

全国客服热线:400-620-5333

LONGER 兰格
精于流体传输

地址:保定国家高新技术产业开发区大学科技园
6号楼B座3-4层

邮编:071051

销售电话:0312-3138553 3132333 3138011

售后电话:0312-3127877

传真:0312-3168553

<https://www.longerpump.com.cn>

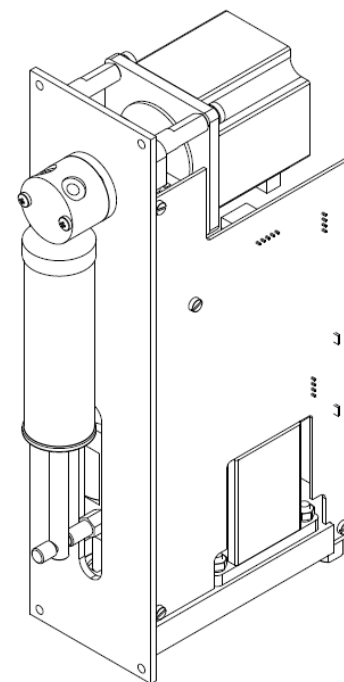
E-mail:info@longerpump.com



2025年6月

SP1-CX

**Industrial
Syringe
Pump**



SP1-CX 工业注射泵

⚠ 重要信息:

- 操作前请仔细阅读说明书。
- 公司保留产品进行修改、改进的权力,技术参数如有改变,请与销售商联系。

⚠ 警告:

- 注射器在使用过程中如果操作不当,可能会导致液体溢出。为防止对人体或设备造成伤害,请谨慎操作!
- 当液体溢出到执行机构上,应立即关闭电源擦干液体后再重新上电。
- 设备出现故障时应及时与销售商或厂家联系,且勿自行打开机壳。
- 请正确插拔控制器与执行单元的连线,且勿损坏插头。
- 如果电源线或插头有磨损或损坏,应立即关闭电源并更换配件。
- 当安装外控设备前请将控制器电源关闭。
- 产品寄回维修时,请注明客户联系信息和产品故障现象。

⚠ 非保修范围:

- 产品使用者未按说明书要求,安装不当、保管不当、维护不当或使用不当造成的故障或损坏;
- 非兰格授权的服务机构、人员安装、修理、更改或拆卸造成的故障或损坏;
- 退回产品时未使用原始包装或适合的包装导致的产品故障或损坏
- 注射器
- 注射器密封件
- 管路和接头
- 阀

※ 产品有害物质清单

部件名称	有害物质					
	铅(Pb)	汞(Hg)	镉(Cd)	六价铬 (Cr ⁶⁺)	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯 醚(PBDE)
壳体/连接板	×	○	○	○	○	○
橡胶件	○	○	○	○	○	○
驱动组件	×	○	×	○	○	○
控制组件	×	○	×	○	○	○
本表格依据SJ/T 11364的规定编制。 ○:表示该有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在GB/T 26572规定的限量要求以下。 ×:该有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出GB/T 26572规定的限量要求。  本标识内数字表示产品在正常使用状态下的环保使用期限为10年。某些部件也可能有环保使用期限标识,其环保使用年限以标识内的数字为准。						

目录

1 概述	
1-1 SP1-CX主要特点	01
1-2 开箱检查	01
1-2-1 静电防护	02
1-3 SP1-CX功能描述	02
1-3-1 注射器和注射器驱动	03
1-3-2 阀和阀驱动	04
1-3-3 印制电路板	05
1-3-4 电源接口	05
1-3-5 通讯接口	05
1-3-6 多泵配置	06
1-4 SP1-CX操作提示	06
1-5 电源要求	06
1-5-1 单台泵对外供电电源的要求	06
1-5-2 多台泵对外供电电源的要求	07
2 硬件设置	08
2-1 电源	08
2-2 外部接口	08
2-3 印制电路板设置	12
2-3-1 DIP拨码开关设置	12
2-3-2 地址开关设置	13
2-3-3 输入输出	14
2-4 无阀/直通阀	14
2-5 部件安装	15
2-5-1 安装阀	15
2-5-2 安装注射器	16
2-6 装机安装	16
3 软件通讯	17
3-1 地址设置	17
3-2 通讯协议	18
3-2-1 OEM通讯协议	19
3-2-2 DT终端协议	20
3-2-3 适用Windows的超级终端	21
3-2-4 CAN通讯协议	22
3-3 指令系统	26
3-3-1 指令操作注意事项	26
3-3-2 控制指令	27
3-3-3 初始化指令	31
3-3-4 活塞移动指令	32
3-3-5 阀指令	33
3-3-6 设置指令	36
3-3-7 报告指令	40
3-3-8 错误代码及状态查询	42

4 针对特定应用的优化 46

4-1 术语表 46

4-2 性能优化 48

4-3 帮助提示 52

5 维护保养 53

5-1 日维护 53

5-2 周维护 53

5-2-1 稀释后的清洁剂清洗 54

5-2-2 弱酸和弱碱清洗 54

5-2-3 10%的漂白剂清洗 54

5-3 定期维护 55

5-3-1 质量控制保证 55

5-3-2 更换分配管或试剂管 56

5-3-3 更换注射器 56

5-3-4 更换阀 57

5-4 现场更换 58

6 技术支持 59

附录A 订购须知 60

附录A-1 SP1-CX配置表 60

标准配置表 60

选择配置表 60

注射器表 61

管接头表 61

管路表 61

测试软件 62

附录A-2 兰格的其他产品 62

蠕动泵系列 62

注射泵系列 62

附录B 活塞信息 63

附录B-1 活塞推力 63

附录B-2 活塞时间计算 63

附录B-3 符号定义 63

附录B-4 移动计算 64

附录C ASCII码表 66

附录D 抗化学特性表 68

附录E 技术参数表 71

附录F 指令快速参考表 73

控制指令表 73

初始化指令表 74

活塞移动指令表 75

阀指令表 75

参数设置指令表 76

应答报告指令表 77

错误代码表 78

DB15引脚定义 78

1、概述

SP1-CX 是一款结构紧凑,用于精密流体传输的OEM产品。通过计算机或微处理器对其进行控制,自动完成移液、稀释和分配功能。

本章主要内容:

- SP1-CX 主要特点
- 开箱检查
- SP1-CX 功能描述
- SP1-CX 操作提示
- 电源要求

注:SP1-CX 不属于医疗设备,不受食品及药品管理规章的限制。SP1-CX 全部采用通过安全认证的元器件。

1-1 SP1-CX主要特点

- 适用注射器尺寸规格:50 μ L - 25mL
- 行程控制准确度: $\leq 1\%$ (满行程)
- 行程控制精度: $\leq \pm 5\%$ (满行程)
- 满行程:60mm (6000整步/24000微步/48000微步)
- 控制分辨率:0.01mm (1整步)/2.5 μ m (24000微步)/1.25 μ m (48000微步)
- 适用阀:3口Y型阀,T型阀,3口分配阀,4口阀,直通阀及多口分配阀
- 流体接触的材料:硼硅酸盐玻璃,PTFE,PCTFE
- 通讯接口:RS-232/RS-485/CAN
- 单程时间:1.26s - 20min
- 滚珠丝杠驱动活塞,编码器失步监测
- 错误报告
- 可编程存储器
- 输入输出接口
- 单路24V直流电源供电
- 在线升级功能
- 优化初始化算法,减少死区体积
- 微步模式
- 暂停功能
- 系统自检功能

1-2 开箱检查

拆箱,遵循下列步骤:

- 1) 从包装箱内取出泵和附件。
- 2) 核对装箱单,确认附件完整。

1-2-1 静电防护

SP1-CX 是一台对静电非常灵敏的电子设备。衣服或其它的静电放电可能对其造成损坏。为了防止泵的部件损伤,需采取以下措施:

- 防静电手套或腕环
- 防静电工作台或垫子
- 防静电地板

在机架安装接地之前,预先备一个无静电的工作面。

1-3 SP1-CX 功能描述

SP1-CX使用步进电机驱动注射器和阀完成抽取和分配定量液体。注射器和阀可以更换。

主要部件功能描述和图解如下:

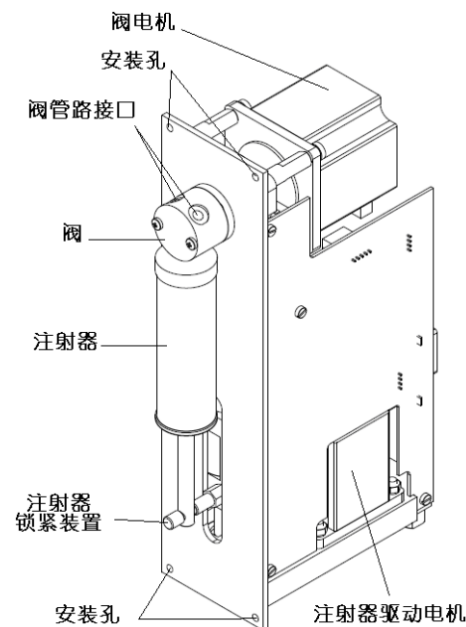


图1-1. SP1-CX 注射泵整机部件

1-3-1 注射器和注射器驱动

由步进电机带动的滚珠丝杠驱动活塞推拉器，注射器活塞与活塞推拉器联动。通过失步检测编码器控制活塞运动。

注射器活塞满行程60mm，共分为6000整步，分辨率1整步。微步模式为24000微步，分辨率1微步（1/4 整步），或48000微步，分辨率1微步（1/8 整步）。将旋钮松开，推拉器穿过活塞固定孔，旋紧旋钮。针管的顶部和阀通过1/4"-28螺纹连接。示意图1-2:

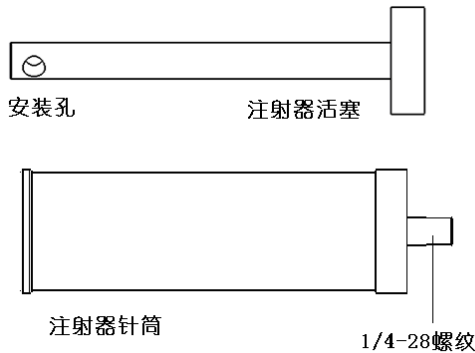


图1-2. 注射器部件

活塞固定，见图1-3

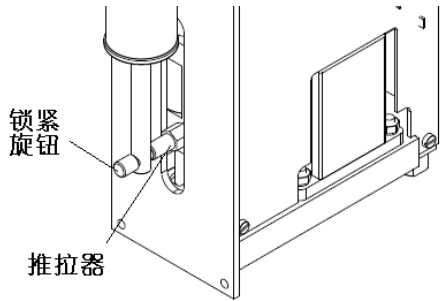


图1-3. 活塞固定

适用注射器规格：
50μl, 100μl, 250μl, 500μl, 1.0ml, 2.5ml, 5.0ml, 10ml, 25ml。
订购信息见“附录A”

1-3-2 阀和阀驱动

阀由Kel-F阀体和Teflon阀芯组成。阀芯在阀体内旋转连通注射器口和不同的输入和输出口。阀采用步进电机驱动，通过编码器监测位置。

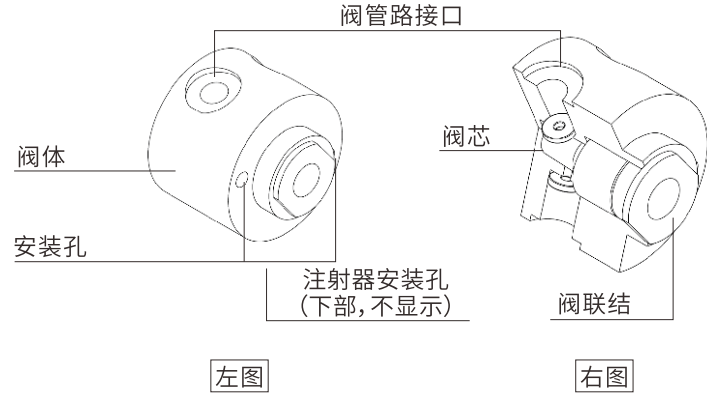


图1-4. 3口阀组成

SP1-CX 适用阀：

- 3口Y型阀
阀包含输入口，输出口和注射器口。注射器口是一个“公共”口，总是连通其它两个口中的一个。阀口间隔120°。
- 直通阀
阀包含输入口，输出口和注射器口。注射器口是一个“公共”口，总是连接其它两个口中的一个。输入和输出口设计成直通形式。阀口位置在从注射器口起90°分布。
- 3口分配阀
该阀有四个端口。公共注射器口能分配液体到一个输入口，一个输出口，和一个特殊口。阀口90°圆周分布。
- 4口阀
该阀有四个端口。包含输入口，输出口，特殊口和注射器口。阀口90°圆周分布。
- 直通阀
带两个自注射器口始间隔120°端口，无阀芯。
- 6口分配阀
该阀有七个端口，公共注射器口能分配液体到任何一个输入或输出口。
- 9口分配阀
该阀有十个端口，公共注射器口能分配液体到任何一个输入或输出口。

1-3-3 印制电路板

印制电路板包含微处理器和控制电路，用以驱动注射器活塞和阀。PCB提供的外部接口有选择不同操作模式的DIP拨码开关，BCD通讯地址设置开关和DB15外控插口。通过DIP拨码开关可以选择不同的通讯模式。更多关于操作模式的信息，参看第3章 "软件通讯"。

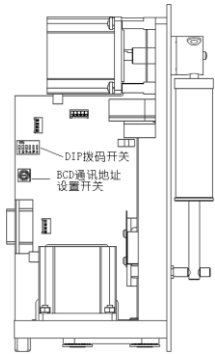
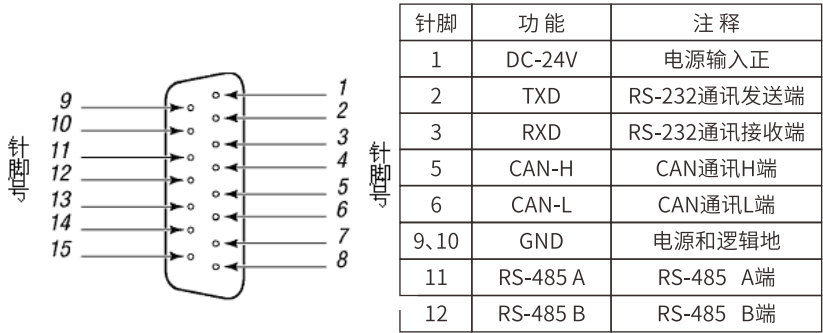


图1-4.SP1-CX 印制电路板的外部接口

关于印制电路板的更多输入/输出和拨码信息，地址开关和EEPROM，参看第2章，"硬件设置"。

1-3-4 电源接口

电源通过DB15插口的1、9脚输入，端子的定义详见下图：



1-3-5 通讯接口

根据泵的配置，通过RS-232 或RS-485接口，SP1-CX能够单泵控制或多泵控制。对于RS-232和RS-485接口，支持波特率9600和38400，各针脚定义见上表。

