

## 十八、广西来宾(B)电厂工程施工组织总设计

中建二局来宾电厂(B)项目经理部

### (一)工程概况

本工程是中国第一个电力 BOT 项目(Build Operate And Transfer Basis 建设、运营和转让方式),总装机容量  $2 \times 360\text{mW}$ ,由主厂区、贮灰坝、水泵房、生活区及道路和管网五大部分组成。单位工程项目个,总建筑面积  $82414\text{m}^2$ ,土建总造价约四亿元人民币,由广西壮族自治区政府负责招标,由法国注册的阿尔斯通出口/考菲瓦国际联合体(ALSTHOM EXPORT/COFIVA)负责来宾 B 厂的项目建设,来宾中建二局-艾萨义国际联合体(SAEI-SBC Laibin B Joint Organization)经过国际招标程序后,被选为实施来宾 B 厂土建工程的承包商。

本工程主厂区位于来宾县城西约 7km 处,属于典型的喀斯特地形,基岩高程变化无常,溶隙发育。水泵房位于红水河岸边,水位变化超过 20m,贮灰坝距主厂区约 3km 的山谷中,生活区建在县城郊。所有建筑物及构筑物结构类型多,基础变化大。

本工程 1997 年 9 月 3 日开工,第一台机组 27 个月,第二台机组 30 个月全部完成。

本工程由业主提供主厂区、水泵房和管网部分设计,烟囱、灰坝、生活区和行政办公楼由中建二局总包设计。

### (二)施工部署

#### 1. 组织机构

中建二局委托一公司组建中建二局来宾电厂(B)项目经理部,代表二局全权进行项目管理,履行与业主的合同内容。

经理部下设工程部、技术部、合约部、质保部、安全部、商务部、行政人事部、财务部、保卫科和主厂房施工队、管网施工队、玻璃管施工队、吊装队、水电队、机械化施工队、滑模队、机械加工队、灌注桩施工队、土方队、生活区施工队、水泵房施工队及输煤隧道施工队、测量队、砼搅拌站等,其管理网络详见图 2.1.18(1)。

#### 2. 任务划分

根据发挥二局集团优势,优化组合社会生产力的原则,设计及施工任务按下列内容划分:

中建二局一公司负责经理部组建,并承担主厂区、管网、水泵房施工任务和全部土方、水电安装任务;

中建二局设计院负责生活区规划设计和其他由业主提供设计的建筑及水电详图设计;

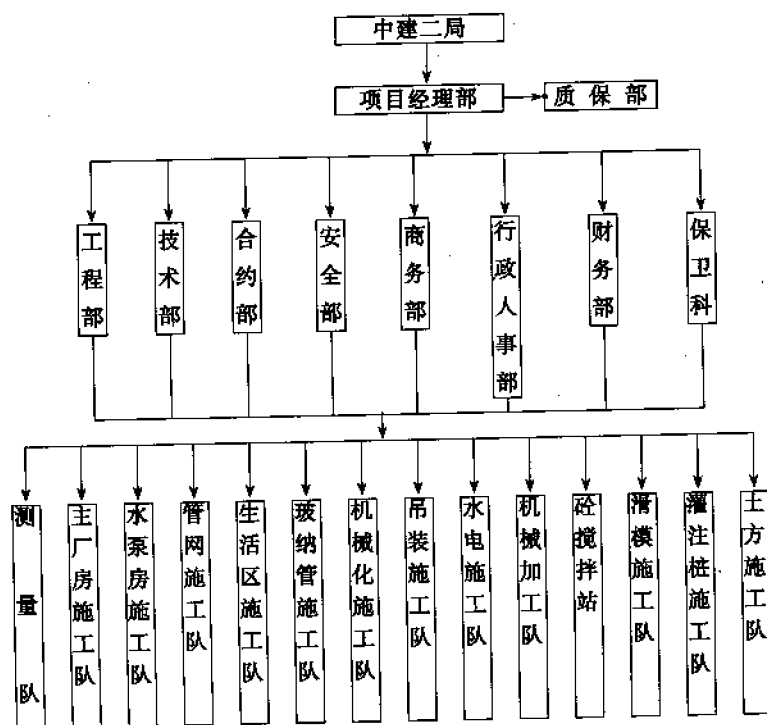


图2.1.18(1)

中建二局四公司滑模分公司负责水泵房筒体、烟囱、混煤仓及调压塔的滑模施工；  
 中建二局安装公司二分公司负责钢结构安装和玻纳管安装,大型屋面板及墙面板安装；  
 中建二局机械化施工公司水电分公司负责石方爆破开挖和灰坝施工；  
 中建二局洛阳建机厂提供搅拌站全套设备；  
 中建二局阳光金属结构公司负责钢结构加工；  
 中建二局南方公司进出口部负责国外材料的采购；  
 广西火电建设公司负责生活区施工；  
 广西电力勘察设计院负责灰坝和行政办公楼设计及部分灌注桩施工；  
 中建一局机械化施工公司负责部分灌注桩施工；  
 铁道部隧道局负责输煤隧道开挖；  
 南宁航务工程处负责取水口水下开挖及取水口浮运；  
 常州申达防腐材料厂负责钢结构防腐工程。

