

宝钢环保技术

冶金部宝钢环保技术编委会

一九八九

华东电管局、水电部华东电力设计院 主编

参加编写人员

概 述

第一章 王文元 (华东电力设计院)

杨永德 (宝钢电厂)

第二章 周来发、郭晓冬 (华东电力设计院)

第三章 殷国香 (华东电力设计院)

第四章 吴培胜 (华东电力设计院)

陈志梅 (宝钢电厂)

第五章 顾德俊 (宝钢总厂环保处)

第六章 许艾芬 (华东电力设计院)

曹晓华 (宝钢电厂)

附录 王文元 (华东电力设计院)

概 述*

宝山钢铁总厂自备电厂的成套设备是从日本引进的,本期容量为2台350MW机组。设备和材料由日本三菱公司成套供应,主要设计由日本东电设计株式会社和三菱公司承担,华东电力设计院归口并承担部分设计任务,施工安装由国内承担。电厂锅炉的形式是三菱CE单汽包辐射再热强制循环式,额定蒸发量为1160t/h。汽轮发电机是单轴双缸双排汽凝汽式,出力为350MW。主蒸汽压力16.6MPa (169kg/cm²),主蒸汽温度538°C。电厂设备进口合同第一号协议书于1978年11月签订,第一台发电机组于1982年4月并网发电,第二台机组于1983年11月发电。机组投产以来,运行指标达到了国际先进水平,荣获1984年国家优质工程银质奖。

本分册的内容包括锅炉烟气除尘、工业废水处理、灰渣治理、环保监测技术、噪声和绿化,并从设计系统、设备结构、调试、运行与技术评价等方面进行总结。

宝钢电厂装设的二电场电气除尘器设备先进,安装质量很好,在全烧煤的工况下,实际运行的年平均除尘效率达到98.5%。

宝钢电厂装有一套各种生产性排放废水的集中处理装置,在国内电厂中是比较完善的。它能处理经常性的生产排水,如净水设备的酸性和碱性再生废液和锅炉连续排污水;同时也处理非经常性的废水,如锅炉酸洗时的排水和清洗锅炉尾部受热面的废排水。这套废水处理装置可根据废水中所含污染物的种类、作曝气搅匀、酸碱中和、加药氧化、添加COD降低剂,助凝澄清、过滤和污泥分离等手段进行处理,并有自动调节装置、设备完善。在石洞口发电厂的设计中已对这套废水处理装置吸收消化,并作了适当修改,所需设备也正在设计试制中。宝钢电厂的排灰废水pH值较高,目前已拟定方案,增补设施进行处理。

宝钢电厂设置了环保仪表监视盘,提供监测手段,并向总厂环保盘发送数据和显示,纳入宝钢总厂环境监测网。宝钢电厂的环保仪表监视盘为现代化电厂提了一个样板,积累使用经验后,将为我国新建的大型火力发电厂所采用。

宝钢电厂的负压干式除尘管段和集中式干灰库、噪声降低措施和绿化等设施也各有特色。

宝钢电厂排放的SO₂量,按标准混烧工况,其中燃煤的含硫率按大同煤(主要煤种)和淮北煤计算,年排放量为1.75万吨左右。在设计工况下SO₂的最大落地浓度约为0.018mg/m³。1983年实排SO₂约2万吨,预测二台机组满发,并混烧高炉、焦炉煤气时,SO₂的排放量与设计水平相差不多。宝钢电厂不设烟气脱硫和脱硝装置。

宝钢电厂成套设备的价格为1.9亿美元,另加国内材料及施工等费用,总投资折合人民币为8.3亿元,每千瓦投资1186元。环境保护部分的投资费用分为二部份:进口的设备和材料费折合人民币为3540.64万元;国内土建和安装费用为2093.02万元;两项合计为5633.66万元,占电厂总投资的百分比为6.8%。因发电机组进口价高于国产发电机组,环保设备费用占总投资的份额略低于同类型的采用国产设备的电厂。宝钢电厂环境保护投资分析见表0。

*本分册所介绍情况和数据至1985年底止。

表 0

宝钢电厂环境保护投资分析表

(单位: 万元)

序 号	工程项目名称	国外费用 (设备、材料)	国 内 费 用			合 计
			土建及打桩	安 装	合 计	
一	废气					
	1.电除尘器	919.74	128.58	77.39	205.97	1125.71
	2.烟囱200/φ7.5		388.34		388.34	388.34
二	灰渣 排灰设施及灰场	2214.42	1204.19	42.22	1264.41	3460.83
三	排水处理 排水处理设施	183.88	92.32	44	136.32	320.2
四	消音设施	35.85		16.38	16.38	52.23
五	空 调	181.37		5	5	186.37
六	环保监测装置	5.38		2	2	7.38
七	绿 化		92.6		92.6	92.6
总 计		3540.64	1606.03	186.99	2093.02	5633.66
每千瓦投资 (元)		50.58			29.9	80.48

宝钢电厂引进的发电机组煤耗低、经济效益好。发电煤耗与同类型国产300MW机组煤耗水平相比,节煤10%左右,相应地减少了灰、水、烟气的排放量,从而减轻了对环境的影响。同时,由于电厂管理良好,环保设施发挥功效,获得了清洁工厂的好评。

第一章 电厂烟气除尘

宝钢电厂装设2套350MW单轴双缸双排汽凝汽式汽轮发电机和额定蒸发量为1160t/h的单汽包辐射型强制循环式锅炉。锅炉燃煤以大同煤为设计煤种，以淮北煤校核；锅炉能全部烧煤，也可混烧钢厂剩余的高炉煤气和焦炉煤气，高炉煤气的标准混烧率及最大混烧率分别为30%及65%（为入热率的百分数）；在承受钢厂的冲击负荷时，可燃用不大于10%的重油，以保证锅炉的稳定燃烧。每台锅炉的排烟除尘，分别配用2台三菱鲁奇式 $2 \times 32/12/2 \times 810.3$ 型电除尘器，该除尘器由三菱重工神户造船所制造。

