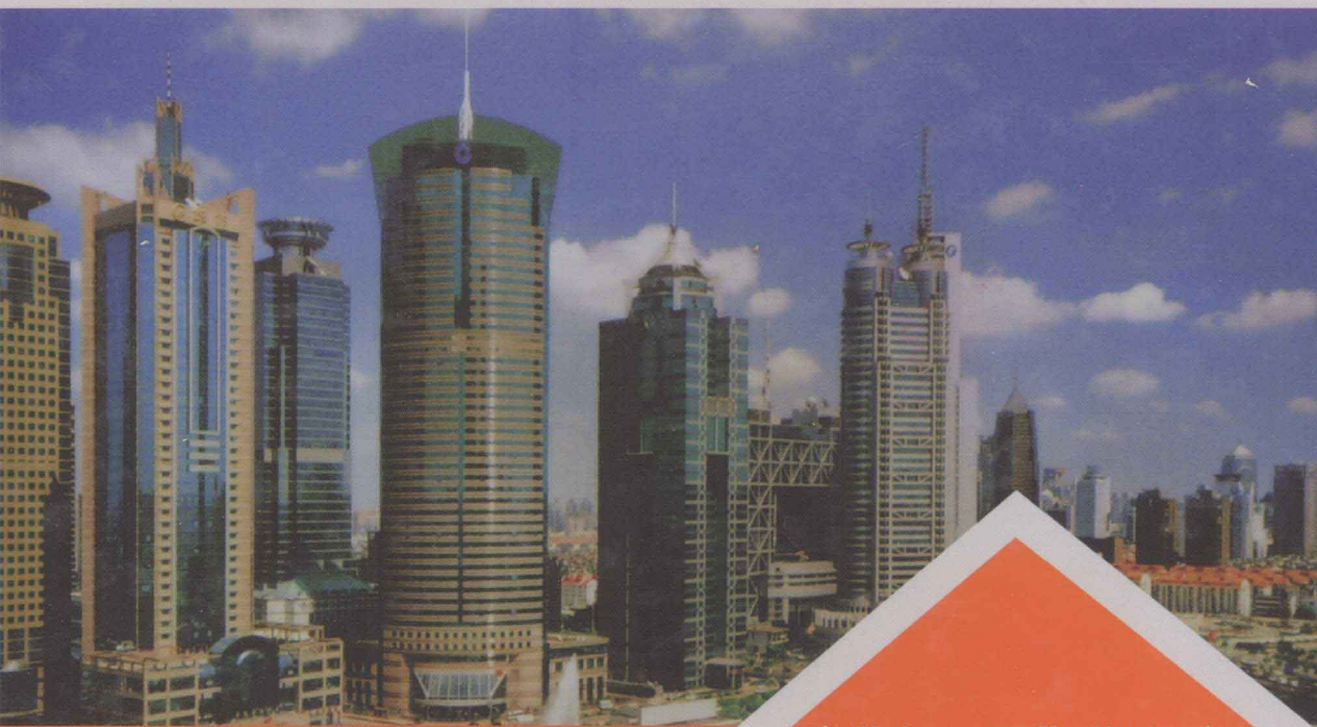


上海建工集团 组织编写
顾 问 叶可明
主 编 范庆国
副主编 胡玉银

建筑施工 创新技术应用案例



(“十一五”期间)

中国建筑工业出版社

建筑施工创新技术应用案例

（“十一五”期间）

上海建工集团 组织编写

顾 问 叶可明

主 编 范庆国

副主编 胡玉银

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工创新技术应用案例(“十一五”期间)/范庆国主编.
北京:中国建筑工业出版社,2010
ISBN 978-7-112-11704-8

I. 建… II. 范… III. 建筑工程—工程施工—施工技术
IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 242909 号

本书以上海建工(集团)总公司“十一五”期间在建设工程中的技术进步为背景,总结了在超高层建筑、标志性构筑物施工、城市地下空间开发、地面立体交通、桥梁建设、特种工程以及大型设备安装、新材料的研制等各方面的应用经验,具有一定的示范作用。

本书可供建设管理、建筑设计、土木施工人员阅读,也可作为工程技术人员继续教育和进修提高的教学参考。

* * *

责任编辑:郇锁林 曾 威

责任设计:赵明霞

责任校对:王金珠 刘 钰

建筑施工创新技术应用案例

(“十一五”期间)

上海建工集团 组织编写

顾 问 叶可明

主 编 范庆国

副主编 胡玉银

*

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

北京天成排版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:60 字数:1498千字

2010年3月第一版 2010年3月第一次印刷

定价:128.00元

ISBN 978-7-112-11704-8
(18947)

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)

