

建筑工程质量检测技术系列丛书

主体结构

高小旺 主审

周恩泽 主编



中国建材工业出版社

建筑工程质量检测技术系列丛书

主体结构

主 审 高小旺
主 编 周恩泽



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

主体结构/周恩泽主编. --北京: 中国建材工业出版社, 2018. 11

(建筑工程质量检测技术系列丛书)

ISBN 978-7-5160-2417-1

I. ①主… II. ①周… III. ①建筑工程—结构工程—
工程质量—质量检验 IV. ①TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 212736 号

内 容 提 要

随着城镇化建设和检测技术的发展, 各类建筑工程对主体结构检测的要求日益提高。本书依据最新标准规范, 以检测项目为核心, 全面阐述了各检测项目的检测方法、操作步骤以及结果判定等, 并结合工程经验对有关注意事项进行了说明, 对部分相对复杂的检测项目列举了实例。

本书涵盖了当前主体结构检测的主要方面, 力求规范、系统、实用。本书既为刚涉足此领域的技术人员提供了一本入门指南, 也为具有一定专业水平的检测人员提供了一本内容充实的工具书。本书可作为主体结构检测人员的培训教材, 也可供相关工程技术人员参考使用。

主体结构

主审 高小旺

主编 周恩泽

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 9.5

字 数: 200 千字

版 次: 2018 年 11 月第 1 版

印 次: 2018 年 11 月第 1 次

定 价: 69.00 元

本社网址: www.jcbs.com, 微信公众号: [zgjcgychs](https://www.jcbs.com)

请选用正版图书, 采购、销售盗版图书属违法行为

版权专有, 盗版必究。本社法律顾问: 北京天驰君泰律师事务所, 张杰律师

举报信箱: zhangjie@tiantailaw.com 举报电话: (010) 68343948

本书如有印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换, 联系电话: (010) 88386906

编委会

主审：高小旺

主编：周恩泽

参编：武海蔚 谢冰 赵斌

李贝贝 胡晓强 李帅

前 言

当前,我国城镇化建设已跨入以城市群为主体的区域协调发展新格局,大中小城市和小城镇的各类建筑工程也逐步由规模扩张转向品质提升,社会各界对建筑工程的质量也愈加关注。为保证工程质量,推动建筑工程质量检测行业的发展,我们编写了《建筑工程质量检测技术系列丛书》。

本丛书以检测标准为依据,以检测项目为核心,在总结教学培训以及检测实践的基础上,对各检测项目的环境条件、仪器设备、试验步骤、结果判定以及注意事项等方面进行了全面系统的阐述。丛书由《结构材料》《功能材料》和《主体结构》3个分册组成。在编写过程中,总结了当前工程各方对质量检测的实际需求,参考了行业相关文献及技术资料,结合了国家及地方主管部门对检测人员的考核要求,征求了工程领域有关专家的意见,突出实用性和操作性。本丛书既是建筑工程质量检测人员的培训教材,也可供建设、设计、施工、监理、质监等单位技术人员学习、参考。

《主体结构》共分6章,包括绪论、混凝土结构强度、混凝土构件结构性能、砌体结构强度、构件其他性能和后置埋件力学性能。第1章、第2章、第4章、第5章5.1节、第6章由周恩泽编写,第3章由武海蔚编写,第5章5.2节由谢冰编写。全书由周恩泽统稿,李贝贝、胡晓强、李帅配图、校对并参与部分编写工作,赵斌总校审。本书所引用标准规范均为当前最新版本,使用本书时应注意相关标准规范的修订变更情况。

由于编者的水平和经验有限,编写时间仓促,书中错误和不足之处敬请读者、专家通过邮件(周恩泽, zhouenze420@126.com)批评指正。

编者

2018年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 基本概念	1
1.2 检测机构能力	3
1.3 工作基本程序与要求	6
1.4 记录报告及档案管理	7
1.5 抽样及结果判定方法	9
第 2 章 混凝土结构强度	14
2.1 回弹法	14
2.2 超声回弹综合法	33
2.3 钻芯法	41
2.4 后装拔出法	47
2.5 剪压法	52
2.6 回弹-取芯法	57
2.7 拉脱法	59
第 3 章 混凝土构件结构性能	64
3.1 预制构件验收检验	64
3.2 构件原位试验	80
第 4 章 砌体结构强度	87
4.1 检测方法和取样要求	87
4.2 切制抗压试件法检测砌体力学性能	89
4.3 原位轴压法检测砌体力学性能	93
4.4 扁式液压顶法检测砌体力学性能	96
4.5 原位砌体通缝单剪法检测砌体力学性能	100
4.6 筒压法检测砌体砂浆强度	103
4.7 回弹法检测砌体砂浆强度	106
4.8 贯入法检测砂浆强度	110
4.9 回弹法检测砖强度	115

