

第13单元 XA6132万能铣床电气控制

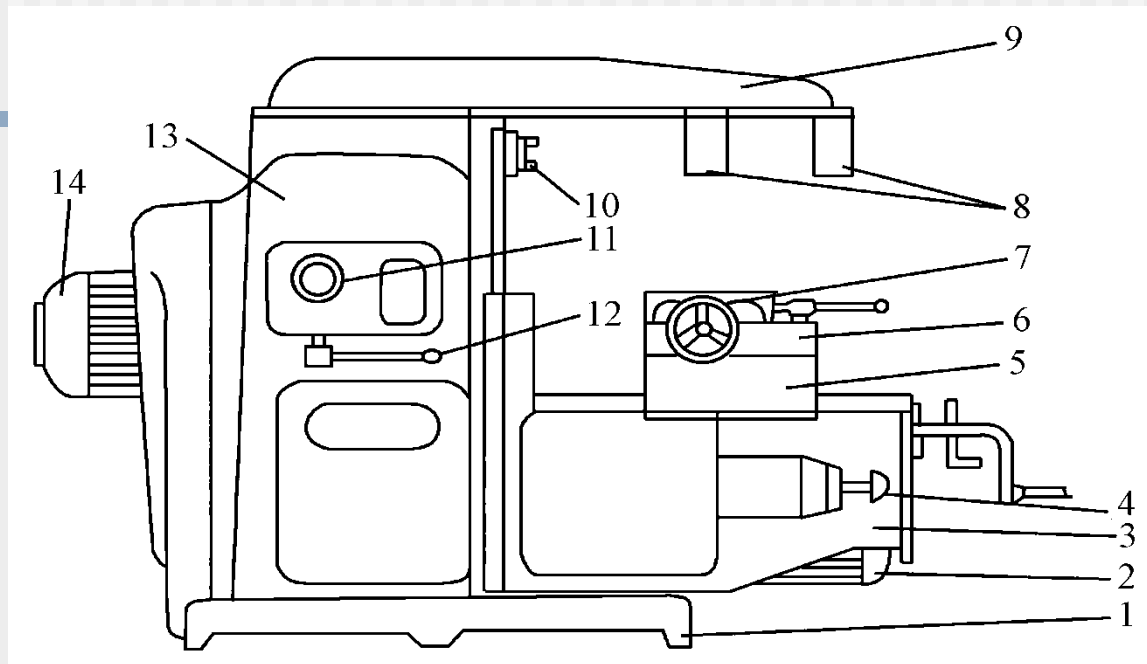
- 普通车床的电气控制（XA6132万能铣床运动形式、拖动要求、电气控制原理）

1.铣床的电气控制

铣床是用铣刀进行铣削加工的机床，它可用来加工各种形式的表面（平面、成形面）、各种形式的沟槽，甚至还可以加工回转体。铣床按结构形式的不同，可分为卧式铣床、立式铣床、龙门铣床、仿形铣床和各种专用铣床。现以X62W万能铣床为例对其电气控制系统进行分析。

1.1 铣床的主要结构及运动形式

XA6132万能铣床是卧式铣床，主要由床身、悬梁、刀杆支架、工作台、溜板和升降台等组成，如图所示。



1—底座；2—进给电动机；3—升降台；4—进给变速手柄及变速盘；
5—溜板；6—转动部分；7—工作台；8—刀杆支架；9—悬梁；10—主轴；
11—主轴变速盘；12—主轴变速手柄；13—床身；14—主轴电动机
图1.1 卧式万能铣床外形图

铣床床身固定在底座上，内装主轴传动机构和变速机构，床身顶部有水平导轨，悬梁可沿导轨水平移动。刀杆支架装在悬梁上，可在悬梁上水平移动。升降台可沿床身前面的垂直导轨上下移动。溜板在升降的水平导轨上可作平行于主轴轴线方向的横向移动。工作台安装在溜板的水平导轨上，可沿导轨作垂直于主轴轴线的纵向移动。此外，溜板可绕垂直轴线左右旋转 45° ，因而工作台还能在倾斜方向进给，以加工螺旋槽。工作台上还可以安装圆工作台以扩大铣削能力。

