

8 轴以太网运动控制卡 使用说明书

接线 调试 运行 维护

文档版本 V1.0 更新日期 2026 年 9 月 11 日

适用硬件 PulseControl_Bot_V1.0

功能基线 MCU 应用 v19 完整网页 v16

阅读本手册

本手册面向安装、调试和操作人员，介绍八轴接线、网页控制、Mach3 配置、时间同步、日志导出及升级维护。首次使用请依次完成安全检查、网络登录和低频单脉冲试验，再配置机械参数并进入正常运行。

控制卡输出脉冲并记录指令位置，不读取电机实际位置。脉冲计数正确并不等于机构没有失步；断电、故障或重新连接后，应核实实际位置，必要时重新回零。

使用前必须确认

1. 确认电源、驱动器输入电压、输出公共端及限位极性，禁止带电插拔运动端子。
2. 首次调试脱离机械负载，准备独立的硬件急停或动力切断措施。网页急停不能替代机械安全回路。
3. 初始测试仅使用 100Hz 单脉冲，确认方向、使能和限位后再逐步提高速度。测试结束失能全部轴。

关键约定

每轴仅使用 STEP、DIR、EN、下限位、上限位五个信号。常规轨迹时间片为 4ms，STEP 请求频率上限为 100kHz。Mach3 原生运动轴为 XYZABC，物理轴 7 和 8 用作扩展运动轴。

硬件接线以准确芯片型号、封装脚号、实际引脚功能和端到端连通关系为准。网络名与丝印只能辅助识别，不能代替引脚核对。

目录与常用入口

章节	内容	页码
1	产品能力与安全边界	3
2	接线与电气检查	4
3	首次上电与登录	5
4	网页监控与手动操作	6
5	参数 坐标与回零	7
6	同步运动与停止控制	8
7	Mach3 安装与配置	9
8	Mach3 运行与扩展轴	10
9	RTC 时间与日志	11
10	固件与网页升级	12
11	故障排查	13
附录 A	UART 命令速查	14
附录 B	芯片物理引脚表	15
附录 C	开机与交接检查表	16

常用地址

完整网页：<http://192.168.1.128/>
轻量维护页：<http://192.168.1.128/maintenance>
默认账号：admin 默认密码：admin

以上为出厂默认值。修改网络地址或密码后，请使用实际配置；首次登录应立即修改密码。网页采用 HTTP Basic 认证，仅限可信局域网使用。

按任务查阅

第一次使用：先读第 1 至 5 章。
运行加工程序：先完成第 7 章配置，再按第 8 章试运行。
查找历史故障：见第 9 和第 11 章。
升级或网页异常：见第 10 章，优先打开轻量维护页。

1 产品能力与安全边界

项目	当前支持
控制通道	8 组 STEP DIR EN 输出及每轴上下限位
独立运动	有限脉冲 方向控制 加减速 停止与失能
同步运动	多轴准备后同步启动及轨迹队列执行
插补轨迹	通过上位机生成直线 圆弧和曲线轨迹
Mach3	R3.041 Win32 XYZABC 六轴及两路扩展轴
管理方式	以太网网页 UART 命令 Mach3 插件
维护能力	RTC NTP 时间戳日志 CSV 导出 MCU OTA 网页上传

