

欧盟 HIPST 科普研究计划及其“学科文化”理论概览

薛永红^{1, 2} 王洪鹏³

(北京师范大学哲学与社会学学院, 北京 100875)¹

(华北科技学院基础部, 河北燕郊 065201)²

(中国科技馆, 北京 100012)³

[摘要] “学科文化”理论作为欧盟 HIPST 研究计划的核心理论, 为科学文化建立起了“内核—躯体—外缘”的结构模型。研究者以此模型为基础, 解释了科学的本质和科学发展的模式。将这一模型应用在科学教育领域, 阐明了科学本质教育的根本问题、如何选择和组织科学课程内容的问题以及如何开展有效的科学学习等问题。目前, 依据该理论所开发的教学案例已经在欧盟地区广泛使用, 期望以此能更有效地提升学生的科学素养和公众对科学的理解。

[关键词] HIPST 研究计划 “学科文化”理论 科学文化 科学哲学 科学教育

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2014) 02-0073-07

Sketch and Enlightenment of the HIPST Project and Discipline-culture Theory of the EU

Xue Yonghong^{1, 2} Wang Hongpeng³

(College of Philosophy and Sociology, BNU, Beijing 100875)¹

(Basic Curriculum Department, NCIST, Yanjiao Hebei 065201)²

(China Science and Technology Museum, Beijing 100012)³

Abstract: As the core theory of the HIPST project of the EU, Discipline-culture displays it's stable structure: Nucleus-Body-Periphery. Based on the structure model, the nature and the progress of science have been elaborated. When the cultural model is applied to science education, several problems have been explained availably, such as, the education of the nature of science, how to select and organize the contents of science to teach, how to learn and study more efficiency, and etc. Now, some teaching cases have been developed and used throughout the EU, aimed to improve students' scientific Literacy and enhance the public understanding of science.

Keywords: HIPST project; Discipline-culture; science culture; philosophy of science; science education

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2014) 02-0073-07

收稿日期: 2013-12-20

作者简介: 薛永红, 北京师范大学博士研究生、华北科技学院副教授, 研究方向为科学思想史、科学教育,

Email: yonghongxue@tom.com;

王洪鹏, 中国科技馆工程师, 研究方向为科技馆展览教育与科学文化传播, Email: whp0539@163.com。

提升学生的科学素养和公众对科学的理解是任何科学教育（包括学校科学教育和校外科普教育）的主要目的。这也是所有学校、科普机构及科技馆工作的核心任务。2008年，欧盟第七框架科技计划委员会启动了一个名为HIPST的研究计划，该计划的任务是开发蕴含科学史和科学哲学的科学教育素材，并以此来促进学校科学教育的发展和加强公众对科学的理解。目前，该计划的研究者已经完成了理论建构，并且以此为基础开展了大量细致的实践研究，这其中有基于高等教育的实践研究^[1]，也有基于基础教育的实践研究^[2]。该计划开发的相关教材和教学案例已经在欧洲和以色列的很多学校推广使用。本文将此计划的基本情况介绍给国内的相关研究者，以期对国内学者开展相关研究带来一些启示。

1 欧盟 HIPST 研究计划概览

1.1 HIPST 研究计划缘起

HIPST 研究计划是科学史和科学哲学的科学教学研究计划（History and Philosophy in Science Teaching Project）的简称，该研究计划是由欧盟第七框架科技计划委员会（7th FWP）于2008年资助启动的。该计划由十个研究小组参与，其中的九个研究小组来自欧洲国家，一个研究小组来自以色列。该研究计划的主席由德国凯瑟斯劳滕大学物理教育中心主任迪玛尔·霍特斯科（Dietmar Hottecke）教授担任。

该计划的前期研究表明：“大多数学生认为学校科学教育不但令人烦恼，而且学起来非常吃力。与此同时，作为教育研究者，我们正在无奈地目睹世界范围内中等教育的衰退，并且不时地为我们的时代极其缺乏有志于从事科学研究这项伟大事业的人员而哀叹不已……”^[3]。基于以上的研究和思考，欧盟第七框架科技计划委员会（7th FWP）于2008年启动了HIPST研究计划，争取为解决上述问题提供有效方法。

