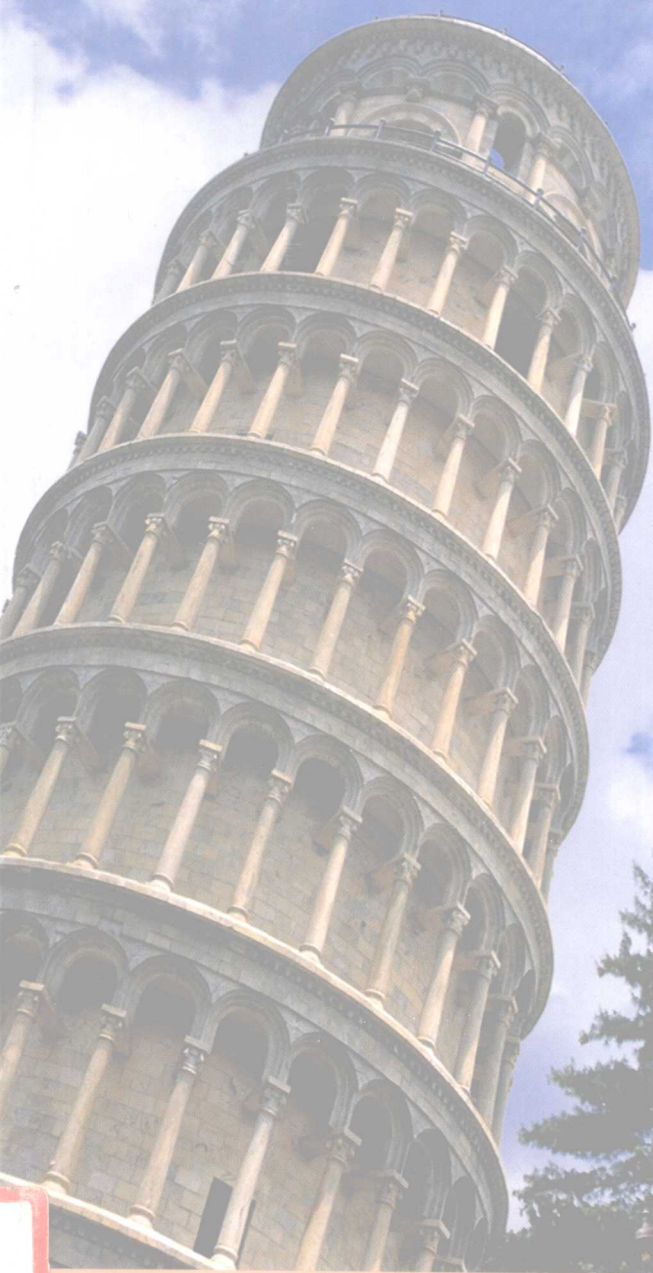


建(构)筑物地基基础特殊技术

史佩栋
主编

纠倾、移位、增层、加载、基础托换及古建筑地基基础修护



人民交通出版社

China Communications Press

TU47-53
C2

全国首届建(构)筑物地基基础特殊技术研讨会
——纠倾、移位、增层、加载、基础托换及古建筑地基基础修护技术——
(2004年12月7日~10日,杭州)
论文集

建(构)筑物 地基基础特殊技术

主 编	史佩栋		
主 审	高大钊	刘祖德	
副 主 编	夏建中	吴李泉	(集稿、 校对)
	郑锦华	洪永星	赵 翔
编审委员	高大钊	刘祖德	桂业琨
	唐晓武	周志道	周 健
	何开胜	郑 刚	章履远

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为全国首届建(构)筑物地基基础特殊技术研讨会(2004年12月7~10日)的论文集。会议以建(构)筑物的纠倾、移位、增层、加载、基础托换及古建筑地基基础修护技术等为主要议题,共收入了特邀报告6篇、论文49篇。特邀报告有刘祖德的“纠偏防倾工程十五年”;高大钊等的“建筑物纠偏工程预期目标的设定与控制”;朱瑞康的“一座高层危楼爆破抢险拆除后的思考”;莫若楫等的“岩土工程中不确定因素的处理”;陈斗生的“发展中都会区地氈沉陷问题浅论”;陈永安等的“台湾凤山县旧城东门段修护工程设计与施工”。论文中有专题研究1篇,纠倾技术18篇,移位技术5篇,建筑物增层改造3篇,基础托换与加固14篇,规范编制情况1篇,遗迹土调查及其他论述7篇。其中关于比萨斜塔的研究综述、四川都江堰奎光塔的纠倾、上海某旧公房增层改造、梧州某10层高楼移位、基坑异形桩托换、良渚遗迹土调查等文为各专题之代表作。卷首语中阐述了本领域国内外科技发展状况。本书可供建筑行业从事此类特殊技术的设计施工技术人员、房地产业相关技术管理人员、历史文物保护相关人员、高等院校、科研院所相关教师、研究生、研究人员等学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建(构)筑物地基基础特殊技术/史佩栋主编. —北京:人民交通出版社,2004.11
ISBN 7-114-05361-4

I. 建… II. 史… III. 地基-基础(工程)-学术会议-文集 IV. TU47-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 118897 号

书 名:建(构)筑物地基基础特殊技术

著 作 者:史佩栋

责任编辑:曲 乐

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)85285656,85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:22.25

字 数:621 千

版 次:2004年11月第1版

印 次:2004年11月第1版第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05361-4

定 价:60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



卷首语

一、研讨会的缘起与宗旨

自 20 世纪后半叶以来,特别是在最近一二十年来,建(构)筑物的纠倾扶正、移位搬迁、增层改造、基础托换以及古建筑地基基础修护等技术在我国许多城市渐渐兴起,而且已分别形成了一支规模不等的专业技术队伍,涌现了一批技术专家和可喜的业绩与成果。此类技术按其所应用的基本原理(或理论)以及所采用的主要技术手段而言,应属于地基基础工程的范畴,但它们的设计施工方法完全不同于常规的(或教科书所讲述的)地基基础工程。为便于称谓,我们将此类技术概括命名为“地基基础的特殊技术”。又鉴于此类技术皆系实施于常规的地基基础工程业已完成或整个建(构)筑物既已建成之后,故近年我们在研究工作中也曾把它们统称为“地基基础的后续技术”,参见文献[1]、[2]、[3]。

