

袁海军 姜 红 主编 高小旺 主审

建筑结构检测鉴定 与加固手册

JIANZHUJIEGOUJIANCEJIANDING
YUJIAGUSHOUCE

中国建筑工业出版社

建筑结构检测鉴定与加固手册

袁海军 姜 红 主编

高小旺 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构检测鉴定与加固手册/袁海军,姜红主编.

北京:中国建筑工业出版社,2003

ISBN 7-112-06047-8

I. 建... II. ①袁...②姜... III. ①建筑结构-检测 技术手册②建筑结构 鉴定 技术手册③建筑结构 加固 技术手册 IV. TU3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 095335 号

本书是根据最新的结构检测、鉴定标准的有关要求,并参照近年来工程检测、鉴定的技术文献编写而成。

本书共分十一章,即概述、钢筋混凝土结构的检测、砌体结构的检测、钢结构的检测、已有建筑的可靠性鉴定、钢筋混凝土结构的加固、砖砌体的加固、钢结构的加固、建筑抗震鉴定与加固、建筑工程常用代号和符号、建筑工程常用的基本数据和设计要求。

本书可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考。

* * *

责任编辑:郇锁林

责任设计:彭路路

责任校对:张虹

建筑结构检测鉴定与加固手册

袁海军 姜红 主编

高小旺 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

世界知识印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:23¼ 字数:590千字

2003年12月第一版 2003年12月第一次印刷

印数:1-5000册 定价:38.00元

ISBN 7-112-06047-8

TU·5316(12060)

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)

本社网址:<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

《建筑结构检测鉴定与加固手册》编委会

主 编 袁海军 姜 红

副主编 邱仓虎 朱跃武

编 委 项炳泉 邱 平 张荣成 费毕刚 邹忠刚 丁海成

唐恩斯 尹文诞 杨文凯 孙志东 陈裕平 王琦玮

郭 军 张 平 邹 军 谢卫兵 金来建

主 审 高小旺

前 言

随着我国经济建设的发展和人民生活水平的提高,对已有建筑物的检测和鉴定,已愈来愈引起人们的重视。而且在今后一段时间内建筑的维修改造将会有较大的发展。

为满足结构工程师能查阅工程实践中常见结构检测、鉴定与加固设计的需要,编写这本《建筑结构检测鉴定与加固手册》。本书力争从结构工程的实际需要出发,介绍建筑结构检测、鉴定与加固设计的主要内容,但不注重概念性的抽象描述。本书在编写时还考虑到一些新的检测、鉴定标准,如《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23—2001)、《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21:2000)、《砌体工程现场检测技术规程》(GB/T 50315—2000)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)等相继实施,因此,尽可能地将这部分新内容编入本手册。

考虑到工程技术人员,在平时的工程检测、鉴定中为解决某一问题,往往需要查阅一些数据和资料,因此,在第10、11章汇编了建筑工程中常用符号和基本数据,以便于读者查阅。

本书可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考。

本手册在编写过程中,得到了国家建筑工程质量监督检验中心、中国建筑科学研究院深圳分院、深圳市龙岗区建筑工程质量监督站、安徽省建筑科学研究院等有关方面领导、专家的协助和指导,特此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

