

# Opentrons Flex 全自动移液工作站

说明手册



**Opentrons Labworks Inc.** 

2023年8月

© OPENTRONS 2023 Opentrons Flex™(Opentrons Labworks, Inc.) 即使没有用上述特殊符号注明, 本文件中使用的注册名称、商标等均受法律保护。

# 目录

目录	1 <		3
前言	ī		8
	手册	册结构	8
	注意	意与警告	8
第一	-章	简介	10
	1.1	欢迎使用 Opentrons Flex 全自动移液工作站	10
		Flex 新功能	10
		Flex 工作站	11
		NGS 工作站	11
		PCR 工作站	11
		核酸提取工作站	12
		磁珠蛋白纯化工作站	12
	1.2	安全信息	12
		安全标示	13
		电气安全警告	14
		其它安全警告	14
		安全提醒	15
		生物安全	16
		有毒气雾	16
		易燃液体	16
	1.3	监管合规性	16
		安全	16
		电磁兼容	17
		FCC 警告与注意事项	17
		加拿大 ISED 合规性	17
		环境警告	17
		Wi-Fi 预认证	18
第二	章	安装与移动	19
	2.1	安全与操作要求	19
		Opentrons Flex 摆放位置	19
		功耗	20
		环境条件	20
	2.2	开箱	21
		人力和时间要求	21
		箱子和包装材料	21
		产品组件	21
		第一部分:拆开箱子	23
		第二部分:取出 Flex	24
		第三部分:完成组装并开机	26
	2.3	首次开机	28
		连接网络或电脑	28

	安装软件更新	
	安装急停开关	
	给机器命名	
2.4	仪器安装与校准	
	安装移液器	
	安装转板抓手	
2.5	移动	
	短距离移动	
	长距离移动	
	一般移动建议	
第三章	系统描述	
3.1	物理组件	
	框架和外壳	
	甲板和工作区	
	移动系统	
	触摸屏和指示灯	
3.2	移液器	
	移液器参数	
	移液器校准	
	移液器传感器	
	移液器固件更新	41
3.3	转板抓手	
	转板抓手参数	
	转板抓手校准	
	转板抓手固件更新	
3.4	急停开关	
	什么时候用急停开关	
	锁住和释放急停开关	
3.5	连接	
	电源连接	
	USB 和外设连接	45
	网络连接	
3.6	系统参数	
	一般参数	
	环境参数	47
	认证	
	序列号	
第四章	模块	
4.1	兼容模块	
4.2	模块盒	
4.3	模块校准	
	什么时候校准模块	
	如何校准模块	
4.4	热振荡仪 GEN1	

	热振荡仪特性	
	热振荡仪参数	53
4.5	环形磁力架 GEN1	
	环形磁力架特性	
	环形磁力架参数	
4.6	温控模块 GEN2	
	温控模块特性	
	温控模块参数	
4.7	热循环模块 GEN2	
	热循环模块特性	
	热循环模块参数	
第五章	实验室器皿	
5.1	实验室器皿概念	
	实验室器皿-硬件类	
	实验室器皿-数据类	
	实验室器皿-定制类	
5.2	储液槽	60
	单孔储液槽	60
	多孔储液槽	61
	储液槽和 API 定义	
	定制储液槽器皿	61
5.3	孔板	61
	6孔板	
	12 孔板	
	24 孔板	
	48 孔板	
	96 孔板	63
	384 孔板	64
	孔板适配器	
	孔板和 API 定义	65
	定制孔板器皿	
5.4	吸头和吸头盒	
	吸头盒	
	吸头-移液器兼容	
5.5	离心管和离心管架	
	离心管架组合件	
	6 孔管架	
	10 孔管架	
	15 孔管架	
	24 孔管架	
	离心管架 API 定义	
	定制离心管架器皿	
5.6	铝合金管架	70
	24 孔铝合金管架	

		96 孔铝合金管架	70
		铝合金管架组合件	70
		24 孔铝合金管架组合件	71
		96 孔铝合金管架组合件	71
	5.7	实验室器皿和 Opentrons Flex 转板抓手	71
	5.8	定制实验室器皿定义	72
		创建定制实验室器皿定义	72
		JSON 实验室器皿架构	74
		JSON 实验室器皿定义	
第六	く	协议开发	77
	6.1	预制协议	77
		在线协议库	77
		定制协议开发服务	
	6.2	Protocol Designer	
		Protocol Designer 要求	
		设计新的协议	
		修改现有协议	
	6.3	Python API	
		协议编写与运行	
		Python 独有特性	
	6.4	OT-2 协议	
		OT-2 Python 协议	
		OT-2 JSON 协议	
		磁性模块协议	
第七	≤章	软件与操作	
	7.1	触摸屏操作	
		机器控制面板	
		协议管理	
		协议信息	
		运行设置	
		实验室器皿位置校准	
		运行进度	
		运行完成	
		仪器管理	
		机器设置	
	7.2	Opentrons App	
		安装应用程序	
		将协议传输到 Flex	
		模块状态和控制	
		最近协议运行记录	
	7.3	高级操作	
		Jupyter Notebook	
		SSH 命令操作	
第ノ	(章	维护与服务	

8.1 清洁 Flex	
开始清洁前	
可清洁部位	
清洁剂	
框架和窗口板清洁	
甲板清洁	
门架清洁	
8.2 清洁移液器和吸头	
净化移液器	
清洁移液器吸头	
8.3 清洁转手抓板	
8.4 清洁模块	
一般模块	
热循环模块密封垫	
8.5 可高压灭菌的实验室器皿	
8.6 维修 Flex	
Opentrons 服务	
安装验证与运行验证	
预防性维护	
产品保修	
附录 A 术语表	
附录 B 其它资料	
B.1 Opentrons Knowledge Hub	
B.2 Python API 文档	
B.3 Opentrons HTTP API 参考	
B.4 开发者文档	
附录 C 开源软件	
C.1 GitHub 上的 Opentrons	
发布	
提问	
共享代码	
开源证书	
C.2 Opentrons 单一代码库	
C.3 其它存储库	
附录 D 支持与联系方式	
D.1 销售	
D.2 支持	
D.3 公司信息	

# 前言

欢迎阅读 Opentrons Flex 全自动移液工作站说明手册。本手册为您日常设置和使用 Flex 全自动移液工作站提供全面指导,侧重于在实验室环境中 Flex 日常用户最为关切的诸多话题。

#### 手册结构

Opentrons Flex 全自动移液工作站是一套复杂系统,您可以从不同途径了解这套系统,必要时也可以直接跳到您感兴趣的章节阅读!比如,如果您实验室里已经妥善安装了 Flex 全自动移液工作站,那么您可以跳过安装与移动章节。

如果您更喜欢引导式阅读,本手册做了精心的结构设计,您可以从开篇到结尾进行系统阅读。

- 关于 Flex。第一章简介 Flex 的主要特性,以及重要的安全信息和监管信息。
- 开箱 Flex。如果您需要安装 Flex,请按照第二章安装与移动中的详细说明安装,然后从 第三章系统描述中了解 Flex 的基本组件。
- **设置甲板。**配置甲板, 启用 Flex 应用程序。第四章模块介绍可以嵌入或搭载在甲板上 工作的 Opentrons 外围模块或硬件。第五章实验室说明如何使用机器移液。
- 运行协议。Flex 的主要用途就是运行标准化科学程序,即协议。第六章协议开发介绍了如何获得现成的协议或自行设计协议。第七章软件与操作介绍如何运行协议,如何执行其它任务和自定义机器设置。
- Flex 维护。按照第八章维护与服务建议,及时清洁 Flex,保持最佳运行状态;或申请 Opentrons 服务项目,让我们帮您维护。
- **更多其他信息。**还想了解其它?可以查看附录。
  - 附录 A 术语表定义了 Flex 相关术语。
  - 附录 B 其它资料介绍更多有关 Opentrons 产品和方便编写 Flex 控制代码的资源。
  - 附录 C 开源软件介绍了供开发者和非开发者使用的 GitHub Opentrons 软件资源。
  - 附录 D 支持与联系方式列明了 Opentrons 联系方式,方便您向我们寻求其它帮助。

#### 注意与警告

本手册中有一些专门的注意和警告标示。"注意",为您提供一些日常使用过程中可能不会注 意到的实用信息。"警告",提醒您要特别重视,它的出现意味着可能会引发人身伤害、设备 损坏、样品或试剂损耗或污染、数据丢失或其他伤害风险。 注意和警告符号表示如下:

Δ

**注意示范**:您应该知晓的信息,但是不会构成任何危险。

**警告示范:**您必须知晓的信息,因为涉及潜在风险。

# 第一章简介

本章介绍 Opentrons Flex 全自动移液工作站生态系统,包括整体系统设计和可用的工作站 配置,以及您安装 Opentrons Flex 全自动移液工作站时,要了解的重要合规与安全信息。 关于 Opentrons Flex 全自动移液工作站的更多详细信息,请参考**第三章系统描述**。

### 1.1 欢迎使用 Opentrons Flex 全自动移液工作站

Opentrons Flex 全自动移液工作站,是一款适用于高通量复杂工作流的移液机器。Flex 移液 工作站是模块化系统的基础平台,您可以根据需要在上面自行搭载移液器、转板抓手、甲 板上模块和实验器皿等模块系统。您可以通过 Flex 触摸屏直接操作机器,也可以通过 Opentrons App 或开源 API 在实验室其它地方远程操作机器。

Opentrons Flex 全自动移液工作站,提供您启动自动化常规实验室工作需要的所有设备,包括机器、硬件和实验室器皿。关于其他应用,Opentrons Flex 完全基于开源软件和固件运行,无试剂和实验室器皿限制,您可以自主设计和运行协议。

### Flex 新功能

Opentrons Flex 移液工作站是 Opentrons 系列移液机器之一。Opentrons Flex 移液工作站用户可能也知道 Opentrons OT-2 移液工作站。在许多关键方面, Flex 都比 OT-2 更胜一筹, 通量更大, 自动化程度更高。

特性	描述
移液器通量	Flex 移液器提供单通道、8 通道或 96 通道三种规格。96 通道移液器单次移液通量是 OT-2 移液器的 12 倍。
移液器和吸头量程	Flex 移液器量程范围更大(1-50μL, 5–1000 μL),支持 Opentrons Flex 任何量程的吸头,这一点比 OT-2 更有优 势,后者量程范围小,必须使用与量程相匹配的吸头。
转板抓手	Opentrons Flex 转板抓手,能在甲板上自动抓取和移动器 皿,用户无需干预。这种转板抓手可以在单个运行协议下 实现更为复杂的工作流程。
自动校准	支持 Flex 移液器和转板抓手之间的全自动位置校准。一 个按键, 仪器就能移动到甲板上多个精密加工过的点位, 以确定其精准位置, 同时保存位置数据, 供协议使用。

触摸屏	Flex 自带触摸屏交互界面,用户除了用 Opentrons App,还可以用触摸屏直接控制机器,用触摸屏启动协议运行、检查工作状态、直接更改机器设置。
模块盒	将 Flex 模块放入甲板下的模块盒里,让实验室器皿更靠 近甲板表面,从甲板下方走电源线。有了这些模块盒,甲 板上可以放置更多模块和实验器皿。
甲板位坐标	Flex 上的甲板位按照坐标系从 A1-D3 依次编号,类似于 实验室器皿上的孔口编号。
可拆装垃圾桶	垃圾桶可以装在 Flex 的不同甲板位上,默认位置(甲板 位 A3)为建议位置。
尺寸和重量	Flex 比 OT-2 更大更重。安装时,需要找一位帮手。

Opentrons 网站提供详细的机器技术参数对比。

Flex 和 OT-2 机器都基于开源软件运行, Opentrons App 能同时控制这两种机器。虽然 OT-2 协议无法直接在 Flex 上运行,但改编很简单(参考协议开发 6.4 OT-2 协议部分)。

### Flex 工作站

Opentrons Flex 工作站由机器、附件、移液器和转板抓手、模块、以及实现特定自动化应用 所需的器皿组成。工作站所有组件都是模块式组件。如果您想要变更用途,可以新增或更换 其它 Flex 硬件和兼容耗材。

#### NGS 工作站

Opentrons Flex NGS 工作站支持自动制备 NGS 文库,使用主流试剂系统,自动执行测序前工作流程,例如片段化、靶向文库制备。

除了 Flex 机器, NGS 工作站还包括:

- 转板抓手
- 两个 8 通道移液器(1-50μL 和 5-1000μL)
- 环形磁力架
- 温控模块
- 热循环模块
- 配套实验室器皿(滤芯吸头、微量离心管、储液槽和 PCR 孔板)

#### PCR 工作站

Opentrons Flex PCR 工作站,能同时为最多 96 份样本自动进行 PCR 体系配置和启动热循环

流程。机器可以将冷却后的试剂和样本平均分配到 96 PCR 孔板的每个孔中。结合自动热循环模块,使用转板抓手将孔板放入热循环仪内,然后运行选定的 PCR 程序即可。

除 Flex 机器以外, PCR 工作站还包括:

- 转板抓手
- 单通道移液器(1-50μL)
- 8 通道移液器(1-50μL)
- 温控模块
- 配套实验室器皿(滤芯吸头、微量离心管、储液槽和 PCR 孔板)

#### 核酸提取工作站

Opentrons Flex 核酸提取工作站能自动进行 DNA/RNA 分离纯化,用环形磁力架分离磁珠, 用热振荡仪裂解样本,使磁珠重悬。

除 Flex 机器以外,核酸提取工作站还包括:

- 转板抓手
- 单通道移液器(5-1000μL)
- 8 通道移液器(5-1000µL)
- 环形磁力架
- 热振荡仪
- 配套实验室器皿(滤芯吸头、储液槽、PCR 孔板和深孔板)

#### 磁珠蛋白纯化工作站

Opentrons Flex 磁珠蛋白纯化工作站,能同时为最多 96 份样本进行自动小规模蛋白纯化和蛋白质组学样本制备。

除 Flex 机器以外,蛋白纯化工作站还包括:

- 转板抓手
- 单通道移液器(5-1000μL)
- 8 通道移液器(5-1000µL)
- 环形磁力架
- 热振荡仪
- 配套实验室器皿(滤芯吸头、储液槽、PCR 孔板和深孔板)

### 1.2 安全信息

Opentrons Flex 移液工作站设计安全可靠。请参考本节参数说明和合规指南,规范使用 Flex

移液工作站。本节对机器输入输出接头(电源接头和数据接头)的使用安全、机器和相关硬件上的警告标签进行了说明。如果未按照规定正确使用设备,可能会给人员和设备带来风险。

### 安全标示

机器上和本手册中出现的以下标签,用于警告和提示您注意潜在危险或伤害。

标示	描述
	<ul> <li>警告:警示用户注意</li> <li>潜在危险情形</li> <li>可能造成人员伤亡的行为</li> </ul>
	<ul> <li>提醒:提醒用户不要</li> <li>损坏设备</li> <li>丢失或损坏数据</li> <li>不可恢复地中断正在进行的操作</li> </ul>
4	<b>小心触电:</b> 如果仪器某部件上出现这个标示,意味如果仪器使用不 当,这里可能会引发触电。
	<b>小心高温:</b> 如果仪器某部件上出现这个标示,意味着如果仪器使用 不当,这里可能会引发高温烫伤。
	<b>小心夹手:</b> 如果仪器某部件上出现这个标示,意味着移动过程中可能对人身造成伤害。

Flex 上可能出现以下标签:

- 知识产权标签
- 监管合规标签(比如,<u>ETL</u>)
- 电气危险标签
- 一般警示标签
- 产品标签
- 小心夹手标签

- 小心高压标签
- 额定功率标签

### 电气安全警告

请务必重视以下电气安全警告:

标示	描述
	机器连通的电源必须是一类接地电源。参见系统描述电源部分。
	以下情形不得连接(插上)、断开(拔下)、或使用 AC 电源线: • 电源线有磨损或已损坏 • 其它电线、电缆或插座有磨损或已损坏 使用已损坏的电源线,可能会引发触电风险,严重伤害或损坏人身 或机器。
	未经 Opentrons 支持中心指示,不得擅自更换 AC 电源线。

更多关于电器安全的注意事项,请参考安装与移动功耗部分。

### 其它安全警告

请务必重视以下其它安全警告:

标示	描述
	Opentrons Flex 全自动移液工作站,尚未获得处理易燃易爆液体的认证。不得将装有易燃易爆液体的孔板、离心管或样品管放入机器,或操作装有易燃易爆液体的仪器。
	处理化学品时,务必使用良好的实验室作业规范,严格遵守制造商的安全警告规定。因使用危险化学品造成的任何伤害,Opentrons概不负责。
	Flex 重 88.5kg (195lbs),如需抬放和移动,请务必两人一起操作。 请参考安装与移动 2.5 移动部分。
	Flex 应放在能承重 88.5kg(195lbs)的台面,台面空间要尽量宽敞,四周留有足够空隙(20cm 或 8in)。请参考安装与移动 2.1 安全与 操作要求部分。
	Flex 工作中可能会振动,务必将其放置在对角焊接稳固的、水平的防水的台面上。请参考安装与移动 2.1 安全与操作要求部分。

### 安全提醒

为保护 Flex 的安全,请以下遵守注意事项:

标示	描述
	使用符合 ANSI/SLAS 标准的或 Opentrons 准许的实验室器皿。参见第五章实验室器皿。
	不得让任何腐蚀性物质、试剂或其它破坏性物质接触机器。

#### 生物安全

含有人体物质的生物标本和试剂存在潜在传染风险。Opentrons 建议您根据<u>《微生物和生物</u> 医学实验室生物安全》(第六版)要求,严格遵守实验室安全操作规程。

正常情况下,机器工作中不会形成来自源液的可检测到的气溶胶。但在极少数情况下,仍然可能存在形成气溶胶的风险。处理生物安全二级或以上源液时,应按照当地监管机构要求,采取必要的气溶胶防护措施。为最大限度地降低气溶胶暴露的潜在风险,请您确保:

- 按照第八章维护与服务的规定做好清洁与维护工作。
- 正确安装和固定所有仪器盖、移液器、模块和器皿。
- 采用正确的移液方法,尽量避免产生气溶胶。

#### 有毒气雾

如果您处理的是挥发性溶剂或有毒物质,请使用有效的实验室通风系统,及时排出可能产生的任何气雾。

#### 易燃液体

Flex 移液工作站尚未获得处理易燃液体的认证,不得用来处理易燃液体。

### 1.3 监管合规性

Opentrons Flex 全自动移液工作站,符合以下安全与电磁兼容标准。

### 安全

规则编号	名称
IEC/UL/CSA 61010-1	测量、控制和实验室用电气设备安全要求 第1部:通用要求
IEC/UL/CSA 61010-2-051	实验室混合与搅拌设备特殊要求

#### 电磁兼容

规则编号	名称
EN/BSI 61326-1	测量、控制和实验室用电气设备安全要求 第1部:通用要求
FCC 47 CFR Part 15 Subpart B Class A	无意发射体
IC ICES-003	频谱管理与电信干扰设备标准-信息技术设备(含数字设备)

#### FCC 警告与注意事项

警告:未经 Opentrons 明确授权的更改或修改可能使用户操作该设备的权限失效。

本设备符合 FCC 认证规则的第15部分。操作此设备应符合以下两点要求:

- 此设备不会导致有害干扰。
- 此设备必须能承受接收到的任何干扰,包括可能导致非期望操作的干扰。

**注意**:本设备已经过测试,且符合 FCC 认证规则第 15 部分对 "A 类"数字设备的限制,这 些限制旨在为设备在商业环境中运行时提供合理保护,防止有害干扰。本设备会产生、使用 并可辐射无线电射频能量,若不按照说明手册进行安装和使用,可能会对无线电通信造成有 害干扰。在居民区运行此设备可能会产生有害干扰,在这种情况下用户需自费消除此类干扰。

### 加拿大 ISED 合规性

#### 加拿大 ICES-003(A)/NMB-003(A)

本产品符合适用的加拿大创新、科学和经济发展部(ISEDC,又名 IC)对无线通讯产品的规定和技术要求。

Le présent produit est conforme aux spécifications techniques applicables d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada.

### 环境警告

警告: 癌症和生殖系统损害 —— www.P65Warnings.ca.gov

### Wi-Fi 预认证

Wi-Fi 模块已在许多地区通过了预认证:

- 美国 (FCC): FCC 标识符 UAY-W8997-M1216
- 欧洲经济区 (CE): 无公共标识符 (自行申报)
- 加拿大 (IC): 硬件版本标识号 W8997-M1216
- 日本 (TELEC): 认证码 020-170034
- 印度(WPC): 注册码 ETA-SD-20191005525(自行申报)

# 第二章安装与移动

本章介绍如何为实验室准备 Opentrons Flex、如何安装机器、以及必要时如何移动机器。

在接收 Flex 时,请务必确保您实验室或设施符合"安全与操作要求"部分规定的所有标准。 需要启动和运行 Flex 时,请按照"开箱"、"首次开机"和"仪器安装与校准"部分的详细说 明操作,或使用 Opentrons <u>现场支持安装服务</u>。如果您要将 Flex 移动到新位置(无论远近), 请按照"移动"部分规定的步骤操作。

### 2.1 安全与操作要求

#### Opentrons Flex 摆放位置

几乎对于每个实验室而言,空间都是最宝贵的资源。Flex 也会需要一些空间,但是不用太多, 一般只需要常规实验室桌一半的空间。请确保您为 Flex 准备的放置空间能满足以下条件:

- 桌子:桌子要稳固、不晃、水平和台面防水,不建议用任何带滑轮(即使滑轮上有锁扣)
   的桌子或工作台。Flex运作速度快,质量重,桌子太轻或不固定容易引起颤动或失衡。
- 承重: 仅机器本身重量就有 88.5kg (195lb),需要两个人一起抬放。一定要确保桌面能承受机器本身的重量、以及搭载在机器上的其它模块、器皿、液体、或实验过程中可能用到的实验设备的重量。
- 操作空间:机器基本尺寸是 87cmW×69cm D×84cm H (约 34"×27"×33")。机器两侧 和后面要预留至少 20cm (8")的空间,方便连接电线和 USB 端口,以及模块加热和冷 却过程中散热通风。



Opentrons Flex 基本尺寸

Opentrons Flex 俯瞰图,两侧和后面最少预留空间

#### 功耗

将 Opentrons Flex 全自动移液工作站与安装点工作台上的或周边的墙面插座连接。

将 Flex 全自动移液工作站与电源接通即可,支持自动适配最高功率。

- 输入功率: 36 VDC, 6.1A
- 待机功耗: 30-40 W
- 典型功耗: 50-100 W (协议运行期间)
- 最高功耗:约 120 W

实际功耗取决于以下因素:

- 协议执行期间的移动量和移动类型
- 机器的待机时长
- 机器的灯光状态
- 连接的设备数量

注意同一电源上连接的其他电子设备的功耗情况,包括自带电源的 Flex 模块。比如,热循 环模块功耗最大(630W),远高于 Flex 移液工作站本身的功耗。必要时,可以咨询设施经 理,确保其符合您设备的功率要求。

#### 环境条件

环境条件分为建议使用、可接受使用、存储三种不同条件:

	建议系统运作条件	可接受系统运作条件	存储与运输条件
室温	+20 至 +25℃	+2 至 +40℃	-10 至 +60℃
相对湿度	40-60% 非冷凝	30-80% 非冷凝 (低于 30℃)	10-85% 非冷凝 (低于 30℃)
海拔	约海拔 500m	最高海拔 2000m	最高海拔 2000m

Opentrons 已验证, Opentrons Flex 在建议系统运作条件下的使用效果最佳;在可接受系统运作条件下使用也是安全的,但是效果可能会有所不同;但请勿在以上规定条件之外开启或使用 Flex。存储与运输条件,仅适用于机器与电源和其他设备完全断开的情况。

