



建筑物整体迁移技术

李爱群 吴二军 高仁华 编著

中国建筑工业出版社

建筑物整体迁移技术

李爱群 吴二军 高仁华 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物整体迁移技术/李爱群, 吴二军, 高仁华编著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2006
ISBN 7-112-08627-2

I. 建... II. ①李...②吴...③高... III. 建筑物-迁移 IV. TU746.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 118358 号

本书是由东南大学等单位编著的我国第一部关于建筑物整体迁移技术的著作。书中全面总结了建筑物整体迁移技术领域的研究成果, 系统介绍了建筑物水平整体迁移工程中的结构鉴定、地基处理、结构托换、迁移轨道、结构分离、整体迁移同步控制、施工管理、全过程静动态实时监测和建筑物迁移前后的安全性评定等关键工序和关键技术, 同时介绍了文物建筑迁移、特殊建筑物整体迁移、多向迁移、水平旋转迁移、顶升迁移和坡向迁移及建筑物竖向旋转迁移。对建筑物整体迁移关键技术的论述中侧重于设计和施工方法。书中给出了 40 多个不同技术特点的典型的建筑物整体迁移工程实例。

本书内容丰富, 理论与实践并重, 可供从事建筑物整体迁移工程的设计、施工和管理人员以及土木工程专业学生和研究生学习参考。

* * *

责任编辑: 朱首明 吉万旺

责任设计: 赵 力

责任校对: 张树梅 张 虹

建筑物整体迁移技术

李爱群 吴二军 高仁华 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 17 1/2 字数: 344 千字

2006 年 12 月第一版 2006 年 12 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 32.00 元

ISBN 7-112-08627-2

(15291)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

序 1

今年5月，我名下于1992年博士毕业、现东南大学土木工程学院院长李爱群教授送来了他们编著的《建筑物整体迁移技术》的书稿，在认真翻阅了书中的内容后，我深感该书出版的时代意义和对现代城市建设中城市改造的指导意义。

从世界范围来看，建筑物整体迁移技术在国外已有一百多年的历史，目前该技术在发达国家已相对较为成熟并实现了自动化和标准化。我国的建筑物整体迁移技术是从20世纪80年代发展起来的一门新技术，它不是抄袭国外成果，而是独立发展起来的，原因在于国内外的迁移工程存在很大差别。改革开放以来，我国经济迅速发展，城市化进程加快，但城市规划严重滞后，缺乏前瞻性，几乎全国范围内所有的城市和城镇都存在规划不合理现象，近十年来，对城市进行重新规划及大规模的城市改造在全国范围内广泛展开，新规划道路的兴建、原有道路的拓宽，使大量具有使用价值和保存价值的建筑物面临拆除，给国家和人民财产造成难以估量的损失。在这种背景下，既能将有价值的建筑物保留，又投资少、节省工期而不破坏环境保护的建筑物整体迁移技术应运而生，在巨大的市场需求推动下得到了迅速发展。到目前为止，我国的建筑物整体迁移工程已超过了数百个。遗憾的是，国家尚没有关于建筑物整体迁移技术的专门规范，也缺乏相关的参考书，我国建筑物整体迁移工程的设计和施工大多以经验为主，缺乏科学的依据，这些都给迁移工程的结构安全留下了隐患，并严重影响了该技术的进一步推广应用。

东南大学等单位编写的这本书是我国第一部关于建筑物整体迁移技术的著作，该书的出版对于上述问题的解决，进一步推动整体迁移技术的发展无疑具有重要意义，也是十分及时的。

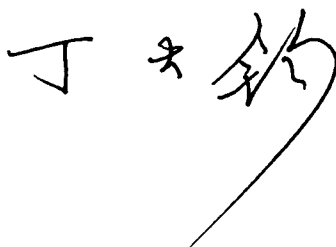
这本书的内容是相当丰富的，几乎全面总结了国内在该领域的研究成果，从迁移前建筑物的鉴定到迁移后结构安全性的评估、从各关键技术的设计要点到整个迁移工程施工的关键技术措施以及实时监测等都进行了较为详细的介绍。本书第14章给出了几十个不同迁移特点的工程实例，进一步加强了本书对具体工程的指导意义和参考价值，其中也介绍了国外几个典型的整体迁移工程，从中可以看到国内外整体迁移工程的不同技术特点。

