

十三、南京扬子乙烯液体物料成品罐区 火炬安装施工组织设计

(一)工程概况

南京扬子乙烯液体物料成品罐区火炬塔,是该罐区的安全装置。功能有二:一是作为事故排放,使污染排放控制在国家规定的三废标准内;二是安全保护,由罐区送来的有害气体,首先进入火炬设施分液处理,然后再进入火炬塔。

该塔总高 90.384m,重 110t。外塔架为火炬的支撑结构,由规格不同的 16Mn 钢管组成,高 80m。节点处理采用节点板方式。19.3m 标高以下除用节点板外,杆件全部相贯,同一节点相贯杆件多达 7 根。19.3m 以上的塔体,除节点板外所有横杆均为相贯。塔截面为正三角形,内倾式。塔座边长 18m,塔顶边长 6m。塔上还安装有排液、燃气、蒸气、污水等工艺管道共 12 根,1.3km。火炬头高 9.384m,重 6.2t。

火炬塔现场平面如图 2.3.13(1)所示,座落在液体物料成品罐区东南角上,三面临水,南面与长江支流的岳子河相距约 30m,东西两侧紧靠两个珍珠池。岳子河堤比北面农田高 3.5m,比南面河滩地高约 3.3m。火炬塔设在堤边与堤等高的 40m×50m 的一块人工台地上。在这种条件下施工,是十分艰巨的。

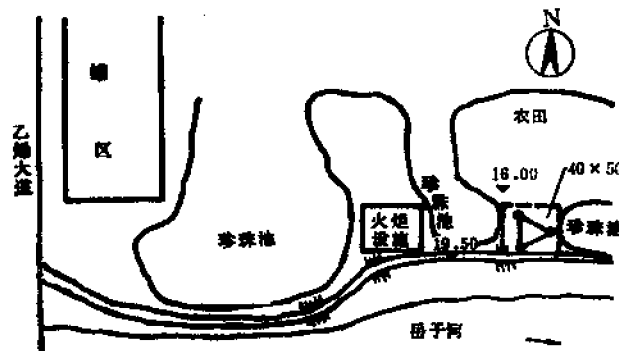


图 2.3.13(1) 现场平面图

(二)施工方案的确立与整体计划

高塔一般采用倒杆法施工。如用此法,现场施工需占地 14.6 亩,构件预拼等用地 19.2 亩,土方回填量 32000m³。扬子公司仅征地 3 亩。这就需增加 40 多万元的投资用于征地和租地,新增土方填量 25000m³。还要填平农民的两个珍珠池。

若用双桅法施工,征地虽少些,但总费用高于倒杆法,且施工设备多,倒杆法及双桅法均

为整体安装。塔架如散装,常用方法中又不能解决重 6.2t,高 9.384m 的火炬头安装就位。经过反复比较,采用自创新工艺——自桅法。

自桅法,就是以自身结构作起重主桅,该工程即用火炬筒作为主桅。在主桅上(火炬头),每 120°对准主肢方向安装三根副桅,利用主桅安装外塔,塔架分段散装,又利用外塔支附主桅和提升主桅,主桅随塔架的升高而相应接长。主桅的接长用“倒装法”,主桅的提升用“倒拔法”。

为了保证工艺的实施,塔架及火炬在工厂预制试拼后出厂,散件运到工地。

31.600m 以下主肢为通长。31.600m 以下塔体用吊车完成。31.600m 以上塔及火炬安装为自桅法。

工艺管线以平台分段立装。

管道打压采用空气+N₂的方案,既可克服打压产生的压力差,气密、泄流试验又可一次完成。

(三)施工准备

1. 技术准备

- (1)设计塔体制作工艺;
- (2)设计火炬塔安装工艺;
- (3)编制施工组织设计;
- (4)专业人员、铆工、电焊工、起重工技术培训;
- (5)工人、技术干部学习《特别钢结构施工及验收规范》和有关标准;
- (6)焊接工艺评定。