由上分析可知，卧式铣床有三种运动：主运动、进给运动和辅助运动。

主运动是指主轴的旋转运动。铣床加工一般有顺铣和逆铣两种，要求主轴能正反转，但铣刀种类选定了，铣削方向也就定了，因此主轴运动的方向不需经常改变。

进给运动是指工件随工作台在三个相互垂直方向上的直线运动（手动或机动），或圆工作台的旋转运动。它由同一台电动机拖动，且在任一时刻只能接通一个方向的传动，由操作手柄实现机电联合控制，通过改变电动机转向来实现进给方向的改变。为避免损坏刀具或工件，要求主运动和进给运动有顺序控制。

辅助运动是指工件台在进给方向上的快速运动。

1.2 XA6132万能铣床的电气控制

图4.8为XA6132型卧式万能铣床电气控制电路图。图中 M_1 为主轴电动机， M_2 为工作台进给电动机， M_3 为冷却泵电动机。 SQ_1 与 SQ_2 为工作台纵向（左右）进给位置开关， SQ_3 与 SQ_4 为工作台横向（前后）和竖向（上下）进给位置开关，其工作状态见表4.1和表4.2。 SA_1 为圆工作台转换开关（工作状态见表4.3）， SA_3 是冷却泵控制开关， SA_4 是照明灯开关， SA_5 是主轴换向开关。 SQ_6 与 SQ_7 为由各自变速手轮控制的工作台进给变速和主轴变速冲动开关。