作为一名土木工程领域的科技人员，上个月不能不注意到关于南京长江大桥改造以疏通长江航道的大讨论，在这场大讨论中，本书作者于2006年5月5日

提出的采用整体顶升技术提高南京长江大桥通航净空的方案被《科技日报》、《中国青年报》、《瞭望》等 20 多家媒体广泛报道，因此，这里我特别提一下整体顶升技术，本书对其原理、设计方法和施工工艺也有较为详细的介绍。

南京长江大桥通航净空的问题实际上在 20 世纪 60 年代大桥建设之初就提出过，1998 年南京长江二桥建设时也进行过讨论，国家各级有关部门也多次组织专家进行论证，但鉴于当时国内的经济发展水平和技术条件，该问题迟迟没有得到解决。直到近五年，长江航道航运能力应用不足的问题已经成为长江流域尤其是中西部地区发展的严重障碍，而长江上的建桥热有增无减，据我所知目前已建成和在建的逾 40 座，矛盾日益突出，该问题引起广泛关注和全国范围内的大讨论是必然的，充分说明了问题的迫切性和重要性。采用本书中介绍的整体顶升技术，针对不同桥梁结构的特点将长江上一系列大桥通航净空抬高的设想在技术上是可行的，而且必将产生显著的经济效益和社会效益。

最后，衷心希望建筑物整体迁移技术能取得进一步发展并造福人类；衷心希望我国广大的土木工程技术人员能为城市现代化的进程做出新的贡献。



于东南大学

2006 年 6 月 12 日

序 2

得知中国第一部论述楼房迁移技术理论与实践的专著《建筑物整体迁移技术》即将出版发行，我深表欣慰，并表示祝贺。

借此机会追忆楼房迁移技术的发明和发展过程，我想会有一定的实际意义。我是1984年下半年发明楼房调偏工艺与设备技术的，1985年4月申请国家发明和实用新型专利，1986年向上级主管部门申请科研项目，1987年上级主管部门拨款实验。历经两年多，至1989年试验成功。1990年在一次学术研讨会上与同行们聊天，在议论的过程中产生移楼动机，并开始研究设计移楼技术，当时搞了很多方案，一直到1991年末才选择确定一个最优方案。1992年初开始实验，并于当年实验成功。在这里应该感谢重庆市万圣区政府和建委给予我这次实验的机会，并给我提供了试验楼房（五层商住楼）和试验经费。

这项技术的发明和成功，恰恰赶上全国改革开放的新高潮。当时国民经济快速发展，城镇建设日新月异，道路建设已经迫在眉睫。随着道路的拓宽和改造，两侧的部分楼房需要拆除重建，如果全部拆除重建，将会给当地的经济带来沉重的负担，给人民生活带来诸多不便。此时辽宁本溪轴承厂七层住宅楼载人平移行走14m试验成功，新华社、人民日报、中央人民广播电台、中央电视台及各地方新闻媒体给予广泛宣传，特别是中央电视台“东方时空”栏目的专题报道，给移楼技术的普及和推广创造了很好的条件，消除了人们的疑虑，排除了思想上的障碍，使这项移楼技术得到了广泛的推广和应用。这里应该感谢我们的时代、感谢媒体的帮助、感谢本溪市政府的支持和轴承厂住宅楼100多位居民的无私奉献。

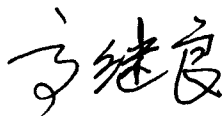
老实说楼房平移技术的发明和创造既不是凭空想像的，也不是学习国外的已有的技术，而是由相关技术演变而来的，比如煤矿塌陷区上方损坏房屋的修复和加固技术；倾斜房屋的调偏技术等。楼房迁移技术在14~15年的发展历程中是经历了多次技术改进和提高逐步走向成熟的。比如在动力方面，由使用手动千斤顶到使用液压动力系统；在工艺方面，由直线行走走到折线行走，直到旋转90°方向，小的改进更多，这里不一一列举了。

