

ZHONGXUE LIKE KECHENG BIAOZHUN
GUOJI BIJIAO YU YANJIU WULIJUAN

中学理科课程标准

国际比较与研究

(物理卷)

郭玉英 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中学理科课程标准国际比较与研究·物理卷 / 郭玉英主编.
—北京: 北京师范大学出版社, 2014.10
ISBN 978-7-303-16355-7

I. ①中… II. ①郭… III. ①中学物理课—课程标准—
对比研究—世界 IV. ①G633.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 093413 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnupg.com

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 184 mm × 260 mm

印 张: 20

字 数: 420 千字

版 次: 2014 年 10 月第 1 版

印 次: 2014 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

策划编辑: 李连杰

责任编辑: 郭晨跃

美术编辑: 纪 潇

装帧设计: 李尘工作室

责任校对: 李 茵

责任印制: 李汝星

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

主 编 郭玉英
编 者 郭玉英 张 静 范佳午
陈佩莹 姚建欣 路真真
刘艳芳 魏 昕

前言

科学教育是基础教育中的重要领域之一，在提高全民科学素养、培养未来拔尖创新人才方面具有至关重要的作用，是国家“软实力”的基础和国家科技实力的有力支撑。国际上，许多国家对科学教育给予了高度重视，美国更是将科学教育视为国家安全并投入大量的人力和物质资源以“追求卓越”“力争上游”。在欧美等教育发达国家，科学教育的发展已经形成了基于研究和证据的决策机制，这使得科学课程得以在反映时代需求而快速发展的同时，既保证了高质量和有效性，又维持了这些国家在人才培养方面的优势地位。在科学教育领域，我们面临着多方位的挑战。

我国从 2000 年开始启动了第八次基础教育课程改革。理科课程在这次改革当中发生了革命性的变化，在继承以往课程特点和实践经验的基础上，确立了全新的课程理念、课程目标、课程内容和教学与评价策略。在近十年的改革实践中，许多理科教师的教学行为已经发生了变化，新课程的推进取得了实质性的进展，为今后的发展奠定了良好的基础。

科学课程具有很强的时代特征，需要依据社会的需求、科技的发展和教育研究的新成果等要素进行阶段性的更新和发展，更新的周期通常在 10~15 年。根据国家发展战略，我国要在 2020 年成为创新型国家，这样的发展目标给科学教育提出了极高的要求，而我们目前在科学教育研究方面的状况尚无法为实现这个宏伟目标提供足够的支撑。因此，科学教育和科学教育研究前进的步伐就要加紧。为确保我国科学教育发展方向的准确和有效，我们需要以研究和证据为依据，为科学课程的每一个改进和变化提供坚实的决策基础。本书系所依据的“中学理科课程标准国际比较与研究”课题正是在这样的背景下提出的。

通过多所高校、几十位参与项目工作的团队成员的努力，完成预定的工作目标和任务：把握国际科学教育发展动态，跟踪教育发达国家的重大项目进展及科学教育的发展趋势；详尽收集和分析教育发达国家的高中理科课程标准，国际上科学教育重要研究机构、团队和领军专家的工作重点及最新成果；客观评价国际上科学教育新进展和新成果的学术价值及应用价值，准确判断这些成果与我国科学教育发展的适切度，提出适用于我国科学课程发展的前瞻性建议；开展科学教育的探索性、实践性研究和比较教育的论证研究，为我国科学课程建设和教师教育提供可信的证据和素材。

本书系就是该课题成果的汇集和展示，其全部内容以中外高中理科课程的比较研究为主线，在介绍国外课程标准特色的同时研判我们在理科课程改革中的方向、成就及需要关注的问题。这些内容既可以作为科学教育师范生、研究生学习的资料，也可以作为我国科学教育工作者在课程标准修订、教科书的研制及教师研修课程设计等方面的基本素材。

