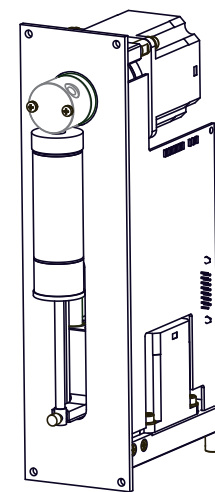




雷弗流体（保定）智能设备制造有限公司
地址：保定市徐水区经济开发区阳光大街
装备制造东园1-11号
电话：400-618-0877
E-mail: master@leadfluid.com
网址: <http://www.leadfluid.com.cn>

产品版本号: V1.0

G6060-1S工业注射泵 产品说明书



安全须知



重要信息：

操作前务必仔细阅读说明书！

	此图标警示：手指不能触碰运动部件。
	此图标警示：小心。
	此图标警示：小心，表面高温。
	此图标警示：小心，触电危险。
	此图标警示：对此产品进行回收。
	此图标警示：必须穿戴个人防护设备(PPE)。

危险：

	请使用与机器铭牌上一致的电源，否则将损害设备！
	请勿自行拆装机壳和改造设备内部，否则会引起故障，甚至电击事故！
	安装和拆卸注射器时，请先关闭电源。注射泵运行过程中，请不要靠近转动的丝杠部位，防止手指和衣物被卷入机械机构！
	安装和拆卸外部控制装置时，请先关闭电源，防止发生电击事故或损害设备！
	请将机器的保护地与大地连接，否则会有发生电击的危险或产生电磁干扰或产生感应静电！

	使用前请确认所传输的液体不会与注射器以及阀体发生化学反应，否则将会损坏注射器或阀体；如无法确定，请咨询我司工程师。
	本产品不适用防爆环境，不得将其用于爆炸性环境。

警告：

	使用前请确认所传输的液体不会与注射器以及阀体发生化学反应，否则将会损坏注射器或阀体；如无法确定，请咨询我司工程师。
	注射器和阀体属于易损件，请注意定期检查。由于注射器破损造成的损失，尤其包括有毒有害及贵重液体的泄漏，我司不负相关责任！
	由于实际工作环境条件(包括温度，湿度，酸、碱、有机溶剂等腐蚀环境，粉尘环境，供电电压等)超出我司技术指标而造成的机器损坏，我司负责有偿保修，不在正常质保范围内。

目录

简介 -----3

应用范围 -----3

功能及特点 -----3

安装说明 -----3

 开箱检查 -----3

 静电防护 -----4

部件及接口 -----4

 注射器和注射器驱动 -----4

 阀和阀驱动 -----5

 印制电路板 -----5

硬件设置 -----7

 外控接口 -----7

 电源 -----8

 通讯接口 -----9

 输入输出接口 -----12

 DIP拨码开关设置 -----12

 地址拨码设置 -----12

 部件安装 -----14

 整机安装 -----15

软件通讯 -----16

 地址设置 -----16

 通讯协议 -----17

 指令系统 -----20

 控制命令 -----21

 初始化命令 -----26

 活塞移动命令 -----28

 阀命令 -----28

 设置命令 -----30

 报告命令 -----35

 错误代码及状态查询 -----36

 针对特定应用的优化 -----39

 术语表 -----39

 性能优化 -----40

 帮助提示 -----45

故障及维修 -----46

 保修及售后 -----46

 驱动器备件 -----46

 日常维护 -----46

 日维护 -----47

 周维护 -----47

 定期维护 -----48

 故障处理 -----50

外观尺寸 -----51

订货信息 -----52

可选配件表 -----52

产品命名规则 -----53

技术参数 -----54

命令快速参考表 -----55

简介

G6060是一款高精度的OEM注射泵产品，通过注射器和换向阀精准配合，实现液体的精密传输，可轻松实现移液、稀释和分配等功能。独有的指示系统，实时显示进度和换向阀的状态，快速了解当前的工作状态。强大的通讯控制，最多可同时15台并联使用，实现多台协作实验。

应用范围

- 适用于微量量传输；
- 适用于微流量传输；
- 适用于无脉动传输；
- 适用于高精度传输。

功能及特点

- 可适配多种规格注射器；
- 高精度控制，支持微步控制；
- 独有指示系统，显示当前的状态；
- 多种通讯接口，最多级联15台设备；
- 电机堵转检测；
- 可编程存储；
- 多路输入输出接口；
- 直流电源供电。

安装说明

◆开箱检查

- 打开外包装，请先对照装箱单，检查所有配件是否有误或损坏，如果发现问题，请及时与厂家或代理商联系。
- 认真阅读使用说明书，并将其放在手边，或固定地点收藏，以便随时查阅。
- 将泵放置在一个水平桌面上，后部距离障碍物保持20厘米以上的距离。

◆静电防护

G6060是一台对静电非常灵敏的电子设备。衣服或其他静电放电可能对其造成损坏。为了防止泵的部件损伤，需要采取以下措施：

- 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，预先准备一个无静电的工作台面。

部件及接口

G6060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：

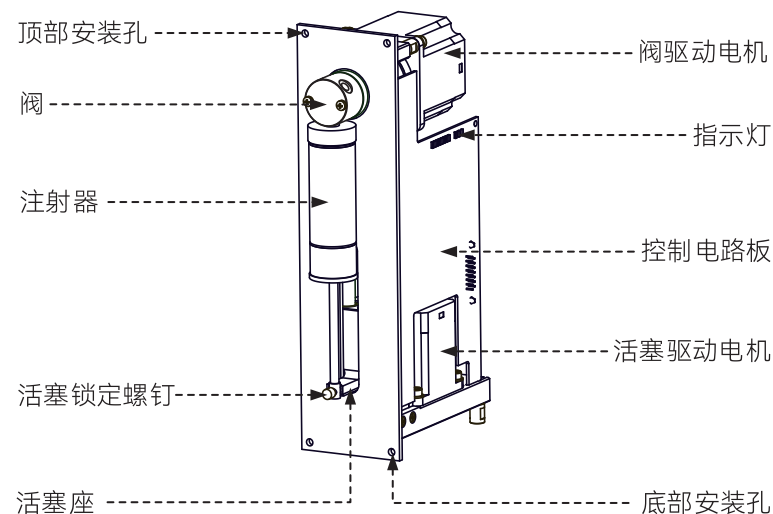


图1 部件功能示意图

◆注射器和注射器驱动

- 由步进电机带动丝杠，丝杠连接活塞推拉器，注射器活塞与活塞推拉器联动。
- 注射器活塞满行程60mm，分为6000步，分辨率为1步。
- 活塞通过固定螺丝固定在推拉器上，针筒的顶部和阀通过1/4"-28螺纹连接。

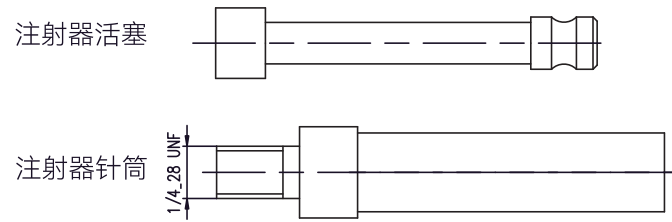


图2 注射器示意图

适用注射器规格: 50 μ L、100 μ L、250 μ L、500 μ L、1.0mL、5.0mL、10.0mL、25.0mL。

活塞固定如下图所示:

