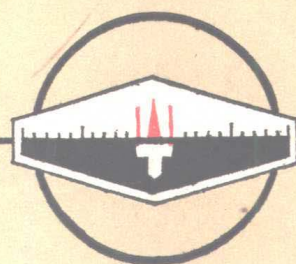


工厂常用自控设计手册



Gongchang
Changyong
Zikong Sheji
Shouce



工厂常用自控设计手册

(下 册)

《工厂常用自控设计手册》编辑小组编

陕 西 人 民 出 版 社

工厂常用自控设计手册

(下 册)

《工厂常用自控设计手册》编辑小组

陕西人民出版社出版

国营五二三厂印刷

陕西省新华书店发行

1975年3月第1版

1975年3月第1版第1次印刷

印数: 1—12,000

书号: 15094·70 定价: (精)3.70元

(只限国内发行)

目 录

第九章 电弧炼钢炉

9—1 电弧炼钢炉工艺简介	(1)
一、电弧炉炼钢的工艺过程	(1)
二、电炉装置工作特性及对电极自动调节系统的要求	(2)
9—2 电弧炉主电路	(2)
一、主电路接线图	(2)
二、主电路接线方式的切换	(10)
三、主电路切换装置的控制电路	(12)
四、电炉变压器的冷却	(14)
9—3 电极升降机构的自动调节	(16)
一、概述	(16)
二、电机放大机式电极自动调节器	(16)
三、可控硅——直流电机式电极自动调节器	(18)
四、双向可控硅——直流电动机式电极自动调节器	(23)
五、可控硅——小惯量电磁转差离合器式电极自动调节器	(30)
六、双向脉冲测速装置	(41)
七、应用实例	(49)
9—4 电弧炼钢炉成套电控设备	(55)
一、HDK ₂ — $0.5 \frac{1}{5}$ 型电弧炼钢炉功率自动调整器	(58)
二、HDL— $0.5 \frac{1}{1.5}$ 型电弧炼钢炉功率自动调整器	(71)
三、HDL— $\frac{3}{5}$ 型电弧炼钢炉功率自动调整器	(79)
四、6459电弧炼钢炉功率自动调整器	(89)
五、KZL型电弧炼钢炉电极自动调整器	(98)
9—5 电弧炉变电所	(98)

一、设计内容	(98)
二、高低压供电电源	(98)
三、电炉变电所平面布置	(101)
四、线路敷设	(103)
五、接地	(103)
六、电炉变电所的二次回路	(103)

第十章 铸造砂处理

10—1 气力输送方式砂处理	(107)
一、工艺简介	(107)
二、工艺对电气联锁的一般要求	(110)
三、新砂和旧砂吸送系统	(110)
四、型砂压送系统	(117)
五、混砂和型砂压送系统(混一种型砂)	(119)
六、混砂和型砂压送系统(混多种型砂)	(123)
七、新砂、旧砂、型砂压送系统	(131)
10—2 砂处理的射流控制	(136)
一、系统组成及其工作程序	(136)
二、控制线路及其设备	(136)
三、工作原理	(139)
四、附件	(140)
10—3 皮带输送方式砂处理	(142)
一、概述	(142)
二、设计示例	(142)
10—4 料位控制	(143)
一、电阻式料位控制	(153)
二、电容式料位控制	(153)

第十一章 水 泥 窑

11—1 水泥生产流程概述	(162)
11—2 水泥厂电力拖动自动控制的特点	(163)
11—3 生料磨和水泥粉磨	(163)
一、生产工艺流程概述	(163)

二、球磨机的电力拖动自动控制.....	(163)
1.磨机的电力拖动方案的选择.....	(163)
2.磨机主电动机起动设备的选择.....	(163)
11—4 电磁振动给料机电气控制.....	(184)
一、电磁振动给料机动作原理介绍.....	(184)
二、电磁振动给料机的振幅的调节.....	(186)
三、磨机喂料的自动控制.....	(193)
11—5 机械化水泥立窑.....	(200)
一、机械化水泥立窑系统工艺流程概述.....	(200)
二、机械化水泥立窑系统对电气控制的基本 要求.....	(203)
三、配料的电气控制.....	(203)
四、卸料篦子的电力拖动.....	(214)
五、联系信号.....	(219)
11—6 水泥回转窑.....	(220)
一、水泥回转窑系统概述.....	(220)
二、水泥回转窑系统对电气控制的基本要 求.....	(221)
三、回转窑系统的电力拖动自动控制.....	(223)
1.回转窑主传动的电力拖动.....	(223)
2.篦式冷却机的电力拖动.....	(226)
3.窑尾排风机的电力拖动.....	(235)
4.其他设备的电力拖动.....	(236)
四、回转窑系统的热工测量.....	(236)

第十二章 隧 道 窑

12—1 煤气隧道窑.....	(247)
一、概述.....	(247)
二、设计内容.....	(248)
1.温度测量.....	(249)
2.压力和负压的测量.....	(250)
3.流量测量.....	(251)
4.气体分析.....	(251)
5.自动调节.....	(251)
6.电源供应.....	(251)
7.料车的进窑和出窑.....	(252)
8.电托车.....	(252)
三、设计示例：120 米长煤气隧道窑.....	(293)
隧道窑热控原理图 (图 12—8).....	(253)
隧道窑进口部分原理图 (图 12—9).....	(254)
电托车电气线路图 (图 12—10).....	(258)
煤气压力调节的接线系统图 (图 12—11).....	(259)

