

安全信息：

操作前请仔细阅读说明书。

公司保留产品进行修改、改进的权利，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，切勿自行拆卸。

★ 请正确插拔控制器与执行单元的连线，切勿损坏插头。

★ 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。



目 录

1 概述	P1
1-1 MSP60-1A 主要特点	P1
1-2 开箱检查	P2
1-2-1 静电防护	P2
1-3 MSP60-1A 功能描述	P2
1-3-1 注射器和注射器驱动	P3
1-3-2 阀和阀驱动	P4
1-3-3 印制电路板	P5
1-3-4 电源接口	P6
1-3-5 通讯接口	P6
1-3-6 多泵配置	P6
1-4 MSP60-1A操作提示	P7
1-5 电源要求	P7
1-5-1 单台泵对外供电电源的要求	P7
1-5-2 多台泵对外供电电源的要求	P8
2 硬件设置	P9
2-1 电源	P9
2-2 通讯接口	P9
2-3 印制电路板设置	P14
2-3-1 DIP 拨码开关设置	P14
2-3-2 地址开关设置	P15
2-3-3 输入和输出	P17



2-4 安装注射器	P17
2-5 整机安装	P18
3 软件通讯	P20
3-1 地址设置	P 20
3-2 通讯协议	P 21
3-2-1 OEM 通讯协议	P 21
3-2-2 DT 终端协议	P 24
3-2-3 使用 Windows 超级终端	P 25
3-3 指令系统	P 27
3-3-1 命令操作注意事项	P 27
3-3-2 控制命令	P 28
3-3-3 初始化命令	P 33
3-3-4 活塞移动命令	P 36
3-3-5 阀命令	P 36
3-3-6 设置命令	P 37
3-3-7 报告命令	P 43
4 针对特定应用的优化	P49
4-1 术语表	P50
4-2 性能优化	P52
4-3 帮助提示	P57
5 维护保养	P58
5-1 日维护	P58
5-2 周维护	P58
5-2-1 稀释后的清洁剂清洗	P59
5-2-2 弱酸和弱碱清洗	P59
5-2-3 10%的漂白剂清洗	P60
5-3 定期维护	P60



5-3-1 质量控制保证	P60
5-3-2 更换分配管或试剂管	P62
5-3-3 更换注射器	P62
5-4 现场更换	P63
5-4-1 更换PCB印制电路板	P63
6 技术支持	P64
附录A 订购须知	P65
附录A-1 MSP60-1A配置表	P65
标准配置表	P65
选择配置表	P65
注射器表	P66
管接头表	P67
管路表	P67
附录A-2 其它产品	P68
蠕动泵系列	P68
注射泵系列	P68
附录B 活塞信息	P68
附录B-1 活塞驱动力	P68
附录B-2 活塞时间计算	P68
附录B-3 符号定义	P69
附录B-4 移动计算	P70
附录C ASCII码表	P72
附录D 抗化学特性表	P74
附录E 技术参数表	P79



附录F 命令快速参考表	P 81
控制命令表	P 81
初始化命令表	P 83
活塞移动命令表	P 84
阀命令表	P 84
参数设置命令表	P 85
应答报告命令表	P 86
错误代码表	P 88
DB15引脚定义	P 91

附录G 视图列表

(图1-1) 整机部件	P 3
(图1-2) 注射器部件	P 3
(图1-3) 口阀组合	P 4
(图1-4) 电路板外接口图	P 5
(图2-1) DB15接口针脚定义	P 11
(图2-2) RS-232多泵连线图	P 12
(图2-3) RS-485多泵连线图	P 13
(图2-4) DIP开关配置图	P 14
(图2-5) BCD地址开关图	P 16
(图2-7) 注射器的安装	P 18
(图2-8) 外形尺寸安装图	P 19
(图4-1) 升降速曲线图	P 51

1、概述

MSP60-1A 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：

- MSP60-1A 主要特点
- 开箱检查
- MSP60-1A 功能描述
- MSP60-1A操作提示
- 电源要求

**注：MSP60-1A 不属于医疗设备，不受食品及药品管理规章的限制。
MSP60-1A 全部采用通过安全认证的元器件。**

1-1 MSP60-1A 主要特点

- 适用注射器尺寸规格：50 μ l to 25ml
- 行程控制精度 $\leq\pm 5\%$ （ $\geq 30\%$ 满行程）：
- 满行程：60mm（6000步）
- 控制分辨率：0.01mm（1步）
- 适用阀：电磁阀
- 流体接触的材料：硼硅酸盐玻璃，Kel-F和Teflon
- 通讯接口：RS-232/RS-485
- 活塞速度：50 μ m/sec – 50mm/sec

- 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

1-2 开箱检查

遵循下列步骤拆箱：

- 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

MSP60-1A 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 MSP60-1A 功能描述

MSP60-1A 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：

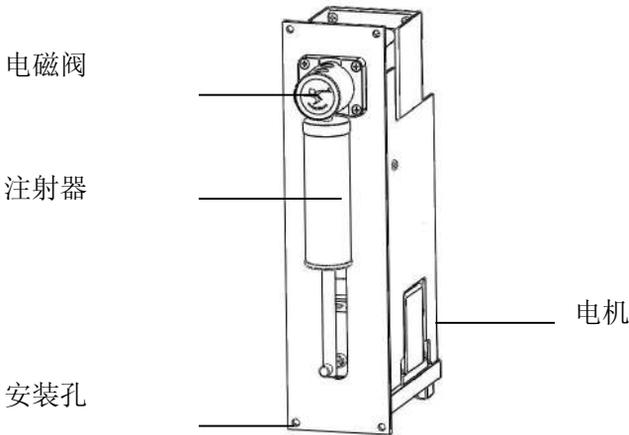


图 1-1, MSP60-1A 注射泵整机部件

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步，分辨率1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:

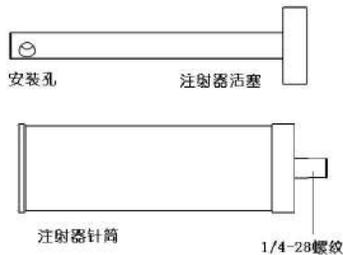
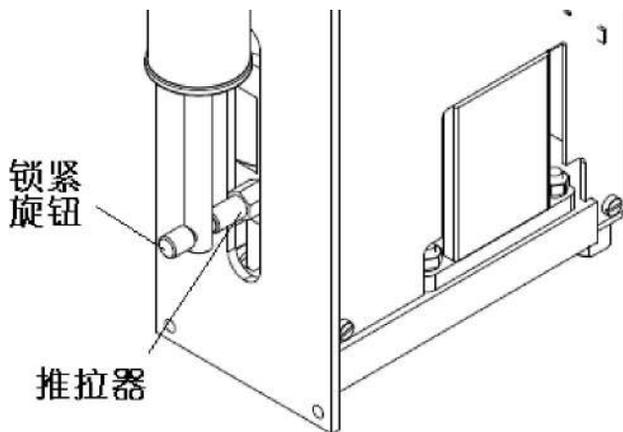


