

## 比例放大器与辅助产品



Sun 放大器，手持控制器，设置程序，  
配件和故障排除指南

# 比例放大器与辅助产品

## 目录

1	放大器概述.....	3
2	Sun 比例放大器类型.....	3
3	接线图.....	4
4	手持编程器操作.....	7
4.1	HHP 设置.....	7
5	可选的放大器参数.....	8
6	放大器调整.....	8
7	Sun 放大器设置软件.....	11
8	背景理论.....	11
8.1	脉宽调制.....	11
8.2	分辨率.....	12
8.3	电流测量.....	12
8.4	模拟信号的选择.....	12
9	故障排除流程图.....	13
10	放大器和配件型号.....	17

## 1. 放大器概述

比例阀放大器是一种可将模拟信号和控制电能转换并供给比例电磁线圈的装置。原理如图1所示。模拟信号通常为0-10 V的直流电压或者0-20 mA电流信号（4-20 mA更为常见）。比例放大器用来：

- 控制供给线圈的电流从而控制电磁力
- 设置最小或最大的压力或流量
- 设置从最小到最大命令的斜坡时间
- 调整震颤(PWM)来最大限度提高性能

线圈功率可用一个变阻器（大功率电位器）直接控制，但会导致能量浪费，产生热量，且阀的性能会因为缺少相匹配的放大器提供震颤和电流反馈而变差。特别是，阀性能不可重复且滞环超出公示的误差范围。所以，强烈推荐使用比例放大器以实现最大的能量效率和工作性能。

使用Sun比例放大器的一些优点为：

- Sun放大器包含一个内部闭环电流反馈特性从而保持线圈电流的一致性。由于电流通过线圈的铜绕组，线圈将发热，从而使铜绕组的电阻增大。因为电磁力直接和线圈电流相关，如果电流变化，然后力和阀的性能也将变化。内部电流闭环控制确保了操作的一致性和良好的可重复性。
- 一般，比例阀放大器使用螺丝刀调整电位器来调节。对于Sun放大器，调节是通过一个红外（IR）适配器和手持编程器（HHP）或为PC机提供的Sun放大器设置软件包。从而无需螺丝刀、数字电压表、万用表（DVM）或示波器。比例放大器只要设置和初始上电，将记住必要信息来控制阀。HHP 或 PC 电缆就可以被移除并存放起来。IR适配器加HHP或软件组合创建一个精确和易于使用的“电螺丝刀”。
- Sun网站上比例阀性能参数是在使用Sun放大器基础上获得。
- 只有Sun放大器为使用Sun阀上的Sun线圈特别设计而成。（当使用其它生产厂家的放大器控制Sun的比例阀，性能可能出现很大差别！）

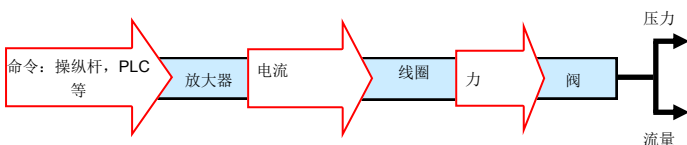


图 1.放大器工作流程概述

## 2. Sun 比例放大器类型

Sun提供两种主要放大器：

- 嵌入式放大器
- 插头式放大器

### 嵌入式放大器型号790-\*\*\*\* 带集成线圈

图2显示了嵌入式放大器结构，它包括了一个电子放大板，连接外壳和集成线圈。电子板，外壳和线圈组装并用超声波焊接在一起。然后用灌封料将这三部件封装形成一个密封组合体。

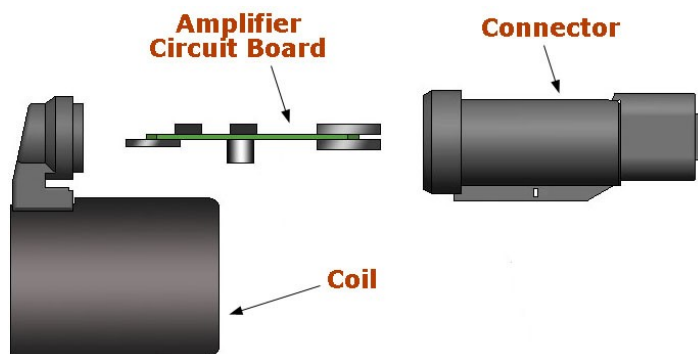


图 2.  
嵌入式放大器结构（灌装料没显示）

图3显示了一个准备设置编程的典型嵌入式放大器和HHP组合。



图 3.  
准备设置的嵌入式放大器

型号790放大器有DIN或Deutsch连接接口。DIN接口应用广泛并在系统建构中非常流行。Deutsch接口提供IP69K环境保护并适合于暴露在天气或风雨中的移动和户外应用。

拥有众多的电压/电流选项以及节电和斜坡功能选项。此外，Sun可以出厂设置一个嵌入式放大器和阀组合以精确满足客户的要求。

**插头式型号 CV\*-\*\*\* 带集成电缆 (信息仅供服务参考。Sun不再出售插头式放大器)**

型号C1V和C2A放大器只有DIN连接接口并推荐应用于“良性”环境。此种放大器有四种电压/电流选项。插头式型号可以应用于任何Sun带DIN接口的标准电磁线圈。图4显示一个准备设置编程的典型插头式放大器和HHP组合。

同样HHP或配置好软件的PC都可以用来设置嵌入式或者插头式放



图 4.准备设置的DIN插头式放大器.

大器。

嵌入式和插头式放大器都达到或超过CE要求的电磁干扰（EMI）电阻。

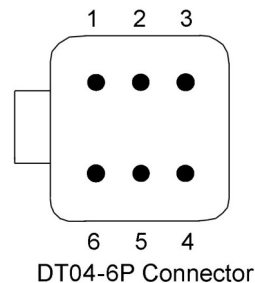
这一技术提示的剩余部分将讨论接线，放大器选项，放大器操作说明，HHP，软件包，常见的系统设计（和操作）错误，以及比例放大器背后的设计理论。

### 3. 接线图

安装过程的第一步是连接配套接头使之连接到客户的电气系统。下面有三种基本连线图及相应注释：

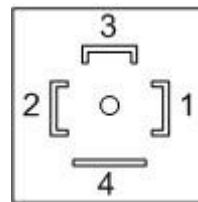
1. 嵌入式放大器带 Deutsch 接头（图5）

2. 嵌入式放大器带DIN接头（图6）
3. 插头式放大器（图8）



接头	功能	用 991-706-*** 配套电缆的接线颜色
1	+V Supply	Brown
2	Command Input	Black
3	-V Supply (common)	Blue
4	=5 V reference	Red
5	Command common	Green/yellow
6	Enable	White
-	Shield Drain	Bare

图 5. 嵌入式Deutsch 连接面和针脚



ISO/DIN 4360, Form A Connector

接头	功能
1	-V Supply (common)
2	+V Supply
3	Command Input
4	Option B- command common Option C- +5V reference Option D- enable

