



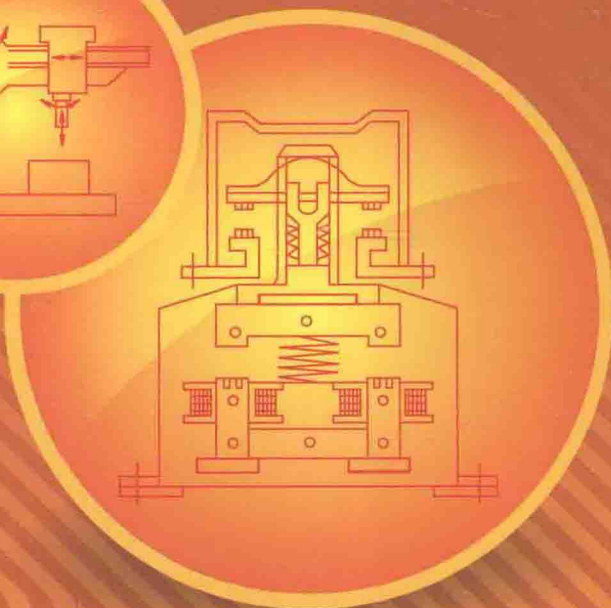
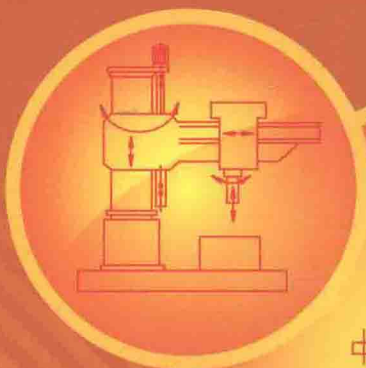
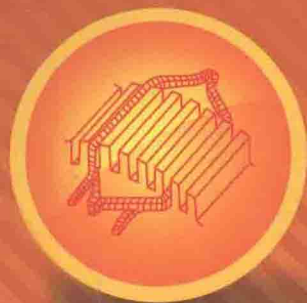
高职高专项目导向系列教材

电机控制及维修

★ 王秀丽 李瑞福 主编
★ 陆德伟 主审

DIANJI

KONGZHI JI WEIXIU



化学工业出版社

高职高专项目导向系列教材

电机控制及维修

王秀丽 李瑞福 主编
陆德伟 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书包括：电动机的维修、三相异步电动机的控制、常用机床电气电路的故障检修共 3 个情境。

其中情境一包括直流电动机的维修、三相异步电动机的维修共 2 个工作任务；情境二包括常用低压电器的认识选择与使用，三相异步电动机单向直接启动控制线路的装接，三相异步电动机正、反转启动控制线路的装接，三相异步电动机降压启动控制线路的装接，三相异步电动机制动控制线路的装接，三相异步电动机调速控制线路的装接共 6 个工作任务；情境三包括 CA6140 型车床、X62W 型铣床、Z3040 型摇臂钻床的电气电路的故障检修共 3 个工作任务。

本书可作为高职高专院校电类专业的教材，也可作为电气工程技术人员参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电机控制及维修/王秀丽, 李瑞福主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 8
高职高专项目导向系列教材
ISBN 978-7-122-14972-5

I. ①电… II. ①王…②李… III. ①电机-控制系统-高等教育-教材②电机-维修-高等教育-教材
IV. ①TM30

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 169449 号

责任编辑: 廉 静
责任校对: 边 涛

文字编辑: 项 激
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 8 字数 184 千字 2012 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

序

辽宁石化职业技术学院是于 2002 年经辽宁省政府审批，辽宁省教育厅与中国石油锦州石化公司联合创办的与石化产业紧密对接的独立高职院校，2010 年被确定为首批“国家骨干高职立项建设学校”。多年来，学院深入探索教育教学改革，不断创新人才培养模式。

2007 年，以于雷教授《高等职业教育工学结合人才培养模式理论与实践》报告为引领，学院正式启动工学结合教学改革，评选出 10 名工学结合教学改革能手，奠定了项目化教材建设的人才基础。

2008 年，制定 7 个专业工学结合人才培养方案，确立 21 门工学结合改革课程，建设 13 门特色校本教材，完成了项目化教材建设的初步探索。

2009 年，伴随辽宁省示范校建设，依托校企合作体制机制优势，多元化投资建成特色产学研实训基地，提供了项目化教材内容实施的环境保障。

2010 年，以戴士弘教授《高职课程的能力本位项目化改造》报告为切入点，广大教师进一步解放思想、更新观念，全面进行项目化课程改造，确立了项目化教材建设的指导思想。