隧道窑测量仪表及调节器设备单

(表 12—2) (256)

流量计与孔板订货规格表 (表 12—3) (260)

12—2 硅碳棒电热体隧道窑..... (260)

一、概述..... (260)

二、硅碳棒电热体的计算及选择..... (260)

1.表面负荷的确定..... (261)

2.硅碳棒的有效辐射面..... (262)

3.硅碳棒的根数..... (262)

4.窑内硅碳棒的安装方式..... (262)

5.硅碳棒的总电阻..... (262)

6.全负荷时输入端的电压..... (262)

7.硅碳棒的总电流..... (262)

8.电压调整范围..... (262)

9.选用计算示例..... (262)

三、电压调整方法..... (263)

1.采用抽头多级干式变压器供电..... (263)

2.采用调压变压器供电..... (263)

3.采用可控硅供电..... (263)

四、热工检测和调节..... (264)

1.电量测量..... (264)

2.温度测量..... (264)

3.温度自动调节..... (264)

五、电动推进装置的控制线路..... (264)

1.单通道隧道窑用的电动推进装置..... (265)

(1) 齿轮变速箱传动的推进装置..... (265)

(2) 无级变速箱传动的推进装置..... (265)

2.多通道隧道窑用的电动推进装置..... (266)

六、供电和线路敷设..... (267)

七、设计实例..... (267)

1.用抽头变压器供电的电热隧道窑..... (267)

(1) 抽头变压器单相供电的电热隧道窑..... (267)

a、窑的主要技术数据..... (268)

b、窑的电气控制原理图..... (268)

c、窑的电气控制柜图..... (270)

(2) 抽头变压器三相供电的电热隧道窑..... (270)

a、窑的主要技术数据..... (270)

b、窑的电气控制原理图..... (271)

c、窑的电气控制台图..... (273)

2.用感应式调压变压器供电的电热隧道窑..... (275)

(1) 窑的主要技术数据..... (275)

(2) 窑的电气控制原理图..... (275)

(3) 窑的电气控制柜图	(276)
3. 用可控硅供电的电热隧道窑	(277)
(1) 窑的主要技术数据	(277)
(2) 窑的电气控制原理图	(277)
(3) 窑的电气控制台图	(278)

第十三章 异步电动机的同步运行

13—1 概述	(280)
一、异步机同期化的重要意义	(280)
二、异步机同期化的工作原理	(280)
三、转子绕组励磁接线形式及直流电源的获得	(281)
四、异步机同期化的应用条件	(282)
五、异步机同期化的优点和存在问题	(282)
六、结束语	(283)
13—2 几种异步机同步运行线路的介绍	(283)
一、手动电阻启动, 手动牵入同步的线路	(283)
二、频敏变阻器启动, 一次投磁, 自动牵入同步的线路	(285)
三、频敏变阻器启动, 二次投磁, 自动牵入同步的线路	(286)
13—3 整流电路各环节的选择	(287)
一、整流电路的选择	(287)
二、整流电路保护环节的选择	(288)
三、硅元件冷却方式的选择	(289)
13—4 主要参数的选择	(290)
一、电机主要参数的计算	(290)
二、励磁电压和励磁电流的计算	(290)
三、整流变压器的计算	(290)
四、平衡电抗器的计算	(292)
五、硅元件的选择	(292)
六、整流电路保护环节的计算	(293)
13—5 设计举例	(294)
一、电机参数的计算	(294)
二、 U_d 、 I_d 的计算	(294)
三、整流变压器的计算	(294)
四、平衡电抗器的计算	(297)
五、硅元件的选择	(297)

13—6 异步机同期运行的测量	(298)
一、测量项目	(298)
二、测量时的接线及原理	(298)
三、测量方法	(298)
13—7 改进措施及注意事项	(300)
一、电刷及滑环的改进措施	(300)
二、设计与安装调试时的注意事项	(300)

第十四章 空 调

14—1 概述	(301)
一、常用名词术语	(301)
二、 $i-d$ 图	(303)
14—2 空调系统	(303)
一、空调系统简介	(303)
二、空调系统示例	(304)
14—3 空调系统控制点分析及控制要求	(308)
14—4 各环节调节与控制	(309)
一、“露点”温度控制	(309)
二、室温控制	(312)
三、室内相对湿度的控制	(322)
四、辅助控制	(323)
五、检测、信号、联锁保护及其他设计要点	(323)
六、关于空调自动调节系统的几点建议	(324)
七、空调系统自动控制示例	(324)
14—5 常用控制设备及元件	(333)
一、恒温恒湿成套设备	(333)
二、常用仪表元件	(342)
14—6 附录	(351)
一、高精度室温控制的计算	(351)
二、电加热器功率的计算	(360)
三、通风管内电加热器的电热丝选用表	(362)
四、自动控制系统的测定与调整	(366)
五、相对湿度计算表	(369)

附录 (一) 图例、符号

1. 检测、控制、调节系统图符号	(370)
2. 电力系统图图形符号	(379)
3. 电力系统图文字符号	(382)
4. 电力系统图回路标号	(384)

5. 气动仪表图例 (389)

附录(二) 流量测量节
流装置的计算 目录

一、节流装置计算的任务 (390)

二、计算中所用的量值名称, 计量单位及符号 (390)

三、用变压降法测量流体流量的基本知识 (393)

1. 流量的理论方程式 (393)

