

机械工程手册

第61篇 热处理机械化与自动化

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社



机械工程手册

第61篇 热处理机械化与自动化

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社

本篇主要介绍有关热处理机械化与自动化方面的数据、资料和图表。全篇包括温度、气氛和时间的自动控制，工件炉内运送的机械化方式，工件淬火冷却的机械化与自动化，有关周期作业炉的机械化与自动化问题，以及各种类型的热处理自动线。

机 械 工 程 手 册
第61篇 热处理机械化与自动化
(试 用 本)

吉林工业大学 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $6^{1/4}$ · 字数 170 千字

1978年1月北京第一版·1978年1月北京第一次印刷

印数 00,001—77,000 · 定价 0.50 元

*

统一书号: 15033 · 4479

编 辑 说 明

(一) 我国自建国以来,特别是无产阶级文化大革命以来,机械工业在伟大的领袖和导师毛泽东主席的无产阶级革命路线指引下,坚持政治挂帅,以阶级斗争为纲,贯彻“**独立自主、自力更生**”的方针,取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学技术方面的经验,加强机械工业科学技术的基础建设,适应实现“四个现代化”的需要,我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》,使出版工作更好地为无产阶级政治服务,为工农兵服务,为社会主义服务。

(二) 这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用,也可供教学及其他有关人员参考。《手册》在内容和表达方式上,力求做到深入浅出,简明扼要,直观易懂,归类便查,以便广大机电工人使用,有利于工人阶级技术队伍的发展和壮大。

(三) 这两部手册是综合性技术工具书,着重介绍各专业的理论基础,常用计算公式、数据、资料,关键问题以及发展趋向。在编写中,力求做到立足全局,勾划概貌,反映共性,突出重点。读者在综合研究和处理技术问题时,《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成,构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分,共七十九篇;《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分,共五十篇。

(四) 参加这两部手册编写工作的, 有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位、两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员, 更为广泛。许多地区的科技交流部门, 为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、审查、定稿各个环节中, 广泛征求广大机电工人的意见, 坚持实行工人、技术人员和领导干部三结合的原则, 发挥了广大群众的智慧和力量。

(五) 为了使手册早日与读者见面, 广泛征求意见, 先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验, 试用本在内容和形式方面, 一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证, 提出批评和建议, 以便今后出版合订本时加以修订。

(六) 本书是《机械工程手册》第61篇, 由吉林工业大学主编, 参加编写的有哈尔滨第一工具厂, 哈尔滨量具刃具厂, 哈尔滨轴承厂, 北京内燃机总厂, 第二汽车厂车轿厂, 第二汽车厂钢板弹簧厂, 第二汽车厂标准件厂, 上海工具厂, 洛阳轴承厂, 上海钢锉二厂, 上海热处理厂, 广东工学院, 北京分析仪器厂研究所等单位。许多有关单位对编审工作给予大力支持和帮助, 在此一并致谢。

机械工程手册
电机工程手册
编辑委员会编辑组

目 录

编辑说明

引 言

第1章 热处理温度的自动控制

- 1 炉温自动控制系统 61-1
 - 1.1 基地式仪表组成的炉温自动控制系统 61-1
 - 1.2 单元组合仪表组成的炉温自动控制系统 61-3
- 2 电炉温度的自动控制 61-3
 - 2.1 电炉温度的位式控制 61-3
 - 2.2 电炉温度的时间比例控制 61-5
 - 2.3 电炉温度的PID控制 61-5
 - 2.4 炉温程序控制 61-7
- 3 燃料炉温度的自动控制 61-8
 - 3.1 液体燃料炉温度的自动控制 61-8
 - 3.2 煤气炉温度的自动控制 61-9
- 4 感应加热温度的自动控制 61-10
 - 4.1 定时控制 61-10
 - 4.2 栅流控制 61-11
 - 4.3 光电高温计控制 61-11
 - 4.4 感应加热温度的程序控制 61-11

第2章 热处理可控气氛的分析和碳势自动控制

- 1 热处理可控气氛常用分析方法和仪表 61-12
 - 1.1 钢箔法 61-12
 - 1.2 奥氏分析法 61-12
 - 1.3 气相色谱法 61-12
 - 1.4 露点分析法 61-13
 - 1.5 红外线分析仪 61-15
 - 1.6 氧势探测仪 61-17
- 2 可控气氛的碳势控制原理 61-17
 - 2.1 利用 CO_2 、 H_2O 控制碳势 61-18
 - 2.2 利用氧势控制碳势 61-18

- 2.3 影响碳势的其他因素 61-17

3 可控气氛碳势的自动控制 61-19

- 3.1 单参数碳势自动控制 61-19
- 3.2 多参数碳势自动控制 61-22

4 可控气氛的取样原则 61-24

第3章 工件炉内运送的机械化与热处理时间的控制

- 1 运送方式 61-25
- 2 推杆运送 61-26
 - 2.1 推料机 61-26
 - 2.2 炉内导轨 61-27
 - 2.3 料盘 61-28
 - 2.4 炉内料盘限位机构 61-28
 - 2.5 料盘返回机构 61-29
 - 2.6 主要参数的计算 61-29
- 3 振底运送 61-30
 - 3.1 振动装置 61-30
 - 3.2 振底板 61-32
 - 3.3 支承 61-32
 - 3.4 主要参数的计算 61-33
- 4 输送带运送 61-34
 - 4.1 输送带的结构 61-34
 - 4.2 主要参数的计算 61-34
- 5 螺旋滚筒运送 61-35
- 6 转底运送 61-35
- 7 步进运送 61-36
 - 7.1 步进机构的驱动装置 61-36
 - 7.2 主要参数的计算 61-38
 - 7.3 设计步进机构应注意的问题 61-38
- 8 辊底运送 61-39
- 9 热处理时间的控制 61-39

