

十三、深圳妈湾电厂一期工程 $2 \times 300\text{MW}$ 机组 建筑工程施工组织总设计

(一)概 况

1. 工程概况

妈湾电厂是深圳市政府为缓解特区缺电局面,使特区经济持续高速发展而合资兴建的大型现代化火力发电厂。本期工程建设规模为国产 $2 \times 30\text{MW}$ 燃煤机组,近期规划容量 $4 \times 300\text{MW}$ 燃煤机组,远期规划容量 1800MW 。

妈湾电厂厂址位于深圳市西郊南海石油开发区妈湾港外,距深圳市中心 24km ,距广州市陆路 150km ,水路、公路、铁路交通条件便利。厂址处于平原海岸类型区,岸线平直,厂区跨海陆两域。陆域部分为右炮台众山,地貌属低山丘陵地带;厂区背山面水,陆域狭窄,东靠众山,面临伶仃洋。整个厂区有 $2/3$ 以上的面积是在潮间带填海筑地而成,最大填海水深达 14m ,厂区水下淤泥层厚 $0.6 \sim 12.50\text{m}$,海底地势东南高西北低。

厂区陆域属低山丘陵区,岩体构造裂隙发育,地下水主要为基岩裂隙水,水质较好,补给来源主要为大气降水。填海区,地下水与海水相通,水位与海平面高程相近,水位受潮汐影响变化,但有滞后时间,距海岸的距离愈远,滞后的时间愈长,变化幅度愈小,靠近陆域范围,地下水位在 $\pm 1.00\text{m}$ (黄海高程,下同)上下波动。

伶仃洋潮型属于不正规半日混合潮类型,其特点是每日出现两次高潮和两次低潮,潮高时和潮低时存在日不等现象。平均涨潮历时 $6\text{h}18\text{min}$,平均落潮历时 $6\text{h}25\text{min}$ 。

历年最高潮位 2.39m (1969年7月29日)

历年最低潮位 -1.54m (1968年12月22日)

平均高潮位 0.99m

平均低潮位 -0.37m

平均海平面 0.35m

涨潮最大潮差 2.47m (1968年10月28日)

落潮最大潮差 3.44m (1968年12月21日)

海域部分水深为 $0 \sim 15\text{m}$,海底地层可分为三大层及若干亚层。第一层为淤泥层,厚 $3.30 \sim 9.30\text{m}$;第二层以粘土层为主,厚 $1.5 \sim 12.10\text{m}$,容重 $18 \sim 20\text{kN/m}^3$;第三层为基岩,岩性为花岗岩,强风化层容许承载力 400kPa ,中等风化层容许承载力为 1000kPa 。

厂区地震基本烈度为七度,相当于平均土质条件峰值水平,加速度为 $0.125g$ 。

本工程由电力部华北电力设计院规划、设计,西北电建一公司安装三大主机,河南火电二公司安装附属设备,交通部第四航务局承建码头,中建二局承担开山、填海及厂区内土建和建筑安装工程。工程建设单位是妈湾电力有限公司。

2. 工程特点

(1) 主要设备型号:

1) 汽机轮: N300-16.7/537/537 型亚临界中间再热凝汽式汽轮机, 由哈尔滨汽轮机厂制造。

2) 锅炉: HG-1025/18.2-YM 型亚临界参数, 控制循环汽包炉, 单炉膛露天布置, 燃用晋北煤, 固态排渣。由哈尔滨锅炉厂制造。

3) 发电机: QFSN-300-2 型由哈尔滨电机厂制造, 定子绕组水内冷, 转子绕组氢内冷。

(2) 土建工程特点: 中建二局承建本工程厂区内全部工程项目, 主要有:

1) 开山、填海工程, 包括清淤、筑堤、开山、回填及地基处理(即 01 标工程), 中建二局为 01 标工程总包。

2) 热力系统、燃料供应系统、水处理系统、除灰系统、供水系统、电气系统以及辅助生产和附属生产系统、厂区福利工程及厂区性建安工程共 96 个子项。临海码头及除灰管线、灰场工程属红线外工程, 由业主委托四航局施工, 未包括在本施工组织设计范围。

本工程属大型火电系统工程, 具有火电工程的“高、大、精、深、长、重”的共同特点, 施工难度大, 地下工程多, 系统衔接严密, 交叉作业量大, 施工精度要求高。此外, 妈湾电厂还具有以下特定的特点:

1) 施工工期短。深圳市政府为迅速缓解缺电局面, 使特区经济持续高速发展, 确定该工程于 1992 年元月 1 日开工, 1993 年 6 月 30 日 1[#] 机组并网发电, 总工期 18 个月, 为定额工期的五分之三。为边设计、边准备、边施工工程, 加大了交叉作业量, 延长了施工大交叉时间, 加大施工协调和安全生产的难度, 给管理工作提出了很高要求。

2) 施工难度大。待解决的技术问题多。

地基软弱。几乎全部工程座落在清淤后回填的地基上, 回填时间长者年余, 短者月余。回填土无自然沉降过程, 需全部采用人工加固, 以满足系统沉降均匀的要求。

降水难度大。地下水位高, 并随海潮涨落而升降, 处于动态之中, 每一建筑物均有降水问题, 地下构筑物均有水下施工和成品防渗问题。

钢结构量大。钢桩、钢结构量大, 精度要求高, 进度要求紧, 国内尚未找到既能满足质量要求又能满足进度要求的生产厂家。

3) 质量要求高。深圳市政府明确提出, 妈湾电厂建设要创造“一流的速度、一流的质量、一流的管理、一流的水平”, 施工、安装、调试都要提高一次成功率。质量目标: 争金创银保优质。

总之, 该工程工期短、难度大、要求高、队伍多、条件差。施工组织和施工技术难度极大。要完成这样的工程, 是对施工单位的技术实力、队伍素质、管理水平的检查。

(二) 主要工程量

深圳妈湾电厂土建一期工程主要工程量如表 2.1.13(1)。

表 2.1.13(1)

序号	名 称	单 位	数 量
1	土石方	万 m ³	1451
2	H 型钢桩	t	10362
3	灌注桩	m ³	4139
4	混凝土	万 m ³	14.30
5	金属结构	t	10887
6	钢 筋	t	12584
7	压型钢板	万 m ²	5.0
8	砖砌体、加气混凝土砌体	m ³	7000
9	轻质隔墙(泰柏板,石膏板)	m ²	12000

各分部分项工程量如下:

(1)厂区填海造地土石方工程量(场平部分——01 标工程):

1)清淤 306.30 万 m³。

2)开山爆破石方 391.80 万 m³。

3)筑堤及场地填石方 495.90 万 m³。

4)场地填砂方 146.30 万 m³。

5)标高 3~3.5m 回填土方 17.50 万 m³。

(2)地基处理工程量:

1)强夯 15.00 万 m²(01 标工程)。

2)振冲 60.40 万 m³(01 标工程)。

3)主厂房打 H 钢桩 1512 根,8318.80t

4)烟囱打 H 桩 180 根,1267.00t。

5)灰罐打 H 钢桩 51 根,332.12t。

6)碎煤机室打 H 钢桩 32 根,274.01t。

7)变压器基础打 H 钢桩 24 根,72.00t。

8)其他 12 根,70.61t。

9)储煤罐打混凝土灌注桩 170 根,4139m³(缓建项目)。

(3)土石方工程量:

1)挖方 29.70 万 m³。

2)填方 45.00 万 m³。

(4)建构筑物部分主要工程量:列于表 2.1.13(12)。

表 2.1.13(2)

主 要 工 程 量 表

序 号	工程项目名称	土方/m ³	金属结构/t	砖砌体/m ³	混凝土/m ³	钢筋/t	压型钢板/m ²
1	主厂房	34889	8617	168	21833	1728	17000
2	电除尘及烟道				2053	58	
3	烟 囱	1950	160		6973	910	钢板 460t
4	燃料供应系统	7657	1061	237	12971	1464	20590
5	除灰系统	2467	65	83	2100	253	8417
6	水处理系统	2160	43	170	3469	366.5	
7	电气系统	7197	87.3	62	7410	216	1500
8	附属生产系统	3568	424	1586	12417	1233	
9	供水系统	120000		57	65000	6000	1990
10	厂区工程	10000		4637	8850		

(三)施工组织指导思想和施工部署

妈湾电厂工程列为深圳市 1992 年的十大重点工程之首,也是中建二局 1992 年的第一号工程。局和南方公司根据妈湾电厂工程工期短、难度大、要求高的特点,提出“引进先进模式,发挥集团优势”、“以科技为先导,以管理为保证,提高现代施工水平”的指导思想,采取各项有力措施,确保工程高速优质,按期投产。主要措施如下:

(1)引进先进管理模式,采用“国内工程,国外打法”组织施工。组织局总工程师为经理的技术高、素质好、能力强的项目班子,借鉴大亚湾核电站常规岛的管理体制,实施对工程的组织和指挥。

项目组定员 54 人,设置 6 部,其中质保部直接对南方公司负责。其框图见图 2.1.13(1)。

项目组的职责是:

- 1)全面组织和部署施工任务,统一思想,统一指挥,统一计划,统一调度。
- 2)统一技术管理,决策重大技术方案。
- 3)联络业主、总包,协调内外关系,协调与安装的交叉作业。

(2)发挥集团优势,局属各公司到该工程承担部分任务,扬其所长,集其之优于一体。各公司配备与现场要求相适应的管理和技术体系,组织技术素质高、战斗力强的施工力量进场。为保证工期、质量和现场的统一指挥,局从各公司抽调精锐力量,组建阳光金属构件厂,承担钢结构制造任务。任务划分见表 2.1.13(13)。

(3)借鉴大亚湾核电站质保一质控制体系,建立与生产指挥系统平行的质保部,推行根据大亚湾质保管理经验制订的《中建二局电力建设土建施工质保大纲》及操作程序,实行质量追踪管理,保证质保一质控体系始终保持在良好运转状态,工程质量处于有效控制状态(内容详 2.1.13(11))。

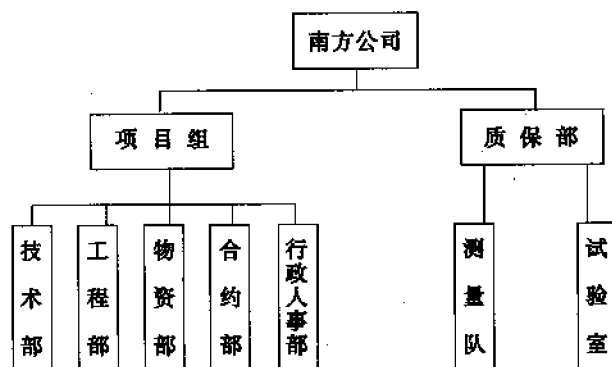


图2.1.13(1) 机构设置框图

(4)施工网络计划控制,引用微机管理,采用以“大滚动、小动水、动态管理”为基本特点的“四级网络,六级计划、分级管理”的模式,建立预警系统,确保计划按里程碑要求准点实现。

