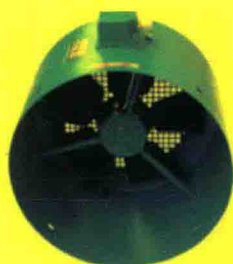


电工电子名家畅销书系

电机故障 诊断及修理

才家刚 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家

电机故障诊断及修理

才家刚 主编



机械工业出版社

本书以图文并茂的形式,详细地介绍了常用的中小型三相交流异步电动机、单相交流异步电动机和直流电机的常见故障分析判定、修理技术及常用数据,以及检查和试验方法,直观地展现了复杂的技术问题和操作工艺,内容均来自于国内有丰富经验的电机制造和修理企业,因而具有很强的可操作性。

本书可供电机使用和维修人员及相关技术人员、电机生产企业售前和售后服务人员使用,电机设计和制造部门的工程技术人员及职校、技校相关专业师生也可参阅或作为教材。

图书在版编目(CIP)数据

电机故障诊断及修理/才家刚主编. —北京:机械工业出版社,2016.10
(电工电子名家畅销书系)
ISBN 978-7-111-54814-0

I. ①电… II. ①才… III. ①电机-故障诊断②电机-故障修复
IV. ①TM307

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第216220号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:刘星宁 责任编辑:闫洪庆 责任校对:张晓蓉
封面设计:路恩中 责任印制:李飞
北京铭成印刷有限公司印刷
2016年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·17.75印张·429千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-54814-0
定价:59.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com



我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 lxn0013127@163.com。

前言



随着我国电力事业的迅速发展,各种电机已被广泛应用在工业和人们的日常生活中。因此,了解和掌握电机故障诊断和维修技术,对保证生产和生活的顺利进行是很有必要的。

本书将以使用最多的三相异步电动机为主,讲述电机常见故障现象的原因分析和确认技术,以及排除故障和修理技术,包括电机拆装方法、绕组制作和嵌线浸漆、性能试验等多方面的知识。

本书的第一个特点是图文并茂,并且很多图都来自现场,所以容易让读者理解和学习;第二个特点是故障诊断和处理内容均来自实践,其中很多内容是作者亲身经历的案例,因此其现场指导性极强;第三个特点是所述工艺技术均为经多年实践证明行之有效的做法,并具有一定的先进性。

本书由才家刚任主编,参加编写工作的有李振军、卜云杰、赵鹤翔、吴亚旗、齐志刚、李红、齐永红、才学静、王爱红、薛红秋、齐岳、施兰英、王光禹等。

在本书编写过程中,电机生产和维修行业很多富有实践经验的工程师、专业技术人员和现场维修人员给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者的技术水平和实践经验有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

