

团 体 标 准

真空成膜机

编 制 说 明

《真空成膜机》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	15
四、标准中涉及专利的情况	15
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	15
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	15
七、重大意见分歧的处理依据和结果	15
八、标准性质的建议说明	15
九、贯彻标准的要求和措施建议	15
十、废止现行相关标准的建议	16
十一、其他应予说明的事项	16

《真空成膜机》团体标准

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

随着科技的飞速发展，真空镀膜技术在工业制造、光学、消费电子、航空航天等多个领域得到了广泛应用。传统电镀技术因其高污染、低效率及对人体健康的潜在危害，已逐渐被市场淘汰。而真空镀膜技术以其高性价比、低污染和优异的镀膜质量，成为表面处理行业的主流趋势。特别是在国家环保政策日益严格的背景下，真空镀膜技术更是得到了大力推广。此外，我国制造业的快速发展和消费升级，也为真空镀膜技术提供了广阔的市场空间。尽管真空成膜机项目具有广阔的市场前景，但在项目实施过程中仍面临一些挑战和问题，如在设备制造和改进过程中，可能会遇到技术瓶颈，影响设备的性能稳定性和生产效率等。

因此，开展真空成膜机标准的研制。真空成膜机项目的实施具有深远的意义。首先，项目将推动真空镀膜技术的进一步发展和应用，提升我国在该领域的技术水平和国际竞争力。通过自主研发和制造高效、稳定的真空成膜机，可以满足市场对高质量表面处理技术的需求，推动相关产业的升级和发展。其次，项目将促进企业的技术创新和转型升级。通过投资建设真空成膜机项目，企业可以提升自身的技术实力和创新能力，打造行业领先的镀膜设备制造商，增强市场竞争力。同时，项目的实施还将带动相关产业链的发展，推动区域经济的增长。最后，项目将产生显著的经济效益和社会效益。通过提高产品质量和附加值，增加企业的盈利能力和市场竞争力，项目将为企业带来可观的经济回报。

（二）编制过程

为使本标准在成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，在对我国现有成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成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，确定了成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成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《真空成膜机》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，从理论完善和实践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《真空成膜机》（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

本文件规定了真空成膜机的术语和定义、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。

本文件适用于真空成膜机。

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

IEC 60204-33 机械电气安全 机械电气设备 第33部分：半导体设备技术条件（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

真空成膜机 vacuum film depositioner

是一种利用真空环境进行材料加工，通过闪蒸技术制备薄膜高质量薄膜，提升太阳能电池等器件性能的专业设备。

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、200×200、300×300、450×650、 550×650、650×1200、1000×2000、1200×2400 等
2	基材厚度/mm	0.01~100
3	腔体材质	SUS304/A6061或更高等级材料
4	腔体漏率/ (Pa·m ³ /s)	1×10 ⁻¹²
5	真空计测量范围 /Pa	1.0×10 ⁻¹ ~1.0×10 ⁵

序号	项目	要求
6	工艺真空度/Pa	10 (5s达到)
7	极限真空度/Pa	1.0×10^{-2}
8	冷却方式	水冷 (超纯水)
9	破空方式	氮气破空

5 技术要求

5.1 工作环境

真空成膜机工作环境条件宜满足以下条件：

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

5.2 基本要求

5.2.1 真空成膜机应符合本文件的要求，并按经规定程序批准的技术文件和图样制造。

5.2.2 真空成膜机主要零部件制造所用的原材料应具有质量合格证书。

5.2.3 真空成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后方可使用。

5.2.4 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，各运动部件装配后应运动灵活平稳。

5.2.5 真空成膜机中的真空管道、静动密封零部件的结构和尺寸应符合 GB/T 6070 的规定。

- 5.2.6 腔盖开合无异常声响和自发性移动，操作结构应灵敏。
- 5.2.7 润滑系统应油路畅通，各润滑点应供油充分，无渗漏现象。

5.3 外观质量

- 5.3.1 外观表面不应有尖角、棱角、凸起及粗糙不平。
- 5.3.2 零部件结合面边沿应整齐匀称，不应有明显错边。
- 5.3.3 金属零部件的涂层应牢固、无变质、脱落及生锈等现象。
- 5.3.4 涂漆表面应光洁、美观、牢固、无剥落起皮现象。
- 5.3.5 润滑、气动等管路布置应整齐有序、固定牢靠，管路不应产生扭曲、折叠等现象。
- 5.3.6 装置中线路的排布应整齐清晰、便于检修。
- 5.3.7 标牌应平整、光洁、固定应牢靠，不应有铆裂、偏斜等缺陷。

5.4 精度要求

5.4.1 工艺真空

工艺真空应满足以下要求：

- 从大气压到 $10\text{ Pa} \leq 5\text{ s}$ ；
- 从大气压到 $1\text{ Pa} \leq 1\text{ min}$ 。

5.4.2 腔体漏率

腔体漏率应 $\leq 1 \times 10^{-12}\text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

