

江苏省工程建设标准

DGJ

J 13212—2015

DGJ32/TJ 193—2015

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting of pumped
concrete compressive strength by rebound method

归档 1550

2015-08-27 发布

2015-10-01 实施

统一书号：155345·517

定 价： 18.00 元

江苏省住房和城乡建设厅 审定 发布

江苏省工程建设标准

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting of pumped
concrete compressive strength by rebound method

DGJ32/TJ 193—2015

主编单位：江苏省建设工程质量监督总站
江苏省建筑工程质量检测中心有限公司

批准部门：江苏省住房和城乡建设厅

实施日期：2015年10月1日



江苏凤凰科学技术出版社

2015 南京

江苏省工程建设标准

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting of pumped concrete compressive strength by rebound method

DGJ32/TJ 193—2015

主 编 江苏省建设工程质量监督总站
江苏省建筑工程质量检测中心有限公司

责任编辑 宋 平 刘屹立

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 1.5

字 数 25000

版 次 2015年9月第1版

印 次 2015年9月第1次印刷

统一书号 155345·517

定 价 18.00元

图书如有印装质量问题, 可随时寄印刷厂调换。

江苏省住房和城乡建设厅

公 告

第31号

省住房和城乡建设厅关于发布江苏省工程建设标准 《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》的公告

现批准《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》为江苏省工程建设标准, 编号为 DGJ32/TJ 193—2015, 自 2015 年 10 月 1 日起实施。

该规程由江苏省工程建设标准站组织出版、发行。

江苏省住房和城乡建设厅

2015年8月27日

前 言

为规范回弹仪检测泵送混凝土抗压强度的方法,使回弹法检测泵送混凝土抗压强度与现场实体混凝土强度具有良好的相关性,实现回弹数据自动采集、实时上传,自动出具检测报告,确保检测数据的真实性,根据江苏省住房和城乡建设厅《关于印发〈2012年度江苏省工程建设标准和标准设计编制、修订计划〉的通知》(苏建科〔2012〕258号)的要求,江苏省建设工程质量监督总站组织相关检测机构成立了编制组,在各参编单位、参加单位的努力下,在试验室对16765组混凝土试块进行了回弹与试压数据的采集,并进行了分析,得出了相关性公式;在现场采集了1118组芯样数据,对相关性公式进行了验证;对试验过程中发现的问题进行调查、研究,总结了江苏省回弹法检测混凝土抗压强度的实践经验,并参考国内有关技术标准,编制了本规程。

本规程共分8章,主要技术内容包括:1总则;2术语和符号;3基本规定;4检测设备;5检测技术;6测强曲线;7混凝土强度的计算;8数据采集、传输及处理;附录A~附录C。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理,由江苏省建设工程质量监督总站(地址:南京市草场门大街88号江苏建设大厦;邮政编码:210036)负责具体内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见或建议,请反馈至江苏省工程建设标准站(地址:南京市江东北路287号银城广场B座4楼;邮政编码:210036)。

本规程主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 江苏省建设工程质量监督总站
江苏省建筑工程质量检测中心有限公司

参 编 单 位: 江苏方建工程质量鉴定检测有限公司
淮安建伟工程检测有限公司

盐城市建设工程质量检测中心有限公司
 泰州市同一建设工程质量检测有限公司
 苏州市建设工程质量检测有限公司
 江苏恒正检测技术有限公司

参加单位: 南京新安信建筑工程质量检测中心
 无锡市建筑工程质量检测中心
 南京方正建设工程质量检测有限公司
 徐州市建设工程检测中心
 扬州市建伟建设工程检测中心
 南通市建筑工程质量检测中心
 淮安市建筑工程检测中心有限公司
 南京科杰建设工程质量检测有限公司
 常州市建筑科学研究院股份有限公司
 镇江市建科工程质量检测中心
 连云港市建设工程质量检测中心
 宿迁市建设工程质量检测中心有限公司
 南京方园建设工程材料检测中心
 南京市建筑安装工程质量检测中心
 江苏建盛工程质量鉴定检测有限公司
 灌南县宏远建筑工程质量检测中心

主要起草人: 金少军 金孝权 顾颖 杨晓虹 唐祖萍
 崇金玲 刘可 张海生 王明亮 高峰
 邓静玲 鞠峰 李治安 唐国才 雍定红
 佟海山 胡宝军 王晨 田新 蒋其刚
 丁素兰 张启伟 王晓明 牟晓芳 黄彬
 周冬林 滑鹏飞 史宁 张航 陆建民
 李勇智 刘从喜 任晓梅 卜青青

主要审查人: 潘钢华 陆伟东 徐向荣 吴伟 俞伟根

目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	4
4 检测设备	5
4.1 技术要求	5
4.2 检定	6
4.3 保养	7
5 检测技术	9
5.1 一般规定	9
5.2 回弹值测量	11
5.3 碳化深度值测量	12
5.4 回弹值计算	13
6 测强曲线	14
7 混凝土强度的计算	15
8 数据采集、传输及处理	17
8.1 数据采集与传输	17
8.2 数据处理	18
附录 A 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录	19
附录 B 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告	20
附录 C 传输数据格式定义	22
本规程用词说明	23
条文说明	25

