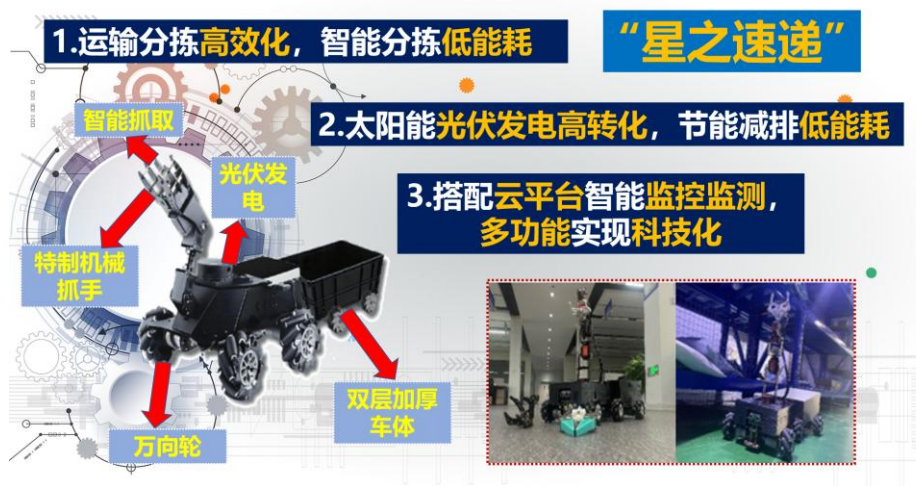


# 星之速递—基于太阳能光伏发电的智能物流分拣装置设计说明书

## 作品内容简介

由于人们生活水平的不断提高，快递物流的需求日益增多，物流市场逐渐扩大，所需要物流运输的区域逐渐扩大，环境更为复杂，分拣成本逐步提高，传统的物流运输设备在使用方面存在着巨大的限制，从而导致传统的物流模式与物流设备在此环境下难以使用。而生活中使用物流运输过程中存在环境、交通变化复杂，物流运输分拣因情况复杂而变得更容易发生运输出现堵塞，搬运分拣效率变低等问题，同时市场上对于物流分拣的效率需求却逐渐扩大，分拣成本却逐步提高，分拣难题一直阻碍着农村城市一体化的全面发展。基于此我们设计开发了一种用于物流运输且能够实现智能分拣、光伏发电的智能物流分拣装置。本装置采用了节能环保的太阳能光伏发电，确保装置拥有足够电量运行的同时，还能够实现超高效率运输。本装置在正常工作情况下，通过借助神经网络 PID 算法完成装置的控制并及时纠偏，通过各种机械运作模块以及智能语言等模块互相配合工作。以太阳能板作为整体能源装置，通过太阳能转化为电能储存在蓄电池里面从而带动装置工作，同时可以利用深度摄像头完成任务的二维码识别，使用测障传感器实现运行过程避障，借助传感器读取站点数据实现导航与定位等操作。在大部分的物流运输站点之中，该装置通过结合了智能识别，智能控制，适用性广泛，节能增效的作用，可以有效解决在传统物流模式下分拣效率较慢，能源损耗过大一系列的社会发展问题。本系统具有适用性广、低污染、高效率和低能耗等特点，使在物流场景进行分拣搬运作业效率从以前的 93.50%提高至 98.30%，耗费的电能降低至原来的 25.70%，将接收到的太阳能转化率提升为 74.30%，将设备运行费由以前的 86.80%降低至 35.60%，适合在大范围内使用推广，达到节能减排的效果。（本装置已授权发明专利、外观专利、实用新型专利）



关键词：PID 算法；视觉传感器；智能物流分拣装置；太阳能板光伏发电；节能环保

### 1 研制背景及相关研究

#### 1.1 研制背景及意义

如今社会，随着工业自动化进程的不断推进，劳动力成本也逐年提升，导致从事相关领域的企业和终端自提点对具有精准搬运、智能识别、自主避障等高性能智能机器人的需求日

益凸显，全国各地的物流运输管理部门一直非常重视物流运输分拣智能化的工作。

虽然目前市场上有相应**智能搬运机器人 AVG**，但功能具有一定的局限性，只适用于中、大型重资产物流公司；传统的物流模式以及所选择使用的分拣装置在其应用上仍然存在诸多不便：传统快递搬运产品功能单一，操作复杂，一旦出现问题就会导致停运，只能等待修理完成后才能继续使用；**能源损耗较大，完成效率较低**；而在小型的物流运输场所，有些地方由于环境情况过于复杂，仍然选择人工搬运，由此可以凸显出新的物流装置更适合当前。物流站点分拣情况如图 1-1，物流站点搬运情况如图 2-2。相比较传统的大型物流分拣设备，我们提供了一种**制造以及使用成本低、维护方便**的装置。本装置可以设置使用在各类快递站点以及所需物流搬运分拣的场所，太阳能板自动收集太阳能储存为电能，并且可以进行自我搬运分拣，**极大的节约了使用成本以及物流运输分拣的时间与成本，提高了整体的效率**。



