

项目 1

智慧温室智能终端 安装与配置

项目概况

智慧温室（图1-1）主要利用传感器等设备自动采集温室环境数据，再与设定的模型实时比较，通过控制光照、制冷、制热、加湿、除湿、二氧化碳（ CO_2 ）补充等设备，直接调节室内的温、光、水、肥、气等因素，使农业生产更加精准、精细。智慧温室的控制一般由信号采集系统、中心计算机、控制系统三大部分组成。本项目的主要任务是完成智慧温室信号采集系统的部署和智能终端设备的安装与维护。

小毛是本项目的实施人员，工作中他将运用专业知识与技能，以应用需求为指引，在特定场景中凭借规范、严谨的专业素养，完成温湿度传感器、百叶箱型温湿度传感器、二氧化碳传感器和警示灯、排风扇等执行器的安装、配置和维护。

通过对本项目的学习，读者能够根据应用需求和智能终端设备的特性完成设备安装、配置和运行维护；能够更加直观地认识传感器组成、类别、工作原理和发展方向；能够理解和区分模拟量与数字量，以及二者间的转换；能够使用万用表等工具检测线路的连通性。在各实践环节中不断增强协作能力，提高劳动规范和用电安全意识。



图1-1 智慧温室

1.1 任务 1 警示灯安装

1.1.1 任务描述

因智慧温室建设需要，急需安装警示灯等执行器。现要求物联网智能终端实施人员小毛根据任务工单要求在现场完成执行设备、配线槽、接线端子的安装和布线工作。

任务实施之前，实施人员需认真研读任务工单和系统设计图，充分做好实施前的准备工作。

任务实施过程中，首先使用配线槽、接线端子等部件规范工程布线；然后安装警示灯等设备，实现设备与电源的线路连接，并使用万用表检测连通性。同时，在实践中以实际行动体现严谨细致的工作态度，把每一个细节都考虑周密、严谨、细致。

任务实施之后，进一步牢记安全用电知识，熟悉万用表及其使用方法，掌握压接冷压接线端子的方法，了解和践行“7S”管理要求。

1.1.2 任务工单与任务准备

1.1.2.1 任务工单

安装警示灯的任务工单如表1-1所示。

表1-1 任务工单

任务名称	警示灯安装		
负责人姓名	毛××	联系方式	135××××××××
实施日期	20××年××月××日	预计工时	2h
设备选型情况	警示灯选用红色带线警示灯，型号为LTE-5061，电压为DC 12V；按钮开关选用自锁式控制按钮，型号为YJ139-LA38；开关电源，型号为RD-125A，输出电压为DC 12V、DC 5V		
工具与材料	方形PVC绝缘配线槽（宽3.5cm，高3cm）10m，十字螺丝刀1把，小一字螺丝刀1把，数字式万用表1台，螺丝（M4×16）、螺母、垫片24套，红黑导线2m，剥线钳1把，斜口钳1把，角度剪1把，线鼻子压线钳1把，压线钳1把，尖嘴钳1把，电工胶布1卷，红、黑线鼻子各2个，轨道式接线端子若干片，接线端子轨道1片，自攻螺钉/抽芯铆钉		
工作场地情况	室内，操作面上无杂物，需要自行安装配线槽等		
外观、功能、性能描述	需要将配线槽合理布置在操作面上，安装并调试警示灯电路，所有连接电源的线都要先经过接线端子，线路都要走配线槽，与轨道式接线端子连接的导线都需要制作对应颜色的线鼻子		

续表

任务名称	警示灯安装
进度安排	① 8: 30~9: 20完成配线槽的裁剪与安装工作; ② 9: 20~10: 00完成警示灯电路的安装; ③ 10: 00~10: 30调试警示灯电路, 交付使用
实施人员	以小组为单位, 成员2人
结果评估(自评)	完成 ☐ 基本完成 ☐ 未完成 ☐ 未开工 ☐
情况说明	
客户评估	很满意 ☐ 满意 ☐ 不满意 ☐ 很不满意 ☐
客户签字	
公司评估	优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐

1.1.2.2 任务准备

实施人员需明确任务要求, 了解任务实施环境情况, 完成设备选型, 准备好相关工具和足量的耗材, 安排好人员分工和时间进度。

需要准备好的设备和材料有: 方形PVC绝缘配线槽、螺丝、螺母、垫片、轨道式接线端子、接线端子轨道、红黑导线、线鼻子、电工胶布、红色带线警示灯、自锁式控制按钮开关等。

需要准备好的工具有: 十字螺丝刀、小一字螺丝刀、角度剪或铁皮剪刀、剥线钳、压线钳、手工锯、数字式万用表等。



什么是配线槽? 配线槽的作用是什么?

1.1.3 任务实施

1.1.3.1 解读任务工单

实施人员需使用准备好的工具, 在室内指定实训架上安装方形PVC配线槽、红色带线警示灯与型号为YJ139-LA38的自锁式控制按钮开关。安装完成后, 按下自锁式控制按钮开关, 红色警示灯开始闪烁; 再次按下自锁式控制按钮开关, 红色警示灯停止闪烁。该任务计划由2名施工人员在2h内完成配线槽的安装、警示灯电路的安装和调试等工作, 运行正常后交付使用。

1.1.3.2 识读系统设计图

图1-2是本任务的系统设计图, 工程实施人员需根据设计图进行安装调试。

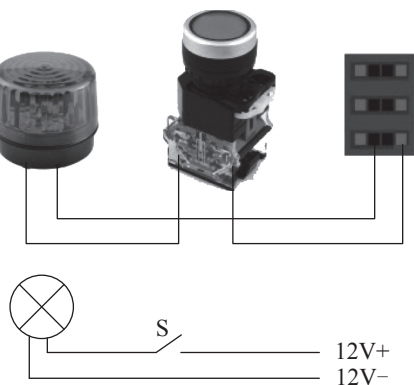


图1-2 警示灯系统设计图

1.1.3.3 安装设备

1. 安装配线槽

1) 挑选配线槽

从图1-3所示的各种常见配线槽中挑选出符合本任务要求的方形PVC绝缘配线槽。该配线槽侧面和底部均有开孔，如图1-4所示，因此不用打孔也能方便地将配线槽固定到实训架上。

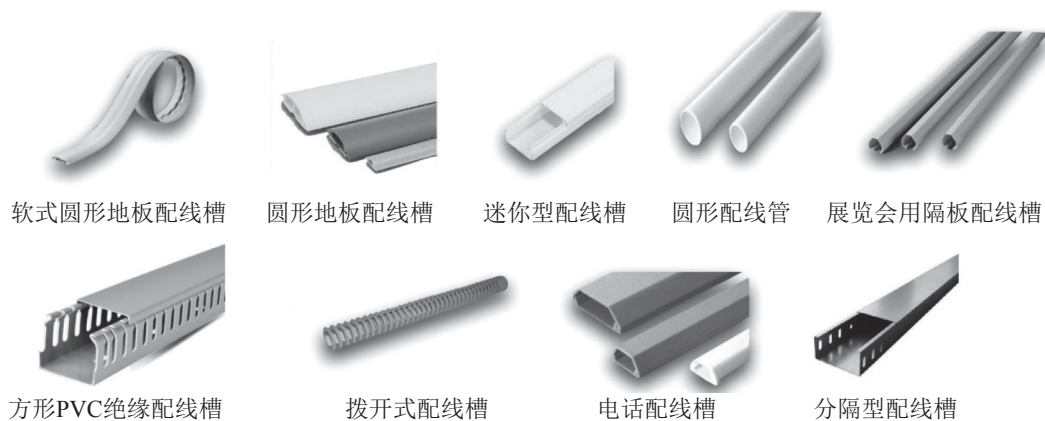


图1-3 配线槽种类

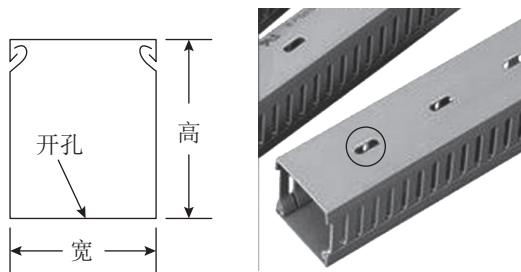


图1-4 方形PVC绝缘配线槽的开孔位置

知识链接：配线槽与配线槽分类

配线槽又称走线槽，是用来将电源线、数据线等线材规范整理、固定在设备安装架、墙面或者天花板上的布线耗材。

根据用途的不同，配线槽可分为许多种类，常见的有：绝缘配线槽、拨开式配线槽、迷你型配线槽、分隔型配线槽、室内装潢配线槽、一体式绝缘配线槽、电话配线槽、日式电话配线槽、明线配线槽、圆形配线管、展览会用隔板配线槽、圆形地板配线槽、软式圆形地板配线槽、盖式配线槽等。

2) 裁剪配线槽

根据物联网实训使用的设备安装铁架的尺寸，使用铁皮剪刀或手工锯，完成配线槽裁剪。

各种规格配线槽的配套附件有：阳转角、阴转角、曲弯角、单通、二通、三通、四通、内连接头、外连接头和封堵等。如图1-5所示为几种常用配套附件的实物图。

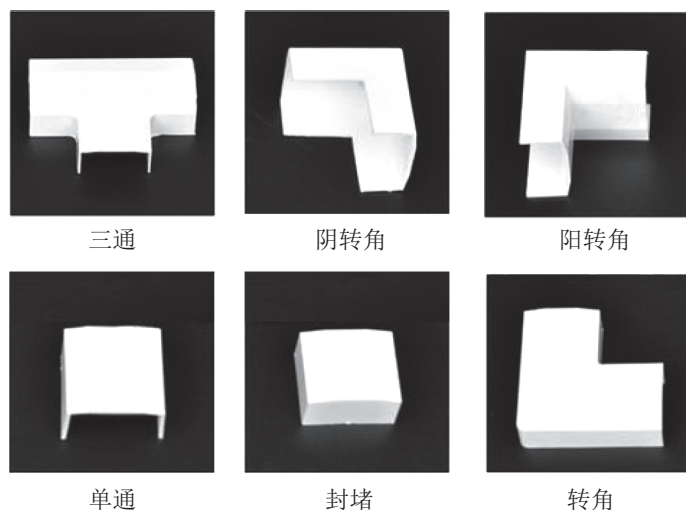


图1-5 常用配线槽配套附件

在安装时若使用这些配套附件，就很容易实现配线槽槽路的转角、分支、驳接等。常规配线槽在装配时只要将所需的配线槽配套附件套接在配线槽端头上，再用自攻螺钉或抽芯铆钉固定即可。

当缺少配线槽配套附件时，也可以使用下列方法施工安装。

(1) 缺少连接头时的施工方法。

内（外）连接头附件适用于同规格配线槽之间的驳接。施工时可截一段长约15~20cm的同规格的配线槽，代替连接头成品嵌接在驳接口上。“接头”一般嵌于配线槽内部（内接头）以保持整条配线槽的外形美观。接上“接头”钻好孔后，用自攻螺钉将“接头”固定好。

注意：在盖配线槽盖时，应使配线槽驳接口与槽盖接口相互错位，避免两接口重叠在一起，这样可提高整条配线槽的刚性。

（2）缺少曲弯角接头时的施工方法。

曲弯角接头适用于配线槽作 90° 水平弯曲的场合。具体制作方法如下：用专用的角度剪将配线槽剪成 45° 角（如图1-6所示，如无角度剪，可在配线槽底部需转弯的地方用角尺画出 45° 线，然后用铁皮剪沿所画线条位置剪开），再将配线槽弯曲、搭接后铆固便可。配线槽盖作 90° 水平弯曲时也可按此方法制作。



图1-6 角度剪的使用

（3）缺少阳转角接头时的施工方法。

阳转角接头适用于配线槽作 90° 外弯曲的场合。制作时，先在一条配线槽的端头底部上按槽侧高度画线，用剪刀剪出一个口子；再在另一条配线槽端头上，沿槽底面与两槽侧面的曲缝处各剪一刀，剪口深度为槽侧高度；然后弯曲槽底剪开部分，用该弯曲部分搭接在前一条配线槽端口子上，用铆钉固定即可。该处相应的槽盖弯曲制作，可参见缺少阴转角接头时的施工方法。

（4）缺少阴转角接头时的施工方法。

阴转角接头适用于配线槽作 90° 内弯曲的场合，可通过裁剪配线槽本身来制作。具体制作方法如下：在配线槽需内弯部位的两边槽侧上画线，用铁皮剪刀剪成两个 45° 缺口，再将配线槽于缺口处折曲，使槽侧边的斜边向外，然后铆接固定即可。为了制作简便，相应部位的槽盖弯曲，可在盖侧两边各剪两道缝，沿缝曲折槽盖制成。

（5）缺少三通或四通时的施工方法。

三通或四通在配线槽布线施工中起支配线槽和驳接电线接头盒的作用。

配线槽作三通（“T”形分支）连接时的施工步骤如下。

步骤1：在被分支的配线槽上，按分支配线槽宽度画线，再沿线剪开，将被剪开的两块配线槽沿根部弯成直角，作为配线槽分支连接好待用。

步骤2：按被分支配线槽宽度的 $1/2$ 到 $2/3$ ，在分支配线槽端部画线，沿线将其剪成“凸”形端头。

步骤3：将分支配线槽“凸”形端头插入被分支配线槽的剪开口中，使其相互搭接，用铆钉固定。

步骤4：在被分支配线槽盖侧边的一面，按分支槽盖的宽度剪一口子。在分支槽盖

的端头剪去稍短的盖侧边，制成“凸”形端头，使此端头能插进被支配线槽盖的开口里，这样两条配线槽盖便搭接盖紧了。

配线槽的四通（“十”字分支）制作方法与“T”形接法相同，区别仅是在“T”形顶上再接一配线槽。

（6）配线槽封堵的制作方法。

封堵用于当配线槽敷设到尽头时，其配线槽端头作封闭之用。自制封堵可通过裁剪配线槽盖来达到封堵配线槽端头的目的。裁剪方法为：先将配线槽端头的两个槽侧壁剪成 45° 角，再在配线槽盖两侧壁上，按离槽盖端2倍于配线槽高度的地方剪出口子，并且将槽盖端两侧也剪成 45° 角。然后在槽盖剪出的开口处。把槽盖弯曲成 45° 角，使槽盖能与配线槽两个 45° 侧壁相吻合。

3) 固定配线槽

配线槽裁剪完毕后，挑选合适的螺丝（M4×16）、螺母、垫片，如图1-7所示，使用十字螺丝刀和尖嘴钳将其固定在实训架上。

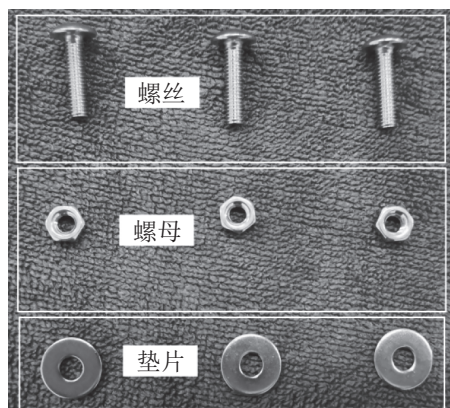


图1-7 所选用的螺丝、螺母和垫片

知识链接：螺丝、螺母和垫片

螺丝主要是把两个工件连在一起，起紧固的作用。螺丝是一般设备上都要用到的，比如手机、计算机、自行车、各种机床等。螺丝主要分为普通螺丝、机螺丝、自攻螺丝和膨胀螺丝几种。

螺丝型号用类似“M4×16”的形式表示：“M”表示普通三角螺纹，“4”表示公称直径，“16”表示长度，直径和长度的单位均为mm。常见螺丝头部外形有圆柱头、半沉头、沉头、球面圆柱头、盘头、半圆头、六角头等，如图1-8所示。

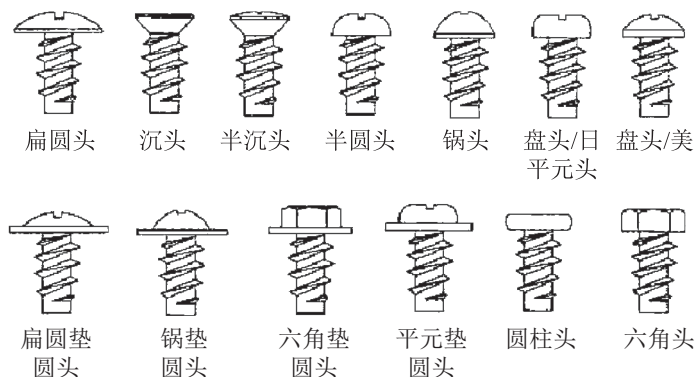


图1-8 常见螺丝头部外形

螺母也称为螺帽，是与同等规格的螺栓或螺杆通过内侧的螺纹拧在一起，用来起紧固作用的零件。依据螺母的使用状况及功能要求会在对边和形状上有不同设计。本任务所使用的是六角螺母，它与螺丝、垫片配合使用，起到连接紧固机件的作用。螺母的主要种类有自锁螺母、防松螺母、锁紧螺母、四爪螺母、旋入螺母、保险螺母、细杆螺钉连接螺母、自锁六角盖形螺母、专用地脚螺钉用螺母、六角冕形薄螺母、吊环螺母等。

垫片是指用纸、橡皮片或铜片制成，放在两平面之间以加强密封的材料，为防止流体泄漏设置在静密封面之间的密封零件。垫片的作用是增大接触面积，减小压力，保护零件和螺丝。

使用十字螺丝刀和尖嘴钳拧紧螺丝，将裁剪完成的配线槽固定在需要的位置。由于实训架面积比较大，这项工作需要两人配合完成，一人负责安装设备，用螺丝刀拧螺丝，另一人在实训架后面给螺丝上垫片和螺母，使用尖嘴钳固定螺母，待螺丝拧紧后再松开尖嘴钳。配线槽安装完成后的效果如图1-9所示，每段PVC配线槽至少要用3套螺丝固定。



图1-9 配线槽安装效果

知识链接：PVC 绝缘配线槽安装的基本要求

配线槽的安装位置应符合施工图要求，左右偏差不应超过 50mm；配线槽应与地面保持垂直；配线槽截断处及两配线槽拼接处应平滑、无毛刺；采用吊顶支撑柱布放缆线时，支撑点宜避开地面沟槽和配线槽位置，支撑应牢固；垂直敷设时，距地 1.8m 以下部分应加金属盖板保护或采用金属走线柜包封，门应可开启；配线槽转弯半径不应小于槽内缆线的最小允许弯曲半径，配线槽直角弯处最小弯曲半径不应小于槽内最粗缆线外径的 10 倍；配线槽穿过防火墙体或楼板时，在缆线布放完成后应采取防火封堵措施；敷设在网络地板中的配线槽之间应沟通，配线槽盖板应可开启，主配线槽的宽度宜在 200~400mm，支配线槽宽度不宜小于 70mm；地板块与配线槽盖板应抗压、抗冲击和阻燃。

2. 安装警示灯

本任务使用的警示灯如图1-10所示，警示灯底部配有螺丝。配线槽固定后，一位施工人员将警示灯的螺丝直接插入实训架上合适的孔中，另一位施工人员在实训架的背

面，先将垫片放入警示灯的螺丝上，再拧上螺母，用尖嘴钳将螺母拧紧。

3. 安装自锁式控制按钮

本任务使用的自锁式控制按钮开关为点动按钮开关，它带有一组常开触点和一组常闭触点，如图1-11所示。常开触点在没按下按钮时，线路为断开状态，常闭触点在没按下按钮时，线路为闭合状态；按下按钮后，常开触点闭合，常闭触点断开。该按钮开关的固定方式有两种，一种是用螺丝固定，另外一种是用导轨固定。如果选用螺丝固定，则需要先将导线从开关引出，再用螺丝固定按钮开关。

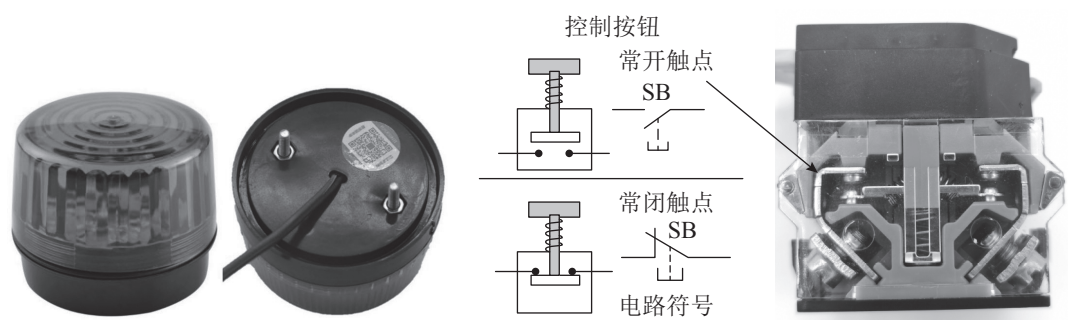


图1-10 警示灯正、反面

图1-11 自锁式控制按钮开关触点

根据电路图要求，本任务使用的是常开开关。可用十字螺丝刀拧开自锁式控制按钮常开触点上面的接线端子的螺丝，将准备好的长度合适并剥去绝缘层的导线放入接线端子，拧紧螺丝，如图1-12所示。再使用M4×16型螺丝、垫片和螺母将自锁式控制按钮固定在实训架上；将导线放入配线槽，一端与警示灯的正极连接，另一端通过制作的线鼻子与接线端子的电源正极连接。

