

项目教学法在机械创新设计课程中的应用

——以硬币清分机系统的设计为例

杨 峰, 吴懋亮

上海电力大学, 能源与机械工程学院, 上海
Email: yangfeng1310@126.com

收稿日期: 2020年8月31日; 录用日期: 2020年9月14日; 发布日期: 2020年9月21日

摘 要

机械创新设计课程注重将知识传授和能力培养融为一体。本文以该课程中硬币清分机系统的设计实例为研究对象, 阐述对硬币清分机机械系统部分设计及制造过程, 设计制作了硬币自动分离计数包装机构, 完成从杂乱硬币的投入到对硬币的清点分类整理工作。通过引入设计实例, 采用项目教学法, 引导学生分组完成设计、制造全过程, 更好地培养了学生的创新及综合应用能力。

关键词

硬币分拣, 机械创新设计, 3D打印, 项目教学法

Application of Project Teaching Method in the Course of Mechanical Innovation Design

—Take the Design of Coin Sorting Machine as an Example

Feng Yang, Maoliang Wu

College of Energy and Mechanical Engineering, Shanghai University of Electric Power, Shanghai
Email: yangfeng1310@126.com

Received: Aug. 31st, 2020; accepted: Sep. 14th, 2020; published: Sep. 21st, 2020

Abstract

The knowledge and ability training are important in the mechanical innovation design course. In

this paper, the coin sorting system was used as the research object. The coin sorting machine system part design and manufacturing process was elaborated and the automatic separation of coin counting packaging machine was designed. The students can complete the whole process of design and manufacturing during the process of using examples and project teaching methods. In the end, the ability of innovation and comprehensive application of students can be improved.

Keywords

Coin Sorting, Mechanical Innovation Design, 3D Printing, Project Teaching Method

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

习近平总书记强调,我国科技发展的方向就是创新、创新、再创新,实施创新驱动发展战略,最根本的是要增强自主创新能力。高等学校作为培养创新人才的基地和摇篮,肩负着重要的历史使命,要把培养大学生的创新能力作为教育改革的核心。机械创新设计课程作为我校机械设计制造及其自动化专业的一门拓展课程,是一门综合运用机械相关理论知识模拟解决工作过程中实际问题的应用性课程[1]。它对巩固知识和提高运用知识的能力起关键作用。本课程是培养学生灵活运用机械设计、原理与零件加工知识模拟解决实际问题的能力,最终达到提高学生的设计与制造水平能力[2]。为更好地提高学生创新能力,本课程在实际教学过程中,以全国机械创新设计大赛学科竞赛为导向,通过引入设计实例,采用分组教学法,引导学生分组完成设计、制造全过程,更好地培养了学生的创新及综合应用能力。

2. 机械创新设计课程与项目教学法

机械创新设计作为机械设计制造及其自动化专业的一门专业拓展课,其主要任务是不断发挥学生的创造性思维,将科技、文化、艺术等融汇在传统的机械设计中,设计出具有新颖性、创造性和实用性的符合新时代特点的新产品。在教学过程中,应注重引导式教育,既要及时为学生提供帮助,同时还要不断弱化教师在课堂教学中的作用,使学生逐渐成为课堂的主人。传统的机械创新设计授课方式仍然习惯于沿袭传统的讲授教育,忽视学生课堂主体性,学生缺乏学习的动力。为了适应新时代发展的要求,国家越来越需要具有创新创造能力、复合型、应用型、实践型的人才,教师必须更加重视实践教学环节在保证人才培养质量方面的重要性。

项目教学法是一种以学生为主体,以教师为主导,以岗位工作流程为线索,以典型项目为中心,以产品(或者服务)为载体,以能力为目标,理实一体、做学一体、做学结合的一种教学方法。项目教学法最显著的特点是以项目为主线,以教师为引导,以学生为主体,具体表现在:目标指向的多重性;培训周期短,见效快;可控性好;注重理论与实践相结合。

机械创新设计课程教学改革中,采用项目教学法,把整个学习过程分解为一个个具体的工程或事件,设计出一个个项目教学方案,按行动回路设计教学思路,不仅传授给学生理论知识和操作技能,更重要的是培养他们的综合能力,这里的能力已不仅是知识能力或者是专业能力,而是涵盖了如何解决问题的能力:方法能力、接纳新知识的学习能力以及与人协作和进行项目动作的社会能力等几个方面。

