

自动收衣服太阳能防雨衣架

摘要：

目前针对于人们忙碌的生活，已经很少再有全职的家庭主妇或者全职的管家或家政在家里度过一整天的时间，人们总是出没于办公学习地点、室外活动之处。那么，对于在家中晾晒的衣服，尤其是当人们更加倾向于挂在阳台外以便衣物更大面积接触阳光时，也日益显现出在阳台外建造的晾衣架的弊端。因为每当下雨时，雨滴飞溅，即使阳台上方便置有顶棚，干净的衣服也难免遭受雨滴的沾湿，而人们又无法即使回到家中收起衣物。当工作中的人们得知下雨时，也会非常担心家中未收起的衣物。为了解决这些问题，我想到了一种自动收起衣物的防雨衣架，它通过自动识别下雨这一过程，利用有阳光时积攒的太阳能从而将晾晒的衣物收起，既环保又让人们能够放心。于是，我决定对这此项自动收衣服太阳能防雨衣架进行一系列的研究。

关键词：

太阳能储蓄电池，基于湿度感应的单片机，TRC 电路提供后备电源，传动装置

目录

1. 作品背景：3

2. 创意来源：3

3. 该领域国内外研究现状：3

4. 该项目的优缺点：4

5. 技术实现思路：4

6. 示意图：4

7. 核心思路描述：4

 7.1 太阳能储能电池：可行性说明5

 7.1.1 太阳能光伏系统简单介绍：5

 7.1.2 太阳能光伏系统中应用蓄电池的主要作用5

 7.1.3 光伏系统中蓄电池使用环境6

 7.1.4 该产品中利用的蓄电池——铅蓄电池6

 7.1.5 太阳能光伏系统中铅酸蓄电池的设计7

 7.2 基于单片机的湿度传感器设计与实现—— 系统方案8

 7.2.1 系统功能8

 7.2.2 系统组成模块9

 7.2.2.1 信号采集模块设计9

 7.2.2.2 数据处理模块9

 7.2.2.3 显示模块的选择10

 7.2.3 硬件电路设计与制作11

 7.2.3.1 硬件电路组成11

 7.2.3.2 湿度信号采集模块电路11

 7.2.3.3 单片机外围电路12

 7.2.3.4 显示模块的硬件电路设计12

 7.2.4 软件系统设计14

 7.2.4.1 软件的组成结构14

 7.2.4.2 软件功能的实现14

 7.2.5 系统的调试16

 7.2.5.1 模块调试17

 7.2.5.2 系统的调试17

 7.3 TRC 电路提供后备电源的方法研究18

 7.3.1. 概述18

 7.3.2. 元器件选择18

 7.3.3. TRC 电路工作原理18

 7.3.4. TRC 电路特点19

 7.3.5. 使用 TRC 电路应注意的问题19

 7.4 传动模块示意19

 7.5 防水材料：20

8. 市场需求：20

9. 推广模式：20

10. 资料来源：20

1. 作品背景：

基于如今人们生活的提高，生活细节也不容忽略了。而大部分人们都是住着楼房的，因此，阳台的条件也是有限的，更普遍的情况是很多楼房在室外安装露天衣架，即便室外没有衣架，人们也更倾向于将自己的衣物拿出去晒一晒，沐浴一下阳光的洗礼。而天气变化无常，说不定什么时候就下起雨。目前没有及时的解决方法，基于以上几点，我想要设计一种能自行收起衣物的防雨衣架，并且以太阳能为主要能量，实现环保和方便使用的目的。如果在每家阳台外安装一个这样的衣架，也能给人们的生活带来不少方便，减少下雨时人们不在家的困扰。

2. 创意来源：

如今，随着人们生活质量的不断提高，生活的细节部分也越来越受到大家的重视。以前，当我们出门在外时，一遇到下雨天，总会第一反应就想起了自家晾再在阳台外的衣服，要么匆忙地打电话回家提醒在家中的人收衣服，要么意识到家中无人赶忙放下手中的事情奔向家中，当然，也不免一时回不了家，衣服被淋湿的情况。如此一来，不仅衣服湿了，要再次清洗一遍，而且这件看上去很小的事往往会影响到人们的心情，对于手头的工作或其他事情造成干扰。

那么怎样解决这一问题，使人们能够有条理地度过每一个下雨的时分？我想到了雨衣，既然人们在下雨的时候用雨衣来保护自己，那么衣服也可以有它们自己的“雨衣”啊！那么，这种雨衣，可以由一个防雨的箱体代替，并且它也要有自动化的特效，在人们不在家的时候，自行地感受的雨水的来临，自行地将衣物收起收入这个防雨的“雨衣”机制。而这些收缩和感应的能量，我们也不妨利用有阳光时的太阳能，时刻为雨天准备着。

3. 该领域国内外研究现状：

经过网上的资料查询，国内外对衣架的研究情况大致如下：

有许多名称为自动晾衣架的衣架多半是能够自行拉伸出晾衣杆或晾衣绳的机器，并未有能够识别下雨情况的产品诞生。而且，这些晾衣架的自动化程度低还显现在它们基本上都是需要手动摇动摇动器使衣架杆或晾衣绳拉伸出来。通过了解几个品牌的晾衣架品牌公司的产品展现，这些衣架大致可以分为以下几种：1. 手摇升降晾衣架 2 户外推拉晾衣架 3 电动遥控晾衣架 4 落地折叠晾衣架。但是这些衣架多是基于室内的环境和装饰美观来设计的，并没有防雨这一户外措施，也并未实现完全的自动化。

4. 该项目的优缺点：

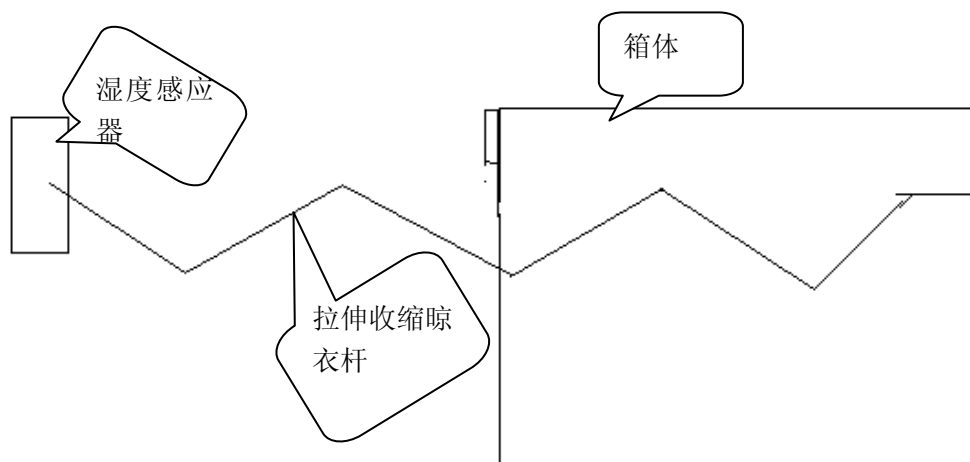
该项目的优点主要有两点：1. 环保，利用太阳能；2. 可自动感应雨水，收取衣物，实现自动化。

