



BLMC-L-SL-I 低压无传感器直流无刷电机控制器产品技术手册

BLMC-L-SL-I 是为低压三相六步全波无霍尔传感器(Sensorless)直流无刷电机(Brushless DC Motor)设计的控制器,最大负载驱动电流 10A。本控制器分为 BLMC-L-SL-I17/59 两个子型号, BLMC-L-SL-I17 型适用于 9 至 17VDC 供电电压范围, BLMC-L-SL-I59 型适用于 17 至 59VDC 供电电压范围。

- 三相全桥 MOSFET 驱动 (23kHz PWM)
- 无传感器 (Sensorless)、三相三线、无需中心抽头
- 正/反转控制—F/R
- 电机使能控制—En
- 电子刹车控制—Brk
- 开环调速—Adj
- 闭环转速-电压反馈—FV (选装模块)
- 闭环速度-频率反馈—FG
- 过流保护
- 欠压保护



在使用本产品之前,请仔细阅读以下安全警告!



- 本产品必须由专业技术人员进行安装、调试、操作和维护。虽然本产品属于低压直流电器设备,但是不正确的使用仍将导致触电、火灾、爆炸等危险!
- 本产品通电状态下(即只要绿灯 Power LED 点亮时),人体禁止直接接触电路板及接口,并且必须使用绝缘工具进行操作!
- 如需插拔电动机接口端子 J1,则必须切断 J2 电源!禁止在绿灯 Power LED 点亮状态下插拔 J1 接口! J1 三相动力线禁止缺相运行!
- 本产品的所有输入和输出端均未做任何电气隔离措施。



控制器极限工作参数

(超出极限工作参数电路将产生永久性损坏)

项目	符号	极限参数	单位
电源最高允许峰值电压	Vcc (BLMC-L-SL-I17)	17	VDC
	Vcc (BLMC-L-SL-I59)	59	
最大允许峰值电流	Icc、IA、IB、IC	15 (小于 10 秒)	A
最大允许持续电流	Icc、IA、IB、IC	10	A
数字信号输入耐压	F/R、En、Brk	-0.3 至 6	V
调速信号输入耐压	Adj	-0.3 至 6	V
速度反馈输出最大电流	IFV、IFG	5 (Sink or Source)	mA
最高可控转速	电机转子一对磁极	50000	rpm
散热片表面最高允许温度	Ts	85	°C
工作环境温度范围	Ta	0 至+70	°C

控制器温度特性

(Vcc=24VDC, Icc=5A, Ta=20°C, 电机转速 5000rpm, 开放、自然冷却)

项目	符号	最小值	标准值	最大值	单位
散热片表面温度	Ts	-	60	-	°C

控制器电气特性

(Vcc=24VDC, Ta=20°C)

项目	符号	最小值	标准值	最大值	单位
----	----	-----	-----	-----	----

Vcc 直流供电电源输入

BLMC-L-SL-I17	Vcc	9	12	17	VDC
BLMC-L-SL-I59	Vcc	17	24、36、48	59	VDC
静态电流	Iq	-	35	50	mA

F/R 正反转数字信号输入

高电平输入门限	V _{IH}	3.5	-	5	V
低电平输入门限	V _{IL}	0	-	1.5	V
高电平输入电流	I _{IH}	30	-	75	μA
低电平输入电流	I _{IL}	-1	-	0	μA

En 电机使能数字信号输入

高电平输入门限	V _{IH}	1.8	-	5	V
低电平输入门限	V _{IL}	0	-	1.5	V
高电平输入电流	I _{IH}	11	-	45	μA
低电平输入电流	I _{IL}	0	-	9	μA



Brk 电子刹车数字信号输入

高电平输入门限	V_{IH}	2.7	-	5	V
低电平输入门限	V_{IL}	0	-	0.7	V
高电平输入电流	I_{IH}	110	-	230	μA
低电平输入电流	I_{IL}	0	-	18	μA

Adj 开环调速模拟信号输入

空载调速电压高限	V_{Up} (全速)	3.8	4.0	4.2	V
空载调速电压低限	V_{Dn} (停止)	0.8	1.0	1.2	V
ADC 分辨率	ΔV	-	1/64	-	-

FV 闭环速度-电压反馈数字信号输出 (选装模块)