目 录

绪 论	(1)
-----	-----

上篇 国别比较

第一章 中国物理课程标准简介	(11)
第一节 中国物理课程设置	(11)
第二节 课程理念和目标	(12)
第三节 课程内容的组织和呈现方式	(13)
第四节 课程实施建议简介	(15)
第二章 中美(密歇根州)物理课程标准比较	(17)
第一节 美国密歇根州中小学教育背景简介	(17)
第二节 物理课程设置的比较	(19)
第三节 课程标准框架的比较	(21)
第四节 课程理念和目标的比较	(24)
第五节 科学探究的比较	(25)
第六节 课程内容标准结构体系整体比较	(30)
第七节 课程内容主题分布和表述方式比较	(35)
第八节 课程内容广度、深度和难度比较	(40)
第九节 课程评价的比较	(42)
第十节 总结与启示	(43)
第三章 中加(安大略省)物理课程标准比较	(48)
第一节 加拿大安大略省中小学科学课程介绍	(48)
第二节 物理课程设置的比较	(51)
第三节 课程标准框架的比较	(51)
第四节 课程理念的比较	(54)
第五节 课程目标的比较	(56)
第六节 课程内容的比较	(62)
第七节 教学与评价的比较	(67)
第八节 总结与启示	(71)

第四章 中澳(维多利亚州)物理课程标准比较	(75)
第一节 澳大利亚中小学科学教育简介	(75)
第二节 物理课程设置的比较	(76)
第三节 课程标准框架的比较	(78)
第四节 课程理念和目标的比较	(79)
第五节 课程内容的比较	(82)
第六节 课程评价的比较	(89)
第七节 总结与启示	(91)
第五章 中英科学(物理)课程标准比较	(102)
第一节 英国中小学教育背景介绍	(102)
第二节 科学(物理)课程设置情况	(105)
第三节 课程标准框架的比较	(106)
第四节 课程理念和目标的比较	(110)
第五节 科学探究的比较	(111)
第六节 英国物理课程内容标准简介	(113)
第七节 课程评价的比较	(116)
第八节 教学建议的比较	(118)
第九节 总结与启示	(120)
第六章 中芬物理课程标准比较	(126)
第一节 芬兰中小学教育背景介绍	(126)
第二节 物理课程设置的比较	(131)
第三节 课程标准框架的比较	(132)
第四节 课程理念的比较	(135)
第五节 课程目标的比较	(136)
第六节 课程内容的比较	(138)
第七节 教学与评价的比较	(145)
第八节 总结与启示	(147)
第七章 中韩物理课程标准比较	(152)
第一节 韩国中小学教育背景介绍	(152)
第二节 物理课程设置的比较	(153)
第三节 课程标准框架的比较	(155)
第四节 课程理念的比较	(157)

第五节	课程目标的比较	(157)
第六节	课程内容的比较	(159)
第七节	教学建议与评价的比较	(166)
第八节	总结与启示	(168)

下篇 专题比较

第八章	物理课程的整体比较	(175)
第一节	物理(科学)课程开设情况	(175)
第二节	物理课程标准架构	(176)
第三节	高中物理课程结构	(179)
第九章	高中物理课程标准内容的分项比较	(181)
第一节	课程理念和目标的比较	(181)
第二节	评价内容和呈现形式的比较	(187)
第三节	教学建议与案例	(190)
第十章	物理课程内容的比较	(193)
第一节	课程内容主题比较	(193)
第二节	课程内容表述方式	(194)
第三节	内容主题分类比较	(196)
第四节	课程内容广度、深度和难度比较	(202)
第十一章	科学探究表述和要求的比较	(207)
第一节	科学探究表述方式	(207)
第二节	科学探究具体要求	(210)
第十二章	总结与展望	(223)
第一节	课程标准整体比较的总结	(223)
第二节	科学探究专题比较的总结	(225)
第三节	科学概念体系的建构和概念进阶	(231)
第四节	展望:科学课程的整合与发展	(242)
附 录		(255)