关于通讯接口的详细描述，参看第2章 "硬件设置"。

1-3-6 多泵配置

多泵配置模式最多可连接15台 SP1-CX。第一台泵可以是RS-232 或 RS-485通讯，但是在多泵配置内部采用RS-485 通讯。每台泵都有唯一地址，终端可与每台泵分别通讯。泵的地址通过后面板的地址开关设定。

关于地址设置的更多信息，参看第2章 "硬件设置"。

1-4 SP1-CX操作提示

SP1-CX 的完整操作信息参看第2章 "硬件设置"和第3章 "软件通讯"。

为了确保正确操作，请按照下列提示：

- 垂直状态放置和安装泵。错误操作可能会导致针管损伤。
- 注射器活塞和阀移动时不能干运行，应先注入液体否则会破坏密封件表面，影响寿命。
- 在泵处理任何有机溶剂之前，参看 "化学特性表"。
- 当泵运行时确保手指离开注射器槽。以避免引起伤害。
- 当连接或断开泵时要确保电源关闭。

1-5 电源要求

1-5-1单台泵对电源的要求

SP1-CX需外部提供24V直流电源，可通过DB-15的1和10引脚提供。单台SP1-CX，对电源的要求如下：

- 输出电压：24V 直流
- 输出电压范围：±10% 最小，首选 ±5%
- 输出电压稳定度：±1% (在允许的输入电压和负载范围内)
- 输出电流
 - >=1.5A (带最小电容的电源)
 - >=850mA，对于内部带滤波电容的电源，且容值与输出电流的比不小于1000μF/A
 - >=850mA，对于外部带滤波电容的电源，且容值与输出电流的比不小于1000μF/A (建议选用铝电解电容)
- 输出电压纹波：满载时，最大50mV
- 符合 EMI/RFI 安全规范
- 电源开启和断开时的过冲电压：<2V

为了更好地满足以上要求，外供电源必须是带有合适的滤波电容的线性电源或开关电源。

推荐使用带有过流保护的电源，过流保护门槛要大于1.0A。

1-5-2 多台泵对电源的要求

当外供电源提供给多台 SP1-CX或其它设备时,必须为全部设备提供总的平均电流。电源和滤波电容必须满足所有设备的峰值电流和。

例如,如果系统含6台 SP1-CX,并带共需要4A的其它设备,那么需要一个10A的电源才能满足,电源内至少有10000μF的输出滤波电容:

$6 \times 0.85 = 5.1A; 5.1 + 4 = 9.1A$ (选择10A电源)

如果电源内滤波电容小于10000μF,则需要使用附加外部电容或15A的电源。

$6 \times 1.5 = 9.0A; 9.0 + 4 = 13A$ (选择一个15A电源)

在该例子中,假定所有泵和设备将同时运行。

若滤波电容不合适,或电源带载能力不合适,则会引起瞬间过电压及电压下跌,在 SP1-CX 里产生没必要的纹波,造成元件寿命减少。另外,对某个特定负载产生不稳定或震荡。有些振荡能引起 SP1-CX 故障。选择合适的电源可避免这些问题。

对于 SP1-CX 和附加设备的配线考虑。配线应该满足电流要求,并且尽可能的短。除非另作安全要求,连接到 SP1-CX 的电源线应该是20AWG或更粗。多台 SP1-CX 连接,提供的配线和电源应该足够满足总电流要求。例如上例6台以上泵串用,则使用18AWG 配线,从电源到设备的电源线最好使用双绞线。

不要使用继电器或触点开关控制24V和SP1-CX电源的开和断。

2、硬件设置

本章包括以下部分:

- 电源
- 电缆
- 印制电路板设置和选项
- 无阀 SP1-CX
- 安装组件
- SP1-CX的装配

2-1 电源

SP1-CX需要额定电流至少为1.5A的24VDC电源,可通过DB-15供给。建议每两个泵使用一个电源电缆线,以减少干扰;2台以上泵的电源电缆线不能串联使用。

关于电源选择的更多信息,参看第1章,"概述"。

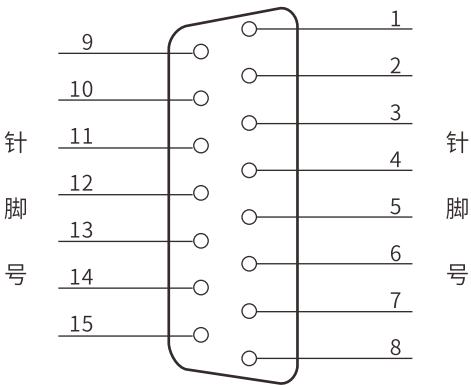
2-2 外部接口

每台SP1-CX都有一个外部接口,通过该接口可提供电源并与泵通信。每个泵设置唯一地址,更多信息参看本章"地址开关设置",也可参看 第3章,"软件通讯"。

表2-1. DB15各针脚定义:

针脚	功能	注释
1	DC-24V	电源输入正
2	TXD	RS-232通讯发送端
3	RXD	RS-232通讯接收端
4	COM	外控公共端
5	CAN-H	CAN总线高信号线
6	CAN-L	CAN总线低信号线
7	IN1	外控输入端1
8	IN2	外控输入端2
9	GND	电源和逻辑地
10	GND	电源和逻辑地
11	RS-485 A	RS-485 A端
12	RS-485 B	RS-485 B端
13	OUT1	外控输出端1
14	OUT2	外控输出端2
15	OUT3	外控输出端3

图2-1.显示印制电路板DB-15的针脚位置。
设备配置的是插头，连接需要一个与之匹配的插座连接器。



视图2-1. DB-15针脚定义

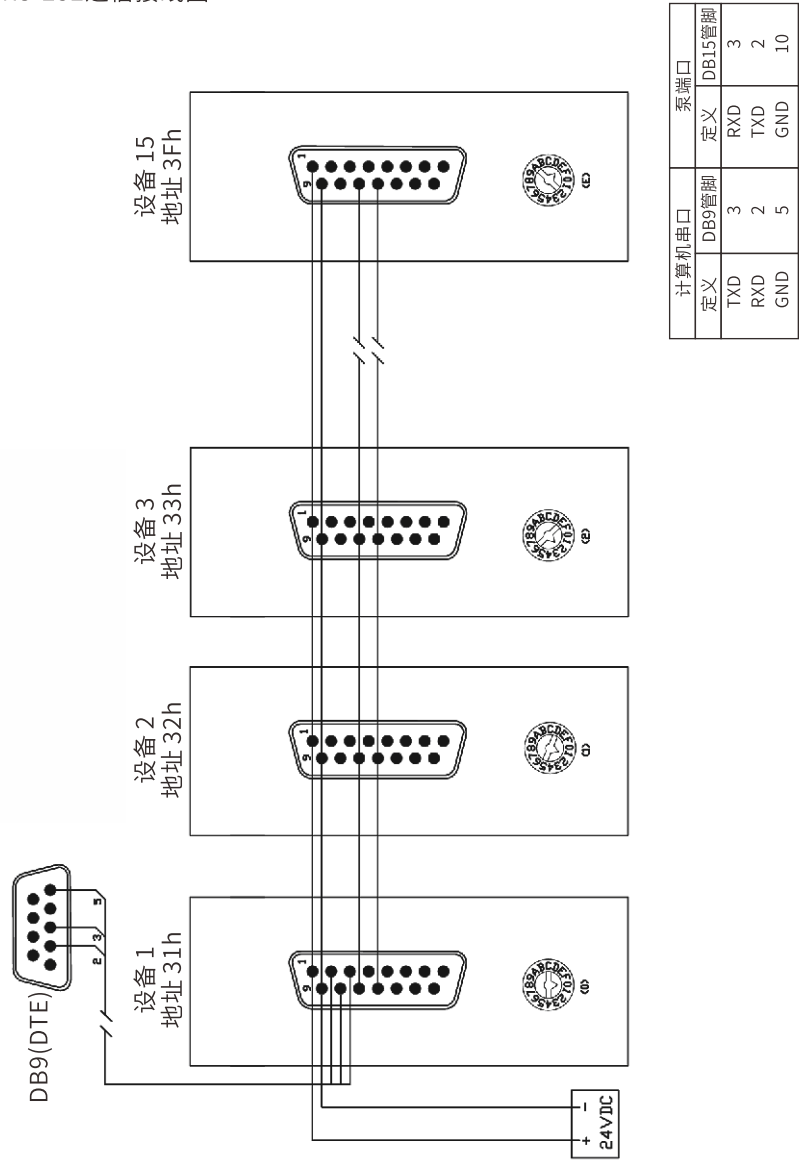
通讯接口
计算机或控制器通过RS-485, RS-232通讯接口通讯。

注意事项: RS-232接口不支持硬件握手并且只需要三根线：
RXD, TXD和信号地。

后续页中介绍通讯电缆连接图例。这些图例分别显示多泵通讯中RS-232和RS-485接线方式。

注意事项: 连接或断开总线之前必须先断开泵的电

RS-232通信接线图



计算机串口	泵端口	
	定义	DB15管脚
TXD	3	RXD
RXD	2	TXD
GND	5	GND

图2-2. RS-232多泵连线图

RS-485通信接线图

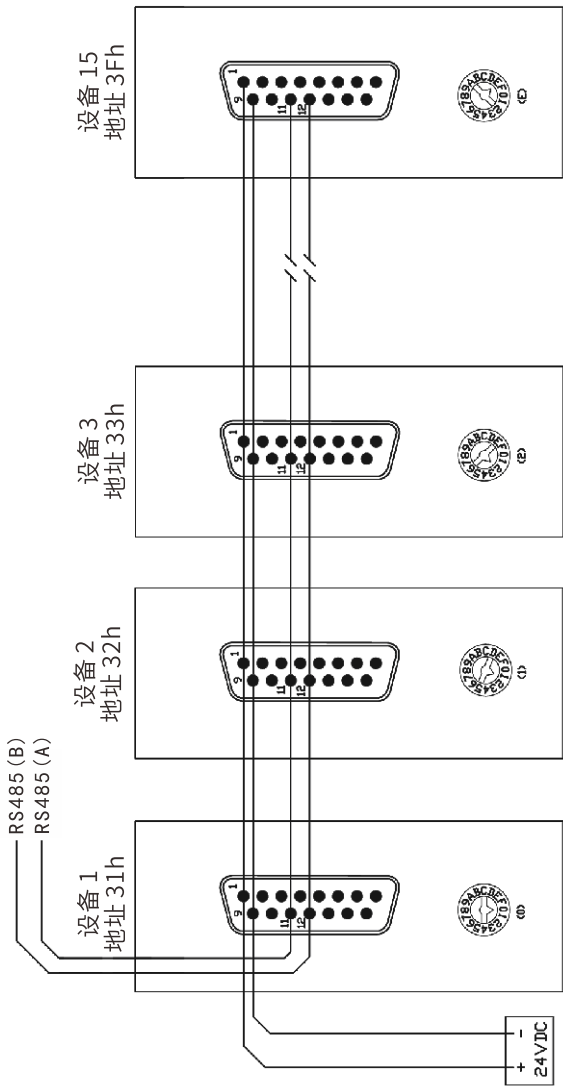


图2-3. RS-485 多泵连线图

2-3 印制电路板设置

2-3-1 DIP拨码开关设置

DIP拨码开关用来配置不同的工作模式，设置如下：

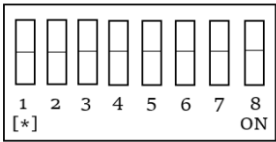


图2-4. DIP开关配置图

序号	拨码开关 (ON=0,OFF=1) DIP1,DIP2,DIP3	命令 参数	对应功能说明
1	000	0	无阀
2	100	1	3口Y型阀
3	010	2	4口阀
4	110	3	3口分配阀
5	001	4	6口分配阀
6	101	5	T型阀
7	011	6	9口分配阀
8	111	X	软件设置模式
9	DIP4=0	31	清除自动运行模式
10	DIP4=1	30	设置自动运行模式
11	DIP5=0	41	设置通讯波特率为: 38400bps
12	DIP5=1	47	设置通讯波特率为: 9600bps
13	DIP6=0		RS232
14	DIP6=1		RS485

注意事项：改变拨码开关的任一的状态时，一定要断电操作。

DIP-1-3：阀设置功能

DIP -1	DIP -2	DIP -3	阀功能设置
ON	ON	ON	无阀模式
OFF	ON	ON	3口Y型阀（默认设置）
ON	OFF	ON	4口阀
OFF	OFF	ON	3口分配阀
ON	ON	OFF	6口分配阀
OFF	ON	OFF	T型阀
ON	OFF	OFF	9口分配阀
OFF	OFF	OFF	软件设置模式

关于通讯协议的更多信息，参看第3章,"软件通讯"。

DIP-4： 配置自动运行模式

该跳线位置被用来选择设置或清除自动运行模式的状态位。两种状态设置：

- DIP-4 ON 清除自动运行模式(默认设置)
- DIP-4 OFF 设置自动运行模式

DIP-5: 波特率选择

该跳线位置被用来选择9600/38400两种波特率。两种状态设置:

- DIP-5 ON 38400波特率
- DIP-5 OFF 9600波特率(默认设置)

DIP-6: 通讯协议选择

该跳线位置被用来设定RS-485 A状态, 两种状态设置:

- DIP-6 ON RS-232协议
- DIP-6 OFF RS-485协议(默认设置)

2-3-2 地址开关设置

地址开关(图2-9)在后面板的下部。可以提供多泵配置时的唯一或特定地址, 允许用户针对特定的泵地址发送指令。地址开关有16个位置(0-F)。15个位置(0-E)有效, F为自检地址。

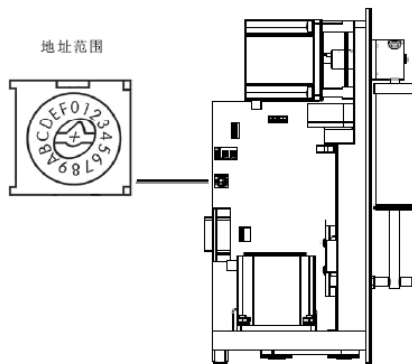


图2-5. BCD地址开关图

设置地址开关:

设置地址开关, 使用小一字改锥或类似工具转动开关到目标位置(地址)。

注意事项: 重新设置地址后须重新启动设备。

自检-F地址

地址开关拨到“F”位置时, 开机上电泵运行自检程序。自检过程包括初始化和一系列不同速度的活塞移动动作。如果发生错误, 泵停止运行。

警告: 阀和注射器不要干运行, 否则会损坏阀和注射器密封件。

2-3-3 输入/输出

SP1-CX 通过DB-15插头提供两路辅助输入和三路辅助输出。输出信号为OC门。输出状态通过[J]指令控制。

辅助输入口位于DB-15的7和8针脚。他们能够通过[?13]和[?14]返回针脚状态信息。另外, 包含[H]指令的指令序列能够通过输入口状态触发。指令描述见 第3章, "软件通讯"。

