

## 十二、南京扬子乙烯装置 150m 脱硫塔内筒安装 施工组织设计

### (一)工程简介

南京扬子石油化工公司乙烯工程 150m 脱硫烟囱为筒中筒结构。该项目从日本引进。其功能：一是排放锅炉烟气；二是回收烟气中的  $\text{SO}_2$ ，使排放烟气达到国家三废标准，每小时可从烟气中回收 21t 稀硫酸。

外筒为钢筋混凝土结构，滑模施工，高度为 147.5m，标高  $\pm 0.000\text{m}$  处外径为 13m，壁厚 500mm；标高 147.5m 处外径为 7.4m，壁厚 300mm。烟囱变坡坡度为：标高 28.500m 以下坡度为 4.5%；标高 28.500~124.500m 坡度为 2%；标高 124.500m 以上坡度为 0%。

钢内筒高 150m，内径 4.5m，A3 钢。筒底座安装在  $+0.300\text{m}$  混凝土基底上。钢筒壁厚：标高 15.000m 以下为 14mm；标高 15.000~57.000m 为 12mm；标高 57.000~102.000m 为 10mm；标高 102.000m 以上为 8mm。钢筒外每 1.8m 设有珍珠岩保温块支承环。钢筒内喷涂日本产 STR-100X 耐酸胶泥。

混凝土筒内设有八层钢平台。标高分别为 5.920m；28.500m；57.000m；79.500m；102.000m；124.500m；140.000m，146.500m。除 146.500m 平台为钢骨架现浇混凝土外，其余均为钢骨架上铺花纹钢板。每层钢平台均设有四个钢筒稳定支撑，以满足钢筒热胀冷缩的需要。

钢筋混凝土筒内壁各层平台间有附着式直爬梯。146.500m 以上配有不锈钢直爬梯通往筒顶。146.500m 以上保温层外包不锈钢罩。混凝土筒外壁在 79.500m，124.500m，140.000m 设有信号灯平台。各层平台间及 140.000m 平台至筒顶均设有附着式直爬梯。

### (二)总体方案

混凝土筒为滑模施工，外爬梯及信号平台在滑模过程中安装。

混凝土筒内钢平台及直爬梯安装工程，在滑模结束后，滑模平台拆除前完成。有效地利用混凝土强度增长的时间，又可利用滑模平台及吊笼，并配以环形吊篮进行安装作业。

混凝土筒内钢平台及直爬梯安装完后，整体拆除滑模平台，设置钢内筒安装用主吊点。

用“双倒法”工艺安装钢内筒。为了保证工艺的实施，在制作场事先将钢内筒做成 3.6m 或 3.2m 高的单筒，并施工完钢筒内外所有附件。

### (三)施工准备

#### 1. 技术准备

(1)设计钢内筒制作工艺；

- (2)设计钢内筒运输安装工艺;
- (3)设计钢平台、内爬梯等安装工艺;
- (4)编制施工组织设计;
- (5)专业人员、电焊工、铆工、起重工等技术培训;
- (6)工人、干部学习有关规范及标准;
- (7)探伤人员培训。焊接工艺评定。

## 2. 机具准备

因此次任务是远征(唐山—南京),凡进点机械在调运前一律做一次二级保养。

## 3. 现场准备

### (1)制作场地准备。

1)因南京雨季较长,施工期3~7月,正值雨季,场地土壤又系粘土质,故制作场均需铺10cm厚碎石。面积 $4500\text{m}^2=50\text{m}\times 90\text{m}$ 。主要道路30cm厚毛石上铺碎石找平,泥结。

2)搭设一座 $10\text{m}\times 20\text{m}$ 及 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 钢平台各一座。用道木垫底并找平。上放I20或38kg重轨。再铺 $\delta 16\sim 18\text{mm}$ 平台钢板。平面位置见图2.3.12(1)。