为了总结交流此类技术长期积累的工程经验和研究成果,同济大学土木工程学院、浙江大学建筑工程学院、浙江省建筑业行业协会地下工程分会及中国建筑学会工程勘察分会根据笔者的建议,联合发起举办“全国首届建(构)筑物地基基础特殊技术研讨会”,希望能汇集各地专家相互交流切磋,共同研讨推进此类技术设计施工与科研水平的进一步提升,使之更好地适应日益增长的客观需要。此议案正酝酿间,即获中国土木工程学会领导的关注和支持,也得到了工程界学术界许多资深专家的热情鼓励,有的并惠允在百忙中拨冗撰稿或莅会作报告,有的给予了具体指导,这一切皆使我们信心倍增;与此同时,一些院校单位相继参加了筹备工作,提供各种帮助。

本次会议自征文通知发出后,各地反响热烈,来稿踊跃。而且令人鼓舞的是,来稿作者的单位及其所报道工程案例的地区竟遍布于北京、天津、上海、重庆、四川、湖北、陕西、广东、广西、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、新疆、江苏、浙江、江西、福建、海南等 20 余省市自治区及香港特区和台湾地区,覆盖了大半个中国。这既反映了此类特殊技术目前在应用地区上的广泛性,也充分证明了举办这样的会议的必要性。不少作者在来电、来信或来访中还表示“早就希望能有这样一次专题交流的机会”。

二、论文集内容概述

本论文集收入特邀报告和论文共 55 篇,按其内容性质分为以下八个部分:

- | | |
|--------------|-------|
| 一、特邀报告 | 6 篇; |
| 二、专题研究 | 1 篇; |
| 三、纠倾技术 | 18 篇; |
| 四、移位技术 | 5 篇; |
| 五、建筑物增层改造 | 3 篇; |
| 六、基础托换与加固 | 14 篇; |
| 七、规范编制情况 | 1 篇; |
| 八、遗迹土调查及其他论述 | 7 篇。 |

在第一部分特邀报告中刊登了内地、台湾和香港多位知名专家为会议赶写的六篇力作。武汉大学刘祖德教授的宏文“纠偏防倾工程十五年”全面总结了他自 1989 年以来致力于建(构)筑物纠偏防倾工作整整十五年的宝贵经验。他首创了“地基应力解除法”,应用于一百余项工程,均获得了成功。报告详细阐述了该法的基本原理、技术关键和最大优点及其相关的发展;并有多项实例说明。该报告并对他自



1993年以来在深基坑工程中对坑周邻近的40余座建(构)筑物进行“软托换”作了初步总结;对不同的纠偏防倾措施进行了客观的评价。

同济大学高大钊教授的报告“建筑物纠偏工程预期目标的设定与控制”以其土力学家的理论深度结合工程实践经验,深入分析了建(构)筑物产生倾斜的原因与类型,探讨了纠倾方法的正确选用以及纠倾预期目标如何设定、如何控制。他说,认识与尊重客观规律是纠倾工程必须遵循的一项基本原则,但同样应当认识,并非任何倾斜的建筑物都是可以纠正的,也不是任何纠倾方法都是万能的。

武汉理工大学朱瑞庚教授的报告“一座高层危楼爆破抢险拆除后的思考”对9年前他亲自参与的一座发生严重倾斜的18层危楼的爆破抢险拆除,作了全面的回顾与反思;文章对当时所采用的爆破技术及其成功和不足之处进行了分析,最后还提出了“为避免重蹈覆辙,今后对下部结构的投入能否再多一点?”以及“是否有更好的办法可使损失降至最小?”等值得研究的问题。

知名岩土工程专家、台湾莫若楫博士和他的国际亚新公司(香港)的同事秦中天博士等合作的关于“岩土工程中不确定因素的处理”的述评报告,对于岩土工程中不确定性的客观和主观原因,以及处理不确定因素的理论与方法都作了非常精辟的论述与分析。他以他在岩土工程领域的丰富阅历和学术上的高瞻远瞩,回顾与分析了国际上自20世纪60年代以来岩土工程中可靠度研究的发展趋势,及时提出了“在知识经济的时代中,岩土工程师必须正视不确定因素存在的特性,以严谨的架构来分析处理不确定问题,而不是以岩土之复杂和不确定性,动辄引用所谓‘经验’与‘判断’,做为逃避缜密思考探索真相的借口”的卓见。这对于岩土工程发展的理性化思考及可靠度研究的工程应用都有十分重要的指导意义。

知名资深岩土工程专家台湾陈斗生博士的报告“发展中都会区地盘沉陷问题浅论”,总结了台湾地区地面沉降的原因、机理和预防补救措施。他自谦而称其文为“浅论”,其实资料十分丰富,分析非常透彻,是一篇理论与实践紧密结合的重要文献;特别对于超量抽取地下水对桩基承载力影响的评估原则,以及分别不同情况提出如何考虑负摩擦力等观点,更显出陈博士的工程经验之丰富与理论功底之深厚。此文对于大陆城市面临的日益严重的地面沉降问题,特别是地面沉降地区的桩基设计和地面沉降的防治,提供了十分宝贵的经验。

台湾执业建筑师、古迹修复设计监造建筑师陈永安、刘金昌二位先生与资深岩土工程专家胡邵敏博士合著的“台湾凤山县旧城东门段修护工程之设计与施工”,详细报道了台湾一级古迹凤山旧城(今高雄市左营)东门段在1999年进行第二次修护工程的规划设计及施工过程。报告介绍了旧城的兴建及维修历史,对东门段地基调查的结果;特别是针对由调查及拆离过程中了解的原城墙之实际构造以专业知识分析其弱点及毁损原因,提出了保留和维护古迹外貌,强化其内部安全的设计施工要点。该旧城始建于清康熙61年(公元1722年),改建于清道光5年(1825年),为台湾目前仅存的清代旧城。本报告对于我国各地历史古迹之修护具有重要借鉴价值。

