

12天岗前速训系列

维修电工

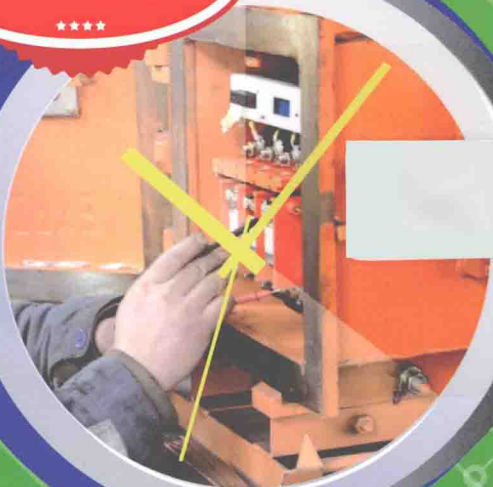
12天 岗前速训

数码维修工程师鉴定指导中心◎组织编写

韩雪涛◎主 编

吴瑛 韩广兴◎副 主 编

★★★★
双色版
★★★★



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

12天岗前速训系列

维修电工12天岗前速训

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

韩雪涛 主 编

吴 瑛 韩广兴 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

维修电工12天岗前速训 / 韩雪涛主编. — 北京 :
人民邮电出版社, 2014.8
(12天岗前速训系列)
ISBN 978-7-115-34787-9

I. ①维… II. ①韩… III. ①电工—维修—岗前培训
—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第067904号

内 容 提 要

本书以维修电工行业的培训考核标准为依据,系统地介绍了维修电工所需掌握的知识和技能,主要内容
包括维修电工的基础知识,电动机的工作原理、拆装方法、检测与维修技巧,照明控制线路、供配电线路、
电动机控制线路、公共用电线路、变频器及软起动机控制线路、农机控制线路的检修技能等。

读者可按书中所提供的培训计划进行学习,在较短时间内掌握维修电工实用技能,直接就业上岗。书中
所有的知识和技能全部来源于实际工作案例,通过示意图、线框图、效果图、结构图、实景照片等多种图解
方式完成讲解,让读者一看就懂、一学就会,真正能够将所学的知识和技能转化成实际能力,应用到工作岗
位中。

本书主要面向维修电工在岗从业人员及待岗求职人员,可作为相关企业从业人员的速训教材,也可作为
广大电子电气爱好者的实用技能读本。

◆ 组织编写 数码维修工程师鉴定指导中心

主 编 韩雪涛

副 主 编 吴 瑛 韩广兴

责任编辑 王朝辉

责任印制 程彦红

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 21

字数: 505千字

印数: 1—3 500册

2014年8月第1版

2014年8月北京第1次印刷

定价: 58.00元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

■ 编委会

主 编：韩雪涛

副主编：吴 瑛 韩广兴

编 委：张丽梅 马 楠 宋永欣 梁 明

宋明芳 孙 涛 张湘萍 吴 玮

高瑞征 周 洋 吴鹏飞 韩雪冬

马 来 孙继雄 王 斌 庞明齐

吴惠英

■ 丛书前言

随着科技的进步和国民经济的发展，城乡建设的步伐不断加快，社会整体的电气化水平也日益提高。无论是生产，还是人们的日常生活，无不洋溢着现代化的气息。这些发展和进步也使得电工技术人才的社会需求变得越来越强烈。

面对如此巨大的市场空间，越来越多的人开始或希望从事电工领域的相关工作；而且随着城镇建设步伐的加快、农村劳动力的转移，人力资源市场在提供了更多岗位需求的同时也增加了更多的人员储备。面对如此大的社会需求，急待解决的问题是如何让初学者在最短的时间内掌握规范的操作技能，迅速提升电子电气设备安装、调试、检修的能力，使所学的知识和技能符合行业发展的需要。

为了能够使电工初学者在短时间内达到技能上的上岗要求，我们编写了这套“12 天岗前速训系列”丛书。这是一套非常实用的电工从业人员的技能培训教材。

本套丛书以目前电工领域的岗位需求作为划分标准，由 4 本图书组成，分别是《水暖电工 12 天岗前速训》、《智能楼宇电工 12 天岗前速训》、《工厂电工 12 天岗前速训》和《维修电工 12 天岗前速训》。

