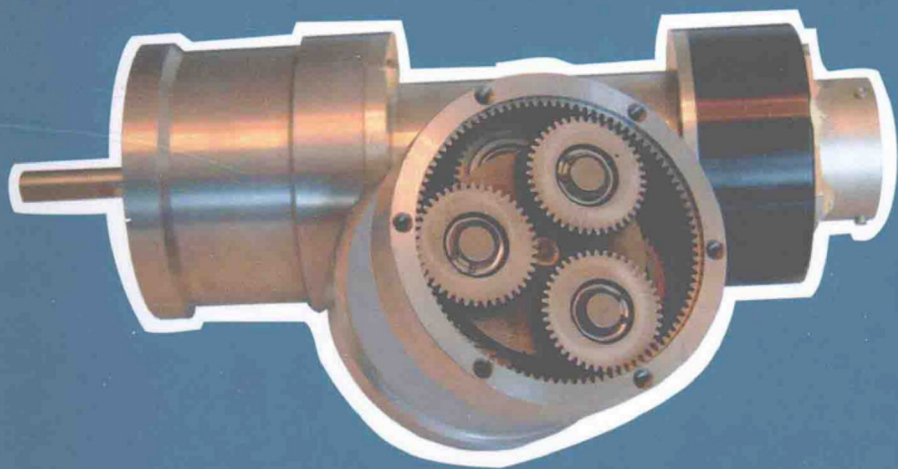


中国电子科技集团公司第二十一研究所 编

微特电机设计手册

第二版



上海科学技术出版社

微特电机设计手册

(第二版)

中国电子科技集团公司第二十一研究所 编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

微特电机设计手册 / 中国电子科技集团公司第二十一
研究所编. —2 版. —上海: 上海科学技术出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-5478-3168-7

I. ①微… II. ①中… III. ①微电机—系统设计—手册
IV. ①TM380.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 164564 号

微特电机设计手册(第二版)

中国电子科技集团公司第二十一研究所 编

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co
苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 47.5 插页 4
字数: 1340 千字

1998 年 7 月第 1 版
2017 年 1 月第 2 版 2017 年 1 月第 3 次印刷
ISBN 978-7-5478-3168-7/TM·56
定价: 180.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

微特电机是广泛应用在家电、汽车、IT 产业、工业控制、医疗保健、国防建设等领域的驱动、传感组件。本书共分 21 章,详细介绍有关微特电机设计过程中需要查阅的常用资料,包括电机机械结构的公差与配合、常用结构要素、产品设计的工艺性、螺纹、紧固件和标准件、轴承、金属材料、磁性材料、电磁线和安装线、绝缘制品、绝缘漆、塑料、胶黏剂、润滑油脂、换向器和电刷、橡胶及其制品、表面涂覆、电机专用集成电路等,是微特电机设计人员必备的工具手册。

本书在 1998 年版本的基础上做了较大的修改和增补,特别是增补了电机换向器、电机驱动电路的专用芯片等章节内容,同时考虑到原版本与本书的衔接性,在编排上尽量遵循原章节次序。本书可供从事微特电机研究、设计和制造的技术人员使用,也可供高校相应专业的师生参考。

本书编委会

主 任

施进浩 鲁 华 陈 杰 龚春雨 郭中醒

主 编

郭中醒 陈世琪 周奇慧 王子荣 黄海鹰

编 写

郭中醒 周奇慧 陈世琪 王晓丹 查 斌
严 亮 刘永平 王桢楠 孙俊婷 韩和兵
吴 晖 徐 磊

前 言

微特电机是广泛应用在家电、汽车、IT产业、工业控制、医疗保健、国防建设等领域的驱动、传感组件,我国目前已有数千家的微特电机生产厂家。作为微特电机设计制造的技术人员,往往需要查阅大量的电机原材料、零部件、标准件的相关数据作为设计方案、工艺编排的参考。本书详细介绍有关微特电机设计过程中需要查阅的常用资料,电机机械结构的公差与配合、制图标准、电机常用结构、设计工艺、紧固件和标准件、轴承、金属材料、电机常用磁性材料(磁钢、硅钢片等);绝缘材料(绝缘漆、尼龙塑料、环氧材料、黏合剂、橡胶等);电磁线、电刷、润滑材料等,是微特电机设计人员必备的工具手册。

本书1998年由原电子工业部第二十一研究所组织部分技术人员编写,由于年代较早,随着微特电机设计制造技术和材料技术的发展,原书中的标准版本、原材料性能数据比较陈旧,部分材料已停产,许多现有的材料、零部件也未列入原手册,有相当部分已不适宜作为目前技术人员设计过程需引用的设计依据,而仅能作为参考。因此,我们在原书的基础上做了较大的修改和增补,根据现行国标对相关数据进行了更新,特别是增补了电机换向器、电机驱动电路的专用芯片等章节内容,同时考虑到原版本与本书的衔接性,在编排上尽量遵循原章节次序。本书可供从事微特电机研究、设计和制造的技术人员使用,也可供高校相应专业的师生参考。

