

# 机器人创新实训室 (实验+竞赛) 建设方案

## 目录

一、机器人创新实训室功能 .....	1
二、机器人创新实训室规划与实施 .....	1
2.1 基于 CDIO 项目式工程实践模式 .....	1
2.2 规划阶段性实训体系 .....	1
2.3 课程建设 .....	3
2.4 校企合作成果产出 .....	4
三、配套设备与介绍 .....	6
3.1 产品配置表 .....	6
3.2 产品介绍 .....	9
四、服务介绍 .....	40
4.1 与学校合作协同育人项目对接产业需求 .....	40
4.2 与学校共建创新创业基地联合培养行业人才 .....	41
4.3 提供企业资源与学校探索实践教学新模式 .....	43

# 一、机器人创新实训室功能

具备支持专业通识实践教学、竞赛实训中心、学生课程设计和毕业设计活动中心和创新创业团队孵化等四项功能。

**1. 规划课程，支持专业开设通识实践。**围绕机器人创新项目开展综合实践，让学生掌握程序设计基础、机械结构基础、电子硬件使用基础等内容。在课程项目设计上，结合各类机器人竞赛要求的技术，将技术进行拆分，安排到各个基础实训单元中，最终设计竞赛形式的综合项目。通过这个阶段让学生了解开发项目基础，具备一定的竞赛意识，并且可以选择一批优秀的学生参与到下一阶段竞赛团队中。

**2. 开放中心，可支持开展各类机器人相关创新竞赛实训。**包含中国机器人及人工智能大赛（竞赛排行榜 45 位）、中国高校智能机器人创意大赛（竞赛排行榜 57 位）、国际青年人工智能大赛、全国大学生机械创新设计大赛（竞赛排行榜 9）、“挑战杯”（竞赛排行榜 2）、“互联网+”大赛（竞赛排行榜 1）等。在团队设立上可以根据每个大赛的进行设立，大赛的组别从竞赛难度和竞赛特点划分。

**3. 开放中心，支持专业进行课程设计和毕业设计。**内容涵盖机器人机械系统设计、机器人控制系统设计、机器人运动规划、机器人视觉应用、机器人导航与定位等内容，结合专业课程内容。

**4. 联合企业提供资源，**可支持学生进行产品原型设计，孵化工程创新团队，对接机器时代（北京）科技有限公司进行智能机电相关项目开发，联合成立工作室，共同孵化产品创新开发团队。

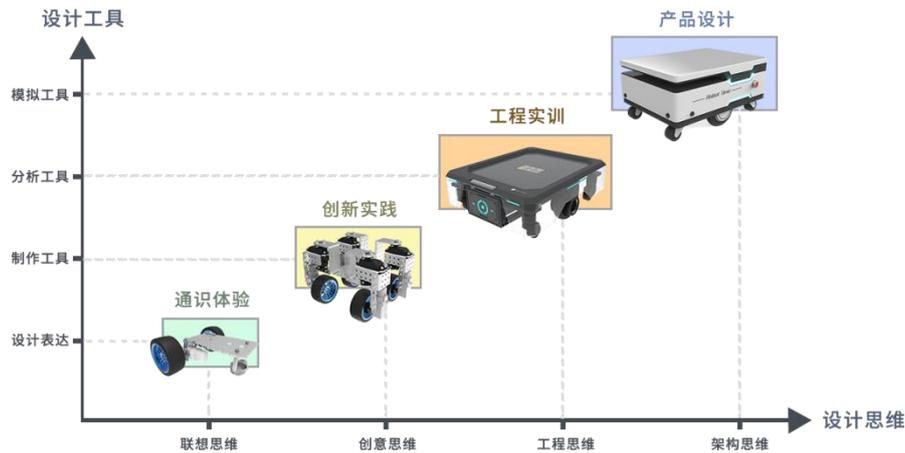
# 二、机器人创新实训室规划与实施

## 2.1 基于 CDIO 项目式工程实践模式

实践开展结合 CDIO 项目教学模式进行，涵盖设计、构思及实现三个小步骤培养学生，通过项目式的安排，让学生从发现问题的角度去学习。老师在项目设计上将理论知识结合竞赛与实训项目进行结合，将知识分成模块单元，让学生从点到面的应用知识。在老师与学生的交流中，通过项目式实践教学将更多的思考空间留给学生，老师扮演智库和项目进度的管理者的角色，引导学生进行知识的学习和帮助学生解决项目制作中遇到的问题。并且通过项目式的培养可以更好地培养学生团队协作意识和目标导向意识。

## 2.2 规划阶段性实训体系

规划阶段性实训体系，满足不同层次学生的实训要求，培养学生设计、创新、工程实践等综合能力。可以以产品设计为目标，结合设计思维和设计工具两个维度进行阶段划分，并且根据每个阶段要求结合“以赛促学”、“以产促教”、“产研协同”。



### 通识体验阶段

让学生了解更多机器人前沿技术的应用，发散学生的思维，通过设计技术难度不高、有代表性、典型的智能机电项目引导学生清晰的表达设计思路，完成一个形式上完整的产品方案，使学生能够进行产品上的联想。

能力培养：

1. 体验机器人创新实践；
2. 简单分析机器人产品系统组成；
3. 清晰表达设计思路；
4. 了解基本的机器人相关应用；
5. 熟悉项目式实践流程和掌握要点；
6. 具备基础的竞赛素养；

通过本环节实训建议参加竞赛：中国机器人及人工智能大赛（竞赛排行榜 45 项）

### 创新实践阶段

让学生深入了解机器人技术，掌握并实现机器人功能的各种方案，并且学习创新方法能够系统的分析功能的可行性，结合三维设计工具、电路设计工具、基本的加工工具能够实现一个功能完整的机器人方案。可以结合机器人创新竞赛等项目开展；

能力培养

1. 机械基础、电子电路基础、程序设计基础、单片机基础、传感器基础等知识实践；
2. 可系统分析机器人系统，并制定可行性方案；
3. 熟练掌握三维设计工具、电路设计工具、基本加工工具的能力；
4. 了解创新方法的应用；
5. 团队沟通协调能力；
6. 具备一定的研究能力；
7. 具备竞赛项目开发制造能力；

通过本环节实训建议参加竞赛：中国大学生工程实践与创新大赛（竞赛排行榜 16 项）、中国高校智能机器人创意大赛（竞赛排行榜 57 项）、国际青年人工智能大赛。初步参加全国大学生机械创新设计大赛（竞赛排行榜 9）。

### 工程实训阶段

让学生具备工程思维，可以解决较为复杂的工程问题，接触应用级的智能机电，了解实际产品的工程设计；还具备产品的分析能力，掌握材料的选择、功能稳定性的选择、标准机电装置的选择、加工工艺的选择等知识；还具备合理领导或配合团队共同解决问题的能力。

除了根据上述要求设计课程项目之外，还可以通过创新创业竞赛、毕业设计等项目进行综合实践。

#### 能力培养

1. 机器人产品参数设计能力，可以利用专业分析软件进行产品部件、系统选型和优化设计；
2. 掌握智能技术的应用，如机器人操作系统、机器视觉、机器人导航与定位；
3. 具备专业核心课程的实践应用能力，如机械系统设计、电机拖动、嵌入式开发、机器视觉、自动控制原理、运动控制等课程；
4. 具备产品制造相关工艺分析能力；
5. 熟练掌握创新方法的应用；
6. 具备对产品工程开发过程中问题的分析及拆解问题的能力；
7. 团队组织能力

通过本环节实训建议参加竞赛：全国大学生机械创新设计大赛（竞赛排行榜 9）、“挑战杯”（竞赛排行榜 2）。初步参加“互联网+”大赛（竞赛排行榜第 1 项）。

#### 产品设计阶段

让学生实际运作一个创新创业项目，需要学生从产品架构上考虑，分析市场，明确定位。从产品生产、成本、市场策略等方向进行思考。并且构建合理的团队，模拟演练围绕产品的团队合作，进行市场评估，商业模式模拟。除了根据上述要求设计课程项目之外，还可以通过“互联网+”、成立工作室校企联合项目等开展。

#### 能力培养

1. 产品架构及产品方案编写能力；
2. 产品供应链架构能力；
3. 产品市场分析能力；
4. 商业模式应用及资源调度能力；
5. 团队架构能力；
6. 适应性终生学习能力；

通过本环节实训建议参加竞赛：“互联网+”大赛（竞赛排行榜 1 项）。

## 2.3 课程建设

在整体的课程设计上面可以分为两个模块课程满足四个阶段实训要求。前两个阶段侧重于创新和原理设计，计划安排“智能机器人创意设计与制作 I”和“智能机器人创意设计与制作 II”课程；后两个阶段侧重于工程和应用设计，计划安排“智能机器人开发与设计 I”和“智能机器人开发与设计 II”课程。同时将通过课程的安排发现一些优秀的、有兴趣的同学加入到创新团队中开展竞赛、校企项目合作、科研项目等创新活动中。

阶段	课程主题	课程内容举例（根据实际情况安排课时）	建议参与的竞赛
通识体验阶段	智能机器人创意设计与制作 I	导论 智能机电产品系统概要 实践 典型双轮差速底盘项目设计与制作 典型履带底盘项目设计与制作 典型 3 自由度机械臂项目设计与制作	中国机器人及人工智能大赛（竞赛排行榜 45 项）

		典型仿生机器人项目设计与制作 综合 智能移动机器人项目设计与制作	
创新实践阶段	智能机器人创意设计 设计与制作 II	<p>导论</p> <p>创新设计方法</p> <p>实践</p> <p>移动机器人系统设计</p> <p>多自由度机械臂系统设计</p> <p>仿生机器人系统设计</p> <p>综合</p> <p>智能家居机器人系统设计（包含零件设计、扩展电路设计）</p>	<p>中国高校智能机器人创意大赛（竞赛排行榜 57 项）</p> <p>全国大学生机械创新设计大赛（竞赛排行榜 9 项）</p> <p>国际青年人工智能大赛</p>
工程实训阶段	智能机器人开发与 设计 I	<p>导论</p> <p>产品开发流程</p> <p>工程设计概要</p> <p>可靠性分析概要</p> <p>实践</p> <p>机器视觉应用设计</p> <p>机器人操作系统设计及应用</p> <p>智慧校园机器人开发与实践</p> <p>综合</p> <p>基于校园场景的智能机器人开发与实践（确定需求、制定方案、硬件选型与设计）</p>	<p>全国大学生机械创新设计大赛（竞赛排行榜 9 项）</p> <p>中国大学生工程实践与创新能力大赛（竞赛排行榜 16 项）</p> <p>“挑战杯”（竞赛排行榜 2 项）</p>
产品设计阶段	智能机器人开发与 设计 II	<p>导论</p> <p>机器人导论</p> <p>工业设计导论</p> <p>市场营销概要</p> <p>实践</p> <p>协作机器人设计与分析（含市场分析）</p> <p>智能家用机器人设计与分析（含市场分析）</p> <p>物流机器人设计与分析（含市场分析）</p> <p>综合</p> <p>选定市场完成机器人方案设计</p>	<p>“互联网+”大赛（竞赛排行榜 1 项）</p>

## 2.4 校企合作成果产出

### 1. 校本教材联合开发

从具体企业的具体工作任务出发，依照岗位工作所具备的能力、要求及标准，由教师、企业管理者、行业专家等共同制定专业课程标准，细化课程内容，并进行校本教材的联合开发。

### 2. 校企合作培训

在项目教学中引入企业工程师培训，让学生了解企业实际开发工作，企业工程师以实际开发流程带着学生进行项目设计和制作。在竞赛项目中，企业与学校共同成立专项组，共同研讨竞赛技术方案。

