

第 3 章



滚珠丝杠副温度测量模块

滚珠丝杠副的温升直接引起其部件温位移的变化,其温度测量需要测量两端轴承、工作台和丝杠的温度,丝杠温度的测量需要考虑在工作状态下,丝杠一直在做旋转运动。

3.1 滚珠丝杠副温度测量模块程序编制说明

1. 滚珠丝杠副温度测量模块前面板

本实例的前面板主要由数据显示、通道设置与传感器参数设置组成。完成后的前面板如图 3-1 所示。“数据显示”部分为“波形图表”控件；“通道设置”部分为“DAQmx 物理通道”控件；“RTD 传感器参数设置”和“红外传感器参数设置”包括“文件输入控件”和“文本下拉列表”控件；“数据采集”包括“文件路径输入控件”和“空白按钮”布尔控件。



图 3-1 滚珠丝杠副温度测量模块前面板

2. 滚珠丝杠副温度测量模块程序框图

本 VI 使用“While 循环”和“Case 结构”作为设计框架,使用 NI 自带的“DAQmx-数据

采集”模块作为主体部分(若没有此模块可以在 NI 官方网站自行下载),主要分为通道设置、定时设置和数据采集三大部分。其中包括“DAQmx 创建通道”“DAQmx 定时”“DAQmx 开始任务”“DAQmx 读取”“DAQmx 停止任务”“DAQmx 清除任务”等一系列函数。同时在参考范例的基础上,修改数据记录的方式,使用“写入测量文件”函数来完成数据的记录。具体的程序框图如图 3-2 所示。

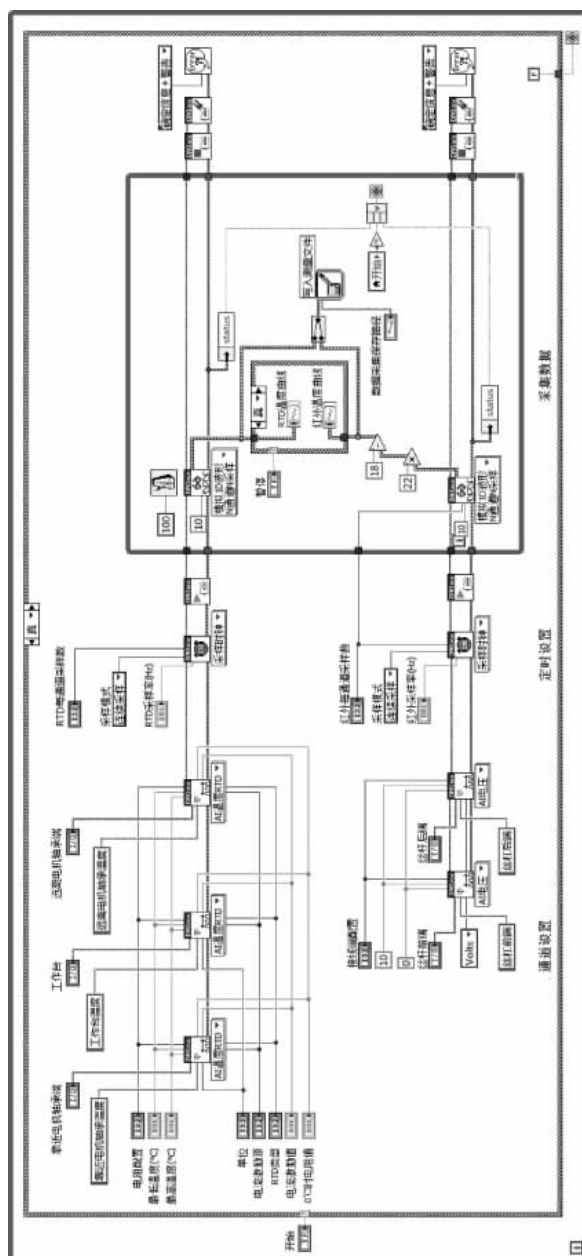


图 3-2 滚珠丝杠副温度测量模块程序框图

3.2 滚珠丝杠副温度测量模块程序编制步骤

LabVIEW 开发环境带有模板和项目范例,可以为使用者提供一个参考和设计框架,在此基础上进行修改和完善,会显著提高程序设计的效率,下面介绍如何查找范例。在 LabVIEW 启动界面或者新建 VI 的前面板或程序框图界面选择菜单栏中的“帮助”选项,如图 3-3 所示,选择“查找范例”命令,出现如图 3-4 所示的对话框。



图 3-3 “帮助”菜单栏

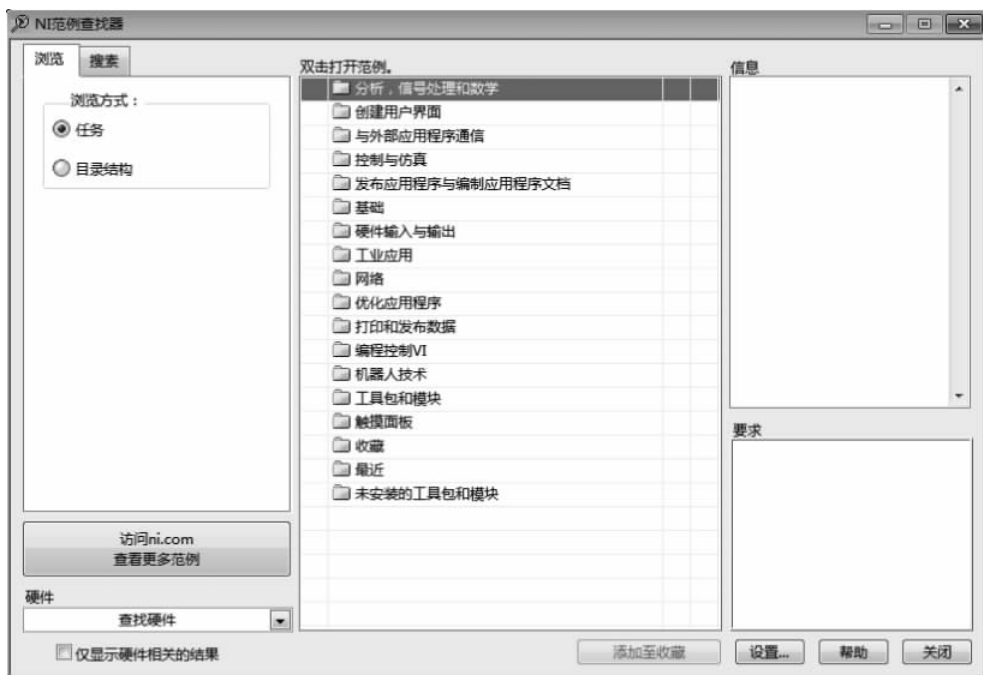


图 3-4 NI 范例查找器

查找范例有三种方法。

(1) 按照任务浏览方式查找程序范例。例如,选择“硬件输入与输出”→DAQmx→“模拟输入”→“RTD 或热敏电阻-连续输入”范例,如图 3-5 所示。使用此种方法要求操作者对任务结构比较熟悉。



图 3-5 任务浏览方式查找程序范例

(2) 按照目录结构方式查找程序范例。例如,选择 DAQmx→Analog Input→SubVIs→Voltage-SW-Timed Input. vi 文件,如图 3-6 所示。



图 3-6 目录结构方式查找程序范例

(3) 如果不熟悉浏览方式,可以通过搜索的方式查找范例。例如,查找 DAQmx,选择“电压-软件定时输入”,如图 3-7 所示。



图 3-7 关键字搜索查找范例

注意: ① 对范例直接进行编辑时,建议将当前 VI 先另存为再进行编辑,以免修改了 LabVIEW 的自带范例内容。另存为应选择“创建不打开的磁盘副本”单选按钮。

② 若打开范例时弹出“出错-NI 服务定位器未运行”对话框,则打开计算机的“控制面板”→“系统和安全”→“管理工具”→“服务”快捷方式,启动 NI Service Locator 服务,然后重启 LabVIEW,便可打开范例。

3.2.1 滚珠丝杠副温度测量模块程序框图编制

1. 查找合适的范例

滚珠丝杠副温度测量模块所使用的传感器分别是 RTD 温度传感器和红外线非接触式温度传感器。RTD 温度传感器是通过电阻值的变化来反映温度的变化,红外线非接触式温度传感器是通过电压值的变化来反映温度的变化。因此,针对 RTD 温度传感器采集程序的编制可基于“RTD 或热敏电阻-连续输入”范例的程序进行修改,而根据红外非接触式温度传感器的工作原理可基于“电压-连续输入”范例的程序进行修改完成红外非接触式温度传感器测量程序的编制。

这里通过任务浏览的方法查找“RTD 或热敏电阻-连续输入”和“电压-连续输入”范例。启动 LabVIEW,在开始界面的菜单栏中选择“帮助”→“查找范例”命令,出现“NI 范例查找器”对话框,依次选择“硬件输入与输出”→DAQmx→“模拟输入”→“RTD 或热敏电阻-连续

