



中华人民共和国国家军用标准

FL 6129

GJB 11613—2024

霍尔和离子推力器空心阴极规范

Specification for hollow cathodes for hall and ion thrusters

2025-01-07 发布

2025-03-01 实施



中央军委装备发展部 颁布

前 言

本规范由中央军委装备发展部综合计划局提出。

本规范起草单位：成都国光电气股份有限公司、上海空间推进研究所、工业和信息化部电子第四研究院。

本规范主要起草人：刘冬梅、高翔、陈道全、张小莲、乔彩霞、张岩、张朋。

霍尔和离子推力器空心阴极规范

1 范围

本规范规定了霍尔推力器和离子推力器用空心阴极或中和器(以下简称空心阴极)的要求、质量保证规定和交货准备等。

本规范适用于霍尔推力器、离子推力器用 DR910、DR936 系列产品钨钨发射体空心阴极,其他发射体空心阴极可参照使用。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 4857.5—1992 包装 运输包装件 跌落试验方法

GB/T 14841—2008 钽及钽合金棒材

GB 50073—2013 洁净厂房设计规范

GJB 150.15A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第 15 部分:加速度试验

GJB 150.16A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第 16 部分:振动试验

GJB 150.18A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第 18 部分:冲击试验

GJB 2294A—2014 航空用不锈钢及耐热钢棒规范

SJ/T 11082—2000 电子管热丝或灯丝电流和电压的测试方法

YB/T 5231—2014 定膨胀封接铁镍钴合金

3 要求

3.1 材料

制造空心阴极所使用的主要原材料应符合相应的原材料的技术标准或承制方相关文件。除另有规定外,不锈钢棒应符合 GJB 2294A—2014 的规定,钽棒应符合 GB/T 14841—2008 的规定,瓷封合金棒应符合 YB/T 5231—2014 的规定。