### 3. 承接企业开发项目

成立项目开发工作室，与企业联合开发实际的项目，按照外包的要求，定期、定质地实施，由教师、企业项目经理、学生团队等共同制定项目要求，细化项目的落地方案，最终配合企业或独立承接企业项目。

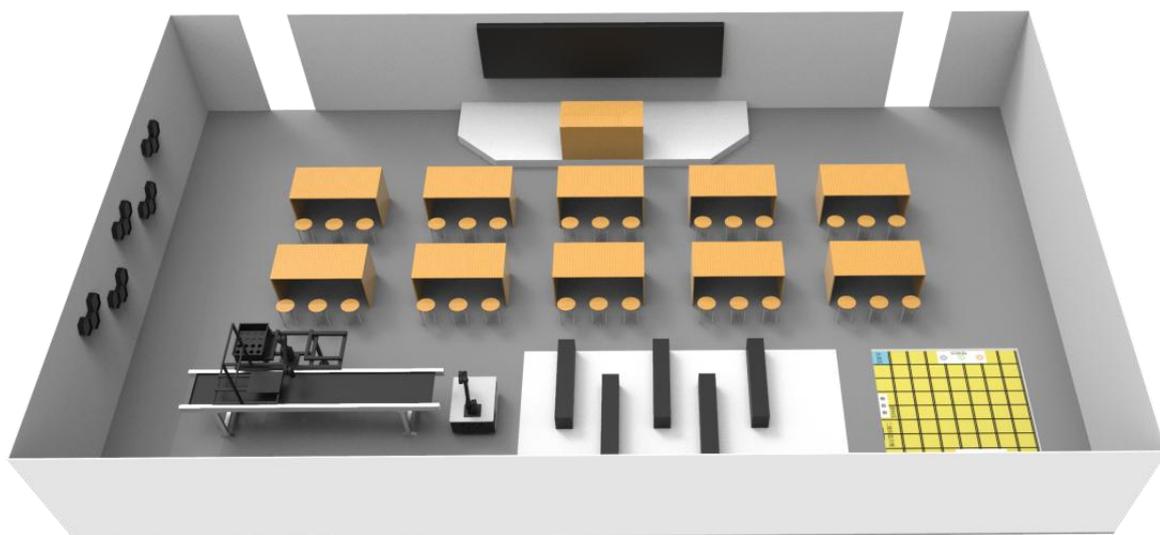
### 4. 学校成果对接企业

根据企业联合开发的器材，在教学过程中，发现一些实验方案的问题，对其研究并解决，形成方案与企业对接，以优化企业实际任务的方案，共同联合研究。

## 2.5 创新中心区域规划（包含工作室、竞赛区、教学区、展示区、存储区），可根据学校场地设计。



空间布局示意图 1



空间布局示意图 2

## 三、配套设备与介绍

### 3.1 产品配置表

阶段	产品名称、型号	简单介绍	用途	每套建议人数	数量	单价	小计
通识体验、创新实践、工程实践	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201	利用该套件，通过组装并实现典型机器人的相关运动控制，可以了解和学会基础的C语言编程与语言设计。并且通过该创新组件体会和了解伺服电机的驱动方式与编程； 还可以利用该套件进行实践训练了解机器人各种类型，包含底盘、机械臂、仿生等，同时结合传感器、单片机、通信等了解机器人的控制系统组成。	支持“智能机器人创意设计与制作 I、II”； 支持“智能机器人开发与设计 I”； 中国高校智能机器人创意竞赛-探索者专项 国际青年人工智能竞赛-探索者专项 中国机器人及人工智能大赛-探索者专项 全国大学生机械创新设计大赛	2-3 人		3.4	
创新实践、工程实践、产品设计	“探索者”智能机器人开发平台 ROB-GS03	通过该套件，可组装 30 个样机，提供 94 课时的机器人课程，可支持机械臂设计及运动学控制、全向底盘设计及运动控制、仿生机器人设计及运动控制、机器视觉技术、无线定位技术、机器人激光雷达导航技术等6个主题的机器人智能技术，包含 ros 和 arduino 两大实验平台；	支持“智能机器人创意设计与制作 II”； 支持““智能机器人开发与设计 I、II”” 中国高校智能机器人创意竞赛-探索者专项 全国大学生机械创新设计大赛 挑战杯 “互联网+”	2-3 人		3.8	

	<p>“探索者”机器人创新组件（标准版） Rino-MX101</p>	<p>20个样机，80+课时的机器人课程。采用Arduino开源软件平台，可以作为单片机技术、传感器技术、无线通信技术、机器人创新技术等相关项目实训。可用于各类创客项目竞赛和机器人竞赛的实训。</p>	<p>机器人创新入门教学</p>	<p>1-2人</p>		<p>1.6</p>	
	<p>“探索者”机器人创新组件（卓越版） Rino-MX301</p>	<p>与标准版、高级版相比，卓越版增加了30款大型综合机器人案例，包括目前最先进的概念型机器人以及多个特种机器人，总数达到80款。硬件方面采用四主控板方案，含ARM A53芯片的树莓派3B主控板。传感器19种，包括红外测距、陀螺仪、电子罗盘等，通信方式增加了BLE4.0通信和zigbee通信。包含一款手柄，可实现遥控和示教编程。具备PYTHON编程环境、ROS开发环境。</p>	<p>机器人创新教学、竞赛；机器人结构设计项目，机器人传感智能技术项目教学，嵌入式项目开发等。ROS相关教学。（Arduino）</p>	<p>4-6人</p>		<p>5.8</p>	
	<p>“探索者”创新竞赛组件</p>	<p>该设备是针对学校在机器人创新教学或竞赛的高需要而设定，设备功能强大，学生可以根据教学或竞赛的需要，使用机械零件、电子模块以及驱动部件等组件完成各种机器人方案，主要以底盘和机械臂为主，不少于10种底盘方案，不少于5种机械臂和执行器方案，组合可完成不少于20种机器人方案。每个方案可</p>	<p>创新训练、竞赛； 中国高校智能机器人创意竞赛-探索者专项 全国大学生机械创新设计大赛 挑战杯 “互联网+”</p>	<p>2-3人</p>		<p>5.2</p>	

	Rob-DC03	完成可编写程序且提供项目案例，可进行实际运作。完全满足日常教学、研究开发、竞赛训练等技术需要。					
	“探索者”工程能力训练包（卓越版） Rino-AE-1615M	Rino-AE-1615MP 产品为移动底盘，移动抓取，任务识别，物料识别，物料分拣等基础知识学习而设计，可结合工程实训内的车钳洗刨磨进行课程安排。提供包含差速移动底盘，福来轮全向移动底盘，麦克纳姆轮全向移动底盘等三种不同类型底盘学习方案，串联机械臂、并联机械臂学习方案，循迹方案，定位方案，基于树莓派、openmv、扫描模块的二维码内容获取方案，基于树莓派、openmv、颜色识别模块的颜色识别方案，工件分拣搬运方案。在课题的设置方向上，突出机械创新，机电结合；在学习方式的设计上，前期只开展必要的基础训练，后期利用竞赛引导创新训练项目，减少不必要的基础训练，需要用的时候再自学，学习的自由度更高，趣味性更强。	机器人竞赛基础和部分核心技术的培训； 中国大学生工程实践与创新能力大赛-智能+赛道“智能物流搬运赛项”	2-3 人		3	

### 3.2 产品介绍

#### 1. “探索者” 机器人创新组件（高级版）Rino-MX201

##### 设备特点

高级版 Rino-MX201 包含 20 种机器人模块，以及 50 种创新示例，构形更加丰富。三主控板方案，其中包括一款 ARM Cortex M3 芯片主控板。传感器 15 种，包括了语音识别、颜色识别、CCD 摄像头等，通信方式包括蓝牙、NRF、WiFi 无线通信。包含一款手柄扩展板，可实现遥控和示教编程。完全包含标准版 Rino-MX101 的全部零部件及教学内容，让学生可以自由搭建更多、功能更强大的机器人。采用 Arduino 开源编程系统，C 语言图形化双界面，教学更加方便。**可用于创新实践教学和各类机器人竞赛实训。**

##### 可组装样机



##### 可支持课程

机器人机构设计、机器人机构创新设计、模块化机器人的设计与实现、机构组成建模、机电控制基础、机器人技术基础、工业机器人基础、嵌入式技术在机器人上的应用、自主机器人程序设计、单片机原理、自动控制原理、机器人运动学、多自由度机器人组装与控制、典型机器人构型设计等。软件采用国际通用的 Arduino 开源机器人软件，提供 C 语言结构的代码、图形化双界面，提供丰富的例程，让学生轻松的参考学习。并具有示教编程功能，可执行脱离电脑的、快速的示教编程，让不同水平的学生轻松编程。



简单易用的图形化 C 语言界面

```

Smoothing | Arduino 1.5.2
File Edit Sketch Tools Help
Smoothing
// Define the number of samples to keep track of. The higher the number,
// the more the readings will be smoothed, but the slower the output will
// respond to the input. Using a constant rather than a normal variable lets
// use this value to determine the size of the readings array.
const int numReadings = 10;

int readings[numReadings]; // the readings from the analog input
int index = 0;             // the index of the current reading
int total = 0;             // the running total
int average = 0;           // the average

int inputPin = A0;

void setup()
{
  // initialize serial communication with computer:
  Serial.begin(9600);
  // initialize all the readings to 0:
  for (int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++)
    readings[thisReading] = 0;
}

void loop() {
  // read the input on the analog in pin:
  int reading = analogRead(inputPin);
  // store the reading at the current index in the array:
  readings[index] = reading;
  // advance the index:
  index++;
  // if we've reached the end of the array:
  if (index == numReadings) {
    // reset the index to the beginning:
    index = 0;
    // calculate the average:
    total = 0;
    for (int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++)
      total += readings[thisReading];
    average = total / numReadings;
    // print the average to the serial port:
    Serial.println(average);
  }
}
    
```

经典的 C 语言代码界面

产品配置

产品配置	数量	类型
机器人案例	50	50 种以上机器人组装案例，涵盖轮型、履带型、关节型、仿生型等。可搭建 MX101 所含机构。
主控板	3	1 个“探索者” Mehran 主控板，ARM Cortex M3 芯片；2 个 Basra 主控板，AVR ATmega328 芯片；Arduino 开源机器人软件
扩展板	4	“探索者” Bigfish 综合扩展板 3 个，birdmen 手柄扩展板 1 个。
结构零件	610	大型铝镁合金零件及 ABS 塑胶零件，国际标准 M3 件接口，包括平板件、连杆件、折弯件、圆形件齿轮、偏心轮、轮胎等
其他零件	1095	不锈钢螺丝、螺母，金属轴套、尼龙螺柱等
电机	22	3~9 V 直流电机；一种金属齿轮 180° 伺服电机，防反插接头，扭矩 4.3kg. cm、一种金属齿轮 180° 伺服电机无防反插接头，扭矩 20kg. cm；
传感器	25	15 种，触碰、闪动、声控、火焰、灰度、红外、加速度、超声波、白标、编码器、温度、触须、语音识别、颜色识别、摄像头
输出模块	4	LED、语音、OLED

通信模块	5	蓝牙串口模块、蓝牙 PC 适配器、无线模块、无线路由器
组装工具	12	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子
扩展		本产品可扩展 51 单片机、ARM7 及各种常见传感器、控制模块等

## 2. “探索者”智能机器人开发平台 ROB-GS03

### 一、产品概要

Rob-GS03 是一款探索者基于机器人智能技术开发的教学平台，集合了当前主要机器人的研究技术，包含机械臂（串并联机械臂）设计及运动学控制、全向底盘设计及运动控制、仿生机器人设计及运动控制、无线定位技术、机器视觉技术、机器人激光雷达导航技术等 6 个主题的机器人智能技术。

