

工训赛之智能物流搬运小车 ——规则及设计概览

主讲人：胡诚

2023/7/13



签到码

- 智能物流搬运赛介绍
- 比赛要求
- 设计总览
- 功能设计
- 车体结构设计
- 电路设计
- 控制算法设计
- 调试与优化

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

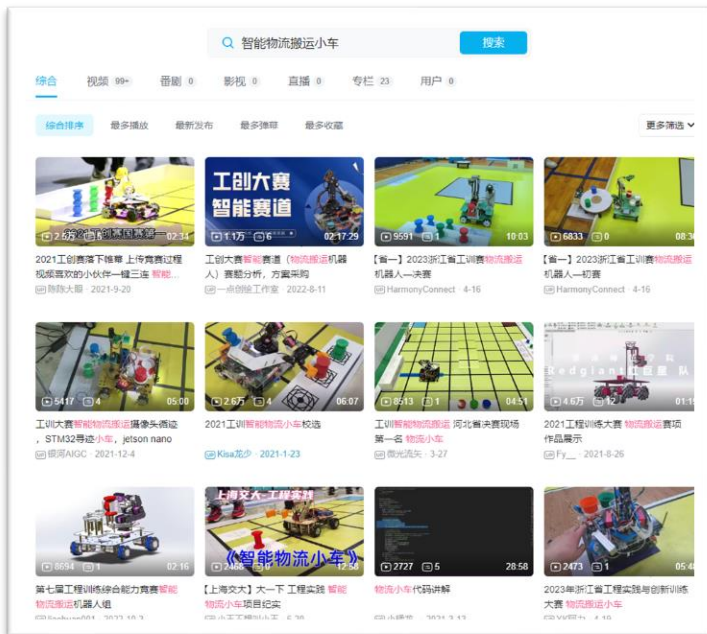
➤控制算法设计

➤调试与优化

智能物流搬运赛介绍



- 智能物流搬运赛是“工训赛”的保留赛项
- 该题相较去年，在规则上有了较大变化
 - 取消了地面定位网格，定位更难
 - 增加了对视觉识别和视觉伺服的需求



附件 2:

2023年中国大学生工程实践与创新能力大赛

“智能+”赛道竞赛命题与运行

本赛道面向全球可持续发展人才培养的需求，围绕国家制造强国战略，坚持基础创新并举、理论实践融通、学科专业交叉、校企协同创新，构建面向工程实际、服务社会需求、校企协同创新的实践育人平台，培养服务制造强国的卓越工程技术后备人才。

“智能+”赛道主要包括智能物流搬运、生活垃圾智能分类两个赛项。

一、智能物流搬运赛项

1、对参赛作品/内容的要求

以智能制造的现实和未来发展为主题，自主设计并制作一台按照给定任务自主完成物料搬运的自动定位智能机器人（简称：机器人）。机器人能够通过扫描二维码或通讯方式领取搬运任务，在指定的工业场景内行走与避障，并按任务要求将物料搬运至指定地点并精准摆放（对应色环的颜色及环数或对应二维码、条形码指定的颜色及位置）。

各参赛队基于竞赛项目要求的机器人功能和环境设置，以智能制造的现实和未来发展为主题，设计一套具有一定难度的物料自动搬运任务及任务工业场景（参考任务设计模板），为决赛阶段的现场任务命题提供参考方案。

1) 功能要求

在比赛过程中机器人必须完全自主运行，应具有定位、移动、避障、读取二维码、条形码及无线通信、物料位置和颜色识别、物料抓取与载运、路径规划等功能。

2) 电控及驱动要求

机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，机器人需配备任务码显示装置，显示装置必须放置在机器人上部醒目位置，亮光显示，且不被任何物体遮挡，字体高度不小于 8mm。该装置能够持续显示所有任务信息直至比赛结束，否则成绩无效。机器人各机构只能使用电驱动，采用锂电池供电，供电电压不超过 12V，随车装载，