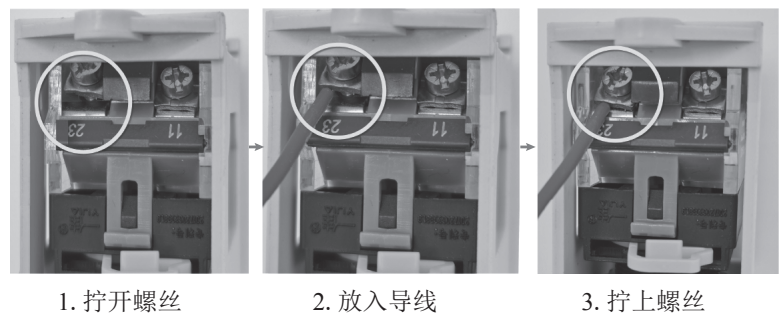


图1-12 开关连接导线

4. 安装接线端子

组合型接线端子排可由若干单片接线端子连接而成，它的外观结构如图1-13所示。本任务所用接线端子采用的是轨道式快速直插弹簧接线端子。

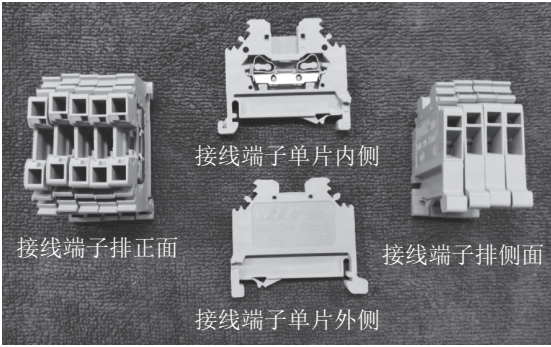


图1-13 轨道式接线端子及端子排结构

安装接线端子排的步骤如下。

步骤1：安装接线端子导轨，用于固定接线端子排，如图1-14所示。

步骤2：将若干单片接线端子依次连接成排。

步骤3：将接线端子排安装在导轨上，并认真检查是否安装牢固，如图1-15所示。

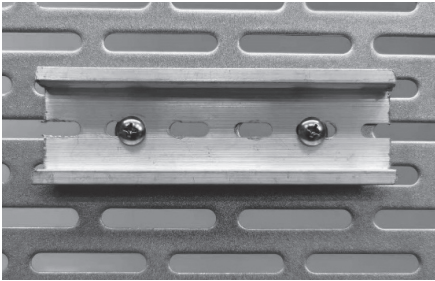


图1-14 接线端子导轨

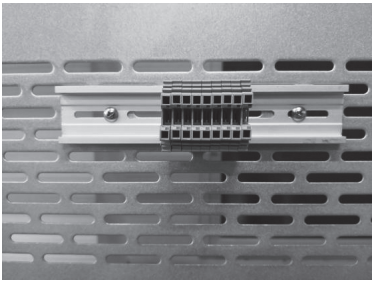


图1-15 接线端子排安装效果

接线端子采用的是直插弹簧式接线设计，如图1-16所示，使用小一字螺丝刀从2号孔或3号孔插入，将内部金属片向下压，再将剥好的导线插入1号孔位，拔出小一字螺丝刀，此时金属片自动复位，牢牢地将导线卡住，一端的导线就连接完成了。另外一端也采用相同的方法来连接另一根导线。

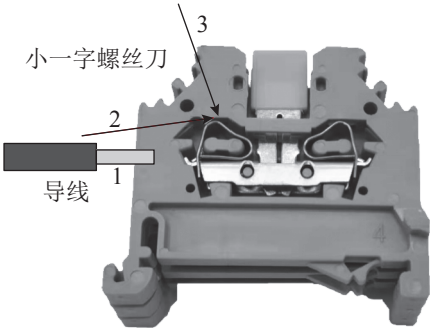


图1-16 导线连接方法

知识链接：接线端子及分类

接线端子是用于实现电气连接的一种配件产品，是为了方便导线的连接而应用的。它其实就是一段封在绝缘塑料里面的金属片，两端都有孔可以插入导线，有螺丝等装置将其紧固或者松开。比如两根导线，有时需要连接，有时又需要断开，这时就可以用接线端子把它们连接起来，而不必把它们焊接起来或者缠绕在一起，既方便快捷，又便于信号检测、系统调试。在电力行业中有专门的端子排、端子箱，上面装有大量的接线端子，有单层的和双层的接线端子、大电流接线端子和电压端子、普通的和可断开的接线端子等。接线端子可以分为插拔式接线端子系列、变压器接线端子、建筑物接线端子、栅栏式接线端子系列、弹簧式接线端子系列、轨道式接线端子系列、穿墙式接线端子系列、光电耦合型接线端子系列等。其中轨道式接线端子采用压线和独特的螺纹自锁设计，使得接线连接可靠、安全。常见的接线端子如图 1-17 所示。

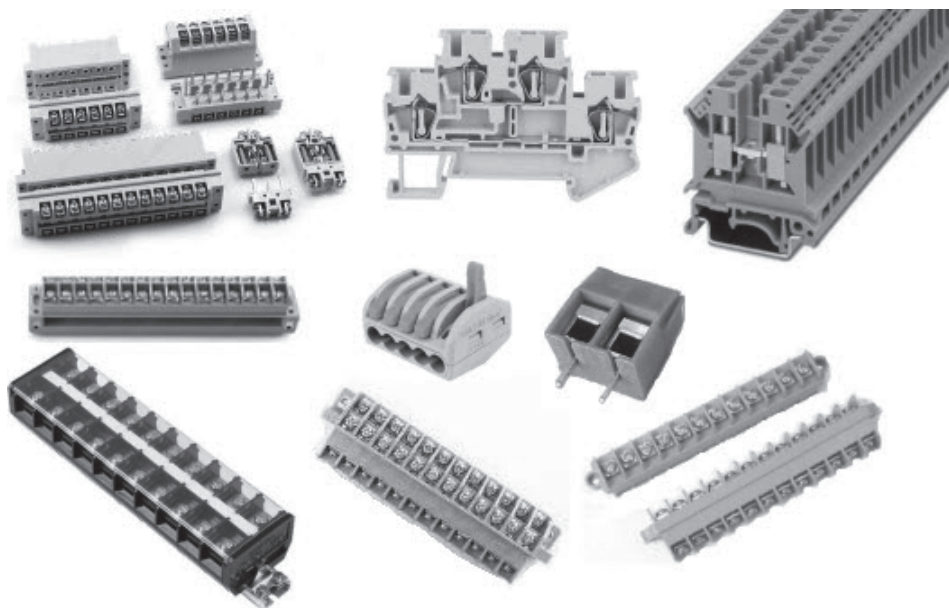


图1-17 常见的接线端子



请列举出警示灯的使用场景。

5. 连接线路

1) 剥线

剥线即使用剥线钳剥除导线头部的表面绝缘层，使得导线铜芯裸露，如图1-18所示。具体操作步骤如下。

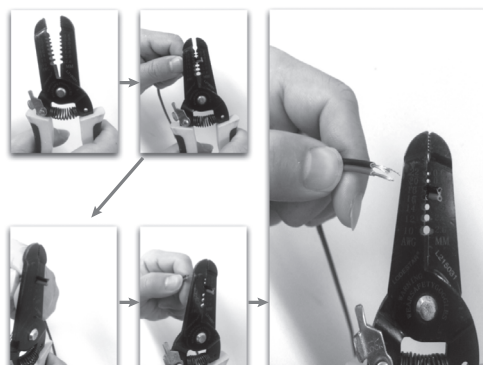


图1-18 剥线钳使用示意图

步骤1：根据导线的线径，选择相应的剥线刀口。

步骤2：将准备好的导线放在剥线钳的刀刃中间，选择好要剥线的长度。本实训项目所需导线剥线长度约0.8cm左右。

步骤3：握住剥线钳手柄，将导线夹住，缓缓用力使导线绝缘层慢慢剥落。

步骤4：松开剥线钳，取出导线，此时导线铜芯整齐露出，其余绝缘层完好。

知识链接：剥线工艺与技巧

规范的剥线操作才能保障用来连接的导线安全耐用，具体工艺要求如下。

(1) 去除导线外部绝缘层而不削到内部线芯是至关重要的。如果线芯有缺口，导线能承受的电流会降低，线路可能会断开或发生短路。图 1-19 (a) 所示为线芯没有划伤或凹坑的导线。

(2) 在剥离多股导线（软导线）时，剥出来的铜丝可能会分叉，为了防止由于单股铜丝分叉引起短路故障，需要将剥出来的铜丝拧成一股，如图 1-19 (b) 所示。

(3) 导线线径与剥线钳中正确的刀口的匹配度非常重要。如果刀口太大，绝缘层不会被剥离；如果刀口太小，则存在损坏导线的风险，弯曲导线时 also 容易被折断。图 1-19 (c) 即为绝缘层没有被正确地剥离，有划伤、凹坑或缺失的线股。如果剥线时意外地在线芯上留下缺口，最好是切断导线的损坏部分重新再剥一次。

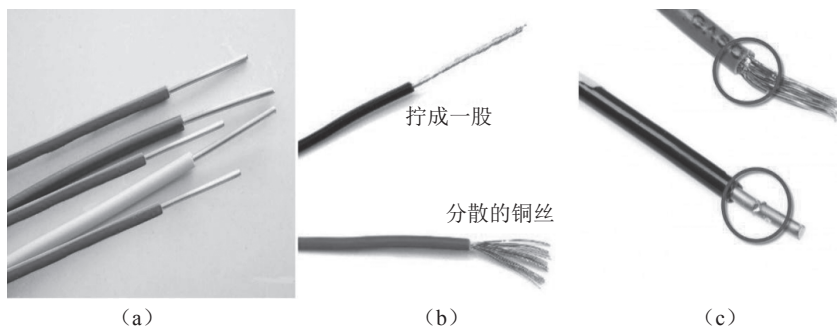


图1-19 导线剥线工艺要求

2) 设备连接

设备连接指根据系统设计图进行线路连接，具体操作包括制作导线、警示灯与自锁式控制按钮的连接、自锁式控制按钮与电源的连接三个环节。

(1) 制作导线。

警示灯自带的导线长度有限，需要根据警示灯与自锁式控制按钮和电源所在位置的实际距离来延长导线。可使用剥线钳的剪线部分剪取一段长度适宜的红黑导线作为延长导线。

根据工艺要求，警示灯的延长导线需通过接线端子与电源连接，具体操作步骤如下。

步骤1：对照图1-20，实现警示灯自带导线与红黑导线的一端的连接；二者可靠连接后，再使用绝缘胶带对其进行密封与固定，效果如图1-21所示。



图1-20 导线连接



图1-21 包绝缘胶带

“一”字形连接的导线接头可按图1-22所示步骤进行绝缘处理，先从接头左边完好的绝缘层上开始包缠，包缠两圈后进入剥除了绝缘层的线芯部分。每圈压叠胶带宽度的 $1/2$ ，直至包缠到接头右边绝缘层完好处，然后再缠两圈。将绝缘胶带按另一斜叠方向从右向左包缠，仍每圈压叠胶带宽度的 $1/2$ ，直至完全包缠。包缠过程中应用力拉紧胶带，不可稀疏，更不能露出线芯，以确保绝缘质量和用电安全。

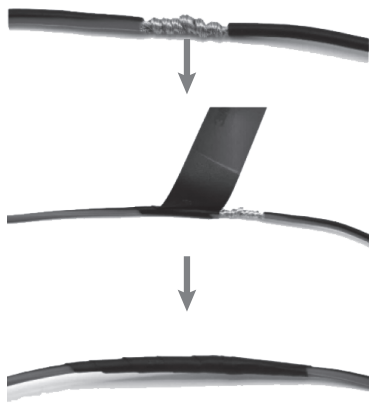


图1-22 接头的绝缘处理

步骤2：将延长导线另一端的2根导线，分别装上2种颜色的线鼻子。线鼻子的制作过程如图1-23所示，使用线鼻子压线钳，将线鼻子与剥好的导线铜丝压在一起。注意把握导线剥离的长度，不能出现漏铜现象。将做好线鼻子的导线依次插入轨道式接线端子，效果如图1-24所示。

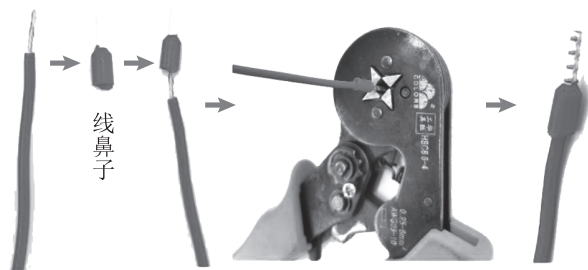


图1-23 线鼻子制作过程

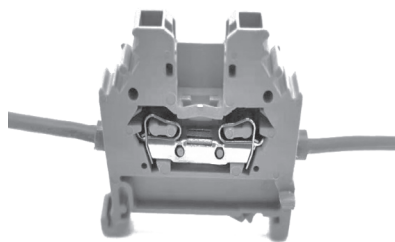


图1-24 线鼻子与接线端子连接

知识链接：线鼻子

线鼻子常用于电缆末端的连接和续接，能让电缆和电器连接更牢固、更安全，是建筑、电力设备、电器连接等常用的材料。一般导线与接线端子连接时，按照国家接线规范要求，电缆末端连接均需使用对应的接线端子；而如果是截面 4mm^2 以上的多股铜线则需装接线鼻子，再与接线端子连接。这样产品外观规范，导电性能好，安全。

(2) 警示灯与自锁式控制按钮的连接。

警示灯的红色延长线与自锁式控制按钮常开触点输入端连接，如图1-25所示。

操作过程为：使用十字螺丝刀逆时针拧开自锁式控制按钮常开开关输入端的螺丝，将剥好的导线从螺丝下方的左侧插入，再用十字螺丝刀顺时针拧紧螺丝。

(3) 自锁式控制按钮与电源的连接。

步骤1：将自锁式控制按钮输出端与接线端子的电源正极连接，警示灯的黑色延长线直接与接线端子的电源负极连接。

步骤2：剪一段红黑导线用于连接接线端子与电源；红色导线接入第一片接线端子下方卡口中，与上方卡口中的红色导线相对应，黑色导线接入最后一块接线端子下方卡口中，与上方卡口的黑色导线相对应，接红、黑色导线的卡口要分开一定的距离，以便使用扩展卡片进行电源的扩展。效果如图1-26所示。

步骤3：红黑导线的另一端与电源上标识12V的接线端子相连接，其中红色线接电源正



图1-25 警示灯与自锁式控制按钮的连接

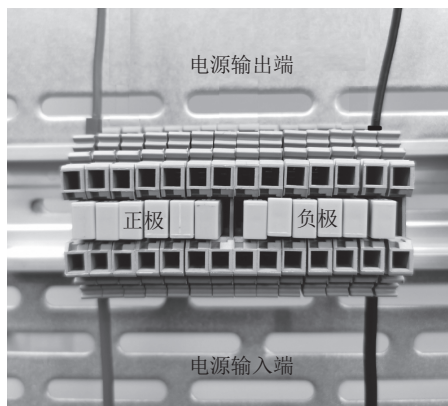


图1-26 接线端子两端的接线

极，黑色线接电源负极，如图1-27所示。

通过以上操作，整体安装与布线效果如图1-28所示。

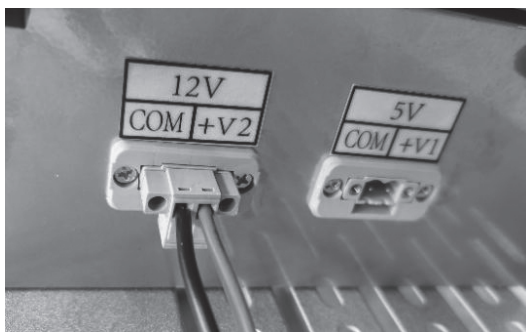


图1-27 电源线路连接

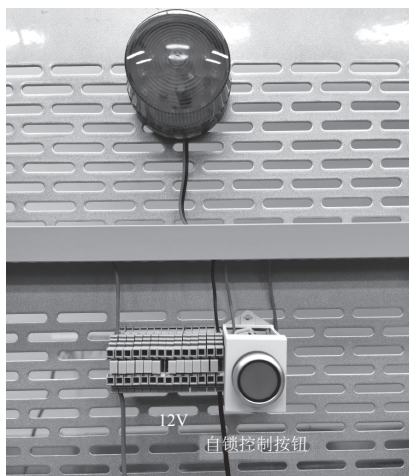


图1-28 整体安装与布线效果

1.1.3.4 使用万用表检测线路

电路安装完毕后，施工人员需要使用万用表对各段电路进行测量，确保安全后才能通电测试。

步骤1：在未给设备通电的情况下，将数字式万用表的挡位拨到蜂鸣挡，用红、黑表笔分别测量电源DC 12V位置的红、黑线，如果万用表蜂鸣器发出蜂鸣声，说明电路存在短路现象，需进一步仔细检查电路连接；如果没有发出蜂鸣声，则说明电源部分未发生短路。

步骤2：将万用表红色表笔接触自锁式控制按钮的电源输入端，黑色表笔接触自锁式控制按钮的电源输出端，如图1-29所示。在未按下按钮的情况下，蜂鸣器是不会发声的，如果此时万用表蜂鸣器开始发出声音，则说明自锁式控制按钮的常开、常闭触点接错或出现短路现象。正常情况是当按下自锁式控制按钮后，蜂鸣器开始发出蜂鸣声，再次按下按钮，蜂鸣器停止发声。

步骤3：确保电路未发生短路的情况下，接通电源，将数字式万用表的挡位调到直流20V处，红表笔与轨道式接线端子上的输入端红色线卡口接触，黑表笔与轨道式接线端子上的输入端黑色线卡口接触，如图1-30所示。观察数字式万用表的读数，如显示是“12V”，说明电源供电正常，如果读数是“-12V”，则说明电源输入端的红、黑线接反。

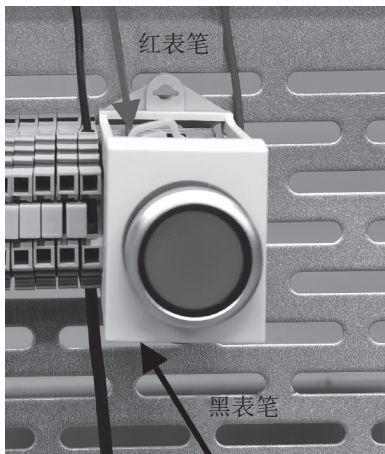


图1-29 测量自锁式控制按钮

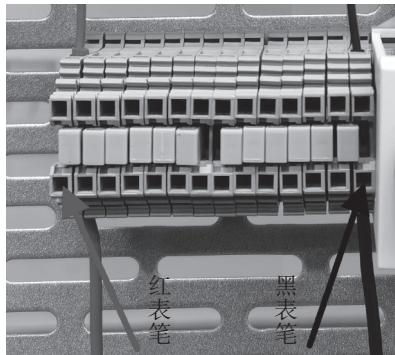


图1-30 测量电源输入端

步骤4：用同样的方法测量轨道式接线端子的电源输出端。正常情况下输出端和输入端的电压是相同的，如果测量输入端电压正常，而输出端电压为0V，则说明有导线和轨道式接线端子没有接触到位，需要用小一字螺丝刀重新按压轨道式接线端子的金属片，确保线鼻子与金属片接触良好。

步骤5：在确保前面步骤都正常的情况下，按下自锁式控制按钮，此时警示灯开始闪烁，再次按下按钮，警示灯停止闪烁。

在设备安装和布线的过程中要强调严谨细致的工作态度，要关注和把握好细节问题，给每一根导线做足防护，把每一个器件的特性都摸透，把每一个位置的关系都梳理清楚，把每一个环节都检测到位。

思想交流：严谨细致

严谨细致是一种工作态度，反映了一种工作作风。是对一切事物都有认真、负责的态度，一丝不苟，于细微之处见精神，于细微之处见境界，于细微之处见水平；是把做好每件事情的着力点放在每一个环节、每一个步骤上，不心浮气躁，不好高骛远；是从一件一件的具体工作做起，从最简单、最平凡、最普通的事情做起，特别注意把自己岗位上的、自己手中的事情做精做细，做得出彩，做出成绩。

2000年10月10日，美国“发现者”号还有几小时就要发射升空了，可当工作人员在对它进行例行检查时，突然发现一枚别针掉进了“发现者”号的主体与燃料水槽之间。这枚小小的别针，万一在飞船升空时卡在发动机里或者坠落到发射台上，将会引起非常严重的后果。为了防止事故的发生，美国国家宇航局决定推迟“发现者”号的发射日期。这个故事说明了严谨细致的工作态度的重要性。细粒之沙不能小觑，积载过多亦足以沉船。

1.1.4 知识提炼

1.1.4.1 安全用电

安全用电是研究如何预防用电事故及保障人身和设备安全的一门学问。安全用电包括供电系统的安全、用电设备的安全及人身安全三个方面，它们之间又是紧密联系的。

人体是可以导电的，人体导电情况与季节、环境以及人自身的情绪、部位等因素有关。同时，人体的导电情况还会随着加在人体上的电压增大而减小。

人的身体能导电，大地也能导电，如果人的身体碰到带电的物体，电流就会通过人体传入大地，因而引起触电。但是，如果人的身体与大地之间有了绝缘，电流就不能构成回路，人就不会触电了。



人为什么会触电？触电的原理是什么？

1. 触电类型

触电可分为直接接触触电和间接接触触电。

直接接触触电又分为低压触电（单线触电、双线触电）和高压触电（高压电弧触电、跨步电压触电）。

2. 影响触电危害程度的因素

触电时电流对人体的伤害程度跟电流的大小、电流持续时间的长短、电压大小、电流频率高低、通过人体的路径、人体自身状况等因素有关。

1) 电流大小的影响

电流的大小直接影响人体触电所受伤害的程度。不同的电流会引起人体不同的反应。根据人体对电流的反应，习惯上将触电电流分为感觉电流、摆脱电流、致命电流。

感觉电流是指人体能够感觉到的最小电流。实验表明，成年男性的平均感觉电流约为1.1mA，成年女性约为0.7mA。

摆脱电流是指大于感觉电流，但人可以摆脱掉的最大电流。实验表明，成年男性的平均摆脱电流约为16mA，成年女性约为10mA。

致命电流是指大于摆脱电流，能够致人于死地的最小电流。实验表明，当通过人体的电流达到50mA以上时，心脏会停止跳动，可能导致死亡。

2) 电流持续时间对人体的影响

人体触电时间越长，电流对人体产生的热伤害、化学伤害及生理伤害越严重。一般情况下，由于人体发热、出汗和电流对人体组织的电解作用，电流通过人体的时间越长，人体电阻降低得越多，这时在电源电压一定的条件下，会使电流增大，从而加快对