高电平输出电压	V_{OH}	-	4.5	-	V
低电平输出电压	V_{OL}	-	1	-	V
输出电流	I_o	-	-	± 5	mA

FG 闭环速度-频率反馈数字信号输出

高电平输出电压	V_{OH}	4.0	-	5	V
低电平输出电压	V_{OL}	0	-	0.5	V
输出电流	I_o	-	-	± 5	mA

芯片欠压保护

欠压保护电压	UV	-	8	9	VDC
--------	----	---	---	---	-----



电路板接口说明

接口	名称	类型	功能
J1	A	驱动输出	驱动电机 A 相线圈
	B	驱动输出	驱动电机 B 相线圈
	C	驱动输出	驱动电机 C 相线圈
J2	Vcc	电源输入	直流供电电源, 正极
	GND	-	电源地, 负极
J3	1、2、3	跳线开关	1-2 脚短路, 适合于低速电机; 全部开路 (Open), 适合于中速电机; 2-3 脚短路, 适合于高速电机
J4	F/R	数字输入	正反转控制, TTL 制
	En	数字输入	电机使能控制, 低电平或浮空有效, TTL 制
	Brk	数字输入	电子刹车控制, 高电平有效, TTL 制
	Up	分压点	调速电位器上节点
	GND	-	信号地
	Adj	模拟输入	开环调速
	GND	-	信号地
	Dn	分压点	调速电位器下节点
	FV (选装模块)	数字输出/ (NC)	闭环速度-电压反馈, TTL 制/ (NC)
	FG	数字输出	闭环速度-频率反馈, TTL 制

电路功能说明

Vcc 直流供电电源输入:

由于直流无刷电机控制器对电源的性能要求比较高, 因此建议用户使用稳定度较高、纹波系数较小的稳压电源或电池作为供电电源, 同时必须注意控制器的最高允许峰值电压, 参见“控制器极限工作参数”。

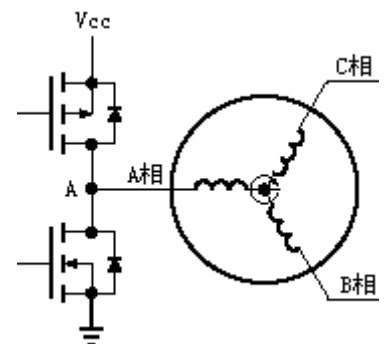
本控制器分为 BLMC-L-SL-I17/59 两个子型号, 分别适用于 9-17VDC 和 17-59VDC 供电电压范围。由于耐压等级不同, 因此这两个子型号之间不能相互通用。

A、B、C 三相驱动输出:

等效驱动电路参见右图, 本电路为三相全桥 MOSFET 驱动, 电机线圈 Y、 Δ 绕组均可。参见“逻辑真值表”。

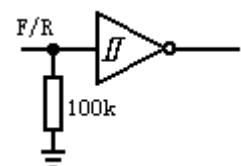
三个低端 MOSFET 采用 23kHz 的 PWM 调制信号, 控制三相绕组的平均电压, 实现高效率的调速功能。

A、B、C 三相线随意连接, 不需要一一对应, 不需要中心抽头。只要交换 A、B、C 三相线中的任意两条线, 即可实现电机反转。旋转方向同时依赖于 F/R 输入信号和电动机的制造方法。



F/R 正反转控制数字信号输入:

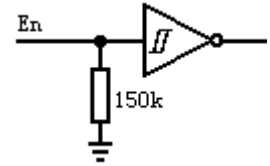
TTL 制, 等效输入电路请参见右图。F/R 信号低电平或浮空时电机正转, 高电平时电机反转。转动方向同时依赖于 A、B、C 三相线的连接顺序和电动机的制造方法。参见“逻辑真值表”。





En 电机使能控制数字信号输入:

TTL 制, 等效输入电路请参见右图。En 信号低电平或浮空时电机正常工作; 高电平时电机关闭, 转子处于无动力自由状态。参见“逻辑真值表”。

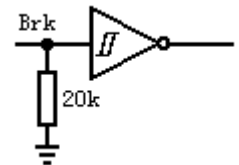


Brk 电子刹车控制数字信号输入:

TTL 制, 低电平或浮空时电机正常工作; 高电平时电机刹车, 转子处于高阻尼约束状态。参见“逻辑真值表”。等效输入电路请参见右图。

电子刹车为反电动势强制制动, 强大的制动力可能导致电机的负载物瞬间损坏, 甚至飞出伤人, 因此电机和负载一定要可靠固定。

由于电机的反电动势常数、线圈内阻、负载惯量、负载阻尼、转速等参数千差万别, 再加之该功能为开环控制, 因此整个刹车过程的持续时间(几毫秒至几分钟不等)和产生的位移无法精确控制。



Adj 开环调速模拟信号输入:

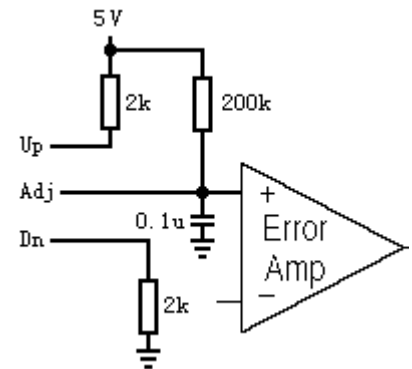
等效输入电路请参见右图。本系统有三种调速方法:

第一种是电位器调速, 将 10kΩ 电位器(由于上/下分压点电阻匹配问题, 请不要使用其它阻值的电位器, 否则调速将不准确)的上下引脚分别接在 Up 和 Dn 上, 中心抽头接在 Adj 上即可。

第二种是模拟运算放大器(或 D/A)电压调速, 直接将运算放大器(或 D/A)的模拟电压输出信号接至 Adj 上即可, Up 和 Dn 引脚不必连接。

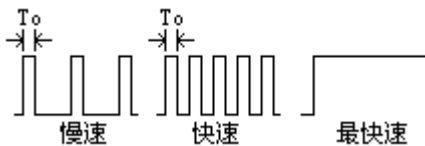
第三种是 PWM 数字占空比信号调速, 但是 PWM 信号必须经过阻容滤波, 成为模拟信号之后才可以接至 Adj 上。本电路的内置滤波电容为 0.1μF, 外部必须串联滤波电阻, 阻值建议为 10kΩ, PWM 的调制频率建议大于 5kHz。

电机在空载情况下, Adj 输入电压大于 4V 时电机为最高转速, 小于 1V 时电机停转。一般情况下, 电机在停转之前就会进入失速状态, 具体失速条件是什么完全依赖于电动机的制造特性和负载的机械特性, 关于失速问题请参阅“无传感器无刷电机的失速现象及参数匹配”一节。

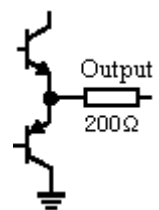


FV 闭环转速-电压反馈数字信号输出:

FV 为单稳态脉冲输出, TTL 制, 等效输出电路请参见右图。高电平脉冲的宽度始终保持不变, 脉冲个数与转速成正比。该信号经过阻容滤波之后, 可以形成约 1V 至 4.5V 左右的模拟电压信号, 此电压信号的平均值与转速成正比。输出波形请参见左图。



$$FV \text{ 方波频率(Hz)} = \text{电机转速 (rpm)} \times 6 \times \text{转子磁极对数} \div 60$$
。请注意: “转子磁极对数”为 N、S 极的对数, 而不是 N、S 极的个数。



电机的转速不同、转子极对数不同, 都必须重新调节 VR2 电位器, 以便反馈电压匹配不同电机的转速量程。
本功能为选装模块, 如果客户没有明确要求, 此模块不会安装。如果本模块没有安装, FV 接口为空脚 (NC)。

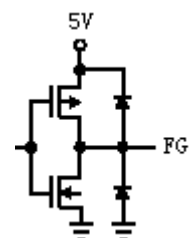
FG 闭环速度-频率反馈数字信号输出:

FG 为转速-频率反馈信号, TTL 制, 等效输出电路请参见右图。

方波频率与转速为线性正比关系, 输出波形请参见左图。



$$FG \text{ 方波频率 (Hz)} = \text{电机转速 (rpm)} \times \text{转子磁极对数} \times 3 \div 60$$
。请注意: “转子磁极对数”为 N、S 极的对数, 而不是 N、S 极的个数。



过流保护:

本电路内置有过流保护电路, 根据用户的不同需要, 限流值可以在一定范围内调整。调节 VR1 电位器, 顺时针北京亿利泰达科技有限公司产品技术手册



针转动过流保护值减小，逆时针转动过流保护值加大。在一般负载条件下，限流值设定为额定负载电流值的 1.2 至 1.3 倍为宜，但是任何情况下限流值不能大于 15A。

