



建筑工程质量控制丛书

建筑物检测鉴定 加固改造技术与工程实例

● 韩继云 主编 费毕刚 段向胜 副主编



化学工业出版社

TU71/62

2008

建筑工程质量控制丛书

建筑物检测鉴定 加固改造技术与工程实例

○ 韩继云 主编 费毕刚 段向胜 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《建筑工程质量控制丛书》的一个分册。

本书详细介绍了国内外建筑物加固改造的发展状况, 建筑结构的加固设计、加固施工, 建筑后锚固及裂缝修补技术, 以及建筑物的加层、建筑物的平移、建筑物的纠倾等, 并列出了大量的建筑物加固改造工程实例。

本书可供建设场地地质勘察、建筑物规划审批、结构设计、施工技术、监理、检测鉴定及管理部門的工程技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物检测鉴定加固改造技术与工程实例/韩继云主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 2
(建筑工程质量控制丛书)
ISBN 978-7-122-02114-4

I. 建… II. 韩… III. ①建筑物-加固②建筑物-改造 IV. TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 016553 号

责任编辑: 马燕珠 郭乃铎
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 于 兵

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 32 字数 863 千字 2008 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 韩继云

副主编 费毕刚 段向胜

审 核 姜 红

参加编写人员：

崔江余	叶观宝	孙 彬	吴学利	崔国保
孙 斌	常萍萍	金唤中	万墨林	

出版者的话

混凝土具有强度高、耐久性好、原料来源广、制作工艺简单、成本较低、适用于各种自然环境等优点，因此，它是世界上使用量最大、最为广泛的工程材料。近年来，随着工程技术的不断更新，混凝土的组成及施工工艺也发生了巨大变化，混凝土结构的研发与创新，新材料、新工艺、新技术的开发应用，典型工程的创新应用等均取得了长足的进步，建造了许多举世瞩目的工程项目。为了及时总结推广和应用混凝土的新技术、新工艺、新材料，总结在混凝土研究开发方面的创新，以期能进一步促进对混凝土的科学研究和技术发展，我们特邀请了中国建筑材料科学研究院、中国建筑科学研究院、原冶金部建筑科学研究总院、上海交通大学、同济大学等有关科研院所和企业的专家、教授编写了《混凝土技术丛书》、《建筑工程质量控制丛书》。

这两套丛书总结和反映了国内外有关混凝土研究、开发、应用的最新技术和最新进展，书中有不少数据与理论是作者的长期实践经验与总结，这些资料非常宝贵，有的是第一次公开出版，有非常重要的参考价值。这两套丛书是从事土木与水利工程的地质勘探、结构设计、施工技术、质量检测和监理等科研院所人员和工程技术人员自学提高的参考书，同时也可作为继续教育的培训用书及相关院校师生的参考书。

我们真诚地欢迎读者和用户对本丛书提出宝贵的意见和建议，以便在再版时不断使其得到改进和完善。

化学工业出版社

前 言

随着既有建筑物数量的不断增多,建筑物的检测、鉴定、加固改造技术受到建筑工程界的普遍关注与重视。工程建设是一个古老而传统的专业,但是针对已建成的建筑物,如何通过检测鉴定技术手段,掌握建筑物的各项性能,如何对既有建筑物各项功能进行加固、改造,还是一门新兴的学科,为此国内外有关专业人士进行了大量的科学研究和实践,并陆续制定了一些相应的规范和标准。

本书作者长期从事建筑物的检测、鉴定、加固改造工程的研究和实践工作,编制本书的目的是为同行业的工程技术人员提供参考,因此本书注重实用性、系统性和创新性,在书中每章(除第1章概述外)均有工程实例介绍,并在编写过程中力求全面总结既有的成熟的检测、鉴定、加固改造方法,同时也着重介绍一些正在研究的新的技术和方法。从各种结构形式的检测鉴定,到地基基础与上部结构的加固改造,从建筑物可靠性评定到建筑物加层、移位、纠倾技术,内容比较全面。

本书第1、4、5章由韩继云编写,第2、6章由韩继云、费毕刚、段向胜、孙彬、吴学利、金唤中编写,第3章由费毕刚编写,第7章由叶观宝编写,第8章由崔江余编写,姜红研究员对全书进行了审核。在本书编写过程中,孙斌、常萍萍、崔国保、吴彦参与了整理资料、插图绘制、文档编辑、校对等工作,万墨林教授也给予了指导。

感谢国家建筑工程质量监督检验中心、中国建筑科学研究院、北京交通大学、同济大学、浙江省台州市建设工程质量检测中心等有关领导、专家的关心和帮助。

既有建筑物的结构类型种类繁多,建造时代有远有近,检测鉴定加固改造的方法多种多样,一本书难以概括全面,更由于本书作者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者予以批评指正。