1 总 则

1.0.1 为规范回弹法检测泵送混凝土抗压强度的方法，提高检测精度和回弹法检测结果的可靠度，实现回弹数据的自动采集和实时上传，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于泵送混凝土或按泵送混凝土配合比拌制的且拌合物坍落度大于 100mm 的混凝土抗压强度检测，不适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强度检测。

1.0.3 回弹法检测混凝土强度除应符合本规程外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 泵送混凝土 pump concrete

坍落度不低于 100mm 并采用管道泵送工艺浇筑施工成型的混凝土。

2.1.2 测区 test area

检测构件混凝土强度时的一个检测单元。

2.1.3 测点 test point

测区内的一个回弹检测点。

2.1.4 测区混凝土强度换算值 conversion value of concrete compressive strength of test area

由测区的平均回弹值和碳化深度值通过测强曲线或测区强度换算表得到的测区现龄期混凝土强度值。

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

相应于强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的构件中的混凝土强度值。

2.1.6 数据采集模块 data acquisition module

转换回弹仪指针直读示值为数字信号并发送到采集控制器的装置。

2.1.7 数据采集控制器 acquisition controller

接收数据采集模块信号, 并提供数据存储、参数设定、显示或语音报数, 实现信息远程传输的设备。

2.2 符号

d_m ——测区的平均碳化深度值。

$f_{cu,i}^c$ ——测区混凝土强度换算值。

$f_{cor,m}$ ——芯样试件混凝土强度平均值。

$f_{cu,m}$ ——同条件立方体试块混凝土强度平均值。

$f_{cu,m0}^c$ ——对应于钻芯部位或同条件试块回弹测区混凝土强度换算值的平均值。

$f_{cor,i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件的强度。

$f_{cu,i}$ ——第 i 个混凝土立方体试块的抗压强度。

$f_{cu,i0}^c$ ——修正前第 i 个测区的混凝土强度换算值。

$f_{cu,i1}^c$ ——修正后第 i 个测区的混凝土强度换算值。

$f_{cu,min}^c$ ——构件中测区混凝土强度换算值的最小值。

$f_{cu,e}$ ——构件混凝土强度推定值。

m_{cu}^c ——测区混凝土强度换算值的平均值。

S_{cu}^c ——构件测区混凝土强度换算值的标准差。

R_i ——测区第 i 个测点的回弹值。

R_m ——测区或试块的平均回弹值。

Δ_{tot} ——测区混凝土强度修正量。

3 基本规定

- 3.0.1 从事回弹法检测泵送混凝土抗压强度检测的人员应为专业技术人员。
- 3.0.2 在江苏省范围内制定地区专用曲线时，应按本规程的规定进行数据自动采集、上传，自动出具检测报告。
- 3.0.3 数据采集设备应包含符合本规程技术要求的相应软件。
- 3.0.4 采用回弹法对现场混凝土抗压强度进行检测，不得修改回弹数据。
- 3.0.5 检测报告的审核、签发、存档应符合《建设工程质量检测规程》DGJ32/J 21 及其他国家、行业和江苏省现行标准的规定。

4 检测设备

4.1 技术要求

- 4.1.1 检测设备由数据采集模块、数据采集控制器、具有数据上传功能的回弹仪和碳化测量设备组成。
- 4.1.2 回弹仪应具有产品合格证及计量检定证书，并应在回弹仪上的明显位置标注名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号等。
- 4.1.3 回弹仪除应符合《回弹仪》GB/T 9138 的规定外，尚应符合下列规定：
- 1 水平弹击时，在弹击锤脱钩瞬间，回弹仪的标称能量应为 2.207J。
 - 2 在弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，且弹击锤起跳点应位于指针指示刻度尺上的“0”处。
 - 3 在硬度为 (60 ± 2) HRC 的钢砧上，回弹仪的率定值应为 80 ± 2 。
 - 4 回弹仪应带有指针直读示值系统。
- 4.1.4 回弹仪使用环境温度应为 $-4 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.1.5 数据采集模块应能连续工作 12h 以上，并具有充电提示、亏电预警的功能。
- 4.1.6 数据采集模块与采集控制器之间宜采用无线传输方式。
- 4.1.7 采集控制器软件应记录检测及计算的必要信息，包括：检测标准、工程名称或任务单编号、结构部位、浇筑日期、检测方式、设计强度等级、角度、浇筑面、采集值、碳化值深度等。数据格式的定义应符合本规程附录 C 的要求。

4.1.8 采集控制器通过内置软件实现回弹值显示及语音报数。在输入碳化深度值后,软件能够实现自动计算,并将相关数据现场通过互联网远程传输。

4.1.9 采集控制器及嵌入软件应具有定位、现场拍摄检测痕迹照片的功能。

4.1.10 采集控制器不得提供人工输入回弹值功能,采集控制器测区回弹值不得做修改、删除。

4.1.11 碳化测量设备的量程不应小于 8mm,分度值不得大于 0.25mm。

4.2 检定

4.2.1 回弹仪及数据采集模块检定周期为半年。当具有下列情况之一时,应由法定计量检定机构按《混凝土回弹仪检定规程》JJG 817 进行检定:

- 1 新仪器启用前。
- 2 超过检定有效期限。
- 3 采集获得的回弹值与指针直读示值相差大于 1。
- 4 经保养、维修后,在钢砧上的率定值超出 80 ± 2 。
- 5 遭受严重撞击或其他损害。

4.2.2 回弹仪及数据采集模块的率定试验应符合下列规定:

- 1 率定试验应在室温为 $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行。
- 2 钢砧表面应干燥、清洁,并应稳固地平放在刚度大的物体上。
- 3 回弹值应取连续向下弹击三次的稳定回弹结果的平均值。
- 4 率定试验应分四个方向进行,且每个方向弹击前弹击杆应旋转 90° ,每个方向的回弹平均值均应为 80 ± 2 。

4.2.3 采集控制器显示及语音报数的数值与回弹仪指针直读示

值相差不应超过 1。

4.2.4 碳化测量设备应符合产品标准要求,并按有关规定进行检定、校准。

4.2.5 率定试验所用的钢砧应每两年检定或校准一次。

4.3 保养

4.3.1 当回弹仪及数据采集模块存在下列情况之一时,应进行保养:

- 1 回弹仪弹击超过 2000 次。
- 2 在钢砧上的率定值不合格。
- 3 对检测值有怀疑。

4.3.2 回弹仪及数据采集模块的保养应按下列步骤进行:

- 1 先将弹击锤脱钩,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 清洁机芯各零部件,重点清理中心导杆、弹击锤和弹击杆的内孔及冲击面。清理后,应在中心导杆上薄薄地涂抹钟表油;其他零部件不得抹油。
- 3 清理机壳内壁,卸下刻度尺,检查指针,其摩擦力应为 $0.5 \sim 0.8\text{N}$ 。

4 对于数据采集模块,还应按产品要求的维护程序进行维护。

5 保养时,不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝,不得自制或更换零部件。

6 保养后应按本规程第 4.2.2 条的规定进行率定。

4.3.3 回弹仪使用完毕,应使弹击杆伸出机壳,并清除弹击杆、杆前端球面以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。

4.3.4 回弹仪不用时,应将弹击杆压入机壳内,经弹击后按下

按钮，锁住机芯，然后装入仪器箱。仪器箱应平放在干燥阴凉处。

4.3.5 当数据采集模块长期不用时，应取出电池。

5 检测技术

5.1 一般规定

5.1.1 采用回弹法检测泵送混凝土强度时，宜具有下列资料：

- 1 工程名称、设计单位、施工单位。
- 2 构件名称、数量及混凝土种类、强度等级。
- 3 水泥品种，水泥安定性、外加剂、掺合料品种，混凝土配合比等。
- 4 施工模板，混凝土浇筑、养护方式、浇筑日期等。
- 5 必要的设计图纸和施工记录。
- 6 检测原因。

5.1.2 在检测前后，回弹仪及数据采集模块均应在钢砧上做率定试验，并应符合本规程第4.2.2条的规定。

5.1.3 混凝土强度可按单个构件或按批量进行检测，并应符合下列规定：

- 1 单个构件的检测，应符合本规程第5.1.4条的规定。
- 2 对于混凝土生产工艺、强度等级相同，原材料、配合比、养护条件基本一致且龄期相近的一批同类构件的检测，应采用批量检测。按批量进行检测时，应随机抽取构件，抽检数量不宜少于同批构件总数的30%且不宜少于10件。当检验批构件数量大于30个时，抽样构件数量可适当调整，并不得少于《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344规定的最少样本容量。

5.1.4 单个构件的检测应符合下列规定：

- 1 对于一般构件，测区数不宜少于10个。当受检构件数量大于30个且不需要提供单个构件推定强度，或受检构件一方向

尺寸不大于 4.5m 且另一方向尺寸不大于 0.3m 时, 每个构件的测区数量可适当减少, 但不应少于 5 个。

2 测区应选在能使回弹仪处于水平方向的混凝土浇筑侧面。

3 测区宜布置在构件的两个对称的可测面上。当不能布置在对称的可测面上时, 也可布置在同一可测面上, 且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位应布置测区。测区宜布置在构件中轴上, 并应避免预埋件。

4 相邻两测区的间距不应大于 2m, 测区离构件端部或施工缝边缘的距离不宜大于 0.5m, 且不宜小于 0.2m。

5 测区的面积不宜大于 0.04m²。

6 测区表面应为混凝土原浆面, 并应清洁、平整, 不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及裂缝、蜂窝、麻面。