本工程的统筹网络管理,其基本模式是“四级网络、六级计划、分级管理”,其基本特点是大滚动、小流水、动态管理,其基本要点是以深圳市指令性计划为前提,里程碑计划为目标,形象控制点为框架,子网络为保证,小流水为补充,阶段计划为辅佐,实行滚动管理,保证计划的连续性、均衡性和可施性,通过对各个局部的控制来保证对网络运行过程有效地控制,确保网络计划目标的实现。

表 2.1.13(3) 主要任务划分一览表

序 号	工 程 项 目	施 工 单 位
1	热力系统土建工程	二公司
	其中:钢结构吊装	二公司、安装公司
2	输煤系统包括钢结构吊装	三公司
3	油系统工程	二公司
4	除灰系统工程	二公司
5	水处理系统	一公司
6	供水系统	二公司 二公司、机施公司 安装公司 机施公司
	循环水泵房	
	循环水排水沟和压力进水管	
	1.3万t水池,高位水池	
7	电气系统工程	二公司
8	附属、辅助及生活福利工程	一公司
9	厂区性建筑	一、二、三、安装公司
10	开山、填海、场平	机施公司
11	振冲、强夯	二公司
12	打桩工程	二公司、安装公司
13	烟囱工程	四公司

统筹网络的分级管理规定如下:

1)妈湾电厂的统筹网络分为四级。一、二级网络充分显示了系统工程特征,构成了电力建设的“结构框架”,显现了各系统、各专业之间的有机联系、各单项工程间的衔接关系,展示出电力建设的规律性,对电厂建设起着宏观的主体控制作用。三、四级网络则是单位工程或局部地段作业顺序和各专业交叉作业以及其他相关工作的具体安排,起着微观的直接指导施工的作用。

2)四级网络:

①一级网络,即主网络。根据电力建设施工导则和国家下达的指令性计划编制。它是施工组织的总网,由土建、安装、设计共同编制,总包组织实施。

一级网络中首先确定电厂建设的里程碑,并根据各大系统之间、各系统中子项目之间的内在联系,土建与安装的相互关系和衔接,明确网络关键路径和施工程序。

②二级网络,即专业网络。以一级网络为依据,是各自专业施工的总网。以此建立二级控制点,对关键制约工序和技术难点进行重点控制。

二级网络由项目组编制、管理。

③三级网络即为单项工程网络,对单位工程的施工进行控制,由工程处(工地)编制、执行。

④四级网络,实际上是片区或局部网络,即将一个片区/局部施工前后顺序、周围关系,工序衔接、队伍穿插有机编制在一起,作出详细的、指令性的流水作业规定。它既包含了周/日计划的内容,又突破了周/日计划的范围,与前后工程紧密衔接,作业时间紧扣,以具有明显的抢工性质为主要特点,称为小流水计划。四级网络由项目组编制、管理。

3)六级计划:六级计划是以四级网络为依据,按阶段、按时间分解的执行计划,可操作性强,时间概念强,易于检查。

①一级计划——电厂建设总体计划:与一级网络相对应,是各专业、各分项计划编制的依据。

②二级计划——年度计划:根据一级计划及二级网络而制订并同其一致,包含了网络图中规定的当年度应完成的里程碑和控制点,提出了当年度人力、机械、资金投入/进场的总规划。

③三级计划——季度计划:按季(三个月)为周期安排,是年计划的阶段计划,分项目、分部位、分工序,逐月详细安排,提出资金、力能计划,规定开工、交安、竣工日期,是施工准备、施工生产的中期执行计划。

④四级计划——月计划:同季计划中对应月的计划一致,并根据上月计划执行情况进行调整。

⑤五级计划——周计划:由施工队编制的作业计划,是月计划的保证。

⑥六级计划——日计划:由作业队编制的作业计划,是周计划的保证。

4)六级计划和四级网络的关系:六级计划在执行过程中,要根据变化了的情况,对阶段计划进行调整,并反馈给网络计划;随之,网络计划要对其控制要素进行新的安排和调整,网络计划的修订再反过来指导下一阶段计划的安排,即在六级计划和四级网络之间实现了滚动,如此循环下去,直至工程完工,称之为“大滚动”。在调整和修订一、二级网络计划时,只能对控制要素如人力、财力、材料、机械、设备制造和运输、时间(有条件的)采取强有力的

容重指标)。

4. 混凝土工程

(1)概况:全厂混凝土量 14.5 万 m^3 。混凝土施工时间集中,作业强度大,施工高峰期月平均浇筑量超过 1 万 m^3 。烟囱基础、汽机基础、循环水泵房浇筑强度大于 $100\text{m}^3/\text{h}$ 。大部分基础混凝土属大体积混凝土。混凝土强度等级大部分为 C25、C30、C40,垫层及封底混凝土为 C10 或 C20。骨料用 0.5~2cm 级配的碎石料,砂为东江砂,均为船运,水泥用珠江 525# 和金鹰 425# 水泥。

(2)混凝土供应:混凝土场地集中,工期集中,工程项目集中,其工程质量及进度对整个工程起关键作用。为保证混凝土量大、浇筑强度高,质量要求严的施工要求,采用集中管理、集中搅拌、运输的方式,自动化搅拌站、搅拌运输车、混凝土泵车联合作业,解决主要工程的混凝土施工。靠海岸建立集中搅拌站和试验室,配备有 6 台由中建二局建机厂制造的 HZ-25 型搅拌机,最大出力为 $150\text{m}^3/\text{h}$ 。采用 6 台 6m^3 的混凝土搅拌车,3 台 $80\text{m}^3/\text{h}$ 的混凝土泵车和两台拖泵。

(3)混凝土浇灌工艺:根据混凝土量的大小、结构物的形状、浇罐位置,采用不同的混凝土入模工艺。

1)大体积基础混凝土,采用搅拌运输车运输、泵车泵送和搅拌车直接入模的联合浇灌工艺;

2)地面及楼面、柱子混凝土,采用搅拌运输车运输,泵送入模工艺;

3)道路混凝土,采用搅拌运输车运输,直接入模布料工艺;

4)其他少量混凝土,采用搅拌运输车运输,自备小车、卷扬机二次运输,人工布料;

5)烟囱因连续作业,自备小型搅拌机,小车水平运输,卷扬机垂直运输。

(4)混凝土质量控制:

1)所有混凝土原材料检验、配合比、试块强度检验由中心试验室负责;

2)试块制作由中心试验室制作并养护,现场同时制作一套和浇筑的混凝土同条件养护。

3)搅拌站计量的每月检查校验一次;

4)自动搅拌站严格按试验室发出的配合比配料,特别注意高效减水剂、膨胀剂、絮凝剂及其他外加剂的掺加方法和数量。

(5)大体积混凝土的施工:根据日本 JASS 钢筋混凝土规范中对大体积混凝土含义的规定,构件断面尺寸 $>50\text{cm}$,水化热产生的最高温度和室外气温之差在 25°C 以上时,即为“大体积”,因此,妈湾电厂工程,大多数为大体积混凝土。

大体积混凝土施工的关键是裂缝控制问题。因泵送混凝土用量较多,含砂率高,水灰比大,骨料粒径小,浇灌速度快,而使水化热的问题更加突出,控制裂缝的产生和发展更加重要,必须采取多种措施来降低水化热,缩小内外温差。

根据不同工程情况,分别采取以下措施:

1)烟囱基础混凝土达 2000m^3 ,为了控制温差,采取以下特殊措施:

①基础外模采用砖模(厚度为 370mm);

②经设计院同意后掺入了块石;

③表面采用两层塑料薄膜中间放一层棉胎;

④在混凝土内埋 6 根循环冷却水管。

输,混凝土泵车泵送的一条龙作业线。集中搅拌站和运输委托二公司管理。除烟囱滑模混凝土另设小搅拌站外,其余现场混凝土,包括预制件,全部由搅拌站供应商品混凝土。

(7)钢筋加工、模板制作、零星构件和铁件加工、一般材料、机械及机修,均由各公司自行组织和配。

(四)施工综合进度计划

1. 施工进度计划总目标

1992年1月1日主厂房第一罐混凝土浇筑(电厂开工),1992年4月15日一号锅炉钢架开吊,1993年6月底第一台机组并网发电,第二台机组1994年3月底投产。

2. 确立工程里程碑和形象控制点

根据电厂建设规律和施工进度计划总目标,确立该工程里程碑和关键形象控制点,实行计划目标管理。

(1)里程碑:

- 1)开工,主厂房第一罐混凝土1992年1月1日;
- 2)锅架基础交安,安装进入,1992年4月15日;
- 3)锅炉打压、试验、汽机扣盖,1992年12月30日;
- 4)反送电,1993年2月15日;
- 5)冲管、酸洗及恢复,1993年4月15日;
- 6)试运转发电并网,1993年6月30日。

(2)控制点。

为确保里程碑准点到达,将对其具有关键控制作用的形象进度列为计划的重点控制目标,即关键形象进度控制点,在施工过程中进行重点控制。

1)锅炉区:

- ①烟囱、锅炉基础打桩完,1991年11月30日;
- ②1*炉基础浇筑第一罐混凝土,1992年1月1日;
- ③1*炉交安、钢架起吊,1992年4月15日;
- ④1*钢窗外筒滑升到顶,1992年5月31日;
- ⑤1*炉电除尘交安,1992年7月1日;

2)主厂房区:

- ①1*汽机基础平台完成,主厂房钢结构开吊,1992年7月15日;
- ②汽机行车梁轨道交安,安装天车,1992年9月20日;
- ③汽机间初断水、凝汽器就位,1992年10月1日;
- ④除氧煤仓间交安,1992年10月31日。

3)锅炉打压配套工程:

- ①水处理室、化验楼、化水设施交安,1992年8月15日;
- ②制出合格水,1992年11月15日;
- ③启动锅炉房交安,1992年9月15日;

④燃油系统开工(打压时采取临时措施)1992年9月30日;

⑤空压站交安,1992年10月30日;

4)供水系统:

①排水管全线通水,1993年1月31日;

②进水管施工及回填完,1993年1月31日;

