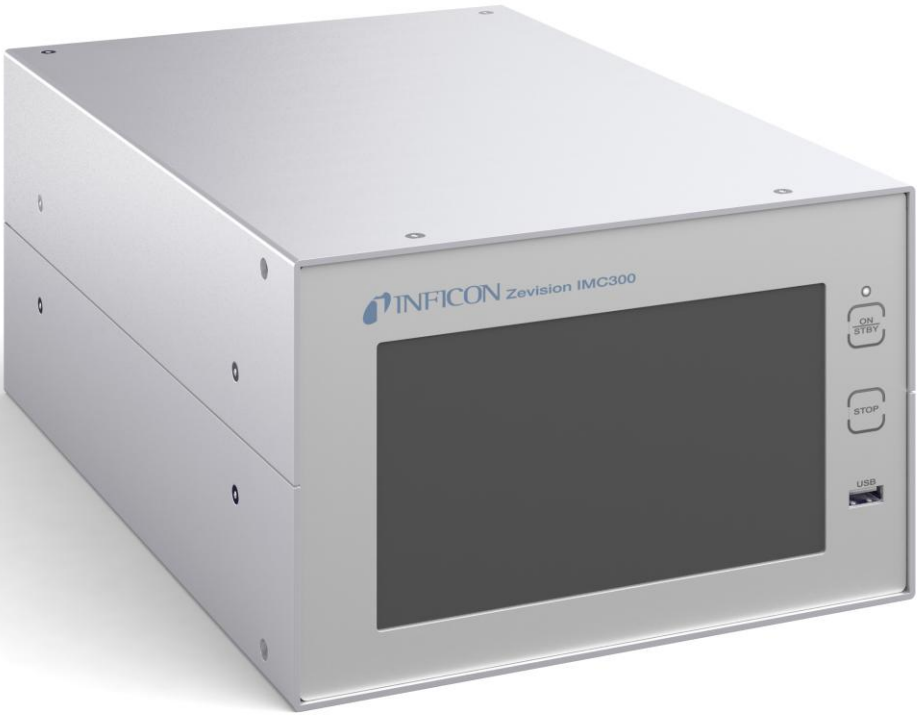


操作手册

Zevision® IMC300

沉积控制器

目录

1 商标、免责声明、版权 7
2 保修 8
3 符合性声明 9
4 简介 10
4.1 安全 10
4.1.1 注、注意、警告和危险的定义 10
4.1.2 一般安全信息 11
4.1.3 大地接地 11
4.2 如何联系我们 13
4.2.1 将仪器寄往服务中心 13
4.3 IMC300 售后保障计划 13
4.4 开箱与检查 14
4.5 规格 14
4.6 配置与附件 18
4.6.1 IMC300 配置 18
4.6.2 附件 19
4.7 首次通电验证 20
5 安装 21
5.1 简介 21
5.2 前面板 22
5.3 后面板 23
5.4 系统连接 25
5.5 接地要求 26
5.5.1 与大地的连接 26
5.5.2 建立大地接地 27
5.6 机架安装 27
5.6.1 全机架扩展器 28
5.6.1.1 配件清单 28
5.6.1.2 安装 28
5.6.2 机架适配器 29
5.6.2.1 配件清单 29
5.6.2.2 安装 30
5.7 I/O 连接 32
6 操作 34
6.1 菜单概览 34

6.2 运行界面 36
6.2.1 左侧面板 37
6.2.1.1 图表 38
6.2.1.2 蒸发源参数 41
6.2.2 右侧面板 42
6.2.3 底栏 43
6.3 传感器界面 44
6.3.1 传感器控制 45
6.3.2 传感器设置 46
6.3.3 晶体切换 49
6.3.3.1 XtalTwo（CrystalTwo） 50
6.3.3.2 XtalSix（CrystalSix） 50
6.3.3.3 Xtal12（Crystal 12） 50
6.3.3.4 RSH-800 52
6.3.3.5 通用传感器晶体切换 52
6.4 材料界面 52
6.4.1 材料编辑 53
6.4.1.1 编辑界面 54
6.4.1.2 材料库 55
6.5 材料库界面 56
6.5.1 材料编辑 57
6.6 设置界面 58
6.6.1 时间设置 59
6.6.2 声音设置 59
6.6.3 屏幕设置 60
6.6.4 锁定设置 61
6.6.5 通信设置 62
6.6.6 文件系统 63
6.6.7 测试设置 64
6.6.8 系统信息 65
6.7 蒸发源界面 66
6.7.1 蒸发源设置 67
6.8 薄膜界面 70
6.8.1 薄膜设置 71
6.8.2 薄膜蒸发源设置 72
6.8.3 薄膜传感器设置 74
6.8.4 薄膜预处理设置 80
6.8.5 薄膜沉积设置 82
6.8.6 薄膜后处理设置 83

6.9 层界面 84
6.9.1 层总览 85
6.9.2 层-薄膜编辑界面 86
6.10 工艺界面 87
6.10.1 工艺编辑 88
6.10.2 工艺设置 89
6.11 工艺运行期间更改参数 89
6.12 I/O 界面 92
6.13 高级逻辑 98
6.13.1 编辑逻辑语句 99
6.13.2 IF 事件定义 99
6.13.3 THEN 动作定义 104
6.13.4 语句 106
6.14 手持控制器 107
7 通信 108
7.1 简介 108
7.2 INFICON Zevision 协议 108
7.2.1 概述 108
7.2.2 向设备发送数据 108
7.2.3 与设备之间收发数据 109
7.2.4 协议选项 109
7.2.5 多包传输 109
7.3 INFICON Zevision 命令 110
7.3.1 命令格式 110
7.3.1.1 操作类型 110
7.3.1.2 命令组 110
7.3.1.3 命令 ID 110
7.3.1.4 数据 111
7.3.1.5 多条命令 111
7.3.2 响应 112
7.3.2.1 命令 112
7.3.2.2 响应状态 112
7.3.2.3 数据分隔符 112
7.3.2.4 数据 112
7.3.2.5 状态命令 113
7.3.2.6 多条命令 113
7.3.3 命令集 113
7.3.3.1 帮助 113
7.3.3.2 Hello 命令 114

7.3.3.3 Echo 命令 114
7.3.3.4 常规命令 114
7.3.3.5 材料 117
7.3.3.6 工艺控制状态 118
7.3.3.7 工艺 121
7.3.3.8 层 122
7.3.3.9 薄膜 124
7.3.3.10 输出 128
7.3.3.11 输入 130
7.3.3.12 QCM 传感器 132
7.3.3.13 蒸发源 134
7.3.3.14 高级逻辑 137

8 维护与校准程序 147
8.1 密度、修正系数和 Z 参数的重要性 147
8.2 确定密度 147
8.3 确定修正系数 147
8.4 实验室测定 Z 参数 148
8.5 使用手持控制器确定保温功率 149
8.6 更换流程 149
8.6.1 控制器板更换 149
8.6.2 例行维护 150

9 故障排除和错误信息 153
9.1 故障排除 153
9.2 传感器故障排除 154
9.3 计算机通信故障排除 157
9.4 错误信息 157

10 测量原理 160
10.1 基础知识 160
10.2 监控晶体 161
10.3 周期测量法 162
10.4 Z-Match 技术 163

11 控制回路理论 164

12 附录 A：材料表 168

13 附录 B：图标定义 176

14 附录 C：如何更新 IMC300 应用固件 179

15 附录 D：IMC300 状态图 180

1 商标、免责声明、版权

商标

本手册中提及的产品商标归其生产公司所有。

Zevision 是 INFICON Holding AG 的注册商标。

CrystalTwo 是 INFICON Holding AG 的注册商标。

CrystalSix 是 INFICON Holding AG 的注册商标。

Crystal 12 是 INFICON Holding AG 的注册商标。

RateWatcher 是 INFICON Holding AG 的注册商标。

所有其他品牌和产品名称均为其各自公司的商标或注册商标。

免责声明

本手册所含信息被认为是准确且可靠的。然而，INFICON 对其使用不承担任何责任，且不对与使用本产品相关的任何特殊、附带或后果性损害承担责任。

由于我们持续进行产品改进，规格如有变更，恕不另行通知。

版权

©2026 保留所有权利。未经许可，复制或改编本文档的任何部分均属违法行为。

2 保修

保修与责任——限制：卖方保证，由其制造或由其关联公司制造并由其销售的产品，在下文规定的保修期内，在正常、正确的使用和维护条件下，不存在材料或工艺上的缺陷。各产品的保修期在卖方针对相应产品的说明书中规定，但自卖方发货之日起不得少于两（2）年。卖方根据本保修承担的责任仅限于上述产品或其部件，且该产品或部件须在相关保修期届满后三十（30）天内，预付运费退回卖方工厂，并经卖方检查确认因工艺或材料缺陷（而非安装不当或误用）导致无法正常工作；卖方的责任仅限于由卖方选择以下任一方式：（a）维修并返还该产品或其部件，或（b）提供替换产品或其部件，无论采取何种方式，运费均由卖方预付。如买方发现或获悉产品不符合保修条款，买方应立即以书面形式将该不符合情况通知卖方，并合理详细地说明该不符合情况的性质。若卖方未收到此类书面通知，对于卖方如及时收到书面通知本可避免的任何进一步损害，卖方不承担责任。

本保修条款的作出与接受，取代所有其他明示或默示的保证（无论涉及适销性、特定用途适用性或其他方面），并作为买方针对本协议项下所售产品任何缺陷的唯一补救措施。卖方的所有其他义务和责任，无论基于合同、侵权（包括过失）或其他原因，均被明确排除。对于任何因产品缺陷提出的索赔，卖方在任何情况下均不承担超过买方为该产品支付的价款加预付退货运费的任何费用、开支或损害赔偿，无论该损害是直接或间接、特殊、附带、后果性或其他性质的。

对于任何未按卖方书面使用手册安装、使用或操作的卖方产品，或遭受误用、疏忽或事故的产品，或由卖方以外的任何人维修或改装过的产品，或以非卖方产品设计所针对的方式或用途使用的产品，卖方均不提供任何保修；对于因买方或代表买方向卖方提供的图纸或说明而导致的任何缺陷，卖方亦不提供保修。

本手册仅供 INFICON Inc. 及其客户内部使用。如需复制其内容，请先联系 INFICON。



本说明书未能涵盖与本设备安装、操作或维护相关的所有可能情况。如需进一步协助，请联系 INFICON。

3 符合性声明

INFICON

DECLARATION OF CONFORMITY

This declaration is issued under the sole responsibility of the manufacturer INFICON. The object of the declaration is to certify that this equipment, designed and manufactured by:

INFICON Inc.
Two Technology Place
East Syracuse, NY 13057
USA

is in conformity with the relevant Community harmonization legislation. It has been constructed in accordance with good engineering practice in safety matters in force in the Community and does not endanger the safety of persons, domestic animals or property when properly installed and maintained and used in applications for which it was made.

Equipment Description:	IMC300, Thin Film Deposition Controller	
Applicable Directives:	2014/35/EU (LVD)	Electrical Equipment (Safety) Regulations 2016 (UK)
	2014/30/EU (EMC)	Electromagnetic Compatibility Regulations 2016 (UK)
	2015/863/EU (RoHS)	Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012 (AS AMENDED)
Applicable Standards:		
Safety:	IEC 61010-1:2010, IEC 61010-1:2010/AMD1:2016 3rd Edition	
Emissions:	EN 61326-1:2020 (Radiated & Conducted Emissions) (EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment)	
	CISPR 11:2015/AMD2:2019 EN 55011:2016/A11:2020 FCC Title 47 CFR Part 18	 Emission Standard for Industrial, Scientific and Medical (ISM) radio RF equipment Class A emission requirements (USA)
Immunity:	EN 61326:2020 (Industrial EMC Environments) (EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment) Immunity per Table 2	

CE and UKCA Implementation Date: February 5, 2025

Authorized Representatives:

Andrew Klamm — Digitally signed by Andrew Klamm Date: 2025.02.10 10:09:20 -05'00'
Andrew Klamm
Quality Manager, ISS

Samuel Carroll — Digitally signed by Samuel Carroll Date: 2025.02.10 13:05:44 -05'00'
Samuel Carroll
Vice President of Engineering

ANY QUESTIONS RELATIVE TO THIS DECLARATION OR TO THE SAFETY OF INFICON'S PRODUCTS SHOULD BE DIRECTED, IN WRITING, TO THE AUTHORIZED REPRESENTATIVE AT THE ABOVE ADDRESS.

注：符合性声明保留英文原件，不另行翻译。

4 简介

INFICON Zevision IMC300 是一款基于石英晶体微天平（QCM）技术的沉积控制器，以紧凑、低成本的机身兼具高精度与强大功能。



标准版 Zevision IMC300 是一款多层顺序薄膜沉积控制器，可监控两个石英晶体传感器，并每次控制两个蒸发源中的一个。控制器配有 6 个工艺控制继电器和 8 个数字输入，可连接各类外部设备。加装选配扩展卡后，传感器和蒸发源输出数量可翻倍，数字 I/O 的继电器输出可增至 20 个，输入可增至 9 个。IMC300 标配 RS-232 和以太网通信接口。

请查阅完整手册以获取详细的操作、编程及安全信息。

4.1 安全

4.1.1 注、注意、警告和危险的定义

使用本手册时，请留意书中各处出现的“注”“注意”“警告”和“危险”。本手册对其定义如下：

相关信息，遵循后有助于仪器发挥最高效率。

⚠ 注意

若不遵守这些提示，可能会导致仪器损坏。



⚠ 警告

此符号提醒用户注意重要的操作和维护（保养）说明。



⚠ 危险

存在紧迫危险，可能导致死亡或非常严重的伤害。



⚠ 危险

触电危险

存在危险电压，可能导致人身伤害。

4.1.2 一般安全信息



⚠ 注意

请勿以制造商未指定的方式使用本产品。

如果未按照制造商指定的方式使用，设备提供的保护可能会受到削弱。



⚠ 注意

仪器内含精密电路，易受电源线瞬态电压影响。进行任何接口连接前，请先断开电源。所有维护工作均应交由专业人员进行。



⚠ 危险

触电危险

请勿打开仪器外壳。内部存在可能致命的电压。所有维护工作均应交由专业人员进行。



⚠ 警告

静电敏感器件

请遵守静电敏感器件的操作防护措施。



⚠ 注意

请勿用额定值不足的电源线替换原电源线。电源线额定电流必须不低于 10 A。

4.1.3 大地接地

使用选配电源时，仪器通过密封的三芯（三导体）电源线接大地，该电源线必须插入带保护接地端子的插座。如使用延长线，延长线也必须为三芯并带保护接地端子。如使用用户自备电源，其电源连接器必须带屏蔽层，且屏蔽层接交流电源地。



⚠ 危险

触电危险

切勿中断保护接地回路。无论是在仪器内部还是外部中断保护接地回路，或断开保护接地端子，都可能导致仪器表面或内部出现危险电压。

此符号表示仪器内部保护接地的连接位置。切勿拧下或松动此连接。



4.2 如何联系我们

全球客户支持信息请访问 www.inficon.com，您可通过该网站联系：

- 产品工程师，咨询 INFICON 设备的应用和编程问题
- 服务工程师，咨询 INFICON 设备的故障排除、诊断或维修问题
- 销售与客户服务，查找离您最近的 INFICON 销售办事处
- 维修服务，查找离您最近的 INFICON 服务中心

如果您遇到仪器故障，请准备好以下信息：

- 序列号和软件版本号
- 问题描述
- 您已尝试过的任何纠正措施的说明
- 您收到的任何错误信息的准确措辞

4.2.1 将仪器寄往服务中心

未事先取得退货授权（RMA）编号前，请勿将仪器的任何部件寄往服务中心。如需获取 RMA 编号，请填写并提交服务申请表（Service Request）：https://service.inficon.com/en/ma。

货物中必须附上 RMA 编号。如果寄往服务中心的包裹没有 RMA 编号，包裹将被暂扣，我们会与您联系，这会延误仪器维修。

INFICON 禁止某些化学品进入我司场所。如果您的设备接触过我司禁用清单上的化学品，服务中心可能会要求您先将产品送至去污染机构。

4.3 IMC300 售后保障计划

INFICON 欣然推出全新的 Zevision IMC300 售后保障计划，旨在保护您的投资。该计划提供两种方案，可在仪器初次购买后一年内购买。

具体计划详情如下。如需购买或了解更多信息，请访问 www.inficon.com 联系我们。

售后保障计划 1

增值服务	服务说明
终身借用仪器	仪器在任何时候需要维修，均可获得借用仪器
制造商保修期满后，再免费提供两年零件和人工服务	连同两年制造商保修期，共计四年免费零件和人工服务（部件号 786-080-P1 和 786-082-P1）

售后保障计划 2

增值服务	服务说明
终身借用仪器	仪器在任何时候需要维修，均可获得借用仪器
制造商保修期满后，再免费提供四年零件和人工服务	连同两年制造商保修期，共计六年免费零件和人工服务（部件号 786-081-P1 和 786-083-P1）

4.4 开箱与检查

➔ 如果仪器尚未从运输箱中取出，请立即取出。

1 仔细检查仪器，查看运输过程中是否发生损坏。如果发现包装箱外部有粗暴搬运的痕迹，这一点尤为重要。如有任何损坏，请立即向承运商和 INFICON 报告。

➔ 在完成清点并成功安装仪器之前，请勿丢弃包装材料。

2 请参照订单发票对订单进行清点。

3 请按照 “安装” [► 21] 中的说明安装仪器。

4 如需更多信息或技术支持，请联系 INFICON，参见 “如何联系我们” [► 13]。

4.5 规格

晶体频率范围	6.0 至 4.5 MHz	
频率分辨率	± 0.00656 Hz @ 6 MHz	
频率精度	± 2.5 ppm（0 至 50°C）	
测量频率	10 Hz	
厚度和速率分辨率	±0.008 Å 和 ±0.08 Å/s	
厚度精度	典型值为 0.5%（取决于工艺条件，尤其是传感器位置、材料应力、温度和密度）	
速率精度	抖动小于 1%	
传感器输入	2 个（选配 +2，共 4 个）	
测量技术	ModeLock	
传感器类型	单晶体、双晶体、CrystalTwo®、CrystalSix®、Crystal 12®、RSH-800、通用	
数字输入	功能	8 个，事件可配置 安装 I/O 卡时增加 1 个输入
	输入额定值	最大 24 V(dc) 最大 30 V(ac)

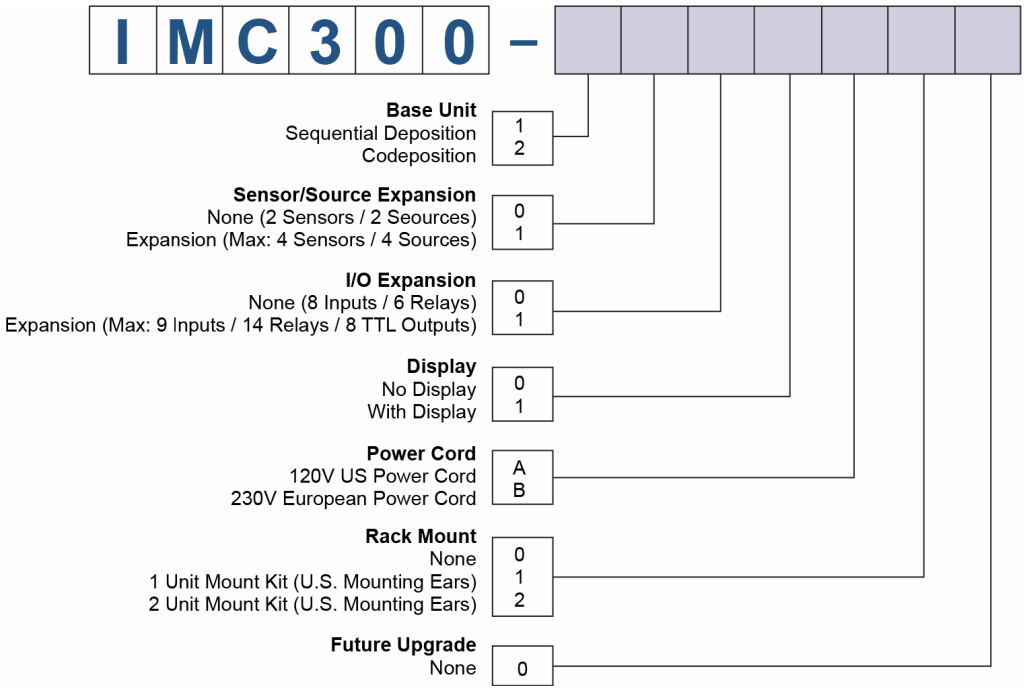
继电器输出	功能	6 个，事件可配置 安装 I/O 卡后，额外增加 6 个继电器和 8 个 TTL 输出
	继电器额定值	30 V(dc) 或 30 V(ac) RMS（或 42 V 峰值），2.5 A
市电电源	100–240 V(ac)，50/60 Hz	
功耗	最大 30 W（安装所有选件时）	
保险丝（慢熔）	1.25 A，250 V，5 x 20 mm 管状保险丝	
安装（过电压）	III 类	
瞬时过电压	488 V(ac)	
使用环境	仅限室内使用（IPX0）	
工作温度	0 至 50°C（32 至 122°F）	
湿度	31°C 时相对湿度最高 80%，无冷凝	
海拔	最高 2000 m	
污染等级	2	
存储温度	-10 至 70°C（14 至 158°F）	
预热时间	无需预热；为达到最佳稳定性，请预热 5 分钟	
机架尺寸 H x W x D	132.5 x 213.1 x 314.3 mm （5.2 x 8.4 x 12.4 in.）	
前部间隙	小于 26 mm（1.0 in.）	
后部间隙	小于 102 mm（4.0 in.）	
重量	4.1 kg	
清洁	温和、无研磨性的清洁剂或洗涤剂。请避免清洁剂进入 IMC300 或接触连接器。	
类型	带 PCAP 触摸屏的 TFT LCD 显示屏	
格式	WVGA	
分辨率	800 x 480	
背光	LED	
厚度显示分辨率	0.000 至 9.999 kÅ 时为 1 Å，10 至 99.99 kÅ 时为 10 Å，100 至 999.9 kÅ 时为 100 Å，1000 至 9999 kÅ 时为 1 kÅ	
速率显示分辨率	0.00 至 9.99 Å/s 时为 0.01 Å/s，10.0 至 99.9 Å/s 时为 0.1 Å/s，100 至 999 Å/s 时为 1 Å/s	
功率显示分辨率	0.1%	
数据显示刷新率	1 Hz	
图表显示功能	速率偏差 1、2、3、4、5、10 或 15 Å/s，或功率 0.0 至 100%	
记录仪输出功能	速率、厚度、速率偏差、功率和频率	

工艺数量	250	
薄膜数量	系统共支持 250 个薄膜，每层只能添加 1 个薄膜。	
层数量（所有工艺合计）	250	
初始速率	0.0 至 999.9 Å/s	
最终厚度	0.0 至 999.9 kÅ	
时间设定值	0:00:00 至 150:00:00（时:分:秒）	
厚度限值	0.0 至 1000.0 kÅ	
自动启动下一个工艺	是/否	
最大功率	100%	
最小功率	0%	
速率变化率上限	0.0 至 999.9 Å/s	
速率偏差提示	0.0 至 999.9 Å/s	
速率偏差警示	0.0 至 999.9 Å/s	
速率偏差报警	0.0 至 999.9 Å/s	
速率斜坡	起始厚度	0.000 至 1000 kÅ
	斜坡时间	0 至 5999 s 或 0:00:00 至 150:00:00（时:分:秒）
	新速率	0.0 至 999.9 Å/s
材料	250	
密度	0.1 至 100 g/cm^3	
Z 参数	0.1 至 15.0	
比例项 P	0.01 至 1000	
积分项 I	0.0 s 至 10000.0 s	
微分项 D	0.0 s 至 10000.0 s	
修正系数	1.0 至 10000%	
坩埚	最多 32 个	
晶体质量，速率偏差	0 至 99%	
晶体质量，计数	0 至 99	
晶体稳定性，单个	0 至 9999 Hz	
晶体稳定性，总计	0 至 9999 Hz	
晶体失效时的动作	不使用、转入后处理、停止、暂停、定时功率	
升功率时间/保温时间/斜坡时间/保持时间	0:00:00 至 150:00:00（时:分:秒）	
保温功率/功率	0.0% 至 100%	
挡板延时时间	0:00:00 至 150:00:00（时:分:秒）	
捕获窗口	0.0 至 100%	

RateWatcher	是/否	
	时间限值	0:00:00 至 150:00:00（时:分:秒）
	精度	100%

4.6 配置与附件

4.6.1 IMC300 配置



IMC300 配置包括：

- 25 针母头高密度焊杯 D-sub 连接器（部件号 051-1846）及连接器外壳（部件号 051-1794）。双通道标准配置中各包含一个。若选配 I/O 扩展板，则各包含两个。
- 电源线 - 根据订单来源地配备（通用电源）

– 北美电源线（部件号 068-0433）

– 欧洲电源线（部件号 068-0434）

– 中国电源线（部件号 068-0805）

- RS-232 电缆（部件号 068-0464）
- 以太网电缆（部件号 068-0478）

4.6.2 附件

XIU PKG，带 4.6 m（15 ft.）电缆、6 in. BNC	780-611-G15-CN
XIU PKG，带 9.1 m（30 ft.）电缆、6 in. BNC	780-611-G30-CN
XIU PKG，带 15.2 m（50 ft.）电缆、6 in. BNC	780-611-G50-CN
XIU PKG，带 30.5 m（100 ft.）电缆、6 in. BNC	780-611-G100-CN
4m XIU PKG，带 4.6 m（15 ft.）电缆、6 in. BNC	780-612-G15-CN
4m XIU PKG，带 9.1 m（30 ft.）电缆、6 in. BNC	780-612-G30-CN
4m XIU PKG，带 15.2 m（50 ft.）电缆、6 in. BNC	780-612-G50-CN
4m XIU PKG，带 30.5 m（100 ft.）电缆、6 in. BNC	780-612-G100-CN
4m XIU PKG，带 4.6 m（15 ft.）电缆、20 in. BNC 和 3.5 m 真空内电缆	780-613-G15-CN
4m XIU PKG，带 9.1 m（30 ft.）电缆、20 in. BNC 和 3.5 m 真空内电缆	780-613-G30-CN
4m XIU PKG，带 15.2 m（50 ft.）电缆、20 in. BNC 和 3.5 m 真空内电缆	780-613-G50-CN
4m XIU PKG，带 30.5 m（100 ft.）电缆、20 in. BNC 和 3.5 m 真空内电缆	780-613-G100-CN

电缆和振荡器套件

每个将连接至 IMC300 的晶体传感器均需一个 XIU 套件。

3U 机架扩展器——可在 48.3 cm（19 in.）机架中安装一台 IMC300 控制器	786-023-G1
3U 机架适配器——可在 48.3 cm（19 in.）机架中安装两台 IMC300 控制器	786-023-G2

机架安装套件

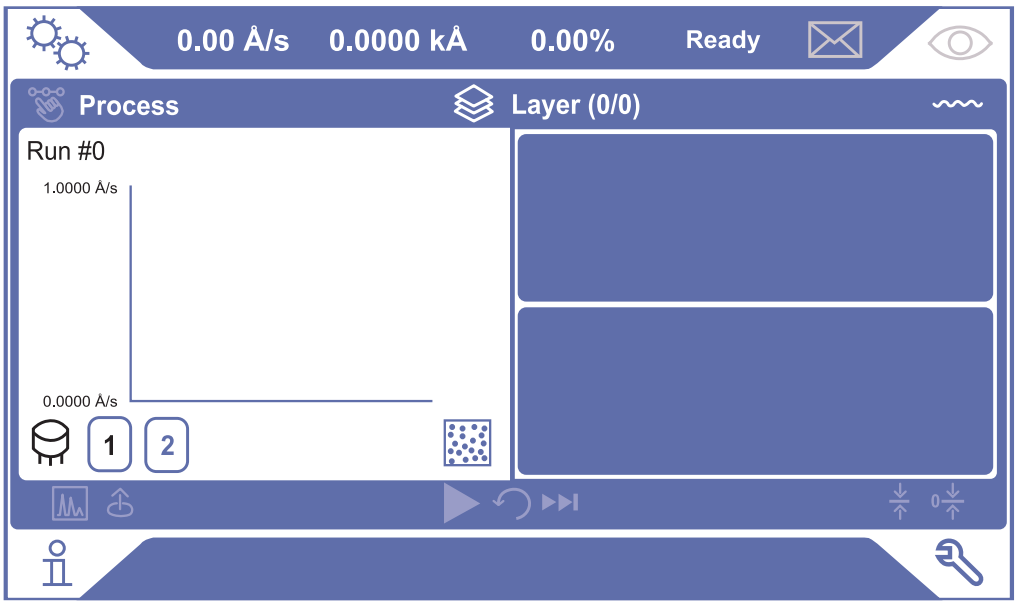
前装式单晶体传感器	部件号 SL-XXXXX-CN
前装式双晶体传感器	部件号 DL-AXXX-CN
超高真空可烘烤传感器	部件号 BK-AXF
冷却抽屉式单晶体传感器	部件号 CDS-XXFXX
冷却抽屉式双晶体传感器	部件号 CDD-XFXX
ALD 传感器	部件号 750-71X-GX
CrystalSix	部件号 750-446-G1
Crystal 12	部件号 XL12-1XXXXX
RSH-800	部件号 RSH-XXXXXX

	晶体传感器
	X 代表该传感器特有的功能选项。如需帮助识别传感器，请联系 INFICON（参见 “如何联系我们” [► 13]）。
	带挡板传感器、CrystalSix、RSH-800 和 Crystal 12 需要配一个电磁阀（部件号 750-420-G1）。

4.7 首次通电验证

正式安装前，可先对 IMC300 进行初步功能检查，此时无需连接传感器、蒸发源控制、输入或继电器。更完整的安装说明参见 “安装” [► 21]。

1. 确认 IMC300 接入的交流市电电压正确。
2. 确认后面板（主）交流电源开关处于 ON（开）位置。
3. 初始启动界面结束后，IMC300 显示 **Operate**（运行）界面。该界面与下图所示界面类似。



5 安装

5.1 简介

本章介绍 IMC300 所需的连接和用户界面。

⚠ 注意

IMC300 电缆的走线应尽可能远离其他传输高压或产生噪声的电缆，包括其他市电电缆、连接 SCR 控制加热器的导线，以及在起弧时可能流过高瞬态电流的蒸发源电源电缆。

⚠ 注意

为保证 IMC300 性能正常，只能使用 XIU PKG 中随附的 BNC 电缆连接振荡器与晶体传感器。

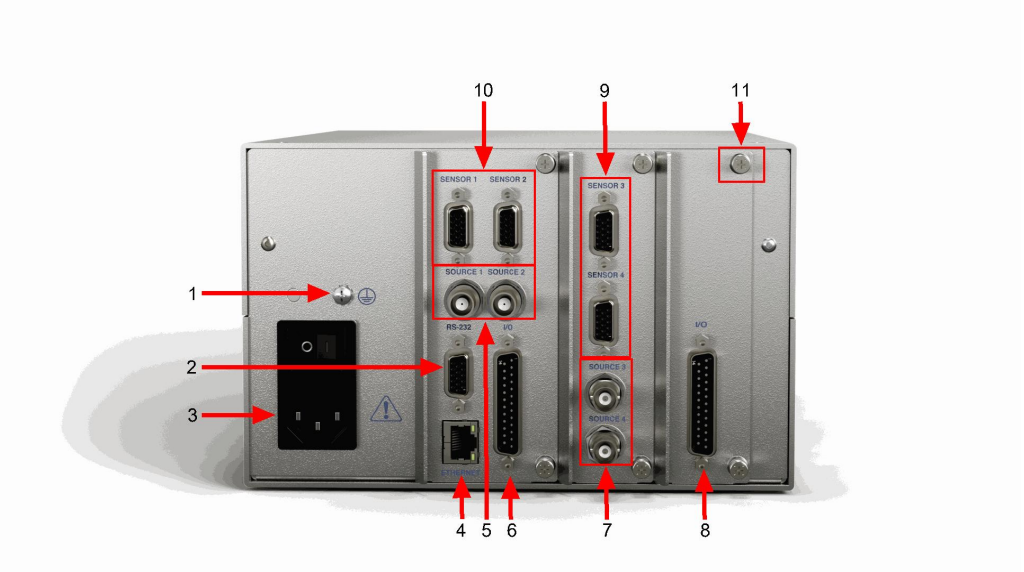
确保留有足够空间，以便在需要时断开电源。

5.2 前面板



1	触摸屏	主用户界面，用于操作 IMC300。
2	LED 指示灯	绿色 LED 表示系统已开启/正在运行；琥珀色 LED 表示系统处于待命（Standby）模式；红色 LED 表示系统已停止。
3	**ON/STBY**（开/待命）按钮	进入或退出待命模式。
4	**STOP**（停止）按钮	停止工艺。
5	USB 端口	用于将 U 盘或手持控制器连接到 IMC300。U 盘可用于更新仪器固件，参见 “附录 C：如何更新 IMC300 应用固件” [► 179]。

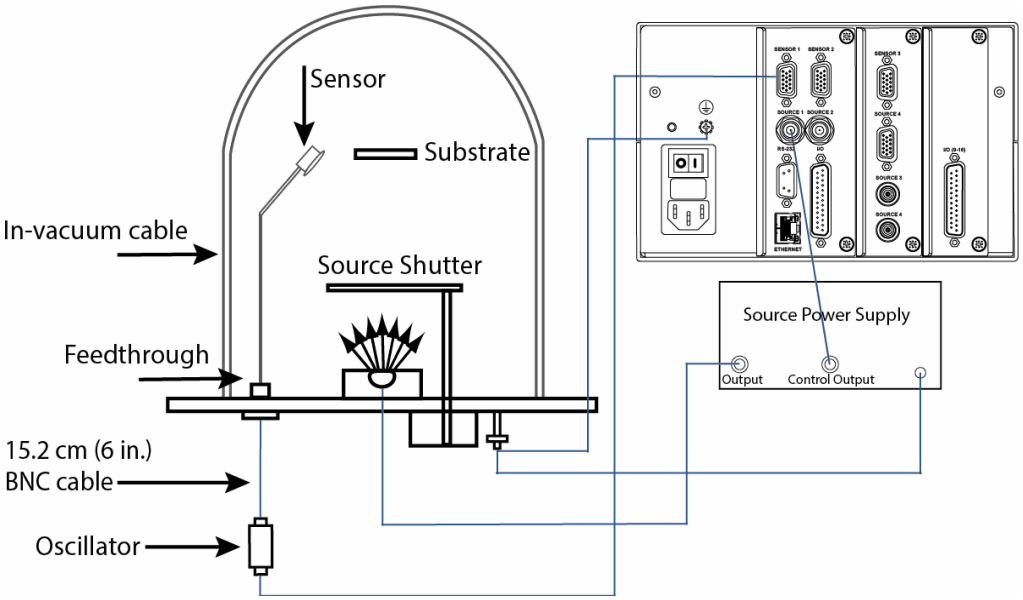
5.3 后面板



1	接地端子	用于系统公共接地和电缆接地的接地端子。
2	RS-232	用于连接计算机进行编程和数据采集。此接口为 IMC300 标配。
3	交流电源插座和保险丝	连接市电。IMC300 可自动识别 100 至 120 V (ac) 和 200 至 240 V (ac)、50/60 Hz 的市电电压。只能使用额定电流为 1.25 A 的电源线和慢熔保险丝。确认随附的电源线已插入接地良好的市电插座。
4	以太网	用于连接计算机进行编程和数据采集。此接口为 IMC300 标配。
5	蒸发源 1 和 2	BNC 接口，可用作蒸发源电源的控制电压输入，也可用作记录仪输出。
6	I/O	25 针 D-sub 接口，提供 6 个继电器（输出）和 8 个数字输入，用于连接外部设备。
7*	蒸发源 3 和 4	这些蒸发源、传感器和 I/O 端口为 IMC300 选配。注：I/O 选件卡提供 8 个 TTL 输出、6 个继电器和 1 个输入。
8*	I/O 选件卡	
9*	传感器 3 和 4	
10	传感器 1 和 2	连接传感器 1 和 2 的晶体接口单元（XIU）互连电缆的接口。
11	手拧螺钉	后面板上共有六颗手拧螺钉，每块子面板两颗。
机架安装		并非所有订购配置都包含机架安装配件。可选购 3U 机架适配器套件和 3U 机架扩展器套件，用于将一台或两台 IMC300 控制器安装在标准 48.3 cm（19 in.）机架中（参见“机架安装”）。

传感器输入连接	将来自真空室馈通件的 XIU 互连电缆、BNC 电缆和振荡器连接到 IMC300 相应的传感器输入端（参见 “系统连接” [► 25]）。
蒸发源输出连接	使用用户自备的 BNC 电缆，将 IMC300 输出连接器连接到蒸发源电源的控制输入端，或利用记录仪输出连接到外部设备。控制输入的接线方法参见蒸发源电源的操作手册。
数字 I/O 连接	数字 I/O 与 IMC300 I/O 连接器的接线详情，参见 “I/O 连接” [► 32]。
计算机连接	如需远程采集数据或对 IMC300 编程，用一根直通 RS-232 电缆将 RS-232 接口连接到计算机串口。IMC300 也可通过 RJ-45 以太网接口，使用 Cat 5 或更高规格的以太网电缆进行通信。
接地连接	将接地线或接地带连接到 IMC300 后面板上的接地端子（参见 “后面板” [► 23] 和 “接地要求” [► 26]）。

5.4 系统连接



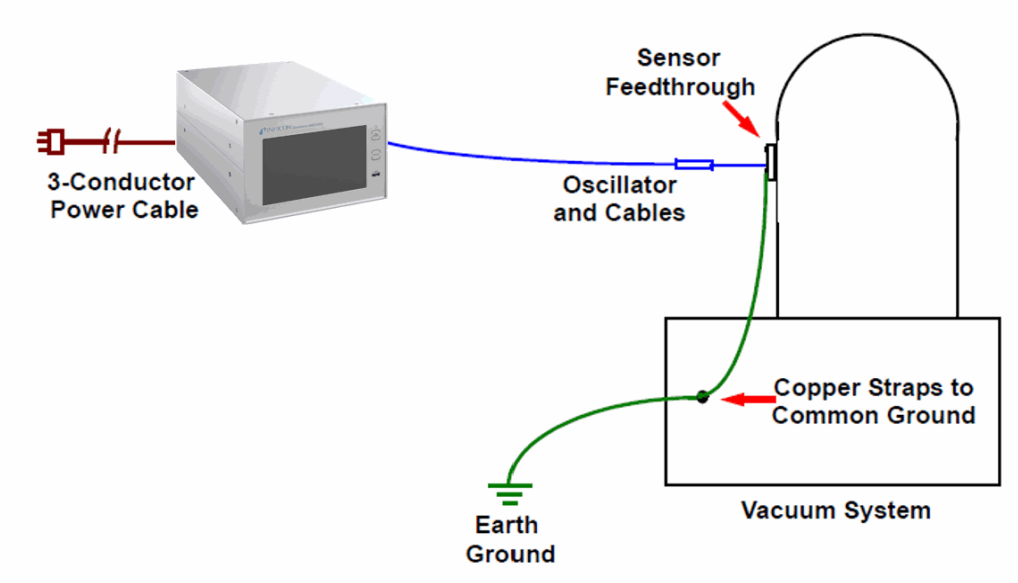
传感器	用于安装测量速率和厚度的石英晶体。晶体须定期更换。
真空内电缆	连接传感器与馈通件的同轴电缆。
馈通件	在真空与大气之间实现隔离，供电气连接以及水管、气管和/或吹扫气管穿过。
15.2 cm（6 in.）BNC 电缆	在馈通件与振荡器之间提供柔性连接。
振荡器	内含驱动石英晶体振荡的电子电路。振荡器到晶体的电缆总长度应小于 200 cm（78.7 in.）。
传感器输入电缆	将振荡器连接到 IMC300 传感器输入端。长度最长可达 30.5 m（100 ft.）。
控制输出 BNC 电缆	将 IMC300 输出连接到蒸发源电源的控制电压输入端。
接地线/接地带	连接真空系统与 IMC300 接地端子的导线或接地带，对抑制噪声非常重要（参见 “接地要求” [► 26]）。

5.5 接地要求

必须用低阻抗导线或接地带将所有控制组件的机箱连接到公共接地点，该公共接地点再连接到大地（大地接地要求参见 “建立大地接地” [▶ 27]）。

存在射频（RF）时，建议使用宽度至少 12.7 mm（0.5 in.）、厚度约 0.56 mm（0.022 in.）的实心铜带（长度尽可能短）。这在高噪声的电子束系统中尤为重要。

振荡器通过互连电缆接地，晶体传感器通常接地到真空系统腔壁。如果传感器馈通件与真空系统之间接地不良，在传感器馈通件与系统组件的公共接地点之间连接一根铜带。



5.5.1 与大地的连接

必须完成以下两处大地连接：

- IMC300 上的大地连接点为带六角螺母的螺柱。在接地带上压接环形端子，既能保证连接良好，又便于拆装。此连接必须在安装时完成。为获得最佳的高频噪声防护效果，接地导体的长宽比不应超过 5:1。
- IMC300 还通过密封的三芯电源线接大地，该电源线必须插入带保护接地端子的插座。延长线必须为三芯，其中包括保护接地导线。

5.5.2 建立大地接地



⚠ 警告

遵守当地电气法规和标准。

1. 将两根 3 m（10 ft.）长的铜包钢接地棒打入土中，两棒间距至少 1.9 m（6.2 ft.）。理想间距为接地棒长度的两倍。
2. 在每根接地棒周围浇注硫酸镁或硫酸铜溶液，以降低接地电阻。
3. 使用专用接地电阻测试仪测试接地棒。



不要使用普通欧姆表。

4. 确认大地接地良好后，用宽度至少 76 mm（3 in.）、厚度约 0.9 至 1.3 mm（0.05 in.）的实心铜带将接地棒连接起来，铜带应尽量短。



不要使用编织线，应使用实心铜带。

5.6 机架安装

以下步骤介绍 IMC300 机架安装套件的安装方法。IMC300 可借助选配的机架安装套件安装在标准 48.3 cm（19 in.）机架中，也可放在台面上使用。

提供 2 种机架安装套件：

- 全机架扩展器（部件号 786-023-G1）
- 机架适配器（部件号 786-023-G2）

5.6.1 全机架扩展器

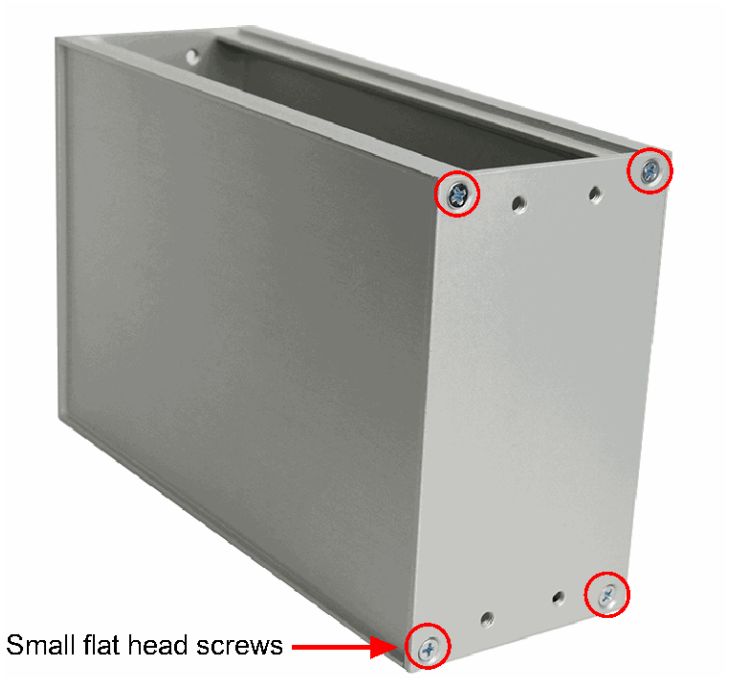
选配的全机架扩展器用于将单台 IMC300 安装在全宽 48.3 cm（19 in.）机架空间内。

5.6.1.1 配件清单

- 2 - 机架安装耳
- 2 - 大铝板
- 2 - 小铝板
- 2 - 六角带肩螺钉
- 8 - 小号平头螺钉
- 4 - 大号平头螺钉

5.6.1.2 安装

1 组装扩展器。用八颗小号平头螺钉将两块小铝板和两块大铝板连接起来。



2 安装六角带肩螺钉。从扩展器内侧，在靠近 IMC300 前部的一侧拧入两颗六角带肩螺钉，一直拧到螺纹完全露出。



3 安装扩展器。将扩展器与 IMC300 对齐，使其适配机架。步骤 2 中安装的六角带肩螺钉应对准 IMC300 上的两个大螺纹孔。拧紧六角带肩螺钉，将扩展器固定到 IMC300 上。