1.2 HIPST 研究计划任务和目标

HIPST 研究计划的任务是开发蕴含科学史

和科学哲学的科学教材，并以此来促进学校科学教育的发展和加强公众对科学的理解。所有参与研究的成员都相信通过这种方式，可以有效地提升公众的科学素养，加强公众对科学的理解。HIPST 研究计划的终极目的在于提升人们对于科学与技术、社会之间的关系的认识水平。

目前，HIPST 研究计划已经开展了大范围的专业研究，涵盖研发、政策制定和执行措施等各方面。除此以外，该计划还成立了一个国际咨询委员会，这个咨询委员会的成员都是来自欧洲或者其他地方的知名研究者，其工作职能是监督、评估和支持该计划的所有活动。HIPST 研究计划的目标是：

（1）在科学教学中增加科学史和科学哲学内容，以有效提升学生的科学素养；

（2）改变策略以便开发教材和提高教学技能，并将其应用在教学实践当中；

（3）为所有参与提升科学文化素养和增强大众对科学理解的从业者（包括学校科学教师、科技馆专家）建立一个可持续的网络设施（目前这一网络已经初步建成）^[4]。

1.3 HIPST 研究计划的核心理论——学科文化理论

HIPST 研究计划发展起了自己的指导理论——学科文化（Discipline-Culture）理论，该理论是由以色列籍耶路撒冷大学研究员伊戈尔·伽利利（Igal Galili）教授等人发展起来的，是各成员进行课程开发、教学案例研究的核心依据。该理论来源于对物理学的文化研究^[5]。在建立起物理文化理论之后，伊戈尔·伽利利（2011年）等人对此理论进行了拓展和提升，从而成为学科文化理论。他们认为，开展HIPST的研究和教学，除了要说明科学深深地根植于文化之中，更重要的是要体现科学本身就是一种文化的思想。不同的科学学科，形成

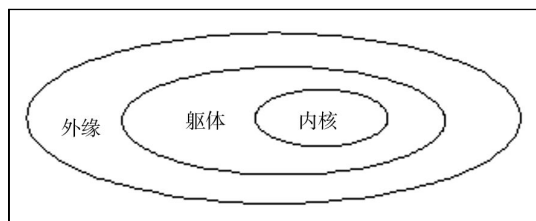


图1 学科文化结构^[6]

了具有相同结构的学科文化，这种学科文化由三种基本要素组成（如图1所示）：

第一要素是内核（nucleus）。内核包括特定理论的范式，理论的核心概念与基本原理，本体论（比如理论的模型）和认识论（比如生产和确证理论的规则）。

第二要素是躯体（body）。躯体是对内核的应用。包括已经解决了的问题，可以应用的模型，成功解释的现象，实验以及实验仪器。

第三要素是外缘（periphery）。外缘的内容非常多，包括与内核相矛盾的观念，可供选择的解释，可供选择的认识论，过去的和超前的理论，还有那些应用该理论不能解决的问题和现象等。这部分知识在目前的科学教育中常常是被忽略的。

该理论可以看成是对奥地利科学哲学家拉卡托斯（Imre Lakatos）的科学研究的纲领（一个理论的研究纲领由硬核和保护带组成）理论的发展（如图2）。作为文化结构第一要素的内核，除了有拉卡托斯理论中的基本理论之外，还包括本体论和认识论。另外将研究纲领中的保护带细化为躯体和外缘，使得其范畴更为广泛。而外缘中与内核相矛盾的、可供选择的解释、概念、理论，以及过去的概念对于科学教育来说非常重要，因为这些知识往往和学生前概念、以及科学概念的形成非常形似，因此在教学中能发挥其独特的价值。