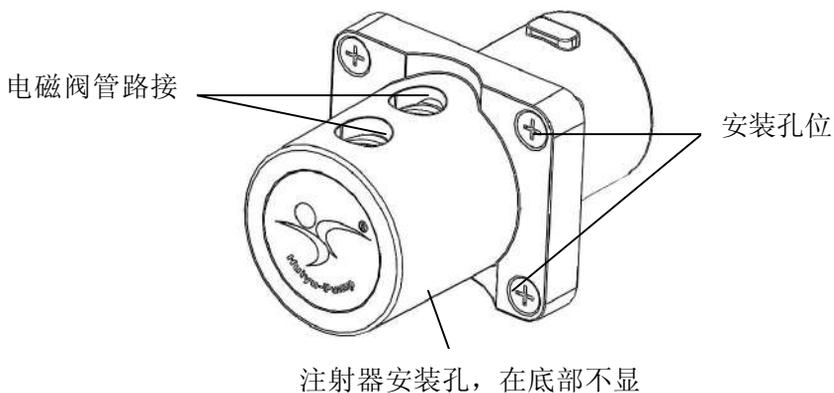
图 1-2, 注射器部件



适用注射器规格：50 μ l，100 μ l，250 μ l，500 μ l，1.0ml，2.5ml，5.0ml，10ml，25ml。

订购信息见“附录A”

1-3-2 电磁阀



视图 1-3. 3口阀组成

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”。

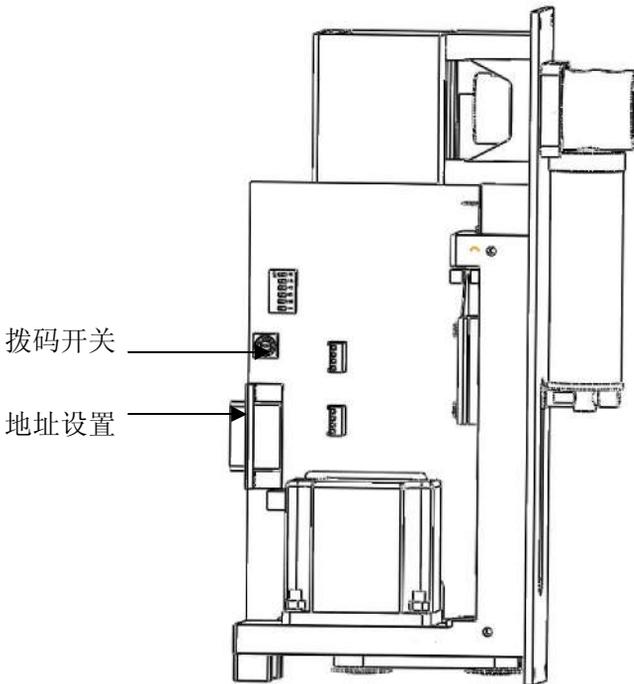
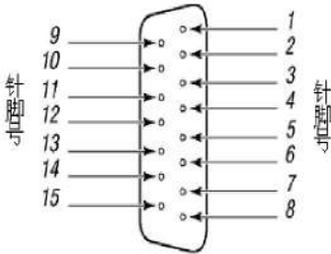


图 1-4 MSP60-1A 印制电路板的外部接口

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：



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
9、10	GND	电源和逻辑地
11	RS-485 A	RS-485 A端
12	RS-485 B	RS-485 B端

1-3-5 通讯接口

根据泵的配置，通过RS-232 或RS-485接口，MSP60-1A 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 MSP60-1A。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 MSP60-1A 操作提示

MSP60-1A 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

MSP60-1A 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 MSP60-1A，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1000uF/A

- $\geq 850\text{mA}$ ，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1000uF/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： $< 2\text{V}$

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 MSP60-1A 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 MSP60-1A, 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10,000uF的输出滤波电容:

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

如果电源内滤波电容小于10,000uF,则需要使用附加外部电容或15A的电源.

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

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 MSP60-1A 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.有些震荡能引起 MSP60-1A 故障.选择合适的电源可避免这些问题.

对于MSP60-1A 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 MSP60-1A 的电源线应该是20AWG

或更粗。多台 MSP60-1A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来控制24V和MSP60-1A电源的开和断。

2、硬件设置

本章包括以下部分：

- 电源
- 通讯接口
- 印制电路板设置
- 无阀 MSP60-1A
- 部件安装
- 整机安装

2-1 电源

MSP60-1A 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 通讯接口

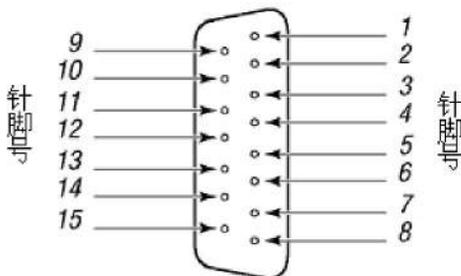
每台 MSP60-1A 都有一个外部接口，通过该接口可提供电源并与泵通信。每个泵设置唯一地址，更多信息参看本章"地址开关设置"，也可参看 第3章，"软件通讯"

表2-1. DB15各针脚定义:

针脚	功能	注释
1	+24V (DC)	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	NC1	悬空针脚
6	NC2	悬空针脚
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

图 2-2. RS-232多泵连线图

◆ RS-232 通讯接线图

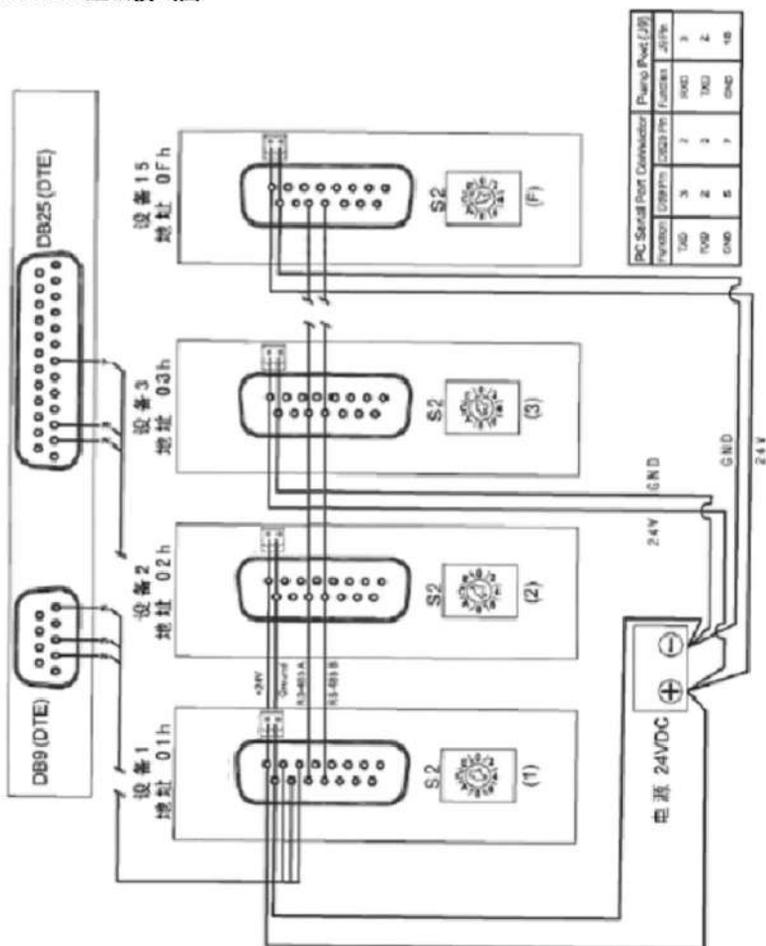
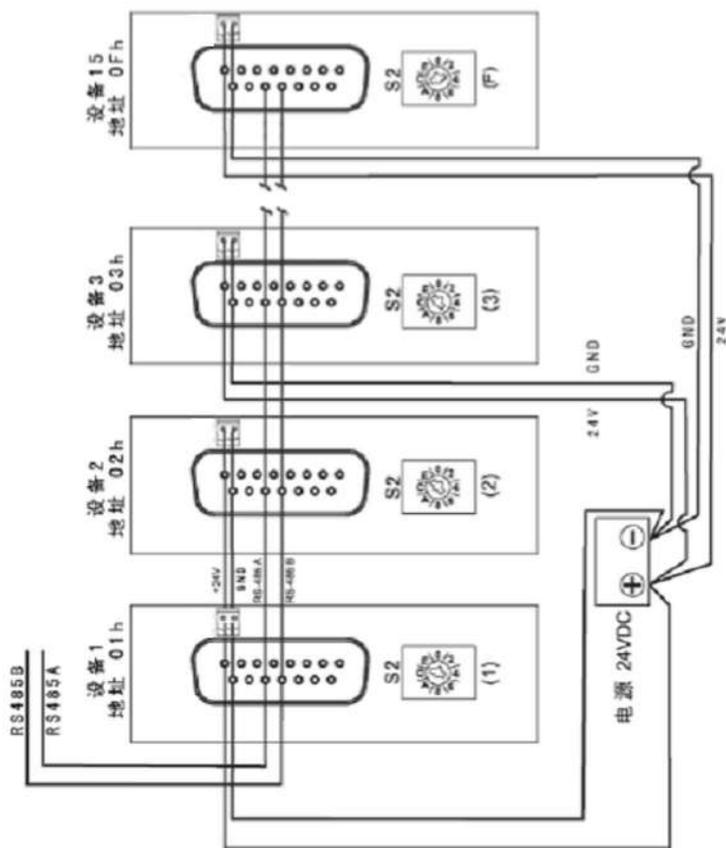