3.2 设计与结构

3.2.1 结构与尺寸

空心阴极由法兰、加热器组件、发射体组件、触持极组件、气路等组成。DR910、DR936 外形图见图 1,尺寸要求见表 1。

表 1 空心阴极外形尺寸检验表

单位为毫米

尺寸代码	DR936	DR910
A	100±3	80±3
B	80±3	60±3
C	50±1	50±1
D	40±1	40±1
E	4±1	4±1

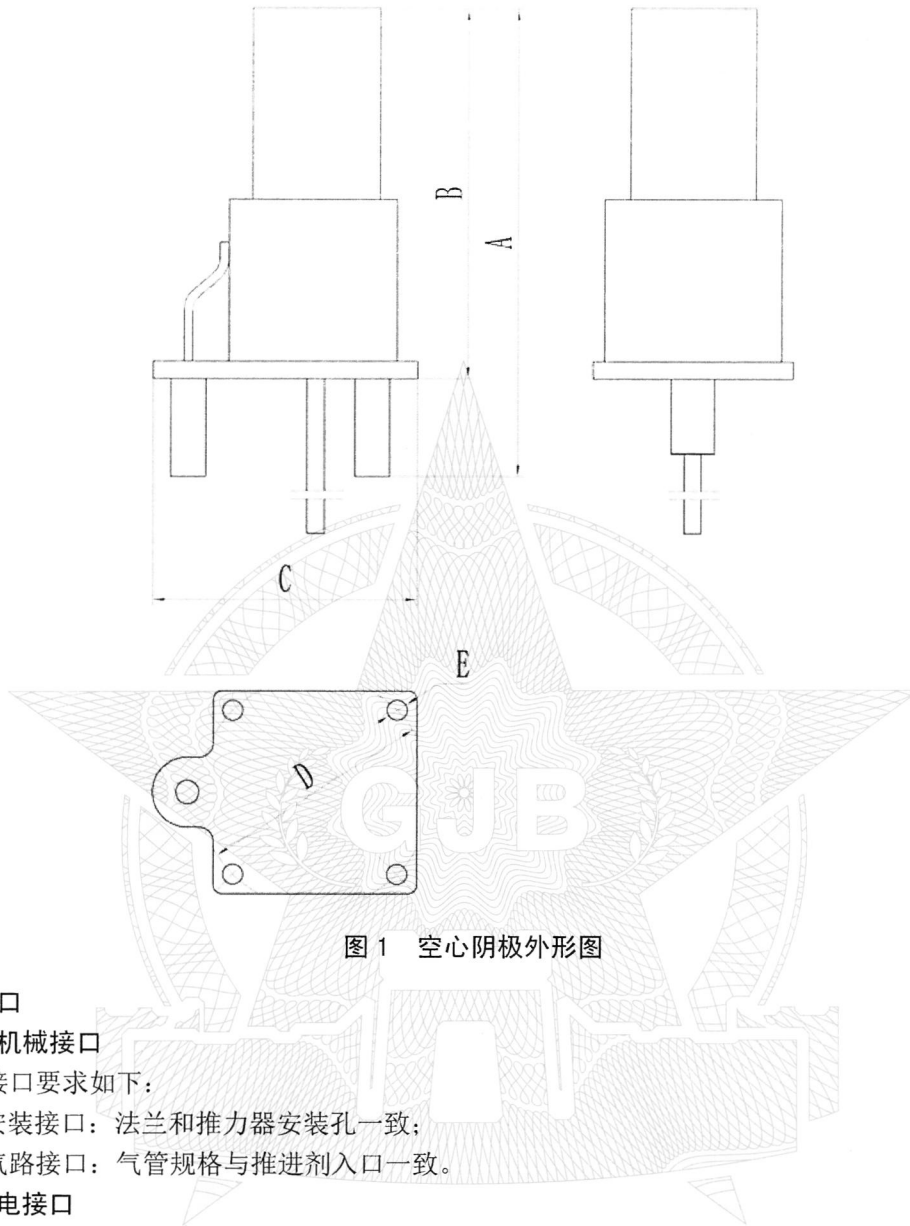


图 1 空心阴极外形图

3.2.2 接口

3.2.2.1 机械接口

机械接口要求如下：

- a) 安装接口：法兰和推力器安装孔一致；
- b) 气路接口：气管规格与推进剂入口一致。

3.2.2.2 电接口

电接口要求如下：

- a) DR910 加热器电阻值为 $1.40\Omega \pm 0.05\Omega$ ，DR936 加热器电阻值为 $0.90\Omega \pm 0.05\Omega$ ；
- b) 触持极电极引线、触持极之间的电阻不大于 0.05Ω 。

3.2.3 重量

空心阴极的重量： $0.15\text{kg} \pm 0.03\text{kg}$ 。

3.2.4 绝缘性

环境湿度 20%~65%，触持极电极引线、进气法兰之间的绝缘电阻应不小于 $50\text{M}\Omega(500\text{V})$ 。

3.3 外观质量

空心阴极表面应无锈蚀、裂纹、毛刺、污物、压伤、划伤等机械损伤。

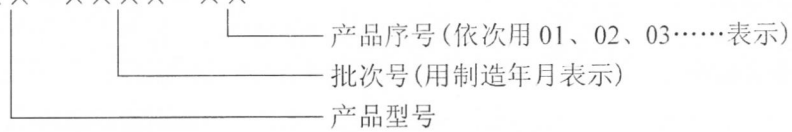
3.4 标志

空心阴极表面应有产品标志，标志应包括：

- a) 产品型号；
- b) 生产批次号；

c) 产品序号。

标志编号方法为：××—××××—××



3.5 工作条件

空心阴极工作条件如下：

- a) 工作环境： $p \leq 1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ ；
- b) 阴极顶温度： $1100^\circ\text{C} \sim 1150^\circ\text{C}$ 。

3.6 性能

3.6.1 主要工作参数

空心阴极的主要工作参数应符合表 2 规定。

表 2 空心阴极主要工作参数

项目	符号	DR910	DR936	单位
加热功率	P_f	≤ 70	≤ 80	W
热丝电流	I_f	≤ 4.5	≤ 6	A
发射电流	I_a	≥ 5	≥ 10	A
点火时间	t	≤ 7	≤ 7	min
持续工作时间	—	≥ 400	≥ 400	h
多次点火性能	—	≥ 400	≥ 400	次
寿命	—	≥ 5000	≥ 6000	h
累计点火次数	—	≥ 8000	≥ 8000	次