这是一套具有全新理念的电工从业培训图书，以当前电工行业的从业定位作为整套丛书的划分依据，将岗位培训理念引入到图书编写中，突出实践性和计划性，重在技能的学习和应用。丛书力求通过 12 天的特训方式，让读者对电工领域所应用的各项技能有一个全新的理解和掌握。

为了让图书的特色更加鲜明，本套丛书采用双色印刷方式，以便凸显图书的重点内容，提高读者的学习兴趣和学习效果。本套丛书的具体特色如下。

1. 在策划理念上

本套丛书定位于初中级读者。丛书的出版目的在于传授给读者电工从业中的实用技能。在图书的分册方面打破传统电工类图书的分类方式，将社会就业岗位的实际需求作为图书分册的主要依据，同时结合国家职业技能考核的相关规定和要求，将电工技能按照当前社会实际从业工种进行分类，包括水暖电工、维修电工、工厂电工、智能楼宇电工 4 类。

2. 在编写理念上

本套丛书强调实用性和时效性，不仅能够给读者带来技能上的提升，同时在学习的周期上也希望能够尽可能缩短掌握技能所需的时间。丛书中整个技能的传授过程模拟培训机构的模式，引入时间概念，强调动手操作，注重能力的培养，变学习过程为特训过程。读者的技能学习进程被合理安排在 12 天内，让读者在学习时有强烈的时间观念。

另一方面，将丛书的重点放在技能操作的环节，书中的知识内容完全为技能服务，知识内容以实用、够用为主。整套丛书突出操作性，强化训练，让读者的整个学习过程不是单纯地学习内容，而是练习操作技能。

3. 在内容编排上

本套丛书充分考虑当前的就业需求和读者情况，打破以往图书的编排和表述模式，将维修过程中需要掌握的知识和技能与维修经验相融合，采用最真实的记录方式展现操作过程和操作细节，让读者能够一目了然地进行“观摩”学习。在内容编排上，摒弃传统的章节概念，按照时间轴线安排学习内容，让整个技能的学习过程更加凸显时间感，使得学习进程循序渐进，以提高读者的学习兴趣，加强读者的学习紧迫感，缩短读者的学习周期，提升读者的学习效率。

4. 在表现形式上

在表现形式上，本套丛书采用双色印刷方式，力求全面展现丛书的特色，让整个学习过程更加生动、立体，更好地表现所要介绍的内容。

5. 在内容保证上

本套丛书由原信息产业部职业技能鉴定指导中心的资深专家韩广兴担任顾问，确保图书内容符合职业技能鉴定标准，达到规范性就业的目的。编者根据多年的教授经验，将从业者刚刚入门时遇到的问题结合实际案例进行系统整理，使凌乱的问题按照岗位需求的技能特点和从业规律有机地融合起来。

6. 在技术服务上

为了更好地满足读者的需求，达到最佳的学习效果，读者除了可以通过书中提供的技术咨询电话和通信地址获得专业技术咨询外，还可登录天津涛涛多媒体技术公司与中国电子学会联合打造的技术服务网站（www.chinadse.org）获得技术服务，并随时了解最新的行业信息，获得大量的视频教学资源、电路图纸、技术手册等学习资料，实现远程在线视频学习，还可以通过网站的技术论坛进行交流。

读者可通过学习与实践参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证，获得相应等级的国家职业资格证书或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题，可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@126.com

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编: 300384

图书联系方式: 010-81055410

目录

第1天 学一些维修电工应该了解的基础知识 1

计划任务1	了解常用的电气部件	1
执行项目1	认识变压器	1
执行项目2	认识电动机	3
执行项目3	认识接触器	6
执行项目4	认识开关	7
执行项目5	认识继电器	9
计划任务2	学习万用表的使用方法	13
计划任务3	学习钳形表的使用方法	19
计划任务4	学习兆欧表的使用方法	23
计划任务5	了解维修电工的安全操作规程	28
执行项目1	认清电工作业中的警示标志	28
执行项目2	了解并严格遵守电工作业规定	30
计划任务6	掌握电工急救的方法	33
执行项目1	触电急救的方法	33
执行项目2	外伤急救的方法	41
执行项目3	烧伤急救的方法	45

