

高等职业技术一体化系列教材

GAODENG ZHIYE JISHU

YITIHUA

XILIE JIAOCAI

应用电子技术

机电一体化

自动化技术

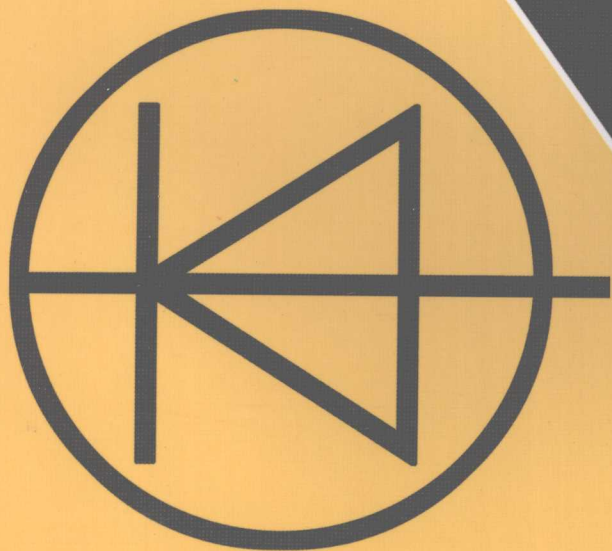
# 电工 基本技能

(下册)

主编 孙国荣

DIANGONG  
JIBEN JINENG  
(XIACE)

上海科学技术出版社



高等职业技术一体化系列教材

# 电工基本技能 (下册)

主 编 孙国荣  
参 编 卞伟华  
审 阅 沈倪勇

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能. 下册/孙国荣主编. —上海:上海科学技术出版社, 2007. 7

(高等职业技术一体化系列教材)

ISBN 978-7-5323-8969-8

I. 电... II. 孙... III. 电工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 078675 号

孙国荣 编 主  
孙国荣 编 参  
孙国荣 编 审

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.5

字数: 143 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1-2 250

定价: 24.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向工厂联系调换

## 内 容 提 要

本书系“高等职业技术一体化系列教材”之一,内容包括四个部分。第一部分电气控制,介绍安装和调试液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路、通电延时带直流能耗制动的Y- $\Delta$ 启动的控制线路、三相异步电动机双重联锁正反转启动能耗制动控制线路、三相异步电动机降压启动反接制动控制线路、绕线式交流异步电动机自动启动控制线路、断电延时带直流能耗制动的Y- $\Delta$ 启动的控制线路等内容;第二部分电子技术,介绍单结晶体管触发电路、RC阻容放大电路、晶体管稳压电路、RC桥式振荡电路、晶闸管调光电路、晶闸管延时电路等内容;第三部分电气故障排除,介绍X62W铣床电气控制线路故障检查及排除和T68镗床电气控制线路故障检查及排除等内容;第四部分PLC应用,介绍用PLC控制三相异步电机Y- $\Delta$ 启动主电路系统、控制三相异步电动机Y- $\Delta$ 启动继电器控制电路系统、控制水塔水位自动运行电路系统、控制三彩灯闪烁电路系统、控制传输带电动机的运行系统、控制装料小车的自动控制系统、控制智力竞赛抢答装置控制系统、控制加热炉自动上料装置、控制钻孔动力头电路、控制仓库门自动开闭控制电路等内容。

本书在内容上,力求做到理论与实际相结合,符合循序渐进的教学要求,从打好基础入手,突出机电类高职院校生产实习教学的特点,技能实训依据由浅入深、由易到难的教学原则,力求培养出基本功好、灵活运用能力强的学生,使他们能得心应手地运用所学知识,为今后学习设备的装配、修理等技能打下扎实而又牢靠的基础。

本书以职业能力为核心,以课题为学习单元,整合了所需掌握的基本知识和技能实践,实用性强。适合高职高专机电类相关专业作为教材使用,同时,适用于技术工人的继续教育和培训。

《高等职业技术一体化系列教材》编委会

主 任：陈力华

副主任：张方良

委 员(以姓氏笔画为序)：

叶聚丰 许 涛 李春明 张孝三

陈廷雨 顾卫东 徐维权



## 前 言

近年来,我国高等职业教育得到了蓬勃的发展,“以就业为导向”的教学改革不断深化,以职业能力为依据组织课程内容逐渐取代了以往的实验和认知课程。一套能适应以职业能力为导向的技能培训教材,已成为高等职业技术学院教学改革实践中的渴求。

