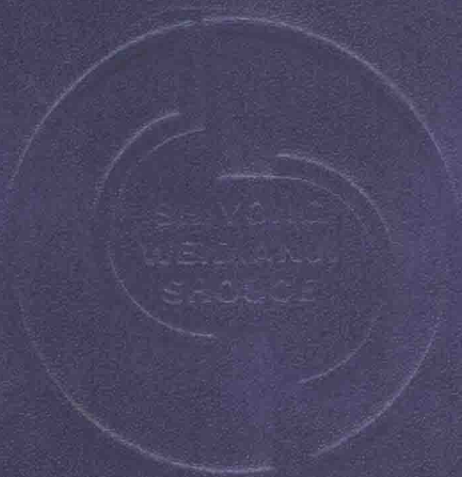


实用微电机手册

国家机械工业局西安微电机研究所 编

辽宁科学技术出版社



實用電機工程

第一冊

实用微电机手册

国家机械工业局西安微电机研究所 编

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用微电机手册/国家机械工业局西安微电机研究所编.
- 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2000.3
ISBN 7-5381-2983-9

I. 实… II. 国… III. 微电机-手册 IV. TM38-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 26545 号

辽宁科学技术出版社出版
(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110003)
沈阳七二二工厂印刷 各地新华书店经销

开本: 787×1092 毫米 1/16 字数: 1228 千字 印张: 55 插页: 4
2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 枫 岚 董 波
封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于 浪
责任校对: 周 文

印数: 1-5000

定价: 100.00 元

编 委 会

主 任	莫会成			
副主任	荆仁旺	谭建成	黄伟生	
委 员	顾乃平	张 青	顾德新	李继栓
	梁贤久	董顺心	陈建成	余建军
	蔡耀成	朱惠民	宋大鹏	张 卫
	阎治安	李忠杰	程树康	金如麟
	刘卫国	余壮飞	荆予华	白森涛
	郎旭宝	彭名焘	贾金堂	

主 编	牒正文	常力彬			
编 写	黄大绪	王祖奇	黄伟生	姜全荣	陈玉似
	谭建成	唐天麟	高云峰	樊 诚	任 捷
	李世芬	宁守信	韩维新	平友尧	谭景舜
	陈百禄	刘博伟	陶志鹏	唐裕荣	于 方
	吴元标				
审 订	汪国梁	刘 蓁	陈隆昌	李猷黔	
	李钟明	顾建庭	励鹤鸣	李忠杰	
	李 谋	马云鹏	韩维新	黄大绪	

内 容 提 要

本手册共分十章,详细论述了目前国内外生产的位置检测和解算用微电机、速度检测用微电机、驱动用微电机、伺服和精密传动用微电机、机电一体化微电机和功率放大用电机的功能、分类、结构、基本原理、主要技术指标、产品选型和使用、常见故障和维护以及应用实例,同时也给出了主要系列产品的技术数据和外形安装尺寸,还介绍了微电机的安装、微电机可靠性技术及微电机的测试和修理等,在附录中介绍了微电机生产厂家。

本手册内容丰富,覆盖面广,实用性强,可供微电机使用者以及从事微电机研究和制造的科技人员使用,同时也可供大专院校电机专业师生参考。

前 言

随着我国改革开放的不断深入和国民经济建设的迅速发展,微电机作为使用最广泛的基础电工产品,市场日益扩大。国外技术和产品的引进,促进了微电机技术的发展和市场竞争。目前中国大陆微电机的年产量达十几亿台,其应用量大面广,品种规格繁多。了解各类微电机的基本原理、结构、性能并掌握有关技术数据是广大微电机用户、电机制造商和修理厂家的迫切需要。

