



国家中等职业教育改革发展
示范校建设项目成果

机床继电控制系统的装配与维修一体化教材

jichuangjidiankongzhixitong de zhuangpei yu weixiu yitihua jiaocai

主 编 李带荣

副主编 高小霞

参 编 谭 跃 尚玉廷 郭春发 吴乐明 陈友栋



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



国家中等职业教育改革发展
示范校建设项目成果

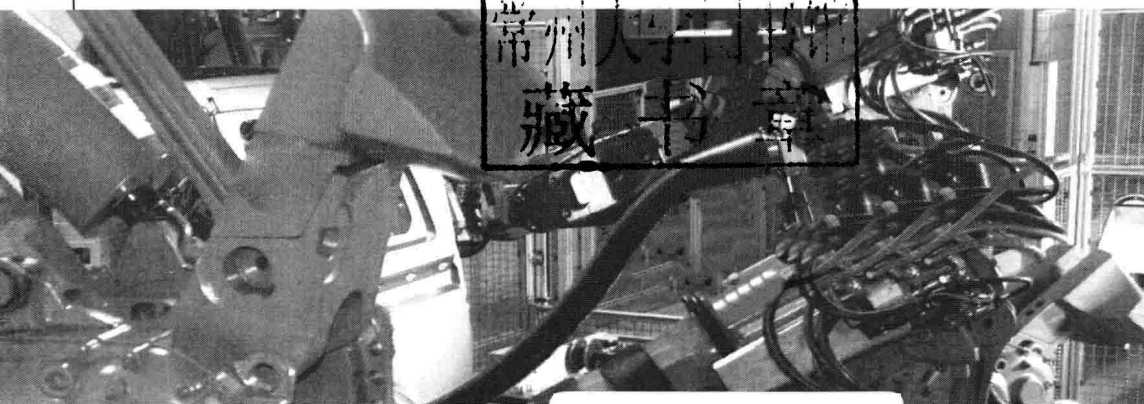
机床继电控制系统的装配与维修一体化教材

jíchuangjièdiànkòngzhìxìtǒng de zhuāngpèi yǔ wēixiū yītìhuàjiàocái

主 编 李带荣

副主编 高小霞

参 编 谭 跃 尚玉廷 郭春发 吴乐明 陈友栋



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

责任编辑：石陇辉

责任校对：韩秀天

文字编辑：李 潇

责任出版：卢运霞

封面设计：刘 伟

图书在版编目 (CIP) 数据

机床继电控制系统的装配与维修一体化教材 / 李带荣主编. —
北京：知识产权出版社，2014. 2

国家中等职业教育改革发展示范校建设项目成果

ISBN 978-7-5130-2178-4

I. ①机… II. ①李… III. ①机床—继电保护装置—
装配（机械）—中等专业学校—教材②机床—继电保护装
置—维修—中等专业学校—教材 IV. ①TG502.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 176954 号

国家中等职业教育改革发展示范校建设项目成果
机床继电控制系统的装配与维修一体化教材
李带荣 主编

出版发行：知识产权出版社 有限责任公司

社 址：北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址：<http://www.ipph.cn>

发行电话：010-82000860 转 8101/8102

责编电话：010-82000860 转 8175

印 刷：北京中献拓方科技发展有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

版 次：2014 年 2 月第 1 版

字 数：269 千字

ISBN 978-7-5130-2178-4

邮 编：100088

邮 箱：bjb@cnipr.com

传 真：010-82005070/82000893

责编邮箱：shilonghui@cnipr.com

经 销：新华书店及相关销售网点

印 张：11.75

印 次：2014 年 2 月第 1 次印刷

定 价：38.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

审定委员会

主 任：高小霞

副主任：郭雄艺 罗文生 冯启廉 陈 强

刘足堂 何万里 曾德华 关景新

成 员：纪东伟 赵耀庆 杨 武 朱秀明 荆大庆

罗树艺 张秀红 郑洁平 赵新辉 姜海群

黄悦好 黄利平 游 洲 陈 娇 李带荣

周敬业 蒋勇辉 高 琰 朱小远 郭观棠

祝 捷 蔡俊才 张文库 张晓婷 贾云富

序

根据《珠海市高级技工学校“国家中等职业教育改革发展示范校建设项目任务书”》的要求，2011年7月至2013年7月，我校立项建设的数控技术应用、电子技术应用、计算机网络技术和电气自动化设备安装与维修四个重点专业，需构建相对应的课程体系，建设多门优质专业核心课程，编写一系列一体化项目教材及相应实训指导书。

