

建(构)筑物 移位技术

JIAN(GOU)ZHUWU
YIWEI JISHU

白云 沈水龙 主编 ●



中国建筑工业出版社

建(构)筑物移位技术

JIAN(GOU)ZHUWU YIWEI JISHU

白云 沈水龙 主编 ○

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建(构)筑物移位技术/白云等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08278-1

I. 建... II. 白... III. 建筑物-整体搬迁
IV. TU746.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 036432 号

建(构)筑物移位技术

白云 沈水龙 主编

*

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

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7 $\frac{1}{4}$ 字数: 190 千字

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 19.00 元

ISBN 7-112-08278-1

(14232)

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>

本书是国内外第一本有关建（构）筑物陆地移位技术的专著。本书共分六章：第一章简要介绍了建（构）筑物移位技术的背景、基本原理、国内外的 development 历史与较典型的工程实例；第二章介绍了既有建筑工程移位控制的原理，分析了上海音乐厅的移位工程；第三章介绍了既有桥梁结构的移位控制的原理，深入分析了两个工程实例；第四章介绍了新建桥梁等结构顶推施工技术的原理与工程实例；第五章介绍了新建构筑物移位安装控制技术的方法与工程实例；第六章介绍了地下构筑物纠偏的原理、方法与工程实例。

本书可供建筑工程、市政工程等领域的工程师及相关专业的高校师生、研究生参考。

* * *

责任编辑：王 梅

责任设计：董建平

责任校对：张景秋 孙 爽

前 言

现代土木工程的理念就是可持续发展的理念，土木工程师的任务不仅仅是建造当代人类生存和发展所需要的居住和交通设施，我们还面临着如何保护先辈所留下的建筑文化遗产和既有建（构）筑物。为了迎接这一挑战，既有建（构）筑物的移位技术应运而生。移位技术的产生，使得城市基础设施的建造和建筑文化遗产的保护能够兼顾；同时还为继续有效利用已有的城市基础设施（如桥梁和高架结构），减少新建工程的数量提供了可能；也为恢复已超过允许变形的地下结构物，如深基坑旁大量沉降的地下管线和超沉的沉井结构等，提供了独特的技术手段。

建（构）筑物通常重量很大，有的甚至达到万吨以上。建（构）筑物的位置和形状也有很大的差异，既有高耸的地面建（构）筑物，也有长度达数公里以上的桥梁、高架结构和地下管线，更有深埋于地下的钢筋混凝土结构。因此，移动既有建（构）筑物的技术不仅复杂多样，而且还有较大的风险。

既有建（构）筑物的移位技术在欧美国家已有100多年的历史，且已开发出了一套完整的技术。该项技术在我国的应用历史较短，有近30年的历史。但是，中国的土木工程师在既有建（构）筑物移位方面进行了大量的实践，取得了令世人瞩目的成就。本书著者试图以专著形式对既有建（构）筑物移位技术作一回顾和总结，以促进既有建（构）筑物移位技术的进一步发展；且对新建建（构）筑物的移位安装技术的原理作了总结。

本书共分六章。第1章简要介绍了建(构)筑物移位技术的背景、基本原理、国内外的的发展历史与较典型的工程实例;第2章介绍了既有建(构)筑物工程移位控制的原理,分析了上海音乐厅的移位工程;第3章介绍了既有桥梁结构的移位控制的原理,深入分析了两个工程实例;第4章介绍了新建桥梁等结构顶推施工技术的原理与工程实例;第5章介绍了新建构筑物移位安装控制技术的方法与工程实例;第6章介绍了地下构筑物纠偏的原理、方法与工程实例。

本书的分工如下:第1章由仇圣华博士与白云总工程师撰写;第2章由仇圣华博士撰写;第3章和第4章由姚红英总工程师执笔,该两章的概述部分由沈水龙教授撰写;第5章由吴欣之总工程师、陈晓明博士执笔;第6章由白云总工程师、李向红博士执笔;叶书麟教授审阅了全文。陈英姿、许烨霜、唐翠萍、庞晓明、方育琪、张金辉、李庭平、刘根豪、陈丽萍和梁军梅同志参加了部分文字打印与插图的绘制工作。本书的编写还得到了周文波博士的支持,在此谨向他们致以诚挚的敬意。

