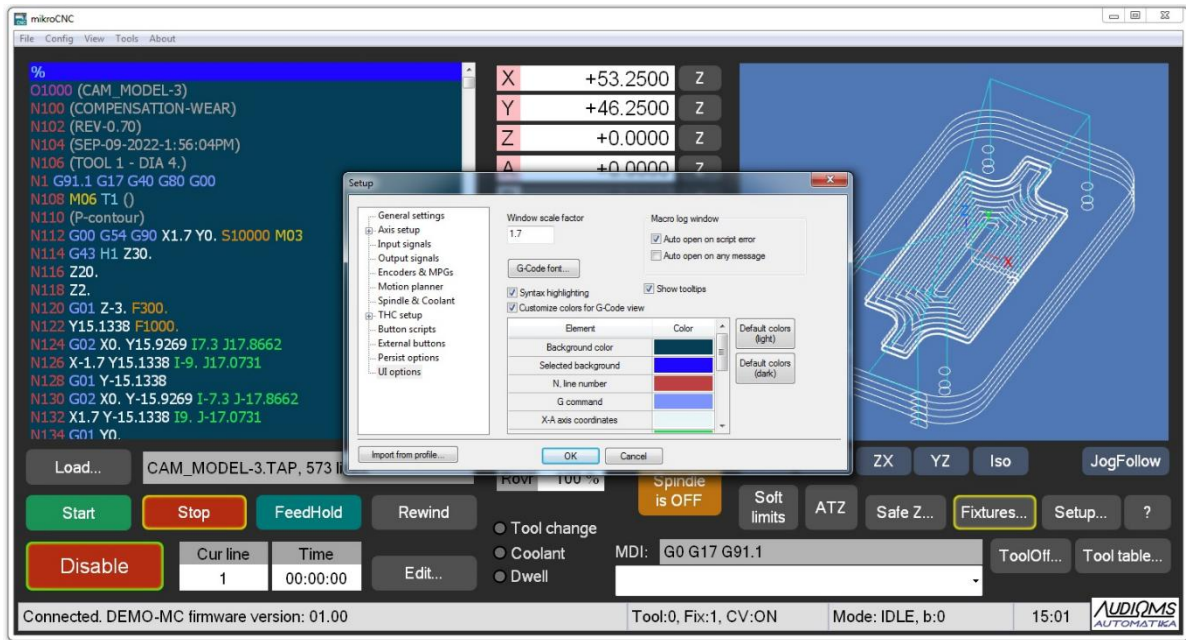


mikroCNC

用于控制CNC机床的软件



安装、配置与使用说明

AUDIOMS
AUTOMATIKA

www.audiohms.com

1 概述 (Description)	4
1.1 软件安装 (Software installation)	5
1.2 支持的G代码 (Supported G codes)	7
1.3 支持的M指令 (Supported M commands)	8
1.4 快捷键 (Shortcut keys)	9
2 软件主界面 (Main screen of the software)	10
3 设置说明 (Setup instructions)	13
3.1 常规设置 (General settings)	13
3.2 轴设置 (Axis setup)	15
3.2.1 轴输出引脚 (Axis output pins)	15
3.2.2 电机参数配置 (Motor profiles)	16
3.2.3 回零/限位 (Homing/Limits)	17
3.2.4 从动轴 (Slave axis)	18
3.2.5 反向间隙补偿 (Backlash compensation)	19
3.2.6 ETH-MC高级选项 (ETH-MC advanced options)	19
3.3 输入信号 (Input signals)	20
3.4 输出信号 (Output Signals)	20
3.5 编码器与手轮 (Encoders & MPGs)	21
3.6 运动规划器 (Motion planner)	22
3.7 主轴与冷却液 (Spindle & Coolant)	23
3.8 THC通用设置 (General THC)	24
3.8.1 外部THC调节器 (External THC regulator)	25
3.8.2 内部THC调节器 (Internal THC regulator)	26
3.9 按钮脚本 (Button scripts)	29
3.10 外部按钮 (External buttons)	30
3.11 参数保持选项 (Persist options)	30
3.12 界面选项 (UI options)	31
4 附加窗口 (Additional windows)	32
4.1 点动与手轮窗口 (Jog & MPG window)	32
4.2 IO诊断窗口 (IO diagnostics window)	33

4.3 刀具偏移设置窗口 (Set tool offsets window)	33
5 G代码程序选项 (G-code program options)	35
6 THC界面 (THC screen)	36

1 概述 (Description)

注意：使用本软件时，务必特别注意操作安全。使用软件过程中发现的任何问题、错误以及建议，均可发送至邮箱：support@audiohms.com

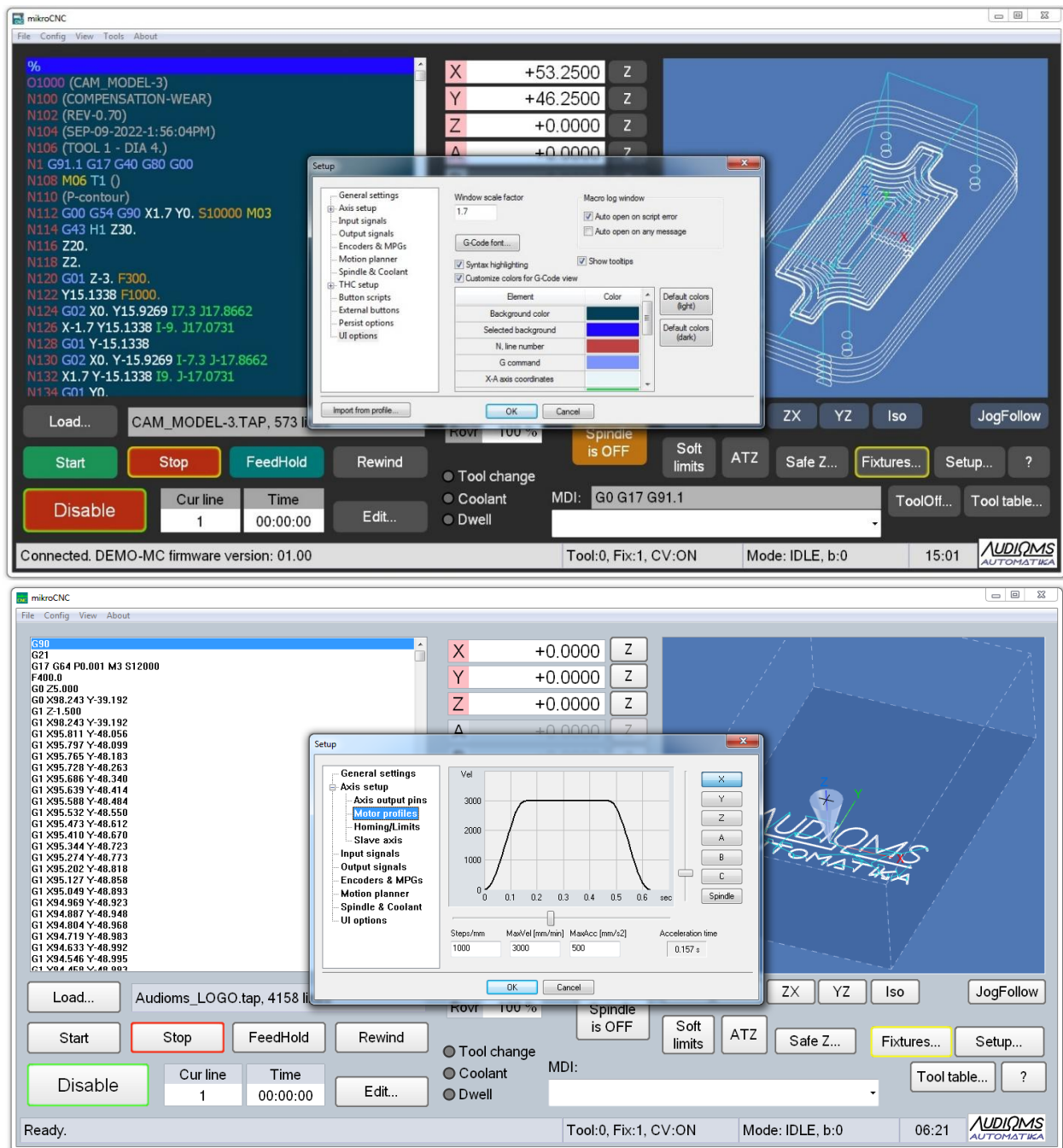


图 1.1 mikroCNC

mikroCNC 是一款免费软件，可解释标准的G代码和M代码指令，将计算机变为CNC控制单元（图 1.1）。它可在32位或64位的Windows XP/Vista/7/8/8.1/10/11操作系统下运行。

mikroCNC 软件支持所有 **Audioms Automatika** 运动控制器。此外，**mikroCNC** 还支持 **DEMO** 运动控制器，用于模拟真实运动控制器的工作方式。借助该功能，无需拥有任何 **Audioms Automatika** 运动控制器即可测试 **mikroCNC** 软件的功能。

本软件包含一套运动规划算法，最多支持6个轴的同步联动运动。在加减速方面，可选择梯形加减速曲线，也可选择更先进的S型曲线，后者能显著降低机床所受的惯性力和振动。

自0.46版本起，软件支持Python 3.x脚本解释器，可用于用户宏功能。更多相关内容请参阅另一份文档。

1.1 软件安装 (Software installation)

软件可从官网 www.audiohms.com 下载，提供安装程序 (installer) 或ZIP压缩包两种形式。若使用安装程序方式，安装过程为自动化引导，只需按提示逐步操作即可。

建议将软件安装在无需管理员权限的文件夹中 (例如 'C:\mikrocnc')，而不要安装在较新操作系统中需要权限的 'Program Files' 目录下 因为程序运行所需的所有文件 (配置文件、用户宏等) 都会在该文件夹内创建，用户也可以自行修改和定制这些文件。

若下载的是ZIP压缩包，需要将其解压到事先创建好的文件夹中，并将可执行文件的图标以快捷方式提取到计算机桌面。

每次程序启动时，都会出现配置文件选择窗口。一个配置文件包含全部程序设置，因此可以针对不同用途创建并使用多个不同的配置文件。首次启动程序时，需要点击 **Create new** 按钮并输入新配置文件的名称来创建一个新的配置文件 (图 1.2)。该窗口还提供了复制现有配置文件以及删除配置文件的选项。

创建新配置文件时，也会同时为该配置文件创建一个新的宏 (macro) 文件夹，并在该文件夹内生成默认的宏文件。

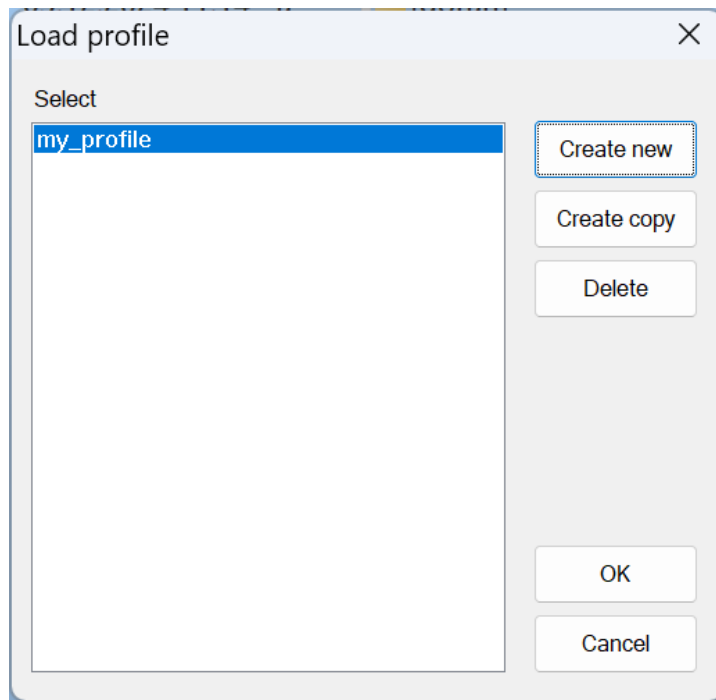


图 1.2 mikroCNC中新建或选择现有配置文件的窗口

程序启动后，需要通过菜单选项 **Config/Motion controller...**（配置/运动控制器...）来选择要使用的运动控制器（图 1.3）。可供选择的类型有：

- **DEMO（控制器模拟）**：用于模拟真实运动控制器工作方式的运动控制器。借助该功能，无需拥有任何 Audioms Automatika 运动控制器即可测试 mikroCNC 软件的功能。
- **USB 控制器（基于USB-MC）**，支持：
 - ISO-USB-BOX 运动控制器，
 - USB-MC 运动控制器，以及
 - USB-MC-INT 运动控制器。
- **ETH-MCI 控制器**，支持：
 - ETH-MCI 运动控制器，以及
 - ETH-COMPACT 运动控制器，
- **ETH-MC(BOX) 控制器**，支持：
 - ETH-MC 运动控制器，以及
 - ETH-BOX 运动控制器。

在该对话框中，还可以指定控制器的网络地址（仅适用于以太网运动控制器）。

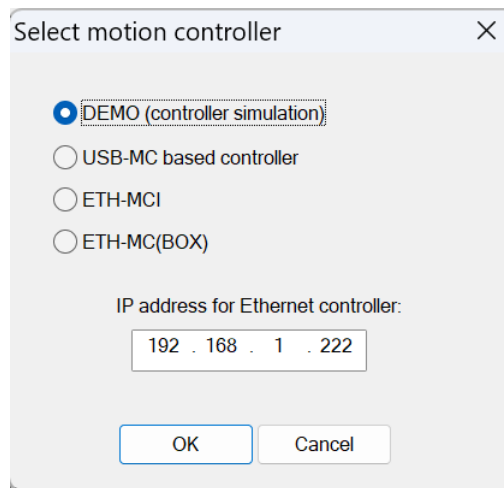


图 1.3 运动控制器选择对话框

此外，首次启动程序后，或创建新配置文件后，可能需要调整用户界面（UI）选项，例如主窗口的缩放比例（菜单 **Config/Setup.../UI options**（配置/设置.../界面选项），详见3.12节），以及应用程序的主题和语言（菜单 **3.12View/Theme,Language**（视图/主题、语言））。

注意：**mikroCNC** 程序也可以通过命令行启动，并可附加一个可选参数以指定要加载的现有配置文件名称。若提供了配置文件名称，则会跳过配置文件选择对话框。

1.2 支持的G代码（Supported G codes）

- G0, G1 - 快速定位与直线插补运动
- G02, G03 - 圆弧/螺旋插补运动，以直线段拟合实现
- G04 Pxxx - 暂停时间，单位为毫秒/秒
- G21 - 设置单位（被忽略）
- G28 - 返回参考点位置
- G28.1 - 对一个或多个轴执行回零
- G31 - 直线探测
- G40 - 取消刀具半径补偿
- G41 Dn Px - 开启左侧刀具半径补偿
- G42 Dn Px - 开启右侧刀具半径补偿
- G43 Hn - 启用刀具长度偏置补偿
- G49 - 取消刀具长度偏置补偿
- G52 - 设置临时坐标偏移