2. 流量实用公式 (395)

3. 流量方程式中有关参数及其确定方法 (395)

(1) 流量系数 α (395)

(2) 雷诺数 ReD (398)

(3) 被测介质粘度 η (γ) (398)

(4) 被测介质重度 γ (398)

(5) 气体的压缩系数 K (399)

(6) 材料的膨胀校正系数 R_t (400)

(7) 被测介质的膨胀校正系数 ϵ (400)

(8) 流束通过节流装置时的压力损失 σP (401)

(9) 压差上限 $\Delta_{\max}$ 的确定 (401)

4. 节流装置的取压方式 (402)

四、节流装置的计算实例 (402)

1. 标准节流装置的计算 (402)

(1) 测量液体流量 ($\epsilon=1$) 时的计算程序 (402)

例1 被测介质为水 (403)

(2) 测量蒸汽和气体流量 ($\Sigma \neq 1$) 时计算程序 (404)

例2 被测介质为水蒸汽 (404)

例3 被测介质为高炉煤气 (406)

2. 特殊节流装置的计算 (408)

(1) 双重孔板 (408)

(2) 1/4 圆喷嘴 (408)

(3) 圆缺孔板 (408)

(4) 端头孔板和端头喷嘴 (408)

计算示例 (409)

例1 双重孔板的计算 (409)

例2 圆缺孔板的计算 (410)

例3 1/4 圆喷嘴的计算 (411)

五、计算用图表

咨询书 附录(二)表—4 (411)

地区气象表 附录(二)表—5 (412)

$m = (\frac{d}{D})^2$ 的数值表 附录(二)表—6 (413)

气体的粘度 附录(二)表—7 (417)

气体的重度 附录(二)表—8 (418)

干燥空气的重度 附录(二)表—9 (419)

饱和气体的水分含量 附录(二)表—10 (420)

油的粘度和密度 附录(二)表—11 (420)

水的重度 附录(二)表—12 (421)

水蒸汽的重度 附录(二)表—13 (422)

水和水蒸汽的动力粘度(η) 附录(二)表—14 (427)

水和水蒸汽的动力粘度(η) 附录(二)表—15 (429)

各种节流装置的介限雷诺数 附录(二)表—16 (431)

节流装置前面有不完全开启的阀门时所需的最小直管段长度 附录(二)表—17 (432)

孔板的粘度校正系数 K_1 附录(二)表—18 (432)

孔板原始流量系数的均方相对误差 $\sigma_{a0}\%$ 附录(二)表—19 (432)

孔板粘度校正系数的均方相对误差 $\delta R_1\%$ 附录(二)表—20 (433)

孔板管道粗糙度校正系数的均方相对误差 $\delta R_2\%$ 附录(二)表—21 (433)

孔板入口边缘不尖锐校正系数的均方相对误差 $\delta R_3\%$ 附录(二)表—22 (433)

孔板流量系数的最小均方相对误差 $\delta_{amin}\%$ 附录(二)表—23 (433)

用孔板测量时的可能最小均方相对误差 $\delta\%$ 附录(二)表—24 (434)

喷嘴和文丘利喷嘴的粘度校正系数 K_1 附录(二)表—25 (434)

文丘利管的粘度校正系数 k_1 附录(二)表—26 (434)

喷嘴和文丘利喷嘴原始流量系数的均方相对误差 $\delta_{a0}\%$ 附录(二)表—27 (434)

喷嘴和文丘利喷嘴粘度校正系数的均方相对误差 $\delta R_1\%$ 附录(二)表—28 (435)

喷嘴和文丘利喷嘴管道粗糙度校正系数的均方相对误差 $\sigma_{R2}\%$ 附录(二)表—29 (435)

喷嘴和文丘利喷嘴流量系数的最小均方相对误差 $\sigma_{amin}\%$ 附录(二)表—30 (435)

用喷嘴和文丘利喷嘴测量时的可能最小均方相对误差 $\sigma\%$ 附录(二)表—31 (435)

