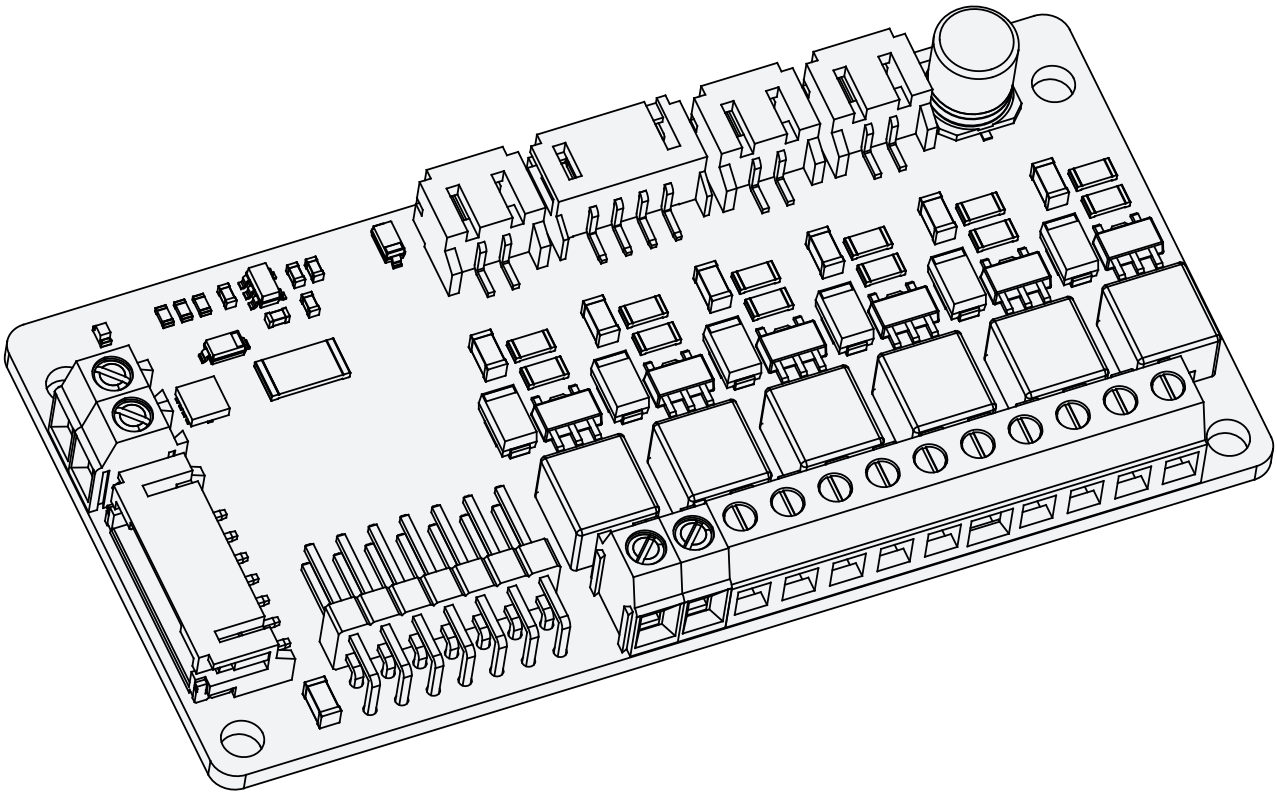
BLM06: 6 通道集成式 LED 恒流驱动



特性

- 宽输入电压范围从 6 到 36 V
- 恒流输出电压范围 2 到 32 V
- 6 通道 700 mA 独立 LED 恒流输出
- 最高允许持续输出 130 W 恒流功率，等效 LED 行业 162 W 规格
- 最高可达 97% 转换效率
- 电源极性、过温、过功率保护
- 采用 4 层 PCB、屏蔽一体成型电感等抗干扰设计
- 板载高侧 TI INA139 电流传感器硬件
- 紧凑的信用卡级尺寸，仅 85 × 42 mm
- 易于安装的 2.0 mm 板对板/排线连接器和螺丝接线端子
- 可通过卡扣附件直接安装到电箱标准 DIN35 导轨

用途

- 高端大功率淡水或海水水族 LED
- 农业 LED 及植物生长灯
- 美容设备
- 科研 LED 应用
- 家庭照明和氛围照明
- 摄影照明应用
- 其他自然环境照明应用

简介

BLM06 是 Buce 6 通道 WiFi LED 控制器（BLC06）的驱动板/载板，通过精心设计和优质选料，BLM06 每通道均可输出 700 mA 恒流驱动电流，能够驱动总计高达 162 W 的 LED，约 54 枚 3 W 高功率 LED 灯珠。

