

建筑结构检测·鉴定·加固 再设计手册

北京康桥隆盛工程检测有限责任公司 主编



中国建筑工业出版社

建筑结构检测·鉴定·加固 再设计手册

北京康桥隆盛工程检测有限责任公司 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构检测·鉴定·加固再设计手册/北京康桥隆盛工程检测有限责任公司主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 3

ISBN 978-7-112-17849-0

I. ①建… II. ①北… III. ①建筑结构-检测-手册②建筑结构-鉴定-手册③建筑结构-加固-结构设计-手册 IV. ①TU3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 040721 号

本手册共分三篇 23 章, 第一篇: 结构检测; 第二篇: 结构鉴定; 第三篇: 结构加固再设计。第一篇的结构检测部分依据现行现场检测技术标准, 按结构类型的不同, 主要从取样、检测方法(步骤)到最后的评定全过程进行了详细的阐述, 主要内容有砌体结构、混凝土结构、钢结构、钢管混凝土结构、木结构的检测等。第二篇的结构鉴定部分主要依据现行《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292—1999、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144—2008、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023—2009 和《危险房屋鉴定标准》JGJ 125—1999 四本标准, 介绍结构鉴定的步骤和方法, 主要内容有民用建筑的结构鉴定、工业建筑的结构鉴定、危险房屋的鉴定和结构抗震鉴定, 并附部分实例供参考。第三篇结构加固再设计部分主要依据现行的地基基础和结构加固规程、规范。内容有结构加固材料和常用技术、多层砌体结构加固、混凝土结构加固、单层厂房加固、抗震加固和地基基础加固, 这些加固都是最常见的加固类型, 为步入或即将步入这个行业的从业人员提供了丰富的资料, 也是从事该行业的有关人员了解现有技术的媒介和工具。

责任编辑: 郇锁林 朱晓瑜

责任设计: 张虹

责任校对: 陈晶晶 刘钰

建筑结构检测·鉴定·加固再设计手册

北京康桥隆盛工程检测有限责任公司 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 42 字数: 1018 千字

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月第一次印刷

定价: 96.00 元

ISBN 978-7-112-17849-0

(27102)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《建筑结构检测·鉴定·加固再设计手册》
编写委员会

主 编：杨生茂

副 主 编：乔太平 王纪曾

编 委：李 娟 聂文斌 张恒祥 王剑峰

吴志刚 朱青云 汪发红 刘知时

杨永洲 沈延杰

总 审：乔太平

第 一 篇：结构检测 主编 曹卫平 审稿 王纪曾

第 二 篇：结构鉴定 主编 王纪曾 审稿 乔太平

第 三 篇：结构加固再设计 主编 王万忠 审稿 王永倡

参编人员：吴志刚 高一峰 余成波 范先锋 黄丽坤

杨永军 戴国栋 李世龙 温广华 孙 硕

严爱平 吴 淇 魏子虎 王玉柱 孙申基

张晋文 马晓东 朱青云 汪发红 刘万超

谢复久 文宗泉 王立军 崔伟寿 刘砚辉

南永强

主编单位：北京康桥隆盛工程检测有限责任公司

副主编单位：金川镍钴研究设计院

中冶建筑研究总院有限公司

参编单位：金昌市建衡工程质量检测有限责任公司

金川集团工程建设有限公司

青海省产品质量监督检验所

青海建筑职业技术学院

青海省科技司法鉴定中心

青海众志检测有限公司

前 言

所有既有建筑在其使用寿命期内均可能因管理不善、年久失修，致其品质劣化，影响使用功能或削弱其安全性、耐久性，也可能遇上使用功能或环境改变、装修改造、扩建改建，还可能由于自然灾害或人为事故等原因需对结构进行专项鉴定或可靠性检测鉴定和加固。

