

建筑结构加固工程 设计与施工质量验收手册

卜良桃 编著

施楚贤 主审

JIANZHU JIEGOU JIAGU GONGCHENG
SHEJI YU SHIGONG ZHILIANG YANSHOU SHOUC

中国建筑工业出版社

建筑结构加固工程设计与 施工质量验收手册

卜良桃 编著
施楚贤 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构加固工程设计与施工质量验收手册/卜良桃
编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008
ISBN 978-7-112-10190-0

I. 建… II. 卜… III. ①建筑结构-加固-结构设计-技术手册②建筑结构-加固-工程验收-技术手册
IV. TU3 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 095316 号

本书以最新国家标准规范为依据, 主要论述了建筑结构加固工程设计计算、施工工艺、施工过程质量控制、施工质量验收等内容。全书共 6 章, 主要包括有概述、地基基础加固工程、混凝土结构加固工程、砌体结构加固工程、钢结构加固工程以及其他加固法工程的设计与施工质量验收。全书内容丰富, 指导性强, 方便读者学习参考。

本书适合从事建筑结构加固工程材料生产、设计、施工、工程监理人员及建筑施工管理人员使用, 也可作为高等院校相关专业师生科研与教学参考用书。

* * *

责任编辑: 范业庶

责任设计: 董建平

责任校对: 兰曼利 王金珠

建筑结构加固工程设计与施工质量验收手册

卜良桃 编著

施楚贤 主审

*

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

北京天成排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26¼ 字数: 655 千字

2008 年 9 月第一版 2008 年 9 月第一次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-10190-0

(16993)

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)

前 言

随着现代经济的高速发展和生活水平的不断提高,人们对建筑的数量、质量和使用功能提出了越来越高的要求。一方面,各种新型结构、新型材料以及新工艺不断出现;另一方面,在进行新建设、不断发展新技术的同时,建筑业正面临着如何对已有的建筑物进行维护和改造的问题。对各类既有建筑物、构筑物进行维护、保护,保持其正常使用功能,延长其使用寿命,可以节约投资,缓解日益紧张的城市用地矛盾。建筑工程加固设计及施工质量直接关系其加固效果的优劣,在经济建设中具有重要的意义。

2002年3月以来,我国已经开始实行建筑工程施工质量验收系列新规范,新编建筑结构加固工程施工质量验收规范即将颁布实施。新规范的推行,标志着我国面向新世纪,适应市场经济的施工质量验收规范全面实施。

本书根据建筑结构加固工程设计施工规范:《混凝土结构加固设计规范》GB 50367—2006、《钢结构加固技术规范》CECS 77: 96、《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123—2000、《建筑地基基础处理技术规范》JGJ 79—2002、《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116—98、《喷射混凝土加固技术规程》CECS 161: 2004、《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》CECS 146: 2003、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(送审稿)、《高性能复合砂浆钢筋网加固混凝土结构技术规程》(征求意见稿)等规范并结合工程实例进行系统编著。本书基于最新的科研成果,以实用为主,力求代表性强,技术成熟,资料准确,查阅方便,集资料性与实用性于一体。希望本书能为从事建筑结构加固改造的从业人员对该领域设计及施工质量验收规范的学习与理解提供帮助。

本书由卜良桃编著,施楚贤主审,高伟、叶蓁、岳锋、胡尚瑜、全玥、郭曙、彭超、罗兴华、万长胜、黎红兵等为本书的图表及文字校对作了大量工作,湖南大兴加固改造工程提供了工程实例的素材。本书内容涵盖建筑结构加固工程设计、施工及质量验收,涉及内容较广,加之编者水平有限,纰漏与不妥之处在所难免,恳请各位专家和广大读者批评指正。