作者



出版说明

前言

第1章 通用基础知识 1

1.1 电动机分类 1

1.1.1 按尺寸大小或电压高低分类 1

1.1.2 按使用时的安装方式分类 1

1.1.3 按外壳防护能力分类 3

1.1.4 按冷却方式分类 4

1.1.5 按电机工作制分类 6

1.1.6 按使用环境分类 6

1.1.7 防爆电机分类 7

1.1.8 按转子的结构形式分类 7

1.2 电机检测用电量类仪器仪表及测量电路 8

1.2.1 万用表 8

1.2.2 数字式万用表 12

1.2.3 钳形表 13

1.2.4 交流电流表、电流互感器和测量电路 15

1.2.5 交流电压表、电压互感器和测量电路 18

1.2.6 交流功率表和功率测量电路 20

1.2.7 三相电流、电压及功率综合测量电路 22

1.2.8 变频器输入、输出电压和电流的测量问题 22

1.2.9 直流电流表、分流器和测量电路 23

1.2.10 直流电压表和测量电路 25

1.3 三相交流电源相序测量仪 26

1.4 绝缘检测仪器设备 27

1.4.1 绝缘电阻表 27

1.4.2 绕组短路(或断路)侦察器 28

1.4.3 绕组匝间耐冲击电压试验仪 30

1.4.4 耐交流电压试验仪及使用方法 32

1.5 机械检测类仪器设备 33

1.5.1 转速表和转速的测量 33

1.5.2 用于电动机振动测量的测振仪及附属装置 34

1.5.3 用于电动机噪声测量的声级计和附属装置 37

1.5.4 百分表和千分表 39

1.6 温度测量仪器 42

1.6.1 膨胀式温度计、点温计和红外线测温仪 42

1.6.2 温度传感器配温度显示仪表 43

1.7 电机拆装常用工具设备 47

1.7.1 常用螺钉扳手 47

1.7.2 螺钉旋具 49

1.7.3 常用和特殊用途钳子 50

1.7.4 锤子和榔头 52

1.7.5 拉拔器 52

1.7.6 喷灯 53

1.7.7 工频加热器 53

1.7.8 钻孔工具 54

1.7.9 起重吊装器具 58

1.8 常见故障名词解释 59

1.8.1 三相电流(或电压、电阻)不平衡度 59

1.8.2 匝间、相间、对地短路 59

1.8.3 转子断条 59

1.8.4 缺相(断相) 60

1.8.5 机械噪声和电磁噪声 60

1.8.6 不同心和不同轴 61

第2章 三相异步电动机故障诊断及处理 62

2.1 笼型转子异步电动机的结构 62

2.2 绕线转子三相异步电动机的结构 63

2.2.1 总体结构 63

2.2.2 无举刷装置的电刷结构 64

| | | | |
|---|-----|-----------------------------------|-----|
| 2.2.3 举刷和短路装置结构 | 65 | 方法 | 101 |
| 2.2.4 电刷及电刷系统 | 66 | 2.7.4 修理锥形转子电动机的制动器的 方法 | 101 |
| 2.2.5 集电环 | 66 | 2.7.5 调整锥形转子电动机的制动力矩 的方法 | 102 |
| 2.3 笼型转子电动机常见故障诊断和 处理 | 67 | 2.7.6 装配制动弹簧的专用工具和使用 方法 | 103 |
| 2.3.1 通电后不起动或缓慢转动并发出 “嗡嗡”的异常声响 | 67 | 2.8 三相异步电动机修理过程中的一些实用 知识 | 103 |
| 2.3.2 起动时,断路器很快跳闸或 熔断器熔体熔断 | 68 | 2.8.1 起动转矩小的解决方法 | 103 |
| 2.3.3 三相电流不平衡度较大 | 68 | 2.8.2 确定电动机极数的简单方法 | 104 |
| 2.3.4 空载电流较大的原因判定 | 73 | 2.8.3 确定三相绕组每相头尾的方法 | 104 |
| 2.3.5 电动机温度较高 | 74 | 第3章 电动机的拆解和装配方法 | 107 |
| 2.3.6 由三相绕组烧毁的状态确定故障 原因 | 77 | 3.1 电动机拆解方法 | 107 |
| 2.3.7 轴承过热 | 78 | 3.1.1 拆解时应注意的事项 | 107 |
| 2.3.8 振动和噪声大 | 83 | 3.1.2 较小普通异步电动机的拆解 方法 | 108 |
| 2.3.9 加载运行时电流表指针不停地 按一定周期摆动 | 85 | 3.1.3 较大电动机的拆解过程 | 110 |
| 2.3.10 星-三角起动电路的典型故障 实例分析 | 86 | 3.1.4 绕线转子电动机集电环的拆解 方法 | 110 |
| 2.4 绕线转子三相异步电动机的特有 故障 | 88 | 3.2 普通三相异步电动机的装配方法 | 111 |
| 2.4.1 电流过大但出力不足 | 88 | 3.2.1 较小容量的电动机的装配过程 | 111 |
| 2.4.2 转子故障原因的查找方法 | 88 | 3.2.2 大容量电动机的装配过程 | 113 |
| 2.4.3 集电环上火花大、电刷或集电环 磨损较快、过热 | 90 | 3.2.3 绕线转子电动机集电环的安装 过程 | 113 |
| 2.4.4 电动机振动较大、声音异常、 带负载能力下降 | 92 | 3.2.4 绕线转子电动机电刷系统的 安装过程 | 114 |
| 2.4.5 集电环故障的修理方法 | 92 | 3.3 滚动轴承的拆、装方法 | 114 |
| 2.4.6 电刷与集电环的接触面积的检查 方法 | 92 | 3.3.1 拆卸方法和注意事项 | 114 |
| 2.4.7 电刷引线(刷辫)断后的处理 方法 | 92 | 3.3.2 装配方法和注意事项 | 115 |
| 2.5 电磁调速电动机的特有故障 | 93 | 3.3.3 滚动轴承加注润滑脂的方法和 注意事项 | 118 |
| 2.5.1 结构 | 93 | 第4章 定子绕组的拆除和制作方法 | 122 |
| 2.5.2 常见故障及处理方法 | 94 | 4.1 定子铁心的有关术语及参数 | 122 |
| 2.5.3 修理后的运行注意事项 | 97 | 4.2 定子绕组常用的形式、有关术语及 参数 | 123 |
| 2.6 变频器供电调速电动机的特有故障 | 98 | 4.3 拆除绕组 | 125 |
| 2.7 锥形转子制动电动机 | 100 | 4.3.1 拆除绕组前后应做的工作 | 125 |
| 2.7.1 结构特点和制动原理 | 100 | 4.3.2 散嵌绕组的冷拆法 | 126 |
| 2.7.2 起动困难或制动力矩不足 原因和处理方法 | 101 | 4.3.3 散嵌绕组的热拆法 | 127 |
| 2.7.3 绕组过热的特有原因和处理 方法 | 101 | 4.3.4 成型定、转子绕组的拆除方法 | 128 |
| | | 4.4 绕线模的制作方法 | 129 |
| | | 4.4.1 常用绕线模的类型 | 129 |