图 2-3. RS-485多泵连线图

❖ RS-485 通讯接线图



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：

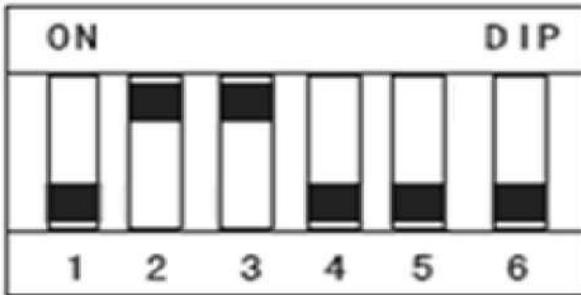


图 2-4. DIP开关配置图

拨码开关 (ON=0, OFF=1) Bit3, Bit2, Bit1	序号	命令参数	对应功能说明
Bit4=0	1	30	清除自动运行模式
Bit4=1	2	31	设置自动运行模式
Bit5=0	3	41	设置通讯波特率为： 38400bps
Bit5=1	4	47	设置通讯波特率为： 9600bps
Bit6=0	5		RS-232 协议
Bit6=1	6		RS-485 协议

注意事项：改变拨码开关的状态时，一定要断电操作。

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
- .DIP-4 OFF 设置自动运行模式(默认设置)

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和RS-232状态，两种状态设置：

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

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命令。地址开关有16个位置(0-F)。15个位置(0-E)有效，0为默认地址，F为自检地址。

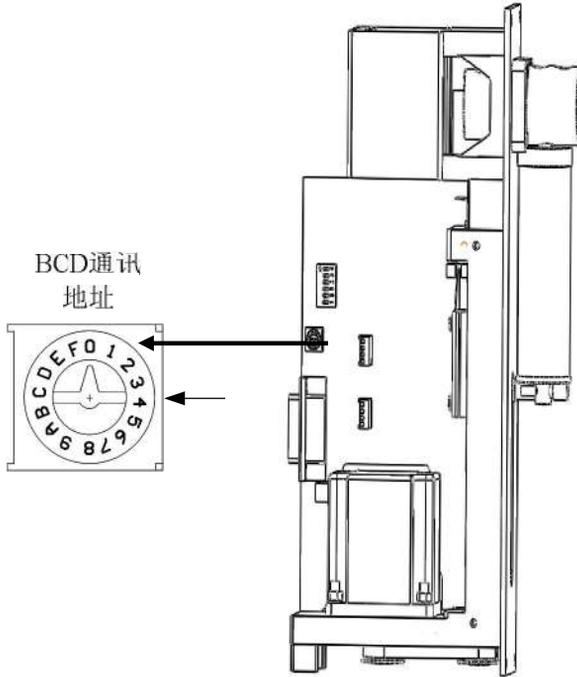


图 2-5. BCD地址开关图

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

MSP60-1A 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]命令控制。

辅助输入口位于DB-15的7和8针脚。通过 ?13 和 ?14返回针脚状态信息。另外，包含[H]命令的命令序列能够通过输入口状态触发。命令描述见 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 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2-7):
 - a 将注射器活塞穿入到活塞推拉器中。
 - b 把注射器拧紧在阀上。
 - c 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。

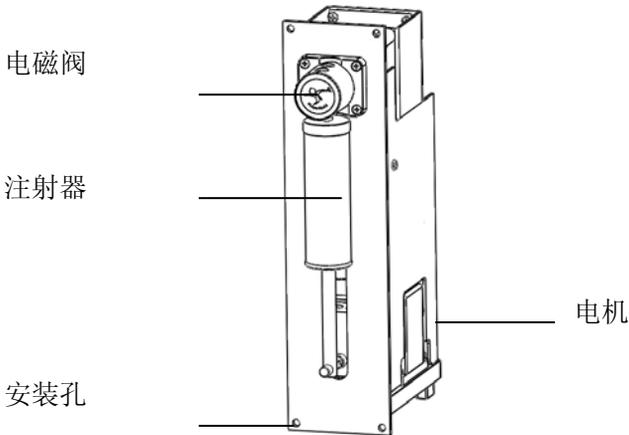


图 2-7 注射器安装图

2-5 整机安装

多个M3x0.5的螺钉孔为MSP60-1A提供了多种安装方式，安装螺钉孔位置如图2-8:

- 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.