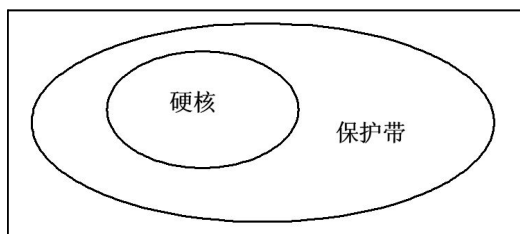


图2 科学研究的纲领

2 学科文化理论的应用

伊戈尔·伽利利（2011年）等人应用学科文化理论，论述了科学的本质以及科学教学等相关问题^[6]。

2.1 制造科学

按照学科文化理论，科学革命的标志就是科学文化结构的建立，即形成内核、躯体和外缘。不同科学理论，有其各自不相容的内核，但躯体部分可能有相交融的部分，它们在整体上享有共同的外缘（如图3）。比如牛顿力学的内核是绝对的时空观，牛顿三大定律，相对论力学的内核是相对性原理，洛伦兹变换等；躯体相交的部分是各自内核的应用产生一致的结果，比如相对论力学在处理低速问题的时候和牛顿力学处理的结果是一致的；但是这两种理论共同享有广泛的外缘，这个外缘就是长期以来人们对时间、空间和运动的探索，比如亚里士多德的理论、冲力理论等。科学在内核的不断斗争中成长和持续发展。科学研究并非起源于问题，而是起源于人们对科学已有的讨论或争论的重新认识和质疑，通过质疑从而达到继承或者重建。质疑的材料来自于长期积累下来的历史和哲学知识文本——这正是学科文化的外缘。

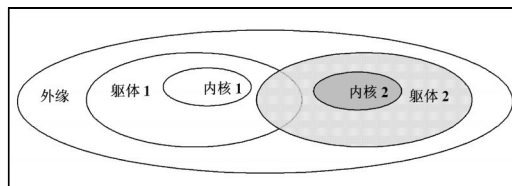


图3 不同理论的关系^[6]

2.2 科学的累积性、客观性

托马斯·库恩（T.S. Kuhn）认为，科学革命一旦发生，新的科学范式会代替旧的范式，并且，新旧范式之间是不相容的。因此科学发展是一种间断的、替代性的过程。与此相对应，学科文化理论认为科学本质上是一种累积性的和连续性的过程。相互竞争的理论不会因为竞争失败而被科学史抛弃，也不会被科学教育抛弃。它们通常被置于学科文化的外缘，从而保持与内核之间的对话。尽管它们拥有不同的认识论和世界观，但是其与内核之间所进行的各种实质性的联系和对话却持续进行。因为它们的存在，才使得科学具有广大的图景，科学所展示的是一种建立在严密的逻辑联系之上的累积活动。

此外，与当下科学与科学教育领域所盛行的“科学的主观建构性”相对应，该理论认为科学是客观的。主观建构派则认为，科学家在建构科学的过程中会不可避免地受到个人偏见、所处社会文化背景、个体经验、世界观和想象等因素的影响，因此其发展的科学产品必然具有主观性、暂时性和建构性。这使得科学在某种程度上与宗教、迷信、占星术没有区别。但是当我们把科学置于一个长远和宏大的科学图景中时，主观性自然就被抛弃在科学之外了。因为科学共同体所创造的各种科学理论，经历长期的相互间的争论、修正与提纯，变得越来越真实地反映客观实在。牛顿理论一开始不可避免地带有牛顿个人的主观性，比如第一推动、以太、惯性力等，这些概念的提出是与牛顿自己所处的社会文化背景、个人信仰等密切相关。但是我们也看到了，随着认识的进一步加深，尤其是经过马赫（Ernst Mach）的批判以及相对论理论的出现，彻底否定了这些主观因素，从而使得牛顿理论更具有客观性。

2.3 科学哲学的作用

科学哲学强调对科学本性的理性分析或对科学概念、规律的哲学思辨。科学哲学决定了科学课程内容的本体论意义，不同的科学哲学流派，比如经验主义、逻辑实证主义、否认主义等将开创相应的科学课程，并且在课程中体现具体的科学世界观。因此，学科文化理论使得科学哲学的地位进一步提升，因为正是科学哲学，才决定了科学理论的内核，而科学哲学又能进一步说明内核的本体论与认识论功能。比如，牛顿理论和相对论理论，从本体论上讲是相互独立的时空观与相互联系的时空观的区别。在认识论上，典型的两种认识论——经验论和唯理论，促成了对于科学概念的不同界定，并且在不同的历史时期，在内核和外缘中发挥作用。经验论在经历了希腊科学中的边缘地位之后，逐渐走向了科学理论的内核，从而在20世纪获得了统治地位。因此，科学理论内核的认识论和本体论含义实际上代表了一个成熟理论核心。尽管在具体的教

