

彭友元 主编

DIANJIRAOZUSHOUCE

PENGYOUYUAN ZHUBIAN
LIAONINGKEXUEJISHUCHUBANSHE

电机绕组手册

辽宁科学技术出版社

电机绕组手册

彭友元 主编

辽宁科学技术出版社

主 编 彭友元
编写人员 胡康银 张熙咏
黄苏融 周同春
杨佩毅
主 审 王世定

图书在版编目(CIP)数据

电机绕组手册/彭友元主编. —沈阳:辽宁科学技术出版社,1995.5

ISBN 7-5381-2175-7

I. 电… II. 彭… III. 电机-绕组-手册 IV. TM303.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 06339 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

朝阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

开本:787×1092 1/16 印张:15 字数:350,000 插页:5
1995 年 5 月第 1 版 1998 年 6 月第 4 次印刷

责任编辑:枫 岚 版式设计:于 浪
封面设计:曹太文 责任校对:王 莉

印数:14,801—17,800 定价:32.00 元

前 言

绕组是电机的重要部件，其选型是否合理，嵌线接线是否正确，将直接影响电机的力能指标、起动性能和安全可靠性。因此，凡从事电机研究、制造和维修的人员，都渴望有一本能反映电机绕组全貌的手册，随时备查、参考，本手册就是为满足这一需要而编写的。

本手册内容包括：电机绕组的基本参数、构成要求、特点及适用范围；绕组类型、展开图绘图步骤和嵌线规则；小型三相异步电动机基本系列、变极多速电动机、小型直流电机和同步发电机、小功率单相异步电动机和电冰箱、洗衣机用电动机绕组数据及其相应的展开图。手册从实用出发，力求数据准确、翔实。大部分交、直流电机绕组展开图，采用计算机编程绘制，纠正了以往有关手册中某些图例的错误。有关三相交流正弦绕组和三次谐波绕组的介绍，目前在其他手册实属罕见。本手册内容新颖、全面，简明、实用，为我国广大电机用户、电机制造和修理人员，提供了一本颇具应用价值的工具书。

本手册由机械部上海电器科学研究所和上海工业大学有关工程技术人员共同编写。彭友元主编，并编写第1、2章；胡康银统编并编写第3章；黄苏融编写第4章和第3章变极多速电动机部分；张熙咏编写第5章；周同春编写第6章；柳佩毅负责第3—5章绕组展开图计算机编程和绘图。陈幼祥、王绍尧、程永良、章跃进等参加了本手册的编写工作。

王世定高级工程师对本手册进行了主审和修改补充。

本手册编写过程中，承蒙江西三波电机厂梅昆总工程师和上海电器科学研究所胡春雷高级工程师提供数据，在此谨向有关单位和同志表示衷心感谢！

编 者

1992年6月

第1章 概述	1
1.1 绕组的基本参数	1
1.1.1 导线和线径	1
1.1.2 并绕根数	8
1.1.3 线圈、线圈组、绕组	8
1.1.4 每极每相槽数	8
1.1.5 极距	9
1.1.6 并联支路数	9
1.1.7 节距	10
1.1.8 电角度与槽距角	11
1.1.9 相带	11
1.1.10 绕组系数	11
1.1.11 每槽导体数和每相串联导体数	12
1.1.12 总线圈数	12
1.2 绕组的构成要求	12
1.2.1 交流电机绕组的构成要求	12
1.2.2 直流电机绕组的构成要求	13
1.3 绕组类型、特点和应用范围	13
1.3.1 绕组类型	13
1.3.2 绕组特点和应用范围	14
第2章 绕组展开图及嵌线规则	17
2.1 单相电机绕组	17
2.1.1 单相同心式绕组	17
2.1.2 单相双层同心式绕组	17
2.1.3 单相正弦绕组	18

2. 2	三相单层绕组	19
2. 2. 1	同心式绕组	19
2. 2. 2	单层交叉式绕组	20
2. 2. 3	链式绕组	22
2. 3	三相双层叠绕组	23
2. 3. 1	三相双层叠绕组的特点	23
2. 3. 2	双层叠绕组展开图	23
2. 3. 3	双层叠绕组嵌线规则	25
2. 4	单双层混合绕组	25
2. 4. 1	单双层混合绕组的构成和展开图	25
2. 4. 2	单双层混合绕组嵌线方法	27
2. 5	三相 60° 相带分数槽绕组	27
2. 5. 1	分数槽绕组的槽电动势相量星形图	27
2. 5. 2	循环数列的求取	28
2. 5. 3	分数槽绕组展开图的绘制方法	29
2. 5. 4	分数槽绕组的优缺点	29
2. 6	三相正弦绕组	29
2. 6. 1	正弦绕组的线圈分布和接线方法	30
2. 6. 2	YX 系列采用的正弦绕组数据	31
2. 7	直流机电枢绕组	33
2. 7. 1	单叠绕组展开图绘图步骤	33
2. 7. 2	复叠绕组展开图绘图步骤	34
2. 7. 3	单波绕组展开图绘图步骤	35
2. 7. 4	复波绕组展开图绘图步骤	35
2. 7. 5	单蛙绕组展开图绘图步骤	36
第3章	小型三相异步电动机绕组技术数据及接线图	38
3. 1	Y 系列 (IP44) 异步电动机铁心和绕组技术数据	38
3. 2	Y 系列 (IP23) 异步电动机铁心和绕组技术数据	38

