



常用电力拖动设备的电气控制

本章将学习生产实践中常用的普通车床、平面磨床、万能铣床、摇臂钻床和桥式起重机的基本结构、电力拖动与控制特点、电气控制原理和常见故障的诊断和维修方法。

【知识目标】

掌握普通车床、平面磨床、万能铣床、摇臂钻床和桥式起重机的电力拖动特点和电气控制原理；掌握控制系统常见故障的检修方法。

【能力目标】

能正确阅读普通车床、平面磨床、万能铣床、摇臂钻床和桥式起重机的电气原理图；能正确分析并使用合适的工具检修电气控制电路。

3.1 CA6140 普通车床电气控制

普通车床是能对轴、盘、环等多种类型工件进行多种工序加工的卧式车床，常用于加工零件的内外回转表面、端面和各种内外螺纹；采用相应的刀具和附件，还可完成钻孔、扩孔、攻丝和滚花等。普通车床是车床中应用最广泛的一种，约占车床类总数的 65%。图 3-1 所示是普通车床车削加工的主要工艺类型。

3.1.1 普通车床的结构

车床种类繁多，有普通车床、落地车床、立式车床、六角车床等。生产实践中以普通车床应用最普遍。普通车床一般由床身、床头箱、变速箱、进给箱、光杆、丝杆、溜板箱、刀架、床腿和尾架等部分组成。

图 3-2 所示为 CA6140 普通车床的外形图（透明模型）。

（1）床身：床身是车床的基础零件，用来支承和安装车床的各部件，如床头箱、进给箱、溜板箱等。床身具有足够的刚度和强度，床身表面精

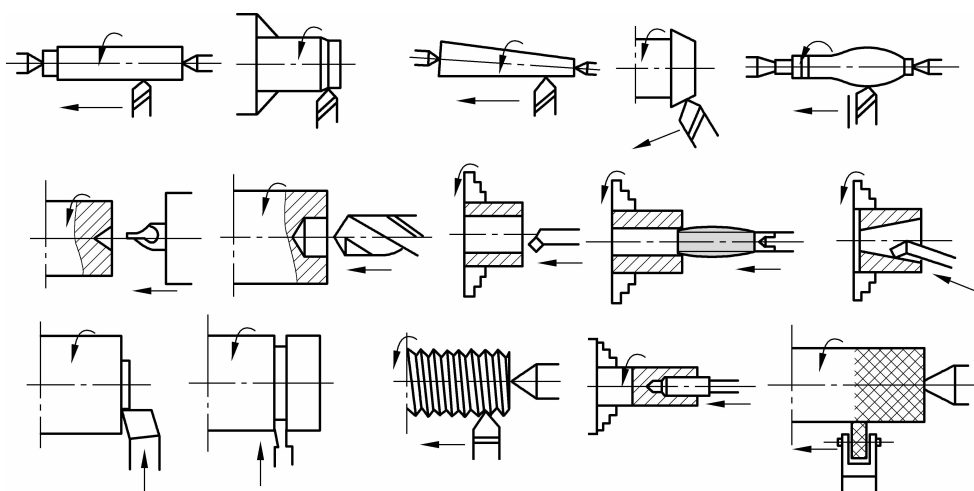


图 3-1 普通车床车削加工主要的工艺类型

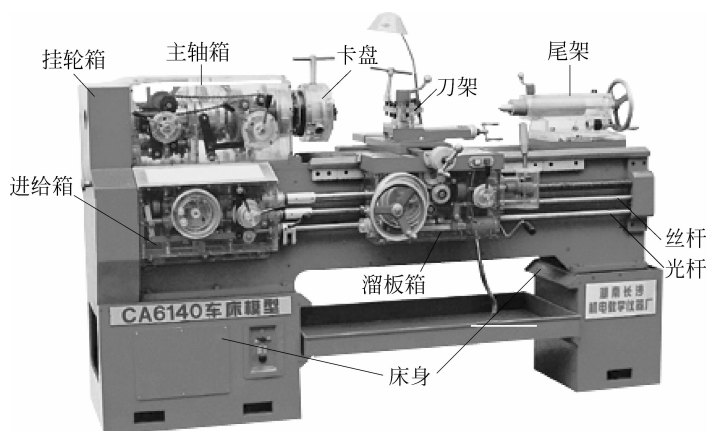


图 3-2 CA6140 普通车床结构模型

度很高,以保证各部件之间有正确的相对位置。床身上有四条平行的导轨,供大拖板(刀架)和尾架相对于床头箱正确地移动。

(2) 主轴箱: 又称床头箱,它的主要任务是将主电动机传来的旋转运动经过一系列变速,使主轴得到所需的转速;同时,主轴箱分出部分动力将运动传给进给箱。主轴为空心结构,其前端外锥面安装三爪卡盘等附件来夹持工件,前端内锥面用来安装顶尖,细长孔可穿入长棒料。

