

建筑加固改造工程 案例分析

>>> 刘 春 李克让 孙长水 主编

JIANZHU JIAGU GAIZAO GONGCHENG
ANLI FENXI

中国建筑工业出版社

TU746.3/22

2008

建筑加固改造工程案例分析

刘 春 李克让 孙长水 主编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑加固改造工程案例分析/刘春, 李克让等主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2007
ISBN 978-7-112-09626-8

I. 建… II. ①刘…②李… III. ①建筑物—加固—案例—
分析②建筑物—改造—案例—分析 IV. TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 150494 号

本书收集了 200 多个建(构)筑物加固与改造的工程实例, 主要分为 4 个部分: 建(构)筑物的改造加固、工程质量事故造成的结构损坏加固、建(构)筑物使用中的损坏及结构老化加固、灾害及有害环境侵害造成建(构)筑物损伤的加固。

本书可为从事建筑物加固改造的设计、施工、监理等人员提供借鉴和参考。

* * *

责任编辑: 王 梅 王 跃

责任设计: 赵明霞

责任校对: 安 东 王金珠

建筑加固改造工程案例分析

刘 春 李克让 孙长水 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

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 52½ 字数: 1310 千字

2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 96.00 元

ISBN 978-7-112-09626-8

(16290)

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)

编写委员会

主 编：刘 春 李克让 孙长水

编 委(以姓氏笔画为序)：

王 敬 白 云 孙长水 刘志军 刘景政 刘 春 乔亚玲 李克让
吴 冰 范锡盛 罗 严 曹 薇

编写人员(以姓氏笔画为序)：

丁中民	卜良桃	王元清	王长永	王安安	王江勇	王伦兵	王浩
王爱民	王建平	王佩琼	王惠明	王德锋	王瑞芳	卫龙武	卫军
卫常革	马建军	弓晓芸	孔祥利	尹子峰	白 凤	伋雨林	史三元
孙宝俊	孙永丽	孙剑平	孙彩菊	申彦利	付润生	田晓蓉	田鹏刚
卢傲云	齐 放	齐俊玲	庄继勇	牟春梅	李兰英	李兴云	李树林
李 莹	李志荣	李曰辰	李今保	李安起	李 玉	李江华	李钦华
李 莹	李国华	李泽农	李宏山	李素秋	仲光天	李秉刚	任亚平
任晓崧	许光有	许 音	刘之春	刘训良	刘义全	刘晶波	刘 凯
刘福云	刘 铁	刘小明	刘清阳	初明进	朱向东	朱志山	朱英磊
朱 斌	朱惠伟	陈小明	陈龙珠	陈 林	陈朝辉	陈爱玖	陈瑞生
陈 康	邹泓荣	余 琼	宋 锋	宋 翔	时向东	肖 南	杨丹妮
杨迎晓	杨福磊	杨秀竹	杨增兴	杨建中	杨晓明	何春凯	季小莲
季文洪	邱洪兴	邵建军	沈重伟	沈 明	沈明珊	吴铁汉	吴朝林
吴耀辉	张京街	张 彤	张志俊	张昊宇	张青霞	张进魁	张 轲
张晓欣	张钦喜	张 辉	张翼凌	张 鑫	张 璞	范夕森	范胜芳
范圣刚	金立赞	罗 惠	林宁东	林 鹏	陆洲导	陆瑞明	郑文忠
郑建军	周玉凤	周 乾	周学军	周 威	周光荣	周长东	周荣官
周 屹	周洪涛	於建明	武秀荣	郭建通	郭 操	侯 满	侯晓萌
费玉贵	胡 伟	胡 成	胡宝琳	骆 炜	荀 勇	姚立新	姚卫国
俞少林	赵玉凤	赵宏康	赵希平	赵国藩	敖海根	柴锡强	顾向群
高培国	高靖斌	贾 强	贾留东	秦士洪	钱志双	唐冬初	唐 杰
夏风敏	徐叶子	徐小丽	徐向东	袁明德	黄 鹏	惠云玲	韩选江
彭人玮	彭肖凤	谢健中	温利明	曾小怀	曾 杰	鲍谷雨	雷金山
赖开辉	蔡相久	蔡鹏程	廖新军	熊海贝	霍广勇	穆保岗	魏太平
魏 刚	魏明宇						