我国是多地震国家，汶川地震后，国家修订的《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008对重点设防类（也称乙类设防）的范围有所扩大，特别是对未成年人群集中的幼儿园、中小学的教学用房、学生宿舍及食堂由原先的丙类设防提高到不低于乙类设防。对生命线工程、次生灾害后果严重的建筑均有更严的设防要求。另根据国家《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010，对某些地区房屋建筑的抗震设防烈度和设计基本地震加速度进行了调整提高。由此涉及的既有建筑也必须进行抗震鉴定和必要的加固。还有的建筑则可能存在“先天不足”，即因勘察设计或施工不当，使结构安全系数偏低；设计规范对耐久性缺乏切实的要求和规定，使建筑耐久性设计并未落实；另外在现实中还存在一些违章工程，暴露出诸多安全隐患或已酿成严重安全事故。还有因野蛮装修、拆墙、破洞或涉及工程质量而引发官司和纠纷，此类建筑也要及时进行可靠性鉴定和必要的再设计加固。

近年来，国家对建筑工程的管理提出了更合理、更科学的要求，除了对大型公共建筑、大坝、大桥及交通枢纽等工程实行的定期检测、监测外，对一般工业与民用建筑也将纳入有章可循、有法可依的监管范畴。建筑结构检测鉴定和加固将成为常规业务。我们把对建筑结构进行的检测、鉴定和加固三者的关系及工作流程与综合医院对患者的检查化验、医生诊断和治疗康复三步骤相类比。本书正是考虑到我国未来建筑结构工程检测、鉴定、加固行业的实际需求，为从事该行业的工程技术人员——“建筑工程医院”的“医护人员、医技人员”提供一个工作手册。

本手册按国家和有关行业的现行标准、规范，并结合编制单位多年的工作经验编写而成。全书分为三篇：结构检测、结构鉴定和结构加固再设计。

第一篇为结构检测。除介绍以往应用最多的检测技术及仪器设备外，还对一般工程检测人员接触较少的结构动力测试方法作了介绍，并给出一个“工业楼面振动设备对结构安全性影响的鉴定”实例。

第二篇为结构鉴定。在内容编排上为使用方便，对有些工作程序相似、各自鉴定标准不同的内容，多采用表格形式表达，这样更便于比较和记忆。该篇给出了十余个可供参考的工程实例。

第三篇为结构加固再设计。除介绍常用的加固方法、加固材料外，还介绍一些有应用前景的新方法、新材料、新技术。另外阐述了“加固再设计”不同于新建工程设计，其面对的既有建筑物不确定因素多、限制因素多，面临的新材料、新技术多，加固再设计当属结构设计的高阶段工作，对加固再设计人员的基础理论知识、专业技术能力和工程经验要

求更高。所以加固再设计要求结构工程师应在掌握领会设计规范、标准的基础上，借助现代计算分析技术，充分考虑加固后引起的强度、刚度变化及相应效果的评估，才能做出技术先进、经济合理、安全适用的再设计成果。本篇介绍了两个常见工程抗震加固实例。

本书编写过程中参考和引用了许多文献和资料，对原作者深表谢意。受编者水平所限，书中不当、不妥和错误在所难免，恳请读者指正，编者将不胜感激。本书结合行业技术业务特点和基本要求，理论联系实际，有利于初入此行的年轻工程师尽早适应和胜任本行业的技术工作，在此基础上尽快提升自身的技术业务水平和综合能力。

本书可供建筑结构的检测鉴定、工程设计、施工图审查、施工、监理人员、从事检测和加固技术新仪器新设备的研发人员以及大专院校土建专业师生、物业监督管理人员使用和参考。

目 录

第一篇 结构检测	1
第 1 章 基本规定	3
1.1 检测范围和分类	3
1.2 检测工作程序与基本要求	3
1.3 检测方法和抽样方案	4
1.4 既有建筑的检测	10
第 2 章 砌体结构检测	11
2.1 检测内容及方法	11
2.2 砌体抗压强度检测	14
2.3 砌体抗剪强度检测	19
2.4 砌筑砂浆强度检测	22
2.5 砌筑块体抗压强度检测	32
2.6 强度推定	33
2.7 砌筑质量与构造	36
2.8 变形与损伤	37
第 3 章 混凝土结构检测	38
3.1 原材料性能	38
3.2 混凝土强度检测	38
3.3 混凝土中钢筋配置检测	57
3.4 混凝土中钢筋锈蚀检测	59
3.5 构件尺寸偏差检测	61
3.6 结构构件变形检测	62
3.7 混凝土构件缺陷检测	63
3.8 混凝土构件损伤检测	64
第 4 章 钢结构检测	67
4.1 检测分类及无损检测方法选用	67
4.2 外观质量检测	68
4.3 表面质量磁粉检测	68
4.4 表面质量渗透检测	70
4.5 内部缺陷的超声波检测	72
4.6 高强螺栓终拧扭矩检测	76
4.7 变形检测	77
4.8 钢材厚度检测	78

