



爱默信金鼎系列模拟式 伺 服 驱 动 器

一、 手册目的	1
二、 产品概述	2
三、 命令规则	3
四、 电机支持	4
(一) 单相电机 (有刷、音圈、感性负载)	4
(二) 三相电机 (无刷)	4
五、 操作模式与模式设置	5
(一) 操作模式	5
1. 电流 (扭矩) 模式	5
2. 占空比模式	5
3. 霍尔速度模式	5
4. 编码器速度模式	6
5. 测速机速度模式	6
(二) 模式设置	7
1. CABH 系列驱动器拨码开关功能与模式设置	7
2. CABB 系列驱动器拨码开关功能与模式设置	7
六、 再生和分流稳压	8
(一) 再生介绍 (反向电势)	8
(二) 爱默信金鼎系列模拟式驱动器分流稳压功能介绍	9
七、 驱动器接口定义	10
(一) 信号连接端子 (CAB□□10A36)	10
(二) 信号连接端子 (CAB□□6A80/12A80/15A80 □ /16A175 □ /20A80/40A80/60A80/25A175)	11
(三) 动力连接端子 (CAB□□10A36)	12
(四) 动力连接端子 (CAB□□6A80/12A80/15A80□/16A175□)	13
(五) 动力连接端子 (CAB□□40A80/60A80/25A175)	14
八、 接口电路示例	15
(一) 直流电源输入	15
(二) 电机动力线接口	15
(三) 霍尔传感器接口	16
(四) 编码器接口	17
(五) 模拟命令输入接口	17
1. ±10VDC 命令输入	17
2. 电位计输入	18
(六) PWM&方向输入接口	19
(七) 测速机输入接口	19
(八) 偏移 (offset) 输入接口	20
(九) 禁能输入接口 (Inhibit Input)	20

(十) 电流监视器输出接口 (Current Monitor Output)	21
(十一) 电流参考输出接口 (Current Monitor Output)	21
(十二) 故障输出接口 (Fault Output)	22
九、 接线与系统布线	23
(一) 一般规则	23
(二) 接地	23
(三) 布线	24
1. 线规	25
2. 电机线	25
3. 电源线	25
4. 反馈线	27
5. 输入命令线	28
十、 操作指导	29
(一) 预备开始	29
1. 输入输出引脚功能	29
2. 电位计功能详细信息	31
(二) 初始设置	32
1. 电流 (扭矩) 模式测试	32
(三) 调优程序	36
1. 电流环调谐	37
2. 占空比或速度环调整	39
十一、 故障排除	40
(一) 故障情况及表现	40
1. 过温度	40
2. 过电压停机	40
3. 欠电压停机	40
4. 短路故障	41
5. 无效的霍尔状态	41
6. 禁能输入	41
7. 上电复位	41
8. 过载	41
9. 电流限制	41
10. 电机问题	44
11. 运行不稳定的原因	44
(二) 技术支持	45
1. 需提供信息如下:	45
十二、 附录 A-环路调谐	46
(一) 环路调谐	46
1. 流程	47
十三、 附录 B-技术规格参数表	49
(一) 参数表	49
1. 电源规格表	49
2. 控制规格表	49
3. 驱动器数据表	50



4. 爱默信金鼎模拟式驱动器型号一览表	51
(二) 环境范围温度表	52
(三) 标准的环境规范	55
(四) 机械安装尺寸	56
1. CAB□□10A36 安装机械图	56
2. CAB□□6A80/15A80□/12A80/20A80/16A175□安装机械图	57
3. CAB□□25A80/40A80/60A80/25A175 安装机械图	58



一、手册目的

本文档旨在作为选择、安装和操作爱默信金鼎模拟式伺服驱动器的指南和一般概述。其中包含了关于产品的介绍、命名规则与特性特征、各个接口说明、系统集成与布线、驱动器设置和标准操作方法的说明、故障排除、推荐典型应用和附录等。

二、产品概述

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器系列设计用于同时驱动单相和三相电机。驱动器由单个非稳压直流电源供电，并提供多种控制模式和反馈选项。驱动器接受 $\pm 10V$ 模拟信号或 PWM & 方向信号作为输入来控制驱动器的输出。并且许多输入/输出引脚可用于参数观察和驱动器配置。驱动器可以完全防止过压、过流、过热、无效换相和短路。单个数字输出表示运行状态。

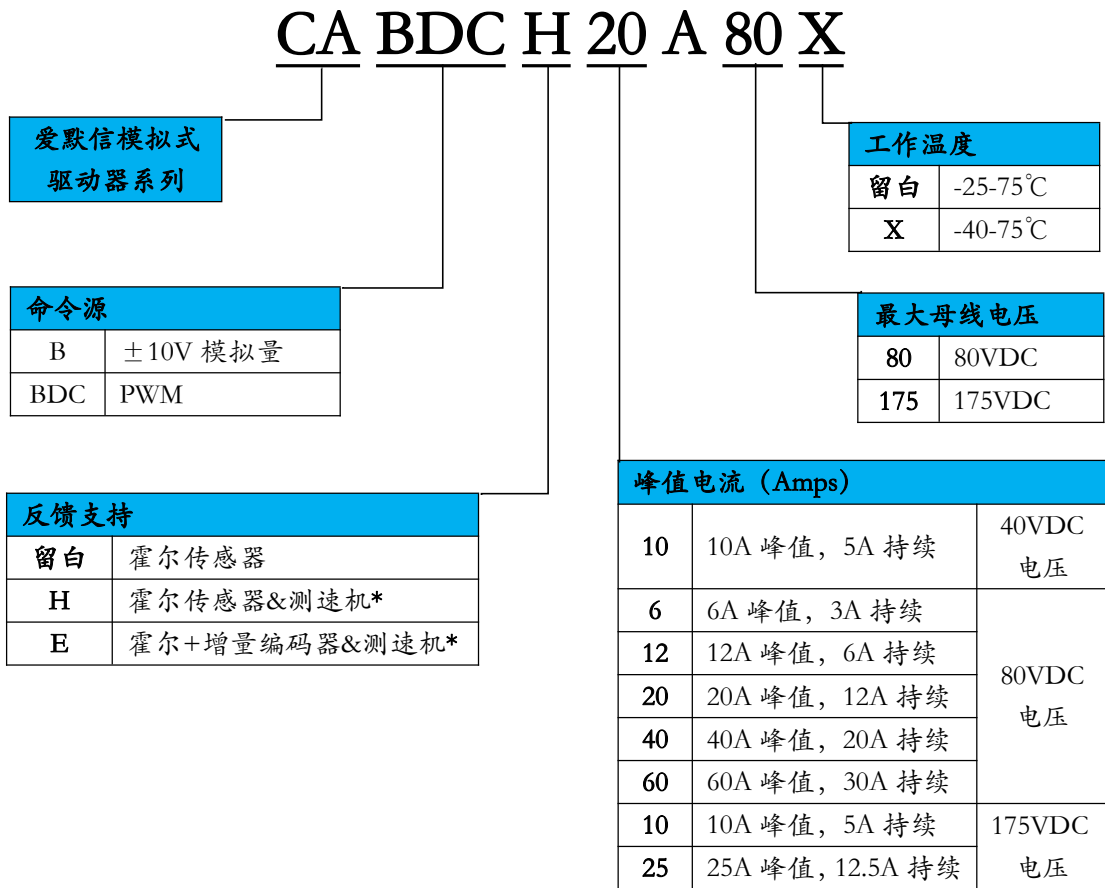
爱默信金鼎模拟式伺服驱动器高的 PWM 开关频率与对电流的连续采样决定了它快速响应与高带宽的特点，这特别适合一些对控制精度要求较高的集中式控制方案。

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器内置了分流稳压的功能，该功能可以通过一组 4 位的拨码开关来设置四组不同的钳位电压，四组钳位电压对应四个不同的供电电压系统。该功能主要用于在电机减速或电机负载的向下运动导致系统机械能通过驱动器重新回到电源上的系统中，这会导致直流母线电压过高，必须使用分流稳压功能把这部分再生的能量通过能耗电阻消耗掉来保持母线电压的稳定。

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器还可以通过内部电感的匹配来驱动空心杯电机或超低电感电机。



三、命名规则



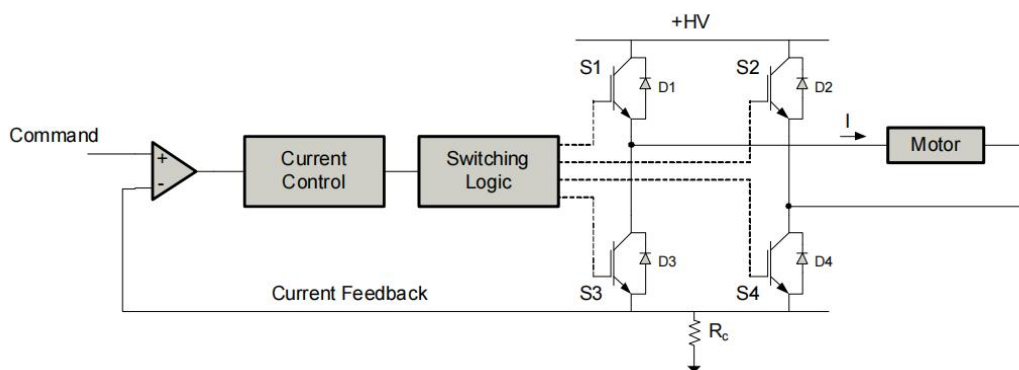
* 可接受的测速机电压为±60VDC。

四、电机支持

(一) 单相电机（有刷、音圈、感性负载）

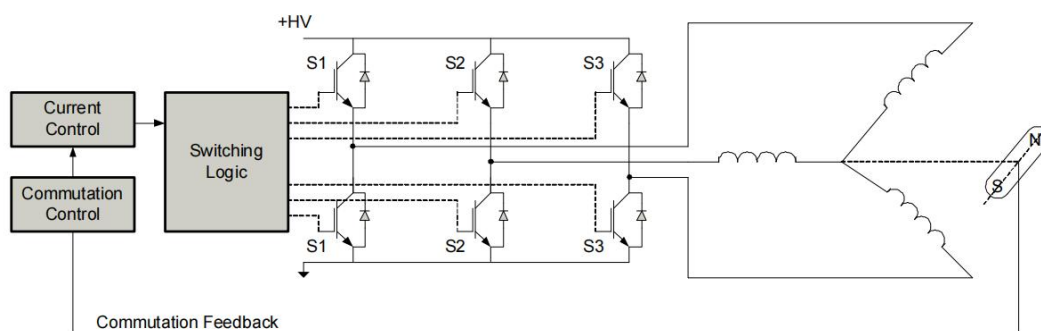
爱默信金鼎模拟式伺服驱动器可驱动永磁有刷直流电机(PMDC 电机)。PMDC 电机在转子上有一个单绕组（电枢），在定子上有永磁铁（无磁场绕组）。使用电刷来保持最佳扭矩角度。PMDC 电机产生的转矩与电流成正比，使其在运动控制系统中具有良好的动态控制能力。

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器也可用于控制其他感性负载，如音圈执行器，磁性轴承等。



(二) 三相电机（无刷）

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器也可用于无刷电机的驱动。这些电机通常在定子上有一个三相绕组，在转子上有一个永磁铁。无刷电机需要反馈来换相，该反馈由转子磁场方向信息组成，由磁场传感器（霍尔效应传感器）或位置传感器（编码器或旋转变压器）提供。无刷电机比有刷电机有更好的功率密度，因为在定子中产生的热量到外部环境的热路径更短。



五、操作模式与模式设置

(一) 操作模式

1. 电流（扭矩）模式

在电流（扭矩）模式下，输入命令电压控制输出电流。驱动器将调整输出占空比，以保持指令的输出电流。该模式用于控制旋转电机的转矩（直线电机的力），但不控制电机的速度。输出电流可以通过模拟电流监测器的输出引脚进行监测。在“电流监控输出”处读取的电压值可以乘以驱动器数据表上的比例因子，以确定实际输出电流。所有爱默信金鼎模拟式伺服驱动器都能够在电流（扭矩）模式下运行。



注意

在电流（扭矩）模式下，驱动器将根据输入的参考命令为电机保持指令转矩输出。电机负载的突然变化可能会导致驱动器输出一个负载阻力很小的高扭矩指令，从而导致电机快速旋转。因此，建议使用数字位置控制器，以保持系统的稳定性。

2. 占空比模式

在占空比模式下，输入命令电压控制驱动器的输出 PWM 占空比，间接控制输出电压。然而，直流电源电压的任何波动都会影响输出给电机的电压。此模式在 CABE 和 CABH 驱动器上可以通过 DIP 开关设置(需取掉外壳)，也是 CABD10A36 型号的唯一操作模式。



注意

当精确的速度控制对应用不关键，当实际速度反馈不可用时，推荐该模式作为一种控制电机速度的方法。

3. 霍尔速度模式

在霍尔速度模式下，输入命令电压控制电机的速度，驱动器使用霍尔传感器的频率关闭速度环。模拟速度监测器输出允许通过驱动器数据表上的 Hz/V 比例因子观察实际电机速度。在速度监测器输出处读取的电压值可通过比例因子确定电机转速。参见第 23 页“速度监测输出”的描述。该模式可以通过 CABH 驱动器上的 DIP 开关选择模式，也是 CABH10A36 型号的唯一操作模式。



注意

由于安装在电机上的霍尔传感器固有的低分辨率，不建议将霍尔速度模式用于 6 极电机低于 300 rpm, 4 极电机低于 600 rpm 或 2 极电机低于 900 rpm 的低速应用。霍尔速度模式更适合电机以更高速度旋转的高速应用中。

4. 编码器速度模式

在编码器速度模式中，输入命令控制电机的速度，通过编码器脉冲的频率来关闭速度环。模拟速度监测器输出允许通过驱动器数据表上的 kHz/V 缩放因子观察实际电机速度。在速度监测器输出处读取的电压值可通过比例因子确定电机转速。参见第 23 页“速度监测输出”的描述。此模式可通过 CAGE 驱动器上的 DIP 开关来设置使用。



注意

高分辨率的电机编码器允许优秀的速度控制和平滑的运动在所有速度范围内。编码器速度模式应用于需要精确的速度控制应用，并且在以低速平滑为目标的应用中特别有用。

5. 测速机速度模式

在测速机速度模式下，输入命令电压控制电机的速度。这种模式使用一个外部直流测速机来关闭速度环。驱动器将测速机上的直流电压转换为电机转速和方向信息。此模式可通过 CAGE 和 CABH 驱动器上的 DIP 开关来设置使用。



注意

直流测速机具有无限的分辨率，允许非常精确的速度控制。然而，它们也可能容易受到电子噪音的影响，最明显的是在低速时。

(二) 模式设置

CABH 和 CABE 系列的爱默信金鼎模拟式驱动器可以通过一组四位的拨码开关来设置驱动器的工作模式。模式设置需要拆掉外壳才可以看到拨码开关，拨码开关朝向数字的一方是 OFF。

1. CABH 系列驱动器拨码开关功能与模式设置

● 拨码开关功能描述

拨码开关编号	功能描述	开关设置	
		ON	OFF
1	占空比模式选择器。激活内部 PWM 反馈。	占空比模式	其它模式
2	激活速度反馈速度监视器。对于霍尔速度模式，激活反馈。对于电流模式，激活速度监视器。	活跃	不活跃
3	电流模式选择。	电流模式	其它模式
4	霍尔速度模式下的速度反馈极性。改变内部反馈信号和速度监视器输出信号的极性。反馈极性可能需要反转以防止电机失控飞车。	标准	反向

● 模式设置选择表*

工作模式	SW1	SW2	SW3
电流模式	OFF	ON	ON
占空比模式	ON	OFF	OFF
霍尔速度模式	OFF	ON	OFF
测速机速度模式	OFF	OFF	OFF