前 言

建筑物的加固与改造是一个既古老又年轻的课题，大量考古资料证明，史前远古时期，人类就掌握了用树木、竹杆等加固其修建的泥屋茅舍，如半坡遗址上发现的木柱支撑屋顶的加固形式、河姆渡遗址发现的“干阑式建筑”形式，均反映了人类初期文明阶段营建技术的进步。随着人类文明的进步，人类对建筑功能要求的不断提高，对既有建筑使用功能完善而导致的改造、扩建以及以提高建筑物安全性为目的的加固活动日愈频繁，催生了建筑营造人员的出现，近代文明的发展，促使了建筑加固技术的日益专业化，由此形成了专职从事建筑物安全诊断、评估、加固、改造的新兴行业。

相对于新建建筑，加固改造充分利用了既有建筑的基本框架，在满足结构可靠度的前提下，充分发挥和挖掘原有资源，以较小的投入达到满足使用功能要求的目的，因而，它是一项以较低投入获取较高收益的高产出的节能产业。对于像我们这样总体上仍较贫穷、资源相对匮乏的发展中国家，尤其值得大力提倡和推广。

引起建筑物可靠度降低的原因是多种多样的，既可能是由于地震、风害、雨雪、洪灾、火灾等不可抗拒的自然因素；也可能是由于设计、施工考虑不当，使用功能改变、设计荷载增加以及使用环境恶劣，如强碱、强酸、高温、长期循环荷载作用等人为原因；还有的是由于建筑物超过设计使用期限及规范改变、可靠度提高等外在原因。这些原因归结起来可分为因结构的强度或刚度不足或二者均不足造成的病害。不同的病害原因，对应着不同的加固手段，只有抽丝剥茧，找准病灶，才能对症下药。

必须指出的是，任何一项技术都不是万能的，都有其局限性，建筑加固手段更是如此，更何况病害建筑往往是多病患的交织体，盲目采用一种或几种加固措施，或盲目地仿效照搬以往成功的经验，未必能获取圆满的加固效果。

林同炎(T. Y. Lin)大师曾指出：“建筑设计与其说是门技术，不如说是门艺术。”好的作品需要高素质技术人员的创造力和想像力，建筑加固没有唯一的解。加固改造中更应该强调概念设计，理清各种加固方法的适用范围，通过合理的措施，改善原结构的传力路径，充分调动和发挥原结构材料的承载能力，保证加固措施与原结构的协同工作，以较少的投入赢得最佳的使用功能，这才是加固改造存在的价值所在。

改革开放，特别是 20 世纪 90 年代以来，伴随着我国经济的快速发展，建筑物的诊断、评估、加固、改造技术也得到了长足的进步。大量新的诊治方法的出现，大大丰富了诊治加固的措施，提高了建筑病害的诊断能力，扩展了加固适用范围，改善了加固效果。大量病害建筑物以及改扩建建筑物成功加固的案例报道和加固经验的积累，为提高加固能力创造了有利的条件。正如著名土力学家派克(R. B. Peck)在第一期《太沙基讲座》中指出的：“没有大量工程纪实的报道，就没有土力学的今天”一样，没有大量加固改造工程案例的报道和工程经验积累，就没有加固改造今天的发展。加固改造工程的记录和总结，不仅反映了特定时期、特定条件下加固技术的发展状况和应用水平，对以后的加固改造工

程具有借鉴和参考的作用；更为难得的是，加固改造工程往往是与前期不成功工程相关联的，对于这些不成功工程案例的剖析和处理，对改进和提高新的工程设计也具有极大的益处。

本书精选了1999—2006年以来，《工业建筑》、《钢结构》杂志以及其他相关媒体报道的建筑加固改造案例，并根据案例的类型进行了重新整理、删减和编排。由于部分案例发生在新规范颁布实施之前，为了保持这些事件的原貌，对其中采用的原规范（使用旧规范的章节有：1.4，1.8，1.16，1.40，1.42，2.1，2.7，2.11，2.17，2.24，2.25，3.2，4.2，4.5，4.7，4.15，4.20，4.24，4.36，5.8，5.26，6.4，6.20，8.1，8.11，9.12）和材料名称（使用Ⅰ、Ⅱ级钢的章节有：1.15，2.4，5.8，5.17，6.5，8.3，9.7，使用16Mn钢的章节有：1.11，1.14，5.8）给予了保留，同时给出了原规范的编号，便于读者查阅对比。需要强调的是，每个工程都有其自身的特点，只有从工程实际出发，分析总结出适合其自身特点的加固改造措施，才是解决实际工程问题的正确方法，任何不切实际的生搬硬套，都难以获得满意的效果。若能从前人的工程案例中汲取有益的要素，则已达到了此书编写的目的。