输入”和“电压-连续输入”范例,如图 3-8 所示。



图 3-8 查找“电压-连续输入”范例

2. 修改范例

1) “While 循环”和“条件结构”的联合使用

(1) 创建外部循环结构。新建 VI,在程序框图界面空白处右击,依次选择“编程/结构”选项面板中的“While 循环”和“条件结构”函数,如图 3-9 所示。

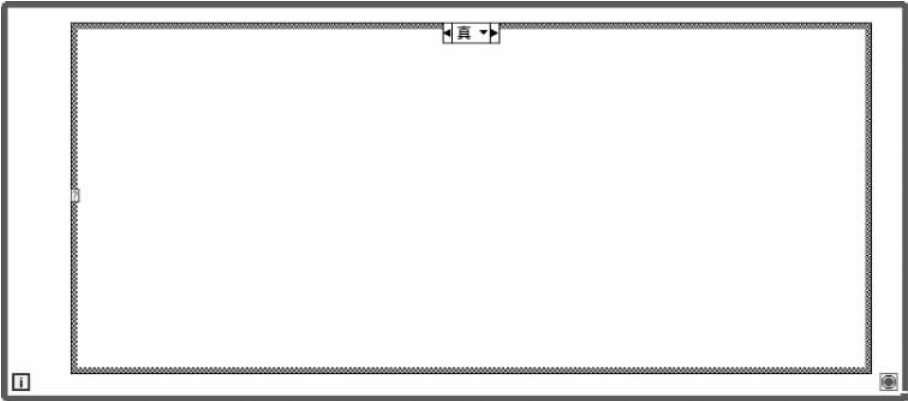


图 3-9 创建“循环结构”

(2) 创建“开始”按钮。切换至前面板,在空白处右击,进入“控件”选项面板,并选择“银色”→“布尔”→“空白按钮”控件。然后右击控件,在弹出的快捷菜单中设置“机械动作”为“单击时转换”;再次右击控件,在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令。然后在弹出的对话框中去掉“可见”中的“√”,并将“标签名”改为“开始”;先后选中“显示布尔文本”与“多字符串显示”复选框,并在“开时文本”与“关时文本”文本框中分别输入“重设参数”与“确定参数”,如图 3-10 所示。



图 3-10 “开始”按钮控件属性修改

切换至程序框图,将“开始”控件与“条件结构”的“分支选择器”连接,如图 3-11 所示。

(3) 创建“假常量”函数。在空白处右击,选择“编程/布尔”选项面板中的“假常量”函数,分别与“真”分支和“假”分支右下角的“While 循环”的“条件接线端”相连,如图 3-12 所示。

(4) 将“RTD 或热敏电阻-连续输入”和“电压-连续输入”的程序框图复制到“条件结构”的“真”分支中。然后将“RTD 或热敏电阻-连续输入”程序中的“记录设置”模块、“触发设置”模块删去并整理接线。完成操作后显示如图 3-13 所示。

2) 通道设置的修改

(1) 修改范例“RTD 或热敏电阻-连续输入”的通道设置。

① 删除“选项面板”“簇”控件和“按名称解除捆绑”函数,右击“条件结构”控件,从弹出的快捷菜单中选择“删除条件结构”命令;将标签名“最小值”“最大值”和“物理通道”分别修改为“最低温度”“最高温度”和“靠近电机轴承端”;在“AI 温度 RTD”控件的“单位”“RTD

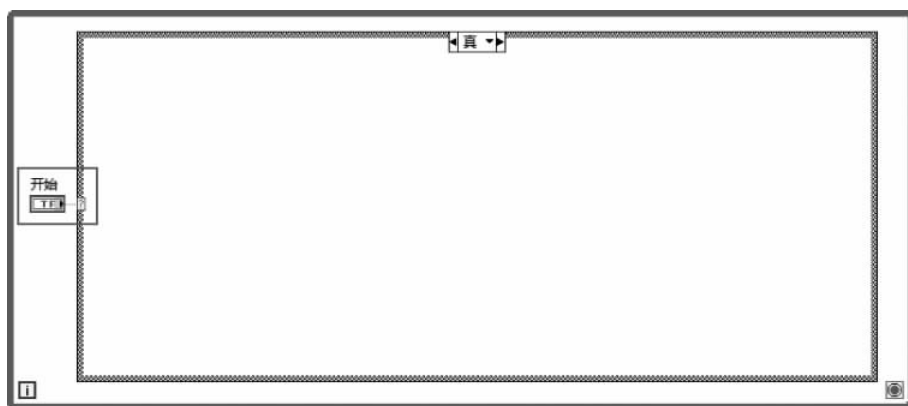
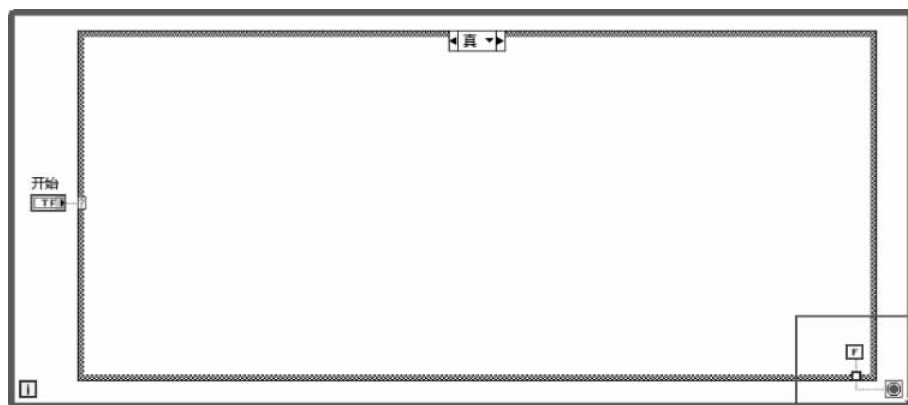
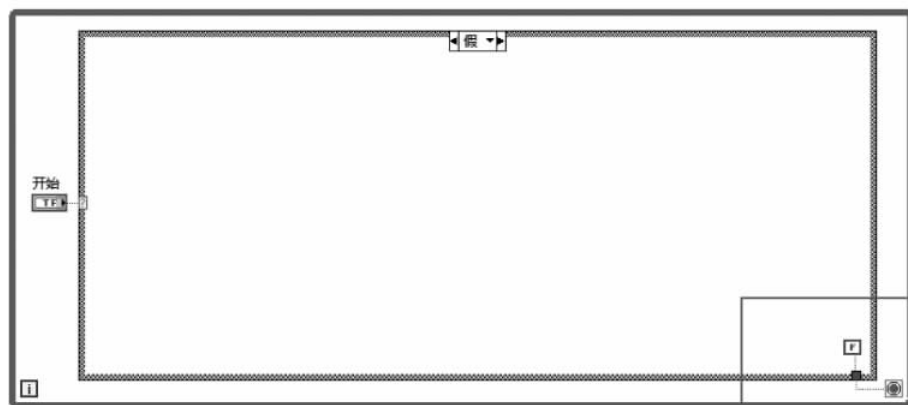