图6.嵌入式 DIN 插头面和针脚

如有疑问，检查配套连接器。几乎所有生产的接头附近都有如图7所示的接头标号。

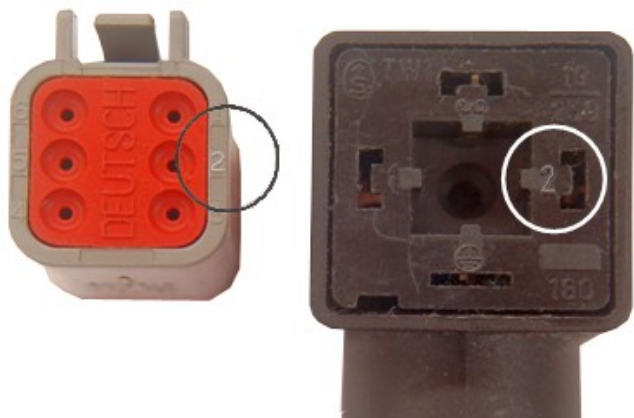


图 7.配套连接器上的接头标识

DIN插头式放大器，(C1V和C2A)有永久连接的10英尺(3m)长电缆。单个的导线连接方式应如图8所示。**(信息仅供服务参考。Sun不再出售插头式放大器)**

导线	功能
BROWN	+V Supply
BLUE	Supply Common
BLACK	Command Input
WHITE	Enable Input
RED	+5 V Reference
GRN/YEL	Connector ground
Bare	Shield drain

图8.DIN插头式导线颜色/功能

所有放大器的一个典型接线图如图9所示。每个放大器都附带一个数据表。请参考相应的接线图适用数据表。当输入电压范围为所示9-28 VDC，电源电压应至少等于线圈的电压。除了内置放大器的过电压保护，用户应在电源输入处安装保险丝。建议的最高等级是2安培。2安培（最大）保险丝的使用是非常重要的。请注意：所有接线应该由合格人员按照当地的电气规范执行。

**紧急停止:**

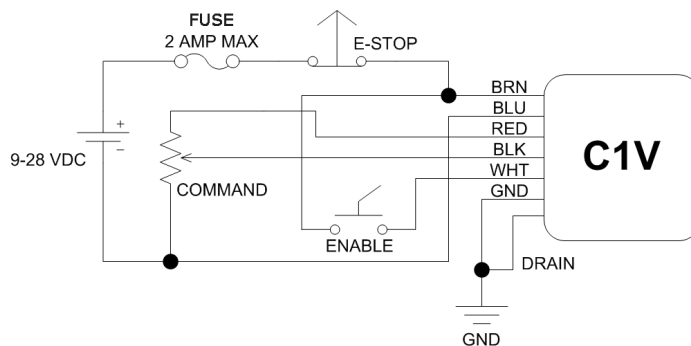


图 9.DIN插头式放大器接线图

如果需要，紧急停止可按电路图示安装。当设计紧急停止进程/电路时，必须小心选择放大器控制的液压阀。紧急停止功能被激活时，不正确选择阀则可能会导致液压机器失控。

**电流命令:**

对于电流命令放大器，外部必须提供0-20 mA电流源。通常，这可以由PLC来供给。

**电压命令:**

对于电压命令放大器，+5 v 参考电压可用来作为最低5 kΩ 电位计的电压源。（电位器的抽头连接到放大器的模拟输入端，如接线图所示。）这种情况形成一个非常简单的控制系统，通常用于电阻式操纵杆。（然而，这种类型的控制系统失去约50%的放大器控制分辨率。）

对于12 V电源系统，另一种方法是将电位器的输入直接连接到12 V电源。虽然当电位调整到最小电阻输入将超过10 V的最大值，但放大器将任何超出10 V的电压命令作为10 V来处理。这种方法对于24 V电源系统是没有益处的，因为对比+5 V参考电压，此种方法会导致命令分辨率的丢失超出50%以上。

**使能:**

图8和图9中的接线图显示“白色”使能输入。此选项是用户可编程的，在使能开关需要的地方用来选择操作模式。使能输入需求为模拟输入的9-28 V直流电压。如接线图所示，最简单的方法是在电压源后安装开关。如用PLC控制放大器，用户需要安装辅助触点或PLC的中继功能。

**屏蔽:**

连接到插头式放大器的电缆具有箔片和编织屏蔽层，以达到最高的抗电磁干扰。屏蔽和裸导线应连接到地面，以确保最有效的EMI保护。（通常机器的金属框架或电源安全地接大地。）

**斜坡放大器:**

斜坡放大器为专用放大器。与全功能的比例放大器相比，如果比例阀始终在两个工作点之一运行即受控的斜坡时间是在两个点之间切换时，此放大器是一个经济的选择。如图10所示的接线图，需要三个连接来使放大器上电并启动斜坡。模拟输入端子需要9-28 V直流电压启动斜坡上升。移去模拟电压会使斜坡下降至初始状态。

图11的斜坡放大器控制图显示线圈电流随时间变化曲线。注意：

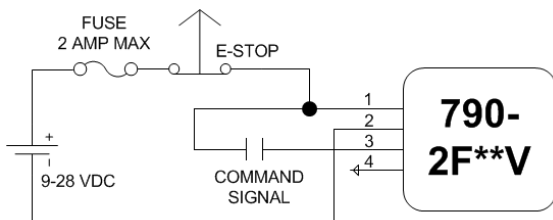


图 10.斜坡放大器接线图, 790-2F\*\*V.

移除电源将导致放大器关闭同时阀因为断电将切换失控。不推荐使用斜坡放大器去控制电磁换向阀，因为阀的操作会由于切换功能的迟缓而效果不佳。

**节电器:**

图12显示节电接线图。特定型号请参考接线图。当节电器上电后，将在已编程的时间内施加切换电流。在切换时间后，节电器

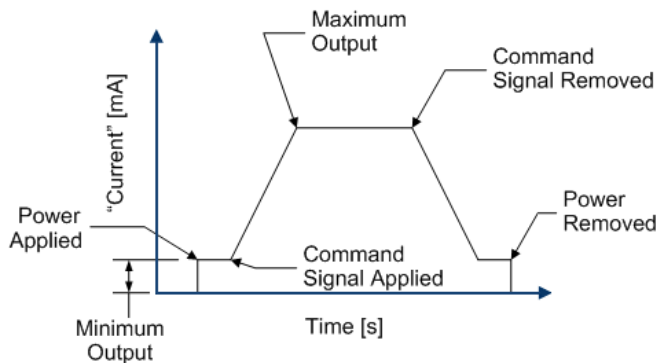


图 11.斜坡放大器控制图

将电流减少至保持电流水平。线圈电流的减少可以节省电能但是电流必须足够高以确保阀能正常切换。必须谨慎选取保持电流值，因为过高电流会导致发热并会损坏线圈。

12和24 V线圈的保持电流最大推荐值与比例阀的线圈最大推荐电流值相同。图13显示这种操作的控制图和线圈电流-时间曲线。必须小心地选择切换和保持电流设定及切换时间。启动电流表示施加在电磁线圈上的切换电流。启动电流是可变的并以0.02 A的增量调整。为了线圈的最佳寿命，启动电流与启动时间在满足阀切换功能的前提下尽可能低。长启动时间下的高启动电流会缩短线圈的寿命。保持电流表示施加在线圈上以保持阀切换位置的减

