

团 体 标 准

真空蒸发镀膜机

编 制 说 明

《真空蒸发镀膜机》小组

二〇二四年九月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和主要内容	3
三、主要试验和情况分析	17
四、标准中涉及专利的情况	17
五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况	17
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	17
七、重大意见分歧的处理依据和结果	17
八、标准性质的建议说明	17
九、贯彻标准的要求和措施建议	17
十、废止现行相关标准的建议	17
十一、其他应予说明的事项	17

《真空蒸发镀膜机》团体标准

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

随着科学技术的飞速发展和新材料领域的不断拓展，真空蒸发镀膜技术作为一种先进的材料表面处理技术，正逐渐受到各行各业的广泛关注。该技术通过在真空环境下，利用蒸发的方式将膜材料粒子沉积在基材表面，形成一层具有特定功能的薄膜，从而赋予基材耐磨、抗氧化、防腐蚀等优良性能。近年来，随着汽车、电子、航空航天、建筑装饰等行业的快速发展，对高性能、高质量镀膜产品的需求日益增长，为真空蒸发镀膜机项目提供了广阔的市场前景和发展空间。尽管真空蒸发镀膜技术具有诸多优势，但在实际应用过程中仍面临一些挑战和问题，如国内在真空蒸发镀膜设备和技术方面的研究和应用相对滞后，导致高端设备依赖进口，成本高昂；而且，镀膜过程中可能出现发黄、膜层不均匀等质量问题，这主要是由于镀膜工艺控制不当、设备性能不足或操作不当等原因。

因此，开展真空蒸发镀膜机项目具有重要的现实意义。首先，通过自主研发和创新，可以打破国外技术垄断，降低设备成本，提高我国在该领域的核心竞争力。其次，项目将针对镀膜过程中存在的问题进行深入研究和改进，优化镀膜工艺和设备性能，提高镀膜产品的质量和稳定性，满足市场需求。同时，项目还将注重环保和可持续发展，推动真空蒸发镀膜技术向绿色、低碳方向发展。最后，项目的成功实施将促进相关产业链的发展，带动上下游企业的技术进步和产业升级，为我国制造业的转型升级和高质量发展贡献力量。

（二）编制过程

为使本标准在镀膜机市场管理工作中起到规范信息化管理作用，标准起草工作组力求科学性、可操作性，以科学、谨慎的态度，在对我国现有镀膜机市场相关管理服务体系文件、模式基础上，经过综合分析、充分验证资料、反复讨论研究和修改，最终确定了本标准的主要内容。

标准起草工作组在标准起草期间主要开展工作情况如下：

1、项目立项及理论研究阶段

标准起草组成立伊始就对国内外镀膜机相关情况进行了深入的调查研究，同时广泛搜集相关标准和国外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，确定了镀膜机市场标准化管理中现存问题，结合现有产品实际应用经验，为标准起草奠定了基础。

标准起草组进一步研究了镀膜机需要具备的特殊条件，明确了技术要求和指标，为标准的具体起草指明了方向。

2、标准起草阶段

在理论研究基础上，起草组在标准编制过程中充分借鉴已有的理论研究和实践成果，基于我国市场行情，经过数次修订，形成了《真空蒸发镀膜机》标准草案。

3、标准征求意见阶段

形成标准草案之后，起草组召开了多次专家研讨会，从标准框架、标准起草等角度广泛征求多方意见，从理论完善和实际应用多方面提升标准的适用性和实用性。经过理论研究和方法验证，起草组形成了《真空蒸发镀膜机》（征求意见稿）。

（三）主要起草单位及起草人所做的工作

1、主要起草单位

协会、企业等多家单位的专家成立了规范起草小组，开展标准的编制工作。

经工作组的不懈努力，在 2024 年 9 月，完成了标准征求意见稿的编写工作。

2、起草人所做工作

广泛收集相关资料。在广泛调研、查阅和研究国际标准、国家标准、行业标准的基础之上，形成本标准草案稿。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

本标准依据相关行业标准，标准编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照《标准化工作指南》和 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板 TCS 2009 版进行排版，确保标准文本的规范性。