3)搭设工具棚及设备房、材料库、油漆库、工具间、工地办公室、休息室等设施。

4)接通上下水及施工电源。电源以200kVA变压器专线供电,电源总控制采用DW10-400型手柄操作自动开关。

### (2)安装现场准备。

1)以烟囱座标中心为圆心,30m半径范围内为安装作业区。卷扬机房、半成品堆放场的界区见图2.3.12(2)。场地处理按3(1)1)的做法。

2)施工期间,界区应设示警标志,并派出执勤人员。

3)铺设37.5m长轨道,通过烟囱洞口直至钢筒基础。轨道每边均为两根中轨或重轨同用,以便于特制台车运输钢筒就位。

4)在烟囱洞口上方安装一副10t级人字杆,以便钢筒组对接长,装上台车。

5)准备好施工脚手,用型钢做成工具式脚手。

6)各作业点安装有线电话,选用8门选呼电源。

7)按要求埋好导向滑车地锚及卷扬机地锚,并安装好卷扬机。

8)搭设临时工棚及机房。

9)按设计接通上下水及施工电源。

### (3)生活临建。

按总体规划。因施工期短,原则上以租为主,不新建。

## 4. 宣传及其他(略)

## (四)准备工作一览表(略)

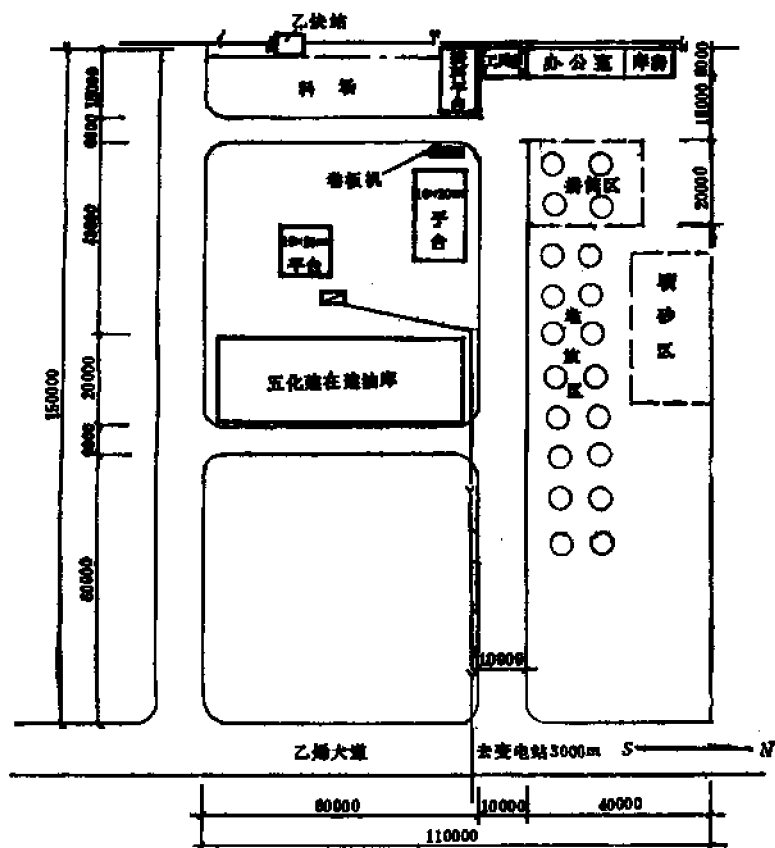


图 2.3.12(1) 制作场地平面布置

### (五) 钢构件制作

#### 1. 执行通则

(1) 钢构件制作的工艺流程必须遵守: 放样→下料→零部件校正→成型组对→焊接→残余变形校正→自检→处理→自检→互检→专检→防腐→自检→专检→堆放(半成品, 成品保管)的程序。