图 3-11 控件与结构的连接



(a) “假常量”创建后条件结构的“真”分支



(b) “假常量”创建后条件结构的“假”分支

图 3-12 假常量的创建

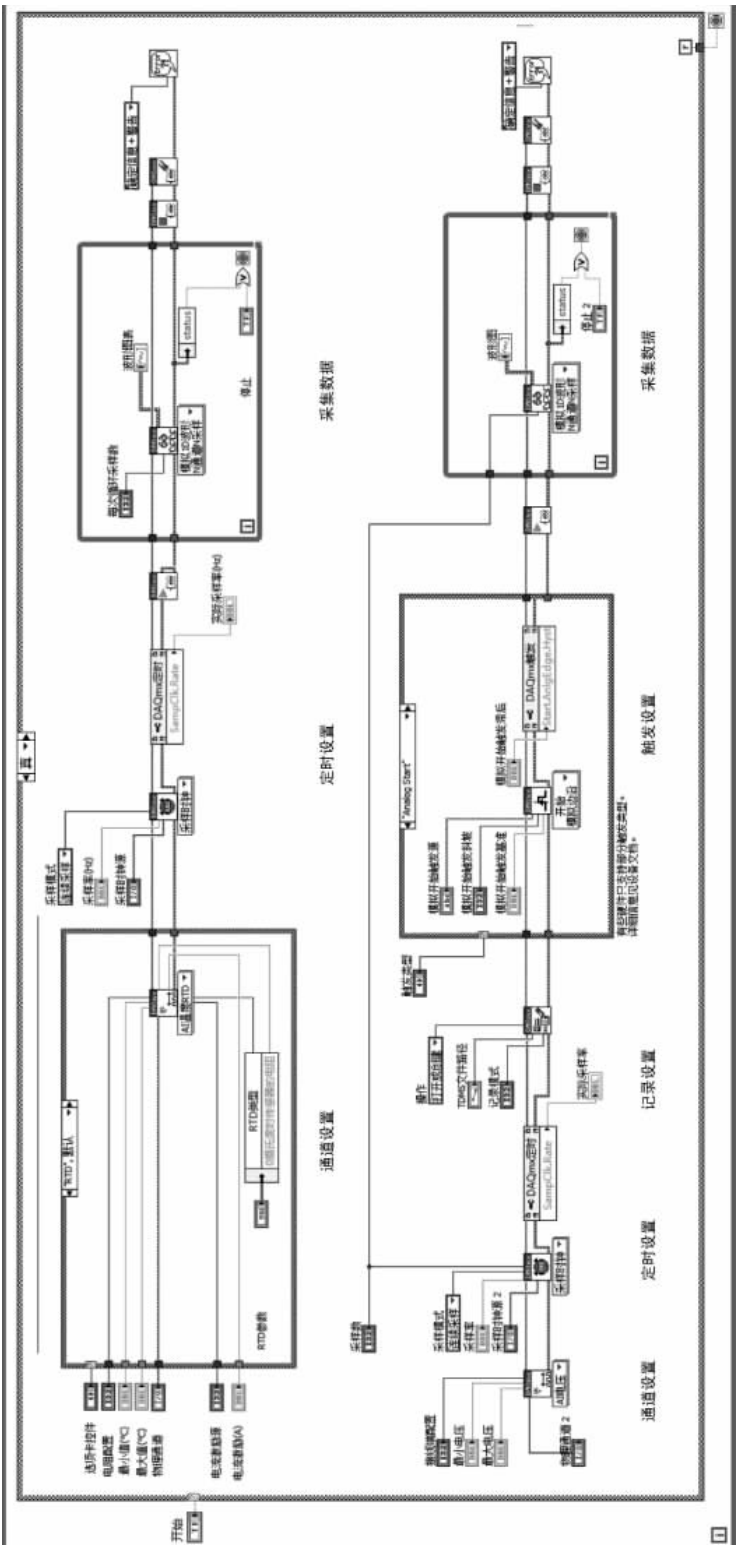


图 3-13 复制完成后的程序框图

类型”和“r0”三个接线端处分别右击,从弹出的快捷菜单中选择“创建”→“输入控件”命令,添加“数值输入”控件并分别重命名为“单位”“RTD 类型”和“0℃时电阻值”;由于“AI-温度-RTD”函数的接线端较多,连线时可使用组合键 Ctrl+H 调出即时帮助查看对应的接线端,如图 3-14(a)所示;结果如图 3-14(b)与图 3-14(c)所示。

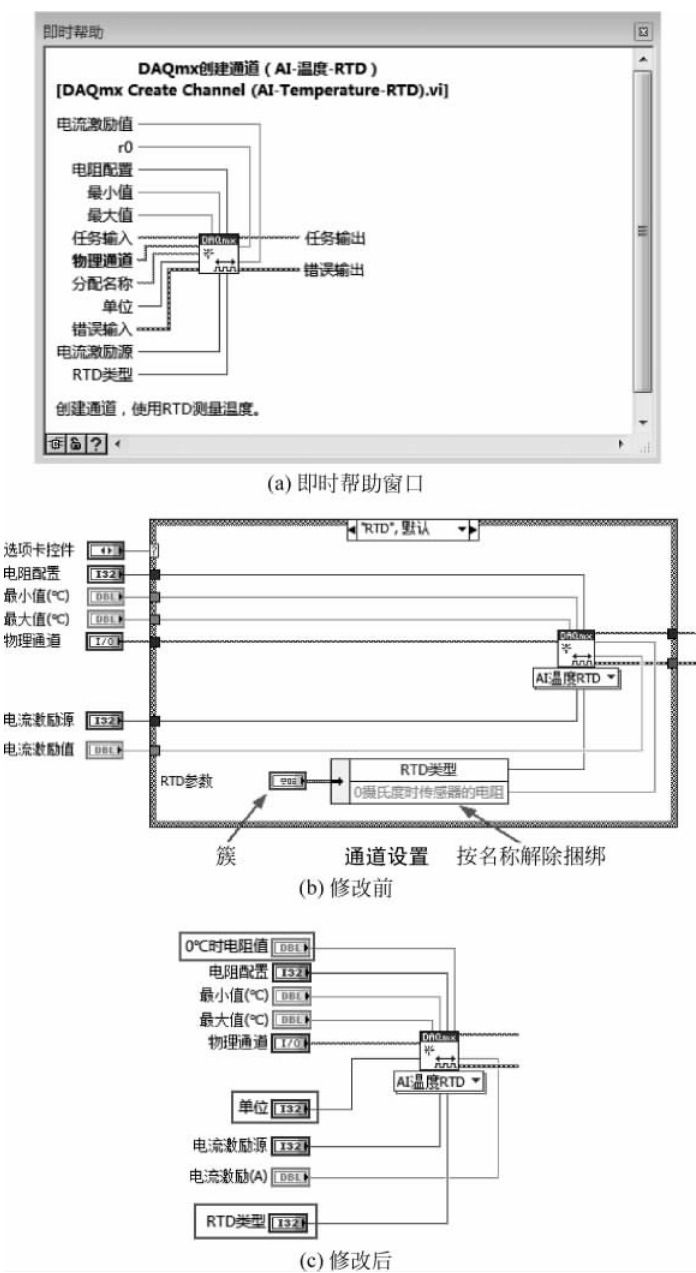


图 3-14 修改范例“RTD 或热敏电阻-连续输入”的通道设置

② 本实例进行温度测量时需要用到 3 个贴片式 RTD 温度传感器,因此在图 3-15 中标出的位置处插入两个“AI 温度 RTD”函数;如图 3-16(a)所示,选中图中的连接线然后右击,在弹出的快捷菜单中选择“插入”→“DAQmx-数据采集选板”→“DAQmx 创建虚拟通道”图标,然后单击 **AI电压** “多态 VI 选择器”下拉列表框,选择“模拟输入”→“温度”中的 RTD 选项,如图 3-16(b)所示。最终结果如图 3-16(c)所示。

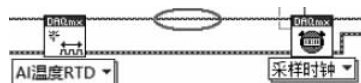


图 3-15 标识位置



(a) 创建虚拟通道



(b) 设置模拟输入



(c) 设置完成的模拟输入

图 3-16 创建并设置虚拟通道

③ 创建物理通道。本模块需要测量 3 个位置的温度,所以需要设置 3 个物理通道。将“靠近电机轴承端”物理通道复制并粘贴两次,并将标签名改为“工作台”和“远离电机轴承端”;如图 3-17 所示,将各个输入控件分别与“AI-温度-RTD”函数连接。

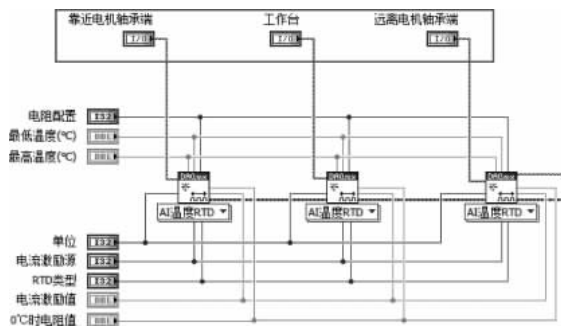


图 3-17 控件与接口对应连接图

④ 创建分配名称。在 3 个“AI-温度-RTD”函数的分配名输入口右击，依次创建常量“靠近电机轴承端”“工作台”和“远离电机轴承端”，如图 3-18 所示。

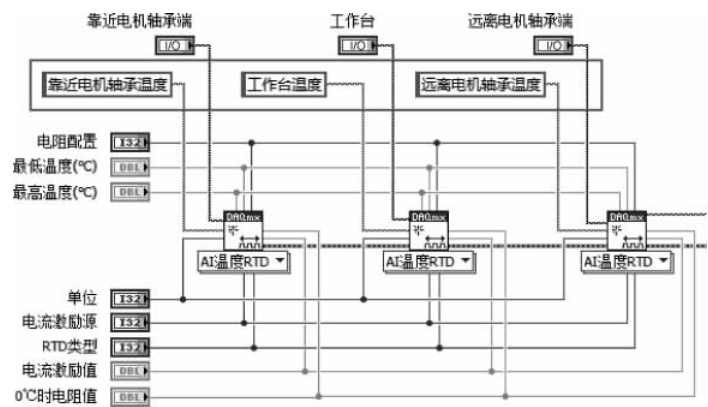


图 3-18 控件与接口对应连接图

(2) 修改“电压-连续输入”范例的通道设置。

同上一个范例进行修改,如图 3-19 所示。这里需要删去“最大电压”和“最小电压”输入控件,并在每个“AI 电压”函数的“单位”“最大电压”“最小电压”以及“分配名称”接线端处各创建一个常量。

3) 定时设置的修改

(1) 修改范例“RTD 或热敏电阻-连续输入”的定时设置。

① 删除图 3-20 所示控件。

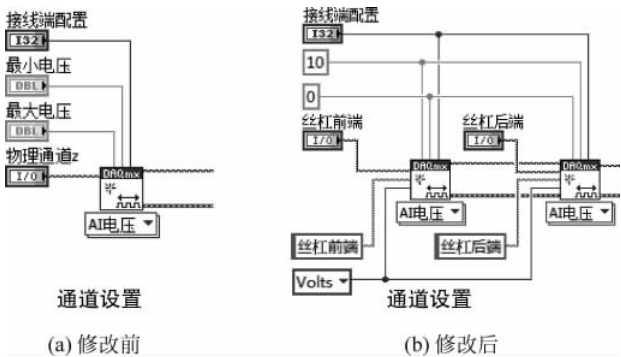


图 3-19 修改范例“电压-连续输入”的通道设置

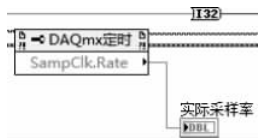


图 3-20 需要删除的控件

② 右击“采样时钟”函数的“每通道采样数”接线端,在弹出的快捷菜单中选择“创建”→“输入控件”命令,然后将该控件的标签修改为“RTD 每通道采样数”;将“采样率(Hz)”控件的标签修改为“RTD 采样率(Hz)”,同时删除该控件右侧分支处的连线,如图 3-21 所示。