本书的标准部分主要由王晓丹编写;轴承、金属材料部分主要由周奇慧编写;磁性材料部分主要由刘永平、孙俊婷编写;专用集成电路部分主要由查斌编写;绝缘材料主要由王桢南编写;工艺部分主要由严亮编写,换向器电刷部分由郭中醒编写,全书由郭中醒修改完成。

编者

目 录

第一章 一般资料	1	第二章 公差与配合、形状和位置公差、 表面粗糙度	34
一、法定计量单位和常用单位换算	1	一、公差与配合	34
1. 法定计量单位(GB 3100—1993)	1	1. 公差与配合(摘自 GB 1800~1803— 2009、GB/T 1804—2000)	34
2. 常用单位换算	3	2. 基本偏差的分布	34
二、常用材料的化学、物理性能资料	10	3. 孔的极限偏差	36
1. 物质的电阻率	10	4. 轴的极限偏差	57
2. 材料的线膨胀系数	12	5. 基本尺寸至 500 mm 的优先、常用配合 (GB 1801—2009)	78
3. 物质的介电常数	12	6. 公称尺寸至 500 mm 的优先、常用配合, 极限间隙或极限过盈	79
4. 金属材料的熔点、热导率及比热容	13	7. 配合特性及基本偏差的应用	85
5. 常用材料的密度	13	8. 公差等级与使用范围及加工方法	87
6. 各种硬度值对照表	14	9. 线性尺寸的未注公差 (GB/T 1804—2000)	87
7. 元素的物理性能	15	10. 角度尺寸	88
三、常用电器图用图形符号		11. 电子陶瓷零件公差 (SJ/T 10742—1996)	88
(摘自 GB 4728.6—2008)	21	12. 角度极限偏差	89
1. 电机的零部件	21	二、形状和位置公差(摘自 GB 1182—2008~ GB 1184—1996)	90
2. 电机的类型	21	1. 形位公差符号	90
3. 直流电机示例	22	2. 公差框格	91
4. 交流换向器电机示例	22	3. 形状和位置公差带的定义和示例说明 (GB 1182—2008)	91
5. 同步电机示例	22	4. 形位公差标注综合示例	104
6. 异步电机示例	23	5. 形状和位置公差、未注公差的规定 (摘自 GB 1184—1996)	104
7. 变流机示例	23	6. 形位公差值	106
8. 自整角机、旋转变压器和感应移相器 示例	25	7. 主要加工方法所能达到的形状和位置 公差等级	109
9. 伺服电动机示例	26	8. 孔间距偏差	111
10. 测速发电机示例	26	三、表面粗糙度(摘自 GB/T 1031—2009)	118
11. 伺服测速发电机组示例	26	1. 表面粗糙度及其应用	118
12. 步进电动机示例	26	2. 表面粗糙度与光洁度对照	119
13. 力矩电动机示例	27	3. 表面粗糙度等级的选择	119
14. 电机扩大机及陀螺仪示例	27		
15. 感应同步器示例	27		
16. 驱动控制电路元器件示例	27		
四、电气设备用图形符号			
(GB 5465.1—2009)	28		
五、标准代号含义	31		
1. 现行国家标准、行业标准代号	31		
2. 老标准代号含义	32		
3. 部分国外标准代号	33		

第三章 常用结构要素	121
一、优先数	121
1. 优先数和优先数系 (GB 321—2005)	121
2. 标准尺寸(GB/T 2822—2005)	123
3. 标准角度(Q/ZB 132—1973)	124
二、结构要素	125
1. 锥度与锥角系列(GB/T 157—2001)	125
2. 球面半径	126
3. 滚花	126
4. 零件倒角与倒圆	127
5. 中心孔	127
6. 通孔和沉头坐尺寸	128
7. 外螺纹零件的末端	130
8. 螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	131
9. 砂轮越程槽	132
10. T形槽(GB/T 158—1996)	133
11. 燕尾槽	133
12. 轴上固定螺钉用孔 (JB/ZQ 4251—2006)	134
13. 退刀槽及其配合尺寸	134
三、轴伸结构	136
1. 圆柱形轴伸	136
2. 圆锥形轴伸	136
第四章 产品设计的工艺性	138
一、电机主要工艺过程	138
1. 微特电机铁心冲片冲裁及冲片的 叠压技术	138
2. 微特电机精密零部件加工技术	138
3. 微特电机绕组制造技术	140
4. 微特电机特殊工艺技术	140
5. 微特电机装配本体装配技术	141
二、主要零部件设计工艺原则	142
三、现代机加工(数控加工)	181
1. 选用数控加工的原则	181
2. 数控加工工艺处理主要内容	182
3. 工艺方法与参数设计	182
四、电机制造过程中关键机械精度的保证	184
1. 轴类零件的机械精度的保证	184
2. 壳体等零件的机械精度的保证	185
3. 端盖零组件的机械精度的保证	188
4. 定、转子组件的机械精度的保证	189
第五章 螺纹	191
一、普通螺纹	191
1. 直径与螺距系列	191
2. 直径 0.25~0.9 mm 基本尺寸与 公差	192
3. 普通螺纹基本尺寸	193
4. 螺纹的选用公差带、配合、标记及 偏差	197
5. 螺纹攻丝前用的钻头	197
二、梯形螺纹	201
三、非螺纹密封的管螺纹	204
1. 牙型	204
2. 基本尺寸和公差	204
第六章 紧固件及标准件	206
一、螺钉	206
1. 开槽圆柱头螺钉(GB/T 65—2016)	206
2. 开槽盘头螺钉(GB/T 67—2016)	207
3. 开槽沉头螺钉(GB/T 68—2016)	207
4. 十字槽盘头螺钉 (GB/T 818—2016)	208
5. 十字槽沉头螺钉 (GB/T 819—2000)	210
6. 十字槽半沉头螺钉 (GB/T 820—2000)	212
7. 十字槽圆柱头螺钉 (GB/T 822—2016)	213
8. 内六角圆柱头螺钉 (GB/T 70.1—2008)	214
9. 内六角平圆头螺钉 (GB/T 70.2—2008)	220
10. 开槽椎端紧定螺钉 (GB/T 71—1985)	221
11. 开槽平端紧定螺钉 (GB/T 73—1985)	221
12. 吊环螺钉(GB/T 825—1988)	222
13. 滚花高头螺钉(GB 834—1988)	223
14. 开槽圆柱端定位螺钉 (GB 829—1988)	224
15. 开槽半沉头不脱出螺钉 (GB 849—1988)	225
二、螺栓	227
1. 六角头螺栓—A级和B级 (GB/T 5782—2016)	227
2. 六角头螺栓—全螺纹—A级和B级 (GB/T 5783—2016)	229
3. 双头螺柱($b_m = 2d$) (GB 900—1988)	234
4. 等长双头螺柱—B级 (GB 901—1988)	236

