

作者：机电学院 赵凤伟

适用课程：机械制图、机械设计基础

速度滑冰辅助训练装置设计

摘要：速度滑冰作为一项对技术和体能要求极高的运动，运动员的训练效果直接影响比赛成绩。现有辅助训练装置存在诸多局限，如无法模拟不同方向和强度的风阻、难以实现训练坡度调节，导致训练场景与实际比赛环境存在差异，影响训练质量。

为解决上述问题，设计了一种速度滑冰辅助训练装置。该装置通过基座机构、调节机构、训练机构和转动机构的协同工作，可实现风洞机角度和风力强度调节，以及训练坡度调节，模拟真实比赛中的风阻环境和地形变化。项目目标是提升训练真实性，帮助运动员适应不同比赛条件，同时提高装置的稳定性和易用性，在6个月内完成设计与初步测试。通过采用先进机械设计理念和驱动技术，该装置能有效提升训练效果，为速度滑冰运动员提供更科学的训练支持。

关键词：辅助训练装置；转向机构；机械设计理念

一、背景介绍

随着速度滑冰运动的发展，比赛竞争日益激烈，运动员对训练的真实性和针对性要求不断提高。真实比赛中，运动员会面临不同方向、强度的风力影响，以及复杂冰面地形（如微小坡度）的挑战，而传统训练装置往往无法精准模拟这些环境。例如，现有风洞训练设备多固定方向，无法模拟侧风、斜风等复杂风向；训练冰场多为水平，难以模拟实际比赛中可能出现的坡度变化，导致运动员在实际比赛中难以快速适应，影响竞技状态。

因此，研发一种可调节风阻方向、强度及训练坡度的辅助训练装置，成为提升速度滑冰训练质量的关键，对提高运动员的比赛适应性和成绩具有重要意义。

二、项目案例

（一）项目案例内容

1. 市场需求与技术挑战

市场需求：专业速度滑冰队及训练机构需要能模拟真实比赛环境的训练设备，具体包括：可调节不同方向（0-360°）和强度（0-10级风阻）的风阻模拟功能，能实现 0-5° 坡度调节的训练台面，以满足不同场景下的训练需求；装置需具备稳定性高、操作简便、耐用性强的特点，适应长期高强度训练。

技术挑战：装置需实现风洞机的精准角度调节，同时保证转动过程中的稳定性，避免因晃动影响训练精度；坡度调节机构需精准控制角度变化，且能承受运动员滑行时的冲击力；各机构（基座、调节、训练、转动）需协同工作，避免运动干涉，确保整体运行流畅；材料需适应低温环境（冰场训练环境），同时具备足够强度和耐磨性。

2. 设计目标

性能优化：风洞机角度调节范围达到 0-360°，调节精度 $\pm 1^\circ$ ；风力强度调节覆盖 0-10 级风阻，满足不同训练强度需求；坡度调节范围 0-5°，调节精度 $\pm 0.1^\circ$ ，确保训练台面平稳变化。可靠性提升：通过结构优化和材料选择，使装置连续工作时间不低于 8 小时，无故障运行次数 ≥ 1000 次；关键部件（如电机、丝杆、转杆）使用寿命 ≥ 5000 小时，适应长期训练使用。

3. 技术方案

先进设计方法应用：采用三维建模技术确定关键零部件的最佳结构形状，在满足强度和刚度要求的前提下，实现材料分布最优化。运用仿真分析软件，模拟传动机构在各种工况下的力学与运动状态，预测潜在问题并优化设计参数。

材料及工艺探究：引入高强度低密度的合金材料制造齿轮等关键部件，减轻重量同时提高强度。采用先进的热处理工艺和表面强化技术，提升零部件的耐磨性和疲劳强度。探索精密锻造、冷挤压等近净成形制造工艺，提高零件精度和生产效率，降低生产成本。

4. 详细设计

先进设计方法应用：采用三维建模软件（如 SolidWorks）进行整体结构设计，通过有限元分析（ANSYS）对基座、调节板等关键部件进行强度校核，确保在承受运动员体重和冲击力时不变形；运用运动仿真软件模拟各机构运动过程，优化传动参数，避免运动干涉。