第4章 淬火冷却的机械化与自动化

- 1 淬火液温度的控制 61-41
 - 1.1 淬火槽容积的选择 61-41

1.2 淬火液的冷却和加热.....61-41	4 高频淬火回火自动机61-73
2 淬火槽的机械化运送装置61-44	4.1 自动机的技术特性.....61-74
3 淬火冷却的机械化装置61-46	4.2 自动上料机构.....61-74
3.1 淬火冷却装置.....61-46	4.3 高频淬火回火机.....61-74
3.2 淬火机和淬火压床.....61-48	5 小型工件淬火回火生产线61-74
第5章 周期作业炉的机械化与自动化	5.1 振底式生产线.....61-75
1 机械化周期作业炉类型61-53	5.2 输送带式炉的密封.....61-76
2 台车式炉61-54	5.3 自动上料机.....61-77
2.1 台车炉底.....61-54	6 高速钢淬火-校直联合机61-77
2.2 索引机构.....61-55	6.1 运动过程.....61-78
2.3 台车式炉计算.....61-55	6.2 机构组成.....61-79
3 密封箱式炉61-56	6.3 双辊校直机.....61-81
3.1 传送机构.....61-56	7 曲轴中频淬火自动线61-81
3.2 冷却升降台.....61-56	7.1 工作过程和电气控制系统.....61-81
3.3 装卸料工作台.....61-56	7.2 淬火机床结构与传动原理.....61-83
4 盐浴炉的机械化与自动化61-57	7.3 淬火感应器与淬火变压器.....61-83
4.1 单梁式淬火联动机.....61-57	8 铁钎热处理生产线61-84
4.2 回转式淬火联动机.....61-61	9 板簧热处理生产线61-85
第6章 热处理机械化自动化生产线	9.1 感应透热装置.....61-87
1 中频调质自动线61-63	9.2 推料机.....61-87
1.1 自动线的主要技术特性.....61-63	9.3 淬火机.....61-87
1.2 操作过程和传动原理.....61-63	9.4 淬火机械手.....61-87
2 锻热调质自动线61-65	9.5 贯通式回火电炉.....61-87
2.1 自动线的工艺特点.....61-65	9.6 应力喷丸机.....61-88
2.2 主要设备.....61-65	10 轴承套圈热处理自动线.....61-88
2.3 运送机构和电气控制.....61-66	10.1 中频淬火炉61-88
2.4 磁性硬度自动分选装置.....61-66	10.2 淬火槽61-89
3 气体渗碳自动线61-67	10.3 清洗机61-90
3.1 自动线的设计要点.....61-67	10.4 工频回火炉61-90
3.2 自动线的组成和技术特性.....61-70	10.5 工件的运送与分配装置61-90
3.3 操作和控制原理.....61-72	10.6 硬度自动检别仪61-91
	参考文献.....61-92

引言

热处理机械化与自动化的目的是:

1. 改善劳动环境, 防止热处理过程中产生的有毒气体、烟尘、高温等对人体的损害;
2. 减轻繁重的体力劳动, 如清理、校直、检验等;
3. 提高劳动生产率 and 热处理质量。

热处理机械化与自动化的主要内容包括:

1. 工艺参数, 主要是温度、时间、气氛的自动控制;
2. 工件的炉内和工序间运送的机械化与自动化;
3. 工件冷却的机械化与自动化。

在进行热处理机械化与自动化设计时要考虑:

1. 生产批量和类型;
2. 工件的特征, 如形状、尺寸、重量、光洁度、加热和冷却时的变形;
3. 热处理工艺要求, 如温度、加热和冷却的时间与速度、炉内气氛等;
4. 尽量采用便于机械化、自动化的工艺, 如中频、高频淬火等。

在进行热处理车间机械化与自动化工作时, 应尽量考虑对现有设备进行改装, 并配备必要的自动化仪器, 以取得收效快、投资少的效果。

在新设计车间时, 应注意装备的成套性、先进性和可靠性。

第1章 热处理温度的自动控制

1 炉温自动控制系统

炉温自动控制, 系指根据炉温对给定温度的偏差, 自动接通或断开供给炉子的热源能量, 或连续改变热源能量的大小, 使炉温稳定在给定温度范围, 以满足热处理工艺的需要。炉温自动控制系统可由基地式仪表或单元组合仪表组成。

1.1 基地式仪表组成的

炉温自动控制系统

基地式仪表是指同时具有几种功能的仪表。用基地式仪表组成的炉温控制系统 (图 61·1-1), 仪表数量及投资较少, 便于维护和使用, 但体积较大, 不能互换, 使用上不如单元组合仪表灵活, 适用于简单调节系统。

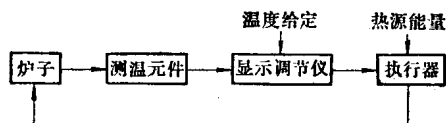


图61·1-1 基地式仪表组成的炉温自动控制系统

1.1.1 测温元件 (表 61·1-1)

表61·1-1 常用测温元件的特点和应用范围

分 类	工作原理	测温范围 ℃	特 点	应用范围
热电阻 (电阻温度计)	导体、半导体的电阻值变化与温度有关	-200 ~ +500	精度最高, 便于自动记录、控制	碱浴、油浴、硝酸盐浴、发兰液、淬火液、冰冷处理、回火炉等低温设备的温度自动控制
热电偶 (热电高温计)	利用热电效应	0 ~ 1600	精度高, 便于自动记录、控制	各种热处理设备的温度自动控制
辐射感温器 (辐射高温计) 光电感温器 (光电高温计) 比色感温器 (比色高温计)	热源辐射能量的大小与温度有关	600 ~ 6000	受灰尘、水汽、烟雾等影响较大, 能自动记录、控制 受灰尘、水汽、烟雾等影响较小, 能自动记录、控制	高温浴炉和感应加热的温度测量和控制

注: 括弧内的名称是测温元件与显示仪表配套后的名称。

1.1.2 显示调节仪

显示调节仪由显示仪表和调节器组成。显示仪表(表 61.1-2), 用来指示、记录被测参数的数值, 或对生产过程的不正常状态发出警报。

表61.1-2 常用显示仪表的种类和特点

种 类	典 型 产 品	工 作 原 理	精 度 级	特 点
磁电式	比率计、 动圈式仪表	磁电原理	1.0~1.5	结构简单, 成本低, 体积小, 灵敏
电子平衡式	自动电位 差计、自动 平衡电桥	自动平衡原理	0.5	灵敏度高, 使用和维修方便, 品种多, 用途广, 体积较大, 价格较贵

1.1.3 调节器

调节器的作用是当温度测定值偏离给定值时, 对执行器发出某一调节规律的信号, 从而自动控制温度。

热处理温度自动控制常用调节规律有二位式、三位式、比例、比例积分和比例积分微分等。

a. 二位式调节 二位式调节只有开和关两种状态。当炉温低于给定值时, 执行器全开; 当炉温高于给定值时, 执行器全闭。

b. 三位式调节 调节器有上下限两个给定值。当炉温低于下限给定值时, 执行器全开; 当炉温在上、下限给定值之间时, 执行器部分开启; 当炉温超过上限给定值时, 执行器全闭。

c. 比例(P)调节 调节器的输出信号(M)和偏差输入(e)成比例, 如下式所示:

$$M = Ke \quad (61.1-1)$$

式中 K——比例系数。

比例调节器的输入、输出量之间任何时候都存在一一对应的比例关系, 因此炉温变化经比例调节达到平衡时, 炉温不能回复到给定值, 这种偏差称静差。

d. 比例积分(PI)调节 为了克服静差, 在比例调节中添加积分(I)调节。积分调节是指调节器的输出信号与偏差对时间的积分成比例。积分调节器在接受偏差信号后, 其输出信号随着偏差存在时间的增长而增强, 直到偏差消除才无输出信