第2天 搞清电动机的工作原理 47

计划任务1	搞清永磁式直流电动机的工作原理	47
执行项目1	了解永磁式直流电动机的结构	47
执行项目2	搞清永磁式直流电动机的工作过程	50
计划任务2	搞清电磁式直流电动机的工作原理	58
执行项目1	了解电磁式直流电动机的结构	59
执行项目2	搞清电磁式直流电动机的工作过程	60

计划任务3	搞清单相交流电动机的工作原理	66
执行项目1	了解单相交流电动机的结构	66
执行项目2	搞清单相交流电动机的工作过程	70
计划任务4	搞清三相交流电动机的工作原理	78
执行项目1	了解三相交流电动机的结构	78
执行项目2	搞清三相交流电动机的工作过程	83

第3天 训练电动机的拆装与检测技能 91

计划任务1	直流电动机的拆装技能	91
执行项目1	直流电动机端盖的拆卸	92
执行项目2	直流电动机定子及转子部分的拆卸	94
计划任务2	单相交流电动机的拆装技能	95
执行项目1	单相交流电动机端盖的拆卸	96
执行项目2	单相交流电动机定子及转子部分的拆卸	99
计划任务3	三相交流电动机的拆装技能	100
执行项目1	三相交流电动机联轴器的拆卸	100
执行项目2	三相交流电动机接线盒及风扇的拆卸	102
执行项目3	三相交流电动机端盖部分的拆卸	104
执行项目4	三相交流电动机轴承部分的拆卸	105
计划任务4	电动机绕组绝缘电阻的检测技能	107
执行项目1	用兆欧表检测电动机绕组与外壳之间的绝缘电阻	108
执行项目2	用兆欧表检测电动机绕组与绕组之间的绝缘电阻	108
计划任务5	电动机绕组阻值的检测技能	109
执行项目1	用万用表粗略检测电动机绕组的阻值	109
执行项目2	用万用电桥精确检测电动机绕组的直流电阻	112
计划任务6	电动机转速的检测技能	114
计划任务7	电动机工作电压和工作电流的检测技能	115
执行项目1	电动机工作电压的检测	116
执行项目2	电动机工作电流的检测	116

第4天 训练电动机绕组的拆除与绕制技能 118

计划任务1	了解电动机绕组的绕制方式	118
执行项目1	单层绕组绕制	118
执行项目2	双层绕组绕制	123

计划任务2	电动机绕组的拆除训练	125
执行项目1	记录绕组的绕制数据	125
执行项目2	绕组的绝缘软化	129
执行项目3	绕组的拆除	132
执行项目4	定子槽的清理	133
计划任务3	电动机绕组的绕制训练	134
执行项目1	做好绕组绕制前的准备工作	134
执行项目2	开始动手进行绕组的绕制	136
计划任务4	电动机绕组的嵌线方法	138
执行项目1	做好电动机绕组嵌线前的准备工作	138
执行项目2	开始动手进行嵌线操作	143
计划任务5	电动机绕组的浸漆与烘干方法	149
执行项目1	做好绕组浸漆与烘干前的准备工作	149
执行项目2	开始动手进行浸漆和烘干操作	150

第5天 训练电动机综合检修技能 153

计划任务1	电动机铁芯的检修技能	153
执行项目1	电动机铁芯松弛的检修方法	154
执行项目2	电动机铁芯烧损的检修方法	156
执行项目3	电动机铁芯槽齿弯曲变形的检修方法	156
执行项目4	电动机铁芯表面锈蚀的检修方法	158
执行项目5	电动机铁芯扫膛的检修方法	159
计划任务2	电动机转轴的检修技能	160
执行项目1	电动机转轴弯曲的检修方法	160
执行项目2	电动机轴颈磨损的检修方法	162
执行项目3	电动机键槽磨损的检修方法	165
执行项目4	电动机转轴有裂纹的检修方法	166
执行项目5	电动机轴头螺纹损伤的检修方法	168
计划任务3	电动机电刷的检修技能	169
执行项目1	电动机电刷过热的检修方法	169
执行项目2	电动机电刷与滑环之间产生火花的检修方法	172
执行项目3	电动机电刷磨损过快的检修方法	173
计划任务4	直流电动机不能启动的检修技能	174
计划任务5	直流电动机电刷火花过大的检修技能	176
计划任务6	直流电动机不转、有“嗡嗡”声的检修技能	177