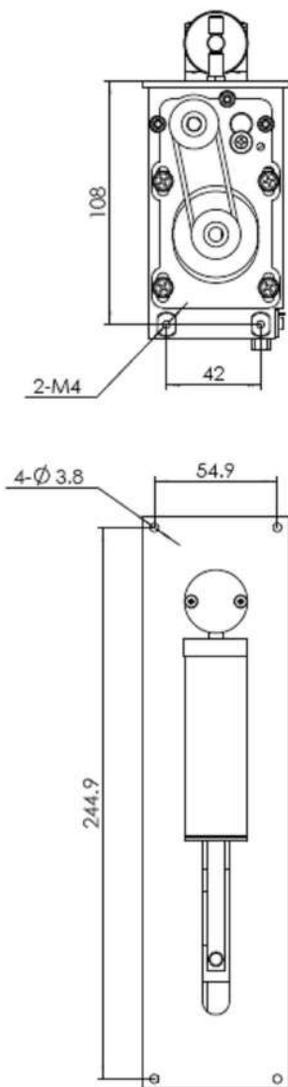


图2-8 外形尺寸安装图

3、软件通讯

本章介绍如何通过 RS-232 或 RS-485 两种接口方式和MSP60-1A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
RS-232/RS-485	
30	主机地址(主控制器，计算机，等等。)
31-3E	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。

注意事项： 通过广播址发送的命令不能用来查询设备状态，也不能响应报告命令。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2种通讯协议：

- OEM协议
- DT(终端)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协议中的每项设置。

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
命令帧格式 (参看“ OEM 协议命令说明 ”)	
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 协议命令说明

命令协议中各字节描述如下：

在一帧数据中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)

数据块由命令和参数组成，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。

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。

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

主机地址: "0" (30h)

状态字

设备状态和出错编码。详见本章的“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
命令帧格式 (参看“ DT 协议命令块字符”)	
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 协议命令说明

在DT通讯协议中命令块特征描述如下:

“ / “: 帧头 (一帧数据的开始)

泵地址: “0”~“E”(31h~3Fh)

数据块(长度 n): 数据块由命令和参数组成,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:

以下仅列出与命令协议中不同字节的定义。对于相同的字节定义,参看,“DT协议命令说明”

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。参看本章 “错误代码和查询状态” 中[Q]命令的描述

数据块: 了[Q]命令外的所有报告命令

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

MSP60-1A 能够通过 Windows 的超级终端利用 DT 协议控制。

通过Windows 和 MSP60-1A 通讯:

1. 连接 MSP60-1A 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Hypertrm.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 。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
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. 设置泵地址为0。
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”。

3-3 指令系统

MSP60-1A有强大的指令系统，用户可设置参数。大多数的命令参数有默认值；针对不同应用默认值不一定是最优设置。

快速浏览所有命令，参看 附录F，"快速命令表"。

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 命令操作注意事项

为了更好的使用,注意如下:

- 除了报告命令和查询命令外，其它命令必须在其后跟[R]命令。
- 泵可接受单命令或命令串。

例如:

-单命令 如[A6000R] 移动活塞位置到6000。

-命令串 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。

- 泵的命令缓冲区最大128字节。如果发送的命令串或命令中不带[R]命令，命令串或命令放到缓冲区不执行。如果在第一个命令（串）执行前第二个命令（串）发送，第二个命令（串）覆盖第一个命令（串）。
- 命令（串）执行过程中不接收新的命令（串）。该规则不包括中止命令(参看本章"T"命令)和报告命令。
- 当一个命令发送后，泵立即响应。如果在命令（串）中含无效命令泵立即报告错误； 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命令（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。

命令语法

命令设置中语法如下：

<n> 参数

0..6000 参数范围

(n) 默认值

注意事项：命令举例中方括号 **[]** 中的是发送内容。

3-3-2 控制命令

R 执行命令（串）

[R]命令执行前一个发送的命令（串）。

命令（串）末尾包含[R]的命令会立即执行。如果命令（串）不带[R]，会放置在命令缓冲区。

发送单[R]命令，将执行缓冲区中最后未执行的命令，再次发送一个[R]不重复执行命令（串）。

X 执行上一个命令（串）

[X]命令重复执行一次上一命令（串）。

G<n> 循环命令

[G]命令按照指定的次数重复一个命令（串）。命令语法：

[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 循环命令开始标记

[g]命令与[G]命令配合使用，作为命令（串）循环开始标记。[g]和[G]至多能嵌套10次。

例如： [A0gP50gP100D100G10G5R]，执行过程如下：

命令	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	执行命令串

注意：如果<n>=0，为无限循环，可以通过执行[T]命令终止。

M<n> 延时命令

[M]命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]命令延时一段时间，以提高精度。命令语法如下：

[M<n>]，其中<n>=5..30,000毫秒

H<n> 暂停命令

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

命令语法：

[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。命令描述见本章的“报告命令”

T 停止命令

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

注意： [T]命令不能终止阀动作命令

[T]命令终止单命令和命令串。

[T]终止活塞移动可能会引起失步，建议执行终止命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]命令 设置外控输出状态（OC门输出）。

命令语法：

[J<n>]，其中<n>=0..7(默认是0)

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：

SP-C1 命令	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> 存储命令串到EEPROM

用户可以自由选择执行存储在EEPROM中的命令串。

[s]命令放在命令串的开始，存储命令串到EEPROM。

命令语法：[s<n>]，其中<n>=0..14

EEPROM最多能存储15个命令串(0-14)。每个串最多128字节。

例如:[s8ZS1gIA6000OA0G0R]

命令段	功能描述
s8	存储命令串到EEPROM的地址8
Z	初始化泵
S1	设置活塞速度
g	循环开始标记
I	旋转阀到输入位置
6000	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	执行命令串

e<n> 执行EEPROM 命令串

有两种方法执行EEPROM的命令串：

- 加电，通过地址开关执行
- 通过[e]命令执行

地址开关。 地址开关设置(0-14)确定加电后执行EEPROM中的对应串。

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

[e]命令。 [e]命令执行EEPROM 中的命令串，可以通过[T]命令终止。

[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，但命令数最大不能超过128个。

例如： [s1ZgIA6000OA0G5e2R]
[s2gIA6000OgHD300G10GR]

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0位，阀的位置到0位。并且所有的命令参数初始化为默认值。

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。

表 3-6 根据注射器选择活塞驱动力

参数	活塞驱动力	注射器
0, 3~9, 10-14	大	1.0ml或更大
1, 15-40	中	250 μl、500 μl、50 μl、100 μl

1. Z=Z0
2. 2~9=0

Z10-Z40(或 Y10-Y40)设定初始化速度, 参数 10-40 对应本章“设置命令”中 S 命令的参数, 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。

有阀的初始化命令

Z<n> 初始化活塞(设置阀输出口到右侧)

Z<n>命令初始化活塞并且设置阀输出口到右侧(泵前面看)。参数描述如下:

命令	参数	描述
Z	<n>=0, 2~9	初始化为为满活塞驱动力
	<n>=10-14	初始化为为满活塞驱动力, 对应速度为 10-14
	<n>=1	初始化为1/2活塞驱动力
	<n>=15-40	初始化为1/2活塞驱动力, 对应速度为15-40

Y<n> 初始化活塞(设置阀输出口到左侧)

[Y]命令初始化活塞驱动并且设置阀输出口到左侧(泵前面看)。参数描述如下:

命令	参数	描述
Y	<n>=0, 2~9	初始化为为满活塞驱动力
	<n>=10-14	初始化为为满活塞驱动力, 对应速度为10-14
	<n>=1	初始化为1/2活塞驱动力
	<n>=15-40	初始化为1/2活塞驱动力, 对应速度为15-40

无阀初始化命令

W<n>初始化活塞

[W]命令初始化无阀泵的活塞驱动力

命令	参数	描述
W	<n>=0, 2~9	初始化为为满活塞驱动力
	<n>=10-14	初始化为为满活塞驱动力, 对应速度为10-14
	<n>=1	初始化为1/2活塞驱动力
	<n>=15-40	初始化为1/2活塞驱动力, 对应速度为15-40