| | | | |
|--------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 4.4.2 确定绕线模尺寸的方法 | 129 | 6.1.2 波形绕组的类型和参数 | 162 |
| 4.4.3 制作木质绕线模的方法 | 132 | 6.2 拆除绕线转子的硬绕组的方法 | 164 |
| 4.5 绕制线圈的工艺和质量检查 | 133 | 6.2.1 拆除前应做的工作 | 164 |
| 4.5.1 绕制方法和注意事项 | 133 | 6.2.2 拆除方法 | 164 |
| 4.5.2 对线圈的质量检查 | 135 | 6.3 转子波形绕组的制作方法 | 165 |
| 第5章 三相定子散嵌绕组的嵌线 | | 6.4 波形绕组的槽绝缘结构 | 166 |
| 工艺过程 | 137 | 6.5 用于转子硬绕组嵌线和接线的专用 | |
| 5.1 嵌线前应进行的准备工作 | 137 | 工具 | 166 |
| 5.2 嵌线、接线和端部包扎常用的工具 .. | 137 | 6.6 转子波形绕组的嵌线和接线过程 | 167 |
| 5.3 定子绕组所需的绝缘材料、裁制 | | 6.7 用无纬带绑扎转子波形绕组的端部 .. | 169 |
| 方法和尺寸要求 | 139 | 6.8 转子引出线穿出转子轴孔的工艺 | 170 |
| 5.4 定子绕组嵌线共用工艺过程 | 140 | 6.9 对嵌线后转子的检查 | 171 |
| 5.5 四种常用形式绕组的嵌线工艺过程 | | 第7章 绕组的浸漆和烘干 | 172 |
| 实例 | 143 | 7.1 绕组浸漆的主要作用 | 172 |
| 5.5.1 绕组展开图说明 | 143 | 7.2 浸渍漆的性能指标和选择原则 | 172 |
| 5.5.2 单层同心式绕组 | 144 | 7.3 测定浸渍漆黏度的方法和不同温度 | |
| 5.5.3 单层链式绕组 | 146 | 时对黏度的要求 | 172 |
| 5.5.4 交叉链式绕组 | 147 | 7.4 正规的浸漆和烘干工艺过程及要求 .. | 173 |
| 5.5.5 双层叠式绕组 | 148 | 7.4.1 浸漆前应做的准备工作 | 173 |
| 5.6 接线操作方法和要求 | 150 | 7.4.2 浸漆和烘干工艺过程及要求 | 174 |
| 5.7 绕组端部包扎方法及要求 | 152 | 7.5 简易的浸漆方法和操作要求 | 175 |
| 5.8 定子成型绕组的嵌线工艺 | 153 | 7.6 烘干电动机绕组的简易办法和操作 | |
| 5.8.1 绕组的类型和绝缘结构 | 153 | 要求 | 175 |
| 5.8.2 对绕组的检查和要求 | 154 | 7.7 真空压力浸漆(VPI)简介 | 176 |
| 5.8.3 嵌线工艺 | 155 | 第8章 单相异步电动机常见故障诊断 | |
| 5.8.4 嵌线后接线前的检查和试验 | 156 | 与处理 | 178 |
| 5.8.5 端部接线工艺 | 156 | 8.1 单相异步电动机的类型 | 178 |
| 5.9 定子嵌线后浸漆前的检查和试验 | 157 | 8.1.1 裂相起动类单相交流异步 | |
| 5.9.1 外观和尺寸检查 | 157 | 电动机 | 178 |
| 5.9.2 测量绕组的直流电阻 | 157 | 8.1.2 罩极起动类单相交流异步 | |
| 5.9.3 测量热传感元件和防潮加热带 | | 电动机 | 180 |
| 的电阻 | 158 | 8.1.3 单相串励式电动机 | 180 |
| 5.9.4 绝缘性能检查和故障处理方法 .. | 159 | 8.1.4 单相变速电动机 | 181 |
| 5.9.5 三相电流平衡情况的检查 | 160 | 8.2 单相异步电动机用的离心开关的 | |
| 5.9.6 对出线相序或磁场旋转方向的 | | 结构和工作原理 | 182 |
| 检查 | 160 | 8.2.1 机械式离心开关 | 182 |
| 5.9.7 用指南针检查头尾接线和极数的 | | 8.2.2 电子式离心开关 | 183 |
| 正确性 | 161 | 8.3 单相电动机常见故障诊断与处理 | 185 |
| 第6章 绕线转子硬绕组的修理和 | | 8.3.1 电源电压正常, 通电后电动机 | |
| 制作 | 162 | 不起动 | 185 |
| 6.1 绕线转子绕组的类型 | 162 | 8.3.2 电源电压正常, 通电后电动机低速 | |
| 6.1.1 绕线转子的类型 | 162 | 旋转, 有“嗡嗡”声和振动感, | |