目 次

第 1 章 概述	1
第 2 章 钢筋混凝土结构的检测	4
2.1 混凝土强度检测	4
2.1.1 回弹法检测混凝土强度	4
2.1.2 超声回弹综合法检测混凝土强度	7
2.1.3 钻芯法检测混凝土强度	8
2.1.4 拔出法检测混凝土强度	9
2.1.5 剪压法检测混凝土强度	11
2.1.6 混凝土强度检测工程实例	14
2.2 混凝土缺陷和裂缝的检测	16
2.2.1 超声波检测垂直浅裂缝(单面平测法)	16
2.2.2 超声波双面斜测法检测裂缝	17
2.2.3 超声波检测深裂缝	17
2.2.4 检测混凝土内部的空洞和不密实区	18
2.2.5 混凝土表面损伤层检测	19
2.2.6 超声波检测混凝土缺陷工程实例	20
2.3 混凝土裂缝产生的原因及防治	21
2.3.1 混凝土裂缝的调查	22
2.3.2 混凝土裂缝产生的原因、特征和表现	22
2.3.3 钢筋混凝土梁板结构的温度应力计算	27
2.3.4 防止和减轻混凝土裂缝的措施	28
2.3.5 混凝土裂缝的修补	28
2.4 钢筋混凝土中钢筋位置与钢筋锈蚀程度的检测	32
2.4.1 钢筋位置与保护层厚度的检测	32
2.4.2 钢筋锈蚀程度的检测	33
2.4.3 钢筋的基本性能指标和强度检测	34
2.4.4 延缓钢筋锈蚀的措施	35
2.5 钢筋混凝土中氯离子(Cl^-)含量的检测	36
2.6 水泥体积安定性的检测	37
2.7 钢筋混凝土结构火灾后的检测	38
2.7.1 火灾温度的估算	39
2.7.2 火灾温度的实际判定	39
2.7.3 火灾后混凝土结构的综合评定	42
2.7.4 火灾检测工程实例	43

2.8	结构的静载试验	45
2.8.1	构件挠度和裂缝宽度检验	45
2.8.2	构件抗裂检验	48
2.8.3	构件承载力检验	48
2.9	结构构件变形检测和建筑物沉降观测	49
2.9.1	梁、板跨中变形检测	49
2.9.2	墙、柱和建筑物倾斜检测	50
2.9.3	建筑物沉降观测	51
2.10	钢筋混凝土结构检测鉴定工程实例	52
第3章	砌体结构的检测	60
3.1	砌体抗压强度的检测	62
3.1.1	原位轴压法	62
3.1.2	扁顶法	63
3.2	砌体抗剪强度的检测	63
3.2.1	原位单剪法	63
3.2.2	原位单砖双剪法	64
3.3	砌体砂浆强度的检测	64
3.3.1	推出法	64
3.3.2	筒压法	65
3.3.3	砂浆片剪切法	65
3.3.4	回弹法	65
3.3.5	点荷法	66
3.3.6	射钉法	67
3.4	砂浆和砌体强度推定	67
3.4.1	砂浆抗压强度推定	67
3.4.2	砌体抗压、抗剪强度推定	67
3.5	砖抗压强度的检测	68
3.5.1	砖强度直接取样法	68
3.5.2	砖强度回弹法	69
3.6	砌体灰缝饱满度和砌体裂缝检测	70
3.7	砌体结构的尺寸和垂直度检测	70
3.8	砌体裂缝产生原因	71
3.9	砖混结构温度应力的计算	73
3.10	砌体裂缝的修补	75
3.11	砌体结构检测鉴定工程实例	77
第4章	钢结构的检测	81
4.1	构件平整度的检测	81
4.2	构件表面缺陷的检测	81
4.2.1	涡流检测原理及方法	81
4.2.2	磁粉检测原理及方法	82