人体组织的破坏。

3) 电流流经路径的影响

电流流过人体的路径，也是影响人体触电严重程度的重要因素之一。电流通过头部可使人昏迷；通过脊髓可能导致瘫痪；通过心脏会造成心跳停止，血液循环中断；通过呼吸系统会造成窒息。因此，从左手到胸部是最危险的电流路径，从手到手和从手到脚是次危险的电流路径，从脚到脚是危险性较小的电流路径。

4) 人体电阻的影响

在一定电压作用下，流过人体的电流与人体电阻成反比。因此，人体电阻是影响人体触电后果的另一因素。人体电阻由表面电阻和体积电阻构成。表面电阻即人体皮肤电阻，对人体电阻起主要作用。有关研究表明，人体电阻一般在 $1000\sim 3000\Omega$ 。

人体皮肤电阻与皮肤状态有关，随条件不同在很大范围内浮动变化。例如，皮肤在干燥、洁净、无破损的情况下，电阻可高达几万欧，而潮湿的皮肤，其电阻可能在 1000Ω 以下。同时，人体电阻还与皮肤的粗糙程度有关。

5) 电流频率的影响

研究表明，人体触电的危害程度与触电电流频率有关。一般来说，频率在 $25\sim 300\text{Hz}$ 的电流对人体的伤害程度最为严重，低于或高于此频率段的电流对人体的伤害程度明显减轻。如在高频情况下，人体能够承受更大的电流。目前，医疗上采用 20kHz 以上的高频电流对病人进行治疗。

6) 人体状况的影响

电流对人体的伤害作用与性别、年龄、身体及精神状态有很大的关系。一般地，女性比男性对电流更敏感，小孩比大人对电流更敏感。



人触电会直接死亡吗？发生触电需要具备哪些环境或条件？

影响流过人体的电流大小的决定因素是什么？

人体能够承受的安全电流是多少？

3. 安全电压

交流工频安全电压的上限值在任何情况下，两导体间或任一导体与地之间都不得超过 50V 。我国的安全电压的额定值为 36V 、 24V 、 12V 、 6V 。例如，手提照明灯、危险环境的携带式电动工具，都应采用 36V 安全电压；金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合，狭窄、潮湿、行动不便及周围有大面积接地导体的环境，应采用 24V 或 12V 安全电压，以防止因触电而造成的人身伤害。

1.1.4.2 万用表及使用方法

1. 认识万用表

万用表是一种多功能、多量程的便携式电工电子仪表。一般的万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等，有些万用表还可测量电容、电感、功率、晶体管共射极直流放大系数（hFE）等。常见的万用表有数字式和指针式，图1-31（a）为数字式，图1-31（b）为指针式。

1) 指针式万用表

指针式万用表的结构主要由表头、转换开关（又称选择开关）、测量线路等三部分组成。表头是测量的显示装置，如图1-32所示，指针式万用表的表头实际上是一个灵敏电流计；转换开关是选择被测电量的种类和量程或倍率的开关；测量线路是将不同性质和大小 的被测电量转换为表头所能接受的直流电流。

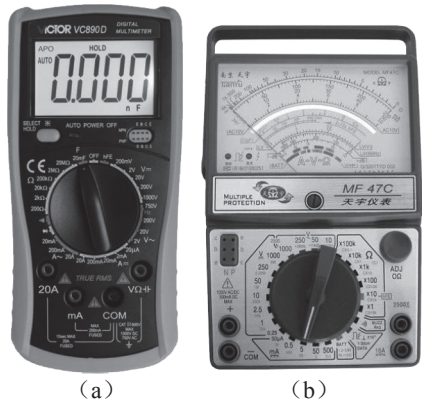


图1-31 数字式和指针式万用表



图1-32 指针式万用表表头

测量时，指针式万用表应水平放置，调节“机械调零”螺丝，使指针指示在零位；红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔，具体使用方法见表1-2。

表1-2 万用表各类测量项目的测量方法

测量项目	测量方法
电阻	①正确选用挡位； ②欧姆调零：在进行电阻测量前，先将两根表笔“短接”，指针便向满刻度偏转；再调节“欧姆调零”电位器，使指针指在“0”刻度上； ③测出电阻值：将两根表笔分别接被测电阻的两端，电阻值=挡倍率×指针在刻度上的读数

续表

测量项目	测量方法
直流电流	①选择转换开关的直流电流量程挡； ②连接测量电路：万用表串联接入被测电路，红表笔接电流流入方向，黑表笔接电流流出方向； ③读数：直流电流值等于直流电流量程相应刻度线的指针示值
直流电压	①选择转换开关的直流电压挡； ②连接测量电路：红表笔接被测直流电压的正端，黑表笔接被测电压的负端； ③读数：直流电压值等于直流电压挡相应刻度线的指针示值
交流电压	①选择转换开关的交流电压挡； ②两根测试笔接在被测交流电压的两端，不需考虑极性； ③读数：交流电压值等于交流电压挡相应刻度线的指针示值
交流电流	①选择转换开关的交流电流量程挡； ②将万用表串联接入被测电路中，两表笔的连接不需考虑极性； ③读数：交流电流值等于交流电流挡相应刻度线的指针示值

2) 数字式万用表

数字式万用表是一种多用途电子测量仪器，一般能够测电流、电压、电阻、二极管和三极管，有的还能测电感、电容值等。与指针式万用表相比数字式万用表读取精度更高。

数字式万用表按量程转换方式可分为手动量程数字式万用表和自动量程数字式万用表；按功能可分为普通型万用表和智能型万用表；按形状大小可分为袖珍型万用表和台式万用表。数字式万用表的类型和款式很多，但测量原理基本相同，测量方法大同小异。

数字式万用表面板一般包括显示屏、电源开关、功能开关、数据保持开关、电压电流插孔、接地插孔、功能量限开关等。通用的数字式万用表面板如图1-33所示。



图1-33 数字式万用表面板

2. 用万用表测电压

本任务使用数字式万用表测量实训架输入电压。由于实训架的供电系统要与市电连接，因此要用数字式万用表测量交流电压，具体操作步骤如下。

步骤1：将红表笔（正极）插入“VΩ”插孔，黑表（负极）笔插入“COM”插孔。

步骤2：将万用表挡位拨至“V~”，根据常识日常使用的市电电压是交流220V，万用表应选择比220V高的量程，所以将挡位拨至交流750V。

注：不能估计所测电压值大小时，将挡位先调到最大量程，再逐步递减挡位选择合适的量程。

步骤3：将万用表红、黑表笔分别碰触开关电源输入端接线端子的“L”与“N”端。由于交流电不分正负极，所以不需要区分红、黑表笔。

注：在测量高电压时，要特别注意避免触电。

使用数字式万用表测量开关电源的输出电压，具体操作步骤如下。

步骤1：将红表笔插入“VΩ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。

步骤2：查看到开关电源标称输出电压为12V，故应选择直流电压挡的20V量程。

步骤3：直流电压有正负极之分，测量时应将万用表红表笔与开关电源输出接线端子的“V+”连接，黑表笔与开关电源输出接线端子的“V-”连接。

步骤4：如果红、黑表笔与开关电源输出端连接，得出的数据前面带有“-”，说明所测的电压极性与实际的红、黑表笔极性相反。

实验结果表明：量程越小，示数就越精确，直至超出量程范围。测量时请根据自己的精确度需要，选择合适的量程。

3. 万用表测导线通断

测导线的通断是数字式万用表经常用到的一种功能。有时候，一根导线内部出现断线，从外表是很难分辨出来的，而往往是这样的故障让设备调试与维修陷入僵局，需要借助数字式万用表来测量相关导线是否属于正常状态，具体操作步骤如下。

步骤1：将红表笔插入“mA”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。

步骤2：将功能开关置于挡位，将红、黑表笔对碰一下，查看显示屏的数值是否会变成“1”，万用表的蜂鸣器是否会发出蜂鸣声，这样操作可以判断表笔是否接触良好，万用表挡位是否正常。

步骤3：将红表笔与被测导线一端接触，黑表笔与被测导线另外一端连接，如果万用表发出蜂鸣声，说明导线正常，反之则表明导线有故障。

4. 万用表使用注意事项

步骤1：接通电源，如果电池电压不足，“ ”符号将显示在显示屏上，这时需更换电池；如果显示屏上没有显示“”，则表明万用表可以正常工作。

步骤2：检查后盖是否盖好，没盖好前严禁使用，有电击危险。

步骤3：测试笔插孔旁边的“ Δ ”符号表示输入电压或电流不应超过指示值，这是为了使万用表内部线路免受损伤。以UT56数字式万用表为例，左侧“ Δ ”标志表明“A”插孔的输入电流不应超过20A，右侧闪电符号 Δ 表明“V Ω ”插孔的输入电压不应超过直流1000V、交流750V，如图1-34所示。

步骤4：测试之前，功能量限开关应置于需要的量限。以VC890C+数字式万用表为例，功能量限开关的功能挡位分为直流电压挡、交流电压挡、三极管参数测试挡、交流电流挡、直流电流挡、电容值测试挡、温度测试挡、二极管及电路通断测试挡、电阻值测试挡，如图1-35所示。



图1-34 输入电流、电压注意点



图1-35 挡位分布

步骤5：在测量电压和电流时，严禁在测量的过程中，转换功能量限开关挡位。

步骤6：测量高于60V直流、30V交流的电压时，务必小心，切记手指不要超过表笔挡手部分，如图1-36所示。

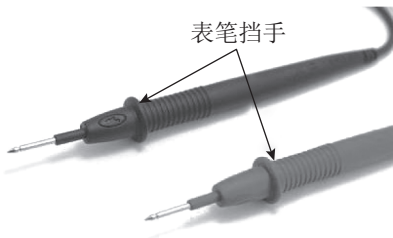


图1-36 表笔挡手

步骤7：测量完毕应关断电源，长期不用应取出电池。

1.1.4.3 压接冷压接线端子

1. 常见冷压接线端子

接线端子是使用机械零件将电路连接在一起的装置，它可将两段导线连接在一起，或将电线连接到电气终端上。目前市面上有数百种接线端子，常见的冷压接线端子如图1-37所示。

利用工具使接线端子中的一片金属或者两者共同变形来达到固定导线的目的，这个变形过程称为压线。图1-38所示金属已变形，将电线线芯夹住并固定。



图1-37 常见的冷压接线端子



图1-38 压线

为了将接线端子压接到导线上，需要使用压线钳使线芯和接线端子的筒体形成冷焊接。错误使用工具会影响压线效果，会在导线芯和连接部位间留下气穴，而气穴会吸收水分，导致腐蚀、电阻增加产生热量，最终导致连接被破坏。

2. 压线钳

常见的压线钳如图1-39所示。图1-39（a）所示的压线钳有一个内置的棘轮，当按下把手时，它会使用棘轮转动以防止钳口向上打开。当施加足够的压力时，棘轮将脱开并释放压线部分，确保了足够的压力。这种类型的压线钳还具有宽的底座以覆盖连接部位更多的表面区域。图1-39（b）所示的压线钳可以达到近乎相同的效果，但它要求用户操作更加仔细。这种压线钳的结构通常不那么坚固，压接时必须注意确保钳口在接线端子上正确排列，压线时若未能对准接线端子将导致不理想的压接连接；随着时间的推移，正常使用时的磨损和撕裂也会导致钳口分离而不能完全闭合。



图1-39 压线钳

3. 冷压接

冷压接时，首先要为冷压接线端子选择正确尺寸的导线，剥去导线绝缘层，让裸露的导线长度等于接线端子上金属筒的长度。如果剥离的导线与插入筒体金属部分相匹配，没有什么空余空间，说明冷压接线端子尺寸合适，如图1-40（a）所示；如果导线与筒体不匹配，或过于松动，则说明选择的导线或接线端子尺寸错误。插入导线直到导线上的绝缘层接触到金属筒末端，如图1-40（b）所示。再将导线和端子放进压线钳中，端子绝缘层的颜色要与压接工具上的颜色相匹配，如端子绝缘层为红色，请使用压

线钳上红点标记的点，接线端子应该水平放置，筒体朝上。然后，将压线钳钳口垂直于端子并放置在筒体上，下压压线钳。压接完成后，成品如图1-40（c）所示。试着将导线和端子拉开，成功的冷压接线端子不容易被拉开，如果轻易就能被拉开，说明压接不成功。

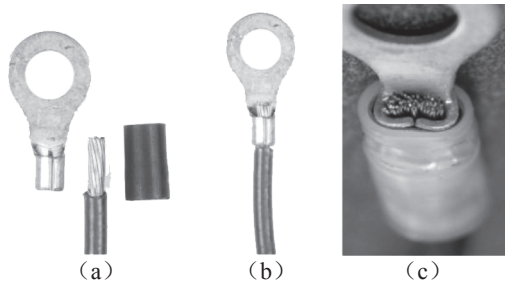


图1-40 压接冷压接线端子

单股导线与冷压接线端子压接会在电线上产生薄弱点，由于导线与端子不一致，从而导致断裂，因此压接连接松动的可能性更大。如果必须使用实芯电线，需在电线轻压接后再焊接。

4. 常见错误压线

几种常见的错误压线如图1-41所示。图1-41（a）中冷压接线端子对于导线而言规格太小，导致导线无法全部塞入冷压接线端子；图1-41（b）中冷压接线端子露出的导线过长，与导线不应超出筒体外部的要求不符，出现这种情况建议修剪导线；图1-41（c）所对应的接线端子剥离的绝缘部分过多，容易产生安全隐患。

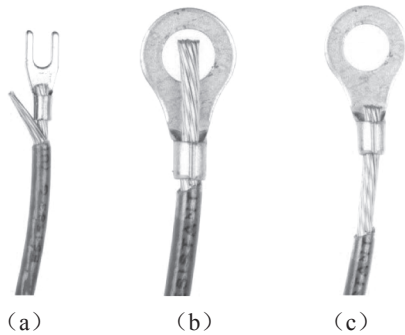


图1-41 常见的错误压线

1.1.4.4 “7S” 管理

职业素养是人类在社会活动中需要遵守的行为规范。个体行为的总合构成了自身的职业素养，职业素养是内涵，个体行为是外在表象。目前很多大企业均在积极探索“7S”管理，所谓“7S”管理即整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全和节约，如图1-42所示。因为整理、整顿、清扫、清洁及素养是日语外来词，这些词在罗马文拼写中，第一个字母都为S，所以日本人称之为“5S”。之后加入的安全和节约，在英语中这两个单词的首字母也是S，所以也就有了“7S”管理。

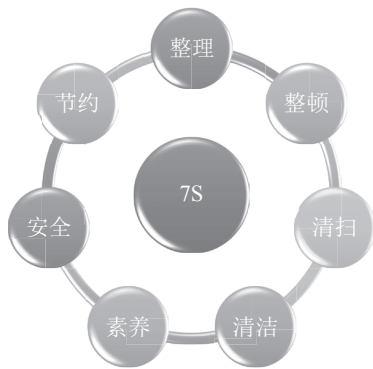


图1-42 “7S” 管理

1. 整理

整理是指将要与不要的人、事、物分开，再将不需要的人、事、物加以处理，这是开始改善生产现场的第一步。其要点是对生产现场摆放和停滞的各种物品进行分类，区分什么是现场需要的，什么是现场不需要的；其次，对于现场不需要的物品，诸如用剩的材料、多余的半成品、切下的料头、切屑、垃圾、废品、多余的工具、报废的设备、工人的个人生活用品等，要坚决清理出生产现场。这项工作的重点在于坚决把现场不需要的东西清理掉。因此，对于车间里各个工位或设备的前后、通道左右、厂房上下、工具箱内外，以及车间的各个死角，都要彻底搜寻和清理，达到现场无不用之物。坚决做好这一步，是树立好作风的开始。正如日本某公司提出的口号：效率和安全始于整理。

整理活动的目的：增加作业面积、保证物流畅通、防止误用等。

2. 整顿

整顿是指把需要的人、事、物加以定量、定位。通过上一步的整理后，对生产现场需要留下的物品进行科学合理的布置和摆放，以便使用最快的速度取得所需之物，在最有效的规章、制度和最简捷的流程下完成作业。

整顿活动的目的：使工作场所整洁明了，一目了然，减少取放物品的时间，提高工作效率，保持井井有条的工作秩序。

3. 清扫

清扫是指把工作场所打扫干净，设备异常时马上修理，使之恢复正常。生产现场在生产过程中会产生灰尘、油污、铁屑、垃圾等，从而使现场变脏。脏的现场会使设备精度降低，故障多发，影响产品质量，使安全事故防不胜防；脏的现场更会影响人们的工作情绪，使人不愿久留。因此，必须通过清扫活动来清除那些脏物，创建一个明快、舒畅的工作环境。

清扫活动的目的：使员工保持一个良好的工作情绪，并保证产品品质的稳定，最终达到企业生产零故障和零损耗。

4. 清洁

清洁是指整理、整顿、清扫之后要认真维护，使现场保持最佳状态。清洁，是对前三项活动的坚持与深入，从而消除发生安全事故的根源。创造一个良好的工作环境，也能使职工愉快地工作。

清洁活动的目的：使整理、整顿和清扫工作成为一种惯例和制度，是标准化的基础，也是一个企业形成企业文化的开始。

5. 素养

素养即平素的修养。努力提高人员的素养，养成严格遵守规章制度的习惯和作风，这是“7S”活动的核心。没有人员素质的提高，各项活动就不能顺利开展，即使开展了也坚持不了多久。所以，抓“7S”活动，要始终着眼于提高人的素质。通过素养的培

2. 本任务所使用的剥线工具名称叫什么？（ ）
- A. 剥线钳
B. 剪线钳
C. 割线刀
D. 尖嘴钳
3. 对于人体，安全的直流电压是（ ）。
- A. AC 36V
B. DC 24V
C. DC 36V
D. AC 24V
4. 安装配线槽所使用的螺丝直径是多少？（ ）
- A. $\phi 4$
B. $\phi 6$
C. $\phi 8$
D. $\phi 12$
5. “7S”管理中“整理”的含义是什么？（ ）
- A. 要与不要，一留一弃
B. 科学布局，取用快捷
C. 安全操作，以人为本
D. 形成制度，养成习惯操作题

▶▶ 操作题:

1. 在学习本任务所提供的安装设计图基础上, 尝试连接单个按钮控制警示灯, 并将其设计图绘制出来。
2. 在本任务的基础上, 再加装一个风扇, 实现如下功能: 当电路通电时, 风扇开始工作; 按下自锁式控制按钮, 警示灯开始闪烁, 风扇停止工作; 再次按下自锁式控制按钮, 警示灯停止闪烁, 风扇开始工作。

1.2 任务2 温湿度传感器安装与配置

1.2.1 任务描述

因智慧温室扩容，需要加装温湿度传感器。现要求物联网智能终端实施人员小毛根据任务工单在现场完成设备的安装、配置和调试，以及对某区域温度、湿度信号的采集。

任务实施之前，需认真研读任务工单和系统设计图，充分做好实施前的准备工作。

任务实施过程中，首先使用配线槽、接线端子等部件规范工程布线；然后安装温湿度传感器和RS-485信号转接模块，实现设备与电源的线路连接，并使用万用表检测连通性；使用SSCOM串口调试助手配置温湿度传感器的地址和波特率，检测该设备针对温度、湿度信号的采集功能。在任务实施全过程中要始终保持和践行精益求精的工作态度，彰显工匠精神。

任务实施之后，进一步认识和了解Modbus协议的数据帧格式，了解传感器的定义与组成、温湿度传感器的功能与类别。

1.2.2 任务工单与任务准备

1.2.2.1 任务工单

温湿度传感器安装与配置的任务工单如表1-4所示。

表1-4 任务工单

任务名称	温湿度传感器安装与配置		
负责人姓名	毛××	联系方式	135××××××××
实施日期	20××年××月××日	预计工时	3h
设备选型情况	温湿度传感器选用的型号为ITS-IOT-SOKTHA，采用完全隔离RS-485信号输出，支持标准的Modbus RTU协议；电源选用DC 12V；RS-485 信号转接模块选用USB TO 485 CABLE信号转接模块		
工具与材料	十字螺丝刀2把，一字螺丝刀1把，数字式万用表1台，螺丝（M4×16）、螺母、垫片6套，接线端子若干片，线鼻子若干个，配线槽4m，红黑导线1.5m，四芯导线一段，剥线钳1把，斜口钳1把，压线钳1把，角度剪1把，电工胶布1卷，配置用笔记本电脑/台式计算机1台，SSCOM串口调试助手软件及相应的驱动程序各1套		
工作场地情况	室内，空间约60m²，水电通，已装修		

续表

任务名称	温湿度传感器安装与配置		
外观、功能、性能描述	设备名称：RS-485型温湿度传感器； 设备型号：ITS-IOT-SOKTHA； 温度（T）：-40℃～80℃；相对湿度（RH）：0%～100% 		
进度安排	① 8：30～9：30完成设备安装与测试； ② 9：30～10：30完成设备配置与测试； ③ 10：30～11：30运行检测，交付使用		
实施人员	以小组为单位，成员2人		
结果评估（自评）	完成 ☐ 基本完成 ☐ 未完成 ☐ 未开工 ☐		
情况说明			
客户评估	很满意 ☐ 满意 ☐ 不满意 ☐ 很不满意 ☐		
客户签字			
公司评估	优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐		

1.2.2.2 任务准备

施工人员需明确任务要求，了解任务实施环境情况，完成设备选型，准备好相关工具和足量的耗材，安排好人员分工和时间进度。

注意：温湿度传感器的电源接口为宽电压输入，输入电压在10～30V均可。另外，传感器的RS-485通信导线接线时，需注意A、B两条信号线不能接反，与总线上多台设备间地址不能冲突。

认真观察温湿度传感器导线颜色（见表1-5），接线时操作务必规范安全。

表1-5 温湿度传感器导线颜色参考说明

导线颜色	功能说明	备注
棕色	电源正极	DC 10～30V
黑色	电源负极	
黄色	RS-485-A	
蓝色	RS-485-B	

说明：不同类型、批次传感器的导线颜色有所不同。

1.2.3 任务实施

1.2.3.1 解读任务工单

施工人员需使用螺丝刀、万用表、SSCOM串口调试助手软件等工具，在温室室内指定位置安装型号为ITS-IOT-SOKTHA的RS-485型温湿度传感器，实现温室室内温度和