2011 年，围绕国家骨干校建设，学院聘请李学锋教授对教师系统培训“基于工作过程系统化的高职课程开发理论”，校企专家共同构建工学结合课程体系，骨干校各重点建设专业分别形成了符合各自实际、突出各自特色的人才培养模式，并全面开展专业核心课程和带动课程的项目导向教材建设工作。

学院整体规划建设的“项目导向系列教材”包括骨干校 5 个重点建设专业（石油化工生产技术、炼油技术、化工设备维修技术、生产过程自动化技术、工业分析与检验）的专业标准与课程标准，以及 52 门课程的项目导向教材。该系列教材体现了当前高等职业教育先进的教育理念，具体体现在以下几点：

在整体设计上，摒弃了学科本位的学术理论中心设计，采用了社会本位的岗位工作任务流程中心设计，保证了教材的职业性；

在内容编排上，以对行业、企业、岗位的调研为基础，以对职业岗位群的责任、任务、工作流程分析为依据，以实际操作的工作任务为载体组织内容，增加了社会需要的新工艺、新技术、新规范、新理念，保证了教材的实用性；

在教学实施上，以学生的能力发展为本位，以实训条件和网络课程资源为手段，融教、学、做为一体，实现了基础理论、职业素质、操作能力同步，保证了教材的有效性；

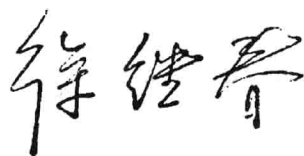
在课堂评价上，着重过程性评价，弱化终结性评价，把评价作为提升再学习效能的反馈

工具，保证了教材的科学性。

目前，该系列校本教材经过校内应用已收到了满意的教学效果，并已应用到企业员工培训工作中，受到了企业工程技术人员的高度评价，希望能够正式出版。根据他们的建议及实际使用效果，学院组织任课教师、企业专家和出版社编辑，对教材内容和形式再次进行了论证、修改和完善，予以整体立项出版，既是对我院几年来教育教学改革成果的一次总结，也希望能够对兄弟院校的教学改革和行业企业的员工培训有所助益。

感谢长期以来关心和支持我院教育教学改革的各位专家与同仁，感谢全体教职员工的辛勤工作，感谢化学工业出版社的大力支持。欢迎大家对我们的教学改革和本次出版的系列教材提出宝贵意见，以便持续改进。

辽宁石化职业技术学院 院长



2012 年春于锦州

前言

本书是按照高等职业教育培养高素质技能型专门人才的目标要求，依据国家职业标准和职业技能鉴定规范，参照高职高专电类专业相关课程的课程标准编写的。

本书在结构上，以电机控制及维修为主线，以具体的工作任务为载体，以相关的实践知识为重点；在内容选择上，以企业岗位工作任务为依据，突出基本技能和综合职业能力培养，主要包括：直流电动机的维修、异步电动机的维修、常用低压电器的选择与使用、三相异步电动机单向直接启动控制线路的装接、三相异步电动机正反转控制线路的装接、三相异步电动机降压启动控制线路的装接、三相异步电动机制动控制线路的装接、三相异步电动机调速控制线路的装接，以及 CA6140 型车床、X62W 型铣床、Z3040 型钻床的故障维修共 3 个情境、11 个具体工作任务。

本书由辽宁石化职业技术学院王秀丽、李瑞福担任主编，其中情境一和情境二由王秀丽编写，情境三由李瑞福编写，李丽参与编写了情境一中的直流电动机的维修，金亮参与编写了情境一中的三相异步电动机的维修，全书由王秀丽统稿，由中国石油锦州石化公司电气检修队高级工程师陆德伟担任主审。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2012 年 2 月

编 委 会

主 任 徐继春

副主任 李晓东

秘书长 郝万新

委 员 徐继春 李晓东 郝万新 齐向阳

高金文 武海滨 刘玉梅 赵连俊

秘 书 李 想

目录

情境一 电动机的维修 1

【引言】	1	【学习评价】	11
【学习目标】	1	【问题思考】	13
一、知识目标	1	任务二 三相异步电动机的维修	13
二、技能目标	1	【任务描述】	13
三、素质目标	1	【知识准备】	13
任务一 直流电动机的维修	1	一、三相异步电动机的工作原理	13
【任务描述】	1	二、三相异步电动机的结构	16
【知识准备】	2	三、三相异步电动机的铭牌数据	19
一、直流电动机的工作原理	2	四、三相异步电动机的机械特性	20
二、直流电动机的结构	2	【任务实施】	21
三、直流电动机的励磁方式	4	一、准备	21
四、直流电动机的铭牌数据	5	二、实施步骤	21
【任务实施】	6	【学习评价】	25
一、准备	6	【问题思考】	27
二、实施步骤	6		

