

# 室内外两用式太阳能智能晾衣系统的设计说明书

## 作品内容简介

**摘要：**本文所述的室内外两用式太阳能智能晾衣系统是一种安装在阳台并且可以在室内外不同位置实现晾衣物晾晒功能的装置，区别于传统晾衣架，本装置的灵活性更高，可以满足居民楼用户室外晾衣的期望，并且在室外晾晒时能有效利用太阳能，实现自我电能供给。本文阐述了系统的设计背景，详细介绍了系统设计和工作流程，并结合了芜湖市的案例，通过分析计算了各个装置的参数，从而确定了整个系统软硬件参数。

**关键词：**晾衣系统；室内外两用式；太阳能；系统设计

## 1 研制背景及意义

从能源生产与消费革命角度看，能源物联网既要涵盖风能、太阳能等多种新兴能源的生产与供应，还需要涵盖智能家居等以新能源为核心的硬件基础，为驱动智能家居机械个性化定制的同时需要辅以高效储能技术、环境智能监测、气象信息动态响应等多方面的支撑，是使生活迈向更高端的智能发展阶段的重要基础。因此，系统的能源有效利用和智能化技术应用就成为计中必需考虑的问题，室内外两用式太阳能智能晾衣系统就是在这样的背景下产生的。

目前居民楼房屋在进行室内设计时都是将阳台放置在室内，以窗户将阳台封闭起来，这就导致了住户在日常生活中的晾晒衣物这个环节带来了问题，目前市场上有针对这一类住宅区房屋的阳台特性所设计晾衣架装置。

如图 1 所示，这种可伸缩式多功能晾衣装置是基于风干式室内晾衣装置的升级版，可做到使晾衣装置的主体部分在空间上进行垂直方向上的移动，晾衣架也不再是直接由绳固定于阳台顶部，而是通过顶部的功能箱直接固定在阳台顶部，极大的增加了装置的安全性。顶部的功能箱包含紫外线杀菌、智能风补偿等功能，降低了对外界自然风的要求，提高了室内阳台晾衣装置的整体适用性。然而这装置仍然没有实现此类用户想让衣服经光照晒干的愿望，因为整个装置还是受到了封闭式阳台的限制，尝试用一些阳光晾晒的补偿方法对衣物进行晾干是没有做到以人为本这一设计理念所要求的。



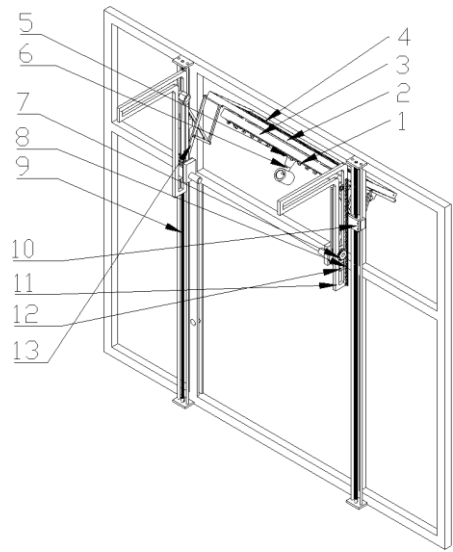
图 1 常规智能晾衣装置

采用本设计所述的装置进行衣物晾晒，能够根据天气情况自主选择晾晒位置，做到真正的晾晒智能化，在室外晾晒时还会有效利用太阳能进行能量转换；与其他智能晾晒系统相比，本系统安装方式不变，且具有能耗低、高度自由化、高度智能化的优点，以节能减排作为指导，体现了现代以能源物联网为核心的智能家居机械装置设计理念。

## 2 设计方案

室内外两用式太阳能智能晾衣系统的设计如图 2，主要包括如下结构：晾晒主体结构，齿轮齿条传动结构，丝杠传动结构，室内转位结构，室外转位结构。

晾晒主体装置是由(1)侧孔链条、(2)晾晒主体装置上顶盖、(3)晾晒主体装置下底板、(4)太阳能板、(5)无叶风扇、(6)蜗壳旋流器组成的；齿轮齿条传动结构是驱动晾晒主体结构向室内转位的传动组成，这一部分仅包括(7)齿轮、(8)齿条；丝杠传动结构是驱动装置整体进行垂直移动的传动部件，由(9)丝杠、(10)滑台组成；室内转位结构是晾晒主体装置向室内转位的执行部分，由(11)L 型导杆、(12)连接滑块组成；室外转位结构是晾晒主体装置向室外转位的执行部分，由(13)六杆结构共同完成转位动作。



