



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

建筑结构检测、鉴定与加固

刘洪滨 幸坤涛 主编

非外售



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

建筑结构检测、鉴定与加固

主 编 刘洪滨 幸坤涛
副主编 李建强 高 松 都 洋 关 键



北 京
冶金工业出版社

2018

内 容 提 要

本书按照我国最新的有关建筑结构检测、鉴定、加固的规范、规程和技术标准编写,全书共分6章,内容包括:基础工程检测鉴定与加固;混凝土结构的检测鉴定与加固;砌体结构的检测鉴定与加固;钢结构的检测鉴定与加固;抗震与火灾结构检测鉴定与加固。每一章都附有工程案例,这些案例由合作编写单位国家工业建构筑物质量安全监督检验中心提供。

本书可供大学本科土木工程专业学生、建筑与土木工程专业工程硕士研究生教学使用,也可供从事结构检测鉴定的工程技术人员进行相关工作时参考,或用于继续教育的培训。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构检测、鉴定与加固/刘洪滨,幸坤涛主编.—北京:
冶金工业出版社,2018.8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7827-8

I. ①建… II. ①刘… ②幸… III. ①建筑结构—检测—高等学校—教材 ②建筑结构—鉴定—高等学校—教材 ③建筑结构—加固—高等学校—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第155554号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 宋 良 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7827-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2018年8月第1版,2018年8月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;14印张;341千字;216页

32.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

建筑结构在使用过程中，由于外荷载、沉降以及人为等因素，会使得结构不再具有原有的工作能力，导致我国大量建筑都处于带病工作状态。特别是一些历史保护性建筑以及20世纪70、80年代建造的公共建筑、住房和大型厂房，这些旧建筑会给人民生活和社会生产带来安全隐患。同时，随着现代建筑业的日益发展，涌现了许多新型材料及新型结构，这使得高层、超高层、大跨度建筑项目不断增多，工程质量的检测、鉴定与加固工作任务也日益繁重，许多工程技术人员迫切需要学习这方面的知识。国务院《“十三五”节能减排综合工作方案》提出强化现阶段居住建筑节能改造，实施改造面积5亿平方米以上，鼓励老旧住宅节能改造与抗震加固改造，加装电梯等适老化改造面积1亿平方米以上。为了适应新形势下的教学和工程需要，我们依据现行的相关设计规范、标准和规程，编写了本书。

全书阐明了结构可靠性基本概念、建筑物鉴定加固改造的意义、发展现状及前景；叙述了结构现场检测的原理、技术和方法，可靠性鉴定的现行国家标准、鉴定程序、原理和方法，结构加固的基本原则；分章论述了地基基础检测鉴定与加固、混凝土结构检测鉴定与加固、砌体结构检测鉴定与加固、钢结构检测鉴定与加固的理论，附有工程案例；分章阐明了建筑结构抗震鉴定与加固技术特点、火灾后建筑结构鉴定与加固技术，附有较多工程实例。

为了便于读者能够系统地学习工程检测、鉴定和加固的基本方法和基本原理，本书将检测、鉴定和加固技术按照工程项目类型进行整合，并给出了大量的工程案例，章节后给出了思考题和习题，有利于读者更好地掌握基本概念和基本方法。

本书由辽宁科技大学土木工程学院刘洪滨教授和国家工业建构筑物质量安全监督检验中心教授级高级工程师幸坤涛博士担任主编，幸坤涛同时还担任本

书的主审,提出了许多宝贵意见。本书的具体编写分工如下:刘洪滨参与编写第1、4、5章;幸坤涛参与第2~6章的编写;李建强参与编写第1、6章;高松参与编写第3章;都洋参与编写第2章;关键参与第2~6章的编写。书中的大量工程实例项目由幸坤涛负责筛选,关键负责整理,崔春雨、符晓敏、张哲、吴国栋等硕士参与了本书的绘图、校对等工作,在此表示感谢。

在编写的过程中,参阅了有关国内外文献,引用了一些学者的工作成果,在书末的参考文献中予以列出,特在此向相关作者表示感谢。

希望本书能为读者的学习和工作提供帮助。鉴于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2018年5月

