

# 基于一种在干旱地区的自动冷凝集水装置的设计

王振宇, 黄啸宇, 夏振, 聂淼, 曾伟

长江大学文理学院, 湖北 荆州 434020

**摘要 :** 我国的干旱地区总面积约为280万平方公里, 半干旱和易干旱区面积约为213万平方公里, 其中横跨多个西部地区的戈壁荒漠占据了57万平方公里。研究和开发治理干旱地区的自动冷凝集水装置技术对于减少人工投入、提高干旱地区的植被覆盖率、降低水资源运输成本、避免沙尘暴等恶劣环境影响到人生安全, 以及满足植被生长的实时性要求等方面都有着重要的意义。一种在干旱地区的自动冷凝集水装置是未来治理干旱地区的发展方向, 具有广阔的应用前景。

**关键词 :** 机械化; 干旱地区的治理; 自动; 冷凝; 节能环保

**中图分类号 :** TU9

**文献标识码 :** A

**文章编号 :** 2024010062

## Based On The Design Of An Automatic Condensate Water Collection Device In Arid Areas

Wang Zhenyu, Huang Xiaoyu, Xia Zhen, Nie Miao, Zeng Wei

College of Arts and Sciences, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434020

**Abstract :** The total area of arid areas in China is about 2.8 million square kilometers, and the semi-arid and drought-prone areas are about 2.13 million square kilometers, of which the Gobi desert across many western regions occupies 570,000 square kilometers. It is of great significance to research and develop the technology of automatic condensation and water collection device for treating arid areas, such as reducing labor input, improving vegetation coverage in arid areas, reducing the transportation cost of water resources, avoiding the adverse environment such as sandstorms from affecting people's safety, and meeting the real-time requirements of vegetation growth. An automatic condensation and water collection device in arid areas is the development direction of drought control in the future and has broad application prospects.

**Key words :** mechanization; governance of arid areas; automatic; condensation; energy saving and environmental protection

随着全球气候变化和人口增长, 水资源短缺问题日益严重, 特别是在干旱地区, 水资源的获取成为了一个巨大的挑战。为了解决这一问题, 许多研究已经致力于开发新的水资源获取技术。其中, 自动冷凝集水装置是一种在干旱地区具有潜力的水资源获取技术。

自动冷凝集水装置是一种利用空气中的水蒸气冷凝来获取水资源的技术。该装置通过半导体制冷片将空气中的水蒸气冷凝成水滴, 然后通过集水箱收集这些水滴。与传统的空气取水方法相比, 自动冷凝集水装置具有较高的集水效率和较低的能耗。

在干旱地区, 水资源匮乏, 且气候条件恶劣, 自动冷凝集水装置的设计需要考虑到这些因素。因此, 本文将介绍一种适用于干旱地区的自动冷凝集水装置的设计。该装置采用气态冷凝方式, 将空气冷凝成水进行利用。同时, 该装置还具备自动控制功能, 能够根据环境温度和湿度自动调节运行状态, 以实现高效的水资源获取。

本文将详细介绍自动冷凝集水装置的设计原理、结构。通过对比不同设计参数对集水效率的影响, 我们将优化装置的设计, 以提高其在干旱地区的实用性。希望这项研究能够为干旱地区提供一种有效的水资源获取方法, 为解决全球水资源短缺问题做出贡献。