4 安装机架安装耳。用随附的四颗大号平头螺钉将机架安装耳安装在控制器组件两外端：一个装在 IMC300 上，另一个装在扩展器上。

5 安装 IMC300。将整个组件推入一个空的 3U 机架空间（高 8.9 cm [3.5 in.] × 宽 48.3 cm [19 in.]），用四颗机架螺钉（不随附）固定。

5.6.2 机架适配器

选配的机架适配器（部件号 786-023-G2）用于在全宽 48.3 cm（19 in.）机架空间内并排安装两台 IMC300 控制器。

5.6.2.1 配件清单

- 2 - 机架安装耳
- 1 - 后部连接板
- 2 - M3 圆头螺钉和垫圈
- 4 - 10-32 平头螺钉

5.6.2.2 安装

1 按装入机架时的位置将两台控制器并排对齐。拆下每台 IMC300 后面板上相邻一侧的两颗螺钉。



使用机架适配器时不再需要这些螺钉；但如果以后改为单台安装，则仍需使用这些螺钉，请妥善保存。

2 安装后部连接板。用随附的两颗圆头螺钉和垫圈，将后部连接板的两侧分别固定到两台 IMC300 上。两颗螺钉都装上之前，不要完全拧紧。



3 安装机架安装耳。用随附的四颗平头螺钉将机架安装耳安装在控制器组件两外端，每台 IMC300 各装一个。



4 安装 IMC300 组件。将组件推入一个空的 3U 机架空间（高 8.9 cm [3.5 in.] × 宽 48.3 cm [19 in.]），用四颗机架螺钉（不随附）固定。

5.7 I/O 连接

IMC300 后面板上的 25 针 D-sub 连接器提供输入/输出连接。

输入可通过开关短接到地来触发，也可由 TTL 兼容信号驱动。TTL 信号可根据需要设为高电平有效或低电平有效。

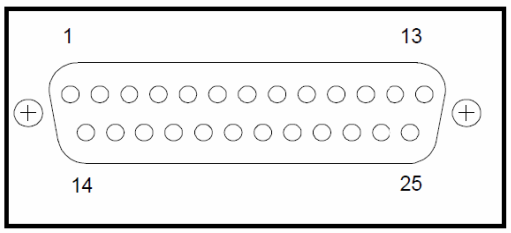
⚠ 注意

这些输入未经隔离。施加的电压必须限制在相对于地 0 至 +5 V 的范围内。

⚠ 警告

输出继电器的额定值为 24 V (dc) 或 30 V (ac)，最大 2 A。

后面板 I/O 连接器的引脚分配见下图和下表。



继电器	引脚	输入	引脚
继电器 1	1,2	输入 1	18
继电器 2	3,4	输入 2	19
继电器 3	5,6	输入 3	20
继电器 4	7,8	输入 4	21
继电器 5	9,10	输入 5	22
继电器 6	11,12	输入 6	23
		输入 7	24
		输入 8	25
		接地	13,14,15,16,17

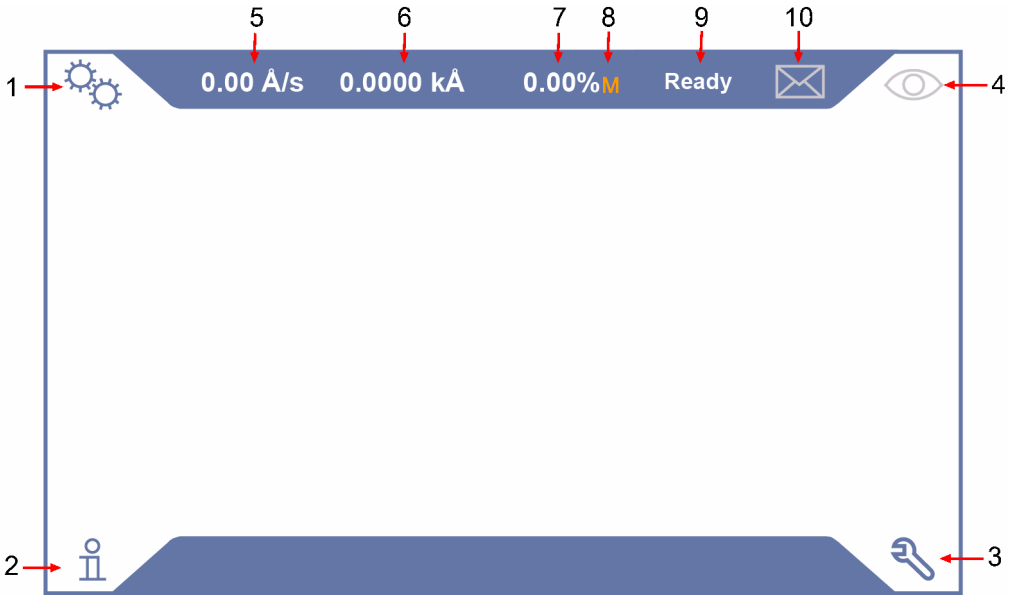
注：以下继电器和 TTL 输出仅在安装选件卡后可用。

说明	引脚号
继电器 7	1,2
继电器 8	3,4
继电器 9	5,6
继电器 10	7,8
继电器 11	9,10
继电器 12	11,12
TTL 输出 1	18
TTL 输出 2	19
TTL 输出 3	20
TTL 输出 4	21
TTL 输出 5	22
TTL 输出 6	23
TTL 输出 7	24
TTL 输出 8	25
输入 9	14
接地	13,15,16,17

6 操作

6.1 菜单概览

IMC300 开机后显示 **Operate**（运行）界面。IMC300 共有 10 个控制运行的主界面，另有一个始终显示的常驻框架。本节介绍各界面的功能及相应设置。



1	设置	进入 **Settings**（设置）界面。
2	材料	进入 **User Materials**（用户材料）界面。
3	常规设置	进入 **General Settings**（常规设置）界面。
4	运行	进入 **Operate** 界面。
5	速率*	此处显示当前速率。
6	厚度*	此处显示当前厚度。
7	功率*	此处显示当前功率级别。
8	手动功率	选择手动功率时，功率等级旁会显示橙色的“M”。
9	状态	此处显示当前状态。
10	消息	此处显示消息。若无消息，图标呈灰色。若出现警告消息，图标为橙色。若出现错误消息，图标为红色。

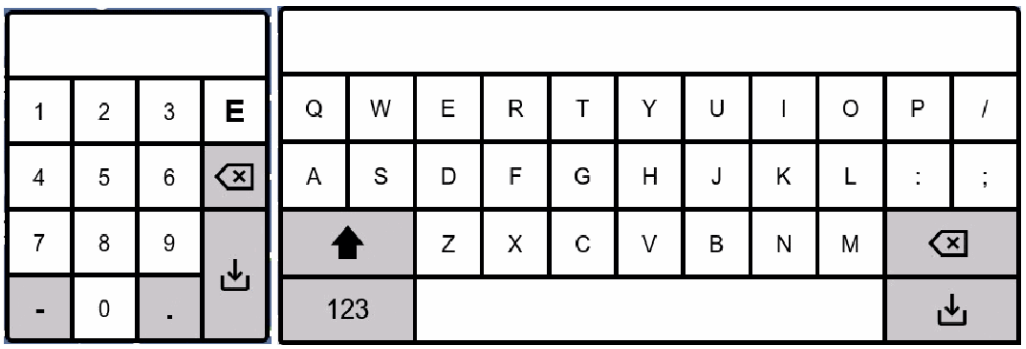
*以上数值每秒更新一次。存在多个传感器时，速率和厚度显示为所有传感器的平均值。

可能的状态

下表列出 IMC300 可能出现的各种状态，并与 XTC/3 的状态进行对照。

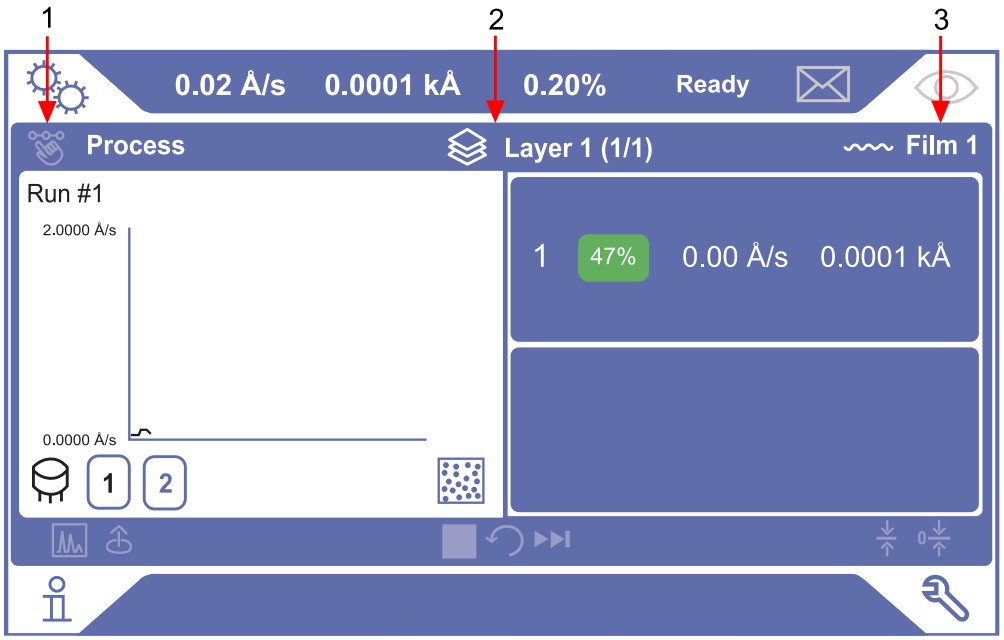
IMC300 状态	XTC3 状态
就绪	0 = 就绪
坩埚切换	1 = 坩埚切换
晶体切换中	进入此状态前的状态
预处理	进入此状态前的状态
预处理升功率	2 = 升功率 1 或 4 = 升功率 2
预处理保温	3 = 保温 1 或 5 = 保温 2
挡板延时	6 = 挡板延时
控制延时	7 = 沉积
沉积	7 = 沉积
沉积速率斜坡	8 = 速率斜坡
沉积速率保持	7 = 沉积
定时功率	10 = 定时功率
手动功率	9 = 手动
送料斜坡	11 = 待机斜坡
送料保温	11 = 待机斜坡
待机斜坡	11 = 待机斜坡
待机	12 = 待机
停止	进入此状态前的状态
RateWatcher 采样	进入此状态前的状态
RateWatcher 保持	进入此状态前的状态
RateWatcher 延时	进入此状态前的状态
非沉积段保持	12 = 待机

IMC300 触摸屏提供两种键盘（如下图所示），具体弹出哪一种取决于用户所选的输入框。



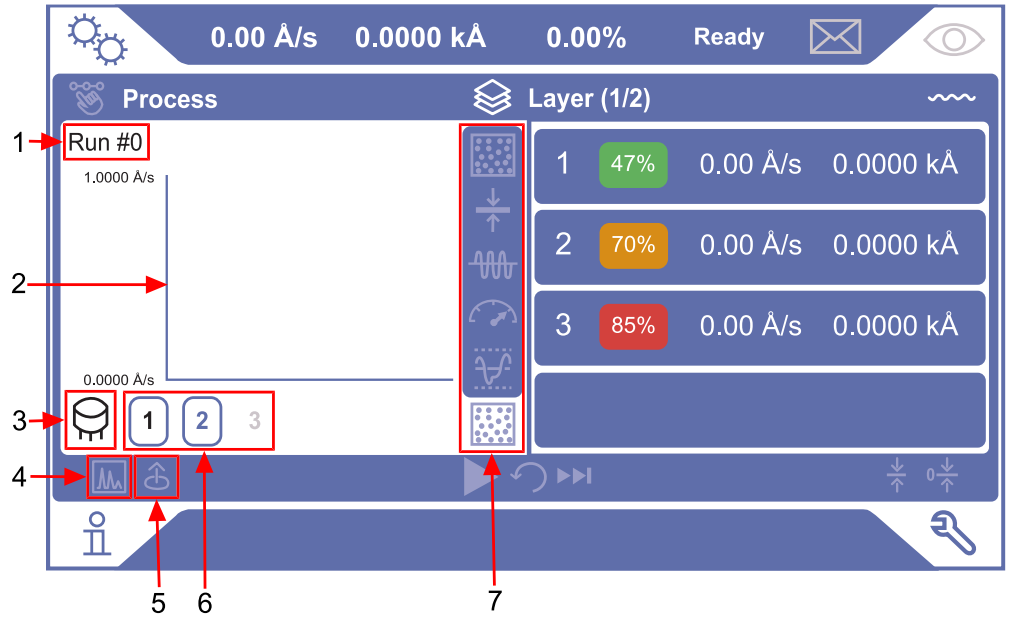
6.2 运行界面

Operate 界面如下图所示。



1	工艺	显示当前工艺。按此图标进入 **Process**（工艺）界面。参见 “工艺界面” [▶ 87]。
2	层	显示当前层的名称和编号，以及总层数。
3	薄膜	显示当前薄膜。

6.2.1 左侧面板



工艺运行时，**Operate** 界面的左侧面板显示图表或蒸发源参数。按左下角的 **Graph**（图表）图标或 **Source**（蒸发源）图标，可在两者之间切换。

1	运行编号	显示运行编号。
2	图表或蒸发源参数	此区域显示图表或蒸发源参数。按图表图标或蒸发源图标可切换此区域的内容。
3	传感器图标	除功率数据外，其他数据类型均显示此图标；功率数据显示蒸发源图标。此图标不可点击。
4	图表图标	点击此图标可显示图表。此为默认状态。
5	蒸发源图标	按此图标显示蒸发源参数。
6	图表数据选择	按这些按钮可指定 IMC300 在图表上绘制哪些传感器/蒸发源的数据。选中某个传感器时，其编号以边框高亮显示；取消选中时，边框消失（例如传感器 3 ）。
7	图表选择	按此按钮会弹出一个显示各图表选项的弹出栏。按钮从上到下依次为 **Rate**（速率）、**Thickness**（厚度）、**Frequency**（频率）、**Power**（功率）和 **Rate Deviation**（速率偏差）。

6.2.1.1 图表

IMC300 可绘制五种图表的数据：速率、厚度、频率、功率和速率偏差。示例如下。

速率



速率图表绘制所选传感器的速率数据。图表量程按以下公式计算：

量程上限 = RoundUp (Max + 1)

量程下限 = RoundDown (Min - 1)

厚度



厚度图表绘制所选传感器的厚度数据。图表量程按以下公式计算：

量程上限 = RoundUp (Max + 0.1 kÅ)

量程下限 = RoundDown (Min - 0.1 kÅ)

频率

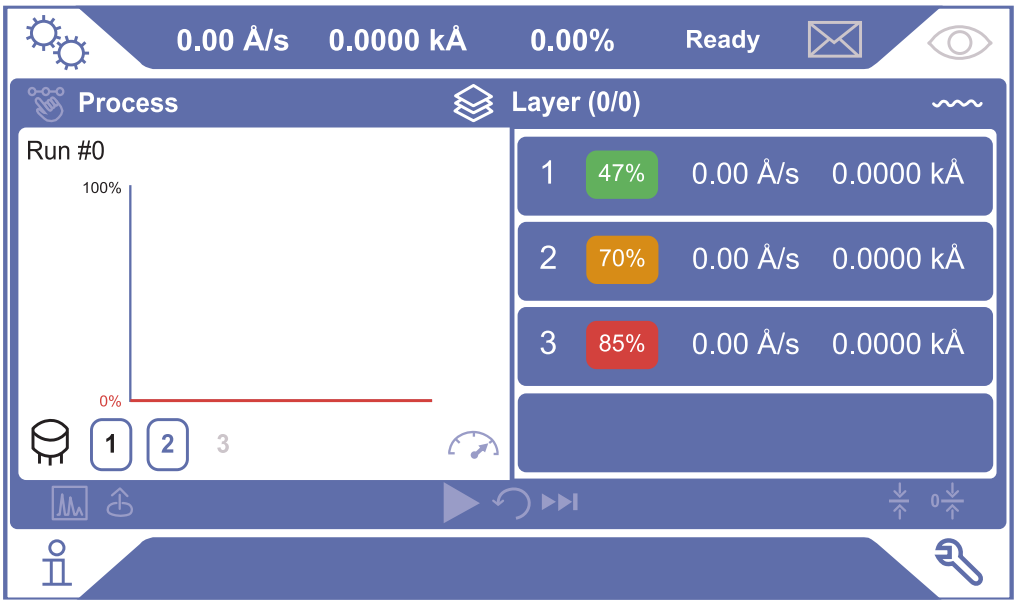


频率图表绘制所选传感器的数据。图表量程按以下公式计算：

量程上限 = RoundUp ((Max + 1 kHz)/1000)

量程下限 = RoundDown ((Min - 1 kHz)/1000)

功率



功率图表绘制所选传感器的数据。此图表不自动缩放，范围固定为 0% 至 100%。如果设置了最大和/或最小功率，以红线显示。

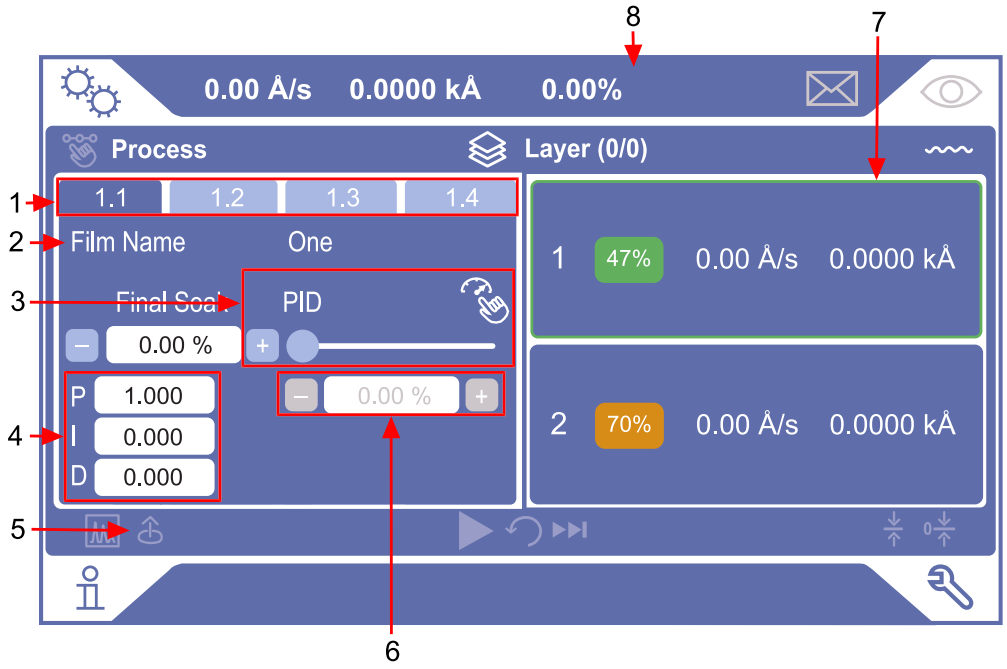
速率偏差



速率偏差图表绘制所选传感器的速率偏差数据。此图表不自动缩放，上下限由用户设定。数值超出范围时，显示在图表的顶端或底端。

6.2.1.2 蒸发源参数

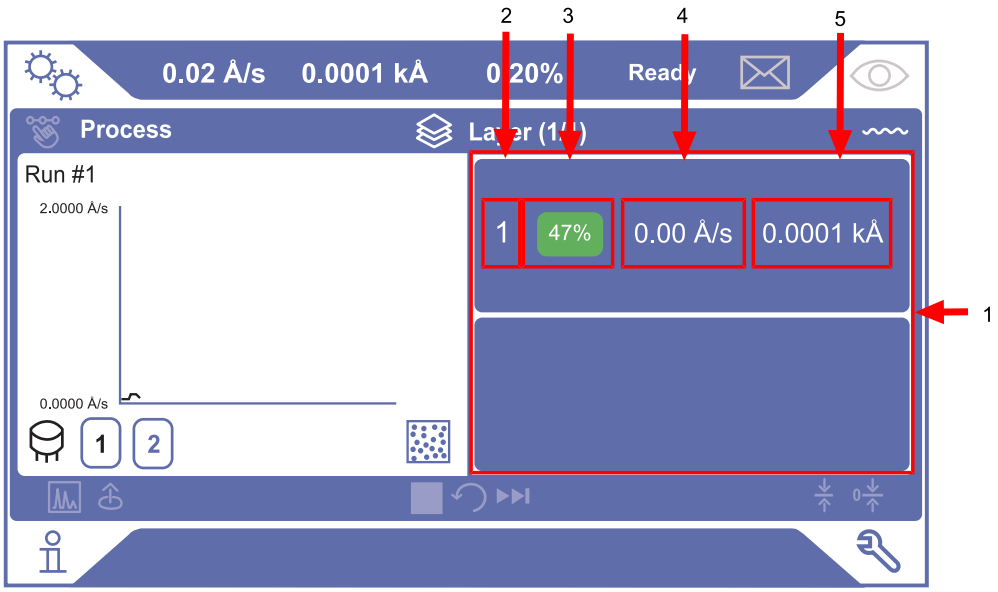
下图为 **Source Settings**（蒸发源参数）界面。在蒸发源参数中，用户可以选择 **PID**（比例-积分-微分）控制或 **Manual Power**（手动功率）控制。选择 PID 时，手动功率值会随功率输出同步更新，便于用户在同一功率水平下切换到 **Manual Power**。



1	蒸发源选项卡	通过这四个选项卡选择要修改的薄膜蒸发源。
2	最终保温功率	修改最终保温功率有两种方法：按文本框，在弹出的数字键盘中输入 0.00% 至 100.00% 之间的值；或按“-”“+”按钮，每次调整 1%。
3	PID 切换开关	默认功率设置为 PID。切换开关处于 PID 时，PID 文本框可用，**Manual Power** 输入框和按钮不可用；切换开关处于 **Manual Power** 时，PID 文本框不可用，**Manual Power** 输入框和按钮可用。
4	PID 编辑	选择 PID 时，三个文本框可用。按“**P**”文本框时弹出数字键盘，可输入 1 至 9999 之间的值；按“**I**”和“**D**”文本框时弹出数字键盘，可输入 0.0 至 99.9 之间的值。
5	蒸发源图标	按 **Source** 图标，左侧面板切换为显示蒸发源参数。
6	手动功率编辑	选择 **Manual Power** 时，文本框和按钮可用。按文本框时弹出数字键盘，可输入 0.00% 至 100.00% 之间的值。按“-”或“+”按钮时，数值每次变化 0.1%。
7	传感器	与所选蒸发源关联的传感器以绿色高亮显示。
8	手动功率	选择 **Manual Power** 时，功率值旁显示橙色的“**M**”。

6.2.2 右侧面板

右侧面板显示传感器信息。如果未连接传感器，则会显示为下图所示的深蓝色空白矩形。



1	右侧面板	显示传感器信息。
2	传感器编号	显示相应传感器的编号。这些编号是静态的，不会改变。
3	晶体健康度	晶体健康度表示已消耗的晶体寿命百分比。未达到晶体寿命警告阈值或晶体寿命错误阈值的晶体显示为绿色。达到晶体寿命警告阈值（默认值为 70%）的晶体显示为橙色。达到晶体寿命错误阈值（默认值为 85%）的晶体显示为红色。
4	速率	显示传感器的速率。该数据每秒更新一次。
5	厚度	显示该传感器测得的层厚度。该数据每秒更新一次。

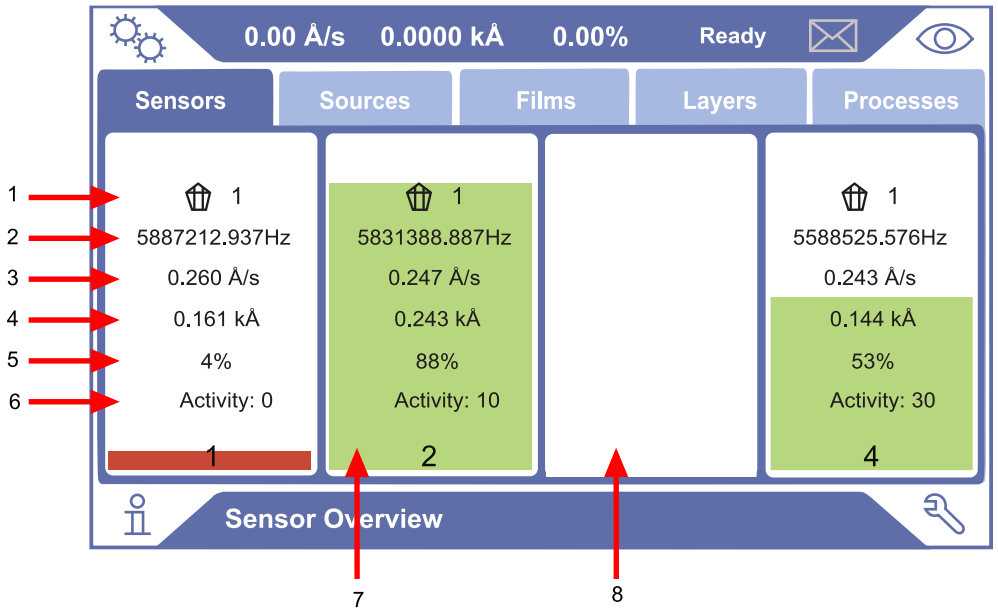
6.2.3 底栏



1	启动/停止	按三角形图标启动工艺，三角形随即变为方形。按方形图标停止工艺。
2	复位	按此图标复位当前层。 注：工艺运行时此图标不可用。
3	下一层	点击此图标可激活下一层。 注：层正在进行中或已是最后一层时，此图标不可用。
4	最终厚度	按此图标，当前层的最终厚度显示在文本框中，同时弹出数字键盘，可输入 0.00 kÅ 至 9999 kÅ 之间的值。按屏幕任意位置可关闭键盘。按“-”或“+”按钮，厚度每次变化 1 Å。 注：此图标仅在工艺运行时可用。
5	厚度清零	点击此图标可将所有传感器的厚度设为零。

6.3 传感器界面

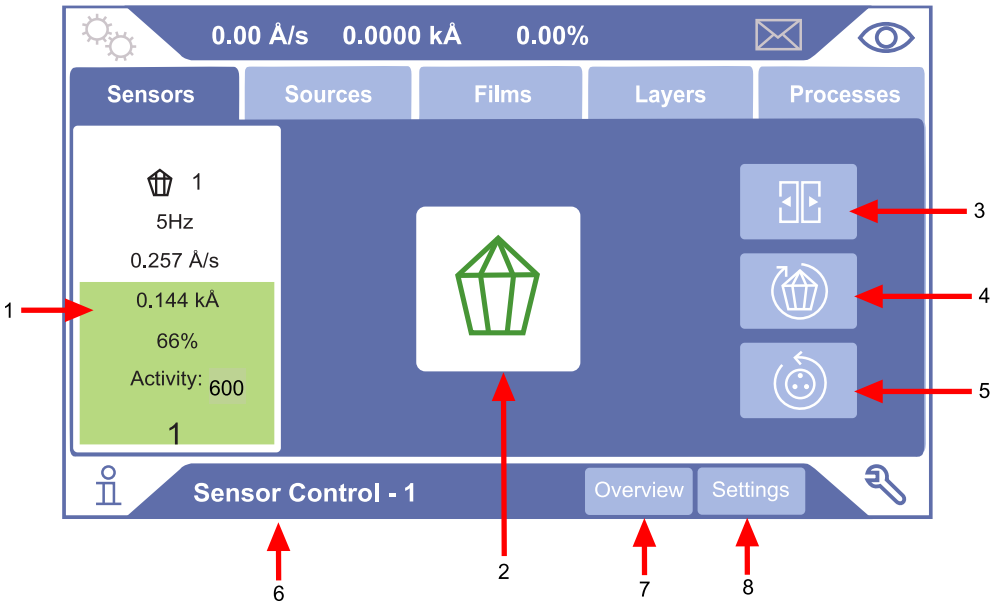
Sensor（传感器）界面如下图所示。



1	晶体序号	显示晶体转盘中的当前位置。
2	频率	显示频率（单位为赫兹），小数点后保留三位小数。
3	速率	以 Å/s 为单位显示速率，小数点后保留三位小数。
4	厚度	以 kÅ 为单位显示厚度，小数点后保留三位小数。
5	晶体健康度	以百分比显示晶体健康度。绿色表示晶体可用，黄色表示晶体警告，红色表示晶体失效。
6	活度	表示传感器的导电能力。该值可用于预测何时需要更换晶体：活度越接近零，晶体越接近失效。
7	晶体健康度竖条	以竖条显示晶体健康度。晶体健康度表示已消耗的晶体寿命百分比。未达到晶体寿命警告阈值或晶体寿命错误阈值的晶体显示为绿色。达到晶体寿命警告阈值（默认值为 70%）的晶体显示为橙色。达到晶体寿命错误阈值（默认值为 85%）的晶体显示为红色。
8	传感器未连接	当传感器未连接时，对应的矩形区域为空。

6.3.1 传感器控制

在 **Sensor Info**（传感器信息）界面按任一传感器矩形，即显示该传感器的 **Sensor Control**（传感器控制）界面。



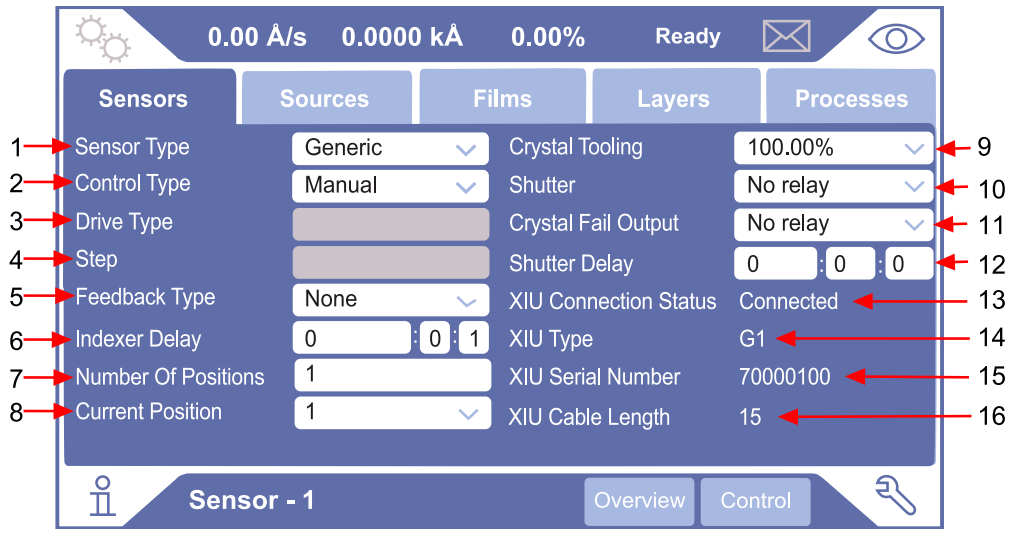
1	传感器信息	传感器信息的显示方式与 “传感器界面” [▶ 44] 相同。在此界面中，该矩形不是按钮。
2	晶体显示	晶体状态以其健康度对应的颜色显示；健康度未知时显示为灰色。此处还显示传感器连接的晶体数量，传感器可连接 1 至 32 个晶体。
3	挡板控制	按此图标打开或关闭晶体挡板。如果晶体挡板不可用，该按钮灰显且不可用。
4	切换晶体	按此图标，当前晶体被标记为失效并执行晶体切换。
5	旋转转盘	按此图标，系统检查每个可用位置的晶体状态并旋转转盘。
6	界面名称	显示用户当前所在的界面以及正在使用的传感器。
7	总览	按此按钮返回 **Sensor Overview**（传感器总览）界面。
8	设置	按此按钮进入所选传感器的设置界面。

6.3.2 传感器设置

此界面用于设置传感器。

须知

当传感器类型为 **Single**（单晶体）时，晶体切换输出不可用。



1	传感器类型	通过下拉菜单选择传感器类型，选项包括 **Single**、**XtalTwo**、**XtalSix**、**Crystal12** 和 **Generic**（通用）。默认值为 **Single**。
2	控制方式	传感器类型选择 **Generic** 时，通过下拉菜单选择控制方式，选项包括 **Manual**（手动）、**Direct**（直接）、**BCD** 和 **Individual**（独立）。
3	驱动方向	传感器类型选择 **Generic** 时，定义 **Direct** 控制方式的驱动方向。
4	步进方式	仅当控制方式为 **Direct** 时此设置项可用。通过下拉菜单选择 **Single Step**（单步）或 **Double Step**（双步）。
5	反馈类型	传感器类型选择 **Generic** 时，通过下拉菜单选择反馈类型，选项包括 **None**（无）、**Individual**、**BCD**、**Single Home**（单点归位）和 **In Position**（到位）。
6	分度器延时	传感器类型选择 **Generic** 时，按时、分、秒设置分度器延时。按小时文本框弹出数字键盘，可输入 0 至 999 之间的值；按分钟或秒文本框弹出数字键盘，可输入 0 至 59 之间的值。
7	晶体位置数量	传感器类型选择 **Generic** 时，按文本框设置晶体位置数量，弹出数字键盘，可输入 1 至 32 之间的值。
8	当前晶体位置	从下拉列表中选择当前晶体位置，范围为 1 至上面输入的“晶体位置数量”。

9	晶体修正系数	按文本框设置晶体修正系数，弹出数字键盘，可输入 1.0% 至 10000% 之间的值。
10	挡板	此处显示用于控制传感器挡板的挡板输出及其继电器编号。选择框中灰显的继电器已分配给其他功能，不可选。默认值为 **No relay**（无继电器）。
11	晶体失效输出	传感器中所有晶体均失效时触发的输出。默认值为 **No relay**。
12	挡板延时	按时、分、秒设置挡板延时。按小时文本框弹出数字键盘，可输入 0 至 150 之间的值；按分钟或秒文本框弹出数字键盘，可输入 0 至 59 之间的值。默认值为 00:00:00。
13	XIU 连接状态	显示 XIU 的连接状态。
14	XIU 类型	显示当前使用的 XIU 类型。
15	XIU 序列号	显示 XIU 序列号。
16	XIU 电缆长度	显示 IMC300 到 XIU 的电缆长度（单位：ft.）。

晶体修正系数：用于补偿传感器与被镀基片之间测得的沉积速率差异。

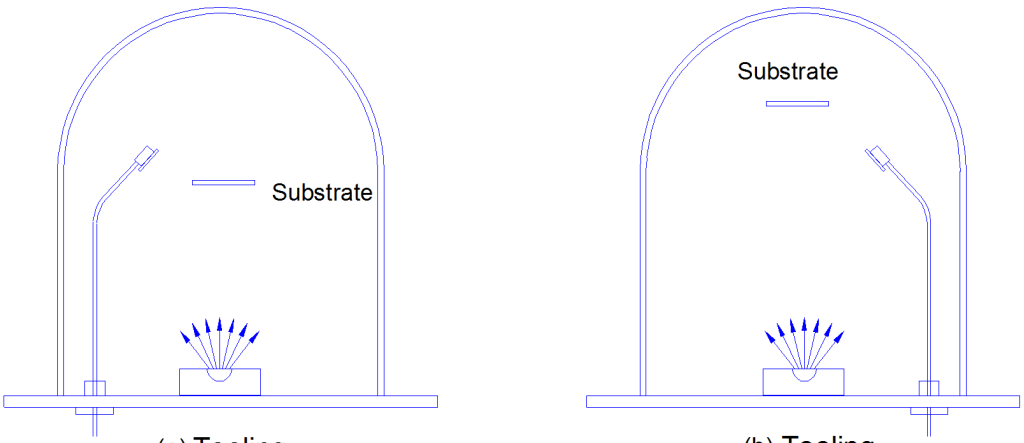


图 (a) 中，传感器位于基片上方，测得的速率或厚度低于基片上的实际沉积值。图 (b) 中，传感器位于基片下方，测得的速率或厚度高于基片上的实际沉积值。

修正系数是基片上实际沉积速率或厚度与传感器测量值之比。速率/厚度读数偏低时，增大修正系数；读数偏高时，减小修正系数。

挡板：如果传感器没有挡板，选择 **None** 以禁用传感器挡板功能。如果是典型的双晶体传感器，挡板仅在主传感器失效时动作，选择 **Dual**（双晶体）。对于使用传感器时即动作的其他传感器挡板，选择一个继电器来控制挡板。

挡板延时：如果为传感器配置了挡板，输入挡板打开及速率稳定所需的时间。

晶体位置数量：此参数定义该传感器输入可用的晶体数量。单晶体传感器设为 1。典型的双晶体传感器探头带有独立的振荡器和传感器接线，每个传感器输入只有一个晶体，因此也设为 1。旋转式多晶体传感器探头设为可用晶体的数量。

当前晶体位置：如果多晶体传感器有位置反馈，则无需此参数。对于只有 **In Position** 反馈或没有位置反馈的传感器，输入当前晶体位置。

控制方式：定义多晶体传感器所需的晶体或穴位位置控制方式。

Manual：不受 IMC300 控制。采用手动控制时，IMC300 在当前层结束后停止工艺。如果下一层需要不同的晶体位置，会显示消息，提示所需的晶体编号。更换位置后，按 **Continue**（继续）按钮。

Direct：用于直接驱动执行机构的情况。此时控制器生成一个或两个输出（每个可用方向一个），用于驱动电机或电磁阀。

驱动方向：定义 **Direct** 控制的驱动方式或方向。

Up、Down、Fast 和 Inline：选择 **Up**（正向）会生成一个继电器输出，用于使传感器步进到下一个晶体位置。**Down**（反向）的作用相同，只是该继电器输出标记为 **Sensor Drive Down**。选择 **Fast**（快速）会同时生成正向和反向输出，IMC300 通过启用相应输出来确定到达目标晶体位置的最快方向。**Inline**（直线）驱动方式表示无法沿一个方向连续转动，因此从位置 6 到位置 1 必须反向移动，直到到达位置 1。

注：本产品首次发布时，**Fast** 和 **Inline** 不可用。

Single Step 和 Double Step：用于通过脉冲驱动气动阀来转动多晶体传感器探头的情况。CrystalSix 旋转式传感器使用 **Double Step**；Crystal 12、RSH-800 和 RSH-600 旋转式传感器使用 **Single Step**。

BCD：位置控制通过外部旋转控制器实现、且该控制器接受二进制编码的十进制（BCD）输入来选择位置时，选择此项。BCD 输入很常用，因为只需少量信号线即可选择多个位置。IMC300 自动生成与外部控制器接口所需数量的继电器输出。

Individual（离散）：位置控制需要每个位置使用独立信号线时，选择此项。IMC300 自动生成与外部控制器接口所需数量的继电器输出。

反馈类型：定义多晶体传感器探头的反馈类型，IMC300 据此识别当前晶体位置。

注：本产品首次发布时不支持通用反馈。

None：不提供晶体反馈。IMC300 根据当前位置设置（见上文）跟踪晶体位置。CrystalSix、RSH-800 和 Crystal 12 旋转式传感器使用此设置。

Individual（离散）：每个穴位使用一个输入。所有输入平时为假（开路），只有相应穴位到位时，该输入才为真（对地闭合）。RSH-600 旋转式传感器使用此设置。

BCD：用二进制编码表示穴位位置。例如，8 个穴位需要 3 个输入：第 1 穴位到位时，所有输入均为假；第 4 穴位到位时，输入 1 和输入 2 为真，输入 3 为假。

*__单点归位：__表示只有一个反馈信号，用于指示第 1 穴位到位。

In Position：该输入平时为假（开路），任一穴位到位时变为真（对地闭合）。

分度器延时：此参数有两种作用。如果反馈类型选择 **None**，IMC300 等待设定的时间，并假定穴位在延时结束时已到位。如果有位置反馈，IMC300 在此时间内等待穴位到达目标位置；若未收到反馈信号，则报 **Pocket Wait Timeout**（穴位等待超时）错误。

* 目前不可用。

注：如需让 IMC300 支持以前用于 XTC/3 的旋转式传感器，请使用以下设置：传感器类型 = **Generic**，控制方式 = **Direct**，驱动方向 = **Up**，步进方式 = **Single Step**，反馈类型 = **Single Step**，分度器延时 = 5 秒。

6.3.3 晶体切换

IMC300 可选用 **Single**、**XtalTwo**（CrystalTwo）、**XtalSix**（CrystalSix）、**Xtal12**（Crystal 12®）、**RSH-800** 或 **Generic** 传感器。CrystalTwo、CrystalSix、Crystal 12、RSH-800 和通用传感器带有一个或多个备用晶体，在沉积过程中晶体失效时可接替使用。传感器类型在 **Sensors**（传感器）界面中设置。

XtalTwo 选项需配用 779-220-G1 或 779-220-G2 CrystalTwo Switch（双晶体切换器）。CrystalTwo Switch 通过 XIU 套件连接到任一传感器输入。也可以直接使用双晶体传感器探头：将其配置为两个单晶体传感器，其中第二路配置为备用传感器，并用 XIU 代替 779-220-Gx CrystalTwo Switch。平时不被遮挡的晶体接传感器 x，平时被挡板遮住的备用晶体接传感器 y（y 为任一可用的传感器通道）。在 **Material**（材料）界面的 **Sensor** 页面中，将传感器 y 设为传感器 x 的备用传感器；并且必须在 **Sensor** 界面的 **Sensor** 页面中为传感器 y 分配挡板输出。此配置下不能使用手动 **Switch Crystal**（切换晶体）功能。如需校准备用传感器，请暂时将其设为主传感器。

所有多晶体传感器和带挡板传感器都需要配用气动执行器控制阀（部件号 750-420-G1）和带气管的馈通件。

在以下情况下会自动触发晶体切换：

- IMC300 配置为 **XtalTwo**（CrystalTwo）传感器类型，某层已 **START**（启动）或正在运行，且当前晶体失效时还有另一个可用晶体。
- IMC300 配置为 **XtalSix**、**Xtal12** 或 **Generic** 传感器类型，某层已 **START** 或正在运行，且当前晶体失效时转盘中至少还剩一个可用晶体。
- 某层配置了备用传感器，该层正在使用主传感器运行，且主传感器的最后一个晶体失效。
- IMC300 配置为 **XtalTwo** 或带备用传感器的单晶体探头，执行 **START** 时，指定的主传感器与上次运行的传感器不同。
- 使用 **XtalSix** 或 **Xtal12** 时，当前位置不在 **Material** 界面 **Sensor** 页面所列的起始/末位晶体位置范围内，此时按 **START**。
- 沉积过程中 S/Q（稳定性/质量）计数超限。

以下情况**不会**自动进行晶体切换：

- 处于停止、就绪或待机状态时。
- 沉积前阶段，指定的主传感器和备用传感器均失效时。（如果晶体失效时的动作设为定时功率，则进入暂停。）
- 沉积过程中，XtalTwo 切换器的第二个晶体失效，或备用传感器失效，或 XtalSix、Xtal12、Generic 传感器的最后一个可用晶体失效时。（无论哪种情况，都会根据所选的失效动作进入定时功率、转入后处理、暂停或停止状态。）

系统配置为多晶体传感器时，可通过前面板、手持控制器、远程通信或逻辑语句手动进行晶体切换。

须知

用手持控制器切换晶体时，IMC300 必须处于 **Sensor** 界面，且光标位于相应的传感器编号上。手持控制器只能切换当前传感器，即当前工艺中定义的传感器或传感器 1。

6.3.3.1 XtalTwo（CrystalTwo）

使用 XtalTwo（双晶体传感器探头配 779-220-G1 或 779-220-G2 CrystalTwo Switch）时，晶体切换输出的接线必须使其同时为以下两者通电：气动挡板执行器控制阀（通入气压，驱动双晶体传感器的挡板机构），以及 CrystalTwo Switch 内的射频继电器。这样即可露出晶体 #2、遮住晶体 #1，并改接射频信号。因此，双晶体传感器只需一套振荡器套件即可工作，在 IMC300 上也只占用一个传感器连接。

双晶体传感器在上电时进行初始化，以检查备用晶体是否可用。

如果在沉积状态下出现晶体失效，IMC300 会切换到第二个晶体并继续运行。IMC300 运行下一层时，使用最后切换到的晶体位置。在就绪状态下，还可以通过以下方式清除失效晶体列表：用手持控制器执行晶体切换，在 **Sensor** 界面中按 **Switch Crystal** 功能键，或发送通信命令 RN**18（切换晶体）。采用晶体切换方式时，必须有可切换的可用晶体。

