

第三章 分部、分项工程施工组织设计

一、深圳国际贸易中心主楼滑模施工组织设计

(一)工程概况

深圳国际贸易中心大厦位于深圳罗湖小区的中部,是商业金融中心地段,与周围的高层建筑群相映,成为该高层建筑群体的主体。其总建筑面积为 10 万 m^2 ,由主楼、裙房、地下车库以及相应的附属用房组成。主楼为办公用房,高 53 层,地面以上 50 层,总面积约 6 万 m^2 。裙房为附属用房,高 5 层,约 4 万 m^2 ,为一般框架结构。裙房部分施工采用常规支模现浇施工方法。

主楼结构为由外周边较密排柱组成的外框架筒和由剪力墙组成的内部核心筒共同构成的钢筋混凝土筒中筒结构体系(见图 2.3.1(1)、2.3.1(2)),标准层平面呈正方形,结构外包尺寸 $35.1\text{m} \times 35.4\text{m}$,每层建筑面积为 1322m^2 ,总高度为 159.45m ,标准层层高为 3.1m 。地下室部分共三层,地面以上 1~4 层,40~50 层为非标准层。主楼北侧设有三部观景电梯,可达屋顶的旋转餐厅。按设计要求,每隔 10 层,结构断面缩小一次,混凝土强度等级随高度增加而由 C43 降为 C38、C28。主楼结构的混凝土量约 3 万 m^3 。钢筋 4460t,施工工期为一年,标准层从第 5 层开始直至第 50 层采用液压滑动模板施工工艺。

国贸大厦位于深圳市商业中心,临外运路和人民路的十字路口,地形平坦,交通方便。深圳气候温和,终年均可施工。但深圳市属于台风区,5~11 月为台风季节,雨期为 5~9 月,最大风力可达 12 级以上,对于高层建筑施工很不利。

(二)滑模施工总部署

主楼结构地下室共三层,埋深 -10m,因施工时正值冬期枯水季节,基坑排水采用常规的明排水方法,即在四周挖出排水沟和两个集水井,然后用水泵将水抽走。由于周围大量建筑的兴建和土方开挖,原地下水位明显降低,为了防止坑壁坍方,四周砌筑了 5m 高的毛

2. 劳动力需用量计划

滑模组织机构如图 2.3.1(18)所示,劳动力需用量计划列于表 2.3.1(3)。

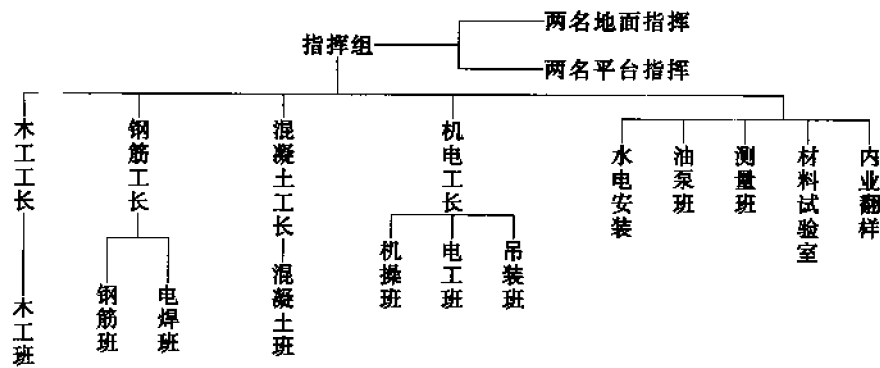


图 2.3.1(18) 滑模的组织机构形式

3. 机具、设备需用量计划

机具及设备需用量列于表 2.3.1(4)。

表 2.3.1(3) 劳动力需用量计划

工种名称	总用工数	分月用工人数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11、12
木工	29400	120	110	90	90	90	90	90	90	90	90	60
钢筋工	32325		100	120	120	120	120	120	120	120	120	35
混凝土工	32250		100	120	120	120	120	120	120	120	120	36
普工	26550	60	90	90	90	90	90	90	90	90	90	30
架子工	5850	45	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30
电气焊工	5655	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	5
对焊工	3240		12	12	12	12	12	12	12	12	12	
粉刷兼养护工	6360		20	24	24	24	24	24	24	24	24	
机操工	24750	60	84	84	84	84	84	84	84	84	84	18
电工	2925	15	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3
吊装工	4020	24	12	12	12	12	12	12	12	12	12	4
测量工	885	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
通讯联络人员	1665		6	6	6	6	6	6	6	6	6	3
试验工	340		3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
单方用工 3.3 工日/m³	176215	346	582	606	606	606	606	606	606	606	606	227

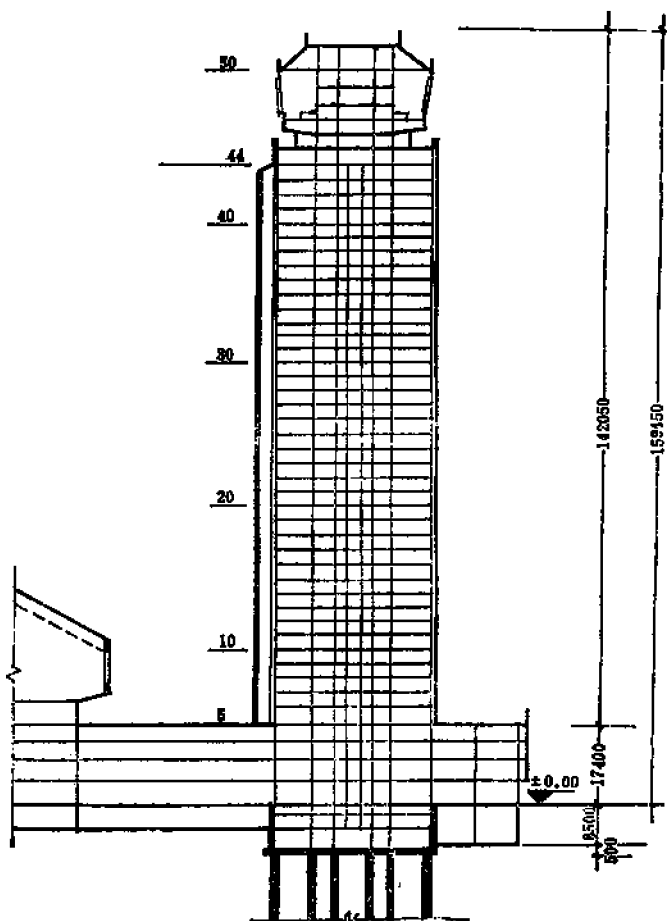


图 2.3.1(2)

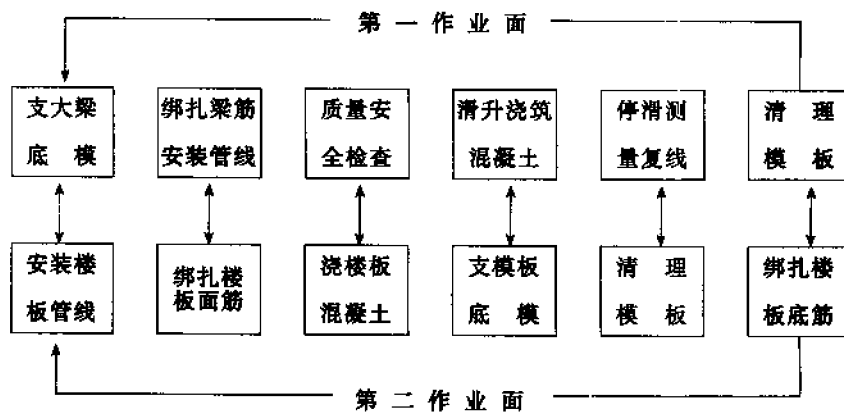


图2.3.1(3) 标准层单元滑模施工流程图

0.03kN/cm²以下。

2)混凝土侧压力,取施工过程中侧压力较大值 6.0kN/m,适用环境气温为 30℃左右,混

混凝土坍落度 8~12cm,模板高度为 100cm。

3)施工活荷载,按 1.0kN/m^2 考虑:

活荷载总重: $1.0 \times 1350\text{m}^2 = 1350\text{kN} > 1319.6\text{kN}$ (按实际活荷载计算值)。

4)滑模装置自重: 2835kN。

千斤顶按平台的受力和构造要求进行初步布置,然后再按荷载的分布情况经复核予以调整,共设置 576 个千斤顶,复核支承杆。

总荷重: 混凝土摩阻力 $1140 \times 0.7 \times 2.5\text{kN/m}^2 = 1995\text{kN}$

活荷载 1350kN

自重 2835kN

6180kN

考虑 1.1 的荷载系数: $6180\text{kN} \times 1.1 = 6798\text{kN}$

千斤顶的平均负荷: $6798/576 = 11.8\text{kN/个} < 15\text{kN}$

支承杆允许自由长度: 选用 $\phi 25$ 圆钢

$$E = 2.1 \times 10^4 \text{kN/cm}^2, J = 1.917\text{cm}^4$$

自由长度修正系数 $\mu = 0.65$, 安全系数 $K = 2$

$$L^2 = \frac{\pi^2 KJ}{K\mu^2 P} = \frac{3.14^2 \times 2.1 \times 1.917}{2 \times 0.65^2 \times 11800} = 39807.2$$