最后，要衷心感谢工业建筑杂志社和中国建筑工业出版社，没有他们的支持和鼓励，本书难以如此顺利出版。

目 录

绪论

第一篇 建(构)筑物的改造加固

第一章 建(构)筑物使用功能改变引起的改造加固

1.1	北京现代汽车老总装车间改造	10
1.2	中国美术馆改建中的结构加固设计	13
1.3	上海大众检测中心改造设计	16
1.4	北京大学某楼改造可行性分析与设计	20
1.5	工业厂房民用化的改造设计	23
1.6	某选煤厂运输走廊的托换改造	28
1.7	南京人民大会堂舞台改造	32
1.8	两钢厂厂房的改造	36
1.9	软土区某医疗建筑的加固改造设计	39
1.10	某石化厂混凝土框架结构加固设计	45
1.11	南钢电炉主厂房延伸改造的设计	51
1.12	局部高位转换在续建工程中的应用	54
1.13	某商场楼梯改造为扶梯的工程设计	59
1.14	某建筑使用功能改变后框架梁柱的加固	63
1.15	某煅烧厂房 KJ-1 梁技术改造	68
1.16	北安市海天大厦抽柱设计	71
1.17	新增钢梁与混凝土柱节点连接的加固设计	75
1.18	钢筋混凝土柱的预应力拉索加固方法的应用	78
1.19	碳纤维复合材料(CFRP)加固技术在某百货商店改造中的应用	82
1.20	某校医院改造加固中几个技术问题	86
1.21	钢结构在某制药厂不停产加固改造中的应用	89
1.22	钢拱架组合混凝土圈梁托换墙体	93
1.23	劲性混凝土梁在工程改造中的应用	96
1.24	新型预应力托换技术设计	100
1.25	钢筋混凝土排架厂房托梁拔柱设计与施工	103
1.26	上海某大厦托梁拔柱工程的设计	107
1.27	无粘结预应力混凝土楼盖封洞与开洞改造设计	111
1.28	厂房改造中大跨度托梁拔柱的设计与施工	118
1.29	大型混凝土水池改造工程抗裂防渗技术	122
1.30	某厂房吊车升级钢吊车梁的检测与鉴定	125

1.31	钢结构厂房的改造与加固	129
1.32	荷载变化引起的门式刚架轻钢结构厂房加固设计	131
1.33	某钢厂主厂房校算及加固设计	135
1.34	钢结构在砖混房屋抽墙加固中的应用	138
1.35	砖混结构承重墙的带翼矩形框开洞改造	140
1.36	哈尔滨市计生委办公楼结构改造设计	143
1.37	某办公楼档案室楼板结构的加固设计	149
1.38	某砖砌体办公楼改扩建的结构设计	154
1.39	多层砖混结构房屋底层大空间改造结构设计方案分析	156
1.40	德州农机厂商住楼墙体托换	161
1.41	铁路既有线上承钢板梁提速后的横向刚度及加固问题	164
1.42	宝钢二号高炉炉体框架的加固验算	168
1.43	朝阳寺水电站扩机增容工程弧门支座加固	172
1.44	无粘结预应力混凝土楼盖开洞改造	177

第二章 建(构)筑物改扩建引起的加固改造

2.1	某高层建筑的扩建改造	180
2.2	钢结构在已有建筑改造中的应用	184
2.3	碳纤维材料加固在某混凝土结构改造中的应用	187
2.4	某大厦的加层加固设计与施工	189
2.5	某框架结构办公楼的加层加固设计	194
2.6	某图书馆加固改造的结构设计与施工	199
2.7	钢筋混凝土框架结构加层抗震加固设计	202
2.8	某商场扩建改造设计	207
2.9	某市场原屋盖加固设计	211
2.10	某营业楼扩跨加层改造工程的设计与施工	214
2.11	外框结构体系在房屋增层改造中的应用	218
2.12	外套框架增层技术在工程改造中的应用	222
2.13	钢—混凝土组合梁在某建筑大楼室内增层改造加固中的应用	226
2.14	新旧上下层结构的平稳过渡处理	229
2.15	碳纤维布加固在某工程中的应用	233
2.16	某悬挑结构的补强设计	236
2.17	某厂房扩建工程中疑难技术问题的处理	240
2.18	毗邻旧厂房的多层钢结构厂房基础的设计与处理	246
2.19	某厂房整体抬高的设计与施工	250
2.20	某教学楼增层改建地基处理方案	254
2.21	底框、单面廊职工住宅的功能改造	258
2.22	钢结构跃层加层技术及其工程应用	261
2.23	旧楼接层加固改造	265
2.24	轻型钢结构在房屋加层改造工程中的应用	269
2.25	住宅楼加层与局部扩建的加固实例	272

