

## 2.3 发电厂安装工程施工组织设计

### 一、工程概况

#### (一) 工程简介

##### 1. 地点及规模

某电厂位于市区北郊,距市中心直线距离 27km。厂址北临长江,东西方向约 580m,南北方向约 1000m,厂区地貌单一,地势平坦开阔。

电厂的建设规模为新建二台 60 万 kW 机组,并留有扩建二台 60 万 kW 机组的可能性。

##### 2. 厂区布置

主厂房布置基本平行于江岸,主厂房固定端在东侧,由东向西建设,包括锅炉房、煤仓间、汽机房,在两台锅炉之间布置 2 台机组合用的集中控制楼。

主厂房和江岸之间布置了输煤系统和排烟除尘系统。

煤码头泊位西端,建设一个 35000t 级的卸煤码头。

循环水泵房位于厂区北部,长江大堤内侧,采用钢筋混凝土沉井。

两条进水隧道直径为 4.2m,穿越长江大堤,总长约 1800m,两条排水隧道总长约 700m。

主厂房固定端外面布置了循环水进水钢管及循环水混凝土排水管。厂区东侧布置了化学水处理室、废水处理室等,厂区的南侧布置了厂前区及 500kV 升压站。

灰处理系统在电除尘的北面 300m 外,煤场的西面。

汽机房柱距为 8m,但每台机的两端柱距为 10m,每台机组主厂房长 84m,整个主厂房长约 168m,汽机房跨距为 36m,不设单独的除氧间(除氧器放在汽机房屋顶上)。汽机房底层标高为 0,第二层标高为 8.4m,第三层标高为 17.6m(运转层),屋顶高为 36.2m。

#### (二) 工程特点

##### 1. 引进设备具有八十年代世界先进水平

(1) 锅炉由美国公司和瑞士公司提供,采用超临界直流锅炉,炉膛下部受热面为螺旋管圈,具有煤耗低、效率高的特点。

(2) 汽轮发电机组为瑞士产品,采用反动式叶片和焊接式转子,轴承为三支点轴承。

(3) 其它配套辅机及附属系统也选用目前世界上比较先进的设备。例如热工自控部分选用美国的设备。

##### 2. 国外制造和国内分包相结合

本工程除汽机、锅炉等主机和重要设备由外商制造提供外,部分设备将由国内制造厂按外商图纸、技术要求、制造工艺、质量标准进行分包制造,其费用约占设备投资费的 10% 左右,具体项目是:

###### (1) 向美国公司分包项目:

- 1) 电气除尘器:钢结构、梁、板、平台等;
- 2) 马达:(六台磨煤机及六台风机);
- 3) 锅炉保温;
- 4) 支吊架;
- 5) 煤粉管;

- 6) 煤斗;
- 7) 锅炉钢平台;
- 8) 电梯;
- 9) 空气预热器零配件;
- 10) 锅炉钢结构。

(2) 向瑞士公司分包项目:

- 1) 锅炉水平烟道包覆;
- 2) 省煤器;
- 3) 一级再热器;
- 4) 6 只联箱;
- 5) 支柱;
- 6) 低压启动系统;
- 7) 冲管用的管道及支架。

(3) 向 BBC 公司分包的项目:

- 1) 汽机房 70/20t 行车桥梁;
- 2) 电动葫芦 10t;
- 3) 电动葫芦 3t;
- 4) 手动葫芦 3t;
- 5) 手动葫芦 1t;
- 6) 低压加热器;
- 7) 除氧器的给水箱;
- 8) 卧式除氧器;
- 9) 高压加热器;
- 10) 凝结水回收箱;
- 11) 轴汽水冷却器;
- 12) 凝汽器;
- 13) 汽机零部件及附属设备, 包括: 轴承座, 低压外缸, 低压内缸, 1~3 级低压转子叶片, 中、低压连通管, 主油箱, 冷油器, 小汽机油箱, 小汽机的冷油器, 轴封冷却器, 汽机内部管道, 外罩等;
- 14) 发电机定子外壳、组件、线棒安装。

### 3. 采用国内外联合设计的方式

本工程设计分为二大部分, 一部由国外进口全套设备并包括全部的工艺和土建设计, 由国外公司负责协调整个工程的设计工作, 一部分由国内设计院自行设计, 其主要内容是烟卤、干燥棚、卸煤码头、引桥和循环水泵房的土建部分等。

### 4. 引进设备的同时带进制造技术

为了使我国电力设备制造水平和能力赶上世界先进的行列, 使国产发电设备系列升级换代, 发电厂在成套引进国外设备的同时带进设备制造技术, 为电厂扩建二台 60 万 kW 超临界机组采用国产设备创造条件。

### 5. 设备供货状态

(1) 锅炉部件的交货方式按照欧美传统习惯采用散件出厂现场吊装组合的办法, 所以特点是组件小、重量轻、部件多、受压部件的最大尺寸为  $22000 \times 2912\text{mm}$ , 部件重量一般都在  $8\text{t}$  以下, 其中水冷壁、包覆过热器共有 119 屏、过热器、再热器、省煤器共约 843 排。

由于采用小件出厂供货方式, 因此现场焊口量大, 仅锅炉本体受压部件部分焊口就约 31730 个左右。

(2) 除锅炉受压部件按欧美传统方式采用小组件供货状态外, 其他设备按合同附件规定在制造运输条件许可的情况下, 制造厂提供尽可能大的设备组合件, 合同规定:

1) 汽轮机的高中压汽缸均由制造厂工厂组装后运到现场, 现场不再解体、检修和重新进行组装调整工作。

2) 凝汽器壳体按相对应的二只低压缸分成二个整体, 现场只要进行二个部分的拼接, 减少了中间隔板和壳体组合的工作量。

3) 所有泵类、风机、空压机、柴油发电机等设备, 除了大型风机及大型立式泵除外其他均由制造厂组装后整体提供。

4) 所有阀门均由制造厂组装、试压、调整后提供。

5) 给水泵及驱动的汽轮机均组装后整体提供。

6) 除氧器与给水箱也由制造厂整体提供。

7) 电气相分离母线、真空开关等电气设备均成套供应。

8) 压力管道直径  $\phi \geq 65\text{mm}$  管道均由制造厂加工为成品后提供; 组合后的管道应包括管端坡口的加工, 无损探伤孔加工, 支吊架吊攀, 热工仪表插座, 各种放空放水插座等等。由于直径  $\phi \leq 65\text{mm}$  的管道、欧美习惯不采用承插式管件, 而采用对接焊的管件。

#### 6. 现场加工范围

由于设备制造条件和运输条件的限制, 有些大口径管道, 烟风道、大容量容器等设备, 还需现场进行加工制作, 具体规定如下:

(1) 直径大于  $800\text{mm}$  的管道由制造厂提供原材料, 在现场加工制作。

(2) 截面尺寸大于  $800 \times 800\text{mm}$  的烟风道由制造厂提供半成品, 现场进行拼装焊接。

(3) 体积大于  $5\text{m}^3$ , 厚度小于  $12\text{mm}$  的各类压力容器由制造厂提供原材料, 现场进行加工制作。

(4) 大型煤斗, 灰斗由制造厂提供半成品, 现场进行组合焊接。

### (三) 工程主要系统及设备特点

#### 1. 锅炉

由美国公司和瑞士公司联合设计的超临界一次再热燃烧直流炉。其主要参数如下:

锅炉最大连续蒸发量:  $1900\text{t/h}$

过热器出口压力:  $25.3\text{MPa}$

过热器出口温度:  $541^\circ\text{C}$

再热器入口/出口压力:  $4.67\text{MPa}/4.47\text{MPa}$

再热器入口/出口温度:  $301^\circ\text{C}/569^\circ\text{C}$

再热蒸汽流量:  $1613\text{T/h}$

主给水压力:  $29.4\text{MPa}$

主给水温度:  $286^\circ\text{C}$

锅炉热效率：92.53%

锅炉本体钢结构采取高强螺栓连接横向七列，总柱距 41000mm；纵向七行，总柱距 44120mm。锅炉内侧横向柱距为 23470mm。前炉膛内侧纵深 20880mm，对流烟井内侧深 14800mm，柱的高度方向分六节，主立柱采用钢板焊成的 H 型钢截面尺寸为 608×472×14200mm，重约 16.6t（翼板 125mm，腹板 85mm）。

次柱采用轧制成型的 H 型钢截面尺寸为 400×4000。钢架主平台分七层，平台采用格栅结构，大板梁采取搁置设计，主承重梁 K=37t，M=76t，L=55t。

炉架在制造厂采用焊接，现场采用大六角高强螺栓。

炉顶板梁标高 81000mm，受压部件通过吊杆悬挂在炉顶及次梁上，炉膛截面 18816×16576mm，炉膛高度 62125mm，炉膛下辐射区采用了螺旋盘绕的上升管圈，而上辐射则采取垂直上升管屏，过热器除了包覆、水平烟道和顶棚过热器为膜式壁外，其余如前屏、后屏，末级过热器均为蛇形管通过高顶板悬挂在炉顶上。低压再热器为卧式布置的蛇形管，高压再热器和高压过热器一级为立式蛇形管和高顶板组合，水分离器垂直悬挂在炉前烟架上，燃烧器呈四角切圆布置，二台回转式空气预热器垂直布置在省煤器灰斗的正下方。

锅炉的制粉系统为单元制，一次热风送粉，配置中速碗磨、给煤机各六台，烟风除尘系统配有二台轴流式送风机，二台离心式引风机和二台四电场的电气除尘器。

燃油系统采用轻油点火，重油助燃及 FSSS 炉膛熄火保护装置。

锅炉的设计和设备的供货状态等方面都有以下显著特点：

(1) 锅炉构架为全铰接设计的插入式钢结构，构件之间采用大六角螺栓连接受压部件全部通过吊杆悬挂在炉顶梁上，锅炉采用四角切圆燃烧，炉膛热强度高的燃烧器区域采用螺旋盘管介质一次回旋上升消除了热偏差，提高了锅炉的安全性，过热器再热器等穿出炉顶过热器的垂直管屏和高顶板组合在一起大大地提高了炉顶的密封性能，减少了炉顶漏灰的可能性。尾部的空气预热器直接布置在省煤器灰斗的正下方使锅炉的整体布置显得更为紧凑。

(2) 设备制造分包面广，该锅炉的钢结构由美国公司设计，进而转包给国内厂家制造，受压部件的水冷壁、前后屏、末级过热器和末级再热器由瑞士公司制造，包覆、水平烟道、省煤器及低压再热器则分包给国内厂家制造，所以对设备的交货期协调是很重要的。

(3) 锅炉受热面部件散、组件小、重量轻，所有组件和管排均为散装出厂，其中垂直水冷壁 26 片，水平烟道及包覆 43 片，过热器 220 片（不包括顶棚过热器），再热器 693 片，省煤器 330 片，最大出厂的组件为垂直水冷壁，尺寸为 2900×21200mm 每片重 5.7t。供货的组合率明显地比国内低，使现场的安装工作量大大地提高。

(4) 为了适应机组的超临界运行，锅炉的后屏、高压过热器、高压再热器的管屏上都采用了小口径的高合金钢 F12，该部焊口总数约 12540 只（相当 12.5 万 kW 机组锅炉焊口的总数）。该钢种焊接工艺复杂、难度高，是锅炉安装的一大难点。

## 2. 汽轮发电机

汽轮机为瑞士公司提供，单轴四缸四排汽，额定功率为 600MW，最大连续出力为 627.7MW，主蒸汽压为 24.1MPa，主蒸汽、高温再热蒸汽温度为 538℃/566℃，汽轮发电机总长约 40.5m。

汽机采用 8 级回热系统，即三级高压加热器，一级除氧器，四级低压加热器，高低压

加热器均为表面 U 型管束, 卧式布置, 汽水泵采用二台容量为 50% 的汽动给水泵和一台容量为 40% 的电动给水泵。

凝汽器为单壳体、双流程、横向布置“教堂窗式”冷却管束, 冷却面积为  $29000\text{m}^2$ 。冷却管采用钛管, 规格为  $\phi 25.4 \times 0.5\text{mm}$ , 管束外围部分为  $\phi 25.4 \times 0.7\text{mm}$ , 长度为  $9.75\text{m}$ , 共约 37000 根。管板材料为复合钛板, 钛管与钛板之间采用胀管加焊接的办法。凝汽器配有胶球清洗装置。

