

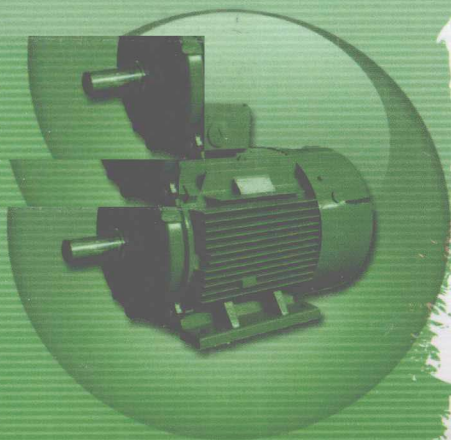


看图学技能丛书

看图学电动机使用 与维修

150 问

刘淑华 张云坤 等编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



看图学技能丛书

看图学电动机使用与 维修 150 问

刘淑华 张云坤 等编



机械工业出版社

全书共分6篇,即看图学电动机基础,电动机使用与保养,看图学电动机维修工具、仪表、材料,看图学电动机检修技能,看图学电动机拆装维护,电动机维修实例。本书全面地介绍了电动机的基础理论、基础知识、工作原理、使用保养、检修工具、拆装方法、故障维修、检修技巧、检修实例等内容,重点突出电动机的修理技能、维修实例和使用保养方法,是一本全面介绍电动机理论基础、使用技巧、操作维修实践的入门类图书。全书采用问答的形式,分篇进行介绍,每一个问答力求解答一个具体的问题,让读者对电动机养护与维修有一个全面具体的了解,并通过阅读本书具有一定的动手能力。

本书适合于电动机初学人员、自学人员,职业培训学校师生,岗位培训人员,电动机操作人员,农机维修人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

看图学电动机使用与维修 150 问/刘淑华等编. —北京:机械工业出版社, 2010. 5

(看图学技能丛书)

ISBN 978-7-111-30265-0

I. ①看… II. ①刘… III. ①电动机—使用—问答②电动机—维修—问答
IV. ①TM32—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 056042 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: 顾 谦 责任编辑: 任 鑫 版式设计: 霍永明

责任校对: 王 欣 封面设计: 陈 沛 责任印制: 杨 曦

北京鑫海金澳胶印有限公司印刷

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·14 印张·245 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30265-0

定价: 29.00 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

网络服务

社服务中心: (010)88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

销售二部: (010)88379649 教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

电动机已无处不在，使用和维护工作量较大。许多初学电动机维修的人员急需得到一种以师带徒式的快速且直观的电动机学习资料。除此之外，还有很多业余电动机使用维修人员和新农村建设技术人员，也都需要电动机使用与维修的技能类入门书籍。鉴于此，我们编写了《看图学电动机使用与维修 150 问》一书，以满足广大读者的需要。

全书采用问答的形式，分篇进行介绍，每一个问答力求解答一个具体的问题，让读者对电动机的养护与修理有一个全面具体的了解，并通过阅读本书具有一定的动手能力。

本书在编写和出版过程中，得到了机械工业出版社领导和编辑的热情支持和帮助，张新德、张利平、陈金桂、刘晔、王光玉、王娇、刘运和、陈秋玲、刘桂华、张美兰、周志英、刘玉华、张泽宁、刘文初、刘爱兰、张美兰等同志也参加了部分内容的编写、资料收集、整理和文字录入等工作。值此成书之际，向这些领导、编辑和同仁一并表示深情感谢！

由于作者水平有限，书中错漏之处在所难免，还请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1篇 看图学电动机基础