在轴心受压条件下允许最大自由长度:

$$[L] = \sqrt{39807.2} = 199.5\text{cm} = 2\text{m}$$

(2)结构设计: 滑模装置中,由油泵、千斤顶、提升架组成提升系统,带动模板系统和平台系统,由模板和围圈桁架组成模板系统,使混凝土成型,并承受混凝土的侧压力和平台系统传来的荷载。平台系统分上、下两层,供操作人员作业用,为了便于装拆,整套装置均设计成装配式,详见图 2.3.1(4)。

1)提升架: 提升架由立柱和横梁装配成“开”字型或“II”型,为了使提升架能适应不同的结构尺寸,横梁上以 5cm 为模数打出螺孔,立柱上增设一块翼板,使滑模中须改变结构尺寸时,不必将提升架拆散,只须将立柱在横梁上移动即可。立柱选用 $\phi 48$ 钢管制成,并留出接头长度,以便提升架与脚手钢管通过扣件直接连接和在提升架上搭设用于稳定钢筋、加固平台、安设机具的支架。

2)围圈桁架: 围圈桁架由 $10^{\#}$ 工字钢作上、下弦杆, $\phi 48$ 钢管作腹杆,用螺栓联结,组成平行弦桁架,并在 $10^{\#}$ 工字钢的腹板均匀钻 $\phi 6$ 螺孔,间距为 10cm,这样可以灵活调整腹杆,从而组装成多种形式,适合于多种尺寸的桁架跨度,满足结构的要求。腹杆的种类有: 直腹杆、斜腹杆、转角腹杆三种。在需要变断面处的桁架还留设了活动接头,在活动接头处不设腹杆,接头用槽钢制成的夹板联系,夹板的长度、规格按变断面的需要而定。围圈桁架与提升架的联结采用一种双钩夹具(见图 2.3.1(5)),使用时套入提升架立柱的钢管,钩住围圈桁架的弦杆,然后收紧钩尾的螺丝,可将围圈桁架固定在提升架立柱上。

3)模板: 模板制作采用轧压边成型工艺,模板高度为 1000mm,标准模的宽度为 600mm、200mm、150mm、100mm 四种,异型模有 200mm、150mm 宽的调节模,250mm 宽的角模和转角连接件,用于特殊建筑线角的异型模板加工成上、下等宽的,在组装时,模板的锥度通过调节模板来实现,模板锥度为 5%。模板与围圈桁架的联结采用另一种双钩夹具(见

图 2.3.1(5))。使用时钩子可套在围圈桁架上、下弦上,钩住模板背肋上的方孔,然后收紧钩尾的螺丝,将模板紧紧地固定在围圈上。在围圈桁架的转角处,由转角腹杆予以联结(见图 2.3.1(6))。

4)操作平台:采用 2.5~4.0m 的轻型伸缩桁架,其上铺 5cm×10cm 木方和 7 夹板,轻型伸缩桁架与围圈桁架等高,扣件联接。平台板上铺钉一层 0.75mm 的铁板。

5)吊平台:用 $\phi 20$ 圆钢 8# 槽钢于围圈桁架下,在槽钢上铺 5cm×10cm 木方,七夹板组成吊平台,用于混凝土修补和挂设安全网。

6)提升架布置主要考虑以下几方面的因素:①按平台负荷计算出每个千斤顶允许的最大间距;②按模板侧压力计算出每榀门架的最大间距(须结合围圈桁架的刚度和侧向变形来考虑);③按构造要求进行布置,每一道墙以设两榀以上提升架为宜,这样可以减少平台的位移,便于模板改动;

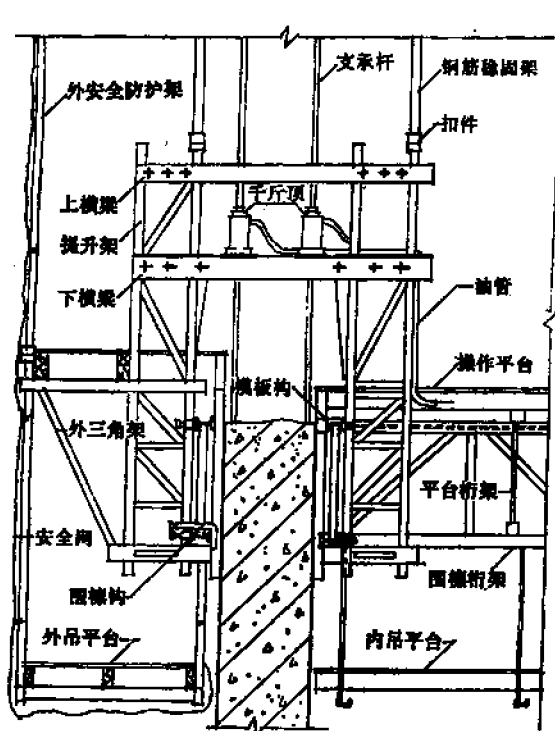


图 2.3.1(4) 滑模装置示意图

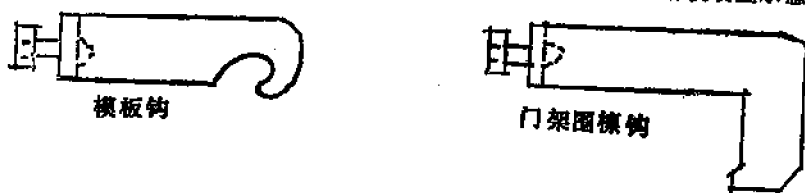


图 2.3.1(5) 模板与围圈桁架联结夹具

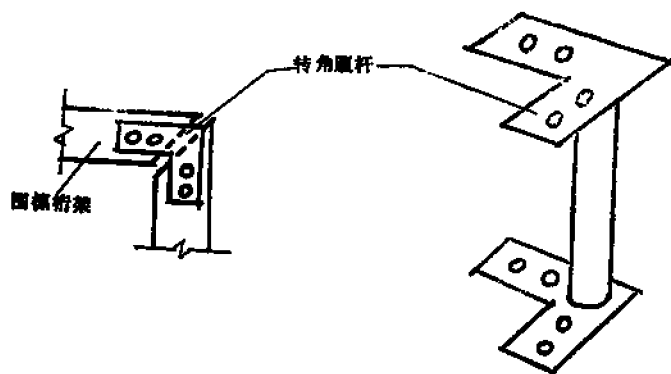


图 2.3.1(6) 转角腹杆

④留有足够的操作空间,如在钢筋绑扎过程中穿筋、套箍、绑扎所需的操作空间、洞框、插板安装、预埋件安装的作业面、混凝土下料的位置等;⑤当支承杆代替钢筋时,则需考虑尽量不

改变原钢筋的位置,调整门架来予以满足,综上考虑,提升架布置间距均按 1.5~2.0m。

(3)油路设计:油路设计采用了三级并联的布置方案,共使用六台 YKT36 型油泵控制台,带动 576 个 GYD-35 千斤顶,主油管采用 $\phi 25$ 无缝钢管制成,布置在平台的下面,支油管采用 $\phi 16$ 和 $\phi 8$ 高压橡胶油管,由平台下沿提升架立柱接至千斤顶,油路按对称布置、基本等长的原则进行分组编号,每组千斤顶为 12~14 个之间,并按区域划分接至最近的一台油泵,由于每台油泵带动近百个千斤顶,故需增设副油箱,以满足供油需要。为了便于同步控制,保证千斤顶同时提升,将六台油泵的控制开关均接至中央控制柜,控制柜由一人操作,可同时启用六台油泵,也可单独启闭其中的任意一台,由于各台油泵分散布置,在中央控制柜操作时,无法看到其他油泵油压表读数,故每台油泵应设专人进行监视。油表的正常工作压力为 6.5MPa。

(4)千斤顶的布置:主楼结构内筒墙体上的千斤顶按轴线长度平均布置,为了减少支承杆的加固,尽量避开门窗洞口。外筒柱子集中布置 4 只千斤顶,对于需要变断面处的门架,均沿变动方向设置二只千斤顶,在内筒需要双向变断面处,集中设置 4 只千斤顶,用移动整幅门架来解决。为了便于穿钢筋,在大梁上的门架都采用“ Π ”形。