第 5 章 构件其他性能	119
5.1 钢筋间距和保护层厚度	119
5.2 实体位置与尺寸偏差	125
第 6 章 后置埋件力学性能	129
6.1 工作原理及分类	129
6.2 检测基本规定	130
6.3 检验方法	134
6.4 数据处理与结果评定	140

第 1 章 绪 论

建筑工程质量检测是建筑工程检测机构依据国家有关法律、法规、技术标准等规范性文件的要求，采用科学手段确定建筑工程的建筑材料、构配件、设备器具，分部、分项工程实体及其施工过程、竣工及在用工程实体等的质量、安全或其他特性的全部活动。建筑工程质量检测的主要内容包括：建筑材料检测、地基及基础检测、主体结构检测、室内环境检测、建筑节能检测、钢结构检测、建筑幕墙和门窗检测、通风与空调检测、建筑电梯运行试验检测、建筑智能系统检测等。

本章着重介绍对主体结构检测机构的能力要求及主体结构检测的主要工作内容。

1.1 基本概念

1. 工程结构检测

利用仪器设备，按照一定的操作程序，通过一定的技术手段采集工程结构试验数据，并把所采集的数据按照规定方法进行处理，从而得到所检测对象的某些特征值的过程。

2. 检验批

按相同的生产条件或规定的方式汇总起来供抽样检验用的、由一定数量样本组成的检验体。



3. 测区

在检测时确定的检测区域。

4. 测点

测区内的检测点。

5. 代表值

按检验批抽样检测，检测时，可代表测区水平的数值，通常取测区全部测试数值的平均值或最小值。

6. 换算值

根据测得的数据，通过回归曲线或特定表格换算所得的待测参数值。

7. 推定值

按检验批抽样，对应于换算值总体分布中具有一定保证率的估计值。

8. 置信度

被测试量的真值落在某一区间的概率。

9. 推定区间

被测试量的真值落在指定置信度的范围，该范围用于被测试量推定的上限值和下限值界定。



1.2 检测机构能力

从事建筑工程质量检测的机构，应按规定取得住房和城乡建设主管部门颁发的资质证书及规定的检测范围，具有独立法人资格，具备相应的检测技术和管理工作人员、检测设备、环境设施，建立相关的质量管理体系及管理制度；对于日常检测资料管理应包括（但不限于）检测原始记录、台账、检测报告、检测不合格数据台账等内容，并定期进行汇总分析，改进有关管理方法等。检测机构的质量管理体系应符合《检测机构资质认定评审准则》的要求及本单位的具体情况，要覆盖本单位的全部部门及所有的管理和检测活动。检测机构应对出具的检测数据和结论的真实性、规范性和准确性负法律责任。

1. 检测人员

检测机构应根据其检测机构类别、技术能力标准、检测项目及业务量，配备相应数量的管理人员和检测技术人员。对所有从事抽样、检测、签发检测报告以及操作设备等工作的人员，应按要求根据相应的教育、培训、经验或可证明的技能，进行资格确认并持证上岗。从事特殊产品的检测活动的检测机构，其专业技术人员和管理人员还应符合相关法律、行政法规的规定要求。

检测机构的负责人应遵守国家有关检测管理法规和技术规范，负责全面工作，建立相应的管理制度，并督促落实。做到按检测工作类别、技术能力、标准规范开展检测工作，保证检测工作质量，检测机构技术主管、授权签字人应具有工程师以上（含工程师）技术职称，熟悉业务，经考核合格。

检测机构人员应更新知识，掌握最新检测技术，跟踪最新技术标准。检测机构要制订检测人员年度继续教育计划，检测人员每年参加脱产继续教育的学时应符合国家和地方的有关要求。检测机构应建立检测人员业务档案，其内容应包括：人员的学历、资格、经历、培训、继续教育、业绩、奖惩、信誉等信息。

检测人员不得同时受聘于两个及两个以上检测机构从事检测活动，并对检测数据负有保密责任。

主体结构的检测机构应配备达到规定检测工作经历及检测工作经验的工程师及以上技术人员不少于4人，其中1人应当具备一级注册结构工程师资格；每个检测项目经考核持有效上岗证的检测人员不少于3人；报告审核人、批准人为工程类相关专业工程师及以上技术人员。



