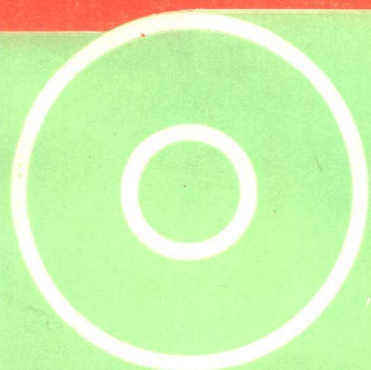
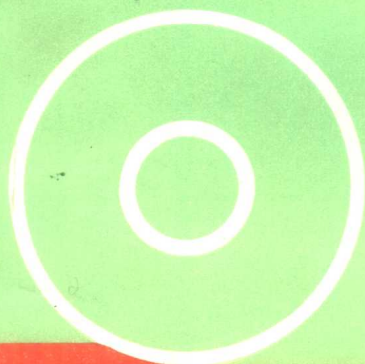
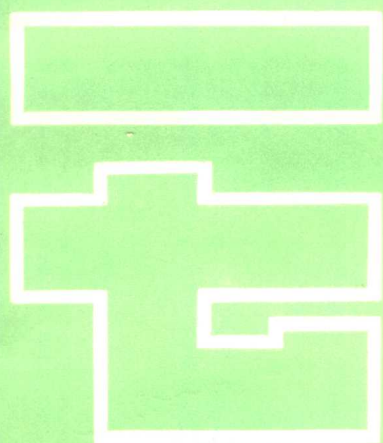


4

电气设备
安装及调试



武钢一米七轧机
工程技术总结

冶金工业出版社

武钢一米七轧机工程技术总结

第四册 电气设备安装及调试

湖北省建设武钢一米七轧机工程指挥部

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书系《武钢一米七轧机工程技术总结》第四册。

本书共分二十五章,分别介绍了热轧厂(第一章至第十章)、冷轧厂(第十一章至第十七章)、硅钢片厂(第十八章至第二十一章)和连铸车间(第二十二章至第二十三章)的电气设备、传动设备、液压系统、自动控制和检测仪表的安装和调试,以及有关的技术检验纲要(第二十四章)和环境保护技术要求(第二十五章)。

本书可供有关专业的工程技术人员、科研教学人员以及企业有关领导干部等学习与参考,亦可作为消化和引进先进技术的参考资料。

武钢一米七轧机工程技术总结

第四册 电气设备安装及调试

湖北省建设武钢一米七轧机工程指挥部

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷33号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 36 字数 864 千字

1985年8月第一版 1985年8月第一次印刷

印数00,001~1,000册

统一书号: 15062·4091 定价7.30元

前 言

武钢一米七轧机工程是我国从西德、日本引进的建设项目。这项工程包括热轧薄板厂、冷轧薄板厂、冷轧硅钢片厂、连铸车间和一百三十余项辅助配套工程。

工程于1974年9月开始施工，1978年底陆续投料试车，各条生产线都一次试车成功。

为了总结这套大型现代化轧机工程的建设经验，我们在参加建设的各设计、施工、生产、科研等单位编写的技术论文、技术总结的基础上，摘要编纂了这本《武钢一米七轧机工程技术总结》。

全书共分五册。第一册《工程设计》，介绍引进各厂的工艺流程、机组性能、自动控制、燃气、热力、环保技术以及国内配套工程的设计，由武汉钢铁设计研究院、重庆钢铁设计研究院编写；第二册《土建施工》，综合介绍土建工程及特种构筑物的施工工艺、施工技术；第三册《机械设备安装及调试》，按系统介绍主要设备的安装、调试工艺和特点；第四册《电气设备安装及调试》，分厂介绍电气设备、传动设备、液压系统、自动控制和检测仪表的安装及调试；第五册《计算机安装及调试》，分厂介绍计算机控制方式、设备安装和硬件、软件的调试。第二、三、四、五册由第一、五、八、十三、十五、十九、二十二冶金建设公司、冶金部建筑研究总院、冶金部技术工作组、湖北省给排水设计院和上海市基础工程公司等单位编写。

本书主编为花芝盛、凌逸飞、任国岐。编审人员有钱均达、张近任、周泽忠、文明德、唐治华、翁善春、陈玉思。

湖北省建设武钢一米七轧机工程指挥部

一九八〇年三月

目 录

第一章 热轧厂电气工程概况	1
第二章 热轧厂电气管线的安装	2
一、电缆槽的安装	2
二、母线的安装	5
三、电气配管	7
四、电缆的敷设	8
五、配线	12
六、电气设备的安装	15
七、接地系统的施工	16
第三章 热轧厂粗轧机同步电动机的调试	18
一、概述	18
二、同步电动机的控制	19
三、同步电动机励磁的控制	20
四、调整	28
第四章 粗轧机3机架直流传动的调试	31
一、主回路的组成	31
二、主回路的保护环节	32
三、控制系统简述	33
四、无张力控制	40
第五章 热轧厂切头剪的电气调整	46
一、概述	46
二、剪切工艺	46
三、剪切的定尺控制及其应用	49
四、极限开关和剪刀位置的自动控制	62
五、剪切速度基准简介	69
六、调试中问题的处理	70
第六章 热轧厂精轧机电气传动的调试	76
一、受电前的检查	76
二、受电及受电后的检查	77
三、控制组件的检查与调整	80
四、SCR控制极脉冲相位控制装置 (PHC) 的检查	99
五、交流10千伏主回路送电的检查	102
六、电动机的调试	102
七、精轧主机的联机 (即带机械) 调整	134