(3) 进给箱: 又称走刀箱。进给箱中装有进给运动的变速机构,调整其变速机构,可得到所需的进给量或螺距,通过光杆或丝杆将运动传至刀架进行切削。

(4) 光杆、丝杆: 用以连接进给箱与溜板箱,并把进给箱的运动和动力传给溜板箱,使溜板箱获得纵向直线运动。丝杆是为专门车削各种螺纹而设置的;在进行工件其他表面的车削时,只用光杆,不用丝杆。

(5) 溜板箱：又称拖板箱，是车床进给运动的操纵箱，内装将光杆和丝杆的旋转运动变成刀架直线运动的机构。通过光杆传动，实现刀架的纵向进给运动、横向进给运动和快速移动；通过丝杆，带动刀架纵向直线运动，以便车削螺纹。

(6) 尾架：尾座装在床身导轨上，其套筒中的锥孔可安装顶尖，以支承较长工件的一端；也可以安装钻头、铰刀等孔加工刀具，利用套筒的轴向移动完成纵向进给运动来加工内孔。尾座的纵向装置可沿床身导轨进行调整，以适应不同长度工件的加工需要。

(7) 刀架：刀架部件由几层刀架组成，它的功能是装夹刀具，使刀具作纵向、横向或斜向进给运动。

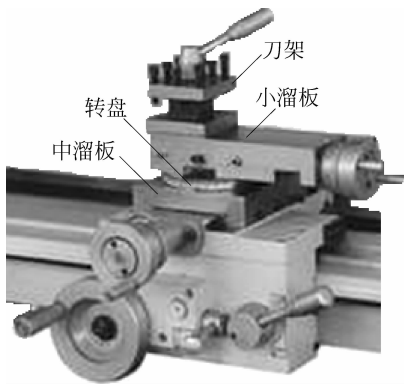


图 3-3 溜板箱结构示意图

图 3-3 所示为溜板箱结构示意图。

3.1.2 CA6140 普通车床的电力拖动特点

机床的运动有主运动、进给运动和辅助运动之分。主运动和进给运动一般由电动机驱动；辅助运动可以是手动，也可以是电动。CA6140 的主运动为主轴的旋转运动，刀架的纵向和横向运动则为进给运动，尾架的运动为辅助运动。

主运动的传动路径：主轴电动机通过皮带轮将运动传递给主轴箱→经主轴箱速度变换后传递给主轴→带动主轴上的卡盘作旋转运动。

进给运动的传动路径：主轴电动机通过皮带轮将运动传递给主轴箱→挂轮箱→进给箱→光杆(或丝杆)→溜板→带动刀架作进给运动。

CA6140 普通车床的电力拖动控制要求与特点如下：

(1) 车削加工时，根据被加工零件的材料性能、车刀材料、零件尺寸、精度要求、加工方式及冷却条件等来选择切削速度，要求车床主轴能在较大范围内变速。

对于 CA6140 普通车床，主轴采用三相鼠笼式异步电动机驱动，采用机械调速，正转速度在 $10\sim 1400\text{r/min}$ 范围内分为 24 挡，反转速度在 $14\sim 1580\text{r/min}$ 范围内分为 12 挡。

(2) 通常，车削加工时不要求主轴反转，但在加工螺纹时，为避免乱扣，需反转退刀，再纵向进刀继续加工。因此，要求车床主轴能正、反转。

对于小型车床，可采用电动机正、反转来实现，这样既便于操作，又简化了主轴箱结构。对于较大型的车床，直接控制电动机正、反转时，其冲击电流对电网影响大，机械冲击力也大，因此最好采用机械传动方法实现主轴正、反转。例如，采用摩擦离合器、多片式电磁离合器等。

(3) 车削螺纹时，刀架移动与主轴旋转之间必须保持准确的比例关系。因此，主运动和进给运动只能由一台电动机拖动。

(4) 主电动机的启动与停止。在电网容量满足要求的情况下，可直接启动控制，否则应采用减压启动控制方法。CA6140 普通车床主轴电动机仅 7.5kW ，因此采用直接启动