由于移楼技术的推广和应用，给国家、企业和个人创造了可观的经济效益，也减轻了居民来来回回的搬迁之苦。数百栋楼房的平移成功充分说明这项技术的发明和应用对社会是有积极贡献的。我相信本书的出版发行，对全国移楼技术的推广应用将起到巨大的推动作用。同时也会起到抛砖引玉的作用，特别是为移楼技术的理论研究和工艺设备的改进提供了一个很好的平台。我今年已经70多岁

了，我希望在有生之年看到我国的移楼技术在工艺上更加先进，在质量上更加可靠，在施工上更加规范，在效益上更上一层楼。

在这里我万分感谢《建筑物整体迁移技术》一书的作者给我这次难得的机会，让我说几句心里话。

谢谢！

A handwritten signature in black ink, reading '马继良' (Ma Jiliang). The characters are written in a fluid, cursive style.

2006 年 4 月 12 日

前 言

我国有 600 多个大中型城市、3000 多个小型城市和上万个城镇，在近十年兴起的大规模城镇规划改造过程中，每年有数千座有保存价值的建筑物因和规划冲突被拆除，造成的直接经济损失高达数十亿元人民币，其中还包括一些文物建筑和纪念性建筑，损失更是无法估量。建筑物整体迁移技术由于其成本低、工期短、施工期间房屋能正常使用和减少建筑垃圾等优点，成为解决上述难题的有效途径。

近十几年来，整体迁移技术取得了飞速发展，全国范围内的整体迁移工程实例也已有数百个，但由于我国尚没有专门的技术规范和相关科技著作，绝大多数工程的设计和施工以经验为主，缺乏科学依据，甚至存在野蛮施工现象，因此出版一本关于建筑物整体迁移技术的书是十分必要的。

东南大学、河海大学和山东愚人基础工程公司整理了东南大学平移技术课题组 6 年来对迁移技术所进行的系统研究的成果，并总结了国内十几年来来的工程技术成就，编写了此书。本书系统介绍了平移工程中的结构鉴定、地基处理、结构托换、迁移轨道技术、结构分离技术、整体迁移同步控制和施工管理、施工静动态实时监测和建筑物迁移前后的安全性评定等关键工序和关键技术。对于文物建筑迁移和特殊构造、特殊结构的建筑物整体迁移，本书进行了专门介绍。对于概念上也属于整体移位领域的建筑物纠倾技术，由于相关参考书较多，本书仅对纠倾方法做了简要叙述。本书第 14 章给出了 40 多个具有不同技术特点的典型的建筑物整体迁移工程实例，力求做到理论和实践并重。

著名土木工程专家丁大钧先生和国内平移技术的发明人高继良先生对本书的编写给予了很大鼓励，并为本书作序，在此致以诚挚的谢意。书中引用了大量的参考文献，对其作者也表示深深的感谢。同时也对所有为我国建筑物整体迁移技术发展作出贡献的人员表示敬意。对中国建筑业出版社和编辑们的支持表示感谢。

本书由东南大学李爱群教授、河海大学吴二军副教授和山东愚人基础工程公司高仁华先生共同编著。编写过程中，硕士研究生侯靖东、博士研究生刘涛和李建慧做了部分英文文献的翻译工作和插图绘制工作，在此向他们表示谢意。

因水平所限，书中错误和不足之处敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 概述	1
§ 1.1 建筑物整体迁移技术的概念	1
§ 1.2 建筑物整体迁移技术发展概况	2
§ 1.2.1 国外水平迁移技术发展与应用概况	2
§ 1.2.2 国内水平迁移技术发展与应用概况	5
§ 1.2.3 竖向迁移技术发展及工程应用概况	9
§ 1.3 建筑物整体迁移技术的意义	10
§ 1.4 建筑物整体迁移路线方案及适用范围	11
§ 1.5 建筑物整体迁移工程的实施	12
第 2 章 整体迁移工程前期准备与结构鉴定	14
§ 2.1 建筑物整体迁移工程设计的前期准备	14
§ 2.2 既有建筑物的结构可靠性鉴定	15
§ 2.2.1 整体迁移工程结构可靠性鉴定的程序	15
§ 2.2.2 整体迁移工程结构可靠性鉴定的目的和要求	15
§ 2.2.3 迁移工程结构可靠性鉴定的范围	16
§ 2.2.4 迁移工程结构可靠性鉴定调查的内容	17
§ 2.2.5 迁移建筑物结构鉴定的方法	17
§ 2.3 整体迁移工程结构的可靠性鉴定	20
§ 2.3.1 地基与基础可靠性鉴定	20
§ 2.3.2 钢筋混凝土结构可靠性鉴定	22
§ 2.3.3 砌体结构可靠性鉴定	23
§ 2.3.4 围护结构可靠性鉴定	25
§ 2.4 建筑物可靠性鉴定中的试验检测项目和检测手段	26
第 3 章 迁移工程托换设计与施工	29
§ 3.1 托换技术与托换方法	29
§ 3.1.1 托换技术的概念和分类	29
§ 3.1.2 托换技术的发展	29
§ 3.1.3 托换方法	30