《建筑施工创新技术应用案例》(“十一五”期间)
编辑委员会

顾问: 叶可明

主任: 范庆国

副主任: 龚 剑 张福余 吴欣之 高振锋 叶海明 胡玉银

编委: (按姓氏笔画为序)

王正平 王美华 王辉平 朱毅敏 杜伟国 李迪斐

邱锡宏 吴 杰 吴德龙 沈才兴 姜向红 钱 进

黄跃申 崔晓强 曹鸿新 蔡忠明

编辑: 张 扬

目 录

美国都市中心区振兴改造及其建筑特点给我们的启示(叶可明)	1
第一篇 地基基础工程	5
上海环球金融中心主楼深基础施工技术	6
上海环球金融中心主楼深基础混凝土大底板施工研究	11
对 101 层上海环球金融中心桩筏基础性状的预测	21
大体积基础底板水平分层浇筑理论分析	28
上海环球金融中心主楼超大超深基础坑中坑围护施工技术	32
沈阳第一高楼 2.5 万 m ³ 基础大底板施工技术研究	39
上海浦东国际机场二期航站区密集长桩施工技术	46
三轴搅拌桩加固施工技术在上海市浦东国际机场地下联络道中的应用	51
上海浦东国际机场二期围海促淤区内地下联络道水泥土搅拌桩复合地基的研究	54
与地下隧道毗邻的高层建筑深基坑施工技术优化	59
上海浦东国际机场二期航站区主楼深大基坑的围护方案优化及实践	65
上海浦东国际机场二期交通中心东侧特殊区域围护方案的设计	70
桩侧后注浆施工技术在软土地基超长钻孔灌注桩中的应用	74
上海 500kV 世博地下变电站 90m 超深一柱一桩施工技术	77
抓钎结合成槽新工艺在软土地区地下连续墙施工中的应用	84
地下连续墙大面积微损开洞施工技术	88
不良地质条件下的格形地下连续墙施工技术	93
上海铁路南站地下工程关键施工技术	98
高低跨深浅坑异形区间隧道的基坑施工技术——上海地铁 1 号线南车站改建工程	104
地铁枢纽站多个出入口施工时的市政管线不搬迁保护技术	108
在运营的地铁隧道上方进行大面积基坑施工	112
既有地铁车站结构单侧卸载工况下的变形控制技术	117
拆撑振动对周边环境和结构影响的测试与分析	124
群坑开挖耦合效应及其对周边环境影响的数值分析	131
超大面积港池基坑的陆上和水下开挖施工技术	137
闹市区大型斗底形地下水库基坑支护体系的设计与施工	143
紧挨浦江防汛墙的超大型深基坑施工	148
一项特殊的基坑开挖工程——中心城区地下古水工石构遗址的围护设计和开挖技术	153

逆作法施工在城市地下空间开发中的应用及发展前景述评	157
深基坑工程逆作法的理论与计算	163
逆作法深基坑在超高层建筑中的设计应用	173
超大面积深基坑工程非两墙合一的半逆作法设计	178
新型逆作法结构型式的设计与应用	182
逆作法施工中桩上支承柱的调垂技术研究	191
地铁车站与地下综合体一体化建设	195
大型地铁枢纽站施工中的地下障碍物拆除及车站结构逆作施工技术	199
由由国际广场工程深基坑结构逆作施工实践	203
高层建筑深基础逆作法施工中的节点处理	210
长峰商城超大型逆作法施工技术	217
超大基坑新型围护体系逆作法综合技术	223
深基础工程中跃层逆作法施工关键技术研究	229
跃层逆作法高效率取土工艺的研究	234
跃层逆作法中留土护壁对围护结构变形的控制作用	239
大型地下工程“两明一暗”半逆作法施工新技术	243
盖挖法技术在闹市中心地铁车站工程的设计与运用	250
上海世博 500kV 地下变电站 57.5m 深地下连续墙施工质量的控制与实践	258
紧贴防汛墙并穿越抛石层的钻孔灌注桩施工技术	263
临江侧穿越抛石层的“三墙合一”地下连续墙施工技术	267
临江多种障碍物的清障技术	272
基于“时空效应”的超大型地铁深基坑施工技术	276
群坑降水的相互影响浅析	280
第二篇 结构施工工程	285
超高层建筑施工控制摭论	286
上海环球金融中心核心筒结构施工中格构柱支撑式整体自升钢平台脚手模板 系统施工技术	293
上海环球金融中心主楼核心筒钢平台模板脚手系统超高空转换施工技术	303
上海环球金融中心超级巨型柱结构施工中的液压自动爬升模板脚手系统	310
上海环球金融中心核心筒结构施工中的格构柱支撑式整体自升钢平台脚手模板 系统设计计算方法研究	318
上海环球金融中心核心筒劲性桁架层结构模架施工创新	326
上海环球金融中心整体钢平台模板体系动力可靠性分析	332
超高层建筑整体钢平台模板体系风振响应区间分析	337
上海环球金融中心主楼基础 36900m ³ 特大体积泵送混凝土技术研究与应用	344
南京紫峰大厦结构混凝土超高泵送技术	349
上海环球金融中心 492m 超高泵送高强混凝土技术研究	355
高层建筑钢管柱内 C60 高强混凝土施工及质量控制	363
受荷状态下混凝土柱外包钢管的试验研究及实测分析	368