2. 检测设备

检测机构应正确配备进行检测（包括抽样、样品制备、数据处理与分析）所需的抽样、测量和检测设备（包括软件）及标准物质，并对所有仪器设备进行正常维护。设备应由经过授权的人员操作。设备使用和维护的有关技术资料应便于有关人员取用。

检测机构应制订设备检定/校准计划。对检测设备的检测和校准的准确性产生怀疑时，应按照国家相关技术规范或者标准进行检定/校准，以保证结果的准确性。

检测机构应制订检测设备的维护保养、日常检查制度和计量器具期间核查计划，确保检测设备符合使用要求，并做好相应记录。计量器具期间，核查工作计划应包括期间核查对象、期间核查时间间隔、方法和结果判断等内容。

当检测设备出现下列情况之一时应进行校准或检测：

- (1) 可能对检测结果有影响的改装、移动、修复和维修后；
- (2) 停用超过校准或检测有效期后再次投入使用；
- (3) 检测设备出现不正常工作情况；
- (4) 使用频繁或经常携带运输到现场的，以及在恶劣环境下使用的检测设备。

检测机构应保存对检测或校准器具有重要影响的设备及其软件的档案。该档案至少应包括以下 9 个方面的内容：

- (1) 设备及其软件的名称；
- (2) 制造商名称、型式标识、系列号或其他唯一性标识；
- (3) 对设备符合规范的核查记录（如果适用）；
- (4) 当前的位置（如果适用）；
- (5) 制造商的说明书（如果有），或指明制造商的地址；
- (6) 所有检定/校准报告或证书；
- (7) 设备接收/启用日期和验收记录；
- (8) 设备使用和维护记录（适当时）；
- (9) 设备的任何损坏、故障、改装或修理记录。

3. 检测设施与环境

检测机构的检测设施以及环境条件应满足相关法律法规、技术规范或标准的要求。如果检测的设施和环境条件对结果的质量有影响时，检测机构应监测、控制和记录环境条件。在非固定场所进行检测时，应特别注意环境条件的影响。环境条件记录应包括环境参数测量值、记录次数、记录时间、监控仪器编号、记录人签名等。



为保证检测工作的正常进行及对客户信息的保密要求,应对检测工作区域严格管理。在一般情况下,与检测工作无关的人员和物品不得进入工作区。

检测机构应建立并保持安全作业的管理制度,确保化学危险品、毒品、有害生物、电离辐射、高温、高电压、撞击以及水、气、火、电等危及安全的因素和环境得以有效控制,并有相应的应急处理措施。

检测工作场所的能源、电力供应、室内空气质量、温度、湿度、通风、光照、光线、清洁度应满足所开展检测工作的需要,应保证工作场所的卫生、噪声、磁场、震动、灰尘等环境条件不得对检测结果造成影响。

检测机构应建立并保持环境保护的管理制度,具备相应的设施设备,确保检测工作过程中产生的废弃物、废水、废气、噪声、振动、灰尘及有毒物质等的处置,应符合环境保护和人身健康、安全等方面的有关规定,并有相应的应急处理措施。

4. 检测方法

建筑结构现场检测应根据检测类别、检测目的、检测项目、结构实际状况和现场具体条件选择适用的检测方法。检测机构应按照相关技术规范或者标准,使用适合的方法和程序实施检测活动。检测机构应优先选择国家标准、行业标准、地方标准,并应确保使用标准的现行有效版本。与检测机构工作有关的标准、手册、指导书等都应现行有效并便于工作人员使用。

应确认所选用的检测方法。当选用有相应标准的检测方法时,在正常情况下应优先采用工程质量验收规范中规定的抽样、检测方法及评价标准;对于通用的检测项目,应选用国家标准或行业标准;对于有地区特点的,宜选用地方标准。

当采用检测单位自行开发或引进的检测仪器及检测方法时,应符合下列规定:

- (1) 该仪器或方法应通过技术鉴定;
- (2) 该方法已与成熟的方法进行比对试验;
- (3) 检测单位应有相应的检测细则,并提供测试误差或测试结果的不确定度;
- (4) 在检测方案中应予以说明并经委托方同意。

当检测试验项目需采用非标准方法时,应在检测委托合同中说明,检测机构应编制相应的检测作业指导书,并征得委托方书面同意。作为工程质量交工资料时,还应取得当地住房和城乡建设主管部门的认可。



