



海军舰艇机电教材

037 电器设备

一九七八年一月

通 知

此教材委托东海舰队编写,印发部队试用。望各部队在使用过程中及时提出意见,上报海司军训部,以便修改时参考。

海军司令部

一九七八年一月

目 录

第一章 电站	2
第一节 直流发电机	2
一、发电机的技术性能	2
二、发电机的结构	2
第二节 配电盘	11
一、配电盘的装置	11
二、配电盘的电路	30
第三节 岸电设备	34
一、岸电箱	34
二、整流器	35
第四节 电站的使用管理和常见故障	43
一、电站的使用管理	43
二、电站的常见故障	46
第五节 电站的维护保养	47
一、电器设备维护保养的基本要求	48
二、电站的维护保养内容	48
第二章 供电网路	51
第一节 供电网路中的设备	51
一、船用电缆	51
二、分电盘	52
三、应急接线器	53
第二节 供电概况	53
一、直接由主配电盘供电的设备	53
二、全艇分电盘的分布及供电部位	53
第三章 电力拖动	57
第一节 电力拖动基础知识	57
一、电动机	57
二、常用控制电器	59
三、电力拖动控制电路的基本环节	65
四、主要控制电器的维护保养	70
第二节 使用起动变阻器控制的电力拖动设备	72
一、起动变阻器的构造原理	72
二、BQ91-3 型起动变阻器控制电路	73
三、BQ91-1 型起动变阻器控制电路	74

第三节	消防泵	75
一、	按电流原则起动的控制电路	75
二、	按时间原则起动的控制电路	80
第四节	锚机	82
一、	概述	82
二、	控制电路	83
第五节	淡水泵及海水泵	89
一、	主要电气元件	89
二、	工作原理	91
第六节	空调装置	93
一、	主要电气元件	93
二、	工作原理	98
第七节	冷藏机	100
一、	主要电气元件	100
二、	工作原理	101
第八节	锅炉	101
一、	控制系统组成	103
二、	主要电气元件	104
三、	工作原理	105
第四章	灯光系统	111
第一节	照明系统	111
一、	系统中的装置	111
二、	正常照明系统	113
三、	应急照明系统	114
四、	低压照明系统	114
第二节	灯光信号系统	116
一、	航行灯	116
二、	信号探照灯	119
三、	桅顶灯	119
四、	红外线灯	120
五、	识别灯	120
六、	锚灯	120
七、	旗杆灯	120
第五章	弱电设备	121
第一节	蓄电池	121
一、	蓄电池的分布及用途	121
二、	蓄电池的充电	121
第二节	柴油发电机电力起动及充电系统	124
一、	6150 型柴油机电力起动及充电系统	124

二、4135 型柴油机电力起动及充电系统	130
第三节 主机附属弱电设备	132
一、传令钟	132
二、油水信号装置	142
三、离合器信号装置	144
四、大轴电力转速计	145
五、挡板阀电动装置	145
六、热电偶温度计	147
第四节 船内通讯系统	148
一、系统中的装置	148
二、各铃组系统	151
第六章 自动舵	157
第一节 概述	157
一、自动舵的基本工作原理	157
二、自动舵的三种控制	159
第二节 本型艇自动舵的性能和基本结构原理	161
一、自动舵的性能	161
二、自动舵的基本结构原理	162
第三节 自动舵的构造	163
一、操纵台	163
二、电机放大机组	178
三、减速传动装置	181
四、变流机组	184
五、调压盒	186
六、开关台	189
七、接线箱	189
八、应急开关盒	190
第四节 自动舵的电路	191
一、自动操纵电路	191
二、随动操纵电路	194
三、简单操纵电路	196
四、应急操纵电路	197
第五节 自动舵的使用保养及常发故障	200
一、自动舵的使用	200
二、自动舵的保养	201
三、自动舵的调节	201
四、自动舵的常发故障	202
第七章 消磁装置	209
第一节 舰艇消磁概述	209