（二）标准主要技术内容

本标准报批稿包括 8 个部分，主要内容如下：

1 范围

本文件规定了真空蒸发镀膜机的术语和定义、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存内容。

本文件适用于真空蒸发镀膜机。

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 包装储存图示标志

GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证

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 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 6070 真空技术 法兰尺寸

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 18443.2 真空绝热深冷设备性能试验方法 第2部分：真空度测量

GB/T 24468 半导体设备可靠性、可用性和维修性（RAM）的定义和测量规范

GB/T 30574 机械安全 安全防护的实施准则

GB/T 32218 真空技术 真空系统漏率测试方法

JB/T 10463 真空磁流体动密封件

IEC 60204-33 机械电气安全 机械电气真空蒸发镀膜机 第33部分：半导体真空蒸发镀膜机技术条件（Safety of machinery – Electrical equipment of machines - Part 33 : Requirements for semiconductor fabrication equipment, IDT）

IEC 60364-4-41 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护
(Low-voltage electrical installations Part 4-41 : Protection for safety -
Protection against electric shock)

IEC 60364-4-43 低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护
(Low-voltage electrical installations - Part 4-43 : Protection for safety -
Protection against overcurrent)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

真空蒸发镀膜机 vacuum evaporation coater

是一种在高真空环境下，通过加热蒸发源材料，使其蒸发并释放出原子或分子，在基片表面凝结形成薄膜的真空蒸发镀膜机，可广泛应用于制作光学薄膜、半导体器件、太阳能电池和储能电池等高科技产品领域。

4 基本参数

基本参数见表 1。

表 1 基本参数

序号	项目	要求
1	基材尺寸/mm	100×100、120×120、200×200、300×300、 650×1200 、1000×2000、1200×2400 等
2	片间膜厚稳定性	≤2%
3	蒸发源	点源、线源或面源

序号	项目	要求
4	蒸发距离/mm	200 ~1200（可调）
5	电力	3相380 V $\pm$ 10%，50 Hz（3AC，N，PE），（接地电阻 $\leq 4 \Omega$ ）
6	腔体漏率/ （Pa·m ³ /s）	1×10^{-12}
7	真空计测量范围 /Pa	1.0×10^{-6} ~ 大气压
8	工艺真空度/Pa	5×10^{-4} （20 min达到）
9	极限真空度/Pa	1.0×10^{-6}
10	冷却方式	水冷（超纯水）
11	传动系统	卧式输送方式/水平旋转平台

5 技术要求

5.1 工作环境

真空蒸发镀膜机工作环境宜满足以下条件：

- 温度：20 °C~28 °C；
- 相对湿度：20%~55%；
- 洁净度：百万级。

5.2 真空要求

5.2.1 进行抽速测试时，采用氮气破真空，从大气抽到工作真空（ 5×10^{-4} Pa）时间 < 20 min。

5.2.2 经烘烤除气后，极限真空 $\leq 5 \times 10^{-5}$ Pa，腔体漏率 $\leq 1.0 \times 10^{-12}$ Pa·m³/s。