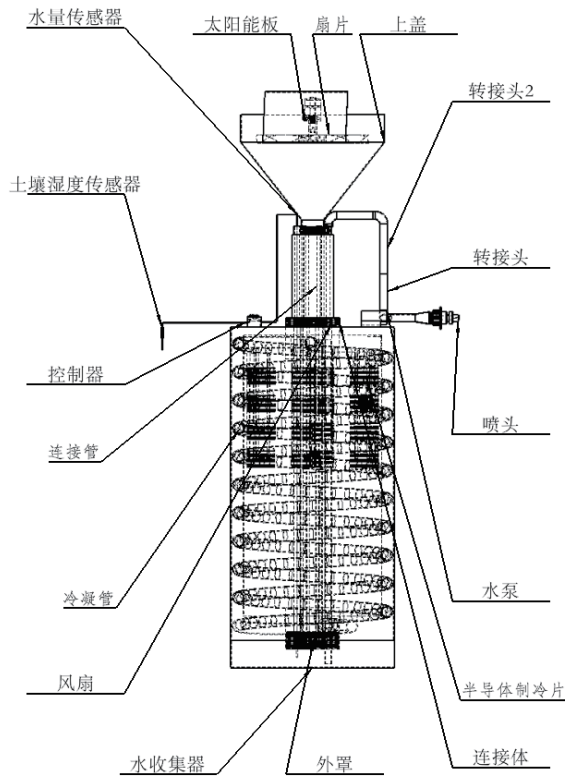
### 一、研制背景及意义

干旱地区是全球土地面积较大的特殊气候区域, 该区域的水资源非常匮乏, 这给当地的农业与生产带来了极大的困难和挑战。农业作为干旱地区的主要经济活动之一, 对于这一情况来说, 尤为严峻。为了解决这一问题, 我们设计出了一种能够自动

冷凝集水的装置, 以提高作物的产量和质量, 减少水资源的浪费和人力财力的投入, 促进当地经济的发展。

干旱地区的自动冷凝集水装置的设计背景和意义非常重要和深远, 它的应用可以大大提高当地农业生产的质量和效率, 减少水资源的浪费和人力财力的投入, 促进当地经济的发展。未来, 我们还需要继续完善这种自动冷凝集水装置的技术和控制系统,

以更好地解决干旱问题。

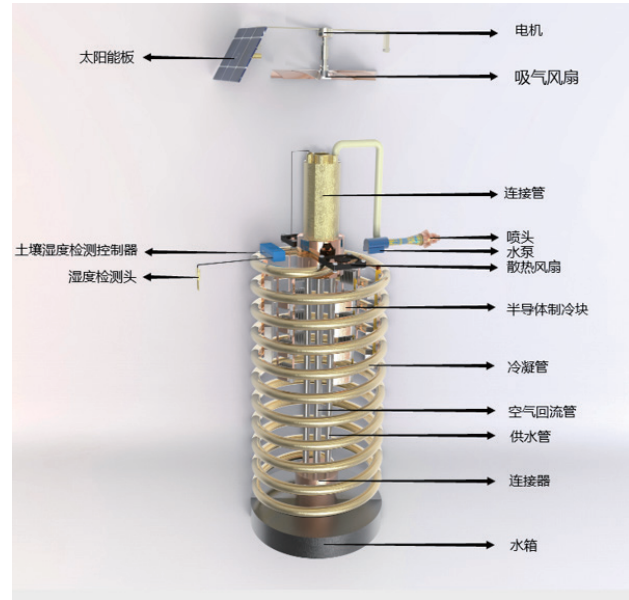


> 图1 自动冷凝集水装置结构示意图

3所示包含电机、吸气风扇、连接管、喷头、水泵、散热风扇、半导体制冷块、冷凝管、空气回流管、供水管、连接器、水箱、太阳能板、土壤湿度检测控制器、湿度检测头构成。

(1) 整机高度约 2m，埋入地下部分约 1.2m，底部半径约 0.3m；

(2) 水箱容积：28.26 升



> 图2 自动冷凝集水装置整体渲染图

## 二、系统总体方案设计

本设计方案装置由动力系统、冷凝系统、控制系统三部分构成。自动冷凝集水装置是通过太阳能板提供光能—电能的转换使吸气扇工作运转，将热空气吸入冷凝管，通过半导体制冷片进行降温，使空气中的水冷凝并储存在水箱内，当系统检测到土壤缺乏水分，并且水箱中有水时，将自动启动水泵，将水箱中的水抽出，实施灌溉；并且设备可通过内置的天线模块连接上互联网或电脑手机端连接控制器的USB接口，电脑手机端控制自动冷凝集水装置的开关，了解实时水量，分析水量数据，也可控制打开水泵将水抽出实施灌溉。