结合产品设计方法和流程，采用模块化机器人开发理念将机器人智能技术转化为适合于本科的机器人智能技术教学平台。支持机器人专业、智能制造专业、其他机电相关专业开展专业课程实践、专业拓展实践及工程教育实践。可以作为机器人机构研究、机器人智能技术研究、机器人系统研究等的设计工具。



可用于创新实践教学和各类机器人竞赛实训。

### 二、设备特点

- 提供一套通用的金属结构件，任意组装。可搭建机器人摆动模块、直线运动模块、球关节模块、全向轮模块等 4 种典型机器人模块，将模块组合可完成 5 种典型机械臂、5 种典型仿生机器人、2 种典型全向底盘等《机器人运动学基础》中的机构设计，通过典型机器人组合可以扩展不少于 20 种综合类机器人构型设计。
- 提供三个系列控制器，满足多层级的嵌入式项目实训。涵盖 Arduino 系列主控板，STM32 系列主控板（STM32 版本）及嵌入式控制器树莓派 4B，可以支持机器人单片机应用和机器人操作系统（ROS）应用的项目实践。
- 提供一套机器人智能硬件，可支持开展机器人感知系统、机器视觉、机器人定位、机器人导航等项目实践。
- 提供完整的教学资源，开源所有项目的源码，提供所有机器人机构及零部件三维图纸，提供算法讲解和项目操作两本教材。

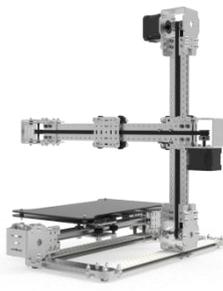
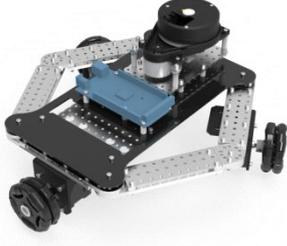
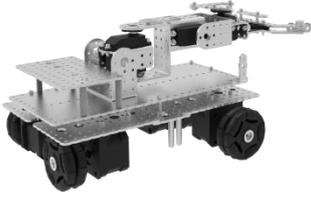
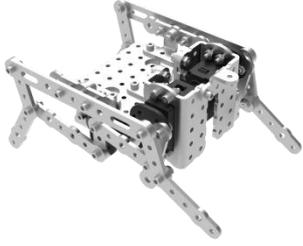
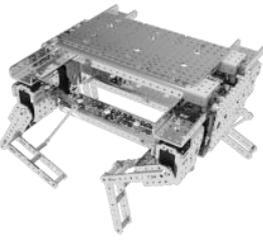
### 三、可开展的实践项目举例

项目主题	内容		实验性质
第一部分 机械臂设计 及运动学控制	直角坐标机器人设计 及运动控制	1. 设计分析-直角坐标系机械臂结构设计	实践
		2. 技术验证 1-单轴机械臂绘制几何图形	理论+实践
		3. 技术验证 2-双轴机械臂绘制特定参数图形	理论+实践
		4. 技术验证 3-三轴机械臂绘制 LOGO 图形	理论+实践
		5. 功能性开发-激光刻绘	理论+实践
	关节型串联机械臂运 动算法	1. 设计分析-关节型串联机械臂结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-三自由度串联机械臂逆运动学控制	理论+实践
		3. 技术验证 2-六自由度串联机械臂逆运动学控制	理论+实践
		4. 功能性开发-机械臂码垛	实践

	并联机械臂设计及运动学控制	1. 设计分析-并联机械臂结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-Delta 机械臂正运动学控制	理论+实践
		3. 技术验证 2-Delta 并联机械臂逆运动学控制	理论+实践
		4. 技术验证 3-连杆并联型机械臂运动学控制	理论+实践
		5. 功能开发-并联机械臂码垛	实践
第二部分 全向底盘 设计及运 动控制	三轮全向底盘设计及运动控制	1. 设计分析-三轮全向底盘结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-三轮全向底盘绘制矩形	理论+实践
		3. 技术验证 2-三轮全向底盘绘制 LOGO	理论+实践
		4. 功能开发-多功能三轮全向底盘	理论+实践
	四轮全向底盘设计及运动控制	1. 设计分析-四轮全向底盘结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-四轮全向底盘绘制矩形	理论+实践
		3. 技术验证 2-四轮全向底盘绘制 LOGO	理论+实践
		4. 功能开发-多功能四轮全向底盘	理论+实践
第三部分 仿生机器人 设计及运 动控制	串联关节型仿生机器人设计及控制	1. 设计分析-多自由度多足机器人结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-二自由度串联仿生腿结构运动控制	理论+实践
		3. 技术验证 2-八自由度四足仿生机器人步态前进、转向	理论+实践
		4. 技术验证 3-十二自由度六足三角步态前进	理论+实践
		5. 技术验证 4-十二自由度六足波动步态前进	理论+实践
		6. 功能开发-十二自由度六足原地舞蹈	理论+实践
	并联仿生机器人	1. 设计分析-并联仿生机器人结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 1-基于并连 5 杆机构的机器狗腿控制	理论+实践
		3. 技术验证 2-机器狗行走步态控制实验	理论+实践
		4. 功能开发-机器狗行走中的平衡控制实验	实践
	仿人形机器人	1. 设计分析-人形机器人结构设计	理论+实践
		2. 技术验证 2-6 自由度双足行走	理论+实践
		3. 技术验证 2-17 自由度人形行走	理论+实践
4. 功能开发-17 自由度人形舞蹈		理论+实践	
第五部分 高级控制	机器人定位技术	1. WiFi 主从模块设置	理论+实践
		2. WiFi 通信	理论+实践
		3. WiFi 定位	理论+实践
	机器视觉技术	1. 视觉颜色识别	理论+实践
		2. 视觉形状识别	理论+实践
		3. 视觉二维码识别	理论+实践
		4. 云台追踪几何图形	理论+实践
		5. 机器人追踪彩色目标	理论+实践
		6. 人脸识别	理论+实践
		7. 五官识别	理论+实践
		8. 笑脸识别	理论+实践

Slam 导航-基于 ROS 开发	1. Ubuntu 系统安装	理论+实践
	2. ROS 系统基础	理论+实践
	3. 底盘里程计实验	理论+实践
	4. 键盘控制底盘运动实验	理论+实践
	5. 地图自构建-激光雷达	理论+实践
	6. 地图导航-激光雷达	理论+实践

#### 四、典型机器人举例

3 自由度串联机械臂	6 轴串联机械臂	5 自由度码垛机械臂
		
delta 并联机械臂	三轴绘图机器人	全向底盘
		
3 自由度移动机器人	12 自由度六足	4 自由度并联四足
		
8 自由度四足	8 自由度并联机械狗	6 自由度人形双足
		

### 五、编程环境

```

456 void processIncomingLine( char* line, int charMB ) {
457   int currentIndex = 0;
458   char buffer[ 4 ] = { 0 }; // Buffer that is enough for 4 parameters
459   stepper_pulse = 0; //设置脉冲宽度为1ms
460   struct point newPos;
461   newPos.x = 0.0;
462   newPos.y = 0.0;
463   while( currentIndex < charMB ) {
464     switch ( line[ currentIndex ] ) // Detect command, if any
465     case 'D':
466       stepper_move( dir, x_step, 2000 );
467       break;
468     case 'I':
469       stepper_move( dir, x_step, -2000 );
470       break;
471     case 'S':
472       // Dirty - Only works with 2 digit commands
473       // buffer[0] = line[ currentIndex++ ];
474       // buffer[1] = line[ currentIndex++ ];
475       // buffer[2] = '\0';
476       break;
477     case '0':
478       // Select 0 command
479       // 000 & 001 - Movement to East movement, base here
480       case 1:
481         index = atoi( line+currentIndex, '0' ); // Get X/Y position in the string (if any)
482         if ( index <= 0 ) {
483           newDir.x = atoi( index+1 );
484           newDir.y = atoi( index+2 );
485           newDir.z = atoi( index+3 );
486           newDir.w = atoi( index+4 );
487           newDir.x = abs( index );
488           newDir.y = abs( index );
489           newDir.z = abs( index );
490           newDir.w = abs( index );
491         }
492         // ...

```

```

2 new | Arduino 1.5.2
File Edit Sketch Tools Help

#define X_STP 2 //X轴 步进控制
#define Y_STP 3 //Y轴 步进控制
#define DIR //X轴步进数量 011- 控制步进电机方向: true为正向, false为反向, 根据接线图调整
int stepper_dir = 0; //定义步进电机脉冲发送引脚

const int SENSOR_1 = 18; //定义为方向限位传感器引脚
const int SENSOR_2 = 14; //定义为位置限位传感器引脚
const int SENSOR_TOUCH = 16; //定义电机运动时触发传感器引脚

const int stepsPerRevolution = 200; //定义步进电机每圈转动的步数, 假设为16

float LEAD = 8.0; //定义丝杠导程, 即步进电机转动一圈, 丝杠前进mm

float DIAGONAL_A = 20; //定义多边形两条对边线长度
float DIAGONAL_B = 30;

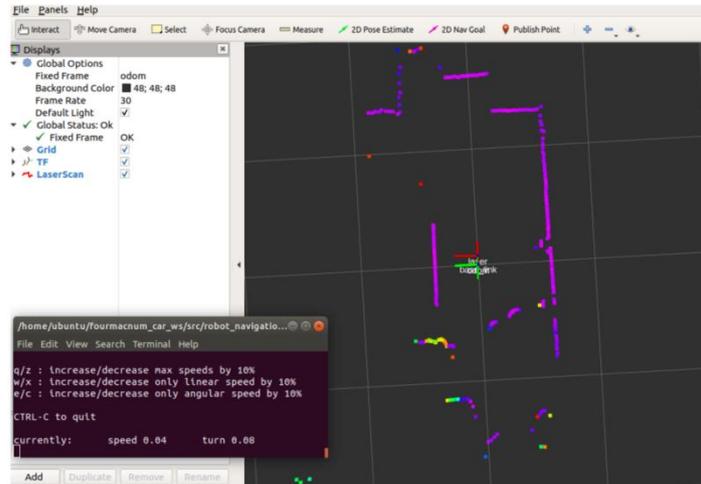
float Zmin = 0;
float Zmax = sqrt( (DIAGONAL_A/2)*(DIAGONAL_A/2) + (DIAGONAL_B/2)*(DIAGONAL_B/2) ); //多边形方向的边长
float Zmin = 0; //定义为位置限位传感器引脚
float Zmax = (DIAGONAL_A/2+DIAGONAL_B/2)/2; //多边形方向的边长

float x1 = 0; //多边形四个顶点的坐标
float y1 = 0;

```

Keil IDE

Arduino IDE



基于 Ubuntu18. 04-R0S

### 六、产品配置

产品配置	数量	类型
控制板	4	STM32F407×2、Arduino mega2560×1、树莓派 4B×1, 支持 Keil、Arduino 等 IDE 环境, 支持机器人操作系统 ROS 相关项目。
扩展板	2	接口兼容 STM32 和 Arduino 系列主控板, 可直接驱动步进电机、伺服电机。
结构零件	350+	大型铝镁合金零件及 POM 塑胶零件, 国际标准 M3 件接口, 包括平板件、连杆件、折弯件、梁型件、圆形件、福来轮等
机械零件	1200+	不锈钢螺丝、螺母, 金属轴套、尼龙螺柱等
电机	24	金属齿轮 180° 伺服电机, 金属齿轮 270° 伺服电机, 步进电机
传感器	14	6 种, 触碰、巡线模块、超声波、摄像头、陀螺仪、激光雷达等。
输出模块	1	OLED
通信模块	4	WiFi 模块
组装工具	8	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子
扩展		本产品可扩展 51 单片机、ARM7 及各种常见传感器、控制模块等