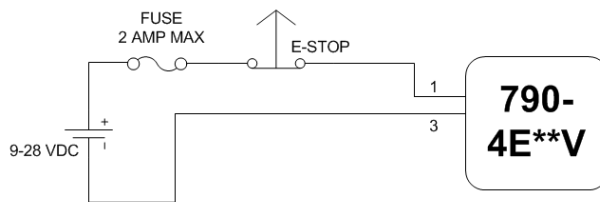


图 12. 节电器790-4E\*\*V的接线图

持电流。保持电流是可变的并以0.02 A的增量调整。24 V线圈的最大推荐电流为590 mA，12 V线圈最大推荐电流为1150 mA。最

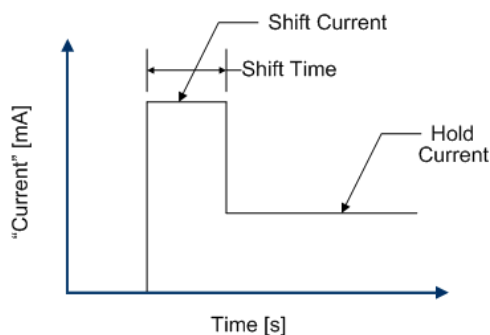


图 13. 节电器控制图

大保持电流应在图示曲线之下的阴影区域内（见图14）。曲线代表一个14瓦的温度稳定的功率水平。

上面的图示也显示9-28 V范围内正常运作放大器的最大推荐保持电流。超出推荐值，会大大缩短线圈寿命。如果电压低于9 VDC或超过28 VDC，放大器的自我保护功能将关闭微处理器。

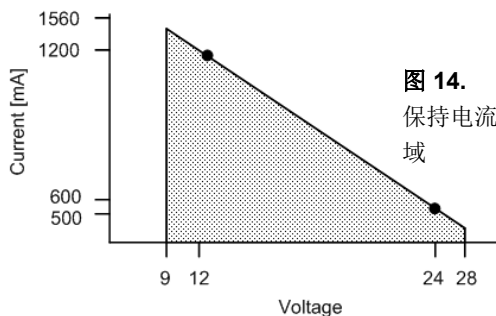


图 14. 保持电流的工作区域

## 4. 手持编程器操作

Sun的手持编程器（HHP）操作需要用红外电缆适配器（IR）来配置放大器。电缆适配器的9针串行连接器必须先插入手持编程器。电缆适配器的另一端连接到放大器。按下HHP上的黄色电源按钮打开它。当放大器上电后，编程器可以连接或断开，但放大器必须上电使其配置可被更改。当编程器上电，它会显示如图15所示一个标题消息。

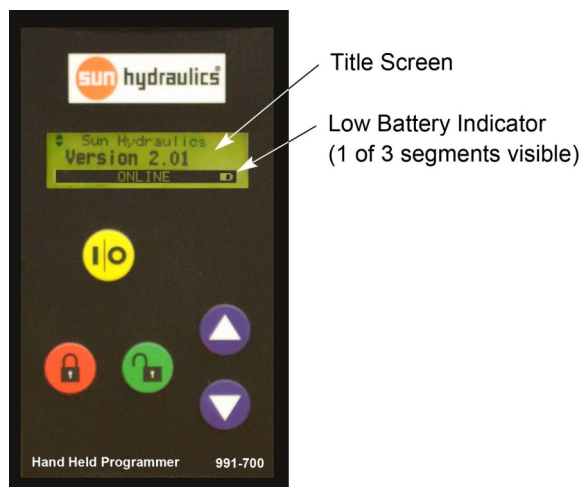


图 15.  
手持编程器 991-700.

编程器的所有功能都可用下面的按钮进行控制：电源，锁定，解锁，上调，下调。按钮的具体功能如下：



### 电源 (黄色 I/O)

打开和关闭编程器。关闭后短暂按下按钮可打开编程器。打开后按住按钮可关闭编程器。



### 锁住 (红色 挂锁)

锁住当前参数设定。当锁住时，按上调和下调按钮可在参数列表中移动，但是不能改变设定值。



### 解锁 (绿色 打开挂锁)

当前参数解锁。当解锁时，上调和下调按钮可以改变当前参数值。当显示参数值为相匹配数值时，可二次选取解锁键作为快捷操作（避免在可用的最小和最大输入输出参数中滚动选取）



### 上调 (蓝基色带白色向上箭头)

如果控制器被锁住，可用上调按钮浏览参数列表。如果为解锁状态，上调按钮可增加当前参数值。当第一次按下，如果按住按钮，值会滚动而无需持续进行按下-释放-按下按钮操作。



### 下调 (蓝基色带白色向下箭头)

如果控制器被锁住，可用下调按钮浏览参数列表。如果为解锁状态，下调按钮可减小当前参数值。

## 4.1. HHP设定

显示对比度为室温下设置的最佳显示性能。在高温或低温下操作或许需要调整对比度。它可以以调整放大器参数的类似的方式进行调整。

- 进入HHP设定区域，按锁定按钮四次，不要按其它按钮。
- 显示器将返回与上电时候显示的相同标题信息。
- 上下箭头按钮可以用来浏览和改变以下HHP的设定：
  - 显示对比度值可以从1到63任意调整，其中1为最亮且63为最暗。缺省值为22。

*注意！ - 设置对比度过高或过低都会导致无法看清显示内容。*

### 背光(2.0版及更新):

显示器也可以进行背光亮度调节，可从1到63进行任意调节，其中1为最低设定且63为最亮。缺省设定为20。在黑暗环境中，背光调节是非常有用的。

### 板上存储器 (2.0版及更新):

- 在读或写提示下，按绿色解锁按钮来改变参数设定。
- 用上调或下调按钮来选读或写。
- 放大器的设定值可被拷贝读入到手持编程器的板上存储器。
- 板上存储器的参数拷贝可写入放大器中。
- 按红色锁定按钮完成读或写操作。
- 可以浏览板上存储器的参数内容而无需将它们写入放大器。
- 只能为一次设置存储参数。

## 低电警告:

- 低电警告值为6.5 V. (此值是不可调节的。)
- 当电池电量下降，LCD屏幕上会显示图标。
- 图标越满，电量越低。
- 当电池电量下降，可能会出现运行不稳定。
- 为了操作可靠性，应在图标变满之前更换电池。

## 退出HHP 设定区域并返回放大器参数:

- 切换到参数，上面写着“EXIT HHP SETUP?”
- 按解锁按钮然后按下或下按钮出现‘Yes’
- 锁定按钮被按下，HHP会返回到放大器设定。

## 5. 可选的放大器参数

### 模式

插头式放大器和Deutsch接口的嵌入式放大器都有6种操作模式。因为DIN类型的嵌入式放大器只有4个引脚，因此用户必须从“B”，“C”，或“D”三个选项中做出选择。(见图 6.)

1. 输出比例到输入端且不用使能端(缺省)。
  2. 输出反比例到输入端且不用使能端。
  3. 输出比例到输入端且带使能。
  4. 输出反比例到输入端且带使能。
  5. 两速调节，启动提供最小输出设置下的输出而命令提供最大输出设置下的输出。
  6. 反向两速调节，启动提供最大输出设置下的输出而命令提供最小输出设置下的输出。
- 模式1和3广泛应用于通用的比例阀。模式1下的放大器，增大命令会导致输出增加，例如线圈电流更大。模式3除了需要使能信号外，其它与之类似。
  - 模式2和4是操作的反向模式。这些操作模式与模式1和3相反。最小命令下，输出为最大值。当命令值增加，输出将比例减少。模式2和4的差别在于模式4需要使能信号。
  - 模式5和6为两速或两种压力操作模式。图16为接线图。在模式5下，当使能开关闭合，放大器将输出最小编程输出电流。此会带来低速或低压。当快速开关闭合，放大器将输出最大编程电流，将会带来高速或高压。模式6为模式5的反向功能。当使能开关闭合，放大器将输出最大电流。只要快速（现在为低速）开关闭合，放大器将减小电流直至最小编程电流。