2. CABE 系列驱动器拨码开关功能与模式设置

● 拨码开关功能描述

拨码开关编号	功能描述	开关设置	
		ON	OFF
1	占空比模式选择器。激活内部 PWM 反馈。	占空比模式	其它模式
2	激活速度反馈或速度监视器。对于编码器速度模式，激活反馈。对于电流模式，激活速度监视器。	活跃	不活跃
3	电流模式选择。	电流模式	其它模式
4	编码器速度模式下的速度反馈极性。改变内部反馈信号和速度监视器输出信号的极性。反馈极性可能需要反转以防止电机失控飞车。	标准	反向

● 模式设置选择表*

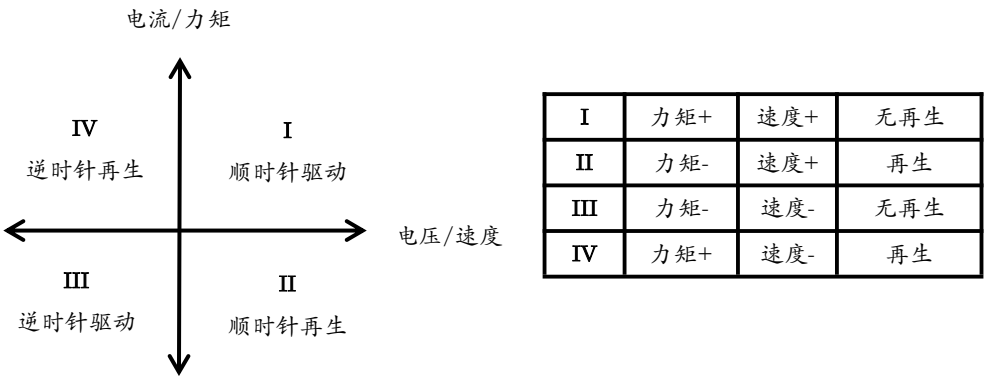
工作模式	SW1	SW2	SW3
电流模式	OFF	ON	ON
占空比模式	ON	OFF	OFF
编码器速度模式	OFF	ON	OFF
测速机速度模式	OFF	OFF	OFF



六、再生和分流稳压

（一）再生介绍（反向电势）

在电机减速或电机负载的向下运动导致系统的机械能通过驱动器重新回到电源上的系统中，必须使用分流稳压器。



这种再生能量可以将电源电容器充电到驱动过压关闭水平以上。如果电源电容无法处理这些多余的能量，或者无法提供足够的电容，则必须使用外部分流调节器来耗散再生能量。分流调节器本质上是一个与直流总线并联放置的电阻器。分流调节器将在一定的电压水平（设置在驱动过电压关闭水平以下）下“接通”，并以热的形式消耗再生电能。

持续再生

以下应用请注意持续再生

- 卷筒张紧设备
- 电动车辆持续下坡
- 惯量很大的旋转设备（砂轮，飞轮，离心机）
- 重型起重机



注意

持续再生将会有持续的再生能量需要耗散，请联系爱默信中国提供解决方案

（二）爱默信金鼎系列模拟式驱动器分流稳压功能介绍

为了防止再生导致直流母线电压升高而超过驱动器的过压关断点，爱默信金鼎系列模拟式驱动器内置了分流稳压的功能。可以通过驱动器顶部的 4 位钳位电压设置拨码开关来设置钳位电压。

拨码开关设置				钳位电压*	
Switch_1	Switch_2	Switch_3	Switch_4	40VDC 母线电压	175VDC 母线电压
ON	OFF	OFF	OFF	30VDC(24VDC 供电系统)	55VDC(48VDC 供电系统)
OFF	ON	OFF	OFF	42VDC(36VDC 供电系统)	86VDC(72VDC 供电系统)
OFF	OFF	ON	OFF	55VDC(48VDC 供电系统)	130VDC(110VDC 供电系统)
OFF	OFF	OFF	ON	78VDC(72VDC 供电系统)	185VDC(170VDC 供电系统)

*更多钳位电压可联系爱默信定制。

电压微波



在一些应用中，电压纹波会导致不可接受的性能。当恒定的扭矩或力是关键，或当母线电压被拉低时，这种情况可能会变得很明显。如有必要，则可以通过从单相交流切换到三相交流，或通过增加电源的电容，来减少来自电源的电压纹波。

一个系统的电压纹波可以用以下公式来估计：

$$V_R = (I_{PS} \div C_{PS}) \times F_f$$

V_R : 电压微波

C_{PS} : 电源电容

I_{PS} : 电源输出电流

F_f : 频率因子 (1/Hz)



七、驱动器接口定义

(一) 信号连接端子 (CAB□□10A36)

P1-信号端子定义		
连接器信息		14P, 双排, 2.00 mm 间隔的插头端子, 垂直安装。
匹配连接器	详细信息	51353-1400(胶壳);56134-9100 (插针)
	是否包含	否
Pin	名称	描述
1	ENCODER-B IN	单端编码器通道输入, +5 V 逻辑电平。
2	ENCODER-A IN	
3	-REF IN	差分参考输入($\pm 10\text{ V}$ 工作范围, 最大 $\pm 15\text{ V}$)
4	+REF IN	差分参考输入($\pm 10\text{ V}$ 工作范围, 最大 $\pm 15\text{ V}$)
5	SIGNAL GND	信号地 (与电源地共用)。
6	FAULT OUT	报警时输出 5V 高电平; 报警可能为: 无效霍尔状态、输出短路、电压过高、温度过高、上电复位。
7	INHIBIT IN	TTL 电平 (+5 V) 抑制/启用输入。保持打开状态以使能驱动器。和地短接以禁能驱动器。
8	CURRENT MONITOR	电流监视器。模拟输出信号与实际电流输出成正比。极性与命令电压相反。比例是 2A/V。相对于信号接地进行测量。
9	HALL 3	单端 HALL/换相传感器输入(+5 V 逻辑电平)
10	HALL 2	
11	HALL 1	
12	+V HALL OUT	霍尔传感器的电源 (+5 V @ 30 mA), 参考信号地。短路保护。
13	SIGNAL GND	信号地 (与电源地共用)。
14	VEL MONITOR OUT	速度监测器 ($\pm 2.5\text{ V}$ 范围)。模拟输出与电机转速成正比。在编码器速度模式下, 输出与电循环频率成正比, 编码器的速度缩放频率为 90 kHz/V。在霍尔速度模式下, 输出与电循环频率成正比。霍尔速度比例值为 385 Hz/V。

INHIBIT IN 7
SIGNAL GND 5
-REF IN 3
ENCODER-B IN 1
ENCODER-A IN 2
+REF IN 4
FAULT OUT 6
CURRENT MONITOR 8
9 HALL 3
11 HALL 1
13 SIGNAL GND
14 VEL MONITOR OUT
12 +V HALL OUT
10 HALL 2



(二) 信号连接端子 (CAB□□6A80/12A80/15A80□/16A175□/20A80/40A80/60A80/25A175)

P1-信号端子定义		
连接器信息		16 针, 2.54mm 间隔, 摩擦锁锁头
匹配连接器	详细信息	Molex: P/N 22-01-3167 (插头) and P/N 08-50-0114 (插针)
	是否包含	否
Pin	名称	描述
1	+REF IN	差分参考输入($\pm 10\text{ V}$ 工作范围, 最大 $\pm 15\text{ V}$)
2	SIGNAL GND	信号地。
3	-REF IN	差分参考输入($\pm 10\text{ V}$ 工作范围, 最大 $\pm 15\text{ V}$)
4	CURRENT MONITOR*	电流监视器。模拟输出信号与实际电流输出成正比。相对于信号接地进行测量。
5	INHIBIT IN	TTL 电平 (+5 V) 抑制/启用输入。保持打开状态以使能驱动器。和地短接以禁用驱动器。
6	+V HALL OUT	霍尔传感器的电源 (+6 V @ 30 mA), 参考信号地。短路保护。
7	SIGNAL GND	信号地。
8	HALL 1	单端 HALL/换相传感器输入(+5 V 逻辑电平)
9	HALL 2	
10	HALL 3	
11	CURRENT REFERENCE*	测量到内部电流回路的指令信号。相对于信号接地进行测量。
12	FAULT OUT	报警时输出 5V 高电平; 报警可能为: 无效霍尔状态、输出短路、电压过高、温度过高、上电复位。
13	ENCODER-B IN	单端编码器 B 通道输入, +5 V 逻辑电平。
14	ENCODER-A IN	单端编码器 A 通道输入, +5 V 逻辑电平。
15	VEL MONITOR OUT* / TACH IN	速度监视器。模拟输出与电机转速成正比。在编码器速度模式下, 输出与编码器线频率成正比。对于测速机速度模式, 反馈电压范围为 $\pm 60\text{ VDC}$ 。
16	OFFSET	连接到外部电阻, 以进行命令偏移调整。通过外部电位器将 $\pm\text{VDC}$ (10V 最大) 信号应用到该引脚中, 以抵消输入增益。

*相关因子请参照 50 页驱动器数据表查询。

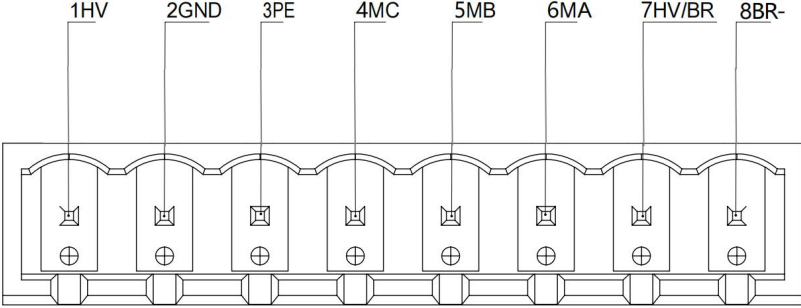


(三) 动力连接端子 (CAB□□10A36)

P2-动力端子定义		
连接器信息		KF250NH-3.81-5P 弹簧式端子
匹配连接器	详细信息	无需匹配连接器
	是否包含	
Pin	名称	描述
1	GND	电源地（与信号地共用）。
2	HV	电源+输入。
3	MC	电机 W 相。
4	MB	电机 V 相。
5	MA	电机 U 相。
1GND 2HV 3MC 4MB 5MA		

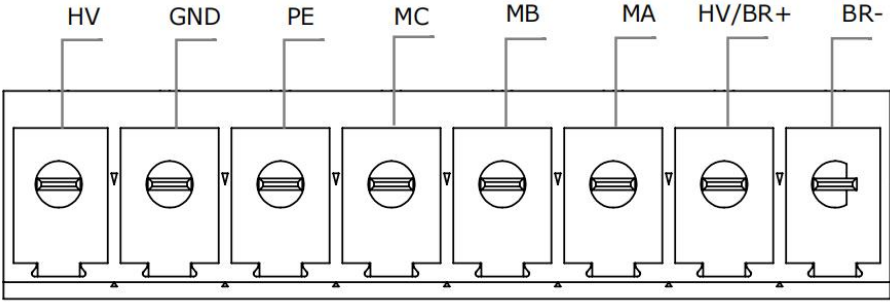
(四) 动力连接端子 (CAB□□6A80/12A80/15A80□/16A175□)

P2-动力端子定义		
连接器信息		8P, 5.08 mm 间隔, 快速断开端子。
匹配连接器	详细信息	KF2EDGK5.08
	是否包含	否
Pin	名称	描述
1	HV	电源+输入。
2	GND	电源地 (与信号地共用)。
3	PE	保护接地 (电机电缆屏蔽层)。
4	MC	电机 W 相。
5	MB	电机 V 相。
6	MA	电机 U 相。
7	HV/BR+	外部制动电阻连接。在 BR+和 BR-之间连接电阻。
8	BR-	



(五) 动力连接端子 (CAB□□40A80/60A80/25A175)

P2-动力端子定义		
连接器信息		8P, 7.62 mm 间隔, 封闭, 摩擦锁接头
匹配连接器	详细信息	KF2EDGSK-7.62mm/KF2EDGAK-7.62mm
	是否包含	否
Pin	名称	描述
1	HV	电源+输入。
2	GND	电源地 (与信号地共用)。
3	PE	保护接地 (电机电缆屏蔽层)。
4	MC	电机 W 相。
5	MB	电机 V 相。
6	MA	电机 U 相。
7	HV/BR+	外部制动电阻连接。在 BR+和 BR-之间连接电阻。
8	BR-	



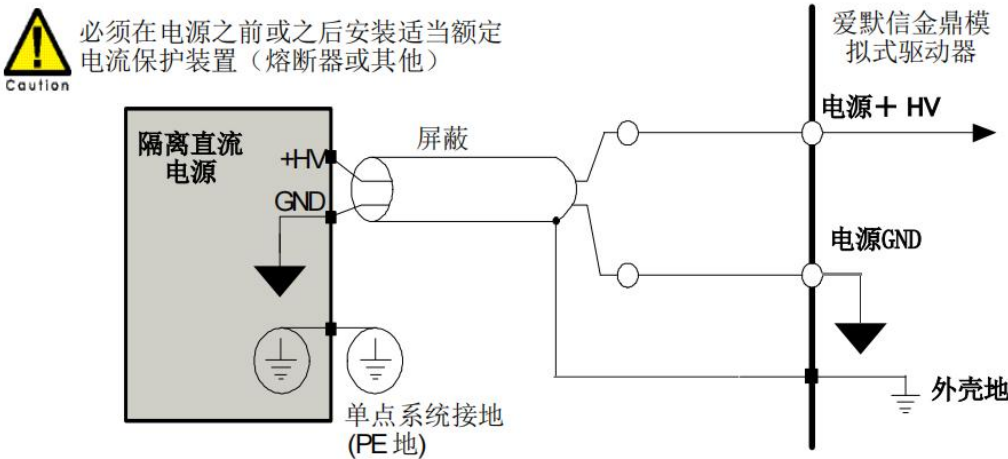
八、接口电路示例

这一节介绍爱默信 金鼎模拟式驱动器的接口电路，并且还包含了一般的连接规则和说明。

（一）直流电源输入

下图显示了金鼎模拟式驱动器如何连接到隔离的直流电源。注意电源线屏蔽，电源箱在单点系统接地（PE 接地）。电缆屏蔽层应在驱动器单侧接地。

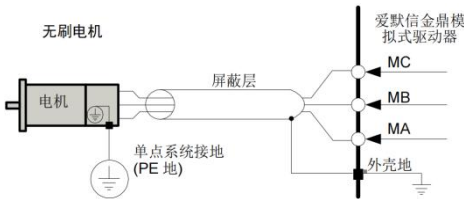
8.1.1 直流电源输入



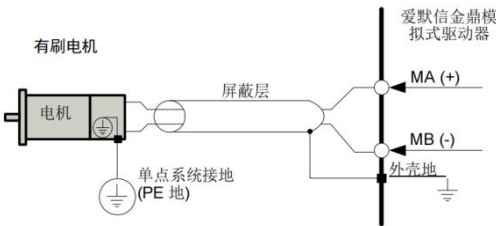
（二）电机动力线接口

下图显示爱默信金鼎模拟式驱动器如何连接到电机。有刷和无刷电机都应遵循此一般设置。注意电机导线屏蔽层和电机外壳与单点系统接地（PE 接地）。电缆屏蔽应在驱动器一侧接地。