发电机为 50WT23E-128 型三相汽轮发电机, 铭牌容量为  $644.4\text{MW}$ ,  $716\text{MVA}$ 。冷却方式为水、氢、氢, 配有密封油装置,  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  系统装置及制氢站, 定子总重约  $337\text{t}$ , 转子重约  $73\text{t}$ 。

除氧器及水箱采用卧式, 布置在汽机房屋架上, 给水箱有效容积为  $240\text{m}^3$ , 重约  $100\text{t}$  左右。

汽机房配有二台  $70\text{t}/20\text{t}$  桥式行车, 跨距为  $35\text{m}$ 。

为满足超临界锅炉水质要求高的特点, 本机组设有 100% 的低压凝结水处理系统, 设置  $\phi 3000$  中压体内再生空气擦洗高速深层混床三台 (二台运行, 一台备用)。

### 3. 电气系统

(1) 主接线: 采用一台发电机组配一台主变一台高厂变组成单元制机组集中控制, 发电机经主变送  $500\text{kV}$  配电装置与外电网联接, 二台机组合用一只集控室。 $500\text{kV}$  配电装置在集控室控制, 不另设网控室。

$500\text{kV}$  配电装置采用全封闭 SF<sub>6</sub> 户内式 GIS 配电装置, 采用  $1\frac{1}{2}$  结线, 8 台断路器接成二串半、1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup> 主变架空进线, 二条架空线采用同串断路器同相布置, 进出线交叉接法, 紧靠配电装置附近设继电器室。

发电机为 50WT23E-128 三相汽轮发电机, 铭牌容量  $644.4\text{MW}$  ( $716\text{MVA}$ ), 冷却方式、水、氢、氢, 功率因素: 0.9, 额定电压  $24\text{kV}$ , 额定电流  $17224\text{A}$ , 励磁方式: 机端励磁, 额定励磁电压  $492\text{V}$ , 额定励磁电流  $5700\text{A}$ 。

主变压器为  $690\text{MVA}$  强油循环风冷式三相双圈式, 额定电压  $510/24\text{kV}$ , 接线方式: Y- $\Delta$ -11, 运输重  $290\text{t}$ 。其  $24\text{kV}$  侧用相分离母线与发电机引出线相联,  $510\text{kV}$  侧用架空线与  $500\text{kV}$  配电装置相联。发电机与变压器间不设断路器, 没有特殊可拆装置, 可将发电机变压器从相分离母线上断开。

高厂变  $40\text{MVA}$  三相三圈强油风冷式, 额定电压  $24\text{kV}/6.3\text{kV}$ , 其  $24\text{kV}$  侧用相分离母线引接至主母线,  $6.3\text{kV}$  侧二组线圈分别用共箱封闭电缆 B6.3kV 工作段 A、B 配电装置相联。

起动变设二台  $40\text{MVA}$  三相双圈强油风冷式有载调压, 额定电压  $220/6.3\text{kV}$ 。电源来自  $220\text{kV}$  配电装置, 经二根  $220\text{kV}$  充油电缆, 送到变压器旁的  $220\text{kV}$  GIS 装置。本期为内桥隔离开关接线方式, 今后考虑到 3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup> 机组扩建时可改造成单母线分段的接线方式。 $6.3\text{kV}$  侧用共箱封闭电缆 B6.3kV 公用/备用 1C、2C 段配电装置相联,  $6.3\text{kV}$  公用/备用 1C、2C 段配电装置又分别为  $6.3\text{kVA}$ 、B 段相联。

#### (2) 厂用电系统:

1)  $6.3\text{kV}$  系统: 每台机组各设  $6.3\text{kVA}$ 、B 工作段, 二台机组设  $6.3\text{kV}$  二个公用/备

用 1C、2C 母线段，它分别与二台机组的 6.3kV1A、2A、1B、2B 工作段相联，在正常运行时，每台机组由本身的高厂变向机组厂用电供电，在起动和停止时由二台公共/备用变压器供给公共厂用电。在故障或检修状态又可作为工作段的备用电源。

从公共/备用 1C、2C 段分别各送一路至循环水 6.3kV 配电装置作为循环水泵房电源。

2) 400V 系统分 P、C 和 M、C、C 二种，75kW 以下，电动机电源由 M、C、C 段供给，75kW 以上电动机电源由 P、C 段供给，400V 厂用事故负荷是由正常/事故配电装置供给，即一般称为保安电源，一旦机组的正常 400V 厂用电消失时，电源切换到由柴油发电机组供电。

每台机组设 P、C 二段母线，它是通过二台 6.3kV 低压厂变分别供给的，同时分别向机、炉 75kW 以上负荷供电。又设二台 6.3kV/0.4kV 电除尘变压器，以 6.3kV 工作段引接，向电除尘 400V 配电装置供电。另从 6.3kV 公共/备用段通过二台 6.3kV/400V 变压器向 400V 公共配电装置供电，每单元机组从 6.3kV 工作段和公共/备用段通过一台 6.3kV/400V 变压器向保安段母线供电。

400VM、C、C 配电装置电源接自 400VP、C、系统，供给 75kW 以下负荷电源。

3) 照明、检修、加热：每台机组设一台照明变，二台机组二台照明变互为备用、照明配电箱从照明段引接。

每台机组的检修加热网络设置一台检修变压器及一段 380/220V 检修段。

4) 直流系统：机组和公共设备的控制和应急电源由 220V 和 120V 直流蓄电池系统供电。

每台机组设一套 2550A/H 的 220V 蓄电池，在正常和事故情况下，对事故照明，事故直流油泵、直流密封油泵，CVP 电源等紧急重要负荷提供可靠的后备电源。

设二套 690A/H 的 120V 蓄电池，正常或事故时向控制仪表、报井装置，保护系统，记录表计提供直流电源。

500kV 配电装置设二套 690A/H120V 蓄电池。

各组蓄电池均配有各自的充电机设备。

5) 不停电电源装置 (CVP)：每台机组各一套，500kV 配电装置，另外为全厂通讯，计算机系统，重要控制装置和仪表提供不停电的平稳的和电压得到校正的电源。

6) 保护控制：全部采用晶体管型，发一变组、高压厂变、起动变的保护屏都集中在控制楼内控制电源 120V 直流。

控制楼在 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup> 机组之间分四层，主控制室在 EL+17.6m，蓄电池及充电机直流配电盘在 EL+6.0m。

7) 电缆及敷设：主厂房内，主厂房至辅助厂房的电缆敷设型式以电缆桥架为主，电缆排管为辅的施工形式。

采用电缆排管的路径有三条：第一条从主厂房到 500kV 配电装置，第二条是从主厂房到化水处理装置。第三条是主厂房到厂前区办公楼 400V 配电装置，排管材料不论动力电缆管或控制电缆管均采用 6" 塑料管。排管井距一般为 30~40m，各井内设固定自动排水泵，塑料排管连接不用焊接或丝口而采用粘结联接。

每台机组估计有各种电缆共 1000km，约 10000 根。

8) 接地：在三层厂房基础下层不设网状接地网，而是利用钢管桩 (60m) 作为接地极。

每组以 4 根或 3 根的管桩用  $50 \times 10\text{mm}$  镀锌扁钢联接成方形或三角形作为一组。为防止钢管桩的腐蚀,延长寿命,在钢管桩附近增设 4~5 根锌板作为阴极保护,锌板尾线间钢管桩焊接,不另加电源。

在工厂基础外围,设一圈接地网,接地网材料不采用铜线或扁钢而是用镀锌钢绞线。钢绞线与钢绞线、钢绞线与接地极、接地扁钢的联接,采用发热熔接法,接地网埋深约 18",接地网及作为接地极的钢管桩,根据图纸要求应与附近的钢结构相连接,因此电气设备的接地一般与就近的钢柱相连即可,小电动机与电缆保护管相连即可,电缆桥架每段应有二点与就近的钢柱相连。计算机接地根据热工设计要求施工。

#### 4. 热控

(1) 60 万 kW 超临界机组的热控系统具有 80 年代先进的设计和设各。以一台机组为单位,采用 Baileyn—90 微机系统组成的微机分散控制系统。通过 CRT 和键盘实行高度集中的监视、自诊断、报警和维修的功能。控制和保护联锁等功能则高度分散到每一微处理机和可编程序控制器上。机组采用机电炉,集中布置于控制楼电子设备室实现自动控制。

自动控制范围是:

- 1) 机组自启动有冷态、温态、热态、极热态四种启动方式,有断点操作系统。
- 2) 机组主控及参数自动调节。
- 3) 机组保护和燃烧器管理:炉膛安全监视、炉膛和烟道防爆、锅炉大连锁、燃烧器自动切换、汽机保护和连锁、旁路控制、主要辅机的自身保护与连锁。

(2) 微机分散控制系统功能:

- 1) 闭环控制:包括机组协调、给水控制和分离器再循环控制、燃烧率控制、磨煤机控制,一、二次风机及烟气控制、主蒸汽温度及再热蒸汽温度控制。
- 2) 燃烧器管理:燃料管理、磨煤机开停、油枪切投、炉膛安全监视保护及清扫。
- 3) 程序控制:机组自启停、全厂辅机设备接受机组自启停程序的控制指令,全厂辅机设备的自启停。

4) 数据采集系统:数据扫描,越限报警、性能计算、事故记录,趋势显示,操作指导及历史数据的追忆记录。

(3) 其它控制设备:主汽轮机控制采用数字式电液调速器系统。高压旁路采用 AVe 电子调节设备。低压旁路由国外供货。

以上这些控制系统均与微机系统有硬接线接口。

(4) 主控制室:控制台每单元制机组设 7 台 CRT 及相应键盘,16 个重要跳闸按钮分别由二台多功能控制装置 MCS 控制,并设有若干台打字机及二台彩色打字机,二组温盘及一台光盘。

在控制盘上布置记录仪表、报警光示牌、设备状态指示灯、自动/手动操作台、重要辅机控制开关。

通过多功能控制系统 MCS,利用 CRT 显示装置对机组实现了自启停,正常及事故情况下的监视、打印、显示、计算。作为备用,一旦计算机系统因故停用,可在控制盘上对重要控制项目实现手操。

主控室隔壁还设有工程师室,500kV 升压站数据采集装置 (Scada) 可用 MCS 控制外围设备,500kV 开关站的有关参数,通过 CRT 显示,打字机打印。

主控室还设有环境监视盘对烟气监视环境监视,对CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>等均有监视,设有空调控制及防火报警盘。

电子设备室内主要布置微机分散系统在集控楼EL+11.2。

#### 5. 化水、净水工程安装(包括电气、热控及保温)

化学水处理室的范围包括:锅炉补给水处理系统、凝结水精处理系统、化学加药系统、水汽取样分析系统、循环冷却水加氯处理系统及制氢站。

锅炉补给水处理系统为2台机组共用,配有正常出力为100t/h的离子交换除盐装置二个系列,其中一个系列运行,一个系列备用。

考虑到原水水质特点与离子交换除盐装置容量相匹配,并考虑到除盐装置量的自用水量,配有装置容重为120t/h的反渗透(RO)预除盐装置。

考虑到原水水质变化的特点,贮有一定容积的清水量以及满足机组短时间增加补给水量的调节需要,设计有1000m<sup>3</sup>的清水箱2台,2000m<sup>3</sup>密封式的除盐水箱2台。

为满足超临界锅炉水质要求高的特点,本机组设有100%的低压凝结水处理系统,设置中压体内再生空气擦洗高速深层混床φ3000 3台,(1台备用2台运行)。

#### (四) 施工特点

##### 1. 施工工期短

美国同类工程施工周期为38个月,而本厂施工周期从开工到投产只有29个月。我国的“火电工程施工组织设计导则”的规定,我国的300MW机组从主厂房开工到投产标准工期为30~33个月,困难之大是显而易见的。

##### 2. 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>机组施工高峰的重叠

按合同规定1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>机组投产的日期为相隔8个月,这样在1<sup>#</sup>机组锅炉尚未试压之时,2<sup>#</sup>机组的受压部件已全面开始吊装,同样汽机,电气也将出现施工高峰重叠的现象(重叠期约3~4个月),为此高峰劳动力的集中必将成为十分突出的矛盾,如何做好施工人员劳动力的平衡、调度将成为十分重要的问题。

