

广东土木工程

施工关键技术实例

广东省土木建筑学会 编 2007 — 2013



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

广东土木工程

GUANGDONG TUMU GONGCHENG

施工关键技术实例

SHIGONG GUANJIAN JISHU SHILI

广东省土木建筑学会 编 2007 — 2013



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

广东土木工程施工关键技术实例 / 广东省土木建筑学会编. — 广州: 华南理工大学出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-5623-4096-6

I. ①广 … II. ①广 … III. ①土木工程—工程施工—技术—广东省 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 263097 号

广东土木工程施工关键技术实例

广东省土木建筑学会 编

出 版 人: 韩中伟

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

策划编辑: 赖淑华

责任编辑: 何小敏 庄 彦 侯 珺

印 刷 者: 广东金冠科技发展有限公司

开 本: 889mm×1230mm 1/16 印张: 40.75 字数: 1148 千

版 次: 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 268.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

编辑委员会

主编单位：广东省土木建筑学会

主 编：丁昌银

副 主 编：何炳泉 梁伟雄

编 委：叶浩文 向小英 陈 凯 钟显奇 吴瑞卿 邵 泉
胡利文 邓迎芳 吴才伍 曹亮宏 邱秉达 陈景辉
劳锦洪 魏开雄 雷雄武 邱 黎 黄伟强

协作单位：广州建筑股份有限公司

广州机施建设集团有限公司

中国建筑股份有限公司

中国建筑第四工程局有限公司

中交第四航务工程局有限公司

中建三局建设工程股份有限公司

上海建工（集团）总公司

中交四航岩土工程有限公司

广东省长大公路工程有限公司

广州市第一建筑工程有限公司

广州市第三建筑工程有限公司

广州市恒盛建设工程有限公司

广州协安建设工程有限公司

广东省基础工程公司

广东省第一建筑工程有限公司

广东省第四建筑工程公司

广东省六建集团有限公司

中建三局第二建设工程有限责任公司

上海宝冶集团有限公司

前 言

所谓土木，即指一切和水、土、文化有关的基础建设的计划、建造和维修。发展至今，土木工程的涵盖范围不再仅限于工业与民用建筑专业，还延伸包括了道路、桥梁、港湾、码头、水利、轨道交通、园林绿化及其相关配套工程等专业，可谓包罗万象。

2007 年以来，我省经济技术飞速发展，建设规模空前巨大，特别是亚运、大运会工程迎来了广东建设的繁盛时期，涌现出大量的世界一流的工程项目。其中不乏精品、传世之作，我们在叹为观止的同时，很有必要总结出一批实用创新的技术成果，用以推动我省施工技术水平和能力的不断提高，这是撰写本书的初衷。广东省土木建筑学会与广东省土木建筑学会工程施工专业委员会每五年会举办一次大型的广东省土木工程施工技术交流会，旨在及时总结经验，促进技术交流，按“大土木”的指导思想，努力加强作为专家、学者的桥梁和纽带作用，凝聚人才，带领土木技术工作者们不断开展科研攻关、技术开发，积极实现新技术成果的推广应用和转化。藉此次大会召开的契机，我们面向广大土木同行，整理出版了《广东省土木工程施工关键技术实例》，搭建了一个知识分享交流平台，将 2007 年至今已完工的具有先进施工技术、影响面大、或经上级部门鉴定获奖的大型工程项目收录入内。同时，本书将工程中最具特色的工艺，先进实用的施工方案、施工技术、施工设备和材料，已授权的发明专利以及已获得的国家级、省级施工工法汇编成册，对读者而言具有一定的可读性、实用性和启发性。我们希望广大读者在日后的工作实践中能从此书中寻到类似的工艺和方法，得以借鉴和参考。

社会的发展、人们的生活日新月异，土木工程于其中扮演着必不可少的关键角色，没有了土木工程创新，社会的发展、人们的生活从何谈起。同时，为了适应生活向我们提出的更高更多的要求，土木工程不能停滞不前，要努力钻研未来发展趋势，进一步发展高层结构、大跨结构、地下空间结构，加强建筑物防震抗风与减灾的功能等，为社会提供更专业优质的技术服务，为推动本地区、本行业的建筑科技发展与创新做出显著贡献。

我们提倡爱读书、勤实践、多创新，广大读者如有更多更好的施工实例材料，或翻阅此书后得出一些新的体会和认识，甚至对本书的取材、撰写、编排、印刷等有任何意见和建议，欢迎大家联系我们，电话：020-86678317、020-86676451，Email: gdtjxh@163.com，联系人：柯梅丽。