一、地磁场与舰艇的磁化·····	209
二、舰艇消磁的种类及方法·····	210
三、本型艇消磁绕组的布设·····	213
第二节 消磁绕组的电流控制·····	215
一、纬度绕组和调整绕组的电流控制·····	215
二、航向水平绕组和航向纵剖绕组的电流控制·····	217
第三节 消磁装置的使用管理·····	240
一、消磁装置的使用·····	240
二、控制系统的常见故障及处理·····	243
三、消磁装置的保养及调整·····	245
第四节 磁罗经补偿装置·····	247
一、磁罗经补偿原理·····	247
二、磁罗经补偿装置的构造·····	247
三、磁罗经补偿装置的线路·····	251
四、磁罗经补偿装置的调整·····	251
附 火炮电传动装置·····	253
一、五七炮电传动装置·····	253
二、二五炮电传动装置·····	259
附表一、我国低压电器的型号表示法及其意义·····	260
附表二、全艇电机技术性能数据·····	262
附表三、本书电路常用图形文字符号·····	264

电器设备是舰艇装备的重要组成部分,我们必须认真地掌握它。

电器设备包括电源、配电系统及用电设备三部分。电源指发电机、蓄电池等;配电系统指配电盘及输电网络;用电设备属机电部门管理的包括电力拖动设备、灯光照明设备、弱电设备及消磁装置等。本教材分六章介绍 037 型艇属机电部门管理的电器设备;对于《电工基础》上已讲述的一般电学基础,本教材不再重复阐述。

本型艇电器设备是以直流 110 伏作为主要电源,蓄电池作为安全、应急及弱电设备的电源。为了适应航行、停泊不同功率要求,艇上设有三个电站,其中两台是航行发电机,一台是停泊发电机。在战斗、航行中,只要一台航行发电机供电,即可满足用电需要;在特殊情况下,一台发电机供电不够时,可实行两台发电机并联供电。三个电站通过前、后主配电盘及停泊配电盘向全艇各用电部位送电,供电网络采用馈线制,重要用电部位如雷达、声纳、舵机、电航仪器、无线电、火炮、消磁装置等,均由两个主配电盘两路供电,以便一路损坏时能迅速转换电源。电力拖动设备除简单小功率的电动机采用直接起动或手动变阻器起动控制外,较大功率的电动机均用磁力起动器(磁力站)自动控制。舵机及消磁装置均采用较精密的自动控制,但也能转换成手动操纵。除了正常照明系统外,为了保证重要舱室照明,还设有自动转换的 24 伏应急照明系统。在后机舱还设有一套容量不大的整流设备,以便接用岸上交流电时,整流后供日常设备使用。所有电器设备都考虑到船上潮湿、振动、倾斜等工作条件。

第一章 电 站

电站由发电机及配电盘组成。发电机提供电源，配电盘控制电能的分配。本型艇设有三个电站。

第一节 直流发电机

本型艇三台发电机，按次序分别称一、二、三号发电机，其中一号发电机位于前机舱中央，二号发电机位于后机舱左舷。一、二号发电机为航行发电机，均属 Z2C-101 型，由 6150 型柴油机拖动；三号发电机为停泊发电机，位于后机舱右舷，属 Z2C-82 型，由 4135 型柴油机拖动。

本节主要介绍发电机的主要技术性能、结构及常见故障处理。

一 发电机的技术性能

三台发电机均为直流轻复激发电机，具有四个主磁极和四个换向极。其特点是由空载到满载过程端电压基本保持稳定。

Z2C-101 型发电机的技术性能

额 定 功 率	90 千瓦	励 磁 方 式	复激
额 定 电 压	115 伏	励 磁 电 压	115 伏
额 定 电 流	783 安培	励 磁 电 流	6.7 安培
额 定 转 速	1450 转/分	额 定 工 作 方 式	连续
防 护 型 式	防滴式	额 定 温 升	80 ℃

Z2C-82 型发电机的技术性能

额 定 功 率	35 千瓦	励 磁 方 式	复激
额 定 电 压	115 伏	励 磁 电 压	115 伏
额 定 电 流	305 安培	励 磁 电 流	5.18 安培
额 定 转 速	1450 转/分	额 定 工 作 方 式	连续
防 护 型 式	防滴式	额 定 温 升	80 ℃