一、电除尘器的设计条件及其规范

由于锅炉所用的燃料品种较多，运行工况也较复杂。随着煤种、高炉煤气混烧率以及锅炉负荷等的变化，锅炉的排烟量、排烟温度、烟气中的飞灰量及其特性等也随即变化，造成电除尘器的除尘效率必然会在较大范围内变化。为了考核电除尘器的除尘效率，设计时决定以锅炉燃用100%大同煤时的除尘效率作为电除尘器的考核指标，根据上海市人民政府沪发〔1980〕92号文件的要求，电除尘器出口烟气（湿烟气）中的飞灰含量不超过 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

大同、淮北煤种的煤、灰特性如表1—1所示。

表1—1 大同、淮北煤种的煤、灰特性

项 目	符 号	单 位	规 范
煤种			大同煤(设计) 淮北煤(校核)
原煤应用基水份	W^y	%	8 8.9
原煤干燥基灰份	A^s	%	10.52 31.63
原煤应用基低位发热量	Q_{Dw}^y	kJ kcal/kg	26875 (6419) 20289 (4846)
原煤干燥基硫份	S^s	%	1.52 0.51
煤灰变形温度	t_1	$^{\circ}\text{C}$	1180 1350
煤灰软化温度	t_2	$^{\circ}\text{C}$	1215 1500
煤灰熔化温度	t_3	$^{\circ}\text{C}$	1300 —
煤灰分析:			
二氧化硅	SiO_2	%	48.2 54.4
三氧化二铝	Al_2O_3	%	26.9 32.3
三氧化二铁	Fe_2O_3	%	12.6 2.9
氧化钙	CaO	%	5.01 4.6
氧化镁	MgO	%	1.14 0.9
三氧化硫	SO_3	%	0.99 2.8
二氧化钛	TiO_2	%	0.98 0
氧化钠	Na_2O	%	0.39 0.6
氧化钾	K_2O	%	0.5 1.8

电除尘器设计条件如表1—2所示。

表1—2 电 除 尘 器 设 计 条 件

项 目		单 位	数 值	
			100%大同煤	30%高炉煤气 +70%大同煤
处理烟气流(湿烟气)		Nm ³ /h	1253100	1385500
处理烟气温度		℃	115	162
处理烟气压力		Pa (H ₂ O mm)	-2078.9 (-212)	-2941.8 (-300)
入口烟灰含量(湿烟气)		g/Nm ³	7.85	5.065
出口烟灰含量(湿烟气)		g/Nm ³	0.157	0.205
除尘效率		%	98	95.6
计算强度标准	外壳耐压	Pa (H ₂ O mm)	-3628 (-370)	(电除尘器烟气实际负压)
	地震系数	—	地震不考虑	
	风 荷 载	9.8N/m ² (kg/m ²)	3.6√h, (h为距地面高度)	

电除尘器的规格见表1—3, 供电设备见表1—4。

表1—3 电 除 尘 器 规 格

项 目		单 位	规 格
规 格 台 数 除 尘 器 截 面 积 电 场 数	规 格	—	三菱鲁奇式 2×32/12/2×8/0.3*
	数 量	台/台炉	2
	材 质	m ²	~240
集 尘 电 极	高×宽×板厚	个/台	2
	材 质	—	CSV
	材 质	mm	1056 普通热轧钢板
放 电 电 极	规 格	mm	12250×480×1.2
	规 格	mm	苏定姆 B—5; 1.6t×1500L**
	数 量	根/台	W—17; 9×9×1500L 24960 普通热轧钢板
有 效 电 场 高 度 有 效 电 场 长 度 烟 气 通 路 数 电 极 间 距	高 度	mm	12250
	长 度	mm	3840×2
	数 量	道/台	65
集 尘 电 极 锤 打 装 置	电 极 间 距	mm	300
	类 型	—	电动操作机械式
	锤 子 数	个/台	264
电 极 锤 打 装 置	锤 打 周 期	—	可自由调节
	锤 打 时 间	—	连续或间断
	电 动 机 规 格	—	全闭外扇屋外型
电 极 锤 打 装 置	电 动 机 数 量	台/台	4
	电 动 机 容 量	kW	0.4
	锤 打 方 式	—	连续或间断

续表1-3

放 电 电 极 锤 打 装 置	规 格 锤 子 数 锤 打 周 期 锤 打 时 间 电 动 机 类 型 电 动 机 数 量 电 动 机 容 量 锤 打 方 式	个/台 min 台/台 kW	电动操作机械式 256 ~4 连 续 全闭外扇屋外型 4 0.4 连续锤打
灰 斗	规 格 数 量 倾 斜 角 度 板 厚 及 材 质 蒸 气 加 热 器 管 内 径	台 度 mm mm	方锥形钢板钢架灰斗 8 65 $\delta=4.5$ 耐腐蚀钢板 $\phi 15, \phi 25$
外 壳	类 型 及 耐 压 板 厚 及 材 质	Pa (H ₂ Omm) mm	-4805.3 钢架钢板制 (-490 ^{***}) $\delta=4.5$ (耐腐蚀钢板)
烟 气 分 布 气 流	规 格 安 装 场 所 板 厚 及 材 质	mm	多孔格子板二段型 除尘器进口收缩烟道内 $\delta=3.2$ (普通钢板)

注: * 2×32 —— 烟气通路数; 12 —— 电场高度m; 2×8 —— $\approx$ 电场8块集尘板串联;
0.3 —— 电极间距(m)。 ** t —— 厚度、L —— 长度。
*** -490 —— 外壳耐压设计值, 比烟气实际负压大1176.8(120) Pa(H₂Omm)。