最后，本书的成功出版，得到了广东省住房和城乡建设厅，省内各市、区建设局（建委）、各建筑学会、各建筑企业、工程质量监督检测单位、监理公司的专家学者和工程技术人员的大力支持和踊跃参与，在此对他们表示诚挚的感谢。

编 者

2013 年 8 月 4 日

目 录

广州珠江新城西塔工程	1
◎ 超高层智能化整体顶升工作平台及模架体系	
◎ 超高性能混凝土超高泵送综合施工技术	
◎ 超高层巨型斜交网格筒钢结构成套施工技术	
◎ 高层结构施工过程仿真分析及监测技术	
◎ 超高层结构施工测量控制技术	
广州新电视塔工程	37
◎ 超高、扭转、偏心、镂空钢结构施工技术	
◎ 超高椭圆变截面核心筒建造模架技术	
◎ 超大断面桩柱和超高核心筒结构混凝土施工技术	
“亚运之舟”海心沙工程	123
◎ 大型折叠升降 LED	
◎ 显示屏风帆架技术	
◎ 大面积固定水隐舞台技术	
◎ 开敞式大悬挑斜拉索曲膜钢顶篷技术	
深圳湾体育中心工程	165
◎ 填海淤泥陆域软基处理技术	
◎ 单层空间表曲面弯扭斜交网格钢结构综合施工技术	
◎ 108m 大跨度双曲面钢结构网架分片预拼整体提升施工技术	
◎ Q460GJD 高强钢现场焊接技术	
◎ 110m 三维异形双曲面屋面坡道法施工技术	
广州亚运城综合体育馆（广州亚运馆）工程	209
◎ 变曲率大面积清水混凝土墙模板技术	
◎ 双曲环形空间桁架制作与安装技术	
◎ 钢结构安装大型组合支撑胎架设计与施工技术	
◎ 多支腿铸钢节点安装与钢构件异种材质、多角度、全位置焊接技术	

广州市西江引水工程输水管线小塘立交段工程	247
◎ 深厚粉细砂层中明挖埋管基坑的组合支护体系施工技术	
◎ 基坑内利用小型龙门吊进行大直径 PCCP 管敷设的施工技术	
◎ 先隧后井法盾构平衡到达技术	
◎ 盾构隧道内安装大直径钢管的复合结构引水管道施工技术	
广州新电视塔钢结构和天线桅杆面漆工程	279
◎ 超高复杂构筑物登高作业专用装置的研制技术	
◎ 带导向专用电动吊篮登高防腐作业施工技术	
◎ 电动吊椅登高防腐作业施工技术	
◎ 轻型管桁架挂篮登高防腐作业施工技术	
◎ 高空防腐喷涂质量控制技术	
东方电气出海口基地三期联合厂房二工程	297
◎ 超长自锁暗扣式防水保温双层压型彩板屋面一次无缝施工技术	
◎ 多联多口多层组合箱型截面钢柱组焊（装）施工技术	
◎ 特大超重异形钢柱吊（安）装施工技术	
◎ 超深软基大面积密集群桩施工关键技术	
◎ 超厚软土层小直径超长冲孔灌注桩施工技术	
广州港南沙港区粮食与通用码头立筒仓及配套工程	337
◎ 轮辐式柔性轻钢结构平台施工技术	
◎ 混凝土水平分流装置施工技术	
广梧高速公路河口至平台段第十八合同段工程	355
◎ 高速公路高液限土改良施工技术	
广东省博物馆新馆工程	365
◎ 超大型钢结构屋架的液压整体顶推滑移施工技术	
◎ 钢结构立体交叉体内双向预应力索的张拉和过程分析技术	
◎ 钢桁架内超流态免振捣自密实混凝土的施工技术	
国家工商行政管理总局行政学院工程	405
◎ 深厚地基排水强夯处理施工技术	
◎ 高陡岩石边坡加固与复绿综合技术	

广州南沙体育馆工程..... 419

- ◎ 双环贝雷架临时支撑体系技术
- ◎ 双环钢屋架安装技术
- ◎ 双环张弦钢屋架预应力施工技术
- ◎ 钢结构预应力施工监测技术

惠州市金山湖游泳跳水馆工程..... 457

- ◎ 空间双曲面清水混凝土跳台施工技术
- ◎ 大跨度起伏式变曲率钢结构屋面施工技术
- ◎ 铝镁锰合金直立锁边金属屋面板施工技术

中船龙穴造船基地修船项目 1#、2# 船坞工程 481

- ◎ 大型船坞工程大面积软土地基处理技术
- ◎ 大型船坞工程深基坑软土盘式开挖技术
- ◎ PHC 桩超深送桩施工技术
- ◎ 大型船坞工程混凝土施工技术
- ◎ 大型船坞工程基础回填施工技术
- ◎ 大型船坞卧倒门虹吸灌水浮力安装施工技术