编者

2008年3月

目 录

1 概述	1
1.1 既有建筑物鉴定、改造的必要性和必然性	1
1.1.1 既有建筑物的特点	1
1.1.2 建筑物为什么需要检测鉴定	1
1.1.3 近代建筑业发展规律	3
1.2 既有建筑物鉴定、改造的工作程序	4
1.3 有关建筑物设计、施工、检测、鉴定的规范、标准	5
1.4 工程质量事故分类与特点	7
1.4.1 发生的时间	7
1.4.2 发生的部位	7
1.4.3 事故的原因	10
2 建筑结构检测技术	11
2.1 检测的目的及要求	11
2.1.1 建筑结构检测的目的和内容	11
2.1.2 检测工作基本程序	12
2.1.3 检测方案及方法	13
2.2 材料检测	14
2.2.1 钢筋材料性能	14
2.2.2 混凝土强度检测	18
2.2.3 砌体材料强度	28
2.2.4 钢结构材料强度及性能	44
2.2.5 木结构材料强度	47
2.3 外观质量及耐久性检测	48
2.3.1 混凝土外观及裂缝	48
2.3.2 混凝土性能及钢筋锈蚀检测	50
2.3.3 砌体外观质量	57
2.3.4 钢结构外观及裂纹	58
2.3.5 火灾后检测	60
2.4 构造与连接检测	61
2.4.1 混凝土结构构造与连接检测	61
2.4.2 砌体结构构造与连接检测	61
2.4.3 钢结构、网架结构构造与连接检测	62
2.4.4 木结构构造与连接检测	64
2.5 建筑物变形检测	64
2.5.1 建筑物倾斜检测	64
2.5.2 建筑物沉降观测	65
2.5.3 梁、板、屋架等水平构件挠度检测	66
2.5.4 墙、柱等竖向构件倾斜检测	67
2.6 截面尺寸及结构作用检测	67
2.6.1 构件截面尺寸检测	67
2.6.2 结构作用和环境的调查	68
2.7 结构性能荷载检验	70
2.7.1 荷载检验目的方法	70
2.7.2 测试内容	70
2.7.3 试验室检验结构性能评定	71
2.8 碳纤维加固施工质量现场检测	72
2.8.1 碳纤维拉拔仪原理	72
2.8.2 碳纤维片材施工质量现场拉拔检验	73
2.8.3 红外线热像检测原理简介	74
2.8.4 红外线热像现场检测碳纤维施工质量	76
2.8.5 红外线热像检测碳纤维施工质量试验研究	77
2.9 检测工程实例	81
3 结构可靠性鉴定与评估	94
3.1 结构可靠性鉴定概论	94
3.1.1 结构鉴定与评估技术概论	94
3.1.2 《工业厂房可靠性鉴定标准》	99
3.1.3 《工程结构可靠性设计统一标准》附录 G 既有结构的可靠性评定	101
3.1.4 ISO 2394: 1998 《结构可靠性总原则》第 10 章现存结构的评定	102
3.1.5 ISO 13822: 2001 《结构设计基础——现存结构的评定》	105
3.2 结构安全性评定	107
3.2.1 需要进行建筑结构可靠性评定的情形	107

3.2.2 鉴定机构和人员要求	108	3.4.4 地基基础	127
3.2.3 鉴定程序及其工作内容	109	3.4.5 上部承重结构	127
3.3 建筑结构耐久性评估	119	3.4.6 围护结构系统	127
3.3.1 耐久性评定的主要内容	120	3.5 危险房屋鉴定方法	127
3.3.2 耐久性评定准则和方法	120	3.5.1 危险房屋鉴定的由来及背景	127
3.3.3 耐久性检测与评定	121	3.5.2 危险房屋鉴定基础	128
3.4 建筑结构适用性评定	125	3.5.3 危险房屋鉴定的原则和方法	129
3.4.1 混凝土构件	125	3.5.4 危房鉴定中存在的问题	133
3.4.2 钢构件	126	3.6 结构鉴定工程实例	133
3.4.3 砌体构件	126		
4 结构加固改造技术	139		
4.1 加固改造方案	139	4.5.7 绕丝法	162
4.1.1 加固改造分类	139	4.5.8 预应力加固法	162
4.1.2 结构改造方法	139	4.5.9 增加支点加固法	165
4.2 加固改造设计	142	4.5.10 置换混凝土加固法	166
4.2.1 加固改造设计原则	142	4.5.11 局部更换法	167
4.2.2 加固改造设计验算要求	143	4.6 砌体结构加固	168
4.3 常用的加固方法及适用范围	144	4.6.1 砌体结构加固改造的必然性	168
4.3.1 常用的加固方法	144	4.6.2 砌体结构加固改造方法	168
4.3.2 结构整体加固方法	144	4.6.3 砌体结构加固截面承载力分析	169
4.3.3 常用的构件加固方法	146	4.6.4 钢筋混凝土面层加固砌体墙	174
4.4 加固材料选择	147	4.6.5 砂浆面层加固砌体墙	178
4.4.1 混凝土	147	4.6.6 钢筋混凝土、钢筋网砂浆围套 加固砌体柱	182
4.4.2 灌浆料	147	4.6.7 外包型钢加固砌体柱	183
4.4.3 砂浆	147	4.6.8 砌体托换加固技术	186
4.4.4 钢材	148	4.6.9 外粘纤维材料加固技术	186
4.4.5 纤维复合材	150	4.7 钢结构构件加固	189
4.4.6 连接材料	152	4.7.1 加固形式	189
4.5 混凝土结构构件加固	152	4.7.2 加固的条件	189
4.5.1 加大截面加固法	152	4.7.3 加固方法的选择	191
4.5.2 外粘型钢加固法	153	4.7.4 承载力计算	192
4.5.3 粘贴钢板加固法	156	4.7.5 构造要求	196
4.5.4 粘贴纤维增强塑料加固法	158	4.7.6 施工要求	197
4.5.5 钢筋网混凝土面层加固法	161	4.8 建筑结构加固改造工程实例	198
4.5.6 钢绞线网聚合物砂浆加固法	161		
5 建筑结构后锚固技术	215		
5.1 概述	215	5.4.2 基材混凝土破坏	228
5.2 锚栓分类及适用范围	218	5.4.3 拔出破坏	230
5.2.1 锚栓分类	218	5.5 锚栓性能检验和极限承载力试验 研究	231
5.2.2 锚栓的应用范围	222	5.5.1 对于锚栓产品性能的要求	231
5.3 后锚固连接材料	223	5.5.2 对于锚栓锚固性能的要求	232
5.3.1 基材	223	5.5.3 锚栓抗拉试验研究	233
5.3.2 锚栓	224	5.5.4 锚栓抗剪试验	236
5.3.3 锚固胶	225	5.5.5 化学栓和化学植筋试验	237
5.4 后锚固连接破坏形态	227	5.5.6 地震作用下锚固承载力的变化	242
5.4.1 锚栓或锚筋钢材破坏	227		