缺点：技术要求高，成本较普通衣架高。

5. 技术实现思路：

通过太阳能储能电池借助于太阳能光伏系统将白天出太阳时的太阳能收集起来以供下雨时使用；基于湿度感应的单片机是该项目的核心，用于感应雨水的到来；传动方面是将晾衣杆能够自动收缩；后备电源是用来预防太阳能未收集充足时的备胎；这样就能在下雨时使晾衣杆收缩从而使衣物进入箱体中以防雨水。

6. 示意图：



7. 核心思路描述：

当下雨时，通过湿度感应器感应到湿度的增加，从而启动传动装置，传动装置的能量由出太阳时收集到的太阳能提供，并且设计了后备电源，以防不时之需，当衣物进入箱体后，电动自行车下拉箱体的前盖，封闭箱体，等主人回来后，再打开箱体，按动按钮，取出衣物或继续晾晒。

7.1 太阳能储能电池：可行性说明

7.1.1 太阳能光伏系统简单介绍：

太阳能光伏发电系统是利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统，有独立运行和并网运行两种方式。独立运行的光伏发电系统需要有蓄电池作为储能装置，主要用于无电网的边远地区和人口分散地区，整个系统造价很高；在有公共电网的地区，光伏发电系统与电网连接并网运行，省去蓄电池，不仅可以大幅度降低造价，而且具有更高的发电效率和更好的环保性能。

7.1.2 太阳能光伏系统中应用蓄电池的主要作用

在独立的光伏系统中，系统产生的电能不可能一直满足用电负载的需求，所以通常需要储能装置进行能量调节，图 1 是典型的带蓄电池的光伏系统示意图，在太阳能光伏系统中应用蓄电池的主要作用是：

(1) 储存能量

在大部分独立太阳能光伏系统中，因为光伏阵列产能和负载用电按要求的不一致，在晚上或多云等情况下，光伏阵列不能提供足够的能量时，而用电负载又必须工作时，蓄电池是必要的。

(2) 蓄电池对太阳电池的工作电压具有钳位作用

当把太阳电池组件直接连接负载时，由于太阳电池的工作特性受太阳辐照强度、温度等影响很大，使负载常常不能一直工作在最佳工作点附近，系统效率很低，而蓄电池对太阳电池的工作电压具有钳位作用，能够保证系统工作在最佳工作点附近。

(3) 提供启动电流

电动机类设备在启动时通常需要大的启动电流来牵动，启动电流常常是额定工作电流的 5~10 倍。由于光伏组件受到最大短路电流和太阳辐照强度的限制，光伏阵列可能满足不了它们的启动电流要求，而蓄电池能够在短时间内提供大电流给负载启动。

(4)该产品中的相关作用：在白天时利用太阳能蓄电池收集太阳能，储存好能量，当下雨时可以用这一部分能量来驱动晾衣杆的收缩使得衣物进入箱体。

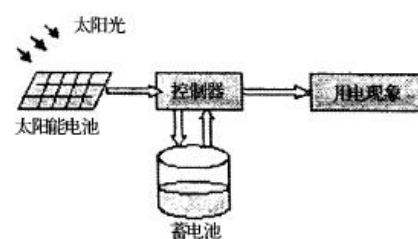


图 1 典型的带蓄电池的光伏系统示意图

7.1.3 光伏系统中蓄电池使用环境

应用于光伏系统中的蓄电池与其工作在其它用途时的工作特点有很大的不同，这些都对太阳能光伏系统中的蓄电池寿命有很大的影响，太阳能光伏系统中的蓄电池应用特点是：

- (1) 晚上以及阴雨天蓄电池放电，白天由太阳能电池给蓄电池充电，充电方式属于循环、浮充混合工作方式；
- (2) 充电率非常小，平均充电电流一般为 $C/50 \sim C/100$ ，很少达到 $C/5 \sim C/10$ ；（C：用来表示电池充放电时电流大小的比率）[1]；
- (3) 放电电流小，放电率通常为 $C/20 \sim C/240$ ，时间长、频率高，蓄电池通常处于放电状态，有时候甚至形成过放电；
- (4) 一次充电时间短，充的时候也仅仅为白天的 10h 左右，太阳能光伏系统很少能够做到安全、快速的满充电，蓄电池往往会在一些时间处于欠充电状态；

7.1.4 该产品中利用的蓄电池——铅蓄电池

现在在太阳能光伏系统中常用的蓄电池有：铅酸蓄电池、镍镉蓄电池、镍氢蓄电池。目前中国用于光伏电站系统的蓄电池除有少量用于高寒户外系统采用镍镉电池，大多数是铅酸蓄电池。在小型的太阳能草坪灯和便携式太阳能供电系统使用镍镉或镍氢蓄电池情况比较多，锂电池由于成本以及对充放电控制要求较高的原因，目前在太阳能光伏系统中应用还很少。

铅酸蓄电池(该产品中我们将选择此类电池作为太阳能电池)

铅酸蓄电池充放电反应式：

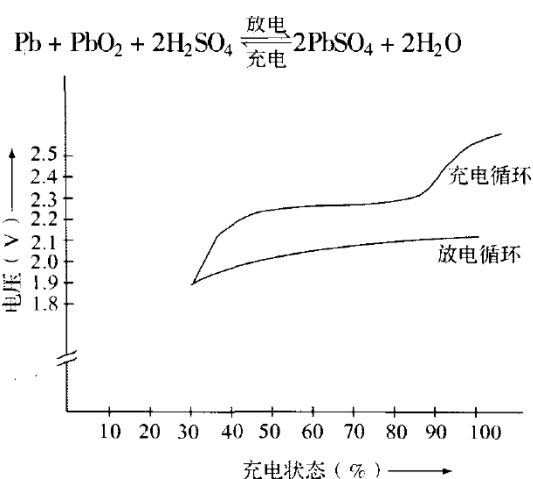
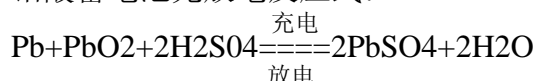


图 2

铅酸蓄电池有许多种，目前广泛应用于光伏系统中的主要是固定型排气式铅酸蓄电池和工业型阀控铅酸蓄电池以及小型阀控密封铅酸蓄电池。

表 1 太阳能光伏系统中常用铅酸蓄电池技术特性^[3]