湿度信号的感知与采集。该任务计划由2名施工人员在3h内完成地址、波特率等相关参数的配置，实现与检测温度、湿度信号的采集，运行正常后交付使用。

1.2.3.2 识读系统设计图

图1-43是本任务的系统设计图，工程实施人员需根据设计图进行安装调试。

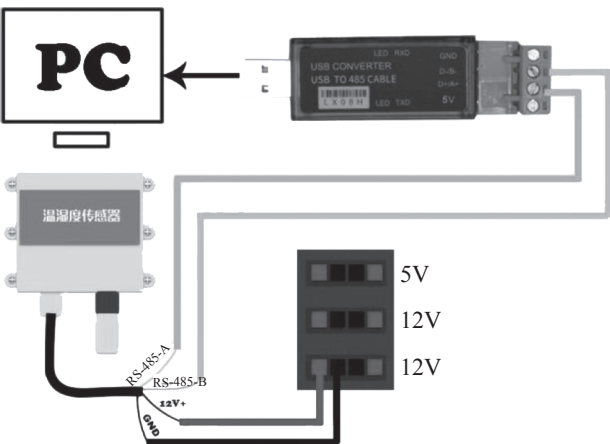


图1-43 温湿度传感器系统设计图

温湿度传感器的导线包括2根电源线和2根RS-485信号线。需要注意的是信号线RS-485-A与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D+/A+端子连接，RS-485-B与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D-/B-端子连接。连接完成后将USB TO 485 CABLE信号转接模块插入计算机的USB端口即可。

1.2.3.3 安装设备

1. 安装配线槽

请参照1.1任务1的操作要求和规范，结合实训工位尺寸，制作配线槽；挑选符合规格要求的螺丝、螺母和垫片，使用螺丝刀等工具完成物联网实训架配线槽的安装。

2. 安装温湿度传感器

挑选合适的螺丝（M4×16）、螺母和垫片，两位施工人员互相配合，在物联网实训架上使用十字螺丝刀完成温湿度传感器的安装。

传感器安装后的效果如图1-44所示，此时还需认真检查设备安装的牢固性。



图1-44 温湿度传感器安装效果

3. 安装接线端子

步骤1: 将若干单片接线端子依次连接成排。

步骤2: 安装接线端子导轨，用于固定接线端子排。

步骤3: 将接线端子排安装在导轨上，并认真检查是否安装牢固。

知识链接：接线端子安装注意事项

(1) 紧固接线时用力要适中，防止用力过大使得螺丝、螺母滑扣，发现已滑扣的螺丝、螺母应及时更换，严禁将就作业。

(2) 用螺丝刀紧固或松动螺丝时，必须用力使螺丝刀顶紧螺丝，然后再进行紧固或松动，防止螺丝刀与螺丝打滑，造成螺丝损伤不易拆装。

(3) 发现难于拆卸的螺丝、螺母，不要鲁莽行事，防止造成变形更难拆卸，应给予适当敲打，或加螺丝松动剂、稀盐酸等，稍后再进行拆卸。

(4) 不要用老虎钳紧固或松动螺丝、螺母，以防造成损坏；用活口扳手时要调整好开口，防止将螺丝、螺母损坏变形，造成不易拆装。

(5) 同一接线端子允许最多接两根相同类型及规格的导线；易松动或易接触不良的接线端子，导线接头必须以“?”形紧固在接线端子上，增加接触面积及防止松动。

4. 连接线路

施工人员根据系统设计图进行线路连接，具体操作包括导线制作、温湿度传感器与电源的连接和RS-485信号转接模块线路连接三个环节。

1) 导线制作

传感器自带导线的长度有限，需要根据传感器与电源所在位置的实际距离来延长导线。可以剪取一段长度适宜的四芯导线作为延长线。

2) 温湿度传感器与电源连接

根据工艺要求，温湿度传感器的导线需通过接线端子与电源连接。

步骤1: 温湿度传感器自身导线与四芯导线的一端连接，所要连接的各导线对颜色要相同或相近，如图1-45、图1-46所示。各导线对接后，使用黑色电工胶布进行密封与固定。

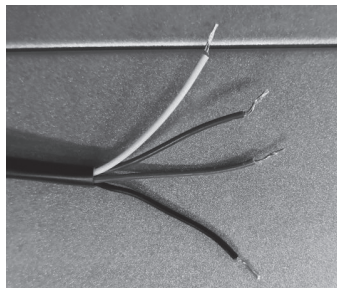


图1-45 传感器自带导线

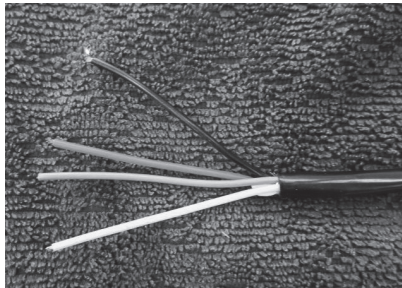


图1-46 四芯延长导线

步骤2：延长线另一端的红、黑、黄、蓝四根导线，分别装接红、黑、黄、蓝四种颜色的线鼻子，如图1-47所示，并将它们依次插入接线端子的卡口中。

步骤3：剪一段红黑导线用于连接接线端子与电源。连接接线端子的那端红色导线接入第一片接线端子下方卡口中，与上方卡口中的红色导线相对应，黑色导线接入第二片接线端子下方卡口中，与上方卡口的黑色导线相对应。

步骤4：红黑导线的另一端与电源上标识为12V的接线端子相连接，其中红色导线接电源正极，黑色导线接电源负极，如图1-48所示。

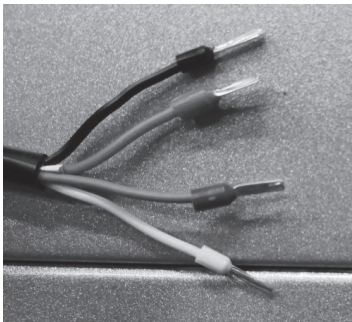


图1-47 装接线鼻子



图1-48 电源线路连接

3) USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接

使用一段红黑导线，其中一端的红、黑导线分别接入第3、4片接线端子下方卡口，如图1-49所示。另一端红、黑导线分别连接USB TO 485 CABLE信号转接模块上标有“D+/A+”和“D-/B-”的端子，如图1-50所示。当传感器信号线与信号转接模块正确连接后，将USB TO 485 CABLE信号转接模块USB端插进计算机的USB端口。

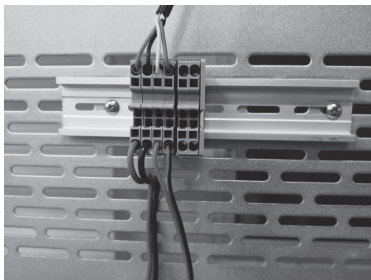


图1-49 接线端子连接

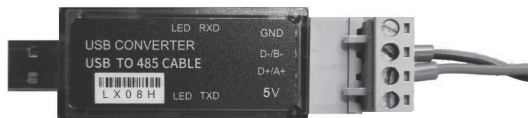


图1-50 USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接

5. 安装信号转接模块的驱动程序

USB TO 485 CABLE信号转接模块用于与传感器的串口通信，该模块需要安装驱动程序方可正常使用。

在计算机中打开“设备管理器”，可看到在未安装该设备的驱动程序前，“其他设备”选项中有一个带感叹号的“USB Serial”选项，如图1-51所示。在所使用的操作系统中，安装适合系统的驱动文件，单击“安装”按钮，完成驱动程序的安装，安装完成

后出现如图1-52所示的提示信息。



图1-51 设备管理器

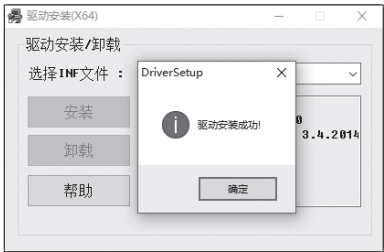


图1-52 完成驱动安装

再次打开“设备管理器”，此时“端口（COM和LPT）”选项下增加了“USB-SERIAL CH340（COM4）”选项，如图1-53所示，表示信号转接模块驱动安装成功。此状态下COM4端口可正常通信。



图1-53 驱动安装成功

知识链接：RS-485 协议

典型的串行通信标准有 RS-232 和 RS-485，它们定义了电压、阻抗等电气特征，但不对软件协议给予定义。RS-485 总线标准规定了总线接口的电气特性，即对于 2 个逻辑状态的定义：正电平在 +2 ~ +6V，表示一个逻辑状态；负电平在 -2 ~ -6V，表示另一个逻辑状态；数字信号采用差分传输方式，能够有效减少噪声对信号的干扰。电子工业协会于 1983 年在 RS-422 工业总线标准的基础上，制定并公布了 RS-485 总线工业标准。在工业通信网络中，RS-485 总线主要用于与外部各种工业设备进行信息传输和数据交换。它在多个领域得到了广泛的应用，比如工业控制领域、交通的自动化控制领域和现场总线通信网络等。

6. 使用万用表检测线路

将万用表挡位切换到蜂鸣挡，检测线路是否断线：若线路通断正常，蜂鸣器会发出“嘀”的声音；反之则不发声。在正式通电之前，将万用表挡位切换到直流电压挡，测量供电电源输出电压，检测电压是否正常。检测正常后才可以对传感器进行正式通电测试。

设备安装与导线连接过程各环节要保持良好的行为习惯，比如工具与耗材的摆放要整齐、工位的环境卫生要良好、工作服规范穿戴等，要充分体现工匠精神、绿色环保意识、安全用电观念。实训过程中要追求精雕细琢、精益求精、超越自我的工匠精神，比如在进行电气线路连接时要求施工人员在工艺方面做到横平竖直、导线之间不交叉、导线与元器件连接处不露铜、不损坏绝缘层等。

思想交流：精益求精

精益求精是指在学术、技术、作品、产品等方面追求好了还要更好。在工作中，精益求精、追求完美是一种品质，一种能力表现，一种要求。

德国向来是一个追求精益求精与完美的国家，这就是它在“二战”后能迅速发展成世界第三号经济强国的原因。我国有一家企业引进了德国的一套设备，德国工程师在设备安装调试验收时，发现有一个螺钉歪了，但是它的紧固度没有问题。企业工程师认为这没有什么大不了的，所有六角螺钉的紧固度不可能都一丝不差，差不多就行了。德国工程师却坚持说：“不，这完全可以做到。六角螺钉歪了，是因为在拧这个螺钉的时候，没有按规范标准进行操作。”后来通过调查发现，是安装工人的问题。如果按照技术操作标准要求，上这些大螺钉需要两个人共同完成，一个人固定扳手，另一个人拧螺钉。可是安装工人的操作却是一个人上螺钉，另一个人休息。正是德国人的这种追求完美的要求，才使得德国成为世界上执行力最强、工作最有效率的国家之一。工作中要是没有这种精益求精的精神，那么也就不可能出现完美。

1.2.3.4 温湿度传感器配置

参照表1-6，在计算机上完成温湿度传感器地址和波特率参数配置，并将当前所获得的温度、湿度数值填入表中。

表1-6 温湿度传感器配置要求

项目	具体要求
地址设置	05
波特率设置	9600b/s
当前温度值	() ℃
当前湿度值	() %RH

1. 温湿度传感器串口通信参数的设置

完成RS-485信号转接模块与计算机USB端口的连接后，运行“SSCOM串口调试助手”，根据温湿度传感器的串口通信要求，参照表1-7，完成相关参数的设置。

表1-7 温湿度传感器串口通信设置参数

项目	功能描述
端口号（Port）	温湿度传感器的驱动安装后，通过“设备管理器”查看使用的端口号
数据位（Data bits）	8位
奇偶校验位（Parity）	无
停止位（Stop bits）	1位
错误校验（Error check）	ModbusCRC16（冗余循环码）
波特率（Baud rate）	有2400b/s、4800b/s、9600b/s可设，出厂默认为4800b/s

方法一：在软件窗口下方面板左侧区域的“端口号”和“波特率”下拉列表框中，直接选择正确的串口号和波特率，如图1-54所示。

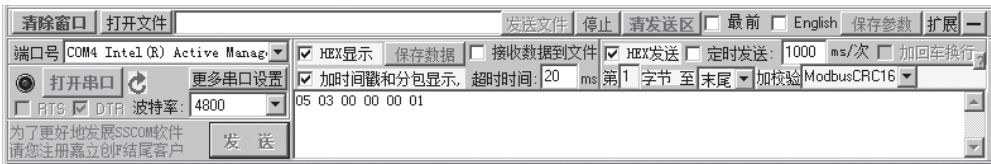


图1-54 串口工具配置面板

方法二：单击窗口下方面板左侧区域的“更多串口设置”按钮，在弹出的“Setup”对话框中对Port（串口号）、Baud rate（波特率）、Data bits（数据位）、Stop bits（停止位）、Parity（校验位）等选项进行设置，如图1-55所示。

在窗口下方面板右侧区域的“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”。

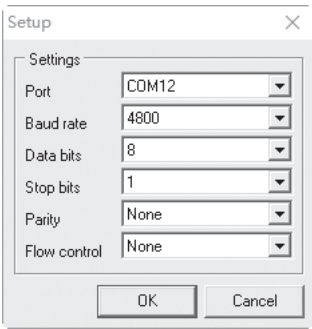


图1-55 更多串口设置界面

知识链接：串口通信与串口调试工具

串口通信是一种外设和计算机间按位进行发送和接收数据的通信方式。由于串口通信是异步的，因此端口能够在根线上发送数据，同时在另一根线上接收数据。串口通信最重要的参数是波特率、数据位、停止位和奇偶校验，对于两个要进行通信的端口，这些参数必须匹配。采用这种通信方式使用的数据线少，在远距离通信中可以节约通信成本，但其传输速度比并行传输低。

串口调试助手是指串口调试相关工具软件，属于开源工具。目前网络上有很多这种工具，例如“友善串口调试助手”“阿猫串口调试助手”“有人串口调试助手”等，支持 2400b/s、4800b/s、9600b/s、19 200b/s 等各种常用波特率及自定义波特率，可以自动识别串口，能设置校验、数据位和停止位，允许以 ASCII 码或十六进制接收或发送任何数据或字符，可以任意设定自动发送周期，能将接收的数据保存成文本文件，能发送任意大小的文本文件。

2. 温湿度传感器地址配置

使用SSCOM串口调试助手，配置温湿度传感器地址为十六进制数“05”。

1) 问询温湿度传感器当前地址

步骤1：查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的地址问询码为“FF 03 07 D0 00 01 91 59”，其中地址问询码的最后2字节十六进制数“91 59”为CRC校验码。

表1-8 温湿度传感器通信协议码说明

功能描述	通信协议码
地址问询码	FF 03 07 D0 00 01 91 59
地址应答码	01 03 02 00 01 79 84
地址修改码	01 06 07 D0 00 02 08 86
地址修改应答码	01 06 07 D0 00 02 08 86
波特率问询码	FF 03 07 D1 00 01 C0 99
波特率应答码*	01 03 02 00 01 79 84
波特率修改码*	01 06 07 D1 00 02 59 46
波特率修改应答码*	01 06 07 D1 00 02 59 46
温度问询码	01 03 00 01 00 01 D5 CA
温度应答码**	01 03 02 FF 9F B9 DC
湿度问询码	01 03 00 00 00 01 84 0A
湿度应答码**	01 03 02 01 E6 38 5E

*波特率对应值：00 表示 2400b/s；01表示 4800b/s；02表示9600b/s。

** 第 4、5 字节为数据区。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D0 00 01”，在“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”，此时将自动产生“91 59”CRC校验

码，如图1-56所示。

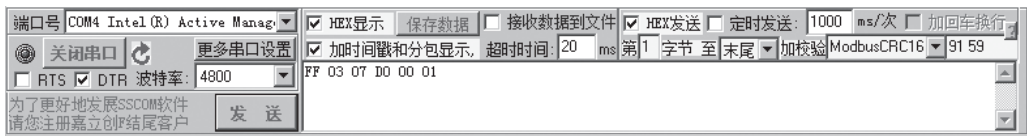


图1-56 输入地址问询码

步骤3: 单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D0 00 01 91 59 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到问询应答码。若收到的问询应答信息为“收←◆02 03 02 00 02 7D 85”，则通过查看应答码第1字节十六进制数可知传感器的当前地址为“02”，如图1-57所示。



图1-57 返回问询应答码

2) 配置温湿度传感器地址

根据温湿度传感器参数配置要求，地址应为十六进制数“05”。

步骤1: 查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的地址修改码为“01 06 07 D0 00 02 08 86”。修改传感器地址时要将该修改码的第1字节十六进制数改为所查询到的当前地址，即“05”。

步骤2: 在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“02 06 07 D0 00 05”，“加校验”框中将自动产生“49 77”CRC校验码，如图1-58所示。



图1-58 输入地址修改码

步骤3: 单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇02 06 07 D0 00 05 49 77 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到相同的返回信息。

3) 检验温湿度传感器地址修改效果

在SSCOM串口调试助手的数据发送区中再次输入地址问询码“FF 03 07 D0 00 01”，若收到应答码的第1字节十六进制数为“05”，则表示修改成功。

3. 配置温湿度传感器波特率

温湿度传感器采用的是默认波特率4800b/s，按要求波特率需修改为9600b/s。

知识链接：波特率

波特率是传输通道频宽的指标，可以被理解为一个设备在1s内发送（或接收）了多少码元的数据。在计算机网络通信中，波特率指单片机或计算机在串口通信时的速率，如果数据不压缩，波特率等于每秒传输的数据位数。典型的波特率有300b/s、1200b/s、2400b/s、9600b/s、19 200b/s、38 400b/s、115 200b/s等。

1) 查询温湿度传感器当前波特率

步骤1：查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的波特率询问码为“FF 03 07 D1 00 01 C0 99”，其中询问码最后2字节的十六进制数“C0 99”为CRC校验码。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D1 00 01”，“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”，此时将自动产生“C0 99”CRC校验码，如图1-59所示。

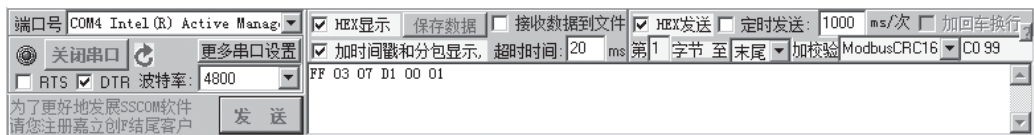


图1-59 输入波特率查询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D1 00 01 C0 99 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的波特率应答信息为“收←◆05 03 02 00 01 88 44”，那么通过查看应答码第5字节的十六进制数，可获知传感器的波特率为十六进制数“01”，代表4800b/s。

2) 配置温湿度传感器波特率

根据温湿度传感器参数配置要求，波特率9600b/s所对应的十六进制数值是“02”。

步骤1：查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的波特率修改码为“01 06 07 D1 00 02 59 46”，根据上文修改后的地址将其调整为“05 06 07 D1 00 02”。第6字节的十六进制数“02”代表波特率9600b/s。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“05 06 07 D1 00 02”，“加校验”框中将自动产生“58 C2”CRC校验码，如图1-60所示。



图1-60 输入波特率修改码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇05 06 07 D1 00 02 58 C2 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到相同的返回信息。

3) 检验温湿度传感器波特率修改效果

将SSCOM串口调试助手的波特率调整为9600b/s，关闭串口后再次打开串口，在其

数据发送区中再次输入波特率问询码“FF 03 07 D1 00 01”，若收到应答码第5字节的十六进制数为“02”，则表示修改成功。

4. 获取温湿度传感器温湿度值

使用SSCOM串口调试助手，获取温湿度传感器在当前环境中所感知到的温湿度值。

1) 问询温度值

步骤1：查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的温度问询码为“01 03 00 01 00 01 D5 CA”，其中温度问询码最后2字节的十六进制数“D5 CA”为CRC校验码。

步骤2：根据传感器的实际地址，在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“05 03 00 01 00 01”，“加校验”框中将自动产生“D4 4E”CRC校验码，如图1-61所示。



图1-61 输入温度问询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇05 03 00 01 00 01 D4 4E □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的温度应答信息为“收←◆05 03 02 00 A7 08 3E”，则应答码第4、5字节的十六进制数“00 A7”为温度值。

步骤4：将温度应答码中的温度值转换为十进制的温度值。

知识链接：温度值的转换

首先，判断温度是否低于0℃。将十六进制数“00 A7”转换为二进制数，结果为“0000000010100111”，其中最高位为“0”，由此可以判断该数为正数，即温度高于0℃。然后，将十六进制数“00 A7”转换为十进制数，计算过程为 $10 \times 16^1 + 7 \times 16^0 = 160 + 7 = 167$ 。最后，将该十进制数再除以10，即 $167/10 = 16.7$ ，得出实际温度值为16.7℃。

当温度高于或等于0℃时，温湿度传感器的温度数据以原码的形式上传；当温度低于0℃时，温度数据则以补码的形式上传。补码转换为原码的计算方法为：符号位不变，数值位按位取反，末位再加1，即补码的补码等于原码。

例如，当温度应答码中的温度值为十六进制数“FF 9F”时，它所对应的二进制数是“1111111110011111”，其中最高位为“1”，可判断该数为负数，即温度低于0℃。补码转换为原码的计算过程为：首先，二进制数“1111111110011111”符号位不变，数值位取反，结果为二进制数“1000000001100000”；然后，将二进制数“1000000001100000”末位加1，结果为二进制数“1000000001100001”，将其转换为十进制数，为-97；最后， $-97/10 = -9.7$ ，即-9.7℃。

知识链接：原码、反码、补码

原码——符号位加上真值的绝对值，即用第一位表示符号，其余位表示值。原码是人脑最容易理解和计算的表示方式。

具体实例： $[+1] = 0000\ 0001$ （原码） $[-1] = 1000\ 0001$ （原码）

反码——正数的反码是其本身；负数的反码是在其原码的基础上，符号位不变，其余各个位取反。可见，如果一个反码表示的是负数，人脑无法直观地读出它的数值，通常要将其转换成原码再计算。

