

# 题目：热处理烘房温度控制系统设计

## 摘要

本课题主要研究热处理烘房温度控制，利用 PLC 来实现烘房的温度控制，从而达到金属的热处理。热处理金属可以实现金属的淬火，利用淬火的工艺可以让金属的硬度、刚性、耐磨性、抗腐蚀性、疲劳强度以及韧性得到提升，也可以通过淬火满足某些特种钢材的铁磁性、耐蚀性等特殊的物理、化学性能。热处理工艺一般包括加热、保温、冷却三个过程，有时只有加热和冷却两个过程。这些过程互相衔接，不可间断。关键词:PLC 控制系统;热处理;烘房; 淬火

## 第一章 热处理烘房概况和工艺流程

### 1.1 热处理烘房组成及热处理过程

本课题研究的对象是工业上对工件进行热处理的烘房温度控制系统。该热处理烘房有低温区、高温区和冷却三个区，烘房温度控制系统要确保低温区温度为 250 度，高温区温度在 300 度。金属工件在热处理烘房进行热处理的过程是：工件从烘房进件电动门进入 250 度低温区，对产品预热 15 分钟后；工件进入高温区，触发高温区中心位传感器，高温进件电动门打开直到触发门限位传感器，工件进入 300 度高温区中心位置，高温进件电动门关闭，触发门限位传感器，工件开始淬火，20 分钟后，高温出件电动门自动打开，工件送入冷却区中心位置，高温出件电动门自动关闭，工件在冷却区进行风冷 15 分钟后，烘房出件电动门打开，工件移出烘房。

### 1.2 热处理烘房的工艺流程图金属工件经热处理烘房的工艺流程如图 1-2 所示。

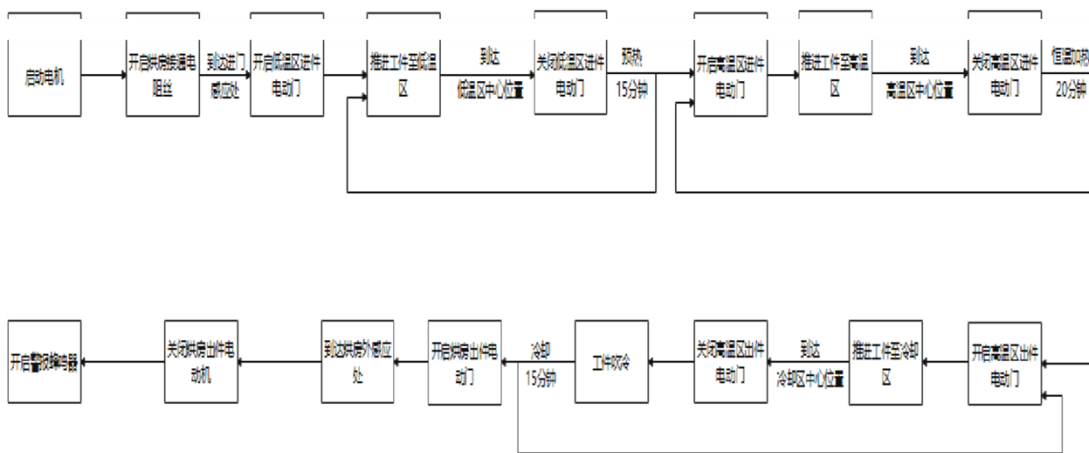


图 1-2 热处理车间烘房的工艺流程

### 1.3 热处理烘房的控制要求根据工件热处理工艺流程，对热处理过程的控制要求是：

(1) 工件由传送系统送入烘房低温区过程：当工件接近烘房进件电动门时自动打开，第一批工件进入低温区中心位置时，进件电动门立即关闭，低温区红灯亮，工件在烘房低温区预热 15 分钟结束，

---

低温区红灯灭，工件由传送系统进入高温区中心位置后，烘房进件电动门再次打开，第二批工件才能进入低温区预热。

(2) 工件由传送系统送入到高温区过程：当低温区红灯灭，高温区进件电动门自动打开，工件由传送装置送入高温区中心位置后，高温区进件电动门立即关闭，且高温区红灯亮，工件在高温区 300 度下加热 20 分钟后，高温区红灯灭，高温区出件电动门自动打开，工件由传送系统送入冷却区中心位置后，出件电动门自动关闭。