### 3. 施工总进度计划

根据与业主合同要求 1997 年 9 月 3 日我方进场施工,1999 年 12 月 3 日首台机组完工,第一台机组 2000 年 3 月 3 日完工,施工进度计划详见表 2.1.18(1)。施工人员动态计划详见表 2.1.18(2)。

### 4. 主要施工机械

主要施工机械规格、型号、数量、进场时间及用电功率见表 2.1.18(3)。

# 土木工程总体规划

747

[illegible]

表 2.1.18(2)

施工人员动态计划

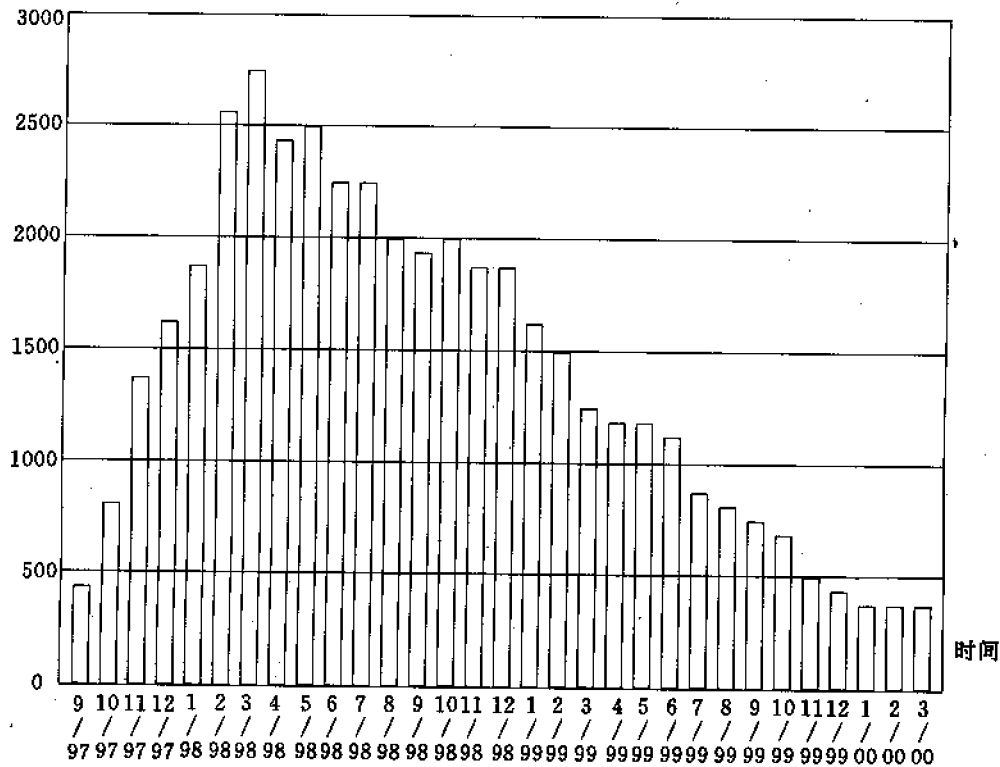


表 2.1.18(3)

主要施工机械计划表

序号	机械名称	规格型号	数量	用电功率	进场时间	来源
1	变压器	630-800KVA	4		Sep-98	新购
2	车床		3	3*7.5	Sep-97	调用
3	电焊机	200-500A	50	50*35	Sep-97	新购、调用
4	对焊机	UNI-100	2	2*100	Sep-97	调用
5	发电机	90-200KW	2		Sep-97	调用
6	钢筋切断机	40mm	12	12*3	Sep-97	新购、调用
7	钢筋弯曲机	40, 50mm	14	14*3	Sep-97	新购、调用
8	机动翻斗车	FC-1A	8		Sep-98	新购
9	锯床		1	3	Jun-98	新购
10	卷板机		1	15	Mar-98	调用
11	空气压缩机	12m³	2		Feb-98	调用, 分包
12	空气压缩机	9m³	2		Mar-98	调用, 分包
13	联合冲剪机		1	7.5	Oct-97	调用
14	龙门吊	10t	1	17.5	Sep-98	新购
15	履带吊	QY50	3		Oct-97	调用
16	门式起重机	DWQ540/30	2	2*130	Nov-97	租赁
17	木工平刨机		3	3*7	Sep-97	新购

