

# 第3章 机床电气控制系统

电气控制系统是机械设备的的重要组成部分，针对不同的生产设备，电气控制系统的拖动方式各异，控制电路也各不相同，在阅读电气图时重要的是要学会其基本分析方法。本章通过对典型的机床电气控制系统的分析，进一步阐述分析电气控制系统的方法与步骤，使读者掌握分析电气图的方法，培养阅读电气图的能力，加深对生产设备中机械、液压与电气控制紧密配合的理解；学会从设备加工工艺出发，掌握几种典型机床电气控制系统；为电气控制系统的设计、安装、调试、维护打下基础。下面对卧式车床、平面磨床、摇臂钻床、万能铣床与卧式镗床电气控制系统进行分析和讨论。

## 3.1 电气控制系统分析基础

分析生产设备的电气控制系统的依据是设备本身的基本结构、运行情况、加工工艺要求和对电力拖动的要求。要熟悉了解控制对象，掌握其控制要求，这样分析起来才有针对性。这些依据的获得来源于设备的有关技术资料，如设备说明书、电气原理图、电气安装接线图及电气元器件一览表等。

### 3.1.1 电气控制系统分析内容

通过对各种技术资料的分析，掌握电气控制系统的工作原理、技术指标、操作手法、维护要求等。分析的内容和要求有以下几方面。

#### 1. 设备说明书

设备说明书由机械（包括液压）与电气两部分组成，通过阅读这两部分说明书，重点掌握以下内容。

- (1) 设备的结构，主要技术指标，机械、液压、气动部分的传动方式与工作原理。
- (2) 电气传动方式、电动机及执行电器的数目、规格型号、安装位置、用途及控制要求。
- (3) 了解设备的使用方法，各操作手柄、开关、按钮、指示信号装置所在位置及其在控制系统中的作用。
- (4) 了解与机械、液压部分直接关联的电器，如行程开关、电磁阀、电磁离合器、传感器、压力继电器、微动开关等的位置及工作状态，与机械、液压部分的关系及其在控制中的作用。特别应了解机械操作手柄与电气开关元件的关系、液压系统与电气控制系统的关系。

## 2. 电气原理图

电气原理图由主电路、控制电路、辅助电路、保护与联锁环节及特殊控制电路等部分组成，这是电气控制系统分析的中心内容。

在分析电气原理图时，必须与阅读其他技术资料结合起来，根据电动机及执行电器的控制方式、位置及作用，各种与机械有关的行程开关、主令电器的状态来理解电气控制系统的工作原理。

在分析电气原理图时，还可通过设备说明书提供的元器件一览表来查阅元器件的技术参数，进而分析出电气控制系统的主要参数，估计出各部分的电流、电压值，以便在调试或检修中合理使用仪表进行检测。

## 3. 电气控制系统的总装接线图

阅读总装接线图，可以了解系统的组成与分布情况、各部分的连接方式，以及主要电气部件的布置、安装要求，导线和导线管的规格型号。

阅读和分析总装接线图应与电气原理图、设备说明书结合起来。

## 4. 电气元件布置图与电气安装接线图

在电气控制系统的调试、检修中，可通过电气元件布置图与电气安装接线图迅速地找到各元器件和测试点，进行必要的调试、检测和维修保养。

### 3.1.2 电气原理图的阅读分析方法与步骤

#### 1. 分析主电路

从主电路入手，根据每台电动机和执行电器的控制要求，分析对它们的控制方法，如启动、方向控制、调速和制动等。例如，从主电路可以看出设备用几台电动机来拖动，搞清楚每台电动机的作用，这些电动机分别用哪些接触器或开关控制，有没有正反转、减压启动、电气制动等环节，各电动机由哪个电器进行短路保护，哪个电器进行过载保护。还有哪些保护，如果有速度继电器，则应弄清与哪台电动机有机械联系。

#### 2. 分析控制电路

根据主电路中各台电动机和执行电器的控制要求，逐一找出控制电路中的控制环节，利用前面学过的基本控制环节的知识，按功能的不同，划分成若干个局部控制电路来进行分析。分析控制电路的最基本方法是“查线读图法”。

“查线读图法”通常从执行电路即电动机着手，从主电路上看有哪些元器件的主触点和其他电器，根据其组合规律看控制方式。然后根据主电路中控制元件主触点及其他电器的文字符号和控制电路中的相同文字符号一一对照，找到有关的控制环节及环节间的联系，分清控制电路中哪一部分电路控制哪一台电动机，如何控制。接着从按启动按钮开始，查对电路，观察哪些元件受控动作，并逐一查看动作元器件的触点如何控制其他

元器件如接触器的动作，进而驱动被控对象（如电动机）如何动作。跟踪机械动作，当信号检测元器件状态变化时，再查对电路，观察执行元器件的动作变化，进而分析如何影响被控制对象的运行。读图过程中要注意元器件间相互联系和制约的关系，直到将电路看懂为止。

### 3. 分析辅助电路

辅助电路包括电源显示、工作状态显示、照明和故障报警等部分，它们大多由控制电路中的元器件所控制，所以在分析时，还要对照控制电路进行分析。

### 4. 分析联锁与保护环节

生产机械对安全性、可靠性有很高的要求，因此在控制电路中还设置了一系列电气保护和必要的电气、机械联锁，在分析中不能遗漏。

### 5. 分析特殊控制环节

在某些电气控制系统中，还设置了一些相对独立的特殊环节，如产品计数装置、自动检测系统等。这些部分往往自成一个子系统，可参照上述分析过程，并灵活运用学过的电子技术、检测与转换等知识逐一分析。

### 6. 总体检查

经过“化整为零”，逐步分析了每一个局部电路的工作原理及各部分之间的控制关系之后，还必须用“集零为整”的方法。检查整个控制电路，看是否有遗漏，特别要从整体角度去进一步检查和理解各控制环节之间的联系，这样才能清楚地掌握每个元器件在电路中所起的作用。

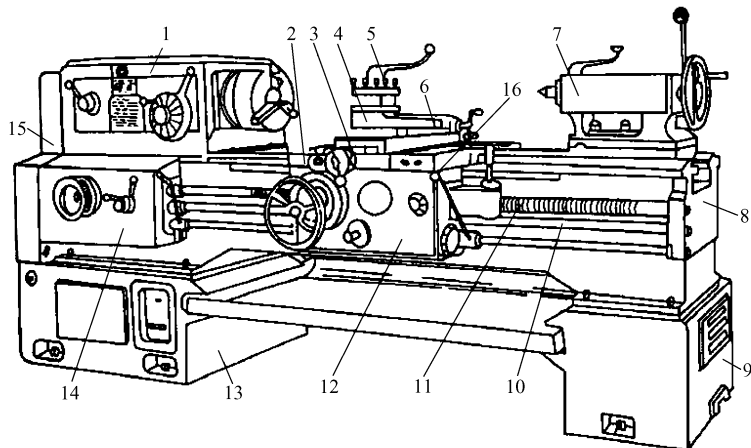
## 3.2 C650 型卧式车床的电气控制系统

车床是应用极为广泛的金属切削机床，在各种车床中，用得最多的是卧式车床。主要用于切削外圆、内圆、端面、螺纹、倒角、切断及割槽等，并可装上钻头或绞刀进行钻孔和铰孔等加工。