2. 机具准备

此次任务是由唐山赴宁远征,凡进点机械在调运前一律做一次二级保养。

3. 制作现场准备

(1)制作施工期为 11 月~次年 2 月。雨水较多,场地土质又系粘土质,场地均需 100mm 碎石。面积 $70\text{m} \times 80\text{m} = 5600\text{m}^2$ 。主要道路在 30cm 厚毛石上铺碎石找平,泥结。

(2)安一台 2~6t,20m 高的塔吊,作为施工用机械。

(3)搭一座 $20\text{m} \times 35\text{m} = 700\text{m}^2$ 钢平台,用道木垫底并找平,上放 38kg 重轨,再铺 16~18mm 平台钢板。

(4)搭设工具棚、设备房、材料库、油漆库、工具间、工地办公室等用房。

(5)在平台上搭设活动工作棚,以便于雨天施工。

(6)接通上下水及施工电源。总容量 200kVA,专线供电。对平台供电,采用在平台边缘设置固定配电箱的办法,两边同设,每 5~6m 设一个。

4. 安装现场准备

- (1)构件堆放区,安装操作区垫以 10cm 厚碎石;
- (2)埋设塔体校正桩点,对塔基作安装复核;
- (3)安装卷扬机并完善导向系统;

- (4) 接通上水、施工电源 200kVA;
- (5) 搭设机房、工地库房等临建;
- (6) 设置施工禁区, 安装现场平面布置, 见图 2.3.13(2)。

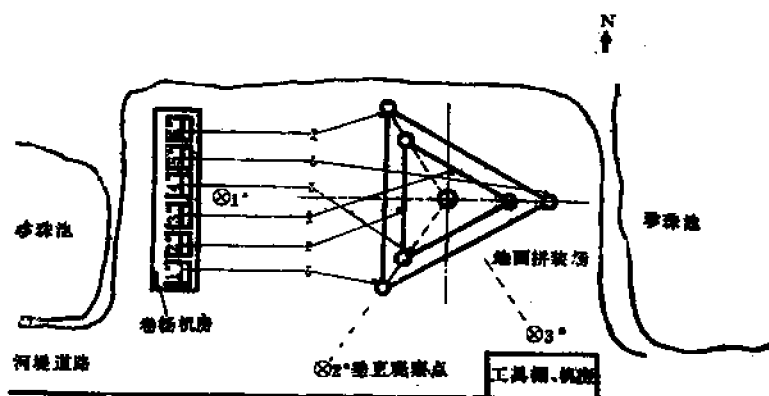


图 2.3.13(2) 安装现场平面布置图

5. 宣传及其他(略)

6. 准备工作一览表(略)

(四) 钢构件制作

1. 塔体制作

(1) 把原塔架结构按六个自然段分别制作。分段情况如下(见图 2.3.13(3)):

第一段: 10.800~31.600m;

第二段: 31.600~42.800m;

第三段: 42.800~53.000m;

第四段: 53.000~62.100m;

第五段: 62.100~70.200m;

第六段: 70.200~80.000m。

原塔架节点是按整体安装设计的。制作分段时, 原节点形式不变。为了安装方便, 主肢接口安排在主肢节点板上沿往下 300mm 处, 利用节点板突出部分使正在安装的主肢稳定。

(2) 放样: 塔架放样, 如有条件应放 1:1 整体大样。因现场条件限制, 采用将塔体分成三段在同一轴线上重叠放样(工艺另附), 以保证塔体的整体性。分段如下:

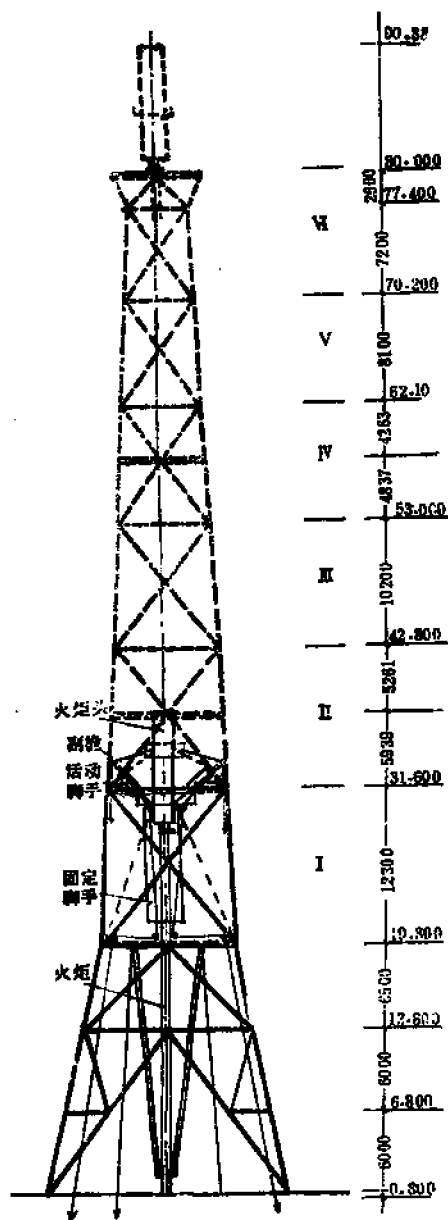
9.300~31.600m;

31.600~62.100m;

62.100~80.000m。

1) 在制作大样经技术负责人或质检员确认后, 可制作油毡样板。相贯线大样在油毡样板的基础上试拼, 修正后制作铁皮样板检验。在绝对准确的基础上方可正式下料加工。

2) 工厂试装前, 需放出实物拼装大样, 固定胎具。火炬塔因是三角锥台体结构, 且又由管材组成, 其拼装大样较为特殊, 在施工中应引起高度重视, 否则将会铸成大错。



2.3.13(3) 火炬塔分段及提升系统示意图

3) 塔体变坡(即拐点处)的节点板,为一扭曲的空间体,在放样及制作时,应格外小心。

4) 管材的划线是实物放样的一种形式,在这里显得尤为重要。如果管材中心线与管壁素线间不保持相互平行,在加工过程中将会产生一系列错误。划线工作在专用平台上,由钳工填料法完成。定出切割线与安装线,并打上冲印。

(3) 切割时注意相贯线端面的扭曲情况。对70mm厚、直径 $\phi 100\text{mm}$ 基座板孔采用气动切割。表面粗糙度为 $\frac{1}{32}$ 。

(4) 节点尺寸较大($16\text{mm} \times 140\text{mm} \times 2500\text{mm}$),两块呈“X”型,且与管材相贯。为使加工的工件准确,在一组角型胎具的辅助下来完成。

变坡处节点板,空间形状很古怪,不易建立空间概念。加工前务必要先搞清楚,切不可盲目动手。

(5) 大小头的加工,采用大管火收的办法。坡度为20:1,用角度样板检验。

(6) 塔体焊缝环焊缝为I级焊缝,100%探伤。超声波探伤为JB1152-81标准的二级为合格。X射线探伤GB3323-82中的三级为合格。贴角焊缝为二级焊缝100%着色检验。为了提高焊缝的一次合格率,采用Ar弧焊打底、手工焊盖面的焊接工艺(焊接工艺另附)。

因主材全为16Mn,当环境温度低于 -5°C 时要适当采取措施(详见焊接工艺)。

(7) 塔体出厂前要经过一次试装检验。试装时没有必要组成立体形状,按平面拼装即可。因塔体采用了重叠放样技术,有效地解决了上下两段的连续性问题。试装时,也无必要全塔整体组装,分段试装即可,无误后拆成单件。