### 3. “探索者” 机器人创新组件（标准版）Rino-MX101

#### 产品简介

Rino-MX101 采用“探索者”经典的 2.5 毫米多孔金属零件系统，可实现多角度、多层次任意搭建。通过提供大量的创新零部件、控制器、传感器、执行器、电源、数据线等，让学生可以自由搭建课程所需要的机器人。

模块化是 Rino-MX101 的教学亮点，资料提供了 5 种典型机器人模块，以及它们互相搭配、组合而成的 20 个机器人案例，理论上可扩展出无数机器人。

#### 可组装样机



#### 可支持课程

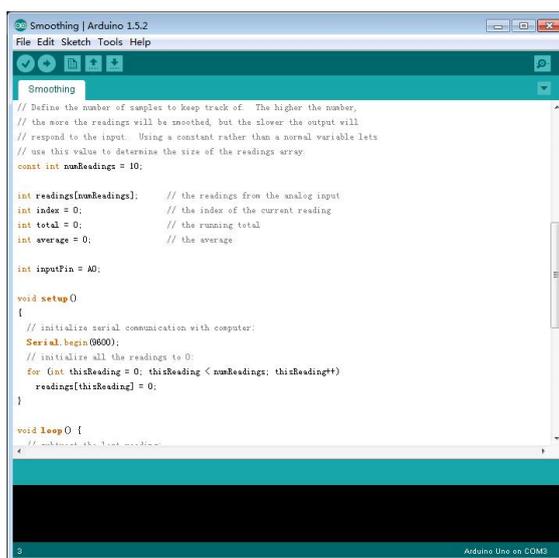
机器人机构设计、机器人机构创新设计、模块化机器人的设计与实现、机构组成建模、机电控制基础、机器人技术基础、工业机器人基础、嵌入式技术在机器人上的应用、自主机器人程序设计、单片机原理、自动控制原理、机器人运动学、多自由度机器人组装与控制、典型机器人构型设计等。

软件采用国际通用的 Arduino 开源机器人软件，提供 C 语言结构的代码、图形化双

界面，提供丰富的例程，让学生轻松的参考学习。并具有示教编程功能，可执行脱离电脑的、快速的示教编程，让不同水平的学生轻松编程。



简单易用的图形化 C 语言界面



经典的 C 语言代码界面

产品配置	类型	
机器人案例	20	20 种以上机器人组装案例，涵盖轮型、履带型、关节型等
主控板	2	“探索者” Basra 主控板，Arduino 开源机器人软件
扩展板	2	“探索者” Bigfish 综合扩展板
结构零件	452	2.5 毫米铝镁合金零件及 ABS 塑胶零件，国际标准 M3 件接口，包括平板件、连杆件、折弯件、圆形件、齿轮、轮胎等
机械零件	714	不锈钢螺丝、螺母，金属轴套、尼龙螺柱等
电机	15	3~9V 直流电机；金属齿轮 180°伺服电机，防反插接头，扭矩 4.3kg.cm。
传感器	20	11 种，触碰、闪动、声控、光强、灰度、红外、加速度、超声波等
输出模块	3	LED、语音
通信模块	4	蓝牙串口模块、蓝牙 PC 适配器、无线模块等
组装工具	4	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子
扩展	本产品可扩展 51 单片机、ARM7 及各种常见传感器、控制模块等	

## 4. “探索者” 机器人创新组件（卓越版）Rino-MX301

### 产品简介

### 设备特点

与标准版、高级版相比，卓越版增加了 30 款大型综合机器人案例，包括目前最先进的概念型机器人以及多个特种机器人，总数达到 80 款。机器人创新组件（卓越版）可用于大四、研究生进行机器人算法方向研究，包括直角坐标机器人运动控制、全向底盘运动控制、

串联机械臂控制、串联仿生机器人控制、串联人形机器人控制、并联机械臂运动控制、6 轴写字机器人运动控制、并联仿生机器人运动控制、并联人形机器人控制、机器视觉、机器人群组等。

硬件方面采用四主控板方案，其中包括一款 ARM A53 芯片的树莓派 3B 主控板。传感器增加到了 19 种，包括了红外测距、陀螺仪、电子罗盘等，通信方式增加了 BLE4.0 通信和 zigbee 通信。包含一款手柄，可实现遥控和示教编程。

### 可支持课程

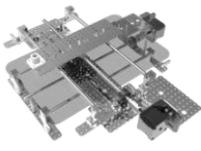
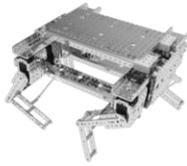
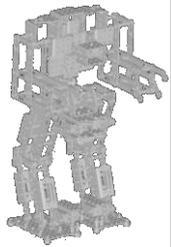
课程	内容	
第一部分 机器人基础运动控制	一、直角坐标机器人	1.单轴机构搬运
		2.双轴绘制斜向多边形
		3.绘制特定参数的正弦曲线
		4.绘制特定参数的圆形
		5.绘制特定参数的椭圆
		6.绘制斐波那契螺旋线
		7.三轴平台绘制机器时代 logo
		8.三轴平台绘制蒙娜丽莎
	二、全向底盘	1.四驱全向底盘画正六边形
		2.四驱全向底盘画圆
		3.四驱全向底盘画心形函数
		4.四驱全向底盘绘制螺旋线
		5.四驱全向底盘写字

		6.三驱全向底盘画矩形
<b>第二部分 串联机器人运动控制</b>	<b>三、串联机械臂</b>	1.3 轴串联机械臂正运动学控制
		2.3 轴串联机械臂逆运动学控制
		3.6 轴串联机械臂正运动学控制
	<b>四、串联仿生机器人</b>	1.2 自由度串联仿生腿结构运动学模型及控制
		2.12 自由度六足原地舞蹈
		3.8 自由度四足仿生机器人步态前进
		4.8 自由度四足转弯步态规划
		5.12 自由度六足三角步态前进
		6.12 自由度六足波动步态前进
		7.18 自由度六足步态规划项目
	<b>五、串联人形机器人</b>	1.6 自由度双足行走
		2.6 自由度双足翻跟头
		3.17 自由度人形原地动作
		4.17 自由度人形行走
	<b>第三部分 并联机器人</b>	<b>六、并联机械臂</b>
2.delta 机械臂正运动学控制		
3.delta 并联机械臂逆运动学控制		
4.delta 并联机械臂分拣		
5.并联码垛机器人控制		
<b>七、6 轴并联写字机</b>		1.六轴并联写字机器人逆解算法及控制实验

	<b>器人</b>	2.写字机器人画图	
		3.写字机器人写字	
	<b>八、并联仿生机器人</b>	1.四自由度并联四足行走步态控制实验	
		2.基于并连 5 杆机构的机器狗腿控制实验	
		3.机器狗行走步态控制实验	
		4.机器狗行走中的平衡控制实验	
	<b>九、并联人形机器人</b>	1、四自由度并联双足逆解计算及运动控制	
		2、六自由度并联人形运动控制	
	<b>第四部分 高级控制</b>	<b>十、机器视觉</b>	1.视觉颜色识别
			2.视觉形状识别
			3.云台追踪几何图形
4.机器人追踪彩色目标			
5.机械臂视觉分选			
<b>十一、机器人蓝牙定位</b>		1.蓝牙主从模块设置	
		2.蓝牙通信	
		3.蓝牙定位	
<b>十一、机器人群组</b>		1. zigbee 通信实验	
		2. 机器人群组	

**课程相关部分可组装样机：**

双轴绘图机器人	三轴绘图机器人	四轮福来轮底盘	3 自由度串联机械	6 轴串联机械臂
---------	---------	---------	-----------	----------

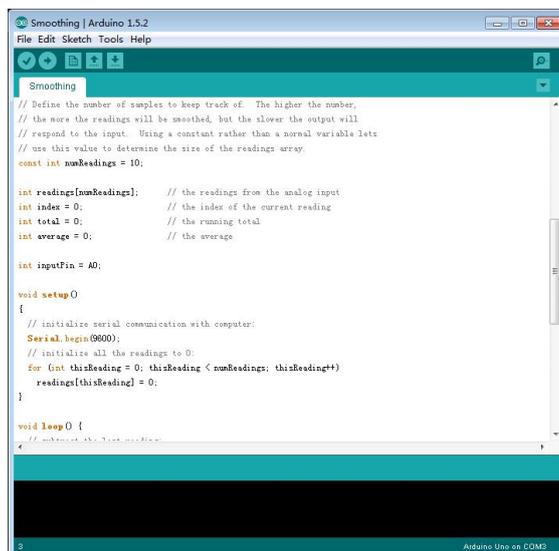
			臂	
				
12 自由度六足机器人	8 自由度四足	6 自由度双足	17 自由度人形	3 自由度并联机械臂
				
delta 并联机械臂	5 自由度并联机械臂	6 轴写字机器人	4 自由度并联四足	机械狗
				
4 自由度并联双足	6 自由度并联人形机器人			
				

软件采用国际通用的 Arduino 开源机器人软件，提供 C 语言结构的代码、图形化双界面，提供丰富的例程，让学生轻松的参考学习。并具有示教编程功能，可执行脱离电脑

的、快速的示教编程，让不同水平的学生轻松编程。



简单易用的图形化 C 语言界面



经典的 C 语言代码界面

### 产品配置

产品配置	类型
机器人案例	80 完全兼容 MX101、MX201，共有 80 个以上机器人组装案例，涵盖各种大型机器人及特种机器人
主控板	4 树莓派 3B 、Basra 主控板、mehrán 主控板，支持 Arduino 开源机器人软件

扩展板	6	“探索者” Bigfish 综合扩展板, birdman 扩展板, SH-ST 步进电机扩展板, SH-SR 舵机扩展板。
结构零件	1107	大型铝镁合金零件及 POM 塑胶零件, 国际标准 M3 件接口, 包括平板件、连杆件、折弯件、桁架件、圆形件、齿轮、偏心轮、福来轮等
机械零件	1810	不锈钢螺丝、螺母, 金属轴套、尼龙螺柱、轮胎等
电机	34	3~9V 直流电机, 金属齿轮 180° 防反插伺服电机, 金属齿轮 270° 伺服电机, 360° 伺服电机, 步进电机
传感器	32	19 种, 触碰、闪动、声控、光强、灰度、近红外、加速度、超声波、黑标、编码器、温湿度、触须、语音识别、颜色识别、摄像头、霍尔等、陀螺仪、红外测距、电子罗盘等。
输出模块	4	LED、语音、OLED
通信模块	12	蓝牙串口模块、蓝牙 PC 适配器、NRF 无线模块、无线路由器、BLE4.0、zigbee
组装工具	12	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子
扩展		本产品可扩展 51 单片机、ARM7 及各种常见传感器、控制模块等

## 5. “探索者” 创新竞赛组件 Rob-DC03

### 产品简介

### 设备简介

该设备是针对学校在机器人创新教学或竞赛的高需要而设定, 设备功能强大, 学生可以根据教学或竞赛的需要, 使用机械零件、电子模块以及驱动部件等组件完成各种机器人方案, 主要以底盘和机械臂为主, 不少于 10 种底盘方案, 不少于 5 种机械臂和执行器方案, 组合可完成不少于 20 种机器人方案。每个方案可完成可编写程序且提供项目案例, 可进行

