



· 湖北省建设工程质量检测人员培训教材 ·

GANGJIEGOU ZHUTI JIEGOU JIEGOU JIANDING JIANCE

钢结构·主体结构·结构鉴定检测

主 编 石中林
副主编 朱宏平 徐建军



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

湖北省建设工程质量检测人员培训教材

钢结构·主体结构·结构鉴定检测

主 编 石中林
副主编 朱宏平 徐建军

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

钢结构·主体结构·结构鉴定检测/石中林 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.12
ISBN 978-7-5609-8470-4

I. 钢… II. 石… III. ①钢结构-质量检验-技术培训-教材 ②结构工程-质量检验-技术培训-教材
IV. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 258355 号

钢结构·主体结构·结构鉴定检测

石中林 主编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:余涛

封面设计:刘卉

责任校对:周娟

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:武汉科利德印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:24.5

字数:624千字

版次:2012年12月第1版第1次印刷

定价:200.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

湖北省建设工程质量检测人员培训教材
编审委员会

主 任 石中林

副主任 朱宏平 徐建军

编 委 (按姓氏笔画为序)

王雪峰 石世华 石 慧 孙启明

李国卫 杨 为 何 凤 张先进

张 昶 周 伟 胡平放 聂肃非

徐文胜 董春桥 谢建伟 廖绍怀

谭 睿 熊世树

撰 写 (按姓氏笔画为序)

王雪峰 石 慧 孙启明 李国卫

杨 为 何 凤 张先进 张 昶

胡平放 聂肃非 徐文胜 董春桥

谢建伟 廖绍怀 谭 睿 熊世树

内 容 提 要

本书分为钢结构检测和主体结构检测与可靠性鉴定两篇,系统讲述了建筑主体结构各种主要参数的检测技术和结果评定。上篇钢结构检测主要包括:钢结构材料检测、高强螺栓检测、焊接缺陷检测、防护涂层检测、节点承载力检测及安装整体变形检测;下篇主体结构检测与可靠性鉴定主要包括:混凝土强度与缺陷检测、砌体结构强度检测、混凝土中钢筋及其保护层厚度检测、锚栓抗拔力检测、预制构件结构性能检测、沉降变形观测、结构动力测试和建筑结构可靠性鉴定。

全书以现行规范、规程及标准为依据,各种检测方法按照方法原理、检测依据、仪器设备、检测步骤、检测结果和结果评定等方面进行系统阐述,内容完整,条理清楚,简明易懂。本书可以作为土木工程结构检测人员的培训教材,也可供有关土木工程专业学生、工程技术人员和教师参考。

序

石中林

随着我国工程建设的高速发展,建设工程规模越来越大、结构越来越复杂,应用于建设工程中的新材料、新工艺、新技术层出不穷,质量检测在工程建设中也越发彰显其重要意义。建设工程质量检测的目的是确保建设工程质量达到《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)及其配套的系列质量验收规范的要求。它既是控制建设工程质量和安全的基础性工作,又能为建设工程项目质量验收提供合法、科学、公正、真实、准确的检测报告以使工程质量控制及验收的指标量化。

目前,我省(湖北省)检测行业的新情况、新问题、新发展对工程质量检测人员的综合素质提出了更新、更高的要求。因此,在规范建设工程质量检测行为的同时必须大力提高我省工程质量检测人员的理论与技术水平。而当务之急,既要从规范、实战、可操作的角度出发,又要站在提纲挈领、全面了解的高度,针对不同专业检测内容加强工程质量检测人员上岗前基本理论知识、实际操作技能的培训和考核工作。基于这一指导思想,湖北省建设工程检测协会组织并邀请华中科技大学土木工程与力学学院的教授、湖北省检测行业具有丰富实践经验的专家以及建筑行业的知名学者和热心人士共同编写了一套培训教材:《建筑材料检测》(上、下册)、《建筑节能·设备·环境检测》、《钢结构·主体结构·结构鉴定检测》及《地基基础检测》等。该套教材既适用于我省检测人员的岗前培训,又适合我省工程质量监管人员自学所用;既可用作检测见证员的培训教材,又可作为检测员、见证员在实际工作中用于查询的工具书。

