

JIAN(GOU) ZHUWU JIAGU GAIZAO

建(构)筑物

加 固 改 造

徐至钧 嵇转平 等编著



化学工业出版社

JIAN(GOU)ZHUWU JIAGU GAIZAO

建(构)筑物

加固改造

徐至钧 嵇转平 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：49.00元

本书根据最近出版的中国工程建设标准化协会标准《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS: 2007) 指导意见和精神编写, 共分十章: 第一章总论, 第二章移位工程, 第三章纠倾工程, 第四章地基基础加固, 第五章结构加固, 第六章建(构)筑物增层改造与基础托换, 第七章塔型基础混凝土构架热辐射的影响, 第八章混凝土结构的裂缝诊断分析与处理, 第九章防火、防爆、防腐蚀, 第十章特种结构的加固处理等内容。

本书有理论、有分析、有实例, 具有很强的实用性、针对性, 内容完整, 便于分析比较应用。本书可供相关专业的工程技术人员及科研单位、大专院校的相关学科师生工作与学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建(构)筑物加固改造/徐至钧, 嵇转平等编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-122-02509-8

I. 建… II. ①徐… ②嵇… III. ①建筑物-加固②建筑物-改造
IV. TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 047386 号

责任编辑: 马燕珠 郭乃铎

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 21½ 字数 433 千字 2008 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2008—23 号

前言

建(构)筑物的加固改造包含建(构)筑物的移位、纠倾、增层、结构改造加固、地基基础加固等内容,这是一门新兴的学科。中国工程建设标准化协会已颁布了《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS:2007),这是我国第一部对建(构)筑物加固改造方面的新规范,对这个新学科的建设和发展有着重要意义,是新学科进步的重要标志,并有着深远的意义。

1949年以来,建筑业得到了蓬勃的发展,我国现拥有400多亿平方米的公共建筑、各类住宅和工业建筑,这是我国人民生活水平得到提高的雄厚物质基础,也是建筑界广大工程技术人员辛勤劳动的丰硕成果。然而,和其他行业一样,由于各类建(构)筑物的建筑年限不同,不少建筑进入中、老年期,有的因建筑物本身先天不足,存在一些工程质量问题;有的建筑因人们的生活、生产活动,而产生破损及其加固处理问题;有的因后天管理不善或遭受不同的自然灾害而损伤;有的为适应新的使用要求,需进行改造加固等。实践证明,建筑业的设计、施工及长期使用管理是一项十分复杂的生产技术活动,是一个系统工程。既然建(构)筑物的质量问题和破损问题在所难免,那么,对建(构)筑物的破损事故分析及处理便成为必然。

根据初步分析统计,建(构)筑物约50%需要分期分批进行加固和维修,其中约20%又亟待鉴定和加固。有鉴于此,在21世纪对建(构)筑物加固改造的任务繁重。作为工程技术人员,不仅应高度重视新建工程的设计、施工,使工程质量问题减小到最低限度,还应高度重视已建工程的质量追踪,重视对建(构)筑物的破损事故分析及其加固处理工作,以保证建(构)筑物的正常使用,使其发挥应有的社会、经济效益。

本书根据最近颁布的中国工程建设标准化协会标准《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS:2007)的指导意见和精神编写,共分十章:第一章总论,第二章移位工程,第三章纠倾工程,第四章地基基础加固,第五章结构加固,第六章建(构)筑物增层改造与基础托换,第七章塔型基础混凝土构架热辐射的影响,第八章混凝土结构的裂缝诊断分析与处理,第九章防火、防爆、防腐蚀,第十章特种结构筑物的加固等内容。本书有理论、有分析、有实例,具有很强的实用性、针对性,内容完整,便于分析比较应用。本书可供相关专业的工程技术人员及科研单位、大专院校的相关学科师生工作与学习参考。