- 方式。
- (5) 为了提高生产效率,减轻工人劳动强度,较大型车床溜板箱的快速移动由一台电动机单独拖动。
- (6) 车削加工中,为防止刀具和工件温度过高,延长刀具使用寿命,提高加工质量,车床都附有一台冷却泵电动机。冷却泵电动机只需单向旋转,而且只能在主轴启动后,方可选择启动与否;主轴电动机停止时,它也应停止。因此,冷却泵电动机应设有单独操作的控制开关。
- (7) 为保证加工质量和机床设备的安全,系统应配有必要的联锁保护环节,以及照明和信号电路。

3.1.3 CA6140 普通车床的原理分析

机床电气控制电路一般较复杂,低压电器的数量较多,为了便于查找图中元件及触头的位置,以及方便读图分析,机床电路图的表示方法有自己的特点。

下面将结合图 3-4 所示的 CA6140 普通车床电气原理图来分析。

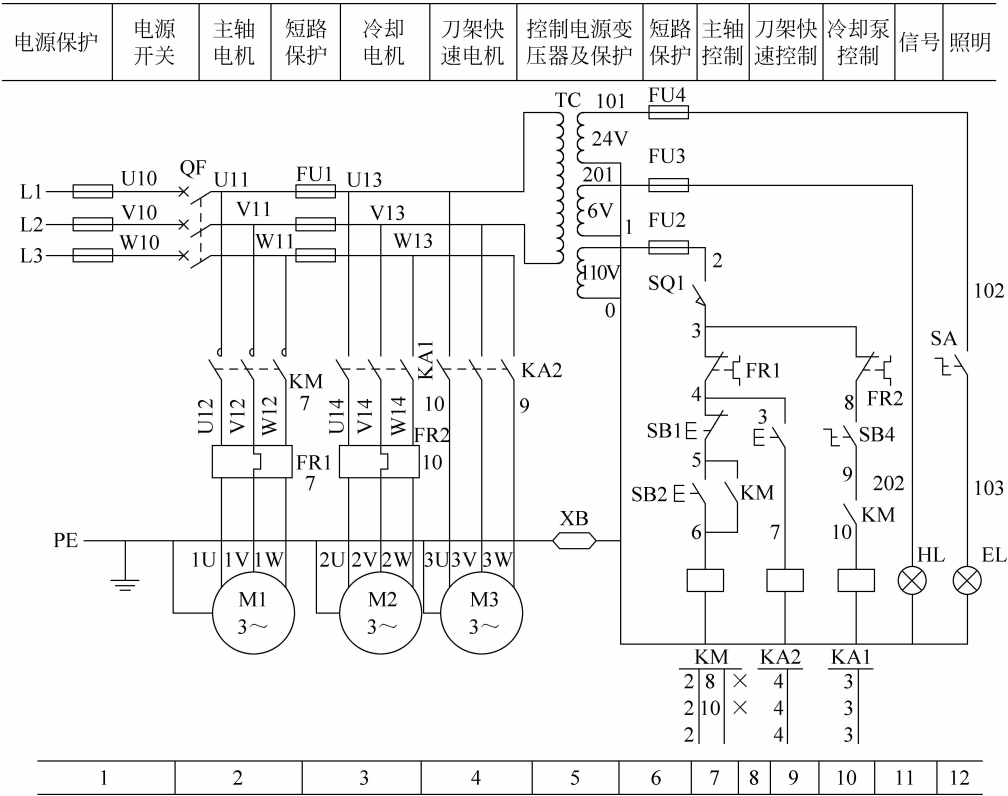


图 3-4 CA6140 普通车床电气原理图

1. 主电路分析

主电路由三台单方向运行的三相鼠笼式异步电动机构成。

主轴电动机 M1 的功率为 7.5kW,由交流接触器 KM 控制,通过摩擦离合器实现主轴的正、反转以及刀架的进给运动;冷却泵电动机 M2 和刀架快速移动电动机 M3 分别为 90W 和 250W,因此直接采用中间继电器触头 KA1 和 KA2 控制通断。

主轴电动机 M1 和冷却泵电动机 M2 需要长时间工作,可能出现过载现象,因此必须独立设置过载保护;快速移动电动机 M3 工作时间很短,因此不设过载保护。

短路保护是电动机最基本的保护,当电动机长时间运行时,一般均需设置短路保护环节。

2. 控制电路分析

1) 主轴电动机的控制

为了保证人身安全,车床在正常运行时必须将挂轮箱上的皮带罩盖好,此时位置保护开关 SQ1 受压,为控制电路通电做好准备。图中,FR1 为电动机 M1 过载保护。

(1) M1 启动控制:按下 SB2→接触器线圈 KM 得电→KM 常开辅助触头(8 区和 10 区)、主触头(2 区)闭合→电动机 M1 通电运行,同时为 KA1(10 区)得电做好准备。

