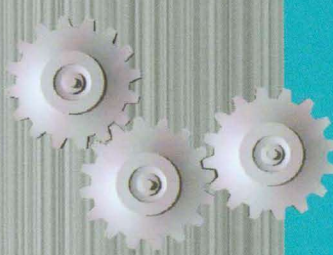
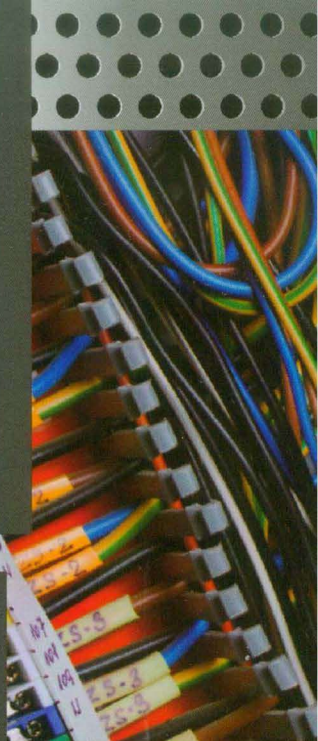


国家中等职业教育  
改革发展示范学校建设系列成果



# 电气系统安装 与调试

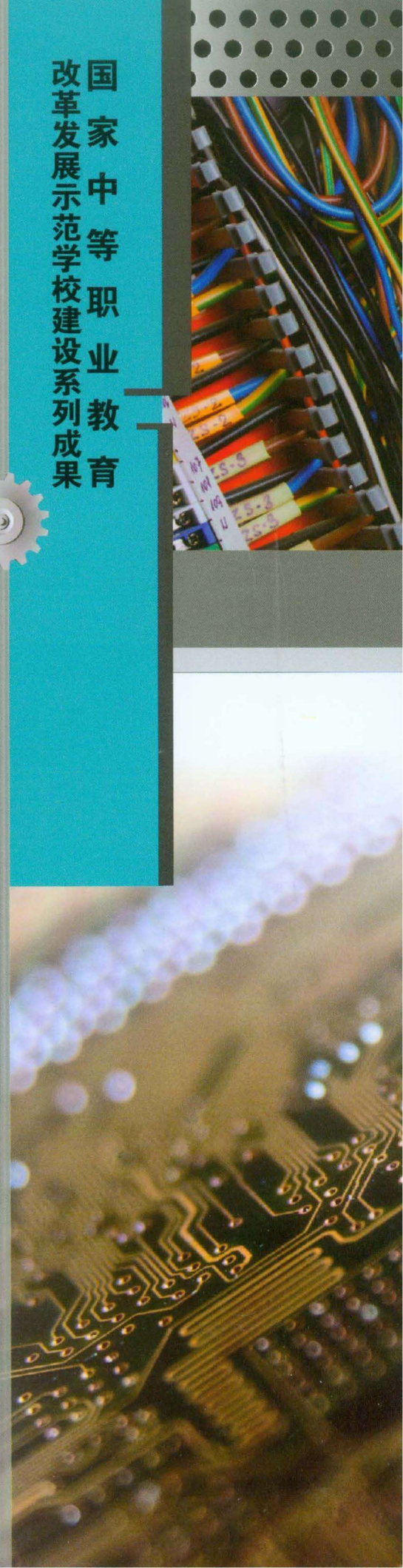
DIANQI XITONG ANZHUANG  
YU TIAOSHI

主 编 易善菊  
副主编 龚南彬  
主 审 冉益民



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



## 内 容 提 要

本书改变传统教材以讲述理论知识为主的编写思路,紧紧围绕工作任务完成的需求来选择和组织课程内容,突出工作任务与知识的联系,让学生在电工基本技能实践活动的基础上掌握相关知识和技能,增强课程内容与职业岗位能力要求的相关性,提高学生的就业能力。全书共分7个项目,每一个项目包含多个任务,项目一、二、三着重介绍电机学的相关知识与技能,项目四、五、六着重介绍电力拖动的相关知识与技能,项目七介绍了变频调速相关知识与技能。