情境二 三相异步电动机的控制 29

【引言】	29	任务二 三相异步电动机单向直接启动控制	
【学习目标】	29	线路的装接	48
一、知识目标	29	【任务描述】	48
二、技能目标	29	【知识准备】	49
三、素质目标	29	一、电气制图及电气图分类	49
任务一 常用低压电器的认识、选择与使用	29	二、三相异步电动机单向直接启动控制	
【任务描述】	29	方案	52
【知识准备】	29	【任务实施】	55
一、熔断器	29	一、工具准备	55
二、低压开关	31	二、实施步骤	55
三、低压断路器	33	【学习评价】	57
四、接触器	34	【知识拓展】	59
五、继电器	38	一、多地控制	59
六、主令电器	44	二、顺序控制	59
【任务实施】	46	【问题思考】	60
一、工具、器件准备	46	任务三 三相异步电动机正、反转启动控制	
二、实施步骤	46	线路的装接	60
【学习评价】	47	【任务描述】	60
【问题思考】	48	【知识准备】	60

一、没有互锁的正反转控制	60	【问题思考】	74
二、电气互锁的正反转控制	61	任务五 三相异步电动机制动控制线路的 装接	74
三、双重互锁正、反转控制	62	【任务描述】	74
【任务实施】	62	【知识准备】	75
一、工具准备	62	一、反接制动	75
二、实施步骤	63	二、能耗制动	77
【学习评价】	65	【任务实施】	80
【知识拓展】	65	一、工具准备	80
一、结构组成	65	二、实施步骤	80
二、工作原理	65	【学习评价】	81
三、实现保护	65	【问题思考】	82
【问题思考】	66	任务六 三相异步电动机调速控制线路的 装接	82
任务四 三相异步电动机降压启动控制线路的 装接	66	【任务描述】	82
【任务描述】	66	【知识准备】	82
【知识准备】	67	一、双速电动机自动控制	82
一、Y- Δ (星形-三角形) 降压启动	67	二、双速电动机手动控制	84
二、定子绕组串电阻降压启动	69	【任务实施】	84
三、自耦变压器降压启动	69	一、工具准备	84
四、软启动控制	70	二、实施步骤	84
【任务实施】	72	【学习评价】	86
一、工具准备	72	【问题思考】	86
二、实施步骤	72		
【学习评价】	74		

情境三 常用机床电气电路的故障检修

87

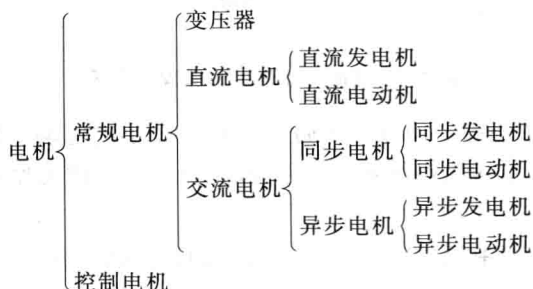
【引言】	87	二、实施步骤	95
【学习目标】	87	【学习评价】	95
一、知识目标	87	【知识拓展】	96
二、技能目标	87	【问题思考】	99
三、素质目标	87	任务二 X62W 型铣床电气电路的故障检修	99
任务一 CA6140 型车床电气电路的故障 检修	87	【任务描述】	99
【任务描述】	87	【知识准备】	99
【知识准备】	87	一、X62W 型铣床的主要结构、运动形式及 控制要求	99
一、机床电气原理图的识读方法	87	二、X62W 型铣床电气原理图分析	101
二、CA6140 型车床的主要结构、运动形式 及控制要求	88	三、X62W 型铣床电气电路典型故障的分析 与检修	105
三、CA6140 型车床电气原理图分析	89	【任务实施】	107
四、电气控制电路故障诊断的步骤和注意 事项	91	一、工具、仪表、器材	107
五、CA6140 型车床电气电路典型故障的 分析与检修	92	二、实施步骤	107
【任务实施】	95	【学习评价】	108
一、工具、仪表、器材	95	【问题思考】	108
		任务三 Z3040 型摇臂钻床电气电路的故障 检修	108