### (一) 水量计算

通过理论模拟计算，空气流速越大，进入的空气越多，进而空气中的水冷凝的越多，沙漠中相对湿度约为5%，50℃中含水量5g/kg，干空气密度为0.9kg/m<sup>3</sup>，则空气中含水量为：

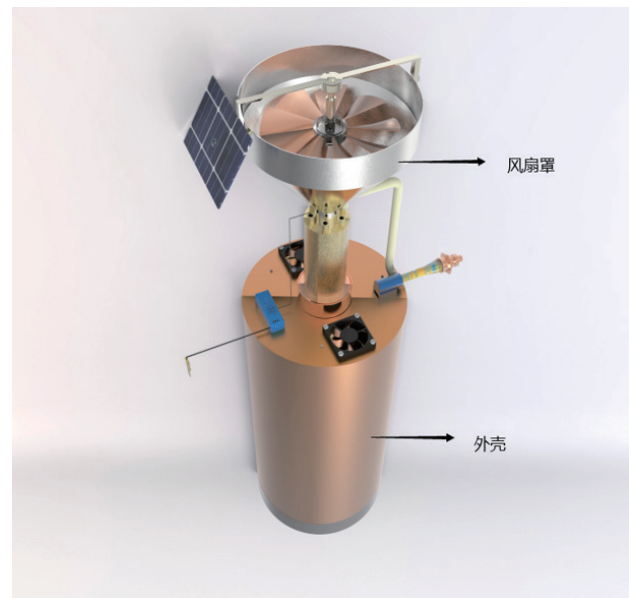
$$5\% \times 5 \times 0.9 = 0.225 \text{ g/m}^3$$

假设该装置流速为10m/秒，管道横截半径为0.2m，一秒钟流过的空气体积大概为1.2m<sup>3</sup>，一天按光照12h算，有108000m<sup>3</sup>的空气流入，12小时集水24.3L，平均每小时集水2.025L/h。

假设该装置单个覆盖面积为25m<sup>2</sup>，一亩=666.6m<sup>2</sup>，则一亩地需要布置该装置27个，27个装置12小时可集水656.1L，足以满足改善干旱环境的用水需求。

### (二) 技术参数

自动冷凝集水装置总体设计渲染后如图2所示，整个装置如图



> 图3 自动冷凝集水装置内部零件渲染图

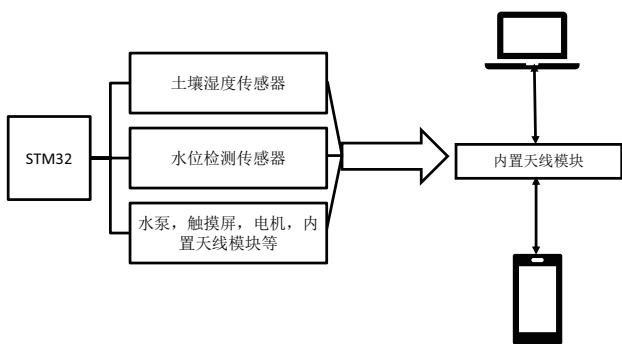
### (三) 系统硬件设计

(1) 自动控制以stm32单片机为控制核心，控制系统主要由土壤湿度传感器、水位检测传感器、电机、水泵、触摸屏、内置天线模块、USB接口等装置组成

(2) 高效冷凝利用半导体制冷片实现快速冷凝

(3) 节能环保使用太阳能作为动力，实现零污染排放

(4) 使用内置天线模块实现人机互联，实时了解水量数据，控制设备开关



> 图4 设计电路原理图框

#### (四) 电气控制

实时显示土壤湿度传感器测到的湿度及设备的运行状态，并具备以下功能：

(1) 湿度范围设置：通过减键、加键、设置键可以设置湿度的上、下限值，并具有掉电保存功能，保存在单片机内部，上电无需重新设置；

(2) 自动灌溉功能：当土壤湿度低于下限值时，自动打开水泵进行抽水灌溉；当湿度高于上限值时，自动断开水泵停止灌溉；

(3) 手动灌溉功能：当湿度处于上下限之间时，进入手动模式，按减键手动打开水泵，按加键手动关闭水泵。

### 三、可持续性发展趋势

随着全球气候变化趋势的不断加剧，干旱地区的水资源短缺问题也愈发严峻。解决水资源短缺问题已经成为全球范畴内的共同挑战。而自动冷凝集水装置作为解决这一问题的创新技术，其发展趋势也备受关注。