（图 1-1 物流站点分拣情况所示）



（图 1-2 物流站点搬运所示）

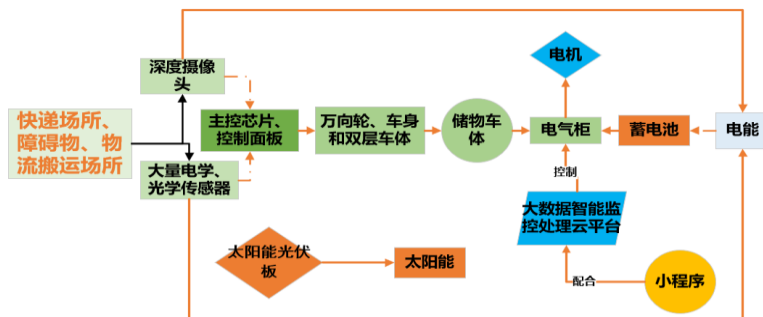
## 1.2 国内外研究现状

目前，随着工业化进程的不断发展，中国各地的生活水平，智能化程度都得到了进一步的发展与进步。无人搬运装置作为**一种可以自主进行物流物品搬运分拣运输**的工具被大量运用于不同快递站点之中的物流运输，无人搬运装置是以装置本身为主体，以深度摄像头进行自我识别，并通过红外线识别装置等计算出合理路线进行循迹，同时其可以自我适应于不同的陌生的环境之中。未来随着下游网购用户及使用率的上涨，促使快递数量激增，对智能分拣设备需求量持续上涨，预计 2022 年中国智能分拣设备市场规模将上涨至 290 亿元。但目前市场上存在的无人搬运装置操作较为复杂，功能方面比较单一：大多数只适用于大型、中型的物流场所，机器设备**操作起来较为复杂，难以进行智能化操作**，且设备**价格较为昂贵，维护起来更加麻烦**，也不能满足于不同环境下以及陌生场所的运输需求。

## 2 设计方案

### 2.1 方案构想

本作品的研究思路是基于了解生活中物流运输区域扩大，环境更为复杂，更加需要使用智能化运输分拣，充分考虑了物流运输过程中的运输情况复杂多变，传统物流设备无法合理及时解决出现的问题且成本高，同时运输速率较慢，需求在逐年扩大等相关问题，经过我们对于物流市场与环境进行问题现状的调研，自主设计一种**能够实现自主搬运分拣、智能识别的智能物流分拣装置**（图 2-1），降低成本的同时，还能够实现节能环保，高效运输的性能。

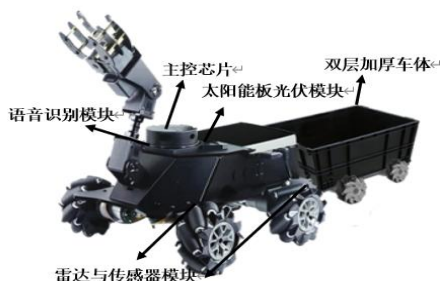


(图 2-1 整体设计流程图)

本发明可进行智能语音控制和智能物流无人分拣以及能量转化，晴天时，4 块或 4 块以上太阳能光伏板可以随着时间变化以及太阳能的变化方向而发生变化，并且通过热能转化系统将太阳能转化时产生的热能也同样进行转化，从而获得最大的转化效率，通过太阳能板吸收光热能并转化成电能，再将电能存储在蓄电池里面，为装置的其他部分进行供能；雨天或者阴天时，也可以采取直接为蓄电池充电的方式为蓄电池充电，保证装置的正常运行；通过深度摄像头与大量电学、光学传感器扫描快递码、智能语音和软件操控等方式领取搬运任务，在指定的快递站点场景内行走与避障，并按任务要求将快递搬运至指定地点并精准摆放。

## 2.2 装置结构

该装置主要部分分为四部分：**主控芯片与电机模块、太阳能板光伏发电模块、语音识别模块和雷达与传感器模块**。这四部分主要由直流减速电机、电机、舵机、电磁传感器、旋转编码器、钢化玻璃、EVA、电池片、背板、铝合金、接线盒和硅胶、雷达、各类传感器、蓄电池、万向轮、硬化车体、机械臂、特制机械爪之间的配合使用来达到强大的使用功能。

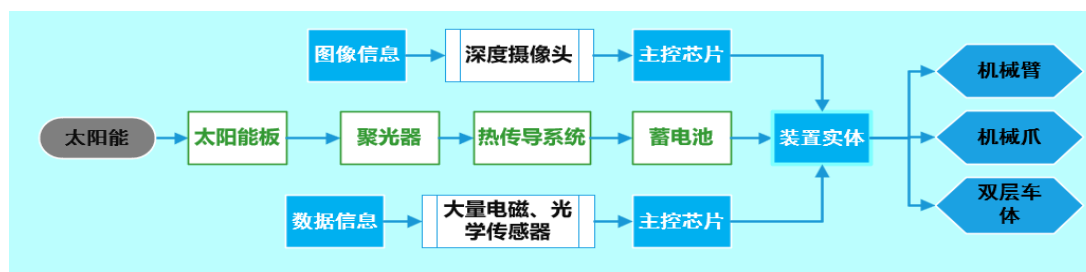


(图 2-2 整体结构图)