③循环水泵房交安,1993年1月31日;

④补给水系统、蓄水池、泵房交安,1992年7月15日。

5)电气系统及反送电配套工程:

①全厂电缆沟汇通,1992年12月31日;

②电气楼交安,1992年11月5日;

③启动变 220kV 临时间隔及 220kV GIS 配电装置交安,1992年10月15日;

④反送电,1993年2月15日。

6)燃料供应:

①栈桥发段交安,1993年1月15日;

②斗轮机基础交安,1992年12月31日。

7)灰库、灰渣泵房交安,1993年1月30日。

8)生产办公楼交付使用,1993年2月28日。

(3)施工进度网络:施工进度计划、各形象控制点及其与里程碑的相互关系见施工进度网络(图 2.1.13(2))。

3. 工程施工顺序安排原则

妈湾电厂工程工期紧,场地小、平面、立体交叉作业多,施工环节环环相扣,需特别注意施工顺序的安排,并在实施过程中,采取一切措施保证实现。工程施工顺序安排的原则是:

(1)建筑工程总体安排是先地下、后地上;先主体、后配套;先结构、后装修。地下工程为先深后浅,由下而上分层依次施工,分区域实施。并注意高空作业与地面施工顺序的安排;注意季节对建筑工程施工的影响和施工场地的有效利用。

(2)电厂建设中,建筑、安装关系十分密切,交叉作业量大面广时间长。土建施工安排只有以安装工艺要求为根本依据,才能争得主动。根据安装要求和施工特点,将单位工程的施工分为四个类型。

第一类:建筑工程量大,结构复杂,施工周期长,设备安装量大,安装工期长,直接关系到机组投产的关键工程,为确保发电的重点项目,首先安排施工,如主厂房、输煤系统等。

第二类:启动试运投入的项目,也为保发电的重点项目,及早安排施工,如化学水处理室、电气楼、燃油系统、变电站等。

第三类:对安装影响不大但受季节影响较大的独立项目,避开不利季节适时安排,如烟卤、水工等。

第四类:与试运无关的附属生产建筑,可作为平衡施工力量的调节项目安排施工,如材料库、办公楼等。

(3)以现场需要组织力量投入。由于妈湾电厂工期很短,土建施工时间很紧,因此采取“全面开花”、“齐头并进”法安排开工时间。图纸一到位即安排开工。施工单位必须以现场要求来调度人力、物资、设备、机械。

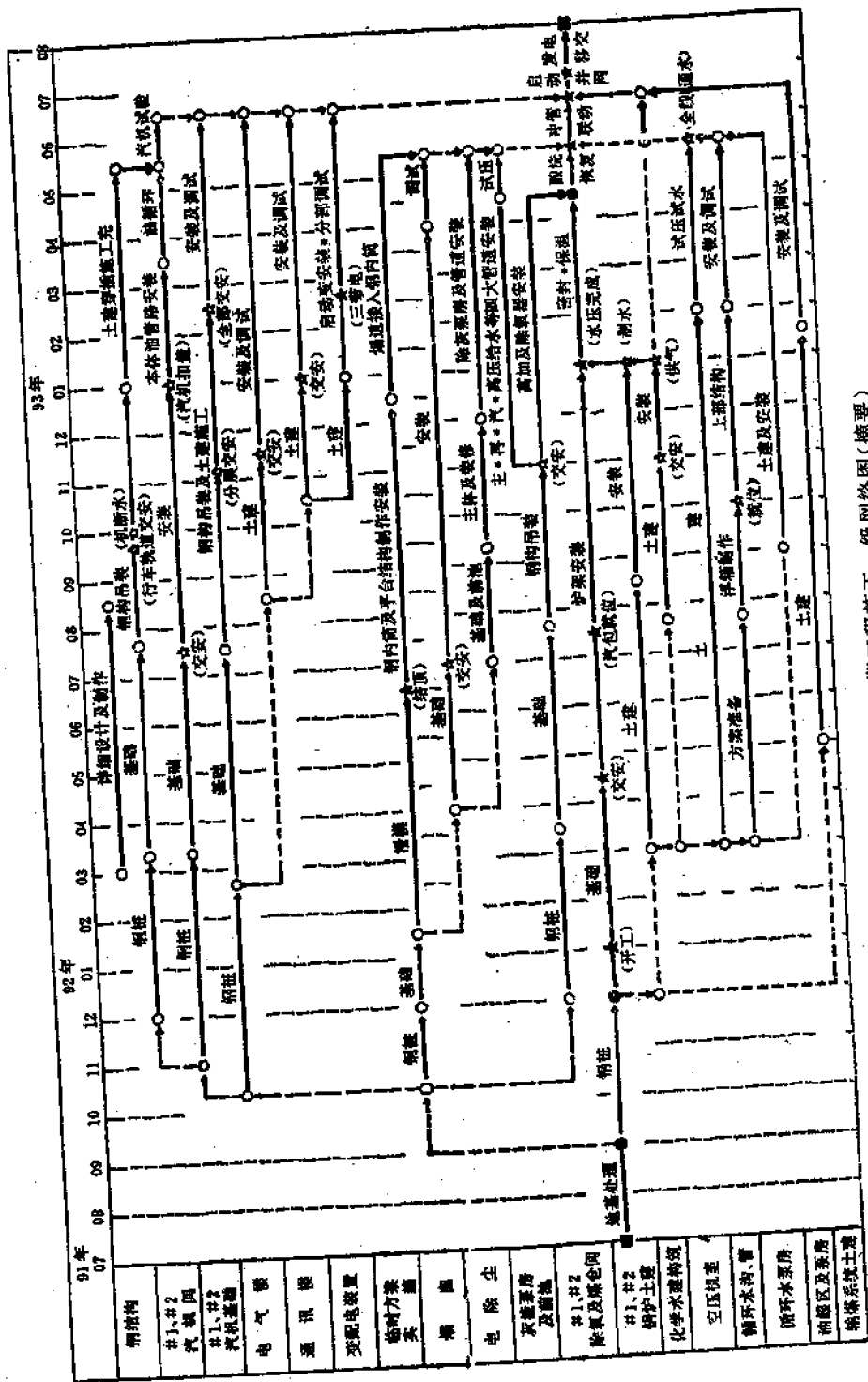


图 2.1.13(2) 妈湾电厂一期工程施工一级网络图(摘要)

4. 阶段划分

整个施工分五个阶段组织,每个阶段突出重点,明确目标,形成“战役”。

第一阶段:开工~1992年5月。以里程碑4月15日炉架基础交安为中心,完成全部钢桩施打,烟囱滑模,炉架及电气楼、主厂房基础,炉架周围的四孔排水沟,为炉架吊装创造条件。

第二阶段:为主战役阶段。1992年6月~9月30日,以主厂房主体结构、设备基础及为打压提供条件的燃油、化水、启动锅炉、空压室为中心,辐射供水、循环水系统。主要单位工程主体完,化水、燃油、空压室、启动锅炉达到交安条件。

第三阶段:1992年9月30日~1993年1月底,抢管网、促配套、保交安,为1993年2月15日反送电和全面调试创造条件。重点在输煤系统和循环水进排水、电气楼。

第四阶段:1993年2月~发电。抢装修,抓收尾,促消缺,保交工。满足并网发电要求,确保“72小时”后全面交工。

第五阶段:1993年6月30日以后。收尾、消缺、竣工验收;并继续抓好2#机的安装配合。

(五)主要施工技术方案

1. 开山填海造地

(1)概况:厂区占地41.7万 m^2 ,是放炮开山劈石、人工填海造地的海陆两域场地,其中陆域14.5万 m^2 ,填海部分27.2万 m^2 。开山区长约1400m,宽约150m。开挖高度最高达96m,开山爆破工程量约320万 m^3 。开山区山体为花岗岩,南端北部岩石强风化至中等风化,因开山前峒室爆破影响,岩体完整性较差,山体中部石英岩脉贯入和磁性石英岩残留,表面微风化,岩性坚硬, f 值8~14,地下水丰富,山体表面有灌木生长。

整个开山区域山高崖陡,环境复杂,北段东侧山脊黄海高程127m,为华英通讯公司收讯站,距开挖边界约120m;南端右炮台山背后为南海油脂公司植物油罐区,距开挖边界约30m。施工条件十分困难,爆破安全极为突出,采用由上至下的深孔爆破和台阶式施工。台阶高度10~12m,共有8级;马道宽度2.0m、2.5m、7.0m;边坡坡度分别为1:1、1:0.75、1:0.5、1:0.4、1:0.25,要求边坡稳定,表面平整。填筑石料的粒径 $\leq 60\text{cm}$,护堤石料的粒径800~1500mm。

填海区域先清除淤泥,石料填筑在海底粘土层上。

2. 爆破方案的确定:台阶式施工时,各台阶边坡采用深孔预裂爆破,确保高边坡成型时坡面平整、岩体稳定;台阶的开挖采用深孔多排微差挤压爆破,确保填海、护堤的石料粒径要求和施工进度;右炮台山的开挖采用深孔微差控制爆破,确保临近建筑物和油罐区构筑物的安全。开山爆破的钻孔设备采用YZ-15型、孔径100mm的潜孔钻,和YQ-150型、孔径150mm的潜孔钻。根据设计要求分别采用以上不同的爆破方法。

(3)爆破工艺:

1)深孔预裂爆破:沿设计开挖的边坡线,按一定的间距成行地平行钻孔,孔内装填特制的炸药包,在主体爆破之前先行起爆,爆破后沿孔轴线方向从上到下形成具有一定宽度的贯穿裂缝,把开挖区与保留区的岩体分开,当开挖区爆破时,预裂缝起着被保留岩石不被破坏

的作用。

深孔预裂爆破参数由计算和试验确定,不同岩体采用不同参数。

2)深孔多排微差挤压爆破:深孔多排微差挤压爆破就是要使前后排或两相邻孔内的药包,以毫秒级微小差异的极短间隔时间先后顺序起爆,并利用起爆网络的排列顺序或微差爆破的头排孔,前推上一部分岩渣产生挤压。其孔距、排距、孔径、药量、深度、堵塞长度、抵抗线及微差时间等参数,根据岩体性质和煤渣石料粒径要求,通过计算和试验确定。

3)深孔微差控制爆破:深孔微差控制爆破是在工程难度大、工期紧、标准高、质量严、保安全的复杂施工条件下,应用多排微差挤压爆破技术,经现场试验进一步完善的爆破工艺。其控制范围是指爆破时产生的危害不超过特殊要求的允许界限,并且确保周围建筑物和邻近构筑物保持正常状态不受损伤。为此,要严格确定爆破参数和采取有效的防护措施。