计划任务7	单相交流电动机转速低的检修技能	178
计划任务8	单相交流电动机开机烧熔丝的检修技能	180
计划任务9	三相交流异步电动机不启动的检修技能	181
计划任务10	三相交流异步电动机温升过高的检修技能	182

第6天 训练照明控制线路的检修技能 184

计划任务1	触摸延时照明控制线路的检修技能	184
执行项目1	看懂触摸延时照明控制线路	184
执行项目2	学会触摸延时照明控制线路的检测方法	186
计划任务2	卫生间门控照明控制线路的检修技能	188
执行项目1	看懂卫生间门控照明控制线路	188
执行项目2	学会卫生间门控照明控制线路的检测方法	191
计划任务3	楼道光控照明控制线路的检修技能	194
执行项目1	看懂楼道光控照明控制线路	194
执行项目2	学会楼道光控照明控制线路的检测方法	196
计划任务4	小区照明控制线路的检修技能	198
执行项目1	看懂小区照明控制线路	198
执行项目2	学会小区照明控制线路的检测方法	200
计划任务5	公路照明控制线路的检修技能	202
执行项目1	看懂公路照明控制线路	203
执行项目2	学会公路照明控制线路的检测方法	204

第7天 训练供配电线路的检修技能 207

计划任务1	低压供配电线路的检修技能	207
执行项目1	看懂低压供配电线路	207
执行项目2	学会低压供配电线路的检测方法	209
计划任务2	住宅小区低压供配电线路的检修技能	211
执行项目1	看懂住宅小区低压供配电线路	211
执行项目2	学会住宅小区低压供配电线路的检测方法	215
计划任务3	高压供配电线路的检修技能	218
执行项目1	看懂高压供配电线路	218
执行项目2	学会高压供配电线路的检测方法	220

第8天 训练公共用电线路的检修技能 228

计划任务1	公共安防报警线路的检修技能	228
执行项目1	看懂公共安防报警线路	228
执行项目2	学会公共安防报警线路的检测方法	230
计划任务2	红外线探测报警线路的检修技能	234
执行项目1	看懂红外线探测报警线路	234
执行项目2	学会红外线探测报警线路的检测方法	236
计划任务3	景观照明控制线路的检修技能	238
执行项目1	看懂景观照明控制线路	239
执行项目2	学会景观照明控制线路的检测方法	241

第9天 训练电动机控制线路的检修技能 245

计划任务1	三相交流异步电动机点动控制线路的检修技能	245
执行项目1	看懂三相交流异步电动机点动控制线路	245
执行项目2	学会三相交流异步电动机点动控制线路的检测方法	247
计划任务2	单相交流电动机正反转控制线路的检修技能	251
执行项目1	看懂单相交流电动机正反转控制线路	251
执行项目2	学会单相交流电动机正反转控制线路的检测方法	254
计划任务3	三相交流电动机正反转连续控制线路的检修技能	256
执行项目1	看懂三相交流电动机正反转连续控制线路	256
执行项目2	学会三相交流电动机正反转连续控制线路的检测方法	259
计划任务4	直流电动机调速控制线路的检修技能	263
执行项目1	看懂直流电动机调速控制线路	264
执行项目2	学会直流电动机调速控制线路的检测方法	266

第10天 训练变频器及软起动器控制线路的检修技能 269

计划任务1	常熟CR1系列软起动器正反转控制线路的检修技能	269
执行项目1	看懂常熟CR1系列软起动器正反转控制线路	269
执行项目2	学会常熟CR1系列软起动器正反转控制线路的检测方法	275
计划任务2	物料传输机变频控制线路的检修技能	276
执行项目1	看懂物料传输机变频控制线路	277
执行项目2	学会物料传输机变频控制线路的检测方法	282

第 11 天 训练电气设备控制线路的检修技能 288

计划任务1	货物升降机的自动运行控制线路的检修技能	288
执行项目1	看懂货物升降机的自动运行控制线路	288
执行项目2	学会货物升降机的自动运行控制线路的检测方法	293
计划任务2	稻谷加工机电气控制线路的检修技能	295
执行项目1	看懂稻谷加工机电气控制线路	295
执行项目2	学会稻谷加工机电气控制线路的检测方法	298
计划任务3	带有继电器的电动机供水控制线路的检修技能	300
执行项目1	看懂带有继电器的电动机供水控制线路	301
执行项目2	学会带有继电器的电动机供水控制线路的检测方法	302