蓄电池种类	循环寿命 (次)	浮充 寿命 (a)	自放电 (%/月)	工作 温度 (℃)	应用场合
固定型铅 酸蓄电池 (2 V)	2 000 (80 % DOD)	10~15	5	-15~55	大型光伏电 站(需要补 充蒸馏水)
工业型阀 控铅酸蓄 电池(2 V)	400 (80 % DOD) 1500 (20 % DOD)	7~8	5	-20~50	主要用于通 信领域,也 用于 200 W 以上的光伏 发电站
小型阀控 铅酸蓄电 池 (6 V, 12 V)	400 (80 % DOD) 1500 (20 % DOD)	7~8	5	-20~50	小于 200 W 的太阳能户 用电源以及 太阳能路灯 等小型太阳 能光伏系统

7.1.5 太阳能光伏系统中铅酸蓄电池的设计

板栅是铅酸蓄电池活性物质的载体,板栅材料对蓄电池的寿命和性能有很大的决定性作用。现在采用的制作板栅的合金材料有低锑合金和铅钙合金。这两种板栅材料各有优缺点,低锑合金板栅抗拉大、延展性好,而且低锑合金板栅与活性物质有较好的结合力,充放循环时不易变形,具有良好的循环寿命;铅钙合金板栅析氢过电位高,水的分解电压相对于铅锑合金蓄电池高,因此充电时,水的分解相对较少,适合长期浮充使用,但是铅钙合金板栅蓄电池由于在板栅与活性物质的界面容易形成硫酸铅,硫酸钙或半导体性质的氧化物阻挡层,增加蓄电池的内阻,使电池的充放电能力降低,循环性能很差。大型光伏电站中的蓄电池一般处于循环使用状态,所以要选用低锑合金板栅,并且能够适应太阳能利用的特点加厚极板厚度,这样可以使蓄电池具有更长的循环寿命,同时为提高蓄电池在深度放电以及深度放电后回充的能力,在大功率光伏电站中要求配套使用大容量单体蓄电池,提高系统的可靠性和效率。当前在小型光伏系统中使用的阀控铅酸蓄电池一般都是采用AGM技术并使用铅钙合金,结合上面提到的在太阳能光伏系统中影响铅酸蓄电池寿命因素分析,普通阀控铅酸蓄电池在光伏系统中使用寿命不是很理想,目前国外和国内的一些公司在进行太阳能光伏系统专用的胶体铅酸蓄电池研究E6j_9j,采用胶体技术的铅酸蓄电池由于胶体本身的固定作用,使胶体铅酸电池内部几乎消除电解液的分层现象;胶体电池比较AGM电池有更好的深放电恢复特性,在较高的环境温度下也有更长的使用寿命,更适合太阳能光伏使用的恶劣环境。

充放电控制

铅酸蓄电池一般都要求进行防过充电、过放电控制,目前常用的蓄电池充放电控制方式有两种:一是设定充电终止电压和放电终止电压,当蓄电池端电压达到设定电压时,控制器切断光伏阵列或负载连接(或进行PWM脉冲充电)防止蓄电池过充或过放,这种方式一般使用在小型光伏系统中;第二种是根据蓄电池的充电状态(SOC)进行充放电控制,由于蓄电池的端电压与环境温度、充放电电流、

蓄电池容量等很多因素相关，所以第一种方法常常引起蓄电池的过充或过放电，第二种方式更安全、可靠，它能够根据蓄电池的SOC智能的选择充电模式，当蓄电池处于低SOC时能对蓄电池进行均衡充电，在最短的时间能充满电，并且减少蓄电池长期处于欠充状态引起的酸分层对蓄电池的伤害；当蓄电池在高SOC时能够减少过充，它能够根据SOC的状态按照顺序选择性断开负载，这种控制方式要用到单片机或DSP芯片控制，因此成本比较高，一般应用在大中光伏电站控制中。

本装置中我们只是利用谦虚电池给传动装置提供能量因此只需要第一种即可。

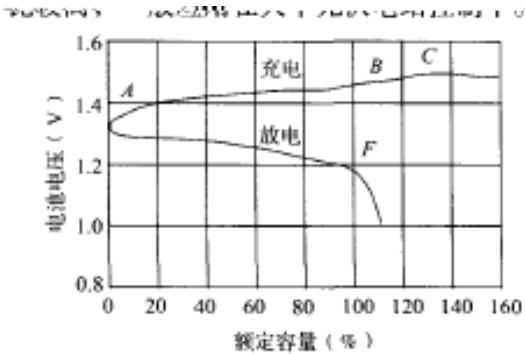


图 3 镍镉蓄电池充放电曲线^[7]

7.2 基于单片机的湿度传感器设计与实现—— 系统方案

7.2.1 系统功能

- 7.2 下设计的湿度传感器应具备以下功能：
- (1) 能够感受环境中的湿度变化。
 - (2) 能够将环境中的湿度变化转化为电信号。
 - (3) 系统能够对采集到的湿度信号进行分析处理。
 - (4) 能够将环境中的湿度以相对湿度的形式显示出来便于观察记录。
 - (5) 系统反应快、灵敏度高、稳定性好，具有一定的抗干扰能力。
 - (6) 电路简单，操作方便、性价比高、实用性强。
- 根据系统功能要求，湿度传感器系统图包含以下模块：

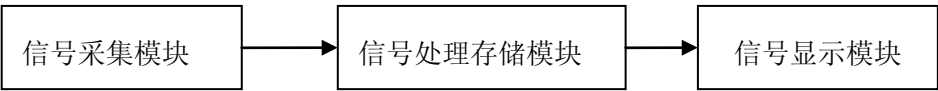


图 1.1 湿度传感器系统框图

7.2.2 系统组成模块

7.2.2.1 信号采集模块设计

本设计为智能式湿度传感器的设计，信号采集模块主要是用于测量环境中湿度变化，并将湿度变化转变成电信号的变化。因此，我们需要一个湿度传感器。和测量范围一样，测量精度同是传感器最重要的指标。每提高一个百分点，对传感器来说就是上一个台阶，甚至是上一个档次。因为要达到不同的精度，其制造成本相差很大，售价也相差甚远。例如进口的 1 只廉价的湿度传感器只有几美元，而 1 只供标定用的全量程湿度传感器要几百美元，相差近百倍。所以使用者一定要量体裁衣，不宜盲目追求“高、精、尖”。