(2) 修改范例“电压-连续输入”函数的定时设置。

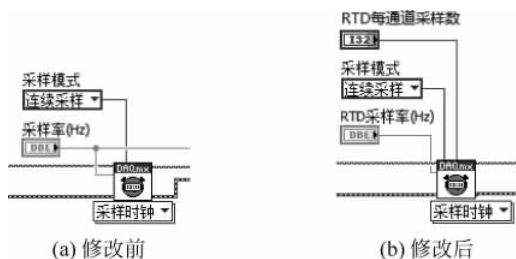


图 3-21 添加“RTD 每通道采样数”输入控件并修改程序框图

① 删除“采样时钟源”输入控件以及如图 3-22 所示的结构。

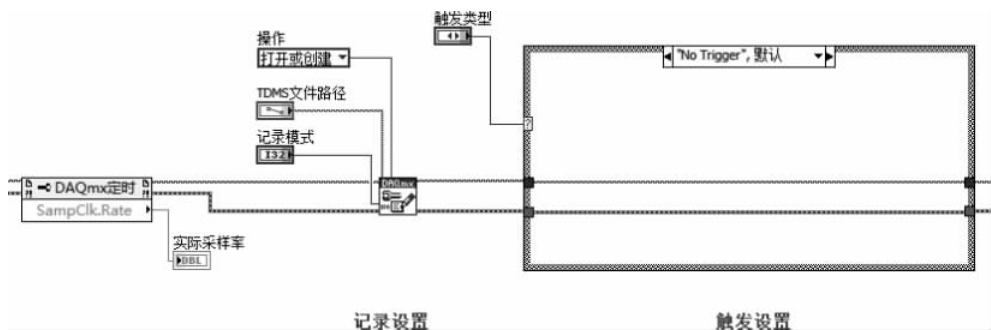


图 3-22 需要删除的结构

② 将“采样数”输入控件的标签名修改为“红外每通道采样数”，并将其输出端连接至“采样时钟”函数的“每通道采样数”输入端；将输入控件“采样率”控件的标签改为“红外采样率(Hz)”，如图 3-23 所示。

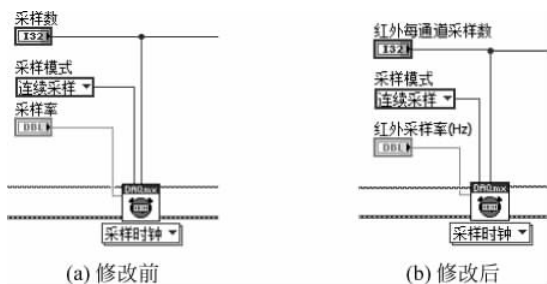


图 3-23 修改“采样数”输入控件的标签名

4) 数据采集部分的修改

修改数据采集部分时需要将两个范例的这两个结构整合为一部分,在此基础上进行修改。修改前后的数据采集部分如图 3-24 所示。

(1) 删除一个“While 循环”函数,将其内部的部分粘贴至另一个循环内,并将原来的线重新接在原位,如图 3-25 所示。

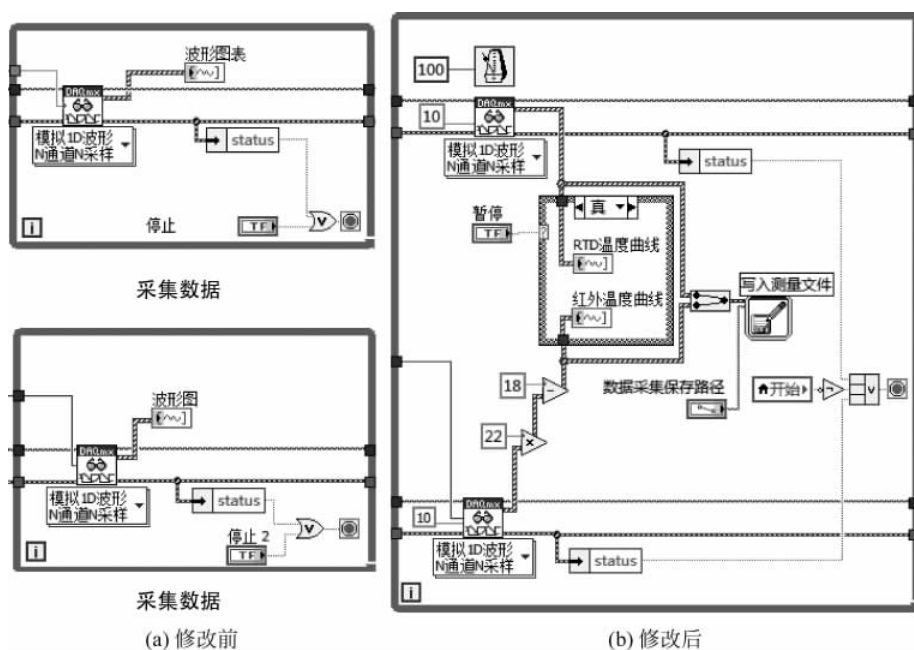


图 3-24 数据采集部分的修改

(2) 添加一个“等待下一个整数倍毫秒”控件来控制循环执行速率。在程序框图界面空白处右击,在弹出选项面板中的“编程/定时”子选项面板中可找到该函数,并设置循环周期为 100ms,如图 3-26 所示。

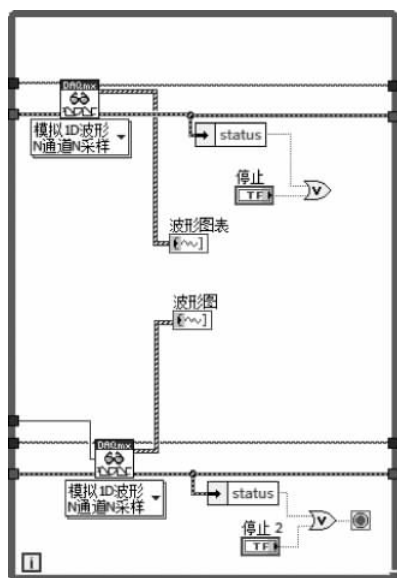


图 3-25 两个循环合并后的程序框图

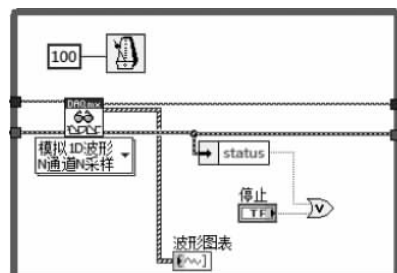
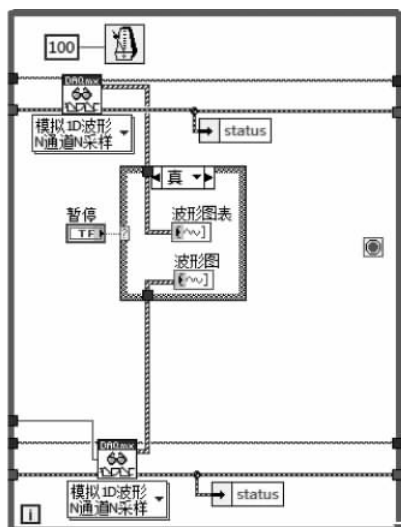
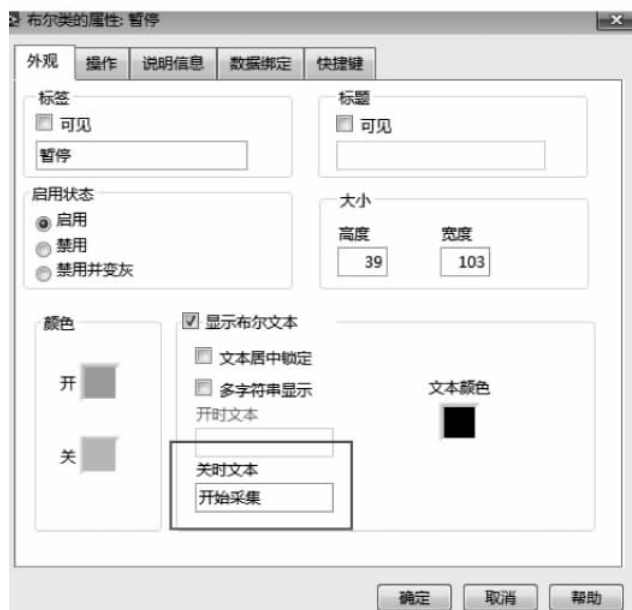