绪 论

我国新世纪基础教育课程改革是在国际科学课程改革的大背景下进行的，需要随时关注世界科学课程改革的趋势，借鉴其他国家研制和修订课程标准的先进经验。为此，我们在完成教育部课题“普通高中理科课程标准的国际比较和前瞻性研究——高中物理学学科子课题”的基础上，又补充了国外初中理科课程和美国新一代科学教育标准的最新研究成果编写完成本书，期望能对我国科学课程研究与改革和高中物理课程标准的修订起到借鉴作用，同时帮助广大中学物理教师拓展国际视野，了解发达国家物理课程的开设情况、课程标准的具体内容和主要特色，认识世界科学课程和物理课程改革的发展趋势。

一、研究背景和问题

20 世纪末，世界各发达国家或地区相继出台了面向 21 世纪的科学教育改革方案，并且都先后颁布了科学课程标准，开始了新一轮的科学课程改革，同时围绕科学课程的实施开展了大量的研究工作。进入新世纪以来，在总结课程改革的经验和大量研究成果的基础上，许多国家相继开始了新一轮的科学课程标准的修订工作。2003 年芬兰颁布了《国家普通高中核心课程》。2004 年英国对 2000 年颁布的面向 21 世纪的《国家科学教育课程标准》进行了修订。2007 年韩国颁布了《国家课程标准》。2008 年加拿大颁布了新修订的《K~12 年级科学学习成果通用框架》，同年加拿大安大略省颁布了修订后的《11、12 年级科学课程标准》。2008 年澳大利亚维多利亚州颁布了《维多利亚州物理教育证书的研究设计》，2010 年澳大利亚颁布了第一套全国统一的幼儿园（进入小学的前一年）至 10 年级科学课程标准草案。2009 年日本颁布了新修订的《高中理科学习指导要领》。2010 年美国密歇根州颁布了《密歇根州高中科学课程内容标准和期望》，同年美国又颁布了《科学教育的框架草案》，并在 2011 年正式颁布《科学教育的框架》，2013 年颁布了《新一代科学教育标准》，以此来指导各州课程标准的新一轮修订。

2001 年我国颁布了第一部《国家基础教育课程改革纲要(试行)》及《全日制义务教育物理课程标准(实验)》，并在 2011 年对《义务教育物理课程标准》进行了修订。2003 年 4 月颁布了《普通高中物理课程标准(实验)》，2010 年全国所有省(市、自治区)进入高中新课程改革。《普通高中物理课程标准(实验)》从 2003 年颁布以来已经使用了十年时间，在实施和操作过程中也遇到了一些实际问题，高中课程方案和课程标准的修订工作即将开始。本研究即是在上述背景下展开的，希望通过比较我国物理课程标准和其他发达国家或地区最新的课程标准的异同来深入探讨以下问题：

1. 发达国家或地区的物理(科学)课程开设情况如何，高中物理课程与其他科学

课程之间的关系是如何处理的；

2. 高中物理课程的设置有哪些形式可供借鉴；

3. 高中阶段的物理课程如何定位，课程目标涵盖哪些内容以及如何表述；

4. 物理课程标准涵盖的重点内容有哪些，何种呈现方式更有利于课程的实施和评价；

5. 我国高中物理课程内容在分布的广度、深度和难度等方面与其他课程标准相比有哪些异同。

另外，通过科学课程发展学生的科学探究能力，目前已经成为国际科学教育界的普遍共识，并在各国制定的课程文件中得到了集中体现。本研究试图通过对发达国家或地区科学(物理)课程文件的分析，在回答以下四个问题的基础上描绘当前世界各国在实践层面上对科学探究教育的主流认识。(1)当前国际物理(科学)课程标准中对科学探究表述的主流方式是什么？(2)科学探究活动有哪些类型？(3)科学探究涉及的具体知识、技能、观念及其要求是什么？(4)我国物理课程标准与其他发达国家或地区的课程文件相比，有关科学探究的共性和主要差异是什么？

二、样本选取

本研究对各国(或地区)的经济发展水平、科学技术实力以及地域覆盖情况进行综合考量后，选取了美国、加拿大、澳大利亚、英国、芬兰、韩国六个国家与我国进行比较。鉴于美国、加拿大、澳大利亚各州(省)均独立制定科学课程标准，在进一步考虑各州(省)基础教育发达程度(包括基础教育研究实力)的基础上，分别选取美国密歇根州、加拿大安大略省和澳大利亚维多利亚州代表各自国家参与比较。对上述国家或地区最近颁布的课程标准文件进行整理和翻译，将其与中国《普通高中物理课程标准(实验)》进行对比和分析，总结概括其特色以及可供我国物理(科学)课程借鉴的内容。