2.26	砌体结构底层承重墙体的拆除改造设计	274
2.27	拆除策略在已建高层建筑抗震加固中的应用	279
2.28	采用悬挂结构进行室内加层	282
2.29	大跨钢筋混凝土桁架拱桥上部结构拆除过程中基础稳定性分析	286

第三章 其他类建(构)筑物改造

3.1	四层办公楼纵向整体平移	291
3.2	临沂市国家安全局 8 层办公楼整体平移设计	294
3.3	临沂市国家安全局 8 层办公楼整体平移施工及现场监测	300
3.4	建筑物整体旋转平移技术	303
3.5	某自来水公司综合楼平移工程实践	307
3.6	楼房平移中支撑方案的对比分析	309
3.7	大殿整体顶升技术	314

小结	318
----------	-----

第二篇 工程质量事故造成的结构损坏加固

第四章 设计原因造成结构损坏的加固

4.1	不同材料及结构形式的屋面裂缝分析及防治	328
4.2	某工程屋面板开裂事故分析与处理	332
4.3	某体育馆赛场楼面裂缝原因分析及处理	335
4.4	某厂房框架结构混凝土开裂原因分析与加固处理	338
4.5	某高校礼堂大跨度双曲面面板碳纤维加固设计与施工	341
4.6	碳纤维材料在某公共建筑抗震加固中的应用	346
4.7	粘钢柱脚锚固法对梁端负筋不足加固的分析与应用	349
4.8	某工业厂房间排架柱加固纠偏	355
4.9	某工程现浇混凝土楼板严重开裂加固处理	360
4.10	某机场跑道破损混凝土板的维修	362
4.11	某污水处理中和池事故分析及处理	367
4.12	顶承静压桩式托换在地基加固和建筑物纠偏中的应用	370
4.13	某地下车库局部抗浮失稳原因分析与加固处理	373
4.14	钻孔取土纠倾与沉井冲水掏土纠倾方法比较	377
4.15	某扭曲变形建筑物的综合纠倾与地基加固	380
4.16	桩锚支护破坏形式及实例分析	384
4.17	某炼胶厂框架事故分析及加固处理	388
4.18	双排桩结构在失稳基坑中的补强作用	390
4.19	房屋不均匀沉降裂缝特征分析及预防措施	394
4.20	基坑悬臂支护事故原因分析与加固措施	397

4.21	两起悬桩事故判别和处理	400
4.22	某工程桩基质量事故剖析	403
4.23	利用树根桩托换房屋基础	406
4.24	某 7 层商住楼的纠偏技术	410
4.25	锚杆静压桩在危房加固中的应用	413
4.26	人工挖孔桩基础流砂问题用“复合桩法”的处理	417
4.27	锚杆静压桩加固高压触变纠偏新进展	423
4.28	轻钢游泳馆工程的整改与修复	426
4.29	某轻钢厂房倒塌事故分析	430
4.30	某博览会展厅的受力验算和加固	434
4.31	某电厂除尘器钢梁超载事故分析及加固处理	436
4.32	垂直支撑节点板的加固方法	440
4.33	某住宅楼倾斜原因分析与处理措施	443
4.34	某小区住宅楼纠偏加固	447
4.35	某公路特大桥桥台地基粉喷桩加固设计	452
4.36	温度应力造成严重裂缝的工程实例和处理	456