### 3.2.1 C650 型卧式车床的主要结构及运动形式

C650 型卧式车床结构示意图如图 3-1 所示。它由床身、主轴、进给箱、溜板箱、方刀架、丝杆、光杆、尾座等部分组成。最大加工工件回转直径为 1020mm，最大工件长度为 3000mm。

车床的主运动是主轴通过卡盘带动工件做旋转运动。根据工件的材料性质、车刀材料及几何形状、工件直径、加工方式及冷却条件的不同，要求主轴有不同的切削速度。车削加工时一般不要求主轴反转，但在加工螺纹时，为避免乱扣，加工完毕后要反转退刀，所以主轴要正反转运行。当主轴反转时，刀架也跟着后退。



注：1—主轴箱；2—纵溜板；3—横溜板；4—转盘；5—方刀架；6—小溜板；7—尾座；8床身；9—右床座；  
10—光杠；11—丝杠；12—溜板箱；13—左床座；14—进给箱；15—挂轮架；16—操纵手柄

图 3-1 C650 型卧式车床结构示意图

车床的进给运动是刀架带动刀具的直线运动。溜板箱把丝杠或光杆的转动传递给刀架部分，变换溜板箱外的手柄位置，经刀架部分使车刀做纵向或横向进给。为了满足机械加工工艺的要求，主轴旋转运动与带动刀具溜板箱的进给运动由同一台主轴电动机驱动。

车床的辅助运动为车床上除切削运动外的其他一切必需的运动，如为提高效率和减轻劳动强度的溜板箱快速移动、尾架的纵向移动、工件的夹紧与放松等。

### 3.2.2 C650 型卧式车床的电力拖动特点及控制要求

C650 型卧式车床是一种中型车床，由三台三相交流笼型异步电动机拖动。即主轴电动机 M1 (30kW)，刀架快速移动电动机 M3 (2.2kW) 及冷却泵电动机 M2 (125W)。从车削加工工艺要求出发，对各电动机的控制要求如下。

(1) 主轴电动机 M1 采用全压空载直接启动，能实现正、反方向旋转的连续运动。主轴采用齿轮变速机构调速，调速范围可达 40:1 以上，为便于对工件做调整运动，即对刀操作，要求主轴电动机能实现单方向的低速点动控制，可由定子串联电阻 R 实现。

(2) 主轴电动机停车时，由于加工工件转动惯量较大，采用电气反接制动，通过速度继电器 KS 实现快速停车。

(3) 加工过程中为显示电动机工作电流，设有电流监视环节，它由电流互感器 TA 和电流表 A 组成。

(4) 因为车床床身较长，为减少刀具进给的辅助工作时间而设快速移动电动机 M3，因此对其要求为单向点动、短时运转。

(5) 冷却泵电动机 M2 用于在车削加工时提供冷却液，故 M2 应连续工作、直接启动、单向旋转。

(6) 电路应有必要的保护和联锁，有安全可靠的照明电路。

(7) 由于控制与辅助电路中电气元件很多，故通过控制变压器 TC 与三相电网进行电

隔离，提高操作和维修时的安全性。控制电路由交流 110V 供电，照明由交流 6.3V 供电。

### 3.2.3 C650 型卧式车床电气控制系统分析

#### 1. 主电路分析

图 3-2 所示为 C650 型卧式车床电气原理图。图中 QS 为电源开关。FU1 为主轴电动机 M1 的短路保护用熔断器，FR1 为其过载保护用热继电器。R 为限流电阻，在主轴点动时，限制启动电流，在停车反接制动时，又起限制过大的反向制动电流的作用。电流表 A 用来监视主轴电动机的线电流，由于 M1 功率较大，故 A 接在电流互感器 TA 副边电路。KM1、KM2 为 M1 的正、反转接触器，KM3 用于短接电阻 R 的接触器。

快速移动电动机 M3 由接触器 KM5 控制，单向旋转点动控制。由于是短时工作，故不设置热继电器。

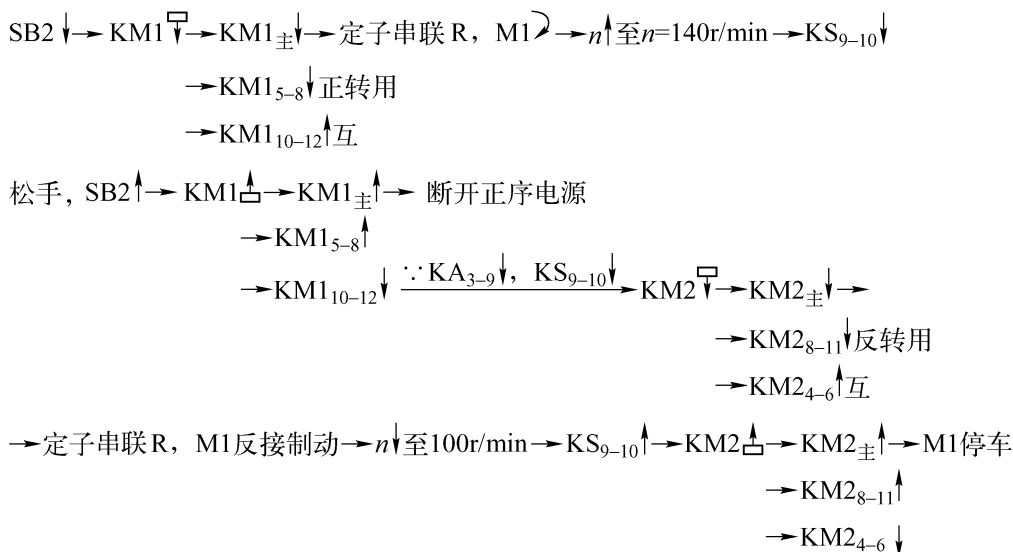
冷却泵电动机 M2 由接触器 KM4 控制，单向连续运行，FR2 为其过载保护用热继电器。熔断器 FU3 做 M2 和 M3 短路保护用。

#### 2. 控制电路分析

控制电路电源由控制变压器 TC 供给控制电路交流电压 110V，照明电路由 TC 供给交流电压 6.3V，FU4 为控制电路短路保护用熔断器，FU5 为照明电路短路保护用熔断器。

##### 1) 主轴电动机的点动调整控制

图 3-2 中 SB2 为点动按钮，按下 SB2 后，其工作过程为：



##### 2) 主轴电动机的正、反转控制

图 3-2 中 SB3、SB4 为正、反转启动按钮，SB1 为停止按钮，KA 为中间继电器，KT 为时间继电器，KS<sub>9-10</sub> 为速度继电器正转常开触点。下面以正转为例说明其工作原理。