3. 3	J 系列异步电动机铁心和绕组技术数据	38
3. 4	JO 系列异步电动机铁心和绕组技术数据	47
3. 5	J2 系列异步电动机铁心和绕组技术数据	47
3. 6	JO2 系列异步电动机铁心和绕组技术数据	47
3. 7	JO2—L (铝线) 系列异步电动机铁心和绕组技术数据	47
3. 8	YD 系列变极多速三相异步电动机定子绕组技术数据	47
3. 9	JDO2 系列变极多速三相异步电动机定子绕组技术数据	47
3. 10	Y (IP44、IP23)、J、JO、J2、JO2、JO2—L (铝线)、YD、 JDO2 系列异步电动机绕组接线图	56
第4章 小型同步发电机绕组技术数据及接线图		121
4. 1	T2 系列小型三相同步发电机绕组技术数据	121
4. 2	TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机绕组技术数据	121
4. 3	T2、TSWN、TSN 系列发电机定子绕组接线图	121
4. 4	T2S 系列发电机定子绕组 (三次谐波绕组) 接线图	121
第5章 直流电机绕组技术数据及接线图		127
5. 1	Z2 系列直流电机铁心和绕组技术数据	127
5. 2	Z3 系列直流电机铁心和绕组技术数据	127
5. 3	Z2、Z3 系列电枢绕组接线图	127
第6章 单相异步电动机绕组技术数据及接线图		186
6. 1	单相电阻起动异步电动机绕组数据	187
6. 1. 1	BO2 系列单相电阻起动异步电动机绕组数据	187
6. 1. 2	BO 系列单相电阻起动异步电动机绕组数据	189
6. 1. 3	JZ 新系列单相电阻起动异步电动机绕组数据	192
6. 1. 4	JZ 老系列单相电阻起动异步电动机绕组数据	194
6. 2	单相电容起动异步电动机绕组数据	196
6. 2. 1	CO2 系列单相电容起动异步电动机绕组数据	196
6. 2. 2	CO 系列单相电容起动异步电动机绕组数据	198
6. 2. 3	JY 新系列单相电容起动异步电动机绕组数据	200
6. 2. 4	JY 老系列单相电容起动异步电动机绕组数据	201

6. 3	单相电容运转异步电动机绕组数据	202
6. 3. 1	DO2 系列单相电容运转异步电动机绕组数据	202
6. 3. 2	DO 系列单相电容运转异步电动机绕组数据	206
6. 3. 3	JX 新系列单相电容运转异步电动机绕组数据	209
6. 3. 4	JX 老系列单相电容运转异步电动机绕组数据	211
6. 4	洗衣机用单相异步电动机绕组数据	213
6. 5	电冰箱用单相异步电动机绕组数据	215
6. 6	单相异步电动机定子绕组展开图	218

第1章 概述

电机绕组是电机的重要部件，其好坏直接影响电机的可靠性和运行性能。目前我国已安装运行的小型电机和小功率电机，或因选型不当，或因使用条件恶劣，或因维护不善，造成电机的损坏率高达3%左右，即每年有1000万kw左右的电机需要修理，其中80%左右要修理绕组。电机修理人员遍布全国各地和各行各业。虽然各种电工手册和电机手册，提供了部分绕组数据，但因无接线图一一对应，给电机修理人员带来了困难，有时因修理时接线错误，致使电机不能正常运行，或在运行中绕组被烧毁。本手册介绍了电机的绕组数据和对应的绕组接线图。为了便于读者了解和识别电机绕组数据和接线图，本章对电机绕组的基本概念予以介绍。