有应力条件下的混凝土柱外包钢管加固施工技术	374
超高层建筑改建中的结构体系转换施工	378
超高层建筑改建结构体系置换过程中关键部位的拆除技术	387
续建超高层建筑工程中的测量定位和控制网布设	392
闹市区超高层续建工程安全防护体系	396
超高层续建工程的立体场布与接口处理技术	403
改建工程中中庭钢顶棚采用“溜索”吊装施工的实践	409
特殊环境条件下的旧建筑综合改造技术研究	412
无施工场地条件下续建超高层建筑的混凝土施工技术——上海港汇广场 “双子座”塔楼工程实践	417
高层建筑高空加层施工技术	422
上海轮船招商总局大楼历史建筑修缮技术	426
绿色施工技术在超高层商务楼改建施工中的应用	432
世博建设大厦改造工程中的结构柱拔除施工技术	439
世博建设大厦结构改造中的信息化监测方法	443
世博建设大厦建筑改造设计与施工技术的研究	448
上海世博浦西综艺大厅改建工程中的抽柱托梁施工技术	453
上海世博浦西综艺大厅网架结构改建中的施工安全监测	458
上海世博浦西综艺大厅改建工程中的屋面网架加固技术	462
预制装配式高层住宅施工新技术——上海“十一五”住宅产业化 建筑施工科技创新示范工程介绍	466
工业化预制装配式(PC)住宅建筑的设计研究与应用	472
造型复杂的艺术屋面系统构造及其施工技术研究	477
上海东方艺术中心柔性索网体系曲面幕墙安装技术	482
国家大剧院钢壳体安装中卸载方案分析	490
上海光源主体建筑土建工程关键施工技术	495
异形结构建筑的精密工程测量——上海光源工程精密三维控制测量	505
上海光源工程“鹦鹉螺”状钢屋盖的设计与安装	509
防辐射建筑的设计与施工要点	516
上海光源工程低收缩混凝土的研究和应用	521
上海光源工程超级混凝土隧道的裂缝控制	526
高致密双向可调凝混凝土的研究应用	531
高致密可调凝喷射混凝土多曲面壳板结构施工技术研究	536
超大高空悬挑倒置锥形预应力混凝土壳体结构施工技术	542
1.8m 厚板式转换层施工技术——上海地铁 1 号线南车站改建工程	547
地铁线上轻轨站的改造与托换施工	552
上海铁路南站主站屋预应力梁系施工监控技术研究	555
上海铁路南站站屋工程 123m 跨旋转式龙门吊大梁安装	560
超级钢屋盖施工及旋转式龙门吊共用的中心巨型支撑安装技术	563

上海铁路南站超大直径钢结构屋盖安装技术	568
在铁路正常运行环境下的上海铁路南站主站屋相关施工技术	572
上海铁路南站主站屋特大环形平台结构综合施工技术	579
上海铁路南站工程 9.9m 平台混凝土的生产与质量控制	586
上海浦东国际机场二期航站区工程的技术创新	592
上海浦东国际机场二期航站区施工道路、水、电规划和实施	609
上海浦东国际机场二期钢结构工程超大型龙门吊的设计研究	616
上海浦东国际机场二期登机长廊钢结构安装施工工艺研究	621
上海浦东国际机场二期航站楼高品质混凝土施工技术	626
上海浦东国际机场二期航站区航站楼工程施工测量技术	632
上海浦东国际机场二期主楼钢屋盖系统安装工艺研究	636
上海浦东国际机场二期主楼钢屋盖结构平移及提升设备的研究	641
广州新电视塔钢结构安装总体技术	646
广州新电视塔结构施工关键技术	652
广州新电视塔结构施工控制技术	660
广州新电视塔钢管混凝土的施工	668
广州新电视塔外框筒钢结构温度监控	676
整体提升钢平台系统在广州新电视塔核心筒施工中的应用	681
特殊高耸结构施工预变形研究	691
特殊高耸钢结构施工中的隔离及承载平台设计研究	698
高耸结构爬升塔吊的外挂支撑系统设计研究	702
高耸结构在外挂塔吊作用下的加固研究	706
特殊钢结构空间测量定位技术	711
第三篇 隧道、桥梁及特种工程	717
大型地铁换乘枢纽站的声屏障降噪研究	718
全自动、可遥控的现代气压沉箱施工及其关键技术的研究	723
现代气压沉箱施工设备的总体设计方案及主要系统设备	727
现代气压沉箱自动遥控液压挖掘机设计研究	732
现代气压沉箱无排气出土螺旋机的研制	737
现代气压沉箱支承及助沉装置的设计研究	740
现代气压沉箱施工支撑及助沉技术	745
现代气压沉箱施工封底技术	750
现代气压沉箱刃脚土体稳定性分析	753
现代气压沉箱地震响应三维有限元分析	757
极端软弱地基条件下的大型沉井施工技术	761
双圆盾构隧道施工中的沉降控制	767
双圆盾构同步注浆优化	772
新型双圆盾构机的进出洞施工技术	775
大断面矩形地下通道掘进施工设备与技术的研究	780