本书由深圳通力建设工程公司教授级高级工程师徐至钧和中国石油化工集团公司建筑设计技术中心站嵇转平主任等编著,徐祥兴、张鑫、张勇、付细泉、韩

新涛、魏焕卫、徐磊铭、李景、杨瑞清、易亚东、张亦农、全科政、林婷同志参加了部分编写和核对等工作。并由下列同志提供技术总结：谢党泽、从开晓、王德军、吕军、卢明全、吉国珍、刘万勇、宋彧、安丽丽、曹凯、祁怀通、孔令泉、李学强、何国富、张连中、王超、王文升、刘晓建、郑其俊、廖洪波、张进魁、孟利民、梁柱、蔡节、刘卡丁、何国富、潘洪光、黄树强、高淑贤、王金成、付静、赵娟、李喜梅、郑成瑞、析纳维、吴绍珍、李劲松、洪成立、江成祥、张晓晴、范有声、刁学优、许锴、魏金生、高玮、孙魁、刘成铁等，在此表示衷心的感谢。

由于时间短，加之编者水平所限，本书仍会有不少疏漏之处，热诚期望广大读者批评、指正。

编者

2008年1月于深圳

目 录

第一章 建筑物加固改造的发展	1
一、建筑物加固改造的内容涵义	1
二、本学科的发展概况	2
三、目前已批准使用的加固改造技术标准、规范、规程	3
四、学术交流社会团体与技术交流活动简介	3
五、在新形势下建筑物加固改造专业公司不断涌现	4
六、《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》的编制与送审	5
七、本世纪的工作重点	5
八、今后的目标和展望	6
九、几点建议	6
第二章 移位工程	7
一、移位工程应遵守的规定	8
二、移位工程应考虑基础沉降	8
三、移位工程设计	8
四、移位工程施工	11
五、检测与验收	13
六、【工程实例】 特大型塔器及大型钢框架整体液压连续平移施工技术	13
七、国内外建筑物整体平移技术的发展	25
第三章 纠倾工程	30
一、建（构）筑物纠倾技术进展	30
二、工程实例	44
【工程实例一】 合成塔框架基础的纠倾处理	44
【工程实例二】 电除雾器框架楼纠倾	47
【工程实例三】 某化工总厂 7# 烟囱纠倾扶正工程实践	50
【工程实例四】 某石油一厂复杂地基倾斜斜建筑物纠倾扶正	57
【工程实例五】 某设计院某条形基础砖混结构住宅楼纠倾难点分析	65
【工程实例六】 油罐基础经地基强夯处理后的纠倾加固	68
第四章 地基基础加固	82
第一节 建（构）筑物的地基处理	82
一、地基处理的目的	82

二、各类地基处理技术的发展	83
三、地基处理的基本原则	88
四、工程实例	89
【工程实例一】 采用分层高夯击能强夯处理高填土地基	89
【工程实例二】 柱锤冲扩桩法处理大型油罐地基	97
【工程实例三】 大连石化填海区采用强夯处理抛石地基建成大型储罐	107
【工程实例四】 山区地基建大型储罐地基处理	112
【工程实例五】 小直径钻孔灌注桩加固塔型设备基础	118
【工程实例六】 热桩技术及其在高寒地区输油管线建设中的应用	122
第二节 既有建(构)筑物地基基础加固	126
一、既有建(构)筑物地基基础常见病害	126
二、基础突发沉降原因分析	126
三、事故处理与解决措施	131
第三节 地基基础加固方法	132
第五章 结构加固	139
一、建(构)筑物整体性加固	139
二、结构构件的加固补强	140
三、既有建筑物裂缝修补	140
四、抗震加固	144
五、工程实例	144
【工程实例一】 塔基础结构的加固	144
【工程实例二】 某炼油厂催化裂化装置中两器框架加固设计	154
【工程实例三】 某石化装置框架加固分析与处理对策	159
【工程实例四】 钢构架加固设计	166
【工程实例五】 石油化工构筑物抗震加固	169
第六章 建(构)筑物增层改造与基础托换	176
一、建筑物增层改造项目的确定	176
二、增层、改造工程的工作程序	177
三、增层改造方法	177
四、增层改造的设计要点	183
五、基础托换	188
六、工程实例	191
【工程实例一】 中石油地球物理勘探局办公大楼增层设计	191
【工程实例二】 深圳地铁百货广场桩基托换工程	194
第七章 塔型基础混凝土构架热辐射的影响	204
一、塔型基础受热辐射的调查	204

