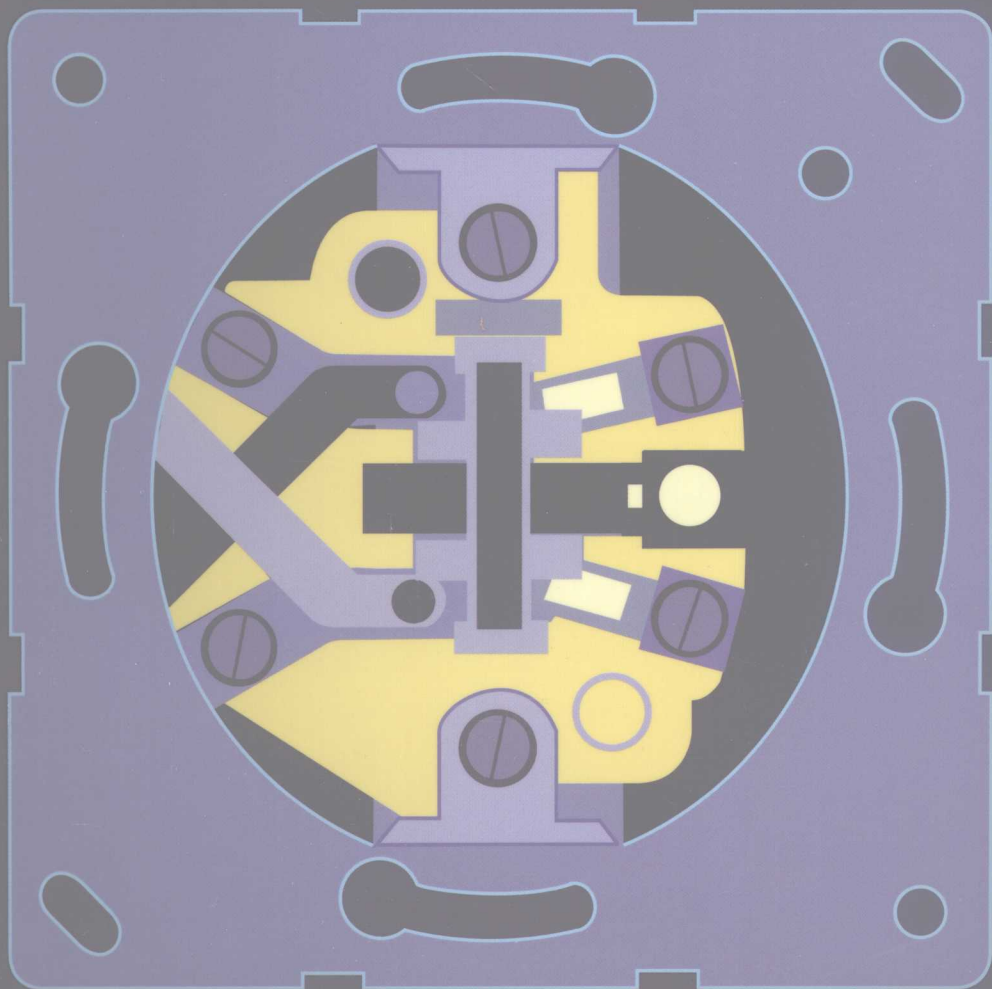


现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

低压电器控制

周厚斌 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

现代制造业职业教育集团公共实训基地

工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

低压电器控制

周厚斌 主 编

张建启 袁聿东 副主编

高等教育出版社

内容简介

本书是现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能训练教学用书。本书适合中等职业学校机电类专业教学用书。

本书主要内容有：三相交流异步电动机、安装三相交流异步电动机直接起动控制电路、安装电动机降压起动控制电路、电动机制动控制电路安装与检修、安装双速电动机控制电路、控制电路设计与安装、典型生产机械电气控制电路检修。

本书可作为制造类职业教育集团及职业教育公共实训基地工学结合、顶岗实习以及职业技能培训的教学用书，也可作为中等职业学校制造类专业及其工科类相关专业教学用书和岗位培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电器控制/周厚斌主编. —北京：高等教育出版社，
2008.6

