

建筑特种工程新技术系列丛书

4

建筑物增层 工程设计与施工

苗启松 主 编

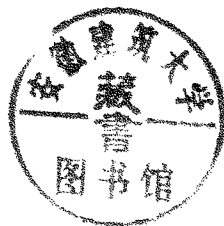
李今保 李文锋 阁东东 副主编

中国建筑工业出版社

建筑特种工程新技术系列丛书4

建筑物增层工程设计与施工

苗启松 主 编
李今保 李文锋 閻东东 副主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物增层工程设计与施工/苗启松主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2012. 12
(建筑特种工程新技术系列丛书 4)
ISBN 978-7-112-14997-1

I. ①建… II. ①苗… III. ①建筑物-改建-建筑设计②建筑物-改建-工程施工 IV. ①TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 298155 号

本书为“建筑特种工程新技术系列丛书”之一。主要内容包括: 绪论; 增层结构地震反应分析方法; 砌体结构增层工程实例与分析; 混凝土结构增层工程实例与分析; 基于层间隔震技术的结构增层; 增层改造工程施工; 地基与基础。

本书供从事建筑增层设计、施工、科研等工程技术人员使用, 并可供高等院校相关专业师生参考。

* * *

责任编辑: 王 跃 郭 栋
责任设计: 张 虹
责任校对: 肖 剑 赵 颖

建筑特种工程新技术系列丛书 4
建筑物增层工程设计与施工

苗启松 主 编
李今保 李文锋 閻东东 副主编

*

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
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{1}{2}$ 插页: 4 字数: 521 千字
2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月第一次印刷

定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-14997-1
(23012)

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)

《建筑特种工程新技术系列丛书》

出版说明

改革开放的伟大进程带来了我国社会和经济建设的大发展，而大规模建筑工程对建筑工作者的科学研究、勘察设计水平、施工技术进步等提出了更高、更多的要求。在此情况下，建筑特种工程的新技术得到了发展和提高。建筑特种工程技术一般包括建筑物（含构筑物）的移位技术、纠倾技术、增层技术、改造加固技术、灾损处理技术、托换技术等。

本《建筑特种工程新技术系列丛书》的出版，是我国改革开放 30 余年来，建筑行业特种工程技术进步的重要标志；是众多工程成功经验和失败教训的深刻总结；是几十年我国在本学科领域科技成果的结晶、技术实力的集中体现；是年轻一代更好地掌握特种工程新技术，学习前人先进技术和经验的一部宝贵、丰富、实用的教科书；是我国建筑行业特种工程技术进步发展的里程碑。丛书的出版将有力地推动我国在建筑特种工程技术领域的更大技术进步和发展。

一、建筑特种工程新技术的应用

建筑物包括构筑物，在建造过程或建成后的使用过程，由于遭受自然灾害（如地震、洪水、海啸、滑坡及泥石流、风灾及地塌陷等）而受损，可采用本技术处理。

建筑工程在勘察、设计、施工中有失误（如勘察中漏查或误查的地下人防工程、岩洞土洞、墓穴、树根和孤石、液化层、软弱夹层等。设计中结构形式选择不合理、断面和配筋量不足、设计参数选用不当、选错基础形式和地基持力层、建筑材料不合格和施工质量低劣等），给建筑物造成严重安全隐患的，可采用本技术处理。

为适应经济发展、生产和生活的需要，对既有建筑物可采用特种工程新技术进行改造、扩建、加固等。

上述建筑物经过检测、鉴定、论证，采用建筑特种工程技术处理后，都能具有继续使用价值，有肯定的经济效益和社会效益。

二、建筑特种工程新技术的内容

建筑物的移位技术包括旋转、抬升、迫降、平行移动，可单项移位或组合多项移位。

建筑物的纠倾技术包括对倾斜的混凝土结构、砌体结构、钢结构、混合结构的多层和高层建筑纠倾等处理，这些建筑可以是框架（筒）结构、框支结构、剪力墙结构等。

建筑物的增层技术包括多层或高层建筑物的局部增层、整体增层、外套增层、地下增层、室内增层、顶部增层等。

建筑物的改造加固技术包括工业建筑物为适应生产发展的改扩建，民用建筑物为扩大使用面积、改善使用功能的改扩建，公共建筑物为适应城市规划和发展等的改扩建工程。

建筑物的灾损处理技术包括对灾害后建筑物或桥梁等构筑物结构物发生错位、移动、倾斜、扭曲变位、结构裂损、过量沉陷、地基土被掏空或破坏、桩基弯曲或折断等处理技术。

建构筑物的托换技术包括对城市、公路、江河湖海上的各类桥梁结构,为增大桥下通航空间的抬升改造托换。对修建城市地铁或矿区采矿,对相邻建筑物的托换加固处理。因环境污染、侵蚀至建筑结构破损的局部或整体托换加固的处理技术。