图 3-26 设置循环周期

(3) 在两个“波形图表”控件的外部添加一个“条件结构”函数,删除两个“或”函数和任意一个“停止”控件;将另一个“停止”控件与“条件结构”的“分支选择器”连接并修改标签为“暂停”,结果如图 3-27(a)所示;然后右击它,并在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令,将“关时文本”设置为“开始采集”,如图 3-27(b)所示。



(a) 删除“或”控件后的程序框图



(b) 修改“停止”布尔控件属性

图 3-27 设置图表显示部分

(4) 创建超时常量。在“读取 VI”的“超时”接线端右击, 创建常量 10, 意味着当程序在 10s 内未采集到数据时将输出提示信息。丝杠前后端采集的数据必须乘以 22 再减去 18 才是实时温度。在程序框图空白处右击, 依次选择“编程/数值”选项面板中的“乘”和“减”函数, 然后右击两“数值”控件的对应接线端, 在弹出的选项面板中选择“数值常量”图标, 并进行相应的编辑, 创建常量 10 和 8; 并将“波形图表”和“波形图”两控件的标签分别改为“RTD 温度曲线”和“红外温度曲线”, 如图 3-28 所示。

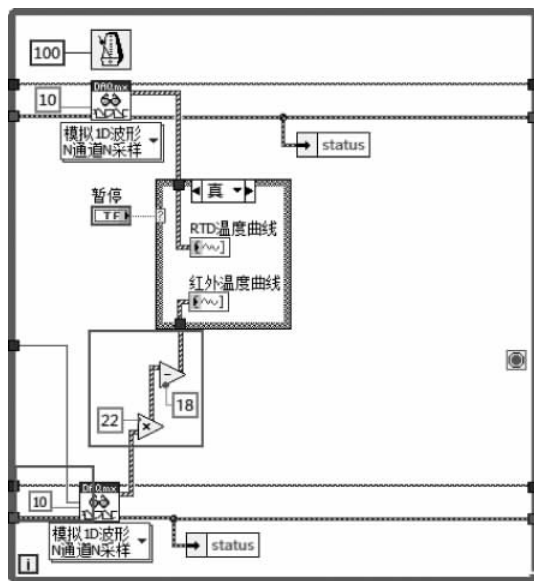


图 3-28 创建超时常量以及数值常量

(5) 创建复合运算控件。在程序框图右击, 选择“编程/布尔”选项面板中的“复合运算”函数, 并下拉至三个输入端。将其输入端连接两通道的错误输出通道分支, 以及一个“开始”按钮的“局部变量”; 输出端连接“While 循环”的“条件接线端”, 然后在“局部变量”和“复合运算”函数的连线间插入一个“编程/布尔”选项面板中的“非”函数, 结果如图 3-29 所示。

(6) 创建数据保存控件。在程序框图界面空白处右击, 创建“文件 I/O”选项面板中的“写入测量文件”控件。在弹出的“配置写入测量文件”对话框中设置选项, 如图 3-30 所示。其中, “每数据段一个段首”是指在被写入文件的每个数据段创建一个段首, 适用于数据采样率因时间而改变、以不同采样率采集两个或两个以上信号、被记录的一组信号随时间而变化的情况; “仅一个段首”在被写入文件中仅创建一个段首, 适用于以相同的恒定采集率采集同一组信号的情况。为了使程序更为美观, 可在设置完成后右击控件, 选择“显示为图标”命令。

(7) 创建数据保存路径。右击“写入测量文件”函数的“文件名”输入端, 创建输入控件, 并将其标签名设为“数据采集保存路径”。此控件用于设置文件的保存路径。右击此控件,

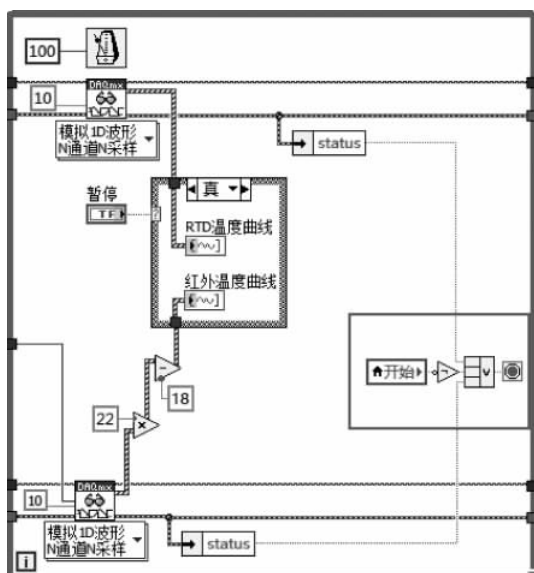


图 3-29 创建“复合运算”及其他控件



图 3-30 “配置写入测量文件”对话框

选择“属性”→“浏览选项”→“新建或现有”单选按钮,如图 3-31 所示。

(8) 创建“合并信号”控件。在程序框图界面空白处右击,选择“Express / 信号操作”选项面板便可找到该函数,将其左侧的两个输入端分别连接两个通道采样,输出端连接“写入测量文件”的“信号”接线端;为了节省空间,右击“写入测量软件”控件,选择“显示为图标”命令。最终程序如图 3-32 所示。

至此,程序框图已编制完成。



图 3-31 “数据采集保存路径”控件的设置

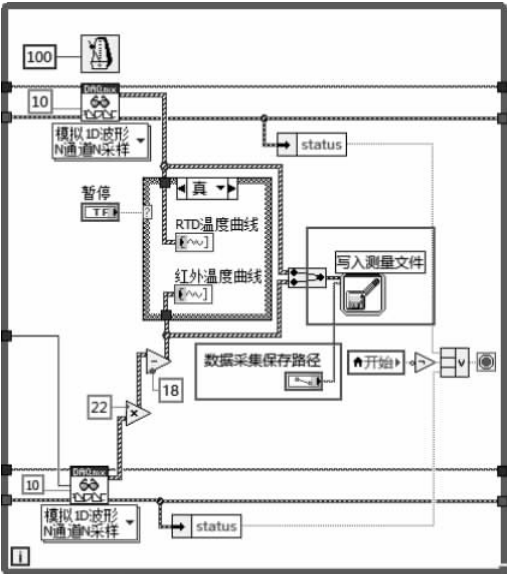
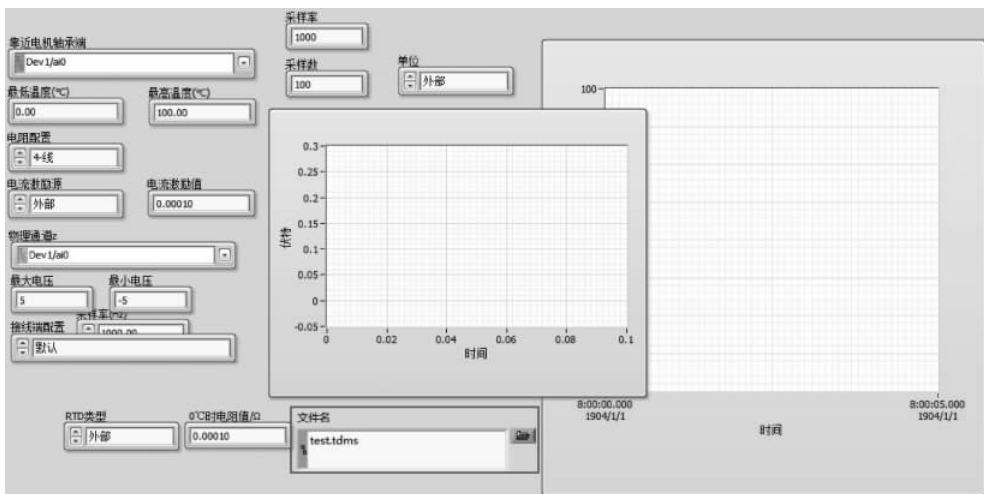


图 3-32 创建“合并信号”控件

3.2.2 滚珠丝杠副温度测量模块前面板制作

1. 切换至前面板替换和调整控件

为了前面板整体的美观和统一,如图 3-33 所示,将图中框选出的控件替换成相应的“银色”控件。选中“文件路径输入”控件后右击,选择“替换”→“银色”→“字符串与路径”→“文件路径输入”控件,然后使用同样的方法将其他控件替换为相应的“银色”控件,并将这些控件排列整齐。为了使控件位置的移动更为随意,可以在菜单栏中选择“工具”→“选项”→“前面板”,并将“显示前面板网格”复选框前的“√”去掉。



(a) 替换前的“文件路径输入”控件



(b) 选择替换的控件

图 3-33 替换为“银色”系列控件

2. 给控件归类

如图 3-34 所示将这些控件分类,若有控件的标签未修改,则将其按照图中所示的标签修改好。控件分为五类:

(1) 两个图表控件。

(2) 五个物理通道输入控件。五个物理通道输入控件分别为“靠近电机轴承端”“远离电机轴承端”“工作台”“丝杠前端”和“丝杠后端”。

- (3) RTD 参数设置。主要有“最低温度(℃)”“最高温度(℃)”“电阻设置”“电流激励源”“电流激励值/A”“单位”“0℃时电阻值/ Ω ”“RTD 类型”“RTD 每通道采样”和“RTD 采样率(Hz)”。
- (4) 红外参数设置。主要有“红外每通道采样数”“接线端设置”和“采样率”。
- (5) 数据采集部分。主要有“采集数据保存路径”“开始采集”按钮和“暂停”按钮。