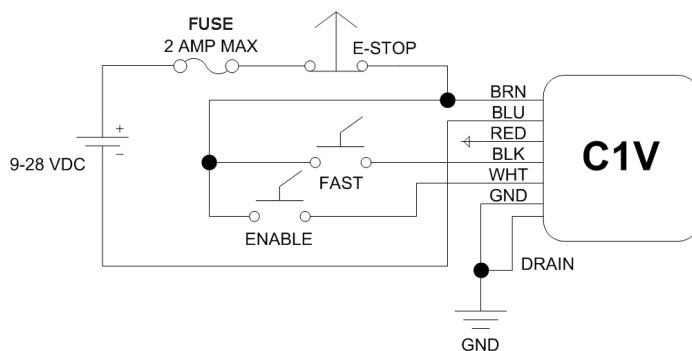


图16.两速/高-低连线图

### 缺省参数值

Sun Hydraulics用如图17所示的缺省参数值来产生Sun网站上和样本中的比例阀性能曲线。

- Sun Hydraulics比例阀的推荐震颤（PWM）频率为140 Hz。用户可向上或向下调节这个参数，这个取决于应用，包括比例阀是否驱动主级阀。
- 斜坡时间是最后两个用户可调参数。斜坡上升或下降的缺省值为0.0s，且它们都是独立可调。(当默认值为0.0s时，许多应用将受益于一个0.5s的小斜坡。)

### 斜坡时间定义:

斜坡时间参数基于从最小命令爬升到最大命令。如果命令值不是从最小到最大阶跃，实际的斜坡时间会和设定值有所不同。例如：对于10 s的斜坡，如果命令值从0到10 V阶跃那么液压比例阀的实际斜坡时间将为10 s。如果命令阶跃从0到5 V，那么实际液压斜坡时间应为5 s。

## 6. 放大器调节

为了调节Sun Hydraulics比例阀放大器的用户可调参数，一个红外适配器必须安装连接至手持编程器（HHP）或配置Sun Hydraulics放大器设置软件的PC。

手持编程器是和比例放大器通讯的首选方法。也便利提供USB适配器和软件，但此种通讯方式不太可靠，存在很多不可控的问题。



参数	缺省值
Mode of Operation	1 (See description below)
Minimum Input	0.2 v for voltage command 4 mA for current command
Maximum Input	10.0 v for voltage command 20 mA for current command
Minimum Output	5 mA
Maximum Output	590 mA for 600 mA amplifiers 1150 mA for 1200 mA amplifiers
Dither Frequency	140 Hz
Ramp Up Time	0.0 s
Ramp Down Time	0.0 s

图 17. 用户可选参数缺省值

每个从工厂发出的放大器都配置图17所示的缺省值。这些参数用来配置放大器并产生Sun网站上显示的比例阀性能参数曲线。另外，每个比例阀可根据用户指定进行设定并可采用用户型号。利用这种方法，无需购买红外适配器和HHP或软件包。不过，为了实现在线操作的最优性能，考虑到死区和压力或流量限制，调节是必不可少的。(如遇用户型号，请联系您的Sun分销商。)

IR适配器对方向敏感。IR适配器上的光电二极管必须和放大器上的二极管成行排列。(见图 18和19) (当安装旧的IR适配器时，不要太用力使适配器在放大器上位置过低。)

**警告:** 在进行之前，要小心参数的改变可能会导致突然或者意想不到的机器动作。务必谨慎以避免受伤，死亡或设备损坏。

用带IR适配器的手持编程器 (HHP) 设置放大器:



图 18. 嵌入式放大器正确和错误的IR适配器安装方位



图 19.

插头式放大器正确和错误的IR适配器安装方位

### 1. IR 适配器

安装IR适配器到放大器时要特别注意适配器的方位—商标一侧要面背线圈而朝向嵌入式放大器。9针连接器必须连到HHP的串行端口中。(见图 20) (注意: 放大器必须上电, 这样IR适配器才能与之通信。)



图 20. 安装带IR适配器的HHP

### 2. 编辑模式

当变参数显示时，按下绿色解锁按钮使放大器进入编辑模式。

### 3. 模式

液晶显示屏上显示模式参数，如要进入所需的模式，可以选择先按绿色解锁按钮进入编辑模式。使用向上或向下箭头在列表六种模式中滚动。模式是由使用目的和以前图示的典型接线决定。一旦已选择正确的模式，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。

### 4. 最小输入

按向下箭头显示最小输入参数。第二行显示的第一个数字是变量的设定值。方括号中的第二个数字是当前显示值。按解锁按钮进入编辑模式。可以按向上箭头增大最小输入设定或向下箭头减少设定。选定的值由能达到的最小命令值决定。*(当选定值比实际能达到值小，不利于最佳线性度；选定值过高会减少控制分辨率。而且，过小值会导致放大器抗电磁干扰能力差[EMI]。)*最小的可选值为0 V。

一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。*(当工作在相反模式时，检测的显示值为相反值，例如：1 V命令值显示为9 V。)*

### 5. 最大输入

按向下箭头显示最大输入参数。第二行显示的第一个数字是变量的设定值。方括号中的第二个数字是当前显示值。按解锁按钮进入编辑模式。可以按向上或向下箭头增大或减少最大输入设定。选定的值由能达到的最大命令值决定。*(当选定值过高，不利于最佳线性度；选定值过小会减少控制分辨率。)*最大的可选值为10 V。

一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。*(当工作在相反模式时，检测的显示值为相反值，例如：10 V命令值显示为0 V。)*

### 6. 最小输出

按向下箭头显示最小输出参数。此参数有时也被叫做死区补偿。第二行显示的第一个数字是设定值而方括号中的第二个数字是当前显示值。按解锁按钮进入编辑模式。可以按向上或向下箭头增大或减少设定值。指定的值由最小输入达到时所需要的电流值决定。低值将增加控制分辨率，但是也增大了死区。较高值会减小死区（例如：补偿阀部件动作或不动作之间的差别。）

一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。

### 7. 最大输出

按向下箭头显示最大输出参数。第二行显示的第一个数字是变量的设定值而方括号中的第二个数字是当前显示值。按解锁按钮进入编辑模式。可以按向上或向下箭头增大或减少设定值。设定值的选择是由线圈最大电流时所需压力或流量决定，但是不能超出线圈最大电流推荐值。*(超出推荐值会因过热量发热而动态减短线圈的寿命。)*不要忘记Sun线圈的最大电

流推荐值为(2005年1月之后生产，有一个黑色重铬酸盐线圈罩)24 V线圈590 mA和12 V线圈1150 mA。*(选择过低最大输出值会降低阀的使用性能。)*

一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。

**注意：** 设置最小输入和输出和最大输入和输出定义了图21笛卡尔坐标系所示的曲线。

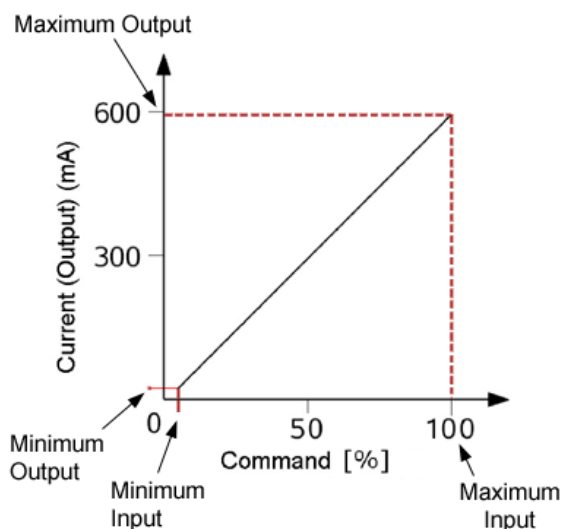


图 21.输入值和输出值之间的线性关系

### 8. 震颤频率(PWM)

按向下箭头显示震颤频率参数。第二行显示的数字为以Hertz为单位的震颤频率。*(Sun 阀的震颤频率推荐值为140Hz。)*震颤是在指定频率下的小幅震动以减少摩擦力从而使阀达到最优性能。频率越低，震动幅度越大；频率越高，震动幅度越小。*(幅度不是用户定义的，不能单独设定。)*一旦震颤值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。*(参考8.0和8.1部分的更多震颤和PWM的信息。)*

