



新疆职前理科教师“科学探究”教学知识调查研究[#]

李玉峰

新疆师范大学 初等教育学院 新疆, 乌鲁木齐, 830013

电邮: 405447280@qq.com

熊建文

华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东, 广州, 510631

收稿日期: 二零一一年十二月廿三日

(于二零一二年六月廿四日再修定)

内容

- [摘要研究背景](#)
 - [研究方法](#)
 - [研究结果](#)
 - [结论与建议](#)
 - [参考文献](#)
-

摘要

科学探究是科学课程内容之一,“科学探究”教学知识是与教师面对科学探究—这一课程内容的学科教学知识,是与科学探究教学实践活动联系更为直接的专业知识。教师职前培养阶段所获得知识是学科教学知识的重要来源,是职后“学科教学知识”发展的知识基础。本研究从教师对科学探究过程的理解、科学探究教学方法知识、科学探究教学评价知识三个方面来描述职前理科教师的“科学探究”教学知识,并探讨科学探究知识学习方式对科学探究教学知识现状的影响。研究发现:新疆职前理科教师“科学探究”教学知识认知水平普遍不高,缺乏对科学探究过程系统的理解。科学探究教学知识的学习方式是影响科学探究教学知识水平的显著因素,并提出了具有针对性的建议。

关键字: 新疆, 职前理科教师, “科学探究” 教学知识

[#]本研究为教育人文社会科学研究青年基金项目:《新课程改革视野下的新疆少数民族初中物理教师“学科教学知识”发展研究》阶段性成果,项目批准号:11YJC880060。



研究背景

科学探究是学生学习科学课程的重要方式,也是科学课程内容组成部分。通常意义上的科学探究是科学家们用以研究自然界并基于此种研究获得的证据提出种种解释的多种不同途径。在科学教育中科学探究是学生经历与科学家相似的探究过程,为获取知识、领悟科学的思想观念、学习和掌握方法而进行的各种活动。科学探究活动包含提出问题、提出猜想与假设、制定探究方案、获取事实与证据、解释、检验与评价、表达与交流等要素;科学探究需要观察、实验、合理合法的收集、处理、发布信息等基本技能;科学探究活动需要比较、分类、判断、归纳、演绎、想象和分析、综合等思维活动。^[1-8]

舒尔曼^[9](1987)最早提出“学科教学知识”(Pedagogical Content Knowledge, 简称为PCK)的概念-学科教学知识是教师在面对特定的主题、问题、议题时,如何根据学生的不同兴趣与能力,将学科知识进行组织、调整、与呈现,并实施与教学。学科教学知识是教师专业发展的核心知识。此后“学科教学知识”引起了众多学者的关注。不同的研究者开始从两种不同的途径探讨学科教学知识的内涵。静态的分析研究:在科学教育研究中,科学教师的“学科教学知识”内涵研究成为国外“学科教学知识”研究的热点, Magnusson^[10]等人1999年研究了科学教师“学科教学知识”架构中最为仔细的描述,它将科学“学科教学知识”分成不同的取向,科学课程知识、学生对科学理解的知识、科学素养评价的知识、教学策略知识。台湾学者王静茹(2009)^[11]认为科学教师的学科教学知识包含课程、融入科学本质与科学探究、融入学科知识、教学与学习、评价、科学教师班级管理等六部分组成。在国内的文献中仅有蔡铁权(2010)^[12]在探讨了科学教师“学科教学知识”由科学教学信念、科学课程知识、学习者知识、教学法知识、科学素养评价知识等组成。动态的建构研究:科克伦^[13]等人认为学科教学知识是教师整合学科知识、教学知识、学生知识、情境知识四种知识的理解,学科教学知识是教师在特定的教学情境中主动建构与生成的,并非简单地知识传授形成。综上所述,科学教师学科教学知识是教师在特定的教学情境中整合科学教学信念、科学课程知识、教学法知识、学习者知识、教学评价知识等内涵的理解。

“科学探究”教学知识是教师在面对“科学探究”(课程内容)时的学科教学知识,是教师在教学活动中整合科学教学信念、科学探究课程内容知识、教学法知识、学习者知识、教学评价知识的理解。科学探究教学知识是与教师科学探究教学活动最直接的专业知识。在职前教育阶段的教师教育课程,职前教师获得各种科学探究学科教学知识的重要来源。为了解职前理科教师的“科学探究”教学知识现状,本研究在2011年5-6月期间,在新疆主要高等师范院校的理科专业进行了调查。本文以调查资料为根据,对教师对科学探究过程的理解、教学方法、教学评价等方面对职前理科教师的科学探究教学知识现状进行描述,并分析其影响因素,并提出有针对性的建议。