本书在编写过程中虽经多次讨论和修改,因既有建(构)筑物移位技术还是一个较新的领域,其理论和技术还有待于进一步提高,加之作者的水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 建（构）筑物移位控制的背景	1
1.2 建（构）筑物移位控制技术的发展历史与现状	1
1.2.1 国外建（构）筑物移位控制的典型工程实例	2
1.2.2 国内建（构）筑物移位控制的典型工程实例	10
1.3 建（构）筑物移位控制的原理与方法	23
1.3.1 建（构）筑物移位的原理	23
1.3.2 建（构）筑物移位的方法	24
1.3.3 计算机控制系统	25
参考文献	28
第 2 章 房屋建筑移位控制技术	31
2.1 概述	31
2.2 房屋建筑移位控制的基本步骤	31
2.2.1 房屋建筑的加固	32
2.2.2 地基处理	32
2.2.3 房屋建筑移位滑道的设计与施工	33
2.2.4 房屋建筑的托换体系	33
2.2.5 房屋建筑行走装置的建设	34
2.2.6 房屋建筑的移位	35
2.3 房屋建筑移位控制技术的优点及应用范围	35
2.3.1 房屋建筑移位技术的优点	35
2.3.2 房屋建筑移位技术的应用范围	36

2.4 工程应用实例——上海音乐厅顶升和移位工程	36
2.4.1 上海音乐厅顶升和移位工程概况	36
2.4.2 上海音乐厅移位路线地基的加固	48
2.4.3 上海音乐厅移位滑道的设计与施工	49
2.4.4 上海音乐厅结构加固	51
2.4.5 上海音乐厅上滑道及托换体系的建立	53
2.4.6 墙与柱的切割	56
2.4.7 上海音乐厅的顶升和移位	56
2.4.8 上海音乐厅顶升移位的控制技术	61
参考文献	65

第3章 既有桥梁结构升降控制技术 67

3.1 概述	67
3.2 升降工艺的设计	68
3.2.1 支撑体系的设计	68
3.2.2 液压体系的设计	71
3.3 桥梁整体升降施工	73
3.3.1 桥梁整体升降施工工艺流程	73
3.3.2 升降施工	74
3.3.3 升降施工措施	76
3.4 监测体系设计	77
3.4.1 扩大基础沉降观测	77
3.4.2 桥面标高观测	77
3.4.3 盖梁底面标高测量	78
3.4.4 盖梁纵向位移观测	78
3.4.5 伸缩缝间隙观测	79
3.4.6 液压千斤顶行程观测	79
3.5 工程应用实例	79
3.5.1 上海吴淞大桥北引桥整体顶升施工	79
3.5.2 上海南北高架与内环线高架的鲁班路立交 SE 匝道 上部结构整体降低施工	84

参考文献	89
第4章 新建桥梁顶推法施工技术	90
4.1 概述	90
4.2 顶推法施工原理	91
4.3 顶推施工的方法	92
4.3.1 单点顶推	93
4.3.2 多点顶推	96
4.4 顶推关键技术	98
4.4.1 制梁台座	98
4.4.2 导梁	98
4.4.3 临时墩	99
4.4.4 滑动装置	100
4.4.5 顶推施工中的横向导向	100
4.4.6 顶推动力装置	101
4.4.7 箱梁起落和支后力调整	102
4.5 工程应用实例——沪闵路高架道路二期工程	
2.2 标大型钢箱梁整体顶推施工	102
4.5.1 工程概况	102
4.5.2 顶推滑移步骤	103
参考文献	108
第5章 构筑物移位安装控制技术	109
5.1 概述	109
5.2 构筑物移位安装技术的优点	111
5.3 构筑物移位安装技术的系统构成	113
5.3.1 滑道系统	113
5.3.2 电气系统	113
5.3.3 液压系统	114
5.3.4 计算机控制系统	116

5.4	工程应用实例——重庆江北机场航站楼顶推移位	
	工程	117
5.4.1	工程概况	117
5.4.2	总体施工技术路线	119
5.4.3	施工工艺	122
5.4.4	施工监测措施	126
5.4.5	承载系统设计	128
5.4.6	顶推设备研制	128
5.4.7	移位状态下结构计算分析	130
5.4.8	三向承力的滑道及滑道梁设计	133
5.4.9	减摩技术与减摩材料优选	134
5.4.10	整体顶推中的姿态控制技术	135
5.4.11	整体顶推中的精确定位技术	136
5.4.12	经济效益和社会效益	137
5.5	工程应用实例——东航双机位机库超大型网架	
	整体提升工程	139
5.5.1	工程概况	139
5.5.2	整体提升工艺	142
5.5.3	整体提升设备	144
5.5.4	辅助监测系统	146
5.5.5	系统稳定措施	146
5.5.6	风荷载和抗风措施	147
5.5.7	网架的安装固定	149
5.5.8	指挥通信系统	149
5.5.9	经济效益及社会效益	149
	参考文献	150
第6章	地下结构移位控制技术	151
6.1	概述	151
6.1.1	地下结构移位的原因和种类	151
6.1.2	地下结构移位控制的方法	152