8.2.1 三相（无刷）电机接



8.2.2 单相（有刷）电机



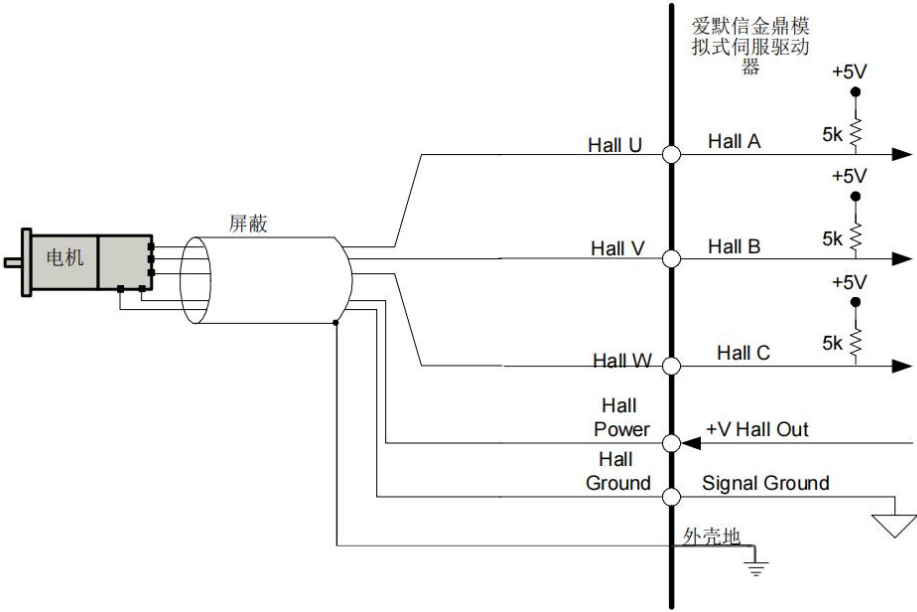


如果使用继电器或其他方法断开电机导线，在重新连接电机导线到驱动器之前，请确保驱动器已被禁用。连接电机到驱动器可以产生极高的电压尖峰，将损坏驱动器！

（三）霍尔传感器接口

爱默信金鼎模拟式驱动器可兼容单端霍尔传感器信号输入，并在 CABH 型号的驱动器可作为速度反馈传感器。某些型号提供了一个+6V 的低电压输出为霍尔传感器供电。以下是爱默信金鼎模拟式驱动器连接霍尔传感器的示意图。

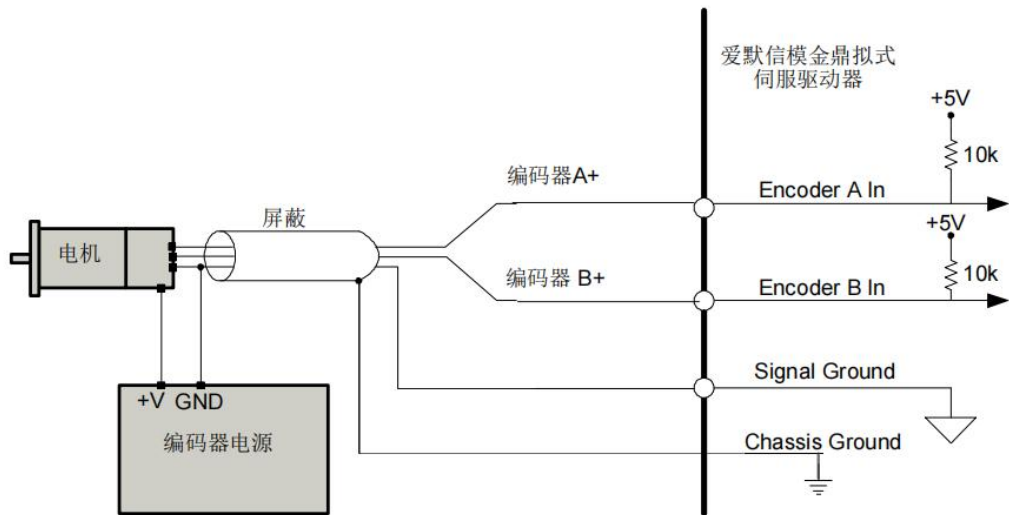
8.3.1 霍尔传感器



(四) 编码器接口

CABE 驱动器支持单端增量编码器输入,编码器必须由外部电源供电。检查电机编码器对电压和电流要求。以下是爱默信金鼎模拟式驱动器连接增量编码器的示意图。

8.4.1 编码器接线

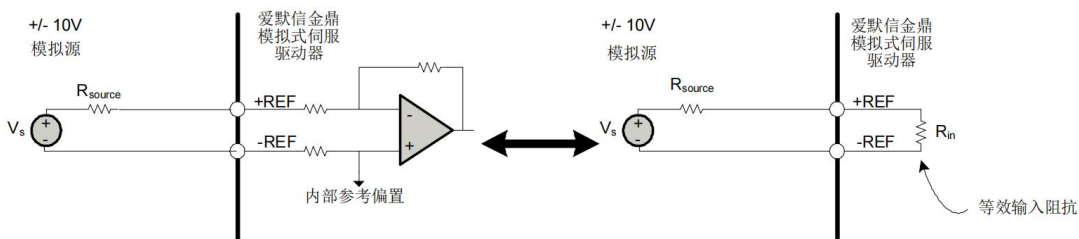


(五) 模拟命令输入接口

1. $\pm 10\text{VDC}$ 命令输入

当使用 $\pm 10\text{V}$ 模拟信号作为输入命令时,在与输入电路连接时,考虑模拟源的输出阻抗是很重要的。一个设计不佳的 $\pm 10\text{V}$ 模拟输入接口可能会导致不希望的命令信号衰减。图 3.21 显示了一个连接到模拟输入端的外部模拟源。传递到输入端的理想电压是 V_s 。然而,跨源的电压降将减少被传递到驱动输入的信号。这个电压降取决于源极的输出阻抗值和驱动器的输入阻抗值。

8.5.1 模拟源和驱动器模拟输



驱动器的模拟输入可以简化为单个阻抗 R_{in} , 如 8.5.1 右图所示。如果模拟源的阻抗大小相同

或大于 R_{in} ，则传输过程会有显著的电压降。模拟源的输出阻抗值的降低会导致较低的电压降，从而增加了信号的完整性。为了避免模拟源和驱动器之间的压降超过 5%，建议使用小于或等于 $2K\Omega$ 输出阻抗的模拟源。



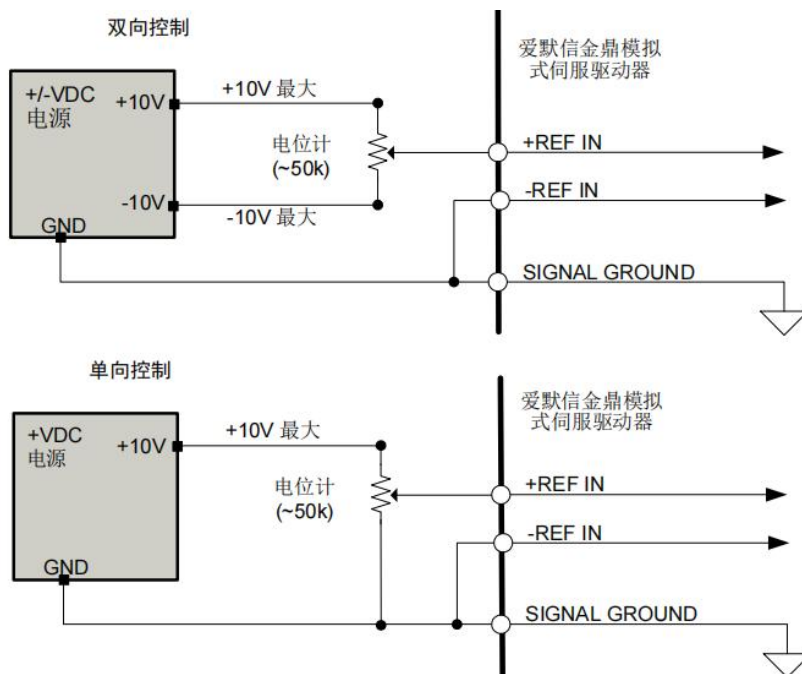
注意

如果模拟源有较大的输出阻抗，建议在模拟源输出和驱动输入之间使用缓冲电路。

2. 电位计输入

接受 $\pm 10V$ 模拟量输入的爱默信金鼎模拟式伺服驱动器可以通过使用外部电位器和直流电源做命令，通过改变跨电位计的直流电源电压来指令驱动。

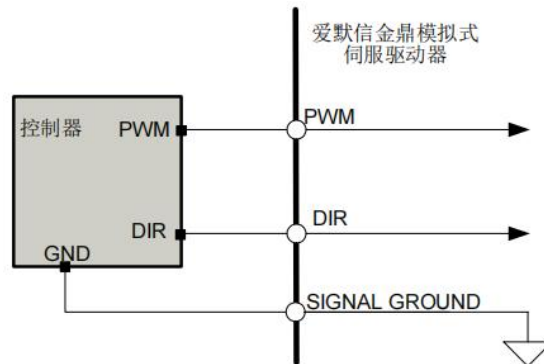
8.5.2 电位计输入



(六) PWM&方向输入接口

对于 CABDC 型号驱动器，PWM 和方向输入应连接到驱动器上的 PWM 和 DIR 输入引脚。

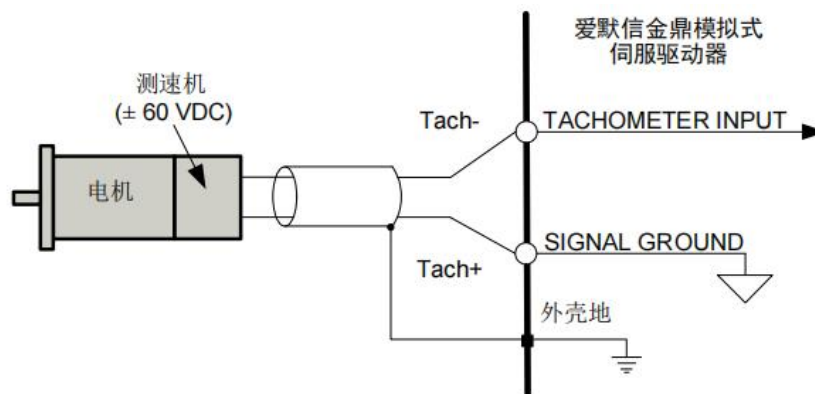
8.6.1 PWM&方向输入接线



(七) 测速机输入接口

对于允许使用外部直流测数机进行速度控制的驱动型号，测速机连接在速度监测器输出/转速表输入引脚（P1-15）和信号接地（P1-7 或 P1-2）之间。该测速机的反馈电压范围限制为 $\pm 60\text{VDC}$ 。下图给出了推荐的连接方法。

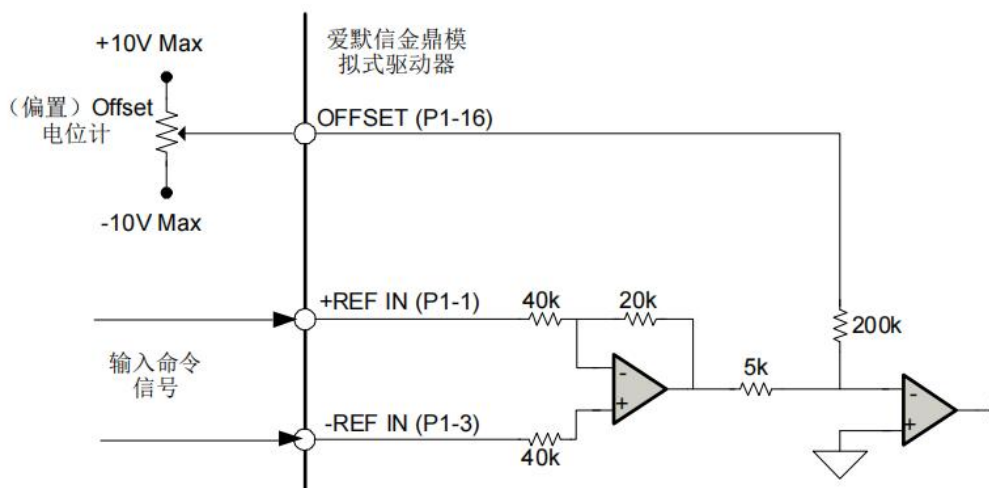
8.7.1 测速机输入接线



(八) 偏移 (offset) 输入接口

对于具有外部偏移输入选项的驱动器型号，当需要进行输入偏移调整时，除了使用输入命令信号外，还可以使用电位计。下图显示了一种可能的使用电位计的连接方法。

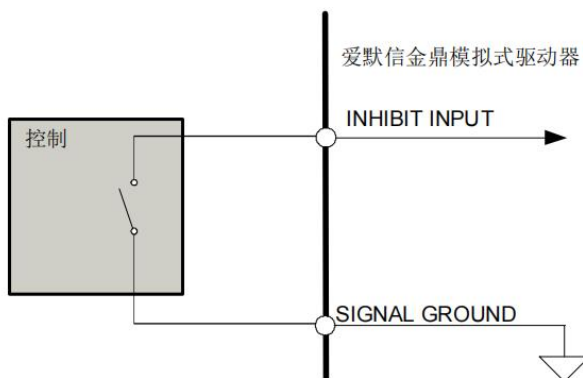
8.8.1 偏置输入电路接线



(九) 禁能输入接口 (Inhibit Input)

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器有一个禁用输入针脚，用于启用或禁用驱动器。默认情况下，禁能输入针脚应保持打开以启用驱动器，和信号地短接以禁用驱动器。如果想翻转使能禁能电平，可联系爱默信定制。

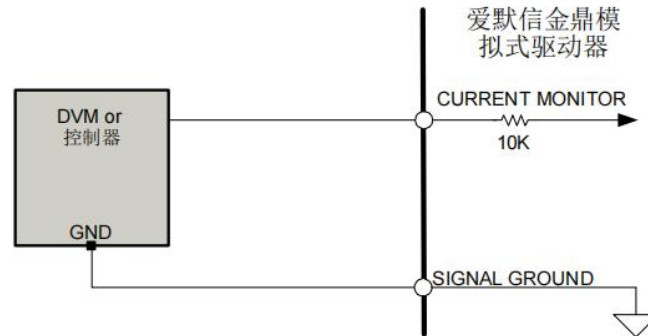
8.9.1 禁能输入接线



（十）电流监视器输出接口（Current Monitor Output）

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器具有一个电流监视输出针脚，提供一个模拟电压输出信号，这个模拟电压与电流输出成比例关系。电流监测器的输出应相对于信号地进行测量。