在 Buce LED 控制器提供的 6 通道移相交错输出、 12 位占空比、高达 19.5 kHz 超高频 PWM 调光信号控制下，可以实现完全无闪烁的流畅调光，并且完全消除了电感、陶瓷电容的噪音。

BLM06 集成防反接电路及电流传感器硬件，配合 Buce 控制器，不仅提供实际最大 130 W 恒流功率输出，还提供反接、过温和过流保护。 通过结合配套控制器的多段可编程调光、基于天文算法的日出日落模拟、月光模拟、自适应热管理和 LED 功率监测，是高端水族灯具、室内农业养殖补光、智能照明的理想核心硬件。

目录

特性 ..... (1)
用途 ..... (1)
简介 ..... (1)
目录 ..... (2)
1. Hardware Specifications ..... (3)
  1.1. Pin Definition and Functions ..... (3)
  1.2. Electrical Characteristics ..... (4)
    1.2.1. 使用建议与警告 (Usage & Safety) .. (4)
    1.2.2. Absolute Maximum Ratings ..... (4)
    1.2.3. Recommended Operating Conditions ..... (4)
    1.2.4. DC Characteristics ..... (5)
    1.2.5. 调光逻辑电平与控制状态 ..... (5)
2. Detailed Description ..... (6)
  2.1. 恒流与调光逻辑 ..... (6)
  2.2. 保护机制与可靠性 (Protection & Reliability) ..... (6)
    2.2.1. OTP 过温保护 ..... (6)
    2.2.2. 输入反接保护 ..... (6)
    2.2.3. LED 开路及短路保护 ..... (6)
  2.3. 配套 LED 控制器 ..... (6)
  2.4. Mobile App ..... (6)
3. Applications and Implementation ..... (8)
  3.1. Typical Application ..... (8)
  3.2. 推荐外围电路 ..... (9)
    3.2.1. 保险丝 ..... (9)
    3.2.2. 风扇选择 ..... (9)
    3.2.3. NTC 热敏电阻选择 ..... (9)
    3.2.4. 按钮选择 ..... (9)
  3.3. 总功率限制与前级电源选型依据 ..... (9)
  3.4. 可变频调光控制与物理特性权衡 ..... (9)
  3.5. 散热与热管理 ..... (9)
    3.5.1. 单路恒流驱动电路功耗计算 ..... (9)
    3.5.2. 热设计注意事项： ..... (10)
  3.6. 线缆布设与电磁兼容（EMC）指引 ..... (10)
4. Mechanical Dimensions and Package Information ..... (11)
  4.1. Mechanical Dimensions ..... (11)
  4.2. 净质量 ..... (11)
5. Related Resources ..... (11)
6. 索引 ..... (12)
  6.1. 图表 ..... (12)
  6.2. 表格 ..... (12)
7. 更新记录 ..... (12)