作者在总结了多年培养生产第一线应用型技术人才经验的基础上,调研了不同经济形式和不同技术应用程度的企业对生产第一线技术人才的要求,咨询了行业高技能人才对岗位规范的要求,聆听了他们对工作任务的描述,研究了国家相关职业资格鉴定标准,借鉴了工作任务分析法和 CBE、MES 及二元制的职业教学模式,在整合上述各方面信息的基础上,编著了这套供高等职业院校使用的模块式一体化教材。教材中各课题(即模块)均遵循人的认知规律和技能养成规律来设计,并将理论知识与动手实践相融合(即一体化),各课题相对独立,一个课题即为一项职业能力。课题顺序由简到繁,由易到难安排,形成岗位或岗位群的以职业能力为核心的技能培训系统。

本套教材适用范围广,可作为高等职业院校机电类相关专业的系列教材,也可作为相应的国家职业培训教材;其中的各课题还可作为中等职业学校或企业职工单项职业能力培训或强化训练之教材。

愿本套教材能解工科类高等职业院校教学和技能培训的燃眉之急,更希望广大高等职业院校的师生为教材质量的进一步提高提出宝贵的意见

陈力华

2007年1月20日

## 目 录

## 第一篇 电气控制

- 课题 1** 安装和调试液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路 ..... 1
- 课题 2** 安装和调试通电延时带直流能耗制动的 Y- $\Delta$ 启动的控制线路 ..... 11
- 课题 3** 安装和调试三相异步电动机双重联锁正反转启动能耗制动控制线路 ..... 15
- 课题 4** 安装和调试三相异步电动机降压启动反接制动控制线路 ... 19
- 课题 5** 安装和调试绕线式交流异步电动机自动启动控制线路 ..... 24
- 课题 6** 安装和调试断电延时带直流能耗制动的 Y- $\Delta$ 启动的控制线路 ..... 28

## 第二篇 电子技术

- 课题 1** 安装和调试单晶体管触发电路 ..... 33
- 课题 2** 安装和调试 RC 阻容放大电路 ..... 39
- 课题 3** 安装和调试晶体管稳压电路 ..... 45
- 课题 4** 安装和调试 RC 桥式振荡电路 ..... 51

课题 5	安装和调试晶闸管调光电路 .....	57
课题 6	安装和调试晶闸管延时电路 .....	64

### 第三篇 电气故障排除

课题 1	X62W 铣床电气控制线路故障检查及排除 .....	69
课题 2	T68 镗床电气控制线路故障检查及排除 .....	75

### 第四篇 PLC 应用

课题 1	用 PLC 控制三相异步电动机 Y- $\Delta$ 启动主电路系统 .....	81
课题 2	用 PLC 控制三相异步电动机 Y- $\Delta$ 启动继电器控制电路系统 .....	93
课题 3	用 PLC 控制水塔水位自动运行电路系统 .....	98
课题 4	用 PLC 控制三彩灯闪烁电路系统 .....	104
课题 5	用 PLC 控制传输带电动机的运行系统 .....	109
课题 6	用 PLC 控制装料小车的自动控制系统 .....	114
课题 7	用 PLC 控制智力竞赛抢答装置控制系统 .....	120
课题 8	用 PLC 控制加热炉自动上料装置 .....	126
课题 9	用 PLC 控制钻孔动力头电路 .....	132
课题 10	用 PLC 控制仓库门自动开闭控制电路 .....	137



## 第一篇 电气控制

### 课题 1 安装和调试液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路



#### 【教学目的】

- (1) 使学生了解液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路的工作原理。
- (2) 通过实训使学生能独立完成液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路的安装接线和调试。



#### 【任务分析】

图 1-1-1 所示电路是液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路,机床滑台在原位 SQ1 被压,按启动按钮 SB2 后,液压泵电动机工作,机床滑台开始快进;当滑台快进碰 SQ2 后,机床滑台开始工进,同时动力头电动机起动。当滑台工进至终点碰 SQ3 后,滑台停止;2 秒钟后动力头电动机停止,机床滑台快退,当滑台快退至原位碰 SQ1 后进行再循环。当按停止按钮 SB1 后,机床滑台停止工作。

