

## 十四、河南省七里岗水泥厂施工组织总设计

### (一)概 述

#### 1. 工程概况

河南省七里岗水泥厂,位于郑州西南约40km的密县境内,是省司法厅负责筹建、省“七五”计划重点新建工程项目,建设规模为日产熟料700t,总投资8800万元,其中建安工作量3440万元,总建筑面积4.5万 $\text{m}^2$ ,建筑体积28.4万 $\text{m}^3$ ,其中地下部分为0.6万 $\text{m}^3$ ,厂区占地约26ha,单位工程74项,工程结构主要有现浇钢筋混凝土框架,最高框架达58.4m,23个 $\phi 3.5\sim\phi 12\text{m}$ 四种不同直径的筒仓,最高达32m,皮带运输栈桥共长835m,辅助车间主要为装配式钢筋混凝土结构。

该厂土建、工艺设计由天津水泥工业设计院承担,其生产工艺选用 $\phi 3\times 48\text{m}$ 回转窑一台,窑尾设预热器5级旋风筒,70 $\text{m}^2$ 电收尘器、原料磨、水泥磨和采用世界先进的干法生产窑外TC-F型分解新工艺,共计安装设备2895台(套),设备重约1000t。

建安工程由中建七局一公司(土建)和安装公司(工艺设备)共同承担。

#### 2. 建设地区特征

厂区布置因受地形的限制,分南、北两个区。南区为一斜坡地形,标高260~300m之间,东侧有较深谷地是厂辅助车间布置区。北区为中部隆起的山地,标高在285~315m之间,是主要生产工艺车间布置区。

地质属黄河四级侵蚀堆积土,厚薄不一,最厚土层达4m,部分岩石露头,局部有石灰岩溶洞,无地下水,地质构造比较复杂。

#### 3. 建设地区资源

厂区设有铁路,距密县火车站1km,郑密公路从厂区通过,交通十分方便。厂内原有3口深水井和10kV高压线通过厂区,水电均能满足施工的需要。砖、碎石、片石可就地购买,满足需要,砂从50km外登封县运来,厂方可加工圆木。

#### 4. 生产工艺流程(略)

#### 5. 主要建(构)筑物结构简况

表2.1.14(1)所示为主要建(构)筑物结构特征一览表。

#### 6. 主要安装工程简况

设备安装特点是体积大、笨重、精度要求高,回转窑直径3m,长48m,重237t,原料磨106t,水泥磨重104t,70 $\text{m}^2$ 电收尘重189t,窑尾预热器旋风筒、风管分别安设在5个不同高钢结构平台上,顶层标高为58.4m,钢结构重300t,设备安装2895台(套)。设备安装主要设备安装管道项目一览表(表2.1.14(2))。

表 2.1.14(1)

主要建(构)筑物结构特征一览表

序号	建(构)筑物名称	建(构)筑物结构特征	占地面积/m <sup>2</sup>	建筑面积/m <sup>2</sup>	建(构)筑物高度/m
1	石灰石破碎及运输	现浇钢筋混凝土框架、半地下式钢筋混凝土走廊、钢栈桥长 370m	312	505.45	15.6
2	粘土烘干	现浇钢筋混凝土框架	270	561.5	19.2
3	生料粉磨	现浇钢筋混凝土多层框架	575	1325.4	33.72
4	配料库	3 $\phi$ 6m 钢筋混凝土筒仓高 16m, 仓顶房砖混高 3m, 钢筋混凝土栈桥, $\phi$ 3.5m 筒仓高 7m	215.4	3228.4	19
5	生料调和与储存	2 $\phi$ 12m 钢筋混凝土筒仓高 26m, 提升机楼为现浇钢筋混凝土多层框架	376.5	1100	36.70
6	煤破碎及输送	钢筋混凝土框架, 钢筋混凝土栈桥长 65m	81	131	9
7	煤粉制备、分解炉喂煤	现浇钢筋混凝土多层框架	427.5	1957.5	25
8	配煤库及输送	3 $\phi$ 6m 钢筋混凝土筒仓高 13m, 仓顶房砖混 4.5m, 栈桥 30m 砖混, 提升机楼钢筋混凝土多层框架	156	499	17.5
9	煤棚、煤卸车坑及输送	煤棚为装配式钢筋混凝土单层厂房, 卸车坑及栈桥为钢筋混凝土, 长 30m	1401	1424.7	5
10	熟料输送	现浇钢筋混凝土地坑、框架, 钢栈桥	38	177	23.1
11	粘土堆棚及铁粉堆棚	现浇钢筋混凝土柱、轻钢屋架、瓦笼铁皮屋面	1620	1620	5
12	窑头	现浇钢筋混凝土多层框架	1272	1464.4	22
13	窑中	现浇大体积钢筋混凝土基础	694.71	694.71	
14	窑尾	+19m 以下现浇钢筋混凝土多层框架, +19m 以上钢结构框架	354	1666	58.4
15	石膏破碎	现浇钢筋混凝土多层框架	72	309	19.5
16	水泥粉磨	现浇钢筋混凝土多层框架	756	1903	24
17	水泥储存	4 $\phi$ 12m 钢筋混凝土筒仓	559	888	32
18	水泥包装及成品堆存	包装为现浇钢筋混凝土多层框架, 成品堆存为装配式钢筋混凝土单层厂房	3370.8	4579.0	28.75

续表

序号	建(构)筑物名称	建(构)筑物结构特征	占地面积/m <sup>2</sup>	建筑面积/m <sup>2</sup>	建(构)筑物高度/m
19	熟料库、石膏库	熟料库 6 $\phi$ 10m 钢筋混凝土筒仓, 仓顶房砖混局部为框架, 石膏库 2 $\phi$ 6m 钢筋混凝土筒仓, 仓房砖混	1304.5	1602	30
20	水泥运输	预制钢筋混凝土双肢管道支架共 28 根			
21	水泥汽车散装	$\phi$ 6m 钢筋混凝土筒仓	51.5	120.31	25.25
22	石灰石库	2 $\phi$ 12m 钢筋混凝土筒仓, 仓房砖混	778	958	35
23	窑尾收尘及烟囱	现浇钢筋混凝土框架, 烟囱为钢筋混凝土, 高 70m	374.4	692.6	28.8
24	材料库	钢筋混凝土柱轻钢屋架单层厂房	712.8	712.8	5
25	耐火砖库	钢筋混凝土柱轻钢屋架单层厂房	400	400	4
26	备品备件库	钢筋混凝土单层厂房	576	576	8
27	中央化验室	砖混结构二层楼房	633.4	1181.3	7.2
28	空气压缩机站 A、B、C	钢筋混凝土单层厂房	571	571	6.5~7
29	总降压变电站	钢筋混凝土单层厂房, 局部砖混	1134	1134	3.5~12.5
30	电气仪表整理间	装配式钢筋混凝土单层厂房	1452	1452	9
31	工厂办公楼	砖混结构 3 层楼房	566	1700	10.8
32	行政汽车库	砖混结构单层	528	528	4.5
33	机钳工段	现浇钢筋混凝土单层厂房	672	672	7

表 2.1.14(2) 主要安装设备、管道项目一览表

序号	安装工程项目名称	主要工程项目安装内容及数量					
		工艺设备/台	电气动力设备/台	仪表设备/台	工艺管道/m	给排水管道/m	保温/m <sup>2</sup>
1	石灰石破碎及输送	9	6	23		817	
2	石灰石碎石库及输送	9	10				
3	粘土堆棚及输送	12	10				
4	粘土烘干	14	5	44			
5	原料粉磨	4		22	854	128	29.9
6	原料配料库及输送	13	19				