基于工学结合专业课程体系构建需要，我校组建了校企专家共同参与的课程建设小组。课程建设小组按照“职业能力目标化、工作任务课程化、课程开发多元化”的思路，建立了基于工作过程、有利于学生职业生涯发展的、与工学结合人才培养模式相适应的课程体系。根据一体化课程开发技术规程，剖析专业岗位工作任务，确定岗位的典型工作任务，对典型工作任务进行整合和条理化。根据完成典型工作任务的需求，四个重点建设专业由行业企业专家和专任教师共同参与的课程建设小组开发了以职业活动为导向、以校企合作为基础、以综合职业能力培养为核心，理论教学与技能操作融合贯通的一系列一体化项目教材及相应实训指导书，旨在实现“三个合一”：能力培养与工作岗位对接合一、理论教学与实践教学融通合一、实习实训与顶岗实习学做合一。

本系列教材已在我校经过多轮教学实践，学生反响良好，可用做中等职业院校数控、电子、网络、电气自动化专业的教材，以及相关行业的培训材料。

珠海市高级技工学校

前言

本书是电气自动化设备安装与维修专业优质核心课程的一体化教材。课程建设小组以电气自动化职业岗位工作任务分析为基础，以国家职业资格标准为依据，以综合职业能力培养为目标，以典型工作任务为载体，以学生为中心，运用一体化课程开发技术规程，根据典型工作任务和工作过程设计课程教学内容和教学方法，按照工作过程的顺序和学生自主学习的要求进行教学设计并安排教学活动，共设计了6个学习任务，每个学习任务下设计了3~7个学习活动，每个学习活动通过2~7个教学环节，完成学习活动。通过这些学习任务，重点对学生进行机床继电控制行业的基本技能、岗位核心技能的训练，并通过完成机床继电控制系统典型工作任务的一体化课程教学达到与电气自动化专业对应的机床继电控制系统的装配与维修岗位的对接，实现“学习的内容是工作，通过工作实现学习”的工学结合课程理念，最终达到培养高素质技能人才的培养目标。

本书由我校电气自动化专业相关人员与长陆自动化有限公司等单位的行业企业专家共同开发、编写完成。本书由李带荣担任主编，高小霞任副主编，参加编写的人员有谭跃、尚玉廷、郭春发、吴乐明、陈友栋，全书由卢光飞和刘足堂主任统稿，高小霞和郭雄艺对本书进行了审稿与指导，曾德华等参加了审稿和指导工作。

由于时间仓促，编者水平有限，加之改革处于探索阶段，书中难免有不妥之处，敬请专家、同仁给予批评指正，为我们的后续改革和探索提供宝贵的意见和建议。

编者

目 录

学习任务一 三相笼型电动机的拆装与维护	1
学习活动 1 三相异步电动机相关理论知识回顾	2
学习活动 2 电动机的定义及分类	4
学习活动 3 制订工作计划	7
学习活动 4 实施计划	8
学习活动 5 检查交付验收	18
学习活动 6 评价反馈	23
学习任务二 立式钻床电气控制线路的安装与调试	28
学习活动 1 明确工作任务	29
学习活动 2 元器件的学习	31
学习活动 3 勘查设备现场,识读电气控制电路图	33
学习活动 4 制订工作计划,列出元器件和材料清单	38
学习活动 5 现场施工	40
学习活动 6 施工项目验收	42
学习活动 7 工作总结和评价	44
学习任务三 CA6140 型车床电气控制电路的安装、调试与检修	46
学习活动 1 参观 CA6140 型车床	46
学习活动 2 识读原理图、安装图、接线图	49
学习活动 3 元器件与材料的学习	56
学习活动 4 CA6140 型车床电气控制电路的安装	62
学习活动 5 安装工作总结与评价	67
学习活动 6 明确工作任务	68
学习活动 7 熟悉设备电路图	70
学习活动 8 检修前的准备	70
学习活动 9 施工现场调研、制订维修方案、现场实施维修	79
学习活动 10 工作总结和评价	83

