

DB35

福建省地方标准

DB35/T1175—2011

**福建省水运工程混凝土结构
构件实体质量检验规程**

**Entity Quality Inspection Rules for Concrete Structure in Port and
Waterway Engineering Construction of Fujian Province**

2011—07—01 发布

2011—10—01 实施

福建省质量技术监督局 发布

目 录

| | |
|--------------------------------------|----|
| 前言 | 1 |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 总则..... | 1 |
| 4 术语与定义、符号..... | 1 |
| 5 基本规定..... | 6 |
| 6 混凝土抗压强度检验..... | 8 |
| 7 钢筋保护层厚度检验..... | 16 |
| 8 混凝土抗氯离子渗透性能检验..... | 19 |
| 9 混凝土表面硅烷浸渍质量和表面涂层质量检验 | 21 |
| 10 道路堆场面层实体质量检验..... | 23 |
| 11 钢筋锈蚀性状检测..... | 28 |
| 附录 A（规范性附录） 取芯和芯样制取设备及取芯操作方法..... | 30 |
| 附录 B（规范性附录） 回弹仪的检定和保养要求 | 32 |
| 附录 C（规范性附录） 非水平方向检测时回弹值角度修正值..... | 33 |
| 附录 D（规范性附录） 检测混凝土浇筑顶面和底面的回弹值修正值..... | 34 |
| 附录 E（规范性附录） 专用测强曲线的制定方法 | 35 |
| 附录 F（规范性附录） 钢筋探测仪（电磁感应法）校准方法..... | 37 |
| 附录 G（规范性附录） 混凝土连锁块抗折强度试验方法..... | 38 |
| 附录 H（规范性附录） 钢筋锈蚀检测仪及其保养和校准方法..... | 40 |

前 言

为适应福建省水运工程建设发展需要，加强福建省水运工程质量管理，统一并规范水运工程混凝土结构构件实体检验程序、检验方法和合格判定方法，特编制本规程。

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的起草规定编写。

本标准由福建省交通运输厅提出。

本标准由福建省交通建设质量安全监督局归口。

本标准由福建省质量技术监督局批准。

本标准起草单位：福建省交通建设质量安全监督局、厦门市捷航建筑工程质量检测有限公司、厦门港水运工程质量安全监督站、中交三航局有限公司厦门分公司、福建省港口工程公司。

本标准主要起草人：王惠民、林同钦、程李凯、苏宁、肖育畅、阙明华、陈永辉、伊左林、王振云、陈阵阵、李同飞、何荣玉、陈武。

福建省水运工程混凝土结构 构件实体质量检验规程

1 范围

本规程规定了水运工程混凝土结构构件实体质量检验的总则、术语、基本规定、混凝土抗压强度检验、钢筋保护层厚度检验、抗氯离子渗透性能检验、混凝土表面硅烷浸渍质量和表面涂层质量检验、道路堆场面层质量检验和钢筋锈蚀性状检测等内容。

本规程适用于福建省内水运工程混凝土结构构件的实体质量检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 4883—2008 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理
- JC/T 446—2000 混凝土路面砖
- JJG 817—1993 混凝土回弹仪
- JTG E30—2005 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTJ 270—1998 水运工程混凝土试验规程
- JTJ 275—2000 海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范
- JTS 257—2008 水运工程质量检验标准

3 总则

3.1 为统一和完善福建省水运工程混凝土结构实体质量检验技术标准，提高水运工程实体质量检测结果的可靠性，保证水运工程混凝土结构构件实体质量，制定本规程。

3.2 本规程适用于福建省水运工程混凝土结构构件实体质量的检验。本规程未明确的水运工程混凝土结构构件实体质量检验可参照执行。

3.3 在对福建省水运工程混凝土结构构件进行实体质量检验时，除应遵守本规程外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

4 术语与定义、符号

4.1 术语

下列术语与定义适用于本标准。

4.1.1 混凝土结构构件

以混凝土为材料制作的在工程结构中承受荷载的构件。

4.1.2 重要混凝土结构构件

涉及结构安全和重要使用功能的混凝土结构构件。常见重要混凝土结构构件见表 1。

表 1 常见重要混凝土结构构件表

| | |
|------|--------------------------|
| 预制构件 | 桩、梁、板、沉箱、扶壁、圆筒等 |
| 现浇构件 | 胸墙、梁、板、坞墙、挡墙、墩台、道路、堆场面层等 |

4.1.3 单个结构构件

指一个（件）预制构件或现浇构件的一个独立结构段（件）。

4.1.4 混凝土结构构件实体检验

由具备相应能力等级的检测机构开展的，对混凝土结构构件实体质量进行检验的行为。

4.1.5 实体施工自检

施工单位对混凝土结构构件进行的实体检验。

4.1.6 实体监理平行检验

监理单位对混凝土结构构件进行的实体平行检验。

4.1.7 实体验证性检验

建设单位组织并在质监机构监督下进行的，或由质监机构组织的混凝土结构构件实体复核性检验。由通过计量认证、具备相应能力等级并经质监机构认可的检测机构实施。

4.1.8 检验替代构件

用于替代实体混凝土结构构件进行破损或微破损检测的非工程用素混凝土构件。替代构件应与被替代的实体混凝土结构构件采用同批次拌和料，同阶段浇筑成型，28d 龄期到达后，其回弹强度与被替代的实体混凝土结构构件同龄期的回弹强度差值应小于 5%。检验替代构件可简称为替代构件。

4.2 符号

f_{cu} —— 芯样试件的抗压强度值。

d —— 芯样试件的直径。

N —— 芯样试件的破坏荷载。

$f_{cu,cor,m}$ —— 芯样试件混凝土抗压强度平均值。

$f_{cu,cor,i}$ —— 单个芯样试件的混凝土抗压强度值。

$f_{cu,e1}$ —— 混凝土抗压强度推定上限值。

$f_{cu,e2}$ —— 混凝土抗压强度推定下限值。

K_1 ——混凝土抗压强度推定区间上限值系数。

K_2 ——混凝土抗压强度推定区间下限值系数。

S_{cor} ——芯样试件抗压强度样本标准差。

R_m ——测区平均回弹值。

R_i ——测区中第 i 个测点回弹值。

R_{ma} ——回弹仪非水平方向检测时，测区的平均回弹值。

ΔR_a ——回弹仪非水平方向检测时，回弹值角度修正值。

R'_m ——回弹仪水平方向检测混凝土表面的测区平均回弹值。

R_m^b ——回弹仪水平方向检测混凝土底面时的测区平均回弹值。

ΔR_t ——检测面为混凝土表面时回弹值检测面修正值。

ΔR_b ——检测面为混凝土底面时回弹值检测面修正值。

f_{cuRo} ——测区混凝土抗压强度换算值。

f_{cuRom} ——经碳化修正后的测区混凝土抗压强度换算值。

η ——碳化修正系数。

f_{cuRe} ——混凝土抗压强度推定值。

m_{fcuRom} ——各测区混凝土抗压强度换算值的平均值。

$f_{fcuRom,min}$ ——结构或构件中最小的测区混凝土抗压强度换算值。

S_{fcuRom} ——测区混凝土抗压强度换算值的标准差。

$f_{fcuRom,i}$ ——第 i 测区混凝土抗压强度换算值。

n ——检验批中的测区总数。

$C_{mf,i}$ ——经修正的第 i 点钢筋保护层厚度检测值。

C_i ——第 i 点钢筋保护层厚度检测值。

C_c ——钢筋保护层厚度修正值。

C_o ——探头垫块厚度。

f_c ——混凝土抗弯拉强度。

f_{sp} ——直径为 $\Phi 150\text{mm}$ 的芯样圆柱体劈裂抗拉强度。

f_{cs} ——混凝土抗弯拉强度推定值。

$f_{c,i}$ ——第 i 个混凝土抗弯拉强度换算值。

f_r ——设计混凝土抗弯拉强度标准值。

k ——混凝土抗弯拉强度合格判定系数。

σ ——混凝土抗弯拉强度标准差。

X_L ——面层厚度代表值，各测点厚度平均值的下置信界限值。

\bar{x} ——各测点面层厚度平均值。

t_a —— t 分布中随测点数和保证率而变的系数。

H ——面层厚度合格率。

V ——温度修正后的电位值。

V_R ——温度修正前的电位值。

S_x ——修正后的钢筋锈蚀合格率。

S' ——平行验证检测所测得的钢筋锈蚀合格率。

5 基本规定

5.1 水运工程的重要混凝土结构构件除按照《水运工程质量检验标准》(JTS 257-2008)的规定进行试件检验外,还应进行实体抽样检验。重要混凝土结构构件成型并达到要求的龄期后,实体应经施工单位自检、监理单位平行检验和验证性检验。实体检验项目、检验方法及常见的实体检验结构构件要求应符合表2的规定。

表2 实体检验项目、检验方法及常见实体检验结构构件

| 序号 | 检验项目 | | 检验方法和要求 | | | 常见结构构件 |
|----|----------------|-----------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------------------------------|
| | | | 施工自检 | 监理抽检 | 验证性检验 | |
| 1 | 混凝土抗压强度 | | 现场对实体结构构件采用回弹法检测或现场取芯至室内采用取芯法 | | 现场取芯至室内采用取芯法检测 | 桩、梁、板、胸墙、坞墙、挡浪墙、墩台、沉箱、圆筒、扶壁等 |
| | | | (当采用取芯法检测,且有检验替代构件时,应在替代构件上取芯检测) | | | |
| 2 | 钢筋保护层厚度 | | 现场对实体结构构件采用非破损(电磁感应法)或局部破损法(剔凿法)检测 | | | |
| 3 | 抗氯离子渗透性能检验 | | 现场取芯至室内采用电通量法检测(有检验替代构件时,应在替代构件上取芯检测) | — | 现场取芯至室内采用电通量法检测(有检验替代构件时,应在替代构件上取芯检测) | |
| 4 | 混凝土表面防 | 混凝土表面硅烷浸渍 | 现场取芯至室内按规定方法检测 | — | 现场取芯至室内按规定方法检测 | |
| 5 | 腐 | 混凝土表面涂层 | 现场对实体结构构件按规定方法检测 | | | |
| 6 | 联锁块质量检验 | | 现场取联锁块至室内按本规程规定方法检测 | | | 道路、堆场 |
| 7 | 混凝土面层抗弯拉强度 | | 现场取芯至室内按规定方法检测 | | | |
| 8 | 道路、堆场混凝土面层厚度检验 | | 现场取芯检测 | | | |
| 9 | 钢筋锈蚀性状检验 | | 现场在实体结构构件上采用半电池电位检测 | — | — | 桩、梁、板、胸墙、坞墙、挡浪墙、墩台、沉箱、圆筒、扶壁等 |

5.2 施工单位应在执行《水运工程质量检验标准》(JTS 257-2008)的基础上,对重要混凝土结构构件进行实体施工自检。

5.3 监理单位应在施工单位对重要混凝土结构构件进行实体施工自检合格的基础上,按照规定进行实体监理平行检验。

5.4 实体验证性检验:

5.4.1 建设单位或质监机构应在实体施工自检和实体监理平行检验合格的基础上组织实施实体验证性检验。建设单位组织的实体验证性检验应在质监机构的监督下进行,其结果作为工程质量鉴定依据

之一。

5.4.2 在施工单位自检、监理单位平行检验结束后，施工单位、监理单位应及时通知建设单位或质监机构组织进行实体验证性检验。

5.4.3 建设单位及时组织完成实体验证性检验的前期准备工作，提前检测工作所必要的辅助设备及操作平台等检测条件，保证实体验证性检验工作的顺利实施。

5.5 分项工程质量检验记录表说明栏中应体现实体验证性检验结果。

5.6 进行实体质量检验前，应收集和具备以下资料，并制定检验方案：

工程名称，建设、设计、监理、施工单位的名称；结构构件名称、外形尺寸、数量及混凝土品种、等级、保护层厚度等设计指标；混凝土各种原材料的名称、品种、等级、规格、型号及混凝土配合比，原材料和混凝土性能的检测报告；施工时混凝土的模板种类、浇筑工艺、养护情况和浇筑施工日期及施工过程中发生的可能影响检测结果的特殊情况；混凝土施工过程中抽取的用于质量检验或指导施工的混凝土抗压强度等设计指标项目的检验结果。