1 侧孔链条 2 晾晒主体装置上顶盖 3 晾晒主体装置下底板 4 太阳能板 5 无叶风扇 6 蜗壳旋流器 7 齿轮 8 齿条 9 丝杠  
10 滑台 11 L 型导杆 12 连接滑块 13 六杆结构

图 2 系统整体结构示意图

系统工作时，首先将挂有衣物的衣架依次挂进环形轨道的凸孔中，当外界天气情况较好时，通过丝杆传动结构将晾晒主体装置运送到室外转位启动位置，此时六杆结构通过协调作用使晾晒主体装置运动到室外晾晒终位，随后衣服与晾晒主体装置的环形链条一同在链轮带动下做周期性运动。室外晾晒时，太阳能板会自发进行发电工作，并配以蓄电池模块，保证系统自身的供电。逢阴雨天时，晾晒主体装置可由室外晾晒终位或室内位置自动运动至室内晾晒终位，同时晾晒主体装置顶端的智能风补偿模块与紫外线烘干模块启动，辅助进行衣服风干过程。如图 3 所示为晾晒主体装置的预定工作路径。

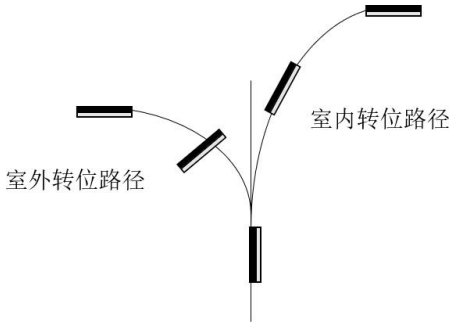


图 3 预定工作路径图

3 系统设计与工作流程

3.1 晾晒主体装置

传统智能晾衣架在进行衣服晾晒时，衣服都是固定在晾晒主体装置上的，本系统的晾晒主体装置增加了晾晒轨道部分，晾晒轨道由下链板带凸孔链条首尾相连并嵌在晾晒主体装置外壳上预设的槽中组成，一方面衣架可以直接挂在凸孔中，使衣物悬挂简便可靠，另一方面可是衣物随着链条做环形运动，起到增强衣物晾晒效果的作用。

为确保在室内晾晒时的衣物干燥程度，还引入智能风补偿模块，该模块安装在晾晒主体装置下底部，环形链条轨道的几何中心位置，如图 4 所示为晾晒主体装置爆炸示意图：

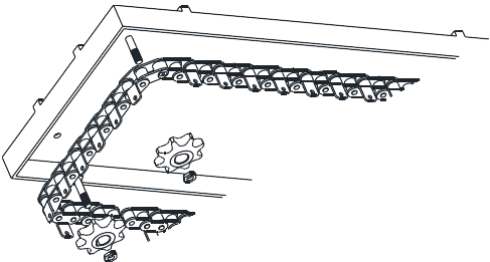
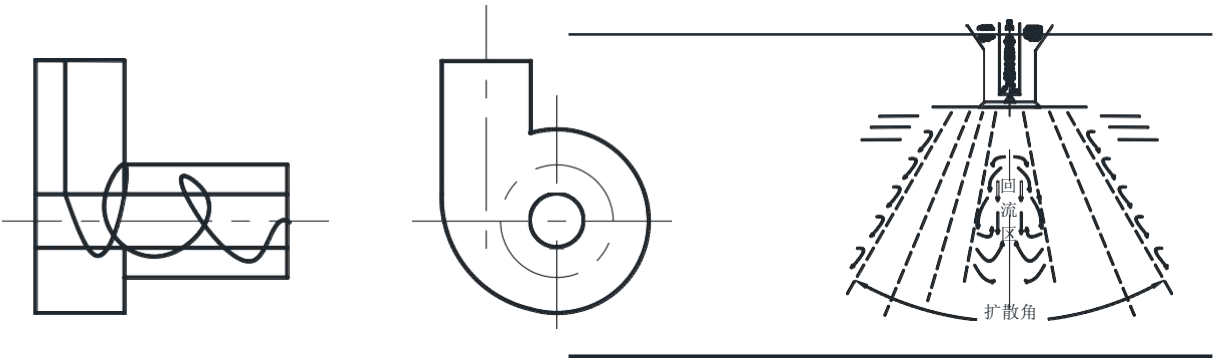