特种工程新技术还包含各类特殊工程,如水上、海上或岸边建筑,军事工程、地下建筑、沙漠建筑、人防工程、航天工程等环境特殊的各类建筑特种工程的改造、加固和病害处理的技术等等。

三、《建筑特种工程新技术系列丛书》编写的基础与背景

1. 本丛书反映各历史时期关于本学科的技术及其进步。

在“文革”十年,全国的基本建设全面停顿,各类房屋严重不足,而且资金又十分短缺。从20世纪80年代初到90年代初的10年,全国从南到北兴起了“向空中要住房,向旧房要面积”的既有房屋增层改造工程的热潮,许多有条件的旧房都进行了增层改造,扩大了使用面积,改善了使用功能,部分地缓解了当时“房荒”的燃眉之急。许多专业工程公司也应需成立,成为建筑特种工程的生力军。

例1. 哈尔滨秋林公司增层工程:1984年施工。原地上2层,增加2层至4层。是我国较早的有代表性的增层工程。

例2. 北京日报社增层工程:原地上4层,增加4层至8层,采用外套框架结构,框架柱采用大孔径桩基础。

例3. 绥芬河青云市场增层工程:原地上5层,采用外套结构增加4层至9层,同时一侧扩建9层。面积由原11000m²增至31000m²。

例4. 山西矿业集团办公大楼增层工程:原地上3层,采用外套结构增加6层至9层。

与此同时,全国开始了大规模的基本建设。但由于当时资金少、技术水平低、经验不足、规章制度不健全、工期要求急,出现了一些劣质工程,使刚刚竣工或尚未竣工的建筑物发生倾斜、开裂、过量下沉等一系列病害。需拆除的严重者几乎占新建工程1%~2%。为适应当时形势的需要,既有建筑物的纠倾加固病害处理技术迅速发展,工程数量较多。

例1. 哈尔滨齐鲁大厦纠倾工程:地上26层,总高99.6m,倾斜524.7mm。2000年纠倾复位成功。是目前国内纠倾成功最高的大厦。

例2. 大庆油田管理局办公大楼纠倾工程:地上12层,增加1层,总高99.6m,倾斜270mm。2007年增层、纠倾、加固复位成功。

例3. 都江堰奎光塔纠倾加固工程:建于1831年。塔高52.67m,为17层6面砖塔,倾斜1369mm,塔体有45°斜裂缝。首先进行1~11层塔身加固,后纠倾。这是我国古塔倾斜加固成功的范例。汶川地震后,已加固部分塔身完好无损,其上未加固部分出现裂损。

从2000年初,全国的城市和道路交通规划和建设、古建筑及文物保护等工作日益受到重视,因此既有建筑物的移位工程技术又迅速兴起与发展,不仅工程数量多,而且工程难度大、风险大、技术要求高,全国许多高校和科研单位也投入人力、物力,参与和支持这一工程热潮。

例1. 上海音乐厅移位工程:地上水平移位66.46m,抬升3.38m。是我国有代表性的移位工程。

例2. 山东莱芜开发新区办公大楼工程:该建筑15层,高度72m,水平移位78m。是

目前国内移位最高的建筑物。

例 3. 山东东营市永安商场营业楼工程：原地旋转 45° ，移位成功。

例 4. 上海市西环线岭西路立交桥抬升工程：全桥成功抬升 2.7m，扩大了桥下通航高度。

例 5. 天津北安大桥工程：抬升 2.7m，加大了桥下通航高度。

例 6. 广西贺州文物“真武庙”顶升工程：原文物为砖砌结构，毛石基础，处于低洼地。采用先加固、后顶升方案，将文物抬高 1.3m。

2. 本丛书适应当前国家发展的需要，为特种工程研究、检测、监测、设计、施工服务而编写。

进入 21 世纪，由于经济建设规模庞大，房地产业迅速发展，地价猛涨，房价飙升，土地十分宝贵，因此许多房地产商们又开始了新一轮更高一级的“向空中要住房，向旧房要面积”的增层改造工程，以节省高昂的土地投资。

最近几年的自然灾害频频发生，2008 年的汶川大地震及此后的冰冻与洪水灾害，都给我国造成严重人员伤亡和经济损失，救灾、减灾和灾区重建都迫切需要特种工程新技术，对有继续使用价值的灾损建筑物进行处理。

3. 本丛书是在吸取了 20 多年来，有关本学科多次全国性学术研讨会的技术交流成果的基础上而编写的。

以中国老教授协会土木建筑专业委员会为例，从 1991 起，每隔 2 年定期召开全国性的《建筑物改造与病害处理学术研讨会》，已召开过八次会议，每次会议都收到百余篇学术论文，反映了各个时期在全国各地有关建筑物改造与病害处理的技术成果，交流了许多典型工程实施的成功经验与失败教训。数百篇学术论文和技术成果，为本书的编写奠定了极其宝贵的基础。