学习任务四 M7130 型平面磨床电气控制线路的安装与调试	85
学习活动 1 明确工作任务	86
学习活动 2 元器件的学习	88
学习活动 3 勘查设备现场，识读电气控制电路图	89
学习活动 4 制订工作计划，列出元器件和材料清单	107
学习活动 5 现场施工	109
学习活动 6 施工项目验收	113
学习活动 7 工作总结和评价	113
学习任务五 万能铣床电气控制线路的安装与调试	115
学习活动 1 明确工作任务	116
学习活动 2 勘查设备现场，识读基本电气控制电路图	119
学习活动 3 识读 X62W 万能铣床的电路图	133
学习活动 4 X62W 型万能铣床常见电气故障的诊断与检修	138
学习活动 5 制订工作计划，列出元器件和材料清单	140
学习活动 6 现场施工	142
学习活动 7 施工项目验收	143
学习活动 8 工作总结和评价	144
学习任务六 Z37 摇臂钻床安装与调试	146
学习活动 1 明确工作任务	146
学习活动 2 现场学习机床，识读电路图	147
学习活动 3 勘查施工现场	153
学习活动 4 制订安装工作计划，确认实施工作方案	153
学习活动 5 现场施工安装	156
学习活动 6 确定调试通电试车方案，通电试车	164
学习活动 7 施工项目验收	168
学习活动 8 工作总结与评价	171

学习任务一

三相笼型电动机的拆装与维护

【学习目标】

- (1) 掌握三相异步电动机的内部结构和工作原理。
- (2) 三相笼型电动机（见图 1-1）的拆装。
 - 1) 掌握电机绕组端子确定、绝缘电阻测试、空载运行电流测试等方法。
 - 2) 掌握万用表、摇表、钳形电流表的使用。
 - 3) 熟练掌握电机绕组拆卸、绕组绕制及电机装配过程（拓展知识）。

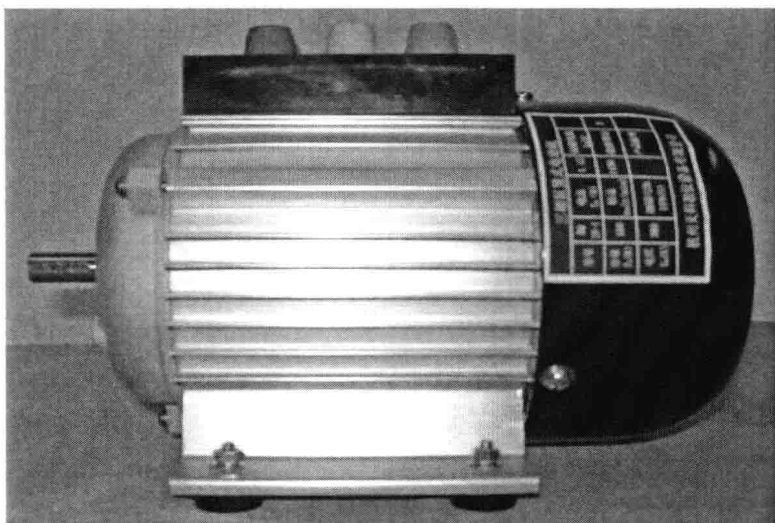


图 1-1 三相笼型电动机

【任务要求】

- (1) 正确使用电动机拆装工具。
- (2) 了解电动机基本结构和工作原理，正确拆装电动机并进行维护，填写维护记录。
- (3) 能根据电动机故障现象，分析故障范围，查找故障点，制定维修方案，掌握电动机故障检修的基本方法。
- (4) 能用仪表对三相异步电动机进行测试检查，验证电动机安装的正确性。
- (5) 能按照安全操作规程正确通电试车。