号, 故能消除静差。比例调节和积分调节的组合称比例积分调节, 其输出与偏差输入的关系如下:

$$M = K \left(e + \frac{1}{T_i} \int e dt \right) \quad (61.1-2)$$

式中 T_i ——积分时间。

e. 比例积分微分(PID)调节 比例积分调节会使调节过程增长, 温度的波动幅值增大, 为此再引入微分(D)调节。微分调节是指调节器的输出与偏差对时间的微分成比例。微分调节器在温度有变化的“苗头”时, 就有调节信号输出, 变化速度越快, 输出信号越强, 故能加快调节速度, 降低温度波动幅度。比例调节、积分调节和微分调节的组合称比例积分微分调节, 其输出与偏差输入的关系如下:

$$M = K \left(e + \frac{1}{T_i} \int e dt + T_d \frac{de}{dt} \right) \quad (61.1-3)$$

式中 T_d ——微分时间。

常用调节规律的适用范围见表 61.1-3。

表61.1-3 常用调节规律的适用范围

调节规律	适用对象情况
位式	容量大, 滞后小, 负荷变化小, 调节精度要求不高
比例	滞后小, 负荷变化较小, 允许有静差
比例积分	滞后较小, 负荷变化不很大且慢, 不允许有静差
比例积分微分	滞后较大, 负荷变化大而快, 不允许有静差

常用调节器的特点见表 61.1-4。

表61.1-4 常用调节器的特点

特 点	电动调节器	气动调节器
结构	复杂	一般
信号传递	速度快, 距离不受限制	速度较慢, 距离受限
信号运算	方便	一般
工作环境	要求高, 不太适于高温、易燃、易爆、震动等场合	要求不高, 能防爆防腐、耐高温和震动
可靠性	较差	较可靠, 寿命长
维护水平	高	一般
附加装置	不要	需供气设备

1.1.4 执行器

执行器(表 61.1-5 和表 61.1-6)的用途是接

受调节器或手动操作器的输出信号,按某一规律驱动调节机构,改变供应热源的能量,以达到自动控制温度的目的。

表61.1-5 电炉常用执行器的特点

特 点	执 行 器				
	交 流 接 触 器	饱 和 电 抗 器	磁 性 调 压 器	可 控 硅 调 压 器	可 控 硅 调 功 器
输出功 率能否连 续调节	不能	能	能	能	连续性 较差
输出波 形	正弦波	波形畸变	波形畸变	波形畸变	正弦波
耐过载 能力	弱	强	强	弱	弱
有无机 械触点	有	无	无	无	无
寿命	短	最长	最长	长	长
体积	小	大	最大	小	小
能执行的 调节规律	位式, 时间比例 ①,断 续PI②, 断 续PID③	位式,时间比例,断续PI,断续 PID,连续比例,连续PI,连续 PID			

- ① 时间比例调节——在比例带内(能起比例调节作用的范围占满刻度的百分数)调节器输出“开”、“关”信号,“开”、“关”时间与温度偏差成比例。
- ② 断续PI调节——调节器输出“开”、“关”信号,“开”、“关”时间与温度偏差成PI关系。
- ③ 断续PID调节——调节器输出“开”、“关”信号,“开”、“关”时间与温度偏差成PID关系。

表61.1-6 燃料炉常用执行器的特点

名 称	特 点
电磁阀	结构简单,体积小,价廉,能执行断续调节
电动执行器	信号传递速度快,距离不受限制,便于与计算机结合,但动作特性较差,有惰性容易过调,可靠性稍差,维护水平要求较高,不太适用于高温、易爆、易燃、震动等场合,能执行断续、连续调节
气动执行器	动作平稳圆滑,能防爆防燃,耐高温和震动,可靠性好,寿命长,维护水平要求一般,但信号传递速度慢,距离受限制,不便于与计算机结合,能执行断续、连续调节
电-气执行器	在电动调节器与气动执行器之间设电-气转换器,综合电动和气动执行器特点

1.2 单元组合仪表组成的炉温

自动控制系统(图 61.1-2)

单元组合仪表是将自动控制的整套仪表划分成若干能独立完成某项功能的典型单元,各单元之间的联系都采用统一的信号。这样,就能以较少的有关单元组合成多种调节系统,各单元间便于联系,且便于与电子计算机及数字化装置联用,适用于大规模生产的自动化和复杂调节系统;但调节系统使用仪表的数量比基地式仪表要多,投资大,维护技术水平要求较高。

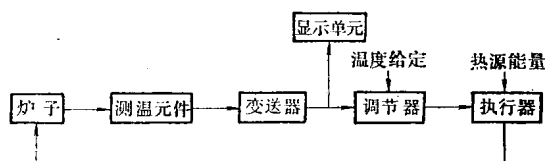


图61.1-2 单元组合仪表组成的炉温自动控制系统

变送器是用来将测温元件测得的温度信号转换成与之相应的统一标准信号(气动单元组合仪表为 $0.2\sim 1.0\text{ kgf/cm}^2$;电动单元组合仪表为 $0\sim 10\text{ mA}$ 或 $0\sim \pm 5\text{ mA}$),传给显示单元或调节器,进行指示、记录或调节。其他各环节的功用与基地式仪表组成的炉温自动控制系统相同。

2 电炉温度的自动控制

2.1 电炉温度的位式控制

位式控制系统(图 61.1-3),可通过显示调节仪实现闭环自动控制,也可手动开环控制。

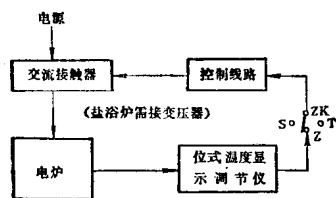


图61.1-3 电炉温度位式控制方框图

2.1.1 二位式控制(图 61.1-4)