【任务描述】	108	与检修	111
【知识准备】	108	【任务实施】	114
一、Z3040 型摇臂钻床的主要结构、运动形式及控制要求	108	一、工具、仪表、器材	114
二、Z3040 型摇臂钻床电气原理图分析	109	二、实施步骤	114
三、Z3040 型摇臂钻床电气电路典型故障的分析		【学习评价】	114
		【问题思考】	114

电动机的维修

【引言】

电机的分类方法很多，可归纳如下几种：



其中，电动机的作用是把电能转换为机械能，用于拖动各种生产机械。据统计，电动机所消耗的电能约占全国总发电量的 60%~70%。

本情境通过维修直流电动机、三相异步电动机，使学生达到以下学习目标。

【学习目标】

一、知识目标

- ① 能了解直流电动机的工作原理、基本结构、励磁方式、铭牌参数；
- ② 能了解三相异步电动机的工作原理、基本结构、铭牌参数、机械特性；
- ③ 能分析直流电动机、三相异步电动机常见的故障和原因。

二、技能目标

- ① 能掌握直流电动机、三相异步电动机的拆装步骤、工艺；
- ② 能掌握直流电动机、三相异步电动机的维修方法；
- ③ 能掌握直流电动机、三相异步电动机维修后的性能判定方法。

三、素质目标

- ① 能具有遵章守纪、吃苦耐劳、团结合作、务实严谨的职业素质；
- ② 能进一步提高自学、观察、表达、交流等个人能力。

任务一 直流电动机的维修

【任务描述】

现有一台出现故障的 Z3-42 型直流电动机，要求工程技术人员维修这台电动机。

【知识准备】

一、直流电动机的工作原理

图 1-1 为直流电动机工作原理示意图。

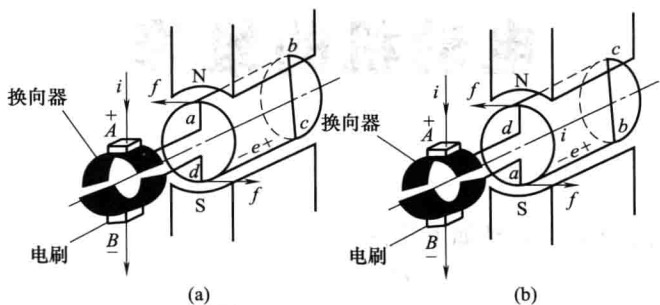


图 1-1 直流电动机工作原理示意图

图中，N、S——定子磁极，用以产生磁场。容量较小的电动机定子磁极由永久磁铁构成；容量较大的电动机定子磁极由绕在磁极铁芯上的绕组（称为励磁绕组）通以直流电流（称为励磁电流）构成。

$abcd$ ——电枢绕组（图中只画出一匝），安放在能绕轴旋转的圆柱形铁芯（称为电枢铁芯）表面的槽内。

换向器——互相绝缘并可随电枢绕组一同旋转的铜片，连接电枢绕组的首端 a 和末端 d 。

A、B——炭刷，压在换向片上与其滑动接触。

在两个电刷间加一直流电源，当导体 ab 靠近 N 极、 cd 靠近 S 极时，电枢电流方向为：电刷 A→与电枢绕组的首端 a 连接的换向片→电枢绕组 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ →与电枢绕组的末端 d 连接的换向片→电刷 B。根据电磁力定律，用左手定则可确定通电导体 ab 和 cd 在磁场中所受电磁力的方向为：上（ ab ）左、下（ cd ）右，这两个电磁力形成的电磁转矩方向为逆时针，电动机按逆时针方向旋转，如图 1-1（a）所示。

当导体 cd 转到靠近 N 极、 ab 靠近 S 极时，电枢电流方向为：电刷 A→与电枢绕组的末端 d 连接的换向片→电枢绕组 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ →与电枢绕组的首端 a 连接的换向片→电刷 B。用左手定则可确定通电导体 ab 和 cd 在磁场中所受电磁力的方向为：上（ cd ）左、下（ ab ）右，电磁转矩方向仍为逆时针，电动机仍按逆时针方向旋转，如图 1-1（b）所示，如此周而复始。