第五章 施工原因造成结构损伤的加固

5.1	碳纤维加固技术在上海展览中心结构加固中的应用	463
5.2	采用开槽暗梁法处理低强度混凝土楼板事故	466
5.3	加固改造中的结构承重体系转换	468
5.4	预应力混凝土空心板质量事故分析	472
5.5	某中学运动场预应力束连接器事故处理及结构荷载试验	475
5.6	某厂房屋架裂缝事故原因分析及处理	480
5.7	商品混凝土质量问题引起梁板开裂事故的分析 and 处理	483
5.8	混凝土冷缝病害的板梁结构安全性分析及补强加固	487
5.9	某高层建筑地下室梁裂缝浅析与处理	491
5.10	某高层建筑转换层大梁混凝土蜂窝的治理	495
5.11	南方某宾馆混凝土框架梁抗剪加固设计	499
5.12	悬臂梁粘型钢加固应用	502
5.13	梁柱交接面处混凝土施工缝质量事故的处理及预防	506
5.14	某高层建筑结构整体混凝土质量问题的检测、验算及加固	509
5.15	某住宅墙、楼板工程质量问题的分析与处理	514
5.16	降压站构架的鉴定与加固	519
5.17	某厂房结构加大截面法加固实例	521
5.18	现浇钢筋混凝土挡墙大面积空洞事故原因分析与处理	526
5.19	某工程二层柱置换混凝土加固施工技术	528
5.20	失效混凝土基础的加固方法和实践	531
5.21	某厂房基础混凝土强度不足事故的处理	537
5.22	某工程 3 号挡土墙局部滑移事故处理	539
5.23	由地基土冻胀引起某建筑物梁板开裂的成因分析及处理	542

5.24	南京河西地区房屋的纠偏加固	546
5.25	施工期间基础隆起开裂原因分析及地基加固处理方法	550
5.26	某钢铁厂综合楼桩基事故分析及加固处理	554
5.27	某 6 层框架结构的纠偏	557
5.28	轻型钢屋架的缺陷鉴定与加固方法	560
5.29	某 H 型钢梁瞬间全体扭曲事故分析和教训	563
5.30	一起斜放四角锥网架吊装问题的处理	565
5.31	120m 混凝土烟囱质量事故处理	568
5.32	120m 高钢筋混凝土烟囱部分桩身失效后的现场处理	570
5.33	体外预应力技术在桥梁加固中的应用	574
5.34	某高层建筑塔楼不锈钢桅杆焊接脆断的处理	577
5.35	钢结构加固技术在楼顶塔加固中的应用	580
5.36	北方地区某 7 层住宅顶层横墙裂缝的分析及处理	582
5.37	某住宅楼地基沉降原因分析与加固处理	585

第六章 综合原因引起结构损伤的加固

6.1	某宿舍通长阳台栏板裂缝的分析与防治	590
6.2	高性能复合砂浆钢筋网加固某 RC 框架梁施工技术	592
6.3	某钢筋混凝土变截面连续箱梁桥腹板裂缝原因分析及处理方法	597
6.4	某露天、超长混凝土薄壁结构开裂原因分析	600
6.5	某皮革车间工程事故分析与处理	604
6.6	某市图书馆墙体开裂原因分析	607
6.7	某地下室墙板开裂原因分析与控制	611
6.8	某大厦基坑工程事故分析	612
6.9	某建筑物不均匀沉降的原因分析与治理	614
6.10	某预应力管桩工程事故分析与处理	617
6.11	对某工业厂房钢结构变形的分析和处理	622
6.12	某蓄能电厂变电站钢管混凝土结构纵裂破坏分析与加固处理	625
6.13	预应力技术在结构加固与改造工程中的应用	628
6.14	射水法在某住宅楼桩基基础纠偏工程中的应用	630
6.15	某倾斜砖混结构的倾斜事故分析及纠偏处理	633
6.16	某倾斜危楼的综合纠偏	637
6.17	某砖混结构房屋的综合纠偏	640
6.18	某变截面预应力连续箱梁公路大桥开裂事故的分析及综合处理	643
6.19	某桩基工程质量事故的分析及处理	646
6.20	采用钢纤维混凝土制作机场排水沟盖板	649

小结	653
----------	-----

第三篇 建(构)筑物使用中的损坏及结构老化

第七章 建(构)筑物使用中的损伤及结构老化引起的加固

7.1 金草田系列加固技术在某餐厅加固中的应用	658
7.2 某烧结厂通廊结构的检测鉴定与加固	661
7.3 某焦化厂焦一皮带通廊结构加固	666
7.4 不分散混凝土在水池底板加固工程中的应用	668
7.5 某钢结构多层厂房加固技术的应用	671
7.6 超期服役钢结构厂房鉴定中应注意的若干问题	675
7.7 宝钢一期干熄焦吊车梁改善修复	679
7.8 邻近采空区厂房裂缝分析与处理	682
7.9 某大桥桥墩辊轴支座病害整治方案设计 & 处理	685
7.10 某古塔结构的抗震加固处理	687
7.11 钢桥加固工艺设计和施工应注意的几个问题	690
7.12 倾斜砖石古塔纠偏的设计 & 处理	692
7.13 机械与爆破相结合的大型楼群保护性部分拆除	697
小结	702