三、自攻螺钉	236	八、销钉	267
1. 十字槽盘头自攻螺钉 (GB 845—1988)	236	1. 圆柱销(GB 119—1986)	267
2. 十字槽半沉头自攻螺钉 (GB 847—1988)	236	2. 圆锥销(GB 117—1986)	267
3. 十字槽盘头自攻锁紧螺钉 (GB 6560—1986)	237	3. 弹性圆柱销(GB 879—1986)	268
4. 自攻锁紧螺钉的螺杆粗牙普通螺纹系列 (GB 6559—1986)	238	九、键	269
5. 开槽沉头木螺纹(GB 100—1986)	240	1. 普通平键、导向平键和键槽的剖面尺寸 及公差规定	269
6. 开槽半沉头木螺钉 (GB 101—1986)	242	2. 普通平键	270
四、螺母	245	3. 半圆键的基本尺寸和偏差	271
1. I 型六角螺母—A 级和 B 级 (GB 6170—2015)	245	第七章 轴承	273
2. 六角螺母—A 级和 B 级—倒角 (GB 6172—2000)	246	一、滚动轴承	273
3. 蝶形螺母(GB/T 62—2004)	247	1. 滚动轴承的分类	273
4. 嵌装圆螺母(GB/T 809—1988)	248	2. 滚动轴承的代号与结构(GB/T 272— 1993, JB/T 2794—2004)	275
五、挡圈	249	3. 电机常用的通用轴承的结构与特性	282
1. 孔用弹性挡圈 A 型 (GB 893.1—1986)	249	二、含油轴承	290
2. 孔用弹性挡圈 B 型 (GB 893.2—1986)	249	1. 粉末冶金含油轴承的主要尺寸	291
3. 轴用弹性挡圈(GB 894.1—1986)	251	2. 常见含油轴承公差	292
4. 轴用弹性挡圈(GB 894.2—1986)	251	3. 滑动轴承粉末冶金轴承技术条件 (GB/T 2688—2012)	292
5. 孔用钢丝挡圈(GB 895.1—1986)	253	4. 含油轴承使用注意事项	294
6. 轴用钢丝挡圈(GB 895.2—1986)	253	第八章 金属材料(黑色金属)	295
7. 开口挡圈(GB 896—1986)	254	一、概述	295
8. 夹紧挡圈(GB 960—1986)	254	1. 黑色金属的一般分类及特性	295
六、垫圈	255	2. 钢铁产品牌号表示方法	296
1. 小垫圈—A 级(GB/T 848—2002)	255	二、铸铁	298
2. 平垫圈—A 级(GB/T 97.1—2002)	255	三、钢	300
3. 轻型弹簧垫圈(GB 859—1987)	256	1. 铸钢	300
4. 弹簧垫圈(GB 93—1987)	256	2. 结构钢	301
5. 波形弹性垫圈(GB 955—1987)	256	3. 工具钢	310
6. 鞍形弹性垫圈(GB 860—1987)	257	4. 不锈钢	312
7. 外舌止动垫圈(GB 856—1988)	258	四、钢材	322
七、铆钉	259	1. 钢板和钢带	322
1. 管状铆钉(JB/T 10582—2006)	259	2. 钢丝和钢管	329
2. 空心铆钉(GB 876—1986)	259	第九章 金属材料(有色金属)	341
3. 半圆头铆钉(GB 867—1986)	260	一、概述	341
4. 沉头铆钉(GB 869—1986)	260	1. 有色金属的一般分类及其特性	341
5. 标牌铆钉(GB 827—1986)	260	2. 有色金属及合金牌号表示方法	342
6. 扁圆头铆钉(GB 871—1986)	261	二、铝及铝合金	343
7. 大扁圆头铆钉(GB 1011—1986)	262	1. 铸造铝合金(GB/T 1173—2013)	343
8. 扁圆头半空心铆钉(GB 873—1986)	264	2. 压铸铝合金(GB/T 15115—2009)	349
9. 无头铆钉(GB 1016—1986)	266	3. 变形铝及铝合金	349
		4. 铝及铝合金挤压棒材 (GB/T 3191—2010)	354