续表

序号	机械名称	规格型号	数量	用电功率	进场时间	来源
18	泥浆泵		50	50*20	Sep-97	分包
19	泥浆车	东风 5t	6		Sep-97	分包
20	汽车吊	40t	3		Oct-97	调用
21	汽车吊	16t	2		Sep-97	分包
22	汽车吊	12t	2		Sep-97	分包
23	汽车吊	8t	3		Oct-97	调用
24	人货两用车	1.5~2.5t	4		Nov-97	调用、新购
25	手扶式压路机	YSZ/06B	2		Mar-98	新购
26	塔式起重机	QT80A	1	53.4	Sep-97	调用
27	塔式起重机	QT60/80	1	48	Sep-97	调用
28	砼搅拌机	750	4	4*12	Sep-97	调用
29	砼搅拌站	HZS40	2	2*169	Sep-97	新购
30	砼配料机	HP1200	3	3*15	Sep-97	新购
31	砼输送泵	HB60	4	4*80	Sep-97	新购
32	砼运输车	6m <sup>3</sup>	6		Sep-97	新购、调用
33	推土机	D80A-12	6		Oct-97	调用
34	挖掘机	1.6m <sup>3</sup>	8		Nov-97	调用
35	挖掘机	1m <sup>3</sup>	2		Jun-98	分包
36	铣床		1	7.5	Oct-97	调用
37	压力灌浆机	2~4mpa	4	4*10	Mar-98	新购、分包
38	压路机	12t	2		Sep-97	调用
39	压路机	CA-25	3		May-98	分包
40	摇臂钻床		2	2*7.5	Feb-98	调用
41	圆盘锯		2	2*3	Sep-97	新购
42	载重汽车	5t~20t	8		Oct-97	调用
43	装载机	ZL30C	2		Sep-97	调用
44	装载机	ZL50	8		Mar-98	分包
45	自卸汽车	5t~15t	40		Nov-97	调用、分包
46	钻机		50	50*20	Sep-97	分包

施工机械来源采取局内调动、经理部采购、社会租赁和施工队携带解决。

### (三)施工总平面布置

#### 1. 现场道路

根据设计总平面图确定的主厂区道路网,尽量做到永久性道路与临时性道路相结合考虑。施工现场形成环形道路,路面采用开挖路槽 20cm,回填毛石 20cm,上部回填碎石 10cm。压路机碾压,路两侧或一侧设置排水沟。

#### 2. 现场临时设施

由于 A 厂建设时建有大批半永久建筑,目前大部闲置,故采用租赁、改建及新建结合的

办法予以解决,以达到最小投入解决生产和生活临时设施,临时设施统计见表 2.1.18(4)。

表 2.1.18(4) 临时设施计划表

序号	临建名称	面积(m <sup>2</sup> )	备 注
1	中建二局办公楼	560	新建
2	艾萨义公司办公楼	507	新建
3	变电房	246	新建
4	主厂区搅拌站	2326	新建
5	钢筋加工车间	1089	新建
6	厕所	132	新建
7	主厂房施工队办公室	180	新建
8	试验站	245	新建
9	化粪池	300m <sup>3</sup>	新建
10	蓄水池	1988m <sup>3</sup>	新建
11	商务部库房	468	新建
12	商务部办公室	128	新建
13	木工房	400	新建
14	水电库房	600	新建
15	机修车间	500	新建
16	C12 队办公室	239	新建
17	C12 搅拌站	61	新建
18	生活区施工队库房	70	新建
19	生活区施工队办公室	100	新建
20	泵房施工队办公室	100	新建
21	泵房施工队库房	200	新建
22	灰坝油库	125.6	新建
23	灰坝炸药库	96	新建
24	灰坝车间、办公室	506	新建
25	滑模队库房	226.1	新建
26	职工生活区	13000	新建
27	厂区道路	2850	新建

### 3. 现场用电设计

根据合同规定业主在主厂区北侧出口处山头设有 2 台 2000kVA 变压器提供施工单位使用,场区内在业主指定地点由施工单位设计施工 4 座变电站,进场线路电压为 6.6kV。根据表 2.1.18(3)主要施工机械统计表及总平面布置图,计算出变压器容量和线路截面如下:

厂区现场临时电源共有 4 台变压器,其中 2 台 800kVA、2 台 630kVA,共设 1 个 6.6kV 高压配电室,9 个低压配电室。低压配电室采用 380/200V 供电。

电缆干线均采用直埋地敷设,在室外埋设深度不小于 1000mm,并应在电缆上、下各均匀铺设不小于 50mm 厚的细砂,然后覆盖砾等硬质保护层,埋地电缆的接头应装在距地 400mm 的接线盒内,接线盒应能防水防尘、防机械损伤,接头应牢固可靠,并做绝缘包扎,保持绝缘强度,不受张力。

配电箱内必须装设漏电保护器,且应装在配电箱的电源端,现场照明灯具采用镝灯和碘

钨灯,安装高度分别为10m和2.5m以上;使用手持电动工具,选用Ⅱ类绝缘,并应装设额定动作电流不大于15mA,额定漏电动作时间小于0.1s的漏电保护器。

现场的所有配电系统必须采用TN-S保护系统,电气设备的金属外壳必须与专用保护零线连接,保护零线不小于工作零线的截面积,且不小于 $2.5\text{mm}^2$ 的多股铜芯线,保护零线除必须在配电房或配电箱处做重复接地外,还必须在配电线路中间处和末端处做重复接地,且接地电阻应不小于 $10\Omega$ 。

