SOPA气体置换式移液器

操作手册

SOCON Tech

上海市闵行区

元江路3599号福克斯创新园

电话：021-54717971

传真：021-54717971

E-mail：sales@softcontrol.cn

网址：www.softcontrol.cn

文件变更版本

日期	作者	变更内容	版本
2019-10-1	Robin	起草	V1.0
2023-8-3	Robin	增加液位探测相关命令，增加RS485相关通信	V1.1
2023-9-7	Robin	增加压力数据流控制命令说明	V1.2
2023-9-10	Robin	增加回吸粘度控制命令说明	V1.3
2024-1-24	Robin	增加排液检测错误码	V1.4

产品文件保证信息

本文件所含的信息如有变动，恕不另行通知。上海硕控电子科技有限公司不提供与此资料有关的任何一种保证，包括但不限于：用于特定目的的任何暗示的适销性或适合性保证。

上海硕控电子科技有限公司.不应对本文件所包含的错误负责，或者对与提供、执行或使用本资料有关的附带或间接的损害负责。

目录

目录

目录 3
1. SOPA 气动式移液器简介 1
1.1 手册使用指南 1
1.2 SOPA 气动式移液器的特征 2
1.3 气动式移液器的功能描述 3
1.4 工作原理 6
1.4.1 自动气动式移液 6
1.4.2 一次性枪头（DiTi）的处理和管理 6
1.4.3 液位检测 6
1.4.4 通讯 6
2. 安全和法规事项 7
2.1 安全 7
2.2 法规事项 2
3. 硬件拆除包装及设置 3
3.1 环境准备 3
3.2 去除气动式移液器的包装 3
3.3 准备气动式移液器的硬件 4
3.4 电源要求 4
3.5 连接和电缆接线 4
3.6 设置切换开关 7
3.8 气动式移液器与机器人的集成 8
3.9 安装气动式移液器 10
4. 启动气动式移液器 11
4.1 与气动式移液器进行通讯 11
4.2 编写设备地址 12
4.3 确认设置和通讯 12
4.4 用气动式移液器转移液体 13
5. 操作指令 16
5.1 使用气动式移液器指令集 16
5.2 初始化指令 18
5.3 活塞移动指令 18
5.4 设置指令 19
5.5 控制指令 22
5.6 报告指令 23
5.7 配置指令 24
5.8 液位检测指令 24
5.9 诊断指令 24
5.10 状态字节和错误代码 25
6. 液位检测 27
6.1 压力式液位检测（pLLD） 27
6.2 电容式液位检测（cLLD） 30
7. 气动式移液器的维护和故障排除 31
7.1 定期维护 31
7.2 质量保证 33
7.3 现场更换 34
7.4 工厂更换 37
7.5 常见问题 38
7.6 故障排除 40
7.7 技术服务 43
7.8 退回授权 44

严禁复制

A. 气动式移液器规格 45
B. 订购选型 48
C. CAN通信协议 49
D. RS485通信协议 50

严禁复制

图形列表

图 1-1 SOPA 气动式移液器.....2
图 1-2 SOPA 气动式移液器部件.....3
图 1-3 多泵配置.....4
图 1-4 气动式移液器探针组件.....5
图 1-5 SOCON一次性枪头.....6
图 3-1 LIF 连接器.....4
图 3-2 气动式移液器连接电缆.....5
图 3-3 切换开关设置设备地址为 1（默认）.....6
图 3-4 推荐的 DiTi 插入力和速度.....7
图 3-5 安装螺钉的位置.....8
图 3-6 质心.....9
图 3-7 安装气动式移液器.....9
图 3-8 安装多台气动式移液器.....10
图 4-1 RS-485 初始化程序.....4
图 4-2 CAN 初始化程序.....5
图 4-3 使用气动式移液器的移液程序.....6
图 5-1 坡度与速度设置值的关系.....12
图 6-1 沿 Z 轴移动和 pLLD.....1
图 7-1 后盖螺钉.....7
图 7-2 探针组件安装螺钉.....7
图 7-3 转动顶出杆的步骤（a）和（b）.....8
图 7-4 拆下探针组件.....8
图 7-5 探针组件对齐标记和活塞.....8
图 7-6 固定新的探针组件.....9
图 7-7 插入新的探针组件（a）.....9
图 7-8 插入新的探针组件（b）.....10
图 7-9 插入的探针.....10
图 7-10 校准的探针组件.....11
图 C-1 CAN 消息结构.....7
图 C-2 上电时设备发出的引导请求（11-位 MID）.....9
图 C-3 主机向设备发出的引导应答.....9
图 C-4 消息 ID 格式 -主机向设备发出的引导应答.....9
图 C-5 使用 CAN 编写组地址.....9
图 E-1 折叠 SOCON 气动式移液器电缆.....1
图 E-2 选购件气动式移液器适配器 PCBA.....2
图 E-3 气动式移液器电缆映射脚分配.....2

1. SOPA 气体置换式移液器简介

祝贺您购买了SOCON的SOPA气动式移液器（ADP）。

1.1 手册使用指南

- 阅读本章，快速浏览产品及其性能。
- 在安装SOPA气动式移液器之前，确保阅读了第2章，并采取了所有适当的安全措施。
- 阅读第3章，设置硬件的性能。
- 如果您首次使用本产品，请阅读第4章。
- 使用第5章所述的操作指令，进行气动式移液器的例行操作。
- 如果正在使用液位检测，请阅读第6章。
- 第7章的内容有助于您进行故障排除并维护设备，使之处于良好的工作状态。
- 产品规范，见附录A。
- 订购备件，见附录B。

严禁复制

1.2 SOPA气动式移液器的特征

SOPA 气动式移液器（ADP）是一种紧凑的OEM泵模块，用于＜5 μL到1 mL范围的自动/手动移液应用。它在一个轻松集成、灵活以及高度可靠的平台内，提供卓越的移液性能。

图 1-1SOPA 气动式移液器

SOPA 气动式移液器具有以下标准特征和功能：

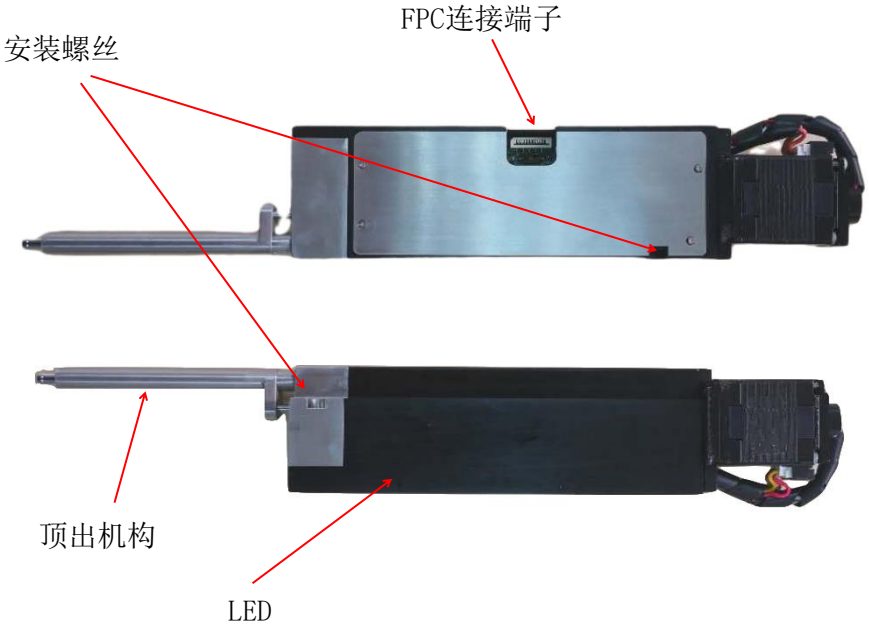
- 卓越的性能
  - 精度：在全行程时≤0.25% CV
  - 0.0446ul/增量（对于1000 μL，分辨率为22,400增量）
- 轻松的系统集成
  - 足迹小，并排安装时设备之间的间距能够达到9/18/28mm（基于不同型号）
  - 无管道、阀门或注射器。无系统液体，意味着无需启动注液、无需冲洗，无泄漏
  - 与SOCON一次性枪头（50 μL、200 μL、1000 μL，配或不配过滤器）兼容
  - 直观的抽吸/分配体积和速度指令
  - 通过CAN接口使用可编程波特率通讯
- 过程和产品具有高可靠性
  - 工厂校准了排气体积
  - 高级的自动泵诊断、自测试和错误报告功能
  - 配有集成的压力传感器（pLLD）的液位检测装置
  - 配有集成的电容式液位检测硬件（cLLD）（选购件）
  - 可从过程监控传感器（选购件）获取实时流数据
  - DiTi 压力传感器
  - DiTi 顶出机构

严禁复制

1.3 气动式移液器的功能描述

气动式移液器使用排气而不是排液的方式，抽吸并分配流体。该设备的设计采用一次性枪头（DiTis）自动移液，适合不希望产生污染和/或洗涤不现实的应用中。

图 1-2　SOPA 气动式移液器部件



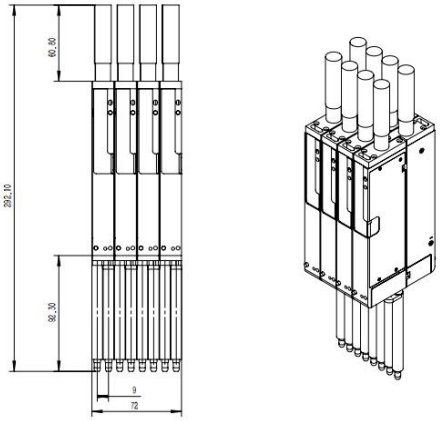
气动式移液器中的传感器检测是否有一次性枪头。新的一次性枪头顶出机构能够通过向气动式移液器发送简单的指令，顶出枪头，不会产生气溶胶。

设备支持cLLD，或支持pLLD，确保压力和液位检测的准确度。pLLD通过一个自动选项，检测液位指示的压力变化。对于导电液体，通过通向内部的cLLD电路系统，实现cLLD。

与其他类型的泵相比，SOPA气动式移液器更快速、安静。其设计采用的材料寿命长，通常情况下无需更换。然而，如果由于接触到应用流体或由于其他原因受损，损坏的探针组件可在现场更换。

多个气动式移液器可以并排安装，用微量滴定板（MTPs）进行高效率的移液操作。每个气动式移液器的宽度可适应9/18mm的间距，达到更高的生产量或者满足多领域的应用。

图 1-3 多泵配置



在多泵配置中，多达8台气动式移液器单元可以连接到一条单独的总线上。可以使用唯一的地址，单独设置每个泵的地址，可使用Softcontrol软件配置。

气动式移液器每个主要部件的简要功能描述和泵的运行原理见以下章节。

气动式移液器机身

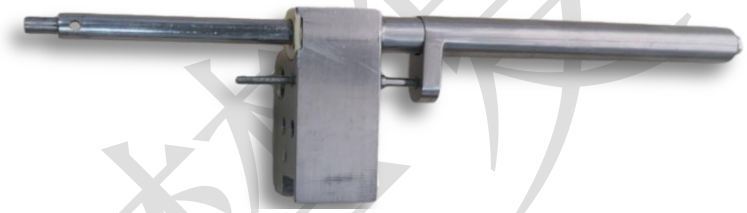
气动式移液器机身包括活塞驱动机构、PCBA和气动式移液器压力传感器。气动式移液器机身可以按照第7节“气动式移液器的维护和故障排除”中所述的程序，用清洗剂擦拭干净。

尽管气动式移液器是耐用的仪器，所有的连接点（电缆、探针组件、切换开关）应当小心轻放。

探针组件

探针组件连在气动式移液器框架上。它包括活塞杆、活塞密封件、DiTi接口和DiTi顶出套（如有）。

图 1-4 气动式移液器探针组件



活塞驱动机构

活塞通过一个滚珠丝杆和滑动组件在气动式移液器探针组件内部移动，该组件由步进电机驱动或伺服电机驱动。一个集成的线性编码器检测任何失步。

活塞驱动机构的分辨率为 0.0019ul（10,200 增量）或$0.817*10^{-4}$ul（240000增量）

连接器和电缆

气动式移液器的设计是通过 PCBA 上的低插入力（LIF）连接器，连接到一个标准的 10 路 1 mm 节距的扁平软电缆（FFC）上。

用户负责将电缆固定到电缆槽内，并提供应变消除装置。可以使用配有 10 路扁平软电缆、应变消除夹和应变消除粘胶条的选购件电缆连接套件。

选购件适配器 PCB 将 10 路气动式移液器电缆连接到常用的 SOPA 15 引脚连接器。电路连接见第 3.5 节“连接和接线”。

见附录 E“气动式移液器选购件”，了解更多关于选购件电缆连接套件和适配器 PCB 的信息。

严禁复制

印制电路板组件

PCBA 包括控制电子设备、传感器和用于气动式移液器指令和控制的内置紧固件。气动式移液器上的一个机载压力传感器使用 pLLD 检测液位。cLLD 信号通过气动式移液器，执行外部电容式液位检测。

见第 6 章“液位检测”，了解更多关于使用液位检测装置的信息。

严禁复制

1.4 工作原理

1.4.1 自动气动式移液

气动式移液器使手工移液自动化，提高了连贯性并减少了重复运动带来的损伤。液位、抽吸和分配速度的测定以及一次性枪头的操作均通过软件指令控制。

使用气动式移液器转移液体和使用手持式移液器转移液体非常相似。环境温度、大气压力、液体粘滞性和液体温度均会影响其性能。

1.4.2 一次性枪头（DiTi）的处理和管理

10~1000 μL范围内的一次性枪头可以与气动式移液器配用。

图 1-5 SOCON一次性枪头

采用手动方式移液时，枪头处理的很多方面会影响其性能：

- 枪头的规格
- 枪头的质量
- 插入力
- 顶出力

SOCON推荐最高质量的SOCON一次性枪头，供您使用。

1.4.3 液位检测

气动式移液器的设计是可以采用 cLLD 或 pLLD 液位检测（LLD）方法。

压力式液位检测装置（pLLD）通过一个连接到主 PCB 的传感器 PCB 实现，位置就在活塞的上方。由于气动式移液器沿Z 轴向下移动，气动式移液器探针内部的活塞会移动，直到到达液位为止。当探针针头处的压力改变时，机载的传感器会感知，指出存在液体压力。