### 2.2 开箱

恭喜! Opentrons Flex 终于到手了,而且您也给它在实验室准备好了摆放位置。现在我们可以拆开箱子、取出机器,准备启用它了。本部分提供了一份部件清单和操作说明,一步一步带您拆箱、安装和做好启用前准备。我们把安装程序分为三个部分:

- 第一部分:拆开箱子。
- 第二部分:将 Flex 从箱子里取出并移放到最终组装点。
- 第三部分:完成组装并首次开机。

### 人力和时间要求

需要请一位同伴帮您一起完成整个开箱、抬放、移动和组装过程。完成这些工作预计需要 30-60 分钟时间。



### 箱子和包装材料

打开 Flex 的包装,您会看到一个非常漂亮的机器,但也会留下许多体积较大的包装板条和运输时用到的一些防护材料和衬垫。您可以丢掉,不过如果空间条件允许,我们建议您留下这些东西。这些包装材料可以循环使用,以后您需要将 Flex 搬运至其他地方(比如会场或新设施)时会用到它们。

### 产品组件

如下所示是随 Flex 送到的产品组件。移液器、转板抓手、模块与 Flex 主包装箱分开包装,即使您是按照整套工作站的标准一起购买的这些附件,它们也是另外单独包装的。

(1) Opentrons Flex 机器	<ul> <li>(1) USB 线</li> <li>(1) 以太网线</li> </ul>	<ul><li>(1)电源</li><li>线</li></ul>	<b>1</b> (5) L 型扳手 (12mm 六角扳手, 1.5mm 六角扳手, 2.5mm 六角扳手, 3mm 六角扳 手, T10 梅花扳手)
<ul><li>(1)急停开关</li></ul>	(1)甲板槽(1)	<b>一</b> 带器皿夹)	(4)备用器皿夹
<ul><li>(1)移液器校准探头</li></ul>	(4)提手	和盖帽	(1) 顶部窗口板
(4)侧面窗口板	(1) 2.5mm 7	✓	(1)19mm 扳手
<b>宁</b> (16+备用)窗口用螺丝 (M4×8mm 平头)	<b>9</b> (10) 备用甲板槽用螺丝 (M4×10mm 六角头)		<b>9</b> (12) 备用甲板槽用螺丝 (M3×6mm 六角头)

### 第一部分:拆开箱子

Opentrons 使用比较结实的胶合板板条箱运送您的 Flex。用闩锁搭扣将整个板条箱的顶部、侧部和底部固定在一起。用闩锁搭扣,没有用钉子或螺丝固定,也就意味着您不需要(使用 很大力气)撬开板条箱,必要时,后面也可以重新把板条箱装回去。



打开闩锁搭扣,向上拉起闩锁卡舌并将向左转动(逆时针),将搭扣从其相应的固定支架中 移出,然后将闩锁从板条箱上翻开。

1. 打开板条箱顶部的八个闩锁搭扣。



- 2. 闩锁搭扣全部打开后取走顶板。
- 3. 撕开蓝色运输袋,把下面这些东西从防护衬垫拿出来放到旁边:
  - 用户工具盒
  - 电源线、以太网线、USB 线
  - 急停开关



- 4. 取出下面的防护泡沫后,可以看到所有窗口板。这些窗口侧板和顶板全部用衬垫保护。
- 5. 取出窗口板,放在旁边。稍后再来组装。



- 6. 打开固定板条箱侧面和底板的其余 16 个闩锁搭扣。
- 7. 拿走板条箱侧板,放在旁边。



### 第二部分: 取出 Flex

完成第一部分的所有步骤后,现在您应该看到了机器放在了防护袋里,固定在黄色钢板底座上。防护袋用来全方位包住机器,避免机器接触到外部环境。钢架用来将机器固定在板条箱底部,两个支架用来支撑机器均匀受力,以免在运输途中因挤压/倾斜而变形。

继续拆开 Flex,把它从板条箱底座上拿下来。

8. 从用户工具盒里拿出 19mm 扳手,松开板条箱底部的固定支架。支架可以丢掉,也可以 留下来,以备后用。



9. 把防护袋拉开或卷到底部,露出整个机器。



10. 在同伴的帮助下,握紧机器底座两侧运输架上的黄色提手,将 Flex 从板条箱底座上抬起,然后挪放到地面上。留下或丢掉板条箱底座和运输架。



11. 从用户工具盒里拿出 12mm 六角 L 型扳手, 松开将 Flex 固定在运输架上的四个螺丝。 留下或丢掉运输架和螺丝。



12. 从用户工具盒里拿出四个铝合金提手,在原来固定运输支架的 12mm 螺丝口,将这四个提手拧进去。



13. 在同伴的帮助下,握紧提手将 Flex 抬起来,挪到工作台上准备组装。



### 第三部分:完成组装并开机

将 Flex 放到临时工作区或最终工作位后,就可以为您的新机器做最后一步准备工作了。

14. 如果您已经将机器放在了最终工作位,那么可以把用来搬运的提手取下,在螺丝口盖上封口盖即可。这些封口盖与底座齐平,让机器看起来平整漂亮。把提手放回用户工具盒,以备后用。



15. 把刚刚打开板条箱时从防护泡沫里拿出来的顶部和侧面窗口板拿过来。

16. 将窗口板装到 Flex 上,每块板子上都贴有具体的安装方位,然后撕下板子上的防护膜。

17. 从用户工具盒里取出窗口用斜角螺丝和 2.5mm 螺丝刀,将窗口板固定在 Flex 上。确保 窗口板上的斜角(V-型)螺丝口朝外(面向自己),这样才能让螺丝与窗口表面齐平。



警告:窗口板装错方向可能会造成损坏。螺丝刀用力过大,窗口板也容易破裂。人工适当用力拧紧螺丝、固定窗口板即可。切勿用太大力气。

18. 从用户工具盒里取出 2.5mm 螺丝刀, 拆下门架上的固定螺丝。这些螺丝是防止门架在运输途中移动的。门架固定螺丝的位置分别在:

- 机器正面靠左侧栏杆上。
- 垂直门架臂下面。
- 机器正面靠右侧栏杆上黄色支架上。这里有两颗螺丝。



取掉这些运输用的固定螺丝后,门架就可以用手轻松推动了。

19. 剪开并丢掉用来在运输途中固定垃圾桶的橡胶带。

20. 将电源线一头连接 Flex,另一头插到墙面插座上。确保甲板区没有障碍物。打开机器背

面左边的开关。一旦通上电源, Flex 的前门会自己复位, 触摸屏显示其它配置指示。



现在您的 Flex 就从箱子里取出来,做好开机准备了,请继续阅读下面的"首次开机"部分。

### 2.3 首次开机

打开 Flex, 屏幕上会显示 Opentrons 商标, 然后出现"Welcome to your Opentrons Flex"。



Opentrons Flex 欢迎页面。只有在 Flex 首次开机时才会出现。

### 连接网络或电脑

按照屏幕上的提示连接机器,系统会自动检查软件更新和接收协议文件。有三种连接方式: Wi-Fi、以太网、USB。

#### **Connect to a network**

You'll use this connection to run software updates and load protocols onto your Opentrons Flex.



以上是三种网络连接选项。必须联网才能设置 Flex。

Wi-Fi: 点击屏幕上的 Wi-Fi 选项, 连接受 WPA2 个人身份验证保护的 Wi-Fi 网络(大多数只 需要密码即可加入的网络都属于这一类)。



您也可以使用公共 Wi-Fi 网络, 但是不建议这样做。

警告: 连接到开放的 Wi-Fi 网络,将允许网络信号范围内的任何人 无需身份验证即可控制您的 Opentrons Flex 移液工作站。

如果您需要连接到使用企业身份验证的 Wi-Fi 网络(包括"eduroam"和需要用户名和密码的 类似学术网络),请先通过以太网或 USB 连接 Opentrons App,完成初始设置。然后再到 Flex 的网络设置中连接企业 Wi-Fi 网络。网络设置方式:

- 1. 点击 Opentrons App 左边侧栏里的设备"Devices"。
- 2. 点击三点菜单(:)选择机器设置"Robot Settings"。
- 3. 点击连接网络"Networking"。

从下拉菜单中选择网络或选择连接其它网络"Join other network......",进入 SSID。选择连接到企业 Wi-Fi 网络,可以使用的连接方法有:

- EAP-TTLS TLS
- EAP-TTLS MS-CHAP v2
- EAP-TTLS MD5
- EAP-PEAP MS-CHAP v2
- EAP-TLS

这些连接方法都需要用户名和密码,根据不同的网络配置情况,可能还需要认证文件或其它选项。关于网络连接问题,可以查询您实验室或设施的 IT 记录文件或向 IT 经理寻求帮助。

以太网:用以太网线将机器接入路由器或集线器网口。不支持用以太网直接连接电脑。

USB:将 USBA转B连接线,连上机器的 USB-B 端口和计算机上的开放端口。如果您的计算机没有 USB-A 端口,请使用 USB B 转到 C 连接线或 USB A 转 C 适配器。

为完成后续设置,与机器连接的电脑上一定要安装有且能运行\_Opentrons App。关于安装 Opentrons App 的详细信息,请参考软件与操作章节**安装应用程序** 7.2 。

#### 安装软件更新

现在已经连接了网络或电脑,机器可以检查软件和固件更新情况,必要时会自动下载文件。 如果有可用更新,可能会花几分钟自动安装更新。更新完成后,机器会重启。

#### 安装急停开关

将随附的急停开关(急停)连接到机器后面的辅助端口(AUX-1或 AUX-2)。



连接急停开关前后示意图

连接和安装急停开关是在 Flex 上连接相关仪器和运行协议的<u>强制规定</u>。关于急停开关在机器操作期间的具体使用方法,请参考系统描述章节 3.4 **急停开关**。

#### 给机器命名

给机器命名,方便您在实验室环境中轻松识别它。如果您的网络环境下有多台 Opentrons 移 液工作站,请选择一个不与其它机器重复的独特名字。确定机器名称后,您将继续进入 Opentrons Flex 控制面板。下一步是连接仪器,请看下节。

#### 2.4 仪器安装与校准

机器首次开机并设置好后,接下来是连接仪器并校准。

安装仪器时,首先点击屏幕上的仪器 "Instruments",或者进入 Opentrons App 设备详细页 面的移液器和模块部分 "Pipettes and Modules",选择一个空支架,选择连接移液器 "Attach Pipette" 或连接转板抓手 "Attach Gripper"。如果您想要使用的支架已经被占用,需要先移 开安装在该支架上的移液器或转板抓手。

注意:不论您在触摸屏上还是在 Opentrons App 上操作,总体安装程序都是一样的。您首先选择了哪个设备,就一直用这个设备来安装设置, 直到完成操作或取消操作。

如果您先用触摸屏来操作,那么应用程序上会显示"busy"。如果您先用应 用程序来操作,那么触摸屏上会出现一个模拟状态,表示仪器正在安装中。

连接不同的仪器,具体安装流程会有所不同,后面我们会具体介绍。所有仪器都会有个自动 校准程序,您一定要在安装后立即执行。

#### 安装移液器

请按照触摸屏或应用程序上的提示步骤安装移液器。

#### 1. 选择移液器类型

选择**单通道或 8 通道移液器**和 96 通道移液器。连接 96 通道移液器会多几个步骤,因为它 要连接到跨越两个移液管支架的特殊安装板上。

#### 2. 安装前准备

把实验室器皿从工作台上取下,清理工作区域,方便后面的安装和校准工作。把需要用到的 设备准备到旁边,例如校准探头、六角螺丝刀和(96 通道移液器需要的)安装板。

#### 3. 连接和固定移液器

将机器正面的门架朝前,方便您连接移液器。

单通道和8通道移液器可以直接连接到移液器支架上。96通道移液器需要使用一个安装板。 为了连上安装板,您必须先断开右侧移液器支架上的Z轴托架。

将移液器连接到选定的移液器支架上并用螺丝固定。

#### 4. 启动自动校准

校准移液器时,将校准探头连接到适当的移液器吸头上。移液器会自动移动,触碰甲板上的 多个点位,并存储这些校准数据,以备后用。校准完成并移走校准探头后,移液器就可以按 照协议运行使用了。

#### 安装转板抓手

请按照触摸屏或应用程序上的提示步骤安装转板抓手。

#### 1. 安装前准备

把实验室器皿从甲板上取下,清理工作区域,方便后面的安装和校准工作。把需要用到的六 角螺丝刀放到旁边,确保校准针在转板抓手的置物区内。

#### 2. 连接并固定转板抓手

将机器正面的门架朝前,方便您连接转板抓手。将转板抓手装在延伸支架上,用螺丝固定。

#### 3. 启动自动校准

校准转板抓手时,将校准探头插入抓手前下方钳口上。转板抓手会自动移动,触碰甲板上的 多个点位,并存储校准数据,以备后用。接着,继续将校准探头插入抓手后下方钳口上,再 重复一次前面的操作。校准完成后,将校准探头取下放回置物槽内。至此,移液器就可以按 照协议运行使用了。

#### 2.5 移动

本部分介绍和说明如何短距离和长距离移动 Opentrons Flex 移液工作站。

#### 短距离移动

短距离移动是指"把它移过来一点吧",或者在本实验室范围内移动,比如楼上楼下移动或 者移到其他房间。这种情况下,您可以直接用手搬运,当然也可以用手推车搬运。



警告: Flex 重量 88.5 kg, 安全起见,务必两 个人抬放和移动。

重新装上搬运提手,把 Flex 移动到附近其他地方。短距离移动 Flex,最正确的做法是用提 手抬放。搬运完后,拆下提手放回工具盒即可。为防止机器受损,请始终用搬运提手抬放和 移动 Flex,不得直接抓握机器框架。

#### 长距离移动

长距离移动是指将 Flex 移动到您大学、设施或机构之外的其他地方,比如在本市内、或者 运到其他城市、其他州、其他省、其他国家。在这种情况下,您一定要妥善做好运输包装, 预防运输途中出现的脏污、颠簸和野蛮搬运现象。

如果您保留了原始包装箱和内部保护衬垫,可以重新用这些材料包装 Flex 后进行长途运输。 您可以返回 2.2 开箱部分查看相关信息,为长途运输做好包装准备。基本上应做到:

- 断开电源和网线(如果已连接)。
- 取下所有搭载的硬件设备和实验室器皿。
- 重新装上甲板槽。
- 锁上门架(参见下文一般移动建议部分)。
- 拆下并收好窗口板。

如果您保留了原始包装箱:

- 重新装上运输架,并用L型支架将Flex固定在底座上。
- 放入防护衬垫,重新装上运输的用板条箱。

如果您没有原始包装箱和相关材料,可以联系正规的运输公司。他们会帮您处理好打包、运输和整个交付流程。

#### 一般移动建议

#### 断开电源和网络连接

移动 Flex 之前,切勿忘记:

- 关掉电源,拔掉电源线。
- 断开网络或 USB 线 (如果连接了)

#### 锁上门架

移动 Flex 之前,重新插入门架螺丝,将门架固定住。固定门架的螺丝口在:

- 机器正面靠左侧栏杆上。
- 垂直门架臂下面。
- 机器正面靠右侧栏杆上。固定这部分需要一个黄色支架和两颗螺丝。



#### 复位门架

如果您只是将 Flex 搬到附近,不想锁上门架。那么至少在关机前,用触摸屏或者 Opentrons App 将门架复位。

用触摸屏复位: 点开三点菜单(:), 然后点复位门架 "Home gantry"。

用 Opentrons App 复位:

- 点击设备"Devices"。
- 点击设备清单里您的 Flex。
- 点击三点菜单(:),然后点复位门架"Home gantry"。

#### 取下模块

甲板上安装的各种模块和附件都会增加机器的重量,也会影响机器的重心,抬起来时容易倾 斜不稳。为尽量减轻重量,保持机器重心平衡,请在搬运前取下所有搭载的仪器和器皿。

#### 重新安装甲板槽

如果是长途搬运,我们建议您重新装好甲板槽,将甲板槽装回原来位置,以免意外丢失。

如果是短途搬运,最好也重新装好甲板槽。

#### 移动后重新校准

任何仪器和模块移动后都要重新校准。请参考模块 4.3 模块校准了解更多细节。

#### 关于移动的其他注意事项

Flex 是一台坚固且制造精良的机器,也是一台具备精确容差范围的精密科学仪器。所以,不 论是在附近移动它,还是把它运输到全国其他地方,都要慎重对待。请您参考本说明手册和 运用基本常识,仔细了解如何安全运输这种贵重的实验室器材。最基本的底线是:移动 Flex 时务必小心并使用防护衬垫。

关于移动 Flex,如果您还有其他疑问或担忧,欢迎联系我们 <u>support@opentrons.com</u>。

## 第三章系统描述

本章介绍 Opentrons Flex 全自动移液工作站的硬件系统,这是实现实验室自动化的关键。 Opentron Flex 配备甲板、门架和仪器支架,方便用户使用精密的液体和器皿移动组件;其自 带触摸屏,可以直接控制协议运行,检查机器状态,无需将电脑搬到实验室工作台上。配备 各种有线和无线连接,支持在 Opentrons App 操作控制(请参考第七章软件与操作了解更多 详细),还可以连接各种外围设备扩展系统功能(请参考第四章模块)。

### 3.1 物理组件



Opentrons Flex 物理组件的具体位置示意图

#### 框架和外壳

Opentrons Flex 移液工作站框架主要用来支撑和保护内部的甲板和门架。所有机械式附属系统都安装和搭载在这个主框架上。框架主要用钣金和铝型材制作。

框架<u>侧窗和前门</u>都是用聚碳酸酯(PET)制成的透明面板,可以清楚看到内部情况。前门可以打开,方便进入内部操作。打开前门,您可以连接仪器和模块,为协议运行准备。门上装有传感器,门一旦打开,协议会自动停止运行。

框架顶部内侧边沿安装有白色指示灯带,用于环境照明,软件可控制开关。框架顶部还装有 200万像素的摄像头,用来拍摄甲板和工作区,记录和跟踪协议执行情况。

### 甲板和工作区

<u>甲板</u>采用铝型材机加工和表面处理,所有自动化科学协议都在这上面操作。甲板上有 12 个 主要的 ANSI/SLAS 格式的甲板位,支持重新配置,以兼容各类实验器皿、模块和耗材。用 坐标系来识别和确认甲板位,A1 位于左后方,D3 位于前右方。



扩展板位 (用于热循环模块)

#### Flex 内部甲板上的各个区域示意图

工作区是指甲板上的物理空间,用来进行移液操作的活动范围。实验室器皿放置在甲板位 A1 到 D3 范围内,属于工作区。<u>准备区</u>是指机器右侧的空余空间,是转板抓手的活动范围。实验室器皿放置在甲板位 A4 到 D4 范围内,属于准备区。

Opentrons Flex 在工作区的 12 个位置全部配备<u>可移动甲板槽</u>。每个甲板槽四周都有器皿夹, 用来固定甲板上的实验室器皿。

您可以重新配置工作区,用其他装置替代甲板槽,比如<u>可拆卸垃圾桶</u>和<u>模块盒</u>。A1 后面的 <u>扩展位置</u>,仅用于为热循环模块拓展更多空间,热循环模块要占用 A1 和 B1 两个甲板槽。

> **注意:**甲板槽可以在同一列内(1、2或3)替换,但是不能跨列替换;第 1列和第3列的虽然看上去差不多,但是是完全不同的甲板槽。您可以把 蓝色器皿夹朝左后方放,用来确定方向,方便区分甲板槽应该放在哪一列。

...
甲板槽应该放在您想要放置独立实验室器皿的位置。甲板和器皿都要保持稳定静置,除非需 要转板抓手或人为将其移动。

### 移动系统

门架直接安装在框架上,是机器的移动和定位系统。



仪器在 Flex 上的安装位置示意图

门架可以沿着 X 轴或 Y 轴上下左右移动,将移液器和转板抓手移动到协议执行需要的精准 位置,测得最小距离 0.1mm。门架移动由采用 36VDC 混合式双极步进电机控制。

同时, 门架上安装的<u>移液器支架和延伸支架</u>, 是沿着 Z 轴路径将移液器和转板抓手移动到 协议执行需要的精准位置, 它们的移动也是由 36VDC 混合式双极步进电机控制。

门架上的电子设备,为移液器和转板抓手(如果已装载)提供 36VDC 电源和通信。

### 触摸屏和指示灯

主用户界面是 7 英寸的 LCD <u>触摸屏</u>,位于机器正面右边。触摸屏上采用第三代康宁大猩猩 玻璃(Gorilla Glass 3),坚硬耐划。用户可以通过触摸屏启用 Flex 的许多功能,包括:

- 协议管理。
- 协议设置、执行和监控。
- 实验室器皿管理。

- 机器设置。
- 系统软件和固件更新。
- 操作日志和报错通知。

关于如何用触摸屏操作 Flex 的更多详细信息,请参考软件与操作章节 7.1 触摸屏操作。

<u>状态灯</u>是机器正面顶端的一条指示灯带,能让人一目了然地识别机器的状态。不同颜色和不同闪烁模式分别在提醒机器的不同状态,或正常、或故障、或待机:

指示灯光颜色		指示灯光模式	机器状态
白色 〇 中性状态	常亮	己接通电源, 未运行协议	
	脉冲	机器工作中(比如正在更新软件或固件、 正在启动或取消协议运行)	
绿色 * 親親状态	闪烁两次	动作完成(比如协议已储存,软件已更新, 仪器已连接或断开)	
	常规状态	常亮	协议正在执行
		脉冲	协议执行完成
•	蓝色 强制状态	脉冲	协议执行暂停
•	黄色 常亮 异常状态		软件出错
•	红色 应急状态	闪烁三次, 反复	物理出错(比如仪器破裂)

用户也可以在机器设置中关闭状态灯。

## 3.2 移液器

Opentrons 移液器为可配置设备,用于在协议执行过程中在工作区里移动液体。Opentrons Flex 移液器有单通道、8 通道或 9 通道不同规格,移液量程从 1 µ L 到 1000 µ L。

- Opentrons Flex 单通道移液器(1-50 μL)
- Opentrons Flex 单通道移液器(5–1000 μL)

- Opentrons Flex 8 通道移液器(1–50 μL)
- Opentrons Flex 8 通道移液器(5–1000 μL)
- Opentrons Flex 96 通道移液器(5–1000 μL)

将移液器用固定螺丝固定在门架上。单通道和 8 通道移液器各用一个移液器支架(左或右); 96 通道移液器占用两个支架。关于移液器安装的详细信息,请参考 2.4 仪器安装与校准。



单通道、8 通道和 96 通道移液器组件位置示意图。

将移液器的吸头圆锥轻轻向下压,拾取一次性塑料<u>吸头,</u>然后用这些吸头吸液放液。一次性 拾取的吸头数量越多,需要使用的力度就越大。拾取少量吸头时,移液器会将每个吸头圆锥 向下压入吸头。为确保用合适力度拾取整盒吸头,96 通道移液器还需要尽量让吸头圆锥更 靠近吸头。为配合这个动作,建议把吸头盒放置在<u>吸头盒适配器</u>上,不要直接放在甲板位上。 要取下吸头(或把吸头放回吸头盒),移液器<u>套筒</u>会自动将吸头推出。

## 移液器参数

Opentrons Flex 移液器移液量程覆盖范围广。得益于这种广泛的量程范围, Opentrons Flex 移 液器能支持使用不同规格的吸头,带来完全不一样的移液特性。Opentrons 对 Flex 全自助移 液工作站的单通道移液器和吸头,进行了基于不同配置的准确度和精确度测试:

千夕 冰东 马马	吸头量程	测试量	准确度		精确度	
<b>必</b>			%D	μL	%CV	μL
Flex	50 µ L	1 µ L	8.00%	0.08 µ L	5.00%	0.05 µ L
单通道	50 µ L	10 µ L	1.50%	0.15 µ L	0.50%	0.05 µ L
50 µ L	50 µ L	50 µ L	1.25%	0.625 µ L	0.40%	0.2 µ L
	50 µ L	5 µ L	5.00%	0.25 µ L	2.5%	0.125 µ L
Flex	50 µ L	50 µ L	0.50%	0.25 µ L	0.30%	0.15 µ L
平週退 1000µL	200 µ L	200 µ L	0.50%	1 µ L	0.15%	0.3 µ L
	1000 µ L	1000 µ L	0.50%	5 µ L	0.15%	1.5 µ L

有关8通道和9通道移液器的具体参数,请发邮件至 info@opentrons.com 获取。

给移液器选择合适的吸头时,请留意这些准确度数据。一般,最好使用符合您协议需求的最 小规格吸头。

注意: Opentrons 对 Flex 移液器进行容量测试,是为了确保移液器能达到上述准确度和精确度参数。您<u>不需要</u>在使用移液器之前校准容量,您只要进行位置校准即可。请参考下节和安装与移动安装移液器,了解更多详细内容。

Opentrons Care 和 Opentrons Care Plus 售后服务每年提供移液器更换和校准证书。请参考维护与服务章节 8.6 **维修** Flex, 了解更多详细内容。

## 移液器校准

用户工具盒里面有一个移液器校准金属探头,用于位置校准。机器运行协议时,移液器校准 探头固定地吸附在机器前柱的磁吸支架上;进行位置校准时,将探头装在吸头圆锥上卡紧, 机器会在甲板的不同点位上移动探头,测量移液器的精准位置。

### 移液器传感器

Opentrons Flex 移液器配备多个传感器,用于监测和记录有关移液器状态和移液器所安装的 吸头类型等数据信息。

#### 电容传感器

结合金属探头或导电末端,电容传感器能探测到移液器接触到物体。在自动化**移液器校准**和 4.3 模块校准过程中,会检测金属探头和甲板之间的点位接触。

单通道移液器有一个电容传感器,多通道移液器则有两个电容传感器,8通道移液器上的电容传感器分别装在1号和8号通道上,96通道移液器上的电容传感器则装在96号(位置A1和位置H12)上。

#### 吸头检测光学传感器

光电断路开关能检测移液器吸头套筒的位置,确认吸头是成功拾取还是脱落。单通道、8 通 道和 96 通道移液器分别有一个光学传感器,用来监控所有通道上的吸头吸附情况。

### 移液器固件更新

Opentrons Flex 能自动更新移液器固件,确保与机器软件版本保持同步。移液器固件更新一般很快,下述情况会启动更新:

- 连上移液器时。
- 机器重启时。

如果因为任何其他原因,移液器固件和机器软件版本没有保持同步,您可以在 Opentrons App 上自主更新固件。

- 1. 点击设备 "Devices"。
- 2. 点击设备清单上您的 Flex。

3. 在仪器和模块下,未同步移液器会显示一个警告,提示固件可更新"Firmware update available"。点击"Update now"开始更新。

您可以查看其它已连接移液器的固件版本。在触摸屏上,找到仪器"Instruments",点击移 液器名称。在 Opentrons App 上,在仪器和模块下找到移液器卡片,点击三点菜单(:),然 后点击关于移液器 "About pipette"。

### 3.3 转板抓手

<u>转板抓手</u>用于在协议执行过程中在工作区和准备区移动实验室器皿。转板抓手安装在<u>延伸支</u>架上,延伸支架与移液器支架独立分开;转板抓手兼容不同的移液器配置。关于转板抓手安装的详细内容,请参考 2.4 仪器安装与校准。

转板抓手可以在甲板上移动实验室器皿和装卸模块。转板抓手可以操控一些全裙边孔板、深

孔板和吸头盒。关于转板抓手具体可以操控哪些实验室器皿,请参考 5.7 **实验室器皿和** Opentrons Flex 转板抓手部分,或咨询 <u>Opentrons Labware Library</u>。

### 转板抓手参数

<u>钳口</u>是转板抓手执行抓取任务的主要移动部位,通过放开和夹紧两个平行<u>拨片</u>,让实验室器 皿受力或不受力,从而达到移动和释放的目的。钳口的移动,由连接齿轮齿条传动装置的 36VDC 有刷电机控制。

移动一个被钳口夹住的器皿,先由门架按照 Z-轴路径将转板抓手抬升起来,然后横向移动, 然后在新的位置放下。



转板抓手部件位置示意图

## 转板抓手校准

转板抓手配备一个金属的<u>校准探头</u>。校准探头放在转板抓手靠下端的凹槽内,由磁力固定 探针。取下校准探头,用手指捏住轻轻拔下即可;用完后放回凹槽,请确保放回凹槽后, 探针被稳定吸住。

校准转板抓手时,依次将探针插入每个钳口。机器将探针在甲板的校准点位上移动,测量 抓手的准确位置。

协议运行时,将校准探头放回凹槽妥善保管。如果校准探头不慎丢失,可以联系我们 <u>support@opentrons.com</u>。

## 转板抓手固件更新

Opentrons Flex 自动更新转板抓手固件,与机器软件版本保持同步。一般转板抓手固件更新 很快,下述情况会启动更新:

- 连上转板抓手时。
- 机器重启时。

如果因为任何其他原因,转板抓手固件和机器软件版本没有保持同步,您可以在 Opentrons App 上自主更新固件。

- 1. 点击设备 "Devices"。
- 2. 点击设备清单上您的 Flex。

3. 在仪器和模块下,未同步转板抓手会显示一个警告提示,固件可更新"Firmware update available"。点击"Update now"开始更新。

您可以查看其它已连接转板抓手的固件版本。在触摸屏上,找到仪器"Instruments",点击转板抓手。在 Opentrons App 上,在仪器和模块下找到转板抓手卡片,点击三点菜单(:),然后点击关于转板抓手"About gripper"。

## 3.4 急停开关

<u>急停开关(急停)</u>是一个快速停止机器动作的专用硬件按钮。Opentrons Flex 规定移液机器 上必须始终安装一个有效的、独立的急停开关。按下急停开关,Flex 会立即撤销执行协议 或停止启动工作流程,阻止机器继续发生动作。

## 什么时候用急停开关

遇到以下情况,需要使用急停开关:

- 用户即将遭遇伤害或风险的情况下。
- 机器或其他硬件即将遭到损坏的情况下。
- 样本或试剂即将被污染的情况下。
- 硬件发生碰撞后。

理想情况下,您最好永远都不需要按下急停开关(偶尔的硬件质量检测情况除外)。

切勿用急停开关来撤销正常设定的操作行动,请用触摸屏或 Opentrons App 上的软件按键 来控制。用软件暂停,方便您重新启动或撤销协议;用急停开关暂停,基本上是立即撤销 了协议。

## 锁住和释放急停开关

急停开关是一个"按下锁住、旋转释放"的开关装置。

- 锁住:用力按下红色按钮。Flex 会进入停机状态。
- 处理:停机后,立即处理工作区的所有问题,比如清理漏液、撤走器皿、或移动门架 (应该能手动自由轻松移动)。
- 释放: 逆时针旋转按钮。按钮会弹出,恢复到原来的状态。
- **重启**:用触摸屏或 Opentron 应用程序重启,确保做好了 Flex 开机准备。门架会复位,模块活动得到恢复。

' 侵机状态卜,Flex 和相连接的硬件会出
------------------------

硬件	动作	
门架	<ul><li>暂停自动水平移动。</li><li>允许手动水平移动。</li></ul>	
移液器	<ul> <li>暂停移液器垂直移动。</li> <li>垂直轴上的电机制动器锁住,防止移液器滑落。</li> <li>暂停柱塞动作和吸头拾取。</li> </ul>	
转板抓手	<ul> <li>暂停转板抓手垂直移动</li> <li>垂直轴上的电机制动器锁住,防止转板抓手滑落。</li> <li>用来释放抓力的钳口电机保持发力,确保转板抓手上抓取的器皿不会掉落。</li> </ul>	
热振荡仪	<ul> <li>振荡仪停机复位。</li> <li>实验室器皿闩开启。</li> <li>停止加热。</li> </ul>	
温控模块	■ 停止加热或制冷。	
磁性模块	■ 停止加热或制冷。	
状态灯	■ 灯光变成红色。	
触摸屏	■ 屏幕上弹出撤销信息。	

## 3.5 连接



### 电源连接

Opentrons Flex 通过标准的 IEC-C14 端口连通电源。机器内置全范围交流/直流电源输入,可接 100-240V 交流电,支持 50/60Hz 频率输入,并转换成 36V 直流电。所有其他外部电子设备均由 36V 交流电供应。

警告: 仅使用机器人随附的电源线。请勿使用额定电流或电压不足的电源线。 请保持电源线无障碍,方便必要时拆装。

机器配备一个 CR1220 纽扣电池,用于在未连接主电源的情况下为实时时钟供电。电池位于触摸屏外壳内侧。如果想要更换电池,请联系 Opentrons 支持部门获取更多信息。

## USB 和外设连接

Opentrons Flex 共配备 10 个 USB 端口,分布在机器的不同位置,做不同用途。

8 个后置 USB-A 端口(编号从 USB-1 至 USB-8)和2个附属设备端口(M12 接头编号 AUX-1和 AUX-2),全部用于连接 Opentrons 模块和附件设备。关于如何连接这些设备和 如何根据您的协议使用这些设备,请参考第四章模块了解更多细节。

后置 USB-B 端口用于将机器与笔记本或台式电脑连接,与安装在电脑上的 Opentrons App 通讯。前置 USB-A 端口(USB-9)位于触摸屏下,用途与后置 USB-A 端口一致。

注意:为保护机器人和连接的设备,USB 端口有功率限制。供电在内部分为三个端口组:左后部 USB-A 端口(USB-1 至 USB-4)、右后部 USB-A 端口(USB-5 至 USB-8)和前部 USB-A 端口。端口组中的每个端口都为连接的 USB2.0 兼容设备提供最大500mA 电流。

### 网络连接

Opentrons Flex 可以通过有线(以太网)或无线(Wi-Fi)连接到局域网。

以太网端口位于机器后侧,只能连接到以太网集线器或路由器网口。如果要连接电脑,请 使用 USB 连接,不要直接通过以太网连接。

内置 Wi-Fi 模块通过双频 2.4/5GHz 天线支持 802.11 ac/a/b/g/n 网络。

## 3.6 系统参数

### 一般参数

尺寸	$87 \times 69 \times 84$ cm / $34.25 \times 27 \times 33$ in (W, D, H)	
重量	88.5kg/195lb	
甲板位	<ul> <li>工作区有 12 个兼容 ANSI/SLAS 甲板位(移液器可接触 到的范围)</li> </ul>	
	<ul> <li>4个额外甲板位,用于存放备用的吸头和实验室器皿(只 有转板抓手才能接触到的范围)</li> </ul>	
触摸屏	7 英寸 LCD 触摸屏,第三代康宁大猩猩玻璃(Gorilla Glass 3),坚硬耐划。	
Wi-Fi	802.11 ac/a/b/g/n 双频(ac/a/b/g/n)	
以太网	100 Mbps	

USB	■ 9个 USB-A 端口	
	■ 1个 USB-B 端口	
	■ USB2.0 速度	
摄像头	2MP,图片和视频	
机器输入功率	<ul> <li>100-240VAC, 50-60Hz, 1φ</li> </ul>	
	• 4.0 A/115 VAC, 2.0 A/230 VAC	
主电源电压波动	• ±10%	
主电源频率波动	• ±5%	
配电系统	• TN-S	
短路电流	• 6.3A	
框架结构	■ 钣金和 CNC 铝合金设计	
窗口结构	■ 可拆卸聚碳酸酯侧窗和前门	
通风要求	■ 设备与墙体至少距离 20cm/8 in	
连接的电脑要求	Opentrons App 运行条件:	
	■ Window10 或以上	
	■ MacOS10.10 或以上	
	• Ubuntu12.04 或以上	
环境参数		
环境条件	仅室内使用	
环境温度	+20 至+25℃(建议)	
相对湿度	40-60%,非冷凝(建议)	
污染级别	2(仅有非导电污染)	

有关使用和运输的其它可接受环境条件,可以参见安装与移动章节的**环境条件**部分。

认证

已通过认证	CE, ETL, FCC, ISO9001
未通过认证	IVD, GMP

Flex 后侧靠近开关位置贴有认证标签,上面囊括了所有认证信息。更多认证和合规信息, 请参考简介章节 1.3 **监管合规性**。

## 序列号

每台 Flex 都有独一无二的序列号。标准序列号格式,由机器出产日期等不同信息构成。比如,序列号 FLXA1020231007001 表示:

序号	分类	含义
FLX	型号	该机器为 Opentrons Flex
A10	版本	该机器出产版本编码
2023	年份	该机器制造于 2023 年
10	月份	该机器制造于 10 月份
07	日期	该机器制造于7日
001	计数单位	当天生产的机器的唯一代号

您可以在这些地方查看 Flex 的序列号:

- 机器后侧开关附近的证书标签上。
- 触摸屏背面(朝向工作区一侧)
- Opentrons App 中, 打开 Device>您的 Flex> Robot settings>Advanced

# 第四章模块

Opentrons Flex 全自动移液工作站集成了许多 Opentrons 硬件模块。所有模块都属于装置在 甲板上的外围设备,且大多数模块用 USB 与机器连接控制。

本章介绍 Opentrons Flex 全自动移液工作站系统兼容模块的特性和物理参数,以及如何连接和校准这些兼容模块。有关模块设置和使用的详细信息,请参阅各个模块的说明手册。 有关将模块集成到协议中的详细信息,请参阅协议开发章节 6.2 Protocol Designer 或在线 Python API 文档。

## 4.1 兼容模块

Opentrons Flex 全自动移液工作站兼容四种 Opentrons 模块:

- **热振荡仪**可以在甲板上提供加热和轨道振荡功能,可加热至 95℃,能以 200-3000rpm 振 幅摇匀样品。
- 环形磁力架是一个无源设备,用于承托实验室器皿,方便实验室器皿靠近磁块。OT-2 磁 性模块 GEN1 和 GEN2,能上下移动磁块,主动靠近实验室器皿,但 Opentrons Flex 不 兼容这两款设备,不能搭载使用。
- 温控模块是一个用于控制温度的孔板模块,能将温度维持在 4°C 至 95°C 之间。
- 热循环模块可以在甲板上提供全自动热循环功能,能自动执行加热和冷却操作流程。热循环仪 GEN2 与转板抓手完全兼容。热循环仪 GEN1 与转板抓手不兼容,因此不能搭载至 Opentrons Flex 全自动移液工作站使用。

设备类型与代数	ОТ-2	Flex
热振荡仪 GEN1	~	$\checkmark$
磁性模块 GEN1	~	×
磁性模块 GEN2	~	×
环形磁力架 GEN1	×	$\checkmark$
温控模块 GEN1	~	×
温控模块 GEN2	~	$\checkmark$
热循环模块 GEN1	~	×

部分原来为 OT-2 设计的模块与 Flex 兼容,具体见下表。打√表示兼容,打×表示不兼容。

热循环模块 GEN2	~	~
HEPA 模块	$\checkmark$	×

### 4.2 模块盒

经过设计,兼容模块都可以借助模块盒放在甲板下面。有了模块盒,不仅能让模块顶部的实验室器皿更靠近甲板,还能将电线放在甲板下面,确保协议执行期间工作甲板上干净整洁。



热振荡仪、温控模块、热循环模块盒示意图。

要想把模块安装到甲板上,就必须先将模块放进相应的模块盒里。不同类型的兼容模块都有与自己相匹配的模块盒,让模块和实验室器皿与周边甲板刚好齐平。(环形磁力架除外,因为它没有电源或 USB 线路,所以可以直接放在甲板上)。占用单个甲板位的模块盒可以放在纵列1或3任意位置;热循环模块只能放在甲板位 A1 和 B1 上。

总而言之,安装模块盒的步骤是:

1. 撤走要安装模块的位置上原来的甲板槽。

2. 将模块放入模块盒。

3. 将模块电源线和 USB 线穿过侧盖、连接到模块上。

4. 将模块盒放在甲板位并妥善固定。

具体安装说明,请查阅特定模块的快速入门指南或使用说明书。模块不同,线路连接和搭载 方法都会不同。

### 4.3 模块校准

首次在 Flex 上安装模块时,您需要执行自动定位校准。过程与仪器定位校准类似,确保 Flex 按照最理想的协议执行要求移动到精准位置。校准过程中,Flex 会移动到模块校准适配器上的多个点位,类似于可拆卸甲板槽上的校准方块。



热振荡仪、温控模块、热循环模块校准适配器示意图。

需要通过模块盒安装的所有模块,包括热振荡仪、温控模块和热循环模块,都必须进行模块 校准。环形磁力架不需要校准,放在甲板上就可以直接使用。

## 什么时候校准模块

当您连接并打开模块后,机器未检测到该模块的历史校准数据,则会自动提示您执行校准。 (您可以关闭此提示,但是只有完成模块校准操作,才能使用该模块运行协议)。

一旦完成校准,机器会存储校准数据和模块序列号以备后用。除非您在机器设置中删除该模块的校准数据,否则机器不会提示您重新校准。您可以自由地打开和关闭模块电源,甚至将 其移动到另一个甲板槽,都无需重新校准。如果要重新校准,可以随时用 Opentrons App 启动校准流程。(触摸屏无法执行重新校准)。

### 如何校准模块

触摸屏或 Opentrons App 会指示您完成校准程序。大体可以概括为以下几步:

- 1. 准备好相关配件,包括模块校准适配器、移液器校准探头。
- 2. 将校准适配器平放在模块表面。有些模块可能需要将适配器固定住。
- 3. 将校准探头固定在移液器上。
- 4. Flex 会自动移动到校准适配器上的不同点位,并存储校准数据以备后用。

校准完成后,移走校准适配器和探头,至此该模块就可以用来执行协议了。

任何时候,您都可以在 Opentrons App 上查看和管理自己的模块校准数据。进入机器设置 "Robot Settings",找到您的 Flex,点击校准"Calibration"图标即可。

## 4.4 热振荡仪 GEN1



## 热振荡仪特性

#### 加热和振荡

热振荡仪可以在甲板上提供加热和轨道振荡功能,可以加热到95℃,参数如下:

- 温度范围: 37-95℃
- 温度准确度: 55℃时±0.5℃
- 温度一致性: 55℃时±0.5℃
- 升温速率: 10℃/分钟

热振荡仪能以 200 到 3000 rpm 的速度摇匀样品,参数如下:

- 轨道直径: 2.0mm
- 轨道方向:顺时针
- 速度范围: 200-3000 rpm
- 速度准确度: ±25 rpm

热振荡仪自带电子器皿闩锁,用于在振荡过程中固定孔板。

#### 热振荡仪适配器

在热振荡仪上搭载实验室器皿时,需要用到兼容的热振荡仪适配器。适配器可以在 Opentrons 网站直接购买 https://shop.opentrons.com。目前供应以下几种热振荡仪适配器:



#### 软件控制

热振荡仪完全可以用 Protocol Designer 和 Python API 编程。Python API 还可以实现在热振荡仪启动时,同时执行其他协议步骤。请参阅 API 文档中的<u>非阻塞命令</u>,详细了解如何为您的协议增加平行执行步骤。

除了协议, Opentrons App 还可以显示热振荡仪的当前状态, 直接控制加热器、振动器和实验室器皿闩锁。

尺寸	152×90×82 mm (L/W/H)
重量	1.34kg
模块输入功率	36VDC,6.1A
电源适配器输入功率	100-240VAC,50/60Hz
主电源电压波动	±10%
过压	II 类
功耗	待机功耗: 3W 典型功耗:

## 热振荡仪参数

	■ 振动: 4-11W
	■ 加热: 10-30W
	■ 加热和振动: 10-40W
	最高功耗: 125-130W
环境温度	20-25°C
相对湿度	最高 80%,非冷凝
海拔高度	最高 2,000m
污染级别	2

## 4.5 环形磁力架 GEN1



## 环形磁力架特性

Opentrons 环形磁力架 GEN1 是一个永磁性的 96 孔板装置。环形磁力架主要用于分离和纯 化样品磁性微粒的作业流程中,依靠磁性将微粒从悬浮液中分离出,并通过洗涤、漂洗或其 他洗脱流程,将微粒保留在孔板中。比如,自动化 NGS 制备,DNA、RNA 和蛋白质抽提纯 化,以及其他分离程序,都需要用到环形磁力架。

#### 磁性组件

环形磁力架不带电源,不含任何电子组件,不能自主上下移动磁珠。孔板中含有 96 个高强 度环形汝铁硼磁铁,固定在弹簧垫上,有助于在自动作业流程中,确保移液器能够准确地吸 取或分配液体到分离板上的每个孔中。

#### 软件控制

环形磁力架 GEN1 可以使用 Protocol Designer 和 Python API 进行编程。

除了协议,触摸屏和 Opentrons App 无法掌握和显示环形磁力架 GEN1 的当前状态,因为它 不带电源,不含任何能与 Flex 移液工作站通讯的电子或机械组件。想要"控制"它,只能 在执行协议时使用 Opentrons Flex 转板抓手来加入和移走环形磁力架上的实验室器皿。

## 环形磁力架参数

尺寸	$136 \times 94 \times 45 \text{ mm} (L/W/H)$
重量	1.13kg
模块输入功率	无,不带电源
磁力等级	N52 钕铁硼磁铁
环境条件	仅限室内使用
环境温度	20-25°C
相对湿度	30-80%,非冷凝
海拔高度	最高 2,000m
污染级别	2

## 4.6 温控模块 GEN2



## 温控模块特性

#### 加热和制冷

温控模块 GEN2 是一款冷热孔板模块,适用于进行聚合酶链式反应(PCR)或者其它需要进行加热、冷却或实现快速温度变化的作业流程。该温控模块可以根据具体配置和实际操作要求,在几分钟内快速实现并维持 4℃-95℃的温度。

#### 温控适配器

温控适配器用于装载有温度要求的实验室器皿,提供 24 孔、96 孔和平底温控适配器,能容 纳 1.5mL 和 2.0mL 离心管、96 PCR 孔板、PCR 8 连管和平底孔板。



24 孔温控适配器

96 孔温控适配器

平底温控适配器

#### 水浴和加热

空气具有隔热性,当实验室器皿和温控适配器之间存在空隙时,温控模块的升温时间会受影响。在铝合金温控适配器孔中放少量水,可提高升温速度。水量取决于温控适配器和实验器 皿之间的空隙大小。更多建议,请参阅<u>温控模块白皮书</u>。

#### 软件控制

温控模块可以使用 Protocol Designer 和 Python API 进行编程。

除了运行协议外, Opentrons App 还能显示温控模块的当前状态, 直接控制表层孔板的温度。

### 温控模块参数

尺寸	194×90×84 mm (L/W/H)
重量	1.5kg
模块功率	■ 输入功率: 100-240VAC,50/60Hz, 4.0A
	■ 输出功率: 36VDC, 6.1A, 最大 219.6W
环境条件	仅限室内使用
环境温度	<22℃(建议最佳冷却温度)
相对湿度	最高 60%, 非冷凝
海拔高度	最高 2,000m
污染级别	2

## 4.7 热循环模块 GEN2



## 热循环模块特性

Opentrons 热循环模块是一个全自动热循环仪,支持 96 孔板全自动 PCR 流程。Opentrons 热循环模块的加热上盖配备一次性密封件,可以与 96 孔板紧密贴合,有利于提高样品加热效率,并尽量减少蒸发。