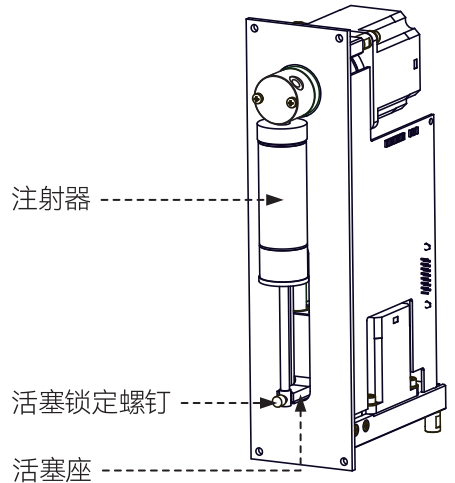


图3 活塞固定示意图

◆ 阀和阀驱动

- 阀由阀体和阀芯组成。阀芯在阀体内旋转连通注射器口不同的输入和输出。阀采用步进电机驱动，通过编码器检测位置。
- 适用阀: 3口Y型阀。

◆ 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，地址设定开关和DB15插口。通过DIP拨码开关可以选择不同的通讯模式和工作模式。更多关于模式操作的信息，参见“硬件设置”章节。

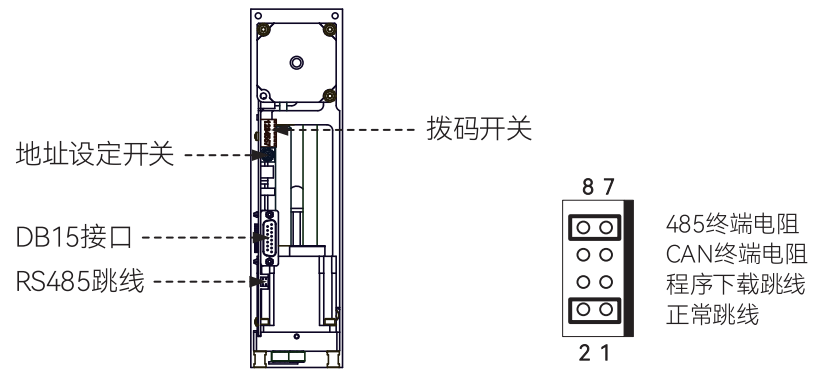


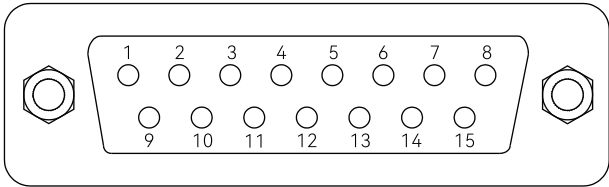
图4 接口开关示意图

	注意：注射器活塞和阀运行时不能干运行，应先注入液体，否则会破坏密封件表面，影响寿命。
	注意：垂直状态放置和安装泵，错误操作可能会导致针管损伤。
	注意：当泵运行时确保手指离开注射器槽，以避免引起伤害。
	注意：泵运行时，电机会产生热量，建议外加风扇辅助散热。
	注意：当连接或断开泵时要确保电源关闭。
	注意：在泵传输任何有机溶剂之前，参看“化学特性表”。

硬件设置

◆外控接口说明

外控接口包含电源接口、通讯接口、输入输出口等，针脚定义如表1所示。



DB15编号	英文注释	说明
1	DC24V	电源输入正极
2	TXD	RS232发送端
3	RXD	RS232接收端
4	-	保留
5	-	保留
6	-	保留
7	IN1	外控输入端1, TTL电平, 内部上拉4.7k
8	IN2	外控输入端2, TTL电平, 内部上拉4.7k
9	GND	逻辑地
10	GND	逻辑地
11	RS485 A	RS485 A端
12	RS485 B	RS485 B端
13	OUT1	外控输出1, TTL电平, 内部上拉1k
14	OUT2	外控输出2, TTL电平, 内部上拉1k
15	OUT3	外控输出3, TTL电平, 内部上拉1k

表1 DB15各针脚定义

◆电源

G6060需要额定电流至少为1.5A的24VDC电源，通过DB15供给。建议每两个泵使用一个电源线，以减少干扰；2台以上泵的电源线不能串联使用。电源接口参见表1引脚定义，1管脚为电源正，9管脚为电源负。

• 单台泵对电源要求

G6060需外部提供24V直流电源，可通过DB15的1和9引脚提供。单台G6060，对电源的要求如下：

1. 输出电压：24V直流；
2. 输出电源范围：不超过±10%，首选±5%；
3. 输出电压稳定度：±1%（在允许的输入电压和负载范围内）；
4. 输出电流：
≥1.5A，带最小电容的电源；
≥850mA，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，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）；
5. 输出电压纹波：满载时，最大50mA；
6. 符合EMI/RFI安全规范；
7. 电源开启和断开时的过冲电压：< 2V；

为了更好的满足以上要求，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。

• 多台泵对电源要求

1. 当外供电源提供给多台G6060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G6060，并带共需要4A的其他设备，那么就需要一个10A的电源才能满足，电源内至少有10000μF的输出滤波电容：
 $6 \times 0.85 = 5.1A$ ； $5.1 + 4.0 = 9.1A$ （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电源。
 $6 \times 1.5 = 9.0A$ ； $9.0 + 4.0 = 13.0A$ （选择15A电源）

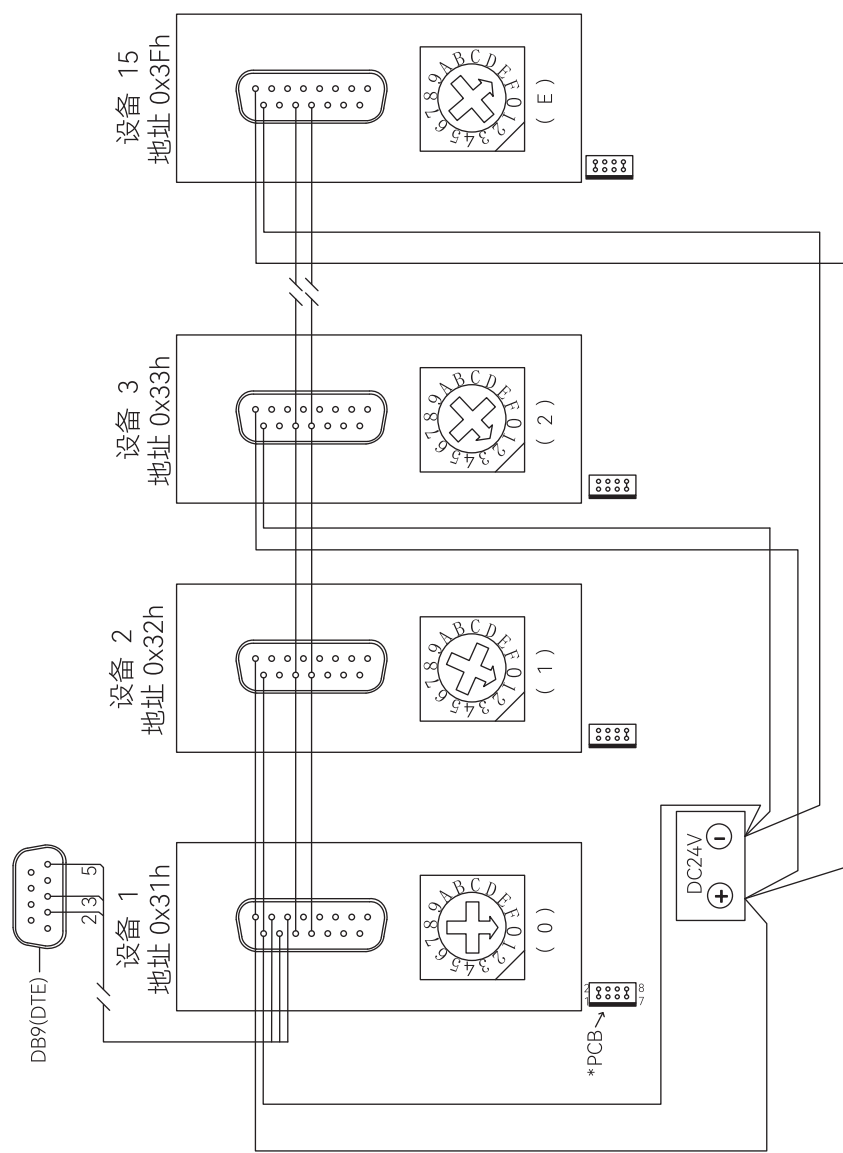
- 在该例子中，假定所有泵和设备将同时运行。
2. 若滤波电容不合适，或电源带载能力不合适，则会引起瞬间过电压及电压下跌，在G6060里产生没必要的纹波，造成元件寿命减少。另外，对某个特定负载产生不稳定或震荡。有些震荡能引起G6060故障。选择合适的电源可避免这些问题。
 3. 对于G6060和附加设备的配线要求。配线应该满足电流需求，并且线长尽可能的短。另作安全要求时，需要连接到G6060的电源线应该是20AWG或更粗。多台G6060连接时，提供的配线和电源应该满足总电流要求。例如上例6台以上的泵串用，则使用18AWG配线，从电源到设备的电源线最好使用双绞线。
 4. 不要使用继电器或触电开关控制24V和G6060电源的开和断。