3. 测量控制系统

(1)垂直度的测量:在主楼结构外筒的四大角设置四台激光铅直仪,在内筒的三个角也设置三台激光铅直仪(如图 2.3.1(7))。激光铅直仪安装在由轴线控制网引出的基点上,然后利用激光的光束,直接投射在滑模平台上相对应的激光接收靶上,在滑升之前,记下激光靶上的初读数,在滑升过程中,每滑升 20cm(一个混凝土浇筑层),进行一次观测,并作好记录,根据激光接收靶上的读数,计算出垂直度的偏移情况,将结果报送技术负责人。在每层停滑期间,使用经纬仪在操作平台上投出如图 2.3.1(8)所示的控制网,通过控制网测出每条模板的偏位情况,以此作为纠正平台或模板尺寸的依据。

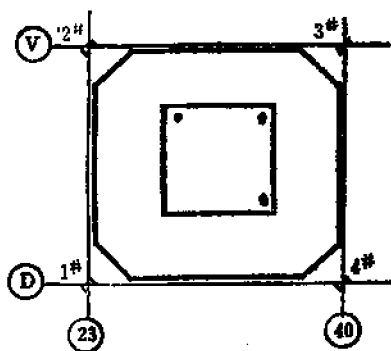


图 2.3.1(7)

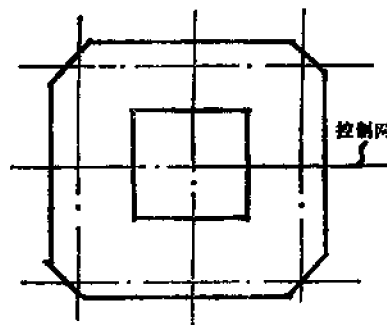


图 2.3.1(8)

主楼结构滑至 20 层后,拆除内筒三台激光仪,同时将原设的激光控制点进行修改,如图 2.3.1(9)所示。修改后的激光控制点,可用经纬仪在操作平台面上直接将 1、3# 点连成直线,(同样也可将 2、4# 点连成直线),并投射在平台面上,以这两条直线为基轴,就可以在平台上投射出控制网,5# 点仅作校核之用。

为了防止激光铅直仪本身所产生的误差,每隔三层(约 10m),用精度较高的经纬仪进行一次复核,以便随时修正误差。

(2)操作平台水平度控制:在支承杆上安装限位卡以消除千斤顶的升差,每一浇筑层(20cm)利用限位卡对提升系统调平一次,保证滑模的同步提升,1#防止平台偏移和支承杆因升差太大而产生的失稳。每次提升前应认真检查,不准漏移限位卡。

(3)标高控制:在主楼结构的内筒电梯竖井中设一标高测量控制基准点,用钢尺逐层将每层楼板面的标高测量在内筒墙上,用红三角标明,每三层(约10m)换一次尺,红三角标注的标高将兼顾楼层、门洞、埋设件等各工种不同要求。

(4)沉降观测:

1)按设计要求在±0.00m处设置9个水准观测点。

2)设置三个固定的沉降观测基点,并相互闭合,编号为国贸-沉1、国贸-沉2、国贸-沉3,位置详见施工平面布置图(图2.3.1(10))。

3)根据施工情况,每施工四层观测一次,如中间停工时间过长,在停工和复工前各观测一次。

4)观测采用国产DQ1精密水准仪,配专用钢尺测定,并使用固定的观测路线。

5)测量精度不超过 $\pm 1\sqrt{n}\text{mm}$ 。

4. 垂直运输系统

垂直运输是直接影响主楼结构滑模施工速度、质量与经济效益的重要问题,现根据每一标准层的施工速度、材料需要量和设备能力考虑方案如下:

(1)主要参考依据:为了计算方便,以第十层为例,将一标准层的施工过程为一个计算单元,将每个工序材料需要量、时间、单位时间内可能产生的最大材料需要量列于表2.3.1(1)。

表 2.3.1(1)

工序工作内容		材料需用量		工序 时间/h	单位时间需用量		
滑模施工	楼板施工	滑模施工	楼板施工		塔 吊	输送泵	随升井架
浇筑混凝土	扎面筋	560m³	5t/1500根	14~16	120m³/h	30m³/h	100根/h
	运顶撑						
扎大梁筋	管线安装	60t	2000m/51	12~14	8t/h	/	50根/h
	运桁架						
支梁底模	扎面筋	200m²	5t/15t	8	3t/h	/	50根/h
	运桁架						
扎柱墙筋	浇筑混凝土	40t	120m³	14~16	3t/h	10m³/h	3m³/h
运加固件 顶撑	支模板	10t	1200m²	8	3t/h	/	8t/h

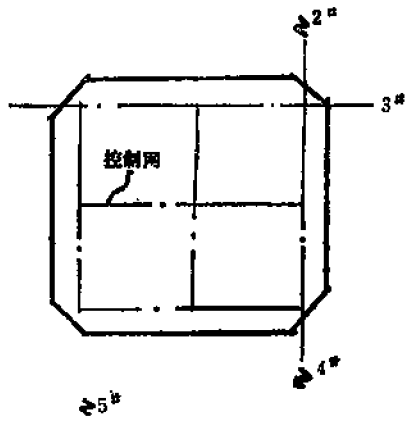


图 2.3.1(9)

从表中可以看出,塔吊最大用量为 $12\text{m}^3/\text{h}$ 混凝土,若按每吊 0.5m^3 计,共 21 吊,按塔吊工作效率为 12 吊(每吊/5min)计算,故需两台塔吊。混凝土输送泵最大需用量为 $30\text{m}^3/\text{h}$,按每台输送泵的工作能力一般为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 计算,故需两台输送泵。随升井架采用三台,主要用于运输浇筑楼板用模板等材料。作为输送操作人员上、下的建筑外用电梯,共配备三台,其中一台为双笼。

(2)混凝土、钢筋等材料的输送方法:

1)混凝土输送泵:在滑模施工中,混凝土由输送泵送至操作平台后,在平台上设置 4 个集料斗,由集料斗出料口用小推车接料送至混凝土浇筑部位。由于滑模操作平台面积较大,内外筒之间有一定的空间,因此不增设布料用辅助平台。内筒开间小、钢筋密,故采用塔吊直接将混凝土浇筑到需要部位。

在楼板施工中,混凝土由输送泵直接送至施工的楼层,内外筒之间的楼板浇筑混凝土时,其布料采用装拆输送管道的办法。内筒的混凝土由随升井架运料,随升井架将装满混凝土的小推车由地面运至施工楼层,在该楼层上用马凳铺设一段跑道将小推车的混凝土送至浇筑部位。

2)钢筋在加工车间加工成型后运至现场,然后由塔吊运至滑模操作平台或施工楼层,为了加快钢筋吊运的速度,减少不必要的倒运,将钢筋按其部位,分类编号捆绑吊运。

楼板的钢筋均由阳台洞口吊入,利用外挑的阳台支模架子作为受料平台,在吊送过程中也采用按部位、分类编号捆绑的吊运方法,同时还要注意每吊的吊点位置,以便从受料平台将较长的钢筋拉入楼层。

3)模板、顶撑、桁架等吊运,基本上由随升井架或塔吊负责,装饰用砂浆则由阳台口,用一种自制的受料斗接入楼层。砂浆的运输采用塔吊吊运。

5. 模板中管线安装

(1)在滑模施工中,水、风工程所需穿墙的洞口,由木工留设,电器工程的预留洞,采用自熄泡沫预留,待滑模过后,挖掉自熄泡沫形成洞口。

(2)埋设在墙、柱内的竖向管线,随滑模提升随安装,与楼板联结的部位留出接头。

(3)楼板内的管线安装(主要是电气工程),约有 4.8t 应与绑扎钢筋同时穿插施工,为此,在绑扎钢筋时,外筒应从东南角向西北角绑扎,内筒应从四个角同时向中间绑扎,以便管线埋设。

(4)宽梁内的钢套管理设位置,应在滑模模板上作出标记。埋设标高要求准确,在一个水平面上,套管内应塞废纸防止堵塞,其位置以电焊焊接在梁钢筋上固定。

(5)凡楼层内的设备基础,应与楼层同时施工,楼板内设备孔洞由安装人员负责留设。

(6)高区电梯井道,留出一个作吊运设备之用,零星零件用随升井架运输。

6. 施工平面布置

由于施工现场狭窄,一般临时设施不设在现场。砂石堆场和水泥库均按主楼结构标准层约 1 层半的需要量备料,并保证随用随进,为了保证滑模正常进行,在现场内设了一个自备发电机房。施工用水,部分考虑地下水的利用,并利用永久性地下水池予以储备,各种机械设备的配置和临建设置,详见施工平面布置图(2.3.1(10))。