本书第二部分“专题研究”收入了曹宇春等的“比萨斜塔倾斜原因及纠倾技术文献研究综述”。比萨斜塔是世界建筑史上七大奇迹之一,它带着倾斜历经沧桑而存世数百年,其安危曾时刻为全球所悬念。曹文在收集研究自1962至2003年国外十数位权威人士的十余篇重要文献的基础上,分析阐述了斜塔倾斜的历史及原因,介绍了最近十余年对斜塔所采用以及最后赖以获得成功的纠倾技术。这是国内迄今有关比萨斜塔问题的第一篇较详细而全面的报道,很有参考价值。惜乎该文未述及我国学者对比萨斜塔的关注。我国刘祖德教授曾于1991年即指出采用他所首创的“地基应力解除法”掏土纠倾,可解决比萨斜塔的问题。此意见曾由武汉大学王钊教授向拯救斜塔国际委员会的主要专家之一英国J. B. Burland教授作了详细介绍^[4]。意方后于1999年末至2000年2月间正式全面实施了掏土纠倾获得成功。但意方宣称该法是该国的一位工程师在40多年前所提出^[4]。对此,国际上颇有微词。

第三部分“纠倾技术”的论文共18篇,约占论文总数的三分之一。按其涉及的内容,又分为三个组。其中第一组“个案报道”共10篇。主要有“古建筑纠倾”,收入了王桢等所撰写的采用迫降顶升组合协调纠偏法扶正四川都江堰高52.67m、17层6面体密檐式砖塔—奎光塔的工程经验一文;此法具有一定创新意义,可供今后古塔古建筑遇类似危难时进行纠倾作为参考。还包括“住宅纠倾”3篇,即蔡泽芳等



的杭州花园北村 15 号住宅楼、朱金生等的南昌某职工住宅楼、王宝勋等的某六层住宅楼;以及“泵站纠倾”(王景军等)、“煤矿栈桥纠倾”(张少军等)、“商业用房纠倾”(朱荣祥等)、“学校建筑纠倾”(徐杨青等)、“轻工厂房纠倾”(陈天虹)及“取水井施工纠倾”(刘薇)各一篇。

第三部分第二组“纠倾技术综合论述”,有周志道等的“锚杆静压桩组合纠倾技术”、寇秉厚等的“截桩迫降扶正多层建筑倾斜的工程实践”以及王擎忠等的“斜孔取土纠倾技术应用探讨”共 3 篇。

第三部分第三组“纠倾理论探讨”有 5 篇,包括夏建中等的“关于锚杆静压桩回弹量的几个问题”及“由沉降观测值决定锚杆静压桩分担荷载的方法”;胡琦等的“冲水掏土法纠偏有限元分析”;马海龙等的“基于应力解除法纠倾的数值仿真计算研究”以及韩建平等的“湿陷性黄土地区房屋迫降纠倾中地基地土体刚度调节的理论与实践”。这些理论方法和测试研究将通过更多的工程实践取得进一步验证。

第四部分“移位技术”的论文和有关材料共 5 篇,其中卢明全等的“从广西梧州 10 层大楼移位成功探讨高层建筑移位技术”报道了该大楼建筑面积 8836m²,高 36.8m,总重 13254t,平移距离 30.276m,于 2004 年 5 月 25 日顺利平移到位。高楼由于高度高、重量大,并有地下室等因素,其移位之难度自较一般建筑物为大。据称,此业绩正在申报世界吉尼斯记录。

紧随此文,编者转载了“梧州市人事局大楼平移纪实”,可供参考。

建筑物移位有整体移位与分体移位之分,为此又摘录了关于辽河油田某采油厂办公楼分体移位之简介。

鄢仁辉等的“泉州某八层办公楼整体平移工程实例分析”,介绍了该楼横向平移 10m 的设计施工方法,对平移机构各个部分(包括上下轨道梁等的布置)及新旧地基基础处理和水平力施加体系等进行了较好的分析。

卢明全等的“建(构)筑物的扶正与移位”一文,较详细地分析了建(构)筑物的病害原因、治理方案、纠倾施工技术要点,以及移位工程的设计施工要点等。

鉴于建筑物移位工程近几年在我国有较大发展,编者在此补充了若干实例借以进一步说明目前的技术水平。

第五部分“建筑物增层改造”有 3 篇论文,王箭明等的“上海市某旧公房加层改造与鉴定加固”一文,报道了某建于 1958 年的、居住条件极为简陋的三层破旧公房,通过精心的调查研究、检测、维修、加固改造,不仅增加了两层,并且改善了建筑平面和用户的厨卫空间,提高了住房成套率,提高了建筑抗震性能和安全度。该工程将由加层和增加建筑面积而获得的经济效益用于补贴原住户,使他们在不用出资的情况下改善了生活条件。故这一方法深受居民欢迎,并已在全市大面积推广,大家认为这是一项“为民造福”的工程。

林道宏的“既有建筑物增层抗震设计控制方法”,将结构被动调谐质量减震的基本原理,应用于既有建筑物增层抗震设计,提出了增层建筑承重构件及墙体结构宜用的材料,它们可增大结构阻尼,提高减震效果,降低增层后的地震反应,可供进一步研究参考。

霍凯成关于“某粮油交易厅加固加层设计”报道该工程同时采用多种加固方法,指出了增层加固涉及因素较多,必须注意的一些问题。

关于建筑物的增层改造工作,国内北京交通大学的唐业清教授曾较早地进行了工程实践和科学研究,他创建房屋增层改造研究会,自 1991 年以来举办了六次专题学术会议;在纠偏扶正托换加固等方面也曾做了大量工作。

截止目前,我国各地实施增层(或加载)改造的建(构)筑物可能已达万幢以上,并且分别在建筑上、结构上、地基基础处理上均取得了良好效果,从而为国家、为业主节省了巨额资金和大量土地,方便了生产和生活。令人瞩目的是在增层中有的建筑物新增的层数可多于原有的层数。当然,这样做都需视具体条件作周密的设计计算,并慎重施工。

第六部分“基础托换与加固”有 14 篇论文,这是本次会议的另一热点,编者把它们分为五个组,其中第一组“新桩型加固”有两篇论文,何开胜的“近海码头大圆筒基床夹泥致倾的砂砾挤扩灌注桩加固法”,



据称在近海条件下不论其成桩质量、直径、强度,及其施工效果均达到而且超过了预期目标,颇具创新意义,可在类似条件下加以研究应用。

吴民利等的“兼具基坑支护功能的异型桩托换技术”,报道了利用分段施工的半圆异型人工挖孔桩托换技术,结合预应力锚索代替钢腰梁技术对锚杆进行锁定,成功解决了既有住宅楼的保留单元在贴近新楼基坑开挖过程中因坑底标高不一而产生的边坡支护问题。此种托换型式尚不多见,据称实施后获得了较好效果。专家认为它可能适用于一定的地质条件,且被托换的荷载不大,基坑深度不深等情况。