5.5.7	开裂混凝土试验	242	5.7.5	后锚固连接抗震设计	267
5.5.8	安装敏感性试验	242	5.8	后锚固连接施工安装与验收	269
5.5.9	单根锚栓极限承载力	243	5.8.1	基本要求	269
5.6	后锚固连接设计计算方法	245	5.8.2	锚孔	269
5.6.1	后锚固设计原则	245	5.8.3	锚栓的安装与锚固	270
5.6.2	设计计算过程	245	5.8.4	锚固质量检查与验收	271
5.6.3	锚固连接内力计算	247	5.9	锚栓性能试验和锚固施工质量现场 检验	272
5.6.4	锚固连接承载力极限状态计算	251	5.9.1	锚栓性能试验混凝土试件	272
5.6.5	锚固连接使用极限状态计算	263	5.9.2	锚栓性能试验钻头、锚孔和 安装	272
5.6.6	锚固连接疲劳极限状态	263	5.9.3	锚栓性能试验用仪器设备	274
5.6.7	锚固连接耐久极限状态	264	5.9.4	锚固性能试验方法	274
5.7	后锚固连接构造措施和抗震设计	264	5.9.5	锚固施工质量现场检验	278
5.7.1	混凝土基材构造要求	264	5.10	工程实例	280
5.7.2	锚栓选择与布置的构造要求	265			
5.7.3	锚固参数构造要求	265			
5.7.4	耐久性 & 防护构造要求	267			
6	裂缝原因分析和处理技术	293			
6.1	裂缝的形成和类型	293	6.4.1	修补方法	315
6.1.1	裂缝形成的原因	293	6.4.2	修补材料	318
6.1.2	裂缝的种类	294	6.4.3	裂缝处理施工质量检验	319
6.1.3	受力裂缝的形态、位置	295	6.5	混凝土结构裂缝的预防	319
6.1.4	变形裂缝的形态、位置	298	6.5.1	使用方面预防措施	319
6.2	裂缝的原因及影响因素	310	6.5.2	材料方面	319
6.2.1	从裂缝形成的特征分析原因	310	6.5.3	设计方面	320
6.2.2	从裂缝形成的过程分析原因	310	6.5.4	施工方面	320
6.3	裂缝的危害性评定	313	6.5.5	构造措施	321
6.4	裂缝的修补技术	315	6.6	工程实例	321
7	地基基础处理及加固技术	329			
7.1	概述	329	7.3.2	既有建筑地基基础加固处理的 应用范围	340
7.1.1	软土	329	7.3.3	既有建筑地基基础加固处理的 原则与规定	341
7.1.2	湿陷性黄土地基	330	7.3.4	既有建筑地基基础加固处理的 方法分类	342
7.1.3	人工填土地基	331	7.4	基础加固法	343
7.1.4	膨胀土地基	332	7.4.1	基础补强注浆加固法	345
7.1.5	土岩组合地基	334	7.4.2	扩大基础底面积法	345
7.2	建筑工程质量事故原因综合分析	334	7.4.3	加深基础法	347
7.2.1	规划不当	335	7.5	基础托换法	348
7.2.2	勘察失误	335	7.5.1	锚杆静压桩法	350
7.2.3	设计失误	335	7.5.2	树根桩法	355
7.2.4	施工问题	336	7.5.3	坑式静压桩法	365
7.2.5	管理失误	338	7.5.4	桩式托换法	366
7.2.6	使用不当	338	7.5.5	后压浆桩法	369
7.2.7	自然灾害	339	7.5.6	抬墙梁法	373
7.2.8	其他原因	339	7.5.7	沉井托换加固法	375
7.3	既有建筑地基基础加固处理的特点	340			
7.3.1	既有建筑地基基础加固处理的 重要性	340			