学当中长期被忽略，但是它们对于建构宏大的科学文化图景非常重要，可以增强公众在思考科学时的多元性或批判性。

2.4 科学教师、科学学习与学习者

按照学科文化理论，科学教师自身的知识体系除了传统上要求的学科基础知识、教育学、心理学知识以外，还应该具备科学史和科学哲学知识；科学的学习过程将是一种对文化适应的过程，从这种意义上讲，传统中的探究方法“提出问题—给出假设—搜集资料……”这一套方法既不实际也不具有代表性，因为科学探究开始于对科学的讨论，而讨论来自于对科学外缘知识的认识和质疑。因此，科学学习的最好方法则是让学习者参与到关于科学的对话和讨论中去，在这种过程中获得文化的适应与掌握。与科学的发展相对应，学习者所拥有的科学前概念一般与科学文化外缘中的某些概念是非常相似，而且，宏观上科学理论的客观发展过程和个人认识过程具有一定的相似性（如图4、图5），即个体对科学的认识过程可以看成是对科学本身发展过程的重演。因此，学习过程也应该从外部出发，即从学习外缘入手，从学科文化的外缘中找到历史上和自己拥有的前概念一致的部分，然后沿着该理论发展的方向去学习，最终回到对学科文化内核的掌握，从而建立正确的科学概念。此外，按照学科文化理论，可以把学习者进行相应的区分。在科学学习过程中，有些学习者可能关注学科文化的硬核，他们对普遍规律、自然秩序感兴趣，这是哲学家型的学习者，将可能成为精通文学的公民；有些学习者可能关注学科文化的躯体，他们关注科学应用，问题解决以及技术实现，这是实践型的学习者，将有可能成为工程师和技术人员；有些学习者则关注学科文化的外缘，他们