续表

序号	安装工程项目名称	主要工程项目安装内容及数量					
		工艺 设备/台	电气动力 设备/台	仪表 设备/台	工艺 管道/m	给排水 管道/m	保温/m <sup>3</sup>
7	生料调和与储存	45	38	10	684	40	
8	煤卸车坑及输送	3					
9	煤破碎及输送	8	15				
10	石膏破碎	7	14			10	
11	配煤库及输送	17	12		80		
12	煤粉制备	15			50	200	72.6
13	煤粉输送管网				280		
14	增温塔及生料输送	21					64.9
15	窑尾电收尘	5					220.8
16	烧成窑尾	25			285	141	94.6
17	烧成窑中及三次风管	17	14			350	
18	烧成窑头	27		74	35		
19	熟料输送	8					
20	熟料、石膏配料库及输送	84	55			10	
21	水泥粉磨	29	115	92		110	10.1
22	水泥输送				810		
23	水泥储存库	433	57	38	1077		
24	水泥包装及装车站台	24	58	33	25	70	
25	总降变电所	222				30	
26	中央水泵站变电所		11				
27	生料窑尾车间变电所		13				
28	煤磨车间变电所		11				
29	水泥磨车间变电所		10				
30	包装车间变电所		9				
31	窑头变电所		11				
32	空气压缩机站(窑头、尾)	12	3		394	135	
33	空所压缩机站(水泥磨)	13	3		119	169	
34	空气压缩机站(水泥库)	15	4		78.4	90	

## (二) 施工部署

### 1. 机构设置

为统一协调土建、安装施工,局成立现场指挥部,土建、安装公司分别成立指挥所,机构职责如下:

局指挥部主要职责:

- (1)负责组织编制施工组织总设计;
- (2)负责工程质量及施工技术管理;
- (3)负责工程进度,汇总和平衡土建以及安装年、季、月进度计划统计报表汇总;
- (4)协调土建、安装交叉施工中的问题;
- (5)负责建设项目竣工资料的整理归档;
- (6)负责局内特殊机械设备的调配;
- (7)负责组织土建、安装中间验收及项目交工。

公司指挥所主要职责:

- (1)负责编制单位工程施工组织设计;
- (2)负责各自的工程进度、施工技术管理、工程质量与安全;
- (3)负责公司的年、季、月施工计划编制,服从局指挥部的综合平衡计划,服从统一调度;
- (4)负责各自所需材料的采购、运输、管理及内部协调;
- (5)负责各自的交、竣工及统计、资料的整理;
- (6)负责单位工程交工和参与建设项目交工。

### 2. 施工准备

(1)场地平整:由于厂区自然地貌起伏不平,平整场地共需开挖土石方 21 万  $\text{m}^3$ ,需半年完成。

开挖方式,采取松动爆破、大小炮相结合。机械挖土机 2 台、推土机 3 台、空压机 4 台,大翻斗汽车 5 台,潜孔钻 1 台,风钻 40 台。

采取二班作业。

(2)技术准备:

1)施工组织总设计由局指挥部于 1987 年 3 月编完。

2)下列工程项目各专业应编制单位工程(项)施工组织设计(方案)。

土建、安装均需编制:生料磨、窑尾、窑中、窑头、煤磨、总降压站。

土建编制:钢筋混凝土筒仓滑模。

安装编制:总控制室、烧成系统主要设备安装及调试。

以上编制施工组织设计于 1987 年 6 月底完。

3)现场实验室必须在开工前做好原材料资源调查、混凝土标号试配和各加工车间的生产准备。

4)现场用电计算:

①按现场施工机具设备计算,动力用电总量为 1636.11kVA。

②照明负荷按动力用电量 10% 计算, 则总用电容量为 1799.7kVA, 选用 3 台三相变压器 SL-1-630/10。

5) 现场用水计算:

①施工用水 7.55(L/s)。

②生活用水 1.5(L/s)。

③消防用水 11(L/s)。

④现场总用水量取消防用水量 11L/s。

⑤供水管径选用  $\phi 100\text{mm}$  的铸铁管, 支管分别选用  $\phi 75$ 、 $\phi 50$ 、 $\phi 25$ 。

### 3. 施工程序

按生产工艺流程及土建、安装施工周期长短, 安排工程开工次序, 由于主生产线工艺车间布置在北区, 以北区为主, 南区为辅。土建、安装均以生料磨、窑尾、窑中、窑头, 总降压站作为控制施工进度的主要目标, 使土建、安装施工密切配合, 互创条件, 搞好立体交叉施工, 确保主生产线按期点火投料试车, 其他辅助车间作为调剂项目。

### 4. 任务划分及劳动力安排

(1) 任务划分:

1) 土建一公司一、二、四土建工程处, 机运站, 加工厂进入施工现场:

一处: 承担原料车间区域及水泥粉磨工程。

二处: 承担各种筒仓及烟囱的滑模工程。

四处: 承担窑区及水泥包装成品库工程。

机运站: 承担厂区场地平整和基础、管沟石方开挖, 金属结构和铁件的加工制作。

加工厂: 负责混凝土供应, 钢筋、细木加工, 预制构件生产。现场设集中搅拌站, 3 台 800L 搅拌机; 混凝土翻斗汽车运输, 厂区设预制构件生产场地。

2) 安装公司一分公司负责全部设备、工艺管道安装、调试任务。

(2) 劳动力安排: 施工投入高峰人数, 土建 1155 人, 安装 355 人。

## (三) 综合网络计划

网络编制依据和说明:

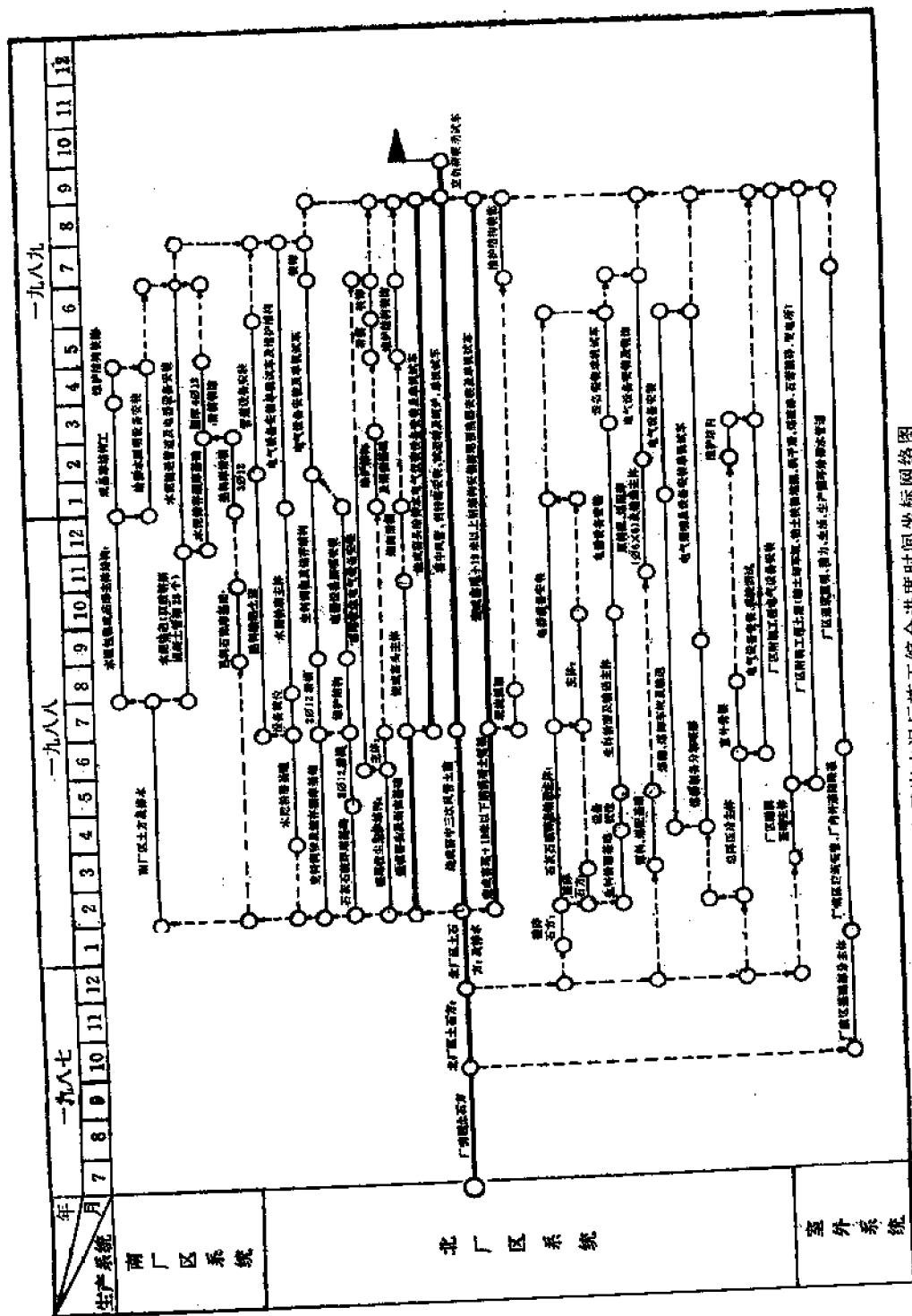
(1) 初步设计、施工图和设备交付日期, 确保 1989 年 10 月达到土建、安装全部竣工并点火投料试车。

(2) 生料磨、窑尾、窑中、窑头、总降压站工程的土建、安装作为主要工程考虑, 要严格按网络计划控制工程进度, 搞好立体交叉施工。

(3) 对窑体焊接、筑炉工序应避开冬期施工, 尽量考虑在保证总工期的前提下, 对劳动力、机具、架料、钢模投入量做到平衡。

(4) 综合网络仅作宏观控制, 土建、安装应分别编制二、三级网络, 指导施工。

图 2.1.14(1) 为一级综合时间坐标网络图。



#### (四)施工总平面图

编制施工总平面的依据和说明:

(1)设计总平面图和建设单位提供地形、资源、交通、水电源及厂区内外地。

(2)大临工程设置本着力求节约,有利生产,方便生活,对土建、安装施工用房、材料、设备堆放应统筹考虑,要充分利用厂区内空地,尽量利用当地旧房或条件许可提前施工永久性的辅助车间作为施工用房;生活区与生产区相对分开,施工用房布置考虑防火和雨期排水。

(3)现场中心搅拌站设在混凝土供应量大的北厂区,位置尽量适中,并考虑行车道路方便和便于污水排除。

(4)现场办公用房应适中,便于生产指挥,条件许可尽量先做永久性道路或先铺路基,必须做好全现场排水系统,水电沿道路布置。

(5)随着施工进度,根据需要各单位工程或局部地段应编制分阶段施工总平面图。施工总平面图(略)。

#### (五)土建、安装主要工程主要施工方法

##### 1. 基础工程

(1)基础(设备、柱基、管沟)土石方开挖:因地质复杂,基础座落于不同地质地基上,故需选择不同类型的基础:

1)锚桩:窑尾、烟囱、增湿塔、粘土烘干工程基础均位于岩石质理好的地基上,先除去表面风化岩,挖至岩石质理好的,之后采用锚桩。锚桩应作抗拔试验。本工程锚桩孔径为 50、70mm 两种,锚筋  $\phi 16 \sim \phi 25$  五种。其成孔采用特别风钻头 50、75mm 两种,用  $9\text{m}^3$  空压机带 2 台风钻,成孔后用高压风管将孔内石屑吹干净,然后用高压水冲洗,用木棍绑棉纱将孔中的水擦干,再用水泥纸将孔口堵严、待锚。锚筋放置孔的中心,四周用 C28 细石混凝土捣实,锚筋下部端头必须有 5cm 的细石混凝土,为了达到此目的,将每个孔的深度量好并编号,再把锚筋与孔号对应编号,然后将筋插入孔内,再从四周下细石混凝土,1 人扶,1 人用  $\phi 12$  的钢筋将混凝土捣实,待一天后开始浇水养生,锚杆 3 天内不得受力或振动。

2)挖孔桩:

①窑头基础工程位于风化石灰石溶洞处,因荷载大,岩石地质不均匀,采用挖孔桩,孔径 1.5m,孔深为 8~15m,其成孔采用麻花钻打眼,松动爆破,边清渣边挖,直挖到岩石质理好的基岩上。由于溶洞处风化岩较稳定,未设混凝土孔护壁。

②水泥筒仓基础工程位于黄河 4 级浸蚀堆积土,承载力差,采用挖孔桩,孔径 1.2m,孔深为 15~19m,其成孔采用人开开挖,边清土边挖,直挖到质理好的基岩,每成孔 1m 深,即分段支模,浇灌一圈混凝土炉壁,支模时要垂吊中心线,控制支模中心。

③未成孔前,首先测量放线定孔位,并留出孔径,按要求作出承台垫层,沿孔周围作 50mm $\times$ 100mm 凸圈以防孔口土石块滚掉伤人,防雨水流入。

④在承台垫层上把桩位“十字线”标记在垫层上,便于经常检查孔的垂直度和孔径尺寸。

⑤成孔挖出的土石方,其垂直运输,在井口上安一台手摇绞车。



⑥8m 以下成孔,井底施工人员供氧,采用送风机解决。孔内照明采用低压灯(36V),并备有一台潜水泵应急使用。

⑦成孔施工人员组织,挖土 1 人,绞车和提土 2 人。

⑧当孔底无虚土、石碴和积水,经三方检查认可后,方可进行下道工序。孔桩钢筋成型,桩筋分做两节下料,下段长 6m,上段按实际成孔深度加插入承台长度(扣去下段长)。每段桩筋用 4 片  $\phi 12$  箍筋按等距离焊于主筋上(其余箍筋绑扎),便于运输和吊装下孔就位。桩筋就位采用吊车或用  $3\phi 50\text{mm}$  钢管作高 7m 三角形,用 0.5t 葫芦将下段桩筋笼徐徐下入桩孔,并外露孔口 1m,停止下放,用钢管卡住桩筋笼,再吊上段,上下段桩筋采用气压焊接或电弧搭接焊。