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

比赛要求



➤ 比赛场地

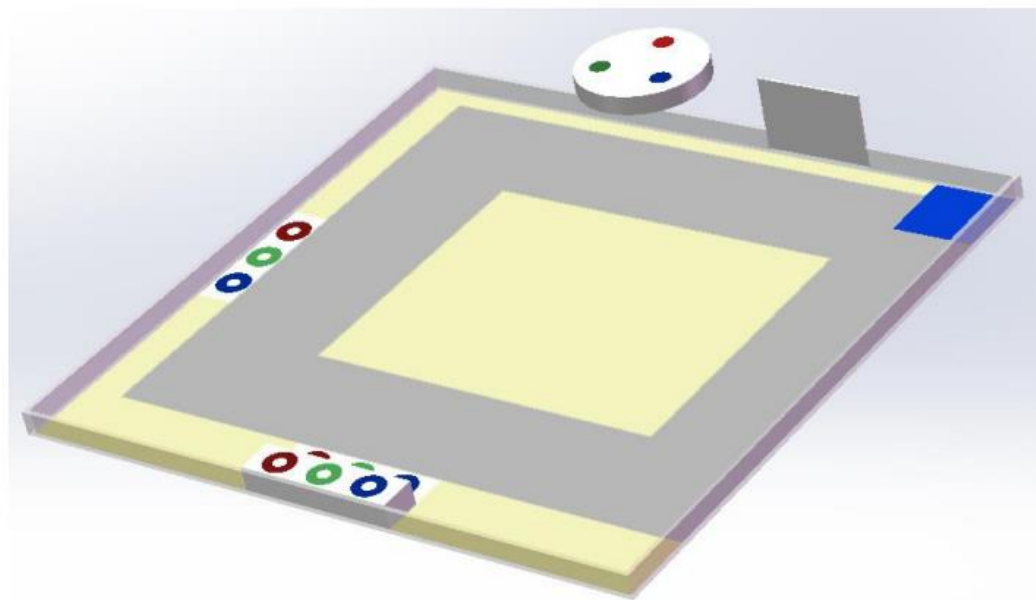
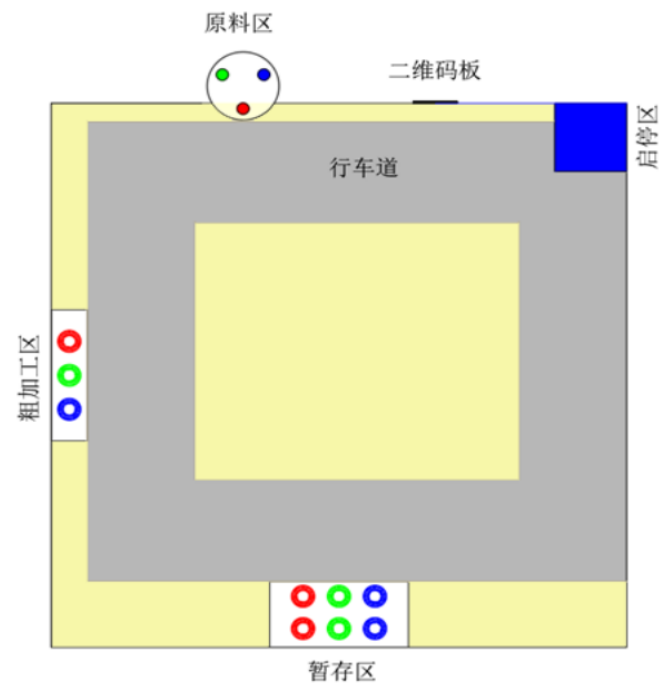


图1 机器人初赛场地示意图



比赛要求



➤ 搬运目标

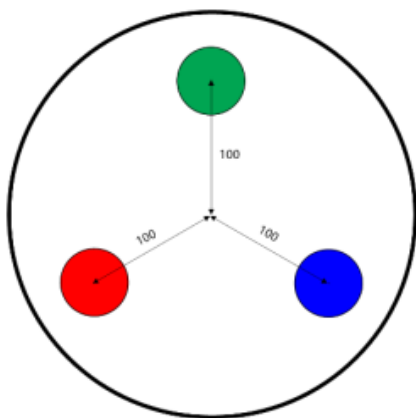
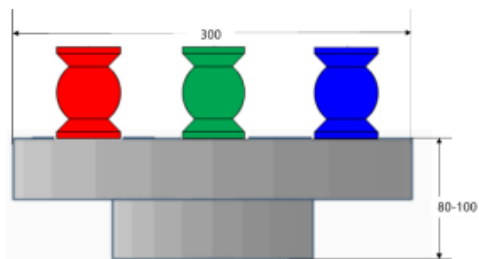


图3 原料区示意图

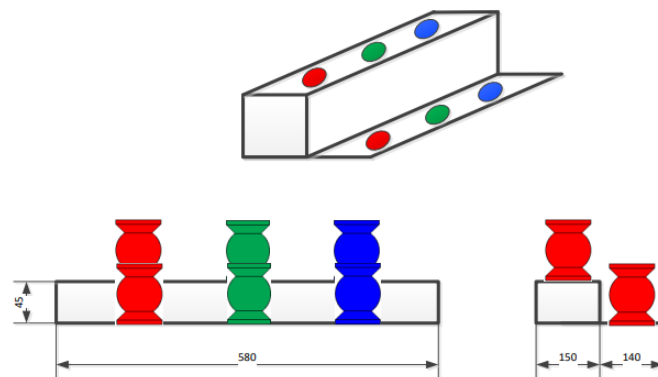
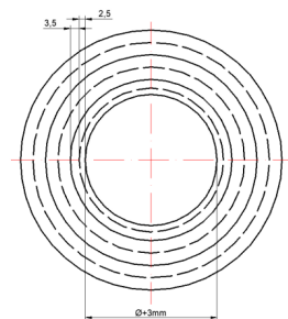