5.7 混凝土结构实体验证的部位应根据工程结构特点和检测要求进行选择。对于非破损检验，应以受力集中、破坏会引起严重后果以及容易发生施工质量缺陷、具备检测代表性和可操作性的部位为主要检测范围；对于微破损检验，应满足结构安全性能的要求，并具备检测的代表性和检测的可操作性。

5.8 对重要混凝土结构构件，存在下列情况之一时宜采用替代构件检验法。

钢筋主筋净间距小于 100mm；施加预应力。对不存在上述情况的重要混凝土结构构件，不应采用替代构件检验法。

5.9 检验替代构件的制作：

5.9.1 检验替代构件应采用与所替代的混凝土结构构件相同的配合比、相同品种、型号、规格的原材料和相同的施工工艺进行浇筑，相同的养护条件进行养护。浇筑时的环境条件与所替代构件浇筑时基本相同（温度变化在 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 $\pm 10\%$ 范围内，且时间间隔不超过 3 个月）。满足上述规定条件的同一种结构构件制作一件替代构件。

5.9.2 检验替代构件应在被替代的结构构件首次浇筑施工时即同时成型，当结构构件的配合比、原材料、施工工艺、养护条件和环境条件及时间间隔中任一条件发生变化时，应根据同样的规定再制作检验替代构件。

5.9.3 28d 龄期到达后，其回弹强度与被替代的实体混凝土结构构件回弹强度差值应小于等于 5%。

5.9.4 检验替代构件制作的一般规定：

断面尺寸、形状同所替代的构件，长度不小于 2m；不施加预应力；存在空心腔的构件（箱形梁、方桩等），其替代构件两端可不做混凝土封堵；检验替代构件不满足上述要求时，视为无替代构件的情况。

5.10 按照 5.8 条要求应制作检验替代构件的，当出现无替代构件情况时，可按 5.9.1 的要求在实体结构中随机抽取 1 件作为该批次实体构件的检验替代构件。该替代构件应经设计确认结构安全性并加固补强，方可使用。

5.11 对重要的混凝土结构构件应实施首件实体检验制度。在首件结构构件的施工完成且具备检测条件后，应有施工单位先进行实体施工自检，再由监理进行实体监理平行检验，在施工自检和监理平行检验合格的基础上组织验证性检验。对有检验替代构件的结构构件，应在替代构件上进行规定项目的实体检验。

6 混凝土抗压强度检验

6.1 一般规定

6.1.1 混凝土结构构件抗压强度的实体验证性检验采用取芯法进行，实体施工自检和监理平行检验可采用回弹法或取芯法进行。

6.1.2 当采用取芯法且有检验替代构件时，应在替代构件上采用取芯法进行。

6.1.3 回弹法检验混凝土抗压强度直接在实体结构构件上进行。

6.2 取芯法检验混凝土抗压强度

6.2.1 取芯法检验混凝土抗压强度是指在混凝土结构构件上钻取混凝土芯样试件，利用所取芯样试件，采用圆柱体抗压强度试验方法来测试和推定混凝土抗压强度。

6.2.2 取芯法适用于混凝土抗压强度在 10—80Mpa 范围内混凝土结构构件，混凝土强度超出此范围时，不宜采用取芯法。

6.2.3 检验组批及抽样频率和抽样数量的规定

6.2.3.1 **单个结构构件检验：**适用于以指定的某一结构构件为一检验合格判定单元的情况，包括采用替代构件检验法的情况。施工自检时，单个实体结构构件中抽取的芯样试件不得少于 3 个，若为代表构件，则不得少于 15 个。监理平行检验、验证性检验在单个结构构件中抽取的数量规定同施工自检。

6.2.3.2 **批量检验：**用于无替代构件、且以同一批量混凝土结构构件为一检验合格判定单元的情况。同一批量混凝土结构构件应由混凝土生产工艺相同，混凝土设计强度等级相同，配合比、原材料、养护条件基本一致且龄期相近的同类混凝土结构构件组成。施工自检时，当结构构件总数在 50 件及其以下时，抽检的结构构件数量不少于 10 件；当结构构件总数在 50 件以上时，抽检的结构构件数量不得少于同批量结构构件总数的 20%，且不得少于 10 件。监理平行检验抽检施工自检数量的 20%，且不少于 5 件。验证性检验抽检数量见表 3。当构件总数量少于最低抽检数量规定时，应全数检验。抽样应随机进行，并具备代表性，当同一批结构构件中有不同的结构构件种类时，抽检的结构构件应覆盖所有的结构构件种类（如批量中有桩、梁、板时，抽检的构件中应各有桩、梁、板的检验替代构件）。抽

取的每件结构构件上各应钻取至少 3 个芯样。

表 3 重要混凝土结构构件实体混凝土强度验证性抽检数量（取芯法）

| 序号 | 构件种类 | 抽检数量 |
|----|-------------|----------------|
| 1 | 桩、梁、板 | 1%—2%且不少于 5 件 |
| 2 | 沉箱、扶壁、圆筒 | 5%—10%且不少于 5 件 |
| 3 | 闸墙、坞墙、挡墙、胸墙 | 5%—10%且不少于 5 段 |

6.2.4 在混凝土结构构件上取芯时，每个孔位钻取并制作一个芯样，以一个芯样的检测值作为合格评判中的一个统计数据。

6.2.5 取芯设备和取芯操作应符合本规程附录 A 的规定。

6.2.6 芯样试件钻取部位的选择宜按以下原则进行：混凝土强度具有代表性的部位；结构构件受力较小的部位；避开主筋、预埋构件和管件的位置；避开蜂窝、麻面、孔洞、掉石和裂缝等缺陷部位；便于钻机安放固定和操作的位置。

6.2.7 芯样试件的制取：芯样试件应在钻取的芯样的中部截取，每个孔位钻取的芯样长度应不小于 2 倍的芯样直径以供芯样试件的加工制取。

6.2.8 芯样试件形状和尺寸应满足以下规定：芯样试件应为圆柱形试件，其直径不宜小于混凝土骨料最大粒径的 3 倍，任何情况下，不得小于骨料最大粒径的 2 倍，且不小于 75mm；宜采用标准芯样试件，标准芯样试件为公称直径为 100mm，高径比为 1.0 的混凝土圆柱体试件。特殊情况下，如因钢筋间距、石子最大粒径限制的原因，可采用直径不大于 150mm 或不小于 75mm 的非标准芯样试件，但芯样高径比任何情况下均应为 1.0。

6.2.9 芯样试件加工后的尺寸测量要求：

6.2.9.1 直径：用游标卡尺测量构件中部，在相互垂直的两个位置上测量两次，取其算术平均值，精确至 0.5mm。

6.2.9.2 高度：用钢板尺测量与芯样轴线平行的两条母线，该两条母线与轴线应在同一平面内，取两个测值的算术平均值，精确至 1mm。

6.2.9.3 垂直度：用游标量角器测量两个端面与母线的夹角，精确至 0.1°。

6.2.9.4 平整度：用钢板尺或角尺紧靠在芯样端面上，一面转动钢板尺或角尺，一面用塞尺测量其与芯样端面的间隙。

6.2.10 芯样试件加工后的尺寸允许误差：

6.2.10.1 直径：沿试件高度任一直径与平均直径相差在 2mm 及其以内。

6.2.10.2 高度：芯样试件高度宜为 1.0d，允许偏差在 0.95d 和 1.05d 之间（d 为芯样试件直径）。

6.2.10.3 **垂直度**：试件端面与轴线的不垂直度在 1° 及其以内。

6.2.10.4 **平整度**：试件端面的不平整度在 100mm 长度内为 0.1mm 及其以内。

6.2.11 **芯样试件截取后应进行端面加工处理，端面加工处理方法如下：**

端面处理宜采用在磨平机上磨平的方法；可采用水泥砂浆、水泥净浆、硫磺砂浆或胶泥、聚合物水泥砂浆等补平的方法，用水泥净浆时宜配合 107 胶使用。补平的厚度不宜超过 1.5mm。端面补平处理完毕的试件应先静置 24h，后放入 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 养护池或标准养护室中养护 48h，端面磨平的试件直接放入 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 养护池或标准养护室中养护和浸泡或养护 48h 后，方可取出进行抗压试验。

6.2.12 芯样试件抗压检测前和检测后，应对芯样进行外观检查（检测后应劈开试件检查），当有以下情况时，该试件不得用作抗压试件或测试数据无效：芯样试件平均直径不小于所含骨料中最大粒径的两倍；芯样试件含有直径 $\Phi > 22\text{mm}$ 钢筋；所含钢筋与试件受压面不平行；当芯样直径 $\Phi \geq 100\text{mm}$ ，含有直径 $\phi \leq 22\text{mm}$ 钢筋超过 1 根；当芯样直径 $\phi < 100\text{mm}$ 时，含有直径 $\phi \leq 6.0\text{mm}$ 钢筋超过 1 根；含有裂缝（抗压前）、孔洞、蜂窝等缺陷；试件端面与抹平层分离。

6.2.13 芯样抗压强度试验按《水运工程混凝土试验规程》（JTJ270-1998）中规定的方法进行。

6.2.14 **芯样抗压强度计算：**

$$f_{cu} = 1.273 \times \frac{N}{d^2} \quad (1)$$

式中： f_{cu} ——芯样试件的抗压强度值（Mpa）； d ——芯样试件的直径（mm）； N ——芯样试件的破坏荷载（N）。

6.2.15 **取芯法检测混凝土抗压强度的合格判定：**

6.2.15.1 以混凝土抗压强度推定值进行检验批混凝土结构构件的合格判定，当推定值大于等于混凝土结构构件的设计混凝土立方体抗压强度标准值时，该检验批判定为合格，否则为不合格。当检验替代构件检验结果判定为合格时，其所替代的批量结构构件亦判定为合格。

6.2.15.2 混凝土抗压强度推定值的计算：

a) 当为批量检测时，可剔除芯样试件的抗压强度统计样本中的异常值，剔除规则应按现行国家标准《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 4883-2008）的规定执行，剔除异常值对应的芯样试件后的各芯样试件为有效芯样试件，仅对有效芯样试件的检测值计算推定值。

b) 当有效芯样试件大于等于 15 个时，混凝土抗压强度的推定值取推定区间的上限值 $f_{cu,e1}$ ，上限值 $f_{cu,e1}$ 和下限值 $f_{cu,e2}$ 按下式计算：

$$\text{上限值 } f_{cu,e1} = f_{cu,cor,m} - K_1 S_{cor}$$

$$\text{下限值 } f_{cu, e2} = f_{cu, cor, m} - K_2 S_{cor}$$

$$\text{平均值 } f_{cu, cor, m} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu, cor, i}}{n}$$

$$\text{标准差 } S_{cor} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu, cor, i} - f_{cu, cor, m})^2}{n - 1}}$$

式中： $f_{cu, cor, m}$ -----芯样试件的混凝土抗压强度平均值 (Mpa)，精确到 0.1Mpa； $f_{cu, cor, i}$ -----单个芯样试件的混凝土抗压强度平均值 (Mpa)，精确至 0.1Mpa； $f_{cu, e1}$ -----混凝土抗压强度推定上限值 (Mpa)，精确至 0.1Mpa； $f_{cu, e2}$ -----混凝土抗压强度推定下限值 (Mpa)，精确至 0.1Mpa； K_1 、 K_2 -----推定区间上限值系数和下限值系数，按表 4 取值； S_{cor} -----芯样试件抗压强度样本的标准值差 (Mpa)，精确至 0.1Mpa； $f_{cu, e1}$ 和 $f_{cu, e2}$ 所构成的推定区间的置信度宜为 0.85， $f_{cu, e1}$ 和 $f_{cu, e2}$ 之间的差值不宜大于 5.0Mpa 和 0.10Mpa 两者的较大值。

c) 当有效芯样试件少于 15 个时，取各个芯样抗压强度中的最小值作为推定值。

6.2.15.3 当按上述条件判定为不合格时，应逐件进行检验和合格判定。

6.3 回弹法检验混凝土抗压强度

6.3.1 回弹法检验混凝土抗压强度是指在混凝土结构构件上采用非破损检测方法——回弹法，测得回弹值，利用回弹值来推定混凝土抗压强度。

表 4 上、下限值系数表

| 试件数 n | $K_1(0.10)$ | $K_2(0.05)$ | 试件数 n | $K_1(0.10)$ | $K_2(0.05)$ |
|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 15 | 1.222 | 2.566 | 24 | 1.300 | 2.309 |
| 16 | 1.234 | 2.524 | 25 | 1.306 | 2.292 |
| 17 | 1.244 | 2.486 | 27 | 1.311 | 2.275 |
| 18 | 1.254 | 2.453 | 27 | 1.317 | 2.260 |
| 19 | 1.263 | 2.423 | 28 | 1.322 | 2.246 |
| 20 | 1.271 | 2.396 | 29 | 1.327 | 2.232 |
| 21 | 1.279 | 2.371 | 30 | 1.332 | 2.220 |
| 22 | 1.286 | 2.349 | 31 | 1.336 | 2.208 |
| 23 | 1.293 | 2.328 | 32 | 1.341 | 2.197 |