4.9	钢材品种检测	79
4.10	防腐涂层厚度检测	79
4.11	防火涂层厚度检测	80
第5章	钢管混凝土结构检测	81
5.1	原材料检验	81
5.2	钢管焊接质量与构件连接	82
5.3	钢管中混凝土强度与缺陷	82
5.4	尺寸与偏差	83
第6章	木结构检测	85
6.1	木材性能检测	85
6.2	木材缺陷检测	86
6.3	尺寸与偏差	87
6.4	连接	87
6.5	变形损伤与防护措施	88
第7章	静载检验	90
7.1	基本规定	90
7.2	混凝土结构原位加载试验	92
7.3	钢结构性能的静力荷载检验	98
第8章	预制构件结构性能检验	100
8.1	基本规定	100
8.2	挠度检验	102
8.3	构件承载力检验	103
8.4	抗裂和裂缝宽度检验	104
8.5	结果评定	105
第9章	动力测试	106
9.1	基本规定	106
9.2	仪器设备及其安装	108
9.3	现场测试步骤	108
9.4	数据处理及结果评价	109
第10章	混凝土内部缺陷检测	111
10.1	一般规定	111
10.2	声学参数测量	112
10.3	裂缝深度检测	114
10.4	不密实区和空洞检测	116
10.5	混凝土结合面质量检测	119
10.6	表面损伤层检测	119
10.7	灌注桩混凝土缺陷检测	120
10.8	钢管混凝土缺陷检测	122

第 11 章	结构火灾后检测	124
11.1	一般规定	124
11.2	火灾现场调查	124
11.3	火灾现场检测	126
11.4	火灾后结构分析与构件校核	128
第 12 章	混凝土结构耐久性检测	130
12.1	混凝土长期性能和耐久性能检测	130
12.2	混凝土抗冻性能检测	131
12.3	氯离子渗透性能检测	133
12.4	抗硫酸盐侵蚀性能检测	134
12.5	有害物质含量及其作用效应检验	135
12.6	环境作用下剩余使用年限推定	139
第二篇	结构鉴定	143
第 13 章	民用建筑可靠性鉴定	145
13.1	基本规定	145
13.2	安全性鉴定评级	150
13.3	正常使用性鉴定评级	162
13.4	可靠性鉴定评级	169
13.5	民用建筑适修性评估	170
13.6	鉴定报告编写要求	171
第 14 章	工业建筑可靠性鉴定	172
14.1	基本规定	172
14.2	详细调查与检测	177
14.3	结构分析与校核	179
14.4	构件鉴定评级	179
14.5	结构系统鉴定评级	186
14.6	工业建筑鉴定单元的可靠性评级	191
14.7	工业构筑物的鉴定评级	191
14.8	鉴定报告	196
第 15 章	建筑抗震鉴定	197
15.1	总则	197
15.2	基本规定	198
15.3	场地、地基和基础	201
15.4	多层砌体房屋	203
15.5	多层及高层钢筋混凝土房屋	217
15.6	内框架和底层框架砖房	227
15.7	单层钢筋混凝土柱厂房	233
15.8	单层砖柱厂房和空旷房屋	240
15.9	木结构和土石墙房屋	247