这套培训教材较好地体现了其规范性、理论性和可操作性,具体特点为:坚持了应知应会的编写原则,把检测的标准、程序、方法贯穿其中;博采众家之长,容纳了各专业检测的新设备、新方法和最新研究成果,具有较高的指导性和理论水平;其内容既具有系统性、科学性和创造性,又突出了时代性和实用性,做到了理论与实际的有机结合。

为深入贯彻落实国家建设部《建设工程质量检测管理办法》的有关精神,我们应当具备“摸着石头过河”的胆量和探索精神,进一步规范我省检测市场行为,不断提高我省检测人员的综合素质,才能促进我省检测行业的不断发展壮大。因此,我们坚信这套教材的使用将对我省工程质量检测人员上岗培训工作的深入开展、对建设一支高素质的专业技术检测人员队伍、对全省检测监管水平和检测工作质量的提高发挥积极的作用。

以上是受编审委员会委托为本套教材的出版写的一些心得和感想,是为序。

2012年10月于武汉

目 录

上篇 钢结构检测

第 1 章 钢结构缺损与检测内容和方法	(3)
1.1 钢结构的特点和应用范围	(3)
1.1.1 钢结构特点	(3)
1.1.2 钢结构的适用性	(3)
1.2 钢结构的缺损与分析	(3)
1.2.1 钢结构的缺陷	(3)
1.2.2 钢结构的损坏	(4)
1.2.3 钢结构产生损坏的原因及对结构的影响	(5)
1.3 钢结构的质量检测内容	(6)
1.3.1 钢结构的检测	(6)
1.3.2 检测工作程序	(7)
1.4 钢结构无损检测与抽样	(8)
1.4.1 无损检测方法的选用	(8)
1.4.2 抽样方案及合格判定	(9)
1.5 检测报告.....	(13)
1.6 检测设备和检测人员.....	(13)
第 2 章 钢结构材料性能的检测	(14)
2.1 钢材性能的分类.....	(14)
2.2 钢结构材料的化学成分分析.....	(14)
2.2.1 取样方法.....	(15)
2.2.2 化学分析方法.....	(15)
2.2.3 化学分析的一般规定.....	(16)
2.2.4 成品化学分析允许偏差.....	(16)
2.3 钢材的力学性能检测.....	(17)
2.3.1 钢材的取样规定.....	(17)
2.3.2 室温拉伸试验及性能检测.....	(22)
2.3.3 弯曲试验.....	(33)
2.3.4 冲击韧性.....	(38)
2.3.5 疲劳试验及性能检测.....	(44)

2.3.6	钢板厚度方向性能试验及检测	(45)
2.3.7	钢材焊接性能检测	(47)
2.3.8	硬度试验及性能检测	(54)
第3章	钢结构外观质量检测	(57)
3.1	外观质量的目视检测	(57)
3.1.1	概述	(57)
3.1.2	光电仪器	(58)
3.1.3	目视检测应用	(58)
3.1.4	检测结果的评价	(62)
3.2	外观质量的渗透检测	(62)
3.2.1	渗透检测原理	(62)
3.2.2	渗透检测方法	(64)
3.2.3	渗透检测器材	(65)
3.2.4	检测结果的评价	(70)
3.3	表面质量的磁粉检测	(70)
3.3.1	一般规定	(70)
3.3.2	设备器材与工艺要求	(71)
3.3.3	检测步骤	(72)
3.3.4	检测结果的评价	(72)
3.4	表面质量的渗透检测	(73)
3.4.1	一般规定	(73)
3.4.2	检测步骤	(74)
3.4.3	检测结果的评价	(75)
第4章	内部缺陷的无损检测	(76)
4.1	超声波检测	(76)
4.1.1	超声波探伤仪	(76)
4.1.2	常用超声波探伤方法和技术	(88)
4.1.3	超声波探伤技术应用	(95)
4.2	射线检测	(121)
4.2.1	射线检测原理	(122)
4.2.2	射线检测技术应用	(127)
4.3	建筑内部缺陷的超声波检测	(140)
4.3.1	一般规定	(140)
4.3.2	设备与器材的技术指标	(140)
4.3.3	检测步骤	(142)
4.3.4	检验结果的评价	(144)
第5章	钢结构构件厚度检测	(146)
5.1	仪器设备及一般规定	(146)