##### 3. 超临界锅炉为施工重点

超临界锅炉工作量大,出厂组合率低,技术难度高,施工时间短成为现场施工的主要矛盾。

(1) 工期短(开工到投产29个月),工程重大(单锅炉设备就有约11000t,本体焊口约34000只),设备现场组合率低,锅炉尾部的交叉作业条件差(预热器在低再,省煤器和省煤器灰斗的正下方难以立体交叉作业),这些外部条件均给安全、高速的施工带来了困难。

(2) 锅炉煤仓间的设计负荷依附在锅炉构架上,因此在除氧、煤仓的钢结构和钢煤斗交叉吊装的时候,为了确保结构本身的稳定,炉前区的钢架必须从⑤到吊到⑬列,形成一个稳定的构架。为确保一号机组的投产,二台机组的煤仓间和输煤皮带必须一次安装完毕,二号煤仓正在吊装而二号钢架尚未起吊之际,为确保其稳定,必须对2<sup>#</sup>煤仓进行临时加固。

(3) 600MW机组的锅炉大板梁顶高81m。炉膛高度为62.125m,对如此高大的锅炉进行大组合是不可能的,因此锅炉的钢结构在炉前区采用100t塔吊,而二侧各采用一台KH-1000履带吊进行单件吊装,受压部件除高过、高载、前屏、低再排管进行组合外,其余均单件就地安装,受压部件的吊装选用1350t·m的自攀式吊车。

(4) 锅炉钢结构的设计允许开口截面小、高度低,这给设备和抬吊机械的进档带来困



难，所以对所有的锅炉组件的宽度和高度都必须控制在 8.5m（宽）和 10.0m（高）以下，这对膜式壁、螺旋水冷壁和大灰斗在组合场组合后运入起吊带来极大的困难，安装工作只能从上而下，按部就班地进行，从而影响了施工的进度。

(5) 锅炉施工、工作条件差，高空作业比国内机组多得多。由于设备供货状态、结构设计和施工机具等因素的影响，决定了水冷壁，包覆等膜式壁组件都要在高空拼排、和联箱对接及找正。安装人员的施工危险大大增加，施工工艺的难度大大地提高。螺旋管水冷壁安装和炉膛脚手架的配合是该锅炉安装的一大难题，应在专业设计中认真研究作出安排。

#### 4. 汽轮发电机设备安装工期紧

汽轮发电机设备交货迟，使汽机安装工期偏紧。

#### (五) 主要工程量

##### 1. 锅炉部分

(1) 锅炉主要工程量见表 2-3-1。

表 2-3-1

序号	名 称	单 位	数 量
1	超临界直流锅炉 1900t/h、25.3MPa、541℃/569℃	台	1×2
2	可调动叶轴流送风机 238m <sup>3</sup> /S 配 990r/min 6000V 1340kW 马达	台	2×2
3	离心式吸风机 486m <sup>3</sup> /S 配 585r/min 6000V 3360kW 马达	台	2×2
4	密封风机 11.3m <sup>3</sup> /S 配 1490r/min 380V 250kW 马达	台	2×2
5	离心式冷却风机 0.76m <sup>3</sup> /S 配 3000r/min AC/DC 7.5kW 马达	台	2×2
6	中速碗磨 54.9t/h 1000r/min 配 6000V 马达 43r/min 447kW	台	6×2
7	给煤机配 4kW 1000r/min 380V 马达	台	6×2
8	点火风机 14.7m <sup>3</sup> /S 配 30kW 3000r/min 380V 马达	台	1×2
9	钢煤斗 600m <sup>3</sup> 锥体部内衬 3mm 不锈钢	套	6×2
10	疏水泵配 10kW 2900r/min 380V 马达	台	2×2
11	一次风机 82.4m <sup>3</sup> /S 配 1480r/min 6000V 马达 1350kW	台	2×2
12	电除尘	台	2×2
13	压缩空气机	台	2×2

(2) 锅炉本体重量：

每台锅炉总重	10815t
其中：钢结构	5303t
受压部件	3060t
空气预热器	1287t
烟风道系统	773t
启动系统设备	193t
阀门	30t
其他	169t

(3) 受压部件焊接 (见表 2-3-2)。

表 2-3-2

序号	组 件 名 称	规 格	材 质	焊口数
1	省煤器	φ42.4×5.6	15Mo3	1485
2	螺旋管水冷壁	φ38×5.6/6.3	13CrMo44 15Mo3	7280
3	垂直水冷壁	φ33.7×5.6	15Mo3	5015
4	后水吊下管	φ60.3×10	13CrMo44	250
5	顶棚过热器	φ70.0×8 φ63.5×8	13CrMo44	672
6	后水拟渣管	φ70.0×8	13CrMo44	168
7	前包覆过热器	φ51×5.6	13CrMo44	336
8	二侧包覆过热器	φ51×5.6	13CrMo44	564
9	水平烟道包覆	φ51×6.3	13CrMo44	436
10	悬吊管	φ60.3×8.8	13CrMo44	990
11	前屏过热器	φ42.4×5.6/6.3	10CrMo910	1728
12	后屏过热器	φ42.4×5.0/6.3—7	X20CrMoV121 10CrMo910	1680
13	末级过热器	φ38×5.0/8.0	X20CrMoV121	4920
14	一级再热器	φ60.3×4	13CrMo44 15Mo3	5940
15	末级再热器	φ63.5×4.0/6.3	X8CrNiN6 1613 X20CrMoV121	2112
16	各类连络管	总计 33666 只		90

## 2. 汽机部分 (见表 2-3-3)

表 2-3-3

序号	名 称	数 量
1	汽轮发电机 汽机：单轴、四缸四排汽中间再热式 发电机：644.4MV，水、氢、氢冷却方式	2 套
2	凝汽器 冷却面积 29000m <sup>2</sup> 、钛管 单台重量 (无水) 446.8t	2 套
3	高压加热器 U 型管束表面冷却式	6 台

续表

序号	名 称	数 量
4	低压加热器 U型管束表面冷却式	8台
5	除氧器及水箱 喷雾式水箱重约110t	2套
6	其它汽机辅助设备	43台
7	其它汽机附属机械	96台
8	主蒸汽管道	约1540t
9	高温再热管道	约1630t
10	低温再热管道	约725t
11	高压给水管道	约970t
12	其它中低压管道	约3950t
13	各类阀门及管件	约1000t
14	管道支吊架	约705t
15	汽机房行车 70/20t	2台
16	其它起吊设施	67台
17	平台扶梯、栏杆	约80t
18	循环水泵 电动立式可调叶片混流泵 Q=37152t/h 马达 N=2000kW	4台  H=14.02m h=350r/min 约1600t
19	循环水管 $\phi 3100 \times 12$	约1600t
20	循环泵其他设备	.
21	凝结水处理系统 精除盐混床 $\phi 3000$ 其他辅机	6台 34台

注：以上数量为2台机组

## 3. 电气部分（见表2-3-4）

表 2-3-4

序号	名 称	数 量
1	发电机 644.4MW、水、氢、氢 24kV、 $\cos\phi=0.9$	2台
2	发电机励磁系统 包括：励磁变压器 励磁整流柜 电压调节器柜	2套 1/机 5/机 3/机
3	中心点接地装置 包括：单相干式中性点接地变压器 中性点电阻柜	1/机 1/机
4	主变压器 690MVA 三相双线圈强油风冷 510±2×2.5/24kV 运输重 290t 包括主变喷水消防装置	2台 2套
5	高压厂变 40MVA 三相三线圈强油风冷 24kV-6.3-6.3kV	2台
6	起动变 40MVA 三相双线圈强油风冷 220/6.3kV	2台
7	相分离母线：外壳直径 1.5m（主母线） 励磁变压器分支线 电压互感器、涌流保护柜	50m/机/三相 5m/机/三相 6台/机

续表

序号	名称	数量	
8	发电机中性点封闭母线	2m/机/三相	
	氢气检漏器	1台/机	
	微正压装置	1套/机	
	500kV 屋内配电装置 GIS		
	SF6 断路器 50kA; 4000A	8台	
	屋外套管 ELK—HD	18只	
	非 GIS; 避雷器 420kV	15只	
	电容式电压互感器, 带载波设备	6只	
	电容式电压互感器不带载波设备	9只	
	阻抗器 2MH	4只	
	接地隔离开关 500kV	13把	
	架空导线	3000m	
	9	220kV 屋外配电装置 GIS	
		SF6 隔离开关 220kV	4组
		SF6 接地隔离开关 220kV	6组
		避雷器	6只
出线套管 (装 220kV 配电装置)		6只	
电源互感器 (装 220kV 配电装置)		6只	
隔离开关 (装 220kV 配电装置)		2组	
10		低压厂变 6.3kV/0.4kV 1000~2000kVA	28台
11	主厂房 18台      循泵房 2台		
	照明变 2台      检修变 2台		
12	蓄电池 220V      2550A/h	2组	
	120V      690A/h	4组	
	48V	2组	
	24V	2组	
13	接地: 镀锌钢绞接地线 $\phi 253.25\text{mm}$ (主厂房部分)	1900m	
	镀锌钢绞接地线 $\phi 107.2\text{mm}$ (主厂房部分)	2500m	
	阴极保护 (主厂房部分)	280套	
14	动力及控制电缆	3100km	
15	电缆管	400km	
16	电缆桥架	1400t	
17	开关柜及配电箱	1170台	

配电装置	安装地点			循环水 加氟系统	500kV 配电装置	合计
	1# 机组	2# 机组	1#、2#机 组公用系统			
6kV 开关柜	44	44	48	18		154
400VP、C 开关柜	80	80	40	20	20	240
400VM、C、C 开关柜	200	200	120	20	20	560
就地箱	100	100		20	20	240

电缆工程量分类见表 2-3-5。

表 2-3-5

场 所 电缆规格	1# 机组 (km)	2# 机组 (km)	厂外 (km)	合计 (km)
6kV 动力电缆	80	80	170	350
400V 动力电缆	290	290	210	790
控制电缆	450	450	250	1150
220kV 单芯充油电缆	3×1.9			5.7
照明电缆	200	200	250	650
通讯				90
防冻加热				70
阴极保护				5
总计				3110.7

注：按初设 6kV 为单芯电缆，400V 为三芯电缆，若 400V 为单芯电缆数量将增加。

#### 4. 热控部分

##### (1) 主控室立盘 (见表 2-3-6)。

表 2-3-6

序 号	名 称	数 量
(1)	主控制台	1/每台机组
(2)	控制盘	1/每台机组
(3)	自动同期盘	1/每台机组
(4)	电气控制盘	1/每台机组
(5)	烟气监视盘	1/2 台机组
(6)	环境监视盘	1/2 台机组
(7)	打印机	4/每台机组用于 DAS
(8)	硬拷贝机	2/每台机组用于 DAS
(9)	空调控制盘	1/2 台机组
(10)	防火报警盘	1/2 台机组
(11)	记录系统	1/2 台机组
(12)	CRT 显示	1/2 台机组用于电气 SCADA
(13)	炉膛 TV	1/每台机组
	500V 升压站控制盘	1/2 台机组用于电气 SCADA
(15)	闭环电境	1/每台机组
(16)	打印机	1/每台机组
(17)	磁带机	1/每台机组
(18)	工程师台	1/每台机组

##### (2) 锅炉汽动给水泵调速控制系统 (见表 2-3-7)

表 2-3-7

序号	名 称	数 量
(1)	数字模拟式速度指示器、记录器	3 台
(2)	变送器	5 台
(3)	压力、温度开关	5 只

续表

序号	名称	数量
(4)	刻度盘温度计、指示表	16 台
(5)	热电偶	4 支
(6)	接线盒	4 只
(7)	控制器 (压力、温度、水位)	37 台
(8)	流量、液位、压力、温度测量	195 套
(9)	水位、压力、温度	50 只
(10)	电阻、电偶元件	40 支
(11)	刻度盘温度计	35 台
(12)	压力、导电度、差压变送器	25 台
(13)	压力表	25 只

(3) 每台锅炉部分 (见表 2-3-8)。

表 2-3-8

序号	名称	数量
(1)	补偿导线 TC	2500m
(2)	接线盒	60 套
(3)	变送器配钢管	3500m
(4)	仪表管	7000m
(5)	马达执行器	80 套
(6)	防冻伴热	70km
(7)	变送器和接线盒的机架	10 套