5.2.3 在保压测试环节，系统抽至高真空后停泵关机保压 24 h 后，真空度 ≤ 10 Pa。

5.3 外观质量

5.3.1 真空蒸发镀膜机外观应美观大方、表面干净、整洁、无锈迹、无污渍。

5.3.2 真空蒸发镀膜机外露表面不应有非功能性需要的尖角、菱角、飞边、毛刺、起泡、凸起及粗糙不平等缺陷。零部件结合面边沿应整齐匀称，不应有明显错位。

5.3.3 真空蒸发镀膜机涂漆表面应光洁、美观、牢固、无剥落起皮现象，金属件的镀层应牢固、无变质、锈迹或脱皮现象。

5.3.4 真空蒸发镀膜机所有紧固件应有防腐层。

5.3.5 真空蒸发镀膜机按键按钮应清晰可辨。

5.3.6 手易接触的部位不应有毛刺、尖角。

5.3.7 真空蒸发镀膜机镀膜室内表面及各密封表面的表面应平整，且应对工作时处于真空状态的各表面应进行有效的真空清洁处理。

5.4 结构和制造要求

5.4.1 真空蒸发镀膜机设备尺寸应符合 GB/T 6070 的要求，静动密封零部件应符合 JB/T 10463 的要求。

5.4.2 在真空管道及镀膜室上应安装真空测试装置，分别测量各部位的压力。

5.4.3 真空蒸发镀膜机应装有真空调节阀装置。

5.4.4 真空蒸发镀膜机所配用的自制或外购的泵、阀、表、计等各类机械、电器元器件应具有质量合格证书或经制造厂检验部门检验合格方可使用。

5.4.5 装配时对工作中处于真空状态的各零部件表面应进行有效的真空清洗处理不予以干燥，各运动件装配后应运动灵活平稳。

5.4.6 真空蒸发镀膜机中镀膜沉积源、工件加热、膜厚监控等装置均应逐项调试和联合调试，性能均应达到设计要求且运行可靠。工件加热过程中真空蒸发镀膜机应能正常运转。

5.4.7 装置中线路的排布应整齐清晰、便于检修。

5.5 装配质量

5.5.1 整机试运行时应有明显异常的振动，撞击及噪声过大的现象。

5.5.2 基片架输送平台应运转平稳，无异常声响，无卡阻现象。

5.5.3 操作结构应灵敏，执行机构动作应协调准确、顺畅。

5.5.4 真空系统应无泄漏，气密部分不泄露，喷气处气量均匀。

5.5.5 冷却水路不应出现漏水现象，水冷系统应畅通，各冷却部件应供水充分。

5.5.6 电气安装应与电气图一致，号码管标识与图纸一致，字迹清晰。

5.5.7 油漆应美观，颜色按客户要求，无剥落，紧固件牢固，管路布置美观。

5.6 控制系统

5.6.1 真空蒸发镀膜机控制系统功能应具备以下要求：

——真空系统控制与监测；

——蒸发源功率和电流控制与监测；

——基片平台运动控制与监测；

——膜厚数据监测；

——异常报警提示，可查询异常报警记录。

- 5.6.2 真空蒸发镀膜机的基片平台运动系统应运行平稳、灵活、轻便、无阻滞、无异常声音。
- 5.6.3 气路和水路管路应连接可靠，无泄漏现象。
- 5.6.4 真空蒸发镀膜机的操作按键应灵敏可靠，执行机构动作应协调准确、无卡阻或自发性移动。
- 5.6.5 真空蒸发镀膜机的零部件、紧固件的连接应牢固可靠，无松动现象。
- 5.6.6 真空蒸发镀膜机真空系统运行流畅、无泄漏。
- 5.6.7 真空蒸发镀膜机的水冷温度不应超过 22℃，最高温度不应超过 30℃。
- 5.6.8 真空蒸发镀膜机的蒸发源系统可正常加热升温。

5.7 安全防护

- 5.7.1 关键部件的水冷系统中应有断水或水压不足的报警装置，并与电源、真空系统、传动系统相关联部分有联锁保护机构，动作应灵敏可靠。
- 5.7.2 对装设电磁或气动阀门的真空蒸发镀膜机，镀膜室充气阀与高真空阀及高真空阀与预抽阀均匀保持互锁，突然停电时，阀门应自动关闭。
- 5.7.3 真空蒸发镀膜机各单元到相附属的电控柜之间的连接导线和电缆应有防止磨损或碰伤的保护措施
- 5.7.4 在真空蒸发镀膜机电气线路中，针对负载情况应采取短路保护、过电流保护等必要保护措施。
- 5.7.5 应用高压电源的真空蒸发镀膜机，其装有高压电极的镀膜室的开启与高压线路的接通应有安全联锁装置。
- 5.7.6 真空蒸发镀膜机中的高压、高频以及其他有可能产生损害人体的辐射部分应安装屏蔽装置，且屏蔽装置亦应接地。

- 5.7.7 外露的齿轮、皮带轮等应有可靠的防护装置。
- 5.7.8 液压或气压系统应有压力指示仪表及调节压力的安全防护装置。
- 5.7.9 防护装置应符合 GB/T 30574、IEC 60364-4-41、IEC 60364-4-43 的要求。
- 5.7.10 真空蒸发镀膜机的危险部位、高温部位、各种电极引线部位、机械传动部位应装设有明显易见的警告标示牌。