(图 2-3 装置实物图)

## 2.3 工作原理



(图 2-4 工作原理图)

I. **光伏板**在工作过程中，4 组或 4 组以上的太阳能板慢慢打开，处于固定倾角 30 度的状态，并且借助太阳能板附件的自动跟踪太阳装置上的聚光器追随太阳能变化方向进行太阳光不同时间段不同角度的太阳能聚合，然后反射到太阳能板上进行收集，并随着热能转换系统把热能转化成电能，从而使得光伏发电效率达到最大化。

II. **深度摄像头**进行识别时，将深度摄像头采集的图像信息，通过搭配图像处理算法进行图像处理，对物流场景所需信息进行收集，再经过处理后将产生的信号传递到主控芯片中。

III. **借助大量电磁、光学传感器以及语音自动识别系统**，将装置所处环境的数据信息进行收集，并通过算法模拟处理后的信息发生到主控芯片之中，控制电路板按预定设计好的方式带动车轮绕开障碍物，实现避障。

IV. 装置在实际使用过程中，机械爪主要为**二指平动机械手爪**，通过丝杆驱动作用，进行轴向拉伸机械爪张开闭合，在抓取物品时，能够进行精准的对心作用，通过摄像头传递信

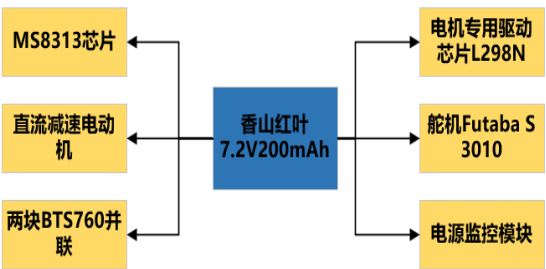


息给机械臂，机械臂与舵机同时相互作用，操控机械爪的抓取范围，其手臂长度根据工作空间范围来设定，此机械爪有固定的抓取直径，抓取空间范围在实际情况下是机械手指的长度，其在一定的比例下能够实现精准的抓取物品；机械爪的钳口设置的为  $120^{\circ}$ ，当机械臂抓取物体时，两指机械臂沿轴向平行水平向外进行开合抓取物体，在螺母与驱动装置的配合下精准的抓取，实现有效的抓取物品的同时，提高工作效率以及降低物品的受损率，并且能够自主的完成对心作用。

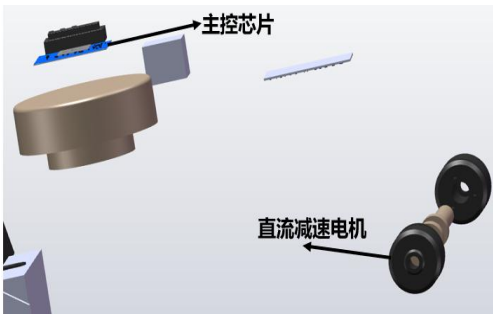
## 2.4 系统组成介绍

### 2.4.1 主控芯片与电机模块

整体模块的控制系统的主控单元选择采用的是 Arduino Mega 2560 系列主控芯片，CPU 型号方面所采用的是 ATmega2560 型号的处理核心。装置的整体由直流减速电动机作为电源模板设计以及采取 MS8313 芯片作为电压监控电路；同时使用了两块 BTS760 并联的方式，驱动板和控制板采用分离布置，进而降低驱动模块工作温度，保证 MCU 正常工作。电机驱动模块设计图如图 2-5 所示，电机驱动模块结构示意图如图 2-6 所示。



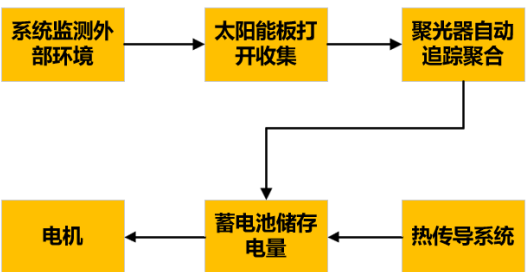
(图 2-5 电机驱动模块设计图)



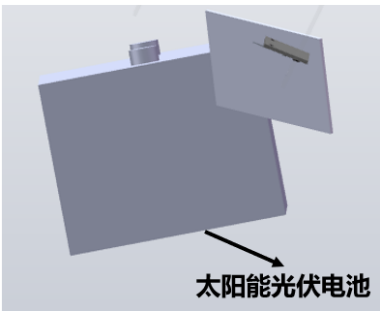
(图 2-6 电机驱动模块结构示意图)