目 录

1 概论	1
1.1 建筑物鉴定与加固概述	1
1.1.1 导致建筑物不平衡的主要因素	1
1.1.2 建筑物鉴定加固的必要性及其意义	4
1.2 建筑物鉴定与加固的发展现状及展望	4
1.2.1 三个发展阶段	5
1.2.2 发展前景	7
1.3 建筑结构的可靠性鉴定与评估	7
1.3.1 工业建筑结构的可靠性鉴定	8
1.3.2 民用建筑可靠性鉴定	12
1.4 “建筑结构检测、鉴定与加固”课程的学习方法	17
2 基础工程的检测鉴定与加固	18
2.1 地基基础	18
2.1.1 民用建筑地基基础子单元的安全性和使用性鉴定评级	18
2.1.2 工业建筑地基基础的安全性和使用性等级评定	20
2.2 建筑地基基础的检测	21
2.2.1 建筑地基基础检验与监测的一般要求	21
2.2.2 地基承载力的检测	26
2.2.3 桩基静载试验和动测技术	28
2.2.4 深基坑工程监测	31
2.3 既有建筑物地基基础的托换加固	35
2.3.1 概述	35
2.3.2 建筑物地基基础的托换加固	35
2.4 建筑物的纠偏技术	47
2.4.1 建筑物的倾斜原因及纠偏原则	47
2.4.2 建筑物的纠偏工作程序	48
2.4.3 常用纠偏方法	49
2.5 建筑物的迁移	53
2.5.1 建筑物迁移技术的发展概况	53
2.5.2 建筑物迁移的意义	54
2.5.3 建筑物的迁移技术	54

习题与思考题	56
3 混凝土结构的检测鉴定与加固	57
3.1 概述	57
3.1.1 检测的作用、意义、内容、分类和原则	57
3.1.2 混凝土结构的外观及裂缝和变形检测	59
3.1.3 混凝土强度的检测	60
3.1.4 混凝土耐久性的检测	62
3.1.5 混凝土结构鉴定评级	63
3.1.6 工程案例	68
习题与思考题	72
3.2 混凝土受弯构件承载力加固	73
3.2.1 钢筋混凝土梁、板承载力不足的原因及表现	73
3.2.2 预应力加固法	74
3.2.3 改变受力体系加固法	76
3.2.4 增大截面加固法	77
3.2.5 增补受拉钢筋加固法	78
3.2.6 粘贴钢板加固法	80
3.2.7 碳纤维复合材料加固	82
3.2.8 承载力加固的其他方法	86
习题与思考题	88
3.3 混凝土受压构件加固	89
3.3.1 混凝土柱的破坏及原因分析	89
3.3.2 增大截面法加固混凝土柱	90
3.3.3 外包钢加固混凝土柱	90
3.3.4 碳纤维复合材料加固柱	92
3.3.5 柱子的预应力加固法	92
3.3.6 植筋技术	93
习题与思考题	95
3.4 混凝土屋架的加固	96
3.4.1 混凝土屋架常见问题及原因分析	96
3.4.2 混凝土屋架的加固方法及工程实例	99
3.4.3 工程实例	104
习题与思考题	107
4 砌体结构的检测鉴定与加固	108
4.1 砌体的损坏机理	108
4.1.1 荷载引起的裂缝	108
4.1.2 地基不均匀沉降引起的裂缝	109

4.1.3 温度裂缝	109
4.2 砌体结构检测的一般原则	110
4.2.1 检测程序及工作内容	110
4.2.2 检测单元、测区和测点的布置	110
4.2.3 检测方法分类及其选用原则	110
4.3 砌体结构的鉴定	112
4.3.1 民用建筑砌体结构构件鉴定	112
4.3.2 工业建筑砌体结构构件鉴定	114
4.4 砌体结构的加固	116
4.4.1 增设砌体扶壁柱加固法	116
4.4.2 钢筋混凝土面层加固法	117
4.4.3 钢筋网水泥砂浆面层加固墙砌体	121
4.4.4 外包型钢加固法	122
4.4.5 外加预应力撑杆加固法	124
4.4.6 粘贴纤维复合材加固法	125
4.5 砌体结构构造性加固法	127
4.5.1 增设圈梁加固	127
4.5.2 其他加固方法	128
4.5.3 砌体裂缝修补法	129
4.6 工程实例	132
习题与思考题	140
5 钢结构检测鉴定与加固	141
5.1 概述	141
5.2 钢结构损伤检测	142
5.2.1 力作用引起的损伤和破坏	142
5.2.2 温度作用引起的损伤和破坏	143
5.2.3 化学作用引起的损伤和破坏	143
5.3 钢结构构件的鉴定评级	146
5.3.1 工业建筑构件鉴定评级	146
5.3.2 民用建筑构件鉴定评级	148
5.4 钢结构的加固	151
5.4.1 钢结构加固方法及其选择的原则	151
5.4.2 加固计算的基本规定	152
5.4.3 增加截面法的截面加固形式	153
5.4.4 改变结构计算简图的加固技术	156
5.4.5 连接的加固	157
5.5 工程实例	160
习题与思考题	166