辅助输出口位于DB-15的第 13, 14, 15针脚。

2-4 无阀

无阀泵除了不包含阀, 阀电机或阀码盘外, 与有阀泵使用相同的配件并且和带阀的SP1-CX 操作相同。注射器通过一个替代 SP1-CX 阀的Kel-F部件连接。部件有一个"Y"结构的输入和输出口(可以配1/4"-28或M6接头)和连接注射器的1/4"-28螺纹。无阀泵对注射器的使用和带阀泵一样。

除初始化指令、阀指令和阀过载错误外, 无阀指令操作和带阀的相同。关于指令的更多信息参看 第3章, "软件通讯"。

注意事项: 无阀泵要求一个系统阀和泵连接。通常用来连接其它的相关设备。

加电过程中, 阀初始化。阀码盘顺时针旋转一周, 旋转过程中找到0点停止。该过程中注射器活塞不动作。

2-5 部件安装

参看第5章 "维护", 部件更换和维护的操作过程。

注意事项: 不同类型的阀不能互换。如果想使用不同类型的阀, 请联系设备厂家。

以下是针对3口阀, 3口分配阀, T型阀和四口阀的介绍。

2-5-1 安装阀

安装阀, 遵循以下步骤:

1. 把泵垂直放置在工作台上, 面向自己。
2. 调整泵上编码器半圆出轴, 将其插入旋转阀的连接槽中如图2-6右图位置。
3. 旋转阀, 使阀管接口在上, 注射器接口在下。
4. 轻轻转动阀体, 匹配阀的固定孔和泵前面板的孔。
5. 将两个十字圆头阀螺钉插入安装孔, 拧至接触阀体, 然后再旋紧1/4到1/2圈。

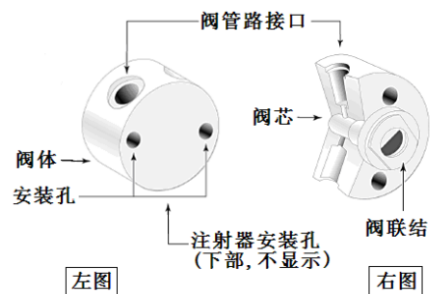


图2-6. 3口阀安装图

2-5-2 安装注射器

按照以下步骤安装注射器：

1. 旋下活塞锁紧螺栓。
2. 首先发送[ZR]指令，之后发送[A6000R]指令，降下活塞推拉器。
3. 安装注射器，按照以下步骤(如图2-11)：
 - A 将注射器活塞穿入到活塞推拉器中
 - B 在阀的注射器端口放入一个阀门垫圈
 - C 把注射器拧紧在阀上
 - D 旋紧活塞固定螺钉，确保注射器活塞固定到位

注意事项：确定活塞固定螺钉可靠拧紧。

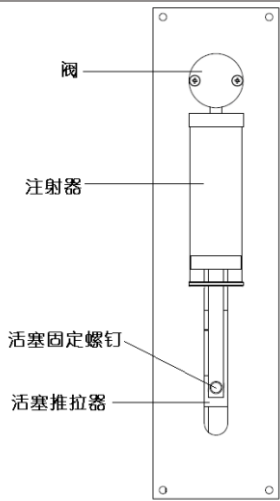


图2-7.注射器安装图

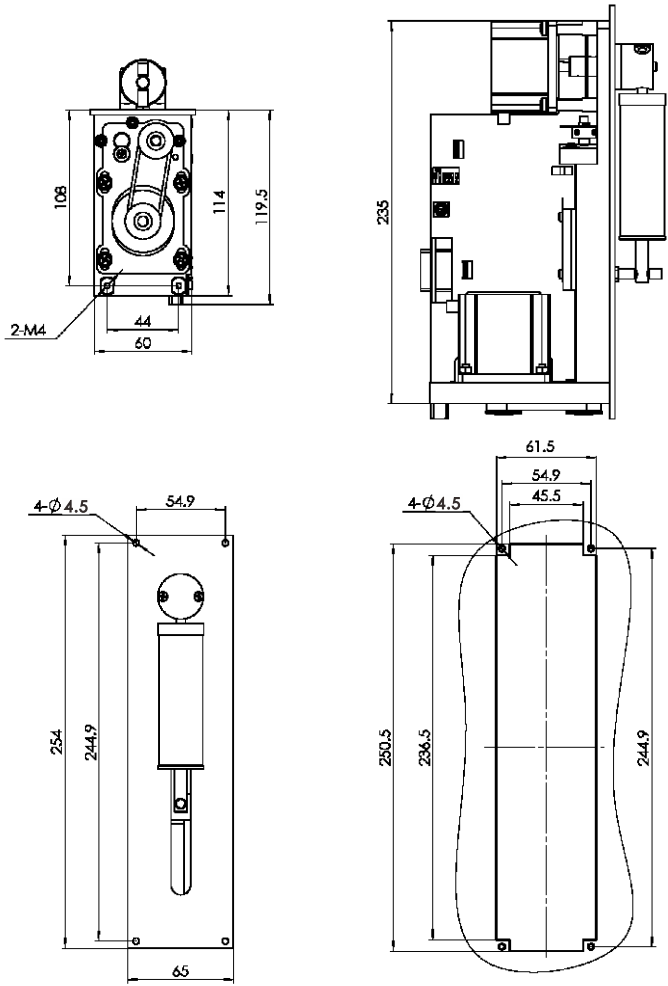
2-6 整机安装

多个M3x0.5的螺钉孔为SP1-CX提供了多种安装方式，安装螺钉孔位置如图2-12：

- 底部安装
- 顶部安装
- 侧面安装

注意事项：

一定要在垂直位置安装泵。否则在快速灌装时会存在系统隐患



面板固定孔和开孔尺寸

图2-8. 外形尺寸安装图

3、软件通讯

本章介绍如何通过 RS-232 或 RS-485 或CAN三种接口方式和SP1-CX进行通讯。

本章包含如下内容：

- 地址设置
- 通讯协议
- 指令系统
- 错误代码和状态查询

3-1 地址设置

做为通讯协议的一部分，每个泵的地址必须指定。地址开关上每个物理地址对应一个十六进制值，见下表 3-1。

表3-1. 地址设置表 (十六进制)

地址 (十六进制)	设备
30	主机地址（主控制器，计算机，等等。）
31-3F	设备地址
41-4F	双设备地址
51-5D	四设备地址
5F	广播址 - 所有设备都执行的地址

例如: 泵地址开关设置在0位，则通讯地址为"31h"; 设置在1位，则通讯地址为"32h", 依此类推。

在多台泵连接的系统中，使用"5F" (广播址) 可与所有泵同时通讯，例如同时初始化所有的泵。对各泵的独立控制可使用相对应的设备地址 ("31h"到"3Eh") 进行通讯。

十六进制地址开关设置 (ASCII)

开关设置	单个设备		双设备		四设备		所有设备	
	十六进制地址	ASCII码	十六进制地址	ASCII码	十六进制地址	ASCII码	十六进制地址	ASCII码
0	31	1	41	A	51	Q	5F	-
1	32	2		A				
2	33	3	C					
3	34	4		43	C			
4	35	5	45			E		
5	36	6						
6	37	7		47	G			
7	38	8	59			Y		
8	39	9						
9	3A	:		5D	J			
A	3B	;	4B			K		
B	3C	<						
C	3D	=		5D	J			
D	3E	>	4F			O		
E	3F	?						
F	自检							

注意事项：通过广播址发送的指令不能用来查询设备状态，也不能响应报告指令。查询设备状态时必须对应每台设备地址分开查询。

3-2 通讯协议

支持3种通讯协议：

- OEM协议
- DT(终端)协议
- CAN协议

DT协议即数据终端协议，采用无校验ASCII码传输。详细介绍参看本章"使用Windows的超级终端"。

注意事项：建议使用OEM协议，它提供增强的错误校验，即采用了校验和序号。

3-2-1 OEM通讯协议

OEM 通讯是一个非常强大的协议。表3-3描述了OEM协议中每项设置。

表3-3. OEM协议

参数	设置
数据传输特性	
波特率	9600 或 38400
数据位	8
奇偶校验位	无
停止位	1
指令帧格式(参看“OEM协议指令说明”)	
1	STX(^B 或 02h)
2	泵地址
3	序号
3+n	数据块(长度 n)
4+n	ETX(^C 或 03h)
5+n	校验
应答帧格式(参看“OEM 协议应答说明”)	
1	STX(^B 或 02h)
2	主机地址(“0”或 30h)
3	状态字
3+n	数据块(长度 n)
4+n	ETX(^C 或 03h)
5+n	校验和

OEM 协议指令说明

指令协议中各字节描述如下：

一帧数据中STX为帧头,ETX为帧尾,校验和为数据块的结束。

STX(^B或02h): 帧头(一帧数据的开始)

泵地址: “0”－“E”(31h－3Fh)

序号: 定值“1”(31h)

数据块(长度n): 数据块由指令和参数组成,全部用ASC II 表示,高位在前,低位在后。

如A6000R: 5字节,表示为41 36 30 30 30 52

ETX(^C或03h): 帧尾(一帧数据的结束)

校验和

校验和是数据串中最后一个字符,是从STX到ETX所有数据的异或(包括STX、ETX)。

OEM 协议应答说明

应答协议中各字节描述如下。

以下仅列出与指令协议中不同字节的定义。对于相同的字节定义,参看“OEM协议指令说明”。

主机地址:“0”(30h)

状态字:设备状态和出错编码。详见本章“错误代码和查询状态”

3-2-2 DT终端协议

表3—4. 终端模式通讯定义：

参数	设置
数据传输特性	
波特率	9600 或 38400(设置DIP-5)
数据位	8
奇偶校验	无
停止位	1
指令帧格式(参看“DT 协议指令块字符”)	
1	"/" (2Fh)
2	泵地址
2+n	数据块(长度 n)
3+n	回车符 ([CR] 或 0Dh)
回答块(参看“DT 协议回答块字符”)	
1	"/" (2Fh)
2	主机地址 (“0”或 30h)
3	状态字
3+n	数据块(长度 n)
4+n	终止符 (03h)
5+n	回车符 (0Dh)
6+n	换行符 (0Ah)

DT协议指令说明

在DT通讯协议中指令块特征描述如下:

“/”: 帧头(一帧数据的开始)
泵地址: “0”-“E”(31h-3Fh)
数据块(长度n): 数据块由指令和参数组成,全部用ASCII表示,高位在前,低位在后。
如A6000R: 5字节,表示为51 36 30 30 30 52

回车符: 0DH为帧尾

DT协议应答说明

应答协议中各字节描述如下:

以下仅列出与指令协议中不同字节的定义。对于相同的字节定义,参看,"DT协议指令说明"。

主地址: 主机的地址。总是30h(ASCII值"0")

状态字和错误代码: 设备状态和出错编码。参见本章 "错误代码 和查询状态" 中[Q]指令的描述

数据块: 支持除了[Q]指令外的所有报告指令

回车(0Dh): 帧尾

换行(0Ah): 数据串中最后一个字符,表示该帧信息结束

3-2-3 使用Windows 的超级终端

SP1-CX 能够直接通过Windows的超级终端利用DT协议控制

通过Windows 和 SP1-CX 通讯:

1. 连接SP1-CX和PC通讯端口, 首先选择开始然后选择运行
2. 在运行对话框中输入Hyperterm.exe或通过开始-附件-超级终端启动连接界面
3. 输入新建连接名并且选择图标, 然后点击OK, 显示电话号对话框。
4. 选择下列的选项并指定:

连接时使用: 端口(COM1或COM2)
点击OK。显示端口属性

5. 选择下列的选项并指定:

波特率: 9600
数据位: 8
奇偶校验位: 无
停止位: 1
数据流控制: 无
点击OK

6. 选择文件菜单, 选择属性。显示属性对话框。
7. 选择设置项, 然后键入或选择以下选项:

- 功能, 箭头键和Ctrl键用作:
选择“终端键”
- 终端仿真:
选择“自动检测”
在反卷缓冲区键入“500”
- 点击 ASCII 设置按钮, ASCII 设置对话框显示

8. 键入或选择以下选项:

选择“以换行符作为发送行末尾”
选择“本地回显键入的字符”
行延迟: 键入“0”
字符延迟: 键入“0”
选择“将超级终端宽度的行自动换行”

9. 点击OK关闭ASCII设置对话框, 然后点击OK关闭属性对话框
10. 设置泵地址。
11. 设置DIP拨码开关: DIP-5状态OFF, DIP-6状态OFF。
即选择9600波特率, RS-485模式。
12. 泵加电, 输入 /1ZR <回车>指令 进行初始化操作。

泵的具体操作, 参看本章的“指令系统”。

3-2-4 CAN通讯协议

CAN是一种双线串行通信总线。它消除了验证任务完成情况的轮询序列。使用CAN, 泵在完成当前任务后异步向主机或主机报告。CAN消息由帧组成。每个帧有一个11位消息标识符(MID) 和一个4位长度标识符。

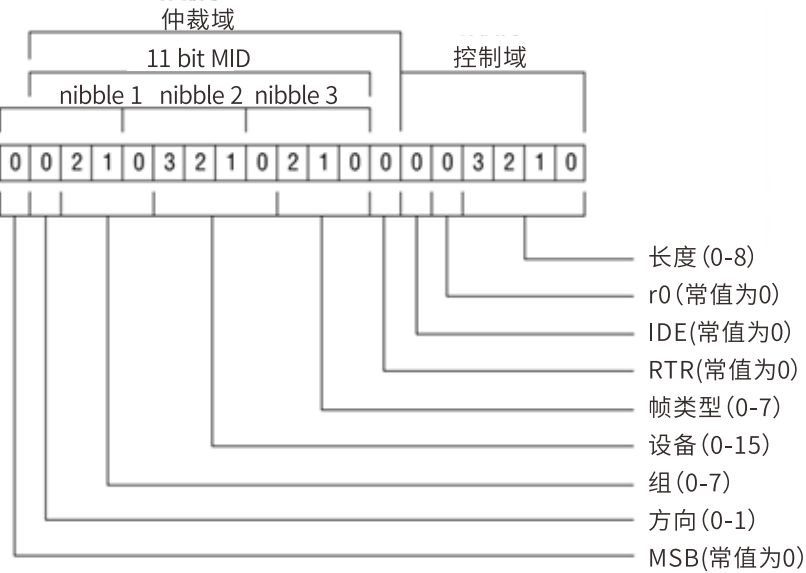
指示消息指向总线上的哪个设备

识别消息类型

显示消息的方向(到主设备或从主设备发出)
表示数据块的长度。数据块的长度可以是0到8个字节。任何需要八个以上字节的消息都必须在一系列多帧消息中发送。然后,接收单元将单独的帧组合成一个长字符串。

CAN消息结构

每个消息帧都以消息ID(MID)开始。数据块(长度最多8个字节)遵循MID和length信息。MID由三个半字节组成,它们首先在消息帧中传输。每一位的定义如图“CAN消息结构”所示。



方向:它让总线上的设备知道当前消息是发送给主设备还是来自主设备。
“0”表示消息从主到从;“1”表示消息是从机发送给主机的。

组:CAN总线上的每种类型设备都有一个组分配。
设备号:每组最多可以有16个设备。地址值为0-15。
帧类型:请参阅本章中的“CAN数据帧类型”。

RTR:应始终设置为0。
IDE:对于标准格式帧,该值将始终设置为0。
R0:保留位,此处始终为0。

长度:数据块的长度可以是0到8个字节。

CAN数据帧类型:

类型1, 运行数据帧:
此帧类型用于动作命令,如初始化命令、移动命令、阀命令,或用于设置泵的运行参数。所有“任务类型”命令均在此类型消息框中发送。当使用多帧消息发送动作命令时,此帧是发送到泵的结束消息。

类型2, 通用命令:
此帧类型用于总线上每个设备通用的命令。帧类型设置为2,命令是数据块中的单个ASCII字符。下面描述单个ASCII字符。

命令	描述
1	启动加载的命令。就像加载字符串后发送一个[R]命令一样。
3	重复上一个命令。此命令的作用与[X]命令相同。
4	立即停止操作。这就像一个[T]命令。

类型3, 多帧开始命令:
此帧类型让泵知道下一条消息的长度将超过每个帧的最大8字节。

类型4, 多帧命令:
此帧类型用于标识多帧消息中间的帧。动作命令的多帧消息的最后一帧必须为类型1。

类型6, 报告应答命令:
此帧类型用于从泵获取信息。它的操作类似于查询命令(即[?])用于OEM和DT协议。report命令的长度为一个字节,由数据块中的一个或多个ASCII字符组成。

当泵响应查询时,数据块的第一个字节为状态字节。它的定义类似于RS-232和RS-485协议中的状态字节。下一个字节是空字符。其余六个字节用于ASCII响应。如果泵仅报告当前状态,则消息长度仅为两个字节。如果回复包含六个以上字节,则使用多帧消息。

示例1, 泵地址设置为0, 主机向其发送ZR, 内容如下,

主机发送:

0	010	0000	001	0	0010	ZR
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes

泵应答:

1	010	0000	001	0	0000	
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	

执行完指令后, 状态应答:

1	010	0000	001	0	0010	<60h><00h>
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes

示例2, 泵地址设置为0, 主机向其发送Z2S51A3000OgHD300G10G5R, 内容如下,

主机发送:

0	010	0000	011	0	1000	Z2S51A30
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes
0	010	0000	100	0	1000	00OgHD30
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes
0	010	0000	001	0	0111	0G10G5R
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes

泵应答:

0	010	0000	001	0	0000	
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	

执行完指令后, 状态应答:

1	010	0000	001	0	0010	<60h><00h>
Dir	Group	Device	Frame type	RTR	DLC	Data bytes

3-3 指令系统

SP1-CX有强大的指令系统, 用户可设置参数。大多数的指令参数有默认值; 针对不同应用默认值不一定是最优设置。

快速浏览所有指令, 参看 附录F, "快速指令表"。

当检测到问题时, 产生相应错误代码。错误代码描述参看本章最后的"错误代码"。

3-3-1 指令操作注意事项

为了更好的使用, 注意如下:

- 除了报告指令和查询指令外, 其它指令必须在其后跟[R]指令
- 泵可接受单指令或指令串

例如:

-单指令 如 [A6000R] 移动活塞位置到6000。

-指令串 如 [IA6000OA0R] 移动阀到输入口位置, 移动活塞位置到6000, 然后旋转阀到输出口位置, 最终返回活塞位置到0。

- 泵的指令缓冲区最大128字节。如果发送的指令串或指令中不带[R]指令, 指令串或指令放到缓冲区不执行。如果此时发送第二个指令(串), 第二个指令(串)将覆盖第一个指令(串), 发送[R]指令则只执行第二条指令。如果第一条指令(串)正在执行, 则此时下发的指令串将被存放在缓冲区中, 待第一条指令执行完再继续执行。
- 指令(串)执行过程中不接收新的指令(串)。该规则不包括中止指令(参看本章"T"指令)和报告指令。
- 当一个指令发送后, 泵立即响应。如果在指令(串)中含无效指令泵立即报告错误; 若含有无效参数, 则泵在接到下一条指令时报告错误。无论何种错误都不执行该条指令(串)。
- 注射器和阀不能干运行, 否则会导致阀和活塞密封件损坏。
- 泵运行过程中保证手离开注射器处的窄缝。以免造成伤害。

指令语法
指令设置中语法如下:

<n> 参数
0..6000 参数范围
(N) 默认值

额定行程6000整步, 额外提供150整步的行程;或额定行程24000微步, 额外提供600微步的行程;或额定行程48000微步, 额外提供1200微步的行程。来解决由于注射器的误差造成用户不能推注满量程液量的问题。

注意事项: 指令举例中方括号 [] 中的是发送内容。

3-3-2 控制指令

R 执行指令(串)

[R]指令执行前一个发送的指令(串)。
指令(串)末尾包含[R]的指令会立即执行。如果指令(串)不带[R], 会放置在指令缓冲区。
发送单[R]指令, 将执行缓冲区中最后未执行的指令, 再次发送一个[R]不重复执行指令(串)。

X 执行上一个指令(串)

[X]指令重复执行一次上一指令(串)。

h 暂停指令

[h] 该指令单独使用, 暂停当前正在执行的指令(串) 动作。如果要继续执行, 发送[r]指令即可。
注意:[h]指令无法暂停阀的动作,
在高速运行的过程中执行[h]指令可能会引起失步。如果泵由于失步故障造成了动作的错误则必须重新进行初始化。

r 恢复指令

[r]:恢复被[h]指令暂停的正在执行的指令及指令序列。

G<n> 循环指令

[G]指令按照指定的次数重复一个指令(串)。指令语法:
[G<n>], 其中<n>=0-30000 0=无限循环
例如: [gA6000A0G10R] 移动注射器活塞到位置6000然后返回位置0。重复次数为10。
其中g为循环开始标记, 说明见下。

g 循环指令开始标记
[g]指令与[G]指令配合使用, 作为指令(串)循环开始标记。[g]和[G]至多能嵌套4次。
例如: [A0gP50gP100D100G10G5R], 执行过程如下:

指令	描述
A0	移动活塞到0
g	外部循环开始
P50	移动活塞下降50步
g	内部循环开始
P100	移动活塞下降100步
D100	移动活塞向上100步
G10	内部循环, 重复10次
G5	外部循环, 重复5次
R	执行指令串

注意: 如果<n>=0, 为无限循环, 可以通过执行[T]指令终止。

M<n> 延时指令

[M]指令作用是延时一段时间。例如, 为了平息液体在注射器和管内振荡可用[M]指令延时一段时间, 以提高精度。指令语法如下:
[M<n>], 其中<n>=5..30,000毫秒

H<n> 暂停指令

[H]指令用在指令串中, 暂停指令串执行。如果要继续执行, 需发送[R]指令或外部TTL触发信号。

指令语法:

[H<n>]

两路TTL输入, 外控输入1(JP3 针脚7) 和外控输入2(JP3 针脚8)。按下列方式控制执行:
<n>=0 等待[R]或外控输入1或2变高
<n>=1 等待[R]或外控输入1变高
<n>=2 等待[R]或外控输入2变高

注意:如果不带参数, <n>默认为0。

TTL外控输入状态可用[?13]和[?14]来查询。指令描述见本章的“报告指令”

T 停止指令

[T]指令终止活塞的运行 ([A],[a],[P],[p],[D],[d],[H],[M])

注意: [T]指令不能终止阀动作指令。

[T]指令终止单指令和指令串。

[T]终止活塞移动可能会引起失步, 建议执行终止指令后设备重新初始化。如果由于问题或错误而终止, 泵必须重新初始化。

J<n> 外控输出

[J]指令 设置外控输出状态 (OC门输出)。

指令语法:

[J<n>], 其中<n>=0..7

N<n>微步指令, 其中n=0时为整步模式, n=1时为48000微步模式。

DB15提供(针脚13,14,15)3路外控输出对应输出口1, 2,和3。
控制状态见下表:

SP1-CX 指令	输出3 (Pin 15)	输出2 (Pin 14)	输出1 (Pin 13)
J0	0	0	0
J1	0	0	1
J2	0	1	0
J3	0	1	1
J4	1	0	0
J5	1	0	1
J6	1	1	0
J7	1	1	1

(0=闭合;1=断开)

s<n> 存储指令串到EEPROM

用户可以自由选择执行存储在EEPROM中的指令串。

[s]指令放在指令串的开始, 存储指令串到EEPROM。

指令语法: [s<n>], 其中<n>=0..14

EEPROM最多能存储15个指令串(0-14)。每个串最多128字节。
例如:[s8ZS1glA6000OA0G0R]

指令段	功能描述
s8	存储指令串到EEPROM的地址8
Z	初始化泵
S1	设置活塞速度
g	循环开始标记
l	旋转阀到输入位置
A6000	移动活塞到6000
O	旋转阀到输出口
A0	移动活塞到0位
G0	无限循环
R	执行指令串

e<n> 执行EEPROM 指令串

有两种方法执行EEPROM的指令串:

- 加电, 通过地址开关执行
- 通过[e]指令执行

地址开关: 地址开关设置(0-14)确定加电后执行EEPROM中的对应指令串。

注意: 如果泵用作单机模式, 那么在EEPROM中的指令串中应该包含初始化指令。

[e]指令. [e]指令执行EEPROM 中的指令串, 可以通过[T]指令终止

[e<n>], 其中<n>=0..14

EEPROM中命令串调用

EEPROM命令串可通过在命令串结尾加[e]命令, 调用其它命令串

例如: [s1ZgIA3000OA0G5e2R]
[S2gIA3000OgHD300G10GR]

泵加电将自动初始化, 灌注和执行多次分配直到泵再次断电。

3-3-3 初始化命令
初始化活塞驱动力

初始化命令将活塞移动到顶端零位, 阀的位置到指定液路口。并且所有的命令参数初始化为默认值。

● 常规阀的初始化命令

如果找不到零位或过载, 初始化失败。活塞驱动力能够通过初始化命令设置。表3-6 列出了各种规格注射器的初始化活塞驱动力。

警示! 为了保证密封的完好, 小注射器需要使用比大注射器更低的活塞驱动力。默认初始化运行速度是500Hz。当处理粘性液体或使用小内径的管路时需要减慢初始化速度。

表3—6. 根据注射器选择活塞驱动力

参数	活塞驱动力	推荐适配注射器
0, 3~40	最大	2.5ml、5ml
1	次级	500ul、1ml
2	最小	50ul、100ul、250ul

- 1.Z=Z0
- 2.2~9=0
- 3.参数10-40对应本章“设置指令”中S指令的参数, 可以改变初始化速度。当处理粘性液体或使用小内径的管路时需要减慢初始化速度。

Z<n> 初始化活塞(设置阀输出口到右侧)

[Z]命令初始化活塞并且设置阀输出口到右侧(泵前面看)。
其中, n=0或者1, 或者2, 活塞的运行速度为500Hz;
n=10...40, 活塞的运行速度对应S10...S40。
Y<n> 初始化活塞(设置阀输出口到左侧)
[Y]指令初始化活塞驱动并且设置阀输出口到左侧(泵前面看)
其中, n=0或者1, 或者2, 活塞的运行速度为500Hz;
n=10...40, 活塞的运行速度对应S10...S40。

● 分配阀初始化命令

Z<n1, n2, n3>, n1用于设置活塞的速度和推力, n2用于定义阀入口位置, n3用于定义阀出口位置, 初始完毕后阀停止在n3位置。
Y<n1, n2, n3>, n1用于设置活塞的速度和推力, n2用于定义阀入口位置, n3用于定义阀出口位置, 初始完毕后阀停止在n3位置。

● 无阀初始化命令

W<n>初始化活塞
[W]指令初始化无阀泵的活塞驱动力

其中, n=0或者1, 或者2, 活塞的运行速度为500Hz;
n=10...40, 活塞的运行速度对应S10...S40。

警示! 无阀初始化后阀指令无效。使用[Z]或[Y]指令重新初始化后阀指令有效。

3-3-4 活塞移动指令

A<n> 绝对位置

[A]指令移动活塞到绝对位置<n>, 其中

<n>= $\left\{ \begin{array}{l} 0..6000, \text{整步模式} \\ 0..24000, 24000 \text{微步模式} \\ 0..48000, 48000 \text{微步模式} \end{array} \right.$

例如:[A300R] 移动注射器活塞到绝对位置300。
注: 绝对位置的最大范围可扩充到6150, 以满足由于注射器规格的误差带来的不能满足推注满规格液量的问题

P<n> 相对抽取

[P]指令使活塞向下移动指定的步数。新的绝对位置 = 前一位置 + <n>, 其中

<n>= { 0..6000,整步模式
0..24000,24000微步模式
0..48000,48000微步模式

例如:

注射器活塞位置为0。[P300R]指令向下移动活塞300步到位置300。再执行[P600R]指令将移动活塞再下降600步到绝对位置900。

如果移动活塞最终位置>6150整步, [P]指令将返回错误信息3 (参数错误)

注: 绝对位置的最大范围可扩充到6150整步, 活塞移动的最大位置超过6150会报相关错误信息。

D<n> 相对分配

[D]指令使活塞向上移动指定的步数。新的绝对位置 = 前一位置 - <n>, 其中

<n>= { 0..6000,整步模式
0..24000,24000微步模式
0..48000,48000微步模式

例如:

注射器活塞在位置6000。

[D300R]将活塞向上移动300步到位置5700。

如果最终目标活塞位置<0, [D]指令返回错误信息3(参数错误)。

3-3-5 阀指令

注意提示: 如果阀指令用到无阀泵, 指令无效。

I 移动阀到输入位置

[I]指令移动阀到输入口位置。

输入位置是在初始化时由[Y]指令或[Z]指令指定的, [Z]指令初始化阀左侧为输入位置, [Y]指令初始化阀右侧为输入位置。

例如: 如果[I]指令跟随[Z]指令后发送, 阀将在左侧连通(泵前端看)