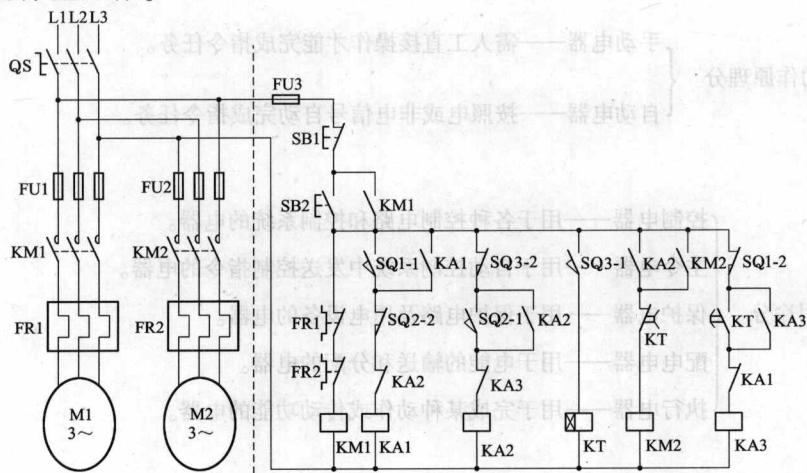


图 1-1-1 液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路

## §1.1 基本知识

### 一、电器的基础知识

任何一种继电器控制系统均由三部分组成:输入部分、逻辑部分、输出部分。

(1) 输入部分:由各类按钮开关、行程开关、接近开关、转换开关等主令电器构成。其中主令电器是自动控制系统中用于发送控制指令的电器。

(2) 逻辑部分:由各种继电器及其触点组成的实现一定逻辑功能的控制线路。其中继电器是一种根据某种输入信号,接通或断开控制电路,实现自动控制和保护电力拖动装置的自动电器。

(3) 输出部分:由各种电磁阀线圈、接通电动机的各种接触器和信号指示灯等执行电器构成。

#### 1. 电器的定义及分类

(1) 电器的定义:电器是指能自动或手动接通和断开电路,实现对电路或非电对象切换、保护、检测、变换和调节目的的电气元件。

(2) 电器的分类:

按工作电压等级分

- 低电压器——交流 1000V 或直流 1200V 以下。
- 高压电器——交流 1000V 或直流 1200V 以上。

按动作原理分

- 手动电器——需人工直接操作才能完成指令任务。
- 自动电器——按照电或非电信号自动完成指令任务。

按用途分

- 控制电器——用于各种控制电路和控制系统的电器。
- 主令电器——用于自动控制系统中发送控制指令的电器。
- 保护电器——用于保护电路及用电设备的电器。
- 配电电器——用于电能的输送和分配的电器。
- 执行电器——用于完成某种动作或传动功能的电器。

按工作原理分 { 电磁式电器——依据电磁感应原理工作。  
非电量控制电器——靠外力或某种非电物理量的变化而动作。

## 2. 开关电器

(1) 刀开关:它是结构最简单、应用最广泛的手控电器。用于低压电路的不频繁动作。

(2) 转换开关(组合开关):手控电器。在机床电气设备中,主要作为电源引入开关,或直接用于控制非频繁起动和停止的小容量异步电动机。

(3) 自动开关(自动空气断路器):低压电路中常用的具有保护环节的断合电器。当电路发生严重过载、短路以及失压等故障时,能自动切断故障电路,保护串接其后的电气设备。正常情况下,也可用于不频繁地接通和断开电路及控制电动机。

## 3. 熔断器

熔断器是最简单有效的保护电器,主要用作短路保护和严重过载。

(1) 结构及工作原理:它由熔体、熔丝、熔管组成。熔体与被保护的电路串联。正常工作时,熔体允许通过一定的电流,当电路发生短路或严重过载时,熔体中流过很大的故障电流,当电流产生的热量达到熔体的熔点时,熔体熔断,切断电路,从而达到保护目的。

(2) 类型:有瓷插式、螺旋式、封闭管式和自复式几种。

## 4. 主令电器

主令电器在自动控制系统中用于发送控制指令,但不能直接用于通断主电路。

(1) 控制按钮:低压控制电路中,手动发出控制信号。注意:按下该按钮时,常闭先开,常开后合。

(2) 行程开关(限位开关):利用生产机械某些运动部件的碰撞来发出控制指令,用于控制生产机械的运动方向、行程大小或位置保护。

(3) 接近开关(无触点行程开关):通过感辨头与被测物体间介质能量的变化来获取信号,用于行程控制和限位保护,还可用于高频计数、测速、液面控制、检测零件尺寸、加工程序的自动衔接等。按其感辨机构的工作原理可分为:高频振荡型、电容型、感应电桥型、永久磁铁型、霍尔效应型、光电型和超声波型等。