9. 斜坡上升和下降

斜坡上升和下降参数为10和11步骤中描述的斜坡速率。斜坡上升和下降参数不需要一样。

10. 斜坡上升

按向下箭头显示斜坡上升参数。第二行显示的数字为以秒为单位的斜坡时间。可选择0到120 s的值。一旦检测到命令值的增加，放大器会以线性方式下的所选斜坡速率来增大线圈的电流值。一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。

10. 斜坡下降

按向下箭头显示斜坡下降参数。第二行显示的数字为以秒为单位的斜坡时间。可选择0到120 s的值。一旦检测到命令值的减少，放大器会以线性方式下的所选斜坡速率来减少线圈的电流值。一旦值已选定，按下红色的锁定按钮，确定更改内存并退出编辑模式。

12. 运行准备就绪

放大器的设置现已完成。继续按向下箭头，可以查看所有的监测参数，加上电源电压，输出电流和故障状态。如果需要排除故障，则访问这些监控参数是有用的。

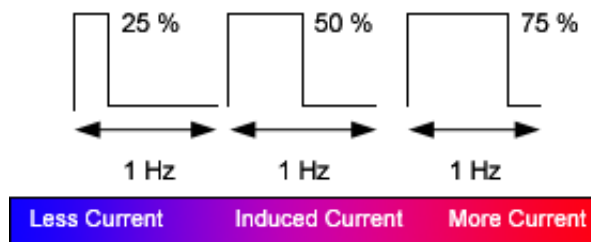


图 23.PWM占空比

PWM也产生伴生震颤的效果。震颤或电流纹波有利于减少因粘滑摩擦带来的滞回从而改善比例阀的性能。阀的线性度和可重复性会因阀内的机械摩擦而变差。伴生震颤有利于提高这些性能。

伴生震颤是PWM电压方波和迟滞的线圈电流的结果。由于电磁线圈电感的存在，电流会迟滞于电压。

在0和最大电流时，伴生震颤的影响最小。在50%占空比时，震颤的影响最大。

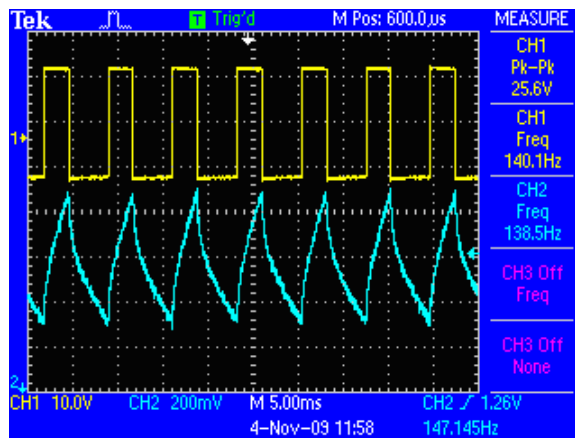


图 24.PWM驱动放大器的电压方波和电流测量值

比例放大器可以运用低频或高频PWM。Sun选用低频PWM驱动放大器，因为阀的性能优于运用高频PWM。低频驱动的放大器没有震颤幅值的调整，而且震颤幅值为最大满量程供给电压。

7. Sun 放大器设置软件(在开发中)

8. 背景理论

Sun互换使用PWM和震颤两个术语。Sun用于放大器的低频率段被归类于低频PWM。(但是，这种安排不可和放大器利用高频PWM与低频震颤混淆。此也不能与PFM相混淆。当讨论此类设备的运行理论，震颤和PWM是不相同的。)

8.1. 脉宽调制

脉宽调制，或PWM，是向电磁线圈供给的电压方波。对比电位计电路，使用PWM是控制直流电的更为高效方式。此种方式消耗最小的电能却可以达到最大电能控制效果。

改变电压方波的占空比（开关时间比）就改变了脉冲宽度，但是不改变幅值和频率。以此来控制供给线圈的平均电能。此概念如图23所示的简图。PWM控制系统的平均输出电流是占空比的函数。

过低的PWM会导致压力控制阀产生压力脉动。此问题可以通过改变震颤频率来诊断。

对于低频PWM驱动的放大器，改变震颤频率也会改变PWM的频率。Sun推荐的震颤频率为140 Hz。然而，此推荐值是基于实现测试台上阀的最佳性能。不同机械上的不同液压驱动器可能需要改变的震颤频率。运用IR适配器和手持编程器或Sun的放大器设置软件可简便地改变震颤频率。

### 8.2. 分辨率

电压和电流命令型比例放大器都是使用10位的模数转换器（A/D）。放大器理论的输入输出分辨率可以用放大器最大的输入输出值除以1024，或 $2^{10}$ 算出。例如：对于10 V最大输入的电压命令放大器，10 V除以1024可得出命令分辨率为0.01V。同样在放大器的输出侧，600 mA放大器的最大输出为625 mA。625除以1024得出输出分辨率为0.6 mA。分辨率被硬件设计所固定，且不能通过简单地限定最大输出或最大输入来改变。例如：编程最大输入5 V的电压命令放大器，并不能提高命令分辨率。这只是限制最大步长为512而不是1024。结果会使设备的控制分辨率发送模拟命令更为敏感。

压力控制方面:

对于最大3000 psi (210 bar)压力，命令中改变的每一个0.01 V代表

$$2.9 \text{ psi (0.20 bar)} \left( \frac{3000 \text{ psi}}{1024} = 2.9 \text{ psi} \right) \text{ 压力改变。}$$

在实践中，由于滞回，摩擦，和阀与阀间的差异，液压控制分辨率难以计算。而且，这个简单例子假定3000 psi (210 bar)是压力控制阀在放大器最大输出电流下的最大压力。然而，这个简单例子展示了将比例放大器和阀作为一个系统的理论分辨率。

分辨率是谨慎应用“一种型号可适应所有比例阀”放大器的原因。分辨率是前述电子硬件设计的函数。超出放大器的范围将导致不可调节的重复性错误。

### 8.3. 电流测量

用IR适配器电缆和HHP，就可以监测线圈中的电流。此值将和安培表测出的值不同。放大器检测电流，包括通过TVS二极管的电流，为基于时间的平均值。因为电流检测方法，计算值是基于压降得出，此值将常常小于用安培表在电源输入端测出值。

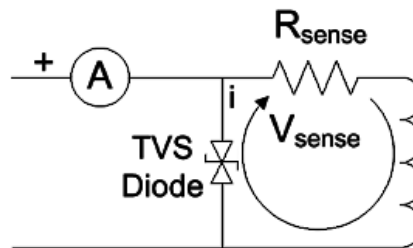


图 25. 电流检测简化图

### 8.4. 模拟命令信号选择

当选择模拟信号类型时，需考虑安装的鲁棒性和故障容错。(模拟信号的选择常由机器制造商决定。)(见图 26)