| | | | |
|--|------------|--|------------|
| 电流不下降 | 186 | 正常值 | 207 |
| 8.3.3 通电后, 电源熔断器很快熔断 .. | 186 | 9.5.5 复励直流电动机起动时逆转后 又改为顺转 | 207 |
| 8.3.4 电动机起动后, 转速低于 正常值 | 186 | 9.5.6 起动电流较大, 负载转速高 | 207 |
| 8.3.5 电动机运行时, 很快发热 | 186 | 9.5.7 转速低于正常值 | 207 |
| 8.3.6 电动机运行噪声和振动较大 | 187 | 9.5.8 电枢绕组过热 | 208 |
| 8.4 判定是辅绕组断路或电容器损坏造成 的电动机不起动的方法 | 187 | 9.5.9 励磁绕组过热 | 208 |
| 8.5 电容器好坏的简易判断方法 | 188 | 9.5.10 电刷下火花较大, 换向器 过热 | 208 |
| 8.5.1 用万用表检查电容器的好坏 | 188 | 9.6 发电机常见故障诊断及处理 | 209 |
| 8.5.2 用充、放电法判断电容器的好 坏 | 188 | 9.6.1 被拖动后不发电(无输出 电压) | 209 |
| 8.5.3 用电压表和电流表测定电容器的 容量 | 189 | 9.6.2 空载输出电压正常, 但加负载后 电压下降较多 | 209 |
| 第9章 直流电机的常见故障诊断与 处理 | 190 | 9.6.3 空载输出电压正常, 但加负载后 电压降低很快, 并且最后改变了 极性 | 210 |
| 9.1 电磁式直流电机的结构 | 190 | 9.6.4 直流发电机输出电压波动较大 .. | 210 |
| 9.1.1 总体结构 | 190 | 9.7 永磁直流电机的特有故障及其原因 .. | 210 |
| 9.1.2 转子结构 | 190 | 第10章 机械部件的修复 | 212 |
| 9.1.3 定子结构 | 194 | 10.1 轴损伤修复 | 212 |
| 9.2 电磁式直流电机励磁方式和接线 原理 | 195 | 10.1.1 键槽 | 212 |
| 9.2.1 励磁分类和接线原理图 | 195 | 10.1.2 断轴 | 212 |
| 9.2.2 直流电机各绕组的两端标志和 用电路图表示的方法 | 195 | 10.1.3 细轴或有严重损伤的轴 | 213 |
| 9.3 使用电磁式他励直流电机的注意 事项 | 197 | 10.1.4 轴承档损伤 | 214 |
| 9.4 直流电机的拆装 | 199 | 10.2 端盖损伤修复 | 216 |
| 9.4.1 拆机 | 199 | 10.2.1 轴承室直径小的修复 | 216 |
| 9.4.2 组装 | 200 | 10.2.2 轴承室直径大的修复 | 216 |
| 9.4.3 组装后的连线及要求 | 204 | 10.3 裂开机座底脚的补救 | 217 |
| 9.4.4 组装后的机械检查和要求 | 205 | 10.4 铸铁件的砂眼和气孔修补 | 218 |
| 9.4.5 下刻换向器云母槽的方法和 深度要求 | 205 | 10.4.1 用“铸铁 KTRa 系列专用修补剂” 修补的工艺 | 218 |
| 9.4.6 换向器的外圆不平整时的修理 方法 | 206 | 10.4.2 用“环氧粉末”修补的工艺 | 219 |
| 9.5 电动机常见故障诊断及处理 | 206 | 10.4.3 用锡锌焊料补焊的工艺 | 220 |
| 9.5.1 通电后电动机不起动, 电枢绕组 也无电流 | 206 | 第11章 修理后的整机试验 | 222 |
| 9.5.2 通电后起动困难, 并且电枢电流 较大 | 207 | 11.1 通用试验和检测项目 | 222 |
| 9.5.3 通电起动后很快就停转 | 207 | 11.2 通用项目的试验或检测方法 | 222 |
| 9.5.4 并励直流电动机转速超过 | | 11.2.1 振动测定方法和测量结果的 确定 | 223 |
| | | 11.2.2 噪声级的测定方法和结果 确定 | 224 |
| | | 11.2.3 测量电机轴伸对轴线的径向圆 跳动 | 227 |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 11.2.4 测量电机凸缘端盖止口对轴线的 径向和轴向跳动 | 227 | 公差 | 248 |
| 11.3 三相交流异步电动机特有项目 | 228 | 附录 H 凸缘端盖止口对电机轴线的径向和 轴向圆跳动公差 | 249 |
| 11.3.1 试验项目和测试记录 | 228 | 附录 I Y 系列 (IP44) 三相异步电动机堵 转转矩 T_k^* (倍数)、堵转电流 I_k^* (倍数) 限值 | 249 |
| 11.3.2 堵转试验 | 229 | 附录 J 某厂 Y 系列 (IP44) 三相异步电动机 相电阻统计平均值 (25℃ 时) | 250 |
| 11.3.3 用星-三角降压间接求取起动 电流和转矩的试验方法 | 233 | 附录 K 某厂 Y (IP44) 和 Y2 (IP54) 系列 三相异步电动机空载电流统计 平均值 | 251 |
| 11.3.4 空载试验 | 233 | 附录 L 电机振动限值 (有效值, 摘自 GB 10068—2008) | 252 |
| 11.3.5 绕线转子电机的转子开路电压 测试试验 | 234 | 附录 M 普通小功率交流电动机振动限值 (摘自 GB/T 5171.1—2014) | 252 |
| 11.3.6 制动电机制动力矩的测定 试验 | 235 | 附录 N 小功率交流换向器电动机额定转速 空载运行振动限值 (摘自 GB/T 5171.1—2014) | 252 |
| 11.3.7 YCT 系列电磁调速电动机特有 或有特殊要求的试验 | 236 | 附录 O 旋转电机 (附录 P 规定的除外) 空 载 A 计权声功率级限值 (摘自 GB 10069.3—2008) | 252 |
| 11.4 单相交流异步电动机特有试验 | 237 | 附录 P 冷却方式为 IC411、IC511、IC611 三种方式的单速三相笼型异步 电动机空载 A 计权声功率级限值 (摘自 GB 10069.3—2008) | 253 |
| 11.4.1 离心开关断开转速测定试验 | 237 | 附录 Q Y (IP44) 和 Y2 (IP54) 系列三相 异步电动机噪声声功率级限值 | 253 |
| 11.4.2 电容器两端电压的测定 | 238 | 附录 R 电机换向火花等级的确定标准 | 254 |
| 11.5 直流电机特有试验 | 239 | 附录 S 电磁线型号的含义 | 255 |
| 11.5.1 电枢绕组直流电阻的测量 | 239 | 附录 T QZ-1、QZ-2 型高强度漆包圆铜线 规格 | 255 |
| 11.5.2 电枢绕组对地绝缘电阻的测定和 耐电压试验 | 240 | 附录 U 扁铜线和漆包扁铜线规格 | 257 |
| 11.5.3 电刷中性线调整试验 | 240 | 附录 V Y 系列 (IP44, 380V, 50Hz) 三相 异步电动机定、转子数据 | 262 |
| 11.5.4 空载试验 | 241 | 附录 W Y2 系列 (IP54, 380V, 50Hz) 三相异步电动机定、转子数据 | 264 |
| 11.5.5 负载试验和换向火花测定 | 242 | 附录 X YR 系列绕线转子电动机定、转子 绕组技术数据 | 267 |
| 11.5.6 固有转速调整率或固有电压调整 率的测定试验 | 243 | 附录 Y 环境温度及海拔对电动机输出功率 的影响 | 272 |
| 附录 | 245 | 参考文献 | 273 |
| 附录 A 深沟球轴承的径向游隙 (GB/T 4604—2006) | 245 | | |
| 附录 B 我国和国外主要轴承生产厂电机常 用滚动轴承型号对比表 (内径 10mm 及以上) | 245 | | |
| 附录 C Y (IP44) 系列三相异步电动机 现用和曾用轴承牌号 | 246 | | |
| 附录 D Y2 (IP54) 系列三相异步电动机 现用和曾用轴承牌号 | 246 | | |
| 附录 E T 分度铜-康铜和 K 分度镍铬-镍硅 热电偶分度表 | 247 | | |
| 附录 F BA1 和 BA2 (Pt100) 型铂热电阻 分度表 | 247 | | |
| 附录 G Y (IP44) 和 Y2 (IP54) 系列三相 异步电动机轴伸尺寸及圆跳动 | | | |