本手册集我国 30 多年来微电机发展之大成,从实用的原则出发,系统地介绍了我国生产的位置检测和解算用微电机、速度检测用微电机、一般驱动用微电机、伺服和精密传动用微电机、功率放大用电机的基本原理、功能和分类、结构、主要技术指标、选型及应用、常见故障及维护;同时介绍了各类微电机的技术数据和外形安装尺寸,涉及数百个系列、数千个品种规格。手册还介绍了微电机的安装、微电机的测试、微电机的可靠性以及微电机的修理等知识。另外,有专门章节介绍微电机机电一体化新技术,如无刷直流电机、步进电动机及驱动器等。手册内容丰富、覆盖面广、数据准确可靠。对国外微电机的发展水平,本手册以有关技术数据来反映。

本手册编写过程中注意了微电机发展的历史沿革,力求反映我国微电机当前的技术水平和特点,注意贯彻采用国际标准,国家军用标准和国家标准及有关专业标准。

手册的第 1 章由黄大绪编写,第 2 章由王祖奇、黄伟生、姜全荣、陈玉仪、谭建成编写,第 3 章由唐天麟编写,第 4 章由唐天麟、黄伟生、高云峰、樊诚编写,第 5 章由任捷、樊诚、谭建成、黄大绪、李世芬、高云峰、陶志鹏、宁守信、陈百禄编写,第 6 章由黄伟生编写,第 7 章由平友尧编写,第 8 章由谭建成编写,第 9 章由刘博伟编写,第 10 章由韩维新、谭景舜编写。全书的有关技术数据、外形和安装尺寸部分由牒正文、唐裕荣、于方编写。于方负责全书总校订。汪国梁、刘纂、陈隆昌、李猷黔、李钟明、顾建庭、励鹤鸣、李忠杰、李谋、马六鹏等参加了有关章节的审核。手册完稿后经西安微电机研究所莫会成所长、荆仁旺副所长、韩维新和黄大绪高级工程师审订。

本手册是我国第一本面向广大用户的微电机专著,在编写过程中得到西安微电机研究所领导、微电机行业兄弟厂、大专院校的同力协助,许多电机生产企业提供样本和有关资料,许多大学教授和电机行业的专家对本书的编写都提出了宝贵的意见和建议,在此,一并表示感谢。

手册的编写参阅了大量的书籍、手册、资料、期刊及有关标准和产品样本,特此说明。

由于时间仓促,手册中存在的问题和错误在所难免,恳请广大读者和同行批评指正。

编 者

1999 年 10 月

目 录

第 1 章 概 述

1.1 微电机的发展及其在国民经济和国防建设中的作用	1
1.2 微电机分类	2
1.3 微电机产品技术要求	4
1.3.1 控制微电机产品技术要求	4
1.3.2 驱动微电机产品技术要求	4
1.3.3 电源微电机产品技术要求	5
1.4 微电机型号命名及其表示方法	5
1.4.1 机座号	6
1.4.2 产品名称代号	6
1.4.3 性能参数代号	10
1.4.4 派生代号	15
1.5 微电机的结构特点	15
1.6 微电机的发展趋向	16

第 2 章 位置检测和解算用微电机

2.1 自整角机	18
2.1.1 功能和分类	18
1. 力矩式自整角机	18
2. 控制式自整角机	19
2.1.2 结构	19
1. 力矩式自整角机的结构	19
2. 控制式自整角机的结构	22
3. 差动式自整角机的结构	22
4. 无刷自整角机的结构	23
2.1.3 基本原理	24
1. 力矩式自整角机的基本原理	24
2. 控制式自整角机的基本原理	26
3. 差动式自整角机的基本原理	28
2.1.4 主要技术指标	30