采用电容变化的液位检测装置（cLLD）是内置到移液器中，不需要另外硬件电路，只需要用导电的一次性枪头。

气动式移液器可以配置使用 pLLD 或 cLLD，或两种方法都不采用。

见第 6 章“液位检测”，了解更多关于使用液位检测装置的信息。

1.4.4 通讯

取决于泵的配置，气动式移液器能通过 CAN（控制器局域网络）或者RS485(仅SC-STxxx-00-13支持)接口单独或在多泵配置中实现通讯。

- CAN支持的波特率为 100K、500K。
- RS485支持的波特率为 9600、115200。

见第 4 章，“启动气动式移液器”，了解与气动式移液器初次建立通讯的信息。

严禁复制

2. 安全和法规事项

在进行气动式移液器的安装或操作之前，用户应当阅读本章中的安全信息。如果不遵守安全注意事项，可能导致用户受伤和/或设备受损。

2.1 安全

SOPA气动式移液器是为自动进行<5 μL 到 1 mL 范围的移液应用而设计的，其他用途均被视为不当用途，且可能导致泵损坏和/或测试结果不可靠。

设计的气动式移液器符合公认的技术规定，其构成部件达到最新的技术发展水平。尽管如此，当设备使用不谨慎或者使用不当时，会对用户、财产和环境造成风险。

2.1.1 本手册中使用的警示标志和符号

本操作手册中适当的警告（如下所述）提醒用户意识到可能的危险。

警告 —— 可能受伤

三角形的警告符号表明如果不按指示操作可能造成人身伤害。在进行操作之前，请仔细阅读警告并严格遵守指示。

有毒物质

意识到气动式移液器使用的物质或处理的样本可能引起化学或生物危害。

例如，为了防止在转移挥发性试剂时可能造成的损伤，应当使用配有过滤头的 DiTis。

爆炸和火灾

切勿使用气动式移液器处理有爆炸性或高度易燃的液体。

窄点、机械危害

自动移动的零件可能造成伤害（破碎、刺穿）。使双手、脸和任何松散的物体（比如领带）远离可移动的零件。

警告 – 对静电放电敏感

在操作期间，设备对静电放电敏感。确保环境无静电放电以及执行安全的静电放电规程，以防可能的数据丢失。

注意

“阅读该手册”符号表明如果不按指示操作可能造成设备损坏、失灵或错误的过程结果。

严禁复制

2.2 法规事项

SOPA气动式移液器是一种通用的实验室模块。由于它不是医疗器材，无需取得FDA 法规批准。为了支持您的仪器认证，设计的气动式移液器符合下列电气安全标准：

表 2-1　电气安全标准

标准	标准编号	备注
ESD	EN 61000-4-2	气动式移液器探针组件对静电放电（ESD）敏感。在操作之前应当评估静电环境，并采取适当步骤防止在操作期间对枪头产生静电放电。
EMI	EN 61000-4-3	过多的电磁干扰会影响气动式移液器。
EMC	EN 55011，B 类	气动式移液器已根据 CISPR 11　B 类标准设计并测试。取决于最终接线配置，用户可能需要采取措施减弱无线电干扰。

RoHS

SOCON 的气动式移液器符合RoHS。符合 RoHS 的模块由达到欧盟指令 2002/95/EC 设定的关于有害物质限制要求（“RoHS”指令）的部件构建。

严禁复制

3. 硬件拆除包装及设置

环境准备

本章说明了怎样准备气动式移液器硬件以便使用。它包括以下各节：

- 环境准备
- 除去气动式移液器的包装
- 准备气动式移液器硬件
- 电源要求
- 连接和电缆接线
- 设置切换开关
- LED 状态显示
- 气动式移液器与机器人的集成
- 安装气动式移液器

3.1 环境准备

气动式移液器应当在温度为 15°-35℃（59°-95℉）、相对湿度为 20-85%的环境下工作（非凝结环境）。

注意！ *气动式移液器的探针组件和 PCBA 对静电放电敏感。当操作时气动式移液器，准备一个没有静电放电的工作区，并遵循良好的静电放电管理规范。*

3.2 去除气动式移液器的包装

1. 从装箱内取出泵模块和配件。
2. 根据下列清单检查内装物，确信所有部件均在箱内。
   - 已装配探针组件的气动式移液器单元
   - （选购件）电缆连接套件
   - （选购件）SOPA 4 脚适配器PCBA
   - （选购件）SOCON一次性枪头
3. 如果任何预计的项目遗失，请立即与SOCON技术服务部联系。见第7.7节，“技术服务”。

严禁复制

3.3 准备气动式移液器的硬件

准备气动式移液器的硬件遵循下列步骤，以便正确准备气动式移液器 以供使用。每个步骤的更详细的说明见下述各节。

- 确保向气动式移液器提供足够的电源。
- 确保单元接地。
- 连接一根电缆，以便和气动式移液器进行通讯。
- 设置切换开关。
- 为您的应用安装气动式移液器。

3.4 电源要求

气动式移液器要求一个适当调节的 24 VDC 电源，该电源须符合要求的安全和 EMI/RFI 规范。

通过一根 10 路扁平软电缆（FFC）向每个单元供电。

- 气动式移液器连接器的额定输入电压：24 VDC±10%
- 电源要求：峰电流 900 mA，平均 600 mA

***注意！**在连接电缆或者断开电缆连接之前，始终关掉仪器的电源。*

***注：**由于安全原因，气动式移液器有一个 1.5A 延时保险丝。该保险丝不可现场更换。*

电源

切记始终使用一个正确设计的商用电源。

为了控制向气动式移液器供电，请切换到电源。不要使用继电器或者使触点在 24V 供电和气动式移液器泵之间切换（例如，不要将DC 输入切换到泵）。

确保仔细检查电源的最小负载要求。某些开关电源的最小负载要求可达到额定输出电流的 10%。

气动式移液器的空载电流小于满载运行电流的 10%。

如果 24V 电源仅向气动式移液器提供电源，则切换开关的最小负载规格应小于或等于 50mA。为满足上述最小负载要求，可采用外部电源电阻。

接线注意事项

应当注意气动式移液器和任何附加设备的接线。接线应足以承载电流，并且接线长度应尽量短。

电源和多泵接线

当使用一个电源操作一台以上的气动式移液器或其他设备时，该电源必须向所有设备提供总峰电流。电源和滤波电容必须满足针对所有设备的总峰值输入电流。

如果多台泵并没有同时工作，应使用减小的额定电源。最小额定电源必须通过测量确定。 如

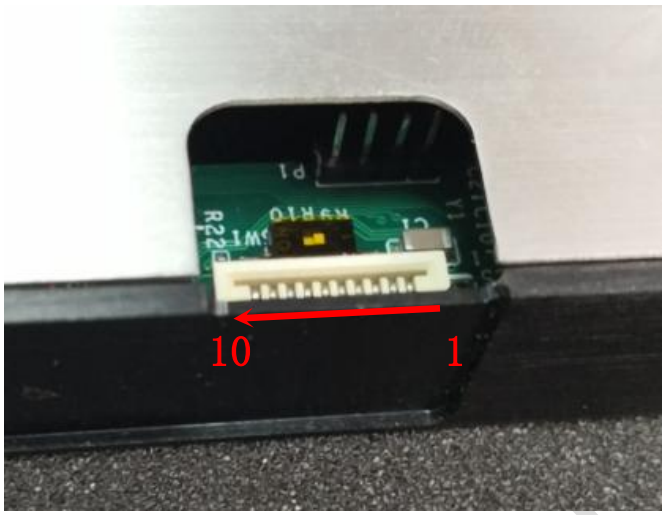
果在一个配有多台气动式移液器的系统中，当气动式移液器电机空转并且所有其他设备处于低电流状态时，最小负载小于运行负载的 5%。

3.5 连接和电缆接线

图 3-1 显示了位置气动式移液器侧面上 10 脚 LIF 连接器的位置（也见图 1-2，SOPA气动式移液器部件）。该连接装置通过一根 10 路扁平软电缆，向单元提供电源和通讯。

图 3-1　LIF 连接器

严禁复制



3.5.1 连接到气动式移液器

用户可以使用他们自己的 10 路 1 mm 节距扁平软电缆（FFC），与气动式移液器进行通讯，或者可以选购 SOCON 的电缆连接套件。见第 B.1 节，SOCON备件，了解部件编号和订购信息。

使用表 3-1 确定引脚的分配。前四个脚提供电源和接地信号；最后六个脚用于通讯。

表 3-1 J1 10 位 LIF J1 连接器引脚分配

引脚	功能	备注
1	24 VDC输入	双电源连接
2	接地	双接地连接
3	24 VDC输入	双电源连接
4	接地	双接地连接
5	DIN1	其他外部TTL信号的辅助数字输入
6	DOUT	cLLD或pLLD数字输出
7	RS485+	RS485通信正极
8	RS485-	RS485通信负极
9	CANH	CAN通信H信号
10	CANL	CAN通信L信号

图 3-2 显示了适当折叠并插入 LIF 连接器的电缆（SOCON提供的电缆事先已折叠好。见第 E.1 节，电缆连接套件，了解折叠您自备电缆的操作说明）。

图 3-2　气动式移液器连接电缆

匹配连接器

气动式移液器可以在多个不同的客户应用中使用，在电缆的另一端，要求不同的匹配连接器。见附录 B，“订购信息”，了解推荐的匹配连接器制造商和部件编号。

***注：**当使用 SOCON提供的扁平软电缆时，电缆另一端的引脚分配和表 3-1 所列的引脚分配相反。当创建一个用户自定义的连接器连接到 SOCON气动式移液器电缆另一端时，确信反向分配引脚，以避免损坏气动式移液器。选购件 SOCON气动式移液器适配板（见第 3.5.2 节，“选购件气动式移液器 SOPA15 脚适配器 PCBA”）已经反向分配了引脚，与此电缆使用。*

***注：**气动式移液器 PCBA 上的 LIF 连接器额定值为 30 次插入。仔细连接电缆或者断开电缆连接，并使插入次数最小化。*

3.5.2 选购件气动式移液器 SOPA 4 脚适配器 PCBA

SOCON提供选购件气动式移液器 SOPA 4脚适配器 PCBA，将信号从 10 脚气动式移液器 FFC 转换到常用的SOPA 4 脚连接器。见第 E.2 节，气动式移液器适配器 PCBA，了解引脚分配和使用信息。

3.6 设置切换开关

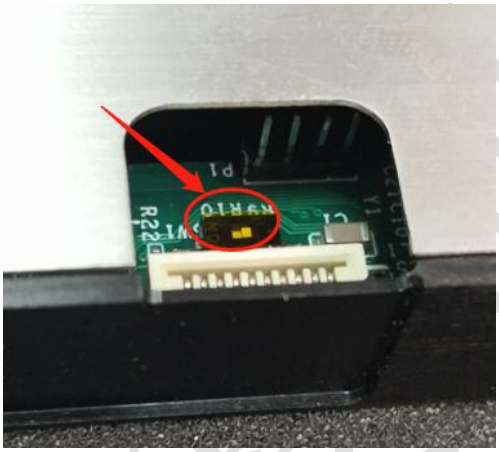
在向气动式移液器发出指令之前，必须适当设置地址。如图 1-2，SOPA气动式移液器部件所示，切换开关位于气动式移液器的侧面上。

使用一个小螺丝刀或类似工具，可以改变切换开关位置（上位或下位）。

使用下表，确保为您的应用进行正确的设置。

表 3-2 切换开关设置

开关	功能	开关下位	开关上位
1	CAN终端	真（默认）	假



通过Softcontrol工具编写多个设备地址

下表显示了当使用多台泵时，怎样结合软件的设置，编写各设备的地址。

图3-3　通过Softcontrol编写设备地址

3.7 LED状态显示

气动式移液器一侧的 LED 状态显示表示气动式移液器的当前状态（见图 1-2，SOPA气动式移液器部件，了解 LED 的位置）。

表 3-4　LED 状态指示灯

LED 显示	含义
绿色灯闪烁20Hz	通信正常
绿色灯亮一下	探测到液体
红灯亮	电源供电正常

注：用户可能想运行一条基本的询问指令，保证在安装气动式移液器单元之前通讯正在被发送并正确接收。示例见第 4.3 节，“确认设置和通讯”。

3.8 气动式移液器与机器人的集成

气动式移液器的设计使系统集成器可以比较轻松地适应机器人平台。使用机载的控制和枪头顶出机构，气动式移液器的系统集成器无需整合控制系统或枪头剥离机构。

注：和所有气动式移液器一样，为了正确工作，气动式移液器必须以垂直的方式安装。

注意！避免使气动式移液器探针与附近物体碰撞。这样会损坏探针组件。气动式移液器的意向性用途只能吸收枪头的插入力。

3.8.1 一次性枪头的插入力和速度

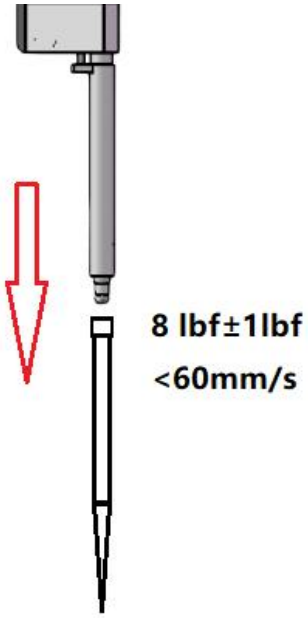
要使用一次性枪头，气动式移液器必须安装在移动轴上，其垂直运动是受控的。在枪头插入点，气动式移液器的速度不应超过 60 mm/s。