7 对于弹击时产生颤动的薄壁、小型构件, 应进行固定。

5.1.5 测区应标有清晰的编号, 注明结构部位。回弹值及碳化深度测试结束后, 宜拍摄试验痕迹, 与数据一起上传。

5.1.6 当检测条件与本规程第 6.0.1 条的适用条件有较大差异时, 可采用在构件上钻取的混凝土芯样或同条件试块对测区混凝土强度换算值进行修正。对同一强度等级混凝土修正时, 芯样数量不应少于 6 个, 公称直径宜为 100mm, 高径比应为 1。芯样应在测区内钻取, 每个芯样应只加工一个试件。同条件试块修正时, 试块数量不应少于 6 个, 试块边长应为 150mm。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:

$$\Delta_{\text{tot}} = f_{\text{cor,m}} - f_{\text{cu,m0}}^c \quad (5.1.6-1)$$

$$\Delta_{\text{tot}} = f_{\text{cu,m}} - f_{\text{cu,m0}}^c \quad (5.1.6-2)$$

$$f_{\text{cor,m}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cor},i} \quad (5.1.6-3)$$

$$f_{\text{cu,m}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i} \quad (5.1.6-4)$$

$$f_{\text{cu,m0}}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i}^c \quad (5.1.6-5)$$

式中 Δ_{tot} ——测区混凝土强度修正量 (MPa), 精确到 0.1MPa;

$f_{\text{cor,m}}$ ——芯样试件混凝土强度平均值 (MPa), 精确到 0.1MPa;

$f_{\text{cu,m}}$ ——150mm 同条件立方体试块混凝土强度平均值 (MPa), 精确到 0.1MPa;

$f_{\text{cu,m0}}^c$ ——对应于钻芯部位或同条件立方体试块回弹测区混凝土强度换算值的平均值 (MPa), 精确到 0.1MPa;

$f_{\text{cor},i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件的抗压强度;

$f_{\text{cu},i}$ ——第 i 个混凝土立方体试块的抗压强度;

$f_{\text{cu},i}^c$ ——对应于第 i 个芯样部位或同条件立方体试块测区回弹值和碳化深度值的混凝土强度换算值, 可按本规程相应曲线取值;

n ——芯样或试块数量。

2 测区混凝土强度换算值的修正应按下式计算:

$$f_{\text{cu},i1}^c = f_{\text{cu},i0}^c + \Delta_{\text{tot}} \quad (5.1.6-6)$$

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

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

5.2 回弹值测量

5.2.1 测量回弹值时, 回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土检测

面，并应缓慢施压、准确读数、快速复位。

5.2.2 每一测区应读取 16 个回弹值，每一测点的回弹值读数应精确至 1。测点宜在测区范围内均匀分布，相邻两测点的净距离不宜小于 20mm；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子上，同一测点应只弹击一次。

5.2.3 采集回弹值，按测区保存数据。

5.3 碳化深度值测量

5.3.1 回弹值测量完毕后，应在有代表性的测区上测量碳化深度值，测点数不应少于构件测区数的 30%，并应取其平均值作为该构件每个测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应在每一测区分别测量碳化深度值，此时，各测区的混凝土强度换算值应根据各测区测得的碳化深度值分别进行计算。

5.3.2 碳化深度值的测量应符合下列规定：

1 可采用工具在测区表面形成直径约 15mm 的孔洞，其深度应大于混凝土的碳化深度。

2 应清除孔洞中的粉末和碎屑，且不得用水擦洗。

3 应采用浓度为 1%~2% 的酚酞酒精溶液滴在孔洞内壁的边缘处。当已碳化与未碳化界线清晰时，应采用碳化深度测量仪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，并应测量三次，每次读数应精确至 0.25mm。

4 应取三次测量的平均值作为检测结果，并应精确至 0.5mm。

5 当碳化深度值大于 6mm 时，取 $d_m = 6\text{mm}$ 。

5.4 回弹值计算

5.4.1 计算测区平均回弹值时，应从该测区的 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值。

5.4.2 测区的其余 10 个回弹值按下式计算：

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (5.4.2)$$

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。

6 测强曲线

6.0.1 当符合下列适用条件时,混凝土的测区强度可按下式测强曲线进行强度换算:

$$f = 0.407680R^{1.26881}10^{-0.01272d_m} \quad (6.0.1)$$

1 混凝土采用的水泥、砂石、外加剂、掺合料、拌和用水符合国家现行相关标准的要求。

2 按泵送混凝土配合比拌制的混凝土拌和物坍落度大于100mm的混凝土。

3 采用普通成型工艺。

4 采用符合国家现行相关标准规定的模板。

5 蒸汽养护出池经自然养护7d以上,且混凝土表层为干燥状态。

6 自然养护且龄期为14~1000d。

7 抗压强度为10.0~60.0MPa(含60.0MPa)。

6.0.2 当有下列情况之一时,测区混凝土强度不应按本规程式(6.0.1)提供的测强曲线进行强度换算:

1 混凝土粗集料最大公称粒径大于31.5mm。

2 特种成型工艺制作的混凝土。

3 检测部位曲率半径小于250mm。

4 潮湿或浸水混凝土。

6.0.3 当测试结果明显不符合本规程提供的江苏地区测强曲线,需要建立专用测强曲线时,曲线的强度误差及制定方法应满足《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23中附录E的要求。使用专用测强曲线时,被检测的混凝土应与制定该类测强曲线混凝土的适应条件相同,不得超出该类测强曲线的适应范围,并应每半年抽取一定数量的同条件试件进行校核,当存在显著差异时应查找原因,不得继续使用。