3.6.2 通气性

空心阴极气路应保持良好的通气性能，通入压强 $0.10\text{MPa} \sim 0.15\text{MPa}$ 干燥氮气(气管内孔直径不小于 $\Phi 3\text{mm}$)，产生的气泡速率不少于每秒 2 个。

3.6.3 气密性

空心阴极漏率不大于 $3 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

3.6.4 绝对额定值

绝对额定值见表 3。在任何使用条件下，都不应单项超过或两项绝对值同时达到。如果超过这些极限值，则空心阴极的使用可靠性将会受到伤害。最大额定值与最小额定值是指该额定值的最大绝对值与最小绝对值而不考虑其极性。

表 3 绝对额定值

型号	项目	符号	最小值	最大值	单位
DR910	加热功率	P_f	—	75	W
	热丝电流	I_f	—	5	A
	工作真空度	p	—	1×10^{-3}	Pa
DR936	加热功率	P_f	—	85	W
	热丝电流	I_f	—	7	A
	工作真空度	p	—	1×10^{-3}	Pa

3.7 环境适应性

3.7.1 加速度

按 4.6.11.1 试验，试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。

3.7.2 正弦振动

按 4.6.11.2 试验，每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。

3.7.3 随机振动

按 4.6.11.3 试验，每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。

3.7.4 冲击

按 4.6.11.4 试验，每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。

上述所有力学环境试验完成后，气密性应符合 3.6.3 要求。

3.7.5 加热器通断

按 4.6.11.5 试验，试验后空心阴极加热器电阻变化率在 10%以内，绝缘性符合 3.2.4 要求。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验(见 4.4)；
- b) 质量一致性检验(见 4.5)。

4.2 检验条件

除另有规定外，应在下列条件下进行测量和试验：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度(RH)：20%～80%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa；
- d) 无酸、碱和其他有害物质。

4.3 筛选

在鉴定检验和质量一致性检验之前，空心阴极应 100%进行环境应力筛选，试验项目见表 4，剔除不合格品。

表 4 筛选试验项目表

序号	检验项目	检验方法	检验要求
1	正弦振动	按 GJB 150.16A—2009 进行试验，试验条件见表 5。	每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。
2	随机振动	按 GJB 150.16A—2009 进行试验，试验条件见表 6。	每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。
3	冲击试验	按 GJB 150.18A—2009 进行试验，试验条件见表 7。	每个方向试验后电接口、绝缘性、外观质量分别符合 3.2.2.2、3.2.4、3.3 要求。

表 5 正弦振动试验条件

型号	频率 Hz	量级	加载方向
DR910	4~10	14.7mm	三个轴向
	10~17	3.6g	
	17~75	13g	
	75~100	5.6g	
DR936		—	

表 6 随机振动试验条件

型号	频率 Hz	量级	总均方根加速度	持续时间	加载方向
DR910	10~250	+6dB/oct	7.4g	1min/轴向	三个轴向
	250~800	0.056g ² /Hz			
	800~2000	-9dB/oct			
DR936	20~100	+6dB/oct	9.0g	1min/轴向	三个轴向
	100~300	0.2g ² /Hz			
	300~400	-12dB/oct			
	400~600	0.064g ² /Hz			
	600~2000	-15dB/oct			

表 7 冲击试验条件

型号	频率 Hz	量级	试验次数	加载方向
DR910	100~700	+8dB/oct	3次	三个轴向
	700~3000	900g		
DR936	100~1500	+6dB/oct	2次	三个轴向
	1500~4000	800g		