本书可作为机电技术应用、维修电工等专业的“电气系统安装与调试”课程的教材,也可供相近专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气系统安装与调试/易善菊主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.3

(国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果)

ISBN 978-7-5624-8931-3

I. ①电… II. ①易… III. ①电气设备—中等专业学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第056576号

### 电气系统安装与调试

主 编 易善菊

副主编 龚南彬

主 审 冉益民

策划编辑 曾显跃

责任编辑:李定群 姜 风 版式设计:曾显跃

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: [fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn)(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限责任公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:399千

2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

印数:1—1 020

ISBN 978-7-5624-8931-3 定价:32.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换  
版权所有,请勿擅自翻印和用本书  
制作各类出版物及配套用书,违者必究

## 中等职业教育示范校建设成果系列 教材编写指导委员会

主任:李庆

副主任:阮仁全 杜江

委员:张启福 向应见 刘勇 聂平 易善菊

赵红坤 周勇 刘汝伦 刘小利 龚南彬

龙斌 饶世光 蒋敬 高承明 赵红

企业(行业与高校)专家(以姓氏笔画为序):

孔令孝 中船重工重庆液压机电有限公司技术中心主任、工程师

毛臣健 重庆工业职业技术学院电气工程教研室主任、教授

冉益民 中船重工重庆液压机电有限责任公司副总经理、高级工程师

申跃 重庆理工大学副教授

叶光显 广东三向教学仪器制造有限公司开发部部长

田进宏 华中数控股份有限公司西南地区销售总监、工程师

朱宗良 重庆铁马工业集团有限公司科技带头人、高级工程师

陈万才 重庆新泰机械有限责任公司车工技师

陈绪林 重庆文理学院机电工程学院教研室主任、高级工程师

李朝兵 重庆新泰机械有限责任公司副总经理

陈皓波 重庆长安汽车股份有限公司维修电工高级技师

周涛 重庆步讯信息技术有限公司副总经理

胡旭 重庆文理学院机械工程系主任、副教授

涂文均 上海华育教学设备有限公司工程师

康小平 重庆通信学院教授

谢怀德 重庆西源凸轮轴有限公司首席技师、车间主任

蒋勇 重庆航凌电路板有限公司高级技师、五一劳动奖章获得者

曾祥伦 重庆文理学院副教授

廖志广 英业达(重庆)有限公司生产部部长

秘书长:肖安明



## 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》、《中等职业教育改革创新行动计划(2010—2012年)》和《教育部、人力资源和社会保障部、财政部关于实施国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划的意见》(教职成[2010]9号)的颁布与实施,为中等职业教育改革发展指明了方向。其中在推进课程改革与创新教育内容方面明确提出,中等职业学校要以提高学生综合职业能力和服务终身发展为目标,贴近岗位实际工作过程,对接职业标准,更新课程内容、调整课程结构、创新教学方式……以人才培养对接用人需求、专业对接产业、课程对接岗位、教材对接技能为切入点,深化教学内容改革……

为此,重庆市工业高级技工学校乘国家中等职业教育改革发展示范学校建设的东风,在推进课程改革与创新教育内容方面进行了大胆的改革和尝试,建立了由行业、企业、学校和有关社会组织等多方参与的教材建设机制,针对岗位技能要求变化,以职业标准为依据,在现有教材基础上更新教材结构和内容,编撰了补充性和延伸性的教辅资料;依托行业、企业等开发了服务地方新兴产业、新职业和新岗位的校本教材。

重庆市工业高级技工学校在国家中等职业教育改革发展示范建设学校中的建设项目共有3个重点建设专业——电子技术应用、机电技术应用和数控技术应用,1个特色项目——永川呼叫和金融数据处理公共服务平台。示范校开建以来,在国家和市级专家的指导下,4个项目组分别对本专业行业和重庆具有代表性的企业(每个专业至少10家)进行了调研,了解产业现状和发展趋势,掌握重庆相关企业的岗位设置及企业对技能人才的能力要求,明确毕业生所需专业能力、方法能力和社会能力;结合本专业相关的行业、国家标准(规程规范)分别进行了专业工作领域、典型工作任务的分析(形成岗位调研及工作任务分析报告),归纳出典型工作任务对应的课程,构建课程体系,并制订出适合现代职业教育特点的课程标准。