### 2.4.2 太阳能板光伏发电模块

太阳能光伏发电模块包括钢化玻璃、EVA、电池片、背板、铝合金、接线盒和硅胶。当系统检测到外部环境适宜，4 组或 4 组以上太阳能板慢慢打开，借助太阳能板附件的自动跟踪太阳装置上的聚光器进行太阳光的聚合，反射到太阳能光伏电池板，进行收集转化为电能。同时，位于太阳能光伏电池后面的热传导系统将太阳能直接产生的以及反射产生的热量进行传递加以利用转换成电能。太阳能电池板连接着蓄电池与电机，经过光子能量的转换成电能，再将电能储存到蓄电池中，并由蓄电池通过电机传递能量，电机连接万向轮与机械动力系统提供动能，确保装置启动时机械动力系统与动力组拥有足够的能量，助力装置正常快速启动；太阳能光伏发电模块流程图如图 2-7 所示，太阳能光伏发电模块结构示意图如图 2-8 所示。



(图 2-7 太阳能板光伏发电模块流程图)



(图 2-8 太阳能板光伏发电模块结构示意图)

### 2.4.3 语音识别模块

语音识别程序的设计，参考了 LD332X 开发手册。本装置在使用中采用中断方式工作，其工作流程分为通用初始化—语音识别用初始化—写入识别列表—开始识别—响应中断。

① 通用初始化和语音识别用初始化。在初始化程序里，主要完成软复位、模式设定、

时钟频率设定、FIFO 设定。

② **写入识别列表**。列表的规则是，每个识别条目对应一个特定的编号（1 个字节），编号可以相同，可以不连续，但是数值要小于 256（00H ~FFH）。本芯片最多支持 50 个识别条目，每个识别条目是标准普通话的汉语拼音（小写），每 2 个字（汉语拼音）之间用一个空格间隔。本文中采取了连续不同编号的识别条目，表 1 是简单的示例。

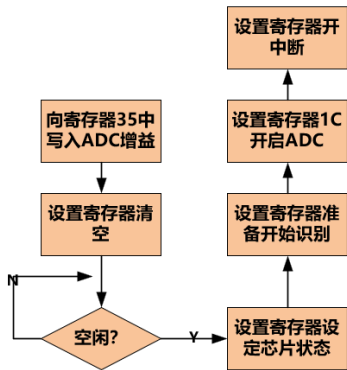
③ **开始识别**。设置几个相关的寄存器，即可开始语

（表 1 示列表示例）

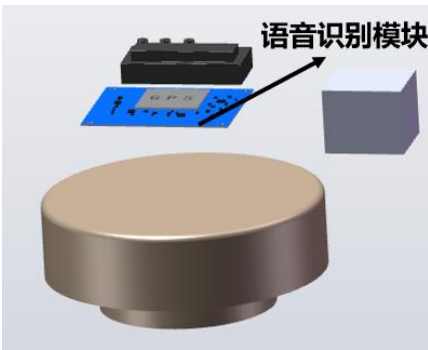
编号	字符串
1	ni hao（你好）
2	ren shi ni hen gao xing（认识你很高兴）
3	da kai dian shi（打开电视）
4	ni neng zuo shen me shi qing（你能做什么事情）

音的识别。ADC 通道即为麦克风输入通道，ADC 增益也就是麦克风音量，可设定值 00H~7F H，建议设置值为 40H ~6F H，值越大代表 MIC 音量越大，识别启动越敏感，但可能带来更多误识别；值越小代表 MIC 音量越小，需要近距离说话才能启动识别功能，好处是对远处的干扰语音没有反应，本文中设定值为 43H 。

④ **响应中断**。如果麦克风采集到声音，不管是否识别出正常结果，都会产生一个中断信号。而中断程序要根据寄存器的值分析结果。读取 BA 寄存器的值，可以知道有几个候选答案，而 C5 寄存器里的答案是得分最高、最可能正确的答案。