目 录

第1章 概述	1
1.1 加固行业现状与发展	1
1.1.1 加固行业现状	1
1.1.2 加固行业发展与展望	3
1.2 建筑物加固的工作程序和一般原则	4
1.2.1 建筑物加固的工作程序	4
1.2.2 建筑物加固的一般原则	6
1.3 加固方法的选择	7
1.3.1 地基加固方法	7
1.3.2 基础加固方法	10
1.3.3 混凝土结构加固方法	11
1.3.4 砌体结构加固方法	14
1.3.5 钢结构加固方法	15
1.4 建筑结构加固工程设计基本原理	16
1.4.1 加固结构受力特性	16
1.4.2 加固结构共同工作问题	16
1.4.3 加固结构基本计算假定	17
1.4.4 加固结构承载力极限状态设计表达式	19
1.4.5 加固结构截面相对界限受压区高度	19
1.4.6 加固结构钢筋应力	23
1.4.7 混凝土结构加固材料的要求	25
1.4.8 卸荷对加固结构承载力的影响	25
1.5 建筑结构加固工程施工质量验收	26
1.5.1 建筑结构加固工程施工质量验收划分	26
1.5.2 建筑结构加固工程施工质量验收程序和组织	27
1.5.3 建筑结构加固工程施工质量验收要求	28
1.5.4 建筑结构加固工程施工质量验收资料备案	28
1.5.5 检验批质量合格条件	28
1.5.6 分项工程质量合格条件	31
1.5.7 分部(子分部)工程质量合格条件	32
1.5.8 单位(子单位)工程质量合格条件	34

1.5.9 建筑工程质量不符合要求时的处理规定	37
1.6 加固材料检验与验收	37
1.6.1 混凝土原材料	37
1.6.2 钢材	38
1.6.3 焊接材料	40
1.6.4 结构胶粘剂	41
1.6.5 纤维材料	43
1.6.6 水泥砂浆原材料	44
1.6.7 聚合物砂浆原材料	44
1.6.8 裂缝修补剂	45
1.6.9 锚栓	46
1.6.10 混凝土界面剂	47
第2章 地基基础工程加固设计与施工质量验收	48
2.1 地基处理	48
2.1.1 换填法工程	48
2.1.2 排水固结法工程	52
2.1.3 强夯法和强夯置换法工程	61
2.1.4 振冲法工程	65
2.1.5 砂石桩法工程	69
2.1.6 水泥粉煤灰碎石桩法工程	72
2.1.7 夯实水泥土桩法工程	76
2.1.8 水泥土搅拌法工程	78
2.1.9 高压喷射注浆法工程	83
2.1.10 石灰桩法工程	101
2.1.11 灰土挤密桩法和土挤密桩法工程	107
2.1.12 柱锤冲扩桩法工程	112
2.1.13 单液硅化法和碱液法工程	113
2.2 基础加固	118
2.2.1 基础扩大托换法工程	118
2.2.2 基础加深法工程	120
2.2.3 基础锚杆静压桩法工程	122
2.2.4 基础树根桩法工程	127
2.2.5 基础加固工程实例	136
第3章 混凝土结构加固设计与施工质量验收	145
3.1 混凝土构件增大截面法工程	145
3.1.1 受弯、受压构件加固设计与计算	146

3.1.2	构造措施	150
3.1.3	施工工艺与质量控制	152
3.1.4	施工质量检验与验收	153
3.2	局部置换构件混凝土法工程	156
3.2.1	加固设计与计算	156
3.2.2	构造措施	158
3.2.3	施工工艺与质量控制	158
3.2.4	施工质量检验与验收	159
3.3	混凝土构件绕丝法工程	161
3.3.1	设计与构造	161
3.3.2	施工工艺与质量控制	162
3.3.3	施工质量检验与验收	162
3.4	混凝土构件外加预应力法工程	164
3.4.1	加固设计与计算	165
3.4.2	构造措施	169
3.4.3	施工工艺与质量控制	170
3.4.4	施工质量检验与验收	172
3.4.5	工程实例	176
3.5	外粘或外包型钢法工程	181
3.5.1	加固设计与计算	181
3.5.2	构造措施	184
3.5.3	施工工艺与质量控制	185
3.5.4	施工质量检验与验收	186
3.5.5	工程实例	189
3.6	粘贴纤维复合材加固法工程	193
3.6.1	受弯、受压、受拉构件加固设计与计算	194
3.6.2	构造措施	204
3.6.3	施工工艺与质量控制	207
3.6.4	施工质量检验与验收	208
3.6.5	工程实例	211
3.7	粘贴钢板加固法工程	221
3.7.1	受弯、受压、受拉构件加固设计与计算	222
3.7.2	构造措施	228
3.7.3	施工工艺与质量控制	230
3.7.4	施工质量检验与验收	232
3.7.5	工程实例	235
3.8	钢丝绳网片外加聚合物砂浆面层加固法工程	241
3.8.1	加固设计与计算	241