§ 3.2 迁移工程托换方法简介	30
§ 3.2.1 整体迁移工程中的托换技术特点	30
§ 3.2.2 我国建筑物整体迁移工程中的托换技术应用概况	31
§ 3.2.3 迁移工程中的托换方案选择	32
§ 3.3 基础托换设计与施工	34
§ 3.3.1 基础扩大托换	34
§ 3.3.2 坑式托换	35
§ 3.3.3 锚杆静压桩托换	38
§ 3.4 墙体托换设计与施工	43
§ 3.4.1 双夹梁墙体托换	43
§ 3.4.2 单托梁墙体托换	45
§ 3.5 柱托换设计与施工	45
§ 3.5.1 植筋柱托换方法	45
§ 3.5.2 型钢对拉螺栓柱托换	49
§ 3.5.3 焊接 L 形钢筋柱托换	54
§ 3.5.4 柱托换中新旧混凝土界面抗剪强度取值	55
§ 3.6 托换桁架的设计	57
第 4 章 迁移轨道与轨道基础设计和施工	59
§ 4.1 迁移轨道的组成和种类	59
§ 4.1.1 整体迁移轨道组成和形式	59
§ 4.1.2 下轨道种类	59
§ 4.2 迁移轨道的设计要求和方案选择	61
§ 4.2.1 迁移轨道的设计要求	61
§ 4.2.2 迁移轨道方案选择	62
§ 4.3 迁移轨道基础设计	63
§ 4.3.1 轨道基础的设计内容	63
§ 4.3.2 轨道基础计算简图	63
§ 4.3.3 轨道基础的沉降和沉降差计算	66
§ 4.3.4 轨道基础的构造要求	70
§ 4.4 迁移轨道施工	70
§ 4.4.1 轨道基础施工中的问题	70
§ 4.4.2 轨道找平	71
§ 4.4.3 轨道基础和原基础连接	72
§ 4.4.4 施工阶段原基础承载力验算	73
第 5 章 迁移工程中的地基处理	75
§ 5.1 整体迁移工程的地基处理方法简介	75
§ 5.1.1 迁移工程中地基处理的要求	75

§ 5.1.2 整体平移工程中地基处理方法、特点及适用范围	75
§ 5.2 静压木桩复合地基	76
§ 5.2.1 静压木桩复合地基静载试验	76
§ 5.2.2 静压木桩复合地基设计	76
§ 5.2.3 静压木桩复合地基施工	77
§ 5.3 石灰桩复合地基	78
§ 5.3.1 概述	78
§ 5.3.2 设计	78
§ 5.3.3 施工	80
§ 5.4 换填法地基处理	82
§ 5.4.1 概述	82
§ 5.4.2 设计	82
§ 5.4.3 施工	86
§ 5.5 夯实水泥土桩复合地基	87
§ 5.5.1 概述	87
§ 5.5.2 设计	87
§ 5.5.3 施工	89
第 6 章 迁移工程结构分离与就位连接技术	91
§ 6.1 上部结构与基础分离技术	91
§ 6.1.1 常用的结构分离方法	91
§ 6.1.2 结构分离前后结构受力变化	93
§ 6.2 迁移工程中的就位连接方法	94
§ 6.2.1 砖混结构就位连接方法	94
§ 6.2.2 框架柱扩大基础就位连接方法	95
§ 6.2.3 框架柱隔震支座就位连接方法	99
第 7 章 移动系统设计	101
§ 7.1 移动系统组成	101
§ 7.2 滚轴设计	102
§ 7.2.1 滚轴的构造和布置	102
§ 7.2.2 滚轴的抗压承载力	104
§ 7.3 迁移动力计算和动力设备选择	106
§ 7.3.1 滚动摩擦系数试验和工程实测结果	106
§ 7.3.2 滚动摩擦系数理论公式	107
§ 7.3.3 平移水平动力计算方法	109
§ 7.3.4 动力设备的选择和布置	109
§ 7.4 反力系统设计	111