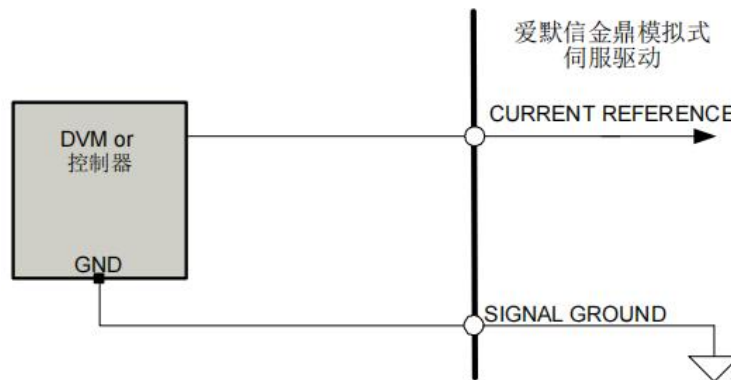
8.10.1 电流监控输出接线



（十一）电流参考输出接口（Current Monitor Output）

一些爱默信金鼎模拟式伺服驱动器有一个电流参考输出针脚，提供一个模拟电压输出信号，此信号与内部电流环的命令信号成比例。电流参考输出应相对于信号地进行测量。

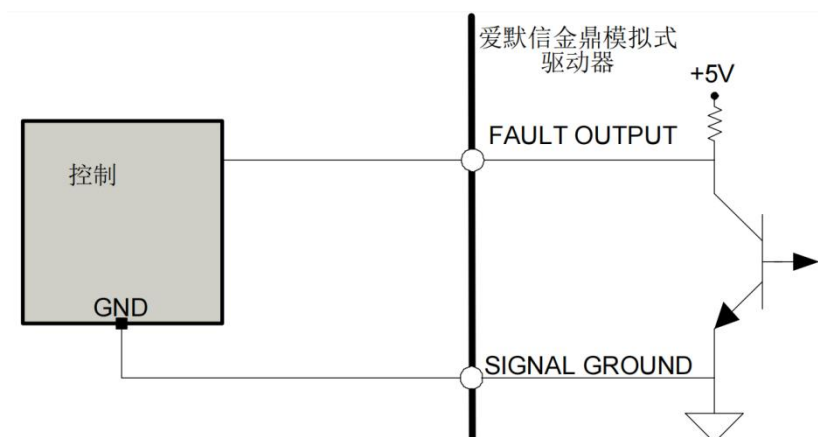
8.11.1 电流参考输出接线



（十二）故障输出接口（Fault Output）

爱默信金鼎模拟式伺服驱动器具有+5VTTL 故障输出，当驱动器出现故障条件时将变高（故障条见第 23 页的“故障输出”）。应相对于信号地来测量故障输出。

8.12.1 故障输出接线



九、接线与系统布线

(一) 一般规则

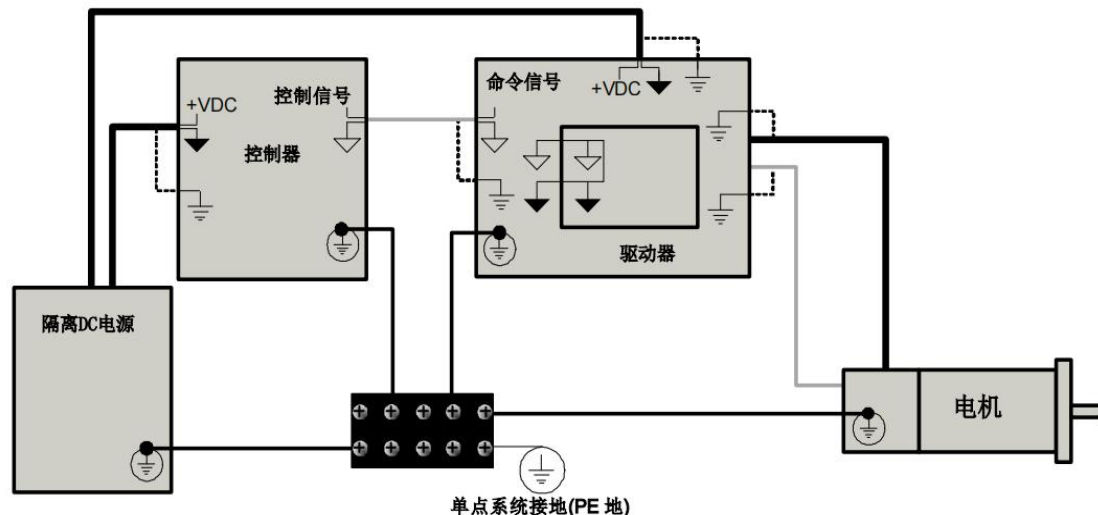
- 连接到驱动器的所有互连电缆必须使用屏蔽电缆,电缆的屏蔽层必须在最近的地点以最小的电阻接地。
- 驱动器的金属外壳必须以最小的电阻接地到最近的接地点。
- 驱动器的安装方式必须使工作人员在产品运行时无法接触到连接器和暴露的印刷电路板。如果这是不可避免的,必须有明确的指令,在操作期间不要触摸驱动器。这是为了避免由于人员的静电放电而可能导致的故障。

(二) 接地

在大多数伺服系统中,所有情况的接地都应以“星”型连接的方式单一接保护(PE)接地点。在中心 PE 接地点接地,减少了接地回路的机会,并有助于减少组件之间的高频电压差异。所有地线必须电阻很小,并且尽可能短。以下部分应在中心 PE 接地点应牢固接地:

- 电机外壳
- 控制器机箱
- 电源外壳
- 驱动器外壳

- 外壳接地线
- 屏蔽接地线
- 屏蔽反馈/信号线缆
- 屏蔽电源线缆
- ⊕ PE 地
- ↓ 信号地
- ↓ 功率地
- ⊕ 机箱地



直流电源接地和输入参考指令信号接地通常具有与机壳/PE 接地不同的电位。控制器的信号接地必须连接到驱动器的信号接地，以避免接收到由于“浮动”差动伺服驱动器输入而产生的噪声。在所有驱动器上，直流电源接地和输入命令信号接地在内部相互参考。在使用隔离直流电源的系统中，信号接地和/或电源接地可以参考到底盘接地。首先决定这是否既合适又安全。如果是这样，它们可以在中心接地点接地。



接地对安全很重要。本手册中的接地建议可能不适用于所有的应用程序和系统机械设备。系统设计者有责任将适用的法规和准则适用于特定的伺服系统。

（三）布线

伺服系统布线通常包括连接控制器（数字或模拟）、伺服驱动器、电源和电机。当观察到一些简单的规则时，连接这些伺服系统组件是相当容易的。

与任何高频率的 PWM 伺服驱动器一样，通过电缆和电线产生的噪声和干扰耦合可能会影响整个系统的性能。以下干扰信号可形式噪声：

- 电容（静电耦合）到电路中的信号线（高阻抗点影响更为严重）。
- 以磁性方式连接到信号电路中的闭环（与阻抗水平无关）。
- 电磁信号线作为小天线的电磁辐射。
- 通过接地线上的电压降从电路的一部分到其他部分。

经验表明，噪声的主要来源是驱动器输出功率级的高 DV/DT（通常约为 1V/纳秒）。这个 PWM 输出可以通过输出和输入线耦合回信号线。减少这种影响的最佳方法是将信号线缆和电机动力线分开，增加屏蔽，并在驱动器处使用差动输入。对于极端情况，建议使用电感滤波器卡。

不幸的是，低频磁场并没有被金属外壳显著降低。典型的电源是 50 或 60Hz 的电力变压器和电机引线中的低频电流变化。避免在信号、电源和电机线缆中的大回路区域。由于封闭面积较小，且连续扭曲引起的信号抵消，扭曲线对在减少磁拾方面是相当有效的。

1. 线规

随着导线直径的减小，阻抗增大。高阻抗的导线会比低阻抗的导线能发射更多的噪声。因此，在选择电机电源线、电源线、地线的线规时，最好是粗且短。随着电缆长度的增加，这一建议变得更加重要。

电流 (A)	线规 (AWG)	mm ²	电流 (A)	线规 (AWG)	mm ²
10	#20	0.518	60	#10	5.26
15	#18	0.823	80	#8	8.37
20	#16	1.31	120	#6	13.3
35	#14	2.08	150	#0	53.5
45	#12	3.31	200	#00	67.4

2. 电机线

电机电源线从驱动器向电机供电。建议对电机电源电缆使用双绞线、屏蔽对，以减少对敏感组件的噪声耦合量。

- 对于单相电机或音圈，将两组电机导线一起缠绕在一起。
- 对于无刷电机，将所有三根电机导线一起缠绕在一起。

电机电源电缆屏蔽的一端接地，仅与爱默信金鼎模拟式伺服驱动器外壳接地相连。电机电源引线应捆绑和屏蔽在自己的电缆中，并与反馈信号线分开。



请勿使用屏蔽层携带电机电流或电源！

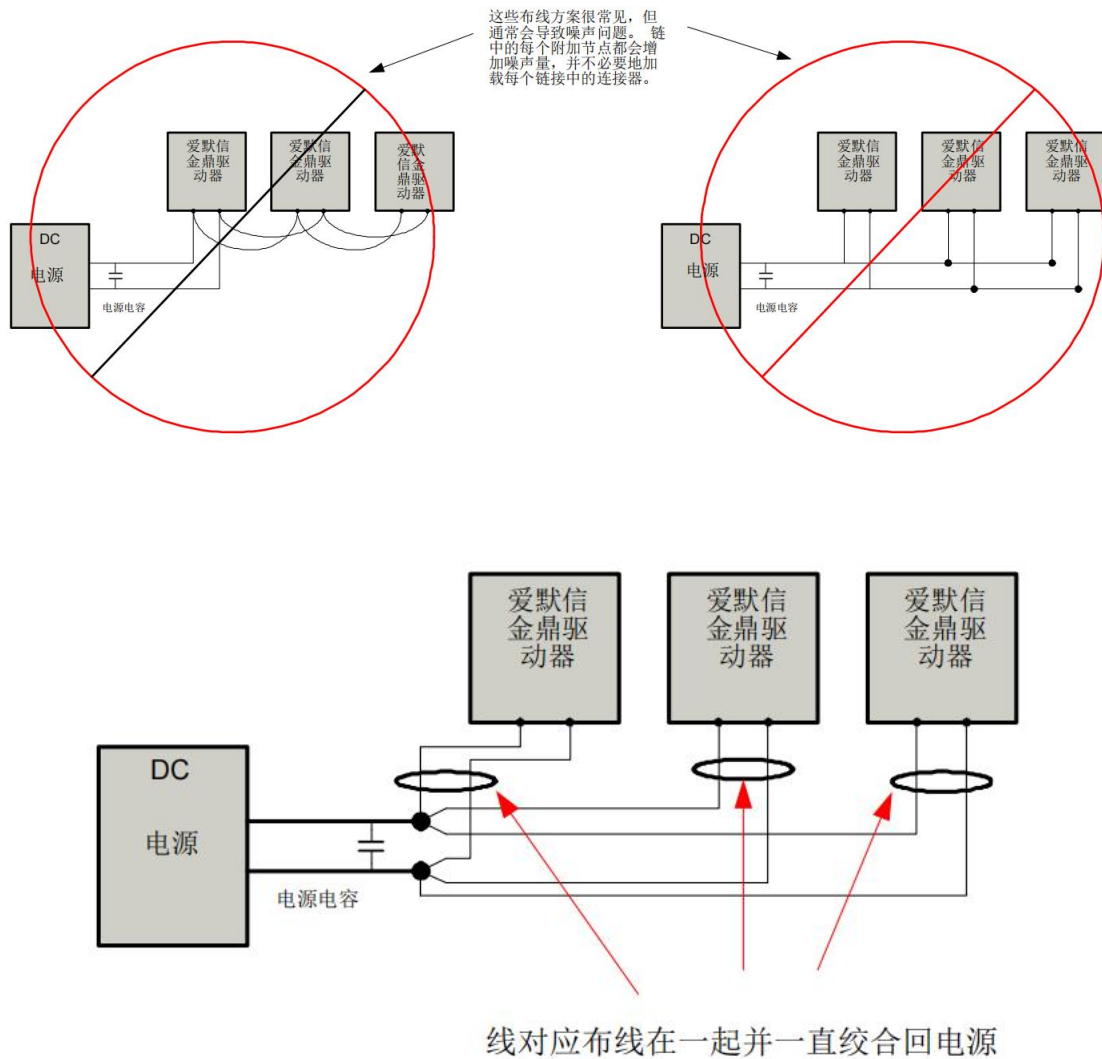
3. 电源线

功率输出级产生的 PWM 电流峰值由内部电源电容器提供。为了使这些电容器上的电流纹波保持在一个可接受的水平，有必要使用粗型电源导线并保持它们尽可能短。通过扭转电源导线来降低电源导线的电感。电源电缆屏蔽的一端仅与爱默信金鼎模拟式驱动器外壳接地。当多个驱动器在一个应用程序中安装时，必须对接地环路采取预防措施。只要有多个或多个

可能的电流路径到一个接地连接，就可能会发生损坏或在系统中引入噪声。以下规则适用于所有多轴安装，而不管使用的电源数量如何：

- 从电源滤波电容器直接将单独的电源引至每个驱动器。
- 永远不要“菊花链”任何电源或直流地连接。使用“星形”连接来代替。

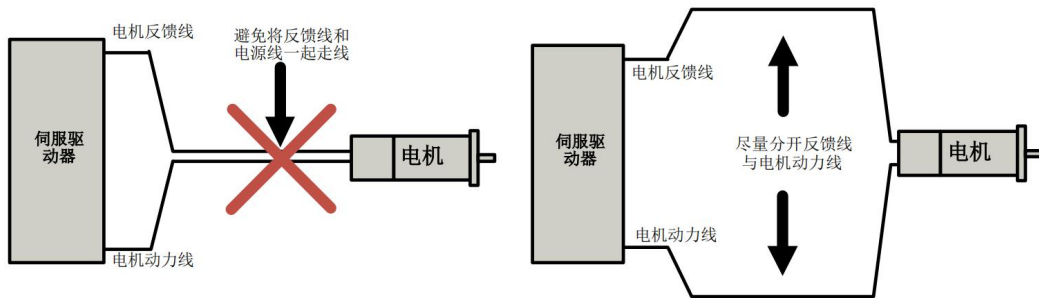
9.3.1 多驱动电源接线



4. 反馈线

建议反馈线使用双绞线。屏蔽层在爱默信金鼎模拟式驱动器一侧接地。布置电缆和/或电线，尽量减少其长度和噪声源。电机电源线是噪声的主要来源，电机反馈线易受到噪声的影响。这就是为什么用电机反馈线连接电机电源线从来都不是一个好主意，即使它们是屏蔽的。虽然这两根电缆都起于驱动器，并终止于电机，但要尽量找到单独的路径来保持两者之间的距离。经验法则，这些电线之间的最小距离是每 10 米电缆长度间距 ≥ 10 厘米。

9.3.2 反馈接线



5. 输入命令线

建议对输入参考线使用双绞屏蔽线。将参考源“+”连接到“+REF IN”，并将参考源“-”（或公共）连接到“-REF IN”。将屏蔽层在驱动器侧接地。伺服驱动器的参考输入电路将衰减信号源和驱动电源接地之间的共模电压。如果是单端参考信号，请将命令信号连接到+REF IN，并将命令返回和-REF IN 连接到信号接地。



注意

如果您正在使用爱默信金鼎模拟式驱动器来取代 AMC 面板安装驱动器，相同的命令输入到爱默信金鼎模拟式驱动器上的 $\pm$ REF IN 输入引脚将导致电机旋转在与面板安装驱动器相反的方向。这可以通过交换命令输入线(+REF IN 到 Pin3(CAB_10A4 型号的 Pin2)而不是 Pin1，以及-REF IN 到 Pin1 而不是 Pin3)来改变。

当从典型的 OP-AMP 输出驱动时，长信号线（10-15 英尺及以上）也可能成为噪声源。由于导线的电感和电容，运算放大器会发生振荡。始终建议在控制器上设置一个固定电压，然后用示波器检查驱动器上的信号，以确保信号无噪声。

十、操作指导

(一) 预备开始

1. 输入输出引脚功能

● 电流监视输出 (Current Monitor Output)

电流监视器针脚可用于所有爱默信金鼎模拟式驱动器型号。相对于信号地测量，它提供与实际电流输出成正比的模拟电压输出信号。每个单独的驱动器的缩放因子可以在驱动器数据表上找到。请注意，电流监视器测量值的极性将与电流命令相反。

测量示例：在电流监视器缩放因子为 4A/V 的驱动器上的电流监视器针脚被测量为 -1.3V。电流监视器针上的极性反转，这将意味着驱动器正在输出：(4 A/V)(1.3V)=5.2A。

● 电流参考输出 (Current Reference Output)

电流参考引脚可在母线电压是 80V 和 175V 驱动器型号找到。相对于信号地测量，它提供一个模拟电压输出信号，与内部电流回路指令信号成比例。当驱动器输出达到最大峰值电流值时，电流参考引脚将读取 7.45V。对内部电流环的命令可以通过以下公式来求解：

$$I_{\text{command}} = V_{\text{current ref}} \cdot \frac{I_{\text{peak}}}{7.45V}$$