第四篇 灾害及有害环境侵害造成建(构)筑物损伤的加固

第八章 灾害造成的建(构)筑物损伤的加固

8.1 台风灾害造成体育场馆屋面的破坏 & 修复	706
8.2 西岳庙“少昊之都”石牌楼加固 & 修复工程	712
8.3 合肥市某商场火灾后主体结构的修复 & 加固设计	715
8.4 混凝土框架结构房屋火灾后检测 & 修复	720
8.5 厂房火灾后修复设计	725
8.6 某化工厂火灾受损安全性鉴定	727
8.7 某变电所爆炸火灾后框架梁加固设计 & 施工	732
8.8 发电厂主厂房火灾后检测鉴定 & 加固处理	734
8.9 火灾后网架结构的加固 & 修复设计	739
8.10 央视太湖摄影棚网架结构火灾捕捉修复施工	743
8.11 某轻钢厂房火灾事故分析及加固处理	747
8.12 某联合厂房火灾后厂房结构损伤分析和修复	750

第九章 有害环境侵害造成的建(构)筑物损伤的加固

9.1 腐蚀性环境中混凝土结构的加固	755
9.2 某硫酸厂厂房腐蚀失效分析及防腐蚀方案设计	758

9.3 钢筋混凝土(硫)酸化腐蚀的防治	763
9.4 某硫酸腐蚀结构的检测鉴定与加固	765
9.5 碳化厂房框架受氯离子侵蚀的加固	768
9.6 江苏省井神盐业有限公司主厂房工程加固	770
9.7 某卷烟厂 6.5t 锅炉房加固设计	773
9.8 某铸造厂房结构腐蚀损坏的综合加固处理技术研究及应用	775
9.9 某工程混凝土耐久性损伤原因分析及处理建议	782
9.10 某住宅楼因钢筋锈蚀而导致混凝土开裂后的防腐补强方案	785
9.11 玻璃纤维聚合物在腐蚀环境下补强加固工程中的应用	789
9.12 长期停建的建筑物在续建时对钢筋锈蚀的检测与处理	793
9.13 某大型网架结构的检测与加固	796
9.14 混凝土屋盖结构腐蚀后力学性能分析及防腐加固实例	802
小结	805

第五篇 总结

绪 论

一、概 述

1. 建筑物加固与改造工作的基本概念

大多数建筑物随着社会的发展和时间的流逝,会因老化、损坏和病害造成使用性能下降,或因使用功能改变、技术落后而无法满足继续使用的要求。这时,应根据现状情况对其进行加固或改造处理,以满足不同的使用要求。

2. 建筑物加固改造的内容分类

根据引起建筑物加固改造的原因,我们将建筑物加固改造的内容分类如下:

(1) 建筑物的改造加固

包括:调整、改善房屋使用功能或目的,扩大使用面积,建筑物的增层改造,建筑物的移位与转动、局部下沉或整体抬升等。

(2) 建筑物工程质量事故造成的损坏加固

包括:设计原因、施工原因及其他综合原因引起建筑工程质量事故所造成损坏的加固。

(3) 建筑物使用不当造成的损坏及结构老化原因引起的加固

包括:建筑物因日常使用不当或有意无意的人为破坏所导致的损坏加固,如野蛮装修,随便拆除、破坏墙体或承重结构等;建筑物因时间流逝导致结构老化所造成的使用性能下降、破损或技术落后无法满足继续使用要求等所导致的加固,建筑物解体拆除。

(4) 灾害和有害环境所导致的建筑物损害的加固

包括:自然灾害,如地震、台风、暴雨、雪灾、水灾、泥石流、滑坡、地面塌陷、不均匀下沉及地面裂缝等;社会灾害,如战争、动乱等对建筑物的损害;其他灾害和有害环境,如海洋气候与环境对沿海建筑的损害,振动或高温高湿环境,火灾工业厂房的酸碱及有害介质侵蚀破坏等。