5. 一般工业用铝及铝合金板、带材 (GB/T 3880—2012)	359	4. 电磁纯铁(GB/T 6983—2008)	414
6. 铝及铝合金箔(GB/T 3198—2010)	360	5. 软磁合金带	415
三、铜及铜合金	361	三、硬磁材料	427
1. 铜及铜合金铸造产品 (GB/T 1176—2013)	361	1. 硬磁材料的品种规格及主要特性	427
2. 加工铜及铜合金的牌号、特性及应用 (GB/T 5231—2012)	367	2. 各硬磁材料的磁性能	428
3. 铜及铜合金拉制棒 (GB/T 4423—2007)	372	3. 各硬磁材料的其他性能	432
4. 铜及铜合金挤制棒 (YS/T 649—2007)	375	4. 各硬磁材料的热处理工艺	433
5. 铍青铜圆形棒材 (YS/T 334—2009)	376	四、稀土永磁材料	434
6. 铜及铜合金拉制管 (GB/T 1527—2006)	377	1. 稀土钴永磁材料 (GB/T 4180—2000)	434
7. 铜及铜合金挤制管 (YS/T 662—2007)	380	2. 烧结钕铁硼合金 (GB/T 13560—2009)	436
8. 铜及铜合金板材 (GB/T 2040—2008)	381	3. 稀土系粘结永磁材料	439
9. 铜及铜合金带材 (GB/T 2059—2008)	385	五、附图	440
10. 铍青铜板材和带材 (YS/T 323—2012)	389	图 10-6 纯铁(DT2、DT3、DT4)、10 号钢、不锈钢(1Cr13、2Cr13)磁 化曲线	440
11. 铜及铜合金线材 (GB/T 21652—2008)	390	图 10-7 DR280-35不同频率下的磁化 曲线	440
12. 铍青铜圆形线材 (YS/T 571—2009)	400	图 10-8 DR280-35不同频率下的损耗 曲线	440
四、稀贵金属	401	图 10-9 DR360-35不同频率下的磁化 曲线	441
1. 贵金属及其合金板、带材 (YS/T 201—2007)	401	图 10-10 DR360-35不同频率下的损 耗曲线	441
2. 贵金属及其合金丝、线、棒材 (YS/T 203—2009)	403	图 10-11 DR510-50不同频率下的磁 化曲线	441
3. 导电环用贵金属及其合金管材 (YS/T 207—2013)	404	图 10-12 DR510-50不同频率下的损 耗曲线	442
4. 钛及钛合金棒材 (GB/T 2965—2007)	405	图 10-13 DR1250G-20不同频率下的 磁化曲线	442
第十章 磁性材料	409	图 10-14 DR1250G-20不同频率下的 损耗曲线	442
一、概述	409	图 10-15 DR1750G-35不同频率下的 磁化曲线	443
1. 磁性材料的分类及特点	409	图 10-16 DR1750G-35不同频率下的 损耗曲线	443
2. 磁性材料的选用原则	409	图 10-17 WGT-200(0.20 mm)不同频 率下的磁化曲线	443
二、软磁材料	410	图 10-18 DW310-35不同频率下的磁 化曲线	444
1. 电工用热轧硅钢薄板 (GB 5212—1985)	410	图 10-19 WGT-200(0.20 mm)不同频 率下的损耗曲线	444
2. 冷轧电工钢片(GB/T 2521—2008)	411	图 10-20 DW310-35不同频率下的损 耗曲线	445
3. 家用电器用热轧硅钢薄板 (YB/T 5287—1999)	414	图 10-21 H_{12} (0.35 mm)不同频率下的 磁化曲线(已热处理)	445
		图 10-22 DW620-50不同频率下的磁	