第 12 天 训练农机控制线路的检修技能 305

计划任务1	农田排灌自动控制线路的检修技能	305
执行项目1	看懂农田排灌自动控制线路	305
执行项目2	学会农田排灌自动控制线路的检测方法	309
计划任务2	磨面机驱动控制线路的检修技能	312
执行项目1	看懂磨面机驱动控制线路	313
执行项目2	学会磨面机驱动控制线路的检测方法	315
计划任务3	池塘排灌控制线路的检修技能	318
执行项目1	看懂池塘排灌控制线路	318
执行项目2	学会池塘排灌控制线路的检测方法	320

第 1 天 学一些维修电工应该了解的基础知识

今天，进入维修电工 12 天岗前速训的第 1 天。在这一天里，我们要掌握维修电工应该了解的基础知识。

为了让大家能够全面、系统地掌握今天的课程内容，我们制定了 6 个计划任务。

计划任务 1 了解常用的电气部件

计划任务 2 学习万用表的使用方法

计划任务 3 学习钳形表的使用方法

计划任务 4 学习兆欧表的使用方法

计划任务 5 了解电工维修的安全操作规程

计划任务 6 掌握电工急救的方法

希望大家认真学习，认真训练，仔细观察，仔细体会，顺利完成上述全部的计划任务。

计划任务1 了解常用的电气部件

计划用时 140min。本计划任务主要是了解常用的电气部件（或元器件）。

由于了解常用的电气部件是一项知识性和综合性要求较高的任务，为了达到良好的学习效果，让大家更加清晰地地理顺该项任务所包含的知识技能，我们将该计划任务分解成 5 个执行项目。

序 号	名 称	预计用时（min）	难 易 程 度
执行项目 1	认识变压器	30	★★
执行项目 2	认识电动机	45	★★★★
执行项目 3	认识接触器	20	★
执行项目 4	认识开关	20	★
执行项目 5	认识继电器	25	★★★

执行项目 1 认识变压器

变压器是一种利用电磁感应原理传递电能或传输信号的器件，主要作用是提升或降低交流电压、电流，变换阻抗等。变压器的分类方式有很多种，根据其电源相数的不同，主要可以分为单相变压器和三相变压器。

知识学习

电源相数即供电线路中的相线数量，在低压环境中通常分为单相 220V 电源和三相 380V 电源两种。

1. 单相变压器的特点

单相变压器是对单相电压进行降压或升压变换的器件，是一种一次绕组为单相绕组的变

压器，单相变压器的一次绕组和二次绕组均缠绕在铁芯上，一次绕组为交流电压输入端，二次绕组为交流电压输出端。二次绕组的输出电压与线圈的匝数成正比。

知识学习

图 1-1 所示为单相变压器的实物外形。

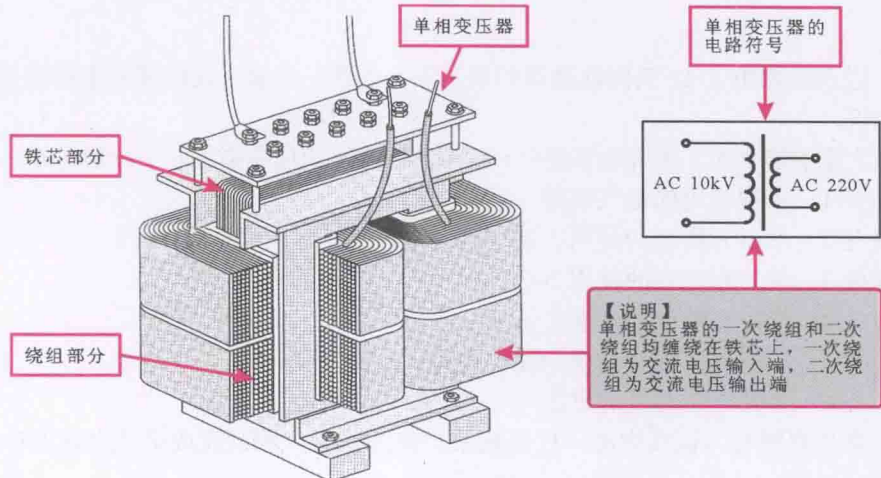


图 1-1 单相变压器的实物外形

单相变压器多用于农村输电系统中，以及一些照明或小型电动机的供电中。此外在很多电子电气设备中，单相变压器常作为电源变压器使用。

2. 三相变压器的特点

三相变压器是对单相电压进行降压或升压变换的器件，是电力设备中应用比较多的一种变压器。三相变压器实际上是由 3 个相同容量的单相变压器组合而成的，一次绕组为三相，二次绕组也为三相。