第七章 精轧机主控制器的调试	148
一、概述.....	148
二、主控制器的工作原理.....	151
三、静态调试.....	164
四、综合检查.....	173
第八章 精轧机液压AGC的调整	175
一、概述.....	175
二、构成及特点.....	176
三、调试.....	189
第九章 热轧厂自动化仪表与装置调试的概况	193
一、概述.....	193
二、全厂自动化仪表与装置简介.....	193
三、调试.....	211
四、几点体会.....	212
第十章 X射线测厚装置的调整	214
一、概述.....	214
二、结构.....	217
三、规格.....	219
四、工作原理.....	219
五、电路工作的说明.....	221
六、调试.....	225
第十一章 冷轧厂电气安装和调试概况	231
一、冷轧厂电气安装的概况.....	231
二、五机架电气调试的概况.....	235
三、几点体会和看法.....	239
第十二章 冷轧厂五机架电气传动装置的调试	244
一、传动装置的概况.....	244
二、主传动的控制线路.....	247
三、调试步骤.....	254
四、触发装置的定相.....	256
五、励磁系统的调试.....	263
六、快速开关的整定.....	268
七、环流的调节与电流环的整定.....	270
八、电动机空转与速度环的整定.....	273
九、空载补偿与动态补偿的校正.....	278
十、卷取机空载与动态补偿试验.....	281
十一、过渡过程的波形.....	287
十二、几个问题的处理.....	289
第十三章 冷轧厂压下控制系统的调试	296

一、液压压下控制系统	296
二、压下控制系统的设备及其在控制系统中的功能	297
三、液压压下控制系统的操作	313
四、调试的主要问题及其处理	317
第十四章 冷轧厂带钢厚度控制系统的调试	325
一、系统说明	325
二、1机架厚度预控及监控系统	329
三、2机架预控系统	336
四、开卷机的附加量	338
五、末架厚度控制系统	340
六、5机架至1机架的附加速度调节量	347
七、卷取机的附加调节量	349
八、厚度控制系统投入运行的条件	349
第十五章 冷轧厂带钢张力与轧制力控制系统的调试	351
一、简要说明	351
二、张力测量装置的调整	352
三、张力控制系统的调整	358
四、轧机轴承油膜的校正	368
五、轧制力的控制	371
六、张力控制系统投入运行的条件	377
第十六章 同位素辐射测厚仪的调试	378
一、测量放大器T1KV11和量程转换	379
二、线性化环节	382
三、材质补偿电路的分析	387
四、绝对误差测量电路的分析	390
五、相对误差测量电路的分析	393
六、噪声过滤器	396
七、污染补偿—自动平衡电路	398
第十七章 动态无功自动补偿装置的调试	402
一、轧机负荷的特点及其引起的问题和解决方法	402
二、动态无功自动补偿装置的功能	403
三、安装与调试	411
第十八章 硅钢厂电气工程	417
一、概况	417
二、电气工程的施工	420
第十九章 森吉米尔轧机电气传动系统的调试	422
一、概述	422
二、主轧机的调试	423
三、卷取机的调试	434

四、AGC控制系统	441
第二十章 直流伺服系统 (DDS) 的调试	464
一、概述	464
二、数字调节器	466
三、模控调节器	470
四、调试	473
第二十一章 硅钢片厂自动化仪表与装置的安装	475
一、概述	475
二、自动化仪表与装置 (以下统称仪表) 简介	475
三、主要自动控制系统	479
四、施工管理	485
五、仪表工程的施工	486
六、安装工作中的几个问题	487
第二十二章 连铸车间电气设备的安装与调试概况	488
一、连铸车间电气工程概述	488
二、连铸车间电气设备的安装与调试	489
第二十三章 连铸车间自动化仪表与装置的安装与调试概况	493
一、概述	493
二、连铸机的仪表及其特点	493
三、连铸机主要调节系统的简介	494
四、安装和调试	495
第二十四章 电气设备的技术检验纲要	497
一、概述	497
二、变压器的检验	497
三、电动机的检验	500
四、高低压开关柜的检验	502
五、可控硅整流装置的检验	505
六、动态无功补偿装置的检验	506
七、通讯设备的检验	507
八、工业电视的检验	510
九、自动化仪表的检验	514
十、电子计算机的检验	531
第二十五章 环境保护技术要求	541
一、关于空气清洁度的技术规定	541
二、关于噪声的技术规定	545
三、关于放射性同位素及射线的规定	558