第1章 电动机基础.....	3
【问答1】什么是电动机?	3
【问答2】电动机的常用术语有哪些? 它们是怎样定义的?	5
【问答3】电动机的一般知识有哪些?	9
【问答4】电动机的温升和温度的基本概念是怎样的?	11
【问答5】什么是磁极数?	13
【问答6】什么是电动机功率因数?	13
【问答7】什么是电动机闭环和开环?	14
【问答8】单相电源与三相电源有什么区别?	15
【问答9】中小容量异步电动机设置有哪些保护装置?	15
【问答10】异步电动机是怎样实施保护的?	16
【问答11】什么是高压液态电阻减压起动?	19
【问答12】伺服电动机的制动方式有哪几种?	19
【问答13】电动机绝缘漆有哪些?	20
【问答14】电动机型号的命名方式是怎样的?	21
【问答15】电动机的机型系列是怎样表示的?	23
【问答16】三相异步电动机的调速方式及其特点是怎样的?	24
第2章 电动机的种类与特性	27
【问答1】电动机怎样分类?	27
【问答2】各类电动机的技术性能及其应用范围是怎样的?	28
【问答3】直流电动机有哪些种类?	31
【问答4】永磁直流电动机的基本结构是怎样的?	33
【问答5】什么是单极直流电动机?	34
【问答6】异步电动机的特点及应用范围有哪些?	34
【问答7】三相异步电动机有哪些类型?	35

【问答 8】 交流同步电动机有哪些种类?	36
【问答 9】 同步电动机与异步电动机有什么区别?	37
【问答 10】 永磁同步电动机与异步电动机各有什么优缺点?	38
【问答 11】 伺服电动机具有哪些特性?	38
【问答 12】 步进电动机的类型及主要技术指标有哪些?	39
【问答 13】 步进电动机和交流同步伺服电动机有什么区别?	42
【问答 14】 怎样区分大、中、小型电动机?	44
第 3 章 电动机的基本原理	45
【问答 1】 中小型直流电动机的结构是怎样的?	45
【问答 2】 反应式步进电动机的结构及工作原理是怎样的?	48
【问答 3】 三相异步电动机的结构和工作原理是怎样的?	53
【问答 4】 笼型三相异步电动机 Y- Δ 联结减压手动控制电路的工作原理 是怎样的?	58
【问答 5】 单相异步电动机的结构和工作原理是怎样的?	61
【问答 6】 罩极式电动机的工作原理是怎样的?	63
【问答 7】 步进电动机的主要特性有哪些?	64
【问答 8】 直流电动机的工作原理是怎样的?	65
【问答 9】 无刷直流电动机的基本结构及工作原理是怎样的?	66
【问答 10】 无刷直流电动机的功能特点有哪些?	68
【问答 11】 直流电动机调速器的工作原理及应用范围是怎样的?	69
【问答 12】 直线电动机的结构原理是怎样的?	70
【问答 13】 离心稳速电动机的结构及调速原理是怎样的?	71
【问答 14】 异步电动机变频调速原理是怎样的?	73

第 2 篇 电动机使用与保养

第 1 章 电动机的选购	77
【问答 1】 怎样选购电动机?	77
【问答 2】 怎样选择步进电动机?	80
【问答 3】 怎样选择异步电动机?	81
【问答 4】 怎样选择防爆电动机?	81
【问答 5】 怎样选择电动机轴承?	82
【问答 6】 怎样选择电刷?	83
【问答 7】 怎样选择低压电动机的熔断器?	84

第 2 章 电动机的使用	86
【问答 1】怎样正确安装和调试电动机?	86
【问答 2】对电动机的安装有哪些要求?	87
【问答 3】怎样正确使用电动机?	88
【问答 4】避免电动机烧毁的措施有哪些?	89
【问答 5】怎样选择电动机保护装置?	90
【问答 6】怎样选用电动机润滑脂?	91
【问答 7】怎样安装和使用振动电动机?	92
【问答 8】长期停放的电动机重新使用时,应做哪些工作?	94
【问答 9】电动机三相电流不平衡的原因有哪些?	94
【问答 10】电动机断相的原因有哪些?	95
【问答 11】电动机为什么会产生轴电流?怎样预防?	95
【问答 12】起动电动机前应做哪些检查?	95
【问答 13】电动机轴承过热的原因有哪些?	96
【问答 14】怎样降低电动机噪声?	96
【问答 15】电动机在哪些情况下应立即切断电源?	97
【问答 16】电动机发生火灾的原因有哪些?怎样预防?	98
【问答 17】怎样降低电动机能耗?	99
第 3 章 电动机的保养	101
【问答 1】怎样维护保养电动机?	101
【问答 2】怎样正确使用与维护保养熔断器?	102
【问答 3】怎样清洗电动机轴承?	103
【问答 4】怎样给电动机轴承补充润滑脂?	104