6	抗震与火灾结构检测鉴定与加固	167
6.1	建筑抗震鉴定与加固	167
6.1.1	概述	167
6.1.2	现有建筑的抗震鉴定	170
6.1.3	现有建筑结构抗震加固技术要点	172
6.1.4	工程实例	177
6.2	火灾后建筑结构鉴定与加固技术	183
6.2.1	概述	183
6.2.2	火灾温度的判定	184
6.2.3	火灾作用下的结构性能	189
6.2.4	火灾后混凝土结构和砌体结构的性能	194
6.2.5	火灾后建筑结构鉴定的程序和内容	198
6.2.6	火灾后混凝土结构的鉴定	199
6.2.7	火灾后钢结构的鉴定	205
6.2.8	火灾后砌体结构的鉴定	207
6.2.9	火灾后混凝土结构的加固	207
6.2.10	工程实例	208
	习题与思考题	214
	参考文献	215

学习要点

- (1) 了解建筑物检测鉴定加固的概念和意义
- (2) 理解可靠性鉴定标准

标准规范

- (1) 《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—2015)
- (2) 《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50144—2008)

1.1 建筑物鉴定与加固概述

一个成功的新建建筑工程之所以是安全可靠的,实际上是设计者在一定的经济条件下,巧妙地将其所受到的各种作用力与其自身的抗力取得一种满意的平衡。随着时间的推移,建筑物的这个平衡被打破,则将不可避免地逐渐丧失其功能,以至于完全失效。因而人们往往说,已有建筑物在长期的自然环境和环境作用将逐渐损坏,其功能将衰减甚至丧失,这是一个不可逆的客观过程。实际上,这是建筑物由平衡到不平衡的过程。如果能够科学而又准确地揭示这种损坏的规律和程度,并及时地采取有效的处理措施,即建立新的平衡,则可以达到延长建筑物有效使用期的目的。现在我们可以得到这样一个结论:研究已有建筑物可靠性鉴定与加固技术,实质上是一个貌似简单实为复杂的“平衡—不平衡—再平衡”的科学命题。

1.1.1 导致建筑物不平衡的主要因素

一个新建的、具有结构功能和使用功能并符合规范要求之可靠度的建筑物,在长期的使用过程中,由于种种不利因素的作用,将逐渐损坏,以致丧失其功能,即由“平衡-不平衡”,究其原因,归纳起来大致有以下因素。

1.1.1.1 自然因素

建筑物的材料和结构,经过大自然长期的风吹雨打、雪冻和暴晒的侵袭,会逐渐丧失其原有的质量、性能和功效,即人们常说的风化和老化。这是一个不可逆的自然规律,也可以说是建筑物一种正常的耗损和折旧。

1.1.1.2 环境因素

恶劣的使用环境是引起建筑物结构缺陷和损坏的又一个主要因素。建筑物在长期的劣化环境条件下,外部介质每时每刻都在侵蚀结构材料,导致其组成材料的劣化,工程结构

的功能将渐被削弱，甚至丧失。按照劣化作用的性质来分，外部环境因素对建筑结构的侵蚀作用，一般可分为三类：

(1) 物理作用。如高温、高湿、温湿交替变化、冻融、粉尘及辐射等因素对结构材料的劣化。

(2) 化学作用。如含有酸碱盐等化学介质的气体或液体、一些有害的有机材料、烟气等侵入结构材料内部，产生化学作用而引起材料组分的不利变化。

(3) 生物作用。如一些微生物、真菌、水藻、蠕虫和多细胞作物等对材料的破坏等。

这些恶化的环境因素是难以避免的，但是如果对建筑物采取有效的防护措施和经常性的检修，则可减轻其对结构的不利影响。

1.1.1.3 人为因素

人为因素（人为过失）是导致建筑物“先天不足、后天失调”或“先天缺陷、后天损坏”的主要原因。建筑结构的先天不足（缺陷）主要源于设计和施工，后天失调（损坏）则是使用和管理上的问题。现分析如下。

A 设计方面

设计方面的问题既有政策导向、认识偏差（包括技术水平所限），又有设计人员经验不足所犯过失错误，致使结构留下缺陷和隐患。例如，我国有一时期片面强调节约原材料，降低一次性建设投资，因此设计上缺乏对“肥梁、胖柱、重盖、深基”科学性的革命，不少建筑结构被“抽筋扒皮”，致使结构可靠度偏低，使用寿命缩短；又如，有的建筑在设计时，虽然设计人员尽最大可能考虑了影响安全使用的诸多因素，在结构上采取了多种处理措施，但由于当时的技术水平所限，实际结构与原先设计构思仍有一定差异（经常遇到的有建筑场地勘察有误随之基础方案不合理，结构体系选择上的失误或计算简图取用上的差异等）。再如，少数缺乏经验的设计人员犯过失错误，有的漏算少算荷载，选用计算方法有误，因而少配钢筋，也有的构造措施不合理等，均可能在建筑结构中留有隐患，即所谓的“先天不足”。最后，不得不指出，已有建筑物原设计标准偏低，或多或少存在安全隐患。由于历史原因，我国建筑物可靠度设置水准经历过多次变动，总体上仍处于一个较低的水平。此外，随着规范标准的不断完善，尤其是我国抗震设防等级的提高，致使相当多的已有建筑物不能满足现行抗震规范的要求，面临抗震鉴定和抗震加固的任务。如四川省，汶川地震以前设计、施工的建筑物按抗震设防烈度6度考虑，汶川地震后抗震设防烈度调整为8度。实际上，类似四川省的情况其他地区也为数不少，至今还有许多已有建筑物尚未按标准提高后的抗震设防要求进行抗震加固。