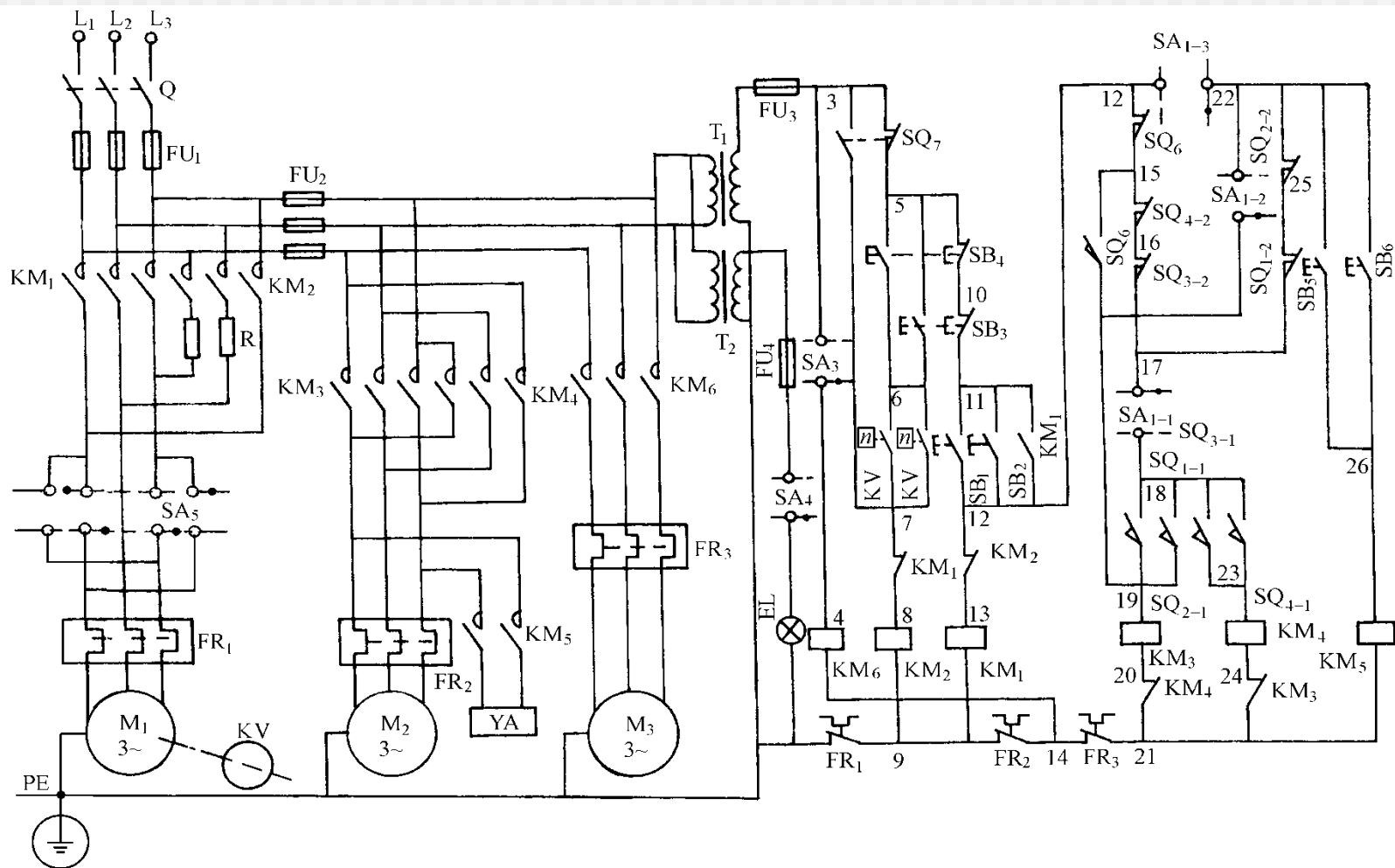


图1.2 XA6132万能铣床电气控制电路图

表1.2 工作台纵向行程开关工作状态

纵向操作手柄触点	向左	中间（停）	向右
SQ ₁₋₁	-	-	+
SQ ₁₋₂	+	+	-
SQ ₂₋₁	+	-	-
SQ ₂₋₂	-	+	+

注：① SQ₁₋₁表示SQ₁的第一个触点；SQ₁₋₂表示SQ₁的第三个触点。
 ② 表中“+”表示接通，“-”表示断开。

表1.3 工作台横向、竖向行程开关工作状态

触点 / 横向、竖向操作手柄	向前向下	中间（停）	向后向上
SQ ₃₋₁	+	-	-
SQ ₃₋₂	-	+	+
SQ ₄₋₁	-	-	+
SQ ₄₋₂	+	+	-

表1.4 圆工作台转换开关工作状态

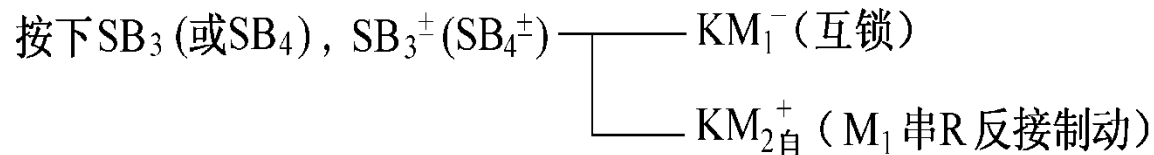
触点 / 位置	接通圆工作台	断开圆工作台
SA ₁₋₁	-	+
SA ₁₋₂	+	-
SA ₁₋₃	-	+

2. 主轴电动机的控制

主轴电动机 M_1 的旋转方向由 SA_5 预选。其启动和停止采用两地控制，一处装在升降台上，一处装在床身上。由于传动系统装有惯性轮，自由停车时间长，为此主轴设有反接制动。同时为使主轴变速时变速箱内齿轮易于啮合，减小齿轮端面的冲击，主轴电动机变速时设有变速冲动。