7 混凝土强度的计算

7.0.1 构件第*i*个测区混凝土强度换算值,可按本规程第5章所求得平均回弹值 R_m 及按本规程第5.3节所求得平均碳化深度值 d_m ,由本规程第6.0.1条提供的测强曲线计算得出。

7.0.2 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,还应计算强度标准差。平均值及标准差应按下式计算:

$$m_{fcu}^c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (7.0.2-1)$$

$$S_{fcu}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{fcu}^c)^2}{n-1}} \quad (7.0.2-2)$$

式中 m_{fcu}^c ——构件测区混凝土强度换算值的平均值(MPa),精确至0.1MPa;

n ——对于单个检测的构件,取该构件的测区数;对批量检测的构件,取所有被抽检构件测区数之和;

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

7.0.3 构件的现龄期混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 应符合下列规定:

1 当构件测区数少于10个时,应按下式计算:

$$f_{cu,e} = f_{cu,\min}^c \quad (7.0.3-1)$$

式中 $f_{cu,\min}^c$ ——构件中最小的测区混凝土强度换算值。

2 当构件的测区强度值中出现小于10.0MPa时,应按下式确定:

$$f_{cu,e} < 10.0 \text{ MPa} \quad (7.0.3-2)$$

3 当构件测区数不少于 10 个时,应按下式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}} - 1.645S_{f_{cu}} \quad (7.0.3-3)$$

4 当批量检测时,应按下式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}} - kS_{f_{cu}} \quad (7.0.3-4)$$

式中 k ——推定系数,宜取 1.645。当需要进行推定强度区间时,可按国家现行相关标准的规定取值。

7.0.4 对按批量检测的构件,当该批构件混凝土强度标准差出现下列情况之一时,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平均值小于 25MPa、 $S_{f_{cu}}^c$ 大于 4.5MPa 时。

2 当该批构件混凝土强度平均值不小于 25MPa 且不大于 60MPa、 $S_{f_{cu}}^c$ 大于 5.5MPa 时。

7.0.5 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录和泵送混凝土抗压强度报告可分别按本规程附录 A、附录 B 的格式编写。

8 数据采集、传输及处理

8.1 数据采集与传输

8.1.1 数据采集应符合下列要求:

1 采集程序由采集控制器程序及检测业务软件接收数据程序两部分组成,之间通信解析格式必须满足本规程附录 C 的要求。

2 采集控制器程序由回弹仪采集控制器厂家或第三方软件供应商提供。

3 提供回弹仪采集控制器及软件,且应提供采集控制器软件自动升级功能。

4 采集程序随设备提供安装包,并应具有在线升级功能。

8.1.2 数据采集应按下列方法进行:

1 使用自动采集回弹仪检测前,应先检查采集控制器的网络通信、定位等功能是否开启,通信及定位稳定后方可检测。

2 回弹检测前,应首先输入已委托的工程、构件信息(泵送、角度、浇筑面、浇筑日期、检测部位等),对于未委托先检测的工程,采集控制器软件可提供先检测后委托功能。

3 依据构件信息采集回弹数据时,采集控制器接收回弹采集模块发送的回弹值。软件不得提供修改、删除功能。

4 构件中的各测区回弹值采集完成后,应按本规程第 5.3 节的要求先测量构件碳化深度值,并输入到采集控制器中,参与各测区推定值计算。

5 构件推定值计算完成后,宜拍摄现场检测痕迹照片,并输入说明文字。

8.1.3 数据传输方法应符合下列规定：

1 采集控制器具备的网络通信应满足数据远程传输要求。

2 采集控制器采集的数据、信息应按本规程的规定直接上传到本单位检测业务软件及检测监管系统。

8.1.4 检测业务软件应提供接收现场传输数据及照片的功能，并依据本规程附录 C 的要求解析保存到业务软件中。

8.2 数据处理

8.2.1 回弹采集值及碳化深度值的录入、推定计算等均由现场采集控制器完成。检测业务软件应提供原始记录现场浏览、打印功能，满足现场见证人签字存档的要求。

原始记录的格式应符合本规程附录 A 的要求。

8.2.2 检测业务软件应根据采集控制器上传的信息自动出具检测报告。检测报告格式应符合本规程附录 B 的要求。

附录 A 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录

工程名称： _____ 任务单号： _____
 委托单位： _____ 环境温度： _____ 委托单号： _____
 检测设备： 型号 _____ 名称 _____ 编号 _____ 检测日期： _____
 检测依据： _____ 率定值： 检测前 _____ 检测后 _____

构件部位： 回弹面： _____																	平均值： _____			标准差： _____			推定值： _____		
测区编号	回弹值 R_i																碳化值 (mm)			强度换算值 (MPa)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均值	1	2	3	平均值				
1																									
...																									
10																									