第六部分第二组“天然地基基础托换与加固”中,包括4篇文章,即(1)唐颖等的“某高层建筑物基础下沉加固方案的探讨”(采用静压小型钢管桩加固);(2)鲁祖统等的“软土地区建筑锚杆静压桩加固纠偏的试验研究”;(3)徐张建等的“饱和黄土地基上航吊轨道基础托换、顶升与纠偏实例”(采用预制小桩压入加固);(4)丁太东等的“逆作法施工静压桩对设备基础沉降进行治理”,均报道取得了理想效果。

在第六部分第三组“桩基础托换与加固”中有5篇文章,即(1)郑锦华等的“锚杆静压桩应用于桥梁桩基加固”;(2)张少钦等的“江西某火车站站台基础综合加固”(采用高压注浆等法);(3)刘小平等的“钢管纤维桩在珠海保税区某厂房加固工程中的应用”;(4)肖刚等的“景江华庭工程再建桩基础处理实例”;(5)康景文等的“微型压浆桩在某厂设备地基基础加固中的应用”。他们针对不同处理对象,因工程制宜,均取得了预期效果。

第六部分第四组“基坑开挖及边坡支挡失效引起的问题”中,收入了康景文等的(1)“基坑开挖引起邻近建筑物沉降不均匀的事故处理”及(2)“三峡库区某边坡支挡结构失效原因分析及处理”两文,两项工程分别采用微型钢管压浆桩及人工挖孔桩加固与托换均取得成功。

第六部分第五组是安关峰等的“广州某地铁盾构施工段对既有建筑物的保护”,报道了广州地铁三号线某区间隧道穿越既有建筑物数十根基桩,有的需从桩底下通过,分别采用新的 $\Phi 800$ 钻孔桩、 $\Phi 300$ 钢管灌注桩等手段,保证了该区间隧道盾构掘进施工和环境安全。

建(构)筑物地基基础特殊技术,经多年发展后已进入了技术立法、制定规范的阶段。本书第七部分有唐业清等报道的《建筑物移位改造纠倾技术规范》编制的工作进展情况,介绍了该规范初步拟定的主要内容。编者深信此次会议定将为编好该规范提供许多有用的材料,而规范的早日颁布实施,又将会促进建(构)筑物地基基础特殊技术的进一步发展。

需要说明,我国国家行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-1991)曾有托换法一章,后在该规范的修订版(JGJ 79-2002)中该章被取消,因有关托换技术已纳入了另一行业标准《既有建筑物地基基础加固技术规范》(JGJ 123-2000)。后者对各类既有建筑物(包括古建筑)地基基础加固前的鉴定、加固的初步设计步骤、各种不同的加固方法、质量监理、沉降观测、事故预防与补救,以及增层改造、移位搬迁等技术要求分别作了规定。

本书的第八部分收入了“遗迹土调查”及其他与上述七个主题不直接相关的论文共七篇。其中唐晓武等的“良渚莫角山夯土遗迹的土工调查”对于历史文化遗产的保护和维修,特别是联系最近发生的山西平遥一段古城墙的坍塌事件,更具重要意义。其他如章云泉的“杭州地铁秋涛路车站设计与施工”,费鸿庆等的“西安地区黄土地基中的钻孔灌注后压浆桩”,刘兴录等的“北京火车站基坑支挡桩内力测试分析”,夏建中等的“锚杆静压桩在新建工程中应用实例”,周健等的“大面积软弱地基浅层处理现场试验研究”,曹获等的“层析成像检测技术在钻孔灌注桩中的应用”,实际上应属于地基基础“常规技术”的范畴。鉴于它们均具一定新意和深度,编者不忍割爱,特发表于此。

以上是对本次会议全部特邀报告和入选论文的分类和概括介绍,从中可以看到,报告和论文的篇数虽不算多,经分类后,已显示出它们广泛涉及到了本次会议主要议题的各个方面,并且皆极具代表性。换言之,这些报告和论文大体上已反映了地基基础特殊技术当前的实际水平和发展前景。

此外,本书还编制了“论文作者索引”和“论文第一作者所在单位索引”,可方便读者了解我国正在从事此类特殊事业的一些单位和个人。



三、特殊技术的问世与发展

众所周知,建(构)筑物的纠倾、移位、增层、加载、基础托换和古建筑地基基础修护技术,相比于地基基础或岩土工程其他分枝技术而言,问世晚,发展慢。

世界上古代有许多著名的建(构)筑物由于地基基础失稳而发生倾斜,但由于当时挽救乏术而不得不任其倾斜或倒塌。例如中世纪英国的 Ely 大教堂和法国的 Bauvais 大教堂皆因倾斜而倒塌,后人只能从古籍史册中获知其概况,领略其风貌。

据文献[5]记载,世界上首例大型基础托换加固工程出现于 20 世纪之初。当时英国的 Winchester 大教堂已连续下沉 900 年。是一位潜水工在水下挖穿泥炭和粉砂层而到达砾石层,然后在地坑中独自以“包装的混凝土”往上叠置直至原有的基础底部。该教堂至今悬挂着表彰此潜水工功绩的一块牌匾^[5]。

意大利人 F. Lizzi 在 20 世纪 30 年代发明了树根桩,成功地扶正了许多古塔、教堂等等,可谓功绩卓著,世人瞩目。但惜乎对于当时倾斜速率正在不断加快的比萨斜塔,仅靠这种树根桩却也无能为力。

比萨斜塔始建于公元 1173 年,竣工于 1372 年,施工历时整 200 年。其工期之所以延长,主要是因施工中塔身曾两度发生倾斜,但当时只知从结构上采取一些措施,别无良策纠正,不得不一再被迫停工,如此延至 14 世纪中又恢复施工,最终又不得不任其带着倾斜而结顶。但该塔却意外地为人类增添了奇妙的旅游观光景点,为意大利政府增加了巨额收入。然而后来该塔的倾斜速率加快,几经采取救治措施,均告失败。如此又拖了几十年,至 1989 年斜塔已危在旦夕,意大利政府乃宣布关闭斜塔,禁止游人参观,并成立拯救斜塔国际委员会,邀请国际专家共商良策。此后从世界各地收到了千余个方案,又经长达十余年进行多方案比选和救治,才于 2001 年初使斜塔的倾斜度恢复到了与 250 年前一样,是年秋斜塔重获开放。