B 施工方面

我国建筑工程的施工管理水平和施工人员的素质相对较差，质量控制与质量保证制度不够健全，又受到各个历史时期经济形势和政治因素的影响，施工质量相对是较差的，对结构留有隐患也是较为严重的。主要表现在：某些时期特别是1958~1960年期间，片面强调脱离实际、不讲科学的所谓高速度、“放卫星”，不重视施工质量，造成不少工程存有缺陷和隐患。近些年来，最引起人们关注的是由于低素质施工队伍所施工项目工程质量低劣的状况，媒体报道的业主投诉商品房质量问题的案例屡见不鲜。加之有的管理部门管理不严，存在着种种混乱和违纪现象（如无证施工、越级施工及层层转包等）。因此，在

建工程由于质量问题（如混凝土强度等级未达设计要求，少放或漏放钢筋甚至钢筋放置错误，轴线偏移等）即需加固处理的也常有所闻。更有甚者，极少数施工企业为牟取暴利，采用劣质或低等级建筑材料，偷工减料等等，导致建筑质量低劣，达不到设计要求，有的甚至出现灾难性的“豆腐渣工程”。此外，有的较好的施工企业，由于任务繁重，工期紧赶进度，而其技术设备、施工管理、质量控制、施工人员素质和技术水平等跟不上发展所需，也常会出现施工质量达不到设计要求的情况，这同样会造成结构存有缺陷。顺便指出，建筑物在施工期间的安全问题是相当严重的。据研究认为，结构最危险的状态往往不是在建成后的正常使用状态，而是在建造过程中。大量的调查资料表明，无论在美国还是在欧洲，约有 50% 的事故是发生在施工过程中，我国的情况也大致如此。

C 使用和管理方面

使用不当和管理不善是建筑物“后天失调”（造成损坏）的根本原因。使用不当或不合理造成结构损坏的情况是多方面的：诸如长期超载使用；随意改变使用功能；为达装饰效果，随意改变甚至拆除承重墙体或在承重墙（包括剪力墙）上开设大的洞口；有的为扩大使用面积，未经有关部门鉴定设计，就对原建筑进行扩建甚至增层改造；又如有的工业厂房，厂方单纯强调提高产量或长期超载堆料使用，致使其经常处于综合性超负荷工作状态，加速了建筑物的早衰和破损。管理不善会使结构存在的隐患暴露甚至进一步恶化，主要表现在建筑物使用年久失修。在建筑物正常使用期间，应每隔 5~10 年进行检查维修，如果维修不好或没有维修，则可能在尚未达到设计使用年限就已丧失某项或数项功能要求。对于前面提到的种种使用不当的行为未及时制止，放弃管理。对于即将服役期满或已超期服役的建筑物，未及时组织技术力量进行检测、鉴定、大修或加固等。

1.1.1.4 偶然因素

偶然因素是指建筑物遭受偶然作用袭击而导致其结构损坏甚至破坏。偶然作用的特点是在设计基准期内不一定出现，而一旦出现，其量值很大且持续时间很短。例如爆炸、地震、撞击以及自然灾害中的风灾、水灾、滑坡、泥石流和突发事件中的火灾等。必须说明，后者往往是使用不当或施工不当而引发的。我国是一个多自然灾害的国家，不仅有 2/3 的大城市处于地震区，历次地震都在不同程度上对建筑物造成了损坏甚至破坏；而且风灾、水灾年年不断，损失惨重，很难准确统计。从损失情况分析，住宅火灾伤亡多，厂房、仓储场所损失大。另外，随着国民经济发展和城市化建设进程的加速，人口和建筑群进一步密集，发生火灾的概率也随之大增。据有关方面统计，2016 年全国发生火灾 31.2 万多起，死 1582 人，伤 1065 人，直接财产损失约 37.2 亿元。