1.1 电动机分类

简单地讲，将电能转化为机械能并产生机械运动的机械叫电动机。

电动机分类方法很多，从运行方式来分，有旋转电动机（含连续旋转、断续旋转和步进旋转三大类）、直线电动机、平面电动机等；从所用电源来分，有交流电动机（含单相和三相、同步和异步、工频和中频等多种分类）和直流电动机两大类；另外，还可从电压高低、结构形式、体积或功率大小、用途、适用环境等多方面进行分类。下面将进一步介绍各种分类方法。

1.1.1 按尺寸大小或电压高低分类

按外形尺寸〔含机座号（或中心高，单位为 mm）和铁心外径〕大小分大、中、小、微共 4 类；按所用电源额定电压的高低，分为高压和低压两大类。具体分类方法见表 1-1。

表 1-1 按大小和电压高低分类

| 分类项目 | 分类方法 | | | |
|------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|----------|
| | 大型 | 中型 | 小型 | 微型 |
| 大小 | 机座号 > 630 或铁心外径 > 990mm | 机座号 ≥ 355 ~ 630 或铁心外径 ≤ 990mm | 机座号 ≥ 63 ~ 315 | 机座号 < 63 |
| 电压 | 高压 | | 低压 | |
| | 额定电压 ≥ 1kV 或 1.14kV | | 额定电压 < 1kV 或 1.14kV | |

1.1.2 按使用时的安装方式分类

电动机的安装方式是指它在机械系统中与构架或其他部件的联结方式。用特定的代码表示，常用的代码形式有两种，一种是 IM B_x；另一种是 IM V_y。其中 IM 是国际通用的安装方式代码（分别取“国际”和“安装方式”两个词的英文单词 International 和 Mounting type 的字头 I 和 M）；B 表示卧式，即电机轴线水平；V 表示立式，即电机轴线竖直；x 和 y 各是 1~2 个阿拉伯数字，表示联结部位和方向。常用的几种安装方式见表 1-2 和表 1-3（摘自 GB/T 997—2008），表中字母 D 代表伸端，对于两端都有轴伸的，代表主轴伸端或较粗的一端。图 1-1 给出了 5 种最常用的安装方式。

表 1-2 常用卧式安装方式图示和代码

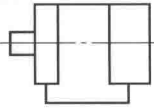
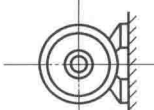
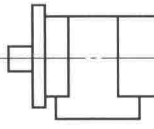