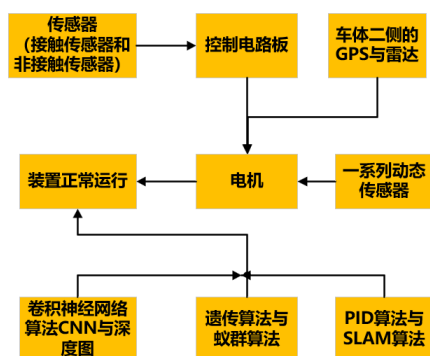
（图 2-9 语音识别模块流程图）



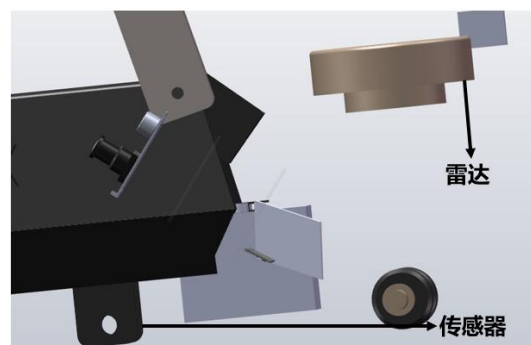
（图 2-10 语音识别模块结构示意图）

#### 2.4.4 雷达与传感器模块

雷达与传感器模块包括**雷达与各类传感器**。智能物流分拣装置在工作时根据传感器（接触传感器和非接触传感器）**采集物体信息**，实时传送到控制电路板进行**数据分析与信息模拟**，同时配合安装在**车体二侧的 GPS 与雷达以及传感器**，控制电路板预设的程序指令进行命令的分析与使用，根据所运用的三种核心算法组合进行线路上的规划使用：①卷积神经网络算法 CNN 与深度图，用于通过算法扫描分析后计算出所使用场景的深度结构与信息；②遗传算法与蚁群算法，通过对于在不同场景上使用时所产生的不同变量的分析，从而进行分析求出变量的最优解；③PID 算法与 SLAM 算法，通过 PID 算法和 SLAM 算法对于遗传算法与蚁群算法得出的最优解进行分析，进行小车的各种输出值以及行驶路线偏差修正，使装置可以精准避障导航，雷达与传感器模块流程图如图 2-11 所示，雷达与+65+传感器模块结构如图 2-12 所示。



(图 2-11 雷达与传感器模块流程图)



(图 2-12 雷达与传感器模块结构示意图)

## 2.5 实物模型

为了验证初期的太阳能发电，智能分拣装置效果以及构想完善，我们制定了实验初期的实物模型（图 2-13），“效果验证装置”。



(图 2-13 智能物流分拣装置产品图)



(图 2-14 装置零件 3D 建模图)

## 技术创新——监控分析数据智慧云平台

**监控分析数据智慧云平台**通过系统搭配微信小程序应用，**智慧物流监控大数据智能处理与可视化平台** (<http://162.14.116.18:8084/home.html#/NewIndex>) 以可视化图表以及视频的形式对各可视化界面数据的监控；**智慧物流仓储监控系统** (<http://162.14.116.18:8085/#/building>) 对物流运输分拣搬运的流程进行建模，通过 3D 的颜色渲染优化视觉支持动态渲染的效果，实时动态展示总仓储的所处环境的变化情况以及仓储之中数据的相关变化；**智慧物流后台管理系统** (<http://162.14.116.18:8889/#/>)【不错 123456】通过管理员对物流各类过程中的相关数据进行监控分析，动态更新装置运行场所的参数，达到节能和开机时间最适的效果；**算法与模型** (<http://162.14.116.18:8083/model/zhuangzhi/index.html>) 通过对算法的详细展示，实现物流线路规划、物流量的预测、快递员的推荐以及未来环境下预期的发展情况。



(图 2-15 智慧物流仓储监控系统)

## 3 理论计算

### 3.1 控制算法模型

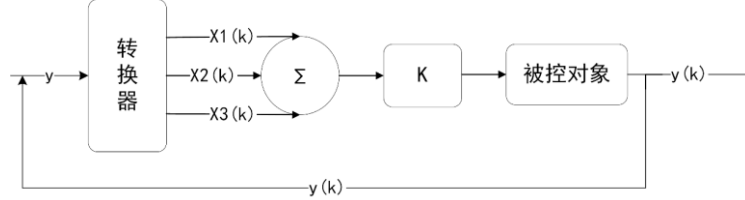
#### 3.1.1 常规 PID 控制



常规 PID 算法在是通过输入的偏差值，按照比例、积分、微分的函数关系进行运算，以运算的结果用于控制输出，进而使**输出的结果更加稳定，操作效率更加稳定**。PID 控制系统组成包括 PID 转换器和被控对象，PID 转换器的输入输出分别是  $e(k)$  和  $u(k)$ ，控制差分为  $e(k) - e_I$ 。其 PID 的控制器输出规律如式（1）所示：

$$u(k) = K_p \times e(k) = K_d * (e(k) - e_1) + K_i * E_e \quad (1)$$

式（1）中 PID 中的三个系数分别是比例系数  $K_p$ 、积分系数  $K_i$  和微分系数  $K_d$ 。



（图 3-1 PID 原理流程图）

### 3.1.2 神经网络 PID 控制

神经网络 PID 控制属于智能多参数控制，在特定情况下可以实时改变参数，进而提高控制效果的稳定性，**稳定性的提高从而使装置的转动循迹效率得到了大幅提升**。装置在控制过程中根据神经网络 PID 算法按照梯度来修正权值，使得控制量持续不断地接近控制目标值，此过程实现了神经网络 PID 算法的智能多参数控制，其中权值的修正如式（2）所示。