3. 项目教学法在机械创新设计课程中的实践过程

3.1. 项目教学法教学内容的确定

项目教学法的关键, 是设计和制定一个项目的工作任务。一个项目是项计划好的有固定的开始时间和结束的时间工作。规则上项目结束后应有一件可以看到的产品。不再用以前的以“知识点”为线索的方式, 而是根据学生的接受能力及信息时代的需求, 改用以“项目”为线索, 以“子项目”为模块, 精心组织教学内容, 使其符合学生的认知特点, 特别是强调所学知识要与时代同步。

硬币具有不易磨损、应用范围广、可重复使用、造价低等特点, 作为小币种, 硬币在各个国家的使用都非常普遍。在全球的各个国家每年都会有难以计数的不同种类的硬币被生产出来, 在市场流通量很大, 随着城市生活节奏的加快, 交易自动化的需要, 硬币的应用领域还在不断扩大, 硬币相对于纸币的流通优势日益明显[3]。随着硬币的流通, 硬币清分的一系列问题也随之而来。随着社会的发展, 人们生活节奏加快, 硬币自动化流通变得越来越有意义, 硬币的分类、检伪、清分系统变得越来越重要。在项目教学法中, 引导学生收集、分析硬币清分机系统研究的必要性, 首先确定项目工作任务——硬币清分机系统的设计[4]。

3.2. 项目教学过程的实施——硬币清分机机械系统详细设计与实现

3.2.1. 现有研究方法的调研及分析

通过引导学生广泛调研, 虽然硬币的种类很多, 但是一元、五角和小一角硬币这三种币种是在市面上流通量最大的币种。硬币图片如图 1 所示。想要分离硬币, 就要明确硬币的特点, 利用硬币的特点来实现快速分离[5]。



Figure 1. Kinds of money in circulation in China
图 1. 中国流通的货币种类

学生在设计时, 选择以硬币的直径不同这个特点来区分硬币, 硬币尺寸如表 1 所示, 虽然一角硬币和五角硬币的直径是十分接近的, 但是通过提高分离机构的精度也是可以实现这一目标的, 而且通过机械系统来实现硬币的分离, 可以实现快速分离[6]。初步设计思路为: 让三种不同的硬币在滑道里面依靠重力滑行, 然后因为硬币的直径不同而自然得让小直径硬币滑落到下一滑道, 而大直径硬币则被分离出来。当分离五角和一角硬币时, 也同样利用直径不同的原理, 从而实现硬币的分离。为了实现硬币的重排和计数, 不仅需要分离滑道, 还需要添加传送机构和计数包装机构, 从而获得完整的硬币识别系统。

3.2.2. 项目实施过程一: 传动机构设计

本项目中, 设计核心是系统的传送机构。该机构起到整理一次性投入的大量硬币并辅助硬币依次进入分离滑道, 能有效提高分离的效果和精度。硬币分类检伪系统为了提高分离效率, 达到预期的分离效果, 需要一次投入大量的硬币的, 开始快速整理。所以传送机构整理硬币的功能显得尤为重要, 并且分

离机构都是逐个分离硬币才能达到预定的分离效果, 传送机构对于硬币的整理对后续硬币的分离精确度影响很大, 选择合适的传送机构非常重要。即可以实现大量硬币的一次性投入, 提高分离效率, 又能实现硬币依次排列而出进入分离滑道, 以保证分离的精确度。

Table 1. Coin features comparison table

表 1. 硬币特征对比表

硬币种类	厚度(mm)	直径(mm)	重量(g)
一元硬币	1.85	25.0	6.10
五角硬币	1.65	20.5	3.80
一角硬币	1.67	19.0	1.15

项目实施过程中, 学生通过分组协作, 分别接力完成带传动、轴及联轴器设计、轴承及轴承座选用、原动机选择等, 传送机构具体设计如下:

1) 带传动设计

皮带是直接接触硬币并且实现传输的部分, 所以皮带水平部分的尺寸就决定了传动机构的工作长度。一元硬币的直径是 25 mm, 那么同时容下 5 枚硬币即需要 125 mm 的长度。硬币之间再略有缝隙就是 130 mm。那么平带的水平部分达到 130 mm 的长度即可。根据带轮的标准, 最终确定 R20 的带轮。那么平带的总长度即为 300 mm。每次传送要保证硬币一个一个出来, 所以皮带的宽度比一元硬币略宽, 又不能让两枚硬币并列排列, 取 30 mm 合适。带宽为 30 mm, 而带轮的两端需要固定带不要在运动的过程中左右摆动而脱离带轮, 所以各留宽 3 mm 的飞边儿, 这样带在转动的过程中不至于碰到壁面而卡死或者磨损, 最终宽度为 40 mm。在另一端留出滑动轴承的厚度即 8 mm。