1.3 工作基本程序与要求

对于一般的建筑工程质量的现场检测工作，其检测工作的基本程序，宜按图 1-1 进行。

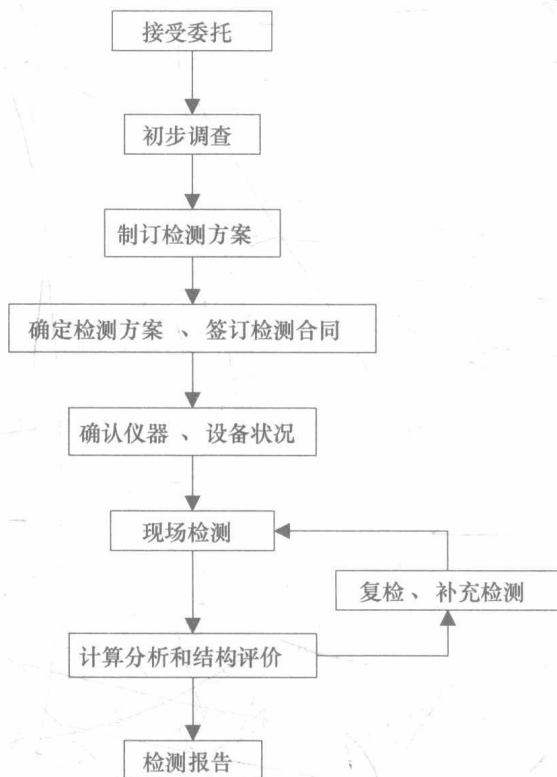


图 1-1 建筑结构现场检测工作程序框图

接受委托前，检测机构应根据本单位的资质情况、人员情况、设备情况进行综合分析，以确定本单位的资源配备情况能否满足客户的需求。现场检测工作可接受单方委托，对于存在质量争议的工程质量检测宜由当事各方共同委托。委托书中一般要明确检测的目的、具体检测项目、依据标准等内容。检测机构不得接受不符合有关法律、法规和技术标准规定的检测委托。

初步调查应以确认委托方的检测要求和制订有针对性的检测方案为目的。初步调查可采取踏勘现场、搜集和分析资料及询问有关人员等方法。

对于每项建筑工程现场检测，一般均需制订检测方案。检测方案要详细、周密，要具有良好的可操作性；对于现场检测工作，具有较强的指导性。一般的检测方案宜包括（但



不限于) 下列主要内容:

(1) 工程或结构概况, 包括结构类型、设计、施工及监理单位, 建造年代或检测时工程的进度情况等;

(2) 委托方的检测目的或检测要求;

(3) 检测的依据, 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;

(6) 检测人员和仪器设备情况;

(7) 检测工作进度计划;

(8) 需要委托方配合的工作;

(9) 检测中的安全与环保措施。

检测方案一般由检测项目负责人组织编制、检测机构技术负责人批准。必要时检测方案须经委托方的同意。

现场检测所用仪器、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。

现场检测工作应由本机构不少于两名检测人员承担, 所有进入现场的检测人员应经过培训。

现场检测获取的数据或信息应符合下列要求:

(1) 人工记录时, 宜用专用表格, 并应做到数据准确、字迹清晰、信息完整, 不应追记、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, 必要时宜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和位置。

现场取得的试样应及时标识并妥善保存。

当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时, 应进行补充检测或复检, 补充检测或复检应有必要的说明。

1.4 记录报告及档案管理

1. 原始记录

检测机构应有适合自身具体情况并符合本单位质量管理体系的记录制度。检测机构质



量记录和技术记录的编制、填写、更改、识别、收集、索引、存档、维护和清理等应当按照适当程序规范进行。每次检测的原始记录应包含足够的信息以保证其能够再现。记录应包括参与抽样、样品准备、检测和/或校准人员的识别,所有记录、证书和报告都应安全储存、妥善保管并为客户保密。检测机构对所有工作应在工作当时予以记录,不允许事后补记或追记。

现场检测原始记录应包括的内容(但不限于):

- (1) 委托单位、工程名称、工程部位、见证人员的单位;
- (2) 委托合同编号;
- (3) 检测地点、检测部位;
- (4) 检测日期、检测开始及结束的时间;
- (5) 检测人员、复核人员和见证人员的签名;
- (6) 使用的主要检测设备名称和编号;
- (7) 检测的依据标准;
- (8) 如果检测工作对其环境条件有要求,还应对检测的环境条件进行记录。