ISBN 978-7-04-024646-9

I. 低… II. 周… III. 低压电器-控制-职业教育-
教材 IV. TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 071719 号

策划编辑	陈大力	责任编辑	陈大力	封面设计	张楠	责任绘图	朱静
版式设计	张岚	责任校对	朱惠芳	责任印制	尤静		

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京东光印刷厂

开本 850×1168 1/16
印张 12.75
字数 300 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2008 年 6 月第 1 版
印次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定价 20.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24646-00

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书
工作过程系统化核心教程

编写指导委员会

名誉主任 徐剑波

主 任 李振江

副 主 任

王洪立 王 铨 刘振海 李一鸥 牛旭光

迟本理 蔡希岗 孙焕利 周厚斌

成 员

于万成 石俊寿 代明尧 刘庆才 李克华 邢大伟 陈玉水 张友波 陆仁发

陆威崑 段永田 贺刚林 武光亮 梁显宗 于德水 邱卫东 叶忠先 苗进国

尹洪旺 夏秀陶 刘常青 刘宗毅 黄 松

出版说明

职业教育集团化办学和推行工学结合、顶岗实习是我国职业教育发展过程中大力推进体制、机制创新,增强职业教育发展的生机与活力,推动中等职业教育又好又快发展的必然选择,是贯彻职业教育与生产劳动和社会实践相结合原则的生动体现和重大创举。

职业教育的集团化运作、职业教育公共实训基地的建立与运行,工学结合、顶岗实习的推行使得职业教育教学模式、教学方法等都必须进行相应的改革,教材建设作为这种改革的重要载体和支撑,其作用尤为重要。高等教育出版社以打造精品教学资源,引领教学改革潮流为己任,与青岛市现代制造业职业教育集团合作,组织来自企业、教育管理部门和学校的现代制造业相关专业领域的专家和教师深入企业、学校、实训基地,在广泛调研的基础上编写了“现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书”系列教材,该系列教材力求突出以下特色。

第一,该系列教材立足现代制造业职业教育集团公共实训基地的硬件环境,充分满足工学结合、顶岗实习职业教育机制体制创新条件下对教材的需求,突出教材的实用性和针对性。

第二,该系列教材在“学中做,做中学”的教学原则下,按照“工作过程系统化”的活动课程模式,采用“模块—项目—任务”结构形式构建教材内容,结合不同课程教学内容的具体特点组织编写。

第三,该系列教材以最新的国家技术标准和相关国家职业标准及有关行业技能鉴定规范为编写的重要依据,融入了新知识、新技术、新工艺和新方法,贯彻了以就业为导向,以突出就业岗位能力培养为主的职业教育思想。

第四,该系列教材在编写过程中,遵循学生掌握知识、技能的认知规律和教学规律,语言表述平实,图文并茂,通俗易懂,具有较强的可操作性,便于学生学习和教师组织教学。

为了做好教材编写工作,促进教材的推广使用,由青岛市现代制造业相关专业领域的优秀教育管理专家、教师、学者,组成了现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书编写指导委员会,指导教材的编写工作。伴随职业教育教学改革不断深化,本套教材在推广使用中,将根据反馈信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社
中等职业教育出版中心
2008年5月

序

过去的几年,我国职业教育工作全面推进,取得了明显成效,党中央、国务院高度重视职业教育工作。2002年和2005年,国务院先后召开两次全国职业教育工作会议,都做出了大力发展职业教育的决定,明确了我国职业教育改革和发展的指导思想、目标任务和政策措施。教育系统认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨,以就业为导向的发展方针,职业教育的规模迅速扩大,改革不断深入,质量不断提高,促进了教育结构的战略调整和教育持续协调健康发展,为社会主义现代化建设做出了重要贡献。

近几年来,青岛市职业教育工作认真贯彻落实党和国家的教育方针,坚持以服务为宗旨、以就业为导向,面向社会、面向市场办学,大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式,积极开展职业教育集团化办学,不断深化教育教学改革,职业教育的质量有了显著提高。2005年7月,我们对21家企业和27所学校进行整合,组建了以山东省轻工工程学校为龙头的青岛市现代制造业教育集团。2005年8月,教育部周济部长视察青岛市现代制造业教育集团时,对教育集团校企合作、工学结合、东西部联合办学等办学模式给予充分肯定。