- G92 - 设置当前位置的坐标
- G92.1 - 重置临时坐标偏移
- G92.2 - 重置临时坐标偏移，但保留#变量
- G92.3 - 从#变量中读取临时坐标偏移
- G53 - 以机械坐标系移动
- G54-G59 - 设置当前工件坐标系
- G54.1 Px - 扩展工件坐标系设定格式，x=1-20
- G10 L2 Px - 设置工件坐标系x (x=1-20) 或当前坐标系 (x=0) 的偏置
- G61 - 精确停止模式
- G64 - 恒速度模式
- G15 - 取消极坐标模式 (返回笛卡尔坐标系)
- G16 Xxc Yyz - 进入极坐标模式，可选指定中心点：
- G17, G18, G19 - 工作平面选择
- G80 - 取消固定循环
- G81 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~
- G82 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~
- G83 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ Q~
- G73 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ Q~
- G85 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~
- G86 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~
- G88 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~
- G89 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~
- G98 退刀至上一个Z高度 (除非该高度低于R)
- G99 退刀至R高度
- G90 - 绝对坐标定位
- G91 - 相对坐标定位
- G90.1 - 圆弧I,J,K参数使用绝对坐标
- G91.1 - 圆弧I,J,K参数使用相对坐标
- Fxxx - 设置进给速度 (feedrate)
- Sxxx - 设置主轴转速 (控制PWM输出)

1.3 支持的M指令 (Supported M commands)

- M0, M1 - 程序停止
- M3, M4 - 启动主轴 (激活主轴继电器)

- M5 - 停止主轴
- M6 Tn - 换刀
- M7 - 开启雾状冷却 (mist coolant)
- M8 - 开启浇注冷却 (flood coolant)
- M9 - 关闭全部冷却液
- M10 Px - 快速开启数字信号Ext#x (用于激光)
- M11 Px - 快速关闭数字信号Ext#x (用于激光)
- M10 Qx - 设置PWM占空比, x=0-255 (用于激光)
- M98 Px, Ln - 调用子程序x, 重复n次
- Ox - 定义子程序起始
- M99 - 从子程序返回
- M30, M2 - 程序停止并倒回
- M47 - 从首行重新执行程序
- #num=value - 为G代码变量num赋值
- [#num1 + #num2 * ...] - 使用运算符 + - * / ^ 的表达式
- Nxxx - 行号 (被忽略)
- (,) - 注释的开始与结束
- ; - 从此处到行末均为注释
- 调用用户宏脚本的方式 :
Mxxx Lx Px Qx Rx - 所有参数均为可选

1.4 快捷键 (Shortcut keys)

软件 **mikroCNC** 支持以下快捷键 :

- Ctrl+0 GotoZero (回零点)
- Ctrl+O ToolOffsets window (刀具偏移窗口)
- Ctrl+R 运行程序
- Ctrl+S 停止
- Ctrl+W 倒回
- Ctrl+Space 进给保持 (Feedhold)
- Ctrl+E, Ctrl+~ 启用/禁用
- Ctrl+L 加载
- Ctrl+A 缩放显示全部
- Ctrl+P 主轴启动/停止
- Ctrl+H 回零流程
- Ctrl+Enter MDI 行
- Ctrl+D 诊断窗口
- Ctrl+Tab Jog & Mpg window (点动与手轮窗口)
- Alt+Enter 全屏
- Left-Right arrows 点动X轴

- Up-Down arrows 点动Y轴
- PgUp-PgDown 点动Z轴
- Shift+Jog Keys 全速点动
- Ctrl+Jog Keys 单步点动

2 软件主界面 (Main screen of the software)

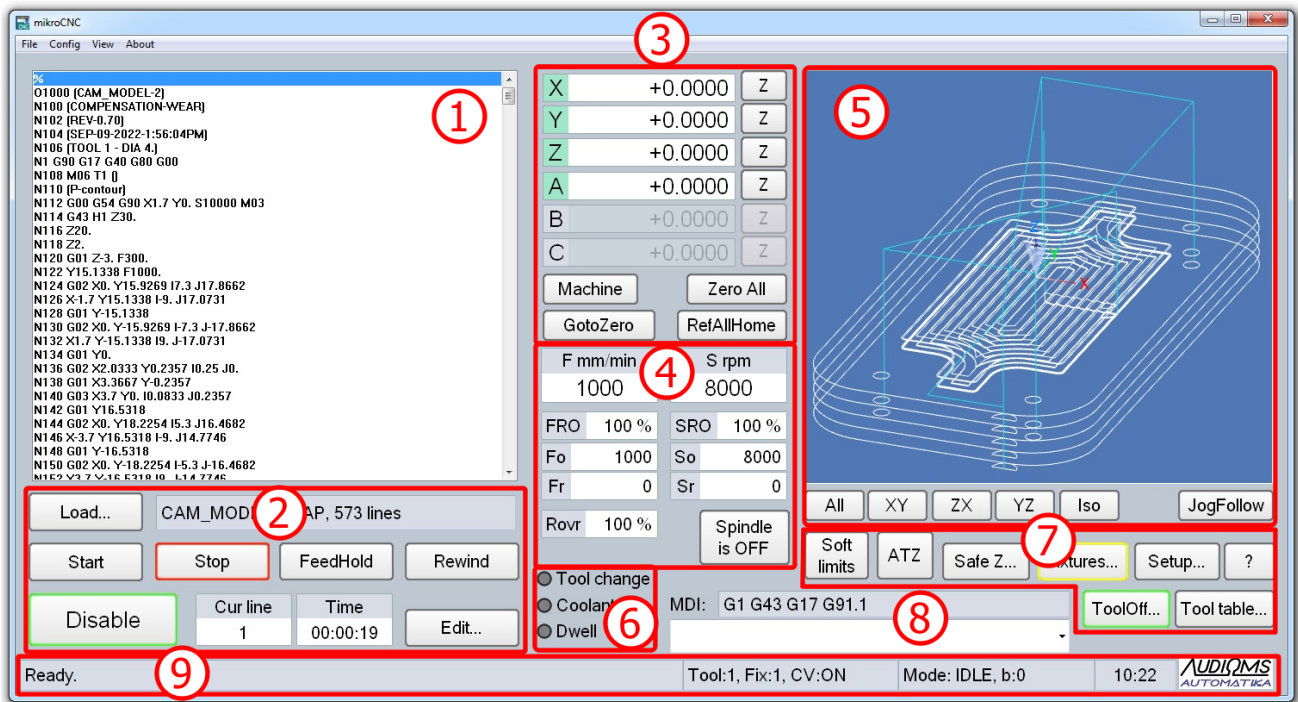


图 2.1 mikroCNC 主界面

在mikroCNC程序的主界面上（图 2.1），可以看到以下各个区域：

1. 该窗口显示已加载G代码程序的列表。用鼠标选中某一行代码，或使用键盘上下方向键导航，对应的路径段会在工具路径窗口（窗口5）中以红色高亮显示。程序执行过程中，当前正在执行的行会被高亮显示。在窗口内右键点击可打开包含更多选项的右键菜单，相关内容详见后续章节。5

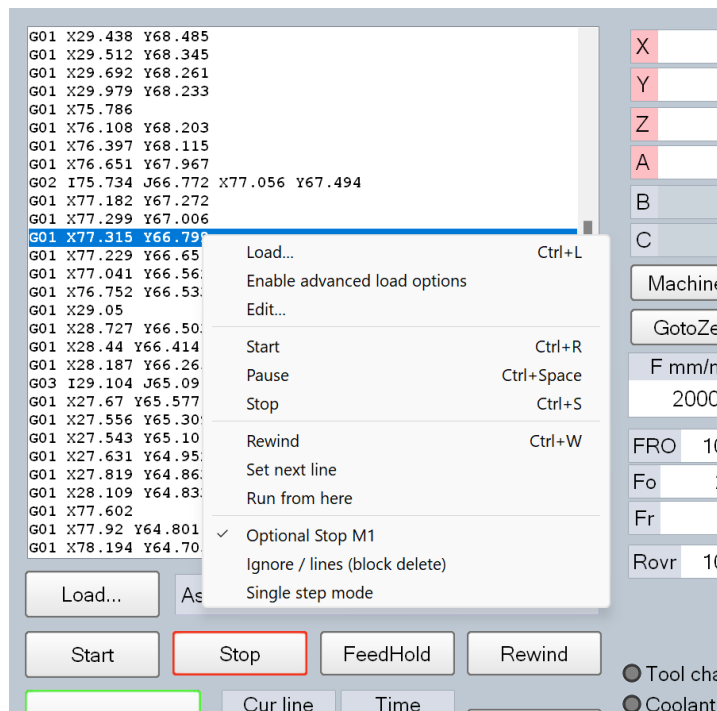


图 2.2 G代码右键菜单

2. 与G代码程序相关的控件：

- **Load** – 加载新的G代码程序
- **Start** – 开始执行已加载的G代码程序
- **Stop** – 立即停止所有操作
- **FeedHold** – 暂停G代码程序的执行。要继续执行，需按下 **Start** 按钮
- **Rewind** – 将程序返回到起始位置
- **Edit** – 启动编辑器以修改当前已加载的程序

3. 与轴坐标相关的字段组：

- **X,Y,Z,A,B,C 字段** – 显示所有轴的当前坐标。轴标签为**红色**表示该轴尚未完成回零 (referenced)，**绿色**表示该轴已完成回零。可直接在字段中输入数值，从而间接定义该轴的工件坐标偏移，使机床当前位置对应所需坐标
- **Z 按钮** – 每个轴均有对应按钮，用于对该轴清零，即设置该轴的工件坐标偏移，使当前坐标位置在工件坐标系中为0
- **Machine** – 按钮用于切换显示机械 (绝对) 坐标或工件 (相对) 坐标，具体取决于当前使用的偏移设置
- **Zero All** – 将所有轴清零，即设置所有轴的工件坐标偏移，使机床当前位置的所有坐标均为0
- **RefAllHome** – 按钮用于启动所有已使用轴的回零 (referencing) 流程
- **GotoZero** – 按钮用于将所有轴定位到零点位置

4. 与进给速度 (Feedrate) 和主轴 (Spindle) 相关的字段组

- **F mm/min** – 该字段显示当前设置的**进给速度 (feedrate)** 标称值。该数值通常由G代码程序设定，但也可手动输入
- **FRO** – 进给倍率 (feedrate override)，表示对设定的标称进给速度进行增减的百分比，范围0-200%。设置方式为先选中该字段，再用鼠标滚轮或键盘上下方向键增减数值。

鼠标右键点击或按HOME键（当字段处于焦点状态时）可将其重置为默认值（100%）。按ENTER或点击字段外任意位置结束编辑。

- **Fo** – 倍率后进给速度（feedrate overridden），显示应用FRO字段的增减倍率后的实际进给速度值
- **Fr** – 实际进给速度（real feedrate），显示机床当前运动中实际达到的进给速度，其取决于路径形状、各轴设置的最大速度与加速度等多种因素
- **Rovr** – 快移倍率（rapid override），表示对快速（G0）移动速度进行增减的百分比。编辑方式与FRO字段相同。
- **S rpm** – 主轴工作转速的设定标称值
- **SRO** – 主轴倍率（spindle rate override），表示对主轴工作转速标称值进行增减的百分比。编辑方式与FRO字段相同。
- **So** – 倍率后主轴转速（spindle overridden），显示应用SRO字段的增减倍率后的主轴转速值
- **Sr** – 主轴实际转速 [rpm]。要启用实际转速的识别功能，需要设置Index 输入，用于读取安装在主轴上的传感器发出的脉冲信号
- **Spindle ON/OFF** – 按钮用于顺时针方向开启/关闭主轴电机（相当于M3指令）

5. 工具路径视图窗口以图形方式显示加工路径。在窗口内按住鼠标左键并移动，可旋转视图以获得所需的观察角度。以同样方式使用鼠标右键可平移视图。使用鼠标滚轮可进行缩放/取消缩放。按住鼠标中键并上下移动同样可实现缩放。在该区域内右键点击可打开包含工具路径显示选项的右键菜单。

与工具路径视图相关的控制按钮：

- **All** – 缩放窗口内容，使整条工具路径完整显示
- **XY** – 设置为XY视图（俯视）
- **ZX** – 设置为ZX视图（前视）
- **YZ** – 设置为YZ视图（侧视）
- **Iso** – 设置为等轴测视图
- **JogFollow** – 按钮用于开启/关闭点动跟随模式，此模式下窗口显示（视角）会自动跟随刀具的运动

6. 指示灯组：

- **Tool change** – 换刀操作进行中时亮起
- **Coolant** – 冷却系统开启时亮起
- **Dwell** – 暂停有效时亮起（通过G04指令设置，或由启动/停止主轴等其他功能触发）

7. 选项：

- **Soft limits** - 按钮用于切换软件限位检查功能的开/关
- **ATZ** – 自动对刀（Auto Tool Zero），按钮用于启动通过Z轴探测实现的自动对刀调整功能。需事先设置用于接触检测的 **Probe input**（探针输入）
- **SafeZ...** – 按钮用于打开设置SafeZ（安全高度）相关选项的对话框
- **Fixtures...** – 按钮用于打开查看和调整工件坐标系偏移的窗口
- **Tool table...** – 按钮用于打开查看和调整刀具表内容的窗口
- **ToolOff..** – 该按钮用于打开刀具偏移调整的辅助窗口

- **Setup...** – 按钮用于打开程序的主设置界面
8. **MDI, Manual Data Input** – 该行用于手动输入并执行G代码和M代码指令 (Manual Data Input, 手动数据输入)。MDI行上方为状态行, 显示当前的G代码运行模式。为清晰起见, 仅显示与默认值不同的运行模式。部分参数 (当前刀具、当前有效的偏移、CV模式) 显示在窗口底部的程序状态行中。
 9. **Program status line** – 显示提示信息、错误信息以及当前状态。

3 设置说明 (Setup instructions)

3.1 常规设置 (General settings)