第 3 篇 看图学电动机维修工具、仪表、材料

第 1 章 维修工具	109
【问答 1】维修电动机的常用工具有哪些?	109
【问答 2】维修电动机的专用工具有哪些?	111
第 2 章 维修仪表与材料	115
【问答 1】维修电动机所需的仪表有哪些?	115
【问答 2】维修电动机应配备的导电材料有哪些?	120
【问答 3】维修电动机应配备的绝缘材料有哪些?	123
【问答 4】维修电动机应配备的绝缘漆有哪些?	127

【问答 5】什么是磁性槽楔? 128

第 4 篇 看图学电动机检修技能

【问答 1】电动机故障的一般判断方法有哪些? 131

【问答 2】怎样对电动机断相运行进行鉴别和检修? 132

【问答 3】电动机受潮后怎样检修? 132

【问答 4】电动机大修时怎样嵌线? 134

【问答 5】怎样查找电动机绕组接地点? 134

【问答 6】怎样测量电动机的绝缘电阻? 136

【问答 7】怎样快速判断电动机控制电路是否存在故障? 136

【问答 8】怎样快速判别三相异步电动机同名端? 138

【问答 9】怎样检修电动机定子绕组短路故障? 139

【问答 10】怎样检修电动机定子绕组断路故障? 140

【问答 11】怎样检测电动机电气连接故障? 142

【问答 12】怎样防止三相异步电动机单相运行? 143

【问答 13】怎样将三相小功率电动机改作单相运行? 144

【问答 14】电动机起动前应做哪些检查? 145

【问答 15】怎样检查电动机轴承运转是否正常? 146

【问答 16】怎样根据三相电动机绕组烧损的情况判断故障的产生
原因? 147

【问答 17】电动机修复后应做哪些检查和试验? 148

【问答 18】怎样调校转子的不平衡量? 148

【问答 19】怎样判别单绕组双速电动机的同名端? 149

【问答 20】怎样检查和修理异步电动机转子端部并头套开焊故障? 151

【问答 21】怎样检测防爆电动机? 152

【问答 22】单相交流电动机不能起动, 怎样检修? 153

【问答 23】单相交流电动机机壳带电, 怎样检修? 153

【问答 24】单相异步电动机中电容损坏, 怎样检修? 154

【问答 25】怎样检修单相电容起动式电动机中的离心开关? 155

【问答 26】单相电动机转轴弯曲, 怎样检修? 155

【问答 27】怎样修理直流电枢绕组接地故障? 156

【问答 28】怎样确定直流电动机电刷中性线位置? 157

【问答 29】怎样对检修后的直流电动机进行运转试验? 157

【问答 30】永磁直流电动机有哪些常见故障？怎样检修？	158
【问答 31】怎样排除电动机扫膛故障？	159

第 5 篇 看图学电动机拆装维护

【问答 1】拆卸电动机的一般步骤是怎样的？	163
【问答 2】安装电动机的一般要求有哪些？	164
【问答 3】怎样装配电动机？	165
【问答 4】怎样拆卸传动轮？	165
【问答 5】怎样拆装电动机轴承？	166
【问答 6】怎样拆装轴承外盖？	167
【问答 7】怎样拆装端盖？	168
【问答 8】怎样抽出转子？	169
【问答 9】怎样识别和选用轴承？	169
【问答 10】怎样重绕定子绕组？	170