(3) 工件传送到冷却区过程：当工件由传送系统送入冷却区中心位置后，冷却红灯亮，并立即启动轴流风机对工件吹冷风，冷却 15 分钟后，冷却红灯灭，烘房出件电动门自动打开，并启动热处理烘房的电鸣器报警，工件热处理过程结束。

热处理烘房的高温区有四组高频加热装置，两组为 100KW（功率固定），两组为 50KW（功率可调），高温区温度的下限为 250 度，上限温度为 300 度，采用 PID 调节保持高温区 300 度恒温。对温度控制系统的要求是：

(1) 高温区快速升温的控制：当烘房高温区由常温开启时，为了减少升温时间，提高升温速度，要求四组高频加热装置全部投入工作；当烘房高温区的温度超过 200 度时，切除两组 50 千瓦的高频加热装置；当烘房温度超过 250 度时，投入两组 50 千瓦的高频加热装置运行工作，切除两组 100 千瓦的高频加热装置。

(2) 高温区的恒温调节控制：当烘房实际温度超越 300 度时，仅用两组 50 千瓦的高频加热装置投入，进行比例-积分-微分（PID）智能调节温度模式，保障烘房内部的温度维持在 300 度的恒温。

(3) 风冷却控制：当工件由高温区进入冷却区中心位置后，冷却区红灯亮，立即启动冷却的轴流风机工作，将冷气从风道对工件进行风冷 15 分钟后，冷却区红灯灭，冷却的轴流风机停车，启动传送装置将工件经烘房出件电动门送出。

## 第二章 基于热处理温控系统的发展

### 2.1 热处理温控制系统的发展

近年来，在我国以信息化带动的工业化正在蓬勃发展，温度已成为工业对象控制中一种重要的参数，特别是在冶金、化工、机械等各类工业中，广泛使用各种加热炉、热处理炉、反应炉等。由于炉子的种类及原理不同，因此所采用的加热方法及燃料也不同，如煤气、天然气、油电等。对于不同生产情况和工艺要求下的温度控制，所采用的加热方式，选用的燃料，控制方案也有所不同。例如冶金、机械、食品、化工等各类工业生产中广泛使用的各种加热炉、热处理炉、反应炉等；燃料有煤气、天然气、油、电等；控制方案有直接数字控制，推断控制，预测控制，模糊控制，专家控制，鲁棒控制，推理控制等。

---

随着工业技术的不断发展，传统的控制方式已经不能满足高精度、高速度的控制要求。如接触器温度控制仪表，其主要缺点是温度波动范围大，由于它主要通过控制接触器的通断时间比例来达到改变加热功率的目的，受仪表本身误差和交流接触器的寿命限制，通断频率很低。近几年来快速发展了多种先进的温度控制方式，如：PID 控制，模糊控制，神经网络及遗传算法控制等。这些控制技术大大的提高了控制精度，不但使控制变得简便，而且使产品的质量更好，降低了产品的成本，提高了生产效率。

单片微型计算机的功能不断的增强，为先进的控制算法提供的载体，许多高性能的新型机种应运而生。单片机以其功能强、体积小、可靠性高、造价低和开发周期短等优点，成为自动化领域和其他测控领域中广泛应用的器件，在工业生产中成为必不可少的器件。在温度控制系统中，单片机更是起到了不可替代的核心作用。像用于热处理的加热炉、用于融化金属的坩锅电阻炉等类似工业用加热炉中都可以广泛应用，随着生产的发展，在工业中，一些设备对温度的控制要求越来越高，而本文则以单片机为核心、PID 算法为控制方式而设计的电加热炉温度控制系统。

## 2.2 热处理工艺的发展及特点

热处理是工业生产中一项非常重要的基础技术，热处理对于充分发挥金属材料的性能、改变材料的性质、节约材料、减少能耗、延长材料的使用时间、提高经济效益上意义深远。

虽然，我国的热处理技术目前在基础理论研究和某些热处理新工艺、新技术研究方面有了很大的发展，但在热处理工艺水平和设备方面还存在着一定的差距，我国还未能完全改变热处理工艺和设备落后、氧化脱碳严重、产品质量差、生产效率低、耗能大、成本高、污染严重的现状。为此，我们应全面了解我们现有的热处理技术的现状和水平，评估、改进并规划其发展趋势。

