

团 体 标 准

T/CSNAME 088—2024 T/CSICE 035—2024

吊舱式电力推进器滑环技术要求

Technical requirements for slip ring of pod type electric propeller

CSNAME

程 柴 机 学 会

2024-12-28 发布

2025-03-28 实施

中国造船工程学会
中国内燃机学会

发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会和中国内燃机学会联合提出。

本文件由中国造船工程学会标归口。

本文件起草单位：中国船舶集团有限公司第七〇四研究所、扬州海通电子科技有限公司。

本文件主要起草人：张学瑾、冯静、王乐、王平、沙亮、梁金雄、申振、张元玮、孙斌、潘育才、沈彤、陈竟飞。



吊舱式电力推进器滑环技术要求

1 范围

本文件规定了吊舱式电力推进器滑环（以下简称滑环）的技术要求，包括分类及组成、性能要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输及贮存。

本文件适用于吊舱式电力推进器滑环的设计、生产和检验。。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热(12h+12h循环)
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动
- GB/T 2423.16 环境试验 第2部分：试验方法 试验J和导则：长霉
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.101 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验：倾斜和摇摆
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 34986 产品加速试验
- GB/T 3783-2019 船用低压电器基本要求
- GB/T 3906 3.6 kV-40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备
- GB/T 4207-2022 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电商品包装通用技术条件
- GB/T 16927.1-2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 29484-2013 船舶电气设备 第503部分：专辑 电压1 kV以上至不大于15 kV的交流供电系统

IEC 61000-4-2 电磁兼容性(EMC) 第4-2部分：试验和测量技术.静电放电抗扰度试验 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test)

IEC 61000-4-3 电磁兼容性(EMC) 第4-3部分：试验和测量技术.辐射、射频和电磁场干扰试验 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques; Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test)

IEC 61000-4-4 电磁兼容性 (EMC) 第4-4部分：试验和测量技术—电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test)

IEC 61000-4-5 电磁兼容性(EMC) 第4-5部分：试验和测量技术.电涌抗扰试验 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test)

IEC 61000-4-6 电磁兼容性(EMC) 第4-6部分：试验和测量技术.耐电源及射频磁场产生的干扰阻抗 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields)

IEC 61000-4-17 电磁兼容性(EMC) 第4-17部分：测试和测量技术.直流电源输入端口纹波抗扰度试验 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-17: Testing and measuring techniques - Ripple on d.c. input power port immunity test)

CISPR 16-2-1 无线电干扰和抗扰度测量仪器和方法规范 第2-1部分:干扰和抗扰度测量方法-传导干扰测量 (Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Part 2-1:Methods of measurement of disturbances and immunity-Conducted disturbance measurements)

CISPR 16-2-3 无线电干扰和抗扰度测量仪器和方法规范. 第2-3部分:干扰和抗扰度测量方法-辐射干扰测量 (Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements)

中国船级社, 电气电子产品型式认可试验指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滑环 slip ring

一种负责相对转动部件之间的连通工作, 通常可以传输电力、信号、流体等的旋转部件。

3.2

吊舱式电力推进器 pod type electric propeller

一种主要由回转模块、吊柱模块和推进模块组成的, 集推进和转舵功能于一体的推进装置。

4 分类及组成

根据用途来区分, 滑环分为电力滑环、流体滑环、信号滑环等, 其中电力滑环又可按照作用分为主电力滑环和辅助电力滑环。

5 要求

5.1 电气性能要求

5.1.1 接触电阻

滑环工作时, 滑环环道和电刷接触应可靠, 不能有断开、错位及其它接触不良现象。接触电阻应满足表1要求。

表1 接触电阻

序号	类型	接触电阻 mΩ	接触电阻变化值 mΩ
1	主电力滑环	U、V、W环 ≤ 0.2 ; PE环 ≤ 0.4	U、V、W环 ≤ 0.02 ; PE环 ≤ 0.05
2	辅助电力滑环	≤ 10	≤ 5
3	信号滑环	≤ 50	≤ 10