(2) 放样必须按照施工图给定的形式尺寸, 放出 1:1 大样, 或制作样板, 或配做相应的胎具。上述工作完成后, 必须经施工员或质检员的认可后才许用于施工。样板上必须注明图号、零件名称、材料材质、数量, 并根据不同的加工手段预留下足够的加工余量。

(3) 大型板材配料下料时, 必须控制几何尺寸、边长和对角线。多件组成的工件, 必须考

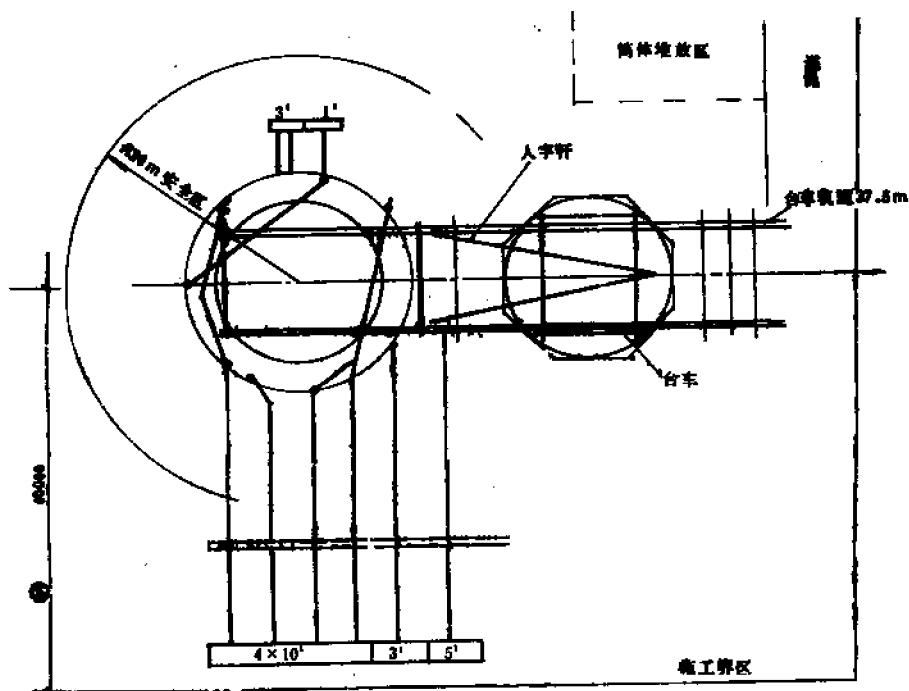


图 2.3.12(2) 安装现场平面图

考虑累计误差。

(4) 对构件的基层处理采用喷砂的办法。喷砂后要露出金属本色,保证漆膜与基层的粘结度。油漆与稀料的使用要按规定比例、计量准确。防腐工作在地面完成,焊口预留 200mm,待安装后再补做,并普做一次面漆。

(5) 钢构件堆放场务必平整。工件必须用道木支承。堆放场不得有污物和积水。堆放要稳妥,防止滑移。

(6) 构件要编号,用醒目色调油漆书写。对安装线和定位线须打上冲印。注明构件名称、标高、位置坐标,以便查对。

(7) 国产 A3 钢及日本进口结构低碳钢均用 T422 焊条。

## 2. 钢平台制作

(1) 因滑模施工混凝土筒体时会产生一定尺寸误差,预埋件的实际位置与设计位置亦有一定出入,所以,所有钢平台的钢梁在下料时必须考虑 50~100mm 的安装加工量,在安装时按实修整。与筒壁接触的平台板参照上述办法处理。