7.6 地基加固法	375	7.6.4 加筋水泥土桩锚法	402
7.6.1 注浆加固法	376	7.6.5 双灰桩法	408
7.6.2 高压喷射注浆法	392	7.6.6 化学灌浆法	411
7.6.3 水泥土搅拌桩法	397	7.7 工程实例	413
8 建筑物改造与加固技术	438		
8.1 概述	438	8.4 建筑物纠倾工程	454
8.2 建筑物增层改造	439	8.4.1 概述	454
8.2.1 增层改造的分类	439	8.4.2 建筑物纠倾方法分类	454
8.2.2 增层改造工程的主要内容	440	8.4.3 建筑物纠倾工程设计	455
8.2.3 增层改造的结构设计	442	8.4.4 建筑物纠倾工程施工	460
8.3 建筑物的移位	448	8.5 工程实例	464
8.3.1 概述	448	8.5.1 增层加固实例	464
8.3.2 建筑物移位工程分类	449	8.5.2 移位工程实例	475
8.3.3 移位工程设计	450	8.5.3 纠倾工程实例	488
8.3.4 移位工程施工	452		
附录 有关标准规范	496		
参考文献	500		

1 概述

1.1 既有建筑物鉴定、改造的必要性和必然性

计划经济向市场经济转变,国家不再是城镇物业的投资者和拥有者,建筑物变为一种商品,但它是一种特殊的商品,它与一般商品有许多不同之处。

1.1.1 既有建筑物的特点

① 生产周期长。每栋建筑物的可行性研究、设计、建造时间之长,是一般的工业产品的生产周期所不能比拟的,通常以年来计算,如美国纽约的世贸中心的设计时间是9年,施工用了7年。

② 影响工程质量的因素多。其设计、施工和监理都是由不同的专业、不同的工种,相互协调、协作、交叉作业的结果,工序繁多,专业分工性强,组织协调复杂,而且有大量的隐蔽工序。

③ 使用寿命长。它在自然的环境中建造,其使用寿命长达几十年,甚至上百年,在其使用期间,在自然界的各种作用和居住的人以及生产设备等各种作用下要保证安全、适用、耐久。

④ 经济投入高。建筑物的立项、设计、施工及竣工后的使用维护、维修、管理,都要投入巨额资金、大量的人力和物力。

⑤ 属一次性产品,建成后不可逆转。不能批量生产,每一栋建筑物都是不可重复的,其设计可能是一次性,也可能重复使用同一套图纸,但是每栋建筑物的施工是单独进行的。

建筑物的生命周期一般经过三个阶段:项目可行性研究和设计阶段是建筑物生命的酝酿过程,施工阶段是建筑物的诞生和成长过程,使用和维护阶段是建筑物的老化过程,每一阶段都要求按规范设计、施工和安全使用。

1.1.2 建筑物为什么需要检测鉴定

建筑物在它的建造和使用期内(一般建筑物设计使用年限为50年)可能会遇到各种各样的情况,在长期的自然环境和使用环境的双重作用下,结构功能会逐渐减弱、降低,有时与原设计预期的要求有较大的差距,这时就需要对建筑物进行检测,对其可靠性进行科学的、客观的评价、鉴定,根据鉴定结果,采取有效的加固、补强、维修等措施进行处理,以此提高结构的功能,延长建筑物的使用寿命。这个过程可用图1.1来形象地表示。

建筑物检测的原因主要如下。

(1) 原设计有误、考虑不周

现在的结构设计从地基基础到上部结构都有已成熟的计算机设计软件,正确地使用设计规范和计算机软件,加上专业设计人员的知识和经验,建筑物设计都能保证结构安全。因为结构构件按承载力极限状态设计,当延性破坏时,结构构件可靠性指标 β 为2.7、3.2、3.7

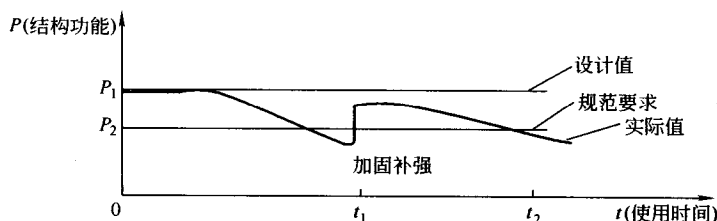


图 1.1 建筑物功能与时间关系

三个值,相应的结构失效概率为 $1.1 \times 10^{-4} \sim 3.5 \times 10^{-3}$;当脆性破坏时,结构构件可靠性指标 β 为 3.2、3.7、4.2 三个值,相应的结构失效概率为 $1.3 \times 10^{-5} \sim 6.9 \times 10^{-4}$ 。另外设计荷载的选取时,按荷载规范都是较大的值,使用期间的荷载出现极限值的情况也较少,因此在正常的设计中如果不是出现大的失误,一般是不会在施工及使用阶段出现质量事故的。