生产厂商往往是分段给出其湿度传感器的精度的。如中、低温段(0—80%RH)为 $\pm 2\%$ RH，而高温段(80—100%RH)为 $\pm 4\%$ RH。而且此精度是在某一指定温度下(如 25℃)的值。如在不同温度下使用湿度传感器，其示值还要考虑温度漂移的影响。众所周知，相对湿度是温度的函数，温度严重地影响着指定空间内的相对湿度。温度每变化 0.1℃，将产生 0.5%RH 的湿度变化(误差)。使用场合如果难以做到恒温，则提出过高的测湿精度是不合适的。因为湿度随着温度的变化也漂忽不定的话，奢谈测湿精度将失去实际意义。所以控湿首先要控好温，这就是大量应用的往往是温湿度一体化传感器而不单纯是湿度传感器的缘故。多数情况下，如果没有精确的控温手段，或者被测空间是非密封的， $\pm 5\%$ RH 的精度就足够了。因此在本次设计中选用 DHT11 温湿度传感器作为本次设计湿度采集模块。

DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。DHT11 的性能也很良好，其供电电压：3.3~5.5V 单总线数字信号测量范围：湿度 20~90%RH，温度 0~50℃；测量精度：湿度 $\pm 5\%$ RH，温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；分辨率：湿度 1%RH，温度 1℃；互换性：可完全互换，长期稳定性： $< \pm 1\%$ RH/年。综合看来，DHT11 传感器性能良好，体积小巧、接口简单、响应速度快、性价比高，可以作为理想的湿度传感器选择。

7.2.2.2 数据处理模块

本设计对数据处理模块的要求是能够接受传感器采集的信号，并对信号进行处理传送到显示模块进行显示。

单片机是一种集成电路芯片，采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU 随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能(可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路)集成到一块硅片上构成的一个小而完善的计算机系统。

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点，广泛应用于仪器仪表中。结合不同类型的传感器，可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比起采用电子或数字电路更加强大。

PIC 单片机系列是美国微芯公司 (Microship) 的产品, 是当前市场份额增长最快的单片机之一。CPU 采用 RISC 结构, 分别有 33、35、58 条指令 (视单片机的级别而定), 属精简指令集。采用 Harvard 双总线结构, 运行速度快 (指令周期约 160~200ns), 它能使程序存储器的访问和数据存储器的访问并行处理, 这种指令流水线结构, 在一个周期内完成两部分工作, 一是执行指令, 二是从程序存储器取出下一条指令, 这样总的看来每条指令只需一个周期 (个别除外), 这也是高效率运行的原因之一。此外, 它还具有低工作电压、低功耗、驱动能力强等特点。

PIC 系列单片机的 I/O 口是双向的, 其输出电路为 CMOS 互补推挽输出电路。I/O 脚增加了用于设置输入或输出状态的方向寄存器 (TRISn, 其中 n 对应各口, 如 A、B、C、D、E 等)。当置位 1 时为输入状态, 且不管该脚呈高电平或低电平, 对外均呈高阻状态; 置位 0 时为输出状态, 不管该脚为何种电平, 均呈低阻状态, 有相当的驱动能力, 低电平吸入电流达 25mA, 高电平输出电流可达 20mA, 它可以直接驱动数码管显示且外电路简单。它的 A/D 为 10 位, 能满足精度要求。

因此本设计选用 PIC 系列的单片机 16F877A 作为本次温湿度传感器的控制器件。因为单片的编程简单, 指令精简, 运行速度较快, 具有地工作电压、低功耗、驱动能力强等特点。他可以直接驱动数码管显示, 外围电路设计简单, A/D 位为 10 位, 能够满足精度要求。因此综合从单片机的性能、速度、性价比、工作量等方面考虑选择 PIC 系列的单片机。

7.2.2.3 显示模块的选择

本设计的显示模块要求能够一目了然的显示出环境中的湿度, 我们可以采用 LCD 液晶屏显示或者 LED 数码管显示。

LCD 液晶屏属于工业字符型液晶, 能够显示 16x02 即 32 个字符。LCD 液晶显示器是一种低压、微功耗的显示器件, 只要 2~3 伏特的电压就可以工作, 工作电流仅为几微安, 是任何显示器无法比拟的, 同事可以显示大量信息, 除数字外, 还可以显示文字、区县, 比传统的数码 LED 显示器的界面有了质的提高。在仪表和低功耗应用系统中得到了广泛的应用。

LCD 的优点:

- (1) 显示质量高, 由于液晶显示器的每一个点收到信号后就一直保持那种色彩和亮度恒定发光, 因此液晶显示器的画质高而且不会闪烁。
- (2) 数字式接口, 液晶显示器都是数字式的, 和单片机的接口简单操作也很方便。
- (3) 功耗小, 相比而言液晶显示的主要功耗在内部电极和驱动 IC 上, 因为耗电量比其他器件要小的多。

LED 数码管的性能特点:

能在低电压、小电流条件下驱动发光, 能与 CMOS、ITL 电路兼容。

发光响应时间极短 ($<0.1\mu s$), 高频特性好, 单色性好, 亮度高。

体积小, 重量轻, 抗冲击性能好。

寿命长, 使用寿命在 10 万小时以上, 甚至可达 100 万小时。成本低。

因此它被广泛用作数字仪器仪表、数控装置、计算机的数显器件。

本设计的要求显示温度的整数值部分, 工作电压不能太高, 与单片机的连接方式要简单, 显示准确。用两片 LED 数码管能够很好的满足这些要求。而 LCD 液晶显示相对而言成本偏高。因此显示模块选择 LED 数码管显示。

7.2.3 硬件电路设计与制作

7.2.3.1 硬件电路组成

通过对系统各个功能模块的设计方案的选择，得到如图 4 所示的硬件电路组成：

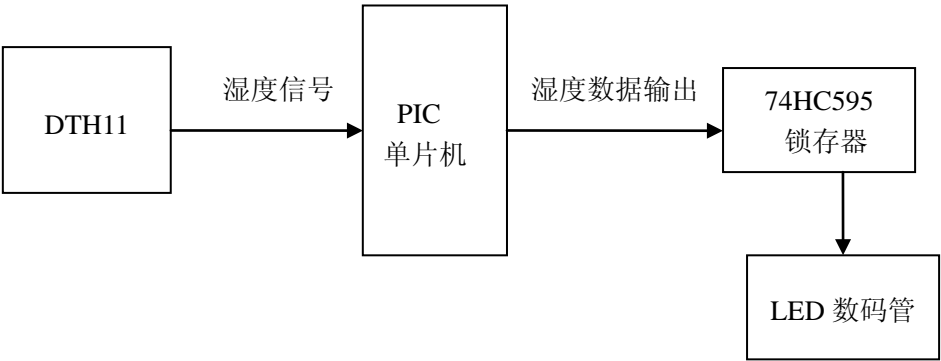


图 4 硬件电路组成

- （1）使用 DHT11 智能式湿度传感器感受环境中的湿度变化转变为湿度信号，此信号为数字信号，简化了硬件电路的对模数转换设计部分同时也简化了软件编程；
- （2）DHT11 通过它的一条数据线与 PIC 单片机的数据接口相连，将采集到的湿度信号送入 PIC 单片机；
- （3）PIC 单片机收到信号后，对其进行分析、处理，得到准确可靠的湿度数据；
- （4）单片机通过 SPI 模式将数据同步串行的输出到数码管上进行显示。