我国民间古时相传有能工巧匠善于“扶正房屋”,但究其实情,恐仅限于“扶正”一二层木结构立帖式房屋,估计主要是从结构上加以整修,并不涉及地基基础之处理。

著名的苏州虎丘塔的纠偏托换是我国历史上首例重大纠偏托换工程。虎丘塔始建于公元 959 至 961 年,是我国现存的惟一具有千年以上历史的古砖塔。由于它历经千年风雨剥蚀和战火凌夷,到 20 世纪 40 年代它已遍体裂痕,破损不堪。新中国成立后,首先于 20 世纪 50 年代初进行了上部结构抢修,而对基础病害未敢遽而施治。至 1978 年塔顶位移发展到 2.3m,塔的重心偏离基础轴线 0.924m,已成为“中国斜塔”。遂引起了有关当局的重视,邀请南北各地专家共商良策,决定进行第二次抢修,历数载而得以矫正。

上述数例,不仅说明了纠倾技术的发展缓慢,也说明了此类技术的难度大、风险大。

经过近半个世纪,特别是近 20 年的探索和发展,我国建(构)筑物地基基础的特殊技术已开始有长足进步。已完成的较重大的纠偏、修护项目除苏州虎丘塔外,尚有杭州余杭的明代舒公塔、上海的唐代青龙塔、太原明代双塔寺的东塔等等著名历史文化遗产,以及哈尔滨市的 27 层齐鲁大厦、山西化肥厂 100m 烟囱等等。有趣的是,据业内人士坦言,为避免引起用户忧虑,某些新建的高楼大厦、商品房等项目往往是在房地产开发商的要求下,悄悄地进行纠偏的,不便作公开报道。

综观世界各国,建(构)筑物地基基础特殊技术之所以能在 20 世纪后半叶渐渐兴起乃至长足发展,一方面是缘于土力学理论获得了迅速发展,地基处理技术有了飞跃进步,各种新型的施工机械设备与工程测试、监测技术相继问世。另一方面,此类特殊技术之发展实与与日俱增的客观需求分不开。这种需求可以认为主要来自以下几个方面:

第一,政府和公众对古塔、古寺庙、古建筑等历史文化遗产乃至重大政治经济文化事件的历史遗迹和名人故居等的保护意识和拯救责任感日益增强。

第二,随着城市化进程的加快,新的市政地下设施的敷设、地铁的兴建以及旧城改造的各种施工活动往往会影响、危及相邻环境和既有建(构)筑物的安全。二战前,美国纽约等城市开始兴建地铁,随之



带来了众多的既有建(构)筑物的基础托换保护问题;二战后,原联邦德国许多城市改建扩建地铁也有同样经验。我国自20世纪60年代后,特别是改革开放后,北京、上海、天津、广州、深圳、南京等城市相继兴建地铁,许多旧城大规模地进行改造,大大推动了基础托换等技术的发展。

第三,城市中某些新建建(构)筑物由于设计时对其场地地质条件并未查明,或由于施工不善,环境条件变异等原因,以致在施工过程中或竣工后常发生倾斜失稳等事故,因而亟需救治处理。另一方面,我国农村经济不断发展,农村中个体自建或集体兴建的房屋越来越多,但由于施工前一般未经完善的勘察设计,竣工后常出现种种后患病害需要矫治。因此,对于从事纠倾等特殊技术的行业来说,此类市场前景广阔。

第四,由于土地资源紧缺,人们常考虑尽可能地对既有建(构)筑物进行扩大利用,以应对生产发展和改善生活条件之需。

第五,由于城市规划修订、改变或道路扩建等等原因,致使某些既有建(构)筑物成了实施新规划的障碍,因而必须拆除,但经技术经济方案比较,往往会出现将现有建(构)筑物移位比拆除重建更为节省的可能性。

建筑物地基基础特殊技术不仅涉及土力学和地基基础技术,而且涉及文物考古、建筑历史、工程结构、工程地质、工程材料等等多个学科。回顾以往,综观我国各地应用和发展纠倾等特殊技术迄今所取得的主要业绩,据粗略估计,大致可归纳为:已经完成了数以百计的移位工程,数以千计的纠倾工程和数以万幢计的增层加固工程。目前,此类技术主要以土力学理论为导向,以以往经验为依托,以某些成熟的设计施工技术为借鉴,来指导工程实施,但至今尚未形成其成套的、系统的理论和设计施工技术,其新规范则尚在草拟编制过程中,业内同行可谓任重道远!

我们深信此次会议必将推动此类技术在理论上和实务中获得进一步发展。

四、致 谢

在论文集即将付梓之际,编者在此谨向各位编审委员和帮助工作的同仁们致以衷心的感谢!谨向在百忙中为本书拨冗挥毫题词的各位德高望重的专家和领导致以崇高的敬意!

人民交通出版社责任编辑曲乐同志在短短十余天时间里为全稿作了精心细致的编辑加工并整理完善,付出了艰辛的劳动;美术编辑彭小秋同志几易其稿精心设计了本书的封面;对他们编者尤为感佩。

编者还要向书法名家台湾圣约翰技术学院校友萧令飞博士为本书题写书名表示深切感谢。由于邮递误时,现特增页排在卷首,以添光彩,亦便于读者欣赏。

最后,由于编者不才,加以时间仓促,对有的专家对某些稿件所提宝贵意见来不及一一处理落实,同时书中尚可能存在其他的不少疏误之处,谨在此向作者和读者致以歉意!并请不吝批评指正,是为幸。

2004年11月



注释

- [1] 史佩栋.地基处理技术发展新动向.岩土工程界,2000(1):10~12
- [2] 史佩栋.第九章基础工程施工技术进展.见高大钊主编《岩土工程的回顾与前瞻》.北京:人民交通出版社,2001,283~290
- [3] 史佩栋等编著.深基础工程特殊技术问题.北京:人民交通出版社,2004,26~30
- [4] 史佩栋等.拯救比萨斜塔——举世瞩目的纠偏工程.岩土工程界,2000(11),16~17
- [5] [美]H.F.温特科恩,方晓阳主编.基础工程手册.钱鸿缙、叶书麟等译校.北京:中国建筑工业出版社,1983,858