我们现有的主要热处理设备齐全：热处理炉、加热装置、淬火冷却设备、工艺参数检测、控制仪表应有尽有。现在的辅助设备、防尘、防火等生产安全设备、工夹具一切就绪。但是成本很高，效率低，产品质量不够稳定。

热处理生产工艺特点：通常实际状况下，热处理不转变设备工件的总体具体形状与化学组成，而是许可或者完善设备工件的作用功能，转变设备工件内部之间的微观组成结构或者设备工件表层的化学组成，其特征是提升设备工件的内在质量，而这类质量一般是肉眼看不见的，除了科学合理选用物质材料与多种培训教育生产工艺外，热处理生产工艺常常是不可还缺的，钢是机械设备第二产业里运用最多的物质材料，钢的显微组织庞杂，能够经过热处理来操作控制。钢的热处理是金属热处理的核心内容，铝、铜、镁、钛与 SUAS 合金也能够经过热处理来转变其机械设备、物理与化学作用功能，进而获取不相同的作用功能。

## 第三章 温度控制方式

---

### 3.1 温度控制的调节方法

烘房应用额定电阻加热处理控制器设备加热处理，额定电阻加热处理控制器设备总作用强度为 300 千瓦，划分为四组分散在烘房室壁内展开实际温度调节控制，四组额定电阻加热处理控制器设备额定功率依次是 100 千瓦、100 千瓦、50 千瓦、50 千瓦。

为减少加热处理作用时间，提升烘房的加热处理速率，投入四组额定电阻加热处理控制器设备，当烘房高温区实际温度超越 200 的时候，切除两组 50 千瓦额定电阻加热处理控制器设备；当干燥处理室实际温度超越 250 的时候，截断两组额定电阻加热处理控制器设备 100 千瓦，与此同时，链接两组额定电阻加热处理控制器设备 50 千瓦；当干燥处理室实际温度实现 300 的时候，把 2 组 50 千瓦加热装置置于 PID 自动智能运行工作方式，操作控制额定电阻的自动输出额定功率，保障干燥处理室高温区恒温 300，用实际温度感应设备测量确定干燥处理室实际温度。设备工件应该在恒温下操作应用。

周期循环风机设备为烘房供应周期循环空气，保障干燥处理室内环境温度平均，开启干燥处理室的时候，先开启周期循环风机设备，再开启额定电阻加热处理控制器设备；完全相反，当干燥处理室关停的时候，应该先截断额定电阻加热处理控制器设备，之后暂停周期循环电磁风机设备。

除此之外，还存在 2 个电动烤箱门，一个由发动机引擎推进，电动烤箱门发动机引擎朝前旋转，电动烤箱门发动机向后旋转，炉门关闭，电动门有手动和自动两种控制方式，两扇电动门可同时开启和关闭，也可单独开启和关闭，电动门上下设有行程开关，检测电动门开关是否在电动门上。

为节省电能，提升干燥处理室的热工作效率，设备工件加热处理时需要测试现场关停干燥处理门，干燥处理门关停时需要有数据信号指令。

### 3.2 PID 调节与特点

PID 控制是一种简单而优秀的控制方法，在生产加工工艺过程自动智能化操作控制的发展进步里，PID 操作控制是一类发展历史非常悠久、生存能力非常强的基本操作控制模式，积分（I）与微分（d）经过线性排列组合产生操作控制量来操作控制被控目标对象，称之为 PID 控制操作设备。

PID 操作控制具备如下特点：这类应用模式理论简易，运用便利，可以按照过程的实时动态特征及时有效修改调配 PID 系数。

虽然很多受控目标对象是非线性关联的或者实时变化的，但是经过合适的简约化，它们能够转化成为一个基本线性与实时动态特征不随着时间改变的体系，履行 PID 操作控制。操作控制质量对被控目标对象特征的改变不敏锐。操作控制也存在其缺点不足：PID 操作控制在庞杂的变作用时间不明确性、非线性关联、耦合作用性、系数与组成结构的发展过程里，即使 PID 操作控制有以上缺点不足，但是因为其自身实际的优势依然是使用最为广泛的操作控制律，PID 操作控制律依然是使用最为广泛的操作控制律，并且当被控目标对象的组成构造与系数不可以完全操作控制，或者没有办法获取