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

1. Hardware Specifications

1.1. Pin Definition and Functions

图 1 展示了外部接口的位置和功能，各个接口的功能参考 表 1。

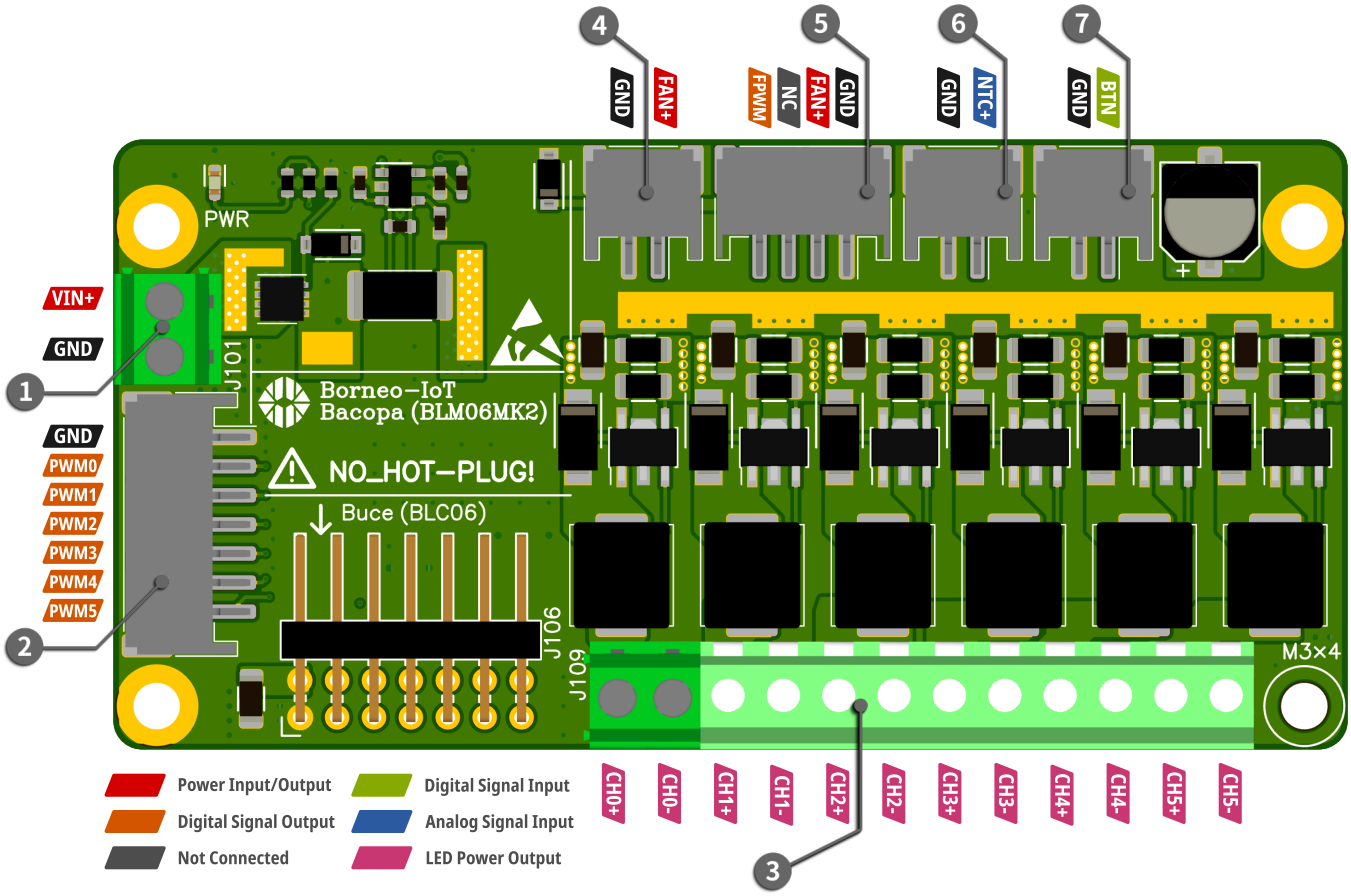


图 1　Pinout Diagram

表 1　Pinout Table

Port #	Name	Type	Description
1	电源	3.81 mm 螺丝接线端子	6 - 36 V 电源正负极输入，接线端子最大电流 10 A
2	PWM 信号输出	2.0 mm 板对板连接器	可选用于串联多个驱动的并联 PWM 信号输出
3	恒流功率输出	3.81 mm 螺丝接线端子	恒流输出用于驱动 LED 灯串，每组接入一串 LED 回路
4	两线风扇驱动输出	2.0 mm 板对板连接器	12 V 两线风扇调速驱动输出，可直接连接风扇
5	PWM 风扇输出	2.0 mm 板对板连接器	12 V 四线风扇功率输出，可直接连接 PWM 风扇
6	NTC 输入	2.0 mm 板对板连接器	连接 10 kΩ，B3950 NTC 热敏电阻
7	按钮输入	2.0 mm 板对板连接器	可选连接按钮，用于临时开关灯及长按重新配网

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

1.2. Electrical Characteristics

1.2.1. 使用建议与警告 (Usage & Safety)

- **散热强制要求：**
  当总实际功率超过 50 W 或电源与 LED 总压降压差较大时需要提供主动风冷散热。
- **密闭空间禁止：**
  严禁在无散热条件的密闭容器内高负载使用，防止内部热量堆积。
- **电源选择：**
  建议使用纹波小于 200 mV 的标准工业开关电源。
- **禁止热拔插：**
  严禁带电拔插 LED 控制器模块或风扇、LED 等外部设备，否则可能造成设备损坏等意外事故。
- **失控运行：**
  未安装 LED 控制器通电时所有通道将同时输出最大恒流电流，需注意散热及 LED 功率。
- **恒流输出严禁串、并联**：
  本产品非共阴、共阳恒流驱动，每个通道仅允许驱动独立的 LED 灯串。输出通道之间严格禁止出现任何形式的电气连接，包括并联、串联或交叉连接。

1.2.2. Absolute Maximum Ratings

Operating the device beyond the absolute maximum ratings may cause permanent damage. Long-term operation at absolute maximum conditions may affect device performance and reliability.

Table 2　Absolute Maximum Ratings Table

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit	Notes
Ambient Temperature	T_A	−25	85	°C	
Power Supply Voltage	V_{IN}	6	40	V	

1.2.3. Recommended Operating Conditions

Table 3　Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit	Notes
Ambient Temperature	T_A	−25	75	°C	
Power Supply Voltage	V_{IN}	6	36	V	低于 14 V 则无法使用 12 V 风扇
恒流输出电压范围	V_{IN}	2	32	V	

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

1.2.4. DC Characteristics

The following parameters are measured at room temperature 25°C.