研究方法

调查对象

概念界定: 职前理科教师主要是指在高等师范院校所培养的即将毕业的理科教师, 本研究中所调查的对象是指已经接受学科知识学习、教育学知识、学科教学知识, 即将进行实践教学环节的职前理科教师。

本研究中为保证研究结果不受被调查者语言水平的影响, 调查对象为确定为汉语系学生、或“民考汉”[#]学生, 采用目的抽样的办法选取: 新疆师范大学小学理科、物理、化学、生物专业, 昌吉学院物理学专业、石河子大学师范学院物理学专业、伊犁师范学院物理学专业等新疆主要师范院校即将进入实践教学环节的职前理科教师进行问卷调查; 对相关专业教法课教师进行建构性访谈。

民考汉: 参加汉语言统考并报汉语言招生院校及专业的维吾尔、哈萨克、蒙古、柯尔克孜、塔吉克、锡伯、乌孜别克、塔塔尔、达斡尔、藏、俄罗斯 11 个民族的考生。

调查工具

通过文献分析, 发现职前理科教师应该掌握: 有关科学探究的教学信念、科学探究课程知识、学生知识、教学法知识、教学评价知识。在本研究中科学探究过程理解整合了科学探究教学信念、课程知识、学生知识。因此我们的调查问卷中需要获得学生对科学探究过程理解、教学法知识、教学评价知识。

因此我们的调查问卷包括五部分: (1)被调查者的个人基本情况(2)科学探究过程的理解(3)科学探究的教学方法 (4)科学探究的教学评价知识(5)获得科学探究知识的途径与建议。第(1)部分包括被调查者的学校、民族、专业、年级等方面的信息。第(2)科学探究知识主要包括对于科学探究的认识、科学探究的外显行为等知识。第(3)科学探究教学法知识主要包括科学探究的教学模式、教学形式、教学策略等知识。第(4)科学探究教学评价知识主要包括科学探究评价目标、评价方法、评价策略等知识。第(5)部分职前理科教师获得科学探究相关知识的途径与建议。

问卷题目是根据《科学课程标准》(3-6 年级)、《义务教育初中科学课程标准》、《高中物理课程标准》、《高中化学课程标准》、《高中生物课程标准》等文献中关于科学探究过程的描述, 并结合科学探究教学法知识、科学探



究教学评价的参考文献自行编制完成。问卷总计包括 37 个题目, 采用复选题的形式出现。

本研究的建构性访谈, 主要通过对教法课的任教老师的访谈了解新课程背景下“科学探究”教学知识的内容、传授方式、评价方法等内容。

调查实施

在全面实施调查前, 新疆师范大学初等教育学院 07 小学教育理科方向 30 名学生进行了与调查, 并且根据调查的结果对调查问卷进行了修订。

对于新疆师范大学的小学教育理科班、物理学专业、生物学专业、化学专业, 采用本人到现场实施调查研究, 并同教法课教师进行访谈。对于昌吉学院、伊犁师范学院的学生采取邮寄的方式, 有学生集体填写, 当堂交卷; 实施调查前对施测人员进行相关解释与说明, 并下发调查须知, 强调调查的程序。调查采取匿名填写的形式, 问卷内容也充分注意避免与个人身份认证相关的问题。

共发放问卷 220 份, 回收问卷 193 份, 有效问卷 184 份。产生 9 份废卷的原因主要是学生个别选项没填。在统计分析时, 排除了空白选项的问卷。

数据分析方法

首先对“科学探究知识”、“科学探究教学方法知识”、“科学探究的教学评价知识”的频率分布进行定性描述。然后将“科学探究过程的理解”、“科学探究教学方法知识”、“科学探究评价知识”得分的三个连续变量与“科学探究知识的获得方式”进行相关性分析, 估计科学探究获得方式与科学探究知识的相关性。统计分析软件为 SPSS statistics17.0。

研究结果

职前理科教师“科学探究”教学知识的总体情况

《表 1 给出了被调查对象在学校、专业、性别、民族等方面的比例构成, 以及不同学生信息在“科学探究”教学知识的差异。新疆主要师范院校在“科学探究”教学知识方面表现不同, 科学探究知识平均分 22.65, 伊犁师范学院的学生得分为最高; 科学探究教学法知识平均分 12.91, 伊犁师范学院表现最好; 科学探究教学评价知识, 石河子大学师范学院学生表现最好。在不同的专业间比较, 学习综合科学课程的小学教育理科方向学生的表现比分科的物理、化学、生物专业要好。女生的“科学探究”教学知识整体上优于男生。不同民