文丘利管流量系数的均方相对误差 $\sigma_a\%$

附录(二)表—32 (435)	最小直管段长度 (450)
被测介质膨胀校正系数 ϵ_{ch} 的均方相对	附录(二)图-25 完全开启的阀门
误差 $\sigma_{ech}\%$ 附录(二)表—33 (436)	和节流装置之间的
附录(二)图-3 节流装置的介限雷诺数 (436)	最小直管段长度 (451)
附录(二)图-4 标准孔板的流量系数 α (437)	附录(二)图-26 当直管段长度不遵守
附录(二)图-5 标准孔板的流量系数 α (437)	附录(二)图-23的
附录(二)图-6 标准喷嘴和文丘利喷嘴	条件时附加均方误差值 (451)
的流量系数 α (439)	附录(二)图-27 当直管段长度不遵守
附录(二)图-7 标准文丘利管的流量	附录(二)图—24 的条
系数 α (440)	件时附加均方误差值 (451)
附录(二)图-8 孔板的粘度校正系数 (441)	附录(二)图-28 节流装置的压力损失 (452)
附录(二)图-9 喷嘴和文丘利喷嘴的	附录(二)图-29 文丘利管的压力损失 (452)
粘度校正系数 (441)	附录(二)图-30 双重活塞式压缩机的
附录(二)图-10 文丘利管的粘度校正	流量脉冲特性 (452)
系数 (441)	附录(二)图-31 在不同的准数 Ho 和系数
附录(二)图-11 孔板的管道壁粗糙度	S 之下脉冲流量测量的
校正系数 (442)	附加均方误差 (453)
附录(二)图-12 喷嘴和文丘利喷嘴的管	附录(二)图-32 在不同的准数 Ho 和系数
道壁粗糙度校正系数 (442)	δ 之下脉冲流量测量的
附录(二)图-13 孔板的入口边缘不尖锐	附加均方误差 (453)
校正系数 (442)	附录(二)图-33 根据流量的时间系数 S
附录(二)图-14 双重孔板的流量系数 α (443)	和允差均方误差来确定
附录(二)图-15 双重孔板的 $m' = f(m)$	准数 Ho 的曲线 (453)
关系 (443)	附录(二)图-34 根据流量的不均匀系数
附录(二)图-16 $1/4$ 圆喷嘴的流量系数 α	和允差均方误差来确定
(444)	准数 Ho 的曲线 (453)
附录(二)图-17 $1/4$ 圆喷嘴入口部分	附录(二)图-35 空气的压缩系数 K (454)
半径 r (444)	附录(二)图-36 氧气的压缩系数 K (454)
附录(二)图-18 圆缺孔板的流量系数 α (445)	附录(二)图-37 氮气的压缩系数 K (454)
附录(二)图-19 圆缺孔板的 g/D 值 (445)	附录(二)图-38 氮气的压缩系数 K (455)
附录(二)图-20 各种 x 值和大膨胀的	附录(二)图-39 氢气的压缩系数 K (455)
膨胀系数 ϵ (446)	附录(二)图-40 氮气的压缩系数 K (456)
附录(二)图-21 各种 x 值和小膨胀的	附录(二)图-41 一氧化碳的压缩系数 K
膨胀系数 ϵ (447)	(456)
附录(二)图-22 过热水蒸汽的膨胀系数 ϵ	附录(二)图-42 二氧化碳的压缩系数 K
(448)	(457)
附录(二)图-23 环室取压时节流装置前	附录(二)图-43 乙烷的压缩系数 K (457)
最小直管段长度 (449)	附录(二)图-44 甲烷的压缩系数 K (458)
附录(二)图-24 环室取压时节流装置前	附录(二)图-45 丙烷的压缩系数 K (458)

附录(二)图-46 乙烯的压缩系数 K	(459)	附录(三)表-四 温度系数 K_t	(481)
附录(二)图-47 丙烯的压缩系数 K	(459)	附录(三)表-五 0°C 及760毫米汞柱 下气体的密度系数 K_r 及绝对指数 x	(482)
附录(二)图-48 与换算压力($P_R \leq 1$) 和温度有关的气体 压缩系数	(460)	附录(三)图-14 $\theta\psi_0$ 的数值与蝶伐旋转 角度的关系	(482)
附录(二)图-49 与换算压力($1 < P_R \leq 10$) 和温度有关的气体压缩 系数	(460)	附录(三)图-15 蝶阀的截面及开启角 ψ	(484)
附录(二)图-50 与换算压力($10 < P_R \leq 40$) 和温度有关的气体压缩 系数	(461)	附录(三)图-16 空气和双原子气体的 压力系数 K_p	(486)
附录(二)图-51 水的动力粘度	(461)	附录(三)图-17 安装于直管上的焊接 蝶伐的特性曲线	(486)
附录(二)图-52 水的动力粘度	(462)	附录(三)图-18 安装于直管上的铸铁 蝶伐的特性曲线	(487)
附录(二)图-53 水蒸汽的动力粘度	(462)	附录(三)图-19 液体调节阀计算图	(476)
附录(三) 调节阀的计算		附录(三)图-20 蒸汽调节阀计算图 ($P_2 \leq 0.5P_1$)	(477)
一、气动调节阀	(463)	附录(三)图-21 蒸汽调节阀计算图 ($P_2 \geq 0.5P_1$)	(478)
1. 概述	(463)	附录(三)图-22 气体调节阀计算图 ($P_2 \leq 0.5P_1$)	(483)
2. 节流原理	(463)	附录(三)图-23 气体调节阀计算图 ($P_2 > 0.5P_1$)	(485)
3. 计算公式	(463)	附录(四) 气动仪表安装的基本 要求	(488)
4. 计算方法	(465)	附录(五) QDZ 气动单元组合 仪表的应用示例	(479)
5. 计算举例	(467)	附录(六) 喷射管式液动调节器 安装使用示例	(501)
二、蝶阀	(467)	1. 压力式温度调节	(501)
1. 概述	(467)	2. 固体膨胀式温度调节	(502)
2. 节流特性	(467)	3. 压力调节	(503)
3. 计算公式	(468)	4. 流量调节(一)	(504)
4. 计算方法	(469)	5. 流量调节(二)	(506)
5. 计算举例	(470)	6. 锅炉汽鼓水位自动调节	(508)
6. 操作力矩	(471)	7. 液面调节	(511)
三、电动调节阀	(472)		
1. 概述	(472)		
2. 计算方法	(472)		
四、电磁阀门	(479)		
1. 概述	(479)		
2. 计算方法	(479)		
附录(三)表-1 液体比重(20°C 时)	(479)		
附录(三)表-2 气体重度(0°C 、760毫米 汞柱时)公斤力/米 ³	(480)		
附录(三)表-3 膨胀系数 ε	(481)		