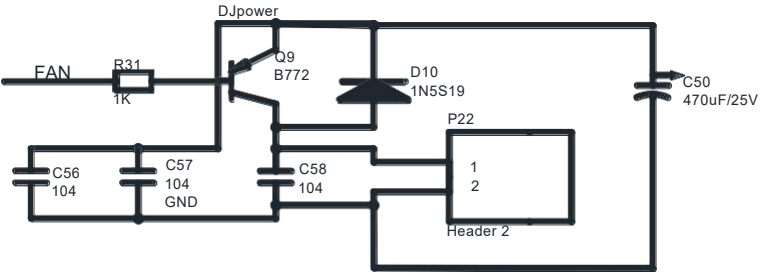
图 4 晾晒主体装置爆炸示意图

智能风补偿模块主要由风扇与我蜗壳旋流器组成，系统的传感器模块随时收集温湿度信号、光照强度和雨量数据信号，在接收的光照和雨滴数据不满足设定允许晾衣值，衣物收回并且判断衣物未干时，风扇启动对衣物的吹干功能，增加蜗壳旋流器提高了衣服的风干效率，提高能源利用率。



(a) 蜗壳旋流器示意图

(b) 智能风补偿模块工作示意图



(c) 智能风补偿模块电路图

图 5 智能风补偿模块

### 3.2. 室外转位结构

室外转位结构是晾晒主体装置向室外转位的执行部分，由六杆结构完成转位动作，其中主动杆由电机驱动控制，工作过程如图 6 所示。

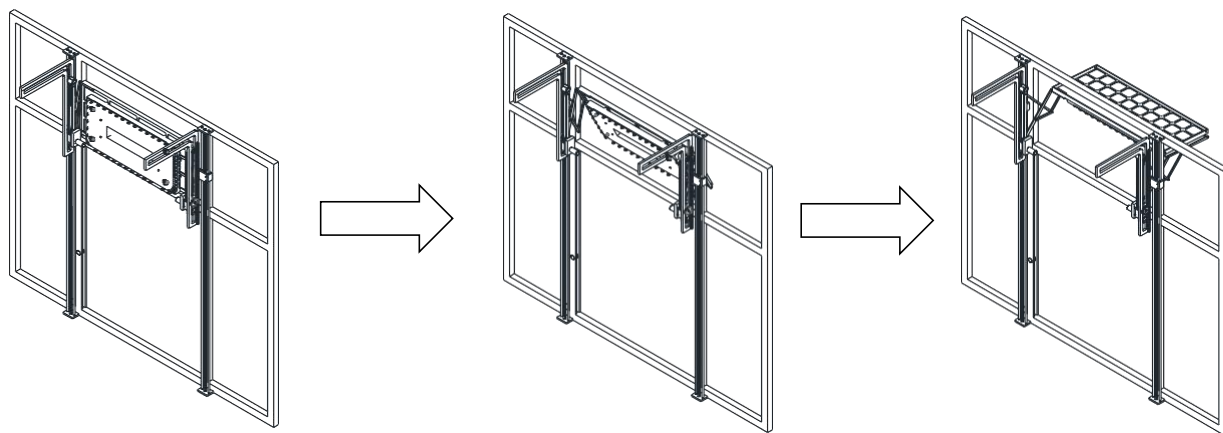


图 6 室外转位工作过程图

### 3.3 室内转位结构

根据阳台设计现状，室内晾晒位置应高于室外晾晒位置不小于 100mm，即室内晾晒位置更贴近阳台顶部。工作时，在达到室外转位初始位置后，丝杆启动自锁，齿轮齿条传动系统开始工作，使通过滑块与 L 型导杆连通的晾晒主体装置沿着 L 型导杆的滑槽移动至室内晾晒终位，其具体结构及工作过程如图 7 所示。



图 7 室内转位结构示意图

### 3.4 太阳能蓄能装置

如图 8 所示，为推进能源物联网与智能家居机械装置之间的融合，本系统引入太阳能蓄能装置，为自动控制模块提供电能。该装置由一块 150W18V 单晶太阳能电池板、12V140Ah 蓄电池和 12V5A 蓄电池充放电控制器组成。

图8 太阳能电池板和蓄电池

太阳能蓄能装置是利用太阳能光伏组件在有日照时产生的光伏效应发出直流电，该直流电通过控制器给蓄电池充电。当需要用电时，蓄电池一方面直接给智能风补偿模块供电，另一方面将低压直流电经逆变器变为 220V 交流电后向自动控制装置供电。控制器部分主要实现蓄电池的充放电管理，直流回路的过流保护，过充电、过放电保护等功能。控制器预留直流输出插口，可供直流电动机直接使用，驱动智能风补偿模块工作。系统框图如图 9 所示。