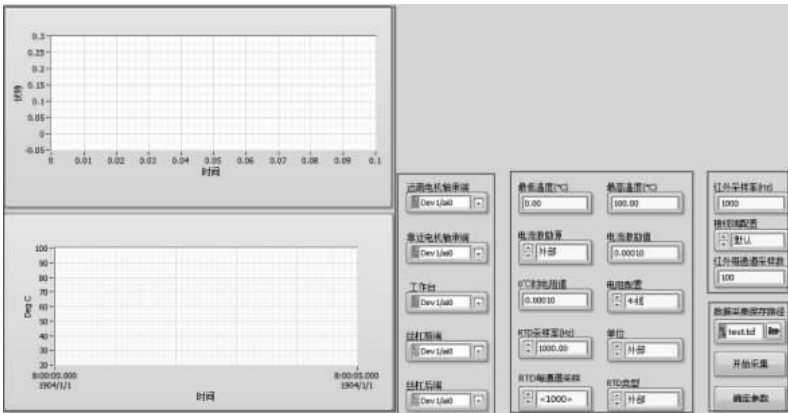


图 3-34 整理控件

3. 统一控件大小、位置和间隔

此时前面板中同类的控件大小不一,间隔不均匀,下面对此进行调整,以五个物理通道控件为例进行说明。选中五个物理通道并进行以下操作:

- (1) 左对齐。单击工具栏中的“左对齐”图标,如图 3-35 所示。

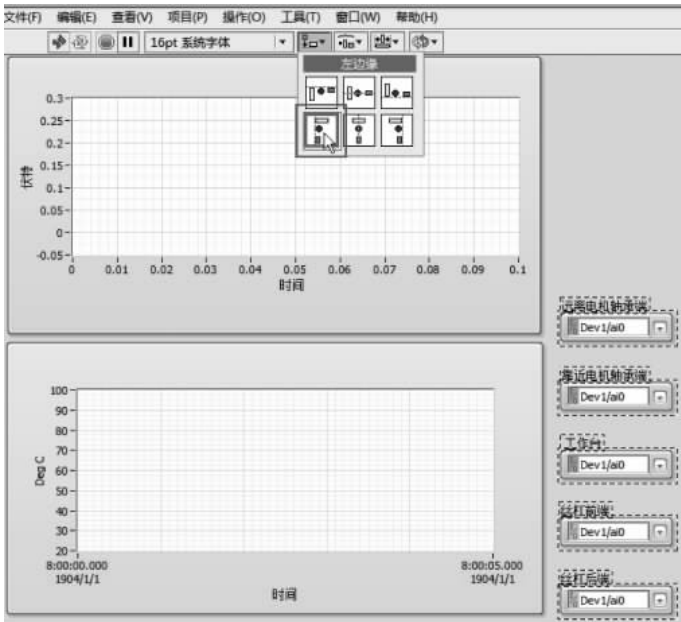


图 3-35 控件左对齐

(2) 等间隔。单击工具栏中的  “分布对象”→“垂直中心”图标,如图 3-36 所示。

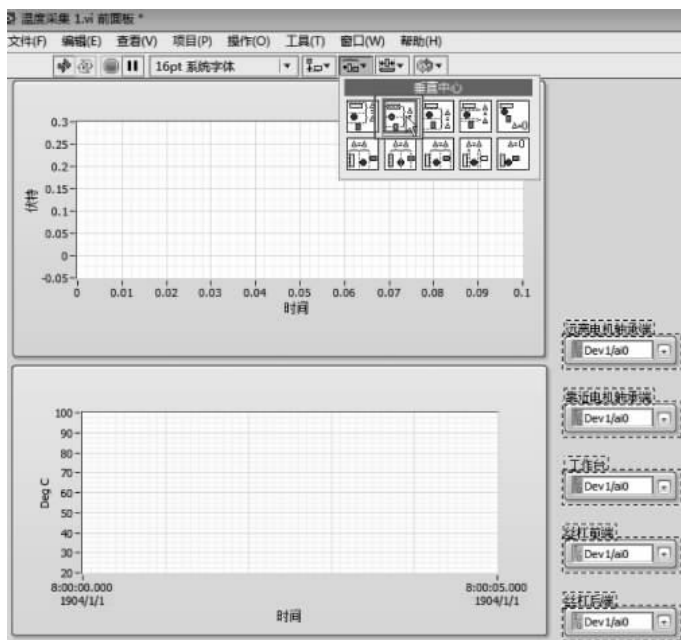


图 3-36 设置控件间等间隔

(3) 等宽和等高。单击工具栏中  “调整对象大小”→“最大宽度和高度”图标,如图 3-37 所示。

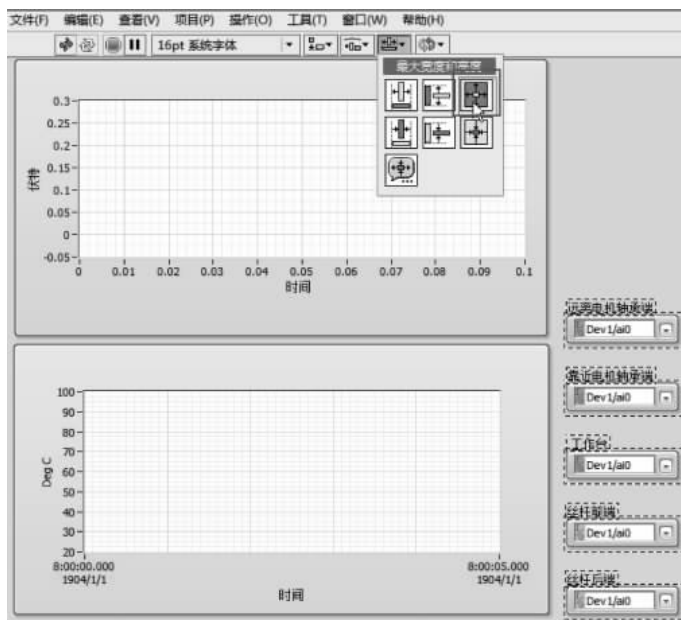


图 3-37 设置控件等宽等高

五个物理通道输入控件调整后最终的状态如图 3-38 所示。



图 3-38 调整后状态

(4) 对其他同类控件进行相同操作,并调整控件位置。最终结果如图 3-39 所示。



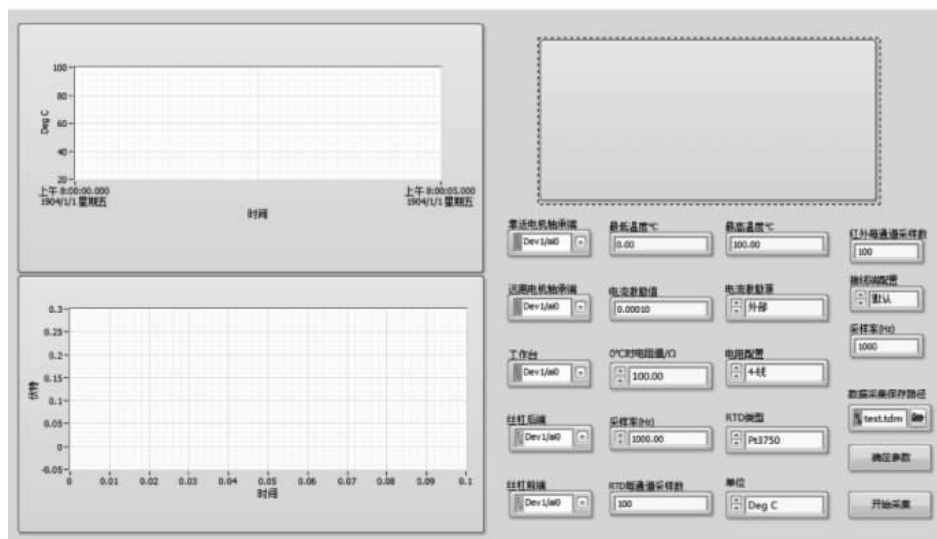
图 3-39 调整完成后图示

4. 添加修饰控件

- (1) 打开“电压-连续输入”范例,选中前面板中的修饰控件并进行复制,然后粘贴到滚珠丝杠副温度测量模块的前面板上,如图 3-40 所示。
- (2) 选中修饰控件,拖动其右下角调整至适当大小,并将其移动至五个物理通道之上,如图 3-41 所示。
- (3) 选中修饰控件,单击工具栏中的  “重新排序”图标,选择“移至后面”命令将其移至控件后面,如图 3-42 所示。



