

作者：通识教育学院 于洪杰

适用课程：大学物理

## 循环与热机在冰上运动馆温度调节系统中的应用

摘要：随着冰雪运动的蓬勃发展，冰上运动馆的建设需求日益增长。在冰上运动馆的设计与运营中，维持冰面的稳定温度是保障赛事活动顺利开展的关键，这涉及大量循环与热机相关的热力学知识。

本案例以北方某冰上运动馆的温度调节系统为研究对象，结合土木工程专业特点，将循环过程、热机效率、卡诺循环等理论知识与实际工程应用相结合。通过分析冰上运动馆夏季和冬季的温度调节需求，计算卡诺循环机在不同季节所需的功率，探究提高系统能效的方法。

同时，引入实际制冷系统与卡诺循环的差异分析，培养学生运用热力学原理解决土木工程中实际温度调节问题的能力，树立绿色节能的工程理念，推动土木工程专业与热力学知识的融合应用，为培养高素质的土木工程技术人员提供支撑。

关键词：循环与热机；冰上运动馆；温度调节

### 一、背景介绍

根据国家教育部出台《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》、学校培养目标、专业建设及公共课“双服务”实施方案等相关文件精神及理念，大学物理课程作为土木工程专业的学科基础课，结合专业需求建设是一个重要的教学改革方向。

针对土木工程专业的特点和需求，设计具有针对性的教学内容和案例，

可确保学生学到与本专业紧密相关的物理知识。通过将循环与热机相关的热力学知识与冰上运动馆温度调节系统这一实际工程案例相结合，注重知识的应用和实践，让学生将所学知识应用于实际问题的解决中，提高课程的针对性和实用性，更好地满足学生的专业需求。

## 二、项目案例

### (一) 项目案例内容

#### 1. 项目案例来源

本项目案例来源于齐齐哈尔工程学院冰上运动馆的温度调节系统设计与运营实践。

#### 2. 内容

在冰雪运动快速发展的背景下，冰上运动馆的建设与运营对温度调节系统提出了极高要求。冰面需稳定维持在 $-5^{\circ}\text{C}$ ，而馆外环境温度波动大，夏季白天最高达 $35^{\circ}\text{C}$ ，冬季夜间最低至 $-20^{\circ}\text{C}$ ，墙体导热速率为每度温差 $0.8\text{kW}$ 。

本案例引导学生结合物理学中循环过程、热机效率、卡诺循环等知识，分析温度调节系统在不同季节的工作需求：夏季需通过制冷系统抵消外界传入的热量，冬季需通过热泵系统补充冰面散失的热量。同时，对比实际氨(R717)制冷系统与理想卡诺循环的差异，理解工程实践中能效优化的关键。

#### 3. 工作流程

布置温度调节系统分析任务→学生查阅热力学资料、调研冰上运动馆运营数据→课堂分组研讨季节工况差异→结合理论计算系统功率与能效→提出节能改进方案→总结理论与实践结合要点

## (二) 关键要点

### 1. 项目案例涉及主要知识点

K14: 理解准静态过程

K15: 掌握理想气体压强公式及其统计意义

K16: 理解理想气体温度的物理意义

K17: 理解内能、功和热量的概念

K18: 掌握热力学第一定律

K19: 掌握热力学第一定律

K20: 理解循环过程、热机效率和制冷系数的物理意义

### 2. 项目案例涉及主要技能点

S13: 会计算准静态过程的功

S14: 会计算理想气体压强

S15: 会计算理想气体在典型热力学过程中功、热量和内能

S16: 会计算循环的效率和致冷系数

S17: 会计算卡诺循环的效率和致冷系数

### 3. 项目案例涉及主要态度点

A1: 创新意识：通过新型制冷技术在冰上运动馆的应用，理解科技对经济社会发展的支撑作用。

培养工程实践意识，认识热力学理论对温度调节系统设计的指导价值。

树立绿色节能理念，在工程设计中注重提高能源利用效率。

激发创新思维，探索低能耗温度调节技术在大型场馆中的应用。

### （三）教学使用

教师线上调研学生对循环与热机知识的掌握程度→布置冰上运动馆温度调节系统分析任务→学生分组调研实际案例数据（如墙体导热、环境温差）→课堂汇报各组计算结果（季节功率差异、能效对比）→师生共同探讨实际系统与理论模型的差距→总结热力学知识在土木工程中的应用要点

通过分析系统在节能、稳定运行等方面的挑战，引导学生关注大型公共建筑的绿色设计，树立“技术服务与实际需求”的工程观，理解热力学原理对可持续发展的支撑作用。

### （四）其他相关说明和附件

相关案例素材如下：



产教融合基地冰上运动馆制冷系统