表1-4

电除尘器供电设备规格

项	目	单 位	规 格
直 流 高 压 电 源 装 置	通 用 规 格	型 号 电 源 高 压 直 流 电 压 高 压 直 流 电 源 需 要 电 源 容 量	Gk-2000 单相 AC380V, 50Hz DC 50000 (平均值) DC 2000 (平均值) 153 (单相)
	硅 整 流 装 置	类 型 数 量 安 装 场 所	油入自冷式无压密封型 4 电除尘器本体上部
高 压 带 电 设 备 附 属 机 械	高 地 压 开 接 关	类 型 数 量	单极手动操作方式 8
	绝 缘 子 加 热 器	型 号 电 源 电 压 容 量 数 量	HD11E 单相 AC 380V 2×0.5 32

二、电除尘器结构

电除尘器位于回转式空气预热器与引风机之间，电除尘器布置见图1—1，电除尘器外形见图1—2。

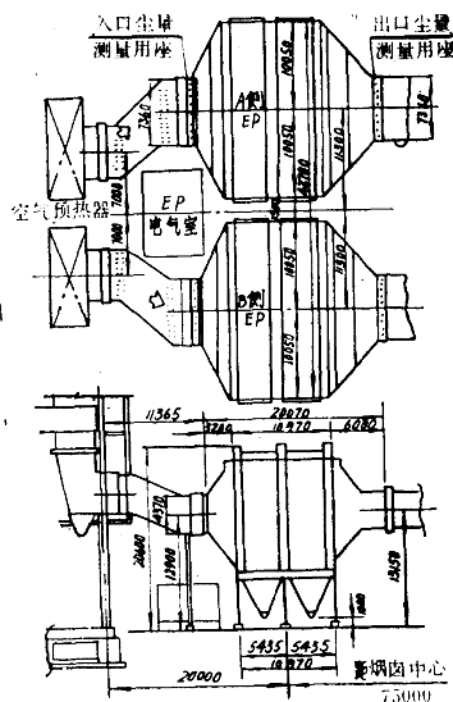


图1—1 电除尘器布置图

(一) 集电极

集电极板采用CSV型，其外形见图1—3。

集尘极板用厚1.2mm的普通碳素钢板热轧而成，其长度为12250mm、宽度为510mm的条形极板，由8片相互咬合组成一排，用高强螺栓连接，排间距为300mm，每一电场共布置66排，单片极板数量每台为 $66 \times 8 \times 2 = 1056$ 片。

这种集尘极板的形状简单，容易成型，重量轻，耗钢量少；极板采用咬合后用高强螺栓连接的结构，整排极板有利于振打加速度沿整个极板面均匀传递，不易衰减，增强了振打效果；同时被捕集到的尘粒吸附在极板的落灰凹槽，由于该处的烟气流速很小，振打时飞灰能从凹槽内振落，不易向外飞散，减少振打时被气流带走飞灰而造成二次飞扬，因此这种极板具有较高的除尘效率；极板的刚性较好，在运输、安装及运行中不易变形，保证同极间距在一定的误差范围内，这也是除尘效率较高的一个原因，因此这种极板的形状较为理想。