第一章 热轧厂电气工程概况

武钢热轧厂是从日本引进成套设备的大型轧钢工厂。这套设备主要包括三座步进式加热炉，四机架粗轧机，七机架精轧机，三台卷取机以及五条加工线。轧制线全过程采用两级电子计算机自动控制；轧机的轧制速度每秒23米，年产量310万吨；轧制的钢板厚度为1.2~12.7毫米、宽度为500~1600毫米，成品公差为±5微米。

热轧厂电气设备总重量约8000吨，其中交、直流电机共1284台，变压器181台，可控硅整流器185套，高压盘271台，低压盘637台，控制盘23组，操作台91台，计器箱149台，对讲电话机74台，吊车用无线电话机23台，摄像机33台，监视机39台，自动化仪表3000台，电子计算机4台，吊车34台，钢管118公里，滑触线15.5公里，铜母线230吨，电缆2815公里，电线155公里，钢构件2980吨，无功补偿装置两套。

热轧厂电气设备的安装工序分六先六后，即：先地下后地上；先室内后室外；先主体后辅助（外围）；先能源后轧制；先就位后调试；先受电设备后其他设备。在这个基础上，安装分为如下三个阶段：

- 1) 安装地下室电缆槽及焊接结构件；
- 2) 安装电机、变压器、开关、吊车、滑触线、蓄电池、照明设备等；
- 3) 敷设电缆、作电缆头；配线、接线。

热轧厂的电气调整，分如下六个步骤：

- 1) 高压、低压、交直流送电；
- 2) 调整试验，从单元到系统；
- 3) 电气设备空运行；
- 4) 单机无负荷试车；
- 5) 联动试车，区域试车，综合试车，全线联动；
- 6) 带计算机在线调试。

热轧厂电气安装与调试质量的检查结果如下：

1. 精轧机F₅的电动机安装质量

中心标高设计要求为0.5毫米，实际为0.27毫米；电动机定心的设计要求为0.05毫米，实际为0.01毫米；轴的水平设计要求为0.03毫米/米，实际为0.01毫米/米；轴向水平移动的设计要求为2毫米，实际为1.11毫米；气隙设计要求为电动机转子直径的5%，实际为2%。

2. 精轧机F₂系统的调试

电流响应时间，设计要求为20~40毫秒，实际为28毫秒。

电压响应时间，设计要求为0.2~0.25秒，实际为0.2秒。

热轧厂电气安装工程，由十九冶电装公司和二十二冶机电公司承担。1976年3月开始安装，1978年开始电气调试，同年12月一次试轧成功投产。

第二章 热轧厂电气管线的安装

一、电缆槽的安装

精轧机电缆槽共6000米，日方所提供的不是成品而是原材料，需要我方加工。电缆槽施工的要害如下：

1. 电缆槽图中符号的意义

表 2-1 电缆槽符号

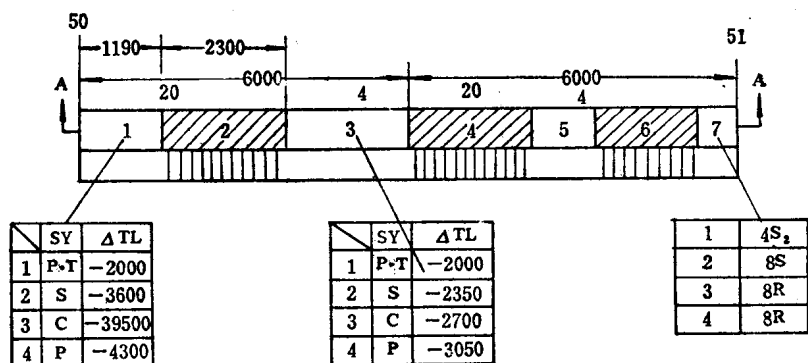
层 次	名 称 (SY)	标 高 (▽FL)	型 号 (MARK)
1	M	-1800	6S-5
2	S	-2100	6S-5
3	C	-2400	6R-5
4	P	-2700	6R-5
5	H	-3000	6R-5
6	T	-3300	6S-5

