

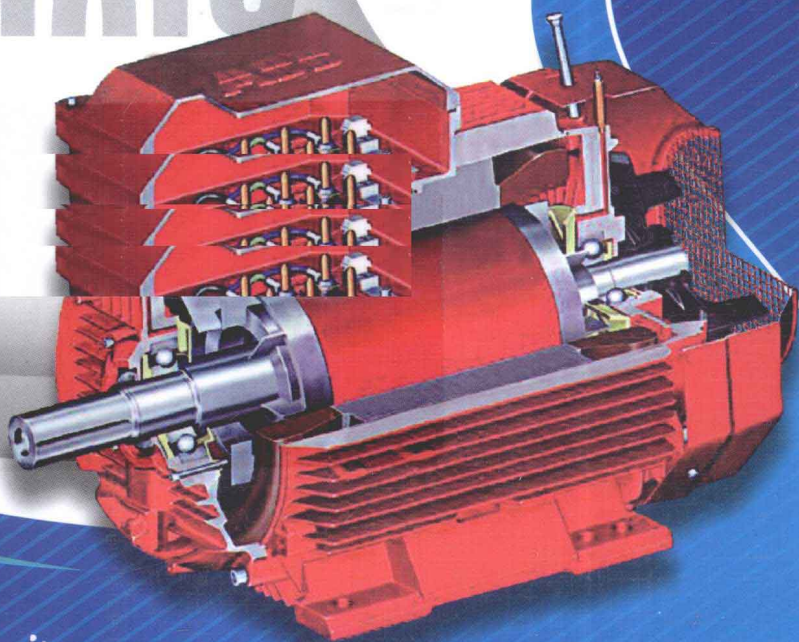
乔长君 主编

电机检修

速查手册

第二版

DIANJI
JIANXIU
SUCHA
SHOUC



化学工业出版社

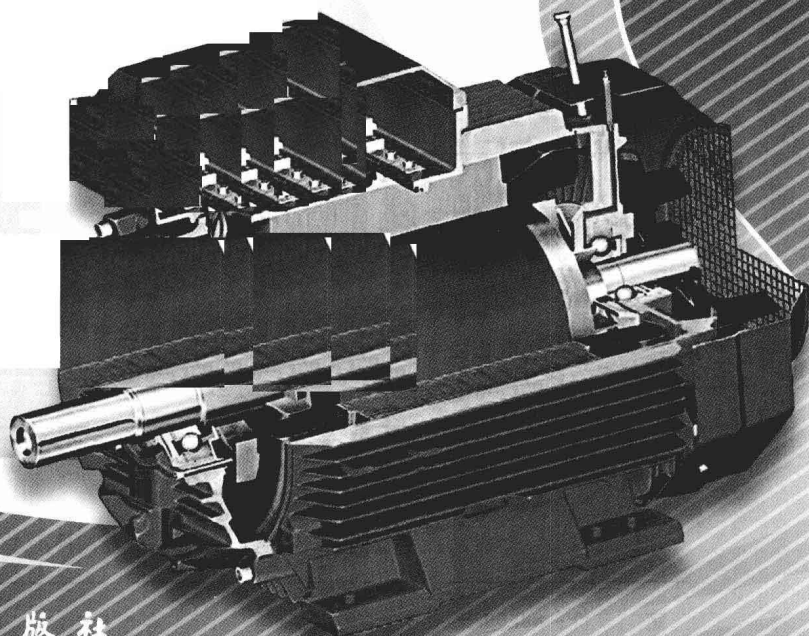
乔长君 主编

电机检修

速查手册

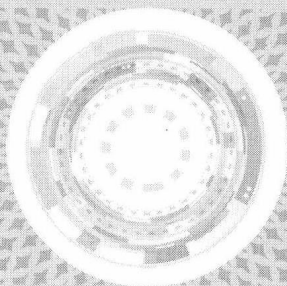
第二版

DIANJI
JIA
SUCHA
SHOUCE



化学工业出版社

· 北京



前言

随着电机制造业的蓬勃发展,大量新技术、新材料被广泛应用于生产实践,这就要求电机维修行业不断掌握电机制造最新动态,用新技术、新材料不断提高电机检修质量。为了满足广大从事电机维修的专业人员的需要,我们编写了《电机检修速查手册》。