(2) 所有钢梁上的安装孔应与节点板的安装孔一次配钻。

(3) 钢平台上的花纹钢板的拼接尽可能安排在梁中心线上,使焊接操作减少悬挂作业和仰焊工作量。如材料不能满足时,可在地面事先拼成单件用量的整块。

## 3. 不锈钢罩的制作

不锈钢罩制作时,按供料几何尺寸,在不浪费原材料的基础上,做成单件,高空组拼焊接。焊条采用甲方专供的不锈钢电焊条。

#### 4. 钢内筒制作

(1)制筒用的钢材用自动气割切边整形。以单张钢板自然宽度,在平台上按筒体展开尺寸拼足长度,用自动气割割制坡口,坡口为 $45^{\circ}$ 。拼好的板要保证几何尺寸的准确(边长及对角线),使卷制的筒体成为标准的圆柱体。

(2)将拼好的板送入卷板机上成型,封口并滚圆。其弧度用弧形样板检验。

(3)将1.6m或1.8m高的单节筒,每二节或三节接成一组,其高度为3.6m或4.8m。组拼时,纵向焊缝错位应不小于500mm,接口用钢楔调平。筒壁素线保证为直线,接口间隙3mm。筒体接长采用立拼法。拼好的筒体经检验合格后,标上分段记号。

(4)钢筒焊缝要按设计要求和焊接工艺施焊(焊接工艺另发)。焊缝质量应达到:超声波探伤为JB1152-81标准的二级;X射线探伤为GB3323-82中的三级方为合格。

(5)在钢筒外壁安装支承环和稳定环;在钢筒内安装锚脚及钢筋网片。

(6)筒壁进行喷砂除锈、钢筒外壁防腐。防腐采用氯化橡胶漆及配套底漆。距筒口200mm范围内暂不做,待安装后补做。内筒壁要喷涂STR-100X耐酸胶泥,防锈后不做防腐处理。

#### 5. 措施件及其他制作

(1)遵守钢构件制作通用原则。

(2)保证图纸要求的技术参数。

### (六)钢筒运输

筒长每节3.6~4.8m,直径4.5m,体积大,高度大,重心高,超级超限。运输时用拖车困难较多,运距约2km,沿途均为工地线路且架设低矮。为了克服上述困难,拟定用推土机拖钢爬犁的办法。

### (七)钢构件安装

#### 1. 钢平台安装

(1)用一环形吊篮作为钢平台安装的操作平台。环形吊篮按平面分为八块,每块间用活动件连接。八块固定单件按最小筒径设计。活动件一是连接固定件,二是调整不同标高时的吊篮直径。每一固定件上设一吊耳,用3t手扳葫芦悬挂于上层平台梁或筒首上。

(2)平台安装时,自上而下地进行。当上层平台及直爬梯安完后,把吊篮下放至下层平台梁下面。程序是:

直爬梯安装→平台梁安装→平台板安装→下放吊篮→调平→直爬梯安装→……循环上述过程直到安装完成。

(3)构件的起吊及人员上下均利用滑模平台的吊笼完成。

(4)平台与钢筒的设计间隙为220mm。为了保证钢筒安装的顺利,平台开孔位置的准确性至关重要。这就要求:

1)滑模时安放埋件要准确。

2) 混凝土筒体整体误差应在规范范围内。

3) 混凝土筒体各段的中心偏移要尽可能小。

4) 平台安装前要测出实际的中心偏移值及埋件偏移量,以便调整平台梁位置,保证平台开孔位置的准确。

安装好的平台开孔误差 $\geq 5\text{mm}$ 。

(5) 为了确保安装时的安全,筒混凝土强度应 $\leq 70\%$ ,滑模平台必须有效地加以稳固。

## 2. 钢筒安装

(1) 钢筒安装采用自创工艺“双倒法”。筒体接长用“倒装法”,筒体提升用“倒拔法”。主吊篮设在混凝土筒体的  $1/3h$  处。钢内筒的最大安装重量为  $210\text{t}$ 。工艺程序是:

安装段钢筒装上台车 $\rightarrow$ 牵引至安装位 $\rightarrow$ 支顶千斤顶并调平 $\rightarrow$ 已安装段钢筒下降对接 $\rightarrow$ 筒体提升 $\rightarrow$ 台车推出 $\rightarrow$ 安装段钢筒装上台车 $\rightarrow$ ……上述程序循环至一个设计吊程 $\rightarrow$ 将提升系统动滑车组放下至新设吊点 $\rightarrow$ 第二设计吊程第一段提升 $\rightarrow$ ……最后一段筒体安装 $\rightarrow$ 提升 $\rightarrow$ 基座板安装 $\rightarrow$ 整体就位 $\rightarrow$ 校正,裙板安装 $\rightarrow$ 安装结束。

1) 将  $3.6\text{m}$  或  $4.8\text{m}$  长钢筒,在轨道端头拼成  $7.2\text{m}$  或  $9.6\text{m}$  长度,成为一安装段。

2) 用设于烟囱洞口顶部的人字杆,将筒体一安装段装上专用台车。

3) 用调度绞车牵引至安装位。

4) 用  $4\times 10\text{t}$  卷扬机将筒提到能满足下段筒推入的高度。

5) 将下一段筒体装上台车,用调度绞车牵引到位。装车时注意纵焊缝位置。

6) 用  $8\times 30\text{t}$  千斤顶在八方将台车顶起并调平,即筒体与地面垂直。

7) 将上段筒下落与安装段对接。要做到:

接口平整;

上下筒在一直线上;

接口间隙  $3\text{mm}$ 。

8) 接口焊缝按焊接工艺施工,质量标准与制筒标准相同。

9) 为了保证内焊缝施工,在筒内搭一工具式平台,高度可以调节。四周留出  $200\text{mm}$  间隙,以便在筒体提升时平台顺利地同步升高。

10) 钢筒的提升用“倒拔法”。主吊点设在混凝土筒体  $+58.000\text{m}$  处。高重心提升(见图 2.3.12(3))。筒体重心比绑点高  $55.47\text{m}$ (最大值)。

11) 筒体的不断接长,动滑车组逐渐升高。当超过  $28.500\text{m}$  平台后,即将动滑车组移至靠地面的吊点重新提升。此过程我们称为完成一个吊程。这样往返进行,直至钢筒安装结束。

12) 提升主卷扬机采用电动式慢速卷扬机,额定起重量  $10\text{t}$ ,共四台。

13) 提升滑车组采用  $80\text{t}, 6-6$  滑车组,用大花穿法,见图 2.3.12(4)。

(2) 基座板安装:把基座板在轨道安装前就装于混凝土基座上,用样冲打上筒体安装线。钢筒装完最后一段后,迅速拆去轨道,装上三角铁导轨,沿筒内圈每  $500\text{mm}$  一块。钢筒整体就位时,因有三角铁导向将会顺利就位。用激光仪校正,装好裙板,焊完基座所有焊缝。

(3) 提升时的同步控制:四台卷扬机作为四组提升滑车组的动力。滑车组在筒体按四点布置,提升时要保持同步是一件不易之事。为了使四点受力趋于均等,随时要调整它们的同步状况。调整的方法为,动中调整,“快车等慢车”。调整的依据靠现场准确的观察,及时而果断的决策。