4. 本丛书是以我国多年来相继颁布有关建筑物改造与病害处理学科多项技术标准为依据而编写的。

多年来国家有关部门，为加强建筑特种工程的设计、施工技术立法与指导，相继多次组织有经验的专家编制了相关技术标准。这些技术标准的颁布与实施，为特种工程设计与施工提供了技术依据，对推动本学科的技术发展和保证工程质量起到重大作用。编写本丛书所依据的重要技术标准，除国家现行的相关技术标准外，还有以下技术标准：

- a. 《铁路房屋增层和纠倾技术规范》(TB 10114—97)；
- b. 《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2012)；
- c. 《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS 225 : 2007)；
- d. 《灾损建筑物处理技术规范》(CECS 269 : 2010)；
- e. 《建筑物托换技术规程》(CECS 295 : 2011)。

5. 本丛书编著成员

参与本书编著的成员是长期从事本学科教学、科研、工程监测与检测、设计与施工，主持过重大项目实施的特种工程专家，他们都具有丰富的工程经验和较高学术水平。同时，多数专家是多项有关本学科技术标准编制组的成员。

四、《建筑特种工程新技术系列丛书》的编著特点

特点 1. 本丛书涵盖的建筑特种工程技术全面，具有明显的广泛性、代表性。本书包

括了目前我国在本学科的全部主要技术内容，如建筑物移位、纠倾、增层、改造加固、灾损处理和托换技术等。是我国在本学科领域当前的技术成果和水平最全面的代表。

特点 2. 本丛书所列内容技术先进，有许多方法是新专利技术的成果，因此本书具有新颖性、创新性。编著本丛书所选用的素材基本体现了我国当前建筑特种工程技术的最高水平和科研的最新成果，体现了我国特种工程先进的技术实力。

特点 3. 本丛书具有明显的实用性和可操作性。本丛书各分册都选用了大量的工程实例，它们都是成功地处理各类“疑难杂症”复杂工程的经验研讨、失败工程的教训剖析、高难度特殊工程的全面总结、典型工程的设计施工方法报导。

特点 4. 本丛书内容充实，是广大青年学子和技术人员学习、探讨本学科技术的最好入门工具和手段。本丛书不仅有丰硕的工程案例，还有较深入的机理探讨、较详细的相关工程技术标准具体应用，有较广泛的特种工程技术的发展展望的研讨。

特点 5. 本丛书的技术内容具有明显的可信性和可靠性，因为参加丛书编著的几十位专家，都是多年来站在特种工程第一线，专门从事本学科的教学、科研、工程实施、技术标准编制等实力雄厚高水平的技术专家。

五、本学科技术的发展与展望

建筑特种工程新技术在建筑领域的重要性会越来越被人们所认识。它是国家抵御自然灾害、抗灾减灾的重要技术支撑；是治理各种建筑物病害、保护国家财富、延长建筑物使用寿命的重要技术手段；随着生产不断发展、人民生活不断提高，它要不断满足人们对各类房屋提出较高使用愿望的要求；随着既有建筑物建成量越来越大，自然灾害越频繁，本门学科的重要性就会越显著。建筑特种工程新技术将随着人类生存的历史长河永存下去，技术将不断创新，应用会更为广泛，本学科的发展前景广阔无限。

前 言

我国目前拥有 400 多亿平方米的公共建筑、各类住宅和工业厂房，由于各类建筑物的建筑年限不同，不少建筑已进入中老年期，若全部推倒重建，将会造成大量人力、物力、财力的浪费，这样既不经济又不现实，但若对其施行加固改造，既可满足新的使用要求，也能产生良好的经济与社会效益。结构增层属于结构加固改造中的一种特殊情况，在结构加固改造中占有的比例很大，在旧建筑物上增层，可增加建筑面积、节约投资和材料，对缓解城市建设用地紧张，改善生产、居住条件，加快城区改造都具有重要意义。随着我国累积的既有建筑的数量越来越多，加固改造任务越来越重，结构增层改造越来越被人们重视，它已成为我国建筑行业一个重要的发展方向。

结构增层工程复杂，包含内容较多，不仅关系到新增建筑结构的设计问题，还包括原结构的抗震鉴定、结构设计使用年限、新旧结构之间的连接、增层结构基础、增层结构的分析方法等等设计与施工问题。本书从以上几个方面的内容入手，是对我国多年建筑增层改造工程经验的总结，也包含了一些最新研究成果，详细地介绍了建筑增层改造工程的设计理论、施工技术以及一些最新研究成果，并给出了多个工程案例。

本书在编写过程中，得到北京交通大学唐业清教授的支持和帮助，在此表示感谢！

本书共分七章：第 1 章为绪论；第 2 章介绍了增层结构地震反应分析方法；第 3 章为砌体结构增层工程实例与分析；第 4 章为混凝土结构增层工程实例与分析；第 5 章基于层间隔震技术的结构增层、第 6 章增层改造工程施工、第 7 章地基与基础。本书由苗启松主编，参加本书编写工作的有：苗启松、閻东东（第 1 章），閻东东、秦凯（第 2 章），閻东东、尹飞（第 3 章），閻东东、李文峰（第 4 章），閻东东、苗启松（第 5 章），李今保（第 6 章），孙宏伟、方云飞（第 7 章）。全书由苗启松统稿。