1. 1 绕组的基本参数

1. 1. 1 导线和线径⁽¹⁾

各种电机绕组均由电磁线绕制而成。电机电磁线选用如表1-1。

表1-1 电机电磁线选用举例

种类	电磁线名称	耐温等级 (C)	交流发电机			交流电动机						直流电动机		
			大型	中小型	一般用途	通用大型	通用中小型	通用微型	起重、 辊道型	防爆型	耐致冷剂型	电动工具	轧钢、 牵引	
漆包线	油性漆包线	A (105)												
	缩醛漆包线	E (120)		● ^①		●	●					●		
	聚氨酯漆包线	E (120)					●							
	环氧漆包线	E (120)				●					●			
	聚酯漆包线	B (130)		●		●	●							
	聚酯亚胺漆包线	F (155)		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	聚酰胺酰亚胺漆包线	200		●		●	●	●			●	●	●	●
	聚酰亚胺漆包线	220										●		●
	自粘直焊漆包线	E (120)					●							
	自粘性漆包线	E (120), B (130)					●							
	耐致冷剂漆包线	A (105)									●			
	聚酯亚胺-聚酰胺酰亚胺漆包线	F (155)		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●

续表

种类	电磁线名称	耐温等级 (C)	交流发电机			交流电动机						直流电动机	
			大型	中小型	一般用途	通用大型	通用中小型	通用微型	起重、 辊道型	防爆型	耐致冷剂型	电动工具	轧钢、 牵引型
绕包线	纸包线	A (105)											
	玻璃丝包线	B (130), H (180)	●	●	●	●	●		●	●			●
	玻璃丝包漆包线	E (120), F (155), H (180)	●	●		●			●	●			●
	丝包线	A (105)											
	丝包漆包线	A (105)											
	聚酰亚胺薄膜绕包线	220	●			●			●				●
	玻璃丝包聚酯薄膜绕包线	E (120)		●			●		●	●			

①表中注有“●”者，表示可供选用的电磁线。

各种电磁线型号、名称如表1—2。^[2]

表1—2 电磁线型号、名称表

型号	名称、特性	型号	名称、特性
Q	油性漆包圆铜线 (属A级)	QQSBC	单玻璃丝包高强度漆包圆铜线 (E级)
QQ	高强度聚乙烯醇缩醛漆包圆铜线 (属E级)	SBEC	双玻璃丝包圆铜线 (B级)
QZ	高强度聚酯漆包圆铜线 (属B级)	SBELC	双玻璃丝包圆铝线 (B级)
QZL	高强度聚酯漆包圆铝线	QQB	缩醛漆包扁铜线
QY	耐高温聚酰亚胺漆包圆铜线 (耐温200C)	QZB	高强度聚酯漆包扁铜线
QSR	单丝 (合成) 漆包圆铜线	ZB	纸包扁铜线
QXY	高强度漆包圆铜线 (属H级)	SBECB	双玻璃丝包扁铜线
QHNS	高强度耐水漆包圆铜线	YML	氧化膜铝线, 耐热 (耐辐射性)
QM	单纱漆包圆铜线	M	单纱包圆铜线
QME	双纱漆包圆铜线	ME	双纱包圆铜线

各种电机的绕组应按电机设计规定的绝缘等级选用相应耐热等级的电磁线。

随着电机功率的变化, 电机的额定电流也发生变化。额定功率大则电流大, 因此要适当地选择电磁线的线径。主要圆电磁线规格尺寸和最大外径见表1—3; 扁电磁线 (铜、铝) 规格和漆包扁线最大尺寸见表1—4; 玻璃丝包扁线绝缘厚度见表1—5。