化曲线	446	图 10-46	以铁镍铝为基磁钢的去磁曲线(I)	453
图 10-23 H_{12} (0.35 mm) 不同频率下的损耗曲线(已热处理)	446	图 10-47	以铁镍铝为基磁钢的去磁曲线(II)	453
图 10-24 DW620-50 不同频率下的损耗曲线	447	图 10-48	Y8T、Y20 的典型退磁曲线	453
图 10-25 1J21 (0.20 mm) 不同频率下的磁化曲线	447	图 10-49	Y22H、Y23、Y30H-1 的典型退磁曲线	453
图 10-26 1J21 (0.20 mm) 不同频率下的损耗曲线	447	图 10-50	Y27H、Y33、Y30H-2 的典型退磁曲线	454
图 10-27 1J50 (0.35 mm) 不同频率下的磁化曲线	448	图 10-51	Y26H、Y28、Y32 的典型退磁曲线	454
图 10-28 1J50 (0.35 mm) 不同频率下的损耗曲线	448	图 10-52	粘结永磁铁氧体 YN1T、YN4T、YN10 的典型退磁曲线	454
图 10-29 1J79 (0.35 mm) 不同频率下的磁化曲线	448	图 10-53	粘结永磁铁氧体 YN11、YN13、YN15 的典型退磁曲线	454
图 10-30 1J79 (0.35 mm) 不同频率下的损耗曲线	448	图 10-54	稀土钴永磁 XGS80/36、XGS96/40 典型曲线	455
图 10-31 1J87 (0.20 mm) 不同频率下的磁化曲线	449	图 10-55	稀土钴永磁 XGS 196/40、XGS208/44 及 XGS240/46 典型曲线	455
图 10-32 1J87 (0.20 mm) 不同频率下的损耗曲线	449	图 10-56	稀土钴永磁 XGS112/96、XGS128/120、XGS144/120、XGS160/96 及 XGS196/96 典型曲线	455
图 10-33 1J87 (0.35 mm) 不同频率下的磁化曲线	449	图 10-57	烧结钕铁硼 N-27(NTP200/64) 退磁曲线	456
图 10-34 1J87 (0.35 mm) 不同频率下的损耗曲线	449	图 10-58	烧结钕铁硼 N-27H(NTP200/130) 退磁曲线	456
图 10-35 0.35 mm Ni50 W ₂ TiAl 合金不同频率下的磁化和损耗曲线	450	图 10-59	烧结钕铁硼 N-30(NTP230/72) 退磁曲线	457
图 10-36 整体粉末软磁不同频率下的磁化和损耗曲线	450	图 10-60	烧结钕铁硼 N-30H(NTP230/130) 退磁曲线	457
图 10-37 1J88 (0.20 mm) 不同频率下的磁化曲线	451	图 10-61	烧结钕铁硼 N-35(NTP280/80) 退磁曲线	458
图 10-38 1J88 (0.20 mm) 不同频率下的损耗曲线	451	图 10-62	烧结钕铁硼 N-35H(NTP280/130) 退磁曲线	458
图 10-39 2J7 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	451	图 10-63	烧结钕铁硼 N-27SH(NTP200/170) 退磁曲线	459
图 10-40 2J11 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	451	图 10-64	烧结钕铁硼 N-30SH、N-33H、N-35 退磁曲线	459
图 10-41 2J9 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	452	图 10-65	粘结钕铁硼退磁曲线	460
图 10-42 2J23 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	452	图 10-66	DG41 齿磁 $B_f f = (H_1 K_1)$ 修正曲线($K_1 = b_s / K_{Fe} b_1$)	460
图 10-43 2J11 (2×2 mm 方丝) 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	452			
图 10-44 2J25 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	452			
图 10-45 2J27 合金的 $B-H$ 、 P_H-B 曲线	453			

六、附表	461	取向钢的电磁性能和叠装系	
表 10-55 冷轧取向电工钢带(片)国内		数	476
外标准对照表	461	表 10-79 新日本制铁公司各种钢电磁	
表 10-56 冷轧无取向硅钢与热轧硅钢		性能的典型数据	477
磁性能对照表	464	表 10-80 新日本制铁公司各种钢机械	
表 10-57 DW310-35 直流磁化特性		性能的典型数据	478
表	464	表 10-81 新日本制铁公司各种无取向	
表 10-58 DW310-35 铁损特性表		硅钢在轧向和垂直于轧向的	
(50 Hz)	465	磁性能	478
表 10-59 DW310-35 铁损特性表		表 10-82 H9、H10 在 50 Hz 下的磁	
(60 Hz)	466	特性	479
表 10-60 DW310-35 铁损特性表		表 10-83 H10、H12 在 50 Hz 下的磁	
(100 Hz)	466	特性	479
表 10-61 DW310-35 铁损特性表		表 10-84 H14 在 50 Hz 下的磁	
(200 Hz)	467	特性	480
表 10-62 DW310-35 铁损特性表		表 10-85 H18 在 50 Hz 下的磁	
(400 Hz)	467	特性	481
表 10-63 DW310-35 铁损特性表		表 10-86 H20 在 50 Hz 下的磁	
(1 000 Hz)	468	特性	482
表 10-64 DW310-35 铁损特性表		表 10-87 H23 在 50 Hz 下的磁	
(2 000 Hz)	468	特性	482
表 10-65 DW310-35 铁损特性表		表 10-88 H30、H40 在 50 Hz 下的磁	
(5 000 Hz)	469	特性	483
表 10-66 DW315-50 直流磁化特性		表 10-89 H40、H50、H60 在 50 Hz	
表	469	下的磁特性	484
表 10-67 DW315-50 铁损特性表		表 10-90 H9~H18 的直流磁化	
(50 Hz)	470	曲线	484
表 10-68 DW315-50 铁损特性表		表 10-91 H20~H60 的直流磁化	
(60 Hz)	470	曲线	485
表 10-69 DW360-50 直流磁化特性		表 10-92 川崎制铁公司各种冷轧无	
表	471	取向钢的电磁性能和叠装	
表 10-70 DW360-50 铁损特性表		系数	485
(50 Hz)	472	表 10-93 川崎制铁公司各种冷轧无取	
表 10-71 DW360-50 铁损特性表		向硅钢的机械性能	486
(60 Hz)	472	表 10-94 川崎制铁公司各种冷轧无	
表 10-72 DW465-50 直流磁化特性		取向硅钢的电磁性能典型	
表	473	数据	487
表 10-73 DW465-50 铁损特性表		表 10-95 RM9、RM10 在 50 Hz 下的	
(50 Hz)	473	磁特性	488
表 10-74 DW465-50 铁损特性表		表 10-96 RM12、RM14 在 50 Hz 下	
(60 Hz)	474	的磁特性	488
表 10-75 DW540-50 直流磁化特性		表 10-97 RM18 在 50 Hz 下的磁	
表	474	特性	489
表 10-76 DW540-50 铁损特性表		表 10-98 RM20 在 50 Hz 下的磁	
(50 Hz)	475	特性	490
表 10-77 DW540-50 铁损特性表		表 10-99 RM23 在 50 Hz 下的磁	
(60 Hz)	476	特性	490
表 10-78 新日本制铁公司各种冷轧无		表 10-100 RM14、RM30、RM40 在	