(4) 每台汽机部分 (见表 2-3-9)。

表 2-3-9

序号	名称	数量
(1)	TC—补偿导线	1500m
(2)	接线盒	40 只
(3)	变送器配管	3000m
(4)	表管	5000m
(5)	马达执行器	60 套
(6)	变送器和接线盒的机架	20 套

(5) 机、炉部分电缆工程量 (按每台机估算), (见表 2-3-10)。

表 2-3-10

序号	名称	数量
(1)	热控电缆 (包括预制专用电缆在内)	650km
(2)	电缆保护管	150km
(3)	电缆桥架	60t

混合床	φ1800	2 台
真空脱气器	Q=200m <sup>3</sup> /h	2 台
除盐水箱	V=2000m <sup>3</sup>	2 台
其他各类箱体		10 台
各种泵类及风机		27 台
(2) 反渗透系统 (RO):		
各种箱体容器		10 台
各种泵风机		12 台
反渗透组件		2 套
(3) 凝结水处理系统:		
精除盐混合床 φ3000		6 台
各种箱类容器设备		10 台
各种泵、风机		24 台
(4) 化学加药及取样系统:		
主要箱类容器		6 台
主要泵类等机械		22 台
主要表计		46 台

净水系统主要是供应锅炉补给水,工业水和消防水,其中用于锅炉补给水过滤水系统为 2×200t/h 澄清池和滤池,滤后清水贮入 1000m<sup>3</sup> 清水池,用于工业水、消防水的澄清水系统为 2×270t/h,固体接触型澄清池分别贮入 2000m<sup>3</sup> 工业贮水池和消防贮水池。

每台锅炉配有 5 只金属煤斗,每只单重约 50t,高度为 24m,直径达 7m,总重量为 300.2t。由于运输条件的限制,煤斗采用散件出厂,每台煤斗分为 28 件。为了便于安装,减少高空作业,加快施工进度,确保施工安全质量,拟采用地面分段组合,高空吊装的方法。

## 二、施工综合进度与安排

### 1. 施工综合进度

第一台机组的投产日期:从基础开挖起至满负荷的施工期为 35 个月。第一台机组安装计划见图 2-3-1。

### 2. 主要控制进度。

#### (1) 主要施工控制进度:

1989 年 7 月 20 日	№1 炉钢架立柱
1989 年 12 月 20 日	№1 炉受压部件吊装
1990 年 5 月 1 日	№1 机台板就位
1990 年 11 月 15 日	№1 炉水压试验
1990 年 9 月 15 日	№1 机组受电
1990 年 10 月 15 日	№1 机油冲洗
1991 年 1 月 10 日	№1 炉酸洗
1991 年 2 月 15 日	№1 机组点火冲管
1991 年 4 月 15 日	№1 机组整套起动
1991 年 6 月 30 日	№1 机组满负荷发电

## (2) 主要控制工期:

主厂房挖土到 1# 炉钢架吊装	13 个月
1988 年 6 月 29 日~1989 年 7 月 20 日	
主厂房挖土到 1# 机台板就位	23 个月
1988 年 6 月 29 日~1990 年 5 月 1 日	
锅炉吊钢架到受压部件起吊	5 个月
1989 年 7 月 20 日~1989 年 12 月 20 日	
吊受压部件到锅炉水压	
1989 年 12 月 20 日~1990 年 11 月 15 日	11 个月
锅炉水压到点火冲管	
1990 年 11 月 15 日~1991 年 2 月 15 日	3 个月
台板就位到整套启动	
1990 年 5 月 1 日~1991 年 4 月 15 日	11.5 个月

## 3. 实现工程进度的条件

为确保安装工程的如期开工, 安装对土建配合的交付日期提出如下要求:

## (1) 热力系统:

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1) 汽轮机基础    | 1990 年 3 月上旬 |
| 2) 主厂房及设备基础 | 1990 年 3 月中旬 |
| 3) 电除尘基础    | 1989 年 9 月   |

## (2) 水工系统:

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1) 循泵房交付安装     | 1990 年 4 月      |
| 2) 循环水开挖       |                 |
| A 排区域开挖        | 1988 年 9 月      |
| 汽机房外侧开挖        | 1988 年 11 月     |
| 锅炉房外侧开挖        | 1989 年 4 月      |
| 烟囱到循泵房开挖       | 1989 年 8 月~11 月 |
| 3) 雨水泵房交付安装    | 1990 年 3 月      |
| 4) 净水及补水系统交付安装 | 1990 年 3 月      |

## (3) 电气系统:

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| 1) 主变及起动变、高厂变基础   | 1990 年 2 月 |
| 2) 400V、6000V 开关室 | 1990 年 3 月 |
| 3) 电缆沟道           | 1990 年 5 月 |
| 4) 电除尘开关室         | 1990 年 4 月 |
| 5) 集控室交付安装        | 1990 年 3 月 |
| 6) 控制楼交付安装        | 1990 年 3 月 |

## 4. 为实现阶段控制进度, 外围工程必须确保工期

(1) 为了确保 1990 年 11 月 15 日锅炉水压试验, 所以必须在 1990 年 10 月 15 日前完成净水系统的安装工作, 并于 90 年 11 月上旬完成调试和制水工作。

(2) 如果在水压时考虑投入净水, 因此必须在 1990 年 3 月循泵房深井能交付安装, 相



应的循环水进水和排水管的安装工作在 1990 年 10 月上旬完成并于 90 年 11 月初完成循泵调试和循环水的开通。

(3) 为满足制水过程中废酸的排放处理, 废水池必须在 1990 年 10 月具备接纳废酸的条件, 且于酸洗前具备处理废水的条件。

(4) 冬季是枯水季节, 因海水倒灌的影响, 所以在 1991 年 1 月 10 日锅炉酸洗前必须投入 RO 反渗透装置。

(5) 燃油及上煤系统必须在 1990 年年底建成, 并于 1991 年 2 月上旬调试完毕, 以确保 1991 年 2 月 15 日的点火冲管。

(6) 1990 年 2 月上旬以前完成灰系统的调试。

(7) 因受电需要 220kV 户外 GIS 必须要 1990 年 9 月上旬投用。

(8) 1991 年 5 月 500kV 开关室可投用确保电量的输出。

### 三、主要施工方案

#### (一) 锅炉施工方案

电厂 2×600MW 机组的超临界直流锅炉, 其锅炉钢架为插入式绞接型结构, 采用高强螺栓磨擦连接。板梁顶标高 81m, 顶部有 6 根主梁构成, 其中 M 梁重量达 76t (最重件)。

炉本体采取  $\Pi$  型布置, 四角切圆燃烧, 炉膛的下幅射区为螺旋盘管。整台锅炉除二台空气预热器外全部重量悬挂在炉顶上, 顶棚采取高顶板密封结构, 有效地改善了穿墙部分的泄漏。

#### 1. 钢结构安装

(1) 基础螺栓设定。方案 1: 即在基础底板的素混凝土地坪上设置固定基础螺栓的框架, 框架顶部配有柱底孔距的柱板, 把基础螺栓按设计意图准确地固定在框架上, 然后把框架和钢筋绑扎在一起烧铸入混凝土内, 每个柱脚周围留有施工和找正用的凹坑, 待钢架第二节吊完找正结束后二次灌浆。

方案 2: 当基础螺栓的直径和柱底板孔的尺寸的间隙为表 2-3-11 所示的情况时, 可不用基础螺栓框架。

表 2-3-11

基础螺栓直径	孔直径	间隙公差
25mm	38mm	±6.5mm
38mm	57mm	±9.6mm
51mm	76mm	±12.6mm
89mm	121mm	±16.0mm

螺栓的下部固定在钢筋上, 螺栓的上端固定在模板上。最终选用哪种方案要根据立柱的构造和螺栓孔的尺寸来决定。

(2) 钢结构吊装的机具选择。600MW 机组锅炉钢结构主柱顶端标高 78m, 柱分六节, 每节平均长度 14m 以下, 最重件 16.6t, 主柱的最高一节约 11.2t。考虑到这次工期紧, 工程量大, 为了抓时间, 考虑采用三辆吊车同时施工, 炉前煤仓间 F→H 列采用 100t 塔吊, 炉右采用 1350t·m 的自攀式吊车, 而炉左则选用 KH—1000, 200t 履带吊。立柱的抬吊翻身则用 KH—180 履带吊, 水平运输采用 25t 低驾驶平板汽车。

(3) 钢结构安装的方法。原则上除部分横梁和斜撑可以组合外,其余都单支吊装。由于煤仓间的钢架依附在锅炉钢结构上,因此必须由 H→M 列先吊到顶(或至少吊到第五层)后方能吊装煤仓间,而煤仓间的吊装必须和钢煤斗的吊装交叉进行。因为煤仓的吊装和主厂房均由土建的 100t 塔吊进行,所以二台机组的煤仓间和主厂房的吊装一次连续吊完。由于二号锅炉跟不上二号煤仓的进度,所以二号煤仓必须采取临时加固措施。建议从 F→P 列按层次逐层向上进行,QR 的烟道支架待锅炉尾部受压部件和空预器吊完后才能施工。

钢结构的 K—L、M—N 和 P 轴线以及 H—J 列③轴线的各层平台,预热器的转角平台要考虑受压部件和 AH 的进档部分构件需缓装(具体件数见专业措施)。

钢架安装不用临时螺栓,在吊装时可先用 20% 的螺栓连结构件,但螺栓严禁强行打入,钢架找正结束构件受力前必须全部拧紧到设计值。高强螺栓的力矩误差值不得超过设计值的 10%。

(4) 炉顶大梁的安装。锅炉主要承重梁为 K、L、M,重量分别为 37t、55t、76t。锅炉钢结构 6 节全部吊到顶并找正和高强螺栓终紧结束后,首先利用 50t 自攀式吊车起吊 K 梁,然后再把 M 梁用平板车从炉右运入炉膛,利用自攀吊及自制 50t 调幅桅杆联合抬吊就位,最后再用自攀吊提升 L 梁,其他连络横梁都单支和炉顶吊杆螺栓组合后就位。

## 2. 受压部件安装

(1) 机具布置及钢架开口。锅炉吊装的主机具(50t 自攀吊)布置在炉右 M 柱向前 4540 处,协助组件翻身的机具采用 KH—700 和 KH—180 履带吊停在炉膛内。个别超重件使用 10t 卷扬机配 150t 滑车组在炉顶的相应位置提升。前炉膛及尾部的组件分别从 K—L 和 M—N 轴线进入 2R 列烟道支架缓吊作停放及抬反低再排管的场地,P 轴右侧开口作低再排管接入尾道的通道。

炉膛中心 J 列附近的平台缓装,以便水分离器垂直提升。

(2) 受压部件的地面组合。初步考虑对锅炉的前屏、末级过热器、末级再热器、水平烟道、包覆和螺旋水冷壁进行局部组合,受压部件的最大件为包覆过热器 2800×24000,最重件为末级过热器 57.7t(不包括加固重)。

(3) 受压部件的安装顺序:1) 刚性梁临抛;2) 炉顶集箱临抛;3) 水分离器;4) 后水吊下管组件和汽水拟渣管组件;5) 二侧包覆组件;6) 水平烟道组件;7) 二侧垂直水冷壁;8) 后包覆组件前后覆组件;9) 前垂直水冷壁;10) 后顶棚过热器;11) 低再出口段排管;12) 省煤器悬吊管及低再排管;13) 末级过热器组件;14) 末级再热器组件;15) 前屏后屏和前顶棚过热器的交叉吊装;16) 后水拱部;17) 垂直水冷壁下联箱;18) 四角燃烧器;19) 大风箱;20) 省煤器护板;21) 省煤器;22) 螺旋水冷壁;23) 省煤器灰斗;24) 顶棚过热器散装管安装;25) 炉顶连络管;26) 吹灰器就位。

## (二) 汽机施工方案(大件吊装)

### 1. 除氧器吊装

除氧器设计布置在汽机房屋面上,位于 7<sup>#</sup>~10<sup>#</sup> 轴线之间,离 F 轴线 4m。除氧器最大单件重量为 103t,外形尺寸直径为  $\phi 3.9\text{m}$ ,长度为  $L=25.4\text{m}$ 。