6.3.3.2 XtalSix（CrystalSix）

上电时，IMC300 读取所有晶体，确定可用晶体和失效晶体的数量。IMC300 能逐一识别并跟踪 CrystalSix 的全部六个位置。

沉积过程中出现晶体失效时，IMC300 自动切换到下一个装有可用晶体的位置。最后一个可用晶体失效且没有可用的备用传感器时，显示 **Xtal Fail**（晶体失效）消息，Xtal Fail 状态变为真，IMC300 视设置直接进入定时功率、转入后处理、暂停或停止状态。

传感器选为 **XtalSix** 时，每切换一个位置，继电器触点依次闭合 1 秒、断开 1 秒、再闭合 1 秒，然后断开。第一次闭合 1 秒，将 CrystalSix 转盘推进到两个晶体之间的中间位置；断开 1 秒，让棘轮机构松开复位；第二次闭合，再把下一个晶体推进到正确位置。

请确保每个位置都装有晶体，因为 XtalSix 无法使转盘越过空位继续旋转。

6.3.3.3 Xtal12（Crystal 12）

上电时，IMC300 旋转传感器，直到检测到位置 1，然后继续旋转经过其余 11 个位置，以确定所有晶体的状态。该过程结束时，**Sensor** 界面显示传感器位于位置 1，并显示失效晶体的位置编号。Crystal 12 的 12 个位置各有一个电阻，在电气上并联。IMC300 在每个位置检查电阻值是否正确；如果不符合预期，IMC300 再发一次脉冲并重新检查该位置。如果检测不到位置 1，或连续 13 次脉冲后阻值仍不对，IMC300 报告 **Crystal Sw Fail**（晶体切换器故障）消息。此时，除当前位置外，所有晶体也都标记为失效。

必须在 **Sensor** 界面中或通过远程通信执行晶体切换或 **Rotate Sensor**（旋转传感器）功能，IMC300 才能记录所有晶体的状态并回到位置 1。将传感器类型改为 Xtal12 后，也必须执行此操作。只有在 IMC300 处于就绪或停止状态，或所有当前层都处于待机或暂停状态时，才允许执行 **Rotate Head**（旋转探头）功能。

沉积过程中出现晶体失效时，IMC300 自动切换到下一个装有可用晶体的位置。最后一个可用晶体失效且没有可用的备用传感器时，显示 **Crystal Fail**（晶体失效）消息，Xtal Fail 状态变为真，IMC300 视设置直接进入定时功率、停止、转入后处理或暂停状态。

配置为 **Xtal12** 时，每切换一个位置，继电器触点只闭合 1 秒，然后断开。没有中间位置。

请确保每个位置都装有晶体，因为 Xtal12 无法使转盘越过空位继续旋转。

6.3.3.4 RSH-800

上电时，IMC300 读取所有晶体，确定可用晶体和失效晶体的数量。IMC300 能逐一识别并跟踪 RSH-800 的全部六个位置。沉积过程中出现晶体失效时，IMC300 自动切换到下一个装有可用晶体的位置。最后一个可用晶体失效且没有可用的备用传感器时，显示 **Xtal Fail** 消息，Xtal Fail 状态变为真，IMC300 视设置直接进入定时功率、转入后处理、暂停或停止状态。传感器选为 **RSH-800** 时，每切换一个位置，继电器触点闭合 1 秒，然后断开。请确保每个位置都装有晶体，因为 RSH-800 无法使转盘越过空位继续旋转。

6.3.3.5 通用传感器晶体切换

传感器类型选为 **Generic** 时，按所设的晶体位置数量（最多 32 个）依次切换晶体。切换晶体时，切换输出先闭合 1 秒、再断开 1 秒，形成一个脉冲。步进方式设置决定每移动到下一个晶体位置需要多少个通/断脉冲序列。IMC300 能跟踪位置以及哪些晶体可用、哪些已失效，但无法检测启动时所处的位置。

晶体切换过程完成后，IMC300 尝试找出该位置晶体的谐振频率。如果找不到合适的谐振频率，IMC300 会再次向晶体切换输出发送脉冲，并在下一个位置继续查找。查找合适谐振频率的最大尝试次数为晶体位置数量减 1。所有尝试都找不到合适的谐振频率时，IMC300 根据 **Material** 界面 **Sensor** 页面中所选的失效动作，进入定时功率、转入后处理、暂停或停止状态。

6.4 材料界面

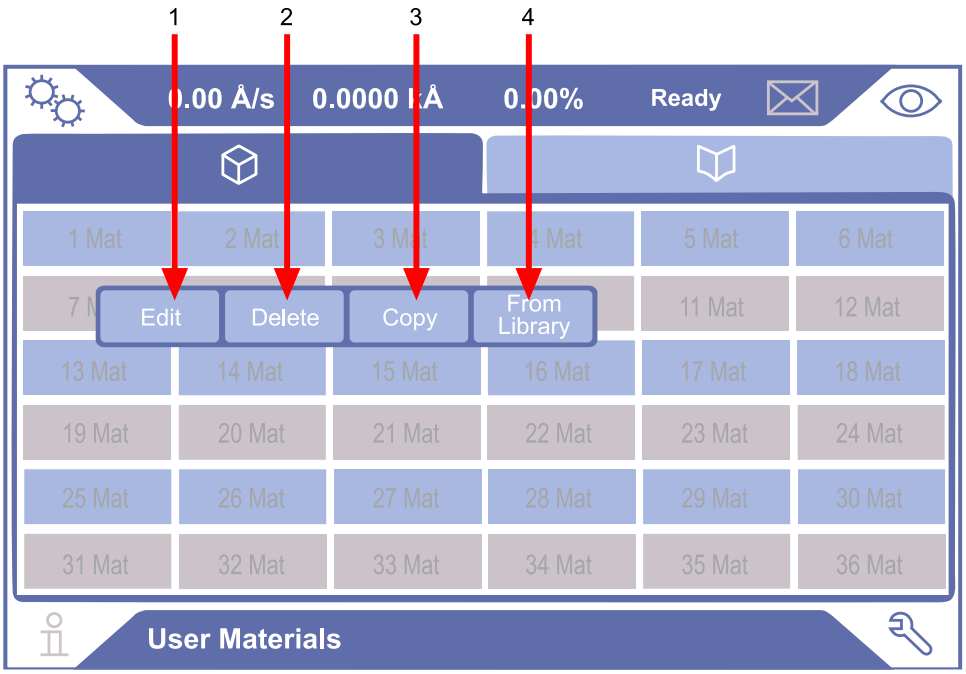
按界面左下角的 图标，进入 **Material** 界面，如下图所示。



用户已定义的材料以黑色显示。用户未定义的材料则呈灰色显示。此界面支持滚动浏览，以便查看更多材料。

6.4.1 材料编辑

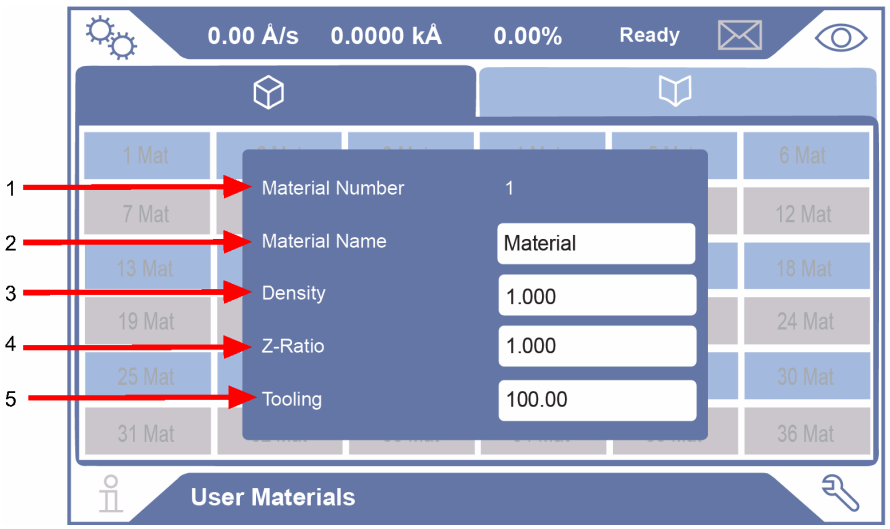
选择一种材料后，该材料高亮显示并弹出编辑菜单，如下图所示。点击界面上其他任意位置可关闭该菜单。



1	**Edit**（编辑）	按 **Edit** 按钮，打开 **Edit Menu**（编辑菜单），修改材料配置。该菜单有五个设置项：材料编号、材料名称、密度、Z 参数和材料修正系数。参见 “编辑界面” [► 54]。
2	**Delete**（删除）	按 **Delete** 按钮，删除所选材料。
3	**Copy**（复制）	按 **Copy** 按钮，复制所选材料。选择另一种材料后，**Copy** 变为 **Paste**（粘贴）（图中未显示），可将复制的材料粘贴过去。
4	**From library**（从材料库导入）	按 **From Library** 按钮，打开 **Material Library**（材料库）。参见 “材料库” [► 55]。

6.4.1.1 编辑界面

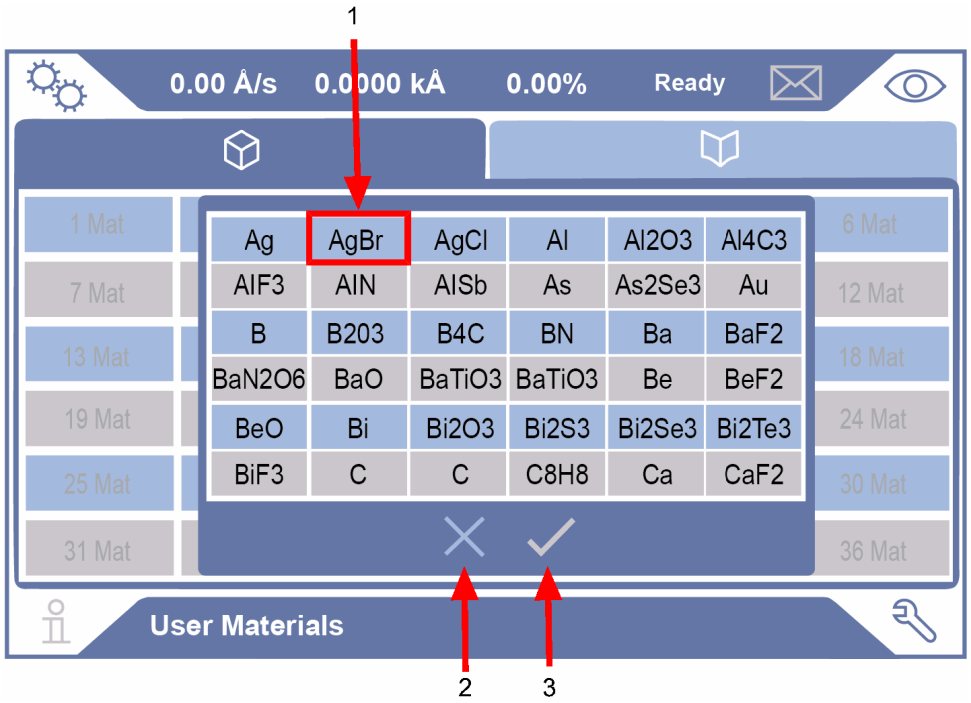
按 **Edit** 按钮，打开 **Edit** 界面，如下图所示。



1	材料编号	这是一个无法更改的标签。
2	材料名称	点击此文本框，弹出字母数字键盘，最多可输入 30 个字符。默认名称为 Material。
3	密度（g/cm^3）	点击此文本框，弹出数字键盘，可输入 0.100 至 99.999 之间的数值。默认值为 1.00。
4	Z 参数	点击此文本框，弹出数字键盘，可输入 0.100 至 15.000 之间的数值。默认值为 1.00。
5	修正系数	点击此文本框，弹出数字键盘，可输入 1.00 至 10000.00 之间的数值。默认值为 100.00。

6.4.1.2 材料库

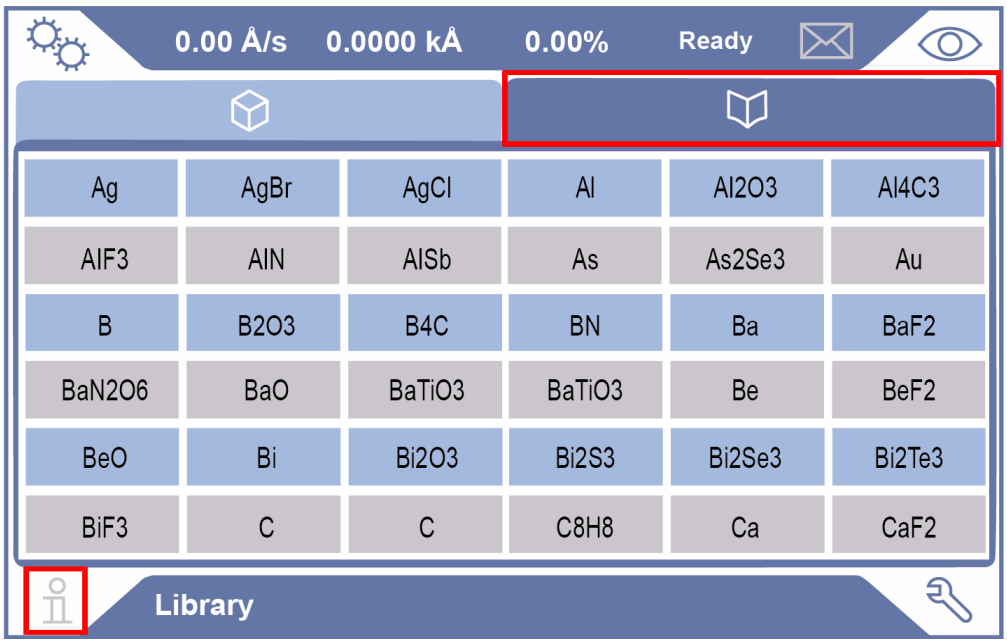
按 **From Library** 按钮，打开 **Material Library**，如下图所示。



1	已选材料	选中某项材料会将其高亮显示。
2	**Cancel**（取消）	按此按钮关闭材料库，不对材料做任何更改。
3	**Select**（选择）	按此按钮，用库中所选的材料覆盖 **Material** 界面中所选的材料。

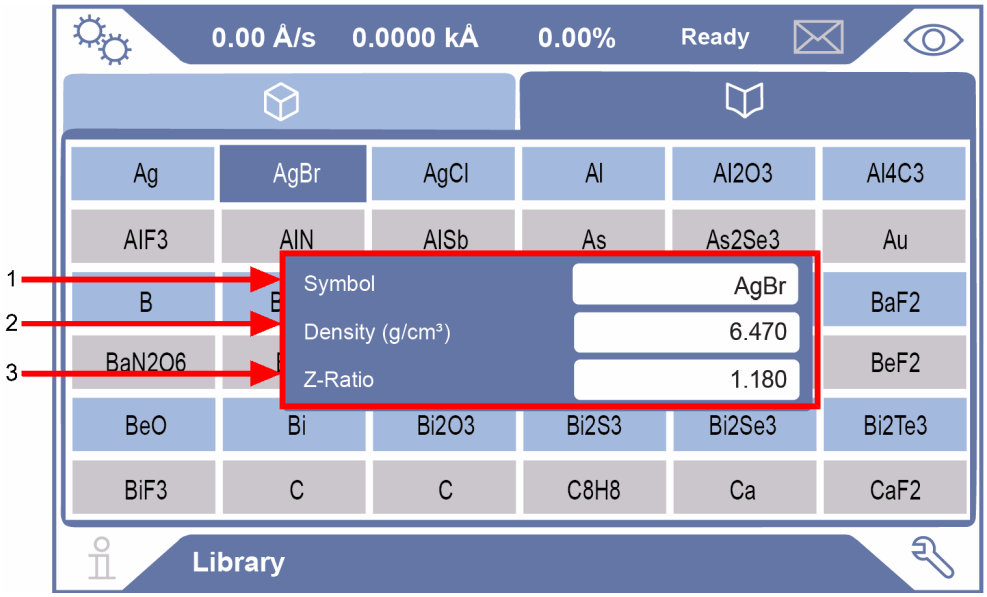
6.5 材料库界面

如下图所示，要进入 **Library**（材料库）界面，先按界面左下角的 图标，再按 图标。



6.5.1 材料编辑

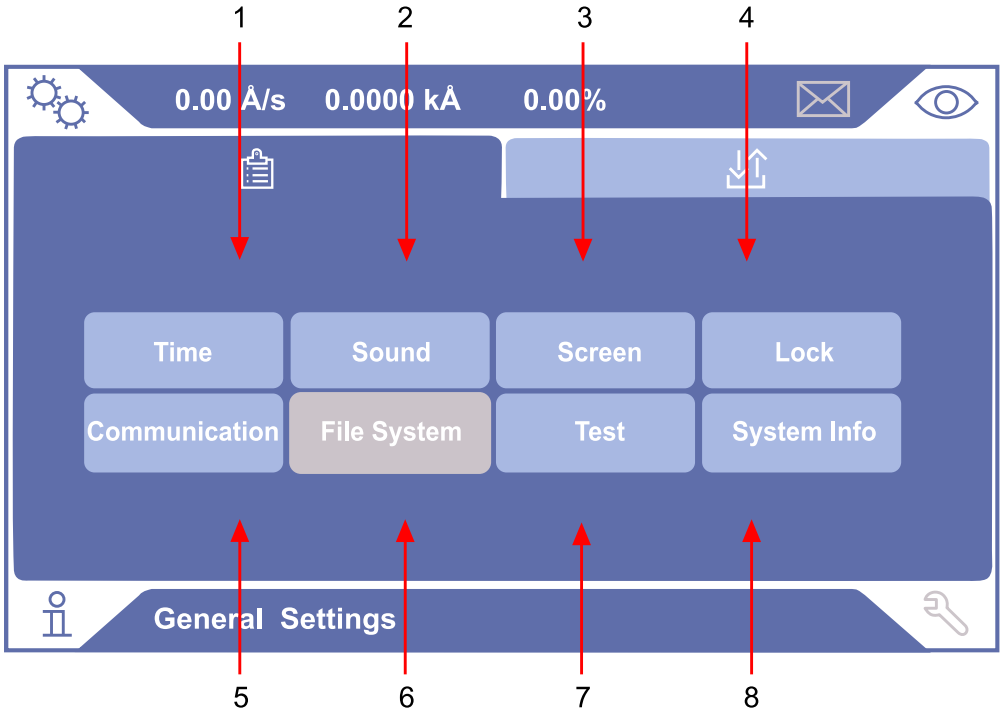
Library 界面显示材料库。选中一种材料后，该材料高亮显示，并弹出一个菜单，其中的三项内容用户不可编辑。



1	符号	所选材料的元素符号。
2	密度（g/cm³）	所选材料的密度。
3	Z 参数	所选材料的 Z 参数。

6.6 设置界面

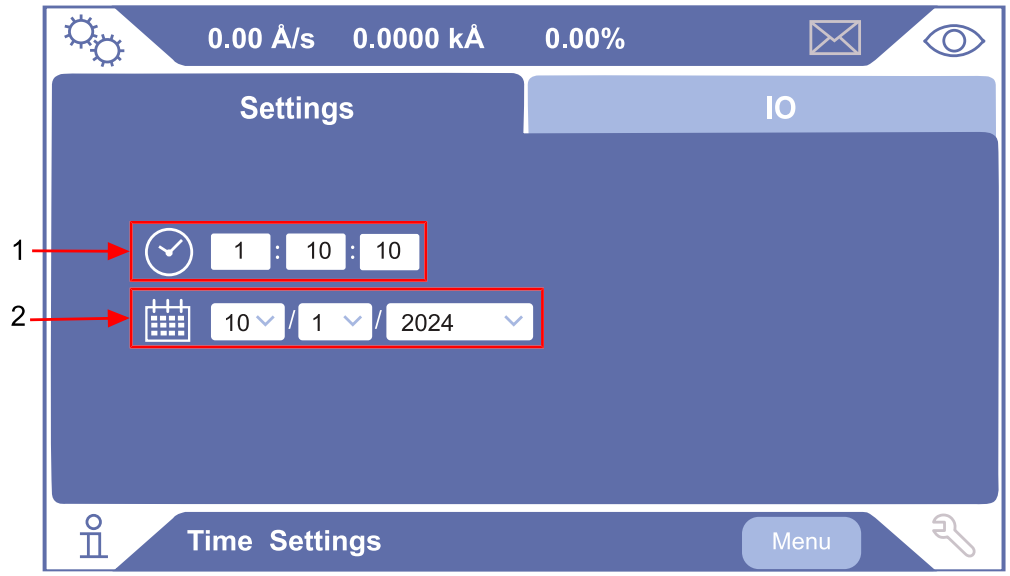
按界面右下角的 图标，进入 **Settings** 界面，如下图所示。



1	**Time**（时间）	按 **Time** 按钮，进入 **Time Settings**（时间设置）界面。参见 “时间设置” [▶ 59]。
2	**Sound**（声音）	按 **Sound** 按钮，进入 **Audio Settings**（声音设置）界面。参见 “声音设置” [▶ 59]。
3	**Screen**（屏幕）	按 **Screen** 按钮，进入 **Display Settings**（屏幕设置）界面。参见 “屏幕设置” [▶ 60]。
4	**Lock**（锁定）	按 **Lock** 按钮，进入 **Lock Settings**（锁定设置）界面。参见 “锁定设置” [▶ 61]。
5	**Communication**（通信）	按 **Communication** 按钮，进入 **Communication Settings**（通信设置）界面。参见 “通信设置” [▶ 62]。
6	**File System**（文件系统）	本产品首版不提供 **File Settings**（文件系统）界面。
7	**Test**（测试）	按 **Test** 按钮，进入 **Test Settings**（测试设置）界面。参见 “测试设置” [▶ 64]。
8	**System Info**（系统信息）	按 **System Info** 按钮，进入 **System Information**（系统信息）界面。参见 “系统信息” [▶ 65]。

6.6.1 时间设置

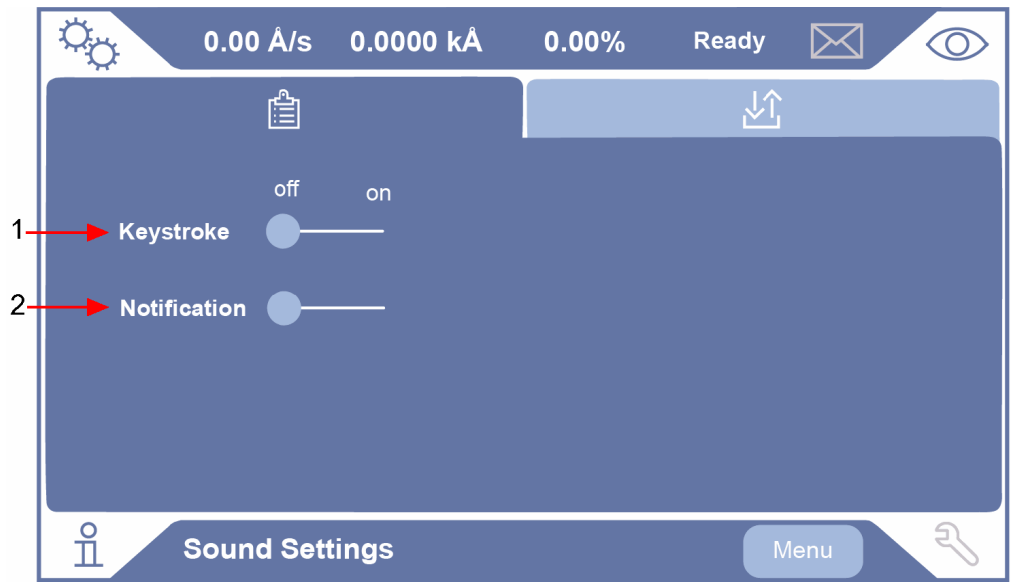
按 **Time** 按钮，进入 **Time Settings** 界面，如下图所示。



1	时间	允许用户设置仪器上的时间。时间格式显示为 hh:mm:ss，采用 24 小时制。
2	日期	允许用户设置仪器上的日期。格式显示为月 日 年。

6.6.2 声音设置

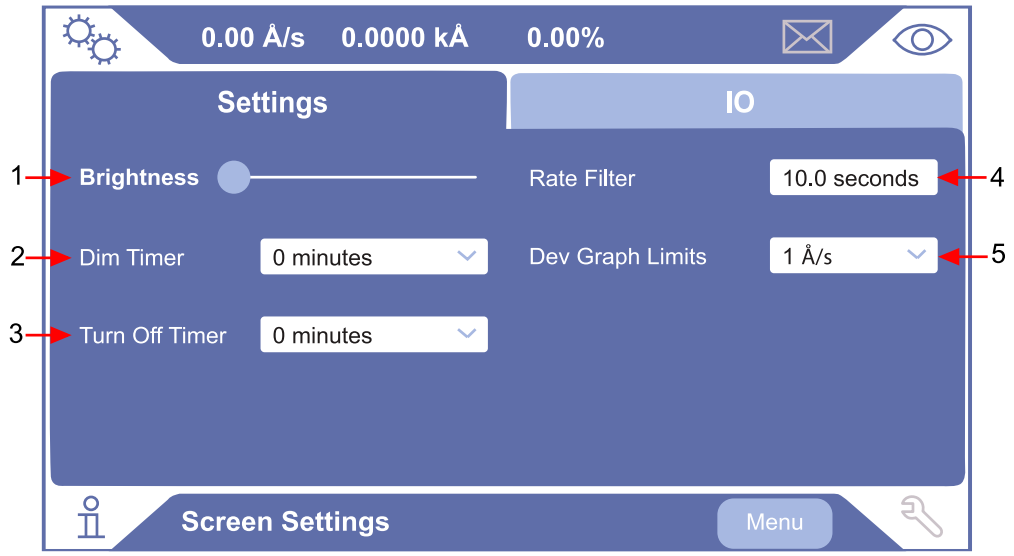
按 **Sound** 按钮，进入 **Sound Settings**（声音设置）界面，如下图所示。



1	按键音	启用按键提示音。默认值为关闭。
2	提示音	启用提示音。默认值为关闭。

6.6.3 屏幕设置

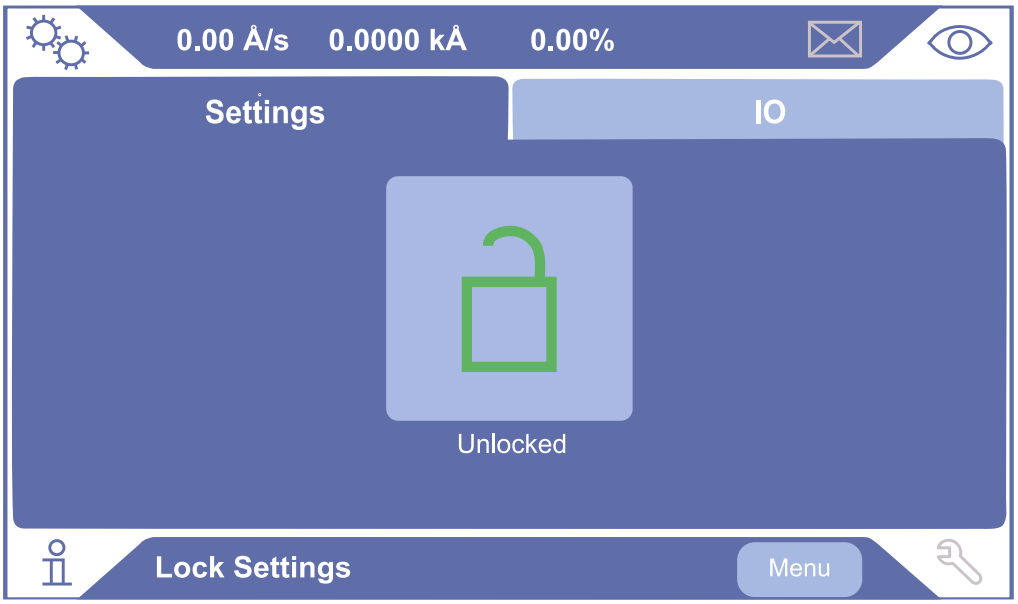
按 **Screen** 按钮，进入 **Screen Settings**（屏幕设置）界面，如下图所示。



1	亮度	允许用户设置屏幕亮度。默认值为最低亮度，即滑块位于最左侧。
2	变暗倒计时	打开下拉菜单，可选择屏幕变暗的时间：1、2、3、5、10、15 或 30 分钟，1、2 或 5 小时，或 **Never**（从不）。默认值为 **Never**。
3	熄屏倒计时	打开下拉菜单，可选择关闭屏幕的时间：1、2、3、5、10、15 或 30 分钟，1、2 或 5 小时，或 **Never**。默认值为 **Never**。
4	速率滤波	打开下拉菜单，可在 0.1 s 至 30.0 s 之间以 0.1 s 为步长选择任意值。默认值为 10.0 s。
5	偏差曲线图量程	打开下拉菜单，可选择 1、2、3、4、5、10 或 15 Å/s。默认值为 1 Å/s。

6.6.4 锁定设置

按 **Lock** 按钮，进入 **Lock Settings** 界面，如下图所示。

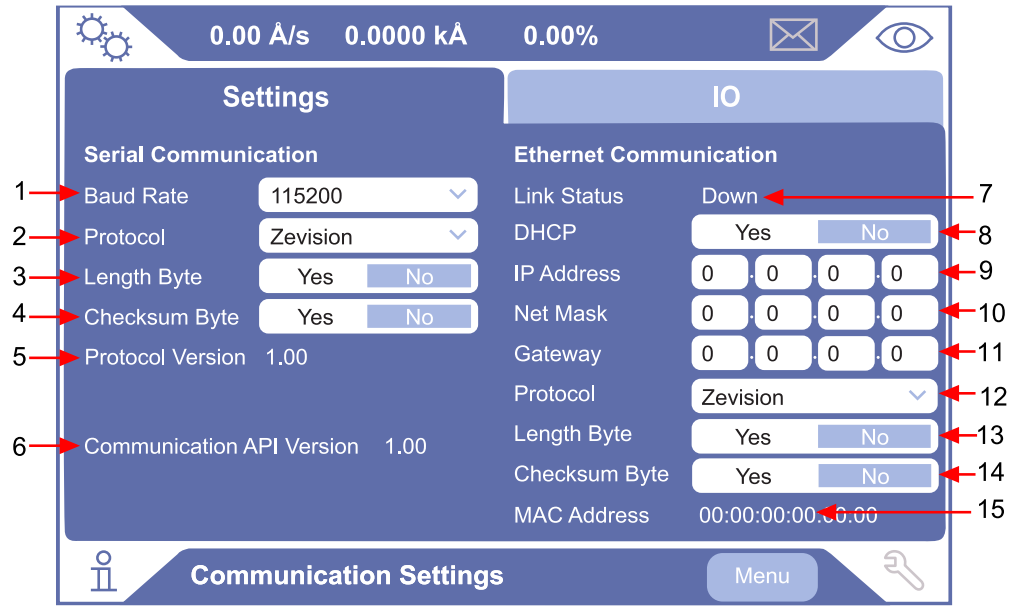


在 **Lock Settings** 界面中设置四位 PIN 码，可防止配置被更改。点击锁形图标会弹出数字键盘。仪器锁定后，用户只能启动/停止工艺和输入手动功率。默认状态为未锁定。

注：如果 PIN 码无法使用（如已遗忘），发送命令 UG0E02:0 可解除屏幕锁定。详细信息参见 “通信” [► 108]。

6.6.5 通信设置

按 **Communication** 按钮，进入 **Communication Settings** 界面，如下图所示。



1	波特率	通过下拉菜单选择波特率，菜单中包含 115200。唯一支持的值是 115200。
2	协议	通过下拉菜单选择通信协议，可选 Zevision 和 XTC3。* 默认值为 Zevision。
3	长度字节	指定命令/响应开头是否带两个长度字节。详细信息参见 “通信” [► 108]。默认值为 **No**（否）。
4	校验和字节	指定命令/响应末尾是否带校验和字节。详细信息参见 “通信” [► 108]。默认值为 **No**。
5	协议版本	此标签显示当前协议版本，以确保兼容性。
6	通信 API 版本	此标签显示当前支持的命令版本，以确保兼容性。
7	链路状态	显示以太网通信链路的状态：**Up**（已连通）或 **Down**（未连通）。
8	DHCP	此设置项用于启用或禁用 DHCP。默认值为 **Yes**（是）。
9	IP 地址	当 DHCP 禁用时，用于设置静态 IP 地址。当 DHCP 启用时，用于显示 IP 地址。 DHCP 禁用时，点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 0 至 255 之间的数值。
10	子网掩码	在禁用 DHCP 时设置子网掩码。在启用 DHCP 时显示子网掩码。 DHCP 禁用时，点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 0 至 255 之间的数值。
11	网关	在禁用 DHCP 时设置网关。在启用 DHCP 时显示网关。 DHCP 禁用时，点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 0 至 255 之间的数值。
12	协议	以太网接口：通过下拉菜单选择通信协议，可选 Zevision 和 XTC3。默认值为 Zevision。
13	长度字节	以太网接口：指定命令/响应开头是否带长度字节。详细信息参见 “通信” [► 108]。默认值为 **No**。
14	校验和字节	以太网接口：指定命令/响应末尾是否带校验和字节。详细信息参见 “通信” [► 108]。默认值为 **No**。
15	MAC 地址	MAC 地址是分配给网络接口控制器的唯一标识符，用于在网络段内的通信中作为网络地址。

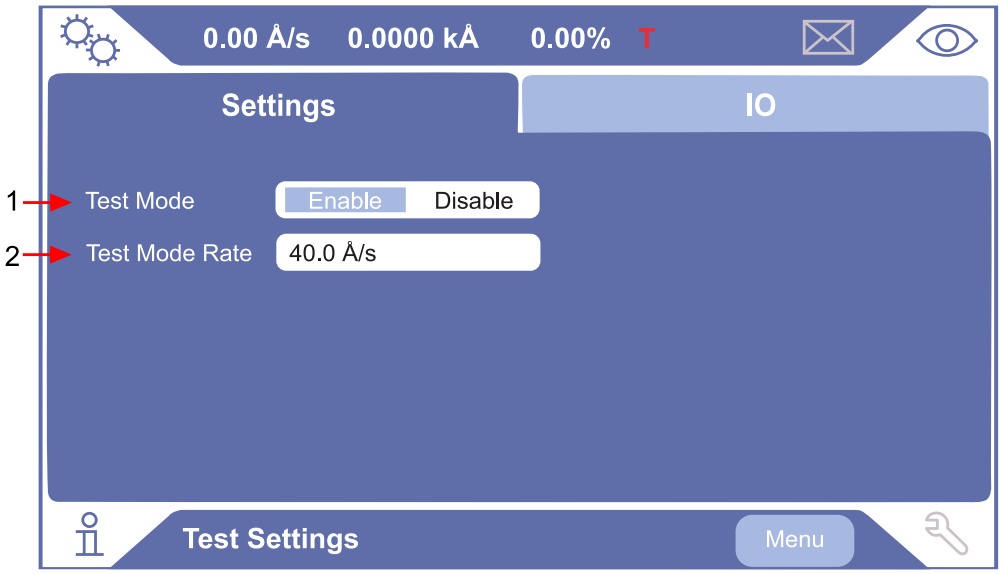
* XTC/3 协议中不支持 UG 命令。

6.6.6 文件系统

本产品的首个版本不支持文件系统。

6.6.7 测试设置

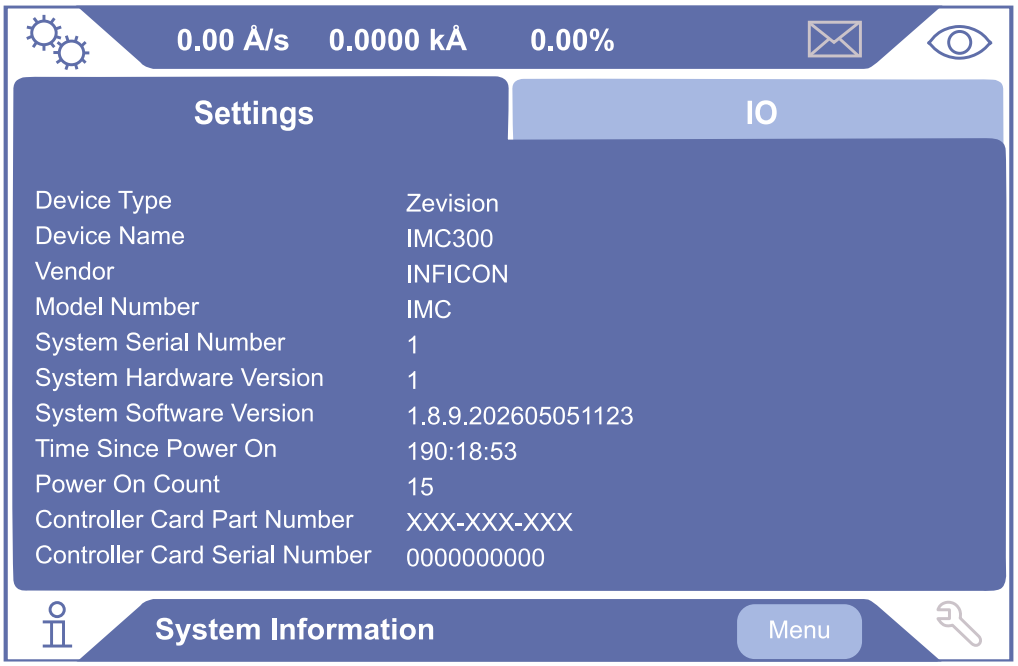
按 **Test** 按钮，进入 **Test Settings** 界面，如下图所示。



1	测试模式	此设置项用于启用或禁用测试模式。启用后，顶栏上会显示红色的 T，表示系统处于测试模式，如上图所示。只有系统处于就绪状态时才能启用测试模式。默认值为 **Disable**（禁用）。 测试模式允许系统在未连接传感器的情况下运行，以便测试配置。系统将模拟传感器数据，并将人工生成的速率注入模拟环境。
2	测试模式速率	此设置项用于选择测试模式下的速率。默认值为 40 Å/s。测试模式速率可随时修改。

6.6.8 系统信息

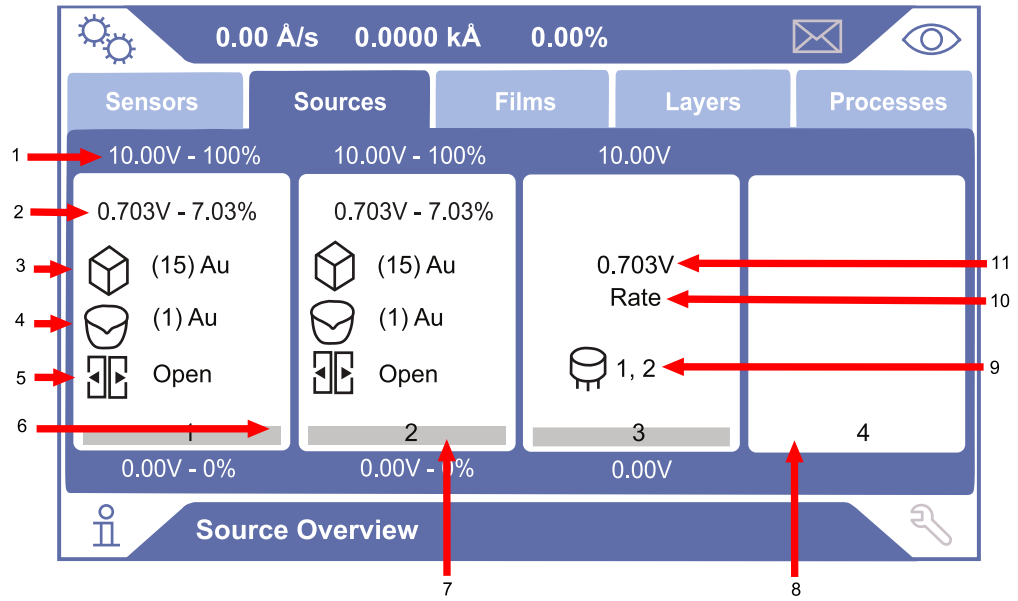
按 **System Info** 按钮，进入 **System Information** 界面，如下图所示。



System Information 界面显示如上图所示的用户信息。

6.7 蒸发源界面

Source Overview（蒸发源总览）界面如下图所示。



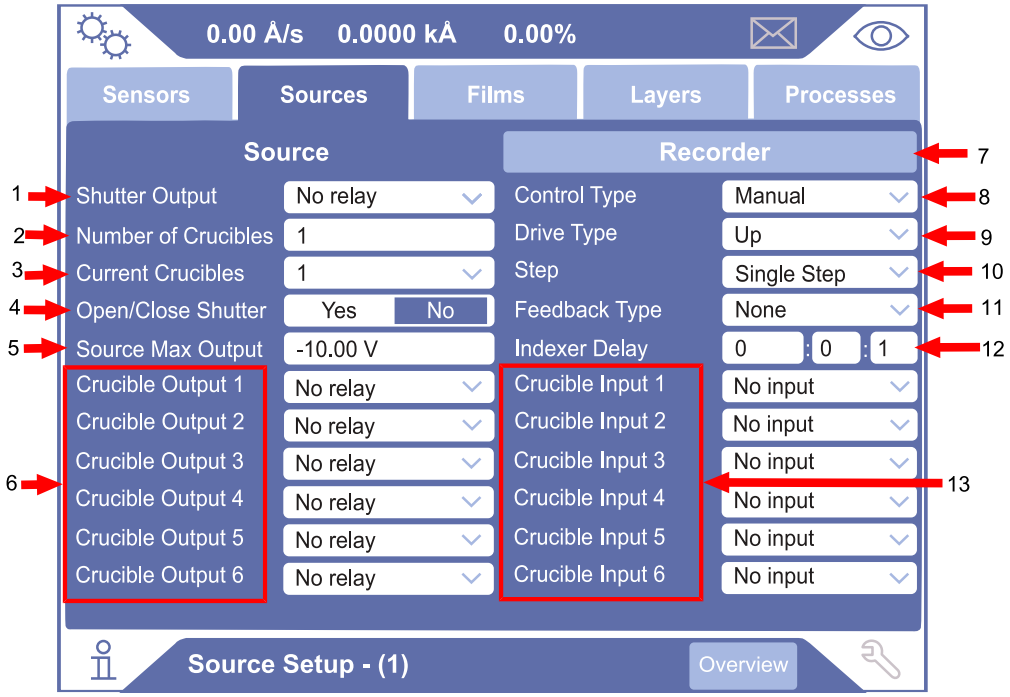
1	输出量程	在蒸发源/记录仪输出条顶部显示输出量程上限，底部显示输出量程下限。
2	蒸发源功率输出	显示蒸发源电压和功率百分比。
3	材料	显示蒸发源当前的材料。
4	坩埚	显示当前坩埚的位置。
5	蒸发源挡板状态	显示蒸发源挡板的位置。
6	输出编号	显示蒸发源/记录仪的输出编号。
7	输出百分比垂直条	将显示一条与功率百分比相对应的垂直条。
8	输出未配置	蒸发源或记录仪输出未配置时，相应的矩形框为空。
9	记录仪输出分配的传感器	显示已为记录仪输出选定的传感器。
10	记录仪数据类型	显示正在记录的数据类型。
11	记录仪输出电压	显示记录仪的输出电压。

