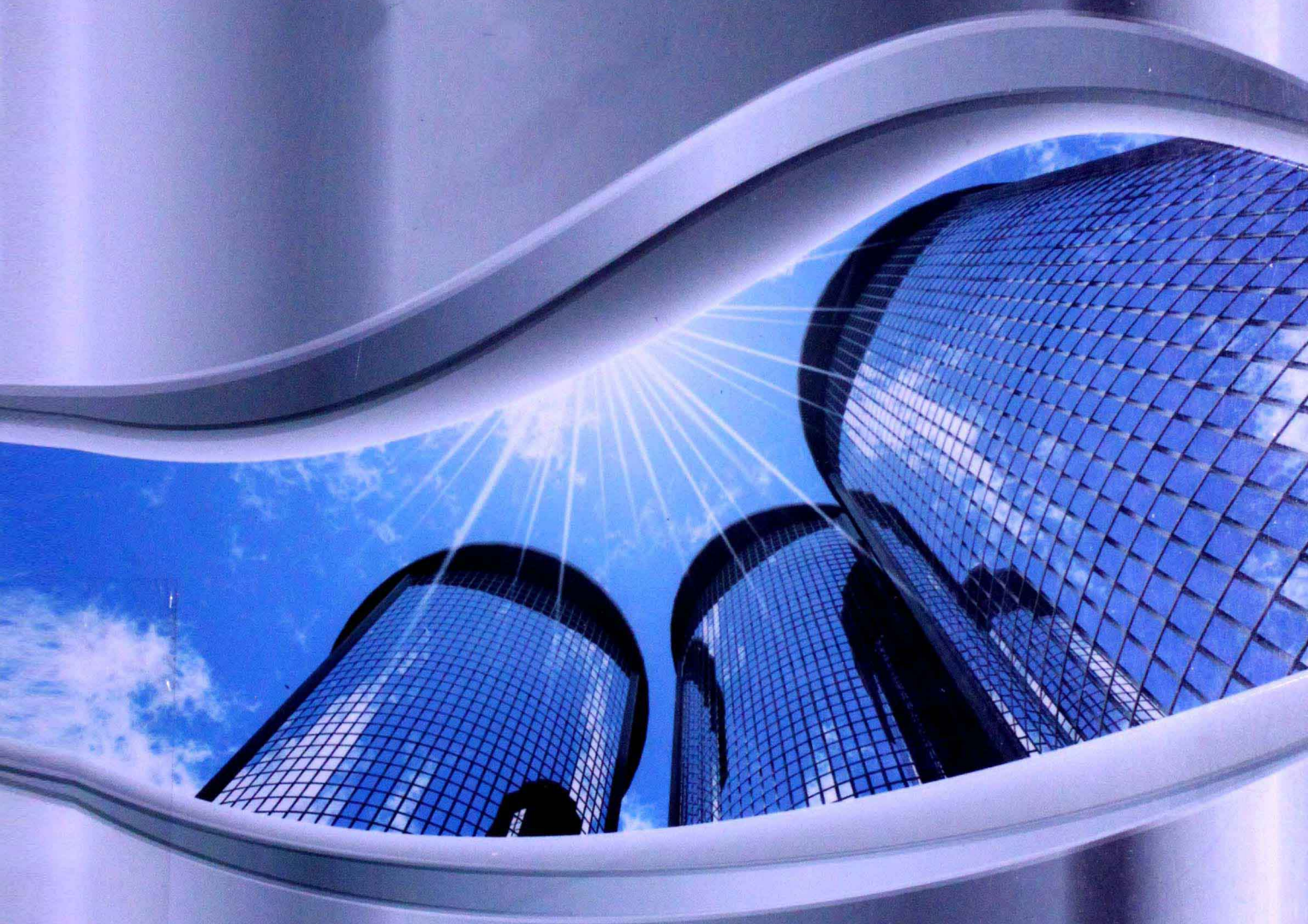


既有建筑结构加固改造 设计与施工技术指南

徐福泉 赵基达 李东彬 主编



中国物资出版社

既有建筑结构加固改造 设计与施工技术指南

徐福泉 赵基达 李东彬 主编



中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

既有建筑结构加固改造设计与施工技术指南/徐福泉, 赵基达, 李东彬主编. —北京: 中国物资出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 5047 - 3834 - 9

I. ①既… II. ①徐…②赵…③李… III. ①建筑结构—加固—结构设计 ②建筑结构—加固—工程施工 IV. ①TU746. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 050078 号