表2-1中，层次1~6表示电缆槽安装的层次共6层；SY即电缆槽的名称，按用途分为M、S、C、P、H、T等六种，其中M表示计算机用的电缆槽，S表示屏蔽线用的电缆槽，C表示控制电缆用的电缆槽，P表示低压动力电缆用的电缆槽，H表示3千伏高压电缆用的电缆槽，T表示10千伏高压电缆用的电缆槽。▽FL即每一层电缆槽的安装标高，如M电缆槽的安装标高是-1800，即安装在楼板以下1.8米。MARK即电缆槽的型号，如6S，6表示电缆槽的宽度是600毫米；S表示此电缆槽的结构是全封闭式，适合于计算机电缆、仪表电缆、屏蔽电缆以及为特高压电缆等专用。又如6R，6表示电缆槽的宽度是600毫米；R表示敞开式电缆槽，其结构是两边用轻型槽钢，中间焊有直径为9毫米的圆钢，上边不带盖板。此种敞开式电缆槽适合于低压动力电缆、控制电缆、高压3千伏电缆用。6S-1中的1表示直线电缆槽，其长度视需要而定。6S-2中的2表示电缆槽是“十”字形的；6S-3中的3表示电缆槽是“T”字形的；6S-4中的4表示电缆槽是“┐（三棱）”形的；6S-5的5表示电缆槽是“Γ”形的。以上五种形状的电缆槽是标准型的。如碰到电缆的根数不多、但种类齐全的情况时，就采用S、C、P同装一槽，但相互之间用隔板隔开；同时，由于S是屏蔽电缆，所以此槽必须采用全封闭型的。一般电缆槽侧面的高度是150毫米。例如4S₂-1表示电缆槽是宽400毫米全封闭型直线式电缆槽，其高度是200毫米（S₂表示槽高是200毫米）。这种电缆槽一般用于特高压电缆（10千伏电缆）。

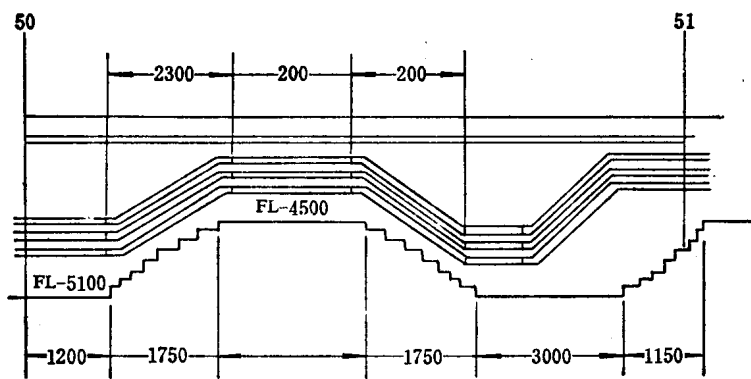
图2-1中电缆槽上画有阴影线的部分，表示此段电缆槽的槽形为斜坡型。此阴影线部分的详细尺寸，见断面图。

2. 电缆槽的加工

在加工之前，首先必须看懂电缆槽平面布置图及各有关的断面图；然后核对平面图的电缆槽编号，以便加工完成后按号入座进行安装。下面以图2-1为例，介绍电缆槽的加工制



a



b

图 2-1 电缆槽
a—平面图, b—A-A断面图

作图。编号为②的这一段电缆槽是四层。从A-A断面可知, 第一层槽是直线式的, 为全封闭式铁板槽, 槽宽400毫米, 槽高200毫米; 第二层槽也是全封闭式的, 槽宽为800毫米, 槽形斜坡型; 第三、四层电缆槽是敞开式的, 槽宽800毫米, 槽高为150毫米, 槽形是斜坡型。根据槽的第四层P的一端标高为-3050, 另一端标高为-4300, 计算出槽的倾斜度, 即y轴坐标为 $4300 - 3050 = 1250$, x轴坐标按图示为1750, $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{1250}{1750} = 0.7$, 查表得倾斜角 $\alpha = 35^\circ$ 。此段电缆槽共有三层是斜坡型的, 要求三层槽平行。这里仅以甲、乙槽

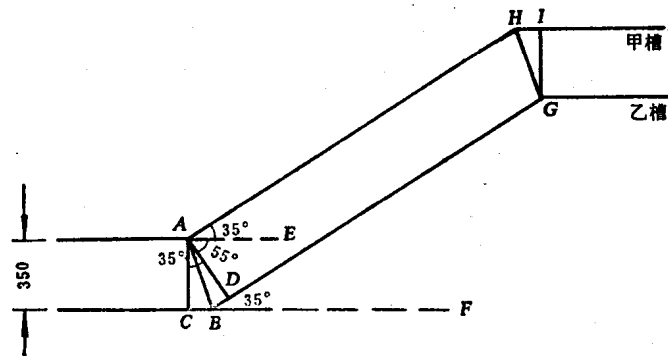


图 2-2 平行电缆槽计算图

为例(见图2-2)进行说明:乙槽的下方直线段部分要比甲槽的下方直线段部分长 CB 段才行。对槽的上方来说,甲槽直线段也要比乙槽直线段长 HI 段,而且 $CB=HI$,

$$\angle CAB = \angle IGH。$$

只有求出 $\angle CAB$ 或 $\angle IGH$,才能算出 CB 段或 HI 段。为了求出 $\angle CAB$,延长上槽 A 至 E ,下槽 CB 线至 F 。甲槽倾斜度 α 角是 35° ,同理乙槽 $\alpha=35^\circ$,即