二 发电机的结构

Z2C-101 型和 Z2C-82 发电机构造基本相同，本节以 Z2C-101 型发电机为主讲述发电机的构造。

发电机的结构可分为固定部分和转动部分。固定部分也称定子，它由机座、主磁极、换向极、端盖及电刷装置等组成。转动部分也称转子，它由电枢、换向器、风扇及转轴等组成。Z2C-101 型及 Z2C-82 型发电机的结构分别如图 1-1、图 1-2 所示。

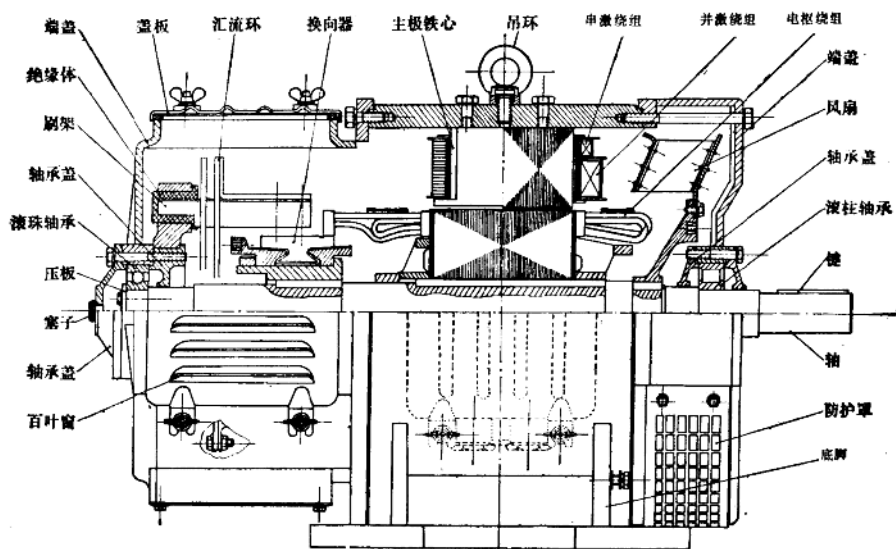


图 1-2 Z2C-82 型发电机结构图

(一) 固定部分

1. 机座(图 1-3)。

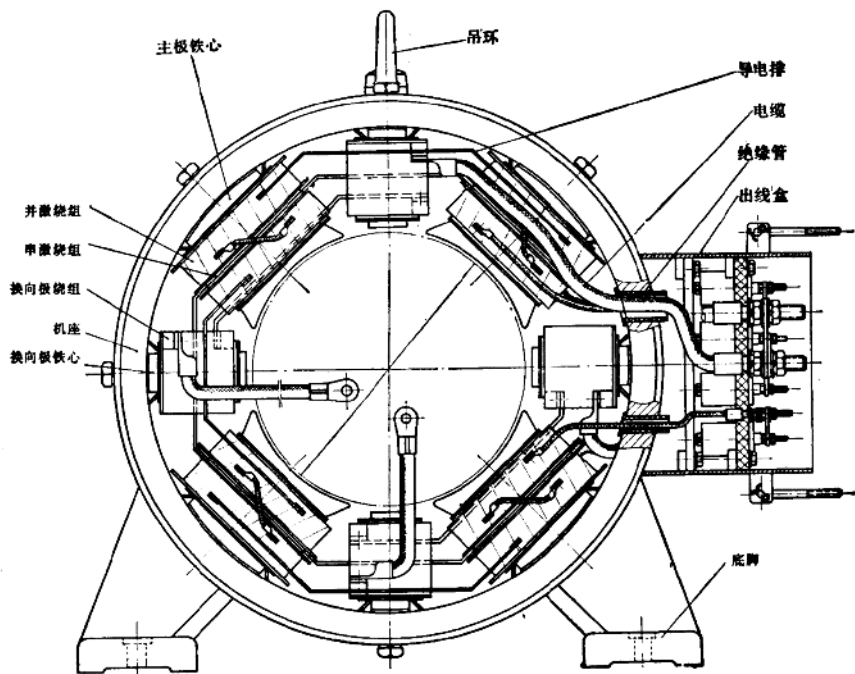


图 1-3 机座

机座用来固定主磁极、换向极和端盖等部件，它靠底脚固定在机架上。机座用钢铸成，具有良好的导磁性及机械强度。它不仅是发电机的外壳，作为保护与支撑结构，同时又是磁路的一部分。