注: U、V、W环为推进电机提供动力的环道, PE为接地环道。

5.1.2 绝缘电阻

对于不同额定电压的滑环, 各环对外壳地、各环之间的绝缘电阻应满足表2要求。

表2 绝缘电阻

序号	额定电压 U_n V	测试电压 V	绝缘电阻 MΩ
1	$U_n \leq 250$	$2 \times U_n$ 或250	≥ 100
2	$250 < U_n \leq 1000$	500	≥ 100
3	$1000 < U_n \leq 1500$	1000	≥ 500
4	$1500 < U_n \leq 10000$	2500	≥ 500

5.1.3 工频耐受电压

滑环各环对外壳地、各环之间的工频耐受电压应满足表3的要求，不应发生闪络和击穿。

表3 工频耐受电压

序号	额定绝缘电压 U_n V	工频耐受电压 V
1	$3000 < U_n \leq 7200$	30000
2	$800 < U_n \leq 1500$	3500
3	$690 < U_n \leq 800$	3000
4	$300 < U_n \leq 690$	2500
5	$60 < U_n \leq 300$	2000
6	$U_n \leq 60$	$2 \times U_n + 500$
注：工频耐受电压特性一般为AC 50Hz/1min。		

5.1.4 温升

温升性能仅对主电力有要求。不同材料的主电力滑环温升值应符合表4的要求。

表4 主动力滑环温升限值

主电力滑环表面材料	45℃环境温度下的温升 K
裸铜	≤ 55
镀银、镀镍	≤ 65

5.1.5 信号传输

以太网信号传输丢帧率应为0，总线信号传输误码率应不大于 10^{-6} 。

5.1.6 电痕化指数

绝缘材料应满足GB/T 29484-2013中4.5.2节漏电痕指数的要求。

5.1.7 电气间隙和爬电距离

滑环间的电气间距应符合GB/T 3783-2019中表8、GB/T 29484-2013中表2规定距离，爬电距离应符合GB/T 29484-2013中表3规定距离，在正常使用条件下应保持此距离。爬电距离和电气间隙低于要求值，则应进行工频耐受电压试验。

5.1.8 耐受要求

滑环在1.5倍额定电流下连续全角度旋转工作时间应不低于15s。

5.1.9 短路要求

滑环应满足GB/T 11022中短路电流的要求。在额定负载情况下，滑环装置应能承受在外部发生短路情况下而不损坏。

5.1.10 雷击要求

从带电部件至接地部件、极与极之间以及断开触头间应能承受GB/T 11022-2020第5.3条表1所列对应额定雷电冲击耐受电压通用值的要求。

5.1.11 燃弧要求

滑环应满足GB/T 3906要求，当滑环内部发生电弧故障时，应采取足够的措施确保人员不受危害。除有其他要求规定应满足31.5 kA/0.5 s的要求。

5.2 环境适应性要求

5.2.1 低温

滑环应具有在 $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 低温环境中，正常使用的能力。应具有在运输、贮存耐低温的性能。

5.2.2 高温

滑环应具有在 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 高温环境中，正常使用的能力。应具有在运输、贮存耐高温的性能。

5.2.3 湿热

滑环的耐湿热性能应满足GB/T 2423.10的温度和湿度下，滑环具有正常使用的能力，且不应有变形和裂缝，油漆层、镀层不应起泡和脱落。

5.2.4 防护等级

滑环外壳防护除特殊要求外，一般自然风冷应满足IP 23要求，强制风冷应满足IP 44要求。如滑环使用强制冷却，则应提供强制冷却故障报警信号，并在强制冷却失败的情况下，滑环可在制造商规定的降功率情况下运行。