⑨桩孔混凝土浇筑,采用串筒注入的常规施工方法,浇筑层 50cm 振捣一次,每根桩浇筑应连续,尽量一次完成,不宜过长停歇。

3)其余基础若位于岩石,则基坑开挖采用松动爆破与人工修凿相结合的方法,对相邻近基础,基坑应一次性开挖。当基础位于粘土,则基坑应挖至老土。

(2)设备基础钢筋混凝土浇筑:水泥厂的设备基础是一大、二多、三复杂,破碎、烘干、原料磨、煤磨、窑中、窑头、篦式冷却、水泥磨等混凝土量大,螺栓孔多,型号各异,有的孔断面  $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ,深 2.5m,要注意设备基础预留孔位和解决大体积混凝土施工温差,其施工方法:

①凡较大的设备基础与柱基、墙基连成片时,尽量使地下部分结构一次浇筑。

②上述混凝土基础,均按大体积混凝土施工,连续浇筑,不允许留施工缝,水泥采用 425<sup>#</sup>矿渣硅酸盐水泥,以减少发热量,同时采用保暖储热法,混凝土四周用二层草袋覆盖严密,加强养生,半月方可拆模,基础预留孔的孔位应准确。孔位采用角钢作骨架外包纸壳作孔芯,待混凝土终凝后,后孔中灌水,纸壳泡软后即以拔出,同时在浇筑过程中,设专人看管,随时复查孔位。

浇筑基础混凝土垂直运输,窑中用 15t 覆带吊,生料磨用一台 TQ60/80 塔吊,窑头用一台 2t 红旗塔吊。

## 2. 主体结构工程

(1)钢筋混凝土框架:生料磨钢筋混凝土框架高 33.7m,框架柱、梁采用钢模;地面组装,按柱、梁、轴线用塔吊就位,钢管支撑,柱模板加对拉螺栓。

为使框架保持垂直,柱模支完后,用两台经纬仪,对每个柱模相邻两个垂直面进行检测,发现垂直偏差应及时调正。

为防止钢筋混凝土柱“烂根”,柱子支模的模板应超出上层楼板(或梁顶面)顶面 30~50cm,当再支上层柱模,超出楼板顶面(或梁顶面),模板不拆,并使上层柱模座落在该模板上,并向内收紧。同时柱位处的楼板顶面(或梁顶),浇筑混凝土应捣实、整平。

对搭设承受大梁断面高于 1m,跨度超过 4m 支模架,架子搭设要牢固,浇筑混凝土应沿梁两侧对称下料,以防架子失稳、倾倒。

框架混凝土浇筑采用常规施工方法。

为生料磨框架、窑尾钢结构框架施工及设备安装,该处设立 TQ60/80 和波坦 140t·m 塔吊各一台,解决垂直运输。

(2)钢筋混凝土筒仓:筒仓共23个,直径: $\phi 3.5\text{m}$ 、 $\phi 6\text{m}$  9个, $\phi 10\text{m}$  9个, $\phi 12\text{m}$  8个。

1)  $\phi 3.5\text{m}$ 、 $\phi 6\text{m}$  筒仓采用倒模施工。

2)  $\phi 10\text{m}$ 、 $\phi 12\text{m}$  筒仓采用滑模施工,不同直径的筒仓,各配2个筒仓的模板,采取左右两个筒体同时滑升的方法。但左右两个筒仓各成系统,各配千斤顶65个,一台液压控制台操纵。

#### ①滑模组装:

a. 准备工作:待筒仓基础施工完,并做好隐蔽工程验收,先将筒仓内外地面填充平整,筒壁基础内外及顶面用水泥砂浆找圆找平,便于提升架就位、安装。

b. 滑模系统组装顺序:

提升架→内外围圈→支座梁→中心环→辐射桁架上下弦支撑→铺操作平台及外挑架及板→挂模板→安装千斤顶及液压系统→安装电气系统→油路试验→操作平台,提升架最后抄平→插支承杆,立标尺→开始浇混凝土。

c. 组装要求:

圆筒仓提升架两柱轴线必须向心(筒仓中心),同时提升架两个方向必须垂直,最大偏差不大于2mm。

围圈安装一定要准确,上围圈水平间距要小于设计筒壁厚度2mm,以满足模板安装要求。

钢模安装时,要求内外模板向筒壁内倾2mm,即模板上口净距小于壁厚4mm,下口等于壁厚。

#### ②筒壁混凝土浇筑制度与滑升控制:

a. 滑升模板组装完经检查无误后,清理模内杂物,浇水润湿,先铺一层30~40mm 1:1水泥砂浆,随即分层(层厚200~300mm)浇筑混凝土,每个筒仓分四点对称下料,并浇捣方向一致,当混凝土浇到钢模三分之二高度时,先试滑两个行程(即5cm),检查模板围圈是否松动,千斤顶及油路系统是否漏油,当混凝土满模时,即可滑升。其滑升速度依混凝土出模强度达0.2~0.4MPa为好,天气太热可加缓凝剂。

b. 滑出模板混凝土,内外表面应进行修整,也可用1:2水泥砂浆搓平,24h后浇水养护或用养生剂喷涂。

#### ③垂直、水平控制与偏差纠正方法:

a. 垂直控制:

筒仓在基础施工时,已有准确的中心点,平台安装好后,在平台上找出两个基准点和一个圆心点,用7kg的线坠,每滑升几次上下对照一下,有偏即纠。

b. 纠偏方法:

当操作平台中心与地面中点(基点)不对中,说明筒壁已不垂直,即操作平台也不水平,纠偏是先将平台高的那侧千斤顶关掉,让平台低侧的千斤顶再爬升1~2个行程,调平即可;若偏差过大,应分阶段调平。

c. 造成操作平台不平的主要原因是平台上荷载不均,千斤顶爬升行程不一致或筒壁各浇筑点下混凝土进度不统一;造成混凝土硬化速度不同步,模板阻力不同,致使千斤顶受力不均爬升高度不等,导致平台倾斜。

④停工处理:因故停工(停电除外)时,一定将混凝土浇到同一高程,然后每隔1h将千斤

顶向上滑升二、三个行程,共进行三次,以防混凝土粘模。

⑤滑模装置拆除:当滑升到顶部设计标高时,停3~5d,先拆除外模,并于筒壁外侧装上下挑架,后再开始将中心操作平台吊出。人站在外挑架上,再拆除提升架,拔出支承杆等,也可以等筒仓脚手架从仓底搭到仓顶,再拆提升架,拔支承杆,支承杆采取全部回收。

⑥注意事项:水泥宜用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,但只选一种,不得混用,加浆修面的水泥颜色要一致。原材料要分批做试验,混凝土塌落度一般控制在3~5cm即可。滑升时的钢模经常清理,对歪斜、失圆的钢模应及时修复。每班至少做两组混凝土试块,一组做快测,一组正常养护。

⑦劳动组织:值班2人,液压工1人,木工7人,钢筋工16人,混凝土工20人,电焊工4人,电工2人,抹灰工16人,运输工10人(两个筒仓同时滑一班人数)。

⑧2个筒仓同时滑模施工所需混凝土、钢管等的垂直运输,由该外设立TQ60/80塔吊解决。

(3)钢筋混凝土烟囱:烟囱的内衬与烟囱壁采用双滑法施工,在内衬筒壁内部立80m井架作滑模支架。井架加悬壁解决材料、钢筋、混凝土垂直运输;井架内设爬梯解决人员上下。