6.3.2 回弹法适用于抗压强度为 10.0—60.0Mpa，最短边尺寸不小于 150mm 的结构构件混凝土；回弹

法不得用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土结构构件。

6.3.3 检验组批及抽样频率和抽样数量的规定：

6.3.3.1 单个结构构件检验：适用于以指定的某一结构构件为一检验合格判定单元的情况。

6.3.3.2 批量检验：适用于以同一批量混凝土结构构件为一检验合格判定单元的情况。同一批量混凝土结构构件应由混凝土生产工艺相同、混凝土强度等级相同、配合比、原材料、养护条件基本一致且龄期相近的同类结构构件组成。施工自检时，当结构构件总数在 50 件及其以下时，抽检的结构构件数量不得少于 10 件，当结构构件总数在 50 件以上时，抽检的结构构件数量不得少于同批量结构构件总数的 20%，且不少于 10 件；监理平行检验抽检施工自检数量的 30%，且不少于 5 件。当构件总数少于最低抽检数量规定时，应全数检验。抽样应随机进行，并具备代表性，当同一检验批中有不同的结构构件种类时，抽检的结构构件应覆盖所有的结构构件种类。

6.3.3.3 无论施工自检或监理平行检验，在每个结构构件上测区数均宜不少于 10 个，因结构构件尺寸等原因限制达不到 10 个时，不得少于 5 个。

6.3.4 测定混凝土回弹值的回弹仪，宜采用指针直读式的混凝土回弹仪，也可采用数字显示式或自记录式的回弹仪。本规程规定使用的回弹仪标称能量为 2.207J，**回弹仪应符合下列标准：**水平弹击时，在弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标称能量应为 2.207J；弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧处于自由状态，此时弹击锤起跳点应位于相应于指针指示刻度尺的零点处或数显值为零处；在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 的钢砧上，回弹仪的率定值应为 80 ± 2 ；回弹仪使用的环境温度 $-4 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；回弹仪的检定和保养要求见附录 B。

6.3.5 检测前后，应对回弹仪作如下检查和率定：检查回弹仪的弹击拉簧处于自由状态，弹击锤与弹击杆碰撞瞬间，弹击锤起跳点应位于相应于指针指示刻度尺上的零点处或数显值为零处；做率定值测试时，在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 的钢砧上，回弹仪的率定值应为 80 ± 2 ；当检查和率定情况不符合上述要求时，应对回弹仪重新按规定（见附录 B）进行保养或检定，当符合要求时方可用于检测。

6.3.6 检测测区应符合下列规定：相邻两测区的间距应在 2m 以内，测区距构件端面或施工缝边缘的距离不宜大于 0.5m，且不宜小于 0.2m；测区面积应能容纳 8 个或 16 个回弹测点，且面积不宜大于 0.04 m^2 ；测区检测面应为混凝土原表面，并避开蜂窝、麻面、预埋件、钢筋部位，表面应清洁、平整，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层，必要时应用砂轮、砂纸清除疏松层和杂物，且不应留有粉末或者碎屑。

6.3.7 回弹值的测定和计算：

6.3.7.1 检测时，回弹仪的轴线应始终垂直于结构构件的混凝土检测面，缓慢施压，准确读数，快速复位。对小尺寸构件，弹击时应适当予以固定。

6.3.7.2 每个测区应弹击 16 个测定点，当测区具有相对于被测构件相互对应的两个平行侧面时，每

个侧面可弹击 8 个测点，共 16 个测点。

6.3.7.3 测点宜在测区范围内均匀分布，相邻两测点的净距不宜小于 30mm；测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于 30mm；测点不应在气孔或外露石上；每个测点只能弹击一次。

6.3.7.4 每个测点的回弹值读至 1，读数完毕后，应使回弹仪的弹击杆自机壳内伸出，挂钩挂上弹击锤，待进行下一个回弹值测定。

6.3.7.5 测区回弹平均值取 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值后所余 10 个回弹值的算术平均值，即：

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (6)$$

式中： R_m —测区平均回弹值，精确至 0.1； R_i —测区中第 i 个测点的回弹值，读至 1。

6.3.7.6 回弹仪宜处于水平方向弹击混凝土浇筑侧面，当不能满足这一要求时，亦可按非水平方向测试混凝土浇筑侧面或表面或底面，此时，应按下列方法进行回弹值的换算修正：

1) 当回弹仪为非水平方向弹击混凝土浇筑侧面时，应按下列公式换算成水平方向的回弹值：

$$R_m = R_{m\alpha} + \Delta R_\alpha \quad (7)$$

式中： $R_{m\alpha}$ —非水平方向检测时测区的平均回弹值，精确至 0.1；

ΔR_α —非水平方向检测时回弹值角度修正值，可按本规程附录 C 取值。

2) 当回弹仪为水平方向弹击混凝土浇筑表面，底面时，应按下列公式换算成侧面的回弹值：

$$R_m = R'_m + \Delta R_t \quad (8)$$

$$R_m = R_m^b + \Delta R_b \quad (9)$$

式中： R'_m 、 R_m^b —水平方向检测混凝土表面、底面时的测区平均回弹值，精确至 0.1；

ΔR_t 、 ΔR_b —检测面为混凝土表面、底面时回弹值检测面修正值，可按本规程附录 D 的规定采用。

3) 当回弹仪为非水平方向弹击混凝土浇筑表面或底面时，应先按公式 7 进行角度修正，再按公式 (8) 或公式 (9) 进行检测面的修正。

6.3.8 混凝土抗压强度换算值的计算：

6.3.8.1 按 6.3.7 条获得的测区平均回弹值，应换算成混凝土抗压强度值，即混凝土抗压强度换算值。

6.3.8.2 混凝土抗压强度换算值可通过福建省水运工程所建立的专用测强曲线换算、计算得出。测区回弹值与混凝土抗压强度的换算式如下：

$$f_{cuRo} = 0.0132R_m^{2.1735} \quad (10)$$

式中： f_{cuRo} ——测区混凝土抗压强度换算值。

6.3.8.3 当本工程有专用测强曲线时，应优先采用本工程的专用测强曲线。专用测强曲线的制定方法按附录 E 的规定。

6.3.9 测区混凝土抗压强度换算值的碳化修正：

6.3.9.1 当混凝土的碳化深度大于或等于 1.0mm 时，应对公式 10 计算得出的测区混凝土抗压强度换算值进行碳化修正。碳化修正按下式进行。

$$f_{cuRom} = \eta \times f_{cuRo} \quad (11)$$

式中： f_{cuRom} ——经碳化修正后的测区混凝土抗压强度换算值；

η ——碳化修正系数，见表 5。

表 5 碳化深度修正系数 η 表

| 测区强度 (Mpa) | 碳化深度 (mm) | | | | | |
|------------|-----------|------|------|------|------|------------|
| | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | ≥ 6.0 |
| 10—19.9 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.75 | 0.70 |
| 20.0—29.9 | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.75 | 0.73 | 0.65 |
| 30.0—39.9 | 0.93 | 0.86 | 0.80 | 0.73 | 0.68 | 0.60 |
| 40.0—50.0 | 0.92 | 0.84 | 0.78 | 0.71 | 0.65 | 0.58 |

6.3.9.2 碳化深度的检测方法：

a) 回弹值检测完毕后，应在每个结构构件上有代表性的位置测量碳化深度值，测点数不应少于构件测区数的 30%。取该结构上所有测点的碳化深度的平均值为该构件的碳化值。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应在每一测区测量碳化深度值；

b) 碳化深度值测量，可采用适当的工具在测区表面形成直径 15mm 的孔洞，其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应除净，并不得用水擦洗。同时，应采用浓度为 1% 的酚酞酒精溶液滴在孔洞的整个内壁，当已碳化与未碳化混凝土界限清楚时，再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，测量不应少于 3 次，取其平均值，作为该测点的碳化深度值。每次读数精确到 0.5mm。

6.3.10 回弹法检验混凝土抗压强度的合格判定：

6.3.10.1 以混凝土抗压强度推定值进行检验批混凝土结构构件的合格判定，当推定值大于等于混凝土结构构件的设计混凝土立方体抗压强度标准值时，该检验批判定为合格，否则为不合格。

6.3.10.2 混凝土抗压强度推定值的计算：

当单个结构构件或检验批中的该结构构件的测区总数大于等于 10 个时，混凝土抗压强度推定值取 $f_{cuRe} = m_{f_{cuRom}} - 1.645 S_{f_{cuRom}}$ ，其中：

$$m_{f_{cuRom}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cuRom,i}}{n} \quad (12)$$

$$S_{f_{cuRom}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cuRom,i})^2 - n(m_{f_{cuRom}})^2}{n-1}} \quad (13)$$

(1) 当检验批中的测区数少于 10 个时，混凝土抗压强度推定值取 $f_{cuRe} = f_{cuRom, \min}$ 。

式中： f_{cuRe} ——混凝土抗压强度推定值；

$m_{f_{cuRom}}$ ——各区混凝土抗压强度换算值的平均值 (MPa)，精确至 0.1MPa；

$f_{cuRom, \min}$ ——最小的测区混凝土抗压强度换算值；

$S_{f_{cuRom}}$ ——测区混凝土抗压强度换算值的标准差 (MPa)，精确至 0.01MPa

f_{cuRom} ——第 i 测区混凝土抗压强度换算值；

n ——检验批中的测区总数。

(2) 测区压强换算值出现小于 10.0MPa 时，混凝土抗压强度推定值 $f_{cuRe} < 10.0MPa$ 。

6.3.10.3 对按批量检验的结构构件，当该批结构构件出现以下情况之一时，则该批构件应全部按单个构件检验和合格判定：

(1) 当该批结构构件的各测区混凝土抗压强度换算值的平均值小于 25MPa 时， $S_{f_{cuRom}} > 4.50MPa$ ；

(2) 当该批结构构件的各测区混凝土抗压强度换算值的平均值为 25—50MPa 时， $S_{f_{cuRom}} > 5.50MPa$ ；

(3) 当该批结构构件的各测区混凝土抗压强度换算值的平均值大于 50MPa 时， $S_{f_{cuRom}} > 6.50MPa$ ；

(4) 该批结构构件中测区混凝土抗压强度换算值出现超出所用测强曲线适用强度范围的情况。

6.3.10.4 当按第 6.3.10.1、6.3.10.2 条的规定判定为不合格时，应按第 6.2 条的规定采用取芯法进行检验和合格判定。

7 钢筋保护层厚度检验

7.1 一般规定

7.1.1 钢筋保护厚度的检验方法宜采用非破损方法，仅在客观条件不适宜采用非破损检验方法时，方法采用局部破损方法。

7.1.2 钢筋保护层厚度检测直接在实体结构构件上进行。

7.1.3 检验组批及抽样频率和抽样数量规定

7.1.3.1 **单个结构构件检验：**适用于以指定的单个混凝土结构构件的钢筋保护层厚度检测值为合格判定单元的情况。

7.1.3.2 **批量检验：**适用于以同一批量混凝土结构构件的钢筋保护层厚度检测值为一检测合格判定单元的情况。同一批量混凝土结构构件应由种类相同、钢筋保护层厚度设计值相同的结构构件组成。施工自检时，当结构构件总数在 50 件及其以下时，抽检的结构构件数量不少于 10 件，当结构构件总数在 50 件以上时，抽检的结构构件数量不得少于同批量结构构件总数的 20%，且不少于 10 件。监理平行检验抽检施工自检数量的 30%，且不少于 5 件。验证性检验抽检数量见表 6。当构件总数少于最低抽检数量规定时，应全数检验。