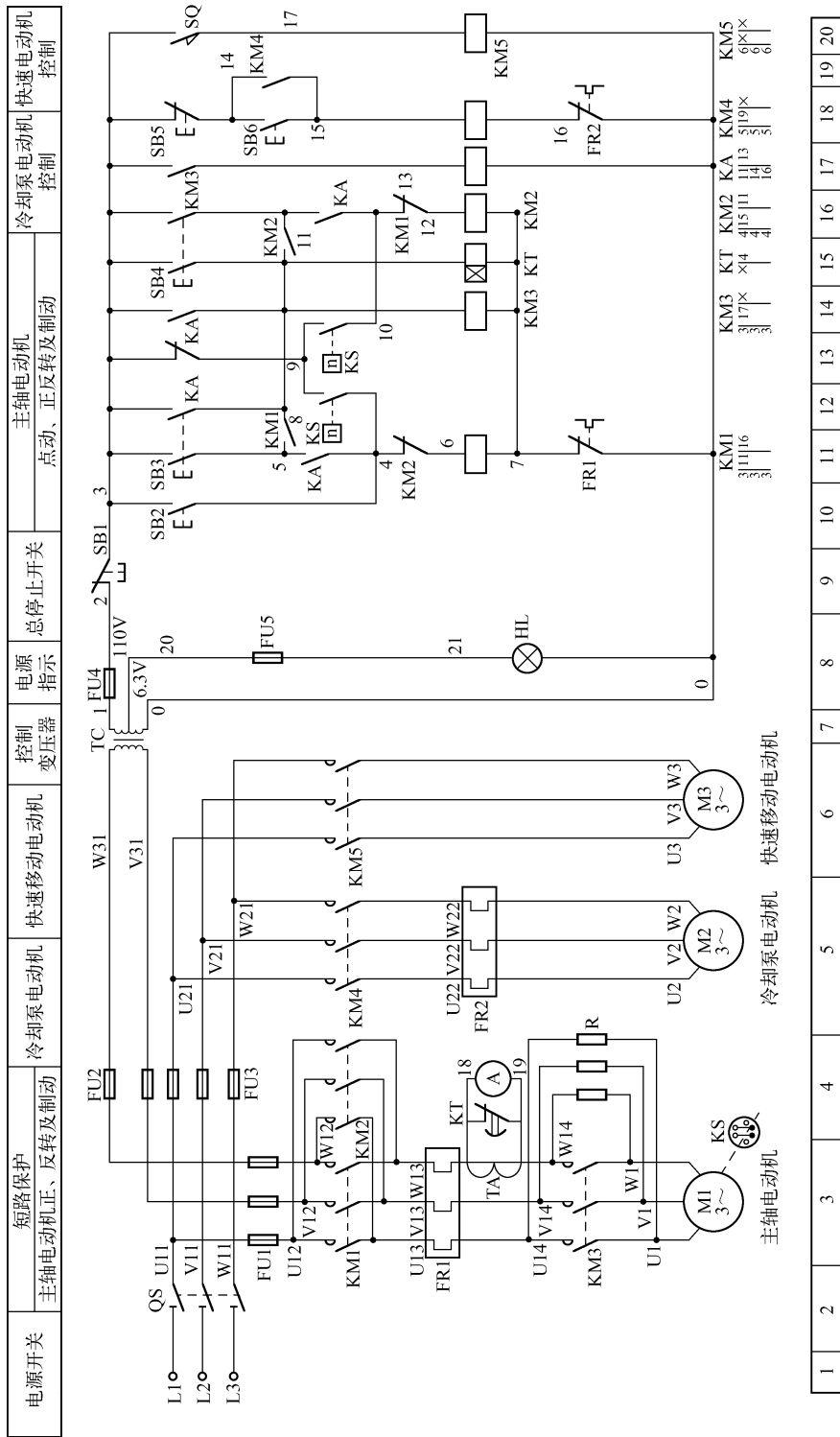
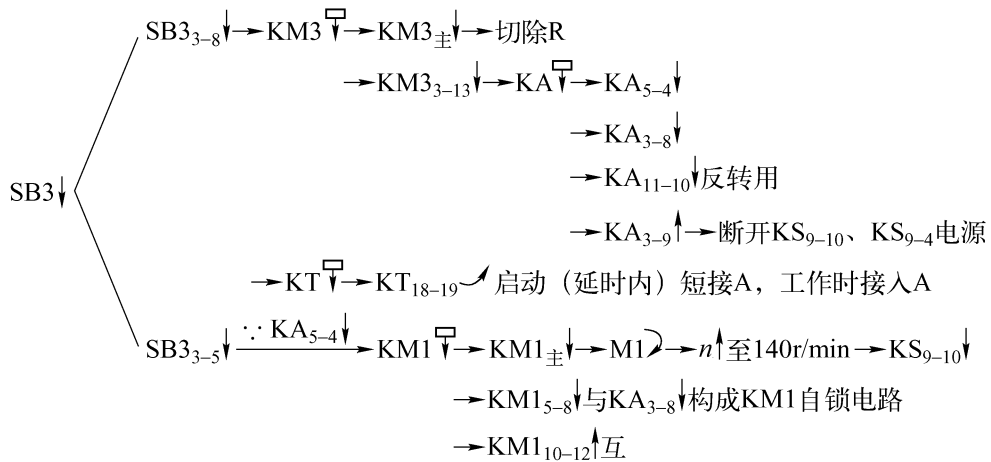
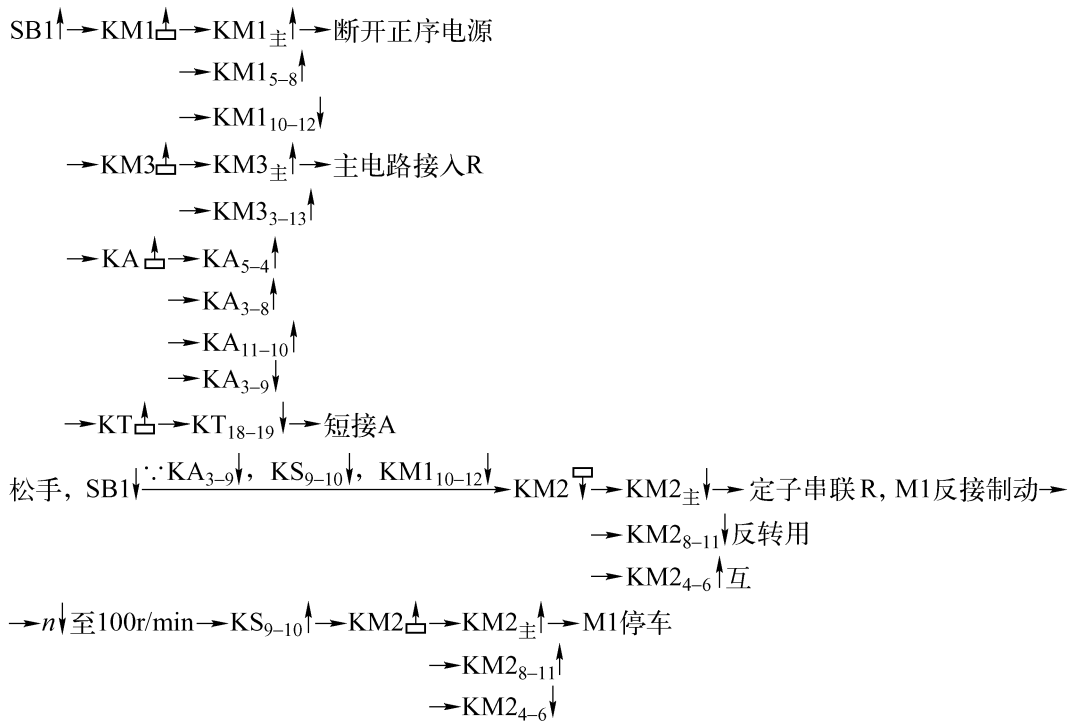