本书编者力求做到内容全面，重点突出，概念清晰，反映最新研究成果。但由于本书覆盖面广，所涉及的增层设计标准不一，尚有诸多不完善之处。限于编者水平，难免存在欠疏漏、错误之处，恳请各位读者批评指正。

编者
2012 年 7 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 既有建筑增层改造的方法分类	2
1.2 房屋增层技术研究现状	6
1.3 研究中尚需解决的问题	10
1.4 本书主要内容	12
第2章 增层结构地震反应分析方法	13
2.1 增层结构地震反应分析方法	14
2.2 非比例阻尼实用分析方法	20
2.3 增层后的混合结构阻尼比实用计算方法	22
2.4 混合结构阻尼比计算算例	25
第3章 砌体结构增层工程实例与分析	33
3.1 概述	33
3.2 砌体结构增层的基本原则与方法	33
3.3 砖混结构顶部钢结构增层抗震性能分析	41
3.4 楼体套建工程结构设计与施工措施	45
3.5 哈尔滨工业大学动力楼巨型框架增层结构设计与测试	53
第4章 混凝土结构增层工程实例与分析	62
4.1 概述	62
4.2 混凝土结构增层方法	62
4.3 某综合楼加层改造的抗震鉴定	69
4.4 某高层建筑屋顶增层结构设计方案	73
4.5 北京国际金融中心结构加层加固设计	80
4.6 绥芬河青云市场套(扩)建工程结构设计与施工措施研究	86
4.7 新型转换结构在外套框架增层工程中的应用	99
4.8 安化楼综合服务大厦增层加固设计	103
4.9 山东新汶矿业集团总部办公楼外套增层工程	106
4.10 中电技公司办公楼加层改造及相关问题的研究	108
4.11 济南客站原候车室鉴定加固与增层改造设计	113
4.12 某综合楼框架-剪力墙结构加层改造工程的设计与施工	119
4.13 公主坟商业大厦加固改造与加层设计	122
4.14 增层工程实例分析简表	132
第5章 基于层间隔震技术的结构增层	142
5.1 概述	142
5.2 结构增层隔震理论分析	143
5.3 结构增层隔震技术的原则	146
5.4 砌体结构顶部加层隔震试验	149

5.5	高层钢筋混凝土结构顶部加层隔震试验	183
5.6	建筑加(插)层改造工程中的隔震消能体系	202
5.7	某高位层间隔震加固结构分析研究	215
5.8	北京市老旧砌体住宅加层结构分析	223
第6章	增层改造工程施工	232
6.1	增层改造工程施工的基本规定	232
6.2	增层改造工程施工	234
6.3	某办公楼外套框架增层改造综合施工技术	253
6.4	框架结构的增层及改造	256
6.5	增层工程钢结构与钢筋混凝土转换层施工技术	259
第7章	地基与基础	263
7.1	基本规定	263
7.2	基础加固	270
7.3	地基加固	278
7.4	工程实例	294

第 1 章 绪 论

随着全球各国经济发展速度的加快,各国都存在着一个至关重要的问题就是旧房屋已不能满足现代经济发展的需求,而且占据大量的土地。但是拆除重建不仅费用太高,而且浪费了大量的时间,产生大量建筑垃圾。对既有建筑的增层是当前解决此问题的重要途径和手段。

二次世界大战后,世界上经济发达的国家大致经历了三个不同的发展阶段:①大规模新建;②新建与维修改造并重;③旧房屋更新改造。20 世纪以来,经济发达的国家先后进入了以旧房屋改造增层的阶段,而且增层改造工程量仍然处于上升趋势。20 世纪 70 年代末,经济发达国家就已步入这一时期,目前维修、加固、改造费用占总建设投资的 70% 以上。我国人口众多,土地资源有限,每年的基本建设、工业废料堆积又占用大量的土地。按设计基准期 50 年计算,我国约有几十亿平方米的建筑物已进入了“中年”或“老年”服役阶段,若全部推倒重建,将会造成大量人力、物力、财力的浪费,这样既不经济又不现实,但若对其施行加固改造,既可满足新的使用要求,也能产生良好的经济与社会效益。近几十年来,国内外在既有建筑物的加固改造理论与技术的研究与应用方面发展很快,并且取得了显著的社会效益和经济效益。美国、日本、丹麦、加拿大等国家已制定完备的既有建筑维修改造方面的规范和政策,美国将改造旧建筑和建造新建筑列为同等重要的位置,英国、意大利、希腊等欧洲国家尤其重视对古建筑保护修复技术的研究。英国 20 世纪 80 年代进行的建筑物维修改造工程,已占英国建筑工程总量的 1/3。瑞典 1983 年用于旧房的维修改造投资已占建筑工程总投资的 50%。我国旧建筑物改造工程发展很快,出现了许多具有特色的增层改造工程,如上海市在 20 世纪六七十年代就已通过增层增加房屋面积 58 万 m^2 。