2. 检测报告

检测机构应按照相关技术规范或者标准要求和规定的程序,及时出具检测数据和结果,检测报告应结论准确、客观、真实,用词规范、文字简练,对于容易混淆的术语和概念应以文字解释或图例、图像说明。报告应使用法定计量单位。

一般检测报告应包括下列内容(但不限于):

- (1) 委托单位名称;
- (2) 建筑工程概况,包括工程名称、结构类型、规模、施工日期及现状等;
- (3) 设计单位、施工单位及监理单位名称;
- (4) 检测原因、检测目的及以往相关检测情况概述;
- (5) 检测项目、检测方法及依据的标准(包括偏离情况的描述);
- (6) 检验方式、抽样方案、抽样方法、检测数量与检测的位置;
- (7) 检测项目的主要分类检测数据和汇总结果、检测结果、检测结论;
- (8) 检测日期、报告完成日期;
- (9) 主检人员、审核人员和批准人员(授权签字人)的签名;
- (10) 检测机构的有效印章。

检测机构应就委托方对报告提出的异议作出解释或说明。如果由于种种原因,需对已发出的报告进行实质性修改,应以追加文件或更换报告的形式实施,并应包括如下声明:“对报告的补充,系列号……(或其他标识)”,或其他等效的文字形式。报告修改的过程和方式应满足本单位的相关要求,若必须发新报告时,应有唯一性标识,并注明所替代的原件。



3. 档案管理要求

检测资料档案应包含检测委托合同、委托单、检测原始记录、检测报告和检测台账、检测结果不合格项目台账、检测设备档案、检测方案、其他与检测相关的重要文件等。

检测机构的档案管理应由技术负责人负责，并由专（兼）职档案员管理。

检测档案可是纸质文件或电子文件。电子文件应与相应的纸质文件材料一并归档保存。电子文件应多路径保存，并在相应纸质文件上注明保存路径。

检测资料档案保管期限，检测机构自身的资料保管期限应分为5年和20年两种。涉及结构安全的试块、试件及结构建筑材料的检测资料汇总表和有关地基基础、主体结构、钢结构、市政基础设施主体结构的检测档案等宜为20年；其他检测资料档案保管期限宜为5年。

保管期限到期的检测资料档案销毁应进行登记、造册后经技术负责人批准。销毁登记册保管期限不应少于5年。

1.5 抽样及结果判定方法

1. 抽样方法

建筑工程质量检测可采取全数检测或抽样检测两种方式。如果采用抽样检测时，应随机抽取样本（实施检测的对象）。当不具备随机抽样条件时，可按约定方法抽取样本。抽样的方案原则上应经委托方同意。

全数检测方式一般适用于下列几种情况：

- (1) 外观缺陷或表面损伤的检查；
- (2) 受检范围较小或构件数量较少；
- (3) 检验指标或参数变异性大或构件状况差异较大；
- (4) 灾害发生后对结构受损情况的外观检查；
- (5) 需减少结构的处理费用或处理范围；
- (6) 委托方要求进行全数检测。

如果进行批量检测，抽样方法应采取随机抽样的方法，其检验批最小样本容量



应按表 1-1 确定。

表 1-1 检验批最小样本容量

检验批的容量	检测类别和样本最小容量			检验批的容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
2~8	2	2	3	151~280	13	32	50
9~15	2	3	5	281~500	20	50	80
16~25	3	5	8	501~1200	32	80	125
26~50	5	8	13	1201~3200	50	125	200
51~90	5	13	20	3201~10000	80	200	315
91~150	8	20	32	—	—	—	—

注：1. 检测类别 A 适用于施工质量的一般检测，检测类别 B 适用于结构质量或性能的一般检测，检测类别 C 适用于结构质量或性能的严格检测或复检。
2. 无特别说明时，样本单位为构件。

2. 结果判定

检测结果的判定，对于计数抽样检验批的合格判定，应符合下列规定：当检测的对象为主控项目时按表 1-2 判定；检测的对象为一般项目时按表 1-3 判定。特殊情况下，也可由检测方与委托方共同确定判定方案。

表 1-2 主控项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	0	1	80	7	8
8~13	1	2	125	10	11
20	2	3	200	14	15
32	3	4	315	21	22
50	5	6	—	—	—

表 1-3 一般项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	8
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	125	21	22

对于计量性抽样检测，如果其性能参数符合正态分布，可对该参数总体特征值或总体均值进行推定，推定时应提供被推定值的推定区间，标准差未知时，计量抽样方案样本容量与推定区间限值系数可按表 1-4 确定。