表 6 钢筋保护层厚度验证性检验结构构件抽检频率和抽检数量

| 序号 | 构件种类 | 抽检数量 |
|----|----------------|---------------|
| 1 | 桩、梁、板 | 1%—2%且不少于 3 件 |
| 2 | 沉箱、扶壁、圆筒 | 10%且不少于 3 件 |
| 3 | 闸墙、坞墙、挡墙、胸墙、墩台 | 5%且不少于 3 段 |

7.1.3.3 各类结构构件的钢筋抽检数量和抽检点数规定

桩和梁构件应对全部主筋进行检验；板类构件、沉箱、扶壁、圆筒、胸墙、闸墙、坞墙、挡浪墙和墩台等应抽取不少于 6 根受力筋进行检测。每根钢筋应在有代表性部位检测 3 个点。施工自检、监理平行检验和验证性检验在单个结构构件上抽取的钢筋数量和测点数均应执行本条规定。

7.2 非破损检验方法

7.2.1 本规程所指钢筋保护层厚度测定非破损检验方法是指电磁感应法。电磁感应法是指采用电磁感应法钢筋探测仪（以下简称“钢筋探测仪”），应用电磁感应原理检测混凝土结构构件中的钢筋保护层厚度的方法。亦可采用雷达法（电磁波法），雷达法是指采用雷达仪发射和接收毫微秒级电磁波来检测混凝土结构构件的钢筋保护层厚度的方法。

7.2.2 电磁感应法不适用用于含有铁磁物质的混凝土钢筋保护层厚度检测。

7.2.3 钢筋探测仪宜采用全自动数显扫描仪。检测前钢筋探测仪应按规定进行检定和校准。校准方

法应按本规程附录 F 的规定进行。

7.2.4 使用钢筋探测仪首先应根据仪器的校准结果，结合钢筋探测仪说明书中的说明，掌握仪器的适用范围，（如保护层厚度、钢筋直径、钢筋最小间距等）并在合格使用范围内使用钢筋探测仪。

7.2.5 检测前，应结合设计资料和施工记录了解钢筋布置情况和钢筋直径、钢筋间距、钢筋保护层厚度等数据，确定钢筋检测仪的适用性，设定钢筋直径、保护层厚度量程范围等参数。

7.2.6 应选择合适的检测面，检测面应为混凝土原表面，检测面应清洁、平整，并应避免金属预埋件。

7.2.7 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，检测过程中应注意核查钢筋探测仪的零点状态。

7.2.8 钢筋保护层厚度的测定：

7.2.8.1 首先应进行钢筋位置的测定。使用钢筋探测仪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，在相应位置做好标记。按上述方法将相邻的其他钢筋位置逐一标出。检测时探头应避免钢筋接头和绑丝，钢筋间距应满足钢筋检测仪的检测要求。

7.2.8.2 设定和确认钢筋探测仪的量程范围和钢筋公称直径，沿被测钢筋轴线移动探头，选择相邻钢筋影响最小的位置，并避开钢筋接头和绑丝，读取第一次钢筋保护层厚度检测值，在同一位置上重复检测 1 次，读取第 2 次检测值，读数均读至 1mm。

7.2.8.3 同一位置测定两次的 2 个检测值相差应满足以下要求：在保护层厚度小于 60mm 时，不大于 1mm；保护层厚度在 60mm 及其以上时，不大于 2mm，当满足此要求时，取两次检测的平均值作为该位置的钢筋保护层厚度测定值，精确至 1mm。

7.2.8.4 当同一位置测定两次的 2 个检测值相差不满足第 7.2.8.3 条规定时，该组数据无效，此时应查明原因，并在该处重新检测。如仍不满足要求时，应更换钢筋探测仪。或采用剔凿方法校准和验证该处的钢筋保护层厚度检测值。

7.2.8.5 当实际钢筋保护层厚度小于钢筋检测仪最小示值时，应采用在探头下附加不含铁磁物的非金属垫块的方法进行调整，垫块应对钢筋检测仪检测结果不产生干扰，其表面应平整，各方向厚度偏差不应大于 0.1mm，检测方法同上所述。所加垫块厚度加上混凝土保护层厚度，作为保护层测定的量程范围，其不得超过仪器所使用的量程范围。计算保护层厚度时垫块厚度应予以扣除。

7.2.9 当出现下列情况之一时，应选取不少于 15% 的已测钢筋，且不应少于 6 根（当钢筋检测仪检测的实际数量不足 6 根时应全部选取）按本规程的局部破损方法进行校准和验证：钢筋间距、位置、直径的实际值与设计值或公称值有较大偏差；钢筋间距、位置、直径未知或有异议；相邻钢筋对检测结果有影响；混凝土材质与标准试件有显著差异。

7.2.10 每个检测位置钢筋保护层测定的检测结果计算按下式进行：

$$C_{mf, i} = C_i + C_c - C_o \quad (14)$$

式中： $C_{mf, i}$ ——经修正的第 i 点钢筋保护层厚度检测值，精确至 1mm； C_i ——第 i 点钢筋保护层厚度检测值，精确至 1mm； C_c ——钢筋保护层厚度修正值，为同一规格钢筋的钢筋保护层厚度局部破损方法所得到的检测平均值减去相同规格钢筋非破损方法所得到的检测平均值，精确至 0.1mm； C_o ——探头垫块厚度，精确至 0.1mm，不加垫块 $C_o=0$ 。

7.3 局部破损检验方法

7.3.1 本规程所指局部破损检验方法是指剔凿法。剔凿法一般采用人工剔凿，也可配合电钻钻孔进行。

7.3.2 剔凿测定钢筋保护层厚度时，首先应确定钢筋位置（钢筋位置的寻找和确定可采用钢筋探测仪配合进行），在钢筋的位置上垂直于混凝土表面成孔，剔凿时，不得损坏钢筋。

7.3.3 采用精度 0.1mm 的游标卡尺进行量测，以钢筋表面至结构构件混凝土表面的垂直距离作为该测点保护层厚度检测值，每点测试两次，读至 0.1mm，取两次的平均值为该点的钢筋保护层厚度的检测值，精确至 0.1mm。

7.3.4 以局部破损方法的检测值修正非破损检测方法检测值时，修正值 C_c 应按下式计算：

$$C_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_{mp, i}^r}{n} - \sum_{j=1}^{n'} \frac{C_{mp, j}}{n'} \quad (15)$$

式中： $C_{mp, i}^r$ ——同种规格钢筋用局部破损方法检测而得的第 i 点钢筋保护层检测值；

$C_{mp, j}$ ——在与局部破损方法所检测的同种规格钢筋上用非破损方法检测而得到的第 j 点钢筋保护层厚度检测值； n ——同种规格钢筋用局部破损方法检测的总测点数； n' ——同种规格钢筋用非破损方法检测的总测点数。

7.4 钢筋保护层厚度的合格判定

7.4.1 各种结构的钢筋保护层厚度允许偏差如表 7 所列。

表 7 钢筋保护层厚度允许偏差

| 序号 | 构件种类 | 允许值 (mm) |
|----|-------------------|----------|
| 1 | 桩、梁、板 | -5—12 |
| 2 | 沉箱、扶壁、圆筒 | -5—12 |
| 3 | 胸墙、闸墙、坞墙、档浪墙、墩台墩台 | -5—15 |

7.4.2 当检验批的全部测点钢筋保护层厚度合格点率为 80% 及其以上时，该检验批结构构件的钢筋保

护层厚度判定合格。

7.4.3 当检验批全部测测定的钢筋保护层厚度合格率小于 70%，该检验批结构构件的钢筋保护层厚度判定为不合格。

7.4.4 当检验批全部测点的钢筋保护层厚度合格点率小于 80%，但不小于 70%时，应再抽取相同数量的结构构件及相同的钢筋数量和测点数进行检测和判定，当两次抽样数量总和计算的合格点合格率为 80%及其以上时，该检验批的结构构件的钢筋保护层厚度仍可判定为合格，否则为不合格。

7.4.5 每次抽样检测结果中不合格测点测值最大负偏差均不应大于表 7 规定偏差的 1.5 倍，否则判定为不合格。

8 混凝土抗氯离子渗透性能检验

8.1 本规程所指混凝土抗氯离子渗透性能检验方法是指电通量法。电通量法是指在混凝土结构构件上钻取芯样试件，利用芯样试件，采用电通量测试设备测试通过芯样试件的电通量来判定混凝土抗氯离子渗透性能。

8.2 抗氯离子渗透性能检验适用于有抗氯离子渗透性能要求的处于浪溅区和水位变动区及采用高性能混凝土的混凝土结构构件。

8.3 抗氯离子渗透性能检测电通量法不适用于有掺有亚硝酸盐和钢纤维等导电材料的混凝土。

8.4 符合第 5.8 条规定且有替代构件的，应直接在替代构件上进行取芯检测抗氯离子渗透性能检验。

8.5 检验组批及抽样频率和抽样数量规定：

8.5.1 **单个结构构件检验：**适用于以指定的单个结构构件为一检验合格判定单元的情况，包括采用替代构件检验法的情况。无论施工自检或验证性检验，在单个实体结构构件中抽取的芯样试件均不得少于 1 组 3 个。若为替代构件，应选取不同部位制取不少于 3 组 9 个试件。

8.5.2 **批量检验：**适用于无替代构件，且是以同一批量混凝土结构构件为一检验合格判定单元的情况。同一批量混凝土结构构件应用混凝土生产工艺相同、混凝土抗氯离子渗透电通量指标相同，配合比、原材料、养护条件基本一致且龄期相近的同类结构构件组成。抽检的结构构件数量见表 8 规定。当构件总数少于最低抽检数量规定时，应全数检验。抽取的每件结构构件上各应钻取至少一组 3 个芯样。

表 8 抗氯离子渗透性能检验结构构件抽检频率和抽检数量

| 序 号 | 结构构件种类 | 抽 样 数 量 | |
|-----|--------------|-------------|------------|
| | | 施 工 自 检 | 验 证 性 检 验 |
| 1 | 桩、梁、板 | 3%且不少于 5 件 | 1%且不少于 3 件 |
| 2 | 沉箱、护壁、圆筒 | 15%且不少于 5 件 | 5%且不少于 3 件 |
| 3 | 闸墙、坞墙、挡浪墙、墩台 | 5%且不少于 5 段 | 2%且不少于 3 段 |

8.6 在混凝土结构构件上取芯时，每个孔位上钻取一个芯样，组成 1 组 3 个试件，以 1 组试件的代表值为合格判定中的一个统计值。当构件的厚度限制无法在 1 个孔位上制取 1 组 3 个试件时，可在邻近部位另取孔位钻取芯样，组成 1 组试件，另取的孔位与第一个孔位的孔边最小净距不得大于 10cm；不同组的芯样钻取孔位的孔边最小净距不得少于 50cm。

8.7 取芯设备和取芯操作应符合本规程附录 A 的规定。

8.8 **芯样试件钻取部位的选择宜按以下原则进行：** 混凝土抗氯离子渗透性能具有代表性的部位；结构构件受力最小的部位；避开钢筋、预埋件和管件的位置；避开蜂窝、麻面、孔洞、掉石和裂缝等缺陷部位；便于钻孔安放操作的位置。

8.9 芯样试件形状、尺寸和尺寸允许偏差的规定

8.9.1 芯样试件可为直径 (95 ± 1) mm，高度 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件，亦可为直径 (100 ± 1) mm，高度 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件，试件端面应光滑平整，不平整度在 100mm 长度内不宜超过 0.1mm，试件端面与轴线的不垂直度不宜超过 1° 。

8.9.2 芯样试件的直径不宜小于混凝土骨料的最大粒径的 3 倍，任何情况下不得小于骨料最大粒径的 2 倍；芯样的高度不宜小于混凝土骨料在芯样高度方向上最大投影长度的 2 倍。