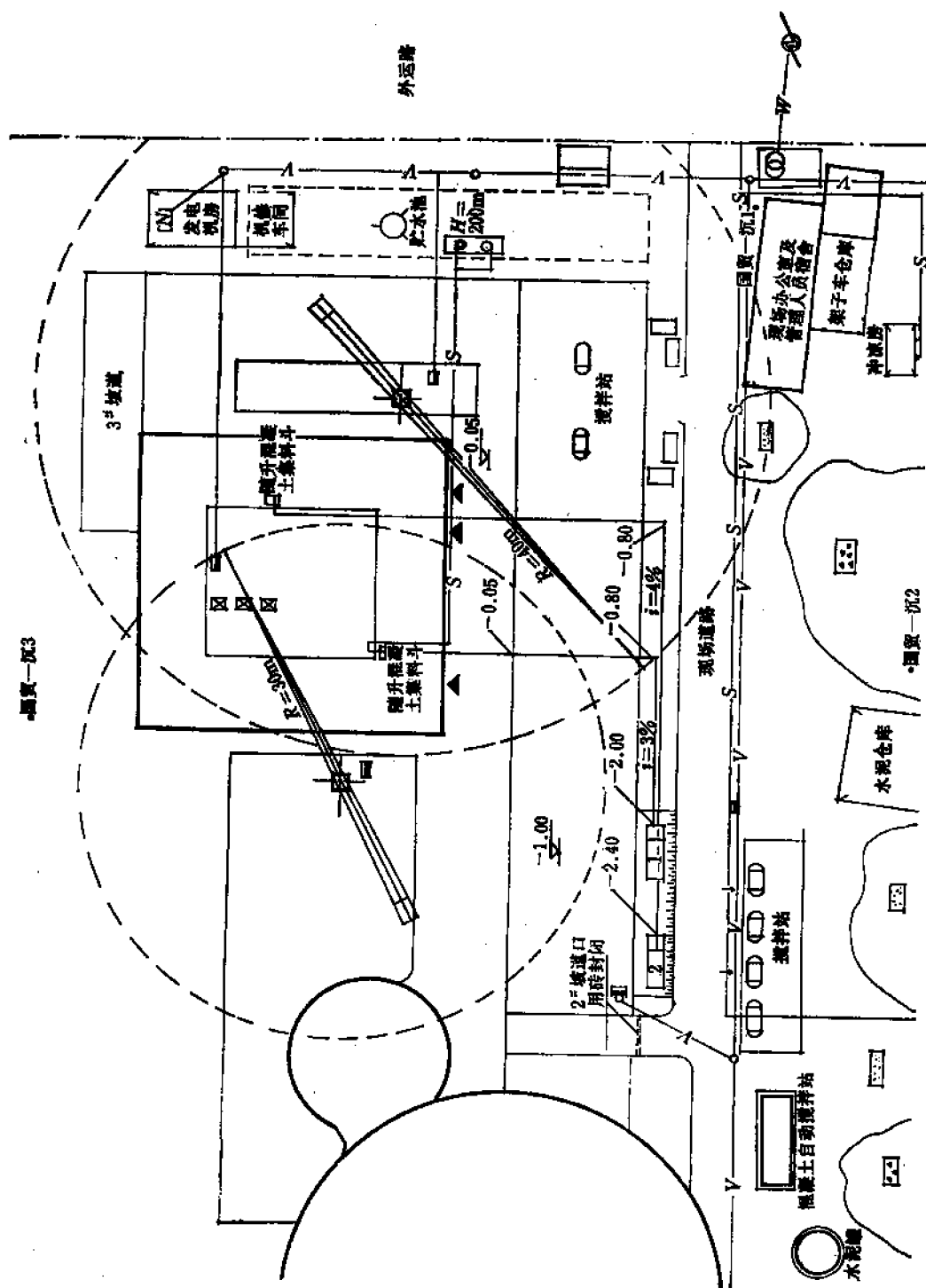


图 2.3.1(10) 施工平面布置图

(三)分部工程施工技术措施

1. 模板工程

(1)滑模装置组装程序:图 2.3.1(11)所示为滑模装置组装程序。

注意事项:模板必须认真按图纸要求组装,滑模装置组装允许偏差按《液压滑动模板施工技术规范》(GBJ113-87)执行。单面模板的锥度为 0.3%,安装时宜取模板高度 1/3 处为结构截面设计尺寸。检查时除注意中心线等尺寸外,应严防倒锥度和模板弯曲。

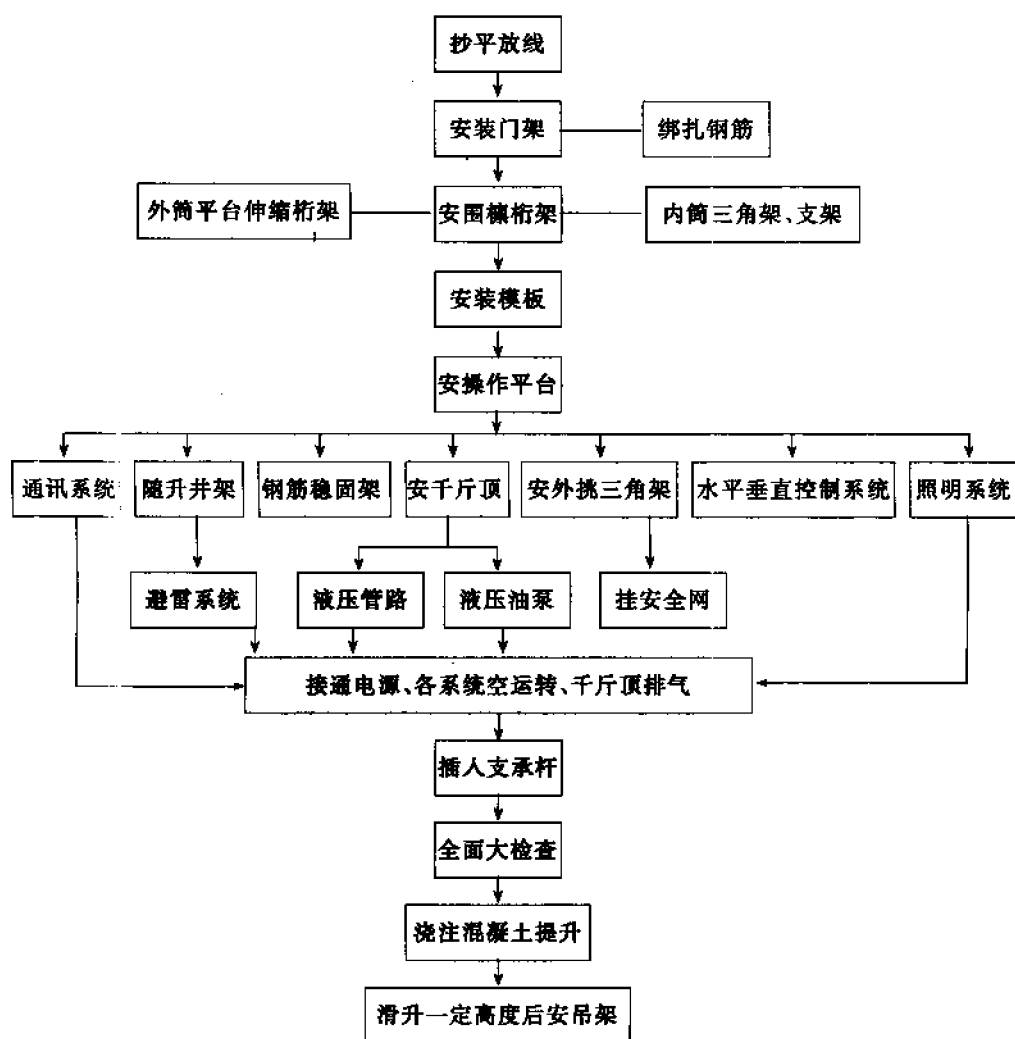


图2.3.1(11) 滑模装置组装程序

(2)结构变断面模板处理:按图纸设计要求,主楼结构的竖向构件断面每 10 层要缩小一次,而每次缩小,滑模模板、围圈桁架、提升架和操作平台都须进行相应的改动,共有四次断面变化,总变化幅度最大达 40cm。改模方法如下:

1)将千斤顶按每次断面改变的要求进行位移,混凝土浇筑至变断面标高以 20cm 左右时,在变断面的一侧留出台口,然后将模板提空,其下口略高出变断面标高 5cm 左右(见图 2.3.1(12))。

2)改模时,拆除改模位置处的平台板和檩条,以及围圈桁架活动接头。

3)卸掉需移动一侧的提升架立柱与横梁的螺栓,并在横梁下部安装一个顶进丝杠。

4)利用顶进丝杠将立柱顶到预定的位置(如图 2.3.1(13))。

5)待立柱到位后,对模板尺寸进行适当校正,补齐模板,再将各部分联结重新固定,铺好平台板,即可继续滑模施工。

(3)滑模施工中门窗洞口的处理:在门窗、宽梁、窗裙梁与柱和墙交接处采用可抽插的堵头板,插板由加劲件和提升架予以固定,门洞两边的插板另加木撑互相顶住。梁底钢筋应与旁边竖筋焊牢,以限制插板随滑模模板上升,浇筑完一个浇筑层后即可取出插板,运至上层继续使用。宽梁、窗裙梁底板制成对拼形式,门洞过梁底板跨在 1.38m 以下采用预制钢筋混凝土梁底板,底板跨度在 1.38m 以上采用木模作底板,下面加撑。设备洞口制成预制钢筋混凝土框,利用墙中原有的钢筋箍住并电焊焊牢。内筒楼板次梁、楼梯梁的梁头洞留法采用带暗拉手环的钢制塞模。