4.2.3 渗透检测原理及方法	83
4.3 连接的检测	85
4.3.1 焊缝外观质量检查	85
4.3.2 焊缝内部缺陷的超声波探伤和射线探伤	88
4.4 钢材锈蚀的检测	102
4.5 防火涂层厚度的检测	103
第5章 已有建筑的可靠性鉴定	105
5.1 结构鉴定的基础知识	105
5.1.1 概率极限状态设计法	105
5.1.2 荷载	108
5.1.3 材料设计指标取值	111
5.2 已有建筑的鉴定方法	112
5.3 可靠性鉴定的特点	113
5.4 已有建筑荷载标准值与材料强度标准值的确定	114
5.4.1 荷载标准值的确定	114
5.4.2 材料强度标准值的确定	115
5.5 民用建筑的可靠性鉴定	116
5.5.1 鉴定程序和内容	116
5.5.2 鉴定评级的层次和等级划分	118
5.5.3 构件安全性鉴定	121
5.5.4 构件使用性鉴定	125
5.5.5 子单元的安全性鉴定	127
5.5.6 子单元的正常使用时性鉴定	132
5.5.7 鉴定单元安全性评级	135
5.5.8 鉴定单元正常使用时性评级	135
5.5.9 鉴定单元的可靠性评级	136
5.5.10 鉴定单元的适修性评级	136
5.6 危险房屋的鉴定	136
5.6.1 鉴定前的准备与评定方法	136
5.6.2 构件危险性鉴定	136
5.6.3 房屋危险性鉴定	139
5.7 结构耐久性评估	141
5.7.1 钢筋混凝土结构耐久性评估	142
5.7.2 砌体结构耐久性评估	143
5.7.3 钢结构耐久性评估	144
第6章 钢筋混凝土结构的加固	146
6.1 混凝土加固结构的受力特征	146
6.2 混凝土结构加固方法及选择	146
6.3 钢筋混凝土梁、板受弯构件的加固	147
6.3.1 加大截面加固法	147

6.3.2	外部粘钢加固法	150
6.3.3	外贴碳纤维加固法	154
6.3.4	其他加固方法	156
6.4	钢筋混凝土柱的加固	159
6.4.1	加大截面加固法	159
6.4.2	外包钢加固法	161
6.5	钢筋混凝土梁、柱节点的加固	162
6.6	钢筋混凝土剪力墙的加固	164
6.7	钢筋混凝土多孔板的加固	164
第7章	砖砌体的加固	167
7.1	扶壁柱法加固砖墙	167
7.1.1	混凝土扶壁柱法的工艺及构造	167
7.1.2	混凝土扶壁柱法加固墙体的承载力验算	168
7.2	钢筋网水泥砂浆法加固砖墙	169
7.2.1	钢筋网水泥砂浆法加固的构造要求	170
7.3	增大截面法加固砖柱	170
7.3.1	侧面增设混凝土层加固砖柱	171
7.3.2	四周外包混凝土加固砖柱	171
7.4	外包角钢加固砖柱	171
第8章	钢结构的加固	173
8.1	概述	173
8.2	改变结构计算简图的加固	173
8.3	增大构件截面的加固	174
第9章	建筑抗震鉴定与加固	177
9.1	建筑抗震鉴定与加固的基本原则	177
9.1.1	现有建筑抗震鉴定的基本原则	177
9.1.2	现有建筑抗震加固的基本原则	178
9.2	多层钢筋混凝土房屋的抗震鉴定	178
9.2.1	抗震鉴定的一般原则	178
9.2.2	第一级鉴定	179
9.2.3	第二级鉴定	180
9.2.4	钢筋混凝土结构楼层受剪承载力的计算	180
9.3	多层钢筋混凝土房屋的抗震加固	182
9.3.1	增设钢筋混凝土抗震墙或翼缘	182
9.3.2	钢构架加固框架	183
9.3.3	钢筋混凝土套加固梁、柱	185
9.3.4	砌体墙与框架连接加固	186
9.4	多层砖房的抗震鉴定	186
9.4.1	抗震鉴定的一般原则	186
9.4.2	第一级鉴定	187