Table 4 DC Characteristics Table

Parameter	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit	Test Conditions
输入						
输入电压范围	V_{IN}	2	—	32	V	
最大额定功率	P_{max}	—	—	133	W	
调光 PWM 信号范围	V_{DIM}	0.3	—	5.0	V	
调光 PWM 信号频率	F_{DIM}	0.1	19.5	20	kHz	
输出						
独立输出通道	N_{CH}	—	6	—	—	
每通道恒流电流	I_{CH}	—	0.7	—	A	
最大输出标称功率[1]	P_{LED}	—	162	—	W	
最大额定输出电气功率	P_E	—	130	—	W	
恒流精度	A_C	—	3	—	%	
额定最大风扇驱动功率	P_{fan}	—	6	—	W	同时仅允许使用一个风扇端口
输出恒流精度	A_{oi}	—	3	—	%	
热设计						
LED 驱动硬件关断温度	T_{SD}	—	155	—	°C	
效率	E_{max}	80	-	95	%	依据灯珠压降及输入电压变化
驱动芯片热阻	θ_{JA}	—	45	—	°C/W	

1.2.5. 调光逻辑电平与控制状态

- **高电平（开启状态）**：
  当输入调光信号电压 V_{DIM_H} 在 2.5 V 至 5.0 V 之间时，相应通道的驱动芯片完全开启。在占空比为 100% 时，该通道输出标称的最大恒流电流 700 mA。
- **低电平（关断状态）**：
  当输入调光信号电压 V_{DIM_L} < 0.3 V 时，相应通道的内置功率管将完全关断，输出电流为 0 mA。

[1]按照行业 3 W 灯珠标准 700 mA 定义。

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

2. Detailed Description

2.1. 恒流与调光逻辑

本产品的 6 路通道均支持独立的 PWM（脉冲宽度调制）调光，调光信号直接作用于恒流驱动芯片的 DIM 引脚。通过改变输入 PWM 信号的占空比，可实现对输出电流的线性调节。

6 个恒流驱动回路在电气拓扑上采用相互独立的设计。每个通道拥有独立的采样电阻和调光输入引脚。用户可以通过模块化可拔插的 Buce LED 控制器或其他控制器可通过 PWM 信号对 6 个通道中的任意一路进行单独开关控制或设置不同的调光占空比，通道之间互不干扰，无串扰电流。

2.2. 保护机制与可靠性 (Protection & Reliability)

2.2.1. OTP 过温保护

- **软件 LED 过温保护：**
  通过 LED 控制器配合 NTC 热敏电阻，可以以软件的方式实现全自动 LED 过温保护，当 NTC 测量的温度超过 45 °C 时将启动开启风扇进行散热，并通过自适应算法调整风扇转速匹配 LED 温度变化。如果监测发现多次温度超过 65 °C，软件将自动进行紧急停机，关闭 LED。
- **硬件驱动过温保护：**
  恒流驱动芯片将在芯片内部发热达到 155°C 时自动关闭输出进行保护。

2.2.2. 输入反接保护

板载超低 $R_{DS(ON)}$ 的 P-Channel MOSFET 提供硬件防反接保护，电源输入极性错误不会造成物理损坏。

2.2.3. LED 开路及短路保护

当输出端未接 LED 负载或发生开路时，恒流驱动芯片会自动停止开关动作。由于没有电流流过采样电阻（R_{CS}），芯片的功率开关管保持关断，不会损坏驱动板及周边元器件。系统可在开路故障排除后自动恢复正常工作。

当各个恒流通道输出端（LED+ 与 LED-）发生短路时，每个通道的恒流驱动芯片将通过板载的电感和内置的电流采样电阻进入常态短路保护模式。此时，芯片内部的过流保护和特殊的频率抖动机制会限制输入功率，确保驱动板和主电源不会因为过载而烧毁。

2.3. 配套 LED 控制器

本模块需配合配套 Buce (BLC06MKx 系列)控制器使用，详情参见 Buce 控制器文档及规格书：
docs.borneoiot.com

2.4. Mobile App

This device comes with an open-source mobile app as the end-user interface. For details, refer to the online documentation: docs.borneoiot.com/mobile-app.