Setup dialog (图 3.1) 在mikroCNC软件中可通过菜单 **Config -> Setup** (配置 -> 设置) 打开。

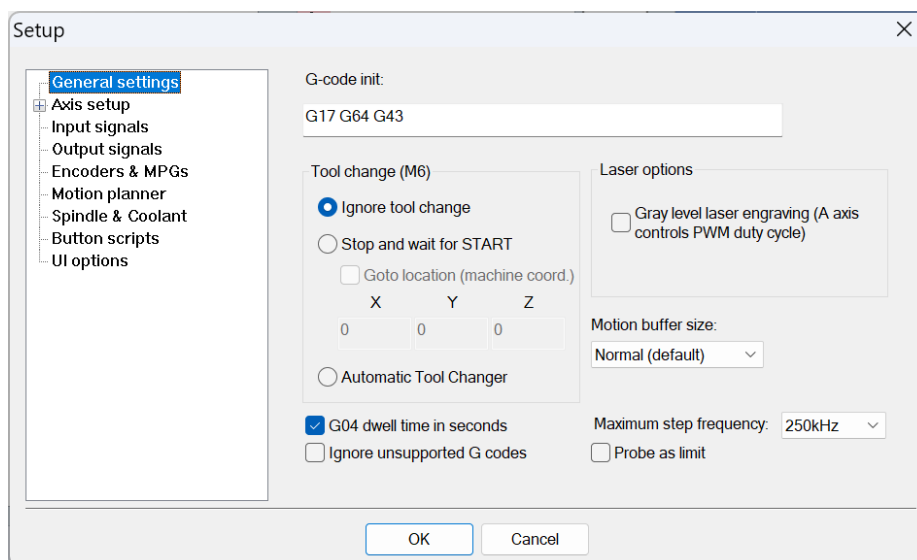


图 3.1 常规设置对话框

G-code init – 用于初始化G代码参数的指令。该初始化会在mikroCNC软件每次启动时执行。

Tool change (M6) – 换刀指令有三种选项：

- **Ignore tool change** – 忽略M6指令,
- **Stop and wait for START** – 遇到M6指令时, G代码执行暂停, 等待操作员手动换刀。此外, 还可选择 (Goto location) 选项, 使机床自动定位到指定的换刀位置。按下**START**按钮 后继续执行G代码程序。

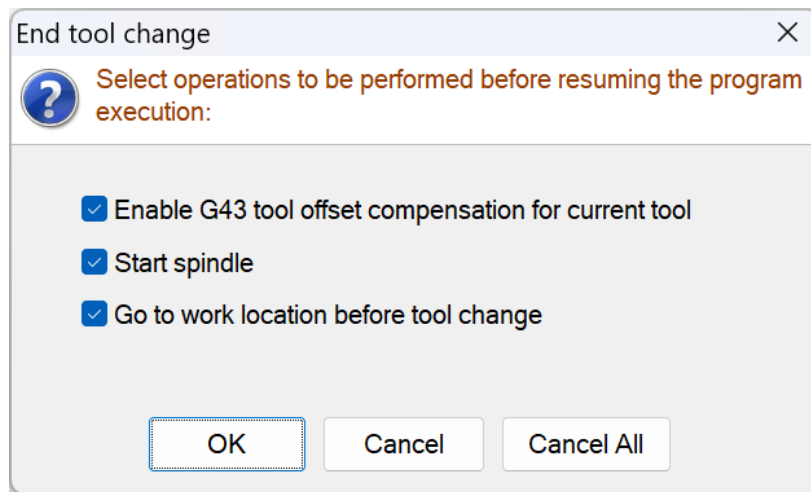


图 3.2 换刀结束对话框

此外，还可以选择在继续执行程序前应执行的动作（图 3.2）。

- **Automatic Tool Changer** – 执行用户自定义的 **M6** 脚本以完成自动换刀流程

Laser options – Gray level laser engraving (A axis controls PWM duty cycle) – 该选项用于图像的激光雕刻，支持8位调色板，即256级灰度。启用该选项后，A轴将用于控制激光功率。换言之，A轴的“运动”指令（0.0到0.255）直接控制PWM输出占空比。PWM输出的配置方式与主轴电机控制相同。G代码中的Sxxxx指令依然有效，区别在于此时用于设置最大PWM占空比。G代码须通过专用软件工具由位图图片生成。

Motion buffer size – 与控制器通信所使用的运动缓冲区大小。可选Small（小）、Normal（正常）、Large（大）三种。缓冲区越大，通信的稳健性和可靠性越好，但启动某些指令时的初始延迟也会更大。这种延迟例如适用于G代码运动，但不适用于由控制器自主执行的点动（Jog）运动。

G04 dwell time in seconds – 启用该选项后，G04指令的暂停时间以秒为单位指定，否则默认以毫秒为单位。

Ignore unsupported G-codes – 启用该选项后，执行G代码程序时将忽略未知（不支持）的G指令，否则遇到未知指令时会报错并停止程序执行。

Maximum step frequency – 用于设置Step信号的最大频率。可选择控制器支持的全部最大频率或该最大频率的一半。降低最大频率有助于避免所控制的硬件（步进/伺服驱动器）因无法承受较高频率（或所需脉冲宽度）而丢步。

Probe as limit – 启用该选项后，在未进行探测操作（G31）期间若探针输入（Probe input）被激活，将被视为触发了限位开关，从而停止所有操作并进入ESTOP（急停）模式。

3.2 轴设置 (Axis setup)

轴设置部分可配置大量参数，这些参数按以下小节分类说明。

3.2.1 轴输出引脚 (Axis output pins)

Axis output pins对话框 (图 3.3) 用于调整所有轴 (含主轴轴) 的**Step** 和**Dir** 输出引脚。 **Step** 和**Dir** 的有效引脚编号范围为1到运动控制器所支持的最大引脚数。

对于需要启用的轴，需要打开 **Enable** 开关。

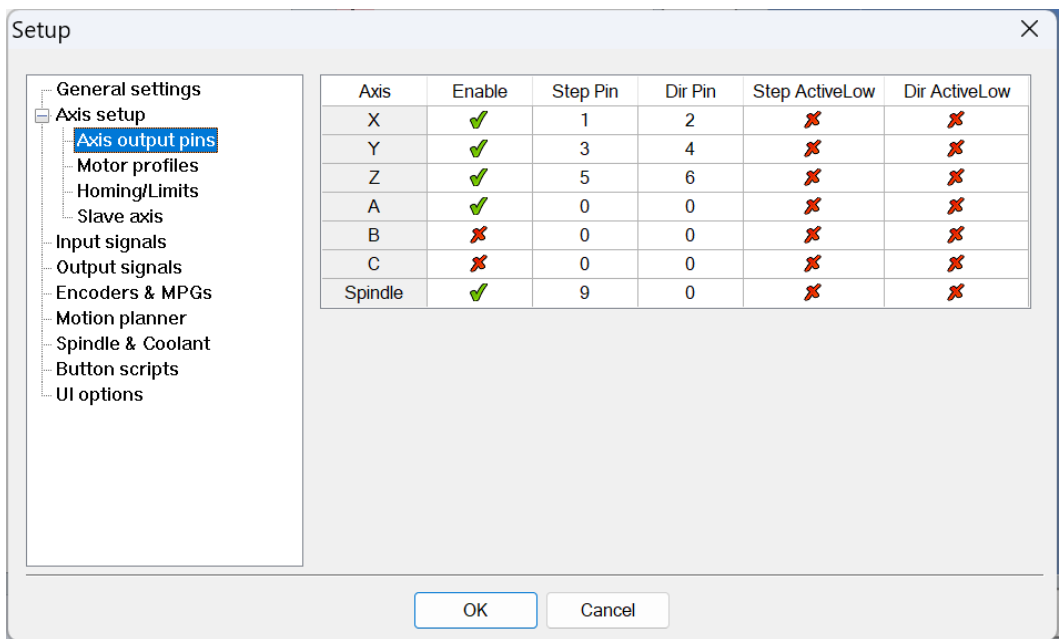


图 3.3 轴输出引脚

Active low 开启时表示输出信号采用反逻辑，即处于激活状态时电压为0V。

主轴轴既可通过PWM输出控制，也可通过Step&Dir输出控制 (Spindle & Coolant对话框) 。

若通过PWM输出控制，则只需设置主轴轴的Step引脚，该引脚将作为PWM信号的输出引脚。若通过Step&Dir信号控制，则需要同时设置主轴轴的Step和Dir信号。

注意事项：

- 若所用控制器或附加板卡集成有将PWM输出信号转换为模拟电压的电路，且需要使用该电路，则需根据所用硬件的说明文档设置PWM输出引脚。
- **USB-MC控制器最多支持6个轴的同时运行。若主轴轴采用Step&Dir控制，则需禁用其他某一轴。若主轴电机采用PWM控制，则可启用全部7个轴。**

3.2.2 电机参数配置 (Motor profiles)

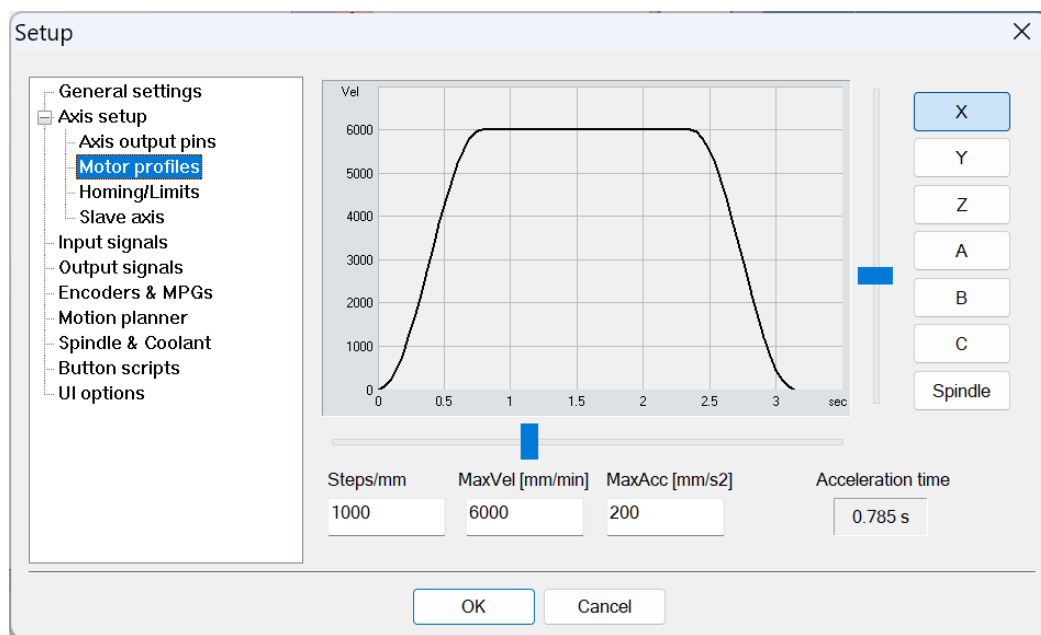


图 3.4 电机参数配置对话框

Motor profiles对话框（图 3.4）用于调整所有轴的电机参数和运动曲线。曲线形状（梯形或S型曲线）通过 Motion planner 对话框（图 3.12）设置。

- **Steps/mm** – 对应轴每毫米的步数，
- **MaxVel[mm/min]** – 对应轴的最大运动速度，以及
- **MaxAcc [mm/s²]** – 对应轴的最大加速度

Acceleration time – 该字段显示按当前设置从0加速到最大速度所需的计算时间。

3.2.3 回零/限位 (Homing/Limits)

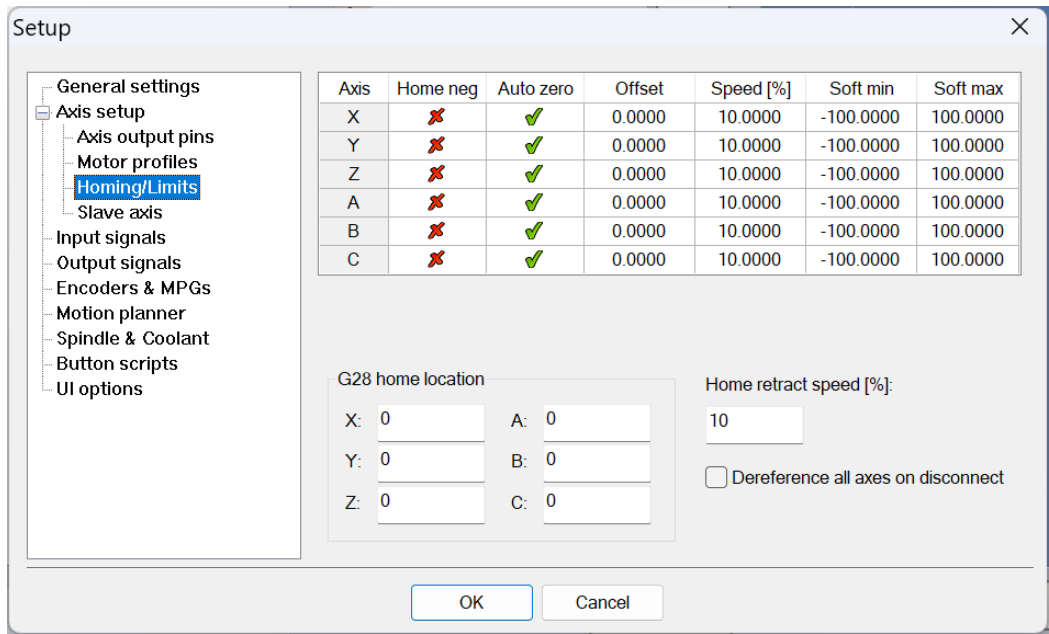


图 3.5 回零/限位对话框

Homing/Limits对话框（图 3.5）用于设置机床回零（referencing）以及软件限位相关的选项。

对每个轴均可设置：

- **Home neg** – 回零方向与默认方向相反（默认是沿轴负方向移动至回零开关）。该选项通常用于Z轴。
- **Auto Zero** – 在回零开关处自动将该位置设为零点
- **Offset** – 回零开关位置的偏移修正值。启用 **AutoZero** 选项时，会将该值而非零值写入该轴在回零开关处的位置
- **Speed** – 回零过程中该轴的运动速度，以该轴最大速度的百分比表示
- **Soft min** – 软件限位最小值
- **Soft max** – 软件限位最大值

NOTE: ETH-MCI and ETH-COMPACT 注意：固件版本0.58及以上的ETH-MCI和ETH-COMPACT运动控制器，具备通过为主轴和从动轴分别设置不同的**Offset** 参数来微调龙门方正度（gantry squareness）的功能。当调整机床上回零开关的物理位置不方便时，可使用该功能。

其工作方式如下：

当检测到主轴和从动轴的回零偏移值不同时，将利用这两个偏移值的差值，在回零完成后执行轴校正移动。该校正距离可正可负，但校正移动的方向始终是远离开关的方向。

因此，根据校正符号的不同，主轴或从动轴将被移动以完成校正。

回零完成后，主轴和从动轴都会被设置为相同的（主轴的）回零偏移值。

使用该选项的前提条件是：主轴和从动轴各自拥有独立的回零开关，并且未使用**Home Slave With Master**选项（详见下一节说明）。

对于其他运动控制器，目前要求主轴和从动轴的**Offset**值必须相等。

G28 – home location – 由6个坐标定义的位置，当调用**G28**指令时机床将移动到该位置。

Home retract speed [%] – 回零过程中从回零开关处退回的速度，以该轴回零速度的百分比表示

Dereference all axes on disconnect – 当与控制器的通信中断时，由于机床状态已不可知，所有轴都会被取消回零标记（dereferenced）。这表示需要重新对机床进行回零操作。