9.4.3	第二级鉴定	190
9.4.4	多层砖房抗震墙基准面积率 ξ_w	192
9.5	多层砖房的抗震加固	194
9.5.1	一般原则和加固方法	194
9.5.2	水泥砂浆或钢筋网水泥砂浆面层加固砖房	195
9.5.3	混凝土板墙加固砖房	196
9.5.4	增设抗震墙的加固	197
9.5.5	外加钢筋混凝土柱加固多层砖房	198
9.5.6	外加圈梁及钢拉杆加固多层砖房	199
9.6	建筑抗震鉴定工程实例	201
第10章	建筑工程常用代号和符号	210
10.1	常用构件代号	210
10.2	结构施工图中常用的代号	210
10.3	钢筋符号	211
10.4	钢筋焊接接头标注	211
10.5	型钢标注	212
10.6	常用的各种作用的符号	214
10.7	常用的材料性能和结构构件抗力符号	215
10.8	常用的数学符号和专用符号	216
10.9	常用的物理学符号	217
10.10	希腊字母表	217
10.11	常用建筑材料图例	218
10.12	建筑构造与配件图例	220
10.13	现行国家工程建设各部门行业标准代号	225
10.14	各国国家标准代号	226
第11章	建筑工程常用的基本数据和设计要求	227
11.1	计量单位	227
11.1.1	法定计量单位	227
11.1.2	非法定计量单位与法定计量单位换算关系	229
11.2	荷载计算基本数据	233
11.2.1	常用材料和构件自重	233
11.2.2	民用建筑楼面均布活荷载及其折减	234
11.2.3	工业建筑楼面活荷载	236
11.2.4	屋面均布荷载	236
11.2.5	楼面和屋面的施工或检修集中荷载	236
11.2.6	栏杆顶部水平荷载	237
11.2.7	全国主要城市基本风压	237
11.2.8	风压高度变化系数	237
11.3	结构静力计算基本数据	238
11.3.1	等截面单跨梁在简单荷载作用下的内力和挠度	238

11.3.2	等跨连续梁、板按塑性计算的内力系数	239
11.3.3	等截面等跨连续梁(板)按弹性计算的內力和挠度系数	239
11.3.4	双向板在均布荷载作用下的弯矩系数	241
11.4	钢筋混凝土结构设计的有关要求	244
11.4.1	钢筋力学参数的取值	244
11.4.2	混凝土力学参数的取值	245
11.4.3	钢筋混凝土裂缝控制等级与最大裂缝宽度允许值	245
11.4.4	钢筋混凝土受弯构件的允许挠度	245
11.4.5	钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数	246
11.4.6	混凝土保护层最小厚度	246
11.4.7	钢筋混凝土中钢筋位置的允许偏差	247
11.4.8	现浇混凝土结构的允许偏差	247
11.4.9	钢筋混凝土纵向受拉钢筋的最小锚固长度	248
11.4.10	混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率	248
11.4.11	钢筋混凝土单筋矩形截面受弯构件的最大配筋百分率	248
11.4.12	钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距	249
11.4.13	钢筋面积表	249
11.4.14	每米板宽各种配筋间距下的钢筋面积	250
11.4.15	钢筋混凝土矩形和 T 形截面受弯构件承载力计算系数	250
11.4.16	钢筋混凝土 T 形及倒 L 形截面受压区翼缘计算宽度	251
11.4.17	钢筋混凝土梁、板的截面尺寸估算	252
11.4.18	钢筋混凝土梁、板的经济(合理)配筋率	252
11.5	砌体结构设计的有关要求	252
11.5.1	砌体结构力学参数的取值	252
11.5.2	砌体结构伸缩缝的最大间距	255
11.5.3	砌体结构的静力计算方案	255
11.5.4	砌体结构墙、柱的允许高厚比	256
11.5.5	砌体结构受压构件的计算高度	256
11.5.6	砖砌体一般尺寸的允许偏差	257
11.6	钢结构设计的有关要求	257
11.6.1	Q235 钢材分组尺寸	257
11.6.2	钢材强度设计值	257
11.6.3	钢结构焊缝强度设计值	258
11.6.4	钢结构受压构件的容许长细比	258
11.6.5	钢结构受拉构件的容许长细比	258
11.6.6	常用等边角钢规格和重量	259
11.6.7	常用不等边角钢规格和重量	259
11.6.8	常用扁钢规格和重量	260
11.6.9	常用工字钢规格和重量	260
11.6.10	常用槽钢规格和重量	261
11.7	工程抗震设计的有关要求	261