图 9 太阳能光伏电源系统框图

### 3.5 蓝牙控制系统

根据现代物联网的特点设计了室内外两用式太阳能晾衣系统下的蓝牙模式的匹配功能。只要用户与系统进行蓝牙连接后,就可以发送相应的指令代替人为控制的功能,便捷地通过手机发送指令的方式如启动晾衣、转换晾衣位置等操作,在高度智能化的同时不缺少人为的控制因素,提高系统的适用性与人机交互性。蓝牙发送指令图和接收指令图如图 10 和图 11 所示。



图 10 蓝牙发送指令图

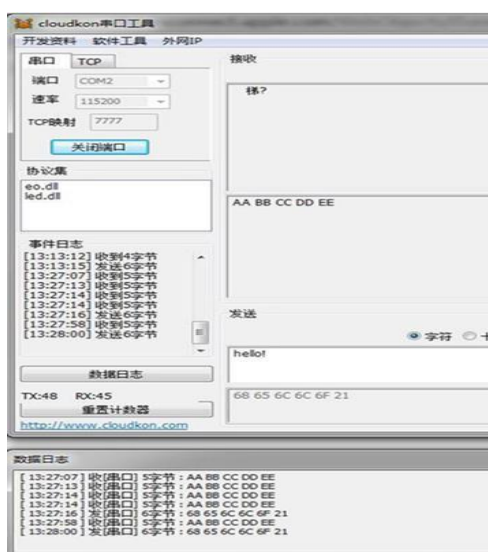


图 11 蓝牙接收指令图

## 4 理论计算与节能分析

### 4.1 每日用电量

按每日用电 5 小时，系统电压 12V 计算，则本系统每日用电量约为：

$$Q = (Q_f + Q_\zeta) \times N = \left( \frac{P + P_k \times 2}{U} + \frac{P_k \times 2}{U} \times \zeta \right) \times N = (4.167 + 0.167) \times 5 = 21.69Ah \quad (1)$$

式中：Q—每日用电量，Ah； $Q_f$ —平均负载，Ah； $Q_\zeta$ —逆变损耗，Ah； $P_w$ —工作模块功率，W； $P_k$ —控制器功率，W；N—每天用电小时数，h；U—系统电压，V； $\zeta$ —逆变损耗率。

### 4.2 蓄电池容量的选择

蓄电池容量选择是保证在太阳光照连续低于平均值的情况下负载仍可以正常工作。考虑到蓄电池的投资成本，一般选择能保证连续阴雨天 3 至 4 天负载仍可以正常工作。

蓄电池容量为：

$$C = D \times \frac{Q}{\mu} = 3 \times \frac{21.69}{80\%} = 81.34Ah \quad (2)$$

式中：C—蓄电池容量，Ah；D—阴雨天数，d； $\mu$ —最大放电深度。

### 4.3 选择太阳能光伏组件功率

考虑到影响太阳能光伏组件功率选择的几个修正因素，同样考虑到阴雨天只能进行室内晾晒的情况，取 $n = 4$ 计算得：

$$P = Q \times (1 + \omega) \times \frac{U}{n \times \eta} = 21.69 \times (1 + 30\%) \times \frac{12}{4 \times 0.9} = 93.99 \quad (3)$$

式中：P—太阳能电池板功率，W； $\omega$ —蓄电池功率余量；n—每日充电小时数，h； $\eta$ —库伦效率。

$$P' = \frac{P}{\kappa} = \frac{93.99}{70\%} = 134.27W \quad (4)$$

式中：P'—实际选择太阳能电池板功率，W； $\kappa$ —太阳能电池板实际输出效率。

### 4.4 系统技术指标及典型配置

太阳能系统电源典型配置如表 2：

表 2 太阳能系统电源典型配置表

设备名称	规格	数量
太阳能光伏组件	18V 150W	1
蓄电池充放电控制器	12V 5A	1
逆变器	5W	1
免维护铅酸蓄电池	12V140Ah	1
PI 控制器	5W	2