正如唐业清教授在 20 世纪 90 年代初对《南方周末》记者所述:“向空中要住房,向旧房要面积,用新建与旧房增层改造两条腿走路”的办法解决我国各类用房的严重不足”。在这“用两条腿走路”的办法下,我国旧房增层改造事业得到了迅猛的发展。然而,当我们在另外一个角度来观察方兴未艾的增层改造工程形势时,可以说,它真正顺应了可持续发展的建设节约型社会的方针,避免了一些本可以增层改造升值继续使用的既有建筑变成有碍环境的“建筑垃圾”,是一件厉行节约、积累财富、利国利民的大事。

目前,我国对既有建筑的增层改造工程,由单栋房屋的小面积增层改造,发展到成片住宅区的增层或大面积建筑物的增层改造;由民用建筑的增层改造,发展到工业建筑的增层改造;由住宅房屋的增层改造,发展到大型商店和公共建筑的增层改造;由在砖混结构上直接增层,发展到采用外套框架增层及外扩结构增层;由对旧建筑进行增层改造,发展到对新建建筑的增层改造;总之,在大规模对既有建筑进行增层改造的高潮中,发展很快,数量众多,结构形式多样,工程繁简不一,增加的楼层高低各异,增层与改造紧密结合,出现了许多具有特色的增层改造工程。

在中国老教授协会土木建筑（含病害处理）专业委员会的主持下，已经召开了十次全国性的房屋增层改造交流会，为提高我国建筑物增层改造技术水平作出了巨大的贡献。实践证明：旧房通过增层改造，不仅提高了土地使用率，降低了工程造价，而且延长了旧建筑物的使用寿命。通过增层向旧房要面积，以新建工程和旧房增层改造两手抓的办法，可以缓解我国用地紧张、各类用房不足的矛盾。另一方面，由于总体规划缺乏和设计理念的局限，导致很多过去建造的旧建筑都存在环境设计、房屋布局、层高等不合理现象，特别是随着人民生活水平的提高，建筑功能越来越不满足人们的需要。

增层改造对缓解城市建设用地紧张，改善生产、居住条件，加快城区改造都具有现实意义，是适合我国国情和经济技术条件的一项利国利民的技术政策。其优势主要有以下几个方面：

（1）对建筑物的增层可以扩大建筑面积，增加单位土地面积住房的容积率，充分利用城市空间，解决我国用房紧张的矛盾，对建筑物的增层可以大大改善原有建筑使用功能，满足生产生活需求。

（2）我国 20 世纪 70 年代以前建造的房屋大多未考虑抗震设计，因此可将抗震加固和增层改造结合起来考虑，既增加了使用面积，又增强了房屋抗震能力，延长建筑物使用年限。

（3）增层改造的同时对建筑平、立面进行调整和室内外装修，使旧房焕然一新，既改善了人们的居住条件，又保持了原建筑的特色和风貌，美化了城市环境。

（4）充分利用旧房屋在长期荷载作用下地基承载力的增长值，在地基不需要处理或略微处理的情况下，原有建筑物的承载力潜力可以大大降低增层过程中的工程造价，其经济效益十分显著。

（5）增层过程中对原有建筑物的使用功能影响较小，可以在原有建筑物中工作学习，而增层部分同时施工，无形中也可以节约出很大部分开支。对于生产生活急需扩大房屋使用面积的单位，在不影响正常生产、办公、居住的条件下进行施工，可很好地解决住户临时安置问题。

综上所述，对既有建筑物进行增层改造具有很大的必要性和优越性，是符合我国国情的一项举措，是提高既有建筑的经济、社会效益的一条有效途径。因此，既有建筑增层改造的理论和具有重要的研究意义。

1.1 既有建筑增层改造的方法分类

房屋增层改造是一项对原有建筑进行改造、扩充、挖潜、加固等的综合性活动，是在原有结构、建筑基础上，进行新的建筑创作，在安全、可靠、经济合理的前提下，满足新的功能标准和各项改善要求。增层改造与新建不同，由于其涉及已有建筑和新建建筑两部分，影响因素多，技术难度大，必须妥善处理好设计和施工等技术问题。因此，采用合理、可靠、可行的结构形式对房屋增层改造尤为重要。

对房屋进行增层鉴定后，适宜增层者，尚应进行多方案比较，选择最佳方案进行增层、加固设计。总的来说，建筑物增层可分为向上增层、室内增层和地下增层三大类，分类表如表 1-1 所示。