11.7.1	主要城市抗震设防烈度和设计地震分组	261
11.7.2	钢筋混凝土结构的抗震等级	262
11.7.3	高层建筑水平位移的限值	263
11.7.4	考虑抗震时梁加密区箍筋的要求	263
11.7.5	考虑抗震时柱轴压比的要求	263
11.7.6	考虑抗震时柱纵向钢筋的最小总配筋率	264
11.7.7	考虑抗震时柱加密区箍筋的要求	264
11.7.8	考虑抗震时抗震墙分布钢筋的配筋要求	264
11.7.9	建筑抗震规范对材料的基本要求	264
11.7.10	多层砌体房屋的层数和总高度限值	264
11.7.11	多层砌体房屋抗震横墙最大间距	265
11.7.12	砌体房屋的局部尺寸限值	265
附件一	钻芯法检测混凝土强度技术规程(CECS 03:88)	266
附件二	回弹法检测混凝土抗压强度技术规程(JGJ/T 23—2001)	271
附件三	砌体工程现场检测技术标准(GB/T 50315—2000)	289
附件四	钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级(GB 11345—89)	315
附件五	焊接球节点钢网架焊缝超声波探伤及质量分级法 (JG/T 3034.1—1996)	337
附件六	房屋建筑中“结构鉴定和加固”部分的工程建设标准强制性条文	347
附件七	主要的建筑结构检测仪器	365
	主要参考文献	368

第1章 概述

建筑物在规定的时间内(结构的设计基准期一般为 50 年),在规定的条件下(正常设计、正常施工、正常使用和维护),应满足安全性、适用性和耐久性的要求。安全性是指结构在规定的条件下应能承受可能出现的各种荷载作用。适用性是指结构在正常使用时,其变形、裂缝或振动等性能均满足规定的限值。耐久性是指结构在正常使用、正常维护情况下,其材料性能虽随时间推移发生恶化,但仍满足预定功能的要求。当建筑物由于某种原因不能满足某项功能的要求或对满足某项功能的要求产生怀疑时,就需要对建筑物的整体结构,结构的某一部分或某些构件进行检测。导致建筑物不能满足预定功能的原因大致有以下几个方面:

(1) 设计不周或有误 诸如对工程地质、水文地质情况和地基情况了解不全,地基承载力估计过高;漏算或少算作用于结构上的荷载;结构计算图形与实际受力情况不符;设计人员受力分析概念不清,结构内力计算错误。例如,某体育馆五层挑出长度有 7.8m,结构竖向刚度变化大,由于所用结构计算软件的力学模型与工程的实际情况不符,导致二层 32 榀主框架梁全部开裂。

(2) 施工质量低劣 混凝土强度等级低于设计要求,钢筋混凝土结构构件有蜂窝、孔洞、露筋等缺陷,钢筋力学性能不符合设计要求;砌体砌筑方法不当,造成通缝,空心砌块不按设计要求灌注混凝土芯柱;钢结构的焊接质量或焊缝高度达不到设计要求。