7.2.3.2 湿度信号采集模块电路

DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。传感器包括一个电容式感湿元件和一个 NTC 测温元件，并与一个高性能 8 位单片机相连接。每个 DHT11 传感器都在极为精确的湿度校验室中进行校准。校准系数以程序的形式储存在 OTP 内存中，传感器内部在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口，使系统集成变得简易快捷。DHT11 的性能也很良好，其供电电压：3.3~5.5V；单总线数字信号测量范围：湿度 20~90%RH，温度 0~50℃。如图 5 所示为 DHT11 数字温湿度传感器外形图。其各个引脚功能如表 2 所示。



图 5 DHT11 数字温湿度传感器外形图

表2 DHT11引脚说明

Pin	名称	注释
1	VDD	供电 3—5.5VDC
2	DATA	串行数据，单总线
3	NC	空脚，请悬空
4	GND	接地，电源负极

连接线短于 20 米时用 5K 上拉电阻，大于 20 米时，根据实际情况选用合适的上拉电阻

DHT11 的供电电压为 3—5.5V。传感器上电后，要等待 1s 以越过不稳定状态在此期间无需发送任何指令。电源引脚（VDD，GND）之间可增加一个 100nF 的电容器，用以去耦滤波。

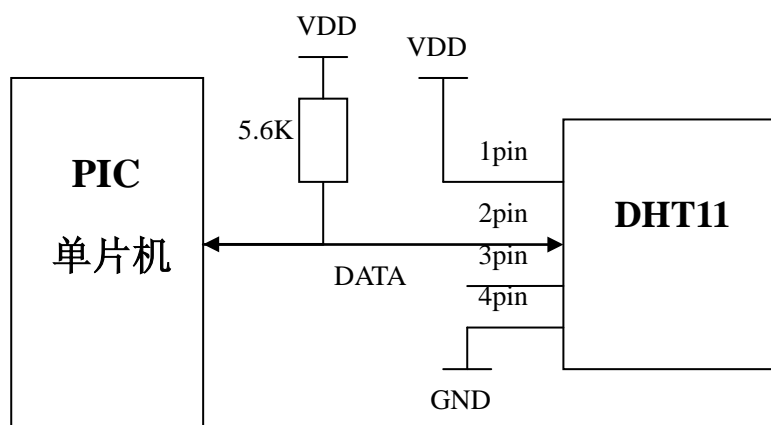


图 6 DHT11 与单片机接线电路

7.2.3.3 单片机外围电路

7.2.3.4 显示模块的硬件电路设计

从单片机输出三路信号，分别进入两个 74HC595，进行相应的数码管的信号，如，当那三个值为 001 时，第一个 74HC595 就会分配成 01100000，第二个就会变成 11111110。

本设计采用主控方式，在主机工作的方式下，数据一旦装入或者写入缓冲器 SSPBUF，就可以开始读取或者发送操作。此时 SSPSR 将连续地把 SDI 脚上的信号，

7.2.4 软件系统设计

7.2.4.1 软件的组成结构

整个软件系统大致可分为四个模块，分别是数据的获取模块，数据的处理模块，数据的存储模块和数据的显示模块。其中数据的处理模块和数据的存储模块可以同时进行，互相转换。

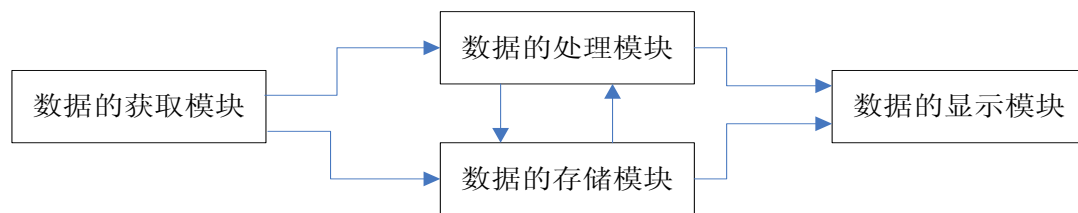


图8 软件组成

1、数据的获取模块

PIC 通过接口获取 DHT11 传输的信号，而数据传输的控制也靠控制接口来完成。所以接口的设置至关重要，而在数据传输中接口是固定不变的，其输入输出是通过软件的设置的，在此系统中，输入输出接口主要有以下几个：

RB 端口，RB1 作为与 DHT11 建立通信并接收湿度值信号的端口，开始定义为输出，之后定义输入。

RC 端口，RC3，RC4，RC5，设置 RC3、RC4、RC5 为输出，分别连接到移位寄存器 74HC595 的三个控制端口：RC3 连接 SRCLK，为 74HC595 提供同步的串行时钟；RC4 连接 RCLK，用来控制 74HC595 的输出使能，RC5 连接 SER，用来对 74HC595 输出数据。

数据的处理模块

由于使用串行端口接收数据，所以 PIC 接收到数据之后需要对数据进行处理。在接收数据时，每接收 8 个串行的 bit 就要被转换为一个字节的的数据。需要设置一个计数器，PIC 每接收一个 bit 时计数器就加一，当计数器计数到 8 时，提醒 PIC 将缓存其中收到的一个字节的信号送入寄存器中存储。

数据的存储模块

在数据处理的同时也在进行数据的存储。需要事先定义好所需通用寄存器的地址和名字，以便在数据处理完后将数据储存。在遇到数据传输错误或者需要调用数据时，可通过寄存器的名称和地址找到数据，进行处理。

数据显示模块

当数据的接收，处理和储存都实现了，就可开始显示数据。选用主控同步串行端口 MSSP 的 SPI 模式，先将数据以串行的方式发送到移位寄存器 595 中，当穿行输出 8 位 bit 时则并行输出到 7 段数码管上显示数据。

7.2.4.2 软件功能的实现

DHT11 的串行接口 DATA 用于微处理器与 DHT11 之间的通讯和同步，采用单总线数据格式，一次通讯时间 4ms 左右，数据分小数部分和整数部分，具体格式在

下面说明, 当前小数部分用于以后扩展, 现读出为零操作流程如下:

一次完整的数据传输为 40bit, 高位先出。

数据格式: 8bit 湿度整数数据+8bit 湿度小数数据

+8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据

+8bit 校验和

数据传送正确时校验和数据等于“8bit 湿度整数数据+8bit 湿度小数数据+8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据”所得结果的末 8 位。