机座两端有前后端盖，端盖也用钢铸成，中间安装滚动的轴承，在换向器一端的端盖上设有观察孔，可检查电刷的换向情况。

机座的右侧有出线盒，用以联接发电机电路。出线盒中还装有滤波电容器，使交流部分旁通，以防止高频电流对无线电接收的干扰。

2. 主磁极

主磁极的作用是产生磁场。四个主磁极用螺栓对称装在发电机的机座内，如图 1-4 所示，主磁极由主极铁心和激磁绕组构成。

(1) 主极铁心：Z2C-101 型发电机的主极铁心如图 1-5 所示，它是用一毫米厚的薄钢片迭压后，用六只铆钉铆紧而成（Z2C-82 型发电机的主极铁心是用四只铆钉铆成）。主极铁心靠近转子的一面称极掌，靠近机壳的一面称为极背，中间部分叫极身，极掌比极身宽，且成弧形，其目的是使磁通容易通过空气隙和改善磁通的分布情况，极身上套有激磁绕组。

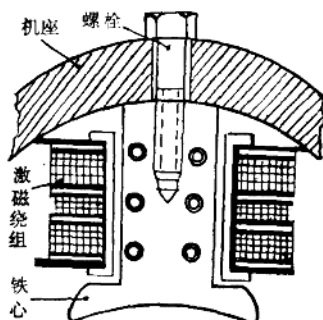


图 1-4 主磁极

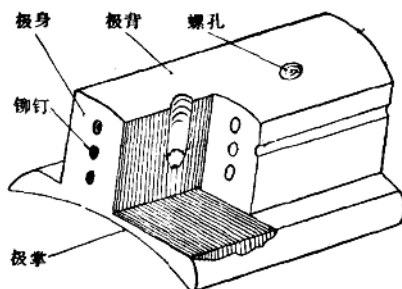


图 1-5 主极铁心

(2) 激磁绕组：Z2C-101 型发电机的激磁绕组由两只相串联的并激绕组和一只串激绕组组成，其结构如图 1-6 所示。两个并激绕组用单根直径 1.81 毫米和 1.95 毫米两种聚脂漆包圆铜线分别绕制，500 匝。串激绕组每组用 5.1×1.95 毫米单根裸扁铜线绕在两并激绕组的中间，共绕三匝。两种绕组绕好后紧套在线架上，绕组与绕组支撑之间用聚脂薄膜玻璃漆布和云母板绝缘，两种绕组之间有绝缘垫板。

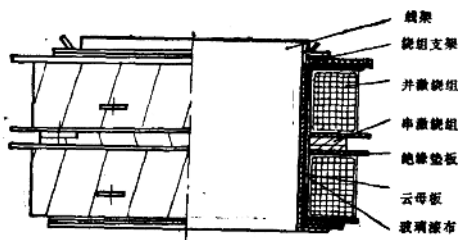


图 1-6 激磁绕组

3. 换向极

换向极的主要作用是改善换向。四个换向极对称地安装在两相邻主磁极之间中心线上,它由换向极铁心和换向极绕组构成(见图 1-3)。

(1) 换向极铁心: 由于换向极极掌与转子有较大的气隙(Z2C-101型发电机的气隙为 6.2 毫米,Z2C-82型发电机为 4 毫米),因此涡流影响不大,而且形状比较简单,所以换向极铁心用整块 G3 型钢加工而成。铁心极背有两个安装用的螺孔。

(2) 换向极绕组: 换向极绕组与电枢绕组相串联,所以通过换向极绕组的电流即为电枢电流。由于电流比较大,因此换向极绕组的导线截面积较大,而匝数较小。两种发电机的换向极结构相同,只是绕组的规格和匝数不同。换向极绕组如图 1-7 所示,绕组与绕组支撑之间垫有两层聚脂薄膜玻璃漆布和两层云母板及两块绝缘垫块。上下两边垫有绝缘衬垫和绝缘垫板。

