

《物理课程标准》科学方法的教育： 基于北京市基础教育的理论与实践研究

邢红军 陈清梅 李福正 肖骁 赵维和
(首都师范大学)

一、成果背景

我国基础教育课程改革提出了三维课程目标，其中的最大亮点是将“过程与方法”纳入到课程目标。但是，新课改在理论与实践上的一个最大失误在于：中小学各学科《课程标准》中没有科学方法的内容，这就使“过程与方法”维度在学科教学层面落空。有鉴于此，我们以物理学科为范例，在北京市展开了系统的科学方法显化教育的理论与实践研究，在国内首次显化了《物理课程标准》中的科学方法内容，发展出原始物理问题教学这一有效的科学方法教育方式，并在实践中取得显著效果。

二、成果简介

经过4年研究，获得如下成果：

(一) 学术论文

发表学术论文42篇，其中权威核心期刊7篇；指导学生完成硕士学位论文17篇，博士论文1篇；

(二) 科研课题

申报获得科学方法课题3项：包括北京市教委人文社会科学项目1项、北京市教育科学“十一五”规划重点课题1项，全国教育科学“十二五”规划教育部重点课题1项；

(三) 人才培养

基于课题研究，培养研究生10人获得硕士学位，一人考取博士研究生；培养北京市在职中学物理教师7人获得硕士学位，上述学生共发表署名第一作者的学术论文31篇。

(四) 成果获奖

研究成果之一获得中国教育学会物理教学专业委员会优秀科研成果一等奖，有3名研究生获得中国教育学会物理教学专业委员会师范生教学大学二等奖。

(五) 成果应用

基于科学方法教育内容的理论研究成果，邢红军受邀审查了人民教育出版社全日制义务教育物理教材，并就教材编写中科学方法的显化问题提交了详细的审查意见。作为教育部“国培专家”，邢红军曾受邀赴福建师大、苏州大学、江西师大、河南师大、河南大学、吉林师大作物理科学方法教育的学术报告，得到广泛好评。在北京市，邢红军关于科学方法教育的研究引起了温家宝总理听课的学校——北京市35中学的关注，于2011年邀请邢红军负责培养35中物理教师团队，双方已签署协议并正在积极实施中。

(六) 社会影响

邢红军基于科学方法教育和原始物理问题教学在《教育科学研究》杂志发表系列论文，“刘利民副部长拿到系列论文后，专门把教育部相关从事课改研究的研究人员召集起来，逐段逐段地来研究、来学习、来研读”。(http://v.youku.com/v_show/id_XNDE5NTMwMDQ0.html)。这说明本研究的相关成果已经引起教育部领导的高度关注。