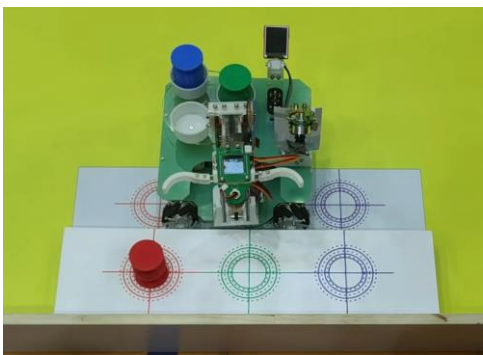
图4 暂存区（初赛）示意图



比赛要求



➤ 往届优秀作品示例



<https://www.bilibili.com/video/BV1fm4y117FF>

<https://www.bilibili.com/video/BV1gg411D7qp>

<https://www.bilibili.com/video/BV11e4y1E7zK>

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

- 这是一个非常综合的比赛，对多个方面的技能有很高的要求：
 - 车体结构及抓取——机械设计
 - 传感、控制及驱动——电路设计
 - 物体识别与精确定位——机器视觉
 - 整体功能实现——嵌入式编程
 - 电机、舵机控制——自动控制

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

- 从任务来看，这个赛题需要实现以下几个方面的功能
 - 二维码的识别
 - 小车运动控制
 - 机械臂抓放控制
 - 车载托盘控制
 - 视觉导航+惯导导航
 - 动态物体识别+定位
 - 视觉伺服控制
 -