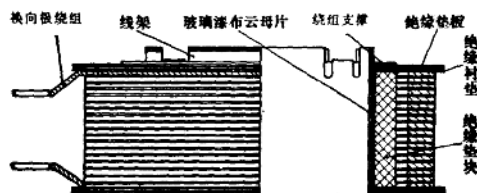


图 1-7 换向极绕组

4. 电刷装置

电刷装置的作用是通过固定的电刷和旋转的换向器之间的滑动接触,将电枢的电流引出发电机。

电刷装置由电刷、弹簧、刷握、刷杆和刷杆座等组成,如图 1-8 所示。发电机共有四个电刷架,每个电刷架的刷握内并排装有多电刷(Z2C-101 型发电机的电刷为五个,Z2C-82 型发电机的电刷为四个),电刷靠弹簧的压力压在换向器上,借铜丝辫将电枢电流从电刷通到刷杆上,再通过汇流环将电流引至出线盒内。刷杆装在刷杆座上,它们之间是彼此绝缘的,刷杆座

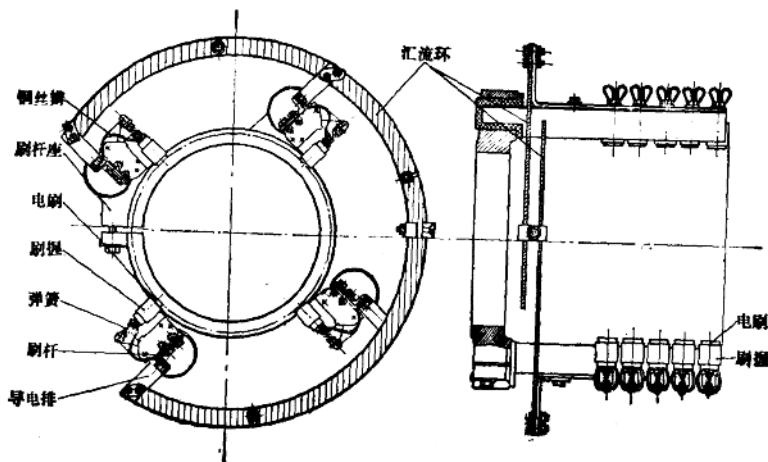


图 1-8 电刷装置

用螺栓固定在轴承盖上,松开刷杆座上的固定螺栓,转动刷杆座即可调整电刷位置。

(二) 转动部分

1. 电枢铁心

电枢铁心的主要作用是放置电枢绕组和构成磁通路。电枢铁心是个圆柱体,为了减少磁滞与涡流损耗,电枢铁心是用2.2毫米厚相互绝缘的硅钢片迭成,冲片形状如图1-9所示。中间有同转轴定位的键槽。为了加强电机的冷却,冲片上有轴向通风孔,四周有供嵌装电枢绕组用的齿槽。整个铁心用键固定在转轴上,两边用压圈压紧固定,如图1-10所示。