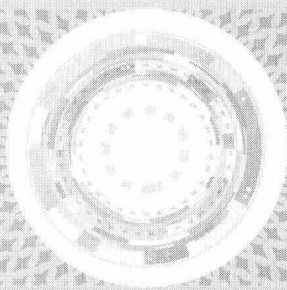
《电机检修速查手册》第一版2009年9月出版后,深受广大读者欢迎,给电机检修人员提供了很多帮助。也有读者指出了该书的不足并提出了修改意见和建议,这些意见和建议对于改进我们的工作,出版更加通俗易懂,易于读者接受和理解的好书是难能可贵的。根据读者的建议并结合生产实际,我们在第一版的基础上进行了修改和完善,删除了部分理论性太强的内容,如电机结构和工作原理、三相交流电机电磁设计程序、同步发电机和调相机试验等,增加了三相异步电机电磁线代用计算、改压重绕计算、改极计算、三相异步电机接入单相电源计算等实用知识。另外还对附录中的接线图进行了重新整理,采用模拟画法双色绘制,加入了嵌线顺序表内容,使该图信息量更大、更加实用。

修改后的本书仍然保留原书知识面宽、系统全面的特点。使用起来更加方便快捷,真正实现了一书在手,修理无忧。

本书由乔长君主编,参加编写的还有寇建国、赵松楠、片照民、贾建平、周盛荣、刘烨、李本胜、马天钊、张永吉、郭健、王迎杰、王岩。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者



目 录

第 1 章 电机检修常用材料	1
1.1 常用电线电缆	1
1.1.1 绕组线	1
1.1.2 J 系列电机、电器引出线	5
1.2 常用绝缘材料	6
1.2.1 常用油漆	6
1.2.2 常用薄膜、胶粘带、柔软复合材料	11
1.2.3 浸渍纤维材料	15
1.2.4 常用层压制品	16
1.2.5 常用塑料	19
1.2.6 云母及云母制品	19
1.3 磁性材料	25
1.3.1 软磁材料	25
1.3.2 硬磁材料	25
1.4 常用电刷	26
第 2 章 电机检修常用工具和仪器仪表	29
2.1 通用工具	29
2.2 专用工具	35
2.3 常用量具	37
2.4 常用仪器仪表	39
第 3 章 电机常见故障查找与处理	46
3.1 电机常见故障与处理	46
3.1.1 单相异步电机常见故障与处理	46
3.1.2 三相异步电机常见故障与处理	47
3.1.3 三相绕线式异步电机常见故障与处理	48

3.1.4	直流电机换向故障与处理	49
3.1.5	直流电机常见故障与处理	50
3.1.6	牵引电机常见电气故障与处理	51
3.1.7	井用潜水电机常见故障与处理	52
3.1.8	潜水电泵常见故障与处理	53
3.1.9	锥形转子异步电机常见故障及处理	54
3.1.10	旁磁制动异步电机常见故障与处理	55
3.1.11	杠杆自制动异步电机常见故障与处理	55
3.1.12	防爆电机常见故障与处理	56
3.1.13	力矩电机常见故障与处理	57
3.1.14	三相换向器电机常见故障与处理	58
3.1.15	三相同步发电机常见故障与处理	61
3.1.16	三相同步电机常见故障与处理	62
3.2	绕组故障查找和处理	62
3.2.1	绕组故障查找	62
3.2.2	绕组故障处理	68
3.3	电机的机械检修	78
3.3.1	普通交流电机的机械检修	78
3.3.2	充油式潜水电机的机械修理	95
3.3.3	充油式潜水电泵机械修理	98
3.3.4	干式潜水电泵机械修理	99
第4章	电机重绕	101
4.1	旧绕组拆除	101
4.1.1	填写原始记录卡	101
4.1.2	绕组拆除	104
4.2	绝缘规范	106
4.2.1	交流低压电机绕组绝缘规范	106
4.2.2	交流成型绕组绝缘规范	110
4.2.3	500V 凸极同步电机磁极绝缘 (B 级) 规范	118
4.2.4	直流电机绕组绝缘规范	118
4.3	接线图的画法	128
4.3.1	绘制单相交流异步电机展开图	128
4.3.2	三相交流电机展开图的画法	128
4.3.3	三相交流电机端部布线接线图的画法	133
4.3.4	三相交流电机其他接线图的画法	136
4.3.5	直流电机接线图的画法	138
4.4	线模计算	142