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

- 底盘的选择
- 机械臂选型
- 抓取机构设计
- 料斗设计
- 传感器安装设计
- 机械零部件简介

车体结构设计



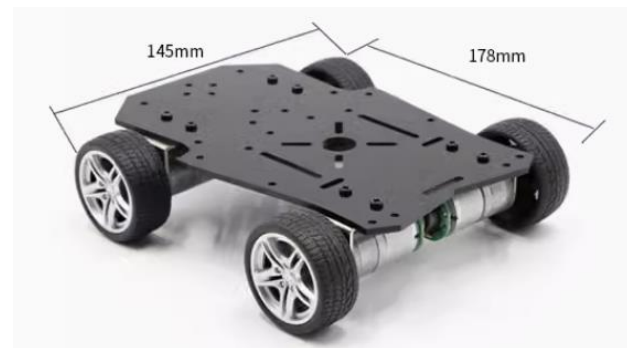
➤ 底盘的选择



差动小车（三轮两驱）



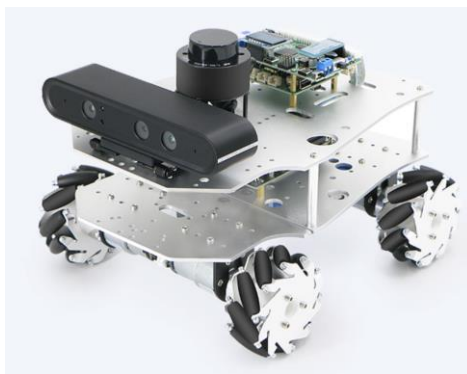
差动小车（四轮两驱）



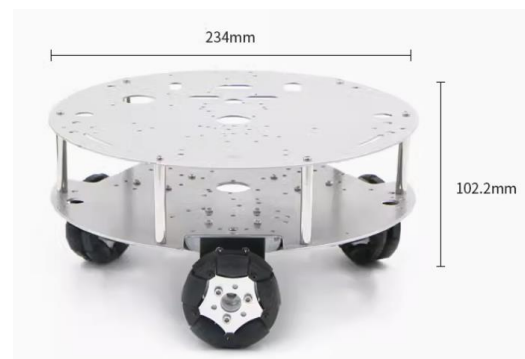
差动小车（四轮四驱）



阿克曼底盘

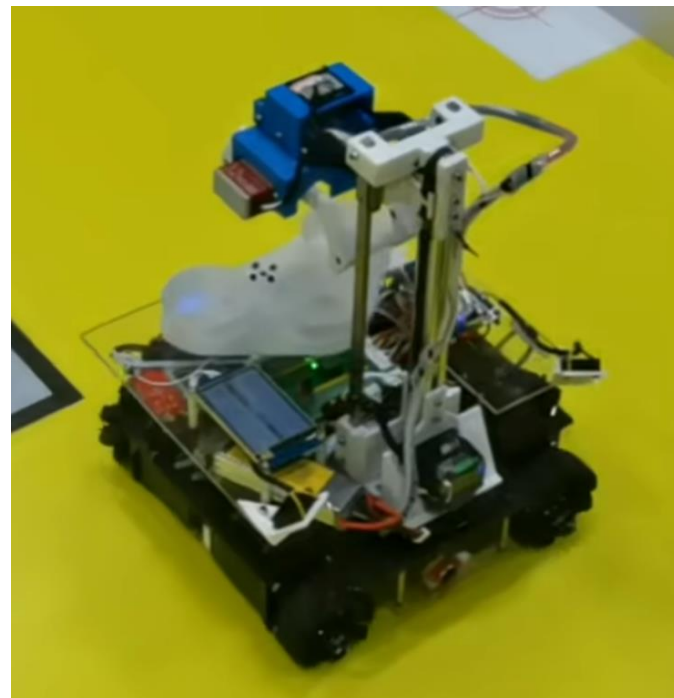


麦克纳姆轮小车



全向轮小车

➤机械臂的方案



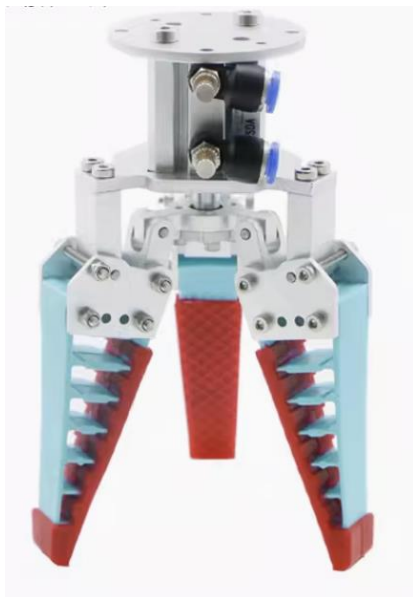
举升机式

<https://www.bilibili.com/video/BV1ro4y1b7Xh>

三、四、五、六自由度机械臂

➤ 抓取机构的方案

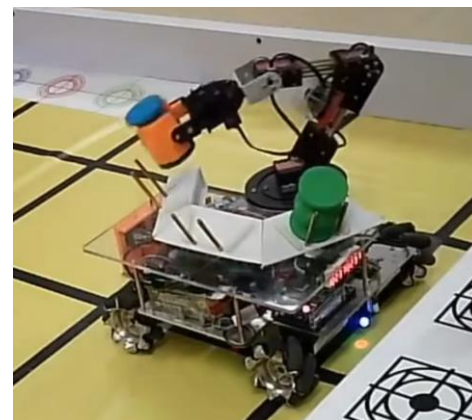
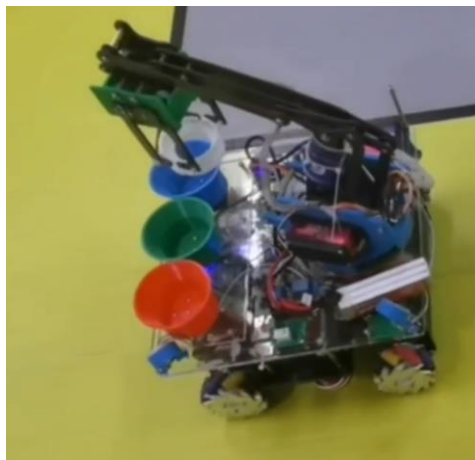
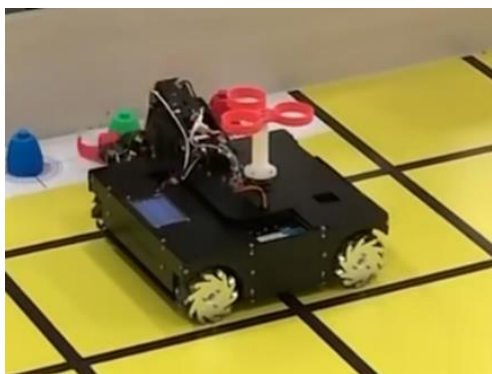
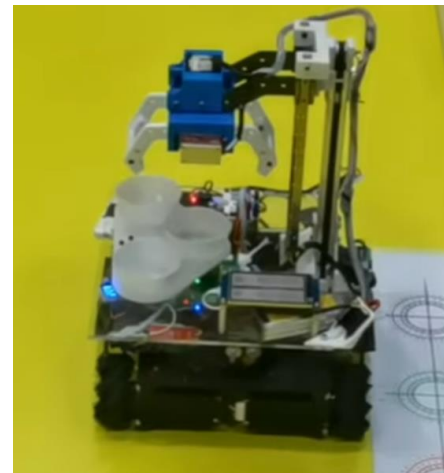
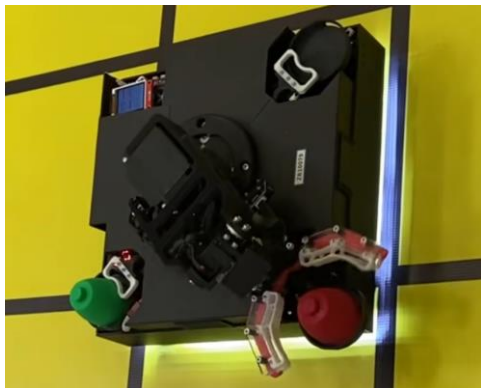
- 两指机械爪
- 带有辅助定位的机械爪
- 柔性机械爪
- 夹娃娃机爪