5.2.5 抗振动

滑环抗振动性能应符合表5的规定，在规定的振动条件下应无机械损坏和误动作。

表5 振动性能要求

振动条件	频率 Hz	振幅 mm	加速度 m/s^2
一般振动条件	2 (+3/0)~13.2	± 1.0 以内	-
	13.2~100	-	± 6.9 (或 0.7g)以内
剧烈振动条件	2 (+3/0) ~ 25	± 1.6 以内	-
	25~100	-	± 39 (或4.0g)以内
注：振动条件可根据吊舱式电力推进滑环应用环境进行选择，例如破冰等级等。			

5.2.6 倾斜、摇摆

在使用中可能遇到倾斜、摇摆环境，且在倾斜、摇摆状态下性能受到影响，滑环应符合GB/T 2423.101的规定。滑环应无机械损坏和误动作。

5.2.7 颠簸

在具有破冰工况的情况下，滑环应无机械损坏和误动作。

5.2.8 防盐雾

滑环防盐雾性能应符合GB/T 2423.17的规定。外观变化应符合表6规定。

表6 不同金属盐雾试验持续时间及判据

底金属	镀层	试验持续时间 h	合格判据
碳钢	锌	48h	主要表面无浅绿色腐蚀物
碳钢	最外层镀铬	48h	主要表面无棕锈
铜及铜合金	镍铬	96h	主要表面无浅绿色腐蚀物
铜及铜合金	镍	48h	主要表面无浅绿色腐蚀物
铜及铜合金	镍、金	24h	主要表面无铜绿
铜及铜合金	锡	48h	主要表面无灰黑色腐蚀物

5.2.9 防霉菌

滑环防霉菌性能应符合GB/T 2423.16的规定。应满足样品表面有分散、稀少、局限的微量霉菌要求。

5.2.10 可靠性

平均故障间隔时间不小于2000 h。

5.2.11 电磁兼容

在使用环境中极易受到干扰的情况下，滑环应具有抗电磁兼容性能，应满足表7的要求。

表7 电磁兼容项目

序号	测试项目	试验方法参考标准
1	传导发射测量	CISPR 16-2-1
2	外壳端口辐射发射测量	CISPR 16-2-3
3	静电放电抗扰度试验	IEC 61000-4-2
4	射频电磁场辐射抗扰度试验	IEC 61000-4-3
5	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	IEC 61000-4-4
6	浪涌抗扰度试验	IEC 61000-4-5
7	低频传导抗扰度试验	IEC 61000-4-17
8	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	IEC 61000-4-6

5.3 寿命要求

滑环工作寿命应不少于 1500 万转。

5.4 一般要求

滑环表面平整、光滑、颜色均匀。滑环外部应设有明显的安全性标识及铭牌。
重量根据供需双方决定。
断路器通断正常。

5.5 流体滑环耐水压

流体滑环还应满足在额定压力下，保压 30 min 无泄漏。

6 试验方法

6.1 试验设备和仪器

- 6.1.1 滑环的检测转台应为滑环提供相应的转速。
- 6.1.2 滑环的负载满足滑环的电流测试的功率需求。
- 6.1.3 测量仪器应尽量按实际读数的需要。测量仪器应满足以下要求：
 - a) 测量仪器的各项性能指标应符合国家规定的有关标准或计量部门的检定规程，并按规定期限进行检定；
 - b) 测量仪器的精度应比实际检测所需精度高一个等级；
 - c) 自制的非标准测试设备，应经过鉴定合格并征得订购方的同意才能使用。