(4)装配式单层厂房:柱、屋架构件就地预制,砖砌胎模,吊装构件选用50t和15t覆盖吊各一台。

(5)栈桥工程:钢筋混凝土柱子、桁架就地预制。钢桁架分两部分制作,现场拼装。用50t和15t覆盖吊各一台进行整捆吊装就位。

(6)窑尾钢结构框架(+19m以下为现浇钢筋混凝土框架):窑尾为钢结构,总高为58.39m,用4 $\phi$ 900mm钢管12 $\times$ 12m柱网组成,其长度41.1m,钢柱的斜撑全部为 $\phi$ 351 $\times$ 10mm的钢管组成。预热器设备就位于平台,其标高分别为25.5m、34.9m、43m、51.3m、58.4m,平台由钢梁、型钢组成。

1)钢柱制作工艺流程:钢板验收 $\rightarrow$ 放样划线 $\rightarrow$ 切割去渣 $\rightarrow$ 卷圆复测 $\rightarrow$ 装配焊接 $\rightarrow$ 矫圆 $\rightarrow$ 探伤 $\rightarrow$ 喷砂 $\rightarrow$ 油漆。

2)钢管柱的制作与组装:钢柱用开坡口的对接、横焊,采用对称多层焊,焊条第一层用 $\phi$ 3.2mm,中间层用 $\phi$ 3.2~4mm,焊接时电流选得略大一点,直线运条,下部做角。焊工均应经考试取得合格证方可施焊。对焊接的主焊缝,焊后打上焊工号钢印,做好质量记录。焊接按施工验收规范要求进行验收。

3)平台结构的组焊顺序遵循的原则:对称布置的焊缝,应由两名焊工同时对称施焊;不对称布置的焊缝,可以先焊焊缝较少的一侧,对长焊缝采用交替焊法或跳焊法,逆向分段焊法及中心向两边的对称焊接,对大型结构应从中间向四周进行施焊,同时应先焊所有的横向焊缝,后焊纵向焊缝。

4)吊装组对:安装前的施工准备,基础强度,预埋(孔位)位置应符合要求,钢构件堆放应符合安装程序,放垫木,防止变形;同时检查构件的质量和数量,是否配套齐全;为便于高空作业,焊接构件可事先在接头处钻上临时连接小孔,便于临时螺栓固定。

组对应搭满堂脚手架:在全部组对过程中,为防构件变形,采取加固措施选好适当吊点,垫木起吊。

钢柱的组对安装,应先将各基础顶面的误差调整到统一的高度,后将柱吊到基础上校

正,使底垫中心线与基础中心线相合;柱子校正用两台经纬仪从垂直柱子表面的方位测量,一台对准柱的正面,另一台对准柱的侧面,达到柱的上下中心线与经纬仪的竖丝吻合,然后安装柱间支撑和钢梁,并同时校正柱的纵横轴线,最后分区域安装各种型钢组合件和平台。

吊装、组对采用法国波坦 140t·m 塔吊。

设备安装,以回转窑和窑尾预热器、生料磨、篦冷机、电收尘为重点。

### 3. 回转窑窑体安装

回转窑安装工艺流程:

施工准备及基础验收→托轮组的轴瓦刮研和安装→筒体安装→窑体校直和焊接→轮带和大齿的调整与固定→传动装置的安装→窑尾密封装置的安装→窑头密封装置的安装→润滑装置的安装→窑耐火砖的砌筑→回转窑空负荷试运转。

煅烧熟料的回转窑是水泥厂的核心设备,筒体内径 3m,长 48m,倾斜度 3.5%;整个筒体由 3 个轮带支撑在 3 档托轮组上,安装在离地 6~7.7m 高的 3 个独立的钢筋混凝土墩上。托轮组的轴瓦刮研和安装,是保证回转窑精度的关键,安装筒体前,必须反复检查托轮的纵、横向水平度和窑筒体的同心度是否达到设计要求。

回转窑筒体分成 6 节,吊装前,要进行编号,检测筒体。筒体用 75t 汽车吊分节吊装。

吊装顺序:第一次吊第一、二节筒体和尾端轮带;第二次吊第三节筒体;第三次吊第四节筒体和中间轮带;第四次吊第五节筒体;第五次吊第六节筒体和头端轮带。每节组对前均需认真检测(周长、椭圆及马蹄形),当组对安成后,采用激光经纬仪与千分表相配合,对筒体进行校直,找回转中心。对筒体组对焊接及检测,应符合设计和规范要求。

其校直方法:窑体校直前,应临时装上大齿圈,临时固定传动装置,并能带动窑体旋转,给校直带来方便。校直采用激光定点旋转测量法,对比进行,其方法:在筒体的外边,分别在 5 个接口和窑头、尾端各设一个测量固定支架,利用回转窑传动装置的盘车机构,使窑体慢慢旋转,在 7 个测点处圆环上再等分 12 个点用小钢尺同时进行测量,找出超差部位,松紧连接螺丝,调整、消除偏差,测量方法见图 2.1.14(2)。

### 4. 窑尾预热器设备

窑尾预热器设备是熟料烧成系统中的重要组成部分,其定位尺寸应以回转窑的中心线、平行线及标高为基准,预热器的设备安装与窑尾钢结构框架、平台的安装是交替进行的;即钢结构框架、平台安装一层,预热器旋风筒、风管就位一层,按此程序交替进行。

预热器的安装工艺流程:

喂料室安装→涡流室安装→分解炉安装→五级旋风筒、风管→四级旋风筒、风管→三级旋风筒、风管→二级旋风筒、风管→一级旋风筒、风管→管阀件的安装。

预热器旋风筒、风管各连接件必须按部位及安装标记进行安装,对相同结构不同的材料零、部件,如双板排灰阀,撒料闸板和  $\phi 500$  膨胀器等,应细微查对制造标记后,方可安装。预热器的安装由下而上,由大到小,最后安装风管和料管。

### 5. 生料磨设备

生料磨特点吨位重,体积大,运输和吊装应与土建密切协调配合,当框架柱基,轴承基础,减速机基础混凝土施工完,设备基础混凝土达到设计强度,基础垫上枕木,吊车吊装原料

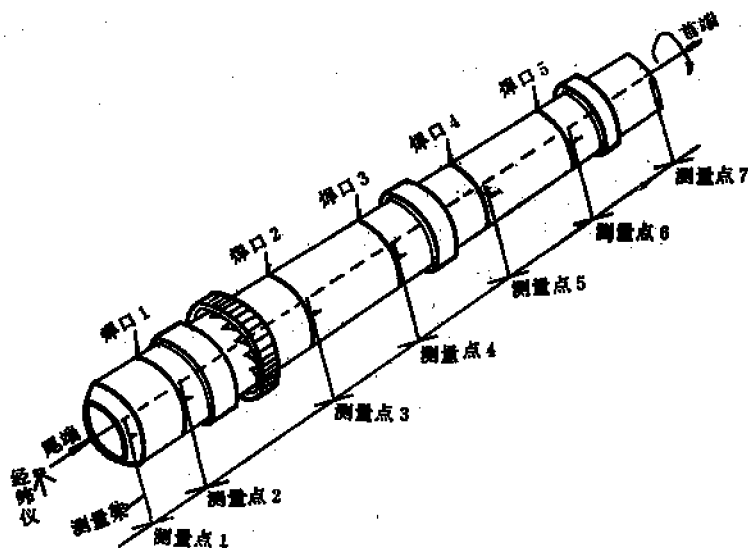


图 2.1.14(2)  $\phi 3 \times 48\text{m}$  回转窑筒体校直法示意图

磨就位,然后土建继续施工钢筋混凝土框架和砌墙。

生料磨的安装重点要精确控制主轴承间距,并按设计要求留出筒体的热膨胀量、磨体中心与传动轴中心线保证对中平行。

底座、轴承安装程序:垫放枕木的底座,通过千斤顶,逐步抽取枕木,最后使底座座落在垫铁上→穿好地脚螺栓→按埋设的标板和底座的十字线(设备检查时刻的线)进行找正→据水准点找正底座标高,调整水平→安装轴承座,重点控制球面瓦的接触情况和间隙。