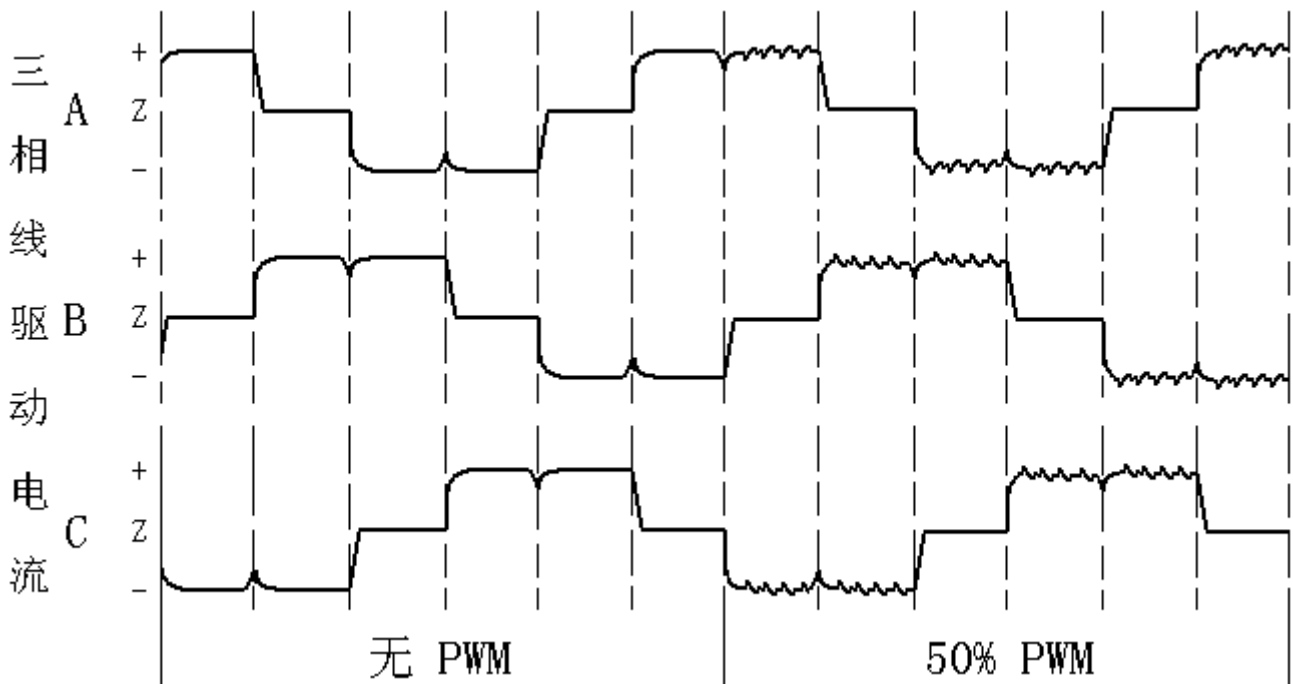
如果长时间工作在过流保护状态下，控制器会因为过热而损坏。

芯片欠压保护：

当 Vcc 电压小于 8VDC 时，为了保护芯片和 MOSFET 不损坏，系统将自动进入欠压保护状态，此时控制器停止工作、一切接口操作均无效、电机停转。电压恢复正常时，欠压保护自动解除。

逻辑真值表

控制输入			内置保护电路	驱动输出		
F/R	En	Brk	过流 or 欠压	A	B	C
X	X	X	任意一个保护启动	Z	Z	Z
X	X	1	全部保护不启动	0	0	0
X	1	0	全部保护不启动	Z	Z	Z
1/0	0	0	全部保护不启动	正常换相（见下图）		



正常换相逻辑时序图（非失速状况）

注：“1”=高电平，“0”=低点平，“X”=无论什么，“Z”=高阻态无电流，“+”=正电流，“-”=负电流

无传感器无刷电机的失速现象及参数匹配

失速现象：

由于无传感器无刷电机采用反电动势作为换相传感，所以电机在静止启动、低速运转或反转过零时反电动势为零或不足够大，因此经常出现震荡、跳动、停转等现象，此称为失速。失速时电流会急剧上升，短时间的失速