设计出现失误常常是设计人员对结构承受的荷载和作用估计不足,考虑荷载时漏项,施工过程中或使用后的实际荷载远远超过设计值;或设计计算的结构模型与实际结构不符,如湖南某砖混结构工程施工阶段发生了倒塌,主要原因就是设计错误,将混凝土梁固定端当作铰接配筋,另一个工程事故是辽宁某工程非框架结构设计计算时按框架结构计算、配筋,因此使用后梁、板出现严重的裂缝和变形;或设计时错误地依据设计规范、标准地址勘察资料等,造成结构构件截面过小、连接构造不当等;或对所选材料的物理、化学性能掌握不够,某些性能不了解,使用期间造成结构损坏,如北京某工程采用菱镁混凝土作楼面垫层,使用几年后引起楼板上部钢筋、板内金属管线、柱根、抗震墙根部钢筋严重锈蚀,花费了大量的资金凿掉腐蚀的混凝土层,进行锈蚀的钢筋除锈,结构补强、加固。

(2) 施工质量不良

施工质量不良在已有工程事故原因统计结果中所占比例较高。一方面的原因是管理,如建筑市场不规范、不健全,出现甲方拖欠施工队工程款,施工队拖欠材料商材料款现象;不按基建程序办事,不报建,不招标或不公平竞争,不合理压价,层层转包,致使施工管理和技术保证失控,真正施工单位利润有限,出现偷工减料,以次充好的现象,工程质量下降。另一方面是施工单位片面追求产值和利润,没有把好质量关,放松企业内部的质量检查和管理体系;施工人员技术水平不高,素质过低,没有受过专业技术培训,责任心不强,违反施工操作规程,不能达到设计要求等,有些时候是原材料和构配件质量不能满足设计和材料标准的要求,进场检验的样品与工程所有材料不一致等。

(3) 使用管理不当

建筑物建成交付使用后,使用部门管理不善,拆改承重结构,擅自改变建筑物的用途,或使用环境管理不善,不进行定期的维护,侵蚀性物质进入结构构件造成损坏。

(4) 环境影响

工业厂房等周围存在有害介质,有机材料本身有老化现象,沿海的建筑物受氯离子侵蚀,建筑物附近深基坑,开挖设计、施工不当,地铁施工、高速公路施工以及临近建筑物地基施工过大的震动等。

(5) 灾害影响

使用期间发生水灾、火灾、爆炸、飓风、地震、撞击等灾害,对建筑物造成影响。

分布在沿海地带的城市每年受到台风影响,以及内陆江河水位上涨的水灾造成房屋事故。如 2004 年 12 月 26 日印度尼西亚的海啸,引起大量建筑物的损坏,根据印度尼西亚国家发展计划署的统计数据,共有约 1000 个村庄及社区受到影响,造成 127000 间房屋完全被

毁,另有约152000间房屋损毁严重,由于房屋损毁造成全国60多万人无家可归,估计房屋损失达14亿美元。海啸还使基础设施严重毁坏,交通设施的损失约高达5.2亿美元。共有316公里的国道及省级道路在灾害中受损,121座桥梁被毁,316座桥梁受损,在灾害中受损或破坏的地方道路总长估计达到1000多公里。亚齐省和苏北省各有5座及9座港口受损。

在各类火灾事故中,建筑物的火灾占80%左右,造成建筑物损伤甚至倒塌。如2003年11月3日湖南衡阳某商住楼大火,造成建筑物局部倒塌。世界各地的摩天大楼近十年来发生过多次火灾悲剧,如2000年8月28日欧洲最高的建筑物——俄罗斯莫斯科的奥斯坦金诺电视塔发生大火,4人死亡,全俄罗斯电视广播中断;2000年8月2日中国香港移民局总部第13层楼发生大火,47人受伤;1997年2月23日36层楼高的泰国曼谷总统大楼发生大火,造成3人死亡,大楼的第7层到第10层被付之一炬;1997年12月8日印度尼西亚雅加达的25层高的印尼银行办公大楼在开张只有1个月之后发生大火,导致至少14人死亡;1996年11月21日中国香港发生有记录以来最严重火灾,一座16层楼高的购物大楼发生大火,造成40人死亡,81人受伤,其中包括一些绝望的人从高楼窗口跳楼后死亡。

地震是对建筑物破坏最大的灾害,如2005年10月8日巴基斯坦地震,灾区75%房屋被毁,约50万间房屋倒塌,公路毁坏,山体滑坡,滚石塌方,地表陷落,灾区水电全部中断,80%发电站损坏。

撞击引起建筑物破坏,如2002年1月5日15岁的美国人毕晓普驾驶单引擎飞机撞击佛罗里达州坦帕市的美国银行办公大楼的第20层楼,42层楼高的摩天大楼受到损坏;2001年9月11日恐怖分子劫持两架民航飞机撞击美国纽约世贸中心,造成两个110层、高435m、边长63.5m、外墙承重是密集的钢柱的摩天大楼倒塌,至少造成2800人死亡。