改变电枢电流方向、磁场方向（可通过改变励磁电流方向实现）两者中的任意一个，都能改变直流电动机的旋转方向。

由此可见，直流电动机是基于通电导体在磁场中会受到电磁力作用这一电磁力定律，利用换向器和电刷使电动机沿固定方向旋转的。

二、直流电动机的结构

直流电动机主要由定子（固定不动）与转子（旋转）两大部分组成，定子与转子之间有一个较小的空气间隙（简称“气隙”），其结构如图 1-2 所示。

1. 定子部分

定子部分包括机座、主磁极、换向极、端盖、电刷等装置，主要用来产生磁场和起机械支撑作用。

① 机座 机座既可以固定主磁极、换向极、端盖等，又是电动机磁路的一部分（称为

磁轭)。机座一般用铸钢或厚钢板焊接而成,具有良好的导磁性能和机械强度。

② 主磁极 主磁极的作用是产生气隙主磁场,它由主磁极铁芯和主磁极绕组(励磁绕组)构成,如图 1-3 所示。主磁极铁芯一般由 1.0~1.5mm 厚的低碳钢板冲片叠压而成,包括极身和极靴两部分。极靴做成圆弧形,以使磁极下气隙磁通较均匀。极身外边套着励磁绕组,绕组中通入直流电流。整个磁极用螺钉固定在机座上。

③ 换向极 换向极用来改善换向,减少由于直流电动机换向而造成的换向火花。换向极由铁芯和套在铁芯上的绕组构成,如图 1-4 所示。铁芯一般用整块钢制成,如换向要求较高,则用 1.0~1.5mm 厚的钢板叠压而成;因其绕组中流过的是电枢电流,故绕组多用扁平铜线绕制而成。换向极装在相邻两主磁极之间,用螺钉固定在机座上。

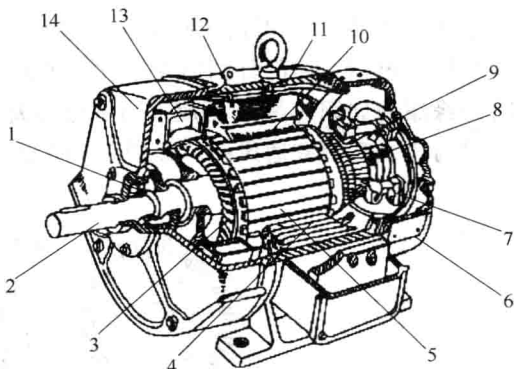


图 1-2 直流电动机的结构图

- 1—轴承；2—轴；3—电枢绕组；4—换向极绕组；
5—电枢铁芯；6—后端盖；7—刷杆座；8—换向器；
9—电刷；10—主磁极；11—机座；12—励磁绕组；
13—风扇；14—前端盖

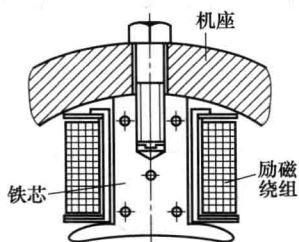


图 1-3 直流电动机的电枢绕组

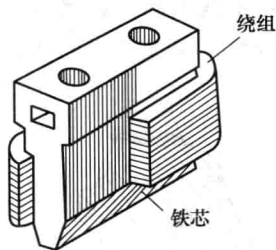


图 1-4 直流电动机的换向绕组

④ 电刷装置 电刷与换向器配合可以把转动的电枢绕组和外电路连接。电刷装置由电刷、刷握、刷杆、刷杆架、弹簧、铜辫构成,如图 1-5 所示。电刷通常采用炭刷、石墨刷和金属石墨刷,其个数一般等于主磁极的个数。电刷被安装在电刷架上。

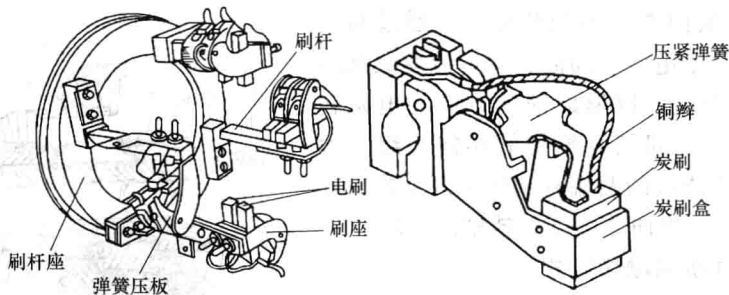


图 1-5 直流电动机的电刷装置

2. 转子部分

转子部分包括电枢铁芯、电枢绕组、换向器、转轴、风扇等部件,其主要作用是产生感

应电动势和电磁转矩。

① 电枢铁芯 电枢铁芯除了用来嵌放电枢绕组外，还是电动机磁路的一部分。为嵌放电枢绕组，电枢铁芯的外圆周开槽；为了减少涡流损耗，电枢铁芯一般用 0.5mm 厚、两边涂有绝缘漆的硅钢片叠压而成；为加强冷却，当铁芯较长时，可把电枢铁芯沿轴向分成数段，段与段之间留有通风孔，如图 1-6 所示。电枢铁芯固定在转轴或电枢支架上。