策划编辑 刘天一
责任编辑 张 娟

责任印制 方朋远
责任校对 孙会香 梁 凡

出版发行 中国物资出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼

电 话 010 - 52227568 (发行部)
010 - 68589540 (读者服务部)

网 址 <http://www.ciph.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 3834 - 9/TU · 0039

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 20

字 数 474 千字

邮政编码 100070

010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 52227588 转 305 (质检部)

版 次 2013 年 1 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价 45.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换



前 言

随着我国城市化进程的加快，带动了建筑业的快速发展。目前，全国既有建筑面积总计超过400亿平方米，其中城镇既有建筑保有量超过140亿平方米。近10年来，每年的房屋建筑总建设量达20亿~40亿平方米，竣工房屋建筑面积达16亿~22亿平方米。在新建房屋工程不断加速的同时，大量既有建筑亟待改造，如何正确对待和组织实施既有建筑改造，是关系到改善民生、保障人民生命财产安全的重大问题，并对实施资源节约、环境保护、建设节约型社会和可持续发展有着极为重大的意义。

我国城镇大量既有建筑由于受当时标准规范、经济条件的制约，建造标准较低，此外，长时间的使用中，存在建筑结构的不同程度的损伤。城镇中的大量低层老旧住房年代久远，加上非法改造，结构安全性根本难以保证；20世纪50年代住宅的砖砌体中砂浆标号很低，楼盖与屋盖大都采用木结构，结构的安全性很难保证；60年代的简易楼，强调节约革新，采用薄墙、浅基础、薄楼板，因而导致结构整体安全度较低；70年代中后期的住宅设计与施工逐步趋于正规，但这一时期的结构设计在抗震要求上考虑较少，抗震性能方面有很大的隐患；80年代与90年代初建造的住宅，由于处于住宅建设的快速发展期与中国经济的转型期，有些工程的施工质量比较差。这些既有建筑都在结构的安全性能方面留下了极大的隐患。

大量既有建筑由于建筑使用功能落后、安全性不足，已不能满足现代发展需要，因而各地普遍存在大拆大建的情况。最主要的问题是各地从城市房地产开发角度出发，更多的是从经济利益考虑，而不考虑环境、资源节约等社会效益，使许多使用仅仅20年左右的既有建筑，在还远未到设计使用年限时就简单予以拆除，产生了巨量的建筑垃圾，带来了很大的环境污染，造成了社会资源与财富的极大浪费。同时新建建筑又要消耗大量的建筑材料与能源，对低碳化的经济发展模式构成了很大的压力。因此，迫切需要提升量大面广的既有建筑的安全性与使用功能，延长既有建筑的使用寿命，以满足社会发展、建设和谐社会、实践科学发展观的需要。



发达国家的经验证明，对既有建筑进行必要的改造和加固，既可提升其使用功能，也可以提高安全性，并减小对环境的污染，有利于节能减排。欧美等国既有建筑的改造、加固投入已经超过新建建筑的投入，成为基本建设的重要领域。我国的既有建筑加固改造市场巨大，也必将成为基本建设中越来越重要的领域之一。

“十一五”期间，为了适应我国城镇化与城市发展的需求，落实国家中长期科学和技术发展规划纲要“城市功能提升与空间节约利用”、“绿色建筑和建筑节能”和“城市生态居住环境质量保障”优先主题的要求，科技部实施了支撑计划重大项目“既有建筑综合改造关键技术与示范”。该项目针对我国量大面广的既有建筑存在的主要矛盾和问题，重点开展了既有建筑评定与改造的政策法规和标准规范研究、既有建筑检测与评定技术研究、既有建筑安全性改造技术研究、既有建筑功能提升改造关键技术研究、既有建筑设备改造关键技术研究、既有建筑能源系统升级改造关键技术研究、具有重要历史和文化价值的既有建筑综合改造技术研究、既有建筑改造专用材料和施工机械研究、既有建筑居住区综合改造及规划技术研究、既有建筑综合改造示范工程建设等方面的研究。

“既有住宅与公共建筑结构加固改造技术研究”为“十一五”科技支撑计划子课题，课题组针对既有住宅与公共建筑结构加固改造设计与施工技术进行了系统分析研究，编制了《既有建筑结构加固改造设计与施工技术指南》。

《既有建筑结构加固改造设计与施工技术指南》内容丰富，包含设计、施工、工程实例、试验研究等多方面内容，针对具体加固技术，提出相应的设计方法、构造措施、施工工艺及质量控制、加固构造详图等，可供设计人员及施工人员参考使用。同时，针对部分加固技术，提出相应试验研究报告，可加深对相应技术的理解，也为研究人员提供了一定的基础数据支持。