(4)清淤和回填:

1)填筑海域首先进行清淤。清淤采用 1.5m^3 、 4m^3 、 8m^3 抓斗和自航耙。在清淤范围内根据总体规划分段分区域实施。验收和检查标准按交通部规定执行。组织设计详见《妈湾电厂01标工程海工部分施工方案》。

2)回填区分两部分:①打钢桩区回填中、粗砂,砂船水上抛填,水位线以上部分砂船直接用皮带运输机输送上岸,用推土机平整至 $+2.00\text{m}$ (黄海高程)。②其余区域回填 $\leq 60\text{cm}$ 的开山石料,岸上推填,推土机平整至 $+2.00\text{m}$ 。

2. 地基处理

(1)填砂区振冲挤密:深圳妈湾电厂打桩区域自然抛填的中粗砂,经标贯试验后,为 $N_{63.5} < 4$ 击,呈松散状,采用振冲挤密法处理,使其达到中密状,即 $N_{63.5} \geq 15$ 击,以减少桩基负摩擦力,提高地基承载力和减少地基沉降量。

1)工艺原理:该法是利用振冲器的强烈水平振动和高压射水,使饱和的松散砂土超孔隙水压力上升,颗粒间摩擦力减小,在振冲器四周一定范围内的砂土出现短暂液化流动,颗粒发生位移而趋于密实;非液化区的砂土由于受到强迫的振动作用,颗粒间克服内摩擦力而发生位移,也使砂土趋于密实。

2)试验:根据目前掌握的科技情报资料,国内外尚无对深达 13m 以上的回填中、粗砂进行振冲挤密处理的工程实例,该技术属国内首创。其工艺和参数须经试验确定和优化。

试验面积: $3 \times 900\text{m}^2$

设备:ZJQ-30 ZJQ-55

孔距: 1.8m , 2.0m , 2.6m 等边三角形布置

试验深度: $13 \sim 16\text{m}$

检验:标贯法,每一振区($30\text{m} \times 30\text{m}$)钻孔,取样间隔 1.5m

3)施工工艺:通过对三个区域的试验,对工艺流程、振冲机具有较大改革,并对孔距、水量、留振间隔、留振时间、留振电流、填砂量的控制进行了优化。要严格按照根据试验经验成果所编制的“工法”施工。

(2)桩基:

1)试桩:厂区工程地质较为复杂,绝大部分建筑物布置在填海区。在这样大范围的填海区建电厂在我国还是首次,特别在新填十几米砂层及下有软土层的地基上选用桩基更缺乏实践经验,因此试桩工作是十分必要的。

①妈湾电厂桩基试验分两个部分,在两种不同的填料区进行两种桩型的试验,填石区采用冲孔灌注桩,共试验 3 根桩;填砂区采用 H 型钢桩,同样试验 3 根桩,测试内容列于表 2.1.13(5)。

表 2.1.13(5)

H 型钢桩试验项目及测试内容

试桩号	试验项目及测试内容								
	垂直静载荷试验			水平静载荷试验				动力试验	
	桩顶荷载	桩顶位移	桩身应变	桩顶荷载	桩顶位移	桩头转角	桩身应变	PDA	小应变
1 [#]	√	√						√	√
2 [#]				√	√	√	√	√	√
3 [#]	√	√	√	√	√	√		√	√

②试桩目的:

- 确定填砂区主厂房及烟囱等主要建筑物的桩型;
- 确定各种桩型的沉桩方法和桩基持力层;
- 根据各建筑物的荷载情况选择适用的桩型;
- 确定各种桩型的单桩极限承载力和容许承载力,区分桩侧各土层的侧摩阻力和桩端阻力;
- 掌握桩身应力分布规律(用桩身贴电阻片和动测法两种手段);
- 确定桩顶自由状态下单桩的水平承载力及有关参数;
- 确定打桩停锤标准;
- 根据各种原位试验,确定在地层条件变化时的桩基设计参数,并建立各种原位试验参数之间的相互关系。
- 掌握桩间填砂层的密度变化情况和 F 度地震时的抗液化能力。

③试验方法:采用垂直静荷、水平静荷及动力法试验。试验项目见表 2.1.13(5)。

根据地质条件和试验结果,本工程主要建(构)筑物均采用桩基,按厂区土层不同情况及建筑物所处位置,分别采用 H 型钢桩及钢筋混凝土冲孔灌注桩。

2)桩基施工:

①H 型钢桩:H 型钢桩用量大,包括主厂房区域的汽机间(含汽机基础及平台)、除氧煤仓间(含给水泵及磨煤机),锅炉架构及电气楼、引风机、除尘器、烟囱、贮灰仓、碎煤机室、主变压器基础等,全厂一期两台机组共需打 H 型钢桩 1811 根,约 1 万 t。

本工程钢桩采用卢森堡生产的 HP360×410×176 钢桩。根据不同地层情况,分别采用 D40、D50、D80 柴油打桩机施工。根据工程地质情况,为保证端承桩质量,施工采用不送桩方案,截桩工作在人工降水开挖后进行以节约钢材,在打 H 型钢桩前,地基需进行振冲加密处理及强夯。

②钢筋混凝土冲孔静注桩:灌注桩用于贮煤罐和排水沟穿煤场段,分别为 170 根和 274 根。

钢筋混凝土冲孔灌注桩由我公司总承包,委托资审合格有一定施工经验的专业公司进

行施工。

(3)填石区强夯加固:为保证地基强度和控制不均匀下沉,填石区全部范围及原陆域杂填带采用强夯法加固地基。

一期工程对强夯后的填石区进行过超重型动力触探和检层波速试验,并在新老填区各进行一个大面积(3m×3m)静荷载试验。试验荷载分别为 600kPa 和 400kPa,沉降量均在 40mm 以下,稳定时间快,荷载—沉降曲线呈直线状,无拐点出现。由此判断两个试验均未达到极限荷载。地基静载荷试验结论为:新填区的地基容许承载力 $\leq 300\text{kPa}$,老填区的地基容许承载力 $\leq 200\text{kPa}$ 。

根据试验结果,采用强夯加固,夯锤重 20t,点夯击能 350t·m 以上,普夯 150t·m,夯点间距 4m,采用两遍点夯,一遍普夯。一期工程布置在填石区上的建(构)筑物除煤罐采用桩基外,其他均直接支承于经强夯加固的填石地基上。

3. 土石方工程

(1)施工降水:由于受东部山体地下水位的影响,本工程地下水位略高于海面潮位,根据赤湾站实测:平均高潮位为 0.99m,平均低潮位为 -0.37m,平均海平面为 0.35m;而厂区内地下水位在 +1.0m~+1.6m 之间。本工程建筑物标高±0.00 等于黄海高程 4.5m。因此,当建筑物基础埋深大于 2.5m 时,一般要考虑人工降水措施,开挖土方降低地下水位成为施工难点之一。按照建筑物基础埋深预计需要采取施工降水的工程项目见表 2.1.13(6)。

表 2.1.13(6) 需施工降水工程项目一览表

序 号	项目名称	基础埋深/m	底层尺寸 (长×宽)/ m×m
1	主厂房区域(包括灰渣泵房等)	-6~-4	
2	烟囱	-4.5	φ21.8
3	输煤 T2 转运站	-3.8	18×12+8.8
4	输煤 T3 转运站	-3.8	10×15
5	输煤 T5 转运站	-3.7	56×6.75
6	缓冲煤罐	-4.0	48×26
7	地下煤斗	-6.5	16.2×7.2
8	#4 输煤隧道	-5.5	65×41
9	#8、#9 输煤隧道	-3.4	143.5×6.95
10	220kV 屋内配电装置	-3.5	68.5×12
11	通讯楼	-3.0	26.4×15
12	循环水泵房	-10.2	56×32.5
13	循环水压力管道	-5.5	328×11.6
14	A 列外循环水沟道	-7.3	192×11.6
15	厂房固定端以南循环水排水沟	-7.7	388×11.6
16	污水雨水泵房	-9.0	24.2×12.6
17	雨水下水道	-4.9	I=400φ1.5

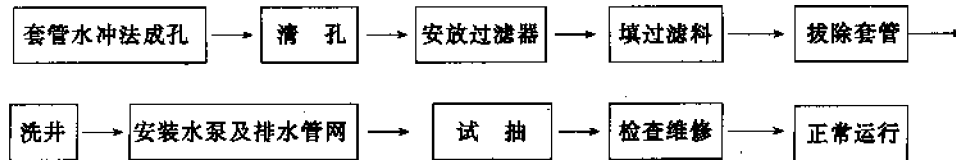
厂区有三分之二以上的腹地是填海而成,地层有中粗砂、填石及杂填区,均为透水材料,渗透系数差异较大,需经试验确定。经在主厂房区抽水试验,填砂区渗透系数为

(75~80)m/d,按工程特点,采用深井井点(大口井)降水方案,并按无压完整井进行计算与设计。这种方法对质量和工期是有保证的。

1)填砂区降水;主要用在主厂房区。

①抽水井的成孔,采用了套管水冲洗成井。为我们在振冲挤密法加固松散砂层的基础上,经试验总结出的新成井方法。

②在填砂区进行人工降低地下水位的施工程序:



③降水区域划分和井点布置:按照工程建(构)筑物的分布情况,降水深井的布置方式分为区域性大面积集中降水及单个建筑物局部范围降水,形成区域性动态帷幕。主厂房区域包括 A 列外、汽机间、除氧煤仓间、锅炉及电气楼、灰浆泵房区域连成一片,工期又较集中,采用大区域内连片布置深井井点,井距一般为 10~20m 左右;在大区域内再划分小区,形成多个独立降水系统,以使井点水泵配合施工进度分区投入运行。烟囱施工可以采用小区降水方案。

本工程需要深井井点近 300 个,降水设施及用电费用也是较大的,应加强管理工作。

2)填石区降水:填石区填料粒径极不均匀,土层孔隙很大,在抽水试验中,抽水井中水位没有降落形不成降落曲线,无法确定其渗透系数。后在该区域进行注浆试验,注入水泥膨润土浆液,灌浆压力表始终停止在零位上。妈湾港区属于不正规半日混合潮类型,回填区受潮汐影响,颗粒受潮汐的冲刷,给人工降低地下水位带来新的问题。为取得较好效果,在滨海地段,采用井点结合明排降水,同时采取帷幕灌液阻水措施,以减少渗水量;当上述措施仍不能满足施工要求时,还要采用桩排式帷幕墙,材料用高粘度(接近塑限)粘性土或低标号混凝土。

