

# T/STIC

团 体 标 准

T/STIC 110096—2024

## 半导体用多级罗茨干式真空泵

Multi-stage roots dry vacuum pumps for semiconductor

2024 - 01 - 01 发布

2024 - 01 - 01 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 型式、型号与基本参数 .....	1
4.1 型式 .....	1
4.2 型号 .....	1
4.3 基本参数 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 测量方法 .....	2
6.1 测量装置 .....	2
6.2 测量条件 .....	3
6.3 抽气速率和极限全压力的测量 .....	3
6.4 消耗功率的测量 .....	3
6.5 外观的检查 .....	3
6.6 工作温度的测量 .....	3
6.7 噪声的测量 .....	3
6.8 入口最大允许压力的测量 .....	3
6.9 电气控制测试 .....	3
6.10 无油测试 .....	3
6.11 振动测试 .....	4
6.12 漏率测试 .....	4
7 抽样及判定方法 .....	4
7.1 抽样方法 .....	4
7.2 判定方法 .....	4
8 检验规则 .....	4
9 标志、包装、运输和贮存 .....	5
9.1 标志 .....	5
9.2 包装 .....	5
9.3 运输 .....	6
9.4 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。

本文件由上海市检验检测认证协会提出并归口管理。

本文件起草单位：上海汉钟精机股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、昆山帕斯卡真空技术有限公司、上海华革真空技术有限公司、武汉凯芯通半导体技术有限公司、方圆标志认证集团上海有限公司、上海市检验检测认证协会。

本文件主要起草人：付娜、陈峰、彭申、曹雪妹、郑庆伟、吴俊峰、柯俊良、吴少坤、宋来富、张毅。

本文件首批承诺执行单位：上海汉钟精机股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、昆山帕斯卡真空技术有限公司、上海华革真空技术有限公司、武汉凯芯通半导体技术有限公司、方圆标志认证集团上海有限公司、上海市检验检测认证协会。

# 半导体用多级罗茨干式真空泵

## 1 范围

本文件规定了半导体用多级罗茨干式真空泵的型式、型号与基本参数、技术要求、测量方法、抽样及判定方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于半导体用多级罗茨干式真空泵（以下简称“泵”）。

## 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 191 包装储运图示标志

GB/T 3163 真空技术 术语

GB/T 6995.4 电线电缆识别标志方法 第4部分：电气装备电线电缆绝缘线芯识别标志

GB/T 6995.5 电线电缆识别标志方法 第5部分：电力电缆绝缘线芯识别标志

GB/T 13306 标牌

GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 19956.1 容积真空泵性能测量方法 第1部分：体积流率（抽速）的测量

GB/T 19956.2 容积真空泵性能测量方法 第2部分：极限压力的测量

GB/T 21271 真空技术 真空泵噪声测量

GB/T 22360 真空泵 安全要求

JB/T 11237-2011 真空技术多级罗茨干式真空泵

## 3 术语和定义

GB/T 3163 和JB/T 11237-2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**极限压力下功耗 Ultimate pressure power consumption**