2007年10月,青岛市职业教育集团以其“政府统筹、名校主导”的鲜明特色作为重要案例写进了教育部课题《职业教育集团化办学的理论与实践研究》的相关研究报告之中。2006年作为政府当年市办10件大事之一,青岛市在中央财政支持下投资1.3亿元,在山东省轻工工程学校实训中心的基础上建成了青岛市现代制造业职业教育公共实训基地。职业教育集团化办学和职业教育公共实训基地建设实现了教育资源的整合和共享,同时也对职业教育体制和机制创新提出了新要求。在职业教育集团和职业教育公共实训基地这样的平台上运作职业教育,硬件基础具备之后,与之相适应的教学模式、课程建设等软件的配套,是一个必须解决的问题。

山东省轻工工程学校为此做了大量的研究和实践,取得了很多可喜的成果,其中之一就是这套现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书。他们与高等教育出版社合作,邀请行业内许多知名专家、技术人员和相关专业教学专家、教育管理者,深入企业、学校进行了大量的调查研究,确定了教材的“模块—项目”结构框架。教材采用大量来自生产现场的工作任务作为承载教学内容载体的学习项目,完成这些学习项目的工作过程,将引领学生掌握操作技能、理解理论知识、积累工作经验和培养职业道德等等。这套教材的推广使用,必将为职业教育改革创新提供强有力的支持,为青岛市制造业发展和山东半岛制造业基地建设培养更多高素质劳动者做出更大贡献。

徐剑波
2008年4月

前言

低压电器控制旨在使学习者据此掌握电工类工作岗位群所需要的理论知识和工艺方法，能够从事电动设备相关控制电路中电气元件选件、电路安装调试、控制柜故障维修等工作，以适应相关岗位群的需要。

本书采用“模块—项目”结构形式，若干个电工的工作项目（任务）承载了课程标准所规定的全部内容，相关的理论知识和工艺方法，都在一系列项目实施的工作过程中分别学习。形象思维方式将是学习者在学习过程中采用的主要思维方式。

本书的主要特色有：

（1）将低压电器控制相关内容划分为若干模块，每个模块又由若干工作项目组成，通过各个工作项目的实施完成教学。

（2）模块内容按照专业技能的系统性编排，每一工作项目都有明确的知识目标和技能要求，强调学生动手能力的培养。

（3）教材只列出每个项目所需的“相关知识”，理论知识以“必需、够用”为度。学科理论的系统性不再作为内容排列的唯一原则。

（4）每个项目按工序列出了详尽的操作步骤，操作性强。

（5）教材包含有职业观念、安全意识和合作、交流、协调能力培养等内容。

本书适合作为中等职业学校机电类专业的教学用书，也适合作为相关工种的职业技能培训教材和相关工程技术人员参考用书。

使用本书的建议：

（1）由具备较强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用练讲结合的教学方法，由学生按照操作步骤完成项目操作，达到规定的目标。需要的相关理论知识随练随讲。

（2）理论与实践课程的比例约为1:2，应尽量留出更多时间让学生操作。

（3）各学校可根据专业具体要求以及教学和培训条件，选择相应模块和项目进行教学。

学时分配建议如下：

序号	教学内容	学时数
1	第一子模块 三相交流异步电动机	16
2	第二子模块 安装三相交流异步电动机直接起动控制电路	38
3	第三子模块 安装电动机降压起动控制电路	40
4	第四子模块 电动机制动控制电路安装与检修	18
5	第五子模块 安装双速电动机控制电路	20
6	第六子模块 控制电路设计与安装	20
7	第七子模块 典型生产机械电气控制电路检修	36
	合 计	188