填石区降水井的成井方法采用冲击钻成孔或厚壁钢管加钢桩尖打入式成井方法(用柴油打桩机施打)。

因需采用此法降水的工程位置分散,故以单位工程为一降水系统,根据工程实际组合上述措施,编制单位工程降水方案。

(2)土石方开挖和回填:本工程土石方开挖以机械开挖为主,人力开挖为辅,使用反铲或正铲挖土机挖掘及装车,用自卸式汽车外运。在桩基之间需用人力辅助开挖,并用人工清底,基础内挖出的砂土可用于回填。为了做到文明施工,确保道路畅通,全部挖出土方暂存于指定区域。为减少施工场地的矛盾及道路交通的困难,妨碍交通的水工循环水沟道应提前开工及完工,为主体工程施工创造条件。部分雨水污水管道在路中心布置,分段安排尽早施工,以便于道路建设及交通运输。为避免重复开挖,减少施工相互干扰,对地下设施施工,统筹安排,统一规划,一次开挖,多项施工,自下而上,循序安排。

回填土石方工作应认真进行。凡直埋管道周围和混凝土沟道两侧及顶部,先回填 30cm 厚以上的砂,回填土要选择含石量<20%,石块粒径<150mm 的粘土,以保证管沟不致被损坏。回填时用机械或人工分层压(夯)实,及时取样检验,并必须达到设计规定的密实度(或干

保证、追赶措施,不能移动里程碑,以保证里程碑的实现。

5)网络计划的控制:网络计划控制的意义在于,在网络计划的执行过程中,通过落实技术组织措施,有效的施工组织,确保人员调配、材料供应、机械配置、资金调拨、技术准备满足计划周期内的需要,跟踪、检查计划的实施情况,及时反馈信息,再采取相应措施,在全现场组织动态平衡,通过对计划的制订—执行—跟踪—反馈—修订—执行,来有效地控制网络计划执行,保证网络计划落在实处。

(5)以科学技术为先导,研究应用及推广新技术、新工艺、新材料,以此来提高效率,缩短工期,保证质量。本工程研究试验、推广应用科技项目计划见表 2.1.13(4)。

表 2.1.13(4) 应用推广科技项目计划表

序 号	项 目 名 称	应 用 范 围	负 责 单 位
1	预裂爆破	6 万 m ³	机施公司
2	多排深孔微差挤压爆破	300 万 m ³	机施公司
3	控制爆破	8 万 m ³	机施公司
4	深层中、粗砂振冲挤密	80.3 万 m ³	二公司
5	大面积新填碎石区强夯	厂区域石区	二公司
6	海边回填区降水技术研究及应用	全厂区	二、三公司
7	半潜驳浮箱法施工工艺研制及应用	循环水泵房	机施、二公司
8	排水泵房换石换砂沉井技术	排水泵房	三公司
9	烟囱滑模整套技术(6 子项)	烟囱	四公司
10	烟囱内筒倒拔倒装技术(2 子项)	烟囱	四公司
11	H 钢桩的应用	全厂区	二、安装公司
12	集中搅拌站及混凝土供应一条龙	全厂区	二公司
13	混凝土板底模压型钢板		二、三公司
14	抗剪栓钉应用	主厂房	二公司
15	其他新材料应用		
(1)	速凝胶泥	设备基础二次灌浆	二公司
(2)	絮凝剂	水下工程封底	二、三、安装公司
(3)	膨胀水泥及膨胀剂	水工构筑物	三公司
(4)	土工布	水下施工	二、三、安装公司
16	热轧整断面型钢的应用	钢结构	南方公司
17	直接螺栓固定技术	主厂区	二公司
18	彩色压型钢板围护结构	钢结构厂房栈桥	二、三公司
19	散装水泥推广	全厂区	南方公司
20	泰柏板轻质隔墙		一、二、三公司
21	混凝土管道水下施工技术	雨水管	安装公司
22	循环水进水预应力压力管道的推广 (电力部推广项目)	循环水压力管道	安装公司
23	项目法施工		南方公司
24	质保—质控体系		南方公司
25	微机应用	技术、计划、预算	南方公司
26	网络计划		南方公司

(6)为提高混凝土质量,现场建立 150m³/h 自动化集中搅拌站,并用混凝土搅拌车运

2)在水工混凝土中掺加膨胀剂。

3)其他混凝土,根据情况,采取分层浇筑、分块浇筑、二次浇筑、控制浇筑速度等方法。

(6)混凝土中外加剂的使用:由于外加剂的品种牌号及生产厂家众多,即使同一牌号不同批量,其性能上亦有差异,使用时,必须对原材料按出厂批号抽样复验性能,与水泥试拌进行适应性试验,并据此调整混凝土配合比。外加剂使用时,要严格控制掺加量,掺加时要充分搅拌均匀,不能有沉淀物或结块,注意捣固操作,选用合适的掺加方法。

5. 模板工程

(1)烟囱:

1)烟囱基础、砖胎膜,以适应砂基的支撑条件。

2)烟囱筒体采用液压滑升模板方案,为特制钢模板。

(2)其余工程,全部采用胶合板精制模板——1~2cm厚胶合板,40×60小背枋、槽钢大背枋体系。固定模板系统为脚手架钢管、对拉螺杆等。

模板由车间制作,现场拼装,重复使用模板必须返回车间清理、改制。

6. 钢筋工程

(1)钢筋制作、绑扎:所有钢筋由钢筋车间统一下料、加工、成型,送到现场绑扎。

大型基础或特殊结构,必须事先设计钢筋骨架的支撑方案,必要时设计钢筋支撑框架,以保证钢筋位置的准确。

钢筋绑扎接头,现场不得任意焊接,烟囱采用冷挤压钢筋接头。

(2)预埋地脚螺栓:钢结构钢柱地脚和大部分设备基础的安装螺栓为直埋,要求螺栓的埋设精度很高。为了达到预埋精度,采用刚性较好的钢制固定架将螺栓先固定成组,形成一个相对位置准确的组合体,然后整体预埋。

地脚螺栓在固定架中,不仅上部要稳固,下部也要稳固,但在其四周要留有较小间隙,以便调整其中心线位置及通过旋转螺帽来调整螺栓的标高。钢制固定架的根部和预埋在钢筋混凝土底板中的钢板预埋件焊接固定,钢制固定架的根部和预埋在钢筋混凝土底板中的钢板预埋件相焊接固定。螺栓穿挂在上下固定板中,再套上定位板,螺栓精确定位后,将定位板和固定板点焊固定。

安装固定钢架时,除了对准预埋铁板上的中心外,还用 $\phi 1$ 细铁丝拉纵、横向统长中心线作基准。安装顺序是先安装固定轴线两端的固定钢架,再安装中间其他柱位的固定钢架,钢架垂直度用垂球测量找正。焊接固定钢架时,要采用对角焊接法,确保收缩均衡垂直度稳定。

钢架固定后,安装地脚螺栓,穿好螺栓导向板,按设计标高初步固定螺栓,并将导向板中心与固定钢架中心对准重合。螺栓经反复调整,并验收合格后,将螺栓上下定位板用电焊固定在钢架上,即上螺帽与定位板点焊固定。螺栓安装后,其丝扣需涂上黄油,加钢管套保护。在浇筑混凝土时,要注意使混凝土从固定架四周匀称地进入中间,防止固定架倾斜。

为保证螺栓的预埋精度,应适当调整螺栓处的钢筋间距。对于粗而密,净距小,与螺栓相碰的上下主钢筋,要让开预埋螺栓,保证螺栓不发生偏移。

7. 钢结构制造

(1)钢结构制造的分工:本工程主厂房、电气楼、输煤栈桥、循环水泵房以及管道支架、棚库、天桥等项目为钢结构,总用钢量为10887t。其中凡大型热轧整断面型钢梁柱,由南方公

司阳光厂制造,共 5800t;支撑、墙梁、支架等,由二、三公司和安装公司制造,共 4547t;烟囱内筒由四公司制造,为 540t。为保证钢结构制造质量,各制造单位必须达到下列条件:

- 1)配齐具有制造电厂所有钢结构构件的技术能力及工装设备;
- 2)建立完备的质量保证体系;
- 3)配套足够的试验和检测设备(个别试验可委托有资质的单位进行)。

(2)钢结构制造:

1)施工图由阳光厂根据华北设计院提供的线条图进行设计;

2)制造和安装前,各单位应按设计文件和施工图的要求编制工艺规程和安装施工方案,并报项目组技术部审查、协调。

3)放样、号料、下料要根据工艺要求预留焊接收缩量及切割、刨边和铣平的加工余量。制作、安装、验收使用同一精度钢尺,由阳光厂统一购买、校验,并定期送计量部门检定。

4)摩擦面的加工工艺,必须按规定的试验方法试验合格后方可采用。每班摩擦面的质量检验,应用经试验合格的摩擦面对比样块,用对比法逐块检验,检验员应经考核合格后方可上岗。

5)钢结构构件全部用机械喷砂除锈。除锈质量分为两级,主要结构部件(如框架、柱梁、行车梁、屋面结构等)按一级要求除锈,其余按二级要求除锈。质量标准及除锈方法按《钢结构工程施工及验收规范》(GBJ205-83)表 3.8.2 的规定执行。除锈和涂层工作,必须在制作质量检验合格签认后进行。

6)主厂房钢结构的油漆应符合设计要求。

安装焊缝两侧 100~150mm 范围、高强螺栓连接摩擦面及施工图中注明不涂的部位贴膜保护。构件的其他部位在制造厂完成二度底漆、一度面漆、漆膜厚度室外部位 120 μ m,室内部位 >100 μ m。

7)油漆施工完毕应进行涂层质量检查,外观均应丰满,与基层粘结良好,漆膜厚度达到设计要求。

8)钢结构制造完毕后,标注构件编号,用冲眼在构件上标出 2~3 面的中心线(包括柱底板中心线)和标高基准线。

9)构件制作完毕后,检查部门应按施工图要求和 SDJ69-87 规范的规定,对成品进行检查验收。

(3)钢结构质量监督:南方建筑公司妈湾电厂项目组向制造厂派驻代表进行监造,并对重要工序分阶段会同制造厂质保部门进行检查。制造厂同时接受业主和设计代表的监造与检验。监造内容是:

- 1)构件的校直、切割、组装;
- 2)焊接、制孔、机械加工工艺;
- 3)结构预组装;
- 4)摩擦面加工工艺及检测;
- 5)油漆工艺及标记、符号;
- 6)各类实验方案与过程;
- 7)监督厂方在制造和安装过程中的工序检验。