◆通讯接口

通讯接口参见“外控接口”章节，其中RS-232通讯接口：2针为TXD，3针为RXD，10针为GND；RS-485通讯接口为：11针为A+，12针为B-；单台G6060与计算机通讯，可任意选择其中一种即可。

G6060内部自带RS232-RS485转换器，多泵通讯时，可参考以下两种接线方式。

RS232与多台泵通讯连接方式如下：
(主机与设备1用RS232方式连接，设备1~设备15用RS485方式连接)



主机与多台泵直接通过RS-485通讯连接方式如下：

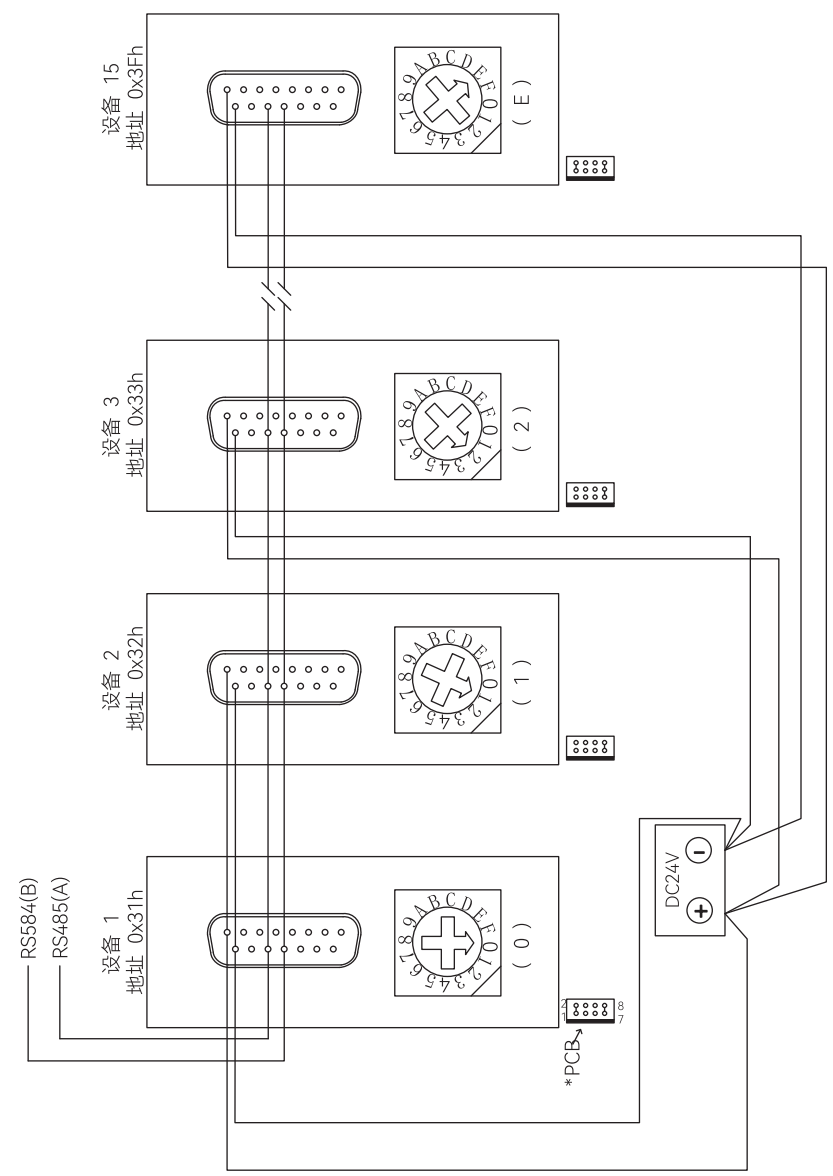


图6 连接方式图

注意： 通讯连接时，需要第一台和最后一台需要设置终端电阻（短接1-2）， 其它的需要取消终端电阻（断开1-2）

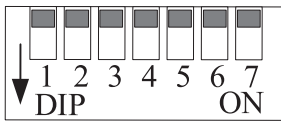
◆输入输出接口

G6060通过DB15插头提供两路辅助输入和三路辅助输出。它们提供TTL电平信号。输出状态通过[J]命令控制。

辅助输入口位于DB15的7和8针。它们能够通过[?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。命令描述参见“软件通讯”章节。

辅助输出口位于DB15的第13，14，15针脚。输出设定描述参见“软件通讯”章节。

◆DIP拨码开关设置



序号	拨码开关	对应功能说明
1	DIP 1 = ON	预留
2	DIP 1 = OFF	3口120° 阀
3	DIP 4 = OFF	取消自动运行模式
4	DIP 4 = ON	设置自动运行模式
5	DIP 5 = OFF	设置通讯波特率为：9600
6	DIP 5= ON	设置通讯波特率为：38400
7	DIP2、DIP3、DIP6、DIP7	预留

表2 DIP拨码开关设置

◆地址拨码设置

要设置地址开关，请用小平头螺丝刀，然后将开关沿任一方向转到所需的位置，开关共有16个位置（0-F），其中15个位置（0-E）有效，对应从机地址分别为1-15。



注意：地址更改后，重启才会生效。

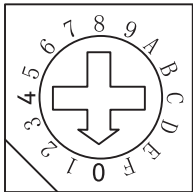


图8地址拨码设置示意图

地址拨码	泵地址	地址字符（终端和标准协议）
0	1	1
1	2	2
2	3	3
3	4	4
4	5	5
5	6	6
6	7	7
7	8	8
8	9	9
9	10	:
A	11	;
B	12	<
C	13	=
D	14	>
E	15	?
F	16	@

表3 地址拨码对照表

◆部件安装

参见“日常维护”章节中部件更换和维护的操作过程。



注意：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。

• 安装阀

安装G6060阀，请遵循以下步骤：

- 1. 尽可能排空注射器和管路中的液体；
- 2. 使用【ZR】命令初始化泵，使阀电机轴处于正确位置；
- 3. 使用【A6000R】指令将活塞移至行程底部；

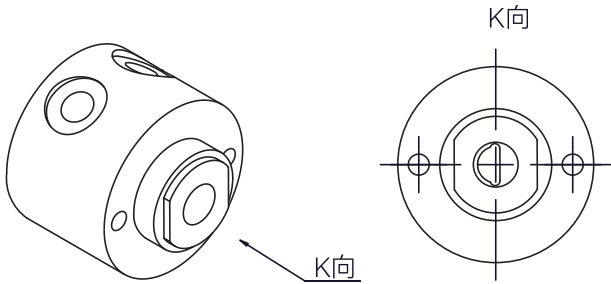


图9 安装阀示意图

- 4. 取下注射器和管路；
- 5. 用螺丝刀拆下阀前面两个螺丝，然后从泵上拆下阀；
- 6. 将新阀安装到前面板上，使螺丝孔对齐，阀接头配件与阀电机轴配合，阀电机轴应在正确位置，如果不是请用【ZR】重新初始化泵；
- 7. 安装阀前面拧上两个螺丝，但不要完全拧紧；
- 8. 安装注射器并拉动注射器活塞，直到其余活塞座对齐，使用活塞作为向导件对齐阀门，并在螺钉与阀体接触后拧紧1/4至1/2圈；
- 9. 将注射器柱塞一直拉入活塞座，并拧紧活塞锁定螺丝。