表1-3

主要圆电磁线规格尺寸和最大外径

mm

导体直径 (铜铝) ^①		漆包线最大外径 ^②		玻璃丝包线最大外径		丝包线最大外径				
标称	公差	薄漆层	厚漆层	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包线	双丝包线	单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线
0.015	±0.002	0.025								
0.020	±0.002	0.035								
0.025	±0.002	0.040								
0.030	±0.003	0.045								
0.040	±0.003	0.055								
0.050	±0.003	0.065				0.16	0.14	0.18	0.14	0.18
0.060	±0.003	0.080	0.090			0.17	0.15	0.19	0.16	0.20
0.070	±0.003	0.090	0.100			0.18	0.16	0.20	0.17	0.21
0.080	±0.003	0.100	0.110			0.19	0.17	0.21	0.18	0.22
0.090	±0.003	0.110	0.120			0.20	0.18	0.22	0.19	0.23
0.100	±0.005	0.125	0.130			0.21	0.19	0.23	0.20	0.24
0.110	±0.005	0.135	0.140			0.22	0.20	0.24	0.21	0.25
0.120	±0.005	0.145	0.150			0.23	0.21	0.25	0.22	0.26
0.130	±0.005	0.155	0.160			0.24	0.22	0.26	0.23	0.27
0.140	±0.005	0.165	0.170			0.25	0.23	0.27	0.24	0.28
0.150	±0.005	0.180	0.190			0.26	0.24	0.28	0.25	0.29
0.160	±0.005	0.190	0.200			0.28	0.26	0.30	0.28	0.32
0.170	±0.005	0.200	0.210			0.29	0.27	0.31	0.29	0.33
0.180	±0.005	0.210	0.220			0.30	0.28	0.32	0.30	0.34
0.190	±0.005	0.220	0.230			0.31	0.29	0.33	0.31	0.35
0.200	±0.005	0.230	0.240			0.32	0.30	0.35	0.32	0.36
0.210	±0.005	0.240	0.250			0.33	0.32	0.36	0.33	0.37
0.230	±0.005	0.265	0.280			0.36	0.35	0.39	0.36	0.41
0.250	±0.005	0.290	0.300		0.49	0.38	0.37	0.42	0.38	0.43
(0.270)	±0.010	0.310	0.320							
0.280	±0.010	0.320	0.330			0.41	0.40	0.45	0.41	0.46
(0.290)	±0.010	0.330	0.340							
0.310	±0.010	0.350	0.360			0.44	0.43	0.48	0.44	0.49
0.330	±0.010	0.37	0.39			0.47	0.46	0.51	0.48	0.53
0.350	±0.010	0.39	0.41			0.49	0.48	0.53	0.51	0.55
0.380	±0.010	0.42	0.44			0.52	0.51	0.56	0.53	0.58
0.400	±0.010	0.44	0.46			0.54	0.53	0.58	0.55	0.60
0.420	±0.010	0.46	0.48			0.56	0.55	0.60	0.57	0.62
0.450	±0.010	0.49	0.51			0.59	0.58	0.63	0.60	0.65
0.470	±0.010	0.51	0.53			0.61	0.60	0.65	0.62	0.67
0.500	±0.010	0.54	0.56			0.64	0.63	0.68	0.65	0.70
0.530	±0.010	0.58	0.60	0.73	0.79	0.67	0.67	0.72	0.69	0.74
0.560	±0.010	0.61	0.63	0.76	0.82	0.70	0.70	0.75	0.72	0.77
0.600	±0.010	0.65	0.67	0.80	0.86	0.74	0.74	0.79	0.76	0.81
0.630	±0.010	0.68	0.70	0.83	0.89	0.77	0.77	0.83	0.79	0.84
0.670	±0.010	0.72	0.75	0.88	0.93	0.82	0.82	0.87	0.85	0.90
(0.690)	±0.010	0.74	0.77							
0.710	±0.015	0.76	0.79	0.93	0.98	0.86	0.86	0.91	0.89	0.94
0.750	±0.015	0.81	0.84	0.97	1.02	0.91	0.91	0.97	0.94	1.00