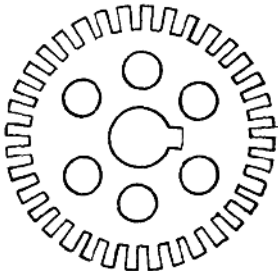


图1-9 电枢铁心冲片

2. 电枢绕组

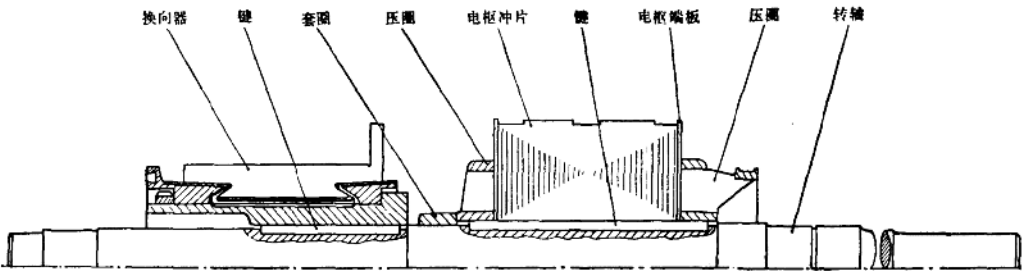


图1-10 电枢铁心与转轴

电枢绕组的作用是产生感应电势,使发电机实现能量转换。电枢绕组通常是将绝缘铜线在模型上绕成一定形状的元件,如图1-11所示,然后再将绕组元件嵌入电枢铁心外缘的齿槽中。由于绕组各线圈具有不同的电位,所以绕组与铁心及线圈相互之间都要很好绝缘。为了防止绕组在电枢旋转时由于离心力而飞散出来,因此槽口用环氧酚醛玻璃层压板制成的槽楔封住,而伸出槽外的绕组端线部分,则用环氧酚醛无纬玻璃丝带或钢丝带扎紧在绕组支架上。绕组端接头按一定规则焊接在换向片的接线槽中。

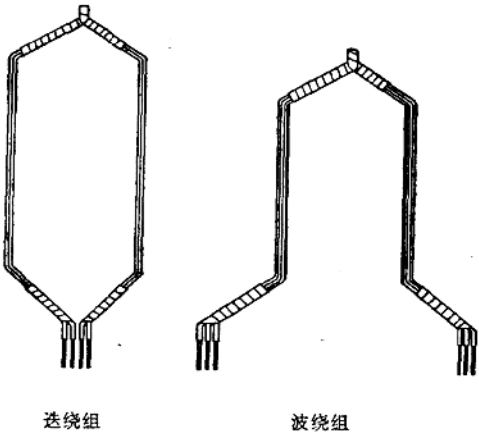
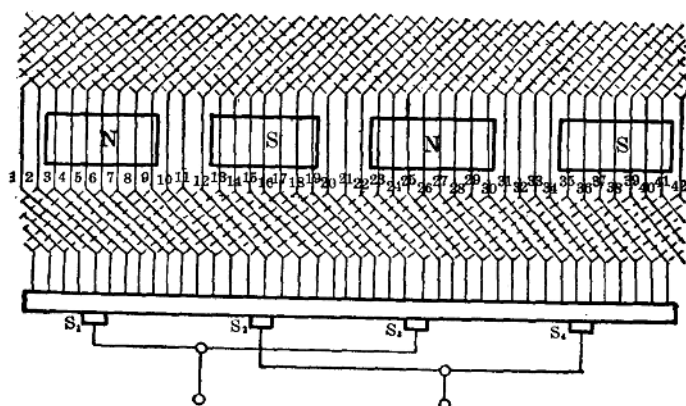


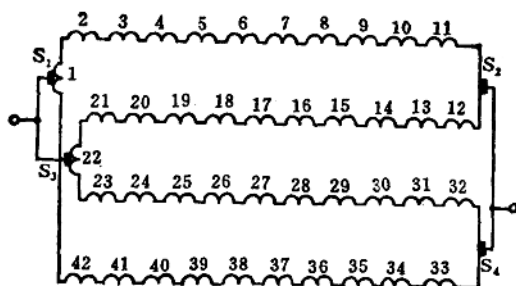
图1-11 电枢绕组元件

Z2C-101 型发电机电枢绕组用单迭绕法联接, Z2C-82 型发电机电枢绕组则用单波绕法联接。

Z2C-101 型发电机电枢共 42 个槽, 每个实槽由两个虚槽组成, 换向片共 84 片, 换向器节距为 1, 槽节距为 10。图 1-12(1) 为电枢绕组展开图, (2) 为绕组联接简化原理图。其联接方法