• 安装注射器

- 1. 松开活塞固定螺钉；
- 2. 首先发送[ZR]指令，之后发送[A6000R]指令，降下活塞推拉器。
- 3. 按照以下步骤安装注射器：
 - 1) 把注射器拧紧在阀上。
 - 2) 将注射器活塞拉到活塞推拉器的固定孔中。
 - 3) 旋紧活塞固定螺钉，确保注射器活塞固定到位。

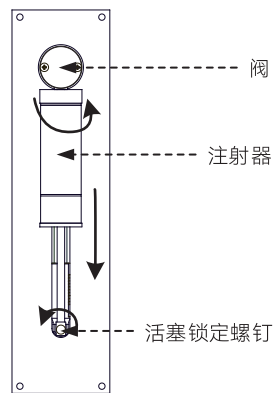


图10 注射器安装示意图

◆整机安装

多个M4×0.7的螺钉孔为G6060提供了多种安装方式，安装螺钉孔位置如下图所示：

- 1. 底部安装；
- 2. 顶部安装；

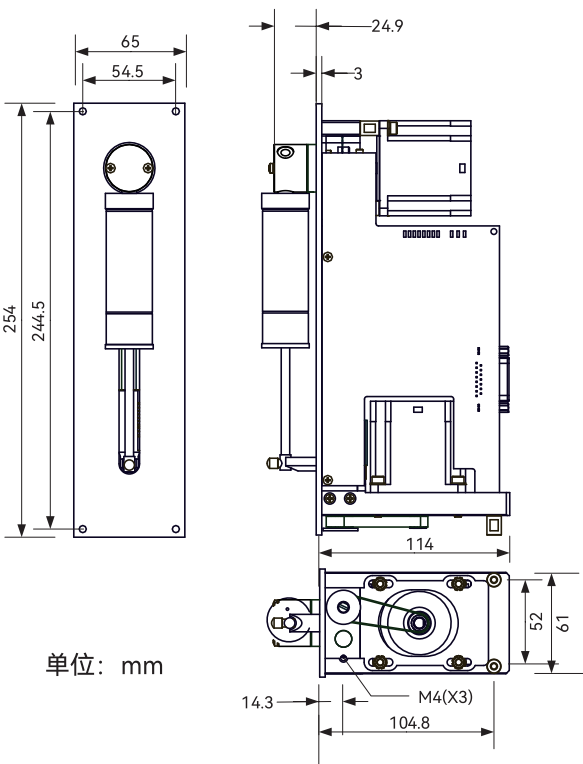


图11 外观尺寸图

软件通讯

◆地址设置

作为通讯协议的一部分，每个泵的地址必须指定，地址开关上每个拨码地址对应一个十六进制值。

地址（十六进制）RS232/RS485	设备
30	主机地址（主控制器、计算机、等等）
31-3F	设备地址
5F	广播地址（所有设备都执行的地址）

表4 地址设置表（十六进制）

G6060-1S工业注射泵产品说明书

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”，以此类推。

在多台泵连接的系统中，使用“5F”（广播地址）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3FH）进行通讯。



注意：通过广播地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。

◆通讯协议

支持两种通讯协议：

OEM协议和DT（终端）协议。

DT协议即数据终端协议，采用无校验ASCII码传输。

• OEM通讯协议

OEM通讯是一个非常强大的协议。表5详细描述了OEM协议中的每项设置。

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	
1	STX (^B 或 02h)
2	泵地址
3	序号
3+n	数据块（长度）
4+n	ETX (^C 或 03h)
5+n	校验

应答帧格式	
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 3h)
5+n	校验和

表5 OEM协议

OEM协议命令说明：

一帧数据中STX为帧头，ETX为帧尾，校验和为数据块的结束字符。

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码表示，高位在前，低位在后。如A3000：表示为41 33 30 30 30；

ETX (^C或3h)：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、EXT）。

OEM协议应答说明：

以下仅列出与命令协议中不同字节的定义。相同的字节定义参见上方“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“错误代码及状态查询”章节。

• DT终端协议

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	
1	“/” (2Fh)
2	泵地址
2+n	数据块 (长度 n)
3+n	换行符 ([LF]或 0Ah)
应答帧格式	
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)

表6 DT终端协议参数设置

DT协议命令说明，命令协议中各字节描述说明如下：

“/”：帧头（一帧数据的开始）；

泵地址：“0” - “E”（31h-3Fh）；

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

如A3000：5字节，表示为41 33 30 30 30；

回车符：0Ah为帧尾。

DT协议应答说明，应答协议中各字节描述如下：

主地址：主机的地址，固定为30h（ASC II值“0”）；

状态字：设备状态和出错编码。参见“错误代码及状态查询”章节。中[Q]命令的描述。

数据块：支持除了[Q]命令外的所有报告命令；

回车符：0Dh为帧尾；

换行（0Ah）：数据串中最后一个字符，表示该帧信息结束。

◆指令系统

G6060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，可自行按需设置。

快速浏览所有命令，请参见附录“命令快速参考表”。

当检测到问题时，产生响应错误代码。错误代码描述可参见“错误代码及状态查询”章节。

• 命令操作

为了更好的使用操作命令，注意事项如下：

1. 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。
2. 泵可接收单命令或命令串。
- 例如：单命令：如[A3000R]移动活塞位置到3000。
- 命令串：如[IA30000A0R]移动阀到输入口位置，移动活塞位置到3000，然后旋转阀到输出口位置，最终返回活塞位置到0。
3. 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）。
4. 命令（串）执行过程中不接收命令（串）。该规则不包括中止命令（“T”命令）和报告命令。
5. 当一个命令发送后，泵立即响应。如果命令（串）中含无效命令，则不执行此条命令（串）并立即报告错误；如果命令（串）中含有无效参数的指令，则执行该条指令后停止运行，发送“Q”命令返回错误信息。
6. 注射器和阀不能干运行，否则会导致阀和活塞密封件损坏。
7. 泵运行过程中务必保证手离开注射器处的窄缝，以免对人身造成伤害。

◆控制命令

a) R执行命令（串）

[R]命令执行之前一个发送的命令（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）。

例程	说明
IA1500A0R	将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0。
R	再次发送 R，不会发生任何操作。

表7 命令缓冲区指令例程

b) X执行上一个命令（串）

[X]命令重复执行一次上一命令（串）。

例程	说明
IA1500A0R	将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0。
X	再次发送 X，重复执行上一个命令。

表8 重复执行指令例程

c) 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

例程	说明
IA1500A0G10R	将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0，重复运行10次。

表9 循环指令例程

d) 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]最多能嵌套10层。

其中g为循环开始标记。

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。

表10 循环命令开始标记指令例程



注意：如果<n>=0，为无限循环，可以通过执行[T]命令终止。

e) M<n>延时命令

[M]命令作用是延时一段时间。例如，为平息液体在注射器和管内震荡可用[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>=1..30000毫秒

例程	说明
M1000A1500A0R	延时1秒将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0。

表11 延时指令例程

f) 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：
<0>=0 等待[R]或外控输入1或2变低；
<n>=1 等待[R]或外控输入1变低；
<n>=2 等待[R]或外控输入2变低；



注意：如果不带参数，<n>默认为0。

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

例程	说明
HIA1500A0R	等待启动信号将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0。
R	再次发送 R，执行命令。

表12 暂停指令例程

g) T停止命令
[T]命令终止活塞的运行（[A][P][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。如果泵由于故障或错误而终止，必须重新初始化。

例程	说明
IA1500A0G10R	将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后活塞移至0,重复10次。
T	运行中发送 T，停止执行命令缓冲区。