#### 加热和冷却

热循环模块可以升温和降温,上盖可以升温,参数如下:

- 温控模块的温度范围 4-99℃
- 温控模块的最高升温速率:室温升至 95℃时 4.25℃/s
- 温控模块的最高降温速率: 95℃降到室温时 2.0℃/s
- 上盖温度范围: 37-110℃
- 上盖温度准确度: ±1℃

协议执行期间,上盖可以根据需要自动打开和关闭。

#### 热循环仪参数

热循环仪可以执行一组温度程序:通过一系列温度变化和循环,进行热敏反应。

#### 自动橡胶密封件

为减少蒸发,热循环仪配备橡胶材质的自动密封件。每个密封件可以循环使用,但是每次使用前必须消毒处理。欢迎登录 Opentrons 网站购买其他密封件 <u>https://shop.opentrons.com</u>。

#### 软件控制

热循环仪完全可以使用 Protocol Designer 和 Python API 进行编程。

除了运行协议外, Opentrons App 还能显示热循环仪的当前状态, 直接控制孔板温度、上盖

## 热循环模块参数

尺寸(开盖)	244.95×172×310.1 mm (L/W/H)
尺寸(闭盖)	244.95×172×170.35 mm (L/W/H)
重量	8.4kg
电源适配器电压	100-240V 50/60Hz
电源适配器电流	8.5-5 A
过压	II 类
环境条件	仅限室内使用
环境温度	20-25℃(待机时); 2-40℃(可接受)
相对湿度	30-80%,非冷凝
海拔高度	最高 2,000m
通风要求	设备与墙体至少距离 20cm/8in

# 第五章实验室器皿

本章介绍 <u>Opentrons Labware Library</u> 中 Opentrons Flex 全自动移液工作站和转板抓手可以操 作使用的器皿; 定制器皿; 以及实验室器皿组件 JSON 文件定义。

您可以从设备原厂或线上商城<u>https://shop.opentrons.com</u>购买实验室器皿。Opentrons 一直在验证新的实验室器皿定义。请登录 Opentrons Labware Library 查看最新商品清单。

### 5.1 实验室器皿概念

实验室器皿远不止甲板上放置的或协议中需要用到的这些物品。为帮助您了解 Opentrons 实验室器皿,我们将从三个不同角度为您介绍实验室器皿。对于 Opentron Flex 全自动移液工作站而言,实验室器皿包括在线实验器皿库中提供的所有硬件、用于定义每件器皿的数据、以及定制的实验室器皿。

### 实验室器皿-硬件类

在线实验器皿库中提供 Opentrons Flex 全自动移液工作站需要用到的现成的所有器皿,包括 您在工作中和协议执行过程中需要的可循环使用的组件和一次性耗材。使用在线实验器皿库 里的器皿,不需要您采取任何特殊步骤, Flex 移液工作站能自动识别并处理。

### 实验室器皿-数据类

实验室器皿信息全部存储在带有.json 文件扩展名的 JSON 文件中。每份 JSON 文件包括了 该器皿的空间尺寸(长、宽、高)、容积体积(µL, mL)、以及定义外观特性、形状和位 置的其他指标信息。协议执行过程中, Flex 全自动移液工作站会读取这些.json 文件,识别 甲板上摆放的是哪个器皿,解读如何使用这个器皿。

### 实验室器皿-定制类

定制实验室器皿,未收录到在线实验器皿库里,是由 <u>Custom Labware Creator</u>创作的。有时,定制实验室器皿的构思会受到复杂性、费用或难度的限制。但其实定制实验室器皿不 难理解或创作。我们来了解一下定制实验室器皿的基本概念。

比如,Opentrons 在线实验器皿库里有 Corning 和 Bio-Rad 的 96 孔板(200 µ L),其它制造 商也生产这种 96 孔板。得益于行业标准的广泛推行与应用,这类实验室器材的差异极小。 由 Stellar Scientific、Oxford Lab、Krackeler Scientific 或其它供应商提供的普通 96 孔板 (200 µ L),则属于专门为 Flex 全自动移液工作站"定制的实验室器皿",因为这些孔板并 没有在我们的在线实验器皿库预先定义。此外,实验室器皿尺寸的任何细微差异,都可能 极大程度地影响您协议运行的成功与否。为此,对于您在协议中要用到的每个实验室器 皿,它都必须有十分精准的定义。 虽然定制实验室器皿可能是适合小范围应用的一次性套件,但大多都是吸头、孔板、离心管、支架这些世界各地实验室都需要的日常耗材。Opentrons 实验室器皿与定制实验室器皿的唯一区别是,定制的新器皿需要在软件系统里进行预定义,才能与机器进行交互操作。 Flex 全自动移液工作站支持使用其它基础款实验室器皿或特殊器皿,但是您必须在实验室器皿定义 JSON 文件中记录该器皿的特性,并将这些数据导入 Opentrons App。更多信息,请参考 5.8 定制实验室器皿定义。

综上所述,实验室器皿包括:

- Opentrons 在线实验器皿库中的所有器皿。
- 实验室器皿定义: JSON 文件中的数据,对诸如孔板、吸头、储液槽等单个器皿的形状、大小和性能信息给出了明确定义。
- 定制实验室器皿是指在线实验器皿库中不包含的其它器皿。

了解了这些重要概念后,我们接下来介绍 Opentrons 在线实验器皿库的分类和器皿;最后我们会给您展示实验室器皿文件中的相关数据内容,总结 Opentrons 可以为您创建定制实验室器皿提供哪些支持与服务。

### 5.2 储液槽

Opentrons Flex 全自动移液工作站默认兼容如下单孔和多孔储液槽。这些储液槽可以帮您简 化前期准备工作,开盒即用。您也可以在 Opentrons Labware Library 了解更多储液槽信息。

## 单孔储液槽

制造商	规格参数	API 装入名称
Agilent	<ul><li>290mL</li><li>V底</li></ul>	agilient_1_reservoir_290ml
Axygen	<ul><li>90mL</li><li>平底</li></ul>	axygen_1_reservoir_90m1
NEST	<ul><li>195mL</li><li>V底</li></ul>	nest_1_reservoir_195ml



## 多孔储液槽

制造商	规格参数		API 载入名称	
NEST	•	12 孔 15mL/孔 V 底	nest_12_eservoir_15ml	
USA Scientific	•	12 孔 22mL/孔 V 底	usascientific_12_reservoir_22ml	

## 储液槽和 API 定义

Opentrons Labware Library 分别在不同的 JSON 文件中定义了上述储液槽的特性。Flex 移液 工作站和 Opentrons Python API 主要根据这些 JSON 定义在协议运行中使用和操作这些器皿。 比如,用 API 操作时,ProtocolContext.load\_labware 会将这些器皿名称识别为编码中的有效 参数,将 API 载入名称与 Opentrons GitHub 存储库中对应的储液槽定义相关联。

## 定制储液槽器皿

如果存储库里没有您想要的储液槽,您可以使用 Opentrons Labware Creator 创建一个定制实验室器皿定义。定制定义是将实验室器皿的尺寸、元数据、形状、容积体积和其它相关信息记录在一个 JSON 文件中。Opentrons Flex 全自动移液工作站需要借助这样的信息,来识别如何使用您这个定制实验室器皿。更多信息,请参考 5.8 定制实验室器皿定义。

## 5.3 孔板

Opentrons Flex 全自动移液工作站默认兼容以下几种孔板。这些孔板可以帮您简化前期准备工作,开盒即用。您也可以在 Opentrons Labware Library 了解更多孔板信息。



# 6 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Corning	<ul> <li>6孔</li> <li>16.8mL/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	<pre>corning_6_wellplate_16.8ml_flat</pre>

# 12 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Corning	<ul> <li>12 孔</li> <li>6.9mL/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	corning_12_wellplate_6.9ml_flat

# 24 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Corning	<ul> <li>24 孔</li> <li>3.4mL/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	corning_24_wellplate_3.4ml_flat

## 48 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Corning	<ul> <li>48 孔</li> <li>1.6mL/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	<pre>corning_48_wellplate_1.6ml_flat</pre>

# 96 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Bio-Rad	<ul> <li>96孔</li> <li>200 µ L/孔</li> <li>圆孔、V 底</li> </ul>	biorad_96_wellplate_200ul_pcr
Corning	<ul> <li>96 孔</li> <li>360 µ L/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	<pre>corning_96_wellplate_360ul_flat</pre>
	<ul> <li>96孔</li> <li>100 µ L/孔</li> <li>圆孔、V 底</li> <li>PCR 全裙边</li> </ul>	nest_96_wellplate_100ul_pcr_full_skirt
NEST	<ul> <li>96 孔</li> <li>200 µ L/孔</li> <li>圆孔、平底</li> </ul>	nest_96_wellplate_200ul_flat
	<ul> <li>96 孔</li> <li>2000 µ L/孔</li> <li>方孔、V 底</li> </ul>	nest_96_wellplate_2ml_deep
Thermo Scientific	<ul> <li>Armadillo 96 孔</li> <li>200 µ L/孔</li> <li>圆孔、V 底</li> <li>PCR 全裙边</li> </ul>	armadillo_96_wellplate_200ul_pcr_full_skirt
	<ul> <li>Nunc 96 深孔</li> <li>1300 µ L/孔</li> <li>圆孔, U 底</li> </ul>	thermoscientificnunc_96_wellplate_1300ul

	•	Nunc 96 深孔 2000 µ L/孔 圆孔,U 底	thermoscientificnunc_96_wellplate_2000ul
USA Scientific	•	96 深孔 2.4mL/孔 方孔, U底	usascientific_96_wellplate_2.4ml_deep

# 384 孔板

制造商	参数规格	API 载入名称
Applied Biosystems	<ul> <li>384 孔</li> <li>40 µ L/孔</li> <li>圆孔、V 底</li> </ul>	appliedbiosystemsmicroamp_384_wellplate_40ul
Bio-Rad	<ul> <li>384 孔</li> <li>50 µ L/孔</li> <li>圆孔、V 底</li> </ul>	biorad_384_wellplate_50ul
Corning	<ul> <li>384 孔</li> <li>112 µ L/孔</li> <li>方孔、平底</li> </ul>	corning_384_wellplate_112ul_flat

## 孔板适配器

以下是 Opentrons 热振荡仪 GEN1 兼容的热振荡仪适配器。您可以使用下列单独适配器定 义,在热振荡仪上搭载 Opentrons 认证过的或定制的实验室器皿。

适配器类型	API 载入名称
Opentrons 通用平板适配器	opentrons_universal_flat_adapter
Opentrons 96 PCR 适配器	opentrons_96_pcr_adapter

Opentrons 96 深孔适配器	opentrons_96_deep_well_adapter
Opentrons 96 平底适配器	opentrons_96_flat_bottom_adapter

您也可以在一条定义中同时加载适配器和实验室器皿。Opentrons 在线实验器皿库内设置了 多个预先配置好的温度适配器和实验室器皿组合定义,方便热振荡仪直接应用。

> **注意**:如果您要在协议运行过程中给热振荡仪接上或卸下实验室器皿, 不论是由转板抓手操作还是手动操作,请不要使用上述配套组合,请使 用独立的适配器定义。

适配器/实验器皿组合	API 载入名称
Opentrons 96 深孔适配 器和 NEST 深孔板 2mL	opentrons 96 deep well_adapter_nest_wellplate_2ml_deep
Opentrons 96 平底适配 器和 NEST 96 孔板 200 µL(平底)	opentrons 96 flat_bottom_adapter_nest_wellplate_200ul_flat
Opentrons 96 PCR 适配 器和 Armadillo 孔板 200 µ L	opentrons_96_pcr_adapter_armadillo_wellplate_200ul
Opentrons 96 PCR 适配 器和 NEST 孔板 100 µ L	opentrons 96 pcr_adapter_nest_wellplate_100ul_pcr_full_skirt
Opentrons 通用平底适 配器和 Corning 384 孔 板 112 µ L (平底)	opentrons universal_flat_adapter_corning_384_wellplate_112ul_flat

您可以通过 Opentrons 网上商城 <u>https://shop.opentrons.com</u>直接购买适配器。

## 孔板和 API 定义

•••

Opentrons Labware Library 在不同的 JSON 文件中定义了上述孔板的特性。Flex 移液工作站和 Opentrons Python API 主要根据这些 JSON 定义在协议运行过程中使用和操作这些器皿。比如,用 API 操作时,ProtocolContext.load\_labware 会将这些器皿名称识别为编码中的有效参数,将 API 载入名称与 Opentrons GitHub 存储库中对应的孔板定义相关联。

### 定制孔板器皿

如果存储库里没有您想要的孔板,您可以使用 <u>Opentrons Labware Creator</u>创建一个定制实验 室器皿定义。定制定义是将实验室器皿的尺寸、元数据、形状、容积体积和其它相关信息记 录在一个 JSON 文件中。Opentrons Flex 全自动移液工作站需要借助这样的信息,来识别如 何使用您这个定制实验室器皿。更多信息,请参考 5.8 定制实验室器皿定义。

### 5.4 吸头和吸头盒

Opentrons Flex 吸头有 50 µ L、200 µ L 和 1000 µ L 几种不同规格,透明非导电聚丙烯吸头,可带或不带滤芯,每盒装 96 支,灭菌包装,无 DNA 酶、无 RNA 酶、无蛋白酶、无热源、 无人源 DNA、无内毒素、无 PCR 抑制剂。吸头盒上同样注明编号和有效期。

Flex 移液吸头配合 Opentrons Flex 单通道、8 通道和 96 通道 50 µ L 和 1000 µ L 移液器使用。 虽然您可以在 50 µ L 和 1000 µ L 移液器上搭载任何型号的 Flex 吸头,但是要尽量去适配吸 头规格和移液器的额定量程。比如,在 50 µ L 移液器上搭载 1000 µ L 的吸头就不太合适。 1000 µ L 移液器,您可以搭载 50 µ L、200 µ L 或 1000 µ L 的吸头。

### 吸头盒

带滤芯和不带滤芯的吸头,都会套装在一个吸头盒里,吸头盒下面是一个可复用的基座,中间是装有 96 支吸头的吸头架,上面是盖子。

按容量包装	API 载入名称
50 µ L	<ul> <li>无滤芯 <u>opentrons_flex_96_tiprack_50ul</u></li> <li>带滤芯 <u>opentrons_flex_96_filtertiprack_50ul</u></li> </ul>
200 µ L	<ul> <li>无滤芯 <u>opentrons_flex_96_tiprack_200ul</u></li> <li>带滤芯 <u>opentrons_flex_96_filtertiprack_200ul</u></li> </ul>
1000 µ L	<ul> <li>无滤芯 <u>opentrons_flex_96_tiprack_1000ul</u></li> <li>带滤芯 <u>opentrons_flex_96_filtertiprack_1000ul</u></li> </ul>

根据不同的吸头规格,中间装吸头的吸头架用不同颜色以示区分:

- 50 µL: 紫色
- 200 µ L: 黄色
- 1000 µL: 蓝色



不论是首次订购还是复购,吸头和吸头盒都会提供两种不同的包装方式:

- 独立装:吸头盒(基座、吸头架和盖子)用收缩膜单独包装。这种独立包装方式适合对 清洁度要求较高(避免交叉污染)或作业流程不支持重复利用基座或组件的用户。
- 组合装:包含一套完整的吸头盒(基座、吸头架和盖子)和多个单独的吸头架。这种组合包装方式适合作业流程支持重复利用基座和组件的用户。

## 吸头-移液器兼容

Flex 移液器吸头为 Opentron Flex 全自动移液工作站专门设计。Flex 吸头不支持上一代 Opentrons OT-2 移液器, OT-2 吸头同样不适用 Flex 移液器。

其它行业标准吸头可能也适配 Flex 移液器,但是不推荐使用。为确保最佳移液效果,建议 您仅使用 Opentrons Flex 移液器专用吸头。

## 5.5 离心管和离心管架



Opentrons Flex 全自动移液工作站,配套使用的是 <u>Opentrons 四合一离心管架</u>。这种四合一离心管架可以为您节省前期准备工作,开盒即用。更多详细信息,请查阅 <u>Opentrons Labware</u> <u>Library</u>。

## 离心管架组合件

Opentrons 四合一离心管架能容纳不同规格的离心管,单一规格或多个规格(容积)混装,具体包括:

- 6 孔管架: 50mL 离心管(6×50mL)
- 10 孔混装管架: 4 支 50mL 离心管和 6 支 15mL 离心管(4×50mL, 6×15mL)
- 15 孔管架: 15mL 离心管(15×15mL)
- 24 孔管架: 0.5mL 或 1.5mL 或 2mL 离心管(24×0.5mL/1.5mL/2mL)



**注意**:除非另有说明,否则所有离心管都是底部 V 型上部圆柱形(锥形)管。

## 6孔管架

离心管类型	API 载入名称
6 Falcon 50 mL	opentrons_6_tuberack_falcon_50ml_conical
6 NEST 50 mL	opentrons_6_tuberack_nest_50ml_conical

## 10 孔管架

离	心管类型	API 载入名称
•	4 Falcon 50 mL 6 NEST 15 mL	opentrons_10_tuberack_falcon_4x50ml_6x15ml_conical
•	4 NEST 50mL 6 NEST 15mL	opentrons_10_tuberack_nest_4x50ml_6x15ml_conical

## 15 孔管架

离心管类型	API 载入名称

•	15 Falcon 15 mL	opentrons_15_tuberack_falcon_15ml_conical
•	15 NEST 15mL	opentrons_15_tuberack_nest_15ml_conical

## 24 孔管架

离心管类型	API 载入名称
24 Eppendorf Safe-Lock 1.5 mL	opentrons_24_tuberack_eppendorf_1.5ml_safelock_snapcap
24 Eppendorf Safe-Lock 2 mL, U-型底	opentrons_24_tuberack_eppendorf_2ml_safelock_snapcap
24 generic 2 mL 螺旋盖	opentrons_24_tuberack_generic_2ml_screwcap
24 NEST 0.5 mL 螺旋盖	opentrons_24_tuberack_nest_0.5ml_screwcap
24 NEST 1.5 mL 螺旋盖	opentrons_24_tuberack_nest_1.5ml_screwcap
24 NEST 1.5 mL 压盖	opentrons_24_tuberack_nest_1.5ml_snapcap
24 NEST 2 mL 螺旋盖	opentrons_24_tuberack_nest_2ml_screwcap
24 NEST 2 mL 压盖, U-型底	opentrons_24_tuberack_nest_2ml_snapcap

## 离心管架 API 定义

Opentrons Labware Library 在不同的 JSON 文件中定义了上述离心管架的特性。Flex 移液工 作站和 Opentrons Python API 主要根据 JSON 定义在协议运行过程中使用和操作这些器皿。 比如,用 API 操作时,ProtocolContext.load\_labware 会将这些器皿名称识别为编码中的有效 参数,将 API 载入名称与 Opentrons GitHub 存储库中对应的离心管架定义相关联。

## 定制离心管架器皿

如果存储库里没有您想要的离心管架,您可以使用 <u>Opentrons Labware Creator</u> 创建一个定制 实验室器皿定义。定制定义是将实验室器皿的尺寸、元数据、形状、容积体积和其它相关信 息记录在一个 JSON 文件中。Opentrons Flex 全自动移液工作站需要借助这样的信息,来识 别如何使用您这个定制实验室器皿。更多信息,请参考 5.8 定制实验室器皿定义。

## 5.6 铝合金管架

铝合金管架是一个三件套, 它包括一个 24 孔管架, 一个 96 孔管架和一个平板适配器。

Opentrons Flex 全自动移液工作站铝合金管架,可以配合温控模块 GEN24.6 温控模块 GEN2 使用,或直接放在甲板上承托样本离心管和孔板。铝合金管架结合温控模块使用,可以让样本离心管、PCR 孔板、PCR 8 连管排板和平底孔板维持 4-95℃之间的恒定温度。

## 24 孔铝合金管架

24 孔管架适用于单个样品管。比如,可以用来放以下这些样品管:

- V型或U型底样品管
- 压盖或螺旋盖样品管
- 0.5mL、1.5mL 和 2mL 样品管

## 96 孔铝合金管架

96 孔管架适用于许多不同型号的孔板。比如,可以兼容以下孔板:

- Bio-Rad 和 NEST 这种大型孔板制造商的孔板。
- V型底、U型底或平底孔板。
- 100 µL 或 200 µL 孔板。

它还兼容通用型 PCR 8 连管。



## 铝合金管架组合件

Opentrons Labware Library 支持下列管架、孔板和样品管组合件,且分别用 JSON 实验室器 皿定义文件格式进行了定义。Flex 移液工作站和 Opentrons Python API 主要根据这些 JSON 定义在协议运行过程中使用和操作这些器皿。比如,用 API 操作时, ProtocolContext.load\_labware 会将这些器皿名称识别为编码中的有效参数。下表列明了系统 默认板架/载具组合和相关的 API 载入名称,并将 API 载入名称与 Opentrons GitHub 存储库 中对应的 JSON 定义相关联。



## 24 孔铝合金管架组合件

24 孔管架内含	API 载入名称
通用型 2mL 离心管 螺旋盖	opentrons_24_aluminumblock_generic_2ml_screwcap
NEST 0.5mL 离心管 螺旋盖	opentrons_24_aluminumblock_nest_0.5ml_screwcap
NEST 1.5mL 离心管 螺旋盖	opentrons_24_aluminumblock_nest_1.5ml_screwcap
NEST 1.5mL 离心管 压盖	opentrons_24_aluminumblock_nest_1.5ml_snapcap
NEST2mL 离心管 螺旋盖	opentrons_24_aluminumblock_nest_2ml_screwcap
NEST2mL 离心管 压盖 U型底	opentrons_24_aluminumblock_nest_2ml_snapcap

## 96 孔铝合金管架组合件

96 孔管架内含	API 载入名称
Bio-Rad 孔板 200 µ L	opentrons_96_aluminumblock_biorad_wellplate_200uL
通用型 PCR 8 连管 200 µ L	opentrons_96_aluminumblock_biorad_wellplate_200uL
NEST 孔板 100 μ L	opentrons_96_aluminumblock_nest_wellplate_100uL

# 5.7 实验室器皿和 Opentrons Flex 转板抓手

虽然 Opentrons Flex 全自动移液工作站可以搭载实验器皿库里所有库存器皿使用,但是 Opentrons Flex 转板抓手仅与特定的器皿兼容。转板抓手经过优化,目前可以兼容下列器皿。

器皿分类	品牌
深孔板	• NEST 96 深孔板 2mL
96 孔全裙边孔板	<ul> <li>Thermo Scientific Armadillo 96 孔 200 µ L 全裙边孔板</li> <li>NEST 96 孔 200 µ L 平底孔板</li> </ul>

吸头盒(带滤芯和不带滤芯)	•	Opentrons Flex 96 吸头盒 50 µ L
	•	Opentrons Flex 96 吸头盒 200 µ L
	•	Opentrons Flex 96 吸头盒 1000 µ L

**注意**:为保证效果,Flex 转板抓手仅搭配上述列明的实验 室器皿使用。Flex 转板抓手可能兼容其它符合 ANSI/SLAS 自动化标准的实验室器皿,但是不建议使用。

## 5.8 定制实验室器皿定义

如前所述,Opentrons 实验器皿库没有录入定制实验室器皿信息。Flex 移液工作站可以操作 其它通用或特殊实验室器皿,但是首先要准确测量和记录该器皿的参数特性,并将这些数据 记录在 JSON 文件中并导入 Opentrons App 后,Flex 移液工作站和 API 才能根据 JSON 文件 中的信息来操作定制实验室器皿。为帮助您在 Flex 移液工作站上使用定制实验室器皿, Opentrons 提供下列工具和服务。