实际运作。完全满足日常教学、研究开发、竞赛训练等技术需要。

### 设备特点

包含非常丰富的机械零件和高性能电子模块，国内外常见和新兴的机械、控制、检测、通信等技术均有涉及，包含嵌入式控制器，学生可直接制作高技术水平作品，直达国际先进水平；

包含大量且种类丰富的传感器模块，如电子罗盘、陀螺仪、语音识别、高清摄像头等；

提供多种机器人创新作品案例，如全向移动底盘、串联机械臂、并联机械臂等，能满足各种教学需求，同时支持国内多数大学生机器人竞赛，教学竞赛均涉及；

支持学校用户二次扩展开发，学校可以根据学生水平以及目标，开设不同水平的机器人创新实验课程，也可根据需要扩展其他配件，扩展实验平台的性能和功能。

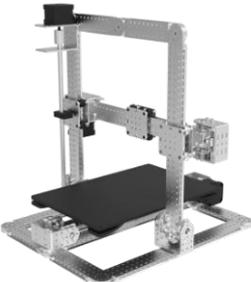
### 项目案例

部分移动底盘类(提供全套项目资料,其中最大底盘尺寸长×宽×高=50×40×25cm)

		
三轮万向底盘	四轮差速底盘	四轮悬挂差速底盘
		
四轮悬挂麦克纳姆轮底盘	三轮全向底盘	四轮福来轮底盘

		
六轮全向底盘	攀爬底盘	

部分机械臂类（提供全套项目资料，其中最大机械臂尺寸长×宽×高=35cm×35cm×40cm）

		
Delta 机械臂	三轴直角坐标系机械臂	串联关节机械臂
		
并联连杆机械臂和齿轮连杆组夹持器	手爪夹持器	气动执行器

控制器、电机驱动及传感器项目

单片	实验 1 Basra 控制板认知实验	了解 Basra 主控板的芯片性能、参数、存储器、芯片接口引脚、电路等信息。掌握简单的使用方法。
----	--------------------	--------------------------------------------------

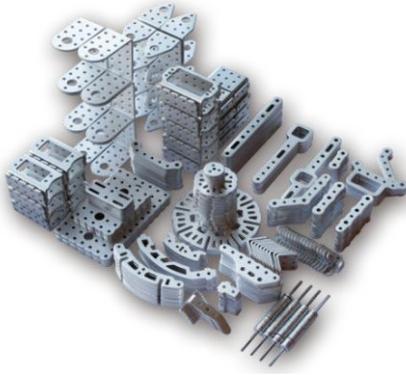
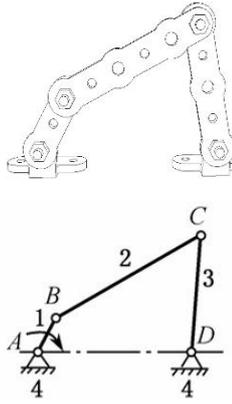
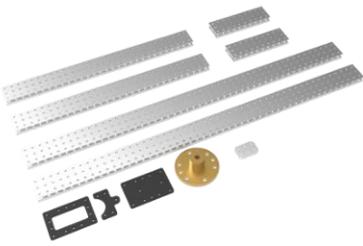
机 综 合 项 目		学会配置编程环境。
	实验 2 STM32 控制板认知实验	了解 STM32 主控板的芯片性能、参数、存储器、芯片接口引脚、电路等信息。掌握简单的使用方法。 学会配置编程环境。
	实验 3 树莓派认知实验	了解树莓派芯片性能、参数； 安装配置树莓派系统；
	实验 4 Bigfish 扩展板认知实验	了解 Bigfish 扩展板的特点、参数、电路、接口等。 掌握简单的使用方法。
	实验 5 LED 灯闪烁实验	熟悉 Arduino 数字输出功能的使用，掌握 <code>digitalWrite()</code> 、 <code>delay()</code> 函数
	实验 6 模拟输入监控实验	熟悉 Arduino 模拟功能的使用，掌握 <code>analogRead()</code> 、 <code>analogWrite()</code> 、 <code>Serial.print()</code> 、 <code>Serial.println()</code> 等函数
	实验 7 串口传输试验	熟悉 Arduino 串口通信的使用。掌握 <code>Serial.begin()</code> 、 <code>Serial.print()</code> 、 <code>Serial.println()</code> 等函数
	实验 8 EEPROM 读取实验	熟悉 Arduino 的 EEPROM 读取功能，掌握 <code>EEPROM.read()</code> 函数。
	实验 9 EEPROM 清除实验	熟悉 Arduino 的 EEPROM 清除功能，掌握 <code>EEPROM.write()</code> 函数在清除数据时的用法。
	实验 10 EEPROM 写入实验	熟悉 Arduino 的 EEPROM 写入功能，掌握 <code>EEPROM.write()</code> 函数在写入数据时的用法。

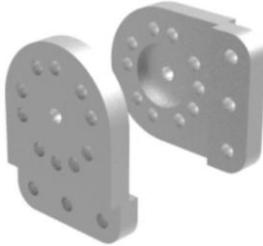
	实验 11 扩展库的安装实验	学习 Arduino 扩展库的安装，安装定时器扩展库 MsTimer2,并使用 MsTimer2 实现 Blink 功能。
电机综合项目	实验 12 控制直流电机	学习直流电机的数字控制方法
	实验 13 Servo-控制舵机	学习 Arduino 对舵机的控制方法，掌握 myservo.attcch()、myservo.write()等函数的用法。
	实验 14 控制步进电机	学习通过步进电机扩展库 Stepper.h 控制步进电机，掌握 stepper()、stepper.setSpeed()等函数的用法
传感器项目	实验 15 TTL 传感器实验	掌握触碰、触须、火焰、灰度、近红外、闪动、声控、超声波等传感器的参数及用法。掌握摇杆模块、编码器的参数及基础用法。
	实验 16 DHT11 温湿度传感器	了解 DHT11 温湿度传感器的性能和用法，学会使用例程在串口件事其中观测环境温度与湿度的采集值。
	实验 17 HC-SR04 超声测距传感器	了解 HC-SR04 超声测距传感器的性能和用法，理解测距算法公式，学习使用测距算法实现测距，并能够根据实际环境改写测距算法。
	实验 18 红外测距传感器	了解红外测距传感器的性能和用法，学会使用 DisMeasure()函数测距，并理解测距算法的意义。
	实验 19 气体传感器	了解气体传感器的性能用法，学会使用气体传感器

	监测气体中的烟雾颗粒浓度
实验 20 霍尔传感器	了解霍尔传感器的性能和用法，学会使用霍尔传感器检测磁性物质。
实验 21 热释电红外传感器	了解热释电红外传感器的性能和用法，学会使用热释电红外传感器检测人体。
实验 22 压力传感器	了解压力传感器的性能和用法实现在 OLED 显示屏上显示压力值。
实验 23 8*8LED 阵列（一）	了解 8*8LED 阵列的性能和显示方法，学习使用 <code>lc.setLed()</code> 函数实现一个流水灯
实验 24 8*8LED 阵列（二）	学会使用 <code>lc.setColumn()</code> 函数，实现在 8*8LED 阵列上依次显示 ARDUINO 字母
实验 25 8*8LED 阵列（三）	学会调用英文和数字字库，掌握利用字库在 8*8LED 阵列上显示英文和数字的方法
实验 26 OLED 显示屏	了解 OLED 显示屏的性能和用法
实验 27 陀螺仪	了解和使用陀螺仪，掌握 <code>MPU6050.cpp</code> 的使用
实验 28 电子罗盘	了解和使用电子罗盘，掌握 <code>HMC5883L</code> 的使用。
实验 29 语音识别	了解和使用语音识别，掌握 <code>HBR640.h</code> 的使用
实验 30 摄像头	掌握摄像头的视频显示和视觉中的应用。
实验 31 激光雷达	基于 ROS 查看激光雷达数据

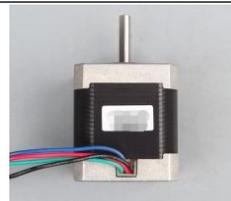
## 设备构成

结构件：包含原理级金属零件、工程级金属零件、金属配件等。

<p>探索者专利原理级金属零件：该零件设计参考的是机电专业学生熟悉的机构简图，是示意性的零件，完成的样机可以看作是实物化的机构简图，能够更好的反映出自身的运动原理。有良好的通用性，所有孔径、孔间距、零件厚度统一规格，采用国标五金零件进行连接，与自制零件可以很容易连接。该产品中利用该零件主要用于小型机械装置，如夹持器、传动装置等。</p>		
<p>探索者专利工程级桁架件：该零件完全兼容探索者原理级金属零件，采用型材工艺加工，具备更好的强度，可用于框架的搭建。立体性更强，使得样机更具备层次感。该产品中利用该零件主要用于底盘、delta 机械臂、直角坐标系机械臂以及机械装置框架等。</p>		

<p>探索者专利多角度转接金属配件：</p> <p>兼容探索者零件，可实现多角度平面内固定拼接（90°、105°、120°、135°、150°、165°、180°），其配合中心预留轴承孔，可配合推力轴承做 180° 以内的铰接。</p>		
<p>探索者轮式配件：有 3 种大型轮胎，包含 100mm 橡胶承重轮，100mm 全向福来轮，100mm 全向麦克纳姆轮。</p>		

驱动元件：包含 4 种驱动，伺服电机、带反馈直流电机、步进电机、微型气动等。

<p>伺服电机：内部减速箱全部采用铜质齿轮传动，输出扭力不小于 <math>20\text{kg}\cdot\text{f}\cdot\text{cm}</math>。最大输出角度为 <math>270^\circ</math>。主要用于关节、夹持器或摆动部分的驱动。</p>	
<p>带反馈直流电机：该电机扭力大，结合编码器具备反馈功能，支持 PID 控制，额定电压为 12V。主要用于带负载的底盘驱动。</p>	
<p>步进电机：步进电机驱动精度高，控制算法较为简单，该步进电机为 42 步进电机，步距角 <math>1.8^\circ</math>，支持 2, 4, 8, 16 细分模式。主要用于运动精度较高的装置中，比如全向底盘和 delta 机械臂、直角坐标系机械臂的驱动。</p>	

微型气泵：内部为直流无刷电机驱动，供电 12V，负载电流 320MA，压力 90kpa，流量 $\geq 1.1L/min$ 。该产品中主要用于吸盘执行器。



控制器：包含 4 种控制器，树莓派、STM32F407 控制器、Arduino2560、Basra 控制器。

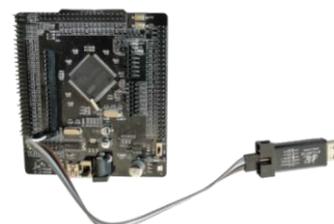
Basra 主控板，基于 arduino uno 设计，AVR Atmega328 芯片，同时具有 14 路数字输入/输出口，6 路 PWM 口。可作为传感器和驱动部件的下位机，适用于一般的对运算速度要求不高的项目。



Arduino mega2560 主控板，Mega2560 的处理器核心是 ATmega2560，同时具有不少于 52 路数字输入/输出口（其中 16 路可作为 PWM 输出），16 路模拟输入，4 路 UART 接口。可作为传感器和驱动部件的下位机，用于需要大量硬件和 I/O 口且对运算速度没有很大要求的项目。



RT-STM01 主控板，基于 STM32 设计，采用基于 ARM Cortex-M4 设计的 F407ZG 芯片，32 位 RISC 内核，工作频率 $\geq 168$  MHz。闪存 $\geq 1$  MB，SRAM 的闪存 $\geq 192$  KB，备用 SRAM $\geq 4$  KB。 $\geq 11$  个通用 16 位定时器。可作为传感器和驱动部件的下位机，适用于 I/O 口需要数量高且对运算速度有一定要求的项目。