二、隔热辐射的隔热降温措施	210
三、纤维混凝土的应用	212
四、工程实例	221
第八章 混凝土结构的裂缝诊断分析与处理	223
一、混凝土的裂缝	223
二、工程实例	229
【工程实例一】 储罐环墙基础的裂缝分析处理	229
【工程实例二】 钢筋混凝土圆形水池裂缝分析与处理	238
【工程实例三】 给水排水构筑物裂缝的成因及控制	243
【工程实例四】 大型调节池裂缝原因分析	247
【工程实例五】 2# 沉淀池壁裂缝产生的原因及防治措施	252
【工程实例六】 某炼油厂水池裂缝修补实例	260
第九章 防火、防爆、防腐蚀	266
一、火灾后的结构诊断及处理	266
二、石油化工装置控制室和防爆门的抗爆设计	275
三、石油化工建(构)筑物与基础的防腐蚀	284
四、工程实例	286
【工程实例一】 受严重腐蚀的合成塔塔架	286
【工程实例二】 某 80m 混凝土烟囱裂缝及盐酸腐蚀鉴定与分析	288
【工程实例三】 某油田站场综合防腐措施及其应用	294
第十章 特种结构的加固处理	301
一、概述	301
二、工程实例	301
【工程实例一】 冷换构架振动事故的分析与处理	301
【工程实例二】 大体积高塔基础混凝土质量事故的处理	306
【工程实例三】 钢筋混凝土地下水池浮升事故的处理	309
【工程实例四】 柔性铰接管架的加固和处理	313
附录 钢筋混凝土结构裂缝控制指南	322
参考文献	334

第一章 建筑物加固改造的发展

一、建筑物加固改造的内容涵义

建筑物加固改造是这一学科总的名称，其包含内容广泛，具体可进一步分类如下。

1. 建（构）筑物的移位工程

根据城市建设规划的要求，对于妨碍交通和影响城市功能的临街建筑进行移位处理，也包括对各类古建筑进行移位处理；构筑物移位；在各类工业建筑中，随着生产规模的扩大，各类设备容器及构架的移位。采用SQD型松卡式千斤顶将超高、超大、超重的塔器和框架进行整体液压连续平移。

2. 建（构）筑物的纠倾工程

由于各种原因有的建筑物在建设或使用过程中发生不均匀沉降，造成建筑的倾斜，其中也包括烟囱纠倾、高层建筑纠倾和古建筑纠倾等，常用纠倾方法有迫降法、顶升法、预留法、浸水纠倾法等，人们不断尝试采用合适的方法对倾斜的构筑物进行纠倾扶正，但由于构筑物倾斜的复杂性，场地条件的复杂性，不同的纠倾方法和加固措施也不同，从而促进了这门纠倾技术的发展。

3. 增层改造与托换工程

增层改造是一项利多弊少的工作，由于不占用更多的土地，可以在原有建筑物上加层，扩大了使用面积，花耗的投资也少，所以现有不少单位采用增层改造的方法。增层改造包括直接增层、外套增层、室内增层、地下增层等方法，当被增层建筑物基础不能满足上部结构的荷重时，将基础加固进行托换桩体或托换承台，将托换结构与上部结构进行托换连接。

4. 结构加固改造工程

结构加固是一项量大面广的工作，建筑物年久失修，建筑的移位、纠倾、增层、改造都需要进行建筑物的结构加固，以及自然或人为灾害而损坏的建筑物加固处理，如地震、泥石流、飓风、火灾、洪水等灾害造成建筑物损坏，进行抢修与加固。加固范围一般分建筑物的整体性加固、结构构件的加固，既有建筑物的裂缝修补等，加固结构的结构形式包括钢筋混凝土结构加固、钢结构加固和砌体结构的加固等，常用的加固方法有增大原结构的截面，外包钢加固、预应力加固、改变原受力体系加固、原构件外部粘贴碳纤维布加固及水泥灌浆或喷射修补加固等，结构加固内容广泛，加固方法多种多样。

② 居住状况, 普查范围内的住户共有 3977 万户, 1 亿 54 万人, 住宅使用面积 15 亿平方米, 户均 37.94m^2 , 人均 6.36m^2 。其中市区的居住水平要比县镇低, 为 6.1m^2 , 县镇为 6.84m^2 。

1980 年末, 在我国两百多个设市的城市中, 还有危险住房约 3000 万平方米, 占住宅总面积的 7%, 其中北京市有 200 万平方米, 上海市有 54 万平方米。在工业建筑中危房约有 1300 万平方米, 占工业建筑的 3%。