第 6 篇 电动机维修实例

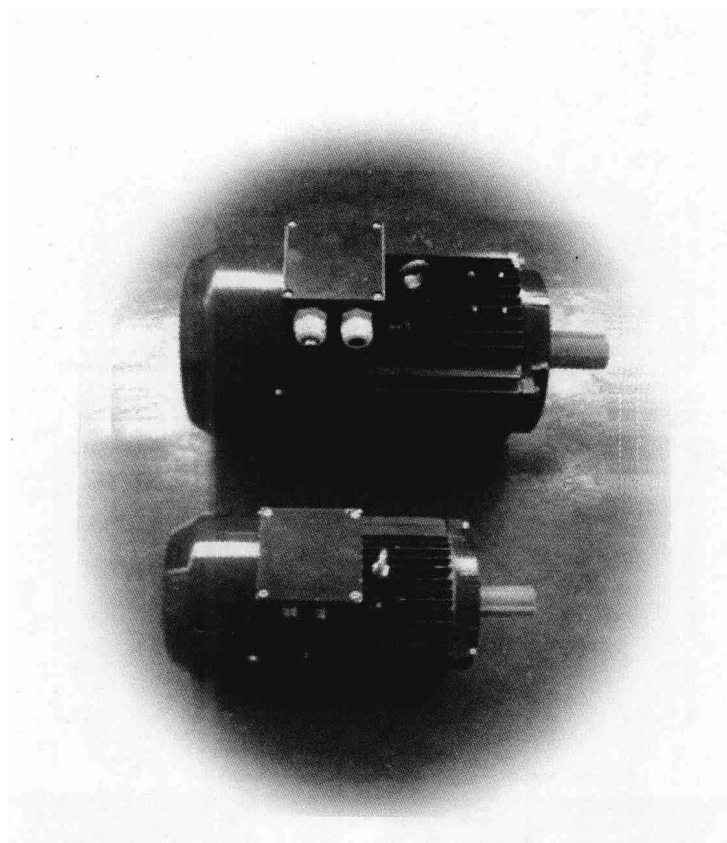
第 1 章 三相电动机	181
【问答 1】一台三相异步电动机通电后不能正常起动，怎样检修？	181
【问答 2】一台三相异步电动机绝缘电阻过低，怎样检修？	185
【问答 3】一台三相异步电动机工作时外壳带电，怎样检修？	186
【问答 4】一台三相异步电动机运行时空载电流偏大，怎样检修？	186
【问答 5】一台三相异步电动机三相电流不平衡，怎样检修？	187
【问答 6】一台三相异步电动机工作时温升过高，怎样检修？	188
【问答 7】一台三相异步电动机运行时发出异常噪声，怎样检修？	190
【问答 8】一台三相异步电动机运行时振动较大，怎样检修？	191
【问答 9】一台三相异步电动机在运行中轴承严重发热，怎样检修？	192
【问答 10】三相绕线转子异步电动机集电环火花过大，怎样检修？	193
【问答 11】一台三相异步电动机定子、转子铁心损坏，怎样检修？	194
【问答 12】一台三相异步电动机在运行中轴承损坏，怎样检修？	195
【问答 13】一台三相异步电动机转轴损坏，怎样检修？	196
【问答 14】一台三相 4 极电动机经重绕修理后，电动机不能起动运转且 声音发闷、振动强烈，怎样检修？	196
【问答 15】一台三相 2 极电动机运行中突然转速变慢，机内发出一股	