#### 4. 现场供水设计

本工程现场用水有施工用水和生活用水两部分,且施工用水分别使用A厂循环水和予处理水两种。考虑到雨季水电调峰时A厂可能短期停止供水,拟在厂区内设 $2000\text{m}^3$ 蓄水池一座,并设水泵往管网注水加压,供水管网布置,考虑施工高峰及消防用水量施工用水管径采用 $\phi 100$ ,生活用水管径采用 $\phi 60$ 。

施工用水设专门泵房,共采用功能相同的2台水泵。值班人员负责保障设备24小时运行。

#### 5. 现场通讯

现场由业主提供2条传真线路,10条电话线路,联合体双方1条传真线路和5条电话线路,并分别安装一台20门电话总机,用于内外联络。

与当地邮政部门联络,设立电子信箱,保证对外联络的畅通。

#### 6. 现场排水

根据业主提供的排水出口,在进场后立即开始排水系统的施工,保证积水及时排除。

现场水冲式厕所接入排水系统前,必须经化粪池处理。

#### 7. 工程废弃物处理

根据业主环保大纲的要求,工程废弃物在现场统一堆放,定期用卡车运至业主指定弃土场。生活垃圾运至来宾县城统一消纳场,工地排水必须经油水分离池处理方准排入河沟。

### (四)主要建筑(构筑)物施工方案

#### 1. 桩基础

本工程地质走向及地层分布差异很大,厂区地层由二迭系下统地层和第四系坡残积地层构成,下伏硅质灰岩,岩面起伏较大,高程从 $\pm 0.00 \sim 20.00\text{m}$ 不等,基岩多为凹谷形,隐伏型岩溶发育,为典型的喀斯特地形。设计钻孔桩为2094根,孔径为 $\phi 800$ 和 $\phi 600$ 。 $\phi 800$ 孔径的单桩设计承载力为2900kN, $\phi 600$ 孔径单桩设计承载力为1650KN,设计要求非溶洞区桩应嵌入完整基岩1.5倍桩径。溶洞区累积钻入完整基岩5倍桩径,成桩后桩位偏差不得大于7.5cm。对此确定桩施工程序如下:

测量放线定位→钻机就位→钻进→清孔→检测成孔质量及泥浆质量→吊放钢筋笼→吊放导管→浇筑砼

施工中按不同地质条件分为5大类,即土层、半入岩、完全入岩、溶洞(含溶沟、溶槽)、回填土中含大量碎石。①全入岩采用牙轮钻头,并与传统的回转工艺相结合,即通过钻杆轴向



压力和回转扭矩的作用使钻头在压入岩面的同时,利用钻刃挤压破碎刃前的岩石面达到进尺的目的;②半入岩成孔:即一部分为硬度较高的基岩,一部分为硬度较低的土层,因此钻进采用如下措施:a.在牙轮钻头之后安装导向器,保证成孔中的垂直度;增加重量,使钻机在不减少扭矩输出的同时,加大了轴向压力。b.使用缓形钻头,即在刮刀钻头的外围增加一圈与刮刀钻头导向刃同长度的边刃,边刃底部与原导向刃底部在同一水平面上,钻进过程中,在轴向压力下,边刃可紧紧与岩面咬合。③对于回填土层,漏浆坍孔严重,采用以下方法:a.回填粘土填桩孔,然后以刮刀钻头在不进行泥浆循环的情况下钻进。b.水玻璃纤维混合物加少量水,以下进行泥浆循环钻进。c.桩孔回填 C10 砂浆,待砂浆有一定强度后重新钻进。④土层和溶洞层以常规方法钻进。

## 2. 主厂房钢结构安装

### (1)主厂房钢结构吊装机械配备和布置。

根据该工程钢结构布置的特点,选用 DMQ540/30 型高架门式起重机做为主吊机械,另选配一台 40t 汽车吊和一台 50t 履带进行配合,具体布置位置为:30t 高架门吊布置在 1# 和 2# 主厂房之间,履带吊和汽车吊在 1# 和 2# 厂房两侧各布一台。详见主厂房起重设备布置图。

### (2)施工顺序。

计划先吊主厂房钢结构,30t 门吊可以覆盖厂房 2/3,边跨 40t 汽车吊装(12)轴立柱、横梁支撑及(12)轴柱上的各层平台结构,30t 门吊主框架,主框架形成固定后,再把各层平台(4.2m、7.2m、12m)等平台吊装好。在吊装汽机间 3 榀屋架及支撑系统并校正固定后,安装汽机间行车,行车安装就位后即可吊装最后 2 榀屋架。汽机平台吊装时要首先满足汽轮机组大型设备的就位,然后才能封闭结构。