(6) 结构改造

建筑物在使用过程中,使用功能发生改变,如工业厂房生产工艺改变、民用房屋改变用途等,原设计不满足新的功能要求。

(7) 超过使用基准期还要继续使用

建筑物达到了设计基准期,结构功能基本完好,生产和生活需要继续使用。如我国东北老工业基地建国初期的建筑物已经有五十年的使用历史,如何继续使用,需要进行检测、鉴定。

(8) 历史遗留建筑物办房产证

有些建筑物建造时没有办理相关手续,建成后没有设计施工资料,办理房产证时需要先进行建筑物性能的检测鉴定,合格后发房产证。

1.1.3 近代建筑业发展规律

随着历史在发展,时代在进步,建筑物数量也在增加。从发达国家城市近代建筑业的发展规律来看,一般为三个时期:第一时期是大规模的新建时期,20世纪50年代左右,各国特别是欧洲自第二次世界大战后,为满足基本的生产和人民生活的需求,大规模地建设和恢复建筑物;第二时期为新建与维修改造并举时期,一方面为满足社会发展的需求,不断建造新的建筑,同时社会发展和生产生活的要求不断提高,建筑物的标准也相应提高,对过去低标准的建筑物要求进行维修、加固、补强和内部功能的现代化改造,如装修材料老化、陈旧,需要重新装修、维护,如宾馆原来公用卫生间、水房,改为每个房间自己独用,或增加通信功能,增加智能化等;第三时期为维修与现代化改造为主时期,随着社会和科技的进一步发展,人民生活水平的逐渐提高,对建筑功能的需要也越来越高,原有的老房子建设标准低、使用时间久、结构功能降低等,受经济和规划等影响,如拆掉重建费用高,规划不允许在原址重建,因此在原有结构的基础上,对结构按新标准进行补强、加固并进行使用功能现代化改造是合理的选择。

我国已建国五十多年,随着综合国力的显著增强和已有建筑物的逐年增加,已经开始进入到新建与改造并重的发展时期,随着环保意识、节约资源、可持续发展和节约型社会的要求,不久也将进入到以建筑物现代化改造和维修、加固为主的第三时期,因为加固、改造可延长建筑物的使用寿命,符合可持续发展的战略,与新建相比,有投资少、影响小、见效快的优点,拆掉旧建筑,产生大量的废物和垃圾,不利于环保,同时拆旧、建造新建筑都需要大量的材料,消耗大量的资源。

建筑物的鉴定、加固、改造是一门古老而新兴的学科,建筑工程是一个古老的、传统的专业,但既有建筑物的鉴定、加固是一个新兴的领域。我国现有 180 亿平方米的建筑物需要进行检测、鉴定与加固、改造,不少专家指出,对建筑业来说,建筑物维修、改造业是最受欢迎的行业之一。

1.2 既有建筑物鉴定、改造的工作程序

一栋既有建筑物如何评价它的好与坏,一般情况下要以它的各项功能、使用价值和社会影响、环境影响来衡量。

建筑物的建筑功能即它的适用性,包括建筑物立面造型是否漂亮、好看,是否反应时代特征,建筑物的平面布置是否合理,门窗的位置和尺寸是否满足建筑物采光和通风性能要求,建筑材料的隔热、隔音性能,楼梯、通道等设置符合消防等要求,是否有利于生产、方便生活。建筑物的结构功能即它的可靠性,包括结构的强度、刚度、稳定、抗灾、防灾、耐久等。此外还有建筑物的给水、排水、采暖、电气设备的功能、智能建筑以及建筑物与生态环境、社会环境协调等。

说到建筑物的结构功能,可以用可靠性这个指标来评定。可靠性是指结构在规定的时间内,在规定的条件下,完成预定功能的能力。规定的时间是建筑物的设计基准期,一般的工业与民用建筑为 50 年,重要的建筑物可以是 100 年,次要的建筑物为 25 年,临时性的建筑物为 5 年;规定的条件是指在正常设计、正常施工、正常使用的情況下。

可靠性包括安全性、适用性、耐久性三个方面。

安全性是指在正常施工和正常使用条件下,结构能承受可能出现的各种作用,如楼面各类活荷载、立面的风荷载、屋顶的雪荷载等的作用,以及在偶然事件发生时和发生后,仍能保持必要的整体稳定性。具体的是指结构的承载能力、构造措施、结构体系等。

适用性是指结构在正常使用的条件下,满足预定使用要求的能力;耐久性是指结构在正常维护的条件下,随时间变化仍能满足预定功能的能力。具体的是指结构的裂缝、变形、振动等。

耐久性年限是指结构在满足设计要求下安全使用而不需要大修的使用年限。

设计基准期是指进行结构可靠性分析时,考虑各项基本变量与时间关系所取用的基准时间。

安全性、适用性、耐久性之间并不是完全独立的,而是相互联系的。

建筑结构是多道工序和众多构件组成的,但总体上可将建筑物结构划分为三部分:地基基础、上部承重结构、上部围护结构。组成各部分的基本构件有梁、板、柱、墙。对既有建筑物的检测是对建筑物的结构或构件的材料性能、几何尺寸、构造连接、变形、荷载作用等进行检查、测试。鉴定根据检测和调查的结果,对结构或构件的各项性能进行评定。鉴定结果是加固、改造设计的依据,如果鉴定的结论符合规范、标准的要求,建筑物可不经处理继续使用,如果鉴定的结果不符合要求,应进行加固或改造设计,然后进行施工及工程施工质量的验收。