脉冲与机械单位

网页和底层命令中的位置、目标与限位以脉冲为单位。Mach3 按 Steps per 将毫米或角度换算为脉冲。网页显示的指令位置不是传感器反馈位置。

最高请求频率为每轴 100kHz。可用机械速度还受电机、驱动器、细分、传动和加速度限制，不应把频率上限直接作为设备运行速度。

当前不包含的接口

本接线方案没有独立探针、主轴、冷却、手轮、编码器和驱动器报警接口。不要把上下限位端子当作任意通用输入，也不要按照其他型号 Mach3 控制器的端口表接线。

安全边界

上限位只阻止继续向正方向运动，下限位只阻止继续向负方向运动；退出限位必须沿安全反方向，且现场确认没有机械干涉。软限位只有在坐标可靠时才有意义。

Web、串口和 Mach3 的急停最终作用于共同的控制状态。通信超时及内部保护仍可能要求先排除故障，不能用反复释放急停或关闭保护来强行运行。

断网时网页按钮可能无法送达。设备必须具备独立于网络及软件的停机手段。真实负载、限位接线、回零重复精度和电气波形，应由设备集成方在现场验收。

2 接线与电气检查

驱动器输出连接

STEP、DIR、EN 的外部输出是 NMOS 开漏下拉方式。采用共阳接法时，驱动器 PUL+、DIR+、ENA+ 接匹配的公共供电，负端分别接对应轴 PUL-、DIR-、EN-。必须先核对驱动器输入额定电压、电流及板上 COM 选择。

连接器	前一轴	后一轴
W1	X 物理轴 1	Y 物理轴 2
W2	Z 物理轴 3	A 物理轴 4
W4	B 物理轴 5	C 物理轴 6
W5	扩展轴 7	扩展轴 8

每个连接器：1、3、5 脚依次为前一轴 PUL-、DIR-、EN-；2、4、6 脚依次为后一轴 PUL-、DIR-、EN-；7、8 脚为 COM。

COM 共阳配置选择 VBUS。VBUS 与 GND 的相关零欧选择电阻不能同时装配。供电按板卡装配规格接入，禁止将外部驱动电压接入 MCU 的 3.3V 逻辑脚。

限位连接

外部 EIN 端子低电平有效。经过光耦后，芯片侧 IN 为高电平有效，并使用外部 4.7kΩ 下拉；软件不依靠芯片内部弱上拉。端子极性与芯片引脚极性不同，测试时不要混用。

接线完成后，先在静止状态检查每轴上下限位，再逐个触发开关核实对应关系。随后低速验证禁止方向和反向退出。若某一路常有效，应检查光耦、外部电压及接线，不得关闭限位保护。

使能与串口

代码中 ENA_N 是保留名称，不能据此认定芯片低电平使能。芯片输出高电平驱动 NMOS 导通，外部端子被拉低；实际驱动器是否使能仍由其输入定义决定。

UART0 使用 115200、8N1，命令以 CR、LF 或 CRLF 结束。使用兼容的 3.3V TTL 串口，交叉连接 TX/RX 并共地，不能直接连接 RS232 电压。电脑 COM 号以设备管理器为准。

3 首次上电与登录

准备网络

参数	默认值
IP 地址	192.168.1.128
子网掩码	255.255.255.0
网关	192.168.1.1
电脑同网段示例	192.168.1.3 请确认未被占用
用户名与密码	admin / admin

1. 断开执行机构或脱离负载，确认接线无误后上电。将板卡与电脑连接到同一局域网。
2. 浏览器打开 <http://192.168.1.128/>，输入账号密码。若完整页面不可用，打开 [/maintenance](#)。
3. 检查八轴状态，确认没有运行，先将全部轴失能。检查急停、限位、故障和网络状态。
4. 进入系统维护，修改默认密码并重新登录。密码输入要求以页面校验为准，使用 5 至 63 个无空格可打印 ASCII 字符。
5. 选定一个轴，在手动调试中核对方向，执行低频单脉冲。确认完成、计数为 1 且无配置错误，再失能该轴。

设置账号密码

完整网页的系统维护页可填写用户名、当前密码并应用登录信息。修改密码时，两次新密码必须一致，再点击保存新密码。保存成功后使用新密码重新认证；浏览器若缓存旧认证信息，可关闭该页面后重新登录。

修改 IP 地址

停止并失能全部轴，退出 Mach3 控制会话后，在参数设置中填写 IP、掩码和网关并保存。网络修改需要安全重启才能应用，不会因为保存自动切换地址。重启后使用新 IP 登录，并检查状态。

电脑同时启用多个相同网段接口时，可能访问错误网卡。检查有线网卡地址、路由及重复 IP，必要时临时断开冲突接口；不要仅凭 Ping 成功判断网页和控制功能均正常。

4 网页监控与手动操作

菜单	用途
运行监控	同时查看全部八轴 运行状态 位置及故障
手动调试	全部八轴独立操作 无需切换轴选择器
Mach3	查看通信会话 轨迹队列及运行诊断
参数设置	配置各轴运动参数 软限位及网络
系统维护	账号密码 版本和近期事件