6.7.1 蒸发源设置

IMC300 可配置四个蒸发源控制通道。每个蒸发源控制通道都作为一个独立的设备处理。

在 **Source Overview** 界面上按其中一个蒸发源/记录仪输出矩形框，即显示所选蒸发源的 **Source Setup**（蒸发源设置）界面。

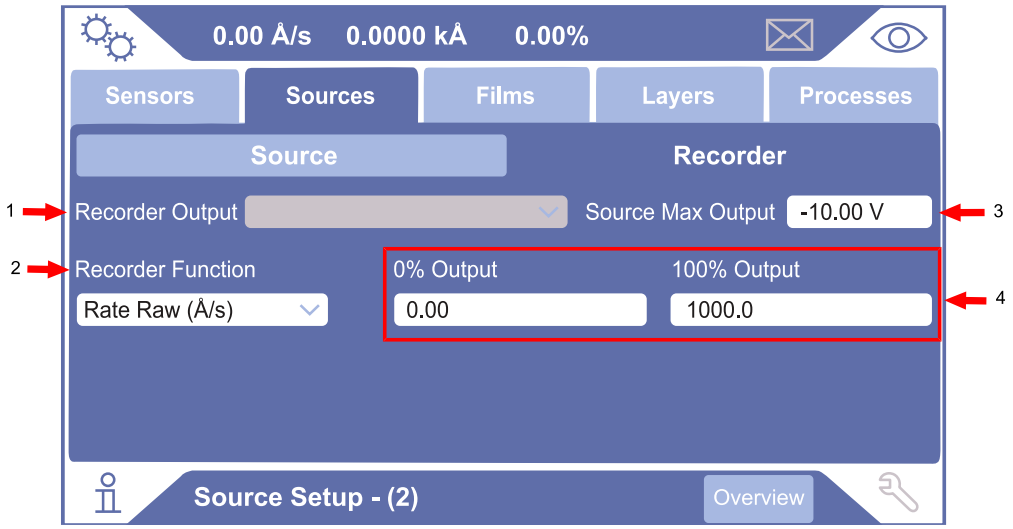
蒸发源



1	挡板输出	此处显示分配给蒸发源挡板功能的继电器。点击下拉菜单，会列出可分配给此功能的继电器。默认值为 **No relay**。
2	坩埚数量	可输入 0-32 个坩埚。坩埚数量决定坩埚材料列表中的材料项数。默认值为 1。
3	当前坩埚	此设置项用于指定蒸发源当前实际处于工作位置的坩埚。默认值为 1。
4	挡板开/关	此设置项用于指定蒸发源是否带有蒸发源挡板。默认值为 **No**。
5	蒸发源最大输出	蒸发源的最大输出电压。输出电压范围为 -10.00 V 至 +10.00 V。默认值为 -10.00 V。
6	坩埚输出	此处显示坩埚输出的继电器 ID 列表。数量随配置而变。这些输出用于控制坩埚切换器。默认值为 **No relay**。
7	**Recorder**（记录仪）	显示 **Recorder Setup**（记录仪设置）界面。

8	控制方式	蒸发源控制方式可设为 **Manual**、**Direct**、**Individual** 或 **BCD**。选择 **Manual** 时，坩埚输出、驱动方向和步进方式参数被禁用。选择 **Individual** 或 **BCD** 时，驱动方向和步进方式参数被禁用。选择 **Direct** 时，坩埚输出、驱动方向和步进方式参数全部启用。默认值为 **Manual**。
9	驱动方向	定义 **Direct** 控制方式下的驱动方向。
10	步进方式	**Single Step** 和 **Double Step**：用于通过气动阀脉冲驱动的多晶体传感器探头，表示气动阀将转盘旋转一个位置所需的脉冲数。一个脉冲为通 1 秒、断 1 秒。CrystalSix 旋转式传感器使用 **Double Step**；Crystal 12、RSH-800 和 RSH-600 旋转式传感器使用 **Single Step**。注：改为 Crystal 12 或 CrystalSix 时，系统会自动选择正确的步进值，且不允许修改。
11	反馈类型	定义多晶体传感器探头的反馈类型，即 IMC300 识别当前晶体位置的方式。默认值为 **None**。
12	分度器延时	此参数有两种作用。如果反馈类型设为 **None**，IMC300 等待设定的时间，并认为穴位在延时结束时已到位。如果有位置反馈，IMC300 在此时间内等待穴位到达目标位置；若收不到反馈信号，则报 **Pocket Wait Timeout** 错误。默认值为 0 : 0 : 1。
13	坩埚输入	此处列出坩埚切换器的反馈输入 ID。数量随配置而变。默认值为 **No relay**。

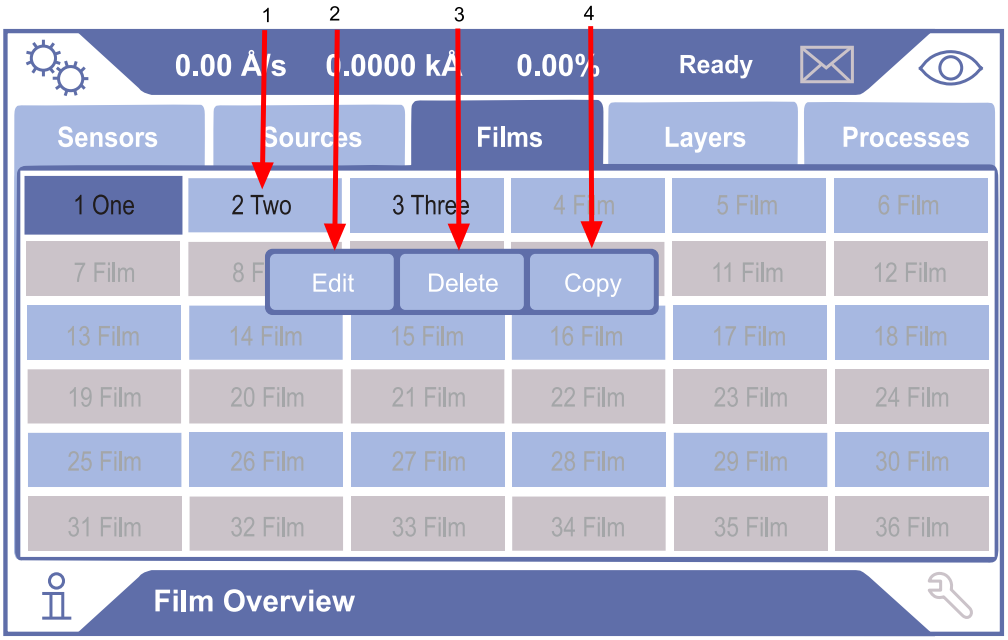
记录仪



1	记录仪输出	此参数指定使用当前层的哪个薄膜序号或传感器序号。
2	记录仪功能	选择要输出的数据。可选速率、厚度、速率偏差、厚度偏差、功率或频率。默认值为 **Rate Raw (Å/s)**（速率（原始））。
3	蒸发源最大输出	蒸发源的最大输出电压。输出电压范围为 -10.00 V (dc) 至 +10.00 V (dc)。默认值为 -10.00 V。
4	记录仪输出量程	此处输入记录仪输出的上限和下限。单位和有效输入范围取决于所选的记录仪数据：**Rate Raw** 为 0-100000 Å/s，厚度为 0-999999 kÅ，速率偏差和厚度偏差为 -100 至 100，频率为 4500000-6000000 Hz。记录仪功能为 **Rate Raw**、**Rate Filtered**（速率（滤波后））或 **Thickness** 时，0% 输出的默认值为 0.0，100% 输出的默认值为 1000.0。记录仪功能为 **Rate Deviation** 或 **Power** 时，0% 输出的默认值为 0.0，100% 输出的默认值为 100.0。记录仪功能为 **Frequency** 时，0% 输出的默认值为 4000000.0，100% 输出的默认值为 6000000.0。

6.8 薄膜界面

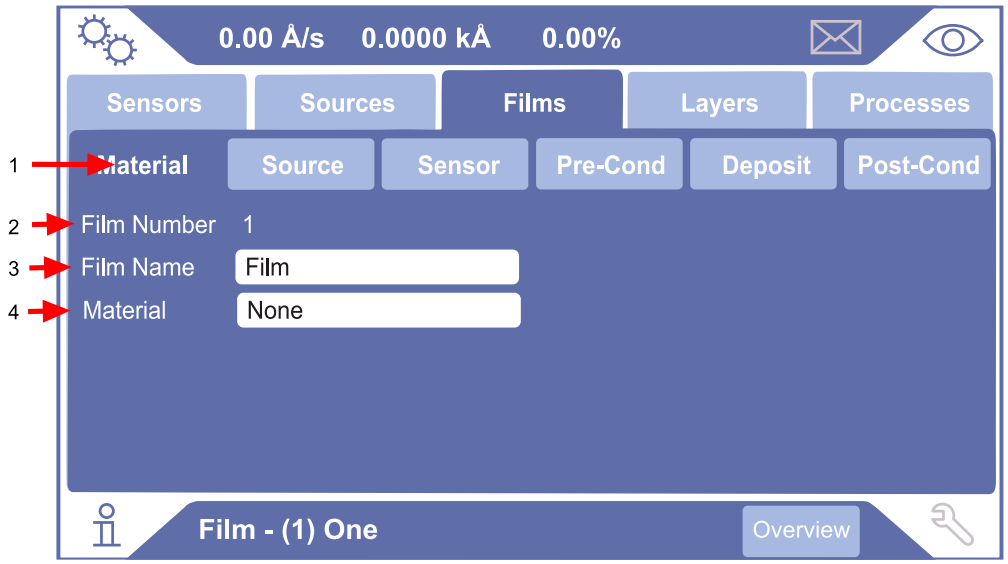
如下图所示，要进入 **Film**（薄膜）界面，先点击界面左上角的 图标，再点击第三个选项卡上的 **Films**（薄膜）。



1	选中的薄膜	选中薄膜后，该薄膜会以深蓝色高亮显示，并出现编辑菜单。
2	**Edit**	按 **Edit** 按钮进入 **Film Settings**（薄膜设置）界面。参见 “薄膜设置” [► 71]。
3	**Delete**	按 **Delete** 按钮删除所选薄膜。
4	**Copy**	按 **Copy** 按钮复制所选薄膜。再选中另一个薄膜时，**Copy** 变为 **Paste**。

6.8.1 薄膜设置

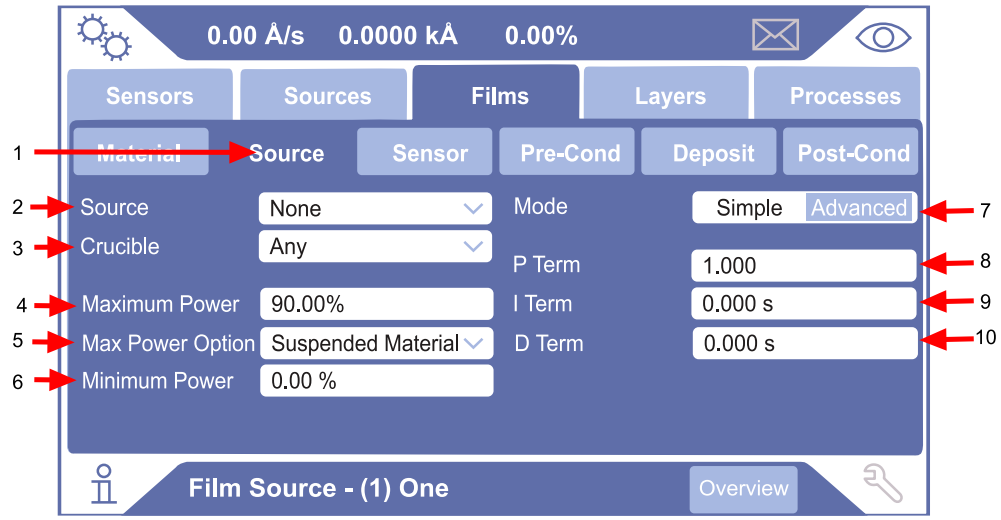
在 **Film** 界面上按 **Edit** 按钮，进入下图所示的 **Film Settings** 界面。



1	**Film Settings**	这是 **Film** 界面下的第一个选项卡。
2	薄膜编号	此标签为静态内容，无法更改。
3	薄膜名称	点击此输入框会弹出键盘，最多可输入 30 个字符。默认名称为“Film”。
4	材料	从下拉菜单中选择用户定义的材料。默认值为 **None**。

6.8.2 薄膜蒸发源设置

Film Source Settings（薄膜蒸发源设置）是 **Film Settings** 下的第二个选项卡。此界面有 **Simple**（简单）和 **Advanced**（高级）两个版本。



1	**Film Source Settings**	这是 **Film** 界面下的第二个选项卡。
2	蒸发源	此输入框提供下拉列表，列出各蒸发源及其是否可用。 此参数决定当前定义的薄膜使用四个蒸发源中的哪一个。工艺运行期间不能更改此参数。默认值为 **None**。
3	坩埚	此输入框提供坩埚下拉列表。选择 **None** 以外的坩埚时，控制器会在蒸发源预处理之前请求切换到指定的坩埚位置。坩埚参数定义该薄膜的材料位于所选蒸发源的哪个坩埚位置。 默认值为 **Any**（任意）。
4	最大功率	此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.00% 至 100.00% 之间的数值。 此参数用于设置最大允许功率百分比。控制电压输出不会超过此限值。默认值为 90.00%。
5	达到最大功率时的动作*	此输入框提供下拉列表，选项包括：**Continue**、**Post Deposition**（转入后处理）、**Stop Process**（停止工艺）和 **Suspend Material**（暂停材料）。 **Continue**（0）、**Post-Dep**（1）、**Stop Proc**（2）、**Suspend Mat**（3）。此参数是一项安全功能。0 = 继续：该层保持当前状态继续进行。1 = 转入后处理：该层进入已设定的后处理状态。2 = 停止：停止并复位工艺。3 = 暂停：暂停材料，停止工艺。默认设置为 **Stop Proc**（2）。默认值为 **Suspend Material**。
6	最小功率*	此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.00% 至 99.99% 之间的数值。 此参数用于设置允许的最小功率百分比。控制电压输出不会低于此限值。默认值为 0.00%。

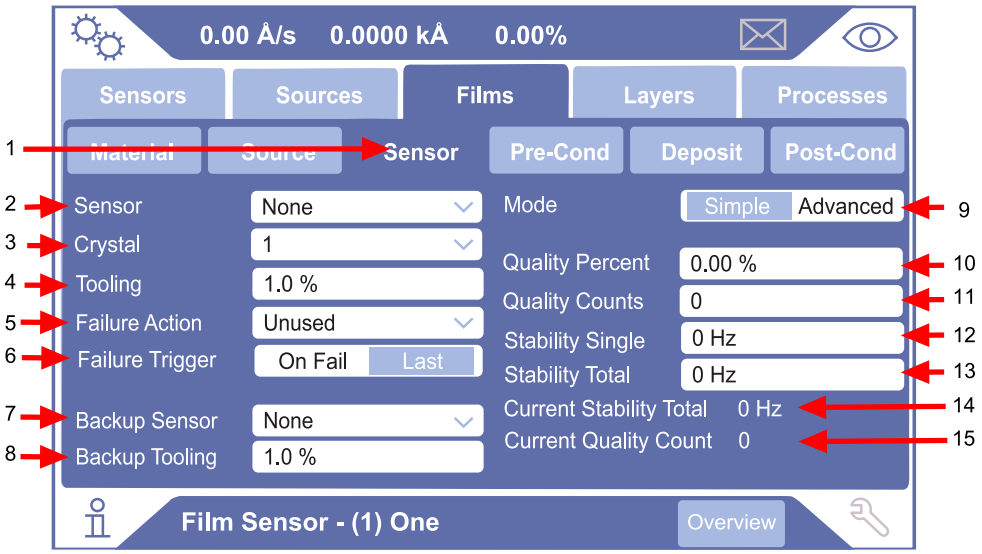
7	模式	用于在 **Simple** 和 **Advanced** 模式之间切换 **Film Source Settings** 界面。默认模式为 **Simple**。在 **Simple** 模式下隐藏的参数仍然有效，可通过远程命令编辑。
8	PID 比例项 P	此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.01 至 1000 之间的数值。默认值为 1.000。
9	PID 积分项 I	此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.000 s 至 10000.000 s 之间的数值。默认值为 0.000 s。
10	PID 微分项 D	此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.000 s 至 10000.000 s 之间的数值。默认值为 0.000 s。

*这些选项仅在前面板的 **Advanced** 模式下可用。在 **Simple** 模式下隐藏的参数仍然有效，可通过远程命令编辑。

注：IMC300 采用纯滞后时间控制器形式的 PID 回路，其中 P 为增益，I 为时间常数，D 为纯滞后时间。

6.8.3 薄膜传感器设置

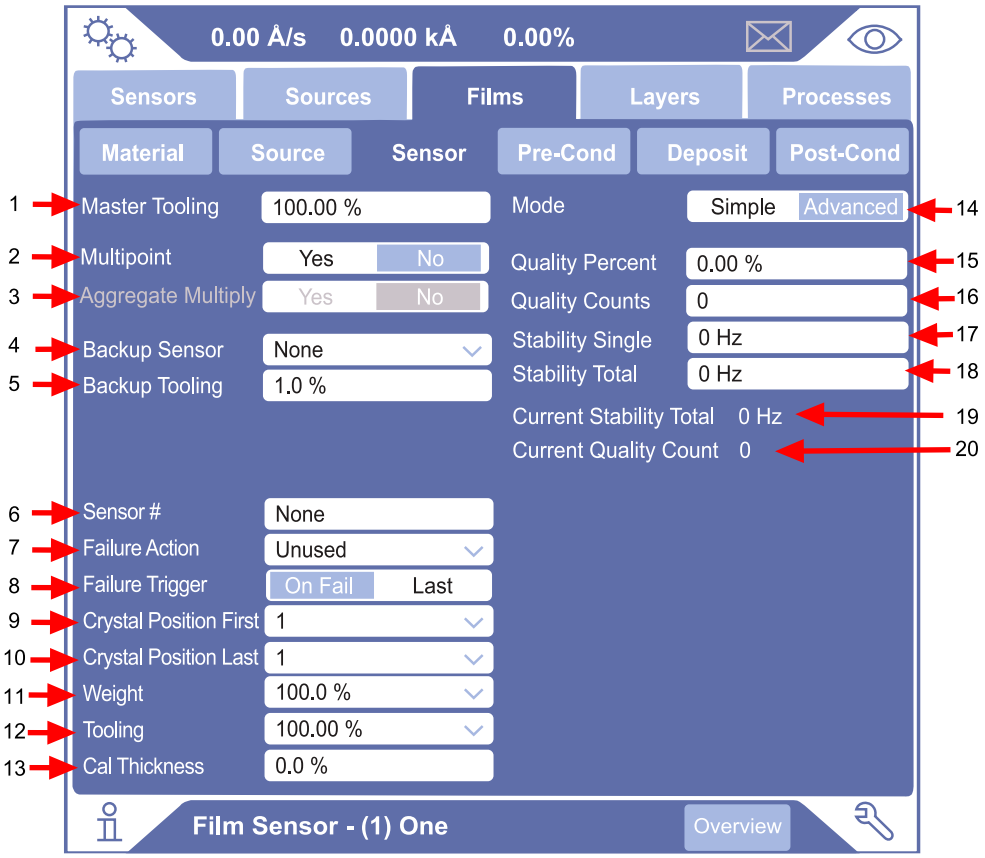
Film Sensor Settings（薄膜传感器设置）界面是 **Film** 界面下的第三个选项卡。此界面有 **Simple** 和 **Advanced** 两个版本。下面介绍 **Simple** 界面。



1	**Film Sensor Settings**	这是 **Film** 界面下的第三个选项卡。
2	传感器	点击此输入框会弹出下拉列表，列出各传感器及其是否可用。传感器参数定义用哪个传感器监控该薄膜。默认值为 **None**。
3	晶体	点击此输入框会弹出下拉列表，列出各晶体及其是否可用。晶体参数定义用传感器中的哪个晶体位置监控该薄膜。默认值为 **Any**。
4	修正系数	用于补偿传感器对所选材料的灵敏度。点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.00% 至 10000.00% 之间的数值。默认值为 100.00%。
5	晶体失效时的动作	点击此输入框会弹出下拉菜单，列出传感器失效时工艺应如何变化的选项：**Unused**（不使用）、**Post Deposition**、**Stop**（停止）、**Suspend**（暂停）和 **Time Power**（定时功率）。默认值为 **Unused**。 **Post Deposition**：传感器继续进入后处理状态。 **Stop**：所有蒸发源控制电压置零，并进入就绪状态。 **Suspend**：仅相关的层进入暂停状态，其蒸发源控制电压置零。 **Time Power**：传感器按已存储的平均功率和速率继续进行，直至达到最终厚度。

6	失效触发条件	此设置项指定该传感器中所有晶体均失效时，在什么条件下执行晶体失效时的动作。默认值为 **Last**（末位）。 **On Fail**（失效时）：该传感器失效时即执行失效动作。 **Last**：仅当该传感器失效且该薄膜未使用其他传感器时，才执行失效动作。
7	备用传感器	此处为传感器下拉列表。备用传感器参数定义第一个传感器中所有晶体均失效时改用哪个传感器。默认值为 **None**。
8	备用传感器修正系数	已选择备用传感器时，用于设置其修正系数。点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.00% 至 10000.00% 之间的数值。默认值为 100.00%。
9	模式	用于在 **Simple** 和 **Advanced** 模式之间切换 **Film Sensor Settings** 界面。默认模式为 **Simple**。在 **Simple** 模式下隐藏的参数仍然有效，可通过远程命令编辑。
10	质量百分比	相对于此前各速率读数滚动平均值的最大允许偏差。速率偏差每超过所选百分比一次，计数器加 1；偏差每处于所选值以内一次，计数器减 1（最小减到 1）。如果在某一层中计数器达到质量计数，则中止工艺。设为 0 时禁用此参数。 点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.0% 至 99.0% 之间的数值。默认值为 0.00%。
11	质量计数	设置判定晶体失效之前，测量值超出允许质量百分比的次数。质量百分比是测量速率相对于期望速率的允许偏差百分比。速率每超过质量百分比一次，计数器加 1；读数每处于速率偏差以内一次，计数器减 1。如果在某一层中计数器达到质量计数，则中止工艺。设为 0 时禁用此参数。 点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 0 至 99 之间的数值。默认值为 0。
12	稳定性（单个）	设置相邻两次测量之间允许的最大频率升高量，超过即判定晶体失效。随着材料沉积，频率会降低；但起弧、跳模或外部应力会使晶体频率正向偏移。如果单次较大的正向频率偏移超过设定值，即提示晶体失效。 点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 25 Hz 至 9999 Hz 之间的数值，输入 0 Hz 表示不使用。默认值为 0 Hz。
13	稳定性（总计）	设置当前层中累计频率升高量的最大允许值，超过即判定晶体失效。随着材料沉积，频率会降低；但起弧、跳模或外部应力会使晶体频率正向偏移。如果这些正向频率偏移的累计值超过设定值，即提示晶体失效。 点击此输入框会弹出数字键盘，可输入 25 Hz 至 9999 Hz 之间的数值，输入 0 Hz 表示不使用。默认值为 0 Hz。
14	当前稳定性累计值	晶体质量计数器启用时当前累计的数值。进入 DEPOSIT（沉积）状态 5 秒后，且晶体质量参数不为零时，晶体质量计数器才启用。
15	当前质量计数	显示当前的质量计数。

下面介绍 **Advanced** 界面。



1	主修正系数	主修正系数用作全局修正系数，可同时作用于所有传感器的修正系数，用于把汇总速率和厚度校准到基片上实测的厚度。 此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.0% 至 10000% 之间的数值。默认值为 100%。
2	多点测量*	设为 **Yes** 时，对最多 4 个传感器的读数取平均。默认值为 **No**。 最多可用四个传感器共同控制一个“汇总”速率。汇总速率由各传感器的平均速率信息，经传感器修正系数和传感器权重参数换算后得出。标准 IMC300 配有传感器通道 1 和 2；加装选配测量卡后，IMC300 还可支持另外两个传感器通道。
3	汇总乘数*	多点测量设为 **Yes** 时，此选项决定沉积过程中某个晶体失效时，是否为该晶体的速率信息计算乘数。该乘数只在发生晶体失效的那一层中使用，该层结束后即清除。默认值为 **No**。
4	备用传感器	此处为传感器下拉列表，用于选择主传感器失效时改用的传感器。仅当多点测量设为 **No** 时才能访问此参数。默认值为 **None**。
5	备用传感器修正系数	此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.00% 至 10000.00% 之间的数值。默认值为 100.00%。 仅当多点测量设为 **Yes** 时才能访问此参数。

6	传感器编号	此处为传感器下拉列表，列出各传感器及其是否可用。默认值为 **None**。
7	晶体失效时的动作	点击此输入框会弹出下拉菜单，列出传感器失效时工艺应如何变化的选项：**Unused**、**Post Deposition**、**Stop**、**Suspend** 和 **Time Power**。默认值为 **None**。
8	失效触发条件	此设置项指定该传感器中所有晶体均失效时，在什么条件下执行晶体失效时的动作。默认值为 **Last**。 **On Fail**：该传感器失效时即执行失效动作。 **Last**：仅当该传感器失效且该薄膜未使用其他传感器时，才执行失效动作。
9	起始晶体位置	此处为可用晶体位置的下拉列表。起始晶体位置用于设定该薄膜允许使用的晶体范围，定义沉积该薄膜时，传感器编号所选传感器首先使用的晶体编号。默认值为 **Any**。
10	末位晶体位置	此处为可用晶体位置的下拉列表。末位晶体位置用于设定该薄膜允许使用的晶体范围，定义沉积该薄膜时，传感器编号所选传感器最后使用的晶体编号。默认值为 **Any**。
11	（传感器）权重	此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.00% 至 400.0% 之间的数值。此参数用于衡量计算加权平均汇总速率时各传感器测量速率的相对重要性。默认值为 100.0%。 如果更改了某个传感器的权重参数，且该传感器的晶体失效时的动作不是 **Unused**，后续计算汇总速率时将采用该传感器的新权重。
12	（传感器）修正系数	用于补偿传感器对所选材料的灵敏度。此输入框会弹出数字键盘，可输入 1.00% 至 10000.00% 之间的数值。默认值为 100.00%。
13	校准厚度	此功能将在后续更新提供共蒸镀功能后启用。
14	模式	用于在 **Simple** 和 **Advanced** 模式之间切换 **Film Sensor Settings** 界面。默认模式为 **Simple**。在 **Simple** 模式下隐藏的参数仍然有效，可通过远程命令编辑。
15	质量百分比	相对于此前各速率读数滚动平均值的最大允许偏差。速率偏差每超过所选百分比一次，计数器加 1；偏差每处于所选值以内一次，计数器减 1（最小减到 1）。如果在某一层中计数器达到质量计数，则中止工艺。设为 0 时禁用此参数。 此输入框会弹出数字键盘，可输入 0.00% 至 99.0% 之间的数值。默认值为 0.00%。
16	质量计数	速率每超过质量百分比一次，计数器加 1；读数每处于速率偏差以内一次，计数器减 1。如果在某一层中计数器达到质量计数，则中止工艺。设为 0 时禁用此参数。 此输入框会弹出数字键盘，可输入 0 至 99 之间的数值。默认值为 0。

17	稳定性（单个）	随着材料沉积，频率会降低；但起弧、跳模或外部应力会使晶体频率正向偏移。如果单次较大的正向频率偏移超过设定值，即提示晶体失效。 此输入框会弹出数字键盘，可输入 25 Hz 至 9999 Hz 之间的数值，输入 0 Hz 表示不使用。默认值为 0 Hz。
18	稳定性（总计）	随着材料沉积，频率会降低；但起弧、跳模或外部应力会使晶体频率正向偏移。如果这些较大的正向频率偏移累计值超过设定值，即提示晶体失效。 此输入框会弹出数字键盘，可输入 25 Hz 至 9999 Hz 之间的数值，输入 0 Hz 表示不使用。默认值为 0 Hz。
19	当前稳定性累计值	显示当前稳定性累计值。
20	当前质量计数	显示当前质量计数。

* 多点测量和汇总乘数功能在首版中不可用。

沉积情况	传感器 #1 速率（Å/s）	传感器 #2 速率（Å/s）	传感器 #3 速率（Å/s）	传感器 #4 速率（Å/s）	汇总速率（Å/s）	汇总乘数
开始时	10	10	10	10	10	1
沉积后期	16	10	10	4	10	1
如果 #1 传感器失效，请注意不计算汇总乘数时汇总速率如何变化。	**Xtal Fail**	10	10	4	8	1
汇总乘数（AGGREGATE MULTIPLIER）按以下比值计算：传感器失效前的汇总速率（失效传感器按其失效前的平均速率计入）除以传感器失效后的汇总速率（不含失效传感器的速率信息）。	包含：10 不包含：8 比率 1.25					
将该乘数应用于此后所有汇总速率结果：	**Xtal Fail**	10	10	4	10	1.25
如果在沉积过程中关闭汇总乘数功能，汇总速率将恢复为：	**Xtal Fail**	10	10	4	8	未使用
如果该层尚未结束，可重新启用汇总乘数（AGGREGATE MULTIPLY），并继续使用此前算出的乘数（本例中为 1.25）。						

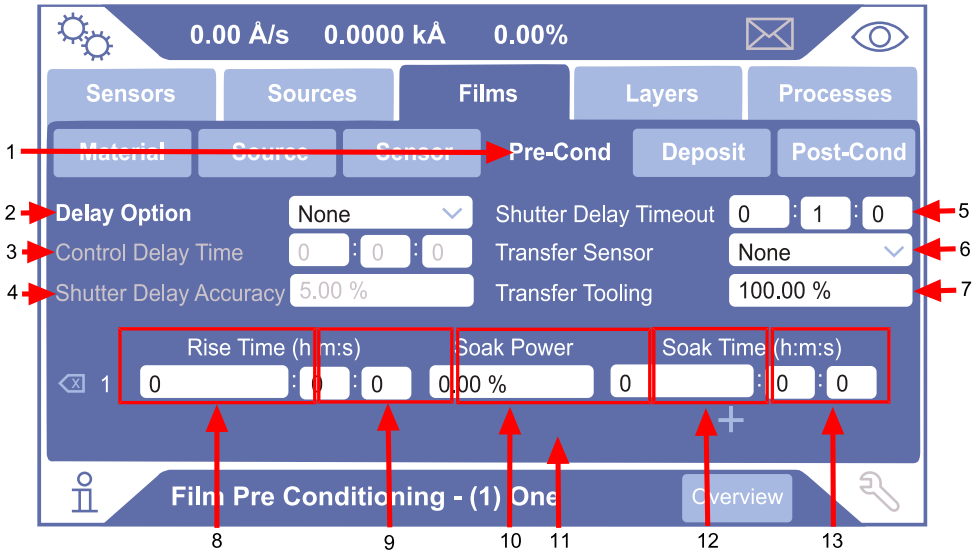
汇总乘数（AGGREGATE MULTIPLIER）按以下比值计算：传感器失效前的汇总速率（失效传感器按其失效前的平均速率计入）除以传感器失效后的汇总速率（不含失效传感器的速率信息）。

包含：10 不包含：8 比率 1.25

沉积情况	传感器 #1 速率（Å/s）	传感器 #2 速率（Å/s）	传感器 #3 速率（Å/s）	传感器 #4 速率（Å/s）	汇总速率（Å/s）	汇总乘数
将该乘数应用于此后所有汇总速率结果：	**Xtal Fail**	10	10	4	10	1.25
如果在沉积过程中关闭汇总乘数功能，汇总速率将恢复为：	**Xtal Fail**	10	10	4	8	未使用
如果该层尚未结束，可重新启用汇总乘数（AGGREGATE MULTIPLY），并继续使用此前算出的乘数（本例中为 1.25）。						

传感器	1	2	3	4	单位
实测速率	2	4	2.667	1	Å/s
主修正系数	200				%
传感器修正系数	100	50	75	200	%
显示速率	4	4	4	4	Å/s
传感器权重	50	100	75	25	%
权重之和	250				%
相对权重	0.2	0.4	0.3	0.1	N/A
贡献速率	0.8	1.6	1.2	0.4	Å/s
汇总速率	4				Å/s

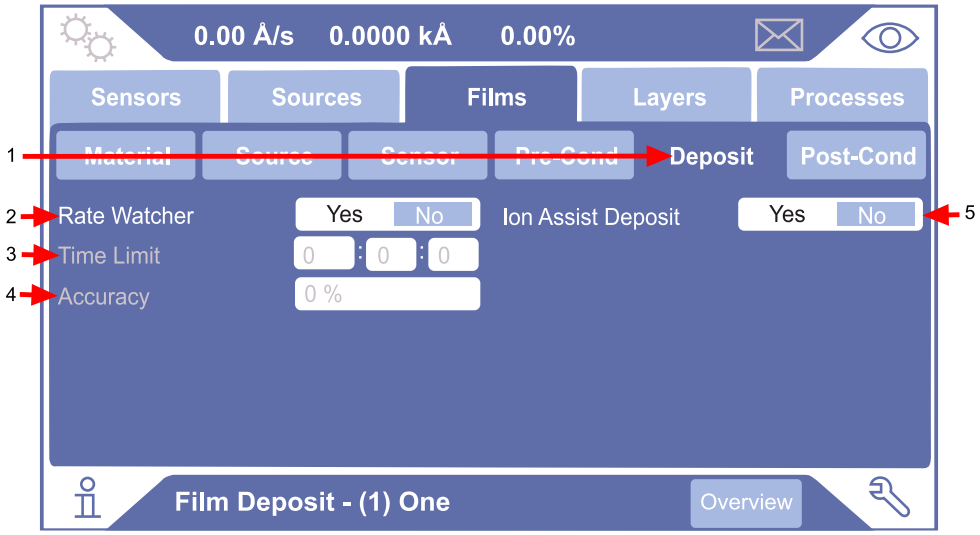
6.8.4 薄膜预处理设置



1	**Pre conditioning**（预处理）	这是 **Film Settings** 下的第四个选项卡。
2	延时选项	此处列出延时选项：**None**、**Shutter**（挡板）、**Control**（控制）或 **Both**（两者）。根据所选选项，控制延时时间和挡板延时精度输入框会相应启用或禁用。默认值为 **None**。
3	控制延时时间	沉积开始时，晶体突然受到热负荷，会产生较大的速率尖峰。控制延时会在设定时间内暂停控制回路对蒸发源控制功率的调节，防止控制对这一暂时的尖峰作出响应。 仅当延时选项设为 **Control** 或 **Both** 时启用此输入框。小时文本框可输入 0-999，分钟和秒文本框可输入 0-59。默认值为 00:00:00。
4	挡板延时精度	挡板延时发生在预处理阶段，会暂停沉积，直到晶体测得的速率进入挡板延时精度规定的范围。此参数规定打开蒸发源挡板之前，速率须与设定值接近到什么程度并保持 5 秒。 仅当延时选项设为 **Shutter** 或 **Both** 时启用此输入框。文本框可输入 1.00% 至 99.0% 之间的数值。默认值为 5.00%。
5	挡板延时超时	挡板延时超时是控制器在触发错误之前停留在挡板延时状态的最长时间。只有当速率在可接受的挡板延时精度范围内持续 5 秒，或达到挡板延时时间时，才会退出挡板延时状态。默认值为 1 分钟。
6	过渡传感器	过渡传感器的修正系数。默认值为 100.0%。仅当启用过渡传感器时此参数才可用。
7	过渡传感器修正系数	此输入框可输入 1.00% 至 10000.00% 之间的数值。过渡传感器修正系数只作用于过渡传感器。默认值为 100.00%。

8	升功率时间	在此设置升功率时间。小时文本框可输入 0-999，分钟和秒文本框可输入 0-59。升功率时间定义从当前功率值过渡到下一个保温功率值所需的时间。默认值为 00:00:00。
9	保温功率	此输入框会弹出键盘，可输入 0.00% 至 100.0% 之间的数值。保温功率定义某一预处理步骤的功率百分比。默认值为 0.00%。如果保温功率和保温时间都为 0，则跳过该预处理步骤。
10	保温时间	在此设置保温时间。小时文本框可输入 0-999，分钟和秒文本框可输入 0-59。保温时间定义在保温功率值停留多长时间，然后进入使用该薄膜的层中的下一步。默认值为 00:00:00。
11	**Add Rise/Soak Cycle**（添加升功率/保温循环）	点击 “+” 按钮添加一个新的升功率/保温循环。 添加新行后，左侧会出现删除 按钮。 
12	自动保温	此输入框仅用于最后一个升功率/保温循环。选中后，控制器会采集沉积状态下的功率信息；下次选用该材料时，最后一个保温步骤会根据采集的功率信息，把功率设定得更接近实际所需值。默认值为 **No**。
13	保温后自动沉积	此输入框仅用于最后一个升功率/保温循环。启用后沉积步骤会自动开始，无需按 **Next**（下一层）按钮。默认值为 **No**。

6.8.5 薄膜沉积设置



1	**Film Deposit**（薄膜沉积）	这是 **Film Settings** 下的第五个选项卡。
2	RateWatcher	启用后用于控制沉积速率。RateWatcher 设为“否”时，时间限值和精度不可用。默认值为“否”。
3	时间限值	时间限值决定两次采样之间的时间间隔，在此期间晶体挡板继电器处于常态。小时文本框可输入 0-150，分钟和秒文本框可输入 0-59。默认值为 00:00:00，即禁用该功能。速率斜坡期间，采样保持功能无效：晶体挡板打开，速率由晶体控制。
4	精度	此输入框可输入 1%-99%。默认值为 5%。
5	离子辅助沉积	离子辅助沉积设为“是”时，可与逻辑功能配合使用，触发相应的功能。默认值为“否”。

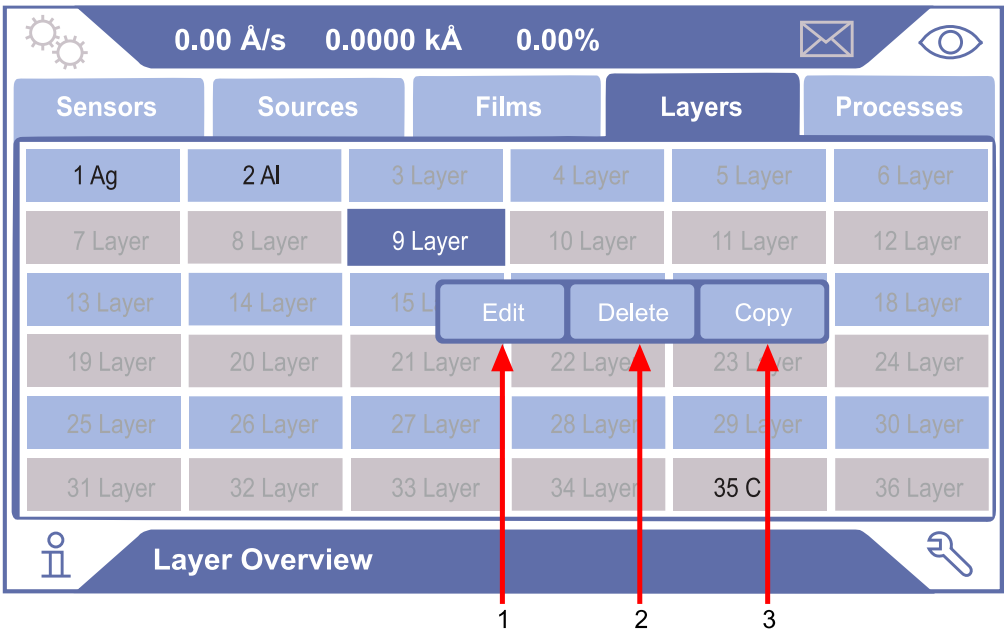
6.8.6 薄膜后处理设置



1	**Post Deposition Settings**（薄膜后处理设置）	这是 **Film Settings** 下的第六个选项卡。
2	升降功率时间	小时文本框可输入 0-999，分钟和秒文本框可输入 0-59。默认值为 00:00:00。
3	功率	此输入框可输入 0.00%-100.00%。默认值为 0.00%。
4	保持时间	小时文本框可输入 0-150，分钟和秒文本框可输入 0-59。默认值为 00:00:00。保持时间为零时，跳过后处理步骤。
5	**Add Ramp/Hold Cycle**（添加升降功率/保持循环）	添加一行新的升降功率/保持循环。添加新行后，会出现“-”按钮，用于删除该行。

6.9 层界面

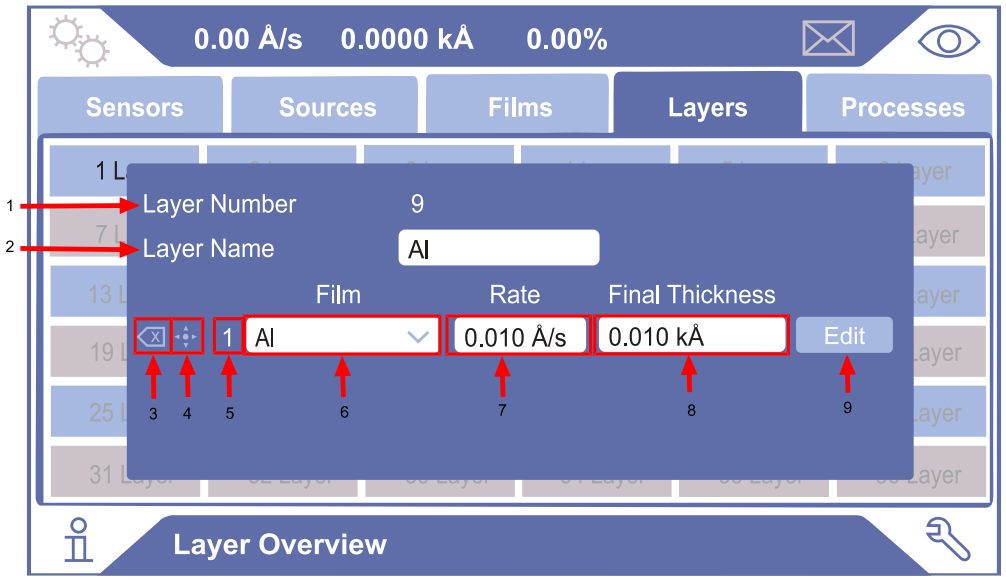
Layers（层）界面如下图所示。进入方法：先按界面左上角的 图标，再按第四个选项卡上的 **Layers**。



1	所选层	选中某一层后，该层以深蓝色高亮显示，并出现编辑菜单。
2	**Edit**	按 **Edit** 按钮进入 **Layer Overview**（层总览）界面。参见 “层总览” [▶ 85]。
3	**Delete**	按 **Delete** 按钮删除所选层。
4	**Copy**	按 **Copy** 按钮复制所选层。选中另一层后，**Copy** 变为 **Paste**。

6.9.1 层总览

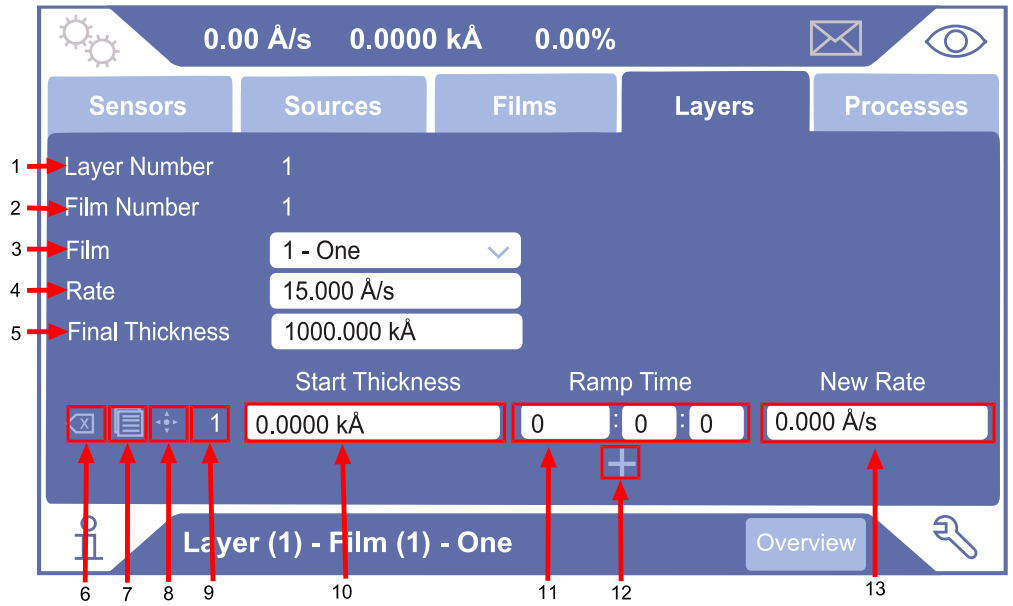
在 Layers 界面上按 Edit 按钮，进入 Layer Overview 界面，如下图所示。



1	层编号	此项为固定显示，不可更改。
2	层名称	按此输入框弹出字母数字键盘，最多可输入 32 个字符。默认名称为 Layer。
3	**Delete**	删除所选层。按下后会弹出确认窗口。
4	**Move**（移动）	要移动薄膜，按 **Move** 按钮并拖动所选薄膜。
5	薄膜序号	此处显示薄膜序号。
6	薄膜	按此输入框弹出已定义薄膜的下拉列表。默认薄膜为“无”。工艺运行期间请勿修改此项。
7	速率	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.01-999.9 Å/s。速率定义沉积该层时的初始速率。默认值为 0.000 Å/s。
8	最终厚度	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.001-1000 kÅ。最终厚度定义该层在基片上沉积到多厚时停止。默认值为 0.000 kÅ。
9	**Edit**	按 **Edit** 按钮进入 **Layer-Film Edit**（层-薄膜编辑）菜单。参见 “层-薄膜编辑界面” [▶ 86]。