泵在正常工作情况下，关闭进气阀门，测试罩内趋向最低压力时单位时间中所消耗的能源的数量，单位为kW。

### 3.2

**漏率 Leak rate**

已知漏泄处两侧压差的情况下，单位时间内流过漏泄处的给定温度的干燥气体量。采用国际单位制时，漏率单位为Pa·m<sup>3</sup>/s。

### 3.3

**抽气效率 Pumping efficiency**

泵的实际抽气速率与几何抽气速率之比。

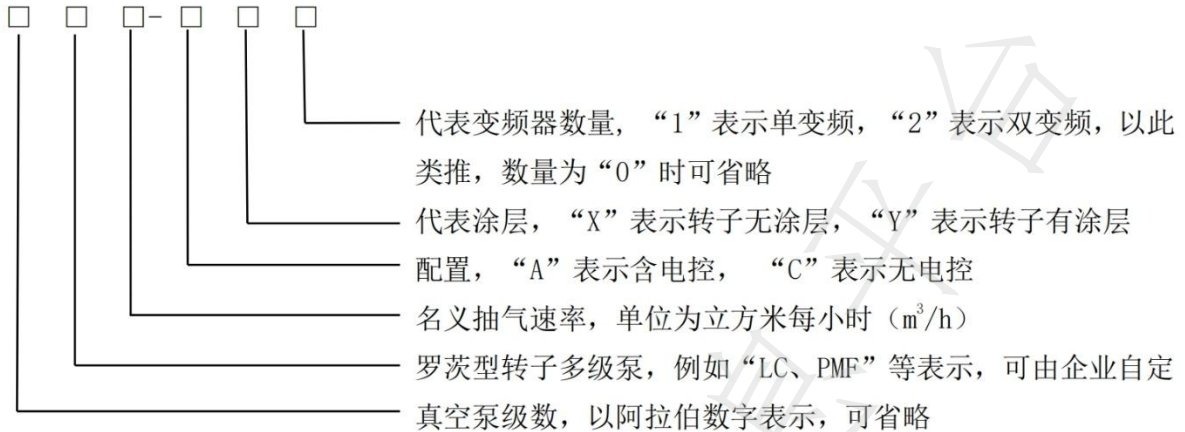
## 4 型式、型号与基本参数

### 4.1 型式

泵的结构型式是多级三叶罗茨转子串联在一对真空泵轴上做反向同步旋转运动，转子与泵腔间不接触，以极小间隙密封气体，多级串联的形式使气体逐级被压缩，可直排大气。

### 4.2 型号

型号表示方法:



示例: 抽气速率为100m<sup>3</sup>/h, 含电控, 转子无涂层, 变频器数量为1的多级罗茨干式真空泵, 型号为“PMF100-AX1”。

### 4.3 基本参数

泵的基本参数应符合表1的规定。

表1 基本参数

序号	型号	抽气速率 m <sup>3</sup> /h	极限全 压力Pa	极限压 力下耗 功	噪声 dB(A)	额定转 速 r/min	推荐配用 电动机功 率 kW	进气口 公称通 径 mm	抽气效率 %	
									1kPa时	10Pa时
1	PMF100	100	≤1	≤0.4	≤65	5500	2.2	50	≥85	≥30
2	PMF120	116	≤1	≤0.5	≤65	6000	2.2	50	≥85	≥30
3	PMF200	200	≤1	≤0.8	≤72	5000	3.75	50	≥85	≥30

### 5 技术要求

- 5.1 泵的各项性能指标应符合表1的规定, 并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。
- 5.2 泵的工作环境温度为5℃~35℃。
- 5.3 泵的零部件装配前必须做清洁处理。
- 5.4 泵的外表面应油漆光洁, 紧固件及其他外露加工面应做防锈处理。
- 5.5 泵平均故障间隔时间(MTBF)为16000小时, 平均维护周期为8000小时。
- 5.6 泵在入口压力1000Pa下连续运转500h后的性能指标应符合本标准的规定。
- 5.7 泵工作时的入口最大允许压力应≥6000Pa。
- 5.8 泵的入口不允许有油气。
- 5.9 泵的动密封不允许有漏油现象。
- 5.10 泵的最高工作温度应≤110℃。
- 5.11 泵应具备一定的电气控制系统, 并测试各功能项是否正常。
- 5.12 泵的设计、安装、运行、维修及拆卸过程应符合GB/T 22360中的规定。
- 5.13 应测量泵的消耗功率以及极限压力下功耗。
- 5.14 泵的振动值应≤2mm/s。
- 5.15 泵的漏率应≤1×10<sup>-5</sup>mbar·l/s。

### 6 测量方法

#### 6.1 测量装置

测量装置应符合JB/T 11237 2011 中6.1的规定。

## 6.2 测量条件

测量时应符合以下条件：

- a) 泵的转速及配用电机应符合产品设计规定，泵的实际转速与规定转速相差不得超过 $\pm 3\%$ ；
- b) 测量时环境温度应为 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，测量期间温度波动不大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 测量气体为干燥空气，相对湿度不大于75%。