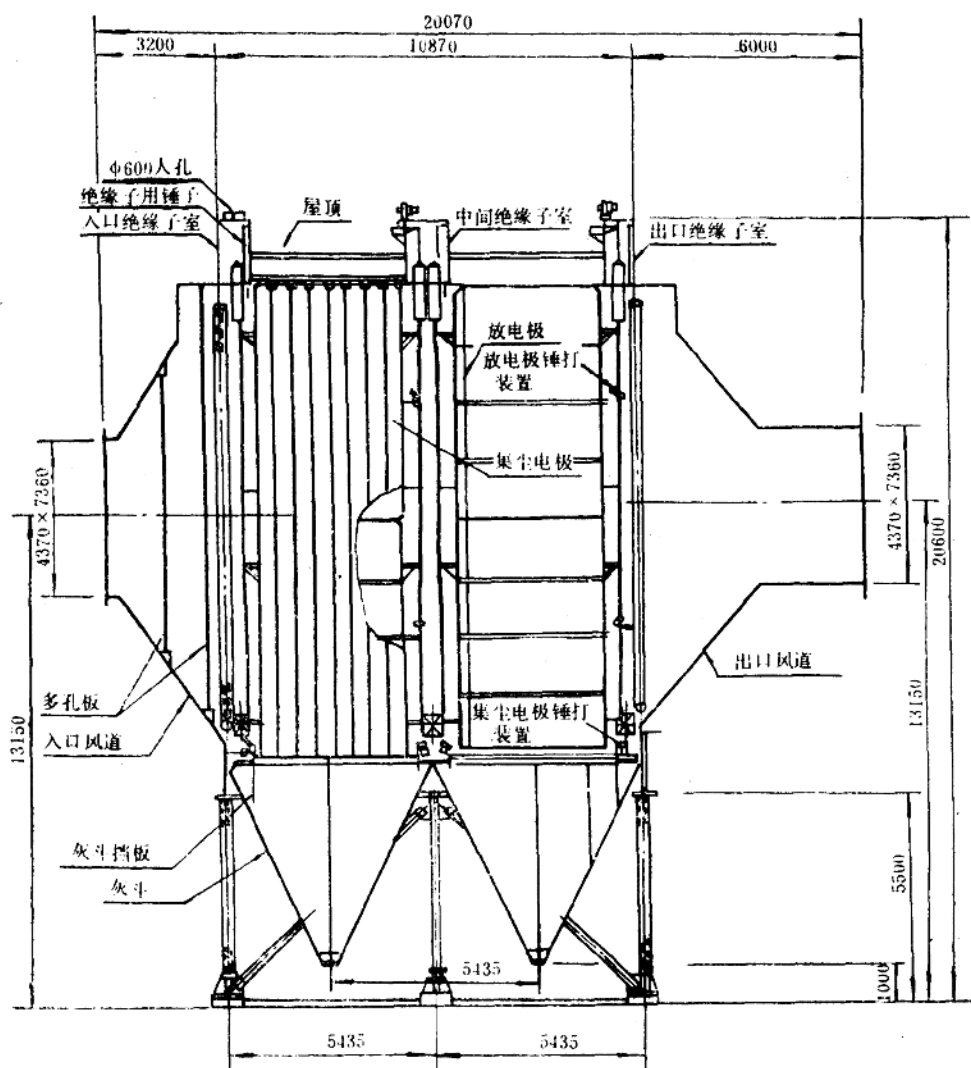


图1-2 电除尘器外形图

(二) 放电极

根据第一电场与第二电场中的烟气含尘量的不同，分别选用B—5型极线和W20/17型极线，极线的形状如图1—4所示。

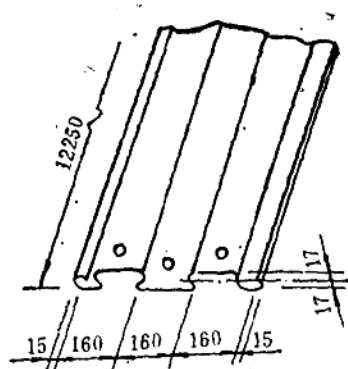


图1-3 CSV型集尘极板示意图

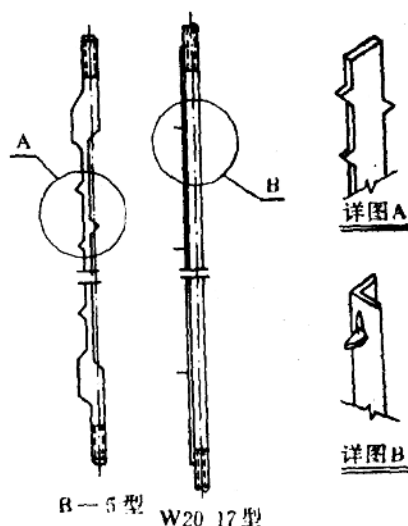


图1-4 放电极外形图

每台电除尘器有极线 24576根（二种型号各一半）。为了减少放电极在运行中的断线，放电极采用了框架结构，框架分上下二组，每组高6m，宽3.84m。每组框架以1.5m跨度分四层，每层24根，放电极间距为160mm，每根极线用螺栓固定在 $\phi 27.2\text{mm}$ 组成的框架上，框架由支持绝缘子组成的悬吊机构悬吊。为了在运行中不使烟灰进入绝缘子而影响绝缘，在绝缘子上部设有调整孔，以便利用电除尘器内部的负压使绝缘子室中的清净空气通过绝缘子内壁流入除尘器内部，以保证绝缘子清洁。

从图1-4中可看到布置于第一电场的B-5型极线，由于二边都有便于放电的尖点，使运行时产生的电子和离子特别集中，因此其放电效果强，有利电场对高浓度尘粒的捕集。布置在第二电场的W20/17型极线，单面有尖点，放电效果比B-5型极线较弱，但由于其布置在含尘量少的第二电场，这样在保证除尘效果的前提下有利于第一电场和第二电场的电流均匀和减少运行时的电耗。经安装后空载升压试验时的电流、电压比较，第一电场压在32kV时的电流为2A，在相同电压条件下，第二电场的电流仅为1.2A。

（三）集尘电极锤打装置

集尘电极锤打装置采用挠臂锤式的锤打机构，每一电场由二组锤击锤、锤击座和一组锤击杆组成，其结构见图1-5。其结构特点如下：

1. 传动轴的轴承座采用多板式干摩擦轴承座，以保证该轴承在含尘气体中或灰尘堆积的情况下不发生故障。但对易磨损的部件轴承夹头和轴承座扁钢，在运行一段时间后要予以更换。

2. 在轴承座上装有止挡块，以防止运行时转动轴受热膨胀而产生左右串动。

3. 安装在转轴上的锤打锤由电动行星摆线齿轮减速机带动，按一定的螺旋线布置，约2分钟转动一圈（相邻二只击锤叉开角度为 160° 左右），使各组极板的锤打按顺序进行，这种结构有利于电动机的受力均匀，减少电动机容量，又能减少烟尘的二次飞扬，以使锤打时出口的烟气含尘量保持稳定。

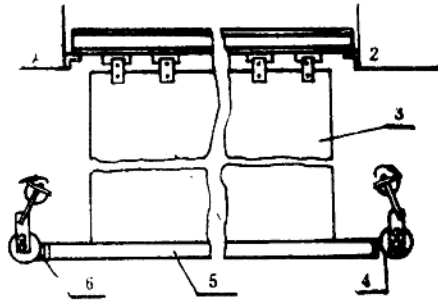


图1-5 集尘极锤打装置

1—前绝缘子； 2—后绝缘子； 3—集尘电极； 4—锤击座； 5—锤击杆； 6—锤击锤

4.采用前后电场二个方向交叉锤打方式，使集尘极板产生平行于板面方向的振动和振动加速度，以减少振打时同极距的变化。

5.采用定时器控制锤打周期，并可根据烟尘含量的变化进行调节。转轴由带有行星摆线齿轮减速机的电动机传动，通过定时器开关控制电动机的启停，并可调节锤击周期的时间，以达到最佳锤击效果。目前，第一电场设定锤击周期为10分钟，第二电场的锤击周期为40分钟。

(四) 放电极锤打装置

放电极采用单侧锤打。在每一电场的出口侧布置二组锤打机构，每组锤打机构带动二组连杆，每组连杆又分为上下二组锤子，每台电除尘器由4组锤打机构（8组锤子）组成。整套锤打装置的动作顺序是：装在电除尘器顶部的减速机动作后，通过链条带动装在曲柄上的转动轴，使装在曲柄上的锤打棒作上下运动。由于连杆与放电极锤打轴连接，当连杆上升时锤打轴被转动一定的角度，使装在锤打轴上的锤打锤向上摆动到一定的高度，通过锤打脱扣机构使转动轴与连杆脱扣，利用锤的重力加速度而直接敲打到放电极框架的锤打棒上面。放电极的振打机构每4分钟锤打一次。