本书由周厚斌担任主编，张建启，袁聿东担任副主编。参加本书编写的有宋新钢、王亮亮。由于作者水平所限，本书错误与不足在所难免，敬请各位使用者批评指正。

编者
2008年3月

目 录

第一子模块	三相交流异步电动机	1
项目一	三相交流异步电动机的 拆装	3
项目二	三相交流异步电动机的 维护	16
第二子模块	安装三相交流异步电动机直接起动控制电路	27
项目一	安装三相交流异步电动机点动 控制电路	29
项目二	安装三相交流异步电动机长动 控制电路	47
项目三	电动机双重互锁正反转控制 电路的安装与检修	55
项目四	工作台自动往返控制电路的 安装与检修	64
第三子模块	安装电动机降压起动控制电路	75
项目一	安装电动机按钮控制 Y- Δ 降压 起动控制电路	77
项目二	电动机自动控制 Y- Δ 降压起动 控制电路安装与检修	84
项目三	安装按钮控制定子绕组串联 电阻降压起动控制电路	93
项目四	安装自动控制定子绕组串联 电阻降压起动控制电路	99
第四子模块	电动机制动控制电路安装与检修	105
项目一	安装电动机反接制动控制 电路	107
项目二	安装电动机能耗制动控制 电路	114
项目三	安装电动机电磁抱闸制动控制 电路	120
第五子模块	安装双速电动机控制电路	125
项目一	安装双速电动机按钮控制 电路	127
项目二	安装双速电动机自动控制 电路	135
第六子模块	控制电路设计与安装	143
项目一	两台电动机顺序控制电路设计 与安装	145
项目二	皮带运输机电气控制系统 设计	153

项目一 C6136 车床控制电路的故障

检修 168

检修 161

项目三 XA6132 铣床控制电路的故障

项目二 Z35 摇臂钻床控制电路的故障

检修 176

参考文献

189

18	 检修	8	 检修
27	 检修	27	 检修
28	 检修	28	 检修
29	 检修	29	 检修
30	 检修	30	 检修
31	 检修	31	 检修
32	 检修	32	 检修
33	 检修	33	 检修
34	 检修	34	 检修
35	 检修	35	 检修
36	 检修	36	 检修
37	 检修	37	 检修
38	 检修	38	 检修
39	 检修	39	 检修
40	 检修	40	 检修
41	 检修	41	 检修
42	 检修	42	 检修
43	 检修	43	 检修
44	 检修	44	 检修
45	 检修	45	 检修
46	 检修	46	 检修
47	 检修	47	 检修
48	 检修	48	 检修
49	 检修	49	 检修
50	 检修	50	 检修
51	 检修	51	 检修
52	 检修	52	 检修
53	 检修	53	 检修
54	 检修	54	 检修
55	 检修	55	 检修
56	 检修	56	 检修
57	 检修	57	 检修
58	 检修	58	 检修
59	 检修	59	 检修
60	 检修	60	 检修
61	 检修	61	 检修
62	 检修	62	 检修
63	 检修	63	 检修
64	 检修	64	 检修
65	 检修	65	 检修
66	 检修	66	 检修
67	 检修	67	 检修
68	 检修	68	 检修
69	 检修	69	 检修
70	 检修	70	 检修
71	 检修	71	 检修
72	 检修	72	 检修
73	 检修	73	 检修
74	 检修	74	 检修
75	 检修	75	 检修
76	 检修	76	 检修
77	 检修	77	 检修
78	 检修	78	 检修
79	 检修	79	 检修
80	 检修	80	 检修
81	 检修	81	 检修
82	 检修	82	 检修
83	 检修	83	 检修
84	 检修	84	 检修
85	 检修	85	 检修
86	 检修	86	 检修
87	 检修	87	 检修
88	 检修	88	 检修
89	 检修	89	 检修
90	 检修	90	 检修
91	 检修	91	 检修
92	 检修	92	 检修
93	 检修	93	 检修
94	 检修	94	 检修
95	 检修	95	 检修
96	 检修	96	 检修
97	 检修	97	 检修
98	 检修	98	 检修
99	 检修	99	 检修
100	 检修	100	 检修
101	 检修	101	 检修
102	 检修	102	 检修
103	 检修	103	 检修
104	 检修	104	 检修
105	 检修	105	 检修
106	 检修	106	 检修
107	 检修	107	 检修
108	 检修	108	 检修
109	 检修	109	 检修
110	 检修	110	 检修
111	 检修	111	 检修
112	 检修	112	 检修
113	 检修	113	 检修
114	 检修	114	 检修
115	 检修	115	 检修
116	 检修	116	 检修
117	 检修	117	 检修
118	 检修	118	 检修
119	 检修	119	 检修
120	 检修	120	 检修
121	 检修	121	 检修
122	 检修	122	 检修
123	 检修	123	 检修
124	 检修	124	 检修
125	 检修	125	 检修
126	 检修	126	 检修
127	 检修	127	 检修
128	 检修	128	 检修
129	 检修	129	 检修
130	 检修	130	 检修
131	 检修	131	 检修
132	 检修	132	 检修
133	 检修	133	 检修
134	 检修	134	 检修
135	 检修	135	 检修
136	 检修	136	 检修
137	 检修	137	 检修
138	 检修	138	 检修
139	 检修	139	 检修
140	 检修	140	 检修
141	 检修	141	 检修
142	 检修	142	 检修
143	 检修	143	 检修
144	 检修	144	 检修
145	 检修	145	 检修
146	 检修	146	 检修
147	 检修	147	 检修
148	 检修	148	 检修
149	 检修	149	 检修
150	 检修	150	 检修
151	 检修	151	 检修
152	 检修	152	 检修
153	 检修	153	 检修
154	 检修	154	 检修
155	 检修	155	 检修
156	 检修	156	 检修
157	 检修	157	 检修
158	 检修	158	 检修
159	 检修	159	 检修