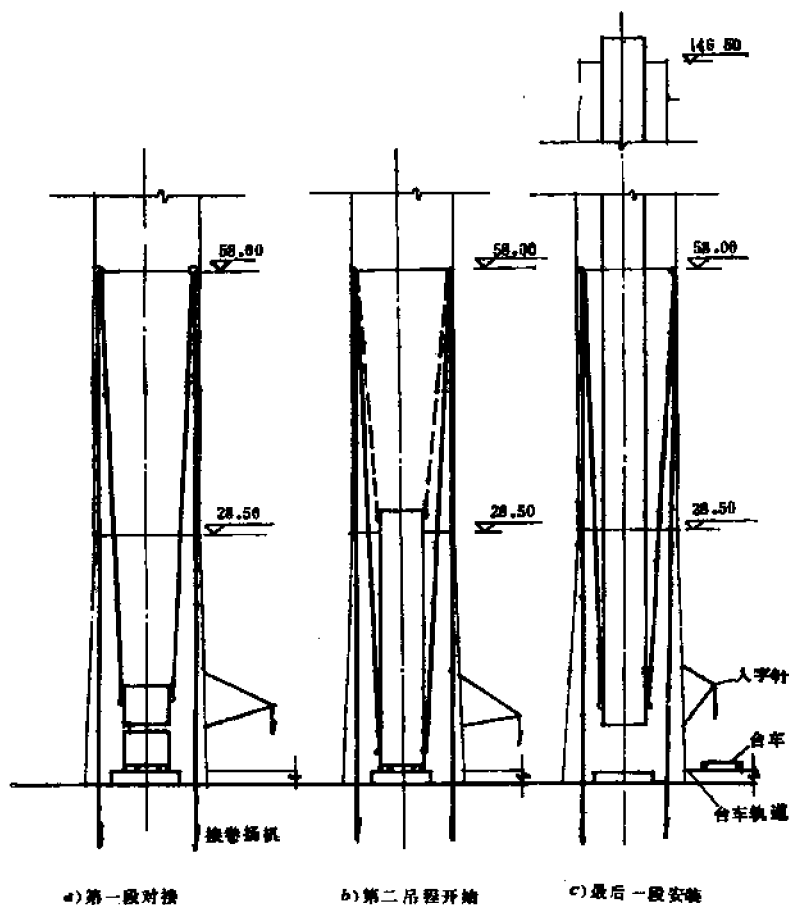


图 2.3.12(3) 钢筒安装过程图

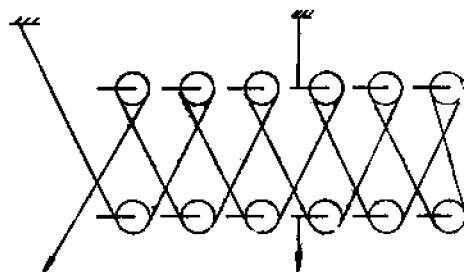


图 2.3.12(4) 滑车组穿绳法

(4) 提升时的筒体稳定控制: 提升的稳定控制靠缆风。在已穿过上一层平台的钢筒上, 设四面缆风。由四人随筒体提升速度同步溜放, 使筒体始终保持稳定状态, 不致于倾倒与平台硬碰硬撞, 以免造成事故。一旦碰撞, 可用调整溜放速度来解决。当上法不奏效时, 可暂停提升, 待扶正后再继续提升作业。

也可在筒四面(靠平台梁处)用 8# 安装滑轨, 由筒顶往下长 25~30m。当筒与平台碰撞时不致因操作失误而出事。调整办法是边提升边调整, 严重时可用停车调整的办法。

提升卷扬机的同步, 对筒体稳定影响很大。工地要派富有经验的人员认真观察, 及时调

整。

#### (5) 安装脚手。

1) 在 5.920m 平台入口方向开口处设一活动栈桥, 钢筒进入前提升, 钢筒进入后下降。其功用一是通行, 二是当作接筒的脚手。

2) 在 5.920m 平台的另三面设活动脚手, 以适应不同接口的高度。

3) 钢筒内脚手, 用脚手管做成工具式, 高度可调, 以适应不同焊缝高度的需要。

4) 钢筒安装段拼接脚手, 做成马凳铺跳板, 以适应筒体吊运的需要。

#### (6) 通讯。

1) 安装一套八门选呼电话。分别设在机房、总指挥点和各作业面。选呼电话的优点在于, 当一处说话时, 全线路从各台电话中均可听见, 也可同时向各点相互说话, 传达指令方便, 容易做到令行禁止, 高度统一。