族学生的学科教学知识表现不同, 占被调查总数 78.21% 的汉族学生总体表现在平均分以下; 民考汉的少数民族学生总体表现不错。

表 1: 职前理科教师“科学探究”教学知识总体情况

个人信息	科学探究过程理解		科学探究教学法知识		科学探究教学评价知识			
	均值	标准偏差	均值	标准偏差	均值	标准偏差		
学校	新疆师大	51.09%	22.71	6.97	13.16	6.13	6.98	2.43
	昌吉学院	16.30%	21.59	5.58	11.11	6.01	5.12	3.23
	石大师大	16.30%	22.11	5.90	12.34	8.12	8.90	4.12
	伊犁师院	16.30%	24.10	8.93	14.54	9.12	7.12	1.23
专业	小教理科	16.30%	24.18	7.09	14.53	7.02	7.93	2.46
	物理学	51.08%	21.13	6.71	11.7	4.85	5.96	2.03
	化学	16.30%	21.57	6.87	12.4	5.21	7.12	2.23
	生物学	16.30%	23.12	7.56	14.2	6.89	6.89	2.34
性别	男	51.61%	21.25	6.74	12.21	5.22	6.12	2.09
	女	48.38%	24.26	7.09	14.16	7.02	7.9	2.51
民族	其他民族	3.27%	21	12.72	9	4.24	8.5	2.12
	哈萨克族	4.91%	26.33	8.08	10.66	4.04	8.33	1.15
	维吾尔族	13.58%	24.28	6.87	15	7.28	7.8	2.69
	汉族	78.21%	21.25	6.74	12.21	5.22	6.125	2.09
总体	平均分		22.65		12.91		7.01	

“科学探究”过程理解

“科学探究过程的理解”得分呈正偏态分布, 其平均值为 22.7 (占总分的 57.5%), 标准偏差 7.03。科学探究过程的理解分成关于科学探究本身的知识 and 具有科学探究能力的外显行为两个方面来讨论。在关于科学探究本身知识中, 对科学探究对象认识题目:



2 下面哪些不是科学探究的物件？

A 蜗牛的运动 B 宇宙的来源 C 地球的岩石 D 光和作用 E 金融危机爆发原因

“6 下面哪些活动是科学探究的对象？

A 地球变暖 B 伪娘现象 C 选秀 D 七·五事件 E 民族团结

辨识度比较高，得分率分别为 0.6207、0.8285。

10 下面哪些活动属于制定计划与设计实验？

A 制定实验方案 B 选择实验器材 C 执行实验程序

D 选择数据处理方法 E 选择实验结果呈现方式

此题属于复选题，正确答案是 A、B，此题的得分率最低，仅为 23.1%。分别计算小学教育理科方向学生的错误率为 0.6363，物理学专业的错误率 0.6896 相差不多，但是小学教育理科方向学生的 ABCDE 均选的学生占到 0.235，物理学专业学生 ABCDE 选项学生仅有 0.103，这说明小学教育理科较物理学专业更容易混淆“制定计划与设计实验”这一科学探究要素，这与课程标准中对该要素的描述有重要关系。

《科学课程标准》（3-6 年级）中关于“制定计划”的内容要求：

4.1 能提出进行探究活动的大致思路。

4.2 能对自己或小组提出的探究问题作出书面计划。

《义务教育物理课程标准》2011 版中关于“制定计与设计实验方案”的内容要求：

- 经历设计实验与制定计划的过程；
- 明确探究目的和已有条件。
- 尝试考虑影响问题的主要因素，有控制变量意识。
- 尝试选择科学探究方法及所需要的器材。
- 了解设计实验与制定计划在科学探究中的意义。

《普通高中物理课程标准》中关于“制定计划与设计实验方案”的内容要求：

- 知道实验目的和已有条件，制定实验方案
- 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材
- 考虑实验的变量及其控制方法
- 认识制定计划的作用

小学教育理科方向学生掌握的制定计划是“学生能提出探究活动大致思路、对自己的探究问题做出书面计划”，容易对实验步骤、选择数据处理方法、选择



实验结果 呈现方式等活动产生性质产生误解; 物理专业学生所理解的制定计划与实验方案是“明确实验目的与已有条件、选择实验方法、实验器材、控制变量”, 制定计划与 设计实验方案的内涵描述比较清晰。究其最终原因是不同专业学生仅仅了解本专业科学课程标准, 缺少对科学教育从小学到高中的统一、系统的认识。