试验人： _____

见证人： _____

第×页，共×页

附录 B 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告

工程报告号：2042××××

检测项目			报告编号	
委托单位			工程监督号	
工程名称			委托单号	
工程地址			任务单号	
建设单位			委托日期	
施工单位			检测日期	
监理单位			报告日期	
委托人		构件状态	测区数量	
检测类别		见证员	证号	
混凝土供应商			抽检数量	
检测单元			检测环境	
检测原因及说明				
一、工程概况				
二、检测依据				
三、检测仪器	检测设备：型号 名称（自编号） 检定有效期：			
四、检测结论				
批准：	审核：	主检：		
上岗证书号				
说明	1. 若对报告有异议，请于收到报告之日起十五日内以书面形式提出，逾期视为对报告无异议。	地址		
	2. 报告未加盖本中心试验专用章，均为无效。	电话		
	3. 报告复印应加盖本中心试验专用章方为有效。	邮编	检测报告 二维码	

第×页，共×页

五、检测结果											
序号	检测部位	浇筑日期	测区数	角度	表面状态	是否泵送	设计强度等级	平均值 (MPa)	标准差 (MPa)	最小值 (MPa)	推定值 (MPa)
1											
2											
...											
以下空白											
按批量混凝土强度推定值											
检测单元						构件数	平均值 (MPa)	标准差 (MPa)	最小值 (MPa)	推定值 (MPa)	

第×页，共×页

附录 C 传输数据格式定义

C.0.1 构件数据格式应符合下列规定：

HTGJ | 任务单号 | 构件序号 | 检测标准 | 检测方式 {单个检测, 批量检测} | 结构部位 | 测区数 | 设计强度 | 角度 | 浇筑面 | 浇筑面状态 | 是否泵送 {是, 否} | 浇筑日期 | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 推定值 | 批量构件数 | 批量结构部位 | 批量平均值 | 批量标准差 | 批量最小值 | 批量推定值 | 构件碳化值 (多个值用 | 符号分割) | 构件碳化值是否有效 {构件碳化有效于测区, 构件碳化无效于测区} | 纬度 | 经度 | 上岗证号 | 检测时间 | 设备编号 | 发送标记 {0=待发送, 1=已发送} | \$ %D

C.0.2 测区数据格式应符合下列规定：

HTCQ | 任务单号 | 构件序号 | 测区序号 | 角度 | 浇筑面 | 是否泵送 {是, 否} | 数据来源 {自动采集, 人工输入} | 检测时间 | 设备编号 | 回弹值 (16 个值用 | 符号分割) | 回弹值平均数 | 碳化值 (3 个值用 | 符号分割) | 碳化值平均数 | 回弹换算值 | \$ %D

C.0.3 单元评定数据格式应符合下列规定：

HTDY | 任务单号 | 单元构件数 | 单元范围 | 单元平均值 | 单元标准差 | 单元最小值 | 单元推定值 | \$ %D

C.0.4 图形数据格式应符合下列规定：

HT_PHOTO | 任务单号 | 构件序号 | 图片 GUID 码 | 图片内容描述 | 检测时间 | 纬度 | 经度 | 地址信息 | \$ %D

C.0.5 数据传输前, 可按构件、所属全部测区组织, 并保存为文本格式传输。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待, 对于要求严格程度不同的用词说明如下:

- 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, 在正常情况下均应这样做的用词:
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) 表示有选择, 在一定条件下可以这样做的用词:
正面词采用“可”,
反面词采用“不可”。

2 本规程中指明应按其他相关标准、规范执行的, 写法为“应按……执行 (或采用)”或“应符合……规定 (或要求)”。非必须按指定的标准、规范执行的, 写法为“可参照……”。

江苏省工程建设标准

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

DGJ32/TJ 193—2015

条 文 说 明

目 次

1	总则	29
2	术语和符号	31
2.1	术语	31
3	基本规定	32
4	检测设备	33
4.1	技术要求	33
4.2	检定	34
4.3	保养	34
5	检测技术	35
5.1	一般规定	35
5.2	回弹值测量	36
5.3	碳化深度值测量	36
5.4	回弹值计算	36
6	测强曲线	37
7	混凝土强度的计算	38

1 总 则

1.0.1 统一回弹仪检测方法,保证检测精度,保证检测结果的可靠度,实现数据实时上传,是本规程制定的目的。回弹法在江苏省已使用了几十年,应用非常广泛。为了保证检测的准确性和可靠性,实现对检测结果的实时监督,必须统一检测方法。

本规程编制历时一年半时间,涵盖 13 个地区,采集了 17883 组数据,其中试块 16765 组,芯样数据 1118 组,收集范围为 6.68~70.1MPa,确保了数据的数量。

本规程规范了回弹数据的自动采集及分析和自动上传的规定,大大降低了现场检测的难度,可一人操作,确保了实时上传数据的可靠性。

1.0.2 本规程同时适用于按泵送混凝土配合比拌制的混凝土拌合物坍落度大于 100mm 的混凝土抗压强度检测,不适用于火灾后、冻害及化学侵蚀等造成的表面混凝土疏松剥落的混凝土强度检测,不适用于陶粒及轻骨料混凝土。