$$\angle GBF = \angle HAE = \alpha \text{角} = 35^\circ。$$

作 AC 线垂直于 CF ,用直线连接 AB 两点;作 AD 线垂直于 BG 线。由于 AH 平行于 GB , AD 垂直于 BG ,当然也垂直于 AH ,因此 $\angle HAD=90^\circ$;又因已知 $\angle EAH=35^\circ$,所以,

$$\angle EAD = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ。$$

又由于 AE 平行于 CF ,已知 AC 垂直于 CF ,当然 AC 也垂直于 AE ,所以 $\angle CAE=90^\circ$,因此 $\angle CAD=90^\circ-55^\circ=35^\circ$ 。需求的角 $\angle CAB=\frac{1}{2}\angle CAD$,即 35° 的一半 17.5° 。因此,今后欲求直线段 CB 的长度所对应的角度,只需取槽倾斜角的一半即可。这就是分析上图所得的结论。

根据线段 $AC=350$ 毫米(槽间距离), $\text{tg } 17.5^\circ = \frac{CB}{350}$, 得: $CB=350 \times \text{tg } 17.5^\circ = 350 \times 0.3 = 105$ 毫米。

3. 电缆槽支架的加工

关于电缆槽支架的型式,日方设计中有标准图可查。在标准图中所有的电缆架,其最上端尺寸在图中均标有“*”记号。该部分尺寸由安装人员自行决定,其原因是电缆槽原则上应尽量保持水平,但根据建筑场所楼板上面的重量所设计的楼板,其底部一般均呈波浪形,这样支架的长短也就不一样。因此,在加工时,应根据支架所在位置的断面图,查到楼板的准确厚度,然后计算出“*”处的尺寸大小。

在标准图中有的支架标有“*”号,这里表示支架的装配,必须要在现场根据实际情况进行焊装。因为这种支架均装在斜坡上,故支架的横梁必须倾斜,才能与槽平面接触。支架在现场装配时,先安槽,后安支架。标准图中还标有其它记号,对此也必须按设计说明书的规定进行加工。

4. 电缆槽的安装

按安装要领书的规定,电缆槽的安装顺序是,先装支架,后装电缆槽。主电室电缆槽支架的型式一般是“目”形,安装高度为离地面3米以上,两相邻支架的距离是2米,而直线式电缆槽的每段长度则是5米,故按这种方式进行安装极为困难,需将槽子在支架中移动,而且主电室地下室需全区搭脚手架才能满足此施工要求。显然,这种方法效率低,费用高。

在热轧电缆槽施工中,采用“地面预装”的施工方,解决了脚手架问题。其施工程序是:先按图纸规定的位置,将电缆支架按设计规定临时入座,插入电缆槽,成组地进行预安装;在地面完成校正后,再进行焊接;最后用链式起重机将电缆槽吊装至安装部位,进行焊装。

这种电缆槽成组预安装的施工方案之优点,是确保了人身安全,而且效率高,质量好、成本低;缺点是,每一段成组槽的预安装量不宜过长,一般以10米左右为好,否则不

易吊装, 槽子也易变形。

电缆槽的安装注意事项如下:

1) 要在安装地点测出坐标和标高。由于待吊装的主电室地下室楼板上的设备和管线很多, 其中有主母线、电缆槽、电气管、照明设施、空调水管、计量设备、通风管道、油管、水管和汽管等, 错综复杂, 极易相互干扰, 故为避免返工, 必须按设计图纸的坐标和标高进行安装, 绝对不能按估计行事。为此, 电缆槽在安装之前, 必须进行专业性测量, 即预先根据施工图的要求画出测量图, 标上需测量的部位及其坐标和标高, 而后进行测量。

2) 要在楼板上画线。将测量标点, 所得的数据换算成施工图所要求的准确坐标和标高, 并标在楼板的埋设件上。

3) 应加固支架焊接点。由于电缆槽和电缆均比较重, 故安装时支架与楼板埋设件之间可能存在假焊现象, 从确保安全的角度出发, 必须由专业电焊工再逐点进行加固。

4) 为了使槽与槽之间的对接点焊接平滑, 最好不要将槽子直接对焊; 而应事先加工一批比槽子大一点的焊接板, 如“C”形的焊接板, 其长度应在150毫米左右。在焊接槽子两边的对接点时, 应加此板。

5) 全封闭型槽子在出厂时均带有槽盖, 此盖板的规格繁多, 专槽专用, 不能混用。为此, 必须将槽子和槽盖预先编号, 以便将来对号入座。

二、母线的安装

精轧机的传动电动机系由可控硅直流供电。供电母线采用 100×6 铜母线, 共计15200米。日方提供的是铜母线材料, 由我们自行加工。此项工程量大, 而且多层母线交叉在一起, 预加工尺寸要求绝对准确, 为此, 在提出加工明细表之前, 必须详细研究母线安装图。