材料及工艺探究：基座、调节板等承载部件采用高强度合金钢材（如 45 号钢），经调质处理提升强度和韧性；风洞机外壳采用轻质铝合金，减轻重量的同时保证耐腐蚀性；活动连接部件（如转块、滑块）采用耐磨轴承，降低摩擦系数，提升运动流畅性；表面处理采用镀锌工艺，增强低温环境下的抗锈蚀能力。

（二）关键点

1. 知识点

掌握零件图的绘制规范（视图选择、尺寸标注、公差与配合标注）。理解装配图的表达方法（剖视图、装配关系标注、技术要求）。熟悉标准件（如轴承、螺栓）在图纸中的简化画法。了解机械制图国家标准（如 GB/T4458.1-2002）对视图、尺寸的基本要求。掌握丝杆传动

机构的工作原理及参数计算（导程、螺距、传动比）。理解铰链连接的受力特点及结构设计要点。掌握构件强度校核的基本方法（拉伸、压缩、弯曲强度计算）。了解常用材料的力学性能（如 45 号钢的屈服强度、铝合金的密度）及选用原则。其他：理解速度滑冰辅助训练装置的整体设计要求及各机构功能；掌握电机（伺服电机、步进电机）的选型原则及控制方式；了解风洞设备的工作原理及风力调节机制。

2. 技能点

能够使用 CAD 软件（如 AutoCAD）绘制装置零部件的零件图和装配图。能根据《机械设计基础》知识，对丝杆、转杆等关键零件进行简单的强度校核。具备分析机械传动系统（如丝杆传动、铰链连接）运动特性的基本能力。能够选取合适的标准件（如轴承、电机），并进行参数匹配。具备装置组装、调试及故障排查的基本能力；能够撰写装置设计说明书及测试报告。

3. 态度点

创新意识：鼓励学生探索训练装置的新型结构和驱动方式，如结合传感器实现风力、坡度的自动调节，突破传统设计局限。严谨性：强调设计过程中参数计算和校核的重要性，培养学生一丝不苟的工程态度，避免因设计失误导致装置安全隐患。团队协作：通过案例展示装置设计中机械、电气、运动训练等多学科的协同需求，培养学生的团队合作能力和沟通能力。

（三）教学使用

以《机械制图》与《机械设计基础》结合的“基座零件图绘制与结构设计”课点为例：

本课点涉及知识点包括：《机械制图》中基座零件图的视图选择

与尺寸标注；《机械设计基础》中基座的材料选择与强度校核；态度点为培养学生将制图规范与结构合理性相结合的工程思维。教学过程：课前让学生观察基座的实物模型（或三维模型），分析其功能（支撑各机构、承受载荷）；课中以小组为单位，先根据《机械制图》要求绘制基座的零件图（主视图+俯视图），标注尺寸和公差，再结合《机械设计基础》讨论“为何选用 45 号钢作为基座材料？”“如何通过结构优化（如增加加强筋）提升基座强度？”；最后师生共同点评图纸的规范性和结构设计的合理性，引导学生理解“制图是设计的语言，需服务于结构功能”。

通过该课点教学，学生既能掌握机械制图的基本技能，又能将《机械设计基础》的理论知识应用于实际结构设计，培养综合工程素养。

该案例展示了从实际训练需求到装置设计的完整过程，为《机械制图》《机械设计基础》《运动训练器械设计》等课程提供了贴近实践的教学素材，有助于学生掌握工程设计方法，培养工程素养和创新能力。

本案例在教学中的价值在于，为学生提供了一个贴近实际工程的学习范例，使学生能够全面了解机构设计的全过程，从市场需求分析、设计目标确定、技术方案选择到详细设计与优化。同时，培养学生的综合素养，包括专业知识技能、创新思维和团队协作精神，为汽车工程领域培养高素质专业人才。此外，展示了企业如何将前沿技术与实际生产相结合，推动行业技术进步，具有重要的示范和借鉴意义。