(a) 复制范例程序前面板中的修饰控件



(b) 在滚珠丝杠副温度测量模块的前面板中粘贴复制的修饰控件

图 3-40 复制修饰控件

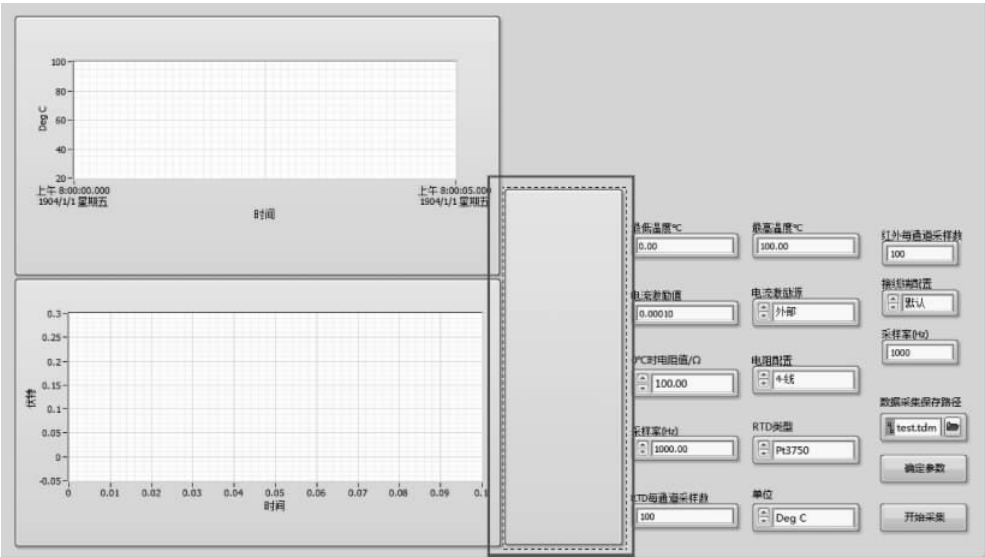


图 3-41 调整修饰控件

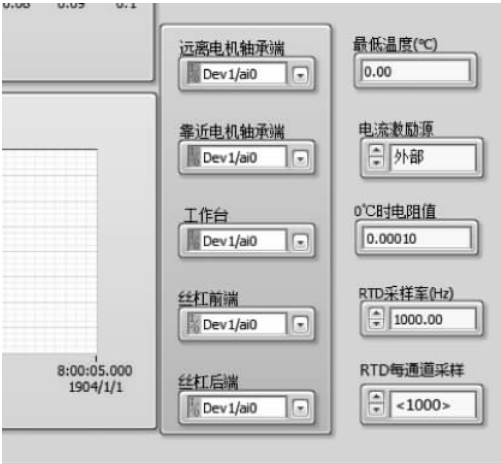


图 3-42 将修饰控件移至控件后面

(4) 将前面板的修饰控件复制多个, 分别修饰“RTD 温度参数设置”“红外参数设置”“图片”“数据采集”和“标题”板块。重复上一步操作, 最终的效果如图 3-43 所示。

5. 添加文字

(1) 在空白区域双击并输入文字“通道设置”, 如图 3-44 所示。

(2) 单击工具栏中的“应用程序字体”下拉列表框, 将文字设置大小为 24, 使用组合键 Ctrl+“=”或者 Ctrl+“-”放大或缩小字体。设置颜色为蓝色, 移至适当位置, 如图 3-45 所示。

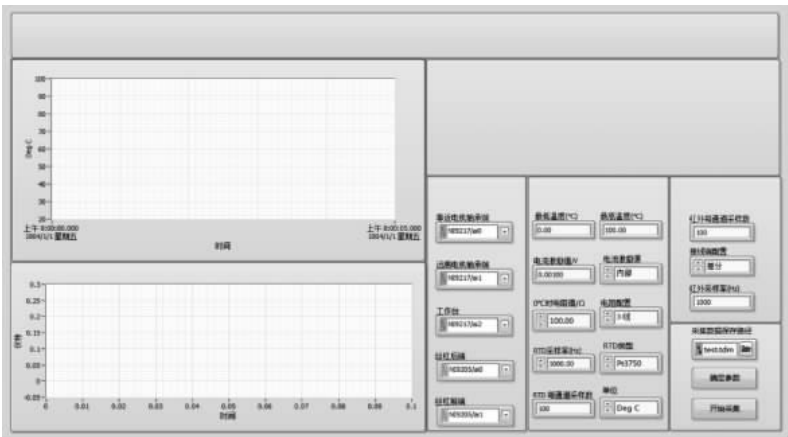
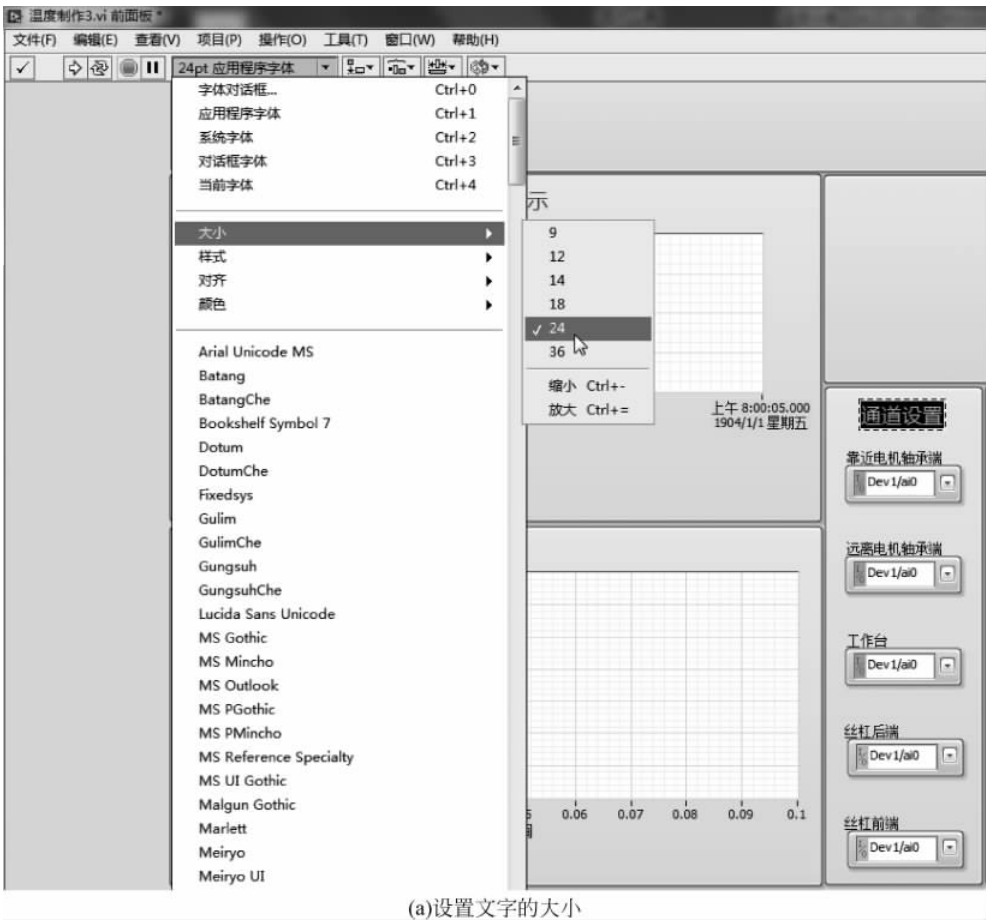


图 3-43 修饰控件调整完成

通道设置

图 3-44 添加文字



(a)设置文字的大小

图 3-45 设置字体大小和颜色



(b) 设置文字的颜色

图 3-45 (续)

整个界面文字设置后的整体效果如图 3-46 所示。

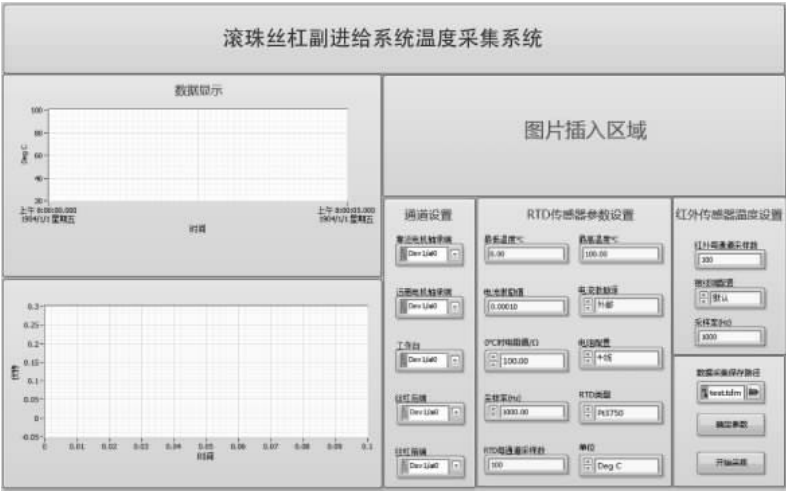


图 3-46 设置完成

6. 修改图表属性

1) 进入属性窗口

在第一个图表上右击,如图 3-47 所示,选择“属性”命令,进入“图表属性”窗口。

2) 修改表格的“外观”和“显示格式”