车体结构设计



➤料斗的方案



➤传感器安装设计

➤摄像头

- 放在机械爪上
- 放在车身上
- 单独举高高

- 本届比赛由于增加了对视觉的任务量，有必要的情况下，可以使用多个摄像头来获取更加全面的赛场信息。
- 二维码扫码在比赛中仅使用一次，可以使用单独的模块，减轻视觉计算负担。
- 本届比赛没有了地面网格，不再需要循迹模块。

➤机械结构零部件

➤CNC

- 铝块
- 铝板
- 钢材

➤3D打印

- FDM
- SLC

➤亚克力

➤铝型材

➤碳纤维型材

➤车轮

- 橡胶轮
- 麦轮

➤导轨/丝杆

➤皮带/皮带轮

➤齿轮/齿条

➤紧固件

➤.....

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

- 电源选型
- 电机选型
- 电机驱动选型
- 舵机选型
- 主控选型
- 传感器选型
- PCB设计

➤ 锂电池是目前最主流的供电方案。

➤ 也可采用传统智能车的镍镉电池方案

➤ 电压建议**12V**，**3000mAh**以上，以便通过不同的稳压器件，逐渐降压给其它模块使用。

➤ 例如电机使用9V，舵机使用6V，传感器模块使用5V，单片机使用3.3V。

➤ 稳压器件通常可选用**开关稳压**（大波纹、发热低，适合大电流器件）或者**线性稳压**（小波纹、功耗高，适合需要稳定供电的低压部分）。

➤ 充分估计电流预算，避免大电流下，性能下降的问题。

TPS5450/TPS5430开关电源模块DCDC降压3.3V5V9V12V电压输出低纹波



价格 **¥20.00** 300+ 月销量

优惠 [店铺优惠券](#) 20元店铺优惠券，满750元可用 [领取](#)
[店铺优惠券](#) 5元店铺优惠券，满200元可用 [领取](#)

配送 四川成都 至 广东中山 快速 ¥8.00 现货，付款后48小时内发货

模块类型 TPS5430模块 (3A) **TPS5450模块 (5A)**

输出电压 3.3V 5V **9V** 12V 15V 24V 定制 (详询客服)

颜色分类 



¥2.38 包邮 300+人付款

3.3V 5V电源**模块AMS1117**-3.3V 5V
降压稳压**模块板** 电源板5v转3v

➤电机一般选择**直流减速电机（带编码器）**或者**步进电机**

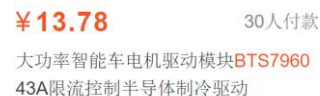
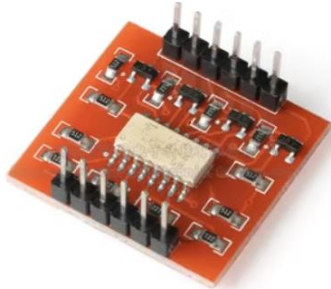
- 直流减速电机的便宜、结构简单，扭矩可大可小，可连续精密旋转
 - 但是精密控制直流减速电机需要反馈控制，使用PID算法
 - 直流减速电机需要3-5个IO资源（2路PWM，1-3路编码器）
- 步进电机扭矩恒定，控制简单，需要4个IO资源（4路PWM）
 - 只可旋转固定的角度（步），微调方便。
 - 属于开环控制，高速或大扭矩情况下会出现丢步现象。



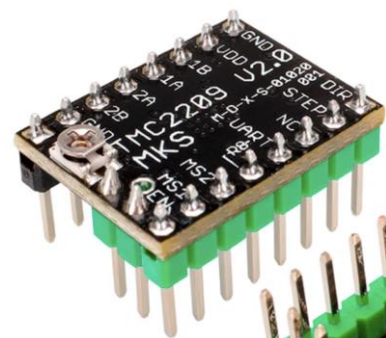
- 由于单片机输出电流能力非常有限，电机驱动通常需要通过**H桥电路**实现。
- 常用的电机驱动模块有L298N（不推荐），**DRV8833**，**TB6612**、**AT8236**等。这些器件的驱动能力通常为2A左右。