1.1 既有建筑增层改造的方法分类

建筑物增层方式分类表

表 1-1

分类		增层方案		适用条件	增层措施	
向上 加层	直接增 层法	砖混结构直接增层		原建筑为砖混结构		
		底层全框架直接增层		非地震区	增设钢筋混凝土“门”形刚架 与原框架柱形成组合柱	
		多层内框架直接增层		原结构为内框架结构， 后需要大空间	采用托换技术	
		多层全框架直接增层		采用框架结构增层	新旧柱子直接连接	
		加承重横墙、纵墙增层		平面使用功能由大空间 变出小空间	增设承重墙	
		轻钢结构直接增层			直接增设轻钢结构	
	外套 结构 增层	外套框架结构及外包 混凝土套结构增层			外套结构	
		长 腿 柱 增 层	底层框架、上部砖混		适用于旧房屋宽度不大或 既有结构层数不多的情况	增设构造柱
			多层大跨度增层			
			多层框架内柱不落地增层			变化柱刚度，底层梁设计
			多层框架吊柱式增层			加高顶层大梁
			多层带斜杆空腹式桁架增层			采用空腹桁架
			组合网架楼盖增层			采用组合网架
		短 腿 柱 增 层	与旧房砖墙相连接增层		适用于旧房屋宽度大或既 有结构层数较多的情况	新旧结构连接构造
			与旧房框架相连接增层			新旧结构连接构造
			新旧房通过锚杆连接增层			增设拉杆
			新旧房通过特制传力 或减震装置连接增层			增设减震耗能装置
			壁箍式连接增层			外套框架横梁为薄腹梁， 沿周边形成闭合的箍梁
		其他	外扩式增层		周边允许扩建时	既有结构和建筑物周边设剪力墙及 短梁；既有结构两端增设筒式结构
			增设内柱式增层		增层时对旧建筑的使用有影响	增设内柱
室内 加层	砖混结构增层					
	内框架增层					
	吊柱式增层					
	悬挑式增层					
	旧天井加柱增层			天井改楼层		
地下 增层	延伸式增层			原建筑物地下室通过地下增层		
	水平扩建式增层			原建筑物地下室向外扩建		
	混合式(水平与延伸的综合)			水平扩展改建和延伸增 层综合运用		
	原地下结构空间内改建增层			原建筑物地下室室内增层		

1.1.1 直接增层法

直接增层法是指在旧房主体结构上直接加高,增层的荷载全部或部分由旧房基础、梁、柱承担的方法。直接增层法适用于原结构的墙体和基础的承载力有一定富裕和潜力的前提下,且开间较小,而增层改建也无大开间要求的情况,这时直接增层方案的经济性较好,工期较短,应予以优先考虑。但是,直接增层往往会造成原结构的主体承重结构或地基基础难以承受过大的增层荷载,或原有结构抗震措施不力,会对原结构的抗震很不利,而大规模的加固原结构不仅费时费力而且很不经济;此外还有其他一些原因使直接增层法受到很大限制,如新增结构的建筑布局受制于原结构,或用户搬迁困难,增层施工时不能停止使用等等。而改变既有房屋的结构布置和荷载传递路径通常只能解决局部构件承载力不足的问题,在很大程度上还要借助原房屋的承载力,增加的层数也不宜超过三层,往往不能满足业主增加多层的要求。

1.1.2 外套增层法

外套增层法是指在原结构外增设外套结构(框架-剪力墙或框架等),使增层后的荷载通过外套结构传给新做基础的一种增层方法。所谓外套结构增层法,就是在原房屋外面增设新的结构形式,将原结构“套”或“包”在里面,所以形象地称为外套结构或套建结构。外套结构的形式很多,但本质上分别属于分离式或整体式两种,其中最常用的是外套框架,其他的外套结构形式都是由外套框架概念衍生而来的。外套增层法主要包括分离式和整体式外套增层两种。

分离式是指新增结构同原结构彻底分开,无任何连接,新旧结构体系之间留有足够宽的抗震缝,新旧结构各自独立地承担竖向荷载和抵抗侧力。增层部分完全按新结构设计,原结构按抗震鉴定标准进行鉴定加固。分离式增层具有传力路径明确、计算简图明晰、对原结构影响较小且增加的结构平面布置灵活、不受原结构的限制等优点,因而应用较广。分离式外套增层法具有以下特点:

- 1) 外套增层的荷载通过外套结构直接传至新设置的基础,再转至地基。
- 2) 外套增层的施工期间不影响原建筑物的正常使用,即原建筑物内可不停产、不搬迁。
- 3) 外套增层结构横跨原建筑的大梁,一般跨度均较大,有的可达十几米,甚至更大。因此,大梁的结构形式应采用比较先进的技术,如预应力结构、钢混组合结构、桁架结构、空腹桁架结构、钢结构等。这样,可减小大梁的断面,相应减小新外套增层的层高和总高。
- 4) 外套增层的层数可根据具体情况和需要,几层至十几层,甚至更多。使建筑场地的容积率加大几倍至十几倍,实现更有效地利用国土资源。
- 5) 外套增层的外套部分和增层部分是完全新建的建筑,其建筑立面、装修风格等等可与周围建筑物相协调。特别是在旧城改造进行新的规划时,采用外套增层可满足城市规划的外观要求,提高城市现代化整体水平。
- 6) 可不受旧房不合理的平面限制和结构类型的限制,因此,可选用各种新的建筑材料和采用新的、先进的结构形式,可使建筑立面全新,美化市容,无增层痕迹。
- 7) 外套增层与原建筑完全分开时,两者的使用年限的差别得到解决。原建筑达到使用年限需拆除时,不影响外套增层建筑的继续使用。