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

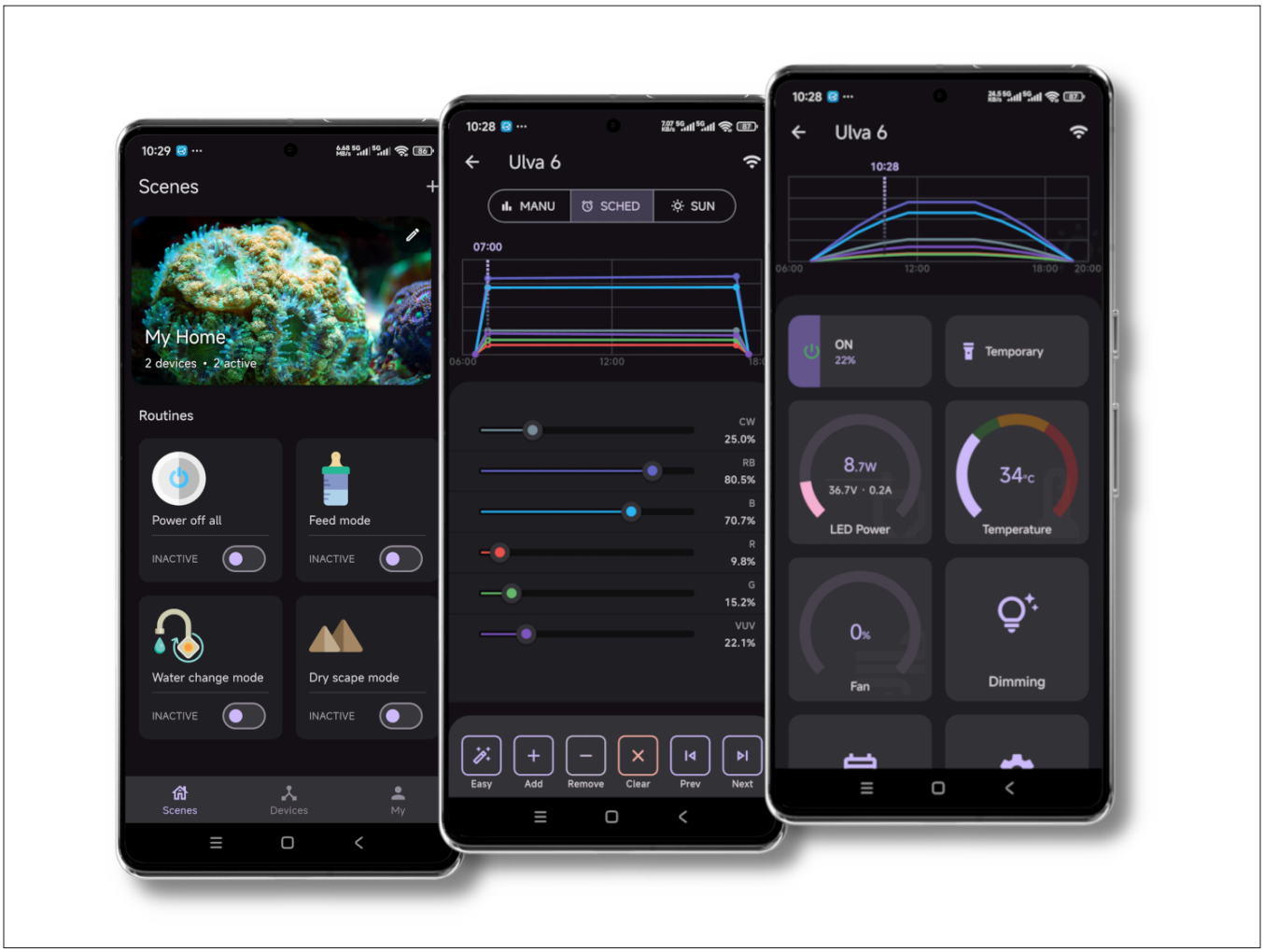


图 2　Mobile App Screenshots

3. Applications and Implementation

3.1. Typical Application

图 3 demonstrates a typical 6-channel LED lighting peripheral circuit.