(3) 使用或改造不当 未经核算就在原有建筑物上加层或对其进行改造,造成原有结构承载力不足;使用过程中任意改变用途加大荷载;随意拆除承重墙或墙上开洞。

(4) 使用环境恶化 结构长期受到高温、振动、酸、碱、盐、杂散电流等不利因素作用,引起结构构件的腐蚀和损伤等。

为了解结构的安全性、适用性和耐久性是否满足要求,需要对结构进行检测、鉴定,对其可靠性做出正确的评价,然后进行维修或加固,以提高结构的安全性,延长其使用寿命。

建筑结构的检测可分为在建工程的结构质量检测和已有建筑物结构性能检测两大类,这两类检测内容大致相同,只是已有建筑物结构性能检测可能面对的结构损伤与材料老化问题要多一些,现场检测遇到问题的难度要大一些。检测时可根据结构实际情况或工程特点确定重点内容,例如钢筋混凝土结构应着重检测混凝土强度等级、钢筋配置、裂缝分布情况;砌体结构应着重检测砌筑质量、构造措施、裂缝走向。从有关部门对我国各类结构工程事故的调查结果来看(表 1-1),脆性材料建造的结构如砌体结构(特别是砖墙、砖柱)较易发生倒塌事故,而混凝土结构和钢结构事故频率较低;屋架和悬臂结构多余约束比较少,局部

破坏即可引起倾覆或倒塌事故。因此,对这三类结构尤其应引起结构检测时的重视。

各类结构发生事故的比例

表 1-1

事故类型		比例(%)	
地基基础破坏		2.0	
墙、柱	砖墙、砖柱倒塌	16.7	22.3
	混凝土墙、柱倒塌	1.4	
	木柱倒塌	0.2	
	墙柱在施工过程中失稳	4.0	
框架结构破坏		1.6	
屋架	木屋架和钢木屋架倒塌	11.5	37.0
	钢筋混凝土屋架倒塌	9.4	
	钢屋架倒塌	15.7	
	悬索和折板倒塌	0.4	
梁、板	钢筋混凝土梁倒塌	4.0	8.0
	楼板、屋面板倒塌	3.2	
	木梁倒塌	0.8	
砖拱破坏倒塌		4.2	
悬臂结构破坏倒塌		9.6	
构筑物倒塌		5.0	
模板工程倒塌		6.5	
改建和使用不当	加层建筑倒塌	1.4	2.2
	使用不当破坏倒塌	0.8	
其他局部倒塌		1.6	

为统一建筑结构检测和检测结果的评价方法,提高检测结果的可比性,保证检测结果的可行性,国家建筑工程质量监督检验中心会同有关部门编制了《建筑结构检测技术标准》,该标准已于2002年12月通过专家审查,不久将颁布实施。我国已颁布的检测标准或规程有《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(CECS 03:88)、《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:88)、《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23—2001)、《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21:2000)、《后装拔出法检测混凝土技术规程》(CECS 69:94)、《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315—2000)、《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345—89)、《焊接球节点钢网架焊缝超声波探伤及质量分级法》(JG/T 3034.1—1996)、《螺栓球节点钢网架焊缝超声波探伤及质量分级法》(JG/T 3034.2—1996)等,这为工程结构的检测提供了科学的依据。

结构鉴定的目的是根据检测结果,对结构进行验算、分析,找出薄弱环节,评价其安全性和耐久性,为工程改造或加固维修提供依据。在工程鉴定中可靠性是以某个等级指标(例如a、b、c、d;A、B、C、D;一、二、三、四),来反映服役结构的可靠度水平。在民用建筑可靠性鉴

定中,根据结构功能的极限状态,分为两类鉴定:安全性鉴定和使用性鉴定。具体实施时是进行安全性鉴定,还是进行正常使用性鉴定,或是两者均需进行(即可靠性鉴定),应根据鉴定的目的和要求进行选择。结构安全性鉴定按构件、子单元、鉴定单元三层次,每一层次分为四个等级进行鉴定,在实际工程鉴定中,往往用结构计算软件分析构件的承载力,以便在构件这一层次上确定其相应的等级指标。但结构鉴定与设计时的主要差别在于,结构鉴定应根据结构实际受力状况和构件实际尺寸确定承载能力,结构承受荷载通过实地调查结果取值,构件截面采用扣除损伤后的有效面积,材料强度通过现场检测确定;而结构设计时所用参数均为规范规定或设计所给定的设计值。我国已颁布的鉴定标准有《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)、《工业厂房可靠性鉴定标准》(GBJ 144—90)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99)、《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—95)等。