1. 母线安装图中符号的意义

母线安装图中符号的示例如下:

$\text{Cu}150 \times 6^* - 5\text{P} \times 2$

此例中, Cu 表示铜母线; $150 \times 6^*$ 表示母线宽150毫米, 厚6毫米; 5P 表示一相母线由5片组成; 2表示有2组母线。主可控硅有二组, 并联供电侧由二台变压器分别供电。母线安装图中A组主可控硅交流一次侧, 电源母线是 U_1, V_1, W_1 ; B组交流一次侧, 电源母线是 U_2, V_2, W_2 。主可控硅盘直流二次侧, 引出母线的表示符号是: P表示正极; N表示负极。另一组电动机反转用主可控硅, 专供轧机停车及制动用, 其进线电源, 用UVW表示, 引出线(直流)也用P(正极)、N(负极)表示。HSCB表示快速空气开关; L表示滤波电抗器; ACB表示自动开关盘。⊠表示垂直母线与平行母线的连接点; ●表示平面母线的分段连接点; ②表示此段中20号母线的加工长度, 其值可从母线预加工表中查得。在图纸中列有 $F_1 \sim F_7$ 精轧机母线的加工表, 例如, 标准图77T10-328F₁-②-4275+525=4800 2-90°中, F_1 表示精轧机1机架主母线, 此段母线在长4275毫米和525毫米之间有一个90°的平弯, 此母线需加工成两片。

母线支架和框架的加工, 有加工表可查, 并由加工厂集中加工。在加工表中标有③的, 表示安装在38号立柱上, 其长度见表中所列数值。图中标有“⊙”的支架, 为母线和电缆槽共用的支架, 因主母线下部设有电缆槽, 故该固定架的数量应从电缆槽图中统计。

图中标有其他符号的, 均按日方的设计规定施工。

2. 母线图

精轧机主母线确实比较复杂, 层次多, 安装用断面图也多。一般来讲, 只要掌握图中符号的意义就能看懂图。可是, 对母线图来讲, 要彻底了解它, 还必须结合一次供电系统原理图才行。因为在系统原理图中, 每一段母线的片数都标得很清楚。

母线图的一般画图规则是, 在断面图上只表示平面图上剖切线箭头所指向的剖面。而这里母线图并不是这样表示, 它是将剖切线的前边和后边两部分, 全部在剖面图上表示出来。这样便容易引起误解。

3. 母线的加工

母线的加工尺寸应相当准确, 因为母线的一端要与一楼的主可控硅相接, 另一端要与楼下的快速开关、电抗器、ACB盘相连, 而且这些电气设备的位置是不能更改的, 所以母线的长度也就要受到严格的限制。根据这次安装热轧工程母线的经验来看, 与设备连接的短母线应待电气设备全部就位后, 在现场就地加工, 绝对不能预加工, 因土建和设备安装两者之间有误差。

母线框架的结构件比较简单, 原则上应在现场就地加工安装。应根据主电室楼板的厚度, 提出框架立柱的实际加工尺寸。日方提供的加工表未计入楼板厚度的变化。

母线上的弯曲处, 全部是平弯, 没有侧弯。煨弯工具, 采用液压煨弯机; 弯曲半径规定为铜母线厚度的1~2倍。煨弯之前, 先在铜母线上画线; 然后将画线部分朝里, 对准煨弯机的中心位置。在弯曲前, 应再次检查母线的弯曲方向。母线的弯曲角度不得大于90°。

母线的连接, 一律采用螺栓连接。按规定150毫米宽的母线的连接, 应钻九个 $\phi 12$ 的孔, 用M10的螺栓连接。按日方的施工方法, 是先画线, 后钻孔。此方法效率低, 而且九孔不易同心。这次母线连接孔的加工, 采用了自制的九孔压模具, 利用冲压机一次冲压成功, 从而保证了九孔绝对同心, 不但效率高, 而且质量完全符合要求。

冲孔之后, 应进行倒角, 用砂纸磨光并镀锡, 以保证连接紧密。

母线的加工, 应先加工长的, 后加工短的; 剩下的母线切头用来加工垫片。

多片母线并联时, 为了保持母线的间距, 便于散热, 在有瓷瓶固定处, 母线之间需插入垫片, 此垫片长为150毫米。

4. 母线的安装

安装母线前, 应先画出测量图, 注上需要的标高及坐标, 而后交专业测量单位就地测量。然后, 安装小组根据测量点, 在施工现场进行画线, 标出图纸所规定的标高和坐标。安装时, 首先焊接框架的全部立柱, 装上框架后, 再焊瓷瓶垫板、安装母线瓷瓶和母线夹板。这时就可以安装母线和镀锌螺栓了, 但暂不拧紧螺母; 待插入母线垫片, 对母线进行全面调整后, 再按规定拧紧所有螺母, 对M12的螺母, 要用扭力扳手紧固, 力矩要求达到250~280公斤-厘米; 对于M10的螺母, 此力矩要求为150~180公斤-厘米。