4.4 鉴定检验

鉴定检验项目和顺序见表 8。

鉴定检验的样品数为 2 件，允许不合格品数为 0。由于操作者失误或设备故障导致的失效，不应认为是空心阴极的失效，该空心阴极可用同一批抽取的空心阴极代替。

如果连续 24 个月内未生产空心阴极，在恢复生产时应重新进行鉴定检验。

如果产品的关键材料、零部件、结构或工艺等重大变化，应重新进行鉴定检验。

表 8 检验项目表

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			要求章条号	检验方法章条号
			A 组	B 组	C 组		
1	结构与尺寸	●	●	—	—	3.2.1	4.6.2
2	接口	●	●	—	—	3.2.2	4.6.3
3	重量	●	●	—	—	3.2.3	4.6.4
4	绝缘性	●	●	—	—	3.2.4	4.6.5
5	外观质量	●	●	—	—	3.3	4.6.6
6	标志	●	●	—	—	3.4	4.6.7
7	通气性	●	●	—	—	3.6.2	4.6.8
8	气密性	●	●	—	—	3.6.3	4.6.9
9	加热功率	●	●	—	—	3.6.1	4.6.10.1
10	热丝电流	●	●	—	—	3.6.1	4.6.10.1

表 8(续)

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			要求章条号	检验方法章条号
			A 组	B 组	C 组		
11	点火时间	●	●	—	—	3.6.1	4.6.10.2.4
12	发射电流	●	●	—	—	3.6.1	4.6.10.2.5
13	加速度	●	—	●	—	3.7.1	4.6.11.1
14	正弦振动	●	—	●	—	3.7.2	4.6.11.2
15	随机振动	●	—	●	—	3.7.3	4.6.11.3
16	冲击	●	—	●	—	3.7.4	4.6.11.4
17	加热器通断 ^a	●	—	●	—	3.7.5	4.6.11.5
18	持续工作时间	●	—	●	—	3.6.1	4.6.10.2.6
19	多次点火性能	●	—	●	—	3.6.1	4.6.10.2.7
20	寿命	●	—	—	○	3.6.1	4.6.10.2.8
21	累计点火次数	●	—	—	○	3.6.1	4.6.10.2.9
22	包装检验	●	—	—	○	5.1	4.7

注 1: ● 必检项目; ○ 订购方和承制方协商检验项目; — 不检项目。
注 2: B 组和 C 组检验(除包装检验)将损坏空心阴极, 是否作为交货产品由订购方和承制方协商。

^a 可以用不影响该项试验结果的某些参数不合格的空心阴极进行; $n=1, c=0$ 。

4.5 质量一致性检验

4.5.1 批的组成

4.5.1.1 生产批

一个生产批由同一生产线上采用相同的设计、材料和工艺、同时投入生产的同一型号的空心阴极组成。

4.5.1.2 检验批

任何一次提交检验的同一型号的全部产品构成一个检验批。

4.5.2 检验分组

4.5.2.1 通则

质量一致性检验分为 A 组、B 组和 C 组检验, A 组和 B 组检验为逐批检验, C 组为周期检验。除非另有规定, 检验分组应符合表 4 的规定。由于操作者失误或设备故障导致空心阴极的失效, 可从同批次中另外抽取空心阴极重新进行检验。

4.5.2.2 A 组检验

A 组检验为 100% 检验, 剔除不合格品, 不合格品超过 5% 的批为不合格批。

4.5.2.3 B 组检验

B 组样品应从已通过 A 组检验的批中抽取, 除另有规定外, 采用表 9 规定的抽样方案, 允许不合格数为 0。

表 9 抽样方案

批量大小	抽样数
2~50	2
51~100	3
101~200	4
201~500	6

4.5.2.4 C组检验

C组检验每24个月进行一次，样品数为2件，允许不合格数为0。

C组检验如果不合格，应立即停止A组检验和B组检验，承制方应查明失效原因，在材料、工艺或其他方面提出纠正措施，采用基本相同的材料和工艺进行制造、失效模式相同、能进行纠正的所有产品采取纠正措施；完成纠正措施后，重新抽取样品进行C组检验；A组检验和B组检验可以重新开始，但应在C组检验重新检验合格后，产品才能交货。如果C组重新检验不合格，则将检验结果书面报告鉴定机构。