上述偶然事件的发生，使不少建筑物提前夭折，使更多的建筑物遭受严重损伤。

1.1.1.5 市场因素

随着我国经济体制的变革，市场经济体制的建立和发展，建筑物已成为商品，产权者（业主）可自主更迭。新业主根据市场发展的需要和自己产业发展或生活的需要，往往要求改变原建筑物的使用功能和标准，如原办公楼可能改造成宾馆，大型仓库改造成综合商城、大型超市，工业厂房由于技术改造、设备更新等要求对原厂房进行相应的改造。这些使用功能的改变，往往使楼面活荷载增大或设备增重（如原有的 30t 桥式吊车更新为 50t 吊车），都将导致原结构可靠度降低。

1.1.1.6 其他因素

这里所说的其他因素,是指除上述诸因素以外的应对原建筑物进行结构鉴定加固或改造的种种特殊原因。例如,由于2008年北京奥运会、2010年上海世博会的特殊需要,对某些建筑物(这些建筑物不一定已存在不安全因素)进行鉴定、加固改造和装饰。又如,也可能由于对原建筑物的检测鉴定、加固改造不当,引发新的缺陷和损坏(这并非主观臆断,确有案例),这时必须重新采取安全措施,即进行所谓“第二次手术”。

1.1.2 建筑物鉴定加固的必要性及其意义

实际上,建筑物鉴定与加固是对已有建筑存在缺损、隐患、可靠度降低或已“老龄化”的问题进行分析、评估,并采取有效的技术措施,使其恢复原有可靠度或提高可靠度,延长使用寿命的过程,也即前面提到的由不平衡到新的再次平衡的过程。如果能够通过科学、可靠的鉴定与加固或改造,使一批老建筑能继续发挥其结构功能和使用功能,这对耕地面积缺乏、经济还不发达、住房需求量大的我国来说,其必要性是不言而喻的,更有着极其重要的经济意义和现实意义。

据我国有关权威部门资料,我国现有的建筑物总量约430亿平方米,其中1/3是城镇建筑,1/6左右为各类公共建筑;我国的城镇化率每年要增加1.0%~1.3%,即大约每年有1200~1500万人口进入城市;现在,每年又增加约20亿平方米的新建筑,同时又拆掉约1亿平方米的旧建筑;据一些专家估计,约有30%~50%的现有建筑物出现安全性失效或功能退化,约有25亿平方米急待检测、鉴定与加固处理。国务院《“十三五”节能减排综合工作方案》提出,强化现阶段居住建筑节能改造,实施改造面积5亿平方米以上,鼓励老旧住宅节能改造与抗震加固改造,加装电梯等适老化改造面积1亿平方米以上。这些均充分表明,建筑物鉴定与加固改造的必要性和重要性,也是一个巨大的潜在市场。城乡建设抗震防灾“十三五”规划提出,提升既有住房抗震能力。通过棚改、抗震加固等,加快对抗震能力严重不足住房的拆除和改造。研究探索强制性与引导性相结合的房屋抗震鉴定和加固制度。继续实施农村危房改造工程,统筹推进农房抗震改造。全面建成小康社会,增加人民群众的获得感,对于建设节能低碳、绿色生态、节约高效的建筑用能体系,推动城乡建设领域供给侧结构性改革,实现绿色发展,具有重要的现实意义和深远的战略意义。

1.2 建筑物鉴定与加固的发展现状及展望

建筑物在使用阶段的鉴定(包含为鉴定所做的检查和检测,下同)和加固改造,可以说是人类有建筑史以来便已存在的一个古老而又传统的行业。但作为一门新兴的专业或学科,则是在近20余年来逐步发展形成的。在我国,最初开展这方面工作和研究的基本队伍,是以一些高等院校从事结构工程的教师和科研院所、设计院从事结构专业的工程技术人员为主形成的一支工程实践和研究队伍。当时,检测设备和仪器比较落后,检测技术和方法比较单一,结构鉴定主要是依赖设计规范和专家经验;而加固改造技术则仅以修缮、托梁拔柱、增大截面等传统的方法为主,且两者之间的联系并不像现在这样紧密。随着时间的推移和人们思维的转变,通过多方面(包括政府部门和广大科技人员)的共同

努力, 现今, 建筑物鉴定与加固改造技术已初步形成一门新兴学科。20 多年来, 每年都在以惊人的速度发展。无论是基础理论和应用技术、加固材料、加固施工技术, 还是检测设备和各个领域的成果, 大批涌现。这些成果不仅为制定标准、规范提供了可靠的技术依据, 并直接面向国家经济建设, 基本上满足了面广量大的建筑物鉴定与加固改造的需要, 而且使相关产业不断涌现并快速发展, 为国家建设资源节约型、环境友好型社会做出了贡献。

