国家铁路局关于发布铁道行业标准的公告

（工程建设标准2023年第3批）

2023年　第5号

现公布《铁路工程混凝土实体质量检测技术规程》（TB 10433—2023）等3项铁路工程建设标准（见表1），自2023年8月1日起实施。以上标准由中国铁道出版社有限公司出版发行。《铁路工程结构混凝土强度检测规程》（TB 10426—2019）等3项铁路工程建设标准（见表2）同时废止。

表1　新发布标准目录

序号	标准名称	标准编号
1	铁路工程混凝土实体质量检测技术规程	TB 10433—2023
2	铁路工程岩石试验规程	TB 10115—2023
3	铁路工程土工试验规程	TB 10102—2023

表2　废止标准目录

序号	标准名称	标准编号
1	铁路工程结构混凝土强度检测规程	TB 10426—2019
2	铁路工程岩石试验规程	TB 10115—2014
3	铁路工程土工试验规程	TB 10102—2010

国家铁路局信息公开
浏览专用

国家铁路局

2023年4月20日

前　言

随着我国铁路建设的快速发展，铁路工程混凝土的应用范围不断拓展，结构形式更加多样，对实体质量也有更高要求。近年来，混凝土实体质量检测技术取得了长足的发展和进步，超声波、冲击回波、雷达等无损检测技术应用不断成熟，无砟轨道离缝、桥梁预应力管道压浆密实性等缺陷检测技术取得突破，混凝土表面电阻率、氯离子扩散系数等混凝土实体质量耐久性检测技术不断完善，为制定《铁路工程混凝土实体质量检测技术规程》积累了丰富经验，奠定了坚实基础。

本规程为统一铁路工程混凝土实体质量检测方法，规范检测技术要求，提高检测技术水平，在全面总结近年来混凝土实体质量检测实践经验和科研成果的基础上编制而成。本规程贯彻新发展理念，强化质量安全、节约资源、保护环境等要求，系统规定了混凝土实体质量检测方法和技术要求，为铁路工程混凝土质量控制提供技术支撑。根据铁路工程建设标准体系建设要求，将《铁路工程结构混凝土强度检测规程》TB 10426—2019 技术内容纳入本规程。

本规程共分 9 章，包括总则、术语、基本规定、混凝土强度检测、混凝土外观缺陷检测、混凝土内部缺陷检测、混凝土耐久性能检测、混凝土中有害成分检测、混凝土中钢筋检测，另有 22 个附录。

本规程主要内容如下：

1. 统一铁路工程混凝土实体质量检测工作条件、工作程序、检测要求和检测报告等技术内容。

国家铁路局信息公开
测试专用

2. 纳入混凝土强度检测方法，包括钻芯法、回弹法、超声回弹综合法、拔出法、同条件养护试件法、射钉法等技术内容。

3. 规定混凝土外观缺陷检测方法，包括裂缝、表层伤损、蜂窝、麻面、表面疏松、孔洞及露筋等检测要求。

4. 规定混凝土结构内部缺陷检测方法，包括混凝土内部空洞、不密实区，无砟轨道充填层离缝、软弱层，预应力管道压浆密实性等检测要求。

5. 规定混凝土耐久性能检测方法，包括碳化深度、气泡间距系数、抗氯离子渗透性能、表面电阻率等检测要求。

6. 规定混凝土中有害成分检测方法，包括氯离子含量、碱含量、骨料中氧化镁含量、碱活性骨料等检测要求。

7. 规定混凝土中钢筋检测方法，包括混凝土保护层厚度、钢筋间距、钢筋直径及锈蚀性状等检测要求。

在执行本规程的过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交中国铁道科学研究院集团有限公司（北京市海淀区大柳树路2号，邮政编码：100081），并抄送国家铁路局规划与标准研究院（北京市西城区广莲路1号，邮政编码：100055），供今后修订时参考。

本规程由国家铁路局科技与法制司负责解释。

主编单位：中国铁道科学研究院集团有限公司、中铁二十局集团有限公司。

参编单位：中国铁路设计集团有限公司、中铁五局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司、东南大学、北京交通大学。

主要起草人：李化建、薛吉岗、易忠来、廖太昌、苏　昶、谢永江、黄直久、蒋金洋、任春山、邓小卫、黄法礼、熊昌盛、刘志勇、胡在良、赵年全、仲新华、黄　潘、胡　晓、王　振、靳　昊、袁政成、杨文萃、

国家铁路局标准公开浏览专用

袁　杰、王凤娟、蔡小平、冯明宇、刘建磊、刘　竞、谭盐宾、李林香、王月华、苏婉玉、蒋　睿、杨　鲁、温　浩、刘心成、何明峰、李　鹏。

主要审查人：张仁瑜、屠海峰、刘　燕、刘　珣、杨鹏健、程慧林、高　策、雷　涛、杨永波、魏周春、李蓉仑、王新国、杨永强、李克非、郝挺宇、赵尚传、陈改新、章国辉、杨怀玉、袁真秀、曾雪林、杨育红。

国家铁路局信息公开
浏览专用

目　　次

1　总　　则 …… 1
2　术　　语 …… 2
3　基本规定 …… 4
3.1　一般规定 …… 4
3.2　检测工作的程序和要求 …… 5
3.3　检测报告 …… 6
4　混凝土强度检测 …… 8
4.1　钻 芯 法 …… 8
4.2　回 弹 法 …… 13
4.3　超声回弹综合法 …… 20
4.4　拔 出 法 …… 24
4.5　同条件养护试件法 …… 33
4.6　射 钉 法 …… 34
5　混凝土外观缺陷检测 …… 37
5.1　一般规定 …… 37
5.2　裂　　缝 …… 38
5.3　表层伤损 …… 45
5.4　蜂窝、麻面及表面疏松 …… 49
5.5　孔　　洞 …… 49
5.6　露　　筋 …… 49
6　混凝土内部缺陷检测 …… 51
6.1　一般规定 …… 51
6.2　混凝土内部空洞、不密实区 …… 51
6.3　无砟轨道充填层离缝、软弱层 …… 65

国家铁路局信息公开
浏览专用

6.4 预应力管道压浆密实性 …… 67
7 混凝土耐久性能检测 …… 73
7.1 一般规定 …… 73
7.2 碳化深度 …… 73
7.3 气泡间距系数 …… 74
7.4 抗氯离子渗透性能 …… 77
7.5 表面电阻率 …… 78
8 混凝土中有害成分检测 …… 80
8.1 一般规定 …… 80
8.2 混凝土中氯离子含量 …… 80
8.3 混凝土中碱含量 …… 83
8.4 骨料中氧化镁含量 …… 85
8.5 碱活性骨料 …… 86
9 混凝土中钢筋检测 …… 88
9.1 一般规定 …… 88
9.2 混凝土保护层厚度及钢筋间距 …… 88
9.3 混凝土中钢筋直径 …… 91
9.4 混凝土中钢筋锈蚀性状 …… 92
附录 A 钻芯法检测现场操作记录 …… 95
附录 B 钻芯法检测推定区间系数 …… 96
附录 C 回弹法非水平方向及不同浇筑面检测的修正值 …… 98
附录 D 回弹法专用测强曲线的制定方法(回弹仪标称动能 2.207 J) …… 101
附录 E 回弹法混凝土测区强度换算(回弹仪标称动能 2.207 J) …… 103
附录 F 回弹法泵送混凝土测区强度换算(回弹仪标称动能 2.207 J) …… 112
附录 G 回弹法混凝土测区强度换算(回弹仪标称动能 4.5 J 和 5.5 J) …… 120

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 H　回弹法混凝土强度检测记录和报告 …… 122
附录 J　回弹法测强曲线的验证方法(回弹仪标称动能
4.5 J 和 5.5 J) …… 125
附录 K　空气中超声波声速测试方法 …… 126
附录 L　超声回弹综合法专用或地区测强曲线的制定方法 … 127
附录 M　超声回弹综合法测强曲线的验证方法 …… 130
附录 N　超声回弹综合法测区混凝土强度换算 …… 131
附录 P　后装拔出法测强曲线的制定方法 …… 178
附录 Q　同条件养护试件法养护温度记录 …… 180
附录 R　射钉法专用测强曲线的制定方法 …… 181
附录 S　射钉法混凝土强度检测记录和报告 …… 183
附录 T　非金属超声波检测仪 …… 185
附录 U　地质雷达仪 …… 187
附录 V　冲击回波测试仪 …… 190
附录 W　钢筋探测仪 …… 192
附录 Y　钢筋锈蚀检测仪 …… 194
本规程用词说明 …… 196
《铁路工程混凝土实体质量检测技术规程》条文说明 …… 197

国家铁路局信息公开
浏览专用

1 总　　则

1.0.1 为统一铁路工程混凝土实体质量检测方法，规范检测技术要求，提高检测技术水平，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铁路路基、桥涵、隧道、轨道等工程混凝土实体质量的检测。

1.0.3 铁路工程混凝土实体质量检测应根据检测目的、结构类型、结构状态、结构所处环境条件等选用相应的检测方法。

1.0.4 铁路工程混凝土实体质量检测应避免或减少对被检测结构或构件的损伤。

1.0.5 铁路工程混凝土实体质量检测应满足安全防护和环境保护等相关要求。

1.0.6 铁路工程混凝土实体质量检测除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

国家铁路局信息公开
浏览专用

2 术　　语

2.0.1 实体质量检测　quality inspection of in-situ concrete

对混凝土结构或构件实施的原位或取样的检查、测量和测试分析。

2.0.2 结构混凝土强度　compressive strength of structure concrete

对现浇混凝土结构或预制混凝土构件实体按规定的方法进行检测所得出的混凝土强度值。

2.0.3 批量检测　batch inspection

将混凝土强度等级、配合比、生产工艺、养护条件等相同的一定数量的结构或构件作为批量进行检测。

2.0.4 标准芯样试件　standard core specimen

抗压芯样试件的取芯质量符合要求，且公称直径为 100 mm、高径比(H/d)为 1 的混凝土圆柱体。

2.0.5 混凝土强度换算值　conversion value for compressive strength of concrete

检测值通过某种换算关系换算成相当于被测结构物所处条件及龄期下、边长为 150 mm 混凝土立方体试件的抗压强度值。

2.0.6 混凝土强度推定值　estimation value for compressive strength of concrete

相应于混凝土抗压强度换算值总体分布中保证率不低于 95%的强度值。

2.0.7 测区　test area

检测结构或构件混凝土实体质量时的一个检测区域。

2.0.8 测点　test point

测区内的检测点。

国家住房和城乡建设部信息公开
仅供浏览专用

2.0.9 超声回弹综合法 ultrasonic-rebound combined method

通过测定混凝土的超声波声速值和回弹值综合推定混凝土抗压强度的方法。

2.0.10 拔出法 pullout test

通过拉拔安装在混凝土中的锚固件，测定极限拔出力，并根据预先建立的极限拔出力与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法，包括后装拔出法和预埋拔出法。

2.0.11 等效养护龄期 equivalent curing age

混凝土同条件养护试件达到标准条件下养护效果所需要的时间。

2.0.12 射钉法 penetration method

在混凝土结构或构件表面射入测钉，根据预先建立的测钉射入深度与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法。

2.0.13 离缝 gap

无砟道床结构中不同部件之间产生的缝隙。

2.0.14 软弱层 weak layer

无砟轨道充填层混凝土或砂浆中由于气泡上浮、聚集等原因，在充填层上表面形成的松软层。

2.0.15 气泡间距系数 air voids spacing factor

硬化混凝土中相邻气泡边缘之间距离的平均值。

国家铁路局信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 当遇到下列情况之一时，应进行铁路工程混凝土实体质量检测：

1 混凝土工程验收需要。

2 施工过程抽样检测结果未达到设计要求或施工质量验收标准要求。

3 涉及结构工程质量的试件以及有关材料检验数量不足。

4 对混凝土结构的现有工程质量有争议。

5 发生工程质量事故，需要分析事故原因。

6 开展混凝土结构评估。

3.1.2 实体质量检测时，所用仪器设备的适用范围和检测精度应满足检测项目的要求。检测时，所用仪器设备应在检定或校准周期内，并应处于正常状态。所用仪器设备应在规定的环境中使用。

3.1.3 从事铁路工程混凝土实体质量检测的单位应具备必要的资质。实体质量检测工作应由不少于两名同机构检测人员承担，所有进入现场的检测人员应培训合格。

3.1.4 铁路工程混凝土实体质量检测的数据应真实、有效、准确。

3.1.5 铁路工程混凝土实体质量检测应确保不影响结构安全，宜采用无损检测，必要时可采用钻芯法检测。检测时应考虑钢筋、预埋件、管线等因素的影响。

3.1.6 用钻芯法与其他无损方法综合测定结构混凝土强度时，钻芯部位应在所用无损检测方法的测区内或测区附近。

国家铁路局信息公开
浏览专用

3.2 检测工作的程序和要求

3.2.1 铁路工程混凝土实体质量检测工作宜按图 3.2.1 的程序进行。

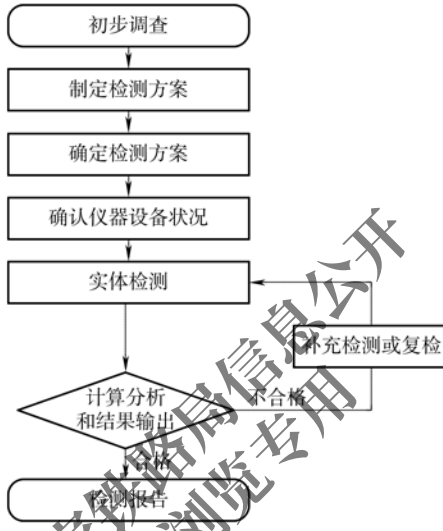


图 3.2.1 铁路工程混凝土实体质量检测工作程序

3.2.2 初步调查应以确认检测要求和制定有针对性的检测方案为目的。初步调查可采取踏勘现场、收集和分析资料以及询问有关人员等方法。

3.2.3 铁路工程混凝土实体质量检测方案宜包括下列内容：

1 工程或结构概况，包括结构类型和混凝土材料概况，设计、施工及监理单位，建设时间等。

2 委托方的检测目的或检测要求。

3 检测依据，包括检测所依据的标准及有关的技术资料等。

4 检测范围、检测项目和选用的检测方法。

5 检测的方式、检验批的划分、抽样方法和检测数量。

国家铁路局信息公开浏览专用

6　检测人员和仪器设备情况。

7　检测中的安全与环保措施。

3.2.4　实体检测的测区和测点应有明晰的标注和编号，必要时标注和编号应保留一段时间。

3.2.5　实体检测获取的数据或信息应符合下列要求：

1　人工记录时，应采用专用表格，并应做到数据准确、字迹清晰、信息完整，严禁追记、涂改，当有笔误时，应进行杠改并签字确认。

2　仪器自动记录的数据应妥善保存和备份，并打印输出后经现场检测人员校对确认。

3　图像信息应标明获取信息的时间、位置、环境条件（温度、湿度等），必要时应设置参照物。

3.2.6　从实体中取得的样品应及时标识，并妥善保存和运输。

3.2.7　当发现检测数据出现异常时，应分析原因并进行补充检测或复检，补充检测或复检应有必要的说明。

3.2.8　因混凝土实体质量检测而破损的部位，在检测工作结束后，应根据工程实际需要对破损部位采取措施，进行修补时修补材料应比原混凝土结构提高一个强度等级。

3.3　检 测 报 告

3.3.1　铁路工程混凝土实体质量检测报告宜包括下列内容：

1　委托方信息。

2　铁路工程概况，包括工程名称、地址、类型、规模、施工日期及现状、混凝土材料概况等。

3　设计、施工及监理单位名称。

4　检测原因、检测目的及以往相关检测情况的概述。

5　检测项目、检测方法及检测所依据的标准，主要检测设备名称及编号。

6　抽样方法、检测方式、检测数量、检测位置及检测环境

国家铁路局信息公开
铁路试验检测公开

条件。

7 检测项目的检测数据、检测结果，必要时给出检测结论。

8 检测日期、报告完成日期。

9 相关人员的签名。

10 检测机构的有效印章。

3.3.2 铁路工程混凝土实体质量检测报告应结果明确、用词规范、文字简练，对容易混淆的术语和概念应以文字解释或图例、图像说明。

国家铁路局信息公开
浏览专用

4 混凝土强度检测

4.1 钻 芯 法

Ⅰ 一 般 规 定

4.1.1 钻芯法适用于非预应力混凝土结构和经设计单位允许的预应力混凝土结构的强度检测。

4.1.2 钻芯法可确定单个构件或批量检测的混凝土强度推定值，也可用于对其他非破损检测方法进行验证。

4.1.3 钻芯法芯样试件钻取部位应考虑下列因素：

1 结构或构件受力较小的部位。

2 混凝土质量有代表性的部位。

3 便于钻芯机安放与操作的部位。

4 避开主筋、预埋件和管线的位置，并尽量避开其他钢筋。

5 钻孔中心距结构或构件边缘不宜小于 150 mm。

6 隧道衬砌混凝土的芯样钻取不宜破坏防水结构。

4.1.4 芯样试件宜使用标准芯样，骨料最大粒径不宜大于标准芯样直径的 1/3；当无法获得标准芯样时，可采用小直径芯样试件，其公称直径不应小于 70 mm，且不得小于骨料最大粒径的 2 倍。

4.1.5 钻芯法批量检测混凝土强度时，取样应符合下列规定：

1 芯样试件的数量应根据批量检测的容量确定；标准芯样试件的最小样本量不宜少于 15 个，小直径芯样试件的最小样本量不宜少于 20 个。

2 芯样应从受检结构或构件中随机抽取，取芯位置应符合本规程第 4.1.3 条的要求。

国家铁路局信息公开
测试专用

4.1.6 确定单个构件或局部的混凝土强度推定值时，结合结构或构件实际情况，有效芯样数量不应少于3个；钻芯对工作性能影响较大的小尺寸构件不应少于2个。

4.1.7 芯样试件内不宜含有钢筋。当不能满足时，每个标准芯样试件内最多只允许有2根直径不大于10 mm的钢筋，公称直径小于标准芯样的单个试件内最多只允许有1根直径不大于10 mm的钢筋，且钢筋应与芯样轴线垂直并距端面大于10 mm。

4.1.8 钻取芯样后的结构或构件应根据工程实际需要采取措施对孔洞进行修补。

Ⅱ 主要仪器

4.1.9 钻芯机应符合下列规定：

1 钻芯机应具有足够的刚度，操作灵活、移动方便和便于固定，并应有水冷却系统。

2 钻头宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不得有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。

4.1.10 探测钢筋位置的定位仪应适宜现场操作，最大探测深度不应小于60 mm，探测位置偏差不宜大于3 mm。

4.1.11 锯切机和磨平机应具有冷却系统和夹紧芯样的装置，配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。

4.1.12 磨平机应保证芯样的端面平整，端面与芯样轴线应垂直。

4.1.13 取芯及加工完成后，应及时对钻芯机和芯样加工设备进行维护保养。

Ⅲ 芯样钻取及加工

4.1.14 钻芯机应安装平稳，固定牢靠。

4.1.15 钻芯机应在安装钻头前检查主轴旋转方向，并将主轴线调整至与被钻取芯样的混凝土表面垂直。

4.1.16 钻芯机应按使用说明书进行操作，钻芯时冷却水的流量

国家铁路局信息公开 测试专用

应满足现场使用要求。

4.1.17 芯样卸取时应采取措施保证芯样完整。

4.1.18 取出的芯样应及时标记，可按附录A中表A.0.1填写现场操作记录。芯样应包装完好，不得损坏。取芯现场的全部记录应与芯样抗压强度记录一起存档。

4.1.19 采用锯切机加工芯样试件时，应将芯样固定，并使锯切平面垂直于芯样轴线。

4.1.20 锯切后的芯样应进行端面处理，宜采用双端面磨平机磨平。承受轴向压力芯样试件的端面，也可采取下列处理方法修补：

1 用水泥砂浆（水泥净浆）、聚合物水泥砂浆等材料补平，补平厚度不宜大于4 mm。

2 用环氧胶泥、硫黄胶泥等补平时，补平厚度不宜大于1.5 mm。

4.1.21 芯样试压前应测量试件的直径、高度、垂直度和平整度，并应符合下列规定：

1 直径测量应用游标卡尺在芯样上部、中部和下部3个位置各测2次，取算术平均值作为芯样试件的直径，精确至0.5 mm。

2 高度测量应用钢板尺或游标卡尺在不同方向测量2次，取平均值作为芯样试件的高度，精确至1 mm。

3 垂直度测量应用游标万能量角器测量两个端面与轴线的夹角，取最大值作为芯样试件的垂直度，精确至0.1°。

4 平整度测量应用钢板尺紧靠在芯样端面上，一面转动钢板尺，一面用塞尺测量钢板尺与芯样端面之间的最大缝隙。

4.1.22 芯样尺寸偏差及外观质量应符合下列规定：

1 加工后芯样试件的高径比（H/d）应大于等于0.95且不大于1.05。

2 沿芯样试件高度任一直径与平均直径相差应小于2 mm。

3 芯样试件端面平整度允许偏差在直径范围内不应大于0.05 mm。

4 芯样试件端面与轴线垂直度的允许偏差为±1°。

国家信息公开 仅供试用

5 芯样应无裂缝、明显的错台和其他较大缺陷。

Ⅳ 芯样试件强度试验

4.1.23 芯样试件应在与被检测结构或构件混凝土环境基本一致的条件下进行试验，并符合下列规定：

1 当结构或构件处于干燥环境时，芯样试件应在室内自然风干不少于 24 h 进行试验。

2 当结构或构件处于干湿交替环境、潮湿环境时，芯样试件宜在 20 ℃±5 ℃的清水中浸泡 40 h～48 h，从水中取出后擦干表面立即进行试验。

4.1.24 芯样试件抗压强度试验的操作应按现行《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中圆柱体试件抗压强度试验的规定进行。

4.1.25 芯样试件抗压强度换算值应按下式计算：

$$f_{cu,i}^{c}=\frac{4F_{c,i}}{\pi d_i^2} \tag{4.1.25}$$

式中 $f_{cu,i}^{c}$——第 i 个芯样试件混凝土抗压强度换算值(MPa)，精确至 0.1 MPa；

$F_{c,i}$——第 i 个芯样试件抗压试验测得的破坏荷载(N)；

d_i——第 i 个芯样试件的平均直径(mm)。

Ⅴ 混凝土强度换算及推定

4.1.26 采用钻芯法确定单个构件或单个构件局部区域的混凝土强度推定值时，应符合下列规定：

1 当芯样试件混凝土抗压强度最小值大于或等于设计混凝土抗压强度标准值的 85%时，取平均值作为混凝土强度推定值。

2 当芯样试件混凝土抗压强度最小值小于设计混凝土抗压强度标准值的 85%时，取最小值作为混凝土强度推定值。

4.1.27 批量检测混凝土强度推定值应按下列方法确定：

国家铁路局信息公开
浏览专用

1 批量检测混凝土强度推定值应计算推定区间，推定区间的上限值和下限值应按下列公式计算：

上限值 $$f_{cu,e,c1}=m_{f_{cu}^{c}}-k_1 S_{f_{cu}^{c}} \quad (4.1.27\text{—}1)$$

下限值 $$f_{cu,e,c2}=m_{f_{cu}^{c}}-k_2 S_{f_{cu}^{c}} \quad (4.1.27\text{—}2)$$

平均值 $$m_{f_{cu}^{c}}=\frac{\sum_{i=1}^{n} f_{cu,i}^{c}}{n} \quad (4.1.27\text{—}3)$$

标准差 $$S_{f_{cu}^{c}}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_{cu,i}^{c}-m_{f_{cu}^{c}})^2}{n-1}} \quad (4.1.27\text{—}4)$$

式中 $f_{cu,e,c1}$——混凝土抗压强度推定上限值(MPa)，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,e,c2}$——混凝土抗压强度推定下限值(MPa)，精确至0.1 MPa；

k_1，k_2——推定区间上限值系数和下限值系数，按附录B中表B.0.1查取；

$S_{f_{cu}^{c}}$——芯样试件混凝土强度换算值的标准差(MPa)，精确至0.1 MPa；

$m_{f_{cu}^{c}}$——芯样试件混凝土强度换算值的平均值(MPa)，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,i}^{c}$——第i个芯样试件混凝土强度换算值(MPa)，精确至0.1 MPa；

n——对批量检测的结构或构件，取被抽检构件测区数之和。

2 $f_{cu,e,c1}$和$f_{cu,e,c2}$所构成推定区间的置信度宜为0.90；当采用小直径芯样试件时，推定区间的置信度可为0.85。$f_{cu,e,c1}$与$f_{cu,e,c2}$之间的差值不宜大于5.0 MPa和$0.10m_{f_{cu}^{c}}$两者中的较大值。

3 $f_{cu,e,c1}$与$f_{cu,e,c2}$之间的差值大于5.0 MPa和$0.10m_{f_{cu}^{c}}$两者中的较大值时，可适当增加样本容量，或重新划分检测单元，直

国家铁路信息公开
浏览专用

至满足本条第 2 款的规定。

4 当不具备本条第 3 款条件时，不宜进行批量推定区间，宜以 $f_{cu,e,cl}$ 作为批量检测混凝土强度的推定值。

4.1.28 钻芯法确定批量检测混凝土强度推定值时，可剔除芯样试件抗压强度样本中的异常值。剔除规则应符合现行《数据的统计处理和解释　正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的规定。当确有试验依据时，可对芯样试件抗压强度样本的标准差 $S_{f_{cu}^{c}}$ 进行符合实际情况的修正或调整。

4.2 回　弹　法

Ⅰ　一 般 规 定

4.2.1 回弹法适用于表面质量无明显缺陷的结构或构件混凝土强度检测。

4.2.2 回弹仪应根据结构或构件混凝土强度合理选用，50 MPa 以下的混凝土宜选用标称动能为 2.207 J 的回弹仪，50 MPa 及以上的混凝土宜选用标称动能为 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪。

4.2.3 结构或构件混凝土强度检测可按单个检测和批量检测。批量检测抽检数量不应少于同批结构或构件总数的 50%，且抽检数量不应少于 2 个。

4.2.4 结构或构件的测区应符合下列规定：

1 每一结构或构件测区数不宜少于 10 个。

2 相邻两测区的间距应控制在 2 m 以内，测区离构件端部或施工缝边缘的距离宜控制在 0.2 m～0.5 m。

3 检测时回弹仪应与受检测面垂直，测区宜选在混凝土结构或构件浇筑侧面。

4 测区宜选在构件的两个对称可测面上，当不能布置在对称的可测面上时，也可选在一个可测面上，且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位应布置测区，并应避开预埋件。

国家住房信息公开浏览专用

5 测区的面积不宜大于 0.04 m^2。

6 检测面应为混凝土表面，并应干燥、清洁、平整。检测面不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层、蜂窝、麻面，必要时可用砂轮清除并打磨平整，且不应有残留的粉末或碎屑。

4.2.5 结构或构件的测区应标有清晰的编号，必要时应在记录纸上描述测区布置示意图和外观质量情况。

Ⅱ 主要仪器

4.2.6 回弹仪应符合现行《回弹仪》GB/T 9138 的规定，且应符合下列规定：

1 在配套的洛氏硬度 HRC 为 60±2 的钢砧上，标称动能为 2.207 J、4.5 J 和 5.5 J 的回弹仪的率定值应分别为 80±2、88±2 和 83±1。

2 数字式回弹仪应带有指针直读示值系统，数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过 1。

4.2.7 回弹仪使用时的环境温度宜为 −4 ℃～40 ℃。

4.2.8 回弹仪遇下列情况之一时应进行检定或校准：

1 新回弹仪启用前。

2 超过检定有效期限。

3 数字式回弹仪数字显示的回弹值与指针直读示值相差大于 1。

4 经常规保养后在钢砧上率定值不合格。

5 遭受严重撞击或其他损害。

4.2.9 回弹仪在工程检测前后，应按规定做率定试验。率定试验宜在干燥、室温为 5 ℃～35 ℃的条件下进行。率定时，钢砧应稳固地平放在坚硬的地面上。弹击杆应分 4 次旋转，每次旋转宜为 90°。测定回弹值时，取连续向下弹击 3 次回弹值的平均值。

4.2.10 回弹仪遇下列情况之一时应进行常规保养：

1 弹击次数大于 2 000 次。

国家住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

2　在钢砧上的率定值不合格。

3　对检测结果有怀疑。

4.2.11　回弹仪的常规保养应符合下列规定：

1　拆开维护时应先使弹击锤脱钩后取出机芯，然后卸下弹击杆，取出里面的缓冲压簧，并取出弹击锤、弹击拉簧和拉簧座。

2　机芯各零部件应进行清洗，重点清洗中心导杆、弹击锤、弹击杆的内孔和冲击面。清洗后应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油，其他零部件均不应抹油。

3　回弹仪保养不应旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝，不应自制或更换零部件。

4　保养后应按本规程第4.2.9条的规定做率定试验。

4.2.12　回弹仪使用完毕后应使弹击杆伸出机壳，清除弹击杆、杆前端球面、刻度尺表面和机壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时，应将弹击杆压入机壳内，待弹击后方可按下按钮锁住机芯装入仪器箱，平放在干燥阴凉处。

Ⅲ　回弹法检测

4.2.13　回弹仪的纵轴线应垂直于结构或构件混凝土的检测面，缓慢施压，准确读数，快速复位。

4.2.14　测点在测区范围内宜均匀分布，相邻两测点的净距不宜小于20 mm；测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于30 mm。测点不应在气孔或外露石子上，同一测点只应弹击一次。每一测区应记取16个回弹值，每一测点的回弹值读数读至1。

4.2.15　回弹值测量完毕后，应在有代表性的位置上测量碳化深度值，测点数不应少于结构或构件测区数的30%，取其平均值作为该结构或构件每一测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于2.0 mm时，应在每一测区测量碳化深度值。

4.2.16　碳化深度值的测量应符合本规程第7.2节的规定。

4.2.17　计算测区平均回弹值，应从该测区的16个回弹值中剔除

国家铁路局信息公开
浏览专用

3个最大值和3个最小值，余下的10个回弹值应按下式计算：

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \tag{4.2.17}$$

式中 R_m——测区平均回弹值，精确至0.1；

R_i——第 i 个测点的回弹值。

4.2.18 非水平状态检测混凝土浇筑侧面时，应按下式修正：

$$R_m = R_{m\alpha} + R_{a\alpha} \tag{4.2.18}$$

式中 $R_{m\alpha}$——非水平状态检测时测区的平均回弹值，精确至0.1；

$R_{a\alpha}$——非水平状态检测时回弹值的修正值，采用本规程附录C中表C.0.1修正。

4.2.19 水平状态检测混凝土浇筑顶面或底面时，应按下列公式修正：

$$R_m = R_m^t + R_a^t \tag{4.2.19—1}$$

$$R_m = R_m^b + R_a^b \tag{4.2.19—2}$$

式中 R_m^t、R_m^b——水平状态检测混凝土浇筑顶面、底面时，测区的平均回弹值，精确至0.1；

R_a^t、R_a^b——混凝土浇筑顶面、底面回弹值的修正值，采用本规程附录C中表C.0.2修正。

4.2.20 当测试面为非混凝土的浇筑侧面，且检测时回弹仪为非水平状态，应先按本规程附录C中表C.0.1对回弹值进行角度修正，再按本规程附录C中表C.0.2对修正后的回弹值进行浇筑面修正。

Ⅳ 混凝土强度换算及推定

4.2.21 混凝土强度换算值可采用三类测强曲线计算，并应符合下列规定：

1 统一测强曲线：由全国有代表性的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件，通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相

国家铁路局信息公开
测试专用

对误差 δ 不应超过±15.0%，相对标准差 e_r 不应大于 18.0%。

2 地区测强曲线：由本地区常用的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件，通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相对误差 δ 不应超过±14.0%，相对标准差 e_r 不应大于 17.0%。

3 专用测强曲线：由与结构或构件混凝土相同的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件，通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相对误差 δ 不应超过±12.0%，相对标准差 e_r 不应大于 14.0%。

4 平均相对误差 δ 和相对标准差 e_r 的取得和计算过程应符合本规程附录 D 的规定。

5 测强曲线应按专用测强曲线、地区测强曲线、统一测强曲线的次序选用。

4.2.22 地区测强曲线和专用测强曲线应与制定该类测强曲线条件相同的混凝土相适应，不应超出该类测强曲线的适用范围。每半年应抽取一定数量的同条件试件进行校核，当发现有显著差异时，不应继续使用，并及时查找原因。

4.2.23 符合下列条件的混凝土应选用本规程附录 E 至附录 G 进行测区混凝土强度换算：

1 混凝土采用的原材料符合现行铁路行业有关标准。

2 入模混凝土的含气量不大于 5.0%。

3 采用普通成型工艺。

4 自然养护龄期为 14 d～1 000 d。

5 蒸汽养护出池后经自然养护 7 d 以上，且混凝土表面为干燥状态。

6 抗压强度为 10 MPa～100 MPa。

4.2.24 当有下列情况之一时，测区混凝土强度值不应按本规程附录 E 至附录 G 换算，可制定专用测强曲线或通过试验进行修正，专用测强曲线的制定方法宜符合本规程附录 D 的有关规定：

1 粗骨料最大公称粒径大于 60 mm 的非泵送混凝土，粗骨料最大公称粒径大于 31.5 mm 的泵送混凝土。

国家铁道信息公开浏览专用

2 采用特种成型工艺。

3 检测部位曲率半径小于 250 mm。

4 表面潮湿的混凝土。

4.2.25 结构或构件第 i 个测区混凝土强度换算值 $f^{c}_{cu,i}$ 的计算应符合下列规定：

1 符合本规程第 4.2.23 条规定的混凝土强度换算值可按本规程附录 E 查表得出。

2 泵送混凝土制作的结构或构件混凝土强度换算值应按本规程附录 F 查表得出。

3 采用 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪检测混凝土强度时，按本规程附录 J 验证后，其换算值应按本规程附录 G 中表 G.0.1 或表 G.0.2 查表得出。

4 当有地区测强曲线或专用测强曲线时，混凝土强度换算值应按地区测强曲线或专用测强曲线换算得出。

4.2.26 结构或构件的测区混凝土强度平均值应根据各测区的混凝土强度换算值计算。当测区数为 10 个及以上时，应计算强度标准差 $S_{f^{c}_{cu}}$。平均值及标准差应按下列公式计算：

$$m_{f^{c}_{cu}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f^{c}_{cu,i}}{n} \tag{4.2.26—1}$$

$$S_{f^{c}_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (f^{c}_{cu,i})^2 - n(m_{f^{c}_{cu}})^2}{n-1}} \tag{4.2.26—2}$$

式中 $m_{f^{c}_{cu}}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的平均值（MPa），精确至 0.1 MPa；

n——对于单个检测的构件，取一个构件的测区数，对批量检测的构件，取被抽检构件测区数之和；

$S_{f^{c}_{cu}}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差（MPa），精确至 0.01 MPa。

国家铁路局信息公开 浏览专用

4.2.27 当结构混凝土所用材料与制定测强曲线时混凝土所用材料有较大差异时，应用同条件混凝土立方体试件或从结构或构件钻取的混凝土芯样进行修正，试件或芯样数量不应小于6个。计算时，测区混凝土强度修正量及测区混凝土强度换算值的修正应符合下列规定：

1 修正量应按下式计算：

$$\Delta_{tot}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}f_{cu,i}-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}f_{cu,i}^{c} \qquad (4.2.27\text{—}1)$$

式中 Δ_{tot}——测区混凝土强度修正量，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,i}$——第i个混凝土立方体试件（以边长为150 mm计）抗压强度值，或第i个混凝土芯样试件（以ϕ100 mm×100 mm计）抗压强度值，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,i}^{c}$——第i个混凝土立方体试件或芯样试件抗压强度换算值，精确至0.1 MPa；

n——试件或芯样个数。

2 测区混凝土强度换算值应按下式计算：

$$f_{cu,i1}^{c}=f_{cu,i0}^{c}+\Delta_{tot} \qquad (4.2.27\text{—}2)$$

式中 $f_{cu,i0}^{c}$——第i个测区修正前的混凝土强度换算值（MPa），精确到0.1 MPa；

$f_{cu,i1}^{c}$——第i个测区修正后的混凝土强度换算值（MPa），精确到0.1 MPa。

4.2.28 结构或构件的混凝土强度推定值$f_{cu,e}$应符合下列规定：

1 当测区数小于10个时，混凝土强度推定值$f_{cu,e}$应按下式确定：

$$f_{cu,e}=f_{cu,min}^{c} \qquad (4.2.28\text{—}1)$$

式中 $f_{cu,min}^{c}$——构件中测区混凝土强度换算值中的最小值（MPa），精确至0.1 MPa。

2 当测区数为10个及以上时，混凝土强度推定值$f_{cu,e}$应按下式确定：

国家铁路局信息公开浏览专用

$$f_{cu,e}=m_{f_{cu}^c}-1.645S_{f_{cu}^c} \qquad (4.2.28-2)$$

4.2.29 对按批检测的构件，当该批构件混凝土强度换算值标准差出现下列情况之一时，则该批构件应全部按单个构件检测：

1 当该批构件混凝土强度换算值的平均值小于 25 MPa，且标准差大于 4.5 MPa。

2 当该批构件混凝土强度换算值的平均值为 25 MPa～50 MPa，且标准差大于 5.5 MPa。

3 当该批构件混凝土强度换算值的平均值大于 50 MPa，且标准差大于 6.5 MPa。

4.2.30 检测记录和检测报告可按本规程附录 H 填写。

4.3 超声回弹综合法

Ⅰ 一般规定

4.3.1 超声回弹综合法的适用范围应符合本规程第 4.2.1 条的规定。

4.3.2 超声回弹综合法检测数量和测区布置应符合本规程第 4.2.3 条和第 4.2.4 条的规定。当采用平测时，测区尺寸宜为 400 mm×400 mm。

Ⅱ 主要仪器

4.3.3 非金属超声波检测仪应符合本规程附录 T 的规定。

4.3.4 回弹仪的标准状态、检定、率定试验及保养应符合本规程第 4.2.6～第 4.2.12 条的规定。

Ⅲ 超声回弹综合法检测

4.3.5 结构或构件的每一测区宜先进行回弹测试，后进行超声测试。非同一测区内的回弹值及超声波声速值，在计算混凝土强度换算值时不应混用。

国家铁路局信息公开
浏览专用

4.3.6 采用回弹仪测试时应按本规程第 4.2.13 条～第 4.2.20 条的规定进行。

4.3.7 超声波检测前应先采用本规程附录 K 规定的方法测试超声波在空气中传播的声速，并与空气声速计算值相比，相差不应超过±0.5%。

4.3.8 超声测试应符合下列规定：

1 超声测试宜选择对测，当被测结构或构件不满足对测的条件时，可采用单面平测。

2 超声测点布置在回弹测试的同一测区内，当采用平测法测定时，应以回弹测试的测区为中心安装发射换能器和接收换能器。

3 声时测试时，应保证传感器与混凝土耦合良好。

4 声时值应精确至 0.1 μs，声速值应精确至 0.01 km/s，超声测距的测量允许误差不应超过±1%。

5 对测时，在每个测区的相对测试面上，应对应布置 3 个测点，且发射换能器和接收换能器的轴线应在同一轴线上。

6 当采用平测法测试时，每个测点重复测试 3 次。

4.3.9 采用对测法测试时，测区声速值应按下列公式计算：

$$v = l / t_m \qquad (4.3.9\text{—}1)$$

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3)/3 \qquad (4.3.9\text{—}2)$$

式中 v——测区声速值(km/s)；

l——超声测距(mm)；

t_m——测区平均声时值(μs)；

t_1，t_2，t_3——测区中 3 个测点的声时值(μs)。

4.3.10 采用平测法测试时，测区声速值应按下式计算：

$$v = l/(t_m - t_0) \qquad (4.3.10)$$

式中 v——测区声速值(km/s)；

l——超声测距(m)；

t_m——测区平均声时值(μs)；

t_0——系统延迟时间(采用时距曲线法，用与实测相同的布置方式测定，以 μs 计)。

国家铁路局信息公开
浏览专用

4.3.11 当在混凝土浇筑顶面或底面测试时，测区声速值应按下式修正：

$$v_a = \beta v \tag{4.3.11}$$

式中 v_a——修正后的测区声速值(km/s)；

β——超声测试面修正系数：在混凝土浇筑顶面及底面对测时，β 取 1.034；在混凝土浇筑顶面平测时，β 取 1.05；在混凝土浇筑底面平测时，β 取 0.95。

Ⅳ 混凝土强度换算及推定

4.3.12 换算和推定结构或构件混凝土强度时，宜采用专用测强曲线或地区测强曲线。

4.3.13 专用测强曲线或地区测强曲线的建立除符合本规程附录 L 的规定外，尚应符合本规程第 4.2.21 条和第 4.2.22 条的规定。

4.3.14 构件第 i 个测区的混凝土强度换算值，应根据修正后的测区回弹值及修正后的测区声速值，宜采用专用测强曲线或地区测强曲线推定；当无该类测强曲线时，按本规程附录 M 验证后，也可按本规程附录 N 的规定确定或按下列公式计算：

1 粗骨料采用碎石，强度 50 MPa 以下混凝土可按下式计算：

$$f^{c}_{cu,i} = 0.016\,2 v_{ai}^{1.656} \cdot R_{ai}^{1.410} \tag{4.3.14-1}$$

2 粗骨料采用卵石，强度 50 MPa 以下混凝土可按下式计算：

$$f^{c}_{cu,i} = 0.005\,6 v_{ai}^{1.439} \cdot R_{ai}^{1.769} \tag{4.3.14-2}$$

3 强度为 50 MPa～100 MPa 的混凝土可按下式计算：

$$f^{c}_{cu,i} = 0.117\,081 v_{ai}^{0.539\,038} \cdot R_{ai}^{1.339\,47} \tag{4.3.14-3}$$

式中 $f^{c}_{cu,i}$——第 i 个测区混凝土强度换算值，精确至 0.1 MPa；

v_{ai}——第 i 个测区修正后的超声波声速值，精确至 0.01 km/s；

R_{ai}——第 i 个测区修正后的回弹值，精确至 0.1，大于 50 MPa 的混凝土需使用标称动能 4.5 J 或 5.5 J 回弹仪。

国家标准信息公开 浏览专用

4.3.15 当结构或构件混凝土所用材料与制定测强曲线时混凝土所用材料有较大差异时，应用同条件混凝土立方体试件或从结构或构件测区钻取的混凝土芯样进行修正，修正方法应符合本规程第4.2.27条的规定。

4.3.16 结构或构件的混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 应符合下列规定：

1 当按单个构件检测时，混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 应按下式计算：

$$f_{cu,e}=f^{c}_{cu,min} \tag{4.3.16-1}$$

式中 $f_{cu,e}$——混凝土强度推定值(MPa)，精确至0.1 MPa；

$f^{c}_{cu,min}$——单个构件各测区中的最小混凝土强度换算值(MPa)，精确至0.1 MPa。

2 当批量检测时，混凝土强度推定值应按下列公式计算：

$$f_{cu,e}=m_{f^{c}_{cu}}-1.645S_{f^{c}_{cu}} \tag{4.3.16-2}$$

$$m_{f^{c}_{cu}}=\frac{\sum_{i=1}^{n}f^{c}_{cu,i}}{n} \tag{4.3.16-3}$$

$$S_{f^{c}_{cu}}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f^{c}_{cu,i})^{2}-n(m_{f^{c}_{cu}})^{2}}{n-1}} \tag{4.3.16-4}$$