除另有规定外，经过C组检验的样品不应作为产品交货。

4.5.2.5 拒收批

如果一个检验批的不合格品数超出规定，承制方应对该批进行返工纠正缺陷，或筛选剔除缺陷产品，再提交重新检验。重新提交批应与新提交批分开来，并在承制方的批记录中清楚地注明为重新提交批。如果重新提交批再判为不合格，则该批为拒收批。

4.6 检验方法

4.6.1 检验要求

4.6.2~4.6.7的测试环境空气洁净度等级应满足GB 50073—2013规定的5级，在检验过程中所有使用的测量工具、设备应是经检定合格的。检验结束后应将空心阴极放入干燥柜(瓶)中保存。

4.6.2 结构与尺寸

目视检查空心阴极结构，使用精度不低于0.02mm的量具测量外形尺寸。

4.6.3 接口

使用精度不低于0.02mm的量具测量机械接口，使用6g螺纹规检验螺纹。

使用万用表或微欧微伏计测量加热器电阻和触持极电极引线、触持极之间的电阻。

4.6.4 重量

使用精度不低于0.1g的电子秤测量重量，测量时应不包括保护件装配状态。

4.6.5 绝缘性

用500V兆欧表测量触持极电极引线、进气法兰之间的绝缘电阻。

4.6.6 外观质量

使用3倍~5倍放大镜目视检查空心阴极外观质量，要求照度不低于300Lx。

4.6.7 标志

使用3倍~5倍放大镜目视检查空心阴极标志，要求照度不低于300Lx。

4.6.8 通气性

设备：通气检测管(见图2)等，要求气管内孔直径不小于 $\Phi 3\text{mm}$ 。

检测方法：用保护帽将通气检测管(代替压紧盖)和O形密封圈嵌入通气检测管的槽中，固定在空心阴极顶部的触持极上(如图2所示)，旋紧保护帽，将空心阴极的进气管连接到干燥氮气的减压器出口，通气检测管连接到另一根气管，确认所有管路已连接固定好，空心阴极通入干燥氮气(压强0.1MPa~0.15MPa)，气流稳定1min后，将气管出口放入酒精中，检测每秒气泡的数量。

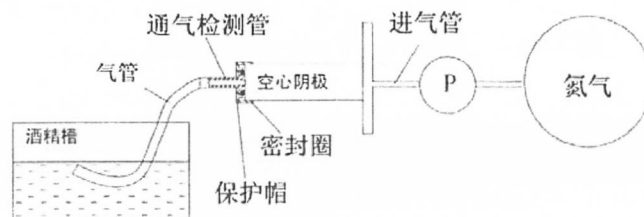


图2 通气性能测试示意图

注意：检验过程中应避免酒精倒灌入空心阴极，先通气 1min 后再将气管放入酒精中，检测完毕先从酒精中取出气管，继续通气 30s 后才能将保护帽旋开，取下通气检测管，检测过程中应避免酒精溅到产品表面。

4.6.9 气密性

使用氦质谱氦罩检漏法或氦质谱压力真空检漏法(检漏压强 0.15MPa~0.20MPa)进行检漏，如果两者检测数据有差异(大于一个数量级)，以氦质谱压力真空检漏法为准。

4.6.10 工作参数

4.6.10.1 加热器性能

空心阴极加热器性能测试通过空心阴极发射体组件直接测试，测试温度用精度不低于 10℃ 的光学高温计。测试方法如下：

- 将装配有加热器组件的空心阴极发射体组件直接封装在真空玻璃管中(真空度不低于 1×10^{-4} Pa)，连接空心阴极加热电源到加热器的芯柱上；
- 缓慢调节电源的电压或电流，要求电流变化率不大于 2A/min，观察到空心阴极顶逐渐升温颜色变红变亮，通过光学高温计测量不同加热功率下空心阴极顶的温度，记录整个过程中不同热丝电流 I_f 、热丝电压 U_f 和温度值，当空心阴极顶温度达到 1100℃~1150℃ 时停止继续加热。记录加热功率 $P_f = U_f I_f$ ，热丝电流 I_f 和热丝电压 U_f 的测量方法按 SJ/T 11082—2000 执行。