3.2.4 从动轴（Slave axis）

Slave Axis对话框（图 3.6）用于设置从动轴。每个主轴（X、Y、Z轴）都可以选配一个从动轴（A、B或C轴），用于跟随主轴的运动。

Motor Profiles对话框中的设置对于从动轴和主轴应完全一致，以确保运动同步。同样适用于 **Homing/Limits**对话框。

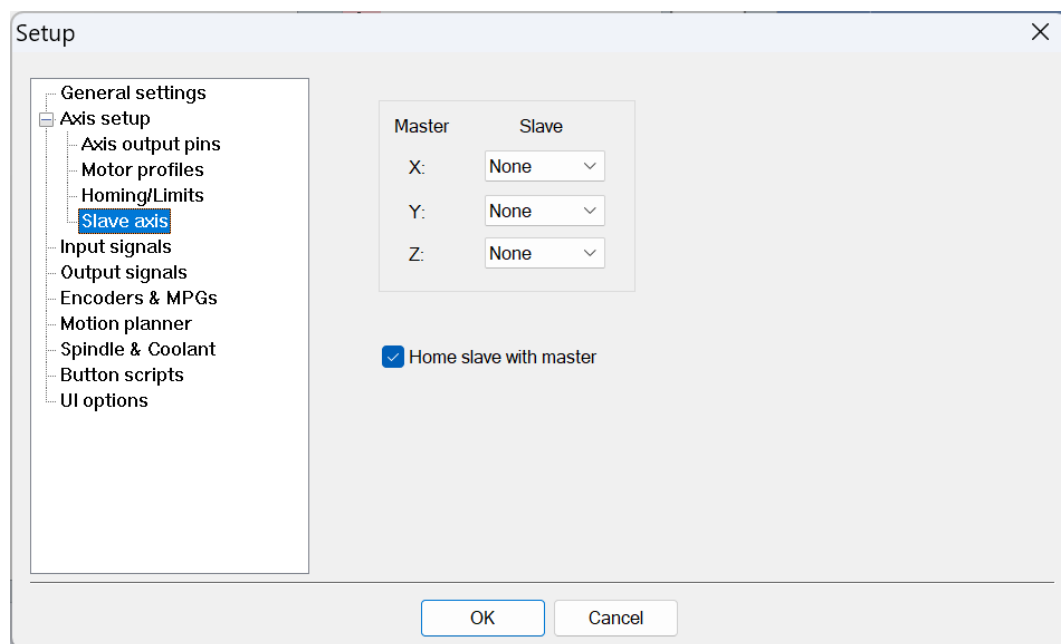


图 3.6 从动轴对话框

Home slave with master – 该选项决定回零机床时从动轴的回零方式。启用该选项后，从动轴在回零过程中会与主轴完全一致地运动，此时不需要（不使用）从动轴自身的回零开关。

禁用该选项时，主轴和从动轴分别独立回零。回零过程会同时启动，但两轴在回零过程中不会直接联动。此时，主轴和从动轴必须各自配备独立的回零开关，且这些开关必须连接到运动控制器上不同的输入端。

3.2.5 反向间隙补偿 (Backlash compensation)

反向间隙补偿功能受ETH-MC、ETH-BOX和ETH-MCI运动控制器支持。该对话框允许分别为各轴设置以毫米为单位的反向间隙补偿值。还可以设置反向间隙校正移动的速度，以对应轴最大速度的百分比表示（图 3.7）。

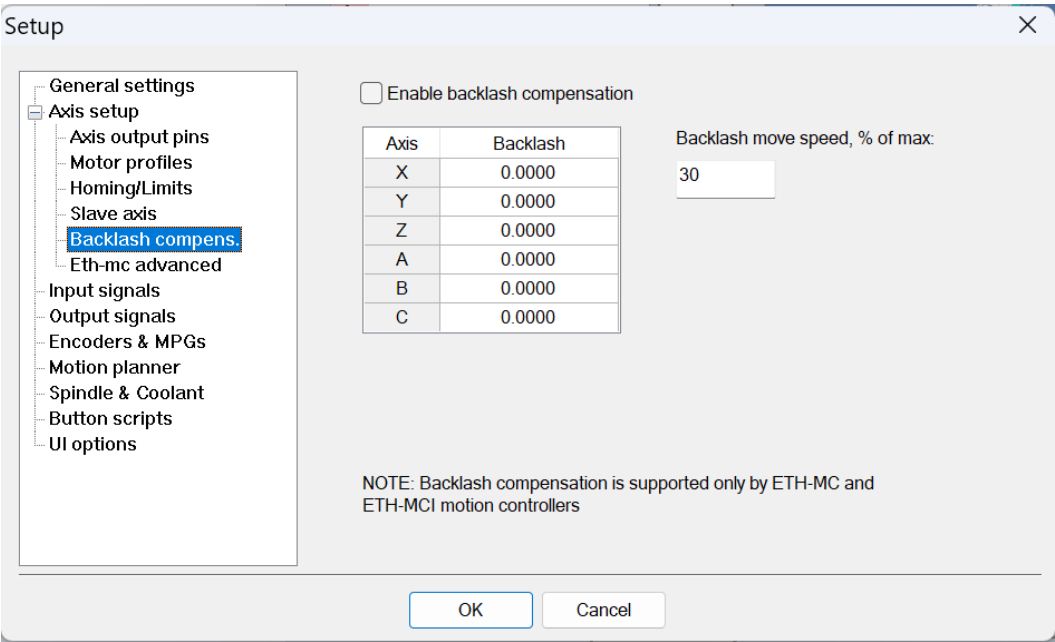


图 3.7 反向间隙补偿对话框

3.2.6 ETH-MC高级选项 (ETH-MC advanced options)

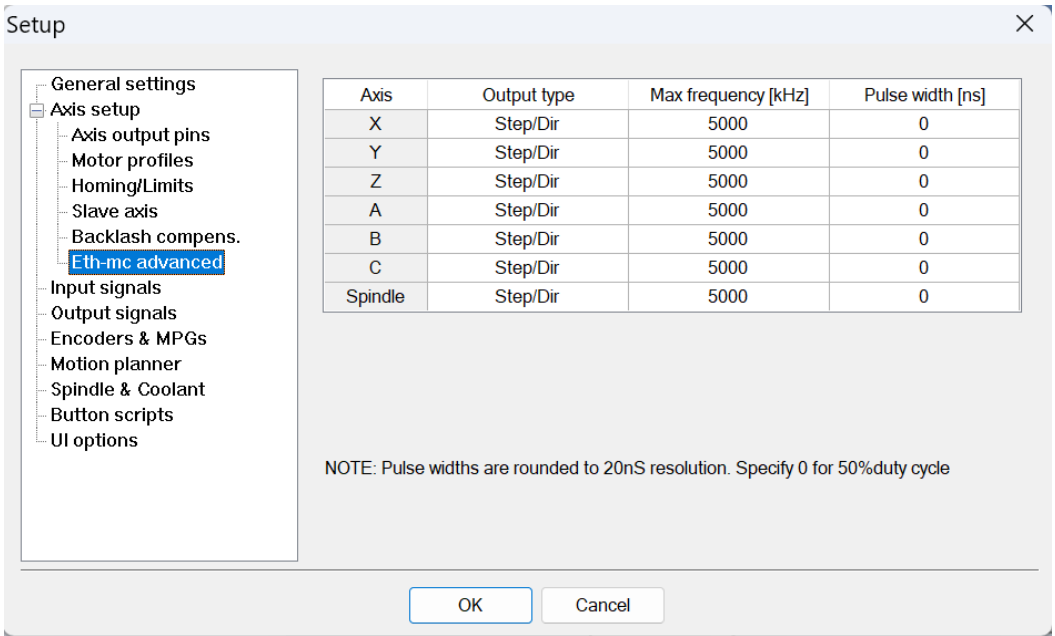


图 3.8 ETH-MC高级选项对话框

ETH-MC和ETH-BOX运动控制器针对每个轴分别提供以下高级设置 (图 3.8) :

- **Output type** – 轴信号输出类型 : Step/Dir、CW/CCW 和 Quadrature (正交)
- **Max frequency [kHz]** – 该轴的最大频率 , 可选100、200、500、1000、2500及5000 kHz
- **Pulse width [ns]** – 步进脉冲宽度 , 单位为ns (输入0表示50%占空比)

3.3 输入信号 (Input signals)

Input signals对话框 (图 3.9) 用于配置各类输入信号所对应的输入引脚。

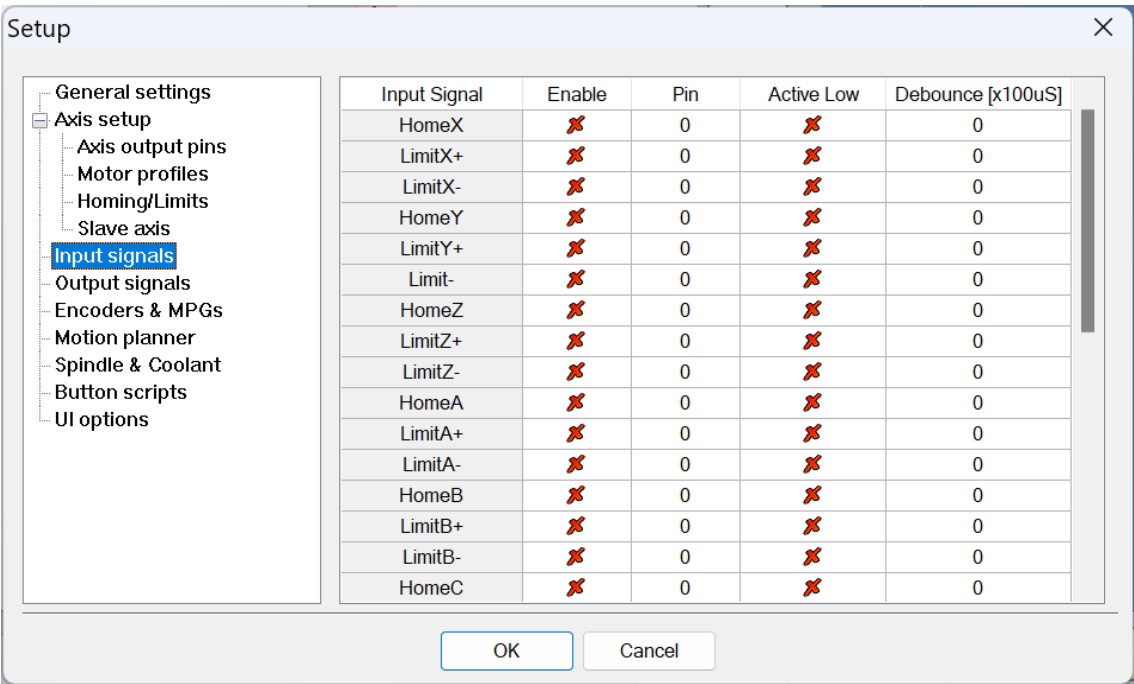


图 3.9 输入信号对话框

- **Input Signal** – 输入信号名称。
- **Enable** - 需要使用的信号必须启用。
- **Pin** – 设置输入引脚 , 取值范围为1到运动控制器所支持的最大输入引脚数。
- **ActiveLow**
启用后 , 信号采用反逻辑 , 即输入值为0V时视为激活状态 , 为5V时视为非激活状态 (针对TTL输入) 。
- **Debounce [x100uS]** – 该输入去抖动滤波器的持续时间。去抖动是一种低通滤波 , 用于抑制噪声和短暂的信号抖动 (例如机械开关不可避免会产生的抖动) 。当指定了去抖动时间 (非0) 后 , 输入必须在该时长内保持稳定值 (激活或非激活状态) , 新数值才会被视为有效 , 信号状态才会随之改变。

3.4 输出信号 (Output Signals)

Output signals对话框 (图 3.10) 用于配置输出信号所对应的引脚。

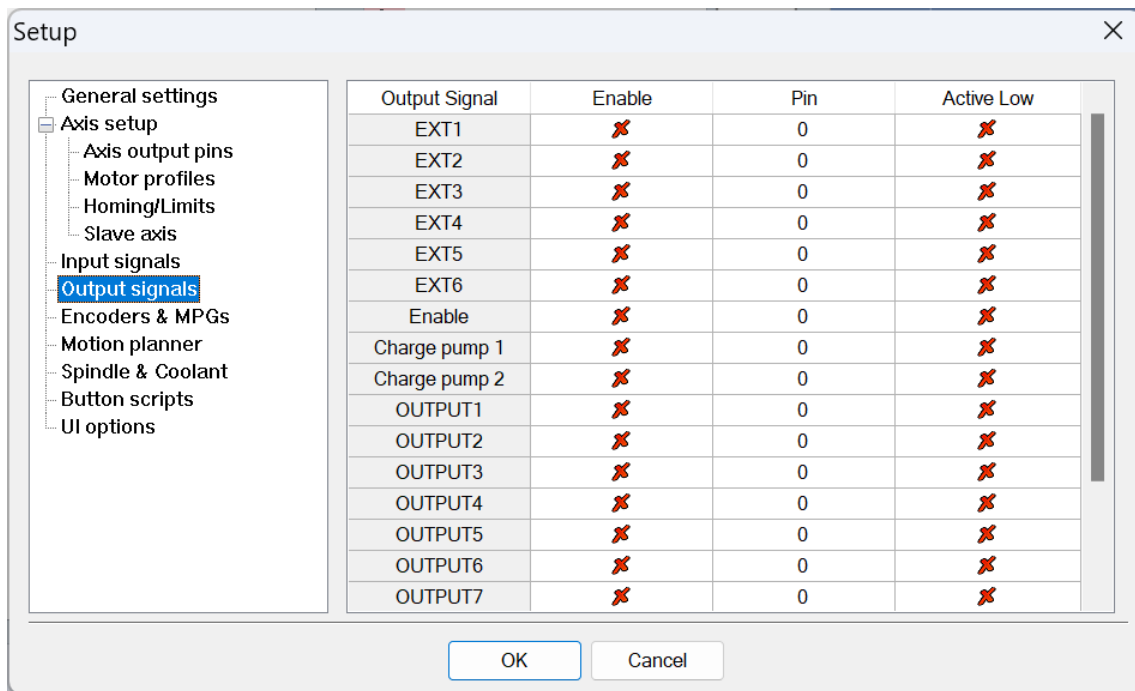


图 3.10 输出信号对话框

- **Output Signal** – 输出信号名称。
- **Enable** – 需要使用的信号必须启用。
- **Pin** – 设置输出引脚，取值范围为1到运动控制器所支持的最大输出引脚数。
- **ActiveLow** – 启用后，信号采用反逻辑，使得信号处于激活状态时输出引脚上的电压值为 0V（逻辑零）。