(2) M1 停止控制:按下 SB1→接触器线圈 KM 失电→KM 常开辅助触头(8 区和 10 区)、主触头(2 区)断开→电动机 M1 停止运行。

2) 冷却泵电动机 M2 控制

冷却泵电动机 M2 与主轴电动机 M1 之间有顺序关系,只有当主轴电动机启动后(即 8 区 KM 常开触头闭合后),通过转动旋钮开关 SB4 接通中间继电器线圈 KA1,才能使 M2 通电运行。当主接触器 KM 断开或断开 SB4 时,均可以使 M2 停止运行。由于冷却泵电动机 M2 需要长时间运行,因此设置 FR2 进行过载保护。

3) 快速移动电动机 M3 控制

快速移动电动机采用点动控制,由安装在刀架上的快速进给手柄顶端按钮 SB3 操作。由于快速移动电动机为短时运行电机,因此不设置过载保护。

4) 照明与信号电路

该车床控制电路采用 110V,照明电路采用 24V,信号电路 6V 电压,因此专门设置一台变压器,各电路独立设置熔断器进行短路保护。



老师!机床电路应当如何分析啊?

机床电路的分析应从主电路入手,结合机床对电力拖动的特点与对控制的要求,分析其启动方法、调速方法、制动方法、保护等基本环节;分析时,将电路划分成若干环节,采用“化整为零”的方法对各环节进行分析;最后注意各环节的联锁和联系,采用“积零为整”的方法对整体进行分析。

机床种类繁多,即使同一种型号的机床,由于制造企业不同,其电路也存在差别。通过典型的机床控制电路的学习,归纳、推敲,才能抓住各类机床的特殊性与普遍性。学会电路的阅读、分析方法,做到举一反三。触类旁通是最终的目的。

3.1.4 CA6140 普通车床的故障分析

机床的电气故障维修是在熟悉电气原理的基础上进行的。故障维修的关键是故障分析,通过对故障现象的分析,判断故障发生的原因,进而找出故障点并排除故障。电气故障维修是一项综合技能,它需要一定的逻辑判断能力和仪器仪表使用能力。

中医在看病时先对病人进行“问、听、看、摸”等一系列检查,通过检查发现疾病的表象,再通过综合分析,判断、确定病因。机床电气故障维修如同医生看病,全面了解故障现象是判断故障的前提。

那么,什么是故障现象呢?

所谓现象,就是通过“看”、“听”、“摸”、“闻”、“问”等手段能感知到的,故障显现出来的一些外部表象。例如,某运行机构的动作不正常或不动作,电机或电器发热严重,局部有烧焦痕迹或火花过大现象等。正如医生看病时了解病情一样,发现故障现象是分析故障原因的前提。

看、听、摸、闻、
问等手段是发现故障
现象的基本方法!



造成电气故障的原因错综复杂,故障的类型也很多,下面就 CA6140 型普通车床的常见故障作简单分析。

1. 主轴电动机 M1 不能启动故障分析

故障一:控制电路接触器不工作。

1) 故障现象

按下启动按钮 SB2 后→发现主轴电动机 M1 无反应,也未听到接触器吸合的声音。观察控制板也未发现接触器 KM 动作。

2) 故障原因分析

接触器线圈不吸合,有可能是由总电源故障、变压器电源故障或控制回路故障以及接触器线圈开路等故障引起。

3) 故障检测

首先查看熔断器是否正常;在排除熔断器故障后,用万用表的电压挡检查总电源和控制电源是否正常;排除电源故障后,用电压测量法或电阻测量法进行故障点判断。

电阻测量法是在切断电源的情况下进行的;电压测量法则是在带电情况下进行的,因此必须注意操作安全问题。

(1) 电压测量法:用万用表电压挡依次测量 0-2、0-3、0-4、0-5、0-6 之间的电压(测量 0-6 之间电压时,需压下 SB2 按钮)。若发现某次测量电压不等于 110V,则该测量点与前次测量点之间的电路有开路故障。若测量线圈两端电压正常,但接触器不动作,可判定为线圈开路。