转换开关ZK接至Z(自动),当指示温度低于给定温度时,仪表定值电接点2K(或灵敏继电器触点)接通,中间继电器J线圈通电,使交流接

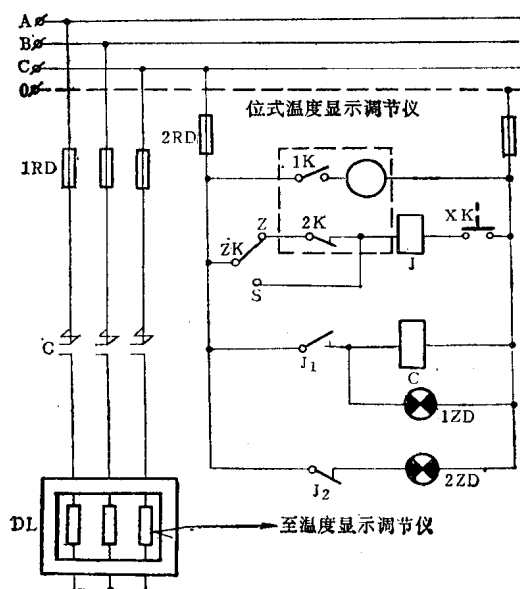


图61-1-4 电炉温度二位式控制线路原理图

触器动作，主触头C闭合，电炉通电升温；当指示温度高于给定值时，2K断开，电炉断电降温。

2.1.2 超前位式控制

超前位式控制是在两位式控制基础上增加两支辅助热电偶和辅助热源组成。图61-1-5是超前位式调节线路原理图。1T是 $\phi 0.1 \sim 0.2$ mm 热电阻焊成的裸露热电偶，它惰性小，2T是有套管的热

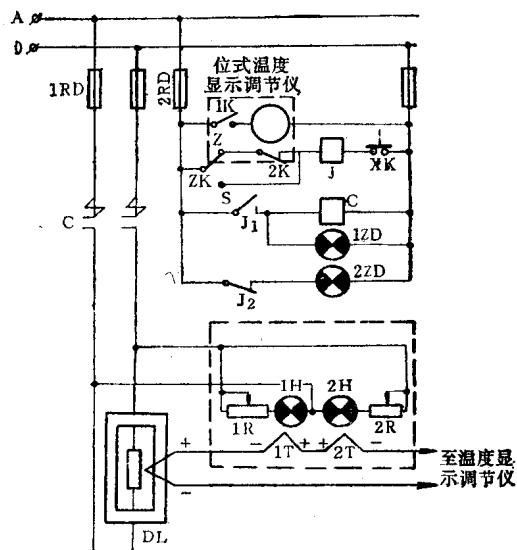


图61-1-5 超前位式调节线路原理图

电偶，惰性大。两支热电偶反向联接后和测温热电偶串联。1H和2H分别为1T和2T的加热灯泡。

当电炉加热时，1T和2T分别被辅助热源加热，由于1T和2T的热惰性不同，在温度检测回路中增加一个附加热势 ΔE_1 ，因此，显示调节仪指示提前到达给定值，电炉提前断电，炉温下降，辅助热源也停止加热；同理，降温时在温度检测回路中增加一个附加热势 $-\Delta E_2$ ，显示调节仪指示提前低于给定值，电炉提前通电。 ΔE 的数值应等于无超前控制时波动温度相应热势值的二分之一。

2.1.3 三位式控制 (图61-1-6)

当电炉升温时（低于下限给定值），2K、3K接通，中间继电器线圈1J、2J通电，交流接触器1C、2C动作，加热元件为 Δ 形接法，电炉输入最大功率；当显示调节仪指示温度接近给定温度时（处于上、下限给定值之间），3K断开，交流接触器2C线圈断电，交流接触器3C动作，加热元件变成Y形接法，输入电炉功率降低；指示温度超过给定温度时（上限给定值），电炉断电。

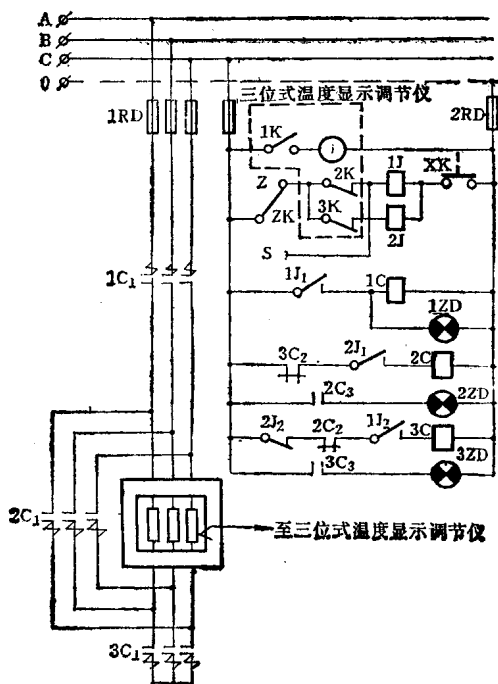


图61-1-6 三位式控制线路原理图

此种控温方法温度波动的幅度比二位式控制小，它适于加热元件能改变接法的电阻炉。上、下给定值整定不恰当时会出现炉温静差。

2.2 电炉温度的时间比例控制

采用交流接触器为执行器时，用时间比例温度显示调节仪置换图 61.1-3 中的位式温度显示调节仪，就能组成时间比例控制系统。当炉温低于给定值且处在比例带外时，交流接触器接通，电炉升温；炉温进入比例带后，交流接触器的接通、断开时间与温度偏差成比例，电炉保温；炉温超过给定值且超出比例带时，交流接触器断开，电炉降温。

时间比例控制的控温精度与比例带的整定、接触器通断周期及炉子特性有关。一般说，比例带小，炉温回复时间短，静差小，但炉温波动大；比例带大，炉温回复时间长，静差大，但炉温波动小。接触器通断周期长，炉温不稳定；周期短，接触器易损坏。

为了克服交流接触器使用寿命短的缺点，可根据不同控温对象分别选用可控硅调功器、调压器或磁性调压器作为执行器。图 61.1-7 为采用磁性调压器的盐浴炉控温线路图。采用磁性调压器控温的优点是主电路没有机械触点，维护方便；缺点是电流合闸时调压器直流控制绕组有 1000 V 左右电压，体积较大。