大断面矩形管节预制技术研究与应用	788
砂性土中钢筒混凝土管顶管施工技术	795
玻璃钢夹砂管顶管施工监测与分析	798
上海世博会电力电缆隧道—标工程下穿越地铁 2 号线施工技术	802
软土地基中盾构浅覆土下穿铁路大动脉施工的技术措施	806
超长距离钢顶管施工技术	811
钢顶管穿越块石海堤施工技术	816
气压条件下顶管穿越岩层爆破施工的数值模拟	821
钢顶管穿越岩层爆破施工技术	825
针对顶管中爆破施工的监测系统	829
顶管穿越岩层爆破施工的现场监测	834
海底 PE 管道边敷边埋施工技术研究——大连长山岛—皮口海底 PE 管道敷埋施工技术研究	838
东海大桥主塔承台及塔座海工抗侵蚀大体积高性能混凝土研制	844
东海大桥钢结构桥头堡吊装技术	850
上海长江隧桥 60m 节段梁短线法匹配预制施工工艺	862
上海长江隧桥 B6 标预制节段桥面运输方案研究	866
上海长江隧桥 B6 标预制节段箱梁悬臂拼装施工技术研究	870
上海长江隧桥 B6 标预制节段箱梁悬臂拼装设备研究与应用	877
上海首座公路双层斜拉桥——闵浦大桥边跨钢结构提升系统的设计与应用	883
闵浦大桥边跨钢结构地面整体拼装技术研究与应用	889
闵浦大桥边跨钢结构高空滑移技术及滑移系统	894
闵浦大桥边跨钢结构制作工艺研究	899
闵浦大桥边跨钢结构整体安装结构分析	904
闵浦大桥边跨钢结构制作安装质量控制	910
闹市区不封道条件下已有高架桥的拆除技术	915
闵浦大桥主塔承台工程 23000m ³ 大体积泵送混凝土技术研究	923
跨越高架桥的大型钢箱梁安装施工技术	931
LNG 储罐 9Ni 钢底板焊接及变形控制	936
9Ni 钢低温储罐焊接工艺研究	941
管道不停输焊接的发展现状和研究重点	945

美国都市中心区振兴改造及其建筑特点给我们的启示

叶可明

美国都市中心区(Downtown),也有人称作“都心”,它作为城市的象征和中心,曾是人气与商业最旺的地方。但由于一些众所周知的原因,这些都市中心除了白天有人办公,到了夜晚几乎是一座空城,甚至成为城市最不安全的地方。这种怪异现象不禁引起人们思考:在能源紧缺、物价飞涨的今天,一个以高楼大厦组成大块 CBD 地区式的都市中心区是否科学合理?另一个是对已存在上述现象的都市中心区如何实施改造振兴?笔者近年来有机会多次亲历这些地区,觉得这个问题在发达国家已成症结并正逐步探索改造之中,也已形成了一些适用的建筑结构与施工方法。中国是一个发展中的国家,在高速发展的城市建设中记取发达国家的经验教训应该说有益无害,为此就这个问题把我的见闻与联想介绍给大家,供有关方面参考。