用户 MCU 发送一次开始信号后, DHT11 从低功耗模式转换到高速模式, 等待主机开始信号结束后, DHT11 发送响应信号, 送出 40bit 的数据, 并触发一次信号采集, 用户可选择读取部分数据. 从模式下, DHT11 接收到开始信号触发一次温湿度采集, 如果没有接收到主机发送开始信号, DHT11 不会主动进行温湿度采集. 采集数据后转换到低速模式。

通讯过程如图 9 所示:

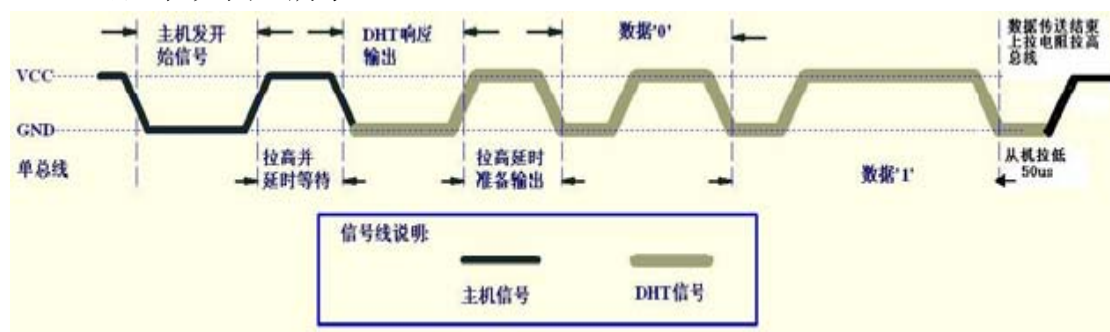


图9 DHT11与单片机的通信过程

具体过程为以下四点:

1、系统运行开始, 首先进行初始化, 与 DHT11 建立通信模块的初始化, 主控同步串行端口 SPI 输出的初始化。

2、系统进入通信连接部分, 具体过程如下:

PIC 总线空闲状态为高电平, PIC 把总线拉低等待 DHT11 响应, PIC 把总线拉低必须大于 18 毫秒, 保证 DHT11 能检测到起始信号。DHT11 接收到 PIC 的开始信号后, 等待主单片机开始信号结束, 然后发送 80us 低电平响应信号. PIC 发送开始信号结束后, 延时等待 20-40us 后, 读取 DHT11 的响应信号, PIC 发送开始信号后, 可以切换到输入模式, 或者输出高电平均可, 总线由上拉电阻拉高。总线为低电平, 说明 DHT11 发送响应信号, DHT11 发送响应信号后, 再把总线拉高 80us, 准备发送数据,

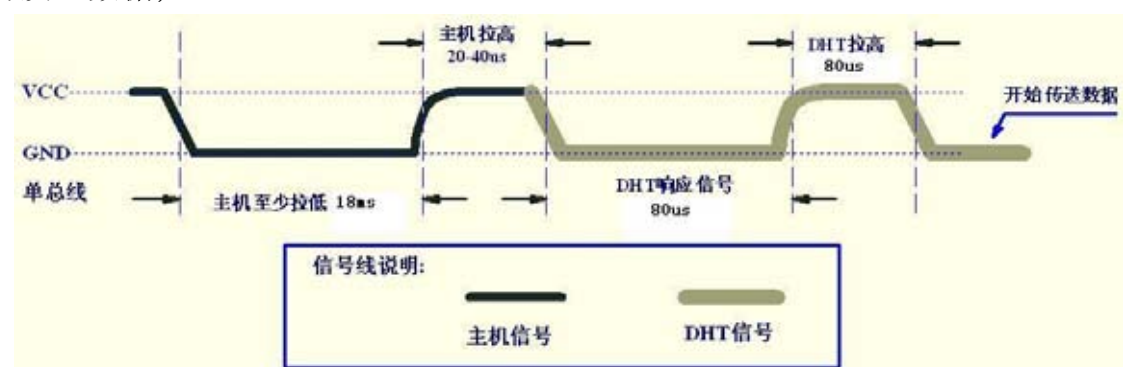


图 10 DHT11 与单片机通信时序图

3、系统进入传输数据部分: 开始接收数据, 并判断接收到的数据是 0 还是 1。

具体过程如下：

数据传输时，每一 bit 数据都以 50us 低电平时隙开始，高电平的长短定了数据位是 0 还是 1. 格式见下面图示. 如果读取响应信号为高电平，则 DHT11 没有响应，请检查线路是否连接正常. 当最后一 bit 数据传送完毕后，DHT11 拉低总线 50us，随后总线由上拉电阻拉高进入空闲状态。

数字 0 信号表示方法如图 11 所示：

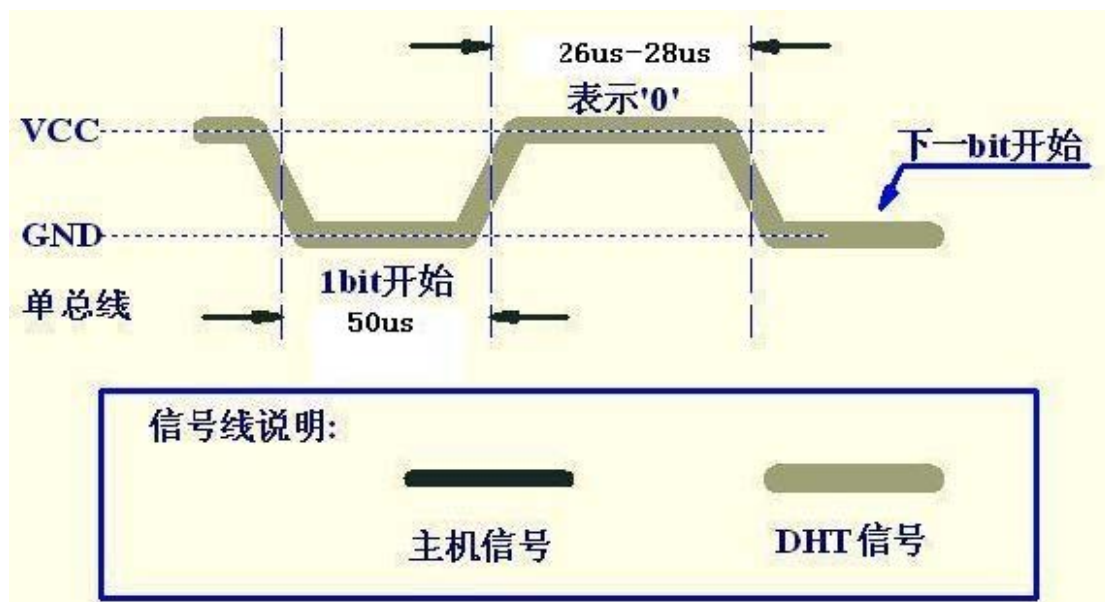


图 1 传输“0”