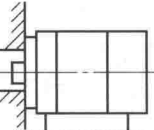
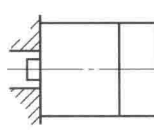
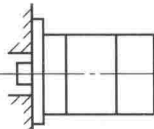
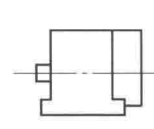
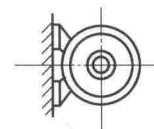
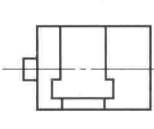
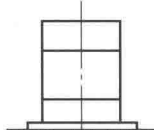
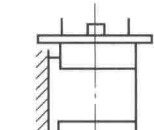
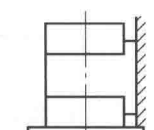
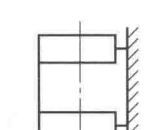
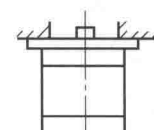
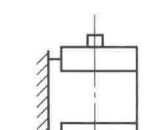
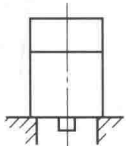
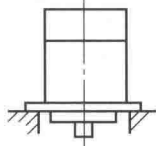
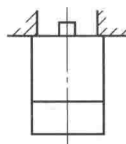
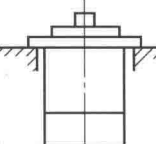
| 代号 | 图示 | 说明 | 代号 | 图示 | 说明 |
|-----|--|---------------------------|-----|--|--------------------------|
| B3 |  | 用底脚安装在基础构件上 | B7 |  | 用底脚安装在墙上。从 D 端看,底脚在右边 |
| B35 |  | 借底脚安装在基础构件上,并附用凸缘端盖安装配套设备 | B8 |  | 用底脚安装在天花板上 |
| B34 |  | 借底脚安装在基础构件上,并附用凸缘平面安装配套设备 | B9 |  | D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装 |
| B5 |  | 用凸缘端盖安装 | B15 |  | D 端无端盖,用底脚主安装,D 端机座端面辅安装 |
| B6 |  | 用底脚安装在墙上。从 D 端看,底脚在左边 | B20 |  | 有抬高的底脚,并用底脚安装在基础构件上 |

表 1-3 常用立式安装方式图示和代码

| 代号 | 图示 | 说明 | 代号 | 图示 | 说明 |
|-----|---|-------------------------|-----|---|-------------------------|
| V1 |  | 用凸缘端盖安装,D 端朝下 | V36 |  | 用底脚安装在墙上,并用凸缘作辅安装,D 端朝上 |
| V15 |  | 用底脚安装在墙上,并用凸缘作辅安装,D 端朝下 | V5 |  | 用底脚安装在墙上,D 端朝下 |
| V3 |  | 用凸缘端盖安装,D 端朝上 | V6 |  | 用底脚安装在墙上,D 端朝上 |

(续)

| 代号 | 图示 | 说明 | 代号 | 图示 | 说明 |
|----|---|---------------------------|-----|---|--------------------|
| V8 |  | D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装,D 端朝下 | V10 |  | 机座上有凸缘,并用其安装,D 端朝下 |
| V9 |  | D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装,D 端朝上 | V16 |  | 机座上有凸缘,并用其安装,D 端朝上 |

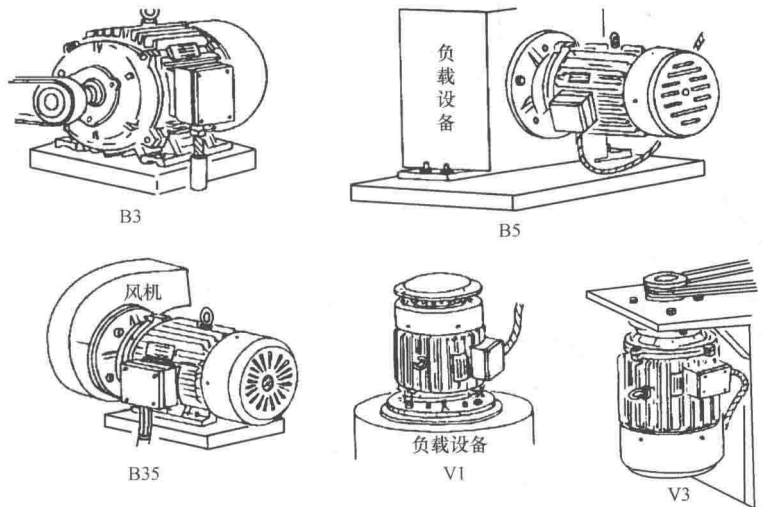


图 1-1 常用安装方式示意图

1.1.3 按外壳防护能力分类

根据外壳防护其内部电器元件和运行元件避免外部物质(含人体)进入或触及的能力,对于防固体分 0~6 共 7 个等级,对于防液体分 0~8 共 9 个等级,两种防护组合分若干个等级。用“IP”(国际通用防护等级代码,是英文 Ingress Protection 的两个字头)加 1 个表征防固体能力和 1 个表征防液体能力的数字表示。表 1-4 和表 1-5 给出了简单表述的内容,例如 IP54 是可防止尘土进入同时可防止溅水进入的电机。图 1-2 是部分示例。

表 1-4 第一位数字-防固体能力——不能进入的固体尺寸(单位: mm)

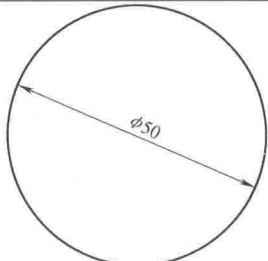






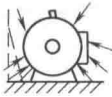




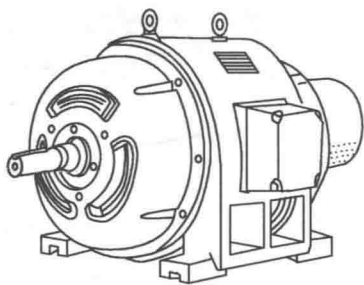
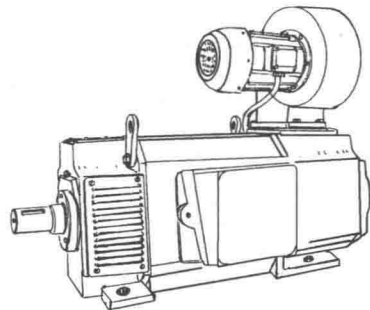
| 数字 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------|-------|---|---|---|---|---|------|
| 可防护物体的最小尺寸 | 无专门防护 |  |  |  |  | 尘 | 严密防尘 |