8) 外套增层结构的刚度沿竖向的分布是不均匀的。特别是首层较高时,形成了“高鸡腿”结构,首层与二层刚度突变,对抗震非常不利。选择增层方案、进行设计、确定节点构造时,应高度重视。

整体式外套结构,即将新旧结构采用某种连接构造连接起来形成整体来共同抵抗侧力。在充分利用原结构的抗震潜力,通过连接的作用使新旧结构互相制约,彼此传递能量,共同抵抗侧力,改善结构整体抗震性能。整体式减小了底层柱的计算长度,提高了抗侧刚度。但增层后新旧结构之间作用不明确,新旧结构交织在一起,竖向和水平传力路径复杂,难以形成清晰、明确的计算简图。由于缺乏试验数据和震害资料的实证,无法验证新旧结构的实际受力情况是否和计算模型相符。

1.1.3 改变荷载传递增层法

即原房屋的基础及承重结构体系不能满足增层与改造后承载力或变形的要求,或由于房屋使用功能改变,需要改变建筑平面布置,相应需改变结构布置及其荷载传递途径的增层与改造方法。适用于原房屋墙体结构有承载潜力,增设部分墙体、柱或经局部加固处理,即可满足增层与改造要求的房屋。

1.1.4 室内增层法

室内增层是指在建筑室内增加楼层或夹层的一种增层方式。室内增层的结构形式一般有四种:分离式,整体式,吊挂式,悬挑式。

(1) 分离式室内增层是指在室内增加新的承重结构体系,四周与旧房完全脱开,新加部分可做成框架承重体系或砖混结构承重体系。如果新增结构体系为砖混结构,则为内套开口房屋,对抗震不利,不能用于抗震设防地区。

(2) 整体式室内增层,是指在室内增层时将室内新承重结构与旧房结构连在一起,共同承担房屋增层后的竖向荷载和总水平荷载,它可以利用旧房墙、柱和基础的潜力,整体性好,有利于抗震。其缺点是需对旧房进行鉴定加固,且梁柱节点处理较困难。

(3) 吊挂式室内增层是采用吊挂式结构把增层荷载传递到上一层楼盖。适用于室内不允许立柱、立墙时的增层。采用吊挂结构进行室内增层是一种比较新颖的增层方法,悬挂轻质结构是在一定条件下进行室内增层的理想结构形式,原则上可以减少地震对结构的作用。

(4) 悬挑式室内增层,是指用悬挑结构将荷载传到原建筑物上,同吊挂式一样适用于室内不允许立柱、立墙的工程中。

室内增层能够充分利用原有建筑的室内空间,不改变原建筑立面,无增层痕迹,是一种经济合理的增层形式。

1.1.5 地下增层法

地下增层是指为了充分利用地下空间而出现的增层形式。具体有以下几种形式:

(1) 新增局部地下室。一般是在单层空旷的中部离旧房基础较远的地方后建地下室,简单易行,不影响旧房基础。

(2) 将旧房地下室向四周扩建,一般只在旧地下室的一边或两遍扩建,也简单易行。

(3) 后建防空洞式地下室。

(4) 在旧地室内增加夹层或设备楼层,适用于原地下室净高较大的情形。

(5) 将原基础回填土部分改造成地下室,当旧房为筏基且埋深较大时可以采用此

方法。

(6) 将旧箱基向四周扩大。高层建筑增层时可采用此方法。

地下增层比较方便易行,不需要加固原有建筑物即可进行,能够保证抗震要求,处理建筑立面较方便。

1.1.6 其他增层法

结构被动控制技术是将结构的某些部件设计成耗能部件或安装一些阻尼器来消耗结构的部分振动能量,从而减小结构的振动反应。因其构造简单,造价低廉,可靠性高,易于维护且无需外界能源支持等优点,在工程中得到广泛的运用。在既有建筑与增层部分之间设置阻尼器、隔震支座等被动耗能装置,可以耗散地震输入的能量,减少原结构及增层部分的地震反应。该方法的关键在于合理确定耗能装置的参数、布置,从理论上讲,可以在减少或不增加总投资的情况下使新增结构和原结构的地震反应均降低。