第一子模块

三相交流异步电动机

项目一 三相交流异步电动机的拆装



【项目名称】

三相交流异步电动机拆装与维护



【项目内容】

拆卸和组装 Y112S-6 型三相交流异步电动机 (图 1-1-1)。

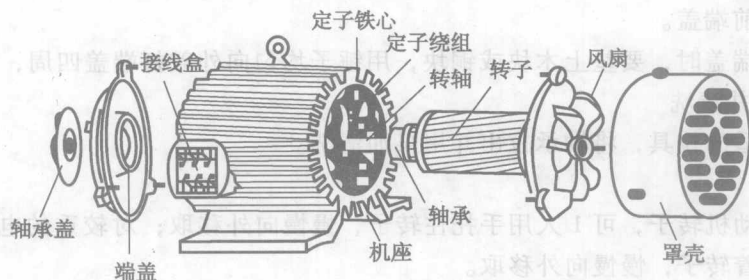


图 1-1-1 三相异步电动机各部分名称



【项目目标】

1. 能对三相交流异步电动机进行拆卸和组装。
2. 认识三相交流异步电动机的结构及工作原理。



【操作步骤】

(一) 准备工作

1. 准备好拆装所用工具和器材
常用电工工具 (手锤、扁凿、拉具、螺丝刀 (旋具)、活动扳手)、油盘、毛刷、木垫、煤油和润滑脂、钳形电流表、兆欧表、转速表、三相交流异步电动机等。

(二) 三相交流异步电动机的拆卸

拆卸步骤:

1. 拆卸皮带轮或联轴器

取下联轴器或带轮的定位螺钉或定位销子, 装上拉具, 拉具丝杠尖端与电动机转子轴中心对准, 旋转丝杠, 慢慢将带轮或联轴器拉出。

注意：若拉不出，不可硬拉，可在定位螺孔内注入煤油，几小时后再拉。在拆卸过程中，不能用锤子直接敲打联轴器或带轮，以防破裂或变形。

2. 拆卸风罩

拧下电动机风罩 4 只固定螺钉，取下风罩。

3. 拆卸风扇

拧下风扇固定螺钉，取下风扇。

4. 拆卸前轴承外盖

先用螺丝刀拧出固定螺钉，再取下轴承外盖，并做好复位标记。

5. 拆卸前端盖

先用螺丝刀拧出 4 只固定螺钉，再取下前端盖，并做好复位标记。

6. 拆卸后轴承外盖

方法同拆卸前轴承外盖。

7. 拆卸后端盖

方法同拆卸前端盖。

注意：拆卸端盖时，要垫上木块或铜块，用锤子均匀向外敲打端盖四周，取下端盖。

8. 拆卸轴承并清洗

选用大小合适的拉具，将轴承拉出并用煤油清洗。

9. 抽出转子

对较轻的电动机转子，可 1 人用手托住转子，慢慢向外移取；对较重的电动机转子，可 2 人配合，用手抬着转子，慢慢向外移取。

注意：外移转子时，沿轴线方向直线拉出，防止转子与定子绕组相碰，损坏绕组。

电动机拆卸操作示意图，如图 1-1-2 所示。

(三) 三相交流异步电动机的装配

三相异步电动机的装配顺序与拆卸相反。组装前应清洗电动机内部的灰尘，清洗轴承并加足润滑油，操作顺序如下。

1. 安装轴承盖和轴承

(1) 用煤油将轴承盖及轴承清洗干净，观察轴承有无裂纹，再用手旋转轴承外圈，观察其转动是否灵活、噪声是否太大，若有异常，应更换。

(2) 擦净轴颈部位，套上清洗干净并已加好润滑脂的内轴承盖。

(3) 把轴承套到轴上，用一根铁管（长约 300 mm，内径略大于轴颈直径），一端顶在轴承的内圈上，用锤子敲打铁管的另一端，将轴承逐渐敲打到位，如图 1-1-3 所示。