工程结构有多种原因可能导致结构的安全性、适用性或耐久性不能满足规定要求。当结构构件可靠性鉴定评为C级或D级时,应对结构采取加固补强措施。加固设计时,应充分研究现存结构的受力特点,尽量保留和利用现存结构,避免不必要的拆除。加固设计与施工中,有几点必须注意:新、旧混凝土(或钢筋)连接必须可靠,施工时须严格按施工工序作业,其相应的各道工序不能少(如混凝土表面的打毛、清洗);加固施工时,应尽可能地减少楼面荷载,这样有利于发挥后加部分与原结构的协同作用;在加固设计时,需考虑后加部分应力的滞后性,对新增材料强度应作相应的折减(如轴压0.80,偏压、受弯0.9)。我国已颁布的加固规程有《混凝土结构加固技术规程》(CECS 25—90)、《砖混结构房屋加层技术规程》(CECS 78—96)、《钢结构加固技术规程》(CECS 77—96)、《民用建筑修缮工程查勘与设计规程》(JGJ 117—98)、《民用房屋修缮工程施工规程》(CJJ/T 53—93)、《建筑抗震加固技术规程》(JGJ 116—98)等,这些规程对于保证加固工程的质量起到重要作用。

第2章 钢筋混凝土结构的检测

对钢筋混凝土结构的现场质量检测项目主要有混凝土强度、内部缺陷、构件尺寸偏差及外观质量、钢筋的配置等,必要时,可进行现场结构荷载试验。

由于混凝土是非均质性材料,各相物质随机交织在一起,形成复杂的内部结构,再加上混凝土通常是在工地进行配料、搅拌、成型、养护,每个环节稍有不慎就影响其质量,因此,对钢筋混凝土结构其首选的检测项目往往是混凝土的强度。其次是根据工程的质量情况来选择检测项目。譬如,当混凝土梁、板、柱、墙构件存在裂缝时,需检测裂缝的宽度和深度;有时,为进一步了解裂缝开展的原因,还需在裂缝附近区域检测其配筋情况;当混凝土中钢筋锈蚀较严重时,需检测钢筋的锈蚀程度,必要时,检测混凝土 Cl^- 的含量;总之,检测项目需根据工程的实际情况进行确定。

2.1 混凝土强度检测

结构混凝土强度的现场检测方法,可分为非破损法和局部破损法。

非破损法是以某些物理量与混凝土立方体试块强度之间的相关关系为基本依据,在不损坏结构的前提下,测试混凝土的这些物理特性,并按其相关关系推算出混凝土的抗压强度。目前常用的非破损法测强技术有回弹法、超声法、超声回弹综合法。

局部破损法是在不影响结构承载力的前提下,从结构物上直接取样做试验或进行局部破损试验,根据试验结果确定混凝土抗压强度的方法,目前常用的方法有钻芯法、拔出法、剪压法。

2.1.1 回弹法检测混凝土强度

回弹法是根据混凝土的回弹值、碳化深度与抗压强度之间的相关关系来推定其抗压强度的一种非破损方法。所用的回弹仪在国内已有多个厂家生产(见附件7的附表7-1)。在建筑结构检测中常采用的为中型回弹仪,其冲击动能为2.207J。回弹仪的构造及主要零件名称见图2-1。

1. 测试现场准备

被测构件和测试部位应具有代表性,试样的抽样原则为:当推定单个构件的混凝土强度时,可根据混凝土质量的实际情况确定检测数量;当用抽样法推定整个结构或成批构件的混凝土强度时,随机抽样的数量不应少于同批同类构件总数的30%,且构件数量不得少于10件。