完成一次手动运动

1. 确认 Mach3 已断开，所有轴停止且不存在待执行轨迹。查看目标轴的限位与故障。
2. 在目标轴卡片中选择方向。方向 1 为正向，0 为反向；物理方向由接线及方向反转参数共同决定。
3. 初次测试点击低频单脉冲，实际使用 100Hz、1 个脉冲，并采用该轴当前选择的方向。
4. 需要定量运动时，输入频率和脉冲数，再点击定量启动。先从很小的行程逐步增加。
5. 等待刷新状态确认已完成，核对目标、计数和故障；最后点击失能。启动请求被接受并不代表运动已经完成。

常用按钮

减速停止用于正常结束当前轴运动。快速停止用于立即中断并失能目标轴。使能只控制驱动使能状态，不代表已启动运动；失能会停止目标轴并撤销使能。清状态只用于清理状态显示或允许清除的标志，不能代替排除故障。

首页急停与释放

标题旁的急停用于同时停止并失能全部轴。确认原因已排除后，点击释放急停；释放不会自动使能，也不会自动续跑之前的轨迹。必须重新确认位置和运行条件。

通信失败或状态过期时，页面会将状态标为未知，并限制普通写操作。此时不要依据旧数值判断设备已停止；优先采用现场安全停机手段，恢复网络后再读取实际状态。

在 Mach3 轨迹模式下，普通定量运动的 count 字段不能代替轨迹位置；根据位置、运行状态和队列状态综合判断。网页采样变化也不是示波器测得的瞬时 STEP 频率。

5 参数 坐标与回零

参数	含义与设置原则
起始频率	运动起步频率 过高可能导致失步
加速度与减速度	频率变化速率 按电机和负载逐步调整
保持时间	完成后保持使能的时间 0 表示不自动失能
软限位最小值与最大值	以脉冲表示 必须与可靠坐标对应
回零快慢速与退让量	控制找原点和退让过程 应先低速验证
方向反转	改变逻辑正反方向 修改后重新核对限位方向

保存参数

先停止并失能全部轴，清除准备状态并退出 Mach3 会话，再进入参数设置。每轴按完整参数组校验和保存；不要只根据输入框变化判断已经保存，必须确认成功提示并重新读取核对。

机械单位换算

直线轴常用换算：每毫米脉冲数 = 电机每转整步数 × 细分数 × 传动比 ÷ 丝杆每转移动毫米数。旋转轴应根据每圈脉冲数换算为每度脉冲数。

例如电机每转 200 步、16 细分、直连 10mm 导程丝杆时，结果为 320 脉冲/mm。此例仅说明算法，不是本板或实际机构的默认机械参数。

建立位置

回零使用本轴下限位。应先确认限位信号和运动方向，再配置回零速度、慢速及退让量，通过串口 HOME 命令执行。观察第一次回零全过程；方向不正确或没有预期触发时立即停止。当前完整网页不提供独立回零按钮。

只有在物理位置已知且轴停止时，才能使用 POS 设置当前位置。该命令不移动电机，不能把任意位置直接设为零来绕过软限位。

调整后的检查

1. 先低频验证正反方向与停止，再验证上下限位对应关系。
2. 以小行程检查指令脉冲与机械位移比例，确认没有失步。
3. 再测试回零重复性和软限位，最后逐步增加速度与加速度。

断电、急停、撞限位、通信故障或失步之后，应重新核实坐标。软件保存的数值本身不能证明机械位置仍然正确。

6 同步运动与停止控制

独立运动 同步启动与插补

各轴可以独立完成有限脉冲运动。需要一起起步时，先用 ARM 准备各轴参数，再用 GO 位掩码一次启动选中的轴。同步起步不等于几何插补；不同目标和频率仍可能在不同时刻结束。