## 6.3 抽气速率和极限全压力的测量

按GB/T 19956.1和GB/T 19956.2中的规定进行测量。

要求绘制抽气速率和入口压力关系曲线，即S-p曲线，并记录测试条件参数。

要求绘制流量和入口压力关系曲线，即Q-p曲线，并记录测试条件参数和极限压力时泵的消耗功率。

## 6.4 消耗功率的测量

### 6.4.1 测量方法

在不同入口压力下，用功率表测量整机机组输入功率。若机组配置有变频器，输入功率需做修正，需扣除变频器的消耗功率。然后乘以电动机不同负荷下的效率，即为泵的消耗功率。泵消耗功率的测量可与抽气速率的测量同时进行。

要求绘制消耗功率和入口压力关系曲线，并记录测试条件参数。

### 6.4.2 测量步骤

关闭微调阀和辅助进气阀，开泵运转，待泵温热平衡后，开启微调阀和辅助进气阀，使罩内压力由低至高，逐点稳定，同时测取功率值，测量值应具有两位有效数字。

## 6.5 外观的检查

检查泵安装是否完整，各零部件是否有裂痕、变形等明显缺陷，外观颜色是否均匀，有无脱漆、氧化等现象，连接处是否密封，有无松动，是否存在漏水或者漏油现象。检查泵的油位是否在正常范围内，油品油色是否正常，有无乳化、发黑，浑浊等现象。

## 6.6 工作温度的测量

泵在极限压力下运转1h后，测量泵最后一级泵腔侧壁中心点的最高温度，连续观察30min，若温度变化不超过 $1^{\circ}\text{C}$ ，此最终温度即为泵的工作温度。

温度的测量使用铂电阻，准确度等级为A级。

## 6.7 噪声的测量

按GB/T 21271中的规定进行测量极限压力下运行时的噪声。

## 6.8 入口最大允许压力的测量

按JB/T 11237 -2011中6.7的规定进行测量。

## 6.9 电气控制测试

根据泵设计和使用环境的要求，对泵电气控制系统逐项进行测试。一般包括，泵的启/停、功率、转速、温度、气体流量、冷却水、泵出气口压力等监控电路的检测。

检测泵的变频器、急停、断路器、操作手柄、报警信息、通讯等功能是否正常运转，在功率过载、水冷失效、氮气流量过低，泵卡滞等情况下，自动停泵或报警提示功能是否正常。

泵电气控制系统的电气装备电线电缆绝缘线识别标志的方法按GB/T 6995.4和GB/T 6995.5中的规定选用

泵电控系统中电气间隙、爬电距离和固体绝缘的要求按GB/T 16935.1规定的试验方法进行。

## 6.10 无油测试

按JB/T 11237-2011中6.9的规定进行测试。

## 6.11 振动测试

### 6.11.1 运行环境

泵的运行环境应能保证外界的振动不会影响真空泵机械振动的测量精度。若测得真空泵的振动超过限值,可对运行环境进行振动测量,以判断其对泵的振动测量是否构成影响。在泵停机时,测量其安放的地面或基础及与其相连的管道连接处的振动,振动最大点的振动速度均方根值应不大于泵振动烈度的10%。否则,需要调整运行环境至符合要求。

### 6.11.2 运行工况

振动测量应在泵处于规定工况条件下连续稳定运行时进行。

### 6.11.3 测点与测量方式

振动测点位于转子两端轴承位置,以三个相互垂直的方向进行测量,三个方向分别为转子主轴线方向(Z方向),水平方向(X方向)和垂直于前两个方向的Y方向,测量时,测量仪器的传感器与测点的接触应良好,并应保证具有可靠的联结。泵的振动值系以各测点各方向振动速度均方根值为准。

## 6.12 漏率测试

密封泵的排气口及其他接口,将氦检仪与泵的入口相连接,保证系统的密封性,启动氦检仪,待数值稳定时记录氦检仪显示的漏率值。

## 7 抽样及判定方法

### 7.1 抽样方法

#### 7.1.1 检查批的组成

单台泵经简单汇集形成检查批。检查批可以与投产批、销售批、运输批相同或不同,由同一规格型号或不同规格型号、同一质量等级、生产条件 and 生产时间基本相同的单台泵组成。但每个检查批的批量不得高于100台。