3.5 编码器与手轮 (Encoders & MPGs)

Encoders & MPGs对话框（图 3.11）用于配置连接到运动控制器的手轮（MPG）和增量编码器的引脚及选项。

- **Input** – 设备名称。
 - **Enable** – 需要使用的输入必须启用。
- Note: 注意：USB-MC和ETH-MCI运动控制器最多支持读取两个编码器/手轮。若启用数量超过两个，则最先启用的两个将生效。**
- **A pin** – 编码器或手轮的A引脚。
 - **B pin** – 编码器或手轮的B引脚。
 - **Debounce [x100ns]** – 输入滤波去抖动时间。
 - **Step** – 编码器每个脉冲对应的移动步长，单位为mm。由于采用x4编码解析模式，编码器每转动一格（detent）通常会产生4个脉冲，因此若希望每格对应1mm，应填入0.25。

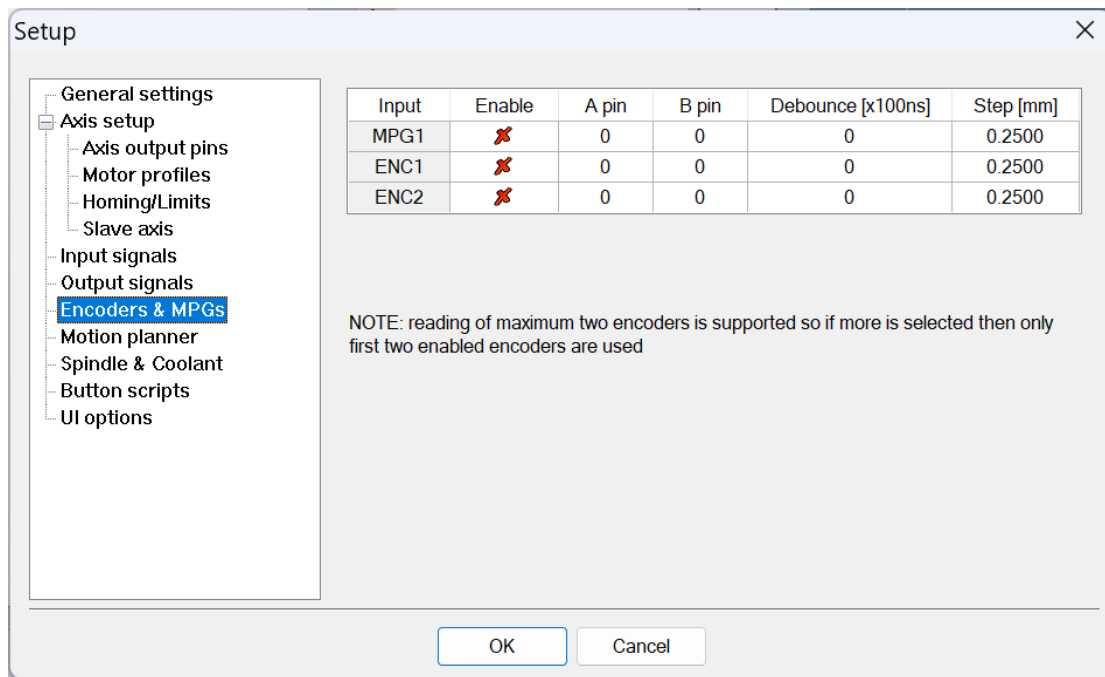


图 3.11 编码器与手轮对话框

3.6 运动规划器 (Motion planner)

Motion planner对话框 (图 3.12) 用于设置与轨迹规划相关的选项。

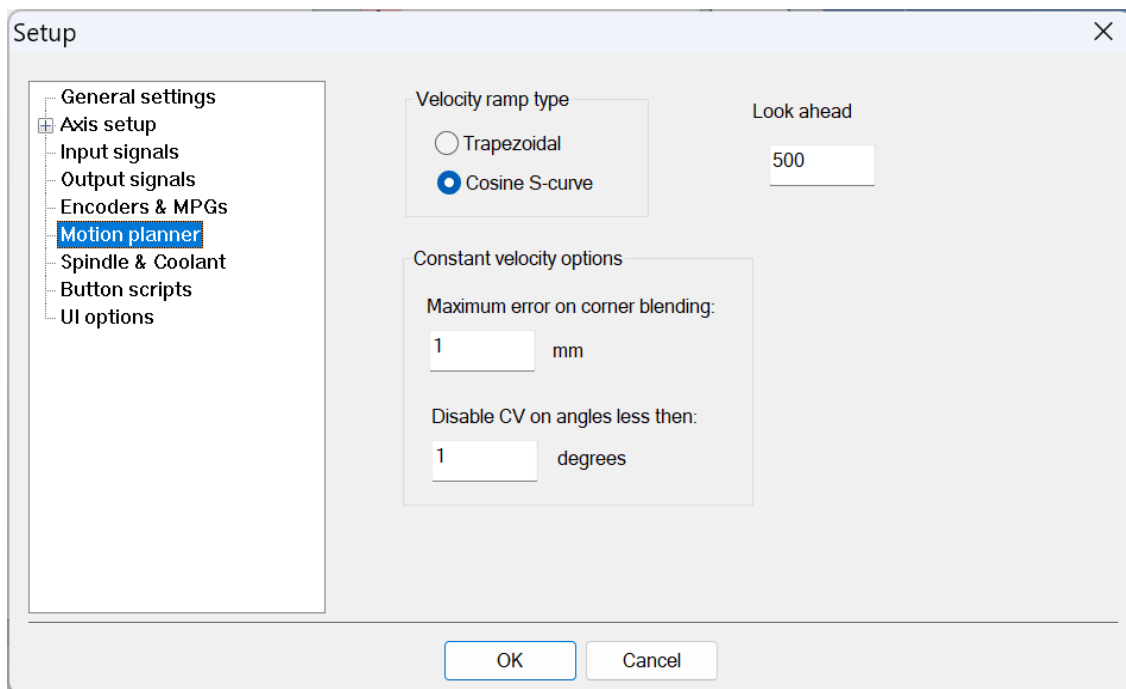


图 3.12 运动规划器对话框

Velocity ramp type – 速度变化曲线：

- **Trapezoidal** – 梯形曲线，加减速过程中速度变化为线性
- **Cosine S-curve** – S型曲线，速度和加速度的变化平滑且连续

Constant velocity options – 与沿路径运动的恒速 (CV) 模式相关的选项：

- **Maximum error on corner blending [mm]** – 从一段路径过渡到另一段时，拐角处允许的最大偏差（拐角圆角化）。运动规划器会在遇到拐角时降低运动速度，以满足所设置的最大偏差要求。
- **Disable CV on angles less than [度]** – 对于小于指定角度的尖锐拐角，CV（恒速）运动模式将被临时禁用。这确保拐角不会被圆角化，运动轨迹将精确经过连接各段路径的点。

3.7 主轴与冷却液 (Spindle & Coolant)

Spindle & Coolant对话框（图 3.13）用于调整与主轴及冷却系统控制相关的选项。

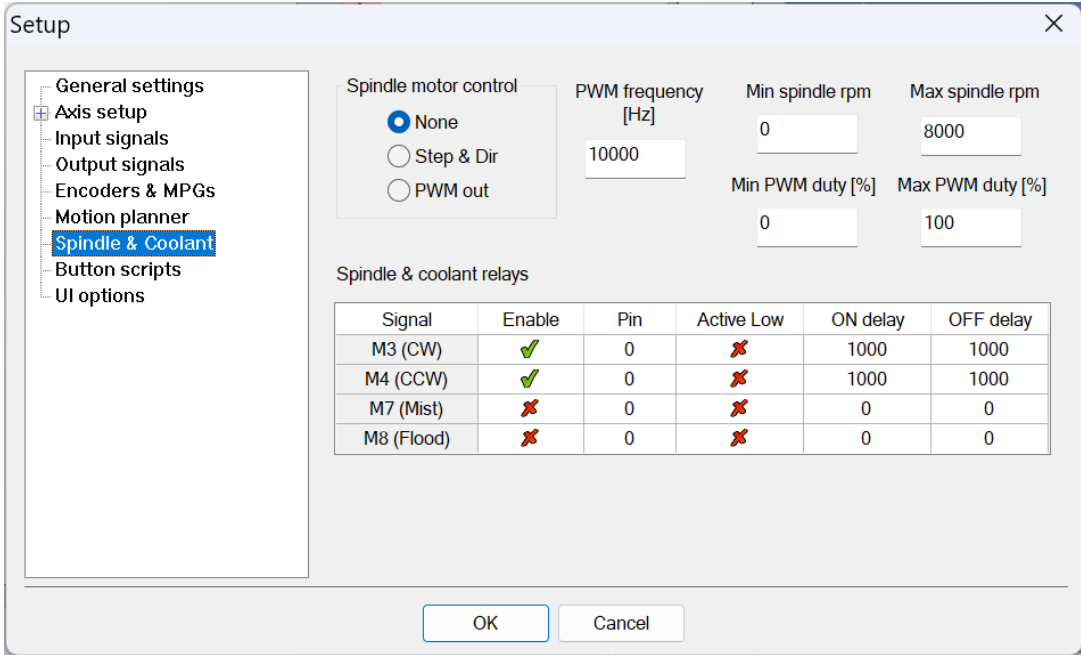


图 3.13 主轴与冷却液对话框

Spindle motor control – 主轴的电机控制类型：

- **None** – 不使用电机控制
- **Step & Dir** – 主轴电机通过Step & Dir信号控制
- **PWM out** – 主轴电机转速通过PWM输出控制

PWM frequency [Hz] – PWM信号频率

Min spindle rpm – 主轴最低转速

Max spindle rpm – 主轴最高转速

Min PWM duty [%] – PWM最小占空比

Max PWM duty [%] – PWM最大占空比

Note: PWM输出引脚通过 **AxisOutputPins** 对话框设置。

可通过表格调整的功能：

- M3(CCW) – 用于以逆时针方向启动主轴的继电器
- M4(CW) – 用于以顺时针方向启动主轴的继电器
- M7(Mist) – 用于启动雾状冷却功能的继电器
- M8(Flood) – 用于启动浇注冷却功能的继电器

Spindle & Coolant relays 表 – 配置主轴与冷却液继电器的输出引脚及选项

- **Enable** – 需要使用的功能必须启用。
- **Pin** – 用于激活继电器的数字输出。
- **ActiveLow** – 反转输出的激活状态。
- **ON delay** – 启动某功能时施加的暂停时间（单位ms），即在继续后续操作前等待的时间。
- **OFF delay** – 停止某功能时施加的暂停时间（单位ms），即在继续后续操作前等待的时间。

3.8 THC通用设置 (General THC)

该对话框用于设置同时适用于内部和外部两种THC调节器类型的选项（图 3.14）。

NOTE : THC界面详见第6节说明。6

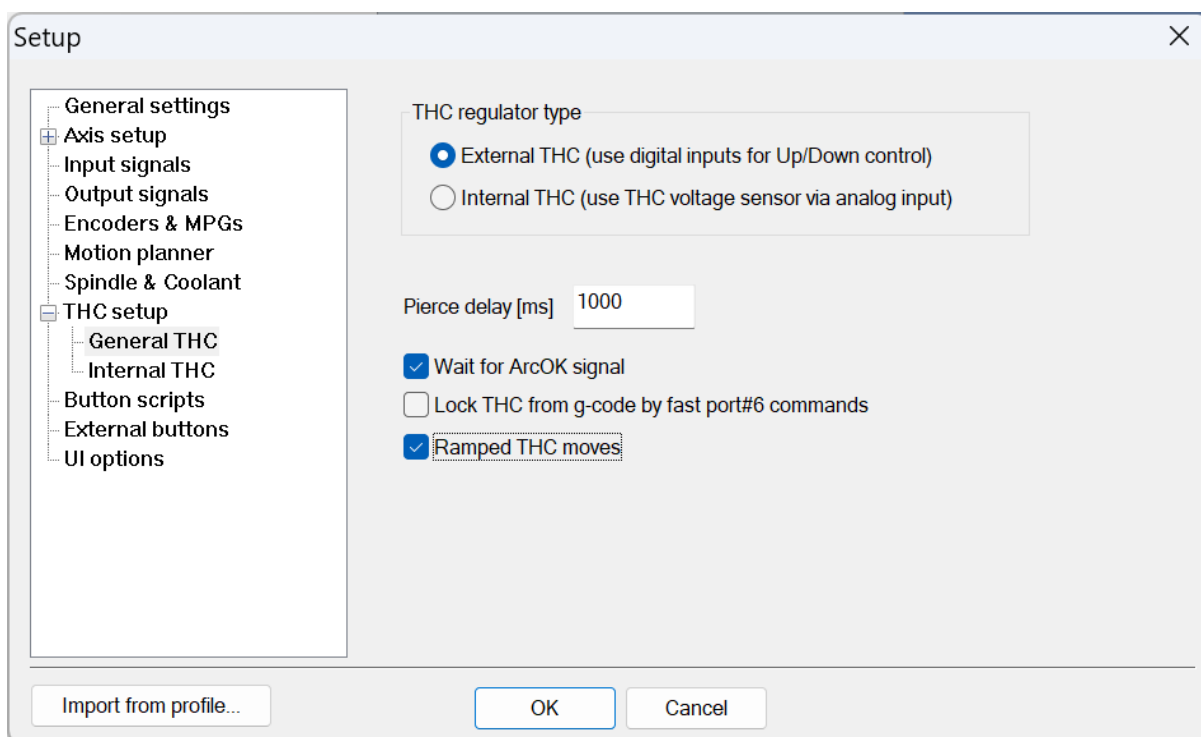


图 3.14 THC通用设置对话框

THC regulator type – 选择调节器类型：内部（internal）或外部（external）。内置的内部 THC 调节器使用专用THC传感器监测电弧电压。THC传感器除调节电压水平外，还提供电气隔离和干扰抑制功能。内部调节器参数的调整方式详见下文（**Internal THC**）（图 3.17）。

Pierce delay [ms] – 材料穿透暂停时间。即检测到电弧出现后，在该暂停时间内禁止THC运动（上/下）。设置此暂停是为了等待材料被穿透后电弧电压稳定，随后再开始在x-y平面内切割材料的运动。

Wait for ArcOK signal – 启用该选项后，用于点弧的M3指令执行时，G代码程序会暂停，直到检测到电弧出现为止。电弧的出现通过外部提供的 **ArcOK** 信号检测；若使用内部调节器，也可基于电弧电压使用内部检测方式。检测到电弧后，程序继续执行。