深圳大运中心Ⅲ标段（游泳馆）工程..... 517

- ◎ 钢结构屋盖等标高累积滑移施工技术
- ◎ 复杂铸钢节点测量控制技术
- ◎ 复杂网格结构长期健康监控技术
- ◎ 清水混凝土施工技术
- ◎ 会喝水的混凝土——透水混凝土路面施工技术
- ◎ 会呼吸的墙——空腔通风技术
- ◎ 先进的现代数字信息技术
- ◎ 循环经济下的节能型场馆综合绿色施工技术

深圳大运中心Ⅱ标段（主体育馆）工程..... 551

- ◎ 单层折面空间网格结构的研发与应用
- ◎ 大跨度多轨道不等高空间钢结构累积旋转滑移施工技术研发与应用
- ◎ 倒 L 型预制清水混凝土看台施工关键技术
- ◎ 聚碳酸酯板外围护结构技术研发与应用

广州交通信息指挥中心工程·····	565
◎ 钢管混凝土核心柱施工技术	
◎ 现浇无梁空心楼板（GBF 管）内 50mm 小空间机电管线预埋施工技术	
深圳港大铲湾港区集装箱码头一期工程·····	587
◎ 直排式真空预压加固软土地基技术	
◎ 高压气囊配合半潜驳搬运巨型砼沉箱技术	
◎ 滑轨控制整平水下抛石基床技术	
广州市萝岗会议中心（凯云楼）工程·····	609
◎ ANSYS 有限元三维仿真分析预测与预控基坑变形的创新技术	
◎ 保温隔热复合式外墙施工的创新技术	
◎ 植物纤维喷涂施工的创新技术	
◎ 高声学要求会议厅混响时间控制装修施工的创新技术	
◎ 弧形闭合法保温施工的创新技术	
佛山市中医院医疗综合大楼工程·····	625
◎ 悬臂双排桩深基坑支护新体系的研究与应用	
◎ 大型复杂结构精确测量定位控制技术	
◎ 大型地下室多变截面底板大体积混凝土及长墙裂缝控制 关键技术	

广州珠江新城西塔工程



第一部分 实例基本情况表

工程名称	广州珠江新城西塔		
工程地点	广州珠江新城 J1-2、J1-5 地块		
开工时间	2005 年 12 月 26 日	竣工时间	2012 年 9 月 30 日
工程造价	50 亿元人民币		
建筑规模	45 万 m²		
建筑类型	公共建筑		
工程建设单位	广州越秀城建国际金融中心有限公司		
工程设计单位	WilkinsonEyre. Architects ~ Arup 联合体、华南理工大学建筑设计研究院		
工程监理单位	广州城建开发工程咨询监理有限公司		
工程施工单位	中国建筑股份有限公司、广州建筑股份有限公司联合承建		
项目已获奖项的情况			
工程质量获奖情况：获中国建筑工程总公司 2012 年度优质工程金质奖和 2103 年度广东省建设工程优质奖，质量目标是争创鲁班奖。			
科学技术获奖情况：获国务院“2011 年国家技术发明奖二等奖”1 项；获华夏科技一等奖 1 项、二等奖 1 项；获中国建筑工程总公司科技一等奖 1 项和二等奖 2 项；获发明专利 2 项，实用新型专利 18 项；获英国皇家建筑学会“2012 年莱伯金奖”和省部级设计一等奖 2 项、三等奖 1 项；获省部级工法 4 项；进行 4 项国家级科技成果鉴定，其中 3 项鉴定为国际领先水平；出版科学技术专著 3 本；获省部级及以上其他科学、质量奖 23 项。			

第二部分 关键技术名称

- ◎ 超高层智能化整体顶升工作平台及模架体系
- ◎ 超高性能混凝土超高泵送综合施工技术
- ◎ 超高层巨型斜交网格筒钢结构成套施工技术
- ◎ 高层结构施工过程仿真分析及监测技术
- ◎ 超高层结构施工测量控制技术

第三部分 实例介绍

1 工程概况

广州珠江新城西塔为集办公、酒店、休闲娱乐为一体的综合性商务中心，位于珠江大道西侧，花城大道南侧，花城广场西侧。工程建成后，其新颖的结构体系，优美的建筑外观，成为珠江江畔上的一道亮丽风景线，作为广州市的一个标志性建筑，对提升广州市的新形象，将起到积极重要的作用。