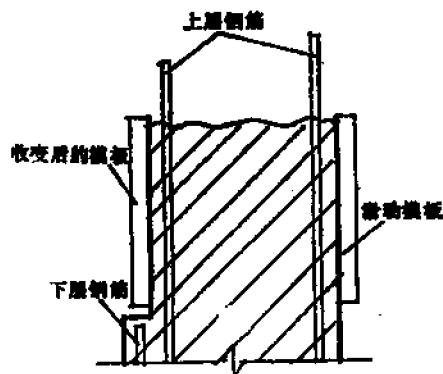


图 2.3.1(12)

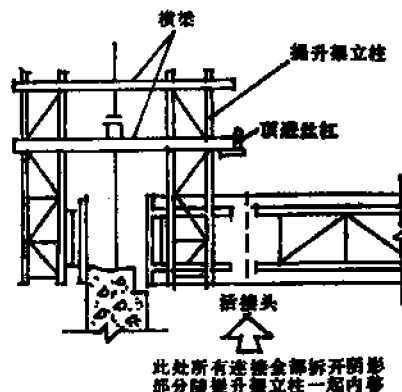


图 2.3.1(13)

(4)楼板、楼梯、阳台模板处理:根据主楼结构内外楼板的结构特点,内筒楼板为肋形楼盖,由于每个房间的面积不大,加上设备开洞较多,楼板的支模采用常规翻模施工,支撑采用可调式独立支撑,模板用 5cm×10cm 木方与 7 夹板配成,根据施工进度要求,配制 4 层楼面模板进行周转。

楼梯为板式楼梯,采用常规翻模,逐层与楼板同步施工。

内外筒之间的楼板,为宽梁平板式结构,楼板面积较大,且无次梁,宽梁与窗裙梁在滑模施工中已基本完成,仅留下楼板厚度部分的混凝土未浇筑,采用桁架式支模现浇的施工方法:即在可调式顶撑上直接摆放定型桁架(桁架两端支座的钢支轴可插入顶撑钢管内),用钢管脚手扣件将顶撑联成整体并调整好楼面标高,然后在桁架面上直接摆铺定型组合钢模板(见图 2.3.1(14))。

阳台是外挑结构,支模采用钢管脚手与可调式顶撑相结合,使每层荷载分别传给楼板和柱子,即用钢管脚手围着主楼结构外柱搭成一个抱箍,并外挑出三角钢管架,斜撑根部支承

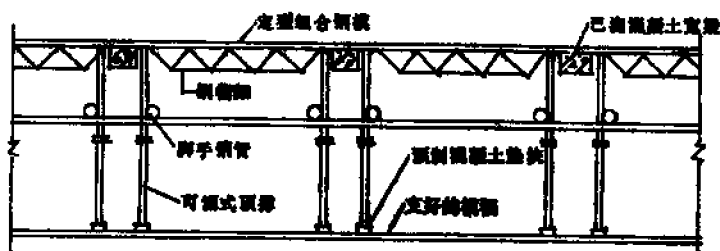


图 2.3.1(14)

在外柱的抱箍上,以形成阳台模板支架,然后在支架上铺设木方和 7 夹板。

(5)电梯机房楼板支模:主楼结构的 24 与 44 层设有电梯机房,由于电梯井内模板无支撑点,支撑困难。为此必须在滑模时事先在 24、44 层楼板底处墙上预留洞口,以便穿钢管搭设模板支架,并利用电梯机房的钢梁作支点,使两边电梯机房楼板的支架联成整体。

(6)滑模装置拆除程序:

- 1)利用支承杆加固件垫于门架下横梁与混凝土面之间,代替支撑杆承担门架荷重。
- 2)清除操作平台上的设备材料、不用的焊机、料斗等吊运至地面。
- 3)拆除下吊架,落于下层楼板上,通过外用电梯或外挑运料平台由外面吊运下去。
- 4)拆除液压系统、油管、油泵及千斤顶等。
- 5)拆除随升井架。
- 6)拆除模板。
- 7)拆除操作平台、外挑三角架。
- 8)拆除围圈桁架。
- 9)割断支承杆,拆除提升架及支承加固件等。
- 10)在地面拆除零件,进行清刷,维修保养,登记入库。

2. 钢筋工程

主楼结构滑模施工中,钢筋的绑扎是一项工作量大而复杂的工序,钢筋绑扎占用工期长,往往影响滑模的施工进度,造成混凝土的质量事故,为此,必须引起足够的重视。

根据主楼结构标准层的施工程序安排,每个标准层的钢筋绑扎分为三个阶段进行施工:

第一阶段,施工楼面至梁底段的柱、墙钢筋,随着滑模滑升逐步完成,在这一阶段内,应完成所有竖向钢筋的接长。

第二阶段,施工窗裙梁、宽梁及门洞过梁钢筋,由于这一阶段钢筋施工比较复杂,特别是穿梁中的水平筋很困难,为了不影响混凝土施工质量,采取了停滑措施,以适应梁内绑扎筋的需要。

第三阶段,待滑模施工过后,楼板底模已支好,开始绑扎楼板、楼梯、阳台的钢筋。绑扎钢筋的程序是:外筒从东南角向西北角方向,内筒从四角向中间方向。

(1)竖向钢筋接长:根据设计要求,主楼结构外筒柱、墙的钢筋需隔两层留一接头,其中 50%为焊接接头,50%为绑扎接头,而内筒则需层层绑扎接头。为了便于钢筋接长操作,在操作平台以上 3m 处用钢管脚手搭设一道稳定钢筋的支架,同时在门架上横梁处设钢筋定位网片,保证钢筋位置准确。竖向钢筋的焊接采用电渣埋弧压力焊的方法,焊接接头在每层面至梁底范围内分六个断面焊接,每个断面相距 50cm 左右,根据滑升速度计算,每个断面的

焊接时间约 5h。

为了节省钢材,在不影响工程质量和滑升速度的前提下,应尽量扩大焊接接头的数量,减少绑扎接头,因此在操作平台上配备了四台电渣焊机 12 个机头。

(2)外筒框架柱与内筒暗柱钢筋绑扎:为便于钢筋绑扎,经设计部门同意,将原设计的闭合箍筋改为开口箍筋,可以从柱的两侧在门架下横梁以下穿入,由于这段空隙仅 50cm 高,所以箍筋要随滑随穿随绑扎,以保证滑模的正常施工。

(3)窗裙梁的钢筋绑扎:窗裙梁的水平筋较长(7~8m 长),钢筋穿入模板内很困难,根据门架布置的间距和穿入角度,其穿筋顺序是:

1)穿窗裙梁水平筋前,梁柱接头处的柱子箍筋可暂不绑扎,使水平筋在模板内穿入时不受阻碍。

2)将梁中的水平筋按各自的位置先后顺序穿入,但不绑扎,并将箍筋穿入梁内。

3)窗裙梁高度较高,又有门架下横梁的妨碍,窗裙梁不可能一次绑扎成型,此时,可先把部分梁面筋吊在横梁上,将梁底筋和一部分腰筋与箍筋绑扎起来,即可浇筑混凝土。

4)待门架下横梁超过梁面标高后,将箍筋恢复原样,把剩余部分钢筋绑扎完。

(4)宽梁、门过梁的钢筋绑扎:

宽梁:在窗裙梁扎好后,可穿入宽梁的水平筋,水平筋穿好后,将梁跨中用木方垫起,在模板上口套入箍筋,绑扎成型。

过梁:过梁高度较高(有的超过 100cm),所以,水平筋、箍筋可以随滑随绑扎,混凝土浇筑到梁面时再将箍筋恢复原状。

(5)楼板钢筋绑扎:楼板的预留胡子筋应将长边部分沿水平方向放置,并靠近模板,滑升时不能让模板带走,待滑出模板后,将胡子筋扳出修正,支好楼板底模,绑扎楼面钢筋。阳台栏板的胡子筋预留方法亦同。

按设计要求,22 层以下不设电梯井门洞,为了施工方便,可增设一部分门在施工中使用,施工结束后再封掉。对于施工用的电梯门洞胡子筋留设方法同上。

3. 混凝土工程

(1)混凝土施工程序:

1)各种强度等级的混凝土分布情况:

C38 混凝土,用于 11 层以下内外筒柱、墙、窗裙梁、宽梁等结构。

C28 混凝土,用于 12~21 层内外筒柱、墙、窗裙梁、宽梁等结构。

C23 混凝土,用于 22 层以上内外筒柱、墙、窗裙梁、宽梁等结构。

C18 混凝土,用于各层楼板、次梁等结构。

以上各种强度等级的混凝土,除 C18 用于翻模施工外,其他均用于滑模施工,混凝土的配制应满足滑模施工的要求。

2)标准层混凝土施工程序:主楼结构标准层混凝土施工分两次完成,即每一标准层在窗裙梁底 6~10cm 设一道施工缝,楼板与墙体间有一道施工缝,其施工顺序为:从窗裙梁底施工缝开始,根据滑升速度,混凝土浇筑能力为 12~17m³/h 可满足要求。宽梁的施工顺序:按设计要求宽梁与内筒交接处为铰接构造,因此当混凝土浇筑至宽梁底时,在宽梁梁头两侧设一挡板,进墙 15cm 与宽梁同高,当墙内的混凝土浇筑至宽梁顶面时,再开始浇筑梁内的混凝土,并且从外筒柱一边向内筒方向浇筑,这样,既能保证外筒柱与宽梁不出现施工缝,又能

使内筒与宽梁交接处由于梁内与墙内的混凝土存在浇筑时间差而形成施工缝,满足铰接构造要求混凝土的浇筑能力为 $10\sim 14\text{m}^3/\text{h}$,可满足要求。

(2)混凝土性能要求:滑模施工的混凝土,除应满足施工和易性要求外,还应满足滑模施工滑升速度、出模强度、结构稳定性、环境气温变化,以及泵送混凝土和易性等多种因素的要求。

1)滑模施工期间,混凝土的出模强度宜控制在 $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ 。

2)混凝土采用泵送时,混凝土坍落度应控制在 $8\sim 18$ 内,以 $12\sim 18$ 为宜,同时,还应考虑混凝土泵送以后的坍落度损失影响。

3)泵送混凝土的石子最大粒径不应超过管径的 $1/4$ 。砂的细度模数为 2.4 较好,水泥用量不应少于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4)混凝土掺入外加剂,可改善混凝土性能,提高其粘聚性和保水性,如建-1、木钙等减水剂。

5)水灰比不宜过小,一般应控制在 0.45 左右为宜。

(3)混凝土拌制:

1)混凝土拌制以现场搅拌为主,商品混凝土为辅。

2)滑模施工用混凝土配合比由试验室试配确定。搅拌机司机应按混凝土配合比通知单要求,并接受试验人员监督,检查。

3)混凝土组成材料改变时,材料部门应即时通知试验人员进行调整。

(4)混凝土浇筑:

1)主楼结构滑模施工,每个浇筑层混凝土交圈的时间必须按下列要求进行:

①对于墙、柱,每个浇筑层厚度为 200mm 左右, 2h 交圈。

②窗裙梁每个浇筑层厚度为 200mm 左右, 3h 交圈。

③宽梁按规范,要求混凝土一次浇筑完。

2)主楼结构滑模施工混凝土浇筑顺序和方向,由于浇筑混凝土的先后顺序、时间不同,混凝土出模强度也不同,因此,必须按照规定的浇筑速度和浇筑圈流水作业,分层交圈,每层混凝土的浇灌方向应交错进行。

3)在初始滑升阶段,第一个浇筑层厚度以 $100\sim 150\text{mm}$ 为宜,以后各浇筑层的浇筑厚度为 200mm 。浇筑层混凝土高差不得超过 50mm ,组织流水浇筑时,必须对称,均匀地按区段分层交叉进行,流水交接处高差不得超过 100mm 。

4)混凝土泵送至操作平台后,用铁锹下料入模,对于预留洞、门窗洞框,设备管道两侧的混凝土,应对称下料,对称振动,防止模板预埋件移位。

5)浇灌上一层混凝土时,下一层混凝土应处于塑性状态,振动棒宜插入下层 50mm 左右,振捣时应做到密点、浇插、轻震、慢拔,对于钢筋密集处还应以钢杆人工捣固。

6)浇筑的混凝土离模板上口高度应大于 50mm ,柱角、墙角处的混凝土应稍高些,以防止混凝土泌水流淌。

7)振捣混凝土时,不得震动支承杆、模板、钢筋、洞框等,提升时不准振捣混凝土。

(5)停滑措施:

1)主楼结构滑模施工需要停滑时,停滑前,混凝土的接槎应按施工缝的要求进行处理,为了防止混凝土和模板粘牢,应每小时提升一个行程松动一下模板,直至混凝土终凝为止。

2)重新浇灌混凝土前,应以水冲刷净垃圾和松动的混凝土颗粒,再铺 3~5cm 厚的同强度等级豆石混凝土或 1~2cm 的 1:2 水泥砂浆,方可浇筑混凝土。

3)为了减少混凝土和模板之间的摩阻力,在停滑时,应以钢筋扁铲、毛刷等工具,对模板表面进行清理,并涂刷一层脱模剂。每次改滑模模板时,还应对模板进行一次全面清理。

(6)混凝土养护:

1)混凝土采取自然浇水养护,为了满足养护用水,配备两台 200m 扬程的高压水泵,将水直接送到操作平台。

2)养护采用人工喷洒为主,在外筒四大角等处养护困难的地方,采用直接向混凝土面浇水的办法养护。

3)混凝土养护应在混凝土终凝后 12h 内进行,养护时间一般以达到混凝土 28 天强度,60%左右为宜,并不得少于 7 天,在头 3 天内,每天每隔 2h 浇水一次,夜间至少两次,三天后每天至少四次,在高温干燥气候条件下,浇水次数应适当增加。

(7)混凝土质量检查:

1)定期检查原材料的质量情况,一般情况下,每个台班至少检查一次,对新进场的材料,应进行复验后方可使用。

2)每个台班应设专人制作试块,在浇筑混凝土时,应有专人检查混凝土的浇筑顺序、浇筑方向以及浇筑层的厚度接搓交圈情况,并随时纠正不正确的浇筑方法。

3)混凝土出模后,要及时检查混凝土面是否有拉裂、掉角、塌落等质量弊病,并组织专人修补和做好混凝土的养护工作。

4. 液压提升

(1)液压提升系统的组装:液压传动系统及千斤顶,必须在模板整体组装完毕后,才开始在施工现场组装。组装前,应对液压千斤顶、油管、液压控制台、螺栓垫、液压油等附件及电源、电控信号装置等进行检查、调试和试压。

1)千斤顶必须逐个试压编号,并记下试压荷载、千斤顶行程、持压时间及液压值,然后按布置图进行分组,千斤顶的行程一般控制在 2.5~2.7cm 内。

2)所有的油管及管件,要认真地进行外观检查,油管要用 12MPa 的压力试压,持续 3min。

3)液压控制台在使用之前,应进行清洗,检查油泵的输出压力及调试工作。

4)液压提升系统按布置图安装完毕后,应进行全管路排气工作和打压试验,然后调准工作压力,正常工作压力为 6.5MPa。

5)液压油宜选用机械油或柴油机油,使用前必须经过滤处理,当气温低于 15℃时,宜采用 20#机械油,气温高于 15℃时,宜采用 30#机械油。

(2)液压提升机具的使用与维修:

1)液压操作人员必须事先进行技术培训,掌握机械的性能,操纵滑升时,必须听从施工负责人的指挥,不得随意滑升,开动油泵前,应发出信号,保证操作安全。

2)初始滑升时,千斤顶爬升 2~3 个行程后,应停下检查混凝土的脱模情况,一切正常以后,方可继续滑升。

3)每次提升前应检查油路和模板系统,操作中要勤观察,发现液压机具漏油或失灵时,应及时维修或更换。

4)检查油箱中的油量,当油箱储油量少于 1/4 油箱深时,应及时补充,并不得在油箱附近吸烟,油棉纱应集中放在铁桶内。

5)做好设备维修工作,经常清除粘在液压机具上的水泥及积灰。

6)夏季施工时,应注意油液温度,当油温高于 60℃时,应停止油泵运转,设法降温。

5. 纠偏、纠扭措施

(1)偏扭原因:千斤顶爬升不完全同步,行程不完全一致,供油时差,管路中油压不等,混凝土浇圈不均匀,各部位摩阻力大小不同,施工荷载不均匀,部分荷载长期定向作用,局部支承杆失稳,风荷载作用,日照所产生的温差,人为所产生的影响等均可造成偏扭。

(2)纠偏措施:

1)首先对提升系统进行全面检查,尽可能消除其所产生的误差,严格控制千斤顶的行程,保持千斤顶供油时差在 5s 以内,千斤顶的升差,每 10cm 不大于 5mm,这样可基本保证提升系统的同步工作。

2)加强支承杆的检查工作,以防因支承杆失稳而造成平台偏移。

3)导向纠偏法。测量结果表明,平台的偏移由两部分产生,其中一部分是模板系统的变形,另一部分是平台的外突变形。

对于模板系统的变形,可用提升架上的调节螺栓调整围圈和模板尺寸,如原有的调节余量不能满足要求,可以在模板和围圈之间加垫片来弥补,由于这部分变形主要因受荷后构件的变形和联结点不够紧固而产生的,经过一段时间的调整,可逐步趋于稳定。