1.2.1 三个发展阶段

纵观我国建筑物鉴定与加固改造技术的发展历程, 大致是经历了三个发展阶段、即起步阶段、初具规模发展阶段和较为成熟发展阶段, 简要分述如下。

1.2.1.1 起步阶段

这一阶段大致是从 20 世纪 80 年代中期开始, 直至 1990 年前后。当时一些高等院校和科研院所从事结构工程的教师和科技人员受到国外研究资料和先进经验的启示, 以及发现国内的社会需求, 先后组织了专业技术队伍, 从事已有建筑的检测、鉴定与加固改造的理论研究和工程实践。如原冶金工业部建筑研究总院 (以下简称“冶建院”) 编译了多集译文集 (内部资料) 加以研究和传播, 并于 1989 年出版了由王伯琴等主编的《工业建筑可靠度评定及改造加固技术》, 对促进和开展这方面的研究工作具有推动作用。同时, 该院还编制了冶金工业部标准《钢铁工业建 (构) 筑物可靠性鉴定规程》(YBJ 219—89)。又如, 东南大学土木系于 1988 年成立了“工程结构可靠性鉴定与加固技术研究组” (1990 年扩大并更名为“东南大学工程结构可靠性鉴定与加固技术研究开发中心”, 以下简称“东大加固研究中心”), 从事这方面的研究和工程处理, 并开始招收硕士和博士研究生。其曾与中国建筑科学研究院合作承担了建设部“混凝土结构加固技术”研究课题, 做了许多加固构件的试验研究和理论分析, 并获建设部科技进步二等奖; 同时, 负责对该校大礼堂等几幢现代保护性建筑做了可靠性鉴定与加固处理。再如, 同济大学于 1989 年成立了“上海防灾救灾研究所”, 从事这方面的研究和工程加固处理。此外, 中国建筑科学研究院 (以下简称“建研院”)、四川省建筑科学研究院 (以下简称“四川院”) 等相继成立工程检测、鉴定与加固技术科室 (或中心), 开展这方面的工作, 并取得了较好的成果。

建设部于 1989 年 11 月颁发了《城市危险房屋管理规定》(即 4 号令), 要求各市、县房屋管理部门成立房屋安全鉴定机构, 负责旧房的安全鉴定与加强管理。此后各市、县相继成立了房屋安全鉴定专职机构, 抽调技术力量加强这方面的工作。这对促进建筑物鉴定与加固改造的发展也起了较大的推动作用。

根据当时大量建筑物急待鉴定与加固的需要及缺乏相应标准、规范的情况, 经我国有关主管部门和中国工程建设标准化协会批准, 于 1990 年 4 月成立了“全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会” (以下简称“标准委员会”)。与此同时, 相继成立了“全国住宅修缮标准技术委员会”、“国家工业建筑诊断与改造工程技术研究中心” (以下简称“国家诊治中心”) 和“中国老教授协会房屋增层改造专业委员会” (以下简称“增层改造委员会”) 等学术团体。这些全国性的学术机构, 在积极开展和组织本领域的研究和学术交流活动, 协助政府组织标准、规范的编制和管理, 与国外同行进行学术交流活动, 引进国外

先进经验等方面,均发挥了巨大的作用,对建立和发展建筑物可靠性鉴定与加固改造这门新兴学科是极为关键的。这也将预示着向第二发展阶段迈进。

在这一阶段末期,对国内现有的研究成果和工程经验进行了研究分析和总结,并借鉴国外先进经验,编制了《混凝土结构加固技术规范》CECS 25:90,推荐给各工程建设设计、施工单位使用。这是我国首部结构加固技术规范,对本领域的发展具有深远的意义。

1.2.1.2 初具规模发展阶段

这一阶段也可称快速发展阶段,大致是从20世纪90年代初至90年代末。这一发展阶段的特点可归纳为以下几点:

(1) 积极开展学术活动,促进技术进步和发展。由“标准委员会”主办的全国性学术会议所发表的论文,在很大程度上反映了本领域所取得的科研成果和工程经验的概貌。这些成果和经验在不少方面有新的突破,其中个别项目的研究水平已接近国外先进水平,起到了推动建筑物鉴定与加固领域技术进步和标准化工作发展的作用。

(2) 急政府与市场之急,编制和颁发了标准、规范或规程,以满足工程所需。这一阶段颁发、实施的标准、规范或规程主要有:《工业厂房可靠性鉴定标准》(GBJ144—1990)、《古建筑木结构维护与加固技术规范》(GB50165—1992)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ79—1991)、《钢结构加固技术规范》(CECS77:96)、《砖混结构加层技术规范》(CECS78:96)、《建筑抗震加固技术规程》(GJ 116—1998)、《既有地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99)、《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—95)及《钢结构检测评定及加固技术规程》(YB 9257—1996)等。这些技术标准、规范或规程是我国在这个学科领域技术进步的结晶,是新技术、新成果的集中体现,在一定程度上缓解了这个新兴领域缺乏标准化支持的燃眉之急,是建筑物鉴定与加固改造工程质量的根本保证,同时也为政府对这个新兴市场的监督与管理提供了技术依据。