第 8 章 建筑物复杂迁移技术	113
§ 8.1 斜向平移技术	113
§ 8.1.1 采用斜向迁移方案的条件	113
§ 8.1.2 斜向迁移工程技术要点	114
§ 8.2 多向平移技术	116
§ 8.2.1 多向平移工程的特点和设计要点	116
§ 8.2.2 转向托换技术	116
§ 8.3 平移升降技术	119
§ 8.3.1 同步升降技术	119
§ 8.3.2 平移抬升	120
§ 8.3.3 平移下降	123
§ 8.4 建筑物水平旋转迁移技术	123
§ 8.4.1 水平旋转中心的确定和迁移方案的选择	123
§ 8.4.2 旋转迁移工程的实施步骤和要点	124
§ 8.5 特殊构造与特殊结构的建筑物整体迁移技术	127
§ 8.5.1 底层大空间结构整体迁移	127
§ 8.5.2 带结构缝建筑或组合体建筑物整体迁移	128
§ 8.5.3 基底标高不同的建筑物整体迁移	130
§ 8.5.4 带地下室、电梯井建筑物整体迁移	130
§ 8.5.5 高耸建(构)筑物整体迁移	131
第 9 章 文物建筑迁移保护技术	133
§ 9.1 文物建筑迁移的前提条件	133
§ 9.2 文物建筑迁移的原则	134
§ 9.3 文物建筑迁移的关键技术	134
第 10 章 建筑物纠倾技术概况	137
10.1 建筑物纠倾的原因和倾斜限值	137
§ 10.1.1 建筑物倾斜的原因	137
§ 10.1.2 建筑物倾斜允许值	137
§ 10.2 建筑物纠倾工程实施程序	138
§ 10.3 纠倾方法种类	138
§ 10.4 纠倾方法简介	140
§ 10.4.1 顶升纠倾	140
§ 10.4.2 迫降纠倾	141
§ 10.4.3 其他纠倾方法	144
§ 10.4.4 综合纠倾方法	146

第 11 章 整体迁移工程全过程受力分析	148
§ 11.1 概述	148
§ 11.2 迁移过程中的荷载及作用	148
§ 11.3 防倾覆分析	150
§ 11.3.1 风荷载作用下的防倾覆分析	150
§ 11.3.2 水平动力荷载作用下的防倾覆分析	152
§ 11.4 移动过程中的托换桁架内力分析	154
§ 11.4.1 托架内力分析方法	154
§ 11.4.2 分析实例——江都供电局双向平移工程中的上托架受力分析	156
§ 11.5 移动过程中的结构动力分析	159
§ 11.5.1 平移过程中建筑物的受力状态和计算简图	159
§ 11.5.2 分析实例——江南大酒店平移工程的动力分析	160
§ 11.6 平移工程中地基、轨道、上部结构协同工作分析	161
§ 11.6.1 协同工作原理	161
§ 11.6.2 协同工作有限元分析模型	162
§ 11.6.3 分析实例——江南大酒店平移工程轨道基础内力与沉降分析	163
§ 11.7 迁移前后结构抗震性能对比	165
§ 11.8 迁移工程中的裂缝及其对结构的影响分析	167
第 12 章 建筑物整体迁移施工及施工监测	169
§ 12.1 建筑物整体迁移施工中应注意的问题	169
§ 12.1.1 建筑物整体迁移工程施工步骤	169
§ 12.1.2 建筑物整体迁移施工中应注意的问题	169
§ 12.1.3 整体平移工程中可能出现的意外情况及处理措施	170
§ 12.2 迁移施工同步控制	172
§ 12.3 整体迁移施工的质量管理和工期管理	174
§ 12.4 整体迁移工程的静动态实时监测	177
§ 12.4.1 水平迁移工程实时监测	177
§ 12.4.2 纠倾工程实时监测	180
§ 12.4.3 实时监测报告	181
第 13 章 迁移工程的风险分析和可靠性评定	182
§ 13.1 迁移施工对结构的可靠度影响	182
§ 13.1.1 迁移工程中风险产生的原因	182
§ 13.1.2 平移工程中影响安全的因素	183
§ 13.2 迁移工程的风险评估指标和方法	184
§ 13.3 平移施工过程中的可靠度计算	185