表 2: “科学探究” 知识

	科学探究过程的理解题目 (举例)	得分率
科学探究本身的知识	下面哪些不是科学探究的物件	0.6207
	科学探究作为人类的认知活动具有一定的阶段性	0.2481
	下面哪些活动符合科学探究精神	0.3301
	科学探究需要一定的研究方法	0.3302
	下面哪些活动是科学探究的对象	0.8285
	在教育研究视野中, 所谈到的“科学探究” 含义是	0.2633
科学探究外显行为	下面那哪些问题不属于提出科学问题?	0.9076
	下面哪些陈述属于猜想或假设?	0.2901
	具有提出问题能力的学生可以:	0.3542
	下面哪些活动属于制定计划与设计实验?	0.2310
	具有猜想或假设能力的学生可以:	0.4072
	下面哪些活动属于进行实验与收集证据?	0.3621
	具有制定计划与设计实验能力的学生可以:	0.4116
	具有进行实验与收集证据能力的学生可以:	0.3608
	下面哪些活动属于科学探究中的表达与交流?	0.3287
	下面那些活动属于的“分析与论证” ?	0.3451
具有对于证据分析与论证能力的学生可以:	0.4072	
具有表达与交流能力的学生可以:	0.4374	

科学探究的教学法知识

“科学探究过程的教学知识” 得分呈正偏态分布, 其平均值为 13.16129 (占总分的 27.4%), 标准偏差 为 6.2。科学探究的教学知识包括科学探究教学的理论



基础和科学探究的教学策略知识。从表 3 可以看出, 得分率最高为 71%, 最低为 35%, 这意味者大部分 的被调查者不能够完全掌握科学探究的教学知识。

表 3:科学探究教学知识

科学探究教学知识 (题目举例)	得分率
建构主义构理论的哪些观点为科学探究教学提供了理论依据:	0.4920
探究教学中的教师的主导作用体现在:	0.3864
基于建构主义的科学探究教学中应该:	0.4807
创设问题情境的教学策略包括:	0.3584
科学探究教学评价目包括:	0.5041
把握探究开放度的教学策略包括:	0.7116
研讨交流的教学策略包括:	0.4057
启发学生形成假设的教学策略包括:	0.4878

科学探究教学评价知识

“科学探究教学评价知识”得分成正偏态分布, 平均分为 6.983871 (占总分的 15.1%), 标准偏差为 2.45278。得分率最高为 60%, 最低为 24%。从表 4 可以看出学生对科学探究教学评价的知识掌握不够好。

表 4:科学探究教学知识

科学探究教学评价知识 (题目举例)	得分率
科学探究教学评价目的包括:	0.5041
科学探究教学评价的维度包括:	0.6014
在对学生的科学探究精神和探究态度进行评价的主要方法	0.5689
可以评价学生的科学探究能力的探究作品	0.2459
纸笔测验可以评估学生的那些探究能力?	0.3011

“科学探究” 教学知识与被调查者学习方式的关系



“科学探究”教学知识与被调查对象的学习方式存在显著相关。被调查者的不同学习方式,深刻影响其对科学探究过程的认识和科学探究外显行为的理解;职前教师在学习过程中理解教学方法知识。“科学探究”教学知识三个组成成分之间存在显著相关性,表明学科教学知识是各种组成要素在具体的教学情境中的重新建构与理解,是一种综合性知识,并非其组成要素的简单迭加,因此在“科学探究”教学知识的学习中既要加强其组成要素的学习,又要通过学生参与科学探究活动的方式综合建构。

表 5: “科学探究”教学知识与调查对象学习方式相关性

	学习方式	科学探究过程理解	科学探究教学法知识
学习方式		.469**	.694**
科学探究过程理解	.469**		.567**
科学探究教学法知识	.694**	.567**	
科学探究教学评价知识	.382**	.517**	.632**
科学探究教学知识	.550**	.851**	.837**

Pearson 相关系数, **. 表示在 .01 水平(双侧)上显著相关。

对科学探究知识学习的建议分析

对被调查者学习科学探究知识的建议进行内容分析,对于建议中的词语进行频数分析发现,出现频率从高到低的顺序依次是,多做实验、理论与实践结合、学生亲自实践、课堂学习中多进行科学探究、提供硬件基础。注重学生科学探究实践性知识的获得,是促进学生科学探究知识成长的重要途径,有助于职前教师入职后,进行科学探究的有效教学。