6.2 注浆法移位控制技术	153
6.2.1 一般注浆法简介	153
6.2.2 可控的压密注浆法	156
6.2.3 CCG 注浆法移位控制和加固原理	159
6.2.4 CCG 注浆对移位和加固效果的影响因素	159
6.2.5 注浆法移位控制技术的应用	160
6.3 静压桩法移位控制技术	174
6.3.1 静压桩法移位控制技术基本原理	174
6.3.2 锚杆静压桩法工艺	175
6.3.3 静压桩法移位控制技术的应用	175
6.4 掏土法移位控制技术	187
6.4.1 掏土法移位控制技术的基本原理	187
6.4.2 掏土法移位控制技术的应用	188
6.5 湿陷性黄土地基上人工注水法移位控制技术	199
6.5.1 人工注水法移位控制技术基本原理	199
6.5.2 人工注水法移位控制技术的若干问题	200
6.5.3 人工注水法纠偏的适用范围	202
6.5.4 人工注水法移位控制技术的应用实例	202
6.6 综合法移位控制技术	211
6.6.1 综合法移位控制技术概述	211
6.6.2 综合法移位控制技术的应用	211
参考文献	215

第 1 章 绪 论

1.1 建（构）筑物移位控制的背景

建（构）筑物的移位，狭义地讲是将建（构）筑物从一处移到另一处；广义地讲不仅指水平地点上的移位，而且指建（构）筑物在竖向的移位，包括基础的托换、高程的变化等。本书中的建（构）筑物移位技术指的是后者。所谓移位的建（构）筑物包括建筑物、市政构筑物、桥梁、地下构筑物等。

随着经济的发展，城市建设的不断深入，城市道路交通状况不断改善。旧城的改造、道路和高速公路的拓宽改造，使得既有建筑物或构筑物（桥梁等），面临拆除的威胁。但有些建（构）筑物仍有使用价值，还有一些建（构）筑物具有历史文物的保存价值，如果全部拆除会造成很大的浪费和经济损失。如果对这些建（构）筑物根据周围条件与环境规划的要求，在允许的范围内实施整体移位，使其得以保留，不仅可以节约造价、节省工期、减少建筑垃圾，而且使城市规划更加灵活，从而取得良好的经济效益和社会效益。

1.2 建（构）筑物移位控制技术的发展 历史与现状

建（构）筑物移位技术最早从欧美国家开始应用，已有 100 多年的历史。欧美国家对于有继续使用价值或有文物价值的建筑

物，不惜花费重金运用整体平移的方法将其转移到合适位置予以重新利用和保护。另外，发达国家对环境保护要求较高，如果将无用建筑物拆除，必将产生粉尘、噪声以及大量不可再生的建筑垃圾。因此，建筑物的整体平移技术在一些发达国家已发展到相当高的水平，且有许多专业的施工公司承担这一项专业业务^[1]。

1.2.1 国外建（构）筑物移位控制的典型工程实例

（1）在新西兰新普利茅斯市，曾通过采用蒸汽机车作为牵引装置顺利实现了一所一层农宅的平移（图 1-1）。该工程被认为是世界上“第一座”建筑物平移工程。

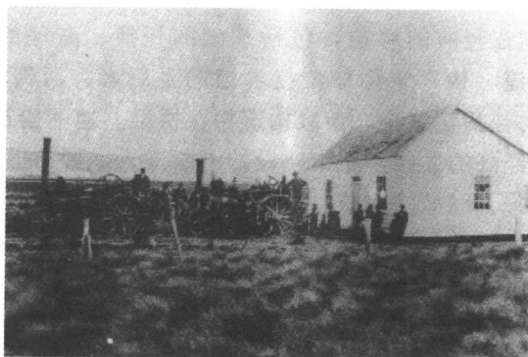


图 1-1 新西兰新普利茅斯市一所农宅的平移现场^[2]

（2）1901 年，美国依阿华大学通过采用圆木滚轴滚动装置，整体水平移动了重约 60000kN、3 层高的科学馆（图 1-2）。

（3）1982 年，英国伯明翰市的一所会计事务所，通过在该房屋地面下建造 225mm 厚的钢筋混凝土板，然后用千斤顶将其顶起，放入滚动装置完成了该房屋的迁移^[4]。

（4）1983 年，英国兰开夏郡 Warrington 市，对一座历史悠久的学校建筑，通过使用滚轴作滚动装置，采用卷扬机和钢丝绳做牵引装置，实现了纵向平移 15m（图 1-3）。



图 1-2 美国依阿华大学科学馆整体平移现场^[3]



图 1-3 英国兰开夏郡 Warrington 市一座学校的平移现场^[5]

(5) 1998 年, 美国的一所豪华别墅, 采用一艘特殊的船体作为运输工具, 从波卡罗顿迁移到 100 多英里处的皮斯城



图 1-4 美国一所豪华别墅的平移现场^[6]