$$J = \sum E = \sum_{k=1}^n [y(k) - r(k)] \quad (2)$$

式（2）中， $n$  为输出节点个数； $y(k)$  为预测输出， $r(k)$  为控制目标的输出。

比例神经元  $u_1(k)$  能够实时反映控制系统的偏差信号，比例控制作用的核心取决于比例系数  $u_1(k)$  的大小，比例系数  $u_1(k)$  大小的适当选取是神经网络 PID 比例控制环节的基础。 $u_1(k)$  过大会导致装置产生**较大超调和振荡，稳定性变差**。

$$u_1(k) = K_p \times net(k) \quad (3)$$

$net(k)$  表示的第  $k$  次目标位置与实际运动位置的偏差。微分神经元  $u_3(k)$  能够反映偏差信号的变化趋势（速率），在偏差信号的值变大前引入有效的修正信号，从而加快系统动作速度带动装置的整体运行速度。微分控制有助于系统减小超调，克服振荡，加快系统响应速度，从而**改善装置动态性能，增加装置的整体性能**。微分系数  $u_3(k)$  越大，**对抗偏差作用越大**。

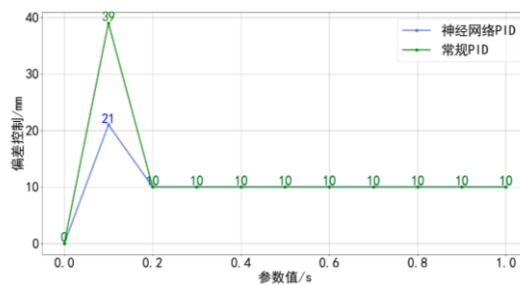
$$u_3(k) = K_d \times [net(k) - net(k - 1)] \quad (4)$$

积分神经元  $u_2(k)$  能够用于消除静差，进而提高系统的无差度，积分环节通过抑制  $T_i$  来加强装置的偏差控制，积分系数  $u_2(k)$  控制作用力取决实际运行情况。积分时间不易过长，否则消除误差的速度会变慢；积分作用越强，控制偏差消除加快，但系统易震荡导致超调量增大。

$$u_2(k) = K_i \times u_2(k) \quad (5)$$

### 3.1.3 常规 PID 和神经网络 PID 的仿真实验与结果分析

为验证算法的有效性，分析参数相同同时对控制的效果影响，分析出采取新式 PID 算法下装置的整体效率，参数初始值设置为  $P=0.7, I=0.2, D=0.9$ ，两种算法的仿真结果如图 3-2 所示。

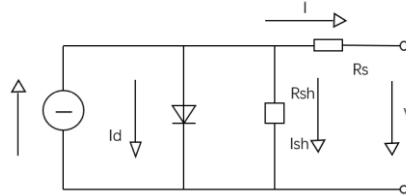


（图 3-2 仿真结果实验比较）

当智能无人搬运装置启动，开始循迹时，发生了偏差，小车系统内部的 PID 算法首先会检测出这个偏差的方向以及大小，然后**根据偏差的方向及大小做出最优的控制**，使这个偏差控制在一定范围，从仿真结果可以看出神经网络 PID 算法要比常规的 PID 算法**更稳定、偏差纠正的反应速度更快更及时**，神经网络 PID 算法要优于常规 PID 算法。

### 3.2 节能分析

在太阳能发电模块，采取了**太阳能光伏电池**，考虑到电池板的半导体材料的电阻率等因素影响，利用太阳能进行电能的储存，下面为太阳能光伏电池的等效电路：



（图 3-3 太阳能光伏电池的等效电路）

当太阳光照射在电路板上时，便会由于**光生伏特效效应产生了电流**，由上述等效电路可得光伏电池的工作特效方程为：

$$I = I_L - I_d - I_{sh} \quad (6)$$

其中：I 为光电池的输出电流； $I_d$  为流过二极管的电流； $I_{sh}$  为流过引入的并联  $R_{sh}$  的电流。

$$I_d = I_0 * \left( \exp \frac{qV_d}{AkT} - 1 \right) \quad (7)$$

注： $I_0$ ：光伏电池内部二极管反向饱和电流，他与该电池材料特性有关，一般为常数，不受光照的影响； $V_d$ ：等效二极管的端电压，V；Q：电荷量， $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ；K：波尔兹曼常数， $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ ；T：绝对温度，K；A：PN 结的理想因子，当  $T=300\text{K}$  的时候， $A=2.8$ ；因此综合上述公式可以得出，太阳能光伏电池的输出伏安特性为：

$$I = I_L - I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q(V + R_s I)}{AkT} \right] - 1 \right\} \frac{V + R_s I}{R_{sh}} \quad (8)$$