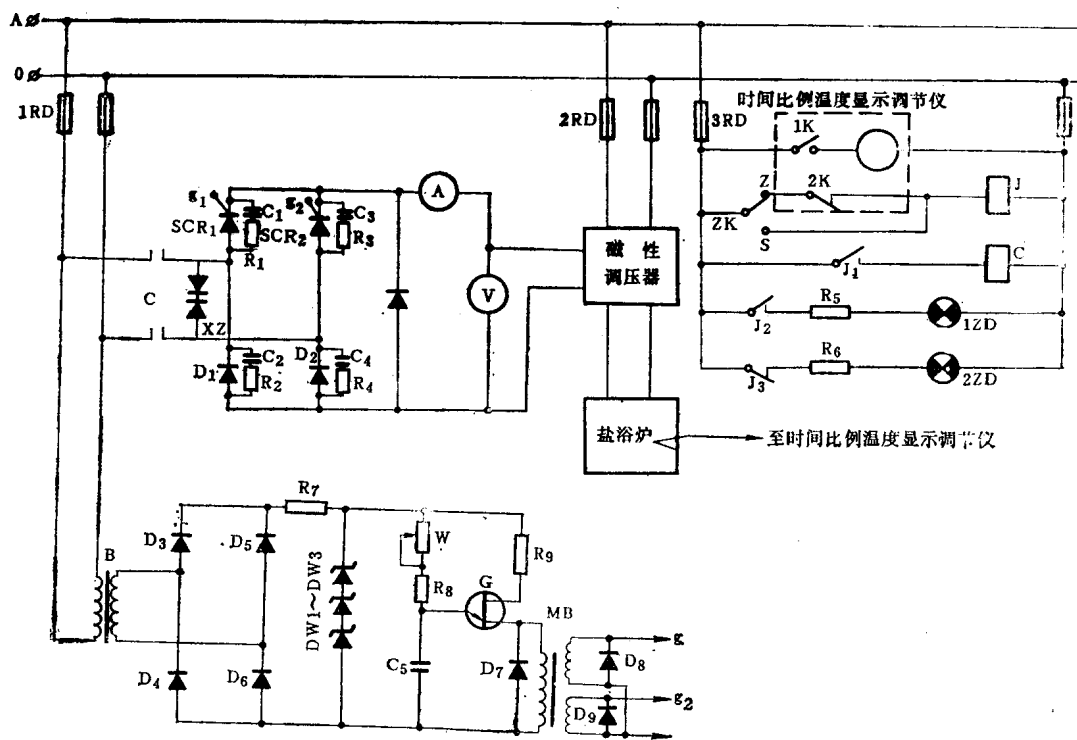


图61.1-7 磁性调压器控温线路

2.3 电炉温度的 PID 控制 (图 61.1-8)

为了克服因积分饱和造成较大的动态偏差，在开炉升温过程中，常采用手动控制，当炉温接近给定值时才切换为 PID 自动控制。此时，温度显示调节仪输出直流信号的大小或继电器接通、断开的通断时间，与温度偏差成 PID 关系。可控硅触发器或控制线路将温度显示调节仪输出信号转变成执行器

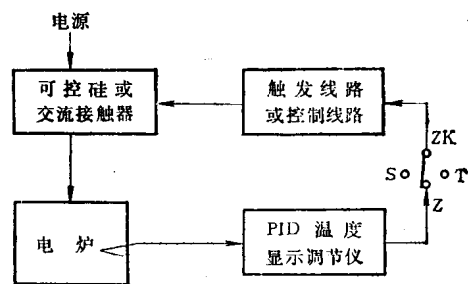


图61.1-8 电炉温度的比例积分微分控制方框图

动作,使通入电炉功率增量与温度偏差成PID关系。

炉温的PID控制精度与对象特性、PID参数整定有关,配合恰当时控制精度可达 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

电炉温度连续PID控制的执行器一般选用可控硅调压器或可控硅调功器。采用可控硅执行器控温精度高,无噪音,能以弱电控制强电,便于与电子计算机联用。

2.3.1 可控硅调压器温度自动

控制系统(图61-1-9)

可控硅调压器由可控硅执行元件和阻容移相触发器组成,可用在流动粒子炉和离子氮化炉温度的自动控制。图61-1-10是ZK型阻容移相触发器的组成及可控硅交流调压控温系统。

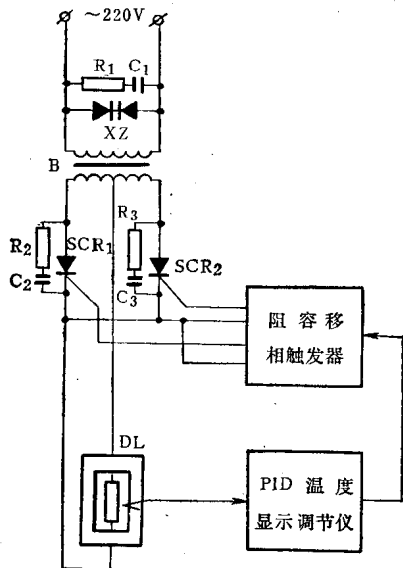


图61-1-9 可控硅直流调压电炉控温系统示意图

可控硅调压器采用阻容移相触发器,它根据温度显示调节仪输出直流信号的大小调节触发脉冲的相位,使可控硅导通角发生相应的变化,即调压器输出电压发生相应的变化。若输入信号与温度偏差呈PID关系,就能达到负载电压PID调节。这种调压器适用于电阻炉调压;当负载为电感性时,触发脉冲相位不能超前负载电流相位,否则变压器会产生涌流现象,使可控硅过流损坏。采用可控硅调压器,线路简单、调压平稳;但负载上得到电压是缺角正弦波,负载主电路需加滤波器,否则

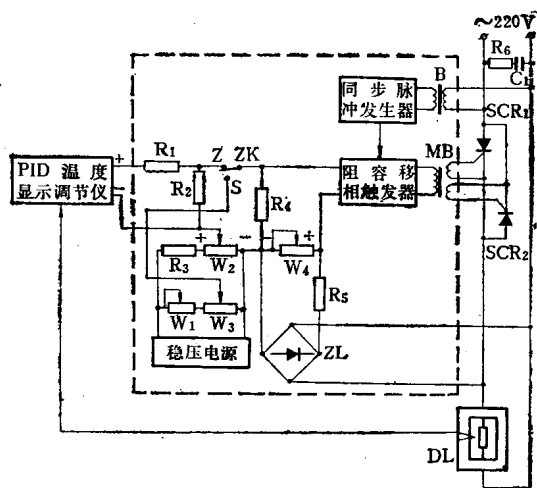


图61-1-10 ZK型阻容移相触发器的组成及可控硅交流调压控温系统示意图

产生电源畸变,干扰使用同一电源变压器的其他电子设备。

2.3.2 可控硅调功器温度自动控制系统

可控硅调功器的触发器采用零触发线路。触发脉冲是在电压或电流过零时($3^{\circ}\sim 5^{\circ}$)触发可控硅,负载电压或电流是完整的正弦波,而负载功率的调节是通过改变在给定周期内电压或电流导通周波数来达到。