5.8 电气安全

- 5.8.1 真空蒸发镀膜机及其附属的电气装置应有接地装置，接地处应有明显标记。
- 5.8.2 真空蒸发镀膜机上的电气线路及电气元件不应受冷却液、润滑油及其他有害物质的影响。
- 5.8.3 真空蒸发镀膜机运转中突然停电后，恢复供电时电器不应自行接通。
- 5.8.4 在真空蒸发镀膜机电气线路中，针对负载情况应有过电流、过载及过热保护装置。
- 5.8.5 在动力电路导线和保护联结电路之间施加 500 V 直流电压时，测得的绝缘电阻不应小于 1 M Ω 。
- 5.8.6 在动力电路导线和保护联接电路之间施加 1000 V 的电压、时间至少 1 s，不应出现击穿放电现象。
- 5.8.7 电保护联结电路的连续性应符合 IEC 60204-33 的规定。

5.9 噪声

真空成膜机的整机运转噪声 ≤ 75 dB(A)。

6 试验方法

6.1 试验条件

真空蒸发镀膜机在进行试验前，应完成所有安装和调试工作，试验环境条件应满足5.1的要求。

6.2 真空要求试验

6.2.1 真空密封性试验条件应满足以下要求：

- 镀膜室内为空载（既不安放被镀件），但不应拆去真空蒸发镀膜机正常工作应安装的点源或线源；
- 所用真空计应校验合格且在使用有效期内；
- 出现密封性问题，应使用检漏仪进行氦气测漏检验；
- 真空腔室的测试应满足 5.2 的要求。

6.2.2 试验方法应按照以下要求进行：

- 对真空蒸发镀膜机进行抽真空操作，详细记录真空系统各部件启动时间，达到要求时间；
- 进行多次试验，对结过进行比对；
- 进行极限真空测试，连续运行测试；
- 对真空蒸发镀膜机抽真空后，停机保压，进行 24 h 保压测试。

6.2.3 真空度、漏率应按 GB/T 18443.2、GB/T 32218 的要求进行试验，结果应满足 5.2 的要求。

6.3 外观质量试验

应采用目视和手动检查，结果应满足5.3的要求。

6.4 结构和制造要求

设备尺寸、静动密封零部件应按GB/T 1958、GB/T 6070、GB/T 24468、JB/T 10463的要求进行试验，其他采用目视和手动检查，结果应满足5.4的要求。

6.5 装配质量试验

应采用目视检查，结果应满足5.5的要求。

6.6 控制系统试验

6.6.1 应按照 GB/T 3797 的要求进行试验，目视和操作检查各操作部位及功能，结果应满足 5.6 的要求。

6.6.2 整机空运转试验合格后，应进行不小于 30 min 的带载蒸发试验。在蒸发试验过程中，检查蒸发源即热升温、膜厚检测、各执行机构运行状态、定长控制正常、可靠情况，控制有效情况。带载试验过程中应对镀膜后的膜厚均匀性进行测试，测试方法如下：

- 膜厚采用专用仪进行测试，膜层厚度应 $100\text{ nm}\pm 5\text{ nm}$ ，每个测试点位测量 3 次，取 3 个测量值的均值进行相关计算。
- 测试点平均分布于玻璃基板有效区域内，不同尺寸基片测试点数量不同。

6.7 安全防护试验

应按GB/T 30574、IEC 60364-4-41、IEC 60364-4-43的要求进行试验，目视和操作检查各部位及防护装置，结果应满足5.7的要求。

6.8 电气安全试验

6.8.1 电气系统的阀门、报警装置等，用目测和感官检查应满足 5.8 的规定。

6.8.2 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验，检测绝缘电阻其结果应满足 5.8 的规定。

6.8.3 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验，检测其耐压强度其结果应满足 5.8 的规定。

6.8.4 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验，目视电气系统安全配置，检查保护联结电路的连续性。

6.9 噪声试验

在真空蒸发镀膜机运转状态下，应按GB/T 3768规定的方法测量噪声声压值。在环境噪声不应大于60 dB（A）的场地上进行测量。机器以最高速度空运转时，开启机器所有噪声源，用声级计测量机器四周的噪声。机器的周围不应放置障碍物，且与墙壁的距离应大于2 m，测量点距地面高度为1.5 m，距机器四周外轮廓线1 m，噪声以各测量点噪声值的最大值计，结果应满足5.9的要求。