附:题词专家和领导简介

- 许溶烈 詹天佑土木工程科技发展基金管委会主席、瑞典皇家工程科学院外籍院士、原建设部总工程师、原中国土木工程学会理事长
- 孙 钧 中科院院士、同济大学地下建筑与工程系名誉系主任、教授、博导
- 刘祖德 苏联技术科学副博士、武汉大学土木建筑工程学院教授、博导
- 赵如龙 浙江省建设厅副厅长、浙江省建协地下工程分会名誉会长
- 莫若辑 著名岩土工程专家、东南亚岩土工程学会创办会长、国际亚新工程顾问有限公司总经理、博士
- 李建中 著名岩土工程专家、台湾中央大学工学院院长、教授、地工技术研究发展基金会董事长、博士
- 陈斗生 著名岩土工程专家、台湾富国技术工程股份有限公司董事长、总工程师、博士
- 胡邵敏 著名岩土工程专家、台湾三力技术工程顾问股份有限公司总经理、博士

许溶烈/孙钧/刘祖德/赵如龙/莫若楫/李建中/陈斗生/胡邵敏 题词

会议筹办单位名单

会议顾问委员会、学术委员会、组织委员会名单

卷首语 史佩栋

目 录

一、特邀报告

纠偏防倾工程十五年.....	刘祖德(3)
建筑物纠偏工程预期目标的设定与控制	高大钊 姜安龙 张少钦(18)
一座高层危楼爆破抢险拆除后的思考	朱瑞赓(25)
岩土工程中不确定因素的处理	(台)莫若楫 秦中天 陈皆儒 王剑虹(30)
发展中都会区地盘沉陷问题浅论	(台)陈斗生(38)
台湾凤山县旧城东门段修护工程之设计与施工	(台)陈永安 刘金昌 胡邵敏(52)

二、专题研究

比萨斜塔倾斜原因及纠倾技术文献研究综述	曹宇春 陈云敏 夏建中 郑锐锋(67)
---------------------------	---------------------

三、纠倾技术

(一)个案报道

古建筑纠倾

都江堰奎光塔迫降顶升组合协调纠偏法扶正	王 桢 湛壮丽(79)
---------------------------	-------------

住宅纠倾

某住宅楼不均匀沉降原因与纠偏加固对策	王宝勋 张忠永 郑作栋 杨洪达(86)
杭州市花园北村#15幢住宅楼顶升、纠倾、加固	蔡泽芳 顾尧章(93)
江西南昌某职工住宅楼纠倾设计与施工	朱金生 姜安龙 张少钦(97)

泵站纠倾

倾斜泵站的纠偏施工技术	王景军 赵彩明 李兆斌(101)
-------------------	------------------

煤矿栈桥纠倾

断柱法在某煤矿栈桥纠偏工程中的应用	张少军 和礼红(106)
-------------------------	--------------

商业用房纠倾

玉环丹玉包装公司综合楼地基加固纠偏	朱荣祥 李尧坤 贺业民 申屠新民(111)
-------------------------	-----------------------

学校建筑纠倾

某粉喷桩复合地基学校建筑纠偏处理	徐杨青 宋德斌(114)
------------------------	--------------

轻工厂房纠倾

某轻工厂房倾斜纠正处理浅析	陈天虹(121)
---------------------	----------

取水井施工纠倾

宜化集团长江北岸自来水厂取水井的纠偏施工技术	刘 薇	(125)
------------------------------	-----	-------

(二)纠倾技术综合论述

锚杆静压桩组合纠倾技术	周志道	周 寅	(129)
截桩迫降扶正多层建筑倾斜的工程实践	寇秉厚	王擎忠	(132)
斜孔取土纠倾技术应用探讨	王擎忠	寇秉厚	(139)

(三)纠倾理论探讨

关于锚杆静压桩回弹量的几个问题	夏建中	吴李泉	(146)
由沉降观测值决定锚杆静压桩分担荷载的方法	夏建中	肖 俊	(148)
冲水掏土法纠偏有限元分析	胡 琦	蒋 军	朱国元 (151)
基于应力解除法纠倾的数值仿真计算研究	马海龙	姚文宏	吴剑国 邵 剑 (157)
湿陷性黄土地区房屋迫降纠倾中地基土体刚度调节的理论与实践	韩建平	宋 或	李 慧 (162)

四、移 位 技 术

从广西梧州 10 层大楼移位成功探讨高层建筑移位技术	卢明全	孙 肃	程向阳	(169)
梧州市人事局大楼平移纪实				(174)
近年若干建筑物移位工程简介				(176)
泉州某八层办公楼整体平移工程实例分析	鄢仁辉	张天宇	侯伟生	(178)
建(构)筑物的扶正与移位	卢明全	唐业清	解宝国	(183)

五、建筑物增层改造

既有建筑物增层抗震设计控制方法	林道宏	(195)
某粮油交易厅加层加固设计	霍凯成	(199)
上海市某旧公房加层改造与鉴定加固	王箭明 余泳波	(202)

六、基础托换与加固

(一)新桩型加固

近海码头大圆筒基床夹泥的砂砾挤扩灌浆桩加固法	何开胜	汪成明	(209)
兼具基坑支护功能的异型桩托换技术	吴民利	杨素春	(215)

(二)天然地基基础托换与加固

某高层建筑物基础下沉加固方案的探讨	唐 颖	吴如军	(223)
软土地区建筑锚杆静压桩加固纠偏的试验研究	鲁祖统	张为民	章绍良 王厚哲 (228)
饱和黄土地基上航吊轨道基础托换、顶升与纠偏实例	徐张建	谭新平	(232)
逆作法施工静压桩对设备基础沉降进行治理	丁太东	张 勇	张新民 谢树栋 (238)

(三)桩基础托换与加固

锚杆静压桩应用于桥梁桩基加固	郑锦华	姜天鹤	章履远	(242)
----------------------	-----	-----	-----	-------