## 创建定制实验室器皿定义

Opentrons 提供实验室器皿自定义工具和服务,适用于不同需求的用户。创建自己的实验室器皿,搭载 Opentrons Flex 全自动移液工作站使用,意味着您的实验室里又添了一台强大的多功能机器。

#### 定制实验室器皿编辑器

Custom Labware Creator 是基于网页的无代码编辑工具,通过图形界面帮您创建实验室器皿 定义文件。实验室器皿编辑器生成 JSON 实验室器皿定义文件后,将文件导入 Opentron App, 这样 Flex 移液工作站和 Python API 即可识别并操作您的定制实验室器皿。

#### 定制实验室器皿服务

如果存储库里没有您想要用的实验室器皿,自己不会创建定义,或定制项目涉及不同的形状、规格或如下所示其它不规则内容,您可以联系我们。

可以在实验室器皿编辑器定义的器皿		可以向 Opentrons 寻求定制服务的器皿	
✓	孔口和离心管规则统一	~	孔口和离心管形状不规则
✓	所有行分布均匀(间距相等)	~	所有行分布不均匀
~	所有列分布均匀(间距相等)	~	所有列分布不均匀
---	---------------	---	-----------------------------
~	刚好适配一个甲板位	~	小于一个甲板位(需要适配器)或者横 跨多个甲板位

以下几个示意图可以帮助您具体了解上述几个举例。

	<ul> <li>✓ 规则的</li> <li>所有行和列都均匀分布。</li> <li>列间距与行间距也可以不一样。</li> </ul>
	✓ 规则的 网格不一定放在器皿正中央。
$\begin{bmatrix} 00 & 00 \\ 00 & 00 \\ 00 & 00 \end{bmatrix}$	× 不规则的 每行都分布均匀,但是 <b>每列分布不均匀</b> 。
	× 不规则的 行/列分布均匀,但是 <b>孔口样式不统一</b> 。
	× 不规则的 一种以上的不同网格。

Opentrons 实验室器皿定制服务团队,会与您对接了解需求并设计出定制实验室器皿定义。 您也可以参考技术支持文章<u>《申请定义定制实验室器皿》</u>和<u>《定制实验室器皿申请表》</u>,了 解更多。该定制服务收费。

### **Python API**

如果您无法使用我们的 API 创建定制实验室器皿,您也可以使用其他 API 定制实验室器皿。 但是,您要首先定义定制实验室器皿,然后才能将其导入 Opentrons App。在 Opentrons App 添加了您的定制实验室器皿后,Python API 和机器就可以使用了。更多信息可以参考 Python API 文档章节 5.8 定制实验室器皿定义。关于如何用 API 编写协议文本,请参考协议开发 6.3 Python API。

# JSON 实验室器皿架构

JSON 文件是 Opentrons 标准与定制实验室器皿的根本性文件,基于默认架构规定的设计要求,采集和整理实验室器皿数据。架构是整理数据的模式或框架,规定了需要哪些信息,哪些是较为理想的信息,如何将这些信息整理到 JSON 文件中去。如果您对此感兴趣,可以看一下实验室器皿架构模版和GitHub上有关 <u>Bio-rad 孔板</u>和 <u>USA Scientific 储液槽</u>的架构例子。

关键词	数据类型	定义				
架构版本 schemaVersion	数字	指实验室器皿使用的架构版本。当前版本 2。				
版本 version	数字	指标识实验室器皿版本的递增整数。最低版本1。				
命名空间 namespace	字符串	指用作 API 载入名称或器材名称的一串安全字符。名称可以 由小写字母、数字、标点符号和下划线构成。由正则表达式 定义^[a-z0-9]+\$。				
元数据 metadata	对象	<ul> <li>搜索和显示属性。仅接受:</li> <li>displayName(字符串):方便记住的实验室器皿名。</li> <li>displayCategory:用界面上标签对器皿进行分类。参见 JSON 实验室器皿定义中的 displayCategory 部分。</li> <li>displayVolumeUnits(字符串):用界面上标签表示体积, 必须是µL、mL或L。</li> <li>tags(数组):一组对指定实验室器皿的描述,数组由字 符串构成。</li> </ul>				
品牌 brand	对象	关于制造该实验室器皿的厂商信息、或者该实验室器皿与哪些产品兼容的信息。参考 Bio-Rad 孔板 <u>示例</u> 。				
参数 parameters	对象	<ul> <li>描述实验室器皿特性的内部参数。仅接受:</li> <li>format (字符串):确定与多通道移液器的兼容性。必须选择 96 标准、384 标准、槽、不规则和垃圾其中一项。</li> <li>Quirks (数组):描述实验室器皿行为的属性。数组由字符串构成。</li> <li>isTiprack (布尔型):用旗帜表示实验室器皿是(true)不是(false)吸头盒。</li> <li>tipLength (数字):确定实验室器皿是吸头盒后,说明吸头从上到下的总长度(单位:mm),使用技术图纸上说明的数据或用标尺测得的数据。</li> </ul>				

		<ul> <li>tipOverlap(数字):确定实验室器皿是吸头盒后,说明希望吸头套入移液器吸头圆锥的深度(单位:mm)。用吸头的长度减去移液器底部与吸头底部的距离。机器的校准程序可能会细微调整这个估数。</li> </ul>
		<ul> <li>loadName: 实验室器皿定义文件的命名(比如, biorad_96_wellplate_200ul_pcr)</li> </ul>
排序 ordering	数组	生成一个数组,用来跟踪孔口在实验室器皿中排列情况。参考 Bio-Rad 孔板 <u>示例</u> 。
		适用于要横跨多个甲板位的实验室器皿。偏移是指从甲板槽 左前方底角到实验室器皿左前方底角的距离。仅接受:
角偏移		■ x(数字)
cornerOffset	对象	■ y (数字)
FromSlot		■ z (数字)
		对于没有横跨多个甲板位的实验室器皿, x y z 值应该为零。 参考 JSON 实验室器皿定义的 displayCategory。
		实验室器皿的外围尺寸(单位: mm)。仅接受:
R-+	对象	■ x 维度 (长)
		■ y 维度 (宽)
aimensions		■ z 维度(高)
		参见 Bio-Rad 孔板 <u>示例</u> 。
		没有排序的孔口,包括位置和尺寸信息。每个孔口仅接受以 下参数:
		<ul> <li>depth(数字): 孔口顶部到底部的距离(单位: mm)。</li> <li>关于吸头盒,考虑到有吸头长度,所有深度可以忽略, 但是深度和长度这两个数值要匹配得上。</li> </ul>
孔口		■ x (数字): 孔口相对于实验室器皿左前方底角的中心底 部位置。
wells	对象	▪ y(数字): 孔口相对于实验室器皿左前方底角的中心底 部位置。
		<ul> <li>z(数字): 孔口相对于实验室器皿左前方底角的中心底 部位置。</li> </ul>
		<ul> <li>totalLiquidVolume (数字): 孔口、离心管或吸头的体积 容量,单位 µL。</li> </ul>
		<ul> <li>xDimension (数字): 方孔长度。</li> </ul>

		■ yDimension (数字): 方孔宽度。
		■ diameter (数字): 圆孔直径。
		<ul> <li>shape (字符串):形状只有方向或圆形两种选择。若是 方形,说明 x 维度和 y 维度。若是圆形,说明直径。</li> </ul>
		关于圆形孔口,参见 Bio-Rad 孔板 <u>示例</u> 。关于方形孔口,参 见 USA Scientific 储液槽 <u>示例</u> 。
		关于三围尺寸、深度和体积,请参考 JSON <b>实验室器皿定义</b> 中的 positiveNumber。
		根据元数据和展示需要,对孔口进行逻辑分组。变更分组不 会影响协议执行。分组数组包含以下项目对象:
		■ wells (数组): 包含同样元数据的一组孔口 (比如"A1"、 "B1"、"C1"等。)数组由字符串构成。
	数组	■ metadata(对象):针对具体孔口表格的元数据,仅接受:
分组		<ul> <li>displayName (字符串):为孔口分组命名,要方便 人们识别。</li> </ul>
groups		<ul> <li>displayCategory:用界面中的标签来给孔口组分类。</li> <li>参考 JSON 实验室器皿定义中的 displayCategory。</li> </ul>
		<ul> <li>wellBottomShape (字符串): 孔底部的形状,只能 是平底、U型底、或V型底。</li> </ul>
		<ul> <li>brand: 孔口组的品牌数据。参考 JSON 实验室器皿定义</li> <li>中的 brandData。</li> </ul>

# JSON 实验室器皿定义

属性	数据类型	定义
定位数字 positiveNumber	数字	最小 0。
品牌数据 brandData	对象	<ul> <li>仅接受:</li> <li>brand (字符串):品牌/制造商名称。</li> <li>brandId (数组):制造商器件编号。</li> <li>links (数组):能跳转到制造商对应产品页的 URL。</li> <li>参考 USA Scientific 储液槽<u>示例</u>。</li> </ul>

显示分类 displayCategory	字符串	只能是 tipRack (吸头盒)、tubeRack (离心管架)、reservoir (储液槽)、trash(垃圾桶)、wellPlate(孔板)、aluminumBlock (铝合金管架) 或 other (其它) 几种分类。
安全字符串 safeString	字符串	用作 loadName 和 nameSpace 的一串安全字符。由正则表达 式定义^[a-z0-9]+\$。

# 第六章协议开发

Opentrons Flex 全自动移液工作站系统支持自动执行 PCR、NGS、ELISA 等各种作业流程。 您可以使用经过验证的标准协议,也可以根据自己的实验需要修改现有的协议,也可以设计 和创建新的协议。

本章简要介绍不同的协议开发方法,指导您将 Opentrons OT-2 自动化移液平台协议修改成 适用于 Opentrons Flex 全自动移液工作站的新协议。

# 6.1 预制协议

# 在线协议库

Opentrons 在线协议库里保存了大量由 Opentrons 集团内部和 Opentron 社区成员授权的协议。 您可以使用 <u>Protocol Library</u> 首页顶部的搜索栏,查询符合您应用需求的协议。

您也可以分类查询协议,比如 DNA/RNA、细胞生物学、细胞和组织培养、蛋白质、商用检测试剂盒或分子生物学,甚至还有一个类别是关于移液技巧的协议!您可以花时间研究这个 在线协议库,理解哪部分可以参考使用,创作一些了不起的像素艺术,在用真实样品和试剂 操作之前,先全面了解这台机器的特性和功能。

## 查询协议

您可以从在线协议库搜索您想要的协议。从搜索的列表中选择您想要的协议,或者点击 "View All Results"进入全部搜索协议的界面,该页面会显示每个协议的更多详细信息,您 也可以按照不同的标准筛选协议。

每个协议都会展示如下信息:

项目	描述
协议名称	协议的名称。
验证	一个表示该协议是否经过 Opentrons、第三方制造商、或社 区成员验证的标志符号。
预计时长	预计这个协议的运行时长。
描述	关于这个协议用途的简要总结。
机器型号	该协议兼容哪些 Opentrons 移液工作站。
协议可编辑	JSON 协议都可以在 Protocol Designer 内编辑,不需要写代码。Python 协议可以在任何文本编辑器中使用 Python API 编辑。
模块	运行该协议所需要的模块。

除了这些类别之外,您还可以在边栏中按以下条件过滤结果:

- 移液器:协议使用哪种移液器(您可以随时更换协议移液器,但是这样可能对运行时间、 消耗的针管数量有影响)。
- 分类:应用目标,比如 DNA/RNA,细胞生物学、蛋白质等。
- **协议版本:**显示或隐藏协议旧版本。

### 协议细节

点击协议进入详细页面,您可以在这里看到更多信息。除了您搜索的内容,还有以下信息:

- **辅助数据:附加**数据、解释说明、由协议作者提供的外部链接。
- 您需要的全部信息: 该协议需要用到的所有设备清单,包括 Flex 移液工作站、模块、实验室器皿、移液器和第三方工具。
- **协议步骤:**协议作者提供的协议步骤列表、工作台面布局和协议文件中规定的液体清单。

详细页面还提供了有关下载和运行协议的基本说明。将协议导入 Opentrons App 并设置运行 的更多信息,请参考软件与操作章节**将协议传输到** Flex 部分。

# 定制协议开发服务

对于在线协议库内暂时没有的应用协议, Opentrons 提供<u>远程定制协议开发服务</u>。Opentrons 完成全面授权和验证服务大约需要 2 周时间。Opentrons 应用支持将提供以下服务:

- 开发 Python 协议
- 验证代码
- 远程安装协议
- 指导创建工作桌面和配置试剂
- 协议交付后第一周提供必要的优化支持

原则上, Opentrons 会将所有定制协议上传至在线协议库, 与社区内所有成员共享。但是, 如果您要求不公开您的定制应用协议, 您可以选择不将其上传至在线协议库。

注意:定制协议开发服务,仅限于编写用于控制 Opentrons 硬件设备的 Python 协议,不包括用其它语言编写机器人控制代码,也不包括编写控制第三方硬件设备的代码/协议。

### 定制协议需要提供的信息

详细描述您的协议要求,有助于 Opentrons 应用支持按您的需求精准编写自动化代码。建议 您从以下几方面考虑协议要求:

- 硬件(移液器、转板抓手、模块)
- 实验室器皿(Opentrons 已验证、其它标准、或定制)

同时也要考虑协议的特殊应用情形,比如:

- 挥发性液体、粘性液体、或不同于水的其它液体
- 昂贵试剂的保存
- 灭菌和交叉污染
- 高级移液方法,比如气封、高流速或低流速、在孔内特定位置移液等

为解释清楚在执行协议过程中机器的移动情况,您得先说明甲板的初始状态。模块和实验器 皿应该放在哪里?哪种液体应该放在哪个实验室器皿里,分别放多少量?参考 Opentrons Flex 全自动移液工作站甲板上和标准实验室器皿上印制的坐标系,来描述这些位置。

接下来,一步步解释 Opentrons Flex 全自动移液工作站如何操作液体,说明具体体积(µL),液体的精准来源位置和目标位置(甲板上第几行、第几列、或者实验室器皿上的单一孔口)。

总而言之,把它当做论文的研究方法部分来写,就能让 Opentrons 团队准确理解您的需求。 您也可以尽量多提供一些信息,也许正好是我们在编写协议代码时需要的细节信息。

### 关于定制协议服务的费用

Opentrons Flex 全自动移液工作站系统的所有持有者,都可以申请定制协议开发服务。根据 您工作流程的复杂程度不同,服务价格不同。

复杂程度	价格	描述
复杂	\$2,250	定制协议,需要使用复杂的 Python 代码和进行较长时间的协议优化。具体应用例子包括:NGS、核酸纯化、核酸提取、蛋白表达和纯化。
中等复杂	\$1,750	定制协议,需要使用中等复杂的 Python 代码和进行协议优化。具体应用例子包括: ELISA、蛋白质结晶、Bradford 或 BCA 测定、转染或转化测定、药物发现、MALDI 点样、微阵列制备、流式细胞术、复杂的连续稀释、具有多个变量的工艺流程、以及极为独特的孔板布局的工艺流程。
简单	\$1,250	定制协议, 需要使用基本的 Python 代码和进行少量的协议 优化。具体应用例子包括: PCR 设置、样品等分试样、归 一化处理、精细挑选处理、CSV 文件处理、培养基交换、 和质谱样品制备。
修改	\$750	仅限于对在线协议库中已有的协议进行适当修改。

您可以从 Opentrons 在线商城直接购买协议开发服务,或联系 Opentrons 销售部了解更多。

# **6.2 Protocol Designer**

Protocol Designer 是一款基于网络的无代码协议开发工具,用于开发在 Opentrons 移液工作站(包括 Opentrons Flex 全自动移液工作站)运行的协议。您可以使用 Protocol Designer 创建以下协议:

- 吸液、放液、转移和混合液体
- 使用转板抓手在甲板上移动实验室器皿
- 操作 Opentrons Flex 模块
- 暂停以检验进度或拿取样本

所有协议编辑工作都要在网页浏览器里进行。创建或编辑好协议后,将其导出为 JSON 文件, 然后将已导出的 JSON 文件上传到机器, 这样就可以像其他协议一样正常运行了。

# Protocol Designer 要求

目前, Protocol Designer 仅兼容 Google Chrome 浏览器,而且需要有网络连接。在 Opentron Flex 全自动移液工作站上传和运行 JSON 协议,需要安装 7.0.0 或以上版本的 Opentrons App。

不支持用 Protocol Designer 创建或修改 Python 协议文件。

# 设计新的协议

协议用来指示机器使用哪种硬件设备来执行特定的动作。我们可以用 Protocol Designer 里的 三个图标来设计新的协议:

图标	标签
FILE	File 文件,您可以在这里管理协议文件,定义协议中需要用到的硬件。
LIQUIDS	Liquids 液体,您可以在这里定义样本、试剂和机器可以处理的任何液体。
DESIGN	Design 设计,您可以在这里说明工作桌面的初始状态,添加机器的执行步骤,预览这些执行步骤的执行效果。

如果从零开始创建一份新协议,要依次用到"File"、"Liquids"和"Design"这三个图标,然后返回"File"导出刚完成的所有操作。接下来,我们将详细介绍新协议的整个创建流程。

## 第一步: 创建协议

进入 Protocol Designer 后,首先点开文件"File"图标。在左侧边栏中,单击新建"Create New",出现创建新协议"Create New Protocol"对话框。选择 Opentrons Flex,然后点下一步 "Next"。

Choose robot type	
OT-2	Opentrons Flex

在 Protocol Designer 里选择为 Opentrons Flex 创建一个协议。

给您的协议命名,这个名称会显示在 Opentrons App 和触摸屏上;使用 Protocol Designer 时,您也可以在 Protocol Designer 顶部看到该协议名称。名称中最好能体现协议描述和作者信息。

接下来, Protocol Designer 会引导您选择协议需要的 Flex 移液器,以及您需要用到的吸头盒 类型。

然后选择协议中需要用到的其它硬件,比如转板抓手或模块。此时仅显示 Flex 兼容模块。



任何时候,您都可以返回文件"File",给您的协议重新命名,添加作者名或者描述,或者变更硬件配置。

## 第二步: 定义液体

进入液体"Liquids",设置样本和试剂。这个图标只用来<u>定义</u>液体类型。您可以在第三步设计"Design"里说明起始位置和液体量。

点击新液体"New Liquid",输入液体名称和基本描述。您也可以选择是否给液体<u>编序号</u>, 让每个容纳该液体的孔口在工作桌面图上和操作过程中显示序号。比如,如果协议中有血液 样本,即使您给这些样本的标签都是"血液"和使用同样颜色的编码,也能通过编序号的方 式,让您在作业流程中区分每份样本。

在 Protocol Designer、Opentrons App 和触摸屏上,不同类型的液体会在工作桌面图上分别显示不同的颜色。您可以使用默认颜色,也可以选择另一种预设颜色,或者使用 RGB 和十六进制自定义颜色。

#### 第三步:甲板布局

进入设计"Design"完成最后一步设置,即将实验室器皿和液体放在甲板上。这个图标里面 是主要工作桌面图,显示工作桌面上的一切,包括每个孔口,甚至是 384 孔板。

工作桌面图首先在默认位置放置您为该协议选择的吸头盒和模块。将光标悬停在任意一个空甲板位上,点击添加实验室器皿"Add Labware",添加更多吸头盒或其它实验室器皿。可以直接将实验室器皿拖放到空甲板位上,也可以将实验室器皿拖放到已被占用的甲板位上,替换新的实验室器皿。

**注意**:不可以在甲板图上拖放模块。拖放只是为了方便将实验室器皿接入或拆下 模块。如果想变更模块位置,需要返回文件"File",点击模块名称旁边的编辑 "Edit"进行更改。

•••

注意: Protocol Designer 目前不支持在单个移液器上使用多种不同类型的吸头(比如,用滤芯吸头完成指定移液动作,用非滤芯吸头完成其它动作)。如果实际应用中需要这么做,您得使用 Python 协议。参见 Python API 文档了解更多<u>拾取吸头</u>的信息。

将光标悬停在实验室器皿上,点击添加液体"Add Liquids",说明哪个孔口放入哪种液体。

点击单一孔口或拖动一排/列孔口,屏幕顶部会显示一个表格。选择一种您定义的液体,确 定每个孔口的起始液体量,单位 µ L。比如,如果选择 96 孔板的第一列孔口,定义 100 µ L, 那么总液体量将是 800 µ L (100 µ L×8 孔)。

#### 第四步:添加步骤

最后,告诉机器皿体怎样在甲板上移动液体。点击添加步骤"Add Step",选择步骤类型。

- 移液步骤
  - TRANSFER:将液体从一个孔口或者一排孔口移动到其它地方。在左侧说明源头,即从哪里吸取液体;在右侧说明目的地,即把液体释放到哪里。点击齿轮图标,可以更改流速、吸头高度、轻敲滴液(接触吸头)、气隙、吹气等动作。在 Sterility & Motion 选项卡里,为您的实际应用选择合适的吸头使用方法。
  - MIX:反复在同一个孔口里吸液和放液。选择混合的液体量、混合重复次数、以及 需要混合的孔口。与移动步骤一样,点击齿轮图标,可以更改混合动作。您也可以 选择不同的吸头使用方法。
- 转板抓手步骤
  - MOVE LABWARE: 控制 Flex 转板抓手或手动在甲板上移动实验室器皿。选择您 想要移动的实验室器皿和想要放置的新位置。点开使用转板抓手"Use Gripper", 让转板抓手自动移动实验室器皿;或不使用这个功能,而是让协议暂停,您手动移 动实验室器皿。如果想要将实验室器皿从甲板上移开,您得手动移动该器皿。
- 模块步骤
  - HEATER-SHAKER: 控制热振荡仪的温度、振荡速度、实验室器皿闩。您可以设置一个理想的计时器,让协议在完成某些动作后暂停一段时间(需要花较长时间加热到较高温度或者等模块冷却到某个温度)。
  - **TEMPERATURE**: 设定目标温度或停用温度模块。
  - THERMOCYCLER: 这个动作有两种选项,但是只能选其一。
    - 更改热循环仪状态:设置模块温度,设置上盖温度,或移动上盖。
    - 设计一组参数:定义<u>参数</u>,设计一组计时的自动循环加热和冷却的温度参数。
       每达到一个温度点,让模块在温度点上维持一段时间。不改变上盖温度。
  - PAUSE:只要符合三个条件其中的一个条件,协议就停止执行。暂停可以让用户干预(按下触摸屏或应用程序上的暂停键),等待一段时间,或等待模块达到目标温度。比如在进行细胞培养时,或在等候环形磁力架工作时,计时暂停功能非常实用。

#### 第五步:编辑步骤

创建一个步骤后,可以将光标悬停在协议时间轴(Protocol Timeline)上预览它的效果。协议 涉及到的吸头和孔口会高亮,包含这些孔口的实验室器皿也会高亮。

点击名称右边的三角形,选择显示或隐藏步骤细节。对于移液步骤,会显示该步骤涉及的每 组单独的吸液和放液动作;对于模块步骤而言,会显示该步骤控制的模块特性。 按住 Shift 键点击,选择一组步骤,进入批量编辑模式。如果仅选择移液步骤或混合步骤,您可以批量修改动作。在协议时间轴上,上下拖动,可以重新给步骤排序。

想要编辑任一步骤,点击"Notes",更改步骤名称或添加关于这个步骤的描述。在协议时间 轴上,用自定义的步骤名称替代默认动作描述(比如"Transfer"和"Temperature"),可以让 协议的操作进度更加一目了然。

