

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.01.031

基于精益思想构架图卡式大学物理实验循环教学模式

丁道一, 何焰蓝, 何彪, 彭刚, 刘一星

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

[摘要] 在践行精益思想, 提升案例式教学模式的流程价值之探索过程中, 分析了不同教学循环模式的漏洞。尝试“借图”与“创图”有机结合, 将大学物理实验大循环教学的“价值流动”体系, 用几张图形卡片进行高度的浓缩与升华, 借助图形沟通与思考, 尽可能地诠释精益管理思想在大学物理实验课程体系中的重要性。

[关键词] 精益思想; 大循环教学体系; 流程价值管理; 构建; 图形卡片流程

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)01-0098-04

Structure the Circulatory Teaching Mode of College Physical Experiments with Graphics - cards Based on Lean Thinking

DING Dao-yi, HE Yan-lan, HE Biao, PENG Gang, LIU Yi-xing

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha, 410073, China)

Abstract: The problems of different circulatory teaching methods are analyzed in the exploration process of implementing the lean thinking and hightening the process value of case-based teaching mode. We try to combine the “borrowing figure” with the “creative figure” organically, and highly concentrate and sublimate the “flow of value” system of circulatory teaching methods in college physical experiments with a few graphics cards, then we try our best to illuminate the lean thinking in our experimental teaching system with the aid of graphic communication and consideration.

Key words: lean thinking; circulatory teaching system; management of flow value; construct; process of graphics cards

一、引言

精益思想^[1]如今已经跨出了它的诞生地——制造业, 成为一种普遍的管理哲理。精益思想发展到今天, 不仅仅是一个方法、一种生产方式, 更是一种思想、一种管理理念。精益思想的先进性和科学性同样适用于教学管理。

精益思想可以概括为五项基本原则, 即根据用户需求精确地定义特定产品的价值; 识定特定产品的价值流; 让价值流流动起来; 顾客拉动价值流; 追求尽善尽美。其精髓就是: 优化资源组合, 理顺并优化生产流程, 剔除多余环节, 消除浪费, 创造价值, 追求尽善尽美。

大学物理实验是一门既不依附于大学物理理论课又需要物理理论做指导的独立课程。教学实验组织形式是以一个个结构独立、内容自洽的独立载体(案例实验教学项目)设计整合、构筑为具有有机联系且符合科学发展规律的一种层次化循环教学体系。在实施循环教学过程中常会出现某些实验教学项目所涉及的理论知识超前于大学物理理论课程进度。如何应用精益思想的管理方式跨越由此带来的教学困难? 如何克服因理论知识与实验实践的不同步而影响教学效果的难题? 这是长期以来一直困扰各高校大学物

理实验教学效果的难题。

根据大学物理实验课程知识结构的特点及教学规律, 国内高校常采用老师带班走(授课辅导)、大循环等教学模式。

“教师带班走”是针对实验教学过程与理论知识以同步循序渐进的一种教学模式。

此模式是兼顾理论课程进度来设计的实验教学课程体系, 教师与学生同步循环于各个实验载体中, 教学环节满足实验内容循序渐进的要求, 使实验教学内容与理论知识的学习能同步进行。

在实施教学过程中, 根据学生的学习状况、动手能力, 教师可及时调整教学方案因材施教。对每一实验单元结束后出现的共性问题能及时辅导总结讲评, 便于课程的前后呼应并对基本实验方法进行科学归纳。

这种教学模式要求仪器台套数、师资必须充足, 只适合学员人数不太多时实施, 且能满足理论与实践同步进行的需要, 否则将给排课、实验室的管理以及仪器设备等资源的维护等带来一定的困难; 同时对仪器设备、场地等资源都会带来周期性的闲置浪费。上世纪八十年代学生人数不太多时常采用此模式。

[收稿日期] 2012-06-18

[基金项目] 教指委教改项目(WJZW-2010-51-ZN); 军队院校物理教学协作联席会项目(JWJ20110406)

[作者简介] 丁道一(1953-), 女, 江苏镇江人, 国防科学技术大学理学院副教授。

“大循环教学机制”是针对实验内容循环但非循序渐进的一种教学模式。

此模式是教师固定在一个实验单元（室），每个实验单元安排2至4个实验项目，学生轮流循环至各个实验室，完成实验课程内容的教学体系。在实际施教过程中，学生可从不同的实验单元中领略到不同教师的教学模式、特色及知识结构，可能会加深并扩展本课程的知识，提高学生的兴趣。