4.6.10.2 工作性能

4.6.10.2.1 通则

空心阴极的工作性能测试包括发射电流、点火时间、持续工作时间、多次点火性能、寿命和累计点火时间。

测试时空心阴极应采用三极管的电气结构，见图 3，且测试应在真空室中进行，真空室应符合下列要求：

- 真空室本底真空度(不通入工作介质时)不低于 1×10^{-4} Pa；
- 真空室应有专用的气路和电气接口；
- 真空室内备有专用的支架用于空心阴极和阳极板的安装固定；
- 真空室通入氩气时的动态真空度不低于 1×10^{-2} Pa。

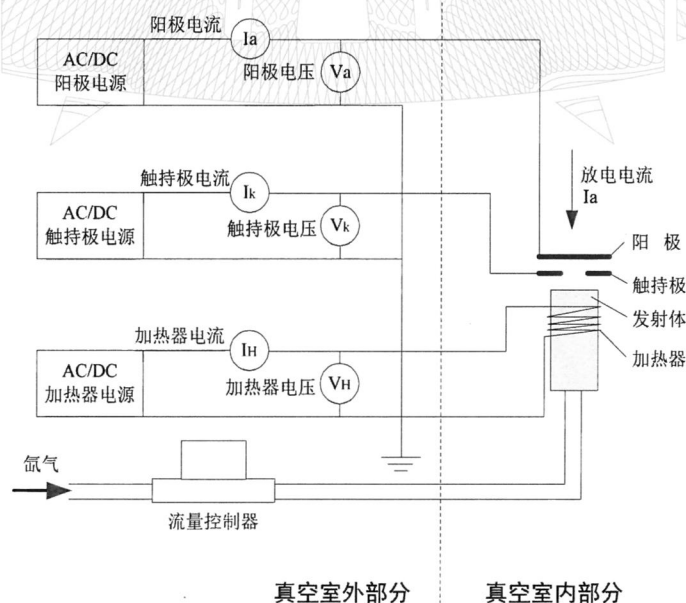


图 3 空心阴极三极管工作方式的结构示意图

4.6.10.2.2 使用设备

测试空心阴极工作性能时使用设备：

- a) 有动态抽气系统和专用安装支架的真空设备(通入 0.196mg/s~0.539mg/s 氙气时的动态真空度不低于 1×10^{-2} Pa)；
- b) 加热器电源(0~10A, 0~50V)；
- c) 点火电源(0~1A, 0~300V)；
- d) 阳极电源(0~10A, 0~100V)；
- e) 流量控制器(0~0.98mg/s)；
- f) 光学高温计(温度范围：800℃~1500℃，精度不低于 10℃)。

4.6.10.2.3 工作介质

工作介质为高纯氙气(纯度不小于 99.9995%)。

4.6.10.2.4 点火时间

通入氙气，试验条件见表 10，测试从加热器电源启动到发射电流不低于表 2 规定值的时间，每个循环的冷却时间为 20min。

表 10 试验条件

型号	加热功率 W	热丝电流 A	点火电压 V
DR910	按出厂测试数据表	按出厂测试数据表	150±10
DR936	按出厂测试数据表	按出厂测试数据表	300±10

4.6.10.2.5 发射电流

通入氙气，试验条件见表 11，测试空心阴极稳定工作状态下的阳极电流，记录试验数据。

表 11 试验条件

型号	质量流量 mg/s	点火电压 V	拉偏试验	
			质量流量 mg/s	阳极电压振荡 V
DR910	0.3±0.1	150±10	0.15~0.98	10±1
DR936	0.5±0.1	300±10	0.441~0.539	10±1

4.6.10.2.6 持续工作时间

通入氙气，试验条件见表 12，测试空心阴极在额定工作状态下的阳极电压和工作时间，记录累计工作时间。

表 12 试验条件

型号	质量流量 mg/s	阳极电流 A	点火电压 V
DR910	0.3±0.1	4.5±0.5	150±10
DR936	0.5±0.1	10±0.5	300±10

