

船用直流电机技术条件

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用直流电机的基本参数、技术要求、试验方法以及标志和包装运输的要求。
本标准适用于除甲板机械用直流电机以外的各种类型船用直流发电机和船用直流电动机。

2 引用标准

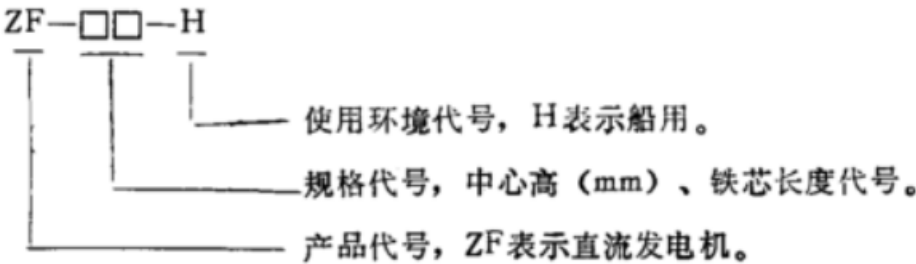
- 中国船级社钢质海船入级与建造规范（1989年版）
- GB 191 包装储运指示标志
 - GB 755 旋转电机基本技术要求
 - GB 756 电机 圆柱形轴伸
 - GB 997 电机结构及安装型式代号
 - GB 1311 直流电机试验方法
 - GB 1971 电机 线端标志与旋转方向
 - GB 1993 电机冷却方法
 - GB 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 试验Db：交变湿热试验方法
 - GB 2423.16 电工电子产品基本环境试验规程 试验J：长霉试验方法
 - GB 2423.17 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ka：盐雾试验方法
 - GB 2829 周期检验计数抽样程序及抽样表
 - GB 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 噪声工程测定方法
 - GB 10068.1 旋转电机振动测定方法及限值 振动测定方法
 - GB 7060 船用电机基本技术要求
 - GB 4772 电机尺寸及公差
 - GB 4831 电机产品型号编制方法
 - JB 2759 机电产品包装通用技术条件
 - JB 4159 热带电工产品通用技术条件

3 型式、基本参数、尺寸

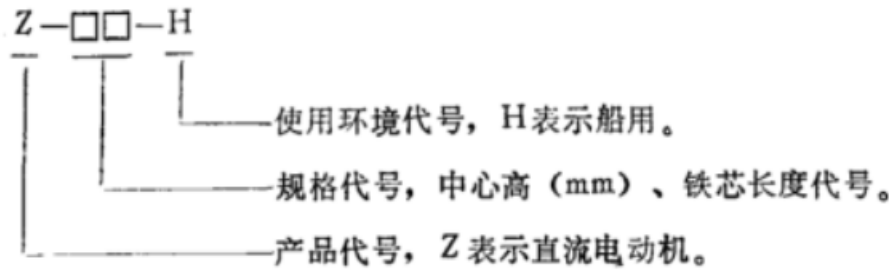
3.1 型号规定

船用直流电机的型号编制应按GB 4831的规定进行；型号编制举例：

a. 船用直流发电机型号



b 船用直流电动机型号



3.2 外壳防护型式

船用直流电机的外壳防护型式为IP22, IP23, IP44。

3.3 冷却方式

船用直流电机冷却方式按GB 1993的规定一般为IC01, IC06, IC0141, IC0041。

3.4 结构及安装型式

船用直流电机的结构及安装型式按GB 997的规定, 一般为:

IM 1001 (IMB3) ; IM 2001 (IMB35) ; IM 1002; IM 1003; IM 1004; IM 2002; IM 3001 (IMB35) ; IM3011 (IMV1) 。

3.5 船用直流电机的额定功率

3.5.1 船用直流电动机应按下列额定功率制造

0.25; 0.37; 0.55; 0.75; 1.1; 1.5; 2.2; 3; 4; 5.5; 7.5; 11; 15; 18.5; 22; 30; 37; 45; 55; 75; 90; 110; 132; 160; 185; 200; 220; 250; 280; 315; 355; 400; 450 kW。