树莓派，CPU 采用 1.2GHz ARM A53 芯片，RAM 为 1GB，板载 WiFi，包含 HDMI 视频口、WLAN 口、USB 口等，可支持连接激光雷达、摄像头等传感器。可用于视觉识别和 slam 激光雷达导航以及 ros 相关项目。



电子模块：21 种常见传感器，包含几乎所有常见的传感器模块，近红外、灰度、超声波、温湿度、陀螺仪、电子罗盘、霍尔、高清摄像头、语音识别、颜色识别等模块。

常见传感器和通信模块：包含触碰、闪动、声控、火焰、黑标、近红外、超声波、温度、触须、语音识别、电子罗盘、陀螺仪、霍尔、气体传感器、RFID、WiFi 模块、蓝牙模块等。可用于智能功能和物联功能。比如机器人避障、跟随、循迹、外部环境检测、机器人本体姿态检测等。



高清广角摄像头：720p，100 万像素，30fps 帧速率，USB 数据传输口。可用于远程监控、视觉识别相关项目。



激光雷达：激光雷达测距范围 0.15-12m，360° 无死角扫描，测距分辨率 <math>< 0.5\text{mm}</math>，角度分辨率 <math>< 1^\circ</math>，测量频率最小值 2000hz，测量频率最大值 8000hz，扫描频率最小值 1hz，扫描频率最大值 10hz。主要用于地图自构建和 slam 导航。



电源：2 种电源，包含 7.4v 供电电源和 11.1v 两种供电电源，配置相应的充电器。

<p>锂电池和充电器：额定电压 7.4V，1100mAh，额定电流 7.8A；1 个专用充电器</p>	
<p>动力电池和充电器：额定电压 11.2V，2200mAh，放电系数 30C；1 个专用充电器。</p>	

五金零件：包括 M3、M5 螺丝、螺母、轴套、螺柱等。螺丝、螺母均采用不锈钢材质，坚固耐用。

**产品配置表：**

产品配置		类型
主控板	4	“探索者” Basra 主控板，Atmega328 芯片；Arduino Mega2560 主控板；探索者 RT-STM01 主控板，STM32F407 芯片；树莓派，ARM Cortex-A53 芯片；
扩展板	5	“探索者” Bigfish 综合扩展板，birdmen 手柄扩展板 1 个，SH-ST 步进电机扩展板，SH-SR 舵机扩展板，Alpha-2560 扩展板。
结构零件	280	大型铝镁合金零件及 ABS 塑胶零件，国际标准 M3 件接口，包括滑轨、平板、连杆、丝杠等零件。
其他零件	100	不锈钢螺丝、螺母，金属轴套、尼龙螺柱等
电机	12	12V 带反馈大功率直流电机，大扭力数字总线舵机，步进电机，微

		型气泵等。
传感器	25	21种，触碰、闪动、声控、火焰、黑标、近红外、超声波、温度、触须、语音识别、颜色识别、高清摄像头、电子罗盘、陀螺仪、霍尔、气体传感器、激光雷达等。
输出模块	4	LED、语音、OLED显示
通信模块	5	蓝牙2.0串口模块、蓝牙4.0模块、NRF无线模块、WiFi模块
组装工具	12	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子
扩展	本产品可扩展51单片机、ARM7及各种常见传感器、控制模块等	

## 6. “探索者”工程能力训练包（卓越版）Rino-AE-1615M

### 产品简介

#### 一、设备概述

Rino-AE-1615M 产品为移动底盘，移动抓取，任务识别，物料识别，物料分拣等基础知识学习而设计，可结合工程实训内的车钳洗刨磨进行课程安排。提供包含差速移动底盘，福来轮全向移动底盘，麦克纳姆轮全向移动底盘等三种不同类型底盘学习方案，串联机械臂、并联机械臂学习方案，循迹方案，定位方案，基于树莓派、openmv、扫描模块的二维码内容获取方案，基于树莓派、openmv、颜色识别模块的颜色识别方案，工件分拣搬运方案。在课题的设置方向上，突出机械创新，机电结合；在学习方式的设计上，前期只开展必要的基础训练，后期利用竞赛引导创新训练项目，减少不必要的基础训练，需要用的时候再自学，学习的自由度更高，趣味性更强。

通过学习和实践活动，学生可以掌握机器人的创新案例、思路、方法等；认识常见的电子开发模块如单片机、数字型传感器、二维码识别模块、颜色识别模块等；熟悉常见的编

程环境，如图形化、C 语言等；熟悉二维码识别库，颜色识别库等，练习经典的编程算法，如识别二维码、识别颜色、条件判断、有限状态机等。能够深入体会机电系统的构成和技术要素，积累机电创新的各种思维、经验、方法等。

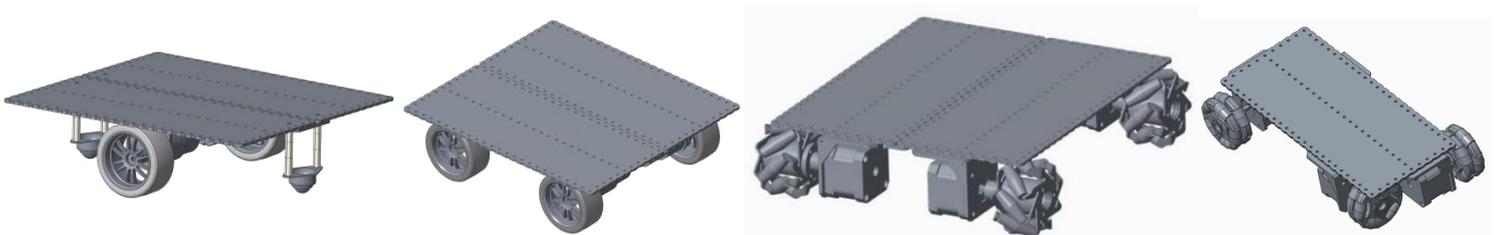
**PS：训练所用场地、道具等，学校须自行准备。**

## 二、设备特点

本设备机械零件大部分采用铝镁合金材质，国际标准通用式设计，可任意搭配，反复拆装，兼容常见标准零件、自加工零件等；电子部件采用标准化、开放式设计，可兼容常见电子接口和编程环境，开放全部技术资料、设计文件等。支持常规实验、二次开发和创新研究。开放的硬件、网络、软件体系，能够兼容配件；集成了常见机械传动装置，可方便教学，方便设备管理，有助于学生理解机械原理；引入前沿概念的控制模块、方法、概念，如开源硬件 Arduino 等项目，紧跟国际潮流，保证创新的时效性；为用户提供了广阔的创新实验开发空间，启发学生的创新思维，锻炼动手能力，既可开展课程实验，也可开展小组兴趣活动；提供实验指导书，结构 3D 文件、在线数据库，电路原理图，源代码，库函数，通信协议等。支持逆向教育、CDIO 四步教学法等教学理念。

## 三、机构样例

**提供两种不同类型的机器人地盘结构：包含差速地盘以及全向移动地盘。**



**提供多种不同机械臂抓取结构：包含三自由度串联，四自由度串联机械臂，五自由度串联机械臂。**



#### 四、电控策略

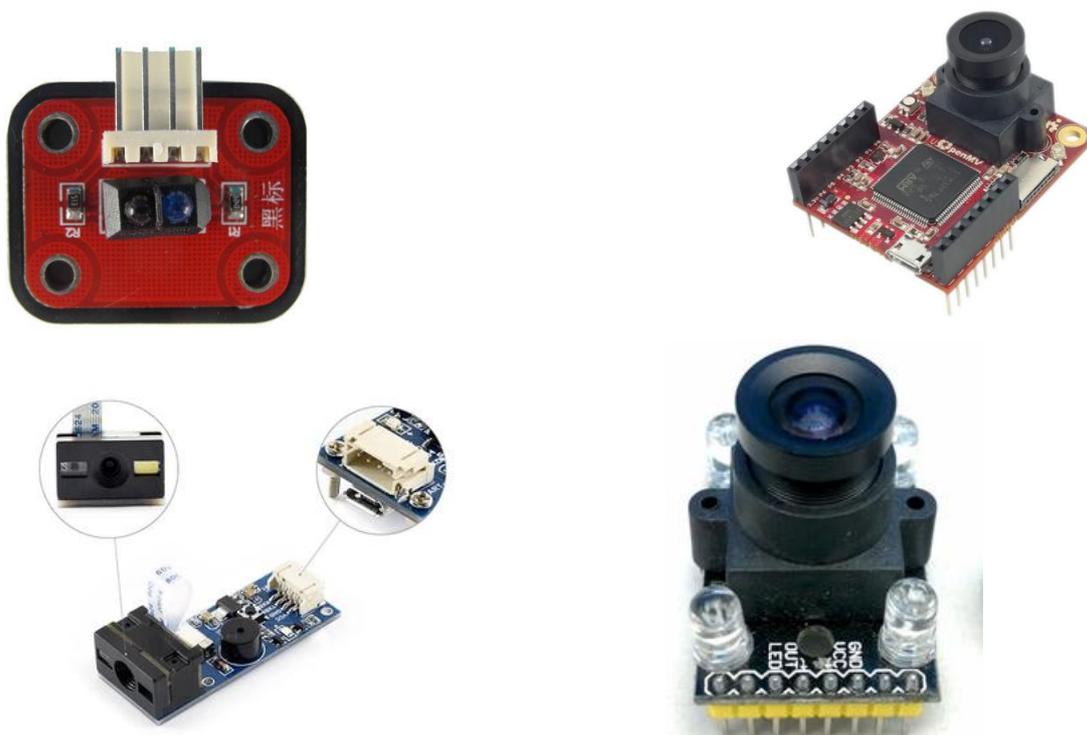
采用树莓派，arduino 做为控制器，并提供电子焊接练习包；



#### 外围电路扩展方案



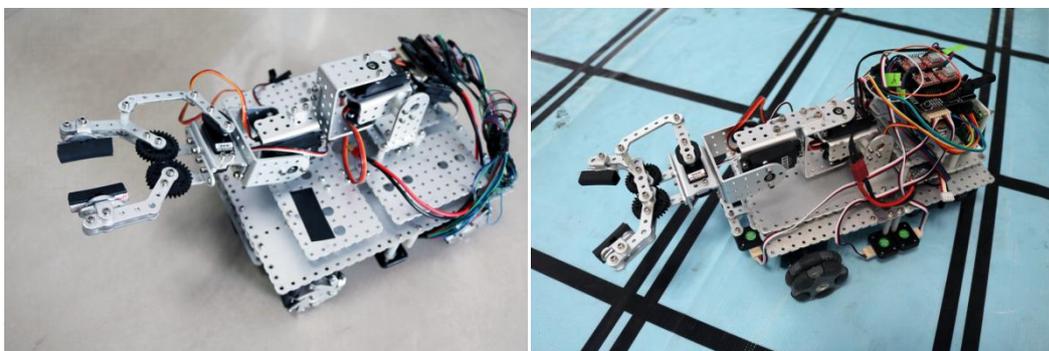
灰度传感器进行路径规划；二维码识别采用二维码识别器，颜色识别采用颜色识别模块；



**OLED 显示;**



**移动搬运方案:**



**五、课程**

## 目录

第一章 机械创新基础认知.....	2
机械零件简介.....	2
组装工具的使用.....	7
实验 1 创新组件机械用法实验.....	8
实验 2 Arduino Mega2560、Bigfish、SH-ST 认知实验.....	14
实验 3 TTL 传感器实验.....	25
第二章 机械创新运动控制.....	27
实验 4 差速底盘.....	27
实验 5 全向底盘.....	33
实验 6 机械臂.....	39
第三章 机械创新综合实验.....	46
实验 7 循迹方案一.....	46
实验 8 循迹方案二.....	53
实验 9 循迹方案三.....	54
实验 10 循迹方案四.....	57
实验 11 OLED 显示.....	60
实验 12 二维码识别实验一 扫码模块方案.....	63
实验 13 二维码识别实验二 openmv 方案.....	68
实验 14 二维码识别实验三 树莓派方案.....	69
实验 15 颜色识别实验一 颜色识别模块方案.....	71
实验 16 颜色识别实验二 openmv 方案.....	76
实验 17 颜色识别实验三 树莓派 方案.....	77
实验 18 机械臂分拣实验.....	78

