

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划

项目结题报告

项目名称: 浴室高效节能节水装置设计

项目编号: HG1602

学生姓名 曾胜军

所在学校和院系: 湖南工学院机械工程学院

项目实施时间: 2016

指导教师: 李天生

联系电话: 15886401668

填表日期: 2019年3月15日

湖南省教育厅

一、基本情况

项目名称		浴室高效节能节水装置设计				
立项时间		2016 年 6 月		完成时间	2019 年 3 月	
项目主要研究 人员	序号	姓 名	学号	专业班级	所在院（系）	项目中的 分 工
	1	曾胜军	1410140103	机械设计制造 及其自动化	机械工程学院	总体方案 设计
	2	周 强	1410140149	机械设计制造 及其自动化	机械工程学院	过滤装置设 计
	3	周梦清	1310840122	机械设计制造 及其自动化	机械工程学院	设计图纸的 绘制
	4	余永成	1310840111	机械设计制造 及其自动化	机械工程学院	装置性能试验
	5	陈 知	1310840121	机械设计制造 及其自动化	机械工程学院	数据采集与 资料收集

二、研究成果简介

1. 研究目的及其意义

节水、节能正在成为工矿企业、校园和家庭所面临且需持续加强和改进的问题。企业、校园、医院等单位，水的损耗一直是企业能源消耗的一个主要方面，在各个单位生活用水中，均存在大量浪费现象，所以有控制和节约的空间。生活用水中尤其是热水（如洗澡水、开水）由于其成本较高，如何有效的对其进行控制是全社会普遍关心的问题。怎样做到节水、节能，也因此正式提上了日常议程。据资料显示，日常生活中，洗澡用水在生活用水中占有相当大的比重，洗澡热水的温度一般在 38℃左右，洗浴过后的水温约为 34℃左右，它通常被作为废水而排掉。研究表明，洗澡过程中只利用了热水约 20%的热能，其中约有 80%的能量随着脏水的流走而白白浪费，传统的沐浴装置既浪费能源又浪费水资源，我国是世界上 13 个严重缺水的国家之一，人均拥有淡水量居世界第 88 位，人均水资源拥有量为 2370 立方米，只有世界平均水平的四分之一。因此，我们研制出了一种高效的浴室节能节水装置，以达到节能减排和可持续发展的目标。

2. 研究内容

(1) 建立节能节水装置模型

根据设计思路，一方面需要将洗澡产生的废水依次通过活性炭，pp 棉和反渗透膜完成三级过滤收集，达到可重复使用的标准；另一方面，使用压力泵将回收的热水直接供给加热装置。综合运用机械设计、制造及电气控制方面的专业知识，完成总体方案设计，同时运用 CAD、PRO/E 和 UG 等相关软件建立样机模型。

(2) 对模型进行优化设计

对模型不合理之处进行优化，增加该装置的相关功能，让其更加实用；同时完成三维动画仿真，提高装置设计和制造的可行性。

(3) 样机制造

根据确定的参数，绘制出该装置的零件图和装配图，从而制造出相关零部件并装配调试出该节能节水装置的样机。

(4) 性能测试

对该节能节水装置进行实际测试，综合分析其测试结果，从而对该装置的性能进行评估。

3. 重要观点

(1) 反渗透膜与增压泵的选取要协调；

(2) 在保证整个装置的密封性及耐压性的情况下，要注意系统压力不能过大；

(3) 确保该装置与热水器功率以及带清洁装置的水塔之间的匹配。

4. 项目的创新点和特色

(1) 采用反渗透技术，使水和热能利用效率大幅提高。

(2) 装置具有连续使用性能，与传统热水器相比，该装置可以连续循环提供可重复使用的热水，有效缩短热水器的加热时间，降低其功率。

(3) 以少量电能高效回收热能和废水。

(4) 该装置结构简单，生产成本较低。

5. 实践意义和社会影响

节能环保已成为整个社会的发展趋势。一方面，目前市场上出现了各种节水马桶，节水喷头，它们将生活废水收集起来然后用于厕所；节水喷头则通过在洗浴用水中，按比例混入一定量的空气来达到节水的目的。另一方面，通过热交换装置实