教师在保证该单元基本教学内容的同时，根据该单元教学结构的特征，对应自身在相关领域的知识储备，便于融入一些与时俱进的新知识点，扩展学生的认知能力；还可将一些相关的研究型小课题引申到该实验单元中，提升培养学生动手能力更重要的思维能力。

虽然大循环教学机制有这样的优势，但若实施不当，没有把握好每个环节，并加以质量管理和控制也容易出现影响教学效果。这是因为大学物理实验课虽是一门独立课程，有自己独特的运行规律，不直接依附于大学物理理论课的教学体系，但在实验教学过程中又需要理论知识的同步应用，并且组成课程体系的各个独立实验载体之间有理论交叉关联，需要渗透地理解。采用大循环教学机制时必然会导致某些实验项目所需的理论知识常超前于物理理论课的进程，使得理论指导出现迟滞脱节现象，给大循环实验教学模式的实施带来一定困扰。因此，对这种大循环教学机制、体系进行探索、研究具有非常现实的意义。

二、运用精益思想流程管理的基本原则，追求尽善尽美的教学实施方案

当一门课程聚集了十多名优秀的指导教师同时执教，这种阵容的教学优势对各独立实验单元教学效果无疑呈最佳态。但物理实验课程体系中各独立的最佳态的特征及其间的辩证联系是否也呈最佳态？是各自独立执教之教学实施体系必须认真面对、探索的问题，这也是大循环教学体系欠完善的漏洞链状态。

精益思想的关键是流程，创造大循环流程的科学管理价值，控制研究、改造循环体系漏洞态，创造升华凝练出教学实施理念，它应具备以上两种教学模式优势的框架，又具备科学及先进的最佳实施路径。即每个独立的最佳态是一个个优秀教学案例，如同颗颗精心设计打造的宝石，追求精益的连接方案的终极目标是为得到一串完美的宝石链。即建构设计一个纵观全局、尽善尽美更趋整体化完整的教学管理实施系统^[2]。

为此，我们重新审视和思考了大循环教学体系存在的“漏洞”，结合全球博雅教育理念的大环境，充分研究讨论了（已发表系列研究论文）博雅教育理念下的精益管理思想^[3]，做出如下改进。

（一）践行精益管理思想，提升案例式教学模式的流程价值

大学物理实验大循环的教学过程有着与工业生产极其相似的流程，而精益思想中的一个关键要素就是流程。

大学物理实验教学体系实施的流程价值，体现在创造人文教育与科学教育的融合，努力提高学生综合素质，促进学生的全面发展。即本课程的目的不应该仅仅局限于动手能力和实验能力的培养，更要训练培养学生的思维方式

（形象思维和逻辑思维能力）、心智官能、趣味爱好、判断力、想象力、自由精神、独立人格等等。这些思想方法还可以广泛迁移运用于其他学科领域。

要追求尽善尽美的价值流，学生在其中既是产品同时也参与融入了创造产品的价值流。既然学生也是参与者，就必须清楚流程运行整体特征及循环教学体系应有的信息链接方式。只有学生在参与流程中能随时清楚自己的位置，才可积极配合拉动价值流，也只有师生充分互动践行精益思想的基本原则，才可升华流程创造价值。

（二）构建图形卡片流程，让学生越过文字的群山，一眼看懂可以如何参与

本课程教材分为六章，含物理实验基本知识及59个实验，共有40多万字。进入该课程的学生不可能有充足时间去阅读了解该课程知识体系、结构及教学内容等。如何在有限的课堂教学时间内让学生轻松了解我们将如何实施课程，在其过程之中他们的位置及目标，使授者与学者能互动沟通创造价值流动？建立图形化思考与沟通是最佳选择！

笛卡尔说过：“没有图形就没有思考。”斯蒂恩也说：“如果一个特定的问题可以转化为一个图像，那么就整体地把握了问题，并且能创造性地思索问题的解法。”即图解在理解、沟通、思考领域可以发挥巨大作用^[4]。利用图解具有的简洁、具体、系统这三大优点，来浓缩40多万字所表达的内容，将授课体系、要素细节及主题等自然地融入图中，运用精益思想的精髓，以最容易沟通、最明显的图示卡片，建立清晰的课程流动体系，让学生越过文字的群山，一眼看懂可以如何参与。