(8) 质量控制,按中国石油化工总公司标准《石油化工特殊钢结构工程施工及验收规范(送审稿)》

(1985)执行。

2. 火炬制作

(1) 火炬由火炬头与火炬筒组成。火炬头高9.384m,重6.2t,由燃烧器、消音器、气封器及检修平台组成。除平台为A₃钢外,其余全为不锈钢。火炬筒长80.7m,由20号钢卷制成 $\phi 630 \times 16$ 的筒体,下部有人气口及管道接口,基座板与混凝土基础连接。

(2) 为了满足安装需要,将火炬筒分成八段,从上往下排列,分段长度如下:

①15.6m;②12m;③12m;④10m;⑤9m;⑥9m;⑦9m;⑧4.1m。

(3)火炬筒加工后,在地面试装,保证直线性,在上接口处打 45°坡口,纵焊缝排列不得重合,要有规律地错开。每个节筒上都要标注安装基线与校正线。

(4)所有焊缝 100%探伤,GB3323-82 中Ⅱ级合格,其他指标按设备标准执行,出厂前需办理产品合格证书。

3. 管道预制

以结构平台为界分为四段预制。平台处为补偿器,分段位置在平台上下 1000mm 左右为宜。

直线段在地面拼成打压后,将保温完成,补偿器事先不得保温。

质量标准同 2 中之(4)。

4. 措施件制作

按《钢结构施工及验收规范》GBJ205-83 执行。

5. 油漆工程

塔体构件在喷砂除锈后,刷 C53-3 二遍;C53-3 : G52-1=1 : 2 混合漆两遍;G52-1 四遍;G52-1 : G52-2=1 : 1 一遍,共九遍漆。基本沿用南京长江大桥的防腐设计,为灰色调。

C53-3 对基层处理要求非常严格,喷砂后要露出金属本色,施工时不得有油污、浮锈、灰尘等,否则会影响漆膜质量。

(五) 构件运输

最大的构件为下段的三主肢 $\phi 426 \times 16$,长约 33m,重约 5t,采用解放大板挂炮拖的办法,把主肢杆件作为炮拖连杆,两支点间距 16m,前后对称悬出,转弯半径为 30m。

(六) 安装工程

1. 火炬塔自桅法施工工艺流程

(1)31.600m 以下塔架用吊车成片组立,补立另一单肢,将斜杆装至 19.300m 标高,并装完 19.300m 平台;

(2)用双倒法将火炬接长至 31.600m 安装处,完善操作脚手架及副桅,安装 31.600m 以下所有杆件;

(3)提升主桅,并接至下一安装段高度;

(4)继续安装一段塔架(见图 2.3.13(3)、图 2.3.13(4));

(5)循环 3~4 项工作直到塔架安装完成,并将火炬提升接长至设计标高;

(6)安装工艺管线;

(7)管道打压,并做气密、泄流量试验;

(8)刷面漆二道;

(9)拆除吊杆系统;