本书由徐福泉、赵基达、李东彬、马明主编，“既有住宅与公共建筑结构加固改造技术研究”课题组成员张彦辉、郑立煌、陈瑜、姚秋来、赵挺生、周建民、邓华、王琼、黄竞强、董斌、杜德杰、鲁旭光等参与了编写工作，并提供了大量的资料。

由于作者经验及水平有限，书中不当之处恳请读者批评指正。

编者
2012. 10



目 录

1 概 述	(1)
1.1 既有建筑现状及改造必要性	(1)
1.2 国内外技术现状、发展趋势	(4)
1.3 “十一五”既有建筑安全性改造技术研究简介	(6)
2 既有建筑加固改造基本原则及方法	(9)
2.1 加固原则	(9)
2.2 加固程序	(11)
2.3 混凝土结构加固方法及技术	(12)
2.4 砌体结构加固方法	(14)
2.5 钢结构加固方法及技术	(15)
3 混凝土结构加固设计与施工技术	(16)
3.1 结构体系加固	(16)
3.2 增大截面加固法	(19)
3.3 置换混凝土加固法	(31)
3.4 外加预应力加固法	(34)
3.5 外粘型钢加固法	(52)
3.6 粘贴纤维复合材加固法	(60)
3.7 粘贴钢板加固法	(74)
3.8 增设支点加固法	(83)
3.9 钢丝绳网片—聚合物砂浆外加层加固法	(84)
3.10 绕丝加固法	(95)
3.11 节点加固法	(97)
3.12 托换技术	(98)
3.13 裂缝修补技术	(102)
3.14 植筋技术	(107)
3.15 锚栓技术	(112)
3.16 阻锈技术	(120)



3.17	喷射混凝土	(121)
3.18	纤维混凝土或纤维砂浆	(124)
3.19	改性混凝土与砂浆	(124)
4	砌体结构加固设计与施工技术	(125)
4.1	水泥砂浆面层和钢筋网砂浆面层加固法	(125)
4.2	钢筋混凝土板墙加固法	(132)
4.3	钢绞线网—聚合物砂浆面层加固	(135)
4.4	墙体局部拆砌	(138)
4.5	开裂墙体加固法	(139)
4.6	压力灌浆加固法	(140)
4.7	新增抗震墙	(141)
4.8	外加圈梁—钢筋混凝土柱加固	(145)
5	钢结构加固设计与施工技术	(151)
5.1	钢结构加固的一般规定	(151)
5.2	钢结构加固施工时卸载方法	(157)
5.3	改变结构计算图形的加固	(159)
5.4	增大构件截面的加固	(164)
5.5	连接的加固与加固件的连接	(176)
5.6	裂纹的修复与加固	(182)
5.7	防腐防火	(185)
6	专项技术试验研究及分析	(187)
6.1	碳纤维加固试验研究	(187)
6.2	预应力碳纤维加固试验研究	(238)
6.3	体外预应力转角摩擦损失的试验研究	(270)
6.4	既有混凝土框架结构托换试验研究	(278)
7	既有建筑加固设计与施工实例	(289)
7.1	混凝土井字梁楼盖体外预应力加固改造案例	(289)
7.2	某砌体结构承重墙体托换改造工程案例	(296)
7.3	钢结构加固改造案例	(300)
7.4	某钢筋混凝土框架结构抗震加固设计	(308)
	参考文献	(311)



1 概 述

1.1 既有建筑现状及改造必要性

1.1.1 既有建筑现状

近 10 年来,中国房屋建设保持持续高速增长,每年的房屋建筑总建设量达 20 亿~40 亿平方米,竣工房屋建筑面积达 16 亿~22 亿平方米。截至 2005 年年底,全国既有房屋建筑的保有量约为 430 亿平方米,城镇房屋建筑面积 165 亿平方米。预计到 2020 年年底,全国房屋建筑面积将达到 686 亿平方米,其中城镇房屋建筑面积为 261 亿平方米。