式中 $m_{f^{c}_{cu}}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的平均值(MPa)，精确至0.1 MPa；

n——对于单个检测的构件，取一个构件的测区数，对批量检测的构件，取被抽检构件测区数之和；

$S_{f^{c}_{cu}}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差(MPa)，精确至0.01 MPa。

4.3.17 对批量检测的构件，当该批构件混凝土强度换算值标准差出现下列情况之一时，则该批构件应全部按单个构件检测：

1 当该批构件混凝土强度换算值的平均值小于25 MPa，且标准差大于4.5 MPa。

国家铁路局信息公开浏览专用

2 当该批构件混凝土强度换算值的平均值为 25 MPa～50 MPa，且标准差大于 5.5 MPa。

3 当该批构件混凝土强度换算值的平均值大于 50 MPa，且标准差大于 6.5 MPa。

4.4 拔 出 法

Ⅰ 一般规定

4.4.1 拔出法适用于抗压强度 10 MPa～80 MPa 之间，表面与内部质量无明显差异的工程结构混凝土强度的检测。

4.4.2 拔出法检测前，宜通过专门试验按本规程附录 P 的规定建立专用测强曲线，其允许相对标准差不应大于 12%。

4.4.3 后装拔出法测点布置应符合下列规定：

1 按单个构件检测时，应在构件上均匀布置 3 个测点。当 3 个拔出力中的最大值和最小值与中间值之差小于中间值的 15% 时，可布置 3 个测点。当最大值和最小值与中间值之差大于等于中间值的 15%时，应在最小拔出力测点附近再加测 2 个测点。

2 当同批构件按批抽样检测时，抽检数量应不少于同批结构总数的 50%，且不少于 2 个，每个构件不应少于 5 个测点。

3 测点的布置应具有代表性，应能真实反映整个结构或构件的整体质量情况，相邻两测点的间距不应小于 250 mm。当采用圆环式拔出仪时，测点距构件边缘不应小于 100 mm。当采用三点式拔出仪时，测点距构件边缘不应小于 150 mm。测试部位的混凝土厚度不宜小于 80 mm。

4 测点宜布置在结构或构件混凝土的浇筑侧面，如不能满足这一要求时，可布置在结构或构件混凝土的浇筑顶面或底面。

5 测点应避开接缝、蜂窝、麻面部位和钢筋、预埋件等。

6 测点表面应平整、清洁、干燥，对饰面层、浮浆、薄弱层等应予清除，必要时进行磨平处理。

国家铁路局信息公开
测试专用

4.4.4 预埋拔出法测点布置应符合下列规定：

1 预埋件的布点数量和位置应预先规划确定。对局部混凝土或单个构件进行强度测试时，应在同一母体混凝土范围内至少设置5个预埋点。当用以监控较大批量混凝土的强度时，每浇灌100 m^3 混凝土至少设置10个预埋点。

2 预埋点相互之间间距不应小于200 mm，预埋点离混凝土边缘的距离不应小于100 mm，预埋点部位的混凝土厚度不宜小于80 mm，预埋件与钢筋边缘间的净距离不应小于钢筋的直径。

4.4.5 结构或构件的测点应标明编号，并描绘测点的布置。

Ⅱ 主要仪器

4.4.6 拔出法检测装置由钻孔机、磨槽机、锚固件及拔出仪等组成。钻孔机宜采用金刚石薄壁空心钻或冲击电锤，钻孔机宜带有控制垂直及深度的装置，金刚石薄壁空心钻应带水冷装置。磨槽机由电钻、金刚石磨头、定位圆盘和冷却水装置组成。

4.4.7 拔出仪由加荷装置、测力装置和反力支承三部分组成，其技术性能应满足下列要求：

1 试验最大拔出力应在拔出仪量程的20%～80%。

2 圆环式拔出仪的拉杆及胀簧材料极限抗拉强度不应小于2 100 MPa。

3 圆环式拔出装置工作行程应不小于4 mm，三点式拔出装置工作行程应不小于6 mm。

4 允许示值误差应控制在仪器量程的±2%以内。

5 测力装置应具有峰值保持功能。

4.4.8 拔出装置可分为圆环式和三点式，圆环式后装拔出装置(图4.4.8)技术指标应符合下列规定：

1 钻孔直径宜为18 mm。

2 反力支承内径宜为55 mm。

3 锚固深度宜为25 mm。

国家铁路信息公开 浏览专用

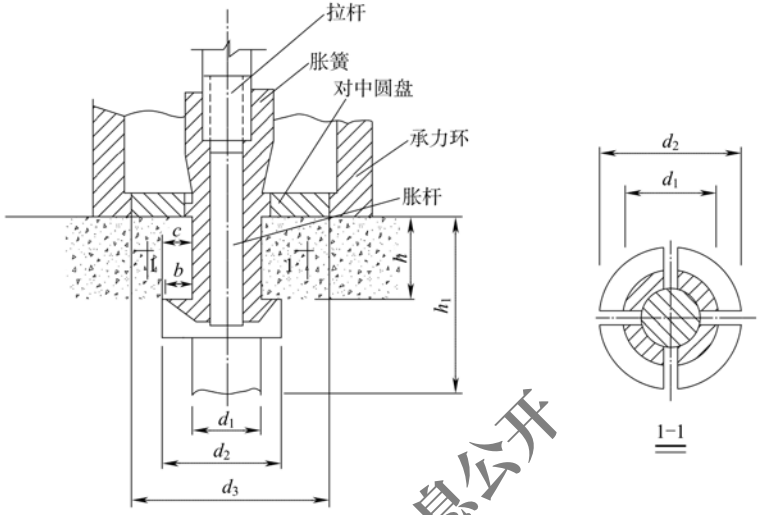


图 4.4.8　圆环式后装拔出装置示意图

d_1—钻孔直径；d_2—锚盘直径；d_3—反力支承内径；h—锚固深度；h_1—钻孔深度；c—环形槽深度；b—胀簧锚固台阶宽度

4.4.9　圆环式预埋拔出装置(图 4.4.9)技术指标应符合下列规定：

1　反力支承内径宜为 55 mm。

2　拉杆直径宜为 10 mm。

3　锚盘直径宜为 25 mm。

4　锚固件的锚固深度宜为 25 mm。

4.4.10　三点式后装拔出装置(图 4.4.10)技术指标和使用范围应符合下列规定：

1　钻孔直径宜为 22 mm。

2　反力支承内径宜为 120 mm。

3　锚固件锚固深度宜为 35 mm。

4.4.11　拔出仪应每年至少校准一次。遇下列情况时，应重新校准：

1　更换液压油后。

2　更换测力装置后。

国家铁路局信息公开
浏览专用

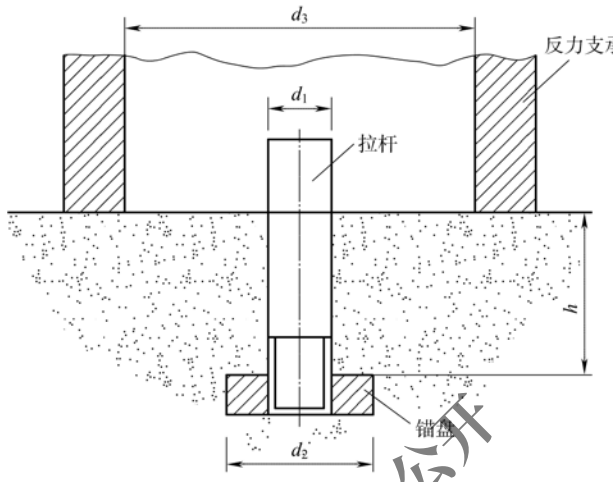


图 4.4.9　圆环式预埋拔出装置示意图

d_1—钻孔直径；d_2—锚盘直径；d_3—反力支承内径；d—锚固深度

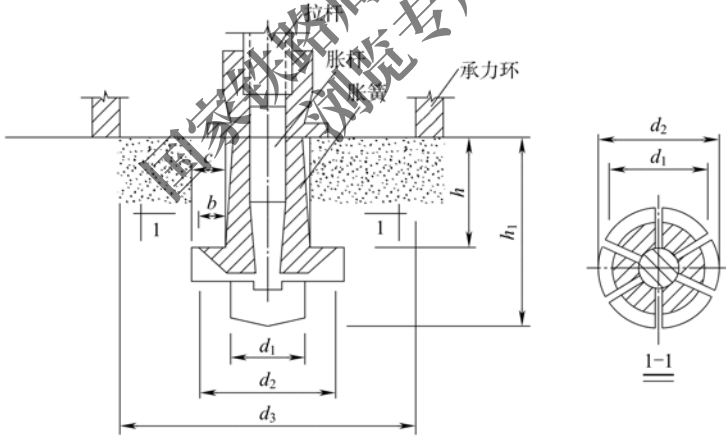


图 4.4.10　三点式后装拔出装置示意图

d_1—钻孔直径；d_2—锚盘直径；d_3—反力支撑内径；h—锚固深度；

h_1—钻孔深度；c—环形槽深度；b—胀簧锚固台阶宽度

国家铁路局信息公开浏览专用

3　经维修后。

4　拔出仪出现异常时。

Ⅲ　后装拔出法检测

4.4.12　钻孔与磨槽应符合下列规定：

1　在钻孔过程中，钻头应始终与混凝土测试面保持垂直，垂直度偏差不应大于3°。

2　在混凝土钻孔内的孔壁磨环形槽时，磨槽机的定位圆盘应始终紧靠混凝土表面回转，磨出的环形槽形状应规整。

4.4.13　成孔尺寸应符合下列要求：

1　钻孔直径 d_1 的最大允许偏差为1.0 mm。

2　钻孔深度 h_1 应较锚固深度 h 深20 mm～30 mm。

3　圆环式锚固深度 h 宜为25 mm，三点式锚固深度 h 宜为35 mm，允许误差为±0.5 mm。

4　环形槽深度 c 不应小于胀簧锚固台阶宽度 b。

4.4.14　安装拔出仪应注意下列事项：

1　将胀簧插入成型孔内，通过胀杆使胀簧锚固台阶完全嵌入环形槽内，保证锚固可靠。

2　将拉杆一端旋入胀簧，另一端与拔出仪连接对中，拔出仪与混凝土检测面应垂直。

4.4.15　拔出检测应符合下列规定：

1　施加拔出力应连续均匀，将拉拔速度控制在0.5 kN/s～1.0 kN/s。

2　施加拔出力至混凝土开裂破坏、测力显示器读数不再增加为止，记录极限拔出力值，精确至0.1 kN。

3　拔出检测时，应采取措施防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。

4.4.16　当发生下列情况之一时，拔出检测应做详细记录，并将该值舍去，在其附近补测一个测点：

国家建筑信息公开
浏览专用

1　锚固件在混凝土孔内滑移或断裂。

2　被测构件在拔出检测时出现断裂。

3　反力支承内的混凝土仅有小部分破损或被拔出，而大部分无损伤。

4　在拔出混凝土的破坏面上，有大于 40 mm 的粗骨料颗粒，有蜂窝、空洞、疏松等缺陷或其他异物。

5　当采用圆环式拔出法检测装置时，检测后在混凝土测试面上见不到完整的环形压痕或在支承环外出现混凝土裂缝。

Ⅳ　预埋拔出法检测

4.4.17　预埋拔出法宜采用圆环式拔出仪进行试验。

4.4.18　预埋件由锚盘、定位杆和连接圆盘组成，在锚盘和定位杆外表宜涂上一层机油或其他隔离油。

4.4.19　在浇筑混凝土之前，预埋件应安装在划定测点部位的模板内侧。当测点在浇筑面时，应将预埋件钉在连接圆盘的木板上，确保木板漂浮在混凝土表面。

4.4.20　在模板内浇筑混凝土时，预埋点周围的混凝土应与其他部位同样捣实，且不应损坏预埋件。

4.4.21　拆模后应预先将定位杆旋松，进行拔出试验前，应把连接圆盘和定位杆拆除。

4.4.22　采用预埋拔出法检测时，应符合下列规定：

1　检测前，应确认预埋件未受损伤，并确认拔出仪的工作状态正常。

2　检测时，应将拉杆一端穿过小孔旋入锚盘中，另一端与拔出仪连接。

3　拔出仪的反力支承应均匀地压紧混凝土测试面，并与拉杆和锚盘处于同一轴线。

4　施加拔出力应连续均匀，其速度应控制在 0.5 kN/s～1.0 kN/s。

国家公路信息公开浏览专用

5 拔出力应施加至混凝土破坏、测力显示器读数不再增加为止，记录的极限拔出力值应精确至 0.1 kN。

6 检测时，应防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。

4.4.23 当出现下列情况之一时，可按本规程第 4.4.3 条第 1 款采用后装拔出法补充检测：

1 单个构件检测时，因预埋件损伤或异常导致有效测试点不足 3 个。

2 按批抽样检测时，因预埋件损伤或数据异常导致样本容量不足 15 个，无法按批进行强度推定。

Ⅴ 混凝土强度换算及推定

4.4.24 混凝土强度换算可按下列公式计算：

1 后装拔出法(圆环式)可按下式计算：

$$f_{cu}^{c}=1.55F_{d}+2.35 \qquad (4.4.24\text{—}1)$$

2 后装拔出法(三点式)可按下式计算：

$$f_{cu}^{c}=2.76F_{d}-11.54 \qquad (4.4.24\text{—}2)$$

3 预埋拔出法(圆环式)可按下式计算：

$$f_{cu}^{c}=1.30F_{d}-4.8 \qquad (4.4.24\text{—}3)$$

式中 f_{cu}^{c}——混凝土强度换算值，精确至 0.1 MPa；

F_{d}——拔出力代表值，精确至 0.1 kN。

4.4.25 当有地区测强曲线或专用测强曲线时，应按地区测强曲线或专用测强曲线计算。

4.4.26 后装拔出法单个构件混凝土强度的推定应符合下列规定：

1 当未按本规程第 4.4.3 条第 1 款加测时，单个构件的拔出力代表值取 3 个拔出力中的最小值。

2 当按本规程第 4.4.3 条第 1 款加测时，加测的 2 个拔出力值和最小拔出力值一起取平均值，再与前一次的拔出力中间值比较，取较小值作为该构件拔出力代表值。

国家铁路局信息公开 测试专用

3 将单个构件的拔出力代表值根据不同的检测方法对应代入本规程式(4.4.24—1)和式(4.4.24—2)中计算强度换算值,作为单个构件混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$。

4.4.27 预埋拔出法检测局部混凝土或单个构件混凝土强度时,以5次拔出试验为一组,将同组5次拔出试验的极限拔出力,舍去其中的最大值和最小值后求出算术平均值,再按本规程式(4.4.24—3)计算抗压强度换算值,作为该组试验的混凝土抗压强度推定值。

4.4.28 后装拔出法批量检测结构或构件的混凝土强度推定应符合下列规定:

1 将批量检测的每个拔出力作为拔出力代表值,根据不同的检测方法对应代入本规程式(4.4.24—1)和式(4.4.24—2)中计算强度换算值作为单个构件混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$。

2 批量检测结构或构件的混凝土抗压强度推定值 $f_{cu,e}$ 应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - 1.645 S_{f_{cu}^c} \tag{4.4.28—1}$$

$$m_{f_{cu}^c} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_{cu,i}^c}{n} \tag{4.4.28—2}$$

$$S_{f_{cu}^c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}^c})^2}{n-1}} \tag{4.4.28—3}$$

式中 $m_{f_{cu}^c}$——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的平均值(MPa),精确至0.1 MPa;

$f_{cu,i}^c$——第 i 个结构或构件混凝土抗压强度换算值(MPa),精确至0.1 MPa;

$S_{f_{cu}^c}$——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的标准差(MPa),精确至0.1 MPa;

n——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的总个数。

国家铁路局信息公开浏览专用

4.4.29 预埋拔出法批量检测结构或构件的混凝土强度推定应按下列公式计算：

$$f_{cu,e}=1.11(m_{f_{cu}^c}-1.645S_{f_{cu}^c}) \qquad (4.4.29\text{—}1)$$

$$m_{f_{cu}^c}=\frac{\sum_{i=1}^{n} f_{cu,i}^c}{n} \qquad (4.4.29\text{—}2)$$

$$S_{f_{cu}^c}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_{cu,i}^c)^2-n(m_{f_{cu}^c})^2}{n-1}} \qquad (4.4.29\text{—}3)$$

式中 $f_{cu,e}$——该批混凝土的抗压强度推定值(MPa)，精确至0.1 MPa；

$m_{f_{cu}^c}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的平均值(MPa)，精确至0.1 MPa；

n——同批拔出试验次数，$n\geq 10$；

$S_{f_{cu}^c}$——结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差(MPa)，精确至0.01 MPa。当$S_{f_{cu}^c}<0.06m_{f_{cu}^c}$时，$S_{f_{cu}^c}=0.06m_{f_{cu}^c}$；当$S_{f_{cu}^c}>0.15m_{f_{cu}^c}$时，$S_{f_{cu}^c}=0.15m_{f_{cu}^c}$。

4.4.30 对于批量检测的结构或构件，当全部批量检测的混凝土强度换算值的标准差出现下列情况时，则该批结构或构件应全部按单个结构检测：

1 当该批构件混凝土强度换算值的平均值小于25 MPa，且标准差大于4.5 MPa。

2 当该批构件混凝土强度换算值的平均值为25 MPa～50 MPa，且标准差大于5.5 MPa。

3 当混凝土强度换算值的平均值大于50 MPa时，变异系数δ大于0.10。变异系数可按下式计算：

$$\delta=\frac{S_{f_{cu}^c}}{m_{f_{cu}^c}} \qquad (4.4.30)$$

国家铁路信息公开浏览专用

4.5 同条件养护试件法

Ⅰ 一般规定

4.5.1 同条件养护试件法适用于涉及混凝土结构安全重要部位结构混凝土强度检测。

4.5.2 同条件养护试件的标准成型方法及强度试验方法均应符合现行《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。采用蒸汽养护的结构或构件，其试件应随结构或构件同条件养护至规定龄期。

Ⅱ 同条件养护试件的留置和养护

4.5.3 同条件养护试件的取样应具有代表性，同一强度等级同条件养护试件的留置组数应根据相关规定确定。

4.5.4 同条件养护试件应在混凝土浇筑地点取样。

4.5.5 同条件养护试件拆模后，应放置在靠近相应结构或构件部位的适当位置，采取与结构或构件部位相同的养护方法，且应采取可靠的保护措施，保证同条件养护试件不丢失和损坏。

国家住房和城乡建设部公开
浏览专用

Ⅲ 等效养护龄期

4.5.6 同条件养护试件的等效养护龄期应根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下规定龄期试件强度相等的原则确定。

4.5.7 同条件养护试件的等效养护龄期，可根据结构或构件所处环境气温和养护条件按下列规定确定：

1 对于标准条件养护试件试验龄期分别为 28 d、56 d 的，其对应的等效养护龄期分别为其同条件养护试件的逐日累计温度达到 600 ℃ · d、1 200 ℃ · d（不计 0 ℃及以下的龄期）或达到设计龄期所对应的温度积。

2 等效养护龄期不应少于 14 d。

4.5.8 冬期施工、蒸汽养护的混凝土结构或构件，其同条件养护试件的等效养护龄期应根据结构或构件的实际养护条件确定。

4.5.9 同条件养护试件的养护温度记录可按附录Q填写。

Ⅳ 混凝土强度换算

4.5.10 同条件养护试件达到确定的等效养护龄期时，24 h内应完成抗压强度试验。

4.5.11 同条件养护试件的强度代表值应除以0.88系数后，根据强度试验结果按现行《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425进行评定。

4.6 射 钉 法

Ⅰ 一般规定

4.6.1 射钉法适用于检测喷射混凝土24 h的抗压强度。

4.6.2 采用射钉法检测前，宜通过专门试验按本规程附录R的规定建立专用测强曲线，其允许的强度平均相对误差不应超过±12%，相对标准差不应大于14%。

4.6.3 采用射钉法检测时，每次检测不少于2个测区，测区面积宜控制在0.03 m^2～0.04 m^2，相邻两测区的间距不宜小于0.3 m，且不宜大于2 m。测区应避开蜂窝、麻面、钢筋和预埋件等。

4.6.4 测点在测区内宜均匀分布，相邻两测点的净距不宜小于30 mm；测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于50 mm。

4.6.5 检测环境温度应为0 ℃～40 ℃。

Ⅱ 主 要 仪 器

4.6.6 射钉仪应符合下列规定：

1 测钉射入力为1 000 N±8 N，工作冲程为20 mm±0.1 mm。

2 测钉直径为3.00 mm～3.50 mm，精确至0.01 mm；测钉

国家铁路信息公开浏览专用

长度为 35.0 mm～40.0 mm，精确至 0.1 mm；测钉钉尖长度为 5.0 mm±0.01 mm（测钉尖角度 34°），测钉洛氏硬度（HRC）为 62～66。

3 深度测量尺精度为 0.01 mm。

4 量规槽长度小于测钉长度 0.5 mm。

4.6.7 射钉仪使用应符合下列规定：

1 射钉仪不应对着自己或他人，防止发生安全事故。

2 在未装测钉前应避免加力弹射，防止损坏测钉座。

3 仪器使用后应及时清理表面灰尘。

4 仪器应存放在通风干燥、无腐蚀气体处，防止锈蚀。

4.6.8 射钉仪应每 12 个月进行校准。

Ⅲ 射钉法检测

4.6.9 检测前，应将混凝土表面打磨平整，并清除表面灰尘。

4.6.10 检测时，将射钉仪轴线与混凝土测试面垂直，用力握住把手，防止反冲。扣动扳机，使射钉仪自由释放能量。移开射钉仪，用吹风器吹净测孔，测量射入深度值，每一测区应记取 7 个有效射入深度值，读数精确至 0.01 mm，可按本规程附录 S 中表 S.0.1 填写记录。

4.6.11 在检测过程中，应随时检查测钉的磨损情况，当测钉能通过量规槽时，应更换测钉。

4.6.12 当发生下列情况之一时，应将该测量值舍去，并在其附近重新补测：

1 测钉射入到钢筋或预埋件上时。

2 测钉射入到骨料、蜂窝或孔隙内时。

3 测量值的极差超过 1.6 mm 时，剔除 7 个测量值中与平均值偏差最大的数据，至所剩测量值极差满足要求且不少于 7 个。

4.6.13 射钉法检测应在 1 h 内完成。

国家住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

4.6.14 计算测区平均射入深度值时，应从该测区 7 个射入深度值中剔除 1 个最大值和 1 个最小值后，平均射入深度值应按下式计算：

$$L_a = \frac{\sum_{i=1}^{5} L_i}{5} \tag{4.6.14}$$

式中 L_a——测区测钉射入深度平均值(mm)，精确至 0.01 mm；

L_i——第 i 个测点的射入深度(mm)。

4.6.15 根据平均射入深度值利用专用测强曲线推算测区混凝土抗压强度值，精确至 0.1 MPa。

4.6.16 现场检测不具备建立专用测强曲线条件时，可采用测钉直径为 3.10 mm，测钉长度为 35.0 mm，测钉钉尖长度为 5.0 mm 射钉仪进行检测，其混凝土强度检测值按下式计算：

$$f_{cu,e} = 37.48 - 2.51L_a \tag{4.6.16}$$

式中 $f_{cu,e}$——射钉法混凝土强度推定值(MPa)；

L_a——测区测钉射入深度平均值(mm)。

4.6.17 检测报告可按本规程附录 S 中表 S.0.2 填写。

国家铁路信息公开浏览专用

5 混凝土外观缺陷检测

5.1 一般规定

5.1.1 混凝土外观缺陷的分类及检测方法宜按表 5.1.1 确定。

表 5.1.1 混凝土外观缺陷分类及检测方法

序号	缺陷名称	现象描述	检测方法
1	裂缝	结构或构件表面延伸至混凝土内部的缝隙	按本规程第 5.2 节的规定进行检测
2	表层伤损	结构混凝土因为受冻害、腐蚀、碰撞、火灾等外部因素影响导致的表层性状变化	按本规程第 5.3 节的规定进行检测
3	蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成的局部蜂窝状粗骨料外露	按本规程第 5.4 节的规定进行检测
4	麻面	结构或构件表面呈现出无数的不规则凹点，直径通常不大于 5mm	按本规程第 5.4 节的规定进行检测
5	表面疏松	由于振捣不到位或混凝土离析等因素导致的结构或构件表面可见的局部不密实	按本规程第 5.4 节的规定进行检测
6	孔洞	结构或构件表面存在的孔穴，其深度和最大孔径均超过保护层厚度	按本规程第 5.5 节的规定进行检测
7	露筋	结构或构件内钢筋未被混凝土包裹而形成的外露	按本规程第 5.6 节的规定进行检测

国家铁路局信息公开
浏览专用

5.1.2 在测量混凝土外观缺陷具体尺寸的同时，应详细记录缺陷部位、与结构或构件边缘的距离等位置信息，并留存影像资料。

5.1.3 混凝土的外观缺陷应按类别进行分类汇总，汇总结果应反映受检范围内外观缺陷的分布特征，列表或附缺陷分布示意图。

5.1.4 采用超声波法检测混凝土外观缺陷时，发射换能器、接收换能器的连线方向不应与附近主钢筋的轴线平行。

5.2 裂　　缝

Ⅰ 裂缝宽度

5.2.1 裂缝宽度可采用塞尺、比对卡、读数显微镜、刻度放大镜、宽度测量仪、数字摄影成像系统进行检测。

5.2.2 当采用塞尺、比对卡、读数显微镜、刻度放大镜、宽度测量仪时，仪器精度应不低于 0.02 mm，裂缝宽度测量结果精确到 0.02 mm。

5.2.3 当采用数字摄影成像系统远程测量时，系统精度不宜低于 0.2 mm，距离定位误差不大于 5%，裂缝宽度测量结果精确到 0.2 mm。

5.2.4 裂缝宽度检测应满足下列要求：

1 裂缝宽度检测时应清除表面污物，让裂缝完全外露。

2 在目测最宽处和中部采用仪器分别测量裂缝宽度，每点测量 2 次，取 2 次的平均值作为该点的裂缝宽度，并注明裂缝最大宽度。

3 裂缝两侧不平整时应予以注明。

Ⅱ 裂缝长度

5.2.5 裂缝长度可采用钢尺、卷尺、数字摄影成像系统等进行检测，且应满足下列要求：

1 读数精度应不低于 1 mm。

2 当使用数字摄影成像系统远程测量时，距离定位误差不大于 5%。

5.2.6 裂缝长度检测应满足下列要求：

1 裂缝长度检测前，应先标注出其首端和末端位置，并在记

国家铁路局信息公开
浏览专用

录中予以注明。

2 当裂缝走势为直线时，其长度检测可直接测量首末端距离。

3 当裂缝走势非直线时，应分段测量后汇总。

4 裂缝长度测量结果精确至 1 mm。

Ⅲ 裂缝深度

5.2.7 裂缝深度可采用深度尺法、超声波法或钻芯法进行检测，不同方法的适用范围见表 5.2.7。

表 5.2.7 裂缝深度检测方法的适用范围

序号	检测方法	仪器设备	适用范围
1	深度尺法	深度尺	缝深方向与表面垂直，表面缝宽与内部缝宽基本一致，缝内无填充物
2	超声波法	非金属超声波检测仪	被测裂缝中无积水或其他填充物，裂缝表面应用不小于预估裂缝深度范围的混凝土板干燥、清洁、平整且无其他裂缝
3	钻芯法	钻芯机、钢尺、卡尺	需精确测量深度的裂缝，且该部位为可钻孔的混凝土结构

5.2.8 裂缝深度检测应在裂缝长度范围内测量多个测点，详细记录测点位置。

（Ⅰ） 超声波法

5.2.9 采用非金属超声波检测仪检测裂缝深度时，根据裂缝所处位置及结构形状，可采用单面平测法、双面穿透斜测法或钻孔对测法，不同检测方法适用范围如下：

1 当混凝土的裂缝部位只有一个可测表面，裂缝深度不大于 500 mm 时，可采用单面平测法检测。

2 当混凝土的裂缝部位具有两个相互平行的测试表面时，应优先采用双面穿透斜测法检测。

3 当混凝土的裂缝深度大于 500 mm 以上，不具备双面穿透斜测法所需的一对相互平行的测试面，且被测构件允许在裂缝两

国家铁路局信息公开
测试专用

侧钻孔时，可采用钻孔对测法检测。

5.2.10 检测裂缝深度所用的非金属超声波检测仪应符合本规程附录 T 的相关规定。

5.2.11 采用单面平测法检测裂缝深度应选用频率较低的振动式平面换能器。

5.2.12 采用单面平测法检测裂缝深度，应在裂缝的被测部位以不同的测距按跨缝和不跨缝同时布置测点（布置测点时应避开钢筋的影响）进行声时测量，其测量步骤应符合下列规定：

1 不跨缝的声时测量：将发射换能器和接收换能器置于裂缝同一侧，以两个换能器内边缘间距（l'）等于 100 mm，150 mm，200 mm，250 mm，…分别读取声时值（t_i），绘制“时-距”坐标图（图 5.2.12—1），或用回归分析的方法求出两者的回归直线方程，回归直线方程应按下式计算：

$$l_i = a + bt_i \tag{5.2.12—1}$$

式中 l_i——第 i 点的超声波实际传播距离（mm）；

a——“时-距”坐标图中 l' 轴的截距或回归方程的常数项（mm）；

b——“时-距”坐标图中回归方程的回归系数（mm/μs）；

t_i——第 i 点读取的声时值（μs）。

每测点超声波实际传播距离 l_i 应按下式计算：

$$l_i = l'_i + |a| \tag{5.2.12—2}$$

式中 l_i——第 i 点的超声波实际传播距离（mm）；

l'_i——第 i 点的发射换能器、接收换能器内边缘间距（mm）；

a——“时-距”坐标图中 l' 轴的截距或回归方程的常数项（mm）。

不跨缝平测的混凝土声速值按下列公式计算：

$$v = \frac{l'_n - l'_1}{t_n - t_1} \tag{5.2.12—3}$$

或

$$v = b \tag{5.2.12—4}$$

国家铁路局信息公开 浏览专用

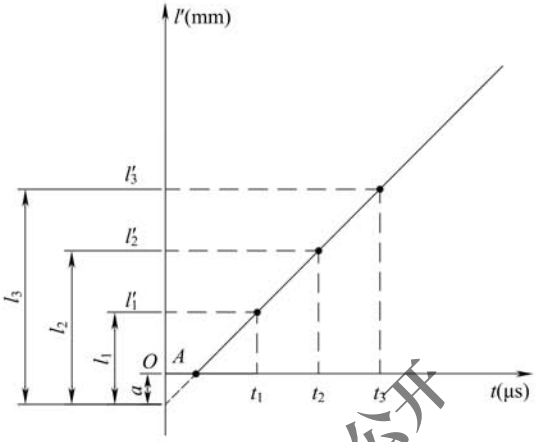


图 5.2.12—1　单面平测法不跨缝测量“时-距”坐标图

l'_i—换能器间内边缘间距，用下标 1、2、3 等表示不同位置；

t—与 l'_i 所对应的测点声时值，用下标 1、2、3 等表示不同位置；

l—超声波实际传播距离，用下标 1、2、3 等表示不同位置；

a—“时-距”坐标图中 l' 轴的截距；A—回归方程拟合直线与 t 轴的交点

式中　v——不跨缝平测的混凝土声速值(km/s)；

l'_n、l'_1——第 n 点和第 1 点的换能器内边缘间距(mm)；

t_n、t_1——第 n 点和第 1 点读取的声时值(μs)；

b——“时-距”坐标图中回归方程的回归系数(mm/μs)。

2　跨缝的声时测量：跨缝测量时(图 5.2.12—2)，将发射换能器、接收换能器对称置于裂缝两侧，两个换能器内边缘间距 l' 取 100 mm，150 mm，200 mm，…分别读取声时值 t_i^0，同时观察首波相位的变化。

5.2.13　单面平测法检测的裂缝深度应按下列公式计算：

$$h_{ci}=\frac{l_i}{2}\sqrt{\left(\frac{t_i^0 v}{l_i}\right)^2-1} \qquad (5.2.13\text{—}1)$$

国家铁路局信息公开
浏览专用

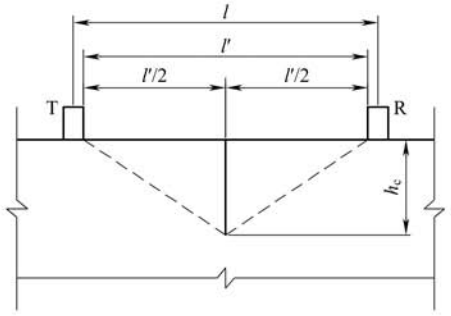


图 5.2.12—2　跨缝测量示意图

T—发射换能器；R—接收换能器；l—换能器中心距；

l'—换能器内边缘间距；h_c—裂缝深度

$$h_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} h_{ci} \qquad (5.2.13\text{—}2)$$

式中　h_{ci}——第 i 点计算的裂缝深度值(mm)；

l_i——第 i 点的超声波实际传播距离(mm)；

t_i^0——第 i 点跨缝平测的声时值(μs)；

h_m——各测点计算裂缝深度的平均值(mm)；

n——测点数。

5.2.14　单面平测法检测的裂缝深度计算应符合下列规定：

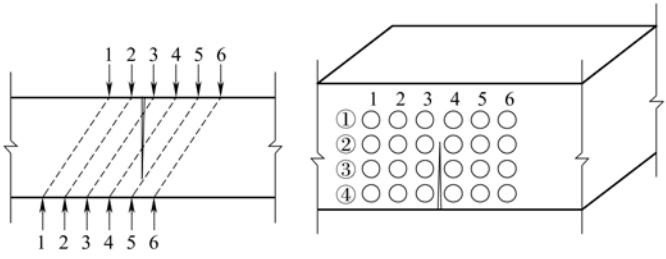
1　跨缝测量时，当在某测距发现首波反相时，可用该测距及两个相邻测距的测量值按式(5.2.13—1)计算 h_{ci} 值，取此 h_{ci} 的3点平均值作为该裂缝的深度值 h_c。

2　跨缝测量时，如难以发现首波反相，则以不同测距按式(5.2.13—1)、式(5.2.13—2)计算 h_{ci} 及其平均值 h_m。将各测距与平均值比较，凡测距小于平均值或大于3倍平均值，应剔除该组数据，然后取余下 h_{ci} 的平均值，作为该裂缝的深度值 h_c。

5.2.15　采用双面穿透斜测法检测时测点布置如图5.2.15所示，将发射换能器、接收换能器分别置于两测试表面对应测点1，2，

国家铁路信息公开
测试专用

3，…的位置，发射换能器、接收换能器中心连线与换能器中心轴线夹角不得超过 30°，读取相应声时值 t_i、波幅值 A_i 及主频值 f_i。



(a) 平面图　　(b) 立面图

图 5.2.15　双面穿透斜测法测点布置示意图

5.2.16　采用双面穿透斜测法检测时，应根据波幅、声时和主频的突变，判定裂缝深度以及是否在所处断面内贯通。

5.2.17　采用钻孔对测法检测裂缝深度时，所钻测试孔应满足下列要求：

1　孔径应比所用换能器直径大 5 mm～10 mm。

2　钻孔应垂直于混凝土表面。

3　孔深应大于裂缝预计深度 500 mm 以上，经测试如浅于裂缝深度，则应加深钻孔。

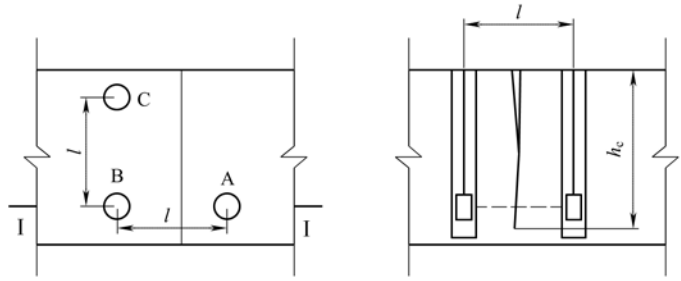
4　对应的两个测试孔 A 和 B(图 5.2.17)，必须始终位于裂缝两侧，其轴线应保持平行。

5　两个对应测试孔的间距不宜小于 1 000 mm，同一检测对象各对测试孔间距应保持相同。

6　测试孔中粉末碎屑应清理干净。

7　宜在其中一个测试孔同侧无裂缝处钻一个孔距相同的比较孔(C 孔)，用于测试正常混凝土的声学参数(图 5.2.17)，比较孔深度应保证可获得的正常混凝土声学参数测点不少于 3 个，一般不应浅于 500 mm。

国家铁路局信息公开
测试专用



(a) 平面图　　(b) Ⅰ－Ⅰ剖面图

图 5.2.17　钻孔法测裂缝深度示意图

A,B—测试孔;C—比较孔;l—测试孔中心距;h_c—裂缝深度

5.2.18　钻孔对测法裂缝深度检测应选用频率为 20 kHz～60 kHz 的径向振动式换能器。

5.2.19　测试前应先向测试孔中注满清水,然后将发射和接收换能器分别置于裂缝两侧的测试孔中,以相同高程等间距(100 mm～200 mm)从深至浅同步移动,逐点读取声时、波幅和换能器所处的深度。

5.2.20　钻孔对测法检测的裂缝深度应按下列方法计算:以换能器所处深度(h)与对应的波幅值(A)绘制 h-A 坐标图(图 5.2.20),并依据 h-A 坐标图判断裂缝深度h_c。在 h-A 坐标图上,波幅突变点所对应的深度便是裂缝深度h_c。

国家铁路信息公开
浏览专用

(Ⅱ)　钻　芯　法

5.2.21　钻芯应避开受力钢筋、混凝土内部预埋件等。

5.2.22　钻芯法检测应符合下列规定:

1　钻芯机应采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头,钻头不应有可能导致芯样破坏的缺陷。

2　根据裂缝宽度、走向,选择钻芯直径与位置。

3　钻芯深度的选取应根据检测目的进行确认,当需要确认裂缝是否贯穿混凝土结构时,应钻透结构体。

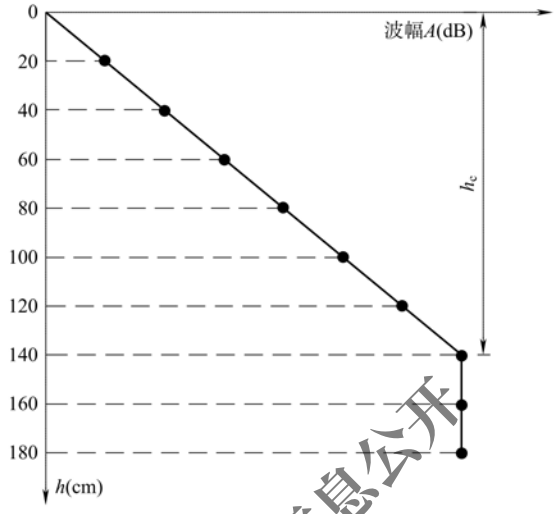


图 5.2.20 h-A 坐标图

h—孔深；h_c—裂缝深度；A—波幅

4 可取得完整芯样时，采用测量精度不低于 1 mm 的钢尺或卷尺直接从芯样上测量裂缝垂直深度值，结果精确至 1 mm。

5 当钻孔法无法取得完整芯样时，可采用其他合适的方法进行测量。

5.3 表层伤损

5.3.1 表层伤损宜以伤损层厚度来表征。

5.3.2 被测结构允许钻芯时，可采用钻芯法对伤损层厚度进行检测。采用钻芯法检测时应符合下列规定：

1 钻芯位置应具有代表性，一般不少于 3 处，每处钻取 1 个芯样。

2 钻芯深度应穿透伤损层。

3 芯样伤损层厚度测量时，宜先将芯样完全浸入洁净水中，

国家铁路局信息公开
测试专用

4 h后取出芯样，放置在室内自然风干，采用钢尺测量其浸润分界线至芯样外表面最大厚度值作为该芯样对应部位伤损层厚度值，精确至1 mm。

4 构件伤损层厚度采用所有芯样伤损层厚度的最大值进行表示，精确至1 mm。

5 钻芯处的修补宜与伤损层的整体处置同步进行。

5.3.3 当被测构件不适用钻芯法时，宜采用超声波法对伤损层厚度进行检测，所采用的非金属超声波检测仪应符合本规程附录T的规定。

5.3.4 采用超声波法检测表面伤损层厚度时，被测部位和测点的确定应满足下列要求：

1 根据混凝土结构的损伤情况和外观质量选取有代表性的部位布置测区，不少于3个。

2 混凝土结构被测表面应平整并处于自然干燥状态，且无接缝和饰面层。

5.3.5 现场检测应符合下列规定：

1 检测宜选用频率较低的厚度振动式平面换能器。

2 测试时发射换能器应耦合好并保持不动，然后将接收换能器依次耦合在测点位置上(图5.3.5)，读取相应的声时值t_i，并测量每次发射换能器、接收换能器之间的内边缘间距l'_i。接收换能器每次移动的距离宜为30 mm～100 mm，每一测区的测点数不应少于6个，损伤区段和未损伤区段的测点各不少于3个，当伤损层较厚时，应适当增加测点数。

3 当混凝土的伤损层厚度不均匀时，应适当增加测区数量。

5.3.6 数据处理及判定应符合下列规定：

1 以各测点的声时值t_i和相应换能器内边缘间距值l'_i绘制“时-距”坐标图(图5.3.6)，由图可得到声速改变所形成的拐点(l_0)，拐点前后分别表示伤损和未伤损混凝土的换能器内边缘间距与声时相关直线。

国家铁路局信息公开
浏览专用

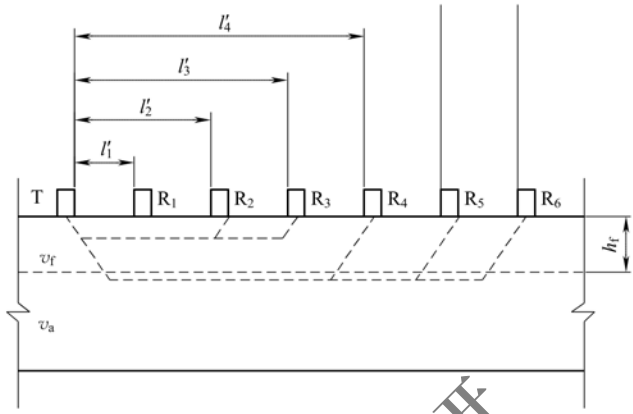


图 5.3.5　超声波法检测表层损伤厚度示意图

T—发射换能器；R_i—接收换能器，下标 i 用 1、2、3 等表示不同的位置；l'_i—换能器间内边缘间距，下标 i 用 1、2、3 等表示接收换能器处于不同位置时的内边缘间距；v_f—伤损层波速；v_a—未伤损层波速；h_f—伤损层厚度

2　伤损与未伤损混凝土换能器内边缘间距与声时的回归直线方程应按下列公式计算：

伤损混凝土　　$l_f = a_1 + b_1 t_f$　　(5.3.6—1)