其中：

I_{command} - 到内部电流环的命令电流

$V_{\text{current ref}}$ - 在电流参考引脚处的测量电压

I_{peak} - 驱动器的峰值电流值

测量示例：在峰值电流值为 12A 的爱默信金鼎模拟式驱动器上的电流参考引脚测量值为 2.63V。按照上述公式求解 I_{command} ，内部电流回路的命令电流为 4.24A。

● 故障输出 (Fault Output)

故障输出可用于所有爱默信金鼎模拟式驱动器型号。此引脚提供一个 +5V TTL 输出，当驱动器出现以下故障条件之一时，该输出将变高：禁能(CAB_10A4 型号除外)、无效霍尔状态、输出短路、过电压、过温或上电复位。驱动器使能后，此引脚将保持低。

一旦所有故障条件被清除，爱默信金鼎模拟式驱动器将自动复位（故障不锁存）。例如，如果直流电源高于驱动器的过电压阈值，故障输出将变高，驱动器将被禁用。一旦直流电源电压返回到低于驱动压过压值，故障输出将变低，驱动器将自动使能。

● 禁能输入 (Inhibit Input)

禁能输入引脚可用于所有爱默信金鼎模拟式驱动器型号。该引脚提供了一个+5V TTL 输入，允许用户通过将此引脚连接到地或通过对该引脚施加+5VDC 电平来禁用/启用驱动器。默认情况下，如果此脚高，驱动器将启用，如果此脚低，则禁用。如果需要逆转这个逻辑，可联系爱默信定制此功能。

● 低电压输出 (Low Power Supply Output)

低电压输出提供一个+6VDC，30 mA 的输出，可用于为三相电机上的霍尔传感器供电（参考电机数据表，找出哪些反馈线是霍尔传感器的电源线）或为单相驱动器上的其他用户要求供电。



注意

不要使用此+6V 电源为编码器供电。编码器将需要一个单独的外部电源。参考编码器数据表或规格，以确定编码器的电压和电流要求。典型值为在 150 mA，+5VDC 电压。

● 速度监视器输出 (Velocity Monitor Output)

速度监测器输出引脚仅可在 CABE，CABH，和 CABD 驱动器型号上适用。该引脚提供了一个与实际电机转速成正比的模拟电压输出。

- 对于编码器速度模式下的 CABE 驱动器，将在速度监测器引脚 V_{monitor} 处读取的电压值输入下式，以确定电机 RPM：

$$\text{Motor Velocity [RPM]} = \frac{V_{\text{monitor}} \cdot 22 \frac{\text{kHz}}{\text{V}} \cdot 60}{\text{Number of encoder lines}}$$

- 对于霍尔速度模式下的 CABH 驱动器，将在速度监测器引脚 V_{Monitor} 处读取的电压值输入下式，以确定电机 RPM：

$$\text{Motor Velocity [RPM]} = \frac{V_{\text{monitor}} \cdot 100 \frac{\text{Hz}}{\text{V}} \cdot 120}{\text{Number of motor poles}}$$



● 测速机输入 (Tachometer Input)

对于 CAGE 和 CABH 驱动器型号，当驱动器被设置测速机速度模式时，速度监视器输出针脚被用作直流测速机输入。驱动器必须处于测速机速度模式，以便正确使用测速机输入。在测速机输入引脚处允许的最大输入值为 $\pm 60\text{VDC}$ 。



注意

当使用测速机工作在测速机速度模式下时速度监控引脚功能不可用。

2. 电位计功能详细信息

CAGE 和 CABH 驱动器利用两个 0 到 50k 的电位器用于环路增益和偏移调整。两个电位计的电阻在 12 圈内从 0 到 50k 变化。在两端各提供一个不影响阻值的无效圈，共 14 圈。当达到电位器行程结束时，它每转一圈响一次。

电位计	描述
环路增益调整 (POT1)	此电位器必须在电流模式下完全逆时针设置。在速度或占空比模式下，这个电位器调整速度环的比例增益。顺时针转动这个电位计会增加增益。从完全逆时针位置开始，顺时针转动电位器，直到电机轴振荡，然后后退一圈。
偏置 (POT2)	该电位计用于调整少量的命令偏移，以补偿在伺服系统中可能存在的零漂。顺时针转动此电位器可调整相对于+Ref 输入命令的负方向偏移。 在进行偏移调整之前，参考输入必须接地或指令 0 伏。

(二) 初始设置

仔细遵循前几章中的接地和接线说明，以确保系统安全和正确设置。对于初始测试目的，不需要使用控制器来提供命令输入，或将任何负载附加到电机上。所需的部分包括以下：

- 所需驱动的电机电
- 为系统供电的直流电源
- 数字万用表
- 爱默信金鼎模拟式驱动器

1. 电流（扭矩）模式测试

最初，驱动器应处于电流（转矩）模式。默认情况下，所有爱默信金鼎模拟式驱动器已经设置为电流（扭矩）模式。但是，某些驱动器可以选择使用 DIP 开关来配置为其他工作模式。如果使用支持多种模式的驱动器型号，请检查 DIP 开关配置，以确定该驱动器处于电流（扭矩）模式。设置工作模式请参考模式配置表。

● 连接测试

在给驱动器供电之前，使用数字万用表检查整个系统的连接情况，防止有短路、开路、极性接反的情况（驱动器、电机）。

● 电源

1. 在将直流电源连接到驱动器之前，请使用电压表或数字万用表，以确保直流电压水平在规格范围内。

2. 请暂时不要打开直流电源。将直流电源线连接到驱动器的电源接口，确保正负地连接没有接反，因为这将损坏驱动器。

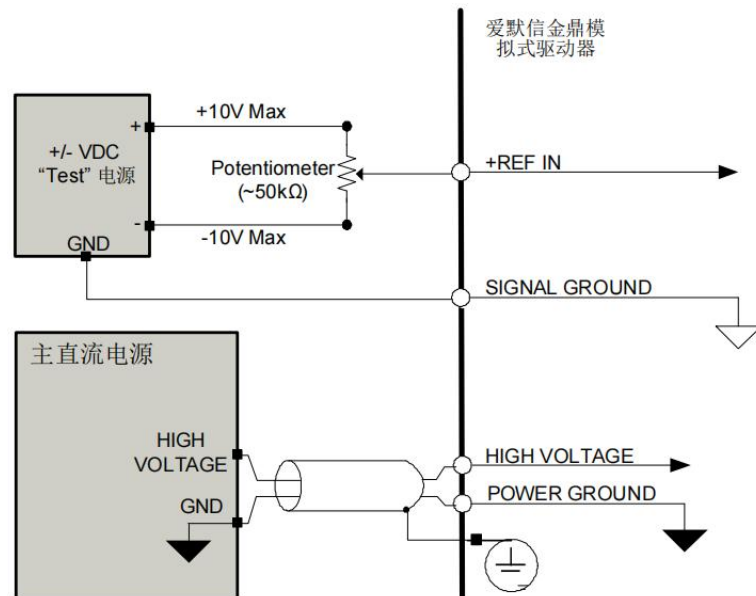
3. 打开直流电源。监控直流电压，以确保电压水平在规格范围内。一旦确定电源被正确地应用到驱动器上，就关闭直流电源。

● 输入命令接线

按照下面的说明正确连接驱动器的输入命令，但还不要应用任何电源或输入信号。

- 对于使用 $\pm 10V$ 模拟输入的驱动器，测试驱动器功能的一种方法是使用外部参考电位计（约 $50k\Omega$ ）作为输入命令信号。通过在电位器的一端施加正直流电压（ $10V_{max}$ ），在电位器的另一端施加负直流电压（ $10V_{max}$ ）， $\pm$ 模拟信号可以通过电位器的中间抽头发送到驱动器的+REF 输入引脚（参见第 14 页的电位计输入接线）。施加于外部参考电位计的电压应来自与主直流电源不同的“测试”电源。这个单独的 $\pm VDC$ “测试”电源应参考驱动信号接地。

10.2.1 电位计参考输入



- 在不将电位器中间抽头连接到驱动器的情况下，将“测试” $\pm VDC$ 应用到电位器的两侧。
 - 用电压表或数字万用表测量电位计的中间抽头，并通过两个方向转动电位计，可以在电位器上观察到 $\pm VDC$ 的全范围变化。此电压将作为一个“测试”命令。
 - 一旦验证了 $\pm VDC$ 的全部范围变化，转动电位器，使在电位器的中间抽头上观察到大约 $0VDC$ ，然后关闭“测试”电源。
 - 在不对电位器施加电压命令的情况下，将电位器的中间抽头连接到驱动器的+REF IN 输入引脚上。将“测试”电源的地或公共端连接到驱动器信号地上。
- 对于使用 PWM 和方向输入的驱动器，应设置一个信号生成器，以 10-25 kHz 的频率生成一个简单的+5V 方波。将发生器信号连接到驱动器上的 PWM 输入引脚和驱动器上的信号接地引脚。

● 霍尔传感器

1. （对于无刷电机）在直流电源仍然关闭的情况下，将霍尔传感器连接到驱动器的霍尔输入引脚。此外，将+V_{HALL OUT}+6V 电源连接到霍尔电源线（参考电机数据表，查看电机的哪些电线是霍尔输入线和霍尔电源线）。（对于有刷电机）如果使用 60 度霍尔相位，保持所有霍尔信号输入引脚悬空。如果使用 120 度霍尔相位，将其中一个霍尔输入连接到地面，并保持其他两个开放。

2. 打开给系统供电的直流电源。

3. 使用数字万用表或电压表监控故障输出引脚（更多信息请参见第 18 页的“故障输出”引脚）。

4. 用手转动电机轴几圈。如果所有的霍尔状态都正常，则故障输出信号应保持在低电平。如果故障输出信号为高电平，这可能表明霍尔传感器导线中存在中断/不良的连接或存

在无效的换向状态。

5. 经过验证后，请关闭直流电源。

● 电机

在直流电源仍然关闭的情况下，将电机导线连接到驱动器的电机输出引脚上。

- 对于三相（无刷）电机，将有三条导线进行连接。目前，按任何顺序将导线连接到驱动器的电机输出引脚上。这些可能需要稍后更换，以便适当的换相电机。
- 对于单相（拉丝）电机，将有两根电线连接到驱动器的电机输出引脚上。如果使用 60 度霍尔相位，请按任何顺序将导线连接到电机输出相位 MA 和 MB。如果使用 120 度霍尔相位，请短接 HALL2 和信号地，创建个 1-0-1 的有效霍尔状态。

● 施加命令

在此阶段，测试操作所需的一切都应连接到驱动器，所有系统中的部件都应正确接地在中心接地点的位置，系统中的任何元件均不得应用电源或输入命令。

一旦确定所有这些步骤都已被安全和正确地遵循，请打开主直流电源。使用电压表或数字万用表再次检查直流电源电压。

➤ 模拟量输入驱动器

1. 打开连接到外部电位器的“测试”电源
2. 在观察电机轴时，缓慢地向一个方向转动电位器。



仅对参考电位器进行非常轻微的调整，以避免对电机造成损坏。由于驱动器处于电流（扭矩）模式，并且在电机轴上没有负载，即使是一个小的电位器调整也可以在电机轴上产生高速。在调整电位器时要小心！

- 对于单相电机，这应该会导致电机轴在一个方向上旋转。沿相同方向和相反方向缓慢转动电位计应使电机轴可以在两个方向平稳的运动。
- 对于三相电机，可能必须更换三根电机线的顺序才能正确的换相电机。三个电机线可以通过六种不同的方式连接到驱动器的电机动力线接口。所有六个都必须经过测试才能找到正确的换相相序。



在拆卸电机电线之前，请先关闭主直流电源和“测试”电源。在通电时，切勿拆卸或连接到驱动器！

适当的电机相序的组合将产生平滑的运动和相同的速度在两个方向上。不正确的组合会导致剧烈的运动，在一个方向上的缓慢运动和/或可听到的噪音。一旦找到适当的组合，在两个方向上缓慢地转动电位器应使电机轴根据输入大小顺畅的旋转。

➤ PWM 输入驱动器

1. 打开函数发生器，将 PWM 信号应用到 PWM 输入引脚。
2. 监视示波器上的函数发生器 PWM 信号。请确保将 PWM 的频率保持在 10-25 kHz 的范围内。通过改变 PWM 输入信号的占空比，电机轴应响应于输入信号而旋转。
- 对于单相电机，这应该会导致电机轴在一个方向上通电旋转。缓慢改变 PWM 占空比应使电机轴响应输入而平稳移动。

- 对于三相电机，为了正确地交换电机，可能必须更换三条电机导线，有六种不同的组合方式。所有六种组合都必须进行测试，以找到正确的换相顺序。



在拆卸电机电线之前，请先关闭主直流电源和函数发生器。在通电时，切勿拆卸或连接到驱动器！

适当的电机电线的组合将产生平滑的运动和相同的速度在两个方向上。不正确的组合会导致剧烈运动，一个方向的缓慢运动和/或听到噪音。一旦找到了适当的组合，改变占空比应该会导致电机轴根据输入而适当地旋转。

● 电机方向

对于无刷电机，如果需要改变一个给定的命令输入的电机旋转方向，交换 HALL1 和 HALL3，然后交换电机 A 相和电机 B 相。

(三) 调优程序

在爱默信金鼎模拟式伺服驱动器中使用的标准调优值是保守的,并在超过 90%的应用程序中工作良好。然而,一些应用程序和一些电机需要更完整的电流环调整,以达到期望的性能。以下迹象表明需要更进一步精细的调整电流环路参数:

- 电机快速过热即使在低电流下
- 驱动快速过热即使在低电流下
- 振动声音来自驱动或电机
- 电机具有高电感(+10mH)
- 电机具有低电感(接近驱动器的最小额定值)
- 系统响应时间太慢
- 扭矩波动过大
- 难于调谐位置或速度环
- 电气噪声问题
- 高电源电压(电源明显高于电机额定电压或接近驱动器的电压上限)
- 低电源电压(电源电压接近驱动器的电压下限)

上述指标是主观的,并表明电流环可能需要进行调整。这些也可能是与电流环调优无关的其他问题的迹象。

必须适当调整电机的电感、电阻以及母线电压,以获得最佳性能。电流回路的回路增益电阻和积分器电容都必须进行调整,以完成调谐。



无论驱动电流限制如何,电流回路调整不当都可能导致永久驱动和/或电机损坏。

由于大多数爱默信金鼎模拟式伺服驱动器在内部闭电流环,不良的电流回路调谐不能通过从外部控制器的调谐来纠正。只有在电流环路调优完成后,才能通过速度和位置环路调谐实现最佳性能。

驱动器的一般环路调优过程遵循以下步骤:

1. 确定是否需要额外的电流环路调整。
2. 如果需要进行调优,则必须更改电流环的电阻电容组件。
 - 调整电流回路的比例增益。
 - 调整电流回路的积分增益。
3. 一旦电流环被很好的调整,那么速度和/或位置循环也可以被调整。

调谐所需的设备

- 函数发生器
- 示波器
- 电流探头或电阻（高功率、低电阻）
- 烙铁

1. 电流环调谐

● 电流环路比例增益调整

电流环增益应在电机与负载分离时进行调整,并在电机可能发生突然的电机轴运动时固定电机。为了防止在调谐过程中使电机换相,请确保霍尔传感器导线此时没有连接到驱动器上。

1. 使用支持速度模式的驱动器上的 DIP 开关来选择电流模式(其他驱动器自动处于电流模式)。
2. 仅连接电机电力线到驱动器。此时不应该有其他连接。
3. 使用函数发生器,对输入的参考引脚施加 $\pm 0.5V$ 、50-100Hz 的方波参考信号。
4. 短接电流环积分器电容器。联系爱默信获取电容器的位置。