准确的数学实验模型，很难应用其他操作控制原理与专业技术的时候，体系控制操作设备的组成构造与系数需要经过测试现场实践经验与测试明确，这个时候 PID 操作控制专业技术的使用最便利。

#### 第四章 热处理车间 PLC 控制系统的硬件设计

##### 4.1 热处理烘房温度控制系统的 I/O 分配

根据本课题的热处理烘房温度控制系统要求与工艺流程，确定的输入信号有 18 个，输出驱动信号有 20 个，可选择 FX3U-48MR 的 PLC，它各有 24 个输入、输出口，可以满足需要。外部信号与 PLC 的 I/O 分配如表 4-1 所示。

图 4-1 系统输入输出信号与 PLC I/O 接口的地址分配表

输入电器名称	符号	PLC 输入点编号	输出电器名称	符号	PLC 输出点编号
启动按钮	QD	X000	风机电机	KM0	Y000
停止按钮	TA	X001	第一组50KW 高频加热器	KM1	Y001
AD转换启动按钮	K1	X002	第二组50KW 高频加热器	KM2	Y002
PID自动调节按钮	K2	X003	第一组100KW 高频加热器	KM3	Y003
PID无自动调节按钮	K3	X004	第二组100KW 高频加热器	KM4	Y004
进门传感器	MG1	X005	低温区进 门电动机	KM5(开门) KM6(关门)	Y005 Y006
低温区中心 位置传感器	MG2	X006	高温区进 门电动机	KM7(开门) KM8(关门)	Y010 Y011
高温区中心 位置传感器	MG3	X007	高温区出 门电动机	KM9(开门) KM10(关门)	Y013 Y014
冷却区中心 位置传感器	MG4	X010	烘房出件 门电动机	KM11(开门) KM12(关门)	Y017 Y020
出门传感器	MG5	X011	低温红灯	LD1	Y007
低温区进件门开到位限位开关	K4	X012	高温红灯	LD2	Y012
低温区进件门关到位限位开关	K5	X013	冷却区红灯	LD3	Y015
高温区进件门开到位限位开关	K5	X014	轴流风机	KM13	Y016
高温区进件门关到位限位开关	K7	X015	报警蜂鸣器	GD	Y021
高温区出件门开到位限位开关	K8	X016	低温区加热电阻丝	KM14	Y022
高温区出件门关到位限位开关	K9	X017	工件传送电机	KM15	Y023
烘房出件门开到位限位开关	K10	X020			
烘房出件门关到位限位开关	K11	X021			
蜂鸣器停止按钮	k12	X022			

#### 第五章 热处理车间 PLC 控制程序的设计与说明

##### 5.1 风机启动的程序说明

按下 X000 启动按钮，触发辅助继电器 M0 得电，M0 自锁后控制风机电动机 Y000 持续运行，当按下 X001 后整个系统停止运行。详细程序见图 5-1。





图 5-1 风机启动的程序说明

## 5.2 低温区温度控制的程序说明

开启扩展模块 FN3U-4AD 通道 2 来进行转换低温区的温度变为数字量进行控制，将通道 2 的采样平均温度存入 D1，再通过判断温度是否达到 250 度进行对辅助寄存器的控制。通过 X006 低温区中心位置传感器判断工件到达低温区预热位置并温度未达到 250 度启动 Y022（低温区加热电阻丝）进行产品的预热。当温度大于 250 度 2 秒后电阻丝断开停止加热，当温度低于 250 度时又重新断开辅寄存器 M32 电阻丝接通进行加热。