- 更大电流的需求可采用**BTS7960**等，可驱动43A的大电流。
- 建议在MCU和驱动间加**上光耦隔离**，防止烧毁主控芯片



- 步进电机驱动通常采用ULN2003、A4988、DRV8825、TMC2209等。
- 步进电机在静态的时候也会消耗电流（锁止），发热和耗电巨大，一定要注意这个问题。长期不动的时候需要禁用控制器。

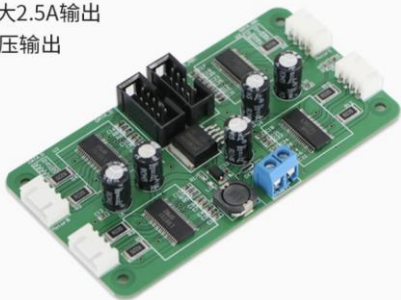


WHEELTEC | 官方旗舰店

四路步进电机驱动模块

LV8731V

- ① 单路最大2.5A输出
- ② 带5V稳压输出



DRV8825步进电机驱动器 送散热片

1. 最大电流2.5A
 2. 最高支持32细分
 3. 4层PCB板, 散热性能更好
 4. 芯片内阻更小, 发热更低, 散热性更好
- 参数:
- 尺寸15mm*20mm (和4988相同)
- 可驱动电源: 2.5A
- 细分: 1/1/2/1/4/1/8/1/16/1/32
- 制造工艺: SMT贴片机制造, 非手工焊接, 良品率更高, 性能更稳定

适合对象:

需要驱动步进电机的场合。

是构建3d打印机, cnc,雕刻机等必备模块。



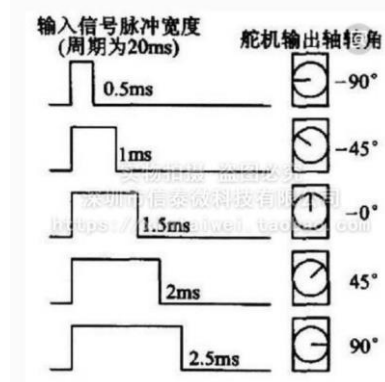
- 对于机械臂关节、云台、料斗、机械爪等需要精确角度控制或位置锁止的运动控制，通常采用舵机。
- 舵机通过跟随输入PWM波形的频率和占空比来改变舵盘的角度。通常有 90° 、 180° 、 270° 等规格。
- 大负载的关节，要采用大扭矩舵机。
- 机械爪等关节，采用耐烧舵机。
- 经费充裕，可采用总线舵机，功能更丰富，而且简化布线，节约IO资源



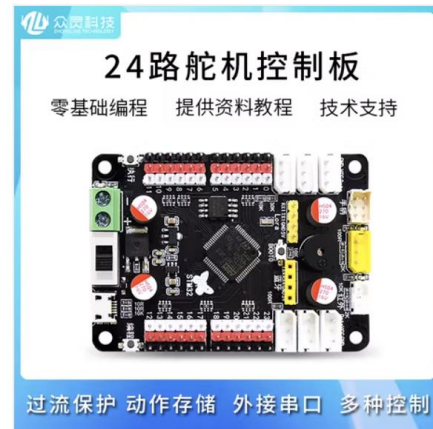
¥59.40 包邮

66人付款

金属单双轴舵机15KG 20KG
25KG 30K 35KG 40KG 60KG 大扭矩



- 舵机的控制可直接通过MCU生成PWM控制，也可以通过舵机控制器集中控制。
- 有些舵机控制器还可设置动作编组，拖拽示教、保存微调等功能，进行连续、复杂的运动控制。
- 之前的工训赛，主要依赖这种开环盲操作的方式完成抓放动作。但是今年的比赛失去了精确的循迹定位，开环控制难度骤然上升！



- STM32（及其国产平替）是国内外广泛认可的工业级微控制器，市场占有率第一，也是学校进行嵌入式技术教学的首选硬件平台。
- STM32开发入门需要一定的嵌入式知识，建议找时间自学集中攻克。从广大老师的角度考虑，我认为这是工程类本科生的必备技能。
- STM32主流的产品线分为Cortex-M3系列（STM32F1xxx）及Cortex-M4系列（STM32F4xxx），M4主频更高，性能更好，外设资源更丰富，契合工训赛的需求。
- STM32的程序设计可分为直接操作寄存器、标准库、HAL库等方式，目前推荐采用HAL库+STM32CubeMX的手段进行开发，大势所趋。
- STM32CubeMX可十分钟内搞定管脚分配+初始化+外设配置，十分方便。