从住宅建筑的发展可以发现,我国既有建筑的现状并不乐观。1949—1979 年 30 年间全国城镇的住宅建设总量仅为近 5 亿平方米,这 30 年间所建的住宅其标准都很低,也根本没有节能概念,只简单解决了挤着住的问题。1980—1993 年 12 年期间为解决日益拥挤的住房问题,住宅建设总面积约 24 亿平方米,住宅建设开始注重功能,结构上仍以多层的砖混结构为主,一些土地紧张而砂石资源丰富的中小城市则在多层住宅中采用混凝土空心小砌块结构。这期间的住宅建设在结构方面加强了抗震要求,虽然从 1986 年我国试行第一部建筑节能设计标准,但这一期间的住宅建筑节能工作还没有得到重视与落实。住房制度改革开始至今,1994—2004 年 10 年期间中国政府启动与推行了住房制度改革,将原来职工福利分房改为货币化分配,住宅建设成为商业化、市场化行为,这一时期的住宅建设呈现更快的发展速度,估计这一时期城市的住宅建设面积约为 45 亿平方米。除了建设速度加快以外,建设部更重视住宅的性能与质量的提高,使住宅的平面布局与空间布置更加合理,住宅建筑结构形式也有了很大的发展,砖混结构由于粘土实心砖在 170 个城市的禁用而受到限制,多层住宅采用混凝土空心小砌块、框架、异形柱与短肢剪力墙结构;高层住宅多采用框剪或剪力结构墙结构体系,建筑节能工作在这一发展期间的后期才开始受到人们的普遍重视,全国颁布了居住建筑节能 50% 的新标准。

目前中国既有住宅面临的问题主要有以下几个方面:

1. 既有住宅的建筑低标准问题

对普通百姓最切身相关的是住宅的建筑低标准问题。这些低建筑标准的房子主要有:



城市中的低层老旧住房（有些是新中国成立以前的房子），住房老旧、面积小、不配套，这些住房实际上远达不到作为住宅的基本要求；20世纪50年代修建的成套住宅，现已十分破旧，而且每套住宅内都处于几家合住的尴尬局面；60年代修建的简易楼，标准极低且功能不配套，而且有很大的安全隐患；70年代与80年代建设的大量多层砖混住宅，功能基本配套的，但每套建筑面积仅为50平方米左右，没有真正意义上的厅，且厨房与卫生间过于窄小。这些低标准住宅的处置与改造问题是我们必须首先考虑的。

2. 既有住宅的结构安全性能问题

既有住宅的结构安全性也应引起我们的高度重视。首先是城镇中的大量低层老旧住房，许多住房年代久远，加上非法改造，因此结构安全性根本难以保证；20世纪50年代的住宅都已到50年设计使用年限，最主要的是这些住宅的砖砌体中砂浆标号很低，楼盖与屋盖大都采用木结构，因此结构的安全性很难保证；60年代的简易楼，强调节约革新，采用薄墙、浅基础、薄楼板，因而导致结构安全度很低；70年代中后期的住宅设计与施工逐步趋于正规，但由于这一时期的结构设计在抗震要求上考虑较少，而我国绝大部分地区处于地震区，因此这一期间建造的住宅在抗震性能方面有很大的隐患；20世纪80年代与90年代初建造的住宅，由于处于住宅建设的快速发展期与中国经济的转型期，我们必须看到这一时期有些工程的施工质量比较低劣，这些都在结构的安全性方面留下了极大的隐患。

我国的设计规范也经历了从低标准到目前较高标准的发展历程，如《建筑抗震设计规范》、《混凝土结构设计规范》等，其中比较典型的是建筑结构的抗震设计，1959年提出了我国第一个抗震设计规范草案，1964年提出我国第二个抗震设计规范草案“地震区建筑设计规范（草案稿）”，1974年出版了我国第一部正式批准的抗震规范《工业与民用建筑抗震设计规范》（TJ 11—74（试行）），1978年根据海城、唐山地震震害经验，对1974版规范进行了修改，提高了设防标准，正式出版了《工业与民用建筑抗震设计规范》（TJ 11—78），1989年完成《建筑抗震设计规范》（GBJ 11—89），2001年完成了《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2001），2010年完成了《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）。不同历史时期的设防水平不同，抗震要求差别较大，因此依据相应标准设计建造的建筑结构的安全度也有较大差异，许多过去建造的建筑大都不符合现行规范的安全要求。

既有建筑的安全性已受到全社会的密切关注。汶川地震震害表明，根据现行和1989系列规范设计建造的房屋基本经受了这次特大地震的考验，而20世纪90年代之前建造的房屋由于超高烈度而震害惨重，导致了大量的生命和财产损失。因此提高既有建筑的抗震能力，尤其提高中小学校老旧校舍抗震性能，已成为党和各级政府一项十分紧迫的任务。

3. 既有住宅的防火安全性能问题

既有住宅的防火安全性也应引起我们的高度重视。既有住宅的防火安全主要针对城镇



中的大量低层老旧住房与 20 世纪 50 年代的砖木结构住宅，这类住房中人员密集，各类电线老化，房屋楼盖与屋盖结构大都是易燃的木结构，如 50 年代修建的木结构大屋顶住宅楼，一旦遭遇火灾将对住户的生命与财产安全带来严重损害。