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

3-3-4 活塞移动命令

A<n> 绝对位置

[A]命令移动活塞到绝对位置<n>，其中<n>=0..6000。

例如：

- [A300R] 移动注射器活塞到绝对位置300。

P<n> 相对抽取

[P]命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。

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>6000，[P]命令将返回错误信息3(参数错误)。

D<n> 相对分配

[D]命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。

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。如果最终活塞位置<0，[D]命令返回错误信息3(参数错误)。

3-3-5 阀命令

注意提示：如果阀命令用到无阀泵，命令无效。

I 移动阀到输入位置

[I]命令移动阀到输入口位置。

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

例如：如果[I]命令跟随[Z]命令后发送，阀将在左侧连通(泵前端看)

0 移动阀到输出位置

[O]命令移动阀到输出口位置。

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

例如：如果[O]命令跟随[Z]命令发送，阀将在右侧连通(泵前端看)。

3-3-6 设置命令

设置命令用来控制活塞的速度。活塞移动由3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]命令或[S]命令控制。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。

对于每个活塞移动命令设定的总步数，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]命令设置回退步数。语法命令如下:

[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命令设置。计算按 $<n> \times 2.5 \text{kHz/sec}$ 。命令语法如下:

[L<n>], 其中<n>=1..20(默认值7)

表一 (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: 运行速度		
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: 运行速度		

v<n> 启动速度

[v]命令设置活塞起始速度。启动速度总是小于运行速度。语法命令如下：

[v<n>]，其中<n>=50-1000Hz

(默认值900)

V<n> 设置运行速度

[V]命令设置运行速度。语法如下：

[V<n>]，其中<n>=5..5000Hz (默认值1400)

注意：2.5ml 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]命令设置活塞的运行速度。<n> 增大时，活塞速度减小。命令语法如下：

[S<n>]，其中<n>=0..40(默认值11)，n对应速度值，详见表二

[S]命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。

表二 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)
0-2	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]命令设置活塞终止速度。命令语法如下：

[c<n>]，其中<n>=50..2700Hz (默认900)

k<n>注射器死区体积设置命令

[k]命令设定初始化后活塞偏移0点的步数。命令语法如下：

[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>	从列表中选择速度	[<n>=0..40]
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900
c<n>	设置停止速度以Hz/s	[<n>=50..2700]默认900
L<n>	设置斜率	[<n>=1..20] 默认:7
	其中斜率=n*2500(Hz/s)/s	
K<n>	设置回退间隙	[<n>=1..31] 默认:24

3-3-7 报告命令

? 报告活塞的绝对位置

[?]命令以步数[0..6000]报告活塞要移动到的绝对位置

?1 报告启动速度

[?1]命令报告启动速度，返回参数 [50..1000] Hz

?2 报告运行速度

[?2] 命令报告运行速度，返回参数[5..5000] Hz

?3 报告停止速度

[?3] 命令报告停止速度，返回参数[5..2700] Hz

?4 报告活塞的当前的绝对位置

[?4]命令报告活塞当前的绝对位置， [0~6000]

?5 报告缓启斜率编号

[?5]报告缓起时间编号，[0~20]。详见表一

?6 报告阀的位置

[?6]报告阀的位置，[0、8、16]

对于电子阀，用ZR初始化 0=输出位置 8=输入位置

对于电子阀，用YR初始化 0=输入位置 8=输出位置

78 报告驱动力状态

[78]命令报告驱动力状态 0=最大，1=次级

710 报告缓冲区状态

[710]命令报告缓冲区状态。如果缓冲区空，泵返回代码0。如果缓冲区非空，返回代码1。如果命令串不带[R]，串加载到缓冲区并使缓冲区状态变成1。一个[R]命令将执行存储在缓冲区内的命令。

712 报告回退步数

[712]命令报告回退的步数， 0~31

713 报告输入口1 (DB15,Pin7)的状态

0: 低， 1:高

714 报告输入口2(DB15,Pin8)的状态

0: 低， 1:高

715 报告泵的地址编号

[715]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】

716 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

[&]命令以 ASCII 返回软、硬件版本号

高 4 位=软件版本号；

低 4 位=硬件版本号；

?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[表三](#)）

表三：错误代码

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

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

注意：查询命令[Q]是获取状态的唯一办法。

[Q]命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，可以接收新命令
X=0	泵处于忙状态，只能接收报告和中断命令

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

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

错误代码

错误代码描述 MSP60-1A 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，泵停止执行命令，清除命令缓存，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，只有通过初始化命令清除。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命令。在状态字中只保留最后的错误代码。例如，命令溢出产生错误 15。如果下一个命令引起错误 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。当泵初始化失败时产生该错误。
2(02h)	错误命令。当收到无效命令时报告该错误。纠正命令后操作将继续正常执行。
3(03h)	参数错误。当收到无效的参数时报告该错误。纠正参数后将继续正常执行。

4(04h)	错误的命令序列。当收到无效命令串时报告该错误。
5(05h)	保留
7(07h)	设备未初始化。当没有初始化时报告该错误。初始化泵以便清除该错误。
9(09h)	活塞驱动过载。该错误由注射器活塞移动受阻或超负荷造成失步而产生的。泵在正常操作前必须重新初始化。该错误只能通过重新初始化泵清除。
10(0Ah)	阀过载。该错误是由阀驱动阻塞或超负荷造成失步而产生的。泵在正常操作前必须重新初始化。该错误只能通过重新初始化泵清除。连续的阀过载错误意味着阀可能需要更换。
11(0Bh)	活塞禁止移动。当阀在旁路或直通位置时，活塞移动命令无效。
15(0Fh)	命令溢出。命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命令、设置命令、阀命令或在‘M’、‘H’命令执行时发送移动命令会产生错误15

泵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“错误命令”（错误 2），“参数错误”（错误 3），“错误命令序列”（错误 4），和“活塞禁止移动”（错误 11）。在命令发送后，立即返回错误代码。收到有效命令，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命令未发送，后续的命令不会执行。

可以在初始化后发送一个[Q]命令，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，后续的命令可以执行。
- 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，收到移动命令后，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。

命令溢出错误。 错误15。命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命令、设置命令、或阀命令会产生错误15，在‘H’、‘M’命令运行时执行其它命令也会产生错误15。用[Q]命令可以查询泵的忙闲状态，当闲时可以接收新命令。

报告命令，[T]命令不返回错误15。

错误报告举例：

[A7000R] 不立刻返回错误，随后[Q]命令查询时，返回"无效参数"错误，错误状态不会清除，再次输入命令时，该错误状态被覆盖。

[A6000A6500R] 移动活塞到6000后停止。[Q]命令返回错误。

[x2000R] 立即返回无效的命令错误。泵状态是"闲"。

[A6000x2000R] 立即返回无效的命令错误。泵状态是"闲"。

阀旁路[A1000R] 不会立即返回错误，当[Q]命令查询时，返回"活塞禁止移动"错误。

4、针对特定应用的优化

MSP60-1A 是一款能为多种流体提供高精密抽取/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。

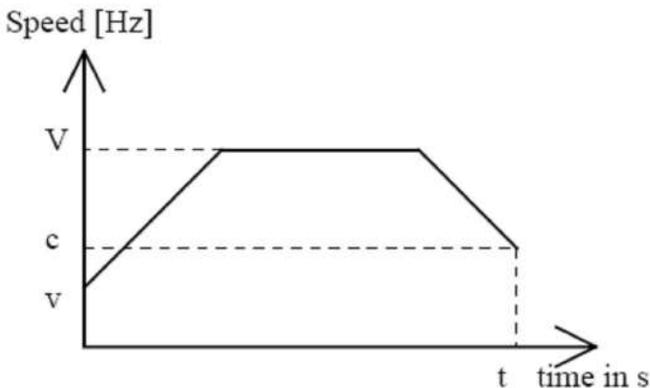


图 4-1. 升降速曲线图

启动速度(v) 注射器活塞开始移动的速度。

运行速度(V) 注射器活塞移动速度.