(1) 启动。启动前先通过 SA_5 预选主轴方向，然后按下 SB_1 （或 SB_2 ）， $SB_1^{\pm} \rightarrow KM_{1\text{启}}^{\pm} \rightarrow M_1^{\pm}$ 主轴启动。 KM_1 线圈得电的通路为1-3-5-10-11-12-13-9-0。当 M_1 启动转速升高到一定值时， $KV(6-7)^+$ ，为反接制动时 KM_2 通电作准备。

(2) 停止。



当M₁转速降低到较低时, 速度继电器KV (6-7) ———— KM₂⁻ ———— M₁⁻ (切除制动电源)。操作时要注意, SB₃ (SB₄) 一定要按到底, 否则只是自由停车。

(3) 变速冲动。XA6132卧式万能铣床主轴的变速采用孔盘机构，集中操纵。它既可以在停车时变速，也可以在 M_1 运转时变速。变速操作为：先将主轴变速手柄拉出，使齿轮组脱离啮合，用变速数字孔盘调到新的转速后，将手柄以较快的速度推回原处，使改变了传动比的齿轮重新啮合。为了便于齿轮啮合，必须使电动机 M_1 瞬间转动一下。这个动作可利用手柄瞬时压动冲动开关 SQ_7 来实现。触点 SQ_7 （3-7）每闭合一下， KM_2 瞬间得电一次，电动机 M_1 拖动主轴变速箱的齿轮转动一下，使齿轮顺利地滑入啮合位置，完成变速过程。在推回变速手柄时，动作要迅速，以免压合 SQ_7 时间过长，主轴电动机转速升得过高，不利于用齿轮啮合甚至打坏齿轮。但在变速手柄推回接近原位时，应减慢推动速度，以利于齿轮啮合。

若主轴在运行中变速，也不需按停止按钮。为压合SQ₇时始终是触点SQ₇（3-5）先断开，使KM₁先断电。触点SQ₇（3-7）后闭合，再使KM₂通电，对M₁先进行反接制动，电动机转速迅速下降，以后再行变速操作，变速完成后需重新启动电动机，主轴才在新的转速下运行。

3. 进给运动的控制

XA6132万能铣床工作台的左右、前后、上下各种进给运动，均是由进给电动机 M_2 作正反向旋转来拖动的。 M_2 的正反转是由接触器 KM_3 和 KM_4 控制的。工作台之所以能实现几个方向的进给运动而又不相互干涉，是因为进给操作手柄在通过各位置开关接通 KM_3 与 KM_4 的同时，也接通了相应方向的机械离合器的结果。

根据铣削加工的需要，只有当铣刀转动起来后才能进给。所以，只有 KM_1 通电， KM_1 （11-12）闭合后，进给电动机 M_1 才能启动。

(1) 工作台的左右运动。工作台运动由工作台纵向操作手柄控制，手柄有三个位置：左位、中位、右位。操作手柄处于右位时，通过联动机构，一方面机械上接通了纵向离合器，同时电气上也压下了位置开关 SQ_1 。 SQ_1 (18-19) $^+$ —— KM_3^+ —— M_2^+ ， M_2 启动正转，拖动工作台向右运动。 KM_3 线圈得电通路为：1-3-5-10-11-12-15-16-17-18-19-20-21-14-9-0。

当需要停止工作台时，将手柄扳向中位，于是脱开纵向进给离合器，松开 SQ_1 。 SQ_1 (18-19) $^-$ —— KM_3^- —— M_2^- ，工作台停止。

手柄倒向左位时，同样接通纵向进给离合器，压下位置开关 SQ_2 。 SQ_2 (18-23) $^+$ —— KM_4^+ —— M_2^+ ， M_2 启动反转，拖动工作台左移。当需要停止时，将手柄扳向中位即可。