未伤损混凝土　　$l_a = a_2 + b_2 t_a$　　(5.3.6—2)

式中　l_f——拐点前各测点的换能器内边缘间距(mm)，精确至 1 mm；

l_a——拐点后各测点的换能器内边缘间距(mm)，精确至 1 mm；

t_f——拐点前各测点的声时值(μs)，精确至 0.1 μs；

t_a——拐点后各测点的声时值(μs)，精确至 0.1 μs；

a_1，b_1——回归系数，图 5.3.6 的伤损混凝土回归直线的截距和斜率；

a_2，b_2——回归系数，图 5.3.6 的未伤损混凝土回归直线的截距和斜率。

国家铁路局信息公开
浏览专用

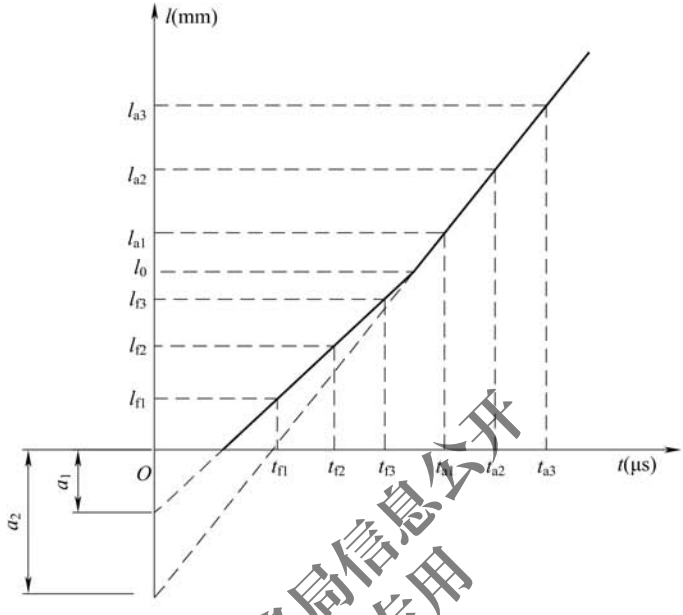


图 5.3.6　表层伤损层厚度检测"时-距"坐标图

l_0—拐点；t_f—拐点前各测点的声时，下标序号 1、2、3 等表示不同测点位置得到的值；

t_a—拐点后各测点的声时，下标序号 1、2、3 等表示不同测点位置得到的值；

l_f—拐点前各测点的换能器内边缘间距，下标序号 1、2、3 等表示不同测点的换能器内边缘间距；l_a—拐点后各测点的换能器内边缘间距，下标序号 1、2、3 等表示不同测点的内边缘间距；

a_1—伤损混凝土回归直线的截距；a_2—未伤损混凝土回归直线的截距

3　单个测区伤损层厚度应按下式计算：

$$h_f = \frac{l_0}{2}\sqrt{\frac{b_2 - b_1}{b_2 + b_1}} \qquad (5.3.6\text{—}3)$$

式中　h_f——伤损层厚度(mm)，精确至 1 mm；

l_0——声速发生突变时的换能器内边缘间距(mm)，精确至 1 mm，按式(5.3.6—4)计算。

国家铁路局信息公开
浏览专用

$$l_0=\frac{a_1b_2-a_2b_1}{b_2-b_1} \qquad (5.3.6-4)$$

4 混凝土伤损层厚度应取测区伤损层厚度的最大值，精确至1 mm。

5.4 蜂窝、麻面及表面疏松

5.4.1 蜂窝、麻面及表面疏松应采用缺陷面积来表征。

5.4.2 蜂窝、麻面及表面疏松的范围可采用钢尺或卷尺进行测量，也可采用数字摄影成像系统进行远程测量，所采用仪器设备应符合本规程第5.2.2条、第5.2.3条的规定。

5.4.3 测量时应读取蜂窝、麻面及表面疏松范围的最大直径及其垂直方向最外边直径，读数精确至1 mm，并以此计算蜂窝、麻面及表面疏松面积，精确到1 mm^2。

5.5 孔　　洞

5.5.1 孔洞应以单孔孔深和表面最大孔径来表征。

5.5.2 孔洞的孔深宜采用深度尺或深度游标卡尺测量，表面孔径可采用游标卡尺进行测量。

5.5.3 孔深测量时，应读取最大孔深，精确至1 mm；表面孔径测量时，应分别读取最大孔径及其垂直方向的直径，精确至1 mm，并在报告中分别注明相应数值。

5.6 露　　筋

5.6.1 露筋应以外露钢筋的长度来表征，条件允许时，宜检测外露钢筋的规格。

5.6.2 露筋规格宜采用游标卡尺测量，露筋长度可用钢尺或卷尺进行测量，也可采用数字摄影成像系统进行远程测量，仪器应满足下列要求：

1 露筋规格用游标卡尺精度应不低于0.02 mm。

国家铁路局信息公开
浏览专用

2 露筋长度用钢尺或卷尺精度应不低于 1 mm。

3 当使用数字摄影成像系统时，距离定位误差应不大于 5%。

5.6.3 露筋检测时应详细记录受检结构或构件露筋的规格、根数、长度、位置、锈蚀状态等信息，并应留取影像资料。

国家铁路局信息公开
浏览专用

6 混凝土内部缺陷检测

6.1 一般规定

6.1.1 本章规定的检测方法可适用于混凝土内部空洞、不密实区，无砟轨道充填层离缝、软弱层，预应力管道压浆不密实等内部缺陷的检测。

6.1.2 被检测部位混凝土的表面应清洁平整，不宜有影响检测的外观缺陷。

6.1.3 非金属超声波检测仪应符合本规程附录T的规定。

6.1.4 地质雷达仪应符合本规程附录U的规定。

6.1.5 冲击回波仪应符合本规程附录V的规定。

6.1.6 铁路工程混凝土内部缺陷检测报告除应满足本规程第3.3节的要求外，还应提供关于检测部位的选择方式、位置、外观质量描述以及缺陷的性质和分布特征等信息。

国家铁路局发布 试行 公开

6.2 混凝土内部空洞、不密实区

6.2.1 检测混凝土内部空洞、不密实区前应依据检测对象、检测条件、检测效率和检测目的综合选择合适的检测方法，并制定相应的检测方案。

6.2.2 混凝土内部缺陷检测宜采用超声波法、地质雷达法或冲击回波法。超声波法和冲击回波法适用于检测混凝土内部空洞或不密实区的位置，地质雷达法适用于大面积快速检测混凝土结构内部空洞或不密实区的位置。

6.2.3 对判定为混凝土内部存在不密实区、空洞的区域，必要时应结合钻芯(孔)法或剔凿法进行验证。

6.2.4 超声波法检测混凝土内部空洞、不密实区时，被测部位应满足下列要求：

1 被测部位应具有可进行检测的测试面或测试孔。

2 测试范围应大于有怀疑的区域，并具有同条件的正常混凝土。

3 总测点数不应少于30个，且其中同条件的正常混凝土的对比用测点数不应少于总测点数的60%，且不少于20个。

6.2.5 根据被测混凝土实际情况，应选择下列方式之一布置换能器：

1 当混凝土具有两对相互平行的测试面时，宜采用对测法（图6.2.5—1）。在测试部位相互平行的测试面对应位置宜分别按等间距的网格布设测点，对应测点连线垂直于测试面，测点间距不宜大于100 mm。

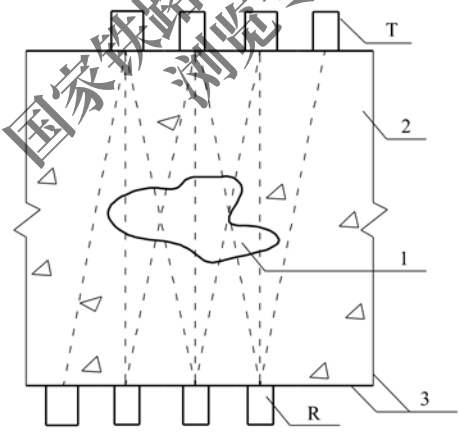


图6.2.5—1 对测法示意图

T—发射换能器；R—接收换能器；1—空洞；2—混凝土；3—混凝土表面

国家铁路局信息公开
浏览专用

2 当构件只具有一对相互平行的测试面时，在测试部位相互平行的测试面对应位置宜分别按等间距的网格布设测点，检测范围应大于有怀疑的区域，测点间距不宜大于 100 mm，在对测的基础上进行交叉斜测（图 6.2.5—2），采用斜测法时，两个换能器中点连线与换能器中心轴线夹角不宜大于 40°。

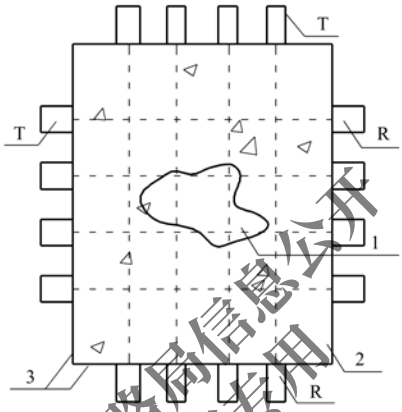


图 6.2.5—2 交叉斜测法示意图

T—发射换能器；R—接收换能器；1—空洞；2—混凝土；3—混凝土表面

6.2.6 当测距较大或不具备本规程第 6.2.5 条换能器布置条件时，可采用钻孔法检测。测孔应布置在异常点附近区域，其深度可根据测试需要确定，且不应钻穿结构或构件，并应符合下列规定：

1 钻取测孔时，测孔应与混凝土表面垂直，测孔孔径应大于径向换能器直径 5 mm～10 mm，并清理干净测孔内粉末碎屑等。

2 检测前，应在测孔内注满清水。

3 当钻取一个测孔时，可将一个径向换能器和一个平面换能器分别置于测孔中和垂直于测孔的测试面进行测试（图 6.2.6—1）。

4 当钻取两个测孔时，可将两个径向换能器分别置于两测孔中进行测试，或将一个径向换能器和一个平面换能器分别置于测孔中和平行于测孔的侧面进行测试（图 6.2.6—2）。

国家铁路局信息公开
浏览专用

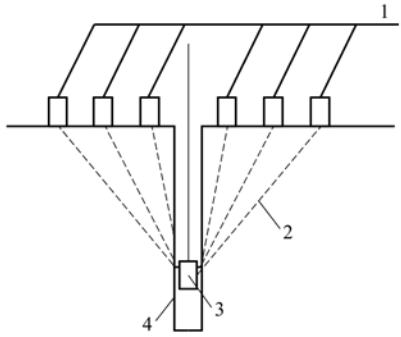


图 6.2.6—1　单测孔检测示意图

1—平面换能器；2—声波传播路径；3—径向换能器；4—测孔

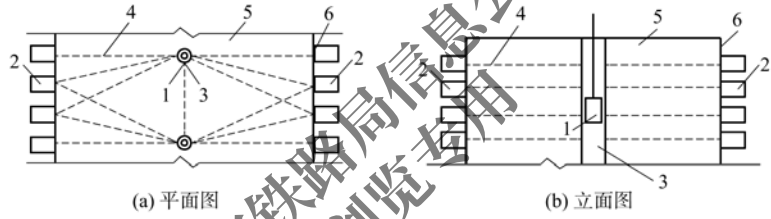


图 6.2.6—2　双测孔检测示意图

1—径向换能器；2—平面换能器；3—测孔；
4—声波传播路径；5—混凝土；6—混凝土表面

国家铁路局信息公开
浏览专用

6.2.7　超声波法检测应符合下列规定：

1　缺陷检测部位应根据检测要求和现场操作条件确定。

2　在满足首波幅度测读精度的条件下，应选择较高频率的换能器。

3　平面换能器应通过耦合剂与混凝土测试表面保持紧密结合，耦合层内不应夹杂杂质或空气；径向换能器应通过在测试孔中注满清水进行耦合。

4　检测时应避免超声传播路径与内部钢筋轴线平行，当无法避免时，应使测线与该钢筋的最小距离不小于超声测距的 1/6。

5　根据测距大小和混凝土外观质量，设置仪器发射电压、采样频率等参数，检测同一部位时，仪器参数宜保持不变。

6　读取并记录声时值，必要时记录波幅和主频值，并存储波形。

7　检测中出现可疑数据时，应及时查找原因，必要时应进行复测校核或加密测点补测。

6.2.8　超声波检测时，测距的测量应符合下列规定：

1　当采用平面换能器对测时，宜用钢卷尺测量发射和接收换能器辐射面之间的距离。

2　当采用平面换能器平测时，宜用钢卷尺测量发射和接收换能器内边缘之间的距离。

3　当采用径向换能器在钻孔或预埋管中检测时，宜用钢卷尺测量放置发射和接收换能器的钻孔孔壁或预埋管外壁之间的最短距离。

4　当采用平面上的平面换能器和与平面相垂直钻孔中的径向换能器结合检测时，宜用钢卷尺测量平面换能器与放置径向换能器的钻孔孔壁之间的最短距离，同时记录径向换能器深度位置，计算平面换能器与径向换能器之间的最短距离。

5　测距应精确至 1 mm。

6.2.9　检测过程应符合下列规定：

1　检测应按测量测距、换能器经耦合剂与测点紧密接触、触发采集的步骤进行。

2　在测试过程中，当出现相邻两对测点声时值的相对误差大于 15%、首波振幅值小于 30 dB 或接收信号的波形不规则情况之一时，应在原测点进行二次检测。

3　当重复测量声时值与第一次测量值的相对误差不大于 15%时，将三次测量值的平均值用于计算分析；若重复测量声时值与第一次测量值的相对误差大于 15%时，将重复两次测量平均值用于计算分析。

国家住房和城乡建设部公开测试用

6.2.10 声速值的计算应符合下列规定：

1 混凝土声速值可按下式计算：

$$v=\frac{l}{t-t_0} \tag{6.2.10—1}$$

式中 v——混凝土声速(km/s)，精确至0.01 km/s；

l——测距(mm)，精确至1 mm；

t——声时值(μs)，精确至0.1 μs；

t_0——系统延迟时间(μs)，精确至0.1 μs。

2 声速值的平均值及标准差可按下列公式计算：

$$m_x=\frac{\sum_{i=1}^{n}v_i}{n} \tag{6.2.10—2}$$

$$S_x=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(v_i-m_x)^2}{n-1}} \tag{6.2.10—3}$$

式中 m_x——参与统计测点的声速平均值(km/s)，精确至0.01 km/s；

v_i——参与统计第i点的声速测量值(km/s)，精确至0.01 km/s；

n——参与统计的测点数；

S_x——参与统计测点的声速值标准差(km/s)，精确至0.01 km/s。

6.2.11 声速值异常点的判定应符合下列规定：

1 将各测点的声速值由大至小按顺序依次排列，即$v_1\geqslant v_2\geqslant\cdots v_k\cdots v_{n-k}\geqslant\cdots v_{n-1}\geqslant v_n$，逐一去掉排序中$k$个最小数值和$k'$个最大数值后的其余数据，可按下列公式进行计算：

$$v_{01}=m_x-\lambda_1\cdot S_x \tag{6.2.11—1}$$

$$v_{02}=m_x+\lambda_1\cdot S_x \tag{6.2.11—2}$$

式中 v_{01}——声速异常小值判断值(km/s)，精确至0.01 km/s；

国家铁路局信息公开
浏览专用

v_{02}——声速异常大值判断值(km/s)，精确至0.01 km/s；

m_x——参与统计测点的声速平均值(km/s)，精确至0.01 km/s；

λ_1——参与统计数据个数对应的系数，按照表6.2.11取值；

S_x——参与统计测点的声速值标准差(km/s)，精确至0.01 km/s。

2 按照$k=0,k'=0,k=1,k'=1,k=2,k'=2,\cdots$的顺序，将参与统计的数列最小数据$v_{n-k}$与异常小值判断值$v_{01}$进行比较，当$v_{n-k}$小于等于$v_{01}$时剔除最小数据；将最大数据$v_{k'+1}$与异常大值判断值$v_{02}$进行比较，当$v_{k'+1}$大于等于$v_{02}$时剔除最大数据。每剔除一个数据对剩余数据构成的数列，重复式(6.2.11—1)和式(6.2.11—2)的计算步骤，直到下列两式成立：

$$v_{n-k}>v_{01} \tag{6.2.11—3}$$

$$v_{k'+1}<v_{02} \tag{6.2.11—4}$$

3 测区内测点混凝土声速值不大于v_{01}时，可判定两测点之间混凝土声速值异常，存在缺陷。

4 当测区内某测点声速值被判为异常时，进一步判别其相邻测点是否异常，从小于等于相邻点声速异常判断值都可判定为异常值。相邻点声速异常判断值按下列公式计算：

$$v_{03}=m_x-\lambda_2 S_x \tag{6.2.11—5}$$

$$v_{03}=m_x-\lambda_3 S_x \tag{6.2.11—6}$$

式中 v_{03}——相邻点声速异常判断值(km/s)，精确至0.01 km/s；

λ_2——当测点网格状布置时所取的系数，按照表6.2.11取值；

λ_3——当测点单排布置时所取的系数，按照表6.2.11取值。

5 当被测混凝土内部有怀疑的空洞、不密实区范围较大，在

国家铁路局信息公开浏览专用

同一结构或构件中不能满足本规程第 6.2.4 条的要求时，可选择同条件的正常结构或构件进行检测，按正常结构或构件声速值的平均值和标准差以及被测结构或构件的测点数，依据上述公式分别计算声速异常值与相邻点声速异常判断值，以此对被测结构或构件声速值进行判断，确定声速值异常点。

表 6.2.11　参与统计数据的个数 n 与系数 λ_1，λ_2，λ_3 统计表

n	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
λ_1	1.65	1.69	1.73	1.77	1.80	1.83	1.86	1.89	1.92	1.94
λ_2	1.25	1.27	1.29	1.31	1.33	1.34	1.36	1.39	1.38	1.39
λ_3	1.05	1.07	1.09	1.11	1.12	1.14	1.16	1.17	1.18	1.19
n	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
λ_1	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.05	2.07	2.09	2.10	2.12
λ_2	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.40
λ_3	1.20	1.22	1.23	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31
n	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
λ_1	2.13	2.14	2.15	2.17	2.18	2.19	2.20	2.21	2.11	2.23
λ_2	1.50	1.51	1.52	1.53	1.53	1.54	1.55	1.56	1.56	1.57
λ_3	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.36	1.37	1.38	1.39
n	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98
λ_1	2.24	2.25	2.26	2.27	2.28	2.29	2.30	2.30	2.31	2.31
λ_2	1.58	1.58	1.59	1.60	1.61	1.61	1.62	1.62	1.63	1.63
λ_3	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.45	1.45
n	100	105	110	115	120	125	130	140	150	160
λ_1	2.32	2.35	2.36	2.38	2.40	2.41	2.43	2.45	2.48	2.50
λ_2	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.71	1.73	1.75	1.77
λ_3	1.46	1.47	1.48	1.49	1.51	1.53	1.54	1.56	1.58	1.59

国家铁路局信息公开
浏览专用

6　当被测混凝土计算出的异常数据判断值与经验值相比明显偏低时，可采用声速值的经验判断值进行判断，确定声速值异常点。

7　当测点的测距和倾斜角度不一致、声速值不具有可比性时，可将有怀疑测点的声速值与同条件的正常混凝土区域测点的声速值进行比较。

6.2.12　判定混凝土空洞、不密实区的位置和范围时，应按声速值异常点的分布及波形状况确定，必要时结合其他声学参数异常点分布状况综合确定。

6.2.13　当判定缺陷是空洞时，混凝土空洞半径可按下式估算：

$$r=\frac{l}{2}\sqrt{\left(\frac{t_{max}}{t_m}\right)^2+1} \tag{6.2.13}$$

式中　r——空洞半径(mm)，精确至1 mm；

l——测距值(mm)，精确至1 mm；

t_{max}——缺陷区的最大声时值(μs)，精确至0.1 μs；

t_m——无缺陷区的平均声时值(μs)，精确至0.1 μs。

Ⅱ　地质雷达法

6.2.14　地质雷达法检测混凝土内部空洞、不密实区时，检测部位应符合下列规定：

1　被检部位应具有可进行检测的测试面，在检测区域内不能有杂物妨碍正常检测。

2　检测部位应避开能使电磁波强反射或强吸收的介质，且附近不能有影响检测的设备运行。

3　测试范围应大于有怀疑的区域。

6.2.15　地质雷达法检测测线布置应符合下列规定：

1　应以纵向布线为主，横向布线为辅。

2　结合检测内容、要求及结构物大小布置测线间距，一般间距为0.5 m～5 m，检测中发现不合格地段时应加密测线。

国家铁路局信息公开
浏览专用

3 在施工薄弱环节处及有病害记录的部位宜增加测线。

6.2.16 地质雷达法检测信号采集应符合下列规定：

1 根据被检混凝土结构物厚度及环境条件，选择适宜的天线，并设置仪器采样频率、采样点数等参数。

2 距离触发或时间触发的采样间隔、重叠次数的设置应与天线移动速率匹配。

3 检测中应实时观察采集信号，若发现异常应及时查找原因，必要时应进行复测。

6.2.17 地质雷达法检测应符合下列规定：

1 测量前应检查主机、天线以及其他设备，使之均处于正常状态。

2 测量时应确保天线与检测表面密贴(空气耦合天线除外)。

3 检测天线应移动平稳、速度均匀，移动速度宜为 3 km/h～5 km/h。

4 记录应包括记录测线号、测线方向、标记间隔以及天线类型等。

5 当需要分段测量时，相邻测量段接头重复长度不应小于 1 m。

6 随时记录可能对测量产生电磁影响的物体(如渗水、电缆、铁架等)及其位置。

7 准确标记测量位置。

8 数据记录应完整、信号清晰，里程标记准确。

6.2.18 地质雷达法检测结果计算应符合下列规定：

1 混凝土内部缺陷上沿距测试面的深度应按下式计算：

$$d=\frac{0.3t}{2\sqrt{\varepsilon_r}} \tag{6.2.18}$$

式中 d——混凝土内部缺陷上沿距测试面的深度(m)，精确至 0.01 m；

ε_r——相对介电常数；

国家铁路局信息公开浏览专用

t——双程走时(ns)；

0.3——电磁波的传播速度(m/ns)。

2 当信号幅度较弱或无明显界面反射信号时，判定为密实；当界面的强反射信号同相轴呈绕射弧度，且不连续、较分散时，判定为不密实；当界面反射信号强，三振相明显，在其下部仍有强反射界面信号，两组信号时程差较大时，判定为空洞。

Ⅲ 冲击回波法

6.2.19 冲击回波法检测混凝土内部空洞、不密实区时，检测部位选择应符合下列规定：

1 受检测区外缘距构件的变截面或侧表面的最小距离应大于沿冲击方向的构件厚度。

2 测区范围应大于预估缺陷的区域，并应有进行对比的同条件正常混凝土部位。

6.2.20 当所测区域厚度可以测量时，可采用一个接收传感器进行表观波速测试，测试步骤应符合下列规定：

1 在平整混凝土表面进行检测，观察数据采集系统中时域图和振幅谱图的波形变动情况，当出现与厚度值 H 对应的一个有效波形的振幅谱只有单个主峰值时，读取频域曲线图中主频值 f。

2 混凝土表观波速值可按下式计算：

$$v_p = 2Hf \tag{6.2.20}$$

式中 v_p——混凝土表观波速(m/s)；

H——混凝土结构、构件直接测量的实际厚度(m)；

f——振幅谱中构件厚度对应的频率值(Hz)。

3 混凝土表观波速测试不宜少于3个测点，测试结果与平均值的差不超过平均值的5%，取测试值的平均值作为混凝土表观波速值。

6.2.21 当所测区域厚度不能测量时，可采用两个接收传感器进行表观波速测试，测试步骤应符合下列规定：

国家铁路信息公开浏览专用

1 将冲击回波仪的两个接收传感器置于构件表面，两传感器中心间距不小于 300 mm，在两个传感器中心连线外侧 140 mm～160 mm 范围内激发冲击弹性波(图 6.2.21)。

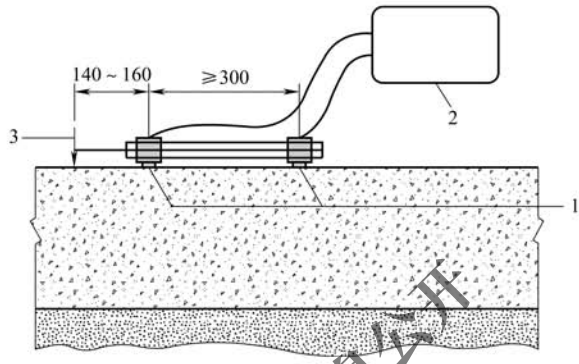


图 6.2.21 冲击回波法测试结构混凝土表观波速示意图(单位：mm)

1—接收传感器；2—数据采集和分析系统；3—冲击器

2 当传感器获取的波形都有效时，可存储波形，进行分析。

3 两个传感器的时域波形在同一时间坐标中显示。

4 分别读取并记录第一个和第二个传感器接收信号在电压基准线数值开始变化点的时间值 t_1 和 t_2。计算纵波在两传感器之间传播时间差 $\Delta t = t_1 - t_2$。

5 混凝土结构纵波传播的表观波速值可按下式计算：

$$v_p = k\frac{L}{\Delta t} \tag{6.2.21}$$

式中 v_p——混凝土表观波速(m/s)；

L——两个接收传感器中心之间的距离(m)；

Δt——两个接收传感器所接收到信号的时间差(s)；

k——截面形状系数，可通过现场试验确定，也可按下列规定取值：板类(长、宽大于厚度的 6 倍)可取 0.96，圆柱类可取 0.92，方形梁可取 0.87，长方形梁或柱可取 0.90，空心圆筒类可取 0.96。

国家铁路信息公开浏览专用

6　通过改变采样时间间隔对同一测点重复进行两次试验，当该点两次测得传播时间明显不同时，应进行第三次测试，取与前两次值相同的值作为传播时间测试值。当三个数据都不同时应检查原因，排除故障后再进行测试。

7　混凝土表观波速测试不宜少于3个测点，测试结果与平均值的差不超过平均值的5%，取测试值的平均值作为混凝土表观波速值。

6.2.22　单点式冲击回波法检测应符合下列规定：

1　每个测区的测点应按等间距网格状布置，且不应少于20个测点。

2　应标明测点的编号和位置。

3　传感器和混凝土测试表面应处于良好的耦合状态。

4　冲击点位置与传感器的间距应小于设计厚度的0.4倍。

5　当检测面有沟槽或表面裂纹时，传感器和冲击器应位于沟槽或表面裂纹同侧。

6.2.23　扫描式冲击回波仪检测应符合下列规定：

1　测线位置和测线网格的疏密应根据预估缺陷的位置和大小确定。测线的布置不应横跨沟槽或表面裂纹。

2　扫描器应紧贴混凝土表面匀速滚动，移动速率不宜大于0.1 m/s。

3　对于隧道衬砌背后缺陷，宜沿隧道纵向与环向分别布置测线进行检测。

6.2.24　检测时，应观察时域和频域的波形变化，可选择低通或高通等滤波方式进行波形处理。当无法获得有效波形时应进行复测。

6.2.25　混凝土内部缺陷可根据实测频域曲线的主频和主频漂移情况判定。

6.2.26　当结构或构件厚度已知时，应采用已知厚度对表观波速进行标定。

国家铁路局信息公开
测试专用

6.2.27 混凝土结构或构件厚度检测应符合下列规定：

1 每测点应取3个有效波形，并应分析各有效的主频 f。主频 f 与平均值的差不应超过 $2\Delta f$（Δf 为频率采样间隔），测点的振幅谱图中构件厚度对应的主频 f 应为3个有效主频的平均值。

2 结构或构件厚度应按下式计算：

$$T=\frac{v_p}{2f} \tag{6.2.27}$$

式中 T——结构、构件的厚度计算值（m）；

v_p——混凝土表观波速（m/s）；

f——振幅谱中构件厚度对应的主频（Hz）。

6.2.28 混凝土结构或构件内部缺陷判定应符合下列规定：

1 频域曲线主频 f_c 应根据对应的无缺陷构件厚度进行计算。

2 根据实测的波形频谱图，找出主频 f，与计算主频 f_c 进行比较。对于主频 f 之外的频率应结合被检测结构或构件形状、钢筋直径、保护层厚度、管线埋设、预埋件位置等情况进行综合分析判断，确定内部缺陷位置。

6.2.29 当冲击回波仪具备厚度-距离图分析功能时，可根据下列情况进行缺陷分析：

1 当振幅谱图中只有单峰形态且主频 f 与计算主频 f_c 差值不超过 $2\Delta f$，厚度-距离图显示构件厚度值随测试的距离无明显变化时，可判定混凝土密实。

2 当振幅谱图中主频 f 与计算主频 f_c 相差较大，振幅谱中频率峰呈多峰形态，且向低频漂移时，可判定混凝土内部有缺陷。

3 实测波形信号复杂、振幅衰减缓慢、无法准确分析与评价时，宜结合其他检测方法进行综合测试。对于判别困难的区域可采取钻芯或剔凿法进行核实。

4 内部缺陷位置估算值可按式(6.2.27)计算确定，其中主频 f 值应取振幅谱缺陷波峰对应的频率值。

国家铁路信息公开
浏览专用

6.3 无砟轨道充填层离缝、软弱层

6.3.1 无砟轨道充填层离缝、软弱层检测应包括水泥乳化沥青砂浆充填层、自密实混凝土充填层质量检测。

6.3.2 无砟轨道充填层质量检测应采用超声波反射法或冲击回波法。

6.3.3 重点地段或病害多发地段应采用两种检测方法进行比对验证。

Ⅰ 超声波反射法

6.3.4 超声波反射法主要检测设备包括超声波发射换能器、超声波接收传感器和检测主机等，设备技术指标应符合下列规定：

1 超声波换能器频率范围 20 kHz～100 kHz。

2 检测主机 A/D 采集精度不低于 16 位。

3 主机最高采样频率大于 3 MHz。

4 主机连续检测能力不少于 6 h。

5 超声波传感器接头应具备较高的硬度和良好的耐磨性能，洛氏硬度 HRA 不低于 85。

6 检测仪器应具备定位功能。

6.3.5 测试剖面的布置宜以每块轨道板为一个单位，沿轨道纵向方向每隔 200 mm～600 mm 布置一个，每个测试剖面至少布置 6 个测点。

6.3.6 超声波反射法检测应符合下列规定：

1 记录检测轨道板板号和测点位置。

2 检测区的混凝土表面应平整、清洁；换能器、传感器应与混凝土表面保持紧密贴合。

3 检测时应保证检测信号的稳定性和一致性。

6.3.7 数据采集和处理应符合下列规定：

1 数据采集应能显示每次测试的波形图和检测参数。

国家铁路局信息公开浏览专用

2 数据采集可对检测信息(单位、人员、时间、线路名、上下行、里程等)进行记录、回放、转存。

3 根据发射超声波能量和接收超声波能量的比值计算出每一个测点的波阻抗反射系数来评价无砟轨道充填层的缺陷程度。

4 数据处理结果应反映每块轨道板的充填层状态示意图和粘结状态百分比。

6.3.8 波阻抗反射系数应按下式计算:

$$R=\frac{Z_2-Z_1}{Z_1+Z_2} \tag{6.3.8}$$

式中 R——波阻抗的反射系数;

Z_1——轨道板混凝土波阻抗(N·s/m);

Z_2——充填层波阻抗(N·s/m)。

6.3.9 超声波反射法检测结果分析与判定应符合下列规定:

1 在测试信号中仅可见直达波和一次反射波,而后信号呈指数衰减,没有明显的多次反射现象,没有形成共振。波阻抗反射系数小于0.3,或在其频率域特征反映为信号主频明显,其共振频率较为微弱,约为主频幅值的0.5倍以下,可判定充填层粘结良好。

2 时间域测试信号第一次反射波较完整时振幅更大,并可发现明显的多次反射波,衰减较快。波阻抗反射系数大于等于0.3且小于等于0.6,或在频率域中共振频率增大,其共振频率的振幅值为粘结良好时的0.6倍～2.5倍,可判定充填层粘结较差或存在软弱层。

3 当可以明显观察到从充填层反射的反射波,波阻抗反射系数大于0.6,或在频率域中共振频率幅值也较大,为粘结良好时的2.6倍以上,可判定充填层离缝。

Ⅱ 冲击回波法

6.3.10 冲击回波法检测前,应进行预测试并符合下列规定:

1 在均匀、密实、无缺陷的无砟轨道上进行预测试。

国家铁路标准公开浏览专用

2 先进行无砟轨道无缺陷部位的纵波波速测试，其波速值作为缺陷深度计算的基本参数。

3 冲击操作时，有足够的能力产生表面位移响应，其冲击持续时间宜为 30 μs±10 μs。

6.3.11 冲击回波法检测时，应根据无砟轨道结构，布置纵横向测线，其中每块轨道板的纵向测线不少于 6 条，横向测线应间隔 300 mm～600 mm。

6.3.12 冲击回波法检测应符合下列规定：

1 冲击点位置与传感器的间距应小于预估缺陷深度的 0.4 倍。

2 敲击到轨道板面浮浆、石子等异常位置或测试波形异常时应清理表面或查明原因后重新敲击。

3 测点宜按纵向测线布置，逐点从小里程方向往大里程方向敲击测试。

4 存在缺陷的充填层部位可加密测点。

6.3.13 数据采集和处理应符合下列规定：

1 接收的波形应全面完整，波幅大小适宜，不应有削波现象。

2 应记录测试系统所采用的采集参数，包括采样间隔、采样点数以及在振幅谱中的频率间隔。

3 数据处理时应对目标深度进行频谱峰值分析，给出目标深度频率振幅值的统计值及其分布。

4 根据在充填层界面上的反射信号与入射信号的比率，通过与正常部位同样测试值的比较，来判断充填层是否存在离缝、软弱层。

5 应根据测试结果所确定的缺陷位置绘制整块轨道板充填层的缺陷平面图。

6.4 预应力管道压浆密实性

6.4.1 预应力管道压浆密实性检测包括定位检测和定性检测，应

国家铁路局信息公开
仅供浏览使用

符合下列规定：

1 定位检测可选用冲击回波法，定量判定预应力孔道各位置处压浆密实性。

2 定性检测可选用冲击弹性波法，定性判定预应力孔道整体压浆密实性。

6.4.2 预应力管道压浆不密实检测方法应根据检测目的、检测条件等合理选用。在定位检测适用的条件下，应采用定位检测方法，当需要定性排查压浆事故或者无法进行定位检测时，可采用定性检测。

6.4.3 预应力管道压浆密实性检测应在压浆 7 d 后或材料强度达到设计抗压强度的 80%后进行。

6.4.4 预应力管道压浆密实性检测抽样应具有代表性，定位检测可优先选择孔道高程相对较高的位置。

Ⅰ 冲击回波法定位检测

6.4.5 定位检测宜采用冲击回波法，并应满足下列要求：

1 在冲击回波传播方向只有一条预应力孔道。

2 当有多条孔道时，应结合其他方法、测点、测面综合判定存在缺陷的孔道及缺陷位置。

3 依据设计、施工资料或采用孔道定位设备，描绘出被测预应力孔道走向，并标识出孔道中心线。

4 测试表面规则平整或可打磨成规则平整构件内的预应力孔道。

5 预应力孔道到构件表面厚度不超过 800 mm。

6.4.6 冲击回波法现场检测应符合下列规定：

1 定位检测前，应选择待测构件正常混凝土区域无预应力孔道位置处及预应力孔道未注浆位置处进行标定。

2 冲击回波法定位检测时，应沿预应力孔道走向逐点检测，测点间距不宜大于 300 mm，测试按某一方向逐点进行。

国家铁路局信息公开
测试专用

3 冲击点位置与传感器的间距不应大于被测构件厚度的1/4。

4 检测时应采用瞬态激振的方式进行激振，根据被测构件厚度选择适宜的激振锤进行敲击。

5 每次保存数据前，应对测试信号进行判断，当自动采集波形起振明显、无毛刺时，方可保存。

6 存在缺陷的混凝土部位应加密测点，其间距不宜大于原测点间距的1/2。

6.4.7 冲击回波定位检测结果采用冲击回波实际传播时间 t 与正常混凝土区域无预应力孔道位置处及预应力孔道未注浆位置处冲击回波的标定传播时间 t_z、t_w 间的相对关系进行判定，判定结果应符合下列规定：

1 若 $t<t_z$，则测试结果存在较大偏差，应重新检测分析，并对 t_z 进行复核。

2 若 $t_z \leqslant t < \dfrac{t_w+3t_z}{4}$，则预应力孔道测点处压浆密实或基本密实。

3 若 $\dfrac{t_w+3t_z}{4} \leqslant t < \dfrac{t_w+t_z}{2}$，则预应力孔道测点处压浆存在缺陷。

4 若 $t \geqslant \dfrac{t_w+t_z}{2}$，则预应力孔道测点处压浆存在严重缺陷。

6.4.8 冲击回波法定位检测应根据各点位判定结果，统计出各测区压浆缺陷长度和累计压浆缺陷长度。

Ⅱ 冲击弹性波法定性检测

6.4.9 冲击弹性波法定性检测可用于对预应力孔道整体注浆密实性的定性判定，适用于孔道两端裸露出预应力锚具和钢束端部的预应力孔道，不可用于检测小范围缺陷和确定缺陷位置，预应力束长度一般不宜大于50 m，特殊情况下不应大于120 m。

国家铁路局信息公开
浏览专用

6.4.10 冲击弹性波法现场定性检测应符合下列规定：

1 根据现场实际情况选择合适的放大器、传感器及激振器，连接检测设备并进行设备自检，确认整个检测系统处于正常工作状态。

2 定性检测应在预应力孔道两端选取同一根钢绞线分别激振检测。

3 定性检测应记录预应力孔道编号、孔道长度、梁体长度、激振端等，做好现场检测记录。

4 外露钢束长度宜为 30 mm～50 mm，测试传感器宜采用强磁或机械方式固定，并保持钢束、传感器的轴线方向与激振方向一致。

5 有效采集信号信噪比应大于 20 dB，否则应分析原因，排除人为和检测仪器等干扰因素，重新进行检测。

6 检测时应保存起振明显的激振波形，每端保存有效波形不应少于 3 个，且一致性较好。

7 条件允许时应对同场同类型混凝土构件和钢绞线波速进行标定，并对预应力孔道压浆前后振幅特征和频率特征进行标定。现场无法标定时，可参考表 6.4.10 取基准值。

表 6.4.10 压浆指数的基准值

压浆指数	方　法	项　目	全压浆时值	无压浆时值
波速压浆指数 I_{PV}	全长波速法	波速(km/s)	混凝土标定波速	5.01
振幅压浆指数 I_{EA}	全长衰减法	能量比	0.02	0.20
频率压浆指数 I_{TF}	传递函数法	受信频率 F_r 与激振频率 F_s 的频率比(F_r/F_s)	1.00	3.00
		受信频率 F_r(kHz)	2.0	6.0

6.4.11 检测数据分析及评价指数确定应符合下列规定：

国家铁路局信息公开 测试专用

1 冲击弹性波定性检测采用综合压浆指数 I_f 作为定性检测的评定指标，当压浆饱满时 $I_f=1$，完全未灌时 $I_f=0$。

2 采用表 6.4.10 的基准值或标定的基准值进行线性插值，按下列公式分别量化波速分项压浆指数 I_{PV}、振幅分项压浆指数 I_{EA}、频率分项压浆指数 I_{TF}：

$$I_{PV}=1-\frac{V-V_0}{V_1-V_0} \tag{6.4.11—1}$$

$$I_{EA}=1-\frac{\gamma_a-\gamma_{a0}}{\gamma_{a1}-\gamma_{a0}} \tag{6.4.11—2}$$

$$I_{TF}=1-\frac{F_r-F_{r0}}{F_{r1}-F_{r0}} \tag{6.4.11—3}$$

式中 I_{PV}——波速分项压浆指数；

V——测试波速(km/s)，一般 $V_0\leqslant V\leqslant V_1$，若 $V<V_0$ 时 I_{PV} 取 1，若 $V>V_1$ 时 I_{PV} 取 0；

V_0——混凝土标定波速(km/s)；

V_1——钢绞线标定波速(km/s)，无标定时取 5.01 km/s；

I_{EA}——振幅分项压浆指数；

γ_a——测试振幅比，一般 $\gamma_{a0}\leqslant\gamma_a\leqslant\gamma_{a1}$，若 $\gamma_a<\gamma_{a0}$ 时 I_{EA} 取 1，若 $\gamma_a>\gamma_{a1}$ 时 I_{EA} 取 0；

γ_{a0}——压浆饱满时标定振幅比，无标定时取 0.02；

γ_{a1}——无压浆时标定振幅比，无标定时取 0.2；

I_{TF}——频率分项压浆指数；

F_r——测试受信频率(kHz)，一般 $F_{r0}\leqslant F_r\leqslant F_{r1}$，若 $F_r<F_{r0}$ 时 I_{TF} 取 1，若 $F_r>F_{r1}$ 时 I_{TF} 取 0；

F_{r0}——压浆饱满时标定受信频率(kHz)，无标定时取 2；

F_{r1}——无压浆时标定受信频率(kHz)，无标定时取 6。

3 测试预应力孔道大于 50 m，宜采用波速分项压浆指数 I_{PV} 作为压浆评价指数，且应按下式计算：

$$I_f=I_{PV} \tag{6.4.11—4}$$

国家铁路局信息公开 浏览专用

4 测试预应力孔道不大于 50 m，测试条件不利于激振，或测试频率异常时，宜采用I_{EA}、I_{PV}两个分项计算综合压浆指数，且应按下式计算：

$$I_f=(I_{EA}\cdot I_{PV})^{1/2} \qquad (6.4.11-5)$$

5 测试预应力孔道不大于 50 m，测试条件和测试频率正常，应采用I_{EA}、I_{PV}、I_{TF}三个分项计算综合压浆指数，且应按下式计算：

$$I_f=(I_{EA}\cdot I_{PV}\cdot I_{TF})^{1/3} \qquad (6.4.11-6)$$

6.4.12 冲击弹性波法定性检测结果采用综合压浆指数I_f进行判定，应符合下列规定：

1 若综合压浆指数 $I_f\geqslant 0.95$ 时，则预应力孔道压浆密实。

2 若综合压浆指数 $0.80\leqslant I_f<0.95$ 时，则预应力孔道压浆基本密实或存在缺陷的可能性较小。

3 若综合压浆指数 $I_f<0.80$ 时，则预应力孔道压浆存在压浆缺陷或存在缺陷的可能性较大。

国家铁路局信息公开
浏览专用

7 混凝土耐久性能检测

7.1 一般规定

7.1.1 本章规定的检测方法可适用于碳化深度、气泡间距系数、抗氯离子渗透性能、表面电阻率等混凝土耐久性能的检测。

7.1.2 混凝土气泡间距系数应采用钻取芯样法进行检测。碳化深度、表面电阻率等性能可在结构实体表面进行检测。

7.1.3 混凝土耐久性能现场钻取芯样检测时，芯样直径不应小于70 mm。

7.1.4 检测位置应在受检区域内随机选取，检测点应布置在有代表性的区域。

7.2 碳化深度

7.2.1 混凝土碳化深度检测宜采用酚酞酒精测试法。

7.2.2 当测量碳化深度时，在混凝土结构的表面上选取至少3个测区，在每个测区中选取至少3个测点。测区应有代表性，应避开混凝土表面上的裂缝和空洞，并应清洁、平整，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及蜂窝、麻面。