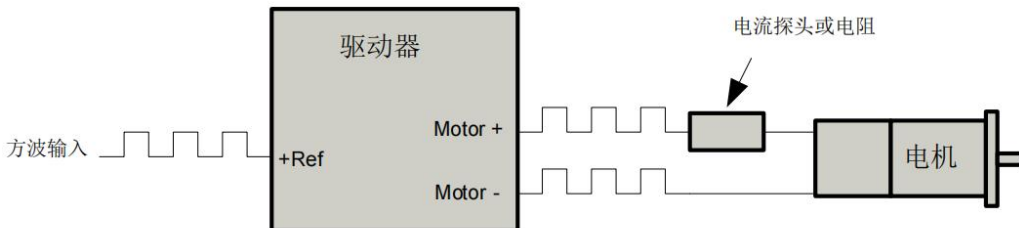


注意

在执行这些修改时对驱动器造成的任何损坏都将使产品保修无效。

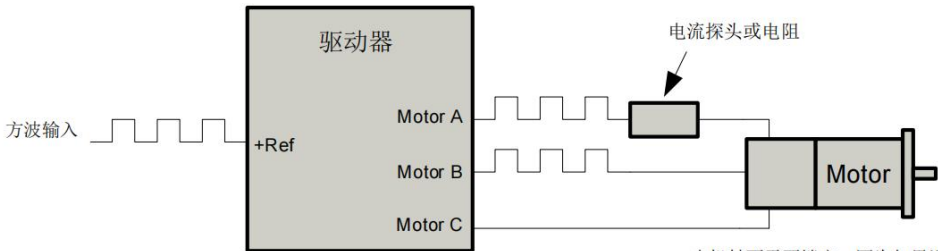
5. 给驱动器通电。使用接近所需应用电压的总线电压,否则电流环路补偿将无法优化。
6. 使能驱动器。使用与电机串联的电流探头或电阻器(<10% 的电机电阻),用示波器观察电机电流。根据电机类型,需要对驱动器进行不同的设置才能正确查看电流环路响应,如下图所示。

10.3.1 有刷电机



由于这两根电机导线是串联的,所以通过这些导线的电流是相同的。电流探头可以连接到电机两根动力线的任意一根上。为了防止电机在调谐过程中转动,必须锁定电机轴。

10.3.2 无刷电机



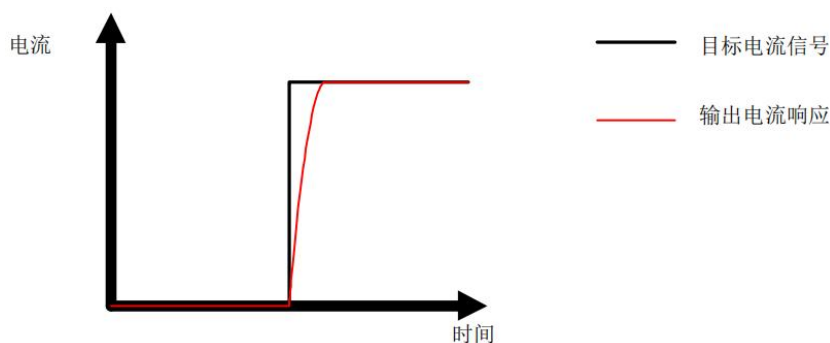
驱动器的电流可通过以下方式通过电机A相和电机B相:

- 1) 断开霍尔传感器的连接
- 2) 短接Hall 2 和信号地

电机轴不需要锁定,因为如果没有霍尔传感器,驱动器将不会换相。

7. 驱动器输出应跟随输入命令。最佳的响应将是一个临界阻尼的输出波形，类似于下图 10.3.3 中所示的情况。

10.3.3 电流回路响应



8. 如果驱动输出没有产生适当的方波响应，则可能需要改变电流环路增益电阻以优化响应。有关更多信息，请参见第 60 页上的“循环调整”。
9. 当达到适当的响应时，从驱动器中删除输入信号，并断开电源。

● 电流环积分增益调整

1. 通过删除以前在比例增益调整期间用于短路的跳线，启用电流环路积分器，并从默认电容器开始。
2. 使用一个函数发生器，产生一个 $\pm 0.5V$ ，50-100Hz 的方波参考信号。
3. 向驱动器施加电源。使用接近于期望的应用电压的母线电压，否则电流回路补偿将不正确。
4. 使能驱动器。使用与电机串联的电流探头或电阻器（ $<10\%$ 的电机电阻），使用示波器观察电机电流。输出应有最小的电流跟随误差（命令电流和实际电流之间的差值）稳定到一个平坦的顶部。可能会有一些过冲，但应该小于 10%。



注意

因为示波器的测量是电流的电压表示，指令电流和实际电流很可能有不同的比例和公差。因此，即使有完美的电流回路调谐，这两个振幅（范围跟踪）也可能不会像图 10.3.3 中所示的那样对齐。

5. 如果方波输出过大或过阻尼（缓慢），则需要改变电流环路积分电容器以优化响应。有关更多信息，请参见第 42 页上的“环路调谐”。

2. 占空比或速度环调整

对于 CABE 和 CABH 驱动器，可以通过调整环路增益电位器来调整速度环路比例增益。这些调整最初应在电机脱离机械负荷的情况下进行。

使用 DIP 拨码开关配置所需的操作模式的驱动器（有关具体设置，请参阅模式设置）

- 占空比模式-补偿占空比回路需要最少的工作量。顺时针转动回路增益电位器，直到发生振荡，然后后退一个圈。
- 速度回路（编码器，霍尔或测速机）-速度回路响应也由环路增益电位计设置。较大的电阻值（顺时针方向）会导致更快的响应。较小的电阻值（逆时针方向）会导致响应较慢。根据需要调整环路增益电位器，以达到所需的应用性能。

如果对环路增益电位器的调整不能导致预期的性能，则可能需要改变速度环路积分电容器以优化响应。有关更多信息，请参见第 60 页上的“循环调整”

十一、故障排除

本节讨论如何确保最佳性能，并在必要时从工厂获得帮助。

（一）故障情况及表现

无法工作的驱动器可能显示以下任何一种故障情况：

- 过温度
- 过电压
- 欠电压
- 短路
- 无效的换相
- 禁能
- 上电复位

上述所有的故障条件都是由驱动器自复位的。一旦故障情况被消除，驱动器将再次开始工作，不需要断电重启（故障不锁存）。

要确定驱动器是否处于故障状态，请使用数字万用表或电压表测量“故障输出”引脚。此引脚的高电平（5V）将表明驱动器有上述故障条件之一，驱动器将被禁用，直到驱动器不再处于故障状态。要消除故障状态，请按照下面描述每种可能的故障状态的说明来排除。

1. 过温度

确认底板温度低于 75°C（167°F）。驱动器底板的温度低于此阈值。

2. 过电压停机

1. 检查直流电源电压是否高于驱动过压关断值。如果直流母线电压高于此限制值，请检查连接到直流电源的交流电源线是否正确。
2. 检查在减速过程中所吸收的再生能量。这是通过用电压表或示波器监测直流总线电压来实现的。如果在减速或再生期间直流母线电压高于驱动过电压关断限制，则可能需要一个分流稳压器。更多信息请参见第 8 页的“再生和分流稳压”。

3. 欠电压停机

根据规格要求，验证最低条件下的电源电压。还要注意，如果电源不能为驱动器提供所需的电流，驱动器将拉下电源电压。当需要大电流且电源被拉到驱动器所需的最低工作电压以下时，就可能发生这种情况。

4. 短路故障

1. 检查各电机导线对电机外壳和电源地是否存在短路。
2. 断开电机导线，看看在不连接电机的情况下是否可以使能。
3. 测量与驱动器断开时电机导线之间的电机电枢电阻。

5. 无效的霍尔状态

参见第 10 页“霍尔传感器”中的“换向序列”表中的有效换相状态。禁用驱动器，请检查以下内容：

1. 确保 60 或 120 度相位正确设置中。如果驱动单相（有刷）电机，请短接 HALL2 与信号地。
2. 检查所有霍尔传感器输入端的电压电平。
3. 确保所有霍尔传感器线路都正确连接。

6. 禁能输入

检查禁止输入是否具有正确的极性（接地以禁用或接地以使能）。此外，请记住，禁能输入线上的噪声可能是导致给驱动器发出错误的禁能信号的一个原因。

7. 上电复位

所有驱动器都具有通电复位功能，以确保在使能驱动器之前，电路板上的所有电路都能正常工作。驱动器将会断站禁用，并将迅速使能。

8. 过载

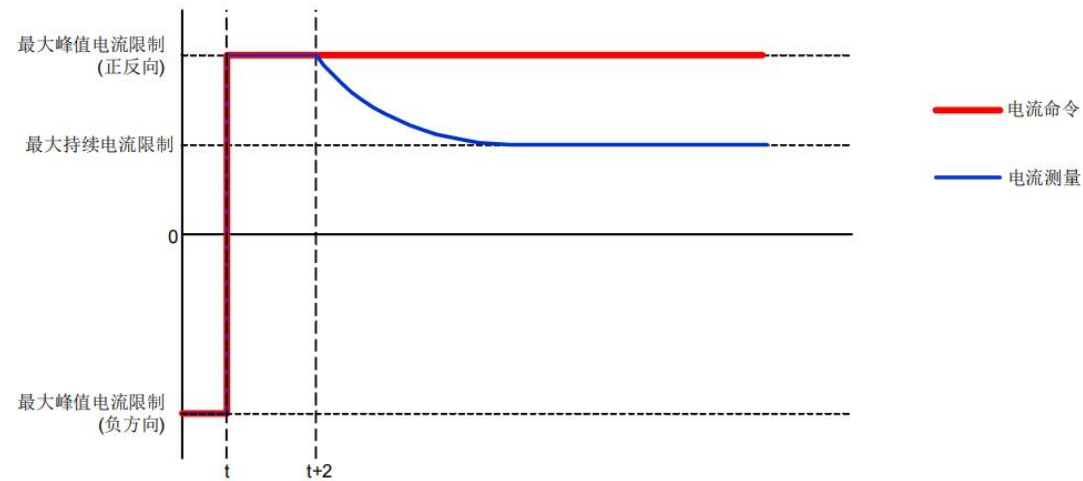
验证是否满足最小电感要求。如果电感过低，它可能会出现像一个对驱动器的短路，因此，它可能会导致短路故障停机。驱动器和电机的过热也是不满足最小电感要求的特点。最低电感要求请参见驱动器数据表。

9. 电流限制

爱默信金鼎模拟式驱动器包含一个“折返”电路来防止过电流。这种“折返”电路使用一个近似的“ I_{t} ”算法来保护驱动器。

- 最大峰值电流输出可维持约 2 秒。
- 要实际实现 2 秒的最大峰值电流输出，需要电流命令从一个方向完全变化到另一个方向。

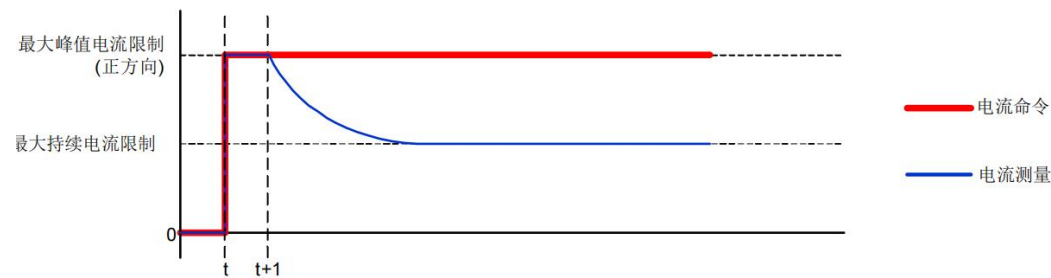
11.1.1 最大峰值电流折返



持续的最大电流需求，当在正负最大电流之间切换而没有足够的时间进行折返时，将导致驱动器损坏。驱动器 RMS 电流应低于连续电流设置！

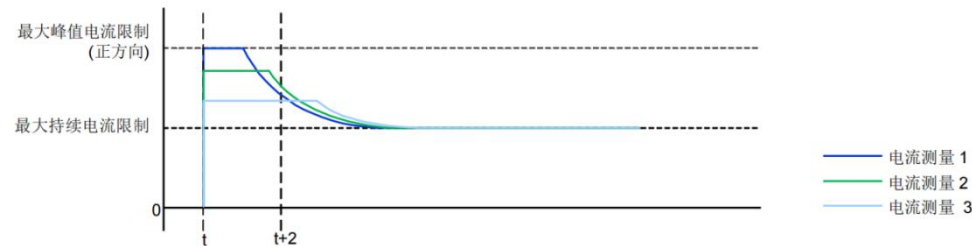
- 对于大多数应用程序来说，从一个方向完全摆动到另一个方向是很少发生的。更有可能将命令驱动器从零到最大峰值电流。在这种情况下，驱动器将只维持最大峰值电流约一秒钟。

11.1.2 峰值电流折返



- 从零命令开始命令最大峰值输出电流也将产生减少峰值电流输出的时间。
- 当命令输出电流小于最大峰值限制，但超过最大连续电流限制时，电流输出可以比最大峰值命令持续更长的时间。

11.1.3 大于持续电流折返





- 电流越接近峰值电流极限，峰值输出时间就越短。
- 只要没有故障条件，就可以实现达到或低于最大连续电流限制的任何命令。
- 当驱动器配置为任何速度模式时，用户不再直接控制电流输出。电流的命令将由速度环决定。虽然内部的电流回路功能仍然像上面描述的，它将只做必要的以满足速度需求。电流输出将严重依赖于：
 - 速度环的参数
 - 负载特性
 - 电机已经在转动的速度
 - 速度改变的大小和加减速

10. 电机问题

电机失控状态是指电机在没有命令输入控制的情况下快速旋转。造成这种错误最可能的原因是将反馈连接为了正反馈。这可以通过改变反馈元件线连接到驱动器的顺序来解决。

另一个常见的运动问题是运行速度在一个方向比在另一个方向快。这通常是由于不正确的换相，通常是因为电机电源线连接的顺序错误导致。尝试将电机电源线以不同的组合顺序连接到驱动器，以找到正确的换相顺序。适当的电机电线的组合将产生平滑的运动和相同的速度在两个方向上。不正确的组合会导致剧烈运动，一个方向的缓慢运动和/或听到噪音。作为最终验证换相正确，使用速度监测器输出针脚测量两个方向的电机速度。这也可能是由无效的 HALL 换相引起的。检查驱动器是否设置为 120 度或 60 度相位，以及此设置是否与所使用的电机类型对应（三相电机通常为 120 度，单相电机通常为 60 度）。有关更多信息，请参见第 10 页上的“霍尔传感器”。

对于无刷电机，如果对于给定的命令输入需要相反的电机运动方向，则交换 HALL1 和 HALL3 并且交换电机的 A 相和电机 B 相。

11. 运行不稳定的原因

- 接地不正确（例如，驱动信号接地未连接到命令源的信号地）。
- 噪声命令信号。检查系统是否有接地回路。
- 机械上的反弹、死带、滑移等。
- 禁能输入线上的噪声。
- 母线上的电压峰值过大。



(二) 技术支持

如果需要爱默信制关于驱动器设置或操作问题的帮助，请收集以下信息。

1. 需提供信息如下：

- 直流母线电压和范围。
- 电机类型，包括电感、力矩常数和绕组电阻。
- 所有拨码开关的位置。
- 所有线路和电缆的长度和组成。
- 如果为无刷，则包括霍尔传感器信息。
- 控制器的类型，再加上反馈设备的完整描述。
- 问题的描述：不稳定，失控，噪音，超调/迟缓的响应，或其他描述。
- 完整的产品的型号和序列号。原始的采购订单，但不是必要的。