6.2 电气性能试验

6.2.1 接触电阻

在滑环的定子与转子通道接入电阻测试仪，测量滑环的接触电阻值和接触电阻变化值，滑环应进行正反旋转，旋转速度依供需双方规定。

6.2.2 绝缘电阻

用绝缘电阻表分别测量外壳地与电气环路之间，各电气环路之间的绝缘电阻。

6.2.3 工频耐受电压

用耐压测试仪对所有环路与外壳地，各环路之间绝缘介电强度测试，耐受电压及时间见表3，耐受电压试验时长1 min。

6.2.4 温升试验

滑环温升试验的测试方法如下：

- d) 将滑环在转子侧接到一个点；

- e) 将滑环定子侧 U 接到供电设备的 A 相, 将 V 接到供电设备的 B 相, 将 W 接到供电设备的 C 相, 启动供电设备, 输入三相电流均为额定电流。滑环应进行正反旋转, 旋转速度依供需双方规定;
- f) 用温度传感器测量每一个电刷的温度;
- g) 用电流测试装置测试每一个电刷通过的电流, 每个电刷通过的最大电流不超过额定电流的 150%;
- h) 滑环通电时间: 1h 内温升的增加不超过 1K;
- i) 试验前后静态回路电阻偏差不大于 20%。

6.2.5 信号传输试验

以太网通讯: 滑环转速大于等于 1 r/min, 帧长 1000 B, 传输 10^5 帧, 发送时间间隔 10 ms。

总线通讯: 滑环转速大于等于 1 r/min, 波特率 12 Mbps, 传输 10^6 B, 发送时间间隔 40 ms。

6.2.6 电痕化指数

按 GB/T 4207-2022 第 10 条和第 11 条要求为试验方法, 选取高压绝缘子等绝缘材料检测耐电痕化指数 (PTI), 相比电痕化指数 (CTI)。

6.2.7 电气间隙和爬电距离

测量相与相或者相与地之间的最小直线距离和轮廓距离。

6.2.8 耐受试验

设定好压力和额定电流后, 滑环应进行旋转试验。吊舱推进器用作操舵装置时, 应对滑环的相应旋转周期进行试验。记录电压降和电流值。滑环应能承受至少 150% 额定负载, 历时 15s。

6.2.9 短路试验

根据短路电流计算值, 按 GB/T 11022-2020 试验要求进行试验。试验前后静态回路电阻偏差不大于 20 %。试验后, 按 6.2.3 进行工频耐压试验, 试验电压为表 3 要求的 85%。滑环应运行正常, 不得引起任何部件的机械损伤或触头分离。

6.2.10 雷击试验

额定电压 1 kV 以上, 滑环应承受雷电冲击电压试验。试验应按 GB/T 16927.1-2011 中 7.2.1 节标准雷电冲击波 1.2/50 μ s 在两种极性下进行。雷击后, 滑环不应发生闪络和击穿。

6.2.11 燃弧试验

额定电压 1 kV 以上, 燃弧试验应按 GB/T 3906 进行。

6.3 环境适应性试验

6.3.1 低温试验

低温试验应按 GB/T 2423.1 进行。试验中按 6.1.2 测试滑环的绝缘电阻。试验后按 6.1.1 ~ 6.1.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.2 高温试验

高温试验应按 GB/T 2423.2 进行。试验中按 6.1.2 测试滑环的绝缘电阻, 通电。试验后按 6.1.1 ~ 6.1.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.3 湿热试验

湿热试验应按 GB/T 2423.4 进行。试验中按 6.1.2 测试滑环的绝缘电阻, 通电。试验后按 6.1.1 ~ 6.1.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.4 防护等级试验

外壳防护试验应按GB 4208进行。试验后，按6.2.1~6.2.2测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.5 振动试验

振动试验应按GB/T 2423.10和《电气电子产品型式认可试验指南》进行。

振动试验还应符合以下要求：

- a) 分别在三个互相垂直方向进行；
- b) 根据滑环安装部位振动条件，由表 5 选取振动频率和相应的振幅，在通电工作情况下，以每分钟一个倍频程的速率，进行 1~3 次共振扫描检查；
- c) 若无明显的共振点，则在 30 Hz 频率上进行 90min 的耐振试验；
- d) 在每一记录到的放大率大于等于 2 的共振频率上进行 90min 耐振试验。如测得的几个共振频率较为接近，则可采用扫频试验来替代离散频率试验，持续时间为 120min。扫频频率可限制在临界频率的 0.8~1.2 倍之间；
- e) 试验后，按 6.2.1~6.2.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.6 倾斜、摇摆试验