(五) 烟气均匀分布装置

电除尘器内各工作断面上的各点气流是否均匀，直接影响电除尘器的除尘效率。为了使烟气在电场中均匀分布，在空气预热器出口至电除尘器进口之间的转弯烟道内，分别装有整流气流用的导流装置。在空气预热器出口的90°转弯处，装有一片横向导叶，顺气流方向，第一转弯烟道内装有高度方向为3片、宽度方向为9片的导叶，以构成40格通道，在第二转弯烟道内，高度方向为3片、宽度方向为14片的导叶，构成60格通道。所有这些整流通道的孔（或称整流格栅）都是按照烟道的走向均匀分布的。除此以外，还在电除尘器入口的烟道内，装设二块均布板，均布板由50×3mm的扁钢编制成方格型的多孔板。第一道均布板的孔径为120×120mm，开孔率为49.8%；第二道均布板的孔径为190×190mm，开孔率为62.7%。均布板的工作原理是在该处增加局部阻力后，起导流作用而使各处的烟气流速均匀。为防止积灰，均布板与入口烟道底部有一定的间隙。

(六) 其它部分的结构特点

1. 台架立柱与基础、横梁的连接用球形铰, 以保证电除尘器壳体受热后能自由向四周膨胀。
2. 在灰斗设计上, 为保证被振打的灰尘顺利落下, 采用 65° 倾斜角度, 对灰斗内壁焊缝作砂轮磨光处理, 在灰斗下部装有蒸汽加热管和散气板。
3. 为防止烟气不进入电场内, 增强烟气中尘粒荷电机会, 以提高除尘效率, 在灰斗内部、侧壁顶部、前壁、中间柱、内部平台等多处装有挡烟气的断路板。其中在第一电场灰斗装有2块断路板, 第二电场内装有3块断路板。
4. 电除尘器壳体采用耐腐蚀钢板, 以减轻烟气中 SO_2 对钢板的腐蚀。
5. 电除尘器外部用微孔硅酸钙保温, 微孔硅酸钙外表用彩色钢板复盖, 以避免雨水对保温层的侵蚀, 这样, 不仅外形美观, 而且能改善保温性能和提高使用寿命。

三、电除尘器的安装

1号机组的电除尘器的安装从1980年10月30日开工, 于1981年9月底基本结束, 10月份进行冷态调试, 至10月底全部结束, 总工期共12个月, 安装的实际耗工为7135.8工(不包括保温人工), 其中主工种的人工为4449.05工, 配合的辅助人工(包括电焊、起重、架子工、油漆等)为2686.75工。在全部工时中, 外壳安装(包括台架、立柱、横梁、灰斗、侧壁、喇叭口等钢结构件的安装)占整个安装工作量的40%左右, 实际施工工期为5.5个月; 集尘极板、放电极和电极锤打装置的安装、调整, 占整个安装工作量的60%左右, 其中放电极组装工期为6.5个月, 集尘极板和放电极吊装、调整及锤打部分的安装工期为4.5个月。

2台电除尘器所需组合场地总面积约为 2000m^2 , 其中放电极组装场地为 1200m^2 , 其他的组装场地为 800m^2 。需要安装机具10t/20m龙门吊及60t/m红旗吊各一台。

要使电除尘器达到理想的除尘效果和安全运行, 除设计部门合理选用和制造厂提供质量可靠的设备外, 安装质量是非常重要的, 在本电除尘器的安装中, 采用的质量保证措施有以下几方面。

(一) 放电极的组装和工况校正

放电极组装的工作量很大, 共有512片, 近5万根极线, 组装工艺要求高, 要做到每片框架平直(经工况校正后的最大误差不超过5mm), 装在框架上的极线松紧程度适宜, 并使各极线的张力基本一致。试验极线松紧程度及张力一般可采用竹片在极线上划过, 看每根极线的跳动次数, 一般以7次为好, 大于此数值说明偏紧, 张力偏大, 小于此数值则为偏松, 张力偏小。极线的放电尖点方向要正确(对准集尘极板的凹槽), 每只紧固螺母作止转焊固处理。施工中保证质量的办法是: (1) 组装工艺严格按施工措施中的方法进行; (2) 组装人员相对固定并熟悉组装工艺、操作方法、质量标准; (3) 加强开箱和中间检查; (4) 放电极组装后要正确堆放, 防止变形。

值得一提的是, 加强开箱检查很有必要, 检查时将锈蚀十分严重、并把表面产生蚀孔的极线给予调换。因为这种极线的有效断面积由于腐蚀已相应减小, 如果装入这种极线后, 不仅影响极线的使用寿命, 并且很可能在放电极框架锤打后在锈蚀处造成断线事故, 使电除尘器被迫停运。

（二）电极吊装前的找正

1. 为了保证放电极与集尘极板安装的正确，在集尘极板未吊入前，对外壳的安装、找正作一次全面质量检查。检查内容包括：外形尺寸、顶部水平标高、内部平台及外壳的焊接情况，如发现有偏差过大和漏焊情况要作必要的处理，以避免电极吊入后再处理缺陷的困难。

2. 由于集尘极板的安装方法是采用集尘极板由顶部单片吊入电场后临时搁置，然后用设置在顶部的手拉葫芦进行集尘极板整排的咬合组装，因此这种方法首先要保证固定集尘极板的吊梁和锤打棒位置的正确，同时，为保证集尘极板和放电极相对尺寸的正确，对放电极吊梁同时进行中心和水平找正。

（三）极尘极板的安装

在集尘极板的安装中，要防止吊装过程中集尘极板的弯曲变形并保证整排的集尘极板的咬合质量，具体的方法如下：

1. 集尘极板采用抬吊方法使之竖起，在未竖起前，应尽量减少集尘极板的搬运，以防止变形。每一次吊竖4块，用橡皮带相互围固，以增加起吊刚度及防止竖起后集尘极板相互撞击。