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:

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

例如, 使用 MSP60-1A 泵用1ml的注射器抽取 100 μ l, 移动步数如下:

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

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。

命令描述, 参看第3章, "[软件通讯](#)"

按照如下步骤优化 MSP60-1A 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10 μ l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	最小流量	最大流量
50 μ l	0.0025 ml/min	2.5 ml/min
100 μ l	0.0050 ml/min	5 ml/min
250 μ l	0.0125 ml/min	12.5 ml/min
500 μ l	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。

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（1-5 μ l）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 4-2.管路推荐表

工业注射泵 MSP60-1A 适用的管子		
货号	描述	长度
008T16-050-20	1.6mm (1/16") O.D. x 0.5mm (.02") I.D.	20m
008T16-050-200	1.6mm (1/16") O.D. x 0.5mm (.02") I.D.	200m
008T16-100-20	1.6mm (1/16") O.D. x 1.0mm (.039") I.D.	20m
008T16-100-200	1.6mm (1/16") O.D. x 1.0mm (.039") I.D.	200m
008T32-150-10	3.2mm (1/8") O.D. x 1.5mm (.059") I.D.	10m
008T32-150-100	3.2mm (1/8") O.D. x 1.5mm (.059") I.D.	100m

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) 发送命令[?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]替换下列命令中的[Z]。

发送命令[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。

先发送命令[Z13R](初始化满活塞驱动力)(针对1ml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) 发送命令[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。

发送命令[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。通过发送命令[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]命令控制活塞速度在60mm/1.2s-60mm/20min。[V]命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]满足应用的吞吐量。

a) 发送命令[v50IA6000OA0R]。逐渐增加启动速度(增加"v_"值)确定合适的最大值。

b) 发送命令[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。发送命令[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： 不可能在所有环境下达到好的液体断流，特别对于小于500 μ l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 $^{\circ}$ 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 MSP60-1A, 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

MSP60-1A 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内停留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%漂白剂灌注泵，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注泵最少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 MSP60-1A 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在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

\bar{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:

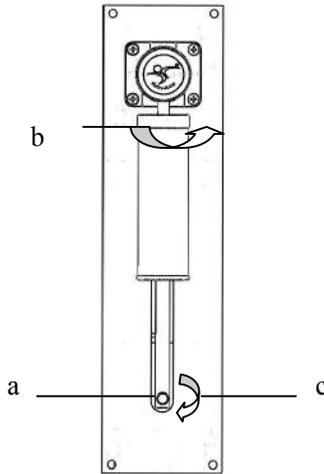
- 1 松开管接头, 取出管。
- 2 安装新的管, 把管接头拧紧到阀上。

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]命令降下推拉器。
- 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(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.

5-4 现场更换

5-4-1 更换印制电路板(PCB)

按下列步骤更换印制电路板:

- 1 关闭泵电源。
- 2 拧下3个侧边和两个固定DB15连接器支架的螺钉，拆下电路板。
- 3 记下电缆连接位置并拔下。
- 4 插电缆到新的电路板。
- 5 用两个螺钉重新安装DB-15连接器，然后用3个侧边螺钉装回电路板。
- 6 加电并重新初始化泵。



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: 010-63707366

传真: 010-63707966

网址: www.bjhuiyuguoji.com

地址: 北京市丰台区科学城中核路1号院3号楼10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	MSP60-1A	1	
2	电磁阀	MTV-3R-N1/4UF	1	已经安装
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		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	

附录 A-1-3 注射器表

工业注射泵 MSP60-1A 注射器			
注射器兼容 cavroXLP3000	重载注射器 PTFE-Seals	*改良的注射器 PTFE-Seals	低摩擦注射器 PE_Seals
50 μ l	2679611	-	-
100 μ l	2679711	-	-
250 μ l	2679811	-	-
500 μ l	2679911	-	-
1ml	2679011	-	-
2.5ml	2679031	-	-
5ml	2679051	-	-
10ml	2679071/2679072	-	-
25ml	2679091	-	-
特点	适合较大的压力 具备好的化学抗 性		

管接头表

工业注射泵 MSP60-1A 适用管接头（北昂医疗） 如客户无特殊要求，采用 The Inverted Cone Fitting System		
管接头 Fitting nut	Tubing O.D	配套锁紧锥 Nverted cone
2144 PEEK	1/16"	1544 /1544S PTFE
2244 PEEK	1/8"	1545/1545S PTFE

管路表

工业注射泵 MSP60-1A 适用的管子（北昂医疗）		
Part Number	Description	Length
008T16-050-20	1.6mm (1/16") O.D. x 0.5mm (.02") I.D.	20m
008T16-050-200	1.6mm (1/16") O.D. x 0.5mm (.02") I.D.	200m
008T16-100-20	1.6mm (1/16") O.D. x 1.0mm (.039") I.D.	20m
008T16-100-200	1.6mm (1/16") O.D. x 1.0mm (.039") I.D.	200m
008T32-150-10	3.2mm (1/8") O.D. x 1.5mm (.059") I.D.	10m
008T32-150-100	3.2mm (1/8") O.D. x 1.5mm (.059") I.D.	100m

根据用户要求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， 3-9=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 MSP60-1A 的活塞速度。4种不同的案例如下：

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	0-3000	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

注意： 停止速度不能小于启动速度。

灌注期间,v用来代替c。

MSP60-1A 6000半步/行程。

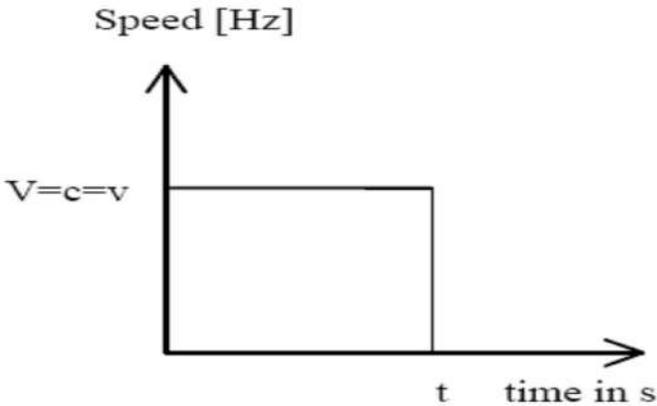
附录 B-4 移动计算

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 $V<50$

移动图标如下：



计算：

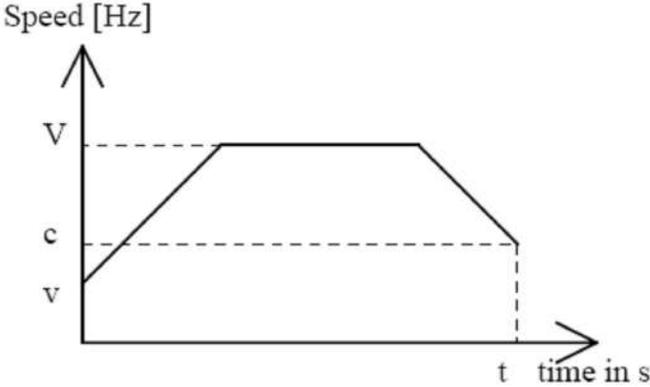
$v=900\text{Hz}$ $L=14$
 $V=900\text{Hz}$ $A=6000$ 半步

$$c=900\text{Hz}$$

$$\text{总的移动时间: } t=2*A/V=2*6000/900=6.67 \text{ s}$$

例2. 缓启、恒速、缓停

例2 当 $A_1+A_3 < A$ 移动图表如下:



计算:

$$v=50\text{Hz} \quad L=14$$

$$V=5000\text{Hz} \quad A=3000 \text{ 整步}$$

$$c=500\text{Hz}$$

$$\text{缓启步数} \quad A_1=(V^2-v^2)/2L=(5000^2-50^2)/(2*14*2500)=357 \text{ 半步}$$

$$\text{缓停步数} \quad A_3=(V^2-c^2)/2L=(5000^2-500^2)/(2*14*2500)=354 \text{ 半步}$$

如果 $A_1+A_3 < 2A$ ($357+354 < 6000$), 那么:

$$\text{缓启时间} \quad t_1=(V-v)/L=(5000-50)/(14*2500)=0.14 \text{ s}$$

$$\text{缓停时间} \quad t_3=(V-c)/L=(5000-500)/(14*2500)=0.13 \text{ s}$$

$$\text{恒速步数} \quad A_2=2A-A_1-A_3=2*3000-357-354=5289 \text{ 半步}$$

$$\text{恒速时间} \quad t_2=A_2/V=5289/5000=1.06 \text{ s}$$

$$\text{总的移动时间} \quad t=t_1+t_2+t_3=0.14+1.06+0.13=1.33 \text{ s}$$

附录 C ASCII 码表

Decimal	Hexadecimal	Character or Function	Decimal	Hexadecimal	Character or Function
0	00	none	65	41	A
1	01	SOH	66	42	B
2	02	STX	67	43	C
3	03	ETX	68	44	D
4	04	EOT	69	45	E
5	05	ENQ	70	46	F
6	06	ACK	71	47	G
7	07	BEL	72	48	H
8	08	BS	73	49	I
9	09	HT	74	4A	J
10	0A	LF	75	4B	K
11	0B	VT	76	4C	L
12	0C	FF	77	4D	M
13	0D	CR	78	4E	N
14	0E	SO	79	4F	O
15	0F	SI	80	50	P
16	10	DLE	81	51	Q
17	11	DC1	82	52	R
18	12	DC2	83	53	S
19	13	DC3	84	54	T
20	14	DC4	85	55	U
21	15	NAK	86	56	V
22	16	SYN	87	57	W
23	17	ETB	88	58	X
24	18	CAN	89	59	Y
25	19	EM	90	5A	Z
26	1A	SUB	91	5B	[
27	1B	ESC	92	5C	\ (backslash)
28	1C	FS	93	5D]
29	1D	GS	94	5E	^ (control)
30	1E	RS	95	5F	—(emdash)

Decimal	Hexadecimal	Character or Function	Decimal	Hexadecimal	Character or Function
31	1F	US	96	60	^ (tick)
32	20	SP	97	61	a
33	21	!	98	62	b
34	22	"	99	63	c
35	23	#	100	64	d
36	24	\$	101	65	r
37	25	%	102	66	f
38	26	&	103	67	g
39	27	' (apostrophe)	104	68	h
40	28	(105	69	i
41	29)	106	6A	j
42	2A	*	107	6B	k
43	2B	+	108	6C	l
44	2C	, (comma)	109	6D	m
45	2D	- (en dash)	110	6E	n
46	2E	. (period)	111	6F	o
47	2F	/	112	70	p
48	30	0	113	71	q
49	31	1	114	72	r
50	32	2	115	73	s
51	33	3	116	74	t
52	34	4	117	75	u
53	35	5	118	76	v
54	36	6	119	77	w
55	37	7	120	78	x
56	38	8	121	79	y
57	39	9	122	7A	z
58	3A	:	123	7B	{ (left brace)
59	3B	;	124	7C	 (vertical bar)
60	3C	<	125	7D	} (right brace)
61	3D	=	126	7E	~ (tilde)
62	3E	>	127	7F	DEL
63	3F	?			
64	40	@			

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MSP60-1A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
- 3 严重影响-不推荐
- * 聚丙烯 (适宜温度不超过22度)
- ** 聚丙烯 (适宜温度不超过49度)

Solvent	Teflon	Kel F	Polypropylene	Solvent	Teflon	Kel F	Polypropylene
Acetaldehyde	0	0	0	Formic Acid	0	0	0
Acetat	-	0	0	Freon	0	2	0

es							
Acetic Acid	0	0	0	Gasoline	0	0	3
Acetic Anhydride	-	0	-	Glycerin	0	0	0
Acetone	0	0	0	Hydrochloric Acid	0	0	0
Acetyl Bromide	0	-		Hydrochloric Acid (conc)	0	0	0
Ammonia	0	-	0	Hydrofluoric Acid	0	0	*
Ammonium Acetate	0	-	-	Hydrogen Peroxide	0	0	0
Ammonium Hydroxide	0	0	0	Hydrogen Peroxide (conc)	0	0	0
Ammonium Phosphate	-	0	0	Hydrogen Sulfide	0	0	0
Ammonium Sulfate	-	0	0	Kerosene	0	0	0

Amyl Acetate	0	-	3	Methyl Ethyl Ketone (MEK)	0	-	0
Aniline	0	0	0	Methyl Alcohol	0	-	0
Benzene	0	3	*	Methylene Chloride	0	0	3
Benzyl Alcohol	0	0	0	Naptha	0	1	0
Boric Acid	0	0	0	Nitric Acid	0	0	0
Bromine	0	0	*	Nitric Acid	0	0	-
Butyl Alcohol	0	0	1	Nitrobenzene	0	-	**
Butyl Acetate	0	-	*	Phenol	0	-	0
Carbon Sulfide	0	-	*	Pyridine	0	-	-
Carbon	0	1	3	Silver Nitrate	0	-	0

Tetrachloride							
Chloroacetic Acid	0	0	-	Soap Solutions	0	-	0
Chlorine	0	1	3	Stearic Acid	0	-	*
Chlorobenzene	-	-	3	Sulfuric Acid	0	0	0
Chloroform	0	-	3	Sulfuric Acid (conc)	0	0	-
Chromic Acid	0	0	-	Sulfurous Acid	0	0	0
Cresol	0	-	*	Tannic Acid	0	0	0
Cyclohexane	0	-	3	Tanning Extracts	-	-	-
Ethers	0	-	**	Tartaric Acid	0	-	-
Ethyl Acetate	0	-	0	Toluene	0	1	**
Ethyl Alcohol	0	-	0	Trichloroethylene	0	3	3



ol							
Ethyl Chrom ide	0	1	3	Turpenti ne	0	0	**
Forma ldehyd e	0	0	0	Water	0	0	0
				Xylene	0	0	*