根据新的课程标准,学校教师与企业行业专家一道,编撰完成了一批校本教材,将学校在开展教学模式改革、创新人才培养模式、创新教育内容方面总结出的一些成功的经验,物化成了示范校改革创新的成果。藉国家中职示范学校建设计划检查验收提炼成果之际,在重庆大学出版社的大力支持下,学校把改革创新等示范学校建设成果通过整理,汇编成系列教材出版,充分反映出了学校两年创建



工作的成效,也凝聚了学校参与创建工作人员的辛勤汗水。

就重庆市工业高级技工学校的发展历程而言,两年的创建过程就似白驹过隙,转瞬即逝;就国家中职发展而言,重庆市工业高级技工学校的改革创新实践工作也似沧海一粟,微不足道。但老师们所编写的中职学校改革发展的系列教材,对示范中职学校如何根据国家和社会区域经济社会发展实际进行深化改革、大胆创新、办出特色方面,提供了有益的参考。

系列教材的出版,一方面是向教育部、人力资源和社会保障部、财政部的领导汇报重庆市工业高级技工学校两年来示范中职学校的创建工作,展示建设的成果;另一方面也将成为研究国家中等职业教育改革发展示范学校建设的一级台阶,供大家学习借鉴。

相信通过示范中职学校的建设,将极大地提高学校的办学水平,提高职业教育技术技能型人才培养的质量,充分发挥职业教育在服务国家经济社会建设中的重要作用。

校长 李庆

2015年1月

## 前 言

本教材是在广泛企业调研的基础上,依据机电技术应用专业典型工作任务分析并结合国家职业技能鉴定维修电工中级工标准确定课程目标,以典型工作任务为载体,将课程目标确定知识技能融入项目任务中,真正实现做中学、学中做、做中教,让学生在完成工作任务的过程中学会知识,掌握技能,并养成良好的职业习惯。

本书主要有拆装直流电动机、拆装交流电动机、绕制小型变压器、拆装常用低压电器、安装与调试电动机基本控制线路、典型机床电气控制线路故障排除及电动机变频调速接线与调试7个项目。

本教材由易善菊主编和统稿,龚南彬任副主编,冉益民任主审。

承担本书的编写人员是:易善菊、赵红坤、赵红、张承、魏建业、龚南彬、赵磊。其中,项目一由赵红坤编写,项目二由魏建业编写,项目三由赵红编写,项目四由张承编写,项目五由易善菊编写,项目六由龚南彬编写,项目七由赵磊编写。

在编写过程中,得到广东三向教学仪器有限公司开发部部长叶光显和学校电气工程系主任张启福的大力支持和帮助,在此编者表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免出现不妥之处,敬请同行们批评指正。

编 者  
2014年5月

# 目 录

项目一 直流电动机的拆装	1
任务一 认识直流电动机	1
任务二 直流电动机的拆装	8
项目二 三相异步电动机的拆装	26
任务一 拆装三相笼型异步电动机	27
任务二 三相笼型异步电动机定子绕组的拆换	37
项目三 小型变压器的绕制	53
任务一 小型变压器的绕制	54
任务二 小型变压器的测试	67
项目四 常用低压电器拆装	76
任务一 低压开关的拆装	77
任务二 熔断器的认识	88
任务三 主令电器认识与拆装	96
任务四 接触器拆装	105
任务五 继电器的认识与检修	116
项目五 电动机基本控制线路的安装与调试	130
任务一 电动机单向启动控制线路的安装	131
任务二 电动机正反转控制线路的安装	142
任务三 电动机Y- $\Delta$ 降压启动控制线路的安装	152
任务四 电动机双速控制电路的安装	164
任务五 三相异步电动机能耗制动控制电路的安装	173
任务六 三相异步电动机位置或行程控制电路的安装	185
任务七 三相异步电动机顺序控制电路的安装	192
项目六 机床电气控制线路的故障排除	202
任务一 CA6140 车床电气控制电路维修	202
任务二 X62W 型万能铣床电气故障维修	211
任务三 Z3050 摇臂钻床电气控制线路故障检修	221