(大约 3 秒以内)是正常的,不会对系统产生影响,但是长时间的、反复的失速将导致控制器因过热而损坏。
为了避免长时间失速,控制器的参数设置必须与电机的电气特性和负载的机械参数仔细匹配,匹配方法如下。

参数匹配:

本控制器有三个参数需要根据具体应用状况匹配: J3、C1、C2。

J3 跳线,用于匹配电机的转速。1-2 脚短路,适合于低速电机(转子一对磁极大约在 5000rpm 以下);全部开路(Open),适合于中速电机(转子一对磁极大约在 5000rpm 至 15000rpm 左右);2-3 脚短路,适合于高速电机(转子一对磁极大约在 15000rpm 以上),转子多对磁极时转速范围需要除以相应的倍数。禁止将 1-3 脚短路,否则控制器将烧毁。

C1 电容,用于调节电机启动电流的大小。C1 越小,启动电流越大;C1 越大,启动电流越小。对于大功率、大扭矩、大惯量负载需要匹配较大的启动电流,反之亦然。如果启动电流太小,电机因为没有足够的力矩而无法启动,但是电机的启动电流不宜过大(最好小于过流保护值),否则控制器可能因为频繁限流反而导致电机长时间失速。

C2 电容,用于调节电机的初始化时间。C2 越小,初始化越快,初始化时间越短;C2 越大,初始化越慢,初始化时间越长。对于大力矩、大阻尼、大惯量负载需要匹配较长的初始化时间,反之亦然。仅就电机的启动特性而言,初始化时间当然越短越好,但是初始化时间太短电机来不及启动,反而导致失速时间更长。

根据经验,C1 的电容值往往是 C2 的两倍左右。一般情况下 C1=0.47uF、C2=0.22uF 适用于大多数空载电机。

在大多数情况下,由于本公司无法了解客户的具体应用状况,因此控制器出厂时只匹配空载参数。现场应用时,客户需要根据实际负载情况,由专业技术人员认真匹配参数。

由于电机的反电动势常数、内阻、感抗以及实际负载的惯量、阻尼、转速、扭矩等参数千差万别,再加之纯粹的理论计算十分复杂,因此匹配上述三个参数最快速、最有效的方法就是试验。如果最初的试验无从下手,可以从首先从出厂匹配好的空载参数作为试验的起点,加上负载之后,需要逐步减小 C1、增大 C2, J3 一般不需要变化(即使变化最多下降一个速度档)。最终,以失速时间较短(一般小于 3 秒)、启动电流不太大为试验结束的标志。