### (3)钢柱、梁、支撑吊装方法。

采用单件吊装,高空拼接的方法进行安装。钢柱采用一点起吊就位安装,起吊时应在柱根部用木方垫稳、垫实,防止节点处或底板变形损伤。钢柱吊装就位后,应将其纵横方向的中心线与基础板上轴线对正,再用两台经纬仪从纵横两个方向同时进行垂直度的校正。校正后即可固定钢柱,然后将缆风抗好,吊车松钩,形成节间后,对节间内的梁、支撑安装。安装各层平台本着从下到上的安装顺序,在各层平台形成框架后,由于钢柱和平台梁组成了厂房的框架结构,所以在每个单元平台吊装时,要进行框架整体校正,以保证安装质量,在校正后则可进行框架次梁、网格板的安装。

汽机厅行车梁、轨道及屋架的安装:在 2 节柱、梁、支撑安装、校正完毕后,进行行车梁、轨道的安装,然后是屋架的安装,屋架在地面拼装完后,验收合格后才能进行吊装,起吊前对屋架进行加固,屋架吊装以二榀为单元,吊完二榀后,将屋架系统的水平、垂直支撑等全部安装上去后进行校正,校正达到设计规范要求后,就要进行螺栓最后紧固及焊接,剩下二榀屋架要在行车梁校正及轨道安装验收合格,汽车间行车吊装后,才能进行吊装。

主厂房汽机间钢结构安装的常规作法是:汽机间框架形成后,就可以安装汽机钢平台,此时汽机的大型设备如:凝水器、补水器等大型罐类设备,需要在汽机间平台未形成前安装就位,如果框架平台已安装完成,这些设备是无法安装就位的,所以在汽机平台吊装进行到一定的程度时,就需要把相关的设备就位,设备安装由安装单位负责,我们进行配合,这就需要安装单位提出施工计划和我们的吊装计划相配合,统一协调才能顺利进行,使设备安装在

不影响或不严重影响结构吊装施工的情况下顺利进行。

在屋面安装完毕后,此时的大型设备如:凝水器、补水器、行车吊等都已安装就位,这就需要进行全面封闭,其中墙架作为封闭系统中的龙骨,其安装占有重要的比例,从现有资料看,外墙架支撑系统和柱的连接,外墙架支承系统的连接,均采用螺栓连接,这样外墙架系统的安装采用以每跨为一个安装单元进行安装,安装完毕后整体进行校正。

#### (4) 高强螺栓施工方法。

在施工现场处理构件磨擦面时,其磨擦系数必须符合设计;工厂处理过的磨擦面如有氧化铁皮等要进行处理,即用电动钢丝刷至略有赤锈为宜;高强螺栓连接副(包括螺杆、螺母和垫圈)在同一包装箱内配套使用,连接副磨擦面应保持干燥。安装高强螺栓时,应用撬棍及冲钉对正,上下或前后连接板的螺孔要装螺栓,以自由投入为宜。安装用的临时螺栓可用普通标准螺栓,亦可直接用高强螺栓。螺栓穿入数量不得少于安装孔总数的  $1/3$ ,施工时先在余下的螺孔投满高强螺栓,并用扳手拧紧,然后再换掉临时普通螺栓,并用扳手扳紧。

高强紧固分为初拧和终拧,拧紧顺序应从中心开始向边缘逐步拧紧,当日螺栓必须当日终拧,其外露丝扣不少于两扣;高强螺栓用电动扭力扳手紧固,然后用测力扳手测定其终扭值;紧固工具要定期校验,以保证质量;对紧固的高强螺栓用测力扳手进行抽查,抽查率为每节点处高强螺栓数量的  $100\%$ ,但不少 1 枚。

### 3. 汽机基座

汽机基座是电厂的核心部件,而且是清水砼结构,因此组织好汽机基座结构也是电厂建设的重要环节。

由于汽机基座基础位于基岩之上,故基础模板采用砖胎模,以减少基坑开挖工作量。

钢筋采用进口  $500\text{N}/\text{mm}^2$  级,按业主提供规范要求,不得采用焊接方式,弯曲加工其弯心直径  $>8d$ ,钢筋绑扎前进行人工除锈。

基础砼采用泵送,使用  $5\sim 31.5\text{mm}$  石子,砼强度 C35,砼掺加 AN9 型缓凝减水剂,砼坍落度控制在  $16\sim 18\text{cm}$ ,斜面分层,分层厚度  $<50\text{cm}$ ,砼温度控制采用电子测温仪,测点分上中下三层布置,根据测温资料,保证砼内部温差  $<25^\circ\text{C}$ 。

基座结构按业主设计,柱及顶板结构分两次浇筑砼。柱模板采用钢木组合结构,光面木模板面,竖向木枋,外侧横向槽钢柱箍,竖向槽钢背枋,组合式对拉螺栓固定,砼浇筑采用柱中设砼导管,门吊吊入砼,分层振捣。