江西某火车站站台基础综合加固	张少钦	姜安龙	朱金生(245)
钢管纤维桩在珠海保税区某厂房加固工程中的应用	刘小平	丘建金	刘祖德(249)
景江华庭工程再建桩基础处理实例		肖刚	曹可之(255)
微型压浆桩在某厂设备地基基础加固中的应用	康景文	赵国永	黄练红(259)

(四)基坑开挖及边坡支挡失效引起的问题

基坑开挖引起邻近建筑物沉降不均匀的事故处理	康景文	王震勇	黄练红(264)
三峡库区某边坡支挡结构失效原因分析及处理	康景文	王震勇	王亨林(270)

(五)施工对既有建筑物的影响与保护

广州某地铁盾构施工段对既有建筑物的保护	安关峰	高峻岳	(276)
---------------------------	-----	-----	-------

七、规范编制情况

关于《建筑物移位改造纠倾技术规范》编制工作简介	唐业清	崔江余	(283)
-------------------------------	-----	-----	-------

八、遗迹土调查及其他论述

良渚莫角山夯土遗迹的土工调查	唐晓武	张泉芳	陈佩杭(289)
杭州地铁秋涛路车站设计与施工			章云泉(294)
西安地区黄土地基中的钻孔灌注后压浆桩		费鸿庆	张晓延(299)
北京火车站基坑支挡桩内力测试分析	刘兴录	杨继明	李国庆(305)
锚杆静压桩在新建工程中应用实例	陈洪波	夏建中	王伟堂(311)
大面积软弱地基浅层处理现场试验研究	周健	姚浩	贾敏才
层析成像检测技术在钻孔灌注桩中的应用	曹获	何敏芳	傅伟(318)

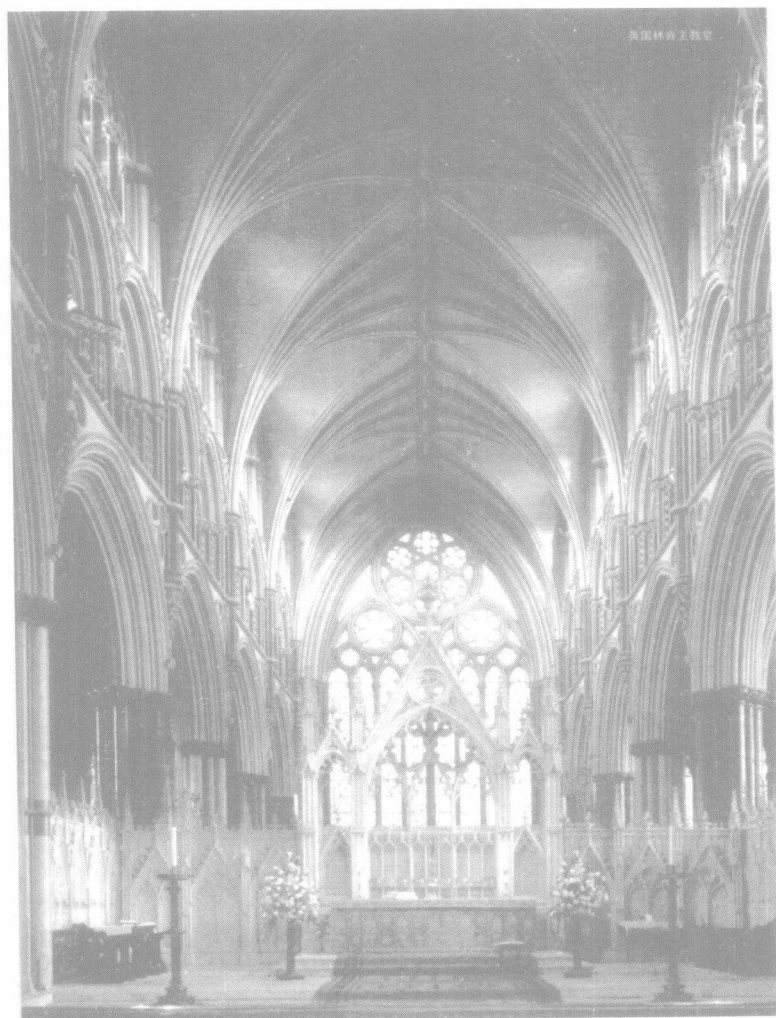
论文作者索引	吴李泉	(324)
--------------	-----	-------

论文第一作者所在单位索引	吴李泉	(326)
--------------------	-----	-------

图书介绍

• 岩土工程丛书 1《工程降水设计施工与基坑渗流理论》	(327)
• 岩土工程丛书 2《深基础工程特殊技术问题》	(327)
• 《岩土工程的回顾与前瞻》	(328)

一、特邀报告



英国林肯大教堂



纠偏防倾工程十五年

刘祖德

(武汉大学土木建筑工程学院,湖北武汉 430072)

摘 要 本文对自 1989 年 5 月首创用“地基应力解除法”纠正软土地基上多层楼房以来 15 年间所完成的 140 余座建(构)筑物纠偏工程作一回顾,并对自 1993 年以来深基坑工程中坑周邻近的 40 余座建(构)筑物的“软托换”工程也作一个初步的总结。对不同纠偏防倾措施进行评价,从中获得了若干带有理论意义的心得体会,文中一并予以介绍。

1 “地基应力解除法”纠偏技术的产生与发展

1.1 “地基应力解除法”纠偏技术的产生

早在 1983 年湖北老河市有一化工车间产生了倾斜,武汉地基处理中心曾召开专家技术讨论会,共商纠偏大计。笔者从该建筑物所处软土地基的实际出发,曾提出了“深层钻孔掏土法”纠偏的构想,但未能得到有关技术领导和行政部门的认同,只能停留在方案阶段而未实施。1988 年武汉地区解困迁居经济用房社会需求激增,然而,地基处理一般采用砂垫层天然地基,以节约成本,结果因地基不均匀或暗浜、暗谷、暗塘、暗沟的埋藏而出现大量房屋倾斜。以新华下路一个小区为例,43 栋中有 25 栋歪房的现象,其中倾斜率超过国家危房标准的就有 16 栋。当时,全国有 13 个工程单位在武汉竞技献艺,最后有六家单位在新华下路 II 期工程中进行纠偏施工,主要工艺有切槽、水平掏土、倒挂井筒水平深掏土、水冲、降水和压重等。而对沉降多的一侧,则用旋喷加固、注浆、桩托换、围护桩保护以及石灰碎石挤密桩等。一般效果均不甚理想,工期长,有的还有反复,甚至一年后房屋发生开裂等。