图3-2 C650型卧式车床电气原理图



### 3) 主轴电动机的反接制动

以正转时反接制动为例说明其工作原理。



### 4) 刀架的快速移动和冷却泵控制

转动刀架手柄，压下行程开关 SQ，接触器 KM5 通电吸合，M3 通电工作，此为点动控制。按下冷却泵启动按钮 SB6，接触器 KM4 通电吸合并自锁，M2 通电工作。按下冷却泵停止按钮 SQ5，KM4 断电，M2 停车。

### 5) 联锁与保护

虽然电流表 A 接在电流互感器 TA 副边电路中，但主轴电动机 M1 启动与制动电流对它的冲击仍然很大，为此，在电路中设置了时间继电器 KT 进行保护。当 M1 正、反

向启动时, KT 通电吸合, 其常闭触点延时分断, 其延时时间整定为启动时间, 在延时期常闭触点仍闭合, 将电流表短路。启动结束, 常闭触点分断, 电流表接入电路, 就能显示 M1 的工作电流。制动时, KT 断电, 其常闭触点短接电流表。

正反转接触器 KM1、KM2 有电气互锁, 熔断器 FU1~FU5 实现各台电动机与控制、辅助电路的短路保护。热继电器 FR1、FR2 实现 M1 与 M2 的过载保护。触点 KM1<sub>5-8</sub>、KA<sub>3-8</sub> 组成 KM1 的自锁环节; 触点 KM2<sub>8-11</sub>、KA<sub>3-8</sub> 组成 KM2 的自锁环节; KM4<sub>14-15</sub> 为 KM4 的自锁触点, 使 KM1、KM2、KM4 具有欠电压与零电压保护功能。

### 3.2.4 C650 型卧式车床电气控制系统的故障及维修

下面以列表方式介绍 C650 型卧式车床电气控制系统可能出现的部分故障现象、产生原因及检修方法见表 3-1。

表 3-1 C650 型卧式车床电气控制系统的部分故障及检修方法

故障现象		故障原因	检修方法
操作时无反应		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 无电源。</li> <li>2. QS 接触不良或内部熔体断开。</li> <li>3. FU2 或 FU4 熔断或接触不良。</li> <li>4. 变压器 TC 线圈开路。</li> <li>5. SB1 接触不良。</li> <li>6. QS 的出线端 V11、W11; TC 的原副边出线端 V31、W31、1、0; SB1 的出线端 2、3 中有脱落或断路</li> </ol>	检查电源是否正常; 断电后用万用表电阻挡检查相关部分是否断路、接触不良或接线端脱落
主轴电动机不能点动, 其余动作正常		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SB2 的出线端 3、4 中有脱落或断路。</li> <li>2. SB2 接触不良</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机不能正、反转	接触器 KM3 不能吸合	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SB3 和 SB4 的出线端 3、5、8; KM1、KM2 和 KM3 线圈的接线端 7 中有脱落或断路。</li> <li>2. FR1 常闭触点断开或接触不良。</li> <li>3. KM3 线圈断路</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
	接触器 KM3 能吸合	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常开触点 KM3<sub>3-13</sub> 的出线端 3、13; KA 线圈的接线端 13、0 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常开触点 KM3<sub>3-13</sub> 接触不良。</li> <li>3. KA 线圈断路</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机不能正转, 但能点动和反转		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SB3 出线端 3、5; 常开触点 KA<sub>5-4</sub> 的出线端 5、4; 常开触点 KM1<sub>5-8</sub> 的出线端 5、8 中有脱落或断路。</li> <li>2. SB3 接触不良。</li> <li>3. 常开触点 KA<sub>5-4</sub> 接触不良</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机不能点动及正转, 且反转时无反接制动		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常闭触点 KM2<sub>4-6</sub> 的出线端 4、6; KM1 线圈的接线端 6、7 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常闭触点 KM2<sub>4-6</sub> 接触不良 (分断)。</li> <li>3. KM1 线圈断路</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机反转不能自锁, 马上停车		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常开触点 KM2<sub>8-11</sub> 的出线端 8、11 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常开触点 KM2<sub>8-11</sub> 接触不良</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机正、反转均不能自锁, 马上停车		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常开触点 KA<sub>3-8</sub> 的出线端 3、8 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常开触点 KA<sub>3-8</sub> 接触不良。</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机正转、点动均无反接制动, 但反转正常		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 速度继电器正转常开触点 KS<sub>9-10</sub> 的出线端 9、10 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常开触点 KS<sub>9-10</sub> 接触不良</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机正、反转均无反接制动		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常闭触点 KA<sub>3-9</sub> 的出线端 3、9 中有脱落或断路。</li> <li>2. 常闭触点 KA<sub>3-9</sub> 接触不良。</li> <li>3. 速度继电器 KS 损坏</li> </ol>	用万用表电阻挡检查相关部分



续表

故障现象	故障原因	检修方法
主轴电动机反转缺相运行；点动、正转不能停车（∵反转单相运行，无反接制动）	接触器 KM2 主触点有一个接触不良	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机点动缺相运行；正反转运行时正常；但正、反转时均不能停车（∵停车时为单相运行，无反接制动）	三相制动电阻 R 中有一个电阻开路	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机控制电路正常，但 M1 不能转动	1. FU1 中有两相熔断。 2. 电动机星形接点脱开。 3. 电动机引出线有两根脱落	用万用表电阻挡检查相关部分
主轴电动机点动、正转、反转均不能停车	接触器 KM1 和 KM2 的主触点均接相同相序。	KM1 和 KM2 主触点接不同相序

### 3.3 实训十一：C650 型卧式车床电气控制系统实训及排除故障技能训练

#### 3.3.1 浙江天煌教仪 KH 系列机床电气技能培训考核装置简介

##### 1. 装置的技术参数

- (1) 输入电压：三相四线制  $380V \pm 10\%$ ，50Hz。
- (2) 工作环境：环境温度范围为  $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度  $< 85\%$ （ $25^{\circ}\text{C}$ ）；海拔  $< 2000\text{m}$ 。
- (3) 装置容量： $< 1.5\text{kVA}$
- (4) 外形尺寸： $157\text{cm} \times 73\text{cm} \times 150\text{cm}$

##### 2. 操作台的布局及操作使用

(1) 装置的左边为机床的控制面板，上面有机床的外形示意图、机床的操作按钮及机床的照明和动作指示灯，且所有开关的触点都用弱电接线柱引至面板上，方便学生排除故障（不需要打开后门就可以测量到所有的点，所有的故障在装置表面都可全部排除）。在控制面板下面有一块主电源控制板，另外有一个故障设置箱。在主电源控制板上设有一只交流电压指示表，通过转换开关的切换，可分别指示电网的  $U_{uv}$ 、 $U_{vw}$ 、 $U_{wu}$  线电压值；还设有三相带灯熔断器做主电路的短路保护，还有照明灯开关、三相输出电源的启、停按钮及急停按钮等。故障箱内设有超过 25 个的故障点，故障箱门配有钥匙，便于管理和考核。