8. 比值调节	(515)	附录 (九) 工频电感应加热器的 计算	(531)
附录 (七) PPY 04型隔离器安装 使用示例	(515)	附录 (十) 喷射管式液动温度调 节器参考资料	(544)
附录 (八) 射流程序控制装置的 应用示例	(520)		

第九章 电弧炼钢炉

§ 9—1 电弧炉炼钢工艺简介

一、电弧炉炼钢的工艺过程

电弧炼钢炉主要用来冶炼各种合金钢和优质钢。

它的原料为废钢铁和铸造车间的返回料,以及各种制造合金用的材料。

利用电极与炉料间弧光放电,使金属直接加热熔化的方法炼钢。在整个炼钢过程中,可分三个阶段。

1. 熔化期:

要将不均匀的块状废钢铁熔化成钢液,熔化期要占整个熔炼时间的一半以上,所耗电要占60—80%左右,所以要求熔化期时间要缩短,以降低单耗。

熔化期基本上可分四个阶段:

(1) 点弧阶段

电弧炉应用的是交流电弧,在交流电压极性不断变化的情况下,电弧的极性也时刻变化着,当冷的金属炉料为阴极时,由于金属易导热,它所产生的阴极斑点的温度就较低,这会使电弧不易保持高温,使得电弧较难点燃,同时电弧短而不易稳定燃烧。

为克服上述问题,有的在加料前,用焦炭通过电弧燃烧,提高炉温后再加废钢铁来熔炼的。点弧时,在电极下放些焦炭,使电弧的温度不易降低,使其能稳定的燃烧。

电弧点燃之后,由于电弧赤裸在炉料上燃烧,电弧的作用仅扩展到电弧下面的一小部份的炉料上,上部的电弧绝大部分辐射在炉顶、炉墙上,产生过热使其损坏,故要求输入功率较小。

(2) 熔化初期:

随着电极周围炉料的熔化,电极不断下降,逐步深入到炉料深处,这时在电极周围已形成熔池,远离炉顶的弧光绝大部分作用在炉料的表面,为了加速熔化,希望能以变压器的最大容量通过电弧将电能输入到炉内。

(3) 熔化中期:

这时电弧完全为炉料所遮盖,炉内已有一部分钢液,随钢液的不断增加,电极逐步上升,这时就有塌

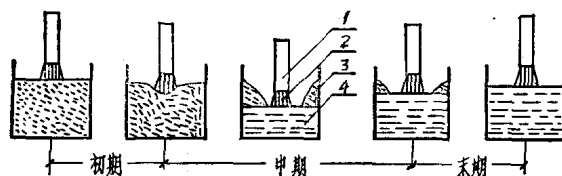
料现象产生,从而造成电极短路,使开关跳闸,也会造成断弧等现象,使冶炼时间将会增加,这时也希望有较高的输入功率。

(4) 熔化末期:

炉料已大部份熔化,在炉壁上还遗留有剩余炉料,这时电弧又赤裸在钢液和炉渣表面燃烧,所以又要求输入功率减小,这时电极和液面也较接近,要求防止渗碳。

在熔化初期和中期,由于金属块间的飞弧,电弧引起的飞溅的溶解金属,各相电弧由于其他相产生的磁力的影响,均会使电弧的路径改变,造成炉内状态的激烈变化,使输入炉内的功率波动也较大,同时又由于塌料造成电极短路和断弧等现象,使输入电能相应减少。而熔化初期和中期占熔化期全部时间的70—80%,要求能缩短这段时间,使电耗降低,溶化效率提高。

熔化期原理图如图9—1—1所示



1. 电极 2. 电弧 3. 金属炉料 4. 钢液和炉渣

1. 电极 2. 电弧 3. 金属炉料 4. 钢液和炉渣

图9—1—1 熔化期原理图

2. 氧化期:

这时加入的金属矿石和其它元素,以及不断的吹氧,使钢水沸腾起来,由于钢液和炉渣的波动,使电弧长度也周期波动。

3. 还原期:

本期除渣外,只有较平静的状态,电弧相当长,扰动产生频率和幅度并不大,这时要求能保温。

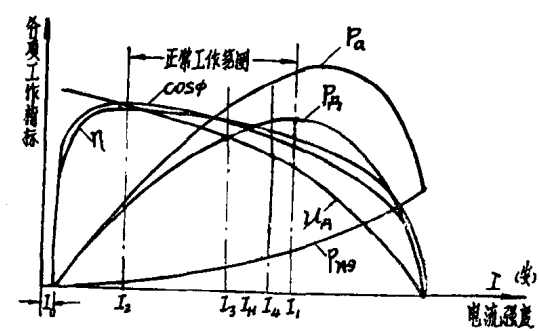
氧化期和还原期的输入功率与熔化末期要求一样,同样要求防止渗碳。

二、电炉装置工作特性及对电极自动调节系统的要求。

毛主席教导我们说：“要节约闹革命。”炼钢电弧炉是国家电网中的一个大的电能用户。为了保证充分发挥设备潜力，缩短熔化时间，提高炉子生产率和降低电能消耗，必须根据电炉设备的电气特性选择合理的工作电流，设计电极调节装置。

1. 电气工作特性

电气工作特性如图 9—1—2 所示



图中：
I — 电弧电流
 P_a — 有功功率
 P_b — 无功功率
 P_{ms} — 主电路损耗功率
 $\cos\phi$ — 功率因数
 U_a — 电弧电压
 η — 主电路效率
 I_0 — 变压器空载电流