1. 力矩式自整角机的主要技术指标	30
2. 控制式自整角机的主要技术指标	31
2.1.5 选型和使用	32
1. 力矩式自整角机的选择和使用	32
2. 控制式自整角机的选择和使用	35
3. 自整角机的接线及反转	39
2.1.6 常见故障及维护	42
2.1.7 应用实例	45
1. 自整角机的典型应用	45
2. 应用举例	47
2.1.8 主要产品技术数据、外形及安装尺寸	51
1. KL 系列自整角机	51
2. ZKF、ZKB、ZLF、ZLJ、ZKC、ZCF、ZCJ 系列自整角机	59
3. ZKB、ZLF、ZLJ、ZCF 自整角机	67
4. ND、NS 及 DN 系列自整角机	68
5. BD、BS 系列无接触式自整角机	72
6. NED 系列自整角机	77
7. DI、SS 系列自整角机	79
8. ZFM、ZBM、ZCM、ZSM 型自整角机	80
9. 45LK4B 力矩控制式自整角机	81
10. 美国典型自整角机	83
2.2 旋转变压器	89
2.2.1 功能和分类	89
2.2.2 结构	89
2.2.3 基本原理	90
1. 正余弦旋转变压器的工作原理	90
2. 线性旋转变压器的工作原理	92
3. 比例式旋转变压器的工作原理	92
4. 数据传输用旋转变压器的工作原理	92
2.2.4 主要技术指标	93
1. 函数误差	93
2. 交轴误差	94
3. 线性误差	94
4. 电气误差	95
5. 相位移	95
6. 零位电压	96
2.2.5 选型和使用	96

1. 选型注意事项	96
2. 使用注意事项	96
2.2.6 常见故障及维护	98
2.2.7 应用实例	100
1. 直角坐标—极坐标变换	100
2. 极坐标—直角坐标变换	100
3. 直角坐标的旋转	101
4. 向量相加	102
5. 两角和及两角差的三角函数运算	103
6. XF—XC—XB 角数据传输系统	104
2.2.8 主要产品技术数据	105
1. XZ、XX、XDX、XL 系列旋转变压器 (1)	105
2. XZ、XX、XDX、XL 系列旋转变压器 (2)	113
3. XZ 系列分装式正余弦旋转变压器	114
4. XZW、XXW 型无接触旋转变压器	115
5. XZW 系列无接触式旋转变压器	116
6. SVT 系列正余弦旋转变压器	119
7. LVT 系列线性旋转变压器	121
8. MVT 系列比例式旋转变压器	122
9. XT 系列特种函数旋转变压器	123
10. XJ 系列锯齿波旋转变压器	125
11. 45XS—01 三角波旋转变压器 36XZB01 带补偿绕组旋转变压器	126
12. XZH 环形正余弦旋转变压器	127
13. 70X ^F _B W01 无接触旋转变压器 发送机	128
2.3 感应移相器	129
2.3.1 功能和分类	129
2.3.2 结构	130
2.3.3 基本原理	131
1. 单相感应移相器的工作原理	131
2. 两相感应移相器的工作原理	132
3. 三相感应移相器的工作原理	132
4. 无接触式感应移相器的工作原理	133
5. 4 种感应移相器的比较	134
2.3.4 主要技术指标	134
2.3.5 影响相位误差的主要因素及误差补偿	138
1. 影响相位误差的主要因素	138

2 误差补偿	139
2.3.6 选型及使用	141
1. 选型	141
2. 使用	144
2.3.7 常见故障及维护	145
1. 常见故障	145
2. 使用与维护注意事项	146
2.3.8 应用实例	146
1. 在位置读数系统(测角装置)中的应用	146
2. 在测距系统(雷达脉冲测距)中的应用	147
3. 在定位系统(数控机床进给装置)中的应用	149
4. 在跟踪系统(卫星、飞行器和天体跟踪)中的应用	150
5. 在同步随动系统(炮瞄)中的应用	150
6. 在速度伺服系统中的应用	151
2.3.9 主要产品技术数据	151
1. YG 系列感应移相器	151
2. YW 系列感应移相器	154
2.4 多极和多相自整角机、旋转变压器和感应移相器	155
2.4.1 功能和分类	155
2.4.2 结构	158
2.4.3 基本原理	159
2.4.4 主要技术指标	162
1. 零位误差	162
2. 电气误差	162
3. 零位电压	163
4. 相位误差	163
2.4.5 选型和使用	163
1. 选型	163
2. 使用注意事项	164
2.4.6 常见故障及维护	165
2.4.7 应用实例	166
1. 在双通道同步随动系统中的应用	166
2. 在数字伺服系统中的应用	166
3. 在高精度、高速度角度—数字编码系统中的应用	169
2.4.8 主要产品技术数据	169
1. 多极、双通道旋转变压器技术数据	169
2. 无接触式多极旋转变压器技术数据	172