5.2 钢结构厚度检测相关技术	(148)
5.2.1 厚度测量时的温度影响	(148)
5.2.2 参考试块	(148)
5.2.3 测量中的几种方法	(149)
5.3 检测步骤	(149)
5.4 检测结果的评价	(150)
第6章 钢结构紧固件连接的检测	(151)
6.1 焊钉连接质量与性能检测	(151)
6.1.1 焊钉表面缺陷检查	(151)
6.1.2 焊钉材料及机械性能	(151)
6.1.3 焊钉的标记	(152)
6.1.4 焊接端的焊接性能检验	(152)
6.2 普通螺栓性能检测	(153)
6.2.1 检测依据	(153)
6.2.2 普通螺栓检验方法	(153)
6.3 螺栓球与焊接球节点质量与节点承载力试验	(154)
6.3.1 检测依据	(154)
6.3.2 焊接球	(154)
6.3.3 螺栓球	(154)
6.4 高强度螺栓力学性能检测	(155)
6.4.1 检测依据	(155)
6.4.2 检测仪器	(155)
6.4.3 取样及制备要求	(156)
6.4.4 高强度螺栓楔负载试验方法	(157)
6.4.5 高强度芯部硬度试验	(157)
6.4.6 螺母保证荷载和硬度试验	(158)
6.4.7 高强度螺栓抗滑移系数试验方法	(159)
6.4.8 扭剪型高强度螺栓连接副预拉力复验	(159)
6.4.9 高强度大六角头螺栓连接副扭矩系数复验	(160)
6.4.10 高强度螺栓连接副施工扭矩检验	(161)
6.4.11 螺栓球组件性能试验	(162)
6.4.12 连接的其他检测内容	(163)
第7章 钢结构变形性能的检测	(165)
7.1 一般要求	(165)
7.2 检测仪器	(166)
7.3 检测技术	(166)
7.4 变形的检测方法	(167)
7.4.1 水准仪检测构件跨中挠度的方法	(167)

7.4.2	经纬仪检测构件倾斜度的方法	(167)
7.4.3	水准仪检测结构沉降的方法	(168)
7.5	钢网架变形的检测	(169)
7.5.1	网架尺寸与偏差、杆件的平直度检测	(169)
7.5.2	钢网架挠度检测	(170)
7.6	检测结果的评价	(171)
第8章	钢结构性能的静力荷载检验	(172)
8.1	钢结构性能的静力荷载检验	(172)
8.1.1	一般规定	(172)
8.1.2	使用性能检验	(172)
8.1.3	承载力检验	(173)
8.1.4	破坏性检验	(173)
8.2	简支钢桁架非破损检测	(173)
8.2.1	桁架试验装置	(173)
8.2.2	桁架试验方法	(174)
8.2.3	桁架试验步骤	(175)
8.2.4	试验结果的整理、分析和试验报告	(175)
第9章	钢结构动力测试方法和要求	(177)
9.1	一般要求	(177)
9.2	动力测试方法选取	(177)
9.3	动力测试设备、仪器要求	(177)
9.4	结构动力测试技术	(178)
9.5	几种结构动力测试的具体要求	(179)
9.6	结构动力测试的数据分析与评定	(179)
第10章	钢材强度检测	(181)
10.1	一般要求	(181)
10.2	检测设备	(181)
10.3	检测步骤	(182)
10.4	钢材抗拉强度的推算	(182)
第11章	防腐涂层检测	(184)
11.1	防腐涂料的性能检测	(184)
11.1.1	主控项目	(184)
11.1.2	一般项目	(184)
11.2	防腐涂层涂装的检测	(184)
11.2.1	一般要求	(184)
11.2.2	取样要求、检测方法、性能评定	(185)
11.3	防腐涂层厚度检测	(187)
11.3.1	一般要求	(187)