图 1 美国一城市都心

1 概 况

美国都市有一个特点,称谓都市中心区的一般都是由近百幢高楼大厦组成的一个地区,房屋以办公大楼为主,也有高层公寓与商贸餐饮设施,但在一个都市中它还只是很小的一块地方。由于高层公寓多建于 20 世纪早中期,生活设施落后,特别是无法满足人人一车的停车需要,因而从 20 世纪后期起,稍有钱的居民几乎全部迁到四周与郊外住宅,所以在一些都市中心区白天办公大楼还保持功能,一到夜晚就人去楼空,商业冷寂,罪犯出没,成为很不安全的地区,这在外人觉得匪夷所思的现象,在美国却持续了几十年。直到本世纪初,油价飞涨促使人们重新思考并开始进行改造振兴建设,笔者这几年到过许多美国大中城市,几乎都能看到都心区在进行改造,过去很难看到的塔吊脚手架常常展现在都心天际线上。在我的直觉上,他们的主旨是复苏都心(Downtown)的人气,着力重建现代化的高层住宅与配套设施,想把居民吸引回都心,重振昔日繁华。此举可谓一石二鸟,一是避免大量居民汽车早入晚出造成能源与时间浪费,符合节能和环保;二是都市中心重回寸金之地的投资价值(因为现在的美国人开始认为住进都市中心的高层高级住宅是身价的体现),符合刺激经济的需要。因此这项都心振兴改造工程是有社会基础与利益推动的。但这类工程均有着明显的功利目的,建设多以住宅为主,项目一般都是因地制宜安插,按有可能又经济合算的方针进行拆除清理和规划,大量的项目就是一两幢高层住宅及其配套设施(快速拆除,快速建设,

快速卖出), 仅有个别项目能成片拆除建设成规模较大的商住区, 从下图 2、图 3 可知其大概。

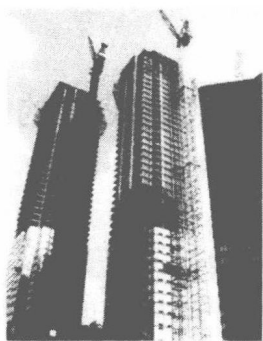


图 2 见缝插“针”

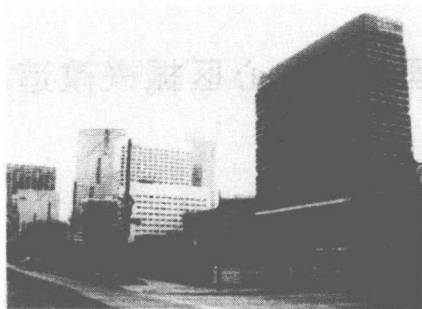


图 3 休斯顿都心新拆建成的高级住宅区

2 建筑与结构特点

都市中心振兴改造拆除后新建的建筑, 其建筑体型简洁端正, 外部多以幕墙为主, 也有用玻璃幕墙或各种带装饰墙板的。建筑内部基本上都是大空间, 以便于业主按自己需要灵活分隔装饰。对于房屋地下结构, 按我们国内的做法, 旧建筑拆除后重建房屋的基础应当是结合深层地下室, 这样可以设置多层地下车库与商场等设施, 但是我在美国所见却大多不是, 除个别成片拆除开发的有较深多层地下室外, 多数高层住宅的汽车库类似裙房设在下面几层或附近另建专用车库(图 4), 这可能就是有明确的功利目标所致, 因为建深层地下室所需要的费用与时间不合算, 故其上部结构设计除满足建筑功能要求外, 非常重视施工的方便快捷, 如高层采用钢筋混凝土剪力墙框架结构, 超高层采用钢或钢混框筒结构。楼盖以无梁楼板为多数, 除结构设计上必须有框架梁的高层、超高层房屋建筑外, 一些多高层住宅甚至为无柱帽的板柱结构。一些多层车库甚至采用全装配结构, 柱、梁、楼板、外墙板全部工厂制作, 现场安装。



图 4 装配式车库

3 施工组织

施工组织以缩短总工期为原则, 进行综合立体式流水作业, 我们看到的工地现场竖向

作业约可分为四个层次：顶部在主体结构施工，下面是二次结构与粗安装作业，再下为外墙安装，最下层正紧跟精装修。对一些特别高的房屋也有下部先使用的(图5)。



图5 上部结构施工，下部装修跟上

4 施 工 方 法

插建工程的施工方法与工艺都非常注重快与省的结合，从实际出发因地制宜采取适用施工技术，其主要分部分项工程如下。

4.1 基础与基坑支护

由于设计上较少采取较深的地下室，一般基坑就用常规的支护方法，如钢板桩支撑，个别甚至用型钢柱加插板，当然特别深的基坑用类似我国采用的板式多道支撑方法，支护挡土板墙采用排桩与地下连续墙，支撑则用钢顶撑或预应力拉锚。在基础施工阶段特别注重水平与垂直运输，由于场地狭小，基础施工时就预先立好全覆盖施工现场的若干台塔式吊车，其性能充分估计上部结构施工的需要。基础与地下室结构均采用常规施工方法，在完成基础并填土后立即进行上部结构施工。