§ 13.3.1	平移过程总可靠度	185
§ 13.3.2	加固托换施工阶段结构可靠度	186
§ 13.3.3	上部结构和基础分离阶段的结构可靠度	186
§ 13.3.4	同步平移阶段的结构可靠度	188
§ 13.3.5	就位连接后结构的可靠度	189
§ 13.4	平移工程风险评估实例	189
§ 13.4.1	工程实例一: 南京江南大酒店平移工程风险评估	189
§ 13.4.2	工程实例二: 江都供电局综合楼双向平移工程风险评估	190
第 14 章	工程实例	191
§ 14.1	国内建筑物单向平移工程实例	191
§ 14.1.1	实例 1 阳春大酒店平移工程——框架结构横向平移	191
§ 14.1.2	实例 2 曲周县农业局办公楼工程——砖混结构纵向平移	192
§ 14.1.3	实例 3 江苏宿迁华宇公司综合楼工程——起伏持力层上房屋平移	195
§ 14.1.4	实例 4 江南大酒店整体平移工程——带结构缝框架结构横向平移	196
§ 14.1.5	实例 5 许昌市公路总段办公楼工程——不规则平面房屋整体平移	200
§ 14.1.6	实例 6 泰兴黄桥新华书店、工商银行黄桥办事处工程——底框砖房及 附属房屋平移	201
§ 14.1.7	实例 7 贵州商业储运公司驾驶员城综合楼工程——变基底标高建筑物 的滑动平移	203
§ 14.1.8	实例 8 王庄煤矿职工食堂及附属办公楼工程——建筑联合体同步 迁移	203
§ 14.1.9	实例 9 山东潍坊第二毛纺厂办公楼工程——三部分联合体横向平移	205
§ 14.1.10	实例 10 晋江市糖烟酒公司综合楼工程——相邻两栋框架结构分两次 平移	206
§ 14.2	国内建筑物双向和多向平移工程实例	208
§ 14.2.1	实例 11 中山市自来水公司 1 号商住楼工程——框架结构双向 平移 1	208
§ 14.2.2	实例 12 临沂市国家安全局办公楼工程——框架结构双向平移 2	209
§ 14.2.3	实例 13 江都供电局生产调度楼工程——两种不同结构形式楼房双向 平移	212
§ 14.2.4	实例 14 安庆工业设备安装公司商住楼工程——底部二层框架砖房 平移爬升	215
§ 14.2.5	实例 15 盘锦市兴隆台采油厂办公楼工程——分体双向平移	216
§ 14.2.6	实例 16 建筑群远距离整体平移工程实例——多次转向平移	217
§ 14.3	国内建筑物水平旋转迁移工程实例	218
§ 14.3.1	实例 17 闽侯县交通局综合楼工程——三层砖混结构整体旋转	218
§ 14.3.2	实例 18 莆田市城厢区南门小学教学楼工程——基底托换平移旋转 迁移	220