## ▲▲ 电气系统安装与调试

项目七 三相交流异步电动机变频调速系统的接线与调试·····	231
参考文献·····	244



## 项目一 直流电动机的拆装

### 【项目描述】

电机是实现机电能量转换的装置,将机械能转换为直流电能的电机称为直流发电机;将直流电能转换为机械能的电机称为直流电动机。直流电动机具有调速范围广、调速平滑、过载能力高、启动和制动转矩较大等特点,广泛应用于启动和调速要求较高的生产机械。本项目主要通过直流电动机拆装来学习其结构、原理、安装和维护等内容。

### 【项目要求】

知识:

- 能记住电动机的定义(将机械能转换为电能的装置);
- 能辨认电动机种类,识读电动机铭牌;
- 能分析直流电动机的结构和工作原理,正确理解换向问题;
- 能根据直流电动机的励磁方式进行分类;

技能:

- 能从身边的电气设备中找出电动机,具有拓展知识能力;
- 能正确拆装电动机;
- 能熟练排除电动机常见故障。

情感态度:

- 能参与课堂教学活动,分享活动成果;
- 能遵守活动安全规则,懂得安全操作的重要性;
- 能主动与同学或教师进行交流;
- 能自觉学习电动机相关知识。

### 任务一 认识直流电动机

结合身边事物和生活经验,在电气设备中找出电动机,并能识别它们。同小组成员一起,写出报告。



## 【工作过程】

工作步骤		工作内容
收集信息	资信	获取以下信息和知识： 设备或电器上的电动机 电动机的结构、工作原理 电动机拆装工艺流程 电动机铭牌
决策计划	决策	确定电动机类型 确定电动机型号
	计划	根据身边事物或采用其他渠道收集素材,编写小组分工计划
组织实施	实施	根据身边事物或采用其他渠道组织实施收集素材
检查评估	检查	电动机种类、功用、型号等正确性,素材渠道来源
	评估	电动机种类、功用、型号等内容; 团队精神 工作反思