直线、圆弧和曲线需要上位机生成各轴协调轨迹，由板卡轨迹队列按时间片执行。常规使用 4ms，1ms 属于专项实时性测试范围，不作为本手册的日常配置。网页不提供直接上传 NC 文件并解析加工的功能。

两轴单脉冲同步示例

仅限已确认安全、无执行负载的调试状态。下面准备轴 1 和轴 2，各输出 100Hz 正向单脉冲，然后同时启动：

```
ARM 1 100 1 1
ARM 2 100 1 1
GO 3
STATUS ALL
DISABLE ALL
```

GO 的数值是轴位掩码：轴 1 为 1，轴 2 为 2，两轴合计 3。执行后仍需等待完成并读回计数，不能把命令发送成功当作动作完成。

停止方式选择

方式	作用范围	恢复要求
减速停止	指定轴	确认已停后重新下发
快速停止或失能	指定轴 停止并失能	检查状态后重新使能或启动
全局急停	全部轴 停止并失能	排除原因 释放 再检查位置
通信或轨迹故障	按保护逻辑终止控制	清除原因 重新连接并准备任务

切换控制来源

网页、UART 和 Mach3 不应同时下发运动命令。切换前停止、失能并断开原控制会话，确认没有准备中的轴和待执行队列，再启用新的控制来源。

Mach3 会话丢失或故障后，不允许假定原程序仍可从中断点安全继续。先确认机构位置，再按加工流程重新定位或回零。

7 Mach3 安装与配置

安装前准备

适用 Mach3 R3.041 的 Windows 32 位程序及配套 Win32 插件。插件、MCU 应用和 CPLD 逻辑必须来自兼容发布组合；MCU OTA 不能替代 CPLD 逻辑更新。

1. 完全退出 Mach3。备份原配置文件和 PlugIns 目录内同名旧插件。
2. 把配套 AGM32Mach3.dll 放入实际 Mach3 安装目录的 PlugIns 文件夹。不要把发布包中的其他 DLL 随意覆盖系统文件。
3. 启动 Mach3，进入 Config → Config Plugins，启用 AGM32Mach3。出现运动控制器选择窗口时选择本插件，而不是 Normal Printer Port Operation 或其他 USB 控制器。
4. 按提示重启 Mach3，再打开插件配置，设置板卡 IP 和正确的本机网卡地址。
5. 通过受控的本地 UART 使用 MACH3 KEY 获取配对信息，并按插件要求完成 HMAC 配对。配对信息不是网页密码，不应写入共享日志或公开发布包。

配置六个原生轴

Mach3 轴	X	Y	Z	A	B	C
物理轴	1	2	3	4	5	6

在 Mach3 中启用实际使用的轴，并设置机械单位、Steps per、速度和加速度。轴与 STEP/DIR 的硬件映射由板卡和插件固定，不按并口 Port/Pin 任意重映射。

速度上限应满足：每单位脉冲数 × 每分钟速度 ÷ 60 不大于 100000，同时必须低于机构的可靠速度。先用很低速度试动，并核对方向与限位。

连接后检查

确认插件版本、网络会话和板卡状态正常，所有轴静止且没有旧轨迹。排除急停原因后释放 Reset，再进行很小的 Jog 测试。能 Jog 只证明该通路可发起手动运动，不能证明 NC 程序轨迹已经正确执行。

若看不到插件选项，先检查 DLL 所在的实际安装目录、32 位架构、插件启用状态及加载错误；不要反复更换无关运动插件来掩盖加载问题。

8 Mach3 运行与扩展轴

运行 NC 程序

1. 确认已经建立正确机械坐标和工件坐标，核对单位、绝对或增量模式、进给速度、运动范围及程序末尾。
2. 先加载短小、低速且行程很小的测试程序，观察刀路显示是否合理。无执行机构时可做空载信号验证。
3. 启动后同时观察 Mach3 位置变化、板卡轨迹队列、运行状态及物理 STEP 信号。不要仅凭进度条结束判断程序执行成功。
4. 确认短程序时间、方向及脉冲输出符合预期，再增加到正式程序。长程序首次运行应有人值守并保持安全停机条件。
5. 结束后确认队列耗尽、各轴停止，按设备需要撤销使能。异常结束应核实位置，不自动续跑。