三、成果内容

(一) 理论成果

经过4年研究，发表期刊论文42篇，其中权威核心期刊7篇，完成硕、博士学位论文18篇（见支撑材料）。分别为：

1. 《论物理课程改革背景下的科学方法教育》——《课程·教材·教法》，2009，(8)。

2. 《从隐性到显性：物理科学方法教育方式的重要变革》——《课程·教材·教法》，2010，（12）。
3. 《原始物理问题测量工具——编制与研究》——《课程·教材·教法》，2008，（11）。
4. 《自组织表征理论——一种物理问题解决的新理论》——《课程·教材·教法》，2009，（4）。
5. 《从数据驱动到概念驱动——物理问题解决方式的重要转变》——《课程·教材·教法》，2010，（3）。
6. 《原始问题教学：一种创新的物理教育理论》——《课程·教材·教法》，2011，（4）。
7. 《物理问题解决的影响因素研究》——《课程·教材·教法》，2012，（6）。
8. 从知识中心到方法中心：科学教育理论的重要转变——《首都师范大学学报（自然科学版）》，2011，（6）。
9. 物理教学中的科学方法显性教育——《教育科学研究》，2011，（1）。
10. 高中物理教学中的科学方法显化研究——《物理教师》，2010，（3）。
11. 高中物理教材中科学方法的显化研究——《教学与管理》，2009（6）。
12. 高中物理科学方法教育的实践研究——《首都师范大学学报（自然科学版）》，2010，（8）。
13. 高中《物理课程标准》中的科学方法显化研究——《首都师范大学学报（自然科学版）》，2011，（8）。
14. 高中物理概念建立中科学方法的显化研究——《中国现代教育装备》，2012，（2）。
15. 高中物理教师科学方法教育调查研究——《中国现代教育装备》，2012，（2）。
16. 高中物理规律建立中科学方法的显化研究——《大学物理（教育专刊）》，2011，（12）。
17. 高中物理实验教学中的科学方法教育内容显化研究——《大学物理（教育专刊）》，2011，（12）。
18. 初中物理教学中应用物理知识的科学方法教育内容研究——《物理教师》，2011，（1）。
19. 初中物理规律建立中物理方法教育的显性研究——《中学物理》，2011，（2）。
20. 知识应用过程中的物理科学方法研究——《物理教师》，2010，（10）。
21. 初中物理概念建立中科学方法教育的显化研究——《物理教师》，2011，（3）。
22. 初中物理科学方法教育方式的显化研究——《物理通报》，2010，（10）。
23. 初中物理科学方法教育的实践研究——《中国现代教育装备》，2010，（24）。
24. 以科学方法引领初中重点物理知识的教学——《中国现代教育装备》，2011，（4）。
25. 初中物理科学方法教育途径研究——《北京教育学院学报（自然科学版）》，2010，（3）。
26. 物理科学方法显化教育的理论与实践研究——《中国现代教育装备》，2011，（24）。
27. 论物理科学方法教育的教学模式——《中国现代教育装备》，2011，（24）。
28. 论物理教学中科学方法显化教育的教学原则——《中国现代教育装备》，2012，（2）。
29. 从习题到原始问题：物理问题表征研究的生态化历程——《教育科学研究》2011（12）。
30. 物理教育的生态化及其对物理课程改革的启示——《教育科学研究》，2010（1）。
31. 将原始问题引入光学教学的思考——《中学物理》，2009（6）。
32. 伏安法测电阻的电压补偿法研究——《物理通报》，2009（4）。
33. “风”中的物理习题赏析——《中学物理教学参考》，2009（8）。
34. 论物理研究中的思维方法：直觉、灵感和想象——《物理教师》，2009，（6）。
35. 运用原始问题促进物理素质教育研究——《物理教师》，2009（08）。
36. 初中物理习题解决的数据驱动加工方式——《北京教育学院学报（自然科学版）》，2011，（3）。
37. 原始问题教学：物理思维方法教育的新途径——以自动称米机为例——《中国现代教育装备》2011（12）。
38. 初中生解决力学原始问题的思维过程研究——《大学物理（教育专刊）》，2010，（10）。
39. 从概念转变到状态转变：物理教育理论的新探索——《大学物理（教育专刊）》2011，（12）。
40. 伏安法测电阻接法选择研究——《物理实验教学》，2010（2）。
41. 中国基础教育课程改革：方向迷失的危险之旅——《教育科学研究》2011（4）。
42. 再论中国基础教育课程改革：方向迷失的危险之旅——《教育科学研究》2011（10）。

（二）立项课题

1. 义务教育物理科学方法教育内容显化与教育途径研究

北京市教育委员会社科计划面上项目，项目批准编号：SM20091002009

2. 高中物理科学方法教育内容显化的理论与实践研究

北京市教育科学“十一五”规划重点课题，项目批准编号：ABA08010

3. 促进中学生思维品质的发展研究

全国教育科学“十二五”规划教育部重点课题，项目批准编号：DBA110180

(三) 解决了科学方法的分类及《物理课程标准》中科学方法内容的显化问题

基于心理学理论，首次从理论上解决了科学方法教育中长期悬而未决的科学方法分类问题，以此为突破口，建立了物理科学方法教育内容显化的原则——对应原则和归纳原则，从而显化初中《物理课程标准》中获得物理知识的科学方法 8 种，应用物理知识的科学方法 13 种；高中《物理课程标准》中获得物理知识的科学方法 16 种，应用物理知识的科学方法 35 种。为落实新一轮基础教育课程改革“过程与方法”目标做了填补空白的工作。

表 1 初中获得物理知识的方法

物理方法	次数	物理方法	次数
直接定义法	30	实验归纳法	14
比值定义法	11	乘积定义法	5
控制变量法	5	等效法	2
演绎推理法	3	理想化方法	2

表 2 初中应用物理知识的方法

物理方法	次数	物理方法	次数
演绎推理法	30	假设法	7
隔离法	14	等效法	7
理想模型法	13	转换法	6
比例法	9	图示法	5
整体法	8	极值法	3
控制变量法	8	对称法	3
图像法	8	类比推理法	2

表 3 高中获得物理知识的方法

序号	物理方法	序号	物理方法
1	放大法	9	直接定义法
2	理想实验法	10	试验验证法
3	比例系数法	11	类比法
4	观察法	12	比值定义法
5	乘积定义法	13	分类法
6	控制变量法	14	演绎推理法
7	图形图像法	15	理想化模型
8	等效法	16	实验归纳法