(4)钢材及钢结构的运输和堆放:钢材和钢构件的装、卸车、运输及进出海关事宜,全部

由安装公司承担,运输车辆一般用40t拖车、15t日野车。安全运抵现场后交负责安装工作的单位安装。

在钢材和钢构件的堆放、搬运和运输过程中,必须采取相应的措施,堆放平稳,垫木位置适当,防止钢材产生残余变形和翘曲。

8. 主厂房施工方案

(1)概况:主厂房由汽机间、除氧间和煤仓间组成。因电气楼和锅炉间与其关系密切,故一起考虑施工方案。主厂房柱距约为9.0m,横向跨度为 $27+9+11=47(\text{m})$,总长163.5m。汽机间屋架上弦标高32.73~33.23m,跨度27m,布置两台300MW机组。除氧间顶层标高21.75m。煤仓间皮带传动装置顶层标高41.97m,布置12个钢煤斗。电气楼为5层独立建筑,横向3跨,顶层标高20.36m。

主厂房、电气楼均为全钢承重结构,使用材料:

梁、柱、支撑、檩条和行车梁等均采用进口BS4360

50BH型钢和钢板(其材质相当于16Mn钢)。屋(桁)架、屋盖支撑、煤斗为国产普通A3钢材。屋架、桁架为焊接,各构件节点连接均为六角法兰面扭剪型高强螺栓连接,墙架部分用普通螺栓连接。

屋面为压型钢板为底模的混凝土复合板,外墙窗台以下为砖砌体,窗台以上为彩色压型钢板维护结构。基础是钢筋混凝土。

汽机基础长32.90m,宽16.00m,运转平台高12.6m。底板为筏式基础,埋深5.5m。上部梁式顶板。混凝土量为 $1658\text{m}^3/\text{个}$ 。

主要剖面图2.1.13(3)。

(2)施工平面图;主厂房施工平面分三阶段布置。

- 1)第一阶段:打桩平面布置;
- 2)第二阶段:浇灌基础混凝土平面布置;
- 3)第三阶段:钢结构吊装平面布置,见图2.1.13(4)。

(3)各阶段顺序安排原则根据:

- 1)根据安装对土建提出的交付设备安装先后顺序要求和轻重缓急;
- 2)根据结构难易程度、施工周期长短;
- 3)根据周围各工程间的相互关系和施工措施;
- 4)图纸供应时间和顺序。

(4)主要施工技术:

1)汽机基础施工:

①汽机基础是在周围柱基施工完并回填至混凝土基面情况下施工的,模板为胶合层板,脚手钢管满堂支撑架,对拉螺栓固定,普通水泥,泵送混凝土。

混凝土分4次浇筑,第一次为筏式底板,第二次浇至6.5m平台,第三次到9.56m,第四次为厚梁式顶板。混凝土养护采用一层湿麻袋外加一层塑料薄膜,保湿保温养护,在施工时预留测温孔,派专人测定温度。

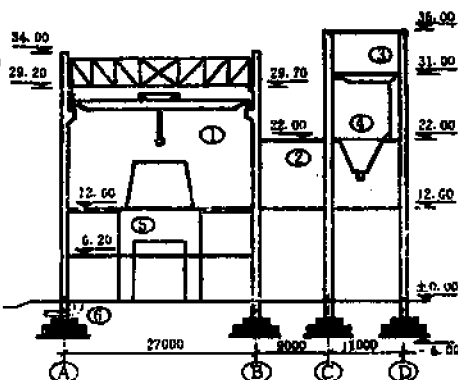


图 2.1.13(3) 主厂房典型剖面

1—汽机间;2—除氧间;3—煤仓间;4—煤斗;
5—汽机基础;6—循环水取、排水管

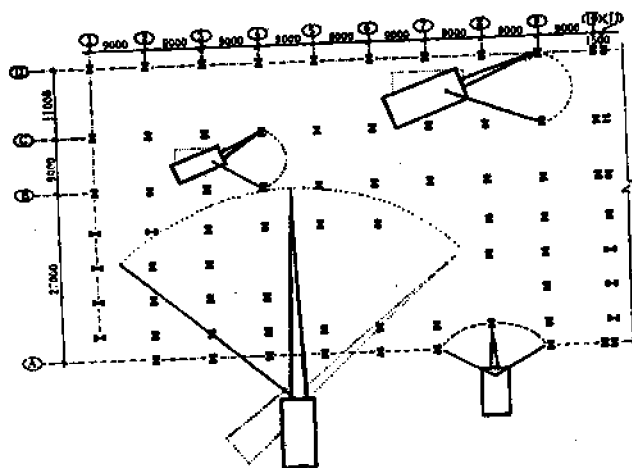


图 2.1.13(4) 主厂房吊装平面

②大型埋件和直埋螺栓的固定:汽机基础 12.6m 平台上有安装汽轮机、发电机、励磁机的大型地脚螺栓 130 只和大型预埋锚固板(重 6.5t)9 个。均直接预埋在混凝土中。设备安装对预埋螺栓的精度要求十分严格,螺栓中心位移不超过 2mm,螺栓顶面标高偏差在 $\pm 10\text{mm}$ 范围内,垂直度 $< L/450$ 。和钢筋绑扎同时施工。为保证安装精度和安装速度,设计专用样板架进行固定。

a. 样板架基本构造:样板架固定体系由主柱、定位板、吊杆、螺栓套筒、微调螺丝组成,分别用角钢、槽钢、钢板、圆钢制作。

b. 样板架的固定:在浇底层混凝土时,安设固定样板架的一级埋件。将样板架焊接固定在一级埋件上。固定样板架时必须测量准确。然后用高精度仪器将汽机中心线、标高返在样板架上,经反复复测无误后,用明显标志标出。

c. 螺栓安装和固定:在固定架上安装吊杆、套筒,达到粗就位;然后螺栓就位,以样板架上的测量标志为基准进行位置、标高、垂直度的微调。微调要反复进行,直至精度达到要求,用焊接固定。

d. 直埋螺栓为一级检查项目,微调后要经业主、总包、安装逐根检查,共同验收,签字后方可浇灌混凝土。

2) 主厂房钢结构吊装:

①吊装设备:根据构件重量、行车路线,选用日本 LS-518J 130t 履带吊一台,日本 550-S 50t 履带吊和杭州 V1-200 50t 履带吊各一台。其中:130t 吊车吊装 CD 跨框架、钢煤斗及 AB 跨平台梁柱和屋盖系统;一台 50t 吊车吊装 BC 跨和 A 列外侧;另一台 50t 吊车吊装电气楼。

②吊装方法和程序:吊装顺序如前所述。吊装方法主要为:

a. 采用综合吊装法,即每一节间的柱梁及平台结构一次吊装到顶,按各跨流水方向后退吊。因此要求制造厂配套供应构件。

电气楼吊车站中间跨内,由 a 线向 j 线退吊,9A、12A 列的上下节柱要先吊完,其他构件遵循先远后近的原则,按节间退吊。

主厂房 BC 跨由 W1-200 吊车从 10 线开始,向 1 线退吊;2# 机组从 11 线开始,向 20 线

退吊。

CD 跨由 130t 吊车在电气楼吊装前先吊 10C 柱下段,然后从 9 线开始,向 1 线退吊,2# 机从 11 线开始,向 20 线退吊。钢煤斗与结构同时吊装。

AB 跨先后由 130t 吊车和 50t 吊车站 A 列外侧,吊装跨内的 6.2m,12.6m 平台可以逐间从下到上吊装,也可以分流水吊装。在条件许可的情况下,也可以将主次梁拼装组合后吊装,屋盖系统从 1 线开始,向 20 线退吊。

b. 构件由高强螺栓连接。在吊装过程中,高强螺栓先拧至构件吻合为止,终拧在一个单元体系吊完后进行。

c. 钢构件进场后,一般要经过在地面上的试拼装,发现问题,消除缺陷,并反馈给制造单位,以利改进。

d. 一期钢结构主体施工日期见表 2.1.13(7)。

表 2.1.13(7)

日期	1992 年								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
做施工详图 生产准备	○ 4.15		○ 6.30						
制作加工			○ 7.1					○ 11.28	
结构吊装				○ 7.15					○ 12.25
制作、吊装 总工期			○ 7.1						○ 12.25
详图、制作 吊装总工期	○ 4.15								○ 12.25

e. 钢结构吊装完成后,节点连接板补刷油漆,标准同制造厂内油漆。全部构件补刷油漆,达到设计要求的漆膜厚度。

③与设备安装单位的主要协调配合:

a. AB 跨桥式天车的安装,由因定端进入,①、②线屋架待天车就位后吊装。天车就位时,行车梁要做到 14 线并固定。

b. 发电机定子进入汽机间路线,安装单位采用 1# 及 2# 机定子从扩建端进入的方案扩建端需要留出 5m 宽 6m 高的运输通道,通道上 6.2m 和 12.6m 标高平台暂缓吊装。

c. 凝汽器的安装,1# 及 2# 凝汽器分别在 5~6 线柱之间和 15~16 线桩之间。凝汽器在 A 列的部件组装,应避开钢结构吊装吊车行走路线;结构吊装时 5~6 线、15~16 线之间, A 列到汽机基础之间的两层平台暂缓吊装。

d. 除氧器、除氧水箱位于除氧间 22m 屋上。高压加热器每机组 3 个,位于 12.6m 运转层。钢结构吊装时,若除氧器在 CD 跨吊装至 6 轴线之前到达现场,CD 跨暂停吊装,待除氧器就位到除氧间 22m 标高以后再进行钢结构吊装。若设备未能到达、钢结构吊装不等