(2) 电阻测量法:在断开电源的情况下,用万用表电阻挡依次测量 2-3、3-4、4-5、5-6、6-0 之间的电阻(测量 5-6 之间的电阻时需压下 SB2 按钮),若发现某次测量电阻与要求不符,可判定测量点之间的电路有开路故障。

例如,在测量 CA6140 车床 5-6 点之间电阻时,会出现如图 3-5 虚线所示的两条旁路。若 5-6 之间有开路现象(压下 SB2 按钮时),导致 5-6 之间的电阻存在一定的值,可能造成错误的判断。测量时,若能拆除熔断器 FU2 和 FU3,可测出 5-6 之间的真实电阻。

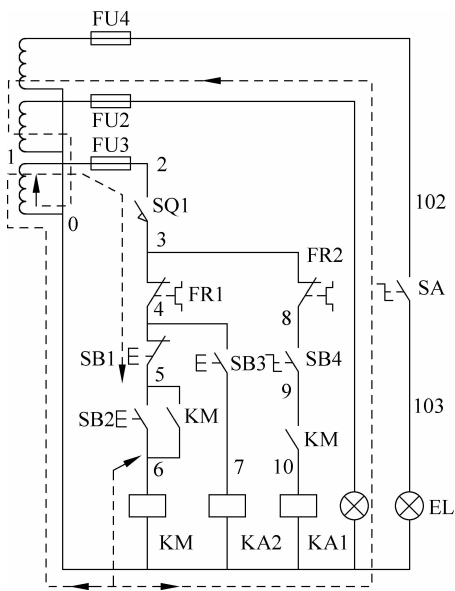


图 3-5 旁路电路对测量的影响

1) 故障现象

2) 故障原因分析

3) 故障检测

(1) 测量相电压: 万用表的一支表笔触及 N 线(见图 3-6(a)), 当另一支表笔分别接触 U11、U12、1U 时, 正常电压应为 220V。若发现某次测量电压不正常(不一定为零), 可判断此接触点与上一次接触点之间存在开路现象。

(2) 测量线电压: 万用表的一支表笔接触其中一相线(见图 3-6(b)), 当另一支表笔分别接触其他两相时, 正常电压应为 380V。若发现某次测量电压不正常, 即可判断出开路的一相。

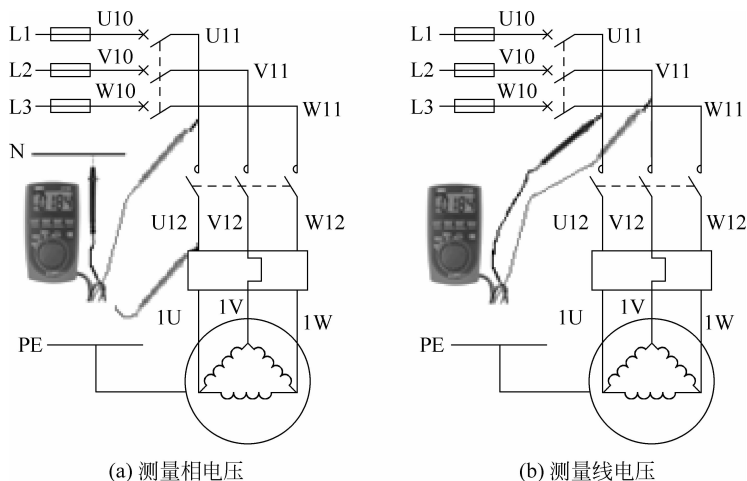


图 3-6 电压法测量主电路

电动机缺相有两种情况：一种情况是运行前已经缺相，此时，通电后电动机无法启动或转速很低并伴有“嗡嗡”声。这种情况比较容易发现。另一种情况是在运行中断相，造成电动机过载，且往往不容易发现。

电动机缺相是一种比较常见的故障，它会比较明显表现！



2. 冷却泵电动机 M2 不能启动故障分析

故障一：冷却泵控制中间继电器 KA1 不工作。

1) 故障现象

在主轴正常运转的情况下，操作人员拧动 SB4 时，冷却泵电动机不工作，也未听到中间电器吸合的声音。

2) 故障原因分析

由于主轴电动机和主轴控制电路工作正常，因此可以排除总电源和控制电压故障。从图上可以看出，范围在 3-8-9-10-KA1-0 构成的回路中，如图 3-7 虚线所示。