50 Hz 下的磁特性	491	第十三章 绝缘漆、磁漆、底漆及腻子	520
表 10-101 川崎制铁公司各种钢的直		一、浸渍漆	520
流磁化曲线	492	1. 浸渍漆的品种规格、特性及用途	520
		2. 浸渍漆的性能指标	521
第十一章 电磁线和安装线	494	二、磁漆	522
一、电磁线	494	1. 磁漆的品种规格、特性及用途	522
1. 电磁线产品型号的编制方法及代号		2. 磁漆的性能指标	524
字母含义	494	三、底漆	529
2. 电磁线品种	495	1. 底漆的品种规格、特性及用途	529
二、安装线	499	2. 底漆的性能指标	529
1. 聚氯乙烯绝缘电缆(指包在导体上的绝		四、腻子	530
缘是 PVC/C 型聚氯乙烯混合物)	499	1. 腻子的品种规格、特性及用途	530
2. 聚四氟乙烯绝缘电线	500	2. 腻子的性能指标	531
3. 特殊环境专用线	501		
第十二章 绝缘制品	503	第十四章 塑料、环氧树脂	532
一、绝缘薄膜	503	一、塑料	532
1. 绝缘薄膜的品种规格、特性及用途	503	1. 热塑性塑料的品种、性能及用途	532
2. 绝缘薄膜的性能指标	503	2. 部分热塑性塑料技术指标	535
二、绝缘薄膜复合材料	504	3. 部分玻纤增强热塑性塑料技术指标	535
1. 绝缘薄膜复合制品的品种规格、特性		二、环氧树脂	537
及用途	504	1. 双酚 A 环氧树脂主要性能及用途	537
2. 绝缘薄膜复合制品的性能指标	505		
三、绝缘漆布(绸)制品	506	第十五章 胶黏剂	538
1. 绝缘漆布(绸)制品的品种规格、特性		一、螺纹锁固胶	538
及用途	506	1. 螺纹锁固胶定义	538
2. 绝缘漆布(绸)制品的性能指标	507	2. 螺纹锁固胶的品种、特性和用途	538
四、绝缘层压板制品	508	3. 螺纹锁固胶的技术指标	538
1. 绝缘层压板制品的品种规格、特性及		二、瞬干胶	539
用途	508	1. 瞬干胶的定义	539
2. 绝缘层压板制品的性能指标	509	2. 瞬干胶的品种、特性和用途	539
五、棒、管和丝绳制品	510	3. 瞬干胶的技术指标	539
1. 棒、管制品的品种规格、特性及用途	510	三、室温硫化硅橡胶	539
2. 棒、管材制品的性能指标	512	1. 室温硫化硅橡胶的定义	539
六、绝缘漆管制品	513	2. 室温硫化硅橡胶的品种、特性和	
1. 绝缘漆管制品的品种规格、特性及用		用途	540
途	513	3. 室温硫化硅橡胶的技术指标	540
2. 绝缘漆管制品的性能指标	514	4. 室温固化类双(多)组分胶黏剂	540
七、工业有机玻璃制品	515	5. 溶剂类胶黏剂	541
1. 工业有机玻璃制品的品种规格、特性			
及用途	515	第十六章 润滑油脂	543
2. 工业有机玻璃制品的性能指标	515	一、润滑油	543
八、绝缘纸板制品	516	二、润滑脂	544
九、覆铜箔层压板	517		
1. 覆铜箔层压板的品种规格、特性及		第十七章 换向器与电刷	548
用途	517	一、电动机用换向器	548
2. 覆铜箔层压板的性能指标	517	1. 电动工具类型	550
		2. 家用电器类型	555