4. 既有住宅的建筑节能问题

既有住宅的建筑节能问题以前得不到社会的普遍重视，然而现在随着对住宅舒适性要求的提高，已成为影响与制约中国经济可持续发展的一个最主要因素。对于建筑节能问题，我们国家从 20 世纪 80 年代末就已提出，但始终未能认真对待与实施。至今建成的既有住宅中能真正称得上节能住宅的仅为 2%。大量既有住宅能耗很大，外墙没有任何保温节能措施，窗户很多采用推拉窗，气密性很差，有些甚至屋顶保温层都达不到标准。而新建的住宅一味只重视外表美观，采用了大量的落地大窗，甚至北面房间也采用外飘窗，这对建筑节能的落实提出了更大的挑战。从住户使用来看，建筑节能不涉及人身安全问题，但实际上却要消耗大量的宝贵能源，对中国经济的可持续发展产生严重影响。

5. 既有住宅的耐久性问题

我国房屋建筑行业普遍存在重新建、轻维护倾向，主要表现为对建筑耐久性问题关注不够，而现阶段大量使用的围护、装修、维修加固等材料的耐久性研究仍很缺乏。每年由于耐久性问题导致的资源和能源浪费惊人，已严重影响建筑业的可持续发展。

城市的公共建筑与工业建筑存在的问题与住宅类似。

1.1.2 既有建筑改造必要性

既有建筑的安全性、使用功能、室内环境、建筑节能等问题已经引起了政府的高度重视。正确对待和处理既有建筑是关系到实施节能减排、保护环境、建设节约型社会和可持续发展的重要问题。

目前我国城市建设已取得了较快发展，但在城镇建设中缺乏合理规划设计，普遍存在着急功近利、盲目攀比的大拆大建行为，并把拆建作为一项政绩工作，每年拆除的既有建筑面积约为 4 亿平方米，被拆除的建筑中包括大量 20 世纪 70 年代和 80 年代建造的房屋，甚至包括 20 世纪 90 年代建造的房屋。据最近的一项统计数据显示，我国许多城市房屋建筑寿命普遍较短，远远达不到设计年限。而且在绝大多数情况下，并不是由于房屋质量欠佳而是由于多方面的原因。而相比之下，欧美房屋建筑寿命则长得多：美国房产寿命约为 80 年；瑞士、挪威等约为 70~90 年；英国在西方发达国家中居冠，为 132 年。虽然，辩证地说，建筑的“寿命长”并非绝对是一件好事，而且从某种角度来讲，建筑的“短命”还是社会高速成长的标志之一；但是，不可否认的事实是，建筑的“短命”，是对社会财富的极大浪费，也是一个社会不成熟的表征。其实这是对国家社会资源的巨大浪费，一拆一建，GDP 上去了，但宝贵的资源却再也回不来了，社会财富并没有同步增加，反而可能会减少。同时，建筑废弃物造成了很大的环境污染。



在我们国家，资源有限、人口众多，这不仅仅是经济问题，也是一个可持续发展的战略问题。我们的国家还处于社会主义初级阶段，今后很长时间资源短缺恐怕也很难发生根本性的改变。在建筑的设计使用生命周期内，要注重结构的耐久性，要通过维修改造，修旧如旧、修旧如新，而简单的大拆大建，不仅破坏了原有的景观，而且是对国家资源的最大浪费。

事实上，我国已逐步进入既有建筑改造和新建筑建设并重的一个重要发展阶段，正确看待和组织实施既有建筑改造，是关系到保障人民生命财产安全、实施资源节约、环境保护、建设节约型社会和可持续发展的重大问题。对既有建筑进行安全性、耐久性、居住舒适性及室内外环境同步合理改造，是解决问题的最佳选择。

1.2 国内外技术现状、发展趋势

1.2.1 国外技术现状与发展趋势

1. 抗震加固改造

国际上，特别是日本、美国等地震灾害频发的发达国家，在提高新建建筑抗震要求的同时，一直十分注重既有建筑的抗震加固改造。通过对历次破坏型地震震害的分析总结和技术研发，不断完善技术规范，进而提高新建建筑的抗震能力；同时，针对既有建筑抗震薄弱环节研发可行的抗震加固改造关键技术和改进措施，并由政府、业主和研究机构等多方配合进行推广实施，努力提升既有建筑的抗震性能，使这些发达国家在发生同等级破坏型地震时，其震害损失和人员伤亡明显小于其他国家。