耐倾斜、摇摆试验应按GB/T 2423.101要求进行：

- a) 主电力滑环通任意合适电压、任意合适电流（电压电流偏差小于 5%）；
- b) 倾斜试验在产品与水平轴线方向前、后、左、右或最不利方向倾斜 22.5°至少各 15 min；
- c) 摇摆试验应在专用的摇摆台上进行，试品按正常安装状态固定在摇摆试验台上，无特殊要求外，前后、左右两个水平轴向 22.5°摇摆，摇摆周期为 10 s，试验时间至少为 15 min；
- d) 试验后，按 6.2.1~6.2.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.7 颠振试验

颠振性能试验按以下要求进行：

- a) 主电力滑环通任意合适电压、任意合适电流（电压电流偏差小于 5%）；
- b) 除有关规定外，一般只进行垂向颠振试验；
- c) 当滑环超过试验台固定的负荷时，允许将其分成独立安装一个或几个分机分别进行试验；
- d) 试验时允许对所产生的故障进行修复并重新进行试验，但总冲击次数应以一次性的连续次数为准；
- e) 试验参数如下：
 - 颠振加速度幅值：5g；
 - 颠振脉冲持续时间：40~100ms；
 - 颠振重复频率：30 次/分钟；
 - 颠振次数：3600 次。
- f) 试验后，按 6.2.1~6.2.2 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻。

6.3.8 盐雾试验

盐雾试验应按GB/T 2423.17进行。如制造厂具有盐雾试验合格报告，在有效期内可免做本试验。

6.3.9 霉菌试验

霉菌试验应按GB/T 2423.16规定的菌种组为2的长霉试验进行，绝缘零部件外露于空气中的时间不少于28 d。

6.3.10 可靠性试验

可靠性试验按以下要求进行：

- a) 主电力滑环加载额定电流；
- b) 流体滑环通介质，升到额定压力；
- c) 滑环正反旋转；
- d) 试验时间应大于 7d；
- e) 试验结束后，按 6.2.1~6.2.3 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻、工频耐压。

6.3.11 电磁兼容试验

电磁兼容试验中按6.1.5和6.5测试滑环的信号传输性能和断路器通断。

6.4 寿命试验

- 6.4.1 该试验在新产品研制时进行。
- 6.4.2 在试验室环境下，可采用加速磨损试验，磨损试验过程中滑环加载额定电流和额定压力。加速试验按 GB/T 34986 中产品加速试验方法进行。
- 6.4.3 每 10⁷ 转按 6.2.1~6.2.5 测试滑环的接触电阻、绝缘电阻、工频耐受电压、电流传输、信号传输，若滑环安装有编码器，编码器的性能检验应满足使用要求。

6.5 一般检查

在正常照明条件下，目视检查滑环外观。
使用相关测量工具，测量滑环重量。
上电，测试断路器的通断。

6.6 流体滑环耐压（如有）

将流体滑环通入介质，升到额定压力，保压30 min。

7 检验规则

7.1 检验分类

- 7.1.1 滑环的检验分为出厂检验和型式检验。
- 7.1.2 滑环交货前均应进行出厂检验。
- 7.1.3 符合下列情况，须进行型式试验：
 - a) 试制新产品时；
 - b) 当设计、工艺、材料的改变可能影响产品性能时；
 - c) 产品转厂时；
 - d) 产品停产 1 年再次生产时；
 - e) 成批和大量生产（每年不少于 1 次的定期抽检）时。

7.2 检验条件

7.2.1 检验资质

出厂检验的检测人员应具备检测资格。
型式试验的检测单位应为具备专业的国家检测资质第三方机构。

7.2.2 检验环境

检验场地应满足滑环检验所需的各种环境条件和空间。

7.3 抽样

抽样方案及合格质量水平应符合技术协议的规定或符合GB/T 2828.1的规定。

7.4 检验项目

出厂检验和型式检验的项目见表8。

表8 检验项目表

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求	试验方法
1	接触电阻	√	√	5.1.1	6.2.1
2	绝缘电阻	√	√	5.1.2	6.2.2