表13 停止指令例程

h) 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：
[<n>]，其中<n>=0..7（默认是0）。
DB15提供（引脚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：

G6060 命令	输出 3（Pin15）	输出 2（Pin14）	输出 1（Pin13）
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=低电平；1=高电平）

表14 控制状态

例程	说明
J7R	设置数字输出1,2,3为高。

表15 外控输出指令例程

i) s<n>存储命令串到EEPROM
用户可以选择执行存储在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[s2ZS1gIA3000OA0G0R]

命令段	功能描述
s2	存储命令串到 EEPROM 的地址 2。
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。
A3000	移动活塞到 3000。
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。

表16 存储命令

j) e<n>执行EEPROM命令串

有两种方法执行EEPROM的命令串：

- 加电，设置为自动运行模式，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，必须设置为自动运行模式。

[e<n>]命令执行EEPROM中的命令串，可以通过[T]命令终止，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，指定调用
哪几个其它命令串。

例程	说明
s2IA1500A0R	将阀门移至输入位置，将注射器活塞移至位置1500,然后 活塞移至0的指令存储到存储器#2里。
e2R	运行存储器#2 的指令，将阀门移至输入位置，将注射器 活塞移至位置 1500,然后活塞移至 0。

表17 EEPROM执行指令例程

k) N<n>设置微步模式命令

N<n>命令启用或禁用微步模式，此命令语法如下：

参数n为0或1，其中n=0为标准模式，全行程3000步；n=1为微步模式，全行程
24000步

例程	说明
N0R	启用标准模式（3000 步）。
N1R	启用微步模式（24000 步）。

表18 微步设置指令例程

◆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，则初始化失败。
活塞驱动力能够通过初始化命令设置。

表19列出了各种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
的活塞驱动力。默认初始化运行速度是500Hz。

注射器	活塞驱动力	例程
1.0ml 或更大	最大	ZR
250ul,500ul	次级	Z1R
50ul,100ul	第三级	Z2R

表19初始化活塞选择

其中Z=Z0，3-9=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：

a) 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	初始化为最大活塞驱动力。
	<n>=1	初始化为次级活塞驱动力。
	<n>=2	初始化为第三级活塞驱动力。

表20 初始化活塞驱动（设置阀输出口到右侧）

例程	说明
ZR	初始化注射器到零位并将阀输出位置设置在右侧。

表21 初始化活塞驱动指令例程

b) 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输出口到左侧（泵前面看）

命令	参数	描述
Y	<n>=0	初始化为最大活塞驱动力
	<n>=1	初始化为次级活塞驱动力
	<n>=2	初始化为第三级活塞驱动力

表22 初始化活塞驱动（设置阀输出口到左侧）

例程	说明
YR	初始化注射器到零位并将阀输出位置设置在左侧。

表23 初始化活塞驱动指令例程

c) 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	初始化为最大活塞驱动力。
	<n>=1	初始化为次级活塞驱动力。
	<n>=2	初始化为第三级活塞驱动力。

表24 无阀初始化



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。

◆ 活塞移动命令

a) A<n>绝对位置

[A]命令移动活塞到绝对位置<n>,其中<n>=0~6000标准模式或0~48000微步模式。

例程	说明
A300R	将注射器移至位置 300
A0R	将注射器移至位置 0

表25 绝对位置例程

b) 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标准模式或0~48000微步模式。

例如：注射器活塞位置为0。[P300]指令向下移动活塞300步到位置300。再执行[P600]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（无效操作）。

例程	说明
P300R	将注射器向下移至距离当前位置 300 的位置。

表26 相对抽取例程

c) 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标准模式或0~48000微步模式。

例如：注射器活塞在位置3000, [D300]将活塞向上移动300步到位置 2700如果最终活塞位置<0, [D]命令返回错误信息3（无效操作）。

例程	说明
D300R	将注射器向上移至距离当前位置 300 的位置。

表27 相对分配例程

◆ 阀命令

a) I移动阀到输入位置

[I]命令移动阀到输出口位置。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。

例程	说明
ZIR	阀将在左侧连通（泵前端看）。

表28 移动阀到输入例程

b) O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入位置，[Y]命令初始化阀右侧为输出位置。

例程	说明
ZOR	阀将在右侧连通（泵前端看）。

表29 移动阀到输出例程

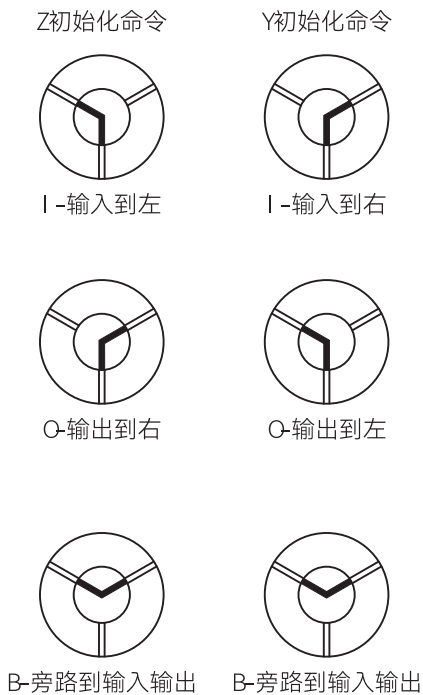


图12 三口阀应用示图

c) B移动阀到旁路

[B]命令链接输入口和输出口，旁路注射器。

例程	说明
BR	阀将移动到旁路（泵前端看）。

表30 移动阀到旁路例程

d) E移动阀到特殊位置（只适用于3口分配阀和4口阀）

[E]命令移动阀到特殊位置。对于四口阀和命令[B]类似，旁路注射器。

警告：当阀处于B位置时，不能移动注射器活塞。发送活塞移动命令会产生11号错误（活塞不允许移动）。

◆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。活塞依据程序设定的斜率减速运行。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。

警告：除非运行速度小于开始或停止速度，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]。

a) K<n>回退步数

[K]命令设置回退步数。

语法如下：[K<n>]其中<n>=0..31(默认值0)。

当活塞驱动电机反向运行时，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。

例程	说明
K20R	将回退步数设置为 20。

表31 回退步数指令例程

b) 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>x2.5kHz/sec。命令语法如下：
[L<n>]其中<n>=1..20（默认值14）

斜率表

参数值	缓启斜率/加速度 (kHz/s)	缓启时间 (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

表32 斜率命令设置

例程	说明
L2R	将斜率设置为 5kHz/s。

表33斜率指令例程

c) 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）。

例程	说明
v50R	将启动速度设置为 50 步/秒。

表34 启动速度例程

d) 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>=1-6000（默认值1400）。

例程	说明
V1000R	将运行速度设置为 1000 步/秒。

表35 斜率指令例程



警注意：2.5mL以上的注射器要求更低的速度。用户必须测定适合自己应用的速度。

e) S<n>设置速度

[S]命令设置活塞的运行速度。<n>增大时，活塞速度减少。命令语法如下：[S<n>]
其中<n>=0..40，n对于速度值详见表3-11。[S]命令不能覆盖活塞全部速度范围，只为了方便用户而提供。

a) 如果启动速度高于运行速度，启动速度=运行速度。

b) 如果停止速度高于运行速度，停止速度=运行速度。

速度代码、转速、线速度对应关系（不包括斜率）：

编号	转速 (Hz)	转速 (rpm/min)	线速度 (mm/s)
0	6000	450	30.00
1	5000	375	25.00
2	4400	330	22.00
3	3800	285	19.00
4	3200	240	16.00
5	2600	195	13.00