表 4 高中应用物理知识的方法

序号	物理方法	序号	物理方法	序号	物理方法
----	------	----	------	----	------

1	图像法	13	三角形法	25	临界点法
2	讨论法	14	三角函数法	26	割补法
3	等效法	15	叠加法	27	伏安法
4	数学法	16	曲线改直法	28	放大法
5	假设法	17	符号判断法	29	对称法
6	类比法	18	逐差法	30	等效电路法
7	极端假设法	19	相对运动法	31	等电位法
8	微元法	20	微平移法	32	插针法
9	整体法	21	替代法	33	补偿法
10	隔离法	22	特殊点法	34	比例法
11	正交分解法	23	上下坡法	35	统计法
12	判别式法	24	描迹法		

(四) 建立了“物理知识-物理方法-思维方法”关系的结构方程模型

一直以来，在物理教学中，“物理知识-物理方法-思维方法”的关系未能查明。2002年，南京师范大学邓铸在博士论文研究中试图查明这种关系，提出了物理问题解决影响因子的路径假设模型，然而协方差建模结果显示，模型的吻合度很低。因此，放弃模型的建立。

我们的模型假定，中学生解决物理问题的影响因素包括六个：分别是物理知识和物理方法、思维品质的深刻性、独创性、批判性、灵活性。借助于《原始物理问题解决影响因素问卷》以及《原始物理问题测验工具》，采用AMOS4.01软件对数据进行分析，从而检验“物理知识-物理方法-思维方法”关系的假设模型。结果如图3，表5。

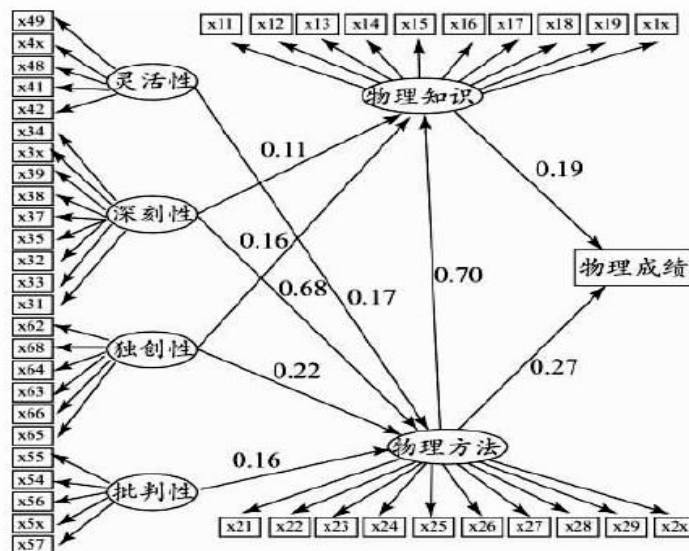


图3

表5 模型的指标

X^2	df	X^2/df	RMSEA	NFI	NNFI(TLI)	CFI
3430.6	985	3.483	0.079	0.945	0.956	0.960

数据显示，模型拟合得较好。从而查明了“物理知识-物理方法-思维方法”的关系。

(五) 实践研究

在查明“物理知识-物理方法-思维方法”关系的基础上，提出了科学方法教育的显化理论，发展出了科学方法教学的有效方式：原始物理问题教学。由于原始物理问题解决涵盖了物理知识、物理方法和思维方法，因此，就成为科学方法教育的最有效方式。经过在北京市多所中学4年的初、高中教学实践的检验，证明了这一教学方式的有效性，从而为科学方法显化教育方式的推广与应用

奠定了基础。以下是在北京市不同中学所做的实验结果。

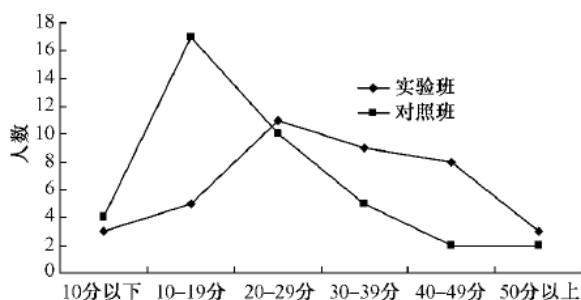


图4 实验班和对照班整体得分情况分布图

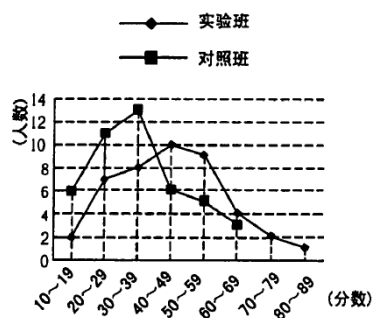


图5 实验班和对照班整体得分情况分布图

如图4所示，实验班较对照班都显出明显的高分段偏移。实验班和对照班学生参加北京市某区组织的物理期末考试，以此成绩作为后测的物理学业成绩，测试结果见表6。

表6 学业成绩数据统计表

组别	试验班	对照班
人数	38	38
平均分	84.37	78.11
标准差	7.220	10.689
显著性差异 Z ($\alpha=0.01$, $Z=2.58$)	2.995	