1) 晶体管停振型接近开关的工作原理:金属检测体接近感辨头→金属检测体内产生涡流→涡流的去磁作用改变感辨头的等效参数→振荡电路的谐振

阻抗和谐振频率变化→振荡停止→发出接近信号,见图 1-1-2。

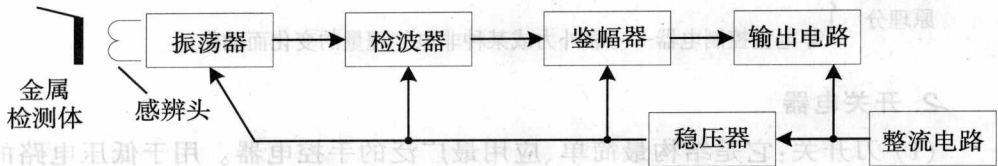


图 1-1-2 晶体管接近开关工作原理图

2) 光电开关(属接近开关):其作用距离较晶体管接近开关大,且可对非金属材料直接检测。优点:体积小、功能强、速度快、精度高、抗电磁干扰能力强。检测方式有反射式、对射式和镜面反射式。它的分类有:放大器分离型、放大器内藏型和电源内藏型三种。反射式光电开关工作原理图如图 1-1-3 所示(DU——光敏三极管,GL——发光管辐射光脉冲)。

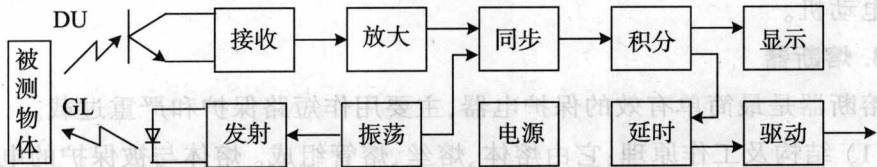


图 1-1-3 反射式光电开关工作原理图

(4) 万能转换开关:多档式、控制多回路的主令电器。用于各种配电装置的远距离控制、电压表或电流表的换相开关、小容量电动机的起动、调速和换向。

(5) 主令控制器和凸轮控制器:

1) 主令控制器:频繁按顺序切换多个控制电路的主令电器。与磁力控制盘配合,实现对起重机、轧钢机及其他生产机械的远距离控制。

2) 凸轮控制器:大型手动控制器。主要用于起重设备中直接控制中小型绕线式异步电动机的起动、停止、调速、换向和制动等。

### 5. 接触器

接触器主要用于频繁接通或断开交直流主电路或大容量控制电路。按主触头通过的电流种类可分为:交流接触器和直流接触器两种。

(1) 交流接触器:主要用于控制笼型和绕线式电动机的起动、运行中中断开以及笼型电动机的反接制动、反向运行和点动等。它主要包括:电磁机构——线圈、动铁心(衔铁)、静铁心、触头系统——主触头(通断主电路)、辅助触头(控制电路,电气连锁)、灭弧装置、其他部件——反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构等。其中辅助触头无灭弧装置,容量较小,不能用于分合主



器可以对各种输入量的变化作出反应,而接触器只在一定的电压信号下动作;继电器用于切换小电流的控制和保护电路,无灭弧装置而接触器用来控制大电流电路。

电磁式继电器按吸引线圈的电流种类分为:直流电磁式和交流电磁式。按继电器反映的参数分为:电流、电压、中间和时间继电器。

工作状态:断“0”;合“1”,吸合与释放时间为 0.05~0.15s。

1) 电磁式电流继电器 KI:线圈(匝数少、导线粗、阻抗小)与被控制电路串联,以反映电路电流的变化。有欠电流和过电流两种类型。

欠电流继电器:电路正常时,衔铁吸合(常开闭合,常闭打开),当电流 $\downarrow \rightarrow 10\% \sim 20\% I_e$ 时,继电器衔铁释放。