If this option is not enabled：若未启用该选项，则程序在M3指令后不会暂停，此时需要在M3指令后手动插入适当的固定暂停。该暂停可通过G4指令插入，也可通过调整 **Spindle & Coolant** 对话框中的**ON delay**参数实现。

Lock THC from g-code by fast port#6 commands – 启用该选项后，可根据需要使用**M10P6** 和**M11P6** 指令，从G代码中禁止或允许THC运动。

有时需要通过G代码指令临时禁用THC运动。例如切割小孔时，切割过程中材料碎片脱落形成空洞；又如切割带尖角的轨迹时，X-Y平面内的运动速度会降低，从而导致等离子割枪下降等情况。

为此选用了用于输出端口控制的快速指令（最初用于激光应用）。这类控制方式具有若干优点：指令执行速度快、无执行延迟，且能保持CV（恒速）运动的连续性，因此这些指令可以在切割轨迹中途下达，并与G代码轴运动理想同步。

NOTICE: 需要提醒的是，严格来说，这些快速端口指令**会在程序中下一次G代码运动开始时才被执行**。

Ramped THC moves – 启用该选项后，THC运动将按照Z轴的设置进行加减速。否则，THC沿Z轴的运动将以预设速度立即开始，并同样立即停止。

该选项受ETH-MC和ETH-MCI运动控制器支持。

3.8.1 外部THC调节器 (External THC regulator)

外部调节器是一种附加设备，其功能是在切割过程中监测电弧电压，并据此指示运动控制器上下移动Z轴，以将电弧电压维持在设定值。运动控制器通过数字输入接收这些信号（图 3.15）。

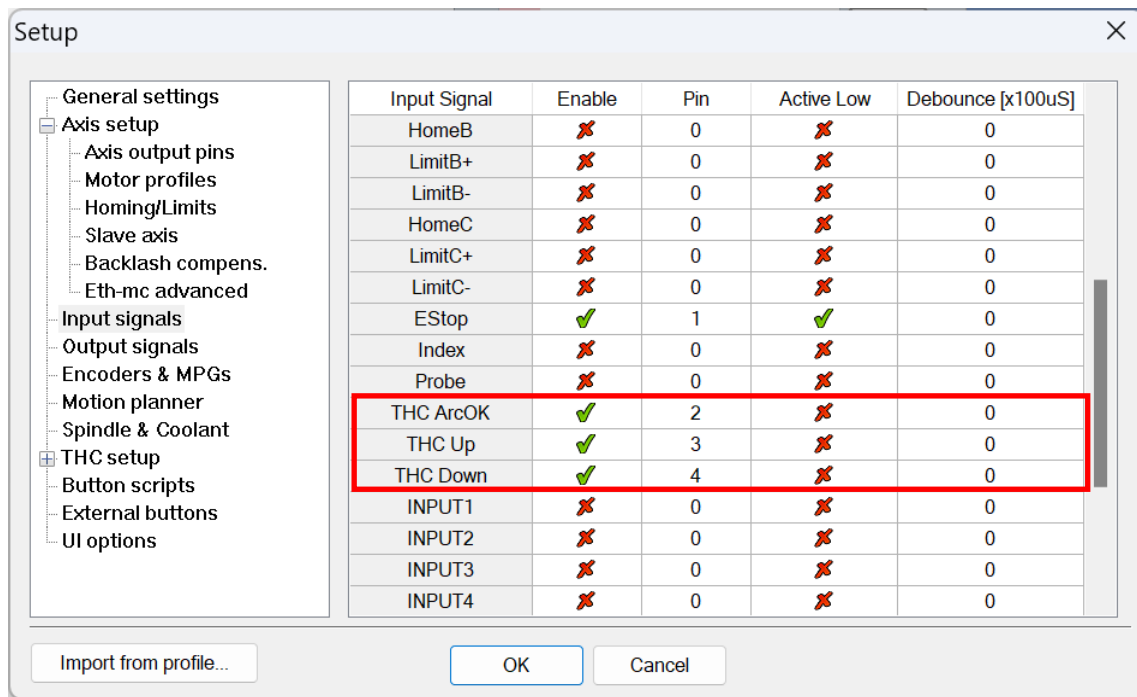


图 3.15 外部THC调节器输入引脚设置

与外部THC调节器配合使用的信号有：

- **THC ArcOK** – 该输入可用于接收电弧存在检测信号。该信号为可选项，可通过关闭前述的**Wait for ArcOK signal**选项来忽略等待电弧信号，
- **THC Up** – 指示运动控制器将Z轴向上移动的指令，以及
- **THC Down** – 指示运动控制器将Z轴向下移动的指令。

3.8.2 内部THC调节器 (Internal THC regulator)

Audioms运动控制器的内部THC调节器取代了外部调节器的功能，完全通过硬件实现（图 3.17）。要使用该功能，需要通过专用隔离接口（THC传感器，图 3.16）将等离子设备输出的电压信号引入运动控制器的模拟输入端。

NOTE: 有关THC传感器的更多信息，请访问 www.audiohms.com



图 3.16 THC传感器

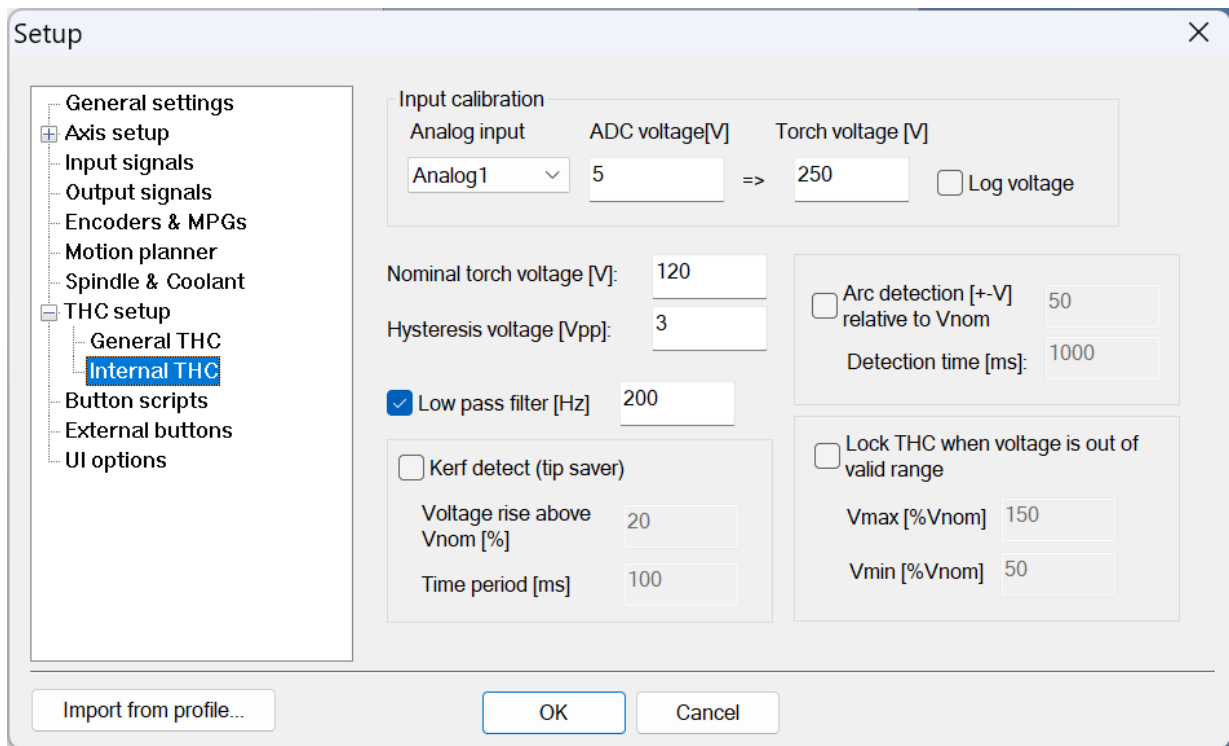


图 3.17 内部THC调节器参数设置

Input calibration（输入校准）

用于将等离子设备连接到Audioms运动控制器的接口具有特定的电压转换比，即将等离子设备输出的高电压降低到适合Audioms运动控制器读取的电压水平。THC传感器的该转换比为1:50（可选1:1）。图 3.16 展示了THC传感器的外观。

为了根据模拟输入端读取的数值正确计算电弧电压，必须进行校准。可通过指定一对输入-输出数值来完成校准。1:50的转换比对应默认设置5V – 250V。

部分等离子设备内置分压器，因此其电压输出较低（通常为0–5V），并与等离子电弧电压成正比。此时可使用THC传感器（图 3.16）上提供的1:1电压输入。

Analog input – 用于选择模拟输入。

ADC voltage [V] – 模拟输入读取的数值，最大为5V。

Torch voltage [V] – 与前述模拟输入电压值相对应的电弧电压值。

Log voltage – 该选项用于将监测到的电压值保存到文件中以供后续分析。

NOTE：关于通过等离子隔离接口（THC传感器）将等离子系统正确接线至运动控制器的方法，请参阅该接口的相关说明文档。

Nominal torch voltage [V] – 期望的电弧电压，即标称电压值

Hysteresis voltage [Vpp] – 电压滞环，峰峰值，表示允许的电压波动范围。

Low pass filter [Hz] – THC控制器监测的电弧电压信号可能存在较大噪声。模拟THC传感器（图 3.16）内置有噪声抑制滤波器，但有时仍需要进一步滤波。

低通滤波器用于抑制高于指定频率的信号成分。滤波截止频率设置得越低，噪声抑制效果越好，但同时调节器对实际信号变化的响应也会变得更慢。

Arc detection [$\pm V$] relative to Vnom – 用于电弧存在检测（ARC_OK）的选项，其原理是监测电弧电压。需指定的第一个参数是相对于标称值的正负电压容差（ V_d – 图 3.18），第二个参数为 **Detection time**（检测时间， T_d ）。即要求电弧电压在该规定时间段内持续保持在给定电压范围内，才判定电弧已建立，随即激活ARC_OK信号。

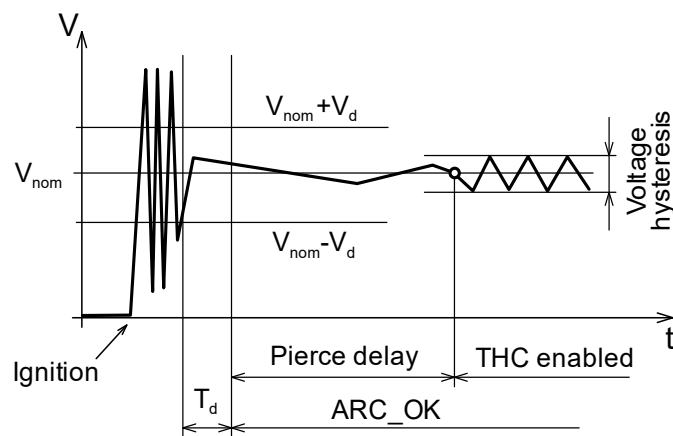


图 3.18 等离子割枪电弧检测流程

Kerf detect (tip saver) – 当割枪头经过已切割路径（kerf，切缝）或材料上的其他空洞时，穿越空洞过程中电弧被拉长、变得稀疏，并通过附近的材料边缘闭合。这会导致电弧电压骤升，THC控制器因此下降割枪，最坏情况下割枪头可能撞入材料。

为防止该问题，引入了一个用于检测切缝穿越并在穿越期间禁用THC运动的选项。只有当割枪电压恢复至正常值后，THC运动才会重新被允许。

切缝检测通过监测电弧电压并寻找快速电压上升来实现。

需指定的参数：

- **Voltage rise above Vnom [%]** – 电弧电压相对于设定标称值的上升幅度（百分比）。若设置较低数值（如百分之几），检测灵敏度更高，但可能因存在噪声或其他正常电压波动而产生误检测。反之，若设置数值过高，则可能无法检测到切缝，或检测速度不够快。
- **Time period [ms]** – 检测时间段。电压上升必须在此时间段内快速发生才会被判定为切缝穿越。换言之，若时间段设置较小（例如5ms），而电压变化（上升）较缓慢，则不会被识别为切缝穿越。需要注意的是，**Low pass filter**（若启用，见前述选项）在滤波频率设置较低时会抑制快速电压变化。此时若要使切缝检测正常工作，需要延长检测时间或提高滤波频率。

Lock THC when voltage out of valid range – 该选项用于在电弧电压超出范围时禁用THC运动。如前所述，这种情况可能发生在越过切缝或工件材料中的其他空洞时，也可能发生在割枪移出材料边界时。

需指定的参数：

- Vmax [%Vnom] – 以标称电压百分比表示的电弧电压上限。
- Vmin [%Vnom] – 以标称电压百分比表示的电弧电压下限。

3.9 按钮脚本 (Button scripts)