➤工训赛所需的传感器主要有以下几类：

➤摄像头

➤二维码识别模块

➤惯性导航单元（IMU）

➤碰撞传感器

➤测距模块（可选）

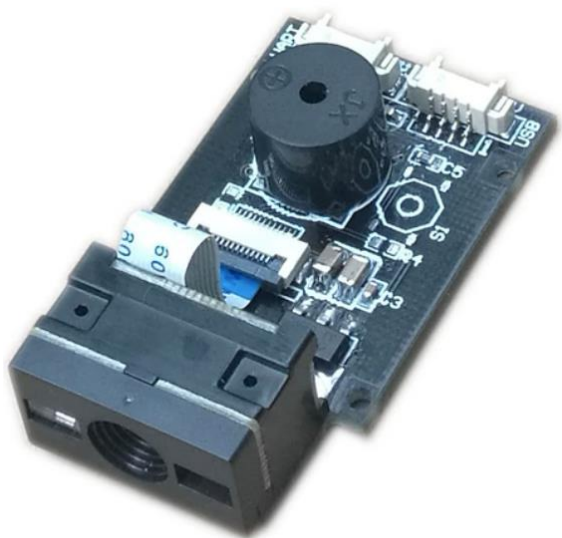
➤夹持检测（可选）

➤编码器（直流电机方式使用）

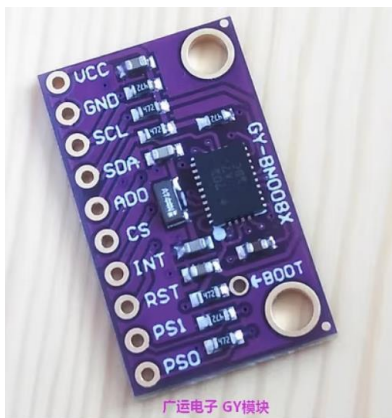
➤电池电量检测（可选）

➤电流检测（可选）

- 摄像头可选用OpenMV及类似的能直接计算图像数据的模块，只把图像识别、计算的结果发送给主控，降低主控的计算负担以及数据带宽需求。
- OpenMV采用Python编程，教程丰富，上手较为容易。
- 根据今年赛题的任务，可考虑使用多个摄像头，以解决视野问题。
- 二维码扫码模块同样通过串口将识别结果回传。



- 本届比赛无法利用地面网格定位，需要小车自己导航。
- 位置信息有三个来源：
 - 根据车轮里程估计
 - 根据IMU估计
 - 视觉导航
- IMU是根据加速度及角速度进行粗略定位的模块，其精度受限于精度及算法，存在累计误差的问题。



- 碰撞传感器可感知赛场边界的存在，增加安全性，光电反射式传感器能够很好地完成这个任务。
- 在往届比赛中处处可见的红外循迹传感器可在此加以利用。



- 测距传感器更进一步，除了感知墙壁，还能检测距离。
- 可采用超声波或者激光测距模块完成这个任务。



质量保障 优质服务
收藏+关注 (优先发货)

厂家直销

支持3.3V-5V

送全套开发资料
HC-SR04多规格可选

超声波测距模块

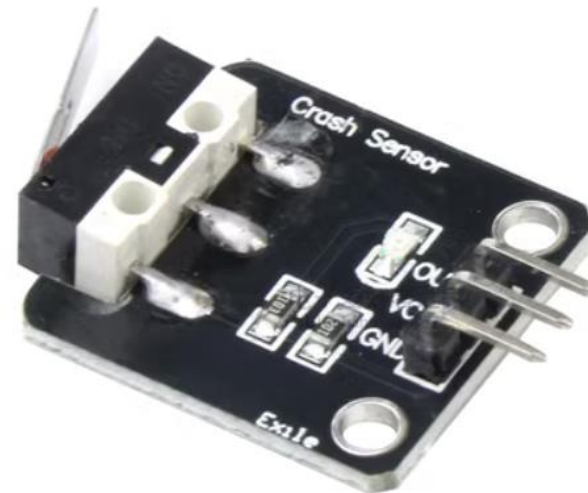


信泰微电子
XinTaiWei Electronic

区别：主芯片都是VL53L0X 只是款式不一样!

VL53L0X 激光测距传感器 ToF测距模块

- 若要准确感知是否夹住了物体，可在机械爪上安装碰撞开关或微动开关，构成夹持传感器



➤其它电路模块

➤对于IO电平不一致的电路，如3.3V的单片机输出电平和5V的传感器电平之间，需要加上电平转换模块。

➤保险丝、指示灯、开关、按钮和Flash



W25Q128 28 存储模块

¥3.90 包邮 85人付款

W25Q80/16/32/64/128 Flash 存储模块 8/16/32/64/128Mbit SPI 存储



贴片自恢复保险丝

0.1/0.14/0.2/0.3/0.5/0.75/1/2/2.6A

100/140/200/300/500/750/1000/2000/2600.....