焦糊味, 随即停止转动, 怎样检修?	197
【问答 16】三相异步电动机常见的电气故障有哪些? 怎样检修?	197
第 2 章 单相电动机	201
【问答 1】一台电容起动式单相电动机通电后不能起动, 但有“嗡嗡” 声, 怎样检修?	201
【问答 2】一台单相小功率电动机, 工作过程中突然停转且不能再起动, 怎样检修?	201
【问答 3】一台单相电容运转式电动机, 维修时更换了电容后转速变慢, 外壳发烫, 怎样检修?	202
【问答 4】一台单相双电容电动机, 更换线圈重新使用时, 一接通电源 副绕组即被烧毁, 怎样检修?	203
【问答 5】一台小型单相电容起动运行式电动机能起动, 但始终处于 低速大电流状态, 怎样检修?	203
【问答 6】一台单相串励电动机, 工作时某一极电刷下产生剧烈的火花, 怎样检修?	204
【问答 7】单相串励电动机的常见故障有哪些? 怎样检修?	205
【问答 8】一台步进电动机, 使用时发热严重, 怎样排除?	207
第 3 章 直流电动机	208
【问答 1】一台直流电动机在维修过程中接线柱标牌丢失, 怎样 接线?	208
【问答 2】一台直流电动机工作时换向器上产生较大的火花, 且转速 异常, 怎样检修?	208
【问答 3】一台用于录放机的离心稳速直流电动机, 电动机转速变低, 放音时音调低沉, 怎样检修?	209
【问答 4】一台用于录放机的离心稳速直流电动机, 电动机转速变快, 放音时刺耳, 怎样检修?	210
【问答 5】一台用于收放机的离心稳速直流电动机, 时转时停, 在 停止时用手轻敲一下, 又可以转动起来, 怎样检修?	210
【问答 6】直流电动机常见故障有哪些? 怎样检修?	211
参考文献	212

第1篇

看图学电动机基础



第1章 电动机基础

【问答1】什么是电动机？

电动机（见图1-1）（俗称马达）是一种将电能转换成机械能的动力设备。

1. 电动机的发展历程

电动机从发明到现在已有近200年历史。早在1821年，英国科学家法拉第首先表明可以把电力转换为旋转运动，为电动机的制造提出了理论依据。1834年德国的雅可比制成了第一台电动机。他是在两个U形电磁铁中间，装一个六臂轮，每臂轮带两根棒形磁铁。通电后，棒形磁铁与U形磁铁产生相互吸引和排斥作用，带动轮轴转动。后来，雅可比做了一个大型的装置，安置在小艇上，用320个丹尼尔电池供电。1838年小艇在易北河上首次航行，时速只有2.2km/h，虽然转速较低，但实践了将电能转换为机械能的理论。



图1-1 电动机

1831年美国物理学家亨利设计出最初电子式电动机。同时，美国的达文波特也成功地制造出了驱动印刷机的电动机。但这些电动机使用电池作为电源，制造成本高且不实用，都没有太大的商用价值。

1870年比利时工程师格拉姆发明了直流发电机。在设计上，直流发电机与电动机很相似。后来，格拉姆表明向直流发电机输入电流，其转子会像电动机一样旋转。于是这种格拉姆型电动机大量地制造出来。随着第一台实用直流电动机的问世，使电动机在生产领域得到了广泛应用。

在第一台直流发电机研制成功并实际运用的基础上，德国的西门子研制了更好的电动机，并着手研制由电机驱动的车辆。西门子于1879年研制出了世界

上第一台电车，该电车只有 3 马力[⊖]，在当时的柏林工业展览会上，这种不冒烟的电车赢得了观众的一片喝彩。在此之后，美国科学家爱迪生研制出了 12 ~ 15 马力的电动机。但当时的电动机全是直流电动机，只限于驱动电车。

1888 年科学家特斯拉，根据电磁感应原理，制造出了第一台交流电动机。这种交流电动机定子和转子结构，使用交流电源，当电动机输入交流电后，交流电快速输入一组称为定子的外线圈，继而产生一个旋转磁场。转轴内的一组线圈则称为转子，它会被定子的旋转磁场感应出电流，所以又称为感应电动机。