8.10 芯样试件尺寸的测量要求：

8.10.1 **直径：** 有游标卡尺测量构件中部，在相互垂直的两个位置上测量两次，取其算数平均值，精确至 0.5mm。

8.10.2 **高度：** 用钢板尺测量与芯样轴线平行的两条母线，该两条母线与轴线应在同一平面内，取两个测值的算数平均值，精确至 1mm。

8.10.3 **垂直度：** 用游标量角器测量两个端面与母线的夹角，精确至 0.1° 。

8.10.4 **平整度：** 用钢板尺或角尺紧靠在芯样端面上，一面转动钢板尺或角尺，一面用塞尺测量其与芯样端面的间隙。

8.11 芯样试件的制取和加工：

8.11.1 每个孔位钻取的芯样长度不应小于 200mm，以供 1 组 3 个芯样试件的加工制取。

8.11.2 截取芯样试件时，当一个芯样制取 3 个试件或 2 个试件时，应先三等分或二等分切取，后再在每段中切取高度 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件各一块，两端两个试件应将更靠近第一次的等分切口面作为其暴露于氯离子溶液中的测试面，中间试件应将更靠近混凝土浇筑面的切口面作为其暴露于氯离子溶液中的测试面；当一个芯样制取一个试件时，应从试件中部切取高度为 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件，并应将靠近浇筑面的端面作为其暴露于氯离子溶液中的测试面。

8.11.3 试件两端应采取用水砂纸和细锉刀打磨光滑。

8.12 电通量检测前后，应对芯样进行检查（检查后应劈开构件进行检查），当发现以下情况之一时，

该试件的检测数据无效：含有最大粒径大于芯样直径 1/2 倍的粗骨料粒径及粒径在芯样高度上的最大投影长度大于芯样高度 1/2 倍的粗骨料；含有钢筋、钢纤维等良导体材料；含有裂缝、孔洞、蜂窝等缺陷。

8.13 芯样的抗氯离子渗透性能电通量法检验，按《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》（JTJ 275—2000）中的有关规定执行。

8.14 **抗氯离子渗透性能检验电通量法的合格判定：**

8.14.1 当检验批中各组芯样试件的电通量平均值不大于规定值，且单组芯样试件的电通量值不大于规定值的 115%时，检验批混凝土结构构件的抗氯离子渗透性能判定为合格，否则为不合格。当替代构件的检验结果为合格时，其代表的批量结构构件抗氯离子渗透性能亦判定为合格。

8.14.2 当按 8.14.1 条判定为不合格时，应逐件进行检验和合格判定。

9 混凝土表面硅烷浸渍质量和表面涂层质量检验

9.1 混凝土表面硅烷浸渍质量检验

9.1.1 本规程所指的混凝土表面硅烷浸渍质量检验方法是指在硅烷浸渍后的混凝土结构构件表面上钻取芯样试件，通过测试芯样试件的吸水率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量降低效果 3 项检测结果，来判定混凝土表面硅烷浸渍的质量。

9.1.2 混凝土表面硅烷浸渍质量检验适用于采用表面硅烷浸渍作为混凝土表面防腐措施的混凝土结构构件。

9.1.3 混凝土表面硅烷浸渍芯样直接在实体结构构件上钻取。

9.1.4 **检验组批及抽样频率和抽样数量规定：**施工自检时，每 500m² 浸渍面积作为一个检验组批，验证性检验时，每 2000 m² 浸渍面积作为一个检验组批，每检验组批随机抽取 6 个芯样试件，各取 2 个芯样试件分别进行吸收率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量降低效果 3 个项目的检验。同一检验组批中的混凝土结构构件应为硅烷材料品种相同、喷涂工艺相同、混凝土强度等级和耐久性指标相同的结构构件组成。

9.1.5 取芯设备和取芯操作应符合本规程附录 A 的规定。

9.1.6 **芯样试件钻取部位的选择宜按以下原则进行：**混凝土抗氯离子渗透性能具有代表性的部位；结构构件受力最小的部位；避开钢筋、预埋件和管件的位置；避开蜂窝、麻面、孔洞、掉石和裂缝等缺陷的部位；便于钻孔安放操作的位置。

9.1.7 取芯应在最后一次硅烷喷涂后至少 7d 进行。每个孔位上钻取一个芯样，截取靠近混凝土表面的一段作为试样。钻芯时注意保护好芯样的硅烷浸渍表面。

9.1.8 芯样试件形状、尺寸和尺寸允许偏差规定：芯样应作为直径（50±5）mm，高度为（40±5）mm

的圆柱体试件。试件一端的表面应为混凝土表面。

9.1.9 芯样试件的吸水率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量降低效果试验按《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ 275—2000)的规定执行。

9.1.10 硅烷浸渍质量的合格判定

9.1.10.1 硅烷浸渍质量的合格判定标准:吸水率不大于 $0.01\text{mm}/\text{min}^{1/2}$; 当混凝土强度等级不大于 C45 时, 浸渍深度应不小于 3mm, 当混凝土强度等级大于 C45 时, 浸渍深度应不小于 2mm; 氯化物吸收量的降低效果不小于 90%。

9.1.10.2 检验批中吸水率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量降低效果的三个检测项目各自两个试件的检测平均值均满足 9.1.10.1 条的规定时,该检验批的混凝土表面硅烷浸渍质量判定为合格, 若其中有一项不满足要求则为不合格。

9.1.10.3 当按 9.1.10.1、9.1.10.2 条判定为不合格时,应对不合格项目加倍取样检验, 以该不合格项两次四个试件的检测平均值再按 9.1.10.1、9.1.10.2 条进行合格判定, 当合格时, 该检验批的混凝土表面硅烷浸渍质量仍可判定为合格, 否则为不合格。

9.2 混凝土表面涂层质量检验

9.2.1 本规程所指的混凝土表面涂层质量检验方法指在涂层施工后的混凝土结构构件表面上现场测试涂层的干膜厚度和粘结力, 以此 2 个项目的检测结果来判定混凝土表面涂层的质量。

9.2.2 混凝土表面涂层质量检验适用于采用表面涂层作为混凝土表面防腐措施的混凝土结构构件。

9.2.3 混凝土表面涂层质量检验直接在实体结构构件上进行。

9.2.4 检验组批及抽样频率和抽样数量:施工自检时, 每个检验批中按每 50m^2 随机抽取一个点, 监理平行检验和验证性检验时, 每 300m^2 随机抽取一个点, 进行干膜厚度检测和粘结力检测, 且施工自检时干膜厚度、粘结力均不少于 30 个点, 监理平行检验和验证性检验时, 均不少于 15 个点。同一检验批应为相同品种、型号的涂层材料、相同设计涂层厚度的表面涂层组成。

9.2.5 涂层干膜厚度和粘结力检验按《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ275—2000)的规定执行。干膜厚度采用显微镜式测厚试验方法, 粘结力采用直接拉脱试验方法。干膜厚度亦可采用适用于非金属基底的非磁性测厚仪进行的无损检测方法, 此时检测操作应按相应的仪器说明书进行。

9.2.6 涂层质量的合格判定

9.2.6.1 涂层质量的合格判定方法:干膜厚度平均值应不小于设计干膜厚度, 且最小干膜厚度应不小于设计干膜厚度的 75%; 粘结力平均值应不小于 1.5Mpa, 且最小粘结力不小于 1.2Mpa; 试验后立即观察铝合金铆钉头型圆盘座的底面粘结物的情况, 底面应有 75%以上的面积粘附着涂层或混凝土等物体, 否则数据无效; 应在该测点附近涂层面上另取一点重做粘结力试验。

9.2.6.2 当检验批中各点干膜厚度的平均值和最小值及各点粘结力的平均值和最小值满足上述规定

时，该检验批的涂层质量判定为合格。

9.6.2.3 若检验批第一次抽检干膜厚度和（或）粘结力平均值不满足上述规定时，应再抽取同样数量的点进行干膜厚度和（或）粘结力检验和判定。当按两次抽样数量总和计算平均值满足上述规定时，该检验批的涂层质量仍可判定为合格，否则为不合格。

9.6.2.4 最小干膜厚度和最小粘结力应满足上述规定，当出现不满足规定的情况时（无论是第一次抽检还是第二次抽检中出现），该检验批涂层质量应判定为不合格。

10 道路堆场面层实体质量检验

10.1 混凝土道路、堆场面层抗弯拉强度检验

10.1.1 本规程所指的混凝土面层抗弯拉强度检验是指采用取芯法，在港口道路、堆场等部位的混凝土面层上钻取混凝土芯样试件，利用所取芯样试件，采用圆柱体劈裂抗拉强度试验方法来测试和推定混凝土面层抗弯拉强度。

10.1.2 混凝土道路、堆场面层抗弯拉强度检验直接在道路、堆场实体上进行。

10.1.3 混凝土圆柱体劈裂抗拉强度试验用混凝土芯样的直径宜为 150mm；高径比宜为 1.0，钻取高度宜为混凝土面层的全厚度。

10.1.4 除 10.1.3 条规定，混凝土圆柱体劈裂抗拉强度试验所用混凝土芯样钻孔孔位的选择和尺寸误差限值、尺寸测量、端面加工处理、试件养护、破型后数据剔除等要求同本规程的第 6.2.6、6.2.8—6.2.12 条的规定。

10.1.5 检验组批及抽样频率和抽样数量规定：

10.1.5.1 单块板块检验：适用于以指定的单块板块为合格判定单元的情况。对单个板块、施工自检、监理平行检验和验证性检验时，取样数量均不少于 3 个。取芯位置应均匀分布。

10.1.5.2 批量检验：适用于以同一批量板块为合格判定单元的情况。同一批量的板块应由混凝土生产工艺相同，混凝土强度等级相同，混凝土配合比、原材料、养护条件基本一致的同类混凝土板块组成。施工自检时，同一批量板块抽检时，道路宜按长度不大于 500m 抽取至少 3 个芯样，堆场宜按面积不大于 2500 m²抽取至少 3 个芯样；监理平行抽检和验证性检验道路可按长度不大于 1000m 抽取至少 3 个芯样，堆场宜按面积不大于 5000 m²抽取至少 3 个芯样。芯样总数宜不大于 10 个，取芯位置均匀分布。

10.1.6 在混凝土面层上取芯时，每个孔位钻取并制作一个芯样。一个芯样的抗弯拉强度值作为合格判定中的一个统计值。

10.1.7 芯样的钻取：

10.1.7.1 芯样钻取采用路面取芯钻机，路面取芯钻机有牵引式或车载式，钻机由发动机或电力驱动，

均有淋水冷却装置，钻头直径宜为 $\Phi 150\text{mm}$ 。

10.1.7.2 钻芯的操作步骤：在选取采样地点的路面上，先用粉笔对钻孔位置做出标记；用钻机在取样地点垂直对准地面放下钻头，牢固安放钻机，使其在运转过程中不得移动；开放冷却水，启动电动机，徐徐压下钻杆，钻取芯样，但不得使劲下压钻头。带钻透全厚后，上台钻杆，拔出钻头，停止转动，不使芯样损坏，取出芯样，用清水漂洗干净备用。

10.1.8 芯样的劈裂抗拉强度试验方法按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30—2005)中的规定执行。