图 9—1—2 电炉装置电气工作特性曲线

从图中可以看出，电流的选择范围应从 I_0 至 I_1 （电弧功率 P_a 最大时的电流），当电流较小时，随着电流的增大，电弧功率 P_a 增大，电弧放出的热能就越多，这对缩短熔炼时间将起重要作用。当电流达到一定值（ I_2 ）后，再继续增加，将引起电路损耗功率 P_{ms} 值的急剧增大，相反 P_a 的增加远不如 P_{ms} 增加得快。因此从合理用电考虑 I_H 不应小于 I_2 ，从保证电弧连续燃烧观点出发 I_H 又不能小于 I_3 ，从经济电流观点出发 I_H 又不应当大于 I_4 ，因此合理的工作电流应当取在 $I_3 \sim I_4$ 之间。一般电炉装置当主电路电抗与电阻之比 $X/R=2 \sim 4$ 时， $I_4 = (0.7 - 0.85) I_1$ ， $I_3 = (0.75 - 0.66) I_1$ 。

2. 电弧炼钢对自动调节系统的要求

在电炉变压器一定的工作电压下，电炉输入功率主要取决于电弧电流，实际上取决于电弧的长度。由上述可知，在炼钢过程中，炉内工作状态总是不断变化，从而破坏了工作条件，特别表现在熔化初期更为显著。因此，要求调节系统能快速而又正确地，不断

调整电极位置，以保持最佳工作条件。因此调节装置应满足以下要求：

1. 整个系统非作用区不大于 10%
2. 电弧电流能在 30%~120% 额定值内平滑调节。
3. 电极速度由另变到 90% 额定值，所需的时间不超过 0.5 秒。
4. 测量仪表精度为 0.5 级即测量误差 $\leq 0.5\%$
5. 要求电极无窜动现象。
6. 控制系统能自动和手动转换。

§ 9—2 电弧炉主电路

一、主电路接线图

电弧炉主电路如图 9—21 所示，(a) 为 HST 型或 HSSP 型电炉变压器时主电路接线图。(b) 为 HSTK 型电炉变压器时电炉主电路接线图。

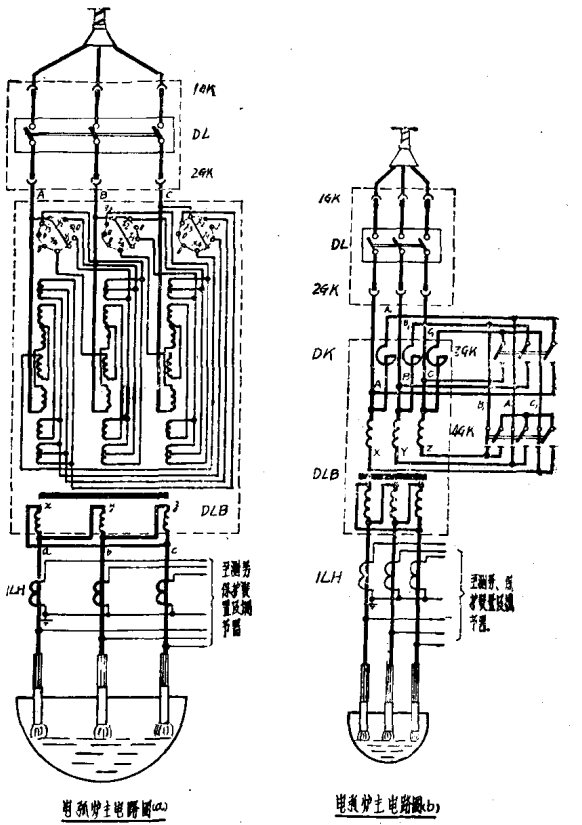


图 9—2—1 电弧炉主电路

1. 隔离开关

图 9—2—1 中 1GK、2GK 是线路隔离开关或隔离插头，供有电压无负荷时分合电路之用。

2. 高压断路器

高压断路器 DL, 它用来控制电炉变压器从电网中切除或接入, 并在变压器电路内过负荷和发生故障短路时或在变压器内部发生故障时将电路自动切断。

高压断路器在炼钢过程中操作是很多的, 不宜采用少油断路器, 因为会使油很快炭化, 同时检修频繁, 影响生产。可供电炉控制用的高压断路器有:

(1) 油断路器: DN₃-10 型和 DN₁-10 G 型。

(2) 空气断路器: CN₂-10 型

以上, 两种高压断路器技术性能见《工厂常用电气设备手册》上册。

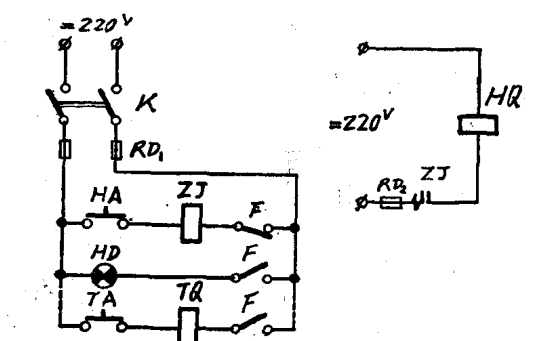
(3) 真空断路器: ZDO-10 型技术数据如表 9-2-1

本断路器配有电磁操作机构进行分合闸操作。其接线如图 9-2-2 所示

表 9-2-1

额定电压	(千伏)	10
额定电流	(安培)	400
额定频率	(周)	50
极限通过电流	(峰值) 安培	15000
极限通过电流	有效值安培	5800
开断容量	(兆伏安)	100
最大闭合电流	(峰值) (安培)	15000