所选样本具体信息如表 0-1 所示。

表 0-1 参与比较课程标准文件情况介绍

国家或地区	课程标准文件	颁布时间	适用年级
中国	《普通高中物理课程标准(实验)》	2003	10~12
美国 密歇根州	《密歇根州高中科学课程标准和期望——物理》	2010	9~12
加拿大 安大略省	《9~10 年级安大略省科学课程》 《11~12 年级安大略省科学课程》	2008	9~10 11~12
澳大利亚 维多利亚州	《维多利亚州物理教育证书的研究设计》	2008	11~12
英国	《国家科学教育课程标准》	2004	10~11
芬兰	《国家普通高中核心课程》	2003	10~12
韩国	《国家课程标准》	2007	10~12

此外,由于样本课程文件在内容组织和表达形式方面呈现出较大差异,因此使得以下内容无法纳入本研究所制定的统一框架进行比较。

1. 英国《国家科学教育课程标准》内容标准部分仅列出少量核心内容,而对这些核心内容的具体描述和要求则体现于普通中等教育证书(GCSE, General Certificate of Secondary Education)考试说明之中,不属于课程标准的范畴,因此没有对该样本的内容部分进行比较。

2. 芬兰《国家普通高中核心课程》的课程内容以核心内容的形式呈现,没有使用具体的行为动词进行描述,因此没有对课程内容的深度和难度进行比较,仅对其做了定性比较和广度的定量比较。

科学探究是当前我国课程标准制定与实施研究中所关注的主要问题之一。为了尽可能详细地刻画出当前国际科学教育界对于科学探究的认识和实践,更全面地反映出各发达国家(地区)课程标准文件对科学探究的具体要求,为我国科学课程改革提供更丰富的参考内容,对科学探究部分进行研究时所选的课程文件并不局限于上述样本文件,而是根据以下两条原则对所收集到的若干课程文件进行筛选:(1)文件对探究能力进行了详尽阐述,而不是大致勾勒;(2)通常为该国、地区最新的课程文件。根据上述原则,最终筛选出38份课程文件(表0-2)进行比较。

表 0-2 科学探究比较课程文件

课程文件名	缩写
《普通高中物理课程标准(实验)》(中国)	CHN HS Phy.
《义务教育全日制初中物理课程标准(实验)》(中国)	CHN MS Phy.
《义务教育全日制初中科学(7~9 年级)课程标准(实验)》(中国)	CHN MS Sci.
《国家科学教育课程标准(2004)》(英国)	GBR
《法国普通高中物理-化学教学大纲(2010)》	FRA
《美国 K~12 年级科学教育的框架:实践、共通概念和核心概念(2011)》	USA framework
《美国大学理事会标准——科学(2009)》	USA college board
《美国国家科学教育标准(1996)》	USA NSES
《美国科学素养的基准(1993)》	USA benchmarks
《香港物理课程和评价指导(2007)》	HK
《加拿大安大略省课程——科学(2008)》	CAN ON
《澳大利亚维多利亚州物理标准(2008)》	AUS VIC
《澳大利亚新南威尔士州科学大纲(2003)》	AUS NSW
《美国亚利桑那州学术内容标准——科学(2004)》	USA AZ
《美国康涅狄格州核心科学课程框架》	USA CT
《美国特拉华州科学标准(K~12)——科学和技术的本质和应用》	USA DE