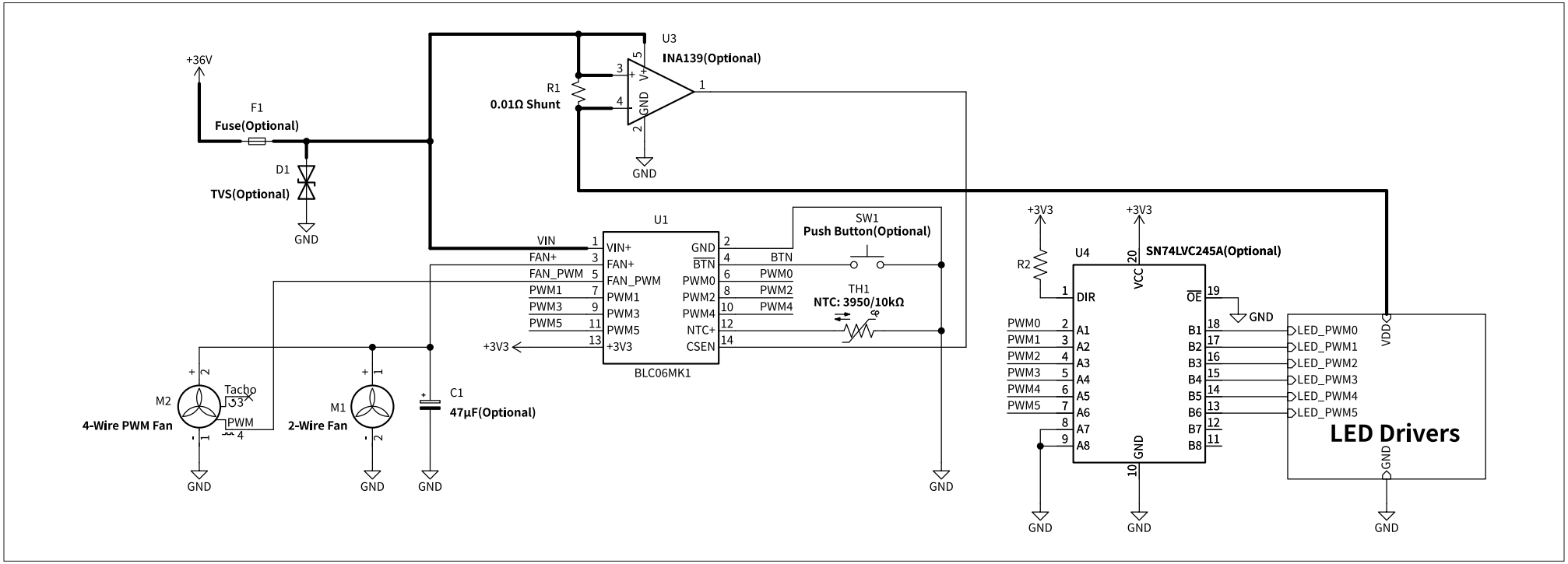


图 3　Simplified External Circuit Connection Diagram

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

3.2. 推荐外围电路

3.2.1. 保险丝

根据 LED 功率和电源电压，强烈建议在总电源正极输入侧之前安装合适的保险丝以策安全。

3.2.2. 风扇选择

可以使用任何 6 W 以内的 12 V 散热风扇，支持两线风扇和四线 PWM 风扇，两线风扇通过 LED 控制器内置的电压调节电路进行调速，四线 PWM 风扇则由 LED 控制器提供 PWM 调速信号。

> **注意**
>
> 本产品不支持风扇测速，且两个风扇接口不可同时使用。

3.2.3. NTC 热敏电阻选择

本模块仅支持 10 kΩ B 值 3950 的 NTC 电阻，推荐使用 1% 或更高精度。

NTC 的安装位置应安装到 LED 铝基板或散热器尽可能靠近灯珠的位置，并应严格避开散热风扇的气流以避免造成测温错误。

3.2.4. 按钮选择

可使用任意常开按钮。

3.3. 总功率限制与前级电源选型依据

虽然驱动芯片自身相互独立，但由于 6 个通道共用同一组主电源输入端子（V_{IN}+ 和 GND），因此系统受到总电流及接线端子物理耐流值的限制：

1. **最大输出电流**：
   当 6 个通道同时点亮且均处于 100% 占空比（700 mA）时，恒流总输出电流为：
   $6 \times 700\ \text{mA} = 4.2\ \text{A}$
2. **输入电流硬性限制**：
   主电源额定输出电流应满足：

$$I_{\text{Supply}} \geq \frac{V_{\text{OUT}} \times 4.2\text{A}}{V_{\text{IN}} \times \eta} \quad (\eta \text{ 为效率，估算取 } 0.9)$$

   无论输入和负载电压如何变化，由于主电源接线端子和 PCB 主走线的物理极限，总输入电流不应超过 5 A。若负载总功率过大，请通过提高输入电压（如从 24 V 提高到 30 V）来降低输入总电流。

3.4. 可变频调光控制与物理特性权衡

本产品支持由固件/App 动态配置的 PWM 调光频率（驱动硬件最高支持 20 kHz）。不同的工作频率在**调光深度（低亮度线性度）**与**声学噪声（电感啸叫）**之间存在物理权衡：

配置频率范围	声学表现 (电感噪讯)	适用场景与优缺点
低频段 (100 Hz – 1 kHz)	**有潜在啸叫声** 处于人耳敏感听觉区，电感与陶瓷电容易产生物理共振振噪。	**深度调光场景：** 调光极为线性，支持极低暗度。适合对声音不敏感或有密闭外壳隔音的设备。
中频段 (1 kHz – 10 kHz)	**中度轻微啸叫** 啸叫音调变高，噪声随负载电流和压差变化而变化。	**过渡平衡段：** 调光线性度较好。不推荐在极静音环境（如卧室）下使用。
高频段 (15 kHz – 20 kHz) **[默认/推荐]**	**完全静音 (无声)** 频率接近或超出人耳听觉上限，彻底消除声学振噪。	**高品质照明/专业水族：** 完全静音且在相机下完全无频闪，但驱动芯片发热增加，需要更好的外部散热条件。