表 1-5 第二位数字-防水能力——不能进入体内水的状态

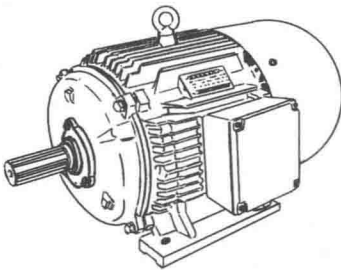
| 数字 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 可防进入水的状态 | 无专门防护 | 滴水 | 15°滴水 | 60°方向内的淋水 | 任何方向的溅水 | 一定压力的喷水 | 海浪或强喷水 | 一定压力的浸水 | 长期潜水 |
| |  |  |  |  |  |  |  |  | |



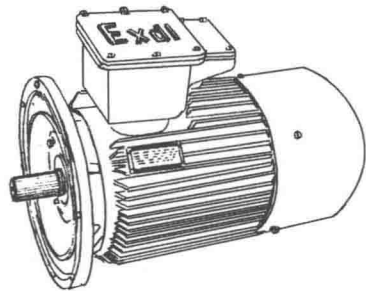
a) IP11型(JR系列绕线转子电动机)



b) IP23型(Z4系列直流电动机)



c) IP54型(Y2系列电动机)



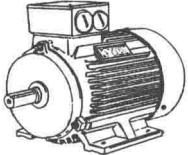
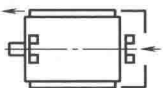
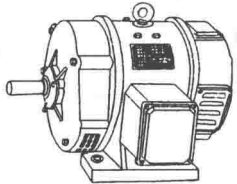
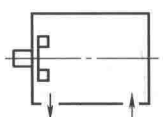
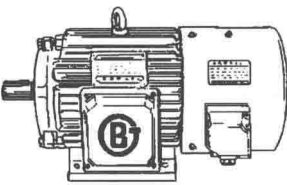
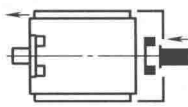
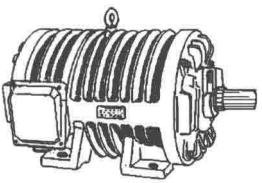
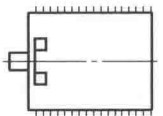
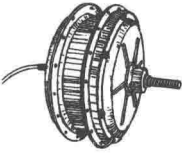
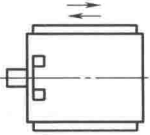
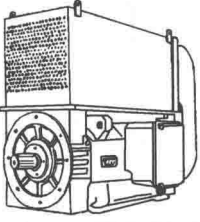
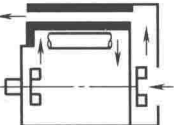
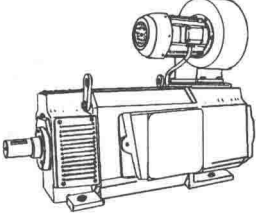
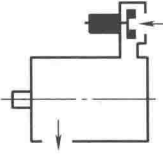
d) IP55型(YB系列电动机)

图 1-2 按外壳防护能力分类示例

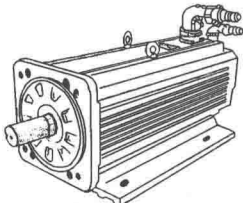
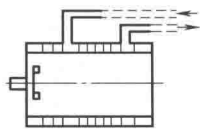
1.1.4 按冷却方式分类

根据冷却器、冷却介质及其运行方式等分若干种。用“IC”（国际通用冷却方式代码，是英文 International Cooling 的两个字头）加一些表征冷却介质及其运行方式、散热器等信息的字母或数字表示。表 1-6 给出了几种常用类型的冷却方式电机示例、示意图和简写（省去了代表用空气作为冷却介质的字母“A”）代码，其中“外风扇”代表由转轴自带、安装在机壳外部的风扇；“内风扇”代表由转轴自带、安装在机壳内部的风扇（含铸铝转子端环上的扇叶）；“自扇风”则是风扇由转子（或转轴）带动风扇运转产生用于冷却的风。

表 1-6 几种常用类型的冷却方式电机示例、示意图和简写代码

| 电机类型 | 外形示例 | 冷却系统示意图 | 冷却方式描述 | 冷却代码 |
|---------------|---|---|----------------------------|-------|
| Y2 系列三相异步电动机 |  |  | 内、外风扇自扇风式, 外壳散热 | IC411 |
| Z2 系列直流电动机 |  |  | 内风扇自扇风式, 冷却介质由一端吸入, 从另一端排出 | IC01 |
| YVF 系列变频调速电动机 |  |  | 内风扇, 外装恒速风机冷却式, 外壳散热 | IC416 |
| 轧钢辊道用电动机 |  |  | 内风扇, 靠机壳表面冷却式(通过辐射散热) | IC410 |
| 电动自行车电动机 |  |  | 内风扇, 靠运行时的相对运动的自然风冷却式 | IC418 |
| YKK 系列电动机 |  |  | 外装空气冷却器冷却式 | IC611 |
| Z4 系列直流电动机 |  |  | 外吹风强制冷却式 | IC06 |