测点布置采用测区、测面的概念。一个测区相当于一个试块,一个测面相当于混凝土试块的一个表面。在每个抽样构件上均匀布置测区,其测区数不应少于10个,对某一方向尺寸小于4.5m且另一方向尺寸小于0.3m的构件,其测区数不应少于5个。相邻测区的间距不宜大于2m,每个测区宜选在构件的两个对称可测面上,也可选在一个可测面上,测区的面积宜控制在 0.04m^2 以内。检测面应为原状混凝土面,并应清洁、平整,不应有疏松层、浮浆、油垢以及蜂窝、麻面,必要时可用砂轮清除疏松层和杂物,且不应有残留的粉末碎屑,不能用清水清洗。

2. 回弹仪的操作与测读

检测时,回弹仪的轴线应垂直于测试面,缓慢均匀施压,待弹击杆反弹后测读回弹值。每个测区弹击16点(当一个测区有两个测面时,则每一测面弹击8点)。测点宜在测区范围内均匀分布,相邻两测点的净距一般不小于20mm。测点距构件边缘或外露钢筋、预埋件的距离不宜小于30mm。测点不应在气孔或外露石子上,同一测点只允许弹击一次。

3. 碳化深度值的测量

回弹测试完毕后,用凿子或冲击钻在测区内凿或钻出直径约15mm,深度不小于6mm的孔洞。然后除净孔洞的粉末和碎屑,不得用水冲洗。将浓度为1%的酚酞酒精溶液滴在孔洞内壁的边缘处,再用碳化深度测量规或游标卡尺测量自混凝土表面至变色部分的垂直距离(未碳化的混凝土呈粉红色),该距离即为混凝土的碳化深度值。通常,测量不应少于3次,求出平均碳化深度 d_m ,每次读数精确至0.5mm。

4. 回弹值的数据处理

分别剔除测区16个测点回弹值中的3个较大值和3个较小值,然后按下式计算测区平均回弹值:

$$R_m = \left(\sum_{i=1}^{10} R_i \right) / 10$$

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。

除回弹仪水平方向检测外,其他非水平方向检测时应对照测区平均回弹值进行角度修正;当测试面不是混凝土的浇筑侧面时,应对测区平均回弹值进行浇筑面修正;当测试时回弹仪既非呈水平方向,测区又非混凝土的浇筑侧面时,应先对测区平均回弹值进行角度修正,然后再进行浇筑面修正。回弹值的修正见《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23—2001)的附录C和附录D。从笔者的工程检测经验来看,回弹法经过角度或浇筑面修正

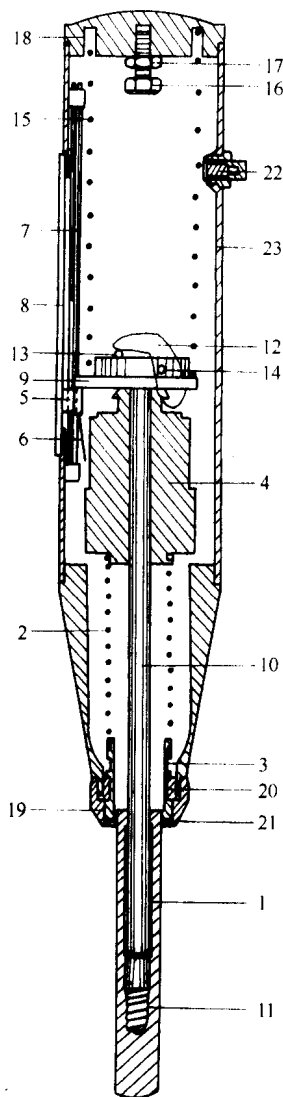


图 2-1 回弹仪的构造

- 1—弹击杆;2—弹击拉簧;3—拉簧座;
4—弹击锤;5—指针块;6—指针片;
7—指针轴;8—刻度尺;9—导向法兰;
10—中心导杆;11—缓冲压簧;12—挂
钩;13—挂钩压簧;14—挂钩销子;
15—压簧;16—调零螺钉;17—紧固螺
母;18—尾盖;19—盖帽;20—卡环;
21—密封毡帽;22—按钮;23—外壳