具体实例： $[+1] = [00000001]$ （原码） $= [00000001]$ （反码）

$[-1] = [10000001]$ （原码） $= [11111110]$ （反码）

补码——正数的补码就是其本身；负数的补码是在其原码的基础上，符号位不变，其余各位取反，最后+1（即在反码的基础上+1）。对于负数，采用补码表示人脑也是无法直观读出其数值的，通常也需要转换成原码再计算。

具体实例： $[+1] = [00000001]$ （原码） $= [00000001]$ （反码） $= [00000001]$ （补码）

$[-1] = [10000001]$ （原码） $= [11111110]$ （反码） $= [11111111]$ （补码）

2) 问询湿度值

步骤1：查表1-8，可知温湿度传感器通信协议码的湿度问询码为“01 03 00 00 00 01 84 0A”，其中湿度问询码最后2字节的十六进制数“84 0A”为CRC校验码。

步骤2：根据传感器的实际地址，在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“05 03 00 00 00 01”，“加校验”框中将自动产生“85 8E”CRC校验码，如图1-62所示。



图1-62 输入湿度问询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇05 03 00 00 00 01 84 0A □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的湿度应答信息为“收←◆05 03 02 01 E6 85 8E”，则应答码中第4、5字节十六进制数“01 E6”为湿度值。

步骤4：将湿度应答码中的湿度值转换为十进制的湿度值。湿度值的计算方法与温度值的计算方法相同，应答码数据区中的十六进制数“01 E6”所对应的十进制的湿度值为48.6%RH。

知识链接：温度与湿度

温度：度量物体或空气冷热的物理量，是国际单位制中 7 个基本物理量之一。在生产和科学研究中，许多物理现象和化学过程都是在一定的温度下进行的，人们的生活也和它密切相关。

湿度：湿度很久以前就与生活存在着密切的关系，但用数量来表示比较困难。日常生活中最常用的表示湿度的物理量是空气的相对湿度，用“%RH”表示。在物理量的导出上，相对湿度与温度有着密切的关系。

1.2.4 知识提炼

1.2.4.1 Modbus 协议

1. 什么是Modbus协议

Modbus是Modicon公司（施耐德电气公司前身）于1979年开发的串行通信协议，最初设计用于可编程序逻辑控制器（PLC）。Modbus是一种开放式协议，支持使用RS-232/RS-485/RS-422协议的串行设备，同时还支持调制解调器。Modbus比其他通信协议使用更为广泛的原因主要有：发表并且无著作权要求；易于部署和维护。

Modbus通过一根串行电缆连接主设备和从设备上的串行端口进行数据传输。数据以比特“0”和“1”的序列发送。此处的“0”和“1”分别代表低电平和高电平。Modbus串口如图1-63所示。

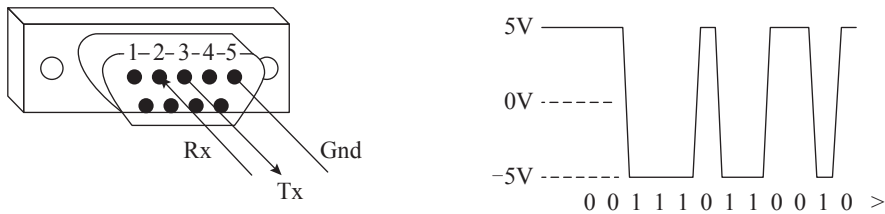


图1-63 Modbus串口

2. Modbus RTU 数据帧格式定义

Modbus通信使用 Modbus RTU 规约，格式如下。

初始结构 ≥4 字节的时间

地址码 = 1 字节

功能码 = 1 字节

数据区 = 2 字节

错误校验 =2 字节

结束结构 ≥ 4 字节的时间

说明：

地址码——变送器的地址，在通信网络中是唯一的。

功能码——主机所发指令功能指示。

数据区——数据区是具体通信数据，共16位数据，高字节在前。

错误校验——2字节的CRC校验码。

3. Modbus RTU通信协议数据格式解析

主机问询帧结构如表1-9所示，帧结构包括地址码、功能码、寄存器起始地址、数据区、校验码低位、校验码高位六个部分，共8字节。

表1-9 主机问询帧结构

地址码	功能码	寄存器起始地址	数据区	校验码低位	校验码高位
1字节	1字节	2字节	2字节	1字节	1字节

以湿度问询码“01 03 00 00 00 01 84 0A”为例，第1字节“01”为地址码，第2字节“03”为功能码，第3、4字节“00 00”为寄存器起始地址，第5、6字节“00 01”为数据区，第7字节“84”为校验码低位，第8字节“0A”为校验码高位，如表1-10所示。

表1-10 读取设备地址为0x01的湿度值

地址码	功能码	寄存器起始地址	数据区	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x00	0x00 0x01	0x84	0x0A

从机应答帧结构如表1-11所示，帧结构包括地址码、功能码、有效字节数、第1数据区、第2数据区、第N数据区、校验码等部分。

表1-11 从机应答帧结构

地址码	功能码	有效字节数	第1数据区	第2数据区	第N数据区	校验码
1字节	1字节	1字节	2字节	2字节	2字节	2字节

以温湿度应答码“01 03 04 02 47 00 A7 A0 24”为例，第1字节“01”为地址码，第2字节“03”为功能码，第3字节“04”为有效字节数，第4、5字节“02 47”为第1数据区（湿度值），第6、7字节“00 A7”为第2数据区（温度值），第8字节“A0”为校验码低位，第9字节“24”为校验码高位，如表1-12所示。

表1-12 获取温度为16.7℃，湿度为58.5%RH

地址码	功能码	有效字节数	湿度值	温度值	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x04	0x02 0x47	0x00 0xA7	0xA0	0x24

1.2.4.2 传感器及其组成

传感器（transducer/sensor）是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将感受到的信息，按一定规则变换成可测量的电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

传感器属于物联网感知层的重要器件，是实现物联网准确、有效获取现实世界信息的基础，是信息采集的“窗口”，是物理世界和虚拟世界联系的纽带。传感器与物联网的关系，就好比眼、耳、口、鼻、舌、皮肤与人体的关系。人类要依靠身体感官去感知环境，做出适当的反应；同理，物联网也要通过传感器去感知周边物体和物理环境，从而为物联网应用层面的数据分析提供依据。可以说数量巨大、种类繁多的传感器是整个物联网系统工作的基础，正是因为有了它，物联网系统才有内容传递给“大脑”。

传感器通常由敏感元件、转换元件、信号调节电路、辅助电源等四部分组成，如图1-64所示。

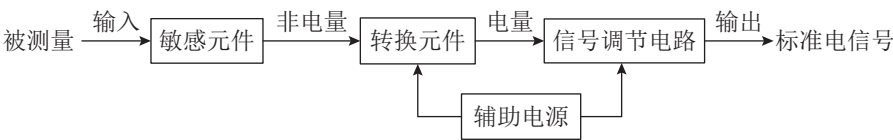


图1-64 传感器组成

敏感元件是指可以直接测量（或响应）的传感器部分，它能在特定环境中感知现实世界中的各种被测量，如温度、光强、湿度、压力、位移、声音等。转换元件是指传感器中可被敏感元件感应（或响应）并转换为电信号进行传输和检测的部分。信号调节电路将转换元件所转换的电信号进行变换与处理，输出适合本系统传输和检测的标准电信号。辅助电源提供转换能量。

以声音传感器为例，各部件之间的协同工作机制如图1-65所示。喇叭等声音设备形成的声波传播到声音敏感元件，声音敏感元件将其感受到的信号传送到转变换电路，由转换元件完成非电量到电量的转变，再由信号调节电路完成电信号的放大、过滤、整形，输出与被测量声波频率与强度相吻合的数字信号（在非数字化场合则为模拟信号）。

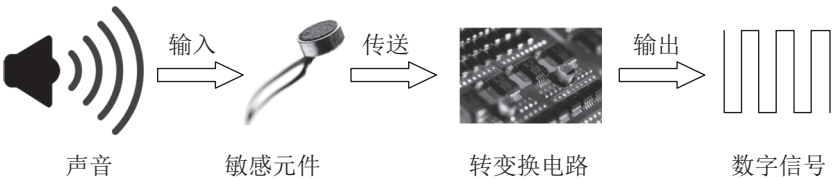


图1-65 声音传感器各部件协同工作

1.2.4.3 认识温度传感器

温度传感器是指能感受温度并将其转换成可用输出信号的传感器。它共有四种主要类型，分别为：热电偶温度传感器、热敏电阻温度传感器、热电阻温度传感器（RTD）和IC温度传感器。

1. 热电偶温度传感器

热电偶温度传感器是温度测量设施中常用的测温元件，它直接把温度信号转换成热电动势信号，通过电气仪表记录并显示被测介质的温度。热电偶的基本结构由热电偶工作端、绝缘套、保护套管和接线盒、法兰等主要部分组成，通常与显示仪表、记录仪表及电子调节器配套使用，如图1-66所示。但它的外形可根据实际应用需要而设计，如图1-67所示。

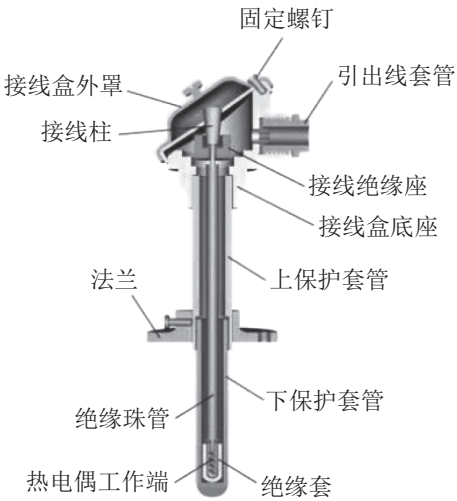


图1-66 热电偶温度传感器内部结构图



图1-67 热电偶传感器

热电偶实际上是一种能量转换器，它将热能转换为电能，用所产生的热电势测量温度。热电偶由两种不同成份的导体两端接合形成回路，其中直接用作测量介质温度的一端叫做工作端（也称为测量端），另一端叫做冷端（也称为补偿端）。冷端与显示仪表或配套仪表连接，显示仪表会指出热电偶所产生的热电势。

2. 热敏电阻温度传感器

热敏电阻温度传感器是目前发展较为成熟的温度敏感元件，它由半导体陶瓷材料制成。热敏电阻对温度敏感，不同的温度环境下会呈现不同的电阻值。依据温度与电阻值的正反比关系可分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻，前者在温度越高时电阻值越大；后者在温度越高时电阻值越小。热敏电阻器和热敏电阻传感器的外形如图1-68所示。



图1-68 热敏电阻和热敏电阻温度传感器

3. 热电阻温度传感器

热电阻温度传感器是一种利用导体的电阻值随温度变化而变化的原理进行测温的传感器，目前最常见的有铂热电阻和铜热电阻，如图1-69所示。



图1-69 金属热电阻温度传感器

4. IC温度传感器

IC是集成电路的英文缩写。IC温度传感器基于PLC电路的温度采样，常用于对电路板温度过高的保护。

1.2.4.4 认识湿度传感器

湿度传感器是指能感受湿度并将其转换成可用输出信号的传感器，分为水分子亲和型和非水分子亲和型。

1. 水分子亲和型传感器

水分子亲和型传感器是利用水分子有较大的偶极矩，因而易于吸附在固体表面并渗透到固体内部的特性（称为水分子亲和力）制成的湿度传感器，其测量原理是感湿材料吸湿或脱湿过程会改变其自身的性能从而测出湿度。水分子亲和型传感器响应速度慢、可靠性差，不能很好地满足工业生产和日常生活的使用要求，常见类型有：电解质湿度传感器、MOS陶瓷湿度传感器、MOS模式湿度传感器、高分子湿度传感器等。

2. 非水分子亲和型传感器

非水分子亲和型传感器利用潮湿空气和干燥空气的热传导之差来测定湿度。其测量原理有多种，如利用微波在含水蒸气的空气中传播，水蒸气吸收微波使其产生一定的能

量损耗，而传输损耗的能量与环境空气中的湿度有关，由此来测定湿度；利用水蒸气能吸收特定波长的红外线来测定空气的湿度；等等。非水分子亲和型传感器响应速度快、灵敏度高，发展迅猛，应用越来越广泛，常见的类型有热敏电阻式湿度传感器、红外吸收式湿度传感器、微波式湿度传感器、超声波湿度传感器等。

注意事项：湿度传感器的电源选择

湿敏电阻必须工作于交流回路中，若用直流供电，会引起多孔陶瓷表面结构改变，湿敏特性变劣。但是，若采用的交流电源频率过高，将由于元件的附加容抗而影响测试灵敏度和准确性，因此，应以不产生正、负离子积聚为原则，使电源频率尽可能低。对于离子导电型湿敏元件，电源频率应大于 50 Hz，一般以 1000 Hz 为宜；对于电子导电型，电源频率应低于 50 Hz。

1.2.5 任务评估

任务完成后，施工人员请根据任务完成情况进行相互检查、评价并填写任务评估表（表1-13）。

表1-13 任务评估

检查内容	检查结果	满意率		
配线槽是否安装牢固，且配线槽盖板是否盖好	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
温湿度传感器安装是否牢固	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
是否正确选择螺丝、螺母、垫片	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
传感器接线是否美观	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
导线延长线是否存在露铜现象	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
温湿度传感器电源供电是否正确，RS-485通信导线连接是否正确	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
计算机与温湿度传感器是否能正常通信	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
温湿度传感器地址和波特率设置是否正确	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
温湿度传感器是否能正常检测温湿度	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
完成任务后使用的工具是否摆放、收纳整齐	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
完成任务后工位及周边的卫生环境是否整洁	是□ 否□	100%□	70%□	50%□

1.2.6 拓展练习

► 理论题：

1. 温湿度传感器黄色导线的作用是（ ）。
- A. 电源正极

B. 电源负极

C. RS-485+

D. RS-485-

2. Modbus协议最早是由（ ）公司提出的。

- A. 施耐德
- B. 飞利浦
- C. 周立功
- D. 西门子

3. 温湿度传感器的供电电源是（ ）。

- A. DC 10~30V
- B. AC 10~30V
- C. DC 12V
- D. AC 24V

4. 传感器是由（ ）组成的。

- A. 敏感元件
- B. 信号调节电路
- C. 转换元件
- D. 辅助电源

5. 项目中使用的温湿度传感器支持的通信协议是（ ）。

- A. Modbus RTU协议
- B. RS-485协议
- C. CC-Link协议
- D. TCP/IP协议

►► 操作题：

1. 将所安装的温湿度传感器的地址修改为十六进制数“08”。
2. 查询当前传感器所检测到的温湿度值，并记录下来；再用手握住温湿度传感器10s后立即查询传感器所检测到的温湿度值，并记录下来；对比两次记录值的变化。

1.3 任务3 百叶箱型温湿度传感器安装与配置

1.3.1 任务描述

为了能获取智慧温室周边的温湿度数据，现要求物联网智能终端实施人员小毛根据任务工单要求在现场完成适用于室外环境的百叶箱型温湿度传感器的安装、配置和调试，以及对某区域温度、湿度信号的采集。

任务实施之前，需认真研读任务工单和系统设计图，充分做好实施前的准备工作。

任务实施过程中，首先使用配线槽、接线端子等部件规范工程布线；然后安装百叶箱型温湿度传感器和RS-485信号转接模块，实现设备与电源的线路连接，并使用万用表检测连通性；使用串口调试工具配置温湿度传感器的地址和波特率，检测该设备针对温度、湿度信号的采集功能。在任务实施全过程中要始终保持和践行精益求精的工作态度，彰显工匠精神。

任务实施之后，进一步认识和理解模拟量与数字量的概念及转换，了解CRC校验过程和传感器的不同分类。

1.3.2 任务工单与任务准备

1.3.2.1 任务工单

百叶箱型温湿度传感器安装与配置的任务工单如表1-14所示。

表1-14 任务工单

任务名称	百叶箱型温湿度传感器安装与配置		
负责人姓名	毛××	联系方式	135××××××××
实施日期	20××年××月××日	预计工时	3h
设备选型情况	百叶箱型温湿度传感器型号选用ITS-IOT-SOKMPA，采用完全隔离RS-485信号输出，支持标准的Modbus RTU协议；电源选用DC 12V；RS-485 信号转接模块选用USB TO 485 CABLE信号转接模块		
工具与材料	十字螺丝刀2把，一字螺丝刀1把，数字式万用表1台，螺丝（M4×16）、螺母、垫片6套，接线端子若干片，线鼻子若干个，配线槽4m，红黑导线1.5m，四芯导线一段，剥线钳1把，斜口钳1把，压线钳1把，角度剪1把，电工胶布1卷，配置用笔记本电脑/台式计算机1台，串口调试助手工具及驱动1套		
工作场地情况	室外空旷地，无遮雨设施；水电通		

续表

任务名称	百叶箱型温湿度传感器安装与配置			
外观、功能、性能描述	传感器名称：RS-485百叶箱型温湿度传感器； 系统供电：DC 12~24V； 通信方式：RS-485； 工作温度：-40 ~ 70℃； 工作湿度：0~95%RH			
进度安排	① 8：30~9：30完成设备安装与测试； ② 9：30~10：30完成设备配置与测试； ③ 10：30~11：30运行检测与交付			
实施人员	以小组为单位，成员2人			
结果评估（自评）	完成 ☐	基本完成 ☐	未完成 ☐	未开工 ☐
情况说明				
客户评估	很满意 ☐	满意 ☐	不满意 ☐	很不满意 ☐
客户签字				
公司评估	优秀 ☐	良好 ☐	合格 ☐	不合格 ☐

1.3.2.2 任务准备

在任务准备阶段需要明确任务要求，了解任务实施环境，完成设备选型，准备好相关工具和足量的耗材，安排好人员分工和时间进度。

注意：百叶箱型温湿度传感器的电源接口为宽电压输入，输入电压在10~30V均可。另外，传感器的RS-485通信导线A、B两条信号线不能接反，总线上多台设备间地址不能冲突。

认真观察百叶箱型温湿度传感器的导线颜色情况（见表1-15），接线时操作务必规范安全。

表1-15 百叶箱型温湿度传感器导线颜色参考说明

导线颜色	功能说明	备注
棕色	电源正极	DC 10~30V
黑色	电源负极	
黄色	RS-485-A	
蓝色	RS-485-B	

说明：不同类型、批次传感器的导线颜色有所不同。

1.3.3 任务实施

1.3.3.1 解读任务工单

施工人员需使用螺丝刀、万用表、串口调试助手软件等工具，在温室室外指定位置安装型号为ITS-IOT-SOKMPA的RS-485百叶箱型温湿度传感器，实现温室室外温度和湿度信号的感知与采集。该任务计划由2名施工人员在3h内完成传感器地址、波特率等相

关参数的配置，实现与检测温度、湿度信号的获取，运行正常后交付使用。

1.3.3.2 识读系统设计图

图1-70是本任务的系统设计图，工程实施人员需根据该设计图进行安装配置，图中百叶箱型温湿度传感器导线包括2根电源线（5V、12V）和2根RS-485信号线（RS-485-A、RS-485-B）。需要注意的是RS-485-A信号线与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D+/A+端子连接，RS-485-B信号线与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D-/B-端子连接。连接完成之后将USB TO 485 CABLE信号转接模块插入计算机的USB端口即可使用。

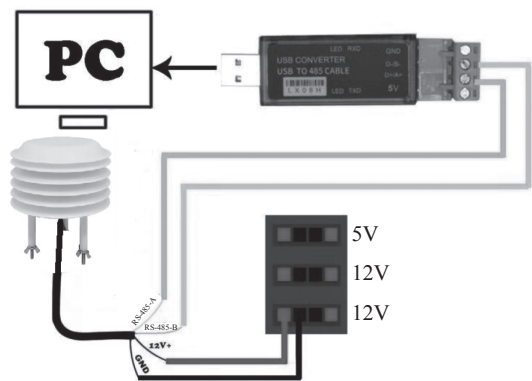


图1-70 百叶箱型温湿度传感器设计图

1.3.3.3 安装设备

1. 安装配线槽

请参照任务1.1的操作要求和规范，结合实训工位架尺寸，制作配线槽，挑选符合规格要求的螺丝、螺母和垫片，使用螺丝刀、万用表等工具完成物联网实训工位架配线槽的安装。

2. 安装百叶箱型温湿度传感器

两位工程施工人员相互配合，在物联网实训工位架上使用安装工具完成百叶箱型温湿度传感器的安装。传感器安装后的效果如图1-71所示，此时还需要认真检查设备安装的牢固性。

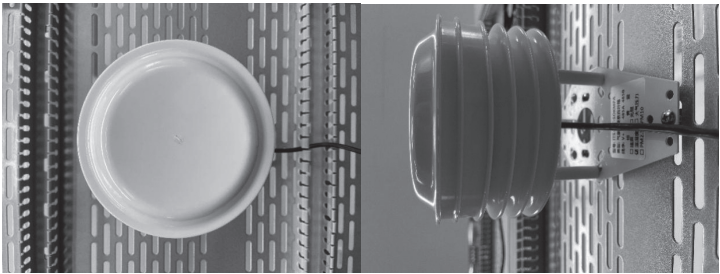


图1-71 百叶箱型温湿度传感器安装效果图

知识链接：百叶箱型传感器

百叶箱型传感器是一种固定式的多合一传感设备，它能防风防雨防辐射，通风透气，耐腐蚀，集成度高，轻便小巧，安装方便，适用于室外场景。此类设备能监测风向、风速、气温、湿度、大气压、光照度、二氧化碳浓度、PM2.5、PM10、噪声等环境要素，可以广泛应用于城市环境测量、农业监控、工业治理等多种环境，方便采集到更多种有效的监测数据。