不停,1#除氧器以后从固定端,2#从扩建端滑行就位。

④质量保证措施:从制作、运输到吊装的各施工工序,都要严格执行有关施工验收规范和安全技术操作规程,做好技术标准、质量标准交底,制优质产品,创优质工程。此外,根据钢结构施工特点,制订下列质量保证措施。

a. 所有的构件、连接件出厂时要有明显的编号和中心线标记,柱子上要有 ± 0.00 标高标记。分节柱一根一号,对号入座,严禁串用。构件和连接板同时出厂,配套供应,并附出厂合格证书。吊装队设置专人管理构件配套、螺栓配置,确保使用无误。

b. 细长构件、重要构件在运输时要采取防止变形措施。如有变形,在吊装之前必须先行校正才准吊装。

c. 土建基础施工时要对地脚螺栓丝口进行保护,吊装之前要对基础进行复检验收,按土建提供的轴线、地脚螺栓位置中心线及标高的偏差实测资料,提前做好调整的准备工作。基础四角的正负误差与柱子相应四角的 ± 0 误差相加,计算垫铁厚度。

d. 进口H型钢为英制尺寸,节点连接板为公制厚度。如厚度差大于1mm,要用合适厚度的薄钢板加垫。该垫板在构件制作时同时按施工详图加工。

e. 吊柱子时为避免碰坏地脚螺栓丝口,应在螺栓上戴圆柱锥顶铁皮套加以保护。

f. 对紧固高强螺栓的初拧终拧力矩值,严格按设计要求进行。并对连接节点的摩擦面,做好保护和清理。

g. 如出现高强螺栓孔位置偏差,螺栓不能穿入时,应用铰刀修整,不允许气割扩孔。

h. 凡是参加钢构件加工和工地焊接的电焊工,要事先经过培训并考试合格,持有相应钢种的焊接资格证书才准上岗操作。

3) 围护结构的安装:主厂房和电气楼采用轻型非保温压型钢板作围护结构,由澳大利亚威特斯维公司制造。

围护结构的安装采用悬挂吊栏,作垂直升降。吊栏在屋面上生根,并用自屋面到地面的通常钢丝绳穿过吊栏,以保吊栏不晃动。压型钢板安装必须搭接正确,横平竖直,线条一致,安装前先做样板,经质检部门和业主代表认可后统一按样板标准施工。

围护结构安装前,必须完成钢结构面的油漆作业。

4) 各层平台的吊装及施工:主厂房及电气楼各层楼板及屋面均采用压型钢板作底模现浇钢筋混凝土楼板。钢梁、抗剪栓钉及混凝土板组成组合受力体系。在浇筑混凝土前,钢梁为一“不完全”梁,在楼面浇灌混凝土前应核算荷载,加设必要的支撑系统,防止产生大的挠度。压型钢板下也应设置适合的支撑体系。

浇注楼面混凝土采用机械和人力工具相结合的方式,及时做好混凝土的养护工作。混凝土未到达规定强度等级不得拆除支撑系统。

栓钉用栓钉焊机焊接,并必须通过试验。

9. 烟囱施工

深圳妈湾电厂1号210m烟囱,为钢排烟管套筒式烟囱,即由钢筋混凝土外筒壁和耐候钢(CORJ-TEN“B”)排烟管两部分组成。外筒混凝土 4955m^3 ,接近同类烟囱的2倍;钢筋密集,60m以下为内、中、外3层钢筋,60~205m之间为内、外两层钢筋。内筒直径7m,厚度自下而上分别为14mm、12mm、10mm的耐候钢制作,总重460t。

为避开台风季节并给邻附工程顺利施工创造条件,外筒必须在1992年3月初起滑,5

月 31 日前滑完。

(1)钢筋混凝土外筒壁施工:采用随升井架滑模施工工艺,并应用了 6 项先进技术:

1)零米起滑。安装孔、烟道口区段采用空滑;

2)综合防偏、防扭预控技术。采用设在地下室中的 J-2 激光经纬仪配合 J-2 经纬仪进行烟囱垂直度、扭转度的监测,采用水平仪配合千斤顶限位套进行平台水平度控制和调整。

3)钢筋冷挤压接头。采用国家科委、建设部“八五”计划重点推广项目之一的“钢筋冷挤压连接新技术”,即通过轻便式压接机,将连接套筒挤压变形,以达到钢筋连接的目的。本工程共做 12800 个冷挤压接头,为南方雨天连续施工创造条件。

4)随升井架安全体系;

5)混凝土表面综合处理技术;

6)滑模平台整体拆除。

(2)钢内筒施工:采用卷扬机线级接力提升倒装法新技术。

1)钢内筒制作:采用“短板长接一次成圆”工艺,即将多块短板经剖口后焊在一起接长等于钢筒周长后,经卷板机卷制成圆,再合口焊接后进行整圆滚动,使成规则自然圆筒。

2)钢内筒安装:内筒吊装由分设于 105m、170m 和 205m 标高处的 3 级滑轮组自上而下接力提升到位。即钢内筒由下部滑轮组间接提升到上部滑轮组可相应的高度后,转由上部滑轮组提升,3 级滑轮组共同提升和接力传递,随筒节增高,最后完成 210m 钢内筒的安装。

10. 循环水泵房施工

妈湾电厂循环水泵房位于厂区西南侧靠近赤湾港码头处,其前沿为取水口,取水口与循环水泵房之间为前池。泵房的地下部分为钢筋混凝土箱体结构,地下部分为钢结构,屋面和围护墙均为压型钢板。

(1)施工方案的确定:为确保 1# 机组在 1993 年 6 月 30 日并网发电,循环水泵房必须在 1993 年 4 月 15 日前投运,以供锅炉冲管之需。在 1991 年 11 月能源部电力规划设计院召开的循环水泵房初设预审会上确定,该工程为沉井施工。要求码头施工单位 1992 年 3 月完成取水口,交付中建二局筑沙岛和预制沉井钢筋混凝土箱体,1993 年元月 1 日开始安装,1993 年 4 月 1 日调试。但在 1992 年 2 月 17 日总包主持召开的生产调度会上,取水口交工时间推迟到四季度以后。这样,用沉井法施工循环水泵房,就不可能满足施工总进度的要求,而使其成为“93.6”1# 机组发电的瓶颈工程。

在此情况下,我中建二局南方建筑公司决定另辟蹊径,迅速寻找新的确保水泵房原投运日期的新方案。通过对 12 个省市中相关的 30 多个企业单位可能提供的合作(机具设备和服务时间)进行了广泛的调研和咨询,很快完成了对泵房下部结构的 11 种不同施工方案的技术、经济、工期、可靠性的论证,最终确定采用半潜驳浮箱法施工泵房下部结构,并及时得到业主的认可和设计单位的支持。

(2)半潜驳浮箱法施工工艺:

1)泵房下部结构制作:循环水泵房下部结构是一个长 34.2m,宽 24.4m,高 14m(-9.5m~+4.00m),内部分成 8 格的钢筋混凝土结构,底板厚度 1m,外墙厚 1m,内墙厚 0.6m。

为保证浮箱能与半潜驳顺利分离这一施工工艺的需要,泵房下部结构必须分两次制作。

第一次在半潜驳上预制成长 34.2m,宽 24.4m,高 11.15m(+1.65m),底板先浇注 1/2

厚即 500mm,外墙从-2.2m 以上减少 1/2 厚度,内部照原图分成 8 格的浮箱体。混凝土总方量 2080m³,总重 5224.45t,制成的浮箱重心高度(从箱底算起)为 4.41m,浮心高度 3.006m,自浮状态下吃水 6.101m。

第二次制作是浮箱就位后,在整个浮箱充水的情况下分格抽水施工。内容有底板及墙体预留 1/2 厚度的混凝土的补足、墙体接高、顶板和内部设施。

2) 工艺流程:工艺流程参见图 2.1.13(5)。

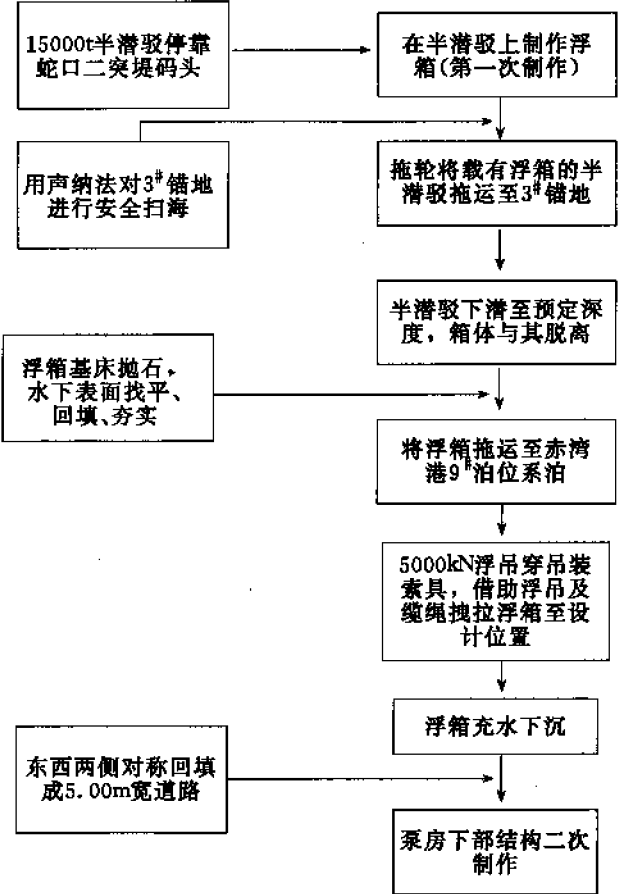


图2.1.13(5) 工艺流程图

半潜驳浮箱法施工工艺图见图 2.1.13(6);浮箱法施工平面图见图 2.1.13(7);循环水泵房设计剖面示意图见图 2.1.13(8)。

(3) 上部结构施工:上部结构在下部箱体完成并将箱体周围水域回填到位以后进行。

上部结构为钢结构,屋面及围护为压型钢板,施工组织和施工技术参照主厂房部分编制。

11. 排水泵房

排水泵房是排水系统主要建筑物,其位置在滨海填石区内,平面呈矩形,长 24.2m,宽 12.6m,地下部分深为 8.2m,地下部分高 6.5m。泵房内设雨水工作泵 4 台;工业排水泵 2 台,生活污水泵 2 台。排水泵房按无人值班设计,水泵的启停根据前池水位自动控制。