§ 14.3.3	实例 19 北京物资局明光老干部中心工程——带地下室组合结构 平移旋转	222
§ 14.3.4	实例 20 孟州市政府办公大楼工程——双向平移、水平旋转	224
§ 14.4	国内建筑物升降迁移工程实例	225
§ 14.4.1	实例 21 顺德容奇顺诚建筑公司办公楼工程——原位整体顶升	225
§ 14.4.2	实例 22 顺德市第一人民医院六层大楼工程——在六层断柱顶升	225
§ 14.4.3	实例 23 罗宝路加油站顶升工程——顶升接柱	225
§ 14.4.4	实例 24 北京西客站北站房钢门楼工程——自动同步控制整体提升建造 技术	226
§ 14.4.5	实例 25 莆田八重洲饲料有限公司商住楼工程——先平移后顶升	228
§ 14.4.6	实例 26 中央储备粮平顶山直属粮库综合楼工程——坡向平移抬升	229
§ 14.4.7	实例 27 东台市卫生局住宅楼工程——坡向下降迁移	232
§ 14.5	国内文物建筑整体迁移工程实例	233
§ 14.5.1	实例 28 北海市原英国领事馆工程——斜向整体平移	233
§ 14.5.2	实例 29 上海音乐厅工程——文物建筑顶升、平移工程	234
§ 14.5.3	实例 30 广州锦纶会馆工程——文物建筑双向平移、顶升	236
§ 14.5.4	实例 31 上海刘长胜故居工程——文物建筑多向上坡迁移	238
§ 14.5.5	实例 32 都江堰奎光塔工程——文物建筑的加固、顶升与迫降综合 纠倾	241
§ 14.6	国内塔类建筑整体迁移工程实例	243
§ 14.6.1	实例 33 输电线路铁塔工程——铁塔拆建置换	243
§ 14.6.2	实例 34 小恒山矿排研井井塔工程——井塔预制、平移安装	244
§ 14.6.3	实例 35 燕山石化巨型塔工程——平移置换安装	245
§ 14.7	国内桥梁整体迁移工程实例	246
§ 14.7.1	实例 36 武汉人行天桥工程——钢箱梁天桥平移	246
§ 14.7.2	实例 37 成都千吨大桥平移工程——地道桥平移顶进建造	247
§ 14.7.3	实例 38 百年罗湖桥迁移工程——文物桥梁搬迁保留, 原位扩建	247
§ 14.7.4	实例 39 天津狮子林桥工程——组合桥梁整体抬升	248
§ 14.8	国外建筑物整体迁移工程实例	248
§ 14.8.1	实例 40 日本木曾三川公园瞭望塔工程——蘑菇工法顶升建造	248
§ 14.8.2	实例 41: 荷兰 Mammoet 大厦工程——水陆两栖迁移	250
§ 14.8.3	实例 42: 比利时 E43 高速公路桥梁工程——新旧桥梁置换	252
§ 14.8.4	实例 43: 美国 Vermont 州 Swanton 镇火车站工程——用火车平移	253
§ 14.8.5	实例 44: 美国 NEWARK 机场候机楼工程——大型建筑分体平移	253
§ 14.8.6	实例 45: 荷兰沟渠安装工程——预制迁移安装	254
§ 14.8.7	实例 46: 美国 Hatteras Lighthouse 工程——灯塔坡向迁移	254
附录: 国内部分整体迁移工程一览表 (1992~2006)		256
参考文献		265

第 1 章 概 述

§ 1.1 建筑物整体迁移技术的概念

建筑物整体迁移技术是指将建筑物从原址整体搬迁到新址的技术。该技术应用于各种情况下需要改变建筑物位置的工程中。

建筑物整体迁移方法有两种：一种是在保证主体结构完整性的前提下将建筑物整体迁移到新位置，另一种是将建筑物各个组成部分拆开、编号、运输到新位置后再整体复原。前者属于建筑工程领域，主要针对因城市规划、道路拓宽或社区改造需要移位的建筑物，一般情况下移动距离较短；后者则属于建筑工程和文物保护的交叉领域，移动距离可为任意距离。通常建筑物整体迁移仅指主体结构