经统计分析表明，经过一个学期的基于原始物理问题训练的科学方法教育，实验班的物理平均成绩比对照班高出6.26分，而且差异水平达到了显著。说明在高中物理教学中进行科学方法的训练对提高学生的学业成绩有积极的促进作用。

表7 实验班和对照班数据差异分析

实验班和对照班数据差异性分析		
班级	实验班	对照班
人数 N	45	45
平均分 Mean	77.82	71.46
标准差 Std.D	7.93	8.04
显著性检验 Z	3.78	
$\alpha=0.01$, $Z=2.58$	差异显著	

研究结果显示：运用原始物理问题进行科学方法显化教育的途径是可行的。

(六) 培养了一批人才

在物理科学方法教育课题的研究过程中，我们始终坚持一个理念：就是把课题研究与人才培养紧密结合起来。4年来，共培养研究生10名，其中一人考取博士生。此外，还培养了北京市中学物理教师获得教育硕士学位7人，其中毕业教育硕士，北京市丰台2中的侯爱琴老师申报的“高中物理教学中主要科学方法教育的实践研究”获得全国教育科学“十二五”规划课题(FHB110064)。目前，这些毕业硕士生经过科学方法教育课题的训练，已成为北京市各中学的骨干物理教师。

四、成果创新

(1) 理论创新：借助于开发的测验工具进行了规范的心理学研究，采用AMOS4.01软件对数据进行结构方程模型分析，首次通过心理学的实证研究寻找到了物理知识、物理方法、思维方法（思维品质）之间的交互关系，为科学方法的教学确立了坚实的基础。

(2) 方法创新：基于信息加工心理学理论，在国内首次解决了科学方法的分类问题——将科学方法分为思维方法与物理方法。进而提出了物理方法确定的“对应原则”和“归纳原则”，这对于其他学科《课程标准》显化科学方法内容具有很好的示范效用。

(3) 内容创新：基于理论创新与方法创新，显化了初、高中物理科学方法共72种，填补了《物

理课程标准》在“过程与方法”维度上的空白。

(4) 实践创新：在科学方法的教育途径方面，提出了“显化”教育的观点，发展出了原始物理问题教学这一创新的科学方法教育方式。

(5) 培养创新：探索了理论研究、教学实践、人才培养三方互动的基础教育研究模式，三者都获得了丰厚效益。

五、成果影响

(1) 基于理论研究成果，分别在首都师范大学附属中学、北京市9中、北京12中、北京交通大学附属中学、北京市东城区25中等多所初高中进行了实践研究，结果表明，科学方法显化理论、原始物理问题教学方式都具有明显的效果，对实践资料进行规范的心理分析后，为进一步推广应用创造了有效条件。

(2) 基于科学方法教育内容的理论研究成果，邢红军受人民教育出版社委托，审查了全日制义务教育物理教材的编写，并就教材中科学方法的显化问题提交了详细的审查意见，对于全日制义务教育物理教材具有重要的意义。

(3) 研究工作在国内外中学物理一线教师与高校物理教育研究者中都产生了广泛影响。发表的权威核心期刊文章，平均被下载317次，硕、博士学位论文引用我们的成果达19篇（次），中学物理教学核心期刊引用我们的工作达9次。四川省特级教师黎国胜领导的团队基于我们的分类成果完成了成都市高中课改专项课题一项，江苏省物理高考命题首席专家陆建隆教授关注并追踪研究了原始物理问题测量工具，预计会对江苏物理高考改革产生影响。

(4) 邢红军基于科学方法教育和原始物理问题教学的相关成果已经引起教育部领导的高度关注。

六、应用前景

三维课程目标是我国基础教育课程改革的基石，而“过程与方法”则是课程目标的重中之重，是本次课程改革的最大亮点。本研究以一系列科学、规范、扎实、有效的工作，解决了《物理课程标准》中科学方法的确定问题。其学术价值与应用前景在于：为我国中小学各学科《课程标准》中“过程与方法”教育内容的确定，提供了正确的、可操作的解决路径，这对于我国基础教育课程改革具有特殊意义。