目前我国已建成的各类建构筑物已达 400 多亿平方米, 而每年还以 5 亿多平方米的规模发展。在已有建筑物中有很大部分是 20 世纪 50 年代和 60 年代建成的, 这些建筑物已分别进入了“中年”和“老年”期, 需要进行维修和加固。据有关部门统计, 在我国现有的 50 亿平方米的建筑物中, 约有 50% 需分期分批地进行鉴定加固处理, 其中约有 10 亿平方米建筑物亟待加固、维修。当前在全国范围内建筑物的加固改造工程数量之多、工程量之大, 也是世界中少有。另外在改革开放以后, 建设的大批建筑物中也有不少建筑物因工程质量、管理不善及自然灾害的损坏等原因也需大量维修和加固。

为迎接北京奥运会、上海世博会, 我国又开展了大规模的城乡建设, 对一些重要酒店、体育运动设施、公共建筑物正在进行大量的改扩建和加固。如北京饭店二期工程、五洲大酒店的改造加固工程、北京奥林匹克体育场的改造工程、北京民族饭店的改造工程以及北京展览馆的改造工程等。全国各地都有这类大型既有建筑物的加固改造工程。

面对上述形势, 为配合我国建筑物改造加固技术的发展, 建筑物移位、纠倾、增层改造与基础托换、结构加固、地基处理与基础加固、沉降控制以及建筑物爆破拆除与深基坑支护事故的处理等工程实践大量涌现, 并大大推动了本学科的大发展。

三、目前已批准使用的加固改造技术标准、规范、规程

本学科按照建筑物加固改造的发展, 各部门从 1990 年起至今已制订颁布了一系列建筑物加固改造技术标准, 见表 1-1。从表 1-1 可见, 1990 年颁布了《混凝土结构加固技术规范》; 1993 年颁布了《民用房屋修缮工程施工规程》; 1996 年颁布了《砖混结构房屋加层技术规范》及《钢结构加固技术规范》, 2000 年颁布了《危险房屋鉴定标准》及《既有建筑地基基础加固技术规范》等, 这些规范的颁布执行, 对建筑物加固改造工作的提高与发展起到了指导性的作用, 是建筑物加固改造工程质量的根本保证。

四、学术交流社会团体与技术交流活动简介

1990 年经民政部社团司批准成立了中国老教授协会, 成立了房屋增层改造专业委员会、中国建筑标准化协会的建筑检验与加固专业委员会等, 在北京交通大学唐业清教授的主持和推动下, 通过学术团体的活动, 组织了全国从事这一行业的工程技术人员与专家, 积极开展了学术交流活动, 也大大推动了我国建筑物改造加固、移位、纠倾、地基处理与加固、沉降控制、建筑物增层与基础托换等

表 1-1 建筑物加固改造技术标准一览表

序 号	标准的名称	标 准 号	颁布日期
1	砖混结构房屋加层技术规范	CECS 78:96	1996 年
2	钢结构加固技术规范	CECS 77:96	1996 年
3	民用房屋修缮工程施工规程	CJJ/T 53—93	1993 年
4	既有建筑地基基础加固技术规范	JGJ 123—2000	2000 年
5	危险房屋鉴定标准	JGJ 125—99	2000 年
6	建筑抗震加固技术规程	JGJ 116—98	1998 年
7	铁路房屋增层和纠倾技术规范	TB 10114—97	1997 年
8	混凝土结构加固技术规范	CECS 25:90	1990 年
9	混凝土结构后锚固技术规程	JGJ 145—2004	2004 年
10	建筑物移位纠倾增层改造技术规范	CECS	2006 年已完成送审稿

方面工程技术的发展。在中国老教授协会房屋增层改造专业委员会的主持下,从 1990 年起至今已召开全国性建筑物增层改造学术研讨会七届(表 1-2),收集到有关基础论文约 700 多篇,并出版了大会的论文集。这些活动对推动本学科的发展起到了很大的积极作用。

表 1-2 建筑物增层改造历届学术研讨会

会 届	日 期	地 点	备 注
第一届	1990 年 1 月	北京	召开房屋增层纠偏学术研讨会
第二届	1992 年 10 月	郑州	召开建筑物增层改造学术研讨会
第三届	1994 年 5 月	武汉	召开建筑物增层改造学术研讨会
第四届	1996 年 10 月	济南	召开建筑物与病害处理学术研讨会
第五届	1999 年	—	未能召开会议,出版了第五届学术研讨会论文集,以论文交流代替了开会
—	2002 年 10 月	北京	召开京津地区建筑物改造与病害处理学术交流座谈会
第六届	2004 年 10 月	大连	召开建筑物改造与病害处理学术研讨会
第七届	2006 年 6 月	上海	召开建筑物改造与病害处理学术研讨会