3. 汽车电机类型	555	二、分类	587
二、电刷	558	三、电机专用集成电路的选用原则	587
1. 电刷的类型、特点和主要应用范围	558	1. 集成度	587
2. 电机用电刷的特性和选用	559	2. 先进性	587
3. 电机用电刷尺寸	561	3. 成本	587
3. 供货能力	587	4. 电机专用集成电路的区分	588
第十八章 橡胶及其制品	565	1. 直流有刷电机	588
一、胶料	565	2. 步进电机	602
1. 胶料的品种规格、特性及用途	565	3. 直流无刷电机	621
2. 胶料的性能指标	565	4. 永磁同步交流伺服电机	644
二、橡胶板	567	5. 信号电机	644
1. 橡胶板的品种规格、特性及用途	567	6. 功率驱动集成电路芯片和模块	646
2. 橡胶板的性能指标	568	附录	704
三、密封件	569	附录 1 小模数渐开线圆柱齿轮	704
1. 油封皮圈、油封纸圈	569	(一) 齿轮的基本结构要素	704
2. 矩形橡胶垫圈(HG 4—330—1966)	569	(二) 直齿圆柱齿轮传动的计算	705
3. 油封毡圈及槽(FZ/T 92010—1991)	569	公式	705
4. 真空管路附件法兰用橡胶密封圈	570	(三) 变位直齿轮(修正齿轮)	706
(JB 921—1975)	570	(四) 斜齿圆柱齿轮传动的几何	708
5. 无骨架橡胶油封	570	计算	708
6. 骨架式橡胶油封(HG 4—692—1967)	570	(五) 变位斜齿圆柱齿轮	709
7. O形橡胶密封圈(GB 3450.1—1992)	572	(六) 小模数齿轮的精度标准	711
第十九章 表面涂覆	573	(七) 齿轮精度检验及其公差指标	714
一、金属镀层	573	(八) 小模数齿轮常用材料	718
1. 电镀的基本原理	573	附录 2 中小型电机安装型式	718
2. 金属镀层和化学处理的分类	573	1. 卧式安装电机	718
3. 金属镀层和化学处理的选择	574	2. 立式安装电机	720
4. 微特电机常用金属镀层和化学处理的	575	3. 代号组成	721
特性	575	附录 3 控制微电机基本外形结构型式	722
5. 金属镀层及化学处理表示方法	576	GB 7346—1987	722
(按 GB/T 13911—2008)	576	1. 范围	722
6. 微特电机常用金属镀层和化学处理	577	2. 机座号及机座外形尺寸	722
二、涂料涂覆	579	3. 外形及安装尺寸	722
1. 涂料涂覆的分类、选择及标记	579	4. 轴伸型式	728
2. 表示方法	579	5. 出线方式及标记	732
3. 标注要求	580	6. 铭牌	732
4. 标记示例	580	附录 4 微特电机标准目录	732
第二十章 其他材料	583	附录 5 控制微电机使用环境条件	738
一、焊料	583	附录 6 电源频率和电压等级	739
1. 焊料的品种规格、特性及用途	583	附录 7 电动机的火花等级	739
2. 焊料的技术性能	584	附录 8 电机功率等级	740
二、电触头材料	584	附录 9 电气绝缘的耐热性评定和分级	740
第二十一章 电机专用集成电路	587	(摘自 GB/T 11021—2014)	740
一、概述	587	附录 10 电机、电器和变压器的绝缘机构耐热	740
		分级的定义	740

第一章 一般资料

一、法定计量单位和常用单位换算

1. 法定计量单位(GB 3100—1993)

我国的法定计量单位(简称法定单位)包括:

- ① 国际单位制的基本单位(见表 1-1)。
- ② 国际单位制的辅助单位和具有专门名称的导出单位(见表 1-2)。
- ③ 国家选定的非国际单位制单位(见表 1-3)。
- ④ 由以上单位构成的组合形式的单位。
- ⑤ 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位(词头见表 1-4)。

表 1-1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克[公斤]	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

- 注: 1. 括号中的名称是它前面的名称的同义词,下同。
2. 方括号中的字在不引起混淆、误解的情况下,可以省略。去掉方括号中的字即为其简称。无方括号的单位名称,其简称与全称同,下同。

表 1-2 国际单位制的辅助单位和具有专门名称的导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	1 rad=1 m/m=1
立体角	球面度	sr	1 sr=1 m ² /m ² =1
频率	赫[兹]	Hz	1 Hz=1 s ⁻²
力,重力	牛[顿]	N	1 N=m • kg/s ²
压力、压强、应力	帕[斯卡]	Pa	1 Pa=1 N/m ²
能[量],功,热量	焦[耳]	J	1 J=1 N • m
功率,辐射能通量	瓦[特]	W	1 W=1 J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1 C=1 s • A
电压,电动势,电位[电势]	伏[特]	V	1 V=1 W/A
电容	法[拉]	F	1 F=1 C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1 Ω=1 V/A
电导	西[门子]	S	1 S=1 A/V
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1 Wb=1 V • s
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	1 T=1 Wb/m ²