磨机主体传动装置安装:当减速机的齿轮装好后,应注意齿轮的咬合情况,可用作色或压铅法检查。

## 6. 篦冷机设备

篦式冷却机是烧成系统重要设备之一,功能是把回转窑中排出的高温熟料以较快的冷却速度满足工艺需要,以保证生产线上其他不耐热设备正常运行,共安装 5 台篦式冷却机。

安装程序:基础交验→下部壳体安装→拉链机安装→下壳体封闭破碎机安装→篦床安装→上壳体安装→传动装置安装→梯子走台安装→砌筑。

篦式冷却机安装注意篦板间隙的调整,冷态按公差上限留间隙(留出热膨胀间隙)保证在热态时有 0.5 至 1mm 的间隙,墙板间隙冷态安装时要有 3~5mm 间隙,按图纸要求施工。

## 7. 收尘设备

主要安装程序:支座→底梁支座→底梁→灰斗→立柱,立柱横向支撑→大梁→阴极框架→阴极振打轴承、座、轴→阳极振打轴承座、轴→阳极板排→阴极小框架→板排小框架就位调正→焊装板排上部定位块下部定位套→组装调整阴极轴、锤→组装调整阳极轴、锤→每个电场前的挡烟板→侧墙板→各层楼梯平台→槽型极板→顶板、层面板→保温层→护壳→其他部分安装→高压电气设备安装→高压电缆控制法→电缆头金属导线→高压隔离开关→全面质量检查→各项调试试验,电除尘器的试运行及试运行后的检查与调整→飞式运行。

施工方法:吊装电收尘设备采用 140t·m 塔吊和吊车配合,在安装过程中严格检查控制电收尘立柱的垂直度和梁的水平度,阴极、阳极及框架不平度,阴极和阳极的间距。

## 8. 筑炉工程

筑炉工程部位:(1)回转窑体及风管砌筑,(2)窑尾预热器的砌筑,(3)篦式冷却机的砌筑,(4)窑头罩的砌筑。

筑炉施工准备,预埋预留,砖的规格质量是否符合规范的设计要求。

(1)回转窑砌筑:回转窑砌筑必须在窑体安装经检查和空运合格后进行内衬砌筑施工。按窑的长度及使用材料的不同分段,转动窑体、平行流水作业,不允许支设拱胎方法砌筑窑体。

砌内衬需用纵向、环向基准线,可按窑轴线和窑壳的接缝测出,并分别划在窑体壳上。砌的砖应紧靠窑壳,缝隙应小于 3mm,并以泥浆填实。若用磷酸盐材料砌内衬时,砖与壳体缝隙以粘土质耐火泥浆填实。内衬宜湿砌(用镁质耐火材料砌内衬可采用干砌法),采用分段错缝或环砌的方法,错缝砌筑内衬纵向砖缝按纵向基准线与窑轴在同一平面内,其允许扭曲 $<3\text{mm/m}$ ,同时在同一砌筑段的全长内不应超过 20mm。

用环砌时,内衬环向砖缝按环向基准线,砖环应相互平行,且应同窑轴线垂直。

凡经过加工的砖小于整砖尺寸  $3/4$  的,不得用于砌筑内衬。

砌砖从窑底开始,沿圆周方向同时均衡地向两边进行砌筑,砌过半圆 1~2 层砖后,设撑加固,然后将窑体转动  $1/4$  周,再从窑底砌至水平,再设撑加固和转动窑体,砌其余  $1/4$  周。

内衬应在最后 4~5 行砖内进行锁口,锁砖应具有正确的楔形和平整的表面。

锁砖均应从侧面打入拱内,在最后一块锁砖不能从侧面打入时,可将锁口一侧的 1~2 块进行加工,使锁口尺寸上下相等,然后将与锁口尺寸相适应的锁砖从上面打入,并将其两侧用钢板塞紧。

窑内衬干砌完到点火前,不能快速转窑,点火前应用带楔钢板对砌体进行最后紧固,使砖环与窑壳贴合。

风管的砌筑:砌筑应在风管安装完并检查合格后进行,从集灰口位置同时向两头砌筑。砌筑时,先砌保温砖,后砌耐火楔形砖,将底半圆砌好后,支拱胎,先砌耐火砖,后砌保温砖,最后锁口,错砌或环砌均可。

(2)窑尾预热器砌筑:预热器的砌筑可在每级锥底封闭,同时砌筑。口径小于 1.5m 的小管件、闸阀和膨胀节等,宜在地面进行内衬预制,施工时,应为安装留出工作间隙,并在安装过程中,及时进行处理。

预热器各系统内各炉之间,炉子与管道之间的连接部,应按设计规定留设膨胀缝,缝内填塞耐火纤维。在风管砌体拐弯处,宜采用浇注料连接。

对系统内或炉子内,当设计内衬的厚度不一致,产生错台时,错台处应加工成斜坡形。

浇注料的施工,宜在与其相连接的砌体砌筑完毕,并在接触面上刷一层防水剂后进行。

当炉子采用吊挂砖时,砖与圆形壳壁之间的间隙,应用与砖相应材质的耐火浇注料填满捣实。

(3)篦式冷却机的砌筑:篦式冷却机经调试完运转后进行砌筑。砌筑前篦板用木板铺好,以避免将炉篦压坏。

高中湿区的耐火砖砌体与隔热耐火砖砌体之间不宜使用泥浆,但要紧密接触。

各区交接处及不同材质的耐火砖交接处,均按设计规定留设膨胀缝。如设计无明确规定时,该缝应交错留设,缝宽 10mm,缝内填实耐火纤维,吊墙及咽喉拱两端上部的封墙周围,均留设膨胀缝,不应在中部等距离留设两条膨胀缝,缝宽按图规定。

(4)窑头罩的砌筑:窑头罩砌筑,关键在于拱胎的制作及大旋的砌筑,拱胎制作最好用钢材按图纸要求加工成形,拱胎的制作可分成五等份,做成一个组合体,便于拆装。

大旋的砌筑:窑头罩大旋的砌筑是一个复杂而细致的工作,方法不当就无法施工,砌筑前,拱胎制作的宽度不超过 1m,拱胎组装要支撑牢固,开始发旋,先砌第一段,等大旋合拢锁口后,移动位置砌筑二段。砌第二段时,窑头罩边墙砌筑高度和拱胎一样高,并找平弧度,第二段的大拱一部分砌筑在墙的上部,使之密封,并应留出膨胀缝的位置。

(5)技术要求:回转窑系统的砌筑工程,是细致重要的工作,砌衬的耐火材料除应满足生产工艺要求外,并应具有较高的密实度和强度,砌体砖要严密,错缝均匀一致,灰浆饱满,泥浆保证强度等,对耐火材料规格,按国家规范和设计,检查材料的物理性能是否达到要求。

砌筑砖缝泥浆饱满度不得低于 90%,对气密性有严格要求以及有熔金属或渣侵蚀的工业炉部位,其砖缝的泥浆饱满度不低于 95%。

## (六)技术措施

### 1. 质量保证措施

施工过程的质量控制是质量管理中的中心,为保证工程质量,对施工各阶段必须做好下列各项工作:

(1)牢固树立“百年大计,质量第一”的思想,要教育职工把质量摆到首位,以优良的工程质量,争得社会信誉。

(2)在施工过程中,严格按国家颁发的施工验收规范、操作规程和工程质量检验评定标准统一施工活动,坚持认真审图,按图施工,发现质量问题,采取有效措施,决不留隐患。

(3)做好各施工环节的质量检查,不合格原材料和不合格设备不使用(或不安装);上道工序不合格,不得转入下道工序,及时做好隐蔽和分部、项工程检验。

(4)推行全面质量管理的科学管理方法,成立 QC 小组,运用 PDCA 循环把好关键工序和关键设备的质量关。

(5)认真贯彻施工方案,并详细进行技术质量交底,把施工要点、质量标准通过各种形式写出来,做到人人心中有数。

(6)各指挥所及处均设专职质量员,负责施工过程中的质量检查与监督,加强原材料和中心搅拌站的质量管理。

(7)加强测量放线,特别是工艺轴线,经自检和甲方复核后方可施工,认真做好测量定位放线。严格控制轴线、标高、垂直度,特别是窑头、窑中、窑尾、烧成车间等生产工艺系统轴线和标高的控制,避免发生差错,做好单位工程沉降观测记录。

(8)分部分项工程做好自检、互检、交接检,贯彻质量样板制、挂牌制、岗位责任制。

(9)以回转窑、生料磨、预热器的安装质量为样板(各专业工程的质量都要达到优良的标准),以带动整个工程质量的提高。

(10)管道、钢结构、筒体焊接必须严格执行焊接工艺操作规程。

(11)调式是整个安装工作的主要部分,当一台设备安装完后,能试车的马上试车,发现问题及早处理。

(12)在施工过程中,认真及时积累工程档案资料,做到工程资料整理归档与工程进度同步进行。

(13)对锚杆、现浇钢筋混凝土灌孔桩按有关规定执行。

(14)质量与职工的经济利益挂钩,认真执行经济承包责任制。

## **2. 施工安全措施**

(1)广泛宣传,使职工牢固树立“安全为了生产,生产必须注意安全”的思想,严格遵守建筑安装企业的安全操作规程和有关安全法规。

(2)电动机械设备应设专人使用、保管。正确使用保护和绝缘接地装置等,认真执行建筑安装工人安全技术操作规程。

(3)高处作业和交叉施工现场,必须利用“三宝”,高处作业,外围设栏杆,挂安全网,护身栏杆应超过操作面 1m 高。

(4)加强机具、吊装设备维修、保养检查工作;高处作业时无安全措施严禁作业,大雾及风力大于 6 级的天气暂停露天起重和高处作业。

(5)吊装区域内,严禁在作业半径范围内站人、通行,高处作业人员严禁穿硬底鞋、塑料鞋、拖鞋。

(6)经常对起重和垂直运输机具、绳索、刹车器等进行检查,确保负荷要求,否则应及时修理或更换。

(7)脚手架和楼板堆料量不应超过规定,同块脚手板上不应超过 2 人操作,上下交叉作业时,设安全隔板,下方操作人员必须戴安全帽。

(8)滑模机具和操作平台,按施工设计安装,四周设防护栏杆、安全网,施工区设围栏,经常出入的通道设防护顶棚。

(9)滑模施工,注意平台水平和垂直偏差,防止平台扭转和水平位移,平台应均衡对称拆模。

(10)钢筋冷拉卷扬机前设防护挡板,操作人员应站在防护挡板后,场地不准站人和通行。张拉钢筋,操作人员站在两侧操作,防钢筋断裂。

(11)熬制沥青地点应看常年风向,不设在电线的垂直下方,距建筑物 25m 以外,堆放沥青场地距沥青锅大于 5m,熬制沥青必设专人看管,铺贴卷材屋面四周设置 1.2m 高围栏,沿边侧身操作。

(12)木工、钢筋机械操作,必须按操作程序,不得蛮干。

(13)加强现场防火、防盗工作,建立现场值班制度,现场配备消防器具。

## **3. 冬雨期施工措施**

根据工程形象进度,进入冬雨期施工项目,土建、安装应分别编制具体施工方案,便于指导施工,达到连续施工。

(1)冬期施工:整个钢筋混凝土结构工程以蓄热法为主,混凝土采用热水、热砂并掺早强减水剂。墙体钢模外包一层岩棉毡或二层草袋蓄热,砌砖抗冻砂浆的配制,可按规定掺入拌和用水量 3% 的食盐,并注意下班前草帘覆盖。焊接工程应尽量避免在冬期施工,否则应采



取措施。

(2)雨期施工:做好施工现场排水、截水工作和现场动力照明线路检查,并作好排水设备,施工材料储备,防雷设施。

#### 4. 技术节约措施

加强现场材料管理,并在施工管理上、技术进步上采取有效的措施,是提高企业经济效益的重要方面,为此特制订如下措施和指标:

(1)土建部分:①严格按施工预算实行限额领料;②全现场混凝土由中心搅拌站集中供应,尽量使用散装水泥,混凝土中掺减水剂节约水泥指标 5%;③ $\phi 10$  以下盘圆钢筋采用冷拉,节约钢材 1%; $\phi 12$  以上钢筋采用对焊和气压焊,节约钢材 5%,及滑模支承杆全部回收。④砂子节约 5%(不影响结构质量,尽量用山砂);⑤节约石灰 3%,红砖 7%,片石 3%,碎石 5%,沥青 5%,玻璃 5%。