续表

课程文件名	缩写
《美国佛罗里达州科学标准 K~12 年级(2011)》	USA FL
《美国佐治亚州表现标准——物质科学(2006)》	USA GA
《美国宾夕法尼亚州科学和技术学术标准(2002)》	USA PA
《美国路易斯安那州科学内容标准、基准和年级期望(2005)》	USA LA
《美国马萨诸塞州科学技术工程课程框架(2006)》	USA MA
《美国俄亥俄州学术内容标准——K~12 年级科学(2002)》	USA OH
《美国加利福尼亚州公共学校科学内容标准——K~12 年级(2009 年重新公布)》	USA CA
《美国纽约州核心课程——物理》	USA NY
《美国缅因州科学与技术标准(2007)》	USA ME
《美国密歇根州高中科学课程内容标准和期望——物理(2010)》	USA MI
《美国北卡罗来纳州标准课程和年级能力水平——科学(2004)》	USA NC
《美国北达科他州科学内容和成就标准 K~12 年级(2006)》	USA ND
《美国新罕布什尔州 K~12 年级科学素养课程框架(2006)》	USA NH
《美国新墨西哥州科学内容标准、基准和表现标准(2003)》	USA NM
《美国南卡罗来纳州科学学术标准(2005)》	USA SC
《美国田纳西州科学标准(2011 年修改)》	USA TN
《美国得克萨斯州科学重要知识和技能(2010 年修改)》	USA TX
《美国华盛顿州 K~12 年级科学学习标准(2009)》	USA WA
《美国威斯康星州科学学术标准(2009)》	USA WI
《美国怀俄明州科学内容和表现标准(2003)》	USA WY
《美国艾奥瓦州核心课程——K~12 年级科学(2009)》	USA IA
《美国明尼苏达州学术标准——K~12 年级科学(2009)》	USA MN

三、研究内容和方法

(一) 研究内容

本研究围绕所要回答的相关问题,首先对中国与其他国家或地区的课程标准进行两两对比,在此基础上进行归纳与整合(科学探究作为一个单独的研究专题)。主要研究内容如下:

1. 对所选样本的物理课程开设情况进行整体描述,涉及该国家或地区从小学阶段开始的物理(科学)课程情况,说明发达国家或地区的物理(科学)课程的开设情况及高中物理课程与其他科学课程之间的关系。

2. 从课程标准的架构、高中物理课程结构两方面展开比较分析,描述发达国家或地区的高中物理课程设置情况。

3. 从课程标准的理念、课程目标、课程评价和教学案例等方面对物理课程标准文本展开比较分析,具体描述高中阶段物理课程的定位、课程设置的观念、课程目标涵盖的内容及表述方式和课程评价等。

4. 从课程内容主题、内容表述方式、内容主题分类、内容的广度、深度和难度等方面展开比较分析,说明物理课程标准涵盖的重点内容及其呈现方式,以及我国高中物理课程内容在广度、深度和难度等方面与其他课程标准相比有何异同。