顶板结构采用 4 管支柱顶撑,间距  $1.2\sim 1.6\text{m}$ ,顶部采用可调螺旋支座,纵横双层工字型钢,上满铺  $100\times 100$  木枋,模板采用光面木模板。侧模采用组合对拉螺栓固定;予埋件用螺栓与模板固定,顶部采用型钢支架固定。型钢支架与模板支架分开,以防止砼浇筑时模板变形而影响予埋套管的精确度。砼为 C45 级,石子粒径为  $5\sim 25\text{mm}$ ,砼采用 2 台拖式地泵浇筑,另一台备用,砼浇筑采用斜面分层,砼养护采用一层塑料布,二层麻袋。由于砼浇筑时间为夏季,故采用砂石堆场及水泥料仓搭遮阳棚,砼搅拌采用冰水,确保砼浇筑温度低于  $30^\circ\text{C}$ 。砼浇筑期间用水准仪和经纬仪对模板结构进行沉降和变形观测,确保结构质量,砼养护 7 天后方可拆除表面覆盖和侧向模板。

### 4. 烟囱

#### (1) 基础结构。

根据地质勘探报告,烟囱基底岩层起伏变化大,最低处超过-13.0m,最高处仅为-2.0m,因此确定采用机械开挖表层覆土,爆破拆破-5.0m以上岩石,人工清理岩石间泥土至基岩面,最深处清至-13.0m,然后浇筑毛石砼至-5.0m。

烟囱基础采用双环结构。由于基础体积较大,底板部位外环基高为2m,内环基高为1.5m。为便于施工和有利于大体积砼保温,内环基与外环基底处模板均采用240厚砖胎模。砖胎模砌筑同时配合回填且夯实。基础上部结构采用木模板。模板成型时采用1:1足尺放出1/4大样,根据大样配制,砼浇筑分两步进行,先浇筑内环和外环底板处的基础砼,再浇筑其上的基础筒壁砼。

#### (2)筒体滑模。

该工程为筒中筒烟囱,外筒为C30钢筋砼结构,底部外径21.8m,底部壁厚850mm,顶部壁厚300mm,顶部外径9.6m。钢筋砼外筒顶部标高为205m。外筒结构采用随升井架滑模施工工艺。

滑模平台在地面组装,用25t吊车配合,组装前首先用型钢及枕木支承中鼓筒,搭约2.7m高平台组装架,搭设时注意站杆要让开辐射桁架的位置,水平要让开桁架的腹杆和拉杆;调校中鼓筒的上、下中心点,使之与烟囱中心坐标重复,与辐射梁的位置对应找正;将钢圈运到脚手架上就位,把辐射梁吊运到设计位置与中鼓筒铰接;安装内模收分装置,安装固定模板,待固定模板调校到设计位置后,拧紧所有螺栓;在平台上散件组装4孔井架;千斤顶先做单个带行程试验,调整顶升差 $<4\text{mm}$ ,对油泵、针阀等附件全面进行检修保养,然后用经过滤的液压油对其进行耐压12Mpa持续5分钟试验,重复三次,对不满足要求的予以淘汰。

滑模施工主要工艺流程:分层交圈浇注C30筒壁砼200~300mm厚→放松导索钢丝绳→提升千斤顶10~12个行程(200~300mm)同时进行调径处分→拉紧导索钢丝绳→水平钢筋绑扎、预埋件、预留洞模安装→浇注上一层C30筒壁砼,依次循环,连续施工。

抽出到位的抽拔模板,竖向钢筋的接长采用冷搭或冷挤压接长,模板清理,筒壁砼表面抹压后刷养生液;垂直监测采用一台J2型经纬仪,氮-氮气体激光管和激光电源组成激光发射源,滑模平台中心安装有机玻璃制作的激光接收靶。扭转监测采用经纬仪观测烟囱根部十字轴线,向上引到平台的外钢圈上,每天早晚用经纬仪观测一次平台扭转;高度测量从底部开始,每隔1m高用红油漆在筒体外层竖向筋上标示一次(标示用水平仪配合钢尺进行)至少四点。同时配合一根2分钢丝绳测高,测高钢丝绳上每隔5m用红油漆画标记。

#### (3)滑模平台整体拆除。

滑模平台拆除采用将辐射梁与鼓筒之间设计成可转动的铰节点,平台组装时用螺栓固定;拆除时,将辐射梁节点处螺栓卸下,将辐射梁逐根向井架收拢、绑牢,然后整体悬挂下放至筒内地面,解体拆除。具体工艺流程如下,固定平台,拆除附件,检查绳索具的受力状态→吊笼与鼓筒固定→抬开铰点安装螺栓→手板葫芦放绳→收辐射梁→挂主绳手板葫芦、放绳,调整井字架垂直度及中心位置→收紧主绳,抽手板葫芦钢丝绳→放主绳下放至筒内地面→解体运至指定地点。