圆弧与曲线

Mach3 负责解释 G0、G1、G2、G3 等程序指令，插件传递协调轨迹，板卡执行各轴脉冲。圆弧平面、圆心方式、单位和工件坐标应在 Mach3 中正确设置。曲线通常由 CAM 或上位机细分生成，不代表板卡可以直接解释任意 NC 文件。

物理轴 7 和 8

两路扩展轴不是 Mach3 原生第七、第八个 G-code 轴。使用配套界面或宏，通过下列 UserDRO 和 UserLED 控制；不要把它们当成可直接写入 NC 程序的新增轴字母。

项目	轴 7	轴 8
目标有符号脉冲数 UserDRO	1500	1501
频率 Hz UserDRO	1502	1503
位置读回 UserDRO	1504	1505
启动 UserLED	1500	1501
停止 UserLED	1502	1503

扩展轴首次测试仍使用 100Hz 和 1 个脉冲，并仅在主程序空闲时执行。目标脉冲数的正负决定方向，操作后读取位置与停止状态。

程序瞬间结束但没有输出

先看 NC 是否包含有效运动、正确单位及非零位移，再检查插件是否真正取得轨迹、会话是否连接、队列是否增加以及是否触发 Reset 或保护。手动 Jog 正常不能排除轨迹输入通路问题。发生此现象应停止正式加工，按第 11 章逐项排查。

9 RTC 时间与日志

时间同步规则

RTC 使用 32768Hz 低速晶振。系统按 UTC 保存时间，网页和 CSV 按北京时间 UTC+8 展示。RTC 断电保持依赖备份电源条件，不能仅因装有晶振就认为完全断电后时间仍能保持。

开机后在允许的空闲窗口尝试 NTP 同步，默认服务器为 162.159.200.1，使用 UDP 123。局域网需具备到服务器的有效路由；没有公网出口时，可改为可达的局域网 NTP 服务器。

首次运动准备或 Mach3 轨迹启动后，时间同步被锁定到下次重启。普通停止、失能和释放急停都不会解除此锁定，避免运行期间时间跳变。不要为了校时在运动中重启。

查看和配置时间

1. 打开轻量维护页 /maintenance，登录后进入时间与日志区域；完整网页也提供该入口。
2. 刷新并查看时间有效状态、NTP 服务器和同步锁定状态。
3. 需修改服务器时，确保全部轴空闲且没有 Mach3 会话，并在同步尚未锁定时保存。服务器配置的断电保持依赖备份域供电。
4. 确认时间有效后再开始任务。若本次已锁定且必须重新同步，先安全结束任务，再重启并检查同步结果。

导出日志

维护页的“导出全部已落盘日志 CSV”可下载 motion-logs.csv，用 Excel 打开即可查看日期、事件、轴号和数值，不需要解读十六进制。轴号 0 表示全局事件，1 至 8 对应物理轴。系统维护中的近期事件仅是内存中的短列表，不等于全部持久日志。

日志覆盖开机、运动、停止、限位、急停、释放、回零、参数变更及时间同步等事件。时间尚无效的记录显示“时间未知”及运行时间，不会事后伪造或补填当时的墙上时间。

存储与保存边界

日志采用紧凑二进制记录，2.5MiB 循环区可容纳约 8 万条，满后按擦除块循环覆盖旧数据。保留天数取决于事件数量。运动期间先排队，空闲时写入 Flash，因此立即断电可能丢失尚未落盘的记录；长时间积压也可能溢出。