结论与建议

从上面的结果,可以初步得出如下结论:



新疆维吾尔自治区主要师范院校的职前理科教师对“科学探究”教学知识掌握程度普遍不高。

这主要体现为整体调查问卷的得分呈现正偏态分布, 整体得分情况较低, 对于科学探究过程本身的知识、具备科学探究能力的外显行为、科学探究的教学评价知识得分有一定的差异, 但总体得分不高; 对于科学探究的研究方法、科学探究的含义缺乏全面的理解; 对于科学探究后所形成的表现性成果缺乏全面的认知, 得分率普遍较低。

职前教师对“科学探究”教学知识缺乏系统的认识。

这主要表现为各专业职前教师所了解的“科学探究”内容标准要求描述形式不同。小学教育理科职前教师了解的“科学探究”的内容标准中包括科学探究的认识、科学探究要素能力要求; 物理专业职前教师了解的科学探究内容标准从七个科学探究要素去描述探究能活动及理解; 化学专业职前教师了解的“科学探究”内容标准时从对科学探究的理解、发展科学探究能力(科学探究要素活动)、学习基本的实验技能、完成基础的化学实验四个方面论述; 生物专业职前教师了解的“科学探究”内容标准是从理解科学探究、发展科学探究能力(科学探究要素活动)两个方面陈述;

各个专业课程标准中对科学探究能力的描述差异很大。比如: 制定计划与设计实验方案探究要素在义务教育阶段不同课程标准中描述。

《义务教育初中科学课程标准》2011版中的描述:

“能针对探究的目的和条件, 设计探究的思路、选择合适的方法(观察、实验、调查、访问、资料查询等), 制定探究方案”;

《义务教育物理课程标准》2011版中关于“制定计与设计实验方案”的内容要求:

- 经历设计实验与制定计划的过程;
- 明确探究目的和已有条件。
- 尝试考虑影响问题的主要因素, 有控制变量意识。
- 尝试选择科学探究方法及所需要的器材。
- 了解设计实验与制定计划在科学探究中的意义。

《义务教育生物课程标准》2011版中的描述:



- 拟定探究计划
- 列出所需要的材料与用具
- 选出控制变量
- 设计对照实验

《义务教育化学课程标准》2011 版中的描述:

- 在教师指导下或通过小组讨论, 提出活动方案, 经历制定科学探究活动计划的过程
- 能在教师的指导下或通过小组讨论, 根据所要探究的具体问题设计简单的化学实验方案。具有控制实验条件的意识。

由于不同专业的职前教师仅学习本专业任教学科的科学探究内容要求, 所以导致在对于具备科学探究能力的外显行为的调查中发现, 不同专业的被调查者仅对于本专业的科学探究能力行为标准有一定的了解, 对小学 3 年级—高中阶段各种探究能力的外显行为缺乏全面的了解, 比如: 对于“提出问题能力的学生可以怎样”的调查中, 被调查者仅仅可以辨识本专业的能力标准, 本题的得分率只有 35%。

职前教师进行科学探究知识的学习方式是影响其科学探究教学知识的重要因素。

这主要表现为科学探究知识的学习方式同学生的科学探究知识水平之间存在非常显著的正相关。从调查的情况来看, 在专业课中所形成的科学探究实践经验是形成科学探究教学知识的来源之一, 教法课是学习科学探究教学信念、科学探究知识、学生知识、教学法知识、教学评价知识的主要来源, 此外研究性学习也可以成为影响科学探究知识的重要来源。

对于地处我国西北内陆的新疆, 多民族聚居区域, 在基础教育课程改革的背景下对于职前理科教师的科学探究知识传授应该注意以下几点:

注重系统的讲授科学探究知识

在同相关专业的教法课老师进行访谈的过程中发现, 科学探究作为一种重要的学习方式和课程内容, 在教法课中出现的章节不多, 比如在某些物理教学论中科学探究作为一种教学形式来出现, 关于科学探究的教学策略知识、教学理论基础、教学评价知识讲述比较多, 而对课程标准中科学探究的课程要求没有深入分析, 任课教师多根据教学进度灵活安排。而教师对于课程标准中科学探究要求的掌握情况, 是影响教师教学设计的重要因素, 因此为了促进新课