平台拆除是一项重要工作,筒体砼强度必须达到100%方可进行平台拆除。

#### (4)钢内筒提升。

烟囱钢内筒高210m,直径7m,分别采用厚14mm、12mm、10mm3种不同厚度10CrCuTi耐腐蚀钢制成,座落在内环形钢筋砼基础上,筒体外设50mm厚保温层,筒首保

温层厚 75mm, 外设 7.15mm, 厚 4.5mm 不锈钢外筒, 上设 8 组  $H=1\text{m}$  的避雷针内筒分别在标高 35.00m、70.0m、140.0m、175.0m、203.55m 平台设支吊点 5 处, 采用加强环与筒焊接成整体。

吊装程序及方法: 准备工作完毕, 基础板划线就位后, 由烟囱往外铺设运筒节轨道, 采用特制台车, 将 7.2m 筒节运至烟囱内; 筒节第一段到位, 先由 105m 处滑车组, 位于筒节上口面下 5.5m 处, 设专用吊具锁紧起吊, 滑车组提升, 台车退出, 吊运下节钢筒, 将头节放下, 与此节组对施焊, 以此循环, 完成分级钢筒体吊装; 当完成一段钢筒段后, 然后使用安装在外筒内壁 170m 及 205m 处的滑轮组继续提升, 这样通过三级滑轮组的接力传递, 完成钢内筒的安装。

#### 5. 水泵房基坑及进水隧道爆破开挖

水泵房位于红水河南岸的台地下, 台地前方岸坡陡峭。泵房设计底标高为 40.0m, 基坑底部开挖面积约  $812\text{m}^2$ , 基坑开挖深度 23m, A、B 厂泵房中心距离 37.4m。两条取水隧道长度各 45m, 隧道断面设计为三心拱形, 净断面积为  $5.74\text{m}^2$ , 开挖断面  $7.36\text{m}^2$ 。两隧道中心距 9.75m。

水泵房基坑开挖表层为淤砂, 采用两台反铲挖土机接力转运, 卡车沿坡道运出基坑; 岩石爆破采用沿 A 厂一侧打予裂孔, 防止爆破震动损坏 A 厂泵房设施; 爆破采用微差挤压爆破, 限制震速小于  $5\text{cm/s}$ , 基坑底部碎石挖运采用安装基坑东侧的 30t 门式起重机。

隧道掘进采用国产风动气腿凿岩机, 配备  $9\text{m}^3$  油动空气压缩机; 采用 2# 防水岩石硝铵炸药, 非电毫秒延时雷管; 掏槽形式采用直眼掏槽中的中空箱型掏槽法, 所有掏槽孔均与工作面垂直, 孔间距 200mm; 每个循环进尺为 1.5m, 炮孔深度 1.5m, 炮孔直径为 38~40mm, 装药采用标准小直径药卷; 每循环炮孔数 35 个, 其中 4 个为不装药孔。

考虑隧洞开挖位于含燧不灰岩, 构造断裂发育, 岩体完整性较差, 透水性大, 固采用固结灌浆, 固结破碎岩体, 减少水的渗透, 保证隧洞的安全开挖; 隧道灌浆施工工艺如下: 钻孔→安孔口装置洗孔→灌浆→封孔。成孔后用灌浆机将清水通过灌浆管压入灌浆孔内进行冲洗, 到回清为止。冲洗压力为灌浆压力的 80%。灌浆采用由稀到浓, 逐级改变, 浆液水灰比采用  $8:1.5:1.3:1.2:1.1.5:1.1:1.0.8:1.0.6:1.0.5:1$  九个比例。在设计规定压力下 ( $0.3\sim0.5\text{MPa}$ ), 灌浆段的吸浆量小于 0.4 升/分, 再继续灌浆 30 分钟, 灌浆工作即可结束。吸浆量大, 灌浆难以结束, 采取如下措施: ①限流, 间歇灌浆。②水泥浆中掺入玻璃。③水泥浆中掺用天然细砂, 细砂掺量为水泥重量的 30~50%, 水玻璃的掺量为水泥重量的 3%~5%。

#### 6. 取水口浮运安装

泵房取水口位于红水河中, 基底标高 45.0m。浮运时水位约为 57.0m。基础采用水上船载钻机成孔, 水下爆破, 潜水员配合挖泥船水下清渣, 水下整平。

取水口予制构件每件自重 114t, 两端用钢结构密封, 合计每件重 132t, 两件共重 264t, 采用在船坞上予制, 构件予制完毕后, 在构件前后两端密封钢板上设进水及充气阀门, 通过充气阀门构件进行充气, 以检查构件是否有大量渗水现象; 如有则应采取防渗措施, 直至构件没有渗水为止; 当构件砼强度达到设计强度时才可进行浮运, 两构件分别用 30t 浮吊和双体浮箱同步起吊, 以便使船坞保持平衡; 船坞分阶段注水下沉, 起重浮吊及浮箱对构件完全