7.2.3 碳化深度检测所使用的仪器和试剂应符合下列规定：

1 碳化深度测量工具可选碳化深度测量专用卡尺，精度为0.25 mm。

2 指示剂溶液宜选浓度为1%～2%的酚酞酒精溶液，酒精溶液含20%的蒸馏水。

7.2.4 碳化深度检测应按下列步骤进行：

1 采用适当的工具在测点表面形成直径约15 mm的具有新

国家铁路局信息公开浏览专用

生表面的测坑或测孔，其深度应大于混凝土的碳化深度。

2 立即清除测坑或测孔中的粉末和碎屑，不得使用打磨工具清理，不得用水擦洗，未碳化的混凝土粉末和碎屑不应污染已碳化的混凝土表面。

3 在测坑或测孔的新生表面上喷洒足够的酚酞酒精溶液，保证表面充分润湿且溶液不会流出。当已碳化区与未碳化区的界线清晰时，立即用深度测量工具测量已碳化与未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，测量时应避开混凝土中粗骨料，选取碳化深度最大的位置量测一次，在距离该测点 5 mm 的两侧各测量一次，每次读数精确至 0.25 mm。

7.2.5 测点的碳化深度值应为每个测坑或测孔的三个数据的平均值，并精确至 0.5 mm。

7.2.6 测区的碳化深度值应为每个测区的至少三个测点的平均值，并精确至 0.5 mm。

7.3 气泡间距系数

7.3.1 混凝土气泡间距系数测试宜采用直线导线法。

7.3.2 混凝土气泡间距系数测试所用设备及技术指标应符合下列规定：

1 测量显微镜应具有目镜测微尺和物镜测微尺，放大倍数为 80 倍～128 倍。目镜测微尺最小读数为 10 μm。载物台能纵向和横向移动，移动范围分别不宜小于 50 mm 和 100 mm。

2 显微镜照明灯应为聚光型灯。

3 制样可采用切片机、磨片机、抛光机、烘箱等设备。

7.3.3 气泡间距系数测试应每组至少三个试件，每组试件的观测总面积和导线总长度应符合表 7.3.3 的规定。

7.3.4 气泡间距系数测试试件加工应按下列步骤进行：

1 从待测混凝土结构上钻取直径不小于 70 mm 的芯样，洗刷干净。

国家铁路局信息公开
浏览专用

表 7.3.3　观测总面积和导线总长度要求

骨料最大粒径（mm）	最小观测总面积（mm^2）	最小导线总长度（mm）
80	50 000	3 000
40	17 000	2 600
30	11 000	2 500
20	7 000	2 300
10	6 000	1 900

注：1　如混凝土内骨料或大气泡分布很不均匀，应适当增大观测面积。

2　当在一个混凝土试样中取几个加工表面时，两加工表面的间距应大于骨料最大粒径的 1/2。

2　分别采用 400 号和 800 号金刚砂将试样观测面仔细研磨，每次磨完后应洗刷干净，再进行下次研磨。

3　在抛光机转盘的呢料上涂刷氧化铬进行抛光，并再次洗刷干净后，在 105 ℃±5 ℃的烘箱中烘干，然后置于显微镜下试测。

4　当强光低入射角射射在观测面上时，若观测到表面除了气泡截面和骨料孔隙外，视域基本平整，气泡边缘清晰，并能测出尺寸为 10 μm 的气泡截面，即可认为该观测截面加工合格。

7.3.5　气泡间距系数测试应符合下列规定：

1　正式测试前，应采用物镜测微尺校准目镜测微尺刻度，并在测试面两端附贴导线间距标志，使选定的导线长度均匀地分布在观测面范围内。

2　测试时，应调整测试面的位置，使十字丝的横线与导线重合，然后用目镜测微尺进行定量测量。从第一条导线起点开始观测，分别测量并记录视域中气泡个数及测微尺所截取的每个气泡的弦长刻度值。

3　根据需要，可增加测试气泡截面直径。第一条导线测试完后再按顺序对其余导线进行观测，直至测完规定的导线长度。

7.3.6　气泡间距系数测试结果计算应根据直线导线法观测的数

国家铁路局发布公开浏览专用

据进行处理，并应按式(7.3.6—1)～式(7.3.6—8)计算各参数，计算结果取三位有效数字，并应符合下列规定：

1 气泡平均弦长应按下式计算：

$$\bar{l}=\frac{\sum l}{N} \tag{7.3.6—1}$$

式中 $\bar{l}$——气泡平均弦长(cm)；

$\sum l$——全导线所切割气泡弦长总和(cm)；

N——全导线所切割的气泡总个数。

2 气泡比表面积应按下式计算：

$$\bar{\alpha}=\frac{4}{\bar{l}} \tag{7.3.6—2}$$

式中 α——气泡比表面积(cm^2/cm^3)。

3 气泡平均半径应按下式计算：

$$r=\frac{3}{4}\bar{l} \tag{7.3.6—3}$$

式中 r——气泡平均半径(cm)。

4 硬化混凝土中的空气含量应按下式计算：

$$A=\frac{\sum l}{T} \tag{7.3.6—4}$$

式中 A——硬化混凝土中的空气含量(%)，按体积比计算，用百分数表示；

T——全导线总长(cm)。

5 每立方厘米混凝土中气泡个数应按下式计算：

$$n_v=\frac{3A}{4\pi r^3} \tag{7.3.6—5}$$

式中 n_v——平均 1 cm^3 混凝土中的气泡个数。

6 每厘米导线切割的气泡个数应按下式计算：

$$n_l=\frac{N}{T} \tag{7.3.6—6}$$

国家铁路局信息公开浏览专用

式中 n_1——平均每厘米导线切割的气泡个数。

7 气泡间距系数应按下列公式计算：

1）当混凝土中浆气比 P/A 大于 4.33 时：

$$\bar{L}=\frac{3A}{4n_1}\left[1.4\left(\frac{P}{A}+1\right)^{\frac{1}{3}}-1\right] \qquad (7.3.6\text{—}7)$$

式中 $\bar{L}$——气泡间距系数(cm)；

P——混凝土中胶凝材料浆体含量，按体积比计算，不包含空气含量，用百分数表示(%)。

2）当混凝土中浆气比 P/A 小于或等于 4.33 时：

$$\bar{L}=\frac{P}{4n_1} \qquad (7.3.6\text{—}8)$$

7.4 抗氯离子渗透性能

7.4.1 混凝土抗氯离子渗透性能可采用快速氯离子迁移系数法和电通量法检测。

7.4.2 采用快速氯离子迁移系数法时，取样与测试应符合下列规定：

1 在受检区域随机布置测区，每个测区取样不应少于 1 组；每组应由不少于 3 个直径 100 mm 且长度不小于 120 mm 的芯样组成。

2 测试前，每组应选取 3 个无明显缺陷的芯样，从中间切成两半，加工成 2 个高度为 50 mm±2 mm 的试件，根据芯样在结构或构件中的位置，分别标记为内部试件和外部试件；将 3 个内部试件作为一组，对应的 3 个外部试件作为另一组。

3 测试应按现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定进行，试验面为中间切割面。

4 测试结果应按规定进行数据取舍，并分别确定两组试件的氯离子迁移系数测定值。

5 当两组氯离子迁移系数测定值相差不超过较大值的 15%

国家铁路局信息公开
浏览专用

时，应以两组平均值作为结构混凝土在检测龄期氯离子迁移系数推定值。

6 当两组氯离子迁移系数测定值相差超过较大值的15%时，应分别给出两组氯离子迁移系数测定值，作为混凝土内部和外部在检测龄期氯离子迁移系数推定值。

7.4.3 采用电通量法时，取样与测试应符合下列规定：

1 在受检区域随机布置测区，每个测区取样不应少于1组；每组应由不少于3个直径100 mm且长度不小于120 mm的芯样组成。

2 测试前，每组应选取3个无明显缺陷且无钢筋、无钢纤维的芯样，从中间切成两半，加工成2个高度为50 mm±2 mm的试件，根据芯样在结构或构件中的位置，分别标记为内部试件和外部试件；将3个内部试件作为一组，对应的3个外部试件作为另一组。

3 测试应按现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的有关规定进行，试验面为中间切割面。

4 测试结果应按规定进行数据取舍，并分别确定两组试件的电通量测定值。

5 当两组电通量测定值之差不超过较大值的15%时，应以两组平均值作为混凝土在检测龄期电通量推定值。

6 当两组电通量测定值之差超过较大值的15%时，应分别给出两组电通量测定值，作为混凝土内部和外部在检测龄期电通量推定值。

7.4.4 当不具备钻芯取样条件时，可采用表面电迁移等无损方法进行混凝土氯离子扩散系数测试，试验仪器设备测试原理应明确，测试结果应稳定可靠，并应符合相关规定。

7.5 表面电阻率

7.5.1 表面电阻率法适用于通过直接或者间接检测混凝土的电

国家住房和城乡建设部
浏览专用

导率来评价混凝土的渗透能力，不适用于钢纤维混凝土及聚合物水泥混凝土。

7.5.2 混凝土表面电阻率测试时，被测构件或部位的测区数量不宜少于 30 个，测区大小宜为 200 mm×200 mm ～ 600 mm×600 mm。

7.5.3 混凝土电阻率宜采用四电极法进行检测，检测所用表面电阻率测试仪的探头应包含四个电极，总长 150 mm，每个电极之间距离可调，间距可为 50 mm。

7.5.4 表面电阻率检测应符合下列规定：

1 测试前，应清洁混凝土表面，混凝土表面不应有隔离层，测区混凝土内部的钢筋网格应利用钢筋探测仪标记出来。

2 测试前，应先将表面电阻率测试仪电极浸入水中多次，以保证测试仪与混凝土表面之间良好连接。

3 测试时，钢筋不应位于探头正下方且不应与探头保持平行；最佳方向是与钢筋成对角线进行测量；如钢筋间距过小无法避开，可与钢筋成直角进行测量。

4 测试时，应将电阻率测试仪探头放置于待测混凝土表面，向下按压测试仪，确保测试仪的四个探头与混凝土表面接触良好，表面电阻率测试仪读数稳定后，记录测量值。

7.5.5 混凝土表面电阻率检测结果应按下式计算：

$$\rho = 2\pi a \frac{U}{I} \tag{7.5.5}$$

式中 ρ——混凝土电阻率(kΩ·cm)；

a——相邻探头间距(cm)；

U——两个内侧探头之间的电压(V)；

I——两个外侧探头之间的电流(A)。

7.5.6 混凝土表面电阻率测试结果应取所有测区的表面电阻率最小值。

国家铁路局信息公开浏览专用

8 混凝土中有害成分检测

8.1 一般规定

8.1.1 本章规定的检测方法可适用于氯离子含量、碱含量、膨胀性骨料中氧化镁含量、碱活性骨料等混凝土中有害成分的检测。

8.1.2 用化学分析方法检测混凝土中有害成分含量时，未加特殊说明所用水应为去离子水。

8.1.3 对受检区域混凝土中有害物质含量进行总体评价时，取样位置应在受检区域混凝土中随机确定，应避开主筋、预埋件和管线，尽量避开其他钢筋，钻孔中心距结构或构件边缘不宜小于150 mm。每个区域混凝土钻取芯样不应少于3个，芯样直径不应小于70 mm，芯样长度不应小于100 mm。

8.1.4 当需要确定受检区域不同深度混凝土中有害物质含量时，可将钻取的芯样从外到里分层切割，同一受检区域中的所有芯样分层切割规则应保持一致。

国家铁路局信息公开
浏览专用

8.2 混凝土中氯离子含量

8.2.1 混凝土中氯离子含量的测定宜采用硝酸银电位滴定法。

8.2.2 混凝土中氯离子含量检测样品制备应符合下列规定：

1 按本规程第8.1.3条的规定从受检区域混凝土中钻取芯样，应剔除粗骨料，破碎磨细成粉末备用。

2 将粉末缩分至30 g，应研磨至全部通过0.08 mm的筛。

3 研磨后的粉末应采用磁铁吸出其中的金属铁屑。

4 粉末应置于烘箱中105 ℃～110 ℃烘至恒重，取出后放入干燥器中冷却至室温。

8.2.3 混凝土中氯离子含量测定应具备精度不低于 2 mV 的电位计，银电极，双盐桥饱和甘汞电极，磁力搅拌器，电振荡器，精度不小于 0.1 mL 的 25 mL 滴定管，10 mL 移液管，感量为 0.000 1 g 的天平及箱式电阻炉等仪器设备。

8.2.4 0.01 mol/L 硝酸银标准溶液的配制应称取 1.7 g 硝酸银（精确至 0.000 1 g），用水溶解后稀释至 1 L，混匀后贮于棕色瓶中。

8.2.5 硝酸银标准溶液标定方法应按下列步骤进行：

1 称取于 500 ℃～600 ℃烧至恒重的氯化钠基准试剂 0.6 g（精确至 0.000 1 g），置于烧杯中，用水溶解，移入 1 000 mL 容量瓶中，稀释至刻度并摇匀。

2 分别吸取 25.0 mL 氯化钠溶液和 25.0 mL 水置于 100 mL 烧杯中，加 10 mL 淀粉溶液（10 g/L），以银电极作指示电极，双盐桥饱和甘汞电极作参比电极，用配制好的硝酸银溶液滴定，按《化学试剂　电位滴定法通则》GB/T 9725—2007 中第 6.2.2 条进行，以二次微商法确定硝酸银溶液所用体积。同时进行空白试验。

3 硝酸银溶液的浓度应按下式计算：

$$C_{AgNO_3}=\frac{m_{NaCl}\times 25.00/1\,000.00}{(V_1-V_2)\times 0.058\,44} \tag{8.2.5}$$

式中 C_{AgNO_3}——硝酸银标准溶液的摩尔浓度（mol/L），计算结果保留两位小数；

m_{NaCl}——氯化钠的质量（g）；

V_1——硝酸银标准溶液的用量（mL）；

V_2——空白试验硝酸银标准溶液的用量（mL）；

0.058 44——氯化钠的毫摩尔质量（g/mmol）。

8.2.6 混凝土中氯离子含量测定应具备硝酸溶液（1＋3）、酚酞指示剂（10 g/L）、淀粉溶液（10 g/L）以及硝酸银标准溶液（0.01 mol/L）等试剂及材料。

8.2.7 混凝土中氯离子含量的测定宜同时采用水溶法和酸溶法

国家住房信息公开浏览专用

提取混凝土中的氯离子。

8.2.8 水溶法提取混凝土中的氯离子时，应首先称取 5 g 粉末样品(精确至 0.000 1 g)，置于具塞磨口锥形瓶中，加入 250.0 mL 水，密塞后剧烈振摇 3 min ～ 4 min，置于电振荡器上振荡 6 h 或静止放置 24 h，并采用快速定量滤纸过滤。

8.2.9 酸溶法提取混凝土中的氯离子时，应首先称取 5 g 粉末样品(精确至 0.000 1 g)，置于具塞磨口锥形瓶中，加入 50 mL 硝酸溶液(1+3)，密塞后剧烈振摇 3 min ～ 4 min，置于电振荡器上振荡 6 h 或静止放置 24 h，采用快速定量滤纸过滤，并应准确移取滤液 20.0 mL 于 300 mL 烧杯中，加 200.0 mL 水。

8.2.10 混凝土中氯离子含量检测应符合下列规定：

1 吸取 50.0 mL 滤液于烧杯中，滴加酚酞指示剂 2 滴，以硝酸溶液(1+3)滴至红色刚好褪去，再加 10 mL 淀粉溶液(10 g/L)，以银电极作指示电极，双盐桥饱和甘汞电极作参比电极，用标准硝酸银溶液滴定，应按《化学试剂 电位滴定法通则》GB/T 9725—2007 中第 6.2.2 条进行，以二次微商法确定硝酸银溶液所用体积。同时进行空白试验。

2 氯离子含量应按下式计算：

$$w_{Cl^-}=\frac{C_{AgNO_3}(V_1-V_2)\times 0.035\ 45}{m_s\times 50.0/250.0}\times 100\% \quad (8.2.10)$$

式中 w_{Cl^-}——砂浆中氯离子的质量分数，计算结果保留两位小数；

C_{AgNO_3}——硝酸银标准溶液的摩尔浓度(mol/L)；

V_1——硝酸银标准溶液的用量(mL)；

V_2——空白试验硝酸银标准溶液的用量(mL)；

0.035 45——氯离子的毫摩尔质量(g/mmol)；

m_s——砂浆粉末的质量(g)。

3 每个芯样混凝土的氯离子含量应为两次试验测定值的算术平均值。

国家住房和城乡建设部 浏览专用

8.3 混凝土中碱含量

8.3.1 混凝土中碱含量应以混凝土中等效氧化钠($Na_2O+0.658K_2O$)含量表示，可分为总碱含量和可溶性碱含量。

8.3.2 混凝土中碱含量测定所用样品的制备应符合下列规定：

1 按本规程第8.1.3条的规定从受检区域混凝土中钻取芯样，剔除粗骨料，破碎磨细成粉末后备用。

2 将粉末缩分至100 g，应研磨至全部通过0.08 mm的筛。

3 研磨后的粉末应采用磁铁吸出其中的金属铁屑。

4 粉末应置于烘箱中105 ℃～110 ℃烘至恒重，取出后放入干燥器中冷却至室温。

8.3.3 混凝土中总碱含量的检测应符合下列规定：

1 混凝土中总碱含量的检测操作应符合现行《水泥化学分析方法》GB/T 176的有关规定。

2 样品中氧化钾质量分数、氧化钠质量分数和总碱含量应按下列公式计算：

$$w_{K_2O}=\frac{m_{K_2O}}{m_s\times 1\,000}\times 100\% \qquad (8.3.3\text{—}1)$$

$$w_{Na_2O}=\frac{m_{Na_2O}}{m_s\times 1\,000}\times 100\% \qquad (8.3.3\text{—}2)$$

$$w_{Na_2O,eq}=w_{Na_2O}+0.658w_{K_2O} \qquad (8.3.3\text{—}3)$$

式中 w_{K_2O}——样品中氧化钾的质量分数；

w_{Na_2O}——样品中氧化钠的质量分数；

$w_{Na_2O,eq}$——样品的总碱含量；

m_{K_2O}——被检测溶液中氧化钾的质量(mg)；

m_{Na_2O}——被检测溶液中氧化钠的质量(mg)；

m_s——砂浆粉末样品的质量(g)。

3 样品总碱含量应取3次测试结果的平均值。

国家铁路局信息公开 浏览专用

4 单位体积混凝土中总碱含量应按下式计算：

$$m_{a,t}=\frac{\rho(m_{cor}-m_c)}{m_{cor}}\times\overline{w}_{Na_2O,eq} \qquad (8.3.3-4)$$

式中 $m_{a,t}$——单位体积混凝土中总碱含量(kg)；

ρ——芯样的密度(kg/m^3)，按实测值；无实测值时取2 500 kg/m^3；

m_{cor}——芯样的质量(g)；

m_c——芯样的骨料的质量(g)；

$\overline{w}_{Na_2O,eq}$——样品中氧化钠当量的质量分数的检测值。

8.3.4 混凝土中可溶性碱含量的检测应符合下列规定：

1 准确称取25 g(精确至0.01 g)样品放入500 mL锥形瓶中，加入300 mL蒸馏水，宜采用振荡器振荡3 h或80 ℃水浴锅中用磁力搅拌器搅拌2 h，再用布式漏斗过滤，然后将滤液转移到一个500 mL的容量瓶中，稀释至刻度。

2 混凝土中可溶性碱含量的检测操作应符合现行《水泥化学分析方法》GB/T 176的相关规定。

3 样品中可溶性氧化钾质量分数、可溶性氧化钠质量分数和可溶性碱含量应按下列公式计算，计算结果保留两位小数：

$$w^S_{K_2O}=\frac{m_{K_2O}}{m_s\times1\,000}\times100\% \qquad (8.3.4-1)$$

$$w^S_{Na_2O}=\frac{m_{Na_2O}}{m_s\times1\,000}\times100\% \qquad (8.3.4-2)$$

$$w^S_{Na_2O_{eq}}=w^S_{Na_2O}+0.658w^S_{K_2O} \qquad (8.3.4-3)$$

式中 $w^S_{K_2O}$——样品中可溶性氯化钾的质量分数；

$w^S_{Na_2O}$——样品中可溶性氧化钠的质量分数；

$w^S_{Na_2O_{eq}}$——样品中可溶性碱含量。

4 样品中可溶性碱含量的检测值应取3次测试结果的平均值。

国家住房和城乡建设部信息公开浏览专用

5　单位体积混凝土中可溶性碱含量应按下式计算：

$$m_{a,s}=\frac{\rho(m_{cor}-m_c)}{m_{cor}}\times\overline{w}^{S}_{Na_2O_{eq}} \qquad (8.3.4-4)$$

式中　$m_{a,s}$——单位体积混凝土中的可溶性碱含量(kg)。

8.4　骨料中氧化镁含量

8.4.1　骨料中氧化镁含量测试宜采用原子吸收分光光度法。

8.4.2　骨料中氧化镁含量测试所用样品的制备应按下列步骤进行：

1　按照本规程第8.1.3条的规定钻取芯样，将钻取的芯样破碎后，去除粘结在粗骨料上的砂浆，挑出粗骨料。

2　用水将粗骨料表面浆体冲洗干净后再风干或在105 ℃±5 ℃烘箱中烘干。

3　将3个芯样的粗骨料充分混合后破碎，筛取0.15 mm～0.63 mm的部分作试验用料。

8.4.3　骨料中氧化镁含量测试应具备聚四氟乙烯坩埚、低温电热板、250 mL容量瓶、原子吸收分光光度计(带有镁元素空心阴极灯)、天平(感量0.000 1 g)等仪器设备。

8.4.4　骨料中氧化镁含量测试应具备盐酸(1＋1)、氢氟酸(质量分数40%)、高氯酸(质量分数70%～72%)和氯化锶溶液(50 g/L)等试剂。

8.4.5　骨料中氧化镁含量检测应按下列步骤进行：

1　称取约0.1 g样品(精确至0.000 1 g)，记录重量为m_2，置于坩埚中，加入0.5 mL～1 mL水润湿，加入5 mL～7 mL氢氟酸和0.5 mL高氯酸，放入通风橱内低温电热板上加热，近干时摇动坩埚以防溅失，待白色浓烟完全驱尽后，取下冷却。

2　加入20 mL盐酸(1＋1)，加热至溶液澄清，冷却后，移入250 mL容量瓶中，加入5 mL氯化锶溶液，用水稀释至刻度后摇匀。

国家铁路局信息公开
测试专用

3 从容量瓶中吸取 5 mL 溶液放入 100 mL 容量瓶中，加入 12 mL 盐酸(1+1)及 2 mL 氯化锶溶液(测定溶液中盐酸的体积分数为 6%，锶的浓度为 1 mg/mL)，用水稀释至刻度后摇匀。

4 按《水泥化学分析方法》GB/T 176—2017 第 6.1.74.2 条的规定绘制用于测定氧化镁浓度的工作曲线。

5 用原子吸收分光光度计，在空气—乙炔火焰中，用镁元素空心阴极灯于波长 285.2 nm 处测定溶液的吸光度，并在工作曲线上求出氧化镁的浓度，记录为 c_1。

8.4.6 骨料中氧化镁含量应按下式计算：

$$w_{MgO}=\frac{(c_1-c_0)\times 100\times 50}{m_2\times 10^6}\times 100\% \qquad (8.4.6)$$

式中 w_{MgO}——氧化镁的质量分数，计算结果保留两位小数；

c_0——空白试验测得的氧化镁浓度(μg/mL)；

c_1——试验测得的氧化镁浓度(μg/mL)；

m_2——称取的试验样品质量(g)；

100——测定溶液的体积(mL)；

50——全部样品溶液与所分取样品溶液的体积比。

8.5 碱活性骨料

8.5.1 检测骨料的碱活性类别和定量评定骨料的碱活性宜采用岩相法、快速砂浆棒法和混凝土棱柱体法。

8.5.2 确定骨料的碱活性类别和定性评定骨料的碱活性应先按照岩相法对骨料进行分类和岩相分析，若骨料样品中含有碱骨料反应活性矿物时，应对其碱活性进行进一步检验。

8.5.3 岩相法分析碱活性骨料检测样品制备应符合下列规定：

1 在待检区域钻取直径至少为 75 mm、高度至少为 275 mm 的芯样不少于 5 个，并破碎至粒径 20 mm 及以下，筛去粒径小于 5 mm 的骨料及粉末，挑出剩余粗骨料，剩余粗骨料质量应大于 10 kg。

国家铁路局信息公开浏览专用

2 粗骨料表面浆体应用水冲洗干净后再风干或在 105 ℃±5 ℃烘箱中烘干。

8.5.4 岩相法评定骨料碱活性所需材料和设备及试验步骤应符合现行《铁路混凝土》TB/T 3275 的规定。

8.5.5 经岩相法分析后，应将可能存在碱骨料反应活性的骨料样品破碎至 5 mm 以下，用清水将破碎后的样品冲洗干净，并置于 105 ℃±5 ℃的烘箱中烘干(3 h～4 h)，然后将烘干的样品进行筛分，并置于干燥器中备用。

8.5.6 骨料样品中含有碱-硅酸反应活性矿物时，可按照快速砂浆棒法或混凝土棱柱体法对其碱活性进行检验。快速砂浆棒法检测应符合现行《铁路混凝土》TB/T 3275 的规定，混凝土棱柱体法检测应符合现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定。

8.5.7 骨料样品中含有碱-碳酸盐反应活性矿物时，可采用混凝土棱柱体法对其碱活性进行检验，混凝土棱柱体法检测应符合现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定。

8.5.8 快速砂浆棒法和混凝土棱柱体法试验中的试件长度膨胀率应符合下列规定：

1 试件长度膨胀率应按下式计算：

$$\varepsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100\% \tag{8.5.8}$$

式中 ε_t——试件在测试龄期时的膨胀率，精确至 0.01%；

L_t——试件在测试龄期时的长度(mm)；

L_0——试件的基准长度(mm)；

Δ——测头的长度(mm)。

2 试件长度膨胀率的测定值应取 3 个试件测值的平均值。

国家铁路局信息公开
浏览专用

9 混凝土中钢筋检测

9.1 一般规定

9.1.1 混凝土中钢筋检测时，应根据设计资料确定受检区域内钢筋可能分布的状况，选择适当的测区。测区表面应清洁、平整，并应避开金属预埋件。

9.1.2 当检测具有饰面层的结构及构件中钢筋时，应先清除饰面层，再在混凝土表面上进行检测。

9.1.3 采用电磁感应法钢筋探测仪(简称钢筋探测仪)和地质雷达仪检测时，宜通过原位实测法进行验证，并根据验证结果进行修正。

9.1.4 本章规定的检测方法不适用于含有铁磁性物质的混凝土，当混凝土含有铁磁性物质时，可采用原位实测法检测。

9.2 混凝土保护层厚度及钢筋间距

9.2.1 混凝土保护层厚度及钢筋间距宜采用钢筋探测仪或地质雷达仪进行检测。

9.2.2 钢筋探测仪检测混凝土保护层厚度及钢筋间距应符合下列规定：

1 钢筋探测仪应符合本规程附录 W 的规定。

2 检测前，应对钢筋探测仪进行预热和调零，调零时探头应远离金属物体。

3 检测时，应避开钢筋接头和绑丝，钢筋间距应满足钢筋探测仪的检测要求。探头在检测面上移动，直到钢筋探测仪保护层厚度示值最小，此时探头中心线与钢筋轴线应重合，在相应位置做

国家铁路局信息公开
浏览专用

好标记。按上述步骤将相邻的其他钢筋位置逐一标出，并逐个量测钢筋的间距。

4 钢筋位置确定后，应设定钢筋探测仪量程范围及钢筋公称直径，沿被测钢筋轴线选择相邻钢筋影响较小的位置，并应避开钢筋接头和绑丝，同一位置读取2次混凝土保护层厚度检测值，检测值相差大于1 mm时，该组检测数据应无效，并查明原因，在该处应重新进行检测。仍不满足要求时，应更换钢筋探测仪或采用原位实测法钻孔、剔凿的方法验证。

5 当实际混凝土保护层厚度小于钢筋探测仪最小量程时，应采用在探头下附加垫块的方法进行检测。垫块对检测结果不应产生干扰，表面应光滑平整，其各方向厚度值偏差应不大于0.1 mm。所加垫块厚度在计算时应予扣除。

9.2.3 采用钢筋探测仪检测混凝土保护层厚度及钢筋间距遇到下列情况之一时，应选取不少于30%的已测钢筋，且不应少于6处(不到6处时应全部选取)，用钻孔、剔凿等原位实测法进行验证：

1 认为相邻钢筋对检测结果有影响。

2 钢筋公称直径未知或有异议。

3 钢筋实际根数、位置与设计有较大偏差。

4 钢筋以及混凝土材质与校准试件有显著差异。

9.2.4 地质雷达仪检测混凝土保护层厚度及钢筋间距应符合下列规定：

1 地质雷达仪应符合本规程附录U的规定。

2 地质雷达法宜用于结构及构件中钢筋间距的大面积扫描检测；当检测精度满足要求时，也可用于钢筋的混凝土保护层厚度检测；当混凝土保护层厚度超过钢筋探测仪量程时，亦可采用此法检测保护层厚度。

3 根据被测结构及构件中钢筋的排列方向，地质雷达仪探头或天线应沿垂直于选定的被测钢筋轴线方向扫描，应根据钢筋的反射波顶面位置来测定混凝土保护层厚度。

国家标准信息公开

9.2.5 采用地质雷达仪检测混凝土保护层厚度及钢筋间距遇到下列情况之一时，应选取不少于30%的已测钢筋，且不应少于6处(不到6处时应全部选取)，用钻孔、剔凿等原位实测等方法验证：

1 认为相邻钢筋对检测结果有影响。

2 钢筋实际根数、位置与设计有较大偏差或无资料可供参考。

3 混凝土含水率较高。

4 钢筋以及混凝土材质与校准试件有显著差异。

9.2.6 原位实测法检测混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1 检测前，应采用钢筋探测仪确定钢筋的位置并检测混凝土保护层厚度。

2 在钢筋位置上方垂直于混凝土表面钻孔，验证点数不应少于3个；能直接测量混凝土保护层厚度的点可计为验证点。

3 测点的保护层厚度测试值应取钢筋表面至混凝土表面的垂直距离，测试值与检测值之差不超过2 mm时，判定两个测试结果无明显差异。

9.2.7 钢筋探测仪和地质雷达仪检测混凝土保护层厚度平均检测值应按下式计算：

$$c_{\mathrm{m}}^{\mathrm{t}}=(c_1^{\mathrm{t}}+c_2^{\mathrm{t}}+2c_{\mathrm{c}}-2c_0)/2 \tag{9.2.7}$$

式中 $c_{\mathrm{m}}^{\mathrm{t}}$——混凝土保护层厚度平均检测值(mm)，精确至1 mm；

c_1^{t}，c_2^{t}——第1次、第2次检测的混凝土保护层厚度检测值(mm)，精确至1 mm；

c_{c}——混凝土保护层厚度修正值(mm)，当没有钻孔或剔凿验证时取0；

c_0——探头垫块厚度(mm)，精确至0.1 mm；不加垫块时取0。

9.2.8 检测钢筋间距时，可根据实际需要采用绘图方式给出结果。当同一构件检测钢筋不少于7根钢筋(6个间隔)时，也可给出被测钢筋的最大间距和最小间距，钢筋平均间距应按下式计算：

国家铁路局信息公开
浏览专用

$$S_m = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} S_i}{n-1} \tag{9.2.8}$$

式中 S_m——钢筋的平均间距(mm),精确至 1 mm;

S_i——第 i 个钢筋间距(mm),精确至 1 mm;

n——构件中同层位钢筋的数量。

9.3 混凝土中钢筋直径

9.3.1 钢筋的公称直径检测应采用钢筋探测仪检测和原位实测法综合进行。

9.3.2 钢筋探测仪检测的准备和操作应按本规程第 9.2.2 条的规定进行。

9.3.3 对需根据钢筋混凝土保护层厚度值来检测钢筋公称直径的仪器,应事先确定钢筋的混凝土保护层厚度。

9.3.4 钢筋直径检测时应根据设计图纸等资料,确定被测结构及构件中钢筋的排列方向,并采用钢筋探测仪按本规程第 9.2.2 条的规定对被测结构及构件中钢筋及其相邻钢筋进行准确定位并做标记。

9.3.5 钢筋探测仪检测时,被测钢筋与相邻钢筋的间距应大于 100 mm,且其周边的其他钢筋不应影响检测结果,并应避开钢筋接头及绑丝。在定位的标记上,应采用钢筋探测仪进行检测,并记录钢筋探测仪显示的钢筋公称直径。每根钢筋重复检测 2 次,第 2 次检测时探头应旋转 180°,每次读数应一致。

9.3.6 采用钻孔、剔凿等原位实测法检测钢筋的数量不应少于该规格已测钢筋的 30%且不应少于 3 处,当实际检测数量不到 3 处时应全部选取。原位实测法钻孔、剔凿时,不得损坏钢筋,实测应采用游标卡尺,量测精度应为 0.1 mm。

9.3.7 原位实测时,根据游标卡尺的测量结果,可通过相关的钢筋产品标准核查对应的钢筋公称直径。

国家住房和城乡建设部 浏览专用

9.3.8 当钢筋探测仪测得的钢筋公称直径与钢筋实际公称直径之差大于 1 mm 时，应以实测结果为准。

9.4 混凝土中钢筋锈蚀性状

9.4.1 混凝土中钢筋锈蚀性状宜采用半电池电位法检测，该方法不适用于带涂层的钢筋以及已饱水或接近饱水的混凝土中钢筋检测。

9.4.2 检测设备应为半电池电位法钢筋锈蚀检测仪（简称钢筋锈蚀检测仪），钢筋锈蚀检测仪应符合本规程附录 Y 的规定。

9.4.3 在混凝土结构及构件上可布置若干测区，测区面积不宜大于 5 m×5 m，并按确定的位置编号。每个测区应采用矩阵式（行、列）布置测点，依据被测结构及构件的尺寸，宜用 100 mm×100 mm～500 mm×500 mm 划分网格，网格的节点应为电位测点。每个构件的半电池电位法测点数不应少于 30 个。

9.4.4 当测区混凝土有涂层介质隔离时，应清除涂层介质。测点处混凝土表面应平整、清洁，必要时应采用砂轮或钢丝刷打磨，并应将粉尘等杂物清除。

9.4.5 导线与钢筋的连接应按下列步骤进行：

1 采用钢筋探测仪检测钢筋的分布情况，并应在适当位置剔凿出钢筋。

2 导线一端应连接于电压仪的负输入端，另一端应接于混凝土中钢筋上。

3 连接处的钢筋表面应除锈或清除污物，以保证导线与钢筋有效连接。

4 测区内的钢筋（钢筋网）必须与连接点的钢筋形成电通路。

9.4.6 导线与半电池连接前应检查各种接口，确保接触良好，连接时导线一端连接到半电池接线插座上，另一端连接到电压仪的正输入端。

国家铁路局信息公开
浏览专用

9.4.7 测区混凝土应预先充分浸湿。可在饮用水中加入适量(约2%)家用液态洗涤剂配制成导电溶液,在测区混凝土表面喷洒,半电池的电连接垫与混凝土表面测点应耦合良好。

9.4.8 半电池检测系统稳定性应符合下列规定:

1 在同一测点,用相同半电池重复2次测得该点的电位差值应小于10 mV。

2 在同一测点,用两只不同的半电池重复2次测得该点的电位差值应小于20 mV。

9.4.9 半电池电位的检测应符合下列规定:

1 检测前,应测量并记录环境温度。

2 检测时,应按测区编号,将半电池依次放在各电位测点上,检测并记录各测点的电位值。

3 检测时,应及时清除电连接垫表面的吸附物,半电池多孔塞与混凝土表面应形成电通路。

4 在水平方向和垂直方向上检测时,应保证半电池刚性管中的饱和硫酸铜溶液同时与多孔塞和铜棒保持完全接触。

5 检测时,应避免外界各种因素产生的电流影响。

9.4.10 当检测环境温度在22 ℃±5 ℃之外时,测点的电位值应按下列公式进行温度修正:

当 $T \geqslant 27$ ℃时:

$$V = k \times (T - 27.0) + V_R \qquad (9.4.10\text{—}1)$$

当 $T \leqslant 17$ ℃时:

$$V = k \times (T - 17.0) + V_R \qquad (9.4.10\text{—}2)$$

式中 V——温度修正后电位值(mV),精确至1 mV;

V_R——温度修正前电位值(mV),精确至1 mV;

T——检测环境温度(℃),精确至1 ℃;

k——系数,取值为0.9 mV/℃。

9.4.11 半电池电位法检测结果评判应符合下列规定:

1 半电池电位法检测结果可采用电位等值线图表示被测结

国家住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

构及构件中钢筋的锈蚀性状。

2 绘制电位等值线图时，宜按合适比例在结构及构件图上标出各测点的半电池电位值，可通过数值相等的各点或内插等值的各点绘出电位等值线。电位等值线的最大间隔宜为 100 mV，如图 9.4.11 所示。

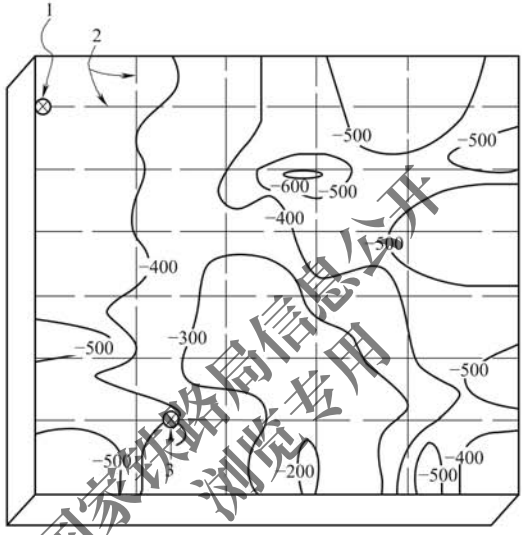


图 9.4.11 电位等值线示意图

1—钢筋锈蚀检测仪与钢筋连接点；2—钢筋；3—铜-硫酸铜半电池

3 采用半电池电位值评价钢筋锈蚀性状时，应根据表 9.4.11 进行判断。

表 9.4.11 半电池电位值评价钢筋锈蚀性状的判据

电位水平(mV)	钢筋锈蚀性状
＞－200	不发生锈蚀的概率＞90%
－200～－350	锈蚀性状不确定
＜－350	发生锈蚀的概率＞90%

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 A　钻芯法检测现场操作记录

A.0.1　钻芯法检测现场操作记录表可按表 A.0.1 填写。

表 A.0.1　钻芯法检测现场操作记录

委托单位：　　构件名称：

工程名称：　　施工日期：

取芯部位：　　取芯日期：

钻进起止时间	钻进深度（m）	芯样编号	芯样直径（mm）	芯样长度（mm）	芯样外观质量描述
备　　注					
附图或照片					

记录：　　复核：

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 B　钻芯法检测推定区间系数

B. 0. 1　试件数与上限值系数 k_1、下限值系数 k_2 的关系可按表 B. 0. 1 取值。

表 B. 0. 1　上、下限值系数表

试件数 n	k_1(0.05)	k_2(0.05)	k_2(0.10)	试件数 n	k_1(0.05)	k_2(0.05)	k_2(0.10)
10	1.017 30	2.910 96	2.568 37	29	1.245 95	2.232 41	2.089 03
11	1.041 27	2.814 99	2.502 62	30	1.249 81	2.219 84	2.079 82
12	1.062 47	2.736 34	2.448 25	31	1.255 40	2.208 00	2.071 13
13	1.081 41	2.670 50	2.402 40	32	1.260 75	2.196 82	2.062 92
14	1.098 48	2.614 43	2.363 15	33	1.265 88	2.186 25	2.055 14
15	1.113 97	2.566 00	2.328 98	34	1.270 79	2.176 23	2.047 76
16	1.128 12	2.523 04	2.299 00	35	1.275 51	2.166 72	2.040 75
17	1.141 12	2.484 26	2.272 43	36	1.280 04	2.157 68	2.034 07
18	1.153 11	2.452 95	2.248 62	37	1.284 41	2.149 06	2.027 71
19	1.164 23	2.423 04	2.227 20	38	1.288 61	2.140 85	2.021 64
20	1.174 58	2.396 00	2.207 78	39	1.292 66	2.133 00	2.015 83
21	1.184 25	2.371 42	2.190 07	40	1.296 57	2.125 49	2.010 27
22	1.193 30	2.348 96	2.173 85	41	1.300 35	2.118 31	2.004 94
23	1.201 81	2.328 32	2.158 91	42	1.303 99	2.111 42	1.999 83
24	1.209 82	2.309 29	2.145 10	43	1.307 52	2.104 81	1.994 93
25	1.217 39	2.291 67	2.132 29	44	1.310 94	2.098 46	1.990 21
26	1.224 55	2.275 30	2.120 37	45	1.314 25	2.092 35	1.985 67
27	1.231 35	2.260 05	2.109 24	46	1.317 46	2.086 48	1.981 30
28	1.237 80	2.245 78	2.098 81	47	1.320 58	2.080 81	1.977 08

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 B.0.1

试件数 n	k_1(0.05)	k_2(0.05)	k_2(0.10)	试件数 n	k_1(0.05)	k_2(0.05)	k_2(0.10)
48	1.323 60	2.075 35	1.973 02	140	1.447 50	1.878 52	1.824 81
49	1.326 53	2.070 08	1.969 09	150	1.453 72	1.869 84	1.818 20
50	1.329 39	2.064 99	1.965 29	160	1.459 38	1.862 03	1.812 25
60	1.354 12	2.022 16	1.933 27	170	1.464 56	1.854 97	1.806 86
70	1.373 64	1.989 87	1.909 03	180	1.469 31	1.848 54	1.801 96
80	1.389 59	1.964 44	1.889 88	190	1.473 70	1.842 65	1.797 46
90	1.402 94	1.943 76	1.874 28	200	1.477 77	1.837 24	1.793 32
100	1.414 33	1.926 54	1.861 25	250	1.494 43	1.815 47	1.776 67
110	1.424 21	1.911 91	1.850 17	300	1.506 87	1.799 64	1.764 54
120	1.432 89	1.899 29	1.840 59	400	1.524 53	1.777 76	1.747 73
130	1.440 60	1.888 27	1.832 22	500	1.536 71	1.763 05	1.736 41

注：1 k_1 宜为置信度为 0.90、错判概率为 0.05 条件下的限值系数；k_2 宜为置信度为 0.90、漏判概率为 0.05 条件下的限值系数。

2 当采用小直径芯样试件时，k_1 可为置信度为 0.85、错判概率为 0.05 条件下的限值系数；k_2 可为置信度为 0.85、漏判概率为 0.10 条件下的限值系数。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 C　回弹法非水平方向及不同浇筑面检测的修正值