如图 3-48 所示,进行以下设置。

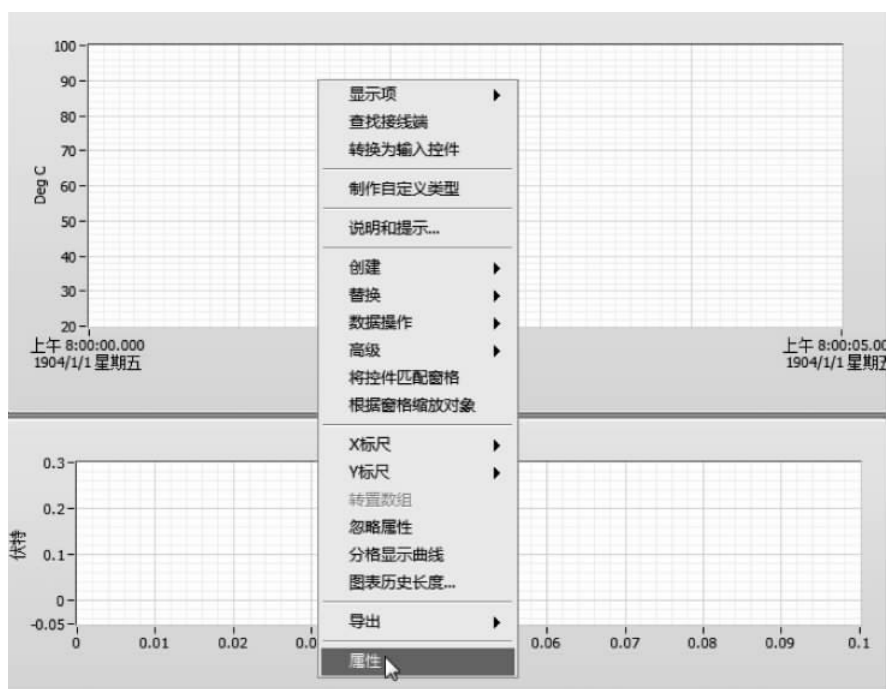


图 3-47 右击图表并选择“属性”命令

(1) “外观”选项卡。如图 3-48(a)所示,在“显示图例”“分格显示曲线”和“根据曲线名自动调节大小”复选框前打“√”;曲线显示的数目设置为 3。

(2) “显示格式”选项卡。如图 3-48(b)所示,将时间类型设置为“绝对时间”;自定义时间格式设置为 HH:MM:SS,并“不显示日期”。



(a) “外观”选项卡中的设置

(b) “显示格式”选项卡中的设置

图 3-48 编辑图表的属性

(3) 打开第二个图表的“图标属性”命令,如图 3-49(a)所示,无法分格显示曲线。所以复制第一个图表来替换第二个图表。复制后打开其属性对话框,将显示的曲线数目改为 2,并将“分格显示曲线”复选框前的“√”去掉再重新选中,这一步操作很重要,如图 3-49(b)所示。

分别在两个图表上右击,选择“显示项”命令,将“图例”复选框前的“√”去掉。切换到程序框图,将“波形图表”控件的标签修改为“红外温度曲线”。

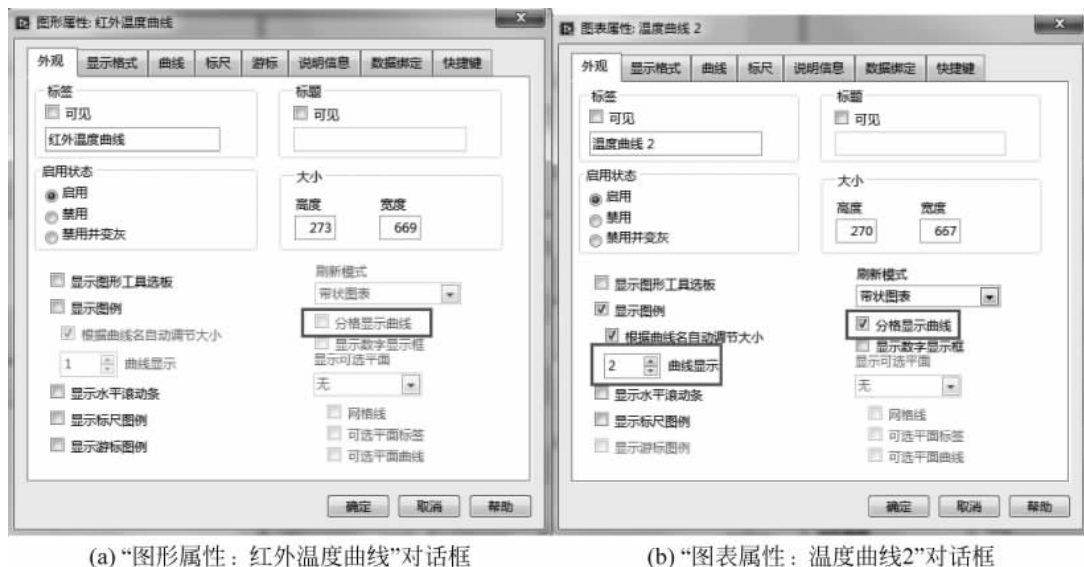


图 3-49 编辑两个图表的属性

3) 修改两个图表的纵坐标名称

在纵坐标上双击进入编辑模式,如图 3-50 所示。从上至下,文字依次为“靠近电机轴承端温度℃”“工作台温度℃”“远离电机轴承端温度℃”“丝杠前端温度℃”和“丝杠后端温度℃”。

7. 插入图片

(1) 在菜单栏中选择“编辑”→“导入图片至剪贴板”命令,如图 3-51 所示。

(2) 选择指定的图片导入,如图 3-52 所示。

(3) 使用组合键 Ctrl+V 将图片粘贴至前面板,并调整图片大小,移至指定区域。效果如图 3-53 所示。

至此,温度测量的程序已全部完成,连接相应的硬件设备即可采集温度。

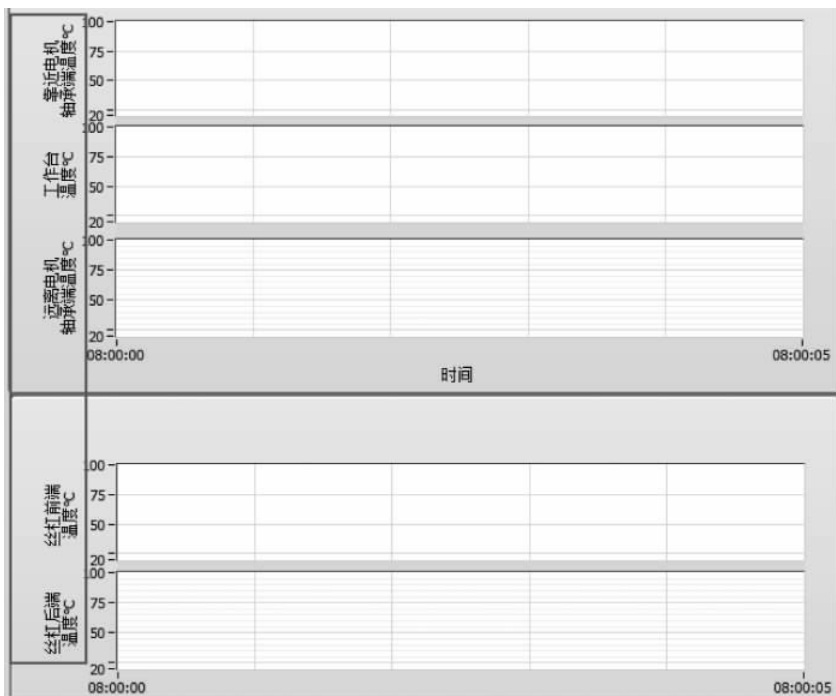


图 3-50 双击文字进入编辑模式



图 3-51 插入图片



图 3-52 导入指定图片

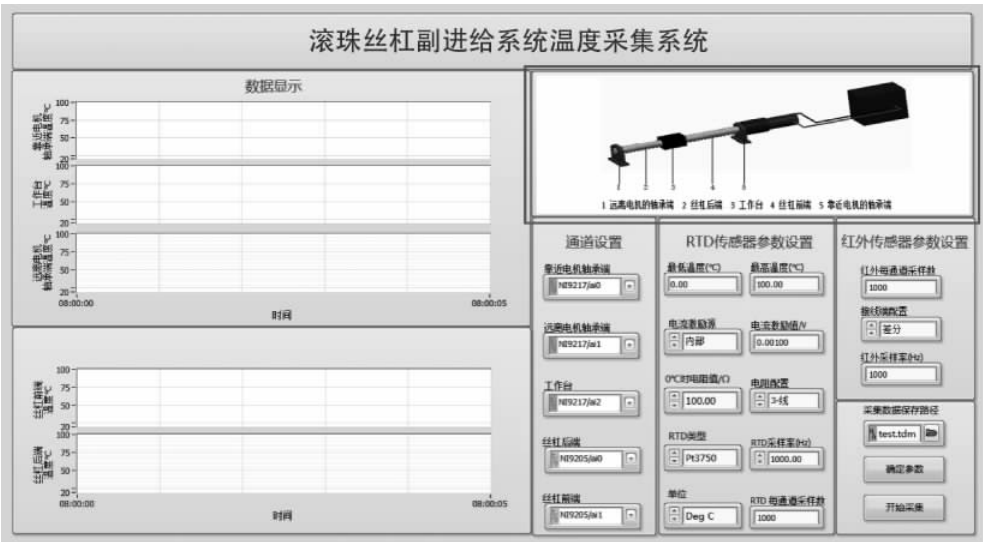


图 3-53 调整图片大小