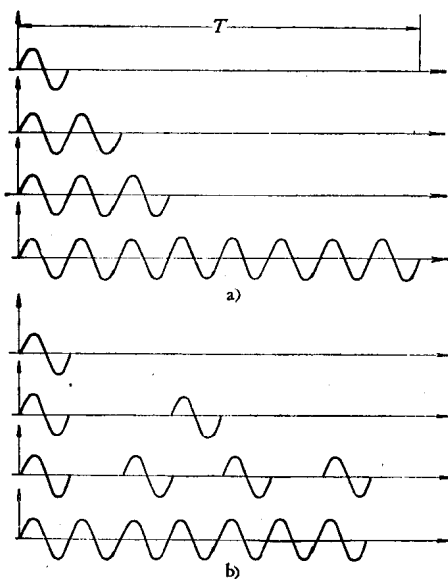


图61-1-11 调功器控制方式

a—一周波连续式 b—一周波间隔式

图 61-1-11 是周波连续式和周波间隔式两种调功方式负载波形图。

周波连续式适用于热惯性较大的负载控温，周波间隔式适用于热惯性较小的负载控温。电阻温度系数较大的电阻炉不应选用调功器控温。

a. 周波连续式调功器 图 61-1-12 是 ZK-0 过零触发器的组成及控温系统示意图。滤波、放大检零环节是为了得到不受电源尖刺干扰、有一定幅度和宽度的过零脉冲。移相环节是为了配盐浴炉变压器而设置的，调节移相环节电阻值的大小以保证负载电流过零时触发可控硅。

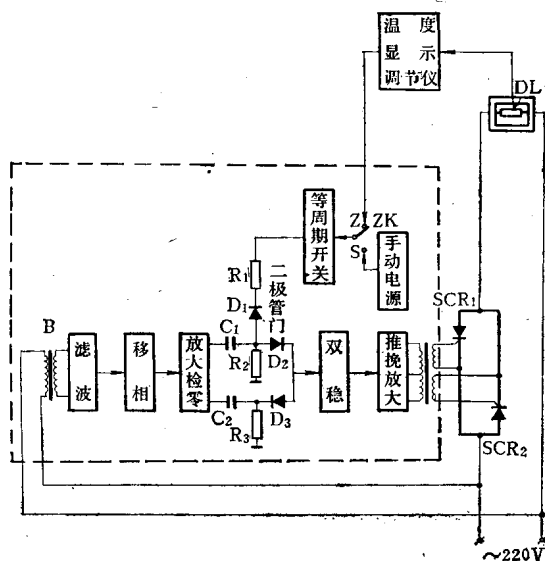


图 61-1-12 ZK-0 过零触发器的组成及控温系统示意图

等周期开关输出有 0 和 -12 V 两种电压。0 V 时二极管门开，同步正负脉冲交替输入双稳，双稳不断翻转，触发器输出触发脉冲，使主电路可控硅过零导通；-12 V 时，二极管门关闭，只有负脉冲输入双稳，双稳不翻转，触发器无输出，主电路可控硅截止。

当输入信号等于 10 mA 时，二极管门在给定期限内全开，电炉输入功率为 100%；相反，输入信号为零时，二极管门在给定期限内全闭，电炉输入功率为零；当输入信号在 0~10 mA 范围内变化时，二极管门开闭时间随着输入信号变化。若输入信号与温度偏差成 PID 关系时，电炉输入功率增量也与温度偏差成 PID 关系。

b. 周波间隔式调功器 周波间隔式调功器的组成及控温系统示意图见图 61-1-13。模-数转换器将温度显示调节仪传来的 0~10 mA 直流电流转换成 0~50 个/秒的脉冲信号，这些脉冲使记忆单元翻转为“0”状态。电源电压正向过零瞬时，由过零检测器发来的过零脉冲使记忆单元翻转为“1”状态，获得 0~50 个/秒的周波间隔过零触发脉冲。周波间隔过零触发脉冲经整形放大后触发可控硅，可控硅采用主从导通形式，因而获得间隔导通的正弦波。

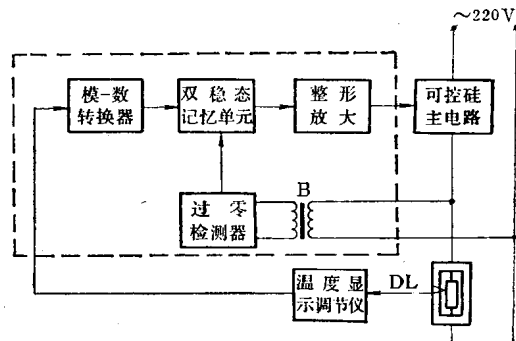


图 61-1-13 周波间隔式调功器的组成及控温系统示意图

2.4 炉温程序控制

炉温程序控制（图 61-1-14）是使温度按给定热处理温度-时间曲线变化，以满足工艺要求。程序给定器的作用是将热处理温度-时间曲线转变为随时间变化的电信号或直接带动温度给定指针，以控制温度按工艺要求变化。温度程序调节仪由温度显示调节仪表和程序给定器组成，程序控制控温精度与所采用的调节规律、执行器、电炉特性有关。程序控制适用于生产周期长、重复性好的场合。

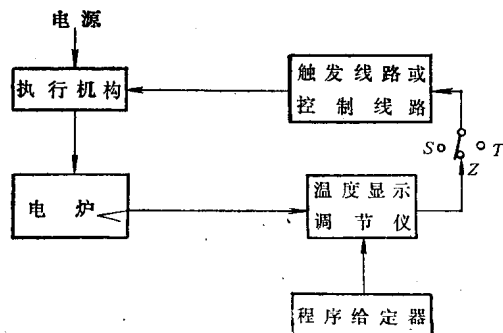


图 61-1-14 炉温程序控制方框图

3 燃料炉温度的自动控制

燃料炉温度自动控制系统比电阻炉温度自动控制系统复杂,除控制燃料流量外,还需控制燃料与空气配比及炉膛压力,以保证燃料燃烧良好。重油炉必须调节重油粘度,保证重油的流动性。

3.1 液体燃料炉温度的自动控制

3.1.1 柴油炉温度的位式控制

(图 61-1-15 至图 61-1-17)

当炉温低于给定温度时,定值电接点 2K 闭合,通过继电器 J 和接触器 1C 使电动机正转,风门、油门开大。当开到最大位置时,凸轮拨动限位开关 1XK,将电路切断,电动机停转,油炉升温;当炉温到达给定值时,2K 断开,通过继电器 J 和接触器 2C 使电动机反转,油门、风门关小。当到达最小位置时,凸轮拨动限位开关 2XK,切断电路,电动机停转,油炉保温。3C 是为保护电动机设置的。减速机输出轴的转速为 0.86 r/min。