2) 轴及联轴器的选择

两个带轮即要确定两根轴, 一根为主动轮轴, 一根为从动轮轴。

主动轮轴需要连接电动机和联轴器, 故需要留出连接联轴器的长度和连接轴承的长度, 轴承的厚度为 8 mm, 镶嵌在轴承座上, 而联轴器工作段的长度为 10 mm, 轴承壁的厚度还有 2 mm, 联轴器的末端和轴承座的距离留出 6 mm, 共 26 mm。电动机出口轴径为 8 mm 而轴端直径为 10 mm, 不需要传递大转矩, 故选用小型梅花联轴器即可满足要求。

3) 轴承及轴承座的选用

本设计中不需要可以承受非常大的轴向力的轴承, 而深沟球轴承因为它的结构特殊, 可以承受双向的轴向力, 满足使用要求, 最终选用深沟球轴承。选用和 3D 打印材料一致的 ABS 板、雪弗板和 ABS 专用胶水, 方便切割和再次黏连。ABS 板的厚度为 10 mm, 将厚度为 8 mm 的滚动轴承镶嵌在轴承座上并且轴向固定。对于与电动机连接的长轴, 还需要在连接电动机的一侧开孔, 让直径为 10 mm 的轴伸出轴承座外, 方便与电动机连接。

4) 原动机的选择

选择转动速度为 12 m/min, 12 v 的电动机最能满足需要, 可以直接用手机充电器连接插孔。

传送机构设计图及实物图如图 2 所示。

3.2.3. 项目实施过程二: 分离机构设计

分离结构的设计是本机构的第二个核心部分。除了传统的制造方法外, 本部分实施过程中引导学生先进制造技术——3D 打印技术运用到把滑道在曲面造型上来解决。

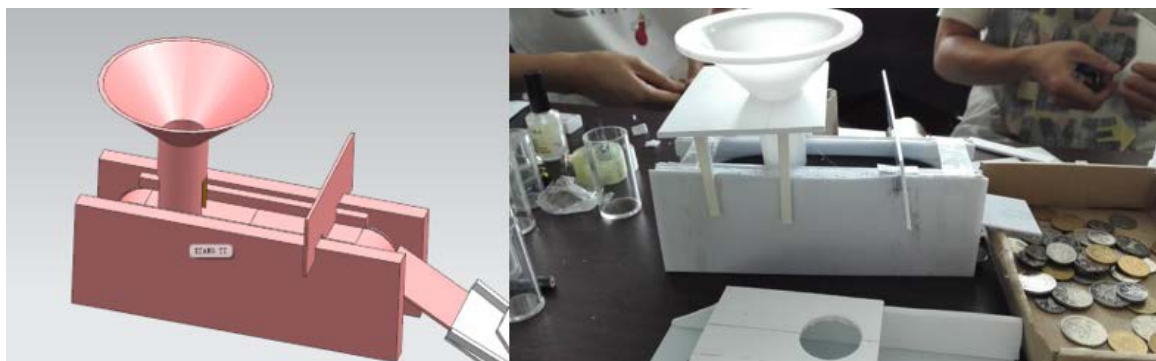


Figure 2. Design and physical drawing of transfer mechanism
图 2. 传送机构设计及实物图

具体实施过程中, 学生先绘制出 3D 模型, 再运用 3D 打印机将实物打印出来, 由于 3D 打印机的平台大小有限(200 mm × 200 mm)。需要把模型分解成 3D 打印机可以放入的尺寸大小, 成型后粘结而成。

本设计利用不同类型硬币直径不同的特点, 应用三层滑道来分离硬币。因一元硬币的直径最大, 最容易分离出来, 所以首先分离一元硬币再让五角和一角硬币实现分离, 一角硬币的直径最小, 可以在最后分离, 这样三层滑道即可把硬币完全分开。