十二、附录 A-环路调谐

一般来说，爱默信金鼎模拟式伺服驱动器将不需要进一步调整。然而，对于需要更精确调优的应用程序，可以手动修改电阻和电容器来进行，如下表 A.1 所示。

建议在进行任何调整之前，先联系爱默信，讨论应用程序是否需要进一步调优。



注意

在执行这些修改时对驱动器造成的任何损坏都将使产品保修无效。

在尝试更改电路板上的组件之前，请参见第 32 页上的“调优程序”。更改组件时应遵循一些一般规则是：

- 较大的电阻值将增加比例增益，从而产生更快的响应时间。
- 使用非极化电容器。
- 电容器值越大，会增加积分时间，因此产生的响应时间越慢。

（一）环路调谐

适当的调谐将需要仔细观察数字示波器上的环路响应，以找到特定应用的最佳组件值（电阻电容值）。

以下是一些有用的提示，以使环路调优过程更容易：

- **使用电位计来找到正确的电流回路增益值**

一个电位计可以用来在调谐过程中连续地调整增益电阻值。安装一个电位器来代替增益电阻器。在示波器上查看电流回路响应时，调整电位器。当达到最佳响应时，关闭驱动器，拆下电位器，并测量电位器的电阻。使用最接近的电阻器值。（注：如果最佳调优值超出电位器的范围，则此方法不起工作）。

- **如果没有可用的电位计，则在调整电流回路增益时，逐步加倍电阻值，以获得更快的结果**

如果在调谐过程中需要增加增益电阻，则可以通过将最后一次尝试的电阻值加倍来获得最快的结果。使用此方法直到观察到过冲，然后从那里微调。



在更换驱动器上的组件时，请始终卸下电源。



浮动示波器和函数发生器的接地，以避免较大的接地电流。



将电机脱离负载，以避免被突然的运动所伤害。



表 A.1 列出了可用于环路调整的不同组件。请联系爱默信公司，以帮助确定正在使用的驱动器型号的组件 PCB 位置。

表 A.1

组件	功能
电流回路比例增益电阻	改变电阻可以更精确的调整电流环的响应
电流环路积分电容	改变电容可以更精确的调整电流环
速度环积分电容	改变电容可更精确的调整速度环

1. 流程

在更改 PCB 上的任何组件之前，请按照第 32 页的“调优程序”中的步骤来确定是否需要任何额外的调整。观察示波器上的驱动器输出电流响应。如果需要进一步的调整，请在进行以下步骤之前联系爱默信公司。

调整电流循环的比例增益

- 按照第 57 页上的“电流环路比例增益调整”中概述的步骤直至第 8 步。
- 观察示波器上的驱动电流响应。小步长调谐不同于大步长调谐，因此调整函数发生器的方波振幅，使驱动器输出一个类似于在典型操作中预期的电流步长。
 - 如果电流响应没有足够快地上升到阶跃输入命令，或者如果它从未达到输入命令，则需要增加电流环比例增益电阻的阻值。这将增加电流环路比例增益，并实现更快、更积极的响应。
 - 如果电流响应超过阶跃输入命令，则需要降低电流环路比例增益电阻的阻值。这将降低电流环路的比例增益，并提供一个较慢的，更稳定的响应。
- 找到一个可接受的电阻可能需要几次迭代。如前一节所述，使用外部电位计将使该过程更容易。记得在拆卸或添加任何 PCB 组件之前，先断掉驱动器的电源。
- 使用适当的电阻值使电流响应达到适当的过冲。如果存在大量的超调，或者有振荡，则降低电阻值，直到很少或没有超调。根据应用程序的要求，有点超调是可以接受的，但不应超过 10%。
- 当找到可接受的电阻值时，给驱动器断掉电源。

调整电流回路积分增益

- 在比例增益电阻调整到可接受值后，重新启用电流环路积分电容。
- 使用与上一节相同的函数发生器输入命令，对驱动器上电，并观察示波器上的电流环路响应。
- 电流环路积分电容可以改变或短接。在观察电流环响应的同时，观察下边两种情况：
 - 如果电流响应方波振荡或过调，则需要一个更大的电容值
 - 如果电流响应的方波角太圆，则需要一个较小的电容值来锐化拐角。
- 虽然积分增益调谐后的理想电流环路响应将是一个临界阻尼的方波，但应用要求将

决定所需的响应是什么（即多少过冲、稳态误差、振荡是可以接受的）。

速度循环调谐

速度环路比例增益由机载环路增益电位计进行调整。速度回路积分增益可以类似于电流回路积分增益进行调整（电容值可以改变，电容可以短路）。在调整电流回路积分增益时，使用较大的值电容器来校正过调或振荡，而使用较小的值电容器来获得更快的响应时

速度环比例增益由板载环路增益电位器(POT1)调节。速度环积分增益的调整与电流环积分增益调整类似（电容值可以改变，电容可以短接）。与调整电流环路积分增益一样，使用较大值的电容器来校正过冲或振荡，使用更小的电容值更快的响应时间。

十三、附录 B-技术规格参数表

(一) 参数表

1. 电源规格表

描述	单位										
	CAB□10A36	CAB□6A80	CAB□12A80	CAB□20A80	CAB□40A80	CAB□60A80	CAB□10A175	CAB□25A175			
电源 电压范围	VDC	10-36	20-80		10-80			40-175			
母线过电压限制	VDC	40	88			195			193		
母线欠电压限制	VDC	8	18		9			36			
最大输出峰值电流	A	10	6	12	20	40	60	10	25		
最大持续输出电流	A	5	3	6	12	20	30	5	12.5		
连续电流下的最大功耗	W	9	12	24	48	80	120	53	110		
最小负载电感	uH	100	100							25	
PWM 开关频率	KHz	40	33							22	

2. 控制规格表

描述		CAB		CABDC		CABE*		CABH*	
可接受命令		±10V 模拟量		PWM&方向		±10V 模拟量		±10V 模拟量	
换相方式		梯形波换相							
控制模式	电流（力矩）	电流（力矩）		电流（力矩），占空比，编码器速度，测速机速度		电流（力矩），占空比，霍尔速度，测速机速度			
支持电机	单相（有刷，音圈，感性负载）、三相（无刷）								

*：CABH10A36 仅支持霍尔速度模式，CABE 仅支持编码器速度模式。

3. 驱动器数据表

驱动器型号		电流参考 缩放比例 因子*	电流监视 缩放比例 因子	霍尔速度 监控缩放 比例因子	编码器速 度监控缩 放比例因 子	测速机反 馈电压范 围
CAB	10A36	/	2A/V	/	/	/
	6A80	± 7.45	2A/V			
	12A80	± 7.45	4A/V			
	20A80	± 7.45	6.4A/V			
	40A80	± 7.3	13.5A/V			
	60A80	± 7.3	20A/V			
	25A175	± 7.3	8.3A/V			
CABH	10A36	/	2A/V	385HZ/V	/	/
	6A80	± 7.32	2A/V	100HZ/V		± 60VDC
	12A80	± 7.32	4A/V			
	20A80	± 7.5	5.3A/V			
	40A80	± 7.3	13.3A/V			
	60A80	± 7.2	20A/V			
	25A175	± 7.3	8.3			
CABE	10A36	/	2A/V	/	90KHZ/V	/
	6A80	± 7.45	2A/V		22KHZ/V	± 60VDC
	12A80	± 7.45	4A/V			
	20A80	± 7.5	5.3A/V			
	40A80	± 7.3	13.3A/V			
	60A80	± 7.2	20A/V			
	25A175	± 7.3	8.33A/V		21KHZ/V	
CABDC	10A36	/	2A/V	/	/	/
	6A80	± 7.45	2A/V			
	12A80	± 7.45	4A/V			
	20A80	± 7.45	6.4A/V			
	40A80	± 7.3	13.5A/V			
	60A80	± 7.3	20A/V			
	25A175	± 7.3	8.3A/V			

*此列中的值是驱动器输出最大峰值电流对应的值。

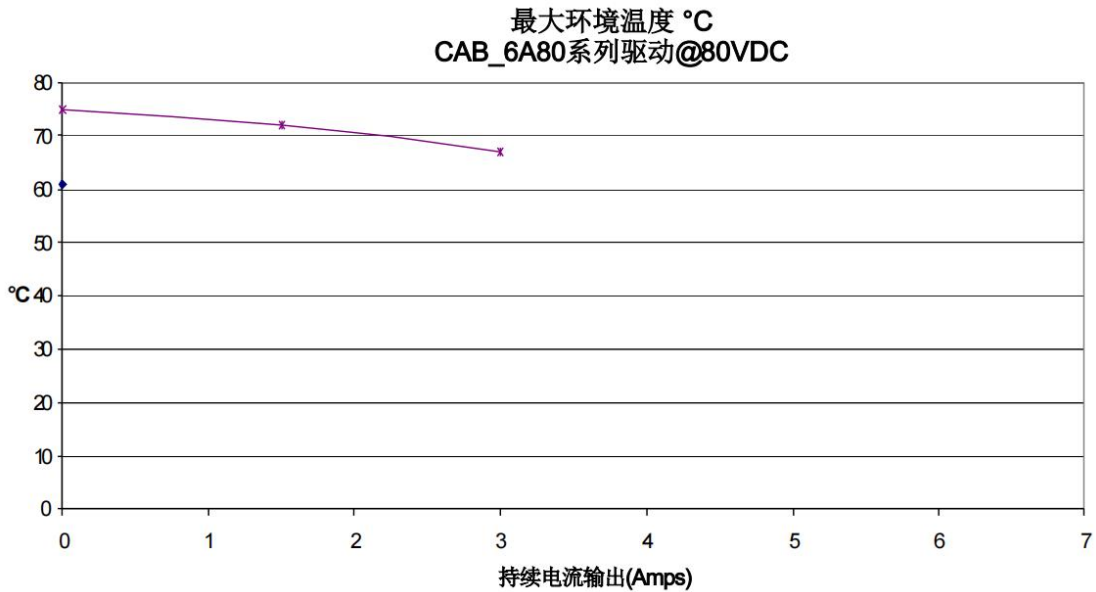
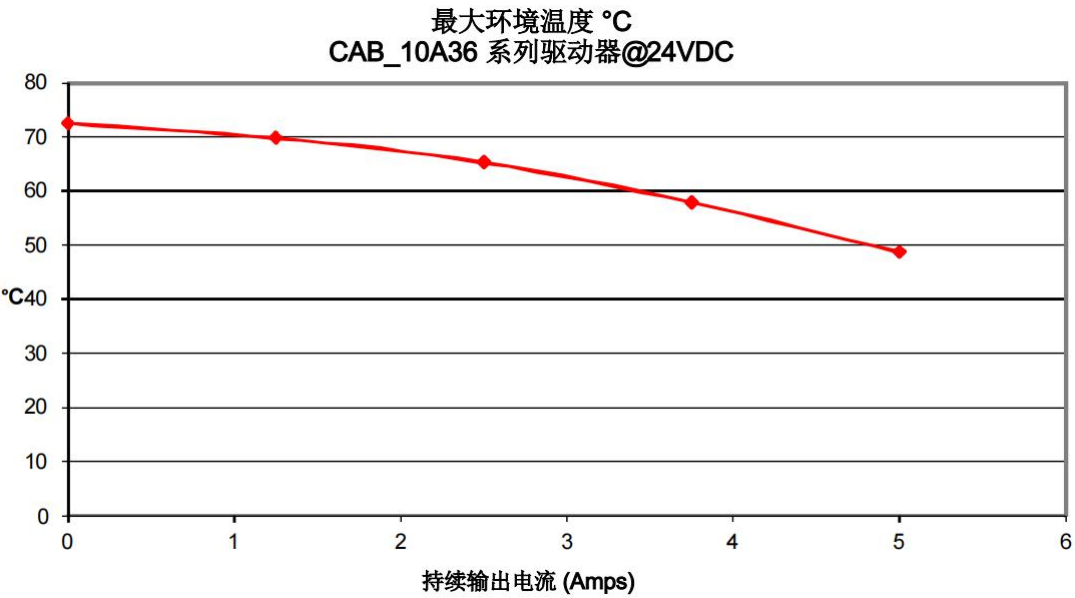
表中所有的值都是针对信号地测量。

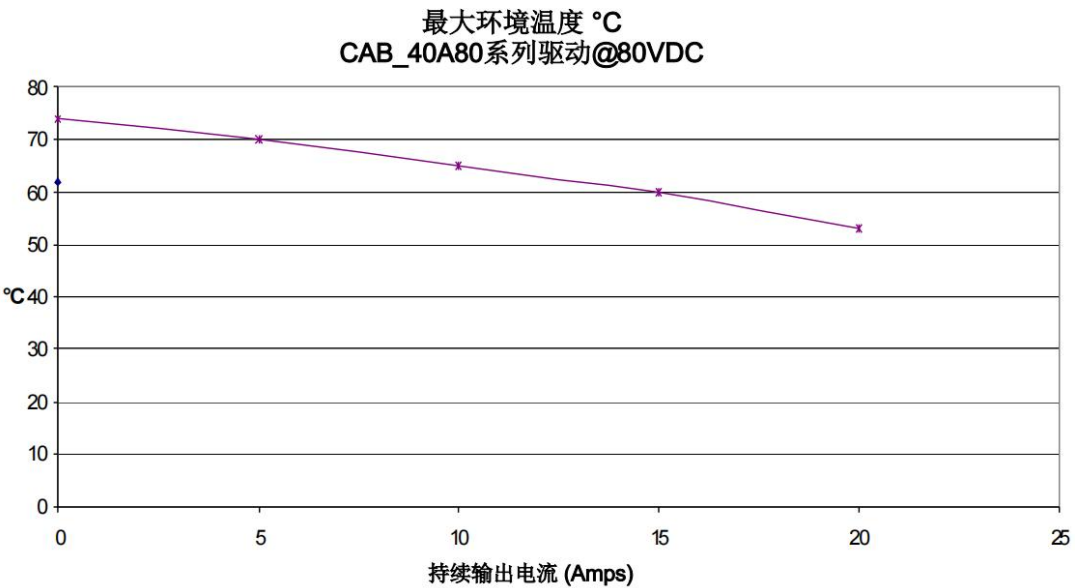
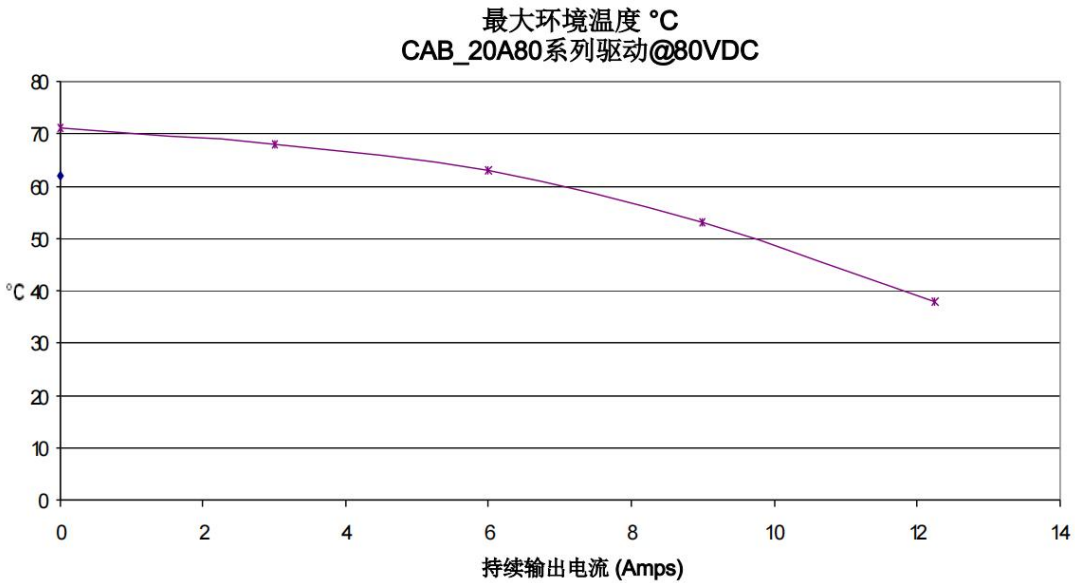
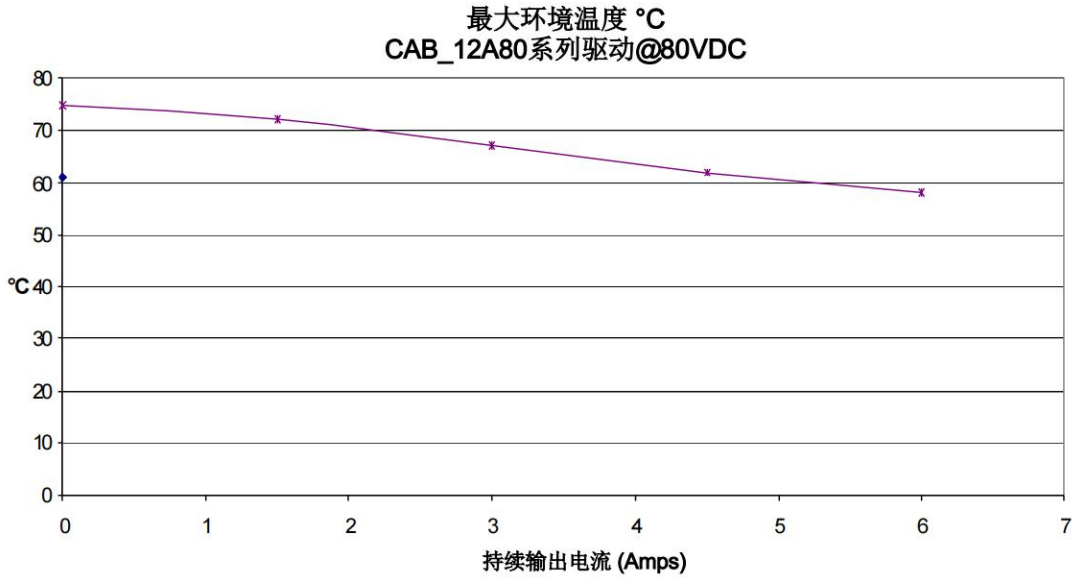
4. 爱默信金鼎模拟式驱动器型号一览表