6.9.2 层-薄膜编辑界面

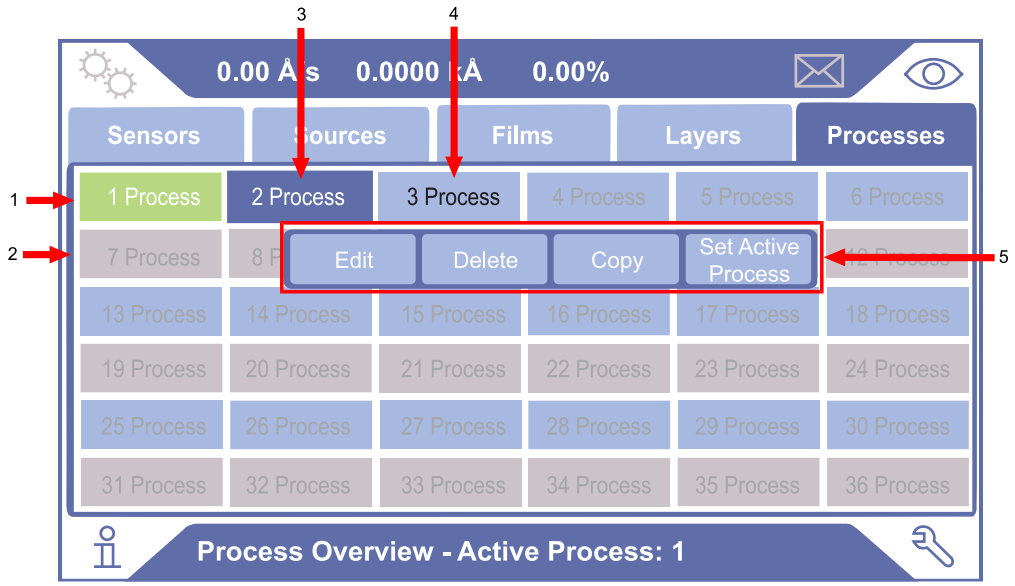
在 **Layer Overview** 界面上按 **Edit** 按钮，进入 **Layer-Film Edit** 界面，如下图所示。



1	层编号	显示层编号。此项为只读标签，不可更改。
2	薄膜编号	显示薄膜编号。此项为只读标签，不可更改。
3	薄膜	按此输入框弹出已定义薄膜的下拉列表。默认值为“无”。
4	速率	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.000-999.9 Å/s。默认值为 0.000 Å/s。
5	最终厚度	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.000-1000 kÅ。默认值为 0.000 kÅ。
6	**Delete**	删除所选层。按下后会弹出确认窗口。
7	**Duplicate**（复制一份）	按此按钮复制该速率斜坡，并粘贴在其下方。
8	**Move**	要移动薄膜，按 **Move** 按钮并拖动所选薄膜。
9	薄膜序号	此处显示薄膜序号。
10	起始厚度	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.00-999.9999 kÅ。默认值为 0.000 kÅ。
11	斜坡时间	按时、分、秒设置斜坡时间。按小时文本框弹出数字键盘，可输入 0-150；按分钟或秒文本框弹出数字键盘，可输入 0-59。斜坡时间定义达到起始厚度后，从当前速率过渡到新速率所用的时间。默认值为 00:00:00。
12	**Add Rate**（添加速率斜坡）	按“+”按钮可添加速率斜坡，最多可定义 10 个。添加新斜坡后，会出现“-”按钮，用于删除该斜坡。
13	新速率	按此输入框弹出数字键盘，可输入 0.000-999.999 Å/s。新速率定义达到起始厚度后要过渡到的速率。默认值为 0.000 Å/s。新速率设为零时，跳过该速率斜坡。

6.10工艺界面

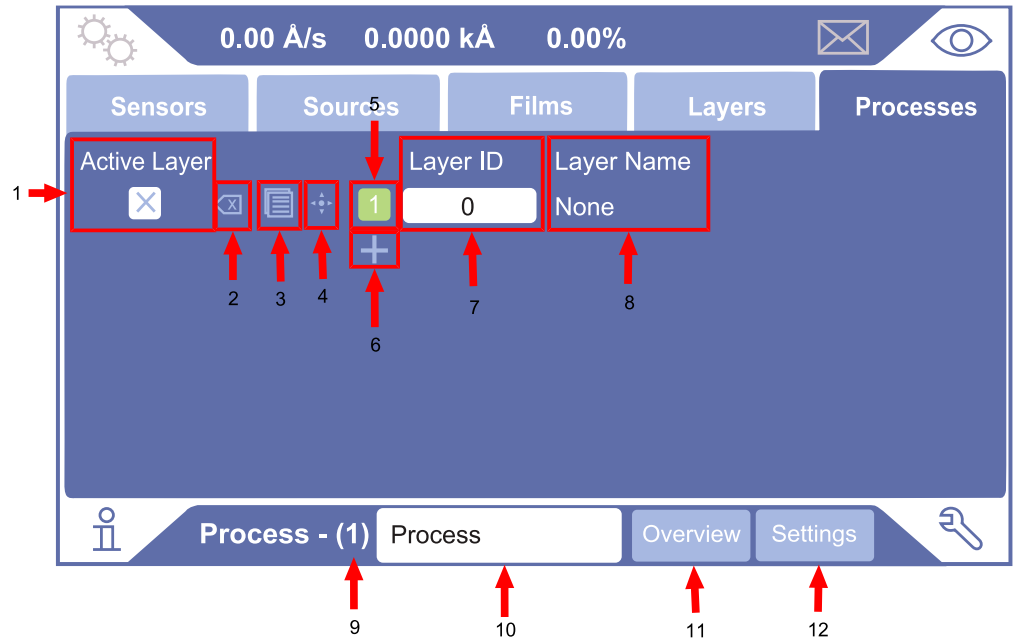
Process Overview（工艺总览）界面如下图所示。



1	当前工艺	当前工艺以绿底白字高亮显示。
2	未定义工艺	未定义的工艺以灰色字体显示。
3	所选工艺	选中某个工艺后，该工艺以深蓝底白字高亮显示，并出现一个菜单。
4	已定义工艺	已定义的工艺以黑色字体显示。
5	**Process Menu**（工艺菜单）	在工艺菜单中，可以进入 **Process Edit**（工艺编辑）界面、删除工艺、复制和粘贴工艺，或将工艺设为当前工艺。按工艺菜单以外的任意位置，菜单即消失。

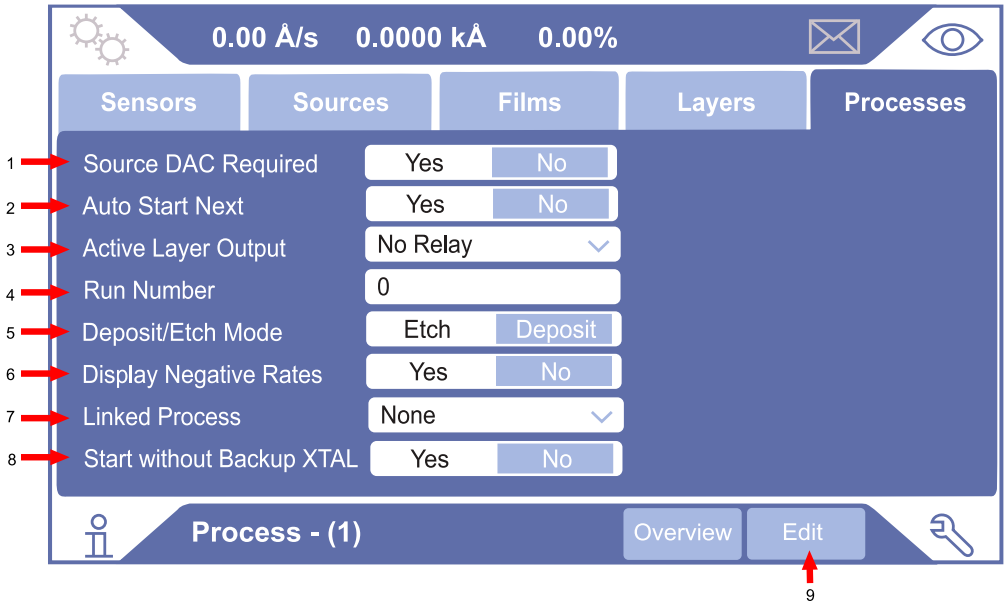
6.10.1 工艺编辑

选择要编辑的工艺后，显示 **Process Edit** 界面。



1	当前层	选中“当前层”框后，该层即成为当前层。
2	**Delete**	删除该层。
3	**Copy**	将该层复制为一个新层，新层出现在被复制层的下方。
4	**Move Layer**（移动层）	按住并拖动该图标，可调整各层的顺序。
5	层编号	此处显示层编号。当前层显示为绿色。
6	**Add Layer**（添加层）	按“+”按钮在列表底部添加一层。
7	层 ID	选中层 ID 框时弹出数字键盘。输入的数字表示该工艺中此层使用哪个层 ID。默认值为 0。
8	层名称	输入层 ID 后，自动填入层名称。此项显示所选层 ID 对应的层名称。
9	工艺编号	显示当前正在编辑的工艺编号。
10	工艺名称	选中工艺名称框时弹出字母数字键盘，工艺名称最多可输入 30 个字符。
11	**Process Overview**	返回 **Process Overview** 界面。
12	**Process Settings**（工艺设置）	打开 **Process Settings** 界面。

6.10.2 工艺设置



1	蒸发源 DAC 切换开关	指定该层是否需要一个蒸发源 DAC 来控制蒸发源功率。默认值为“否”。
2	自动启动下一层切换开关	指定该层进入待机后，是否自动启动下一层。默认值为“否”。
3	当前层输出	指定 8 个连续输出中的第一个，用于指示执行 **START** 时将运行的层号。选择第一个输出时，这 8 个连续输出都必须未分配；当前层用 BCD 逻辑指示。默认值为“无继电器”（No relay）。
4	运行编号	每次工艺启动时加 1。选中后，可将运行编号改为 0-99999。默认值为 0。
5	沉积/刻蚀模式	选择 **Deposit**（沉积）时，显示沉积速率和累积厚度；选择 **Etch Mode**（刻蚀模式）时，显示刻蚀速率和刻蚀深度。默认模式为“沉积”。
6	显示负速率	此项决定是否显示负速率值。选择 **Yes** 显示负速率值；选择 **No** 则将负速率显示为 0.0 Å/s。默认值为“否”。
7	关联工艺	用于关联另一个工艺。关联工艺 ID 为 0 或“无”时，当前工艺完成后仪器转入 **Ready**（就绪）状态。默认值为“无”。
8	允许在无备用晶体时启动	此项决定当前层所用的薄膜在未另外分配备用传感器时能否启动。如果分配给该层的传感器类型为“单晶体”，则忽略此参数。“允许在无备用晶体时启动”的默认值为“否”。
9	**Process Edit**	返回 **Process Edit** 界面。

6.11 工艺运行期间更改参数

工艺运行期间，存在以下限制：

1 在当前工艺结束或完成之前，以下内容不能删除：

➔ 当前工艺中已完成的所有层

➔ 当前工艺中正在运行的层（当前层）

➔ 与当前工艺中正在运行或已完成的层关联的薄膜

2 当前工艺中尚未开始的层，可在其开始之前删除。

3 在当前工艺结束或完成之前，分配给当前层的薄膜不能更改传感器编号、起始/末位晶体位置、蒸发源编号和坩埚编号。

4 在当前工艺结束或完成之前，分配给当前层的薄膜不能更改离子辅助参数。

5 在当前工艺结束或完成之前，不能更改当前薄膜的预处理和后处理步骤。

6 任一工艺运行期间，所有传感器参数和蒸发源参数都不能更改。

工艺运行期间可以更改的项目：

- 任意沉积速率
- 任意最终厚度*
- 任意 P 项
- 任意 I 项
- 任意 D 项
- 任意最大功率值
- 材料（密度、Z 参数、修正系数）
- 速率滤波
- 速率斜坡（至少包括设定厚度和新速率）
- 记录仪输出功能和量程

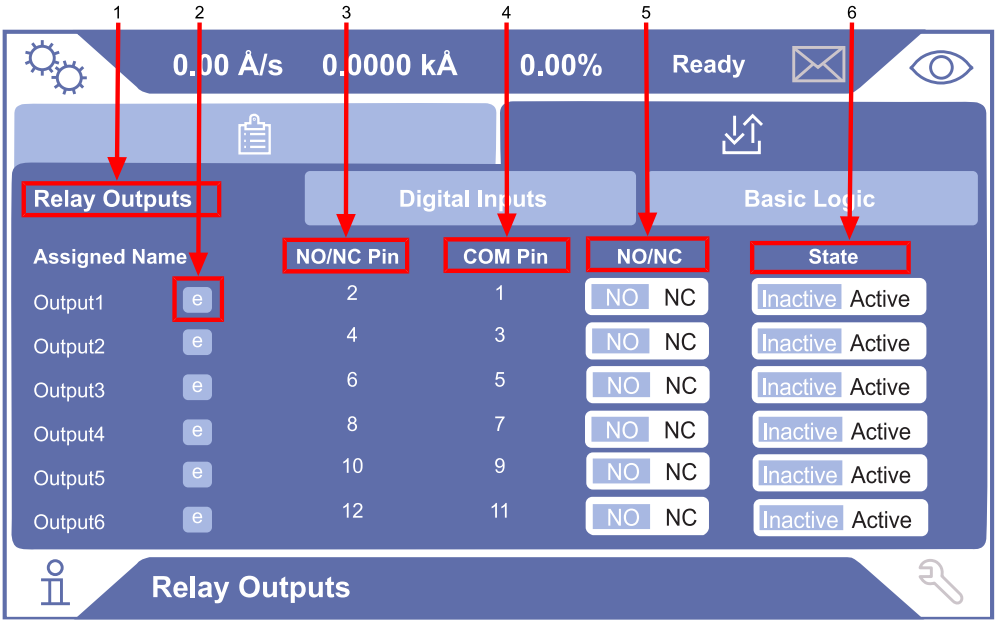
*在沉积状态下，如果把当前层的最终厚度设为低于当前厚度，IMC300 将转入该层的后处理步骤。

工艺运行期间可以更改的设置：

工艺控制	C01	Q/U	启动/停止工艺
	C03	R	厚度清零
	C05	R	清除 S/Q 计数
	C06	Q/U	层控制
	C07	Q/U	手动功率设置
	C1E	R	触发最终厚度
速率	C1D	Q/U	测试模式速率（Å/s）
	L**02**02	Q/U	速率
最终厚度	L**02**03	Q/U	最终厚度
PID 项	F**0903	Q/U	P 项
	F**0904	Q/U	I 项
	F**0905	Q/U	D 项
最大功率值	F**0906	Q/U	最大功率
	F**0907	Q/U	达到最大功率时的动作
速率滤波	G1201	Q/U	速率滤波
速率斜坡	L**02**06**01	Q/U	起始厚度
	L**02**06**02	Q/U	斜坡时间
	L**02**06**03	Q/U	新速率
记录仪控制	S**12	Q/U	记录仪输出选择
	S**13	Q/U	记录仪功能
	S**14	Q/U	0% 输出对应的速率
	S**15	Q/U	100% 输出对应的速率
	S**16	Q/U	0% 输出对应的厚度
	S**17	Q/U	100% 输出对应的厚度
	S**18	Q/U	0% 输出对应的速率偏差
	S**19	Q/U	100% 输出对应的速率偏差
	S**1A	Q/U	0% 输出对应的功率
	S**1B	Q/U	100% 输出对应的功率
	S**1C	Q/U	0% 输出对应的频率
	S**1D	Q/U	100% 输出对应的频率

6.12I/O 界面

Relay Outputs（继电器输出）

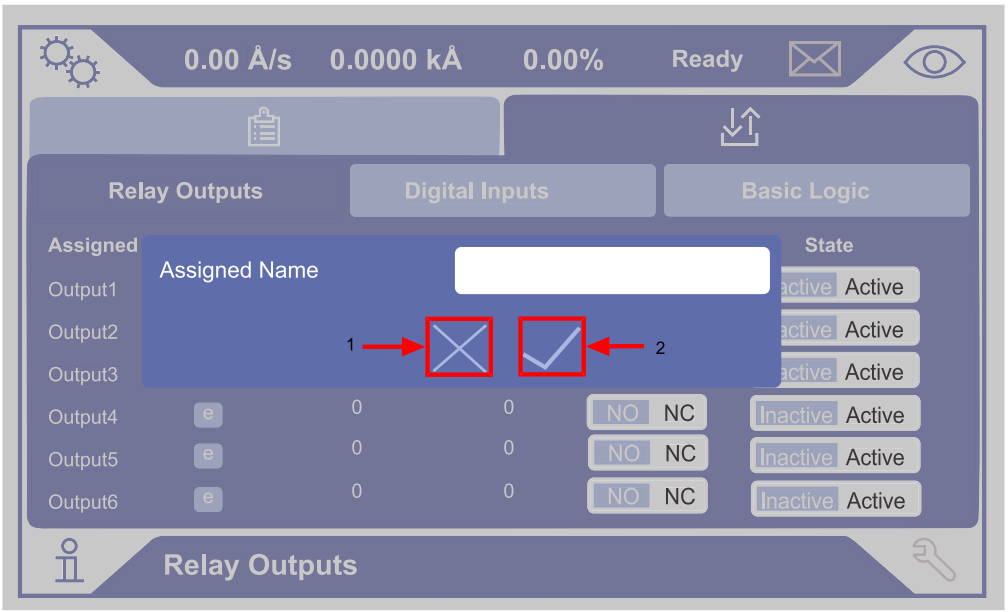


1	**Relay Outputs**	选择 **Relay Outputs** 选项卡，配置继电器。
2	为继电器命名	选择 **e** 可修改继电器名称。
3	常开/常闭引脚	显示后面板 I/O 连接器上的引脚分配。继电器闭合时，该引脚与 COM 引脚接通。
4	公共端引脚（COM）	显示后面板 I/O 连接器上的继电器公共端引脚。继电器闭合时，该引脚与常开/常闭引脚接通。
5	常开/常闭	每个继电器可设为 NO（常开）或 NC（常闭）。默认值为 NO。
6	状态	使继电器闭合或断开。默认状态为“无效”。

注：XTC/3 协议中的远程命令 R0x11 和 R0x12 分别将继电器设为“有效”和“无效”。

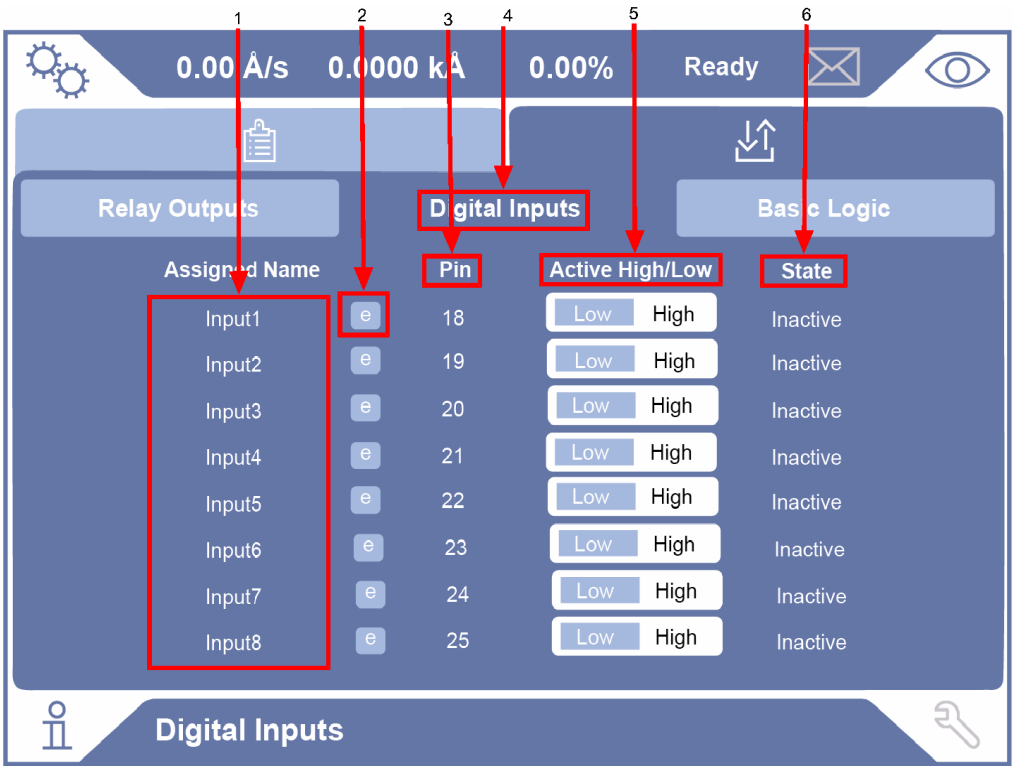


选择目标继电器旁的 e，打开 **Assigned Name**（分配名称）窗口。此输入框最多可输入 32 个字符。



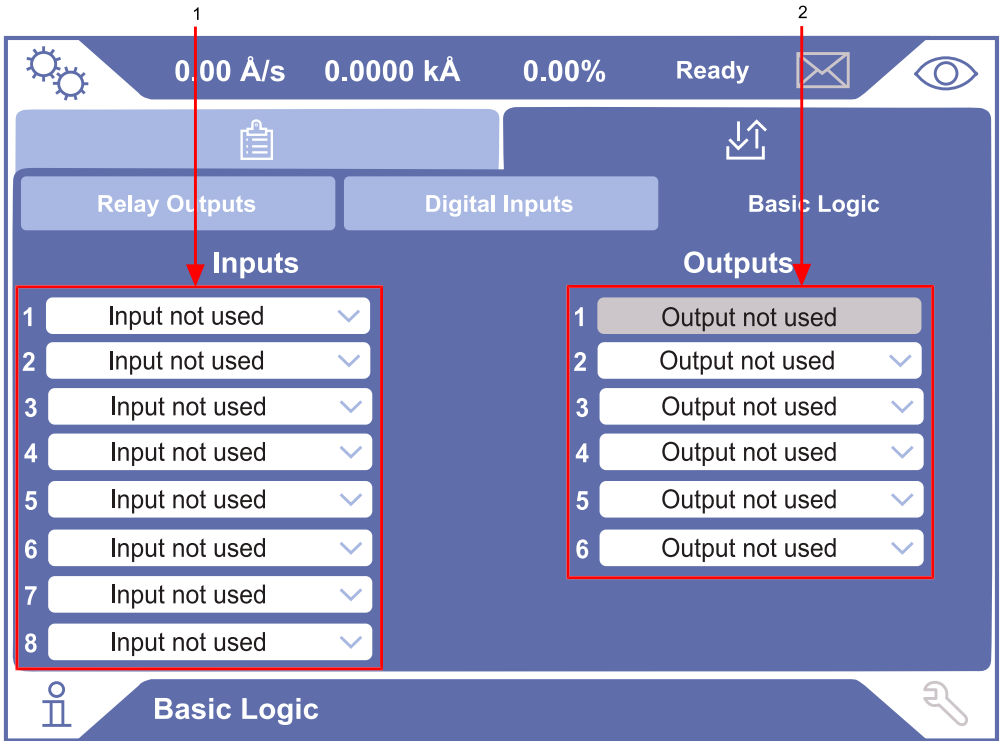
1	**Cancel**	选择 **X** 取消继电器名称设置。
2	**Confirm**（确认）	选择**对勾**确认继电器名称设置。

Digital Inputs（数字输入）



1	分配名称	显示该输入的名称。默认名称为 Input。
2	为输入命名	选择 **e** 可修改输入名称。
3	引脚	显示后面板 I/O 连接器上的引脚分配。
4	**Digital Inputs**	选择 **Digital Inputs** 选项卡，配置输入。
5	有效电平	用于配置有效状态。设为 **Active Low**（低电平有效）时，引脚为低电平时触发事件；设为 **Active High**（高电平有效）时，引脚为高电平时触发事件。默认值为“低电平有效”。
6	状态	显示后面板 I/O 连接器上该输入的有效/无效状态。

Basic Logic（基本逻辑）



1	输入	输入列表参见下方的 T0101** 设置表。
2	输出	输出列表参见下方的 T0102** 设置表。

T0101** 设置

0	空白（不使用输入）	不使用该输入。
1	启动	若当前没有层在运行，则执行 **START**。
2	停止	执行 **STOP**（停止）。
3	结束沉积	结束沉积状态，效果与达到最终厚度相同。
4	启动 RateWatcher 保持	如果薄膜已设置启用此功能，则启动 RateWatcher 采样。
5	RateWatcher 保持锁定	使 RateWatcher 一直处于保持状态。
6	禁止晶体失效判定	禁止晶体失效输出闭合，以及由此引起的停止。
7	厚度清零	将厚度清零。
8	保温 X 保持	延长 SOAK X（保温 X）状态，直到该信号/触点闭合撤除。 用逗号加保持编号指定具体是哪个保持。 示例：T010103:8,2（将输入 3 设为保温 2 保持） X 的范围为 1-10，用于指定该事件作用于哪个保持。

9	复位	复位工艺。仅当控制器处于就绪状态或最后一层处于待机状态时，才执行复位。
10	工艺选择第 1 位	选择特定的工艺 ID。
11	工艺选择第 2 位	
12	工艺选择第 3 位	
13	工艺选择第 4 位	
14	工艺选择第 5 位	
15	工艺选择第 6 位	
16	工艺选择第 7 位	
17	工艺选择第 8 位	
18	在传感器 X 上切换晶体	在指定传感器上执行晶体切换。
19	非沉积段保持	在非沉积状态（如预处理/后处理）下保持功率。
20	禁止启动	只要该输入保持有效，就禁止启动层。

T0102** 设置

ID	输出	有效状态	无效状态
0	空白	不使用该输出	
1	停止	处于停止状态	不处于停止状态
2	工艺结束	若为工艺中的最后一个薄膜，在进入待机时。	执行停止或复位时。
3	厚度设定值	处于沉积或定时功率状态，且达到厚度设定值时。	执行启动或复位时；进入待机时。
4	晶体失效	任一传感器触发晶体失效时。	检测到正常的晶体寿命读数时。
5	报警	发生速率偏差错误时 发生挡板延时错误时 达到最大功率时 发生坩埚切换错误时	每个错误清除后，且没有其他错误时。 执行启动或复位时。 进入待机斜坡时。
6	蒸发源 X 使用中	蒸发源 X 处于使用中时。 示例：T010204:5,2（设置输出 4 在蒸发源 2 使用中时动作） X 的范围为 1-2，用于指定是哪个蒸发源。	蒸发源 X 不在使用中时。
7	最终厚度	达到最终厚度时。	执行启动或复位后。
8	薄膜结束	进入待机状态时。	执行启动或复位后。
9	层进行中	工艺启动时。	进入待机或停止状态时。

ID	输出	有效状态	无效状态
10	离子辅助沉积	进入任一沉积状态，且已启用离子辅助沉积时。	进入待机斜坡时；进入停止状态时。
11	就绪	每个状态开始时，按需置位或清除旧状态和新状态的输出。 用逗号加编号指定具体是哪个升功率或保温。 示例：T010204:12,2（设置输出 4 在升功率 2 时动作） X 的范围为 1-10，用于指定该事件作用于哪个升功率或保温。	每个状态开始时，按需置位或清除旧状态和新状态的输出。
12	升功率 X		
13	保温 X		
14	挡板延时		
15	沉积		
16	速率斜坡		
17	手动		
18	定时功率		
19	待机斜坡		
20	待机		
21	最大功率	功率达到最大功率时。	功率未达到最大功率时。
22	速率偏差错误	速率偏差大于目标速率的 5% 或 0.5 Å/s，且持续 60 秒（若时间常数大于 3 秒，则持续时间常数的 20 倍）时。	速率偏差回到测试限值以内时；进入待机斜坡时。
23	晶体切换器故障	尝试切换晶体失败时。	开始另一次晶体切换时。
24	晶体切换中	正在进行晶体切换时。	晶体切换完成时。
25	坩埚切换器故障	坩埚切换后 30 秒内未收到坩埚到位输入。	执行 **Start** 或 **Reset** 时清除。若 **Stop on Alarms**（报警时停止）设为 **No**，IMC300 只显示错误信息，不执行其他操作，保持在坩埚切换状态。若坩埚到位输入置位，则清除该输出。
26	挡板延时错误	已启用挡板延时，且速率偏差持续 60 秒大于目标速率的 5% 或 0.5 Å/s。	执行 **Start** 或 **Reset** 时清除。若 **Stop on Alarms** 设为 **No**，控制器只显示错误，不执行其他操作：保持在挡板延时状态，并控制功率以达到正确速率。若速率回到规定范围内，则清除该输出。进入待机斜坡时也会清除。

6.13高级逻辑

IMC300 的可编程逻辑功能使其能够响应外部数字输入，无需操作人员干预即可控制单个工艺或一系列工艺的执行。可通过编写逻辑语句来定制这些功能。

一条逻辑语句由 IF 部分和 THEN 部分组成。IF 部分包含从一张表中选取的一个或多个条件事件，这些 IF 事件可以基于外部输入、内部工艺状态，或两者的组合。THEN 部分同样包含从另一张表中选取的一个或多个动作。当事件串判定为真时，按从左到右的顺序执行相应动作。逻辑语句的状态显示在 **Logic Overview**（逻辑总览）界面和各逻辑语句组页面上。语句的 IF 部分为真时，逻辑语句编号变为绿色，并显示三个星号（***）。表达式从逻辑语句 1 开始按编号顺序依次求值。

- 进入编程：在主菜单中选择 **Logic**（逻辑）标题，然后按 **MENU**（菜单）键。
- 输入信号或满足用户指定的逻辑条件时，可触发单个或多个动作。
- 仅当输入本身或使用该输入的语句发生状态跳变时，以及 IMC300 上电时，才会处理输入。
- 可用单个或多个复杂的已定义条件来定义一个事件。
- 可使用逻辑运算符 AND、OR 和 NOT（取反）以及分组运算符（括号）来定义非常精确的条件关系。另有一个运算符 ON，专门用于将某些事件关联在一起。
- 可以立即执行某个动作，也可以借助定时器或计数器将其延迟一段可设定的时间。
- 每条逻辑语句在每个 100 ms 测量周期都会求值一次，但在加载配置文件期间暂停求值。
- 每条逻辑语句的层、工艺或材料条目可设为排他或包含。
- 逻辑语句的组成部分可以是：特定状态之间的转换或进入特定状态、可编程的特定时间限值、可编程的厚度限值，或各种错误条件。
- 可显示用户自定义的消息。
- 可在 I/O 映射界面上为输入和输出命名。此外，还可在该界面上将输出定义为常开（NO）或常闭（NC）。
- 可使用 Statement ### 事件将多条逻辑语句串联起来。

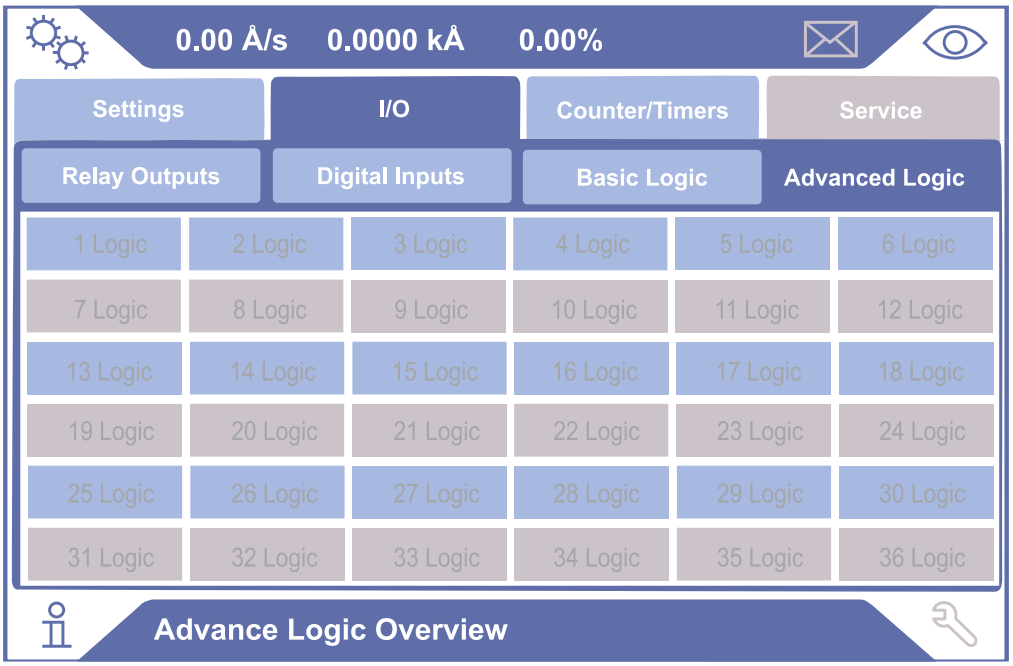
这些功能与基于层的工艺排序相结合，无需增加其他智能设备即可控制中等复杂程度的真空工艺设备。用户可在工艺定义中编写某些层，其唯一用途是触发特定的其他内部序列和/或外部控制事件。如果将沉积前和沉积后状态时间、速率和最终厚度均设为零，这类“虚拟”层会非常迅速地执行完毕。

标准配置提供 6 路继电器输出和 8 路输入。选配 I/O 卡可额外提供 1 路 TTL 输入、6 路继电器输出和 8 路 TTL 输出。

IMC300 最多可容纳 100 条逻辑语句。

6.13.1 编辑逻辑语句

选择逻辑语句并按 **Edit** 即可进入逻辑设置。每条已编程的语句都有标识（语句编号旁的 > 符号）；语句为真时也有标识（颜色变为绿色，并显示三个星号 ***）。

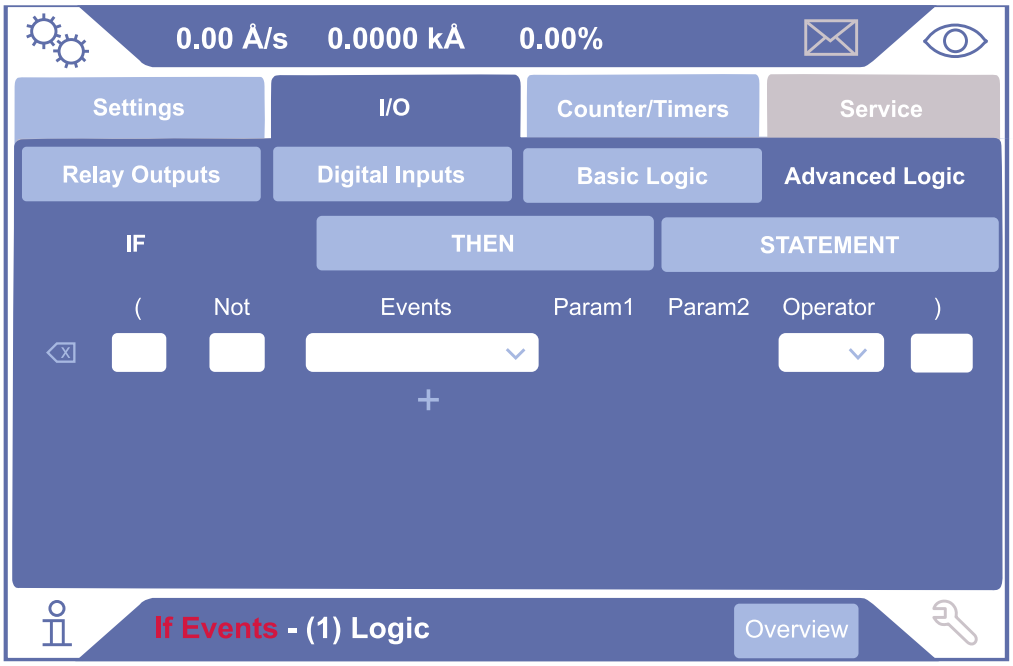


6.13.2 IF 事件定义

如果两个或多个层同时运行，只要某个事件条件对其中任一层为真，即视为真（例如，第一层处于 DEPOSIT 状态，第二层处于 PRE-DEPOSIT 状态，则 DEPOSIT 和 PRE-DEPOSIT 事件均为真）。

事件条件依据输入在从高电平到低电平（或从低电平到高电平）跳变时是否检测到边沿来判定。输入保持在高电平或低电平不变时，不会重新判定。

IF 事件可用逻辑连接符连接，也可以取反。



STOP：只要 IMC300 处于停止状态，逻辑条件即为真。收到 **RESET** 或 **START** 命令前，条件保持为真。

END OF PROCESS（工艺结束）：指定工艺结束并进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。

THICKNESS SETPOINT（厚度设定值）：任一速率斜坡开始时，逻辑条件为真，直至该速率斜坡结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

CRYSTAL FAIL（晶体失效）：只要所选传感器上存在晶体失效，逻辑条件即为真。对于多晶体传感器，最后一个可用晶体失效且无备用传感器可用时，才判定为晶体失效。若 **CRYSTAL FAIL INHIBIT X** 动作有效（ON），该逻辑条件保持为假。条件保持为真，直至在相应传感器上装入可用晶体。传感器编号的数值输入范围为 0-4（0 表示任意传感器）。

ALARMS（报警）：只要触发了任一报警，逻辑条件即为真。适用的报警包括 **Max Power Alarm**（最大功率报警）、**Shutter Delay Error**（挡板延时错误）、**Rate Deviation Error**（速率偏差错误）和 **No Output for Switch**（切换无输出）。条件保持为真，直至报警信息被清除。

SOURCE X IN USE（蒸发源 X 使用中）：启动含蒸发源 X 的层时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至启动含另一蒸发源编号材料的层，或该层进入就绪状态。数值输入范围为 1-4。

FINAL THICKNESS（最终厚度）：在沉积或手动状态下达到最终厚度时，或 Final Thickness Trigger 动作被激活时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至达到最终厚度的层进入待机状态，或执行厚度清零或 **STOP/RESET** 序列。

END OF FILM（薄膜结束）：指定薄膜所在的层进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。数值输入范围为 0-32 或已定义材料的

最大数量，0 表示任意材料。若启用了 **Auto Start Next**（自动启动下一个工艺），该逻辑事件仅在工艺结束时触发，后续各层之间不触发。

IN LAYER（层进行中）：进入沉积状态时，逻辑条件为真，定时功率和速率斜坡阶段也包括在内。在手动状态下且蒸发源/基片挡板输出有效时，条件同样为真。进入待机状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件清除。

ION ASSISTED DEPOSIT（离子辅助沉积）：指定薄膜所在的层进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。数值输入范围为 0–32 或已定义材料的最大数量，0 表示任意材料。若启用了 **Auto Start Next**，该逻辑事件仅在工艺结束时触发，后续各层之间不触发。

READY（就绪）：只要 IMC300 处于就绪状态，逻辑条件即为真。收到 **START** 命令或进入手动状态时，条件清除。

RISE X（升功率 X）：升功率时间 X 开始时，逻辑条件为真，直至升功率时间 X 结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

SOAK X（保温 X）：保温时间 X 开始时，逻辑条件为真，直至保温时间 X 结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

SHUTTER DELAY（挡板延时）：挡板延时开始时，逻辑条件为真，直至挡板延时结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

DEPOSIT（沉积）：进入沉积状态时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至沉积状态结束，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列。速率斜坡、定时功率和手动均视为沉积状态的一部分。

RATE RAMP（速率斜坡）：任一速率斜坡开始时，逻辑条件为真，直至该速率斜坡结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

MANUAL（手动）：进入手动状态时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至退出手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列。

TIME POWER（定时功率）：进入定时功率状态时，逻辑条件为真，直至沉积状态结束。

IDLE RAMP（待机斜坡）：待机斜坡开始时，逻辑条件为真，直至待机斜坡结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

IDLE（待机）：进入待机状态时，逻辑条件为真，直至待机状态结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。若启用了 **Auto Start Next**，该逻辑事件仅在工艺结束时触发，后续各层之间不触发。

MAX POWER（最大功率）：只要任一蒸发源处于最大功率，逻辑条件即为真，直至所有蒸发源都低于最大功率。

RATE DEVIATION ERROR（速率偏差错误）：在沉积状态下，实际沉积速率与速率设定值之差大于 5% 和 0.1 Å/s 中的较大者，且持续超过 60 秒或控制回路时间常数的 20 倍时，该条件为真。条件保持为真，直至该层退出沉积状态。

CRYSTAL SWITCHER FAIL（晶体切换器故障）：若已指定转塔反馈输入，但在规定时间内未收到，逻辑条件为真。条件保持为真，直至收到该输入或执行复位（**Reset**）。

CRYSTAL SWITCHING（晶体切换中）：传感器 X 正在进行晶体切换时，逻辑条件为真，直至晶体切换完成。传感器 X 的数值输入范围为 0–4（0 表示任意传感器）。

CRUCIBLE SWITCHER FAIL（坩埚切换器故障）：若已指定转塔反馈输入，但在规定时间内未收到，逻辑条件为真。条件保持为真，直至收到该输入或执行复位（**Reset**）。

SHUTTER DELAY ERROR（挡板延时错误）：发生挡板延时错误时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **RESET** 命令前，条件保持为真。

CRUCIBLE SWITCH（坩埚切换）：切换坩埚期间，逻辑条件为真。条件保持为真，直至转塔延时时间结束、收到转塔输入或执行复位（**Reset**）。

CRYSTAL FAIL X（晶体 X 失效）：只要传感器 X 上存在晶体失效，逻辑条件即为真。对于多晶体传感器，最后一个可用晶体失效且无备用传感器可用时，才判定为晶体失效。若 **CRYSTAL FAIL INHIBIT X** 动作有效（ON），该逻辑条件保持为假。条件保持为真，直至在相应传感器上装入可用晶体。传感器 X 的数值输入范围为 0–4（0 表示任意传感器）。

CRYSTAL LIFE X（晶体 X 寿命）：传感器 X 的寿命值 ## 持续至少 5 秒大于 ## 的输入值（1–99）时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至寿命值持续至少 5 秒小于 ##。传感器 X 的数值输入范围为 0–4（0 表示任意传感器）。

ACTIVE PROCESS X（当前工艺 X）：工艺 X 被指定为当前工艺时，逻辑条件为真，直至当前工艺编号改变。

PROCESS END X（工艺 X 结束）：指定工艺结束并进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。

POST COND HOLD X（后处理保持 X）：后处理保持 X 开始时，逻辑条件为真，直至后处理保持 X 结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

POST COND RAMP X（后处理升降功率 X）：后处理升降功率 X 开始时，逻辑条件为真，直至后处理升降功率 X 结束。进入手动状态，或执行 **STOP/RESET** 或 **STOP/START** 序列时，条件也会清除。

LAYER X（层 X）：层 X 开始时，逻辑条件为真，直至该层不再处于当前运行状态。

LAYER END X（层 X 结束）：指定层进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。若启用了 **Auto Start Next**，该逻辑事件仅在工艺结束时触发，后续各层之间不触发。

MATERIAL X（材料 X）：工艺开始时含材料 X 的层处于就绪状态，或在工艺运行中启动含材料 X 的层时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至该材料不再使用；若连续两层或更多层使用同一材料，条件可跨层保持为真。

MATERIAL END X（材料 X 结束）：指定材料 X 所在的层进入待机状态时，逻辑条件为真。收到 **START** 或 **STOP/RESET** 命令前，条件保持为真。若启用了 **Auto Start Next**，该逻辑事件仅在工艺结束时触发，后续各层之间不触发。

LAST LAYER（最后一层）：当前工艺中定义的最后一层开始时，逻辑条件为真，直至最后一层进入待机状态。

BACKUP SENSOR IN USE（备用传感器使用中）：使用备用传感器期间，逻辑条件为真，直至备用传感器不再使用。

TRANSFER SENSOR IN USE（过渡传感器使用中）：使用过渡传感器期间，逻辑条件为真，直至过渡传感器不再使用。

RATE BELOW 0.1（速率低于 0.1）：在沉积或手动状态下，实际沉积速率低于 0.1 Å/s 超过 5 秒时，该条件为真。实际沉积速率持续 5 秒或以上大于 0.1 Å/s、该层进入待机状态，或执行 **Stop/Reset** 时，条件清除。

CRYSTAL ACTIVITY BELOW...（晶体活度低于……）：传感器 X 的活度值持续至少 5 秒低于输入值时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至活度值持续至少 5 秒高于输入值。活度值可设为 1-999。传感器 X 的数值输入范围为 0-4（0 表示任意传感器）。

EXTERNAL INPUT X（外部输入 X）：指定一个硬件输入，其状态改变时可用于触发动作。通过触点闭合将该输入端子拉到公共端（GND），使其接地（<0.8 V），即可激活输入。