(3) 先后成立了一批专门从事建筑物检测鉴定中心和加固改造设计施工的专业技术公司。国内成立较早且有一定影响的主要有:“冶建院”系统下属的检测鉴定中心和加固工程公司,国家及四川、江苏、陕西等省建筑工程质量监督检测中心,上海沪江加固技术工程有限公司,江苏东南房屋加固与改造新技术工程有限公司,武汉长江加固技术有限公司,福建省建筑科学研究院技术开发部等。这些专业工程公司通过市场竞争,推动了本行业的技术进步,显著提高了工程质量,降低了工程造价,为本学科的发展注入了新的动力。

(4) 对粘结加固的基本理论和应用技术进行了探索和研究,并取得了新的进展。特别是对粘贴钢板加固技术作了大量的试验研究,促使该技术在工程中获得广泛的应用。在《混凝土结构加固技术规范》(CECS 25:90)中,将构件外部粘钢加固法列于该规范的附录。由于粘钢加固技术具有一系列的优点,引起广泛重视,被设计人员和业主所接受,在这一发展阶段中可以说是应用最为广泛的技术,包括在一些重大工程中的应用。20世纪90年代,粘钢加固技术的应用达到高峰,每年粘钢面积以十几万平方米的速度递增。

1.2.1.3 较为成熟发展阶段

进入21世纪以来,可谓较为成熟发展阶段或较为理性的正常发展阶段,并正在向更深远的高层次阶段发展。这一阶段的特征主要有:

(1) 已具备一支规模较大、理论基础扎实、学术水平和技术水平均较高且工程实践经验丰富的专业技术队伍。国内著名的相关高等院校、科研设计院所乃至大型企业基本上均建有专门队伍,从事本领域的研究开发、人才培养,以及参与标准、规范的编制和重大工程的诊治,有的还承担了国外的工程项目。

(2) 重视科学研究,探索创新,取得了大批新的研究成果,其中大多已被编入有关标准、规范或规程中。例如,粘贴纤维复合材(主要是碳纤维)加固理论与应用技术,结构胶粘剂的基本性能(尤其是耐湿热老化)及研制开发,置换混凝土加固技术,钢丝绳网片-聚合物砂浆外加层加固技术,绕丝加固技术,植筋技术,混凝土结构耐久性加固技术,预应力碳纤维板加固技术,喷射混凝土加固技术及火灾后结构鉴定与加固等方面,均取得新进展,有的已付诸实用。此外,对于结构加固材料的测试方法(包括现场检测方法)的研究,也取得新的成果,其中不少已纳入有关规范中。

(3) 碳纤维加固的理论研究和应用技术获得飞跃发展。由于碳纤维具有独特的优点,其加固技术的发展和工程应用在这一发展阶段可以说达到鼎盛时期,近年来每年粘贴碳纤维加固的实贴面积,据估计已达数百万平方米。

(4) 高校、科研、设计、检测鉴定、质监、监理、加固施工和材料生产和供应等单位联合协作较好,在政府有关部门的指导和协调下,在合作研制开发、编制标准规范、保证加固工程质量和降低工程造价等诸多方面,均发挥了自身的作用,取得了可喜的成绩,为本领域的发展做出了贡献。同时,这些单位同样也获得了提高和发展。

(5) 这一发展阶段的又一特征是开始走出国门,通过技术输出打入国际市场参与竞争,承担援外工程项目。例如,国家建筑工程质量监督检测中心近年来承担了中国驻联合国代表团办事处办公大楼(5~6层)和住宅楼(15层)、中国驻美国大使馆和驻波士顿领事馆办公楼以及柬埔寨国家参议院办公楼和图书馆等工程的检测、鉴定评估处理,冶金建筑研究总院承担了巴基斯坦国家某核电站和几内亚国家广播电台的工程检测、鉴定和加固处理。