(续表)

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
电感	亨[利]	H	1 H=1 Wb/A
摄氏温度	摄氏度	℃	1 ℃ = 1 K
光通量	流[明]	lm	1 lm = 1 cd · sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	1 lx = 1 lm/m ²
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	1 Bq = 1 s ⁻¹
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	1 Gy = 1 J/kg
剂量当量	希[沃]	Sv	1 Sv = 1 J/kg

表 1-3 国家选定的非国际单位制的单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	日	d	1 d = 24 h = 86 400 s
[平面]角	度	°	1° = (π/180)rad
	[角]分	'	1' = (1/60)° = (π/10 800)rad
	[角]秒	"	1" = (1/60)' = (π/648 000)rad
体积,容量	升	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
质量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u ≈ 1. 660 540 × 10 ⁻²⁷ kg
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60)s ⁻¹
长度	海里	n mile	1 n mile = 1 852 m(只用于航行)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1 852/3 600)m/s(只用于航行)
能量	电子伏[特]	eV	1 eV ≈ 1. 602 17 × 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 10 ⁻⁶ kg
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10 ⁴ m ²
压力(流体压强)	巴	bar	1 bar = 0. 1 MPa = 10 ⁵ Pa

- 注：1. 平面角单位度、分、秒的符号，在组合单位中应采用(°)、(′)、(″)的形式。例如，不用°/s 而用(°)/s。
2. 升的符号中，小写字母 l 为备用符号。
3. 周、月、年(年的符号为 a)为一般常用时间单位。
4. r 为转的符号。
5. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。

表 1-4 用于构成十进倍数和分数单位的词头

因数	词头名称		符号
	原文(法)	中文	
10 ²⁴	yotta	尧[它]	
10 ²¹	zetta	泽[它]	
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E

(续表)

因数	词头名称		符号
	原文(法)	中文	
10 ¹⁵	peta	帕[它]	P
10 ¹²	téra	太[拉]	T
10 ⁹	giga	吉[咖]	G
10 ⁶	méga	兆	M
10 ³	kilo	千	K
10 ²	hecto	百	h
10 ¹	déca	十	da
10 ⁻¹	déci	分	d
10 ⁻²	centi	厘	c
10 ⁻³	milli	毫	m
10 ⁻⁶	micro	微	μ
10 ⁻⁹	nano	纳[诺]	n
10 ⁻¹²	pico	皮[可]	p
10 ⁻¹⁵	femto	飞[母托]	f
10 ⁻¹⁸	atto	阿[托]	a
10 ⁻²¹	zepto	仄[普托]	z
10 ⁻²⁴	yocto	幺[科托]	y

注：1. 公里为千米的俗称，符号为 km。
2. 10⁴ 称为万，10⁸ 称为亿，10¹² 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。
3. [] 内的字，是在不致混淆的情况下可以省略的字。

2. 常用单位换算

表 1-5 长度单位换算表

米 (m)	千米 (km)	厘米 (cm)	毫米 (mm)	市尺	英里 (mile)	码 (yd)	英尺 (ft)	英寸 (in)	海里 (n mile)
1	1×10 ⁻³	1×10 ²	1×10 ³	3	6. 213 71×10 ⁻⁴	1. 093 61	3. 280 84	39. 370 1	5. 399 57×10 ⁻⁴
1×10 ³	1	1×10 ⁵	1×10 ⁶	3×10 ³	6. 213 71×10 ⁻¹	1. 093 61×10 ³	3. 280 84×10 ³	3. 937 01×10 ⁴	5. 399 57×10 ⁻¹
1×10 ⁻²	1×10 ⁻⁵	1	10	3×10 ⁻²	6. 213 71×10 ⁻⁶	1. 093 61×10 ⁻²	3. 280 84×10 ⁻²	3. 937 01×10 ⁻¹	5. 399 57×10 ⁻⁶
1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	0. 1	1	3×10 ⁻³	6. 213 71×10 ⁻⁷	1. 093 61×10 ⁻³	3. 280 84×10 ⁻³	3. 937 01×10 ⁻²	5. 399 57×10 ⁻⁷
3. 333 3×10 ⁻¹	3. 333 3×10 ⁻⁴	33. 333 3	3. 333 33×10 ²	1	2. 071 24×10 ⁻⁴	3. 645 37×10 ⁻¹	1. 093 61	13. 123 4	1. 799 86×10 ⁻⁴
1 609. 344	1. 609 34	1. 609 34×10 ⁵	1. 609 34×10 ⁶	4. 828 03×10 ³	1	1 760	5 280	63 360	8. 689 76×10 ⁻¹
0. 914 4	9. 144×10 ⁻⁴	91. 44	9. 144×10 ²	2. 743 2	5. 681 82×10 ⁻⁴	1	3	36	4. 937 37×10 ⁻⁴