TEST MODE（测试模式）：IMC300 处于测试模式时，该条件为真。

TIME SETPOINT（时间设定值）：达到时间限值时，逻辑条件为真。条件保持为真，直至达到时间限值的层进入待机状态，或执行 **STOP/RESET** 序列。

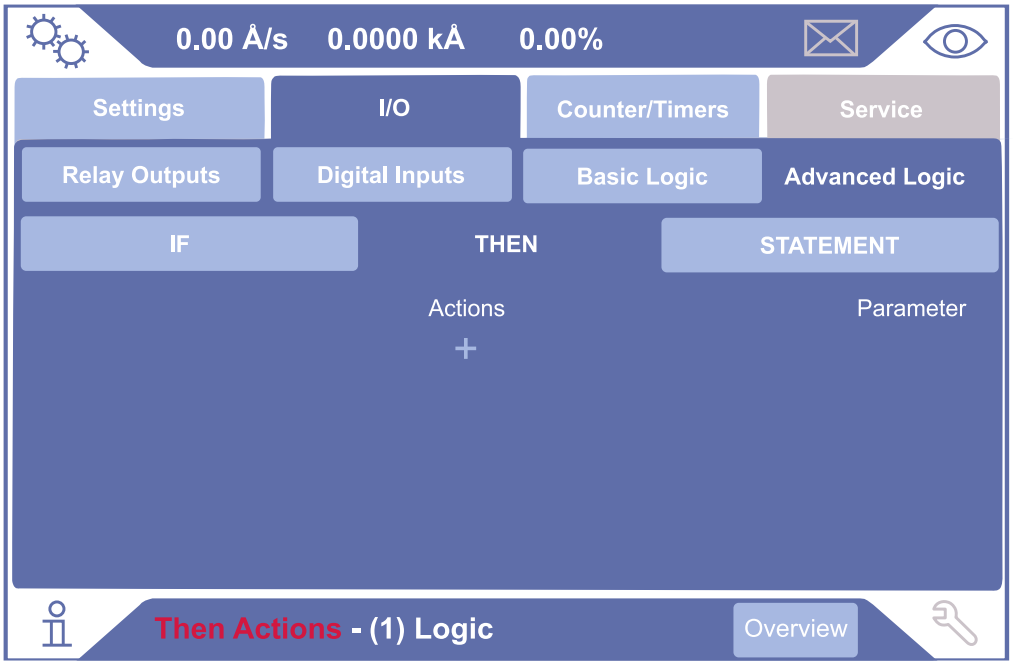
TIMER X（定时器 X）：指定的定时器 X 达到设定的时间限值时，逻辑条件为真。

COUNTER LIMIT X（计数器 X 达到上限）：指定的计数器 X 达到设定计数值时，逻辑条件为真，直至用 **CLEAR COUNTER X**（计数器 X 清零）将该计数器清零。

INPUT X（输入 X）：指定一个硬件输入，其状态改变时可用于触发动作。通过触点闭合将该输入端子拉到公共端（GND），使其接地（<0.8 V），即可激活输入。

ADVANCE LOGIC X（高级逻辑 X）：使该条件与高级逻辑语句 X 相同，从而可将多条逻辑语句组合在一起。

6.13.3 THEN 动作定义



START：该动作等同于按前面板上的 **START** 按钮。

STOP：只要 IMC300 处于停止状态，逻辑条件即为真。收到 **RESET** 或 **START** 命令前，条件保持为真。

END DEPOSIT（结束沉积）：该动作使当前层进入待机斜坡状态。

RATE WATCHER HOLD INITIATE（启动 RateWatcher 保持）：有效（ON）时，开始 RateWatcher 采样间隔。无效（OFF）时，RateWatcher 按根据 RateWatcher 时间设定的间隔进行采样，除非 **RATE WATCHER HOLD INHIBIT** 处于有效状态。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

RATE WATCHER HOLD INHIBIT（RateWatcher 保持锁定）：有效（ON）时，阻止当前工艺退出 RateWatcher 保持状态；若已在采样，则持续采样，直至满足精度要求。无效（OFF）时，允许 RateWatcher 采样。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

CRYSTAL FAIL INHIBIT（禁止晶体失效判定）：设为 On 时，该动作禁止指定传感器的 **CRYSTAL FAIL** 逻辑事件变为有效，但不影响晶体切换或传感器失效动作。更换晶体时可使用此功能。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

ZERO THICKNESS（厚度清零）：该动作等同于在 **OPERATE**（运行）界面上按 **ZERO THICKNESS** 按钮。该动作将显示的累计厚度清零，同时将该层所用各传感器的厚度清零。

SOAK X HOLD（保温 X 保持）：有效（ON）时，当前工艺的保温保持暂停执行并维持保温功率 X，直至 Soak Hold X 关闭（OFF）。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

RESET（复位）：该动作等同于按前面板上的 **RESET** 按钮。

PROCESS SELECTION BIT NO.（工艺选择第 N 位）：该动作选择哪个工艺编号作为当前工艺。输入值必须对应一个已定义的工艺。若该动作激活时 IMC300 已在执行工艺（即不处于就绪状态，也不处于工艺最后一层的待机状态），则忽略该动作。

SWITCH CRYSTAL（切换晶体）：该动作激活指定传感器编号 # 的晶体切换输出。使用多晶体传感器时，转到列表中的下一个晶体位置。仅当在 **Sensor Set Up**（传感器设置）中选择了多晶体传感器类型时，此功能才可用。

NON-DEPOSIT HOLD（非沉积段保持）：使当前工艺进入非沉积控制状态，厚度不再累加。在就绪、待机、停止、暂停或坩埚切换状态下不能执行该动作。若晶体已失效，仅当先前状态为定时功率时，该动作才使通道进入非沉积段保持状态，否则不允许执行。

START INHIBIT（禁止启动）：此功能有效时，禁止启动（**START**）层，但不禁止 **START DEPOSIT**（启动沉积）功能。**START INHIBIT** 设为 ON 后，必须将其关闭（设为 OFF）才能启动层。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。**START INHIBIT** 状态在断电重启后保持不变。

SET OUTPUT（设置输出）：指定硬件输出 ##，并将其置为 ON 或 OFF 状态。

START TIMER X（启动定时器 X）：启动指定的定时器 X。

CANCEL TIMER X（取消定时器 X）：停用指定的定时器 X，并将其清零。

INCREMENT COUNTER X（计数器 X 加一）：将指定计数器 X 的计数加一。

CLEAR COUNTER X：将指定的计数器 X 清零。

SELECT PROCESS X（选择工艺 X）：该动作选择工艺 X 作为当前工艺。输入值必须对应一个已定义的工艺。若该动作激活时 IMC300 已在执行工艺（即不处于就绪状态，也不处于工艺最后一层的待机状态），则忽略该动作。

POST DEPOSIT（转入后处理）：该动作使当前工艺进入待机斜坡状态。处于坩埚切换状态时不能执行该动作。

CRYSTAL FAIL INHIBIT X（禁止晶体 X 失效判定）：设为 On 时，该动作禁止指定传感器的 **CRYSTAL FAIL** 逻辑事件变为有效，但不影响晶体切换或传感器失效动作。更换晶体时可使用此功能。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

POST CONDITION HOLD X（后处理保持 X）：有效（ON）时，后处理步骤 X 暂停执行并维持后处理功率，直至 **POST CONDITION HOLD X** 关闭（OFF）。远程通信与逻辑发出的命令相互独立。

ALARM（报警）：该动作向前面板发送一条消息，提示已触发报警。

6.13.4 语句



IMC300 的逻辑语句功能可实现薄膜工艺的自动化。例如，无需手动按 **START** 即可启动工艺。实现方法之一如下：

IF: NOT PROCESS END ANY AND LAYER END ANY

THEN: START

可加入 NOT STOP，以确保工艺被停止后不会再次启动。

IF Process End Any AND Layer End Any AND Counter 1 Limit 1 THEN Start；IF Stop THEN Increment Counter 1。

6.14手持控制器

IMC300 可选配手持控制器（部件号 035-0246）作为附件。手持控制器用作无线遥控器，可手动控制功率、切换晶体和执行 **STOP**。手持控制器通过其 USB Wi-Fi 适配器，与 IMC300 前面板 USB 端口无线连接。

操作手持控制器：

- 按底部的停止按钮，效果与按 IMC300 前面板上的 **STOP** 相同。
- 若所选传感器支持晶体切换，按顶部的播放按钮可执行晶体切换。
- 在手动功率模式下，按左箭头按钮可将功率降低 1%。
- 在手动功率模式下，按右箭头按钮可将功率增加 1%。
- 侧面的 ON/OFF 开关用于打开或关闭手持控制器电源。



7 通信

7.1 简介

IMC300 提供以下类型的数据通信硬件端口：

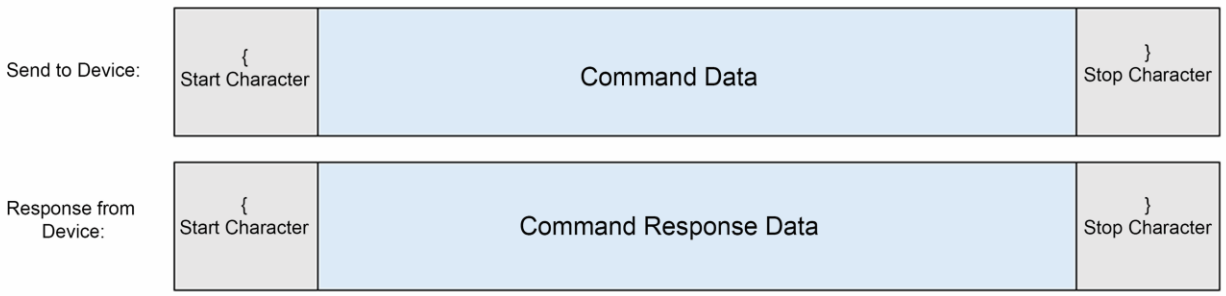
- RS-232：波特率 115200 bps，8 个数据位，无校验（标准）（8-N-1 字格式）
- 以太网：端口 2101，地址为 DHCP 或静态 IP（可选）

主机和服务器必须配备相同类型的通信设备，并进行相互匹配的配置。串行通信时，波特率和数据字格式必须一致。

位串行线路（RS-232）的字格式由十个信号位组成：八个数据位、一个起始位、一个停止位，无奇偶校验位。八个数据位承载一个字节的信息或一个字符，其 ASCII 值范围为 0 至 255。

7.2 INFICON Zevision 协议

7.2.1 概述



7.2.2 向设备发送数据

起始字符

所有传输均以起始字符开头。起始字符有助于同步发送和接收状态机，从而更快地恢复丢失的数据。在起始字符之前接收到的任何字符都将被忽略。

起始字符：“{” **命令** 有关命令格式及具体命令，参见 “INFICON Zevision 命令” [▶ 110]。

结束字符

所有传输均以结束字符结尾。结束字符向发送方或接收方表明传输已完成，并有助于对传输内容进行解码。

结束字符：“}”

7.2.3 与设备之间收发数据

起始字符

所有响应均以起始字符开头。起始字符向发送方或接收方表明新的传输已经开始，并有助于对传输内容进行解码。

起始字符：“{”

命令

有关命令响应格式及具体命令，参见 “INFICON Zevision 命令” [▶ 110]。

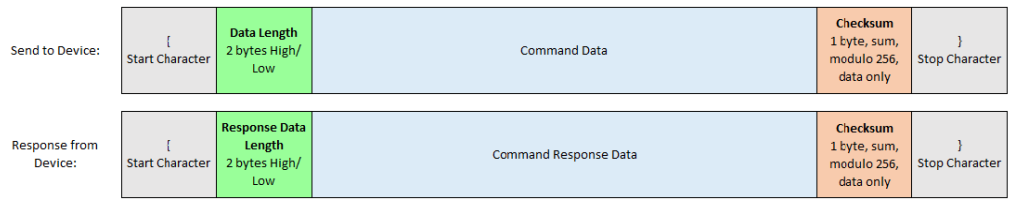
结束字符

所有传输均以结束字符结尾。结束字符向发送方或接收方表明传输已完成，并有助于对传输内容进行解码。

结束字符：“}”

7.2.4 协议选项

启用这些选项可以增强协议的健壮性，并降低传输过程中的出错概率。



长度

传输长度由两个字节的数据（高字节/低字节）定义。长度包括消息中的全部命令数据（蓝色阴影部分），不包括**起始**、**结束**、**长度**和**校验和**字节。长度字节的数值范围为 1 至 57,000。以 {H01} 命令为例，长度用十六进制表示为 3（长度修饰符为 00 03）。

校验和

校验和为单字节。计算方法是将消息中的全部命令数据（蓝色阴影部分）相加，不包括**起始**、**结束**、**长度**和**校验和**字节（与长度的计算范围相同）。校验和长度为一个字节，按无符号模 256 运算。

校验和有助于确认消息内容有效、传输过程中没有丢失任何位。例如，{H02} 的校验和为十六进制 AA，转换为 ASCII 字符后为 [a]。带校验和的完整命令为 {H02[a]}。

7.2.5 多包传输

若响应超过 57,800 字节，则拆分为多次传输。

长度和**校验和**均禁用时，每个数据包传输时不带包头或包尾。整个响应始终以起始字符和结束字符标记首尾。

长度

启用长度时，每个数据包都带有包头，包头由起始标记符号（“<”）及其后的长度组成。

包头标记	长度高字节	长度低字节	数据
<	长度高字节	长度低字节	.....

校验和

启用校验和时，每个数据包都带有包尾，包尾由校验和及其后的结束标记符号（“>”）组成。

数据	校验和	包尾标记
.....	校验和字节	>

7.3 INFICON Zevision 命令

7.3.1 命令格式

Actions U-Update, Q-Query A-Add, D-Delete, S-Status H-Hello	Command Group (L/M/S/..)	Command ID (Level 1)	Command ID (Level 2...)	: Data Separator	Data (Optional from Sets) (2.567, 100)	; (optional) Command Seperator

7.3.1.1 操作类型

操作定义命令要执行的内容。操作由单个 ASCII 字符表示。

- U：更新 - 设置配置项的值
- Q：查询 - 读取配置项的值
- A：添加 - 将命令添加到列表中
- D：删除 - 从列表中删除命令
- ?：帮助 - 显示设置信息
- S：状态 - 获取运行时变量的值，并附带一个同步字节，用于标识该测量相对于其他测量的采集时刻。
- R：远程执行 - 执行操作

7.3.1.2 命令组

命令组定义设置项的组织方式。命令组由单个 ASCII 字符表示。

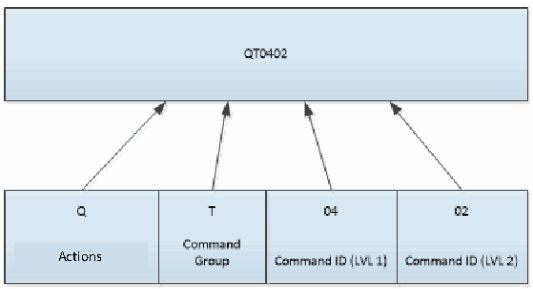
7.3.1.3 命令 ID

命令 ID 指定具体的设置项。视命令而定，命令 ID 可以有多个层级。命令 ID 由 2 个 ASCII 字符组成，采用十六进制编码：**00** - **FF**

命令层级示例：

Actions U-Update, Q-Query, S-Status	Command Group (L/M/S/..)	Command ID 00-FF (Level 1)				
Actions U-Update, Q-Query, S-Status	Command Group (L/M/S/..)	Command ID 00-FF (Level 1)	Command ID 00-FF (Level 2)			
Actions U-Update, Q-Query, S-Status	Command Group (L/M/S/..)	Command ID 00-FF (Level 1)	Command ID 00-FF (Level 2)	Command ID 00-FF (Level 3)		
Actions U-Update, Q-Query, S-Status	Command Group (L/M/S/..)	Command ID 00-FF (Level 1)	Command ID 00-FF (Level 2)	Command ID 00-FF (Level 3)	Command ID 00-FF (Level 4)	
Actions U-Update, Q-Query, S-Status	Command Group (L/M/S/..)	Command ID 00-FF (Level 1)	Command ID 00-FF (Level 2)	Command ID 00-FF (Level 3)	Command ID 00-FF (Level 4)	Command ID 00-FF (Level 5)

示例：



7.3.1.4 数据

某些命令（例如 **Updates**（更新）命令和 **Action**（操作）命令）需要附加数据。数据与命令之间用 ASCII 冒号字符 **":"** 分隔。

数据字段中的数据因命令而异，可以采用以下形式：

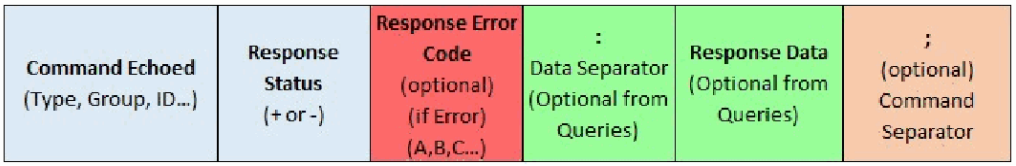
- 数值数据 - 由 ASCII 数字组成的整数或浮点数。例如，整数 78 或浮点数 68.553。
- 字符串数据 - ASCII 字符串。例如，**My Name**（无需加引号）。不可使用特殊字符 @#$%^&*()+!\'":/?,\\`~;。
- 时间数据 - 时:分:秒，均为 ASCII 数字，各值之间用冒号 ':' 分隔。小时可为 0-8760（最大值）之间任意位数，为零时可省略；分和秒必须在 0-59 之间。

7.3.1.5 多条命令

多条命令之间用分号（;）分隔，可一次发送。只要响应消息总长度不超过 57,000 字节，发送的命令数量不受限制。例如：**{SC11;SC12}** 查询当前速率和当前功率的状态。

7.3.2 响应

发送到设备的每条命令都会得到响应。



7.3.2.1 命令

响应中会完整回显所发送的命令，即数据分隔符之前的全部内容。这样便于识别各条命令各自的响应。

7.3.2.2 响应状态

响应状态用于确认命令的执行结果：“+”表示成功，“-”表示失败。

错误响应代码 如果系统返回失败响应，会同时返回一个错误代码，用于说明命令失败的原因。

所有错误代码均为 ASCII 字母：

错误代码	说明
A	非法命令，不支持该命令
B	参数值非法
C	校验和错误（仅在启用校验和时）
D	格式非法
F	状态错误，系统所处的状态不正确
L	长度错误（仅在启用长度时）
T	超时：已接收到起始字符但未接收到结束字符，且距上次接收到字符已超过 200 ms

7.3.2.3 数据分隔符

数据分隔符用于标记命令的结束，并把命令与其附带的数据区分开。由于命令长度不固定，数据分隔符便于识别命令。

数据分隔符：“:”

7.3.2.4 数据

数据字段仅在查询配置或状态时传输。数据字段中的数据因命令而异，可以采用以下形式：

- 数值数据 - 由 ASCII 数字组成的整数或浮点数。例如，整数 78 或浮点数 68.553。
- 字符串数据 - ASCII 字符串。例如，**My Name**。不可使用特殊字符 @#$%^&*()+!\'":/?,\\`~;。

- 时间数据 - 时:分:秒，均为 ASCII 数字，各值之间用冒号 ':' 分隔。小时可为 0-8760（最大值）之间任意位数，为零时可省略；分和秒必须在 0-59 之间。

7.3.2.5 状态命令

状态命令（S 操作类型）的响应中包含同步计数。同步计数范围为 0-255，每完成一次测量（每 100 ms）加 1，达到最大值后回零。同步计数用于确认数据是最新的。

7.3.2.6 多条命令

在同一条消息中发送多条命令时，响应之间以分号（;）分隔。每条命令都会得到响应。

例如，对 "多条命令" [► 111] 中两条命令的响应可能如下：
SC11+:C7,35.01;SC12+:C7,2.36。状态索引、功率和速率的数值取决于沉积参数。

7.3.3 命令集

系统支持的命令如下：

字母	命令
C	工艺控制
E	Echo
F	薄膜
G	常规
H	Hello
I	输入
L	层
M	材料
N	传感器
O	输出
P	工艺
S	蒸发源
T	逻辑

7.3.3.1 帮助

Help 命令以便于阅读的形式返回系统支持的命令列表。该命令不需要操作字符。

命令	说明	命令示例	响应示例
?	显示系统支持的命令。	{?}	*

注：Help 命令可加在列表命令前面，只查看其中一部分数据，例如：{?S} 只查看蒸发源，{?S01} 只查看蒸发源 1。

7.3.3.2 Hello 命令

Hello 命令用于与设备进行简单交互，使控制器能够传送基本配置数据，并验证、发送和接收传输。这些命令不需要操作字符。

命令	说明	命令示例	响应示例
H01	包含产品名称和软件版本号的字符串。	{H01}	{H01+:Zevision IMC300 1.2.2.202403080045}
H02	包含软件版本号的字符串，各值之间用逗号分隔。	{H02}	{H02+:01,02,02,2024,03,08,00,45}

7.3.3.3 Echo 命令

Echo 命令用于测试通信接口。传入该命令的所有数据都会作为响应原样返回。该命令不需要操作字符。

命令	说明	命令示例	响应示例
E	将输入数据回显至输出	{E:example}	{E+:example}

7.3.3.4 常规命令

常规命令用于配置系统。

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
G01	Q	通信 API 版本	浮点数	1.00	{QG01}	{QG01+:1.00}
G02	Q	设备类型	字符串	"Zevision"	{QG02}	{QG02+:Zevision}
G03	Q	设备名称	字符串	"IMC300"	{QG03}	{QG03+:IMC300}
G04	Q	厂商	字符串	"INFICON"	{QG04}	{QG04+:INFICON}
G05	Q	型号	字符串	"IMC"	{QG05}	{QG05+:IMC}
G06	Q	系统序列号	字符串	"00000000"	{QG06}	{QG06+:00000000}
G07	Q	系统硬件版本	数值	1	{QG07}	{QG07+:1}
G08	Q	系统软件版本	字符串	"XX.XX.XX.YYYYMMDDHHMM"	{QG08}	{QG08+:1.2.2.202403080045}
G09	无	选件卡				
G09**	无	选件卡插槽				
G09**01	Q	类型/名称	字符串	"Sensor Source" "Input/Output"	{QG090201}	{QG090201+:Input/Output}
G09FE	Q	系统中的选件卡数量	数值	0-2		

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
G0A	Q/U	系统时间	字符串	日期时间字符串格式："YYYY-MM-DD HH:MM:SS"	{QG0A}	{QG0A+:03-02-2024 08:34:38}
G0B	Q	开机以来的运行时间	字符串	"HHHH:MM:SS"	{QG0B}	{QG0B+:0:23:01}
G0C	Q	开机次数	数值		{QG0C}	{QG0C+:5}
G0D	R	重启 IMC300			{RG0D}	{RG0D+}
G0E	无	显示信息				
G0E01	Q/U	开启/关闭显示屏	数值	0 = 关 1 = 开	{QG0E01} 开启显示屏 {UG0E01:1}	{QG0E01+:0} {QG0E01+}
G0E02	Q/U	前面板锁定	数值	0 = 停止刷新屏幕 1 = 允许刷新屏幕	{QG0E02} 允许刷新屏幕 {UG0E02:0}	{QG0E02+:0} {UG0E02+}
G0E03	Q/U	亮度	数值	20%-100%	{QG0E03} 亮度 = 20% {UG0E03:20}	{QG0E03+:20} {UG0E03+}
G0E04	Q/U	变暗倒计时	数值	1-300 分钟	{QG0E04} 变暗倒计时 = 0 分钟 {UG0E04:0}	{QG0E04+:0} {UG0E04+}
G0E05	Q/U	熄屏倒计时	数值	1-300 分钟	{QG0E05} 熄屏倒计时 = 0 分钟 {UG0E05:0}	{QG0E05+:0} {UG0E05+}
G0F	无	声音设置				
G0F01	Q/U	按键音关/开	数值	0 = 关 1 = 开	{QG0F01} 按键音 = 关 {UG0F01:0}	{QG0F01+:0} {UG0F01+}
G0F02	Q/U	提示音关/开	数值	0 = 关 1 = 开	{QG0F02} 提示音 = 关 {UG0F020}	{QG0F02+:0} {UG0F02+}
G11	Q/U	通信锁定	数值	0 = 未锁定 1 = 已锁定	{QG0F02} 提示音 = 关 {UG0F020}	{QG0F02+:0} {UG0F02+}
G12	无	图表信息				
G1201	Q/U	速率滤波	浮点数	0.1-30.0 秒	{QG1201} 速率滤波 = 10.0 秒 {UG1201:10.0}	{QG1201+:10.0} {UG1201+}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
G1202	Q/U	偏差曲线图量程	数值	1-15 Å/s	{QG1202} 偏差曲线图量程 = 1 Å/s {UG1202:1}	{QG1202+:1} {UG1202+}
G1203	Q/U	曲线图显示最小/最大功率线	数值	0 = 关 1 = 开	{QG1203} 最小/最大功率线 = 开 {UG1203:1}	{QG1203+:1} {UG1203+}
G1204	Q/U	晶体寿命警告阈值	数值	1%-99%	{QG1204} 晶体寿命警告 = 70% {UG1204:99}	{QG1204+:70} {UG1204+}
G1205	Q/U	晶体寿命错误阈值	数值	1%-99%	{UG1205} {QG1205:99}	{UG1205+:99} {QG1205+}
G13	无	RS232 通信				
G1301	Q	RS232 协议类型	数值	0 = Zevision（默认） 1 = XTC3	{QG1301}	{QG1301+:0}
G1302	Q	RS232 协议版本	浮点数	1.00	{QG1302}	{QG1302+:1.00}
G1303	Q	RS232 波特率（bps）	数值	115200	{QG1303}	{QG1303+:115200}
G1304	Q/U	RS232 启用校验和	数值	0 = 禁用（默认） 1 = 启用	{UG1304} 禁用校验和 {UG1304:0}	{UG1304+:0} {QG1304+}
G1305	Q/U	RS232 启用长度检查	数值	0 = 禁用（默认） 1 = 启用	{UG1305} 禁用长度检查 {UG1305:0}	{UG1305+:0} {QG1305+}
G1306	Q/U	RS232 启用/禁用文件传输	数值	0 = 禁用（默认） 1 = 启用 FTP	{UG1306} 禁用文件传输 {UG1306:0}	{UG1306+:0} {QG1306+}
G14	无	以太网通信				
G1401	Q/U	DHCP	数值	0 = 静态 IP 地址（默认） 1 = DHCP 已启用	{QG1401}	{QG1401+:0}
G1402	Q/U	IPv4 地址	字符串	xxx.xxx.xxx.xxx	{QG1402} {UG1402:192.168.1.100}	{UG1402+} {QG1402} {QG1402+:192.168.1.100}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
G1403	Q/U	IPv4 子网掩码	字符串	xxx.xxx.xxx.xxx	{QG1403} {UG1403:255.255.255.0}	{UG1403+} {QG1403} {QG1403+:255.255.255.0}
G1404	Q/U	IPv4 网关	字符串	xxx.xxx.xxx.xxx	{QG1404} {UG1404:192.168.1.1}	{UG1404+} {QG1404+:192.168.1.1}
G1405	Q	以太网 MAC 地址	字符串	xx:xx:xx:xx:xx:xx	{QG1405}	{QG1405+:00:a0:41:ff:ff:19}
G1406	Q/U	以太网协议类型	数值	0 = Zevision（默认） 1 = XTC3	{QG1406} {UG1406:1}	{QG1406} {QG1406+:0} {UG1406+}
G1407	Q/U	以太网启用校验和	数值	0 = 禁用（默认） 1 = 启用	{QG1407} {UG1407:1}	{QG1407+:0} {UG1407+}
G1408	Q/U	以太网启用长度检查	数值	0 = 禁用（默认） 1 = 启用	{QG1408} {UG1408:1}	{QG1408+:0} {UG1408+}
G140A	Q	以太网链路状态	数值	0 = 未连通 1 = 已连通	{QG140A}	{QG140A+:0}
G16	R	触发蜂鸣器		RG16 或 RG16:1 = 用户提示音 RG16:2 = 错误提示音 RG16:3 = 按键音	错误提示音 {RG16:1}	{RG16+}
G18	无	硬件信息				
G1801	无	控制器卡				
G180101	Q	电路板序列号	字符串	"0000000000"	{G180101}	{QG180101+:1122410014}
G180102	Q	电路板部件号	字符串	"XXX-XXX-XXX"	{QG180102}	{QG180102+:786-102-G1U}
G7E	R	将 IMC300 恢复出厂设置，需断电重启后才能完成			{RG7E}	{RG7E+}

7.3.3.5 材料

显示用户材料列表。可以在材料列表中添加或删除材料。每种材料都包含该材料的附加设置。材料 ID 范围为 01 至 C8（即 1 至 250），用于替换命令中的 **。



材料列表默认为空，用户必须使用 M00 命令添加材料。添加材料后，必须为其更新具体数值。

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
M00	A/D	在列表末尾添加或删除材料	命令		{AM00} {DM00}	{AM00+} {DM00+}
M**	无	材料				
M**01	Q/U	材料名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UM0101:Material 1} {QM0101}	{UM0101+} {QM0101+:Material 1}
M**03	Q/U	密度	浮点数	0.100 至 100.000 g/cm^3	{UM0103:5} {QM0103}	{UM0103+} {QM0103+:5.000}
M**04	Q/U	Z 参数	浮点数	0.100 至 15.000	{UM0104:2} {QM0104}	{UM0104+} {QM0104+:2.00}
M**07	Q/U	修正系数	浮点数	1.0% 至 10000%	{UM0107:110} {QM0107}	{UM0107+} {QM0107+:110.00}
MFE	Q	材料数量	数值	1 - 列表中的材料数量	{QMFE}	{QMFE+:1}

7.3.3.6 工艺控制状态

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
C01	Q/U	停止/启动工艺	数值	0 = 停止正在运行的工艺。查询时返回 0 表示工艺未运行。 1 = 若工艺未运行则启动工艺；若工艺已暂停则恢复运行。查询时返回 1 表示工艺正在运行。	{UC01:1} {QC01}	{UC01+} {QC01+:1}
C02	Q/U	报警时停止	数值	0 = 报警时不停止 1 = 报警时停止	{UC02:1} {QC02}	{UC02+} {QC02+:1}
C03	R	厚度清零		将所有传感器的厚度设置为 0.0 kÅ	{RC03}	{RC03+}
C04	R	复位工艺		使系统返回就绪状态，为运行工艺做准备。可在停止、待机和就绪状态下执行。	{RC04}	{RC04+}
C05	R	清除 S/Q 计数（稳定性/质量）		清除 S/Q 计数	{RC05}	{RC05+}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
C06	Q/U	层控制	数值	0 = PID 1 = 手动	{UC06:1} {QC06}	{UC06+} {QC06+:1}
C07	Q/U	手动功率设定值	浮点数	0.00 - 100.00%	{UC07:30} {QC07}	{UC07+} {QC07+:30.00}
C08	Q/U	运行编号	数值	0 - 4294967295	{UC08:15} {QC08}	{UC08+} {QC08+:15}
C09	Q	当前状态	字符串	当前工艺中正在执行的状态或子状态的名称	{QC09}	{QC09+:DepRateHold 1}
C0A	Q	当前工艺	字符串	当前工艺的名称	{QC0A}	{QC0A+:Process 1}
C0B	Q	当前层	字符串	当前层名称	{QC0B}	{QC0B+:Layer 1}
C0C	Q	当前薄膜	字符串	当前薄膜名称	{QC0C}	{QC0C+:Film 1}
C0D	Q	当前传感器	字符串	当前传感器名称，可以是单个名称或列表	{QC0D}	{QC0D+:Sensor 1}
C0E	Q	当前蒸发源	字符串	当前蒸发源名称，可以是单个名称或列表	{QC0E}	{QC0E+:Source 1}
C0F	S	当前蒸发源输出电压	数值	-10.0-10.0 V	{SC0F}	{SC0F+:82,23.61}
C10	Q	最大功率	浮点数	0.0&-100.0%	QC10	QC10+:0
C11	S	当前功率	浮点数	0.0%-100.0%	{SC11}	{SC11+:93,23.82}
C12	S	当前速率	浮点数	滤波后的沉积速率（Å/s）	{SC12}	{SC12+:22,3.05}
C13	S	原始速率	浮点数	原始沉积速率（Å/s）	{SC13}	{SC13+:78,3.74}
C14	S	速率滚动平均值	数值	(Å/s)	{SC14}	{SC14+:97,3.0523}
C15	S	当前厚度	浮点数	kÅ	{SC15}	{SC15+:CC,0.0375}
C16	S	原始频率	浮点数	Hz	{SC16}	{SC16+:FE,5499639.2049}
C17	Q	当前晶体寿命	数值	0%-100%	QC17	{QC17+:47}
C18	Q	当前晶体失效	数值	0 = 正常 1 = 失效	QC18	{QC18+:0}
C19	Q	报警状态	数值	0（无报警）；坩埚切换器故障；（挡板）延时故障；速率偏差错误；已达到最大功率	QC19	{QC19+:0}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
C1A	Q	当前工艺时间	时间	0 - 8000:00:00（HHHH:MM:SS）	QC1A	{QC1A+:0:12:33}
C1B	Q	最近一次工艺错误	字符串	最近一次错误输出（启动工艺时清除）	QC1B	{QC1B+:None}
C1C	Q/U	测试模式	数值	0 = 测试模式已禁用 1 = 测试模式已启用	{UC1C:1} {QC1C}	{UC1C+} {QC1C+:1}
C1D	Q/U	测试模式速率（Å/s）	浮点数	0.000 - 999.9 Å/s	{UC1D:50.5} {QC1D}	{UC1D+} {QC1D+:50.500}
C1E	R	触发最终厚度				
C1F	Q	停止原因	数值	0 = 未停止 1 = 键盘 5 = 晶体失效 6 = 最大功率 7 = 手持控制器 8 = 通信 9 = 数字输入 10 = 断电 11 = 速率偏差错误 12 = 晶体切换器故障 13 = 挡板延时故障 14 = 坩埚切换故障	{QC1F}	{QC1F+:0}
C20	Q	当前稳定性累计值	数值	25 - 9999	{QC20}	{QC20+:0}
C21	Q	当前质量计数	数值	0 - 99	{QC21}	{QC21+:0}

7.3.3.7 工艺

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
P01	Q/U	设置当前工艺	数值	P0201 - P02C8 注：设置此项以指定当前工艺。	{UP01:1} {QP01}	{UP01+} {QP01+:1}
P02	无	工艺列表				
P0200	A/D	添加/删除工艺	命令		{AP0200} {DP0200}	{AP0200+} {DP0200+}
P02**		工艺				
P02**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UP020101:Process 1} {QP020101}	{UP020101+} {QP020101+:Process 1}
P02**02	Q/U	当前层	数值	1 - 列表中的层数	{UP020102:1} {QP020102}	{UP020102+} {QP020102+:1}
P02**04	Q/U	自动启动下一个工艺	数值	0 = 否 1 = 是	{UP020104:1} {QP020104}	{UP020104+} {QP020104+:1}
P02**06	Q/U	运行编号	数值	1 - 4,294,967,295	{UP020106:10} {QP020106}	{UP020106+} {QP020106+:10}
P02**07	无	层列表				
P02**07000	A/D	添加/删除层	命令		{AP02010700} {DP02010700}	{AP02010700+} {DP02010700+}
P02**07**	Q/U	层 ID	数值	0-250（0 = 未选择层）	{UP02010701:1} {QP02010701}	{UP02010701+} {QP02010701+:1}
P02**07FE	Q	层数	数值	1 - 列表中的层数	{QP020107FE}	{QP020107FE+:2}
P02**08	Q/U	沉积/刻蚀模式	数值	0 = 沉积 1 = 刻蚀	{UP020108:1} {QP020108}	{UP020108+} {QP020108+:1}
P02**09	Q/U	显示负速率	数值	0 = 否（负值显示为 0） 1 = 是	{UP020109:1} {QP020109}	{UP020109+} {QP020109+:1}
P02**0A	Q/U	关联工艺 ID	数值	0-250	{UP02010A:2} {QP02010A}	{UP02010A+} {QP02010A+:2}
P02**0B	Q/U	允许在无备用晶体时启动	数值	0 = 否（默认） 1 = 是	{QP02010B} {UP02010B:0}	{QP02010B+:1} {UP02010B+}
P02FE	Q	工艺数量	数值	1 - 列表中的工艺数量	{QP02FE}	{QP02FE+:2}

7.3.3.8 层

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
L00	A/D	添加/删除层	命令		{AL00} {DL00}	{AL00+} {DL00+}
L**	无	层设置				
L**01	Q/U	层名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UL0101:Layer 1} {QL0101}	{UL0101+} {QL0101+: Layer 1}
L**02	无	薄膜列表				
L**0200	A/D	从薄膜列表中添加/删除薄膜	命令		{AL010200} {DL010200}	{AL010200+} {DL010200+}
L**02**	无	薄膜设置	设置项			
L**02**01	Q/U	薄膜 ID	数值	0-250（0 = 未选择）	{UL01020101:1} {QL01020101}	{UL01020101+} {QL01020101+:1}
L**02**02	Q/U	速率	浮点数	0.000 至 999.9 Å/s	{UL01020102:50} {QL01020102}	{UL01020102+} {QL01020102+:50.000}
L**02**03	Q/U	最终厚度（kÅ）	浮点数	0.0000 至 1000.000 kÅ	{UL01020103:10} {QL01020103}	{UL01020103+} {QL01020103+:10.000}
L**02**06	无	速率斜坡列表				
L**02**0600	A/D	添加/删除速率斜坡	命令		{AL010201060000} {DL010201060000}	{AL0102010600+} {DL0102010600+}
L**02**06**	无	速率斜坡列表中的速率斜坡				
L**02**06**01	Q/U	起始厚度	浮点数	0.0000 至 999.9999 kÅ	{UL010201060101:3} {QL010201060101}	{UL010201060101+} {QL010201060101+:3.0000}
L**02**06**02	Q/U	斜坡时间	浮点数	0:00:00 至 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UL010201060102:1:30} {QL010201060102}	{UL010201060102+} {QL010201060102+:0:01:30}
L**02**06**03	Q/U	斜坡结束后的新速率	浮点数	0.000 至 999.999 Å/s	{UL010201060103:40} {QL010201060103}	{UL010201060103+} {QL010201060103+:40.000}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
L**02**06FE	Q	速率斜坡数量	数值		{QL01020106FE}	{QL01020106FE+:1}
L**02FE	Q	薄膜数量	数值	0 至 4	{QL0102FE}	{QL0102FE+:1}
LFE	Q	层数	数值	1 - 列表中的层数	{QLFE}	{QLFE+: 1}

7.3.3.9 薄膜

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
F00	A/D	在列表末尾添加或删除薄膜	命令		{AF00} {DF00}	{AF00+} {DF00+}
F**	无	薄膜				
F**01	Q/U	薄膜名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UF0101:Film 1} {QF0101}	{UF0101+} {QF0101+:Film 1}
F**02	Q/U	材料 ID	数值	0-250（0 = 未选择材料）	{UF0102:1} {QF0102}	{UF0102+} {QF0102+:1}
F**03	无	预处理列表				
F**0300	A/D	添加或删除预处理步骤	命令		{AF010300} {DF010300}	{AF010300+} {DF010300+}
F**03**	无	预处理步骤				
F**03**01	Q/U	升功率时间	浮点数	0:00:00 - 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF01030101:1:30} {QF01030101}	{UF01030101+} {QF01030101+:0:01:30}
F**03**02	Q/U	升功率目标功率	浮点数	0.00% 至 99.99%	{UF01030102:50} {QF01030102}	{UF01030102+} {QF01030102+:50.00}
F**03**03	Q/U	保温时间	浮点数	0:00:00 至 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF01030103:1:30} {QF01030103}	{UF01030103+} {QF01030103+:0:01:30}
F**03FE	Q	预处理步骤数量	数值	1 - 列表中的预处理步骤数量	{QF0103FE}	{QF0103FE+:1}
F**04	无	延时设置				
F**0401	Q/U	延时选项	数值	0 = 无 1 = 挡板 2 = 控制 3 = 两者	{UF010401:3} {QF010401}	{UF010401+} {QF010401+:3}
F**0402	Q/U	控制延时时间	时间	0:00:00 - 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF010402:1:30} {QF010402}	{UF010402+} {QF010402+:0:01:30}
F**0403	Q/U	挡板延时精度	数值	1% 至 99%	{UF010403:15} {QF010403}	{UF010403+} {QF010403+:15.00}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
F**0404	Q/U	挡板延时超时	时间	0:00:01 - 3:00:00（H:MM:SS）	{UF010404:1:30} {QF010404}	{UF010404+} {QF010404+:0:01:30}
F**0405	Q/U	过渡传感器 ID	数值	0-4（0 = 未选择传感器）	{UF010405:1} {QF010405}	{UF010405+} {QF010405+:1}
F**0406	Q/U	过渡传感器修正系数	浮点数	1.0%-10000.0%	{UF010406:110} {QF010406}	{UF010406+} {QF010406+:110.00}
F**05	无	后处理				
F**0500	A/D	添加或删除后处理步骤	命令		{AF010500} {DF010500}	{AF010500+} {DF010500+}
F**05**	无	后处理步骤				
F**05**01	Q/U	升降功率时间	时间	0:00:00 - 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF01050101:1:30} {QF01050101}	{UF01050101+} {QF01050101+:0:01:30}
F**05**02	Q/U	目标功率	浮点数	0.00% 至 99.99%	{UF01050102:50} {QF01050102}	{UF01050102+} {QF01050102+:50.00}
F**05**03	Q/U	保持时间	时间	0:00:00 至 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF01050103:1:30} {QF01050103}	{UF01050103+} {QF01050103+:0:01:30}
F**05FE	Q	后处理步骤数量	数值	1 - 列表中的后处理步骤数量	{QF0105FE}	{QF0105FE+:1}
F**06	Q/U	沉积设置				
F**0601	Q/U	RateWatcher 启动	数值	0 = 禁用 1 = 启用	{UF010601:1} {QF010601}	{UF010601+} {QF010601+:1}
F**0602	Q/U	RateWatcher 时间	时间	0:00:00 - 150:00:00（HHH:MM:SS）	{UF010602:1:30} {QF010602}	{UF010602+} {QF010602+:0:01:30}
F**0603	Q/U	RateWatcher 精度	数值	1%-100%	{UF010603:10} {QF010603}	{UF010603+} {QF010603+:10}
F**0604	Q/U	离子辅助沉积	数值	0 = 否 1 = 是	{UF010604:1} {QF010604}	{UF010604+} {QF010604+:1}
F**07	无	传感器列表				
F**0700	A/D	添加/移除传感器			{AF010700} {DF010700}	{AF010700+} {DF010700+}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
F**07**	无	传感器				
F**07**01	Q/U	传感器编号	数值	1-4	{UF01070101:1} {QF01070101}	{UF01070101+} {QF01070101+:1}
F**07**02	Q/U	晶体位置	数值	1 - 晶体数量	{UF01070102:2} {QF01070102}	{UF01070102+} {QF01070102+:2}
F**07**03	Q/U	该传感器的薄膜修正系数	浮点数	1.0% 至 9999.0%	{UF01070103:110} {QF01070103}	{UF01070103+} {QF01070103+:110.00}
F**07**04	Q/U	末位晶体位置	数值	0 = 禁用 1 - 晶体数量	{UF01070104:10} {QF01070104}	{UF01070104+} {QF01070104+:10}
F**07**05	Q/U	晶体失效时的动作	数值	0 = 不使用 1 = 转入后处理 2 = 停止 3 = 暂停 4 = 定时功率	{UF01070105:2} {QF01070105}	{UF01070105+} {QF01070105+:2}
F**07**06	Q/U	失效触发条件	数值	0 = 晶体失效时 1 = 用到末位晶体时	{UF01070106:1} {QF01070106}	{UF01070106+} {QF01070106+:1}
F**07FE	Q	传感器数量	数值	1 - 列表中的传感器数量	{QF0107FE}	{QF0107FE+:1}
F**08	Q/U	传感器配置				
F**0801	Q/U	模式	数值	0 = 简单 1 = 高级	{UF010801:1} {QF010801}	{UF010801+} {QF010801+:1}
F**0805	Q/U	备用传感器 ID	数值	0-4（0 = 未选择传感器）	{UF010805:2} {QF010805}	{UF010805+} {QF010805+:2}
F**0806	Q/U	备用传感器修正系数	浮点数	1.0%-10000.0%	{UF010806:110} {QF010806}	{UF010806+} {QF010806+:110.00}
F**0807	Q/U	质量百分比	数值	0-99	{UF010807:10} {QF010807}	{UF010807+} {QF010807+:10.00}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
F**0808	Q/U	质量计数	数值	0-99	{UF010808:15} {QF010808}	{UF010808+} {QF010808+:15}
F**0809	Q/U	稳定性（单个）	数值	25-9999	{UF010809:100} {QF010809}	{UF010809+} {QF010809+:100}
F**080A	Q/U	稳定性（总计）	数值	25-9999	{UF01080A:500} {QF01080A}	{UF01080A+} {QF01080A+:500}
F**09	Q/U	蒸发源设置				
F**0901	Q/U	蒸发源 ID	数值	0-2（0 = 未选择蒸发源）	{UF010901:1} {QF010901}	{UF010901+} {QF010901+:1}
F**0902	Q/U	坩埚	数值	0 = 禁用 1 - 蒸发源中的坩埚数量	{UF010902:1} {QF010902}	{UF010902+} {QF010902+:1}
F**0903	Q/U	比例项 P	浮点数	0.010 - 10000.00 Å/s/% 功率	{UF010903:5} {QF010903}	{UF010903+} {QF010903+:5.000}
F**0904	Q/U	积分项 I	浮点数	0.000 - 10000.000 秒	{UF010904:2} {QF010904}	{UF010904+} {QF010904+:2.000}
F**0905	Q/U	微分项 D	浮点数	0.000 - 10000.000 秒	{UF010905:2} {QF010905}	{UF010905+} {QF010905+:2.000}
F**0906	Q/U	最大功率	浮点数	0.0% 至 100.0%	{UF010906:80} {QF010906}	{UF010906+} {QF010906+:80.00}
F**0907	Q/U	达到最大功率时的动作	数值	0 = 继续进行层沉积 1 = 转入后处理，进入后处理状态 2 = 结束工艺 3 = 进入停止模式以暂停工艺	{UF010907:1} {QF010907}	{UF010907+} {QF010907+:1}
F**0908	Q/U	最小功率	浮点数	0.0% 至 100.0%	{UF010908:20} {QF010908}	{UF010908+} {QF010908+:20.00}
FFE	Q	薄膜数量	数值	1 - 列表中的薄膜数量	{QFFE}	{QFFE+:1}