(2) 装置的右边为电气线路元器件布线区，上面装有低压断路器、螺旋式熔断器、直插式熔断器、交流接触器、继电器、热继电器、控制变压器等。电气线路元器件布线区铁板的下面为机床电动机，用来模拟实际机床的电动机运动情况。

(3) 操作台设有电流型漏电保护和电压型漏电保护，当三相输出电源中任意一相和控制屏壳发生漏电（只要漏电流超过一定值）时，漏电保护装置动作，自动切断交流

电源的输出。

### 3.3.2 C650 型卧式车床实训设备

浙江天煌教仪 KH 系列机床电气技能培训考核装置。

#### 1. KH - JC01 电源控制铝质面板

(1) 交流电源 380V (带有漏电保护措施)。

(2) 人身安全保护体系。

电压型漏电保护装置,对电路出现漏电现象进行保护,使控制屏内的接触器跳闸,切断电源。

电流型漏电保护装置:控制屏若有漏电现象,漏电流超过一定值,即切断电源。

#### 2. KH - C01 铝质面板

面板上装有 C650 型卧式车床的所有主令电器及动作指示灯,车床的所有操作都在这块面板上进行,指示灯可指示车床的相应动作。

面板上印有 C650 型卧式车床示意图,可以很直观地看出其外形轮廓。

#### 3. KH - C03 铁质面板

面板上装有 C650 型卧式车床电气控制系统的断路器、熔断器、接触器、继电器、热继电器、变压器等元器件,可以很直观地看到它们的动作情况。

#### 4. 三相异步电动机三台

三台 380V 三相交流笼型异步电机,分别用做主轴电动机、快速移动电动机及冷却泵电动机。

#### 5. 故障开关箱

设有 32 个开关,其中 K1 ~ K23 用于故障设置;K24 ~ K31 备用;K32 用做指示灯开关,可以用来设置车床动作指示与不指示。

### 3.3.3 C650 型卧式车床电气控制系统实训

#### 1. 准备工作

(1) 检查装置背面各元器件的接线是否牢固,各熔断器是否安装良好。

(2) 独立安装好接地线,设备下方垫好绝缘垫,将各个开关置于分断位置。

(3) 插入三相电源。

#### 2. 实训步骤

参见图 3-2 所示的电气原理图,按下列步骤进行实训。

(1) 将装置中漏电保护装置的接触器先合上,再合上 QS,电源指示灯亮。

(2) 按下 SQ,快速移动电动机 M3 工作。

(3) 按下 SB6, 冷却泵电动机 M2 工作, 相应指示灯亮, 按下 SB5, M2 停车。

(4) 按下 SB2, 主轴电动机 M1 实现点动。注意: 该按钮不宜长时间反复操作, 以免制动电阻 R 及 M1 过热。

(5) 按下 SB3, KM3、KT、KA、KM1 相继吸合, 主轴电动机 M1 正转, 相应指示灯亮。KT 延时结束, 电流表指示 M1 工作电流值。按下 SB1, KM1、KM3、KA 均释放, KM2 吸合, M1 实现反接制动, 迅速停车, KM2 释放。

(6) 按下 SB4, KM3、KT、KA、KM2 相继吸合, 主轴电动机 M1 反转, 相应指示灯亮。KT 延时结束, 电流表指示 M1 工作电流值。按下 SB1, KM2、KM3、KA 均释放, KM1 吸合, M1 实现反接制动, 迅速停车, KM1 释放。

### 3.3.4 C650 型卧式车床电气控制系统排除故障技能训练

#### 1. 排除故障技能训练内容

(1) 用通电试验方法发现故障现象, 进行故障分析, 并在电气原理图中用虚线标出最小故障范围。

(2) 按图排除 C650 型卧式车床主电路或控制电路中人为设置的两个电气自然故障点。

#### 2. 电气故障的设置原则

(1) 人为设置的故障点, 必须是模拟车床在使用过程中由于振动、受潮、高温、异物侵入、电动机长期过载运行、频繁启动、安装质量低劣和调整不当等原因造成的“自然”故障。

(2) 切忌设置改动电路、换线、更换电气元件等由于人为原因造成的非“自然”故障点。

(3) 故障点的设置应做到隐蔽且设置方便, 除简单控制电路外, 两处故障点一般不宜设置在单独支路或单一回路中。

(4) 对设置一个以上故障点的电路, 其故障现象应尽可能不要相互掩盖。学生在检修时, 虽检查思路尚清楚, 但花去 2/3 的规定时间还查不出一个故障点时, 可适当提示。

(5) 应尽量不设置容易造成人身或设备事故的故障点, 如有必要, 教师必须在现场密切关注学生的检修动态, 随时做好采取应急措施的准备。

(6) 设置的故障点必须与学生应该具有的修复能力相适应。

#### 3. 故障图及故障设置说明

设置故障和排除故障的训练是一种实践性极强的技能训练, 该装置可以通过人为设置故障来模仿实际车床的电气故障, 它采用“触点”绝缘、设置假线、导线头绝缘等方式, 形成电气故障。训练者在通电运行明确故障后进行分析, 在切断电源、无电状态下, 使用万用表检测直至排除电气故障, 从而掌握电路维修基本要领。实际设置故障形式可以多样, 可按教学对象的不同而定。