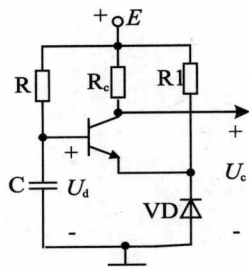
过电流继电器:电路正常时不动作,当电流超过某一整定值( $1.1 \sim 4 I_e$ 时),继电器衔铁动作。

2) 电磁式电压继电器 KV:线圈(匝数多、导线细、阻抗大)与被控制电路并联,以反映电路电压的变化。根据动作电压的大小有过电压、欠电压、零电压之分,在电力拖动系统中起电压保护和控制作用。

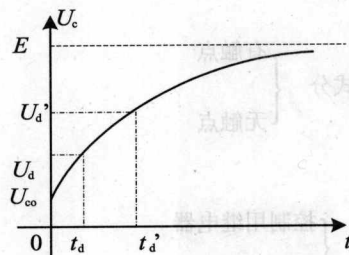
3) 电磁式中间继电器 KA:实质上为电压继电器。但触头对数较多,触头容量较大(额定电流 5~10A),动作灵敏。

(2) 时间继电器:利用电磁原理或机械动作原理实现触头延时接通或断开的自动控制电器,用于控制动作时间。时间继电器有电磁式、空气阻尼式、电动式和晶体管(电子式,目前主要使用产品)。

晶体管时间继电器(有通电延时和断电延时)除执行继电器外,均由电子元件组成,无机械部件,故其精度高、体积小、寿命长、调节范围大、延时范围大、控制功率小。其阻容延时电路的基本结构和充电曲线见图 1-1-4。



(a) 阻容延时电路的基本结构



(b) 充电曲线

图 1-1-4 阻容延时电路的基本结构和充电曲线



当电容被充电上升至鉴幅器的门限电压  $U_0$  时,鉴幅器输出开关信号至后级电路,使执行继电器动作。延时长短与时间常数  $\tau$  以及  $E$ 、 $U_0$ 、 $U_\infty$  有关。

(3) 热继电器:利用电流的热效应原理工作的保护电器。常用于电动机的(长时间)过载保护。热继电器由热元件(串接于定子绕组中)、双金属片(感温元件)和触头组成。

由于热继电器中的发热元件有热惯性,在电路中不能作瞬时过载保护,更不能作短路保护,因此,热继电器不同于过电流继电器和熔断器。

热继电器有单相、二相及三相式之分,其中三相式还有断相保护(用于电动机 $\Delta$ 形连接情况)和无断相保护之分。

(4) 速度继电器:用于笼型异步电动机的反接制动控制(又称反接制动继电器)。速度继电器由转子(圆柱型永久磁铁)、定子(笼型空心圆环)、矽钢片叠成,以及装有笼型绕组和触头组成。

转子的轴与被控电动机的轴相连接,定子空套在转子上。当电动机转动→速度继电器的转子随之转动(使永久磁铁的磁场变成了旋转磁场)→定子内的短路笼型导体切割旋转磁场→感应电势并产生电流→电流与旋转的转子磁场作用产生转矩→定子转动→至一定角度→摆锤推动簧片动作→触头动作。当转速低于某值,转矩减小触头复位。即:转速正常时,常开闭合,常闭打开。

## 二、相关知识

随着自动控制技术的不断发展,液压传动与电气控制结合得越来越紧密,液压传动以其运动传动平稳,可在大范围内实现无级调速,易实现功率放大等特点,被广泛地应用于工业生产的各个领域。液压元件又是液压传动系统的基本组成元件,液压传动系统由4种主要元件组成,即动力元件——液压泵,执行元件——液压缸和液压马达,控制元件——各种电磁阀,辅助元件——油箱、油路、滤油器等。

## 三、主电路工作原理分析

图1-1-1所示左面部分电路是液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路的主电路,由液压泵电动机M1和动力头电动机M2两个电机组成。液压泵电动机M1由交流接触器KM1来控制电机的运行和停止,热继电器FR1作为液压泵电动机M1的过载保护,熔断器FU1作为液压泵电动机M1的短路保护。动力头电动机M2由交流接触器KM2控制电机的运行和停

止,热继电器 FR2 作为动力头电动机 M2 的过载保护,熔断器 FU2 作为动力头电动机 M2 的短路保护。

#### 四、控制电路工作原理分析

图 1-1-1 右面部分电路是液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路的控制电路,由 2 个交流接触器、3 个中间继电器、1 个时间继电器、3 个行程开关、1 个启动按钮、1 个停止按钮组成。