如果用单一命令源来控制多个放大器，应使用信号倍增器。(多个命令源，无论是电压或电流，不应该串联或并联连接一个共同的输出。)

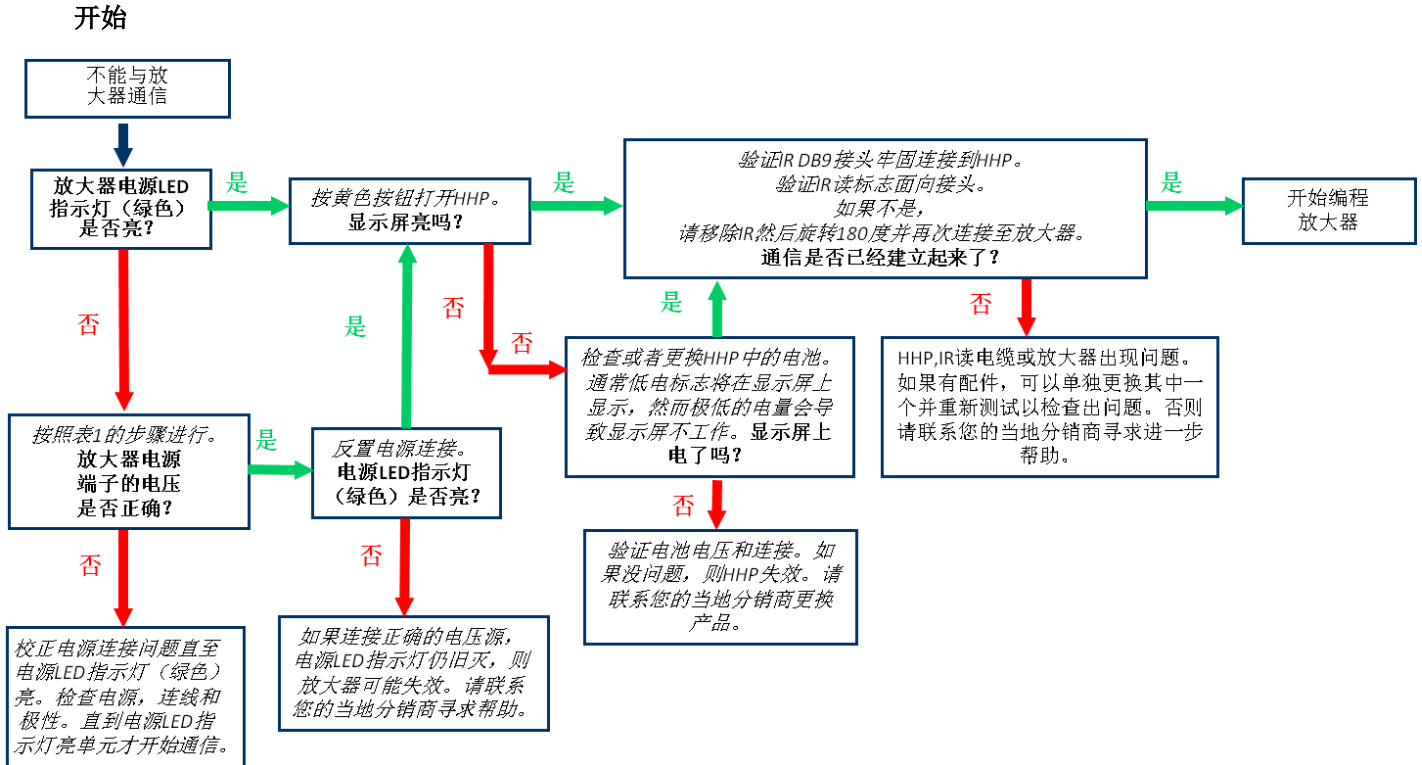
应注意最小输入命令。无论电压或电流的零值都应当避免。

安装	推荐的模拟信号	注释
容易受高电气噪声干扰	电流信号	电流信号比电压信号更不容易受电气噪声干扰。
长电缆	电流信号	电缆长度超出3m (10 ft) 应考虑电缆中的压降。
使用电位器或操纵杆	电压命令	使用电位器或操纵杆更容易取用电压信号。电缆应短于3 m.
需要在线检查 (断线容错)	电流信号	电流信号是一个可故障容错的回路并容易提供故障诊断。

图 26. 模拟信号推荐表.

9. 故障排除流程表

嵌入式放大器通用故障排除流程表



9. 故障排除流程表

嵌入式放大器故障排除流程表  
12或24 V电压命令的A, B, C, D和F型号

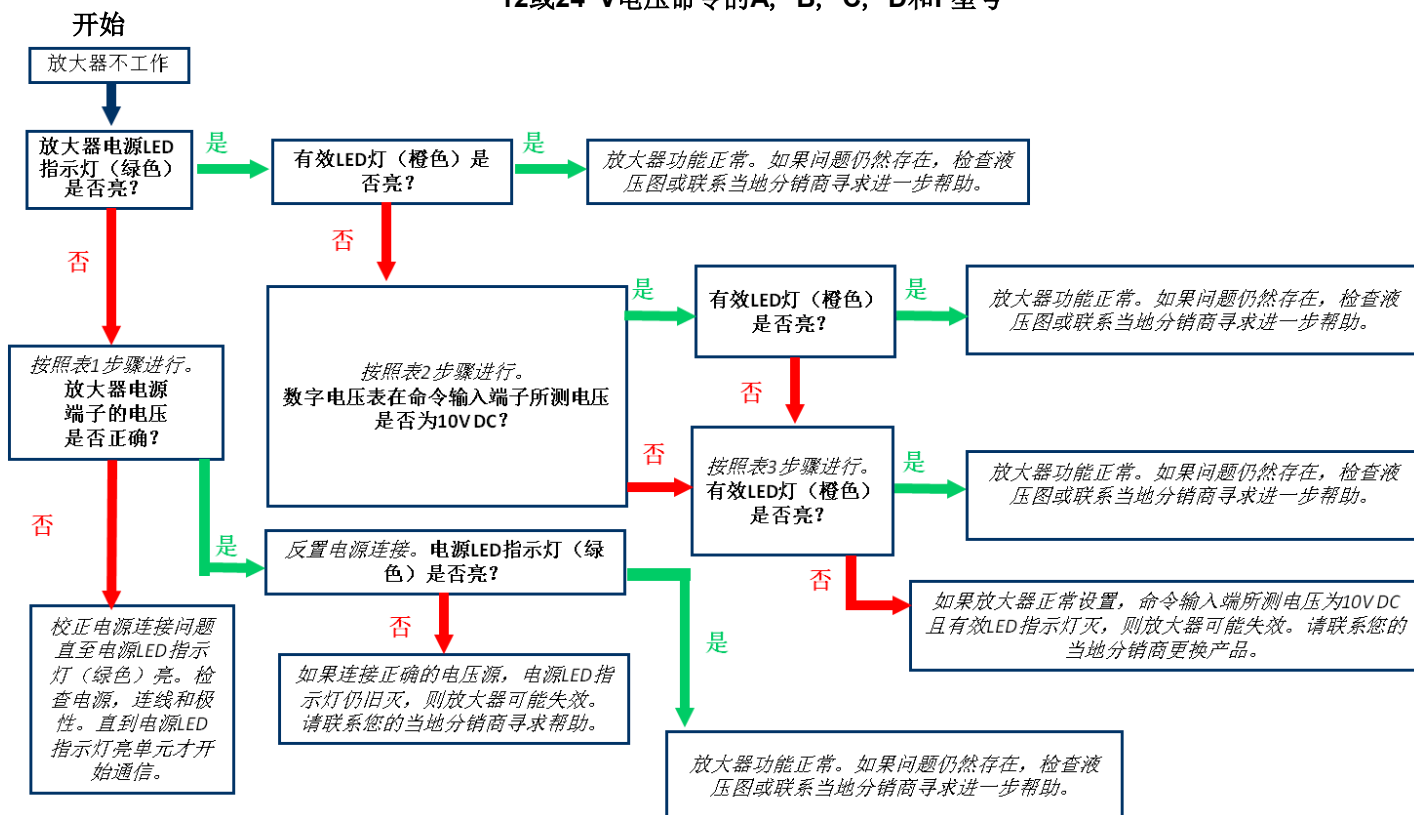


表 1 电源供应

- 用数字电压表测电源电压。
- 红线接到电源+V 端子。
- 黑线接到电源公共端子。
- 允许的电压读数为:
- 12 V模式下为10.8 to 13.2 VDC
- 24 V模式下为21.6 to 26.4 VDC