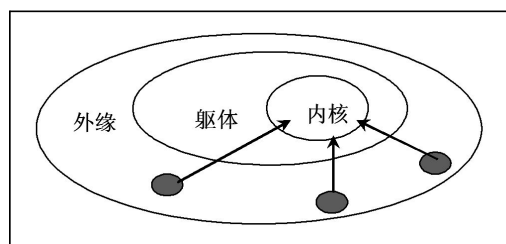


图4 科学的发展

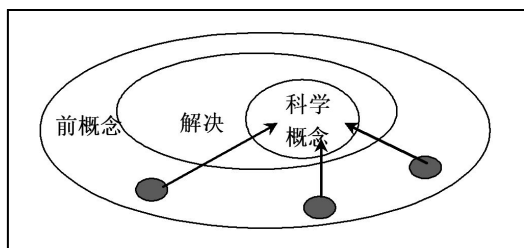


图5 学生科学概念建立

感兴趣的是争论、矛盾、可供选择的解释以及失败的理论，这些学生则是革新型的学习者，最有可能成为新理论的创立者。

2.5 科学课程内容的选择

按照该理论，传统科学课程的弊病首先是仅仅包含科学理论内核和躯体；其次是由于过于重视和强调内核知识，从而忽视了与内核相矛盾的、可供选择的其它知识；再次是由于过于重视和强调躯壳知识而造成的工具主义和实用主义的泛滥；最后，传统科学课程缺乏人文性的原因就在于将边缘知识排除在课程之外。而正是边缘知识的存在，才使得科学具有深刻的人文性。因此，建构学科文化的课程首先是要重视外缘知识，而这些知识主要来源应该是科学史和科学哲学。而以某一科学理论为核心建构学科文化资料时，必然会涉及两类历史知识，第一类是被证明是“正确”的历史知识，如哥白尼的日心说，开普勒的天体运行论，伽利略的落体运动理论等；第二类是被证明是“错误”的历史知识。比如亚里士多德的运动理论，第谷—布拉赫的地心理论等。教育工作者往往只重视第一类历史知识，拒斥第二类历史知识（害怕引起认知混乱）。伊戈尔·伽利利（2011年）领导的研究团队证明第二类历史知识有其独特的教育价值，表现在：第一，它为学习者建立了广大的物理学图景；第二，矛盾是科学发展和进步的必要因素，向学生揭示矛盾有利于学生学习科学；第三，矛盾和争论会使科学变得有趣；第四，由于错误概念和学生的前概念具有相似性，所以揭示错误概念的发展过程有助于纠正学生的前概念。

2.6 教学案例

应用学科文化理论，HIPST 研究计划也致

力于开发一些既包含科学发展故事，也能体现科学本质各个层面的优秀教学案例^[9]。这些案例包括反映历史上相关科学争论以及科学仪器的简短教学录像，学生参与的开放性探究活动的过程等。探究形式多种多样，比如，组织一些学生参与临摹和重演一个已经被确证了的科学理论的历史发展过程。学生通过扮演不同的科学家角色，重现科学家们之间的争论和冲突，不但使科学鲜活起来，而且让学生以科学研究主人翁的方式建立起对科学理解。显而易见，伴随这些具体的活动而反映出来的即是科学的本质。

所有该项计划发展的个案教学都是以学科文化理论为理论依据，按照大致相同的结构进行设计^[7]，主要结构由九个部分组成：

- (1) 摘要。对本案例做概括性和简明扼要的说明。
 - (2) 导言。用于引入学习的说明，包括涉及到的现象和问题等。
 - (3) 主要概念和理论的发展历史的介绍。详细介绍概念和理论的历史起源，发展过程中各阶段的主要代表人物的观点及相关争论，目前已经被广泛接受的理论。
 - (4) 主要概念和理论的历史和哲学背景，尤其是对科学本质的认识。从认识论和本体论的角度讨论概念和理论的演变过程，阐释不同哲学流派对科学本质的认识。
 - (5) 教学目标群体，程度水平和教学收益。说明本案例教学适用的学生群体，学生对课程所提供内容的学习应该达到什么样的高度，学生通过此案例的学习能掌握什么技能。
 - (6) 学习的活动、方式和媒体。为教学而设计的一些用于讨论的问题、实验（包括思想实验），以及媒体资料（如网页、图片、音像资料等）。
 - (7) 教学障碍。研究者预料到的教与学的难点，并且提供一些突破难点的策略。
 - (8) 教学技巧。研究者建议的一些有效的教学手段和教学方法。
 - (9) 补充阅读。提供拓展性的阅读材料。
- 目前，该计划的各研究小组已经完成了相

关课程的教材开发和用多种语言表述的诸多教学案例,相关的教学案例均可在其官方网站下载^[4]。

3 反思与启示

我国对学科文化的研究早已有之,早在20世纪90年代左右,就已经出版了关于数学文化、物理文化等学科文化研究的专著。其中详细讨论了学科文化的定义及其与学科教育的关系等,足见国内研究者对这一课题的重视。但是,毋庸讳言,国内在本体论和实践论相结合的层面对学科文化的研究还略显薄弱,以致理论的整体性、系统性不强。

反观“学科文化”理论,虽然存在理论结构的建立缺乏详实的科学史料佐证、对科学的进化等哲学问题论证比较简单、过度绝对化理论的适用范围等问题,但对我们的启示仍然是多方面的。