6	2200	165	11.00
7	2000	150	10.00
8	1800	135	9.00
9	1600	120	8.00
10	1400	105	7.00
11	1200	90	6.00
12	1000	75	5.00
13	800	60	4.00
14	600	45	3.00
15	400	30	2.00
16	200	15	1.00
17	190	14.25	0.95
18	180	13.50	0.90
19	170	12.75	0.85
20	160	12.00	0.80
21	150	11.25	0.75
22	140	10.50	0.70
23	130	9.75	0.65
24	120	9.00	0.60
25	110	8.25	0.55
26	100	7.50	0.50
27	90	6.75	0.45
28	80	6.00	0.40
29	70	5.25	0.35
30	60	4.50	0.30
31	50	3.75	0.25
32	40	3.00	0.20
33	30	2.25	0.15
34	20	1.50	0.10
35	18	1.35	0.09
36	16	1.20	0.08
37	14	1.05	0.07
38	12	0.90	0.06
39	10	0.75	0.05
40	5	0.375	0.025

表36 速度设置

例程	说明
S10IA1500A0R	将注射速度设置为 7mm/s，阀门移动到输入位置，注射器活塞移动到 1500，然后移动到 0。

表37 速度设置例程

f) 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..2700（默认900）

例程	说明
c500R	设置停止速度为500步/秒。

表38 停止速度设置例程

g) 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>是自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>设置速度	[<n>=0..40]	默认：11
V<n>设置运行速度	[<n>=5..5000]	默认：1400
v<n>设置启动速度	[<n>=50..1000]	默认：900
c<n>设置停止速度	[<n>=50..2700]	默认：900
L<n>设置斜率	[<n>=1..20]	默认：14
K<n>设置回退间隙	[<n>=1-31]	默认：0
k<n>设置死区体积	[<n>=0..80]	默认：50

例程	说明
k50ZR	初始化注射器活塞到零位，移动活塞 50 步为死区体积

表39 死区体积设置例程

◆报告命令

a) ?报告活塞的绝对位置

[?]命令报告活塞要移动到的绝对位置，返回参数[0-6000]。

b) ?1报告启动速度

[?1]命令报告启动速度，返回参数[50..1000]。

c) ?2报告运行速度

[?2]命令报告运行速度，返回参数[5..5000]。

d) ?3报告停止速度

[?3]命令报告停止速度，返回参数[5..2700]。

e) ?4报告活塞的当前的绝对位置

[?4]命令报告当前的绝对位置，返回参数[0-6000]。

f) ?5报告缓启斜率编号

[?5]报告缓启时间编号，[0-20]详见表3-10。

g) ?6报告阀的位置

[?6]报告阀的位置[0-2]。

对于三口120度阀，用ZR初始化，0=输出位置；1=输入位置；2=旁路位置。

对于三口120度阀，用YR初始化，0=输入位置；1=输出位置；2=旁路位置。

h) ?8报告驱动力状态

[?8]命令报告驱动力状态0=最大，1=次级，2=最小。

i) ?10报告缓冲区状态

[?10]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编程1。一个[R]命令将执行存储在缓冲区内的命令。

j) ?12报告回退步数

[?12]命令报告回退步数0-31。

k) ?13报告输入口1（DB15, Pin7）的状态

0：低； 1：高。

l) ?14报告输入口2（DB15,Pin8）的状态

0：低； 1：高。

m) ?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（31-3f）十进制（49-63）。

n) ?23报告固件版本

[?23]命令以ASCII返回软硬版本号。

o) ?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]。

◆错误代码及状态查询

Q报告错误代码和状态字（表40）。

状态字	十六进制		十进制		错误代码	
76543210	0	1	0	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	错误命令
01X00011	43h	63h	67	99	3	参数错误
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	命令溢出

表40 错误代码和状态

[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

表41 位5状态定义

移动命令（[A][P]和[D]）过程，[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G6060中检测到故障。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。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。
7（07h）	设备初始化错误。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、或阀命令会产生错误 15

表42 错误代码

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）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。

- a. 如果初始化成功并且泵处于空闲状态，后续的命令可以执行。
- b. 如果未初始化，泵必须重新初始化直到初始化成功。
- c. 如果初始化失败，收到移动命令后，将返回“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。用[Q]命令可以查询泵的忙闲状态，当空闲时可以接收新命令。

报告命令

[T]	命令不返回错误15。
[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]	立即返回无效的错误的命令。泵状态是“空闲”
[A6000x2000R]	立即返回无效的的命令错误。泵状态是“空闲”
阀旁路[A1000R]	不会立即返回错误，当[Q]命令查询时，返回“活塞不允许移动”错误。



注意：为保证返回数据的稳定性，请确保两次发送指令间的时间间隔大于150ms。

◆针对特定应用的优化

G6060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。

◆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。
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	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。
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。

表43 术语表

实际上，注射器活塞开始移动很慢，然后逐渐升速到运行速度。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直至停止，这样有利于提高分配精度。

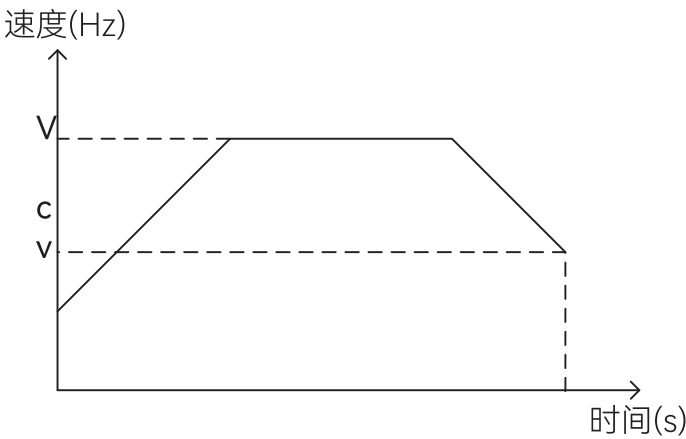


图13 注射器升降速曲线

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=全程步数*体积/注射器尺寸

例如：使用G6060泵用1mL的注射器抽取100ul，移动步数如下：

步数=6000步*100ul/1mL*1000ul/mL=600步

◆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，参见“软件通讯”章节。
按照如下的步骤优化G6060性能：

a. 检查化学兼容性

化学兼容性参见公司网站“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10ul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。

b. 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满足流量又能提供最小的和最大的分配液量注射器（表44）。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。

注射器尺寸	最小流量	最大流量（含斜率）
50uL	0.0003125mL/min	2.5mL/min
100uL	0.000625mL/min	5mL/min
250uL	0.001563mL/min	12.5mL/min
500uL	0.003125mL/min	25mL/min
1mL	0.00625mL/min	50mL/min
5mL	0.03125mL/min	250mL/min
10mL	0.0625mL/min	500mL/min
25mL	0.15625 mL/min	1250 mL/min

表44 理论流量范围表

注：当测试流体为液体时，高速抽取时会产生气泡，这会影响连续分配时的流量。

下表（表45）为不同规格注射器分配液体为水时所允许的最大抽取速度。

配备管路	注射器标称值（uL）	允许分配的最大速度 （单位：Hz）	允许抽取的最大速度 （密闭，不能进空气；单位 Hz）
0.5mm	50	6000	6000
	100	6000	3500
	250	6000	1200
	500	6000	500
	1000	6000	300
	2500	1900	110
	5000	600	60
1.0mm	50	6000	6000
	100	6000	6000
	250	6000	6000
	500	6000	6000
	1000	6000	3500
	2500	6000	1600
	5000	6000	700
1.5mm	50	6000	6000
	100	6000	6000
	250	6000	6000
	500	6000	6000
	1000	6000	4500
	2500	6000	2000
	5000	6000	1500

表45 注射器分配抽取最大速度表

c. 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/分配管常采用热成型或锥形末端形式，以保证大多数应用中更好的断流和更高的精度。当抽取很小体积（1-5ul）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。推荐管路可参见表46；关于不同类型管的详细描述，参见附录“订购信息”

G6060 适用管路			
PTFE 管	内径	外径	压力
008T32-150-10	1.6mm	3.2mm	23Bar
008T16-050-20	0.5mm	1.6mm	35Bar
008T16-100-20	1mm	1.6mm	25Bar