Button scripts 对话框 (图 3.19) 用于将用户脚本分配给特定功能，以便针对具体应用对程序功能进行更贴合的定制。

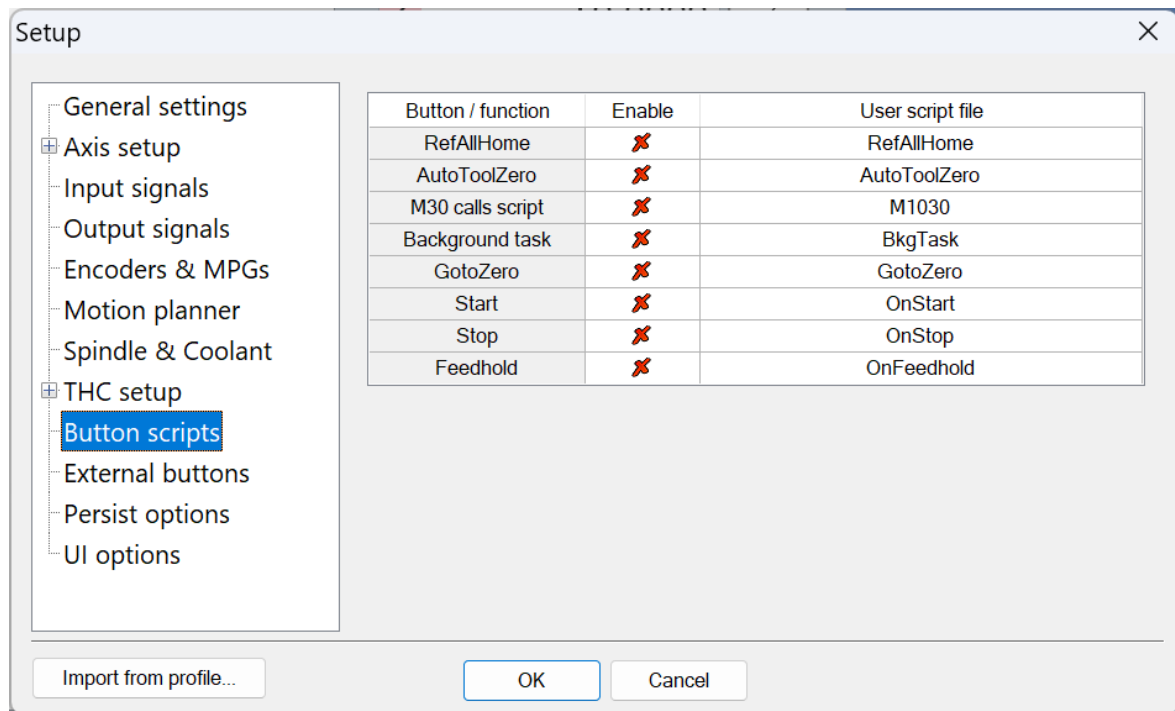


图 3.19 按钮脚本对话框

- **Button / function** – 功能名称
 - **RefAllHome** – 该按钮用于启动机床回零
 - **AutoToolZero** – ATZ按钮用于启动Z轴的自动探测和工件坐标偏移设置
 - **M30 calls script** – 用于标记G代码程序结束的M30指令，可调用指定脚本 (M1030)
 - **Background task** – 在后台持续运行的脚本。
 - **GotoZero** – 该按钮用于将机床移动到零点位置
 - **Start** – 按下**Start** 按钮时调用用户脚本。该脚本会在正常的**Start**按钮操作之前被首先调用，并应使用**SetRetData()**函数返回**True** 或**False** 值，以指示是否应继续执行正常的按钮操作
 - **Stop** – 按下**Stop** 按钮时调用用户脚本。该脚本在停止按钮的正常操作完成之后被调用
 - **Feedhold** – 按下**Feedhold** 按钮时调用用户脚本。该脚本在正常的进给保持操作完成之后被调用
- **Enable** – 需要使用的功能应被启用
- **User script file** – 脚本文件名称 (隐含.py扩展名，无需填写)。脚本文件应位于磁盘上的“macros/profile_name”文件夹中。

3.10 外部按钮 (External buttons)

External buttons 对话框（图 3.20 外部脚本对话框）用于定义由连接到运动控制器数字输入端的外部按钮所执行的功能。

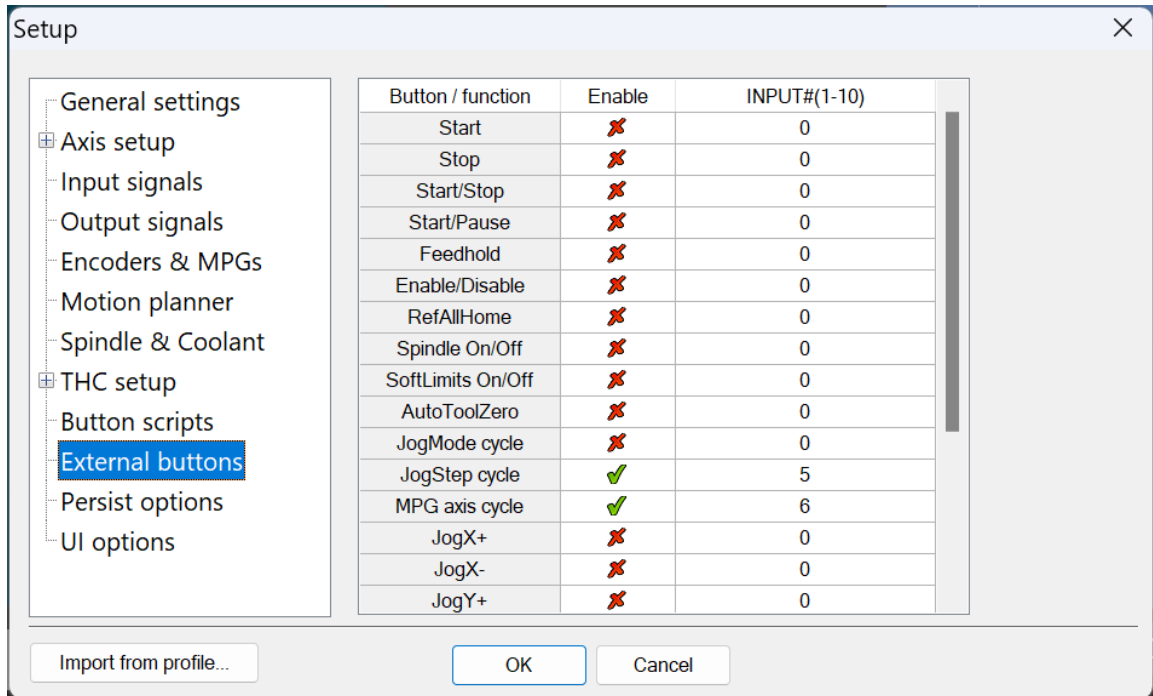


图 3.20 外部脚本对话框

- **Button / function** – 功能名称
- **Enable** – 需要使用的功能应被启用
- **INPUT#(1-10)** – 数字输入信号编号 (参见 **Input Signals** 对话框)

3.11 参数保持选项 (Persist options)

Persist options对话框（图 3.21 Persist options 对话框）用于设置程序重启后应保留哪些数值和设置。

当前可用于保持的选项有：

- 进给速度 (Feedrate)
- 主轴转速 (Spindle speed)
- 当前选定刀具 (Selected tool)
- 点动模式 (Jog mode)

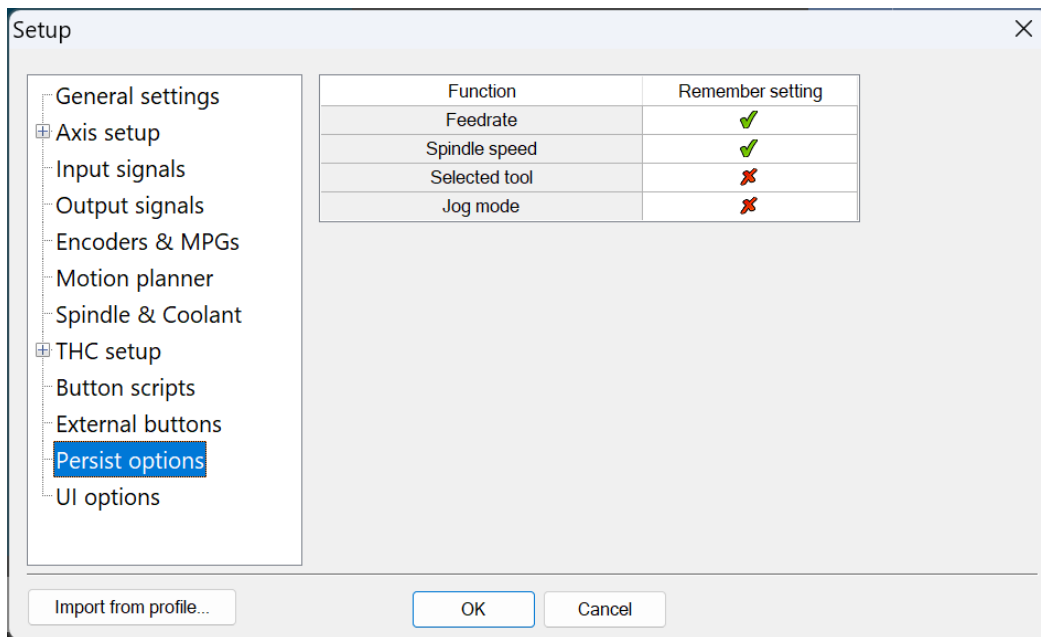


图 3.21 Persist options 对话框

3.12 界面选项 (UI options)

UI options对话框 (图 3.22) 用于设置与程序用户界面相关的选项。

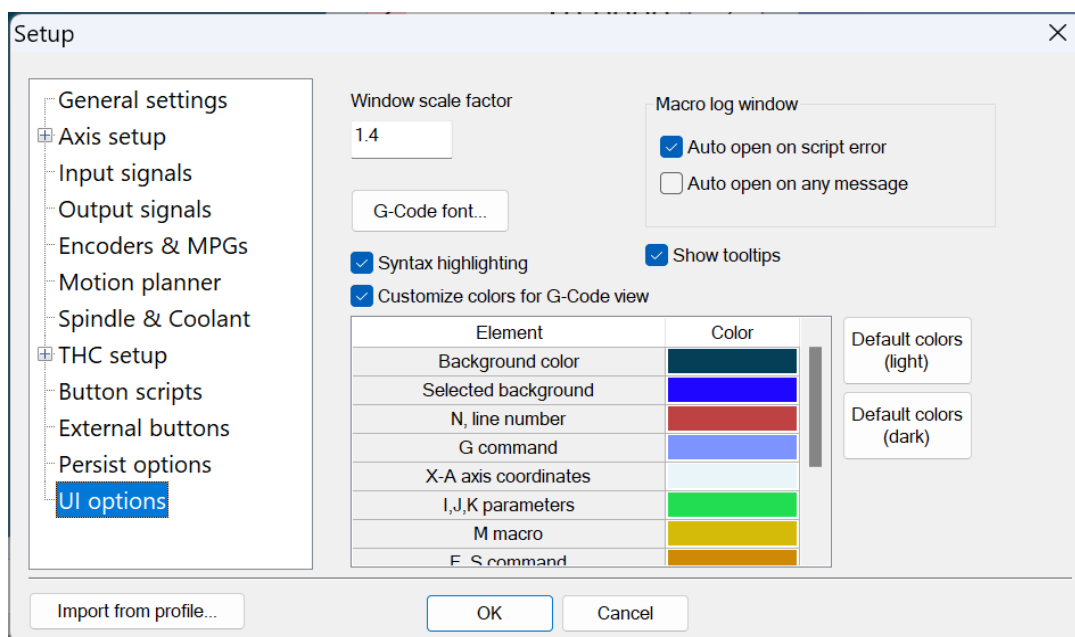


图 3.22 界面选项对话框

Window scale factor – 主程序窗口的放大系数。

G-Code font – 该按钮用于打开设置G代码视图窗口字体的对话框。

Syntax highlighting – 用于开启G代码程序各元素着色显示，以提高可读性

Show tooltips – 用于开启/关闭工具提示气泡的显示，该气泡会在鼠标指针停留于对象上时显示该对象功能的简要说明。

Customize colors for G-code view – 该选项可调整G代码视图窗口的颜色。

Macro log window – 宏日志窗口相关选项：

- **Auto open on script error** – 脚本执行出错时自动打开宏日志窗口的选项。此处的“出错”既包括脚本中的语法错误，也包括任何触发Python异常状态的错误。
- **Auto open on any message** – 脚本产生任何输出信息时自动打开宏日志窗口的选项。

4 附加窗口 (Additional windows)

4.1 点动与手轮窗口 (Jog & MPG window)

Jog & MPG window (图 4.1.a) 可通过快捷键CTRL+TAB、菜单选项'View/Jog&MPG window', 或点击mikroCNC主窗口右边缘来打开。

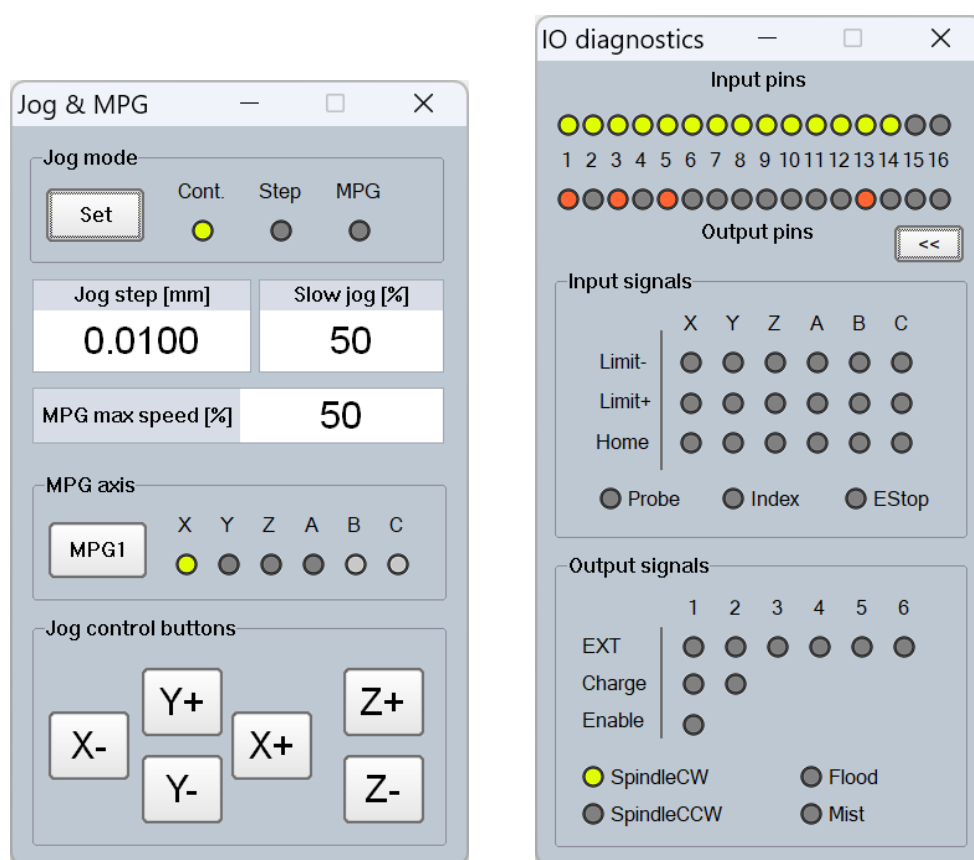


图 4.1 附加窗口 a) 点动与手轮窗口，以及 b) IO诊断窗口

Jog mode – 设置点动 (Jog) 操作的工作模式：

- **Cont.** – 连续点动，按住按钮期间持续运动。使用键盘方向键进行点动。若按下方向键的同时按住SHIFT键，则以该轴的最大速度点动，否则按**SlowJog** 字段所设置的速度运动。
- **Step** – 单步运动。每按一次点动运动按钮，该轴将按**JogStep** 字段中定义的一个步长执行运动
- **MPG** – 通过连接的手轮 (MPG) 控制机床运动

Jog step [mm] – 定义Step点动模式下的运动步长

SlowJog [%] – 点动运动速度，以该轴最大速度的百分比表示

MPG max speed [%] – 通过手轮（MPG）控制时点动运动的最大速度

MPG axis – 选择通过所连接手轮控制的轴

Jog control buttons – 用于启用各轴点动的按钮

4.2 IO诊断窗口 (IO diagnostics window)

IO diagnostics窗口（图 4.1）显示输入/输出引脚及信号的当前状态。 可通过快捷键CTRL+D或菜单选项**View/IO diagnostics** 打开该窗口。