(图 1-4)。

(6) 1999 年 1 月，美国明尼苏达州的 Shubert 剧院，通过在墙下浇筑混凝土墙对建筑物进行加固后，采用自身具有动力装置的平板拖车完成了该建筑物的平移（图 1-5）。



图 1-5 美国明尼苏达州的 Shubert 剧院平移现场^[7]

(7) 1999 年 6 月，美国卡罗莱纳州使用液压顶升系统，通过 100 台千斤顶将 Hatteras 角海岸的一座高 61m、重达 44000kN 的灯塔顶高 1.52m；然后，再通过液压千斤顶提供

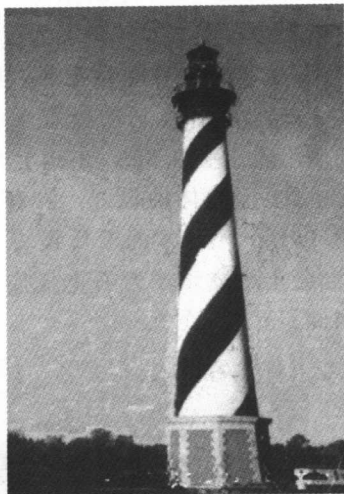


图 1-6 美国卡罗莱纳州的一座灯塔平移现场^[8]

水平牵引力，将该塔平移了 487.7m (图 1-6)。

(8) 1999 年 9 月，丹麦哥本哈根国际机场的扩建工程，将建于 1939 年，长 110m、宽 34m、高 2 层（局部 3 层）的钢筋混凝土框架结构的候机厅经加固后，用金刚石链条锯将该建筑物的框架柱在地面处切断后，用 60 台自推动多轮平板拖车顺利将该候机厅平移了 2500m (图 1-7)。

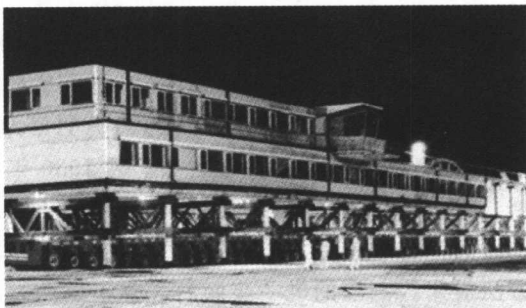


图 1-7 丹麦哥本哈根飞机场候机厅平移现场^[10]

(9) 建于 1941 年的加拿大特朗斯康谷仓 (Transcona Grain Elevator), 高 31m, 宽 23m, 其下为筏形基础。因事前不了解其基础下有厚达 16m 的可塑黏土层, 贮存谷物后基底平均压力 (32kN/m^2) 超过了地基的极限承载力, 地基失稳倾斜, 使该谷仓西侧陷入土中 8.8m, 东侧上升 1.5m, 仓身倾斜 27° (图 1-8)。由于谷仓整体性很好, 没有完全崩塌。利用顶升托换法, 即用 388 台 500kN 的千斤顶将谷仓顶起约 8m, 又新做了 70 多个混凝土墩支承于岩石上托换了原基础, 顺利完成了该谷仓的纠偏。

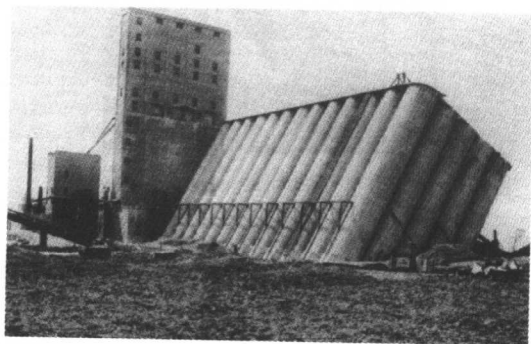


图 1-8 倾斜的加拿大特朗斯康谷仓^[11]

(10) 1137 年 8 月开始建造, 约 1370 年完成的意大利比萨斜塔^[12], 共 8 层, 高 53.3m, 重 135000kN (图 1-9)。塔的砖石地基的直径为 19.6m, 最大深度 5.5m。塔基向南倾斜, 与地面成 84.5° , 第 7 层在南面突出 4.5m。其地基有厚达 40m 的高压缩性海相黏土。从 1911 年开始的精确测量结果显示, 在 20 世纪期间, 塔的倾斜每年都在增加。到 1930 年中期, 倾斜率成倍增长。为了防止塔的进一步偏移, 曾希望使用灌浆法和从低处的砂石中抽取地下水等地基处理的方法, 以及采用土锚和铅重方法来控制塔的进一步倾斜, 都不成功。随后, 使用掏土的方法来控制塔倾斜, 取得了良好的效果。