

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX-2026

双路高频导电滑环

Dual channel high-frequency conductive slipring

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 3

6 检验规则 5

7 标志、包装、运输和贮存 6

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×××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：×××

双路高频导电滑环

1 范围

本文件规定了双路高频导电滑环的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于工作频率范围 0 GHz ~ 4 GHz、具有两路高频信号通道，用于实现旋转部件与固定部件间高频信号及电力传输的导电滑环。

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 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- 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 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GJB 150.16A 军用装备实验室环境试验方法 第16部分：振动试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双路高频导电滑环 dual channel high-frequency conductive slipping

具备两路独立高频信号传输通道，可同时实现旋转部件与固定部件间高频信号和电力传输的机电元件。

3.2

电压驻波比 voltage standing wave ratio

高频信号传输过程中，因阻抗不匹配导致反射波与入射波叠加形成驻波，其相邻电压最大值与最小值之比。

3.3

插入损耗 insertion loss

高频信号通过滑环传输后，输出信号能量与输入信号能量的差值，通常以分贝（dB）表示。

4 技术要求

4.1 外观与结构

- 4.1.1 滑环表面应无裂纹、变形、划痕、锈蚀及其他缺陷，涂层应均匀、牢固，无脱落现象。
- 4.1.2 滑环的零部件装配应牢固、准确，无松动、卡滞现象，旋转时应平稳，无异常声响。
- 4.1.3 高频连接器接口应完好，接触件应清洁、无损伤，插拔应顺畅。
- 4.1.4 未注公差尺寸应符合 GB/T 1804 中 m 级的要求。

4.2 电气性能

4.2.1 高频性能

在规定的工作频率范围内，滑环的高频性能应符合表 1 的要求。

表 1 高频性能指标

项目	指标
电压驻波比	≤ 1.50
插入损耗, dB	≤ 1.50
通道间隔度, dB	≥ 50
驻波比振动变化量	≤ 1.05

4.2.2 接触电阻

静态接触电阻 $\leq 5 \text{ m}\Omega$ ；动态接触电阻变化值 $\leq 10 \text{ m}\Omega$ 。

4.2.3 绝缘电阻

在 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 75\%$ 条件下，滑环各回路之间、回路与外壳之间的绝缘电阻 $\geq 200 \text{ M}\Omega$ (500 V DC)。

4.2.4 抗电强度

滑环各回路之间、回路与外壳之间应能承受 300 V AC 、 50 Hz 、 60 s 的耐压试验，无击穿、闪络现象。

4.2.5 额定电流与温升

滑环在额定电流下连续运行时，表面温升 $\leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$ 。在 1.5 倍额定电流下连续全角度旋转工作时间应不低于 15 s 。

4.2.6 信号传输稳定性

传输高频信号时，信号无明显失真，误码率应不大于 10^{-6} 。

4.3 机械性能

4.3.1 转速范围

滑环应能在 $0 \text{ r/min} \sim 300 \text{ r/min}$ 的转速范围内稳定工作。

4.3.2 摩擦力矩

滑环的摩擦力矩 $\leq 0.2 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

4.3.3 额定寿命

在额定转速和负载条件下，滑环的额定寿命 ≥ 800 万转。

4.3.4 振动

滑环应能承受 GJB 150.16A 规定的振动试验，试验后性能应符合本文件 4.2 的要求，结构无松动、损坏。

4.4 环境适应性

4.4.1 耐高低温性能

滑环在 $-55 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内应能正常工作。

4.4.2 耐湿热性能

滑环应能承受 GB/T 2423.3 规定的温度为 $40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $93\% \pm 3\%$ ，持续 48 h 的恒定湿热试验，试验后绝缘电阻 $\geq 10 \text{ M}\Omega$ ，其他性能符合本文件 4.2 的要求。

4.4.3 耐盐雾性能

对于户外或海洋环境应用的滑环，应能承受 GB/T 2423.17 规定的盐雾试验。

4.5 防护等级

滑环的外壳防护等级应不低于 IP54。

5 试验方法

5.1 外观与结构

通过目视和手动检验。

5.2 电气性能试验

5.2.1 高频性能试验

5.2.1.1 电压驻波比和插入损耗试验

采用网络分析仪，在规定的工作频率范围内，按照仪器操作规程测量滑环的电压驻波比和插入损耗，测试连接方式应符合仪器和滑环的接口要求。

5.2.1.2 通道间隔离度

在一个高频通道输入标准信号，用频谱分析仪在另一个通道测量感应信号强度，计算两者的比值即为通道间隔离度。

5.2.1.3 驻波比振动变化量

将滑环安装在振动试验台上，施加规定的振动条件，同时用网络分析仪实时监测驻波比的变化，记录最大变化量。

5.2.2 接触电阻试验

采用四线法，使用毫欧表测量静态接触电阻；将滑环置于额定转速下旋转，同时用毫欧表连续测量接触电阻，记录最大变化量即为动态接触电阻变化值。

5.2.3 绝缘电阻试验

在 20 ℃、相对湿度 $\leq 75\%$ 的环境下，使用 500 V DC 绝缘电阻测试仪，测量滑环各回路之间、回路与外壳之间的绝缘电阻，测试时间不少于 1 min。