3. 安装接线端子

此次任务中采用的是U型导轨式组合型接线端子，它是由多个单片接线端子组合而成的，它的外观结构详见1.1任务1，操作步骤如下。

步骤1：将若干单片接线端子依次连接成排。

步骤2：安装接线端子导轨，用于固定接线端子排。

步骤3：将接线端子排安装在导轨上，并认真检查是否安装牢固。

知识链接：接线端子选型原则

在日常的电气设备或者电路设计中，面板的二维元件布局设计对工程师的工作有着非常重要的指导意义，而其中接线端子的选择不可或缺，它的选取原则为：

(1) 根据系统布局大小计算出所需端子的数量，这点决定了使用单层接线端子还是双层接线端子。二者的主要区别在于，双层接线端子相较于单层端子更加节省空间。

(2) 根据系统的设备功率或者线径来计算流过的电流大小，电流大小决定了端子的规格，常用的规格有1.5A、2.5A、4A等。切记电流越大，端子的体积越大。

(3) 端子的颜色有着特殊的代表意义，黄绿相间的端子通常是接地线，普通的端子颜色根据厂家的不同有黑色和灰色，正确的颜色使用可以给现场维修人员带来安全上的保障。

4. 连接线路

根据系统设计图进行百叶箱型温湿度传感器线路连接，具体操作包括导线制作、百叶箱型温湿度传感器与电源连接和RS-485信号转接模块线路连接三个环节。

1) 导线制作

传感器自带导线的长度有限，需要根据传感器与电源所在位置的实际距离来延长导线。可以剪取一段长度适宜的四芯导线作为延长线。

2) 百叶箱型温湿度传感器与电源连接

根据工艺要求，百叶箱型温湿度传感器需要通过接线端子进行连接，包括电源线与信号线。

步骤1：将百叶箱型温湿度传感器自身导线与四芯导线的一端连接，使用黑色绝缘胶布进行密封与固定。

步骤2：四芯延长导线另一端的红、黑、黄、蓝四根导线，分别装接红、黑、黄、蓝四种颜色的线鼻子，并将它们依次插入接线端子中。

知识链接：走线规则

无论是电气系统还是其他线路，接线颜色必须按照中华人民共和国国家标准 GB/T 7947—2010《人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识》严格执行，且按照正确的电气原理图进行导线的连接。具体要求为：电气连接线在连接时必须牢固，配线应成排、成束地垂直或水平有规律地敷设，要求整齐、美观、清晰；导线走线要横平竖直、层次分明，长度要合适，端子要压紧；配线槽内走线电源线 and 信号线应分开，配线槽内导线均匀分布，理顺以避免交叉；号码管线号要对应，字体方向要一致；字体方向不限自上而下一种方向，按照导线走向使用缠绕管或放入配线槽用尼龙扎带扎紧，缠绕管以每绕一周间距 7~10mm 均匀缠绕。

步骤3：剪一段红黑导线用于连接接线端子与电源。连接接线端子那端导线的红色线接入第一片接线端子下方卡口中，与上方卡口中的红色线相对应，黑色线接入第二片接线端子下方卡口中，与上方卡口的黑色线相对应。

步骤4：红黑导线的另一端与电源上标识为12V的接线端子相连接，其中红色线接电源正极，黑色线接电源负极。

3) USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接

剪一段红黑导线，其中一端的红、黑导线分别连接第3、4片接线端子下方卡口。另一端的红、黑导线分别连接USB TO 485 CABLE信号转接模块上标有“D+/A+”和“D-/B-”的接线端子。

5. 用SSCOM串口调试助手进行测试

系统线路连接完成后，将USB TO 485 CABLE信号转接模块插入计算机上的USB端口，之后运行SSCOM串口调试助手，选择正确的波特率与串口号，对硬件接线进行简易测试，具体操作如下。

步骤1：在SSCOM串口调试助手的数据发送框中输入地址询问码，对硬件地址进行询问。

步骤2：若能正常接收到返回的数据，则系统供电正常，且RS-485通信功能正常；反之则不正常。

若系统不正常，需对线路进行检查。将万用表挡位切换到蜂鸣挡，检测线路中是否存在断线，若线路通断正常，蜂鸣器会发出“嘀”的声音，反之则没有声音。使用相同方法对通信模块与通信线的连接正确性进行检查测试，直至排除故障。

1.3.3.4 百叶箱型温湿度传感器配置

参照表1-16，完成百叶箱型温湿度传感器地址和波特率参数配置，并将当前所获得的温度、湿度数值填入表中。

表1-16 百叶箱型温湿度传感器配置要求

项目	具体要求
地址设置	09
波特率设置	9600b/s
当前温度值	() ℃
当前湿度值	() %RH

1. 百叶箱型温湿度传感器串口通信参数的设置

完成RS-485信号转接模块与计算机USB端口的连接后，运行“SSCOM串口调试助手”，根据百叶箱型温湿度传感器的串口通信要求，参照表1-17，完成相关参数的设置。

表1-17 百叶箱型温湿度传感器串口通信设置参数

项目	功能描述
端口号（Port）	百叶箱型温湿度传感器的驱动程序安装后，通过“设备管理器”查看使用的端口号
数据位（Data bits）	8位
奇偶校验位（Parity）	无
停止位（Stop bits）	1位
错误校验（Error check）	ModbusCRC16（冗余循环码）
波特率（Baud rate）	有2400b/s、4800b/s、9600b/s可设，出厂默认为4800b/s

2. 百叶箱型温湿度传感器地址配置

使用SSCOM串口调试助手，配置温湿度传感器地址为十六进制数“09”。

1) 查询百叶箱型温湿度传感器当前地址

步骤1：查表1-18，可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的地址问询码为“FF 03 07 D0 00 01 91 59”，其中地址问询码最后2字节十六进制数“91 59”为CRC校验码。

表1-18 百叶箱型温湿度传感器通信协议码说明

功能描述	通信协议码
地址问询码	FF 03 07 D0 00 01 91 59
地址应答码	01 03 02 00 01 79 84
地址修改码	01 06 07 D0 00 02 08 86
地址修改应答码	01 06 07 D0 00 02 08 86
波特率问询码	FF 03 07 D1 00 01 C0 99
波特率应答码*	01 03 02 00 01 79 84
波特率修改码*	01 06 07 D1 00 02 59 46

续表

功能描述	通信协议码
波特率修改应答码*	01 06 07 D1 00 02 59 46
温度询问码	01 03 01 F5 00 01 95 C4
温度应答码**	01 03 02 FF 9F B9 DC
湿度询问码	01 03 01 F4 00 01 C4 04
湿度应答码**	01 03 02 01 E6 38 5E

*波特率对应值：00 表示 2400b/s；01表示 4800b/s；02表示9600b/s。

** 第 4、5 字节为数据区。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D0 00 01”，在“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”，此时将自动产生“91 59”CRC码，如图1-72所示。



图1-72 输入地址询问码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D0 00 01 91 59 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆01 03 02 00 01 79 84”，则通过查看第1字节十六进制数可知传感器的当前地址为“01”，如图1-73所示。



图1-73 返回应答码

2) 配置百叶箱型温湿度传感器地址

根据百叶箱型温湿度传感器参数配置要求，地址应为十六进制数“09”。

步骤1：查表1-18，可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的地址修改码为“01 06 07 D0 00 02 08 86”。修改传感器地址时要将该修改码的第1字节十六进制数改为所查询到的当前地址，即“09”。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“01 06 07 D0 00 09”，“加校验”框中将自动产生“49 41”CRC校验码，如图1-74所示。

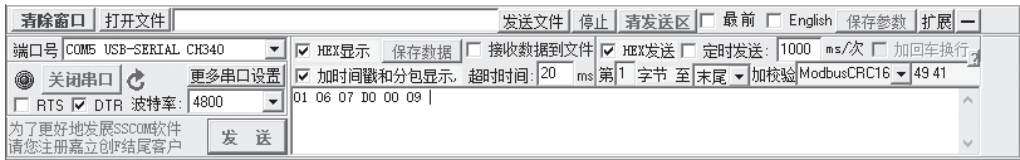


图1-74 输入地址修改码

步骤3: 单击“发送”按钮,上方主窗口呈现“发→◇01 06 07 D0 00 09 49 41 □”提示信息,表示发送成功,并能迅速收到相同的返回信息。

3. 验证百叶箱型温湿度传感器地址修改效果

在SSCOM串口调试助手的数据发送区中再次输入地址问询码“FF 03 07 D0 00 01”,若收到应答码的第1字节十六进制数为“09”,则表示修改成功,如图1-75所示。

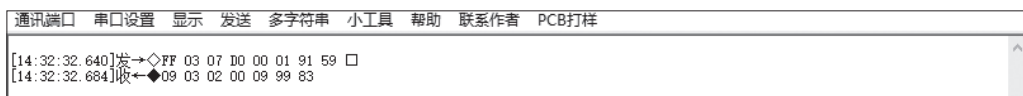


图1-75 返回地址应答码

4. 配置百叶箱型温湿度传感器波特率

百叶箱型温湿度传感器默认的波特率为4800b/s,现要求将波特率修改为9600b/s。

1) 查询百叶箱型温湿度传感器当前波特率

步骤1: 查表1-18,可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的波特率问询码为“FF 03 07 D1 00 01 C0 99”,其中地址问询码最后2字节的十六进制数“C0 99”为CRC校验码。

步骤2: 在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D1 00 01”,在“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”,此时将自动产生“C0 99”CRC码,如图1-76所示。

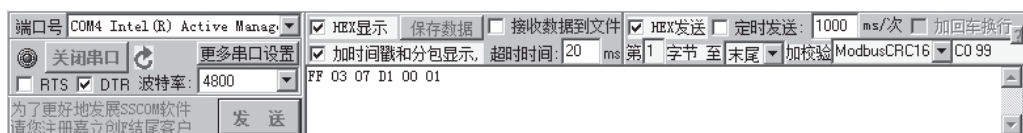


图1-76 输入波特率查询码

步骤3: 单击“发送”按钮,上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D1 00 01 91 59 □”提示信息,表示发送成功,并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆09 03 02 00 01 98 45”,那么通过查看应答码第5字节的十六进制数,可获知传感器的波特率为十六进制数“01”,即代表4800b/s。

2) 配置百叶箱型温湿度传感器波特率

根据百叶箱型温湿度传感器参数配置要求,波特率9600b/s所对应的十六进制数码值是“02”。

步骤1: 查表1-18,可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的波特率修改码为“01 06 07 D1 00 02 59 46”,根据修改后的地址将其调整为“09 06 07 D1 00 02”。第6字节的十六进制数“02”代表波特率9600b/s。

步骤2: 在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“09 06 07 D1 00 02”,“加校验”框中将自动产生“58 C2”CRC校验码,如图1-77所示。

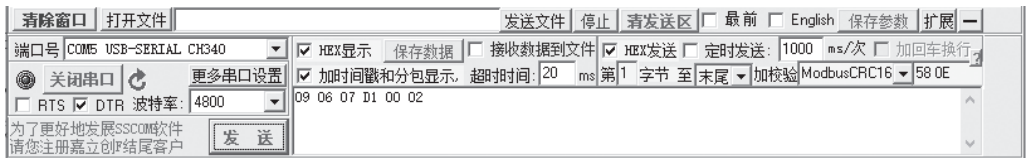


图1-77 输入波特率修改码

步骤3: 单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇09 06 07 D1 00 02 58 C2 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到相同的返回信息。

3) 检验百叶箱型温湿度传感器波特率修改效果

将SSCOM串口调试助手的波特率调整为9600b/s，关闭串口后再次打开串口，在其数据发送区中再次输入地址问询码“FF 03 07 D1 00 01”，若收到应答码第5字节的十六进制数为“02”，则表示修改成功。

5. 获取百叶箱型温湿度传感器的温湿度值

使用SSCOM串口调试助手，获取百叶箱型温湿度传感器在当前环境中所感知到的温湿度值。

1) 问询温度值

步骤1: 查表1-18，可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的温度问询码为“01 03 01 F5 00 01 95 C4”，其中温度问询码最后2字节的十六进制数“95 C4”为CRC码。

步骤2: 根据传感器的实际地址，在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“09 03 00 01 00 01”，“加校验”框中将自动产生“D4 82”CRC码，如图1-78所示。

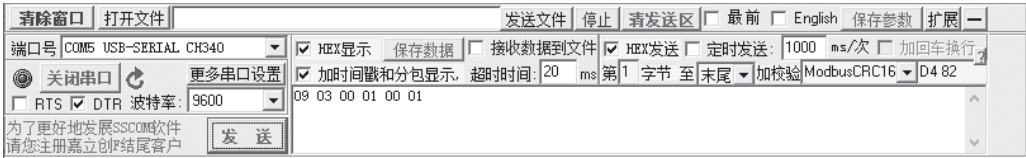


图1-78 输入温度问询码

步骤3: 单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇09 03 00 01 00 01 D4 82 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆09 03 02 00 C3 19 D4”，则应答码第4、5字节的十六进制数“00 C3”为温度值。

步骤4: 将温度应答码中的温度值转换为实际温度值。

知识链接：转换湿度值为十进制数

首先，判断温度是否低于0℃。将十六进制数“00 C3”转换为二进制数，结果为“0000000011000011”，其中最高位为“0”，由此可以判断该数为正数，即温度高于0℃。然后，将十六进制数“00 C3”转换为十进制数，结果为195。最后，将该十进制数再除以10，可得出实际的温度值为19.5℃。

当温度高于或等于 0℃ 时，温度数据以原码的形式上传；当温度低于 0℃ 时，温度数据则以补码的形式上传。补码转换为原码的计算方法为：符号位不变，数值位按位取反，末位再加 1，即补码的补码等于原码。

2) 问询湿度值

步骤1：查表1-18，可知百叶箱型温湿度传感器通信协议码的湿度问询码为“01 03 01 F4 00 01 C4 04”，其中湿度问询码最后2字节的十六进制数“C4 04”为CRC校验码。

步骤2：根据传感器的实际地址，在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“09 03 01 F4 00 01”，“加校验”框中将自动产生“C5 4C”CRC码，如图1-79所示。

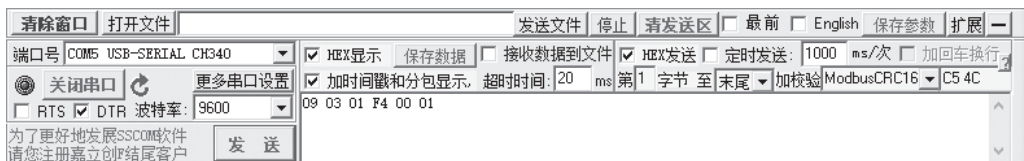


图1-79 输入湿度问询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇09 03 01 F4 00 01 C5 4C □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆09 03 02 03 07 18 B7”，则应答码第4、5字节数据区中的十六进制数“03 07”为湿度值。

步骤4：将湿度应答码中的湿度值转换为实际湿度值。湿度值的计算方法与温度值的计算方法相同，应答码数据区中的十六进制数“03 07”所对应的实际湿度值为 77.5%RH。

作为一名工程实施人员，在设备安装、连线、检测、维修等环节都要追求完美，以追求卓越品质为目标来打造精品工程。

思想交流：追求卓越

卓越就是超凡脱俗、非常优异。追求卓越就是追求行业顶尖水平。卓越不是一个标准，而是一种境界；它不是优秀，它是优秀中的最优。卓越是一种追求，它在于将自身的优势、能力，以及所能使用的资源发挥到极致。

袁隆平对中国农业的发展追求，使他成为“中国杂交水稻之父”；居里夫人对科学未知领域的追求，使她两次荣获诺贝尔奖；爱因斯坦对知识海洋的追求，使他被誉为“世界上最具有成就的人”。

1.3.4 知识提炼

1.3.4.1 模拟量与数字量

在实际应用中，以传感器输出的信号为标准可将其分为模拟量传感器和数字量传感器。

1. 什么是模拟量与数字量

所谓模拟量就是在数值和时间上都连续变化的量，在一定范围内可以取任意值，比如我们生活中常见的电流、电压、转速等物理量，如图1-80（a）所示。所谓数字量就是在时间和数值上离散变化的量，它们的变化在时间上是不连续的，总是发生在一系列离散的瞬间，比如灯的开和关，如图1-80（b）所示。

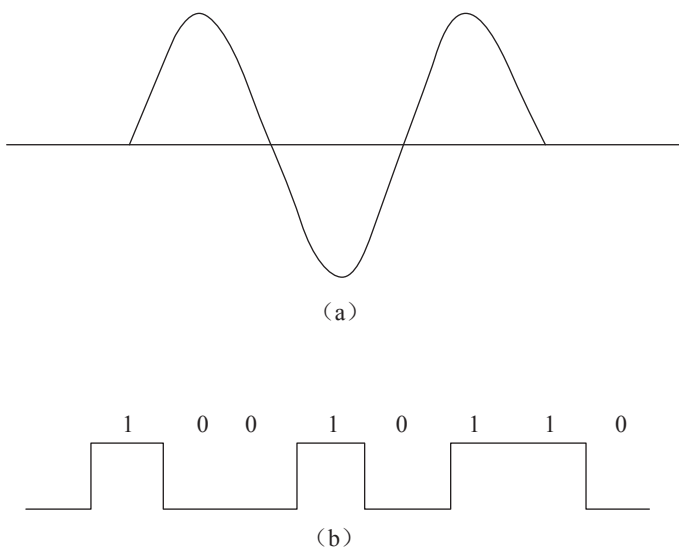


图1-80 模拟量与数字量波形图

2. 模数转换与数模转换

随着信息技术的飞速发展与普及，在现代控制、通信及检测等领域，为了提高系统的性能，对信号的处理广泛采用了数字计算机技术。由于系统采集到的往往是一些模拟量，如温度、压力、位移、湿度等，要使计算机等数字设备能识别、处理这些模拟量，必须首先将这些模拟量转换成数字信号；而经计算机等数字设备分析、处理后输出的数字量，也往往需要将其转换为相应的模拟信号才能为执行机构所接受。这样就需要一种能在模拟信号与数字信号之间架起桥梁的模数和数模转换器来实现。将模拟信号转换成数字信号的电路，称为模数转换器（A/D转换器）；将数字信号转换为模拟信号的电路称为数模转换器（D/A转换器）。

模数转换（A/D转换）要经过采样、保持、量化和编码四个步骤。所谓采样，就是

将一个时间上连续变化的模拟量转化为时间上离散变化的模拟量。将采样结果存储起来，直到下次采样，这个过程称为保持。采样器和保持电路一起总称为采样保持电路。将采样电平归化为与之接近的离散数字电平，这个过程称为量化。编码就是将离散幅值经过量化以后变为二进制数字的过程。

数模转换（D/A转换）是将数字信号转换为模拟信号的系统，一般用低通滤波即可实现。数字信号先进行解码，即把数字码转换成与之对应的电平，形成阶梯状信号，然后进行低通滤波。

1.3.4.2 CRC 校验

CRC（循环冗余校验）是一种编码技术，主要作用是确保传输数据准确无误。CRC编码基于多项式除法，将要传输的信息除以一个预先确定的多项式，得到的余式就是所需要的CRC校验码。假设需要发送的信息为10000000，CRC生成多项式为 $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$ （二进制序列为100000111），依据CRC生成多项式可知CRC校验码的位宽为8即9-1。下面举例说明CRC校验的计算过程。

初始化CRC校验码的值为0，并将其添加到信息后，使信息序列转换为1000_0000_0000_0000。依据“模2运算法”计算CRC校验码，计算步骤如下所示。每次计算都是消除高次项，然后移入新的数据，再进行下一次计算，直到所有的数据计算完成。

步骤1：初始化CRC寄存器的值为10000000。

步骤2：检测CRC寄存器的最高位是否为1：

crc[15]=1;

crc = (crc<<1) ^ g(x);

crc[15]=0;

crc = crc<<1。

步骤3：循环8次后，输出CRC校验码。

1.3.4.3 传感器分类

由于被测量种类繁多，其工作原理和使用条件又各不相同，因此传感器的种类和规格十分繁杂，分类方法也是多种多样。人们可以按测量对象、工作原理、输出信号的性质、与被测对象的接触性、器件构成等来分类。

1. 按测量对象分类

当传感器的输入量为温度、速度、位移、压力、湿度、光线、气体等非电量时，对应的传感器称为温度传感器、速度传感器、位移传感器等，如图1-81所示。



图1-81 按测量对象分类的各类传感器

目前把测量不同被测量的传感器分为物理量传感器、化学量传感器和生物量传感器三大类。

采用这种分类方法通俗易懂，直观地明确了传感器的用途，为传感器选型提供了方便。但这种分类方法往往会将原理不同的传感器归为同类，对掌握传感器的一些基本原理及分析方法是不利的。比如压电式传感器，它可以用来测量机械振动中的加速度、速度和振幅等，也可以用来测量冲击和力，虽然用途不同，但其工作原理是一样的。

这种分类方法把种类繁多的物理量分为：基本量和派生量两大类。例如位移可视为基本物理量，可派生出长度、厚度、应变、振动、磨损、不平度等派生物理量；力可视为基本物理量，可派生出压力、重量，应力、力矩等派生物理量；速度可视为基本物理量，可派生出转速、流量等派生物理量。当我们需要测量上述物理量时，只要采用位移传感器、力传感器、速度传感器就可以了。

2. 按工作原理分类

传感器按其工作时所采用的物理效应、化学效应和生物效应等机理，可分为电阻式、电容式、电感式、压电式、电磁式、磁阻式、光电式、压阻式、热电式、核辐射式、半导体式传感器等。如根据变电阻原理，相应的有电位器式、应变片式、压阻式等传感器；如根据电磁感应原理，相应的有电感式、差压变送器、电涡流式、电磁式、磁阻式等传感器；如根据半导体有关理论，则相应的有半导体力敏、热敏、光敏、气敏、磁敏等固态传感器。

这种分类方法的优点是便于专业人员从原理与设计上作归纳性的分析研究，避免了传感器的名目过于繁多。缺点是一般用户选用传感器时会有一定的专业障碍。因此，常把用途和原理结合起来命名，如电感式位移传感器，压电式力传感器等。

3. 按输出信号的性质分类

按传感器输出信号性质可分为模拟式传感器和数字式传感器。

模拟式传感器是将被测非电量转换成连续变化的电压或电流，如要求配合数字显示器或数字计算机，需要配备模/数（A/D）转换装置。数字式传感器能直接将非电量转换为数字量，可以直接用于数字显示和计算，可直接配合计算机，具有抗干扰能力强，适合长距离传输等优点。