(1) 电枢绕组展开图

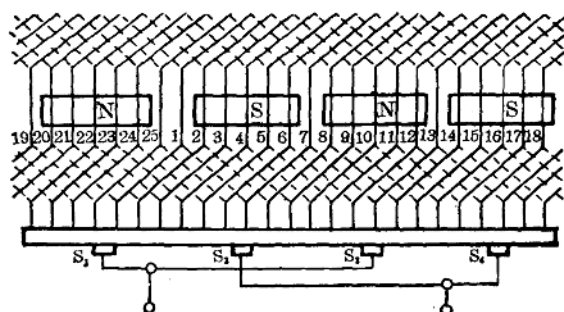


(2) 绕组联接简化原理图

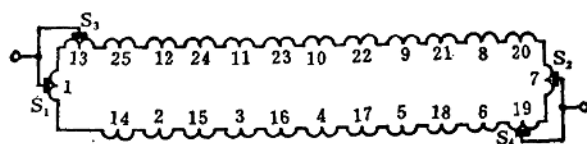
图 1-12 Z2C-101 型发电机电枢绕组线路

是将第一只元件的下层边与第二只元件的上层边通过换向片接在一起, 并且第二只元件的上层边就嵌在第一只元件上层边的隔壁的虚槽内, 然后第三只、第四只元件依次一直下去, 最后与第一只元件通过最后一个换向片联成闭合回路。每只绕组元件两边相隔一个极距 (绕组一边若处于 N 极下, 另一边则处于 S 极下), 将同一磁极下的绕组依次串联起来组成一条支路, 所以迭绕组支路等于磁极数。

Z2C-82 型发电机电枢共 25 个槽, 每个实槽由三个虚槽组成, 换向片共 75 片, 换向节距为 37, 槽节距为 6。图 1-13(1) 为电枢绕组展开图, (2) 为绕组联接简化原理图。其联接方法是将第一只元件的下层边与第二只元件的上层边通过换向片联接在一起, 而第二只元件的下层边放在另一对磁极下, 与第一只元件相距接近两个极距, 按同样节距与下一只相应元件联接后就绕过一周, 再按同样方法绕接第二周、第三周……, 直至把所有元件联接完, 最后一只元件的下层边恰好与第一只元件的上层边通过最后一个换向片联接在一起, 形成闭合回路。这种联接



(1) 电枢绕组展开图



(2) 绕组联接简化原理图

图 1-13 Z2C-82 型发电机绕组线路

方法,始终象水波一样朝一个方向向前延伸,故称为波绕组。将相同极性各个磁极下的元件串联起来组成一个支路,所以波绕组只有二个支路。

3. 换向器

换向器的作用是使电枢产生的交流电势变换成直流电势,并将电枢电能引出去。换向器位于电枢的一端用键固定在转轴上,其结构如图 1-14 所示,它是由许多截面为梯形的铜片组成一个圆柱体。101 型发电机换向器铜片共 84 片,82 型发电机共 75 片,每片间都用 0.8 毫米的云母片绝缘。换向器铜片的形状如图 1-14 右边所示,外缘是与电刷相接触的光滑圆柱面,靠近电枢的一端凸出部分铣有槽,以便焊接电枢绕组;内缘成燕尾状,用螺母及 V 形环固定紧,在铜片与 V 形环、套筒之间均有绝缘垫片。