受力后,构件可缓慢离开船坞;起重浮吊牵引取水口至设计位置;通过其顶部设置的定位标高由观测站指引就位,潜水员在水下观测定位标志,辅助就位,当构件距设计高程 0.5m 时,潜水员根据预先在基坑内设置的有色就位边线及构件此时所在位置详细情况上报指挥员,指挥员综合岸上、水下两观测就位情况作相应调整至准确后,然后下令下沉就位;如下沉就位后发现偏差,则起吊构件距设高 0.5m 时,再作调整直到准确就位为止。

#### 7. 水泵房 88.8m 结构施工

水泵房 88.8m 结构为一有梁楼盖,主、次梁均为工字型断面,各两榀,跨度 20m,翼缘宽度均为 650,高度分别为 1850 和 1700,板厚 400,砼标号 C35,由于井筒内净高约 40m,无法采用常规办法支模板,故采用泵房圆筒部分滑模平台下放作操作平台,主、次梁模板支撑采取桁架,楼板支模采用桁架及挑架,桁架在操作平台上加工、制作、安装。材料垂直运输采用人字摇夹扒杆,砼采用泵送运输。

滑模施工完毕,移走滑模用液压、电气等设施,拆除模板内、外吊架;筒壁上安装型钢支架,利用 3t 手扳葫芦一端连接在支架上,一端挂接在桁架端头,摇动葫芦保持平台平稳下沉至 83.0m;平台下放到位后,桁架端头接型钢与筒壁顶死并用反吊钢牛腿将平台钢性吊接到筒壁砼顶面上,使平台保持平稳、牢靠;平台操作面上满铺 1mm 厚铁皮,四周封死,防止物体下坠。

梁模板支撑桁架高 2500 和 2000,每根梁下 2 榀,桁架两端支撑于与筒壁预埋件相焊接的钢牛腿上,桁架加工、制作、安装均在平台上进行,拼接须搭设钢管架,保证桁架的水平、垂直度及安装位置的准确。梁底模采用组合钢模,侧模采用 18 厚多层板 50×80 枋及 M16 对拉螺栓。

梁分开浇筑,即在板底 2cm 处留设水平施工缝。

为保证板砼浇筑时,砼梁和钢桁共同充分受力,采用梁砼强度达到 100%,拆除梁底支撑和模板,使梁充分变形而钢桁恢复部分弹性变形,然后重新恢复桁架对梁的支撑,一旦顶板砼浇筑时,砼梁与钢桁架共同工作以承担初期的砼荷载。

#### 8. 河岸段 BONNA 管安装

电厂冷却水管道采用法国 BONNA 公司生产的直径 2.1m、标准管长 6.0m,单件重达 19t,钢筒钢筋砼复合管(俗称 BONNA 管),单线长 7km,安装最困难莫过于河岸段安装。其安装从海拔 42.85m 到 88.0m,高差 45.15m,最陡处坡度为 65°,安装场地狭小,现场行走式的最大型吊车在回转半径 6.5m 以内处方能起吊标准玻纳管,因此该段玻纳管吊装采用换索接力吊装方法,具体程序如下:①用 40t 汽车吊配合 50t 履带吊将管件垂直吊起,旋转置放在卷扬机拖住的滑车上。②50t 履带吊同卷扬机同步松钩,导引背部 BONNA 管的滑车,沿铺设好的轨道缓慢下放。③管口上端低于滑轮支架平台时,使用另一组卷扬机及滑轮组接钩,当它完全受力时,50t 履带吊和首组滑轮组完全松开退出工作。④第二组卷扬机,滑轮系统将载有玻纳管的滑车平稳下放至安装位置,利用千斤顶将滑车拆除,临时固定好玻纳管,用预制支座垫好管件,调节坡面管件的轴线及坡面高程,经纬仪检查无误后固定焊接四点,并依次完成全部焊接及封口工作。

#### 9. 输煤隧道施工

来宾 B 厂输煤隧道连接已建好的 A 厂翻车机室,穿越已建好的螺旋卸煤机室和不能中

断运输的两条铁路线,地下部分长约70m,隧道断面为三心拱式,宽8.0m,高5.3m,隧道顶部为起伏无常的岩层与粘土交错形成复杂地层,隧道最深处-18.0m,抛下水丰实。隧道中间两个直通地面的竖井周围紧挨建筑物、铁路、道路施工环境非常复杂。

对于两个竖井采用连续交差式型钢,钢筋砼连续桩墙,内部型钢支撑,门式吊车和塔式起重机垂直运输,基坑控制爆破开挖。详见输煤隧道施工布置图。

翻车机室与1#室、1#室与2#室间隧道采用注浆固结堵水,管棚超前支护,钢结构支撑,控制爆破,分段面开挖,先墙后拱,最后封底,灌浆密实结构外侧缝隙。

2#室与地面连接隧道采用交差式连续桩墙和砌石挡土墙结合支护,顶部全部开挖正作法施工。