数字 1 信号表示方法. 如图 12 所示：

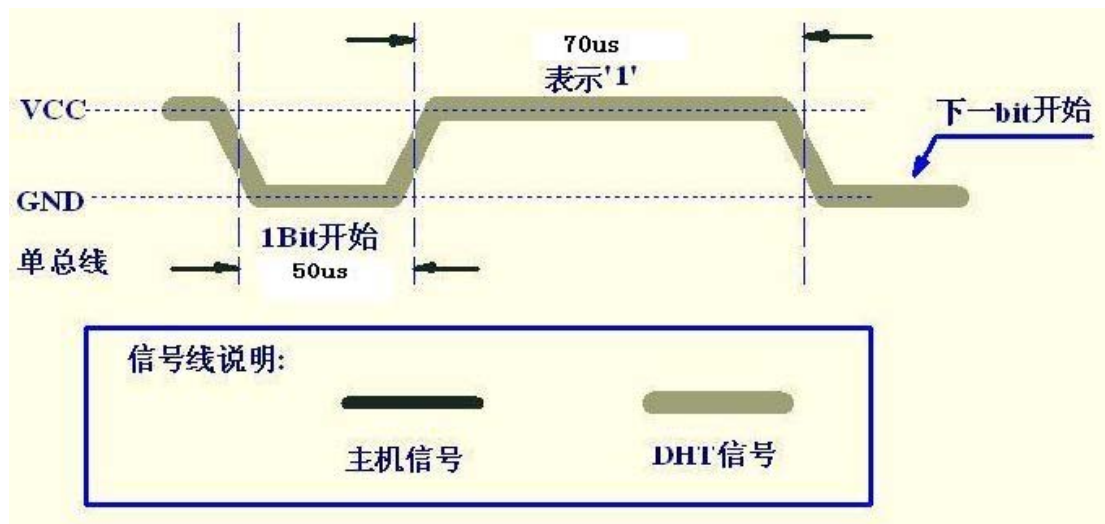


图 12 传输“1”

系统进入数据显示部分，将收到的数据转换成十进制数，送到数码管进行显示。

7.2.5 系统的调试

调试通常采用先分调后联调（总调），任何复杂系统都是由一些基本单元模块组成的，因此，调试时可以循着信号的流程，逐级调整各单元模块，使其参数

基本符合设计指标。

调试方法的核心是，把组成系统的各功能块先调试好，并在此基础上逐步扩大调试范围，最后完成整个系统的调试。采用先分调，后联调的方法能及时发现问题和解决问题，新设计的软件系统一般采用此方法。

7.2.5.1 模块调试

控制部分程序的调试以采用上述调试方法，先将各个子模块调试好，再进行总调试。确定单片机控制电路连接情况无误后，可对控制电路模块进行调试，包括输出端模块的调试、显示数据模块的调试、湿度传感模块的调试、SPI 主控同步串行通信模块。

(1) 端口输出模块的调试：用一简单程序分别从 B、C 端口输出，并将输出结果驱动 LED 灯，检查各端口的稳定情况，此时，可按下复位键看 LED 灯是否熄灭，各端口输出正常，复位键也正常则说明单片机工作正常。

(2) 显示数据模块的调试：输出一个确定数字到七段数码显示管上，检测数码管显示是否正确，改变数字，数码管显示是否随之改变，则证明数码管显示正常。

(3) 湿度传感模块的调试：连接 PORTB1 端到 DHT11 的串行接口上，在 PORTB1 端口输出一个 32ms 的开始信号，之后将 PORTB 端口设为输入，等待 DHT11 的响应信号，若接收到 DHT11 发出的 80us 的低电平响应信号，说明 DHT11 工作正常。

(4) SPI 主控同步串行通信模块的调试：将 SPI 的 SDO 端口（输出端口）与一个 LED 相连，设一个确定的字节，送到 SPI 模块的 SSPBUF 数据缓冲器中，调用串行通信的程序，将字节送到 LED 上，若果 LED 被点亮，则说明送出的数字是 1，若不亮，则送出的数字为 0，将发送完毕的 8 个数字与确定的字节相比较，若一致，则 SPI 模块正确。

7.2.5.2 系统的调试

当系统各部分调试正常后，则对系统总体功能进行调试，验证其在总体情况下能否实现预期的功能。总调时，需注意一下几个方面。

检查系统是否有错误

这里要检查系统是否有语法错误和逻辑错误。在 MPLAB—IDE（Integrated Development Environment）调试软件中编译所建的程序，如果编译成功，则系统没有语法错误。认真检查每一个模块之间的连接是否符合逻辑，子程序的跳转是否满足逻辑条件，可用 MPLAB—IDE 调试软件中的 Debugger 调试器对程序进行单步运行，检测特定一条程序运行是否正确；或设置断点，将侧特定的一段程序运行是否正常。若果程序全部运行正常，则说明没有逻辑错误。

(2) 程序抗错误检查

当程序可按照正常逻辑顺序进行工作时，并不能说明程序是完整的，可能有某些情况未考虑到，此时可以打乱正常逻辑顺序进行测试，此时可记下出现异常的地方，通过分析完善程序。

软件系统与硬件系统的统一调试

检查都正确之后，可将程序烧入但建好的硬件中，查看结果显示是否正确。

改变外界环境的条件,看结果显示是否相应的改变。如果有问题,注意查看系统的硬件部分连线是否正确,供电是否正常,布局是否合理。硬件模块正常,则需从新调试程序,直到正确为止。

7. 3TRC 电路提供后备电源的方法研究

7. 3. 1. 概述

TRC 电路是用于向单片机提供后备电源的电路,它利用晶体管(T)、电阻(R)和电容(C)构成,集电源 Vcc 故障检测、掉电提供后备电源及上电自动复位于一身,另外还保证了能够手动复位和无后备电源时的上电自动复位功能.该电路结构简单,可靠性高,制作也十分方便,如图所示.

7. 3. 2. 元器件选择

- 1). T1 和 T2 采用 3AK20A, 电流放大倍数约等于 60。
- 2). R1 为 1 千欧, R2 为 24 千欧, R3 为 75 千欧
100 千欧, R4 为 1 千欧, 均采用 0. 125W 碳膜电阻,
- 3). C1 为 0. 1uF 电解电容, C2 采用 10-30uF 电解电容;
- 4). S 为无锁定开关;
- 5). 后备电源选用 4. 5V 干电池。

7. 3. 3. TRC 电路工作原理

当单片机供电电源正常, Vcc 保持+5V(1+-5%)V 时, A 点电位约为 4. 7~4. 8V, T1 处于深饱和状态, 而由于 T2 的基极发射极处于反偏, 因此 T2 截止。稳态时的集电极处于低电位, RST/Vpd 端为低电平, 单片机可以正常工作。当按下复位开关 S 时, RST/Vpd 端出现高电平, 松开 S, 高电平失去, 单片机实现一次手动复位过程.