3. 建筑物加固与改造还可按下列方法分类

(1) 按所应用的技术方法与手段划分:

- 加大截面加固法;
- 外包钢加固法;
- 预应力加固法;
- 改变结构传力途径加固法。

此外还有:

- 裂缝灌注修补加固法;
- 粘贴碳纤维布加固;

- 粘钢加固等。

(2) 按所加固的结构形式划分:

- 混凝土结构加固;
- 钢结构加固;
- 砌体结构加固等。

(3) 按所加固的位置划分:

- 地基基础加固;
- 梁、柱、板加固;
- 墙体加固;
- 桁架、屋架加固;
- 平台及屋面加固等。

(4) 按加固目的划分:

- 抗拉加固;
- 抗压加固;
- 抗弯加固;
- 抗剪加固;
- 建筑抗震加固等。

二、建筑物加固技术方法简述

研究分析有关文献^[1]和我国近几年的工程实践经验,对混凝土结构、砌体结构、钢结构有关加固的技术方法,归纳简述如下:

1. 混凝土结构加固的技术方法

混凝土结构的加固方法分为直接加固与间接加固两类,设计时应根据实际条件和使用要求选择适宜的方法和配套的技术。

(1) 直接加固方法

① 加大截面加固法

属传统加固方法,即采用增大混凝土结构或构筑物的截面面积和配筋,以提高其承载力和满足正常使用的一种加固方法,该法施工工艺简单、适应性强,并具有成熟的设计和施工经验,可广泛应用于混凝土结构的梁、板、柱等构件和一般构筑物的加固。其优点是适用范围较广,缺点是现场湿作业工作量大,养护时间较长,对生产和生活会产生一定的影响。另外,加固构件的截面尺寸增大对房屋的净空和美观也会产生影响。

② 置换混凝土加固法

即凿去混凝土构件上的老混凝土置换成新混凝土的方法。对于受破损、风、火、冰冻、腐蚀后的混凝土构件受损部分予以清除,再换新混凝土。该法的优点与加大截面法相近,加固后不影响建筑物的净空,但同样存在施工湿作业时间长的缺点,适用于受压区混凝土强度偏低或有严重缺陷的梁、柱等混凝土承重构件的加固。

③ 外包钢加固法(外包型钢)

属传统加固方法,又分为湿式外包和干式外包,规范要求采用湿式外包钢加固法。该

法也称为有粘结外包型钢加固法,即在混凝土构件(梁、柱)四周粘结型钢的一种加固方法。适用于不显著增大原构件截面尺寸,但又要求大幅度提高其承载能力的混凝土结构加固。该方法的优点是用于框架柱、梁的加固时,受力可靠、施工简便、工期短且现场工作量较小,加固效果好。缺点是外包钢结构容易生锈,用钢量较粘贴钢板加固法大,不宜在无防护的情况下用于 600°C 以上的高温场所和有腐蚀性介质的环境等。

④ 粘贴钢板加固法

即在混凝土构件外部粘贴钢板,以提高其承载力和满足正常使用的一种加固方法。适用于承受静力作用且处于正常湿度环境中的一般受弯、受拉构件,其加固效果取决于胶粘工艺与操作水平。优点是能够有效提高加固构件的刚度和抗裂性,可以按需要与可能任意粘贴,不影响结构外观与使用空间。该法施工快速、现场无湿作业或仅有抹灰等少量湿作业,对生产和生活影响小,加固后对原结构外观和净空无显著影响。缺点也是对环境有一定要求,包括环境温度不大于 600°C ,相对湿度不大于70%,以及无腐蚀性介质等,否则需采取防护措施,对低于C15的低强度混凝土构件的加固也不适用。

⑤ 粘贴纤维加固法

纤维主要有增强塑料、玻璃纤维、芳纶纤维、碳纤维等。粘贴纤维加固法与粘贴钢板加固法的优点相类似,施工方法相对简单,应用比较广泛,同时还具有耐腐蚀、耐潮湿、增加结构自重很小、耐用、维护费用低等优点,适用于各种受力性质的混凝土结构和一般构筑物构件的加固。缺点是由于纤维材料直至拉断时均表现为线弹性性质,且拉断时呈明显的脆性,应避免用于混凝土强度低于C20构件的加固,需要专门的防火处理。