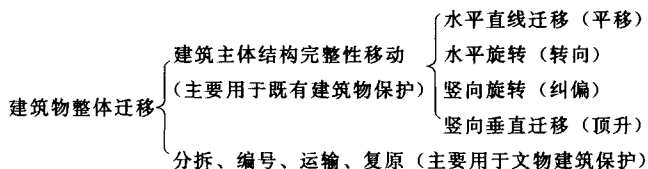


图 1.1 建筑物整体迁移技术分类

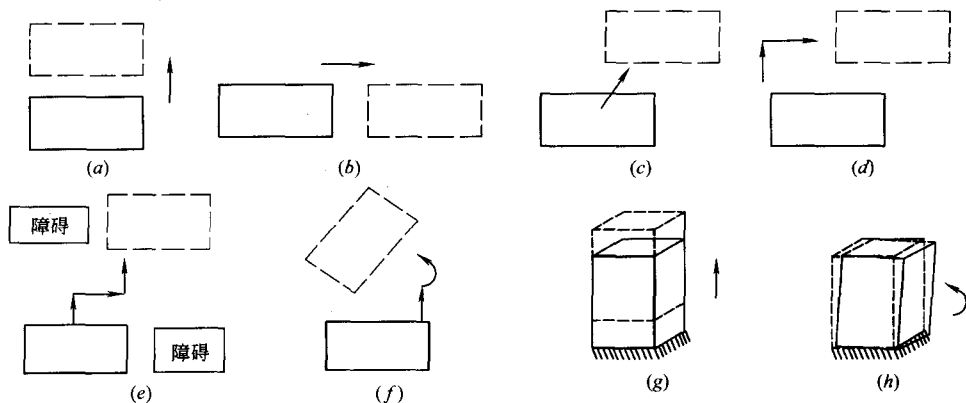


图 1.2 建筑物整体迁移示意 (注：其中 a~f 为移动位置平面图)

- (a) 横向平移；(b) 纵向平移；(c) 斜向平移；(d) 双向平移；
(e) 多向平移；(f) 平移旋转；(g) 顶升；(h) 纠偏

完整性整体迁移^①。

建筑物整体迁移包括水平迁移和竖向迁移。根据不同的迁移路线，水平迁移又可分为直线路线水平迁移（平移）和水平旋转，竖向迁移分为竖向旋转（纠偏）和竖向垂直迁移（原位顶升）。建筑物整体迁移技术的分类参见图 1.1 和图 1.2。

建筑物整体迁移技术的基本原理是采用托换技术使建筑物形成一个可移动体，然后采用动力设备对建筑物可移动体施加推力或拉力，使其移动到新址。其关键技术包括结构托换技术、迁移轨道技术、结构分离技术、同步迁移技术、就位连接技术和实时监测技术。

§ 1.2 建筑物整体迁移技术发展概况

§ 1.2.1 国外水平迁移技术发展与应用概况

世界上最早的建筑物整体平移工程出现在新西兰，工程技术人员采用蒸汽机车作为牵引装置，将新普利茅斯市一座一层民宅移到新址。

现代整体平移技术始于 20 世纪初。1901 年，由于校园扩建，对美国依阿华大学三层高、建筑面积约 3000m² 的科学馆进行了整体平移，滚动装置采用直径 6in (152.4mm) 的圆木滚轴，托换采用木梁，移动过程中为了绕过另一栋楼，还采用了转向技术，旋转了 45°。二战前，前苏联的莫斯科市已整体平移了 20 多栋建筑物，其中仅在扩建高尔基大街时就完成了 9 栋建筑物。

进入 20 世纪 80 年代以来，在北美和欧洲出现了一批具有代表性的整体平移工程。1982 年英国伯明翰市一个会计事务所平移到 8.05km 以外的地方，其托换结构为钢筋混凝土底板，通过千斤顶将房屋顶起后装入滚动装置。1983 年英国的一座学校建筑整体平移工程中则采用水平框架形式进行托换，柱根部使用了专用托换装置，加固中使用了环氧树脂。1983 年罗马尼亚首都布加勒斯特搬迁了两栋房屋，一栋为五层高，面积约 2000m²；另一栋楼房七层，总面积 4000m²，重达 6400t；该平移工程采用了基础分离技术，滚动装置采用滚动轮，在楼底下共铺设了 32 根铁轨；为了减小移动时的振动，在托换支架和楼底间设置了橡胶垫；平均每小时移动 1.19m。

国外整体平移的许多建筑具有历史价值。日本横滨市银行附属建筑具有 60 年历史，花费了 400 万美元迁移到 170m 外；美国一座近 90 年历史的大剧院以每小时 40ft (12.2m) 的速度移到 160ft (48.8m) 远的新址，总工期约 3 个月，引起了新闻媒体的广泛报道；20 世纪初建造的希腊寒沙罗索基市火车

^① 本书以下提到的“建筑物整体迁移技术”均指主体结构完整性整体迁移。也有学者将整体迁移技术称为整体搬迁技术或整体移位技术。