首先，随着自动化技术的不断发展，自动冷凝集水装置将更

加自动化。传统的人工灌溉往往需要大量的人工操作，并且难以保证灌溉效果和灌溉成本。而自动冷凝集水装置将采用先进的自动控制技术，实现全自动化操作。未来，自动冷凝集水装置的控制将更加自动化，能够利用先进的传感技术实现土壤湿度的实时监测和自动调节灌溉量和灌溉时间。这不仅可以增加作物生长的效率和产量，还可以减少无用的水资源浪费，更加节约时间和成本。

其次，随着研发成本的逐渐降低，自动冷凝集水装置的普及也将逐渐加快。目前，自动冷凝集水装置的研制成本还比较高，这对于普通农民、小型农场和种植户来说，可能还难以承受。但随着技术的进一步发展和市场的竞争，这一问题将得到逐渐解决。未来，随着自动冷凝集水装置的规模化生产和普及，其价格将逐渐降低，更多的农民将可以受益于其效益。

再次，随着人工智能和大数据技术的不断发展，自动冷凝集水装置将更加精准和高效。未来，随着自动控制系统和大数据分析技术的不断发展和应用，自动冷凝集水装置将能够更加准确地预测降雨量、确定灌溉策略，可以发挥更好的作用，提高生产效率和质量。

最后，未来洁净能源技术的发展和将会受益自动冷凝集水装置。目前，国内外的自动冷凝集水装置在运转时一般使用电力，但这会带来环境污染和能源消耗的问题。我们的产品随着太阳能、风能等洁净能源技术的发展和应用，我们的自动冷凝集水装置将更加环保、节能。使用这些能源可以更好地符合当地的环保要求，降低成本，实现赢得最大的价值。

综上所述，随着全球气候变化的加重，自动冷凝集水装置将会更加得到广泛的关注和应用。未来，自动冷凝集水装置将更加自动化，价格将逐渐降低，精准、高效，在洁净能源技术的赋能下，有望成为水资源短缺地区水资源管理的重要手段，为当地农业经济的绿色和可持续发展做出重要的贡献。

#### 参考文献：

[1] 铁生年, 姜雄. 青海沙漠化治理现状和进展 [J]. 青海师范大学学报 (自然科学版), 2012(4): 15-20.  
 [2] 铁生年, 姜雄, 汪长安等. 沙漠化防治化学固沙材料研究进展 [J]. 科技导报, 2013 (5):33-41.  
 [3] 半导体冷却空气取水装置的设计与优化. 余鹏坤. 合肥工业大学, 2020.  
 [4] 张凤珊, 电气控制及可编程控制器. 2版 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.  
 [5] 基于太阳能自动追光发电的空气制水装置. 彭旺; 李辉; 罗聪; 朱磊; 胡金璐; 李玲. 仪表技术, 2022.  
 [6] 太阳能提水灌溉发展研究概述 [J]. 张运鑫; 李树彬; 赵存维; 王利书. 科学技术创新, 2017(22):74-81.  
 [7] 半干旱区生态水箱式道路雨洪资源蓄集利用系统技术研究. 高雅玉; 张新民; 田晋华. 水土保持通报, 2017.  
 [8] 基于半导体制冷的冷凝取水式节水灌溉装置设计. 张程庆; 万训酉; 何婧瑶. 科技创新与应用, 2021.  
 [9] 农业集水工程与利用技术 [J]. 王秀茹, 王礼先. 当代生态农业, 2001.  
 [10] 云南山区微区域集水系统的经济效益评价 [J]. 张盛华; 王克勤. 绿色科技, 2014.  
 [11] 集水、节水新途径 [J]. 李艳文. 河北水利水电技术, 2000.  
 [12] 集水工程修建蓄水池 (旱井) 主要工艺技术体系研究 [J]. 王红, 李玉琴. 太原科技, 2002.