利用视觉思维语言（图片），构建一个视觉思维平台，来理解视觉思维系统。

即将精益思想融入思维导图，完整、清晰地展示教学体系流程^[5]。它以图片形式表现流程，流程蕴含内涵，是实验项目和内容之间、老师和师生之间以及过去、现在和将来之间的有机溶剂和联接剂。当学生一进入绪论（实验基本理论）学习，教师就首先将思维导图以动画形式逐步展示出本课程循环体系的实施思想（路径），让学生一下看到课程体系流程的全部、理论与实验、基本技术与运用等等，使复杂的体系结构运行问题变得非常简单，简单到可以在一张纸上能完整呈现出来。它轻松引导学生由视觉语言去思维、理解，去看懂自己该如何参与其中。能在短时间内与听课者进行思维转换，加快听者对事物本质的理解过程，容易推动思维调动学习的主观能动性。这就是我们以图片加卡片作为媒介践行精益思想管理的创新之举。

图片共5张，有三个主要的功能。

功能一：

第一张彩色卡片展示了本课程的循环式的实验教学特点，课程设计的理念和课程管理的思想，（见图1）。看似简单的小小卡片其实蕴藏着丰富且深刻的内涵。

1. 左上角的徽标说明这张独创的图片系国防科学技术大学所有，引起同学们对母校的崇敬与自豪的情感。

2. 左下角“《大学物理实验》体系”的文字告知学生们图示的是关于本实验课程教学体系的相关内容教学形式。

3. 右上角的英文文字向学生揭示了本课程人才培养的理念“liberal education”和保证教学过程质量的科学思想“lean thinking”。这些在绪论课中已经加以说明，将学习本

实验课程的学生置于“博雅教育”理念和“精益思想”科学管理的同一平台,使他们充分认识到自己既是本课程的学习者,同时也是本课程的参与者或者实践者。

4. 中心圆圈中的“物理实验基本理论”是在学生进入

实验室做实验之前必须具备的,这些基础知识的应用贯穿于实验循环体系的每一个实验,也是所有实验训练的重要基础。有着光芒四射的红色太阳醒目标志就是为了能从感官上进一步刺激并唤起学生的高度重视。

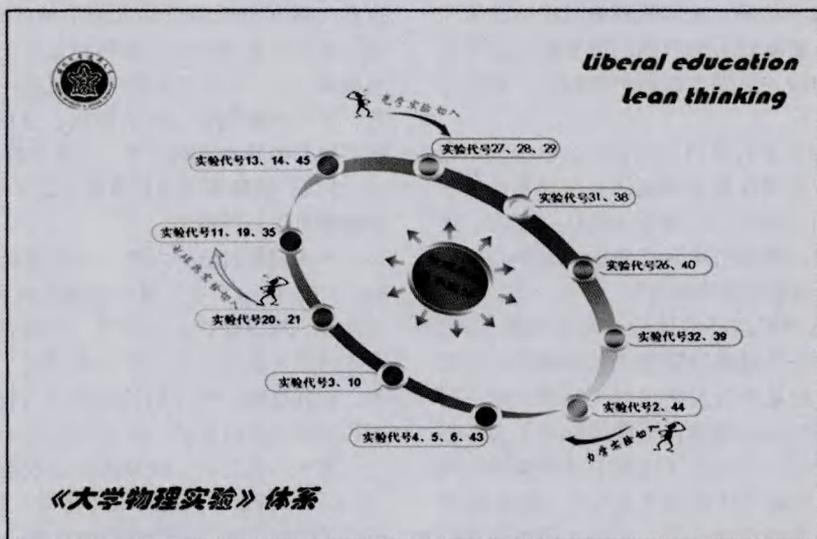


图1 卡片1

5. 图中一个大的环上镶嵌着的色彩斑斓的颗颗宝石就是一个学年内学生所要经历的十个单位的实验项目,实验项目的序号(对应于教材)被彩色椭圆带链接。体现出整个实验教学循环体系的设置(布局)。不同类型的实验著以不同的颜色以示区分,分类尽可能地以学生大学物理学学习的熟知顺序划分:力热学模块、电磁学模块以及光学和近代物理内容。

6. 思考小人让每一个学生清楚地知道他在一个学年里所面临的实验的顺序,随时意识到此时所需的知识结构状况。大学物理实验的各要素:例如实验方法、实验技术以及数据处理的基本知识均是贯穿于所有以物理领域知识为背景的大学物理实验中。