若要正确密封和放置一次性枪头，要求施加 8±1 lb.的力不到 1 秒钟。

注意！如果力的施加时间太长，枪头周围的衬套可能展开，导致枪头放置在探针上太靠上面的位置。这样可能使气动式移液器顶出机构出现问题。

避免施加超过推荐的力。这样会损坏或过早地磨损探针组件。

图 3-4　推荐的 DiTi 插入力和速度



3.8.2 机器人集成

当选择一个机器人平台时，应考虑系统的刚度以及驱动（皮带、导螺杆等）方法。有高度机械优势的方法，比如导螺杆，可以导致系统超过+ 1 lbf 要求。

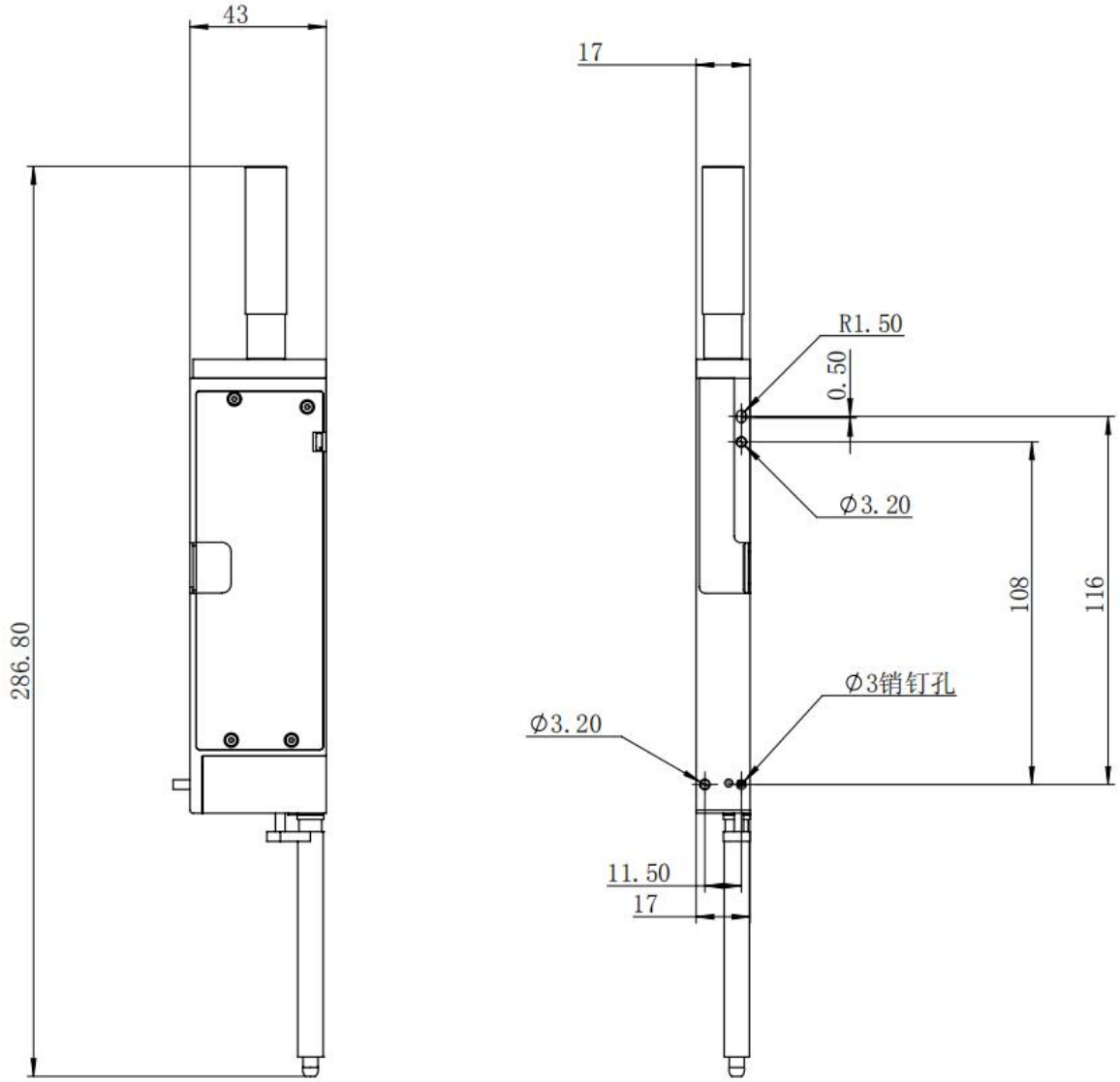
一个基于伺服机构的系统对于气动式移液器应用是理想的，因为当插入一次性枪头时，它可以准确限制施加的力。

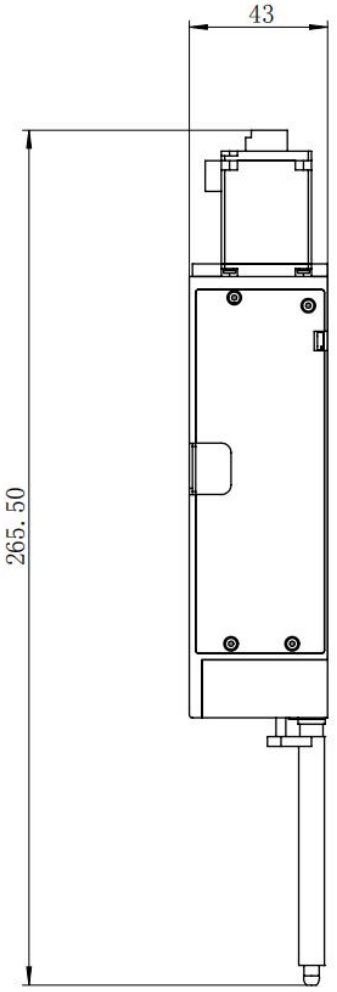
严禁复制

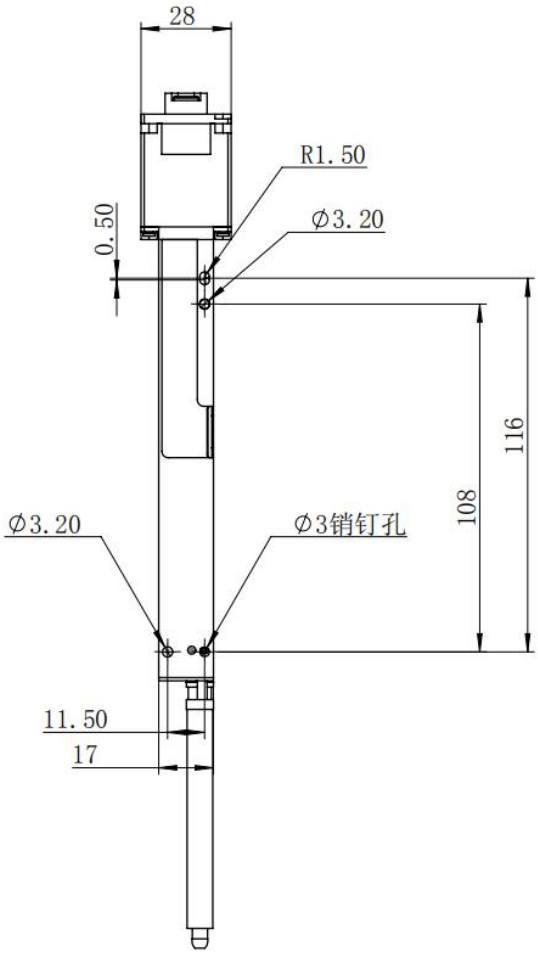
3.9 安装气动式移液器

气动式移液器在顶部和底部有两颗安装螺钉（随设备提供）。

图 3-5　安装螺钉的位置





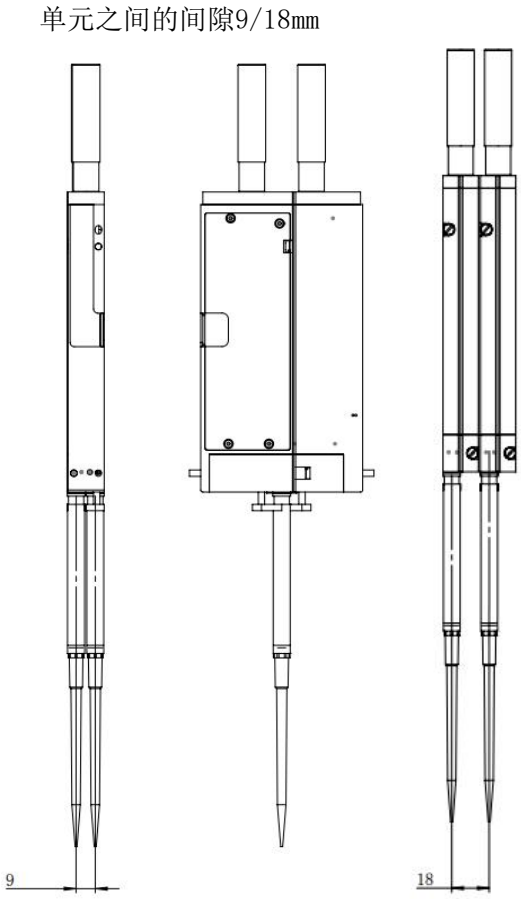


注：所示尺寸单位为毫米。

应当仔细对齐气动式移液器探针与实验室插座，以避免探针与任何表面发生碰撞。

多台气动式移液器单元可以并排安装，以便与微量滴定板或其他窄间距应用装置对齐。详细的视图见图 3-8，安装多台气动式移液器。

图 3-8　安装多台气动式移液器



安装注意事项

单台气动式移液器的重量小于 200 克。当安装多台气动式移液器单元时，应当注意确保各单元的重量和平衡不会影响活塞动作的准确性。

气动式移液器应当安装到一个电气接地的金属底座上。见第 3.4 节，“电源要求”， 了解气动式移液器接地的更多信息。

4. 启动气动式移液器

本章说明了怎样开始首次使用气动式移液器。

本章包括以下内容：

- 与气动式移液器进行通讯
- 编写设备地址
- 确认设置和通讯
- 用气动式移液器处理液体

4.1 与气动式移液器进行通讯

在向气动式移液器发出任何指令之前，必须正确配置硬件的通讯接口。

指令必须使用适当的通讯协议。通讯协议使用气动式移液器侧面的切换开关和配置指令设置。见第 3.6 节，“设置切换开关”，了解使用Softcontrol设置通讯协议的更多信息。

通讯接口

气动式移液器支持通讯接口：

- CAN

电缆接线和连接装置，见第 3.5 节“连接和接线”。

确信已经创建了适合您应用场合的电缆，并使用适当的应变消除装置连接到气动式移液器上。

通讯协议

以下软件通讯协议是可用的：

- CAN 协议

气动式移液器可自动监测正在使用的通讯协议，或者可以对气动式移液器进行配置，使之只能识别一个。

注：SOCON系统推荐使用 CAN协议用于 CAN 接口。 它提供增强的出错检验，比如， 使用校验和以及序列号。

如果用户遇到校验和问题或其他固件错误，参考第 7 章，“气动式移液器的维护和故障排除”，了解相关建议。

严禁复制

CAN 通讯协议

编写设备地址

控制器局域网络（CAN）是一个双线串联通讯总线。它排除了确认设备状态和任务完成情况的轮询序列。使用CAN时，当它们已经完成当前任务，泵异步向主机报告。

见附录C，CAN 接口通讯，了解消息格式和使用 CAN 协议的详细信息。

4.2 编写设备地址

可以对一台设备或一组设备分配地址。地址的编写应用SOCON的softcontrol软件工具。

每台设备均有一个唯一的实际地址。实际地址对应一个二进制值，用软件工具进行配置（见第 3.6 节，“设置地址”，了解更多信息。

CAN 设备地址的编写

主机分配逻辑地址，通常与实际地址相同。然而，CAN 协议可以灵活分配不同的逻辑地址。

确认设置和通讯气动式移液器设备能够分配到从 1 到 254 的任何逻辑地址。

使用CAN 接口时，多台设备地址的编写通过将设备地址设置为一个共同的组地址完成。

见第C附录，CAN 接口通讯，了解设备地址编写格式的详细信息。

4.2.1 指令格式

操作气动式移液器的指令列于第 5 章，“操作指令”。

所有指令和指令参数均是可以显示的 ASCII 字符（20h~7Eh）。

- 如果使用一条接受参数的指令而没有发送任何参数时，则默认的参数将用于每条指令。
- 在一个指令串中，空格ASCII 20h）会被忽略。
- 如果一条指令多于一个参数，则该参数被 ASCII 逗号字符隔开（2Ch）。