(4) 向轴承滚珠间隙及轴承盖里装填洁净的润滑脂（装满空腔容积的 2/3 即可）。

2. 安装电动机后端盖

3. 安装转子

将转子对准定子孔中心，沿着定子圆周的中心线慢慢向定子里推送到位，推送要慢，不能碰擦定子绕组。注意：直立转子时，地面上必须垫木板。

4. 安装电动机前端盖和轴承外盖

端盖对准标记，固定螺栓按对角线旋紧。

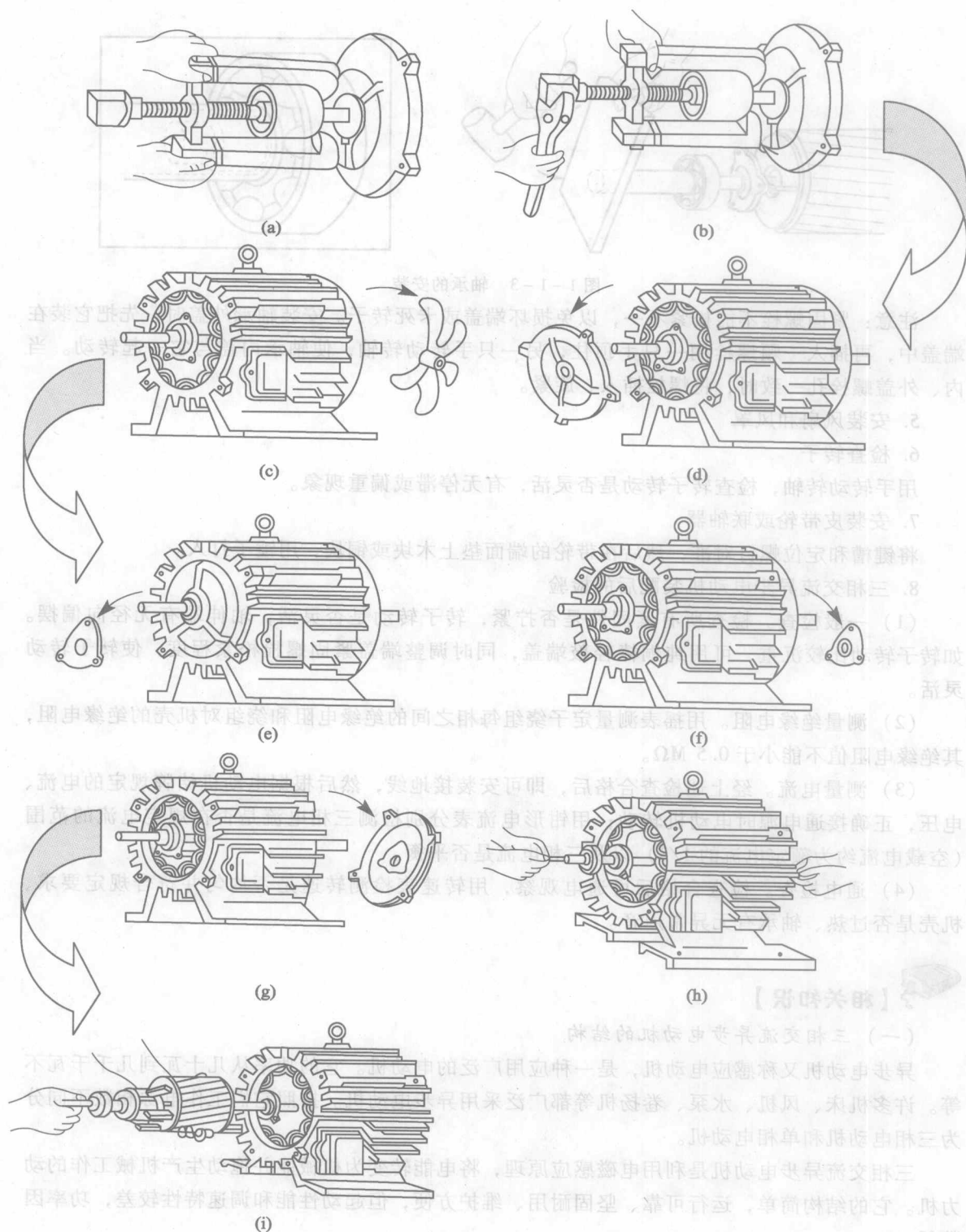


图 1-1-2 电动机拆卸示意图

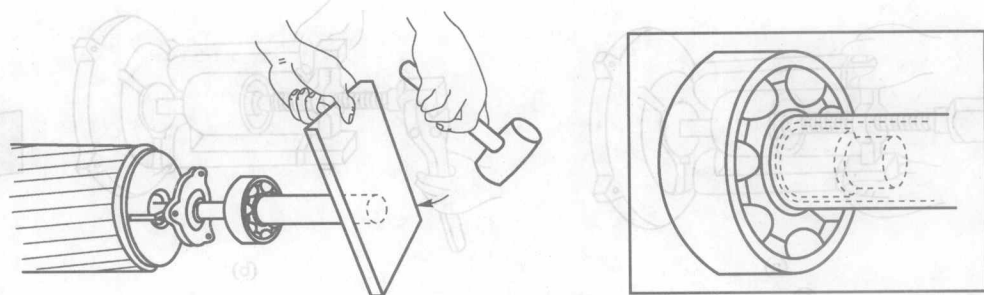


图 1-1-3 轴承的安装

注意：紧固螺栓不能松紧不一，以免损坏端盖或卡死转子。安装轴承外盖时，先把它装在端盖中，再插入一颗螺栓用一只手顶住，另一只手转动转轴，使轴承内盖与它一起转动。当内、外盖螺栓孔一致时，将螺栓插入、旋紧。

5. 安装风扇和风罩

6. 检查转子

用手转动转轴，检查转子转动是否灵活，有无停滞或偏重现象。

7. 安装皮带轮或联轴器

将键槽和定位螺钉对准，然后在带轮的端面垫上木块或铜块，用锤子打入。

8. 三相交流异步电动机装配后的检验

(1) 一般检查。检查所有紧固件是否拧紧，转子转动是否灵活，轴伸端有无径向偏摆。如转子转动比较沉重，可用纯铜棒轻敲端盖，同时调整端盖紧固螺栓松紧程度，使转子转动灵活。

(2) 测量绝缘电阻。用摇表测量定子绕组每相之间的绝缘电阻和绕组对机壳的绝缘电阻，其绝缘电阻值不能小于 $0.5 \text{ M}\Omega$ 。

(3) 测量电流。经上述检查合格后，即可安装接地线，然后根据电动机铭牌规定的电流、电压，正确接通电源时电动机转动；用钳形电流表分别检测三相电流是否在规定的范围（空载电流约为额定电流的 $1/3$ ）以及三相电流是否平衡。

(4) 通电检查。检查合格后可通电观察，用转速表检测转速是否均匀并符合规定要求、机壳是否过热、轴承有无异常声音。



【相关知识】

(一) 三相交流异步电动机的结构

异步电动机又称感应电动机，是一种应用广泛的电动机。它的功率从几十瓦到几千千瓦不等。许多机床、风机、水泵、卷扬机等都广泛采用异步电动机。按照它们工作电源相数不同分为三相电动机和单相电动机。