5.5 控制系统

5.5.1 真空成膜机控制系统功能应具备以下要求：

- 可自动开合腔盖（可选）；
- 可设定工艺真空度，达到后停止；
- 可设定抽真空时间，到时间后停止；

——可实时记录真空值曲线。

5.5.2 真空成膜机的腔盖开合无异常声响和自发性移动，无卡阻现象。

5.5.3 气路和液压管路应连接可靠，无泄漏现象。

5.5.4 真空成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。

5.5.5 真空成膜机的零部件、紧固件的连接应牢固可靠，无松动现象。

5.5.6 真空成膜机的基片上下转运系统应运行平稳，如采用机械手应转动灵活、平稳可靠。

5.5.7 真空成膜机的供液单元的供液量充足、供液温度稳定，供液输出精确调控。

5.5.8 真空成膜机的工作温度不应超过 22 °C，最高温度不应超过 30 °C。

5.6 安全防护装置

5.6.1 关键部件的水冷系统应有断水或水压不足的报警装置，并与电源、真空系统、传动系统等相关联部分有联锁保护装置。

5.6.2 对装设电磁或气动阀门的设备，膜室充气阀与高真空阀及高真空阀与预抽阀应保持互锁，突然停电时，阀门可自动关闭。

5.6.3 操作中突然停电后，再恢复供电时，电器不应自动接通。

5.6.4 外露齿轮、皮带轮等应有可靠的防护装置。

5.6.5 液压或气压系统应有压力指示仪表及调节压力的安全装置。

5.6.6 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。

5.6.7 防护装置应符合 GB/T 30574、IEC 60364-4-41、IEC 60364-4-43 的要求。

5.7 电气安全

5.7.1 电气系统应有短路、过载保护装置和接地保护装置及标志，裸露带电部分和转动部分，应设有安全防护罩。

5.7.2 高压危险部位、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志牌。

5.7.3 电气系统应布线整齐，排列有序，接头牢固。

5.7.4 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 MΩ。

5.7.5 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。

5.7.6 电保护联结电路的连续性应符合 IEC 60204-33 的规定。

5.7.7 电气系统的光标按钮、指示灯和显示器、标记、警告标志和参照代号，应符合 IEC 60204-33 的规定。

5.8 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

6.1.1 真空成膜机在进行试验前，应完成所有安装和调整流程。试验时，机器外设装置及相关辅助装置整体联机，不宜在解体条件下进行试验，试验环境条件应满足 5.1 的要求。

6.1.2 在试验中，真空成膜机出现异常情况时应查明原因，并经调整后重新开始进行试验。对于已经有试验结果尚不受到此调整影响的项目，可不重复试验。

6.2 基本要求试验

结构和尺寸应按GB/T 1958、GB/T 24468的要求进行试验，其他采用目视和手动检查，结果应满足5.2的要求。

6.3 外观质量试验

应采用目视检查，结果应满足5.3的要求。

6.4 精度试验

6.4.1 真空应按 GB/T 18443.2 的要求进行试验，结果应满足 5.4.1 的要求。

6.4.2 漏率应按 GB/T 32218 的要求进行试验，结果应满足 5.4.2 的要求。

6.5 控制系统试验

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5.5的要求。

6.6 安全防护试验

应按GB/T 30574、IEC60364-4-41、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5.6的要求。

6.7 电气安全试验

6.7.1 电气系统的布线设置、标志牌，用目测和感官检查应满足 5.7 的规定。

6.7.2 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验，检测绝缘电阻其结果应满足 5.7 的规定。

6.7.3 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 5.7 的规定。

6.7.4 应按 IEC60204-33 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。

6.7.5 电气系统的操动器、指示灯和显示器、配线及标记、警告标志和参照代号应按 IEC 60204-33 的要求进行试验。

6.8 噪声试验

在真空成膜机运转状态下,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5.8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 真空成膜机出厂前,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	基本要求	5.2	6.2	√	√
2	外观质量	5.3	6.3	√	√
3	精度	5.4	6.4	√	√
4	控制系统	5.5	6.5	√	√
5	安全防护	5.6	6.6	√	√

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
6	电气安全	5.7	6.7	√	√
7	噪声	5.8	6.8	—	√
注：“√”为必选项目，“—”为可选项目。					

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 每台真空成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；
- 设备重量；
- 设备尺寸；
- 电源电压、频率、输入功率；
- 执行标准号；
- 出厂编号及日期。

8.1.3 真空成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 真空成膜机包装应采取防震、防潮、防雨、防尘措施，且不应出现损坏、降低精度等。

8.2.2 每种型式的包装箱使用前或包装材料有重大变动时，应做模拟实际的水喷淋试验、起吊试验、及颠震试验，试验后，设备质量不应受影响。

8.2.3 整机包装的设备应抽成真空状态并关闭所有阀门，然后进行包装。装箱前应将设备中的残余积水或者废屑清理干净，且密封面不应受到损伤。

8.2.4 真空成膜机的金属表面应做防锈处理，宜涂以防锈油脂。

8.2.5 设备包装箱上应有防水且不易脱落的发货标志。

8.2.6 宜采用木箱包装，包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.7 应牢固地固定在包装箱体内，附件、备件、工具应固定在包装箱内空隙处。

8.2.8 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。

8.2.9 随机文件应至少包括：

- 产品合格证；
- 产品使用说明书；
- 装箱单。

8.3 运输

8.3.1 运输工具应清洁、卫生。

8.3.2 产品装卸货时，应轻拿轻放，严禁扔摔撞击、挤压。

8.3.3 运输过程中，对可能松脱的零部件应有防松措施。

8.3.4 运输中应防止日晒、雨淋和剧烈震动。

8.3.5 产品不应与有毒、有害、有腐蚀性、易挥发或者有异味的物品混装运输。

8.4 贮存

8.4.1 产品应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，严禁露天堆放、日晒、雨淋或靠近热源。

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，产品检验合格后方可出厂。

8.4.4 产品不应与有毒、有害、有腐蚀性、易挥发或者有异味的物品同库贮存。

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

成膜机企业规范运营，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。