4. 按与被测对象是否接触分类

按传感器与被测对象是否接触可分为接触式和非接触式传感器。

接触式传感器的优点是将传感器与被测对象视为一体，传感器的标定无须在使用现场进行，缺点是传感器与被测对象接触会对被测对象的状态或特性不可避免地产生或多或少的影 响。非接触式传感器则没有这种影响。非接触化测量可以消除传感器介入而使被测量受到的影响，提高测量的准确性，同时，可使传感器的使用寿命增加。但是非接触式传感器的输出会受到被测对象与传感器之间介质或环境的影响，因此传感器标定必须在使用现场进行。

5. 按传感器构成分类

按传感器的构成可分为基本型、组合型、应用型传感器。

基本型传感器是一种最基本的单个变换装置。组合型传感器是由不同单个变换装置组合而构成的传感器。应用型传感器是基本型传感器或组合型传感器与其他机构组合而构成的传感器。如热电偶是基本型传感器，把它与红外线辐射转为热量的热吸收体组合成红外线辐射传感器——即一种组合传感器——应用于红外线扫描设备中，就是一种应用型传感器。

1.3.5 任务评估

任务完成后，施工人员请根据任务完成情况进行相互检查、评价并填写任务评估表（表1-19）。

表1-19 任务评估

检查内容	检查结果	满意率		
配线槽是否安装牢固，且配线槽盖板是否盖好	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
百叶箱型温湿度传感器安装是否牢固	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
是否正确选择螺丝、螺母、垫片	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
传感器接线是否美观	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
导线延长线是否存在露铜现象	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
温湿度传感器电源供电是否正确，RS-485通信导线连接是否正确	是□ 否□	100%□	70%□	50%□
计算机与百叶箱型温湿度传感器是否能正常通信	是□ 否□	100%□	70%□	50%□

续表

检查内容	检查结果	满意率		
百叶箱型温湿度传感器地址和波特率配置是否正确	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
百叶箱型温湿度传感器是否能正常检测温湿度	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
完成任务后使用的工具是否摆放、收纳整齐	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
完成任务后工位及周边的卫生环境是否整洁	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐

1.3.6 拓展练习

►► 理论题：

1. 经过温度问询码问询后，返回的温度值数据为“08 10”，经过计算后，实际温度值为（ ）℃。
A. 12.9
B. 35.5
C. 18.5
D. 129
2. 十六进制简写表示方式为（ ）。
A. HEX
B. HEF
C. BCD
D. 1001
3. 传感器按照构造分类主要分为（ ）。
A. 基本型、组合型
B. 接触式、非接触式
C. 模拟式传感器、数字式传感器
D. 基本型传感器、组合型传感器、应用型传感器
4. A/D转换需要经过的步骤是（ ）。
A. 采样、保持、量化和编码
B. 采样、量化、编码
C. 保持、采样、量化
D. 采样、保持
5. CRC校验是一种什么技术？（ ）。
A. 数字技术
B. 编码技术
C. 通信技术
D. 传感器技术

►► 操作题：

1. 将所安装的百叶箱型温湿度传感器的地址修改为十六进制数“55”。
2. 查询当前传感器所检测到的温湿度值，并记录下来；再用手握住温湿度传感器5s后立即查询传感器所检测到的温湿度值，并记录下来。

1.4 任务4 二氧化碳传感器安装与配置

1.4.1 任务描述

因智慧温室扩容，需要加装二氧化碳传感器。现要求物联网智能终端实施人员小李根据任务工单在现场完成设备的安装、配置和调试，以及对周边区域二氧化碳气体浓度信号的采集。

任务实施之前，需认真研读任务工单和系统设计图，充分做好实施前的准备工作。

任务实施过程中，首先使用配线槽、接线端子等部件规范工程布线；然后安装二氧化碳传感器设备和RS-485信号转接模块，实现设备与电源的线路连接，并使用万用表检测连通性；使用串口调试工具配置二氧化碳传感器的地址和波特率，检测该设备针对二氧化碳气体浓度信号的采集功能。在实践中以实际行动来彰显爱岗敬业的劳模精神，敢于担当、乐于奉献。

任务实施之后，进一步了解传感器的应用与发展，能够根据气体传感器的类别与性能进行选型。

1.4.2 任务工单与任务准备

1.4.2.1 任务工单

二氧化碳传感器安装与配置的任务工单如表1-20所示。

表1-20 任务工单

任务名称	二氧化碳传感器安装与配置		
负责人姓名	李××	联系方式	135××××××××
实施日期	20××年××月××日	预计工时	3h
设备选型情况	二氧化碳传感器选用ITS-IOT-SOKCOA型号，采用完全隔离RS-485信号输出，支持标准的Modbus RTU协议；电源选用DC 12V；RS-485 信号转接模块选用USB TO 485 CABLE信号转接模块		
工具与材料	十字螺丝刀2把，一字螺丝刀1把，数字式万用表1台，螺丝（M4×16）、螺母、垫片6套，接线端子若干片，线鼻子若干个，配线槽4m，红黑导线1.5m，四芯导线一段，剥线钳1把，斜口钳1把，压线钳1把，角度剪1把，电工胶布1卷，配置用笔记本电脑/台式计算机1台，串口调试助手工具及驱动1套		
工作场地情况	室内，空间约60m²，水电通，已装修		

续表

任务名称	二氧化碳传感器安装与配置			
外观、功能、性能描述	名称：二氧化碳传感器； 型号：ITS-IOT-SOKCOA； 量程：400~5000ppm； 精度：±40ppm（25℃）			
进度安排	① 8：30~9：30完成设备安装与测试； ② 9：30~10：30完成设备配置与测试； ③ 10：30~11：30运行检测与交付			
实施人员	以小组为单位，成员2人			
结果评估（自评）	完成 ☐ 基本完成 ☐ 未完成 ☐ 未开工 ☐			
情况说明				
客户评估	很满意 ☐ 满意 ☐ 不满意 ☐ 很不满意 ☐			
客户签字				
公司评估	优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐			

1.4.2.2 任务准备

明确任务要求，了解任务实施环境，完成设备选型，准备好相关工具和足量的耗材，安排好人员分工和时间进度。

注意：二氧化碳传感器的电源接口为宽电压输入，输入电压在10~30V均可。另外传感器的RS-485通信导线接线时，需注意A、B两条信号线不能接反，总线上多台设备间地址不能冲突。

认真观察二氧化碳传感器线色情况（见表1-21），接线时操作务必规范安全。

表1-21 二氧化碳传感器导线颜色参考说明

导线颜色	功能说明	备注
棕色	电源正极	DC 10~30V
黑色	电源负极	
黄色	RS-485-A	
蓝色	RS-485-B	

说明：不同类型、批次传感器的线色有所不同。

1.4.3 任务实施

1.4.3.1 解读任务工单

施工人员需使用螺丝刀、万用表、SSCOM串口调试助手、笔记本电脑/台式计算机等，在温室室内指定位置安装型号为ITS-IOT-SOKCOA的RS-485型二氧化碳传感器，实

现温室室内二氧化碳浓度信号的感知与采集。该任务计划由2名施工人员在3h内完成传感器的安装与地址、波特率等相关参数的配置，实现二氧化碳浓度信号的采集，运行正常后交付使用。

1.4.3.2 识读系统设计图

图1-82是本任务的系统设计图，工程实施人员需要根据设计图进行安装调试。图中二氧化碳传感器的导线包括2根电源线和2根RS-485信号线。需要注意的是，RS-485-A信号线要与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D+/A+端子连接，RS-485-B信号线要与USB TO 485 CABLE信号转接模块的D-/B-端子连接。连接完成之后将USB TO 485 CABLE信号转接模块插入计算机USB端口即可使用。

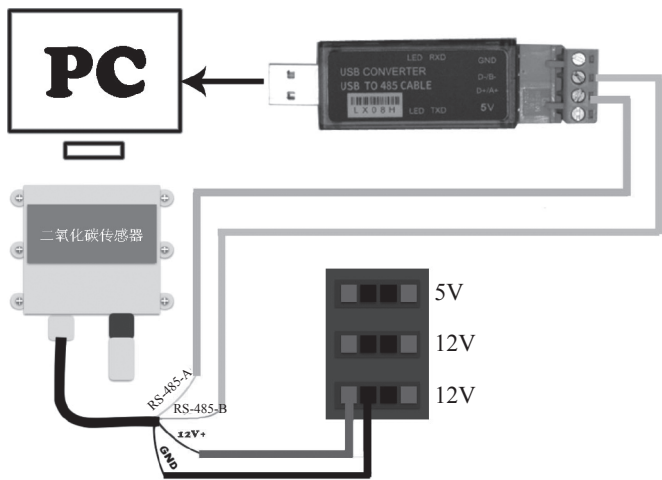


图1-82 二氧化碳传感器系统设计图

1.4.3.3 安装设备

1. 安装配线槽

请参照1.1任务1的操作要求和规范，结合实训工位尺寸，制作配线槽；挑选符合规格要求的螺丝、螺母和垫片，使用螺丝刀等工具完成物联网实训工位架配线槽的安装。

2. 安装二氧化碳传感器

两位施工人员互相配合，挑选合适的螺丝（M4×16）、螺母、垫片，在物联网实训工位架上使用十字螺丝刀完成二氧化碳传感器的安装。传感器安装后的效果如图1-83所示，此外还需认真检查设备安装的牢固性。



图1-83 二氧化碳传感器安装效果

3. 安装接线端子

按照如下步骤完成接线端子的安装。

步骤1：将若干单片接线端子依次连接成排。

步骤2：安装接线端子导轨，用于固定接线端子排。

步骤3：将接线端子排安装在导轨上，并认真检查是否安装牢固。

4. 连接线路

施工人员根据系统设计图进行线路连接，具体操作包括导线制作、二氧化碳传感器与电源连接、USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接三个环节。

1) 导线制作

传感器自带导线长度有限，需要根据传感器与电源所在位置的實際距离延长导线。可以剪取一段长度适宜的四芯导线作为延长线。

2) 二氧化碳传感器与电源连接

根据工艺要求，二氧化碳传感器的导线需通过接线端子与电源连接。

步骤1：二氧化碳传感器自身导线与四芯导线的一端连接，所要连接的各线对颜色要相同或相近。各线对连接好后，使用黑色电工胶布进行密封与固定，效果如图1-84所示。

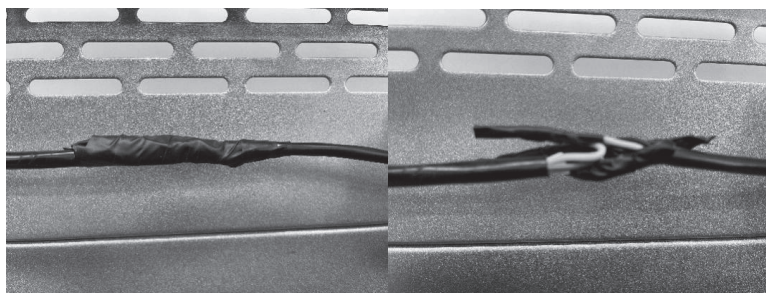


图1-84 导线连接效果

步骤2：延长导线另一端的红、黑、黄、蓝四根电线，分别装接红、黑、黄、蓝四种颜色的线鼻子，并将它们依次接入接线端子中。

步骤3：剪一段红黑导线用于连接接线端子与电源。连接接线端子的那端导线的红色线接入第一片接线端子下方卡口中，与上方卡口中的红色线相对应，黑色线接入第二片接线端子下方卡口中，与上方卡口的黑色线相对应。

步骤4：红黑导线的另一端与电源上标识为12V的接线端子相连接，其中红色线接电源正极，黑色线接电源负极。

3) USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接

剪一段黄蓝导线，其中一端的黄、蓝色线分别连接第3、4片接线端子下方卡口。另一端的黄、蓝色线分别连接USB TO 485 CABLE信号转接模块上标有“D+/A+”和“D-/

B-”的接线端子，如图1-85所示。当传感器信号线与信号转接模块正确连接后，将RS-485信号转接模块USB端插入计算机的USB端口。

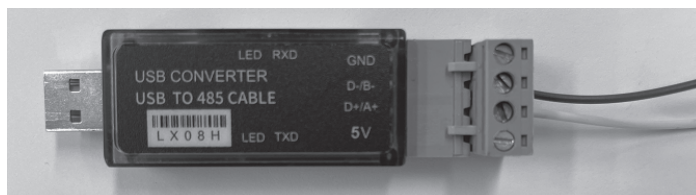


图1-85 USB TO 485 CABLE信号转接模块线路连接

检查该信号转接模块是否正确安装驱动程序，若已安装则可正常使用。

5. 使用万用表检测线路

将万用表黑表笔插进“COM”孔、红表笔插进“VΩ”孔中，挡位切换到蜂鸣挡，检测线路中是否有断线。若线路通断正常，蜂鸣器会发出“嘀”的声音；反之则不发声。在正式通电之前，将万用表挡位切换到直流电压挡，测量供电电源输出电压，检测电压是否正常。检测正常后才可以对传感器进行正式通电测试。

爱岗敬业体现在在平凡的岗位上扎扎实实地工作。首先要摆正心态，要有正确的工作态度，不要忽视设备安装、导线连接这些“小”事情，要做到细心、规范；其次要善于坚持，要“干一行、爱一行”，不半途而废，从每一件小的事务性工作做起，要从“不会做”到“会做”，从一个“生手”变成“能手”；最后还要敢于担当，工作上不拖拉，不推诿，对自己所做的工作要负责到底。

思想交流：爱岗敬业

爱岗和敬业，互为前提，相互支持，相辅相成。“爱岗”是“敬业”的基石，“敬业”是“爱岗”的升华。爱岗敬业指的是忠于职守的事业精神，这是职业道德的基础。爱岗就是热爱自己的工作岗位，热爱本职工作；敬业就是要用一种恭敬严肃的态度对待自己的工作。爱岗敬业不仅是个人生存和发展的需要，也是社会存在和发展的需要。爱岗敬业应是一种普遍的奉献精神。

焦裕禄、孔繁森、郑培民等一大批党和人民的好干部都是在本职工作岗位上呕心沥血，勤政为民；当新冠疫情袭来，一大批平时并不引人注目的医生、护士和科研人员，挺身而出，冒着生命危险冲在抗疫第一线。

1.4.3.4 二氧化碳传感器配置

参照表1-22，完成二氧化碳传感器地址和波特率参数配置，并将当前所获得的二氧化碳浓度数值填入表中。

表1-22 二氧化碳传感器配置要求

项目	具体要求
地址设置	11
波特率设置	9600b/s
当前二氧化碳浓度值	() ppm

1. 二氧化碳传感器地址配置

使用SSCOM串口调试助手，配置二氧化碳传感器地址为十六进制数“11”。

1) 查询二氧化碳传感器当前地址

步骤1：查表1-23，可知二氧化碳传感器通信协议码的地址问询码为“FF 03 07 D0 00 01 91 59”，其中地址问询码最后2字节十六进制数“91 59”为CRC码。

表1-23 二氧化碳传感器通信协议码说明

功能描述	通信协议码
地址问询码	FF 03 07 D0 00 01 91 59
地址应答码	01 03 02 00 01 79 84
地址修改码	01 06 07 D0 00 02 08 86
地址修改应答码	01 06 07 D0 00 02 08 86
波特率问询码	FF 03 07 D1 00 01 C0 99
波特率应答码*	01 03 02 00 01 79 84
波特率修改码*	01 06 07 D1 00 02 59 46
波特率修改应答码*	01 06 07 D1 00 02 59 46
二氧化碳浓度问询码	01 03 00 02 00 01 25 CA
二氧化碳浓度应答码**	01 03 02 0B B8 BF 06

*波特率对应值：00 表示 2400b/s；01表示 4800b/s；02表示9600b/s。

** 第 4、5 字节为数据区。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D0 00 01”，在“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”，此时将自动产生“91 59”CRC码，如图1-86所示。

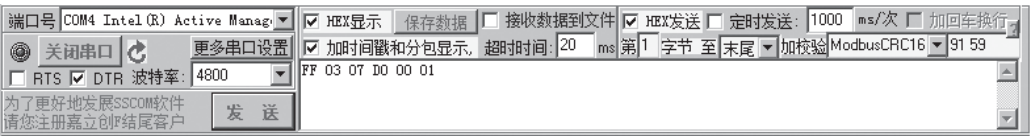


图1-86 输入地址问询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D0 00 01 91 59 □”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆05 03 02 00 05 89 87”，则通过查看第1字节的十六进制数可知传感器的当前地址为“05”，如图1-87所示。

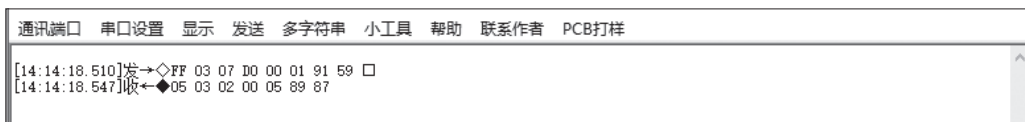


图1-87 返回问询应答码

2) 配置二氧化碳传感器地址

根据二氧化碳传感器参数配置要求，地址应为十六进制数“11”。

步骤1：查表1-23，可知二氧化碳传感器通信协议码的地址修改码为“01 06 07 D0 00 02 08 86”。修改传感器地址时要将该修改码的第1字节十六进制数改为所查询到的当前地址，即“05”。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“05 06 07 D0 00 11”，“加校验”框中将自动产生“48 CF”CRC码，如图1-88所示。

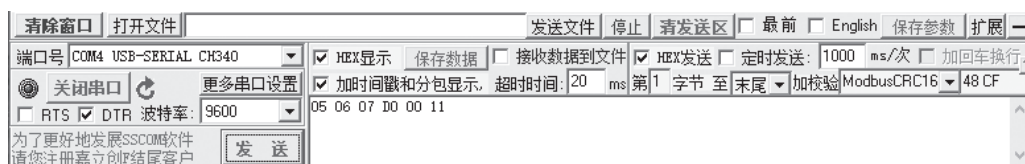


图1-88 输入地址修改码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇05 06 07 D0 00 11 48 CF”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到相同的返回信息。

3) 检验二氧化碳传感器地址修改效果

在SSCOM串口调试助手的数据发送区中再次输入地址问询码“FF 03 07 D0 00 01”，若收到应答码的第1字节十六进制数为“11”，则表示修改成功，如图1-89所示。

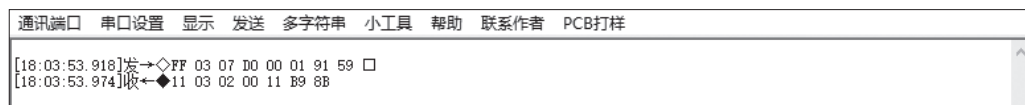


图1-89 查询到修改后的地址

2. 配置二氧化碳传感器波特率

二氧化碳传感器默认的波特率为4800b/s，现要求将波特率修改为9600b/s。

1) 问询二氧化碳传感器当前波特率

步骤1：查表1-23，可知二氧化碳传感器通信协议码的波特率问询码为“FF 03 07 D1 00 01 C0 99”，其中地址问询码最后2字节的十六进制数“C0 99”为CRC码。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“FF 03 07 D1 00 01”，在“加校验”下拉列表框中选择“ModbusCRC16”，此时将自动产生“C0 99”CRC码，如图1-90所示。

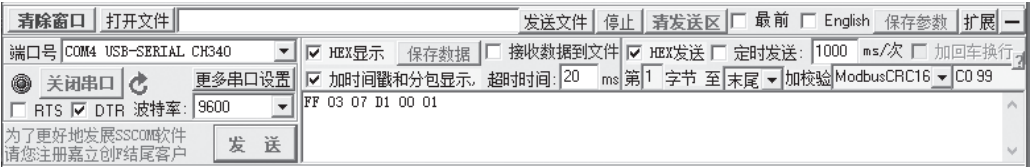


图1-90 输入波特率查询码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇FF 03 07 D1 00 01 91 59”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到应答码。若收到的应答码为“收←◆11 03 02 00 01 B8 47”，那么通过查看第5字节的十六进制数，可获知传感器的波特率为十六进制数“01”，即代表4800b/s。

2) 配置二氧化碳传感器波特率

根据二氧化碳传感器参数配置要求，波特率9600b/s所对应的十六进制数码值是“02”。

步骤1：查表1-23，可知二氧化碳传感器通信协议码的波特率修改码为“01 06 07 D1 00 02 59 46”，根据修改后的地址将其调整为“11 06 07 D1 00 02 58 C2”。第6字节的十六进制数“02”代表波特率9600b/s。

步骤2：在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“11 06 07 D1 00 02”，“加校验”框中将自动产生“5B D6”CRC码，如图1-91所示。

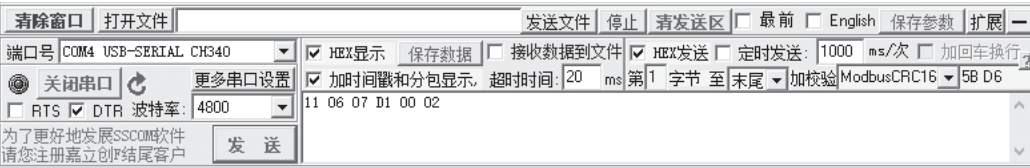


图1-91 输入波特率修改码

步骤3：单击“发送”按钮，上方主窗口呈现“发→◇11 06 07 D1 00 02 5B D6”提示信息，表示发送成功，并能迅速收到相同的返回信息。

3) 检验二氧化碳传感器波特率修改效果

将二氧化碳传感器的波特率调整为9600b/s后，关闭串口后再次打开串口，在其数据发送区中再次输入波特率询问码“FF 03 07 D1 00 01”，若收到应答码第5字节的十六进制数为“02”，则表示修改成功。

3. 获取二氧化碳传感器的二氧化碳浓度值

使用SSCOM串口调试助手，获取二氧化碳传感器在当前环境中所感知到的二氧化碳浓度值。

步骤1：查表1-23，可知二氧化碳传感器通信协议码的二氧化碳浓度询问码为“01 03 00 02 00 01 25 CA”，其中二氧化碳询问码最后2字节的十六进制数“25 CA”为CRC码。

步骤2: 根据传感器的实际地址, 在SSCOM串口调试助手的数据发送区中输入“11 03 00 02 00 01”, “加校验”框中将自动产生“27 5A”CRC码, 如图1-92所示。