三相交流异步电动机是利用电磁感应原理，将电能转变为机械能并拖动生产机械工作的动力机。它的结构简单，运行可靠、坚固耐用、维护方便，但起动性能和调速特性较差，功率因数低。

三相交流异步电动机主要由定子和转子两部分组成。基本结构，如图 1-1-4 所示。

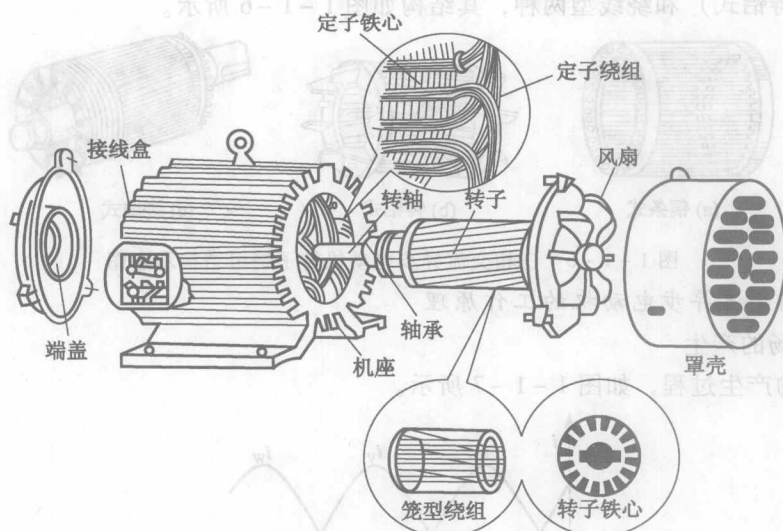


图 1-1-4 三相异步电动机的结构示意图

1. 定子

定子是电动机的固定部分。主要由定子铁心、定子绕组和机座 3 部分组成，其作用是通入三相交流电源时产生旋转磁场。

(1) 定子铁心：是电动机的磁路部分，其作用一是导磁，二是安放绕组。一般用厚 0.35 ~ 0.5 mm、表面涂有绝缘漆或生成氧化膜的硅钢片叠压而成，并压装在机座内腔。

(2) 定子绕组：是异步电动机电路的一部分，由三相对称绕组组成。三相绕组在空间互成 120° 电角度，绕组与铁心之间良好绝缘。三相绕组对称分布在定子铁心中，每相绕组有两个引出线，三相共有 6 个引出线，首端分别用 U1、V1、W1 表示，尾端对应用 U2、V2、W2 表示。绕组有两种连接方法：星形（Y 形）和三角形（ Δ 形），如图 1-1-5 所示。

为了方便接线，三相绕组的 6 个引出线（接线端）都接在电动机外壳的接线盒上。

(3) 机座：主要用于支承定子铁心和固定端盖，是电动机机械结构的重要组成部分。中小型异步电动机一般采用铸铁机座，大型电动机机座常采用钢板焊成。

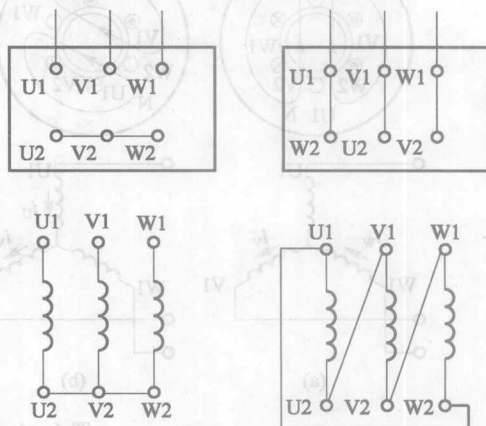


图 1-1-5 三相异步电动机定子绕组的连接

2. 转子

转子是电动机的转动部分。主要由转子铁心、转子绕组和转轴 3 部分组成，其作用是在定子旋转磁场感应下产生电磁转矩，沿着旋转磁场方向转动，并输出动力带动其他机械设备运转。转子铁心是用硅钢片叠成的圆柱形体，其外圆周上有均匀排布的槽，槽内嵌入转子绕组，铁心装在转轴上或套在轴上的转子支架上。三相交流异步电动机按转子绕组构造不同，分为笼