根据表 1 中三种硬币的尺寸, 设计三种不同滑道的尺寸参数如表 2 所示, 三层滑道设计如图 3~图 5 所示。滑道的尺寸大小根据三种硬币的直径尺寸确定。

Table 2. The parameters of the detached slide
表 2. 标准试验系统结果数据

分离滑道	实心部分	空心部分
一元分离滑道	26	21
五角分离滑道	22	18
一角滑道	21	/

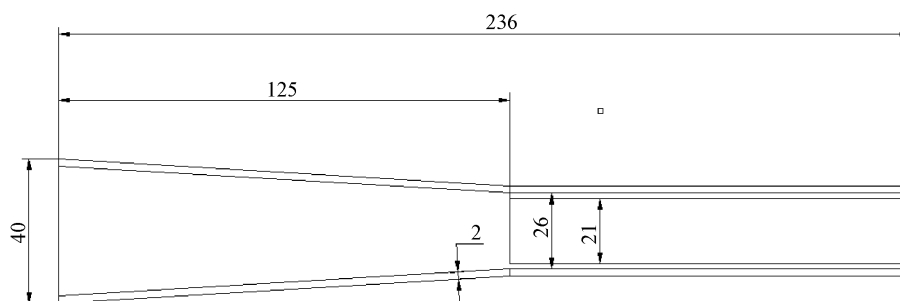


Figure 3. Dimension design of one yuan separation slide
图 3. 一元分离滑道尺寸设计

根据滑道设计图纸来完成实际物品的制作, 如图 6 所示。在实际分离的过程中, 滑道的倾斜程度也很重要, 因为滑道的斜度影响了硬币的滑动速度。过快的速度影响分离的精度。过于平缓的滑道又会因为滑动太过于缓慢而影响效率, 最终选用和水平面呈 15°的斜度最为适合。

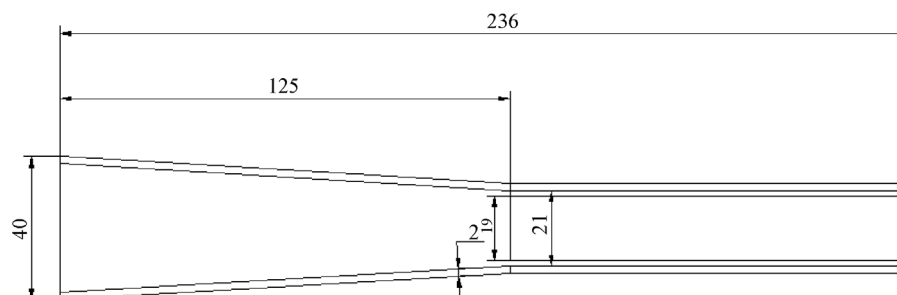


Figure 4. Dimension design of fifty-cent separation slide

图 4. 五角分离滑道尺寸设计

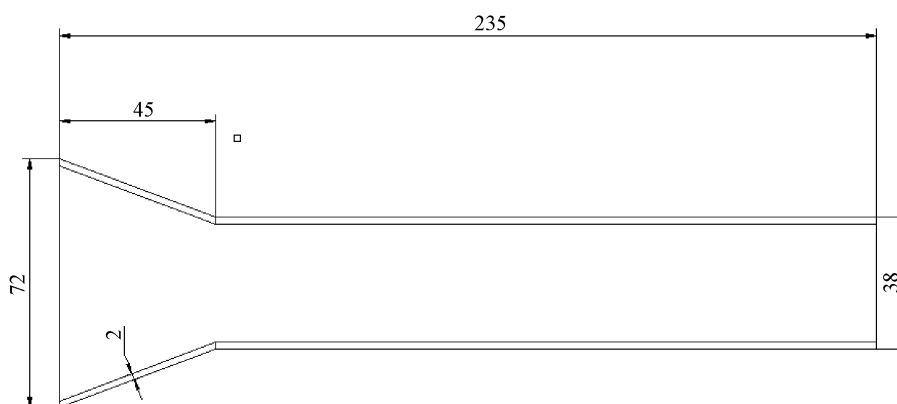


Figure 5. Dimension design of a dime slide

图 5. 一角滑道尺寸设计



Figure 6. Products of separate slide

图 6. 分离滑道组装成品图

3.2.4. 项目实施过程四：包装机构设计

为了实现大量硬币的快速包装，可以采用包装瓶来代替卷纸包装，让分离好的硬币直接落入包装瓶中，最后加盖即可完成包装。为了保证硬币实现几十个自动包装的效果，需要把在硬币计数结束后控制包装机构动作。

在项目实施过程中，学生通过查阅大量的文献，结合已设计好的传动及分离机构，综合设计了包装机构。硬币从滑道出口滑出后，用漏斗实现硬币的堆叠，当单片机计数到 30 个时，滑道口的挡片和漏斗口的挡片同时动作，滑道口被挡住，更多的硬币不能掉落下来，而漏斗口被释放，堆叠的硬币可以竖直掉落到包装桶中。两个挡片用同时受到单片机的控制，可以实现同步动作。