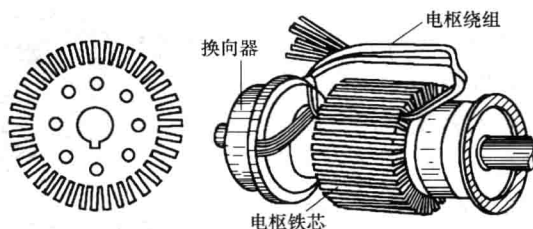


图 1-6 电枢铁芯

② 电枢绕组 电枢绕组是产生感应电动势和电磁转矩的关键部件。电枢绕组通常用绝缘导线绕成多个形状相同的线圈，按一定规律连接而成。它的一条有效边（因切割磁力线而感应电动势的有效部分）嵌入某个铁芯槽的上层，另一条有效边则嵌入另一铁芯槽的下层，两个引出端分别按一定规律焊接到换向片上，如图 1-7 所示。

电枢绕组线圈间的连接方法根据连接规律的不同，分为叠绕组、波绕组和混合绕组等。其中单叠绕组、单波绕组的连接示意图如图 1-8 所示。

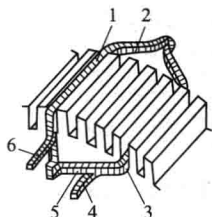


图 1-7 线圈在槽内安放示意图

- 1—上层有效边；2,5—端接部分；
3—下层有效边；4—线圈尾端；
6—线圈首端

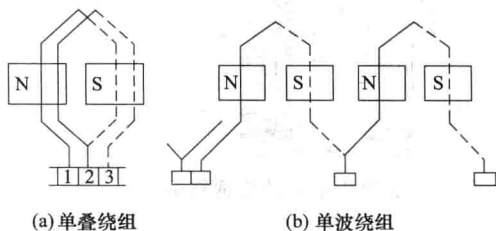


图 1-8 单叠绕组、单波绕组的连接示意图

③ 换向器 换向器又称为整流子，通过与电刷滑动接触，将加于电刷之间的直流电流变成绕组内部方向可变的电流，以形成固定方向的电磁转矩。换向器由多个片间相互绝缘的换向片组合而成，电枢绕组每个线圈的两端分别接至两个换向片上，如图 1-9 所示。换向器固定在转轴的一端。

三、直流电动机的励磁方式

磁场是电动机产生感应电动势和电磁转矩不可缺少的因素，绝大多数直流电动机的磁场都是由主磁极励磁绕组中通入的直流电流产生的。直流电动机的励磁方式，是指供给励磁绕组电流的方式，直

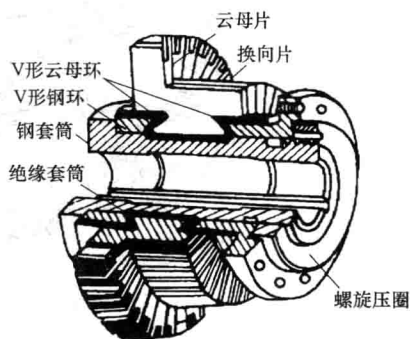


图 1-9 换向器

流电动机的励磁方式有并励、串励、他励、复励四种。

① 并励 如图 1-10 (a) 所示, 电枢绕组和励磁绕组并联, 由同一电源供电。电源电流 I 、电枢电流 I_a 、励磁电流 I_f 之间的关系是: $I = I_a + I_f$ 。

② 串励 如图 1-10 (b) 所示, 电枢绕组和励磁绕组串联, 由同一电源供电。电源电流 I 、电枢电流 I_a 、励磁电流 I_f 之间的关系是: $I = I_a = I_f$ 。

③ 他励 如图 1-10 (c) 所示, 励磁绕组由与电枢绕组供电电源无关的其他电源供电。电源电流 I 、电枢电流 I_a 、励磁电流 I_f 之间的关系是: $I = I_a$; I_f 与 I 、 I_a 无关。

④ 复励 如图 1-10 (d) 所示, 励磁绕组有两个: 一个匝数少而线径粗, 与电枢绕组串联; 另一个匝数多而线径细, 与电枢绕组并联, 由同一电源供电。复励是串励和并励两种励磁方式的结合。