待汽机房 10<sup>#</sup> 轴线屋架及除氧器支墩吊装完。将除氧器与安装方向相同,从 A 轴线拖运至 10<sup>#</sup> 轴线外侧,使在零米层的除氧器中心线,与就位时的除氧器中心线在一直线上。由

于支墩高出屋面,因此用 H900×300 型钢在支墩之间,垫出拖运除氧器的下走道。于 7# 轴线屋架上,以除氧器中心为 midpoint,绑扎两付拖运滑车组(滑车组之间的距离为 5m,两台拖运卷扬机绑扎在 6#H 和 8#H 轴线的钢柱上。

在零米的除氧器用两台相互之间相距 16m 的 KH1000 履带吊(履带吊伸臂 57m,回转半径为 11.9m,此时额定起重量为 56.5t),履带吊的履带与除氧器纵向中心线平行。将除氧器中心吊至 40m 高时,两台履带吊同时向 10# 轴线移运待除氧器能搁在屋架上,用元宝座临时搁放,在元宝座下放置一套 RS—120—SLP 小坦克,前面一台履带吊脱钩。将两副拖运滑车组绑扎在除氧器上拖运,在拖运的同时后面一台履带吊同时向 10# 轴线移动,待除氧器中间两只元宝座,全部放在小坦克上后,履带吊全部脱钩。将除氧器的除氧塔元宝座就位固定,除氧塔吊装就位后,由拖运滑车组将除氧器组件拖运就位。

### 2. 高压加热器吊装

加热器布置在汽机房内的 EL17.6m 和 EL8.7m 层。由于受汽机房桁车额定起重量(75t),大件吊物孔断面尺寸(15m×5m)的限制,因此对于 6#、7# 和 8# 高压加热器,采用桁车吊装时,必须在两台桁车上做临时措施。

6# 高压加热器重 93.8t,外形尺寸为  $L=11.044\text{m}$ ,  $\phi=2.18\text{m}$ ; 7# 高压加热器重 103t,外形尺寸为  $L=11.3\text{m}$ 、 $\phi=2.2\text{m}$ 、8# 高压加热器重 94.9t。外形尺寸为  $L=9.28\text{m}$ 、 $\phi=2.26\text{m}$ ,行车上临时措施的额定起重量为 120t。

高压加热器从零米层分别运入吊物孔下面,由两台行车上的临时吊装装置,将高压加热器吊至超过 EL17.6m 层。将加热器转正与安装方向一致,待两台桁车拆除临时措施后抬吊。

两台行车上的临时吊装装置,将三台加热器全部吊至发电机基础上之后(如果发电机静子先于加热器就位,那么加热器的临时搁放点,必须在 EL17.6m 平台的柱子附近),拆除临时措施,分别将 6#、7# 和 8# 高压加热器抬吊就位。

### 3. 发电机静子吊装

发电机静子在 600MW 机组中,是设备单件运输重量最重的一件(343t)。发电机静子单件重量重、体积小( $13.21\text{m}\times 4.9\text{m}\times 4.2\text{m}$ )运输,起吊与就位既要变换位置,又要改变方向,对吊装工作带来极大的困难。由于地内力的限制和减少运输和吊装工程量,发电机静子的起吊位置,选择在主变压器基础上起吊。

发电机静子由大件路运至 A455.85 道路,卸在带有转盘的 H700×300×13/24 拖运台上。发电机静子由卷扬机作动力,回转 90°与 A 轴线垂直,拖至 400t 门型吊装架下,使发电机静子的重心与吊装架中心线重合。

400t 门型吊装架中心线离 A 轴线 13.5m,与发电机静子吊配一致,设有四副 100t 滑车组,吊装架大梁下弦为 EL24.4m,吊装架两根立柱中心为 6.2m。

发电机静子由四副 100t 滑车组提升至 EL19.3m,在发电机静子下面串入 H700×300×13/24 型钢和垫好 37.5—OT 小坦克。由卷扬机和滑车组,将发电机静子在 8#~9# 轴线之间拖入厂房,吊装架的上半段随着静子同时进入厂房。

在汽轮发电机中心线与发电机静子拖运中心线的交叉点上,在 H700×300×13/24 拖运台的下面设置回转盘,待发电机静子的重心与交叉点重合。认清发电机静子的安装方向回转 90°,使发电机静子中心线与汽轮发电机中心线重合。续将发电机静子拖至就位位置,

由吊装架将发电机静子吊起，拆除所有拖运静子的设施，然后将发电机静子就位。

### (三) 电气施工方案

#### 1. 500kV 配电装置

全封闭 SF6 户内式 GIS 配电装置，安装前要核对装箱清单和图纸，配有安装材料、附件要清点保管好，施工专用工具、试验表计要准备齐全，根据制造厂说明书编制具体施工方案，施工时每一步骤要做好安装记录，以免遗漏工作内容。

单元连接时要注意防尘，防潮措施，做好现场安全措施。

SF6GIS 安装关键是 SF6 气体的水分管理和泄漏管理，因为 SF6 气体中含水量超过规定，将大大降低绝缘水平，因此应按抽真空的顺序及技术要求指定专人负责。另外对管道的泄漏应定期进行检测，发现有泄漏要及时处理。

#### 2. 厂用配电装置

厂用配电装置，为 6.3kV 及 400V 开关盘，初步设计拟选用真空开关，真空开关与其他开关比较其特点有开关行程小，开关体积小，可动部分轻，冲击力小，可频繁操作，机械寿命长。真空开关没有灭弧介质，仅靠真空中高绝缘强度进行灭弧，因此真空灭弧室真空高达 10~6Pa，安装时应严格制造厂规定进行。

#### 3. 主变压器和相分离母线

主变为三相双圈强油风冷式，运输重量 90t。运输前要会同有关单位察看运输道路桥梁等情况，并应核对主变的高低电压套管安装方向，以免现场调向困难，运输过程中，运输速度不得超过 5km/h，卸车时要有防止倾倒措施，一般倾角不得大于 15°，要严禁冲击和严重振动等情况，现场卸车地点应土质坚实，有关运输要求应提交运输部门执行。

变压器高压侧用架空线与 500kV 配电装置进线套管相联，低压侧用相分离母线与发电机引线相联。

主变安装应以发电机中心线为基准，误差不得超过标准，否则相分离母线并装焊接会造成困难。

相分离母线的焊接应有经培训考试合格的焊工进行，使用专用焊机，焊丝由制造厂配套提供，包括培训焊丝。

主变运至现场，应根据清单进行清点验收，附件要妥善保管，对充氮运输的主变本体，应定期检查氮压，不得小于 0.02MPa (0.2kgf/cm<sup>2</sup>)。

主变供货本体的大盖法兰在制造厂已焊死，现场不要求吊罩检查，但要打开人孔门，进入变压器内部检查，拆除因运输对分接开关的临时支撑物，开人孔门进入本体检查工作要在晴天进行，相对湿度不低于 75% 时间不超过 12h，否则应暂时停止工作，关闭人孔门，抽真空或注油保管。对 500kV 变压器的油处理要求较高除一般常规要求外，应测定油中的微水含量及含气量，在安装过程中要增加一次注油工作，即注合格油排氮，目的是使长期置于氮压下的变压器线圈进行绝缘浸渍，以提高其在空气中的绝缘水平(该次注油时不必抽真空)在器身内部工作全部结束，真空注油后还应进行热油循环，循环时油温、油速、时间都应按制造厂规定，因此安装前施工人员要认真学习安装要领和技术标准，并编写施工措施，特别重点是对 500kV 等级的新要求新规定，因为，油务及密封问题是安装质量的关键。

在施工时除常用的工器具外，应备有变压器油微水分析仪和含气量分析仪。

#### 4. 电缆排管及电缆敷设

电缆排管采用 6" 塑料管, 粘结连接, 因此在对接时应注意粘结剂不得进入塑料管内, 由于塑料管的强度差, 对支撑的间距和夹具设计有特别要求, 应遵照执行, 并距一般为 30~40m, 而且敷设时为防止塑料电缆与塑料管之间的磨擦, 每根管子要加入 5kg 的润滑剂, 加润滑剂后只能采用机械拖拉, 若用人力拉, 需要克服润滑剂的污染问题。

#### 5. 主厂房阴极保护及部分接地

阴极保护装置是在锌棒四周用皂土 60%、石膏 30%、亚硝酸钠 10% 的比例配制混合后的填料围好, 外用布袋组成一体。

阴极保护埋入后顶端离钢管桩上平面为 500mm, 洞深 1.8m, 布袋放入时注意锌棒不应露出填料, 布袋放好后四周用土填好夯实, 引出线与附近钢结构连接应牢固, 焊接要求应符合规范要求, 引出线连接后用漆涂刷, 外露地面部分用混凝土覆盖盖保护好。

接地干线之间、接地干线与分支线、接地干线和分支线与接地极的连接均采用外方提供的发热熔接法连接, 具体做法按制造厂说明书要求进行。

#### (四) 热工施工方案

(1) 美方提供的 2×600MW 燃烧机组热控部分新设备多, 工艺复杂, 自动化水平高, 特别是控制系统采用了微处理机为基础的分级分散子回路直接数字式控制结构, 再加上专业施工工期较短高峰集中, 因此给技术准备和施工组织都带来了新的课题, 在施工之前要求作好准备工作, 有目的有针对性地在工人中举办技术培训班, 熟悉美方工艺过程技术规范验收标准, 在施工高潮到来之际, 要合理安排人力物力, 必要时打破班组界限横向支援。

(2) 热控电缆敷设槽架安装管线敷设取样装置及执行机构工作量大, 要看现场条件, 见缝插针, 主动创造条件, 争取在施工高峰到来前完成 50% 的工作量, 各班工作量划分界限应明确, 避免出现无人管的空白地带, 在强调按美方工艺要求进行施工的同时, 试对一些关键项目的施工, 例如, 电缆敷设微机安装调试等应结合具体情况制定补充施工措施, 同时还要协助局调试所作好机组的整套试运工作。

#### (3) 施工阶段总要求:

1) 进行科学管理, 采用统筹法严密组织工作, 加强各部门和各工地、工种之间的协调配合, 合理调配劳动力, 同时在施工中进一步推行以承包为中心的经济责任制, 进一步调动广大职工的积极性加速工程进展。

2) 做好施工阶段的技术图纸, 资料的供应和管理, 熟悉图纸、资料、吃透设计意图, 编制切合现场实际的施工工艺卡和相应图表。

3) 在作好技术资料管理工作的同时, 对于今后在施工中发生的由于设计和制造原因须进行修改的施工项目, 应制订相应的管理办法和管理程序。

4) 充分发挥思想工作, 行政手段及经济杠杆的作用, 在推行各项经济承包责任制的同时完善各项管理工作, 在电厂工程施工中, 力求以精干的人力, 在尽可能短的工期内完成安装任务, 以获得较高的经济效益。

(4) 为了确保施工质量以及施工能顺利进行, 详细编制热控技术措施目录如下:

- 1) N-90 微机全厂分散式控制系统技术措施;
- 2) 计算机和其它控制装置的接地施工措施;
- 3) 全炉膛安全监控自动装置安装调整措施;
- 4) 气动执行机构调试措施;

- 5) 轴向位移, 相对膨胀安装调试措施;
- 6) 计算机及控制盘安装技术措施;
- 7) 缸壁、管壁温度元件安装技术措施 (包括校验);
- 8) 热控安装质量验收等级评定标准。

#### 四、现场施工人员及劳动力曲线

##### 1. 现场施工人员人数

现场安装全员人数为:

$$N = \frac{PWK}{DM} = \frac{12 \times 10^3 \times 2.05 \times 1.3}{300 \times 3.08} = 3564 \text{ 人 (} W=2.05 \text{ 工日/kW)}$$

现场安装生产工人数 =  $3564 \times 80\% = 2851$  人

根据定员试行标准规定, 各专业可增加配备普工 1%, 这样现场实际施工人数为  $2851 \times 1.1 = 3136$  人

##### 2. 主要工种分布

主要工种人数见表 2-3-12。

表 2-3-12

工 种	所需人数	定员比例	现有人数
锅炉安装工	316	13.3%	121
锅炉保温工	112	4.7%	57
锅炉辅机工	72	3.0%	39
汽机安装工	165	6.9%	100
汽机管道工	130	5.5%	46
电气安装工	175	7.4%	99
仪表安装工	107	4.5%	38
铆 工	75	3.2%	46
电 焊 工	256	10.8%	171
气 焊 工	50	2.1%	32
起 重 工	185	7.8%	99
操 作 工	65	2.7%	61
竹 工	85	3.6%	55
油 漆 工	66	2.7%	37
电 工	48	2.0%	56
驾 驶 员	42	1.8%	22
钳 工	30	1.3%	35
内 修 工	15	0.6%	17
金属试验	32	1.3%	18
电气试验工	28	1.2%	16
热工校验	28	1.2%	9
辅 助 工	290	12.2%	113
合 计	2378	100%	1288