2. 耐久性改造

国外一直致力于既有建筑的耐久性研究，注重延长既有建筑的使用寿命，巴黎、伦敦、维也纳等城市的风貌依旧，市民的归属感强、社区和谐稳定。国际上已在可靠度理论基础提出了基于耐久性的建筑设计建造方法，表面涂层、微生物修复、激光除污等耐久性改善新技术已得到成功应用。澳大利亚联邦科学研究机构开展了延长既有建筑寿命、降低建筑维护运营成本的研究。

3. 既有建筑生态化改造

西方国家特别是欧洲发达国家在对既有建筑的生态化改造方面已经进行了一定的实践。主要体现在：一是减少对自然环境的影响；二是可持续利用自然资源；三是与人文环境的衔接。

发达国家在既有建筑生态化改造技术方面有许多值得我国借鉴的地方。例如，在建筑



节能保温方面，国外已经开始了零能耗建筑保温体系的实践；在建筑采光方面，德国等国家已经开始应用可呼吸式功能玻璃；在建筑废弃物处理方面，日本已经进行系统严格的立法，使得建筑废弃物利用率和无害化处理率几乎达到 100%，其再生混凝土的研究与应用列于世界领先水平。

国际上的建筑材料科学技术工作者对生态材料研究高度重视。近几年来，围绕环境材料这一主题，国际上开展了广泛的研究。环境材料及与之相关的材料环境协调性评估系统（LCA）与环境协调性产品（ECP）已为许多国家政府官员、科学家和生产厂家所共识，并大力促进研究和产业的发展。

4. 既有建筑的改建与功能提升

国际上，特别是西欧国家对既有建筑的改建与功能提升十分重视，有许多成功的实例。在既有建筑的改建方面，主要是将一些 20 世纪五六十年代的工业建筑、仓库改建为旅馆、餐饮用房及城市廉租房，如荷兰的鹿特丹市就对大量的港口旧库房进行了改建；在既有建筑的功能提升方面，主要是对第二次世界大战后在城市中兴建的多层公寓增加小电梯，这项工作在美国的维也纳市做得很成功并很人性化，方便了老龄及行动不便人员的上下楼问题。

5. 建筑节能改造

在太阳能热利用方面，建筑供热和制冷空调是各国重点发展的领域，其中以太阳能热水器和被动太阳能建筑应用技术最为成熟，市场化进程最快。

发达国家颁布实行的建筑节能标准和设计规范，一般都包含有太阳能建筑应用、地热能供热、空调的内容和规定要求，其中也包括在既有建筑中的应用。如新西兰就开展了既有建筑零能耗与太阳能一体化改造技术的研究与应用。

6. 既有建筑改造政策

国外特别是发达国家对既有建筑一般采取定期检查的制度，检查周期一般为 20 年左右，对超过设计使用年限的建筑检查的周期还要缩短，一般为 5~10 年。这样使建筑物出现的损伤、老化情况在早期就被发现，并得到及时维修。德国、澳大利亚、日本等国家每年的新建建筑较少，政策上十分重视对既有建筑的评价与改造，其加固、改造和维修成为建筑业在设计、施工中的重点，很多行业协会、企业投入大量的人力、物力专门从事这方面的研究，并很快将科技成果商品化、产业化。

1.2.2 国内技术发展现状

近几十年，国内相关研究单位已经在既有建筑改造方面进行了大量的研究工作，并进行了大量的工程实践，取得了许多成果，并在相关领域已经有了大量专用标准规范。

在既有建筑结构检测鉴定加固领域，也先后颁布了《工业建筑可靠性鉴定标准》



(GB 50144)、《工业构筑物抗震鉴定标准》(GBJ 117)、《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》(JGJ/T 136—2001)、《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23—2001)、《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367—2006)、《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)、《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—2009)、《建筑抗震加固技术规程》(JGJ 116—2009)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)、《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315—2000)、《室外给水排水工程设施抗震鉴定标准》(GBJ 43—82)、《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS 146: 2003 (2007 年版))、《铁路工程结构混凝土强度检测规程》(TB 10426—2004/J 342—2004)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99)、《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS 225: 2007) 等。新修订的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 中, 新增了对既有建筑进行改造设计的原则要求。

在“十五”期间, 我国没有直接在既有建筑方面立项, 而仅在加固改造材料方面开展了一些研究, 如“十五”科技攻关(国际合作)项目“高性能纤维增强复合材料工程应用关键技术研究”(2005DFBA0002), 主要研究国内外 FRP 应用技术标准体系、设计与施工方法, 进行理论上的提升; 并对新型结构加固 FRP 材料、加固材料的耐久性、加固材料及加固结构的基本性能等进行系统研发。“十五”863 计划项目“高性能低成本复合材料在现代土木工程中应用的关键技术与材料研究开发”(2001AA336010), 主要开发结构加固补强所需的高性能复合材料及其制品等, 已取得专利 7 项、工法 2 项、编制标准规范 6 项等研究成果, 完成加固示范工程数百项。