图 3-3 所示为 C650 型卧式车床故障电气原理图。图中带黑圆点的开关 K 为人为设置的故障点。表 3-2 所示为 C650 型卧式车床故障设置一览表。

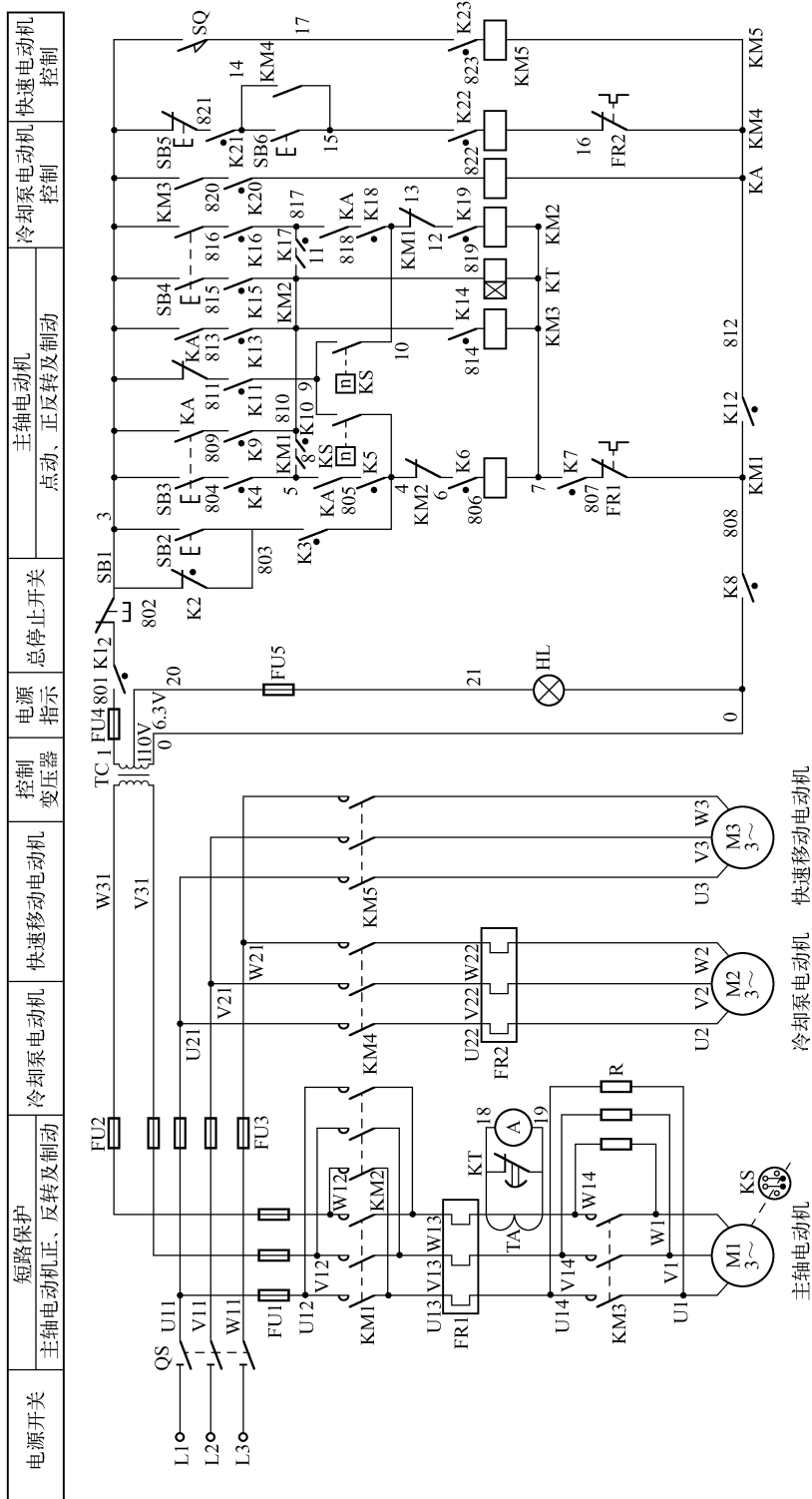


图3-3 C650型卧式车床故障电气原理图

表 3-2 C650 型卧式车床故障设置一览表

故障开关	故障现象	备注
K1	车床不能启动	FU4 及 SB1 出线端 2 断开, 或它们本身接触不良, 控制电路无电, M1、M2、M3 均不能工作; 但 HL 灯亮
K2	主轴自行启动	SB2 被短路, 通电后 KM1 自行吸合, M1 自行启动。其他则正常
K3	主轴不能点动控制	SB2 出线端 3、4 断开或本身接触不良, M1 不能点动, 能正反转、反接制动; M2、M3 工作正常
K4	主轴不能正转启动	SB3 <sub>3-5</sub> 出线端 5 断开或 SB3 <sub>3-5</sub> 触点接触不良。正转启动时, KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM1 不吸合, 故 M1 不能正转启动, 但点动、反转正常, 反转能反接制动; M2、M3 能工作
K5	主轴不能正转启动	触点 KA <sub>5-4</sub> 出线端 4 断开, 或本身接触不良, 正转启动时, KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM1 不吸合, 故 M1 不能正转启动, 但点动、反转、反转反接制动均正常; M2、M3 能工作
K6	主轴不能点动, 不能正转启动	KM2 <sub>4-6</sub> 、KM1 线圈的出线端 6 断开, 或 KM1 线圈断开, 触点接触不良, 正转启动时 KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM1 不吸合, 故 M1 不能正转启动, 不能点动, 反转正常但无制动; M2、M3 能工作
K7	主轴不能启动	FR1 <sub>7-0</sub> 的出线端 7 断开或本身接触不良, 或未复位, 按正反转按钮均无反应、无点动; 但 M2、M3 能工作
K8	车床不能启动	HL 与 FR1 间 0 线断开, 控制电路无电, M1、M2、M3 不能工作, HL 灯亮
K9	主轴不能正转启动	SB3 <sub>3-8</sub> 出线端 8 断开或本身接触不良, M1 不能正转启动; 但能点动, 能反转、反转反接制动, M2、M3 工作正常
K10	主轴正转变成正转点动	KM1 <sub>5-8</sub> 出线端 8 断开或本身接触不良, 断开了 KM1 线圈自锁电路, 使主轴正转变成正转点动; 但能点动、反转、反转反接制动; M2、M3 工作正常
K11	主轴无制动	KA <sub>3-9</sub> 出线端 9 断开或本身接触不良, M1 能点动、正反转, 但均不能反接制动而自由停车, M2、M3 能工作
K12	主轴只能点动, 冷却泵、快移电动机不能工作	FR1 <sub>7-0</sub> 、KA 线圈间 0 线断开, KA、KM4、KM5 不能吸合, M1 只能点动, 点动制动停车, 不能正、反转; M2、M3 不能工作
K13	主轴只能点动	KA <sub>3-8</sub> 出线端 8 断开或本身接触不良, 断开了 KM1、KM2 线圈的自锁电路, 使主轴正、反转变成正轴正反向点动; 点动正常, M2、M3 能工作
K14	主轴只能点动	KM3 线圈出线端 8 断开或本身开路, M1 只能点动, 不能正、反转; M2、M3 能工作
K15	主轴不能反转启动	SB4 <sub>3-8</sub> 出线端 8 断开或本身接触不良, M1 不能反转启动; 但能点动, 能正转、正转反接制动; M2、M3 能工作

续表

故障开关	故障现象	备注
K16	主轴不能反转启动	SB4 <sub>3-11</sub> 出线端 11 断开或本身接触不良, 反转启动时 KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM2 不吸合, 故 M1 不能反转启动; 但能点动、正转、正转反接制动正常; M2、M3 能工作
K17	主轴反转变成交点动	KM2 <sub>8-11</sub> 出线端 11 断开或本身接触不良, 断了 KM2 线圈自锁电路, 使主轴反转变成交点动; 但能点动、正转、正转反接制动正常; M2、M3 工作正常
K18	主轴不能反转启动	KA <sub>11-10</sub> 出线端 10 断开或本身接触不良, 反转启动时 KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM2 不吸合, 故 M1 不能反转启动; 但能点动、正转、正转反接制动正常; M2、M3 能工作
K19	主轴不能反转启动	KM1 <sub>10-12</sub> 、KM2 线圈的出线端 12 断开或本身接触不良, 或 KM2 线圈断开, 反转启动时 KM3、KT、KA 能吸合, 但 KM2 不吸合, 故 M1 不能反转启动, 正转正常但无制动; 点动正常, 但无反接制动; M2、M3 能工作
K20	主轴不能正、反转启动	KM3 <sub>3-13</sub> 、KA 线圈的出线端 13 断开, 或它们本身接触不良。KA 线圈断路, 按正、反转按钮 KM3 动作, KA 不动作, 故 M1 不能正、反转启动; 但能点动, M2、M3 能工作
K21	冷却泵不工作	SB5 <sub>3-14</sub> 、SB6 <sub>14-15</sub> 的出线端 14 断开或本身接触不良, KM4 不能吸合, M2 不工作; 但 M1 能点动、正反转; M3 能工作
K22	冷却泵不工作	KM4 线圈出线端 15 断开或 KM4 线圈断开, M2 不工作; 但 M1 能点动、正反转; M3 能工作
K23	快速移动电动机不工作	行程开关 SQ、KM5 线圈的出线端 17 断开, SQ 接触不良, KM5 线圈断路, M3 不工作; 但 M1 能点动、正反转; M2 能工作