导出的是已经落盘的记录，不保证包含刚产生的最后一条。需要留档时，先安全停止并等待空闲写入，再导出并检查末尾记录。

10 固件与网页升级

升级前检查

停止并失能全部轴，取消准备状态，退出 Mach3 会话，确认没有待应用的网络重启、存储故障或正在进行的上传。准备与本板兼容的可信发布包，保持电源和网络稳定。

OTA 和完整网页均采用单份存储，不提供 A/B 旧版本自动回滚。校验失败或断电中断后的恢复能力有边界，正式设备升级前应备份参数并准备维护手段。

上传 MCU 固件

1. 打开 /maintenance 并登录，确认当前版本与存储状态。
2. 选择配套 MCU OTA 的 .pkg 文件上传。不能上传 Mach3 DLL、普通 .bin 或 MCU 与 CPLD 合并烧录文件来代替 OTA 包。
3. 等待上传完成和校验成功。此时只是包已保存，尚未安装。
4. 再次确认设备安全，点击“安装已校验固件并重启”。过程中不切断电源，不重复提交。
5. 等待重启后重新登录，核对版本及八轴停止、失能状态，再执行小范围功能检查。

上传完整网页

使用兼容的网页 .pkg，或上传单个 UTF-8 HTML 文件；所需脚本、样式和资源应内嵌，不能把 ZIP 或多文件网站目录直接上传。上传完成后刷新首页，核对页面版本与关键操作。

完整网页损坏或不可用时，内置轻量维护页仍作为维护入口。优先访问 /maintenance 重新上传兼容页面，不要因首页打不开就立即擦除整片 Flash。

升级范围与异常恢复

MCU OTA 只更新对应应用，不更新 CPLD 逻辑或启动程序。涉及硬件引脚、运动逻辑或协议组合变更时，应按配套发布要求由维护人员完成完整升级。

包校验用于检查完整性，不等于发布者数字签名。只使用可信来源文件，不把管理网页暴露到公网。上传失败时先保留错误信息并核对包类型、存储和连接状态；若应用与可用恢复包均无效，可能需要仿真器恢复。

忘记密码或存储异常时，不应随意执行恢复默认、全片擦除或重刷旧逻辑。先联系维护人员，确认参数备份、固件兼容性和安全状态。

11 故障排查

现象	优先检查与处理
网页无法打开	核对电源 IP 子网 重复地址及电脑网卡。首页异常时尝试 /maintenance。
能 Ping 但网页超时	检查是否走错同网段网卡及 HTTP 服务状态。Ping 不代表应用服务正常。
反复要求登录	确认账号密码及浏览器缓存。修改密码后重新认证，不是使用 Mach3 配对信息。
启动被拒绝	查看急停 限位 配置错误 控制会话及轴准备状态。先消除原因。
释放后仍无动作	释放不会自动使能或续跑。核对其他保护条件并重新准备运动。
只能向一个方向走	检查对应方向限位是否有效，以及方向反转配置和实际接线。
位置变化但电机不转	检查 EN 极性 COM 驱动供电 STEP 接线及驱动器输入要求。指令位置不是反馈。
Jog 有输出而 NC 没有	检查 NC 有效位移 单位 插件轨迹会话和队列 是否立即进入 Reset 或故障。
STEP 占空比看起来异常	区分轨迹脉冲间隔与普通定频输出，用示波器测量实际端子，不凭网页采样推断。
NTP 无法同步	核对服务器路由 UDP 123 时间状态和锁定状态。运动开始后需安全重启才重新开放。
日志无日期或缺少末条	检查当时 RTC 是否有效以及记录是否已落盘。无效时间不会自动补填。
升级或保存被拒绝	确认全部停止失能 无 Mach3 无准备轴 无待重启配置，并查看存储错误。

网口指示灯

本板当前灯控配置已修复并确认点亮。指示灯只能作为辅助判断：灯亮不代表 IP、HTTP 或运动会话正常，网络能用而某一灯不亮也不应立即认定收发损坏。先保存现象、版本及连接状态，再由维护人员检查。

提交问题时保留

记录硬件版本、固件与网页版本、发生时间、操作步骤、八轴状态、故障提示及相关 CSV 日志。涉及 NC 时附最小复现程序；涉及波形时注明测量轴、端子、时间基准和探头接法。不要提交密码或配对密钥。