以上人数指标为高峰平均人数, 按导则规定施工高峰期占总工期的 1/3, 即 12.3 个月。

## 五、质量、技术、安全措施

### (一) 质量管理

#### 1. 目标

- |                      |      |
|----------------------|------|
| (1) 单位工程质量合格率        | 100% |
| (2) 单位工程质量优良率        | ≥95% |
| (3) 单位工程优良率          | ≥90% |
| (4) 安装受监焊口的外表成形一次合格率 | ≥95% |
| (5) 安装受监焊口的探伤拍片一次合格率 | ≥95% |

(6) 确保锅炉水压、电气受电，锅炉酸洗、汽机扣盖、点火冲管冲转并网，72h 整套满负荷试运行一次成功。

#### 2. 目标分解

消灭安装施工中的水、汽、气、烟、风、油、煤、灰系统的跑冒滴漏现象。

锅炉本体无堵管爆管。电除尘安装调试一次成功，除尘效率达设计值要求。锅炉辅机试运行一次成功。汽轮发电机满负荷时，轴承三向振动值 $\leq 0.03\text{mm}$ 。汽轮机油系统清洁度达到标准要求。汽轮机调速系统达到动作平稳，灵活、无卡涩、突跳或晃动。汽机辅机试运行一次成功。复水器严密性试验无渗漏。

空气预热器密封装置调节性能良好。

热控自动调节系统投入项目符合设计要求。

电气厂用电受电一次成功。

主变、备变冲击试验一次成功。

发电机调试试验一次成功。

高压开关安装调试达标准要求。

电缆敷设做头接线整齐、正确、工艺精良。

#### 3. 措施

(1) 推行全面质量管理，建立全面质量管理委员会，开展目标方针管理，每月召开一次全面质量管理委员会会议，研究分析近期的施工质量和质量管理情况，并制定相应的方案措施。

(2) 健全和加强质量监督体系，技术保证体系和质量检验体系（见表 2-3-18、表 2-3-19）。根据工程特点，充实和增加三级验收管理网络，工地增设一名热工质量员、炉辅机质量员，质安科内增设一名焊接质量员。

(3) 制定各级各层质量工作岗位责任制，做到纵向到底，横向到边，克服重进度，轻质量的思想。

(4) 有领导、有计划地开展质量意识教育和技术培训，并进行考评，以提高各级技术人员和施工人员的质量意识和业务技术水平。

1) 进行全面质量管理教育，普及全面质量管理知识，教育对象为工地、科室部门领导干部，班组长以及从事技术、经营管理的人员。

2) 由总工领导组织九项技术管理制度和部颁规程规范，质量验收评定标准以及国外质量标准的学习与考试，对象为工地领导人、班组长、技术人员和生产骨干以及新进厂的大、中专学生。

3) 教科负责组织中级工技术业务培训考试,对象为各施工工地的初级工人员,以提高他们的技术素质。

4) 特殊工艺的工种人员必须经过技术培训考试合格后方可上岗,如电、火焊工、热处理工、探伤工、测量工、竹工等。

5) 对制定的新工艺、新技术开发项目,施工措施及质量验收标准,由各副总工程师主持组织有关工地专工,技术人员和施工班组人员进行学习。

(5) 继续加强质保体系,强化对施工质量的监督控制,加强对施工质量的中间检查,上道工序不合格,下道工序不得施工,对重要工序锅炉加热面组件吊装,汽机台板就位,四大管道的保温,覆水器灌水试验,锅炉钢架安装实行填写申请表制度,经质检部门确认,施工部门会签,总工批准方可进行下道工序施工。

(6) 制定三级验收项目划分表,做好一级自检、二、三级验收严肃把关签证。

(7) 每月结合质量通病及质量缺陷信息,制订质量工作计划,目标、措施和质量控制点。

(8) 组织开展计量检测工作,把计量检测用于工程质量管理 and 工艺过程检测中,做好质量验收依据的计量认证监督工作。

(9) 质量与经济责任制挂钩,实施“质量否决权”。无任务单,无自检、无施工技术记录、无验收签证及质量不合格,一律不予结算。

(10) 针对制定的质量目标和质量通病,开展群众性的QC小组活动,解决工艺质量通病,攻克技术难关,提高施工质量。

(11) 加强外包单位的质量管理,制定外包工程管理条例,纳入质量管理轨道,施工质量和兑付工程款挂钩,并留有一定的工程款待动态质量检验后方可全部结算。

(12) 建立金属、焊接、起重、压力容器、长度和计量等方面的专业监督机构,并制定监督条例贯彻执行。

(13) 建立质量例会制度,每月进行一次到二次的例会,研究商讨近阶段的施工质量问题 and 解决措施。

(14) 接受阶段性质量大检查和单项系统竣工前的质量大检查和检查出的质量问题制订整改措施,使施工质量达到标准要求。

(15) 组织各工地技术人员编制电厂工程各专业施工技术措施,措施中明确质量标准 and 要求,以施工技术措施指导施工。

(16) 制定质量上的奖罚制度,对于施工质量和质量管理上有突出成绩者,给予一定的奖励。质量工艺作风低劣,质量通病重复发生,违反规程规范,验评标准及国外标准要求等,则按质量二个百分之百的规定进行处罚。

(17) 掌握施工动态,认真做好质量信息反馈工作,并建立质量信息台帐,在下一个施工工程中进行PDCA循环,逐步提高施工质量。

#### 4. 施工质量检查验收依据

(1) 建设单位负责提供的外商(设计、制造)所规定的、且已译成中文的施工质量标准,是质量检查验收的正式依据,建设单位提供的外文质量标准文件和质量标准(技术标准)的编号仅供参考。

(2) 对外商未提供质量标准的项目,按我国现行标准(部颁标准或国标)执行。



(3) 难以实现外方规定的质量标准时,直接汇报承包单位,由承包单位组织施工单位和建设单位协商修订标准,且形成正式文件(必要时取得外商人员的确认)。

(4) 对于国内设计或供货部分,按我国现行标准(部颁规程规范质量验收评定标准),国际及设计院和制造厂提供的质量标准。

(5) 有效的设计文件、施工图纸和设计变更通知单(均为中文本)。

(6) 制造厂的设备图纸,安装说明书(要领书)等技术文件(均为中文本)。

(7) 外商派遣的SV人员的书面建议(中文本)。

## (二) 安全管理

### 1. 安全工作方针

以防为主、防管结合、专管与群管相结合,传统管理与系统管理相结合,加强预控预测,做到施工文明,无重大伤亡事故。

### 2. 管理目标

消灭重大伤亡事故,杜绝重大交通、机械、设备、火灾事故,减少重伤事故的发生。

杜绝高空坠落,高空落物和触电伤害事故;

力争事故频发率 $\leq 5\%$ ;

确保年事故频发率 $\leq 8\%$ 。

### 3. 保证体系

(1) 加强班组、工地及公司专职管理机构组成的三级安全管理网络,公司经理为公司第一安全员、工地主任为工地第一安全员,班长为班内第一安全员,组内设兼职安全员,质安科是公司安全职能机构负责公司的安全管理工作。

(2) 加强工地、科室部门安全监督岗监督网络,以加强对各工地科室安全职能监督,监督网络隶属质安科领导。

(3) 加强以工会为主的劳动保护监察网络,工地、班组设立劳动保护监察员,以贯彻执行和检查劳动保护实施计划和落实情况。

(4) 加强工地及公司专职消防网络,工地设立兼职消防员,公司设置专职消防室机构,负责公司的消防管理工作。

### 4. 保证措施

(1) 有领导地开展“安全百日赛”活动和“安全月”活动,并由质安部门定期组织检查评分,对检查出的问题及时通知整改。

(2) 认真贯彻“五同时”,在计划、布置、检查、总结、评比生产任务的同时,计划、布置、检查、总结、评比安全工作。

1) 每月安排施工计划的同时,针对施工计划安排安全工作计划制定安全方针,目标、措施以及安全控制重点,并落实具体人员对口。

2) 每周在调度会上调度施工任务的同时,总结上周安全工作情况,并布置本周的安全工作计划。

3) 每月召开总结生产任务的同时,总结上月的安全工作并布置落实本月的安全工作措施。

(3) 根据工程进展情况和时令季节情况,组织进行施工阶段性安全大检查及季节性安全大检查,对不安全情况,限期整改,落实到部门和落实人员。

(4) 对重要施工点项目推行安全岗哨责任制, 关心施工动态, 加强安全巡回检查, 服务到现场, 深入施工第一线, 履行职守, 开展安全宣传和教育, 对违规违制人员采取一查、二帮、三劝、四罚的办法。

(5) 严字当头, 对事故苗子实行三个百分之百的实施规定, 百分之百地登记, 百分之百的上报, 百分之百加以消除, 形成人人遵守规章制度的风气, 开创良好的安全施工环境。

(6) 安全施工要做到标准化, 即高空作业标准化, 临时施工用电标准化, 脚手架搭设标准化, 空洞盖板、临时防护设施标准化, 电焊机集中布置, 安全标志标准化。

(7) 对新进职工按规定进行三级安全教育, 建立安全教育室, 进行电化教育, 以提高他们的安全施工意识和安全施工知识, 每年结合专业进行一次安全知识的考核。

(8) 用安全系统工程 TSC 的全面管理方法, 分析预测工程中施工阶段事故因素, 对施工过程中的安全状态做到心中有数, 提出安全工作改进措施, 针对重点工程运用安全检查表和 FTA 事故树逻辑分析法, 从而有效地避免一些事故的发生。

(9) 对外包单位进行资格审查, 凡经资格审查合格的外包队伍, 在安全上纳入公司的安全管理轨道上来, 每月召开一次外包队伍安全会议, 布置安排及检查安全工作, 并针对施工情况提出安全工作要求。

(10) 贯彻与经济挂钩的安全工作责任制, 做到纵向到底, 横向到边安全工作人人有责。

(11) 在启动试转阶段, 落实启动试转组织机构, 严格执行电厂电气工作票, 热力机械设备工作票和停复役申请单制度。

(12) 严格贯彻执行事故“三不放过”的原则, 即事故原因不清不放过, 群众和责任者没有受到教育不放过, 没有防范措施不放过, 对事故及时上报和组织调查分析处理, 避免事故的重复性发生。

### (三) 物资管理

#### 1. 物资管理内容

(1) 引进成套设备部分: 从国外引进, 订购的二台 60 万 kW 机组安装部分全部成套设备, 设备性材料、安装配件、配套成品与半成品, 专用工器具及现场制作的素材等——属设备管理部分。

(2) 国内材料部分: 不属成套供应的消耗性材料, 工器具、临建材料、施工临时用材料, 机械配件、机械用油及国内供应的工程保温材料, 设备润滑油等——属国内材料管理部分。