(2)安装部分:严格按施工预算实行限额领料。

### (七)劳动力、材料、机具计划

#### 1. 劳动力需用量动态图(图 2.1.14(3))

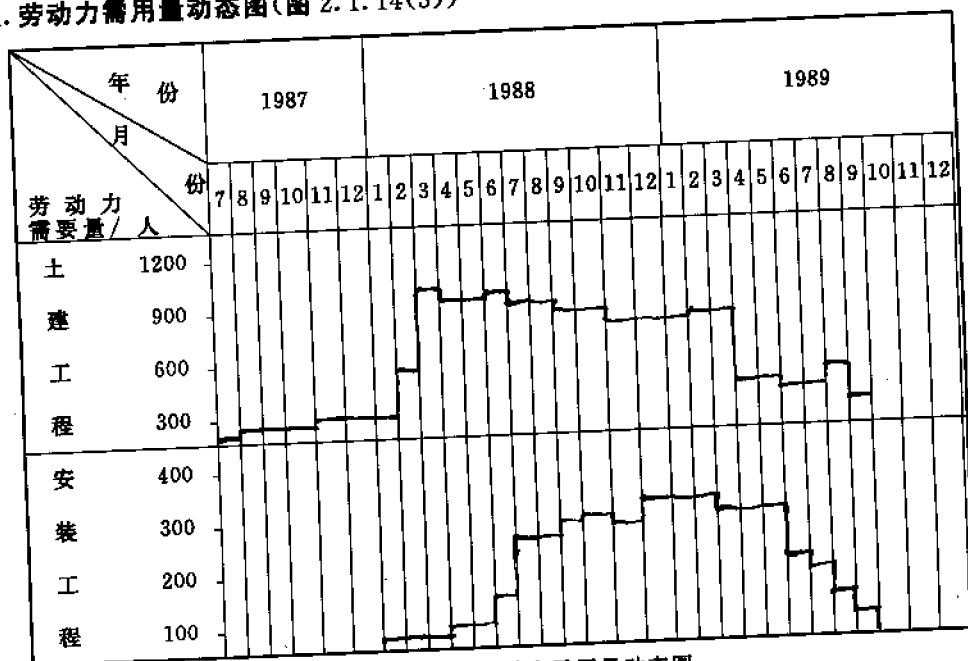


图 2.1.14(3) 劳动力需用量动态图

#### 2. 土建主要工程材料需用一览表(表 2.1.14(3))

#### 3. 主要施工机具需用一览表(表 2.1.14(4))

## (八) 主要技术经济指标

### 1. 劳动生产率

- (1) 土建全员劳动生产率 12500 元；
- (2) 安装全员劳动生产率 17800 元。

### 2. 工程质量标准

- (1) 合格率 100%；
- (2) 优良品率 40%。

### 3. 降低成本指标

- (1) 土建工程 2.5%；
- (2) 安装工程 2.5%。

### 4. 安全生产指标

- (1) 年事故频率 < 15‰；
- (2) 无重大伤亡事故。

### 5. 施工机械设备

- (1) 设备完好率 95%；
- (2) 设备利用率 80%。

表 2.1.14(3)

土建主要工程材料需用量一览表

工程项目名称	名称	水泥	水泥	水泥	木材	钢筋	钢筋	钢板	型钢	钢模板	红砖	碎石	沥青
	规格	325	425	525		圆钢	螺纹钢						
	单位	t	t	t	m <sup>3</sup>	t	t	t	t	m <sup>2</sup>	千块	m <sup>3</sup>	t
	总计	3521	16325	462	2598	1477	2162	138	680	7210	3079.1	26238	221
1	石灰石破碎及输送	186	283	73	80	39	52	16.5	166	250	84.8	480	6.8
2	破碎土石方及排水工程	855	291		30	6.6	6.5					84	
3	石灰石碎石库及输送	170	330	273	120	89	158	13.0	98	700	111.3	1180	
4	粘土铁粉堆棚及输送	114	234		80	20	47	3.3	36.5	200		550	14.3
5	粘土烘干车间	16	243		30	29	59	8.0	24.0	20	162	435	5
6	生料粉磨及输送	126	495		80	68	130	8.2	28	400	348.7	1018	12
7	原料配料库及输送	116	398		132	89	85	10	38	200	124.0	770	
8	生料调和及储存	123	446		126	65	117	4.5	18	150	171.0	955	
9	煤卸车坑及输送	31	189		80	17	21	14.5	55	100	225.3	385	12.5
10	煤破碎及输送	150	286		60	13	14	0.5	0.5	50	45.0	530	1.5
11	石膏破碎及提升	49	90	1	20	16.5	22	1.0	3	60	80.0	205	3
12	配煤库及输送	190	396		90	48	86	4.0	38	28	77.0	723	
13	煤粉制备及分解炉喂煤	123	396		130	47	98	7	23	180	170	88	18

续表

工程项目名称	名称	水泥	水泥	水泥	木材	钢筋	钢筋	钢板	型钢	钢模板	红砖	碎石	沥青
	规格	325	425	525		圆钢	螺纹钢						
	单位	t	t	t	m <sup>3</sup>	t	t	t	t	m <sup>2</sup>	千块	m <sup>3</sup>	t
	总计	3521	16325	462	2598	1477	2162	138	680	7210	3079.1	26238	221
14	窑尾收尘及烟囱	108	334		130	47	88	0.8	1.5	200	62	700	6.5
15	烧成窑尾	109	397		120	40	83	4.2	15	350	79	881	15
16	烧成窑中及三次风管	10	294		75	59	62.4	0.63	2	160	1.6	632	
17	烧成窑头	125	283		90	65	91	5.6	19	350	159	820	13
18	熟料输送	3	166		40	31	39	5	22	140		356	2
19	水泥粉磨	130	557		90	91	117	10	16	250	25.8	1110	17
20	熟料石膏配料及输送	140	897		160	107	221	8	59	58	19	1956	
21	水泥储存	115	1372		100	143	300	0.8	1.4	600	33.7	2112	
22	水泥包装与装车站台	138	1060	103	150	101	150	0.8	1.4	500	160	2361	41
23	水泥汽车散装	4	46		30	11.5	9	14.2	9	100	32	100	1.2
24	地中衡	4	23		45	8	3	0.5	1.5	50	53	46	1.3
25	机钳、铆焊、环保工段	45	132	12	78	40.6	46	2.5	4.5	160	228	456	13
26	工厂办公楼	57	186		120	29	9	0.5	0.5	180	442	260	4
27	工业变电所(全工地性)	155	279		215	147	40			580	520	463	18.2
28	空气压缩站	29	80		67	9.8	2.2			310	150	269	16
29	厂外、厂区道路及排水	100	4624		30							5747	

表 2.1.14(4)

主要施工机具需用量一览表

序 号	名 称	单 位	规 格	数 量
土建				
1	推土机	台	80-120HP	8
2	挖土机	台	1m <sup>3</sup>	1
3	自卸汽车	台	120kN	5
4	自卸汽车	台	50kN	2
5	载重汽车	台	50kN	10
6	塔 吊	台	TQ60/80	4
7	塔 吊	台	20kN	1
8	法国塔吊	台	140t·m	1
9	搅拌机	台	8001	3
10	搅拌机	台	4001	2
11	卷扬机	台	50kN	6
12	卷扬机	台	10kN	8
13	履带吊	台	500kN	1
14	履带吊	台	150kN	1

续表

序 号	名 称	单 位	规 格	数 量
15	电焊机	台		23
16	对焊机	台	100kV	1
17	点焊机	台	75kW	1
18	圆 锯	台		5
19	插入式振捣器	台		14
20	砂浆机	台		17
21	液压泵	台		1
22	压力机	台		1
23	振动台	台		1
安装				
1	交流电焊机	台	20kVA	15
2	直流电焊机	台	26-281kW	5
3	滚板机	台	$\delta=20$ 20kW	1
4	剪板机	台	$\delta=20$ 28kW	1
5	电动卷扬机	台	10T 20kW	4
6	电动卷扬机	台	5T 11kW	4
7	电动卷扬机	台	3T 11kW	2
8	汽车吊	台	500kN	1
9	汽车吊	台	80kN	1
10	载重汽车	台		3
11	铲 车	台	50kN	1
12	塔 吊	台	自升式 200t·m	1
13	液压千斤顶	个	100kN	4
14	液压千斤顶	个	750kN	2
15	液压千斤顶	个	200kN	4
16	四轮吊环型起重滑车	只	H50×4D	4
17	六轮吊环型起重滑车	只	H80×6D	4
18	四轮吊环型起重滑车	只	H32×4D	4
19	单轮挑式开口吊钩型起重滑车	只	H8×1KBG	8
20	单轮挑式开口吊钩型起重滑车	只	H10×1KBG	8
21	单轮挑式开口吊钩型起重滑车	只	H16×1KBG	4
22	单轮挑式开口吊钩型起重滑车	只	H20×1KBG	2
23	电动葫芦	台	50kN	2
24	手拉葫芦	只	20kN	4
25	手拉葫芦	只	30kN	4
26	手拉葫芦	只	50kN	4
27	手拉葫芦	只	100kN	4

(编制 陈德顺 付乃和 涂志良 罗光英 周保福)