3.5.2 船用直流发电机应按下列额定功率制造

0.75; 1.1; 1.5; 2.2; 3; 4; 5.5; 7.5; 11; 15; 18.5; 22; 30; 37; 45; 55; 75; 90; 110; 132; 160; 185; 200; 220; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500 kW。

3.6 船用直流电机的额定电压

3.6.1 船用直流发电机的额定电压一般为 28; 115; 230; 460V。

3.6.2 船用直流电动机的额定电压一般为 24; 110; 220; 440V。

3.7 船用直流电机转速

船用直流电动机和直流发电机的同步转速一般为 3000;1500;1000;750;600;500;400r/min。

3.8 定额

船用直流电机的定额以S1工作制为基准的最大连续定额。特殊需要可在产品技术条件中另行规定。

3.9 励磁方式

船用直流电机励磁方式为复励、并励或他励, 特殊需要可在相应产品技术条件中另行规定。

3.10 尺寸参数

3.10.1 电机的安装尺寸及外形尺寸应符合GB 4772的规定。

3.10.2 电机安装尺寸公差应符合GB 4772.1的规定。

3.10.2.1 电机轴伸长度一半处径向圆跳动公差应不大于表1的规定。

表 1 mm

轴伸公称直径D	≤18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120
径向圆跳动公差值	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08

3.10.2.2 凸缘止口直径 (N) 对轴中心线的径向圆跳动及凸缘支承面对轴中心线垂直面的端面跳动应

不大于表 2 的规定

表 2 mm

凸缘止口公称直径 N	>60~95	>95~230	>230~450	>450~680
凸缘止口及支承面的 圆跳动公差值	0.08	0.10	0.125	0.16

4 技术要求

4.1 船用直流电机的外壳、转轴等材料的要求应符合GB 7060的规定，并应具备制造前的材料材质报告。

4.2 船用直流电机应按规定程序批准的图样及技术文件制造。

4.3 环境条件

4.3.1 船用直流电机应能在下列环境条件下正常工作

- a. 环境空气温度为-25~+50℃；
- b. 空气相对湿度为95%，并有凝露；
- c. 有盐雾、油雾、霉菌和海水的影响；
- d. 倾斜摇摆
 - 横摇 22.5°
 - 横倾 15°
 - 纵倾 10°。

4.3.2 船舶在营运中有冲击和振动的影响时，船用直流电机应能正常工作。螺钉不应断裂，刷盒不应变形和错位，电刷不应有碎裂现象。

4.4 船用直流电动机在GB 7060规定的电压变化下应能可靠工作。

4.5 温升

4.5.1 船用直流电机绕组的绝缘材料必须具有耐潮、耐热和耐油的性能。在50℃环境温度下额定运行时，其各部分的温升限值应不大于表 3 的规定：

表 3 K

序号	电机部件	B 级 绝 缘		F 级 绝 缘		H 级 绝 缘	
		温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法
1	电枢绕组及磁场绕组		70		90		115
2	单层换向极绕组		80		90		115
3	换向器	70		75		95	
4	与绕组接触的铁芯及其他部件	在任何情况下不应使其本身或邻近的绝缘或其他材料有损坏危险的数值出现					

4.5.2 轴承的允许温度应不超过下述值：

- 滚动轴承 90℃
- 滑动轴承 80℃

4.6 换向

4.6.1 船用直流电机在从空载（对不允许空载的电机，从1/4负载起）到额定负载的所有情况下，火花

应为 $1 \sim 1\frac{1}{4}$ 级；在短时过电流或短时过转矩（发电机承受150%额定转矩、电动机承受160%额定转矩）时，火花应不超过 $1\frac{1}{2}$ 级。短时定额和断续定额的船用直流电机在从空载到额定负载的所有情况下，火花应不超过 $1\frac{1}{4}$ 级 $\sim 1\frac{1}{2}$ 级。