11.3.2	检测设备	(187)
11.3.3	检测步骤	(189)
11.3.4	检测结果的评价	(189)
11.3.5	工字钢和 H 型钢梁的漆膜厚度的检测原则	(189)
11.3.6	影响涂层测厚仪测量值精度的因素	(190)
第 12 章	钢结构防火涂层检测	(192)
12.1	防火涂层材料性能检测	(192)
12.1.1	主控项目	(192)
12.1.2	一般项目	(192)
12.1.3	防火涂料的粘结强度、抗压强度	(193)
12.1.4	防火涂料的耐火性能试验	(194)
12.2	防火涂层涂装的检测	(194)
12.3	防火涂层厚度的检测	(195)
12.3.1	一般要求	(195)
12.3.2	检测设备	(195)
12.3.3	检测步骤	(196)
12.3.4	与检测结果的评价	(196)
第 13 章	钢结构与钢网架性能检测要点	(197)
13.1	普通钢结构性能的检测	(197)
13.2	钢结构构造的检测	(199)
13.3	网架的检测	(201)
13.4	压型金属钢板工程检测	(202)
13.4.1	压型钢板成型后的外观、尺寸检测	(202)
13.4.2	压型金属板安装后的质量检测	(203)
13.4.3	检测结果判定方法	(204)
第 14 章	轻钢龙骨的检测	(205)
14.1	轻钢龙骨基础知识简介	(205)
14.2	检测执行标准	(205)
14.3	检测技术要求	(206)
14.3.1	外观质量要求	(206)
14.3.2	表面防锈要求	(206)
14.3.3	形状及尺寸要求	(206)
14.3.4	力学性能要求	(207)
14.4	检测试验方法	(207)
14.4.1	检测试验设备及仪器	(207)
14.4.2	试样取样	(208)
14.5	检测试验步骤	(208)
14.5.1	外观质量检验	(208)

14.5.2	力学性能的检测	(209)
14.6	检验规则	(211)
14.6.1	检验分类	(211)
14.6.2	抽样与组批规则	(212)
14.6.3	规定规则	(212)

下篇 主体结构检测与可靠性鉴定

第1章	混凝土结构强度的非破损检测	(215)
1.1	回弹法	(215)
1.1.1	回弹法基本原理	(215)
1.1.2	检测依据	(216)
1.1.3	检测设备	(216)
1.1.4	检测技术	(216)
1.1.5	数据处理	(217)
1.1.6	强度评定	(221)
1.2	超声回弹综合法	(233)
1.2.1	超声法基本原理	(233)
1.2.2	超声回弹综合法原理	(233)
1.2.3	检测设备	(234)
1.2.4	检测依据	(235)
1.2.5	检测步骤	(235)
1.2.6	结果评定	(238)
1.3	钻芯法	(240)
1.3.1	钻芯法基本原理	(240)
1.3.2	检测设备	(240)
1.3.3	检测依据	(240)
1.3.4	检测步骤	(240)
1.3.5	结果评定	(242)
1.4	拔出法	(245)
1.4.1	拔出法基本原理	(245)
1.4.2	检测依据	(245)
1.4.3	后装拔出法试验装置	(246)
1.4.4	后装法检测步骤	(247)
1.4.5	预装法检测步骤	(248)
1.4.6	强度换算及推定	(249)
第2章	混凝土内部缺陷的超声法检测	(251)
2.1	基本原理	(251)
2.2	检测依据	(251)