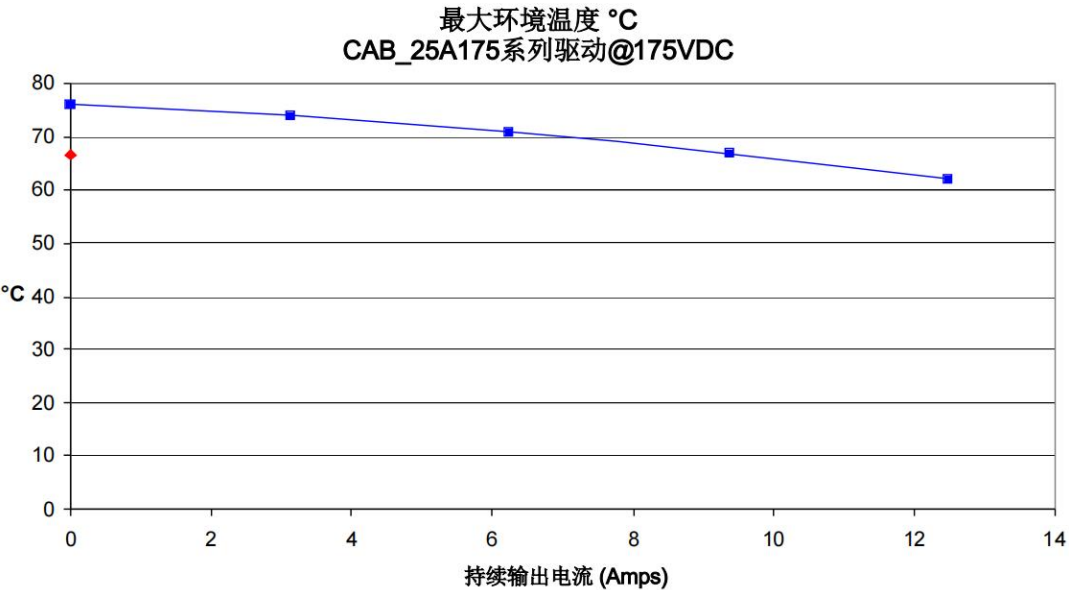
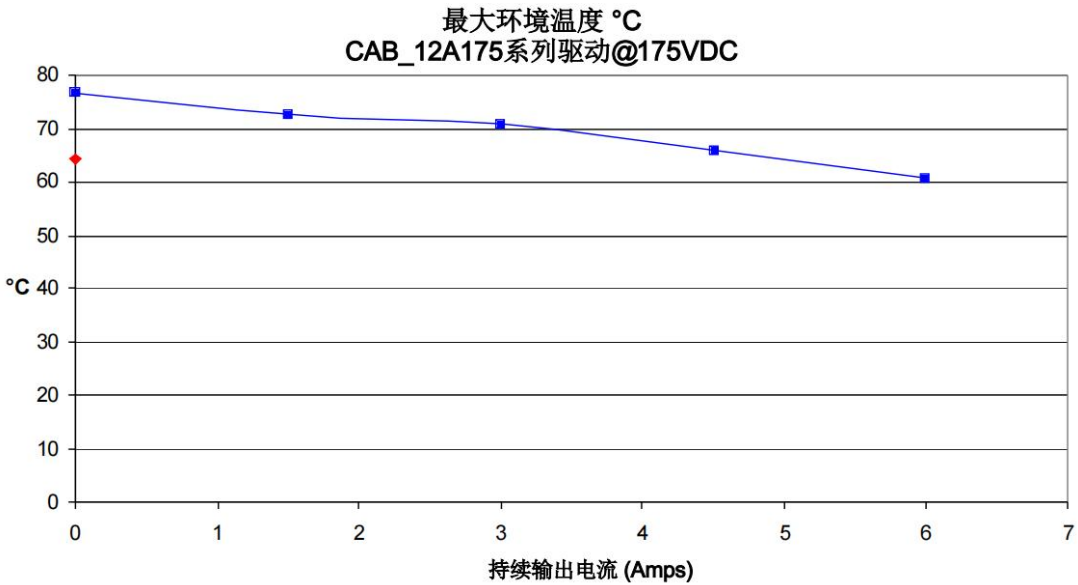
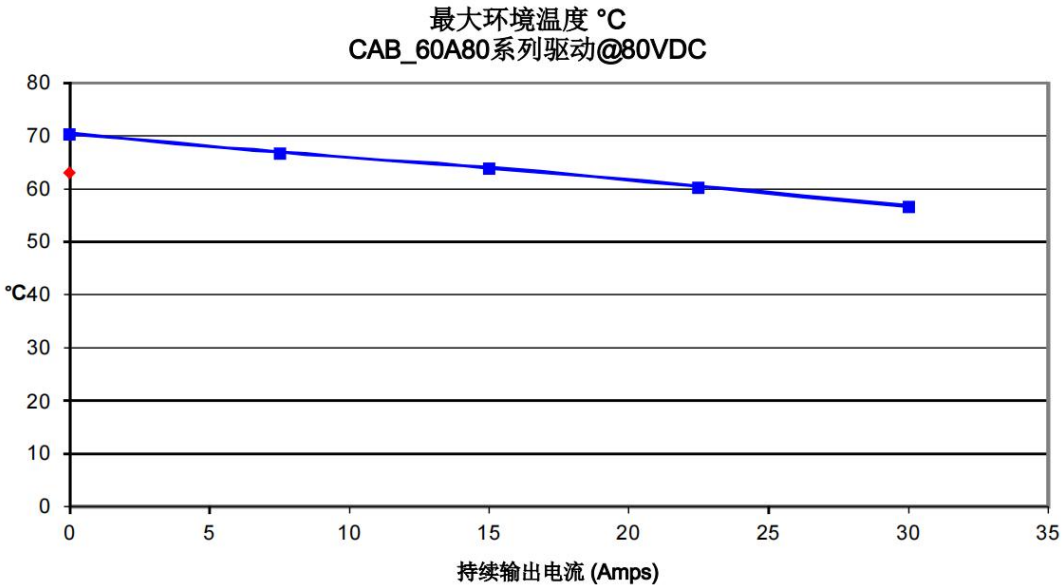
命令						
+/-10V 模拟量			PWM & 方向			
反馈 霍尔		反馈 霍尔 测速机	反馈 霍尔 增量编码器 测速机	反馈 霍尔		
工作模式 电流	工作模式 电流 占空比模式（开环） 霍尔速度 测速机速度模式	工作模式 电流 占空比模式（开环） 编码器速度模式 测速机速度模式	工作模式 电流			
额定电流 (Arms & 峰值电流)	10-36	CABH10A36	CABE10A36*	CABDC10A36		
		CAB6A80	CABH6A80	CABE6A80	CABDC6A80	
		CAB12A80	CABH12A80	CABE12A80	CABDC12A80	
		CAB20A80	CABH20A80	CABE20A80	CABDC20A80	
	10-80	CAB40A80	CABH40A80	CABE40A80	CABDC40A80	
		CAB60A80	CABH60A80	CABE60A80	CABDC60A80	
		20 / 40				
		30 / 60				
	40-175	内置可调节 分流电压的 分流稳压器 模块	CAB25A175	CABH25A175	CABE25A175	CABDC25A175
	12.5/25		CAB6A80X	CABH6A80X	CABE6A80X	CABDC6A80X
6 / 8	CAB15A80X		CABH15A80X	CABE15A80X	CABDC15A80X	
7.5 / 15	CAB25A80X		CABH25A80X	CABE25A80X	CABDC25A80X	
12.5/25	CAB40A80X		CABH40A80X	CABE40A80X	CABDC40A80X	
-40-65℃	20 / 40					
	8 / 16	40-175	CAB16A175X	CABH16A175X	CABE16A175X	CABDC16A175X
支持电机：三相（无刷）、单相（有刷，音圈，感性负载）						
*CABH10A36 仅支持霍尔速度模式，CABE 仅支持编码器速度模式。						



(二) 环境范围温度表







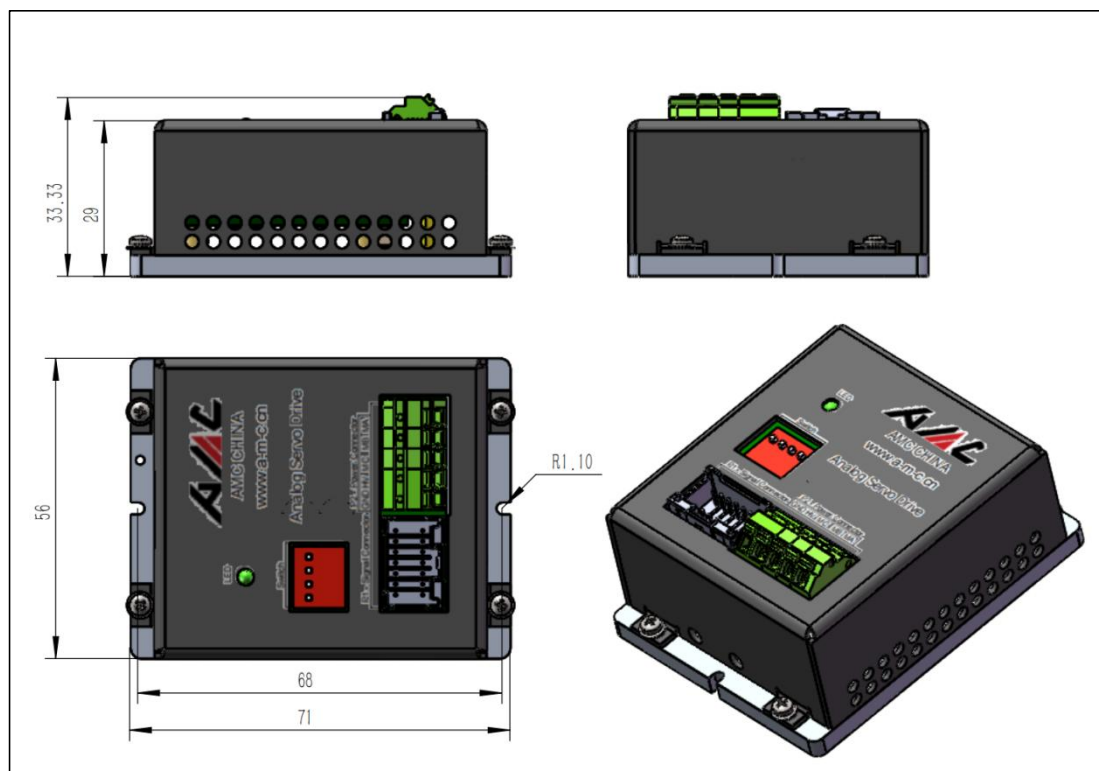


(三) 标准的环境规范

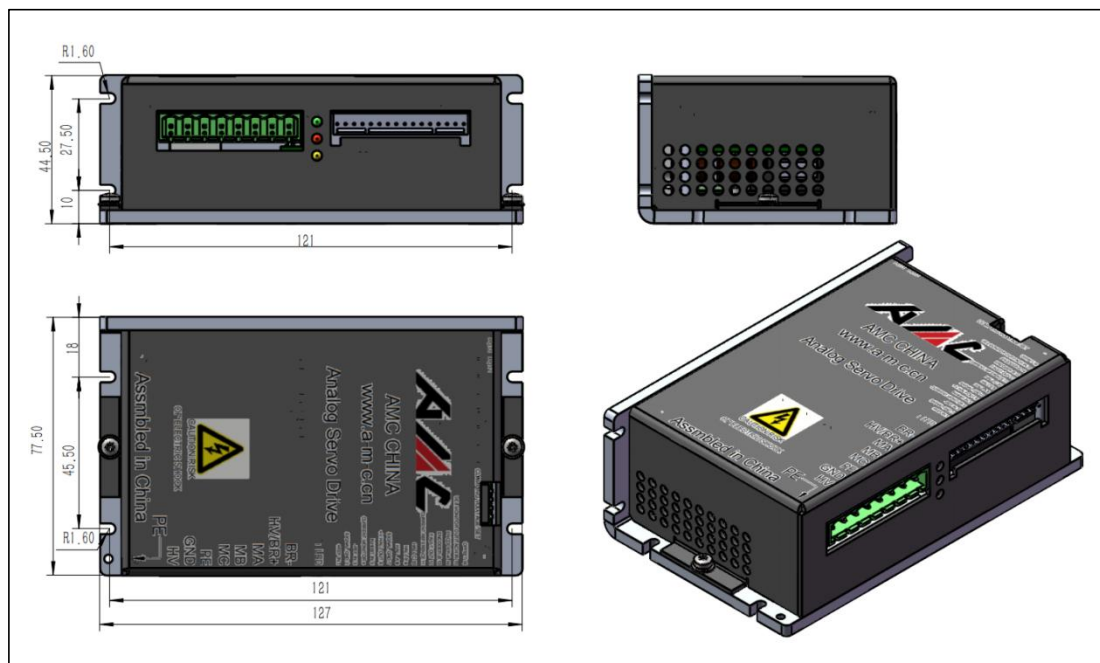
参数	描述
湿度	90% 无凝露
机械冲击	10g, 11ms, 半正弦
振动	2 - 2000 Hz @ 2.5g
海拔	0-3000m

(四) 机械安装尺寸

1. CAB□□10A36 安装机械图



2. CAB□□6A80/15A80□/12A80/20A80/16A175□安装机械图



3. CAB□□25A80/40A80/60A80/25A175 安装机械图





爱默信中国有限公司

香港九龙旺角弥敦道 721-725 号华比银行大厦 1405B 室

合作咨询

hongkong@amc.cn

技术支持

bj@amc.cn

维修服务

rma@amc.cn

业务咨询

请联系本地或行业分销商