注: 摘自北京开关厂产品说明。目前该厂又试制成功 200 兆伏安的真空断路器。



图中:

ZJ-15 安培直流接触器;

TQ-分闸线圈;

RD1-2-熔断器;

HD-信号灯;

HQ-合闸线圈;

F-开关辅助接点;

HA、TA-按钮;

K-电源开关。

图 9-2-2

在直流 220 伏电压下合闸电流约 50 安, 分闸电流为 2 安。图中虚线部份只有在直流电源时才能联接。合闸电源也可交流, 但订货时应加以说明。

外形尺寸很小, 宽 450 毫米、高 550 毫米、深 510 毫米。并且有插入接线刀, 因而可以作成手车式或固定式安装。

3. 电炉变压器与电抗器

DLB 电炉变压器和 DK 电抗器是电弧炉主电路中的重要元件。电力网送来的高电压 (6—10 千伏), 经过变压器变为低电压后, 供电弧炉使用。电抗器在主电路中是起降压限流作用, 通常是在熔化期内接入, 以限制短路电流和使电弧更加稳定燃烧。

中小型电弧炼钢炉使用的电炉变压器技术数据列于表 9-2-1

2. 生产厂栏增加以下各厂

长沙变压器厂: HSJ-400~HSJK-1800

衡阳变压器厂: HSJ-400/10, HSJK-1200/10~2700/10

哈尔滨变压器厂: HSJ-400/10, HSJK-1200~2700

湖南常德市变压器厂: HSJ-400/10

柳州电机修造厂: HSJ-400/10

安阳电机厂: HSJ-400~3000/10~35

济南化工机械厂: HSJ-400, HSJK-1800

山东张店变压器厂: HSJ-400

山东泰安电器厂: HSJ-400

苏州市变压器厂: HSJK-1200~2700/6-10

辽阳市变压器厂: HSJ-400/10 HSJK-1200/10

广东莞县电机厂: HSJ-400 HSJK-1200

昆明电机厂: HSJ-400 HSJK-1200~2700

(1) HSJ-400/10 及 HSJK 型电炉变压器

HSJ-400/10 型变压器本身不带电抗器, 而变压器有较大的阻抗, 高压线圈引到箱外, 可在箱外作 Δ -Y 接法的改变, 借以改变二次电压。HSJK 型变压器油箱内带有电抗器, 位于变压器上方, 高压线圈和电抗器的引线到箱外, 可在箱外作 Δ -Y 接法的改变及电抗器的接入或切断。

外形尺寸见图 9-2-3

(2) HSJ-1500/10 型、HSJ-2200/10 型及 HSSP-3300/10 型电炉变压器

该型变压器本身不带电抗器, 它是借以装在变压器盖上的换压开关改变一次绕组内的匝数, 即改变一次绕组的联接法, 进行调节二次电压和变压器电抗, 但必须在变压器电源已经切断的情况下变换电压。

二次电压相应开关位置以及绕组接线等见图 9— 3—6 及图 9—3—7。外形尺寸见图 9—3—8

三 相 电 弧 炉 用 变

型 号	额定容量 (千伏)		额 定 电 压		损 耗 (瓦)			阻抗电压 %	空载 电 流 %
	主变	电抗器	高压 (千伏)	低压 (伏)	空载	短路	电抗器		
铜 线 变 压 器	HSJ—400/10	400 /	10.6	190/110	2300	9900	/	21/36.4	6
	HSJ—400/10	400 /	10	190/110	2750	8700	/	20/34.6	5
	HSJ—400/10	400 /	6.3 10	190/110	2500	12000	/	21/22.5	6.5
	HSJ—400/10	400 /	6	190/110	1500	8000	/	25	
	HSJ—400/10	400 /	6.3 10	95, 110, 165, 190			/	22.6	
	HSJ—650/10	650 /	6 10	220/127	3600	15500	/	19.5/33.8	5
	HSJ—1000/10	1000 /	6.3	95, 100, 105 110, 115	4000	17000	/	8	6
	HSJK—1200/10	1000 200	3.3, 3.15, 3.0, 6.6 6.3, 6.0, 10.5, 10	200/116	5750	15500	3700	10/17.3	6.5
	*HSJ—1500	1200 300	6.3 10.5	210~121	6000	22000	/	8/21	5
	HSJ—1500		10 10	130—105 65—80	4000 4500	26560 27100	/	8 8	
铝 线 变 压 器	HSJK—1800	1500 300	3.3, 3.15, 3.0, 6.6 6.3, 6.0, 10.5, 10	210/121	7000	25000	4000	10.5/18.2	5.5
	*HSJ—2200/6	1800 400	6.3 10.5	220/127	7800	3500	/	10/25	4
	HSJK—2700	2250 450	3.3, 3.15, 3.0, 6.6 6.3, 6.0, 10.5, 10	220/127	10500	31000	6850	8.5/14.7	4.5
	*HSSP—3300	2800 500	6.3 10.5	242, 220, 200 1395, 127, 116	9000	45000	/	10/26	3.5
	HSJKL—400/10	400	6.3, 10	190/110 170/98	2640	8440	/	18.2	
铝 线 变 压 器	HSJKL—1200/10	1000 200	6.3, 10	200/116 175/101	6920	1800	3300	9.0/15.6	
	HSJKL—1200/10	1000 200	10	201/116	3500	14000	2515	8.7	
	HSJKL—1800	1500 300	6.3 10	210/121	4020	20500	3000	9.3	
	HSJKL—2700		10	220, 184 127, 106	5800	29000	4280	9	
	HSJKL—3360/10	2800 560	6.3 10	257/148 240/139 225/130 212/123 200/116	13200	36773	4115	11.2	