附录 E 技术参数

活塞特性	
工作原理	步进电机驱动、滚珠丝杠传动、旋转编码器监测位移、带有 0 位标记
额定行程	60mm对应6000步
线速度范围	50 μ m/sec – 50mm/sec （即：最慢 20 分钟走完满行程；最快 1.2 秒走完满行程）
控制分辨率	1 步或 0.01mm
行程控制精度	大于等于 30%行程时，误差 \leq 5‰
活塞驱动力	满驱动力 \geq 6.8kg；次级驱动力 \geq 3kg
注射器类型	50 μ l 100 μ l 250 μ l 500 μ l 1ml 2.5ml 5ml 10ml 25ml
阀特性	
阀种类	电子阀
换位时间	相邻两口换位时间 \leq 100ms
阀驱动	步进电机驱动，编码器反馈位置，失步监测
阀材料	阀芯：聚四氟乙烯 阀体：聚三氟氯乙烯
阀接口	管路接头：1/4-28 螺纹接头；注射器接头：1/4-28 螺纹接头
外控接口特性	
通信接口	RS485 通信接口，通信速率：9600 波特率/38400 波特率可选
	RS232 通信接口，通信速率：9600 波特率/38400 波特率可选
外部输入接口	2 路外部 TTL 输入，带隔离；用于控制暂停后的起停
外部输出接口	3 路外部 TTL 输出，带隔离
设备地址拨码接口	通过 BCD 拨码盘可外部设定设备地址
参数跳线选择接口	预留 6 路外部跳线选择参数（阀选择、通信速率选择、通讯模式选择）



主要软件功能		
初始化命令系列	通过各种命令完成阀、活塞的初始化状态	
参数设置命令系列	通过不同的命令完成速度、启动斜率、相对 0 点位置、死区体积等参数的设置	
阀控制命令系列	完成各种阀位置的移动	
活塞控制命令系列	通过不同的命令实现活塞的精确位移	
控制命令系列	通过不同的命令实现对单一命令、组合命令序列、已存储的命令序列的单次、重复、延时执行；以及暂停、终止任务等	
报告命令系列	通过各种命令可实时监控设备的阀位置、活塞位置、活塞驱动力、活塞速度等多种状态	
设备外型尺寸	高度	
	宽度	
	深度	
电源要求	电源电压	24V DC
	最大电流	≤1.5 A
工作环境要求	温度	10℃-40℃
	湿度	在 40℃时 20-95%

附录 F 快速命令表

控制命令（即操作、执行命令）表：

命令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	命令描述
R				立即执行当前命令
X				重复执行上条命令
G<n>	0~30000	1	0=无限循环执行；1~30000 =循环次数	循环执行命令序列 结束标识
g				重复命令序列的开始标志
M<n>	5~30000		延时时间 5~30000ms	延时执行当前命令
H<n>	0~2	0	0=等待 R 命令或外控输入 1 或 2 变高，继续执行； 1=等待 R 命令或外控输入 1 变高，继续执行； 2=等待 R 命令或外控输入 2 变高，继续执行；	暂停运行命令



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命令
s<n>	0~14		0~14 个命令序列编号	装载命令序列到 EEPROM 中
e<n>	0~14		要执行的序列编号	运行 EEPROM 中的命令序列

初始化命令表：

命令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	命令描述
Z<n>	0~40	0	0=最大活塞驱动力； 1=次级活塞驱动力； 2~9=0 状态（最大活塞驱动力）； Z10-Z14 对应 S10-S14 速度（满活塞驱动力） Z15-Z40 对应 S15-S40 速度（半活塞驱动力）	阀在右侧时，活塞初始化状态
Y<n>	0~40	0	参数同上	阀在左侧时，活塞初始化状态
W<n>	0~40	0	参数同上	无阀时，活塞初始化状态
z<n>	0~40	0	参数同上，但不初始化阀	初始化活塞位置到 0
k<n>	0~80	0	体积值，以位移量来表示	初始化活塞死区液量体积值

活塞运动命令表:

命令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	命令描述
A<n>	0-6000	0	绝对位移值	移动活塞到绝对位置
P<n>	0-6000	0	相对位移值	相对抽取位移
D<n>	0-6000	0	相对位移值	相对分配位移

阀命令表:

命令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	命令描述
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

参数设置命令表:

命令字	参数<n>	默认值	操作参数描述	命令描述
K<n>	0~31	0	回退位移值	设置回退补偿位移
L<n>	1~20	7	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	900	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(见速度命令表)	设置正常运行速度
c<n>	50~ 2700	900	停止速度值范围	设置停止速度

应答报告命令表:

命令字	参数 <n>	默认值	操作参数描述	命令描述
Q<n>	状态编码		见表 3	报告状态字或出错编码
?	0~6000		活塞绝对位置值	报告活塞要移动到的绝对位置
?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>	0~6000		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>	0~24		位置序号	报告阀的位置
?8<n>			活塞驱动力大小	报告活塞驱动力
?10<n>	0~1		0=缓冲区空闲; 1=缓冲区忙;	报告命令缓冲区状态

?12<n>	0~31		回退位移值	报告回退补偿位移部 数
?13<n>			输入口 1 状态值	报告输入口 1 的状态
?14<n>			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>	0~255		高 4 位=软件版本号; 低 4 位=硬件版本号;	报告软、硬件版本号
?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— 致命错误 。当泵初始化失败时该错误产生。
2(02h)	错误命令。一个不认识的命令发送产生该错误。纠正命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>)被命令发送时该错误产生。纠正参数泵将继续正常执行。
4(04h)	错误的命令序列。当命令组成不正确时该错误产生。
5(05h)	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。发送另一个阀命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，活塞移动命令不允许操作。
15(0Fh)	命令溢出。命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命令、设置命令、阀命令或在‘M’、‘H’命令执行时发送移动命令会产生错误15

错误代码和状态字

状态字	Hex #		Dec #		错误代码号	Error
	如果 Bit 5 = 0	或 1	如果 Bit 5 = 0	或 1		
7 6 5 4 3 2 1 0	0	或 1	0	或 1	号	Error
0 1 X 0 0 0 0 0	40h	60h	64	96	0	无错误
0 1 X 0 0 0 0 1	41h	61h	65	97	1	初始化错误
0 1 X 0 0 0 1 0	42h	62h	66	98	2	错误命令
0 1 X 0 0 0 1 1	43h	63h	67	99	3	参数错误
0 1 X 0 0 1 0 0	44h	64h	68	100	4	无效命令序列
0 1 X 0 0 1 0 1	45h	65h	69	101	5	保留
0 1 X 0 0 1 1 1	47h	67h	71	103	7	设备未初始化
0 1 X 0 1 0 0 1	49h	69h	73	105	9	活塞驱动过载
0 1 X 0 1 0 1 0	4Ah	6Ah	74	106	10	阀过载
0 1 X 0 1 0 1 1	4Bh	6Bh	75	107	11	活塞不允许移动
0 1 X 0 1 1 1 1	4Fh	6Fh	79	111	15	命令溢出

DB15 引脚定义：

引脚	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	NC1	悬空引脚
6	NC2	悬空引脚
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