## 一、收集信息

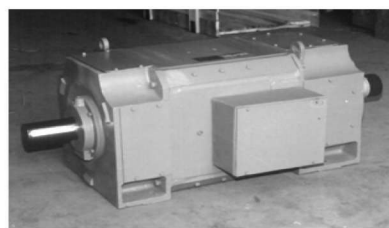
### (一) 直流电机分类

#### 1. 按有无电刷分类

按有无电刷可分为直流有刷电机和直流无刷电机(见图 1.1)。



(a) Z2-31有刷直流电动机



(b) Z2-22 直流无刷水泵电动机

图 1.1 直流电动机

#### 2. 按励磁方式分类

直流电动机按励磁方式可分为他励直流电动机、并励直流电动机、串励直流电动机、复励直流电动机 4 种,如图 1.2 所示。

### (二) 直流电动机铭牌

直流电动机铭牌如图 1.3 所示。铭牌上的数据是额定值,作为选择和使用直流电动机的依据。

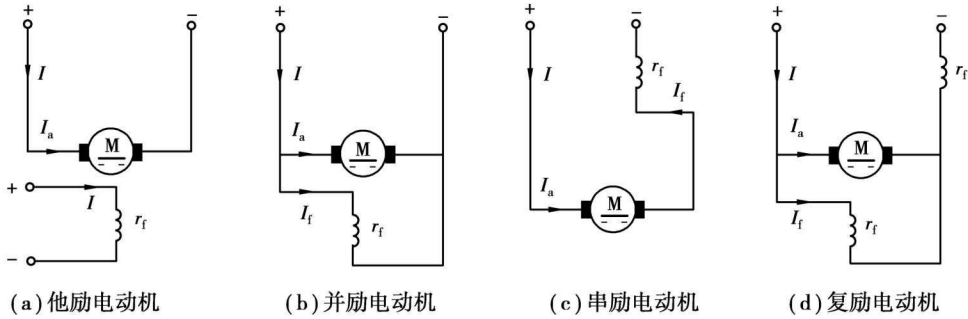


图 1.2 直流电机的励磁方式

直流电动机			
型号		励磁方式	
容量	kW	励磁电压	V
电压	V	额定	
电流	A	绝缘等级	
转速	r/min	质量	kg
技术条件		出厂日期	
出厂编号		励磁电流	A
× × × 电机厂			

图 1.3 直流电动机铭牌

(1) 型号意义



(2) 额定功率(容量)

额定功率是指在长期使用时,轴上允许输出的机械功率。单位用 kW 表示。

(3) 额定电压

额定电压是指在额定条件下运行时从电刷两端施加给电动机的输入电压。单位用 V 表示。

(4) 额定电流

额定电流是指在额定电压下输出额定功率时,长期运转允许输入的工作电流。单位用 A 表示。

(5) 额定转速

当电动机在额定工作情况下(额定功率、额定电压、额定电流)运转时,转子转速为额定转速,单位用 r/min表示。

(6) 励磁方式

励磁方式是指励磁绕组的供电方式。

(7) 励磁电压

励磁电压是指励磁绕组供电的电压值。一般有 110 V、220 V 等。单位用 V 表示。

## 电气系统安装与调试



### (8) 励磁电流

励磁电流是指在额定励磁电压下,励磁绕组中所流通的电流大小。单位用 A 表示。

### (9) 定额

定额是指电动机的工作方式或工作制,是表示电动机允许连续使用时间长短的规定。一般分为连续定额、短时定额、断续定额。

### (10) 绝缘等级

绝缘等级是指直流电动机制造时所用绝缘材料的耐热等级。一般分为 A、E、B、F、H 级。

绝缘的温度等级	A 级	E 级	B 级	F 级	H 级
最高允许温度(°C)	105	120	130	155	180
绕组温升限值(K)	60	75	80	100	125
性能参考温度(°C)	80	95	100	120	145

### (11) 额定温升

额定温升是指电动机在额定工作情况下运行时,定子绕组的温度高出环境温度的数值。

## 二、决策计划

确定工作组织方式,划分工作阶段,分配工作任务,讨论安装调试工艺流程和工作计划,填写工作计划表和材料工具清单表,分别见表 1.1 和表 1.2。

表 1.1 工作计划表

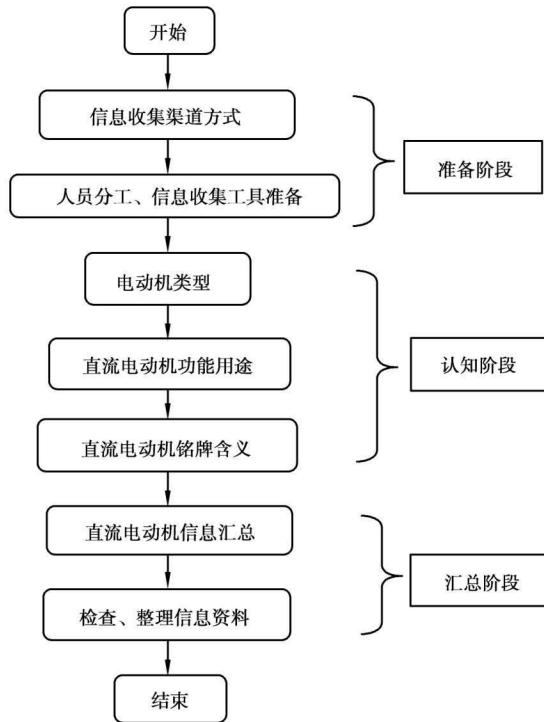
项目一/任务一		认识直流电动机		学 时:
组长		组员		
序号	工作内容	人员分工	预计完成时间	实际工作情况记录
1	明确任务			
2	制订计划			
3	任务准备			
4	实施装调			
5	检查评估			
6	工作小结			