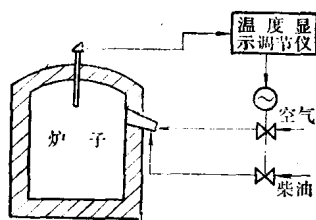


图 61-1-15 柴油炉温度自动控制示意图

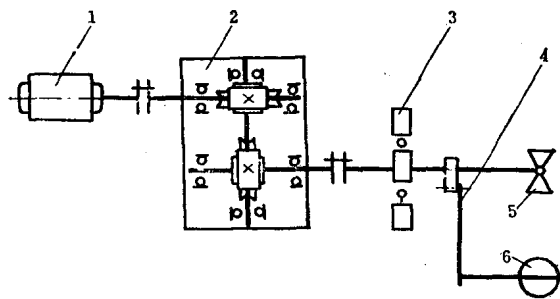


图 61-1-16 机械传动部分

1—电动机 2—减速箱 3—限位开关
4—摆杆 5—旋塞式阀 6—风门挡板

此控制系统具有结构简单,经济可靠,使用方便等优点。配用电子电位差计,控温精度可在 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内。

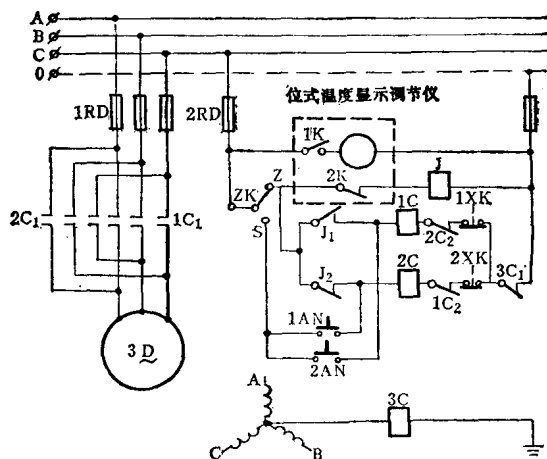


图 61-1-17 柴油炉温度自动控制线路原理图

3.1.2 重油炉温度的比例积分

微分控制 (图 61-1-18)

控制系统分为温度调节、泵前压力调节、雾化空气压力调节和炉内压力调节等环节。

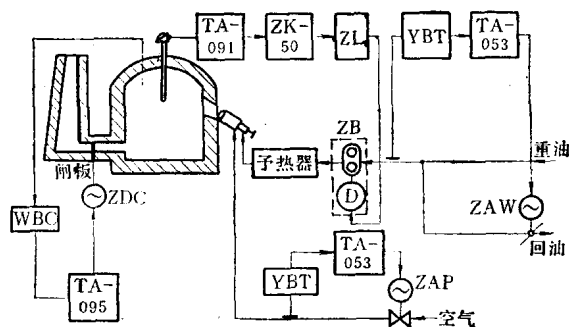


图 61-1-18 重油炉温度 PID 控制系统图

温度调节——由热电偶取得温度信号,温度调节器 TA-091 按 PID 调节规律输出 0~10 mA 信号,经可控硅调压器 ZK-50 和整流器 ZL 来控制直流电动机的转速,使流过调节泵 ZB 的重油量变化与温度偏差成 PID 关系,因而将温度控制在给定值。

泵前压力调节——压力信号经压力变送器 YBT 传给压力调节器 TA-053 按三位 PI 调节规律输出断续信号,控制电动调节阀 ZAW 的阀门开度,使泵前压力控制在给定范围,以保证调节泵具有符合要求的流量特性。

炉内压力调节——压力信号经差压变送器 WBC 传给压力调节器 TA-095 按 PID 调节规律

出 0~10 mA 信号, 经电动执行器 ZDC 控制烟道闸板开度, 使炉内压力稳定在给定值。

雾化空气压力调节过程与泵前压力调节相同。重油预热温度用位式调节控制。

炉温 1000℃ 左右, 控温精度一般为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。若用柴油, 可省去预热系统。

图 61-1-19 是重油炉重油、空气配比自动调节温度控制系统示意图。从喷嘴前取出重油压力信号 (反映流量大小) 和空气压力信号, 经压力变送器 YBT 同时输给成分配比调节仪 TA-097, 输出信号经 ZAP 电动调节阀, 改变空气阀门开度, 使重油、空气配比维持在给定值。

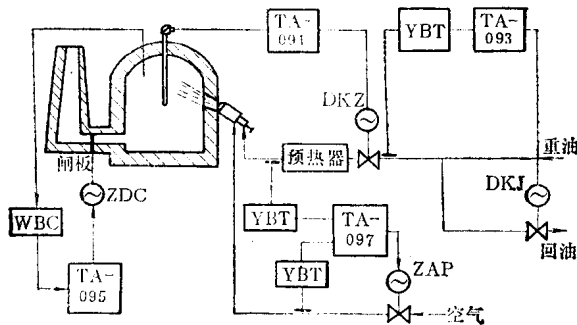


图61-1-19 重油炉重油、空气配比自动调节温度控制系统示意图

3.2 煤气炉温度的自动控制

3.2.1 煤气炉温度的位式控制

(图 61-1-20 和图 61-1-21)

当炉温低于给定值时温度显示调节仪的 2K 闭合, 中间继电器常闭触点 J_2 开启, 电刷置于 1 点, 执行电动机不转动, 蝶阀停在开度最大位置, 煤气供应量最大, 炉子升温; 当超过给定值时, 2K 开启, J_2 闭合, 执行电动机带着电刷及蝶阀一起转动, 当

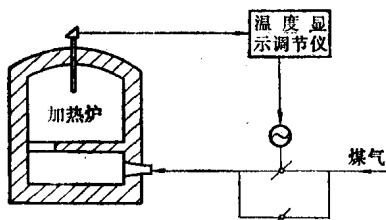


图61-1-20 煤气炉温度位式控制系统

电刷转到 2 点时, 因 J_1 开启而停止, 蝶阀处于开度最小位置, 炉子降温, 使炉温控制在给定范围。调节旁通阀的开度, 可减少炉温波动幅度。

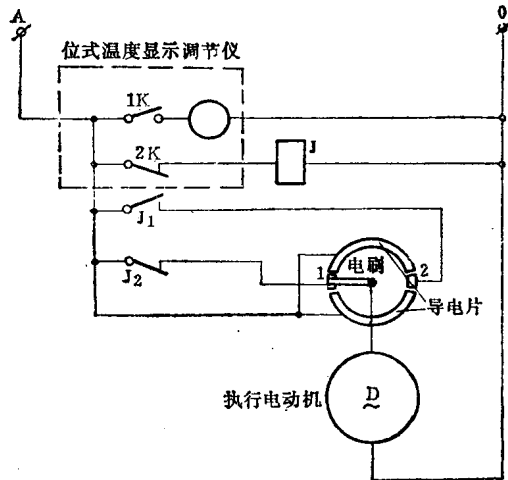


图61-1-21 煤气炉温度位式控制线路原理图

3.2.2 煤气炉烟气含氧量控温法 (图 61-1-22)