O 移动阀到输出位置

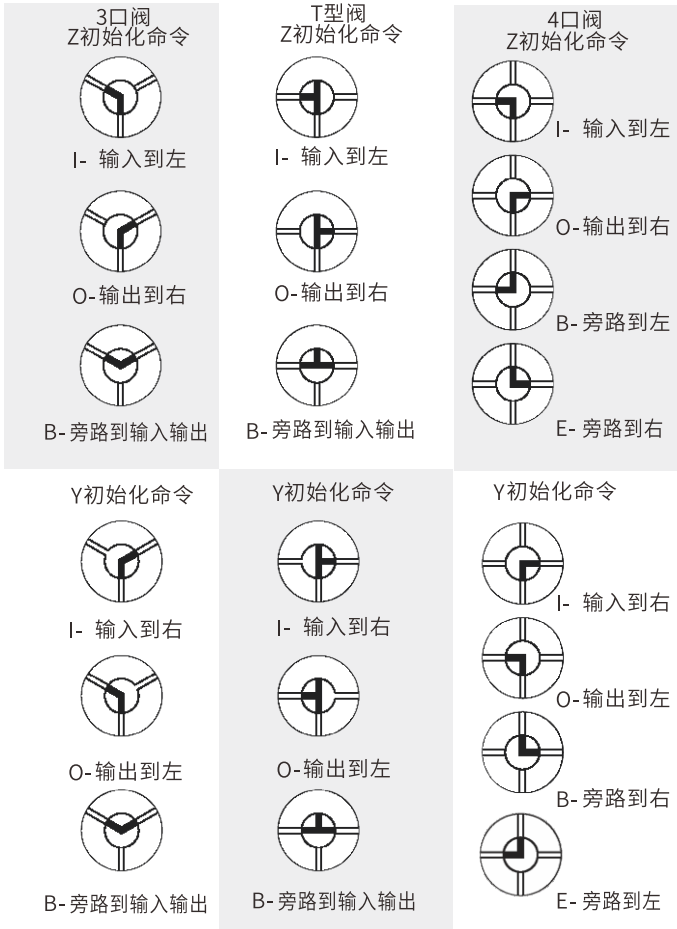
[O]指令移动阀到输出口位置。

输出位置是初始化时由[Y]指令或[Z]指令指定的, [Z]指令初始化阀右侧为输出位置, [Y]指令初始化阀左侧为输出位置

例如: 如果[O]指令跟随[Z]指令发送, 阀将在右侧连通(泵前端看)。

下图针对相应的初始化指令和阀动作, 显示阀位置。

视图3-1. 所有阀类型及阀位置图:



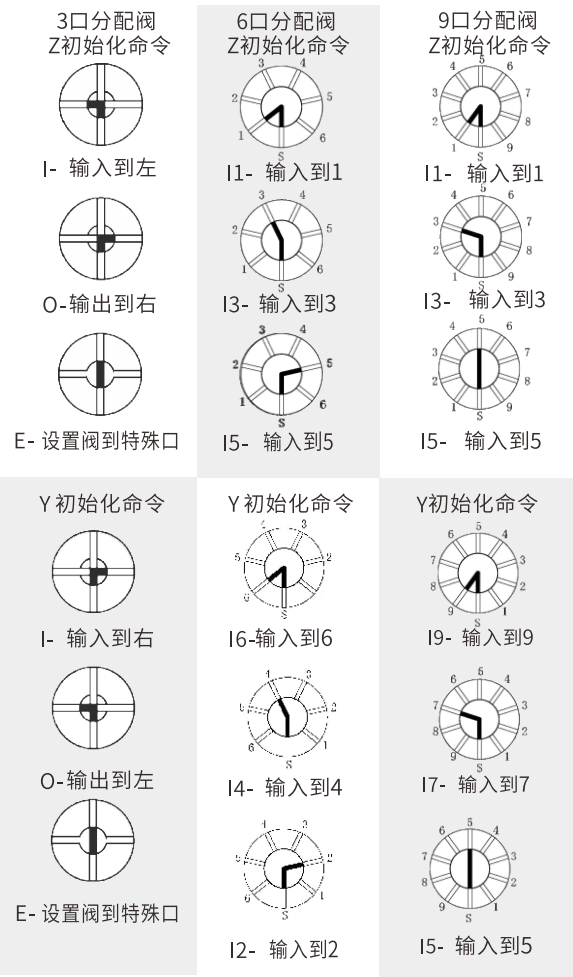


图3-1. 阀位置示意图

B 移动阀到旁路

[B]指令连通输入口和输出口,旁路注射器。

E 移动阀到特殊位置(只适用于3口分配阀和四口阀)

[E]指令移动阀到特殊位置。对于四口阀和指令[B]类似,旁路注射器。

警示! 当阀处于B位置时,不能移动注射器活塞。
发送活塞移动指令会产生11号错误(活塞禁止移动)。

3-3-6 设置指令

设置指令用来控制活塞的速度。活塞移动有2部分组成:

- 缓启阶段. 活塞以起始速度开始移动然后按照程序设定的斜率加速到运行速度。
- 运行速度. 活塞运行速度能够通过[V]指令或[S]指令控制。活塞实际的运行时间与缓启和缓停有关。如果活塞移动距离很短,可能永远达不到运行速度。
- 缓停阶段. 活塞依据程序设定斜率减速运行。为了增强液体断流性能,停车速度([c])定义活塞终止速度。

对于每个活塞移动指令设定的总步数,可以通过计算活塞在每个阶段必须移动多少步,即分解成上述3个阶段完成。

注意事项: 除非运行速度小于开始或停止速度或缓启加缓停步数大于运行步数,泵总是按照如下顺序移动:启动速度[v],运行速度[V],停止速度[c]

K<n> 回退步数

[K]指令设置回退步数。语法指令如下:

[K<n>], 其中<n>=0..31(默认值0)

当活塞驱动电机反向时,机构要先消除系统的回退间隙后才会动作。补偿就是在抽取期间,活塞先向下多移动补偿步数,然后再向上移动补偿步数,保证活塞每次正确的分配位置。需要注意的是,在此操作期间少量液体会从阀的输入口流出。

L<n> 设置斜率

缓启、缓停时间通过使用斜率指令设置。计算按 <n>x2.5kHz/sec。
指令语法如下：

[L<n>], 其中<n>=1..20(默认值7)

表3—10.(斜率表)：

参数值	缓起斜率/加速度 (kHz/s)	缓起时间T (ms)
1	2.5	2000
2	5	1000
3	7.5	667
4	10	500
5	12.5	400
6	15	333
7	17.5	286
8	20	250
9	22.5	222
10	25	200
11	27.5	182
12	30	167
13	32.5	154
14	35	143
15	37.5	133
16	40	125
17	42.5	118
18	45	111
19	47.5	105
20	50	100
运行速度缓起时间计算公式： $t1=T*(Vr-Vs)/Vtop$ Vr: 运行速度, Vs: 启动速度, Vtop: 最高速度		
运行速度缓停时间计算公式： $t1=T*(Vr-Ve)/Vtop$ Vr: 运行速度, Ve: 停止速度, Vtop: 最高速度		

N <n> 微步命令

N用于设置微步或者整步模式，n=0时，为整步模式，n=1时为48000微步模式，n=2时为24000微步模式。

注意：每次初始化后，均默认为整步模式，本说明书未特殊说明时，均为整步模式下的参数。

v<n> 启动速度

[v]指令设置活塞起始速度。启动速度总是小于运行速度。语法指令如下：

[v<n>], 其中<n>=50-1000Hz

(默认值900)

V<n> 设置运行速度

[V]指令设置运行速度。语法如下：

[V<n>], 其中<n>=5..5000Hz(默认值1400)

注意：5ml以上的注射器要求更低的速度。用户必须测定适合于自己应用的速度。

S<n> 设置速度

[S]指令设置活塞的运行速度。<n>增大时，活塞速度减小。
指令语法如下：

[S<n>], 其中<n>=0..40(默认值11)，n对应速度值，详见表二

[S]指令不能覆盖活塞全部速度范围，只是为了方便用户而提供

- 如果启动速度高于运行速度，启动速度=运行速度。
- 如果停止速度高于运行速度，停止速度=运行速度。

表3—11. 速度代码、转速和其它相关数据对应关系表(按默认斜率计算)：

编号(N)	转速(Hz)	转速(rpm/min)	对应线速度(mm/s)
0, 1, 2	5000	750.00	50.00
3	4400	660.00	44.00
4	3800	570.00	38.00
5	3200	480.00	32.00
6	2600	390.00	26.00
7	2200	330.00	22.00
8	2000	300.00	20.00
9	1800	270.00	18.00
10	1600	240.00	16.00
11	1400	210.00	14.00
12	1200	180.00	12.00
13	1000	150.00	10.00
14	800	120.00	8.00
15	600	90.00	6.00
16	400	60.00	4.00
17	200	30.00	2.00
18	190	28.50	1.90
19	180	27.00	1.80
20	170	25.50	1.70
21	160	24.00	1.60
22	150	22.50	1.50
23	140	21.00	1.40
24	130	19.50	1.30
25	120	18.00	1.20
26	110	16.50	1.10
27	100	15.00	1.00
28	90	13.50	0.90
29	80	12.00	0.80
30	70	10.50	0.70
31	60	9.00	0.60
32	50	7.50	0.50
33	40	6.00	0.40
34	30	4.50	0.30
35	20	3.00	0.20
36	18	2.70	0.18
37	16	2.40	0.16
38	14	2.10	0.14
39	12	1.80	0.12
40	10	1.50	0.10

c<n> 停止速度

[c]指令设置活塞终止速度。指令语法如下：

[c<n>], 其中<n>=50..2700Hz (默认900)

注意: 停止速度不能小于启动速度。灌注期间,v用来代替c。

k<n>注射器死区体积设置指令

[k]指令设定初始化后活塞偏移0点的步数。指令语法如下：

[k<n>], 其中<n>=自0位的偏移步数<n>=0..80

初始化时, 活塞向上移动到0点。活塞向下移动n步, 保证在注射器密封唇和注射器顶部之间有小的缝隙。该小缝隙确保每次活塞回程时不撞击活塞顶部。最大限度延长活塞密封件的寿命。

整理参数表范围:

S<n> 从列表中选取速度 [<n>=0..40] 默认:11
V<n> 设置运行速度以Hz/s [<n>=5..5000] 默认:1400
v<n> 设置启动速度以Hz/s [<n>=50..1000] 默认:500
c<n> 设置停止速度以Hz/s [<n>=50..2700] 默认:500
L<n> 设置斜率 [<n>=1..20] 默认:14
其中斜率= $n*2500(\text{Hz/s})/\text{s}$
K<n> 设置回退间隙 [<n>=0..31] 默认:0
<n>设置死区体积 [<n>=0..80] 默认:20

3-3-7 报告指令

? 报告活塞的移动的目标位置

[?]指令以步数[0..6000]报告活塞要移动到的目标位置

?1 报告启动速度

[?1]指令报告启动速度, 返回参数 [50..1000] Hz

?2 报告运行速度

[?2] 指令报告运行速度, 返回参数[5..5000] Hz

?3 报告停止速度

[?3] 指令报告停止速度, 返回参数[5..2700] Hz

?4 报告活塞的当前的绝对位置

[?4]指令报告活塞当前的绝对位置,[0~6150]

?5 报告缓启斜率编号

[?5]报告缓起时间编号,[0~20]。详见表3—10.

?6 报告阀的位置

对于不同的阀类型、不同的初始化指令及不同的阀位置, 阀的位置查询结果不同, 具体如下

指令字	阀类型	Z初始化	Z初始化	Y初始化
			查询结果	查询结果
?6	3口Y型阀	IR	“4”	0
		OR	“0”	4
		BR	“8”	8
	4口阀	IR	“3”	0
		OR	“0”	3
		BR	“6”	9
		ER	“9”	6
	3口分配阀	IR	“3”	9
		OR	“9”	3
		ER	“6”	6
	T型阀	IR	“3”	0
		OR	“0”	3
		BR	“6”	6
	6口分配阀	I1R或O1R	1	1
		I2R或O2R	2	2
		...	...	...
		I6R或O6R	6	6
	9口分配阀	I1R或O1R	1	1
		I2R或O2R	2	2
		...	...	...
		I9R或O9R	9	9

?8 报告驱动力状态

[?8]指令报告驱动力状态 0=最大, 1=次级, 2=最小

?10 报告缓冲区状态

[?10]命令报告缓冲区状态。如果缓冲区闲, 泵返回代码96。如果缓冲区忙, 返回代码64。

?12 报告回退步数

[?12]指令报告回退的步数, 0~31

?13 报告输入口1 (DB15, Pin7)的状态

0: 低, 1:高

?14 报告输入口2(DB15, Pin8)的状态

0: 低, 1:高

?15 报告泵的地址编号

[?15]报告泵的地址编码, ASCII码表示为[1~15] 十六进制数【31-3f】, 十进制数【49-63】

?16 报告出错编码

[?16]报告出错编码,[0~255]详见表四

?23 报告固件版本

[?23]指令以ASCII的形式返回软件版本号及烧录的时间、日期。
V1.0.2 19:16:19 Mar 7 2020

?24 报告注射器死区体积设置值

[?24]报告注射器死区液量体积设置值: 体积值, 以步数表示[0~80]

3-3-8 错误代码及状态查询

Q 报告错误代码和状态字 (详见表3-12.)

表3-12. 错误代码

状态字	Hex# 如果 Bit5 =		Dec# 如果 Bit 5 =		错误代码	
76543210	0	或 1	0	或 1	号	Error
01X00000	40h	60h	64	96	0	无错误
01X00001	41h	61h	65	97	1	初始化错误
01X00010	42h	62h	66	98	2	错误指令
01X00011	43h	63h	67	99	3	参数错误
01X00100	44h	64h	68	100	4	无效指令序列
01X00101	45h	65h	69	101	5	保留
01X00110	46h	66h	70	102	6	EEPROM 失败
01X00111	47h	67h	71	103	7	设备未初始化
01X01001	49h	69h	73	105	9	活塞驱动过载
01X01010	4Ah	6Ah	74	106	10	阀过载
01X01011	4Bh	6Bh	75	107	11	活塞不允许移动
01X01111	4Fh	6Fh	79	111	15	指令溢出

[Q]指令报告错误代码和泵状态(闲或忙)。发送指令串或单指令前发送 [Q]指令确认泵的前一个指令已经全部完成。

注意: 查询指令[Q]是获取状态的唯一办法。
[Q]指令的回答提供两条信息:

泵状态(位 5)和错误状态(位 0-3)。

状态位

位5是状态位.显示泵的忙或闲.位5的定义如下:

状态位 5	描述
X=1	泵处于闲状态, 可以接收新指令
X=0	泵处于忙状态, 只能接收报告和中断指令

在响应大写的移动指令([A],[P], 和[D])过程中,[Q]指令报告泵的状态忙, 对多泵模式必须分开单独查询。

注意: 其它指令返回的状态位, 不能用来确定泵的状态。如果泵处于忙状态只有[Q]指令是有效的。返回的状态字错误信息有效。

错误代码
错误代码描述 SP1-CX 中检测到的故障。状态字的低4位返回错误代码。如果错误产生, 泵停止执行指令, 清除指令缓存, 并返回错误代码。信息窗口提供简单的错误信息提示, 例如活塞过载, 只有通过初始化指令清除。当活塞过载时, 除非重新初始化, 否则设备不会执行阀或活塞移动指令。在状态字中只保留最后的错误代码。例如, 指令溢出产生错误15。如果下一个指令引起错误3, 状态字节返回错误3。

错误代码	描述
0(00h)	无错误
1(01h)	初始化错误—致命错误。当泵初始化失败时该错误产生。
2(02h)	错误指令。一个不认识的指令发送产生该错误。纠正指令操作将继续正常执行
3(03h)	参数错误。当一个无效的参数(<n>)被指令发送时该错误产生。纠正参数泵将继续正常执行。
4(04h)	错误的指令序列。当指令组成或通讯协议不正确时该错误产生。
5(05h)	保留
6(06h)	保留
7(07h)	设备未初始化。当不能初始化时产生该错误。初始化泵以便清除该错误。
9(09h)	活塞驱动过载—致命错误。该错误由注射器活塞移动受阻返回超荷的反向压力产生。泵在继续正常操作之前必须重新初始化。该错误只能通过重新初始化泵清除。
10(0Ah)	阀过载—致命错误。该错误是由于阀驱动因阻塞或返回超荷反向压力造成失步产生。泵在正常继续操作前必须重新初始化。发送另一个阀指令初始化阀并且设置到正确位置。连续的阀过载错误意味着阀需要更换。
11(0Bh)	活塞不允许移动。当阀在旁路或直通位置时, 活塞移动指令不允许操作。
15(0Fh)	指令溢出。指令串长度超过缓冲区长度 (128字节) 或活塞移动过程中发送移动指令、设置指令、阀指令或在 'M'、'H' 指令执行时发送移动指令会产生错误15