(10)交验。

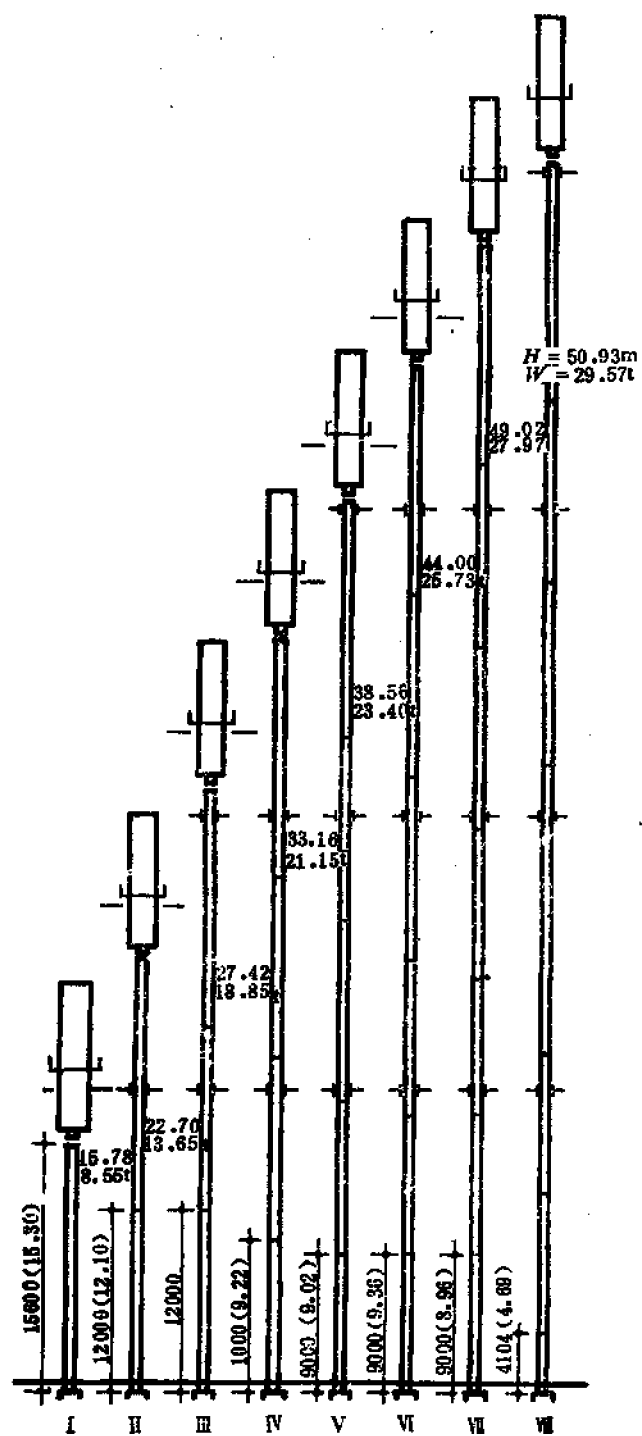


图 2.3.13(4) 火炬安装分段图

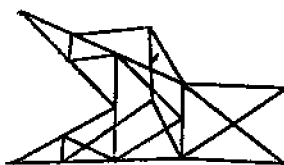
2. 主要施工方法

(1) 基本节安装。

基本节由两部分组成,第一部分是 31.600m 标高的三根主肢及一面所有的杆件。第二部分是 19.300m 标高以下另两面的杆件。其安装方法是:

1) 31.600m 以下整片组立。采用多田野(125t, 33m 杆)吊车,四点绑扎。上绑点设在 19.300m 处,下绑点设在 8m 处。起吊后,构件倾斜约 85° ,起吊时,腿部用 12t 黄河吊辅助,上端双肢各用一根缆风,防止构件晃动过大(见图 2.3.13(5)),腿部两肢各用一根溜绳,就位两面四根缆风固定并校正至最佳位置。

2) 31.600m 以下另一主肢及 19.300m 以下杆件用 12t 黄河吊完成,并用脚手管搭工作脚手,方法是:先装横杆、后装斜杆,四面缆风固定并校正。19.300m 平台暂不装。



(2) 塔体校正。

因塔体为三角锥台体,又是分段组装,还要考虑到焊接变形,所以校正工作十分重要。31.600m 以下采用缆风校正法。31.6m 以下采用无缆风校正。校正桩位如图 2.3.13(6)。图中 1 号、2 号、3 号桩位用于校正主肢,A、B、C 桩用于校正塔面,用钢尺校正上部开口宽度,以确保塔面完全呈垂直状态,为下一步安装奠定良好的基础。