(6) 能按照企业管理制度，正确填写维修记录并归档，确保记录的可追溯性，为以后维修提供参考资料。

【建议课时】

48 课时。

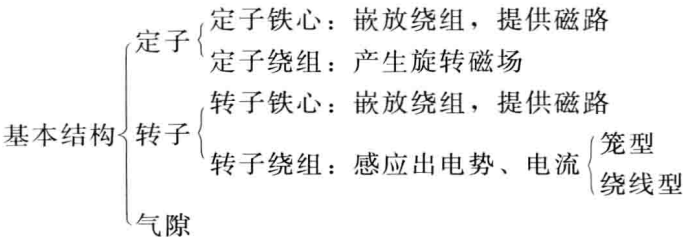
学习活动 1 三相异步电动机相关理论知识回顾

学习目标：掌握三相异步电动机的工作原理。

学习地点：电工实训场。

学习课时：4 课时。

一、三相异步电动机的结构



材料：铁心均由硅钢片叠压而成。

二、工作原理

1. 内容

三相电源通给三相对称的定子绕组，产生旋转磁场，静止的转子相对于旋转磁场有一个相对的切割磁力线的运动，产生感应电动势，产生感应电流，转子绕组有了电流，在磁场中会受到电磁力的作用，形成电磁转矩，克服阻转矩，驱动转子旋转起来，实现了电能转换成机械能的目的。

2. 旋转条件

(1) 旋转磁场（见图 1-2）。

(2) 转子是闭合导体。

3. 定子绕组

(1) 槽数 Z_1 ：定子铁心总槽数。

(2) 线圈节距 y ：一个线圈的两个有效边所跨定于圆周的距离， $y \approx \tau = \frac{Z_1}{2p}$ 。

(3) 极距 τ ：交流绕组一个磁极所占有定子圆周的距离， $\tau = \frac{Z_1}{2p}$ 。

(4) 电角度：电角度 = $p \times$ 机械角度。

(5) 槽距角：槽距角是指相邻的两个槽之间的电角度， $\alpha = \frac{360p}{Z_1}$ 。

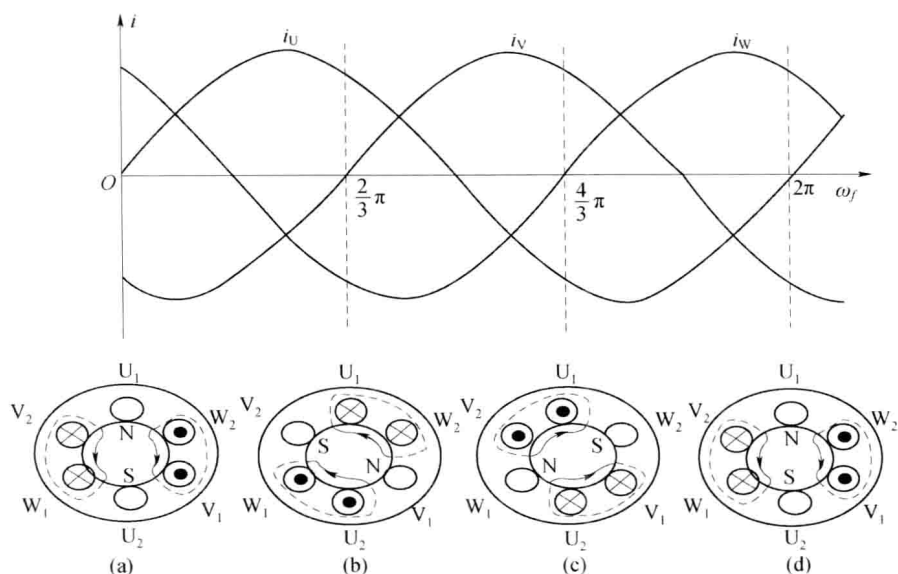


图 1-2 旋转磁场

(6) 每极每相槽数 q : 每相绕组在每个磁极下占的槽数, $q = \frac{Z_1}{2pm}$ 。

• 知识拓展

了解图 1-3 所示家用电风扇和洗衣机的电动机。

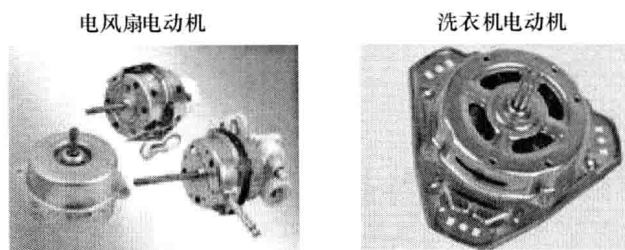


图 1-3 电风扇电动机与洗衣机电动机

• 引导问题

- (1) 上述的电动机额定工作电压是_____伏, 属于_____相电动机。
- (2) 交流电是由_____产生的。

• 提示

(1) 观察图 1-4 所示的三相交流发电机模型的结构。特别注意镶嵌在铁心中的红色、黄色、绿色三组线圈, 其中每一组的线圈表面上看只有一圈, 但其实这一圈里面已经用细的漆包线绕了很多匝, 请大家留意这三组不同颜色的线圈在铁心上的安装位置有什么特点?