根据不同的错误类型处理方式不同。描述如下：

一般错误。 其中包括“错误指令”(错误2), “参数错误”(错误3), “错误指令序列”(错误4), 和“活塞禁止移动”(错误11)。在指令发送后, 立即返回错误代码。收到有效指令, 泵将继续正常执行。

初始化错误。 其中包括“初始化错误”(错误1)和“设备未初始化”(错误7)。如果泵初始化失败或初始化指令未发送, 后续的指令不会执行。

可以在初始化后发送一个[Q]指令, 确认泵是否初始化成功。

- 如果初始化成功并且泵处于闲状态, 后续的指令可以执行
- 如果未初始化, 泵必须重新初始化直到初始化成功。
- 如果初始化失败, 收到移动指令后, 返回一个"设备未初始化"错误

过载错误。 包括“活塞过载”和“阀过载”错误(错误9和10)。如果产生活塞或阀过载, 泵在继续操作前必须重新初始化。如果初始化失败, 返回初始化错误。

指令溢出错误。 错误15。指令串长度超过缓冲区长度(128字节)或活塞移动过程中发送移动指令、设置指令、或阀指令会产生错误15, 在‘H’、‘M’指令运行时执行其它指令也会产生错误15。用[Q]指令可以查询泵的忙闲状态, 当闲时可以接收新指令。

报告指令, [T]指令不返回错误15。

错误报告举例：

[A7000R]	不立刻返回错误, 随后[Q]指令查询时, 返回"无效参数"错误, 错误状态不会清除, 再次输入指令时, 该错误状态被覆盖。
[A6000A6500R]	移动活塞到6000后停止。[Q]指令返回错误。
[x2000R]	立即返回无效的指令错误。泵状态是"闲"
[A6000x2000R]	立即返回无效的指令错误。泵状态是"闲"
阀旁路[A1000R]	不会立即返回错误, 当[Q]指令查询时, 返回"活塞禁止移动"错误。

4、针对特定应用的优化

SP1-CX 是一款能为多种流体提供高精度抽取/分配性能的注射泵。液体粘度、抽取/分配速度和系统尺寸[注射器尺寸, 管内径和阀内径]的相互影响决定了其在特定应用中的性能。重新调整下列各项(硬件, 流体和泵控制)参数并优化以达到最理想的泵性能。

4-1 术语表

气隙	在输出管末端或夹在管路两段液体中间的气泡。气隙可以通过抽取空气(程序控制气隙)或由于液体系统的弹性(惯性气隙)产生。
抽取/分配管	连接阀 (1/4-28螺纹)到样品源和目标容器的管路。为了更好的断流, 抽取/分配管的内径最好小于试剂管的内径并且端部收紧。
回退间隙	由机械间隙造成的活塞运动误差。当活塞换向时为了保证精度, 可通过程序设置补偿间隙。
反压力	由于液体惯性和摩擦力混合产生的阻力。
断流	描述如何控制分配中输出管末端残留液滴的大小。快速停止时, 由于惯性可以使残留液滴脱离的更干净。
漏气	过快的抽取速度会产生不必要的气泡
遗留物	前一次抽取或分配液体的残余物。遗留物会造成待处理液体最终体积和密度的变化。
气穴现象	是由于快速压力变化而产生的气泡。
稀释效应	降低样品或反应物的浓度。由于系统液体或前一次抽取或分配残留液体造成。
I.D.(内径)	约束流体路径的管直径
填充	用无泡的液体完全充满管路和注射器, 可以进行持续、重复的抽取动作。管路和注射器中的气体相当一个弹簧, 对精确度和精密度有不良影响。
试剂管	连接阀 (1/4-28螺纹)到试剂源的管路, 用来填充注射器; 最好采用比抽取和分配管更大的直径, 并且平头末端放入试剂源中。
系统液体	填充泵系统的液体, 不作为样品或试剂。指定的系统液体是去离子水或缓冲液。系统液体通过气隙与样品或试剂液体隔离以避免混杂。

实际上,注射器活塞开始移动很慢,然后升速到运行速度。允许活塞开始逐步增速,这样就不会造成电机过载以提供最大的流量。注射器活塞通过降速停止。这样有利于提高分配精度。

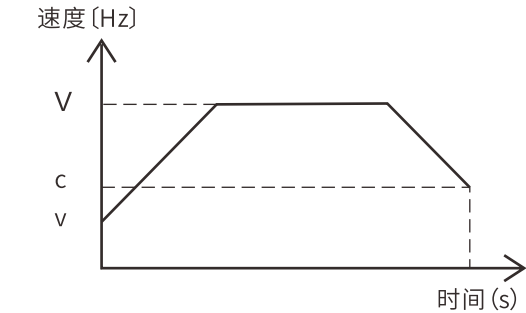


图4-1.升降速曲线图

- 启动速度(v) 注射器活塞开始移动的速度
运行速度(V) 注射器移动速度
停止速度(c) 注射器活塞停止时的速度
斜率 (L) 注射器活塞在启动速度,运行速度和停止速度之间的 加速度

指定抽取或分配的体积后,可以根据不同的注射器尺寸算出活塞需要移动的步数。假定一个要抽取或分配的体积,可用如下公式计算:

#步数= $\frac{\text{全程步数} \times \text{体积}}{\text{注射器规格}}$

例如,使用 SP1-CX 泵用1mL的注射器抽取 100μL,移动步数如下:

#步数= $\frac{6000\text{步} \times 100\mu\text{L}}{1\text{mL} \times 1000\mu\text{L/mL}} = 600\text{步}$

4-2 性能优化

注意:泵必须在垂直状态运行。不要在干燥或未灌注的情况下移动阀或注射器活塞。

指令描述, 参看第3章,"软件通讯"
按照如下步骤优化 SP1-CX 性能:

1 检查化学兼容性

化学兼容性表 参看 附录 D, "抗化学特性表", 检查所用试剂与注射器、阀材料是否完全兼容。如不兼容则必须使用系统液体。根据需要处理的液体完成优化过程。
注意: 如果试剂与注射器、阀材料不兼容, 则需要使用系统液体填充注射器、阀和从入口到出口的管路。在管路填充后且样品或试剂抽取前, 必须在抽取/灌注的管路中导入气隙, 以隔离系统液体和样品或试剂。为防止气隙断开需要慢慢的抽取, 并且气隙体积应占抽取液体的 1/10或至少10μl以防止稀释效应。当处理多次无分配抽取时, 每次抽取液体需要用类似的气隙隔离, 以防止混合或污染。为了装载待处理液体的总体积, 抽取/分配管必须足够长。

2 选择注射器

根据分配液量和流量要求, 选择一个无需再装满就既能满足流量又能提供最小的和最大分配液量的注射器(见 表4-1)。较小的注射器精度会更高, 较大的注射器能满足多次抽取或分配的均分要求, 并且有更好的断流性能和更长的寿命。

表4-1. 流量范围表

注射器尺寸	理论最小流量	理论最大流量
50μL	0.0025 mL/min	2.5 mL/min
100μL	0.0050 mL/min	5 mL/min
250μL	0.0125 mL/min	12.5 mL/min
500μL	0.025 mL/min	25 mL/min
1mL	0.050 mL/min	50 mL/min
2.5mL	0.125 mL/min	125 mL/min
5mL	0.25 mL/min	250 mL/min
10mL	0.5 mL/min	500 mL/min
25mL	1.25 mL/min	1250 mL/min

注: 流量不包含抽取阶段且忽略缓启、缓停时间。

表4-2. 注射器分配抽取最大速度推荐表 (环境温度:26℃;湿度:65%)

配备管路	注射器标称值(μL)	推荐分配的最大速度 (不堵车) 单位:Hz	推荐抽取的最大速度 (密闭,不能进空气) 单位:Hz
0.5 mm (I.D.)	50	5000	5000
	100	5000	5000
	250	5000	1700
	500	5000	700
	1000	5000	300
	2500	4300	150
	5000	1500	80
	10000	690	30
	25000	400	----
1.0 mm (I.D.)	50	5000	5000
	100	5000	5000
	250	5000	5000
	500	5000	5000
	1000	5000	4000
	2500	5000	1600
	5000	5000	800
	10000	4600	380
	25000	1200	120
1.5 mm (I.D.)	50	5000	5000
	100	5000	5000
	250	5000	5000
	500	5000	5000
	1000	5000	5000
	2500	5000	2000
	5000	5000	1500
	10000	4800	500
	25000	1700	230
结论: 当使用大于1ml的注射器时, 注射器抽取速度过高会出现漏气现象。这会 影响注射泵抽液和打液的精度, 并且随着注射器截面积和抽取速度的增加, 漏 气现象也会加剧, 对泵的带载能力的要求也就越大; 所以当使用大容积注射器 时其最高抽取的速度会下降, 可能达不到最高的5000 Hz。			

3 选择管

选择管时, 通常小注射器配小内径管, 大注射器配大内径管。大多数阀
的流道内径为1/16"。抽取管/分配管常采用热成形或锥形末端形式, 以
保证大多数应用中更好断流和更高的精度。当抽取很小体积 (1-5μl)
的样品时应该用一个锥形缩口的末端。平头末端更适合大液量的应
用。推荐的管, 参看表4-2; 关于不同类型管的详细描述, 参看 附录 A
“订购信息”

表4-3. 管路推荐表

工业注射泵SP1-CX适用的管子	
规格型号	规格描述
008T16-050-200	1.6mm (1/16") O.D. × 0.5mm (.02") I.D.
008T16-100-200	1.6mm (1/16") O.D. × 1.0mm (.039") I.D.
008T32-150-100	3.2mm (1/8") O.D. × 1.5mm (.059") I.D.

4 接通泵

连接泵电源和通讯口, 安装注射器和管。管输入端放入干净的储液
器; 管输出端放到废液器。

5 检测泵的通信

- a) 启动应用程序
- b) 发送指令[?23]查看泵的固件版本。通讯成功的话将返回版本号和状
态。

可能的错误:
无响应。检测连线是否松动或连接错误, 或连接到了错误的计算机串
口。然后再试。

6 初始化泵并设定速度

假定输入管连接到阀的右侧口。如果输入管连接到左侧口, 用[Y]替换
下列指令中的[Z]。

发送指令[ZR]初始化泵。初始化成功, 注射器活塞会移动到位置"O", 并
返回一个"闲"状态信号。

可能的错误:
错误1 (初始化错误)。检测管是否阻塞, 然后重新初始化。如果使用内
径非常小的管或抽取粘稠的液体, 初始化速度需要降低。

先发送指令[Z13R] (初始化满活塞驱动力) (针对10ml或更大的注射
器)。逐步减小初始化速度直到泵成功初始化。

7 灌注注射器

- a) 发送指令[IA6000R], 通过阀输入口抽取液体到注射器。
- b) 如果管路和注射器中有气泡, 重新抽取直到气泡完全消失

如果几个抽取行程后气泡仍然存在, 拆开注射器用酒精擦拭干净。同时检查连接头、注射器和阀连接是否拧紧。

- c) 重新灌注。

可能的错误: 错误9 (活塞过载)。看步骤8。

8 检测灌注/分配

发送指令[IA6000OA0R], 从输入口灌注到注射器, 然后从输出口分配。成功执行的话就是移动注射器活塞到位置"6000"再回位置"0", 然后返回"闲"状态。

可能的错误:

错误9 (活塞过载), 活塞不能移动, 造成原因可能由于流速过快使得回压过大, 或是管内径狭小, 或阀/管受阻。此种情况不管在灌注或是分配过程中均可能发生。通过发送指令[S12IA6000OA0R] 依次减小活塞速度直到泵灌注和分配成功, 就可以区分是阻塞还是流速限制引发的活塞过载错误。

9 设置启动速度和运行速度

通过[S]指令控制活塞速度在60mm/1.26s-60mm/20min。[V]指令允许在全速度范围中做细微的调整。一般来讲, 灌注应该慢(避免气穴现象), 分配应该快(提升断流效果)。由于气穴和断流影响精度, 所以应该分别对灌注和分配的速度进行优化设置。

当灌注/分配时, 设置启动速度[v]和运行速度[V]满足应用吞吐量

- A) 发送指令[v50IA6000OA0R]。逐渐增加启动速度(增加"v_"值)确定合适的最大值。
- B) 发送指令[vxVxIA6000OA0R]设置运行速度等于启动速度(x)。逐渐增加运行速度(增加"V_"值)最后确定一个不会导致活塞过载或引起气穴现象的最大值。

10 设置停止速度和斜率

当灌注/分配时, 设置斜率[L]和停止速度[c]获取可重复的断流

优化停止速度, 首先从应用允许的最高停止速度(低于2700Hz或运行速度)开始。发送指令[cxIA6000OA0R]并观察活塞是否过载或有液体泼溅到分配器皿外。如果出现其中的任何情况, 降低停止速度直到泵能很好的断流分配液体。

影响断流的另一原因是惯性气隙。就像管末梢小的气隙。大的注射器更容易产生惯性气隙, 惯性气隙能改善管末端液体断流状况。如果在应用中不期望产生惯性气隙, 使用较低的停止速度或运行速度会消除惯性气隙。但是, 液体断流就会变差。

在有些实例中可能不会改善液体断流。良好的断流对精度非常重要; 当使用慢速时要特别注意, 因为小液滴通常会附着在管的末端。

例如使用2.5mL注射器(P/N 5133), 分配管和含表面活性剂的去离子水:

- * [S24IA6000OA0R]- 管末端会残留一滴
- * [S24IA6000OA5S1A0R]- 管末端无液滴
- * [V100IA6000OA0R]- 管末端会残留一滴
- * [V100IA6000OA5V5000A0R]- 管末端无液滴

逐渐增加停止速度和斜率同样能改善液体断流状况。
小注射器配小内径的管能改善断流状况。

注意事项: 不可能在所有环境达到好的液体断流, 特别对于小于500μl的注射器或少量的液体。

11 设置间隙补偿

在灌注的时候需要给予间隙补偿。间隙补偿使活塞下降到理论停止点, 然后再下降设置的补偿步数, 再反向回退设置补偿步数。间隙补偿保证注射器活塞移动中更好的精度。

4-3 帮助提示

为了确保泵的性能, 按照如下要求操作:

- 及时擦干净所有溢出液体。
- 抽取低温液体可能会引起泄露, 这是由于Teflon和玻璃的膨胀系数不同造成的。在15°C或更低的温度抽液体时可能会泄露。
- 谨慎操作有机溶剂。使用有机溶剂可能会造成管和密封件的寿命缩短。