2.3	检测设备	(251)
2.4	混凝土裂缝检测	(252)
2.4.1	浅裂缝检测	(252)
2.4.2	深裂缝检测	(253)
2.5	不密实区和空洞检测	(254)
2.5.1	测试方法	(254)
2.5.2	数据处理	(255)
2.5.3	缺陷判定	(257)
2.6	混凝土表层损伤检测	(258)
2.6.1	测试步骤	(258)
2.6.2	数据处理	(258)
2.6.3	缺陷判定	(259)
2.7	混凝土结合面质量检测	(259)
2.8	钢管混凝土缺陷检测	(260)
第3章	砌体结构强度的非破损检测	(261)
3.1	检测方法	(261)
3.2	检测单元、测区和测点	(263)
3.2.1	抽样方案	(263)
3.2.2	检测单元	(265)
3.3	原位轴压法检测砌体强度	(266)
3.3.1	方法原理	(266)
3.3.2	检测设备	(266)
3.3.3	检测依据	(267)
3.3.4	检测步骤	(267)
3.3.5	强度评定	(268)
3.4	扁顶法检测砌体强度	(268)
3.4.1	方法原理	(268)
3.4.2	检测设备	(268)
3.4.3	检测依据	(269)
3.4.4	检测步骤	(269)
3.4.5	数据处理	(270)
3.4.6	强度评定	(270)
3.5	切制抗压试件法检测砌体抗压强度	(271)
3.5.1	方法原理	(271)
3.5.2	检测设备	(271)
3.5.3	检测依据	(271)
3.5.4	检测步骤	(271)
3.5.5	强度评定	(272)

3.6	原位单剪法检测抗剪强度	(273)
3.6.1	方法原理	(273)
3.6.2	检测设备	(273)
3.6.3	检测依据	(273)
3.6.4	检测步骤	(274)
3.6.5	强度评定	(274)
3.7	原位单砖双剪法检测抗剪强度	(275)
3.7.1	方法原理	(275)
3.7.2	检测依据	(275)
3.7.3	检测设备	(275)
3.7.4	检测步骤	(275)
3.7.5	强度评定	(277)
3.8	回弹法检测砖抗压强度	(277)
3.8.1	方法原理	(277)
3.8.2	检测设备	(277)
3.8.3	检测依据	(278)
3.8.4	检测步骤	(278)
3.8.5	强度评定	(278)
3.9	推出法检测砌体砂浆强度	(279)
3.9.1	方法原理	(279)
3.9.2	检测设备	(279)
3.9.3	检测依据	(279)
3.9.4	检测步骤	(280)
3.9.5	强度评定	(280)
3.10	回弹法检测砌体砂浆强度	(281)
3.10.1	方法原理	(281)
3.10.2	检测设备	(281)
3.10.3	检测依据	(281)
3.10.4	检测步骤	(281)
3.10.5	数据处理	(282)
3.10.6	强度评定	(282)
3.11	筒压法检测砌体砂浆强度	(282)
3.11.1	方法原理	(282)
3.11.2	检测设备	(282)
3.11.3	检测依据	(283)
3.11.4	检测步骤	(283)
3.11.5	强度评定	(284)
3.12	砂浆片剪切法检测砌体砂浆强度	(284)

3.12.1	方法原理	(284)
3.12.2	检测设备	(285)
3.12.3	检测依据	(286)
3.12.4	检测步骤	(286)
3.12.5	强度评定	(286)
3.13	点荷法检测砌体砂浆强度	(287)
3.13.1	方法原理	(287)
3.13.2	检测设备	(287)
3.13.3	检测依据	(288)
3.13.4	检测步骤	(288)
3.13.5	强度评定	(288)
3.14	贯入法检测砌体砂浆强度	(289)
3.14.1	方法原理	(289)
3.14.2	检测设备	(289)
3.14.3	检测依据	(290)
3.14.4	检测步骤	(290)
3.14.5	数据处理	(291)
3.14.6	强度评定	(291)
第4章	混凝土中钢筋及其保护层厚度检测	(293)
4.1	钢筋间距和混凝土保护层厚度检测	(293)
4.1.1	方法原理	(293)
4.1.2	检测依据	(293)
4.1.3	仪器设备	(294)
4.1.4	检测步骤	(294)
4.2	钢筋锈蚀检测	(297)
4.2.1	方法原理	(297)
4.2.2	检测依据	(297)
4.2.3	检测设备	(297)
4.2.4	检测步骤	(298)
4.2.5	数据整理	(299)
4.2.6	结果评定	(299)
第5章	锚栓抗拔力现场检测	(300)
5.1	方法原理	(300)
5.2	检测依据	(300)
5.3	仪器设备	(300)
5.4	检测步骤	(301)
5.4.1	试样选取	(301)
5.4.2	设备安装	(302)