3.8.2 构造措施	245
3.8.3 施工质量检验与验收	246
3.9 高性能复合砂浆钢筋网法加固钢筋混凝土工程	250
3.9.1 加固设计与计算	251
3.9.2 构造措施	258
3.9.3 施工工艺与质量控制	262
3.9.4 施工质量检验与验收	264
3.10 改变结构传力途径法工程	267
3.10.1 托梁拔柱技术	269
3.10.2 增设支点加固	270
3.10.3 构造措施	279
3.10.4 施工工艺与质量控制	281
3.10.5 工程实例	281
3.11 喷射混凝土加固法工程	292
3.11.1 加固设计与计算	293
3.11.2 构造措施	295
3.11.3 施工技术的质量验收	299
第4章 砌体结构加固设计与施工质量验收	311
4.1 增设扶壁柱法工程	312
4.1.1 加固设计及构造要求	312
4.1.2 施工工艺及施工流程	315
4.1.3 施工质量控制与质量验收	318
4.1.4 工程实例	321
4.2 外加钢筋网—砂浆层加固法	324
4.2.1 加固设计及构造要求	324
4.2.2 施工工艺及施工流程	333
4.2.3 施工质量检验与验收	333
4.2.4 工程实例	336
4.3 外包钢筋混凝土加固法工程	336
4.3.1 加固设计及构造要求	337
4.3.2 施工工艺及施工流程	338
4.3.3 施工质量控制与质量验收	338
4.4 外包钢加固法工程	338
4.4.1 加固设计及构造要求	339
4.4.2 施工工艺及施工流程	341
4.4.3 施工质量控制和质量验收	341

4.5 增大砌体构件截面法工程	342
4.5.1 加固设计及构造要求	342
4.5.2 施工工艺及施工流程	343
4.5.3 施工质量控制与质量验收	343
4.6 水泥灌浆加固法工程	344
4.6.1 加固设计及其适用范围	344
4.6.2 施工工艺	345
4.6.3 施工质量控制与质量验收	345
4.7 其他加固法工程	346
4.7.1 托梁加垫	346
4.7.2 托梁换柱或加柱	347
4.7.3 增设预应力撑杆	348
4.7.4 增设钢拉杆	348
4.7.5 改变结构方案	348
4.7.6 工程实例	348
第5章 钢结构加固设计与施工质量验收	353
5.1 改变结构计算图形加固法工程	353
5.1.1 一般规定	353
5.1.2 改变结构计算图形的一般方法	353
5.2 钢构件增大截面加固法工程	357
5.2.1 一般规定	358
5.2.2 受弯构件的加固	359
5.2.3 轴心受力和拉弯、压弯构件的加固	360
5.2.4 构造与施工要求	364
5.2.5 施工质量检验与验收	365
5.2.6 工程实例	370
5.3 钢构件焊缝连接补强法工程	372
5.3.1 连接件加固和加固件连接的一般规定	372
5.3.2 焊缝连接的加固	373
5.3.3 螺栓和铆钉连接的加固	374
5.3.4 加固件的连接	375
5.3.5 构造与施工要求	375
5.3.6 钢构件焊缝连接补强工程施工质量验收	376
5.3.7 钢结构紧固件连接工程施工质量验收	378
5.4 钢结构裂纹修复工程	380
5.4.1 裂纹修复与加固的一般规定	380
5.4.2 修复裂纹的方法	381