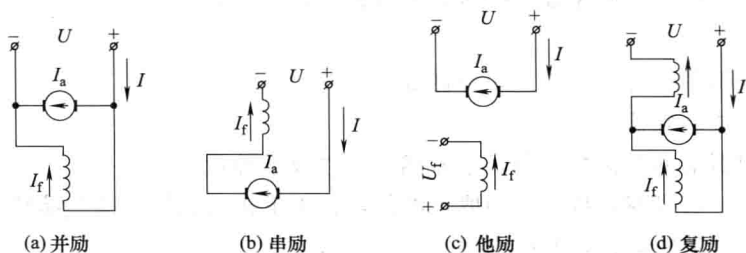


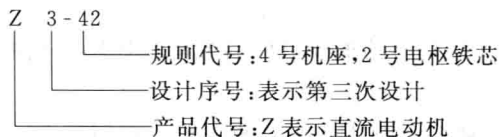
图 1-10 直流电动机的励磁方式

不同的励磁方式对直流电动机的运行性能有很大的影响, 直流电动机的励磁方式主要采用他励、并励和复励, 很少采用串励方式。

四、直流电动机的铭牌数据

铭牌数据主要包括: 电动机型号、电动机额定功率、额定电压、额定电流、额定转速和励磁电流及励磁方式等。

① 电动机型号 电动机型号表示电动机的结构和使用特点, 国产电动机的型号一般用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示, 其格式为: 第一部分字符用大写的汉语拼音表示产品代号; 第二部分字符用阿拉伯数字表示设计序号; 第三部分字符是机座代号, 用阿拉伯数字表示; 第四部分字符表示电枢铁芯长度代号, 用阿拉伯数字表示。现以型号 Z3-42 为例说明如下。



② 额定功率 P_N 电动机在额定工作条件下轴上输出的机械功率, 单位为 W 或 kW。

③ 额定电压 U_N 是指在额定工作条件下, 电刷两端输入的电压, 单位为 V 或 kV。

④ 额定电流 I_N 是指在额定电压下, 电源输入电动机的电流, 单位为 A 或 kA。

⑤ 额定转速 n_N 是指在额定工作条件下, 电动机的转速, 单位为 r/min。

⑥ 额定励磁电压 U_{fN} 是指电源输入到励磁绕组的允许电压, 单位为 V 或 kV。

⑦ 额定励磁电流 I_{fN} 是指电源输入到励磁绕组的允许电流, 单位为 A 或 kA。

此外, 铭牌上还标有额定效率 η_N 、额定转矩 T_N 、励磁方式、绝缘等级、电动机重量等。

【任务实施】

一、准备

- ① 工具 活扳手、锤子、电烙铁、拉码、常用电工工具等；
- ② 仪表 电流表、电压表、兆欧表、耐压测试仪、电桥、滑线电阻等；
- ③ 器材 Z3-42 型直流电动机。

二、实施步骤

(一) 拆卸

1. 拆卸前的准备

- ① 查阅并记录被拆电动机的型号、主要技术参数。
- ② 在刷架处、端盖与机座配合处等做好标记，以便于装配。

2. 拆卸步骤

- ① 拆除电动机的所有外部接线，并做好标记。
- ② 拆卸带轮或联轴器。
- ③ 拆除换向器端的端盖螺栓和轴承盖螺栓，并取下轴承外盖。
- ④ 打开端盖的通风窗，从刷握中取出电刷，再拆下接到刷杆上的连接线。
- ⑤ 拆卸换向器端的端盖，取出刷架。
- ⑥ 用厚纸或布包好换向器，以保持换向器清洁及不被碰伤。
- ⑦ 拆除轴伸端的端盖螺栓，把电枢和端盖从定子内小心地取出或吊出，并放在木架上，以免擦伤电枢绕组。

⑧ 拆除轴伸端的轴承盖螺栓，取下轴承外盖及端盖。如轴承已损坏或需清洗，还应拆卸轴承，如轴承无损坏则不必拆卸。

3. 主要零部件的拆卸方法和工艺要求

① 轴承的拆卸 直流电动机使用的轴承有滚动轴承和滑动轴承两种，小型电动机中广泛使用滚动轴承，下面主要介绍滚动轴承的拆卸。

a. 用拉码拆卸。拉码是机械维修中经常使用的工具，主要由旋柄、螺旋杆和拉爪构成。使用时，将螺杆顶尖定位于轴端顶尖孔，调整拉爪位置，使拉爪勾住轴承内圈，旋转旋柄，使拉爪带动轴承沿轴向外移动拆除，如图 1-11 所示。