1.3 “十一五”既有建筑安全性改造技术研究简介

“十一五”期间, 为了适应我国城镇化与城市发展的需求, 落实国家中长期科学和技术发展规划纲要“城市功能提升与空间节约利用”、“绿色建筑和建筑节能”和“城市生态环境居住环境质量保障”优先主题的要求, 科技部实施了支撑计划重大项目“既有建筑综合改造关键技术与示范”。该项目针对我国量大面广的既有建筑存在的主要矛盾和问题, 重点开展了既有建筑评定与改造的政策法规和标准规范研究、既有建筑检测与评定技术研究、既有建筑安全性改造技术研究、既有建筑功能提升与改造关键技术研究、既有建筑设备改造关键技术研究、既有建筑能源系统升级改造关键技术研究、具有重要历史和文化价值的既有建筑综合改造技术研究、既有建筑改造专用材料和施工机械研究、既有建筑居住区综合改造及规划技术研究、既有建筑综合改造示范工程建设研究等。这是新中国成立以来第一次在既有建筑改造领域立项开展研究, 主要解决了以下主要问题:

1. 既有建筑评定与改造的政策法规和标准规范研究

- 既有建筑评定与改造的政策研究; 既有建筑评定与改造的标准体系研究; 既有建筑评



定与改造统一标准研究；既有建筑可靠性鉴定标准研究；既有建筑设备鉴定与改造标准研究；既有建筑使用与维护标准研究。

2. 既有建筑检测与评定技术研究

既有建筑的安全性检测与评定技术研究；既有建筑的适用性检测与评定技术研究；既有建筑的耐久性检测与评定技术研究；既有建筑的环境性检测与评定技术研究；既有建筑性能的综合评定技术研究；既有建筑性能评定支撑软件研究。

3. 既有建筑安全性改造技术研究

既有建筑结构加固设计与施工技术研究；既有建筑地基基础改造与加固技术研究；既有建筑抗震改造与震后重建技术研究；既有建筑防火改造技术研究；既有建筑安全性改造支撑软件系统研究。

4. 既有建筑功能提升与改造关键技术研究

既有建筑保护与更新改造技术研究；既有建筑绿色与智能改造关键技术研究；既有建筑改造绿色施工技术研究；既有建筑改造技术的挖掘与提升研究。

5. 既有建筑设备改造关键技术研究

既有建筑节能改造关键技术研究；既有建筑供热系统改造技术研究；既有建筑空调系统改造技术研究；既有建筑电气系统改造技术研究；既有建筑电梯改造技术研究；既有建筑智能化设备改造技术研究。

6. 既有建筑能源系统升级改造关键技术研究

既有建筑热源系统升级改造关键技术研究；既有建筑冷源系统升级改造关键技术研究；既有建筑电力系统升级改造关键技术研究。

7. 具有重要历史和文化价值的既有建筑综合改造技术研究

优秀历史建筑历史文化价值评价研究；优秀历史建筑保护利用政策和技术标准研究；优秀历史建筑修缮与维护技术研究；优秀历史建筑可持续利用技术研究；古建筑三维数字仿真技术研究。

8. 既有建筑居住区综合改造及规划技术研究

既有建筑住宅区更新改造关键技术研究；改善既有居住建筑居住环境的关键技术研究。



9. 既有建筑改造专用材料和施工机械研究

既有建筑改造专用材料研究；既有建筑改造专用机械设备研究。

10. 既有建筑综合改造示范工程建设研究

在全国范围内不同气候区建设 20 项不同种类的既有建筑改造示范工程，包括既有公共建筑综合改造示范工程、既有住宅建筑改造示范工程。通过示范工程，使项目研究成果在示范工程中应用，并通过技术集成创新，为全面推广应用提供范例。

“十一五”期间，国家科技支撑计划重大项目“建筑节能关键技术与示范”中，针对既有建筑节能改造进行了具体研究工作，主要研究内容为：既有采暖居住建筑节能改造可行性评估；既有居住建筑外墙节能改造技术；既有居住建筑屋顶节能改造技术；既有建筑的外窗节能改造技术；大规模玻璃幕墙的节能改造技术。