5.4.3 钢结构裂缝修复工程施工质量验收	384
5.4.4 工程实例	385
第6章 植筋、锚栓工程及裂缝修补工程设计与施工质量验收	387
6.1 植筋工程	387
6.1.1 植筋技术的设计	387
6.1.2 植筋工程施工质量验收	390
6.2 锚栓工程	393
6.2.1 锚栓技术的设计	393
6.2.2 锚栓工程施工质量验收	400
6.3 混凝土及砌体裂缝修补工程	403
6.3.1 设计规定	403
6.3.2 混凝土及砌体裂缝修补工程施工质量验收	404
参考文献	409

第 1 章 概 述

随着现代经济的飞速发展和生活水平的不断提高,人们对建筑物的数量、质量和使用功能提出了越来越多的要求。一方面,各种新型结构、新型材料以及新的施工工艺不断出现;另一方面,在不断进行新建设、不断发展新技术的同时,建筑业正面临着如何对已有的建筑进行维护和改造的问题。在我国,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损坏,风灾、水灾时有发生。而且,由于城市化进程的加速,人口和建筑物向密集化的方向发展,火灾发生的概率和造成的损失大大增加。此外,我国建国以来共完成各类工业建筑项目超过 30 多万个,各类公用建筑项目超过 60 多万个,城镇住宅面积超过 20 亿 m^2 ,累计竣工的工业与民用建筑面积超过 30 亿 m^2 ,现有城镇房屋面积超过 50 亿 m^2 ,其中 20 世纪 60 年代建成的接近 50%,相当多的建筑已经进入中老年期,必须进行维修和加固。对已修建好的各类既有建筑物、构筑物进行维修、保护,保持其正常使用功能,延长其使用寿命,对我国而言,不但可以节约投资,而且能够减少土地的征用,对缓解日益紧张的城市化用地矛盾有着重要的意义。

由此可见,建筑结构加固越来越成为建筑业中的一个重要分支,因而对建筑结构加固方法、材料与施工工艺、加固工程设计、施工质量验收等的研究,已经成为与国家建设、人民生活息息相关的一个重要方面,随着社会财富的增加和人民生活水平的不断提高,必须对其提出更多、更高的要求,必须进行该领域的理论与实践的研究,提高本领域的研究水平、应用水平,为现代化建设服务。

1.1 加固行业现状与发展

大多数建筑物随着时间的流逝,会因劣化、损伤造成使用性能下降,或因技术条件限制无法继续使用。这时,根据现状一般应对其进行修复、防护或加固改造处理,以满足不同的使用要求。这里,修复指的是拆换或修理已经劣化、损坏的结构材料或结构构件、配件,包括结构功能加固、外观修复以及恢复结构构件、配件和材料的其他内在特性;防护则指对材料或结构构件、配件采取保护措施,使其免受恶劣环境的直接作用;加固改造则指对既有的建筑物或结构、构件等进行改建拆换,使其适应新的使用功能要求。

1.1.1 加固行业现状

我国已有建筑物现代加固改造技术研究正处于全面起步阶段,发展迅速,尽管已取得了一些成果,但总体水平较低,市场秩序比较乱,缺少统一的行为准则来规范人们的业务活动。

既有建筑物是国民经济基础的重要组成部分。进入 20 世纪 80 年代,国民经济开始高

速增长,一些危旧建筑物开始与高速发展的生产需要不相适应,有的还对生产造成了严重的危害。当时,一些有识之士开始对已有建筑物的诊断、修复、改造等技术进行系统的研究。近年来,投身于这一行业的人越来越多。为了统一有关技术标准,提高行业的总体水平,1990年成立了“全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会”,已编或正在编制的各种标准达20多种,如:《混凝土结构加固设计规范》、《砖混结构房屋加层技术规范》、《钢结构加固技术规范》、《建筑物结构加固设计标准》、《喷射混凝土加固技术规程》、《火灾后建筑结构鉴定标准》、《混凝土结构耐久性评定标准》、《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》、《建筑地基处理技术规范》、《既有建筑地基基础加固技术规范》、《建筑抗震鉴定标准》、《建筑抗震加固技术规程》、《民用建筑可靠性鉴定标准》、《砌体结构加固技术规范》、《砌体工程性能现场检测技术标准》、《古建筑木结构维护与加固技术规范》、《古建筑砖石结构维护与加固技术规程》、《钢结构检测评定及加固技术规程》等。标准委员会还制定了本领域的规范体系表,包括材料检验、现场抽样方法、构件实测、结构可靠性鉴定、结构加固设计、加固改造施工及验收等方面的一系列规范、标准。全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会已举办多次学术活动,进行技术研讨和交流。所有这些都有力地推动了该行业技术的发展。