10.1.9 混凝土面层抗弯拉强度的计算：混凝土劈裂抗拉强度应换算成混凝土抗弯拉强度，换算公式宜通过试验得到各自工程的换算公式，统计确定换算公式用的试验数据不宜少于 15 对。当无统计资料时，可按下列公式换算：

$$\text{石灰石、花岗岩碎石混凝土: } f_c = 1.868 f_{sp}^{0.871} \quad (16)$$

$$\text{玄武岩碎石混凝土: } f_c = 3.035 f_{sp}^{0.423} \quad (17)$$

式中： f_c ——混凝土抗弯拉强度 (Mpa)，精确到 0.1Mpa；

f_{sp} ——直径为 $\Phi 150\text{mm}$ 的芯样圆柱体劈裂抗弯拉强度 (Mpa)。

10.1.10 取芯法检验混凝土抗弯拉强度的合格判定：

10.1.10.1 以面层混凝土抗弯拉强度推定值和最小值进行面层混凝土抗弯拉强度的合格判定。混凝土抗弯拉强度的推定值取各个抗弯拉强度换算公式的平均值，即：

$$f_{cs} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{c,i}}{n}$$

式中： f_{cs} ——混凝土抗弯拉强度推定值 (Mpa)； $f_{c,i}$ ——第 i 个混凝土抗弯拉强度换算值 (Mpa)；

n ——检验批中的芯样总数。

10.1.10.2 混凝土抗弯拉强度的合格判定

a) 当芯样试件数量大于 10 个时，若推定值和最小值满足下列要求时，该检验批混凝土面层的抗弯拉强度判定为合格，否则为不合格。

$$f_{cs} \geq f_r + k\sigma \quad (19)$$

式中： f_r ——设计抗弯拉强度标准值 (Mpa)； k ——合格判定系数，按表 9 取值； σ ——强度标准差。

表9 合格判定系数

| 试件个数 n | 11—14 | 15—19 | ≥20 |
|--------|-------|-------|------|
| k | 0.75 | 0.70 | 0.65 |

b) 当试件数量为 11—19 个时，允许有一个试件抗弯拉强度小于 $0.85 f_r$ ，但不得小于 $0.80 f_r$ ；当试件数量 ≥ 20 个时，允许有一个最小抗弯拉强度小于 $0.85 f_r$ ，但不得小于 $0.75 f_r$ 。

c) 当芯样试件数量 ≤ 10 个时，若推定值 $f_{cs} \geq 1.10 f_r$ 时，且一个试件抗弯拉强度不小于 $0.85 f_r$ 该检验批混凝土面层的抗弯拉强度判定为合格，否则为不合格。

d) 当按上述条款判定为不合格时，应加倍取样进行检验，以两次取样检验结果的总和按上述的合格判定方法进行最终的合格判定。

10.2 混凝土道路、堆场面层厚度检验

10.2.1 本规程所指的混凝土面层厚度检验是指采用取芯法垂直于混凝土面层表面钻取芯样，钻取深度贯穿面层的全厚度，利用所取的芯样试件测定面层厚度。

10.2.2 混凝土道路、堆场面层厚度检测直接在道路、堆场实体上进行。混凝土面层厚度检测用芯样，宜利用取芯法检验混凝土面层抗弯拉强度所取的全厚度芯样试件，以减少对面层的破坏。

10.2.3 检验组批及抽样频率和抽样数量规定：

10.2.3.1 **单块板块检验：**适用于以指定的单块板块为合格判定单元的情况。单块板块检验时、施工自检、监理平行检验和验证性检验的取样数量均不少于 3 个。取芯位置应均匀分布。

10.2.3.2 **批量检验：**适用于以同一批量板块为合格判定单元的情况。同一批量的板块应由设计厚度相同的混凝土板块组成。施工自检时，对同一批量板块，道路宜按长度不大于 500m 抽取至少 3 个芯样，堆场宜按面积不大于 2500 m^2 抽取至少 3 个芯样；监理平行抽检和验证性检验道路可按长度不大于 1000m 抽取至少 3 个芯样，堆场宜按面积不大于 5000 m^2 抽取至少 3 个芯样。取芯位置宜均匀分布。

10.2.4 一个芯样的厚度检测值作为合格判定中的一个统计值。

10.2.5 **芯样的钻取：**芯样钻取采用路面取芯钻机，路面取芯钻机有牵引式（可用手推式）或车载式，钻机由发动机或电力驱动，均有淋水冷却装置，当芯样仅为测定面层厚度时，钻头直径宜取 $\Phi 50\text{mm}$ ，当兼做混凝土抗弯拉强度检测时，钻头直径宜为 $\Phi 150\text{mm}$ 。

10.2.6 **钻心的操作步骤：**在选取采样地点的面层表面上，先用粉笔对钻孔位置做出标记；用钻机在取样地点垂直对准路面放下钻头，牢固安放钻机，使其在运转过程中不得移动；开放冷却水，启动电动机，徐徐压下钻杆，钻取芯样，但不得使劲下压钻头。带钻透全厚后，上台钻杆，拔出钻头，停止转动，不使芯样损坏，取出芯样，用清水漂洗干净备用。

10.2.7 混凝土面层厚度的测定：

10.2.7.1 取出芯样，清除底面灰，找出混凝土面层与下层的分界面；

10.2.7.2 用钢板尺或游标卡尺沿圆周对称的十字方向四处量取芯样表面至上下层界面的高度，取其平均值为该处混凝土面层厚度，精确至 1mm。

10.2.8 混凝土面层厚度的合格判定：

10.2.8.1 以面层厚度代表值和合格率进行面层厚度的合格判定。面层厚度代表值的计算按下式进行：

$$X_L = \bar{x} - \frac{t_\alpha S}{\sqrt{n}} \quad (20)$$

式中： X_L ——厚度代表值（即各测点厚度平均值的下置信界限值）（mm）； \bar{x} ——各测点厚度平均值（mm）；

S ——标准差（mm）； n ——测点数（即芯样数）； t_α —— t 分布中随测点数和保证率而变的系数，

取保证率为 95%， t_α/\sqrt{n} 值见表 10。

10.2.8.2 面层厚度合格率按下式计算：

$$H = n_h/n (\%) \quad (21)$$

式中： H ——面层厚度合格率； n ——面层厚度总测点数（即芯样数）； n_h ——面层厚度检测值中大于等于 $(X_s - 10)$ mm 的测点数（ X_s 为面层厚度设计值）。

10.2.8.3 面层厚度的合格判定：

10.2.8.3.1 当面层厚度代表值 $X_L \geq X_s - 5$ ，且合格率 $H \geq 90\%$ ，该检验批混凝土面层厚度判定为合格，否则为不合格。

10.2.8.3.2 当按 10.2.8.3.1 条判定为不合格时，应加倍取样进行检验，以两次取样检验的结果总和按上述的合格判定方法进行最终的合格判定。

表 10 t_α/\sqrt{n} 系数表

| 保证率 n | 95% | 保证率 n | 95% | 保证率 n | 95% |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 2 | 4.465 | 12 | 0.518 | 22 | 0.367 |
| 3 | 1.686 | 13 | 0.494 | 23 | 0.358 |
| 4 | 1.177 | 14 | 0.473 | 24 | 0.350 |
| 5 | 1.953 | 15 | 0.455 | 25 | 0.342 |
| 6 | 0.823 | 16 | 0.438 | 26 | 0.335 |
| 7 | 0.734 | 17 | 0.423 | 27 | 0.328 |
| 8 | 0.670 | 18 | 0.410 | 28 | 0.322 |
| 9 | 0.620 | 19 | 0.398 | 29 | 0.316 |
| 10 | 0.580 | 20 | 0.387 | 30 | 0.310 |
| 11 | 0.546 | 21 | 0.376 | | |

10.3 道路与堆场联锁块质量检验

10.3.1 本规程所指的面层联锁块质量检验是指对铺砌后的联锁块抽样进行抗压强度、抗折强度、吸水率检验。

10.3.2 **检验组批及抽样频率和抽样数量规定：**施工自检每 2000m² 面层作为一个检验组批，监理平行检验和验证性检验每 10000 m² 面层作为一个检验组批，各抽取 15 块（抗折强度和抗压强度均检验时）或 10 块（抗折强度和抗压强度仅检验一项时），其中，每组 5 块分别进行吸水率、抗压和（或）抗折检验。

10.3.3 抗折强度检验方法按附录 G 执行。

10.3.4 抗压强度及吸水率检验方法执行《混凝土路面砖》（JC/T 446—2000）的规定。

10.3.5 面层联锁块质量检验的合格判定：

10.3.5.1 联锁块的质量要求按表 11 的规定。

表 11 联锁块的质量的要求

| 序号 | 规格和强度等级 检验项目 | | 长度/厚度<5 | | 长度/厚度>5 | |
|----|-----------------|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | | C _c 50 | C _c 60 | C _f 5.0 | C _f 6.0 |
| 1 | 抗压强度 (Mpa) | 平均值 | 50.0 | 60.0 | — | — |
| | | 单块最小值 | 42.0 | 50.0 | — | — |
| | 抗折强度 (Mpa) | 平均值 | (按设计要求) | (按设计要求) | 5.00 | 6.00 |
| | | 单块最小值 | (按设计要求) | (按设计要求) | 4.20 | 5.00 |
| 2 | 吸水率 (%) | | ≤5 | | | |

10.3.5.2 以联锁块的抗压强度和抗折强度的平均值和单块最小值、吸水率平均值进行联锁块质量的合格判定。

10.3.5.3 抗压强度和抗折强度平均值分别取所检验的各 5 块联锁块中的抗压强度、抗折强度检测值的算术平均值，单块最小值各取 5 块检测值中的最小值；吸水率取所检验的 5 块联锁块检测值的算术平均值。^①

10.3.5.4 当抗压强度和抗折强度平均值、单块最小值，吸水率平均值均满足表 11 的规定要求时，该检验批联锁块质量判定为合格；若抗压强度、抗折强度和吸水率平均值中有一项不满足规定要求时，对该不符合项加倍取样进行检验，若两次总和的 10 个检测值的平均值满足表 11 中的相应规定，则该检验批仍可判定为合格，否则为不合格。

10.3.5.5 单块最小值应满足第 10.3.5.1 条中的规定，当出现不满足规定的情况时（无论是第一次

抽样检测还是第二次抽样检测时出现), 该检验批联锁块质量判定为不合格。

11 钢筋锈蚀性状检测

11.1 本规程所指的钢筋锈蚀性状检验方法是半电池电位法。半电池电位法是指采用半电池电位法钢筋锈蚀检测仪检测混凝土结构构件表面测点的电位值, 以电位值来定性判定和评估混凝土结构构件内钢筋的实际锈蚀情况。

11.2 钢筋锈蚀性状检测一般在混凝土工程施工不连续, 或对已施工的混凝土结构构件钢筋的实际锈蚀性状有怀疑时, 为进一步验证和判定混凝土结构构件的钢筋锈蚀整体情况而进行。

11.3 半电池电位所用的钢筋锈蚀检测仪及其保养、维护与校准, 见本规程附录 H 的规定。

11.4 检验组批及抽样频率和抽样数量规定

11.4.1 **单个结构构件检验:** 适用于以指定的单个混凝土结构构件的钢筋锈蚀性状检验结果为合格判定单元的情况。

11.4.2 **批量检验:** 适用于以同一批量混凝土结构构件的钢筋锈蚀性状检验结果为合格判定单元的情况。施工自检时, 在混凝土工程施工不连续, 或对钢筋锈蚀情况有怀疑的混凝土结构构件中, 以混凝土结构构件种类相同、混凝土强度等级和抗氯离子渗透性能指标相同、钢筋保护层厚度设计值相同、混凝土龄期基本相同的结构构件组成一个检验组批, 抽取 50%且不少于 10 件的数量进行钢筋锈蚀性状检验。

11.4.3 混凝土结构构件上的测区应均匀分布, 测区面积不宜大于 $5\text{m} \times 5\text{m}$, 测区数量应根据结构构件的表面积大小而定, 且一个结构构件上的测区数不得少于 5 个, 每个测区应采用正方形网格布置测点, 采用 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \sim 500\text{mm} \times 500\text{mm}$ 的尺寸划分正方形网格, 网格的节点为电位测点。

11.5 混凝土测试表面应为混凝土原表面, 且应平整、清洁, 必要时应采用砂轮或钢丝刷打磨, 并清除粉尘等杂物; 当混凝土表面有绝缘涂层介质隔离时, 应先予以清除。

11.6 **钢筋锈蚀性状的检测:**

11.6.1 **导线与钢筋的连接应按下列步骤进行:** 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; 导线一端应接于电压仪的负输入端, 另一端应接于混凝土中钢筋上; 连接处的钢筋表面应除锈或清除污物, 保证导线与钢筋有效连接; 测区内的钢筋(钢筋网)必须与连接到的钢筋形成电通路。

注①: 抽样的抗压、抗折强度试块应经外观质量和尺寸偏差检查符合合格要求。外观质量和尺寸偏差的要求见《混凝土路面砖》(JC/T 446—2000)的相应规定。

11.6.2 **导线与半电池的连接应按下列步骤进行:** 连接前应检查各种接口, 接触应良好; 导线一端应连接到半电池接线插头上, 另一端应连接到电压仪的正输入端。