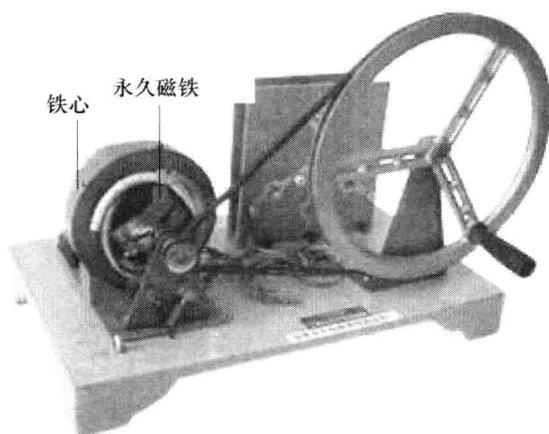


图 1-4 三相交流发电机的模型

- (2) 观察铁心内部的永久磁铁，摇动手轮，观察永久磁铁的转动。
- (3) 该发电机共有_____个接线端口，请确定每个线圈的头尾。
- (4) 你觉得这个发电机的工作原理是：_____

学习活动 2 电动机的定义及分类

学习目标：掌握异步电动机的结构及分类。

学习地点：电工实训场。

学习课时：4 课时。

学习过程：

- (1) 电动机是根据电磁感应原理把电能转换为机械能，并输出机械转矩的原动机。
- (2) 分类。按电流分为直流、交流两种；交流电动机分为同步、异步两种；异步电动机可分为单相、三相电动机；三相电动机可分为绕线转子、笼型。

一、三相笼型异步电动机的结构

异步电动机由定子和转子两个基本部分组成（如图 1-5 所示）。定子是固定部分，转

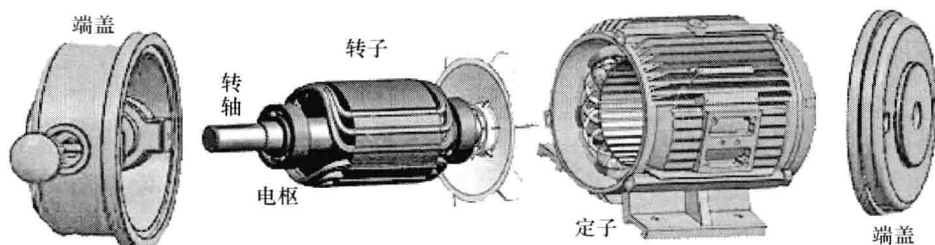


图 1-5 笼型异步电动机的各部件

子是转动部分。为了使转子能够在定子中自由转动，定子、转子之间有 $0.2\sim 2\text{mm}$ 的空气隙。图 1-5 是笼型异步电动机拆开后的各个部件的形状。图 1-6 是三相笼型异步电动机的主要结构。

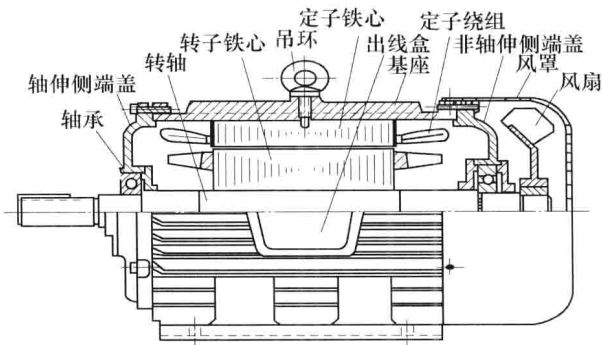


图 1-6 三相笼型异步电动机的主要结构

1. 定子

定子主要用来产生旋转磁场，它由定子铁心、定子绕组、机壳等组成。

(1) 定子铁心。

定子铁心是磁路的一部分，为了降低铁心损耗，采用 $0.35\sim 0.5\text{mm}$ 厚的硅钢片叠压而成，硅钢片间彼此绝缘，如图 1-7 所示。铁心内圆周上分布有若干均匀的平行槽，用来嵌放定子绕组，如图 1-8 所示。