指令以指令块数据段发送（见附录C，“通讯协议”，了解详细的通讯协议格式信息）。

4.2.2 压力数据指令

使用指令接口阅读压力数据的指令遵循前述的协议规范，但是应答采用改进的格式，以便支持更高的数据速率。

采用CAN 接口的实时压力数据流不遵循先前的协议。见<#>报告

压力数据，了解压力数据格式的详细信息。

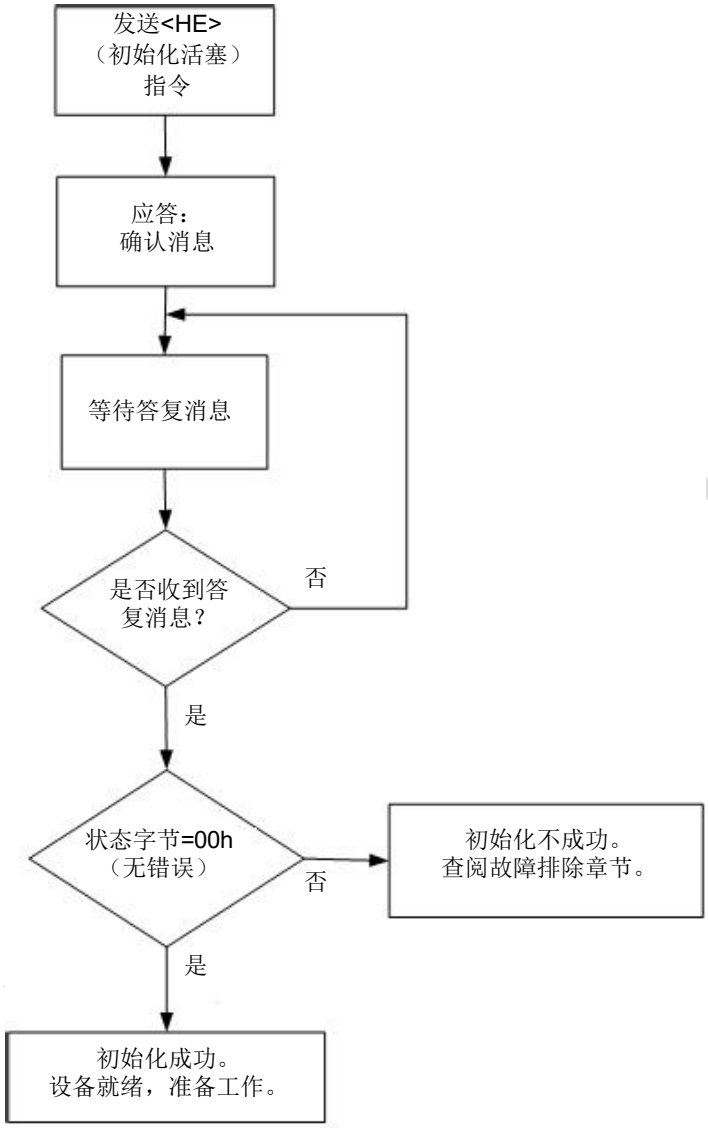
4.3 确认设置和通讯

注意！尽管气动式移液器没有任何运动部件对用户造成窄点，它通常与一个机器人系统集成。当气动式移液器整合并与机器人臂一起操作时，应当小心。

当在您的应用中尝试使用气动式移液器时，执行这些简单的步骤，确认通讯被正确配置且泵已就绪准备投入使用。

1. 发送<V>指令，命令类型0.（不包括括号< > ）。
2. 应当返回固件部件编号和修订等级（ASCII 文本）。
   - 如果它们没有出现，检查连接和地址设置值，并重新尝试发送指令。
3. 执行下面适当的流程图各个步骤 。
   - 如果使用CAN 接口，使用图 4-2，“CAN 初始化程序”。

图 4-2 CAN 初始化序列



注：活塞将向上、向下初始化整个行程，应答<HE>指令。

4.4 用气动式移液器转移液体

手动转移液体通常包括下列两个主要步骤：

1. 抽吸所需体积的样本量
2. 分配样本并排气体积

使用气动式移液器时，通过第 5 章，“操作指令”中所述的软件指令，可自动执行并控制这些步骤。

下面是使用气动式移液器移液的典型步骤顺序。见第 6 章“液位检测”，了解使用气动式移液器进行液位检测的更多信息。

1. 发布指令 **<A0E>**

该指令将活塞移动到位置 0。

2. 发布指令 **<s5000E>**

将活塞速度设置为500ul /秒（较慢的抽吸速度通常使抽吸的液体有更好的一致性）。

3. 发布指令 **<P10E>**

活塞移动到一个相当于转移 10 μL（抽吸）液体的位置。气动式移液器通过机器人降低，直到枪头低于样本液体表面约 2 mm。

4. 发布指令 **<P20E>**

抽吸 20 μL 样本。

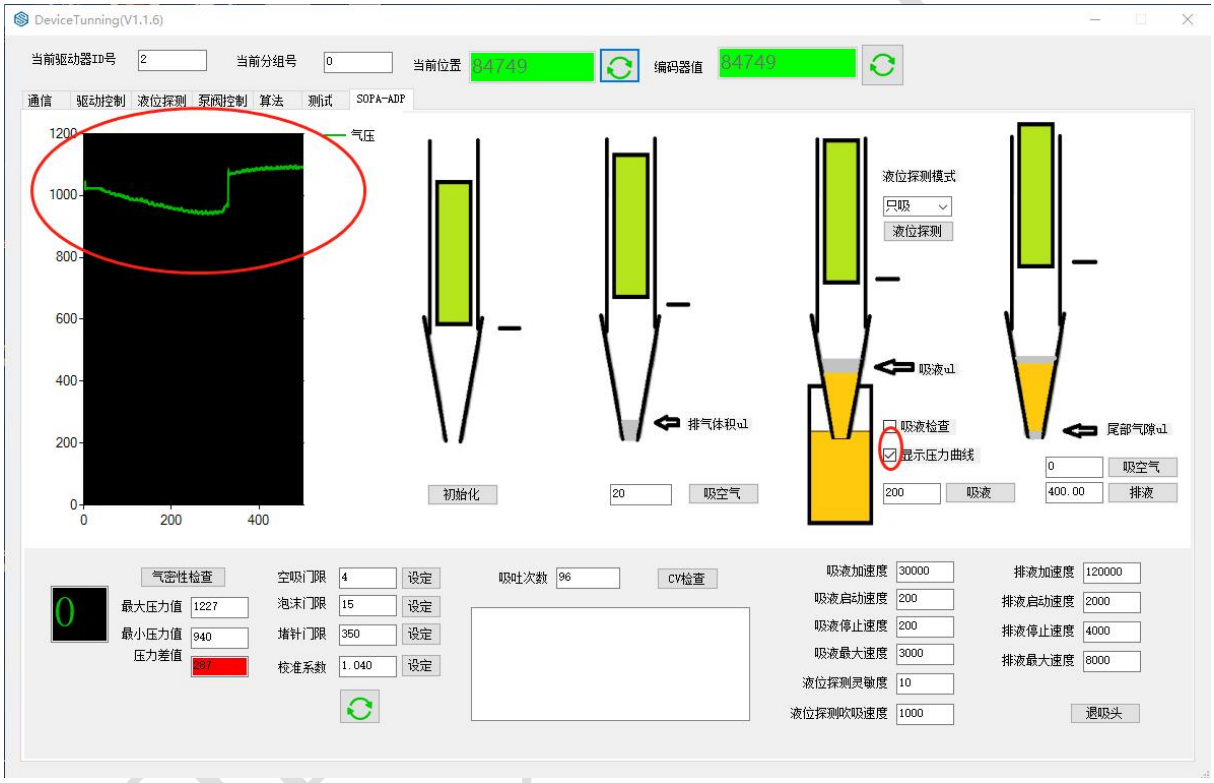
5. 发布指令 **<s5000E>**

将活塞速度设置为 500ul/秒（较快的速度有助于更好地排空液体）。

6. 发布指令 **<A0E>**

将活塞移动到位置 0（分配全部内含液体）。

图 4-3　使用气动式移液器的移液程序



***注：** 气动式移液器在工厂就已校准，在一次性枪头内提供高度准确的气动式抽吸和分配，并使单元之间的差异减至最小。不同于手持式移液器，气动式移液器不针对任何具体的液体校准，因此对于每次应用，液体分类校准仍然要求达到最佳的移液准确度。例如，移动活塞 204 增量会准确移动 20 μL 空气，但是基于使用的枪头类型以及其他环境因素，抽吸的液体数量是不同的。*

***注意！** 气动式移液器不得浸没到任何液体中，也不得使用用任何液体喷洒。立即擦净所有的溢出物。*

4.4.1 抽吸和分配少量液体

当转移少量液体时，使用尽可能最小的一次性枪头，使空气死体积减至最小。遵循下列步骤， 以便得到最好的结果。

1. 抽吸排气体积（例如~5 μL）
2. 抽吸多余样本，立即分配除目标体积外的所有样本，返回源样本或放入废弃物容器内。例如， 如果目标体积为 1 μL，抽吸 5 μL 样本并返回 4 μL，留 1 μL 目标体积在枪头内。
3. 将气动式移液器适当移至目的位置，并分配目标体积以及排气体积。.
4. 为您的应用优化抽吸和分配的速度参数。

- 对于自由式（非接触）分配，缓慢抽吸（~50 μL/秒）并较快地分配（~200-600 μL/秒）。
- 对于接触式分配，缓慢抽吸并进行接触式分配（~50 μL/秒）。

严禁复制

5. 操作指令

本章讲述了气动式移液器的操作指令，这些指令通过其功能类型分组：

- 使用气动式移液器指令集
- 初始化指令
- 活塞移动指令
- 设置指令
- 控制指令
- 报告指令
- 配置指令
- 液位检测指令
- 诊断指令
- CAN-特定指令
- 指令应答和压力数据流格式
- 状态字节和错误代码

5.1 使用气动式移液器指令集

气动式移液器的特征是具有稳健的指令集，使用户可以定义广泛的参数。许多指令有默认值；然而，

可能需要进行某些参数设置试验，以便为您的应用找到最佳值。

当检测到问题时，气动式移液器发送一个错误代码。错误代码和状态消息的描述见本章结尾第 5.12 节，“状态字节和错误代码”。

5.1.1 指令缓冲

在所有通讯协议中指令缓冲和指令串的功能是相同的。指令缓冲可以保留最多256 个字符。

结尾处没有<E> 指令的指令序列将被放到缓冲内，不予执行。<E> 指令使留在指令缓冲内指令序列得到执行。

新的指令串将覆盖指令缓冲内未被执行的任何指令。

一旦一条指令被执行，直到该序列完成，才会接受新的指令

5.1.2 指令执行指南

要正确使用气动式移液器指令，记住以下要点：

- 所有指令和指令参数均为可显示的ASCII 字符（20h~7Eh）。
- 所有指令，除报告指令和大多数控制指令以外，必须后面跟一个<E>（执行）指令。
- 可以向注射泵发送单个或多个指令串。
- 如果在没有[E]（执行）指令的情况下发送一条指令，它将被放到缓冲内，不予执行。
- 如果在第一条指令执行之前发送第二条后面跟有<E>的指令，第二条指令会附加到第一条指令上，整个指令串（最多 256 字符）将被执行。

严禁复制

- 一旦一条指令被执行，直到该序列完成，才会接受新的指令（报告指令除外）。
- 当发送一条指令时，如果检测到错误，泵会立即回答。即使指令部分加载，这一点仍然适用（无 <E>）。
- 如果在指令执行期间，出现错误，泵会终止指令的执行并擦除装载的指令串。
  - 主计算机可使用<Q> 指令，询问设备状态和错误代码。
- 从收到主机发出的指令的最后一个字节到设备传输第一个字符（回答消息或确认消息）的应答时间通常小于 10 ms。
- 如果设备忙于执行一条指令串，可以使用<Q> 指令询问设备状态（忙碌或准备就绪），两条指令之间最小时间间隔为 100 ms。
- 如果使用一条接收受参数的指令而没有发送任何参数时，则使用默认的参数。
- 在一条指令串当中，泛空格符将被忽略。

5.1.3 指令语法

气动式移液器指令集中每条指令的语法如下：

<A> [n]

其中：

<A>代表指令

[n]代表参数或应答

注：

< >用于区分指令，不应作为和指令串的一部分发送。

[ ] 用于区分参数，不应作为和指令串的一部分发送。

一条单独的指令中的多个值[n]必须用逗号隔开。

指令要区分大小写。

严禁复制

5.2 初始化指令

初始化指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送。

<H> 初始化活塞驱动机构

H 初始化活塞驱动机构。执行过程中会顶出枪头。 例如：HE

<R> 顶出枪头

R 顶出一次性枪头。执行过程中如果未初始化会自动初始化。 例如：RE

***注：** 设计的气动式移液器枪头顶出机构限制在气动式移液器内部和四周产生气溶胶。在某些情况下，当枪头顶出时液体仍然留在枪头内，可以在枪头顶出期间从枪头分配少量的液体。*

5.3 活塞移动指令

活塞移动指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送。

活塞的有效行程为 60 mm，与 10,200/230000 增量或 1000 µL 对应。
包括过度驱动在内的总最大范围（MaxVol）为 11,210/232000 增量。该值 1100 µL 对应。

<A> 绝对位置

A[n]
将活塞移动到微升指定的绝对位置。在活塞移动期间，设备应答状态为“忙碌”。
例如：A0E

参数	有效值	默认值	描述
[n]	0 - 1000.000	0	绝对位置以微升表示。 允许保留最多三位小数。

严禁复制

<P> 相对拾取/抽吸

P[n] 将活塞上移（抽吸）输入参数中指定的增量/微升数。 在活塞移动期间，设备应答状态为“忙碌”。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350P50E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0.000 - 1100.000	0	相对位置以微升表示。 允许保留最多三位小数。

<D> 相对分配

D[n1],[n2] 将活塞下移（分配）输入参数中指定的增量/微升数。 在活塞移动期间，设备应答状态为“忙碌”。 例如：a200000b3000c3000s8000D50E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0.000 - 1100.000	0	相对位置以微升表示。 允许保留最多三位小数。

5.4 设置指令

设置指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送。

<s> 设置最高速度

s[n] 设置活塞驱动机构的最高速度，单位：0.1ul/秒. 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350P50E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	500..N	3000	以0.1微升每秒为单位设置启动速度。 N: 6000(SC-STxxx-xx-28-xx) N: 10000(SC-STxxxx-xx-13-xx/SC-STxxxx-xx-16-xx)

<b> 设置启动速度

b[n] 设置活塞驱动机构的启动速度，单位：0.1ul/秒。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350P50E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	100..N	200	以0.1微升每秒为单位设置启动速度。 N: 6000(SC-STxxx-xx-28-xx) N: 10000(SC-STxxxx-xx-13-xx/SC-STxxxx-xx-16-xx)

<c> 设置断流速度

c[n] 设置活塞驱动机构的断流速度，单位：0.1ul/秒。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350P50E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n1]	100..N	200	以0.1微升每秒为单位设置断流速度。

严禁复制

			N: 6000(SC-STxxx-xx-28-xx) N: 10000(SC-STxxxx-xx-13-xx/SC-STxxxx-xx-16-xx)

<a> 设置加速度

a[n] 设置活塞驱动机构的加速度，单位：0.1ul/秒。 例如：a30000b100c100s2000$4!50%350P50E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n1]	30000..1000000	300000	以0.1微升每秒为单位设置加速速度。

设置速度指令的相互作用

最高速度 <s>、启动速度 <b>和断流速度<c> 指令按下列规则相互作用：

最高速度应始终大于或等于启动启动速度和断流速度。 *也就是说，正确的操作要求 s≥b 且 s≥ c。*

- 将最高速度 <s> 更改为一个小于启动速度<b>或断流速度<c>的值，必要时会临时修改启动和/或断流速度，以便满足这条规则。即使实际值已经临时更改，设备仍然会报告用户编程的值。

启动速度应当始终小于或等于最高速度。

也就是说， $b \le s$.