建筑物检测、鉴定、加固、改造等工作流程如图 1.2 所示。

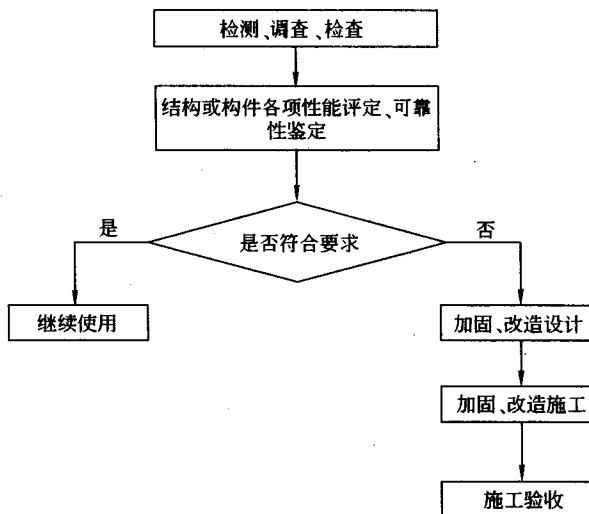


图 1.2 建筑物检测、鉴定、加固、改造工作流程

1.3 有关建筑物设计、施工、检测、鉴定的规范、标准

根据中华人民共和国标准化法，标准、规范按等级分为四级：国家标准（GB）、行业标准（JGJ 建设部）、地方标准（DB）、企业标准（QB）。标准按属性分为两类：强制性标准（GB、JGJ）和推荐性标准（GB/T、JGJ/T、CECS、DB、QB）。CECS 为工程建设标准化协会的标准代号，为推荐性标准的一种；强制性标准里面包括强制性条文，是保障人体健康，人身、财产安全以及法律、法规必须强制执行的标准，是在任何情况下都必须无条件执行的标准。强制性标准之外的其他标准是推荐性标准，推荐性标准由使用者自愿采用。标准之间的关系：服从、分工、协调，如企业标准服从地方标准，地方标准服从行业标准，行业标准服从国家标准；每一本标准都有自己的适用范围，但标准之间要相互协调，不能相互矛盾。

随着我国工程建设的大规模发展，同时制定了庞大的工程建设标准规范体系，截止到 2006 年 12 月 31 日，我国工程建设标准规范总数多达 4701 项，其中经建设部批准发布的工程建设国家标准有 381 项，批准发布或备案的行业标准 2663 项，地方标准 1440 项，协会标准 217 项。强制性标准规范占 97%，推荐性占 3%。强制性的规范条文分八个部分颁发，并逐年不断修订和完善。八个部分为：房屋建筑部分，城乡规划部分，石油化工建筑部分，水利工程部分，铁道工程部分，电力工程部分，民航机场部分，广播电影电视建筑工程部分。包括了工程建设活动的前期研究、建设过程（如设计、施工、监理）、运行维护（如检测、鉴定、加固、改造）、使用管理等各个阶段和各个环节。

设计规范是保证结构安全和使用功能及工程耐久性的技术依据，设计图纸是设计人员根据设计规范对结构工程的具体化，体现了设计者的意图和理念。设计规范是设计单位和设计人员必须遵守的，设计规范、标准的规定是基本的要求，也是最低要求，设计可高于规范要求，但不能低于规范要求。

我国设计规范已经过三次修编，设计规范 20 世纪 50 年代第一版参照前苏联规范体系，70 年代第二版加入允许应力设计方法，80 年代末第三版引入失效概率和可靠度概念，2000 年后第四版可靠度有所提高。新中国建国初期，我国无条件也没有可能专门开展对建筑结构

可靠性设计问题的研究,在当时历史背景下顺理成章地全盘套用前苏联三系数极限状态设计方法(三系数指超载系数、材料匀质系数、工作条件系数),该设计方法在当时首次引进了极限状态的概念,部分地融进了概率概念,该设计方法也是经济的。20世纪70年代初,原国家建委布置修订各材料结构设计规范,各材料结构规范修订组对结构可靠度设计方法不一致。如砌体规范采用“大老K”方法;混凝土结构规范采用“中老K”方法;钢结构规范和木结构规范采用一串“小老K”构成的允许应力设计方法。结果给设计人员带来诸多不便。20世纪80年代以来,借鉴国外先进经验,同时仍以国内实测统计资料为基础,立足国内大规模建设经验,形成建筑结构以概率理论为基础的极限状态设计方法,制定了《建筑结构设计统一标准》(GBJ 68—84),该标准自1984年发布实施以来,在其指导下,于20世纪80年代末期相继完成了各材料结构设计规范的修订任务,按这批规范,全国设计建造了100亿平方米以上的各类建筑,到了2000年对1995年以前发布的规范进行修编,按照《建筑结构设计统一标准》(GB 50068—2001)修订了荷载规范和各专业设计规范,可靠度有了大幅度提高。

施工验收规范是通过质量控制与检查验收手段,确认施工的工程是否符合设计意图和验收规范规定,进行验收。我国施工检验、验收规范自20世纪60年代开始制定《建筑安装工程检验评定标准》(试行)(GBJ 22—66)以来,经历了1974和1988以及2001年三次修订,特别是2001年《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)和相配套的14本专业验收规范的制订,形成了基于“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”为指导思想的建筑工程施工质量验收规范体系。施工单位对施工质量的自我检查的结果称为“评定”,由设计、施工、监理和建设方四方共同对施工质量是否合格的检查结果称为“验收”,在验收规范中对施工技术不作具体要求,而对施工质量合格与否进行强调。严密的检查验收程序、科学的抽样检验方案和可操作的检验方法,从材料进场见证取样检验,到关键工序的施工,再到最终工程完成结构实体检验的过程控制,克服了建筑工程验收规范相互交叉和不一致的状况。