## 第六步:导出协议

协议编辑完成后,点击最终工作桌面状态"Final Deck State",预览协议最后该工作桌面呈现的效果。在预览过程中(或预览某个特定步骤时),您可以点击实验室器皿,查看每个孔口里的预期液体容量。

要想保存上述编辑,返回文件"File",点击导出"Export",将协议导出为 JSON 文件。文件会以您在协议命名栏里现有的名称命名,扩展名为.json。您可以在网页浏览器默认的下载文件夹里,找到刚刚导出的协议。

要想运行这个协议,先将其导入 Opentrons App(关于安装和使用 Opentrons App,请参考第 七章软件与操作。然后,您就可以在应用程序端运行该协议了,或将该协议发送到 Flex 全 自动移液工作站,用工作站上的触摸屏来运行该协议。

## 修改现有协议

点开文件 "File",选择导入 "Import",导入一个现有协议。从标准的系统文件夹里选择任 意一个 JSON 协议文件。导入成功后,您可以编辑该协议的各个项目,包括名称、描述、硬 件配置、步骤等。

警告:导入协议会替换协议编辑器中您正在操作的任何协议,所以在导入协议 之前,务必先确保您已经将刚刚编辑过的协议导出保存,或者您可以在浏览器里另开 一个窗口,同时处理多个文件。

## 6.3 Python API

用 Python 编写协议脚本,可以实现对 Opentrons Flex 全自动移液工作站最精细的控制。Python API 第二版是个单独的 Python 包,全面描述了 Opentrons 移液工作站的各种移液特性。关于 API 的范围,您可以在<u>全部在线文档</u>中查看,这里有大量不同主题的文章,以及关于 Python 包里所有方法和功能的<u>综合参考</u>。如果您之前从未编写过 Opentrons 协议,想从零开始编写 一份,可以参考这个<u>教学指南</u>。

## 协议编写与运行

Python 协议的基本结构大致相同:

1. 导入 Opentrons 包

- 2. 说明要求和对应词典中的元数据
- 3. 定义运行()功能,包括给机器的所有指示,包括:
  - 协议要用到的<u>移液器</u>
  - <u>模块和实验室器皿的位置</u>
  - <u>液体</u>类型和位置(可选)
  - 要求系统物理执行的命令(比如<u>简单</u>或<u>复杂</u>的移液命令,<u>模块</u>命令,或<u>动作</u>命令)

Python

```
from opentrons import protocol_api
requirements = {'robotType': 'Flex', 'apiLevel': '2.15'}
```

def run(protocol):

```
# labware
```

# pipettes

```
# commands
```

```
left_pipette.pick_up_tip()
left_pipette.aspirate(100, plate['A1'])
left_pipette.dispense(100, plate['B2'])
left_pipette.drop_tip()
```

如果您用 Opentrons App 或触摸屏运行协议,那么您不需要启用运行()函数,机器软件会帮您启动。

然而, Python API 的一个高级功能是,在常规流程之外控制机器和运行协议。Opentrons Flex 全自动移液工作站运行的是 Jupyter Notebook 服务,它可以执行一个个拆分开的独立代码模块(称作 <u>cells</u>),无需执行一个完整的协议文件。将代码放入 cells 后,您可以定义一个运行()函数(然后启动它)或直接运行命令;也可以在 Jupyter 终端对话框中或通过 SSH 连接到 Flex 执行完整协议。更多详细内容,请参考软件与操作章节 7.3 高级操作。

# Python 独有特性

有些特性只有 Python 协议中才能有,或是因为这些特性属于 API 的一部分,或是因为 Python 代码固有的灵活性。

## 非阻塞命令

有些需要花费较长时间完成的模块命令(比如从室温加热到高温)可以用<u>非阻塞</u>方式运行。 这样可以让协议在等候该命令执行完毕的同时,继续执行其它移液任务,以节省时间。目前, <u>热振荡仪</u>支持使用非阻塞命令。

## 同类型的不同模块

Protocol Designer 会限制甲板上每种类型的模块只能放一个,但是 Python API 只会根据实际上的空间条件来限制模块的放置情况。ProtocolContext.load\_module()允许在甲板第1或3 列任何位置放置任何模块(热循环仪除外,热循环仪只能放在甲板槽 A1 和 B1)。

## Python 包

Python API 不仅有一些 Protocol Designer 里不具备的特性,而且每个 Python 协议都是一个 Python 脚本,这意味着它可以依赖 Python 标准库或者 Flex 系统软件进行任何运算。

您甚至可以在 Flex 上安装其他 Python 包。SSH 命令操作 <u>SSH 命令条</u>连接 Flex,用 pip 安装 Python 包。为避免在 Opentrons App 上出现分析错误,请在电脑上也安装这些 Python 包。在 Opentrons App 上设置里,找到高级 "Advanced",点击添加路径 "Add override path",在 可以打开 Python 包的系统中选择想要的 Python 文件。

# 6.4 OT-2 协议

在线协议库里有大量 OT-2 协议,您可能曾经也在实验室里创建过自己的 OT-2 协议。 Opentrons Flex 全自动移液工作站,可以执行 OT-2 可以执行的所有基本动作,但是 OT-2 协议不能直接兼容 Flex。您只要稍微调整一下 OT-2 协议,就可以将它放在 Flex 上运行了。这样,您可以在实验室里不同的 Opentrons 机器上进行奇偶校验,也可以对旧协议进行扩展,添加一些只有 Flex 才有的新特性。

# OT-2 Python 协议

使用 Python API, 只要对 OT-2 协议进行几处小改动, 就可以让它在 Flex 上运行了。

## 元数据和要求

API 要求您确认这份协议在 Flex 上运行,在字典中添加 robotType,并指定 apiLevel 为 2.15 或以上;也可以在元数据字典或者要求字典中指定 apiLevel。

Python

from opentrons import protocol\_api
requirements = { 'robotType': 'Flex', 'apiLevel': '2.15'}

## 移液器和吸头盒

Flex 使用的移液器和吸头盒与 OT-2 不同,这些移液器和吸头盒在 API 中都有自己的命名。 请选择相同量程或更大量程的移液器(或者任何您安装在 Flex 上的移液器)。

比如,您可以将使用 P300 单通道 GEN2 移液器和 300 µ L 吸头的 OT-2 协议,改成使用 Flex 单通道 1000 µ L 移液器和 1000 µ L 吸头的 Flex 协议。

唯一需要变动的是说明 load\_labware ()和 load\_instrument ()。记住,如果使用比原协议 更小量程的吸头,您可能要调整一下吸头量,以免吸头不够用导致要花更多时间执行协议。

## 甲板位

API 支持 OT-2 和 Flex 甲板位名互换。比较好的做法是,在 Flex 协议中使用相匹配的甲板位 格式 (如下示例),但是不做强制要求。OT-2 和 Flex 对应的甲板位编号,如下所示:

Flex	A1	A2	A3	B1	B2	В3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
OT-2	10	11	垃圾桶	7	8	9	4	5	6	1	2	3

如果协议要求 protocol.load\_labware("opentrons\_flex\_96\_tiprack\_200ul", "1"),那么您需要将吸头盒放在 Flex 的甲板位 D1 上。

### 模块

必要时,可以给温控模块和热循环模块换一个与 Flex 兼容的模块载入名称。Flex 支持:

温控模块 GEN2(temperature module gen2)

■ 热循环模块 GEN2 或热循环仪 V2(thermocycler module gen2 或 thermocyclerModuleV2)

热振荡仪只有第一代与 Flex 和 OT-2 兼容。关于与载入磁性模块、环形磁力架、或磁性模块 GEN2 有关的协议,您可以参考下面的磁性模块协议。

# OT-2 JSON 协议

目前, Protocol Designer 不支持将 OT-2 协议转成 Flex 协议。在创建协议时,您必须选择该 协议将在哪款机器上运行。

鉴于 Flex 协议支持几乎所有 OT-2 协议特性,您可以创建一个执行所有同样步骤的新协议, 然后指定其在 Flex 运行即可。最简单的方法是:

- 1. 打开 Protocol Designer, 导入 OT-2 协议。
- 2. 重新开一个浏览器窗口,在新窗口也打开 Protocol Designer。
- 3. 在第二个窗口创建一个新的 Flex 协议。
- 4. 尽量按照 OT-2 一样设置 Flex 的硬件配置。比如,选择同样或更大量程的移液器,选择 同类型的模块。
- 5. 复制 OT-2 协议中的液体设置和步骤。
- 6. 导出 Flex 协议。将其上传到 Opentrons App,预览运行情况,检查其是否按照与 OT-2 协议一样的步骤运行。

如果您的 Flex 配置与原来的 OT-2 配置有很大的不同,可以多做些改动,但是这样可能需要 您重新验证协议。

## 磁性模块协议

注意, Flex 上没有磁性模块的直接对应模块, 必须用环形磁力架和 Flex 转板抓手替代。因此, 这要求您重新编写其中一些协议步骤, 而且要验证新的协议设计是否达到类似效果。

# 第七章软件与操作

控制 Opentrons Flex 全自动移液工作站的方法有很多,根据实验室需求,可以用触摸屏或安装了 Opentrons App 的电脑运行大部分功能。本章主要介绍触摸屏操作方式,关于 Opentrons App 操作方式,仅介绍无法在触摸屏上实现的部分操作。本章还介绍了一些高级控制特性,比如用 Jupyter Notebook 服务器或用 Flex 命令条中运行 Python 代码。

用触摸屏操作和用应用程序操作,两者最大的不同在于,软件与机器的关系不同。触摸屏是 集成式的,作为机器本身的一部分,它只能控制这一台 Flex 移液工作站。相比而言,Opentrons App,可以控制这台电脑上连接的多台 Opentrons 移液工作站。如果两种软件方式都想用, 要在 Flex 上进行设置并运行首个协议,您可以自行决定日常工作中如何平衡两种控制方式。

# 7.1 触摸屏操作

不论什么时候开启 Flex 移液工作站,您都可以用触摸屏控制。如果机器已开机,但是触摸 屏还是黑屏状态,您可以轻点唤醒屏幕。

# 机器控制面板

控制面板就是机器的主屏幕,点开屏幕左上角的机器名称就可以进入系统。控制面板会显示 最近运行过的协议,方便用户快速访问。协议用较大的卡片、横向水平显示。绿色卡片,显 示的是可以直接运行的协议。黄色卡片,显示的是需要进行模块或仪器设置的协议。整个控 制面板上可以最多显示八个近期运行过的协议。



除了单独运行某个特定协议外,您也可以通过控制面板,执行一些应用于整台机器的动作。 您可以打开右上角的三点菜单(:)进行相关操作:

- **夏位门架:**将门架从后面的工作区恢复到原位。
- **重启机器**:对机器进行软重启。
- **亮起/关闭灯光:**打开/关闭工作区照明用的指示灯。

您也可以通过控制面板上部的导航条,进入"所有协议"、"仪器"和"设置"等其它页面。 接下来,我们来看看如何在"所有协议"页面管理协议。

## 协议管理

所有协议(All Protocols)页面,提供了一个交互式的协议清单,包括您在这台 Opentrons Flex 全自动移液工作站上存储的所有协议。需要用 Opentrons App 将协议发送到 Flex。关于具体 发送流程,可以参考下文**将协议传输到** Flex。

该页面分两个区:

- 标记协议: 在屏幕上方用大卡片横向水平排列展示。
- 其它协议:在屏幕下方用垂直列表的形式展示。

	struments Setti	igs :	
NGS Library Prep	Nucleic Acid Purif Magnetic Beads	ication with	Pr
2 days ago 11/12/23 14:42	4 days ago	11/10/23 09:55	1 d
Protocol Name $\downarrow$	Last Run	Date Added	
Normalization	Yesterday	9/1/23 13:48	
RNA Extraction: Cells	No run history	11/14/23 08:17	

不论是在哪个区,协议卡片上或者列表上都会显示,该协议的上次运行的日期时间,和添加 到该机器的日期时间。



**注意:** Flex 最多可以存储 20 份协议,如果超过 20 份,系统会自动删除 旧协议。如果需要管理大量协议,请使用 Opentrons 应用程序管理。

## 标记协议

长按协议,轻点标记协议"Pin protocol",该协议就会显示在标记协议区。反过来,长按协议,轻点解除标记协议"Unpin protocol",该协议就会从标记协议区移除。

rotocol Name 🥠	Last Run	Date Added
Nucleic Acid Purification wit	Run protocol     sago	11/12/23 15:54
	부 Pin protocol	
	🔟 Delete protocol	

您可以标记八份协议。如果达到上限,要先取消一份已标记的协议,才能标记新的协议。

## 排序协议

点开协议名称"Protocol Name"、上次运行"Last Run"或添加日期"Date Added"这三个标签中的任意一个,给所有协议排序。点一次,按升序排列协议(A到Z按名称、由新到旧按日期)。再点一次反过来。当前排序标准用蓝色表示,当前排列顺序用向上或向下箭头表示。

## 删除协议

长按协议,轻点删除协议 "Delete protocol",直接从所有协议页面删除该协议。Flex 会提示 您确认是否要删除该协议文件和其所有历史运行记录。

Boreal I	Bot All Protocols	Instruments	Settings	:
Protocol I	Name 🗸	Last	Run	Date Added
Nucleic	Delete this protocol Nucleic Acid Purification history will be permanent	<b>with Magnetic Beads</b> ly deleted.	and its run	3 15:54
	Cancel	Delete	protocol	
		_		

**警告:**协议从 Flex 删除后无法恢复历史运行记录,协议文件本身也无 法恢复。如果您在电脑上保存了备份件,可以将该协议重新发到 Flex。

# 协议信息

轻点任意协议,进入该协议的详细页面。详细页面会显示该协议文件中包含的所有信息,以 及常规协议动作。页面左上角会显示该协议是否可以直接运行,或是否需要进行更多设置。

### 摘要标签

		on: Cells			Start setup
Summary	Hardware	Labware	Liquids	Deck	
uthor: Opentron erform RNA ext 1odule, and Mag Date Added: 11/1	ns raction on 48 metic Block. 14/23 08:17	cell samples us	sing the Hea	ter-Shaker	r Module, Temperature
부 Pin prot	tocol		🔟 De	lete pro	tocol

摘要标签上显示:

- **协议名称**:如果协议名称较长,可以点击切换完整显示或部分显示。
- 作者:这份协议由谁创建的。
- 描述: 描述内容较多时会折叠,可以滑动鼠标查看完整描述。
- 添加日期: Flex 收到这份协议的时间戳。

## 硬件标签

Missing 1 module     RNA Extraction	on: Cells
Summary Hardware	Labware Liquids Deck
Location	Hardware
Left Mount	Flex 96-Channel 1000 µL
Extension Mount	Flex Gripper
DI	" Heater-Shaker Module GEN1
03	Temperature Module GEN2
(C1)	Magnetic Block GEN1

硬件标签上列出了该协议用到的所有仪器和模块。位置"Location"列告诉您,这些硬件仪器需要搭载在 Flex 的哪个位置。对于不同仪器,位置可能是左侧移液器支架、右侧移液器 支架、两个支架(比如 96 通道移液器)、或延伸支架(比如转板抓手)。对于不同模块,位置可能是该模块占用的一个或多个甲板位。

实验室器皿标签

Summary	Hardware Labware Liquids	Deck
Labware Nam		Quantit
😵 NEST 96	Deep Well Plate 2mL	1
🤣 Opentror	s 96 PCR Adapter with Armadillo Well Pl	late 200 μl 1
🔮 NEST 1 W	ell Reservoir 195 mL	1

实验室器皿标签上列出了该协议中用到的所有实验室器皿,包括实验室器皿名称和数量。由 于在协议执行过程中可以在甲板上挪动、加入或移走实验室器皿,所以这个标签上不显示实 验室器皿的具体位置。可以在工作桌面标签上查看器皿的原始位置。

经 Opentrons 验证过的实验室器皿,会用蓝色的认证符号表示。

### 液体标签

Summary	Hardware	Labware	Liquids	Deck	
Liquid Name					Total Volume
Lysis	buffer				8400 μL
Ctor	huffer				6500 11

液体标签上列出了协议开始后,需要载入实验室器皿的所有液体,显示液体所代表的代码颜 色(由协议作者定义)、液体名称、所有孔内需要用到的液体总体积。可以在"Deck"标签 上,查看液体每个孔的原始位置。

## 工作桌面标签



甲板标签上展示了协议开始运行时的工作桌面图。

这是一个交互式页面,您可以点开每个甲板位查看更多详细内容,点开右上角的"Start setup",然后点开"Labware",接着点开"Map View"。在这里您可以点开任意实验室器皿,查看它的类型和定制标签(如果协议中有设置的话)。

### 操作键

每个协议详细标签页面,都有三个操作键:

- 开始设置 Start setup (右上角)
- 标记协议 Pin protocol (左下角)
- 删除协议 Delete protocol (右下角)

接下来,我们来看看设置步骤和协议运行步骤。

# 运行设置

开始设置协议时,您会看到一个准备运行"Prepare to run"页面,汇总了该协议的所有要求。



以上是完整的"准备运行"页面。在触摸屏上,上下滑动清单查看完整页面。

如果未连接或校准该硬件,页面上显示一个警告符号(叹号),且这一行会用黄色表示。如 果满足所有协议运行要求,页面上会显示一个认证符号,且这一行会用绿色表示。启动协议 运行前,您必须手动检查并确认实验室器皿和液体的位置,否则实验室器皿和液体这两行会 一直显示灰色。

点开每行右边的箭头会显示更多详细信息。(例外情况:轻点实验室器皿位置校准"Labware Position Check"右边的箭头,表示开始校准。以下是二级页面下的更多详细信息。)

分类	描述
仪器	检查是否所有仪器都正确安装在支架上并进行了校准。如果没有,则 轻点"Attach"或"Calibrate"装上或校准。
模块	检查硬件模块的位置和连接状态。 <ul> <li>轻点设置说明i "Setup Instructions",从 Opentrons 支持中心获得更多模块说明。</li> <li>轻点视图模式 "Map View",将模块位置切换成可视图模式。</li> </ul>
实验室器皿	检查实验室器皿位置。每个实验室器皿都会说明在甲板的初始位置, 表示实验室器皿的图标显示在模块上方。点击视图模式"Map View", 将实验室器皿位置切换成可视图模式。

液体	检查液体的类型和总量程。轻点液体名称,会展开一个列表,显示每
	个孔的液体量。继续轻点液体量这一行,会以视图模式显示其在实验
	室器皿中的布局位置。

在每个分类页面,轻点左上角的返回键,即可返回上一级准备运行"Prepare to run"页面。

# 实验室器皿位置校准

Opentrons 建议在运行协议之前,先进行实验室器皿位置校准"Labware Position Check",微调仪器与特定甲板位上特定实验室器皿的相对位置。实验室器皿位置校准的结果,会存储为实验室器皿偏移数据,测得最小距离 0.1mm。今后再次运行这个协议时,或者在同一位置使用同一实验室器皿运行其它协议时,都可以应用已保存的实验室器皿偏移数据,以节省时间。

实验室器皿位置校准会引导您完成以下几步:

- 1. 将甲板收拾干净, 仅留下要用的模块。
- 2. 将完整吸头盒放在指定甲板位上。
- 3. 用屏幕上的点动控件将移液器对准吸头盒。然后让移液器拾取吸头。
- 4. 将特定类型的实验室器皿放在指定甲板位上。
- 5. 用屏幕上的点动控件将吸头对准实验室器皿。然后确认位置。
- 6. 重复第4和5步,将协议中用到的每个器皿和甲板位对应并确认位置。
- 7. 预览并存储新的实验室器皿偏移数据。



实验室器皿位置校准中用到的点动控件。使用较大的跳跃幅度(Jump size),可以快速移动移液器,但是要注意避免移液器或者吸头撞到实验室器皿。

Labware Position	Check Step 5/5	Exit
New labware	offset data	
Slot Location	Labware	Offsets
<b>C1</b>	Opentrons Flex 96 Tip Rack 50 µL	X 0.0 Y 0.1 Z 0.2
D1 🕹	Opentrons 24 Well Aluminum Block with NEST 1.5 mL Screwcap	X -0.3 Y 0.0 Z 0.4
(D2)	Armadillo 96 Well Plate 200 µL PCR Full Skirt	X 0.5 Y -0.5 Z 0.0
		Apply offsets

可以在协议中应用的新实验室器皿偏移数据汇总。

如果首次执行实验室器皿位置校准,移液器会从器皿的默认位置(X 0.0 Y0.0 Z 0.0)开始。 今后再执行这个检查程序,移液器会从上次保存的偏移位置开始检查,有利于用户每次运行 协议时快速确定偏移数据。



# 运行进度

一切准备就绪后,就可以轻点准备运行页面"Prepare to run"上的运行▶键。Flex 开始运行协议,出现正在运行"Running"的页面。

"Running"正在运行页面上,有一个快速停止和运行/暂停控制键,方便您进行必要的干预。 默认视图模式下,这些控制键较大,而且只显示当前正在运行的步骤。



从右向左滑动,您会看到另一种视图模式,控制键较小,且显示更多协议步骤。当前正在执 行的步骤会一直放在列表最上面一条。

<b>Running</b> Nucleic A	cid Purification with Magnetic Beads
Aspirating	100.0 uL from A12 of NEST 1 Well Reservoir 195 mL
Dispensing Shaker Mo	g 100.0 uL into A12 of NEST 96 Well Plate 100 μL PCR Full Skirt on Heater- Idule GEN1 on D1 at 300.0 uL/sec
Dropping	ip in A1 of Trash in Slot A3
Setting He	ater-Shaker to shake at 500 rpm and waiting until reached
Pausin	ng for 120 seconds.
	• 0

# 运行完成

协议运行到最后,屏幕上出现运行完成"Run complete"或运行失败"Run failed"提示信息。 这些用不同颜色标示的提示信息,与机器顶端 LED 状态灯的提示颜色保持一致,即使距离 较远也能看得清。



点击这些屏幕上的任意位置进入总结页面,总结页面显示协议运行时间和下步动作等信息。 总结页面会提供返回控制面板"Return to dashboard"或重新运行协议"Run again"选项。 如果运行失败,您也可以查看报错细节"View error details"并启动故障排除程序。

Icleic Acid Purification	n with Magn	netic Beads		Nucleic Acid Pur	ification with Ma	agnetic Bead	s
un: 12/2/23 15:32 Duration	n: 00:41:42 S	itart: 15:45:09	End: 16:26:51	Run: 12/1/23 9:07	Duration: 00:29:59	Start: 9:15:01	End: 09:45:00
				Poturo to	Rupa	main	View error
Return to dashboar	d	Run agai	in	dashboard	Numb	gain	details

# 仪器管理

仪器管理页面是一个互动式仪器列表,包括连接到 Flex 上的所有仪器设备。列表按照支架 位置来排序: 左侧移液器支架、右侧移液器支架和延伸支架。

Boreal Bot All Pro	otocols Instruments Settings	•
Left Mount	Flex 8-Channel 50 µL	>
Right Mount	Empty	>
Extension Mount	Empty	>

空支架会显示 ╋ 图标,点击长条栏中的任意位置,开始连接仪器。

已占用的支架,会显示当前仪器名称,并出现一个向右的箭头。点击长条栏中的任意位置, 会出现一个新页面,显示关于这个仪器的更多详细信息,可以断开它,或重新校准它。



- 上次校准 Last Calibrated: 该仪器最近一次校准的日期和时间。
- 固件版本 Firmware Version: 该仪器上运行的固件版本。仪器连上 Flex 后, Flex 会根据机器系统版本情况,自动更新仪器固件。
- 序列号 Serial Number: 该仪器的唯一识别码。如果仪器遇到问题, Opentrons 支持部门 会要求提供序列号。