4.4.1	三相单层同心式绕组线模计算	142
4.4.2	三相单层交叉式绕组线模计算	143
4.4.3	三相单层链式绕组线模计算	144
4.4.4	三相单双层绕组线模计算	145
4.4.5	单双层混合绕组线模计算	146
4.4.6	三相成型绕组线模简易计算	147
4.5	线圈制作	149
4.5.1	交流散嵌线圈的制作	149
4.5.2	三相低压电机定子分片绕组绝缘恢复	150
4.5.3	插入线棒式绕制导条绝缘恢复	151
4.5.4	成型线圈的绕制（全粉结构 6kV）	152
4.5.5	直流电枢硬绕组制作	154
4.5.6	单匝单叠硬绕组的制作	155
4.5.7	波绕组线圈制作	155
4.5.8	扁导线多匝串励线圈的绕制	155
4.5.9	单层边励磁线圈的绕制	156
4.5.10	换向极线圈绝缘绕制	157
4.5.11	单层边励磁线圈匝间绝缘更换	157
4.6	嵌线（安装）方法	158
4.6.1	散嵌绕组的嵌线	158
4.6.2	分片电机绕制嵌线	162
4.6.3	插入线棒式绕制嵌线	164
4.6.4	成型线圈嵌线	166
4.6.5	直流电机电枢嵌线	166
4.7	接线	167
4.7.1	三相绕组的接线	167
4.7.2	电枢绕组的接法	168
4.7.3	连接方法	168
4.8	浸漆	170
4.8.1	滴浸工艺	170
4.8.2	滚浸工艺	170
4.8.3	整浸工艺	172
4.9	清洗与干燥	173
4.9.1	检修间清洗电机绕组	173
4.9.2	现场清洗电机绕组	173
4.9.3	利用烘箱干燥电机	174
4.9.4	用铁损耗法干燥电枢绕组	174

4.9.5	交流电机整机铁损耗干燥	175
4.9.6	外加热法现场干燥电机	176
第5章	电机重绕计算	178
5.1	单相电容电机空壳重绕计算	178
5.2	单相罩极电机空壳重绕计算	182
5.3	单相串励电机空壳重绕计算	183
5.4	三相异步电机重绕计算	186
5.4.1	电磁线代用计算	186
5.4.2	改压重绕计算	186
5.4.3	改极计算	186
5.4.4	三相异步电机接入单相电源的计算	187
5.5	直流电机改压计算	188
第6章	电机试验	191
6.1	电机的试验项目、周期和要求	191
6.1.1	直流电机试验项目、周期和要求	191
6.1.2	交流电机试验项目、周期和要求	192
6.1.3	同步发电机和调相机定子绕组的交流试验电压、老化鉴定试验项目和要求	194
6.2	试验方法	196
6.2.1	直流电阻的测量	196
6.2.2	泄漏电流试验	198
6.2.3	介质损耗的测量	199
6.2.4	工频交流耐压试验	201
6.2.5	交流异步电机空转试验	203
6.2.6	交流异步电机空载试验	204
6.2.7	交流异步电机短路试验	204
6.2.8	直流电机空载试验	205
附录1	电机技术数据	207
附表1.1	正弦绕组分布方案	207
附表1.2	BO2系列单相电阻分相异步电机技术数据	209
附表1.3	CO2系列单相电容启动异步电机技术数据	209
附表1.4	DO2系列单相电容运转异步电机技术数据	210
附表1.5	AO2系列三相异步电机技术数据	211
附表1.6	Y系列(IP44)三相异步电机的主要技术数据	212
附表1.7	Y系列(IP23)三相异步电机的主要技术数据	215
附表1.8	Y2系列(IP54)三相异步电机的主要技术数据	217
附表1.9	Y2-E系列(IP54)三相异步电机的主要技术数据	223

4.4.1	三相单层同心式绕组线模计算	142
4.4.2	三相单层交叉式绕组线模计算	143
4.4.3	三相单层链式绕组线模计算	144
4.4.4	三相单双层绕组线模计算	145
4.4.5	单双层混合绕组线模计算	146
4.4.6	三相成型绕组线模简易计算	147
4.5	线圈制作	149
4.5.1	交流散嵌线圈的制作	149
4.5.2	三相低压电机定子分片绕组绝缘恢复	150
4.5.3	插入线棒式绕制导条绝缘恢复	151
4.5.4	成型线圈的绕制（全粉结构 6kV）	152
4.5.5	直流电枢硬绕组制作	154
4.5.6	单匝单叠硬绕组的制作	155
4.5.7	波绕组线圈制作	155
4.5.8	扁导线多匝串励线圈的绕制	155
4.5.9	单层边励磁线圈的绕制	156
4.5.10	换向极线圈绝缘绕制	157
4.5.11	单层边励磁线圈匝间绝缘更换	157
4.6	嵌线（安装）方法	158
4.6.1	散嵌绕组的嵌线	158
4.6.2	分片电机绕制嵌线	162
4.6.3	插入线棒式绕制嵌线	164
4.6.4	成型线圈嵌线	166
4.6.5	直流电机电枢嵌线	166
4.7	接线	167
4.7.1	三相绕组的接线	167
4.7.2	电枢绕组的接法	168
4.7.3	连接方法	168
4.8	浸漆	170
4.8.1	滴浸工艺	170
4.8.2	滚浸工艺	170
4.8.3	整浸工艺	172
4.9	清洗与干燥	173
4.9.1	检修间清洗电机绕组	173
4.9.2	现场清洗电机绕组	173
4.9.3	利用烘箱干燥电机	174
4.9.4	用铁损耗法干燥电枢绕组	174