3) 故障检测

在主轴电动机运行和 SB4 闭合的情况下，采用电压测量法。用万用表的一支表笔接触变压器 0 点，另一支表笔依次接触 3、8、9、10 点。若某次测量电压为 0，可判定本次测量点与上次测量点之间存在开路。若线圈 KA1 两端电压正常，但不动作，可判定为 KA1 自身故障。

上述故障也可采用电阻测量法进行排除。

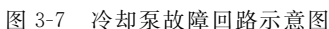
故障二：冷却泵控制中间继电器 KA1 工作，但快速电动机不工作。

1) 故障现象

主轴电动机能正常工作，拧动 SB4 能听到中间继电器的吸合声，但是冷却泵电动机不能工作。

2) 故障原因分析

主轴电动机能正常工作，中间继电器 KA1 能吸合，说明电源和 110V 控制电压均正常，此时可判断故障出在主电路中。



检查方法与图 3-6 所示相同,这里不再叙述。

掌握故障现象，
分析故障原因，
很重要哦！



知识链接 3.1 电气故障检修的一般方法

- (1) 不得损坏完好的电气元件。
- (2) 不得随意更换电气元件及连接导线的型号与规格。
- (3) 不得擅自改动电路连接。
- (4) 坏的电气元件应尽量修复使用,但不得降低其性能要求。
- (5) 电气设备的各种保护性能必须满足使用要求。
- (6) 绝缘电阻合格,通电试车能满足电路的各种功能要求。

1) 故障调查

通过感知(问、看、听、摸等)获取故障现象,这一步是极其重要的,它是正确判断原因

的前提。

(1) 问: 机床发生故障后, 首先应向操作者了解故障发生时的情况, 有利于根据电气设备的工作原理来分析发生故障的原因。一般询问的内容有: 故障发生在开车前、开车后? 还是发生在运行中? 是运行中自行停车, 还是发现异常情况后由操作者停下来的? 发生故障时, 机床工作在什么顺序? 按动了哪个按钮? 扳动了哪个开关? 故障发生前、后, 设备有无异常(如响声、气味、冒烟或冒火等)? 以前是否发生过类似的情况? 是如何处理的? 等等。

(2) 看: 熔断器熔丝是否熔断, 电气元件有无烧焦痕迹, 有无冒烟、冒火现象, 电动机的转速是否正常, 导线或接线端子是否有脱落、断线等。

(3) 听: 电动机、变压器和接触器等电气元件工作时的声音是否正常。

(4) 摸: 对于刚发生故障的设备, 在断电情况下可以手触摸电机、变压器或电气元件表面, 感知其温度是否过高等。

2) 电路分析

根据调查的结果, 参考电气原理图进行原因分析, 初步判断故障产生的部位, 确定故障范围。分析时应有针对性, 如接地故障一般先考虑电气柜外电气装置, 然后考虑电气柜内电气元件; 若是短路故障, 一般先考虑动作频繁的元件, 然后考虑其他元件。

3) 断电检查

检查前先断开机床电源, 然后根据故障可能出现的部位, 逐步找出故障点。检查时应先检查电源进线处有无碰伤引起的电源接地、短路等现象, 螺旋式熔断器的熔断指示器是否跳出, 热继电器是否动作; 然后检查电气外部有无损坏, 连接导线是否断开、松动, 绝缘是否烧焦等。

4) 通电检查

断电检查仍然没有找出原因时, 可对电气设备进行通电检查。通电检查时, 要尽量使电动机与传动机械脱开, 将控制器和转换开关置于零位, 行程开关还原到原始位置; 然后用万用表检查电源是否正常, 是否有缺相或严重不平衡。检查顺序为: 先检查控制电路, 后检查主电路; 先检查辅助系统, 后检查主传动系统; 先检查交流系统, 后检查直流系统。

2. 机床电气故障诊断的方法

机床电气检查常用的工具有电笔和万用表, 常用的方法主要有电压测量法、电阻测量法和短接法三种。

1) 电压测量法

利用万用表的电压挡测量电压, 来判断电气故障的范围或故障元件。图 3-8 所示为阶梯电压测量法示意图。

当按下 SB2 时, 若接触器线圈不吸合, 采用以下方法测量电路的故障: 首先检查电源电压(1-7 间)是否正常。若电压 380V 正常, 将万用表的一支表笔接到 7 点, 同时按下 SB2, 将另一支表笔分别与 2、3、4、5、6 接触。正常情况下, 电压应为 380V。若当表笔移动到某点测出的电压为 0 时, 说明与该点相连的前一元件或导线断开(断路)。