表 2 电压命令

- 输入10 VDC的命令电压

- 如果用板上的+5V参考电压, 确认电位器是10 Kohm或者更大。设置电位器为+5V的命令电压。
- 用HHP和IR适配器确认和设置放大器至模式1。
- 检查命令端子的信号连接。
- 连接命令公共端子到电源公共端子。
- 用数字电压表测量命令电压。
- 数字电压表黑线连接至命令公共端子/电源公共端子。
- 数字电压表红线连接至命令输入端子。

表 3 电压命令

- 命令输入出现问题。
- 用HHP确认放大器模式为1。
- 首先检查源头的命令输入信号然后检查放大器端的信号。
- 确认连线。
- 改正任何发现的错误。
- 确认放大器端子命令电压的正确极性。
- 直到正确命令信号出现, 单元才能正常工作。

9. 故障排除流程表

嵌入式放大器故障排除流程表  
12或24 V电流命令的A, B, C, D和F型号

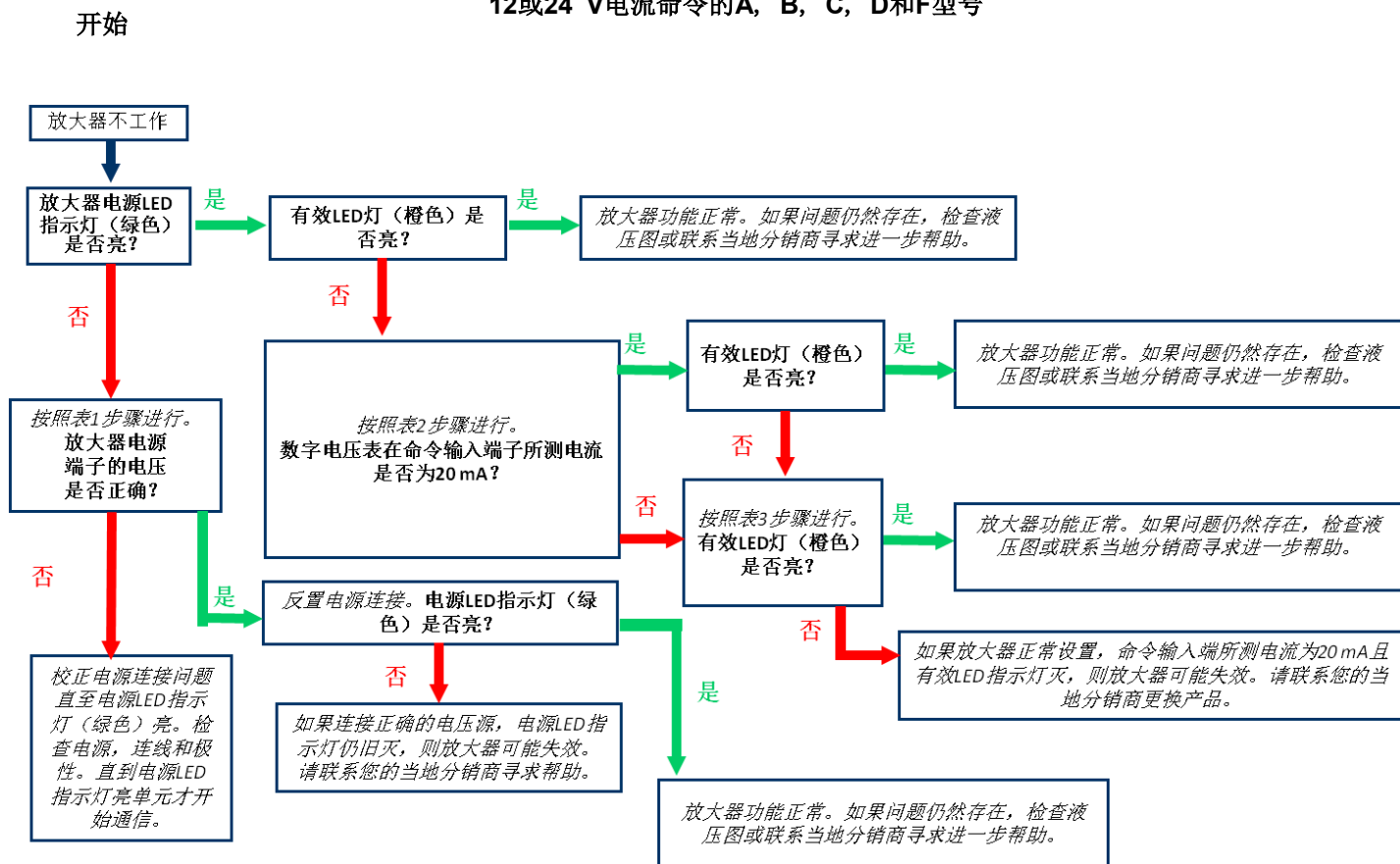


表 1 电源供应

- 用数字电压表测电源电压。
- 红线接到电源+V 端子。
- 黑线接到电源公共端子。
- 允许的电压读数为:
- 12 V模式下为10.8 to 13.2 VDC
- 24 V模式下为21.6 to 26.4 VDC

表 2 电流命令

- 输入20 mA的命令电压
- +5V的参考电压线不可用, 因为它不能提

供给命令输入端所需要的驱动电流。

- 用HHP和IR适配器设置和确认放大器至表中列缺省参数。
- 检查命令端子的信号连接。
- 用安培表测量命令电流 (或电流模式的万用表)。注意电流测量仪器必须和信号线串联。
- 安培表黑线连至命令输入端子。
- 安培表红线连至电流源端子。

表 3 电流命令

- 命令输入出现问题。

- 用HHP确认放大器模式为1。
- 首先检查源头的命令输入信号然后检查放大器端的信号。
- 确认连线。
- 改正任何发现的错误。
- 确认放大器端子命令电压的正确极性。
- 直到正确命令信号出现, 单元才能正常工作。