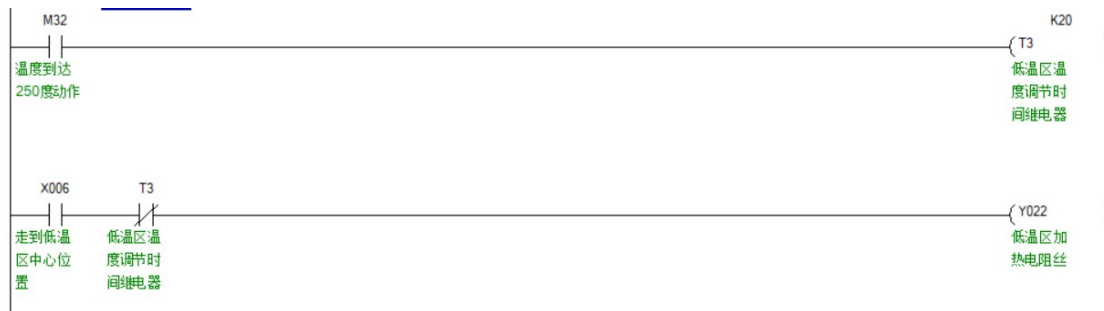


图 5-2 低温区温度控制的程序说明

## 5.3 高温区温度控制的程序说明

### 5.3.1 高温区不同温度区的判别程序的说明

该程序通过两个比较指令来判断当前高温区处于不同的温度。当高温区温度低于 200 度时，辅助寄存器 M6 和 M9 闭合；当温度在 200 度到 250 度之间时，M7 和 M9 闭合；当温度在 250 度到 300 度之间时，M8 和 M9 闭合；当温度等于 300 度时，M10 闭合；当温度高于 300 度时，M8 和 M11 闭合。图 5-1 是高温区不同温度区的判别程序。

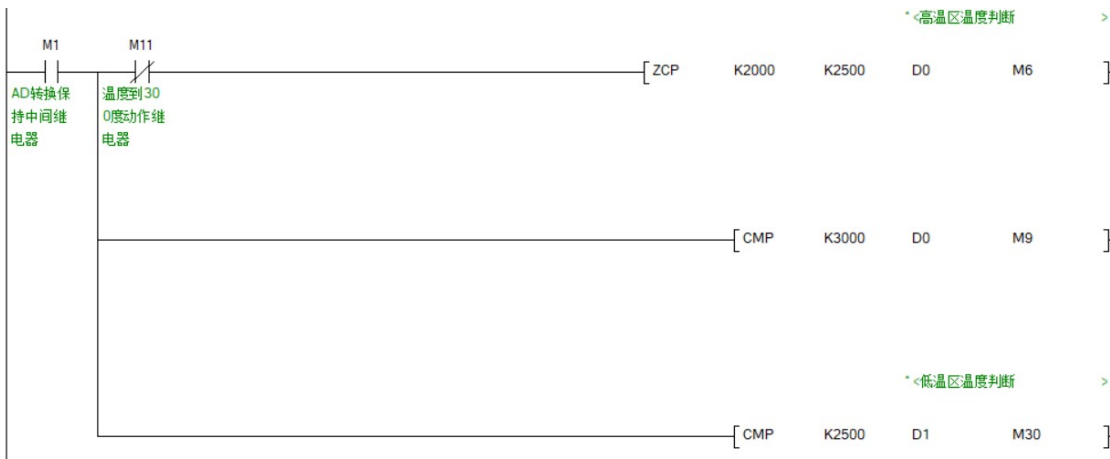


图 5-3 高温区不同温度区的送别程序

### 5.3.2 两组 50KW 电阻丝接通的程序说明

当辅助寄存器 M7 为 OFF 或 M8 为 ON 时两组 50KW 电阻丝接通，即高温区温度小于 200 度或温度大于 250 度时；当高温区温度在 200 度到 250 度之间时两组 50KW 电阻丝断开。两组 50KW 电阻丝接通的程序如图 5-4 所示。