4.6.2 除了须移动电刷调节转速外，船用直流电机的电刷在换向器上的位置从空载到过电流或过转矩的所有情况下，均应保持在制造厂所规定的位置上。

4.7 船用直流电机在热状态和额定电压下，应能承受下述规定的过电流或过转矩。此时绕组温升不计，但电机不应有异常噪声或振动，也不应损坏或发生有害变形。

4.7.1 发电机过载150%额定电流，历时15s。

4.7.2 电动机过载160%额定转矩（在设备有限制时，可用160%额定电流代替），历时15s。

4.8 船用直流发电机在励磁绕组接近工作温度、转速为额定、磁场变阻器位置不变的情况下，由额定负载至空载及由空载至额定负载时，发电机电压调整率按下式计算，其结果应不大于表4的规定。

$$\text{电压调整率 } \Delta u = \frac{U_0 - U_H}{U_H} \%$$

式中： Δu ——发电机电压调整率，%；

U_0 ——空载电压，V；

U_H ——额定电压，V。

表 4

电 机 功 率 kW	电 压 调 整 率 %
≤ 11	+7 -3
11~75	+5 -3
> 75	+2 -3

4.9 船用直流发电机电压负载特性

4.9.1 对额定功率为55kW以上的并励发电机，应在满载时电压整定至额定值，突然卸去负载，不应使稳定电压的增加超过额定电压的15%；在满载或空载时，电压均不应大于空载电压。

4.9.2 对复励发电机，在考虑原动机转速调整率为3%~5%以内，满载时转速调整到额定值且为热态的情况下，20%负载时，电压偏差应在额定电压的 $\pm 1\%$ 以内；满载时，电压偏差应在额定电压的 $\pm 2.5\%$ 以内。在20%负载至满载之间的电压负载特性的上升和下降调压曲线的平均值与额定电压的差异应不大于4%。

4.10 船用直流电动机的励磁绕组接近工作温度时，从满载到空载保持电压不变，电动机的转速调整率应符合表5的规定：

表 5

折算到 1000 r/min 的功率 kW	转速调整率 % Δn
<0.67	+18 0
0.67~2.5	+15 0
2.5~10	+12 0
≥ 10	+10 0

4.11 船用直流电动机在满载且达到工作温度时的转速容差应不大于表 6 的规定:

表 6

折算到 1000 r/min 的功率 kW	转速容差 %
<0.67	± 15
0.67~2.5以下	± 10
2.5~10以下	± 7.5
10及以上	± 5

4.12 船用直流电机在功率、电压和转速为额定值时,其效率的保证值应符合产品技术条件的规定,其效率的容差应符合GB 755的规定。

直接法(即输入输出法):为 $-0.15(1-\eta)$,最小为 -0.07 。

间接法(即损耗分析法):

a. 额定功率在55kW以下者为 $-0.15(1-\eta)$;

b. 额定功率在55kW以上者为 $-0.10(1-\eta)$ 。

4.13 船用直流电机绕组的绝缘电阻,在热态时应不小于 $2\text{ M}\Omega$;在冷态下应不小于 $5\text{ M}\Omega$ 。

4.14 船用直流电机在空载情况下,应能承受历时 2 min 的超速试验而不发生有害变形。试验时的转速,对电动机为最高转速的 120% ;对发电机为额定转速的 120% 。

4.15 船用直流电机绕组应能承受 1000 V 再加2倍额定电压的耐电压试验,但最低为 1500 V 的耐压试验,历时 1 min ,而绝缘不被击穿,试验电压的频率为 50 Hz ,波形尽可能为正弦波。

4.16 同一台直流电机不应重复进行耐电压试验,但用户提出要求时,则在安装之后、开始运行之前,允许在安装地点再进行一次耐电压试验,其试验值应为4.15条规定值的 80% ,试验前应先测量绝缘电阻。