工程总建筑面积 45 万 m^2 ，包括四层地下室（局部五层）、5 层裙楼、两栋 28 层的附楼和一栋 103 层的主塔楼，其中主塔楼总高度 440.75m，平面呈三角拟合弧状心形，立面为中间粗两端细的梭形，整体造型设计为光滑通透的水晶。

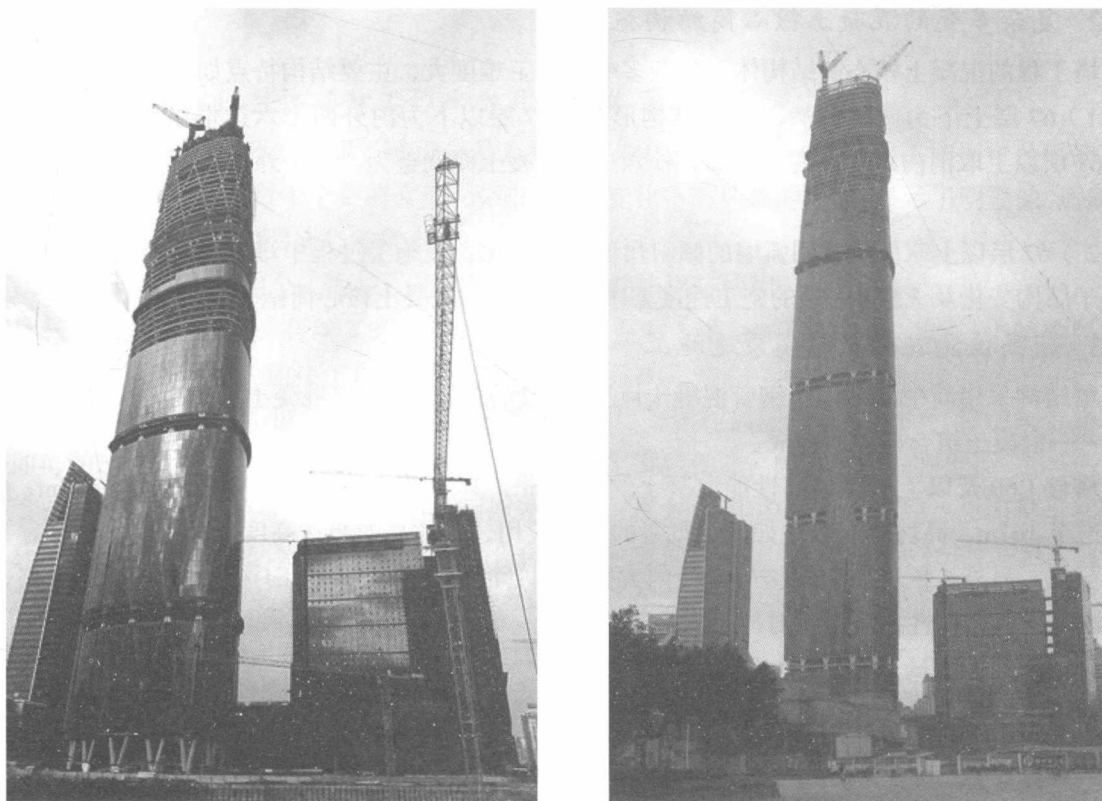


图 1.0-1 西塔工程建设图

主塔楼设计 70 层以下为智能甲级写字楼，70 层以上为白金五星级酒店，顶部设置观光层和直升机停机坪，中部间隔设置有五个设备层和避难层。附楼、裙楼及地下室为配套公寓、商场、停车场。

其中主塔楼结构体系为筒中筒混合结构，核心筒为钢筋混凝土结构，外框筒为钢结构，其中外框钢柱为巨型斜交网格体系，每 27m 高度为一个节段，共 17 节，每节由 15 个 X 形节点和 30 根倾斜钢柱组成，钢管直径由底部的 1.8m 逐渐过渡为顶部的 0.8m，钢管内灌注 C70 ~ C90 的超高性能混凝土；混凝土核心筒在 67 层上下存在结构体系的转变，67 层以下为六边形规则设计，67 ~ 74 层为结构过渡层，74 层以上核心筒结构变为自身不能稳定的倾斜弧形薄墙结构；内外筒之间为钢梁组合楼盖，楼盖采用永久性钢筋桁架肋钢模板。

外围护采用全幕墙结构,内隔断为混凝土砌块墙与轻质隔板墙。并设计有消防、通风、空调、强弱电、给排水、真空垃圾等配套机电系统。

2 工程重点与难点

根据工程设计特点、合同要求、市场资源及行业背景情况,本工程整体施工主要面临以下难题和重点控制内容。

2.1 工期要求非常紧张

西塔工程总体工期要求 1007 天,土方及基础施工时间为 337 天,结构施工工期 670 天,扣除塔吊、顶模安装、转换时间,扣除结构施工近两年时间内台风暴雨天气影响,平均需达到 3.5 天一层才能满足整个工程的施工进度要求。对于 400 多米的超高高度及如此新颖多变的复杂结构,此工期要求可谓本工程的一个最大难题。