2. 吊入后临时搁置在吊梁两侧，并使同一吊梁二侧悬挂的集尘极板方向相反，以便于整排咬合。

3. 集尘极板整排组装，用设置在顶部的单轨吊进行整排咬合。组装顺序是从中间向二侧进行，并保证咬合后的咬口重叠8mm以上。

4. 保证集尘极板与吊梁、锤打棒的连接。对集尘极板紧固的6336只高强度螺栓全部用254.2N·m (25kg·m) 力矩扳手紧固并进行防松焊固。

5. 集尘极板工况校正：用目视法检查集尘极板前后二侧的平直情况，对平直度超过5mm处予以校正后，再检查整排极板的中间部分。

（四）电极间距的调正

主要是调正集尘极板与放电极框架之间的距离。由于集尘极板已找正结束，因此该工作主要是调正放电极框架的位置。调整的检验标准是必须保证放电极框架与集尘极板之间距离的误差不大于±5mm。调整结束后，对固定放电极框架和吊梁的所有连接螺栓进行止转焊接。

四、电除尘器的运行与试验

（一）运行时的注意事项

1. 电除尘器放电极充电的条件是空气预热器出口（即电除尘器入口）的烟气温度需大于100℃，并加热1小时以上。这主要是在投运之前能保证内部得到均匀加热，使极板和烟气的温差在20℃之内，并超过露点温度，防止粘灰。

2. 在机组起动阶段，当锅炉的送风机运转之前4小时，绝缘子开始进行电加热，直到放电极充电后的2小时，电加热停止。以便保持绝缘子处于干燥状态，避免烟气中的水汽和SO₂在绝缘子内表面凝结而降低绝缘等级。另外，送、吸风机运转前1小时，投用灰斗壁蒸汽加热装置，使灰斗壁温度到达80℃，防止斗壁粘灰。

3、在锅炉熄火及送、吸风机未停运前，要求停止锤打，以避免由于可能出现负压波动而造成二次飞扬，增加烟囱的排尘量。当送、吸风机停止后再投用锤打装置1小时左右，清理极板上的积灰，程序见图1—6。

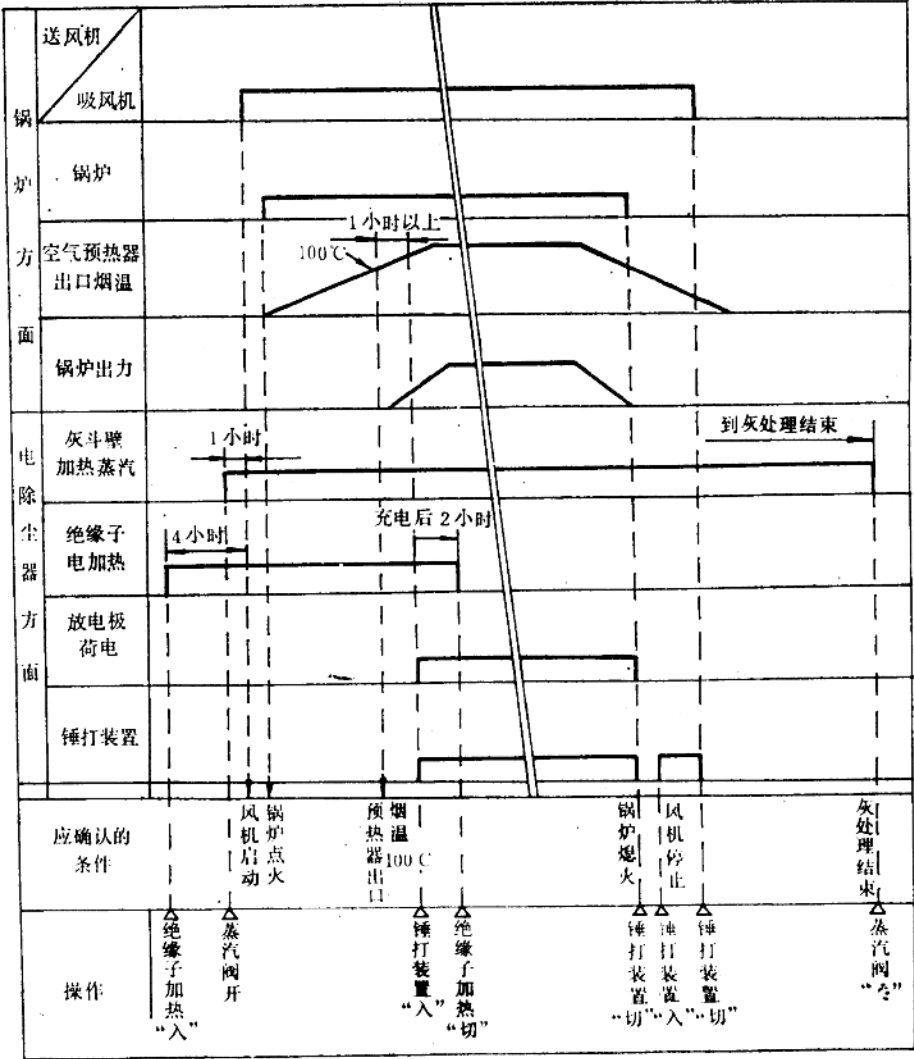


图1—6 电除尘器投停程序(正常情况)

注：“入”——投入运行 “切”、“关”——切除或关断

4.在锅炉起动投用重油阶段，放电极不宜充电投用，因此时炉膛温度低，燃烧工况差，不少碳黑烟息和油垢逸向尾部，若电除尘器投用的话，会使其极板粘附这些物质而引起电压下降，除尘效率降低。