运动挡片由于长度大、质地软的问题，在运动的过程中容易偏离运动方向，为了解决这一问题，在

挡片两侧加入了导向机构, 让挡片可以按照预设的轨迹运动。只有漏斗口, 挡片口和包装桶三个口三心相对的时候, 硬币才能顺利落入桶中。在包装机构的底座上为包装桶开设了凹槽, 这样可以精确放置包装桶的位置。避免硬币因为偏离而不能落入包装桶中。

硬币从分离机构最后进入包装机构中, 如下图所示硬币从分离滑道的出口处分别进入各自包装机构的漏斗中从而实现堆叠。并配合单片机计数, 当单片机计数到 30 个的时候电磁铁拉开挡片 1.5 S 让堆叠的硬币掉落到事先准备好的硬币包装桶中。最后加盖即可完成包装。硬币包装机构实物图如图 7 所示。



Figure 7. Packing mechanism for coins
图 7. 硬币包装机构

3.3. 项目评价及教学反思

项目评价是对项目教学法的验收, 是对学生学习成效的总体评价, 也是项目教学法的最后一步。项目评价包含过程评价和成果总结。本项目实施过程中, 过程评价贯穿于整个硬币清分机的设计过程, 小组成员通过自评与互评, 评价每个阶段设计的完成情况, 再由教师对学生项目教学的重要环节进行评价与展示。为了更好地鼓励学生, 在展示过程中, 不断指导学生进行系统设计的完善及改进, 并以大学生科技创新创业及互联网+为抓手, 鼓励学生带着作品去参加校级、市级或国家级比赛, 以充分体现学生的主体地位, 推动教学效果的发展及应用。

同时, 在该项目实施中, 通过教学反思建立了一个学生与教师共同的互评反思平台。当前, 学生对教师课程评价对于优化现有的教学设计具有直接的引导作用, 因此, 在实际的教学过程中要将互评反思模式的建立作为推动教学工作优化的重点。在开展项目教学活动的最后环节, 要进行有针对性的互评, 鼓励学生与教师针对硬币清分机构设计内容进行讨论, 发现对于当前教学设计方面存在的不合理、不科学的内容, 并相互交流意见与看法, 以良好的合作评价为根本, 建立互评反思模式, 与学生建立良好的关系, 由此获取对于优化项目教学法最有价值的教学信息。

4. 结论

在机械创新设计教学中, 通过改变传统教学方式使用, 利用项目教学法进行《机械创新设计》课程教学改革, 选择硬币分类系统的机械系统部分设计及完善作为教学项目, 通过分组协助设计三大机构: 传送机构、分离机构、包装机构来完成硬币的分离包装, 运用 3D 打印技术做出分离滑道, 达到高精度高准确度分离。该教学方法通过分析项目需求、制定项目计划, 学生在分组中实际进行项目式教学方法的应用, 教师在教学后, 应对不同小组实践情况进行评价及反思, 加深了学生对于机械创新设计教学理论知识更进一步的理解, 提升了学生的实际动手操作能力及创新能力, 增强了教学整体效果。

基金项目

本文由 2019 年上海市教委重点课程项目资助(机械设计基础); 上海市高等教育学会项目《促进大学生创新能力发展的学、研、创融合的教学案例》(项目号: GJEL1861)资助。

参考文献

- [1] 蔡佳. 探索《机械创新设计》课程教学方式新思路[J]. 教育现代化, 2019, 6(A0): 73-74.
- [2] 刘凌. 面向应用型创新人才培养的课程教学模式改革——以《机械设计》课程为例[J]. 西安文理学院学报(社会科学版), 2016, 19(6): 88-91.
- [3] 刘彬, 姜雪, 张磊, 张浩, 段志强, 权卫将. 新型硬币分类包装一体装置的创新设计[J]. 现代制造技术与装备, 2019(5): 24-25+29.
- [4] 李鹏飞, 周磊, 代俊潇, 曹文超, 高雅. 一种简单硬币分拣装置的设计[J]. 上海工程技术大学学报, 2019, 33(1): 68-71.
- [5] 左润东, 蒋启茂, 易修远. 硬币分类整理装置的结构设计与优化[J]. 科技风, 2018(17): 24.
- [6] 王鹏, 王莹, 赵浩甲. 硬币分离机结构设计[J]. 机电工程, 2018, 35(6): 594-597.