- 将启动速度 <b>更改为一个高于最高速度<s>的值，必要时会临时修改启动速度，以便满足这条规则。即使实际值已经临时更改，设备仍然会报告用户编程的值。

断流速度应当始终小于或等于最高速度.

也就是说， $c \le s$.

- 将断流速度 <c>更改为一个高于最高速度<s>的值，必要时会临时修改断流速度，以便满足这条规则。即使实际值已经临时更改，设备仍然会报告用户编程的值。

<f> 开启吸排液检测

f[n] 开启吸排液检测，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0/1	0	打开的情况才能报告空吸、断吸/泡沫、堵塞错误

<$> 设置空吸门限

$[n] 设置空吸门限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入；设置方法为下图ΔP1。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	0	为0时功能关闭，小于该值时报警

<i> 设置空吸低限

i[n] 设置空吸低限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入 例如：a20000b100c100s2000i4!50%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	0	为0时功能关闭，小于该值时报警

<！> 设置泡沫门限

！[n] 设置泡沫门限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入；设置方法为下图ΔP2。

正稿复制

例如：a20000b100c100s2000$4!20%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	0	为0时功能关闭，大于该值时报警

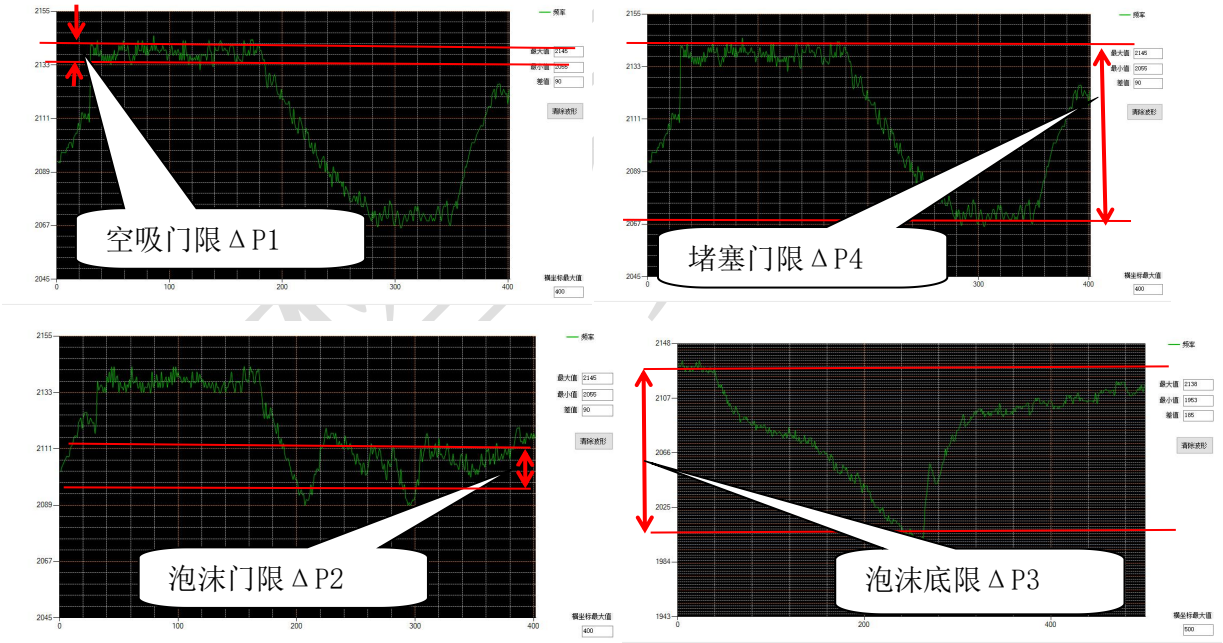
<J> 设置泡沫底限

J[n] 设置泡沫门限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入；设置方法为下图ΔP3。 例如：a20000b100c100s2000$4!20J50%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	0	为0时功能关闭，大于该值时报警

<%> 设置堵塞门限

%[n] 设置吸堵门限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入；设置方法为下图ΔP4。 例如：a20000b100c100s2000$4!50%350f1P50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	350	为0时功能关闭，大于该值时报警；根据吸液量吸液速度可能需要调整该值

吸液报警门限设定方法：



注意：在一定吸液速度和吸液量下，设置适当的门限参数，有利于提供判别准确率

<{> 设置排空门限

{[n] 设置排空门限，等于0时功能关闭，可以跟随排液指令带入 例如：a20000b100c100s2000{70f1D50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0~800	0	为0时功能关闭，小于该值时报警；根据排液量排液速度可能需要调整该值

<}> 设置排堵门限

}[n] 设置排堵限，等于0时功能关闭，可以跟随吸液指令带入；设置方法为下图ΔP4。 例如：a20000b100c100s2000}350f1D50f0E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**

[n]	0~800	0	为0时功能关闭，大于该值时报警；根据排液量排液速度可能需要调整该值

<j> 设置校准系数

j[n] 设置校准系数，基于不同液体类型和吸头类型校准。 例如:j1.04E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	1.000~2.0000	1.000	保留3位小数

<e> 设置补偿偏差

e[n] 设置补偿偏差，用户可以通过该命令校准精度偏差。 例如：e2.03E			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	-100.000~100.000	0	保留3位小数

校准方法：

按公式：Y=j*X+e计算j，e常数，Y为理论值，X为实测值，以小吸液量和大吸液量两次测试结果，求解二元一次方程

<C> 设置吸头容量

C[n] 设置吸头容量。 例如：C1000E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	10~1100	1000	设置吸头容量，超过容量报告错误

5.5 控制指令

- 下列控制指令 要求一条执行指令<E>：

  <f>。
- 下列控制指令可以嵌入一条指令串中：
- 下列指令不能嵌入一条指令串中：

  <S>。
- 当使用 CAN 接口时，控制指令用帧类型 1 发送。
- 终止指令<S> 用帧类型 0 发送。

<E> 执行/继续执行指令或指令串

E 执行先前加载但是尚未执行的指令串。

<]> 设置回吸粘度

][n] 设置回吸粘度。 例如：]30E 注：断电不记忆			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	1~100	30	设置回吸粘度，用于一吸多排，调节断液

			效果，液体粘度越高，值越大

<M>以毫秒延迟

M[n] 以毫秒为单位延迟执行一条指令。 当延时启用时，设备将报告“忙碌”。发布下列指令有以下效果： **<S>** 指令终止延时，并立即执行剩下的指令（如有）。 当先前指令串中延时启用时，发送一条新的指令串将使新的指令串被执行。			
参数	**有效值**	**默认值**	**描述**
[n]	0..30000	0	以毫秒为单位延迟

5.6 报告指令

报告指令：

- 不要求一条执行指令<E>。
- 不能嵌入一个指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，用命令类型 0 发送。

<V> 报告固件版本

V 报告固件版本号，返回Vxxxx，注：这里的xxxx为16进制数据

<Q> 报告指令

Q[n] 报告设备状态、参数、配置和诊断数据。		
[n]的有效值	**描述**	
01	以增量每秒报告加速度,返回:axxxx	
02	以增量每秒报告启动速度,返回:bxxxx	
03	以增量每秒报告断流速度,返回:cxxxx	
06	以增量每秒报告最大速度,返回:sxxxx	
08	报告节点地址,返回第1字节为节点地址，2~7字节为MAC地址	
11	报告波特率，返回:txxxx	
12	报告辅助地址,返回第1字节为辅助地址，2~7字节为MAC地址	
18	以增量报告当前位置,返回:1xxxx	
21	报告启动电流大小，返回:xxxx	
22	报告运行电流大小,返回:=xxxx	
23	报告保持电流大小，返回:<xxxx	
25	报告泡沫低限，返回：Jxxxx	
26	保留	
28	枪头存在的状态,返回：Tx	0 = 枪头不存在 1 = 枪头存在
29	报告校准系数,返回:jx.xxx	
30	报告空吸门限，返回：$xxxx	
31	报告堵针门限，返回：%xxxx	
32	报告泡沫门限，返回：!xxxx	
33	报告校准偏差，返回：ex.xxx	
34	报告液位探测速度，返回：kxxxx	
40	报告排空门限，返回:{xxxx	
41	报告排堵门限，返回：}xxxx	
注意：这里‘x’表示未知数字		

硕控复制

5.7 配置指令

配置指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送

<W>将设备配置写入 NVRAM

W 将设备配置信息写入 NVRAM

5.8 液位检测指令

LLD 指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送

见第 6.1 节，“压力式液位检测（pLLD）”，了解关于液位检测及其参数涉及的步骤的详细信息。

<L> 开始液位检测

L[n] 该指令执行液位检测操作。		
[n]的有效值	**默认值**	**描述**
3~40	5	液位探测灵敏度

<m> 液面检测方式

m[n] 该指令执行液面检测的动作方式。		
[n]的有效值	**默认值**	**描述**
0~1	0	0：压力探测 1：电容探测

<k> 液面检测速度

k[n] 该指令执行液面检测的动作速度，液面检测模式为抽吸探测时有效，单位：0.1ul/秒。		
[n]的有效值	**默认值**	**描述**
100~2000	100	SC-ST1000-xx-28默认100， SC-ST1000-xx-13默认100

<G> 液面检测模式

G[n] 该指令设置液面检测模式。		
[n]的有效值	**默认值**	**描述**
0/1	0	0:抽吸探测，1：静默探测（设置适当的灵敏度可以避开泡沫，对于液体量小的不适用），2：吹吸探测，3：带液探测

<#> 探测超时时间

#[n] 该指令执行液面检测的超时时间控制，单位毫秒(ms)。		
[n]的有效值	**默认值**	**描述**
0~50000	10000	超过超时时间，将报告超时错误码

5.9 诊断指令

正式复制

诊断指令：

- 要求一条执行指令<E>。
- 可以嵌入一条指令串中。
- 当使用 CAN 接口时，该指令用帧类型 1 发送。

<d> 执行设备诊断

5.10 状态字节和错误代码

5.10.1 状态字节

回应状态字节

答复帧的前两个字节由状态字节组成。第一个状态字节始终设置为 06h。如下：

字节 7	字节 6	字节 5	字节 4	字节 3	字节 2	字节 1	字节 0
x	x	x	x	x	x	CODE	06

5.10.2 标准错误代码

错误代码解码如下：

CODE(HEX)	错误代码编号
00h	0 -无错误
01h	1 - 上次动作未完成
02h	2 - 设备未初始化
03h	3 – 设备过载
04h	4 - 无效的指令
05h	5 - 液位探测故障
06h	6 - 保留1
07h	7 - 超时错误
08h	8 -执行指令失败
09h	9 - 指令缓冲溢出
0Ah	10 - 开始执行命令
0Bh	11 -枪头丢失
0Ch	12 - 未注册
0Dh	13 - 空吸
0Eh	14 - 堵针
0FH	15 - 保留2
10H	16 - 泡沫
11H	17 - 吸液超过吸头容量
12H	18 - 压力超范围
13H	19 - 少吸
14H	20 - 空排
15H	21 - 排堵

5.10.3 错误类型

设备处理错误的方式是不同的，取决于错误类型和通讯接口。不同的错误类型描述如下。
状态字节错误始终是最近的错误。

即时错误

在接收到指令时，设备立即报告这类错误。以下错误类型归类为即时错误：

- 无效的指令

- 液位检测故障
- 设备未被初始化
- 指令缓冲溢出
- 上次动作未完成

运行时错误

如果系统监控功能检测到一个错误条件，则指令执行中发生故障，导致这类错误的产生。以下错误类型归类为运行时错误：

- 初始化错误
- 设备过载
- 枪头丢失
- 液位检测故障
- 执行指令失败
- 空吸
- 堵针

某些上述错误可能持续，并继续出现，直到设备成功初始化将其清除为止。

持续性错误

以下错误类型归类为持续性错误：

- 设备未被初始化
- 初始化错误
- 活塞过载
- 堵针
- 枪头丢失

除过度压力错误以外，这些错误将持续出现，直到设备成功初始化将其清除为止。过度压力错误只在压力水平恢复到正常工作范围时才能清除。除设备初始化以外，如果检测到枪头存在，枪头丢失错误会立即消除。