1902 年瑞典工程师丹尼尔森首先提出同步电动机构想。

电动机的发明与发展为整个社会的科学技术发展起到强大的促进作用。目前，电动机已在工业、农业、国防、交通和家用电器等各个领域内得到了广泛应用。

2. 电动机的分类

电动机按其电源性质可分为交流电动机和直流电动机两大类。但无论是交流电动机还是直流电动机，都是以法拉第电磁感应定律为基础研制而成的，它们的工作都是基于定子、转子之间的磁场与电流的相互作用而产生转矩，驱动转子旋转。

(1) 交流电动机

交流电动机（见图 1-2）是使用交流电源来实现转动的电动机，可分为同步电动机和异步电动机两种基本形式。

同步电动机的定子是三相交流绕组，转子为磁极绕组，在转轴上安装有一对集电环，通过集电环与外电源连接。

异步电动机的定子与同步电动机的定子相同，也是三相交流绕组，从电源吸取无功励磁电流建立旋转磁场。其转子有笼型转子和绕线转子两种形式。其中，笼型转子为自身短路的绕组；绕线转子为普通三相绕组，通过轴上的三个集电环与外电路连接。

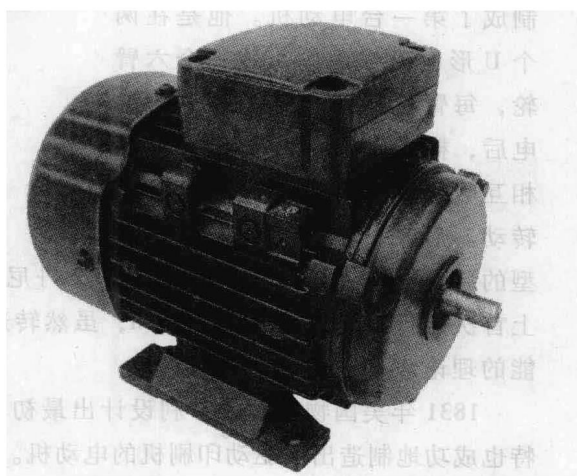


图 1-2 交流电动机

⊖ 1 马力 = 735.499 W，后同。

(2) 直流电动机

直流电动机（见图 1-3）是使用直流电源来实现运转的电动机。由定子和转子（电枢）构成。定子为磁场部分，其励磁方式有自励和他励两种。

其中，自励电动机按照其励磁绕组与转子（电枢）绕组连接方式的不同，又分为并励、串励及复励三种。在实际使用中，以并励电动机较为常见。

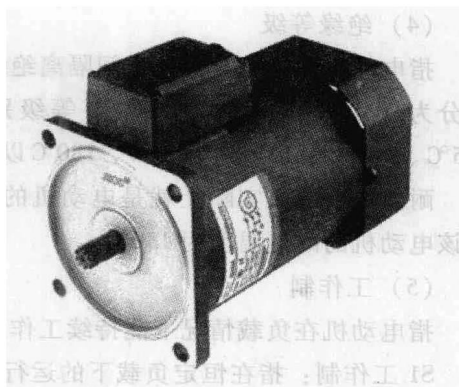


图 1-3 直流电动机

【问答 2】电动机的常用术语有哪些？它们是怎样定义的？

在日常使用和维修中，对电动机的技术用语主要有以下几种。

1. 常用术语

(1) 额定电压

指定子绕组在指定接法下规定使用的线电压，常以 V 或 kV 为单位。

$$1\text{kV} = 1000\text{V}$$

$$1\text{V} = 1000\text{mV}$$

$$1\text{V} = 1000000\mu\text{V}$$

$$1\text{MV} = 1000000\text{V}$$

(2) 额定功率

指电动机在额定条件（额定电压、额定频率、额定工作制）下，转轴上所能输出的机械功率，以 W 为单位。

$$1\text{kW} = 1000\text{W}$$

$$1\text{kgf} \cdot \text{m/s} = 9.80665\text{W}$$

$$1\text{cal/s} = 4.1868\text{W}$$

$$1\text{ 马力} = 735.499\text{W}$$

(3) 负载持续率

指电动机在工作周期中的负载（包括起动与制动）持续时间与整个周期的时间之比，常以百分数表示。

(4) 绝缘等级

指电动机内导体与导体之间隔离绝缘材料耐热等级。通常将绝缘材料的等级划分为 Y、A、E、B、F、H、C 等级别, 各级别的耐热分别为 90℃、105℃、115℃、130℃、155℃、180℃、180℃ 以上。