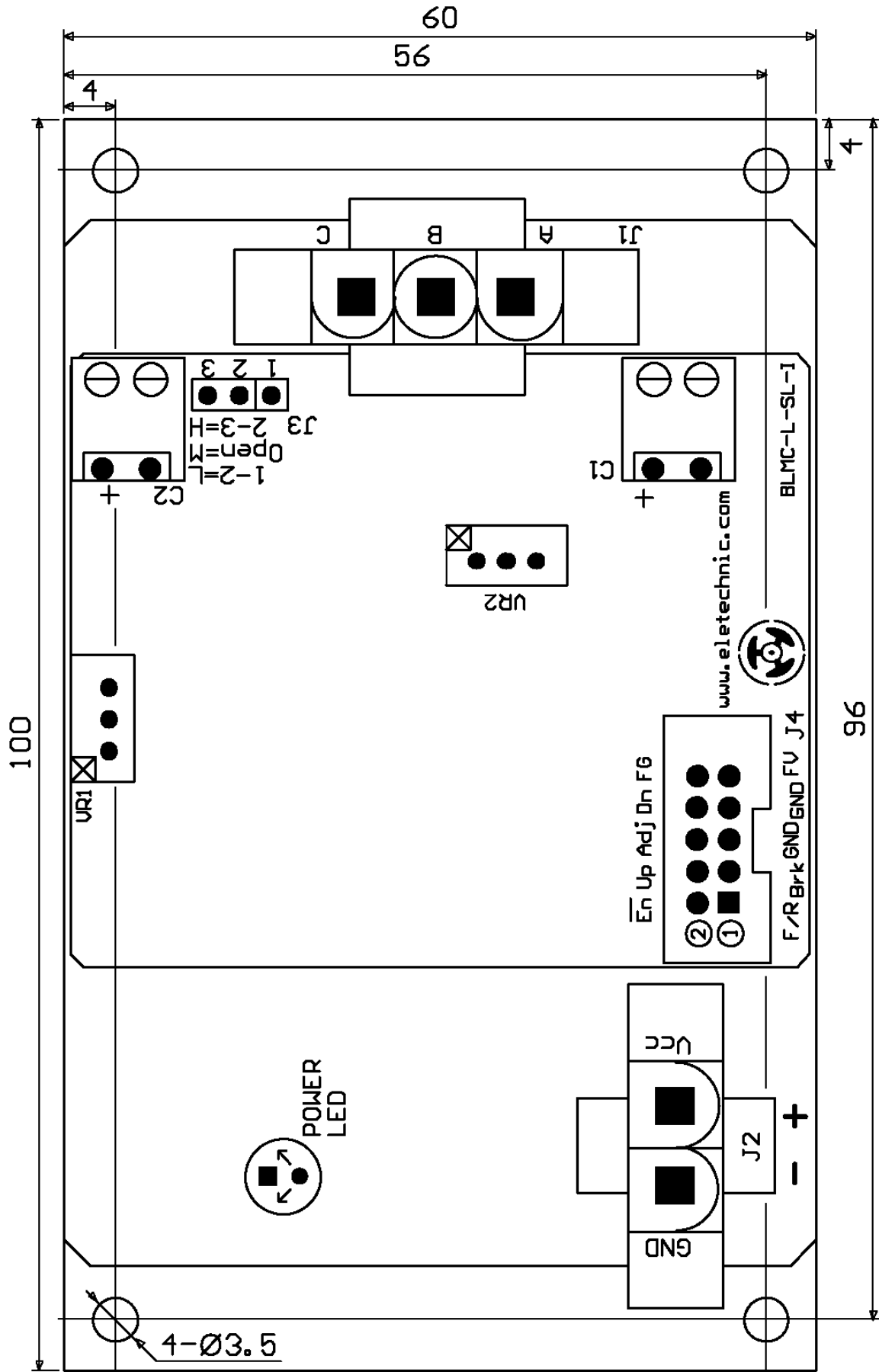
上述三个参数匹配完毕之后,控制器、电机、负载三者必须一一对应使用,如果电机的型号或电机的负载发生变化,则控制器的三个参数必须重新调整。

控制器尺寸及电气连接说明 (单位: mm)

控制器尺寸为 100(长)×60(宽)×47(高),该尺寸包含自带散热片的体积。如果客户有特殊需要,散热片可以定制,定制散热片的体积要根据功率大小、发热情况以及散热条件而定

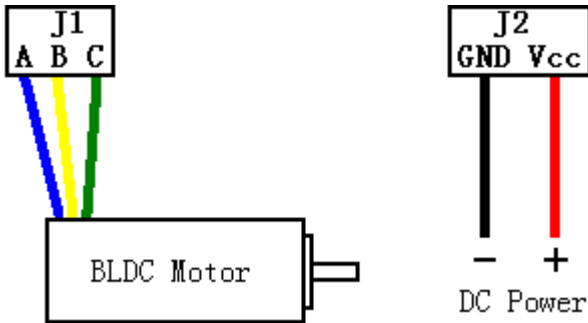
安装控制器时,四周请留出足够的散热空间,保持通风良好。如果散热片的表面温度大于 85°C,那么必须采用外部风扇强制风冷,否则控制器会因为过热而损坏。