同时提示学生在实验体系中要注意拉动信息链接,将

已经完成的实验及问题提供给下一实验项目的授课老师,便于老师在衔接实验循环执教中即时了解学生的循环顺序、实验项目以及知识结构背景与存在的问题,随时调整讲授的重难点而因材施教,弥补实施大循环教学环节过程中各种因素所造成的脱节、滞留、浪费等问题,严格把握教学过程使之朝预定的“价值流”教学目标进展,这对学生能更好地认知实验要素以及培养学生知识重构能力至关重要。

功能二:

2张硬质卡片(正反两面,节省体积)展示了力热学部分、电磁学部分、光学部分、近代物理部分相关实验的要素,其主要作用是为了帮助学生更好地进行实验预习。如下图2所示:

力热学部分	电磁学部分
<p style="text-align: center;">一、自由落体法测重力加速度和扭摆法测物体的转动惯量(2、44)</p> <p>【实验描述】 重力加速度和转动惯量都是很重要的物理参数。本实验通过竖直安放的光电门测量自由落体时间来求重力加速度(实际中有多种测量方法),如何提高测量精度以及正确使用光电计时器是实验设计的重要环节。形状不规则的刚体转动惯量计算较为复杂,根据所提供仪器,设计实验方案,测量机械部件或枪炮弹丸等的转动惯量。</p> <p>【重点和难点】 1. 重力加速度测量原理; 2. 光电门支架的铅直; 3. 光电门之间最佳位置的确定。 4. 转动惯量测量原理和方法; 5. 刚体转动周期测量与光电计时计数器局限性之间的平衡点; 6. 平行轴定理的应用。</p> <p style="text-align: center;">二、气垫导轨实验(4、5、6、43)</p> <p>【实验描述】 气垫导轨装置可以提供一个近似无摩擦的环境……</p> <p>【重点和难点】 1. 判断气垫导轨的水平; 2. 控制变量研究的思想; 3. 如何保持质心碰撞; 4. 光电门的正确使用; 5. 设计测量粘滞性阻尼常数。</p> <p>【安全事项】 1. 没有充气时,导轨上不能加载滑块。</p> <p style="text-align: center;">三、金属丝杨氏模量和热膨胀系数的测量(3、10)</p> <p>【实验描述】 杨氏弹性模量和线膨胀系数均是反映物质材料特征的物理量……</p> <p>【重点和难点】 1. 拉伸法测量金属丝杨氏模量的原理和方法; 2. 线膨胀系数的测量原理和方法; 3. 多种长度测试方法和仪器使用; 4. 误差分配的应用; 5. 作图求参数的方法。 ……</p>	<p style="text-align: center;">一、霍尔效应及其应用和非均匀磁场的测量(20、21)</p> <p>【实验描述】 电磁学是物理学很重要的一个分支。电磁之间互相独立也相互转换的关系不仅是物理领域知识的重点,同时也衍伸了许多测量方法。本实验测量非均匀磁场以及霍尔效应的应用就是一典型的范例。 通过对非均匀磁场测量建模的过程的探究……</p> <p>【重点和难点】 1. 通过实验进一步理解法拉第电磁感应定律; 2. 非均匀磁场测量(或产生)的思想或者方法(探测线圈的设计); 3. 磁场方向确定中涉及的灵敏度概念。4. 霍尔效应原理的实质以及应用; 5. 副效应的产生原因以及物理含义; 6. 对称量法的实质; 7. 图解法。</p> <p style="text-align: center;">二、声速测量(含示波器使用)、非良导体热导率测量(11、19、35)</p> <p>【实验描述】 声速和热导率的测定对于了解物体的特性有重要的意义……</p> <p>【重点和难点】 1. 了解示波器面板旋钮和示波器内部构造的关系; 2. 了解和使用函数信号发生器; 3. 了解声波的基本特性(例如波动特性)以及它们之间的相互关系; 4. 了解机械波如何转换为易于检测的电学量的原理以及应用; 5. 热学的基本知识和技术(测温和恒温); 6. 稳态法的基本原理和建立方法; 7. 进一步理解数据图示法。</p> <p style="text-align: center;">三、电阻的测量与电阻测温(13、14、45)</p> <p>【实验描述】 通过对电阻的测量,掌握比较测量法(电桥法)的应用,学会用交换……</p> <p>【重点和难点】 1. 惠斯登电桥原理,平衡条件; 2. 灵敏度的概念; 3. 交换法的理解; 4. 双臂电桥实现误差转移法; 5. 如何改平衡电桥为非平衡电桥。 ……</p>