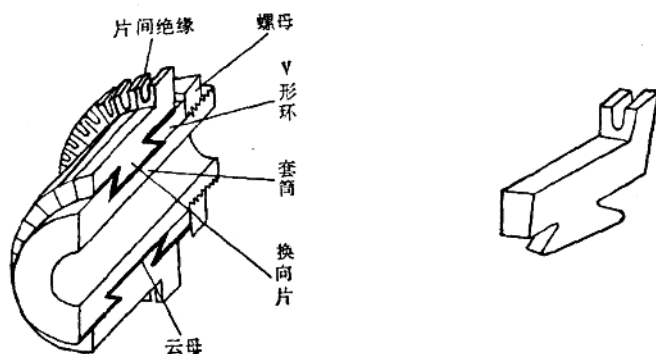


图 1-14 换向器

发电机的技术数据见表一。

表一 发电机技术数据

长度单位: 毫米

项 目		Z2C-101	Z2C-82
电 枢	槽数	42	25
	槽斜度	1 槽	
	导线线规	双玻璃丝 $2 \sim 2.63 \times 6.4$ $2 \sim 2.96 \times 6.73$	$2 \sim 2.63 \times 5.1$ $2 \sim 2.9 \times 5.31$
	每槽线数	4	6
	每圈匝数	1	1
	槽节距	1~11	1~7
	线圈总数	2×42	25×3
	绕组类别	单迭绕	单波绕
	换向片节距	1~2	1~38
	平均线长	560	435
	电阻(25℃)	0.00363	0.01375
	绝缘规范	B	B
均压线	线数	50%	
	换向片节距	1—43	
	线规	$1 \sim 2.63 \times 5.9$	
换向器	外径×内径	230×156	180×120
	总长	225	145
	片数	84	75
	云母片厚	0.8	0.8
	铣槽	2	1.6
主磁极	极数 材料	4 薄钢板	4 薄钢板
	气隙	2.5	2
	垫片	0.5厚3张	
磁轭	材料	磁钢	铸钢
	外径×内径	655×575	495×440
	长度	400	325
电刷	材料	DS-14电化石墨	DS-72电化石墨
	每臂刷数	5	4
	尺寸 阔×长×高	$25 \times 32 \times 35$	$16 \times 25 \times 35$
换向极	极数	4	4
	材料	钢板	钢板
	气隙	6.2	4
	垫片	0.35厚2张	
轴承			前6310 后N311

项 目		Z2C-101			Z2C-82		
磁 场 线 圈		并 激	串 激	换 向	并 激	串 激	换 向
	个数	4	4	4	4	4	4
	并联路数	1	2	1	1	1	1
	导线	聚脂漆包线	裸	裸	聚脂漆包线		
	线规	1~ ϕ 1.81 1~ ϕ 1.93	1~5.1×1.95	2~5.1×1.95	1~ ϕ 1.35 1~ ϕ 1.39	3.53×16.8	3.53×16.8
	每极匝数	500	3	6.5	480	2.5	11.5
	层数×每层匝数	(15×17)×2	1×3	1×6.5	13×38	1×3	1×11.5
	电流	6.7	790	790	5.18	309	309
	平均匝长	766	749	586	578	571	430
	电阻(25℃)	12.96	0.000505	0.0017	17.15	0.00228	0.00716
	绝缘规范	ONY·B	ONY·B	ONY·B	ONY·B	ONY·B	ONY·B

第二节 配 电 盘

配电盘又称配电板,用以控制发电机并将发电机电能分配给各用电设备。其具体功用:一是控制发电机的电压及配电、断电;二是供电给各用电设备;三是测量发电机各种参数;四是实行发电机并联工作及负载转换;五是当供电系统发生故障时,保护发电机的安全。

本型艇上有三个配电盘,分别称为前主配电盘、后主配电盘和停泊配电盘。前主配电盘安装在操纵室(也称操纵室配电盘),后主配电盘安装在后机舱的左舷后段,分别控制一、二号发电机工作及对各用电设备供电。为便于控制一、二号发电机并联工作,在前主配电盘上还有控制二号发电机的设备。停泊配电盘安装在后机舱右舷后段,用以控制三号发电机的工作及供电,并能接受岸电电源。

三个配电盘均为防护式,是由钢质构架和铝合金面板构成。配电盘上装有电源开关、联通开关、逆流继电器、供电开关、磁场变阻器(也称调压器)、充磁按钮、测量仪表及转换开关等。

一、配电盘的装置

(一) 汇流条

汇流条是装在配电盘后边的扁平裸铜条,它是供电网路的母线。汇流条有三条:一条是正极线,涂以红漆为标志;一条是负极线,涂以绿漆为标志;一条是均压线,涂以黄漆为标志。

(二) 电源及连通开关

1. 前后主配电盘电源开关

前后主配电盘电源开关用以使一、二号发电机投入及撤出供电网路,它具有短路瞬动、过载延时、脱扣延缓动作等保护作用。开关既可通过杠杆进行手动闭合或分断,也能用按钮在远距离使之分断。前后主配电盘各有一个电源开关,均属 DW₁-800/34 型自动开关,其结构如图 1-15 所示,主要由触头部分、操纵机构、保护装置等组成。

下面介绍电源开关的结构及工作原理。

(1) 触头部分