4.2 钢筋混凝土现浇剪力墙板柱框架结构

这种结构在多高层住宅建造中是最普遍的，其最大的优点是施工方便、速度快。竖向结构柱与剪力墙采用常规方法，钢筋骨架在工厂或现场预制，用吊机就位，模板采用定制组合模板甚至散装木模。其平面结构模板是非常有特色的，我们看到的可分为两种：一种为台式模板，由若干可升降台架拼合成无梁楼盖的模板，当混凝土浇灌后达适当强度，除个别特定的立柱外，台架可全部降下再转移到上部施工用，这种特定的立柱约要保持到上部五层结构施工完以后；另一种是散装的平面排架，用型钢(木)横梁与大块木夹板组成，其中也设特定的立柱，同样要保留到上部五层结构施工完毕(图6)。以上两种都是快拆模体系。无梁的板柱结构要做到大开间，设计上都在柱上板带设置预应力筋，采用无粘结钢绞线后张法施工。



图6 快拆模体系

4.3 普通钢筋混凝土框架梁板式楼盖

这种体系与板柱结构相比，由于梁的增加，施工也就麻烦些，梁模板预先设定支架及

专用梁模,分件用塔吊安装,也有直接用散件搭设的。钢筋工程其成型并制成骨架的工作一般在工厂完成,柱与梁钢筋则用预制成骨架后安装的较多,楼板钢筋采用定制钢筋网安放,也有钢筋现场拼扎。梁内都设有预应力筋,采用无粘结后张法施工。

4.4 混凝土浇灌

混凝土均采用预拌商品混凝土,一些较大的工地均有混凝土泵车与播料机,也有工地出于成本考虑采用混凝土吊桶浇灌。

4.5 垂直运输与预制吊装

从施工场地狭小的现实条件与加快施工速度考虑,都心改造中的建筑工程多优先采用预制装配结构与构件,汽车库也多数为全装配结构,多高层住宅外墙大多为预制带装饰大墙板。施工中的垂直运输非常重要,故在基础阶段他们就安排塔式吊机,吊装一般为随运随吊,主要用塔式吊机或临时加派汽车吊。一般物料及人员上下均采用双笼扶墙电梯,结构阶段的台式支架式模板等物料层间运输则采用斜拉平台配合塔式起重机运输。

4.6 安全设施

美国建筑工地对安全是比较重视的,但在具体实施中也会因地制宜注重实效,如高空临边、行人通道、上下作业都有措施,看上去虽简陋却很有效(图7)。

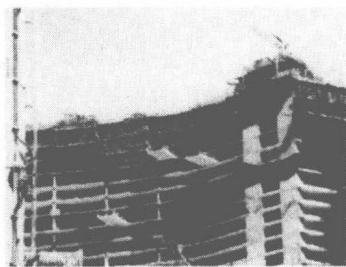


图7 外立面的安全设施

5 几点启示

(1) 在都市中心仅仅建造商贸、银行办公楼是不合适的,美国都市中心(Downtown)建设的教训说明城市各个区域均应建设一定量的居民住宅,保持人气也就是保证区域的活力,还可避免白天夜晚人员流动过大造成一系列生活的问题与能源浪费。

(2) 都市中心建设一定要规划地下空间的充分开发,所有大楼必须要建设足够的地下车库等地下用房。目前美国都市中心改造,就存在着互相影响及费用的无奈,新建大楼地下空间还是不能充分利用,只能把大量车库建成紧贴高层大楼的车库大厦。在我国有制度上的优势,应当在新建与改建中实现地下空间的充分利用。

(3) 高层建筑设计要目光长远,要考虑时代的进步、设施的变化,主体结构要能适应改造,我所见到的大开间结构、无梁板柱体系是非常好的一种形式。

(4) 设计要为业主着想、替施工考虑,各方应当达成一定共识,这在美国都心改造中体现是明显的,这些大楼的建筑结构都是施工方便,能加快速度缩短工期的。这在我国国内推行还比较困难,原因就是设计还没能真正市场化,施工图设计与施工企业没能一体化。这就要求我们应加速实现施工与设计一体,以大大促进结构与施工技术进步。

(5) 具体情况具体对待,施工方法与施工措施也应当从实际出发,实事求是,讲求效果。美国一些工地能做到土洋结合,我们是发展中国家,就更应因地制宜,在施工设施上实事求是。

第一篇

地基基础工程

上海环球金融中心主楼深基础施工技术*

1 工程概况

上海环球金融中心工程地处陆家嘴金融开发中心，北侧为世纪大道，西侧为东泰路，与金茂大厦相邻。

大楼地上 101 层，地下 3 层，地面以上实体高度为 492m，总建筑面积为 37.7 万 m^2 ，基坑面积约 7850 m^2 ，大面积开挖深度约 17.85~18.35m；电梯井深坑位于主楼区基坑中部，面积约 2116 m^2 ，开挖深度约 21.15~25.89m。