批的组成、批量大小以及识别批的方式等,应协商确定。

#### 7.1.2 抽样方案

采用一次抽样方案。每批样本数为两台,不合格判定数为0。

#### 7.1.3 样本的抽取

样本应从检查批中随机抽取,可在批构成之后或在批构成过程中进行。

#### 7.1.4 样本的检验

抽取样本的检验项目、技术要求和检验方法见表3。

### 7.2 判定方法

每台泵(样本)必须符合本标准全部考核项目的技术要求为合格产品,凡达不到本标准规定的任何一项指标,均判定为不合格品。两台样本均为合格品,则判该批为合格批,否则判该批为不合格批。

## 8 检验规则

8.1 泵需经制造厂检验部门检验合格,并附有产品质量合格证方可出厂。

8.2 泵的检验分为出厂检验和型式检验,检验项目见表2。

8.3 有下列情况之一时,泵应进行型式检验:

a) 新产品试制时;

- b) 当产品的设计、技术、工艺或使用材料等方面有重大变更而可能影响产品性能时；
- c) 产品长期不生产，而恢复生产时；
- d) 正常生产的产品，每年或积累一定产量后，应周期性进行型式检验抽查；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

8.4 型式检验应从经出厂检验合格的同批产品中按 7.1 规定取样品进行检验，检验中如有不合格项目，允许加倍抽样，对不合格项目进行复检，仍有不合格则判该次型式检验不合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	泵的外观检查	5.4	6.5	△	△
2	泵是否运行平稳	5.12	第6章		
3	泵的抽气效率	表1	6.3		
4	泵的极限压力下功耗	5.13	6.4		
5	泵的振动	5.14	6.11		
6	泵的漏率	5.15	6.12		
7	泵的噪声	表1	6.7		
8	极限全压力	表1	6.3		
9	电气控制测试	5.10	6.9		
10	泵无油测试	5.14	6.10		
11	抽气速率	表1	6.3		
12	泵入口最大允许压力	5.7	6.8		
13	消耗功率	5.13	6.4		
14	泵的工作温度	5.9	6.6		

注1：“△”表示必须做。  
注2：“—”表示不做。

## 9 标志、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

9.1.1 铭牌应设置在泵明显位置，其尺寸、材质、文字和性能要求等应符合 GB/T 13306 的规定。

铭牌至少应标明如下内容：产品型号、产品名称、抽气速率（m<sup>3</sup>/h）、极限压力（Pa）、电机额定功率（kW）、净重（kg）、电压（V）、转速（rpm）、出厂编号、出厂年月、公司名称、公司地址、执行标准号。

9.1.2 泵出厂前应在电机相应的位置标出“电动机转向”符号

### 9.2 包装

9.2.1 泵出厂前进出口必须封盖，并从四面包装气泡袋、缠绕膜等。

9.2.2 将泵用经蒸发防腐热处理过达到环保卫生要求的木板牢固地固定在包装箱内，包装箱外应有制造厂名称、地址、产品名称、型号及编号、收货单位名称及地址、装箱尺寸、重量、共 X 箱，及“小心轻放”等清晰字样和标志。

9.2.3 在泵包装袋内放置干燥剂，防止受潮，扎好密封袋。

9.2.4 包装箱内放好随机资料：产品合格证、装箱单、随机图样、使用说明书等。应封装在防水袋里，然后封箱。

9.2.5 产品的包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定，包装箱外部应有鲜明的标志和标识如“防雨”、“防潮”、“朝上”等。

9.2.6 未装箱的泵不允许露天存放，以免发生锈蚀和损坏。

### 9.3 运输

- 9.3.1 产品运输应与客户签定运输协议。
- 9.3.2 运输时，应固定牢固，并有防雨防潮措施，保证运输安全。
- 9.3.3 产品铲放时，应轻铲轻放，防止包装箱损坏或翻倒。

### 9.4 贮存

- 9.4.1 产品应放在干燥、通风的仓库中，远离易燃等危险区域。
  - 9.4.2 产品包装箱堆放不应超过 3 层。
  - 9.4.3 产品持续存放时间不应超过 12 个月，超过存放时间，应重新检查其完好状况。
-