C.0.1　回弹法非水平方向检测回弹值的修正值应按表 C.0.1 取值。

表 C.0.1　回弹法非水平方向检测回弹值的修正值

R_{ma}	检测角度							
	向上				向下			
	90°	60°	45°	30°	−30°	−45°	−60°	−90°
20	−6.0	−5.0	−4.0	−3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
21	−5.9	−4.9	−4.0	−3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
22	−5.8	−4.8	−3.9	−2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
23	−5.7	−4.7	−3.9	−2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
24	−5.6	−4.6	−3.8	−2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
25	−5.5	−4.6	−3.8	−2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
26	−5.4	−4.5	−3.7	−2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
27	−5.3	−4.3	−3.7	−2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
28	−5.2	−4.2	−3.6	−2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
29	−5.1	−4.1	−3.6	−2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
30	−5.0	−4.0	−3.5	−2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
31	−4.9	−4.0	−3.5	−2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
32	−4.8	−39	−3.4	−2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
33	−4.7	−3.9	−3.4	−2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
34	−4.6	−3.8	−3.3	−2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
35	−4.5	−3.8	−3.3	−2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
36	−4.4	−3.7	−3.2	−2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
37	−4.3	−3.7	−3.2	−2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
38	−4.2	−3.6	−3.1	−2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
39	−4.1	−3.6	−3.1	−2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 C.0.1

R_{ma}	检测角度							
	向上				向下			
	90°	60°	45°	30°	−30°	−45°	−60°	−90°
40	−4.0	−3.5	−3.0	−2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
41	−4.0	−3.5	−3.0	−2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
42	−3.9	−3.4	−2.9	−1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
43	−3.9	−3.4	−2.9	−1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
44	−3.8	−3.3	−2.8	−1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
45	−3.8	−3.3	−2.8	−1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
46	−3.7	−3.2	−2.7	−1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
47	−3.7	−3.2	−2.7	−1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
48	−3.6	−3.1	−2.6	−1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
49	−3.6	−3.1	−2.6	−1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
50	−3.5	−3.0	−2.5	−1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注：1 R_{ma}小于 20 或大于 50 时，应分别按 20 或 50 查表。

2 表中未列入的相应于 R_{ma}的修正值 R_{aa}，可用内插法求得，精确至 0.1 MPa。

C.0.2 回弹法不同浇筑面检测回弹值的修正值应按表 C.0.2 取值。

表 C.0.2 回弹法不同浇筑面检测回弹值的修正值

R_m^t 或 R_m^b	顶面修正值 R_a^t	底面修正值 R_a^b	R_m^t 或 R_m^b	顶面修正值 R_a^t	底面修正值 R_a^b
20	+2.5	−3.0	28	+1.7	−2.2
21	+2.4	−2.9	29	+1.6	−2.1
22	+2.3	−2.8	30	+1.5	−2.0
23	+2.2	−2.7	31	+1.4	−1.9
24	+2.1	−2.6	32	+1.3	−1.8
25	+2.0	−2.5	33	+1.2	−1.7
26	+1.9	−2.4	34	+1.1	−1.6
27	+1.8	−2.3	35	+1.0	−1.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 C.0.2

R_m^t 或 R_m^b	顶面修正值 R_a^t	底面修正值 R_a^b	R_m^t 或 R_m^b	顶面修正值 R_a^t	底面修正值 R_a^b
36	+0.9	−1.4	44	+0.1	−0.6
37	+0.8	−1.3	45	0	−0.5
38	+0.7	−1.2	46	0	−0.4
39	+0.6	−1.1	47	0	−0.3
40	+0.5	−1.0	48	0	−0.2
41	+0.4	−0.9	49	0	−0.1
42	+0.3	−0.8	50	0	0
43	+0.2	−0.7			

注：1 R_m^t 或 R_m^b 小于 20 或大于 50 时，应分别按 20 或 50 查表。

2 表中有关混凝土浇筑顶面的修正值，是指一般原浆抹面的修正值。

3 表中有关混凝土浇筑底面的修正值，是指构件底面与侧面采用同一类模板在正常浇筑情况下的修正值。

4 表中未列入的相应于 R_m^t 或 R_m^b 的 R_a^t 或 R_a^b 值，可用内插法得，精确至 0.1。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 D　回弹法专用测强曲线的制定方法
（回弹仪标称动能 2.207 J）

D.0.1　制定专用测强曲线的试件应与受检结构或构件的原材料（含品种、规格）、成型工艺和养护方法等基本相同。

D.0.2　试件的制作、养护应符合下列规定：

1　按 5 个强度等级分别设计最佳配合比，每一强度等级每一龄期制作 6 个边长为 150 mm 的立方体试件，同一龄期试件宜在同一天内成型完毕。

2　在成型后的第 2 天，应将试件移至与被测结构或构件相同的条件下养护，试件拆模日期宜与结构或构件的拆模日期相同。

D.0.3　试件的测试应按下列步骤进行：

1　到达龄期的试件表面应擦净，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压 30 kN～80 kN（低强度试件取低值加压）。

2　在试件保持 30 kN～80 kN 的压力下，用符合本规程第 4.2.6 条规定的标准状态的回弹仪和本规程第 4.2.13 条规定的操作方法，在试件的另外两个相对侧面上分别选择均匀分布的 8 个点按本规程第 4.2.14 条的要求进行弹击。

3　从每一试件的 16 个回弹值中分别剔除 3 个最大值和 3 个最小值，然后再求余下 10 个回弹值的平均值，计算精确至 0.1，即得该试件的平均回弹值 R_m。

4　将试件加荷直至破坏，然后计算试件的抗压强度值 $f_{cu,i}$，精确至 0.1 MPa。

5　按本规程第 4.2.15 条的规定在破坏的试件边缘测量该试件的平均碳化深度 d_m。

国家住房和城乡建设部公开
浏览专用

D.0.4 专用测强曲线的计算应符合下列规定：

1 专用测强曲线的回归方程式应按每一试件求得的平均回弹值 R_m 和抗压强度值 $f_{cu,i}$ 数据，采用最小二乘法原理计算。

2 回归方程宜采用下式计算：

$$f^c_{cu,i}=aR^b_m \cdot 10^{cd_m} \qquad \text{(D.0.4—1)}$$

式中 $f^c_{cu,i}$——混凝土试件的强度换算值；

R_m——混凝土试件的平均回弹值；

a,b,c——回归方程的回归系数；

d_m——平均碳化深度值。

3 回归方程式的强度平均相对误差 δ 和强度相对标准差 e_r 均应符合本规程第 4.2.21 条的规定，并按下列公式计算：

$$\delta=\pm\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{f_{cu,i}}{f^c_{cu,i}}-1\right|\times 100\% \qquad \text{(D.0.4—2)}$$

$$e_r=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{f_{cu,i}}{f^c_{cu,i}}-1\right)^2}\times 100\% \qquad \text{(D.0.4—3)}$$

式中 δ——回归方程式的强度平均相对误差，精确至 0.1%；

e_r——回归方程式的强度相对标准差，精确至 0.1%；

$f_{cu,i}$——由第 i 个试件抗压试验得出的混凝土抗压强度值(MPa)，精确至 0.1 MPa；

$f^c_{cu,i}$——由同一试件的平均回弹值 R_m 按回归方程式算出的混凝土的强度换算值(MPa)，精确至 0.1 MPa；

n——制定回归方程式的试件数。

D.0.5 当需制定具有较长龄期范围的专用测强曲线时，应在试验及回归分析时引入碳化深度变量。

D.0.6 强度换算标准与所试验的范围不得外推。

国家标准网信息公开 浏览专用

附录 E　回弹法混凝土测区强度换算
（回弹仪标称动能 2.207 J）

E.0.1　回弹法混凝土测区强度换算（回弹仪标称动能 2.207 J）宜按表 E.0.1 取值。

表 E.0.1　回弹法混凝土测区强度换算表

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$（MPa） 平均碳化深度值 d_m（mm）												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
20.0	10.3	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.2	10.5	10.3	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.4	10.7	10.5	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.6	11.0	10.8	10.4	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.8	11.2	11.0	10.6	10.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.0	11.4	11.2	10.8	10.5	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—
21.2	11.6	11.4	11.0	10.7	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—
21.4	11.8	11.6	11.2	10.9	10.4	10.0	—	—	—	—	—	—	—
21.6	12.0	11.8	11.4	11.0	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—	—
21.8	12.3	12.1	11.7	11.3	10.8	10.5	10.1	—	—	—	—	—	—
22.0	12.5	12.2	11.9	11.5	11.0	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—
22.2	12.7	12.4	12.1	11.7	11.2	10.8	10.4	10.0	—	—	—	—	—
22.4	13.0	12.7	12.4	12.0	11.4	11.0	10.7	10.3	10.0	—	—	—	—
22.6	13.2	12.9	12.5	12.1	11.6	11.2	10.8	10.4	10.2	—	—	—	—
22.8	13.4	13.1	12.7	12.3	11.8	11.4	11.0	10.6	10.3	—	—	—	—
23.0	13.7	13.4	13.0	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.5	10.1	—	—	—

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
23.2	13.9	13.6	13.2	12.8	12.2	11.8	11.4	11.0	10.7	10.3	10.0	—	—
23.4	14.1	13.8	13.4	13.0	12.4	12.0	11.6	11.2	10.9	10.4	10.2	—	—
23.6	14.4	14.1	13.7	13.2	12.7	12.2	11.8	11.4	11.1	10.7	10.4	10.1	—
23.8	14.6	14.3	13.9	13.4	12.8	12.4	12.0	11.5	11.2	10.8	10.5	10.2	—
24.0	14.9	14.6	14.2	13.7	13.1	12.7	12.2	11.8	11.5	11.0	10.7	10.4	10.1
24.2	15.1	14.8	14.3	13.9	13.3	12.8	12.4	11.9	11.6	11.2	10.9	10.6	10.3
24.4	15.4	15.1	14.6	14.2	13.6	13.1	12.6	12.2	11.9	11.4	11.1	10.8	10.4
24.6	15.6	15.3	14.8	14.4	13.7	13.3	12.8	12.3	12.0	11.5	11.2	10.9	10.6
24.8	15.9	15.6	15.1	14.6	14.0	13.5	13.0	12.6	12.2	11.8	11.4	11.1	10.7
25.0	16.2	15.9	15.4	14.9	14.3	13.8	13.3	12.8	12.5	12.0	11.7	11.3	10.9
25.2	16.4	16.1	15.6	15.1	14.4	13.9	13.4	13.0	12.6	12.1	11.8	11.5	11.0
25.4	16.7	16.4	15.9	15.4	14.8	14.3	13.7	13.2	12.9	12.4	12.0	11.7	11.2
25.6	16.9	16.6	16.1	15.6	14.9	14.4	13.9	13.4	13.0	12.5	12.2	11.8	11.3
25.8	17.2	16.9	16.4	15.8	15.1	14.6	14.1	13.6	13.2	12.7	12.4	12.0	11.5
26.0	17.5	17.2	16.6	16.1	15.4	14.9	14.4	13.8	13.5	13.0	12.6	12.2	11.6
26.2	17.8	17.4	16.9	16.4	15.7	15.1	14.6	14.0	13.7	13.2	12.8	12.4	11.8
26.4	18.0	17.6	17.1	16.6	15.8	15.3	14.8	14.2	13.9	13.3	13.0	12.6	12.0
26.6	18.3	17.9	17.4	16.8	16.1	15.6	15.0	14.4	14.1	13.5	13.2	12.8	12.1
26.8	18.6	18.2	17.7	17.1	16.4	15.8	15.3	14.6	14.3	13.8	13.4	12.9	12.3
27.0	18.9	18.5	18.0	17.4	16.6	16.1	15.5	14.8	14.6	14.0	13.6	13.1	12.4
27.2	19.1	18.7	18.1	17.6	16.8	16.2	15.7	15.0	14.7	14.1	13.8	13.3	12.6
27.4	19.4	19.0	18.4	17.8	17.0	16.4	15.9	15.2	14.9	14.3	14.0	13.4	12.7
27.6	19.7	19.3	18.7	18.0	17.2	16.6	16.1	15.4	15.1	14.5	14.1	13.6	12.9
27.8	20.0	19.6	19.0	18.2	17.4	16.8	16.3	15.6	15.3	14.7	14.2	13.7	13.0

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
28.0	20.3	19.7	19.2	18.4	17.6	17.0	16.5	15.8	15.4	14.8	14.4	13.9	13.2
28.2	20.6	20.0	19.5	18.6	17.8	17.2	16.7	16.0	15.6	15.0	14.6	14.0	13.3
28.4	20.9	20.3	19.7	18.8	18.0	17.4	16.9	16.2	15.8	15.2	14.8	14.2	13.5
28.6	21.2	20.6	20.0	19.1	18.2	17.6	17.1	16.4	16.0	15.4	15.0	14.3	13.6
28.8	21.5	20.9	20.2	19.4	18.5	17.8	17.3	16.6	16.2	15.6	15.2	14.5	13.8
29.0	21.8	21.1	20.5	19.6	18.7	18.1	17.5	16.8	16.4	15.8	15.4	14.6	13.9
29.2	22.1	21.4	20.8	19.9	19.0	18.3	17.7	17.0	16.6	16.0	15.6	14.8	14.1
29.4	22.4	21.7	21.1	20.2	19.3	18.6	17.9	17.2	16.8	16.2	15.8	15.0	14.2
29.6	22.7	22.0	21.3	20.4	19.5	18.8	18.2	17.5	17.0	16.4	16.0	15.1	14.4
29.8	23.0	22.3	21.6	20.7	19.8	19.1	18.4	17.7	17.2	16.6	16.2	15.3	14.5
30.0	23.3	22.6	21.9	21.0	20.0	19.3	18.6	17.9	17.4	16.8	16.4	15.4	14.7
30.2	23.6	22.9	22.2	21.3	20.3	19.6	18.9	18.2	17.6	17.0	16.6	15.6	14.9
30.4	23.9	23.2	22.5	21.6	20.6	19.8	19.1	18.4	17.8	17.2	16.8	15.8	15.1
30.6	24.3	23.6	22.8	21.9	20.9	20.2	19.4	18.7	18.0	17.5	17.0	16.0	15.2
30.8	24.6	23.9	23.1	22.1	21.2	20.4	19.7	18.9	18.2	17.7	17.2	16.2	15.4
31.0	24.9	24.2	23.4	22.4	21.4	20.7	19.9	19.2	18.4	17.9	17.4	16.4	15.5
31.2	25.2	24.4	23.7	22.7	21.7	20.9	20.2	19.4	18.6	18.1	17.6	16.6	15.7
31.4	25.6	24.8	24.1	23.0	22.0	21.2	20.5	19.7	18.9	18.4	17.8	16.9	15.8
31.6	25.9	25.1	24.3	23.3	22.3	21.5	20.7	19.9	19.2	18.6	18.0	17.1	16.0
31.8	26.2	25.4	24.6	23.6	22.5	21.7	21.0	20.2	19.4	18.9	18.2	17.3	16.2
32.0	26.5	25.7	24.9	23.9	22.8	22.0	21.2	20.4	19.6	19.1	18.4	17.5	16.4
32.2	26.9	26.1	25.3	24.2	23.1	22.3	21.5	20.7	19.9	19.4	18.6	17.7	16.6
32.4	27.2	26.4	25.6	24.5	23.4	22.6	21.8	20.9	20.1	19.6	18.8	17.9	16.8
32.6	27.6	26.8	25.9	24.8	23.7	22.9	22.1	21.3	20.4	19.9	19.0	18.1	17.0

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24.0	23.2	22.3	21.5	20.6	20.1	19.2	18.3	17.2
33.0	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22.6	21.7	20.9	20.3	19.4	18.5	17.4
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22.9	22.0	21.2	20.5	19.6	18.7	17.6
33.4	28.9	28.0	27.1	26.0	24.9	24.0	23.1	22.3	21.4	20.7	19.8	18.9	17.8
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	23.3	22.6	21.7	20.9	20.0	19.1	18.0
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	23.5	22.8	21.9	21.1	20.2	19.3	18.2
34.0	30.0	29.1	28.0	26.8	25.6	24.6	23.7	23.0	22.1	21.3	20.4	19.5	18.3
34.2	30.3	29.4	28.3	27.0	25.8	24.8	23.9	23.2	22.3	21.5	20.6	19.7	18.4
34.4	30.7	29.8	28.6	27.2	26.0	25.0	24.1	23.4	22.5	21.7	20.8	19.8	18.6
34.6	31.1	30.2	28.9	27.4	26.2	25.2	24.3	23.6	22.7	21.9	21.0	20.0	18.8
34.8	31.4	30.5	29.2	27.6	26.4	25.4	24.5	23.8	22.9	22.1	21.2	20.2	19.0
35.0	31.8	30.8	29.6	28.0	26.6	25.6	24.8	24.0	23.2	22.3	21.4	20.4	19.2
35.2	32.1	31.1	29.9	28.2	27.0	26.0	25.0	24.2	23.4	22.5	21.6	20.6	19.4
35.4	32.5	31.5	30.2	28.6	27.3	26.3	25.4	24.4	23.7	22.8	21.8	20.8	19.6
35.6	32.9	31.9	30.6	29.0	27.6	26.6	25.7	24.7	24.0	23.0	22.0	21.0	19.8
35.8	33.3	32.3	31.0	29.3	28.0	27.0	26.0	25.0	24.3	23.3	22.2	21.2	20.0
36.0	33.6	32.6	31.2	29.6	28.2	27.2	26.2	25.2	24.5	23.5	22.4	21.4	20.2
36.2	34.0	33.0	31.6	29.9	28.6	27.5	26.5	25.5	24.8	23.8	22.6	21.6	20.4
36.4	34.4	33.4	32.0	30.3	28.9	27.9	26.8	25.8	25.1	24.1	22.8	21.8	20.6
36.6	34.8	33.8	32.4	30.6	29.2	28.2	27.1	26.1	25.4	24.4	23.0	22.0	20.9
36.8	35.2	34.1	32.7	31.0	29.6	28.5	27.5	26.4	25.7	24.6	23.2	22.2	21.1
37.0	35.5	34.4	33.0	31.2	29.8	28.8	27.7	26.6	25.9	24.8	23.4	22.4	21.3
37.2	35.9	34.8	33.4	31.6	30.2	29.1	28.0	26.9	26.2	25.1	23.7	22.6	21.5
37.4	36.3	35.2	33.8	31.9	30.5	29.4	28.3	27.2	26.6	25.4	24.0	22.9	21.8

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
37.6	36.7	35.6	34.1	32.3	30.8	29.7	28.6	27.5	26.8	25.7	24.2	23.1	22.0
37.8	37.1	36.0	34.5	32.6	31.2	30.0	28.9	27.8	27.1	26.0	24.5	23.4	22.3
38.0	37.5	36.4	34.9	33.0	31.5	30.3	29.2	28.1	27.4	26.2	24.8	23.6	22.5
38.2	37.9	36.8	35.2	33.4	31.8	30.6	29.5	28.4	27.7	26.5	25.0	23.9	22.7
38.4	38.3	37.2	35.6	33.7	32.1	30.9	29.8	28.7	28.0	26.8	25.3	24.1	23.0
38.6	38.7	37.5	36.0	34.1	32.4	31.2	30.1	29.0	28.3	27.0	25.5	24.4	23.2
38.8	39.1	37.9	36.4	34.4	32.7	31.5	30.4	29.3	28.5	27.2	25.8	24.6	23.5
39.0	39.5	38.2	36.7	34.7	33.0	31.8	30.6	29.5	28.8	27.4	26.0	24.8	23.7
39.2	39.9	38.5	37.0	35.0	33.3	32.1	30.8	29.8	29.0	27.6	26.2	25.0	24.0
39.4	40.3	38.8	37.3	35.3	33.6	32.4	31.0	30.0	29.2	27.8	26.4	25.2	24.2
39.6	40.7	39.1	37.6	35.6	33.9	32.7	31.2	30.2	29.4	28.0	26.6	25.4	24.4
39.8	41.2	39.6	38.0	35.9	34.2	33.0	31.4	30.5	29.7	28.2	26.8	25.6	24.7
40.0	41.6	39.9	38.3	36.2	34.5	33.3	31.7	30.8	30.0	28.4	27.0	25.8	25.0
40.2	42.0	40.3	38.6	36.5	34.8	33.6	32.0	31.1	30.2	28.6	27.3	26.0	25.2
40.4	42.4	40.7	39.0	36.9	35.1	33.9	32.3	31.4	30.5	28.8	27.6	26.2	25.4
40.6	42.8	41.1	39.4	37.2	35.4	34.2	32.6	31.7	30.8	29.1	27.8	26.5	25.7
40.8	43.3	41.6	39.8	37.7	35.7	34.5	32.9	32.0	31.2	29.4	28.1	26.8	26.0
41.0	43.7	42.0	40.2	38.0	36.0	34.8	33.2	32.3	31.5	29.7	28.4	27.1	26.2
41.2	44.1	42.3	40.6	38.4	36.3	35.1	33.5	32.6	31.8	30.0	28.7	27.3	26.5
41.4	44.5	42.7	40.9	38.7	36.6	35.4	33.8	32.9	32.0	30.3	28.9	27.6	26.7
41.6	45.0	43.2	41.4	39.2	36.9	35.7	34.2	33.3	32.4	30.6	29.2	27.9	27.0
41.8	45.4	43.6	41.8	39.5	37.2	36.0	34.5	33.6	32.7	30.9	29.5	28.1	27.2
42.0	45.9	44.1	42.2	39.9	37.6	36.3	34.9	34.0	33.0	31.2	29.8	28.5	27.5
42.2	46.3	44.4	42.6	40.3	38.0	36.6	35.2	34.3	33.3	31.5	30.1	28.7	27.8

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
42.4	46.7	44.8	43.0	40.6	38.3	36.9	35.5	34.6	33.6	31.8	30.4	29.0	28.0
42.6	47.2	45.3	43.4	41.1	38.7	37.3	35.9	34.9	34.0	32.1	30.7	29.3	28.3
42.8	47.6	45.7	43.8	41.4	39.0	37.6	36.2	35.2	34.3	32.4	30.9	29.5	28.6
43.0	48.1	46.2	44.2	41.8	39.4	38.0	36.6	35.6	34.6	32.7	31.3	29.8	28.9
43.2	48.5	46.6	44.6	42.2	39.8	38.3	36.9	35.9	34.9	33.0	31.5	30.1	29.1
43.4	49.0	47.0	45.1	42.6	40.2	38.7	37.2	36.3	35.3	33.3	31.8	30.4	29.4
43.6	49.4	47.4	45.4	43.0	40.5	39.0	37.5	36.6	35.6	33.6	32.1	30.6	29.6
43.8	49.9	47.9	45.9	43.4	40.9	39.4	37.9	36.9	35.9	33.9	32.4	30.9	29.9
44.0	50.4	48.4	46.4	43.8	41.3	39.8	38.3	37.3	36.3	34.3	32.8	31.2	30.2
44.2	50.8	48.8	46.7	44.2	41.7	40.1	38.6	37.6	36.6	34.5	33.0	31.5	30.5
44.4	51.3	49.2	47.2	44.6	42.1	40.5	39.0	38.0	36.9	34.9	33.3	31.8	30.8
44.6	51.7	49.6	47.6	45.0	42.5	40.9	39.3	38.3	37.2	35.2	33.6	32.1	31.0
44.8	52.2	50.1	48.0	45.4	42.8	41.2	39.7	38.6	37.6	35.5	33.9	32.4	31.3
45.0	52.7	50.6	48.5	45.8	43.2	41.6	40.1	39.0	37.9	35.8	34.3	32.7	31.6
45.2	53.2	51.1	48.9	46.3	43.6	42.0	40.4	39.4	38.3	36.2	34.6	33.0	31.9
45.4	53.6	51.5	49.4	46.6	44.0	42.3	40.7	39.7	38.6	36.4	34.8	33.2	32.2
45.6	54.1	51.9	49.8	47.1	44.4	42.7	41.1	40.0	39.0	36.8	35.2	33.5	32.5
45.8	54.6	52.4	50.2	47.5	44.8	43.1	41.5	40.4	39.3	37.1	35.5	33.9	32.8
46.0	55.0	52.8	50.6	47.9	45.2	43.5	41.9	40.8	39.7	37.5	35.8	34.2	33.1
46.2	55.5	53.3	51.1	48.3	45.5	43.8	42.2	41.1	40.0	37.7	36.1	34.4	33.3
46.4	56.0	53.8	51.5	48.7	45.9	44.2	42.6	41.4	40.3	38.1	36.4	34.7	33.6
46.6	56.5	54.2	52.0	49.2	46.3	44.6	42.9	41.8	40.7	38.4	36.7	35.0	33.9
46.8	57.0	54.7	52.4	49.6	46.7	45.0	43.3	42.2	41.0	38.8	37.0	35.3	34.2
47.0	57.5	55.2	52.9	50.0	47.2	45.2	43.7	42.6	41.4	39.1	37.4	35.6	34.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
47.2	58.0	55.7	53.4	50.5	47.6	45.8	44.1	42.9	41.8	39.4	37.7	36.0	34.8
47.4	58.5	56.2	53.8	50.9	48.0	46.2	44.5	43.3	42.1	39.8	38.0	36.3	35.1
47.6	59.0	56.6	54.3	51.3	48.4	46.6	44.8	43.7	42.5	40.1	38.4	36.6	35.4
47.8	59.5	57.1	54.7	51.8	48.8	47.0	45.2	44.0	42.8	40.5	38.7	36.9	35.7
48.0	60.0	57.6	55.2	52.2	49.2	47.4	45.6	44.4	43.2	40.8	39.0	37.2	36.0
48.2	—	58.0	55.7	52.6	49.6	47.8	46.0	44.8	43.6	41.1	39.3	37.5	36.3
48.4	—	58.6	56.1	53.1	50.0	48.2	46.4	45.1	43.9	41.5	39.6	37.8	36.6
48.6	—	59.0	56.6	53.5	50.4	48.6	46.7	45.5	44.3	41.8	40.0	38.1	36.9
48.8	—	59.5	57.1	54.0	50.9	49.0	47.1	45.9	44.6	42.2	40.3	38.4	37.2
49.0	—	60.0	57.5	54.4	51.3	49.4	47.5	46.2	45.0	42.5	40.6	38.8	37.5
49.2	—	—	58.0	54.8	51.7	49.8	47.9	46.6	45.4	42.8	41.0	39.1	37.8
49.4	—	—	58.5	55.3	52.1	50.2	48.3	47.1	45.8	43.2	41.3	39.4	38.2
49.6	—	—	58.9	55.7	52.5	50.6	48.7	47.4	46.2	43.6	41.7	39.7	38.5
49.8	—	—	59.4	56.2	53.0	51.0	49.1	47.8	46.5	43.9	42.0	40.1	38.8
50.0	—	—	59.9	56.7	53.4	51.4	49.5	48.2	46.9	44.3	42.3	40.4	39.1
50.2	—	—	60.0	57.1	53.8	51.9	49.9	48.5	47.2	44.6	42.6	40.7	39.4
50.4	—	—	—	57.6	54.3	52.3	50.3	49.0	47.7	45.0	43.0	41.0	39.7
50.6	—	—	—	58.0	54.7	52.7	50.7	49.4	48.0	45.4	43.4	41.4	40.0
50.8	—	—	—	58.5	55.1	53.1	51.1	49.8	48.4	45.7	43.7	41.7	40.3
51.0	—	—	—	59.0	55.6	53.5	51.5	50.1	48.8	46.1	44.1	42.0	40.7
51.2	—	—	—	59.4	56.0	54.0	51.9	50.5	49.2	46.4	44.4	42.3	41.0
51.4	—	—	—	59.9	56.4	54.4	52.3	50.9	49.6	46.8	44.7	42.7	41.3
51.6	—	—	—	60.0	56.9	54.8	52.7	51.3	50.0	47.2	45.1	43.0	41.6
51.8	—	—	—	—	57.3	55.2	53.1	51.7	50.3	47.5	45.4	43.3	41.8

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
52.0	—	—	—	—	57.8	55.7	53.6	52.1	50.7	47.9	45.8	43.7	42.3
52.2	—	—	—	—	58.2	56.1	54.0	52.5	51.1	48.3	46.2	44.0	42.6
52.4	—	—	—	—	58.7	56.5	54.4	53.0	51.5	48.7	46.5	44.4	43.0
52.6	—	—	—	—	59.1	57.0	54.8	53.4	51.9	49.0	46.9	44.7	43.3
52.8	—	—	—	—	59.6	57.4	55.2	53.8	52.3	49.4	47.3	45.1	43.6
53.0	—	—	—	—	60.0	57.8	55.6	54.2	52.7	49.8	47.6	45.4	43.9
53.2	—	—	—	—	—	58.3	56.1	54.6	53.1	50.2	48.0	45.8	44.3
53.4	—	—	—	—	—	58.7	56.5	55.0	53.5	50.5	48.3	46.1	44.6
53.6	—	—	—	—	—	59.2	56.9	55.4	53.9	50.9	48.7	46.4	44.9
53.8	—	—	—	—	—	59.6	57.3	55.8	54.3	51.3	49.0	46.8	45.3
54.0	—	—	—	—	—	60.0	57.8	56.3	54.7	51.7	49.4	47.1	45.6
54.2	—	—	—	—	—	—	58.2	56.7	55.1	52.1	49.8	47.5	46.0
54.4	—	—	—	—	—	—	58.6	57.1	55.6	52.5	50.2	47.9	46.3
54.6	—	—	—	—	—	—	59.1	57.5	56.0	52.9	50.5	48.2	46.6
54.8	—	—	—	—	—	—	59.5	57.9	56.4	53.2	50.9	48.5	47.0
55.0	—	—	—	—	—	—	59.9	58.4	56.8	53.6	51.3	48.9	47.3
55.2	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8	57.2	54.0	51.6	49.3	47.7
55.4	—	—	—	—	—	—	—	59.2	57.6	54.4	52.0	49.6	48.0
55.6	—	—	—	—	—	—	—	59.7	58.0	54.8	52.4	50.0	48.4
55.8	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.5	55.2	52.8	50.3	48.7
56.0	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	55.6	53.2	50.7	49.1
56.2	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	56.0	53.5	51.1	49.4
56.4	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	56.4	53.9	51.4	49.8
56.6	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	56.8	54.3	51.8	50.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 E.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
56.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.2	54.7	52.2	50.5
57.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.6	55.1	52.5	50.8
57.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.0	55.5	52.9	51.2
57.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.4	55.9	53.3	51.6
57.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	56.3	53.7	51.9
57.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	56.7	54.0	52.3
58.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	57.0	54.4	52.7
58.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	57.4	54.8	53.0
58.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.8	55.2	53.4
58.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.2	55.6	53.8
58.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.6	55.9	54.1
59.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.0	56.3	54.5
59.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	56.7	54.9
59.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	57.1	55.2
59.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	57.5	55.6
59.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.9	56.0
60.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.3	56.4

注：表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于 10 MPa 或大于 60 MPa。

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 F　回弹法泵送混凝土测区强度换算
（回弹仪标称动能 2.207 J）

F.0.1　回弹法泵送混凝土测区强度换算（回弹仪标称动能 2.207 J）宜按表 F.0.1 取值。

表 F.0.1　回弹法泵送混凝土测区强度换算表

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 f^c_{cu}（MPa） 平均碳化深度值 d_m（mm）												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
18.6	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.8	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.0	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.2	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.4	10.9	10.7	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—
19.6	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—
19.8	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—
20.0	11.5	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—
20.2	11.8	11.5	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—
20.4	12.0	11.7	11.5	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—
20.6	12.2	12.0	11.7	11.5	11.3	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0		
20.8	12.4	12.2	12.0	11.7	11.5	11.3	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	
21.0	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0
21.2	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2
21.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9	11.7	11.4	11.2	11.0	10.8	10.6	10.3
21.6	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9	11.6	11.4	11.2	11.0	10.7	10.5

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
21.8	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9	11.6	11.4	11.2	10.9	10.7
22.0	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4	11.1	10.9
22.2	14.1	13.8	13.6	13.3	13.0	12.8	12.5	12.3	12.0	11.8	11.6	11.3	11.1
22.4	14.4	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0	12.7	12.5	12.2	12.0	11.8	11.5	11.3
22.6	14.6	14.3	14.0	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.2	12.0	11.7	11.5
22.8	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7
23.0	15.1	14.8	14.5	14.2	14.0	13.7	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9
23.2	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	13.9	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1
23.4	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3
23.6	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0	12.8	12.5
23.8	16.2	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7
24.0	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	12.9
24.2	16.7	16.4	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	13.9	13.7	13.4	13.1
24.4	17.0	16.6	16.3	16.0	15.7	15.3	15.0	14.7	14.5	14.2	13.9	13.6	13.3
24.6	17.2	16.9	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.6
24.8	17.5	17.1	16.8	16.5	16.2	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8
25.0	17.8	17.4	17.1	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.0
25.2	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2
25.4	18.3	18.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4
25.6	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7
25.8	18.9	18.5	18.2	17.8	17.4	17.1	16.8	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9
26.0	19.2	18.8	18.4	18.1	17.7	17.4	17.0	16.7	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1
26.2	19.5	19.1	18.7	18.3	18.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.3
26.4	19.8	19.4	19.0	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
26.6	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.1	17.8	17.4	17.1	16.8	16.4	16.1	15.8
26.8	20.3	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7	16.3	16.0
27.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.1	18.7	18.3	17.9	17.6	17.2	16.9	16.6	16.2
27.2	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9	18.6	18.2	17.8	17.5	17.1	16.8	16.5
27.4	21.2	20.8	20.4	20.0	19.6	19.2	18.8	18.5	18.1	17.7	17.4	17.1	16.7
27.6	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.7	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0
27.8	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.6	18.3	17.9	17.5	17.2
28.0	22.1	21.7	21.3	20.9	20.4	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.1	17.8	17.4
28.2	22.4	22.0	21.6	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.8	18.4	18.0	17.7
28.4	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.6	18.3	17.9
28.6	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9	18.5	18.2
28.8	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.7	20.3	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4
29.0	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.5	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.7
29.2	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9
29.4	24.3	23.9	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.8	20.3	19.9	19.5	19.2
29.6	24.7	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4
29.8	25.0	24.5	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7
30.0	25.3	24.8	24.3	23.8	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.7	20.3	19.9
30.2	25.6	25.1	24.6	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2
30.4	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0	23.5	23.0	22.6	22.1	21.7	21.3	20.9	20.4
30.6	26.3	25.8	25.3	24.8	24.3	23.8	23.3	22.9	22.4	22.0	21.6	21.1	20.7
30.8	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6	24.1	23.6	23.2	22.7	22.3	21.8	21.4	21.0
31.0	27.0	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	23.9	23.5	23.0	22.5	22.1	21.7	21.2
31.2	27.3	26.8	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.8	23.3	22.8	22.4	21.9	21.5

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
31.4	27.7	27.1	26.6	26.0	25.5	25.0	24.5	24.1	23.6	23.1	22.7	22.2	21.8
31.6	28.0	27.4	26.9	26.4	25.9	25.3	24.8	24.4	23.9	23.4	22.9	22.5	22.0
31.8	28.3	27.8	27.2	26.7	26.2	25.7	25.1	24.7	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3
32.0	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0	23.5	23.0	22.6
32.2	29.0	28.5	27.9	27.4	26.8	26.3	25.8	25.3	24.8	24.3	23.8	23.3	22.9
32.4	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6	24.1	23.6	23.1
32.6	29.7	29.2	28.6	28.0	27.5	26.9	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	23.9	23.4
32.8	30.1	29.5	28.9	28.3	27.8	27.2	26.7	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.7
33.0	30.4	29.8	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0
33.2	30.8	30.2	29.6	29.0	28.4	27.9	27.3	26.8	26.3	25.8	25.2	24.7	24.3
33.4	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6	26.1	25.5	25.0	24.5
33.6	31.5	30.9	30.3	29.7	29.1	28.5	28.0	27.4	26.9	26.4	25.8	25.3	24.8
33.8	31.9	31.3	30.7	30.1	29.5	28.9	28.3	27.7	27.2	26.7	26.1	25.6	25.1
34.0	32.3	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.1	27.5	27.0	26.4	25.9	25.4
34.2	32.6	32.0	31.4	30.7	30.1	29.5	29.0	28.4	27.8	27.3	26.7	26.2	25.7
34.4	33.0	32.4	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0
34.6	33.4	32.7	32.1	31.4	30.8	30.2	29.6	29.0	28.5	27.9	27.4	26.8	26.3
34.8	33.8	33.1	32.4	31.8	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6
35.0	34.1	33.5	32.8	32.2	31.5	30.9	30.3	29.7	29.1	28.5	28.0	27.4	26.9
35.2	34.5	33.8	33.2	32.5	31.9	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.3	27.7	27.2
35.4	34.9	34.2	33.5	32.9	32.2	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.0	27.5
35.6	35.3	34.6	33.9	33.2	32.6	31.9	31.3	30.7	30.1	29.5	28.9	28.3	27.8
35.8	35.7	35.0	34.3	33.6	32.9	32.3	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.1
36.0	36.0	35.3	34.6	34.0	33.3	32.6	32.0	31.4	30.7	30.1	29.5	29.0	28.4

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
36.2	36.4	35.7	35.0	34.3	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	28.7
36.4	36.8	36.1	35.4	34.7	34.0	33.3	32.7	32.0	31.4	30.8	30.2	29.6	29.0
36.6	37.2	36.5	35.8	35.1	34.4	33.7	33.0	32.4	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3
36.8	37.6	36.9	36.2	35.4	34.7	34.1	33.4	32.7	32.1	31.4	30.8	30.2	29.6
37.0	38.0	37.3	36.5	35.8	35.1	34.4	33.7	33.1	32.4	31.8	31.2	30.5	29.9
37.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5	34.8	34.1	33.4	32.8	32.1	31.5	30.9	30.2
37.4	38.8	38.1	37.3	36.6	35.8	35.1	34.4	33.8	33.1	32.4	31.8	31.2	30.6
37.6	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5	34.8	34.1	33.4	32.8	32.1	31.5	30.9
37.8	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.1	32.5	31.8	31.2
38.0	40.0	39.2	38.5	37.7	37.0	36.2	35.5	34.8	34.1	33.5	32.8	32.2	31.5
38.2	40.4	39.6	38.9	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.1	32.5	31.8
38.4	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	36.9	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5	32.8	32.2
38.6	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.2	32.5
38.8	41.7	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5	32.8
39.0	42.1	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.2
39.2	42.5	41.7	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5
39.4	42.9	42.1	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8
39.6	43.4	42.5	41.7	40.9	40.0	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2
39.8	43.8	42.9	42.1	41.3	40.4	39.6	38.9	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5
40.0	44.2	43.4	42.5	41.7	40.8	40.0	39.2	38.5	37.7	37.0	36.2	35.5	34.8
40.2	44.7	43.8	42.9	42.1	41.2	40.4	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2
40.4	45.1	44.2	43.3	42.5	41.6	40.8	40.0	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5
40.6	45.5	44.6	43.7	42.9	42.0	41.2	40.4	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.8
40.8	46.0	45.1	44.2	43.3	42.4	41.6	40.8	40.0	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
41.0	46.4	45.5	44.6	43.7	42.8	42.0	41.2	40.4	39.6	38.8	38.0	37.3	36.5
41.2	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.4	41.6	40.7	39.9	39.1	38.4	37.6	36.9
41.4	47.3	46.3	45.4	44.5	43.7	42.8	42.0	41.1	40.3	39.5	38.7	38.0	37.2
41.6	47.7	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.3	41.5	40.7	39.9	39.1	38.3	37.6
41.8	48.2	47.2	46.3	45.4	44.5	43.6	42.7	41.9	41.1	40.3	39.5	38.7	37.9
42.0	48.6	47.7	46.7	45.8	44.9	44.0	43.1	42.3	41.5	40.6	39.8	39.1	38.3
42.2	49.1	48.1	47.1	46.2	45.3	44.4	43.5	42.7	41.8	41.0	40.2	39.4	38.6
42.4	49.5	48.5	47.6	46.6	45.7	44.8	43.9	43.1	42.2	41.4	40.6	39.8	39.0
42.6	50.0	49.0	48.0	47.1	46.1	45.2	44.3	43.5	42.6	41.8	40.9	40.1	39.3
42.8	50.4	49.4	48.5	47.5	46.6	45.6	44.7	43.9	43.0	42.2	41.3	40.5	39.7
43.0	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	45.2	44.3	43.4	42.5	41.7	40.9	40.1
43.2	51.3	50.3	49.3	48.4	47.4	46.5	45.6	44.7	43.8	42.9	42.1	41.2	40.4
43.4	51.8	50.8	49.8	48.8	47.8	46.9	46.0	45.1	44.2	43.3	42.5	41.6	40.8
43.6	52.3	51.2	50.2	49.2	48.3	47.3	46.4	45.5	44.6	43.7	42.8	42.0	41.2
43.8	52.7	51.7	50.7	49.7	48.7	47.7	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.4	41.5
44.0	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1	48.2	47.2	46.3	45.4	44.5	43.6	42.7	41.9
44.2	53.7	52.6	51.6	50.6	49.6	48.6	47.6	46.7	45.8	44.9	44.0	43.1	42.3
44.4	54.1	53.1	52.0	51.0	50.0	49.0	48.0	47.1	46.2	45.3	44.4	43.5	42.6
44.6	54.6	53.5	52.5	51.5	50.4	49.4	48.5	47.5	46.6	45.7	44.8	43.9	43.0
44.8	55.1	54.0	52.9	51.9	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	45.1	44.3	43.4
45.0	55.6	54.5	53.4	52.4	51.3	50.3	49.3	48.3	47.4	46.5	45.5	44.6	43.8
45.2	56.1	55.0	53.9	52.8	51.8	50.7	49.7	48.8	47.8	46.9	45.9	45.0	44.1
45.4	56.5	55.4	54.3	53.3	52.2	51.2	50.2	49.2	48.2	47.3	46.3	45.4	44.5
45.6	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6	50.6	49.6	48.6	47.7	46.7	45.8	44.9