7.3.3.10 输出

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
O**	无	输出编号		1 - 系统中的继电器数量		
O**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UO0101:Output 1} {QO0101}	{UO0101+} {QO0101+:Output 1}
O**02	Q/U	常态（无效时）触点状态	数值	0 = 断开 1 = 闭合	{UO0102:1} {QO0102}	{UO0102+} {QO0102+:1}
0**03	Q	分配的功能	数值	参见下表。	{QO0103}	{QO0103+:0}
O**04	Q/U	有效状态	数值	0 = 无效 1 = 有效	{UO0104:1} {QO0104}	{UO0104+} {QO0104+:1}
O**05	Q	原始触点状态	数值	0 = 断开/低电平 1 = 闭合/高电平	{QO0105}	{QO0105+:0}
OFE	Q	系统中的输出数量	数值	1 - 系统中的输出数量	{QOFE}	{QOFE+:6}

O03 范围**

输出	范围
0	输出未分配
1	蒸发源挡板 1
2	蒸发源挡板 2
3	传感器挡板 1
4	传感器挡板 2
5	停止
6	工艺结束
7	厚度设定值
8	晶体失效
9	报警
10	蒸发源使用中（断开 = 1；闭合 = 2）
11	最终厚度
12	薄膜结束
13	层进行中
14	离子辅助沉积
15	晶体切换器 1
16	晶体切换器 2
17	就绪

输出	范围
18	坩埚切换中
19	升功率 1
20	保温 1
21	升功率 2
22	保温 2
23	挡板延时
24	沉积
25	速率斜坡
26	手动
27	定时功率
28	待机斜坡
29	待机
30	最大功率
31	速率偏差错误
32	晶体切换器故障
33	晶体切换中
34	坩埚切换器故障
35	挡板延时错误
36	计算机控制
37	坩埚选择，蒸发源 1，二进制（需 8 个输出，每个位置一个）*
38	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 2 位
39	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 3 位
40	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 4 位
41	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 5 位
42	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 6 位
43	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 7 位
44	坩埚选择，蒸发源 1，二进制第 8 位
45	坩埚选择，蒸发源 1，BCD（需 3 个 BCD 输出）*
46	坩埚选择，蒸发源 1，BCD 第 2 位
47	坩埚选择，蒸发源 1，BCD 第 3 位
48	坩埚选择，蒸发源 2，二进制（需 8 个输出，每个位置一个）*
49	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 2 位

输出	范围
50	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 3 位
51	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 4 位
52	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 5 位
53	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 6 位
54	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 7 位
55	坩埚选择，蒸发源 2，二进制第 8 位
56	坩埚选择，蒸发源 2，BCD（需 3 个 BCD 输出）*
57	坩埚选择，蒸发源 2，BCD 第 2 位
58	坩埚选择，蒸发源 2，BCD 第 3 位
60	为保持与 XTC3 的向后兼容性，此功能未实现

7.3.3.11 输入

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
I**	无	输入编号		1 - 系统中的输入数量		
I**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UI0101:Input 1} {QI0101}	{UI0101+} {QI0101+:Input 1}
I**02	Q/U	有效电平	数值	0 = 低电平有效 1 = 高电平有效	{UI0102:1} {QI0102}	{UI0102+} {QI0102+:1}
I**03	Q	分配的功能	数值	参见下表。	{QI0103}	{QI0103+:0}
I**04	Q	有效状态	数值	0 = 无效 1 = 有效	{QI0104}	{QI0104+:1}
I**05	Q	原始电平状态	数值	0 = 低电平 1 = 高电平	{QI0105}	{QI0105+:0}
IFE	Q	系统中的输入数量	数值	1 - 系统中的输入数量	{QIFE}	{QIFE+:8}

I03 范围**

输入	范围
0	输入未分配
1	启动
2	停止
3	结束沉积
4	启动 RateWatcher 保持

输入	范围
5	RateWatcher 保持锁定
6	禁止晶体失效判定
7	厚度清零
8	保温 2 保持
9	坩埚 1 到位
10	坩埚 2 到位
11	复位
12	选择工艺 1-4，2 位*
13	选择工艺 1-4，2 位，第 2 位
14	选择工艺 1-16，4 位*
15	选择工艺 1-16，4 位，第 2 位
16	选择工艺 1-16，4 位，第 3 位
17	选择工艺 1-16，4 位，第 4 位
18	选择工艺 1-64，6 位*
19	选择工艺 1-64，6 位，第 2 位
20	选择工艺 1-64，6 位，第 3 位
21	选择工艺 1-64，6 位，第 4 位
22	选择工艺 1-64，6 位，第 5 位
23	选择工艺 1-64，6 位，第 6 位
24	选择工艺 1-99，7 位*
25	选择工艺 1-99，7 位，第 2 位
26	选择工艺 1-99，7 位，第 3 位
27	选择工艺 1-99，7 位，第 4 位
28	选择工艺 1-99，7 位，第 5 位
29	选择工艺 1-99，7 位，第 6 位
30	选择工艺 1-99，7 位，第 7 位
31	切换晶体
32	非沉积段保持
33	薄膜计时清零
34	禁止启动
35	保温 1 保持
37	为保持与 XTC3 的向后兼容性，此功能未实现

7.3.3.12 QCM 传感器

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
N**	无	传感器编号		1 - 系统中的传感器数量		
N**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UN0101:Sensor 1} {QN0101}	{UN0101+} {QN0101+:Sensor 1}
N**02	Q/U	传感器类型	数值	0 = 单晶体 1 = 双晶体 2 = Crystal2 3 = Crystal6 4 = Crystal12 5 = 通用	{UN0102:3} {QN0102}	{UN0102+} {QN0102+:3}
N**03	Q/U	控制方式	数值	0 = 手动 1 = 直接 2 = 独立 3 = BCD	{UN0103:1} {QN0103}	{UN0103+} {QN0103+:1}
N**04	Q/U	驱动方向	数值	0 = 正向 1 = 反向	{UN0104:1} {QN0104}	{UN0104+} {QN0104+:1}
N**05	Q/U	步进方式	数值	0 = 单步 1 = 双步	{UN0105:1} {QN0105}	{UN0105+} {QN0105+:1}
N**06	Q/U	反馈类型	数值	0 = 无	{UN0106:2} {QN0106}	{UN0106+} {QN0106+:2}
N**07	Q/U	分度器延时	时间	0:00:00 - 999:0:0（HHH:MM:SS）	{UN0107:0:15} {QN0107}	{UN0107+} {QN0107+:0:00:15}
N**08	Q	晶体位置数量	数值	1-32	{UN0108:12} {QN0108}	{UN0108+} {QN0108+:12}
N**09	Q/U	当前晶体位置	数值	1-32	{UN0109:3} {QN0109}	{UN0109+} {QN0109+:3}
N**0A	Q/U	晶体修正系数	浮点数	1.00%-10000.00 %	{UN010A:110} {QN010A}	{UN010A+} {QN010A+:110.00}
N**0B	无	晶体切换输出	无			
N**0B01	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B01:1} {QN010B01}	{UN010B01+} {QN010B01+:1}
N**0B02	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B02:1} {QN010B02}	{UN010B02+} {QN010B02+:1}
N**0B03	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B03:1} {QN010B03}	{UN010B03+} {QN010B03+:1}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
N**0B04	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B04:1} {QN010B04}	{UN010B04+} {QN010B04+:1}
N**0B05	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B05:1} {QN010B05}	{UN010B05+} {QN010B05+:1}
N**0B06	Q/U	输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010B06:1} {QN010B06}	{UN010B06+} {QN010B06+:1}
N**0C	Q/U	打开/关闭挡板	数值	0 = 关闭 1 = 打开	{UN010C:1} {QN010C}	{UN010C+} {QN010C+:1}
N**0E	Q/U	挡板输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010E:1} {QN010E}	{UN010E+} {QN010E+:1}
N**0F	Q/U	晶体失效输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{UN010F:1} {QN010F}	{UN010F+} {QN010F+:1}
N**10	Q/U	各 QCM	无			
N**10**	无	QCM	无			
N**10**02	Q	晶体健康度	数值	0%-100%（估计已用百分比，100% = 晶体失效）	{QN01100102}	{QN01100102}
N**10FE	Q	QCM 数量	数值	1 - QCM 数量	{QN0110FE}	{QN0110FE+:12}
N**11	Q	QCM 编号	数值	1 - QCM 数量	{QN0111}	{QN0111+:0}
N**12	S	QCM 频率	浮点数	Hz	{SN0112}	{SN0112+:D6,5499639.1840}
N**13	S	QCM 速率	浮点数	Å/s	{SN0113}	{SN0113+:59,13.05}
N**14	S	QCM 厚度	浮点数	0.0000 至 999.99 kÅ	{SN0114}	{SN0114+:3D,2.1532}
N**15	S	QCM 状态	数值	0 = 正常 1 = 失效	{SN0115}	{SN0115+:5B,0}
N**16	S	QCM 寿命	数值	0%-100%	{SN0116}	{SN0116+:A9,47.00}
N**17	S	QCM 活度	数值		{SN0117}	{SN0117+:A1,1008}
N**18	R	切换晶体			{RN0118}	{RN0118+}
N**19	R	旋转转盘			{RN0119}	{RN0119+}
N**1A	无	晶体切换输入				
N**1A01	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{UN011A01:I01} {QN011A01}	{UN011A01+} {QN011A01+:I01}
N**1A02	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{UN011A02:I01} {QN011A02}	{UN011A02+} {QN011A02+:I01}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
N**1A03	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{UN011A03:I01} {QN011A03}	{UN011A03+} {QN011A03+:I01}
N**1A04	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{UN011A04:I01} {QN011A04}	{UN011A04+} {QN011A04+:I01}
N**1A05	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{UN011A05:I01} {QN011A05}	{UN011A05+} {QN011A05+:I01}
N**1A06	Q/U	输入	设置项	I01 - I**（系统中的输入数量）	{UN011A06:I01} {QN011A06}	{UN011A06+} {QN011A06+:I01}
N**1B	R	清除晶体状态			{RN011B}	{RN011B+}
N**1C	Q	XIU 是否已连接	数值	1 = 已连接 0 = 未连接	{QN011C}	{QN011C+:1}
N**1D	Q	XIU 类型	字符串	“G1”或“G2”	{QN011D}	{QN011D+:G1}
N**1E	Q	XIU 序列号	字符串	序列号	{QN011E}	{QN011E+:04921915}
N**1F	Q	XIU 电缆长度（ft）	字符串	15, 30, 50, 100	{QN011F}	{QN011F+:15}
N**20	S	速率偏差（Å）	浮点数	受 G1202 限制 -1-1 Å -15-15 Å	{SN0120}	{SN0120+:59,0.0000000000}
NFE	Q	系统中的传感器数量	数值	1 - 系统中的传感器数量	{QNFE}	{QNFE+:2}

7.3.3.13 蒸发源

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
S**	无	蒸发源编号		1 - 系统中的蒸发源数量		
S**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{US0101:Source 1} {QS0101}	{US0101+} {QS0101+:Source 1}
S**02	Q/U	蒸发源输出配置	数值	0 = 蒸发源 1 = 记录仪	{US0102:1} {QS0102}	{US0102+} {QS0102+:1}
S**03	S	当前电压	浮点数	-10 V - 最大电压	{SS0103}	{SS0103+:97,-5.000}
S**04	S	当前功率百分比	浮点数	0.0 % - 100.0 %	{SS0104}	{SS0104+:BA,50.000}
S**05	Q/U	挡板输出	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US0105:O01} {QS0105}	{US0105+} {QS0105+:O01}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
S**06	Q/U	打开/关闭挡板	数值	0 = 关闭 1 = 打开	{US0106:1} {QS0106}	{US0106+} {QS0106+:1}
S**07	Q/U	坩埚数量	数值	0-32	{US0107:8} {QS0107}	{US0107+} {QS0107+:8}
S**08	Q/U	当前坩埚编号	数值	1 - 最大值（由 S**07 设定）	{US0108:3} {QS0108}	{US0108+} {QS0108+:3}
S**09	无	坩埚材料列表				
S**0900	A/D	在列表末尾添加或删除坩埚材料			{AS010900} {DS010900}	{AS010900+} {DS010900+}
S**09**	Q/U	材料 ID	数值	0 - 材料最大条目数	{US010901:1} {QS010901}	{US010901+} {QS010901+:1}
S**09FE	Q	坩埚材料数量	数值	0 - 坩埚数量	{QS0109FE}	{QS0109FE+:1}
S**0A	Q/U	最大输出	浮点数	-10 V - +10 V	{US010A:10} {QS010A}	{US010A+} {QS010A+:10.00}
S**0B	Q/U	控制方式	数值	0 = 手动 1 = 直接 2 = 独立 3 = BCD	{US010B:1} {QS010B}	{US010B+} {QS010B+:1}
S**0C**	无	坩埚输出	无			
S**0C01	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C01:O01} {QS010C01}	{US010C01+} {QS010C01+:O01}
S**0C02	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C02:O01} {QS010C02}	{US010C02+} {QS010C02+:O01}
S**0C03	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C03:O01} {QS010C03}	{US010C03+} {QS010C03+:O01}
S**0C04	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C04:O01} {QS010C04}	{US010C04+} {QS010C04+:O01}
S**0C05	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C05:O01} {QS010C05}	{US010C05+} {QS010C05+:O01}
S**0C06	Q/U	继电器	设置项	1 - X（系统中的输出数量）	{US010C06:O01} {QS010C06}	{US010C06+} {QS010C06+:O01}
S**0D**	无	坩埚输入	无			

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
S**0D01	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D01:I01} {QS010D01}	{US010D01+} {QS010D01+:I01}
S**0D02	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D02:I01} {QS010D02}	{US010D02+} {QS010D02+:I01}
S**0D03	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D03:I01} {QS010D03}	{US010D03+} {QS010D03+:I01}
S**0D04	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D04:I01} {QS010D04}	{US010D04+} {QS010D04+:I01}
S**0D05	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D05:I01} {QS010D05}	{US010D05+} {QS010D05+:I01}
S**0D06	Q/U	输入	设置项	1 - X（系统中的输入数量）	{US010D06:I01} {QS010D06}	{US010D06+} {QS010D06+:I01}
S**0E	Q/U	驱动方向	数值	0 = 正向 1 = 反向	{US010E:1} {QS010E}	{US010E+} {QS010E+:1}
S**0F	Q/U	步进方式	数值	0 = 单步 1 = 双步	{US010F:1} {QS010F}	{US010F+} {QS010F+:1}
S**10	Q/U	反馈类型	数值	0 = 无 1 = 独立 2 = BCD 4 = 到位	{US0110:2} {QS0110}	{US0110+} {QS0110+:2}
S**11	Q/U	分度器延时	时间	0:00:01 - 150:00:00（HHH:MM:SS）	{US0111:1:30} {QS0111}	{US0111+} {QS0111+:0:01:30}
S**12	Q/U	记录仪输出选择	数值	0 = 当前层薄膜序号 1	{US0112:1} {QS0112}	{US0112+} {QS0112+:1}
S**13	Q/U	记录仪功能	数值	0 = 速率（原始） 1 = 速率（滤波后） 2 = 厚度 3 = 速率偏差 4 = 功率 5 = 频率	{US0113:1} {QS0113}	{US0113+} {QS0113+:1}
S**14	Q/U	0% 输出对应的速率	浮点数	0 - 100000 Å/s（默认值：0）	{US0114:1} {QS0114}	{US0114+} {QS0114+:1}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
S**15	Q/U	100% 输出对应的速率	浮点数	0 - 100000 Å/s（默认值：1000）	{US0115:1} {QS0115}	{US0115+} {QS0115+:1}
S**16	Q/U	0% 输出对应的厚度	浮点数	0 - 100000 Å（默认值：0）	{US0116:2} {QS0116}	{US0116+} {QS0116+:2}
S**17	Q/U	100% 输出对应的厚度	浮点数	0 - 100000 Å（默认值：1000）	{US0117:10} {QS0117}	{US0117+} {QS0117+:10.000}
S**18	Q/U	0% 输出对应的速率偏差	浮点数	-100.0 - +100.0	{US0118:10} {QS0118}	{US0118+} {QS0118+:10}
S**19	Q/U	100% 输出对应的速率偏差	浮点数	-100.0 - +100.0	{US0119:30} {QS0119}	{US0119+} {QS0119+:30}
S**1A	Q/U	0% 输出对应的功率	浮点数	0.0 - +100.0 %（默认值：0）	{US011A:1} {QS011A}	{US011A+} {QS011A+:1.000}
S**1B	Q/U	100% 输出对应的功率	浮点数	0.0 - +100.0 %（默认值：100）	{US011B:50} {QS011B}	{US011B+} {QS011B+:50.000}
S**1C	Q/U	0% 输出对应的频率	浮点数	4000000 - 6000000	{US011C:-10} {QS011C}	{US011C+} {QS011C+:-10.0}
S**1D	Q/U	100% 输出对应的频率	浮点数	4000000 - 6000000 在 0 至 10 V 输出范围内，DAC 输出电压以 0.1 V 为步长递增（20 kHz）。	{US011D:10} {QS011D}	{US011D+} {QS011D+:10.0}
S**1E	R	切换坩埚			{RS011E}	{RS011E+}
SFE	Q	系统中的蒸发源数量	数值		{US011F:50} {QS011F}	{US011F+} {QS011F+:50.0}

7.3.3.14 高级逻辑

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
T	无	逻辑设置				
T01	无	基本 I/O 逻辑				
T0101	无	基本输入事件				

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
T010101	Q/U	输入 1：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010102	Q/U	输入 2：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010103	Q/U	输入 3：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010104	Q/U	输入 4：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010105	Q/U	输入 5：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010106	Q/U	输入 6：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010107	Q/U	输入 7：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010108	Q/U	输入 8：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T010109	Q/U	输入 9：基本事件	数值	0-20	{UT010101:5}{QT010101}	{UT010101+}{QT010101+:5}
T0102	无	基本输出动作				
T010201	Q/U	输出 1：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
T010202	Q/U	输出 2：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010203	Q/U	输出 3：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010204	Q/U	输出 4：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010205	Q/U	输出 5：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010206	Q/U	输出 6：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010207	Q/U	输出 7：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010208	Q/U	输出 8：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010209	Q/U	输出 9：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T01020A	Q/U	输出 10：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T01020B	Q/U	输出 11：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
T01020C	Q/U	输出 12：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T01020D	Q/U	输出 13：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T01020E	Q/U	输出 14：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T01020F	Q/U	输出 15：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010210	Q/U	输出 16：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010211	Q/U	输出 17：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010212	Q/U	输出 18：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010213	Q/U	输出 19：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T010214	Q/U	输出 20：基本动作	数值	0-45	{UT010201:5}{QT010201}	{UT010201+}{QT010201+:5}
T02	无	高级逻辑				
T0200	A/D	在列表末尾添加或删除一条高级逻辑	命令		{AT0200}{DT0200}	{AT0200+}{DT0200+}

命令	操作	说明	类型	范围	命令示例	响应示例
T02**	无	高级逻辑 T0201				
T02**01	Q/U	名称	字符串	a-z, A-Z, 0-9	{UT020101:Logic 1} {QT020101}	{UT020101+} {QT020101+:Logic 1}
T02**02	Q/U	IF	字符串	见注	{UT020102:1 AND 2} {QT020102}	{UT020102+} {QT020102+:1 AND 2}
T02**03	Q	IF 语句是否有效	数值	0-1	{QT020103}	{QT020103+:1}
T02**04	Q/U	THEN	字符串	见注	{UT020104:1} {QT020104}	{UT020104+} {QT020104+:1}
T02**05	Q	THEN 语句是否有效	数值	0-1	{QT020105}	{QT020105+:1}
T02**06	Q	语句是否成立	数值	0-1	{QT020106}	{QT020106+:1}
T02FE	Q	高级逻辑数量	数值	0-100	{QT02FE}	{QT02FE+:10}

注：IF 和 THEN 语句的格式为“（数值）（连接符）（数值）.....”，最多包含五个数值。IF 语句的数值范围为 0-51，THEN 语句的数值范围为 0-30。连接符可以是 AND、OR、NOT 或 ON。

基本输入

命令编号	说明	范围（如适用）
0	无	
1	启动	
2	停止	
3	结束沉积	
4	启动 RateWatcher 保持	
5	RateWatcher 保持锁定	
6	禁止晶体失效判定	
7	厚度清零	
8	保温 X 保持	1-10
9	复位	
10	工艺选择第 1 位	
11	工艺选择第 2 位	
12	工艺选择第 3 位	
13	工艺选择第 4 位	
14	工艺选择第 5 位	
15	工艺选择第 6 位	
16	工艺选择第 7 位	
17	工艺选择第 8 位	
18	切换晶体	
19	非沉积段保持	
20	禁止启动	

基本输出

命令编号	说明	范围（如适用）
0	无	
1	停止	
2	工艺结束	
3	厚度设定值	
4	晶体失效	
5	报警	
6	蒸发源 X 使用中	1-2
7	最终厚度	
8	薄膜结束	
9	层进行中	

命令编号	说明	范围（如适用）
10	离子辅助沉积	
11	就绪	
12	升功率 X	1-10
13	保温 X	1-10
14	挡板延时	
15	沉积	
16	速率斜坡	
17	手动	
18	定时功率	
19	待机斜坡	
20	待机	
21	最大功率	
22	速率偏差错误	
23	晶体切换器故障	
24	晶体切换中	
25	坩埚切换器故障	
26	挡板延时错误	
27	坩埚切换中	
28	晶体 X 失效	
29	晶体 X 寿命	1-2, 1-99
30	当前工艺	1-49
31	工艺 X 结束	1-49
32	后处理保持 X	1-49
33	后处理升降功率 X	1-49
34	层 X	1-49
35	层 X 结束	1-49
36	材料 X	1-49
37	材料 X 结束	1-49
38	最后一层	
39	备用传感器使用中	
40	过渡传感器使用中	
41	速率低于 0.1	
42	晶体活度低于 X	0-1056, 0-2047
43	外部输入	

命令编号	说明	范围（如适用）
44	测试模式	
45	工艺时间	1-20, 1-1023

高级 IF 语句

命令编号	说明	范围（如适用）
1	停止	
2	工艺结束	
3	厚度设定值	
4	晶体失效	
5	报警	
6	蒸发源 X 使用中	1-2
7	最终厚度	
8	薄膜结束	
9	层进行中	
10	离子辅助沉积	
11	就绪	
12	升功率 X	1-10
13	保温 X	1-10
14	挡板延时	
15	沉积	
16	速率斜坡	
17	手动	
18	定时功率	
19	待机斜坡	
20	待机	
21	最大功率	
22	速率偏差错误	
23	晶体切换器故障	
24	晶体切换中	
25	坩埚切换器故障	
26	挡板延时错误	
27	坩埚切换	
28	晶体 X 失效	1-2
29	晶体 X 寿命	1-2, 1-99
30	当前工艺 X	1-250

命令编号	说明	范围（如适用）
31	工艺 X 结束	1-250
32	后处理保持 X	1-250
33	后处理升降功率 X	1-250
34	层 X	1-250
35	层 X 结束	1-250
36	材料 X	1-250
37	材料 X 结束	1-250
38	最后一层	
39	备用传感器使用中	
40	过渡传感器使用中	
41	速率低于 0.1	
42	晶体活度低于	1-32, 1-65535
43	测试模式	
44	时间设定值	
45	定时器 X	1-20, 1-356400
46	计数器 X 达到上限	1-20, 1-~835370000000
47	传感器 X 使用中	1-2
48	蒸发源 X 最小功率	1-2
49	传感器 X 频率 < Y	1-2, 4000000-6000000
50	输入 X	1-9
51	高级逻辑 X	1-100

高级 THEN 语句

命令编号	说明	范围（如适用）
0	无	
1	启动	
2	停止	
3	结束沉积	
4	启动 RateWatcher 保持	
5	RateWatcher 保持锁定	
6	禁止晶体失效判定	
7	厚度清零	
8	保温 X 保持	1-10
9	复位	
10	工艺选择第 1 位	

命令编号	说明	范围（如适用）
11	工艺选择第 2 位	
12	工艺选择第 3 位	
13	工艺选择第 4 位	
14	工艺选择第 5 位	
15	工艺选择第 6 位	
16	工艺选择第 7 位	
17	工艺选择第 8 位	
18	切换晶体	1-2
19	非沉积段保持	
20	禁止启动	
21	设置输出	1-20
22	启动定时器	1-20
23	取消定时器	1-20
24	计数器加一	1-20
25	计数器清零	1-20
26	选择工艺 X	1-250
27	转入后处理	
28	禁止晶体 X 失效判定	0-2
29	后处理保持 X	1-10
30	报警	

8 维护与校准程序

8.1 密度、修正系数和 Z 参数的重要性

石英晶体微天平能够精确测量振荡石英晶体传感器表面增加的质量。用户在换算公式中输入材料密度和 Z 参数后，即可将质量信息换算为厚度。在某些要求最高精度的场合，需要按 “确定密度” [► 147] 中的说明进行密度校准。由于蒸发源的材料流分布并不均匀，必须考虑到达传感器与到达基片的材料量之差，这一差异通过修正系数参数来补偿。修正系数可参照 “确定修正系数” [► 147] 中的指南通过实验确定。在换算公式中，如果 Z 参数未知，可按 “实验室测定 Z 参数” [► 148] 中介绍的方法估算。

8.2 确定密度

附录 A：材料表中列出的块材密度值对大多数应用而言已足够精确。

按以下步骤测定密度值。

1. 将一块基片（做好适当遮挡，以便测量膜厚）放在传感器旁边，使晶体和基片上沉积的厚度相同。
2. 将密度设为该薄膜材料的块材密度值或一个近似值。
3. 将 Z 参数设为 1.000，修正系数设为 100%。
4. 在传感器中装入新晶体，并用手动控制进行一次短时沉积（1000-5000 Å）。
5. 沉积结束后，取出测试基片，用多光束干涉仪或台阶仪测量膜厚。
6. 用公式 [1] 求出新的密度值。

➔ 可按以下方法快速检查计算出的密度：输入新的密度值，观察控制器显示的厚度是否等于实测厚度（前提是在测试沉积之后、输入计算密度之前没有将厚度清零）。

密度（g/cm^3）= $D_1 (T_x/T_m)$ [1]

其中：

D_1 = 初始密度设定值

T_x = 仪器上的厚度读数

T_m = 实测厚度



可能需要对密度稍作调整，使 $T_x = T_m$。

8.3 确定修正系数

1. 将测试基片放入系统的基片架中。
2. 进行一次短时沉积，并测定实际厚度。

3 根据公式 [2] 所示的关系计算修正系数。

4 将修正系数百分比四舍五入到最接近的 0.1%。

5 将新的修正系数值输入程序后，如果计算正确，T_m 应等于 T_x。

修正系数（%）= $TF_i (T_m/T_x)$ [2]

其中：T_m = 基片架处的实际厚度；T_x = 仪器上的厚度读数；TF_i = 初始修正系数



校准修正系数时，建议至少进行三次独立的蒸发。蒸发源分布的变化及其他系统因素会造成厚度的轻微波动。最终校准应采用修正系数的平均值。

8.4 实验室测定 Z 参数

附录 A：材料表中列出了常用材料的 Z 参数值。对于其他材料，可用以下公式计算 Z 参数：

$Z = (d_q\mu_q / d_f\mu_f)^{1/2}$ [3]

$Z = 9.378x10^5 (d_f\mu_f)^{-1/2}$ [4]

其中：

d_f = 沉积薄膜的密度（g/cm^3）

μ_f = 沉积薄膜的剪切模量（$dynes/cm^2$）

d_q = 石英（晶体）的密度（2.649 g/cm^3）

μ_q = 石英（晶体）的剪切模量（3.32 x 10^{11} $dynes/cm^2$）

许多材料的密度和剪切模量可在列有材料物理性质的各类手册中查到。

实验室结果表明，材料在薄膜状态下的 Z 参数值与块材值非常接近。但对于会产生高应力的材料，薄膜的 Z 参数值略小于块材的 Z 参数值。对于要求更精确校准的应用，建议采用以下直接测定法：

1 按 “确定密度” [► 147] 所述，确定正确的密度值。

2 安装新晶体，并记录其起始频率（F_{co}）。

3 在测试基片上进行沉积，直到晶体寿命百分比读数约为 50%，或接近该材料的晶体寿命终点，以两者中较小者为准。沉积过程中监视晶体寿命值。

4 停止沉积，并记录晶体的结束频率（F_c）。

5 取出测试基片，用多光束干涉仪或台阶仪测量膜厚。

6 利用步骤 1 得到的密度值以及记录的 F_{co} 和 F_c，调整厚度公式 [5] 中的 Z 参数值，使计算厚度与实际厚度一致。如果计算厚度大于实际厚度，增大 Z 参数值；如果计算厚度小于实际厚度，减小 Z 参数值。

$T_f = (Z_q x10^4/2\pi Zp)((1/F_{co}) \arctan (Z \tan(\pi F_{co}/F_q)) - (1/F_c) \arctan (Z \tan(\pi F_c/F_q)))$ [5]

其中：

T_f = 沉积薄膜的厚度（kÅ）

F_{co} = 传感器晶体的起始频率（Hz）

F_c = 传感器晶体的最终频率（Hz）

F_q = 未镀膜晶片的标称频率 = 6045000（Hz）

Z = 沉积薄膜材料的 Z 参数

Z_q = 石英的比声阻抗 = 8765000（MKS 单位）

p = 沉积薄膜的密度（g/cm^3）

顺序沉积多种材料（例如两种材料）时，第二种材料所用的 Z 参数值取决于两种材料的相对厚度。对大多数应用，按以下三条规则即可获得合理的精度：

1. 如果材料 1 的厚度远大于材料 2，则两种材料都使用材料 1 的 Z 参数值。

2. 如果材料 1 的厚度远小于材料 2，则两种材料都使用材料 2 的 Z 参数值。

3. 如果两种材料的厚度相近，材料 1 使用其自身的 Z 参数值；沉积材料 2 及后续材料时，使用两种材料 Z 参数值的加权平均值。

8.5 使用手持控制器确定保温功率

手持控制器是一种实用工具，可用来确定合适的保温功率。下面举例说明如何用手持控制器确定典型工艺的保温 1 和保温 2。

确定保温 1

用手持控制器缓慢提高功率，每分钟提高几个百分点。观察速率，直到检测到速率有所上升。视所用蒸发源的类型而定，这可能需要几分钟。出现非零速率后，记下当前的功率百分比。将“保温功率 1”参数设为比该值低一个百分点或更多。

确定保温 2

保温 1 持续约 30-60 秒后，再用手持控制器缓慢提高功率，每次提高 1 个百分点，直到达到所需的沉积速率。将“保温功率 2”参数设为比该值低一到两个百分点。

8.6 更换流程

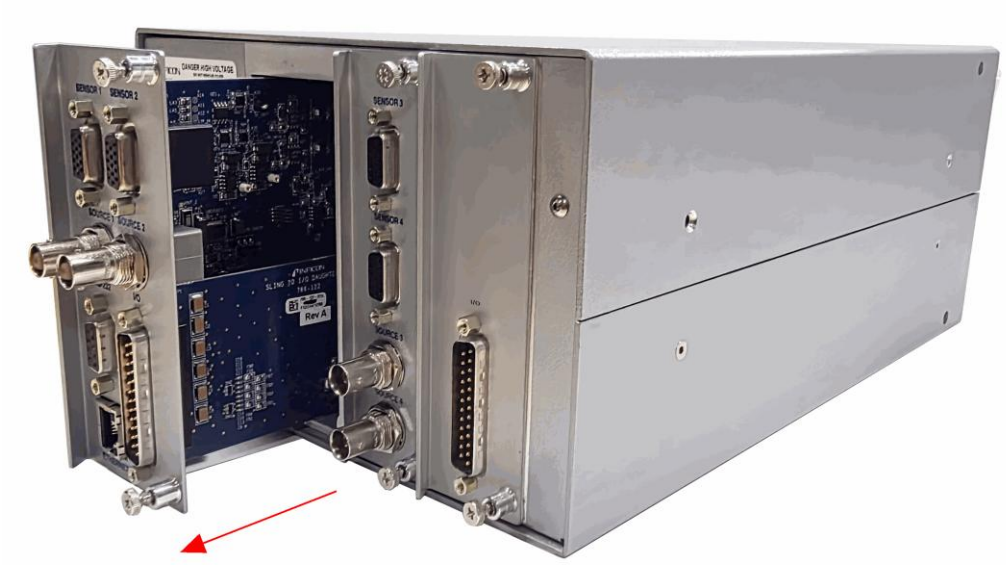
8.6.1 控制器板更换

1. 首先关闭电源总开关，然后从设备上拔下电源线。

2. 松开控制器板上的防脱螺钉（见下图）。



3. 小心地将控制器板组件从焊接机箱中滑出。



4. 将新的控制器板组件滑入焊接机箱最左侧的插槽，然后用手拧紧先前松开的防脱螺钉。切勿用螺丝刀拧紧，否则可能导致螺钉断裂。

8.6.2 例行维护

锂电池

1. 首先关闭电源总开关，然后从设备上拔下电源线。
2. 松开控制器板上的防脱螺钉。



3. 小心地将控制器板组件从焊接机箱中滑出。

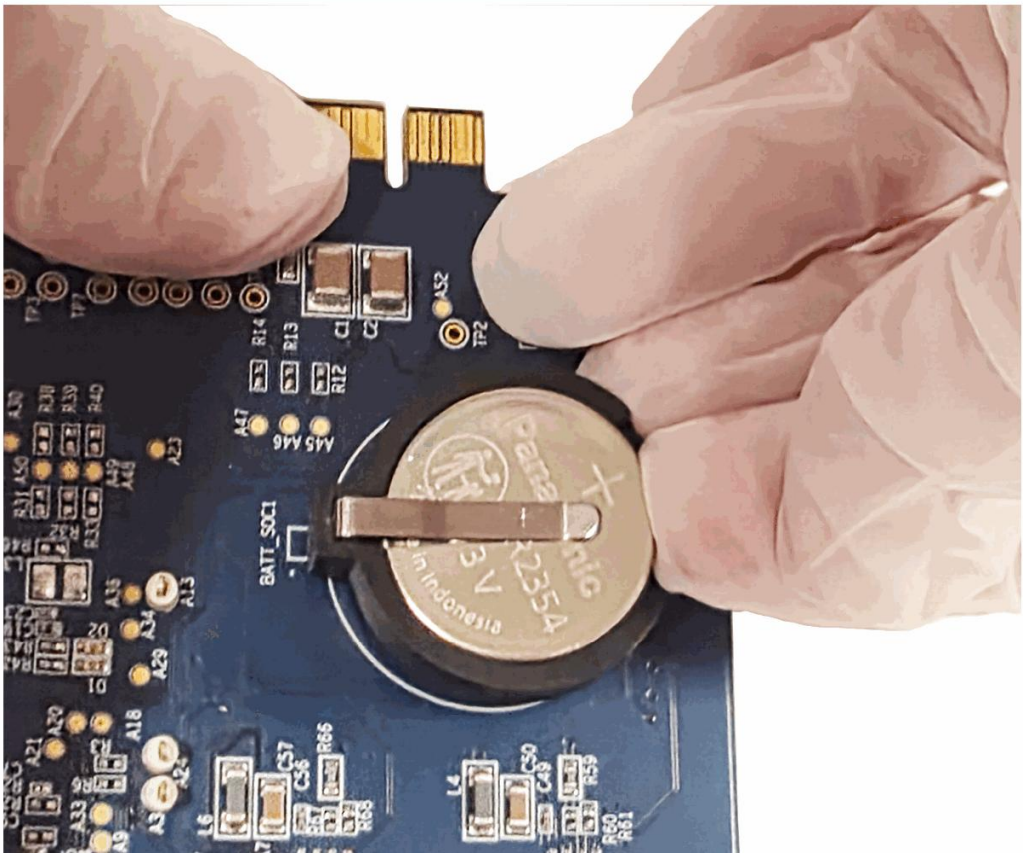


4. 取出旧电池，在控制器板上装入新电池。



⚠ 注意

电池弹片容易弯折。更换电池时，请确认弹片位置正确，并确保其与电池接触良好。



5. 将控制器板组件滑入焊接机箱最左侧的插槽，然后用手指拧紧两颗防脱螺钉。

9 故障排除和错误信息

9.1 故障排除

如果 IMC300 无法工作或性能明显下降，以下“故障现象/原因/解决方法”表可能有所帮助。



⚠ 危险

触电危险

存在可能致命的电压。所有维护工作均应交由专业人员进行。



⚠ 注意

本仪器内含精密电路，易受电源线瞬态电压影响。进行任何接口连接时，务必先断开电源。所有维护工作均应交由专业人员进行。

故障现象	原因	解决方法
电源开启指示灯未亮。	断路器跳闸。	请专业人员复位断路器。
	电源线未插入墙壁插座或未插入仪器背面。	重新连接电源线。
	电压不正确。	请专业人员核实电压。
	电源总开关处于关闭状态。	打开背面的电源总开关。
	主电源保险丝烧断。	更换主电源保险丝。
仪器“死机”。	处于高电气噪声环境中。	重新布置电缆走线以减少噪声拾取（与大功率导线相距 30 cm（1 ft.）即可显著减少进入仪器的噪声）。所有接地线应尽量短、表面积尽量大，以降低接地阻抗（建议使用长宽比为 5:1 的实心铜带）。
	接地不良或接地方式不当。	确认大地接地良好。使用合适的接地带（建议使用长宽比为 5:1 的实心铜带）。建立正确的系统接地，消除所有接地环路。确认仪器接地正确。
仪器断电后无法保留参数（或通电时参数丢失）。	电源故障。	请联系售后服务部门，参见 “如何联系我们” [► 13]。
crystal fail（晶体失效）信息始终显示。	从馈通件到仪器的电缆有缺陷。	使用欧姆表或数字电压表（DVM）检查电气通断或绝缘情况（视具体情况而定）。

故障现象	原因	解决方法
	传感器、馈通件或真空内电缆的电气接触不良。	使用欧姆表或 DVM 检查电气通断或绝缘情况（视具体情况而定）。 更多详细信息，请参阅传感器操作手册。
	晶体已失效。	更换晶体。
	没有安装晶体。	安装晶体。
	晶体座中放入了两片晶体。	取出其中一片晶体。
	晶体频率超出范围。	确认晶体频率在要求范围内，或更换晶体。
	振荡器到传感器探头的电缆长度不正确。	调整电缆长度，使其符合规格要求。
	超出了稳定性和质量阈值。	清除稳定性和质量计数。
	为当前薄膜设置的传感器编号不正确。	为当前薄膜分配正确的传感器。

9.2 传感器故障排除

许多传感器探头问题都可以用数字万用表（DMM）诊断。从馈通件上拔下短振荡器电缆，测量中心针与地之间的电阻。如果读数小于 10 MΩ，应查出漏电来源并排除。同样，在真空系统打开时，检查中心导体的通断：从馈通件到传感器触点的读数大于 1 Ω 即表示存在问题，可能需要清洁触点或更换真空内电缆。



晶体寿命在很大程度上取决于工艺条件，包括速率、蒸发源辐射功率、位置、材料和残余气体成分。

故障现象	原因	解决方法
沉积过程中厚度读数大幅跳变。	应力导致薄膜从晶体表面剥离。	更换晶体或改用合金晶振片。请咨询厂家。
	熔融蒸发源产生的颗粒或“飞溅物”撞击晶体。	沉积前对蒸发源进行充分的预熔除气。在蒸发源预熔除气期间用挡板保护晶体。
	晶体座安装面上有划痕或异物（晶体安装不当）。	清洁并抛光晶体座上的晶体安装面。请参阅相应的传感器手册。
	有细小碎屑掉落在晶体上（晶体朝上安装时）。	检查晶体表面，并用洁净空气吹净。
	小块磁性材料被传感器磁铁吸引并接触晶体（溅射型传感器探头）。	检查传感器盖板开孔，清除可能妨碍晶体完全暴露的异物。请参阅相应的传感器手册。

故障现象	原因	解决方法
晶体在沉积过程中未到正常寿命就停止振荡。	熔融蒸发源产生的颗粒或飞溅物击中晶体。	沉积前对蒸发源进行充分的预熔除气。在蒸发源预熔除气期间用挡板保护晶体。
	晶体座上的沉积物部分遮挡了晶体盖板开孔。	清洁晶体座。请参阅相应的传感器手册。
	存在短路或断路。	用欧姆表或数字万用表检查传感器电缆、连接器、接触弹簧、传感器内部连接线和馈通件的电气通断。
	检查是否存在受热引起的短路或断路。	用欧姆表或数字万用表检查传感器电缆、连接器、接触弹簧、传感器内部连接线和馈通件的电气通断。
晶体不振荡或间歇振荡（在真空和空气中均如此）。	电气接触时断时续或接触不良（触点氧化）。	用欧姆表或数字万用表检查电气通断。更换陶瓷固定座。
	板簧失去弹性（陶瓷固定座、中心绝缘子）。	将簧片弯曲至约 45°。请参阅相应的传感器手册。
	溅射电源产生射频干扰。	确认大地接地。接地带应满足射频接地要求（建议使用长宽比为 5:1 的实心铜带）。改变仪器位置，并使振荡器电缆远离射频电源线。将电源接到另一路供电线路。
	电缆未连接或接到了错误的输入端。	确认连接正确。
晶体在真空中振荡，但暴露于大气后停止振荡。	晶体已接近寿命终点。暴露于大气会使薄膜氧化，从而增大薄膜应力。	更换晶体。
	晶体上积聚了过多水汽。	放气前关闭传感器的冷却水。腔室打开期间，让温水流过传感器。
蒸发源预热期间厚度读数变化很大。（通常使厚度读数减小。） 沉积结束后出现热不稳定。（通常使厚度读数增大。）	冷却水不足或冷却水温度过高。	检查冷却水流量。冷却水温度必须低于 30 °C。请参阅相应的传感器手册。
	晶体受热过多。	如果热量来自蒸发源辐射，将传感器移到离蒸发源更远的位置，并使用溅射型晶体以获得更好的热稳定性。安装辐射屏蔽罩。
	晶体座未正确安装在传感器主体中。	清洁或抛光晶体座上的晶体安装面。请参阅相应的传感器手册。
	高能电子通量使晶体发热（常见于射频溅射）。	使用溅射型传感器探头。