11.6.3 检测前，测区混凝土应预先充分浸湿。可在饮用水中加入适量（约 2%）家用液态洗涤剂配置成导电溶液，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有良好的耦合。

11.6.4 检测前，应清楚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。

11.6.5 检测时，先测量并记录环境温度，并观察分析周边环境，应避免外界各种条件因素产生的电流影响。

11.6.6 对测区测点编号，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。

11.6.7 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。

11.7 半电池检测系统稳定性应符合下列要求：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 10mV；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 20mV。

11.8 当检测环境温度在 $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ 之外时，应按下列公式对测点的电位值进行温度修正：

$$\text{当 } T \geq 27^\circ\text{C} : V = 0.9 \times (T - 27.0) + V_R \quad (22)$$

$$T \leq 17^\circ\text{C} : V = 0.9 \times (T - 17.0) + V_R \quad (23)$$

式中：V——温度修正后的电位值，精确至 1mV； V_R ——温度修正前的电位值，精确至 1mV；T——检测环境温度，精确至 1°C 。

11.9 测区钢筋锈蚀性状和检测结果的判定：

11.9.1 半电池电位检测结果可采用电位等值线图表示被测结构构件中钢筋的锈蚀性状。

11.9.2 宜按合适比例在结构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 100mV。

11.9.3 各测区的钢筋锈蚀性状和检测结果应根据表 12 进行判定。

表 12 半电池电位值评价钢筋锈蚀性状的评判标准

| 电位水平 (mV) | 钢筋锈蚀性状 | 结果 |
|------------------|-------------------|-----|
| > -200 | 不发生锈蚀的概率 $> 90\%$ | 合格 |
| $-200 \sim -350$ | 锈蚀性状不确定 | 不确定 |
| < -350 | 发生锈蚀的概率 $> 90\%$ | 不合格 |

11.10 混凝土结构构件钢筋锈蚀性状的合格判定：

11.10.1 当检验批中的合格测区面积占总测区面积比例即测区合格率达 80% 及其以上时，该检验批的钢筋锈蚀性状判定为合格，否则为不合格。

$$S = \frac{n_h}{n} \times 100\% \quad (24)$$

式中：n——总测区面积； n_h ——检测结果为合格的测区面积。

附 录 A

(规范性附录)

取芯和芯样制取设备及取芯操作方法

A.1 取芯和芯样制取设备

A.1.1 芯样钻取和芯样制取的设备均应有产品合格证，并经验证符合要求。

A.1.2 混凝土取芯机宜采用轻便型取芯机，钻芯机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便，取芯机主轴空载转速宜具有 320r/min、550 r/min、1120r/min 三档，径向跳动不宜超过 0.1mm；并应有水冷却系统。

A.1.3 钻取芯样宜采用人造金刚石薄壁钻头。切口宽度可控制在 2.0—4.0mm；钻头胎体不得有肉眼可见的裂纹、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。钻头胎体对刚体的同心度偏差不得大于 0.3mm，钻头的径向跳动不宜大于 1.5mm。

A.1.4 锯切芯样时使用的锯切机和磨平芯样的磨平机，应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置；配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。

A.1.5 切割机可选用手动或自动两种形式的岩石切割机，宜采用全自动双刀型切割机，并应满足下列要求：具有牢固夹紧芯样的装置；进刀速度可控制在 50—110mm/min；具有水冷却系统，水压可保持在 0.01Mpa。

A.1.6 芯样宜采用补平装置（或研磨机）进行芯样端面加工。研磨机和补平装置除应保证芯样的端面平整度要求外，尚应保证芯样端面与芯样轴线垂直度要求。

A.2 取芯操作方法

A.2.1 **校验：**操作人员应熟悉仪器使用说明书，掌握其操作要领及仪器的构造。仪器通电前应检查下列内容：电源电压；冷却水的水温将电源开关拨向“ON”的位置，应检查下列内容：钻头摆动不得大于 1.5mm；取芯机主轴的径向跳动不宜超过 0.1mm。

A.2.2 **操作：**用电动冲击锤钻取膨胀螺栓孔穴，固定膨胀螺栓；将取芯机安放于膨胀螺栓上，用螺母固定取芯机；调整取芯机的主轴线，使旋转时的轴线与被钻芯样的混凝土表面相垂直；接通电源及冷却水，将电机电源开关拨向“ON”的位置，手持进给手柄，移动传动滑块至可移动状态，使钻头缓慢地与混凝土表面接触；当混凝土表面出现圆槽后，方可施加压力，钻取芯样试件；钻取芯样时应控制进钻速度；芯样试件钻取完毕后，缓慢地将手持进给手柄旋转，使钻头提升距混凝土表面 50mm。断电、断水、移动传动滑块至锁定状态；卸下固定钻机上的膨胀螺母，从膨胀螺栓上取下钻机，轻放于地面。

A.2.3 **注意事项：**在钻取芯样过程中，出现卡钻时，应关闭电源。用扳手按钻头旋转方向转动至钻

头能自由转动后，启动电机电源，继续钻取芯样试件；当发现电机输入电流增大，转速降低，排出冷却水呈清水，含有银白色粉末等情况，应降低进给速度，待钢筋切割完毕后，恢复原来的进给速度；应经常检查碳刷和换向器的磨损，保持碳刷与换向器具有良好的接触；钻头纯化后，可用砂轮磨其钻头端面。

A.2.4 保养：取芯机的进给滑架，立方柱和齿条应经常保持洁净，减少磨损；在水套外壳泄漏孔内，应经常加少许机油，减少橡胶油封对主轴的摩擦力；取芯机工作时，当发现冷却水从水套外壳的泄漏孔溢出时，应更换水套外壳的橡胶油封；工作完毕后，取芯机应放于干燥、清洁和无腐蚀性气体的环境中；长期不用的取芯机，使用前应做绝缘电阻检查。

附 录 B

(规范性附录)

回弹仪的检定和保养要求

B.1 回弹仪的检定

B.1.1 回弹仪出现下列情况之一时，应送法定的检定单位检定：新回弹仪启用前；超过检定有效期限（有效期限为半年）；累计弹击次数超过 6000 次；经常规保养后钢砧率定值不合格；遭受严重锤击或其他损害。

B.1.2 回弹仪应由法定部门并按照国家现行标准《混凝土回弹仪》（JJG 817—1993）对回弹仪进行检定。

B.1.3 率定值 RN 的检验应采用下列方法：率定试验宜在干燥、室温为 5—35℃ 的条件下进行；钢砧的洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 ；钢砧应稳固的平放在刚度大的物体上；回弹位置放于钢砧中，弹击杆端部球面与砧芯接触，垂直向下弹击；分 4 次旋转弹击杆，每弹击 6 次，将弹击杆旋转 90° ，取每 6 次的稳定回弹平均值作为该位置的率定值 RN，4 次的率定值 RN 值均应符合规定要求，对于标称能量为 2.207J 的回弹仪，其率定值 RN 应为 80 ± 2 。

B.2 回弹仪的保养

B.2.1 当回弹仪出现下列情况之一时，应进行常规保养：弹击次数超过 2000 次；对检测值有怀疑时；率定值 RN 不合格。

B.2.2 常规保养应采取下列步骤：从机壳内取出机芯，卸下弹击杆，从弹击杆中取出缓冲压簧，并取出弹击锤、弹击拉簧和拉簧座；清洗机芯各零部件，重点清洗中心导杆、弹击锤和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，其他零部件均不得抹油；应清理机壳内壁，卸下刻度尺，并应检查指针，其摩擦力应为 0.5—0.8N。

B.2.3 进行常规保养时，应注意下列事项：不得旋转尾盖上的紧固调整螺母；不得自制或更换零部件。

B.2.4 保养后应按本规程第 B.1.3 条要求进行率定实验。

B.2.5 回弹仪使用完毕后应使弹击杆伸出机壳，清除弹击杆、杆前段球面、以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时，应将弹击杆压入仪器内，经弹击后方可按下按钮锁住机芯，将回弹仪装入仪器箱，平放在干燥阴凉处。

附录 C

(规范性附录)

非水平方向检测时回弹值角度修正值

| $R_{m\alpha}$ | ΔR_{α} | 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 | -4.5 | -3.8 | -2.8 | +2.3 | +2.8 | +3.3 | +3.8 | |
| 26 | -5.4 | -4.4 | -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 | -3.9 | -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 | |
| 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: $R_{m\alpha}$ 小于 20 或大于 50 时, 均分别按 20 或 50 查表; 注 2: 表中未列入的相应于 $R_{m\alpha}$ 的修正值 ΔR_{α} 。可用内插法求得, 精确至 0.1。

附录 D

(规范性附录)

检测混凝土浇筑顶面和底面的回弹值修正值

| R'_m 或 R_m^b | 顶面修正值(ΔR_t) | 底面修正值(ΔR_b) | R'_m 或 R_m^b | 顶面修正值(ΔR_t) | 底面修正值(ΔR_b) |
|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 20 | +2.5 | -3.0 | 36 | +0.9 | -1.4 |
| 21 | +2.4 | -2.9 | 37 | +0.8 | -1.3 |
| 22 | +2.3 | -2.8 | 38 | +0.7 | -1.2 |
| 23 | +2.2 | -2.7 | 39 | +0.6 | -1.1 |
| 24 | +2.1 | -2.6 | 40 | +0.5 | -1.0 |
| 25 | +2.0 | -2.5 | 41 | +0.4 | -0.9 |
| 26 | +1.9 | -2.4 | 42 | +0.3 | -0.8 |
| 27 | +1.8 | -2.3 | 43 | +0.2 | -0.7 |
| 28 | +1.7 | -2.2 | 44 | +0.1 | -0.6 |
| 29 | +1.6 | -2.1 | 45 | 0 | -0.5 |
| 30 | +1.5 | -2.0 | 46 | 0 | -0.4 |
| 31 | +1.4 | -1.9 | 47 | 0 | -0.3 |
| 32 | +1.3 | -1.8 | 48 | 0 | -0.2 |
| 33 | +1.2 | -1.7 | 49 | 0 | -0.1 |
| 34 | +1.1 | -1.6 | 50 | 0 | 0 |
| 35 | +1.0 | -1.5 | | | |

注 1: R'_m 或 R_m^b 小于 20 或大于 50 时, 均分别按 20 或 50 查表;

注 2: 表中有关混凝土浇筑顶面的修正系数, 是指一般原浆抹面的修正值;

注 3: 表中有关混凝土浇筑底面的修正系数, 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;

注 4: 表中未列入的相应于 R'_m 或 R_m^b 的 ΔR_t 或 ΔR_b 值。可用内插法求得, 精确至 0.1。

附录 E

(规范性附录)

专用测强曲线的制定方法

E.1 针对某个工程或某个局部地区中，采用与其混凝土结构构件所用的混凝土相同的原材料品种和规格及组成种类相同的混凝土的成型工艺和养护方式亦相同，制定适用于该工程或地区中该类混凝土的结构构件的测强曲线，称为该工程或地区中该类混凝土的专用测强曲线。

E.2 专用测强曲线的适用条件应符合 E.1 条所述的指定条件，所测试的混凝土结构构件的强度等级范围及龄期范围亦不得超出制定专用测强曲线所用的混凝土试件的强度和龄期范围。

E.3 设计 5 个及以上混凝土强度等级均匀分布在计划范围中的混凝土配合比，该配合比中所应用的原材料组成、品种、等级及组成种类应与所测试的实际混凝土结构构件工程相同。按此配合比采用与测试的实际混凝土结构构件工程相同的成型工艺和养护方式，拌制 5 个及以上强度等级的混凝土，选择 28d、60d、90d 3 个及以上龄期混凝土，每一强度等级，每个龄期制作 6 个及以上 150mm 立方体试件。同一龄期的试件宜在同一天内成型制作完毕。

E.4 试件回弹值的测定

E.4.1 取出到达计划龄期的试件，擦净表面水分，尘屑、油污等杂物，在温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的自然环境静置 12—24h，使试件表面温度与自然环境一致。