#### 4. 排除故障技能训练步骤

- (1) 先熟悉原理, 再进行正确的通电试车操作。
- (2) 熟悉电气元件的安装位置, 明确各电气元件的作用。
- (3) 教师示范故障分析检修过程 (故障可人为设置)。
- (4) 教师设置让学生知道的故障点, 指导学生如何从故障现象着手进行分析, 逐步引导到采用正确的检查步骤和检修方法。
- (5) 教师设置人为的自然故障点, 由学生检修。

#### 5. 排除故障技能训练要求

(1) 学生应根据故障现象, 先在原理图中正确标出最小故障范围的线段, 然后采用正确的检查和排除故障方法并在规定时间内排除故障。

(2) 排除故障时, 必须修复故障点, 不得采用更换电气元件、借用触点及改动电路的方法。否则, 作为不能排除故障点扣分。

(3) 检修时，严禁扩大故障范围或产生新的故障，并不得损坏电气元件。

## 6. 排除故障技能训练注意事项

(1) 设备应在指导教师指导下操作，安全第一。设备通电后，严禁在电器侧随意扳动电器。进行排除故障训练时，尽量采用不带电检修。若带电检修，必须有指导教师在现场监督。

(2) 必须安装好各电动机、支架接地线，设备下方垫好绝缘橡胶垫，厚度不小于8mm，操作前要仔细查看各接地线端有无松动或脱落，以免通电后发生意外或损坏电器。

(3) 在操作中若发出不正常声响，应立即断电，查明故障原因，待修。故障噪声主要来自电动机缺相运行及接触器、继电器吸合不正常等。

(4) 发现熔断器熔断，找出故障后，方可更换同规格熔断器。

(5) 在维修设备故障中不要随便互换线端处号码管。

(6) 操作时用力不要过大，速度不宜过快，操作频率不宜过高。

(7) 实训结束后应拔出电源插头，将各开关置于分断位置。

(8) 做好实训记录。

## 7. 设备维护

(1) 操作中，若发出较大噪声要及时处理。如接触器发出较大“嗡嗡”声，一般可将该电器拆下，修复后使用或更换新电器。

(2) 设备在经过一定次数的排除故障训练使用后，可能出现导线过短的情况，一般可按电气原理图进行第二次接线，便可重复使用。

(3) 更换电器配件或新电器时应按原型号配置。

(4) 电动机在使用一段时间后，需加少量润滑油，做好电动机保养工作。

(5) 当主轴电动机运行时，按下按钮 SB1 后，如果出现正反振荡现象，可打开速度继电器 KS 后盖，调整弹簧，重新试车，直到振荡现象消除为止。

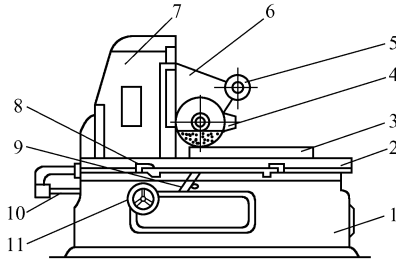
## 3.4 M7120 型卧轴矩台平面磨床的电气控制系统

磨床是用砂轮的周边或端面进行加工的精密机床。磨床的种类很多，按其工作性质不同可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、工具磨床及专用磨床、如球面磨床、花键磨床、导轨磨床与无心磨床等，其中尤以平面磨床应用最为普遍。

### 3.4.1 M7120 型卧轴矩台平面磨床的主要结构及运动形式

M7120 型卧轴矩台平面磨床的主要结构如图 3-4 所示，它由床身、矩形工作台、电磁吸盘、砂轮箱（又称磨头）、滑座和立柱等部分组成。在箱型床身中装有液压传动装置，工作台通过活塞杆由压力油推动做往复运动，床身导轨由自动润滑装置进行润

滑。工作台表面有 T 形槽，用以固定电磁吸盘，再由电磁吸盘来吸持加工工件。工作台的行程长度可通过调节装在工作台正面槽中的撞块的位置来改变。换向撞块是通过碰撞工作台往复运动液压换向手柄以改变油路来实现工作台往复运动的。



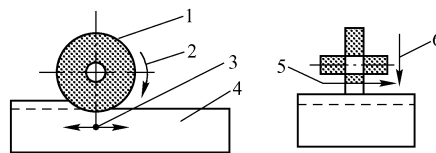
注：1—床身；2—工作台；3—电磁吸盘；4—砂轮箱；5—砂轮箱横向移动手轮；6—滑座；7—立柱；  
8—工作台换向撞块；9—工作台往复运动换向手柄；10—活塞杆；11—砂轮箱垂直进给手轮

图 3-4 M7120 型卧轴矩台平面磨床结构示意图

在床身上固定有立柱，沿立柱的导轨装有滑座，砂轮箱能沿其水平导轨移动。砂轮箱由嵌入式电动机直接拖动，在滑座内部往往也装有液压传动机构。

滑座可在立柱导轨上上下移动，并可由垂直进给手轮操作。砂轮箱的水平轴向移动可由横向移动手轮操作，也可由液压传动做连续或间接移动，前者用于调节运动或修理砂轮，后者用于进给。

分析以上结构可知，平面磨床的运动情况如图 3-5 所示。主运动是平面磨床砂轮的旋转运动。进给运动是：垂直进给即滑座在立柱上的上下运动，横向进给即砂轮箱在滑座上的水平运动，纵向进给即工作台沿床身的往复运动。这三种进给运动的关系是：工作台每完成一次往复纵向进给运动，砂轮箱做一次间断性的横向进给；当加工完整个平面后，砂轮箱做一次间断性的垂直进给。