15.10	烟囱和水塔	253
第 16 章	危险房屋鉴定	261
16.1	房屋危险性鉴定	261
16.2	危房鉴定程序	261
16.3	评定方法	261
16.4	第一层次: 构件危险性鉴定	262
16.5	第二层次: 房屋组成部分危险性鉴定	264
16.6	第三层次: 房屋危险性鉴定	265
第 17 章	工程实例	267
17.1	实例 1: 北京某预应力井字梁结构上游泳池底防水保护层开裂事故鉴定	267
17.2	实例 2: 河北某电厂钢屋架火灾事故检测与鉴定	269
17.3	实例 3: 北京某学院新建校区建筑结构安全鉴定	271
17.4	实例 4: 北京某制衣厂屋盖垮塌事故检测与鉴定	273
17.5	实例 5: 北京某砖木结构的检测与鉴定	275
17.6	实例 6: 工业楼面振动设备对结构安全性影响的鉴定	278
17.7	实例 7: 北京某户外广告牌的安全性检测与鉴定	283
17.8	实例 8: 北京某西方传教士楼的安全性、抗震性能检测与鉴定	285
17.9	实例 9: 北京某汽车饰件有限公司主厂房门式刚架横梁变形的检测、鉴定和处理	290
17.10	实例 10: 北京市朝阳区某幼儿园抗震鉴定	291
17.11	实例 11: 北京市海淀区某中学教室抗震鉴定	299
17.12	实例 12: 北京市丰台区某村居民楼抗震鉴定	307
第三篇	结构加固再设计	317
第 18 章	加固再设计基本原则及加固材料与技术	319
18.1	结构加固再设计的工作程序	319
18.2	建筑物加固再设计基本原则	321
18.3	常用的加固材料	323
18.4	常用的加固技术	337
第 19 章	多层砌体结构加固	353
19.1	砌体结构加固的基本要求	353
19.2	砌体结构破坏特点及裂缝形式	353
19.3	多层砌体结构加固	356
第 20 章	混凝土结构加固	372
20.1	混凝土结构加固的基本要求	372
20.2	混凝土加固结构的受力特征	372
20.3	混凝土结构常用的加固方法	373
20.4	混凝土结构加固设计	373
第 21 章	单层厂房结构加固	435
21.1	一般规定	435
21.2	加固方法	436

21.3	大型屋面板加固	436
21.4	混凝土屋面梁和屋架加固	441
21.5	屋盖支撑加固	446
21.6	吊车梁加固	448
21.7	混凝土排架柱加固	449
第22章	结构抗震加固	467
22.1	建筑抗震设防类别和设防标准	467
22.2	抗震加固的基本原则	469
22.3	多层砌体房屋抗震加固	471
22.4	单层砖柱厂房和空旷房屋的抗震加固	506
22.5	抗震加固工程实例	516
第23章	地基基础加固	528
23.1	建筑地基基础常见问题及原因分析	528
23.2	已有建筑物地基承载力的确定	530
23.3	几种特殊土的判别	531
23.4	既有建筑地基基础加固	536
23.5	建筑物的纠倾加固技术	566
附录1	贯入法检测砂浆抗压强度换算表	583
附录2	回弹法检测混凝土测区混凝土强度换算表	585
附录3	回弹法检测泵送混凝土测区强度换算表	591
附录4	回弹法检测混凝土非水平方向检测时的回弹值修正值	596
附录5	回弹法检测混凝土不同浇筑面的回弹值修正值	597
附录6	超声回弹综合法检测混凝土测区混凝土抗压强度换算表	598
附录7	钻芯法检测混凝土强度推定区间系数表	611
附录8	常见材料变态温度、燃点	612
附录9	混凝土表面颜色、裂损剥落、锤击反应与温度的关系	614
附录10	纤维素类可燃物轰燃大火当量升温时间的确定	615
附录11	火灾后混凝土构件材料微观分析	617
附录12	民用建筑初步调查表	618
附录13	已有结构上荷载标准值的确定	620
附录14	已有结构构件材料强度标准值的确定	622
附录15	民用建筑单个构件的划分	623
附录16	工业建筑单个构件的划分	624
附录17	大气环境混凝土结构耐久年限评估	625
附录18	钢吊车梁残余疲劳寿命评估	630
附录19	钢构件均匀腐蚀的检测	631
附录20	振动对上部承重结构影响的鉴定	632
附录21	结构工作状况监测与评定	634
附录22	砌体、混凝土、钢筋材料性能设计指标	635

附录 23 砖房抗震墙基准面积率 637

附录 24 钢筋混凝土结构楼层受剪承载力 641

附录 25 钢筋混凝土构件组合内力设计值调整 643

附录 26 钢筋混凝土构件截面抗震验算 645

附录 27 砖填充墙框架抗震验算 649

附录 28 木构件常用截面尺寸 651

参考文献 656

第一篇 结构检测

第1章 基本规定

1.1 检测范围和分类

1. 建筑结构检测分类

建筑结构的检测可分为建筑结构工程质量的检测和既有建筑结构性能的检测。

2. 建筑结构工程质量的检测

当遇到下列情况之一时，应进行建筑结构工程质量的检测：

- (1) 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料检验数量不足；
- (2) 对施工质量的抽样检测结果达不到设计要求；
- (3) 对施工质量有怀疑或争议，需要通过检测进一步分析结构的可靠性；
- (4) 发生工程事故，需要通过检测分析事故的原因及对结构可靠性的影响。