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa) 平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
45.8	57.5	56.4	55.3	54.2	53.1	52.1	51.0	50.0	49.0	48.1	47.1	46.2	45.3
46.0	58.0	56.9	55.7	54.6	53.6	52.5	51.5	50.5	49.5	48.5	47.5	46.6	45.7
46.2	58.5	57.3	56.2	55.1	54.0	52.9	51.9	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1
46.4	59.0	57.8	56.7	55.6	54.5	53.4	52.3	51.3	50.3	49.3	48.3	47.4	46.4
46.6	59.5	58.3	57.2	56.0	54.9	53.8	52.8	51.7	50.7	49.7	48.7	47.8	46.8
46.8	60.0	58.8	57.6	56.5	55.4	54.3	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1	48.2	47.2
47.0	—	59.3	58.1	57.0	55.8	54.7	53.7	52.6	51.6	50.5	49.5	48.6	47.6
47.2	—	59.8	58.6	57.4	56.3	55.2	54.1	53.0	52.0	51.0	50.0	49.0	48.0
47.4	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.6	54.5	53.5	52.4	51.4	50.4	49.4	48.4
47.6	—	—	59.6	58.4	57.2	56.1	55.0	53.9	52.8	51.8	50.8	49.8	48.8
47.8	—	—	60.0	58.9	57.7	56.6	55.4	54.4	53.3	52.2	51.2	50.2	49.2
48.0	—	—	—	59.3	58.1	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6	50.6	49.6
48.2	—	—	—	59.8	58.6	57.5	56.3	55.2	54.1	53.1	52.0	51.0	50.0
48.4	—	—	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.7	54.6	53.5	52.5	51.4	50.4
48.6	—	—	—	—	59.6	58.4	57.3	56.1	55.0	53.9	52.9	51.8	50.8
48.8	—	—	—	—	60.0	58.9	57.7	56.6	55.5	54.4	53.3	52.2	51.2
49.0	—	—	—	—	—	59.3	58.2	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6
49.2	—	—	—	—	—	59.8	58.6	57.5	56.3	55.2	54.1	53.1	52.0
49.4	—	—	—	—	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.7	54.6	53.5	52.4
49.6	—	—	—	—	—	—	59.6	58.4	57.2	56.1	55.0	53.9	52.9
49.8	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8	57.7	56.6	55.4	54.3	53.3
50.0	—	—	—	—	—	—	—	59.3	58.1	57.0	55.9	54.8	53.7
50.2	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.6	57.4	56.3	55.2	54.1
50.4	—	—	—	—	—	—	—	60.0	59.0	57.9	56.7	55.6	54.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 F.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	平均碳化深度值 d_m(mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
50.6	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.3	57.2	56.0	54.9
50.8	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8	57.6	56.5	55.4
51.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2	58.1	56.9	55.8
51.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	58.5	57.3	56.2
51.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.9	57.8	56.6
51.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	58.2	57.1
51.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.7	57.5
52.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	59.1	57.9
52.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.4
52.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8
52.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2
52.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7

注：1 表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于 10 MPa 或大于 60 MPa。

2 表中数值根据曲线公式 $f=0.034\,488R_m^{1.940\,0}\cdot 10^{(-0.017\,3d_m)}$ 计算。

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 G　回弹法混凝土测区强度换算
（回弹仪标称动能 4.5 J 和 5.5 J）

G.0.1　回弹法混凝土测区强度换算（回弹仪标称动能为 4.5 J）宜按表 G.0.1 取值。

表 G.0.1　回弹法混凝土测区强度换算表（回弹仪标称动能为 4.5 J）

R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$
28.0	—	42.0	37.6	56.0	58.9	70.0	83.4
29.0	20.6	43.0	39.0	57.0	60.6	71.0	85.2
30.0	21.8	44.0	40.5	58.0	62.2	72.0	87.1
31.0	23.0	45.0	41.9	59.0	63.9	73.0	89.0
32.0	24.3	46.0	43.4	60.0	65.6	74.0	90.9
33.0	25.5	47.0	44.9	61.0	67.3	75.0	92.9
34.0	26.8	48.0	46.4	62.0	69.0	76.0	94.8
35.0	28.1	49.0	47.9	63.0	70.8	77.0	96.8
36.0	29.4	50.0	49.4	64.0	72.5	78.0	98.7
37.0	30.7	51.0	51.0	65.0	74.3	79.0	100.7
38.0	32.1	52.0	52.5	66.0	76.1	80.0	102.7
39.0	33.4	53.0	54.1	67.0	77.9	81.0	104.8
40.0	34.8	54.0	55.7	68.0	79.7	82.0	106.8
41.0	36.2	55.0	57.3	69.0	81.5	83.0	108.8

注：1　表内未列数值可用内插法求得，精确至 0.1 MPa。

2　表中 R_m 为测区平均回弹值，$f^c_{cu,i}$ 为测区混凝土强度换算值（MPa）。

3　表中数值是根据曲线公式 $f^c_{cu,i}=-7.83+0.75R_m+0.007\,9R_m^2$ 计算得出。

国家铁路局信息公开
浏览专用

G. 0. 2 回弹法混凝土测区强度换算(回弹仪标称动能为 5.5 J)宜按表 G. 0. 2 取值。

表 G. 0. 2 回弹法混凝土测区强度换算表(回弹仪标称动能为 5.5 J)

R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$	R_m	$f^c_{cu,i}$
35.6	60.2	39.0	65.2	42.4	70.3	45.8	75.3
35.8	60.5	39.2	65.5	42.6	70.6	46.0	75.6
36.0	60.8	39.4	65.8	42.8	70.9	46.2	75.9
36.2	61.1	39.6	66.1	43.0	71.2	46.4	76.1
36.4	61.4	39.8	66.4	43.2	71.5	46.6	76.4
36.6	61.7	40.0	66.7	43.4	71.8	46.8	76.7
36.8	62.0	40.2	67.0	43.6	72.0	47.0	77.0
37.0	62.3	40.4	67.3	43.8	72.3	47.2	77.3
37.2	62.6	40.6	67.6	44.0	72.6	47.4	77.6
37.4	62.9	40.8	67.9	44.2	72.9	47.6	77.9
37.6	63.2	41.0	68.2	44.4	73.2	47.8	78.2
37.8	63.5	41.2	68.5	44.6	73.5	48.0	78.5
38.0	63.8	41.4	68.8	44.8	73.8	48.2	78.8
38.2	64.1	41.6	69.1	45.0	74.1	48.4	79.1
38.4	64.4	41.8	69.4	45.2	74.4	48.6	79.3
38.6	64.7	42.0	69.7	45.4	74.7	48.8	79.6
38.8	64.9	42.2	70.0	45.6	75.0	49.0	79.9

注:1 表内未列数值可用内插法求得,精确至 0.1 MPa。

2 表中 R_m 为测区平均回弹值,$f^c_{cu,i}$ 为测区混凝土强度换算值(MPa)。

3 表中数值根据曲线公式 $f^c_{cu,i}=2.512\ 46R_m^{0.889}$ 计算。

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 H　回弹法混凝土强度检测记录和报告

H.0.1　回弹法混凝土强度检测记录可按表 H.0.1 填写。

表 H.0.1　回弹法混凝土强度检测记录

委托单位：　　工程名称：　　委托编号：　　记录编号：

施工单位：　　检测依据：　　施工日期：　　检测日期：

编号		测试回弹值 R_i																碳化深度（mm）	测试角度	测试面	回弹平均值	修正后回弹值				测区强度值（MPa）	修正后强度（MPa）
构件名称	测区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					角度修正值	角度修正后	测面修正值	测面修正后		

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 H.0.1

编号		测试回弹值 R_i																碳化深度（mm）	测试角度	测试面	回弹平均值	修正后回弹值				测区强度值（MPa）	修正后强度（MPa）
构件名称	测区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					角度修正值	角度修正后	测面修正值	测面修正后		
强度换算		$n=$ ；$m_{f_{cu}^c}=$ MPa；$S_{f_{cu}^c}=$ MPa；$f_{cu,min}^c=$ MPa；强度推定值 $f_{cu,e}=$ MPa																									
说明	回弹仪	型号		测试资质	回弹仪检定证号		其他	混凝土龄期(d)	
		编号			测试人员资格证号			混凝土设计强度等级	
		率定值			测强曲线类别			检测时环境温度(℃)	

测试： 记录： 计算： 复核： 共 页 第 页

国家铁路局信息公开
浏览专用

H.0.2 回弹法混凝土强度检测报告可按表 H.0.2 填写。

表 H.0.2 回弹法混凝土强度检测报告

委托单位： 报告编号：

施工单位： 施工日期：

工程名称： 报告日期：

构件名称					记录编号	
测区编号	混凝土抗压强度换算值(MPa)				现龄期混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$(MPa)	强度推定公式
	测区换算强度 $f^{c}_{cu,i}$	平均值 $m_{f^{c}_{cu}}$	标准差 $S_{f^{c}_{cu}}$	最小值 $f^{c}_{cu,min}$		
						按单个检测测区小于 10 个时：$f_{cu,e}=f^{c}_{cu,min}$ 单个检测测区大于 10 个时或按批检测：$f_{cu,e}=m_{f^{c}_{cu}}-1.645S_{f^{c}_{cu}}$
按批检测计算结果						

说明			
	回弹仪	型号/编号	
		率定值	
	测试资质	回弹仪检定证号	
		测试人员上岗证号	
		测强曲线类别	
	其他	混凝土设计强度等级	
		检测时环境温度(℃)	
		检测时混凝土龄期(d)	
		检测日期	

检测评定依据：	试验结论：

测试： 计算： 复核： 批准： 单位(章)

国家铁路局信息公开浏览专用

附录J　回弹法测强曲线的验证方法
（回弹仪标称动能4.5 J和5.5 J）

J.0.1　采用本规程测强曲线前应进行验证。

J.0.2　回弹仪应符合本规程第4.2.6条～第4.2.12条的规定。

J.0.3　测强曲线可按下列步骤进行验证：

1　根据本地区具体情况，选用混凝土的原材料和配合比，制作强度等级C50～C100，边长为150 mm混凝土立方体标准试件各5组，每组6块，并自然养护。

2　按7 d、14 d、28 d、60 d和90 d进行待验证测强曲线对应方法的测试和试件抗压试验。

3　根据每个试件测得的回弹值计算出换算强度。

4　根据实测试件抗压强度和换算强度，按下式计算相对标准差 e_r：

$$e_r=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{f_{cu,i}^{c}}{f_{cu,i}}-1\right)^2}\times 100\% \qquad (J.0.3)$$

式中　e_r——相对标准差；

$f_{cu,i}$——第 i 个立方体标准试件的抗压强度实测值（MPa），精确至0.1 MPa；

$f_{cu,i}^{c}$——第 i 个立方体标准试件按相应的检测方法测强曲线公式计算的抗压强度换算值（MPa），精确至0.1 MPa。

5　当相对标准差小于等于15%时，可使用本规程测强曲线；当相对标准差大于15%，应采用钻取混凝土芯样或同条件标准试件对检测结果进行修正或另建立测强曲线。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 K　空气中超声波声速测试方法

K.0.1　空气中超声波声速测试应按下列步骤进行：

1　取平面换能器一对，接于非金属超声波检测仪上，开机预热 30 min，在空气中将两换能器辐射面对准，在变动两辐射面相隔距离的情况下（如 100 mm，150 mm，200 mm，…），将接收信号尽可能放大，测出相应于各间距的声时读数，同时测量空气温度（T）（精确至 0.2 ℃）。

2　测量时，换能器间距的测量误差应不于或等于 0.5%，换能器宜悬空相对，若置于地板或桌上时，应在换能器下面垫海绵块。

K.0.2　空气声速计算应以换能器距离为纵坐标，声时读数为横坐标，将各组数据点绘在直角坐标图上，各点应在一直线上。在坐标纸上画出该直线，并算出直线斜率，即为空气声速实测值 v^{o}。

K.0.3　空气声速计算值应按下式计算：

$$v^{c}=331.4\sqrt{1+0.003\ 67T} \tag{K.0.3}$$

式中　v^{c}——空气声速计算值（m/s）；

T——空气温度（℃）。

K.0.4　空气声速计算值 v^{c} 与空气声速实测值 v^{o} 之间相对误差 e 应按下式计算：

$$e=\frac{v^{c}-v^{o}}{v^{c}}\times 100\% \tag{K.0.4}$$

国家建筑局信息公开 浏览专用

附录 L　超声回弹综合法专用或地区测强曲线的制定方法

L.0.1　采用的回弹仪应符合本规程第 4.3.4 条的各项规定。

L.0.2　采用的非金属超声波检测仪应符合本规程附录 T 的各项规定。

L.0.3　混凝土材料应符合现行《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424 的相关规定。

L.0.4　选用本项目或地区常用胶凝材料、粗骨料、细骨料、外加剂等原材料，应按最佳配合比制作混凝土强度等级为 C10～C100 的边长为 150 mm 立方体试件。

L.0.5　试件试验应按下列步骤进行：

1　分别按龄期为 7 d、14 d、28 d、60 d、90 d、180 d 和 365 d 进行立方体试件强度试验。

2　每一龄期的一组试件由 3 个或 6 个试件组成。

3　每种强度等级的试件数不应少于 30 个，并宜在同一天成型。

4　试件采用振动台成型，成型后的第 2 天拆模。

5　自然养护时，应将试件移至不受日晒雨淋处，按品字形堆放，盖上草袋并洒水养护。蒸汽养护时，试件静停时间和养护条件应与构件相同。

L.0.6　试件声时值测试时，应按下列规定进行：

1　试件声时测量应取试件浇筑方向的侧面为测试面，宜采用黄油为耦合剂。

2　声时测量应采用对测法，在一个相对测试面上测 3 点（测点布置如图 L.0.7 所示），发射和接收换能器轴线应在一条直线

国家铁路局信息公开
浏览专用

上，试件声时值 t_m 为 3 点平均值，保留小数点后一位数字。试件边长测量精确至 1 mm，测量允许误差为±1%。

3 试件的声速值应按下式计算：

$$v_a = l / t_m \tag{L.0.6}$$

式中 v_a——试件声速值(km/s)，精确至 0.01 km/s；

l——超声测距(mm)。

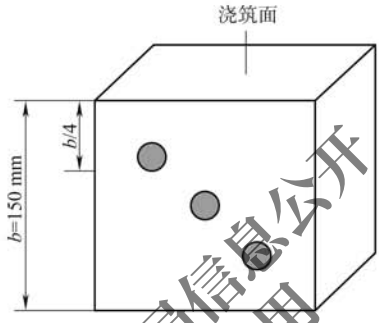


图 L.0.6 声时测量测点布置示意图

国家铁路局信息公开浏览专用

L.0.7 试件回弹值应按下列规定进行测试：

1 回弹值测试应选用不同于声时测量的另一相对侧面，将试件油污擦净放置在压力机上下承压板之间，加压至 30 kN～80 kN，并在此压力下，在试件相对测试面上按本规程第 4.2.14 条的规定各弹击 8 次，从 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值，将余下 10 个回弹值的平均值作为该试件的回弹值 R_m，计算精确至 0.1。

2 回弹值测试完毕后卸荷，将回弹面放置在压力机承压板间，按现行《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 规定的加荷速度连续均匀加荷至破坏，抗压强度值 $f_{cu,i}$ 精确至 0.1 MPa。

L.0.8 测强曲线应按下述步骤进行计算：

1 将各试件测试所得的声速值 v_a、回弹值 R_m 及试件抗压强

度 $f_{cu,i}$ 汇总，进行多元回归分析和误差分析。

2 回归分析时，可采用下列回归方程式：

$$f_{cu,i}^{c}=a(v_a)^b(R_m)^c \qquad \text{(L. 0. 8—1)}$$

式中 a——常数项系数；

b，c——回归系数；

$f_{cu,i}^{c}$——混凝土强度换算值(MPa)；

v_a——声速值；

R_m——回弹值。

3 回归曲线的相对标准差 e_r 可按下式计算：

$$e_r=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{f_{cu,i}^{c}}{f_{cu,i}}-1\right)^2}\times 100\% \qquad \text{(L. 0. 8—2)}$$

式中 e_r——相对标准差，精确至 0.1%；

$f_{cu,i}$——第 i 个立方体试件抗压强度(MPa)，精确至 0.1 MPa；

$f_{cu,i}^{c}$——对应第 i 个立方体试件按式(L. 0. 8—1)计算的强度换算值(MPa)，精确至 0.1 MPa。

L. 0. 9 经式(L. 0. 8—1)和式(L. 0. 8—2)计算，如回归方程式的误差符合本规程第 J. 3. 13 条的规定，则可作为专用或地区测强曲线。

L. 0. 10 强度换算标准与所试验的范围不得外推。

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 M　超声回弹综合法测强曲线的验证方法

M. 0. 1　如缺少专用或地区测强曲线时，在采用本规程统一测强曲线前，应进行验证。

M. 0. 2　测强曲线应按下列方法进行验证：

1　选用该地区常用混凝土的原材料按最佳配合比配制强度等级为 C10～C100 的混凝土，制作边长为 150 mm 立方体试件。C50 以下混凝土试件各 3 组，C50 及以上混凝土试件各 6 组，采用自然养护。

2　使用符合本规程第 4. 3. 3 条要求的回弹仪和非金属超声波检测仪。

3　C50 以下混凝土按龄期为 28 d、60 d 和 90 d 进行综合法测试和试件抗压试验，C50 及以上混凝土按龄期为 3 d、7 d、14 d、28 d、60 d 和 90 d 进行综合法测试和试件抗压试验。

4　根据每个试件测得的回弹值 R_m、超声声速值 v_a，由表 N. 0. 1 和表 N. 0. 2 查出强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$。

5　将实测试件抗压强度 $f_{cu,i}$ 和查表所得强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$，按式(L. 0. 8—1)和式(L. 0. 8—2)进行计算，如相对标准差 $e_r \leqslant 15\%$，可使用本规程附录 N 取值计算测强曲线，如相对标准差 $e_r > 15\%$，应另建立专用或地区测强曲线。

国家建筑信息公开浏览专用

附录 N　超声回弹综合法测区混凝土强度换算

N. 0. 1　超声回弹综合法测区混凝土强度换算(卵石)应按表 N. 0. 1 取值。

表 N. 0. 1　超声回弹综合法测区混凝土强度换算表(卵石)

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^{c}_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
23.0	—	—	10.0	10.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.6	10.7
24.0	10.6	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.5
25.0	11.4	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4
26.0	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3
27.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2
28.0	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.1	15.2
29.0	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1
30.0	15.7	15.8	15.9	16.0	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.8	16.9	17.0	17.1
31.0	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9	18.0	18.2
32.0	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2
33.0	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.3	19.4	19.6	19.7	19.8	20.0	20.1	20.3
34.0	19.6	19.7	19.9	20.0	20.2	20.3	20.5	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4
35.0	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.5	21.7	21.9	22.0	22.2	22.3	22.5
36.0	21.7	21.8	22.0	22.1	22.3	22.5	22.6	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6
37.0	22.7	22.9	23.1	23.2	23.4	23.6	23.8	23.9	24.1	24.3	24.5	24.6	24.8
38.0	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.7	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.8	26.0
39.0	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.2

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
40.0	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5
41.0	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.6	29.8
42.0	28.4	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.1
43.0	29.7	29.9	30.1	30.3	30.6	30.8	31.0	31.2	31.5	31.7	31.9	32.2	32.4
44.0	30.9	31.1	31.3	31.6	31.8	32.1	32.3	32.5	32.8	33.0	33.2	33.5	33.7
45.0	32.1	32.4	32.6	32.9	33.1	33.4	33.6	33.9	34.1	34.3	34.6	34.8	35.1
46.0	33.4	33.7	33.9	34.2	34.4	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	36.0	36.2	36.5
47.0	34.7	35.0	35.2	35.5	35.8	36.0	36.3	36.6	36.8	37.1	37.4	37.6	37.9
48.0	36.0	36.3	36.6	36.8	37.1	37.4	37.7	37.9	38.2	38.5	33.8	39.1	39.3
49.0	37.4	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.6	39.9	40.2	40.5	40.8
50.0	38.7	39.0	39.3	39.6	39.9	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3
51.0	40.1	40.4	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.9	43.2	43.5	43.8
52.0	41.5	41.8	42.1	42.4	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0	45.3
53.0	42.9	43.2	43.6	43.9	44.2	44.6	44.9	45.2	45.5	45.9	46.2	46.5	46.9
54.0	44.4	44.7	45.0	45.4	45.7	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.8	48.1	48.5
55.0	45.8	46.2	46.5	46.9	47.2	47.6	47.9	48.3	48.6	49.0	49.3	49.7	50.0

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
21.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
22.0	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.8	10.8
23.0	10.8	10.9	10.9	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7
24.0	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6
25.0	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
26.0	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5
27.0	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6
28.0	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6
29.0	16.2	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6
30.0	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.9	18.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.6	18.7
31.0	18.3	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9
32.0	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.2	20.3	20.4	20.6	20.7	20.9	21.0
33.0	20.4	20.6	20.7	20.9	21.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.2
34.0	21.5	21.7	21.8	22.0	22.1	22.3	22.4	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.4
35.0	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	24.0	24.1	24.3	24.4	24.6
36.0	23.8	24.0	24.2	24.3	24.5	24.7	24.8	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9
37.0	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9	26.1	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2
38.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5
39.0	27.4	27.6	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8
40.0	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.8	31.0	31.2
41.0	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.6
42.0	31.3	31.5	31.7	32.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0
43.0	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0	34.2	34.5	34.7	34.9	35.2	35.4
44.0	34.0	34.2	34.4	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	35.9	36.2	36.4	36.6	36.9
45.0	35.3	35.6	35.8	36.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.4	37.6	37.9	38.1	38.4
46.0	36.7	37.0	37.3	37.5	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8	39.1	39.4	39.6	39.9
47.0	38.2	38.4	38.7	39.0	39.3	39.5	39.8	40.1	40.4	40.6	40.9	41.2	41.5
48.0	39.6	39.9	40.2	40.5	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.7	43.0
49.0	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
50.0	42.6	42.9	43.2	43.5	43.8	44.1	44.4	44.7	45.0	45.3	45.6	45.9	46.3
51.0	44.1	44.4	44.7	45.0	45.4	45.7	46.0	46.3	46.6	46.9	47.3	47.6	47.9
52.0	45.6	46.0	46.3	46.6	46.9	47.3	47.6	47.9	48.3	48.6	48.9	49.2	49.6
53.0	47.2	47.5	47.9	48.2	48.6	48.9	49.2	49.6	49.9	50.2	50.6	50.9	51.3
54.0	48.8	49.1	49.5	49.8	50.2	50.5	50.9	51.2	51.6	51.9	52.3	52.6	53.0
55.0	50.4	50.8	51.1	51.5	51.8	52.2	52.6	52.9	53.3	53.7	54.0	54.4	54.7

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
21.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.5	10.6	10.6	10.7	10.8	10.8
22.0	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.3	11.3	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.8
23.0	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.7
24.0	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.7
25.0	13.7	13.8	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8
26.0	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8
27.0	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9
28.0	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0
29.0	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2
30.0	18.9	19.0	19.1	19.2	19.4	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4
31.0	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5	20.7	20.8	20.9	21.1	21.2	21.3	21.5	21.6
32.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.1	22.3	22.4	22.6	22.7	22.9
33.0	22.3	22.5	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.4	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1
34.0	23.5	23.7	23.9	24.0	24.2	24.3	24.5	24.6	24.8	25.0	25.1	25.3	25.4

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
35.0	24.8	24.9	25.1	25.3	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.3	26.4	26.6	26.8
36.0	26.0	26.2	26.4	26.6	26.7	26.9	27.1	27.3	27.4	27.6	27.8	28.0	28.1
37.0	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.4	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5
38.0	28.7	28.8	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0
39.0	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4
40.0	31.4	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.6	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9
41.0	32.8	33.0	33.2	33.4	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.8	35.0	35.2	35.4
42.0	34.2	34.4	34.7	34.9	35.1	35.4	35.6	35.8	36.0	36.3	36.5	36.7	37.0
43.0	35.7	35.9	36.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.3	37.6	37.8	38.1	38.3	38.5
44.0	37.1	37.4	37.6	37.9	38.1	38.4	38.6	38.9	39.1	39.4	39.6	39.9	40.1
45.0	38.6	38.9	39.2	39.4	39.7	39.9	40.2	40.5	40.7	41.0	41.2	41.5	41.8
46.0	40.2	40.4	40.7	41.0	41.2	41.5	41.8	42.1	42.3	42.6	42.9	34.2	43.4
47.0	41.7	42.0	42.3	42.6	42.9	43.2	43.4	43.7	44.0	44.3	44.5	44.8	45.1
48.0	43.3	43.6	43.8	44.2	44.5	44.8	45.1	45.4	45.6	45.9	46.2	46.5	46.8
49.0	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4	46.7	47.0	47.3	47.6	48.0	48.3	48.6
50.0	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8	48.1	48.4	48.8	49.1	49.4	49.7	50.0	50.3
51.0	48.2	48.5	48.9	49.2	49.5	49.8	50.2	50.5	50.8	51.1	51.5	51.8	52.1
52.0	49.9	50.2	50.6	50.9	51.2	51.6	51.9	52.3	52.6	52.9	53.3	53.6	53.9
53.0	51.6	52.0	52.3	52.7	53.0	53.3	53.7	54.0	54.4	54.7	55.1	55.4	55.8
54.0	53.4	53.7	54.1	54.4	54.8	55.1	55.5	55.9	56.2	56.6	56.9	57.3	57.7
55.0	55.1	55.5	55.9	56.2	56.6	57.0	57.3	57.7	58.1	58.5	58.8	59.2	59.6

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
20.0	10.0	10.1	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.8

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
21.0	10.9	11.0	11.1	11.1	11.2	11.3	11.3	11.4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.7
22.0	11.9	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7	12.8
23.0	12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8
24.0	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
25.0	14.9	15.0	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0
26.0	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1
27.0	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3
28.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5
29.0	19.3	19.4	19.6	19.7	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.7	20.8
30.0	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.6	21.7	21.8	22.0	22.1
31.0	21.7	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4	22.6	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.4
32.0	23.0	23.1	23.3	23.4	23.6	23.7	23.9	24.0	24.2	24.3	24.5	24.6	24.8
33.0	24.3	24.4	24.6	24.7	24.9	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1
34.0	25.6	25.8	25.9	26.1	26.2	26.4	26.6	26.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6
35.0	26.9	27.1	27.3	27.5	27.6	27.8	28.0	28.1	28.3	28.5	28.7	28.8	29.0
36.0	28.3	28.5	28.7	28.9	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	29.9	30.1	30.3	30.5
37.0	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
38.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5
39.0	32.6	32.8	33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.7	34.9	35.1
40.0	34.1	34.3	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.6	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7
41.0	35.7	35.9	36.1	36.3	36.6	36.8	37.0	37.2	37.5	37.7	37.9	38.1	38.4
42.0	37.2	37.4	37.7	37.9	38.1	38.4	38.6	38.9	39.1	39.3	39.6	39.8	40.0
43.0	38.8	39.0	39.3	39.5	39.8	40.0	40.3	40.5	40.8	41.0	41.2	41.5	41.7
44.0	40.4	40.7	40.9	41.2	41.4	41.7	41.9	42.2	42.4	42.7	43.0	43.2	43.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
45.0	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.6	43.9	44.2	44.4	44.7	45.0	45.2
46.0	43.7	44.0	44.3	44.5	44.8	45.1	45.4	45.6	45.9	46.2	46.5	46.8	47.0
47.0	45.4	45.7	46.0	46.3	46.5	46.8	47.1	47.4	47.7	48.0	48.3	48.6	48.9
48.0	47.1	47.4	47.7	48.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4	50.7
49.0	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4	50.7	51.0	51.3	51.7	52.0	52.3	52.6
50.0	50.6	51.0	51.3	51.6	51.9	52.2	52.6	52.9	53.2	53.5	53.9	54.2	54.5
51.0	52.5	52.8	53.1	53.4	53.8	54.1	54.4	54.8	55.1	55.4	55.8	56.1	56.5
52.0	54.3	54.6	55.0	55.3	55.7	56.0	56.3	56.7	57.0	57.4	57.7	58.1	58.4
53.0	56.1	56.5	56.9	57.2	57.6	57.9	58.3	58.6	59.0	59.4	59.7	60.1	60.4
54.0	58.0	58.4	58.8	59.1	59.5	59.9	60.2	60.6	61.0	61.3	61.7	62.1	62.5
55.0	60.0	60.3	60.7	61.1	61.5	61.8	62.2	62.6	63.0	63.4	63.8	64.1	64.5

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
20.0	10.8	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6
21.0	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7
22.0	12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8
23.0	13.9	14.0	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
24.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0
25.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3
26.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5
27.0	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.4	19.7	19.8
28.0	19.7	19.8	19.9	20.0	20.1	20.2	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	21.0	21.1
29.0	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.5	21.7	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
30.0	22.2	22.3	22.5	22.6	22.7	22.9	23.0	23.1	23.3	23.4	23.5	23.7	23.8
31.0	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1	24.2	24.4	24.5	24.7	24.8	25.0	25.1	25.2
32.0	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6	25.8	25.9	26.1	26.2	26.4	26.5	26.7
33.0	26.3	26.5	26.6	26.8	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6	27.7	27.9	28.0	28.2
34.0	27.7	27.9	28.0	28.2	28.4	28.5	28.7	28.9	29.0	29.2	29.4	29.6	29.7
35.0	29.2	29.4	29.5	29.7	29.9	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	30.9	31.1	31.3
36.0	30.7	30.9	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9
37.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.0	33.2	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5
38.0	33.7	33.9	34.1	34.4	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.6	35.8	36.0	36.2
39.0	35.3	35.5	35.8	36.0	36.2	36.4	36.6	36.8	37.0	37.2	37.5	37.7	37.9
40.0	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8	38.1	38.3	38.5	38.7	38.9	39.2	39.4	39.6
41.0	38.6	38.8	39.1	39.3	39.5	39.7	40.0	40.2	40.5	40.7	40.9	41.2	41.4
42.0	40.3	40.5	40.8	41.0	41.2	41.5	41.7	42.0	42.2	42.5	42.7	42.9	43.2
43.0	42.0	42.2	42.5	42.7	43.0	43.3	43.5	43.8	44.0	44.3	44.5	44.8	45.0
44.0	43.7	44.0	44.3	44.5	44.8	45.0	45.3	45.6	45.8	46.1	46.4	46.6	46.9
45.0	45.5	45.8	46.1	46.3	46.6	46.9	47.1	47.4	47.7	48.0	48.2	48.5	48.8
46.0	47.3	47.6	47.9	48.2	48.4	48.7	49.0	49.3	49.6	49.9	50.2	50.4	50.7
47.0	49.2	49.4	49.7	50.0	50.3	50.6	50.9	51.2	51.5	51.8	52.1	52.4	52.7
48.0	51.0	51.3	51.6	51.9	52.2	52.5	52.8	53.2	53.5	53.8	54.1	54.4	54.7
49.0	52.9	53.2	53.5	53.9	54.2	54.5	54.8	55.1	55.4	55.8	56.1	56.4	56.7
50.0	54.8	55.2	55.5	55.8	56.1	56.5	56.8	57.1	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8
51.0	56.8	57.1	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8	59.2	59.4	59.9	60.2	60.5	60.9
52.0	58.8	59.1	59.5	59.8	60.2	60.5	60.9	61.2	61.6	61.9	62.3	62.7	63.0
53.0	60.8	61.2	61.5	61.9	62.2	62.6	63.0	63.3	63.7	64.1	64.4	64.8	65.2

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
54.0	62.8	63.2	63.6	64.0	64.3	64.7	65.1	65.5	65.8	66.2	66.6	67.0	67.4
55.0	64.9	65.3	65.7	66.1	66.5	66.8	67.2	67.6	68.0	68.4	68.8	69.2	69.6

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
20.0	11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.4	12.5
21.0	12.7	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.3	13.4	13.5	13.5	13.6
22.0	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6	14.7	14.8
23.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0
24.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.2	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.2
25.0	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5
26.0	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.7	19.8	19.9
27.0	19.9	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1	21.2
28.0	21.2	21.3	21.4	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6
29.0	22.6	22.7	22.8	22.9	23.1	23.2	23.2	23.5	23.6	23.7	23.8	24.0	24.1
30.0	24.0	24.1	24.2	24.4	24.5	24.6	24.8	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6
31.0	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1	26.2	26.4	26.5	26.7	26.8	27.0	27.1
32.0	26.8	27.0	27.2	27.3	27.5	27.6	27.8	27.9	28.1	28.2	28.4	28.5	28.7
33.0	28.4	28.5	28.7	28.8	29.0	29.2	29.3	29.5	29.6	29.8	30.0	30.1	30.3
34.0	29.9	30.1	30.2	30.4	30.6	30.7	30.9	31.1	21.2	31.4	31.6	31.8	31.9
35.0	31.5	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.4	33.6
36.0	33.1	33.3	33.4	33.6	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6	34.8	34.9	35.1	35.3
37.0	34.7	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1
38.0	36.4	36.6	36.8	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2	38.5	38.7	38.9

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
39.0	38.1	38.3	38.5	38.7	39.0	39.2	39.4	39.6	39.8	40.0	40.3	40.5	40.7
40.0	39.8	40.1	40.3	40.5	40.7	41.0	41.2	41.4	41.7	41.9	42.1	42.3	42.6
41.0	41.6	41.9	42.1	42.3	42.6	42.8	43.0	43.3	43.5	43.8	44.0	44.2	44.5
42.0	43.4	43.7	43.9	44.2	44.4	44.7	44.9	45.2	45.4	45.7	45.9	46.2	46.4
43.0	45.3	45.5	45.8	46.0	46.3	46.6	46.8	47.1	47.3	47.6	47.9	48.1	48.4
44.0	47.2	47.4	47.7	48.0	48.2	48.5	48.8	49.0	49.3	49.6	49.8	50.1	50.4
45.0	49.1	49.3	49.6	49.9	50.2	50.5	50.7	51.0	51.3	51.6	51.9	52.1	52.4
46.0	51.0	51.3	51.6	51.9	52.2	52.5	52.8	53.0	53.3	53.6	53.9	54.2	54.5
47.0	53.0	53.3	53.6	53.9	54.2	54.5	54.8	55.1	55.4	55.7	56.0	56.3	56.6
48.0	55.0	55.3	55.6	55.9	56.3	56.6	56.9	57.2	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8
49.0	57.1	57.4	57.7	58.1	58.4	58.7	59.0	59.3	59.6	60.0	60.3	60.6	61.0
50.0	59.1	59.5	59.8	60.1	60.5	60.8	61.1	61.5	61.8	62.2	62.5	62.8	63.2
51.0	61.2	61.6	61.9	62.3	62.6	63.0	63.3	63.7	64.0	64.4	64.7	65.1	65.4
52.0	63.4	63.7	64.1	64.5	64.8	65.2	65.5	65.9	66.3	66.6	67.0	67.3	67.7
53.0	65.5	65.9	66.3	66.7	67.0	67.4	67.8	68.2	68.5	68.9	69.3	69.7	70.0
54.0	67.7	68.1	68.5	68.9	69.0	69.7	—	—	—	—	—	—	—
55.0	70.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1 表内未列数值要用内插法求得，精确至 0.1 MPa。

2 表中 R_m 为修正后的测区回弹值，v_a 为修正后的超声声速值(km/s)。

3 $f^c_{cu,i}$ 为测区混凝土强度换算值(MPa)，也可按式(4.3.14—2)计算。

N.0.2 超声回弹综合法测区混凝土强度换算(碎石)应按表 N.0.2 取值。

国家铁路局信息公开
浏览专用

表 N.0.2　超声回弹综合法测区混凝土强度换算表(碎石)

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
20.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2
21.0	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
22.0	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.3	12.5	12.6	12.7	12.8
23.0	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	13.3	13.4	13.5	13.6
24.0	13.0	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4
25.0	13.8	13.9	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.7	14.8	14.9	15.0	15.2	15.3
26.0	14.6	14.7	14.9	15.0	15.1	15.2	15.4	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0	16.2
27.0	15.4	15.5	15.7	15.8	15.9	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.8	16.9	17.0
28.0	16.2	16.3	16.5	16.6	16.8	16.9	17.1	17.2	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9
29.0	17.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.8	17.9	18.1	18.2	18.4	18.5	18.7	18.8
30.0	17.9	18.0	18.2	18.3	18.5	18.6	18.8	19.0	19.1	19.3	19.4	19.6	19.8
31.0	18.7	18.9	19.0	19.2	19.3	19.5	19.7	19.9	20.0	20.2	20.4	20.5	20.7
32.0	19.6	19.7	19.9	20.1	20.3	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.3	21.5	21.7
33.0	20.4	20.6	20.8	21.0	21.1	21.3	21.5	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4	22.6
34.0	21.3	21.5	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4	22.9	22.8	23.0	23.2	23.4	23.6
35.0	22.2	22.4	22.6	22.8	23.0	23.2	23.4	23.6	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6
36.0	23.1	23.2	23.5	23.7	23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	25.1	25.4	25.6
37.0	24.0	24.2	24.4	24.6	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.4	26.6
38.0	24.9	25.1	25.4	25.6	25.8	26.0	26.2	26.5	26.7	26.9	27.1	27.4	27.6
39.0	25.9	26.1	26.3	26.5	26.8	27.0	27.2	27.5	27.7	27.9	28.1	28.4	28.6
40.0	26.8	27.0	27.3	27.5	27.7	28.0	28.2	28.5	28.7	28.9	29.2	29.4	29.7
41.0	27.7	28.0	28.2	28.5	28.7	29.0	29.2	29.5	29.7	30.0	30.2	30.5	30.7
42.0	28.7	29.0	29.2	29.5	29.7	30.0	30.2	30.5	30.7	31.0	31.3	31.5	31.8
43.0	29.7	29.9	30.2	30.5	30.7	31.0	31.0	31.5	31.8	32.0	32.3	32.6	32.8

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
44.0	30.7	30.9	31.2	31.5	21.7	32.0	32.3	32.5	32.8	33.1	33.4	33.6	33.9
45.0	31.6	31.9	32.2	32.5	32.7	33.0	33.3	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7	35.0
46.0	32.6	32.9	33.2	33.5	33.8	34.1	34.4	34.6	34.9	35.2	35.5	35.8	36.1
47.0	33.6	33.9	34.2	34.5	34.8	35.1	35.4	35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.2
48.0	34.7	35.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.8	37.1	37.4	37.7	38.0	38.4
49.0	35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.2	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.2	39.5
50.0	36.7	37.0	37.3	37.7	38.0	38.3	38.6	39.0	39.3	39.6	40.0	40.3	40.6
51.0	37.7	38.1	38.4	38.7	39.1	39.4	39.7	40.1	40.4	40.8	41.1	41.4	41.8
52.0	38.8	39.1	39.5	39.8	40.2	40.5	40.8	41.2	41.5	41.9	42.2	42.6	42.9
53.0	39.8	40.2	40.5	40.9	41.2	41.6	41.9	42.3	42.7	43.0	43.4	43.7	44.1
54.0	40.9	41.3	41.6	42.0	42.3	42.7	43.1	43.4	43.8	44.2	44.5	44.9	45.3
55.0	42.0	42.4	42.7	43.1	43.5	43.8	44.2	44.6	45.0	45.3	45.7	46.1	46.5

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
20.0	11.3	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4
21.0	12.1	12.2	12.3	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3
22.0	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.2
23.0	13.7	13.8	13.9	14.0	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	15.0	15.1
24.0	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0
25.0	15.4	15.5	15.7	15.8	15.9	16.0	16.2	16.3	16.4	16.6	16.7	16.8	17.0
26.0	16.3	16.4	16.6	16.7	16.8	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9
27.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.9	18.0	18.2	18.3	18.5	18.6	18.7	18.9
28.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.7	18.8	19.0	19.1	19.3	19.4	19.6	19.7	19.9

国家铁路局信息公开
测试专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
29.0	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	19.9	20.1	20.3	20.4	20.6	20.7	20.9
30.0	19.9	20.1	20.3	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6	21.8	21.9
31.0	20.9	21.0	21.2	21.4	21.6	21.7	21.9	22.1	22.3	22.4	22.6	22.8	23.0
32.0	21.8	22.0	22.2	22.4	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	24.0
33.0	22.8	23.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	25.1
34.0	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.8	25.0	25.2	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1
35.0	24.8	25.0	25.2	25.4	25.6	25.8	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2
36.0	25.8	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3
37.0	26.8	27.0	27.2	27.4	27.7	27.9	28.1	28.3	28.6	28.8	29.0	29.2	29.5
38.0	27.8	28.0	28.3	28.5	28.7	29.0	29.2	29.4	29.7	29.9	30.1	30.4	30.6
39.0	28.9	29.1	29.3	29.6	29.8	30.0	30.3	30.5	30.8	31.0	31.2	31.5	31.7
40.0	29.9	30.1	30.4	30.6	30.8	31.1	31.4	31.6	31.9	32.1	32.4	32.6	32.9
41.0	31.0	31.2	31.5	31.7	32.0	32.2	32.5	32.7	33.0	33.3	33.5	33.8	34.0
42.0	32.0	32.3	32.6	32.8	33.1	33.3	33.6	33.9	34.1	34.4	34.7	35.0	35.2
43.0	33.1	33.4	33.7	33.9	34.2	34.5	34.7	35.0	35.3	35.6	35.9	36.0	36.4
44.0	34.2	34.5	34.8	35.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.7	37.0	37.3	37.6
45.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.8	37.0	37.3	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8
46.0	36.4	36.7	37.0	37.3	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40.0
47.0	37.5	37.8	38.1	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40.0	40.3	40.6	41.0	41.3
48.0	38.7	39.0	39.3	39.6	39.9	40.3	40.6	40.9	41.2	41.5	41.9	42.2	42.5
49.0	39.8	40.1	40.5	40.8	41.1	41.4	41.8	42.1	42.4	42.8	43.1	43.4	43.8
50.0	41.0	41.3	41.6	42.0	42.3	42.6	43.0	43.3	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0
51.0	42.1	42.5	42.8	43.2	43.5	43.8	44.2	44.5	44.9	45.3	45.6	46.0	46.3
52.0	43.3	43.6	44.0	44.3	44.7	45.1	45.4	45.8	46.1	46.5	46.9	47.2	47.6

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
53.0	44.5	44.8	45.2	45.6	45.9	46.3	46.7	47.0	47.4	47.8	48.1	48.5	48.9
54.0	45.7	46.0	46.4	46.8	47.2	47.5	47.9	48.3	48.7	49.1	49.4	49.8	50.2
55.0	46.8	47.2	47.6	48.0	48.4	48.8	49.2	49.6	49.9	50.3	50.7	51.1	51.5

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
20.0	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6
21.0	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6
22.0	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6
23.0	15.2	15.3	15.4	15.5	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.4	16.5	16.6
24.0	16.1	16.2	16.4	16.5	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.6
25.0	17.1	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.9	18.0	18.1	18.3	18.4	18.5	18.7
26.0	18.1	18.2	18.3	18.5	18.6	18.7	18.9	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7
27.0	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	19.9	20.1	20.2	20.4	20.5	20.7	20.8
28.0	20.0	20.2	20.3	20.5	20.7	20.8	21.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.8	21.9
29.0	21.1	21.2	21.4	21.5	21.7	21.9	22.0	22.2	22.4	22.5	22.7	22.9	23.0
30.0	22.1	22.3	22.4	22.6	22.8	22.9	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	24.0	24.2
31.0	23.1	23.3	23.5	23.7	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.8	24.9	25.1	25.3
32.0	24.2	24.4	24.6	24.8	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.3	26.5
33.0	25.3	25.5	25.7	25.8	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.6
34.0	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.6	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8
35.0	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0
36.0	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.7	29.9	30.1	30.3	30.6	30.8	31.0	31.2
37.0	29.7	29.9	30.1	30.4	30.6	30.8	31.1	31.3	31.5	31.8	32.0	32.2	32.5