注：1—砂轮；2—主运动；3—纵向进给运动；4—工作台；5—横向进给运动；6—垂直进给运动

图 3-5 M7120 型卧轴矩台平面磨床工作示意图

### 3.4.2 M7120 型卧轴矩台平面磨床的电力拖动特点及控制要求

(1) M7120 型卧轴矩台平面磨床采用多台电动机拖动，其中 M1 为液压泵电动机，M2 为砂轮电动机，M3 为冷却泵电动机，M4 为砂轮箱升降电动机。

(2) 砂轮电动机、液压泵电动机和冷却泵电动机只要求单方向旋转，且不要求调速。由于三台电动机容量都不大，可采用全压启动。

(3) 砂轮箱升降电动机要求能正反转，短时工作，采用全压启动。



(4) 采用电磁吸盘固定加工工件，使工件在磨削过程中受热能自由伸缩。电磁吸盘要有充磁和去磁控制电路，并能在电磁吸力不足时利用欠电压继电器 KV 使磨床停止工作。

(5) 冷却泵电动机与砂轮电动机有顺序连锁关系，在砂轮电动机启动后才可开动冷却泵电动机。

(6) 应具有完善的保护环节，如电动机的短路保护、过载保护、零电压保护、电磁吸盘欠电压保护等。

(7) 电磁吸盘的直流电源通过控制变压器 TC 与交流电源隔离、降压并整流得来，磨床的工作照明与指示电源亦通过 TC 降压取得。

### 3.4.3 M7120 型卧轴矩台平面磨床电气控制系统分析

#### 1. 主电路分析

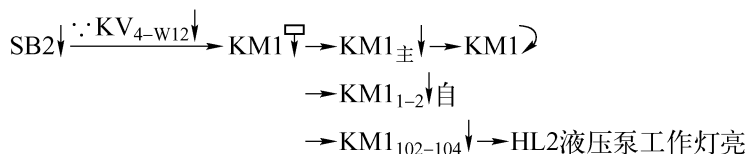
图 3-6 所示为 M7120 型卧轴矩台平面磨床电气原理图，图中 QS 为电源开关，TC 为控制变压器，M1 液压泵电动机由接触器 KM1 控制，M2 砂轮电动机由接触器 KM2 控制，M3 冷却泵电动机通过插座 XS2 与 KM2 主触点相连，在 M2 启动后同时启动，M4 砂轮箱升降电动机由接触器 KM3、KM4 分别控制其正、反转。熔断器 FU1 对整个电路进行短路保护，热继电器 FR1、FR2、FR3 分别对 M1、M2、M3 进行过载保护。因砂轮箱升降电动机短时运行，故不设过载保护。

#### 2. 控制电路分析

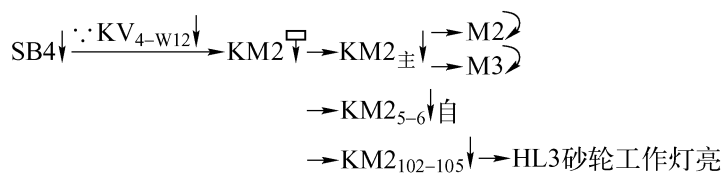
图 3-6 中，SB1、SB2 为液压泵电动机停止按钮与启动按钮，SB3、SB4 为砂轮电动机停止按钮与启动按钮，SB5、SB6 为砂轮升降电动机正、反转按钮，YH 为电磁吸盘线圈，SB7、SB8 为停止充磁及充磁按钮，SB9 为去磁按钮，KM5、KM6 为充磁、去磁接触器。KV 为欠电压继电器。

磨床开动前，首先按下 QS，QS ↓ → TC 有电 → 整流 → KV  $\overline{\downarrow}$  → KV<sub>4-W12</sub> ↓ → 磨床可以操作。

(1) 液压泵电动机的控制：以启动为例说明。



(2) 砂轮电动机及冷却泵电动机的控制：以启动为例说明，将 M3 插入插座 XS2 中。



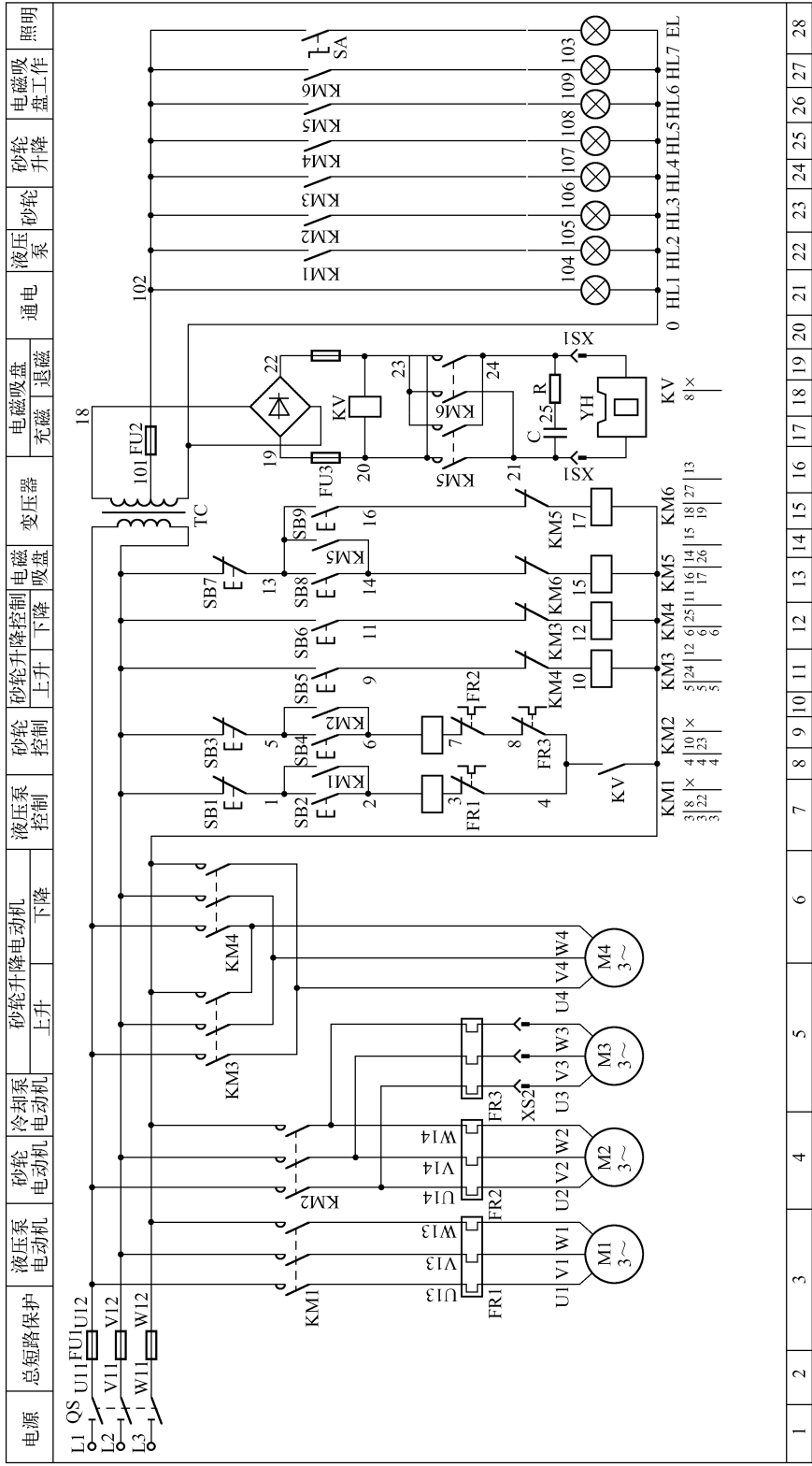


图3-6 M7120型卧轴矩台平面磨床电气原理图