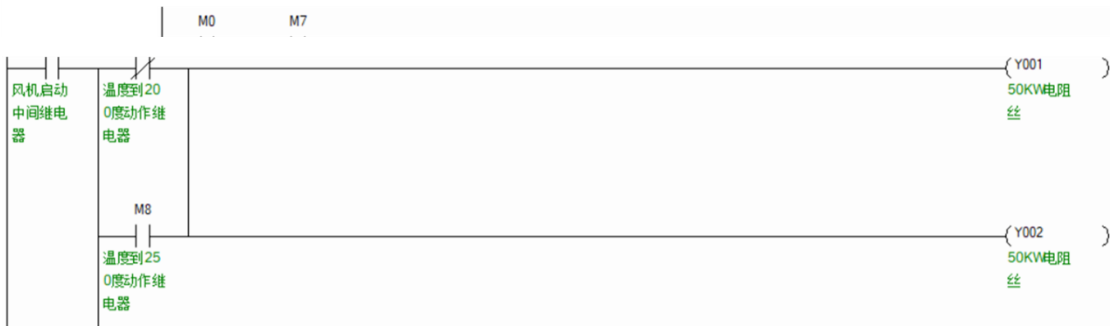


图 5-4 两组 50KW 电阻丝接通的程序

### 5.3.3 两组 100KW 电阻丝接通的程序说明

当辅助寄存器 M8 和 M11 为 OFF 时两组 100KW 电阻丝接通，即高温区温度小于 250 度时；当高温区温度大于 250 度时两组 100KW 电阻丝断开。两组 100KW 电阻丝接通的程序如图 5-5 所示。

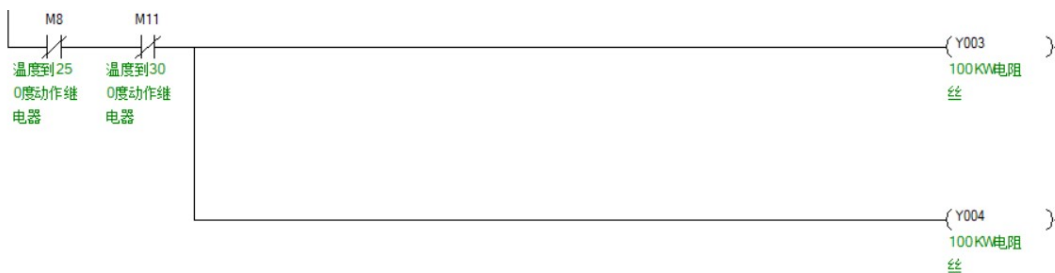


图 5-5 两组 100KW 电阻丝接通的程序

### 5.3.4 温度采集的 A/D 的程序说明

通过按下 A/D 转换启动开关后，选择四个通道的工作模式，我们需要用到通道 1 和通道 2，因此打开通道 1 和通道



2, 其中通道 1 为高温区采集的温度数据, 通道 2 为低温区采集的温度数据。通过 FROM 指令读取通道 1 和通道 2 的采样数平均值并保存到数据寄存器 D0、D1 中。图 5-6 所示是温度采集的 A/D 转换程序。



图 5-6 温度采集的 A/D 程序

### 5.3.5 温度 PID 调节的参数设置程序与说明

用选择开关 X003 作为自动调谐控制后的 PID 控制, 选择开关 X004 作为无自动调谐的 PID 控制。当选择开关置 ON 时, 控制用参数的设定值在 PID 运算前必须预先通过指令写入, M8002 为初始化脉冲, 用 MOV 指令将目标值、输入滤波常数、输出值上限、输出值下限的设定值分别传送给数据寄存器 D500、D512、D532、D533。当 X003 按下后, 使 M3 得电, 使用自动调谐功能是为了得到最佳 PID 控制, 自动调谐不能自动设定的参数必须通过指令设定, 用 MOV 指令将

自动调谐用的参数 (自动调谐采用时间、动作方向自动调谐开始、自动调谐用输出值) 分别传送给数据寄存器

D510、D511、D502。将通常动作的采样时间设定值 500ms 用脉冲执行型 MOVP 指令送给 D510, 用 MOV 指令将通道 1 采集到的数据传送给 D501。图 5-7 温度 PID 调节的参数设置程序。