2.2 复杂多变的混凝土核心筒结构施工

西塔工程的混凝土核心筒结构体型复杂多变,施工难度大,主要结构特点如下:

(1) 67 层上下为两种截然不同的结构形式,67 层以下为内外两个六边形组成的混凝土筒中筒结构;67 层以上取消内六边形混凝土筒,外六边形混凝土筒调整为“三个外扩小筒+三面倾斜圆弧墙”结构。

(2) 67 层以上三面倾斜圆弧墙的倾斜角度层层变化,在施工过程中难以自身稳定。

基于结构变化及 3.5 天一层的施工速度要求,本工程的混凝土核心筒施工难度异常大。

2.3 超高性能混凝土超高泵送施工

西塔结构采用筒中筒结构:钢管混凝土巨型斜交网格外筒,钢筋混凝土剪力墙内筒,以及连接内外筒钢——混凝土组合楼盖所组成。

主塔楼 C60 及以上的高强高性能混凝土约 7 万 m^3 ,其中 C80 混凝土最高需泵送至 410m, C90 最高需泵送至 167m,高性能混凝土如此大批量的现场应用,如此高的泵送高度,国内尚无首例,在世界上也属罕见。另外,巨型斜交网格外框柱内大批量钢管混凝土施工,对工序质量要求比较严格,为保证钢管混凝土的密实性,需慎重对待。

2.4 超高层钢结构巨型斜交网格筒施工

分析西塔工程钢结构体系主要具有以下重难点:

(1) 构件最大宽度 4.3m,最大重量 64t,长 12m,外筒形式为空间斜交倾斜转换,造型复杂,定位与校正难。

(2) 钢柱高空焊接空间狭小,厚板斜立焊接,焊接量大。

(3) 74 层以上结构无法承受塔吊附着荷载,需转换。

(4) X 节点共有 255 个,倾斜直段钢柱 510 根,外形尺寸大、节点吨位大,最大板厚 100mm,制作难度大,且圆管钢柱对接口要求精度高,必须进行实体预拼装。

2.5 虚拟仿真及测量监测

对于形状比较特殊、结构比较复杂或者高度超高的工程等,由于施工过程中的受荷结构为未完成建筑且其所受荷载为施工荷载,与结构设计时所考虑的完整建筑和使用荷载是不同的,而且施工时结构的内力及变形指标是随着结构施工进度不断变化的,所以这一变化值并不一定在结构设计范围之内,对此,在施工前需对施工全过程进行准确、科学的虚拟仿真验算,并根据计算结果采取相对应的现场

监测措施,以确保项目施工的安全性、经济性和科学性。

另外对于超高层结构施工中,因目前测量仪器的精度无法满足一次传递的测量精度要求,所有控制点均需分多次考虑,并且由于结构超高带来的施工过程中各主要受力构件的变形累计,测量方法的选择是否科学将直接决定了整个结构的施工精度。

2.6 体外预应力索施工技术

由于西塔工程立面设计造型为梭形,中间楼层突出,底部及顶部楼层收进,且外框钢柱沿外立面布置,整个结构存在比较大的外张力,并且此张力随结构高度的增加在不断的变化。结构体系中抵抗水平外张力中除考虑内外筒之间主钢梁拉结作用、楼盖的拉结作用外,在每个节点层(每27m高度)设计了两道预应力环索,每道环索由三段索体组成,最大张力500t,如此大吨位的环形体外预应力索在超高层结构中的应用尚未见先例,其张拉时机、索体就位、张拉顺序、张拉控制及辅助措施等均需慎重考虑,避免造成已完成结构的永久损伤,并保证最终施工状态满足设计要求。

3 技术创新点

3.1 超高层智能化整体顶升工作平台及模架体系

依据“三点成面”原理,发明了最少顶升点数、智能化控制、整体顶升的工作平台及模架系统。相对于传统工艺所采用的“数十个集群支点”必须随结构变化不断调整的方法,显示了明显的“适应性强、操作简单、简捷易调、受力明确”的优点。