2 既有建筑加固改造基本原则及方法

2.1 加固原则

(1) 既有建筑结构加固前应进行结构鉴定，确定是否需要加固、加固的内容和范围。经结构鉴定确认需要加固时，应根据鉴定结论和委托方提出的要求，由有资质的专业技术人员进行加固设计。对于加固后既有建筑结构的安全等级，应根据结构破坏后果的严重性、结构的重要性和后续使用年限，由委托方与设计方按实际情况共同商定。

既有建筑是否需要加固，应经结构可靠性鉴定及抗震鉴定确认。可靠性鉴定主要依据现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB 50144)和《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292)，抗震鉴定主要依据《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023)。

《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292)规定，在下列情况下，应进行可靠性鉴定：建筑物大修前的全面检查；重要建筑物的定期检查；建筑物改变用途或使用条件的鉴定；建筑物超过设计基准期继续使用的鉴定；为制订建筑群维修改造规划而进行的普查。

《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023)规定，在下列情况下，现有建筑应进行抗震鉴定：接近或超过设计使用年限需要继续使用的建筑；原设计未考虑抗震设防或抗震设防要求提高的建筑；需要改变结构的用途和使用环境的建筑；其他有必要进行抗震鉴定的建筑。

既有建筑加固前使用条件各异，构件承载状况不同，且通常情况其加固后的使用年限不同，结构功能又有所改变，因此，加固后的安全等级应根据业主对该结构下一目标使用期的要求，由委托方与设计方共同商定。

(2) 既有建筑结构的加固设计，包括结构总体布局、设计计算及连接构造，应充分考虑加固结构的受力特征，充分发挥加固效率。且加固设计应充分考虑施工的可行性，并应避免对未加固部分以及相关的结构、构件和地基基础造成不利的影晌。

结构加固设计应综合考虑结构体系整体加固、构件加固、连接构造措施，结构体系整体加固能显著改善结构整体受力性能，如框架结构加固为框剪结构、排架结构加固为框架结构等。由于结构加固对象为既有建筑，加固方案的选取应考虑现场的可实施性，满足业主的使用要求。同时，结构加固后，应进行结构整体计算，避免对相关结构构件产生不利影响，当这些影响不可避免时应采取相应处理措施。

(3) 既有建筑结构加固设计采用的结构分析方法，除需要考虑下列因素外，与新建



建筑结构设计相同。

①验算结构、构件承载力时，应考虑原结构在加固时的实际受力状况。既有建筑梁、柱等结构构件已经承受一定荷载，且加固过程中很难进行全面卸荷，因此，结构加固时，原构件已有一定的应力水平，新增部分存在应力滞后现象，不同的加固方法对应变滞后有一定考虑，具体实施时应详加考虑，此外，结构加固后，新增部分与原结构共同承载，应保证能共同工作。

②结构上的作用，应经调查或检测核实，并按现行国家标准的规定和要求确定其标准值或代表值。

③结构、构件的尺寸，对原有部分应采用实测值。

④原结构、构件的材料强度标准值应按下列规定取值：

- a. 当原设计文件有效且不怀疑结构有严重的性能退化时，可采用原设计标准值；
- b. 当结构可靠性鉴定认为应重新进行现场检测时，应采用检测结果推定的标准值。

(4) 地震区结构、构件的加固，除应满足承载力要求外，尚应复核其抗震能力。应按照新的结构体系进行结构整体计算，充分考虑新增结构或部分对抗震性能的影响，应避免新增构件或部分造成局部刚度突变，形成薄弱环节。同时，还应考虑结构刚度增大而导致地震作用效应增大的影响。

(5) 结构加固时原结构的应力水平不宜过高，否则应采取卸荷措施。

结构加固设计要考虑原结构应力水平，并采取适当的措施。

结构加固时原结构的应力水平指标 $\beta = S_k / R_k$ 不宜超过下表限值，否则必须进行卸荷加固，使 $\beta \leq \beta_b$ 。式中 S_k 为原结构构件作用组合的效应标准值， R_k 为原结构构件的承载力标准值。

必须卸荷加固的原结构应力水平指标限值 β_b

受力特征	结构裂损程度	
	裂缝及变形在规范允许范围之内	裂缝及变形超出规范规定
轴心受压、偏心受压、斜截面受剪、受扭、局部受压	0.95	0.80
受弯、轴心受拉、偏心受拉	1.00	0.90

(6) 既有建筑加固设计时，应充分了解加固方案实施时对现有结构构件的影响，避免损伤原结构，由于现场条件限制，部分加固方案如需要局部损伤原结构，必须经设计单位同意后实施。

(7) 既有建筑结构加固设计与施工验收可依据《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367)、《建筑抗震加固技术规程》(JGJ 116)、《钢结构加固技术规范》(CECS 77)及《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(GB 50550)等。