5. 精轧机母线安装图存在的设计问题

精轧机的14根主可控硅直流引出母线, 原设计是正极P一组; 负极N两组, 其中一组负极接负荷, 另一组属于设计错误。以后向日方提出了省去一组N极, 节省了铜母线450米。

与设备连接的母线的垂直部分, 其设计尺寸绝大部分偏短。

平面图所标的部分尺寸，与剖面图所标的尺寸不符。

精轧机主母线与电缆槽多层相交，距地最高点是7米，最低是3米。施工现场长84米，宽16米，这样全区布满了母线。若按过去施工方法，采用脚手架，最好采用活动式钢管脚手架，以能随时增高或降低，适应多层母线施工的需要。使用多台升降车搭跳板施工更为理想。

三、电气配管

日方施工方法与我们的最大不同点，就在于电气配管的施工，按中国的施工习惯，电装配合土建进行配管，电气配管往往总是影响土建的进度和质量；而日本的施工方法，则是电气配管由土建单位负责施工。

1. 电气配管图中符号的意义

精轧区电气配管图中符号的意义，用下例说明：

PB— $200 \times 100 \times 150$ 中，PB表示分线箱； $200 \times 100 \times 150$ 表示分线箱的尺寸。

CP (42)C中，“CP”表示电线管，(42)表示管径；“C”表示控制电缆用管；其他符号可查图例。

2. 电气配管的原则

主电室和操作室内使用的导线管，原则上为薄壁钢管；其他场合则用厚壁钢管。

在环境温度低于 60°C 的地方，如果机械强度要求不高，但可能遇到酸性物质，则需使用硬质塑料管。

在机械强度要求不高的地方，例如电气设备的引线部位和多弯曲部分，可使用金属软管。使用耐热型金属软管，外面要套有塑料套；在温度较高的场合，使用耐热型软管；在防爆的场合，则使用防爆型金属软管，软管长度规定为500、1000、1500毫米三种。

25毫米以上的薄壁管和28毫米以上的厚壁管，弯曲角度在 90° 时，可采用 90° 标准弯头；其它情况则可采用油压弯管机煨弯，但必须使弯曲处的曲率半径为管外径的5倍以上。

电线管口均应有丝扣，以便完工时于管口加装管母。

凡金属管在设计上有多于4个的直角或接近于直角的弯头时，均加分线箱。

弯曲较多或长度超过30米时，需要安装分线箱。分线箱的安装场所，应选择得充分宽敞，以便于分线和接线。

管与管之间或者管与分线箱之间的连接，要求电气接触良好，并应焊接跨接地线。

电气设备和分线箱的管孔，一律采用开孔刀开孔，以防水进入箱内。

在防爆的场合，如油库等，应采用防爆式分线箱，管与箱的连接处采用特殊的管接头，即管套节，用接头移位法连接管子。

金属软管与电气设备的连接，应采用“BG”接头（箱接头）。金属软管与管子的连接，应采用“KG”（金属管用）接头。这种接头中，普通型的，适合在主电室和操作室用；防滴型的，适合用于室外设备和轧机附近；防爆型的，适合用在油库场合。选用时，应按上述规定进行选用。

金属软管口必须进到设备箱内。当遇到设备箱预留孔径小，但软管直径大时，应采用异径管接头进行连接；当还是不能满足孔径的要求时，可连续套接2~3个异径管接头。此种异径管接头有普通型和防爆型两种。电线管明敷时，管子的固定一律采用PI型管卡或万能型管卡，管卡间距为1500毫米左右。

室外的垂直管子，其上端应使用防滴型进线帽。室外的电线管，其管与管的连接处，应采用丝扣管接头进行连接，并预先涂上红丹。

在防爆场合，如地下油库，电线管一律采用厚壁钢管、防爆型金属软管和防爆型标准弯头。管接头采用特殊的管套节，并应在连接处均涂防水、防腐油漆。

在防爆场合使用的电线管的配管附件、箱盒、管子、支承件等，均应在安装完后涂上防潮、防腐油漆。

电线管从油库进入电缆隧道所经过孔道，在其有间隙部位应用钢板封闭，管与管之间的空隙部位，应用砂袋堵死密封。

在防爆场合（如油库）电缆全部穿完，待试车并确认设计无误后，应将特殊胶合剂与石膏粉的调合物灌入每一根电线管的密封件内。

3. 电气配管施工的方法

主电室和操作台的电气配管量较大，而且均为直管，故这些管道完全可以预加工。施工时，首先从平面图上查得某配电柜的代号；然后根据此代号到标准图上查得配管方式、管径、根数，再从断面图中查到该管的长度，进行预加工。

加工时应注意，电线管的管径尺寸若为偶数，此管为厚壁管，车丝扣时应采用英制板牙。例如， $\phi 28$ 毫米、 $\phi 36$ 毫米、 $\phi 70$ 毫米、 $\phi 54$ 毫米、 $\phi 82$ 毫米、 $\phi 104$ 毫米等管均是厚壁管。