表8 检验项目表（续）

3	工频耐受电压	√	√	5.1.3	6.2.3
4	温升	√	√	5.1.4	6.2.4
5	信号传输试验	√	√	5.1.5	6.2.5
6	电痕化指数	√	-	5.1.6	6.2.6
7	电气间隙和爬电距离	√	√	5.1.7	6.2.7
8	耐受试验	√	-	5.1.8	6.2.8
9	短路试验	√	-	5.1.9	6.2.9
10	雷击试验	√	-	5.1.10	6.2.10
11	燃弧试验	√	-	5.1.11	6.2.11
12	低温试验	√	-	5.2.1	6.3.1
13	高温试验	√	-	5.2.2	6.3.2
14	湿热试验	√	-	5.2.3	6.3.3
15	防护试验	√	-	5.2.4	6.3.4
16	振动试验	√	-	5.2.5	6.3.5
17	倾斜、摇摆试验	√	-	5.2.6	6.3.6
18	颠振试验	√	-	5.2.7	6.3.7
19	盐雾试验	√	-	5.2.8	6.3.8
20	霉菌试验	√	-	5.2.9	6.3.9
21	可靠性耐久	√	-	5.2.10	6.3.10
22	电磁兼容	√	-	5.2.11	6.3.11
23	一般检查	√	√	5.4	6.5
24	流体滑环耐压	√	√	5.5	6.6

注：√必做项目；-不必做项目。

7.5 出厂检验判定及复检

7.5.1 合格判定

按批提交，成批判决时的合格判定为：抽检合格，则该批次产品合格。

7.5.2 复检规则

抽检中出现缺陷或故障时，查明原因，采取整改措施后，本批次按照出厂检验规则全体复检，复检全部通过方视为合格。

7.6 型式检验判定及复检

7.6.1 合格判定

所有型式检验项目均通过，可判定为型式检验合格。

7.6.2 复检规则

检验中出现某个项目不合格时，应停止检验，进行分析，查明原因，根据缺陷严重程度，确定是否进行复检，复检原则如下：

- 存在不影响滑环性能的缺陷时，经修复后可继续进行检验；
- 存在影响滑环性能但滑环基本功能不丧失的缺陷时，采取措施纠正，并写出技术分析报告，说明原因后，可重新进行检验。重新检验仍不合格时，则停止本次检验；
- 存在致使滑环丧失基本功能的缺陷时，终止本次检验。

8 标识、包装、运输及贮存

8.1 标识

每台滑环应在滑环外表设置永久性铭牌，除另有要求外，铭牌格式应符合GB/T 13306的规定。铭牌内容一般包括：

- a) 制造厂名称和商标;
- b) 产品型号和名称;
- c) 产品出厂编号;
- d) 制造日期;
- e) 主电力滑环额定电压;
- f) 主电力滑环额定电流;
- g) 工作温度;
- h) 重量。

8.2 包装

包装应符合GB/T 13384的规定, 一般应满足如下要求:

- a) 产品在装箱前, 将产品固定;
- b) 产品装在包装箱内, 包装箱应适应远距离运输、防潮、防震、防雨等要求, 以确保产品安全无损地运抵指定现场;
- c) 产品随机文件、附件要求齐套后一并包装;
- d) 包装箱外表面应印制相应标识;
- e) 设备在运输前对包装箱编制运输箱号、装箱号和设备序号对照表; 包装好的全套设备, 应能经受汽车、火车、飞机及船舶的运输。

8.3 运输和贮存

在运输和贮存过程中不得碰撞、跌落、倒置、曝晒和雨雪淋袭, 产品应放置在库房或有遮盖的场所, 场地应通风良好, 保持干燥、防尘、通风、清洁、无酸、碱等腐蚀性气体和腐蚀性化学药品, 并无强磁场。