正常光照条件下，光伏电池的输出功率曲线是以最大功率点为极值的单峰值曲线，因此上述公式能够较为精确的描述其工作特性。

### 3.3 功率计算

光伏电池板主要包括安装在**自动跟踪太阳装置**上的聚光器、位于聚光器焦点附近的太阳能光伏电池组件以及热量传输组件；可以自动跟踪装置同时位置传感器、电控系统和驱动装置根据太阳光不同的角度进行调整聚光器位置，保证最大限度的收集太阳光；安置在跟踪装置上的太阳光聚光器通过折射原理改变太阳光的方向使太阳光聚集在某一点；聚集的太阳光作用在太阳能光伏电池上，发生**光伏效应产生电能**，同时焦点处**发生光热转换产生大量的热能**，通过位于太阳能光伏电池后面的热传导系统将产生的热量进行传递加以利用。聚光器是由**若干组反射镜阵列**组成的，这些反射镜阵列由至少 4 列反射镜组成，成蝶状对称分布使聚光器与太阳能光伏电池板最大限度的接收太阳光。因此聚光光伏电池与热量传到模块相结合就可以组成一个**完整的聚光光伏光热综合利用系统**，即 **CPVT 系统**。

对于 CPVT 系统的效率计算，可以通过对于各个单元之间的能量转换进行计算。光热复合单元所接收到的总能量可以表示为：

$$P_T = 2\eta_{opt} * A_c * C * I_D \quad (9)$$

其中  $\eta_{opt}$  为反光材料的光学效率； $I_D$  是某一时刻太阳直射辐照强度。那么对于 CPVT 系



统中光电转化单元的效率可以表示为：

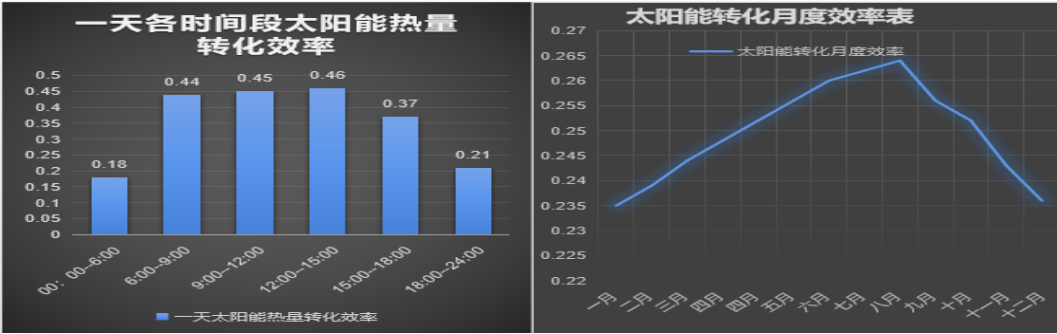
$$P_E = \eta_c P_T = 40.53\% * 0.65 = 26.56\% \quad (10)$$

$\eta_c$ 为太阳能电池的转化效率， $\eta_c$ 目前最高为 47.1%，与此同时，热量的转化通过加热导热介质来实现的，一方面我们计算热传递过程中的热量损失，然后计算 CPVT 的热功率：

$$P_{Th} = P_T - P_E - P_{loss} = 78.48\% - 26.56\% - 5.84\% = 46.08\% \quad (11)$$

另一方面，我们通过计算导热介质所获得的热量来计算热转换效率，获得热功率。这两种方法计算出的热功率还有一定差异，因为过程中的热能辐射损失，我们是无法进行计算的。

根据测试分析，受光面积为  $18.75m^2$ 、聚光比为 1000、冷却水流量为 4.8L/min, 冷却水体积为 1500L 的热管式 CPVT 系统，在良好天气下运行一天，产生 1500L 的热水以及 22 千瓦时的电能，其中光电转化效率在 26-28%，光热转化效率为 45.5-46.5%，综合转化效率达到 72%。由此可见太阳能 CPVT 光电光热综合**利用系统的太阳能效率是较高的**，并且降低了能量的损失，对太阳能进行全光谱的利用，使太阳能在转化的过程中有**更多的能量参与到转化**。



(图 3-4 一天内光伏电池的光热转化效率变化图)

(图 3-5 光伏电池的光电转化效率月度变化图)

#### 4 创新点

(1) 本装置以太阳能板收集到的**太阳能作为回收对象**，进行太阳能**光伏发电转化为电能**进行回收与利用，真正实现了节能减排的理念。

(2) 设计了**特制的多指平动机械手爪**，可以有效的防止货物损伤，还极大的**加快了货物搬运的效率**。同时，采取机械爪由芯片与算法统一控制避免了货物运中的**暴力运输**的问题；

(3) 设计了采取**深度学习算法、物联网、传感器采取智能语言控制**等技术来从多方面来控制处理装置，提高了**装置的容错率**，使产品出现错误的几率**大幅降低**，使装置的可操作性得到大幅的提升。

(4) 使用本装置的可适用范围将得到大大的提升，性能方面优于其他的搬运装置，特别是在搬运分拣时，可以快速的适用于更加**陌生的环境**之中，搬运时间与效率也得到大大的提高。