### 连接仪器

先选择一个空支架,然后选择需要安装的仪器类型。接着用固定螺丝连接和固定仪器。您可以参考触摸屏上的说明、或者安装与移动章节 2.4 **仪器安装与校准**,了解更多细节内容。

具体的安装步骤,取决于您选定的仪器和您机器的当前设置。比如,机器上现在连接了一个 8 通道移液器,现在想要在另一个支架上再安装一个 96 通道移液器,触摸屏会提示您先断 开 8 通道移液器,让 96 通道移液器占用两个支架。

#### 断开仪器

先选择一个需要断开的仪器,然后松开仪器的固定螺丝,将它从支架上拆下。您可以参考触 摸屏上的说明了解更多细节。具体的拆卸步骤,取决于您选定的仪器和您机器的当前设置。

#### 再校准仪器

先选择一个需要校准的已连接的仪器,然后装上仪器的校准探头或探针,启动自动校准流程。 您可以参考触摸屏上的说明、或者安装与移动章节 2.4 仪器安装与校准,了解更多详细内容。



注意: 仪器的新校准数据会覆盖之前的校准数据。

# 机器设置

设置页面列明了 Flex 所有可以自定义的项目。

orea	al Bot All Protocols Instruments Settings	
(ŗ	Network Settings Not connected	>
	Robot Name Boreal Bot	>
(5	Robot System Version v7.0.0 Update available	>
Ģ	Status LEDs Control the strip of color lights on the front of the robot.	On
C	Touchscreen Sleep	>
÷.	Touchscreen Brightness	
φ	Apply Labware Offsets Use stored data when setting up a protocol.	
4	Device Reset	>
•	Home Gantry on Restart By default, this setting is turned on.	On
<u>1</u>	Update Channel	>
	Developer Tools	>

Flex 上提供的所有设置项目。在触摸屏上,您可以上下滑动页面查看全部设置项目。

虽然所有设置项目都在这一个页面,但是大致可以将它们分成三个大类。

## 设置

这些在您首次开机时都设置过。不过,您可以在任何时候回来更改设置。

- 网络设置 Network Settings: 检查网络连接状态,或者连接 Wi-Fi、以太网或 USB。可以同时实现多种连接。
- 机器名称 Robot Name: 更改您的 Flex 名称。机器名称会在触摸屏控制板面和 Opentrons App 里显示。
- 机器系统版本 Robot System Version:检查机器软件的当前版本或更新情况。如果 Flex 自动检测到有新的更新可用,设置列表会出现这样的提示"Update available"。

## 显示

这些设置是为了控制 Flex 按照您实验室和用户的需求显示信息。

- 状态灯 Status Light: 打开或关闭的机器正面的灯带。
- 触摸屏睡眠 Touchscreen Sleep: 设置待机状态下触摸屏应该保持亮起的时长。默认屏幕 永不进入睡眠状态。如果屏幕处于黑屏状态,轻点屏幕即可将其唤醒。
- 触摸屏亮度 Touchscreen Brightness: 屏幕亮度有六个级别, 点一或+号调整亮度级别。

### 高级

您日常操作和使用过程中不一定需要这些设置,但在故障排查或新功能测试时可能会用到。

- 应用实验室器皿偏移 Appy Labware Offsets:选择是否在后续的协议运行中应用之前在 实验室器皿位置校准中保存的偏移数据。默认设置是应用。Opentrons 建议每次开机都 进行一次实验室器皿位置校准,在进行实验室器皿位置校准前,应用之前的实验室器皿 偏移数据,有利于加速完成该器皿位置校准。
- 设备重置 Device Reset:从机器中批量删除某种类型的信息,比如校准信息、历史运行 记录、或协议。您也可以在这里将机器完全恢复到出厂设置。
- · 门架开机复位: Home Gantry on Restart: 默认 Flex 每次开机后门架都会自动复位。只有在您有正当理由认为,开机后门架必须保持静止不动,才能关闭该开机复位动作。
- 更新通道 Update Channel:选择是否接收稳定版本或测试版本更新通知。
- 开发工具 Developer Tools: 允许开发者使用其它工具和特性。除非获得 Opentrons 支持 部门的指导,否则不建议开启这项设置。

# 7.2 Opentrons App

## 安装应用程序

首先在 https://opentrons.com/ot-app/下载 Opentrons App。该应用程序要求电脑安装了

Windows10、macOS10.10、或 Ubuntu12.04 或以上版本操作系统。该应用程序或许也能在其 它 Linux 发行版本上安装运行,但 Opentrons 官方并不支持这样做。

## WINDOWS

Opentrons App 的 Windows 版本是一个安装包程序。安装步骤如下:

- 打开从 opentrons.com 下载的.exe 文件。
- 按照安装包的引导提示安装。可以为单一用户安装,也可以为该电脑上的所有用户安装。

安装完毕后,该应用程序会自动开启。如果弹出提示框,请选择允许该应用程序通过电脑的 安全许可或防火墙,确保其正常启用和通过网络与 Flex 建立通讯。

#### MACOS

Opentrons App 的 macOS 版本是一个 DiskImage 文件。安装步骤如下:

- 1. 打开从 opentrons.com 下载的.dmg 文件。文件管理器中会弹开一个 DiskImage 窗口。
- 2. 将 Opentrons 图标拖放到窗口中的 Application 图标里。
- 3. 双击 Application 图标。
- 4. 双击应用程序文件夹里面的 Opentrons 图标。

如果弹出提示框,请选择允许该应用程序通过电脑的安全许可或防火墙,确保其正常启用和 通过网络与 Flex 建立通讯。

## UBUNTU

Opentrons App 的 Ubuntu 版本是一个 Appimage 文件。安装步骤如下:

- 1. 将从 opentrons.com 下载的.AppImage 文件移动到桌面或应用程序文件夹。
- 2. 右键单击.AppImage 文件,选择属性"Properties"。
- 3. 点击允许 "Permissions", 然后勾选允许运行程序 "Allow executing file as a program"。 关闭属性窗口。
- 4. 双击.AppImage 文件。

**注意**:不要使用第三方 AppImage 启动器,或会影响 Opentrons 应用程序更新。Opentrons 不支持用第三方启动器控制 Opentrons 机器人。

# 将协议传输到 Flex

不论您使用哪种开发协议方法,每份协议都是从电脑上的一份文件开始的。您首先得将协议 导入到 Opentrons App,然后再传输到您的 Flex 全自动移液工作站。传输协议时,您可以选 择立即开始设置,也可以选择稍后设置。

## 导入协议

首次启用 Opentrons App 会直接弹出一个协议页面(其它时候可通过左侧菜单栏的协议 "Protocols"进入该页面)。点击页面右上角的导入"Import",您会看到一个导入协议面板。 然后点击选择文件"Choose File",从系统文件夹中找到您要导入的协议,或者直接将协议 拖放到窗口里。

Opentrons App 会在协议文件导入后立即分析文件。<u>协议分析</u>是获取协议文件中 JSON 对象 或 Python 代码,并将其转化成机器可以依次执行的一系列命令的过程。如果协议文件中存 在任何错误、或者缺失定制的实验室器皿定义,协议卡片上会弹出一个警告栏。请纠正相应 错误后重新导入协议。如果没有错误,那么该协议就可以继续传输到 Flex 了。

1 11 1 1	Serial Dilution Tutorial	
	ROBOT INSTRUMENTS	Start setup
	Opentrons Flex Flex 1-Channel 1000 µL	Reanalyze
		Send to Opentrons Fle
		Show in folder
		Delete

导入协议的相关操作在右上角(:)三点菜单里。

**注意**:应用程序的协议分析只是初步检查导入协议的有效性。将协议传输到机器人后,机器人会重新启动协议分析程序。有可能应用程序分析失败,但是在机器人的分析通过,反之亦然。如果应用程序和机器人软件版本不一致,或者您为 Flex 自定义了 Python 环境,都有可能导致协议分析不匹配的问题。

### 立即运行

点开协议页面的(:)三点菜单,选择开始设置"Start setup"。从列表里选择一个已连接的可用的 Flex 来传输协议并立即开始设置。传输完成后,应用程序和触摸屏上会同时出现一个启动设置页面,您可以在任意终端上继续操作。

如果继续用应用程序操作,那么请放大设置图标下其他区域,按照提示一步步操作:机器校准 "Robot Calibration"、模块设置 "Module Setup" (如果协议需要用到模块)、实验室器皿位置校准 "Labware Position Check" (推荐执行),以及实验室器皿设置 "Labware Setup"。然后点击开始运行键▶ "Start run",开始运行协议。

如果用触摸屏操作,那么请按照上述运行设置步骤操作。

### 稍后运行

点开协议页面的(:)三点菜单,选择发送到 Opentrons Flex "Send to Opentrons Flex"。从 列表里选择一个已连接的可用的 Flex 来传输协议。传输完成后,应用程序和触摸屏上会同 时出现一个传输成功提示。想要设置协议,请到触摸屏上,按照上述运行设置步骤操作。

# 模块状态和控制

您可以用 Opentrons App 查看机器上连接的模块状态,并控制这些模块。点击设备"Devices", 然后点击您的 Flex,进入机器详细页面。在仪器和模块下方,机器上连接的每个模块都会有 一个信息卡片。卡片会显示该模块的类型,连接的 USB 端口,以及模块的当前状态。

🔊 🕅 Mo	dule is <b>hot</b> to the	e touch
USB PORT	r-Shaker Module	e GEN1
HEATER	SHAKER	
Cooling	• Holdin	g At Target
Target: 50 °C Current: 50. LABWARE LA Closed A	Target: 500 '1 °C Current: 49 TCH nd Locked	rpm 8 rpm

热振荡仪的模块卡片

**注意:** 仪器和模块下没有环形磁力架的信息卡片,因为环形磁力架不带电源, 没有通过 USB 与 Flex 连接。

点开模块卡片上的(:)三点菜单,选择可以执行的命令。您随时都可以通过关于模块"About module",来查看固件版本和模块序列号(这是向 Opentrons 支持部门寻求帮助时需要用到的关键信息)。其它命令取决于模块型号和当前状态:

模块类型	命令
热振荡仪	设置模块温度/停用加热器
	打开实验器器皿闩/关闭实验室器皿闩
	测试振荡/停用振荡仪
温控模块	设置模块温度/停用模块

热循环模块	设置上盖温度/停用上盖
	打开上盖/关闭上盖
	设置模块温度/停用模块

# 最近协议运行记录

机器详细页面列明了最近 20 条协议运行记录。这里比触摸屏提供的信息更多,后者只显示 每个单独协议的最近一次运行记录。

协议最近运行的每个数据都会记录在这个列表里,包括运行时间、该运行被取消还是已完成、 运行时长等。点击每次运行旁边的三角形,可以看到相关实验室器皿的偏移数据。点开旁边 的(:)三点菜单,执行相关动作:

- 查看协议运行记录 View protocol run record:显示协议最后的协议运行页面(运行成功、运行失败或运行被取消),包括所有执行步骤。
- 现在重新运行协议 Rerun protocol now: 与选择开始设置 "Start setup" 相应协议所显示的页面一样。
- 下载运行日志 Download run log: 将包含协议运行信息的 JSON 文件保存到本地电脑, 该文件中包含全部执行步骤。
- 删除协议运行记录 Delete protocol run record: 删除该协议在 Flex 运行过的所有信息, 包括实验室器皿偏移数据。一旦执行该选项,该协议就像从未执行过一样,全部清零。

注意:如果您想保存 Flex 上所有执行过的运行记录,请务必通过下载运行日志 "Download run log"这个功能将所有信息保存到本地电脑。如果机器人运行记录超过 20 条, Flex 会自动删除之前的历史纪录。即使您还未启动协议,只要一进入开始设置页面,就会产生一条记录,最多记录 20 条这样的信息。

# 7.3 高级操作

# Jupyter Notebook

Flex 支持在 48888 端口运行 <u>Jupyter Notebook</u> 服务器,您可以通过网页浏览器连接。用 Jupyter 单独运行独立的 Python 代码模块,称作单元(Cells),是个比较便捷的协议编写与调试环境,您可以在不同的单元(Cells)中,定义协议的不同部分,一次运行一个单元(Cell)。

您可以通过以下任一方式进入机器的 Jupyter Notebook:

- 在 Opentrons App 端: 找到 Devices > your robot > Robot Settings > Advanced 然后点击 Launch Jupyter Notebook。
- 在网页浏览器端:直接通过链接打开,<u>http://<robot-ip>:4888</u>,用 Flex 连接的本地 IP 地 址替换<robot-ip>。

更多关于如何使用 Jupyter 的信息,比如准备可执行的代码模块 Cells,在机器上运行 Cells,您可以查阅 Python API 文档中的 Jupyter Notebook。

# SSH 命令操作

用 SSH 连接 Flex,<u>直接用命令条运行协议</u>或执行高级任务,比如<u>自定义机器 Python 环境</u>。 引用磁盘上外部文件的协议(定制实验室器皿定义文件除外)必须用命令条运行。

连接机器之前,请先设置 SSH 访问。协议设置要求系统安装了 OpenSSH, 且带有 bash 或 zsh shell。在 shell 中,运行:

ssh-keygen -f flex\_ssh\_key

如果弹出提示框,请输入密码。您也可以不输入密码,但是 Opentrons 不建议这样做。

接下来,使用 HTTP 请求,将公钥文件复制到您的机器,用您 Flex 连接的 IP 地址替换 ROBOT\_IP。

 $curl \setminus$ 

```
-H 'Content-Type: application/json' \
-d "{\"key\":\"$(cat flex_ssh_key.pub)\"}" \
ROBOT_IP:31950/server/ssh_keys
```

最后连接机器,同样用您 Flex 连接的 IP 地址替换 ROBOT\_IP。

ssh -i flex\_ssh\_key root@ROBOT\_IP

如果您看到 Opentrons 的 ASCII 商标图形,说明连接成功。
# 第八章维护与服务

本章介绍如何日常维护 Opentrons Flex 全自动移液工作站,如果遇到问题怎样寻求售后服务。 您可以自己进行一些日常清洁工作,但是如果需要其它技术支持和维修服务,请联系 Opentrons 支持部门。

### 8.1 清洁 Flex

做好日常清洁工作,不仅能避免 Flex 出现影响您协议的污染问题,还有助于您检查机器的 磨损情况。请认真阅读本节关于如何清洁 Flex、移液器、转板抓手和模块的相关信息、指导 说明和参考资料。

如果您有任何关于 Flex 及其关联组件的清洁问题,请发邮件至 support@opentrons.com 咨询。

### 开始清洁前

Flex 是带电源的机械设备,清洁前或接触内部组件前,请先切断电源,最好拔掉电源插头。 这些都是最基本的安全步骤,请确保在完成清洁之前,机器为不可启用的断电状态。

除断开电源以外,清洁前还要取下机器上搭载的所有仪器、模块和实验室器皿。取下这些物件,操作空间更加宽敞,更方便进入甲板、门架和其它区域清洁。

### 可清洁部位

您可以擦拭 Flex 所有能看到的和方便接触到的表面,包括框架内外侧、触摸屏、窗口、门 架和甲板。清洁不需要打开或拆卸 Flex 任何内部零部件。看得到的地方,可以清洁;看不 到的地方,不要清洁。

### 清洁剂

您可以用如下表所示的 Flex 清洁剂。我们推荐使用稀释酒精和蒸馏水清洁,您也可以参考 下表使用其它清洁用品。您还可以用这些清洁剂清洁模块、移液器和其它配套仪器。



溶剂	建议
酒精	包括乙醇、异丙基和甲醇。稀释至 70%清洁。 不要使用 100%酒精。
漂白剂	稀释至 10%(1:10=漂白剂:水)清洁。不要使用 100%漂白剂。
蒸馏水	可以使用蒸馏水擦拭或清洁机器。

### 框架和窗口板清洁

按照以下步骤清洁 Flex 框架的内外侧和窗口板:

- 1. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 2. 轻轻擦拭工作区可以看见和方便进入的区域表面。
- 3. 用蒸馏水打湿清洁布彻底擦拭干净。
- 4. 自然晾干。

### 甲板清洁

按照以下步骤清洁甲板、甲板槽、垃圾桶:

- 1. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 2. 轻轻擦拭甲板、甲板槽和垃圾桶。为方便擦拭清理,可以将甲板槽和垃圾桶拆下清洁。
- 3. 用蒸馏水打湿清洁布彻底擦拭干净。
- 4. 自然晾干。将刚刚拆下的部件放回原处。

### 门架清洁

按以下步骤清洁门架:

- 1. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 2. 轻轻擦拭门架的横梁、竖梁和侧边轨道。
- 3. 用蒸馏水打湿清洁布彻底擦拭干净。
- 4. 自然晾干。

# 8.2 清洁移液器和吸头

按照以下步骤清洁单通道、8 通道和 96 通道移液器:

- 1. 将移液器从门架上拆下。
- 2. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 3. 轻轻擦拭以下部分:
  - 主体
  - 套筒
  - 吸头圆锥
- 4. 用蒸馏水打湿清洁布彻底擦拭干净。
- 5. 自然晾干后重新装上。



■ 不要拆开 Flex 移液器清洗,或清洗内部电子元件。

不要将 Flex 移液器放入高压灭菌器内。高温、高压和蒸汽会损坏电子器件、电路板、小型电机和其它敏感元件。

### 净化移液器

如果移液器被核酸、蛋白质或其它放射性物质污染,则上述常规清洁步骤不适用,请尝试用 以下净化步骤处理。如果移液器被污染且以下净化步骤不适用,您也可以联系我们寻求支持。

#### 移液器外部

污染	清洁建议
水溶液	用蒸馏水或 70%乙醇冲洗受污染部分, 然后在 15.5 °C (60 °F)下自然晾干。
核酸	用甘氨酸/盐酸缓冲液(pH2)清洗受污染部分10分钟,再用蒸馏水 冲洗干净,然后自然晾干。
有机溶剂	让溶剂自然挥发或将移液器吸头圆锥浸入洗涤剂中清洗,再用蒸馏水 冲洗干净,然后自然晾干。
蛋白质	用洗涤剂清洗受污染部分,再用蒸馏水冲洗干净,然后自然晾干。不 要用酒精清洗,酒精会使蛋白质凝固。
放射性物质	将移液器吸头圆锥放入迪康 90 等清洗液中清洗,再用蒸馏水冲洗干净,然后自然晾干。

#### 移液器内部

带滤芯的移液器吸头能尽量避免污染移液器套筒内部。即使内部受污染,也不要拆开吸管。 如果移液器内部被污染,可以尝试用以下步骤净化:

- 1. 用手动移液器或注射器将少量清洁剂注入吸管。
- 2. 轻轻晃动移液器摇匀清洁溶液。
- 3. 用蒸馏水冲洗干净。
- 4. 自然晾干后重新装上。

### 清洁移液器吸头

Flex 移液器吸头都是一次性用品。即使您的协议允许重复使用安装好的吸头,这些吸头也不 支持拆下、清洗后重新装上。而且,将 Flex 移液器吸头放在清洗容器或高压灭菌器内清洗, 容易导致其变形。建议用完后丢掉。您可以在这里 <u>https://shop.opentrons.com/tips-and-labware/</u>购买新吸头。

### 8.3 清洁转手抓板

按照以下步骤清洁转板抓手

- 1. 将转板抓手从门架上拆下。
- 2. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 3. 轻轻擦拭以下部分:
  - 转板抓手主体
  - 钳口
  - 拨片
- 4. 用蒸馏水润湿抹布后彻底擦拭干净。
- 5. 自然晾干后重新装上。





#### 转板抓手拨片

转板抓手拨片属于损耗件,要定期更换。清洗拨片时,可以检查橡胶垫是有裂开、划痕或其 它磨损问题。必要时,请更换新的拨片(转板抓手有配套替换件)。如果您需要更多新的转 板抓手拨片,可以发邮件联系 Opentrons 支持团队 support@opentrons.com。



注意:强力去污剂可能会影响转板抓手橡胶拨片的使用寿命。

## 8.4 清洁模块

Flex 模块的表面都可以清洁。热振荡仪、环形磁力架、温控模块、热循环模块,清洁步骤大致相同。

清洗前,请务必切断所有模块的电源。如果模块安装在甲板位上,您可以清洁它的上表面。 为方便清洁,您也可以:

- 从甲板位上移出模块盒和模块。
- 将模块从模块盒中取出。
- 拆下所有 USB 或电源线(如果是清洁带电模块)



### 一般模块

按照以下步骤清洁模块:

- 1. 用清洁剂润湿一块柔软干净的清洁布或清洁纸巾。
- 2. 轻轻擦拭模块表面。
- 3. 用蒸馏水润湿清洁布后彻底擦拭干净。
- 4. 自然晾干。

### 热循环模块密封垫

按照以下步骤给热循环模块装上干净的密封垫:

1. 在热循环模块盖子上贴上密封垫(如果没贴的话)。

- 2. 用 1:10 稀释后的消毒水擦拭密封垫。
- 3. 用分子生物级别水彻底擦干净密封垫。
- 4. 自然晾干。



### 8.5 可高压灭菌的实验室器皿

Opentrons 供应的以下实验室器皿,为经过认证的可高压灭菌的器皿。如果您使用了其它(下 表中未列明的)制造商的实验室器皿,请到该制造商官网查询此类器皿是否可以高压灭菌。

器皿类型	可高压灭菌器皿
储液槽	所有 NEST 储液槽
孔板	<ul> <li>Thermo Scientific Nunc 96 孔板, 1300 µ L</li> <li>Thermo Scientific Nunc 96 孔板, 2000 µ L</li> <li>USA Sicientfic 96 深孔板, 2.4mL</li> </ul>
样品管	Eppendorf Safe-Lock 1.5 mL 和 2.0mL 样品管(121℃, 灭菌 20 分钟)

塑料的实验室器皿通常都属于消耗品。如果您不确定该器皿是否能高温灭菌,建议重新换一 个干净的新器皿。

# 8.6 维修 Flex

Opentrons Flex 全自动移液工作站使用寿命长达数年。您可以自行清洁保养机器,但不建议 您自行维修机器。Opentrons 提供不同级别的机器和相关硬件维修服务,包括日常维护和问

题检修。所有 Opentrons 硬件保修期为一年,您也可以延长保修期到两年。

### Opentrons 服务

Opentrons 提供 Opentrons Care 和 Opentrons Care Plus 两种级别的售后服务,都提供安装、维护、修理和其它服务。美国提供两种级别的售后服务;全球提供 Opentrons Care 售后服务。两种售后服务都包括以下内容:

- Opentrons 应用支持。
- 零部件年度预防性维护。
- 可联系专门的支持工程师。
- Opentrons 保修期从1年延长到2年。

另外, Care+还提供以下现场服务:

- 到场安装。
- 到场年度预防性维护。
- 到场维修(必要时)。

您还可以按需申请单项服务,比如安装、协议开发(远程或者现场)、维修、移动、预防性维护等。欢迎登录 Opentrons 线上商城服务页面或联系 Opentrons 销售部,了解更多详细。

### 安装验证与运行验证

Opentrons 建议您首次设置 Flex 时、搭载硬件时、以及维修服务完成后,都要进行安装验证 和运行验证 (IQ/OQ)。IQ/OQ 验证,主要验证以下内容:

- 硬件序列号,包括 Flex 移液工作站、移液器、转板抓手和模块。
- 软件和固件版本。
- 正确连接硬件。
- 移液器和模块校准。

请从 Opentrons 支持中心下载 Flex IQ/OQ 验证清单, 查看完整的 IQ/OQ 验证内容。

### 预防性维护

如果 Flex 每年工作 50 周,每周工作 20 小时,Opentrons 建议除了要定期清洁以外,还要定期进行基本维护,包括定期维护和检修。您可以根据 Flex 的使用频率,适当调整维护周期。