图2 卡片2 正面

卡片上的栏目“【实验描述】”对每一个实验的性质和任务用最精简的语言加以提炼和总结,让学生在实验前对本次案例性的实验有个总体的认识和把握;紧接着的栏目“【重点和难点】”依据以往教学过程所反映提炼出的重难点告知学生,以便学生课前认真地预习,在有限的课堂教学时间内更有效地进行实验;最后一个栏目“【注意事项】”也是事前对学生的一个警示,为充分保障实验室财产以及人身安全。

功能三:

卡片如图3所示。这张卡片以一个实验案例示范,要求学生不仅仅对每一个实验的要素进行总结,还希望他们关注实验之间的关联,举一反三。并在此基础上,鼓励他们学会发现问题,提出问题,积极创新,对感兴趣的环节进行实验设计。

非均匀磁场的测量

【实验描述】(可以根据自己的理解重新描述)
电磁学是物理学很重要的一个分支。电磁之间互相独立也相互转换的关系不仅仅是物理领域知识的重点,同时也衍伸了许多测量方法。测量非均匀磁场就是一典型的范例。通过对非均匀磁场测量建模的过程的探究,体会工程设计思想以及细节设计的巧妙。

【重点和难点】(可以根据自己的理解重新描述)
1. 通过实验进一步理解法拉第电磁感应定律;
2. 测量(或产生)非均匀磁场的思想或者方法(探测线圈的设计);
3. 确定磁场的方向涉及到测量灵敏度的概念;
4. 实验设计中的一些细致之处,从细微处如何提高实验精度——一种养成;
5. 思考:对亥姆赫兹线圈定义以及结果的思考和延伸,知识点的重构。

【实验以及数据处理方法】(需要同学填充)
1. 转换法; 2. 点、局部转换测量法(以面带点或以面定面)等效替代工程测量思想。

【实验技术】(需要同学填充)
1. 电磁测量技术。

【实验之间的异同】(需要同学填充)
1. 与霍尔效应实验的异同
电磁转换法,磁场产生机理相同——电生磁,都可以产生均匀磁场。
2. 与电桥以及声速测量实验的异同
均涉及到灵敏度的问题。电桥灵敏度:线路灵敏度以及检流计灵敏度的综合;声速测量实验:换能器的共振频率与测量灵敏度之间的联系。
3. 与声速测量实验和示波器使用实验的异同
超声专用信号源与亥姆赫兹线圈专用信号源都属于功率信号源,具有一定的负载能力,非同于示波器使用中测量李莎育图形用的一般函数信号发生器。

【自行设计其他内容】(需要同学填充)

【问题】(需要同学填充)

图3 卡片3

卡片在第一堂绪论课后就发给学生,伴随他们走过所有的实验实践过程。每堂实验课前课后均由他们附加纸张对卡片所要求的内容认真填写,充分发挥学生的主体作用,也使得无论他们处在实验环节中的哪一个位置,都能清醒地认识到自己与实验之间的关联。

实验要素的提示和问题等的拓展,引导学生以联系的观点,纵向深入、横向联系、思维发散,让课堂发散式地向课外延伸。在此循环中博雅教育理念及精益管理思想的指导使学生的综合素质和能力随实验循环过程螺旋式上升。

科学研究表明,人接受外界事物的途径,视觉所占用的比重比听觉、嗅觉等都大得多。在文字、图形数字等视觉表现形式中,人对图形是最为敏锐的,也就是说,通过图形,人们能够更直观地理解事物的本质。我们在践行精益管理思想,提升案例式教学模式的流程价值之探索过程中,我们尝试了“借图”(模仿)与“创图”(创意)的有机结合,借助图形思考与沟通,用几张图形卡片将大学物理实验大循环教学的“价值流动”体系,进行高度浓缩与

升华,体现精益管理思想,提升教学质量。

[参考文献]

- [1] James P. Womack, Daniel T. Jones. Lean Thinking[M]. 沈希瑾, 张文杰, 李京生译. 北京:机械工业出版社,2008.
- [2] 朱军,等. 高校教学管理引入精益思想的探析[J]. 西安建筑科技大学学报(社会科学版),2009,28(2):79-82.
- [3] 何焰蓝,何彪,等. 大学本科生的博雅教育——博雅理念在《大学物理实验》教学中的实践[J]. 物理实验[J],2012(4):13-16.
- [4] 涂卉芳. 图形化思考与沟通[J]. 中国电力教育,2008,Z(1):138-140.
- [5] 樊江申. 精益教学管理方式及其机制研究[J]. 华北水利水电学院学报(社科版),2006,22(2):49-51.

(责任编辑:赵惠君)