建筑管理标准即工程监理规范,我国自二十多年前引进工程监理制度以来,监理规范有两本,《建设工程项目管理规范》(GB/T 50326—2001),《建设工程监理规范》(GB 50319—2000)。

我国现已制定的建筑物检测方面的标准、规范有几十本,比较全面、系统的检测规范为2004年12月1日开始实行的《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344—2004),最早的是20世纪80年代的关于混凝土抗压强度的检测、评定规范,有混凝土回弹法、超声回弹综合法、取芯法、拉拔法,然后90年代有砌体结构力学性能现场检测法,贯入法检测砂浆强度,建筑物裂缝和变形检测可采用《建筑变形测量规程》(JGJ/T 8—97)。

建筑物鉴定规范有:《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99),主要是各地房管系统的房屋安全鉴定部门使用;《工业厂房可靠性鉴定标准》(GBJ 144—90)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—99),两标准主要是对工业和民用建筑物的安全性和适用性进行评定;如果需要对该建筑物的耐久性进行评定,可采用正在编制的《混凝土结构耐久性评定标准》;此外还有《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—95),对建筑物的抗震性能进行鉴定。

加固、改造规范最先出现的规范是1990年的《混凝土结构加固技术规范》(CECS 25:90),国家标准《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367—2006),于2006年11月1日开始实施。目前,已有的加固规范还有《钢结构加固技术规范》(CECS 77:96)、《古建筑木结构维护与加固技术规范》(GB 50165),《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》(CECS 146:2003)。

我国是个多地震的国家,87%的行政区域属于地震区,因此老建筑物的抗震性能可参见《建筑抗震加固技术规程》(JGJ 116—98)进行加固设计,对于建筑物的地基基础不满

足要求时,可采用《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)进行处理,此外还有《民用建筑修缮工程查勘与设计规程》(JGJ 117—98),对于建筑物需要加层改造、出现过大的倾斜变形、根据城市规划的要求需要移位等,可采用《砖混结构房屋加层技术规范》(CECS 78: 96)和由标准化协会正在编制的《建筑物移位、纠倾、加层改造技术规范》。

现行的建筑物设计、施工、检测、鉴定、加固、改造的标准、规范见本书附录。

1.4 工程质量事故分类与特点

1.4.1 发生的时间

工程质量事故发生的时间:绝大多数在施工期间或交工验收前,少数在使用期间。表 1.1 是 20 世纪 80 年代中期的统计数据。

表 1.1 工程倒塌事故发生的时间

年代	施工期间发生的比例/%	使用期间发生的比例/%
1984	69.7	30.3
1985	93.0	7.0
1986	82.9	17.1
1987	66.7	33.3
1988	79.3	20.7
平均	77.5	23.5

1.4.2 发生的部位

1958 年以来,曾发生过不少建筑工程倒塌事故,按其破坏的结构部位和性质,可以分为 11 类,见表 1.2。其中三类结构应引起重视:砌体结构(砖墙、砖柱)、屋架、悬臂结构。

地基基础破坏造成房屋倒塌的占 2%。具体有以下几种情况:砖柱基础破坏,造成房屋倒塌;基础埋置于淤泥层上,造成地基严重下沉,房屋开裂倒塌;基础埋置于膨胀土、冻土、护坡等上面,引起地基破坏造成房屋倒塌;桩基承载力严重不足,致使基础下沉,承台破坏造成房屋倒塌。

柱、墙、垛等垂直结构破坏造成房屋整体倒塌和在施工中失稳倒塌造成房屋倒塌破坏的占 22.3%,可分下述几种情况:柱、墙的设计安全系数太小,再加上施工质量不好,如砂浆强度太低,有的砖柱采用包心砌筑法,有的混凝土柱混凝土中砂浆太少、强度不足,有的砖墙通缝长达十几皮砖,造成的事故最多、最严重;一些跨度较大、层高较高、间隔墙间距大的空旷建筑,如会议室、阅览室、礼堂等,因其砖柱、砖垛的承载能力有较大幅度降低而倒塌;砖柱、砖垛在支承大梁的部位,设计未加梁垫,有的施工中未按设计要求做梁垫或梁垫太小,造成柱顶、墙顶局部承压能力不够而被压碎;柱、墙在施工中失稳倒塌,这类事故较多发生在施工过程中,房屋结构尚未形成整体时,有些柱、墙是处于悬臂或单独受力状态,如不采取防风、防倒措施,就会造成失稳倒塌。

框架结构破坏的占 1.6%:有的是结构设计计算错误,框架柱配筋严重不足造成框架倒塌;框架在施工中未形成整体结构,被大风刮倒;因施工质量低劣如混凝土强度不足,又在梁柱节点附近穿孔、凿洞造成局部薄弱,在大雨后屋面荷载增加的情况下引起倒塌。