(5) 大数据监控系统可以通过**手机终端、电脑 PC 端**多平台进行控制，实现**定时运输，实时监测运输状况**等多重使用，根据环境不同进行不同路线、不同方式运输，从而实现**智能运输**的目的。

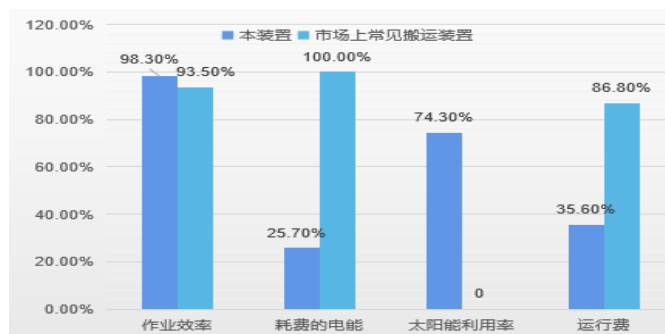
#### 5 经济效益分析与应用前景

##### 5.1 节能减排效益与经济效益分析

在节能减排效益上：

通过调查市场上常见的无人搬运设备，如 AVG 小车等。通过实物测试理论计算得出的数据以及委托专业智能搬运设备检测中心提供的数据报告表明，在节能减排效益上，**我们的装置具有优越性以及技术上的先进性**，与市面上的设备相应数据对比如图 5-1 所示：

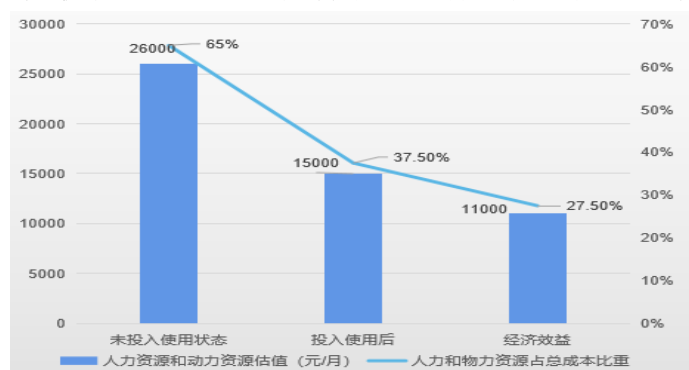
通过下图可以发现，采用我们设计的光伏发电智能物流分拣装置使物流园的作业效率从以前的 93.50%提高至 98.30%，耗费的电能降低至原来的 25.70%，将接收到的太阳能转化率提升为 74.30%，将设备运行费由以前的 86.80%降低至 35.60%。因此，当我们的装置投入使用后达到提高分拣环节准确性的同时减少人力和物力资源的消耗，达到节能减排的效果。



(图 5-1 占行业平均设备利用率情况百分比图)

### 在经济效益上:

我们调研芜湖湾沚区林安物流园了解到，目前物流园每个月花费的成本为 40000 元，其中每星期分拣、搬运的快递为 25 吨，花费的人力成本约 6000 元，此外，物流设备每星期需要耗费 500 元的动力资源来完成作业量，这样估算一个大型快递中转物流园每月耗费的人力资源和物力资源共计 26000 元，采用我们的基于太阳能光伏发电的智能物流分拣装置进行无人分拣搬运后，每月消耗的能源估值约为 15000 元，相比未经矫正的传统物流设备节约了 11000 元。所以，我们光伏发电智能物流分拣装置具有经济可行性，带来的经济效益如图：



(图 5-2 每 100 吨作业量经济效益预测)

总而言之，通过我们设计研发的光伏发电智能物流分拣装置不仅解决了传统搬运设备过度耗能问题，还间接带来了相对可观的经济效益，符合节能减排的理念也具有可实践性。

### 5.2 应用前景

我们的光伏发电智能物流分拣装置在运行时，不仅可以利用太阳能进行作业，还将多余的光伏资源转化成电能进行存储，当无人搬运小车没有太阳能利用时，储存的电能可以进行放电，为小车提供动力，从而大大地提高了装置对资源利用的效率，进而减少碳的排放量，达到节能减排的效果。因此，在我们的无人搬运小车上安装太阳能电池板和储能装置对于节能减排、资源利用和无人搬运小车的应用前景来说是有必要的，也是必须的。

#### 参考文献:

- [1] 何勇, 王晓丽, 杨明来, 沈正. 基于视觉和PID算法的重载AGV控制系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2022 (02) :84-88+95.
- [2] 傅超. 室内移动机器人自主避障研究 [D] . 杭州: 浙江工业大学, 2015.
- [3] 胡长晖, 叶梦君, 张先鹤, 李鹏, 张佳锐, 梅真. 基于视觉技术智能车系统的设计[J]. 湖北师范学院学报 (自然科学版), 2012, 32 (02) :17-21.
- [4] 苏文德, 朱凯, 管尧, 陈秀秀. 基于STM32的步进电机PID速度环控制系统设计[J]. 工业控制计算机, 2022, 35 (07) :37-38+41.