4.17 船用直流电机的电枢绕组匝间绝缘的耐电压检测用片间法按下述规定时间(或次数)施加冲击电压来比较波形,应无故障发生。

4.17.1 对下线前的不同的线圈,施加的工频试验电压(有效值)应不低于 530 V ,直流试验电压应不

低于960 V，试验时间为1～3 s。

4.17.2 对下线前同一线圈，施加冲击电压峰值应不低于100 V，冲击次数应不少于5次。

4.17.3 对线圈下线后、浸漆前施加的冲击电压峰值应不低于500 V，冲击次数应不少于5次。

4.18 船用直流电机如因设备原因无法进行冲击电压试验，可采用短时升高电压试验。这时，应在空载情况下将电压提高至额定电压的130%，历时5 min，应不发生故障。

4.19 船用直流电机在空载时测得的A计权声功率级的噪声限值应不超过表7的规定：

表 7

功 率 kW	额 定 转 速 r/min				
	≤960	>960～1320	>1320～1900	>1900～2360	>2360～3150
	声 功 率 级 dB(A)				
≤1.1	73	76	77	79	81
>1.1～2.2	74	78	81	83	85
>2.2～5.5	77	81	85	86	89
>5.5～11	81	85	88	90	93
>11～22	84	88	91	93	96
>22～37	87	91	94	96	99
>37～55	90	94	97	98	101
>55～110	93	97	100	101	103
>110～220	97	100	103	103	105
>220～500	99	103	106	106	107

4.20 船用直流电机在空载时测得的振动速度最大有效值应符合表8的规定。

表 8

mm/s

额 定 转 速 <i>n</i> r/min	振 动 速 度 最 大 有 效 值		
	45<H≤132	132<H≤225	225<H
600< <i>n</i> ≤1800	1.8	1.8	2.8
1800< <i>n</i> ≤3600	1.8	2.8	4.5

4.21 有并联运行要求的船用直流发电机应能稳定运行，且当负载在各发电机总额定负载20%～100%的范围内变化时，各发电机所承担的负载与总负载按其额定功率比例分配值之差，应不超过最大发电机额定功率的±12%、不超过最小发电机额定功率的±25%，该负载分配应不致引起较小机组过载运行。