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
38.0	30.8	31.1	31.3	31.5	31.8	32.0	32.3	32.5	32.7	33.0	33.2	33.5	33.7
39.0	32.0	32.2	32.5	32.7	33.0	33.2	33.5	33.7	34.0	34.2	34.5	34.7	35.0
40.0	33.1	33.4	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7	34.9	35.2	35.5	35.7	36.0	36.2
41.0	34.3	34.6	34.8	35.1	35.4	35.6	35.9	36.2	36.4	36.7	37.0	37.3	37.5
42.0	35.5	35.8	36.0	36.3	36.6	36.9	37.1	37.4	37.7	38.0	38.3	38.5	38.8
43.0	36.7	37.0	37.3	37.5	37.8	38.1	38.4	38.7	39.0	39.3	39.6	39.8	40.1
44.0	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40.0	40.3	40.6	40.9	41.2	41.5
45.0	39.1	39.4	39.7	40.0	40.3	40.6	40.9	41.2	41.6	41.9	42.2	42.5	42.8
46.0	40.4	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.9	43.2	43.5	43.8	44.1
47.0	41.6	41.9	42.2	42.6	42.9	43.2	43.5	43.9	44.2	44.5	44.8	45.2	45.5
48.0	42.9	43.2	43.5	43.8	44.2	44.5	44.8	45.2	45.5	45.8	46.2	46.5	46.9
49.0	44.1	44.5	44.8	45.1	45.5	45.8	46.2	46.5	46.9	47.2	47.5	47.9	48.2
50.0	45.4	45.7	46.1	46.5	46.8	47.2	47.5	47.9	48.2	48.6	48.9	49.3	49.6
51.0	46.7	47.0	47.4	47.8	48.1	48.5	48.8	49.2	49.6	49.9	50.3	50.7	51.0
52.0	48.0	48.3	48.7	49.1	49.5	49.8	50.2	50.6	50.9	51.3	51.7	52.1	52.5
53.0	49.3	19.7	50.0	50.4	50.8	51.2	51.6	52.0	52.3	52.7	53.1	53.5	53.9
54.0	50.6	51.0	51.4	51.8	52.2	52.5	52.9	53.3	53.7	54.1	54.5	54.9	55.3
55.0	51.9	52.3	52.7	53.1	53.5	53.9	54.3	54.7	55.1	55.6	56.0	56.4	56.8

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
20.0	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
21.0	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0
22.0	15.7	15.8	15.9	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
23.0	16.7	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.2
24.0	17.8	17.9	18.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3
25.0	18.8	19.0	19.1	19.2	19.4	19.5	19.6	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.5
26.0	19.9	20.0	20.2	20.3	20.5	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.3	21.5	21.6
27.0	21.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.2	22.4	22.5	22.7	22.8
28.0	22.1	22.2	22.4	22.6	22.7	22.9	23.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.0
29.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.0	24.2	24.4	24.6	24.7	24.9	25.1	25.2
30.0	24.3	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.3	26.5
31.0	25.5	25.7	25.9	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.5	27.7
32.0	26.7	26.8	27.0	27.2	27.4	27.6	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.0
33.0	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.0	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3
34.0	29.0	29.2	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.2	31.4	31.6
35.0	30.2	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.6	31.8	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9
36.0	31.5	31.7	31.9	32.2	32.4	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0	34.2
37.0	32.7	32.9	33.2	33.4	33.7	33.9	34.1	34.4	34.6	34.9	35.1	35.3	35.6
38.0	34.0	34.2	34.5	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	35.9	36.2	36.4	36.7	37.0
39.0	35.2	35.5	35.7	36.0	36.2	36.5	36.8	37.0	37.3	37.5	37.8	38.1	38.3
40.0	36.5	36.8	37.0	37.3	37.6	37.8	38.1	38.4	38.6	38.9	39.2	39.5	39.7
41.0	37.8	38.1	38.3	38.6	38.9	39.3	39.5	39.7	40.0	40.3	40.6	40.9	41.1
42.0	39.1	39.4	39.7	40.0	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6
43.0	40.4	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0
44.0	41.8	42.1	42.4	42.7	43.0	43.3	43.6	43.9	44.2	44.5	44.8	45.1	45.4
45.0	43.1	43.4	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0	45.3	45.6	45.9	46.3	46.6	46.9
46.0	44.5	44.8	45.1	45.4	45.8	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.7	48.0	48.4

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
47.0	45.8	46.2	46.5	46.8	47.2	47.5	47.8	48.2	48.5	48.8	49.2	49.5	49.9
48.0	47.2	47.5	47.9	48.2	48.6	48.9	49.3	49.6	50.0	50.3	50.7	51.0	51.4
49.0	48.6	49.0	49.3	49.7	50.0	50.4	50.7	51.1	51.4	51.8	52.2	52.5	52.9
50.0	50.0	50.4	50.7	51.1	51.5	51.8	52.2	52.6	52.9	53.3	53.7	54.0	54.4
51.0	51.4	51.8	52.2	52.5	52.9	53.3	53.7	54.0	54.4	54.8	55.2	55.6	56.0
52.0	52.8	53.2	53.6	54.0	54.4	54.8	55.2	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.5
53.0	54.3	54.7	55.1	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.5	57.9	58.3	58.7	59.1
54.0	55.7	56.1	56.5	56.9	57.4	57.8	58.2	58.6	59.0	59.4	59.8	60.2	60.7
55.0	57.2	57.6	58.0	58.4	58.9	59.3	59.7	60.1	60.5	61.0	61.4	61.8	62.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
20.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3
21.0	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5
22.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.7
23.0	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9
24.0	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5	20.7	20.8	21.0	21.1
25.0	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.5	21.6	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3
26.0	21.8	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6
27.0	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	23.9	24.1	24.3	24.4	24.6	24.7	24.9
28.0	24.2	24.4	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9	26.0	26.2
29.0	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.3	26.5	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.5
30.0	26.7	26.8	27.0	37.2	27.4	27.6	27.8	28.0	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9
31.0	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
32.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6
33.0	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.8	32.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.0
34.0	31.8	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.6	33.8	34.0	34.2	34.5
35.0	33.1	33.4	33.6	33.8	34.0	34.3	34.5	34.7	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9
36.0	34.5	34.7	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9	36.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.4
37.0	35.8	36.1	36.3	36.6	36.8	37.1	37.3	37.6	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8
38.0	37.2	37.5	37.7	38.0	38.2	38.5	38.7	39.0	39.3	39.5	39.8	40.1	40.3
39.0	38.6	38.9	39.1	39.4	39.7	39.9	40.2	40.5	40.7	41.0	41.3	41.5	41.8
40.0	40.0	40.3	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.3
41.0	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9
42.0	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4
43.0	44.3	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.7	48.0
44.0	45.8	46.1	46.4	46.7	47.0	47.3	47.6	48.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.6
45.0	47.2	47.6	47.9	48.2	48.5	48.9	49.2	49.5	49.8	50.2	50.5	50.8	51.2
46.0	48.7	49.0	49.4	49.7	50.1	50.4	50.7	51.1	51.4	51.8	52.1	52.4	52.8
47.0	50.2	50.6	50.9	51.2	51.6	51.9	52.3	52.6	53.0	53.3	53.7	54.0	54.4
48.0	51.7	52.1	52.4	52.8	53.2	53.5	53.9	54.2	54.6	55.0	55.3	55.7	56.0
49.0	53.3	53.6	54.0	54.4	54.7	55.1	55.5	55.8	56.2	56.6	56.9	57.3	57.7
50.0	54.8	55.2	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.4	57.8	58.2	58.6	59.0	59.4
51.0	56.3	56.7	57.1	57.5	57.9	58.3	58.7	59.1	59.5	59.9	60.3	60.6	61.0
52.0	57.9	58.3	58.7	59.1	59.5	59.9	60.3	60.7	61.1	61.5	61.9	62.3	62.7
53.0	59.5	59.9	60.3	60.7	61.1	61.5	61.9	62.4	62.8	63.2	63.6	64.0	64.4
54.0	61.1	61.5	61.9	62.3	62.8	63.2	63.6	64.0	64.5	64.9	65.3	65.7	66.2
55.0	62.7	63.1	63.5	64.0	64.4	64.8	65.3	65.7	66.1	66.6	67.0	67.5	67.9

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
20.0	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7
21.0	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.9	19.0
22.0	18.8	18.9	19.0	19.1	19.3	19.4	19.5	19.6	19.8	19.9	20.0	20.1	20.3
23.0	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.6
24.0	21.2	21.4	21.5	21.6	21.8	21.9	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6	22.8	22.9
25.0	22.5	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.4	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1	24.3
26.0	23.8	23.9	24.1	24.2	24.4	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6
27.0	25.1	25.2	25.4	25.6	25.7	25.9	26.0	26.2	26.4	26.5	26.7	26.9	27.0
28.0	26.4	26.6	26.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6	27.8	27.9	28.1	28.3	28.5
29.0	27.7	27.9	28.1	28.3	28.4	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7	29.9
30.0	29.1	29.3	29.5	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4
31.0	30.5	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9
32.0	31.8	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.2	34.4
33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9
34.0	34.7	34.9	35.1	35.4	35.6	35.8	36.1	36.3	36.5	36.7	37.0	37.2	37.4
35.0	36.1	36.4	36.6	36.8	37.1	37.3	37.6	37.8	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0
36.0	37.6	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8	39.1	39.3	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6
37.0	39.1	39.3	39.6	39.8	40.1	40.4	40.6	40.9	41.1	41.4	41.7	41.9	42.2
38.0	40.6	40.8	41.1	41.4	41.6	41.9	42.2	42.4	42.7	43.0	43.2	43.5	43.8
39.0	42.1	42.4	42.6	42.9	43.2	43.5	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	45.1	45.4
40.0	43.6	43.9	44.2	44.5	44.8	45.0	45.3	45.6	45.9	46.2	46.5	46.8	47.1
41.0	45.2	45.5	45.8	46.1	46.3	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8	48.1	48.4	48.7
42.0	46.7	47.0	47.3	47.6	47.9	48.3	48.6	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4
43.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.6	49.9	50.2	50.5	50.8	51.2	51.5	51.8	52.1

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.2

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
44.0	49.9	50.2	50.5	50.9	51.2	51.5	51.9	52.2	52.5	52.8	53.2	53.5	53.8
45.0	51.5	51.8	52.2	52.5	52.8	53.2	53.5	53.9	54.2	54.5	54.9	55.2	55.6
46.0	53.1	53.5	53.8	54.2	54.5	54.9	55.2	55.6	55.9	56.3	56.6	57.0	57.3
47.0	54.8	55.1	55.5	55.8	56.2	56.5	56.9	57.3	57.6	58.0	58.4	58.7	59.1
48.0	56.4	56.8	57.1	57.5	57.9	58.3	58.6	59.0	59.4	59.7	60.1	60.5	60.9
49.0	58.1	58.5	58.8	59.2	59.6	60.0	60.4	60.7	61.1	61.5	61.9	62.3	62.7
50.0	59.8	60.1	60.5	60.9	61.3	61.7	62.1	62.5	62.9	63.3	63.7	64.1	64.5
51.0	61.4	61.8	62.2	62.6	63.0	63.5	63.9	64.3	64.7	65.1	65.5	65.9	66.3
52.0	63.1	63.6	64.0	64.4	64.8	65.2	65.6	66.0	66.5	66.9	67.3	67.7	68.1
53.0	64.9	65.3	65.7	66.1	66.6	67.0	67.4	67.8	68.3	68.7	69.1	69.6	70.0
54.0	66.6	67.0	67.5	67.9	68.3	68.8	69.2	69.7	—	—	—	—	—
55.0	68.3	68.8	69.2	69.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1 表内未列数值要用内插法求得，精确至 0.1 MPa。

2 表中 R_m 为修正后的测区回弹值，v_a 为修正后的超声声速值(km/s)。

3 $f^c_{cu,i}$ 为测区混凝土强度换算值，也可按式(4.3.14—1)计算。

N.0.3 超声回弹综合法测区混凝土强度换算(回弹仪标称动能 4.5 J 和 5.5 J)应按表 N.0.3 取值。

表 N.0.3 超声回弹综合法测区混凝土强度换算表

(回弹仪标称动能 4.5 J 和 5.5 J)

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42
28.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.0	—	—	20.0	20.1	20.1	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5	20.6	20.7

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42
30.0	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.2	21.2	21.3	21.4	21.4	21.5	21.6	21.6
31.0	21.7	21.8	21.9	22.0	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6
32.0	22.7	22.8	22.8	22.9	23.0	23.1	23.1	23.2	23.3	23.4	23.4	23.5	23.6
33.0	23.6	23.7	23.8	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2	24.3	24.3	24.4	24.5	24.6
34.0	24.6	24.7	24.8	24.8	24.9	25.0	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.5	25.6
35.0	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.3	26.4	26.5	26.6
36.0	26.6	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6
37.0	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.6
38.0	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7
39.0	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7
40.0	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8
41.0	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.6	32.7	32.8	32.9
42.0	32.6	32.7	32.9	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9
43.0	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0
44.0	34.7	34.8	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1
45.0	35.8	35.9	36.0	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2
46.0	36.9	37.0	37.1	37.2	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	38.0	38.1	38.2	38.3
47.0	37.9	38.1	38.2	38.3	38.4	38.6	38.7	38.8	39.0	39.1	39.2	39.3	39.5
48.0	39.0	39.2	39.3	39.4	39.5	39.7	39.8	39.9	40.1	40.2	40.3	40.5	40.6
49.0	40.1	40.2	40.4	40.5	40.7	40.8	40.9	41.1	41.2	41.3	41.5	41.6	41.7
50.0	41.2	41.3	41.5	41.6	41.8	41.9	42.0	42.2	42.3	42.5	42.6	42.7	42.9
51.0	42.3	42.5	42.6	42.7	42.9	43.0	43.2	43.3	43.5	43.6	43.7	43.9	44.0
52.0	43.4	43.6	43.7	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.6	44.7	44.9	45.0	45.2
53.0	44.6	44.7	44.9	45.0	45.2	45.3	45.4	45.6	45.7	45.9	46.0	46.2	46.3

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42
54.0	45.7	45.8	46.0	46.1	46.3	46.4	46.6	46.8	46.9	47.1	47.2	47.4	47.5
55.0	46.8	47.0	47.1	47.3	47.4	47.6	47.8	47.9	48.1	48.2	48.4	48.5	48.7
56.0	48.0	48.1	48.3	48.4	48.6	48.8	48.9	49.1	49.2	49.4	49.6	49.7	49.9
57.0	49.1	19.3	49.4	49.6	49.8	49.9	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.9	51.1
58.0	50.3	50.4	50.6	50.8	50.9	51.1	51.3	51.4	51.6	51.8	51.9	52.1	52.3
59.0	51.4	51.6	51.8	51.9	52.1	52.3	52.5	52.6	52.8	53.0	53.1	53.3	53.5
60.0	52.6	52.8	52.9	53.1	53.3	53.5	53.7	53.8	54.0	54.2	54.4	54.5	54.7
61.0	53.8	54.0	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9	55.0	55.2	55.4	55.6	55.7	55.9
62.0	55.0	55.1	55.3	55.5	55.7	55.9	56.1	56.2	56.4	56.6	56.8	57.0	57.2
63.0	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.4	57.6	57.8	58.0	58.2	58.4
64.0	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.4	59.6
65.0	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.5	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7	60.9
66.0	59.7	59.9	60.2	60.4	60.6	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7	61.9	62.1
67.0	61.0	61.2	61.4	61.6	61.8	62.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.2	63.4
68.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.2	63.4	63.6	63.8	64.1	64.3	64.5	64.7
69.0	63.4	63.6	63.8	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9
70.0	64.6	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2
71.0	65.9	66.1	66.3	66.5	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.9	68.1	68.3	68.5
72.0	67.1	67.4	67.6	67.8	68.0	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.4	69.6	69.8
73.0	68.4	68.6	68.8	69.1	69.3	69.5	69.8	70.0	70.2	70.4	70.7	70.9	71.1
74.0	69.6	69.9	70.1	70.3	70.6	70.8	71.0	71.3	71.5	71.7	72.0	72.2	72.4
75.0	70.9	71.1	71.4	71.6	71.8	72.1	72.3	72.6	72.8	73.0	73.3	73.5	73.7
76.0	72.2	72.4	72.6	72.9	73.1	73.4	73.6	73.9	74.1	74.3	74.6	74.8	75.0
77.0	73.4	73.7	73.9	74.2	74.4	74.7	74.9	75.2	75.4	75.6	75.9	76.1	76.4

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42
78.0	74.7	75.0	75.2	75.5	75.7	76.0	76.2	76.5	76.7	77.0	77.2	77.5	77.7
79.0	76.0	76.3	76.5	76.8	77.0	77.3	77.5	77.8	78.0	78.3	78.5	78.8	79.0
80.0	77.3	77.5	77.8	78.1	78.3	78.6	78.8	79.1	79.4	79.6	79.9	80.1	80.4
81.0	78.6	78.8	79.1	79.4	79.6	79.9	80.2	80.4	80.7	80.9	81.2	81.5	81.7
82.0	79.9	80.2	80.4	80.7	81.0	81.2	81.5	81.8	82.0	82.3	82.6	82.8	83.1
83.0	81.2	81.5	81.7	82.0	82.3	82.6	82.8	83.1	83.4	83.6	83.9	84.2	84.4
84.0	82.5	82.8	83.1	83.3	83.6	83.9	84.2	84.4	84.7	85.0	85.3	85.5	85.8
85.0	83.8	84.1	84.4	84.7	84.9	85.2	85.5	85.8	86.1	86.3	86.6	86.9	87.2
86.0	85.1	85.4	85.7	86.0	86.3	86.6	86.9	87.1	87.4	87.7	88.0	88.3	88.5
87.0	86.5	86.8	87.1	87.3	87.6	87.9	88.2	88.5	88.8	89.1	89.4	89.6	89.9
88.0	87.8	88.1	88.4	88.7	89.0	89.3	89.6	89.9	90.2	90.4	90.7	91.0	91.3
89.0	89.1	89.4	89.7	90.0	90.3	90.6	90.9	91.2	91.5	91.8	92.1	92.4	92.7
90.0	90.5	90.8	91.1	91.4	91.7	92.0	92.3	92.6	92.9	93.2	93.5	93.8	94.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68
28.0	—	—	—	20.0	20.0	20.1	20.2	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5
29.0	20.7	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.3	21.3	21.4	21.4	21.5
30.0	21.7	21.8	21.8	21.9	22.0	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.4	22.5
31.0	22.7	22.7	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4	23.4	23.5
32.0	23.7	23.7	23.8	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2	24.2	24.3	24.4	24.5	24.5
33.0	24.7	24.7	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.5	25.6
34.0	25.7	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6
35.0	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68
36.0	27.7	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7
37.0	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8
38.0	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9
39.0	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0
40.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1
41.0	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2
42.0	34.0	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3
43.0	35.1	35.2	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4
44.0	36.2	36.3	36.5	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.4	37.5	37.6
45.0	37.3	37.5	37.3	37.7	37.8	37.9	38.0	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7
46.0	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.8	39.9
47.0	39.6	39.7	39.8	39.9	40.1	40.2	40.3	40.4	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0
48.0	40.7	40.8	41.0	41.1	41.2	41.3	41.5	41.6	41.7	41.8	42.0	42.1	42.2
49.0	41.8	42.0	42.1	42.2	42.4	42.5	42.6	42.8	42.9	43.0	43.1	43.3	43.4
50.0	43.0	43.1	43.3	43.4	43.5	43.7	43.8	43.9	44.1	44.2	44.3	44.5	44.6
51.0	44.1	44.3	44.4	44.6	44.7	44.8	45.0	45.1	45.2	45.4	45.5	45.6	45.8
52.0	45.3	45.5	45.6	45.7	45.9	46.0	46.2	46.3	46.4	46.6	46.7	46.8	47.0
53.0	46.5	46.6	46.8	46.9	47.1	47.2	47.3	47.5	47.6	47.8	47.9	48.1	48.2
54.0	47.7	47.8	48.0	48.1	48.2	48.4	48.5	48.7	48.8	49.0	49.1	49.3	49.4
55.0	48.8	49.0	49.1	49.3	49.4	49.6	49.8	49.9	50.1	50.2	50.4	50.5	50.6
56.0	50.0	50.2	50.3	50.5	50.7	50.8	51.0	51.1	51.3	51.4	51.6	51.7	51.9
57.0	51.2	51.4	51.6	51.7	51.9	52.0	52.2	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.1
58.0	52.4	52.6	52.8	52.9	53.1	53.3	53.4	53.6	53.7	53.9	54.1	54.2	54.4
59.0	53.6	53.8	54.0	54.2	54.3	54.5	54.7	54.8	55.0	55.1	55.3	55.5	55.6

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68
60.0	54.9	55.0	55.2	55.4	55.6	55.7	55.9	56.1	56.2	56.4	56.6	56.7	56.9
61.0	56.1	56.3	56.4	56.6	56.8	57.0	57.1	57.3	57.5	57.7	57.8	58.0	58.2
62.0	57.3	57.5	57.7	57.9	58.0	58.2	58.4	58.6	58.8	58.9	59.1	59.3	59.5
63.0	58.6	58.8	58.9	59.1	59.3	59.5	59.7	59.8	60.0	60.2	60.4	60.6	60.7
64.0	59.8	60.0	60.2	60.4	60.6	60.8	60.9	61.1	61.3	61.5	61.7	61.9	62.0
65.0	61.1	61.3	61.5	61.6	61.8	62.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.1	63.3
66.0	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	64.5	64.6
67.0	63.6	63.8	64.0	64.2	64.4	64.6	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0
68.0	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3
69.0	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.4	68.6
70.0	67.4	67.7	67.9	68.1	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9
71.0	68.7	68.9	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.9	71.1	71.3
72.0	70.0	70.2	70.5	70.7	70.9	71.1	71.3	71.6	71.8	72.0	72.2	72.4	72.6
73.0	71.3	71.6	71.8	72.0	72.2	72.4	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.8	74.0
74.0	72.6	72.9	73.1	73.3	73.6	73.8	74.0	74.2	74.4	74.7	74.9	75.1	75.3
75.0	74.0	74.2	74.4	74.7	74.9	75.1	75.3	75.6	75.8	76.0	76.2	76.5	76.7
76.0	75.3	75.5	75.8	76.0	76.2	76.5	76.7	76.9	77.2	77.4	77.6	77.8	78.1
77.0	76.6	76.9	77.1	77.3	77.6	77.8	78.0	78.3	78.5	78.7	79.0	79.2	79.4
78.0	77.9	78.2	78.4	78.7	78.9	79.2	79.4	79.6	79.9	80.1	80.4	80.6	80.8
79.0	79.3	79.5	79.8	80.0	80.3	80.5	80.8	81.0	81.3	81.5	81.7	82.0	82.2
80.0	80.6	80.9	81.1	81.4	81.6	81.9	82.1	82.4	82.6	82.9	83.1	83.4	83.6
81.0	82.0	82.2	82.5	82.8	83.0	83.3	83.5	83.8	84.0	84.3	84.5	84.8	85.0
82.0	83.3	83.6	83.9	84.1	84.4	84.6	84.6	85.2	85.4	85.7	85.9	86.2	86.4
83.0	84.7	85.0	85.2	85.5	85.8	86.0	86.3	86.5	86.8	87.1	87.3	87.6	87.8

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68
84.0	86.1	86.3	86.6	86.9	87.1	87.4	87.7	87.9	88.2	88.5	88.7	89.0	89.3
85.0	87.4	87.7	88.0	88.3	88.5	88.8	89.1	89.3	59.6	89.9	90.1	90.4	90.7
86.0	88.8	89.1	89.4	89.7	89.9	90.2	80.5	90.8	91.0	91.3	91.6	91.8	92.1
87.0	90.2	90.5	90.8	91.1	91.3	91.6	91.9	92.2	92.4	92.7	93.0	93.3	93.5
88.0	91.6	91.9	92.2	92.5	92.7	93.0	93.3	93.6	93.9	94.2	94.4	94.7	95.0
89.0	93.0	93.3	93.6	93.9	94.2	94.4	94.7	95.0	95.3	95.6	95.9	96.2	96.4
90.0	94.4	94.7	95.0	95.3	95.6	95.9	96.2	96.4	96.7	97.0	97.3	97.6	97.9

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94
28.0	20.6	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.2	21.3
29.0	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.1	22.1	22.2	22.3	22.3
30.0	22.6	22.6	22.7	22.8	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4
31.0	23.6	23.7	23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2	24.3	24.3	24.4
32.0	24.6	24.7	24.8	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.2	25.3	25.4	25.5
33.0	25.6	25.7	25.8	25.9	25.9	26.0	26.1	26.2	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5
34.0	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6
35.0	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.5	28.6	28.7
36.0	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.8
37.0	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.7	30.8	30.9
38.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.0
39.0	32.1	32.2	32.3	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2
40.0	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3
41.0	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94
42.0	35.4	35.5	34.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6
43.0	36.5	36.6	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8
44.0	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0
45.0	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	40.0	40.1	40.2
46.0	40.0	40.1	40.2	40.3	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.3	41.4
47.0	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.5	42.6
48.0	42.3	42.5	42.6	42.7	42.8	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.6	43.7	43.8
49.0	43.5	43.6	43.8	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.5	44.7	44.8	44.9	45.0
50.0	44.7	44.8	45.0	45.1	45.2	45.4	45.5	45.6	45.7	45.9	46.0	46.1	46.3
51.0	45.9	46.0	46.2	46.3	46.4	46.6	46.7	46.8	47.0	47.1	47.2	47.4	47.5
52.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	47.9	48.1	48.2	48.3	48.5	48.6	48.7
53.0	48.3	48.5	48.6	48.8	48.9	49.0	49.2	49.3	49.5	49.6	49.7	49.9	50.0
54.0	49.6	49.7	49.9	50.0	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.8	51.0	51.1	51.3
55.0	50.8	50.9	51.1	51.2	51.4	51.5	51.7	51.8	52.0	52.1	52.3	52.4	52.5
56.0	52.0	52.2	52.3	52.5	52.6	52.8	52.9	53.1	53.2	53.4	53.5	53.7	53.8
57.0	53.3	53.4	53.6	53.7	53.9	54.1	54.2	54.4	54.5	54.7	54.8	55.0	55.1
58.0	54.5	54.7	54.9	55.0	55.2	55.3	55.5	55.6	55.8	56.0	56.1	56.3	56.4
59.0	55.8	56.0	56.1	56.3	56.4	56.6	56.8	56.9	57.1	57.2	57.4	57.6	57.7
60.0	57.1	57.2	57.4	57.6	57.7	57.9	58.1	58.2	58.4	58.5	58.7	58.9	59.0
61.0	58.3	58.5	58.7	58.9	59.0	59.2	59.4	59.5	59.7	59.9	60.0	60.2	60.4
62.0	59.6	59.8	60.0	60.1	60.3	60.5	60.7	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7
63.0	60.9	61.1	61.3	61.4	61.6	61.8	62.0	62.1	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0
64.0	62.2	62.4	62.6	62.8	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.8	64.0	64.2	64.4
65.0	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	64.4	64.6	64.8	65.0	65.2	65.3	65.5	65.7

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94
66.0	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1
67.0	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3	67.5	67.7	67.9	68.1	68.2	68.4
68.0	67.5	67.7	67.9	68.1	68.3	68.4	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8
69.0	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.8	71.0	71.2
70.0	70.1	70.3	70.5	70.8	71.0	71.2	71.4	71.6	71.8	72.7	72.2	72.4	72.6
71.0	71.5	71.7	71.9	72.1	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.7	73.9
72.0	72.8	73.0	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.5	74.7	74.9	75.1	75.3
73.0	74.2	74.4	74.6	74.8	75.1	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.3	76.5	76.7
74.0	75.6	75.8	76.0	76.2	76.4	76.6	76.9	77.1	77.3	77.5	77.7	77.9	78.2
75.0	76.9	77.1	77.4	77.6	77.8	78.0	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1	79.4	79.6
76.0	78.3	78.5	78.8	79.0	79.2	79.4	79.7	79.9	80.1	80.3	80.6	80.8	81.0
77.0	79.7	79.9	80.1	80.4	80.6	80.8	81.1	81.3	81.5	81.7	82.0	82.2	82.4
78.0	81.1	81.3	81.5	81.8	82.0	82.2	82.5	82.7	82.9	83.2	83.4	83.6	83.9
79.0	82.5	82.7	82.9	83.2	83.4	83.7	83.9	84.1	84.4	84.6	84.8	85.1	85.3
80.0	8.9	84.1	84.3	84.6	84.8	85.1	85.3	85.6	85.8	86.0	86.3	86.5	86.8
81.0	85.3	85.5	85.8	86.0	86.3	86.5	86.7	87.0	87.2	87.5	87.7	88.0	88.2
82.0	86.7	86.9	87.2	87.4	87.7	87.9	88.2	88.4	88.7	88.9	89.2	89.4	89.7
83.0	88.1	88.4	88.6	88.9	89.1	89.4	89.6	89.9	90.1	90.4	90.6	90.9	91.1
84.0	89.5	89.8	90.0	90.3	90.6	90.8	91.1	91.3	91.6	91.8	92.1	92.3	92.6
85.0	90.9	91.2	91.5	91.7	92.0	92.3	92.5	92.8	93.0	93.3	93.6	93.8	94.1
86.0	92.4	92.7	92.9	93.2	93.5	93.7	94.0	94.3	94.5	94.8	95.0	95.3	95.6
87.0	93.8	94.1	94.4	94.6	94.9	95.2	95.5	95.7	96.0	96.3	96.5	96.8	97.1
88.0	95.3	95.5	95.8	96.1	96.4	96.6	96.9	97.2	97.5	97.7	98.0	98.3	98.6
89.0	96.7	97.0	97.3	97.6	97.8	98.1	98.4	98.7	99.0	99.2	99.5	99.8	100.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94
90.0	98.2	98.5	98.7	99.0	99.3	99.6	99.9	100.2	100.4	100.7	101.0	101.3	101.6

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20
28.0	21.4	21.4	21.5	21.5	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.0
29.0	22.4	22.4	22.5	22.6	22.6	22.7	22.7	22.8	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1
30.0	23.4	23.5	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2
31.0	24.5	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.9	24.9	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3
32.0	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	25.9	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.4
33.0	26.6	26.7	26.7	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.4	27.5
34.0	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.5	28.6
35.0	28.8	28.9	28.9	29.0	29.1	29.2	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7
36.0	29.9	30.0	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.5	30.6	30.7	30.8	30.8
37.0	31.0	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.8	31.9	32.0
38.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2
39.0	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.2	34.3
40.0	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.2	35.3	35.4	35.5
41.0	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7
42.0	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	37.9
43.0	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1
44.0	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3
45.0	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6
46.0	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8
47.0	42.7	42.8	42.9	43.0	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	44.0	44.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20
48.0	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3
49.0	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.4	46.5	46.6
50.0	46.4	46.5	46.6	46.8	46.9	47.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.6	47.8	47.9
51.0	47.6	47.8	47.9	48.0	48.1	48.3	48.4	48.5	48.7	48.8	48.9	49.0	49.2
52.0	48.9	49.0	49.1	49.3	49.4	49.5	49.7	49.8	49.9	50.1	50.2	50.3	50.5
53.0	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.8	51.0	51.1	51.2	51.4	51.5	51.6	51.8
54.0	51.4	51.6	51.7	51.8	52.0	52.1	52.2	52.4	52.5	52.7	52.8	52.9	53.1
55.0	52.7	52.8	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.7	53.8	54.0	54.1	54.2	54.4
56.0	54.0	54.1	54.3	54.4	54.6	54.7	54.9	55.0	55.1	55.3	55.4	55.6	55.7
57.0	55.3	55.4	55.6	55.7	55.9	56.0	56.2	56.3	56.5	56.6	56.8	56.9	57.1
58.0	56.6	56.7	56.9	57.0	57.2	57.3	57.5	57.6	57.8	57.9	58.1	58.2	58.4
59.0	57.9	58.0	58.2	58.4	58.5	58.7	58.8	59.0	59.1	59.3	59.4	59.6	59.7
60.0	59.2	59.4	59.5	59.7	59.8	60.0	60.2	60.3	60.5	60.6	60.8	60.9	61.1
61.0	60.5	60.7	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7	61.8	62.0	62.1	62.3	62.5
62.0	61.9	62.0	62.2	62.4	62.5	62.7	62.9	63.0	63.2	63.4	63.5	63.7	63.8
63.0	63.2	63.4	63.5	63.7	63.9	64.0	64.2	64.4	64.6	64.7	64.9	65.1	65.2
64.0	64.5	64.7	64.9	65.1	65.2	65.4	65.6	65.8	65.9	66.1	66.3	66.4	66.2
65.0	65.9	66.1	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.1	67.3	67.5	67.7	67.8	68.0
66.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.2	69.4
67.0	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.5	69.7	69.9	70.1	70.3	70.5	70.6	70.8
68.0	70.0	70.2	70.4	70.6	70.7	70.9	71.1	71.3	71.5	71.7	71.9	72.1	72.2
69.0	71.4	71.6	71.8	71.9	72.1	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.7
70.0	72.8	73.0	73.2	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.5	74.7	74.9	75.1
71.0	74.1	74.4	74.6	74.8	75.0	75.2	75.4	75.6	75.8	75.9	76.1	76.3	76.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20
72.0	75.6	75.8	76.0	76.2	76.4	76.6	76.8	77.0	77.2	77.4	77.6	77.8	78.0
73.0	77.0	77.2	77.4	77.6	77.8	78.0	78.2	78.4	78.6	78.8	79.0	79.2	79.4
74.0	78.4	78.6	78.8	79.0	79.2	79.4	79.6	79.9	80.1	80.3	80.5	80.7	80.9
75.0	79.8	80.0	80.2	80.4	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.2	82.4
76.0	81.2	81.4	71.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8
77.0	82.7	82.9	83.1	83.3	83.5	83.8	84.0	84.2	84.4	84.7	84.9	85.1	85.3
78.0	84.1	84.3	84.5	84.8	85.0	85.2	85.5	85.7	85.9	86.1	86.4	86.6	86.8
79.0	85.5	85.8	86.0	86.2	86.5	86.7	86.9	87.2	87.4	87.6	87.8	88.1	88.3
80.0	87.0	87.2	87.5	87.7	87.9	88.2	88.4	88.6	88.9	89.1	89.3	89.6	89.8
81.0	88.4	88.7	88.9	89.2	89.4	89.6	89.9	90.1	90.4	90.6	90.8	91.1	91.3
82.0	89.9	90.2	90.4	90.6	90.9	91.1	91.4	91.6	91.9	92.1	92.3	92.6	92.8
83.0	91.4	91.6	91.9	92.1	92.4	92.6	92.9	93.1	93.4	93.6	93.8	94.1	94.3
84.0	92.9	93.1	93.4	93.6	93.9	94.1	94.4	94.6	94.9	95.1	95.4	95.6	95.8
85.0	94.3	94.6	94.9	95.1	95.4	95.6	95.9	96.1	96.4	96.6	96.9	97.1	97.4
86.0	95.8	96.1	96.3	96.6	96.9	97.1	97.4	97.6	97.9	98.2	98.4	98.7	98.9
87.0	97.3	97.6	97.8	98.1	98.4	98.6	98.9	99.2	99.4	99.7	99.9	100.2	100.5
88.0	98.8	99.1	99.4	99.6	99.9	100.2	100.4	100.7	101.0	101.2	101.5	101.7	102.0
89.0	100.3	100.6	100.9	101.1	101.4	101.7	102.0	102.2	102.5	102.8	103.0	103.3	103.6
90.0	101.8	102.1	102.4	102.7	102.9	103.2	103.5	103.8	104.0	104.3	104.6	104.8	105.1

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46
28.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5	22.5	22.6	22.7	22.7	22.8
29.0	23.2	23.2	23.3	23.3	23.4	23.5	23.5	23.6	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46
30.0	24.2	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8	24.9	25.0
31.0	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.6	25.7	25.8	25.8	25.9	26.0	26.0	26.1
32.0	26.4	26.5	26.6	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.2	27.2
33.0	27.5	27.6	27.7	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1	28.2	28.2	28.3	28.4
34.0	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4	29.4	29.5
35.0	29.8	29.9	29.9	30.0	30.1	30.2	30.2	30.3	30.4	30.5	30.5	30.6	30.7
36.0	30.9	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8	31.9
37.0	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1
38.0	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3
39.0	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5
40.0	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	36.2	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7
41.0	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.6	37.7	37.8	37.9
42.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1	39.2
43.0	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3	40.4
44.0	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.7
45.0	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9
46.0	42.9	43.0	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	44.2
47.0	44.2	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5
48.0	45.4	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8
49.0	46.7	46.8	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1
50.0	48.0	48.1	48.2	48.4	48.5	48.6	48.7	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.5
51.0	49.3	49.4	49.5	49.7	49.8	49.9	50.0	50.2	50.3	50.4	50.5	50.7	50.8
52.0	50.6	50.7	50.8	51.0	51.1	51.2	51.4	51.5	51.6	51.7	51.9	52.0	52.1
53.0	51.9	52.0	52.2	52.3	52.4	52.6	52.7	52.8	52.9	53.1	53.2	53.3	53.5

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46
54.0	53.2	53.3	53.5	53.6	53.7	53.9	54.0	54.1	54.3	54.4	54.6	54.7	54.8
55.0	54.5	54.7	54.8	54.9	55.1	55.2	55.4	55.5	55.6	55.8	55.9	56.0	56.2
56.0	55.9	56.0	56.1	56.3	56.4	56.6	56.7	56.8	57.0	57.1	57.3	57.4	57.5
57.0	57.2	57.3	57.5	57.6	57.8	57.9	58.1	58.2	58.4	58.5	58.6	58.8	58.9
58.0	58.5	58.7	58.8	59.0	59.1	59.3	59.4	59.6	59.7	59.9	60.0	60.2	60.3
59.0	59.9	60.1	60.2	60.4	60.5	60.7	60.8	61.0	61.1	61.3	61.4	61.6	61.7
60.0	61.3	61.4	61.6	61.7	61.9	62.0	62.2	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1
61.0	62.6	62.8	62.9	63.1	63.3	63.4	63.6	63.7	63.9	64.1	64.2	64.4	64.5
62.0	64.0	64.2	64.3	64.5	64.7	64.8	65.0	65.1	65.3	65.5	65.6	65.8	65.9
63.0	65.4	65.6	65.7	65.9	66.1	66.2	66.4	66.6	66.7	66.9	67.0	67.2	67.4
64.0	66.8	67.0	67.1	67.3	67.5	67.6	67.8	68.0	68.1	68.3	68.5	68.6	68.8
65.0	68.2	68.4	68.5	68.7	68.9	69.1	69.2	69.4	69.6	69.7	69.9	70.1	70.2
66.0	69.6	69.8	69.9	70.1	70.3	70.5	70.7	70.8	71.0	71.2	71.4	71.5	71.7
67.0	71.0	71.2	71.4	71.5	71.7	71.9	72.1	72.3	72.4	72.6	72.8	73.0	73.2
68.0	72.4	72.6	72.8	73.0	73.2	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.4	74.6
69.0	73.9	74.0	74.2	74.4	74.6	74.8	75.0	75.2	75.4	75.5	75.7	75.9	76.1
70.0	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.2	76.4	76.6	76.8	77.0	77.2	77.4	77.6
71.0	76.7	76.9	77.1	77.3	77.5	77.7	77.9	78.1	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1
72.0	78.2	78.4	78.6	78.8	79.0	79.2	79.4	79.6	79.8	80.0	80.2	80.4	80.6
73.0	79.6	79.8	80.0	80.2	80.5	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.1
74.0	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.7	83.0	83.2	83.4	83.6
75.0	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0	84.2	84.5	84.7	84.9	85.1
76.0	84.1	84.3	84.5	84.7	84.9	85.1	85.3	85.5	85.8	86.0	86.2	86.4	86.6
77.0	85.5	85.8	86.0	86.2	86.4	86.6	86.8	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.1

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46
78.0	87.0	87.2	87.5	87.7	87.9	88.1	88.3	88.6	88.8	89.0	89.2	89.4	89.7
79.0	88.5	88.7	89.0	89.2	89.4	89.6	89.9	90.1	90.3	90.5	90.8	91.0	91.2
80.0	90.0	90.3	90.5	90.7	90.9	91.2	91.4	91.6	91.8	92.1	92.3	92.5	92.7
81.0	91.5	91.8	92.0	92.2	92.5	92.7	92.9	93.2	93.4	93.6	93.8	94.1	94.3
82.0	93.0	93.3	93.5	93.8	94.0	94.2	94.5	94.7	94.9	95.2	95.4	95.6	95.9
83.0	94.6	94.8	95.0	95.3	95.5	95.8	96.0	96.2	96.5	96.7	97.0	97.2	97.4
84.0	96.1	96.3	96.6	96.8	97.1	97.3	97.6	97.8	98.0	98.3	98.5	98.8	99.0
85.0	97.6	97.9	98.1	98.4	98.6	98.9	99.1	99.4	99.6	99.9	100.1	100.3	100.6
86.0	99.2	99.4	99.7	99.9	100.2	100.4	100.7	100.9	101.2	101.4	101.7	101.9	102.2
87.0	100.7	101.0	101.2	101.5	101.7	102.0	102.2	102.5	102.8	103.0	103.3	103.5	103.8
88.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.3	103.6	103.8	104.1	104.3	104.6	104.9	105.1	105.4
89.0	103.8	104.1	104.4	104.6	104.9	105.1	105.4	105.7	105.9	103.2	106.4	106.7	107.0
90.0	105.4	105.7	105.9	106.2	106.5	106.7	107.0	107.3	107.5	107.8	108.1	108.3	108.6

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72
28.0	22.8	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1	23.1	23.2	23.3	23.3	23.4	23.4	23.5
29.0	23.9	24.0	24.0	24.1	24.1	24.2	24.3	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6
30.0	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.6	25.7	25.7
31.0	26.1	26.2	26.3	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9
32.0	27.3	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6	27.7	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1
33.0	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9	29.0	29.0	29.1	29.2	29.2
34.0	29.6	29.6	29.7	29.8	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.3	30.3	30.4
35.0	30.8	30.8	30.9	31.0	31.1	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.5	31.6	31.6

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72
36.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.9
37.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.5	33.6	33.7	33.8	33.8	33.9	34.0	34.1
38.0	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.2	35.3
39.0	35.6	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.4	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6
40.0	36.8	36.9	37.0	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8
41.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1
42.0	39.3	39.4	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3	40.4
43.0	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.7
44.0	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0
45.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	44.2	44.3
46.0	44.3	44.4	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6
47.0	45.6	45.7	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9
48.0	46.9	47.0	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.1	48.2	48.3
49.0	48.2	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6
50.0	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.8	50.9	51.0
51.0	50.9	51.0	51.1	51.3	51.4	51.5	51.6	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.4
52.0	52.2	52.4	52.5	52.6	52.7	52.9	53.0	53.1	53.2	53.4	53.5	53.6	53.7
53.0	53.6	53.7	53.8	54.0	54.1	54.2	54.4	54.5	54.6	54.7	54.9	55.0	55.1
54.0	54.9	55.1	55.2	55.3	55.5	55.6	55.7	55.9	56.0	56.1	56.3	56.4	56.5
55.0	56.3	56.4	56.6	56.7	56.9	57.0	57.1	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9
56.0	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.4	58.5	58.7	58.8	58.9	59.1	59.2	59.3
57.0	59.1	59.2	59.4	59.5	59.6	59.8	59.9	60.1	60.2	60.3	60.5	60.6	60.8
58.0	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.2	61.3	61.5	61.6	61.8	61.9	62.0	62.2
59.0	61.9	62.0	62.2	62.3	62.5	62.6	62.7	62.9	63.0	63.2	63.3	63.5	63.6