表46 管路推荐表

d. 接通泵

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

e. 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。通讯成功的话将放回版本号 and 状态。可能的错误：无响应。检测连接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。

f. 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“0”（完全分配）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知道泵成功初始化。

g. 灌注注射器

- a) 发送命令[IA3000R]，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。

可能错误：错误9（活塞过载）。

h. 检测灌注/分配

发送命令[IA3000OA0R]，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“3000”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，造成的原因可能是由于流速过快使得回压过大，或是管内径狭小，或阀/管受阻。此种情况下不管在灌注或是分配过程中均可能发生。通过发送命令[S12A3000OA0R]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。

i. 设置启动速度和运行速度

通过[S]命令控制活塞速度在30mm/1.2s - 30mm/100min。[V]命令允许在全速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) 发送命令[v50IA3000OA0R]。逐渐增加启动速度（增加“v”值）确定核实的最大值。
- b) 发送命令[vxVxIA3000OA0R]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。

j. 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[cxIA3000OA0R]并观察活塞是否过载或有液体飞溅到分配器皿外。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。

影响断流的另一个原因是惯性气隙。就像管末稍小的气隙。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的断流状况。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，气体断流就会变差。

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，分配管和含表面活性剂的去离子水：

- a) [S24IA3000OA0R]-管末端会残留一滴
- b) [S24IA3000OA5S1A0R]-管末端无液滴
- c) [V100IA3000OA0R]-管末端会残留一滴
- d) [V100IA3000OA5V5000A0R]-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：不可能在所有环境下达到改善液体断流，特别对于小于500ul的注射器或少量的液体。

k. 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。

◆ 帮助提示

为了确保泵的性能，按照如下的要求操作：

- a. 及时擦干净所有溢出液体。
- b. 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。在15°C或更低的温度抽液体时可能会泄露。
- c. 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。

表36 速度设置

故障及维修

◆ 保修及售后

● G6060工业注射泵一年免费质保

- 1、质保范围为G6060工业注射泵整机，注射器、进样针及其他耗材不在此质保范围内；
- 2、质保期期限起计方式以客户购买有效凭证上显示的购买日期开始计算；
- 3、如在质保期内出现质量问题，雷弗负责免费修理、更换；
- 4、如因人为因素造成的如进水，摔伤，使用不当等问题，雷弗免人工修复费，只收取材料成本费。

● 特殊说明

请在使用三通阀、注射器、进样针和其他耗材类产品前，核对好型号规格。请注意，一旦拆封使用，除非存在质量问题，不再接受退换货。

◆ 驱动器备件

备件	型号	备件编号

表47 驱动器备件

◆ 日常维护

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：

- a. 日维护；
- b. 周维护；
- c. 周期性维护；

◆ 日维护

为了确保正确操作G6060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；
- 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）；



注意：不允许泵多次干运行，即不带液运行。

◆ 周维护

G6060的液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。

• 稀释的清洁剂清洗

按如下步骤，用稀释清洁剂清洗泵：

- 用稀释清洁剂溶液灌装泵（例如：2%的CONTRAD，RoboScrub,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。
- 30分钟后，去除试剂中的试剂管，并将注射器和管路中所有液体排入废液容器。
- 用蒸馏水或去离子水灌装泵至少10次。并在存储泵时液体通路充满蒸馏水或去离子水。

• 弱酸和弱碱清洗

按照下列步骤，用弱酸和弱碱清洗泵：

- 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。
- 用蒸馏水或去离子水冲洗泵。
- 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。

- 10分钟后，取出0.1N 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器。

- 用蒸馏水或去离子水灌装泵至少10次。

• 用10%漂白剂清洗

按照下面步骤，用10%漂白剂清洗泵：

- 配置10%的漂白剂（1倍漂白粉和9倍水）。
- 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。
- 30分钟后，用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。
- 用蒸馏水或去离子水灌装泵至少10次。

◆ 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；
- 活塞密封部件；
- 阀；

更换频率取决于循环次数、使用液体和维护手段。

• 更换分配管和试剂管

更换分配管和试剂管遵循下列步骤：

- 松开管接头，取出管。
- 安装新的管，把管接头拧紧到阀上。

• 更换注射器

更换注射器遵循下列步骤：

- 排干净注射器中的液体。
- 松开活塞固定螺钉大约3圈。

- c. 通过发送[ZR],[A6000R]命令降下推拉器。
 - d. 从阀上旋下注射器。
 - e. 按下列步骤安装注射器。
 - a) 连接注射器和阀。
 - b) 降下注射器活塞杆到活塞推拉器固定孔中。
 - c) 旋紧活塞固定螺钉，确定注射器活塞杆固定到位。
 - f. 重新初始化泵
- **更换阀**
- 按照下列步骤更换阀：
- a. 清理泵的液体。
 - b. 用[ZR]命令初始化泵以便编码器上的偏扁处于正确的方向（垂直处于你的右侧）。
 - c. 拆除注射器和管。
 - d. 拧下阀前端的十字头螺钉，取下阀。
 - e. 安装阀，使阀和编码器的扁结合。阀的状态：管接口在上，注射器接口在下。
 - f. 轻轻转动阀体，对准阀的固定孔和泵前面板的空孔。将两个阀螺钉插入安装孔，拧至接触阀体，然后再旋紧1/4到1/2圈。

• **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4个侧边和两个固定DB15连接器支架的螺钉，拆下后面板。
 - 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DB15连接器，然后用四个侧边螺钉装回后面板。
 - 6. 加电并重新初始化泵。



注意：更换注射器或执行任何装配、拆卸或维护活动前，务必将泵与主电源断开。

◆故障处理

编号	故障类型	故障描述	解决方法
1	硬件	电源指示灯无显示	1. 检查电源线是否接好 2. 检查电源供电电压是否为DC24V
2	硬件	活塞不移动	1. 检查电源指示灯是否亮 2. 检查工作电压是否过高或过低
3	硬件	电机抖动	1. 请联系厂商维修
4	硬件	转向阀不动	1. 请联系厂商维修
5	硬件	外控输入不起作用	1. 检查连接是否正确
6	硬件	外控输出不起作用	1. 检查连接是否正确
7	硬件	通讯不起作用	1. 检查连接是否正确 2. 检查外控电源是否供电 3. 检查编码开关，重新设定机器地址 4. 检测拨码开关，检测波特率设定
8	硬件	泵运行时声音大	1. 请联系厂商维修
9	软件	外控不起作用	1. 检查是否正确使用相关指令
11	软件	通讯不起作用	1. 检查指令格式是否正确 2. 检查是否在总线上有两台机器用同一地址