5.4.3	加载试验	(302)
5.5	结果评定	(303)
5.5.1	非破损检验结果评定	(303)
5.5.2	破坏性检验结果评定	(303)
第6章	混凝土预制构件结构性能检测	(305)
6.1	方法原理	(305)
6.2	检测依据	(305)
6.3	仪器设备	(305)
6.3.1	量测仪器	(305)
6.3.2	加载设备	(306)
6.4	试验方案	(307)
6.4.1	试验条件	(307)
6.4.2	支承方式	(307)
6.4.3	荷载布置	(308)
6.4.4	加载方法	(308)
6.4.5	加载程序	(308)
6.5	试验步骤	(308)
6.5.1	检验数量	(308)
6.5.2	试验准备	(309)
6.5.3	加载试验	(309)
6.5.4	承载力测定	(309)
6.5.5	挠度测定	(309)
6.5.6	裂缝观测	(310)
6.6	结果整理	(310)
6.6.1	构件承载力检验	(310)
6.6.2	构件挠度检验	(311)
6.6.3	构件抗裂检验	(312)
6.6.4	构件裂缝宽度检验	(313)
6.7	结果评定	(313)
第7章	结构可靠性鉴定	(314)
7.1	鉴定目的和分类	(314)
7.2	鉴定方法和标准	(315)
7.3	鉴定程序和内容	(315)
7.3.1	初步调查	(316)
7.3.2	详细调查	(316)
7.4	可靠性鉴定评级	(316)
7.4.1	可靠性评级程序	(316)
7.4.2	3个层次鉴定评级	(316)

7.4.3	结构可靠性鉴定评级	(318)
7.4.4	适修性评级	(318)
7.5	构件安全性鉴定评级	(319)
7.6	构件正常使用性鉴定评级	(322)
7.7	子单元安全性鉴定评级	(325)
7.7.1	地基基础	(325)
7.7.2	上部承重结构	(327)
7.7.3	围护系统的承重部分	(331)
7.8	子单元正常使用性鉴定评级	(331)
7.8.1	地基基础	(331)
7.8.2	上部承重结构	(332)
7.8.3	围护系统使用性评级	(334)
7.9	鉴定单元鉴定评级	(335)
7.9.1	安全性评级	(335)
7.9.2	使用性评级	(336)
7.10	民用建筑可靠性评级	(336)
7.11	民用建筑适修性评估	(337)
7.12	鉴定报告	(337)
第 8 章	沉降变形观测	(339)
8.1	沉降观测	(339)
8.1.1	概述	(339)
8.1.2	检测依据	(339)
8.1.3	沉降观测精度	(339)
8.1.4	仪器设备	(341)
8.1.5	高程基准点的布设和测量	(342)
8.1.6	沉降观测点的布置和测量	(344)
8.1.7	沉降观测结果判定	(346)
8.1.8	沉降观测结果	(347)
8.2	倾斜观测	(348)
8.2.1	概述	(348)
8.2.2	观测依据	(348)
8.2.3	观测精度	(348)
8.2.4	仪器设备	(349)
8.2.5	观测点布设	(349)
8.2.6	观测方法	(350)
8.2.7	倾斜观测结果判定	(351)
8.2.8	观测结果	(352)
8.3	变形观测报告	(352)