本规程在制定初期曾计划对泵送混凝土(非板类)制定江苏省地方专用曲线,采集了相关数据,并对数据进行分析形成了泵送混凝土(非板类)地方曲线。形成曲线后,为了取得回弹结果与现场混凝土取芯强度有较好的相关性,在参编单位的积极配合下,又在现场对混凝土实体强度进行了回弹和取芯验证,共取 1118 组芯样,经验证,泵送混凝土的回弹结果与现场混凝土实体取芯的抗压强度有非常好的相关性,但非泵送混凝土、混凝土楼板的回弹结果与现场混凝土实体取芯的抗压强度的相关性不理想,回弹结果与芯样强度相差较大,若采用回弹结果作为混凝土实体强度进行判定,可能造成对混凝土实体强度的误判。同时,《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 要求:检测泵

送混凝土强度时，测区应选在混凝土浇筑侧面。故本规程未纳入混凝土楼板的混凝土强度检测。后经调查分析，江苏省范围内现场拌和的混凝土非常少，现场大多用的是泵送混凝土，有一部分虽未使用泵送混凝土，但由于现场材料等多种因素，所采用的混凝土配合比也是泵送混凝土的配合比。经查证，对非泵送混凝土曲线的验证所涉及的实体混凝土在工艺上虽未用混凝土泵将混凝土送到目的地，但混凝土配合比仍是泵送混凝土的配合比，所以将本规程的适用范围限定为泵送混凝土抗压强度的检测和按泵送混凝土配合比拌制的混凝土拌合物坍落度大于 100mm 的混凝土抗压强度检测。

1.0.3 凡本规程涉及的其他相关方面，例如钻芯取样，高空、深坑作业时的安全技术和劳动保护等，均应遵守相应的标准和规范。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 泵送混凝土拌合物的坍落度不低于 100mm，要求其流动性好，骨料粒径一般不大于管径的四分之一，需加入防止混凝土拌合物在泵送管道中离析和堵塞的泵送剂，以及使混凝土拌合物能在泵压下顺利通行的外加剂，减水剂、塑化剂、加气剂以及增稠剂等均可用作泵送剂。加入适量的混合材料（如粉煤灰等），可避免混凝土施工中拌合料分层离析、泌水和堵塞输送管道。

泵送混凝土是混凝土经过输送泵到达浇筑部位。因为混凝土要经过输送泵，所以对混凝土有特殊要求，比如坍落度、骨料粒径等。现在的商品混凝土多数都要经过输送泵，即使有个别不用的，因为商品混凝土厂家搅拌现场材料的储备情况和配合比更改麻烦等问题，也都按泵送混凝土处理了。

3 基本规定

3.0.1 由于本规程规定的方法是处理混凝土质量问题的依据，非专业技术人员会对同一构件混凝土强度的推定结果存在着因人而异的混乱现象，因此本条规定凡从事本项检测的人员应为专业技术人员。

4 检测设备

4.1 技术要求

4.1.1 目前回弹仪数值采集主要有金属导电片相互滑动和光栅脉冲计数两种模式。导电片相互滑动的精度随滑动次数增加而渐变下降，稳定性欠缺；数据采集模块可以利用“栅”的透光齿、挡光齿宽度与示值面板刻度间距一致的特点，单片机记录滑过光耦的“栅”信号变化量，实现模拟信号转为数字信号功能。

采集控制器可采用智能手机、3G 功能的平板计算机，蓝牙连接，具有内置 300 万或以上像素的摄像头用于记录影像资料。

4.1.2 由于回弹仪为计量仪器，因此在回弹仪上明显的位置要标明名称、型号、制造厂名、生产编号及生产日期。

4.1.3 保留人工直读示值系统能使数字回弹仪的操作者在实际检测过程中随时核对数字回弹仪所显示的采样值是否与指针示值相同，及时发现仪器采样系统的故障。

如果回弹仪不保留人工直读示值系统，检测单位或操作人员将难以及时发现和判断数字回弹仪采样系统的故障，极易造成检测结果错误，严重时 will 影响被测建筑物的安全性判断。

因此，规定回弹仪应带有指针直读系统，这是保证测试设备的数字显示与指针显示一致性的基本要求。

4.1.4 环境温度异常对回弹仪的性能有影响，故规定了其使用时的环境温度。

4.1.8 单片机通过串口转蓝牙模块将数字信号发送到采集控制器中存储，考虑回弹仪的瞬间振动强度，有液晶屏显示的数据采集模块易损坏，将影响信号发送，所以采集控制器显示回弹值，