操作时应注意：拉码的拉爪应勾住轴承的内圈，用力应均匀。

b. 用铜棒拆卸。用端部呈楔形的铜棒以倾斜方向顶住轴承内圈，然后用锤子敲打铜棒，把轴承敲出，如图 1-12 所示。

敲击时应注意：应沿着轴承内圈四周相对两侧轮流均匀敲击，不可只敲一边，不可用力过猛。

c. 搁在圆筒上拆卸。在轴承的内圈下面用两块厚铁板夹住转轴，并用能容纳转子的圆筒支住，在转轴上端垫上厚木板，敲打取下轴承，如图 1-13 所示。

d. 加热拆卸。如装配过紧或轴承氧化而不易拆卸时，可将轴承内圈加热，使其膨胀而松脱。加热前，用湿布包好转轴，防止热量扩散，用 100℃ 左右的机械油浇在轴承内圈上，趁热用上述方法拆卸。

② 端盖的拆卸 先拆下换向器端的轴承盖螺栓，取下轴承外盖；接着拆下换向器端的端盖螺栓，拆卸换向器端的端盖。拆卸时要在端盖边缘处垫以木楔，用铁锤沿端盖的边缘均

匀地敲击,逐渐使端盖止口脱离机座及轴承外圈,并取出刷架;拆除轴伸端的轴承盖螺栓,取下轴承外盖及端盖。拆卸时在端盖与机座的接缝处要做好标记。

③ 转子的取出 在抽出转子前,用厚纸或布包好换向器,以保持换向器清洁及不被碰伤。

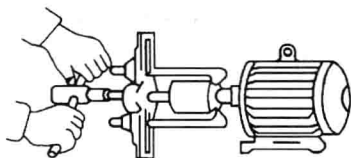


图 1-11 拉码拆卸法

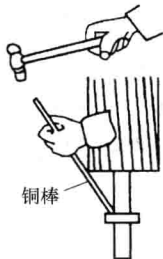


图 1-12 铜棒敲击法

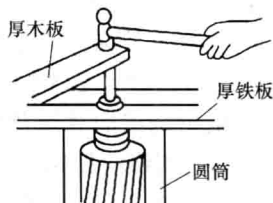


图 1-13 圆筒拆卸法

(二) 维修

直流电动机的绕组分为定子绕组(包括励磁绕组、换向极绕组、补偿绕组)和电枢绕组。定子绕组发生的故障主要有:绕组过热、匝间短路、接地及绝缘电阻下降等;电枢绕组故障主要有:短路、断路和接地。换向器故障主要有:片间短路、接地、换向片凹凸不平及云母片凸出等。

1. 定子绕组的故障及修理

(1) 励磁绕组过热

① 故障现象 绕组变色、有焦化气味、冒烟。

② 可能原因 励磁绕组通风散热条件严重恶化、电动机长时间过励磁。

③ 检查处理方法 肉眼观察或用兆欧表测量,改善通风条件、降低励磁电流。

(2) 励磁绕组匝间短路

① 故障现象 当直流电动机的励磁绕组匝间出现短路故障时,虽然励磁电压不变,但励磁电流增加;或保持励磁电流不变时,电动机出现转矩降低、空载转速升高等现象;或励磁绕组局部发热;或出现部分刷架换向火花加大或单边磁拉力,严重时使电动机产生振动。

② 可能原因 制造时存在缺陷(如“S”弯处过渡绝缘处理不好,层间绝缘被铜毛刺挤破,经过一段时间的运行,问题逐步显现)、电动机在运行维护和修理过程中受到碰撞,使得导线绝缘受到损伤而形成匝间短路。

③ 检查处理方法 励磁绕组匝间短路常用交流压降法检查。

把工频交流电通过调压器加到励磁绕组两端,然后用交流电压表分别测量每个磁极励磁绕组上的交流压降,若各磁极上交流电压相等,则表示绕组无短路现象;若某一磁极的交流压降比其余磁极都小,则说明这个磁极上的励磁绕组存在匝间短路,通电时间稍长时,这个绕组将明显发热,如图 1-14 所示。

(3) 定子绕组接地

① 故障现象 当定子绕组出现接地故障时,会引起接地保护动作和报警,如果两点接地,还会使得绕组局部烧毁。

② 可能原因 线圈、铁芯或补偿绕组槽口存在毛刺,或绕组固定不好,在电动机负载