表 1.2 材料工具清单

工具					
仪表					
器材					
元件	名称	代号	型 号	规 格	数 量



认识直流电动机流程：



### 三、组织实施

确定信息收集渠道方式	身边事物、书籍、网络
信息收集工具的准备	准备好纸、笔、相关书籍、电脑等能上网设备
直流电动机功用的确认	参见本书相应内容
直流电动机型号的认识	参见本书相应内容
直流电动机铭牌的认识	参见本书相应内容
认识直流电动机资料汇总与整理	形成报告

#### (一) 信息收集准备

在认识直流电动机前,应准备好信息收集渠道的工具和设备,并做好记录的准备工作。

- ①工具:笔、纸或记录本。
- ②设备:相关书籍、电脑或能上网设备。

#### (二) 认识直流电动机步骤

- ①确认直流电动机的功能与用途。  
直流电动机的用途主要分为日常生活用和工业用两大类,进行收集信息。
- ②认识直流电动机型号,写出型号含义。
- ③认识直流电动机铭牌,写出数据含义。



## 电气系统安装与调试



④小组要检查资料的正确性并汇总、整理所收集的信息资料填入表 1.3 中。

表 1.3 汇总、整理所收集的信息资料

序号	直流电机型号	铭牌及含义	功能与用途	收集渠道
1				
2				
3				
...				

### 四、检查评估

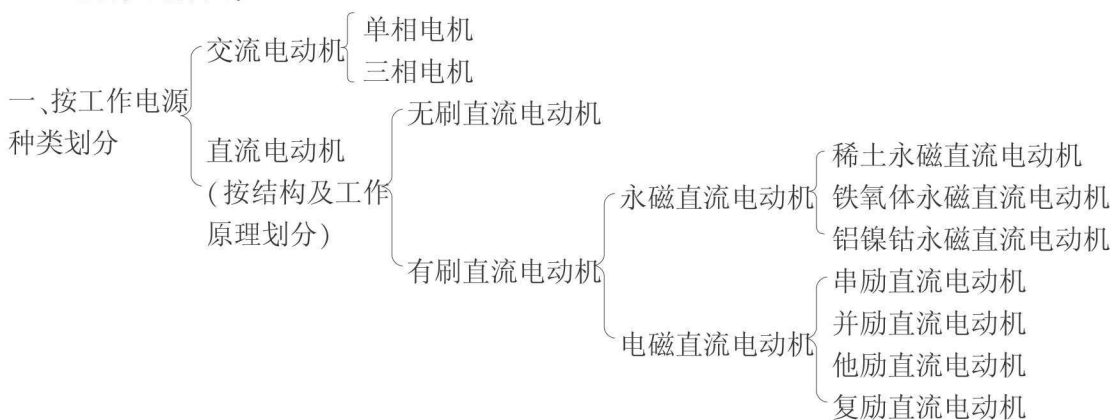
该项目检查主要包括 4 个方面:信息收集渠道、直流电动机功用、型号、铭牌。检查表格 1.4。