5. 维护保养

虽然根据应用的不同保养也会不同，但是下列推荐的程序将尽可能的保证泵的最佳性能和最长的使用寿命。

维护保养周期:

- 日维护
- 周维护
- 周期性维护

5-1 日维护

为了确保正确操作 SP1-CX, 日维护包括:

- 检查泵是否有漏液状况, 并且纠正任何可能存在的故障
- 擦拭干净泵和周围的溢出的液体
- 在每次使用后或不用时, 用蒸馏水或去离子水冲洗泵(包括注射器)

不允许泵多次干运行, 即不带液运行。

5-2 周维护

SP1-CX 的流体路径必须每周清洗以移除沉淀物比如盐, 排除细菌增长等等。可以选用下列三种的任何一种:

- 稀释的清洗剂
- 弱酸和弱碱
- 10%的漂白剂

使用以上溶液的清洗程序详细描述如下。

5-2-1 稀释后的清洁剂清洗

按如下步骤, 用稀释清洁剂清洗泵:

- 1 用稀释清洁剂溶液灌装泵 (例如, 2%的CONTRAD®, RoboScrub® or flo-kleen溶液) 并且保持溶液在注射器最低位时在泵中停留30分钟。
- 2 30分钟后, 取出试剂中的试剂管, 并将注射器和管路中所有液体排入废液容器。
- 3 用蒸馏水或去离子水灌装泵最少10次。并在存储泵时液体通路中充满蒸馏水或去离子水。

5-2-2 弱酸和弱碱清洗

按照下列步骤, 用弱酸和弱碱清洗泵:

- 1 用0.1N NaOH灌装泵, 并在注射器最低位时保持溶液在泵中停留10分钟。
- 2 用蒸馏水或去离子水冲洗泵。
- 3 用0.1N HCl灌装泵, 并在注射器最低位时保持溶液在泵中停留10分钟。
- 4 10分钟后, 取出0.1 N HCl溶液中的试剂管, 并将注射器和管路中所有液体排入废液容器。
- 5 用蒸馏水或去离子水灌装泵最少10次。

5-2-3 10%漂白剂清洗

按照下列步骤, 用10%漂白剂清洗泵:

- 1 配置10%的漂白剂(1倍漂白粉和9倍水)。
- 2 用10%漂白剂灌装泵, 并在注射器最低位时保持溶液在泵中停留30分钟。
- 3 30分钟后, 从10%漂白剂溶液中取出试剂管, 并将注射器和管路中所有液体排入废液容器。
- 4 用蒸馏水或去离子水灌装泵最少10次。

5-3 定期维护

管、注射器密封件和阀要求定期维护。根据下列现象判定是否需要更换：

- 精度和准确度不够
- 变化的或移动的气隙
- 泄露

如果有以上现象发生, 并且不能判定是哪个部件引起的。按照下列顺序依次更换部件是最容易和经济的：

- 输入和输出管
- 活塞密封件
- 阀

更换频率取决于循环次数、使用液体和维护手段。

5-3-1 质量保证

在合格的基准上检查 SP1-CX 的精度。

推荐使用0.1mg的分析天平, 通过重量分析校核泵的精度。可以用重量分析测量法校正环境温度下水的比重。

可以通过对比目标液量和实际分配液体的重量来校核注射器。

重复运行最少20次测定精度, 平均数、标准偏差和变化系数(见下列公式)能计算出来。水的比重和环境温度有关, 精度测量计算时必须考虑。还有, 为了防止由于液体粘附在吸气管尖端造成的读数误差, 需要在水中加少量的表面活性剂 (例如:0.01%的氟石)。

%变化系数=(标准偏差/平均数)*100

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

$$\%Accuracy = \left[\frac{\left| \frac{\bar{X}}{sg} \right| * 100}{Vol_{expected}} \right] - 100$$

其中:

sg=水的比重 @25°C=0.99707

Vol=要分配液量

n=重复次数

X=单个数据

$\bar{X}$ =所有数据平均数

5-3-2 更换分配管和试剂管

更换分配管和试剂管, 遵循下列步骤:

- 1 松开管接头, 取出管。
- 2 安装新的管, 把管接头拧紧到阀上。

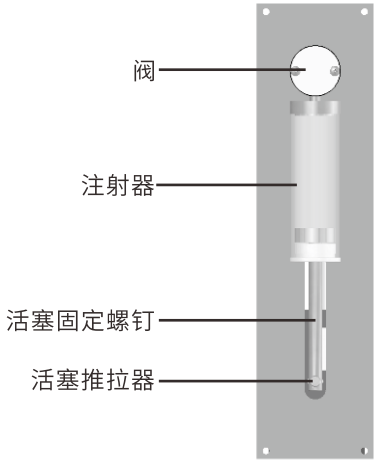
5-3-3 更换注射器

更换注射器, 遵循下列步骤:

- 1 排干净注射器中的液体。
- 2 通过发送[ZR], [A6000R]指令降下推拉器。
- 3 旋下活塞固定螺钉。
- 4 从阀上旋下注射器。

- 5 按下列步骤安装注射器，见图 5-1：
- a 将注射器活塞穿入活塞推拉器中
 - b 连接注射器和阀（阀中放入密封垫，将注射器的头部螺纹旋入阀体）
 - c 旋紧活塞固定螺钉，确定注射器活塞杆固定到位

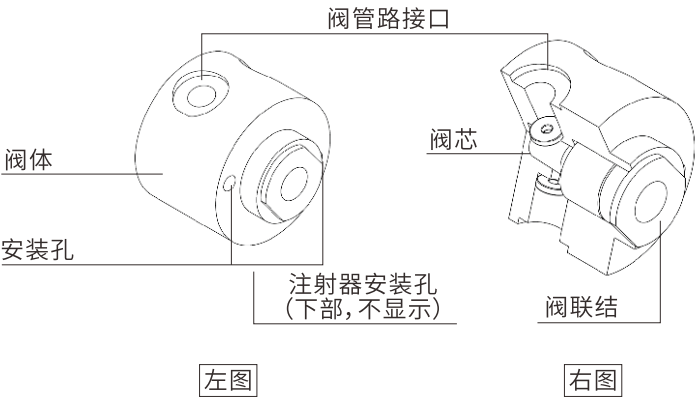
注意: 确保活塞固定螺钉拧紧。



6 重新初始化泵。

5-3-4 更换阀

按下列步骤更换阀：



- 1 排空注射泵管路液体。
- 2 用[ZR]指令初始化泵后，并用[A3000R]指令将活塞拉到中间位置。
- 3 拆除注射器和管。
- 4 拧下阀前端的十字头螺钉，取下阀。
- 5 将新发连接槽与半圆出轴相连。
- 6 旋转阀，使阀管接口在上，注射器接口在下。
- 7 轻轻转动阀体，匹配阀的固定孔和泵前面板的孔。
- 8 将两个十字圆头阀螺钉插入安装孔，拧至接触阀体，然后再旋紧1/4到1/2圈。

5-4 现场更换

详细步骤见维修手册

6、技术服务

关于订购和操作的更多信息和问题,请通过以下方法联系生产商技术服务:

电话: 0312-3138553 3132333 3138011

售后电话: 0312-3127877

传真: 0312-3168553

Https://www.longerpump.com.cn

E-mail:info@longerpump.com

地址:保定国家高新技术产业开发区大学科技园6号楼B座3-4层

如果你给技术支持电话,请准备下列资料:

- 订货号
- 订货时间
- 使用环境—外部环境和相关液体或试剂
- 问题的详细描述

附录A 订购须知

附录A-1配置和配件列表

标准配置表

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	注射泵	SP1-CX	1	
2	阀	ILS-2700081	1	三口阀
3	阀门垫圈		3	阀自带
4	说明书		1	中文说明书
5	合格证		1	出厂合格证

选择配置表

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	注射器	见A-1-3注射器表		按用户要求选配
2	管接头	见A-1-4管接头表	2套	单台配置
3	PTFE管	见A-1-5适用管表		按用户要求选配
4	开关电源	24V1.5A		适用于单台设备
5	数据线	RS232或RS485或CAN		按用户要求定制
6	RS232/485 转换适配器			按用户要求选配
7	电源线	0.5mm ² ,1.5m三头电源线	1	根据客户需求 选配
		0.5mm ² 欧式电源线	1	
		0.5mm ² 美式电源线	1	

注射器表

工业注射泵 SP1- CX 注射器		
注射器 规格	常温 (PTFE)	低温 (PTFE)
50ul	✓	-
100ul	✓	-
250ul	✓	-
500ul	✓	-
1ml	✓	-
2.5ml	✓	✓
5ml	✓	✓
10ml	✓	✓
25ml	✓	✓

管接头表

工业注射泵SP1-CX适用管接头		
管接头	Tubing O.D	配套锁紧锥
002144 PEEK	1/16"	008CZ16 PTFE
002244 PEEK	1/8"	008CZ32 PTFE

管路表

工业注射泵SP1-CX适用的管子	
规格型号	规格描述
008T16-050-200	1.6mm (1/16") O.D.×0.5mm (.02") I.D.
008T16-100-200	1.6mm (1/16") O.D.×1.0mm (.039") I.D.
008T32-150-100	3.2mm (1/8") O.D.×1.5mm (.059") I.D.

根据用户要求兰格公司会提供相关的通讯规约资料和简易操作软件。如有特殊需要也可根据用户要求编制相关操作软件。

附录A-2 其它兰格产品

蠕动泵系列： 基本型/流量型/分配型/工业型/批量传输型等

精密注射泵系列：实验室型注射泵/工业型注射泵等

灌装系统

OEM产品： 蠕动泵软管/蠕动泵配件

附录B 活塞资料

附录B-1 活塞驱动力
测定满足要求,详细设置及数值如下:

最大活塞驱动力=满
次一级活塞驱动力=1/2
最小活塞驱动力=1/4
(设置参数<n>: 0,3-40=最大;1=次一级;2=最小)

附录B-2 活塞时间计算
下列计算步骤测定 SP1-CX 的活塞速度。4种不同的情况如下:

- 1 开始,运行和停止速度相等,或运行速度小于50Hz。
- 2 典型的动作,包括缓启,恒速和缓停。
- 3 移动时间太短而不能达到停止速度。
- 4 移动时间太短而不能达到运行速度。

附录B-3 符号定义

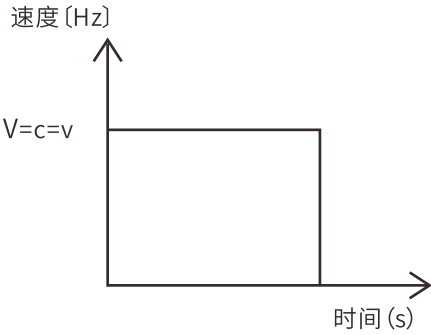
符 号	名 称	范 围 (n)	单 位
v	启动速度	50-1000	半步/秒 或 Hz
V	运行速度	5-5000	半步/秒 或 Hz
c	停止速度	50-2700	半步/秒 或 Hz
L	斜率	1-20	N*2500半步/sec ²
A	移动距离	0-6000	整步
t1	升速时间		秒
t2	恒速时间		秒
t	总运行时间	t1+t2+t3	秒
A1	升速步数		半步
A2	恒速步数		半步
A3	降速步数		半步

附录B-4 移动计算

注:移动计算曲线只包含例一、例二两种方式,且时间计算有误差
例1. 开始,运行和停止速度相等或运行速度小于50Hz

例1 使用当 $v=V=c$ 或 $v \leq 50$

移动图标如下:



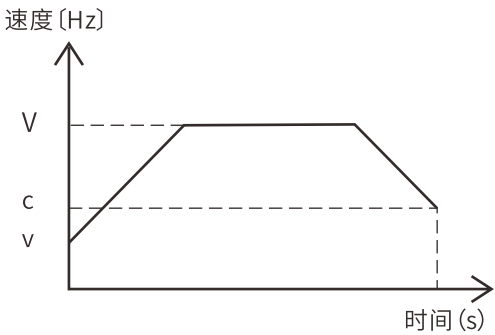
计算:

$v=900\text{Hz}$ $L=14$
 $V=900\text{Hz}$ $A=6000\text{步}$
 $C=900\text{Hz}$

总的移动时间: $t=A/V=6000/900=6.67\text{ s}$

例2. 缓启,恒速,缓停

例2 当 $A_1 + A_3 < A$ 移动图表如下:



计算:

$v=50\text{Hz}$ $L=14$
 $V=5000\text{Hz}$ $A=3000$ 整步
 $c=500\text{Hz}$

缓启步数 $A_1=(V^2-v^2)/2L=(5000^2-50^2)/(2*14*2500)=357$ 半步
缓停步数 $A_3=(V^2-c^2)/2L=(5000^2-500^2)/(2*14*2500)=354$ 半步
如果 $A_1+A_3<2A$ $(357+354)<6000$, 那么:
缓启时间 $t_1=(V-v)/L=(5000-50)/(14*2500)=0.14\text{ s}$
缓停时间 $t_3=(V-v)/L=(5000-500)/(14*2500)=0.13\text{ s}$
恒速步数 $A_2=2A-A_1-A_3=2*3000-357-354=5289$ 半步
恒速时间 $t_2=A_3/V=5289/5000=1.06\text{ s}$
总的移动时间 $t=t_1+t_2+t_3=0.14+1.06+0.13=1.33\text{ s}$

附录C ASCII码表

十进制	十六进制	字符/缩写	十进制	十六进制	字符/缩写
0	00	NUL	31	1F	US
1	01	SOH	32	20	SP
2	02	STX	33	21	!
3	03	ETX	34	22	"
4	04	EOT	35	23	#
5	05	ENQ	36	24	\$
6	06	ACK	37	25	%
7	07	BEL	38	26	&
8	08	BS	39	27	'(apostrophe)
9	09	HT	40	28	(
10	0A	LF	41	29	)
11	0B	VT	42	2A	*
12	0C	FF	43	2B	+
13	0D	CR	44	2C	,(comma)
14	0E	SO	45	2D	-(en dash)
15	0F	SI	46	2E	.(Period)
16	10	SLE	47	2F	/
17	11	CS1	48	30	0
18	12	DC2	49	31	1
19	13	DC3	50	32	2
20	14	DC4	51	33	3
21	15	NAK	52	34	4
22	16	SYN	53	35	5
23	17	ETB	54	36	6
24	18	CAN	55	37	7
25	19	EM	56	38	8
26	1A	SIB	57	39	9
27	1B	ESC	58	3A	:
28	1C	FS	59	3B	;
29	1D	GS	60	3C	<
30	1E	RS	61	3D	=
			62	3E	>
			63	3F	?