我们在 1989 年 5 月 20 日开始了第一座 8 层楼房的“地基应力解除法”纠偏试点工作,历时 2 个月即告成功。遂即普遍推广于新华下路 II 期工程中去,连续纠正了 16 栋中的 9 栋。在 5 年之内一共成功纠正了 46 栋倾斜危楼。

“地基应力解除法”纠偏技术的基本工作原理是单边迫降法。利用土力学基本原理,即土受扰动后其强度会降低,变形模量也随之降低的道理,在原沉降少的一边,采用设置“地基应力解除孔”,上设 4~6m 钢套管,专门作孔中深掏土,依靠吸拔软土所产生的真空吸力,使孔周软土向孔内集中,孔周土强度和变形模量均有下降趋势。地基应力随之调正,有利于软土向孔排连续运移,形成土质流场,带动建筑物扶正纠偏。

其中的技术关键是如何做到可控性和有效性。多年的实践告诉我们:该法最大的优点是完全可控。不怕矫枉过正,只怕纠不动。纠正到位以后,无论倾斜率和沉降速度都迅速趋于停止。至于有效性问题,就是指该法是否普遍适用,对土类是否有限制,能否用于复合地基和桩基础,结论是该法适用于有软弱土层埋藏的天然地基,如淤泥和淤泥质粉质粘土。若软土呈夹层状或透镜状者,只要其厚度足够纠偏需要,同样可以使用。对于柔性桩(如砂桩、碎石桩、石灰桩和灌浆软土地基等)复合地基,都曾大量的成功应用经验。甚至刚性短桩复合地基或摩擦桩复合地基(包括粉喷桩、湿喷深层搅拌桩、旋喷桩等在内),只要桩的深度在 12m 以内,深掏土的位置能接近桩端部位。地基应力解除法深掏土技术都有可能



使带桩的软土复合地基得到压缩变形,而桩向下卧层产生刺入位移。

一个最为典型的成功例子是武汉市杨汉湖地区一栋6层楼房,采用筏基加12m粉喷桩。地面以下6m内为粘土硬壳层。纠偏工程原设计地基应力解除孔深10~11m,使接近桩端。但后来在试掏土时只入土7~8m,就出现良好的纠偏效果。究其原因是6m硬壳层以下即遇到淤泥。它被掏出后,硬壳层底面的接触压力骤减。硬壳层的下降引起桩上部侧壁对硬粘土的负摩擦力,带动桩一起沉降,房屋得以纠偏成功,见图1。该楼前后一共只用了4天半的工期即告完成纠偏。类似的工程实例比较多。

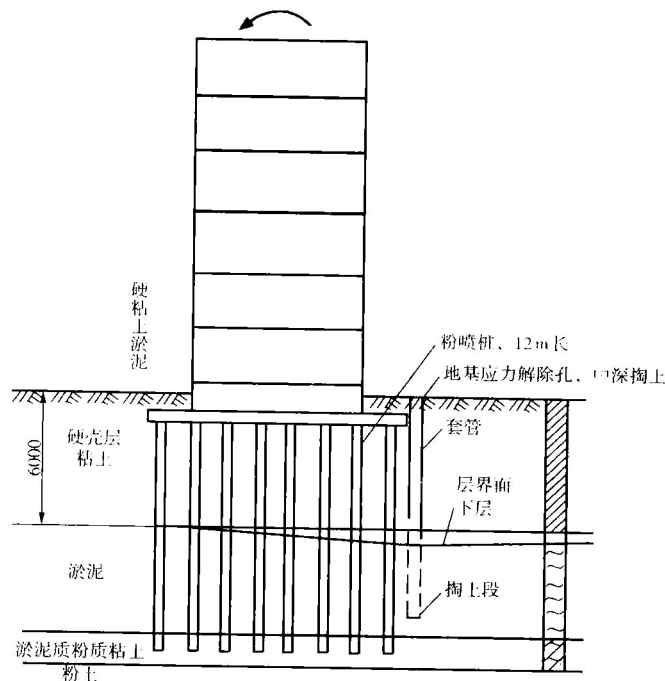


图1 地基应力解除法(中深掏土)在复合地基中纠偏成功

“地基应力解除法”纠偏技术的最大优点有:

1.最节省。因为它主要利用倾斜房屋或其它建筑物的自重作为纠偏的动力源,不需要太多的耗材和能源,就能达到纠偏目的。

2.最安全。几乎没有什么风险。在需要迫降的一侧,设置好了足够数量的地基应力解除孔,打入保护性套管之后,即可从容不迫地、安全可控地、按计划向孔内分别掏土。掏多少、掏多深完全由施工期在线跟踪观测(沉降和倾斜)信息来决定。可以比喻为拧螺丝钉的动作一样,拧多少是多少,可以微调。

3.不会矫枉过正,几乎没有后遗症。最初开发期间,总担心工后自然纠偏量会很大。但多年的工程实践经验表明,几乎不存在实质性的“惯性定律”,纠到某一预定的剩余倾斜率 i_r 后,基本上维持不变,最大的“自然纠偏量”仅1‰以内。

4.工后沉降量很小,且沉降速率骤减,很快达到基本稳定的状态。因此,该技术可兼收“纠偏”、“限沉”之双重效益。武汉某军队学校的一栋7层楼房纠偏前后的沉速可在工后一年的时间内衰减100倍以上,从大于1mm/d迅速降低到0.01mm/d以内。

5.灵活性好。该技术可配合应用多种促进地基应力解除的辅助措施,大大拓宽了该技术的应用范围,大幅度提高了纠偏的工效。主要的辅助措施有:孔内短时间抽降水位(减少孔壁水压力,促进孔周地下水向孔内的渗流,形成一定动水应力,使土更容易流动)、堵塞孔口抽气抽水(形成真空吸土)、振动掏土(使土更容易流动)、孔间插入刀片(切开孔排内外土体,减少剪切应力,所谓“邮票孔效应”)、孔间插入注水管(将土体致裂)、压载促沉等。我们曾在多个工程中采用信息化施工的原则,根据测量信息反馈情况不断地改变纠偏措施或增加一种或多种促沉方法,灵活机动。