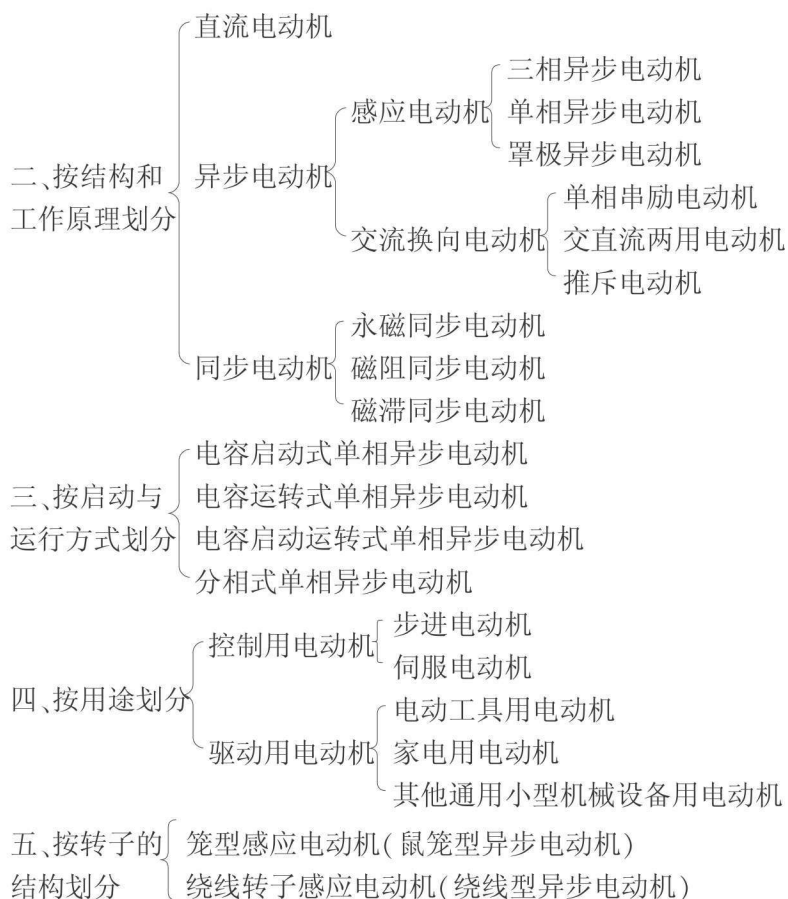
表 1.4 检查表

考核项目		配分	扣分	得分
信息收集渠道	科学合理	30		
直流电动机功用	叙述正确	10		
直流电动机型号	含义正确	30		
直流电动机铭牌	数据含义正确	30		
合 计				

### 【知识拓展】

电动机的分类:





异步电动机的转子转速总是略低于旋转磁场的同步转速。

同步电动机的转子转速与负载大小无关而始终保持为同步转速。

### 【任务小结】

①直流电机按结果主要分为直流电动机和直流发电机;按类型主要分为直流有刷电机和直流无刷电机。

②国产电机型号一般采用大写的英文的汉语拼音字母的阿拉伯数字表示进行命名。

③直流电动机铭牌上的数据是额定值,作为选择和使用直流电动机的依据。

### 【思考与练习】

#### 一、填空题

1. 直流电机是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_相互转换的\_\_\_\_\_电机之一,应用电磁感应原理进行能量转换。将机械能转变为直流电能的电机称为\_\_\_\_\_;将直流\_\_\_\_\_转变为机械能的电机称为直流电动机。

2. 直流电动机按类型主要分为直流\_\_\_\_\_电机和直流\_\_\_\_\_电机;按励磁方式的不同,直流电机可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_4种类型。

3. 直流电动机型号包含电机的系列、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、极数等。



### 二、问答题

1. 直流电动机的优缺点是什么?
2. 直流电动机铭牌包括哪些数据?

## 任务二 直流电动机的拆装

熟悉直流电动机结构,在考虑经济、安全性的情况下,制订拆装计划,选择合适的工具和仪器,与他人合作进行直流电动机的拆装与维护,并进行综合评价。

### 【工作过程】

工作步骤		工作内容
收集信息	资信	获取以下信息和知识: 直流电动机的结构 直流电动机的拆卸方法 直流电动机的装配方法 直流电动机的工作原理
决策计划	决策	确定直流电动机的数量、型号 确定直流电动机拆装专业工具 确定直流电动机的拆卸、装配步骤
	计划	根据直流电动机结构编制拆装计划 填写直流电动机拆装所需组件、材料和工具清单
组织实施	实施	拆装前,对直流电动机各组件进行检验 根据拆装步骤,完成直流电动机的拆装与维护
检查评估	检查	直流电动机各部件安装位置是否正确,是否符合安装工艺标准 各部件是否完好 直流电动机拆装后运行是否正常
	评估	直流电动机拆卸、装配各工序的实施情况 直流电动机装配成果运行情况 团队精神 工作反思