## 五、产品配置

项目	详细描述	
结构零件	200	2.5 毫米铝镁合金零件及 ABS 塑胶零件，国际标准 M3 件接口，包括平板件、连杆件、折弯件、圆形件、齿轮、轮胎、履带、模型轮胎、福来轮、麦克纳姆轮等
机械零件	660	不锈钢螺丝、螺母，金属轴套、尼龙螺柱等
主控板	3	树莓派、“探索者”主控板，Arduino 开源机器人软件、主控板焊接包
扩展板	1	“探索者”综合扩展板
电机	9	3 种电机，其中一种 180°防反插伺服电机，一种 270°伺服电机，直流电机一种

模块	2	高清摄像头, <i>openmv</i>
通讯模块	1	<i>Wifi</i> 模块
传感器	7	3 种, 灰度传感器、二维码识别模块、颜色识别模块
电池	1	11.1V, 2000mah 锂电池, 配专用充电器
组装工具	4	内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子

## 四、服务介绍

### 4.1 与学校合作协同育人项目对接产业需求

企业提供真实的开发需求, 结合学校发展目标, 共同立项, 确定项目主题, 成立校企联合项目团队。机器时代（北京）科技有限公司作为一家机器人设计公司, 可与学校开展师资培训、新工科建设、实践条件和实践基地建设、教学内容和课程体系改革、创新创业教育改革项目五大方向的协同育人项目。



#### 案例:

- 1、联合武警特警学院申报科学基金项目, 找到创新点, 利用“探索者”平台制作原理样机, 很容易申报上项目, 共同开发了排爆机器人底盘。(差速器结构)
- 2、联合山东大学潍坊分校共同水陆两栖机器人技术开发, 合作专利。
- 3、联合北京石油化工学院申报自然科学基金项目, 合作六轮移动机器人项目, 产生专利和论文。
- 4、多家高校利用探索者平台产生不同的专利和论文。

.....

五轴两转六轮移动机器人运动学建模与仿真

重要参数: 转弯半径越小, 转向越灵活。本文设计采用机器人的转弯半径为  $200\text{mm}$ 。



图1 机器人整体的配置图

1.2 机器人运动学建模

轮式移动机器人的运动学模型主要是研究轮子的运动参数与机器人本体位姿之间的关系, 它是移动机器人轨迹控制的基础<sup>[1]</sup>。每个轮子对机器人的运动起着驱动作用, 又有制动作用。而且每个轮子的运动变化都会导致机器人位姿的变化, 因此, 需要用统一的机器人坐标系来表达各个轮子的运动速度和方向, 同时在世界坐标系与机器人坐标系之间需要具有一个清晰的数学关系。

为了便于建立六轮运动与机器人本体运动之间的关系模型, 作了如下假设:

- (1) 机器人本体视为刚体;
- (2) 机器人本体水平面上移动;
- (3) 机器人本体的结构与重心重合;
- (4) 轮子与地面之间的摩擦力足以保证轮子不发生打滑现象。

本文所设计的六轮移动机器人所配备的车轮主要有全向轮、普通橡胶车轮, 由于单轴的全向轮无法实现原地转向, 这里采用了 4 个全向轮+2 个橡胶车轮, 其中 4 个全向轮位于机器人前后位置, 2 个橡胶车轮位于机器人两侧位置。

为了建立六轮移动机器人的运动学模型, 绘制了机器人运动参数及结构尺寸示意图, 如图 2 所示,  $O_1P_1$  为机器人坐标系,  $P$  为机器人运动中心,  $O_1$  为车轮中心, 车轮半径均为  $r$ 。设 4 个全向轮轴转动角速度分别为  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ , 4 个全向轮上从动轮的角速度分别为  $\omega_{11}, \omega_{12}, \omega_{21}, \omega_{22}$ , 2 个橡胶车轮轴转动角速度分别为  $\omega_5, \omega_6$ , 机器人运动中心  $P$  的角速度  $\omega_0$  为机器人沿  $O_1P_1$  轴方向的行驶速度  $v_0$  为机器人中心点  $P$  的角速度。

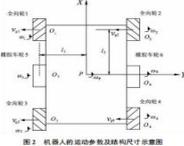


图2 机器人的运动参数及结构尺寸示意图

(1) 全向轮的驱动方案

全向轮是由丹麦丹等人研发的一款专利产品, 图3为全向轮的结构示意图, 它是由橡胶和从动轮组成的, 在橡胶的外缘均匀地安装有可绕自身轴独立转动的从动轮, 从动轮轴与橡胶轴线的夹角为  $90^\circ$ 。当全向轮转动时, 橡胶是主动机构, 从动轮是从动机构, 并能绕自身轴旋转, 这样机器人在滚动时产生滚动摩擦力, 从动轮轴可以提供与橡胶轴重合的合力, 所有从动轮轴的合力提供了机器人的全方位移动能力<sup>[2]</sup>。因此, 全向轮以其具有良好的移动性能得到了广泛的应用, 其实物如图 4 所示。

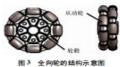


图3 全向轮的结构示意图

— 185 —

©1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

### 全地形工程越野机器人设计

文章在主要零件不超出“探索者”模块化机器人组件设备要求的范围内, 经典型设计、装配、调试、运行, 设计并完成了无任何形式运动控制干预, 靠自主控制能顺利通过...

董明慧, 刘文芝, 郑培培, ... - 《科技创新与应用》- 被引量: 0 - 2019年

来源: 知网 / 万方 / 维普 / 爱学术

收藏 引用 批量引用

### 自主创新全地形机器人设计——三段式关节小车

摘要: 结合2016江苏机器人自主创新——探索者全地形机器人大赛, 设计出一种可以应对各种复杂地形的三段式关节机器人小车, 以段式关节为主题, 充分利用弹簧的收缩。

张月娟, 郑明强, 卢亚平 - 《科技创新与应用》- 被引量: 0 - 2017年

来源: 万方 / 知网 / 维普 / 爱学术

收藏 引用 批量引用 免费下载

### 自主创新全地形机器人设计——自避障小车

结合2016江苏机器人自主创新——探索者全地形机器人大赛, 设计并制作一种能够适应多种场合(包括过障碍、台阶、管道和粗糙地面等)的全地形机器人, 希望在未来...

潘一帆, 徐鹏飞, 卢亚平 - 《科技创新与应用》- 被引量: 0 - 2017年

来源: 知网 / 万方 / 维普 / 爱学术

收藏 引用 批量引用 免费下载

### 全地形机器人小车设计

摘要: 全地形机器人小车在野外复杂环境有广泛应用, 针对2017年江苏机器人自主创新——探索者全地形机器人大赛, 设计并组装一种能够适应障碍、台阶、管道、楼梯等...

张德亚, 马帅, 陆敬博, ... - 《电子世界》- 被引量: 0 - 2018年

来源: 维普 / 知网

收藏 引用 批量引用

### 基于探索者机电创新平台的全地形车研制

探索者平台机器人竞赛: 通过“探索者创新套件”设计平台, 进行全地形车自主创意设计, 包括传感器信号采集处理系统、控制算法及执行系统、动力与电机驱动系统、转向机构...

林彤, 金涛, 任玲 - 《中国教育技术装备》- 被引量: 0 - 2016年

来源: 知网 / 维普 / 万方 / 爱学术

收藏 引用 批量引用

### 探索者实验室建设及机器人开发理念

正机器人技术作为融合了机械工程、机械自动化、单片机、计算机技术等学科的综合性典型载体, 广泛作为我国各高校实践教学和研究的载体之一, 并有大量有识之士的机器人竞赛支撑着这项技术的宣传和推广。作为一所应用型的省属高校, 江苏科技大学...

林彤, 金涛, 任玲 - 《课程教育研究》- 被引量: 0 - 2016年

来源: 知网

收藏 引用 批量引用

### 工业机器人作业目标的视觉识别与定位研究

通过以探索者机器人结构件作为作业目标, 完成了目标的识别、定位及二维尺寸测量等实验, 验证了本文方法的可行性。doi:10.11553/3032西安工程大学...

范秋 - 西安工程大学 - 被引量: 0 - 2018年

来源: 知网 / 爱学术

收藏 引用 批量引用

### “探索者”全地形机器人创新设计

随着人类科学技术的不断发展, 人类对未知空间的探索越来越深入, 小到丛林荒漠, 大到外太空领域。结合2015江苏机器人全地形机器人自主创新大赛, 为此设计出一一种可以应对...

袁国强, 宋天麟 - 《探索者学术研讨会》- 被引量: 3 - 2016年

来源: 万方 / 知网 / 爱学术

收藏 引用 批量引用

高级检索 2017年 第2卷 第2期:184-192

doi:10.3772/j.issn.1002-0470.2017.02.011

### 六轮移动机器人运动学建模与仿真

王顺忠<sup>1</sup> 袁国强<sup>2</sup> 孙德杰<sup>3</sup> 孙德杰<sup>4</sup> 孙德杰<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 北京工业大学机电工程学院 北京 100024

<sup>2</sup> 北京工业大学机电工程学院 北京 100024

<sup>3</sup> 北京科技大学机械工程学院 北京 100083

摘要: 针对行业发展的需求, 设计了一款具有较强运动灵活性的适合在复杂小空间、复杂环境中工作的六轮移动机器人。采用4个全向轮与两个普通橡胶车轮的轮组配置方案, 建立机器人的运动学模型, 分析了橡胶轮的转动惯量与机器人本体位姿之间的关系。运用 MATLAB 仿真软件对机器人的运动学模型进行了仿真验证, 验证了该机器人的运动学模型。最后, 通过搭建机器人的实物模型, 验证了该机器人的运动学模型。结果表明, 该机器人具有良好的运动性能, 能够实现向心小转弯, 转弯半径为  $200\text{mm}$ , 较好地满足了用户在复杂环境下的应用需求。

关键词: 六轮移动机器人; 运动学模型; 仿真软件; 橡胶轮; 普通橡胶车轮

0 引言

近年来, 随着机器人技术的快速发展, 移动机器人以其具有运动灵活性、复杂环境适应性等特点而备受关注。根据驱动方式的不同, 全轮驱动机器人可分为轮式、履带式、链带式等类型<sup>[1]</sup>。其中, 轮式驱动机器人的优点是结构简单、承载力大、体积小、重量轻、行驶速度快。按照车轮数量包括单轮式、二轮式、四轮式、五轮式、六轮式等<sup>[2]</sup>。最具代表性的有日本 NASKA 公司研制的 Tri-mat 三轴移动机器人, 但其机械结构很不稳定, 移动能力有限。美国的 Kismet 等人研制了以双轴驱动为特征的移动机器人, 其本体重心与几何中心重合, 才能保证机器人的运动灵活性<sup>[3]</sup>。日本大阪府立大学 (JAU) 与美国 CMU 大学联合研制了五轮全轮驱动机器人 Hexa-5, 其具有较好的运动稳定性和精度, 能在小半径全轮驱动机器人运动中保持稳定的, 转弯半径极小的移动机器人运动学模型。