3. 既有建筑结构性能的检测

当遇到下列情况之一时，应对既有建筑结构现状缺陷和损伤、结构构件承载力、结构变形等涉及结构性能的项目进行检测：

- (1) 建筑结构安全鉴定；
- (2) 建筑结构抗震鉴定；
- (3) 建筑大修前的可靠性鉴定；
- (4) 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的鉴定；
- (5) 建筑结构达到设计使用年限要继续使用的鉴定；
- (6) 受到灾害、环境侵蚀等影响建筑的鉴定；
- (7) 对既有建筑结构的工程质量有怀疑或争议。

1.2 检测工作程序与基本要求

1. 建筑结构检测工作程序

建筑结构检测工作程序，宜按图 1-1-1 进行。

2. 现场及资料调查内容

现场和有关资料的调查，应包括下列工作内容：

- (1) 收集被检测建筑结构的设计图纸、设计变更、施工记录、施工验收和工程地质勘查等资料；
- (2) 调查被检测建筑结构现状缺陷、环境条件、使用期间的加固与维修情况以及用途与荷载等变更情况；

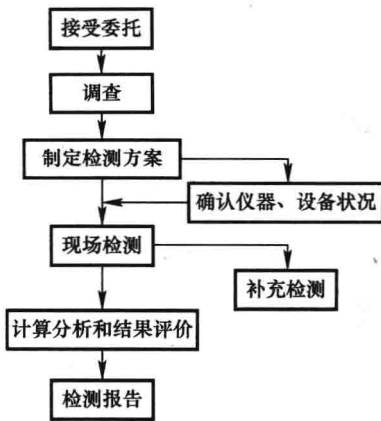


图 1-1-1 建筑结构检测工作程序框图

- (3) 向有关人员进行调查;
- (4) 进一步明确委托方的检测目的和具体要求, 并了解是否已进行过检测。

3. 检测方案的编制及内容

(1) 建筑结构的检测应有完备的检测方案, 检测方案应征求委托方的意见, 并应经过审定。

(2) 建筑结构的检测方案宜包括下列主要内容:

- 1) 概况, 主要包括结构类型、建筑面积、总层数、设计、施工及监理单位, 建造年代等;
- 2) 检测目的或委托方的检测要求;
- 3) 检测依据, 主要包括检测所依据的标准及有关的技术资料等;

- 4) 检测项目和选用的检测方法以及检测的数量;
- 5) 检测人员和仪器设备情况;
- 6) 检测工作进度计划;
- 7) 所需要的配合工作;
- 8) 检测中的安全措施;
- 9) 检测中的环保措施。

4. 其他规定

(1) 检测时应确保所使用的仪器设备在检定或校准周期内, 并处于正常状态。仪器设备的精度应满足检测项目的要求。

(2) 检测的原始记录, 应记录在专用记录纸上, 数据准确、字迹清晰、信息完整, 不得追记、涂改, 如有笔误, 应进行杠改。当采用自动记录时, 应符合有关要求。原始记录必须由检测及记录人员签字。

(3) 现场取样的试件或试样应予以标识并妥善保存。

(4) 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时, 应补充检测。

(5) 建筑结构现场检测工作结束后, 应及时修补因检测造成的结构或构件局部的损伤。修补后的结构构件, 应满足承载力的要求。

(6) 建筑结构的检测数据计算分析工作完成后, 应及时提出相应的检测报告。

1.3 检测方法和抽样方案

1. 检测方法的选择

(1) 建筑结构的检测, 应根据检测项目、检测目的、建筑结构状况和现场条件选择适宜的检测方法。

(2) 建筑结构的检测, 可选用下列检测方法:

- 1) 有相应标准的检测方法;
- 2) 有关规范、标准规定或建议的检测方法;
- 3) 参照本条第 1) 款的检测标准, 扩大其适用范围的检测方法;