可降低采集模块复杂度。提供语音报数是为了更好地满足现场见证人对数据的了解，并解决现场检测时由于光线不足导致的读数困难。

4.1.9 通过现场采集试验照片，为测试结果提供佐证，避免发生争议。

4.1.10 采集控制器不得提供人工输入回弹值功能，能确保监督机构获得真实准确的上传数据，提高监督数据的可靠度。

4.2 检定

4.2.1 目前回弹仪及数据采集模块生产不能完全保证每台新回弹仪均为标准状态，因此新回弹仪在使用前必须检定。回弹仪检定期限为半年，这样规定符合目前使用回弹仪的情况。依据国家规范，同样采用半年期限和其他参数控制。

4.2.2 本条给出了回弹仪的率定方法。

4.2.5 钢砧的钢芯硬度和表面状态会随着弹击次数的增加而变化，故规定钢砧应每两年校验一次。

4.3 保养

4.3.1 本条主要规定了回弹仪常规保养的要求。

4.3.2 本条给出了回弹仪常规保养步骤，这些步骤参考了相应的国家规范。

4.3.3~4.3.5 这几条给出了回弹仪每次使用完毕后的清洁步骤，这些步骤参考了相应的国家规范。

5 检测技术

5.1 一般规定

5.1.1 本条列举6项资料是为了对被检测的构件有全面、系统的了解。此外，必须了解水泥的安定性：若水泥的安定性不合格，则不能检测；若不能确切提供水泥安定性合格与否，则应在检测报告上说明，以免产生由于后期混凝土强度因水泥安定性不合格而降低或丧失所引起的事故责任不清的问题。还应了解清楚混凝土成型日期，这样可以推算出检测时构件混凝土的龄期。

5.1.2 本条是为了保证在使用中及时发现和纠正回弹仪的非标准状态。

5.1.3 由于回弹法测试具有快速、简便的特点，能在短期内进行较多数量的检测，以取得代表性较高的总体混凝土强度数据，故规定：按批进行检测的构件，抽检数量不得少于同批构件总数的30%且构件数量不得少于10个。当检验批构件数量过多时，抽检构件数量可按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344进行适当调整。

此外，抽取试样应严格遵守“随机”的原则，并宜由建设单位、监理单位、施工单位会同检测单位共同商定抽样的范围、数量和方法。

5.1.5 完成回弹测试，采集碳化深度后，宜采集现场照片作为佐证，与数据结果同时上传。

5.1.6 当检测条件与测强曲线的适用条件有较大差异，或龄期、成型工艺、养护条件等有差异时，可以采用钻取混凝土芯样进行修正，修正方法采用国家相关标准的要求。有些构件不宜取过多

芯样，否则影响其结构安全性，因此，规定芯样数量不少于 6 个。考虑到芯样强度计算时，不同的规格修正会带来新的误差，因此规定芯样的直径宜为 100mm，高径比为 1。

5.2 回弹值测量

5.2.1 检测时，应注意回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土检测面，并且缓慢施压不能冲击，否则回弹值读数不准确。

5.3 碳化深度值测量

5.3.1 测区混凝土强度换算值由回弹值及碳化深度值两个因素确定，因此需要具体确定每一个测区的碳化深度值。当出现测区间碳化深度值极差大于 2.0mm 情况时，可能预示该构件混凝土强度不均匀，因此要求每一测区应分别测量碳化深度值。

5.3.2 本条的测试精度参考选用国家相关标准的规定。

5.4 回弹值计算

本节规定的测区平均回弹值计算方法和建立测强曲线时的取舍方法一致，不会引进新的误差。

6 测强曲线

6.0.1 本规程测强曲线由江苏省内有代表性的材料、成型工艺制作的泵送混凝土试件，通过试验建立。本次泵送混凝土测强曲线的制定，共计收集包含江苏省 13 个地区提供的 13464 组数据，通过回归分析得到，其强度误差值为：平均相对误差 δ 为 $\pm 8.81\%$ ；相对标准差 e_r 为 11.03%；相关系数 r 为 0.853。

7 混凝土强度的计算

7.0.1 构件的每一测区的混凝土强度换算值，是由每一测区的平均回弹值及平均碳化深度值按照测强曲线计算。

由于本规程要求数据自动采集、上传、自动计算并出具检测报告，故本规程不提供表格查询数据。

7.0.2 本条给出了测区混凝土强度平均值及标准差的计算方法。需要说明的是，在计算标准差时，强度平均值应精确至0.01MPa，否则会因二次数据修约而增大计算误差。

7.0.3 当测区数量不小于10个时，为了保证构件的混凝土强度满足95%的保证率，采用数理统计的公式计算强度推定值；当构件测区数小于10个时，因样本太少，取最小值作为强度推定值。此外，当构件中出现测区强度 f_{cu} 小于10.0MPa或 f_{cu} 60MPa时，因超出本规程制定曲线所用的数据范围，也只能以最小值作为该强度推定值。

构件的混凝土强度推定值是指相应于强度换算值总体分布中保证率不低于95%的构件中混凝土抗压强度值。

7.0.4 测区间的标准差过大，说明已有某些系统误差因素在起作用，如构件不是同一强度等级、龄期差异较大等，不属于同一母体，因此不能按批进行推定。

7.0.5 检测报告是工程测试的最后结果，是处理混凝土质量问题的依据，宜按统一格式出具。