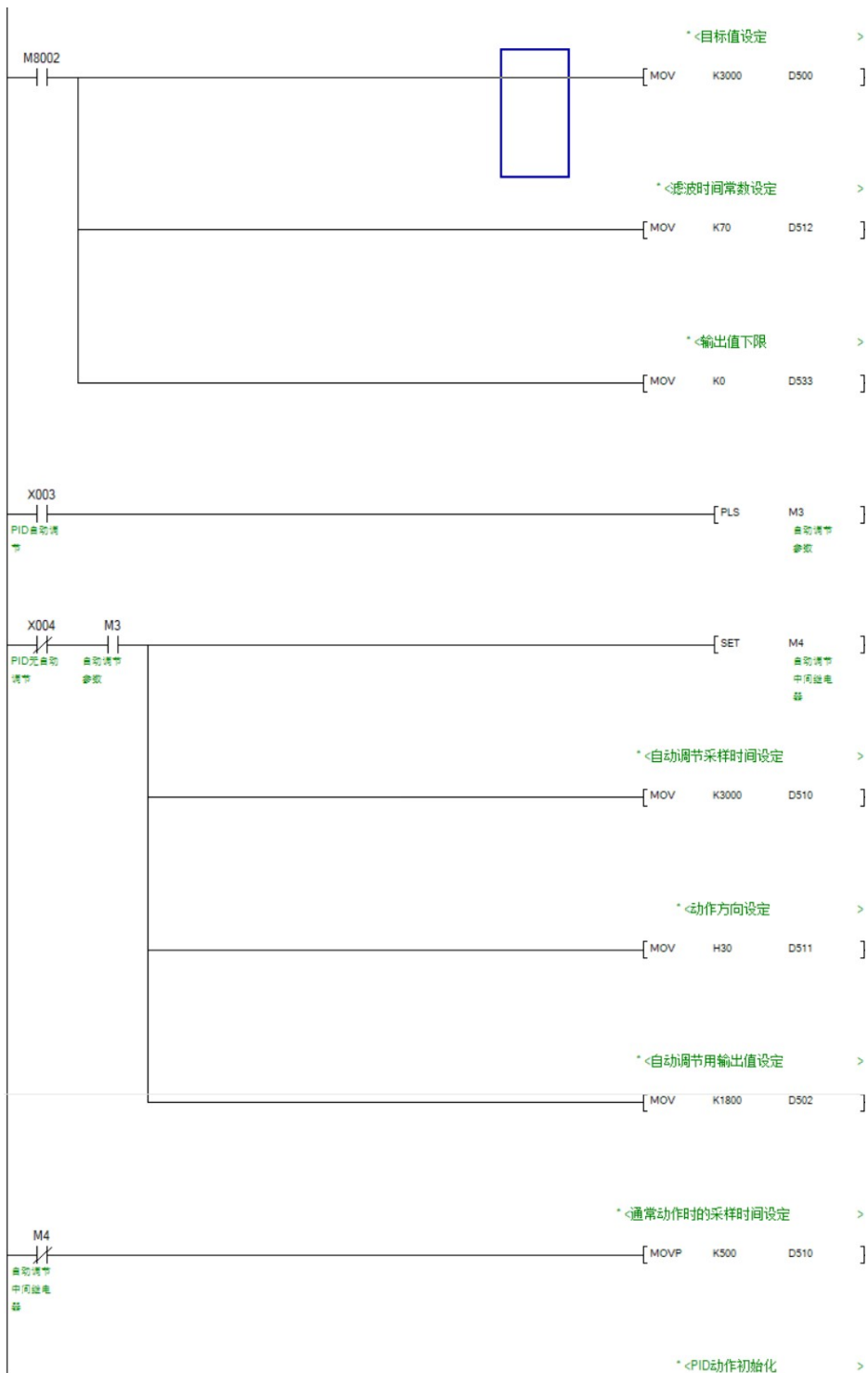


图 5-7 温度 PID 调节的参数设置程序

### 5.3.6 高温区 PID 温度调节的程序说明

经过 M8002 初始信号脉冲对 PID 动作初始处理化，X003 关闭，在自动智能调谐后实施 PID 操作控制，当自动智能调谐开始时候的评定数值实现目标数值的改变量改变三分之一及其以上，则自动智能调谐结束完成，自动智能调谐结束完成，转化到一般动作，M4 自动复位。用选用控制开关置 X004 作为无自动智能调谐的 PID 操作控制（当选用控制开关置切断具体位置的时候，把 PID 动作初始处理化，也就是 D502 归零）。高温区 PID 温度调节的程序如图 5-8 所示。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/528070033026006076>