附表 1.10	YX 系列高效率三相异步电机的主要技术数据	226
附表 1.11	YR 系列 (IP44) 绕线式三相异步电机的主要技术数据	229
附表 1.12	YR 系列 (IP23) 三相异步电机的主要技术数据	234
附表 1.13	YZR 系列 (IP44) 绕线式三相异步电机的主要技术数据	236
附表 1.14	YZR2 系列绕线式三相异步电机的主要技术数据	239
附表 1.15	YD 系列变极多速异步电机技术数据	242
附表 1.16	YLJ 系列 (IP21) 三相实心钢转子电机主要技术数据	248
附表 1.17	YEP 系列 (IP44) 旁磁制动电机的主要技术数据	250
附表 1.18	YCT 系列电磁调速三相异步电机励磁绕组数据及拖动电机 型号	251
附表 1.19	YQS 系列井用潜水电机的主要技术数据	252
附表 1.20	YQS2 系列井用潜水电机的主要技术数据	255
附表 1.21	YQSY 系列充油式井用潜水电机的主要技术数据	257
附表 1.22	三相潜水电泵电机的主要技术数据	259
附表 1.23	YLB 系列立式深井泵用三相异步电机的主要技术数据	261
附表 1.24	YB 系列三相异步电机的主要技术数据	262
附表 1.25	YB2 系列低压隔爆型电机的主要技术数据	267
附表 1.26	YA 系列低压增安型电机的主要技术数据	271
附表 1.27	Y 系列中型高压三相异步电机技术数据 (6kV 大直径)	273
附表 1.28	Y 系列中型高压三相异步电机技术数据 (6kV 小直径)	275
附表 1.29	YR 系列中型高压绕线转子三相异步电机技术数据 (6kV 大直径)	277
附表 1.30	YB 系列高压隔爆型电机的主要技术数据	279
附表 1.31	TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机技术数据	280
附表 1.32	Z3 系列直流电机技术数据	282
附表 1.33	Z4 系列直流电机技术数据	295
附表 1.34	ZF2 系列直流电机技术数据	300
附表 1.35	ZD2 系列直流电机技术数据	302
附录 2	单相交流电机绕组展开图	304
附录 2.1	单相单层链式绕组	304
附图 2.1.1	4 极 16 槽单层链式绕组展开图	304
附图 2.1.2	6 极 24 槽单层链式绕组展开图	305
附图 2.1.3	14 极 28 槽单层链式绕组展开图	306
附录 2.2	单相单层同心式绕组	307
附图 2.2.1	2 极 16 槽单层同心式绕组展开图	307
附图 2.2.2	2 极 18 槽单层同心式绕组展开图	308
附图 2.2.3	2 极 24 槽单层同心式绕组展开图	309

附图 2.2.4	4 极 24 槽单层同心式绕组展开图	310
附录 2.3	单相双层链式绕组	311
附图 2.3.1	4 极 8 槽双层链式绕组展开图	311
附图 2.3.2	14 极 28 槽双层链式绕组展开图	312
附录 2.4	单相单双层混合绕组	313
附图 2.4.1	2 极 12 槽单双层混合绕组展开图	313
附图 2.4.2	4 极 12 槽单双层混合绕组展开图	314
附图 2.4.3	4 极 24 槽单双层混合绕组展开图之一	315
附图 2.4.4	4 极 24 槽单双层混合绕组展开图之二	316
附录 2.5	单相正弦绕组	317
附图 2.5.1	2 极 12 槽 6/6 正弦绕组展开图	317
附图 2.5.2	2 极 16 槽 8/8 正弦绕组展开图	318
附图 2.5.3	2 极 18 槽 14/11 正弦绕组展开图	319
附图 2.5.4	2 极 24 槽 20/18 正弦绕组展开图	320
附图 2.5.5	2 极 24 槽 20/20 正弦绕组展开图	321
附图 2.5.6	2 极 24 槽 21/21 正弦绕组展开图	322
附图 2.5.7	2 极 24 槽 22/20 正弦绕组展开图	323
附图 2.5.8	2 极 24 槽 22/21 正弦绕组展开图	324
附图 2.5.9	2 极 24 槽 22/22 正弦绕组展开图	325
附图 2.5.10	2 极 24 槽 26/24 正弦绕组展开图	326
附图 2.5.11	2 极 24 槽 26/25 正弦绕组展开图	327
附图 2.5.12	4 极 12 槽 2/1—3 正弦绕组展开图	328
附图 2.5.13	4 极 16 槽 2/2 正弦绕组展开图	329
附图 2.5.14	4 极 24 槽 5/5 正弦绕组展开图	330
附图 2.5.15	4 极 32 槽 8/7 正弦绕组展开图	331
附图 2.5.16	4 极 36 槽 14/12 正弦绕组展开图	332
附录 2.6	单相分布式罩极绕组	333
附图 2.6.1	2 极 16 槽分布式罩极绕组展开图	333
附图 2.6.2	2 极 24 槽分布式罩极绕组展开图	334
附图 2.6.3	4 极 12 槽分布式罩极绕组展开图	335
附图 2.6.4	4 极 24 槽分布式罩极绕组展开图之一	336
附图 2.6.5	4 极 24 槽分布式罩极绕组展开图之二	337
附录 3	三相交流电机绕组展开图	338
附录 3.1	三相单层链式绕组	338
附图 3.1.1	2 极 12 槽单层链式绕组展开图	338
附图 3.1.2	4 极 12 槽单层链式绕组展开图	339
附图 3.1.3	4 极 24 槽单层链式绕组展开图	340