E.4.2 将试件的两个浇注侧面置于压力机的上下承压板之间，均匀加压至 30—80kN（低强度试件取低值，高强度试件取高值）。

E.4.3 保持 30—80kN 的压力之下，用符合本规程第 6.3.4 条规定的回弹仪按第 6.3.5—6.3.7 条规定的检测要求，在试件的避开混凝土成型顶面和底面的两个相对面的另两个相对面上分别均匀分布选择 8 个点进行回弹值测试。

E.4.4 在每个试件的 16 个回弹值中分别剔除 3 个最大值和 3 个最小值。计算余下 10 个回弹单值的平均值，精确至 0.1MPa，即该构件的平均回弹值 R。

E.5 试件抗压强度值的测定

对测试完回弹值的试件，以 0.3—1.0MPa/s（强度在 30 MPa 以下取 0.3—0.5 MPa/s，强度在 30—60 MPa 取 0.5—0.8 MPa/s，强度在 60 MPa 以上取 0.8—1.0 MPa/s）的速度加压至试件破坏，计算的该试件的抗压强度值 f_{cu} ，精确至 0.1MPa。

E.6 专用测强曲线的建立

E.6.1 建立试件回弹值与抗压强度值的相关关系式，可采用式 E.1、E.2 及 E.3 相关关系式：

$$\text{直线型 } f_{cu} = a + bR_m \quad (\text{E.1})$$

$$\text{幂函数型 } f_{cu} = aR_m^b \quad (\text{E.2})$$

$$\text{指数函数型 } f_{cu} = ae^{bR_m} \quad (\text{E.3})$$

E.6.2 建立相关关系时可优先按一元线性回归方程 $y=a'+bx$ 进行计算建立。(即将上述 3 种型式的相关关系转化为一元线性回归方程 $y=a'+bx$ 进行计算,求得 a' , a , b 值后,再还原成原形式的相关关系式)。

E.7 相关关系式的误差分析和误差允许值规定

E.7.1 对回归计算得到的相关关系式,应按以下要求进行误差计算分析

① 平均相对误差 e 的计算按式 E.4 进行:

$$e = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{f_{cu,i}}{f_{cu,i}^c} - 1 \right| \times 100 \quad (\text{E.4})$$

② 相对标准差 e_r 的计算按式 E.5 进行:

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{f_{cu,i}}{f_{cu,i}^c} - 1 \right)^2} \times 100 \quad (\text{E.5})$$

式中: $f_{cu,i}$ ——第 i 个试件的抗压强度值 (Mpa), 精确至 0.1Mpa;

$f_{cu,i}^c$ ——第 i 个试件由平均回弹值按测强曲线相关关系式计算而得的抗压强度换算值 (Mpa), 精确至 0.1Mpa;

n ——制定测强曲线用的试件数。

E.7.2 专用测强曲线的强度误差值应符合下列规定:

a) 平均相对误差 e 不应大于 $\pm 12.0\%$, 相对标准误差 e_r 不应大于 14.0% ;

b) 对满足上述规定的相关关系,可优先取 e 和 e_r 均较小的曲线作为专用测强曲线,对不满足上述规定的相关关系式不得作为专用测强曲线,当 3 种形式相关关系式均不满足上述规定时,应重新制定专用测强曲线。

E.8 当有碳化现象时专用测强曲线的建立

E.8.1 当试件表面已发生碳化(碳化深度大于等于 1.0mm 时),应在回弹值测试后,按本规程第 6.3.9.3 条规定方法进行每个试件碳化深度 h_c 的测试,并在相关关系回归分析时引入碳化深度分量,采用幂函数型式的相关关系式即 $f_{cu}=aR_m^b \cdot h_c^{b_2}$,按二元线性回归方程 $y=a+b_1x_1+b_2x_2$ 进行计算和建立相关关系式(即幂函数相关关系式转化为 $y=a+b_1x_1+b_2x_2$ 进行计算,求得 a' 、 a 、 b_1 、 b_2 后,再还原成幂函数形式的相关关系式)。

E.8.2 当有碳化现象时的专用测强曲线的强度误差计算分析和误差允许值同上述 E.7 条的规定。

附录 F

(规范性附录)

钢筋探测仪（电磁感应法）校准方法

F.1 钢筋探测仪校准

钢筋探测仪发生下列情况之一时，应对钢筋探测仪进行校准：新仪器启用前；超过检定有效期限；检测数据异常，无法进行调整；经过维修或更换主要零配件。

F.2 校准试件的制作

F.2.1 制作校准试件的材料不得对仪器产生电磁干扰，可采用混凝土、木材、塑料、环氧树脂等。宜优先采用混凝土材料，且在混凝土龄期达到 28d 后使用。

F.2.2 制作校准试件时，宜将钢筋预埋在校准试件中，钢筋埋置时两端应露出试件，长度宜为 50mm 以上。试件表面应平整，钢筋轴线应平行于试件表面，从试件 4 个侧面量测其钢筋的埋置深度应不相同，并且同一钢筋两外漏端轴线至试件同一表面的垂直距离差应在 0.5mm 之内。

F.2.3 校准的试件尺寸、钢筋公称直径和钢筋保护层厚度可根据钢筋探测仪的量程进行设置，并应与工程中被检钢筋的实际参数基本相同。

F.3 校准项目及指标要求

F.3.1 对混凝土保护层厚度进行校准

F.3.2 指标要求：当保护层厚度小于 60mm 时，误差 $\leq 1\text{mm}$ ，保护层厚度在 $\geq 60\text{mm}$ 时，误差 $\leq 2\text{mm}$ 。

F.4 校准步骤

F.4.1 应在试件各测试表面标记出钢筋的实际轴线位置，用游标卡尺量测两外漏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 0.1mm。

F.4.2 校准前，应对钢筋探测仪进行预热和调零，调零时探头应运离金属物体。校准时，钢筋探测仪探头在试件上进行扫描，测出并记录钢筋探测仪指示的保护层厚度检测值。

F.4.3 钢筋探测仪检测值和实际量测值的对比结果均符合本附录第 F.3 条的要求时，应判定钢筋探测仪合格。当一定量程范围内符合本规程附录第 F.3 条的要求时，应判定其相应部分合格，但应限定钢筋探测仪的适用范围，并应指明其符合的量程范围以及不符合的量程范围。

F.4.3 经过校准合格或部分合格的钢筋探测仪，应注明所采用的校准试件的钢筋牌号、规格以及校准试件材质。

附 录 G

(规范性附录)

混凝土联锁块抗折强度试验方法

G.1 设备

G.1.1 试验机:

抗折试验机或万能试验机,可采用带有抗折试验架的压力试验机。试验机的示值相对误差应不大于1%,其量程选择应能使试件的抗折预期破坏荷载在满量程的20%—80%。

G.1.2 支座及加压棒:

支座的两个支承棒和加压棒的直径为 (38 ± 2) mm,材料为钢制,长度210mm。支承棒和加压棒在每次使用前,必须在工作台上,将其放平,用水平尺沿水平方向同向靠在上面校正,确认其满足要求后,方可使用。

G.1.3 三块垫片:

每片垫块的宽 (15 ± 1) mm,厚 (4 ± 1) mm,垫片长度应至少比试件宽度(H)长10mm。垫板的材质为五合板。

G.1.4 钢直尺,分度值为1mm。

G.1.5 游标卡尺,量程(0—125)mm,精确至0.02mm。

G.1.6 切割机、磨光机、水平尺。

G.1.7 工作台:

面积合适、表面为硬质材料的平滑平面。应使用水平尺校验合格后方可投入使用。

G.2 试件

试件数量为五块外观质量和尺寸偏差满足规定要求的混凝土联锁块,联锁块成型后的养护龄期应大于28d。

G.3 试验步骤

G.3.1 试件处理

1) 在工作台上,用水平尺检查试件做抗折强度试验的两个支承线、一个加荷线的接触处是否平整,不平处可用磨光机打磨。

2) 抗折强度试验中,试件厚度B的取值测量在磨平后进行,取图G.1中支承线和加荷线两端的共计6个测量值的最小值,若联锁块公称尺寸的厚度值与抗折强度试件的厚度B值之差超出3mm,则重新抽取制作抗折强度试件。

3) 在工作台上,用试件、两个支承棒、水平仪,组成一个模拟抗折强度试验形状,水平仪代替加荷棒。以检查试件的两个支承面和一个加荷面是否水平。若有误差,可用磨光机继续加工,直至满足要求。

G.3.2 试验步骤

1) 将制样完成后的试件浸入 $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ 的水中, (24 ± 3) h后取出,抹去表面水分,立即进行试验。

2) 将试件放置在试验机的支承座上,支承棒、加荷棒轴线应垂直于联锁块纵轴向(联锁块长边两端点连线方向),支承点距联锁块端部最凹点处的沿联锁块纵轴向的距离 S 为30mm,均匀地加荷至试件折断(见图G.1),记录破坏荷载。加荷速度大小,宜满足使断裂荷载出现在 (45 ± 15) s范围内。若出现试件断裂面不在加荷棒位置的情况,则该试件试验无效,需重新取样检测。

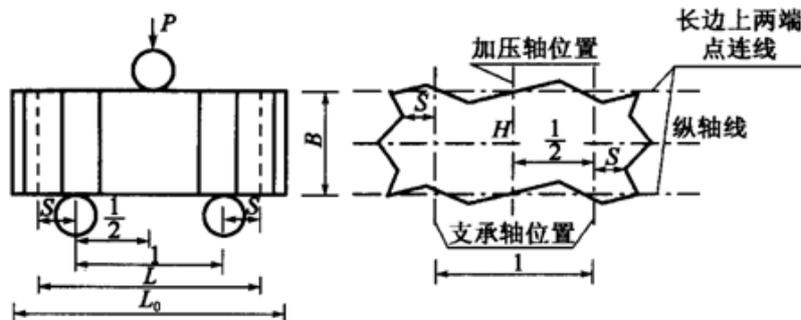


图 G.1

注:可以在试验前,根据试件可能出现的抗折强度值(生产企业设计值)除以45s后,再用公式(G.1)、试件的宽度和厚度、两支承点间距,推算出加荷速度(N/s)。

G.4 结果计算

G.4.1 单块试件的抗折强度按式(G.1)计算,精确至0.1Mpa。

$$R_f = \frac{3Pl}{2HB^2} \quad (\text{G.1})$$

式中: R_f ——抗折强度(Mpa);

P ——破坏荷载(N);

L ——两支承点间的距离(mm);

H ——试件宽度,指加荷棒处联锁块断裂面的宽度(mm);

B ——试件厚度(mm)。

附录 H

(规范性附录)

钢筋锈蚀检测仪及其保养和校准方法

H.1 钢筋锈蚀检测仪

H.1.1 钢筋锈蚀检测仪应由铜—硫酸铜半电池（以下简称半电池）、电压仪和导线构成。铜—硫酸铜半电池如图 H.1.1 所示。

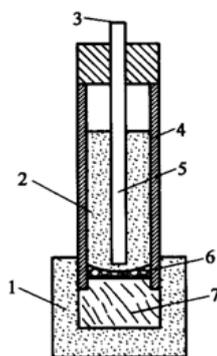


图 H.1.1 铜—硫酸铜半电池剖面

1-电连接垫（海绵）；2-饱和硫酸铜溶液；3-与电压仪导线连接的插头；4-刚性管；5-钢棒；6-少许硫酸铜结晶；7-多孔塞（软木塞）

H.1.2 饱和硫酸铜溶液应采用纯硫酸铜试剂晶体溶解于蒸馏水中制备。应使刚性管的底部面积有少量未溶解的硫酸铜结晶体，溶液应清澈且饱和。

H.1.3 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。

H.1.4 电压仪应具有采集、显示和存储数据的功能，满量程不宜小于 1000mV。在满量程范围内的测试允许误差为±3%。

H.1.5 用于连接电压仪与混凝土中钢筋的导线宜为铜导线，其总长度不宜超过 150mm、截面面积宜大于 0.75mm^2 ，在使用长度内因电阻干扰产生的测试回路电压降不应大于 0.1 mV。

H.2 钢筋锈蚀检测仪的保养与校准

H.2.1 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。

H.2.2 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。不得用钢毛刷擦洗铜棒及刚性管。

H.2.3 硫酸铜溶液应根据使用时间予以更换，更换后宜采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 ± 10 ）mV。