当管道布局不便于安装流量计或压力计进行煤气与空气配比调节时, 采用烟气含氧量控温法能达到良好效果。

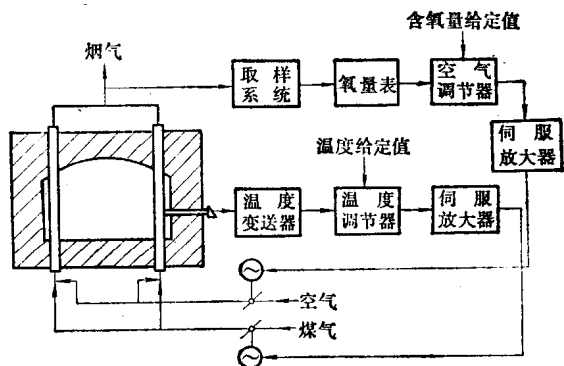


图61-1-22 煤气炉烟气含氧量控温系统示意图

炉温经温度变送器传给温度调节器与温度给定值进行比较, 温度调节器按 PID 调节规律输出 0~10 mA 信号在伺服放大器中与阀门位置反馈信号相比较, 其差值经放大后驱动电动执行器调节煤气阀门开度, 使煤气供应量与给定温度相适应。

烟气试样由取样系统取出, 送到氧量表测定含氧量, 含氧量信号在空气调节器中与含氧量给定值进行比较, 并按 PID 调节规律输出 0~10 mA 信号。

空气调节器输出信号在伺服放大器中与阀门位置反馈信号相比较,其差值经放大后驱动电动执行器调节空气阀门的开度,使烟气含氧量维持在给定值,即空气过剩系数控制在给定值,以保证煤气在最佳配比下完全燃烧,以提供维持炉温在给定值所需的热量。

这种方法适用于辐射管加热炉或炉门开启对烟气成分影响很小的场合。

4 感应加热温度的自动控制

感应加热过程中,工件表面的温度变化极为迅速,可通过定时控制、栅流控制、光电控制及程序控制等方法来实现温度的自动控制。

4.1 定时控制

在电参数稳定时,工件感应加热的温度与加热时间成对应关系,故大批生产时可采用定时控制法来自自动控制温度。

4.1.1 时间继电器定时法

图 61-1-23 是时间继电器控制加热、预冷和喷水冷却全过程的自动控制线路。将开关 1 K 闭合,按下加热起动按钮 QA,加热接触器 1 C 动作,工件加热开始,同时中间继电器 1 ZJ 动作,带动 2 ZJ,使多回路时间继电器的电磁离合器吸引线圈 SJ 接通,同步电动机带动计时控制机构动作,当时间到

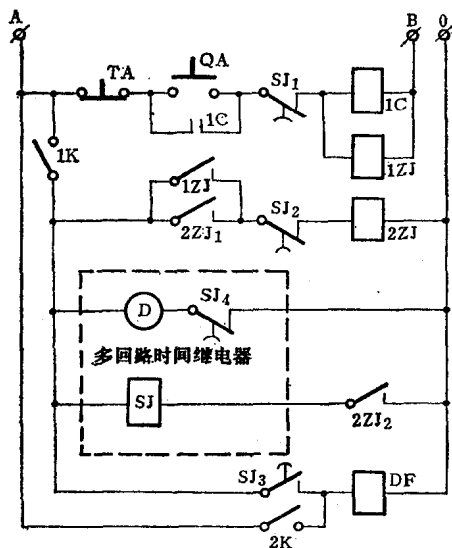


图 61-1-23 时间继电器定时法控制线路图

达给定值时(工件已加热到淬火温度),延时触点 SJ_1 断开,加热停止。在 SJ_1 断开的同时,延时触点 SJ_2 闭合,电磁阀 DF 动作,工件即行淬火冷却。当喷水时间到达给定值时,延时触点 SJ_2 断开,中间继电器 2 ZJ 断电,使电磁离合器脱开,计时控制机构恢复起始状态,喷水停止,至此完成一个加热和冷却过程。

通过调节 SJ_1 、 SJ_2 、 SJ_3 时间给定值,可获得不同的加热、预冷和喷水冷却时间。

4.1.2 射流控制定时法

射流控制定时法的控制系统由气源、自动发讯转盘、射流元件、气-电转换开关等组成。

图 61-1-24 为发讯转盘示意图。感应加热和冷却的时间参数按所需的处理程序在圆形转盘上刻出不同半径的弧度气孔,当转盘周期性恒速旋转经过发射气管时,接收气管按弧孔长短获得相应的时间信号(气信号)。

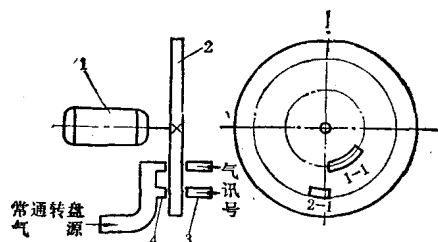


图 61-1-24 发讯转盘示意图

- 1—同步电机 2—发讯转盘
3—接收气管 4—发射气管

图 61-1-25 为射流控制气-电原理图。当按下加热起动按钮 QA 时,同步电动机 D 带动发讯转盘旋转,当转盘转至第一个讯号弧孔时,发出信号

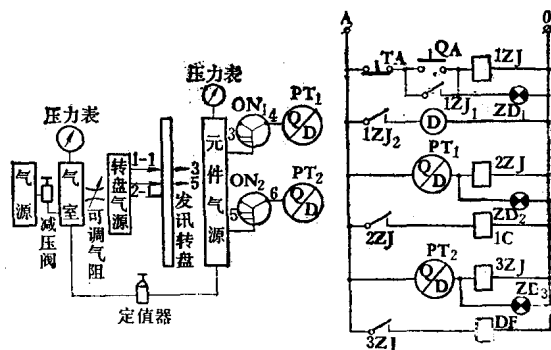


图 61-1-25 射流控制气-电原理图