续表

导体直径 (铜铝) ^①		漆包线最大外径 ^②		玻璃丝包线最大外径		丝包线最大外径				
标称	公差	薄漆层	厚漆层	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包线	双丝包线	单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线
(0. 770)	±0. 015	0. 83	0. 86							
0. 800	±0. 015	0. 86	0. 89	1. 02	1. 07	0. 96	0. 96	1. 02	0. 99	1. 05
(0. 830)	±0. 015	0. 89	0. 92							
0. 850	±0. 015	0. 91	0. 94	1. 07	1. 12	1. 01	1. 01	1. 07	1. 04	1. 10
0. 900	±0. 015	0. 96	0. 99	1. 12	1. 17	1. 06	1. 06	1. 12	1. 09	1. 15
(0. 930)	±0. 015	0. 99	1. 02							
0. 950	±0. 015	1. 01	1. 04	1. 17	1. 22	1. 11	1. 11	1. 17	1. 14	1. 20
1. 000	±0. 015	1. 07	1. 11	1. 25	1. 29	1. 17	1. 18	1. 24	1. 22	1. 28
1. 060	±0. 020	1. 14	1. 17	1. 31	1. 35	1. 23	1. 25	1. 31	1. 28	1. 34
1. 120	±0. 020	1. 20	1. 23	1. 37	1. 41	1. 29	1. 31	1. 37	1. 34	1. 40
1. 180	±0. 020	1. 26	1. 29	1. 43	1. 47	1. 35	1. 37	1. 43	1. 40	1. 46
1. 250	±0. 020	1. 33	1. 36	1. 50	1. 54	1. 42	1. 44	1. 50	1. 47	1. 53
1. 300	±0. 020	1. 38	1. 41	1. 55	1. 59	1. 47	1. 49	1. 55	1. 52	1. 58
(1. 350)	±0. 020	1. 43	1. 46							
1. 400	±0. 020	1. 48	1. 51	1. 65	1. 69	1. 57	1. 59	1. 65	1. 62	1. 68
(1. 450)	±0. 020	1. 53	1. 56							
1. 500	±0. 020	1. 58	1. 61	1. 75	1. 81	1. 67	1. 69	1. 75	1. 72	1. 78
(1. 560)	±0. 020	1. 64	1. 67							
1. 600	±0. 020	1. 69	1. 72	1. 87	1. 91	1. 78	1. 80	1. 87	1. 83	1. 90
1. 700	±0. 025	1. 79	1. 82	1. 97	2. 01	1. 88	1. 90	1. 97	1. 93	2. 00
1. 800	±0. 025	1. 89	1. 92	2. 07	2. 11	1. 98	2. 00	2. 07	2. 03	2. 10
1. 900	±0. 025	1. 99	2. 02	2. 17	2. 21	2. 08	2. 10	2. 17	2. 13	2. 20
2. 000	±0. 025	2. 09	2. 12	2. 27	2. 31	2. 18	2. 20	2. 27	2. 23	2. 30
2. 12	±0. 030	2. 21	2. 24	2. 39	2. 48	2. 30	2. 32	2. 39	2. 35	2. 42
2. 24	±0. 030	2. 33	2. 36	2. 51	2. 60	2. 42	2. 44	2. 51	2. 47	2. 54
2. 36	±0. 030	2. 45	2. 48	2. 63	2. 72	2. 54	2. 56	2. 63	2. 59	2. 66
2. 50	±0. 030	2. 59	2. 62	2. 77	2. 86	2. 68	2. 70	2. 77	2. 73	2. 80
2. 65	±0. 030									
2. 80	±0. 030					3. 01				
3. 00	±0. 030					3. 16				
3. 15	±0. 030					3. 37				
3. 35	±0. 030					3. 52				
3. 55	±0. 040					3. 72				
3. 75	±0. 040					3. 92				
4. 00	±0. 040					4. 12				
4. 25	±0. 040					4. 37				
4. 50	±0. 050					4. 63				
4. 75	±0. 050					4. 88				
5. 00	±0. 050					5. 13				
5. 30	±0. 050					5. 38				
5. 60	±0. 050					5. 68				
6. 00	±0. 060					5. 98				
						6. 38				