4.3 刀具偏移设置窗口 (Set tool offsets window)

用于手动调整刀具偏移的辅助窗口（图 4.2）可通过菜单选项**View/Tool offsets window**打开。 该窗口便于对多把刀具进行手动偏移调整，并可将各刀具的偏移值记录到刀具表中以供后续使用。

该窗口还提供了查看和修改临时G52/G92偏移及当前工件坐标系偏移的字段。

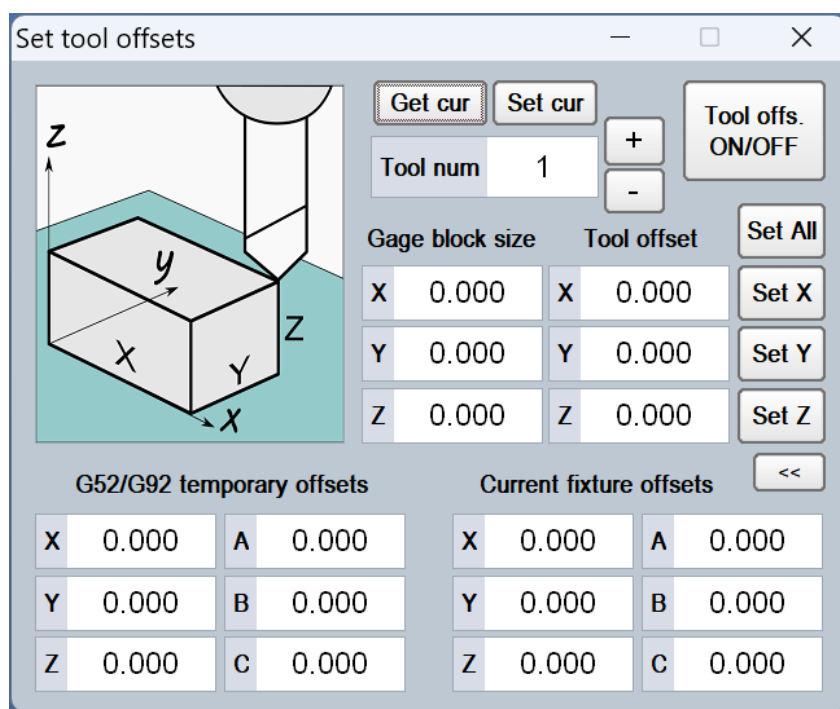


图 4.2 刀具偏移设置窗口

Tool num. – 该字段显示并允许选择当前刀具，所填刀具号为刀具表中的行号。

Get cur – 按下该按钮，将**Tool num**字段设置为当前刀具。

Set cur – 按下该按钮，将当前刀具设置为**Tool num**字段中的值。

Tool offs. ON/OFF – 手动开启/关闭刀具偏移的应用（对应G43/G49指令）。

Gage block size – X、Y、Z字段用于输入测量所用校准块的尺寸，从而可自动计算偏移值。例如，调整Z轴偏移时，当刀具接触校准块并按下 **SetZ** 按钮后，当前Z坐标值减去校准块高度（Z）后的数值会被写入刀具表。

Tool offset – X、Y、Z字段显示刀具表中当前刀具的现有偏移值。可通过手动输入数值或使用**SetX**, **SetY**, **SetZ**, **SetAll**功能修改这些字段。

Set All – 按下该按钮，将根据当前坐标位置和校准块尺寸计算所有轴（X、Y、Z）的偏移值，并记录到刀具表中。

SetX, SetY, SetZ – 按下该按钮时，将根据当前坐标位置及相应的校准块尺寸计算该刀具对应X、Y或Z轴的偏移值，并记录到刀具表中。

G52/G92 temporary offsets – 该字段用于监控和编辑临时偏移的各分量。

Current fixture offsets – 该字段用于显示并编辑当前工件坐标系偏移的各分量。

5 G代码程序选项 (G-code program options)

在G代码窗口内右键点击可调出右键菜单，包含以下选项（图 5.1）：

- **Load** – 加载新的G代码程序
- **Enable advanced load options** - 启用/禁用使用Load 选项加载G代码时，是否弹出附加的加载选项对话框。
- **Edit**
启动编辑器以修改当前已加载的程序。若当前没有已加载的程序，则会提供新建G代码文件的选项。
- **Start** – 开始执行G代码程序
- **Stop** – 立即停止所有操作
- **Pause** – 暂停（FeedHold）G代码程序的执行。要继续执行，需按下**Start** 按钮

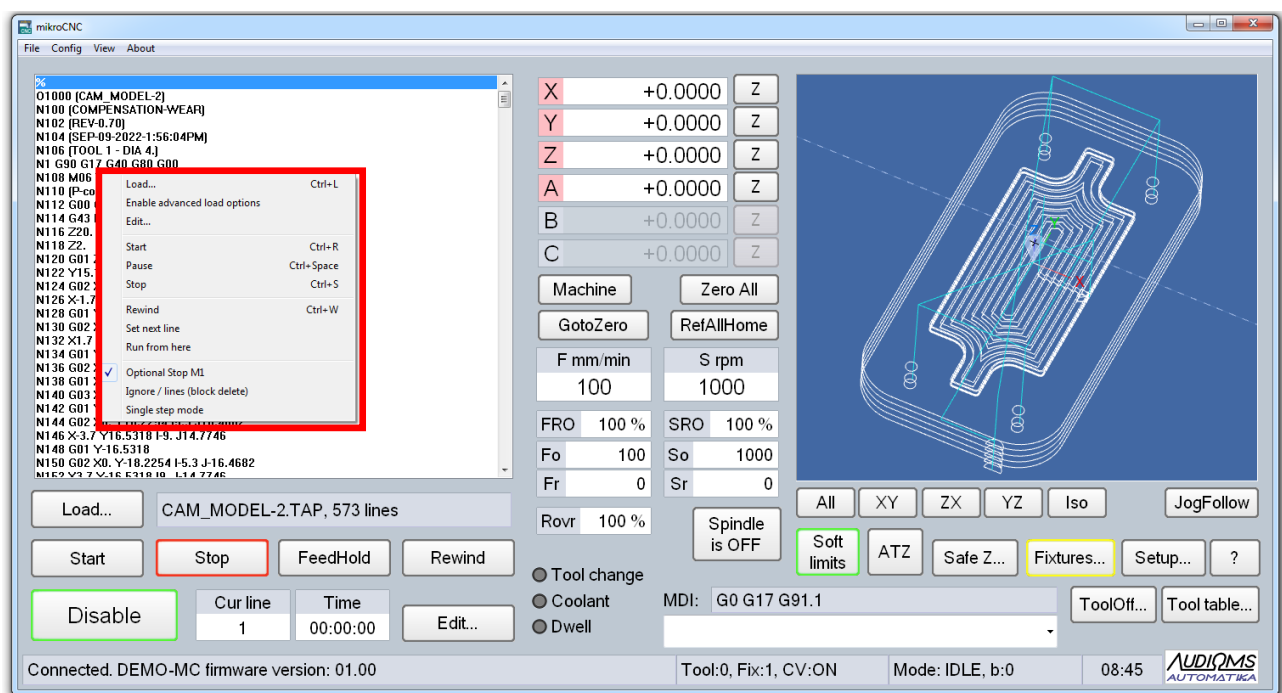


图 5.1 G代码程序选项

- **Rewind** – 将程序返回到起始位置
- **Set next line** – 将选中的行设置为按下**Start** 按钮时开始执行的活动代码行。与**Run from here**选项不同，该选项不会执行任何其他准备操作。
- **Run from here** – 该选项用于从程序中的特定位置恢复工作（例如中断后）。选择该选项后，系统会对从起始到所选行之间的G代码程序执行完整的预处理，以确定继续工作所需的位置坐标，并尽可能确保程序各项参数和模式的状态与从头执行时一致。预处理完成后，会弹出一个包含准备移动选项的对话框（图 5.2）。

Preparation move [X]

Machine will move to the selected location. Please adjust additional options for preparation move.

Resume position (machine)			
X	+28.8170	A	+0.0000
Y	+41.1610	B	+0.0000
Z	-0.7530	C	+0.0000

Safe Z height

☒ Use current SafeZ

☐ Specify SafeZ

0

Spindle options

☒ Do NOT start spindle

☐ Start spindle first

☐ Start spindle last

☐ Start spindle on program start

Initial move feedrate

☒ Rapid feedrate

☐ Specify feedrate

1000

Start **Cancel**

图 5.2 准备移动对话框

按下**Start** 按钮后，将执行准备移动：工作头位置首先抬升至**SafeZ**高度，随后沿X、Y方向移动到显示的位置以继续加工，最后下降到显示的**Z**位置进行后续加工。该对话框还提供了在准备移动前或后启动主轴、调整**SafeZ** 高度， 以及设置本次移动速度（进给速度）等选项。准备操作完成后（定位、按需启动主轴），程序即可恢复工作，状态行会显示相应提示信息。此时需在主界面按下**Start** 按钮以开始执行G代码。也可按下**Stop** 按钮取消**Run From Here**操作。

- **Optional stop M1** – 启用该选项后，M1指令将使程序停止，否则该指令将被忽略。
- **Ignore / lines (block delete)** – 启用后，以斜杠 (/) 开头的代码行将被忽略。
- **Single step mode** – 启用该选项后，程序将逐行执行，每按一次**Start** 按钮执行一行代码。

6 THC界面（THC screen）

专用于该功能的THC界面可通过菜单选项**View/THC/Plasma screen**（图 6.1）设置。

可用按钮及字段说明：

- **THC** – 按钮用于开启/关闭THC模式。
- **Torch** – 按钮用于手动点火（点燃割枪）。
- **Vel. %** – 该字段用于设置调节过程中等离子割枪的垂直运动速度，以电机调试参数中设定的Z轴最大速度的百分比表示。
- **Vnom [V]** – 标称电弧电压，即期望的电弧电压（仅适用于内部THC调节器）。
- **Vcur [V]** – 当前电弧电压值（仅适用于内部THC调节器）。
- **Max [mm]** – 等离子割枪相对于参考位置的Z位置最大修正量。点弧瞬间的Z坐标被视为参考（零）高度。

- **Min [mm]** – 等离子割枪相对于参考位置的Z位置最小修正量。
- **Cur [mm]** – 显示当前Z位置修正值，其变化范围为Min-Max之间。

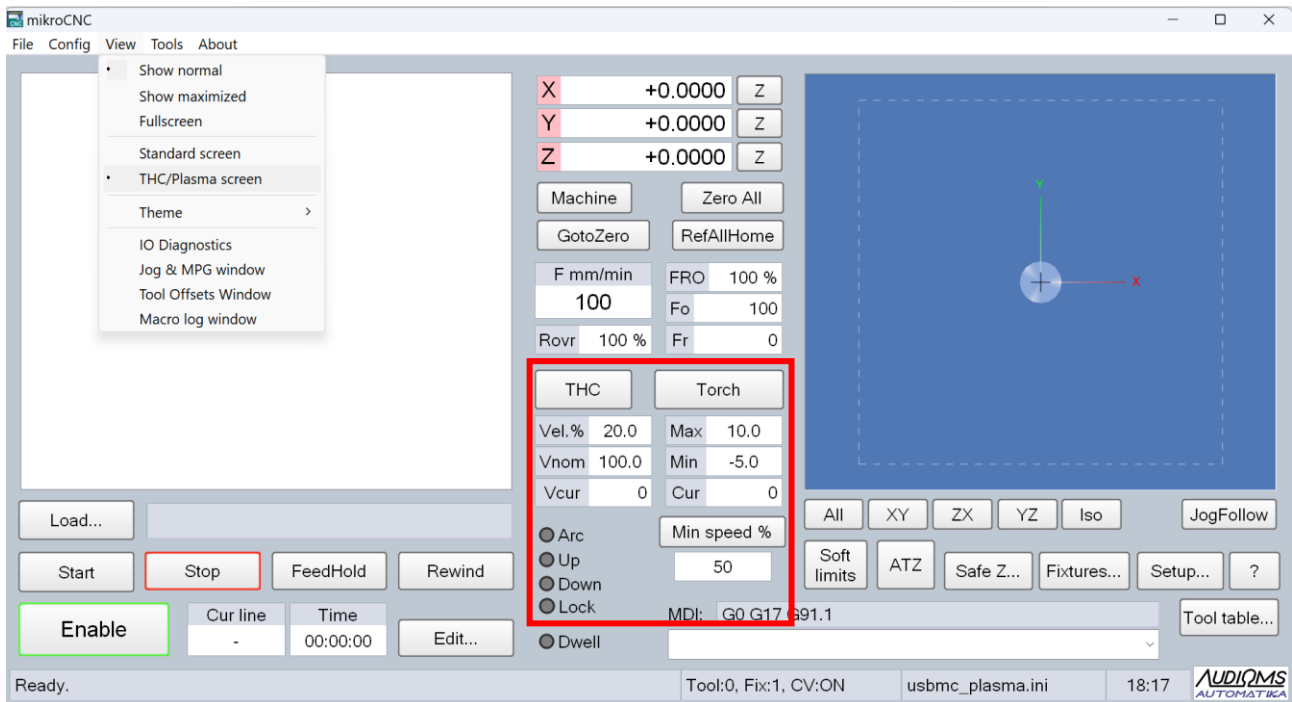


图 6.1 THC界面

- **Min speed %** – 该按钮用于启用防扎入 (anti-plunge) 选项，防止等离子割枪下降过低。这种情况可能发生在切割运动中X-Y平面速度显著下降时，例如切割轮廓的尖角处，即运动方向急剧变化时。**Min speed** 以设定进给速度的百分比表示。若X-Y平面速度降至该值以下，THC的上/下指令将被忽略，直到速度重新升高。该状态会通过主界面上的**Lock** 指示灯提示。

THC指示灯：

- **Arc** – 电弧存在指示，
- **Up** – THC正在向上运动，
- **Down** – THC正在向下运动，
- **Lock** – THC运动被禁止。

文档修订记录 (DOCUMENT REVISION) :

- Ver. 1.0, 2021年11月, 本文档初始版本
- Ver.1.1, 2023年7月, 更新了mikroCNC软件支持的硬件列表
- Ver. 1.5, 2024年12月, 大幅更新了用户手册版本
- Ver. 1.55, 2025年3月, 根据mikroCNC v0.55软件版本更新了说明
- Ver. 1.57, 2025年6月, 根据mikroCNC v0.64软件版本更新了说明 ; 新增THC控制说明
- Ver. 1.67, 2025年7月, 根据mikroCNC v0.67软件版本更新了说明
- Ver. 1.71, 2025年9月, 根据mikroCNC v0.71软件版本更新了说明
- Ver. 1.73, 2025年12月, 根据mikroCNC v0.73软件版本更新了说明