耐热温度等级实际上就是电动机的允许最高温度范围。例如 B 级绝缘, 说明该电动机的耐热温度为 130℃。

(5) 工作制

指电动机在负载情况下能持续工作的时间和先后顺序。

S1 工作制: 指在恒定负载下的运行时间是以达到热稳定的一种连续工作制。

S2 工作制: 指在恒定负载上按给定的时间运行, 该时间不足以达到热稳定, 随之即断能停转足够的时间, 使电动机再度冷却到与冷却介质温度之差在 2K 以内。

S3 工作制: 指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断能停转时间。

S4 工作制: 指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始时间、一段恒定负载运行的时间和一段断能停转的时间。

S5 工作制: 指按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段起始时间、一段恒定负载运行时间、一段制动时间和一段断能停转时间。

S6 工作制: 指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、一段空载运行时间, 无断能停转时间。

2. 相数的术语

电动机按使用的电压不同, 有单相、三相的区别。

(1) 单相

单相是 220V 电压, 即相线对零线间的电压, 家用电器中所使用的电动机大多为单相电动机。

(2) 三相

三相是指 A、B、C 三相相与相之间的电压为 380V。也就是说, 三相电是指三相均为相线, 相邻相线之间的电压为 380V。三相异步电动机由定子和转子组成, 它的定子绕组是三相对称绕组, 工作时使用对称的三相电源, 只要直接将三相电源接到电动机上, 电动机就可以运转。

3. 交流电动机常用术语

(1) 功率

功率指电动机能拖动生产设备的能力, 单位为 W。电动机功率 (W) 的大



小与转速和转矩有关，其表达式为

$$P = T \cdot N$$

式中， T 为转矩； N 为转速。其额定输出功率由额定转矩、额定转速决定。

(2) 转矩

起动转矩：指电动机在额定电压、额定频率作用下，在起动瞬间所输出的转矩。若负载大于起动转矩，则电动机无法起动。

最大转矩是指电动机在额定电压、额定频率下能产生的最大转矩，最大转矩大于额定转矩。如果负载转矩超过最大转矩，电动机将产生堵转现象。

额定负载转矩是指电动机在额定电压、频率、额定转速时所输出的转矩。

(3) 同步转速

电动机的同步转速（ r/min ）由电动机的本身结构（极数）和电源频率决定。其表达式为

$$N = 120f/p$$

式中， f 为电源频率； p 为电动机极数。

空载转速是指电动机无负载时的转速。

额定转速是指电动机在额定输出功率时的转速。如果因负载过重而导致电动机转速减慢时，即会造成电动机过热，最终会烧坏电动机。

(4) 运行状态

电动机的运行状态是否正常，除了要保证正常转速外，还以电动机是否过热来衡量。

短时运行状态是指电动机在额定电压、额定频率下，允许30min连续运行，并保证电动机工作安全、可靠。

连续运行状态是指电动机在额定电压、额定频率下，允许连续运行，并保证电动机的工作安全、可靠。

(5) 减速器部分

减速比是指减速器输出转速与输入转速之比。

传动效率是指减速器与电动机连接后，转矩增加时的效率，用百分数来表示。传动效率的大小与减速器的齿轮和轴承的质量有关。一般经过一级传动的传动效率为90%左右，而经过二级传动的传动效率为80%左右。

4. 步进电动机动态指标术语

(1) 失步与过冲

失步与过冲是由于励磁频率选择不当，步进电动机不能准确移动到新的位置。负载的实际位置相对于控制器所期待的位置出现误差，即为电动机的失步与