对于平台的外突变形,可通过限位卡把整个平台调试呈锅底状(见图 2.3.1(15)),其方法是:将内筒所有千斤顶(1[#])用限位卡限制在同一水平面上,并以此为基准,将靠近内筒的一圈千斤顶(2[#])限制在比(1[#])高 1.5cm 的高度上,3[#]与 4[#]则又比(2[#])再高 1cm,通过调整,使内外筒之间的平台产生一个向内侧斜的趋势,使原来因构件变形而伸长的模板投影水平距离稍有缩短,同时由于千斤顶的位置高差,使得外筒的提升架(4[#])也产生了一定的倾斜,改变了原来的模板锥度,这样,其外模的摩阻力稍有减小,而内模的摩阻力稍有增加,摩阻力的合力就产生了一个向内的水平分力,促使外胀的模板向内移位,阻止外胀变形的发展

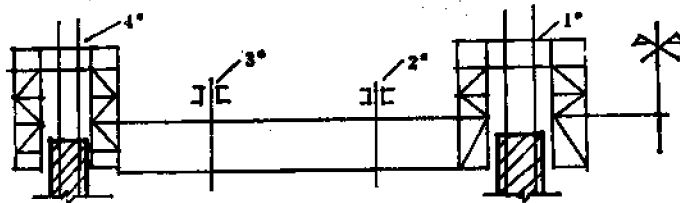


图 2.3.1(15)

4)顶轮纠偏法。对于整个平台的漂移,采用顶轮纠偏装置来加以控制(见图 2.3.1(16)),为了便于纠偏,我们在外筒布置一圈顶轮,其中每根柱子上设有两个(如图 2.3.1(17)),这样在某一个部位或某一边发生偏移时,可及时拧紧该位置顶轮的花篮螺丝,予以纠正。在内筒也安装部分顶轮,并根据需要随时更换位置。

5)纠扭措施:如图 2.3.1(17)所示,我们在外筒四大角上装上 8 个顶轮,当平台发生扭转时,这种装置可控制平台的扭转。同时,柱子上的其他顶轮也可进行纠扭,只要将部分顶轮顶紧,部分顶轮松掉,即可收到纠扭效果。

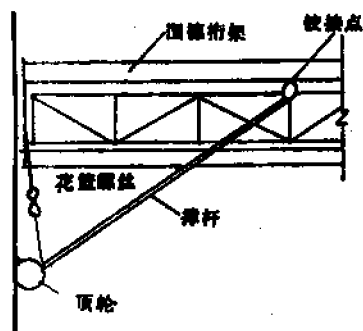


图 2.3.1(16)

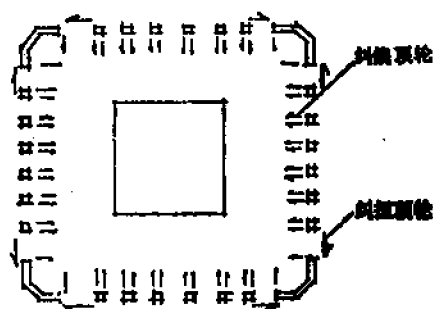


图 2.3.1(17)

(四)施工进度计划

主楼结构滑模的施工进度主要以滑升速度来控制,特别是浇筑混凝土的时候,混凝土的出模强度对滑升速度有较大的影响,因此,各种施工机械、劳动力的配备必须满足进度要求。同时,由于施工机械、劳动力等各方面因素的限制,施工速度应做出适宜的调整 and 安排,在解决主要矛盾的前提下,制定出进度计划。

1. 施工准备工作计划

施工准备工作计划参见表 2.3.1(2)。

表 2.3.1(2)

施工准备工作计划

序号	项 目	内 容	完成期限
一	工艺设计阶段		
1	模板系统设计	模板、围圈桁架、各种联结件	第 1 年度 1 月
2	操作平台系统设计	轻型伸缩桁架、三角架、挂架、平台板	第 1 年度 1 月
3	液压提升系统设计	油路布置、提升架、油管联接件	第 1 年度 1 月
4	电器设备系统设计	现场电路、液压控制电路、卷扬机电路	第 1 年度 2 月
5	混凝土养生系统设计	操作平台各层施工用水、滑模混凝土养护	第 1 年度 2 月
6	垂直运输系统设计	平台井架、承力架、吊篮、外爬基础抱箍、附着杆	第 1 年度 2 月
7	大型设备需用计划		第 1 年度 1 月
8	主要材料需用计划		第 1 年度 1 月
二	加工制作阶段		
1	模板系统加工		第一年度 5 月
2	操作平台系统加工		第一年度 5 月
3	液压提升系统加工		第一年度 5 月
4	垂直运输系统加工		第一年度 5 月
5	各种设备采购	按主要施工机具、设备需用计划	第一年度 5 月
三	组装阶段		
1	1~4 层施工、清理、放线	各种预埋件埋设、承力架安装	第一年度 5 月
2	地面准备工作	各种构件清理、编组编号、千斤顶调试、清洗	第一年度 5 月
3	材料准备		第一年度 5 月

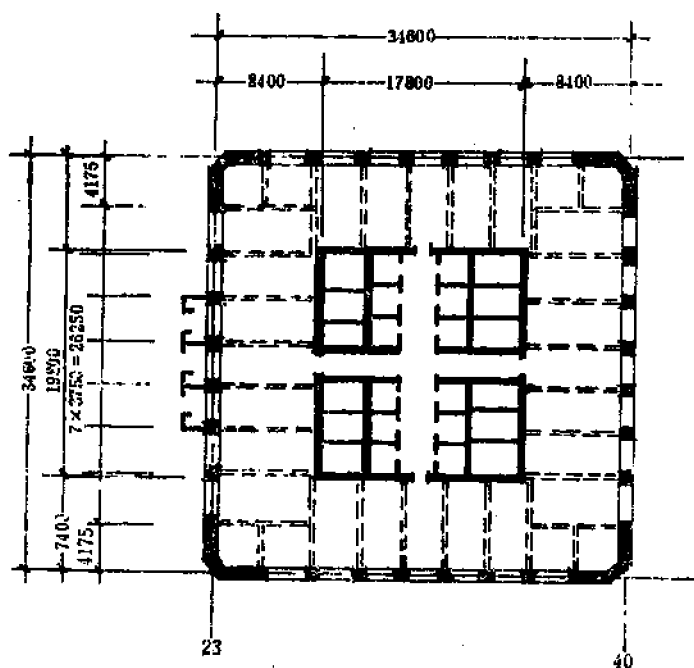


图 2.3.1(1)

石护坡挡墙。厚 1.5m 承台大体积混凝土的施工,采用分层分段连续施工的方案,即第一层浇筑混凝土厚度为 50cm,从东往西边打边退,在第一层混凝土接近初凝时,开始在第一层混凝土上面浇筑第二层混凝土(50cm),此时,第二层混凝土与第一层将同时浇筑,第三层混凝土也按此法同样施工。这样,在整个浇筑过程中不留设施工缝,为了防止水泥水化热引起混凝土内温升与外界气温的温差过大,采用测温监控内外温差,进行四周覆盖,并在混凝土表面积水养护的措施,以起到保温养护的作用,防止混凝土产生温度变形。

1. 工艺流程

根据主楼结构标准层的设计和结构特点,滑模中楼板施工方法采用滑升 3~5 层与支模现浇楼板的施工方法。楼板与墙、柱的构造处理上,主要采用留胡子筋和梁洞的处理方法,即整个主楼结构施工分两个作业面进行,第一作业面为滑模施工所有的竖向构件,以及框架梁、内外筒连系宽梁,在此期间留出胡子筋和梁洞等。第二作业面,距滑模作业面滞后 3~5 层,支模施工楼板、阳台、楼梯等水平构件,两个作业面采用空间交叉同时作业的方法。

由于每个结构层在大梁部分钢筋绑扎量骤增,影响滑模正常进行,因而,在滑模过程中,每层均在大梁底标高以下 5~10cm 处留施工缝,作停滑处理,在停滑期间完成大梁钢筋绑扎以及垂直运输系统升高、维修等工作,这样,每层标准层的滑模施工,将在该层的大梁底至上层的大梁底之间进行,标准层的单元滑模施工流程见图 2.3.1(3)。

2. 滑模设计与布置

(1) 主要设计参考数据:

1) 混凝土模板的摩阻力:取值为 2.5kN/m^2 ,适用环境气温为 30°C 左右,出模强度

表 2.3.1(4)