7 检验规则

7.1 检验项目

检验可分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

产品应以批为单位进行检验，同一型号、同一工艺连续生产的产品为一批。

7.3 抽样

7.3.1 抽样方法应按 GB/T 2828.1 的要求执行。

7.3.2 抽样样品批次应粘贴标签，注明产品名称、产品型号、生产批号、抽样日期和抽样者姓名等。

7.4 出厂检验

7.4.1 真空蒸发镀膜机出厂前，应经质检部门检验合格后方可出厂，并附有产品合格证和使用说明。

7.4.2 出厂检验项目见表 2。

7.4.3 出厂检验判定为不合格时，应允许重新进行修正，再次进行出厂检验，合格后方可出厂。

7.5 型式检验

7.5.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 生产定型时；
- 生产地变更时；
- 正常生产后，结构、材料、工艺等有重大改变，可能影响产品性能时；
- 产品停产一年以上，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验的结果有较大差异时；
- 各级质量监督机构要求进行型式检验时。

7.5.2 型式检验项目见表 2。

7.5.3 型式检验应从出厂检验的产品中随机抽取 1 台~2 台。

7.5.4 型式检验中若有不合格项，应允许对样机进行调整修复或者加倍量抽检，对不合格项进行复检，若仍不合格，应判定型式检验为不合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
----	------	------	------	------	------

1	真空	5.2	6.2	√	√
2	外观质量	5.3	6.3	√	√
3	结构和制造	5.4	6.4	√	√
4	装配质量	5.5	6.5	√	√
5	控制系统	5.6	6.6	√	√
6	安全防护	5.7	6.7	√	√
7	电气安全	5.8	6.8	√	√
8	噪声	5.9	6.9	—	√
注：“√”为必选项目，“—”为可选项目。					

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台真空蒸发镀膜机应在明显位置固定产品标牌，且应牢固、耐用，并能长期地固定在醒目的位置上，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

8.1.2 铭牌上应包含以下内容：

- 制造厂名及商标；
- 产品型号及名称；
- 电源电压、频率、输入功率；
- 设备重量；
- 设备尺寸；
- 点源、线源或面源个数；
- 执行标准号；
- 出厂编号及日期。

8.1.3 真空蒸发镀膜机的包装储运图示标志和运输包装收发货标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 整机包装的真空蒸发镀膜机应抽成真空状态并关闭所有阀门，然后进行包装。装箱前应将真空蒸发镀膜机中的残余积水或者废屑清理干净，且密封面不应受到损伤。

8.2.2 真空蒸发镀膜机的金属表面应做防锈处理，宜涂以防锈油脂。

8.2.3 真空蒸发镀膜机包装箱应有起吊、怕湿、重心点、防止倾倒等贮存标志。

8.2.4 宜采用木箱包装，包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.5 附件、备件、工具应固定在包装箱内空隙处。随机文件应用塑料袋封装，放入包装箱内，在包装箱外相应部位上注明“箱内装有随机文件”字样。

8.3 运输

8.3.1 装卸货时，应轻拿轻放，严禁扔摔撞击、挤压。

8.3.2 真空蒸发镀膜机在运输中有可能松散的零部件应有防松、防垫、防托等措施。

8.3.3 真空蒸发镀膜机运输中不应受到日晒、雨淋和剧烈震动。

8.4 贮存

8.4.1 真空蒸发镀膜机应贮存在阴凉、通风、干燥的场所。

8.4.2 在贮存过程中，应采用氮气保护。

8.4.3 超过贮存期应重新检验，真空蒸发镀膜机检验合格后方可出厂。

8.4.4 贮存场所不应有可引起腐蚀的酸、碱蒸汽和气体等。

三、主要试验和情况分析

结合国内外的行业测试标准和企业内部工厂管控的项目进行要求规定和试验验证。

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况

镀膜机企业规范运营，在国际市场上有机会与其他各国（相关）企业竞争。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、重大意见分歧的处理依据和结果

标准制定过程中，未出现重大意见分歧。

八、标准性质的建议说明

本标准为团体标准，供社会各界自愿使用。

九、贯彻标准的要求和措施建议

无。

十、废止现行相关标准的建议

本标准为首次发布。

十一、其他应予说明的事项

无。