本工程为桩筏基础，桩为 $\phi 700\text{mm}$ 钢管桩。主楼区域基础底板呈 100m 内径圆形(包括外围部分 2.0m 厚裙房底板)，厚度一般为 4.5~4.0m，主楼与裙房底板过渡段为坡面(高差 2m)，电梯井深坑部位底板最大厚度为 12.04m(板底绝对标高 -21.690m)，混凝土方量约 37800 m^3 (图 1)。地下室竖向结构以剪力墙为主。

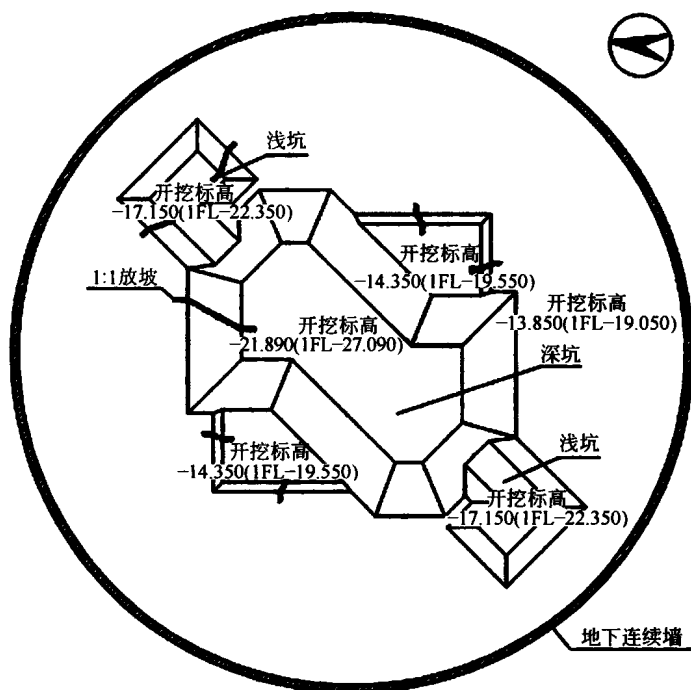


图 1 基坑平面图

* 上海市科委：交叉领域创新团队项目 03DZ12039

2 基坑围护概况

(1) 主楼基坑支护体系采用内径 100m 圆形地下连续墙(1000mm 厚)结合四道钢筋混凝土支撑(加圈梁),坑底周边增设 $8.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (厚)环状加强垫层。

(2) 主楼中部电梯井深坑部位采用一排 $\phi 1200 \sim 900\text{mm}$ 钻孔灌注桩挡土结合一道钢支撑($2\text{H}500\text{mm} \times 200\text{mm}$)作支护,并采用 $1500\text{mm} \times 700\text{mm}$ 钢筋混凝土压顶圈梁作为支撑圈梁,钢支撑中心标高为 -16.500m ,中间立柱利用主体工程桩。坑内周边一圈采用 1:1 放坡处理,护坡及垫层采用配筋混凝土,以作加强。

3 基坑基本情况

由于前期工程的主楼圆形围护墙内的大面积基坑挖土(绝对标高 -13.850m 以上的土方)、垫层以及周边 8m 宽的加强垫层施工已经由业主前期分包单位完成。根据合同内容,将继续完成电梯井深坑部位挖土及底板结构施工,即 -13.850m (局部为 -14.350m) $\sim -21.890\text{m}$ 部分(图 2)。

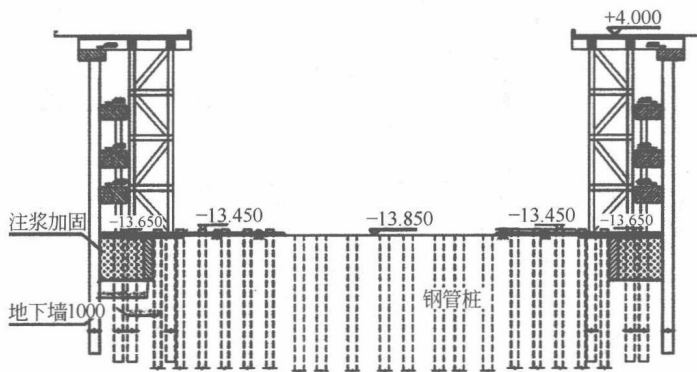


图 2 基坑原状剖面示意图

本工程原土方开挖方案设计时在主楼基坑连续墙外 4m 左右布置 14 口降压井,坑外布置一口沉降观测井,坑内深坑部位布置 2 口降压井和 4 个观测井。现采用外围再布置 4 口减压井维持设计要求的水头高度。