严禁复制

6. 液位检测

SOPA气动式移液器能够使用 pLLD 或 cLLD 方法进行液位检测，相关简述见第 1.4 节，工作原理。

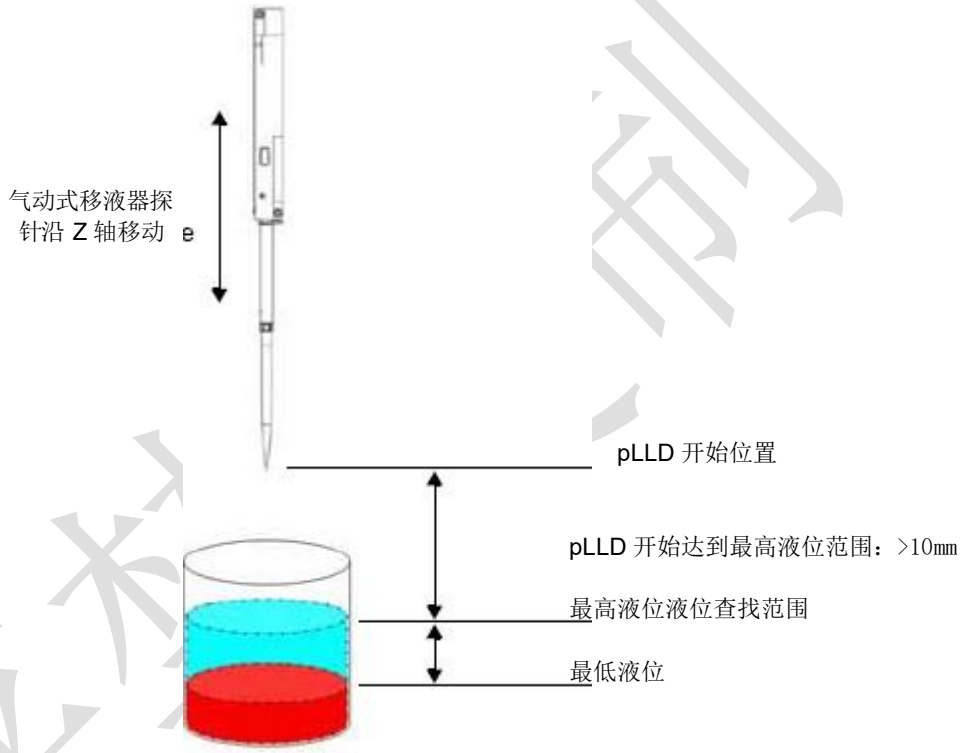
本章包括的信息帮助你优化液位检测并尽量达到最佳的结果。

- 压力式液位检测（pLLD）
- 电容式液位检测（cLLD）

6.1 压力式液位检测（pLLD）

当使用 pLLD 时，用户必须考虑机器人平台。沿Z 轴移动极大地影响了气动式移液器能够检测液位的可靠程度。

图 6-1　沿 Z 轴移动和 pLLD



通过同时沿机器人操作臂的 Z 轴降低探针，并激活 pLLD 序列，气动式移液器能确定什么时候与液体接触。在图 6-1 中，那个点介于最高液位和最低液位之间的范围内。

枪头一接触到液体表面，活塞移动结合液体粘滞性的改变（液体对空气）相对于环境就产生了一个压差。当压差达到一个预先设定的阈值时，通讯线路上的第 6 脚被触发为低，时间是 5~10 ms。

如果进行配置并与机器人轴线正确协调，机器人沿 Z 轴的移动立即停止，已知的液体位置被记录。

然后探针可以沿着Z 轴向上往回移动，在抽吸排出空气体积并向下移入流体抽吸所需样本之前，任何抽吸的液体均可被分配。

6.1.1 样本 pLLD 操作序列

下列步骤可能用于典型的 pLLD 场合。

1. 在目标液体上移动气动式移液器，并降低到所需的位置。

   开始位置应高于可能的最高的液位。

2. 发布<LE>指令和发布机器人指令，朝液体表面向下移动，采用一个推荐的沿 Z 轴移动速度

20 mm/s。

严禁复制

这样会使气动式移液器向下移动，直到它检测到液体。沿 Z 轴移动速度被称为液位查找速度。

3. 一旦气动式移液器检测到液体，它将设置第 6 路为低，保持 5~10ms。
   - 当检测到该信号时，应当马上命令机器人停止沿Z 轴移动。
   - 机器人应当询问并记录已知的液体位置。
4. 使气动式移液器 尖端在液体外面移动，并发布<A0E>指令。

   这样会分配在 pLLD 序列.期间已经进入枪头的任何液体。
5. 抽吸所需的排气体积，将气动式移液器往回向下移动进入样本液体内，并抽吸样本。

6.1.2 开始液位检测

<L>指令执行液位检测（见第 5.8 节，液位检测指令中<L> 开始液位检测）。

使用<L>指令，遵循下列步骤进行液位检测。

1. 设置当前压力水平为零参考。
2. 将活塞移动到初始的开始位置。
3. 基于活塞速度抽吸/分配。
4. 在抽吸/分配过程期间，监测压力水平。
5. 如果 ADC 的压力技术超过阈值，并且保持在一定的持续时间，则宣布液位检测，抽吸/分配过程终止。设备返回准备就绪的状态。
   如果将数字输出配置为输出一个 pLLD 事件，则触发 pLLD 输出脉冲。
6. 如果在第 5 步中，抽吸/分配持续超过30秒，会宣布液位检测故障，并报告错误#5。

pLLD 输出是一个脉冲，最小脉冲宽度为 2毫秒。设备需要适当定位（Z 轴），以便进行液位检测。

6.1.3 优化 pLLD

下面的 pLLD 设置实例有助于为您的应用优化 pLLD。

如果：

- 枪头和液位表面之间的距离：~10 mm
- 液位查找范围：50 mm

我们可以设置：

- 机器人的查找速度 = 20 mm/s

据此我们可以计算：

- 最大查找距离（10 + 50 mm）= 60 mm
- 查找持续时间（机器人）：60 mm / 20 mm/s = 3 秒
- 查找持续时间（气动式移液器）：30秒

注：*气动式移液器查找持续时间必须大于机器人查找持续时间。如果气动式移液器查找时间小于机器人查找时间，系统可能无法成功地测定液位。*

***pLLD* 使用须知**

- pLLD 是一个比 cLLD 慢的过程。当 cLLD 不可用，或者当液体与 cLLD 不相容时，主要采用 pLLD 方法。
- 较小规格的枪头对压力变化比较大规格的枪头更敏感。pLLD 采用 1000 µL 的枪头不及采用 10 µL 的枪头敏感。

- 较稠的液体比较稀薄的液体会产生更大的压力变化。
- 相比那些液位深度不那么重要的应用，只接触液体表面的应用要求更灵敏的校准。
- 液体密度改变随温度或海拔的急剧改变而改变。用户应当意识到温度和海拔对他们特定应用的影响。
- 沿 Z 轴移动越快，气动式移液器活塞的移动必须越快。

6.2 电容式液位检测（cLLD）

电容式液位检测（cLLD）基于样本的电连续性和 cLLD 电路原理。它对于保持移液探针的电连续性的应用是很关键的。

严禁复制

7. 气动式移液器的维护和故障排除

当维护保养适当时，气动式移液器应能在无故障情况下工作很多年。

本章的内容包括：

- 定期维护
- 质量保证
- 现场更换
- 工厂更换
- 常见问题
- 故障排除
- 技术服务
- 退回授权

7.1 定期维护

- 立即擦干净泵上和泵周围的所有溢出物。
- 经常检查泵是否泄漏或损坏并纠正任何问题。见第 7.6 节，“故障排除”，了解最可能出现的问题的解决方案。
- 在使用后，清洁外表面，按“清洁气动式移液器的外表面”中所述的步骤执行。
- 必要时拆下并清洁探针组件，按“清洁气动式移液器的探针组件”中所述的步骤执行。

清洁气动式移液器的外表面

气动式移液器的外表面已作测试，可以使用下列任何一种化学溶液清洗：

- 10% 次氯酸钠/ H_2O 溶液
- 季铵（0.5%）
- 乙醇（70%）
- 异丙醇（70%）
- Sporicidin 品牌的喷雾消毒剂

1. 断开单元的电源。
2. 用 DI 水从上往下擦拭外表面，并使之风干。
3. 用测试过的化学清洗液中的一种打湿无尘布后，用无尘布擦拭外表面。
4. 使之风干。等待直到单元在重新连接电源之前，完全变干。

注意！ *不要使用喷雾瓶或气雾剂喷涂清洗液。内部 PCB 和连接装置通过切换开关设置孔处于暴露状态，不得弄湿这些部件。*

清洁气动式移液器的探针组件

探针组件可以使用一种下列批准的清洗液通过超声波清洗方式清洁，或者使用高压灭菌器。

探针组件已通过测试，可用下列任何一种化学溶液清洁：

- 10%次氯酸钠/ H_2O 溶液
- 季铵（0.5%）
- 乙醇（70%）

- 异丙醇（70%）
- Sporicidin 品牌的喷雾消毒剂

超声波清洗方法

1. 断开单元的电源。
2. 按“拆下气动式移液器探针组件”段落中所述的步骤 1-5，拆下探针组件。
3. 将探针和活塞杆放入充满一种批准的清洗液的单独容器内。
4. 密封容器并放入超声波清洁器内。
5. 在 25℃下清洗 5 分钟。
6. 当清洗完成时，用DI 水分别冲洗探针和活塞 10 个冲洗周期。.
7. 彻底弄干探针和活塞。
8. 用气动式移液器润滑工具包润滑探针和活塞杆。按“拆下气动式移液器探针组件”段落中所述的步骤 6-9，重新组装探针组件。
9. 接上单元的电源并初始化。
10. 等待 1 个小时，然后抽吸 1 mL 的染料或其他液体到一次性枪头内，并监测是否枪头有泄漏的情况。如果在接下来的半小时内没有可见的泄漏，则单元已做好工作的准备。

注意！如果出现明显的泄漏，拆卸并重新组装活塞和探针，并再次进行测试。

高压灭菌清洁方法

1. 断开单元的电源。
2. 按“拆下气动式移液器探针组件”段落中所述的步骤 1-5，拆下探针组件。
3. 将探针和活塞杆放入一个Harvey Chemitest 袋内，用高压灭菌指示胶带密封。
4. 将袋子放入高压灭菌器，在 135℃、35 PSI 下放置 10 分钟。
5. 运行一个完整的干燥周期 15 分钟。
6. 将探针和活塞杆从袋子里取出。
   - 用气动式移液器润滑工具包润滑探针和活塞杆。
7. 按“拆下气动式移液器探针组件”段落中所述的步骤 6-9，重新组装探针组件。
8. 接上单元的电源并初始化。
9. 等待 1 个小时，然后抽吸 1 mL 的染料或其他液体到一次性枪头内，并监测是否枪头有泄漏的情况。如果在接下来的半小时内没有可见的泄漏，则单元已做好工作的准备。

注意！如果出现明显的泄漏，拆卸并重新组装活塞和探针，并再次进行测试。

检查与泵的通讯

打开SOPA softcontrol或其他控制软件。

发送任何报告指令（例如，<V>）。成功的通讯会报告修订号。

如果没有得到应答，检查是否松动或者电缆连接是否不正确，或者是否连接到错误的计算机 COM 端口，并重试。

检查抽吸/分配的位移

在开始操作之前，使用下述章节中的质量保证检查，确认气动式移液器的抽吸和分配性能是正确的。

7.2 质量保证

定期检查气动式移液器的准确性和精度。

SOCON推荐使用一个称量精度为 0.01 mg 的分析天平，采用比重测定法，检查准确性和精度。对于小于 10 μL 的体积，应采用光度测量法而不是比重测定的法。

为了测定精度和准确度，运行最少 20 份复样。之后，可以计算平均值、标准差和变异系数（见下列公式）。测定准确度的计算必须考虑水的比重，水的比重依赖于温度。

点准确度（A）定义为每个数据点偏离组平均值的偏差：

$A = |X_{平均值} - x_i| / X_{平均值} * 100\%$，

其中：$X_{平均值}$ = 所有结果的平均值

x_i = 单个数据点

%变异系数 =（标准差/平均值）* 100

$$\%CV = \left(\frac{\sqrt{\frac{1}{n-1}\left\{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\overline{X}^2\right\}}}{\overline{X}} \right) * 100$$

$$\%\ Accuracy = \left[\frac{\left(\frac{\overline{X}}{sg}\right) * 100}{Vol_{expected}} \right] - 100$$

其中：

sg = H_2O 在 25℃下的比重 = 0.99707

Vol 预计值 =预计的待分配体积

n = 复样数

X = 单个结果

$\overline{X}$= 所有结果的平均值

7.3 现场更换

在气动式移液器上，探针组件是唯一可在现场更换的项目。

如果任何其他部件需要修理或更换，请与 SOCON 联系，取得退回授权。操作说明见第 7.8 节，“退回授权”。

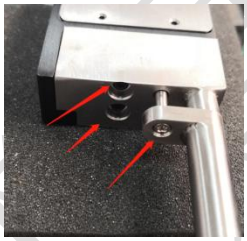
7.3.1 拆下气动式移液器探针组件

1. 发布指令<A0E> ，将活塞移动到原位。
2. 断开泵的电源。
3. 使用一个螺丝刀，拆下固定后盖的 4 颗螺钉，取下盖子。见图 7-1。

图 7-1 后盖螺钉

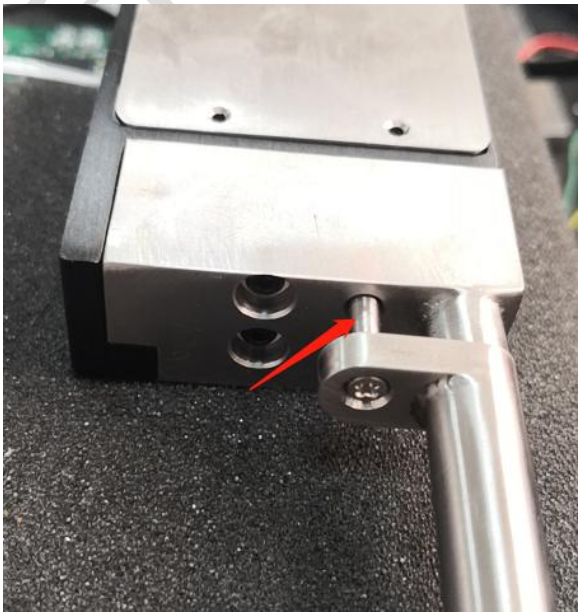
4. 使用一个 2 mm 的六角扳手，拆下固定探针组件的 2 颗安装螺钉。见图 7-2。