(续)

| 电机类型 | 外形示例 | 冷却系统示意图 | 冷却方式描述 | 冷却代码 |
|-----------------|---|---|-------------------------|-------|
| YSL 系列 水冷电动机 |  |  | 靠机壳流动水冷却式,冷却用水通过管道进入和排出 | IC3W7 |

1.1.5 按电机工作制分类

电机的工作制实际上就是电动机在运行时, 起动、加负载运行、空转或停转、制动等工作过程的时间安排, 就像我们工作人员每一周、每一天的生活和工作时间安排一样。

电机的工作制分 10 种, 分别用 S1 ~ S10 共 10 个代码来表示, 其中前 8 种使用较多, 分类内容见表 1-7。图 1-3 给出的是这 8 种工作制输入功率与时间关系图, 图中横轴 (时间轴) 上方的部分为吸收电功率 (电动机状态), 下方的部分为输出电功率 (发电机状态)。

表 1-7 电机工作制分类及各工作制的内容

| 代码 | 名称 | 电机运行状态简介 |
|----|-----------------|---|
| S1 | 连续工作制 | 保持在恒定负载下运行至热稳定状态 |
| S2 | 短时工作制 | 在恒定负载下按给定的加载时间运行, 电机在该时间内不足以达到热稳定, 随之停机和断能, 停机时间足以使电机完全冷却 |
| S3 | 断续周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段恒定负载运行时间和一段停机并断能时间 |
| S4 | 包括起动的断续周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段对温升有显著影响的起动时间、一段恒定负载运行时间和一段停机并断能时间 |
| S5 | 包括起动和电制动的周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段起动时间、一段恒定负载运行时间、一段电制动时间和一段停机并断能时间 |
| S6 | 连续周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段恒定负载运行时间和一段空载运行时间, 无停机和断能时间 |
| S7 | 包括电制动的连续周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段起动时间、一段恒定负载运行时间和一段电制动时间, 无停机和断能时间 |
| S8 | 包括变速变负载的连续周期工作制 | 按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段按预定转速运行的恒定负载时间和一段或几段按其他转速运行的其他恒定负载时间, 无停机和断能时间 |

1.1.6 按使用环境分类

1. 普通电机对使用环境的要求

- 1) 使用地点的海拔不超过 1000m。
- 2) 使用地点的环境 (电机周边, 含室内和箱内) 温度最高不超过 40℃; 最低不低于 -15℃, 但输出功率 < 600W、带换向器、使用滑动轴承和以水为冷却介质的电机, 规定为 0℃。
- 3) 使用地点的最湿月月平均最高空气相对湿度不超过 90%, 同时该月月平均最低温度

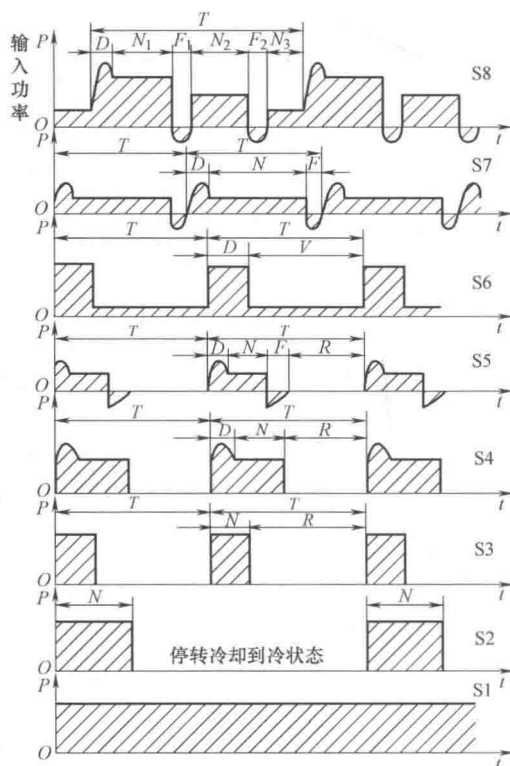


图 1-3 S1 ~ S8 工作制输入功率与时间关系图解
D—起动 N—运行 R—停转 V—空转 F—电制动

不应超过 25℃。

2. 适应的特殊使用环境代码

按可适应的特殊使用环境，可分为高原（海拔超过 1000m）型、船（海）上型、户（屋）外型、防化学腐蚀型、防爆型、热带使用型、防干热型等多种，分别在电机型号的最后一部分内容中以字母的形式给出，各类型的字母代码见表 1-8。

表 1-8 电机适用特殊环境代码

| 适用特殊环境 | 高原 | 船(海) | 户(屋)外 | 化工防腐 | 热带 | 湿热带 | 干热带 |
|--------|----|------|-------|------|----|-----|-----|
| 代码 | G | H | W | F | T | TH | TA |

1.1.7 防爆电机分类

防爆电机分类见表 1-9。国家标准规定，标志防爆电机的符号应以阳文（文字凸出平面）的形式铸造在部件上，Exd I 代表 I 类，Ex 代表 II 类。图 1-4 给出了两种类型防爆电机的外形示例。

1.1.8 按转子的结构形式分类

三相异步电动机的转子有笼型转子和绕线转子两大类。