首次将顶升和支撑结构合二为一,动作协调简单,并能周转使用。

采用长行程(5m以上,传统工艺一般行程为0.5m左右)油缸,可以一次完成一个结构层高的顶升作业,简化了顶升程序,加快了顶升速度。

随工作平台整体顶升、可进行空间三维灵活调节的模架,在遇到结构变化时,模架可以通过简单的调整即可满足变化后的施工需求,同时实现了模架施工有轨作业,降低了劳动强度。

该套技术于2009年经鉴定整体达到国际领先水平,获2009年中国建筑工程总公司科学技术奖一等奖。获得发明专利2项(该专利权利要求涵盖体系各个方面),实用新型专利10项。

3.2 超高性能混凝土超高泵送综合施工技术

根据主楼高强高性能混凝土体量大、泵送高度高的特点,进行了高强高性能混凝土技术的配合比研制和泵送技术研究,使高强高性能混凝土在保证强度不变的前提下,实现可泵性指标。同时还联合中联重科根据该项目混凝土超高泵送的特点,研发了混凝土出口压力为40MPa的泵机,满足了UHPC、UHP-SCC超高($h=411\text{m}$)泵送的要求。

该套技术于2009年经鉴定整体达到国际领先水平。

3.3 超高层巨型斜交网格筒钢结构成套施工技术

针对该工程巨型斜交网格筒钢结构具有的大直径厚壁钢管相贯口的设计、精确切割与焊接;焊接残余应力消减;实体预拼装;复杂构件尺寸验收;无揽风吊装技术;空间多点三维坐标精确定位;复杂环境下超厚钢板焊接等难点,采用三维空间建模深化及数控切割技术结合,控制下料加工;采用VSR实效振动与加热相结合进行消残,采用盲孔法进行检测,与设计密切协商,确定残余应力允许范围;采用实体预拼装与电脑模拟预拼装的形式,大大降低巨型复杂构件实体拼装的工作量和工作难度;采用无揽风吊装技术,减少临时支撑措施,降低各工作面的相互影响;采用空间测量、坐标采集、数据库逆向拟合控制安装精度等措施,确保了该工程钢结构安装施工的质量和安全。

该套技术于2009年经鉴定整体达到国际领先水平。

4 关键技术应用情况

4.1 超高层智能化整体顶升工作平台及模架体系

4.1.1 概述

超高层混凝土结构施工中,模架是整个项目施工的关键环节,对此,我们研发出顶模工艺,并发明了支撑该工艺的“智能化整体顶升工作平台及模架体系”,通过“主受力体系高空不变、模架体系高空易调”的设计理念和“平面最少支撑点数、低位支撑、长行程、智能化控制、空间三维可调模架”五大创新点,实现了安全、快速、适应性强的施工需求。