附图 3.1.4	6 极 18 槽单层链式绕组展开图	341
附图 3.1.5	6 极 36 槽单层链式绕组展开图 (a1)	342
附图 3.1.6	6 极 36 槽单层链式绕组展开图 (a2)	343
附图 3.1.7	6 极 36 槽单层链式绕组展开图 (a3)	344
附图 3.1.8	10 极 30 槽单层链式绕组展开图 (a1)	345
附图 3.1.9	8 极 48 槽单层链式绕组展开图	346
附图 3.1.10	8 极 48 槽单层链式绕组展开图 (a4)	347
附录 3.2	三相单层同心式绕组	348
附图 3.2.1	2 极 12 槽单层同心式绕组展开图	348
附图 3.2.2	2 极 18 槽单层同心式绕组展开图	349
附图 3.2.3	2 极 24 槽单层同心式绕组展开图 (a1)	350
附图 3.2.4	2 极 24 槽单层同心式绕组展开图 (a2)	351
附图 3.2.5	2 极 36 槽单层同心式绕组展开图	352
附图 3.2.6	4 极 24 槽单层同心式绕组展开图	353
附图 3.2.7	6 极 36 槽单层同心式绕组展开图	354
附录 3.3	三相单层交叉式绕组	355
附图 3.3.1	2 极 18 槽单层交叉式绕组展开图 (Y7.5)	355
附图 3.3.2	2 极 18 槽单层交叉式绕组展开图 (Y9)	356
附图 3.3.3	4 极 36 槽单层交叉式绕组展开图 (a1)	357
附图 3.3.4	4 极 36 槽单层交叉式绕组展开图 (a2)	358
附图 3.3.5	6 极 54 槽单层交叉式绕组展开图 (a1)	359
附图 3.3.6	6 极 54 槽单层交叉式绕组展开图 (a2)	360
附图 3.3.7	6 极 54 槽单层交叉式绕组展开图 (a3)	361
附录 3.4	三相单层同心交叉式绕组	362
附图 3.4.1	2 极 18 槽单层同心交叉式绕组展开图	362
附图 3.4.2	2 极 30 槽单层同心交叉式绕组展开图	363
附图 3.4.3	4 极 36 槽单层同心交叉式绕组展开图 (a1)	364
附图 3.4.4	6 极 54 槽单层同心交叉式绕组展开图	365
附录 3.5	三相双层叠式绕组	366
附图 3.5.1	2 极 12 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	366
附图 3.5.2	2 极 18 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a1)	367
附图 3.5.3	2 极 24 槽双层叠式绕组展开图 (Y9a1)	368
附图 3.5.4	2 极 24 槽双层叠式绕组展开图 (Y9a2)	369
附图 3.5.5	2 极 30 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a1)	370
附图 3.5.6	2 极 30 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a2)	371
附图 3.5.7	2 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a1)	372
附图 3.5.8	2 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a2)	373

附图 3.5.9	2 极 42 槽双层叠式绕组展开图 (Y14a2)	374
附图 3.5.10	2 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y13a1)	375
附图 3.5.11	2 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y13a2)	376
附图 3.5.12	4 极 12 槽双层叠式绕组展开图 (Y2a1)	377
附图 3.5.13	4 极 24 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	378
附图 3.5.14	4 极 24 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a2)	379
附图 3.5.15	4 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a1)	380
附图 3.5.16	4 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a2)	381
附图 3.5.17	4 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a4)	382
附图 3.5.18	4 极 36 槽双层同心式绕组展开图	383
附图 3.5.19	4 极 42 槽双层叠式绕组展开图 (Y8a1)	384
附图 3.5.20	4 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a1)	385
附图 3.5.21	4 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a2)	386
附图 3.5.22	4 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y10a4)	387
附图 3.5.23	4 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y13a1)	388
附图 3.5.24	4 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y13a2)	389
附图 3.5.25	4 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y13a4)	390
附图 3.5.26	6 极 27 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a1)	391
附图 3.5.27	6 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	392
附图 3.5.28	6 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a2)	393
附图 3.5.29	6 极 45 槽双层叠式绕组展开图 (Y6a1)	394
附图 3.5.30	6 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a1)	395
附图 3.5.31	6 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a2)	396
附图 3.5.32	6 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y8a1)	397
附图 3.5.33	6 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y8a2)	398
附图 3.5.34	6 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y8a3)	399
附图 3.5.35	6 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y8a6)	400
附图 3.5.36	8 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a1)	401
附图 3.5.37	8 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a2)	402
附图 3.5.38	8 极 45 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	403
附图 3.5.39	8 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	404
附图 3.5.40	8 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a2)	405
附图 3.5.41	8 极 48 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a4)	406
附图 3.5.42	8 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y6a1)	407
附图 3.5.43	8 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y6a2)	408
附图 3.5.44	8 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a2)	409
附图 3.5.45	8 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y7a4)	410