9. 故障排除流程表

嵌入式放大器故障排除流程表  
12或24 V的E型号节电器

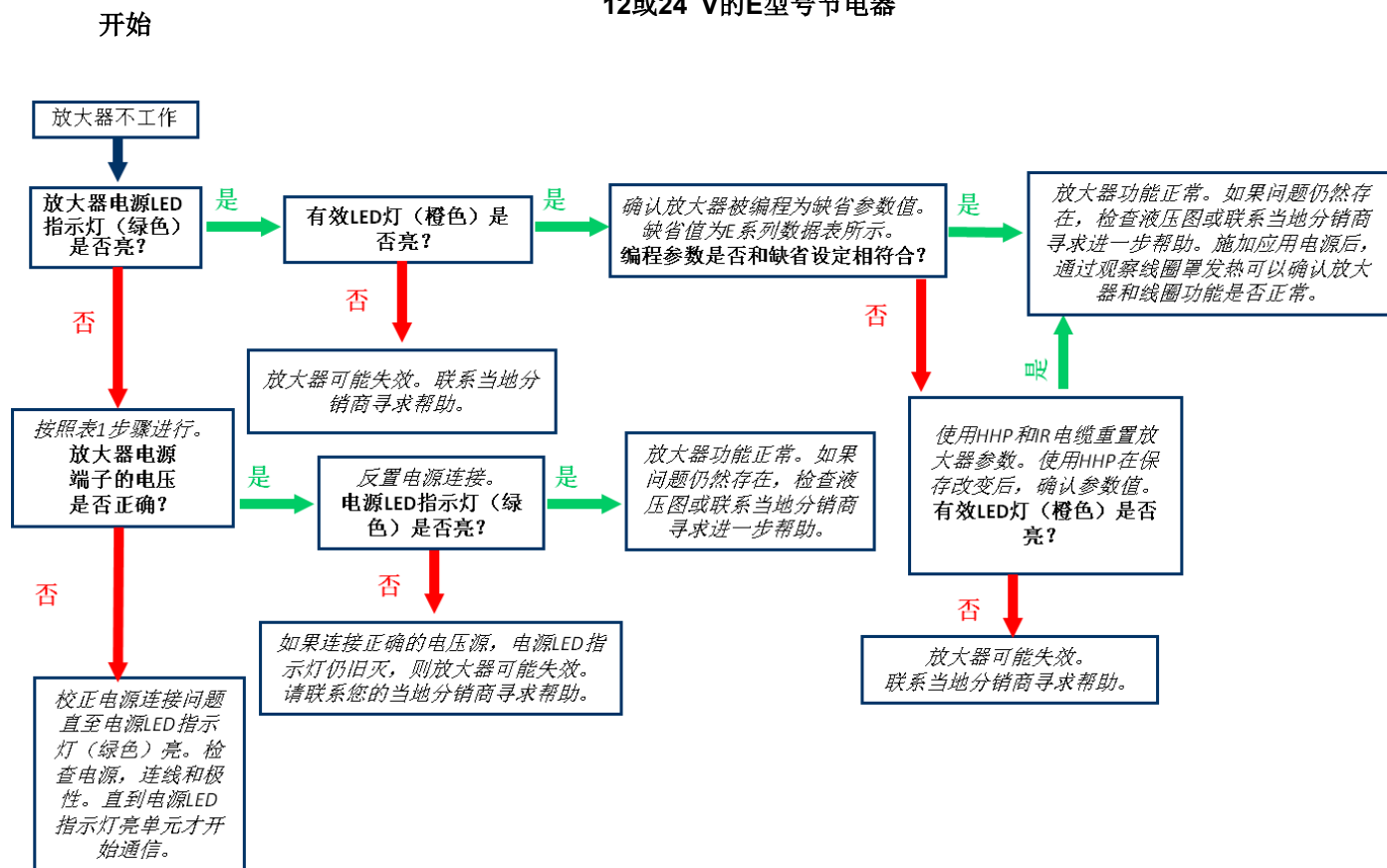


表 1 电源供应

- 用数字电压表测电源电压。
- 红线接到电源+V 端子。
- 黑线接到电源公共端子。
- 允许的电压读数为:
- 12 V模式下为10.8 to 13.2 VDC
- 24 V模式下为21.6 to 26.4 VDC

表 2 电压命令

- 输入10 VDC的命令电压
- 如果用板上的+5V参考电压, 确认电位器

是10 Kohm或者更大。设置电位器为+5V的命令电压。

- 用HHP和IR适配器确认和设置放大器至模式1。
- 检查命令端子的信号连接。
- 连接命令公共端子到电源公共端子。
- 用数字电压表测量命令电压。
- 数字电压表黑线连接至命令公共端子/电源公共端子。
- 数字电压表红线连接至命令输入端子。

表 3 电压命令

- 命令输入出现问题。
- 用HHP确认放大器模式为1。
- 首先检查源头的命令输入信号然后检查放大器端的信号。
- 确认连线。
- 改正任何发现的错误。
- 确认放大器端子命令电压的正确极性。
- 直到正确命令信号出现, 单元才能正常工作。



10. 放大器和配件型号

\*\*\* 首选放大器, \*\*\* 特定放大器和电子器件

描述	型号	操作规范
嵌入式 Deutsch 接头 ***	<a href="#">790-4A24V</a>	24V 线圈, 电压命令, 全功能
	<a href="#">790-4A12V</a>	12V 线圈, 电压命令, 全功能
	<a href="#">790-4A24A</a>	24V 线圈, 电流命令, 全功能
	<a href="#">790-4A12A</a>	12V 线圈, 电流命令, 全功能
嵌入式 DIN 43650-A (ISO 4400) 接头 ***	<a href="#">790-2B24V</a>	24V 线圈, 电压命令, 接地选项
	<a href="#">790-2B12V</a>	12V 线圈, 电压命令, 接地选项
	<a href="#">790-2B24A</a>	24V 线圈, 电流命令, 接地选项
	<a href="#">790-2B12A</a>	12V 线圈, 电流命令, 接地选项
嵌入式 DIN 43650-A (ISO 4400) 接头	<a href="#">790-2C24V</a>	24V 线圈, 电压命令, +5V 参考选项
	<a href="#">790-2C12V</a>	12V 线圈, 电压命令, +5V 参考选项
	<a href="#">790-2D24V</a>	24V 线圈, 电压命令, 使能信号选项
	<a href="#">790-2D12V</a>	12V 线圈, 电压命令, 使能信号选项
	<a href="#">790-2D24A</a>	24V 线圈, 电流命令, 使能信号选项
	<a href="#">790-2D12A</a>	12V 线圈, 电流命令, 使能信号选项
嵌入式 Deutsch 接头 ***	<a href="#">790-4F24V</a>	24V 线圈, 电压命令, 只有斜坡选项
	<a href="#">790-4F12V</a>	12V 线圈, 电压命令, 只有斜坡选项
嵌入式 DIN 43650-A (ISO 4400) 接头 ***	<a href="#">790-2F24V</a>	24V 线圈, 电压命令, 只有斜坡选项
	<a href="#">790-2F12V</a>	12V 线圈, 电压命令, 只有斜坡选项
嵌入式 Deutsch 接头 ***	<a href="#">790-4E24V</a>	24V 线圈, 节电型
	<a href="#">790-4E12V</a>	12V 线圈, 节电型
嵌入式 DIN 43650-A (ISO 4400) 接头 ***	<a href="#">790-2E24V</a>	24V 线圈, 节电型
	<a href="#">790-2E12V</a>	12V 线圈, 节电型

10. 放大器及配件型号

描述	型号	操作规范
电缆	<a href="#">991-706-003</a>	匹配Deutsch安装电缆, 3m 长
	<a href="#">991-706-006</a>	匹配Deutsch安装电缆, 6m 长
	<a href="#">991-702</a>	790系列放大器的IR适配器, 串行接口
	<a href="#">991-704</a>	790系列放大器的IR适配器, USB接口
HHP手持编程器	<a href="#">991-700</a>	适应于串行接口IR适配器的手持编程器 (HHP)
	991-707	软件 (开发中)