管径尺寸若为奇数，则此电线管均为薄壁管，丝扣和管接头是公制的。加工时用公制板牙。薄壁管有 $\phi 25$ 毫米、 $\phi 31$ 毫米、 $\phi 39$ 毫米、 $\phi 51$ 毫米、 $\phi 63$ 毫米、 $\phi 75$ 毫米等规格。

4. 配管图中存在的设计问题

精轧区电气配管图普遍存在的问题，是设计的管径小，这样到穿电缆时就发生了困难。例如，主电室一楼的盘底保护管，日方重新增加60多根管子，造成人力和物力的浪费。责任虽在日方，但也说明预审图纸工作没有作好。另外，土建设计图上的CO-SGP电气专用钢管的标高均低，露出地坪才100毫米。这一区域在生产时积水严重，水均从SGP钢管流入油库内，这说明设计考虑不周。如果标高提高到+500毫米，就可以完全避免库内大量浸水。

四、电缆的敷设

1. 电缆敷设图

要做到多快好省地敷设电缆，首先对电缆图要很熟悉，掌握电缆图的规律。电缆敷设图有两种，一种是电缆表，另一种是电缆走向图，即电缆编号图。电缆走向图的意义是，例如 F_1 精轧机电缆的编号是 $2C_22\ 51922$ ，其中2表示电缆槽的层次是第二层； C_2 表示是控制电缆槽；C的脚标2，代表此成组电缆槽共有二层；再后面的2，表示电缆槽的宽度是200毫米；5表示电缆槽的高度是500毫米；19表示此槽在19区，19区的范围是指精轧主电室地下室精轧主电机区中的③柱~④柱区域；22是该段电缆槽的编号。例如， F_1 主电机旁的电缆槽第六项编号是30， F_2 主电机旁电缆槽是31，以下依次类推，即 F_3 是32号， F_4 是33号， F_5 是34号， F_6 是35号， F_7 是36号。这样，从电缆的区域编号和段的编号，就能推知电缆两端的准确位置。

电缆槽全部施工完毕后，应将此编号标在电缆槽上。

F₁精轧机的主电机区之全部电缆槽的编号, 见表2-2。

表 2-2 F₁ 主电机区电缆槽编号

1	S1-51930
2	C1-51930
3	P1-51930
4	P2-51930

表2-3中, 电缆槽共有四层。第一层是S1屏蔽电缆; 第二层是C1控制电缆; 第三层是P1动力电缆; 第四层是P2动力电缆。此电缆槽中, 四层电缆放在同一槽内, 一个大槽内分成四层格, S1、C1、P1、P2后面所标的数字, 表示这四格电缆槽均在19区30段的位置。

在主电室里, 有从地下室至电气室一楼、二楼的垂直电缆槽, 叫作垂直导管。它是钢板结构, 内部分成数格, 以便放不同性质的电缆。导管编号, 见表2-3所列。

表 2-3 电缆垂直导管编号

1	E	30	0S
2	E	30	0C
3	E	30	0P

表中, E表示电缆垂直导管。此电缆导管共分成三格, 第1格S, 为屏蔽电缆用; 第2格C, 为控制电缆用; 第3格P, 为低压动力电缆用。“30”表示此导管位置在30号柱子附近。“0”是导管的系列编号。

下面介绍电缆册中符号的意义 (见表2-4)。

表 2-4 电 缆 册

电缆编号	从(位置)	到(位置)	电压级别	电缆型号	芯数	使用电缆盘号	长度	芯规格	路	线
SF-0001	P3101B	P3126	600伏	CUUS	5C	4C0980	129米	2毫米 ²	1S	185 28 10
									1S	185 28 17
									E	300S
									1S	115 14 08
									1S	115 14 26
									1S	165 18 01
									1S	165 18 03

电缆编号SF0001中, S表示屏蔽电缆槽; F表示精轧机用电缆, 此电缆从盘P3101B到盘P3126, 型号为CUUS, 电压级别为600伏, 5C即5根芯线截面为2毫米², 电缆长度是129米, 使用电缆盘号为“4C0980”。此电缆经过的路径是1S 185 28 10, 即第一层S槽28区10段。从总图中查到28区在5号电气室二楼10段, 在左侧, 这是电缆起点的槽号。然后, 经过1S 185 28 17槽, 即28区17段, 这一位置还是在5号电气室。下一路径E300S, 表示在30号柱附近的电缆导管的屏蔽线路; 再下一站是1S 115 14 08, 1S 115 14 26, 即第一层S槽经过14区的08段26段, 14区是主电室地下28线~34线区; 再下一站是1S 165 18 01, 1S 165 18 03, 表示第一层S槽的18区01段, 18区是主可控硅室; 终点站是18区03段, 即主可控硅室F₁盘。从F₁区可查到终点盘P3126。