首先,科学学科文化研究(如数学文化、物理文化)作为科学文化研究的一个重要领域,越来越受重视,但是对科学学科文化的界定以及学科文化的要素和结构等基本问题在国内仍处于仁者见仁、智者见智的阶段。学科文化理论显然可以为我国学科文化研究者提供有益的思路。比如国内学者对物理文化的研究主要集中在两个方面,第一是对物理文化的本体论研究,包括对物理文化的定义、组成要素的研究;第二是关系研究,包括物理文化与物理教育、物理课程、科学普及教育等之间关系的研究^[8]。受国内文化研究的影响,多数研究者都以英国社会人类学家马林洛夫斯基(Malinowski)的文化理论作指导,比如谢世雄教授受此理论的影响,将物理文化定义为:“古代哲学家、近代物理学家和现代物理学共同体历经千年逐步创造的物理知识体系、观念形态、价值标准以及约定成俗的工作方法的综合”,“它包括知识体系、观念形态、语言符号、社会组织四个基本要素”^[9]。这种定义虽然清晰地反映了物理文化的各组成部分,但是各部分之间的关系和相互作用比较

模糊,并且不能充分反映其作为整体所具有的价值。“学科文化”理论正好可以补充国内研究的这一不足。研究者可以此理论为基础,建立起系统的物理文化理论。

其次,科学教育的主要目的是提升学生科学素养,而科学素养的核心是属于哲学范畴的科学本质与科学观。由于科学本质、科学观是属于一种观念形态的知识,因此在科学课程中很难被显化。新课改革强调通过展现科学的历史,增强学生对科学的正确认识,树立正确的科学观^[10]。如何在科学教学中渗透科学史,如何选取科学史料问题(比如被证伪的那些知识能否引入课堂),如何有效发挥科学史的教育价值等问题一直是科学教育工作者探索的问题。“学科文化”理论可以作为一种很有价值的参考方式。按照这一理论,科学知识应该是一个整体,其整体性可以通过“内核—躯体—边缘”的结构来实现,不能将其任意分割和打乱;要充分重视外缘知识,尤其是要重视外缘知识中错误的、过时、矛盾的知识,因为这些知识将是学生改变前概念的突破口;教学过程是学生适应教师提供学科文化的过程,课程开发者和科学教师需要为学生建构宏大的科学图景,学生从科学图景中获得启发,重演科学知识建立的历史过程,从而最终获得对知识的掌握;学生从课程中获得的不只是知识、能力、方法,还有科学的精神、规范和信仰以及对科学本质的正确认识。

最后,“学科文化”理论所提倡的两种学习方式可以作为编写课程教材以及进行教学设计的有效方式。但是要注意的是,要有效践行这一理论,除了要有学科知识、教育学知识和心理学知识的储备之外,还要有科学史和科学哲学的知识储备,这就对课程开发者提出了较高的要求。另外,由于HIPST研究计划的最终目标是开发相应的教学案例,目前为止,其研究团队已经开发出了相当一部分的教学案例,这些案例都公布在他们专门的网站上,国内的相关研究人员可以利用这些案例来改进自己的课堂教学活动。

参考文献

- [1] D. Sebestyen. A Subjective Cultural History of Physics[J]. Obuda University e-Bulletin, 2010, 1(1): 205–210.
- [2] Hipst Group Working space–hipstwiki[EB/OL]. [2013–10–12]. <http://hipstwiki.wetpaint.com/page/hipst+developed+cases>.
- [3] Höttecke, D. HIPST–History and Philosophy in Science Teaching: A European Project[J]. Science and Education. 2012, 21: 1229–1232.
- [4] History and Philosophy in Science Teaching [EB/OL]. [2013–10–12]. <http://hipst.eled.auth.gr>.
- [5] Igal Galili. The History of Physics as a Tool for Teaching [J]. Connecting Research in Physics Education with Teachers Education, 2008, 2: 1–11.
- [6] Igal Galili. Promotion of Cultural Content Knowledge Through the Use of the HPS[J]. Science and Education, 2012, 21: 1283–1316.
- [7] Igal, G. & T. Michael. Excuse to the History of Inertial Force[DB/OL]. [2013–10–12]. http://hipst.eled.auth.gr/hipst_docs/inertial.pdf.
- [8] 薛永红, 续佩君. 物理文化: 定义及其对物理教育的启示[J]. 首都师范大学学报 (自然科学), 2006(1): 43–47.
- [9] 解世雄. 物理文化与教育[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 11–13.
- [10] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准[S]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 1–10.

(责任编辑 谢小军)