知识学习

图 1-2 所示为三相变压器的实物外形。

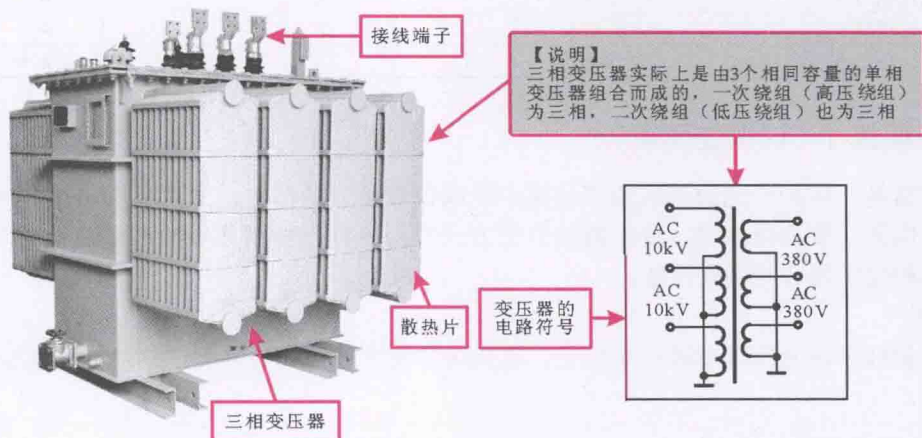


图 1-2 三相变压器的实物外形

特别提示

三相变压器实际上是由3个相同容量的单相变压器组合而成的，一次绕组为三相，二次绕组也为三相，比较常用的就是将交流高压（6.6kV以上）变为380V的交流低压。

执行项目2 认识电动机

电动机是一种利用电磁感应原理将电能转换为机械能的动力部件。电动机的种类多种多样，分类方式也各式各样。其中，最简单的分类，是按照电动机的供电类型不同，可以将电动机分为直流电动机和交流电动机两大类。

1. 直流电动机特点

综合来说，所有由直流电源（电源具有正负极之分）进行供电的电动机都称为直流电动机。该类电动机具有良好的启动性能，适用于频繁启动和停止动作的环境当中，是应用领域很广的电动机。

直流电动机的分类方式较多，按照定子磁场的不同，可以分为永磁式直流电动机和电磁式直流电动机；按照结构的不同，可以分为有刷直流电动机和无刷直流电动机；按功能和控制方式不同，又可以分为步进电动机和伺服电动机。

（1）永磁式直流电动机和电磁式直流电动机

永磁式直流电动机的定子磁极或转子磁极是由永久磁体构成的，它是利用永磁体提供磁场，使转子在磁场的作用下旋转；电磁式直流电动机的定子磁极是由铁芯和绕组构成的，在直流电源的作用下，形成驱动转矩，驱动转子旋转。