如果客户没有特殊要求,出厂时引线长度均为 0.5 米。控制器重量大约 170 克左右(包括 0.5 米线和自带散热片)。

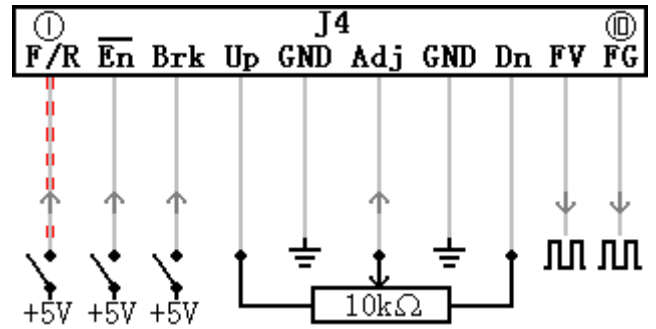




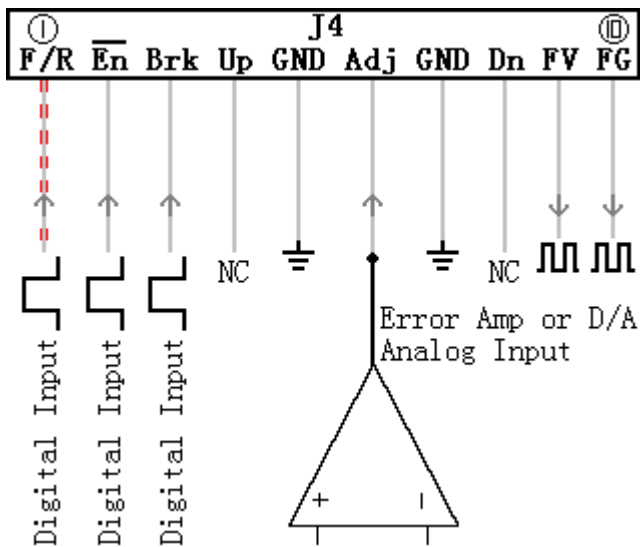
电路应用示例



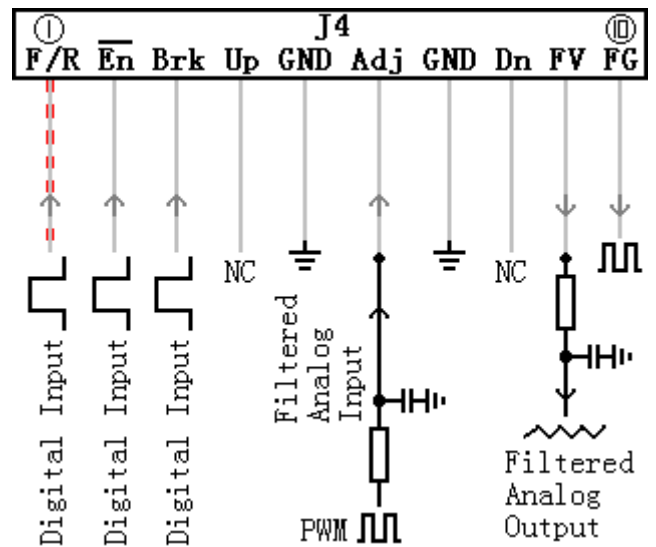
直流无刷电动机及电源的连接



机械开关控制及电位器调速的连接



逻辑开关控制及模拟调速的连接



逻辑开关控制及 PWM 调速的连接



为北京亿利泰达科技有限公司的注册商标。北京亿利泰达科技有限公司有权不经通知变更其产品。北京亿利泰达科技有限公司对其产品是否适合特定用途不作任何保证、声明或承诺；北京亿利泰达科技有限公司亦不承担因应用或使用任何产品或电路而引起的任何责任，并特此声明其不承担任何责任，包括但不限于对附带损失或间接损失的赔偿责任。产品的性能参数会因不同的应用而变化。所有性能参数，须经客户的技术专家按其每一应用的特定目的鉴定核准后方可生效。北京亿利泰达科技有限公司并未在其专利权或他人权利项下转授任何许可证。北京亿利泰达科技有限公司产品的设计、应用和使用授权不含以下目的：将其产品用于植入人体的任何物体或维持生命的其他器件，或可因其产品的缺陷而引致人身伤害或死亡的其他任何应用。买方保证，如其为此等未经授权的目的购买或使用北京亿利泰达科技有限公司的产品，直接或间接导致任何人身伤害或死亡的索偿要求，并从而引起北京亿利泰达科技有限公司及其管理人员、雇员、子公司、关联方和分销商的责任，则买方将对该公司和人员进行赔偿，使该公司和人员免于由此产生的任何索偿、损失、开支、费用及合理的律师费，即使该索偿要求指称北京亿利泰达科技有限公司的设计或制造其产品中有过失。

北京亿利泰达科技有限公司联系方式：

地址：北京市，昌平区，二拨子工业园，北区中路7号

邮编：102208

电话：0086-10-68422061

传真：0086-10-68422061

EMAIL: SALES@ELETECHNIC.COM

[HTTP://WWW.ELETECHNIC.COM](http://WWW.ELETECHNIC.COM)