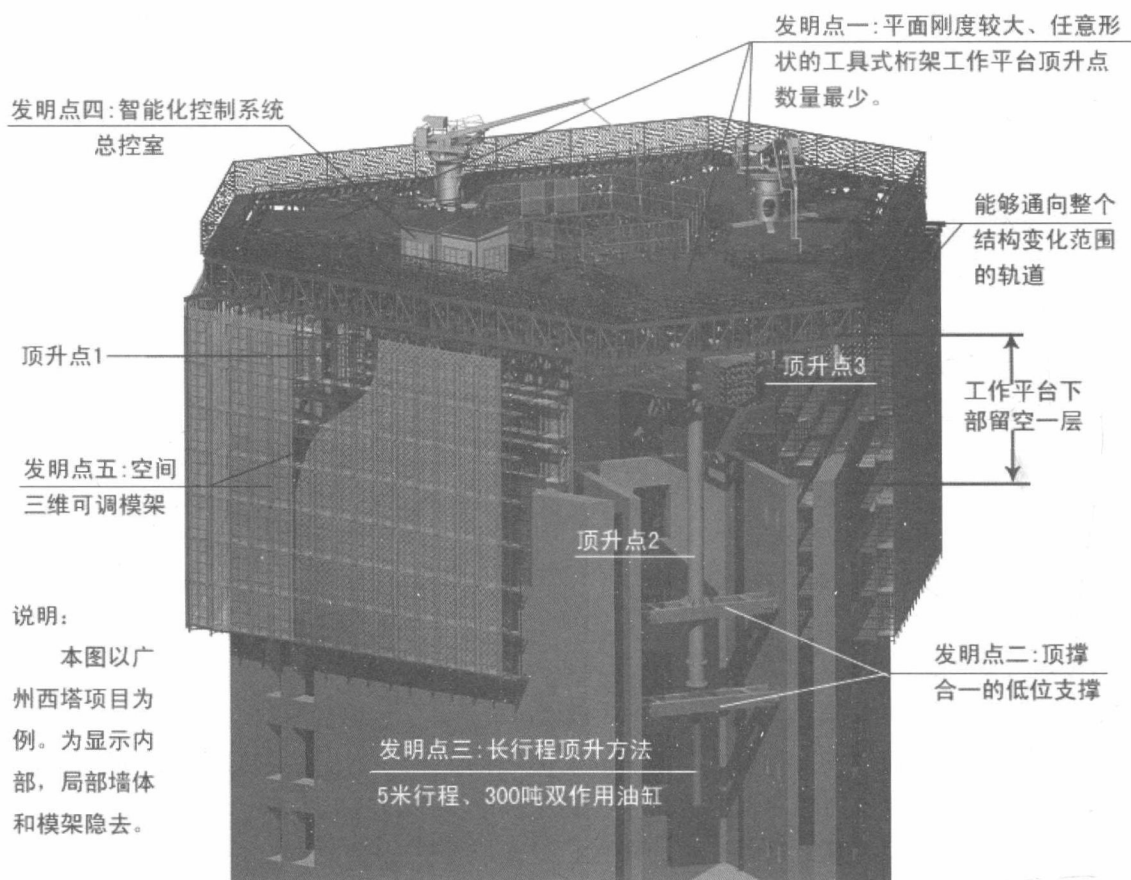


图 4.1-1 智能化整体顶升工作平台及模架体系系统图

4.1.2 关键技术

本系统在低于施工层两层高度范围内设置三至五套顶撑结构,其通过支撑钢柱与设置在施工层上一层高度的大刚度工作平台连接,形成一个稳定的钢骨架,平台上方可以堆放布料机、焊机、大宗钢筋、消防水箱等施工料具,工作平台下部设置有通向各个结构变化范围的轨道,所有模板与架体均通过导轮与吊杆挂在轨道上,同时模架自身三向可调。

4.1.2.1 工作平台“顶升点数最少”

工作平台采用最少顶升点数的思路,由最少数量(3~5个)支撑钢柱支撑平面刚度很大的任意形状的工具桁架式大钢平台(工作平台)。

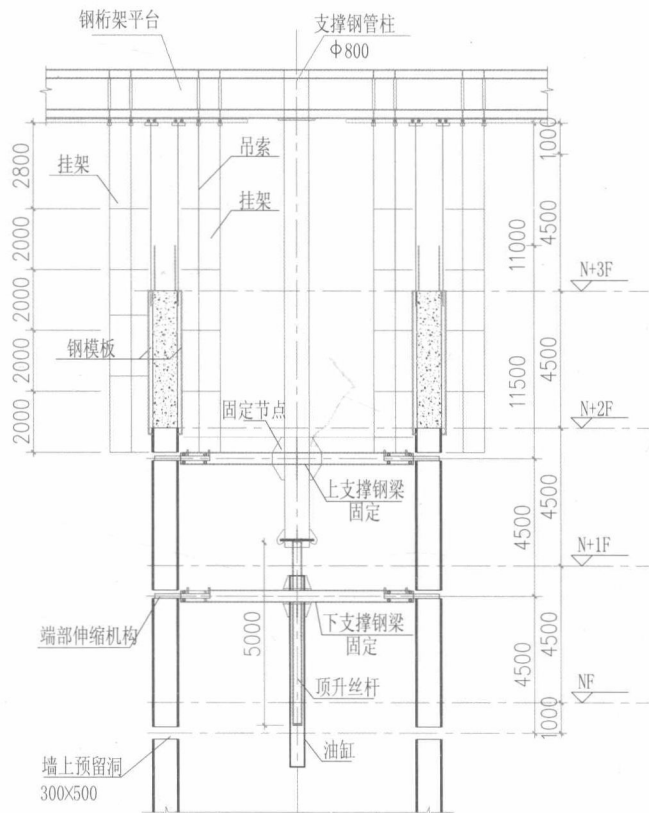


图 4.1-2 提模系统剖面示意图

较少的支撑数量使得本系统与混凝土结构之间的作用关系点降至最少，同时，将支撑点布置在混凝土结构沿竖向相对变化较小的位置，最大限度的降低结构变化对本系统的影响，使得本系统能够在应对结构变化时主受力体系无需调整，进而增强了系统的灵活性，避免了高空改装的工期、经济损失和安全风险。

工作平台设置在作业面上方一个结构层高位置，调整了系统顶升和钢筋绑扎的先后顺序，避免了混凝土浇筑完成后需等混凝土发展到一定强度并完成系统顶升后才可以进行钢筋绑扎的工艺间歇，加快了施工速度。

工作平台与支撑钢柱顶部刚性连接，形成一个整体钢框架结构，使得工作平台上部可堆放较大的集中荷载，释放了塔吊的运能，下部任意位置可挂设模架。

4.1.2.2 顶撑合一的“低位支撑”