五、在新形势下建筑物加固改造专业公司不断涌现

随着建筑物增层改造、移位、纠倾、地基处理与地基加固工程的大量出现,各地纷纷成立了专业技术公司,并保质保量地完成了一批难度较大的加固改造工程,据全国不完全统计,建筑物加固改造公司约有 100 多家。建设部专门批准了一些技术实力较强,具有从事特种工程资质的专业技术工程公司,可以从事建筑

物和构筑物加固改造与移位、纠倾工程。

各专业工程公司,通过市场竞争,大力推进了本学科相关行业的技术进步,显著地提高了建筑物加固改造的工程质量,完善了工程的预算定额,降低了工程的造价,锻炼和培养了一批从事本学科的技术队伍,为本学科的发展注入了新的动力。

六、《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》的编制与送审

根据中国工程建设标准化协会[2003]建标字第27号文《关于印发中国工程建设标准化协会2003年第二批标准编制修订项目计划的通知》要求,批准了《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》的立项,以此开始编制这项新规范的工作。

这项规范的编制工作,由北京交通大学为主编单位,并会同国内24所高校、科研、设计、工程等单位30多位从事本学科的专家参加编制,从2002年11月开始,经过近四年时间的努力,于2006年底完成征求意见稿、送审稿的规范编制、审查和报批。

新规范的内容包括10章、附录8条及条文说明等,具体如下。

1. 总则; 2. 术语符合; 3. 基本规定; 4. 检测与鉴定; 5. 移位工程; 6. 纠倾工程; 7. 增层工程; 8. 结构加固与改造; 9. 地基基础加固与托换; 10. 质量检验与验收; 附录A、B、C、D、E、F、G、H共八条; 条文说明。

这本《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS:2007)在我国是第一部在建筑物加固改造方面的新规范,对这个新学科的建设和发展有着重要意义,是新学科进步的重要标志,并有着深远的意义。

七、本世纪的工作重点

人类的生存依赖于地球,而土地的资源是一个不可再生的资源。人们不断地挖掘和开发现有资源,进行既有建筑物的增层、移位、纠倾、改造加固工作,以满足生产和生活的多种需求,将是本世纪更加热门的课题之一。

基于既有建筑物的加固改造设计理论的研究是一项有重要意义的课题,它的研究与发展有待国内工程界和同行专家的共同努力。目前需要研究开发的项目有:

- ① 建立合理的结构受力体系的理论设计框架;
- ② 落实新规范在实施中的经验和问题;
- ③ 建立合理的可以反映结构移位工程中的各类性能指标;
- ④ 加强纠倾作业工作中的科学技术含量和指导要点;
- ⑤ 编制建筑物加固改造工程中的各种施工工法建设;
- ⑥ 建立完善和准确的量测系统;
- ⑦ 提高各类应用设备的精度和质量;
- ⑧ 建立各类重大工程的信息化数据和经验总结。

总之,任重道远,发展前景无限广阔,要靠本学科的同龄专家和工程技术人员踏实苦干,团结合作、取长补短,共同提高,在21世纪的工作重点攻关中作

出新贡献。

八、今后的目标和展望

近 20 年来,我国建筑行业中的建筑加固与改造和其他行业一样,突飞猛进,取得了辉煌的成就,形势喜人。在这个时期内,我国进行了无数的建构筑物加固改造,移位、纠倾和地基加固、托换等工程,规模越来越大,复杂性也越来越高,这是有目共睹的。经过较长时期的使用,也证明了经过加固改造的项目质量是好的,成绩应该肯定。但不能满足于现状而停滞不前,为了今后的加固改造建设工程有更好的质量和更高水平,还要不断努力,精益求精,具有更合理和更经济的加固特色。这就必须用推新和创新来解决,技术的不断发展就是靠推陈出新。作为一名加固改造的工程技术人员,有责任承担起这个任务。