① 所有括号内的规格,系漆包线的保留规格,不推荐使用。

② 油性漆包线的最大外径,基本上相当于薄漆层漆包线的最大外径。

表 1-4

扁电导线(铜、铝)规格和漆包扁线最大尺寸

a (mm)	A (mm)	r (mm)	a 边 最小 漆膜 厚度 (mm)	b 边 最 小 漆 膜 厚 度 0.06(mm)															
				B (mm)															
				截 面 (mm ²)															
				b															
				b															
0.80	0.94			1.463	1.559	1.655	1.751	1.863	1.983	2.103	2.263	2.383	2.543	2.703	2.863	3.063	3.263	3.463	3.663
0.85	0.99			1.545	1.749	1.849	1.970	2.076	2.211	2.346	2.522	2.661	2.841	2.982	3.135	3.245	3.426	3.670	
0.90	1.04		$\frac{1}{2}a$	1.626	1.734	1.842	1.950	2.076	2.211	2.346	2.522	2.661	2.841	3.021	3.201	3.426	3.651	3.876	4.101
0.95	1.09			1.706	1.934	1.934	2.181	2.181	2.435	2.466	2.785	2.799	3.135	3.179	3.606	3.606	4.081	4.081	
1.00	1.14			1.786	1.905	2.025	2.145	2.285	2.435	2.585	2.785	2.935	3.135	3.335	3.785	3.785	4.285	4.285	4.535
1.06	1.20			1.905	2.160	2.160	2.435	2.435	2.753	2.753	3.124	3.124	3.537	3.548	4.025	4.025	4.555	4.555	
1.12	1.26			2.025	2.160	2.294	2.429	2.585	2.753	2.921	3.145	3.313	3.537	3.761	4.265	4.265	4.825	4.825	5.105
1.18	1.32			2.145	2.429	2.429	2.736	2.736	3.089	3.089	3.502	3.502	3.974	3.974	4.505	4.505	5.095	5.095	
1.25	1.40			2.285	2.435	2.585	2.735	2.910	3.098	3.285	3.535	3.723	3.973	4.223	4.473	5.098	5.098	5.723	5.723
1.32	1.47		0.5*	2.425	2.742	2.742	3.085	3.085	3.481	3.481	3.943	3.943	4.471	4.471	5.065	5.065	5.725	5.725	
1.40	1.55			2.585	2.753	3.145	3.089	3.285	3.495	3.705	3.985	4.195	4.475	4.755	5.035	5.385	5.735	6.085	6.435
1.50	1.65			3.145	3.369	3.369	3.785	3.785	4.025	4.265	4.585	4.825	5.145	5.465	5.785	6.185	6.585	6.985	7.385
1.60	1.75			3.369	3.887	4.137	4.407	4.397	4.992	4.992	5.038	5.667	5.667	6.387	6.387	7.287	7.287	8.188	8.188
1.80	1.95			4.137	4.677	4.677	5.038	5.038	5.622	5.622	6.337	6.337	7.163	7.163	8.117	8.117	9.177	9.177	
1.90	2.05			4.677	5.237	5.237	5.638	5.638	6.315	6.315	7.141	7.141	8.037	8.037	9.157	9.157	10.28	10.28	
2.00	2.16		0.65**	5.237	5.822	5.822	6.315	6.315	7.163	7.163	8.037	8.037	9.157	9.157	10.28	10.28	11.33	11.33	
2.12	2.28			5.822	6.315	6.315	7.163	7.163	8.037	8.037	9.157	9.157	10.28	10.28	11.33	11.33	12.05	12.05	
2.24	2.40			6.315	6.893	6.893	7.141	7.141	8.037	8.037	9.157	9.157	10.28	10.28	11.33	11.33	12.95	12.95	
2.36	2.52			6.893	7.471	7.471	8.037	8.037	8.891	8.891	9.451	9.451	10.08	10.08	10.65	10.65	11.35	11.35	
2.50	2.66			7.471	8.037	8.037	8.891	8.891	9.451	9.451	10.08	10.08	10.65	10.65	11.35	11.35	12.05	12.05	
2.65	2.81			8.037	8.615	8.615	9.163	9.163	9.826	9.826	10.51	10.51	11.38	11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	
2.80	2.96		0.08	8.615	9.163	9.163	9.826	9.826	10.51	10.51	11.38	11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	
3.15	3.32			9.163	9.826	9.826	10.51	10.51	11.38	11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	14.41	14.41	
3.35	3.52			9.826	10.51	10.51	11.38	11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	14.41	14.41			
3.55	3.72			10.51	11.38	11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	14.41	14.41					
3.75	3.93			11.38	12.05	12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	14.41	14.41							
4.00	4.18			12.05	12.95	12.95	13.63	13.63	14.41	14.41									
4.25	4.43			12.95	13.63	13.63	14.41	14.41											
4.50	4.68			13.63	14.41	14.41													
4.75	4.94		1.00	14.41															
5.00	5.19			15.19															
5.30	5.49			16.00															
5.60	5.79			16.93															

(1) $0.90 \leq a \leq 4, 2.50 \leq b \leq 10$ 系漆包扁铜线优先生产规格。

$1.00 \leq a \leq 4, 2.80 \leq b \leq 10$ 系漆包扁铝线优先生产规格。

(2) $\frac{b}{a} < 1.4 : 1$ 和 $\frac{b}{a} > 8 : 1$ 不推荐。

(3) * 可以按 $\frac{1}{2}a$ 生产。

** 可以按 0.80mm 生产。

(4) 表中

A—漆包线窄边最大尺寸, B—漆包线宽边最大尺寸,

a—导线窄边标称尺寸, b—导线宽边标称尺寸

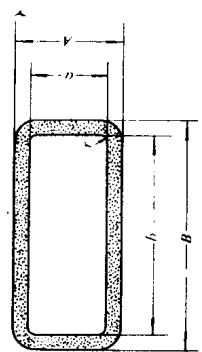


表1-5

玻璃丝包扁线绝缘厚度

mm

导线标称尺寸		绝缘厚度					
		双玻璃丝包扁线		单玻璃丝包漆包扁线		双玻璃丝包漆包扁线	
a (窄边)	b (宽边)	A-a	B-b	A-a	B-b	A-a	B-b
0.90—1.90	2.00—3.75	0.28—0.35	0.25	0.24—0.37	0.29	0.34—0.47	0.37
	4.00—6.00	0.30—0.37	0.25	0.25—0.39	0.29	0.36—0.50	0.37
	6.30—8.00	0.31—0.39	0.25	0.26—0.40	0.29	0.38—0.52	0.37
	8.50—14.00	0.34—0.43	0.25	0.27—0.42	0.29	0.40—0.55	0.37
2.00—3.75	2.80—6.00	0.30—0.38	0.31	0.25—0.39	0.33	0.36—0.51	0.43
	6.30—10.00	0.33—0.41	0.31	0.27—0.41	0.33	0.40—0.54	0.43
	10.60—14.00	0.35—0.44	0.31				
	15.00—18.00	0.37—0.46	0.31				
4.00—5.60	5.60—10.00	0.36—0.45	0.40	0.30—0.45	0.42	0.43—0.58	0.52
	10.60—14.00	0.38—0.48	0.40				
	16.00—18.00	0.42—0.52	0.40				