图 7-2 探针组件安装螺钉



5. 轻轻拉动探针组件，但是不要一下子就拉出来。
6. 转动顶杆，退出顶套（见图 7-3）。

图 7-3 转动顶杆退出顶套的步骤



7. 在探针组件拉动，直到活塞暴露出来。在活塞上拉动，从而使之断开与磁耦合的连接。

   此时整个探针组件，包括活塞在内，应与气动式移液器分离。

7.3.2 安装新的探针组件

1. 使用探针组件时，手动拉出活塞并固定住。注意米黄色探针组件对齐标记的位置。见图 7-5。

图 7-5 探针组件对齐标记和活塞

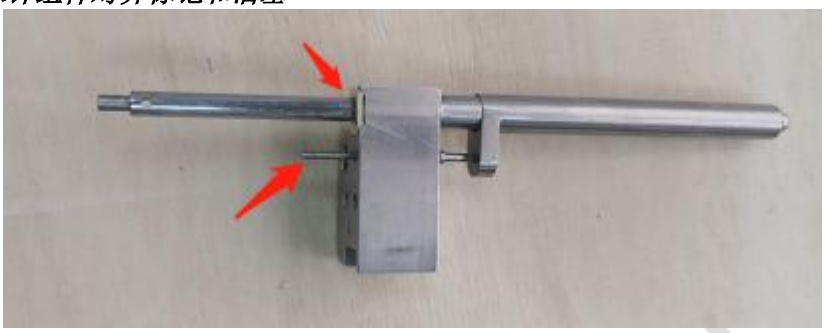
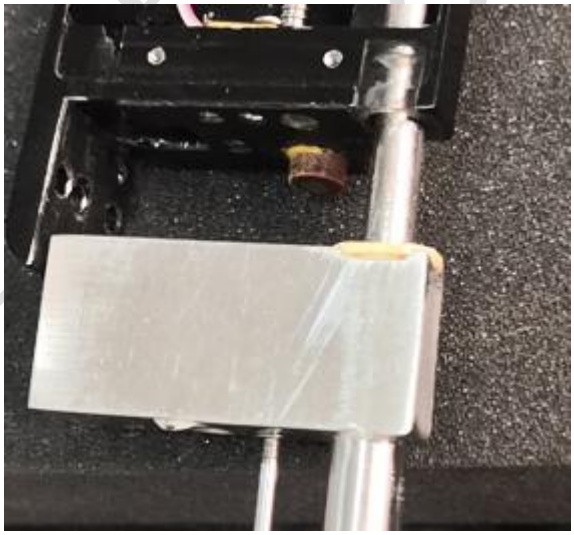


图 7-6 固定新的探针组件

2. 将新的探针组件仔细插入气动式移液器，使活塞保持伸出的状态。见图 7-7。

图 7-7 插入新的探针组件（a）



3. 活塞应当锁定在气动式移液器内部的磁耦合上。确信在插入探针组件的同时，顶出杆没有构成妨碍。见图 7-8。

注意！在插入期间，当心不要损坏探针 。

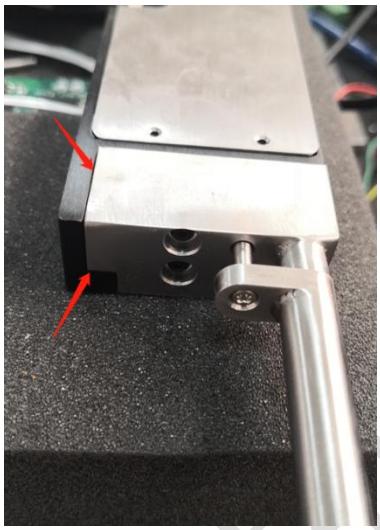
图 7-8 插入新的探针组件（b）

4. 向上推动，并转动顶杆的顶出杆（见图 7-9）。

图 7-9 插入的探针

5. 使用对齐标记，确保探针适当对齐。见图 7-10。

图 7-10 对齐的探针组件



6. 将第 4 步拆下的两颗探针安装螺钉拧紧（见图 7-2）。
7. 安装后盖，并将第 3 步拆下的四颗螺钉拧紧（见图 7-1）。

7.4 工厂更换

如果任何一种下列部件需要修理或更换，不要试图自己操作。需要一名经过培训的SOCON工程师，确保正确更换并避免损坏系统。

- 步进电机
- PCBA
- 压力传感器 PCBA

见第 7.8 节，“退回授权”，了解退回气动式移液器模块的操作指示。

严禁复制

7.5 常见问题

问：

为什么气动式移液器没有备件PCBA？

答：

每台气动式移液器均使用一个校准表在工厂校准，使多台设备之间的气动式移液准确度和均匀度尽可能达到最高。该校准保存在 PCBA 上，在 SOCON的制造厂以外不能进行配置。PCBA 的更换由经过训练的 SOCON技术员执行。

问：

在气动式移液器上完成了什么工厂校准？

答：

每台气动式移液器均使用小校准表校准，因此齿轮组件和每个泵机构之间的差异非常小。这样保证了多台设备之间尽可能达到最高的准确度和均匀度。

问：

我需要对气动式移液器进行任何校准吗？

答：

在装运气动式移液器之前，进行了排气体积的工厂校准。当使用多台气动式移液器时，工厂校准保证小于 10 μL 的抽吸和分配步骤是均匀的。

要求客户对液体分配量进行校准，以便每次应用均能达到最大的准确度。这种校准常常叫液体分类开发，包括速度参数优化、排气体积、枪头的规格和液体粘滞性以及体积校正系数。例如， 您会发现在应用中，通过使用气动式移液器抽吸 105 μL 空气到枪头内，可以获得 100 μL 样本的最大准确度。

问：

我如何知道我的气动式移液器配有一个压力传感器？

答：

压力传感器从气动式移液器外部是看不到的。要确定是否安装有压力传感器，可以询问压力传感器配置和实时压力数据，见第 5.6 节，“报告指令”。

问：

为什么我的气动式移液器在工作期间会产生噪音？

答：

气动式移液器内部的精密齿轮是金属的。工作期间的噪声大小取决于编程的活塞移动的启动速度、最高速度和断流速度。在活塞移动方向改变时，噪声可能更明显。使用较慢的活塞移动启动速度和断流速度，可以降低噪声，尽管从某种角度上这样会使液体转移性能产生意料不到的后果。

问：

我怎样抽吸和分配少量液体？

答：

尽可能使用最小的一次性枪头，使空气的死体积最小化。见表 7-4 和第 4.4.1 节，“抽吸和分配少量液体”，了解更多信息。

问：

我多久需要重新初始化气动式移液器？

严禁复制

答：

这取决于实际应用。通常，泵只需要在上电时初始化，此后可以连续使用。标准实验室操作规范建议泵应当定期初始化（每天或每周），以便确认工作条件是适当的。

问：

我可以使用气动式移液器用一次性枪头刺穿盖子或隔膜吗？

答：

刺穿与其说是气动式移液器的功能，倒不如说是枪头几何体和机器人轴控制器的一项功能。非常薄的箔片可能会被刺穿。使用塑料一次性枪头可能无法刺穿橡胶隔膜。可以施加到气动式移液器用于固定枪头的力限值为 8lbs，确保枪头仍然被顶出。枪头开始变形的力是未知的，取决于实际应用（枪头类型、密封类型、速度等）。

问：

气动式移液器能够与连接到探针上的固定式枪头或吸管，而不是一次性枪头，配合使用吗？

答：

不行。由于不能流过系统液体，因此没有办法有效地清洗固定式枪头/吸管。气动式移液器设计只与一次性枪头配合使用。

问：

压力流数据可以与气动式移液器进行通讯和/或其他模块进行雏菊式链接吗？

答：

只与CAN 通讯链接。见表 7-1，排除通讯问题。

严禁复制

7.6 故障排除

可使用本节提供的故障排除操作指示解决下列可能出现的问题。如果用户遇到了此处未列出的情况，或者推荐的步骤不能解决问题，请与 SOCON技术服务部联系（见第 7.7 节，“技术服务”，了解联系信息）。

可能的问题主要分为以下几个方面：

- 与气动式移液器进行通讯（表 7-1）
- 处理一次性枪头（表 7-2）
- 液体检测（表 7-3）
- 抽吸/分配性能（表 7-4）
- 气动式移液器碰撞（表 7-5）

表 7-1　排除通讯故障

问题	可能的原因	推荐的解决方案
电源接通，但是气动式移液器 不工作	电缆破裂 –由于重复的弯折可能导致电缆内部导线破裂。	更换电缆。确保足够的应变消除装置。见第 3.5 节“连接和接线”。
	电缆短路	更换电缆。
	电缆没有可靠地固定在连接器中	关闭泵，然后仔细拆下电缆，将其重新安装在连接器内。见第 3.5 节“连接和接线”。
	电缆连接不正确	检查电缆引出线接线图。正确连接电缆。
不能与气动式移液器通信	设置的波特率不正确	发布<Q11>指令，确认气动式移液器 配置匹配主机/控制器波特率 设置值。见第 4.1 节，“与气动式移液器进行通讯”。
	地址配置不正确	如有必要，检查并重新设置地址。见第 3.6 节，“设置地址”。
	选择的协议不正确。	检查通讯设置。见第 4.1 节，“与气动式移液器进行通讯”。
气动式移液器无法初始化	初始化指令不正确	确信您正在使用<H>指令进行初始化。气动式移液器使用<H>进行初始化。见第 5.2 节，“初始化指令”。
不执行指令	没有发送<E> 执行指令	检查指令语法和使用。确信<E>在一条指令串末尾发送。见第 5.1 节，“使用气动式移液器指令集”。
接收到校验和故障错误消息	通讯线路上有噪声	设置重复位和再次发送指令。确认电源和接线的电气配置充分并正常工作。见第 3.4 节，“电源要求”。
	电缆或连接器差劣	检查电气接线配置并更换任何损坏的接线。

非经授权

表 7-2 排除一次性枪头的故障

问题	可能的原因	推荐的解决方案
在 抽吸 液体后，液体从一次性枪头泄漏	枪头插入不正确	检查 DiTi 是否正确放置。如有必要，重新放置。见第 3.8，“气动式移液器与机器人的集成”。
	枪头损坏	检查DiTi 是否有可见的损坏。如有必要，更换枪头。
	固定螺钉丢失	检查泵的背面是否有固定螺钉。不要进行调节，只需检查是否存在即可。如果固定螺钉丢失，您的气动式移液器可能需要维修。如果丢失，请与 SOCON技术服务部门（见第 7.7 节，“技术服务”）。
	超过密封寿命	如果密封件损坏或磨损，请更换探针组件。见第 B.1 节，SOCON备件。
当发送多条枪头 顶出 指令时，偶尔出错	指令参数不正确	检查<R> 指令，确信正在使用正确的参数。见第 5.2 节，“初始化指令”。
使 用回 收的 DiTi 时，pLLD 只能间断地工作	设计的 pLLD 只能使用干燥的一次性枪头工作	不要回收使用 DiTi。如果实际应用要求回收使用， 确信在两次使用期间，使枪头完全变干。枪头的再次使用会改变表面的润湿性，和新的枪头相比，液体转移性能可能会有影响。
在使用枪头前或 顶出 枪头后，DiTi 顶出机构无法向上返回	下面那颗安装螺钉的安装不正确	检查下面那颗安装螺钉的对齐和安装情况。如有必要，重新安装。见第 3.9 节，“安装气动式移液器”。
使用<R>指令不能顶出DiTi	指令参数不正确	检查<R>指令，确信使用了正确的参数。见第 5.2 节，“初始化指令”。

表 7-3 排除液位检测故障

问题	可能的原因	推荐的解决方案
压力数据流传输不工作	压力传感器错误代码	检查与压力感应有关的输入是否有扩展错误代码。见第 5.12 节，“状态字节和错误代码”。
	配置不正确	确认 LLD 和压力流选项的配置是正确。见第 5.6 节，“报告指令”和第 5.7 节，“配置指令”。
流传输的压力数据有时向四周跳跃，且没有反应	环境变化影响压力数据读数	检查HVAC。尽可能减少气动式移液器所处的实验室开门/关门的次数。对压力数据监测中的原始数据实施某种简单的过滤，以便减少对快速波动的敏感度。
cLLD 不再正常发挥其功能	样本和 cLLD 电路之间的电气连续性损坏	检查连续性，确认样本和 cLLD 电路之间电气通路中的部件是连接好的。
	低离子强度的液体与 cLLD 可能不兼容。	cLLD 只能用于有一定离子强度的液体。非离子液体可能需要使用 pLLD。
	气动式移液器的配置可能不正确，无法通过 cLLD 信号。	使用第 5.6 节，“报告指令”中的报告指令，确认 LLD 的配置。如有必要进行更正。
pLLD 不再正常发挥其功能	在某些应用中，可能需要修改 pLLD 的设置，进行稳健的检测。	为您的应用修改并优化和 pLLD 配置的设置值。见第 5.8 节，“液位检测指令”。
	配置不正确。	使用第 5.6 节，“报告指令”中的报告指令，确认 LLD 的配置。如有必要进行更正。

表 7-4 排除抽吸/分配性能故障

问题	可能的原因	推荐的解决方案
抽吸非常少量的液体时遇到了问题	枪头太大	使用尽可能最小的一次性枪头，使空气死体积减至最小。
	需要调节抽吸/分配速度	优化抽吸/分配速度，以便取得最好的结果，具体速度取决于实际应用。 对于自由式（非接触）分配，应缓慢抽吸（~50 μL/秒）并较快地分配（~200-600 μL/秒）。 对于接触式分配，应缓慢抽吸并进行接触式分配（~50 μL/秒）。 见第 4.4 节，“用气动式移液器转移液体”。
pLLD 抽吸/分配准确度和精度没有采用 cLLD 时那样好	采用 pLLD 进行液体检测期间，<L>指令造成抽吸或分配缓慢。在液体检测事件期间，可抽吸少量样本，或者分配少量气泡。	在液体检测和关键的抽吸步骤之间，使气动式移液器离开液体并复位，最大限度地减少任何额外积。见第 6.1 节，“压力式液位检测（pLLD）”。
在抽吸或分配期间，气动式移液器偶尔冻结，通常在接触实验室器皿或样本时发生。可能伴随或不伴随活塞过载错误（错误 9）。	通过一次性枪头和探针组件发生静电放电	将实验室器皿和样本容器接地。见表 2-1，电气安全标准和第 3.4 节，“电源要求”。
在不同液体当中，泵的性能也不同	液体粘滞性影响了气动式移液器校准，还有其他因素影响了抽吸/分配的精度	对于下列因素，客户负责进行系统校准： - 不同的液体类型 - 一次性枪头 - 通过量要求 - 样本体积 这通常被叫做“液体分类开发”。
记录的抽吸/分配体积不准确	探针组件或密封件周围漏气	检查探针组件和密封件的安装是否正确、是否有损坏或者被异物污染。如有必要，更换探针组件。