与发达国家相比,目前我国在既有建筑物加固改造行业等方面的总体水平还不高,集中表现在以下几个方面。

(1) 主要技术力量集中在少数专业研究院(所)、高等院校及少数大型设计院、生产企业,并且发展不均衡,大多数厂矿、企业的技术水平还不高。有的工程由于加固或改造方案选择失误,对结构整体造成了不应有的损失。

(2) 从事建筑物加固改造施工单位多数是从事一般基本建设的施工队伍,或者是松散组织的临时工队伍。操作工人对建筑物加固改造施工并不熟悉,加之改造加固工程所涉及的项目内容零星繁杂,施工组织和管理难度比较大,在施工过程中管理措施跟不上,造成工程质量低,设计意图不能完全实现,甚至违背设计意图。

(3) 建筑物诊断技术水平还比较低,主要体现在检测手段比较落后,也没有相应的检测标准供人们遵循。解决工程问题时,有的仍是以经验为主进行判断,有时迫于工程需要,匆忙地得出结论,增加了技术风险,有的造成失误。

(4) 缺少配套的施工操作规程、规范和质量验收标准,即使是一些专业队伍也极少能制定出自己的执行标准来规范施工过程,施工操作的随意性太大。特别是采用新材料、新技术时,由于没有标准的工艺做法,施工操作人员在现场进行操作,工程的质量在很大程度上取决于个体操作人员的素质和责任心,在大多数情况下很难获得最佳加固效果,也有的是使用不便,影响了机具、材料的推广使用。

(5) 缺少专用的工程机具、材料。近年来,虽然有些单位也开发了一些专用的机具、器材,但总的来说,还没有满足工程运用的需要,有的是质量不能满足要求,也有的是使用不便,影响了机具、材料的推广应用。

(6) 结构耐久性不足而造成的危害尚未为人们所完全认识,混凝土结构也需要进行积极防护的观念还没被人们所接受。在发达国家,会对许多露天混凝土结构采取主动防护措施,以增加建筑物的寿命,如采用涂环氧树脂的钢筋,在混凝土表面涂防护涂料等。这在

国内工程上很少应用。

目前,我国对既有建筑物加固行业尚未建立起完善的管理体系,对承担项目的单位缺少恰当的资质认证办法、标准和健全的监督约束机制;对操作人员缺少技能考核制度;对投入市场的一些新型修补材料、新技术、新方法缺少有效的工程检验或质量认证办法和标准,这样,助长了一些人的投机行为,导致行业市场运行不规范。

1.1.2 加固行业发展与展望

针对我国既有建筑物加固改造行业总体水平不高、市场混乱、缺少统一行为准则的现状,提出下面几点意见与建议。

1.1.2.1 加强管理,促使与建筑物加固改造有关的各种行为规范化

应考虑工作程序规范化。任何建筑物在进行加固改造之前必须通过相应的技术鉴定,改造加固设计应当以鉴定报告为主要技术依据。

对所有从事鉴定、设计、施工及质量监督检验的单位进行资质认证。认证内容包括人员组成、技术水平、设备仪表装备、工程经验、组织建制、质量保证体系、民事行为能力等诸方面,根据认证结果核定其承担业务的规模和范围。

为了保证工程质量,新型修补材料或专用修补材料的供应厂家应向施工单位提供与施工操作有关的全套资料。施工操作人员的技能水平应得到材料供应厂家的认可。同时,材料供应厂家应用一定数额的材料费用作为质量保证金,施工单位应无条件地提供一定期限的施工质量保证。