附图 3.5.46	10 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y3a1)	411
附图 3.5.47	10 极 45 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a1)	412
附图 3.5.48	10 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a2)	413
附图 3.5.49	10 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a1)	414
附图 3.5.50	10 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a2)	415
附图 3.5.51	10 极 60 槽双层叠式绕组展开图 (Y5a5)	416
附图 3.5.52	12 极 36 槽双层叠式绕组展开图 (Y2a1)	417
附图 3.5.53	12 极 45 槽双层叠式绕组展开图 (Y3a1)	418
附图 3.5.54	12 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a1)	419
附图 3.5.55	12 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y4a2)	420
附图 3.5.56	16 极 54 槽双层叠式绕组展开图 (Y3a1)	421
附录 3.6	三相双速单绕组	422
附图 3.6.1	4/2 极 24 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y6)	422
附图 3.6.2	4/2 极 36 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y9)	423
附图 3.6.3	4/2 极 36 槽 Δ/Δ 双速单绕组展开图 (Y9)	424
附图 3.6.4	4/2 极 48 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y12)	425
附图 3.6.5	6/4 极 24 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y4)	426
附图 3.6.6	6/4 极 36 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y6)	427
附图 3.6.7	8/2 极 36 槽 $2\Delta/Y$ 双速单绕组展开图 (Y15)	428
附图 3.6.8	8/2 极 36 槽 $Y/2\Delta$ 双速单绕组展开图 (Y15)	429
附图 3.6.9	8/4 极 24 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y3)	430
附图 3.6.10	8/4 极 36 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y5)	431
附图 3.6.11	8/4 极 48 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y5)	432
附图 3.6.12	8/4 极 54 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y7)	433
附图 3.6.13	8/4 极 60 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y5)	434
附图 3.6.14	8/6 极 36 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y4)	435
附图 3.6.15	8/6 极 54 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y6)	436
附图 3.6.16	12/6 极 36 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y3)	437
附图 3.6.17	12/6 极 54 槽 $\Delta/2Y$ 双速单绕组展开图 (Y3)	438
附图 3.6.18	6/4/2 极 36 槽 $3Y/\Delta/\Delta$ 三速单绕组展开图 (Y6)	439
附图 3.6.19	8/4/2 极 36 槽 $2Y/2\Delta/2\Delta$ 三速单绕组展开图 (Y6)	440
附图 3.6.20	8/4/2 极 36 槽 $2Y/2\Delta/2\Delta$ 三速单绕组展开图 (Y6Y12)	441
附图 3.6.21	8/6/4 极 36 槽 $2Y/2Y/2Y$ 三速单绕组展开图 (Y5)	442
附图 3.6.22	12/8/6/4 极 36 槽 $3Y/\Delta/2\Delta/\Delta$ 四速单绕组展开图 (Y3)	443
附图 3.6.23	12/8/6/4 极 54 槽 $3Y/\Delta/2\Delta/\Delta$ 四速单绕组展开图 (Y3)	444
附录 3.7	三相双层波绕组	445
附图 3.7.1	4 极 24 槽双层波绕组展开图	445