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72
60.0	63.3	63.4	63.6	63.7	63.9	64.0	64.2	64.3	64.5	64.6	64.8	64.9	65.1
61.0	64.7	64.8	65.0	65.1	65.3	65.5	65.6	65.8	65.9	66.1	66.2	66.4	66.5
62.0	66.1	66.3	66.4	66.6	66.7	66.9	67.1	67.2	67.4	67.5	67.7	67.8	68.0
63.0	67.5	67.7	67.9	68.0	68.2	68.3	68.5	68.7	68.8	69.0	69.1	69.3	69.5
64.0	69.0	69.1	69.3	69.5	69.6	69.8	70.0	70.1	70.3	70.5	70.6	70.8	70.9
65.0	70.4	70.6	70.8	70.9	71.1	71.3	71.4	71.6	71.8	71.9	72.1	72.3	72.4
66.0	71.9	72.0	72.2	72.4	72.6	72.7	72.9	73.1	73.2	73.4	73.6	73.8	73.9
67.0	73.3	73.5	73.7	73.9	74.0	74.2	74.4	74.6	74.7	74.9	75.1	75.3	75.4
68.0	74.8	75.0	75.2	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.2	76.4	76.6	76.8	76.9
69.0	76.3	76.5	76.6	76.8	77.0	77.2	77.4	77.6	77.7	77.9	78.1	78.3	78.5
70.0	77.8	77.9	78.1	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1	79.2	79.4	79.6	79.8	80.0
71.0	79.2	79.4	79.6	79.8	80.0	80.2	80.4	80.6	80.8	80.9	81.1	81.3	81.5
72.0	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.7	82.9	83.0
73.0	82.3	82.4	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6
74.0	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6	81.8	85.0	85.2	85.4	85.6	85.8	86.0	86.2
75.0	85.3	85.5	85.7	85.9	86.1	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7
76.0	86.8	87.0	87.2	87.4	87.6	87.8	88.0	88.3	88.5	88.7	88.9	89.1	89.3
77.0	88.3	88.5	88.8	89.0	89.2	89.4	89.6	89.8	90.0	90.2	90.4	90.6	90.9
78.0	89.9	90.1	90.3	90.5	90.7	90.9	91.2	91.4	91.6	91.8	92.0	92.2	92.4
79.0	91.4	91.6	91.9	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.2	93.4	93.6	93.8	94.0
80.0	93.0	93.2	93.4	93.6	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	95.0	95.2	95.4	95.6
81.0	94.5	94.8	9.0	95.2	95.4	95.7	95.9	96.1	96.3	96.6	96.8	97.0	97.2
82.0	96.1	96.3	96.6	96.8	97.0	97.2	97.5	97.7	97.9	98.2	98.4	98.6	98.8
83.0	97.7	97.9	98.1	98.4	98.6	98.8	99.1	99.3	99.5	99.8	100.0	100.2	100.5

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72
84.0	99.2	99.5	99.7	100.0	100.2	100.4	100.7	100.9	101.1	101.4	101.6	101.8	102.1
85.0	100.8	101.1	101.3	101.6	101.8	102.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.2	103.5	103.7
86.0	102.4	102.7	102.9	103.2	103.4	103.6	103.9	104.1	104.4	104.6	104.9	105.1	105.3
87.0	104.0	104.3	104.5	104.8	105.0	105.3	105.5	105.8	106.0	106.2	106.0	106.7	107.0
88.0	105.6	105.9	106.1	106.4	106.6	106.9	107.1	107.4	107.6	107.9	108.1	108.4	108.6
89.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.3	108.5	108.8	109.0	109.3	109.5	109.8	110.0	—
90.0	108.8	109.1	109.4	109.6	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f^c_{cu,i}$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98
28.0	23.5	23.6	23.6	23.7	23.7	23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2
29.0	24.7	24.7	24.8	24.8	24.9	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3
30.0	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0	26.0	26.1	26.2	26.3	26.3	26.4	26.4	26.5
31.0	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7
32.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9
33.0	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.8	29.8	29.9	30.0	30.0	30.1
34.0	30.5	30.6	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9	31.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3
35.0	31.7	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6
36.0	32.9	33.0	33.1	33.2	33.2	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8
37.0	34.2	34.2	34.3	34.4	34.5	34.5	34.6	34.7	34.8	34.8	34.9	35.0	35.1
38.0	35.4	35.5	35.6	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4
39.0	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.6
40.0	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	38.9
41.0	39.2	39.3	39.4	39.5	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.2

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98
42.0	40.5	40.6	40.7	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6
43.0	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9
44.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	44.2
45.0	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6
46.0	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9
47.0	47.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	48.2	48.3
48.0	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6	49.7
49.0	49.7	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.9	51.0	51.1
50.0	51.1	51.2	51.3	51.4	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.3	52.4	52.5
51.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.7	53.8	53.9
52.0	53.9	54.0	54.1	54.2	54.3	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.1	55.2	55.3
53.0	55.2	55.4	55.5	55.6	55.8	55.9	56.0	56.1	56.2	56.4	56.5	56.6	56.7
54.0	56.6	56.8	56.9	57.0	57.2	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9	58.0	58.2
55.0	58.1	58.2	58.3	58.4	58.6	58.7	58.8	59.0	59.1	59.2	59.4	59.5	69.6
56.0	59.5	59.6	59.7	59.9	60.0	60.1	60.3	60.4	60.5	60.7	60.8	60.9	61.1
57.0	60.9	61.0	61.2	61.3	61.4	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.3	62.4	62.5
58.0	62.3	62.5	62.6	62.8	62.9	63.0	63.2	63.3	63.5	63.6	63.7	63.9	64.0
59.0	63.8	63.9	64.1	64.2	64.3	64.5	64.6	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.5
60.0	65.2	65.4	65.5	65.7	65.8	66.0	66.1	66.3	66.4	66.5	66.7	66.8	67.0
61.0	66.7	66.8	67.0	67.1	67.3	67.4	67.6	67.7	67.9	68.0	68.2	68.3	68.5
62.0	68.1	68.3	68.5	68.6	68.8	68.9	69.1	69.2	69.4	69.5	69.7	69.8	70.0
63.0	69.6	69.8	69.9	70.1	70.3	70.4	70.6	70.7	70.9	71.0	71.2	71.3	71.5
64.0	71.1	71.3	71.4	71.6	71.7	71.9	72.1	72.2	72.4	72.5	72.7	72.9	73.0
65.0	72.6	72.8	72.9	73.1	73.3	73.4	73.6	73.7	73.9	74.1	74.2	74.4	74.6

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98
66.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.8	74.9	75.1	75.3	75.4	75.6	75.8	75.9	76.1
67.0	75.6	75.8	75.9	76.1	76.3	76.5	76.6	76.8	77.0	77.1	77.3	77.5	77.6
68.0	77.1	77.3	77.5	77.6	77.8	78.0	78.2	78.3	78.5	78.7	78.8	79.0	79.2
69.0	78.6	78.8	79.0	79.2	79.3	79.5	79.7	79.9	80.1	80.2	80.4	80.6	80.8
70.0	80.2	80.3	80.5	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4	81.6	81.8	82.0	82.1	82.3
71.0	81.7	81.9	82.1	82.3	82.4	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.5	83.7	83.9
72.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6	84.7	84.9	85.1	85.3	85.5
73.0	84.8	85.0	85.2	85.4	85.6	85.7	85.9	86.1	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1
74.0	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.1	88.3	88.5	88.7
75.0	87.9	88.1	88.3	88.5	88.7	88.9	89.1	89.3	89.5	89.7	89.9	90.1	90.3
76.0	89.5	89.7	89.9	90.1	90.3	90.5	90.7	90.9	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9
77.0	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.1	93.3	93.5
78.0	92.6	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1
79.0	94.2	94.5	94.7	94.9	95.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.2	96.4	96.6	96.8
80.0	95.8	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.4	97.6	97.8	98.0	98.2	98.4
81.0	97.4	97.7	97.9	98.1	98.3	98.6	98.8	99.0	99.2	99.4	99.6	99.9	100.1
82.0	99.1	99.3	99.5	99.7	100.0	100.2	100.4	100.6	100.8	101.1	101.3	101.5	101.7
83.0	100.7	100.9	101.1	101.4	101.6	101.8	102.0	102.3	102.5	102.7	102.9	103.2	103.4
84.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.2	103.5	103.7	103.9	104.2	104.4	104.6	104.8	105.1
85.0	103.9	104.2	104.4	104.6	104.9	105.1	105.3	105.6	105.8	106.0	106.3	106.5	106.7
86.0	105.6	105.8	106.1	106.3	106.5	106.8	107.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4
87.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.2	109.4	109.6	—	—
88.0	108.9	109.1	109.4	109.6	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^{c}$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24
28.0	24.2	24.3	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8
29.0	25.4	25.4	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.8	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0
30.0	26.6	26.6	26.7	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.2
31.0	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.1	28.3	28.3	28.4	28.5
32.0	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7
33.0	30.2	30.2	30.3	30.4	30.4	30.5	30.6	30.6	30.7	30.7	30.8	30.9	30.9
34.0	31.4	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8	31.8	31.9	32.0	32.0	32.1	32.2
35.0	32.6	32.7	32.8	32.8	32.9	33.0	33.1	33.1	33.2	33.3	33.3	33.4	33.5
36.0	33.9	34.0	34.0	34.1	34.2	34.3	34.3	34.4	34.5	34.5	34.6	34.7	34.8
37.0	35.2	35.2	35.3	35.4	35.5	35.5	35.6	35.7	35.8	35.8	35.9	36.0	36.1
38.0	36.4	36.5	36.6	36.7	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.1	37.2	37.3	37.4
39.0	37.7	37.8	37.9	38.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.4	38.5	38.6	38.7
40.0	39.0	39.1	39.2	39.3	39.4	39.4	39.4	39.6	39.7	39.8	39.9	39.9	40.0
41.0	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4
42.0	41.7	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.5	42.6	42.7
43.0	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1
44.0	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5
45.0	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.8
46.0	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	48.2
47.0	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4	49.6	49.7
48.0	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.7	50.8	50.9	51.0	51.1
49.0	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4	52.5
50.0	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9
51.0	54.0	54.1	54.2	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.2	55.3	55.4

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24
52.0	55.4	55.5	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.8
53.0	56.9	57.0	57.1	57.2	57.3	57.5	57.6	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.3
54.0	58.3	58.4	58.5	58.7	58.8	58.9	59.0	59.2	59.3	59.4	59.5	59.7	59.8
55.0	59.7	59.9	60.0	60.1	60.3	60.4	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.2	61.3
56.0	61.2	61.3	61.5	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.3	32.4	62.5	62.6	62.8
57.0	62.7	62.8	62.9	63.1	63.2	63.3	63.5	63.6	63.7	63.9	64.0	64.1	64.3
58.0	64.1	64.3	64.4	64.6	64.7	64.8	65.0	65.1	65.2	65.4	65.5	65.7	65.8
59.0	65.6	65.8	65.9	66.1	66.2	66.3	66.5	66.6	66.8	66.9	67.0	67.2	67.3
60.0	67.1	67.3	67.4	67.6	67.7	67.8	68.0	68.1	68.3	68.4	68.6	68.7	68.8
61.0	68.6	68.8	68.9	69.1	69.2	69.4	69.5	69.7	69.8	69.9	70.1	70.2	70.4
62.0	70.1	70.3	70.4	70.6	70.7	70.9	71.0	71.2	71.3	71.5	71.6	71.8	71.9
63.0	71.7	71.8	72.0	72.1	72.3	72.4	72.6	72.7	72.9	73.0	73.2	73.3	73.5
64.0	73.2	73.3	73.5	73.7	73.8	74.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.7	74.9	75.1
65.0	74.7	74.9	75.0	75.2	75.4	75.5	45.7	75.8	76.0	76.2	76.3	76.5	76.6
66.0	76.3	76.4	76.6	76.7	76.9	77.1	77.2	77.4	77.6	77.7	77.9	78.0	78.2
67.0	77.8	78.0	48.1	78.3	78.5	78.6	78.8	79.0	79.1	79.3	79.5	79.6	79.8
68.0	79.4	79.5	49.7	79.9	80.0	80.2	80.4	80.6	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4
69.0	80.9	81.1	81.3	81.5	81.6	81.8	82.0	82.1	82.3	82.5	82.7	82.8	83.0
70.0	82.5	82.7	82.9	83.0	83.2	83.4	83.6	83.7	83.9	84.1	84.3	84.4	84.6
71.0	84.1	84.3	84.4	84.6	84.8	85.0	85.2	85.3	85.5	85.7	85.9	86.1	86.2
72.0	85.7	85.9	86.0	86.2	86.4	86.6	86.8	87.0	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9
73.0	87.3	87.5	87.6	87.8	88.0	88.2	88.4	88.6	88.8	88.9	89.1	89.3	89.5
74.0	88.9	89.1	89.3	89.4	89.6	89.8	90.0	90.2	90.4	90.6	90.8	91.0	91.1
75.0	90.5	90.7	90.9	91.1	91.3	91.5	91.6	91.8	92.0	92.2	92.4	92.6	92.8

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24
76.0	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5
77.0	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.1
78.0	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.6	96.8	97.0	97.2	97.4	97.6	97.8
79.0	97.0	97.2	97.4	97.9	97.8	98.0	98.2	98.4	98.7	98.9	99.1	99.3	99.5
80.0	98.6	98.9	99.1	99.3	99.5	99.7	99.9	100.1	100.3	100.5	100.7	101.0	101.2
81.0	100.3	100.5	100.7	100.9	101.2	101.4	101.6	101.8	102.0	102.2	102.4	102.6	102.9
82.0	102.0	102.2	102.4	102.6	102.8	103.0	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.6
83.0	103.6	103.8	104.1	104.3	104.5	104.7	105.0	105.2	105.4	105.6	105.8	106.1	106.3
84.0	105.3	105.5	105.7	106.0	106.2	106.4	106.6	106.9	107.1	107.3	107.5	107.8	108.0
85.0	107.0	107.2	107.4	107.7	107.9	108.1	108.4	108.6	108.8	109.0	109.3	109.5	109.7
86.0	108.7	108.9	109.1	109.4	109.6	—	—	—	—	—	—	—	—

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50
28.0	24.9	24.9	25.0	25.0	25.1	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5
29.0	26.1	26.1	26.2	26.2	26.3	26.3	26.4	26.4	26.5	26.6	26.6	26.7	26.7
30.0	27.3	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6	27.6	27.7	27.7	27.8	27.8	27.9	28.0
31.0	28.5	28.6	28.6	28.7	28.7	28.8	28.9	28.9	29.0	29.0	29.1	29.1	29.2
32.0	29.7	29.8	29.9	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.2	30.3	30.4	30.4	30.5
33.0	31.0	31.1	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8
34.0	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.8	32.9	33.0	33.0
35.0	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9	33.9	34.0	34.1	34.2	34.2	34.3	34.4
36.0	34.8	34.9	35.0	35.0	35.1	35.2	35.3	35.3	35.4	35.5	35.5	35.6	35.7
37.0	36.1	36.2	36.3	36.3	36.4	36.5	36.6	36.6	36.7	36.8	36.9	36.9	37.0

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50
38.0	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8	37.9	38.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4
39.0	38.8	38.8	38.9	39.0	39.1	39.2	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.6	39.7
40.0	40.1	40.2	40.3	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.8	40.9	41.0	41.1
41.0	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5
42.0	42.8	42.9	43.0	43.1	43.2	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.8
43.0	44.2	44.3	44.4	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.2
44.0	45.6	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7
45.0	46.9	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1
46.0	48.3	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5
47.0	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.8	50.9	51.0
48.0	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4
49.0	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9
50.0	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	55.3	55.4
51.0	55.5	55.6	55.7	55.8	56.0	56.1	56.2	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.9
52.0	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9	58.0	58.1	58.2	58.4
53.0	58.4	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.9
54.0	59.9	60.0	60.2	60.3	60.4	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.1	61.3	61.4
55.0	61.4	61.5	61.7	61.8	61.9	62.0	62.2	62.3	62.4	62.5	62.7	62.8	62.9
56.0	62.9	63.0	63.2	63.3	63.4	63.5	63.7	63.8	63.9	64.1	64.2	64.3	64.4
57.0	64.4	64.5	4.7	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.5	65.6	65.7	65.8	66.0
58.0	65.9	66.1	66.2	66.3	66.5	66.6	66.7	66.9	67.0	67.1	67.3	67.4	67.5
59.0	67.5	67.6	67.7	67.9	68.0	68.1	68.3	68.4	68.5	68.7	68.8	69.0	69.1
60.0	69.0	69.1	69.3	69.4	69.5	69.7	69.8	70.0	70.1	70.2	70.4	70.5	70.7
61.0	70.5	70.7	70.8	71.0	71.1	71.2	71.4	71.5	71.7	71.8	72.0	72.1	72.2

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50
62.0	72.1	72.2	72.4	72.5	72.7	72.8	73.0	73.1	73.3	73.4	73.5	73.7	73.8
63.0	73.6	73.8	73.9	74.1	74.2	74.4	74.5	74.7	74.8	75.0	75.1	75.3	75.4
64.0	75.2	75.4	75.5	75.7	75.8	76.0	76.1	76.3	76.4	76.6	76.7	76.9	77.0
65.0	76.8	76.9	77.1	77.3	77.4	77.6	77.7	77.9	78.0	78.2	78.3	78.5	78.7
66.0	78.4	78.5	78.7	78.8	79.0	79.2	79.3	79.5	79.6	79.8	80.0	80.1	80.3
67.0	80.0	80.1	80.3	80.5	80.6	80.8	80.9	81.1	81.3	81.4	81.6	81.7	81.9
68.0	81.6	81.7	81.9	82.1	82.2	82.4	82.6	82.7	82.9	83.1	83.2	83.4	83.5
69.0	83.2	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0	84.2	84.3	84.5	84.7	84.9	85.0	85.2
70.0	84.8	85.0	85.1	85.3	85.5	85.7	85.8	86.0	86.2	86.3	86.5	86.7	86.9
71.0	86.4	86.6	86.8	86.9	87.1	87.3	87.5	87.6	87.8	88.0	88.2	88.3	88.5
72.0	88.0	88.2	88.4	88.6	88.8	88.9	89.1	89.3	89.5	89.7	89.8	90.0	90.2
73.0	89.7	89.9	90.1	90.2	90.4	90.6	90.8	91.0	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9
74.0	91.3	91.5	91.7	91.8	92.1	92.3	92.4	92.6	92.8	93.0	93.2	93.4	93.6
75.0	93.0	93.2	93.4	93.6	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1	95.2
76.0	94.6	94.8	95.0	95.2	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.6	96.8	97.0
77.0	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7
78.0	98.0	98.2	98.4	98.6	98.8	99.0	99.2	99.4	99.6	99.8	100.0	100.2	100.4
79.0	99.7	99.9	100.1	100.3	100.5	100.7	100.9	101.1	101.3	101.5	101.7	101.9	102.1
80.0	101.4	101.6	101.8	102.0	102.2	102.4	102.6	102.8	103.0	103.2	103.4	103.6	103.8
81.0	103.4	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.8	105.0	105.2	105.4	105.6
82.0	104.8	105.0	105.2	105.4	105.6	105.8	106.1	106.3	106.5	106.7	106.9	107.1	107.3
83.0	106.5	106.7	106.9	107.1	107.4	107.6	107.8	108.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.1
84.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.1	109.3	109.5	109.8	—	—	—	—	—
85.0	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

国家铁路局信息公开浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa) 超声声速 v_a(km/s)												
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76
28.0	25.5	25.6	25.6	25.7	25.7	25.8	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0	26.1	26.1
29.0	26.8	26.8	26.9	26.9	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.2	27.3	27.3	27.4
30.0	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.3	28.3	28.4	28.4	28.5	28.5	28.6	28.7
31.0	29.3	29.3	29.4	29.4	29.5	29.5	29.6	29.7	29.7	29.8	29.8	29.9	29.9
32.0	30.5	30.6	30.7	30.7	30.8	30.8	30.9	30.9	31.0	31.1	31.1	31.2	31.2
33.0	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6
34.0	33.1	33.2	33.2	33.3	33.4	33.4	33.5	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9
35.0	34.4	34.5	34.6	34.6	34.7	34.8	34.8	34.9	35.0	35.0	35.1	35.2	35.2
36.0	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.2	36.3	36.4	36.4	36.5	36.6
37.0	37.1	37.2	37.2	37.3	37.4	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8	37.9	37.9
38.0	38.4	38.5	38.6	38.7	38.7	38.8	38.9	38.9	39.0	39.1	39.2	39.2	39.3
39.0	39.8	39.9	39.9	40.0	40.1	40.2	40.2	40.3	40.4	40.5	40.6	40.6	40.7
40.0	41.2	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1
41.0	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.4	43.5
42.0	43.9	44.0	44.1	44.2	44.3	44.4	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0
43.0	45.3	45.4	45.5	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4
44.0	46.8	46.8	46.9	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.7	47.8
45.0	48.2	48.3	48.4	48.5	48.6	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3
46.0	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.8
47.0	51.1	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3
48.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7
49.0	54.0	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	55.2
50.0	55.5	55.6	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.2	56.3	56.4	56.6	56.7	56.8
51.0	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.6	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.3

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76
52.0	58.5	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.8
53.0	60.0	60.1	60.2	60.3	60.4	60.6	60.7	60.8	60.9	61.0	61.1	61.3	61.4
54.0	61.5	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.2	62.3	62.4	62.6	62.7	62.8	62.9
55.0	63.0	63.1	63.3	63.4	63.5	63.6	63.8	63.9	64.0	64.1	64.2	64.4	64.5
56.0	64.6	64.7	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.4	65.6	65.7	65.8	65.9	66.1
57.0	66.1	66.2	66.4	66.5	66.6	66.7	66.9	67.0	67.1	67.3	67.4	67.5	67.6
58.0	67.7	67.8	67.9	68.1	68.2	68.3	68.5	68.6	68.7	68.8	69.0	69.1	69.2
59.0	69.2	69.4	69.5	69.6	69.8	69.9	70.0	70.2	70.3	70.4	70.6	70.7	70.8
60.0	70.8	70.9	71.1	71.2	71.4	71.5	71.6	71.8	71.9	72.0	72.2	72.3	72.4
61.0	72.4	72.5	72.7	72.8	72.9	73.1	73.2	73.4	73.5	73.6	73.8	73.9	74.1
62.0	74.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.7	74.8	75.0	75.1	75.3	75.4	75.6	75.7
63.0	75.6	75.7	75.9	76.0	76.1	76.3	76.5	76.6	76.8	76.9	77.0	77.2	77.3
64.0	77.2	77.3	77.5	77.6	77.8	77.9	78.1	78.2	78.4	78.5	78.7	78.8	79.0
65.0	78.8	79.0	79.1	79.3	79.4	79.6	79.7	79.9	80.0	80.2	80.3	80.5	80.6
66.0	80.4	80.6	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4	81.5	81.7	81.8	82.0	82.1	82.3
67.0	82.1	82.2	82.4	82.5	82.7	82.9	83.0	83.2	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0
68.0	83.7	83.9	84.0	84.2	84.4	84.5	84.7	84.8	85.0	85.2	85.3	85.5	85.7
69.0	85.4	85.5	85.7	85.9	86.0	86.2	86.4	86.5	86.7	86.9	87.0	87.2	87.3
70.0	87.0	87.2	87.4	87.5	87.7	87.9	88.0	88.2	88.4	88.5	88.7	88.9	89.0
71.0	88.7	88.9	89.0	89.2	89.4	89.6	89.7	89.9	90.1	90.2	90.4	90.6	90.7
72.0	90.4	90.5	90.7	90.9	91.1	91.2	91.4	91.6	91.8	91.9	92.1	92.3	92.5
73.0	92.0	92.2	92.4	92.6	92.8	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.8	94.0	94.2
74.0	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.6	94.8	95.0	95.2	95.4	95.6	95.7	95.9
75.0	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7

国家铁路局信息公开
浏览专用

续表 N.0.3

平均回弹值 R_m	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$(MPa)												
	超声声速 v_a(km/s)												
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76
76.0	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7	98.8	99.0	99.2	99.4
77.0	98.9	99.0	99.2	99.4	99.6	99.8	100.0	100.2	100.4	100.6	100.8	101.0	101.2
78.0	100.6	100.8	101.0	101.2	101.4	101.6	101.8	101.9	102.1	102.3	102.5	102.7	109.0
79.0	102.3	102.5	102.7	102.9	103.1	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.7
80.0	104.0	104.2	104.4	104.7	104.9	105.1	105.3	105.5	105.7	105.9	106.1	106.3	106.5
81.0	105.8	106.0	106.2	106.4	106.6	106.8	107.0	107.2	107.4	107.6	107.8	108.0	108.2
82.0	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4	108.6	108.8	109.0	109.2	109.4	109.6	109.8	—
83.0	109.3	109.5	109.7	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 P　后装拔出法测强曲线的制定方法

P. 0. 1　后装拔出试验装置应符合本规程的有关规定。

P. 0. 2　混凝土所用的原材料品质指标应符合现行《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424 相关标准的规定。

P. 0. 3　建立后装拔出法测强曲线所用的混凝土，不宜少于 8 个强度等级，每个强度等级混凝土成型立方体试件应不少于 6 组，每组由一个至少可布置 3 个测点的拔出试件和相应的 3 块立方体试件组成。

P. 0. 4　每组后装拔出试件和立方体试件，应采用相同混凝土拌和物，相同成型和养护方式。

P. 0. 5　拔出试验应按下列规定进行：

1　拔出试验的测点应布置在试件混凝土成型侧面。

2　在每个后装拔出试件上，应进行不少于 3 个测点的拔出试验，取平均值作为该试件的后装拔出力计算值 F，精确至 0.1 kN。

3　3 块立方体试件的抗压强度代表值，应按现行《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425 确定。

P. 0. 6　测强曲线的计算应按下列步骤进行：

1　将每组拔出试件的拔出力计算值及立方体试件的抗压强度代表值进行汇总，然后按最小二乘法原理进行回归分析。

2　回归方程式见式(P. 0. 6—1)。

$$f_{cu}^{c}=A\cdot F+B \qquad \text{(P. 0. 6—1)}$$

式中　f_{cu}^{c}——混凝土抗压强度换算值(MPa)，精确至 0.1 MPa；

F——后装拔出力(kN)，精确至 0.1 kN；

A，B——后装拔出法测强曲线回归系数。

3　回归曲线的相对标准差 e_r 可按下式计算：

国家铁路局信息公开
测试专用

$$e_r=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{f_{cu,i}^{c}}{f_{cu,i}}-1\right)^2}\times 100\% \quad (P.0.6—2)$$

式中 e_r——回归曲线相对标准差；

$f_{cu,i}$——第 i 组立方体试件抗压强度代表值(MPa)，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,i}^{c}$——第 i 个后装拔出试件的抗压强度换算值(MPa)，精确至0.1 MPa，其可由第 i 个后装拔出试件的后装拔出力 F 按式(P.0.6—1)计算获得；

n——建立后装拔出法测强曲线所用的试件总组数。

P.0.7 经式(P.0.6—1)和式(P.0.6—2)计算，回归曲线相对标准差不大于12%时方可使用。

P.0.8 拔出法测强曲线的使用，仅限于在建立该测强曲线时所试验的混凝土强度范围内，不得外推。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录Q　同条件养护试件法养护温度记录

Q.0.1　同条件养护试件法养护温度记录可按表Q.0.1填写。

表Q.0.1　同条件养护试件法养护温度记录表

施工单位：　　记录编号：

工程名称：　　试件制作时间：

结构部位：　　混凝土设计强度等级：

序号	年月日	温度（℃）			日平均温度（℃）	日平均温度逐日累计值（℃·d）	记录人
		6时	14时	21时			
附注：							

复核人：　　共　　页第　　页

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 R　射钉法专用测强曲线的制定方法

R.0.1　为建立混凝土强度与测钉射入深度间的关系，采用与喷射混凝土基本相同配合比成型 30 组边长 150 mm 立方体试件，每组 4 个，含测钉射入深度试验试件 1 个，抗压强度试件 3 个。试件强度应覆盖需检测构筑物混凝土强度的变化范围，试件采用与现场结构相同养护方式。

R.0.2　测试测钉射入深度时，宜在混凝土试件的侧面布置 7 个测点，位置如图 R.0.2 所示。测试时将试件放置于坚硬平地上，使测试面向上。测试结束后检查 7 个射入深度的极差，当极差超过 1.6 mm 时，应计算 7 个射入深度值的平均值，剔除离平均值最大的那个测值；若剩余射入深度值仍不满足要求，再按上述方法进行剔除，直至所有射入深度值满足要求且不少于 5 个。如有效射入深度值少于 5 个，需进行补测。

国家建筑标准设计信息公开
浏览专用

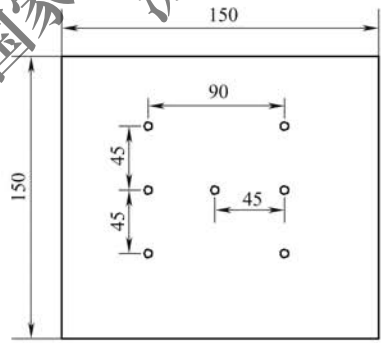


图 R.0.2　试件测点平面布置图(单位：mm)

R.0.3　测试不同组试件的立方体抗压强度标准值。

R.0.4 根据30组射入深度值和抗压强度值，采用最小二乘法原理进行回归分析，得到抗压强度推定公式：

$$f_{cu,e}=a+bL_a \tag{R.0.4}$$

式中 $f_{cu,e}$——混凝土抗压强度推定值(MPa)，精确至0.1 MPa；

L_a——测钉射入深度平均值(mm)，精确至0.01 mm；

a，b——射钉法检测混凝土强度曲线回归系数。

R.0.5 计算回归方程式的强度平均相对误差和强度相对标准差，均应符合本规程第4.6.2条的规定。

R.0.6 当受检混凝土与建立曲线混凝土在骨料品种及级配、强度及混凝土干湿状态等因素有较大差异，或测钉装置与建立强度曲线时使用的测钉装置有变化时，应另建立条件相同的测强曲线。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 S　射钉法混凝土强度检测记录和报告

S. 0. 1　射钉法混凝土强度检测记录可按表 S. 0. 1 填写。

表 S. 0. 1　射钉法混凝土强度检测记录表

委托单位：　　记录编号：

工程名称：　　委托编号：

结构部位：　　检测日期：

仪器名称		仪器型号			仪器编号				环境温度(℃)
设计强度等级		龄期			施工日期/时间				检测日期/时间
测区位置	测区编号	测点射入深度 L_i(mm)							测区换算强度(MPa)
		1	2	3	4	5	6	7	平均值
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								

无专用测强曲线时，可参照如下回归方程计算：

$$f_{cu,e}=27.48-2.51L_a$$

式中　$f_{cu,e}$——喷射混凝土强度测定推定值(MPa)；

L_a——测钉射入深度平均值(mm)。

检测：　　计算：　　复核：

S. 0. 2　射钉法混凝土强度检测报告可按表 S. 0. 2 填写。

国家铁路局信息公开
浏览专用

表 S.0.2　射钉法混凝土强度检测报告

委托单位：　　报告编号：

工程名称：　　记录编号：

结构部位：　　报告日期：

设计强度等级	龄期	施工日期/时间	检测日期/时间

测区位置	测区平均射入深度 L_a(mm)	强度(MPa)	备　注
检测评定依据：	检测结论：		

检测：　　复核：　　批准：　　单位(章)

国家铁路局信息公开浏览专用

附录 T　非金属超声波检测仪

T. 0. 1　超声波检测仪应具备下列功能：

1　应能配备不同频率范围的平面振动换能器和径向振动换能器。

2　实时显示和记录接收信号的时程曲线。

3　最小采样时间间隔应小于或等于 0.1 μs。

4　系统频带响应宽度应为 1 kHz～250 kHz。

5　系统最大动态范围不得小于 80 dB。

6　接收灵敏度(在信噪比为 3∶1 时)不大于 50 μV。

7　声波幅值测量相对误差应小于 5%。

8　声波发射脉冲应为阶跃或矩形脉冲，电压幅值应为 200 V～1 000 V。

9　电源电压波动范围在标称值±10%的情况下能正常工作。

10　连续正常工作时间不少于 4 h。

T. 0. 2　超声波检测仪配套的换能器应符合下列规定：

1　平面换能器的频率宜选用 20 kHz～250 kHz。

2　径向换能器的频率宜选用 20 kHz～60 kHz，直径不大于 32 mm。

3　换能器的实测主频与标称频率相差应不大于 10%。

4　用于水中使用的换能器，水密封性应在 1 MPa 水压下不渗水。

T. 0. 3　超声波检测仪宜在温度为－10 ℃～40 ℃、电源电压在 220 V±22 V 的环境条件下使用，不得在有强腐蚀性气体环境或强电磁干扰的环境下工作。

T. 0. 4　超声波检测仪的维护应符合下列规定：

国家铁路局信息公开
浏览专用

1 仪器使用完毕后，应清除传感器和导线上的油污、尘土，仪器各配件均应妥善放于仪器箱内，放于通风和干燥环境下，每隔3个月宜通电2 h。

2 仪器在使用及搬运过程中应防止冲击。

3 超声波检测仪校准周期宜为一年。

T.0.5 当出现下列情况之一时，应对超声波检测仪进行校准：

1 新仪器启用前。

2 检测数据异常，无法进行调整。

3 经过维修或更换零配件。

4 遭受严重撞击或其他损害。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 U　地质雷达仪

U.0.1　地质雷达仪应符合下列规定：

1　系统增益不应低于 150 dB。

2　信噪比不应低于 60 dB。

3　模/数转换不应低于 16 位。

4　最小采样间隔不宜大于 0.5 ns。

5　信号叠加次数可选择。

6　实时滤波功能可选择。

7　地质雷达仪应具有点测与连续测量功能。

8　地质雷达仪应具有手动或自动位置标记功能。

9　地质雷达仪应具有现场数据处理功能。

U.0.2　雷达天线技术指标应符合下列规定：

1　雷达天线箱体应具有屏蔽功能。

2　单面检测时天线检测厚度应超过被检结构物厚度，双面检测时天线检测厚度应超过被检结构物厚度的一半。

3　在满足探测深度的基础上，应选用中心频率较高的天线。

U.0.3　介质参数标定应符合下列规定：

1　检测前应对混凝土的相对介电常数或电磁波速做现场标定，每个结构物应不少于 1 处，每处实测不少于 3 次，取 3 次平均值为该结构物的相对介电常数或电磁波速。当结构物含水量变化较大时，应适当增加标定点数。

2　标定方法可采用在已知厚度部位或材料与结构物相同的其他预制件上测量的方法，或在结构物上双天线直达波法测量的方法，或钻孔实测法。

3　标定参数时，标定目标体的厚度不宜小于 15 cm，且厚度

国家铁路局组织公开测试专用

已知；标定记录中界面反射信号应清晰准确。

4 测区相对介电常数或电磁波速度的标定应按下列公式计算：

$$\varepsilon_r=\left(\frac{0.3t}{2d}\right)^2 \qquad \text{(U.0.3—1)}$$

$$v=\frac{2d}{t}\times 10^9 \qquad \text{(U.0.3—2)}$$

式中 ε_r——相对介电常数；

v——电磁波传播速度(m/s)；

t——电磁波双程旅行时间(ns)；

d——标定目标体厚度或距离(m)。

U.0.4 测量时窗长度应按下式确定：

$$\Delta T=\frac{2d\sqrt{\varepsilon_r}}{0.3}\alpha \qquad \text{(U.0.4)}$$

式中 ΔT——测量时窗长度(ns)；

α——时窗调整系数，一般取1.5～2.0。

U.0.5 扫描样点数应按下式确定：

$$S=2\times\Delta T\times f\times K\times 10^{-3} \qquad \text{(U.0.5)}$$

式中 S——扫描样点数；

f——天线中心的频率(MHz)；

K——系数，一般取6～10。

U.0.6 布线应采用连续测量方式，扫描速度不得小于40道(线)/s；特殊地段或条件不允许时可采用点测方式，测量点距不得大于20 cm。

U.0.7 数据处理流程宜按图U.0.7进行。

U.0.8 数据处理应符合下列规定：

1 原始数据处理前应回放检验，数据记录应完整、雷达图像清晰、异常特征明显、里程记录准确。

2 确保位置标记准确、信号不失真等。

国家铁路局信息公开
浏览专用



图 U.0.7　数据处理流程

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 V　冲击回波测试仪

V.0.1　冲击回波测试仪应具有信号采集与数据分析功能。信号采集应包括信号激振、信号拾取、信号放大、模数转换等装置；数据分析宜包括数字信号显示、存储、分析、成像等功能。

V.0.2　冲击回波测试仪信号采集硬件性能应符合下列规定：

1　信号激振装置应能激发出不同频率的弹性波。单点式激振装置宜采用不同尺寸的钢球等作为冲击器。

2　信号拾取装置宜采用加速度传感器，应适用于频率在0.2 kHz～20 kHz的信号的采样，可以采用符合频谱特性要求的非接触式动信号拾取方式。

3　信号放大装置宜采用电压输出放大器，最大增益倍率不应小于40 dB，且增益倍率可调。

4　模数转换装置宜采用多通道A/D卡，分辨率不宜低于16 bit，最大采样频率应不低于500 kHz。

V.0.3　冲击回波测试仪应具备冲击弹性波波速、幅值、频率等特征参数分析的功能，并能数字化成像。

V.0.4　冲击回波测试仪宜在环境温度为－10 ℃～40 ℃，低机械振动和低振幅电噪声干扰环境下使用，仪器不得在有强腐蚀性气体环境或强电磁干扰的环境下使用。

V.0.5　冲击回波测试仪的维护应符合下列规定：

1　仪器使用完毕后，应清除传感器、信号线缆上的油污、尘土，仪器各配件均应妥善放于仪器箱内，放于通风和干燥环境中，最长的充电间隔应不大于60 d。

2　仪器在使用及搬运过程中应防止冲击。

3　冲击回波测试仪校准周期宜为一年。

V.0.6　当出现下列情况之一时，应对冲击回波测试仪进行校准：

1　新仪器启用前。

国家检测信息公开
浏览专用

2 检测数据异常，无法进行调整。

3 经过维修或更换零配件。

4 遭受严重撞击或其他损害。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 W　钢筋探测仪

W. 0. 1　钢筋探测仪性能指标应满足下列要求：

1　混凝土保护层厚度测量精度应不低于 1 mm。

2　钢筋间距的测量精度应不低于 3 mm。

3　钢筋直径的测量精度应不低于 1 mm。

4　在相邻钢筋间距与保护层厚度比值不小于 1 的条件下，钢筋探测仪对相邻的钢筋应能够分辨。

5　钢筋探测仪应能在－10 ℃～40 ℃环境条件下正常使用。

W. 0. 2　钢筋探测仪校准周期宜为一年。发生下列情况之一时，应进行校准：

1　新仪器启用前。

2　检测数据异常，无法进行调整。

3　经过维修或更换零配件。

4　遭受严重撞击或其他损害。

W. 0. 3　钢筋探测仪校准应满足下列要求：

1　钢筋探测仪校准时，应对钢筋间距和混凝土保护层厚度两个检测项目进行校准。

2　校准前，应首先在校准试件各测试表面标记出钢筋的实际轴线位置，用游标卡尺量测外露钢筋在各测试面上的实际保护层厚度值，取其平均值，精确至 0.1 mm。并采用游标卡尺量测钢筋规格，精确至 0.1 mm，通过相关的钢筋产品标准查出相对应的公称直径。

3　校准时，钢筋探测仪探头应在校准试件上进行扫描，并标记出仪器所指定的钢筋轴线，采用直尺量测钢筋探测仪所测定的钢筋轴线与实际钢筋轴线的最大偏差。记录保护层厚度检测值。

国家住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

对具有钢筋公称直径检测功能的，应进行公称直径检测。

4 钢筋探测仪检测值和实际量测值满足本规程第 W.0.1 条的要求时，应判定钢筋探测仪合格。当部分项目以及一定量程范围内符合要求时，应判定其相应部分合格，并应限定使用范围，指明其符合的项目和量程范围以及不符合的项目和量程范围。

国家铁路局信息公开
浏览专用

附录 Y　钢筋锈蚀检测仪

Y.0.1　钢筋锈蚀检测仪(图 Y.0.1—1)应由铜-硫酸铜半电池(以下简称半电池)(图 Y.0.1—2)、电压表和导线构成。

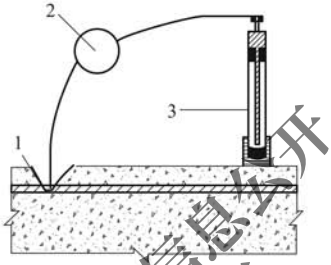


图 Y.0.1—1　钢筋锈蚀检测仪检测示意图

1—剥开或露筋位置;2—电压表;3—铜-硫酸铜半电池

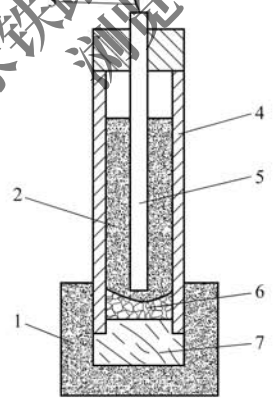


图 Y.0.1—2　铜-硫酸铜半电池剖面示意图

1—电连接垫(海绵);2—饱和硫酸铜溶液;3—与电压表导线连接的插头;4—刚性管;5—铜棒;6—少许硫酸铜结晶体;7—多孔塞或软木塞

国家铁路局信息公开浏览专用

Y.0.2 钢筋锈蚀检测仪半电池电位测量的技术指标应满足下列要求：

1 半电池电位测量范围应为±1 000 mV。

2 半电池电位测量精度不应低于 1 mV。

Y.0.3 电压表应具有采集、显示和存储数据的功能，满量程不宜小于 1 000 mV，在满量程范围内的测试允许误差为±3%。

Y.0.4 用于连接电压表与混凝土中钢筋的导线宜为铜导线，其总长度不宜超过 150 m、截面面积宜大于 0.75 mm^2，在使用长度内因电阻干扰所产生的测试回路电压降不应大于 0.1 mV。

Y.0.5 饱和硫酸铜溶液应采用分析纯硫酸铜试剂晶体溶解于蒸馏水中制备。刚性管的底部应积有少量未溶解的硫酸铜结晶体，溶液应清澈且饱和。

Y.0.6 半电池的电连接垫应预先浸湿，多孔塞和混凝土构件表面应形成电通路。

Y.0.7 钢筋锈蚀检测仪使用后，应及时清洗刚性管、铜棒和多孔塞，并应密闭盖好多孔塞；铜棒可采用稀释的盐酸溶液轻轻擦洗，并用蒸馏水清洗干净；不得用钢丝刷擦洗铜棒及刚性管。

Y.0.8 硫酸铜溶液使用达到 6 个月时宜给予更换，更换后宜用甘汞电极进行校准，在室温 22 ℃±1 ℃时，铜-硫酸铜电极与甘汞电极之间的电位差应为 68 mV±10 mV。

国家铁路局信息公开
浏览专用

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4. 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

国家铁路局信息公开
浏览专用