3. 多极、双通道感应移相器技术数据	173
4. XFS 系列多极、双通道旋变发送机技术数据	175
5. XBS 系列多极、双通道旋变变压器技术数据	178
6. YS 系列多极、双通道感应移相器技术数据	179
7. $\begin{matrix} \text{XFW} \\ \text{XBW} \end{matrix}$ 无接触式双通道旋变 $\begin{matrix} \text{发送机} \\ \text{变压器} \end{matrix}$ 技术数据	180
8. 磁阻式多极旋转变压器技术数据	182
2.5 感应同步器	182
2.5.1 分类和结构	182
2.5.2 主要技术指标	185
1. 周期、极距和极数	185
2. 正确度(精度)	186
3. 电压传递比(V.T.R)	186
4. 工作频率	187
2.5.3 感应同步器与其他位移传感器的比较	187
2.5.4 工作原理、使用工作方式和 I/D 转换	188
2.5.5 选型和使用	193
2.5.6 应用实例	194
2.6 固态自整角机和自整角机(旋转变压器)—数字转换器	196
2.6.1 功能	196
2.6.2 固态自整角控制式变压器和固态自整角控制式差动发送机	198
2.6.3 固态自整角控制式发送机和数字—自整角(旋转变压器)转换器	201
2.6.4 自整角机(旋转变压器、感应同步器)—数字转换器	204
2.6.5 应用实例	208
2.6.6 主要产品技术数据	209
2.7 旋转编码器	210
2.7.1 基本原理	210
2.7.2 分类	210
2.7.3 应用	211
2.7.4 发展现状	212
2.7.5 选型和使用	212
2.7.6 主要产品技术数据	213
1. BJ 型接触式轴角编码器	213
2. 小型光电编码器	214
3. 空心轴光电编码器	220
4. 绝对式光电编码器	222
5. QDB ₀ — $\begin{matrix} \text{B} \\ \text{C} \end{matrix}$ 型光电编码器	222

6. GSB ₁₄ - C 型光电编码器	223
7. 日本增量型编码器的技术数据	223
8. 德国海德汉增量角度编码器的技术数据	223

第 3 章 速度检测用微电机

3.1 分类和特点	229
3.2 交流测速发电机	229
3.2.1 永磁同步测速发电机	229
1. 基本原理和结构	229
2. 主要技术指标	230
3.2.2 感应子测速发电机	231
1. 基本原理和结构	231
2. 性能特点和主要技术指标	232
3.2.3 异步测速发电机	233
1. 非磁性空心杯转子异步测速发电机的基本原理和结构	233
2. 非磁性空心杯转子异步测速发电机的主要技术指标	235
3.3 直流测速发电机	240
3.3.1 分类	240
3.3.2 基本原理和结构	241
3.3.3 主要技术指标	242
3.4 脉冲测速发电机	243
3.4.1 分类和基本原理	243
3.4.2 主要技术指标	245
3.5 测速发电机的选型和使用	245
1. 交流同步测速发电机的选型	245
2. 感应子测速发电机的选型	245
3. 空心杯转子异步测速发电机的选型	246
4. 直流测速发电机的选型	246
5. 脉冲测速发电机的选型	247
6. 脉冲测速发电机与鉴幅型测速发电机的比较	247
3.6 常见故障和维护	247
3.6.1 永磁同步测速发电机的故障及维护	247
3.6.2 感应子测速发电机的故障及维护	248
3.6.3 空心杯转子异步测速发电机的故障及维护	248
3.6.4 直流测速发电机的故障及维护	249
3.6.5 脉冲测速发电机的故障及维护	249
3.7 应用实例	250