现节能，即让密闭废水与自来水产生相对流动，在流动过程中从废水中吸取一部分热能，不过这种换热方式是有限的，同时废水没有得到利用。研究表明，卫生间洗浴后的废热水污染轻、水质稳定、余热量大。但洗浴热水大部分热量随着废水排走，尤其是高校学生宿舍，洗浴热水的使用和排放时间较集中，水量大，其热量回收利用的价值较大，目前主要是采用以浴室废水为热源的热泵回收，也仅仅是利用了浴室废水的热能。

综上所述，目前在环保设备开发和利用方面还存在着很大的局限性，即单纯的节水或节能，能同时达到节能和节水的报道很少。本创新性实验项目，利用反渗透膜和压力泵的良好匹配，可以实现浴室废热水的循环使用，达到了浴室高效节能节水的目的。通过项目的有效实施，真正实现了节能减排。

6. 研究成果和研究方法的特色

(1) 研究成果

①、李天生、曾胜军、周强，等. 一种高效节能节水装置设计[J].内燃机与配件，2018（1）：212-213.（国家级刊物）

②、李天生、徐慧、曾胜军、周强，等. 一种带有清洁装置的水塔，实用新型专利，专利号：201720459855.X

③、李天生、徐慧、李祥、闫世伟、胡峻华，等. 洗浴废水回收利用装置，实用新型专利，专利号：ZL201720763146.0。

(2) 研究方法的特色

①、本项目在实施过程中，对于总体方案设计主要采用了模拟法，即先依照原型的主要特征，主要借助 PRO/E 和 UG 等相关软件创设一个相似的模型，然后通过模型来间接研究完成总体方案的工作原理和可行性分析。

②、对于废水依次通过活性炭，pp 棉和反渗透膜完成三级过滤收集，水质的质量分析，运用物理和化学方式综合了定量分析法、定性分析法和实验法，确保三级过滤以后，循环水可以达到饮用水的标准。

三、项目研究总结报告

1. 预定计划执行情况

(1) 2016 年 06 月-2016 年 11 月，建立节能节水装置基本模型并对其进行优化设计。

(2) 2016 年 12 月-2017 年 10 月，加工出装置的所有零部件，制造出样机并撰写论文 1 篇。

(3) 2017 年 11 月-2018 年 06 月，撰写出总结报告，收集整理相关文档，申请专利 1 项。

该项目根据上述预定计划，按照要求扎实推进。2016 年完成了相关装置或产品的调研工作，确保滤芯组设计的科学性与合理性，同时确定出了压力泵的种类、最高工作压力等，建立起节能节水装置的优化模型；选购好压力泵且设计绘制出核心部件滤芯组的零件图及装配图。2017 年主要是利用 PROE 和 AUTOCAD 等软件，完成整个装置的零件设计、三维模型与装配及关键零件的强度校核，加工出零件完成样机组装与调试，撰写了与课题相关的论文并申报了专利。2018 年的上半年，主要完成产品的设计说明书和使用说明书撰写。总体而言，项目进展顺利，达到了预期效果。

2. 项目研究和实践情况

首先，利用 PRO/E 和 UG 等相关软件创设一个相似的模型，然后通过模型来间接研究完成总体方案的工作原理和可行性分析，建立起节能节水装置的优化模型；其次，在实验室让废水依次通过活性炭，pp 棉和反渗透膜完成三级过滤收集，水质的质量分析，综合运用了定量分析法、定性分析法和实验法，确保了循环水可以达到饮用水的标准；第三，完成整个装置的零件设计、三维模型与装配及关键零件的强度校核，将所加工出的零件完成了装置的组装和调试；最后，将该装置在个别宿舍里面进行了试运行，效果良好，达到了预期的目的。