1.2.2 发展前景

前面简要地回顾了我国建筑物鉴定与加固改造发展的三个阶段及现状,可见20余年来发展是高速的,成绩是巨大的,为国家经济建设做出了很大的贡献,其意义也是极其深远的。但是,不得不指出,由于起步较晚,经济实力有限,与先进国家相比,从总体上看,尚有不小差距。应该指出,目前我国有已建立的力量雄厚的专业技术队伍及其新生力量,有巨大的潜在市场,有“国家标准委员会”等机构的组织和协调,有社会公众的关注和支持,只要广大同仁以科学发展观为指导,齐心协力创新研究和工作的,我国建筑物鉴定与加固改造这门新兴的学科,必将会持续发展,取得更辉煌的成就,发展前景是十分广阔而美好的。我们殷切期望,本专业领域应向相关的水利、港口、道桥、铁路、隧道和市政工程等领域融汇和广深发展,使土木工程结构的鉴定与加固改造新学科能早日建立并快速发展。

1.3 建筑结构的可靠性鉴定与评估

当前,我国已有相当多的建筑物、构筑物相继达到或超过其设计基准期,其中除少数

分将被拆除外,大多数将经维修加固后继续使用。此外,由于各种施工缺陷和自然灾害,也有少量新建建筑物、构筑物出现了“病害”,这就需要对上述建筑物、构筑物进行相应的可靠性鉴定与评估。可靠性鉴定包括安全性鉴定和使用性鉴定。

1.3.1 工业建筑结构的可靠性鉴定

1.3.1.1 工业建筑可靠性鉴定的一般要求

在下列情况下,应进行可靠性鉴定;1)达到设计使用年限拟继续使用时;2)用途或使用环境改变时;3)进行改造或增容、改建或扩建时;4)遭受灾害或事故时;5)存在较严重的质量缺陷或者出现较严重的腐蚀、损伤、变形时。

在下列情况下,宜进行可靠性鉴定:1)使用维护中需要进行常规检测鉴定时;2)需要进行全面、大规模维修时;3)其他需要掌握结构可靠性水平时。

当结构存在下列问题且仅为局部的不影响建、构筑物整体时,可根据需要进行专项鉴定:1)结构进行维修改造有专门要求时;2)结构存在耐久性损伤影响其耐久年限时;3)结构存在疲劳问题影响其疲劳寿命时;4)结构存在明显振动影响时;5)结构需要长期监测时;6)结构受到一般腐蚀或存在其他问题时。

1.3.1.2 工业建筑可靠性鉴定的程序及其工作内容

工业建筑可靠性鉴定,应按图 1.1 规定的程序进行。鉴定的目的、范围和内容,应在接受鉴定委托时根据委托方提出的鉴定原因和要求,经协商后确定。

初步调查应包括:1)查阅图纸资料,包括工程地质勘察报告、设计图、竣工资料、检查观测记录、历次加固和改造图纸和资料、事故处理报告等;2)调查工业建筑的历史情况,包括施工、维修、加固、改造、用途变更、使用条件改变以及受灾害等情况;3)考察现场,调查工业建筑的实际状况、使用条件、内外环境,以及目前存在的问题;4)确定详细调查与检测的工作大纲,拟定鉴定方案。

鉴定方案应根据鉴定对象的特点和初步调查结果、鉴定目的和要求制订。内容应包括检测鉴定的依据、详细调查与检测的工作内容、检测方案和主要检测方法、工作进度计划及需由委托方完成的准备工作等。

详细调查与检测宜根据实际需要选择下列工作内容:1)详细研究相关文件资料;2)详细调查结构上的作用和环境中的不利因素,以及它们在目标使用年限内可能发生的变化,必要时测试结构上的作用或作用效应;3)检查结构布置和构造、支撑系统、结构构件及连接情况,详细检测结构存在的缺陷和损伤,包括承重结构或构件、支撑杆件及其连接节点存在的缺陷和损伤;4)检查或测量承重结构或构件的裂缝、位移或变形,当有较大动荷载时测试结构或构件的动力反应和动力特性;5)调查和测量地基的变形,检测地基变形对上部承重结构、围护结构系统及吊车运行等的影响,必要时可开挖基础检查,也可补充勘察或进行

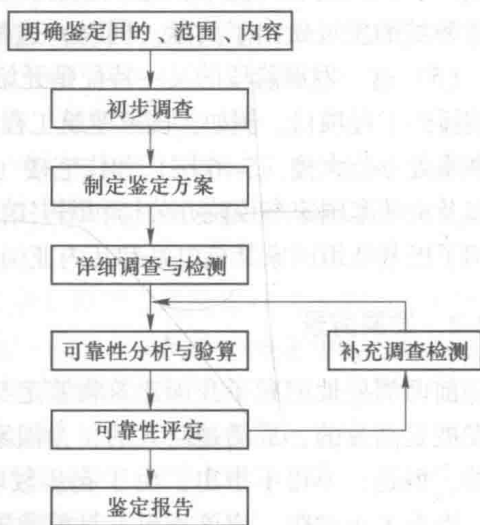


图 1.1 工业建筑可靠性鉴定程序