3.7.1 感应子测速发电机的应用实例	250
3.7.2 空心杯转子测速发电机的应用实例	251
3.7.3 直流测速发电机的应用实例	253
3.7.4 脉冲测速发电机的应用实例	254
3.8 主要产品技术数据	255
3.8.1 JCY ²⁶⁴ _{264T} 型永磁式三相交流同步测速发电机	255
3.8.2 GGT-250 和 CG130 型感应子测速发电机	256
3.8.3 CK 系列空心杯转子异步测速发电机	258
3.8.4 直流测速发电机	260
1. ZCF 系列直流测速发电机	260
2. ZCF 系列大功率直流测速发电机	262
3. CY 系列永磁式直流测速发电机 (I)	265
4. CY 系列永磁式直流测速发电机 (II)	268
5. CYD 系列永磁式低速直流测速发电机	270
6. CYB 系列带温度补偿永磁直流测速发电机	277
7. CYH 型直流测速发电机	279
8. CX 型直线测速发电机	280
9. 其他直流测速发电机	282
3.8.5 脉冲测速发电机	284

第 4 章 一般驱动用微电机

4.1 微型直流电动机	287
4.1.1 功能和分类	287
1. 电磁式直流电动机	287
2. 永磁式直流电动机	287
4.1.2 基本原理和结构	287
4.1.3 工作特性	288
1. 电磁式微型直流电动机的工作特性	288
2. 永磁式直流电动机的工作特性	289
4.1.4 选型和使用	290
1. 国内微型直流电动机简介	290
2. 选用准则	291
3. 各类微型直流电动机的适用范围	291
4.1.5 常见故障及维护	291
4.1.6 主要产品技术数据	293
1. ZY 型永磁直流电动机	293

2. 钕铁硼永磁直流电动机	295
3. M 系列永磁直流电动机	295
4. ZYR 系列永磁直流电动机	296
5. ZYT 系列永磁直流电动机	298
6. 36ZY55H 型永磁直流电动机	300
7. ZY 型永磁式直流减速电动机	300
8. ZF、ZD 型直流电动机	300
9. ZZD2 型直流电动机	301
10. SN 系列印制绕组永磁直流电动机	301
11. BFG 系列永磁直流稳速电动机	301
12. KC 系列直流减速电动机	302
13. L 系列精密微型直流电动机	302
14. 雨刮电动机及暖风电动机	304
15. 直流稳速电动机	304
16. J × SZ - PX 系列微型直流减速电动机	304
17. YZ 系列永磁直流电动机	309
18. ZYJ 系列永磁直流减速电动机	309
19. 摩托车启动用永磁直流电动机	309
20. BM 系列摩托车启动电机	310
21. 美国 Advanced Technology 公司 SUN 系列少槽永磁直流电动机	310
22. 美国 BERTSCH 少槽永磁直流电动机	310
23. 日本、加拿大、德国汽车空调用永磁直流电动机性能比较	313
4.2 微型异步电动机	313
4.2.1 功能和分类	313
4.2.2 基本原理和结构	313
1. 基本原理	313
2. 结构	316
4.2.3 工作特性	317
1. 电阻启动电动机的工作特性	317
2. 电容启动电动机的工作特性	317
3. 电容运转电动机的工作特性	317
4. 罩极电动机的工作特性	318
4.2.4 选型和使用	318
1. 国内产品简介	318
2. 各类微型异步电动机的工作特性比较	318
3. 不同负载时选用电机的准则	320
4. 各类微型异步电动机的主要用途	321