机床滑台在原位 SQ1 被压,SQ1-1 闭合,SQ1-2 断开,按启动按钮 SB2 后,KM1、KA1 线圈得电,KM1 主触点闭合,液压泵电动机 M1 启动工作,电磁阀带动机床滑台开始快进,当滑台快进至 SQ2 被压后,KA1 线圈失电,KA2 线圈得电,电磁阀带动机床滑台开始工进,同时 KA2 的动合触点闭合,使 KM2 线圈得电,KM2 主触点闭合,动力头电动机 M2 启动工作,加工工件,当滑台工进至终点 SQ3 被压后,SQ3-2 断开,KA2 线圈失电,滑台停止,同时,SQ3-1 闭合,时间继电器 KT 线圈得电,延时 2 秒钟后,KT 动断触点断开,KM2 线圈失电,KM2 主触点断开,动力头电动机 M2 停止工作。同时,KT 动合触点闭合,KA3 线圈得电,电磁阀带动机床滑台开始快退,当滑台快退至原位 SQ1 被压后,SQ1-2 断开,KA3 线圈失电。同时,SQ1-1 闭合,进行再循环。按停止按钮 SB1 后,机床滑台停止工作。

## §1.2 技能训练

### 一、技能训练要求

- (1) 根据课题的要求,按照电气原理图完成线路的接线。
- (2) 按照要求进行线路的调试。
- (3) 实训时间:80 分钟。

### 二、技能训练内容

(1) 按照液压控制机床滑台运动及动力头工作电气控制线路的原理图在实训板上进行接线。

- (2) 检查接线正确无误后通电调试。

### 三、技能训练使用的设备、工具、材料

电力拖动(继电器-接触器)实训板		1 块
万用表		1 只
三相电动机		2 台
0.75mm <sup>2</sup> 多股软线		50m
一字螺钉旋具		1 把
十字螺钉旋具		1 把
剥线钳		1 把

### 四、技能训练步骤

- (1) 按图 1-1-1 所示线路在电力拖动实训板上接线。
- (2) 检查线路正确后,连接电动机和电源线。
- (3) 合上电源开关,按下启动按钮 SB2,电动机按要求工作。
- (4) 若出现故障,排除故障后再试车。
- (5) 按照指导教师的要求叙述 2 个问题(由指导教师任选 2 题)。

- 1) 如果限位开关 SQ1-1 常开触点连线断开,这种接法对电路有何影响?
- 2) 如果电路出现只能启动滑台快进,不能工进,试分析产生该故障的接线方面的可能原因。
- 3) 液压泵电动机若不能工作,动力头电动机是否能继续运行,为什么?
- 4) 时间继电器 KT 线圈断路损坏后,对电路的运行有何影响?

### 五、技能评分标准(见下表)

技能评分标准表

序号	技能要求	配分	评分细则	得分
1	根据电路图进行接线和安装	35	线路接线规范、步骤完全正确,得 35 分	
			不符合接线规范 1~2 处,扣 10 分	
			不符合接线规范 3~4 处,扣 20 分	
			线路接线错误或不会接线,扣 35 分	
2	通电调试和运行	35	通电调试结果完全正确,得 35 分	
			调试未达到要求,能自行修改,通电后结果基本正确,扣 10 分	

(续表)

序号	技能要求	配分	评分细则	得分
2	通电调试和运行	35	调试未达到要求,经提示1次后能修改,通电结果基本正确,扣20分	
			通电调试失败,扣35分	
3	书面答题	20	回答问题完全正确,得20分	
			一题回答正确,另一题回答不完整,扣6分	
			两题均回答不完整,扣12分	
			不能回答或回答问题完全错误,扣20分	
4	安全文明生产	10	安全文明生产,符合操作规程,得10分	
			操作基本规范,扣3分	
			经提示后能规范操作,扣6分	
			不能文明生产,不符合操作规程,扣10分	
备注				

表 1-1-1 电工基本技能考核评分标准

代号	考核内容	分值	考核要点	备注
1	安全文明生产,符合操作规程,得10分	10	安全文明生产,符合操作规程,得10分	
	操作基本规范,扣3分			
	经提示后能规范操作,扣6分			
2	通电调试和运行,符合操作规程,得35分	35	通电调试和运行,符合操作规程,得35分	
	调试未达到要求,经提示1次后能修改,通电结果基本正确,扣20分			