根据深坑 -13.850m 以上的土方开挖后近一个月的基坑围护及周边环境监测数据分析,围护墙自大面积基坑垫层浇筑后最大侧向位移稳定在 30mm 左右,坑内土体最大回弹量稳定在 25mm 左右,基坑已趋于稳定。

4 工程特点与难点分析

(1) 本工程深坑开挖深度大,最深处为 25.89m,在施工过程中如何通过选用合理的施工流程来保证深基坑开挖的安全稳定显得尤为重要。

(2) 施工工期紧。根据合同工期要求,主楼深基坑土方开挖和底板结构,施工工期为 80 个日历天。

5 施工方案确定

在降水及围护方案维持原状不变的情况下,有两种方案可供选择:方案 1 是先完成深

坑部位土方开挖，再由下往上按水平分层分3次施工底板结构；方案2是先完成周边底板施工，再进行深坑部位土方开挖，最后完成剩余部分底板结构。

根据以上两种方案优缺点分析和比较，我们不否认实施方案2会对基坑安全更有利，但是我们认为选用方案1“深坑挖土→深坑底板施工→剩余底板施工”进行组织施工对基坑同样也是安全的，但它在工期、工程质量、施工成本、施工难度等方面都有明显的优势。

综合考虑施工过程中各个因素之后，最后业主和设计同意了方案1。

6 施工部署

(1) 整个电梯井深坑开挖范围划分为3个平面区域和2个竖向开挖层(图3)。

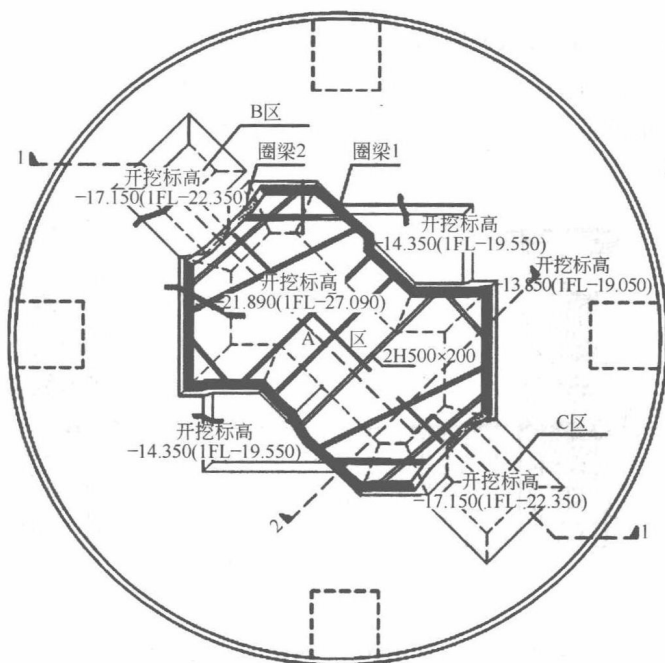


图3 深坑挖土平面分区示意图

(2) 第一次挖土：主要是对抗中深坑的圈梁部位进行刨槽土方开挖(图4)。

(3) 随后进行深坑围护顶圈梁及圈梁周边土方护坡混凝土施工，在圈梁混凝土养护过程中完成第二次挖土(A区第一层土：-13.850~-16.850m)(图5)。

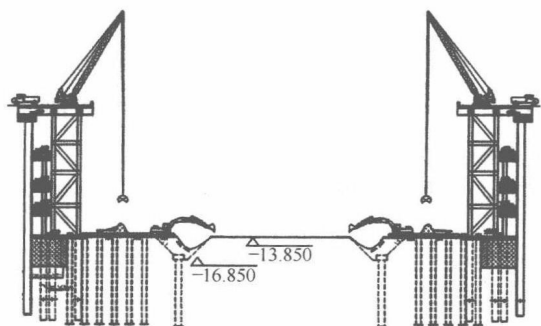


图4 坑中深坑圈梁部位土方开挖

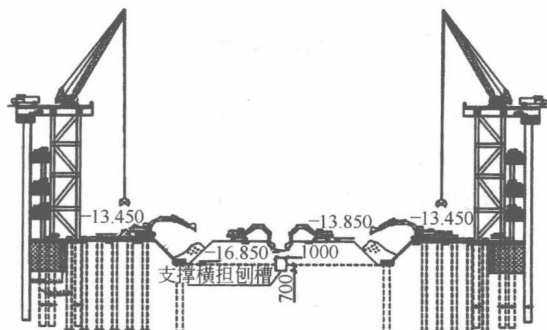


图5 坑中坑第二次挖土