故障现象	原因	解决方法
	水管与传感器主体之间导热不良（CrystalSix™）。	从传感器主体上拆下夹紧组件后，应换用新水管。如果没有新水管，且工艺允许，可在冷却管和传感器主体之间垫一层铝箔。
	导热不良。	在晶体座和传感器主体之间加铝箔或金箔垫片。
厚度重复性差。	蒸发源的通量分布不稳定。	将传感器移到更靠中心的位置，以便可靠地采样蒸发物。保持熔池相对高度恒定。避免在熔料中打出深坑。
	自上次沉积以来，电子束的扫描、抖动或轰击熔料的位置发生了变化。	保持扫描频率、扫描幅度和电子束位置设置一致，以维持蒸发源分布一致。
	材料无法附着在晶体上。	确保晶体表面清洁。避免用手指触摸晶体。使用中间粘附层。
	速率出现周期性变化。	确保蒸发源扫描频率与测量频率之间不产生“拍频”。
溅射结束后厚度漂移较大（密度为 5.00 g/cm^3 时大于 200 Å）。	热接触不良导致晶体发热。	清洁或抛光晶体座上的晶体安装面。请参阅相应的传感器手册。
	外部磁场干扰传感器磁场（溅射型传感器）。	根据外部磁场将传感器磁铁旋转到合适的方向。请参阅溅射型传感器手册。
	传感器磁铁开裂或退磁（溅射型传感器）。	检查传感器磁场强度。开孔中心的最大磁场强度应不低于 700 高斯。
旋转式传感器的晶体切换有问题。（传感器不转位，或晶体未对准开孔中心。）	未设置继电器，或设置的继电器输出不正确（适用于带输出的仪器）。	设置继电器。
	气源中断或压力不足以驱动动作。	确保气源压力调节在 80–90 psi。
	盖板上堆积的材料妨碍了动作。	根据需要清除堆积的材料。
	对准不正确。	对准步骤请参阅传感器操作手册。
	电磁阀组件的供气侧未安装直径 0.057 mm（0.00225 in.）的节流孔（CrystalSix 或 Crystal 12® 传感器）。	按 CrystalSix 或 Crystal 12 操作手册中的说明安装节流孔。

9.3 计算机通信故障排除

故障现象	原因	解决方法
计算机与仪器之间无法建立通信。	通信电缆连接不正确。	确保电缆接到仪器和计算机上的正确端口。
	通信电缆有缺陷。	确认电缆已插好且未损坏。更换通信电缆。
	使用的 IP 地址或子网掩码不正确。	确认仪器中的 IP 地址和子网掩码与计算机中的信息一致。
	使用的通信端口号或波特率不正确。	确认计算机的波特率为 115200。确认计算机中使用的通信端口号已分配给连接仪器的 RS-232 端口。
响应不完整或有误。	消息格式不正确。	确认通信消息的格式正确。

9.4 错误信息

错误信息	原因/触发条件
APP_PROCESS_ERROR_DELAY_FAIL	速率偏差超出设定的精度窗口达 60 秒以上时。
APP_PROCESS_ERROR_SWITCHER_FAIL	坩埚/晶体切换在分度器延时超时前未收到反馈信息时。
APP_PROCESS_ERROR_NO_OUTPUT_FOR_SWITCH	请求晶体或坩埚切换，但未分配用于控制的继电器时。
APP_PROCESS_ERROR_RATE_DEV_ERROR	速率偏差超出 5% 精度窗口达 60 秒以上时。
APP_PROCESS_ERROR_CRYSTAL_FAIL	晶体失效时。以下情况会导致晶体失效： ▪ 用 **Switch Crystal**（切换晶体）命令或按钮使晶体失效 ▪ 将晶体从传感器或 XIU 上断开（或因其他原因无法检测到频率） ▪ 超出允许的 S/Q（稳定性/质量）统计阈值
APP_PROCESS_ERROR_MAX_POWER	当前蒸发源的功率等于最大功率设置值并持续 5 秒或以上时。
APP_PROCESS_ERROR_NO_SENSOR_CONNECTED	IMC300 未连接任何传感器时尝试启动工艺或切换晶体。
APP_PROCESS_ERROR_CONFIGURATION	缺少运行工艺所需的必要设置。必需的设置包括： ▪ 一种材料 ▪ 使用该材料的薄膜 ▪ 该薄膜使用的传感器/蒸发源 ▪ 用于沉积该薄膜的层 ▪ 用于运行该层的工艺 ▪ 已设置待运行的当前工艺
APP_PROCESS_ERROR_TRANSFER_SENSOR	所选的过渡传感器与主传感器相同时（例如沉积使用传感器 1，而又将过渡传感器设为传感器 1）。

错误信息	原因/触发条件
APP_PROCESS_ERROR_PROCESS_LOOP	关联工艺时检测到无限循环（例如工艺 1 转到工艺 2，工艺 2 又回到工艺 1）。
APP_PROCESS_ERROR_START_INHIBIT	如果某个输入被分配给固定 I/O 功能 **Start Inhibit**（禁止启动），用户尝试启动工艺时，将报告 Start Inhibit 错误。

界面错误信息	原因/触发条件
Crucible switch fail（坩埚切换失败）	反馈超时：切换无法完成，在设定时间内未收到反馈；分度器延时超时：切换未在设定的分度器延时内完成。
Delay fail（延时失败）	IMC300 未能在挡板延时超时时间内实现速率控制。
No output for switch（切换无输出）	未设置 **Crucible Switching**（坩埚切换中）和 **Crystal Switching**（晶体切换中）功能的输出引脚。
Switcher fail（切换器故障）	反馈超时：切换无法完成，在设定时间内未收到反馈；分度器延时超时：切换未在设定的分度器延时内完成；位置未知（Crystal6 或 Crystal12 的电阻网络有缺陷）。
Rate deviation error（速率偏差错误）	IMC300 未能在 60 秒内实现速率控制；若时间常数（I 项）大于 3 秒，则为未能在时间常数的 20 倍时间内实现速率控制。
Crystal fail	当前位置上的当前晶体已失效。
Max power reached（达到最大功率）	当前蒸发源达到设定的最大功率（默认 90%）。
No sensor connected（未连接传感器）	尝试启动层时，传感器上没有可用晶体。此信息也可能表示 XIU 已断开连接。
Error loading rate ramp during deposition（沉积期间加载速率斜坡出错）	由于薄膜配置错误，无法加载速率斜坡。
Error loading postcondition during process advance event（工艺推进事件期间加载后处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载后续的后处理步骤。
Error loading postcondition during start layer（启动层时加载后处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载第一个后处理步骤。
Error loading postcondition during begin from stopped state（从停止状态开始时加载后处理出错）	恢复工艺时无法加载后处理。薄膜配置错误。
Error loading postcondition during ramp step complete（升降功率步骤完成时加载后处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载后处理保持步骤。
Error loading postcondition during hold step complete（保持步骤完成时加载后处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载后处理升降功率步骤。
Error loading precondition during start layer（启动层时加载预处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载预处理。
Error loading precondition during begin from stopped state（从停止状态开始时加载预处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载预处理。
Error loading precondition during ramp step complete（升功率步骤完成时加载预处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载预处理保温步骤。

界面错误信息	原因/触发条件
Error loading precondition during hold step complete（保温步骤完成时加载预处理出错）	由于薄膜配置错误，无法加载预处理升功率步骤。
No active process（无当前工艺）	尝试启动工艺时未选择当前工艺。
No layer in process（工艺中无层）	尝试启动工艺时没有待沉积的层。
Film material not set（未设置薄膜材料）	当前工艺中当前层所用的薄膜缺少材料信息。
Film sensor not set（未设置薄膜传感器）	当前工艺中当前层所用的薄膜未分配传感器。
Film source not set（未设置薄膜蒸发源）	当前工艺中当前层所用的薄膜未分配用于控制沉积的蒸发源。
Layer film not set（未设置层薄膜）	当前工艺中的当前层未分配薄膜。
Transfer sensor error（过渡传感器错误）	未能切换到过渡传感器。
Multi-process loop（多工艺循环）	尝试启动的一系列关联工艺形成了循环。
Start inhibit enabled（禁止启动已生效）	由于 **Start Inhibit** 输入已置位，**START**（启动）命令未被执行。
Option card config（选件卡配置）	与选件卡的通信中断，或选件卡已重启。
Option card slot（选件卡插槽）	IMC300 运行期间拔出或插入了选件卡。应重启控制器。
Recorder conflict（记录仪冲突）	尝试启动层时，当前薄膜的蒸发源被配置为记录仪而非蒸发源。
USB fault（USB 故障）	USB 端口达到电流限值，该端口已被关闭。应将控制器断电重启。
Power loss（断电）	由于意外断电，沉积已结束。
No backup XTAL（无备用晶体）	尝试启动层时没有已知可用的备用晶体。只有在禁用“允许在无备用晶体时启动”（Start without Backup XTAL）设置时，才会出现此信息。
SD card missing（SD 卡缺失）	IMC300 开机时未检测到 SD 卡。重新插入 SD 卡后，应将控制器断电重启。
Crystal fail inhibit（禁止晶体失效判定）	由于 **Crystal Fail Inhibit** 输入已置位，晶体失效未被处理。

10 测量原理

10.1基础知识

石英晶体沉积监控仪（QCM）利用石英晶体的逆压电效应来检测增加的质量，并利用这种质量灵敏度测量真空沉积的沉积速率和最终厚度。在形状合适的压电晶体两面施加电压时，晶体会发生形变，形变量与所加电压成正比。在所加电压的某些离散频率上，会出现非常尖锐的机电谐振。当谐振中的石英晶体表面增加质量时，这些谐振频率会降低。这种频率变化重复性极好，而且对于石英的特定振荡模式，其机理已被精确掌握。这一易于理解的现象，是一种不可或缺的测量与工艺控制工具的基础；该工具可以轻松检测到附着的外来物质增加不到一个原子层的量。

20 世纪 50 年代末，Sauerbrey[1,2] 和 Lostis[3] 指出：设石英晶体镀膜后（复合）与未镀膜时的频率分别为 F_c 和 F_q，则频率变化 $\Delta F = F_q - F_c$ 与所添加材料的质量变化 M_f 之间存在如下关系：

$M_f / M_q = \Delta F / F_q$ [1]

其中 M_q 为未镀膜石英晶体的质量。经过简单代换，可得到最早的“频率测量”仪器所使用的公式：

$T_f = K (\Delta F) / d_f$ [2]

其中，薄膜厚度 T_f 与频率变化 ΔF 成正比（比例系数为 K），与薄膜密度 d_f 成反比。常数 $K = N_{at} d_q / F_q^2$，其中 d_q（= 2.649 g/cm³）为单晶石英的密度，N_{at}（= 166100 Hz·cm）为 AT 切石英的频率常数。起始频率为 6.0 MHz 的晶体，表面增加 1 Å 铝（密度 2.77 g/cm³）时，频率将降低 2.27 Hz。由此，可通过精确测量晶体的频率偏移推算出刚性附着层的厚度。对这一效应的定量认识，提供了一种确定真空系统中基片上沉积了多少材料的手段；而在此之前，这种测量既不方便也不实用。

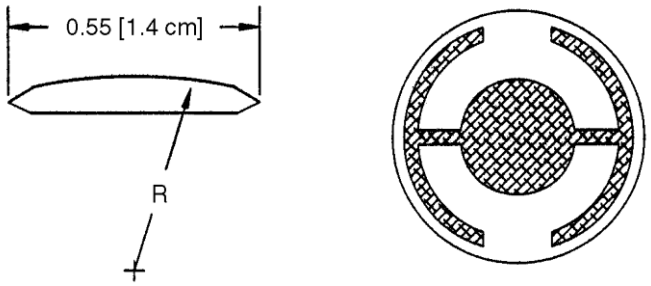
1. G. Z. Sauerbrey, Phys. Verhand. 8, 193 (1957)

2. G. Z. Sauerbrey, Z. Phys. 155, 206 (1959)

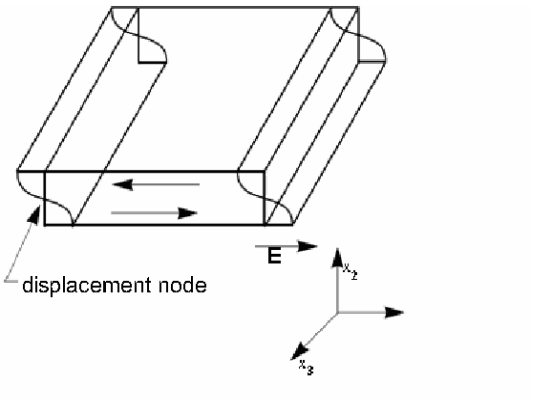
3. P. Lostis, Rev. Opt. 38, 1 (1959)

10.2监控晶体

无论周围的电子电路多么先进，沉积监控仪的核心器件始终是石英晶体。

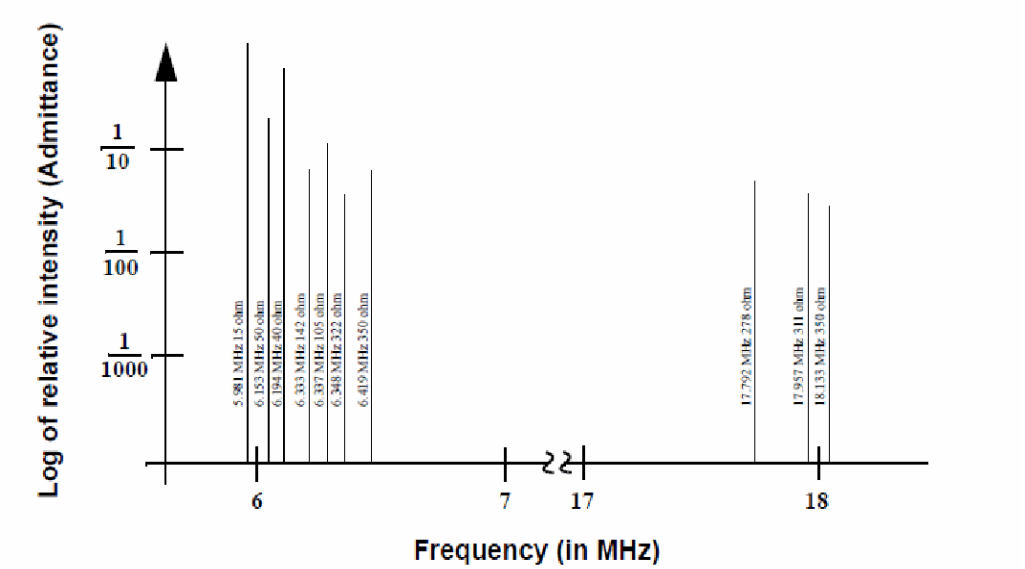


最低频率的响应主要是"厚度剪切"模式，称为基频。厚度剪切模式的特征运动是位移平行于监控晶体的两个主表面。换言之，两个表面是位移的波腹。



频率略高的响应称为非谐模式，它们是厚度剪切模式与厚度扭转模式的组合。频率约为基频三倍的响应称为三次准谐波。在准谐波频率稍高处，同样有一系列相关的非谐模式。上图所示的监控晶体设计，是在最初使用的两面平行、全面覆盖电极的方形晶体基础上，经过多项重大改进得到的。第一项改进是采用圆形晶体，对称性的提高大大减少了允许存在的振动模式数量。第二组改进是将晶体的一面加工成弧面，并缩小激励电极的尺寸。这些改进的作用是把声能束缚住：缩小电极直径可将激励限制在中心区域；弧面则使行进声波的能量在到达晶体边缘之前耗散掉，能量不会反射回中心去干扰其他新激发的声波，从而使一块小晶体表现得如同无限大一样。晶体振动被限制在中心区域

后，就可以把晶体外缘夹持在晶体座上，而不会产生任何不良影响。弧面还能降低通常不需要的非谐模式的响应强度，因此振荡器维持不需要的振荡的可能性也大大降低。



采用附着层改善了电极与石英之间的结合，减少了薄膜应力升高时电极与石英之间微裂纹引起的“速率尖峰”。这些微裂纹会使部分沉积薄膜脱离，因而无法参与振荡。这些游离部分不再被检测到，从而推算出错误的厚度。沉积监控通常选用“AT”切谐振器，因为它可以做到在室温下因温度变化而产生的频率变化非常小。由于目前还无法将质量增加引起的频率变化（为负值）与晶体上的温度梯度或薄膜应力引起的频率变化区分开，因此必须尽量减小这些由温度引起的变化。只有这样，才能准确测量微小的质量变化。

10.3周期测量法

尽管采用公式 [2] 的仪器非常有用，但人们很快发现其精度范围非常有限，通常只有在 ΔF 小于 0.02 F_q 时才能保持精度。

1961 年，Behrndt[4] 认识到：

$M_f / M_q = (T_c - T_q) / T_q = \Delta F / F_q$ [3]

其中 T_c 和 T_q 分别为带膜（复合）晶体和裸晶体的振荡周期。周期测量法的产生源于两个因素：一是时间测量的数字化实现，二是认识到晶体厚度 l_q 与振荡周期 $T_q = 1/F_q$ 之间的比例关系有严格的数学表述。在电子实现上，周期测量法使用第二个晶体振荡器，即参考振荡器；它不受沉积影响，频率通常远高于监控晶体。参考振荡器用于产生精确的微小时间间隔，以此确定监控晶体的振荡周期。具体做法是使用两个脉冲累加器：第一个累加监控晶体固定数目 m 的周期；第二个同时开启，累加参考振荡器的周期，直到第一个累加器计满 m 个计数。由于参考振荡器的频率稳定且已知，累加 m 个计数所需的时间可精确到 $\pm 2/F_r$，其中 F_r 为参考振荡器的频率。监控晶体的周期为 $(n/F_r)/m$，其中 n 为第二个累加器中的计数值。测量精度取决于参考时钟的速度和门控时间的长短（由 m 的大小决定），提高其中一个或两个参数均可提高测量精度。对于快速测量（需要较短的门控时间）、低沉积速率和低密度材料，高频参考振荡器非常重要，因为这些情况都

需要很高的时间精度，才能分辨两次测量之间由质量引起的微小频率偏移。当监控晶体在两次测量之间的频率变化很小，即与测量精度处于同一量级时，就无法获得高质量的速率测量。测量的不确定性会给控制回路引入更多噪声，而这只能靠加大控制回路的时间常数来抵消。时间常数过长会使速率误差的纠正非常缓慢，导致实际速率在较长时间内偏离目标速率。对于某些简单薄膜，这些偏差也许并不重要；但在生产关键薄膜时（例如光学滤光片，或以低速率生长的极薄多层超晶格），就可能造成不可接受的误差。在许多情况下，如果层与层之间的重复性偏差超过百分之一到二，这些薄膜就会失去预期的性能。归根结底，参考振荡器的实际稳定性和频率限制了传统仪器的测量精度。

4. K. H. Behrndt, J. Vac. Sci. Technol. 8, 622 (1961)

10.4Z-Match 技术

Miller 和 Bolef[5] 的基础性工作将谐振石英与沉积薄膜系统严格地作为一维连续声学谐振器来处理。Lu 和 Lewis[6] 在了解这项工作后，于 1972 年提出了简化的 Z-match® 公式。同一时期电子技术的进步，即微处理器的出现，使“实时”求解 Z-match 公式成为可能。如今销售的大多数沉积工艺控制器都采用这一精密的公式，它考虑了谐振石英与薄膜系统的声学特性，如公式 [4] 所示。

$T_f = (N_{at}d_q / \pi d_f F_c Z) \arctan (Z \tan(\pi(F_q-F_c)/F_q))$ [4]

其中 $Z=(d_q\mu_q/d_f\mu_f)^{1/2}$ 为声阻抗比，μ_q 和 μ_f 分别为石英和薄膜的剪切模量。至此，人们终于从根本上理解了频率与厚度之间的换算，能够在满足工艺控制要求的时间内得到理论上正确的结果。要达到这一新的精度水平，用户只需为所沉积的薄膜额外输入一个材料参数 Z。该公式已在多种材料上经过测试，证实在频率偏移 ΔF 达到 $0.4F_q$ 时仍然有效。请注意，公式 [2] 仅在 $0.02F_q$ 以内有效，公式 [3] 仅在约 $0.05F_q$ 以内有效。

5. J. G. Miller and D. I. Bolef, J. Appl. Phys. 39, 5815, 4589 (1968)

6. C. Lu and O. Lewis, J. Appl. Phys. 43, 4385 (1972)

11 控制回路理论

仪器在测量速度、精度和可靠性方面的进步，还需要一种手段把这些更好的信息转化为更好的工艺控制，才算完整。对沉积工艺而言，这意味着让沉积速率尽可能接近目标速率。控制回路的作用是接收测量系统送来的信息，并根据具体蒸发源的特性进行相应的功率修正。控制系统正常工作时，会把被控参数（即速率）中的微小误差转化为对操纵参数（即功率）的适当修正。控制器能够快速、准确地测出微小变化并作出恰当反应，使工艺不会偏离设定值太远。

最常用来把误差转化为控制动作的控制器模型称为 PID。PID 中，P 代表比例作用，I 代表积分作用，D 代表微分作用。后文将详细讨论该模型的某些方面。在一组特定的控制器设置下，反复观察系统对扰动的响应，即可了解蒸发源的响应特性。观察响应后，估算出改进的控制器参数再试，如此反复，直到获得满意的控制效果。控制最终优化后，实质上就是控制器模型的参数与蒸发源的特性相匹配。

计算最佳蒸发源控制参数的方法，可按整定所用数据的类型分类，基本分为三类：

- 闭环法
- 开环法
- 频率响应法

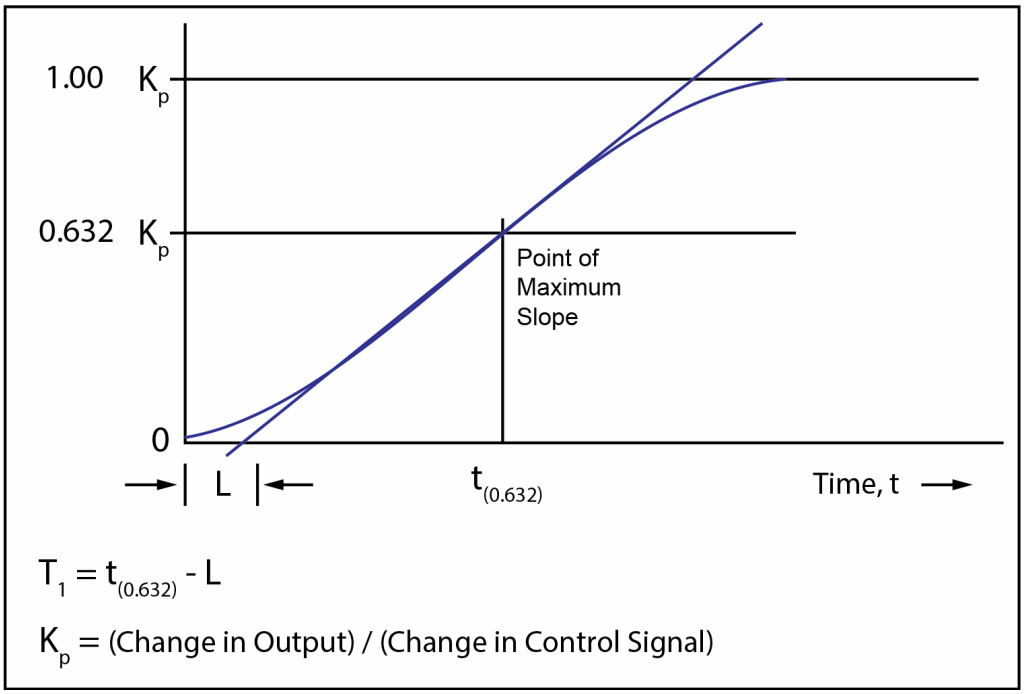
在这几类方法中，开环法被认为最好：所需的实验数据容易获得，而且应用时（在很大程度上）免去了反复试凑。重要的响应特性按下图所示的方法确定。

一般来说，不可能精确描述所有过程，必须作一定的近似。最常用的做法是假设过程的动态特性可以用一阶滞后加纯滞后时间来表示。该模型的拉普拉斯变换（变换到 s 域）近似为：

$$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{K_p \exp(-Ls)}{T_1 s + 1}$$

从过程响应曲线可以确定三个参数：稳态增益 K_p、纯滞后时间 L 和时间常数 T_1。已有多种方法可从下图所示的系统响应中提取所需参数，包括：在过渡过程的 63.2% 处（一个

时间常数）进行单点拟合；两点指数拟合；以及加权最小二乘指数拟合。有了上述信息，过程就得到了充分表征，可以据此定制控制器算法。



PID 型控制器模型应用广泛，其拉普拉斯形式如下式所示。

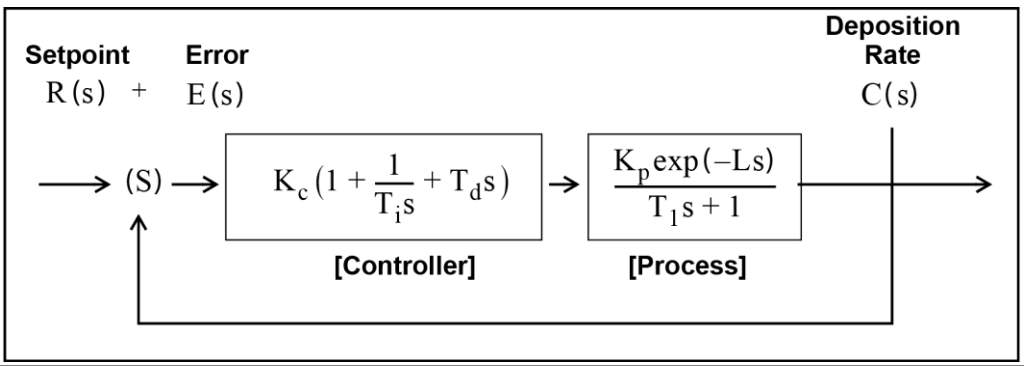
$$M(s) = K_c\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \;\; Es\right)$$

其中

- M(s) = 操纵变量或功率
- K_c = 控制器增益（比例项）
- T_i = 积分时间
- T_d = 微分时间
- E(s) = 过程误差

下图表示控制器算法以及一个具有一阶滞后加纯滞后时间的过程。过程方框中隐含了测量装置和最终控制元件的动态特性，在本例中即蒸发源电源。

R(s) 表示速率设定值。反馈机制是由实测沉积速率 C(s) 与速率设定值 R(s) 之差产生的误差。



使用任何控制系统的关键，都在于为 K_c、T_d 和 T_i 选择合适的值。最优控制在某种程度上是一个主观的量，这从下面列出的几种数学定义就可以看出。

误差平方积分（ISE）是常用的控制系统性能评价准则。

其表达式为：

$$ISE = \int e^2(t)\,dt$$

其中误差 e = 设定值减去实测速率。ISE 对小误差相对不敏感，而大误差对积分值的贡献很大。因此，以 ISE 作为性能准则，得到的响应超调较小，但调节时间较长，因为后期出现的小误差对积分的贡献很小。

绝对误差积分（IAE）也常被用作性能准则：

$$IAE = \int |e(t)|\,dt$$

与 ISE 相比，该准则对小误差更敏感，对大误差则较不敏感。

Graham 和 Lathrop[7] 提出以时间乘绝对误差积分（ITAE）作为另一种性能准则：

$$ITAE = \int t|e(t)|\,dt$$

ITAE 对初始阶段难以完全避免的误差不敏感，但会对后期出现的误差赋予很大的权重。因此，与另外两种准则相比，按 ITAE 定义的最优响应总响应时间更短，超调更大。实践表明，该准则通常最适合沉积工艺控制。

对沉积控制器而言，最令人满意的性能准则是 ITAE：虽然存在超调，但响应快，调节时间短。针对上述各种积分性能准则，都已建立了使相应误差最小的控制器整定关系式。利用手动输入或通过实验测得的过程响应系数，即可按 ITAE 准则方便地算出理想的 PID 控制器系数，如下所示。

$$K_c = (1.36/K_p)\,(L/T_1)^{-0.947}$$

$$T_i = (1.19T_1)\,(L/T_1)^{0.738}$$

$$T_d = (0.381T_1)\,(L/T_1)^{0.995}$$

对于响应慢的系统，为避免控制器积分饱和（积分饱和是指系统还来不及响应信号变化时，控制信号就迅速增大），应延长操纵变量（控制电压）两次变化之间的时间间隔。这样系统就能对上一次控制器设置的变化作出响应，从而可以使用较激进的控制器设置。

另一个好处是抗过程噪声的能力增强：此时用于控制的数据由多个读数组成，而不是单次速率测量值，从而利用了石英晶体对质量的积分特性。

对于响应快（时间常数短）且几乎没有可测纯滞后时间的过程系统，PID 控制器往往难以应对沉积工艺噪声（电子束扫描、熔料与坩埚之间的快速热短路等）。在这种情况下，积分/复位型控制器是一种行之有效的控制算法。这类控制器始终对误差进行积分，推动系统趋向零误差。该方法在纯滞后很小或没有纯滞后时效果很好。如果将其用于具

有可测滞后或纯滞后时间的过程，控制回路会因在系统来得及响应之前就对控制信号过度补偿而趋于振荡。

12 附录 A：材料表

下表列出了各种材料的密度和 Z 参数。列表按化学式字母顺序排列。表中 Z 参数值已针对 AT 切石英晶体进行归一化处理。



⚠ 警告

其中部分材料具有危险性。使用前请查阅材料安全数据表及安全说明。

* 表示该材料的 Z 参数尚未确定，此时默认取值 1.000。

化学式	密度	Z 参数	材料名称
Ag	10.500	0.529	银
AgBr	6.470	1.180	溴化银
AgCl	5.560	1.320	氯化银
Al	2.700	1.080	铝
Al_2O_3	3.970	0.336	氧化铝
Al_4C_3	2.360	*1.000	碳化铝
AlF_3	3.070	*1.000	氟化铝
AlN	3.260	*1.000	氮化铝
AlSb	4.360	0.743	锑化铝
As	5.730	0.966	砷
As_2Se_3	4.750	*1.000	硒化砷
Au	19.300	0.381	金
B	2.370	0.389	硼
B_2O_3	1.820	*1.000	氧化硼
B_4C	2.370	*1.000	碳化硼
BN	1.860	*1.000	氮化硼
Ba	3.500	2.100	钡
BaF_2	4.886	0.793	氟化钡
BaN_2O_6	3.244	1.261	硝酸钡
BaO	5.720	*1.000	氧化钡
$BaTiO_3$	5.999	0.464	钛酸钡（四方晶系）
$BaTiO_3$	6.035	0.412	钛酸钡（立方晶系）
Be	1.820	0.543	铍
BeF_2	1.990	*1.000	氟化铍

化学式	密度	Z 参数	材料名称
BeO	3.010	*1.000	氧化铍
Bi	9.800	0.790	铋
Bi_2O_3	8.900	*1.000	氧化铋
Bi_2S_3	7.390	*1.000	三硫化铋
Bi_2Se_3	6.820	*1.000	硒化铋
Bi_2Te_3	7.700	*1.000	碲化铋
BiF_3	5.320	*1.000	氟化铋
C	2.250	3.260	碳（石墨）
C	3.520	0.220	碳（金刚石）
C_8H_8	1.100	*1.000	聚对二甲苯（联合碳化物公司）
Ca	1.550	2.620	钙
CaF_2	3.180	0.775	氟化钙
CaO	3.350	*1.000	氧化钙
$CaO\text{-}SiO_2$	2.900	*1.000	硅酸钙（3）
$CaSO_4$	2.962	0.955	硫酸钙
$CaTiO_3$	4.100	*1.000	钛酸钙
$CaWO_4$	6.060	*1.000	钨酸钙
Cd	8.640	0.682	镉
CdF_2	6.640	*1.000	氟化镉
CdO	8.150	*1.000	氧化镉
CdS	4.830	1.020	硫化镉
CdSe	5.810	*1.000	硒化镉
CdTe	6.200	0.980	碲化镉
Ce	6.780	*1.000	铈
CeF_3	6.160	*1.000	氟化铈（III）
CeO_2	7.130	*1.000	二氧化铈
Co	8.900	0.343	钴
CoO	6.440	0.412	氧化钴
Cr	7.200	0.305	铬
Cr_2O_3	5.210	*1.000	三氧化二铬
Cr_3C_2	6.680	*1.000	碳化铬
CrB	6.170	*1.000	硼化铬
Cs	1.870	*1.000	铯
Cs_2SO_4	4.243	1.212	硫酸铯

化学式	密度	Z 参数	材料名称
CsBr	4.456	1.410	溴化铯
CsCl	3.988	1.399	氯化铯
CsI	4.516	1.542	碘化铯
Cu	8.930	0.437	铜
Cu_2O	6.000	*1.000	氧化亚铜
Cu_2S	5.600	0.690	硫化亚铜（α 型）
Cu_2S	5.800	0.670	硫化亚铜（β 型）
CuS	4.600	0.820	硫化铜
Dy	8.550	0.600	镝
Dy_2O_3	7.810	*1.000	氧化镝
Er	9.050	0.740	铒
Er_2O_3	8.640	*1.000	氧化铒
Eu	5.260	*1.000	铕
EuF_2	6.500	*1.000	氟化亚铕
Fe	7.860	0.349	铁
Fe_2O_3	5.240	*1.000	氧化铁
FeO	5.700	*1.000	氧化亚铁
FeS	4.840	*1.000	硫化亚铁
Ga	5.930	0.593	镓
Ga_2O_3	5.880	*1.000	氧化镓（β 型）
GaAs	5.310	1.590	砷化镓
GaN	6.100	*1.000	氮化镓
GaP	4.100	*1.000	磷化镓
GaSb	5.600	*1.000	锑化镓
Gd	7.890	0.670	钆
Gd_2O_3	7.410	*1.000	氧化钆
Ge	5.350	0.516	锗
Ge_3N_2	5.200	*1.000	氮化锗
GeO_2	6.240	*1.000	氧化锗
GeTe	6.200	*1.000	碲化锗
Hf	13.090	0.360	铪
HfB_2	10.500	*1.000	硼化铪
HfC	12.200	*1.000	碳化铪
HfN	13.800	*1.000	氮化铪

化学式	密度	Z 参数	材料名称
HfO_2	9.680	*1.000	氧化铪
$HfSi_2$	7.200	*1.000	硅化铪
Hg	13.460	0.740	汞
Ho	8.800	0.580	钬
Ho_2O_3	8.410	*1.000	氧化钬
In	7.300	0.841	铟
In_2O_3	7.180	*1.000	三氧化二铟
In_2Se_3	5.700	*1.000	硒化铟
In_2Te_3	5.800	*1.000	碲化铟
InAs	5.700	*1.000	砷化铟
InP	4.800	*1.000	磷化铟
InSb	5.760	0.769	锑化铟
Ir	22.400	0.129	铱
K	0.860	10.189	钾
KBr	2.750	1.893	溴化钾
KCl	1.980	2.050	氯化钾
KF	2.480	*1.000	氟化钾
KI	3.128	2.077	碘化钾
La	6.170	0.920	镧
La_2O_3	6.510	*1.000	氧化镧
LaB_6	2.610	*1.000	硼化镧
LaF_3	5.940	*1.000	氟化镧
Li	0.530	5.900	锂
LiBr	3.470	1.230	溴化锂
LiF	2.638	0.778	氟化锂
$LiNbO_3$	4.700	0.463	铌酸锂
Lu	9.840	*1.000	镥
Mg	1.740	1.610	镁
$MgAl_2O_4$	3.600	*1.000	铝酸镁
$MgAl_2O_6$	8.000	*1.000	尖晶石
MgF_2	3.180	0.637	氟化镁
MgO	3.580	0.411	氧化镁
Mn	7.200	0.377	锰
MnO	5.390	0.467	氧化锰

化学式	密度	Z 参数	材料名称
MnS	3.990	0.940	硫化锰（II）
Mo	10.200	0.257	钼
Mo_2C	9.180	*1.000	碳化钼
MoB_2	7.120	*1.000	硼化钼
MoO_3	4.700	*1.000	三氧化钼
MoS_2	4.800	*1.000	二硫化钼
Na	0.970	4.800	钠
Na_3AlF_6	2.900	*1.000	冰晶石
$Na_5Al_3F_{14}$	2.900	*1.000	锥冰晶石
NaBr	32.00	*1.000	溴化钠
NaCl	2.170	1.570	氯化钠
$NaClO_3$	2.164	1.565	氯酸钠
NaF	2.558	1.645	氟化钠
$NaNO_3$	2.270	1.194	硝酸钠
Nb	8.578	0.492	铌
Nb_2O_3	7.500	*1.000	三氧化二铌
Nb_2O_5	4.470	*1.000	五氧化二铌
NbB_2	6.970	*1.000	硼化铌
NbC	7.820	*1.000	碳化铌
NbN	8.400	*1.000	氮化铌
Nd	7.000	*1.000	钕
Nd_2O_3	7.240	*1.000	氧化钕
NdF_3	6.506	*1.000	氟化钕
Ni	8.910	0.331	镍
NiCr	8.500	*1.000	镍铬合金
NiCrFe	8.500	*1.000	因科镍合金
NiFe	8.700	*1.000	坡莫合金
NiFeMo	8.900	*1.000	超坡莫合金
NiO	7.450	*1.000	氧化镍
P_3N_5	2.510	*1.000	氮化磷
Pb	11.300	1.130	铅
$PbCl_2$	5.850	*1.000	氯化铅
PbF_2	8.240	0.661	氟化铅
PbO	9.530	*1.000	氧化铅

化学式	密度	Z 参数	材料名称
PbS	7.500	0.566	硫化铅
PbSe	8.100	*1.000	硒化铅
$PbSnO_3$	8.100	*1.000	锡酸铅
PbTe	8.160	0.651	碲化铅
Pd	12.038	0.357	钯
PdO	8.310	*1.000	氧化钯
Po	9.400	*1.000	钋
Pr	6.780	*1.000	镨
Pr_2O_3	6.880	*1.000	氧化镨
Pt	21.400	0.245	铂
PtO_2	10.200	*1.000	氧化铂
Ra	5.000	*1.000	镭
Rb	1.530	2.540	铷
RbI	3.550	*1.000	碘化铷
Re	21.040	0.150	铼
Rh	12.410	0.210	铑
Ru	12.362	0.182	钌
S_8	2.070	2.290	硫
Sb	6.620	0.768	锑
Sb_2O_3	5.200	*1.000	三氧化二锑
Sb_2S_3	4.640	*1.000	三硫化二锑
Sc	3.000	0.910	钪
Sc_2O_3	3.860	*1.000	氧化钪
Se	4.810	0.864	硒
Si	2.320	0.712	硅
Si_3N_4	3.440	*1.000	氮化硅
SiC	3.220	*1.000	碳化硅
SiO	2.130	0.870	一氧化硅
SiO_2	2.648	1.000	二氧化硅
Sm	7.540	0.890	钐
Sm_2O_3	7.430	*1.000	氧化钐
Sn	7.300	0.724	锡
SnO_2	6.950	*1.000	氧化锡
SnS	5.080	*1.000	硫化锡

化学式	密度	Z 参数	材料名称
SnSe	6.180	*1.000	硒化锡
SnTe	6.440	*1.000	碲化锡
Sr	2.600	*1.000	锶
SrF_2	4.277	0.727	氟化锶
SrO	4.990	0.517	氧化锶
Ta	16.600	0.262	钽
Ta_2O_5	8.200	0.300	五氧化二钽
TaB_2	11.150	*1.000	硼化钽
TaC	13.900	*1.000	碳化钽
TaN	16.300	*1.000	氮化钽
Tb	8.270	0.660	铽
Tc	11.500	*1.000	锝
Te	6.250	0.900	碲
TeO_2	5.990	0.862	氧化碲
Th	11.694	0.484	钍
ThF_4	6.320	*1.000	四氟化钍
ThO_2	9.860	0.284	二氧化钍
$ThOF_2$	9.100	*1.000	氟氧化钍
Ti	4.500	0.628	钛
Ti_2O_3	4.600	*1.000	三氧化二钛
TiB_2	4.500	*1.000	硼化钛
TiC	4.930	*1.000	碳化钛
TiN	5.430	*1.000	氮化钛
TiO	4.900	*1.000	一氧化钛
TiO_2	4.260	0.400	二氧化钛
Tl	11.850	1.550	铊
TlBr	7.560	*1.000	溴化铊
TlCl	7.000	*1.000	氯化铊
TlI	7.090	*1.000	碘化铊（β 型）
U	19.050	0.238	铀
U_3O_8	8.300	*1.000	八氧化三铀
U_4O_9	10.969	0.348	氧化铀
UO_2	10.970	0.286	二氧化铀
V	5.960	0.530	钒

化学式	密度	Z 参数	材料名称
V_2O_5	3.360	*1.000	五氧化二钒
VB_2	5.100	*1.000	硼化钒
VC	5.770	*1.000	碳化钒
VN	6.130	*1.000	氮化钒
VO_2	4.340	*1.000	二氧化钒
W	19.300	0.163	钨
WB_2	10.770	*1.000	硼化钨
WC	15.600	0.151	碳化钨
WO_3	7.160	*1.000	三氧化钨
WS_2	7.500	*1.000	二硫化钨
WSi_2	9.400	*1.000	硅化钨
Y	4.340	0.835	钇
Y_2O_3	5.010	*1.000	氧化钇
Yb	6.980	1.130	镱
Yb_2O_3	9.170	*1.000	氧化镱
Zn	7.040	0.514	锌
Zn_3Sb_2	6.300	*1.000	锑化锌
ZnF_2	4.950	*1.000	氟化锌
ZnO	5.610	0.556	氧化锌
ZnS	4.090	0.775	硫化锌
ZnSe	5.260	0.722	硒化锌
ZnTe	6.340	0.770	碲化锌
Zr	6.490	0.600	锆
ZrB_2	6.080	*1.000	硼化锆
ZrC	6.730	0.264	碳化锆
ZrN	7.090	*1.000	氮化锆
ZrO_2	5.600	*1.000	氧化锆

13 附录 B：图标定义

下表定义了 IMC300 中显示的所有图标。表格按图标英文名称的字母顺序排列，并注明各图标所在的界面。

图标名称	所在界面	图标
添加	Process（工艺）界面 / Layers（层）界面 / Film Pre-Conditioning Settings（薄膜预处理设置）界面 / Film Post-Conditioning Settings（薄膜后处理设置）界面	
日历	Time Settings（时间设置）	
时钟	General Settings（常规设置） / Time Settings	
关闭挡板	Source（蒸发源）界面 / Sensor（传感器）界面	
复制	Process 界面	
晶体	Sensor 界面	
删除	Process 界面	
薄膜	Film（薄膜）界面	
频率	Operate（运行）界面	
图表	Operate 界面 / Sensor 界面	
高亮度	Screen Settings（屏幕设置）	
信息	所有界面	
层	Operate 界面	
材料库	Library（材料库）界面	
锁定	Settings（设置）界面	
低亮度	Screen Settings	

图标名称	所在界面	图标
手动功率	Source Settings（蒸发源参数）	
维护	所有界面	
材料	Source 界面	
消息	顶栏	
消息-通知		
消息-警告		
消息-错误		
无消息		
移动	Process 界面	
静音	Settings 界面	
下一层	Operate 界面	
打开挡板	Source 界面 / Sensor 界面	
运行	所有界面	
功率	Source 界面	
速率	Operate 界面	
速率偏差	Operate 界面	
复位	Operate 界面	
旋转转盘	Sensor 界面	
旋转传感器	Sensor 界面	
选择	Operate 界面	
传感器	图表面板	

图标名称	所在界面	图标
设置	所有界面	
扬声器	**Settings** 界面	
启动	**Operate** 界面	
停止	**Operate** 界面	
切换晶体	**Sensor** 界面	
厚度	**Operate** 界面	
已解锁	**Lock Settings**（锁定设置）	
厚度清零	**Operate** 界面	

14 附录 C：如何更新 IMC300 应用固件

先决条件

- U 盘。
- 应用更新包含两个文件：fw-app.efw 和 tgfx_ext.ebin。请向 INFICON 服务工程师索取更新文件。

操作步骤

1. 将两个加密文件（fw-app.efw 和 tgfx_ext.ebin）复制到 U 盘的根目录下。

2. 关闭 IMC300 的电源。

3. 将 U 盘插入前面板上的插槽。

4. 打开 IMC300 控制器的电源。固件更新随即开始（此时前面板上的琥珀色 LED 指示灯闪烁）。更新完成后，LCD 上将显示 GUI 运行界面。也可以通过外部串行接口发送软件版本查询命令，或在 **Info**（信息）菜单界面查看软件版本，以确认更新成功。

15 附录 D：IMC300 状态图

工艺的执行过程如下面的状态图所示。