九、几点建议

① 当务之急是培养人才,建筑物加固改造是一门新兴学科,当前在各类专业大学中有“工民建”专业,但没有“加固改造”专业,有的大学虽设有选修课,但没有专修课,因而在人才市场上寥寥无几。建议应在大学中设“加固改造”专业,以满足现阶段急需应用的人才。

② 应该抓紧组织现有的技术专家、教授着手编写有关建筑物加固改造方面的专业理论书籍,以适应当前在加固工程中的需要及教学工作中的需要。

③ 各科学研究机构和各建筑工程大学内,应设有“加固改造”研究室(科研院所),专门从事建筑物加固改造的研究,以便积累研究成果,提高专业水平。

④ 建设部应设立专门的机构,从主管部门抓这项工作,组织推动建筑物改造加固事业的发展。

⑤ 由专业部门牵头,创办一份“建筑物加固改造”的专业杂志,定期出版刊物,交流在建筑物加固改造方面的经验。

⑥ 组织各类专家,专门讨论加固改造方面的重大方案,经过方案的论证和比选,经过加固改造工程实施,延长建筑物的使用寿命,节约建设资金,对国家社会财富将起到有力的保护。

第二章 移位工程

随着城市建设的发展,许多原有建(构)筑物(包括工业建筑搬迁)拆除重建既费时又造成经济损失,通过平移省时省力又省资金。

对于具有移位价值和条件的旧塔器、框架等,应通过可行性论证,优先采用移位保护方案,避免拆除破坏。通过大量的工程实践,建(构)筑物移位的费用约为拆除重建的30%~50%,工期约2~3个月,可避免产生建筑垃圾和环境污染,并可缓解拆迁造成的矛盾,因此,建(构)筑物移位具有显著的经济、社会和环保效益。

移位是指通过一定的工程技术手段,在保持建(构)筑物整体性的条件下,改变建(构)筑物的空间位置,包括平移、爬升、升降、旋转、转向等单项移位或组合移位,见图2-1;其他分类形式见表2-1。

表 2-1 建筑物移位工程分类

序号	移 位 方 式	说 明
1	基础处置方式	①切断原基础移位 ②连同原基础一起移位
2	移位分离体名称	①上、下轨道结构体系 ②托盘、底盘结构体系
3	移位装置种类	①滚动式:实心钢滚轴,钢管混凝土滚轴 ②滑移动式:下轨道为钢轨,上轨道为钢板或槽钢 ③轮动式:上轨道两侧设转轮,下轨道为钢板或混凝土 ④组合式:滚动与滑移结合方式,取两者的优点结合
4	结构处理方式	①整体式移位 ②断开分体式移位
5	移位方式	①平移式移位(直线移位、转动移位) ②升降式移位 ③组合式移位
6	移位施力方式	①千斤顶推顶式(中间设活动支座) ②千斤顶牵拉式 ③推拉结合式
7	托盘形式	①十字交叉梁格结构体系 ②拱形结构体系 ③梁板结合结构体系
8	移位施力设备控制方式	①手动调控千斤顶施力式 ②数控千斤顶施力式
9	偏移控制方式	①有侧限调控偏移式 ②无侧限调控偏移式
10	监控方式	①结构及外观状态监控方式 ②结构及外观状态监控方式加结构构件内埋设测力计、应变仪器监控方式