(3) 加工件: 成套供应原材料, 由公司承担加工制作的安装非标设备, 管道、管件及外商委托代办的加工制作件——属加工件管理部分。

(4) 属于以上三部分的设备、材料、加工件的全部计划管理, 仓储管理及物资的发放、统计、总结核销工作。

#### 2. 国内材料、加工件管理

(1) 国内供应的保温材料, 依据设计要求进行比质比价, 选择最佳供应单位, 保质、保量, 按期满足工程需要。

(2) 施工用料和临建用材料, 本着充分利用原电厂剩余的料, 降低物耗, 节约成本的原则, 确保工程前期准备工作的顺利进行。

(3) 安装用的消耗性材料, 工器具及氧乙炔、氩气和设备润滑油 (国内供应部分), 必

须以计划、预算为依据，有计划的采购、供应和发放。

(4) 国内加工件，特别是现场制作件，重点做好计划委托成本核算入库验收和领用等全过程管理，完善公司内部加工的整套管理手段。

(5) 国内材料加工件分设：

1) 材料计划员二名，加工计划员一名，管理员一名。

2) 金属材料仓库（附 3t 龙门吊一台）。

合金、机配仓库（附国内焊条仓库）。

电料、工具仓库。

大堆、保温材料仓库。

危险品（油类）仓库。

氧乙炔库（站）。

3. 设备管理

(1) 分工：

1) 港口、车站接货、办理市内运物与现场设备管理交接与设备部对口联系，由承包单位物供处负责。

2) 仓库接货，开箱验收，设备保管和发放及计划管理，帐务处理，基础统计报表由施工单位负责。

(2) 内容：

1) 设备到货预报——专业计划员负责。

2) 设备理货与接货——设备接运员负责超重、操作配合。

3) 设备入库、开箱检验与发放——计划员布置，仓库保管员执行。

4) 设备计划管理及台帐建立——专业计划员负责。

5) 设备动态信息反馈——设备计划员及统计员负责。

6) 设备统计报表，微机应用——统计员负责。

(3) 组织形式：

1) 计划组设：设备总计划员一名

锅炉、汽机、电气专业计划员三名

设备核领、开单人员二~三名

设备统计员一名

2) 仓储组设：锅炉设备仓库 保管员七~八名

汽机设备仓库 保管员四名

电气设备仓库 保管员 三名

电缆 仓库 保管员二名

焊接材料仓库 保管员一名

保温材料仓库 保管员二名

危险品材料仓库 保管员一名（与国内仓库兼）

3) 运输组设：设备接运员二名

起重操作班，人数按机具核定

综合班（辅助劳动力）五十~六十人（二十五名正式合同工，其余浮动）。

4) 其它安全、警卫人员由施工单位统一安排。

5) 各专业工地设设备员一名, 负责专业对口、申请、核领设备。设备管理在材料设备科主管科长直接领导, 专业设备计划员具体指挥、布置, 从计划管理到仓库开箱、保管与设备发放为止, 实行计划、限额、控制一条龙方式进行, 专业业务服从专业计划员指挥。

(4) 前期准备:

1) 落实人员。

2) 督促配合仓库堆场的建造。

3) 制定内部设备管理实施办法和规定。

4) 设计设备管理用的台帐、帐册、表式、并落实印刷工作。

5) 编写设备运输保管要领书, 于日常运输、开箱、保管工作中实施, 并作为与外商交涉的依据。

6) 制订各岗位经济责任制, 便于对各岗位工作的考核。

7) 组织专业培训, 学习设备管理办法, 保管要领及各种表式, 台帐的应用与流程。

(5) 仓库与堆场设施 (由承包单位落实):

1) 室内设备仓库六幢 (其中一幢配备 5t 行车一辆)。

2) 恒温库 6909m<sup>2</sup> 及焊条库一幢 (配备 12000 大卡空调机四台, 去湿机三台), 面积为 528m<sup>2</sup>。

3) 保温材料仓库一幢 (双垮), 面积为 1152m<sup>2</sup>。

4) 危险品仓库一幢, 面积为 800m<sup>2</sup>。

5) 第一设备堆场 12100m<sup>2</sup> (配备 40t 龙门吊一台)。

6) 电缆堆场 8250m<sup>2</sup> (配备 10t 龙门吊一台)。

7) 第二设备堆场 ~42000m<sup>2</sup> (配备 30t 或 40t 龙门吊共四台)。

8) 原厂设备堆场利用 ~7000m<sup>2</sup> (配备 10t 龙门吊一台)。

(6) 安全消防:

1) 根据有关规定, 修订仓库防火安全制度。

2) 设立专职安全员全面负责仓库、堆场的防火、安全监督和检查 (由质安科指派)。

3) 对各仓库区域的防火安全工作实行划区包干, 列入岗位考核内容中去。

4) 由保卫科设立专职警卫与承包单位警卫联合负责仓库区域的保卫工作。

4. 物资的经济管理与现场管理

(1) 加强经济核算, 合理安排设备的转运、开箱工作, 节约设备管理开支, 做好各种包装物和废的材料回收工作, 为公司增加收益。

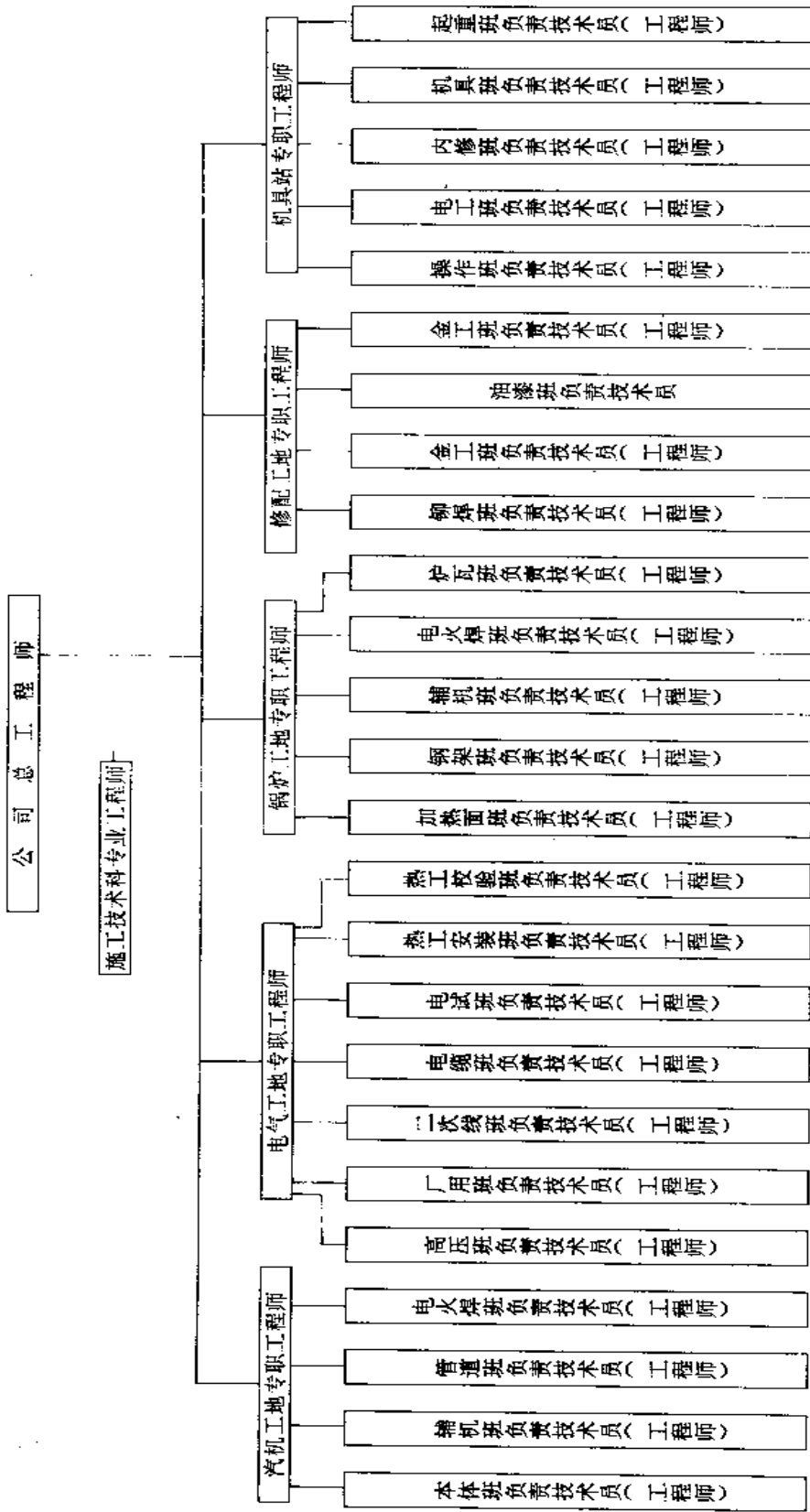
(2) 严格和完善限额领料制度, 控制设备、材料出库量、减少现场剩余物资。

(3) 加强现场材料管理监督小组力量, 及时回收剩余物资, 把物资的节约、设备保管费用的节约与各有关方面和人员的奖励结合起来, 提高全员的经济核算思想。

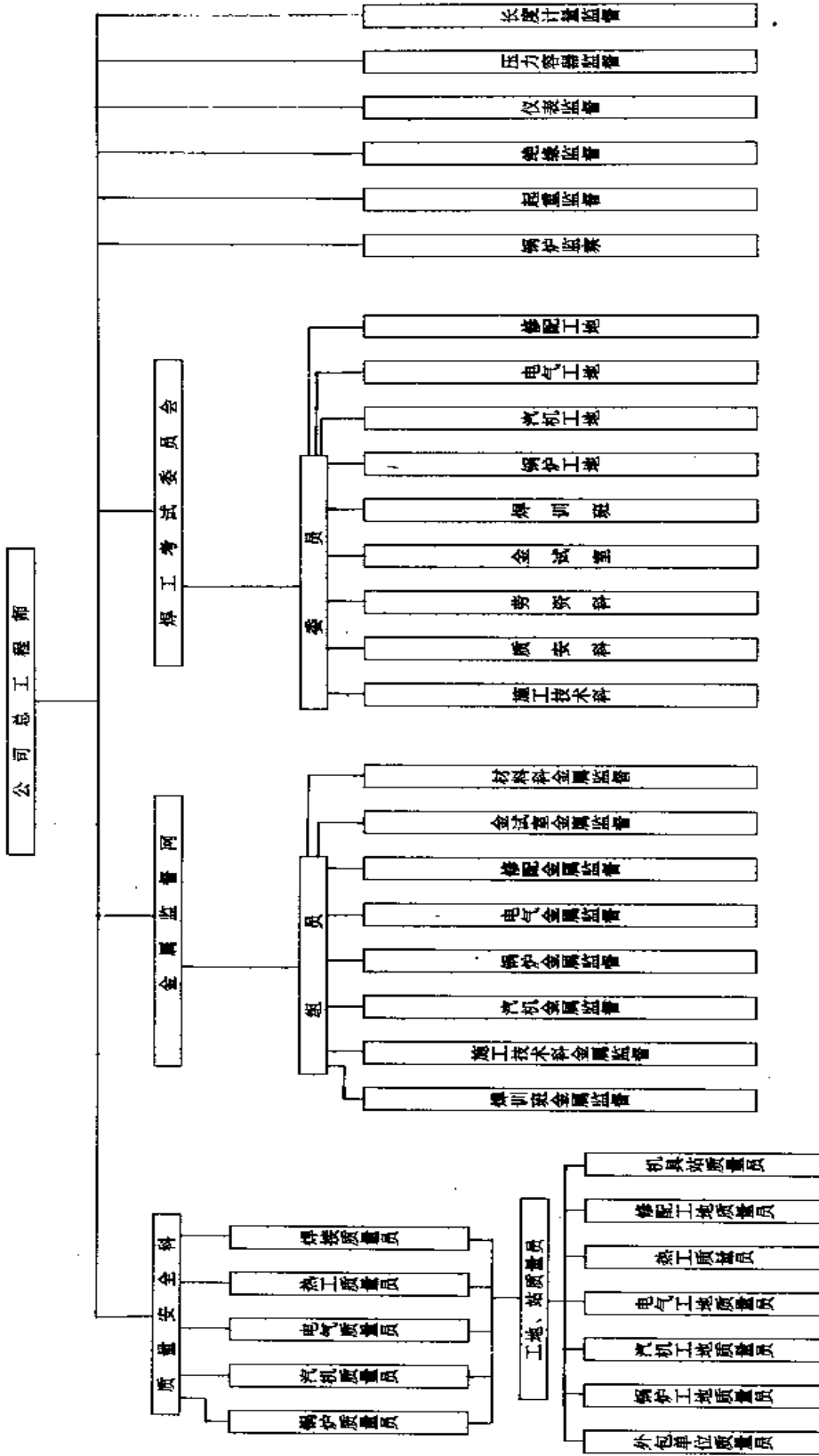
(4) 工程竣工后, 及时做好国内材料的核销和引进设备材料的回收入库, 清点工作, 为工程总结和富余设备材料分成作好充分准备。

(5) 推广微机应用, 正确反映设备动态, 实施材料成本核算, 做好材料节约的基础资料积累和统计报表的管理。

技术责任制保证体系如下:



质量监督及质量检验保证体系如下：



## 六、新技术的开发与应用

### (一) 新技术的开发与应用

#### 1. 汽机专业新技术应用

(1) 汽轮机采用三支点轴承，因此针对该设备特点，各转子靠背轮找中心的方法要求和目前国内常用四支点找中心方法将有所不同。

(2) BBC 汽机油系统不采用双层套装式油管，而采用焊接式油管道，因此在油冲洗的工艺将有新的措施。

(3) 为适应超临界机组的蒸汽参数，主蒸汽、再热、高压给水等主管道的材质和管壁厚度将有明显的变化，因此焊接、热处理、无损探伤的技术要求和施工工艺也会有新的要求。

(4) 复水器的管板为复合的钛板、管板和钛管间除了胀口连接外还要进行焊接，钛管与复合钛板的焊接尚属首次，因此必须进行重新培训来满足工艺的需要。

(5) 发电机采用高氢压 (0.46MPa) 运行，为防止运行过程中的漏氢对密封瓦的安装必须进行新的研究和探索。

(6) BBC 汽轮机的垫铁和基础底脚螺丝的设计也有其独特的风格，必须有新的工艺方法来满足设计的要求。

#### 2. 锅炉专业新技术应用

(1) 焊接。超临界直流锅炉是目前世界上比较先进的设备，受压部件的材质有部分采用耐热不锈钢，现场高空焊口又比较多，因此锅炉的焊接技术将是一项新的技术，直接关系到电站的安装质量。

1) 选择合适的小口径焊口组件，部分适用技术革新的小口径全位置自动焊机来进行焊接。

2) 进口 30 台高频引弧的 TTC 焊机，准备采用相应的工艺来提高焊接的质量水平。

3) 在现有直流焊机上推广运用 AX-320 直流弧焊机器功能电子调节器，以减轻操作工人的劳动强度，并提高焊接质量。

4) 选择适当的大口径厚壁管部分应用大口径厚壁管窄间隙 MIG (溶化极) 全位置自动焊。

5) 在小口径管的热处理工艺上部分应用远红外线加热器，既能节约能源，又安全可靠保证了热处理的质量。

#### (2) 吊装：

1) 选用了自攀式 50t, 1350t—M 的吊车来代替炉顶吊车。

2) 螺旋管圈、省煤器和空气预热器在同一垂直位置上、管片与集箱高空焊接等等都与以前装过的国内、国外锅炉不同，因此必然带来吊装顺序的新的技术，有待进一步研究。

#### 3. 电气专业新技术的应用

(1) 500kV 全封闭 SF<sub>6</sub> 户内式 GIS 配电装置。

1) 这次选用的是法国产品，对制造厂的设备在现场组装要有一个安装流程图，对设备结构、各单元的接口，以及现场的密封装置 SF<sub>6</sub> 和相应的试验设备、试验项目等施工方法都要有新的认识。

2) 500kV 设备的继电保护：采用晶体管保护对 500kV 保护的设置按双重化配置，即配

置两套具有不同工作原理完全独立的快速主保护装置，主保护装置具有后备保护性能。

主接线采用  $1\frac{1}{2}$  开关接线，对重合闸方式选择先重合闸开关的专用电路等都要有新的熟悉过程，调试有新的相应措施。

(2) 主变压器：因为是 500kV 电压，对变压器油的管理要求更高，油的微水量及含气量测量要符合标准，所以要熟练并正确使用这些仪器。这次主变还装有气体分析连续记录装置。

(3) 厂用开关：6kV、400V 开关根据初设全部选用真空开关，真空开关在其它行业中特别是炼钢、矿山等地已较普遍应用，发电厂使用较少。因此要熟悉开关结构、工艺要求，对真空变的检查等方法，要有一个认识、熟悉过程，在安装中，有相当一部要转入现场依靠表计来检查质量调整试验的内容。

(4) 电缆敷设：如前所述要在电缆敷设中采用机械化施工，达到既快又好，不损伤电缆外护层，克服塑料管与塑料电缆外护层的磨擦等是一次新的施工技术。

#### (5) 封闭母线焊接

至母线及分支母线都采用离相封闭母线，外径  $\phi 1.5\text{m}$ ，由于工作量大，为确保质量要选用进口的 MIG 自动焊机，所以对焊机的性能及焊丝的性能要事先掌握，在焊接中如何保证质量，如何防止焊丝轧牢，焊枪的角度等，都要经过培训，考试后才能正确使用。

#### 4. 热控专业新技术应用

(1) 焊接：2×600MW 机组配超临界直流锅炉是目前世界上比较先进的设备，受压部件的材质有部分采用耐热不锈钢，为此热控取样装置和开设测点无论在材质和焊接要求均应与锅炉的设备受压部件的材料一样，因此热控导压管道的焊接技术将是一项新的技术，直接关系到电站安装的质量。

(2) 热控自动化：2×600MW 超临界机组引进的设备，微机分散控制系统及数据采集系统占主要的地位，其它仪控设备与微机接口以及相应的附件要了解。

(3) 使用微机分散系统，外方制造厂提供预制电缆，再加仪控设备是由两家提供的，故一家制造厂只负责自己的设备上专用电缆插头制作，另一头就不管了。至于专用电缆中间接口由安装单位来完成。加装中间端子箱，要考虑到电缆如何走向，如何排列调齐，以及屏蔽等问题，并且图纸也相应增加，因此要对图纸分类归口、熟悉，正确使用。

#### (二) 新技术培训计划

初步拟定的培训内容有：

##### 1. 焊接及热处理培训

- (1) 特种金属焊接热处理培训。
- (2) 小口径全位置自动焊及远红外热处理培训。
- (3) 高压厚型管道焊接热处理培训。
- (4) 大口径厚型管窄间隙 MIG 全位置自动焊培训。
- (5) 钛管—复合钛板密封焊接培训。
- (6) 相分离母线有色金属焊接培训。

##### 2. 新设备、新工艺培训

- (1) 超临界锅炉安装工的技术培训。



(2) BBC 反动式汽轮机安装工艺培训。

(3) 500kV GIS 安装工艺培训。

(4) 真空开关安装工艺培训。

(5) 热工自动化表计调试培训。

(6) 计算机专业培训。

(7) 各施工专业工艺培训，重点是美方工艺要求，质量标准验收、规范等切合实际的内容。

### 3. 设计图纸、看图培训

(1) 二次接线图的新的出图方式的看图培训。

(2) 热控系统图内新的符号出图方式的看图以及美方标准功能、符号的培训。

## 七、施工总平面图 (见图 2-3-2)

### (一) 施工场地面积

#### 1. 原有场地保留利用面积 (见表 2-3-13)

表 2-3-13

序	区域名称	布置内容	面积 (m <sup>2</sup> )
1	A <sub>6</sub>	锅炉组合堆场	8580
2	A <sub>7</sub>	铆焊制作平台	8958
3	A <sub>8</sub>	氧、乙炔库站	2128
4	A <sub>9</sub>	修配工地工具间	2000
5	A <sub>14</sub>	汽机电气工具间	12000
6	B <sub>2</sub>	机械化站	2750
7	A <sub>12</sub>	钢铁堆场	3000
	合计		39416

注：生活区保留利用面积，B<sub>2</sub>区 23633m<sup>2</sup>。

#### 2. 生产临建和生活临建面积

电厂生产临建是在原厂临建基础上对拆迁部分重建，再加上适当的增加部分之总和。

(1) 生产临建面积：合计 12338m<sup>2</sup>。

(2) 仓库临建面积：合计 6835m<sup>2</sup>。

### (二) 力能供应系统

#### 1. 水

水源采用深水井以供生活及现场用水，水管采用  $\phi 159\text{mm}$  管。

#### 2. 电

新建一个二级高压配电站，通过配电站以二路 10kV 线路环路向现场供电。

#### 3. O<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、Ar 气

原 O<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、Ar 气库可保留使用，气管网作局部拆除隔绝后可继续使用。新建 O<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 库。

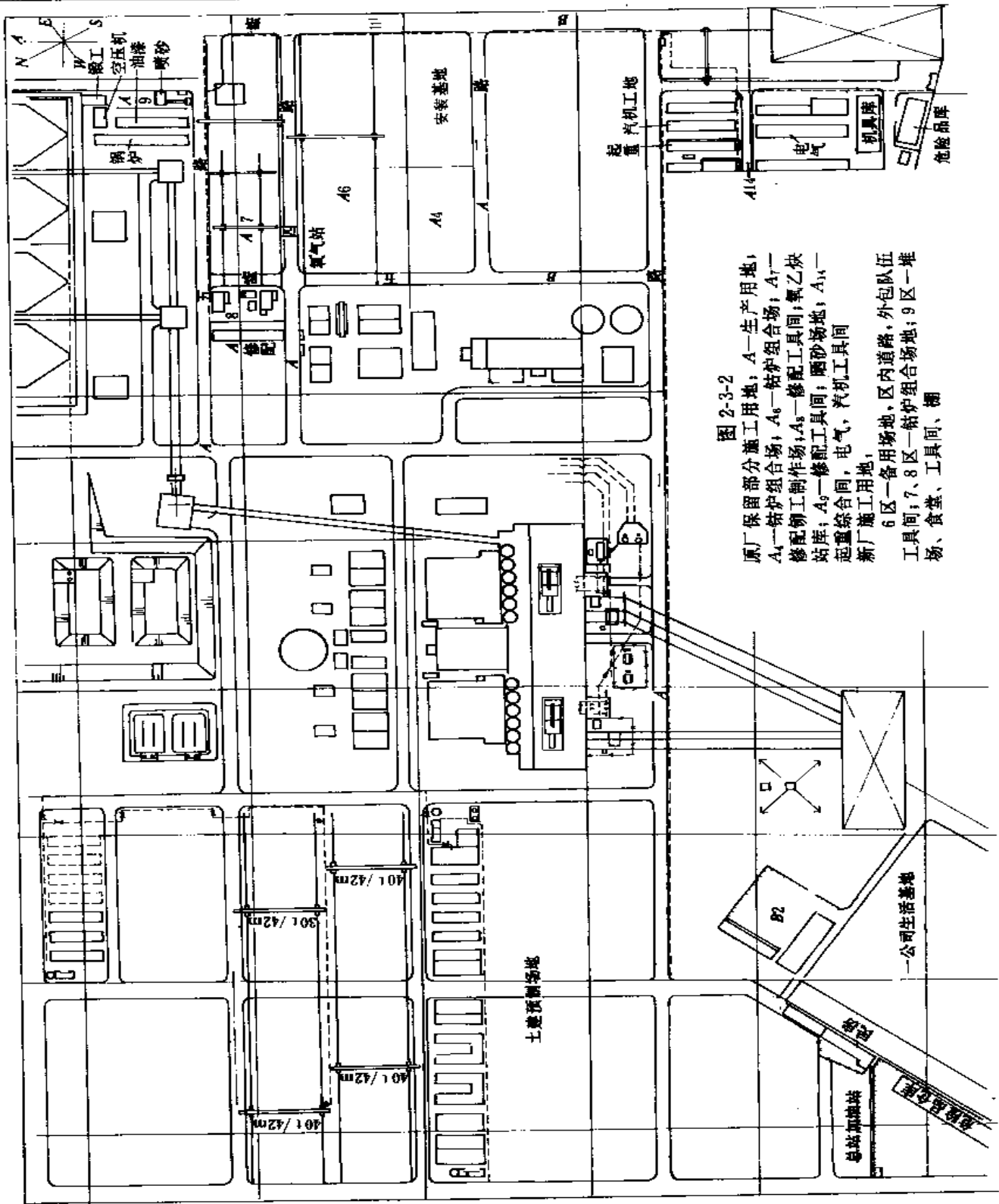


图 2-3-2

原厂保留部分施工用地；A—生产用地；  
 A<sub>1</sub>—锅炉组合场；A<sub>2</sub>—检修组合场；A<sub>3</sub>—  
 检修制作场；A<sub>4</sub>—检修工具间；氧乙炔  
 站库；A<sub>5</sub>—检修工具间；晒砂场地；A<sub>6</sub>—  
 起重综合间，电气，汽机工具间  
 新厂施工用地；  
 6区—备用场地，区内道路，外包队伍  
 工具间；7、8区—锅炉组合场地；9区—堆  
 场、食堂、工具间、棚