1.1.2.2 开发成套的加固改造技术

要投入研究力量,收集、整理以往的工程资料,积极制定有关的规程、规范等标准的同时组织力量编写有关的实用技术手册或资料集;引进、消化国外的先进技术和设备;开发现代先进的结构诊断、检测方法及相关标准、规范;借助于计算机建立实用技术库及修复材料库,开发既有建筑物诊断、加固改造计算机辅助系统,使个体设计更详细、更规范化,便于工程施工。

1.1.2.3 广泛开展技术交流和培训

应当承认,各种有效的新技术、新方法的信息没有广泛的宣传、推广是导致目前总体水平不高的重要原因之一。如果恰当地利用目前有关的新技术、新方法,完全可以使我国已有建筑物加固改造技术水平迈上一个新台阶。目前,各种专业学会积极开展交流活动,举办专题讲座无疑会加速现代新技术、新方法的传播。当有条件时,在高等院校开设有关专业课程不失为明智之举。

1.1.2.4 对于新建结构尽早采取防护措施

与发达国家相比,我国许多大型建筑物为近年所修建。虽然使用年限不长,但已暴露出一些老化损坏现象,特别是边缘、节点等易损部位较为严重。

总之,受我国经济政策的影响,可以预料,既有建筑物加固改造的工程规模在近年还会扩大。这种趋势必然会对加固改造材料市场、专业改造技术服务业产生一定的影响。这既向我们提供了机会,也提出了挑战。所谓机会,意味着将有大量的新技术、新材料、专门的服务机构,以满足市场的特殊需要,以此带动整个行业水平的提高;所谓挑战,即大量新材料、新技术的涌现势必对工程决策带来困难,由此可能会引起更多的新问题。在高度工业化的今天,人们对建筑物的功能要求越来越高,结构的形式越来越复杂。所处的使用环境更加恶劣。目前,对已有建筑物进行加固改造是一个极其复杂的系统工程。这需要负责技术决策的有关人员具有高水平综合解决问题的能力,不但要精通建筑结构理论,掌握各种修补材料的物理力学性能和耐久性能,需要懂得结构和结构材料劣化损坏的机理,同时还必须了解与使用环境有关的各种影响因素。这种技术难度大、决策过程复杂的系统工程绝非一般的个体责任者所能承担的。

1.2 建筑物加固的工作程序和一般原则

1.2.1 建筑物加固的工作程序

建筑物加固的工作程序为:可靠性检测与鉴定→加固改造方案选择→加固改造设计→施工组织设计→加固改造施工→竣工验收。

1.2.1.1 可靠性检测与鉴定

根据现行国家标准《工业厂房可靠性鉴定标准》GBJ 144、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292,对需进行加固改造的建筑物进行全面、细致的调查与检查,确定构件或房屋的完损等级并据此确定是否属于危险构件或危险房屋,为建筑物进行加固改造设计提供科学、有效的依据。对建筑物可靠性鉴定的方法有三种:传统经验法、实用鉴定法和概率法。

(1) 传统经验法

传统经验法是我国习用的鉴定方法。这种方法是在按原设计规范校核的基础上,根据现行规范并参考以前的规范凭经验进行判定。这种方法要依据目测调查、结构验算及经验进行评价。它具有鉴定程序少,方法方便、快速、直观及经济等特点,广泛用于旧房普查和定期鉴定中。但是此法未采用现代化测试手段,有些项目就无法调查,对疑难现象的判断也可能失准。

(2) 实用鉴定法

实用鉴定法是在传统经验法的基础上发展起来的。它运用数理统计理论,采用现代化的检测技术和计算手段对建筑物进行多次调查、分析,逐项评价和综合评价。实用鉴定法一般需进行以下几项工作:

1) 初步调查。调查建筑概况,包括建设规模、图纸资料、用途变化、环境、结构形式及鉴定目的等。

2) 调查建筑物的地基基础(包括基础和桩、地基变形及地下水)、建筑材料(如混凝土、钢材、砖及外围结构材料)和建筑结构(如结构尺寸、变形、裂缝、损伤、接头、抗震

能力、振动特征及承载力等)。

3) 结构计算和分析以及在试验室进行构件试验或模型试验。

这种方法需要设立专门机构, 花费相当的时间和资金。因此, 其应用受到限制。在实际工作中, 此法往往与传统经验法相结合, 以弥补传统经验法的不足, 提高鉴定的可靠性。

(3) 概率法

实用鉴定法的评价结论, 虽较传统经验法更接近实际, 但是由于影响建筑物的诸因素, 如作用力、结构抗力等都是随机变量, 甚至是随机过程, 因此, 建筑物的可靠度应通过计算失效概率去分析。

概率法是基于建筑物的抗力 R 和作用 S 的关系:

当 $R > S$ 时, 表示可靠;

当 $R = S$ 时, 表示到达极限状态;

当 $R < S$ 时, 表示失效。

失效的可能性用概率表示, 称为失效概率。只要计算出失效概率, 即可得到建筑物的可靠度。但是, 失效概率的计算概率是建立在大量可信的结构损耗情况的原始数据基础上的。然而, 收集大量的数据是很困难的。

目前, 在建筑物普查工作中, 一般采用传统经验法与实用鉴定法相结合的方法。对于重点检测的建筑物, 应采用实用鉴定法。至于概率法, 有待进一步研究、开发, 通过试点逐步推广。它的应用必将提高建筑物可靠性鉴定的科学性。

1.2.1.2 加固改造方案的选择

对既有建筑物加固改造方案的选择十分重要, 加固改造方案不仅影响资金的投入, 更重要的是影响加固质量。例如, 对于裂缝过大而承载力已够的构件, 若用增加纵筋的加固方法是不可取的, 因为增加纵筋不会减少已有裂缝。有效的办法是外加预应力钢筋, 或外加预应力支撑, 或改变受力体系等。又如, 当结构构件的承载力足够, 但刚度不足时, 宜优先采用增大梁板结构构件的截面尺寸的方法, 以提高其刚度。再如, 对于承载力不足而实际配筋已达到超筋的结构构件, 若仍在受拉区增配钢筋或粘贴钢板, 是起不到加固作用的。

合理的加固方案应该是加固效果好, 对使用功能影响小, 技术可靠, 施工简便, 经济合理, 不影响外观。

1.2.1.3 加固设计

建筑物的加固改造设计, 包括被加固构件的承载能力验算及变形验算、构件处理和施工图绘制、施工过程的指导等四部分工作。

在承载能力验算中, 应特别注意新加部分与原结构构件的协同工作。一般来说, 新加部分的应力滞后于原结构的应力, 处理加固结构的构造时不仅要满足新加构件自身的构造要求, 还要考虑其与原结构构件的连接。加固施工比正常新建施工复杂, 主要原因是对原结构不完全了解, 故设计对加固施工的指导显得尤为重要。

1.2.1.4 施工组织设计

进行加固改造工程的施工组织设计时,应充分考虑下列情况:

- (1) 施工现场狭窄、场地拥挤;
- (2) 受生产设备、管道和原有结构、构件的制约;
- (3) 须在不停产或尽量少停产的条件下进行加固施工;
- (4) 施工时,拆除和清除的工作量大,而施工需分段、分期进行。

由于大多数加固工程是在承载或部分承载的情况下进行的,因此,施工安全非常重要。如施工前对加固构件适当卸载,施加预应力顶撑,以减小原结构构件中的应力。

1.2.1.5 施工及验收

加固改造施工前期,在拆除原有废旧构件或清理原有构件时,应特别注意观察有无与原检测情况不相符合的地方。工程技术人员应亲临现场,随时观察有无意外情况出现。一有意外,应立即停止施工,并采取妥善的处理措施。在加固时,应注意新旧构件结合部位的粘结或连接质量。