如果测试时间比较长，应多次循环点火，则将每次点火后稳定工作时间进行累计为持续工作时间的

4.6.10.2.7 多次点火性能

试验时按照“加热器加热—通入额定质量流量氙气—点火—发射稳定工作(阳极电流大于等于额定

发射电流的 90%)—冷却”进行循环试验,测试空心阴极加热器、触持极和发射体等关键元件耐热循环冲击能力。试验过程中应保持参数稳定,记录累计点火次数,每个循环的冷却时间为 20min,其中各参数的限定值见表 3。

4.6.10.2.8 寿命试验

测试方法同 4.6.10.2.6 持续工作时间,记录累积工作时间。出现表 13 规定的问题之一:空心阴极结构不正常、发射电流小于规定值、加热器加热 30min 仍无法点火放电工作,认为空心阴极寿命结束。

表 13 寿命和累计点火次数结束的标志

型号	空心阴极结构不正常	空心阴极结构正常	
DR910	加热器短路或开路、触持极与空心阴极的绝缘电阻小于 1M Ω (500V)、空心阴极管路出现漏气等故障。	发射电流小于 2.5A	当加热功率不小于 75W、点火电压不小于 300V、质量流量不小于 0.6mg/s 时,加热器加热 30min 仍无法点火放电工作。
DR936		发射电流小于 8A	当加热功率不小于 85W、点火电压不小于 300V、质量流量不小于 0.8mg/s 时,加热器加热 30min 仍无法点火放电工作。

4.6.10.2.9 累积点火次数

测试方法同 4.6.10.2.7 多次点火性能,记录累积点火次数。出现表 13 规定的问题之一:空心阴极结构不正常、发射电流小于规定值、加热器加热 30min 仍无法点火放电工作,认为空心阴极累积点火次数结束。

4.6.11 环境适应性试验

4.6.11.1 加速度

按 GJB 150.15A—2009 进行试验,试验条件见表 10。

表 14 加速度试验条件

型号	加载方向	试验量级	持续时间	加载速度	加速度容差	时间容差
DR910	轴向	7.5g	2min/轴向	$\leq 0.5g/s$	0~10%	0~10%
	横向一	2g				
	横向二	2g				
DR936	—					

4.6.11.2 正弦振动

按 GJB 150.16A—2009 进行试验,试验条件见表 15。

表 15 正弦振动试验条件

型号	频率 Hz	量级	加载方向
DR910	4~10	22mm	三个轴向
	10~17	5.4g	
	17~75	19.6g	
	75~100	8.4g	
DR936	5~20	10mm	三个轴向
	20~100	16g	

4.6.11.3 随机振动

按 GJB 150.16A—2009 进行试验，试验条件见表 16。

表 16 随机振动试验条件

型号	频率 Hz	量级	总均方根加速度	持续时间	加载方向
DR910	10~250	+6dB/oct	11.65g	3min/轴向	三个轴向
	250~800	0.14g ² /Hz			
	800~2000	-9dB/oct			
DR936	10~100	+6dB/oct	14.2g	3min/轴向	三个轴向
	100~300	0.5g ² /Hz			
	300~400	-12dB/oct			
	400~600	0.15g ² /Hz			
	600~2000	-15dB/oct			

4.6.11.4 冲击

按 GJB 150.18A—2009 进行试验，试验条件见表 17。

表 17 冲击试验条件

型号	频率 Hz	量级	试验次数	加载方向
DR910	100~700	+8dB/oct	3 次	三个轴向
	700~3000	1800g		
DR936	100~1500	+6dB/oct	2 次	三个轴向
	1500~4000	1600g		