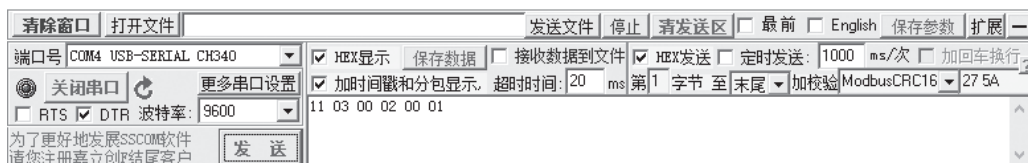


图1-92 输入二氧化碳浓度值询问码

步骤3: 单击“发送”按钮, 上方主窗口呈现“发→◇11 03 00 02 00 01 27 5A”提示信息, 表示发送成功, 并能迅速收到应答码。若收到的应答信息为“收←◆11 03 02 01 8F 39 B3”, 则应答码第4、5字节的十六进制数“01 8F”为二氧化碳浓度值。

步骤4: 将二氧化碳应答码中的二氧化碳浓度值转换为十进制数据。

知识链接：二氧化碳浓度值转为十进制数

根据二氧化碳浓度应答信息“收←◆11 03 02 01 8F 39 B3”, 其中十六进制数“01 8F”为二氧化碳浓度值, 将其转换为十进制数则为399, 可知所采集到的二氧化碳的浓度值为399ppm。

知识链接：ppm 浓度

ppm 浓度是用溶质质量占全部溶液质量的百万分比来表示的浓度, 也称百万分比浓度。对于气体, ppm一般指摩尔分数或体积分数, 对于溶液, ppm一般指质量浓度。百分率是百万分率的10000倍, 即10%是10ppm的10000倍。1%浓度的二氧化碳约为10g/L=10000mg/L, 1ppm=1mg/L, 1%浓度的二氧化碳相当于10000ppm。

当空气中二氧化碳含量正常的时候, 它对人体无危害, 但超过了一定含量之后会影响人们的呼吸系统。当二氧化碳的浓度达到1000ppm时, 人们会感到沉闷, 注意力开始不集中, 心悸, 达到1500~2000ppm时, 人们会感到气喘、头痛、眩晕, 达到5000ppm以上时人体机能严重混乱, 使人丧失知觉、神志不清。

1.4.4 知识提炼

1.4.4.1 传感器的应用

传感器的应用范围很广, 包括航天航空、军事、交通、冶金、机械、电子、化工、轻工、能源、环保、石油化工、医疗卫生、生物工程、海洋开发等诸多领域, 甚至人们日常生活的方方面面, 是满足大众美好生活的重要设施和技术保障, 当今世界几乎无处

不使用传感器，无处不需要传感器技术。

现以工业控制、汽车、医疗、军事领域为例，了解传感器的具体应用。

1. 传感器在自动检测与控制系统中的应用

传感器是自动检测与自动控制的首要环节，如果没有传感器对原始信息（信号或参数）进行精确、可靠的测量，就无法实现从信号的提取、转换、处理到生产或控制过程的自动化。可见，传感器在自动控制系统中是必不可少的，场景如图1-93所示。例如化工产品自动生产过程，进料与成品入库环节的自动称重、分装计数涉及称重和计数传感器，测定容器压力与液位涉及压力、液位传感器，生产线上传输涉及液压、气压、速度等传感器，具体如图1-94所示。



图1-93 自动检测与自动控制系统应用场景

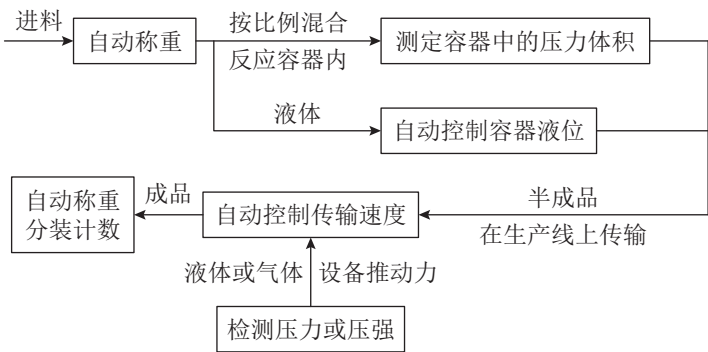


图1-94 化工产品自动生产过程

2. 传感器在汽车中的应用

随着新兴技术的发展，现代汽车正朝着高档电子化、自动化、智能化、机电一体化方向发展。传感器作为汽车电子控制系统的关键部件，是现代汽车发展的主导与核心。当前，一般汽车装配有近百个传感器，高级豪华汽车甚至达到上千个。这些种类繁多的传感器坚守于汽车的各个关键部位，承担起汽车自身检测和诊断的重要责任，实时地将汽车的温度、压力、速度等信息传达到中央控制系统，使得驾驶过程更加安全、舒适和智能。汽车传感器主要位于发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统和导航系统中，常用的有方向盘转向角传感器、油温度传感器、EGR位置传感器、整车加速度传感器、曲轴传感器等，如图1-95所示。

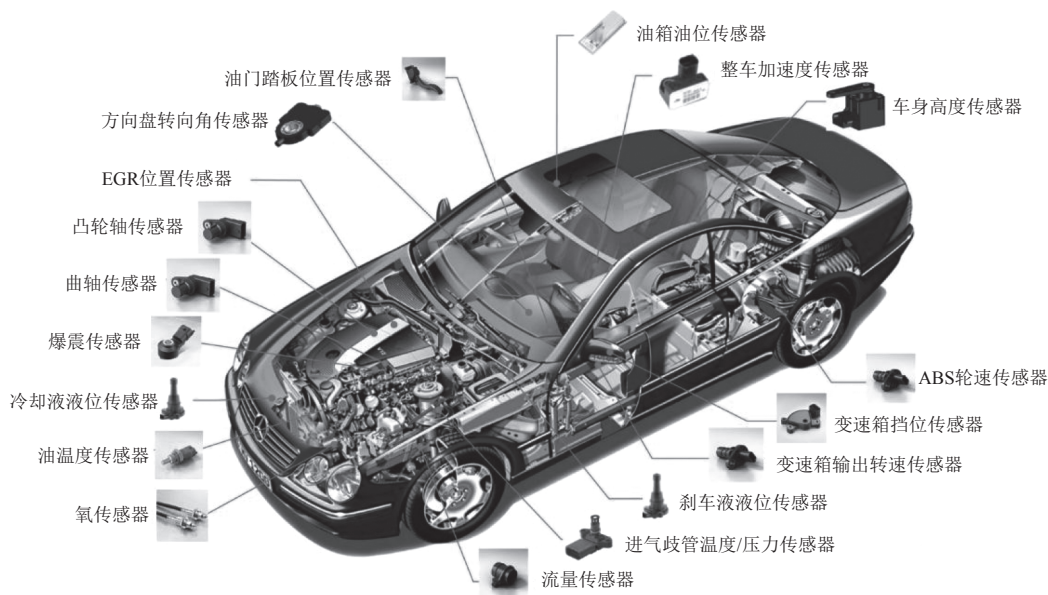


图1-95 汽车传感器应用

3. 传感器在医疗领域的应用

传感器在医学中主要用于检测生物信息、临床监护、生理过程控制三个方面，比如病人在进行手术前后需要连续检测体温、脉搏、血压、呼吸、心电等生理参数，应用场景如图1-96所示。具体的应用有：压电薄膜传感器用于测量心率和呼吸模式；热电堆传感器用于测量体温；血氧传感器用于测量血氧含量；二氧化碳传感器用于测量新陈代谢；流量传感器用于辅助呼吸；力传感器用于测量氧气瓶中剩余的氧气含量。目前，医学传感器更正努力朝着智能化、微型化、多参数、可遥控和无创检测等方面发展，为促进现代医学发展提供重要推动力。



图1-96 医疗领域传感器应用

随着技术的突飞猛进，越来越多的残疾人借助科技改善了自己的生活。据《当代生物学》报道，法国科学家研制出一种头戴式设备，通过一个摄像头跟踪佩戴者的眼球运动，配合神经肌肉跟踪技术，让一个瘫痪者无论是写字还是画画，都能通过眼睛来完成。这正是医学传感器的智能化发展的一个典型案例。

4. 传感器在军事领域的应用

在军事上，传感器是武器装备发展的重要环节。美国国防部专家说过：“当今世界谁掌握了传感器，谁就掌握了高科技，谁掌握了高科技，谁就控制了世界”。近十几年来，发生的历次局部战争中使用的新技术武器上都装有多种传感器，在对目标探测、精

确制导、电子对抗、通信指挥、故障诊断和自我防护中发挥了重要作用。

传感器在军事上的应用极为广泛，可以说无时不用、无处不用，大到飞机、舰船、坦克、火炮等装备系统，小到单兵作战武器；从参战的武器系统到后勤保障；从军事科学试验到军事装备工程；从战场作战到战略、战术指挥；从战争准备、战略决策到战争实施，遍及整个作战系统及战争的全过程，而且必将在未来的高技术战争中促使作战的时域、空域和频域更加扩大，更加影响和改变作战的方式和效率，大幅度提高武器的威力和作战指挥及战场管理能力。

1.4.4.2 传感器的发展

新型敏感材料的发展为传感器的发展提供了物质基础，它从最初的半导体、陶瓷、光导纤维和超导等无机材料发展到如热敏、光敏、气敏、湿敏、力敏和生物敏等材料。随着技术的进步，还会有越来越多的新型敏感材料诞生，并且人们可以任意控制不同材料的成分，从而设计制造出用于各种传感器的功能材料。用复杂材料来制造性能更加良好的传感器是今后的发展方向之一。

发展新型传感器，离不开与其联系特别密切的微细加工技术（MEMS）。该技术又称微机械加工技术，它伴随着集成电路工艺发展起来，是离子束、电子束、分子束、激光束和化学刻蚀等用于微电子加工的技术，目前已越来越多地用于传感器领域。例如利用半导体技术制造出压阻式传感器，利用薄膜工艺制造出快速响应的气敏、湿敏传感器，利用各向异性腐蚀技术进行高精度三维加工，在硅片上制作出全硅谐振式压力传感器。

目前传感器正沿着智能化、网联化、微型化、集成化方向发展。

1. 智能化

智能传感器是传感器技术与大规模集成电路技术相结合的产物，它的实现取决于传感技术与半导体集成化工艺水平的提高与发展。目前，智能传感器产品体系日渐成熟，在自主感知、自主决策等方面的能力也在不断提升。传感器的进一步智能化升级，有利于与人工智能产业生态相融合，为各大产业、各类产品的智能化提供坚实支撑。

智能化方向一：多种传感功能与数据处理、存储、双向通信等的集成。可全部或部分实现信号探测、变换处理、逻辑判断、功能计算、双向通信，以及内部自检、自校、自补偿、自诊断等功能，具有低成本、高精度的信息采集、可数据存储和通信、编程自动化和功能多样化等特点。

智能化方向二：软传感技术。它是智能传感器与人工智能的结合，目前已出现各种基于模糊推理、人工神经网络、专家系统等人工智能技术的高度智能传感器，并已经在智能家居等方面得到利用。如NEC开发出了对大量的传感器监控实施简化的新方法——“不变量分析技术”，并已于今年面向基础设施系统投入使用。

2. 网联化

传感器与数据、信息有着极为密切的联系，收集、传输数据信息是传感器的主要使命。当今社会数据的流通全面扩张，无论是数字经济的发展，还是互联网的普及，又或是信息技术的应用，都对传感器的网联化有了更加迫切的需求。特别是随着5G网络的正式商用和加快部署，传感器将能够实现更加顺畅、迅速的数据联通与传输，全面提升自身性能水平，并能助力于智能网联汽车、智能机器人等新产品、新应用的升级。

3. 微型化

传感器与科技领域的精密元件或零部件一样，都以微型化为主要发展方向。传统的传感器体型较大，难以满足社会发展带来的新的需求。通过微型化发展，有利于提升传感器产品的适应性，降低了重量和大小，提高了应用性能，延伸了应用范围。

随着集成微电子机械加工技术的日趋成熟，传感器将氧化、光刻、扩散、沉积和蚀刻等半导体加工工艺引入传感器的生产制造，实现了规模化生产，并为传感器微型化发展提供了重要的技术支撑。近年来传感器内部敏感元件、转换元件等都进入到了微米、纳米级，这使得传感器产品能够在智能硬件等诸多新科技产品中得到广泛应用。

4. 集成化

传统意义上的传感器大多只具备单一功能，但在新的科技浪潮推动下，市场对于传感器功能多元化的需求也越发强烈。所以，传感器的集成化趋势正日趋凸显，如集成多种不同功能的传感器产品在市场上受到了广泛欢迎。

这些集成化的传感器可以同时感知不同的环境信息，使得用户可以实现对各种不同数据的实时、同步掌握，而且在成本方面不会有太大压力。特别是传感器微型化的发展，为集成化奠定了重要基础。传感器集成化包括两类：一种是同类型多个传感器的集成，即同一功能的多个传感元件用集成工艺在同一平面上排列，组成线性传感器，如CCD图像传感器；另一种是多功能一体化，如将几种不同的敏感元器件制作在同一硅片上，制成集成化多功能传感器，集成度高、体积小，容易实现补偿和校正，是当前传感器集成化发展的主要方向。

1.4.4.3 气体传感器的类别与性能

气体传感器归属于化学传感器，它是一种将某种气体体积分数转化成对应电信号的转换器，主要用于针对某种特定气体的检测，测量该气体在传感器附近是否存在，或在传感器附近空气中的含量。常见的有电化学气体传感器、热导式气体传感器、半导体气体传感器、催化燃烧式气体传感器、红外线气体传感器等，如图1-97所示。

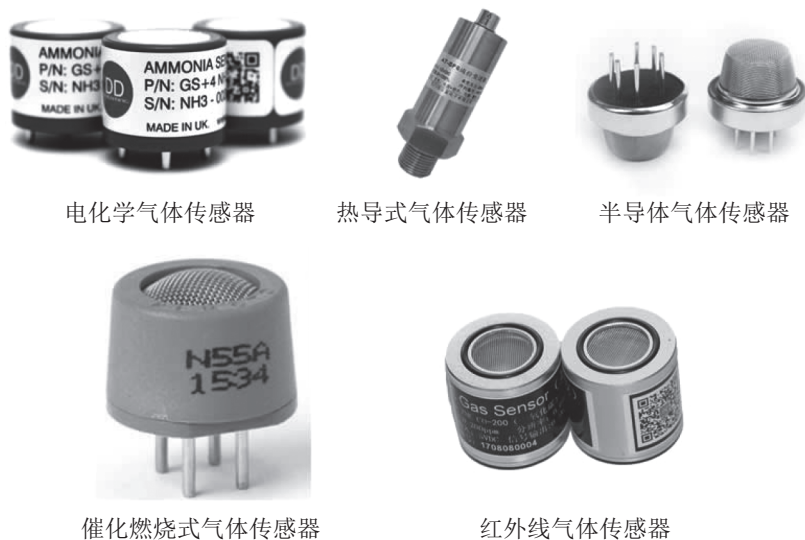


图1-97 气体传感器类别

1. 电化学气体传感器

相当一部分可燃、有毒有害气体都有电化学活性，可以被电化学氧化还原。利用这些反应，可以分辨气体成分、检测气体浓度。以原电池型氧气传感器为例，它的原理与干电池相同，只是用气体电极替代了干电池的碳锰电极。当该传感器的氧阴极被还原，电子电流将流到阳极，阳极铅金属被氧化，电流大小与氧气浓度直接相关。

2. 热导式气体传感器

每一种气体都有自己特定的热导率，当两种或多种气体热导率差别较大时，可以利用热导元件，分辨其中一种的组分含量。这种传感器已经用于氢气检测、二氧化碳检测、高浓度甲烷检测。

3. 半导体气体传感器

该类型传感器成本低廉，能满足民用气体检测需求。它利用一些金属氧化物半导体材料在一定温度下电导率随着环境气体成分变化而变化的原理制造而成。比如酒精传感器，就是利用二氧化锡在高温下遇到酒精气体时，电阻会急剧减小的原理。半导体气体传感器可用于甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、酒精、甲醛、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、乙炔、氯乙烯、苯乙烯、丙烯酸等多种气体检测。

4. 催化燃烧式气体传感器

这种传感器的白金电阻表面带有耐高温催化剂层，达到一定温度后，可燃性气体表面被催化燃烧，促使白金电阻温度升高，引起电阻变化。该变化值与可燃性气体浓度之间存在函数关系。催化燃烧式气体传感器选择性检测可燃性气体：凡是可以燃烧的气体，都能够检测；凡是不能燃烧的，传感器都没有任何响应。催化燃烧式气体传感器计

量准确，响应快速，寿命较长，但它在可燃性气体内部不能进行种类区分，且有引燃爆炸的危险。

5. 红外线气体传感器

大部分气体中红外区都有特征吸收峰，检测特征吸收峰位置吸收情况，就可以确定某种气体的浓度。这种传感器过去都是大型分析仪器，近些年随着以MEMS技术为基础的传感器工业的发展，这种传感器体积已经由10L、重45kg的巨无霸，减小到2ml左右。红外线气体传感器可以有效分辨气体种类，准确测定气体浓度，主要用于二氧化碳、甲烷的检测。

一般用户对气体传感器的性能有如下要求：对被测气体具有较高的灵敏度；对被测气体以外的共存气体或物质不敏感；性能稳定，重复性好；动态特性好，对检测信号响应迅速；使用寿命长；制造成本低，使用与维护方便等。

1) 灵敏度

理论上讲，传感器的灵敏度越高越好，只有灵敏度高时，与被测量变化对应的输出信号的值才较大，便于信号处理。但在实际情况中，传感器的灵敏度过高，与被测量无关的外界噪声就越容易被接收，同时被放大系统放大，反而会对测量精度有一定的影响。因此，噪声大的场合下，要求传感器本身应具有较高的信噪比，即良好的抗干扰能力，尽量减少从外界接收干扰信号。传感器的灵敏度还具有方向性，当被测量是单向量，而且对其方向性要求较高时，则应选择其他方向灵敏度小的传感器，减少不必要的干扰；如果被测量是多维向量，则要求传感器的交叉灵敏度越小越好，避免互相影响。

2) 响应特性

传感器的频率响应特性决定了被测量的频率范围，必须在允许频率范围内保持不失真的测量条件。在实际应用中，传感器的响应总有一定延迟，但总希望延迟时间越短越好。传感器的频率响应高，可测的信号频率范围就宽，而由于受到结构特性的影响，机械系统的惯性较大，因而频率低的传感器可测信号的频率较低。在动态测量中，应根据信号的特点（稳态、瞬态、随机等）响应特性，以免产生过大的误差。

3) 线性范围

传感器的线性范围是指输出与输入成正比的范围。以理论上讲，在此范围内，灵敏度保持定值。传感器的线性范围越宽，则其量程越大，并且能保证一定的测量精度。在选择传感器时，当传感器的种类确定以后首先要看其量程是否满足要求。但实际上，任何传感器都不能保证绝对的线性，其线性度是相对的。当所要求测量精度比较低时，在一定的范围内，可将非线性误差较小的传感器近似看作线性的，这会给测量带来极大的方便。

1.4.5 任务评估

任务完成后，施工人员请根据任务完成情况进行相互检查、评价并填写任务评估表（表1-24）。

表1-24 任务评估表

检查内容	检查结果	满意率		
配线槽是否安装牢固，且配线槽盖板是否盖好	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
二氧化碳传感器安装是否牢固	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
是否正确选择螺丝、螺母、垫片	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
二氧化碳传感器接线是否美观	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
导线延长线是否存在露铜现象	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
二氧化碳传感器电源供电是否正确，RS-485通信导线连接是否正确	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
计算机与二氧化碳传感器是否能正常通信	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
二氧化碳传感器地址和波特率配置是否正确	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
二氧化碳传感器是否能正常检测	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
完成任务后使用的工具是否摆放、收纳整齐	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐
完成任务后工位及周边的卫生环境是否整洁	是 ☐ 否 ☐	100% ☐	70% ☐	50% ☐

1.4.6 拓展练习

► 理论题：

- 二氧化碳浓度值单位是（ ）。
A. ppm
B. PM
C. %RH
D. LXU
- 二氧化碳传感器的默认的波特率是（ ）。
A. 2400b/s 01
B. 4800b/s 01
C. 9600b/s 11
D. 19200b/s
- 以下传感器不是气体传感器的是（ ）。
A. 二氧化碳传感器
B. 氧气传感器
C. 人体红外传感器
D. 燃气传感器
- 目前传感器的发展方向是（ ）。
A. 智能化、网联化、微型化、集成化
B. 网联化、微型化、集成化
C. 智能化、微型化、集成化
D. 智能化、网联化、微型化

5. 二氧化碳传感器浓度单位是 ()。

A. PDM

B. PDF

C. DDM

D. ppm

►► 操作题:

查询二氧化碳传感器所检测到的二氧化碳浓度值,并记录下来;再用打火机在该传感器边上点火燃烧5s后立即查询传感器所检测到的二氧化碳浓度值,并记录下来;对比两次记录值的变化。

1.5 项目总结

全部任务完成后，施工人员根据表1-25任务完成度评价表中的要求，对自己打分并将分值填入表中。

表1-25 任务完成度评价表

任务	要求	权重	分值
警示灯安装	能够使用螺丝刀、万用表等工具，完成警示灯、排风扇等执行器的安装，能使用配线槽规范布线	15	
温湿度传感器安装与配置	能够根据任务工单和系统设计图的要求，完成温湿度传感器等设备的安装；能够使用串口调试工具完成设备地址、波特率等参数配置，并能检测传感器功能	25	
百叶箱型温湿度传感器安装与配置	能够根据任务工单和系统设计图的要求，完成百叶箱型温湿度传感器等设备的安装；能够使用串口调试工具完成设备地址、波特率等参数配置，并能检测传感器功能	25	
二氧化碳传感器安装与配置	能够根据任务工单和系统设计图的要求，完成二氧化碳传感器等设备的安装；能够使用串口调试工具完成设备地址、波特率等参数的配置，并能检测传感器功能	25	
项目总结	呈现项目实施效果，作项目总结汇报	10	

总结与反思

项目学习情况：
心得与反思：