建筑物加固改造的施工是最危险的工作,故应速战速决,以减少因施工给用户带来的不便和避免意外事故发生。

在加固改造的施工过程中,应采用相应的仪器设备对加固过程进行各种监测和控制,其监测、检验结论作为加固改造工程竣工验收的依据。

1.2.2 建筑物加固的一般原则

1.2.2.1 方案制定的总体效应原则

制定建筑物的加固改造方案时,除要考虑可靠性鉴定结论和委托方提出的加固改造内容及项目外,还要考虑加固后建筑物的总体效应。例如,对房屋的某一层柱子或墙体加固时,有时会改变整个结构的动力特性,从而产生薄弱层,给抗震带来很不利的影响。再如,对楼面或屋面进行加固改造时,会使墙体、柱及地基基础等相关结构承受的荷载增加。因此,制定加固方案时,应全面、详细分析整个建筑结构的受力情况。

1.2.2.2 材料的选用和强度取值原则

(1) 加固改造设计时,原结构的材料强度按如下规定取用:若原结构材料种类和性能与原设计一致,则按原设计值取用;若原结构无材料强度资料,则可通过实测评定材料的强度等级,再按现行规范取值。

(2) 加固改造材料的要求。加固用的钢材一般选用 HPB235 级或 HRB335 级钢。加固用水泥宜选取普通硅酸盐水泥,强度等级不应低于 42.5 级。加固用混凝土的强度等级,应比原结构的混凝土强度等级提高一级,且加固上部结构构件的混凝土的强度等级不低于 C20,加固用混凝土内加入早强、高强、免收缩、微膨胀、自流密实的外加剂使混凝土改性。加固所用粘结材料及化学灌浆材料一般宜采用成品,其粘结强度应高于被粘结构件混

凝土的抗拉强度和抗剪强度。

1.2.2.3 荷载取值原则

加固结构承受的荷载,应进行实地调查后取值。在一般情况下,当原结构按当时的荷载规范取值时,在鉴定阶段对结构的验算仍按原荷载规范取值;一经确定需要加固时,加固验算应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取值。

1.2.2.4 承载能力及变形验算原则

进行承载力验算时,结构的计算简图应根据结构的实际受力状况和结构的实际尺寸确定。构件的截面面积应采用实际有效截面面积,即应考虑结构的损伤、缺陷、锈蚀等造成的不利影响。验算时,应考虑结构在加固时的实际受力程度、加固部分的受力滞后特点以及加固部分与原结构协同工作的程度。对加固部分的材料强度设计值进行适当的拆减,还应考虑实际荷载偏心、结构变形、局部损伤、温度作用等所带来的附加内力。当加固后使结构的自重增大时,应对相关结构及建筑物的基础进行验算。

1.2.2.5 与抗震设防结合的原则

我国是一个多地震的国家,6度及6度以上的地震区几乎遍及全国各地。1976年以前建造的建筑物,大多没有考虑抗震设防,1989年以前的抗震设计规范也只规定了7度以上地震区才设防。为了使这些建筑物遇地震时具有相应的安全保证,应结合抗震加固方案制定承载能力和耐久性加固、处理方案。

1.2.2.6 其他原则

由于高温、腐蚀、冻融、振动、地基不均匀沉降等原因造成的结构损坏,应在加固设计时提出相应的处理对策,随后再加固。结构的加固应综合考虑其经济性,尽量不损伤原结构,并保留有利用价值的结构构件,避免不必要的构件拆除或更换。

1.3 加固方法的选择

1.3.1 地基加固方法

当天然地基不能满足建筑物对它的要求时,需要进行地基处理,形成人工地基以满足建筑物对它的要求。当已有建筑物地基发生工程事故,需要对已有建筑物地基进行加固处理,以保证其正常使用和安全。

1.3.1.1 换填法

当在建筑范围内土层上层存在淤泥、淤泥质土、湿陷性黄土、素填土、杂填土等为软弱土层,厚度又不很大,软弱土层的承载力和变形满足不了建筑物的要求,可以采用换填强度较大的砂(碎石、素土、灰土、高炉干渣、粉煤灰)或其他性能稳定、无侵蚀性等材