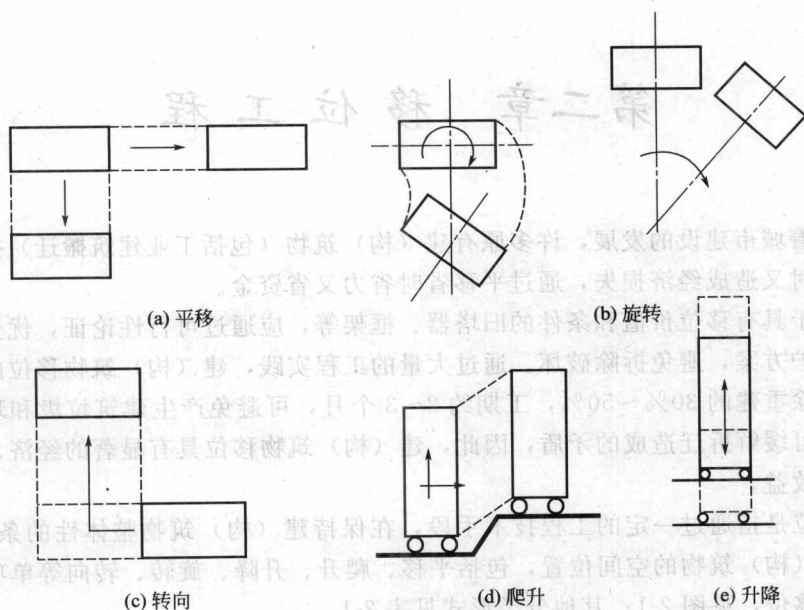


图 2-1 建筑物移位示意

目前移位主要有三种方式：

- ① 滚动式：适用于一般建（构）筑物的移位；
- ② 滑动式：适用于荷重较大的建（构）筑物；
- ③ 轮动式：适用于长距离荷重较小的建筑物移位。

根据《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》（CECS：2007）的要求，移位工程应遵守以下事项。

一、移位工程应遵守的规定

- ① 移位工程设计前，应搜集既有建筑物的设计、竣工、地勘报告及邻近建筑物、地下管线等有关资料。
- ② 检测鉴定建（构）筑物的结构状态和场地条件满足移位要求时方可进行移位工程施工。

③ 移位路线和新基础场地应进行勘察。

④ 移位工程应由具有相应特种专业工程资质单位承担设计和施工。

⑤ 移位工程施工全过程，应对建筑物的状态、裂缝、沉降等进行监测。

二、移位工程应考虑基础沉降

移位工程设计时应考虑建筑物平移中的不均匀沉降，特别是新旧基础的差异沉降，并应考虑新址基础的沉降值。

三、移位工程设计

1. 荷载计算

(1) 荷载取值

建筑物移位的设计荷载包括恒荷载、活荷载、风荷载、地震作用及建筑物移动过程中的水平荷载。

恒荷载、活荷载取值按国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)采用或按实际荷载取值。风荷载在设计建筑物新址时按新建建筑物取值,建筑物移动过程中按10年一遇取值。在设计建筑物新址的基础时考虑地震作用。

(2) 荷载组合

设计建筑物新址基础时按新建建筑物荷载组合;移动过程中应用的构件设计可按荷载标准值组合或按实际荷载值组合。

2. 托盘结构体系的设计

托盘结构体系应考虑上部结构移位时水平或竖向荷载的分布和传递,应进行强度、刚度和稳定性的综合设计,尚应考虑移位的特殊构造。

3. 底盘结构体系的设计

底盘结构体系(包括底盘梁或板及其基础)的受力分析应考虑建筑物移位时荷载的最不利位置和组合的作用。底盘结构体系的设计除应进行强度、刚度与沉降的计算外,尚应考虑移位的特殊构造要求。

移位过程中的底盘结构体系可按施工阶段进行设计;就位后的地基基础按新建建筑物基础设计。

4. 施力系统的设计

移位过程的施力方式有牵引、顶推及组合三种:牵引式宜用于荷载较小的建筑物的水平移位或爬升;顶推式广泛用于各种建筑的水平移位及竖向移位。必要时两者并用。

① 水平移位设计时,应计算每条托盘梁底的竖向荷载,由式(2-1)计算移位阻力

$$T_i = k\mu W_i \quad (2-1)$$

式中 T_i ——托盘梁 i 的水平移位阻力;

k ——经验系数,由试验或施工经验确定,取值1.2~3.0;

μ ——摩擦因数,滚动摩擦因数取0.05,滑动摩擦因数根据实际材料确定;

W_i ——第 i 个托盘梁底的竖向荷载。

式(2-1)中 k 值与施工中对滚(滑)动装置的制作与维护程度有关,初次施工时宜取较大值。建筑物竖向移位时,千斤顶应留有足够的安全储备,不要超过额定数量的80%。滚动式移动系统的摩擦因数的确定,根据山东建筑工程学院工程鉴定加固研究所对十余栋楼平移的现场实测数据,建(构)筑物初始启动时摩擦因数为1/10~1/6,启动后摩擦因数为1/20~1/10。

施力设备的额定荷载能力应大于每条托盘梁的水平移位阻力 T_i 。施力作用点的位置应尽量靠近托盘梁底面。

② 竖向移位设计时,计算竖向荷载后,合理布置升降点,使每点的作用荷