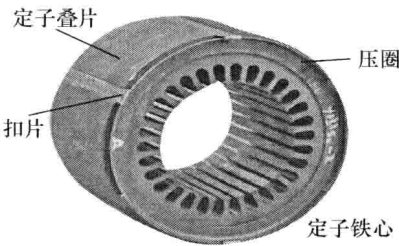


图 1-7 定子的硅钢片

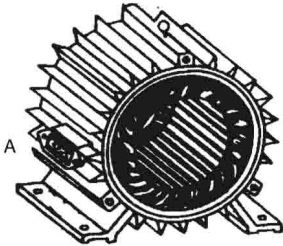


图 1-8 装有三相绕组的定子

(2) 机壳。

机壳包括端盖和机座，其作用是支承定子铁心和固定整个电机。中小型电机机座一般采用铸铁铸造，大型电机机座用钢板焊接而成。端盖多用铸铁铸成，用螺栓固定在机座两端。

(3) 定子绕组。

定子绕组是电动机定子的电路部分，应用绝缘铜线或铝线绕制而成。三相绕组对称地嵌放在定子槽内。三相异步电动机定子绕组的三个首端 U_1 、 V_1 、 W_1 和三个末端 U_2 、 V_2 、 W_2 ，都从机座上的接线盒中引出，如图 1-9 所示。图 1-9 (a) 为定子绕组的星形接法；图 1-9 (b) 为定子绕组的三角形接法。三相绕组具体应该采用何种接法，应视电力网的线电压和各相绕组的工作电压而定。目前我国生产的三相异步电动机，功率在

4kW 以下者一般采用星形接法，在 4kW 以上者采用三角形接法。

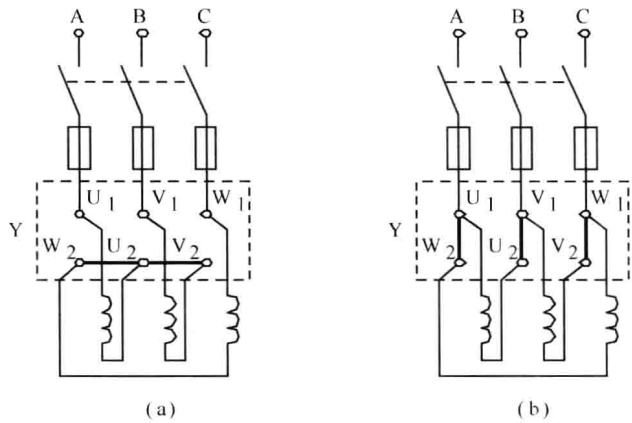


图 1-9 定子绕组的接法

(a) 定子绕组的星形接法；(b) 定子绕组的三角形接法

2. 转子

转子主要用来产生旋转力矩，拖动生产机械旋转。转子由转轴、转子铁心和转子绕组构成。

(1) 转轴。

转轴用来固定转子铁心和传递能量，一般用中碳钢制成。

(2) 转子铁心。

转子铁心也属于磁路的一部分，一般用 0.35~0.5mm 的硅钢片叠压而成（见图 1-10）。转子铁心固定在转轴上，其外圆均匀分布的槽是用来放置转子绕组的。



图 1-10 转子的硅钢片

(3) 转子绕组。

三相异步电动机的转子绕组分为笼型和绕线转子两种。

1) 笼型转子。

笼型转子是由安放在转子铁心槽内的裸导体和两端的短路环连接而成的。转子绕组就像一个笼（见图 1-11），故称其为笼型转子。

目前，100kW 以下的笼型电动机一般采用铸铝绕组。这种转子是将融化了的铝液直接浇筑在转子槽内，并连同两端的短路环和风扇叶浇筑在一起，该转子也称为铸铝转子，如图 1-12 所示。