2) 为了便于安全监督人员与总指挥的及时联系, 配八顶指挥头盔。

3) 总指挥台安一扩大器, 喇叭一直接向机房, 以便出现紧急事态时, 好及时处理。

#### 3. 安装指挥

安装工作的总指挥人选特别重要, 他影响到工艺的成败与否, 特别是筒体安装的总指挥对人的要求更高。担任总指挥者, 必须精通工艺; 具有扎实的理论基础和丰富的实际经验。要善于观察, 认真分析, 遇事冷静, 果断处理施工中出现的各种技术问题。

安装总指挥在工地应具有至高无上的权力, 不受任何人的干扰和左右。在工地因工程需要所作出人、财、物的决定, 行政领导应无条件地执行。

### (八) 质量保证措施

(1) 组织逐级交底会, 让技术负责人向工长及现场技术干部交底。工长向工人交底, 分阶段逐次进行。务必使所有施工人员明瞭设计意图及要求。懂操作工艺, 理解施工组织设计的精神, 搞好质量预控。

(2) 组织两个现场型 QC 小组, 克服施工通病, 提高焊缝的一次合格率, 控制好筒体圆度和卷制好筒体使之成为标准的圆柱体。

(3) 坚持班组自检, 工序间的互检及质量专职人员检验的三检制, 建立质量保证体系。

(4) 质量标准要提高一级要求班组, 并提高一次合格率及优良品率。

(5) 工人定额超额奖单价与质量等级挂钩, 一次合格率在 90% 以上实行重奖 (奖励标准略)。

### (九) 劳动组织

(1) 制作阶段 (略)。

(2) 钢平台、直爬梯安装 (略)。

(3) 钢内筒安装; 钢内管安装的岗位责任列于表 2.3.12(1)。



表 2.3.12(1)

钢内筒安装岗位责任

序	岗 位	人 数	岗 位 责 任
1	总指挥	1	安装工程现场组织,技术总负责
2	指挥	2	协助总指挥工作
3	主卷扬机房	5	开 10t 卷扬机(提内筒)及安全监督
4	小 1 <sup>#</sup> 卷扬机	1	开 3t 双卷筒卷扬机(活动栈桥及筒牵引)
5	小 2 <sup>#</sup> 卷扬机	1	开 1t 卷扬机(内平台及工具)
6	2 <sup>#</sup> 机房	2	开 5t、3t 卷扬机(人字杆)
7	5.920m 平台	2(总指挥长)	内筒提升指挥
8	0.000m 平台	2(指挥等)	内筒提升观察
9	上部平台	4	提升观察及稳定缆风操作
10	地面协调	1(指挥)	协调地面作业
11	钢筒接口	12(分两班)	对口、移筒、运输
12	电焊	8(分两班)	电焊作业
13	气焊	2(分两班)	气割作业
14	辅助工	4(分两班)	清根、除锈、油漆
15	专业检查	1	质量检查(跟踪)
16	工地安全员	5	安全事务负责

## (十)进度安装

(1)总施工进度,见表 2.3.12(2)。

表 2.3.12(2)

总施工进度表

序	1985 年月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	项目									
1	滑模施工									
2	技术资料准备									
3	制作现场准备									
4	钢平台及信号平台制作									
5	措施构件制作									
6	平台安装准备									
7	平台安装									
8	安装收尾及滑模平台拆除									
9	钢内筒制作									
10	钢内筒安装准备									
11	钢内筒运输安装							28 天		
12	钢内筒安装机具拆除							3 天		
13	耐酸胶泥喷涂、保温、收尾									

(2)钢内筒安装进度,见表 2.3.12(3)。

表 2.3.12(3) 钢内筒安装进度表

序	安装阶段	完成高度/m	4 天	8 天	12 天	16 天	20 天	24 天	28 天	32 天
1	第一吊程	21~22								
2	第二吊程	21~22								
3	第三吊程	28~29								
4	第四吊程	21~22								
5	第五吊程	28~29								
6	第六吊程	28~29								
7	基座安装	$\Sigma 150$								
8	安装收尾									