附图 3.7.2	4 极 36 槽双层波绕组展开图	446
附图 3.7.3	4 极 48 槽双层波绕组展开图	447
附图 3.7.4	4 极 54 槽双层波绕组展开图	448
附图 3.7.5	4 极 72 槽双层波绕组展开图	449
附图 3.7.6	6 极 54 槽双层波绕组展开图	450
附图 3.7.7	6 极 72 槽双层波绕组展开图	451
附图 3.7.8	6 极 81 槽双层波绕组展开图	452
附图 3.7.9	6 极 90 槽双层波绕组展开图	453
附图 3.7.10	8 极 84 槽双层波绕组展开图	454
附图 3.7.11	8 极 96 槽双层波绕组展开图	455
附图 3.7.12	10 极 60 槽双层波绕组展开图	456
附图 3.7.13	10 极 75 槽双层波绕组展开图	457
附录 3.8	三相对称换位波绕组	458
附图 3.8.1	4 极 24 槽双层波绕组展开图	458
附图 3.8.2	4 极 36 槽对称换位波绕组展开图	459
附图 3.8.3	4 极 48 槽对称换位波绕组展开图	460
附图 3.8.4	4 极 54 槽对称换位波绕组展开图	461
附图 3.8.5	4 极 72 槽对称换位波绕组展开图	462
附图 3.8.6	6 极 54 槽双层波绕组展开图	463
附图 3.8.7	6 极 72 槽双层波绕组展开图	464
附图 3.8.8	6 极 81 槽对称换位波绕组展开图	465
附图 3.8.9	6 极 90 槽对称换位波绕组展开图	466
附图 3.8.10	8 极 84 槽双层波绕组展开图	467
附图 3.8.11	8 极 96 槽双层波绕组展开图	468
附图 3.8.12	10 极 60 槽对称换位波绕组展开图	469
附图 3.8.13	10 极 75 槽对称换位波绕组展开图	470
参考文献		471

第1章 电机检修常用材料

1.1 常用电线电缆

1.1.1 绕组线

(1) 漆包线

漆包线是用绝缘漆膜作为绝缘层的绕组线。漆包线的品种、特点和主要用途见表 1-1。

表 1-1 漆包线的主要品种及其特点与用途

产品名称	型 号	规格/mm	特 点			主要用途
			耐温 指数 /℃	优点	局限性	
油性漆包线	Q	0.02~2.50	105	漆膜均匀 介质损耗角正切小	耐刮性差 耐溶剂性差 (对使用浸剂漆应注意)	中、高频线圈及仪表、电器的线圈
缩醛漆包圆铜线 缩醛漆包扁铜线	QQ-1 QQ-2 QQ-3 QQB	0.02~2.50 a 边: 0.8~5.6 b 边: 2.0~18.0	120	热冲击性优 耐刮性优 耐水解性良好	漆膜卷绕后产生湿裂(浸渍前须在 120℃ 左右加热 1h 以上,消除裂痕)	普通中小电机、微电机绕组,油浸变压器线圈、电器仪表用线圈
聚氨酯漆包圆铜线	QA-1 QA-2	0.015~1.00	130	在高频条件下,介质损耗角正切小 可直接焊接,无需刮去漆膜着色性好	过负载性能差 热冲击及耐刮性尚可	要求 Q 值稳定的高频线圈、电视线圈和仪表用的微细线圈
聚酯漆包圆铜(扁)线	QZ(B)-1/155/I QZ(B)-2/155/I QZ(B)-1/155/II QZ(B)-2/155/II	0.02~2.50 a 边: 0.8~5.6 b 边: 2.0~18.0	155	耐电压性能好 软化击穿性能好	耐水解性差 与含氯高分子化合物不相溶	通用中小型电机绕组、干式变压器和电器仪表的线圈
改性聚酯亚胺漆包圆铜线 改性聚酯亚胺漆包扁铜线	QZYH-1 QZYH-2 QZYHB	0.06~2.50 a 边: 0.8~5.6 b 边: 2.0~18.0	180	热冲击性能好 软化击穿性能好 耐冷冻剂性能好 耐热性能好	与含氯高分子化合物不相溶	高温电机、制冷装置中电机的绕组、干式变压器线圈、仪器仪表的线圈

续表

产品名称	型号	规格/mm	特 点			主要用途
			耐温 指数 /℃	优点	局限性	
聚酰胺酰 亚胺漆包圆 铜线 聚酰胺酰 亚胺漆包扁 铜线	QXY-1 QXY-2	0.06~2.50	200	耐热性热冲击 性软化击穿性好 耐刮性好 耐化学药品性 和耐冷冻剂性好	与含氯高分子 化合物不相溶	高温、重负载 电机、牵引电 机、制冷装置的 绕组、干式变压 器和仪器仪表的 线圈
聚酰亚胺 漆包圆铜线	QY-1/220 QY-2/220	0.02~2.50	220	耐热性最好 软化击穿热冲 击性好、能承受 短期过载负荷 耐低温性优 耐辐照性优 耐溶剂、耐化 学药品性好	耐刮性尚可 耐碱性差 耐水解性差 漆膜经卷绕后 产生湿裂(浸渍 前须在 150℃ 左 右加热 1h 以上 消除裂痕)	耐高温电机、 干式变压器线 圈、密封继电器 及电子元件
耐冷冻剂 漆包圆铜线	QF	0.6~2.5	105	在密闭装置中 能耐潮、耐冷 冻剂	漆膜经卷绕 后,产生湿裂(浸 渍前须在 120℃ 左右加热 1h 以 上,消除裂痕)	空调设备和 制冷设备电机 的绕组
自黏性漆 包圆铜线	QAN	0.10~0.44	120	不需要浸渍处 理,经一定温度 烘焙后能自行黏 合成型	不推荐在过负 载条件下使用	电子元件和 无骨架线圈
耐热型自 黏性漆包圆 铜线 自熄型自 黏性漆包圆 铜线	QZN —	0.05~0.80 0.05~0.50	130 120	自黏性同 QAN 耐化学药品 性良 黏结力强 有阻燃性		微电机、仪 表、电视、无骨 架线圈 电器和无骨 架线圈
改性聚酯 亚胺-聚酰 胺酰亚胺复 合漆包圆 铜线 改性聚酯 亚胺-聚酰 胺酰亚胺复 合漆包扁 铜线	QZYPH/QXY QZYHB/QXYB	0.06~2.50 a 边: 0.8~5.6 b 边: 2.0~18.0	180	耐热冲击性好 软化击穿性好 耐冷冻剂性好 耐化学药品性 能好	与含氯高分子 化合物不相溶	高温电机,制 冷装置电机的 绕组,干式变压 器线圈