(二) 运行中的不正常情况见图1—7及图1—8

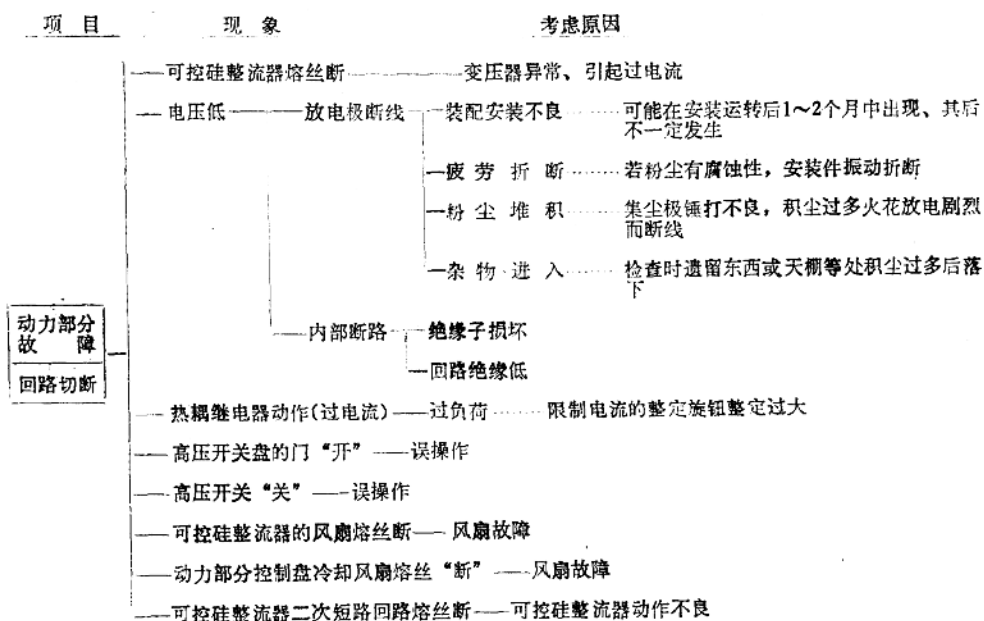
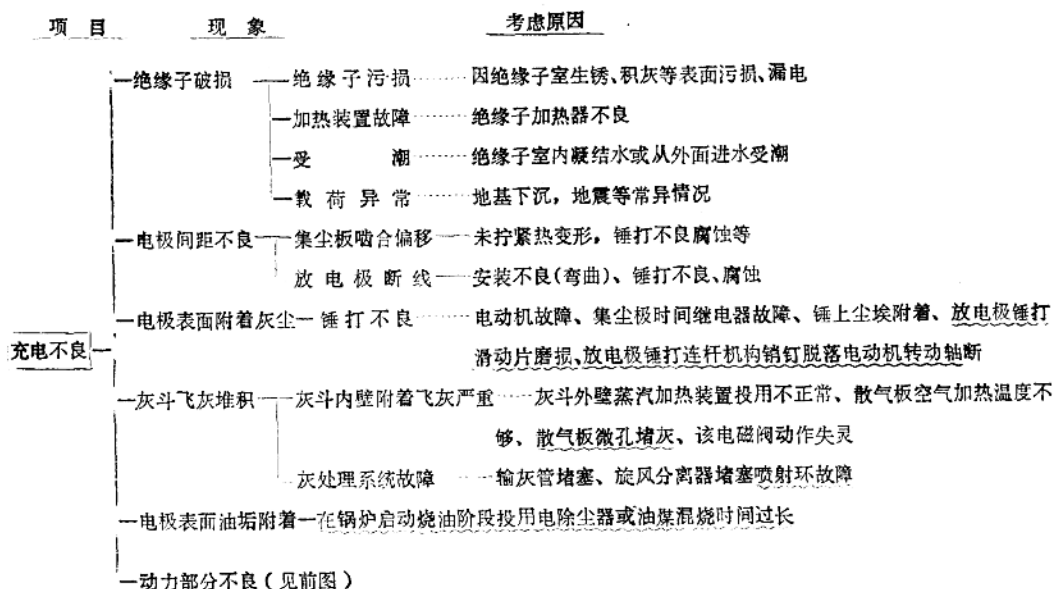


图1—7 运行中不正常情况——动力部份故障



注：划~~~~~部分为宝钢电厂运行二年来1、2号炉电除尘器中已出现过的情况

图1—8 运行中不正常情况二——充电不良

(三) 电除尘器入口气流分布冷态测定

为了解电除尘器入口烟道内所安装的导流板和多孔板对烟气匀流的综合效果，用 QDF—2A型热线风速仪，在1号炉电除尘器入口断面内进行了风速分布测量（测量位置见图 1—

1)。试验中尽可能使电除尘器内电场处平均风速接近于设计风速，分别运行1台送风机和2台送风机，调节炉膛负压在 -98Pa ($10\text{H}_2\text{Omm}$)左右，维持风量、风压稳定。实际测得的平均风速为 1.65m/s ，此值在设计风速 ($1.08\sim1.90\text{m/s}$) 的范围内，测试结果见表 1—5，表中的分布记录系位于电极和孔板之间的数值。沿高度方向上各行速度的平均值和沿宽度方

表5 电除尘器入口断面气流分布记录(m/s)

1.23	1.83	0.32	0.86	1.27	1.50	1.15	1.41	1.93	2.82	2.24	2.55	A	2.64	1.73	2.23	2.13	0.95	0.48	1.20	1.64	0.49	0.60	1.82	1.45
1.12	0.86	1.71	1.33	1.05	1.98	1.23	0.68	1.35	2.35	1.77	1.55	B	2.23	1.33	2.33	1.63	0.74	0.41	1.28	1.35	0.81	1.87	1.64	1.45
0.77	2.24	1.59	1.88	1.53	1.65	1.18	0.95	1.49	2.35	1.53	1.93	C	2.85	0.82	1.20	1.10	0.54	0.56	1.25	1.78	1.00	0.68	2.23	1.10
1.53	2.92	2.45	1.63	1.26	0.96	0.77	0.77	0.95	2.66	1.98	1.63	D	2.90	0.74	2.28	1.50	0.64	0.68	0.78	1.32	0.63	2.85	3.11	1.78
1.93	3.68	3.48	1.88	0.95	1.63	0.92	0.86	1.05	2.92	2.55	2.00	E	2.85	1.25	2.59	1.33	0.78	0.80	0.76	1.05	0.60	2.95	3.43	1.29
1.38	3.68	3.63	1.98	0.69	0.66	0.77	1.03	1.28	3.38	2.55	1.98	F	3.00	1.87	2.49	1.59	0.86	1.39	0.69	0.76	0.66	3.06	3.60	1.92
2.40	2.97	3.23	1.33	0.71	0.94	0.77	0.97	1.28	2.77	1.83	1.20	G	2.69	1.00	2.59	2.02	0.95	0.51	0.72	0.72	0.45	2.23	2.64	2.75
1.26	2.97	1.55	1.74	1.15	0.96	0.69	0.97	1.23	3.38	0.95	0.95	H	3.10	1.49	2.54	1.08	0.89	0.76	0.96	1.54	0.80	1.00	2.49	1.73
1.50	2.11	1.53	1.41	1.71	1.71	1.18	1.88	1.59	2.77	2.61	1.65	I	2.80	1.83	2.13	2.59	1.30	0.60	1.45	1.35	0.60	1.05	2.28	1.30
1.15	1.59	2.03	1.71	1.98	1.67	1.98	1.98	3.07	3.48	3.38	1.77	J	1.40	3.17	3.60	3.00	1.83	1.00	1.54	1.49	0.44	1.20	1.40	0.90

