

MGS-104 (Pro) 人工智能微电网实验系统

电气参数手册·功率单元分册

DC/DC & AC/DC 双向功率单元 | 采样精度·温升特性·可靠性降额曲线

版本 V1.2

发布日期: 2026年4月

1. 范围与适用单元

本手册详细规定了 MGS-104 (Pro) 人工智能微电网实验系统中 **DC/DC 功率单元** 与 **AC/DC 功率单元** 的关键电气参数，包括电压/电流采样精度、稳态温升特性以及基于环境温度的可靠性降额建议。适用于系统集成、实验方案设计及 AI 控制策略中的功率边界约束。

2. DC/DC 功率单元（双向）

2.1 电气采样精度

参数	精度	条件 / 范围
电压采样精度	± 0.1 V	直流电压采样范围: 0~25 Vdc
电流采样精度	± 0.1 A	双向电流范围: -3 A ~ +3 A
采样上报周期	100 ms	通过 CAN 总线传输, 适配 AI 协同控制

2.2 稳态长时间运行温升（50W 满功率）

项目	条件	数值
环境温度	25°C (实验室标称)	—
运行功率	50 W (额定满功率)	—
运行时间	2 小时 (稳态)	—
最高热点温度	自然对流, 亚克力机箱封闭	87°C

2.3 可靠性降额建议（基于25°C基准）

为保证长期运行可靠性，即使环境温度为25°C，也建议将持续功率（波动性功率对应的有效值）控制在规定值以下。具体降额档位如下：

环境温度区间	建议持续功率（有效值）	说明
25°C ~ 30°C	≤ 40 W	推荐长期运行上限
30°C ~ 35°C	≤ 30 W	适当降额
35°C ~ 40°C	≤ 20 W	明显降额
40°C ~ 45°C	≤ 10 W	仅短时测试，不建议长期运行

✔ **可靠性优先原则**：即使环境恰好为25°C，为保障长时间实验与AI算法迭代稳定性，推荐持续运行功率上限为 **40W（有效值）**。波动性负载需评估等效热效应。

3. AC/DC 功率单元（双向）

3.1 电气采样精度

参数	精度	条件 / 范围
电压采样精度	±0.1 V	交流电压采样范围：0~17 Vac（有效值）
电流采样精度	±0.1 A	双向电流范围：-4.5 A ~ +4.5 A（有效值）
同步特性	支持并网/离网模式	电压、电流同步采样，基波有效值计算

3.2 稳态长时间运行温升（50W 满功率）

项目	条件	数值
环境温度	25°C（实验室标称）	—
运行功率	50 W（额定满功率）	—
运行时间	2 小时（稳态）	—
最高热点温度	自然对流，亚克力机箱封闭	92 °C

3.3 可靠性降额建议（基于25°C且无风和辅助散热条件基准）

环境温度区间	建议持续功率（有效值）	说明
25°C ~ 30°C	≤ 40 W	推荐长期运行上限
30°C ~ 35°C	≤ 30 W	适当降额
35°C ~ 40°C	≤ 20 W	明显降额
40°C ~ 45°C	≤ 10 W	仅短时测试，不建议长期运行

⚠️ AC/DC 单元热特性提醒：当环境温度25°C时，AC/DC 单元满功率50W下热点温度达92°C，高于DC/DC 单元(87°C)。当环境温度高于30°C时，建议优先为AC/DC单元提供辅助通风或进一步降额至30W以下，避免长期热积累。

4. 系统级降额总结表（快速查询）

以下为 DC/DC 与 AC/DC 单元统一推荐的持续功率上限（有效值），用户可根据实验室实际环境温度直接选用对应档位：

环境温度（参考）	DC/DC 建议持续功率（有效值）	AC/DC 建议持续功率（有效值）	可靠性等级
25°C	≤ 40 W	≤ 40 W	可靠性推荐上限（额定降额）
30°C	≤ 30 W	≤ 30 W	适当降额
35°C	≤ 20 W	≤ 20 W	明显降额
40°C	≤ 10 W	≤ 10 W	仅短时测试

💡 “持续功率（有效值）”定义：适用于恒定功率负载，也适用于波动性功率（光伏模拟、储能充放电、负荷扰动等）在一个热时间常数内的有效值（RMS）长期平均值。建议AI能量管理算法将调度指令的有效值限制在上述区间内，以保障器件寿命。

5. 测试条件与热设计注释

- 温升测试条件：**环境温度25°C ±1°C，亚克力封闭机箱，自然对流散热（无主动风扇），连续满功率运行2小时后通过热电偶测量最高热点温度。
- 电压采样范围升级说明：**本手册中DC/DC单元支持0~25Vdc，AC/DC单元支持0~17Vac，相比早期版本扩展了测试兼容性，精度保持±0.2V不变。
- 热管理建议：**若实验室环境温度长期高于30°C，推荐在机箱侧面或顶部增加低速风扇（如12V/0.1A）辅助散热，可使同功率下热点温度降低8~12°C。

- 可靠性设计：**功率电路与控制电路之间采用1.5kV光耦隔离，CAN接口ESD保护，确保恶劣工况下的采样稳定性。

6. 应用与限制说明

MGS-104 聚焦于AI协同控制（强化学习、多智能体、视觉融合），时间尺度为100ms~分钟级。本电气参数手册中描述的功率降额策略适用于长期能量调度、负荷分配、SOC均衡等算法验证，不适用于微秒级短路保护测试。

■ **典型符合场景：**光伏功率曲线追踪、储能充放电调度、并离网切换、视觉辅助负荷识别（基于摄像头）、多微网功率交互。所有场景下建议将功率节点的指令有效值约束至对应温度降额曲线以内。

7. 订购与技术支持

服务类型	说明
标准配置	含4个功率节点（可配置DC/DC或AC/DC），Jetson Orin Nano，CAN总线及SDK
功率单元替换/增配	支持额外采购功率节点，请联系获取报价
技术文档	提供本电气参数手册、硬件手册、SDK API文档及温升测试原始数据（可选）
技术支持	免费质保12个月，3个月远程技术支持，后续可购买年度服务

深圳市电湃科技有限公司

官网：www.powerbelltech.com

邮箱：contact@powerbelltech.com

地址：深圳市坪山区影视文化城T2栋908B