(2) 绕包线

绕包线是用纤维状或带状材料紧密缠包在导线(裸的或漆包线)上所制成的一种绕组线。其中大部分产品尚需用黏结漆(剂),使绝缘之间、绝缘与导体之间进行黏结处理,以提高绕组线的力学、电气、导热性能以及耐潮、耐化学腐蚀等性能,绕包线的品种、特点和主要用途见表 1-2。

表 1-2 绕包线的品种、特点和主要用途

类别	产品名称	型号	耐热等级	生产范围	执行标准	特点	主要用途
纸包线	电缆纸或电话纸包铜圆线 电缆纸或电话纸包铝圆线 500kV 变压器匝间绝缘纸包铜圆线 500kV 变压器匝间绝缘纸包铝圆线	Z ZL ZA ZAL	不浸油 Y(90℃) 浸油 A(105℃)	1.00~5.60	GB 7673.2	在油浸变压器中使用时耐压性能良好 价格便宜 绝缘纸易破碎,弯曲时需注意 如果不浸渍,耐潮性差	油浸式变压器、干式变压器、电磁铁等电器绕组
	电缆纸或电话纸包铜扁线 电缆纸或电话纸包铝扁线 500kV 变压器匝间绝缘纸包铜扁线 500kV 变压器匝间绝缘纸包铝扁线	ZB ZLB ZAB ZALB		a边: 0.80~5.60 b边: 2.00~16.00	GB 7673.3		
丝包线	双丝包铜圆线	SE	A(105℃)	0.05~2.50	企业标准	绝缘层的机械强度较好 电性能优良 如果不浸渍,耐潮性差,电压不稳定 价格较高	无线电、仪表等高频绕组
	单丝包漆包铜圆线 双丝包漆包铜圆线	SQ SEQ	依漆包线耐温等级而定	0.05~2.50	企业标准		
双玻璃丝包线	双玻璃丝包铜圆线 双玻璃丝包铝圆线	SBE SBEL	B(130℃) F(155℃) H(180℃)	0.30~2.50	GB 7672.2	过负载性能优良 耐电晕性能优良 弯曲性能较差 耐潮性能较差	高低压大、中、小容量的电器产品绕组
	双玻璃丝包铜扁线 双玻璃丝包铝扁线	SBEB SNELB		a边: 0.80~5.60 b边: 2.00~16.00	GB 7672.4		
玻璃丝包漆包线	单玻璃丝包漆包铜圆线	SBQ	B(130℃) F(155℃) H(180℃)	0.30~2.50	GB 7672.3	过负载性能优良 耐电晕性能优良 力学性能优良 耐潮性能较差 弯曲性能较差	高低压大、中、小容量的电器产品绕组
	单玻璃丝包漆包铜扁线 双玻璃丝包漆包铜扁线 单玻璃丝包漆包铝扁线 双玻璃丝包漆包铝扁线	SBQB SBEQB SBQLB SBEQLB		a边: 0.80~5.60 b边: 2.00~16.00	GB 7672.5		
玻璃丝包薄膜绕包线	单玻璃丝包薄膜绕包铜扁线 双玻璃丝包薄膜绕包铜扁线	SBMB SBEMB	B(130℃) F(155℃) H(180℃)	a边: 0.80~5.60 b边: 2.00~16.00	GB 7672.6	耐热性和耐低温性能低 耐辐射性优良 在高温下电击穿性能好 和玻璃丝包线相比满率高	耐高温、耐高压的直流电机、牵引电机、潜油泵电机、使用环境比较恶劣的电器绕组