主要施工机具、设备需用计划

序号	机械设备名称	规格型号	单 位	数量	需用时间
1	液压控制台	YKT-36	台	8	第 1 年度 6 月
2	液压千斤顶	GYD-35	个	960	第 1 年度 6 月
3	混凝土输送泵	Schiwing 西德	台	2	第 1 年度 6 月
4	混凝土搅拌站	0.4m ³ /斗	台	5	第 1 年度 6 月
5	混凝土自动搅拌站	1m ³ /斗	套	1	第 1 年度 6 月
6	塔吊	ZT-120	台	1	第 1 年度 5 月
7	塔吊	ADMRRC	台	1	第 1 年度 5 月
8	电梯	200m 高、双笼	台	1	第 1 年度 6 月
9	电梯	100m 高、单笼	台	2	第 1 年度 6 月
10	随升井架	载重 2t	台	3	第 1 年度 5 月
11	电渣埋弧压力对接焊机		台	4	第 1 年度 3 月
12	混凝土搅拌机	400 立升	台	5	第 1 年度 3 月
13	砂浆搅拌机		台	4	第 1 年度 3 月
14	混凝土振捣器	插入式	台	35	第 1 年度 3 月
15	混凝土振捣器	平板式	台	10	第 1 年度 3 月
16	高压水泵	200 扬程	台	2	第 1 年度 6 月
17	钢筋调直机		台	1	第 1 年度 3 月
18	钢筋弯曲机		台	3	第 1 年度 3 月
19	钢筋切断机		台	3	第 1 年度 3 月
20	滑模全套装置		t	280	第 1 年度 5 月

(五)安全防护措施

1. 防台风措施

(1)台风季节指派专人收报气象消息,特别是滑模施工高度超过 50m 以后,在操作平台上配备一台风速测定计,专人负责,每 2h 测一次,随时报告。

(2)严禁在台风期间空滑,以避免模板与结构脱离,造成平台倒塌。

(3)台风到来之前,应对所有高耸独立机械、构件进行临时加固,堆放在操作平台上的物品要堆码归整、固定好,对不能固定的物品应转移至建筑物内。

(4)滑升停止后,除采取必要的停滑措施外,还应将所有千斤顶锁住,以防平台在台风期内上浮,所有竖向钢筋应互相联结临时固定。

(5)对于 10 级以上的台风,应用钢丝绳将操作平台、模板围圈等与下部已施工好的建筑

物联结起来。

(6)台风过后,要对模板、钢筋等认真校正,经现场技术负责人同意后方可继续滑模施工。

2. 防雷、雨措施

(1)深圳地区雨季长、雨量大而且又是雷击区,因此在雷、雨施工期应设专人收集气象资料,以便及时作好安排

(2)避雷装置的设置:

1)外爬塔吊本身带有避雷装置,接地采用电阻在 30Ω 以下, 25mm^2 以上的引下线,与桩基钢筋相接。

2)随升井架顶部设一避雷针,直接引入建筑物内筒墙的竖筋,引线要留足够的余量,并随滑升而逐步移升。

3)利用建筑物永久避雷装置。

(3)雷雨期间停滑前,应对施工缝的留设作出安排,施工缝应留有一定的坡度,以利排出模板内的雨水,对新浇筑外露的混凝土和结构的主要部位应进行覆盖,注意保护电源,作好设备、机具的防潮、防雨工作。

(4)雷、雨过后,应检查混凝土施工缝的情况,将所有松动的骨料清理干净,在新的混凝土浇筑之前,先浇筑一层同强度等级的水泥砂浆,待施工缝滑出模板后,应立即对混凝土表面进行修补,同时对各种机电设备也要进行检查和试运转。

3. 安全措施

(1)在施工中要保证滑升阶段结构本身的稳定性,尤其要注意混凝土的出模强度,操作平台的水平与垂直度控制,严格执行支承杆的加固及预防台风等方面的措施,以免造成操作平台高差太大,使一侧的支承杆受力过大而失稳,造成倒塌事故。

(2)各种材料、设备、人员等荷载,必须按施工组织设计规定控制数量进行堆放,不得任意变动,所有垂直运输设备不允许超载运行,操作平台上及地面作业人员要有专人统一指挥。

(3)坚持安全三件宝,操作平台四周均设置 $1.1\sim 1.3\text{m}$ 高的栏杆,操作平台上的孔洞要用活动盖板盖严。

(4)滑模装置组装成型后,必须经过严格检查和试验,特别是悬挂结构,装置拆除要求严格按照预先所制定的程序和措施执行,发现事故苗头,及时采取有效措施。

(5)一切高空作业人员均需经医生检查身体,合格者发给高空作业证后,方可参加施工,工作时间严禁酗酒和打闹。

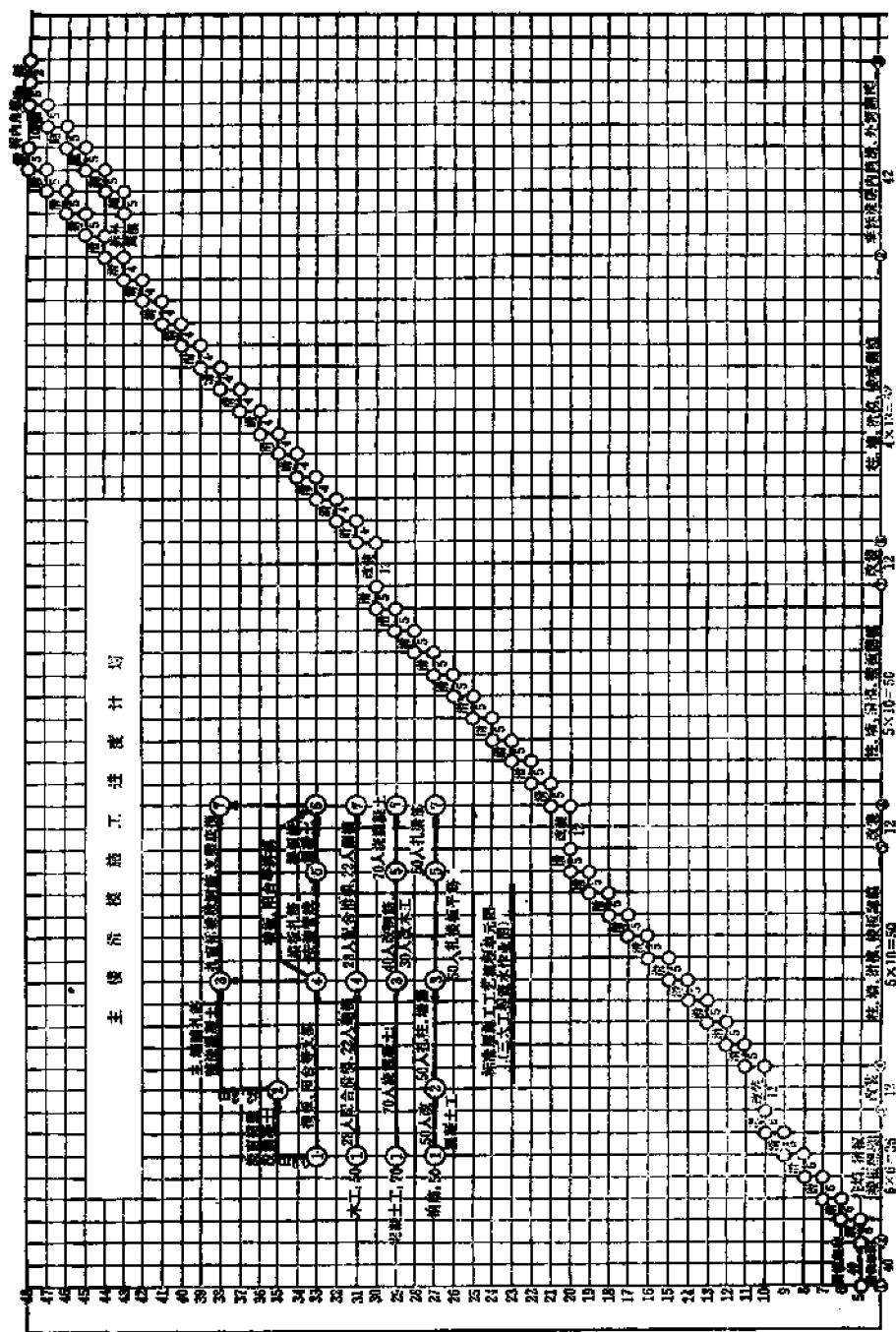
(6)施工现场要有足够的照明设施,对于危险区域,必须标以明显的标记,配电箱要防雨、上锁、专人保管。

(7)要注意防火,在易燃、易爆物品附近严禁明火作业和吸烟。

(8)除上述措施外,还应遵守现行的有关质量和安全方面的规定、规范和规程,贯彻执行有关质量安全教育和检查制度。

4. 施工进度计划

(1)进度计划编制的依据:



- 1)混凝土的拌制、输送、浇筑能力,按 $20\text{m}^3/\text{h}$ 计。
- 2)垂直运输,按 $4\text{t}/\text{h}$ 计。
- 3)劳动力除木工外,均按滑模施工需要配备,翻模部分的施工力量,均利用滑模的间隙时间穿插进行。
- 4)劳动力计算参考全国劳动定额。
- (2)施工进度计划:主楼滑模施工进度计划参见图 2.3.1(19)。

(五)安全防护措施(略)

(执笔 郭桂芳)