4.6.11.5 加热器通断

阴极顶温度 1100℃~1150℃进行通断试验，通 10min，断 25min，5000 次。

4.7 包装检验

包装检验的项目和要求按表 18 的规定进行。检验周期为 24 个月，样品数为 2 件，允许不合格数为 0。

表 18 包装检验

试验项目	试验方法	检验要求
包装内容和外观	目视检查	符合 5.1 的要求。
跌落试验	按 GB/T 4857.5—1992 进行，其中 5.3 预处理不适用，面跌落，第三面跌落二次， $h=600\text{mm}$ ， $n=(70\sim90)\text{r/min}$ ， $t=10\text{h}$	每项试验后检测： a) 空心阴极外观质量符合 3.3 的要求； b) 空心阴极加热器电阻、绝缘性、气密性分别符合 3.2.2.2 a)、3.6.2、3.6.3 的要求； c) 包装箱不应损坏，没有影响装箱效果的错位现象。
运输颠簸试验	将包装件水平固定在汽车运输颠簸模拟试验台上，模拟车速 (30~40) km/h，行程 300km	

5 交货准备

5.1 包装

5.1.1 包装要求

产品交付前应将产品放入专用包装盒内，用塑料袋独立真空密封包装，封装真空度不低于 10^{-1}Pa 。将真空封装的包装盒放入包装箱内，用纸屑、海绵或泡沫塑料等减震材料充填固定，外包装可选用纸箱、

木箱、塑料箱等。若需特殊包装时，由承制方和订货方共同协商。

5.1.2 装箱内容

包装箱内应包括空心阴极、产品合格证、使用说明书和出厂检验单。

5.1.3 包装标志

包装箱上应有符合 GB/T 191—2008 规定的“小心轻放”、“怕雨”和“易碎物品”等标志，以及清晰完整的下列标志：

- a) 承制方名称及地址；
- b) 产品型号及名称；
- c) 产品详细规范编号；
- d) 数量；
- e) 生产日期及批号。

5.2 运输

包装好的空心阴极按合同要求进行运输，但在运输过程中应防止剧烈震动、冲击、碰撞和雨淋，应小心轻放，严禁与腐蚀物品一起运输。

5.3 储存

空心阴极应在温度 20℃~35℃，相对湿度不大于 5%，无腐蚀性气体的环境下储存。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的空心阴极用于离子推力器、霍尔推力器等。

6.2 订购文件应明确的内容

订购文件应规定下列内容：

- a) 产品型号和名称；
- b) 详细规范编号和名称；
- c) 保证使用寿命(适用时)；
- d) 数量；
- e) 其他。

6.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

6.3.1 空心阴极 **hollow cathode**

由法兰、加热器组件、发射体组件、触持极组件、气路等组成的特殊电真空器件，在电推进系统中提供电子源。

6.3.2 加热功率 **heating power**

加热器消耗的功率。

6.3.3 热丝电流 **heater current**

流过热丝的电流。

6.3.4 发射电流 **emission current**

空心阴极放电形成的电流。

6.3.5 点火时间 **ignition time**

在额定质量流量和额定点火电压条件下，使发射电流达到规定值所需要的时间。

6.3.6 持续工作时间 **continuous working time**

在发射电流不低于规定值且阳极电压和流量稳定的条件下，累计工作的时间。

6.3.7 多次点火性能 **multiple times ignition performance**

在额定质量流量和额定点火电压条件下，各项工作参数无衰减的累计点火次数。

6.3.8 寿命 **life**

在额定质量流量和额定点火电压条件下，稳定工作的累计时间。

6.3.9 累计点火次数 **cumulative ignition times**

在额定质量流量和额定点火电压条件下，稳定工作的累计点火次数。



中 华 人 民 共 和 国
国 家 军 用 标 准
霍 尔 和 离 子 推 力 器 空 心 阴 极 规 范
GJB 11613—2024

*

国 家 军 用 标 准 出 版 发 行 部 出 版
(北 京 东 外 京 顺 路 7 号)
国 家 军 用 标 准 出 版 发 行 部 印 刷 车 间 印 刷
国 家 军 用 标 准 出 版 发 行 部 发 行
版 权 专 有 不 得 翻 印

*

开 本 880×1230 1/16 印 张 1¼ 字 数 34 千 字
2025 年 2 月 第 1 版 2025 年 2 月 第 1 次 印 刷

*

军 标 出 字 第 16505 号