2/3/4/5/6/7/8/9/10/P 红色/黑色



电子模块 RGB 全彩LED 模块

¥0.90 42人付款

5050 贴片RGB全彩LED模块 三色红绿蓝LED灯珠



电平转换模块 八位双向电压转换模块

全双工 1.8V/3.3V/5V TXS0108E

8路电平转换模块

¥2.21 包邮 50人付款

TXS0108E 八位双向电压转换 全双工 1.8V/3.3V/5V 8路电平转换模块

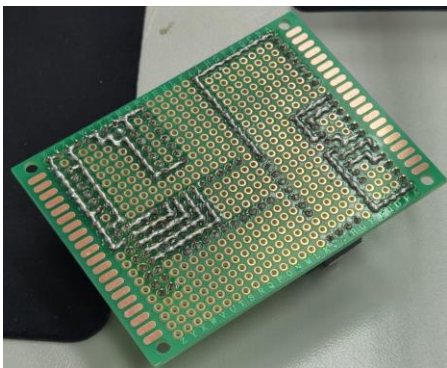
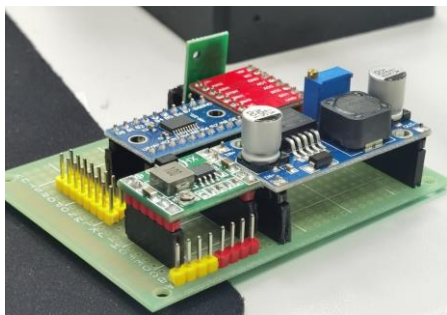


先领取详情页的优惠再购物 关注店铺收藏商品优先发货

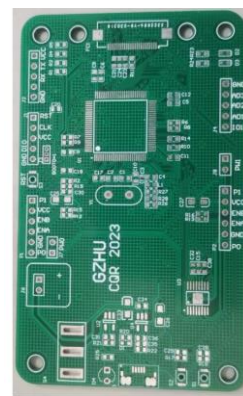
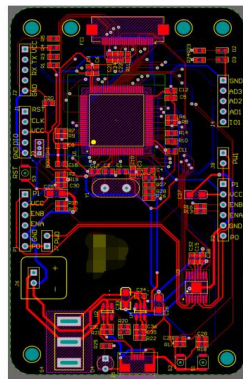
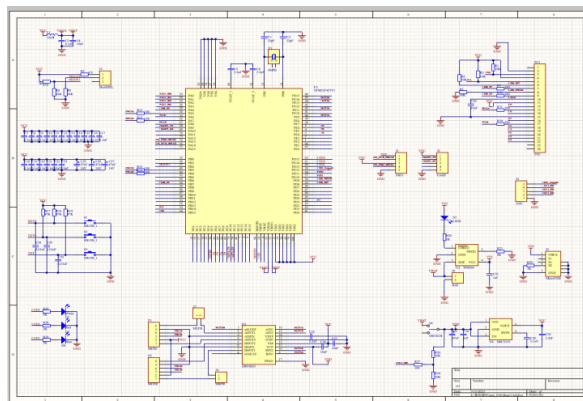
天猫12年店 电源按钮配件 多种规格

饮水机电子秤船型翘板开关

►PCB的实现方式



洞洞板



PCB打板

➤PCB的设计原则

- 设计清楚再动手，防止盲目蛮干
- 原理图是为了板图服务的，每个器件都要有它的实际意义
- 各个板之间功能划分明确，线束布置合理
- 强电弱电分开，防止噪声干扰
- 测量预留好安装孔位，充分考虑空间布局
- 防止器件之间或板与板之间互相干涉
- 评估自己的焊接水平，谨慎选择小型封装器件
- 多预留测试焊盘、测试孔、跳线、锡桥和指示灯

➤PCB设计的几个要求

- 软硬件相互辅助，相互依赖
- 多学习，从现在开始，积累自己的硬件知识库
- 多思考，多规划，充分考虑最坏情况
- 为后续升级和调整留有余地

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

- 程序框架
- 包容性设计、有限状态机
- 参数化动作

- 电机控制
- 串联PID
- 互补滤波/卡尔曼滤波
- 机械臂正逆运动学

- 颜色识别
- 目标检测
- 视觉测量
- 视觉导航
- 视觉伺服
- 视觉避障

➤智能物流搬运赛介绍

➤比赛要求

➤设计总览

➤功能设计

➤车体结构设计

➤电路设计

➤控制算法设计

➤调试与优化

➤硬件调试

- PCB焊接与维修
- 电路Debug的技术手段
- 示波器、函数发生器与直流电源的使用
- 人机交互——串口与屏幕

➤软件调试

- 串口Terminal的构建与使用
- IDE调试器的使用：断点、步进与内存观察
- 数据保存与分析
- 版本维护与团队开发