当电源出现故障, Vcc 由+5v 下降到 4. 5v 时, A 点电位约为 4-4. 3 v, 这时的 T1 和 T2 均处于饱和状态, T2 的集电极和发射极间的压降 Vcc 约为-0. 2~-0. 3v。假定后备电源电压为 4. 5V, 那么能提供 RST/Vpd 的电压约为 4. 2 — 4. 3v, 而且由于 T2 饱和时的集电极和发射极间的内阻极小, 因此相当于将后备电源直接加至 RST/Vcc 上, 足能满足 RST/Vcc. 所需要的电流。

当主电源恢复, Vcc 上升到 4v 左右时, A 点电位为 4. 2-4. 3 V, T1 仍处于截止状态。当 Vcc 上升到足以使 T1 饱和时, T2 仍饱和, RST/Vcc 端仍保持为高; 只有当 Vcc 上升到 5V 时, T2 才截止, 但由于电容 C1 要通过 R3 回路放电, 因而 RST/Vcc 端仍能维持约 3-5ms 的高电平, 以足够长的时间使 51 单片机复位。如果无后备电源, 电容 C2 的作用也足以使 51 系列单片机实现上电自动复位。

7.3.4. TRC 电路特点

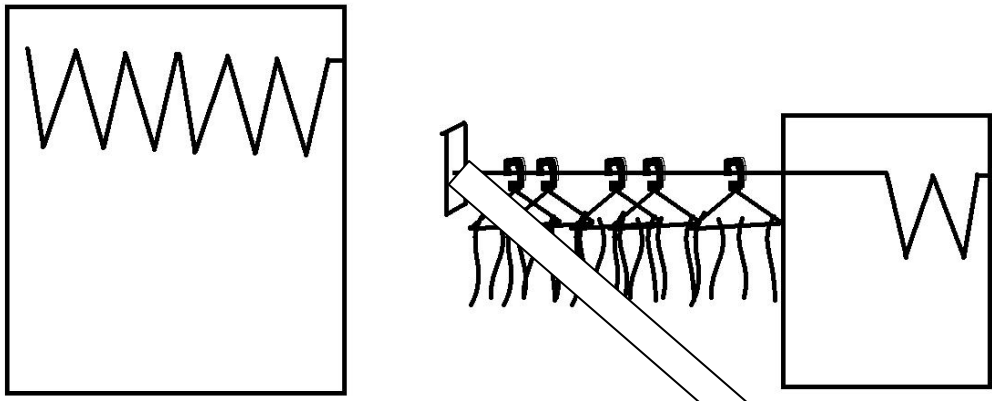
- 1) 后备电源功耗低。当 V_{cc} 正常, 单片机正常工作时, 由于 T2 截止, 因而后备电源无功耗; 当 V_{cc} 发生故障, T2 饱和时, 相当于后备电源直接加到 RST/ V_{cc} 端, 仅提供给该端 2.8~3mA 的电流。由于 R3 的阻值很大, 因而后备电源在 R3 上消耗的电流极小, 可以忽略不计;
- 2) 后备电源有功率高。由于 T2 处于饱和状态时的 V_{ce} 很小, 因而后备电源在其上的压降可以忽略。
- 3) 当 V_{cc} 正常时, 更换后备电源不会对单片机的正常工作造成任何影响。

7.3.5. 使用 TRC 电路应注意的问题

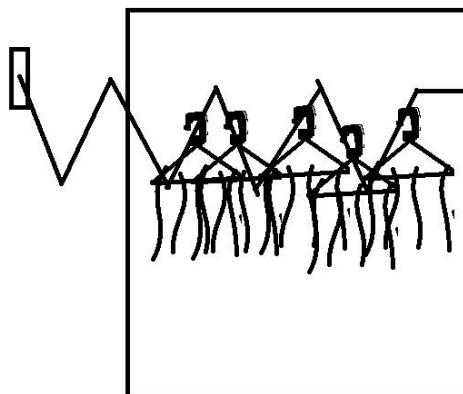
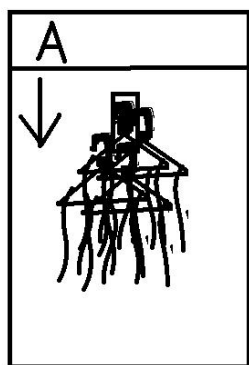
V_{cc} 正常时, T2 应该处于截止工作状态, 单片机才能工作。此时, 如果后备电源电压或接近于或等于或高于 V_{cc} , 致使 T2 不能完全截止时, 单片机便不能正常工作甚至完全不能工作。出现这种情况时, 应在后备电源和 T2 发射极之间串上适当的降压二极管, 这样既能保证单片机的正常工作, 又不会增加后备电源的功耗。

7.4 传动模块示意

这一部分可采用类似于单片机控制的YG832型电子多功能拉伸仪
具体效果如下:



A. 箱体侧视图（透视内部）收缩状态 B. 箱体侧视图拉伸状态
状态拉伸杆为晾衣杆，左上角为DHT11数字温湿度传感器



C. 箱体正视图（衣物已收回箱体内） D. 人为按动按钮可再次伸出收取衣物

衣物收回箱体时A处下拉

7.5 防水材料:

在箱体的外面涂一层防水材料可以防止雨水渗入箱体。

8. 市场需求:

在今后的生活上，人们对生活上的需求越来越高，因此借此可以向市场推广这种智能产品，减少人们在不在家时对晾晒衣物的担忧，并且也能充分利用太阳能，也属于环保类产品，符合可持续发展的要求。出于人们生活质量的不断提高，而且经济环保类的产品越来越受到人们的青睐，这种产品应该会在未来市场上占有一定的地位。

9. 推广模式:

在建造楼房后初步给楼层装修时也安装这样一个晾衣架，既可以在出售楼盘时推广环保，又可以提高住房的档次；太阳能热水器的推广和这种晾衣架的推广模式应该类同，我们可以在市场上有专门销售这一商品的店面，销售到各家各户。

10. 资料来源:

[1]. 陈维，沈辉，邓幼俊. 太阳能光伏应用中的储能系统研究[A]. 中图分类号：TM912 文章编号：1006-0847（2006）01-0021

[2]. 全国电子设计大赛论文[A]. 基于单片机的湿度传感器设计与实现———

— 系统方案

3. 单片机应用设计 200 例(上册)[B]. 北京:北京航空航天大学出版社. 2006. 502 页. 具有 HMOS 结构的 MCS—51 系列单片机提供后备电源的方法研究.