十进制	十六进制	字符/缩写	十进制	十六进制	字符/缩写
64	40	@	96	60	` (tick)
65	41	A	97	61	a
66	42	B	98	62	b
67	43	C	99	63	c
68	44	D	100	64	d
69	45	E	101	65	e
70	46	F	102	66	f
71	47	G	103	67	g
72	48	H	104	68	h
73	49	I	105	69	i
74	4A	J	106	6A	j
75	4B	K	107	6B	k
76	4C	L	108	6C	l
77	4D	M	109	6D	m
78	4E	N	110	6E	n
79	4F	O	111	6F	o
80	50	P	112	70	p
81	51	Q	113	71	q
82	52	R	114	72	r
83	53	S	115	73	s
84	54	T	116	74	t
85	55	U	117	75	u
86	56	V	118	76	v
87	57	W	119	77	w
88	58	X	120	78	x
89	59	Y	121	79	y
90	5A	Z	122	7A	z
91	5B	[	123	7B	{(Left brace)
92	5C	\(backslash)	124	7C	(Vertical bar)
93	5D	]	125	7D	} (Rightbrace)
94	5E	^(control)	126	7E	~ (Tilde)
95	5F	-(emdash)	127	7F	DEL

附录D 化学特性表

表 D-1, 下来的几页, 提供了化学兼容性资料概要。建议你参考使用这些资料, 并测试每种应用液体的化学兼容性。

警告! 在个别应用中疏忽化学兼容性测试可能导致破坏泵和或测试结果。

列表D-1中列出在SP1-CX中采用的材料:

Teflon(PTEE,TFE,FEP) 管,阀芯,密封
Kel-F 阀体
聚丙烯 管接头

代码和符号表D-1中如下:

- 无数据
0 无影响-优良
1 很小影响-好
2 中等影响-普通
* 聚丙烯-满意-22度
** 聚丙烯-满意-49度

化学特性表

溶剂	特氟龙	Kel - F	PEEK
Acetaldehyde(乙醛)	0	0	0
Acetates (醋酸盐)	-	0	-
Acetic Acid (乙酸)	0	0	0
Acetic Anhydride (乙酸酐)	-	0	-
Acetone (丙酮)	0	0	0
Acetyl Bromide (乙酰溴)	0	-	-
Ammonia (氨)	0	-	-
Ammonium Acetate (醋酸铵)	0	-	-
Ammonium Hydroxide (氢氧化铵)	0	0	0
Ammonium Phosphate (磷酸铵)	-	0	-
Ammonium Sulfate (硫酸铵)	-	0	0
Amyl Acetate (乙酸戊酯)	0	-	0
Aniline (苯胺)	0	0	-
Benzene (苯)	0	3	0
Benzyl Alcohol (苯甲醇)	0	0	-
Boric Acid (硼酸)	0	0	-
Bromine (溴)	0	0	3
Butyl Alcohol (丁基酒精)	0	0	0
Butyl Acetate (丁基醋酸盐)	0	-	-
Carbon Sulfide (硫化碳)	0	-	-
Carbon Tetrachloride (四氯化碳)	0	1	0
Chloracetic Acid (氯代乙酸)	0	0	-
Chlorine (氯)	0	1	-
Chlorobenzene (氯苯)	-	-	0
Chloroform (氯仿)	0	-	0
Chromic Acid (铬酸)	0	0	0
Cresol(甲酚)	0	-	-
Cyclohexane (环己胺)	0	-	0
Ethers (天空醚)	0	-	-
Ethyl Acetate (乙酸乙酯)	0	-	0
Ethyl Alcohol (酒精)	0	-	0
Ethyl Chromide	0	1	-
Formaldehyde (甲醛)	0	0	0

溶剂	特氟龙	Kel - F	PEEK
Formic Acid(蚁酸)	0	0	0
Freon (氟利昂)	0	2	-
Gasoline (汽油)	0	0	0
Glycerin (甘油)	0	0	0
Hydrochloric Acid (盐酸)	0	0	0
Hydrochloric Acid (conc) 浓盐酸	0	0	0
Hydrofluoric Acid (氢氟酸)	0	0	3
Hydrogen Peroxide (过氧化氢)	0	0	0
Hydrogen Peroxide (conc) 浓过氧化氢	0	0	0
Hydrogen Sulfide (硫化硫)	0	0	0
Kerosene (煤油)	0	0	-
Methyl Ethyl Ketone (MEK) (丁酮)	0	-	-
Methyl Alcohol (甲醇)	0	-	0
Methylene Chloride (二氯甲烷)	0	0	-
Naptha (卫生球)	0	1	-
Nitric Acid (硝酸 20%)	0	0	0
Nitric Acid (硝酸 50%)	0	0	0
Nitrobenzene (硝基苯)	0	-	0
Phenol (苯酚)	0	-	-
Pyridine (嘧啶)	0	-	-
Silver Nitrate (硝酸银)	0	-	-
Soap Solutions (肥皂液)	0	-	0
Stearic Acid (硬脂酸)	0	-	-
Sulfuric Acid (硫酸)	0	0	-
Sulfuric Acid (conc) 浓硫酸	0	0	-
Sulfurous Acid (亚硫酸)	0	0	-
Tannic Acid (鞣酸)	-	0	-
Tanning Extracts (鞣革剂)	0	-	-
Tartaric Acid (酒石酸)	0	-	-
Toluene (甲苯)	0	1	0
Trichloroethylene (三氯乙烯)	0	3	0
Turpentine (松节油)	0	0	-
Water (水)	0	0	0
Xylene (二甲苯)	0	0	0

附录E 技术参数

主要在设备、仪器中配套使用,尤其是程序化任务的过程自动化旋转阀、面板安装、RS485/RS232/CAN总线通讯控制产品具有CE认证,符合RoHS指令要求

主要指标	
液量准确度	≤1.0 % (1 ml 注射器及以上)
液量精确度	重复性误差≤0.05%(全行程,500uL注射器及以上)
液路材质	硼硅酸盐玻璃, PTFE, PFA, CTFE, ETFE, UHMW-PE
外形尺寸(长*宽*高)	114mm (L) x 65mm (W) x 254mm (H)
重量	2.15 千克
适用电源	DC 24V, 峰值1.5A
注射器及驱动	
注射器接口	1/4"-28内螺纹接口
适用注射器规格	50uL,100uL,250uL,500uL,1mL, 2.5mL,5mL,10mL,25mL
注射器材料	硼硅酸盐玻璃, PTFE涂层的不锈钢推杆, PTFE或UHMW-PE推头
控制步数及分辨率(标准模式)	全行程6000步,控制分辨率为1步0.01mm
控制步数及分辨率(微步模式)	全行程24000步,控制分辨率为1步2.5μm 全行程48000步,控制分辨率为1步1.25μm
额定行程	60mm
额定行程运行时间范围	1.26s-1200s
传动结构	滚珠丝杠传动
阀及阀驱动	
阀换位时间	≤250ms(相邻两口之间)
阀类型	标配:3口Y型阀,可定制:3口分配阀, 4口阀,T型阀,直通阀或无阀
液路最大承压参考值	0.68Mpa
管路接口	1/4"-28内螺纹接口
通信	
通讯接口	RS485或RS232或CAN总线,外控输入输出
协议	数据终端, OEM协议(串口)或CAN总线
通信速率	9600bps或38400bps(RS485或RS232) CAN总线:100KB,125KB 250KB,500KB or 1MB
通信参数	数据位:8;奇偶校验:无;停止位:1半双工

固件功能	
拓扑组网	最多支持15个泵组网,支持分组及单独控制
在线升级功能	无需专用设备,通过PC机就可以在线升级程序
堵车找零功能	活塞通过堵车方式确定零点位置,从而大大降低了死区体积
暂停功能	增加“h”指令,可使活塞运行过程中暂停;通过“R”或“r”可继续执行,实现设备的交互控制
微步模式功能	可以设置微步运行模式,微步模式采用8细分或16细分技术,全程共48000微步
可编程能力	可编程坡度/截止速度/活塞速度/间隙补偿/可存储指令序列、延迟和循环,终止运动,诊断,绝对或相对位置
操作和运输环境	
工作环境温度	推荐环境温度15℃~40℃,低温运行需配置低温注射器
工作环境相对湿度	<80% RH, 无结晶
存储环境温度	-20℃~65℃
存储环境相对湿度	<80% RH, 无结晶

附录F 快速指令表

控制指令 (即操作、执行指令) 表

指令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	指令描述
R				立即执行当前指令
X				重复执行上条指令
G<n>	0~30000	1	0=无限循环执行; 1~30000=循环次数	循环执行指令序列结束标识
g				重复指令序列的开始标志
M<n>	5~30000		延时时间5-30000ms	延时执行当前指令
H<n>	0~2	0	0=等待R指令或外控输入1或2变高, 继续执行; 1=等待R指令或外控输入1变高, 继续执行; 2=等待R指令或外控输入2变高, 继续执行;	暂停运行指令
T			终止执行中的指令或指令串	终止操作指令
J<n>	0~7	0	0=三路外控输出全为低电平; 7=三路外控输出全为高电平;	三路外控输出状态操作指令
h				暂停正在执行的指令(串)
r				恢复被暂停的指令(串)
s<n>	0~14		0-14个指令序列编号	装载指令序列到EEPROM中
e<n>	0~14		要执行的序列编号	运行EEPROM中的指令序列

初始化指令表

指令字	参数<n>		操作参数描述	指令描述
Z<n>	0~40		0=最大活塞驱动力; 对应速度为900Hz	阀在右侧时, 活塞初始化状态
			1=次级活塞驱动力; 对应速度为900Hz	
			2=最小活塞驱动力; 对应速度为900Hz	
			3~9最大活塞驱动力; 对应速度为900Hz	
			10~40最大活塞驱动力; 对应S10-S40速度	
Y<n>	0~40		参数同上	阀在左侧时, 活塞初始化状态
W<n>	0~40		参数同上	无阀时, 活塞初始化状态
z<n>	0~40		参数同上, 但不初始化阀	初始化活塞位置到0

活塞运动指令表

指令字	参数<n>	操作参数描述	命令描述
A<n>	整步模式0~6000; 微步模式0~24000或0~48000	绝对位移值	移动活塞到绝对位置
P<n>	整步模式0~6000; 微步模式0~24000或0~48000	相对位移值	当前位置相对抽取位移
D<n>	整步模式0~6000; 微步模式0~24000或0~48000	相对位移值	当前位置相对分配位移

阀指令表

指令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	指令描述
I			绝对位移值	阀移动到输入位置
O			绝对位移值	阀移动到输出位置
B			相对位移值	阀移动到旁路位置
E			相对位移值	阀移动到特殊位置

参数设置指令表

指令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	指令描述
K<n>	0~31	0	回退位移值	设置回退补偿位移
k<n>	0~80	20	死区体积, 默认值20	设置死区体积
L<n>	1~20	14	对应20个不同的斜率值 (详见斜率表)	设置速度的增/减斜率, 即缓起、缓停速率
v<n>	50~1000	500	启动速度值范围	设置启动速度
V<n>	5~5000	1400	运行速度值范围	设置运行速度
S<n>	1~40	11	运行速度值范围 (见速度指令表)	设置正常运行速度
c<n>	50~2700	500	停止速度值范围	设置停止速度

应答报告指令表

命令字	参数<n>	操作参数描述	指令描述
Q<n>	状态编码	见表3-12	报告状态字或出错编码
?	0~6150	活塞目标位置值	报告活塞要移动到的目标位置
?1<n>	50~1000 HZ	启动速度值范围	报告启动速度
?2<n>	5~5000 HZ	运行速度值范围	报告运行速度
?3<n>	50~2700 HZ	停止速度值范围	报告停止速度
?4<n>	0~6150	活塞当前绝对位置值	报告活塞当前的绝对位置
?5<n>	1~20	报告斜率	报告斜率值
?6<n>	0~12	位置序号	报告阀的位置
?8<n>	0~2	活塞驱动力大小	报告活塞驱动力
?10<n>	96 or 64	0=缓冲区空闲;1=缓冲区忙	报告指令缓冲区状态
?12<n>	0~31	回退位移值	报告回退补偿位移部数
?13<n>	0,1	输入口1状态值	报告输入口1的状态
?14<n>	0,1	输入口2状态值	报告输入口2的状态
?15<n>	0~15	地址编号	报告泵的地址编号
?23<n>	N/A	版本信息固定长度, 38个字节	包括版本号、编译时间以及生成时间(年月日)
?24<n>	0~80	体积值, 以位移量来表示	报告注射器死区体积设置值

错误代码表

注:致命错误产生后,继续正常操作前必须重新初始化。

错误代码	描述
0(00h)	无错误
1(01h)	初始化错误一致命错误。当泵初始化失败时该错误产生。
2(02h)	错误指令。一个不认识的指令发送产生该错误。纠正指令操作将继续正常执行。
3(03h)	参数错误。当一个无效的参数(<n>)被指令发送时该错误产生。纠正参数泵将继续正常执行。
4(04h)	错误的指令序列。当指令组成或通讯协议不正确时该错误产生
5(05h)	保留
6(06h)	保留
7(07h)	设备未初始化。当不能初始化时产生该错误。初始化泵以便清除该错误。
9(09h)	活塞驱动过载一致命错误。该错误由注射器活塞移动受阻返回超荷的反向压力产生。泵在继续正常操作之前必须重新初始化。该错误只能通过重新初始化泵清除。
10(0Ah)	阀过载一致命错误。该错误是由于阀驱动因阻塞或返回超荷反向压力造成失步产生。泵在正常继续操作前必须重新初始化。发送另一个阀指令初始化阀并且设置到正确位置。连续的阀过载错误意味着阀需要更换。
11(0Bh)	活塞不允许移动。当阀在旁路或直通位置时,活塞移动指令不允许操作。
15(0Fh)	指令溢出。指令串长度超过缓冲区长度(128字节)或活塞移动过程中发送移动指令、设置指令、阀指令或在‘M’、‘H’指令执行时发送移动指令会产生错误15

错误代码和状态字

状态字	Hex #如果 Bit5=		Dec #如果 Bit5=		错误代码	
76543210	0	或 1	0	或 1	号	错误描述
01X00000	40h	60h	64	96	0	无错误
01X00001	41h	61h	65	97	1	初始化错误
01X00010	42h	62h	66	98	2	错误指令
01X00011	43h	63h	67	99	3	参数错误
01X00100	44h	64h	68	100	4	无效指令序列
01X00101	45h	65h	69	101	5	保留
01X00110	46h	66h	70	102	6	保留
01X00111	47h	67h	71	103	7	设备未初始化
01X01001	49h	69h	73	105	9	活塞驱动过载
01X01010	4Ah	6Ah	74	106	10	阀过载
01X01011	4Bh	6Bh	75	107	11	活塞不允许移动
01X01111	4Fh	6Fh	79	111	15	指令溢出

DB15引脚定义

针 脚	功 能	注 释
1	DC-24V	电源输入正
2	TXD	RS-232通讯发送端
3	RXD	RS-232通讯接收端
4	COM	外控公共端
5	CAN-H	CAN总线高信号线
6	CAN-L	CAN总线低信号线
7	IN1	外控输入端1
8	IN2	外控输入端2
9	GND	电源输入负
10	GND	电源地
11	RS-485 A	RS-485 A端
12	RS-485 B	RS-485 B端
13	OUT1	外控输出端1
14	OUT2	外控输入端2
15	OUT3	外控输入端3