程改革下的有效科学探究教学，在职前理科教师的教育中应该系统的介绍本专业的课程标准中对于科学探究的具体要求，并集合实际例子进行深入的分析。

教法课教师在进行科学探究的课程标准内容分析时，针对本专业课程标准中的叙述进行分析，缺乏对小学 3 年级开始—高中 阶段各阶段学生所应达到科学探究能力标准的认知，这将导致职前教师对在进入职场前缺乏对学生所应具备的科学探究的最低要求的了解，从而影响科学探究的教学 效果。在同教法课老师的访谈中发现，在这方面他们着力不多，因此有必要对从小学 3 年级—高中各阶段学段学生的科学探究能力在课程标准中的要求有一个系统的 了解。

针对我国科学课程的设计采用分科与综合相结合的实际情况，在对职前理科教师进行科学探究知识的教授中，在对各学段课程标准中科学探究要求了解的基础上，精加工本专业的科学探究能力要求。

注重多种途径学习科学探究知识

理科专业的教学法课程是学习课程标准要求、科学探究教学知识、科学探究教学评价知识的主要途径，因此在教学法的课程中注重采用案例分析、研究学习的方式，做好科学探究相关知识的传授。

在专业课的学习中渗透科学探究实践活动。采用科学探究的学习方式学习理科专业课程可以获得科学探究的实践经验，加深对科学探究过程中所蕴含科学精神的体验，更能加深对专业课程内容的理解。

因此，针对理科教师获得科学探究知识的途径特点，我们在实际的教学应该中在教法课的学习中采用灵活多样的方式做好科学探究知识的教学，同时鼓励学生采用在专业课、科技创新项目中积极参与，积累科学探究的实践性知识。

总之，对职前理科教师的科学探究知识传授，必须与正在进行的基础教育课程改革实际问题相联系的，全面了解各学段要 求、重点掌握本专业标准为中心，采用多种形式进行科学探究知识教学是当务之急。只有正确掌握科学探究的相关知识才能把自己的科学探究教学用活，教学中才能 得心应手、灵活主动、游刃有余。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部，科学课程标准（3-6 年级）[EB/OL]
<http://www.being.org.cn/ncs/sci/p/sci-p.htm>



- [2]中华人民共和国教育部,义务教育初中科学课程标准(2011版)
[EB/OL]<http://www.being.org.cn/ncs/2011/义务教育初中科学课程标准2011年版.pdf>
- [3]中华人民共和国教育部,义务教育物理课程标准(2011版) [EB/OL]
<http://www.being.org.cn/ncs/2011/义务教育物理课程标准2011年版.pdf>
- [4]中华人民共和国教育部,义务教育化学课程标准(2011版) [EB/OL]
<http://www.being.org.cn/ncs/2011/义务教育化学课程标准2011年版.pdf>
- [5]中华人民共和国教育部,义务教育生物课程标准(2011版) [EB/OL]
<http://www.being.org.cn/ncs/2011/义务教育生物课程标准2011年版.pdf>
- [6]中华人民共和国教育部,普通高中物理课程标准[EB/OL]
<http://wenku.baidu.com/view/ac01f30d6c85ec3a87c2c534.html>
- [7]中华人民共和国教育部,普通高中化学课程标准
[EB/OL] <http://wenku.baidu.com/view/bf074ef9aef8941ea76e0504.html>
- [8]中华人民共和国教育部,普通高中生物课程标准[EB/OL]
<http://wenku.baidu.com/view/903de24efe4733687e21aa26.html>
- [9]Shulman, L.S. Knowledge and teaching: Foundation of the new reform [J].Harvard Educational Review, 1987, 57(1):1-22.
- [10]Magnusson, S., Krajcik, J.,&Borko,H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome &N.G. Lederman (Eds.), Examing pedagogical content knowledge. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999,PP.95-132.
- [11]王静如编着, 国小科学教学专业指标[M].高雄市: 王静如, 2009.10, 第27-127页。
- [12]蔡铁权,陈丽华,科学教师学科教学知识的结构[J]. 全球教育展望,2010年 第10期.
- [13]Cochran K.F. , DeRuiter J. A, & King R. A. Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation [J]. Journal of Teacher Education,1993, 44(4):263-272.
- [14]美国国家研究理事会, 戢守志等译。《美国国家科学教育标准》。科学技术文献出版社, 1999, P.28
- [15] (美) 弗林克尔, 瓦伦着, 蔡永红等译, 教育研究的设计与评估[M]北京: 华夏出版社, 2004年1.
- [16]李新乡, 物理教学论[M] 北京: 科学出版社, 2005.9