顶撑合一的“低位支撑”，将系统与工程结构的传力点设置在新浇筑完成的楼层下部两层高度范围内，并且将连接点设置成预留洞口、伸缩牛腿支撑的形式，有效避免了混凝土早期强度对系统顶升的影响，有效加快了施工速度。

4.1.2.3 “长行程”顶升方法

选用长行程（行程可达 5m 以上）、大吨位（顶升能力可达 300t 以上）的液压双作用油缸，一个行程即可顶升一个结构层，5m 层高的顶升工序在 2 个小时内即可全部完成，彻底简化了顶升程序，显著提高了顶升速度。

4.1.2.4 实现精确施工的“智能化控制系统”

智能化控制系统对各点行程同步数据、压力变化数据等均设定了安全运行区间，并设置了自动急

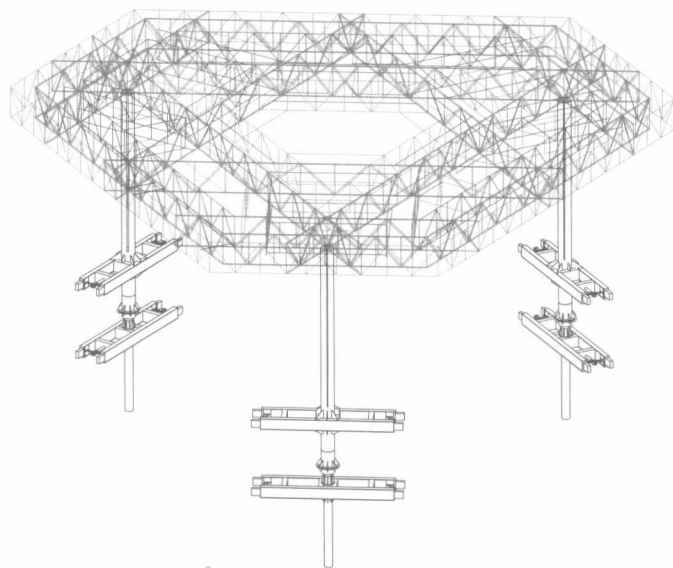


图 4.1-3 顶升工作平台图

停条件和紧急制动按钮，使整个顶升过程安全可靠。

控制系统主要通过液控系统和电控系统两个分系统，实现对三个主缸和 12 支小缸的联动控制。

其中液控系统主要包括泵站、各种闸阀和整套液压管路，通过控制各个闸阀的动作控制整个系统的动作和紧急状态下自锁。

电控系统主要通过一个集中控制台、连接各种电磁闸阀与控制台的数据线、主缸行程传感器、小油缸行程限位等，实现对整个系统电磁闸阀动作的控制与监控，对主缸顶升压力的监控，对主缸顶升行程的同步控制与监控。

其中行程控制目前设置为不超过 3mm，任意油缸顶升行程与另外两个超过 3mm 后即自动补偿，主油缸压力控制考虑到施工荷载的不均匀，以顶升开始前初始压力为基准，顶升过程中若压力出现急剧变化（超过 0.3MPa）即紧急制动。

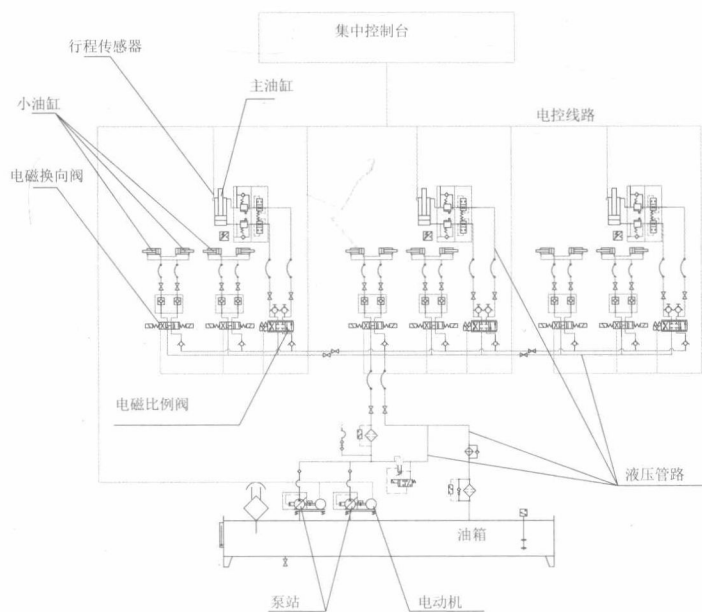


图 4.1-4 液控加电控控制系统图