3.5. 散热与热管理

本产品采用 6 路独立的降压恒流方案。单路的功耗主要由芯片静态功耗、内置 MOSFET 导通损耗以及开关切换损耗组成。

其中，内置 MOSFET 的导通损耗和开关损耗与输入输出压差、工作频率密切相关。因此，整板的发热量不能单纯以输出功率衡量，而需结合实际工作电压进行评估。

3.5.1. 单路恒流驱动电路功耗计算

单路恒流驱动的主要发热功耗可近似由下式决定：

$$P_{\text{D}} \approx I_{\text{OUT}}^2 \times R_{\text{DS(ON)}} \times D + V_{\text{IN}} \times I_{\text{Q}} + P_{\text{SW}}$$

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

- **I_{OUT}**：输出电流，本产品固定为 700 mA）。
- **$R_{DS(ON)}$**：驱动芯片内置 MOSFET 导通电阻，典型值约为 0.4 Ω。
- **D**：占空比（Duty Cycle），满足 $D \approx \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$。
- **I_Q**：芯片静态工作电流。
- **P_{SW}**：开关损耗，随输入电压 V_{IN} 升高和开关频率提高而显著增大。

核心结论：

1. **低压差场景**：
   当输出电压 V_{OUT} 接近输入电压 V_{IN} 时，占空比 D 接近 1，主要发热体现在导通内阻上，单路芯片功耗较低，约为 $0.7^2 \times 0.5 \approx 0.245\text{W}$。
2. **高压差场景**：
   当 V_{IN} 远高于 V_{OUT} 时，虽然占空比 D 减小，但由于电感电流纹波增大以及内置开关管在高电压下的开关损耗 P_{SW} 将会剧烈增加，发热量会大幅上升。

为了方便工程设计，下表列出了在 6 路全开、每路 700 mA 满载情况下，不同输入电压与负载（LED 串联数量）组合下的整板预计发热功耗[2]：

表 5　整板典型满载功耗与发热参考表

输入电压 (V_{IN})	负载	输出电压 (V_{OUT})	压差 (V_{IN} - V_{OUT})	总热功耗 (参考值)	散热建议
24 V	6 颗 3.2 V LED 串联	~19.2 V	~4.8 V	~1.8 – 2.5 W	低压差，自然对流散热或靠 PCB 铜箔散热即可
24 V	3 颗 3.2 V LED 串联	~9.6 V	~14.4 V	~3.5 – 4.5 W	需提供主动风冷或安装导热硅胶垫
30 V	3 颗 3.2 V LED 串联	~9.6 V	~20.4 V	~5.0 – 6.5 W	需确保散热条件否则易触发过温保护

3.5.2. 热设计注意事项：

1. **优化压差设计**：
   为降低发热并提高系统转换效率，建议用户调整输入电压 V_{IN} 与输出电压（LED 灯串压降）V_{OUT} 相差 3 V 至 5 V，不推荐使用高电压驱动少量 LED。
2. **过温保护降额**：
   恒流输出芯片具备内置 155°C 过温关断功能。当环境温度过高或压差过大导致芯片结温达到 155°C 时，芯片会自动关闭输出。为保证产品寿命，长期连续工作时，PCB 表面最高温度应控制在 **85°C** 以下。

3.6. 线缆布设与电磁兼容（EMC）指引

本产品底层硬件上采用了高密度 4 层 PCB 及全屏蔽一体成型电感等抗干扰设计，单板的电磁辐射（EMI）已被控制在低范围内。但在系统级整体组装时，高频大电流的输出传输线缆可能演变为辐射源。为确保产品长期稳定运行并消除多通道串扰，请遵循以下布线规范：

1. 各通道输出至 LED 负载的导线（CHx+ 与 CHx-），若长度超过 30cm，应使用双绞线。利用正负电流方向相反、磁场对冲的原理，可大幅抵消差模辐射骚扰，防止灯线干扰到周边的无线设备。
2. 恒流输出线缆在机壳内走线时，严禁贴附或横跨载板上的功率电感表面，且须与无线 LED 控制器的天线保持 3cm 以上的物理净空距离，避免高频开关瞬态耦合至射频前端导致控制通信失步。
3. PCB M3 固定螺丝孔与系统主 GND 直连。在采用金属外壳（如铝型材）时，请确保载板通过螺丝与外壳形成良好的电位连接。若外部供电环境较差（前级电源无保护地线且存在较高的感应悬浮电位），建议在固定孔处加装尼龙垫圈进行绝缘隔离，防止外部杂散共模电流倒灌引发驱动环路微弱闪烁。
4. 尝试在主电源输入线（V_{IN}+ / GND）端子外侧套一个高频铁氧体磁环（磁珠），以抑制前级电源引入的传导共模噪声。
5. 用户灯具内部应采用耐高温硅胶或特氟龙线缆以确保绝缘可靠。