(3) 桅杆安装。

1) 起重桅杆由主桅(火炬)及三根副桅(每 120° 一根)组成。火炬包括火炬筒与火炬头。

2) 用汽车吊将第一段筒 15.6m 送入,用三面缆风固定于塔架上。

3) 用汽车吊将火炬头与第一段筒对接。调整好方位。

4) 安装副桅,完善各提升系统。主桅提升采用 $3 \times 5t$, 2—2 滑车组 20t 走回。主吊点设在 19.300m 平台。

5) 提升主桅,并接长一个 12m 段,完善操作脚手架。

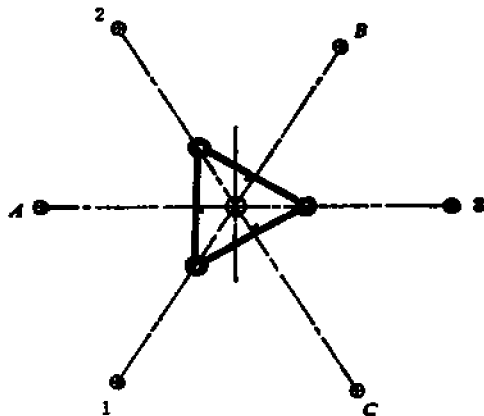


图 2.3.13(6) 校正桩位布置

6) 用桅杆装完 31.600m 段剩余杆件及 19.300m 平台。

(4) 主桅的接长及提升。

1) 主桅的提升采用“倒拔法”。三台卷扬机要保持同步,当不同步时要及时调整。调整时,采用快车等慢车的办法,尽量避免停车调整。

2) 主桅的接长采用倒装法。对接时要保证直线性,接口应平整。

3) 提升时为高重心、低绑点。重心最大高度为(比绑点)54.57m,总重为 29.57t。为保持稳定,在已装完段上部工作面设三面缆风,与提升速度同步溜放。缆风用 2—2 滑车组走回。

4) 提升到位后要扶正,待筒接好后,主桅校正后,作可靠的固定。

(5) 标准节安装。

1) 图 2.3.13(3)中, I ~ V 为标准节。I 段中 19.300~31.600m 也划入标准节。

2)在桅杆起重系统完善以后,塔架可进入正常安装,主肢提升后,插于对接主肢的节点板上,在塔内侧 60°固定二丝杆,用作主肢校正。

3)斜件在地面预拼,高空成片安装,提升用 2 根副桅抬吊。横杆在斜杆就位安装,既与主肢贯通又与节点板插接,难度较大。爬梯随塔安装。

4)校正无误后方可焊接,焊接工艺另附。

(6)顶节安装。

1)基本节和标准节的安装方法完全适用于顶节的安装,安装时,注意 80.000m 下的倒坡。

2)火炬接完最后一段,就位时方位一定要准确。

(7)安装脚手:安装脚手采用工具式,由固定与活动部分组成。固定脚手呈六边形,附于主桅上,随主桅的升高而升高。活动部分与固定部分相绞接,工作时可下放;提升时,又可翻起来,并配以临时脚手,以适应不同情况下的需要。

(8)工艺管线安装直线段在地面组拼好,利用桅杆,从上往下进行。

(9)补偿器的安装,在直线段安装完成后进行;补偿器的保温在打压后完成。

(10)管道打压的压力值为 8kg,超压 120%,静置 24 小时后测定泄流量,计算出气密性。为了克服水压的压力差(9kg),不给管道增加额外荷载,采用 10m³ 空压机,一次打压至 7kg,然后输入 N₂ 气,使压力达到设计值。

(七)质量保证措施

(1)组织逐级交底会,使参加施工的所有干部、工人彻底理解设计意图及施工工艺要求。

(2)塔架的制作质量对安装影响很大,也是“自桅法”成败的重要因素之一。因此,对塔体的重要部分,一定要有经验丰富的工人或技术干部把关,所有相贯线应做到天衣无缝,必须遵守下列程序:

1)在平台上放出展开大样。

2)按展开大样制作油毡样板。

3)按油毡样板模拟实物检验。

4)检验后的油毡样板翻成铁皮样板。

5)按铁皮样板模拟实物检验。

6)无误后按铁皮样划线切割管头。

7)此管头检验无误后方可正式下料。

(3)安装时,为了消除误差积累,每段安装务将误差尽量减小,以致于到零。

(4)建立以生产领导为中心的质量保证体系,坚持三检制。

(5)将质量标准提高一级要求班组,以提高一次合格率。

(6)一次合格率对低合金钢制作显得尤为重要,工人定额超额奖单价与质量等级挂钩。一次合格率在 90% 以上者实行重奖(奖励标准略)。

(八)劳动组织

(1)制作阶段(略)。

(2)基本段安装(略)。

(3)自桅法立塔(表 2.3.13(1))。

(4)管道安装(略)。

表 2.3.13(1)

自桅法立塔岗位责任表

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	1	协助总指挥工作
3	提升卷扬机	4	开 5t 卷扬机及安全监督
4	副桅卷扬机	4(兼)	开 3t 卷扬机及安全监督(与提升卷扬机同一套人)
5	提升缆风	4	负责缆风及安全监督
6	主桅接长	4	接长操作。安装时,做地面工作
7	电焊	3	接长电焊、安装电焊
8	气割	1	气割作用
9	测 量	2	安装测量
10	专职安全	3	作业安全
11	兼职安全	4	作业安全
12	专职检查	1	质量跟踪检查

(九)进度安排

本工程的施工总进度安排参见表 2.3.13(2)。

表 2.3.13(2)

施工总进度表

序	项目	月份	1986 年	9	10	11	12	1987 年	2	3	4
			8					1			
1	技术准备										
2	制作现场准备										
3	塔体制作										
4	火炬制作										
5	措施构件制作										
6	构件运输										
7	塔基施工										
8	安装现场准备										
9	塔安装										
10	工艺管道安装										
11	收尾										5 天

(十)主要设备及机具表(略)

(十一)安装用主要材料及工具表(略)

(十二)工程材料、措施材料计划(略)

(十三)主要实物工程量

塔体重:110t。

火炬重:29.57t。

管道:1.3km。

保温:420m²。

混凝土:(略)

(十四)技术安全措施

(1)必须遵守工艺措施的规定,施工中如有改进或更动,必须取得技术负责人的认可。

(2)安装总指挥对工艺的成败起着关键性作用,因此这是为了避免重大事故发生应优先考虑的问题。

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,能果断处理施工中出现的各种技术问题,因工程需要所作出的人、财、物的决定,行政领导应无条件地执行。

(3)高空作业人员必须是思想状态好、技术上能独立操作、身体健康无高空禁忌症者,工作前应作一次体检。

(4)高空作业面应设专职或兼职“安全监督员”,地面界区应有“安全执勤员”并佩戴标志。

(5)高空作业工具在不用时放入工具箱内,或用绳索拴牢;脚手板一律固定;提升前对操作面应作一次清理。

(6)令行禁止。

.....

(十五)技术经济指标

自桅法工艺简单,经济合理。首先有效地解决了场地窄小的矛盾;改整体安装为散装,解决了设计时按整体安装设计,且又未作施工验算的矛盾;施工期短;火炬随塔身同时到位,克

服了火炬头在安装上的困难(详见表 2.3.13(3)所列)。

综合表 2.3.13(3)条件,自桅法作业高度较高,高空作业量大。只有采取有效的安全措施,才可安全地用于工程中去。自桅法经济效益、社会效益显著。

表 2.3.13(3)

比 较		双桅法	倒杆法	自桅法
经济价值/万元	估计措施费	38.6	25.7	18.3
	安装场地处理费	33.0	49.5	/
	总值	71.6	75.2	18.3
安装用地/亩	已征地	3	3	3
	新征地	9	11.6	/
	新租地	41	19.2	/
	总用地	53	33.9	3
安装场地土方回填量/m ³		18300	25000	/
施工工期/月		12	12	5
高空作业量		多数在 20m 以内	多数在 20m 以内	高空作业量大

(制编 刘谦郁 阁玉明)