5.2.4 抗电强度试验

按照 GB/T 1408.1 的规定，使用耐压测试仪在滑环各回路之间、回路与外壳之间施加 300 V AC、50 Hz 的电压，持续 60 s，观察是否有击穿、闪络现象。

5.2.5 额定电流与温升试验

在环境温度为 20 ℃ \pm 5 ℃ 的条件下，将滑环接入额定电流的电源，连续运行 2 h 后，用热电偶温度计测量滑环表面的温度，计算温升；将电流调整为 1.5 倍额定电流，让滑环全角度旋转，记录持续工作时间。

5.2.6 信号传输稳定性试验

通过信号发生器向滑环输入高频标准信号，在输出端用示波器或频谱分析仪观察信号波形，判断是否有明显失真；采用误码率测试仪测量信号传输的误码率。

5.3 机械性能

5.3.1 转速测试

将滑环与调速电机连接，调整电机转速至 0 r/min \sim 300 r/min 范围内的不同值，观察滑环的运行状态。

5.3.2 摩擦力矩试验

使用扭矩测试仪，在滑环静止状态下，测量旋转滑环所需的力矩，取 3 次测量的平均值。

5.3.3 额定寿命试验

将滑环置于额定转速和负载条件下，连续旋转运行，每万转采集一次接触电阻数据，直至累计旋转次数达到 800 万转，或接触电阻变化值超过 10 m Ω 时停止试验，记录实际寿命。

5.3.4 振动试验

按照 GJB 150.16A 的规定，将滑环固定在振动试验台上，施加 10 Hz \sim 2 000 Hz 的振动，振动加速度为 10 g，在三个互相垂直的方向上分别试验，每个方向试验时间为 2 h，试验后检查结构完整性并测试电气性能。

5.4 环境适应性

5.4.1 耐高低温试验

按照 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 的规定，将滑环放入高低温试验箱中，在 - 55 ℃ 和 80 ℃ 下分别保温 2 h，然后恢复至室温，测试电气性能。

5.4.2 耐湿热试验

按照 GB/T 2423.3 的规定，将滑环放入湿热试验箱中，在温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $93\% \pm 3\%$ 的条件下持续 48 h，试验后取出恢复至室温，测量绝缘电阻并测试其他电气性能。

5.4.3 耐盐雾试验

按照 GB/T 2423.17 的规定，将滑环放入盐雾试验箱中，采用 5% NaCl 溶液，在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下持续喷雾 96 h，试验后取出用清水冲洗干净并干燥，检查表面腐蚀情况并测试电气性能。

5.5 防护等级

按照 GB/T 4208 的规定，对滑环进行防护等级测试。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 除非另有规定，每台滑环均应进行出厂检验，出厂检验项目见表 2 所示，并附有质量合格证。

表 2 检验项目

序号	项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	外观与结构	√	√	4.1	5.1
2	高频性能	-	√	4.2.1	5.2.1
3	接触电阻	√	√	4.2.2	5.2.2
4	绝缘电阻	√	√	4.2.3	5.2.3
5	抗电强度	√	√	4.2.4	5.2.4
6	额定电流与温升	-	√	4.2.5	5.2.5
7	信号传输稳定性	-	√	4.2.6	5.2.6
8	转速范围	√	√	4.3.1	5.3.1
9	摩擦力矩	√	√	4.3.2	5.3.2
10	额定寿命	-	√	4.3.3	5.3.3
11	振动	-	√	4.3.4	5.3.4
12	耐高低温性能	-	√	4.4.1	5.4.1
13	耐湿热性能	-	√	4.4.2	5.4.2
14	耐盐雾性能	-	√	4.4.3	5.4.3
15	防护等级	-	√	4.5	5.5

注：“√”表示需要检验的项目；“-”表示无需检验的项目。

6.2.2 出厂检验中若有一项不合格，应重新调试并复检；复检仍不合格的，判定为不合格品，不得出厂。

6.3 型式检验

6.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或老产品转产时；
- b) 产品结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每 2 年进行一次；
- d) 产品停产 1 年以上恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

6.3.2 型式检验的样本应从出厂检验合格的产品中随机抽取，样本数量不少于 3 台，型式检验项目见表 2 所示。

6.3.3 型式检验中若有一台产品不合格，应加倍抽样复检；复检仍有不合格的，判定为型式检验不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 每台滑环的外壳上应清晰标注产品标记、额定电流、额定电压、生产日期、生产批号、制造单位名称及地址。

7.1.2 产品合格证上应注明产品名称、产品标记、检验日期、检验员代号、合格标志。

7.2 包装

7.2.1 滑环应采用合适的包装材料进行包装，防止运输过程中受到冲击、振动和潮湿影响。

7.2.2 包装内应附有产品合格证、使用说明书、装箱单等技术文件。

7.2.3 包装应符合 GB/T 13384 的规定。

7.3 运输

滑环在运输过程中应避免剧烈冲击、振动、雨淋、暴晒和化学腐蚀，不得与有毒、有害、有腐蚀性的物品混装运输。

7.4 贮存

滑环应贮存在干燥、通风、清洁的库房内，库房温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ，无腐蚀性气体、粉尘和易燃易爆物品。