3. 主要成绩和收获

(1) 主要成绩

①、李天生、曾胜军、周强，等.一种高效节能节水装置设计[J].内燃机与配件，2018（1）：212-213.（国家级刊物）

②、李天生、徐慧、曾胜军、周强，等.一种带有清洁装置的水塔，实用新型专利，专利号：201720459855.X

③、李天生、徐慧、李祥、闫世伟、胡峻华，等.洗浴废水回收利用装置，实用新型专利，专利号：ZL201720763146.0。

通过该项目的顺利实施收获颇丰，首先，团队成员通力合作，作品集中体现了团队智慧，合作和协作的意识明显增强；其次，进一步熟悉了常用绘图软件PROE、AUTOCAD和UG的功能，实现了理论与实践的有机结合，运用所学知识解决问题的能力得到了极大的提高；第三，熟悉了产品开发的全流程设计与管理，为以后的毕业设计和就业打下了坚实的基础。

4. 存在的主要问题

- (1) 系统压力的选择与整个装置的匹配问题；
- (2) 整个装置采用三级过滤，同时使用了反渗透膜，目前设备采用节能型纳滤复合膜效果较好，但运行的成本比较高；

5. 下一步研究工作建议

- (1) 进一步扩大实验的范围，对废水回收量、系统压力和装置匹配等参数进行线性回归，显著提高使用中的效果。
- (2) 目前设备采用节能型纳滤复合膜效果较好，但运行的成本比较高；节能型超滤复合膜：其具有抗污染性能、药剂用量少、水回收率高、占地面积小等特点，同时能有效地去除细菌、病毒、大分子有机物、胶体和颗粒物。所以，拟打算进行对比实验，进一步降低成本，为开展商业化做好准备工作。

四、经费使用情况

经费支出情况：	
支出项目	预算金额
设备费	1475 元
能源费	0 元
材料费	3958 元
试验外协费	848 元
差旅费	0 元
管理费	600 元
其他相关费用	3685 元
合计	10566 元

五、指导教师及学院（系）审核意见

项目指导教师对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等。

“浴室高效节能节水装置设计”项目在曾胜军同学的牵头下，与周强、周梦飞、余永成和陈知等 4 位同学共同努力，通过市场调研、广泛查阅国内外文献资料，拟定了比较合理的研究方案，确定了相应的技术路线，按照研究目标和时间节点，有步骤有计划地完成了该研究任务。公开发表了相关研究论文“一种高效节能节水装置设计”（内燃机与配件，2018（1）：212-213），获国家知识产权局授权的实用新型专利 2 项（一种带有清洁装置的水塔，专利号：201720459855.X）和（洗浴废水回收利用装置，专利号：ZL201720763146.0）。总结报告中对项目进一步研究提出的建议比较中肯，具有可操作性。

项目研究方法正确，方案合理。项目研究培养了同学们的团队协作、自主学习与科研创新能力，研究成果对社会实践有一定的指导意义。项目研究达到了预期计划。建议结题。

负责人签章：

年 月 日

项目主持人所在学院（系）对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等

“浴室高效节能节水装置设计”项目在李天生老师的指导下，以曾胜军同学牵头，与周强、周梦飞、余永成和陈知等 4 位同学共同努力，有步骤有计划地完成了该研究任务。公开发表了相关研究论文“一种高效节能节水装置设计”（内燃机与配件，2018（1）：212-213），获国家知识产权局授权的实用新型专利 2 项（一种带有清洁装置的水塔，专利号：201720459855.X）和（洗浴废水回收利用装置，专利号：ZL201720763146.0）。撰写了详细的总结报告。

项目研究达到预期计划。同意结题。

负责人签章：

年 月 日

六、学校结题审核意见

学校对项目研究的任务、目标、方法和研究成果水平等进行评价，是否结题。

年 月 日