知识学习

图1-3所示为典型永磁式和电磁式直流电动机的实物外形。

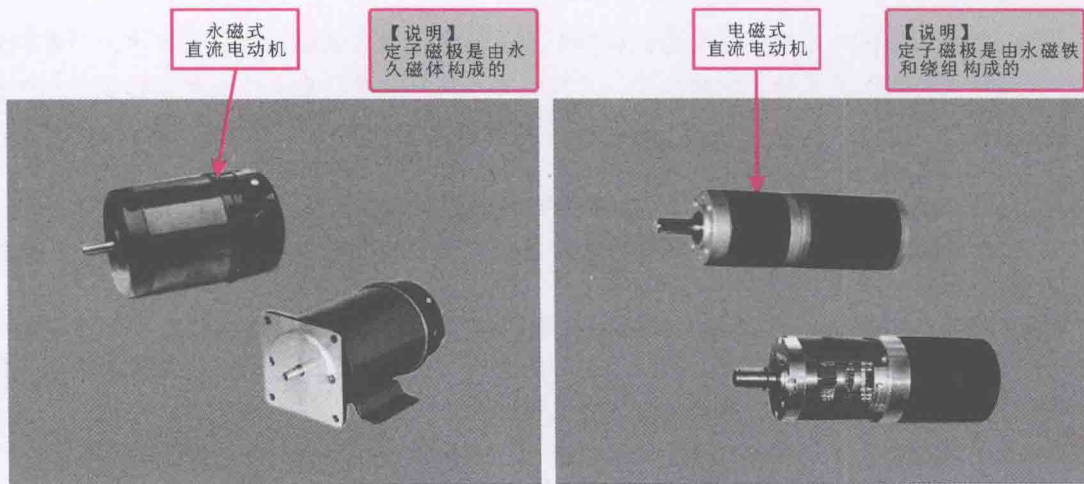


图1-3 典型永磁式和电磁式直流电动机的实物外形

（2）有刷直流电动机和无刷直流电动机

有刷电动机的绕组绕在转子铁芯上。有刷电动机工作时，绕组和换向器旋转，直流电源通过电刷为转子上的绕组供电。

无刷电动机的转子是由永久磁钢（多磁极）制成的，设有单组或多组磁极（N、S），不需要电刷供电。绕组设置在定子上，控制加给定子绕组的电流，使之形成旋转磁场，通过磁场的作用使转子旋转起来，属于电子换向方式，可有效消除电刷火花的干扰。

知识学习

图 1-4 所示为典型有刷直流电动机和无刷直流电动机的实物外形。

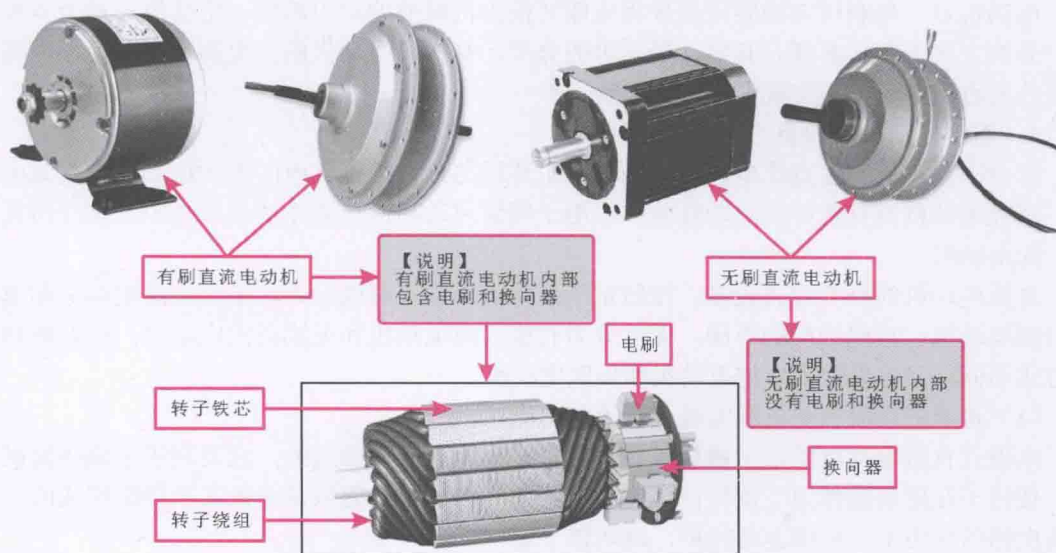


图 1-4 有刷直流电动机和无刷直流电动机的实物外形

特别提示

有刷直流电动机和无刷直流电动机从外形看，通常无刷直流电动机较扁平些，而有刷直流电动机的长度大于其直径。除此之外，还可以将电动机拆开后查看内部是否包含电刷和换向器进行区分。

(3) 步进电动机和伺服电动机

步进电动机是将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制部件。在负载正常的情况下，电动机的转速和停止的位置（或相位）只取决于驱动脉冲信号的频率和脉冲数，不受负载变化的影响。

伺服是英文“Servo”的译音，伺服系统是指具有反馈环节的自动控制系统，该系统中的电动机是执行任务的动力部件，所以，这种电动机又被称为伺服电动机。实际上应用于伺服系统中的电动机有直流电动机、交流电动机和步进电动机。