[2]表中数据为外围续流二极管及电感的热损耗典型值，实际数据以最终产品为准。

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

4. Mechanical Dimensions and Package Information

4.1. Mechanical Dimensions

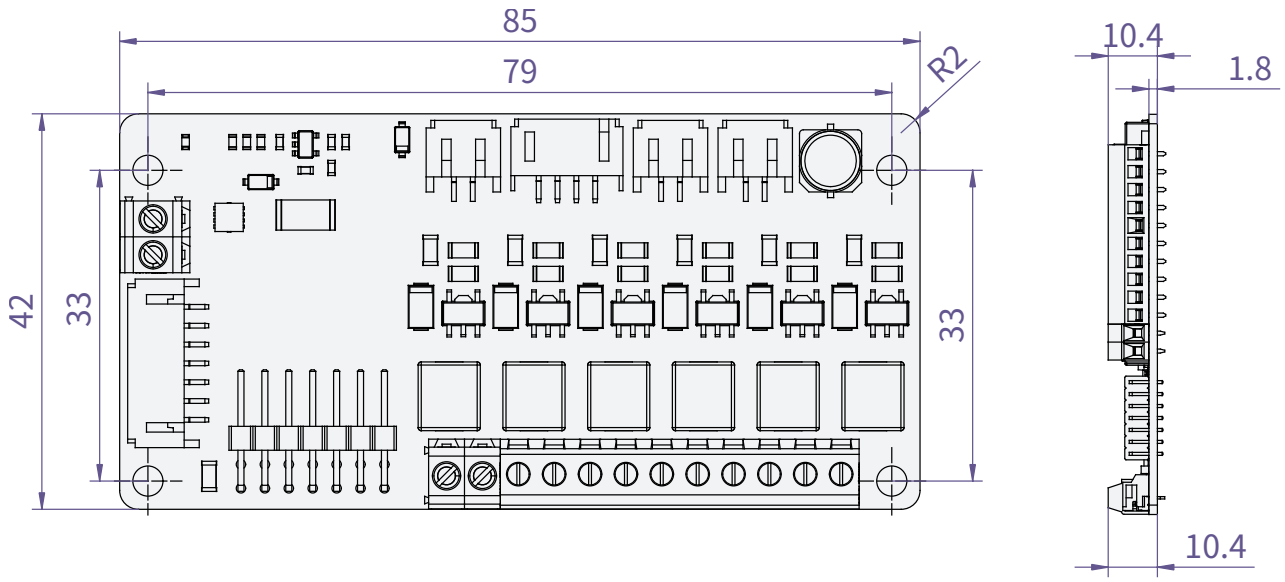


图 4　Package Mechanical Dimensions (Unit: mm)

4.2. 净质量

- 32.5g（未接 Buce 模块）
- 37.7g（包含 Buce 模块）

5. Related Resources

- **Official Website**
  www.borneoiot.com
- **Online Documentation**
  docs.borneoiot.com
- **GitHub Open-Source Project**
  github.com/oldrev/borneo
- **Open-Source 6-Channel Aquarium Light Reference Design**
  github.com/oldrev/borneo/tree/master/hw/blb0657f

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

6. 索引

6.1. 图表

图 1 Pinout Diagram ..... (3)
图 2 Mobile App Screenshots ..... (7)
图 3 Simplified External Circuit Connection Diagram ..... (8)
图 4 Package Mechanical Dimensions (Unit: mm) ..... (11)

6.2. 表格

表 1 Pinout Table ..... (3)
Table 2 Absolute Maximum Ratings Table ..... (4)
Table 3 Recommended Operating Conditions . . (4)
Table 4 DC Characteristics Table ..... (5)
表 5 整板典型满载功耗与发热参考表 ..... (10)

7. 更新记录

REV1 - 2026-05-10

- Initial version.

版权所有 © Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd..

法律免责声明

本文档仅供参考。

本文档可能存在缺陷，并明确声明不提供任何明示或暗示的担保， 包括但不限于对适销性、特定用途适用性或不侵犯第三方知识产权的任何暗示担保。

本文档中提及的所有企业、组织名称、商品名、商标均为各自所有者的财产，特此声明。

版权所有 © 2024 Yunnan BinaryStars Technologies Co., Ltd.。保留所有权利。