注：玻璃丝包扁线的最大尺寸以扁导线标称尺寸加正公差或漆包扁线最大尺寸加绝缘最大厚度计算。

Y系列电机定子绕组采用温度指数为155的厚漆膜聚酯漆包圆铜线（型号为QZ-2），其性能符合GB6109.1-85《漆包圆绕组线一般规定》和GB6109.2-85《漆包圆绕组线——温度指数155的聚酯漆包圆铜线》的规定，见表1-6^[4]

表1-6

聚酯漆包圆铜线尺寸及性能

导线标称直径 (mm)	最小漆膜厚度 (mm)	最大外径 (mm)	偏差 ^① (\pm mm)	最小伸长率 (%)	铜导体电阻		最小击穿电压 (有效值) (V)
					最小值 (Ω /m)	最大值 (Ω /m)	
0.50	0.045	0.569	0.005	25	0.08462	0.08959	4 000
0.53	0.046	0.601	0.005	26	0.07539	0.07965	4 000
0.56	0.047	0.632	0.006	26	0.06736	0.07153	4 000
0.60	0.049	0.679	0.006	27	0.05876	0.06222	4 000
0.63	0.050	0.706	0.006	27	0.05335	0.05638	4 000
0.67	0.051	0.748	0.006	28	0.04722	0.04979	4 000
0.71	0.053	0.790	0.007	28	0.04198	0.04442	4 400
0.75	0.054	0.832	0.008	28	0.03756	0.03987	4 400
0.80	0.056	0.885	0.008	28	0.03305	0.03500	4 400
0.85	0.058	0.937	0.009	28	0.02925	0.03104	4 700
0.90	0.060	0.990	0.009	29	0.02612	0.02765	4 700
0.95	0.061	1.041	0.010	29	0.02342	0.02484	4 900
1.00	0.063	1.093	0.010	30	0.02116	0.02240	4 900
1.06	0.064	1.155	0.011	30	0.01881	0.01995	4 900
1.12	0.065	1.217	0.011	30	0.01687	0.01785	5 100
1.18	0.066	1.279	0.012	31	0.01519	0.01609	5 100
1.25	0.067	1.351	0.013	31	0.01353	0.01435	5 100
1.32 ^②	0.068	1.423	0.013	32	0.01214	0.01285	5 300
1.40	0.069	1.506	0.014	32	0.01079	0.01143	5 300
1.50	0.070	1.608	0.015	32	0.009402	0.009955	5 300
1.60	0.071	1.711	0.016	32	0.008237	0.008749	5 500
1.70	0.072	1.813	0.017	32	0.007320	0.007750	5 500

①偏差——在导体每个截面上测量的最大读数 and 最小读数之最大差值。

②Y系列设计时采用老标准，该数值为 ± 1.30 (GB1193-74)。

1. 1. 2 并绕根数

电机绕组的电流密度有一定的取值范围（例如：小型异步电动机定子绕组取 $3.2 \sim 7\text{A}/\text{mm}^2$ ；小型发电机定子绕组取 $5 \sim 7\text{A}/\text{mm}^2$ ；直流电机电枢绕组取 $3.5 \sim 5.5\text{A}/\text{mm}^2$ ；励磁绕组取 $3 \sim 5\text{A}/\text{mm}^2$ ）。当流过绕组的电流大到一定程度时，如果不采用多根并绕或增加并联支路，则电磁线的线径太粗，生产时难绕难嵌。通常当圆电磁线的线径 $\geq 1.6\text{mm}$ 时，则应采用并绕方法。在电机修理时，若找不到相应的线径，也可以改变并绕根数来满足所需导线截面积的要求。

设原来并绕的导线根数为 N ，单根导线线径为 d ，现将并绕导线根数改为 N' ，求相应的单根导线线径 d' ，则

$$d' = \sqrt{\frac{N}{N'}} d$$

例：Y180M-4 电动机，额定功率 18.5kW ，原来并绕的导线根数 $N=2$ ，导线线径 $d=1.18\text{mm}$ 。修理时无此线径，只有 $\phi 0.95$ 的导线，应采用几根并绕。

$$\text{由上式推得 } N' = \frac{d^2}{d'^2} N = \frac{1.18^2}{0.95^2} \times 2 = 3.085$$