入a b c d e f g h i j k l 立a' b' c' d' e' f' g' h' i' j' k' l'里
孔 柱 壁

向上各列速度平均值的分布状况见图1—9及图1—10。其速度分布特点如下：

- 1.整个测试断面以电除尘器箱体的中央立柱为界，二室的流速分布状况基本上是对称的。
- 2.单室气流分布为两侧高中间低，使整个断面的流速分布呈“W”形，其中以测点j、k、i、至a'、b'、c'为流速较高的区域，它的宽度和电除尘器入口烟道的宽度（4.37m）相近，这表明了气流尚未完全消除烟道影响下的流动特性。

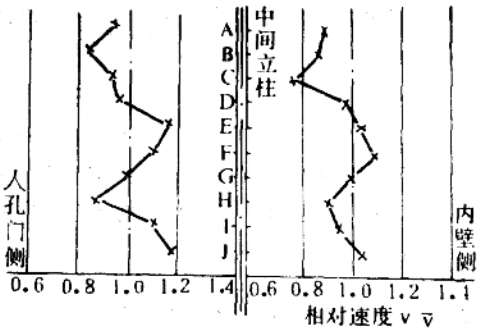


图1—9 沿入口断面高度方向各行速度相对平均分布状况

注：A~J各点为垂直方向等距平分点

$\bar{v}$ ——断面上各点算术平均值

v ——断面上各点的速度

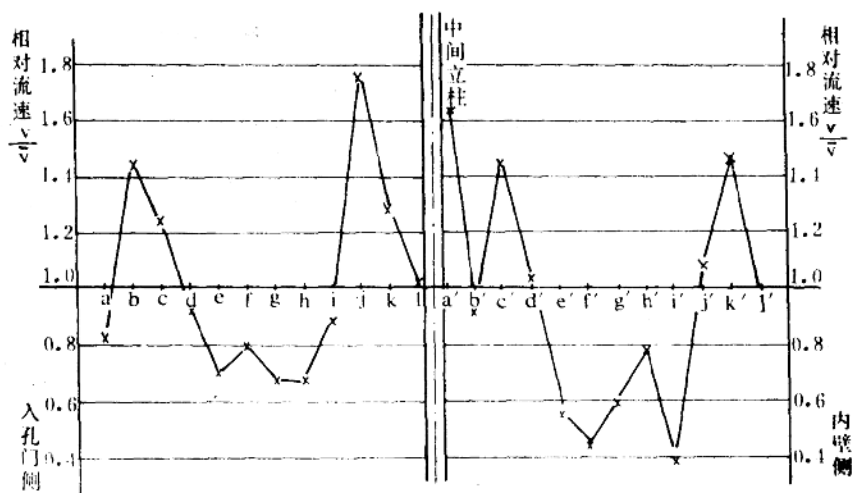


图1-10 沿入口断面宽度方向各列相对速度平均分布状况

注: $a \sim i$, $a' \sim i'$ 各点为水平方向等距平分点

3. 二室平均流速分别为1.58m/s和1.73m/s, 二室的风量差值小于10%, 由此可见, 电除尘器入口烟道转弯处的导流板是起到均流作用的。

4. 在沿断面高度方向的气流分布均匀性要比宽度方向为好, 另外, 断面底部的流速比顶部高, 这与电除尘器入口烟道的走向及气流的惯性力有关。

5. 按实测数据所计算的整流效果 $C = 0.8$, 低于日方提供的 $C > 0.82$ 的数值, 也低于按其它国家判别标准计算的结果, 各国判别标准及计算结果见表1—6。

(三) 电除尘器的热态测定

测定时的电除尘器电场编号如图1—11所示。

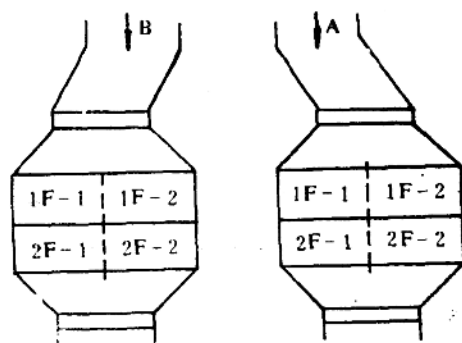


图1-11 A、B两侧除尘器电场编号

测定的目的和项目如下:

1. 通过对A、B两侧除尘器含灰量的测定, 考核实际除尘效率是否达到设计值, 并定期测定效率, 以观察随时间变化的规律;
2. 改变火花频率测定除尘效率, 以便将火花频率调整到最高除尘效率区运行;
3. 在1台除尘器上, 分别或全部停用电场及锤打装置, 测定效率, 摸索各电场锤打对除尘所起的作用, 进一步了解电除尘器特性;
4. 改变一电场集尘极锤打周期, 判断对除尘效率的影响;
5. 改变放电极电流值, 测定效率的变化情况, 以期得出它们之间的关系。

所有的测定工作均在锅炉全烧大同煤和机组处于额定负荷稳定运行的条件下进行的。大