(3)钢内筒安装日工作网络计划,见图 2.3.12(5)。

(十一)主要设备及机具表(略)

(十二)安装用主要材料及工具表(略)

(十三)工程材料、措施材料计划(略)

(十四)主要实物工程量表

主要实物工程量可参见表 2.3.12(4)和表 2.3.12(5)。

(十五)技术安全措施

- (1)必须遵守组织设计的技术原则;严格执行工艺程序和技术规程。
- (2)措施及工程所用金属材料,必须要有材质证明及复检合格证。不合格的材料不得使用。
- (3)甲方专供材料,国外进口材料只准定向使用,不得挪做它用。
- (4)特殊工种必须持证上岗。焊工还需具有“压力容器焊接合格证”。上岗前务必进行一次实际考核,择优录用。
- (5)成品或半成品必须经过班组自检、工序互检,合格后方可申请专检。不得用专检代替自检和互检。
- (6)构件大样及样板,必须经施工员和专检人员认可后方可正式使用。



表 2.3.12(4)

工程 构件名称		制作量/t	安装量/t	油漆/m <sup>2</sup>	小计/t	备 注
钢 筒		177.6	177.6	2090	177.6	包括支承环
钢 平 台	5.920m	7.23	7.23	1569	31.33	
	28.500m	5.72	5.72			
	57.000m	4.66	4.66			
	79.500m	3.92	3.92			
	102.000m	2.5	2.5			
	124.500m	2.14	2.14			
	140.000m	2.14	2.14			
	146.500m	0.94	0.94			
栏 杆		2.58	2.58			
稳定支撑		2.46	2.46	795	2.46	
信号平台		9.34	9.34		9.34	
爬 梯		4.1	4.1		4.1	
合 计		224.88	224.88	4454	224.88	

表 2.3.12(5) 焊缝工程量汇总表(钢筒部分)

筒 身 焊 接			支 承 环 焊 接	
数	轴 向	横 向	轴 向	横 向
量	189 条 441m	93 条 1319m	2626 条 1023m	82 条 1100m

(7)所有机电设备设专人挂牌管理。接地接零良好。工地供电箱一律使用装有暗锁的铁皮箱。手持电动工具一律配漏电保护开关。

(8)所有机电设备必须一机一闸,保险丝必须使用经计算确定的标准保险丝,不得使用代用品。

(9)坚持杜绝无可靠防护下的垂直交叉作业。对施工用机具、大型工具、起重滑车等班前应做例行检查,及时消除隐患。

(10)现场要配备足够的有效的灭火器材,布点要合理。

(11)凡进入施工现场的所有人员必戴安全帽。安装现场工作人员一律佩戴袖标或徽章。

(12)高空作业人员工作前应进行一次体检,有高血压、心脏病等的人员不能进行高空作业。

(13)高空作业人员要正确使用三宝,并穿防滑鞋。每作业点必须明确安全负责人。

(14)坚持班前的安全技术交底。

(15)实行领导对施工现场的安全值班制,值班期间在现场办公。班组实行安全例会制,

每星期一 晚为班安全会。

(16) 所有工种必须遵守本工种的安全操作规程。

(17) 技术经济指标。日本国推荐方案在我国工程中的实施情况,同双倒法相比较的结果列于表 2.3.12(6)。

表 2.3.12(6)

项 目	双 倒 法	日本推荐方案实施	双倒法节约开支
投入劳动	24 人	50 人	26 人
有效工期	30 天	45 天	15 天
主吊点设置	标高 58.000m	标高 146.500m	极大地改善了混凝土筒体的受力情况
安装用钢丝绳	8t	43t	35t
主卷扬机	4×10t	8×10t	4×10t
主滑车	80t 8 台	32~100t 24 台	32~50t 16 台
配套工具	较少	大量使用	25 万多元

注:实际工期 24 天。

(执笔 刘谦郁)