周期	任务	描述
每日	清空垃圾桶	将可移动垃圾桶拆下,规范清空里面的垃圾后, 重新装到甲板位上。
	检查工作区	清理干净甲板上的残余物、液体、或不再需要的实验室器皿。检查塑料器皿夹是否破损。
每周	清洁表面	按照上述清洁方法,清洁甲板、门架、窗口、仪 器和模块的表面。
每月	重新连接电源	关掉 Flex 和所有已连接的模块。然后重新开启。
每六个月	检查移液器	检查移液器吸头圆锥上的 O 型密封圈, 看是否有 磨损(破裂、变形)。必要时, 换上新的备用 O 型 密封圈。
	检查转板抓手	检查拨片上的橡胶垫,必要时,换上新的备用件。
	重新校准仪器	重新校准移液器和转板抓手。
每年	评估移液器性能	评估 Flex 移液器的总体性能。如果准确度和精确 度无法达到规定的 <b>移液器参数</b> ,请及时更换。

Opentrons Care Plus 售后服务中提供的年度现场预防性维修服务,包括上述所有维护和检修服务,包括更换零部件。

## 产品保修

从 Opentrons 购买的所有硬件均为<u>一年标准保修期</u>。Opentrons 向所有产品的终端用户保证, Opentrons 产品不存在因为零部件质量问题或不良工艺导致的生产缺陷, Opentrons 产品实质 上符合 Opentrons 公布的参数标准。另请参阅<u>一般销售条款与条件</u>。

用户可以在 Opentrons 线上商城购买 Opentrons 延保服务(再延长1年;总共2年)。

关于产品保证,倘若您还有任何其它问题,请发邮件至 support@opentrons.com。

# 附录 A 术语表

本附录解释 Opentrons Flex 全自动移液工作站相关术语,除非术语对于 Flex 有特定含义,否则像"实验室器皿"这种行业通用术语,本附录不做特殊解释。比如,相对于实验室可找到的任何其它移液器,本文件中出现的"移液器",仅指 Flex 全自动移液工作站配备的移液器。

术语表用来帮助您理解该名词在本文件各章节的含义。本文件中带下划线的词汇,表示本术 语表对它做了专门释义。为方便阅读,"甲板"、"模块"、"移液器"和"协议"这些出现频 率极高的术语没有加下划线。术语定义中引用了相关章节链接,帮您跳转到正文中出现该术 语的地方。您也可以用 PDF 查找功能,查找用到该术语的其它地方,了解更多相关信息。

#### 甲板上方 ABOVE DECK

机器甲板区的表面或上方空间。

#### 铝合金适配器 ALUMINUM BLOCK

参考温控适配器。

#### 环境照明灯 AMBIENT LIGHTING

用于 Flex 内部照明的指示灯,可以通过<u>触摸屏</u>或 Opentrons App 控制开关。

#### 辅助端口 AUXILIARY PORTS

Flex 背面标有 AUX-1 和 AUX-2 的端口。端口连接类型是 <u>IEC 标准 M12 螺纹连接器</u>。参考 系统描述章节 3.5 连接。

#### A1 扩展槽 A1 EXPANSION SLOT

位于甲板槽 A1 后面的区域。挪走配件盖后,A1 扩展槽为安装热循环模块提供足够空间。 参考系统描述章节**甲板和工作区**。

#### 甲板下方 BELOW DECK

机器甲板槽下方空间。这个空间可以用来放置模块盒,方便从甲板下方走线。

#### 盒 CADDY

参考<u>模块盒</u>。

#### 转板抓手校准探头 CALIBRATION PIN

校准过程中装在<u>转板抓手钳口</u>上的金属探针。参考系统描述章节转板抓手校准。

#### 移液器校准探头 CALIBRATION PROBE

校准过程中接在移液器吸头圆锥上的金属环形探头。参考系统描述章节**移液器校准**和模块章 节 4.3 模块校准。

#### 校准方块 CALIBRATION SQUARE

可拆卸甲板槽或模块校准适配器正中央部分。这个方块为钣金材质,能尽量减少校准过程中

造成的表面损坏。

#### 摄像头 CAMERA

内置摄像头,提供从 Flex 内部对整个甲板上方空间的俯瞰视角。

#### 搬运提手 CARRYING HANDLE

拧入机器底部四个角上的四个铝合金提手。提手主要用来方便抬放 Flex 移液工作站。一定 要两个人抬放机器,最好用这个搬运提手抬起并搬动机器。

#### 搬运提手盖帽 CARRYING HANDLE CAP

用来盖住安装搬运提手螺丝孔的平整的金属盖帽。用盖帽盖住框架上四个提手安装螺丝孔, 能让机器看起来美观平整。参考系统描述章节 3.1 **物理组件**。

#### 控制面板 DASHBOARD

机器的主屏幕,点击<u>触摸屏</u>左上角的机器名称即可进入。您可以通过控制面板快速进入最近运行的协议。参考软件与操作章节 7.1 触摸屏操作。

#### 甲板 DECK

在上面执行自动化科学协议的铝合金台面,划分成工作区、准备区和A1扩展甲板槽几部分。 参考系统描述章节**甲板和工作区甲板和工作区**。

#### 甲板边界 DECK BORDER

围绕机器四周边沿的甲板固定部分(甲板槽安装区域的外围空间),带有可拆卸的配件盖。

#### 甲板槽 DECK SLOT

甲板区可拆装的平板。挪走甲板槽,可以安装模块,也可以进入甲板下方空间。

#### 套筒 EJECTOR

自动将吸头推出移液器吸头圆锥的机动装置。参考系统描述章节 3.2 移液器。

#### 急停开关 EMERGENCY STOP PENDANT

用来立即停止机器运行的外部装置,也称作急停。参考系统描述章节 3.4 急停开关。

#### 扩展位 EXPANSION SLOT

参考 <u>A1 扩展槽</u>。

#### 延伸支架 EXTENSION MOUT

<u>门架</u>上用来安装 Flex 转板抓手的支座。参考系统描述章节移动系统。

#### 装饰盖帽 FINISHING CAP

参考搬运提手盖帽。

#### 固件 FIRMWARE

用来控制 Flex 移液工作站和其所有外围系统的低级别软件。Flex 会自动更新其连接的仪器

和模块的固件,使固件版本与机器软件版本保持同步。

#### 框架 FRAME

机器的金属结构外壳。

#### 前门 FRONT DOOR

机器正面的透明面板。

#### 门架 GANTRY

机器定位系统,用来(按照 X 和 Y 轴)水平方向移动安装在上面的<u>仪器</u>。参考系统描述章 节**移动系统**。

#### 转板抓手 GRIPPER

Opentrons Flex 转板抓手是一个用来在甲板自动拾取和移动实验室器皿的仪器。

#### 复位门架 HOME GANTRY

将门架移动到工作区右后方指定位置的动作。

#### 仪器 INSTRUMENT

安装在门架上用来操控甲板上液体或实验室器皿的组成部件。比如:单通道、8 通道、96 通 道移液器和转板抓手。

#### 仪器支架 INSTRUMENT MOUNT

用来安装或连接<u>仪器</u>的支座。比如<u>移液器支架</u>、用来安装<u>转板抓手的延伸支架</u>。参见系统描述章节**移动系统**。

#### 钳口 JAWS

转板抓手的移动夹钳。参考系统描述章节转板抓手参数。

#### JSON 协议 JSON PROTOCOL

用 <u>JavaScript object notion</u> 文件编写的标准科学程序。Opentrons <u>Protocol Designer</u> 导出 JSON 协议。

#### JSON 架构 JSON SCHEMA

<u>JavaScript object notion</u>文件的结构和内容要求。比如,所有 Opentrons 实验室器皿定义都是 基于特定的 JSON 架构进行的格式设计,<u>JSON 协议</u>也是按照另一种架构设计的。

#### 实验室器皿夹 LABWARE CLIPS

甲板槽四个角上的塑料件,用来固定实验室器皿。

#### 实验室器皿编辑器 LABWARE CREATOR

Opentrons Labware Creator 是基于网页的无代码工具,通过图形界面帮您创建用来导入 Opentrons App 的实验室器皿定义文件。导入应用程序后,Flex 移液工作站和 Python API 即 可识别并操作该定制实验室器皿。

#### 在线实验器皿库 LABWARE LIBRARY

<u>Opentrons Labware Library</u> 里包含了 Flex 需要的可循环使用的组件和一次性耗材,无需定制,包括孔板、储液槽、吸头盒、离心管等。

#### 实验室器皿偏移 LABWARE OFFSET

用于<u>实验室器皿位置校准</u>的定位数据。Flex 在特定甲板位移动特定类型的实验器皿时会参考这些偏移数据。

#### 实验室器皿位置校准 LABWARE POSITION CHECK

引导式检查流程,目视检查和调整移液器移动与实验室器皿相对位置,测得最小距离 0.1mm。 参考软件与操作章节**实验室器皿位置校准**。

#### 抬升把手 LIFT HANDLES

参考搬运把手。

#### 灯 Lights

参考环境照明灯或状态灯。

#### 维护位置 MAINTENANCE POSITION

位于工作区左前方的特定门架位置。将门架移到这个位置,方便放入或移走仪器。

#### 模块 MODULE

放在甲板槽的外围装置。大部分模块都是通过 USB 受机器控制。热振荡仪、温控模块和热循环模块都是带电模块。环形磁力架则是不带电模块。参考第四章模块。

#### 模块盒 MODULE CADDY

用来放模块的载具,方便将模块放入或移出甲板区。模块盒能调整实验器皿的高度,使其更 靠近甲板表面,方便从甲板下方走线。

#### 模块校准适配器 MODULE CALIBRATION ADAPTER

架在模块上方的适配器,用来自动校准模块位置。

#### 安装板 MOUNTING PLATE

参考96通道安装板。

#### 吸头圆锥 NOZZLE

移液器最底端。移液器将吸头圆锥轻轻向下压入吸头,拾取吸头。参考 3.2 移液器。

#### **OPENTRONS APP**

用来从笔记本或台式电脑端控制机器(或其它 Opentrons 移液工作站)的软件。Opentrons App 提供 Mac、Windows 和 Linux 版本。参考软件与操作章节 7.2 Opentrons App。

#### 拨片 PADDLE

转板抓手上抓取和固定实验室器皿的一部分。拨片是可替换的损耗件。参考转板抓手参数。

#### 标记协议 PINNED PROTOCOL

被标记在触摸屏 "All Protocol"标签页面最顶部的、方便快捷进入的协议。参考协议管理。

#### 移液器 PIPETTE

Opentrons Flex 移液器为可配置设备,用来在协议执行过程中在工作区范围内移动液体。 Opentrons 提供单通道、8 通道和 96 通道 Flex 移液器,移液量程从 1 µ L 到 1000 µ L。参考 系统描述章节 3.2 移液器。

#### 移液器支架 PIPETTE MOUNT

门架上用来安装移液器的支座。参考系统描述章节移动系统。

#### 参数 PROFILE

参考热循环模块温度参数。

#### 协议 PROTOCOL

您设计的用来运行 Opentrons Flex 等 Opentrons 移液工作站的自动任务和自动程序。您也可以从 Opentrons 在线协议库搜索、下载和使用现成的协议。

#### 在线协议编辑器 PROTOCOL DESIGNER

一款基于网络的无代码 <u>JSON 协议</u>开发工具, JSON 协议用来运行 Opentrons 移液工作站, 包括 Opentrons Flex 全自动移液工作站。参考协议开发章节 6.2 Protocol Designer, 或登录 网页 https://designer.opentrons.com 了解更多。

#### 在线协议库 PROTOCOL LIBRARY

一个汇集了由 Opentrons 或 Opentrons 社区成员开发的大量协议的公开搜索平台。参考协议 开发章节**在线协议库**,或登录网页 https://protocols.opentrons.com 了解更多。

#### 协议运行 PROTOCOL RUN

Flex 按照协议文件中的规定完成一系列动作。每次只能运行一个协议。Flex 会存储最近 20 次协议运行的时间和结果。

#### **PYTHON 协议 PYTHON PROTOCOL**

用 Opentrons Python API 编写的协议。参考协议开发章节协议编写与运行。

#### **PYTHON API**

定义了 Opentrons 移液工作站大量移液特性的 Python 包。参考协议开发章节 Python API 和 在线 Opentrons Python API 文档。

#### 可拆装甲板槽 REMOVABLE DECK SLOT

参考<u>甲板槽</u>。

运行 RUN

参考协议运行。

#### 侧盖 SIDE COVERS

机器侧面可拆卸的面板,用于模块排气和放置外部电线。参考 3.5 连接。

#### 侧窗 SIDE WINDOWS

机器左右两侧安装的透明面板。

#### 准备区 STAGING AREA

甲板右侧(第4列),只有<u>转板抓手</u>可以进入的区域。这个区域需要用专门的准备区甲板 槽。参考系统描述章节**甲板和工作区**。

#### 状态灯 STATUS LIGHT

机器正前方顶部安装的指示灯带,用来简单快速地提示机器状态。不同颜色、不同闪烁模 式代表成功、失败或待机等不同状态。参考系统描述章节**触摸屏和指示灯**。

#### 热振荡仪适配器 THERMAL ADAPTER

装在热振荡仪上用来固定实验室器皿的铝合金适配器。参考模块章节热振荡仪特性。

#### 温控模块 THERMAL BLOCK

装在温控模块上用来固定实验室器皿进行加热、冷却和维持温度的铝合金适配器。参考模块章节温控模块特性。

#### 热循环模块参数 THERMOCYCLER PROFILE

热循环仪用来促发热敏感反应的一组温度变化参数。参考模块章节热循环模块特性。

#### 吸头盒适配器 TIP-RACK ADAPTER

96 通道移液器用来搭载联排移液器吸头的铝合金适配器。参考系统描述 3.2 移液器。

#### 触摸屏 TOUCHSCREEN

安装在机器正面的交互式 LCD 屏幕。参考系统描述章节触摸屏和指示灯。

#### 垃圾桶 TRASH

可拆装垃圾桶。默认放置在 A3 甲板位。

#### USB 端口 USB PORTS

Flex 配件、模块和电脑连接口。参考系统描述 USB 和外设连接。

#### 用户工具盒 USER KIT

一个装有工具、紧固件和零部件的盒子。每台 Flex 移液工作站都会配备一个用户工具盒。

#### 工作区 WORKING AREA

甲板上方用来进行移液操作的物理空间。参考系统描述章节甲板和工作区。

#### 工作站 WORKSTATION

Opentrons Flex 全自动移液工作站包括 Flex 移液工作站、仪器、模块、配件和自动执行特

定应用所需的实验室器皿。参考简介章节 Flex 工作站。

#### Z 轴托架 Z-AXIS CARRIAGE

属于<u>门架</u>的一部分,包括<u>移液器支架、转板抓手延伸支架</u>。协议执行过程中,沿着 Z 轴带 动这些仪器上下移动并精确停放在规定位置。参考系统描述章节**移动系统**。

96 通道安装板 96-CHANNEL MOUNTING PLATE

装在 Z 轴托架上的金属架,用来将 96 通道移液器固定在门架上。

# 附录 B 其它资料

Opentrons 还提供许多关于 Opentrons 硬件和软件产品的在线文档资料。您使用 Opentrons Flex 全自动移液工作站时会发现,这些文档资料都是极为宝贵的资源。

### **B.1 Opentrons Knowledge Hub**

<u>Opentrons Knowledge Hub</u>发布了许多与 Opentrons 产品和相关科学应用有关的文章,其中包括:

- 应用说明:介绍 Opentrons 硬件特定应用的科学文章,涉及核酸提取、NGS 定量、易 挥发或粘滞液体处理等多个话题。
- **证书**: Opentrons 硬件认证证书和合规证明材料。
- **文档和手册**: Opentrons 移液工作站和模块产品说明手册(包括本文件),以及 Opentrons 产品包中附带的快速入门指南电子版文件。
- 白皮书:详细介绍 Opentrons 产品结构和有效性的文件。白皮书中还包括 Opentrons 硬件尺寸图纸。

# B.2 Python API 文档

<u>Opentrons Python API 在线文档</u>主要介绍,如何为 Opentrons 移液工作站和硬件模块编写自动化生物实验室协议,比如指导用户首次编写 Python 协议的<u>指导文件</u>。

Python API 文档中包括执行以下动作的 Python 代码:

- 搭载并使用实验室器皿。
- 搭载并使用 Opentrons 模块。
- 搭载并使用移液器和转板抓手。
- 执行单独的移液动作,比如吸液和放液。
- 执行复杂的移液动作,比如在孔口间转移液体。
- 精确将仪器移动到工作区特定位置。

还有一个 Python API 参考页面,这里有各种 API 类型和方法。

## B.3 Opentrons HTTP API 参考

<u>Opentrons HTTP API 参考</u>介绍了用来直接控制 Opentrons 移液工作站的 API。API 分许多不同种类,包括:

- 查询机器状态。
- 执行校准任务。
- 管理和运行协议。
- 移动门架和仪器。
- 控制环境照明灯和摄像头这种独立器件。

这里的 API 参考内容都是按照 OpenAPI 标准定义和创建。

# B.4 开发者文档

提供可以直接应用于 Opentrons 源代码文件和对应的 GitHub 代码。实用文档页面包括:

- <u>开发环境设置</u>: 设置能运行 Opentrons 软件或 Opentrons 存储库内软件的电脑环境,而
   且是运行 Opentrons App 或者模拟机器服务器必须具备的电脑环境。
- **Opentrons 模拟运行:**介绍如何用 Opentrons 软件模拟机器固件或硬件。

# 附录 C 开源软件

Opentrons 认为开源软件和硬件有利于促进科学发展,所以在 GitHub 上分享我们的代码, 也欢迎更多人为开源社区做贡献。

本附录介绍了使用 Opentrons 开源资源的各种方法和 Opentrons 存储库结构。

# C.1 GitHub 上的 Opentrons

Opentrons GitHub 地址是 https://github.com/Opentron,所有公开发布的代码都在这里,包括 Flex 机器软件、Opentrons App、以及我们的 Python 和 HTTP API。

我们在 GitHub 上为 Flex 用户提供了许多实用资源,即使您不懂代码也可以加入我们。



### 发布

我们每创建一个新的机器软件和 Opentrons App, 上传到 GitHub 即视为公开发布。 Opentrons 软件历史发布都保存在这里: https://github.com/Opentrons/opentrons/releases。

Opentrons 建议您安装我们的最新版软件。如果出于验证或合规需求,您也可以在 GitHub 上每个新发布页面的 Assets 部分,找到之前版本的 Opentrons App 或机器软件。

## 提问

如果您的机器出现问题,请首先联系 Opentrons 支持中心。在发布您的提问之前,可以先 在这里搜索<u>现有问题</u>,尽量避免重复提问。

您可以提两种问题: 故障问题和功能要求。每种问题都有固定的提问模板,请尽量按照模板格式完整并详细填写表格,这样能帮助我们全面、快速地处理您的问题。

## 共享代码

您可以依照<u>开发环境设置说明和要求</u>,开始编写 Opentrons 代码。建议先用 fork 编写自己的代码,然后再申请调用到我们的代码库里。更多申请调用代码的介绍,包括测试需求,您可以参考这个<u>共享指南</u>。

### 开源证书

大部分 Opentrons 存储库都获得了 Apache License 2.0 协议认证,还有少数基于其它认证。 在使用或修改相关代码之前,请先咨询每个存储库的认证情况。注意,您分享的任何代码 都必须符合对应存储库的认证要求。

## C.2 Opentrons 单一代码库

Opentrons 的大部分软件都放在了 <u>Opentrons/opentrons</u>单一代码库中:单一代码库中存储了 多个软件项目,一个软件项目,一个目录文件夹。每个目录文件夹里有一份 README.md 文 件,简单介绍了该项目,并给出相应的代码使用建议。单一代码库中的默认分支,称为 edge。

下表列出了目录、子目录和文件(非全部),可以引导您高效使用单一代码库,找到与 Flex 应用有关的代码。

路径	描述
<u>/api/</u>	Python API 来源,在 Python 编写,以 opentrons PyPI 包发送。
/api/docs/	Python API 文档,在 ReStructuredText 编写。
/api/release- notes.md	机器系统软件发布通知(整体发布,包括 the /api/ directory 以外的其他变化)。
/app-shell-odd/	触摸屏软件的电子应用程序压缩包,"odd"是 on-device display 缩写, 意思是设备显示。
/app-shell/	Opentrons App 电子应用程序压缩包。
/app- shell/build/release- notes.md	Opentrons App 发布通知(整体发布,包括 the /app-shell/ directory 以外的其他变化)。
<u>/app/</u>	Opentrons App 来源,用此目录中的 make 命令从源代码运行应用。
/labware-library/	在线实验器皿库网站来源。

/protocol-designer/	在线 Protocol Designer 来源,基于网络的无代码 JSON 协议文件创建工具。
/robot-server/	运行 Opentrons HTTP API 的网页服务。Opentrons App 和触摸屏用 HTTP API 指令控制机器。您也可以自己编写软件发出 HTTP API 指 令或使用软件,比如用 curl 或 Postman 工具对机器发出单独指令。
/shared-data/	需要在不同项目之间共享的特定数据目录。
<u>/shared-</u> data/labware/	Opentrons 验证实验室器皿的架构和实验室器皿定义。Python API 和 在线实验器皿库需要用到的定义都存在这个目录下。
/shared- data/python/	Opentrons-shared-data Python 包来源, Opentrons 主包下的分包之一。

# C.3 其它存储库

除了单一代码库以外, Opentrons 还有一些软件放在其它存储库。以下是几个主要存储库:

存储库	描述
<u>buildroot</u>	构建嵌入式 Linux 系统 Opentrons <u>Buildboot</u> ,我们使用这个存储库 来配置和构建 Opentrons 移液工作站的运行系统。
<u>oe-core</u>	Opentrons <u>开放嵌入式</u> 系统定义的关键部分。
opentronsemulation	从硬件或固件级别仿真 Opentrons 机器和模块。使用 <u>Docker</u> 、配置 文件和简单命令条界面。
opentrons-modules	所有 Opentrons 模块的固件。
ot3-firmware	Opentrons Flex 全自动移液工作站及周边系统的固件。
Protocols	Opentrons 在线协议库中公开的所有协议。如果您只要找一份协议,那么不要用这个存储库,直接到 <u>在线协议库网站</u> 查找。

# 附录 D 支持与联系方式

如果您有任何关于 Opentrons Flex 全自动移液工作站的问题, 欢迎联系我们。Opentrons 团 队随时为您提供以下服务:

- 销售服务
- 技术支持
- 应用支持
- 售后服务
- 零配件与附件

## D.1 销售

如果您需要销售代表为您介绍或展示 Flex 全自动移液工作站,可以联系我们销售服务部。

- 公司电话: 0755-26417273
- 客服热线:18098952246
- 官方邮箱: marketing.china@opentrons.com

销售服务时间:常规工作日,北京时间 8:30-17:00

### D.2 支持

您可以登录 Opentrons 支持中心 https://support.opentrons.com/网页查看常见问题的相关答复。 如果该页面的答复仍然无法解决您的问题,您可以直接联系 Opentron 支持中心,我们会帮 您解决售后、配件、维修、零部件和其它需要支持或帮助的问题。

- 邮箱: support@opentrons.com
- 或登录 Opentrons 网站,点开页面右下角的即时聊天窗口,联系在线客服。

支持服务时间:常规工作日,北京时间 8:30-17:00。

任何正常服务时间之外的咨询或留言,我们会在第二个工作日尽快给您回复。

# D.3 公司信息

公司: 合创生物工程(深圳)有限公司

#### 地址:深圳市南山区粤海街道科技园科艺路7号M3栋L2-L4

网址: www.opentrons.com.cn