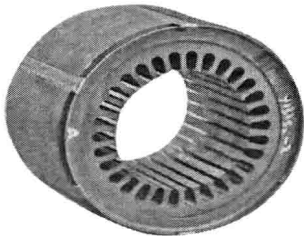


图 1-11 笼型绕组

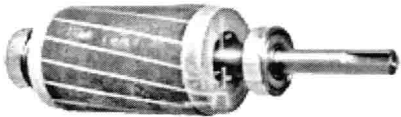


图 1-12 铸铝转子

2) 绕线转子。

绕线转子绕组与定子绕组相似，也为三相对称绕组，嵌放在转子槽内。三相转子绕组通常连接成星形，即三个末端连在一起，三个首端分别与转轴上的三个滑环（滑环与轴绝缘且滑环间相互绝缘）相连，通过滑环和电刷接到外部的变阻器上（见图 1-13），以便改善电动机的起动和调速性能。具有绕线转子的电动机称为绕线转子电动机。绕线转子电动机起动时，为改善起动性能，使转子绕组与外部变阻器相连；而在正常运转时，将外部变阻器调到零位或直接将其首端短接。绕线转子电动机由于结构复杂、价格较贵，仅适用于要求有较大起动转矩及有调速要求的场合。而笼型电动机由于结构简单、价格低廉、性能可靠及使用维护方便，在实际生产中应用很广泛。

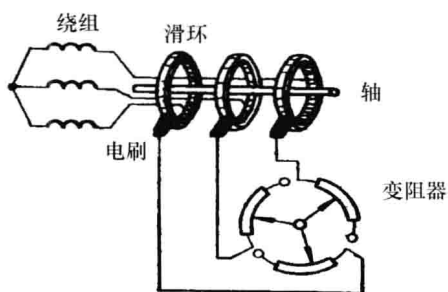


图 1-13 绕线转子绕组与
外接变阻器的连接

二、引导问题

- (1) 口述三相笼型异步电动机的结构。
- (2) 口述三相笼型异步电动机的原理。

学习活动 3 制订工作计划

工作情境描述：教师准备对车间的 1 号风机进行检修，需要将风机的三相笼型电动机拆卸进行检修，并重新安装、恢复功能，要求学生制订一份合理的工作计划。

学习目标：制订工作计划。

学习地点：电工实训场。

学习课时：4 课时。

任务要求：

- (1) 制订检修工作计划；
- (2) 列出工具、材料清单。

请你编制一份维修工作计划，你的计划最少要考虑到：

(1) 施工方案的步骤是_____。

(2) 施工准备包括哪些内容？

_____。

- (3) 电动机的安装；
- (4) 电动机的接线。

一、三相异步电动机的铭牌

观察电动机的外壳，上面的铭牌如表 1-3 所示。

表 1-3 三相异步电动机的铭牌

	三相异步电动机		
	型号 Y2-132S-4	功率 5.5kW	电流 11.7A
频率 50Hz	电压 380V	接法△	转速 1440r/min
防护等级 IP44	重量 68kg 工作制 S1	F 级绝缘	
××电机厂			

• 引导问题

从上面的铭牌中读到了什么信息？写出来看看。

• 提示

常用中、小型三相异步电动机的型号和参数

1. 型号

表示电动机的机座形式和转子类型（见图 1-14）。国产异步电动机的型号用 Y（Y2）、YR、YZR、YB、YQB、YD 等汉语拼音字母来表示。其含义为：

- Y——笼型异步电动机（容量为 0.55~90kW）；
- YR——绕线转子异步电动机（容量为 250~2500kW）；
- YZR——起重机上用的绕线转子异步电动机；
- YB——防爆式异步电动机；
- YQ——高起动转矩异步电动机。

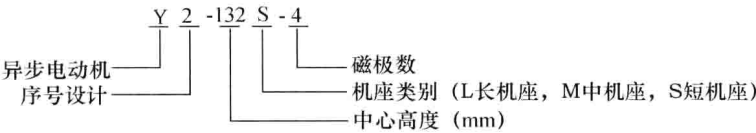


图 1-14 电动机的型号

2. 参数

- (1) 额定功率 (P_N)：在额定运行时，电动机轴上输出的机械功率 (kW)。
- (2) 额定电压 (U_N)：在额定运行时，定子绕组端应加的线电压值，一般为 220V/380V。Y 系列电动机功率在 4kW 以上均采用三角形连接，以便采用 Y-△接法。3kW 以下有 380V 和 220V 两种，写成 380V/220V，对应接法两种，即 Y/△。电源线电压 380V