⑥ 绕丝法

在强度不足的混凝土构件四周人工绕上钢丝,使混凝土获得附加约束并与其协同作用以提高承载力。对方形、圆形截面的效果十分理想,适用于混凝土结构构件斜截面承载力不足的加固,或对受压构件施加横向约束的场合。

⑦ 锚栓锚固法

该法适用于混凝土强度等级为C20~C60的混凝土承重结构的改造、加固,不适用于已严重风化的上述结构及轻质结构。

(2) 间接加固方法

① 预应力加固法

该法是通过预应力施加反向荷载(采用拉杆、钢绞线或撑杆)对结构进行加固的方法,其优点是能降低被加固构件的应力水平,加固效果好且能大幅度提高结构整体承载力、刚度和抗裂性,不占用空间且可不停产施工,但加固后对原结构外观有一定影响。主要用于梁、板、屋架等大跨度或重型结构的加固以及高应力、高应变状态的混凝土构件的加固,一般混凝土强度不低于C18。在无防护的情况下,不能用于温度在 600°C 以上环境下的混凝土结构,否则应进行防护处理,也不适于混凝土收缩徐变大的结构。

② 增加支承加固法

也叫改变结构传力途径加固法,是指通过增设支点(柱或托架)的办法使结构受力体系得到改变的加固方法。优点是在梁、板跨中增设支点后大幅度提高承载力,减小和限制梁、板的挠曲变形且施工简单,受力可靠。缺点是易损害建筑物的原貌和使用功能,占用空间或改变空间分割,适用于具体条件许可、净空不受限制的梁、板、桁架等结构加固。

(3) 与混凝土结构加固改造配套使用的技术

① 托换技术——托梁拔柱

系托梁(或桁架,下同)拆柱(或墙,下同)、托梁接柱和托梁换柱等技术的概称。是在不拆或少拆上部结构的情况下实施拆除、更换、接长柱子,属于一种综合性技术,由相关结构加固、上部结构顶升与复位以及废弃构件拆除等技术组成。适用于已有建筑物的加固改造,如增大空间,改变建筑平面布局等。与传统做法相比,具有施工时间短、费用低、对生活和生产影响小等优点,但对技术要求较高,需由熟练工人来完成。

② 植筋技术

植筋技术即在原有混凝土结构上通过钻孔、注胶、植筋等工作程序实现与新结构相连。系一项对混凝土结构较简捷、有效的连接与锚固技术,可植入普通钢筋,也可植入螺栓式锚筋,作用在植筋上的拉力通过植筋胶向混凝土中传递,其效果与内置钢筋相似。主要应用于加大截面面积、增设抗震墙及建筑结构加层改造等,如:施工中漏埋钢筋或钢筋偏离设计位置的补救;构件加大截面的补筋;上部结构扩跨、顶升对梁、柱的接长;房屋加层接柱和高层建筑增设剪力墙等。

③ 裂缝修补技术

根据混凝土裂缝的起因、性状和大小,采用不同方法进行修补,使结构因开裂而降低的使用功能和耐久性得以恢复的一种专门技术。适用于建筑物中各类裂缝的处理,但对受力裂缝,除修补外,尚应采用相应的加固措施。裂缝修补方法主要有灌浆法、填充法(凿槽嵌填法)、表面涂渗透性防水剂或环氧腻子的表面处理法等。

④ 碳化混凝土修复技术

系指通过恢复混凝土的碱性(钝化作用)或增加其阻抗而使碳化造成的钢筋腐蚀得到遏制的技术。

⑤ 混凝土表层密封技术和表面处理技术

混凝土表层密封技术系指采用柔性密封剂充填、聚合物灌浆、涂膜等方法对混凝土进行防水、防潮和防裂处理的技术。

混凝土表面处理技术系指采用化学方法、机械方法、喷砂方法、真空吸尘方法、射水方法等清理混凝土表面污痕、油迹、残渣以及其他附着物的专门技术。

⑥ 混凝土喷射技术

系指使用专用机具将添加一定外加剂的混凝土材料直接喷射到混凝土结构件上,达到加固修复的目的。

⑦ 其他技术

如结构、构件移位技术(顶升、旋转、平移等);纠倾扶正技术;调整结构自振频率技术等。

2. 砌体结构加固方法

砌体结构的加固分为直接加固与间接加固两类,设计时,可根据实际条件和使用要求选择适宜的方法。

(1) 适用于砌体结构的直接加固方法。

① 增大截面法

使用与原砌体结构相同的材料增大砌体截面。