### 一、收集信息

#### (一) 直流电动机的结构

如图 1.4 所示,直流电动机是由静止的定子部分和转动的转子部分构成的,定子与转子之间存在着一有一定大小的间隙,称为气隙。

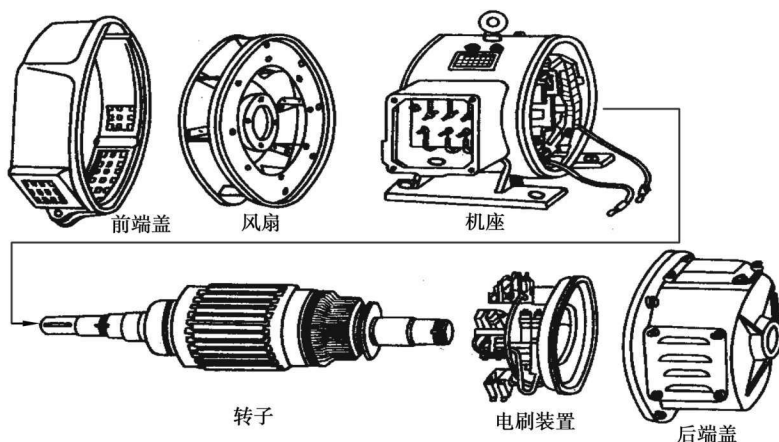


图 1.4 直流电动机主要部件图

直流电动机结构如图 1.5 所示,其剖面结构如图 1.6 所示。

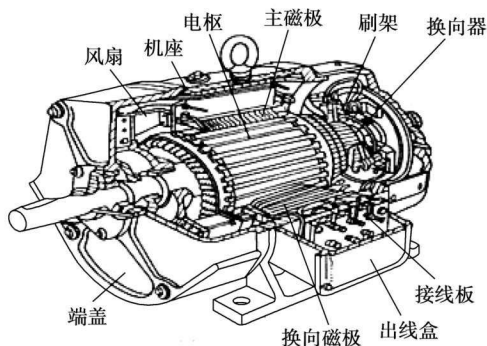


图 1.5 小型直流电动机的结构

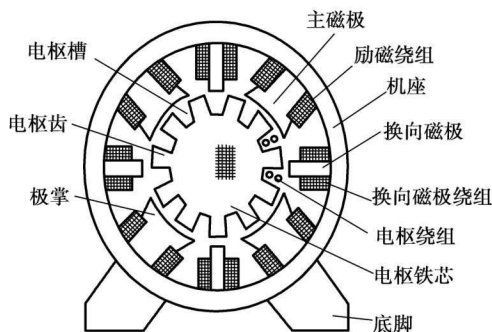


图 1.6 小型直流电动机的剖面结构

### (1) 定子

定子是电动机的磁路部分,支撑整个电机,主要由主磁极、机座、换向极、电刷装置、端盖和轴承组成。

#### ①主磁极。

主磁极的作用是产生恒定、有一定的空间分布形状的气隙磁通密度。主磁极由主铁芯和放置在铁芯上的励磁绕组构成,铁芯分成极身和极靴,极靴的作用是使气隙磁通密度的空间分布均匀并减小气隙磁阻,同时极靴对励磁绕组也起支撑作用。为减小涡流损耗,主磁极铁芯是用厚 1.0~1.5 mm 的低碳钢板冲成一定形状,用铆钉把冲片铆紧,然后再固定在机座上。主磁极上的线圈是用来产生主磁通的,称为励磁绕组,如图 1.7 所示。

当给励磁绕组通入直流电时,各主磁极均产生一定极性,相邻两主磁极的极性是 N、S 交替出现的。

#### ②机座。

机座是电动机的机械支撑,有整体机座和叠片机座两种形式。整体机座是用铸钢材料制