4.2.5 调节	321
1. 启动和反转	321
2. 调速	321
4.2.6 常见故障和维护	325
4.2.7 应用实例	326
1. 在冰箱中的应用	326
2. 在洗衣机中的应用	326
3. 在脱水机中的应用	326
4.2.8 主要产品技术数据	327
1. YU 系列电阻启动异步电动机	327
2. YC 系列电容启动异步电动机	333
3. YY 系列单相电容运转异步电动机	340
4. YL 系列单相双值电容异步电动机	340
5. BO ₂ 系列单相电阻启动异步电动机	349
6. CO ₂ 系列单相电容启动异步电动机	350
7. DO ₂ 系列单相电容运转异步电动机	350
8. BYC 隔爆型单相电容启动异步电动机	352
9. YYC 系列齿轮减速单相电容运转异步电动机	353
10. YYK、YYKP、YYKQ、YSK 系列房间空调器用风扇电动机	353
11. YSK、YFK、Y GK、YDK 型房间空调器用单相电容运转异步电动机	353
12. KFD 系列空调器风扇电动机	361
13. YDK、YSK 系列空调器用风扇电动机	361
14. YDK、YSK 系列空调器用单相电容运转异步电动机	364
15. KBD、AYR 系列空调器压缩机电动机	364
16. JIB 系列家用冰箱压缩机电动机	365
17. YUR 型冰箱压缩机电动机	365
18. YUR 系列制冷机用耐氟电阻启动单相异步电动机	365
19. DB、DK、ZDK、ZDB、JET 系列清水泵	366
20. DWB、BWB 系列单相水泵电动机	366
21. 各种型号系列洗衣机用电动机	366
22. 各种型号系列电风扇用电动机	372
23. YS 系列三相异步电动机	375
24. AO ₂ 系列三相异步电动机	382
25. 90A、90Z、90R、90Y 系列单、三相异步电动机	383
26. 行星摆线针轮减速机用防爆安全型三相异步电动机	385
27. AAO-40 微型防爆电动机	387
28. YASO 系列小功率三相异步电动机	387

29. YAJJS 系列小功率防爆型三相异步电动机	390
30. YBJS 系列小功率隔爆型三相异步电动机	391
31. BAO - W 系列户外防爆三相异步电动机	393
32. BAO ₂ 系列防爆分马力电动机	393
33. BAO ₂ 系列隔爆型分马力三相异步电动机	395
34. YBSO 系列隔爆型三相异步电动机	395
35. YBFa 系列隔爆型三相异步电动机	397
36. YBDF - WF1 隔爆型电动阀门用三相异步电动机	399
37. YPE 系列三相异步盘式制动电动机	400
38. AZ 系列三相异步旁磁式快速制动电动机	401
39. YLJ 系列三相力矩异步电动机	401
40. YEJC、YEJJ 系列三相制动电机	402
41. YLJ 系列单(三)相力矩电动机	404
42. 三相异步力矩电动机	404
43. 交流力矩电动机	406
44. 三相异步力矩电动机	408
45. CF - AJ 三相力矩测速发电机组	409
4.3 同步电动机	409
4.3.1 功能和分类	409
1. 磁阻式同步电动机	410
2. 永磁式同步电动机	410
4.3.2 工作原理和结构	410
1. 磁阻式同步电动机	410
2. 永磁同步电动机	411
3. 爪极永磁同步电动机	411
4.3.3 同步电动机的选用	413
4.3.4 故障及维护	413
4.3.5 应用实例	414
4.3.6 主要系列产品技术数据	415
1. ST 系列同步电动机	415
2. TD 型同步电动机	415
3. TBR 型可逆同步电动机	416
4. TYC 系列永磁同步电动机	416
5. TDY - 375A 型永磁同步电动机	417
6. M10 - 49 系列永磁同步电动机	418
7. 43TRY 永磁容分同步电动机	418
8. 45TRY 系列永磁容分同步电动机	419