表 7-5 排除气动式移液器碰撞故障

问题	可能的原因	推荐的解决方案
气动式移液器坠入工作台、仪器或托架中	气动式移液器的安装不正确	检查探针组件和枪头是否损坏。确认 DiTi 顶出机构仍然正常行使其功能。 确认抽吸/分配性能是正确的。如有必要，更换探针组件。 需要注意的是，轴向冲击不像横向冲击那样可能造成重大的损坏。 检查气动式移液器是否安装正确。见第 3.9 节，“安装气动式移液器”。
在操作期间，并排安装的多台气动式移液器有时相互接触	间距或者机器人集成不正确	确信机器人集成包括多台气动式移液器之间留有最小间距，足够稳健地满足气动式移液器定位的质量、力和对齐要求。见第 3.8 节，“气动式移液器与机器人的集成”和第 3.9 节，“安装气动式移液器”。

7.7 技术服务

有关气动式移液器订购或操作的信息或疑问，请用下列的一种方式联系 SOCON 技术服务部。

电话：021-57717971

传真：021-57717971

Email sales@softcontrol.cn

技术服务部工作时间：从 7:00 a.m. 到 5:30 p.m. PST，周一 – 周五。

我们的邮寄地址是：

上海市闵行区元江路3699号3号楼

当致电技术服务部时，请提供以下信息：

- 部件编号
- 序列号
- 型号、类型
- 问题的描述

严禁复制

7.8 退回授权

如果要退回气动式移液器或者其部件进行修理或更换，请首先致电服务部，索要一个 REG编号。

电话：

传真：

Email：service@softcontrol.cn

我们会通过电子邮件向您发送一封确认函，随函附上一份去污染证明。

按下列步骤，确保迅速有效地完成修理和更换事宜。

1. 确保设备已妥善地消除污染，并填好去污染证明。

***注：**如果产品没有正确去除污染，我们会向您收取2000RMB的去污染费用。*

2. 拆下运输期间可能受损的探针和任何其他部件。如果这些部件可能关系到设备失灵，请提供独立的防护包装，一并退回。
3. 采用适当的防护包装，可靠地装好退回的项目，以免在途中损坏。
4. 在箱内放好去污染证明。
5. 提供一份详细的退回原因说明，为 SOCON在测试、修理或更换产品时提供指导。
6. 在包装箱外面标记RMA 编号。
7. 运输至：

上海市闵行区元江路3699号3号楼407.服务部

如果设备超过保修期，我们会收取500RMB 的退回费。

如果设备退回后，但是确认没有故障存在，我们也会收取退回费。

严禁复制

A. 气动式移液器规格

表 A-1 气动式移液器的规格

注：此处列出的规格如有变更，恕不另行通知。

物理规格		
尺寸	高度	参考3.9章节
	宽度	参考3.9章节
	深度	参考3.9章节
	重量	< 230 g(SC-STxxxx-xx-13); <400g(SC-STxxxx-xx-28)
安装		
多台设备间隔	9/18/28 mm	
设备	两颗安装螺钉（可从前面进入），精确对齐销孔	
电源和电气		
电源要求	电压	24 VDC±10%
	电流（峰）	500 mA 峰，200 mA 额定(SC-STxxx-xx-13) 1000 mA额定（SC-STxxx-xx-28)
通讯和控制		
通讯接口	CAN/RS485	
	CAN 总线	100K（默认值），500K
	RS485总线	9600，115200（默认值）
地址	在一个通信总线上地址选择器支持多达 254 台设备，255为广播地址，支持分组	
固件		
固件选项	- 基于体积的移液指令 - 用户可编程的速度 - 自诊断模式 - 错误日志	
液位检测	- 集成的压力传感器（pLLD - 集成的电容式检测（cLLD）（可选配）	
移液		
移液范围	1 - 1000 µL	
分辨率	SC-STxxx-xx-28: 0.0490625ul/增量 SC-STxxx-xx-13: 0.00490625ul/增量 SC-STxxx-xx-16: 0.02374625ul/增量	
活塞驱动机构	SC-STxxx-xx-28:步进电机驱动活塞，集成的编码器用于失步检测 SC-STxxx-xx-13:伺服电机驱动活塞，集成的编码器用于失步检测 SC-STxxx-xx-16:伺服电机驱动活塞，集成的编码器用于失步检测	
一次性枪头（DiTi）兼容性	SOCON一次性枪头（DiTis）50、200 和 1000 µL（配或不配过滤器）	
DiTi 过程安全	- DiTi 存在传感器 - DiTi 顶出机构	
移液性能	见表A-2，移液性能	
压力传感器		
类型	差动	
压力范围	+/- 3 PSI（1 PSI 最佳）	
线性	+/- 0.50 %典型，1 PSI 时最大为+/- 1.75%	
可重复性和磁滞误差	1 PSI 时为 +/- 0.20% 典型	
量程偏移过温度	+/-1.5 %典型，1 PSI 时最大为+/-4.5%	

（0℃~50℃）	
环境	
工作条件	15~35℃（59°~95℉），20-85% RH（非冷凝）
储存条件	-20~70℃（-4°~158℉），< 85% RH（非冷凝）
安全和法规	
RoHS	该设备符合欧盟指令 2011/65/EU 设定的关于有害物质限制（RoHS）的要求。
EMC	EN 55011，B 类
ESD	EN 61000-4-2
EMI	EN 61000-4-3

*表 **A-2** 移液性能（SC-STxxxx-xx-13）*

DiTi（μL）	体积（μL）	分配	准确度（A）（见注释 1）	精度（CV）（见注释 2）
50	2	单次*	≤ 6%	≤ 4.5%
50	5	单次*	≤ 5%	≤ 2%
50	10	单次*	≤ 3%	≤ 1%
50	50	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
200	10	单次*	≤ 4%	≤ 1.5%
200	20	单次*	≤ 3%	≤ 1%
200	50	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
200	200	单次*	≤ 1%	≤ 0.5%
1000	10	单次*	≤ 3.5%	≤ 3.5%
1000	100	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
1000	200	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
1000	1000	单次*	≤ 1%	≤ 0.25%
1000	100	多次**	≤ 3%	≤ 2%

*表 **A-3** 移液性能（SC-STxxxx-xx-28）*

DiTi（μL）	体积（μL）	分配	准确度（A）（见注释 1）	精度（CV）（见注释 2）
50	2	单次*	≤ 6%	≤ 6%
50	5	单次*	≤ 5%	≤ 3%
50	10	单次*	≤ 3%	≤ 1.5%
50	50	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
200	10	单次*	≤ 4%	≤ 2%
200	20	单次*	≤ 3%	≤ 1%
200	50	单次*	≤ 2%	≤ 1%
200	200	单次*	≤ 1%	≤ 0.5%
1000	10	单次*	≤ 3.5%	≤ 3.5%
1000	100	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
1000	200	单次*	≤ 2%	≤ 0.5%
1000	1000	单次*	≤ 1%	≤ 0.25%
1000	100	多次**	≤ 3%	≤ 2%

*表 **A-3** 移液性能（SC-STxxxx-xx-16）*

吸头（μL）	体积（μL）	分配	精度（CV）
5000	5	单次*	≤ 12%
5000	10	单次*	≤ 6%
5000	50	单次*	≤ 3%
5000	100	单次*	≤ 1%
5000	200	单次*	≤ 1%
5000	500	单次*	≤ 0.5%
5000	1000	单次*	≤ 0.25%
5000	2000	单次*	≤ 0.1%
5000	5000	单次*	≤ 0.1%

1. 点准确度（A）定义为每个数据点偏离组平均值的偏差：

   $A = |X_{平均值} - x_i| / X_{平均值} * 100\%$，

   其中：$X_{平均值}$ = 平均值

   x_i = 单个数据点

2. CV =（标准差）/（平均值）

   ***单次分配条件：**

   - 每次分配使用干净的 DiTi（DI 水，21-25℃（室温，非人为控制）
   - 单次非接触式分配采用气动式分配（1 μL 采用接触式分配）

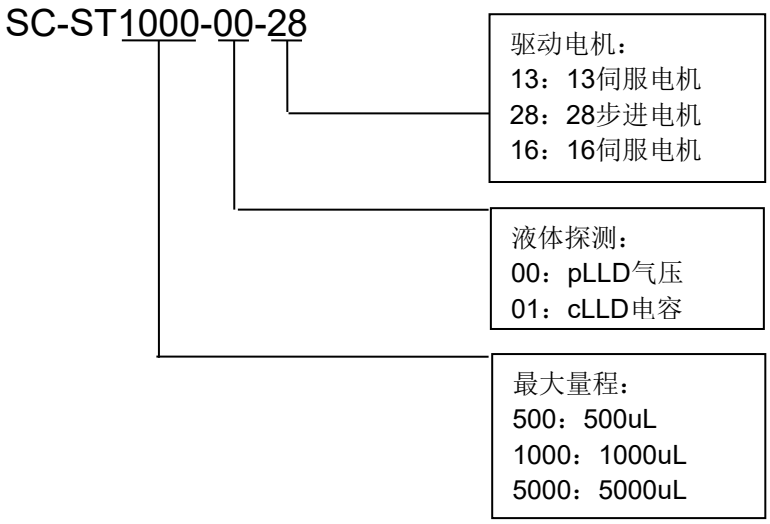
   ****多次分配条件：**

   - 每次分配使用干净的 DiTi（DI 水，21-25℃（室温，非人为控制）
   - 多次分配包括过量和调节体积，每次抽吸最多分配 6 次

严禁复制

B. 订购选型

请与当地的 SOCON代表联系，订购气动式移液器。



注：

pLLD版本不支持cLLD功能；cLLD版本支持pLLD功能

严禁复制

C. CAN通信协议

CAN 总线数据帧说明

CAN 总线协议为CAN2.0A，采用标准帧，数据帧，波特率100K/500K可以设定。

驱动器的地址为高8位:0x008～0x3F8，共255 个地址,255为广播地址，软件可改写，

低3位为控制命令字，地址格式说明见表一

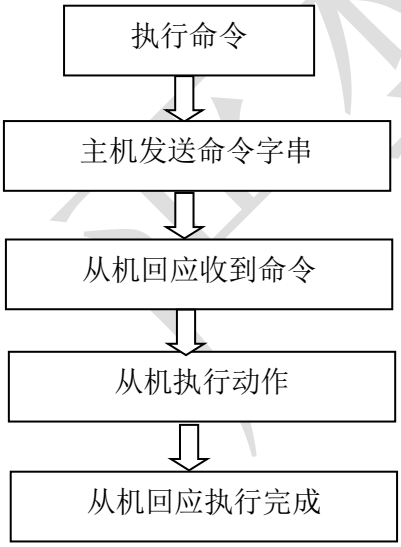
表一：CAN 总线命令地址位说明

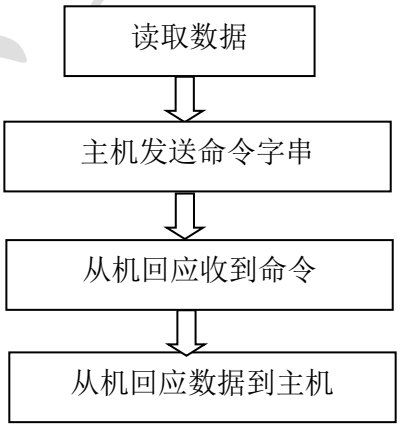
段位	说明
Bit8~Bit10:组号	分组号，范围1~7，广播的时候满足相同分组号的可以接收，应用于需要多轴同时启动的情况
Bit3~Bit7:节点号	驱动器地址，范围1~31
Bit0~2: 命令类型	以下为主机发送给驱动器 0: 发送单条命令，不需要检测'E'结束符 1: 发送命令序列，需要检查'E'结束符才开始执行 2: 回应命令
D0	命令
D1~D7	命令/数据

命令

作为数据发送，采用ASCII，命令说明见5.1章节

通信流程：





格式：命令<参数>， 例如，吸液200ul，P200E

设备地址为2，通信数据流为：

发送命令到移液枪，主机->移液枪：

StdID	ExtID	IDE	RTR	DLC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0011	0	0	0	5	50	32	30	30	45	xx	xx	xx

移液枪开始执行命令，移液枪->主机：

StdID	ExtID	IDE	RTR	DLC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0012	0	0	0	3	06	0A	xx	xx	xx	xx	xx	xx

移液枪开始执行完成，移液枪->主机：

StdID	ExtID	IDE	RTR	DLC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0012	0	0	0	5	06	00	xx	xx	xx	xx	xx	xx

D. RS485通信协议

RS485通信帧格式说明：

发送数据格式：

头码	地址	命令/数据	尾码	校验和

从机回应帧格式：

头码	地址	数据（固定9字节）	尾码	校验和

头码：终端调试头码为‘/’（0x2F）字符，OEM通信头码为‘[’（0x5B）字符，1个字节

地址：设备的节点地址，范围1~254， 255为广播地址，多字节ASCII（**注意，地址不可为47，69，91**），回应帧为十六进制。

命令/数据：发送接收的数据或命令区域，多字节ASCII(**具体命令，数据描述详见第5章节**)

尾码：尾码为‘E’(0x45)字符，1字节

校验和：校验为以上数据的累加值，1字节；终端调试不关心

例如初始化（OEM）

主机发送到从机数据为：

5B 32 48 45 1A

从回应开始执行：

2F 02 06 0A 30 00 00 00 00 00 00 45 B6

从回应执行成功：

2F 02 06 00 30 00 00 00 00 00 00 45 AC

严禁复制

快速指令表：

命令动作	ID	说明	命令字串
ADP初始化	1	ADP初始化	H0E
液面检测	1	用pLLD进行液面检测	m0k200L5E
	2	用cLLD进行液面检测	m1L3E
操作TIP	1	加载TIP头	
	2	退TIP头	R0E
液体操作	1	吸液200ul	a30000b200c200s2000P200E
	2	吸液200ul并开启空吸检查	a30000b200c200s2000f1P200f0E
	3	吐液200ul	a300000b500c500s6000D200E

严禁复制