工作台左右移行程的长短，由行程挡铁控制。当工作台运动到规定位置时，行程挡铁撞动纵向操作手柄，使其返回中位，释放位置开关 SQ_1 或 SQ_2 ，使工作台停止。

(2) 工作台前后、上下运动。工作台的前后和上下运动由垂直和横向手柄控制，该手柄有五个位置：上位、下位、前位、后位和中位。由十字槽保证手柄在任意时刻只能处于一种位置，当该手柄倒向上、下、前、后某一操作位置时，在机械上则接通相应的离合器，中间位置为停位。但手柄扳向前位和下位时在电气上都是压合位置开关SQ₃，手柄扳向后位和上位时在电气上也都是压合位置开关SQ₄。

主轴电动机启动后，把手柄扳向前位或下位时，压下位置开关SQ₃，SQ₃ (18-19) +——KM₃⁺——M₂⁺，M₂正转，带动工作台向前或向下移动。KM₃线圈得电的通路为：1-3-5-10-11-12-22-25-17-18-19-20-21-14-9-0。把手柄扳向中间位置可停止相应的进给。

主轴电动机启动后，若把手柄扳向后位或上位，则压下位置开关SQ₄，SQ₄ (18-23) + ——KM₄⁺——M₂⁺，M₂反转，带动工作台向后或向上移动。要停止时，把手柄扳向中间位置即可。工作台运动行程的限制与左右移动时一样，也是由相应方向的限位挡铁来控制。

(3) 圆工作台运动。为扩大机床的加工能力，如需加工圆弧、螺旋槽等曲线时，可在工作台上加装圆工作台。圆工作台可以手动，也可以自动。当需要自动时，首先把转换开关SA₁扳在“接通”位置，接着启动主轴，此时有KM₁⁺_自——M₁⁺，KM₃⁺——M₂⁺正转，圆工作台旋转进行曲线加工。注意，此时两个手柄都处于中间位置，SQ₁~SQ₄全部释放。KM₃线圈得电的通路为：1-3-5-10-11-12-15-16-17-25-22-19-20-21-14-9-0。

4. 工作台的快速移动

工作台在三个方向的快速移动也是进给电动机 M_2 拖动的。当需要快速移动时，将操作手柄扳向相应的方向。 M_2 电动机启动运行。同时按下按钮 SB_5 (SB_6)， SB_5 (SB_6)⁺—— KM_5^+ —— YA^+ 接通快速传动链，工作台实现相应方向的快速移动。松开 SB_5 (SB_6)⁻—— KM_5^- —— YA^- 切断快速移动，工作台也可在主轴电动机不转的情况下进行快速移动，这时把 SA_5 扳在“停止”位置即可。其他操作方法同上。

5. 进给变速“冲动”控制

为了使进给变速时的齿轮易于啮合，进给速度变换与主轴变速一样，有瞬时冲动环节。进给变速应在工作台停止进给时进行。其操作过程是：首先启动主轴电动机，拉出蘑菇形变速手柄，同时转动至所需要的进给速度，然后把手柄往外一拉，并立即推回原处。就在手轮被拉到极限位置的瞬间，其连杆机构压合行程开关SQ₆，使接触器KM₃瞬时通电，M₂电动机瞬时冲动，以便于变速过程中的齿轮啮合。接触器KM₃线圈得电通路为1-3-5-10-11-12-22-25-17-16-15-19-20-14-9-0。当齿轮完全啮合，手轮完全推回原位时，SQ₆开关又恢复原来的状态，KM₃失电，变速“冲动”过程结束。

6. 保护环节、照明及冷却泵电动机的控制

(1) 保护环节。XA6132机床的运动较多，电气控制较为复杂，为安全可靠，设置了较为完善的连锁和保护环节。主要包括：进给运动与主运动具有顺序连锁；工作台进给的六个方向具有机械和电气的双重连锁；矩形工作台和圆工作台之间的连锁；短路保护、过载保护和工作台六个方向的限位保护等。

(2) 照明电路。机床的局部照明由变压器T输出36V的安全电压，由开关SA₄控制照明灯。

(3) 冷却泵电动机控制。冷却泵电动机M₃通常是在铣削加工过程中由转换开关SA₃操作，使接触器KM₆通电来控制的。