排水泵房标高-3.0m 以下设计为沉井结构。沉井南北向长 25.5m,东西向宽 14.4m,

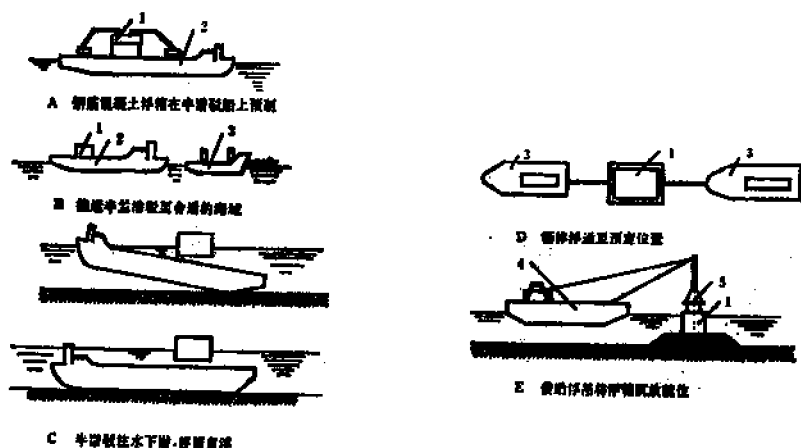


图 2.1.13(6) 半潜驳浮箱法施工工艺图

1—浮箱体在制作中; 2—半潜驳船; 3—拖轮; 4—500t 浮吊; 5—浮吊吊具

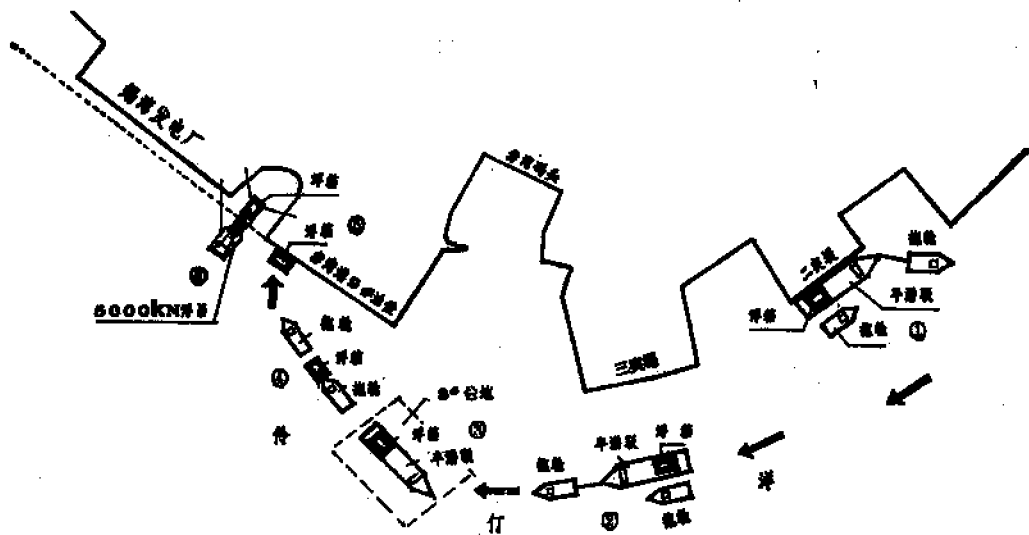


图 2.1.13(7) 半潜驳浮箱法施工过程平面示意图

1—浮箱在半潜驳上制作; 2—拖运载有浮箱体的半潜驳; 3—浮箱与半潜驳完成沉浮分离;

4—浮箱在海中拖运; 5—浮箱在码头系缆; 6—就位沉放

长向中部设一纵隔墙。沉井埋深 8.0m, 刃脚底标高 -11.0m (相对标高), 井壁厚 800mm, 封底混凝土厚 1.8m, 底板厚 1.0m。

(1) 施工方案选择: 排水泵房地处填石区。由于泵房结构埋置较深, 而强夯影响范围有限, 地基的固结尚未完成, 使得现回填土孔隙很大, 渗透系数 $K \rightarrow \infty$, 施工时降水极为困难, 通过计算沉井涌水量很大, 故沉井按一次不排水下沉施工进行设计。

回填开山石不能通过水力或空气吸泥机抽取, 大粒径石子摩擦力大, 对沉井均匀安全下沉不利, 因此采用换填砂沉井的新工艺进行排水泵房的施工。

(2) 换填砂沉井工艺及关键工序:

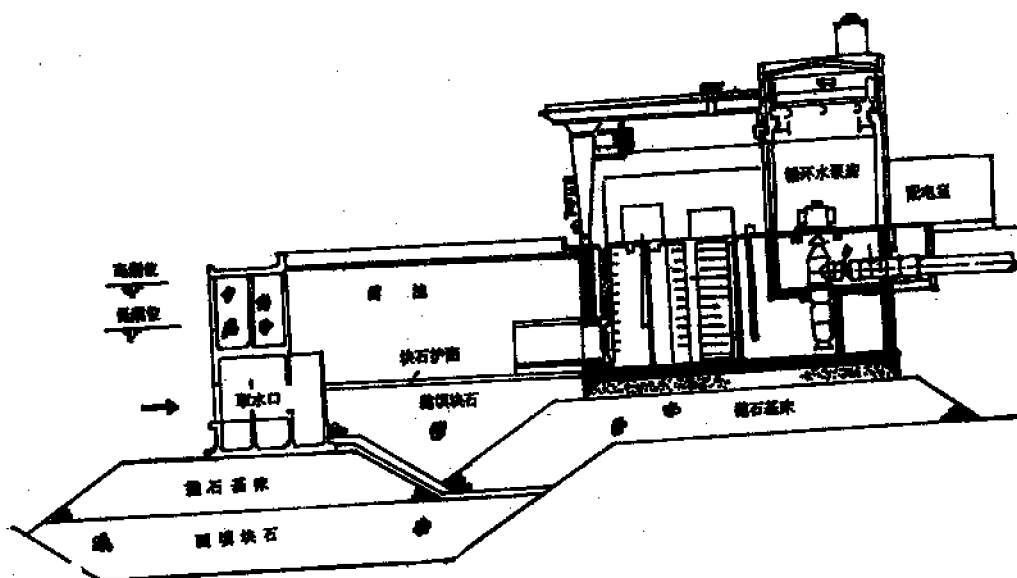


图 2.1.13(8) 循环水泵房原设计剖面示意

1) 工艺流程: 参见图 2.1.13(9)。

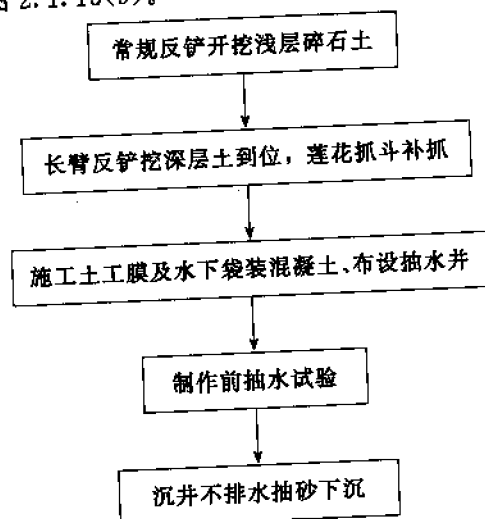


图 2.1.13(9) 工艺流程图

2) 关键工序:

① 土方开挖及机械选用: 土方分层开挖。以上普通反铲开挖, ± 0 以下用长臂反铲开挖。长臂反铲利用低潮位时间一次开挖到位。

② 基坑处理和回填砂: 基坑开挖到位后对基坑进行处理, 即在基坑底面及四周满铺土工膜; 沉井外侧设降水井; 沉井刃脚部铺设袋装混凝土, 并找平。

基坑处理后, 回填中、粗砂。回填砂用高频振动器振捣密实。

③ 沉井制作: 混凝土采用微膨胀自应力水泥。采用常规方法制作。

④ 沉井下沉: 吊车吊斗出砂下沉。

12. 主厂房 A 列外、固定端进排水沟

(1)开挖和降水:A 列外循环水管沟井包括:一期 2 孔进水管,一、二期 4 孔排水沟,两个虹吸井,一个检查井和四个排气井。为现浇钢筋混凝土结构。进水管工作压力为 185kPa,试验压力为 280kPa。四孔排水沟在 A 处与进水管叠置,中心线 B=420.90 至 A=738.12m 处,转向爬坡至底板标高±0m(黄海高程)向西延伸,断面外形尺寸为 14.8m×2.6m,孔沟底顶板及壁板厚度均为 400mm。

根据工程地质和水文地质条件,土石方用机械大开挖、人工清坡;该工程 A832 以南区段基岩,进行石方控制爆破施工。所有挖出土石方外运堆放至指定地点。

从地质钻孔资料可知,A832 以北区段标高-5.05m 以下有残淤,厚度一般为 0.4~0.7m,按要求进行人工换土,挖除淤泥夹层后回填开山石料。由于深度大,加之排水沟设计向北延伸 15.9m,在其北端、西端开挖一条宽度大于 7~8m 的重车坡道以便进行土石方作业。

该区域为填砂与老杂填带交互区,邻近山体,地下水位高,采用深井井点和明排相结合的方法人工降低地下水位,因不能按规定放坡,坑底两侧应用袋装砂(土)作护坡,以保持土壁稳定。

(2)混凝土施工:

- 1)普通水泥,泵送 S6 防水混凝土。
- 2)模板为精制层板,支撑系统为脚手架钢管体系,螺栓对拉固定。
- 3)按照设计分段,严格控制分段部位分段施工,顺序按“跳段”安排,以便止水带的设置。
- 4)底板面上 50cm 为一施工缝,上部墙壁及顶板一次施工。施工缝用企口缝。
- 5)止水带的设置按要求进行,浇筑混凝土时采取措施保证其居中,两侧的混凝土密实。

13. 雨污水管道施工

B208.5、A750 区域有多段雨水管道和污水管道位于电厂循环水排水沟以下的新近填砂区、填石区交界地层上。雨水管垫层标高为-2.73~-2.794m(黄海高程),低于海水平平均高潮位近 4m。由于填石区的孔隙比相当大,抽水试验表明,其渗透系数 $K \rightarrow \infty$ 。此段雨水管道的基槽开挖后,确认用降水、排水施工法都十分困难,几乎成为不可能。经多种施工方案的评价比较后,确定此段雨水管采用钢内套水下施工方案,以快速完成施工,给附近工程的开工创造了条件。

(1)雨水管钢内套施工工艺:本工程原设计为 $D=1500\text{mm}$ 预制钢筋混凝土Ⅰ级管,用水泥砂浆抹带接口连接,管壁厚 150mm,采用 180°条形混凝土基座。由于所要求的降水标高不能到位,使上述施工工序不能实施。

钢内套施工工艺是:在不改变原设计管道使用功能的前提下,改预制钢筋混凝土管为现浇,用 6mm 厚钢板卷制成 $\phi 1500\text{mm}$ 的钢内套作管道永久内膜,将原管道配筋焊于钢内套上,用 6mm 厚钢板制成外模与钢筋焊接,辅以潜水泵群明排抽水进行水下原设计同等级混凝土的浇灌工作。

(2)工艺流程,参见图 2.1.13(10)。

(3)工艺特点:

- 1)可根据潮汐规律,抓住 7 月底低潮位很低的有利时机,集中人力、物力,将雨污水管的