1 六轮移动机器人的结构及运动学建模

1.1 六轮移动机器人的结构

本文根据行业需求, 设计了一款全轮驱动六轮移动机器人, 其三轴驱动如图1所示, 转弯半径极小的移动机器人运动学模型。

©1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

## 4.2 与学校共建创新创业基地联合培养行业人才

校企共建基地, 企业相较于学校对于市场思维、产品开发和创业过程有更好的实战经验, 在学生培养过程中, 加入面向产业的思维培养。学校在开展竞赛活动时, 可对接企业技术进行相关培训, 企业有面向行业的项目时, 可与学校共同承接。并且企业可面向学校进行就业指导。

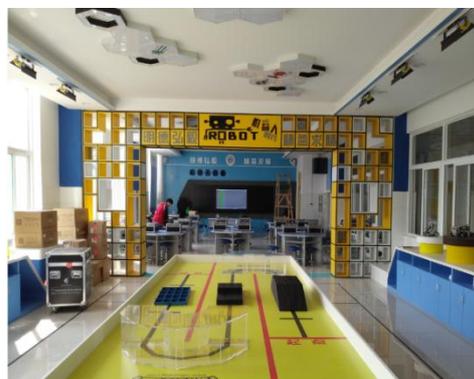
企业与学校可成立定向基金, 用于学生创新创业项目启动。并且在产品面世时, 可与企业联合进行市场推广。



校方可推荐相关专业的优秀学生到企业参观、实习；  
企业配有相关技术人员进行专业指导；  
校企合作建设实验室。



华北科技学院学生到我司参观学习



校企共建实验室（济南长清）



校企共建实验室（浙江工业大学）

### 4.3 提供企业资源与学校探索实践教学新模式

#### 4.3.1 产品合作

校方可提供产品设计思路；企业负责产品研发和生产，后期可逐步完善产品对应的课程包，包括教材、课件 PPT、线上课等，校企双方可共同推广，并共同分配市场效益。

##### 案例展示：

与北京科技大学基于教育部产学研协同育人项目合作教材《传感器检测与感知》，其共同开发配套教学设备和产品。



与郑州轻工业大学针对机器人教学联合研制模块化六轴机械臂产品。

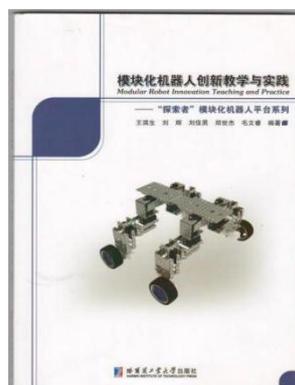


#### 4.3.2 教材合作

校方可提出教材开发的相关思路、需求；公司可提供教材所需技术资料及技术相关文字内容，可根据教材所需技术项目进行定制开发。公司与学校为联合编著。

**案例展示：**

与哈尔滨工业大学联合出版《模块化机器人创新教学与实践》。



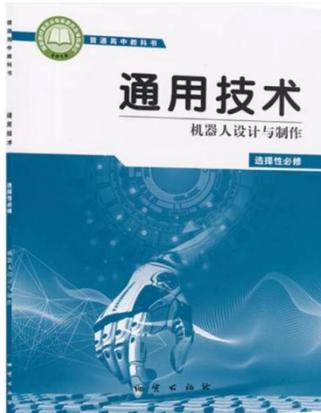
与华中科技大学 合作《工程训练—电工电子技术分册》



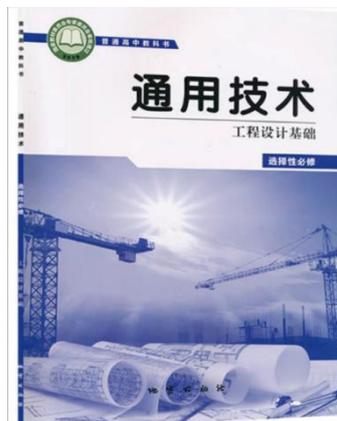
与天津职业技术师范大学——联合编写国家通用技术新课标《机器人设计与制作》教材，

机器时代（北京）科技有限公司

并合作研发出相应的教学设备和竞赛设备，共同推向全国高中；



与北京教育技术科学研究院、十一学校一联合编写国家通用技术新课标《工程设计基础》教材，并合作研发相应的教学设备，共同推向全国高中；



### 4.3.3 专利合作

双方进行课程包产品研发合作时可共同申请相关专利；学校可参与公司研发项目。

**案例展示：**

“一种爬楼机器人” —— 辽宁科技大学

知市		一种爬楼机器人	
【申请号】	CN201720441172.1	【申请日】	2017-04-25
【公开号】	CN206734448U	【公开日】	2017-12-12
【申请人】	辽宁科技大学	【地址】	114044 辽宁省鞍山山市海州区千山路185号
【发明人】	李洪林 孙益智 董福军 罗炳鑫 白明辉 李海世		
【专利代理机构】	鞍山腾冲科技专利事务所 21224	【代理人】	张群
【IPC分类号】	21		
【摘要】	本实用新型涉及一种爬楼机器人，包括双悬空框架、双驱动轮、舵机、锂电池、ARM主控板和电源；所述双悬空框架由上悬空框架和2个下悬空框架分别通过舵机连接于上悬空框架的两侧；4个驱动轮分为2组，每组2个驱动轮分别通过舵机安装在2个舵机下方的下悬空框架的侧面上；2组驱动轮分别安装在2个下悬空框架的侧面上，且驱动轮的轴线平行于舵机转动方向；沿舵机转动方向，2个驱动轮分别安装在2个下悬空框架的侧面的另一侧；ARM主控板安装在2个下悬空框架的侧面上，本实用新型结构简单、易于安装、且重量轻，因此结构简单、且易于安装及维修。		
【权利要求】	一种爬楼机器人，其特征在于：包括双悬空框架、双驱动轮、舵机、锂电池、ARM主控板和电源；所述双悬空框架由上悬空框架和2个下悬空框架分别通过舵机连接于上悬空框架的两侧；4个驱动轮分为2组，每组2个驱动轮分别通过舵机安装在2个舵机下方的下悬空框架的侧面上；2组驱动轮分别安装在2个下悬空框架的侧面上，且驱动轮的轴线平行于舵机转动方向；沿舵机转动方向，2个驱动轮分别安装在2个下悬空框架的侧面的另一侧；ARM主控板安装在2个下悬空框架的侧面上。		
【页数】	10		
【主分类号】	B62D63/02		
【专利分类号】	B62D63/02		

“六轮独立悬挂全地形车” —— 苏州大学应用技术学院

六轮独立悬挂全地形车	
【申请号】	CN201730517144.9
【公开号】	CN304583327S
【申请人】	苏州大学应用技术学院
【发明人】	吴毅飞、孙杰、刘建、程鑫、王鹏、刘海涛、尤海斌、徐伟、陈海敏
【专利代理机构】	南京苏科专利代理有限公司 321102
【发明日期】	2017-10-27
【公开日期】	2018-04-13
【地址】	215325 江苏省苏州市昆山学士园一路1号
【代理人】	徐海阳
【发明代码】	32
【摘要】	1. 本外观设计产品的名称：六轮独立悬挂全地形车。2. 本外观设计产品的用途：本外观设计产品用于全地形通用的一种运输工具。3. 本外观设计产品的设计要点：产品的外观。4. 最能体现本外观设计要求的图片或照片：立体图。
【页数】	7
【主分类号】	12-10
【专利分类号】	12-10

“基于工程实训箱的爬楼梯搬运机器人” ——温州大学

基于工程实训箱的爬楼梯搬运机器人	
【申请号】	CN201820597220.0
【公开号】	CN208053479U
【申请人】	温州大学
【发明人】	汪晓林、孔庆、董松、王志刚、何铁亭、包杰
【专利代理机构】	杭州万合知识产权代理有限公司 332044
【发明日期】	2018-04-25
【公开日期】	2018-11-06
【地址】	325035 浙江省温州市瓯海区经济开发区东方南路38号温州中国大学科技园四楼
【代理人】	余俊
【发明代码】	33
【摘要】	本实用新型公开了一种基于工程实训箱的爬楼梯搬运机器人，包括平踏板、平踏板前部固定有滚轴轮架、滚轴轮架分别设有滚轴轮架，每个滚轴轮架连接有主动轴，平踏板底部两侧分别设有从动轴，同一侧的主轴和从动轴通过皮带传动，平踏板前部设有滚轴轮架，滚轴轮架包括运动齿条安装在平踏板上的滚轴轮架，滚轴轮架通过滚轴轮架驱动，滚轴轮架通过滚轴轮架驱动滚轴轮架，滚轴轮架通过滚轴轮架驱动滚轴轮架，滚轴轮架通过滚轴轮架驱动滚轴轮架。
【附图】	6
【主分类号】	B62D57/02
【专利分类号】	B62D57/02; B25J5/00

“一种六轮车稳定底盘与轮子连接机构” ——东北电力大学



### 4.3.4 师资培训

高校资深教师可作为企业的专家资源库成员不定期开展线上或线下的师资培训活动分享教育教学、科研、竞赛等活动的设计及组织经验；企业可提供相关技术支持和宣传支持。

#### 案例展示：

2016年8月8日-8月14日，在中国科学院北京分院国家专业技术人员继续教育基地举办“机器人专业师资高级研修班”，培训内容为机器人专业人才培养综合解决方案、智能机器人创新制作实践等。



2017年4月15日至4月16日在北京科技大学组织以下，1、参加中国工程机器人大赛赛项的相关院校；2、参加各省教育厅机器人或工程训练能力大赛的探索者专项比赛的相关院校；3、参加机械设计大赛需要相关创新平台的相关院校；4、利用探索者举办校内创新创业等创新活动相关的相关院校，举办探索者全地形赛项赛前培训。



2018年8月6日至10日由哈尔滨工业大学、中科院慧城研究院智慧教育中心创客总部、机器时代(北京)科技有限公司联合举办，北京探索者创新技术服务有限公司承办。研讨会特邀请国内外著名人工智能专家、产业(行业)主管领导，企业知名专家及业界领袖莅临会议并做大会报告。



2019年机器人及人工智能课程建设高级研修班。



2020年6月邀请到哈尔滨工业大学王滨生教授面向中小学进行主题为“科技教师创新能力培养与提升”的线上师资培训。



2020年7月与北理老师合作开展的线上师资培训班。



#### 4.3.5 开展学生活动

**哈尔滨工业大学：**1、校内擂台赛：每年针对大一新生组织一次机器人擂台赛，激发学生创新兴趣，收到学生欢迎。2、国际大学生夏令营活动：利用探索者平台以擂台赛为主题，开设为期两周的国际大学生 夏令营活动。3、国际中小学夏令营：配备 walker，为缅甸、老挝、印尼、韩国等中小學生，开设为期一天的国际中小学夏令营活动。4、利用 101，对本校教职工子弟开设中小学夏令营活动，课程多样，口口相传，哈尔滨其他家庭也纷纷为孩子报名参与。

**上海交通大学:**除了满足本校学生上课之外,另对上海市高中生开设工程创意实践课程。

**华中科技大学:** 1、开设创业培训班: 学生利用探索者开设武汉中小学机器人技术培训班, 拿到学校 5 万创业奖励金。2、承接周边其他高校工程训练课程。

**北京理工大学:** 1、直接对接北京市交委, 用“探索者”模块化设备承接北京市教委实践教育活动, 对接北京市初中生开放实践活动和中小学夏令营活动, 并直接向市教委展示教学成果; 2、承接周边其他高校工程训练课程; 3、开展中小学机器人培训班; 4、承接“一带一路”国际大学生交流活动。