4.22 船用直流电机应具有耐潮性，经55℃、6周期交变湿热试验后，应满足下列要求：

4.22.1 电机绕组对机壳和绕组间的绝缘电阻值应不低于GB 7060中5.8.1条的规定。

4.22.2 电机绕组应能承受历时1 min的耐电压试验且不发生击穿，试验电压的有效值为4.16条中规定的试验电压的85%。

4.22.3 电机金属电镀件化学处理件的外观应符合JB 4159规定的三级要求。

4.22.4 电机表面油漆外观质量不得低于JB 4159规定的三级要求。

4.22.5 附着力测定不超过JB 4159规定的二级要求。

4.22.6 绝缘材料、塑料等零部件的外观质量不得低于JB 4159规定的三级要求。

4.23 船用直流电机绕组和绝缘零件的材料应具有一定的防霉能力，经试验后应达到GB 2423.16 规定

的二级要求。

4.24 船用直流电机的金属电镀件和化学处理件，应具有耐盐雾性能，经盐雾试验后应符合JB 4159的规定。

4.25 船用直流电机应在4.3.1条规定的使用条件下进行试验。试验后，轴承温度应不超过4.5.2条的规定，且不应有润滑油(脂)的泄漏。

4.26 船用直流电机在出线盒中应设有电容器，电容器容量大小使其运行时所产生的工业无线电干扰的端子电压允许值应符合GB 7060的规定。

4.27 结构要求

4.27.1 若有需要，对30kW以上的电机，应考虑设置加油孔、排油槽。

4.27.2 若有需要，应考虑设置加热器，加热器的容量应使机壳内部温度较外部温度高5℃。设计与安装时应考虑其加热温度不致超过附近绝缘的允许温度。

5 试验方法

船用直流电机的试验方法应按GB 1311及GB 7060规定的各类试验方法进行

6 检验规则

6.1 通则

船用直流电机须经检验合格后才能出厂，并附有产品检验合格证（包括船检证书）。

9.2 抽样及合格质量水平

船用直流电机检验抽样和抽样程序按GB 2829的规定，选用正常检验中的S—4特殊检验水平，合格质量水平AQL为2.5。

9.3 检验分类

船用直流电机检验分为检查试验和型式试验。

6.3.1 每台船用直流电机应按表10规定的项目进行检查试验。

6.3.2 船用直流电机凡遇下列情况之一，必须进行型式试验：

- a. 当产品试制完成时；
- b. 当船用直流电机的设计、工艺或材料上的变更足以引起某些特性和参数
- c. 当检查试验结果与从前所进行的型式试验结果发生不允许的偏差时；
- d. 成批生产的电动机，应每两年进行一次型式试验。

6.3.3 船用直流电机型式试验项目应按表10的规定

表 10

序 号	试 验 项 目	直流发电机 试验分类		直流电动机 试验分类	
		检 查	型 式	检 查	型 式
1	机械性能检查—轴承、内外外观质量	✓	✓	✓	✓
2	绕组对机壳及其相互间冷态绝缘电阻的测定	✓	✓	✓	✓
3	绕组在实际冷却状态下直流电阻的测定	✓	✓	✓	✓
4	耐电压试验	✓	✓	✓	✓
5	片间匝间冲击试验或短时升高电压试验	✓	✓	✓	✓
6	振动测定	✓	✓	✓	✓
7	空载特性的测定	✓	✓	✓	✓
8	额定负载试验	✓	✓	✓	✓
9	超速试验	✓	✓	✓	✓
10	短时过电流试验	✓	✓		
11	短时过转矩试验			✓	✓
12	电压负载特性的测定	✓	✓		
13	转速调整率测定			✓	✓
14	绕组对机壳及绕组相互间热态绝缘电阻测定		✓		✓
15	温升试验		✓		✓
16	盐雾试验		✓		✓
17	交变湿热试验		✓		✓
18	噪声的测定		✓		✓
19	耐霉试验		✓		✓
20	安装尺寸及外形尺寸检查		✓		✓
21	外壳防护型式试验		✓		✓
22	倾斜试验		✓		✓
23	效率的测定		✓		✓
24	无火花换向区域的测定		✓		✓
25	无线电干扰的测定		✓		✓
26	转动惯量的测定		✓		✓
27	并联运行试验		✓		
28	电源电压变化试验				✓

7. 标志、包装、运输、储存

7.1 标志

7.1.1 铭牌上文字和数据应保证其字迹清晰，在整个使用期中不易磨灭，铭牌应用耐蚀材料制成。

7.1.2 船用直流电机的铭牌应固定在机座上半部，标明的项目应按GB 755的规定。

7.1.3 电机的线端和出线盒中接线板的位置上应有耐久清晰的标志，并有铜质接线牌，其字迹在电机整个使用期内不易磨灭，其旋转方向及线端标志字母应符合GB 1971的规定。

7.2 包装运输

7.2.1 船用直流电机的包装运输应符合GB 191和JB 2759的规定

7.2.2 船用直流电机及其所附备件在包装前未经油漆或电镀保护的部分都应采取临时性涂封保护。

7.2.3 船用直流电机包装应坚固结实，能承受多次装卸运输。

7.2.4 每台船用直流电机应附有产品合格证、船检产品证书、使用维护说明书和备件清单，并放置在防潮袋内，固定于包装箱内部。

8 备品备件

根据用户订货的需要，可提供下列船用直流电机的备品备件：

a. 电刷 一套；

b. 刷握 1/4套；

c. 轴承 前后轴承相同者一只、不同者各一只。

9. 质量保证期

在用户按照电机制造厂的使用维护说明书的规定，正确使用与存放电机的情况下，制造厂应保证电机在使用的一年内(但自制造厂起运的日期起不超过两年)能良好运行。如在此规定的期间内电机因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应无偿地为用户修理、更换零件、直至更换整台电机。

附加说明：

本标准由机械电子工业部上海电器科学研究所提出并归口。

本标准由机械电子工业部上海电器研究所等单位负责起草。

本标准主要起草人陶和熙。