1.2 房屋增层技术研究现状

随着增层技术在我国房屋增层与改造中的广泛应用,与之相关的技术问题的研究越来越受到工程界的普遍重视。

进入 20 世纪 90 年代以来,在国际建筑业新建市场日趋萎缩的情况下,以旧住宅为主要对象的建筑维修改造业正发展成为“朝阳产业”,其所占建筑市场的份额在不断扩大,成为传统产业中带动各国经济发展的一个新的经济增长点之一。据有关调查资料,英、美两国在 1985 年的建筑维修改造市场进入全盛时期,仅商业、工业及办公建筑的改造投资就达 965 亿美元。其增层改造的房屋已由多、低层发展为高层增层,如美国的 Julsa Oklahoma 中州大楼的增层改造,就是在原 16 层建筑内构造一个筒体结构来承担上部 21 层增层建筑,成为世界上增层层数最多的增层改造建筑,如图 1-1 所示。

意大利的 Naples 市政府办公楼也是很有特色的增层工程,如图 1-2 所示。原建筑包括地下室在内共 4 层,要求增加五层,同时要求在施工期间不能停用。因此,该工程在靠

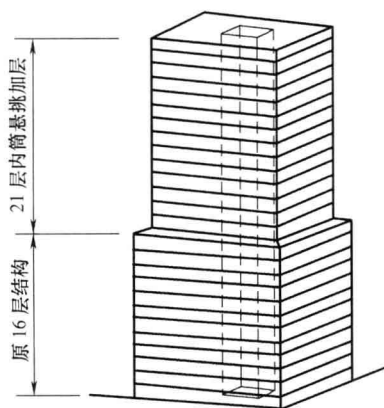


图 1-1 美国 Julsa Oklahoma 中州大楼

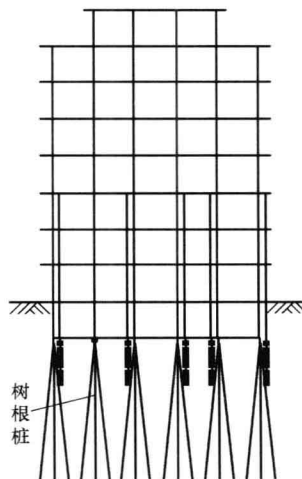


图 1-2 意大利 Naples 市政办公楼

近原结构基础采用树根桩，树根桩上做基础梁，基础梁上起钢柱，钢柱穿越原结构直通屋面。白天办公楼不停止使用，施工在夜晚进行。增层的5层钢框架完成后，拆除原3层房屋并重建下面几层，并将有关楼板和整个结构连接起来形成整体。

我国建于1915年的上海工艺美术品服务部的增层改造是我国最早的既有建筑增层改造实践之一，如图1-3所示。通过外套增层后的原纺织工业部办公楼（由3层增至5层）如图1-4所示。

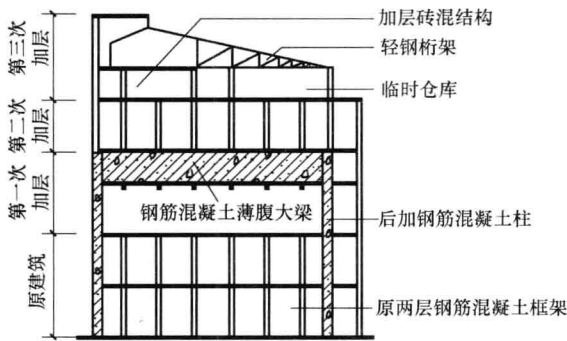


图 1-3 上海工艺美术品服务部增层改造



图 1-4 原纺织工业部办公楼增层改造

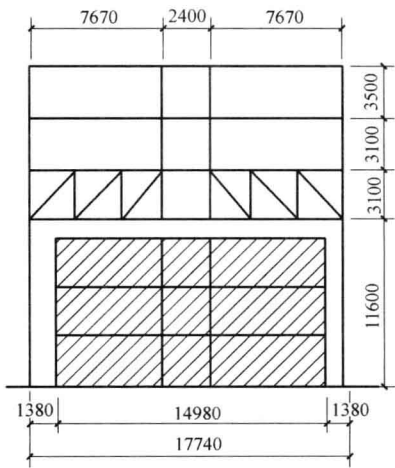


图 1-5 西安煤航宾馆跃层增层示意图

西安煤航宾馆原建筑是20世纪50年代修建的三层砖混木屋盖结构，采用分离式跃层增层结构，增层结构的第一道横向跨间结构跨度达17.74m，如图1-5所示。设计采用预应力钢筋混凝土桁架结构，桁架占结构一层。桁架与两侧的柱子刚接，称为横向框架的一部分。桁架的上部两层为三跨结构，桁架的下部为单层结构，桁架本身是结构转换层，将上部三跨结构转换为下部的单跨结构。桁架本身除支承位于上下弦平面的两层楼面荷载外，还支承着由走廊柱传来的上部两层楼盖荷载和隔墙自重。桁架式增层结构最重要的横向承重结构，是此工程增层结构设计的关键部位。

新乡百货大楼采用了钢筋混凝土柱多层35m跨组合网架楼（屋）盖结构方案，如图1-6所示。组合网架结构充分发挥了钢材和混凝土两种材料的优势，将承重结构和围护功