### 4.5 节能分析

智能晾衣机在丰富智能家居体验的同时提高了电量的消耗。以某品牌智能晾衣机为例，其各模块功率如表 3 所示：

表 3 某品牌晾衣机功能模块功率表

设备名称	功率	数量
电机	121W	1
照明模块	24W	1
烘干模块	600W	2
风干模块	20W	2
消毒模块	8W	2

据调查统计得该品牌晾衣机功率为 1400W，工作 2h 后自动关闭，按系统电压 12V 计算，则改品牌晾衣机的每日用电量约为：

$$Q = \frac{Pt}{U} = \frac{1400 \times 2}{12} = 233.33Ah \quad (5)$$

式中：Q—每日用电量，Ah；P—设备功率，W；t—工作时间，h；U—系统电压，V。

与(1)计算结果的 21.69Ah 相比可得，常规的智能晾衣机功能繁多的同时耗电量增加十倍，在功能模块上，本设计的室内外两用式太阳能智能晾衣系统不需设置功率最大的烘干模块，通过电机驱动改变晾晒位置，合理使用光能，用最简单的方式降低了智能晾衣机的电能消耗，同时也实现了能量的转换、电能的补给。

因本晾衣系统的具有光能转换特点，也可作为智能家居系统的供电中枢，使智能家居系统更加完善，强化一体化智慧建设。

## 5 创新点及应用前景

### 5.1 创新点

本系统的创新点为：

- 1) 初始衣物悬挂面由平行于地面改为正向平行于使用者，降低使用者劳累。
- 2) 分别采取“六杆”与“滑块滑槽”两种翻转结构进行转位设计，是转位动作更加顺滑，充分体现结构设计的优越性。
- 3) 实现晾晒位置的可选择性，满足了以人为本的设计理念，使家居灵活性增加，为使用太阳能实现自供电提供了方法。
- 4) 利用太阳能电池板发电蓄能，落实能源互联网与智能家居的应用，解决现代智能晾衣架耗电高的弊端。
- 5) 采用自动控制技术，多个功能模块可对室外环境进行监控，系统可自适应地调节晾晒位置并作出反应动作，确保衣物晾晒工作正常进行。

### 5.2 应用前景

本系统本着能源利用和提高人们生活水平的理念，实现了衣服晾晒位置的可选择性，满足居民楼用户室外晾晒的期望，真正做到以人为本进行设计，使家庭生活更接近于“智能家居打造智慧生活”的蓝图，助力打造高品质生活。同时，该系统成本相对市面智能晾衣装置较低，实验室阶段运行稳定，操作建议，通过光能的转化实现自我供电，提高了能源的利用率，另一方面降低相对耗电量，积极响应我国节能减排的发展口号，符合可再生能源与智能家居联合的绿色建设主题。



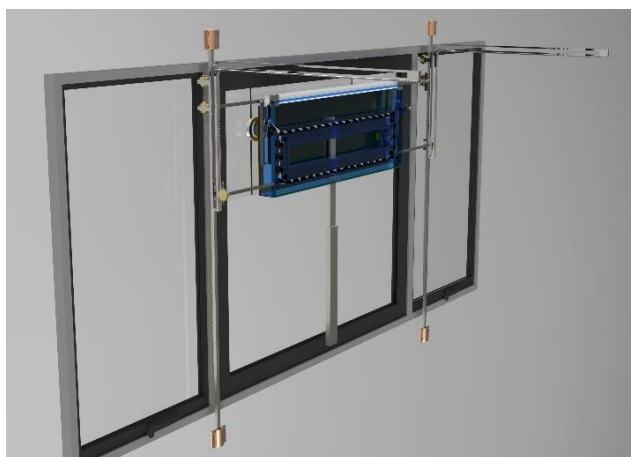


图 12 三维模型整体渲染图



图 13 模型示意图

### 参考文献

- [1] 崔成.以可再生能源和能源物联网为抓手推进绿色"一带一路"建设[J].中国经贸导刊,2020,(3):57-59.
- [2] 张斌,马永斌,邱秀荣,等.智能晾衣架控制系统的设计与实现[J].微处理机,2020,41(3):48-50. DOI:10.3969/j.issn.1002-2279.2020.03.011.
- [3] 郑艳森,骆旭坤.基于 MQTT 的智能晾衣架远程监控系统[J].泉州师范学院学报,2020,38(2):78-83.
- [4] Mills, A.,Hawthorne, D.,Burns, L., et al.Novel temperature-activated humidity-sensitive optical sensor[J].Sensors and Actuators, B. Chemical,2017,240:1009-1015.
- [5] 马艺娜,马宝华.太阳能电池板光热能量的利用[J].石化技术,2020,27(2):147-148.
- [6] 黎艺华. 小型户用太阳能光伏电源系统设计探讨.柳州职业技术学院学报,第 12 卷第 3 期: 48-51