接 线 组	重 量 (公斤)				外形尺寸 (毫米) 长×宽×高	轨 距 (毫米)	参考价 元	生 产 厂
	器身	油	油箱	总重				
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1150	620	730	2500	1960×1310×1730	660	12.630	广州高压电器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1346	1020	699	3065	2310×1370×2235		11.000	广东韶关电器厂、长春变压器厂、沈阳市第三变压器厂
$Y-\Delta/\Delta-11-12$	1400			3300	1940×1300×2100	820	10.800	上海变压器厂
$\Delta-\Delta/Y-12-11$	1056	720	740	2520	1885×1216×2100	660	12.630	保定变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1450	925	699	3100	2150×1490×2095			沈阳市第三变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1700	935	1265	3900	2050×1350×2720	820	16.350	广州高压电器厂
$Y/\Delta-11$	2800			5530	2680×1700×2500	1070	22.000	上海变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	3370	1850	1755	7000	2500×1570×3510	1070	31.100	广州高压电器厂、广东韶关电器厂、上海变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	3080	1875	1495	6450	2364×1203×3321	1070	37.890	长春变压器厂
$Y/\Delta-11$	3200	2030	2050	7280	3050×1900×3116	1070	35.100	保定变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	4200	2840	2400	9440	2960×2820×3630	1070	45.100	广州高压电器厂 西安变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	3893	2668	1995	8556	3090×1746×3412	1070	45.100	长春变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	5900	4020	3260	13180	3000×2740×3730	1475	55.650	广东韶关电器厂、西安变压器厂、广州高压电器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	6210	4355	3135	13700	3755×1786×3452	1070	68.000	长春变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1250	610	780	2640	1860×1410×1810	820		江西电机厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	3560	1570	1630	6700	2525×1540×3120	1070		江西电机厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	1965	1806	1480	电抗 375 6000	2140×1390×3460	1070		保定变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	3085	2290	2400	7995	2700×1900×3664	1070		保定变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	5220	3090	2580	10890	2800×1555×4015	1070 不带小车		保定变压器厂
$\Delta-Y/\Delta-12-11$	8670	3615	4515	16800	4400×2330×3776	1505		江西电机厂

注：• 内附电抗线圈代替电抗器，采用DJ—5型电动换压装置，除HSSP型采用水冷油循环外均为自然冷却。

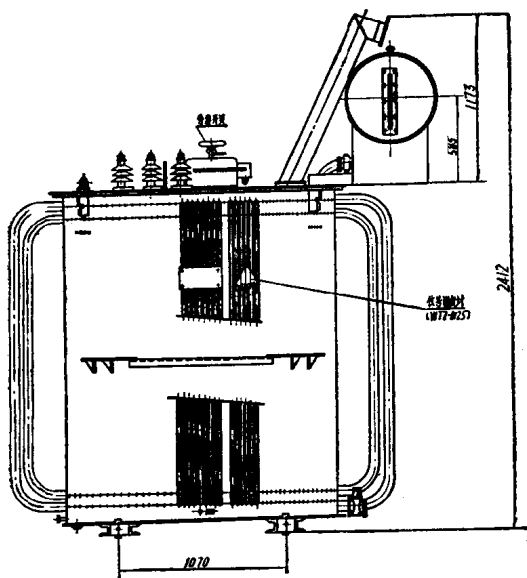


图1 HSJ—1500/10 型外形尺寸图

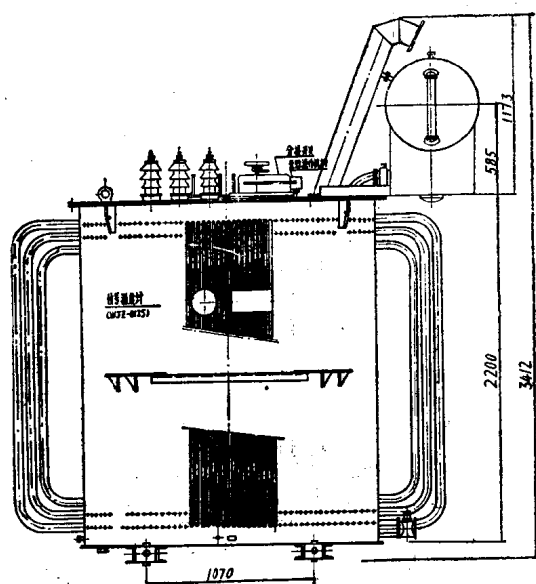
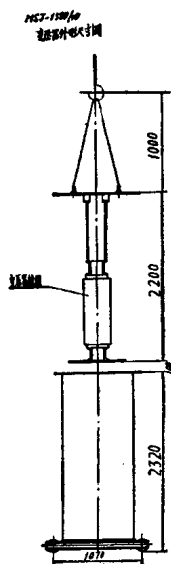


图2 HSJ—2200/10 型外形尺寸图

