全透明无活塞教学蒸汽机

颜丙臣 / 山东省邹城市兖矿第一中学

◉ 背景技术

中学教师讲解热机原理时，只能借助实验室配备的内燃机模型，其缺点是：模型不能实际应用，即无法正常运转，因而无法让学生实际感知热机的动态工作流程，无法实际测量热机的功率和效率，无法与现代测量仪器如传感器连接；功能单一，无法进行教学探究。

◉ 发明内容

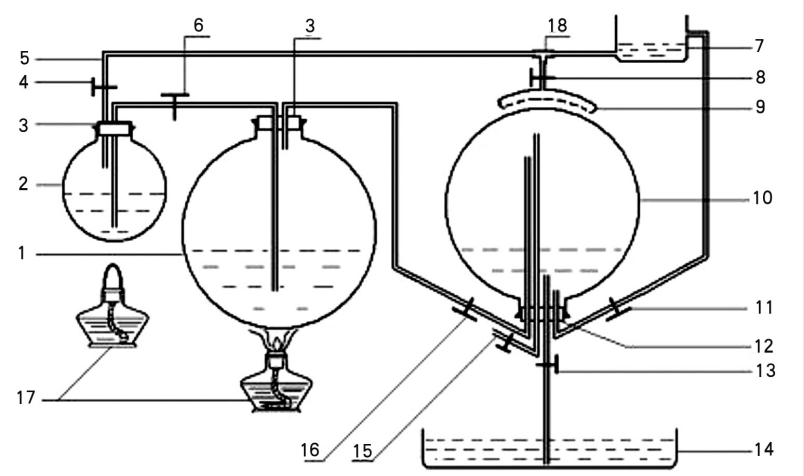
本项目发明了 1 种全透明无活塞的教学蒸汽机（原理见图 1，实物见图 2），包括蒸汽发生器、补水器、集水器、喷淋头、工作室、供水器；其特征在于：蒸汽发生器、补水器、集水器、工作室通过导管依次连通并形成一个循环回路，这些导管上均设置有阀门。

◉ 具体实施方式

本项目发明的蒸汽机中，蒸汽发生器、补水器及工作室均为透明密闭容器，集水器及供水器均为透明敞口容器。集水器的位置高于工作室。蒸汽发生器的进水管伸入容器底部，出气管设置在蒸汽发生器容器内上部。补水器的进水管口在容器内中上部、出水管口伸入容器底部。工作室的蒸汽进气口设置在工作室内上部，出水口及进水口均设置在工作室内下部。在工作室的正上方通过三通连接 1 个导管，在该导管上设置 1 个阀门并在出口处连通 1 个喷淋头。工作室还外接 1 个带阀门的扩展接口。

调试时，首先在供水器、集水器中加入水，打开阀门 8，让水从喷淋头中流出，水流经工作室最终落入供水器中，关闭阀门 8。打开阀门 4、6、16、11，让水流入补水器和蒸汽发生器中（若补水器中的水不能自动流入蒸汽发生器，可以先关闭阀门4，用热源给补水器加热，水就会流入蒸汽发生器中）。当蒸汽发生器 1 中的水为其容积的 1/3 时，关闭阀门 4、6，加热蒸汽发生器，待蒸汽发生器中水沸腾，经过阀门 11 的出水导管管口有蒸汽出现后，关闭阀门 16、11，打开阀门 8，让水通过喷淋头喷淋在工作室的正上方，打开阀门 13，供水器中的水流入工作室中，关闭阀门 8、13，调试完毕。

工作流程和工作原理：打开阀门 16、11，工作室中的水，在高温高压水蒸气的作用下，沿出水导管



1—蒸汽发生器；2—补水器；3—2 孔塞；4—阀门；5—导管；6—阀门；7—集水器；8—阀门；9—喷淋头；10—工作室；11—阀门；12—4 孔塞；13—阀门；14—供水器；15—扩展接口；16—阀门；17—热源；18—三通

图 1　全透明、无活塞教学蒸汽机原理

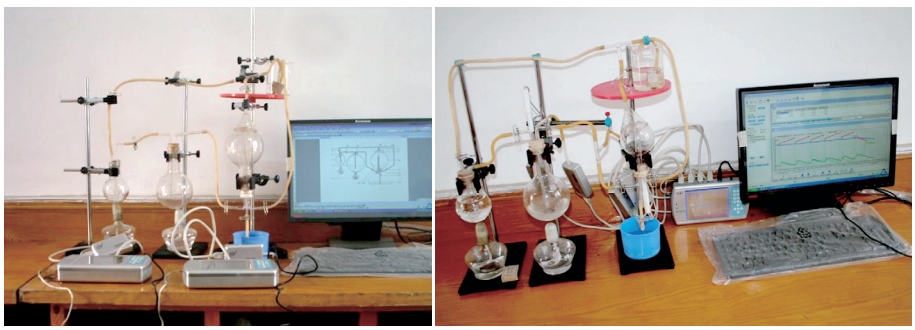


图 2　全透明、无活塞教学蒸汽机实物图（左图为未接入传感器，右图为接入传感器）

流入集水器中，关闭阀门 16、11。打开阀门 8，让水通过喷淋头喷淋在工作室的正上方，工作室中水蒸气遇冷液化，工作室中气压减小，关闭阀门 8，打开阀门 13，供水器中的水流入工作室中，关闭阀门。再打开阀门 16、11，……如此循环往复，低处供水器中的水，不断地被提到高处的集水器中，这一过程实现了热能向机械能的转化。

◉ 项目的创新点或改进点

设备全透明，便于教师讲解，利于学生观察热机的动态工作流程、理解物理知识的具体应用方法；无活塞，结构简单摩擦小；水循环，环保无污染；可连续工作，能实际测量该热机的功率和效率；可人为调节操作节奏，控制热机的功率和效率；扩展接口与传感器结合，即时测量物理量数值，图像由计算机自动处理，工作原理一目了然。

◉ 现实意义

学生可动手操作热机，用传感器即时测量物理量数值，实际测量热机的功率、效率，感知热机的动态工作流程，加深理解物理知识及其在实际中的应用。本发明可用于学生探究热膨胀及应用，汽化及其影响因素、沸点与压强的关系，液化、液化条件及利用液化获得低压，大气压强的存在，虹吸现象，蒸汽机原理，提高热机功率的措施、提高热机效率的措施，热力学第二定律，能量耗散，传感器原理及应用等教学内容。

◉ 项目的使用情况

该设备已用于实际教学，用于讲解和帮助学生探究热膨胀的应用、汽化及其影响因素、液化条件及液化获得低压的应用、大气压强的存在、虹吸现象、热机的共同特点、提高热机功率与效率的方法和措施、热力学第二定律、传感器的原理及应用等知识。

该设备引入传感器，使数据的测量与处理变得十分简单，学生可以将主要精力转移到对物理知识的感知与理解、对物理过程的分析与构建上来，实现了操作技能培养与创新能力培养的有效结合。

学生的反馈信息表明，在辅助理解物理知识和应用，以及物理过程的分析与构建方面，该设备有非常好的效果。

该项目获得第 27 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科教制作类一等奖。

专家评语

该项目的主要内容是制作了热能转化成机械能的一套有趣装置。该装置原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理。作品教育性强。项目选题新颖，对传统方法有突破。作品效果显著，制作规范，具有示范推广价值。■