附录 A UART 命令速查

UART0: 115200、8N1，命令行以回车或换行结束。示例轴号为 1，实际允许 1 至 8。通过确认兼容的串口适配器连接，不能直接使用 RS232 电平。

命令示例	用途
STATUS ALL	读取全部轴状态
M 1 100 1 1	轴 1 以 100Hz 正向输出 1 脉冲
STOP 1	减速停止轴 1
QSTOP 1	快速停止轴 1
DISABLE ALL	停止并失能全部轴
ESTOP	全局急停
RELEASE	释放全局急停 不自动使能
CLEAR 1	清理轴 1 状态
ARM 1 100 1 1	准备轴 1 单脉冲运动
GO 1	启动掩码选中的轴 1
POS 1 0	已知物理位置时 设置轴 1 指令位置为 0
HOME 1	按已配置参数执行轴 1 回零
CONFIG SHOW	查看配置
EVENTS	查看近期事件

单轴调试的最小流程

STATUS ALL
M 1 100 1 1
STATUS 1
DISABLE ALL
STATUS ALL

发送 STATUS 前要给运动留出完成时间。核对运行结束、目标与计数一致、无配置错误，最后确认全部 enabled=0。若进行了急停测试，应先排除原因并 RELEASE，再 DISABLE ALL，确认释放没有自动使能。

命令使用注意

POS 和 HOME 会改变坐标基准或产生运动，仅在已知安全条件下执行。配置类命令需要完整参数，日常操作优先使用网页；不要从旧版本说明中复制不匹配的 AXISCFG 参数。

附录 B 芯片物理引脚表

以下为 U80 的 LQFP100 封装物理脚号，不是 W1 等连接器的针脚号。适用于 PulseControl_Bot_V1.0 当前软件映射。查线时必须同时确认器件型号、封装方向、数据手册功能和线路连接。

轴	STEP	DIR	EN	下限位	上限位
1 X	30	29	26	86	87
2 Y	33	32	31	88	90
3 Z	36	35	34	91	92
4 A	40	39	38	93	95
5 B	43	42	41	78	79
6 C	46	45	44	80	81
7	51	48	47	82	83
8	54	53	52	84	85

辅助接口

接口	物理脚或条件
UART0 RX	PIN 69
UART0 TX	PIN 68
PHY 复位	PIN 55
MCU 外部晶振	12MHz
以太网参考时钟	50MHz 外部提供
RTC 低速晶振	32768Hz

极性不能直接照搬端口名称

EN 信号在代码中可能仍叫 ENA_N，但实际芯片侧是高电平驱动 NMOS 栅极。外部 EIN 低有效，光耦后的芯片 IN 高有效。不要把端子电平、晶体管导通电平和软件逻辑状态混为一谈。

维护核对依据

接线与软件配置应一起核对项目 README、board.ve 和 PulseControl_Bot_V1.0 原理图。运动与网页操作对应当前应用及网页版本。若装配改版或发布版本更换，先检查配套说明是否更新，不能只凭本表跨硬件版本接线。

附录 C 开机与交接检查表

每次开始任务前

- 1. 电源、驱动器、线缆及机械防护状态正常，独立安全停机措施可用。
- 2. 八轴停止，急停与限位状态合理，没有未知故障或遗留轨迹。
- 3. 坐标可信；必要时已完成回零，软限位与机械行程一致。
- 4. 只有一个控制来源，Mach3 或网页连接稳定。
- 5. 需要时间戳的任务已在运动前确认 RTC 时间有效。
- 6. 本次程序单位、速度、行程和加工坐标已经核对。

任务结束后

- 1. 确认程序和队列结束，全部轴停止，按要求失能。
- 2. 保留异常信息；需要留档时等待空闲写入后导出 CSV。
- 3. 不得在运动中断电、改参数、切换控制来源或安装固件。
- 4. 交接修改过的 IP、参数和版本，密码及配对信息通过安全渠道单独交接。

现场首次验收记录

检查项目	记录
八轴方向与使能	日期及结果：
上下限位与反向退出	日期及结果：
急停 释放与保持失能	日期及结果：
回零重复性与软限位	日期及结果：
短程序 多轴同步与实际波形	日期及结果：
负载 长时运行与断电恢复	日期及结果：

填写现场实测结果，不以网页数值、编译成功或指令计数代替真实电气与机械验收。