知识学习

图 1-5 所示为典型步进电动机和伺服电动机的实物外形。

2. 交流电动机的特点

交流电动机是通过交流电源供给电能，并可将电能转变为机械能的一类电动机。交流电动机根据供电方式不同，可分为单相交流电动机和三相交流电动机；根据转动速度与电源频率的关系不同，可以分为交流同步电动机和交流异步电动机。

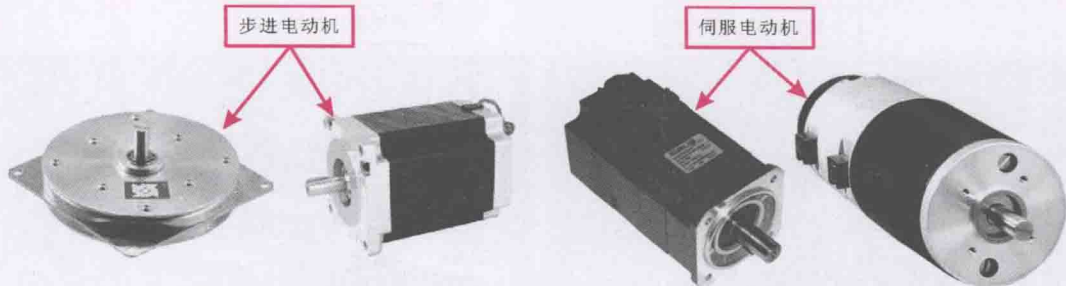


图 1-5 典型步进电动机和伺服电动机的实物外形

(1) 单相交流电动机和三相交流电动机

单相交流电动机是利用单相交流电源供电，也就是由一根相线和一根零线构成的(220V)交流市电进行供电的电动机，在一些电器产品中应用比较广泛。三相交流电动机是利用三相交流电源供电的电动机，一般供电电压为380V，在动力设备中应用较多。

知识学习

图 1-6 所示为单相交流电动机和三相交流电动机的实物外形。

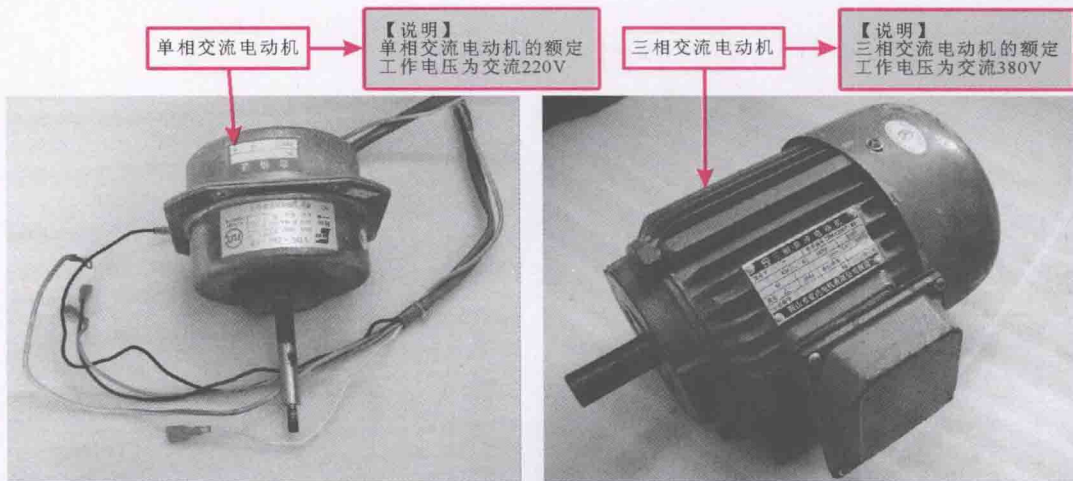


图 1-6 单相交流电动机和三相交流电动机的实物外形

(2) 交流同步电动机和交流异步电动机

交流同步电动机根据供电方式的不同还可分为单相交流同步电动机和三相交流同步电动机。交流异步电动机根据供电方式的不同还可分为单相交流异步电动机和三相交流异步电动机。

知识学习

图 1-7 所示为单相交流异步电动机和三相交流异步电动机的实物外形。

单相交流异步电动机是指电动机的转动速度与供电电源的频率不同步，其转速始终低于同步转速，但它具有输出转矩大、成本低的特点，大多应用于输出转矩大、转速精度要求不高的产品中。

三相交流异步电动机是指由三相电源供电的异步电动机，广泛应用于工农业机械、运输机械、机床等设备中。