表48 故障处理参考表

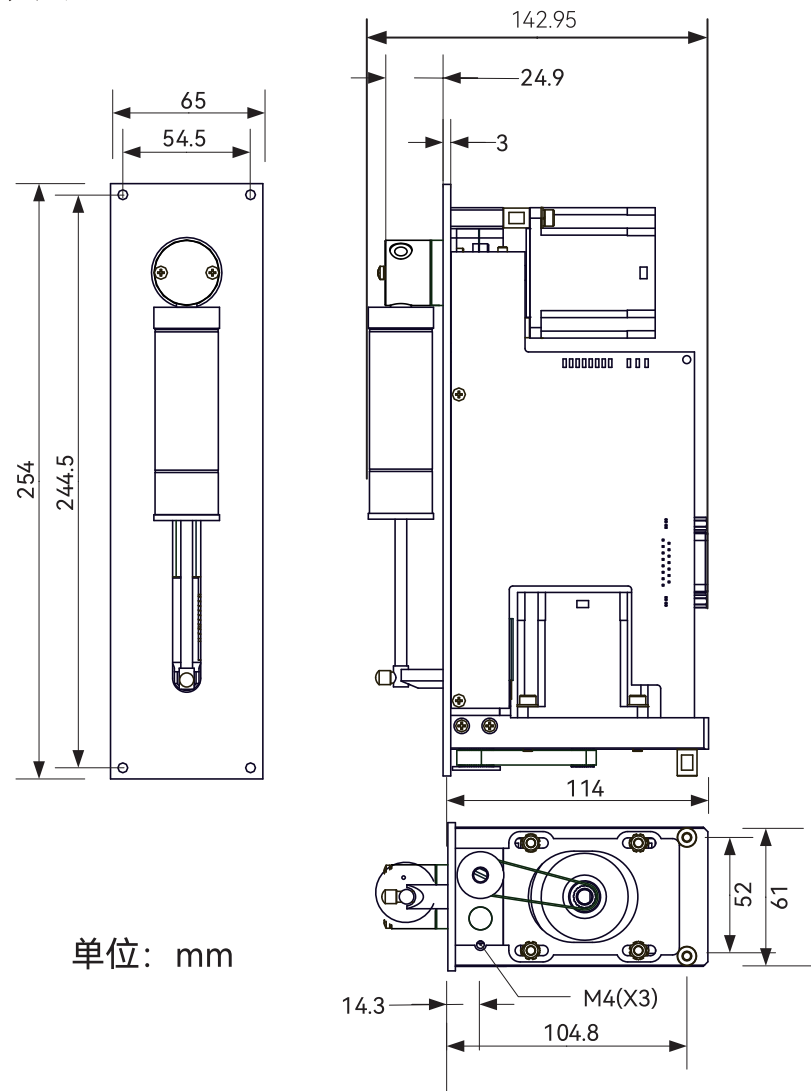


注意：本产品未经医疗认证，作为部件作用于医疗器械时，医疗器械本身需具备医疗认证。



注意：该泵内无用户可自行维修的部件，如用户自行维修，泵的保修将失效；如发生排查软件和外部硬件连接不能解决的故障，请您与雷弗厂商联系，请勿自行维修。

外观尺寸



单位: mm

图14 外形尺寸

订货信息

产品型号	说明	订货号
G6060		

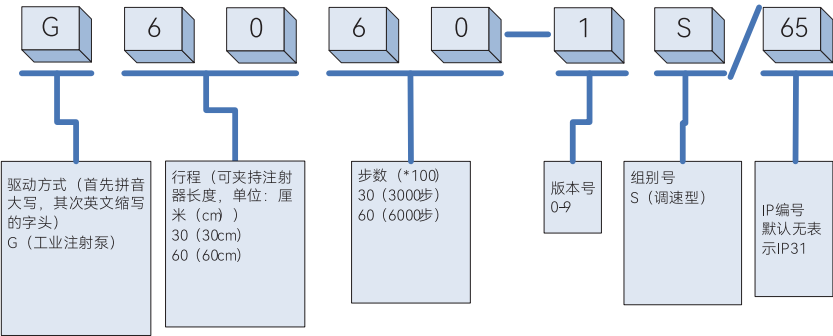
表49 订货信息

可选配件表

配件表	说明	订货号
三通阀 1/4-28UNF-120 度	Y 型三通阀	1070200400004
聚四氟垫片	阀内密封垫	3010101000034
工业注射泵注射器 60mm 50uL		1070500300022
工业注射泵注射器 60mm 100uL		1070500300013
工业注射泵注射器 60mm 250uL		1070500300018
工业注射泵注射器 60mm 500uL		1070500300021
工业注射泵注射器 60mm 1mL		1070500300016
工业注射泵注射器 60mm 2.5mL		1070500300017
工业注射泵注射器 60mm 5mL		1070500300023
工业注射泵注射器 60mm 10mL		1070500300014
工业注射泵注射器 60mm 25mL		1070500300019
PTFE 管 ID0.8*OD1.6mm		1070100100010
PTFE 管 ID0.5*OD1.6mm		1070100100004
PTFE 管 ID1.0*OD1.6mm		1070100100011
PTFE 管 ID1.6*OD3.2mm		1070100100013
倒锥接头 OD1.6mm1/4 -28UNF - PTFE		1070300500008
倒锥接头 OD3.2mm1/4 -28UNF - PTFE		1070300500007

表50 可选配件表

产品命名规则



技术参数

适用注射器尺寸规格	50μL-25mL
行程控制精度	≤±1%
满行程	60mm(6000步（标准）/48000步（微步）)
控制分辨率	0.01mm(步)
线速度范围	0.01mm/s- 50mm/s
单程时间	1.2秒 - 100分钟
活塞驱动力	大于6.8kg
适用阀	3口Y型阀 1/4-28螺纹接口
阀换位时间	≤280ms
流体接触的材料	硼硅酸盐玻璃，Kel-F和Teflon
通讯接口	RS-232/RS-485，9600/38400波特率可选
设备参数设置	7位拨码开关
外部输入接口	2路外部TTL输入
外部输出接口	3路外部TTL输出
电机堵转检测	电机堵转检测
可编程存储	可编程存储
输入输出接口	输入输出接口
电源供电	DC24V±10%，电流≤2A
外形尺寸(长×宽×高)	65×143×254(mm)
工作环境温度	15℃-40℃
工作环境相对湿度	20 - 80%
重量	2.05kg

命令快速参考表

指令	参数范围	默认值	指令说明
R	N/A	N/A	执行命令字符串。
X	N/A	N/A	根据辅助输入在缓冲区中执行下一个命令。
Z	0-2	N/A	初始化活塞并且设置阀输出口到右侧。
Y	0-2	N/A	初始化活塞驱动并且设置输出口到左侧。
W	0-2	N/A	初始化无阀泵的活塞驱动力。
A	0-6000	N/A	移动活塞到绝对位置
P	0-6000	N/A	活塞向下移动指定的步数
D	0-6000	N/A	活塞向上移动指定的步数
I	N/A	N/A	移动阀到输入口位置
O	N/A	N/A	移动阀到输出口位置
B	N/A	N/A	链接输入口和输出口，旁路注射器
E	N/A	N/A	移动阀到特殊位置
g	N/A	N/A	[g]命令与[G]命令配合使用，作为命令串循环开始标记。
G<n>	0-30000	N/A	按照指定的次数重复一个命令（串）。
M	1-30000	N/A	延时一段时间。
H	0-2	N/A	暂停命令串执行。
T	N/A	N/A	终止活塞的运行。
J	0-7	0	设置外控输出状态（OC 门输出）。
s	0-14	N/A	存储命令串到 EEPROM。
e	0-14	N/A	执行 EEPROM 的命令串。
N	0-1	0	启用或禁用微步模式
K	0-31	0	设置回退步数。
L	1-20	14	缓启、缓停时间通过使用斜率命令设置。
v	50-1000	900	设置活塞起始速度。
V	1-6000	1400	设置运行速度。
S	0-40	11	设置活塞的运行速度。
c	50-2700	900	设置活塞终止速度。
k	0-80	12	设定初始化后活塞偏移 0 点的步数
Q			状态和错误代码
?	0-6000		报告活塞要移动到的绝对位置
?1	50-1000		报告启动速度
?2	5-5000		报告运行速度
?3	5-2700		报告停止速度
?4	0-6000		报告当前的绝对位置

?5	3-10		报告缓启时间编号
?6	0-2		报告阀的位置
?8	0-1		命令报告驱动力状态
?10	0-1		命令报告缓冲区状态
?12	0-31		命令报告回退步数
?13	0-1		报告输入口 1（DB15,Pin7）的状态
?14	0-1		报告输入口 2（DB15,Pin8）的状态
?15	1-15		报告泵的地址编码
?23			以 ASCII 返回软硬版本号
?24	0-80		报告注射器死区液量体积设置值

图51 命令快速参考表

免责声明：

我们相信本文件中所含信息是正确的，但若其中包含有任何错误，雷弗流体（保定）智能设备制造有限公司概不负责，并保留修改相关技术规格的权利，恕不另行通知。



警告：本产品未经医疗认证，作为部件作用于医疗器械时，医疗器械本身需具备医疗认证。

产品在改进的同时，资料可能有所改动，恕不另行通知。 资料版本号：V1.0

Mail: master@leadfluid.com WEB: www.leadfluid.com.cn