所以取3根并绕。

1. 1. 3 线圈、线圈组、绕组

线圈是用相应绝缘等级的电磁线按一定形状在绕线模上绕制而成的。线圈是组成绕组的基本元件，可由一匝或多匝构成。线圈的直线部分嵌放在电机铁心槽内，电机中电磁能量转换主要是通过线圈进行的，所以将线圈的直线部分称为有效边。留在槽外的线圈称为线圈的端部，其作用是把线圈的两个有效边连接起来，它不能直接转换电磁能量。为了节省电磁线，在不影响电磁性能和工艺操作的条件下，尽量缩短线圈端部。端部形状有菱形和弧形两种，菱形多用于双层绕组，弧形多用于单层绕组。常用菱形线圈示意图如图1-1。

由多个线圈构成的一组单元称为线圈组；由多个线圈组构成一相绕组称相绕组，它们按一定规律嵌在电机铁心槽内，并按一定规律连接。

1. 1. 4 每极每相槽数

每极每相槽数(q)就是属于同一相，并位于同一磁极下的线圈（极相组）所占的槽数。

每极相组的线圈由一个或几个线圈顺接串联而成。

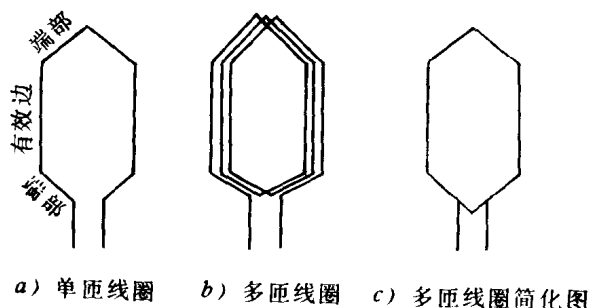


图1-1 常用菱形线圈示意图

$$\text{每极每相槽数 } q = \frac{Z_1}{2Pm}$$

式中： P ——极对数； Z_1 ——定子槽数； m ——相数。

若 q 为整数，称为整数槽绕组； q 为分数，称为分数槽绕组。

1. 1. 5 极 距

极距 (τ) 是指每一磁极所占圆周表面上的距离，以 τ 表示。对交流电动机，极距指相邻两磁极中心所跨占的槽距，以槽数表示。定子以铁心内圆表面的槽距计算；转子以铁心外圆表面的槽距计算。直流电机电枢极距与交流电机的转子相仿。

$$\tau = \frac{\pi D}{2P} \quad \text{或} \quad \tau = \frac{Z}{2P}$$

式中： D ——定子铁心内径或转子铁心外径，cm；

Z ——定子或转子槽数；

P ——极对数。

1. 1. 6 并联支路数

并联支路数用 a 表示。

1. 交流电机绕组并联支路数

(1) 双层绕组

1) 整数槽绕组可采用的并联支路数 a 应满足条件 $\frac{2P}{a} = \text{整数}$ (P ——极对数)，因此可用的最大并联支路数 $a_{\max} = 2P$ 。例如4极电机的最大并联支路数 $a_{\max} = 4$ 。

2) 满足对称条件的分数槽绕组，可采用的并联支路数 a 应满足条件 $\frac{2P}{ad} = \text{整数}$ (d ——每极相槽假分数的分母数)，所以可用的最大并联支路数 $a_{\max} = \frac{2P}{d}$ ；或者对于三相双层绕组 $a_{\max} = t$ (t ——槽数 Z_1 与极对数 P 的最大公约数， $\frac{Z_1}{3t} = \text{奇数}$)；或 $a_{\max} = 2t$ (当 $\frac{Z_1}{6t} = \text{整数}$)。

2) 单层绕组

当 $\frac{Z_1}{6t} = \text{奇数}$ 时， $a_{\max} = t$ ； $\frac{Z_1}{12t} = \text{整数}$ 时， $a_{\max} = 2t$ 。

2. 直流电机绕组并联支路数

(1) 叠绕组的并联支路数

组成一条支路的各个串联元件，其对应边处于同一主极下，组成 m_L 条并联支路。 m_L 称为叠绕组重路数。单、双叠绕组的 m_L 分别为1和2，所以绕组的并联支路数 $2a = 2m_L P$ 。

(2) 波绕组的并联支路数

组成一条支路的各个串联元件，其对应边处于同极性的主极下，组成 m_w 条并联支路。 m_w 称为波绕组重路数。单、双、三波绕组的 m_w 分别为1、2、3。绕组的并联支路数 $2a = 2m_w$ 。

(3) 蛙绕组的并联支路数