5. 对所选的38份课程标准样本中的科学探究内容从表达形式、开展方式和具体要求三方面展开分析,描述发达国家在课程标准文件中呈现出来的对科学探究教育的主流认识。

研究内容框架如图0-1所示。

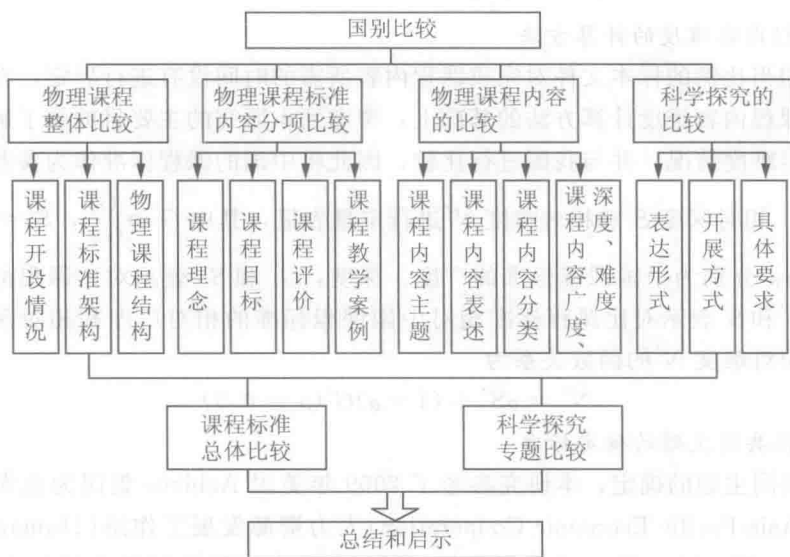


图0-1 研究框架图

(二)研究方法

1. 课程内容广度的确定标准

广度 G 是指课程涵盖内容的总个数。本研究中对内容广度的比较分析采用了美国各州首席教育官员委员会(CCSSO, The Council of Chief State School Officers)根据课程实施调查(SEC, Surveys of Enacted Curriculum)公布的《课程实施调查规范表》的整体框架,结合本研究的需要进行了少许调整,如对“科学的本质”所涵盖的内容进行了明确界定。根据美国科学促进会(AAAS, American Association for the Advancement of Science)的《美国科学素养的基准》对科学本质的论述,即科学的本质包括三个方面:科学世界观(世界是可认识的,科学知识是可变的,科学并不能解决

所有问题)、科学探究(科学讲究证据,科学是逻辑和想象的结合体,科学具有解释和预测的功能,科学试图确定和避免偏见,科学反对权威)、科学事业(科学是一种复杂的社会活动,科学分为专门领域并在不同情况下进行研究,科学必须考虑伦理的原则,科学家既作为专家又作为公民参与公众事务),以此为依据对“科学的本质”中所涵盖的内容做了明确界定,并举例说明。框架内容详见附录9。

2. 课程内容深度的确定及计算方法

深度 S 是指学习目标对课程内容要求的程度。本研究采用了布鲁姆的六个认知过程维度,将知识内容的要求等级分为了记忆/回忆、理解、应用、分析、评价、创造六个水平(详见附录1),分别用1、2、3、4、5、6来进行深度赋值。在课程标准中对学习目标设置了不同水平层次,并用具体的行为动词予以描述。将每一等级的知识点占全部知识点的百分比乘以对应深度赋值来进行量化,深度计算公式为:

$$S = \sum_n n_{\text{认知水平}} \times a_{\text{该水平所占比重}} \quad (1)$$

3. 课程内容难度的计算方法

由于相当比例的样本文件对完成课程内容所需的时间没有进行界定,在借鉴史宁中提出的课程内容难度计算方法的基础上,考虑到本研究的主要目的是了解所选样本文件的内容难度情况,并与我国进行比较,因此将中国的课程标准作为参照,使用相对广度 G' 、相对深度 S' 和相对难度 N' 进行定量表征,其中 $G' = \frac{G_n}{G_{\text{中}}}$, $S' = \frac{S_n}{S_{\text{中}}}$ 。式中的 $G_{\text{中}}$ 和 $S_{\text{中}}$ 分别为中国课程标准的广度、深度, G_n 和 S_n 表示对比课程标准的广度和深度, G' 和 S' 表示对比课程标准相对中国课程标准的相对广度和相对深度,由此得到计算相对难度 N' 的函数关系为

$$N' = \alpha S' + (1 - \alpha) G' (\alpha = 0.5) \quad (2)$$

4. 课程共同主题的确定标准

对于共同主题的确定,本研究参考了2009年美国Achieve集团为亚太经合组织(APEC, Asia-Pacific Economic Cooperation)人力资源发展工作组(Human Resource Development Working Group)所做的《亚太地区数学与科学标准分析》(*Analysis of Mathematics and Science Standards from the Asia-Pacific Economic Cooperation*)中制定的“百分之六十七”原则来确定“共同主题”(common topic),即将超过67%的样本共有的内容确定为共同主题。

四、本书结构

为了便于读者了解不同国家(地区)在物理课程设置方面的情况,认识我国高中物理课程标准与各国(地区)物理课程标准的具体差异,通过物理课程的比较探讨当代科学课程改革的总体趋势,本书分为上、下两篇。上篇是国别比较,包括七章内容。第一章简要介绍我国的物理课程设置和高中物理课程标准的主要内容,以便读者比较参照;后六章分别对中国和美国(密歇根州)、加拿大(安大略省)、澳大利亚(维多利亚州)、英国、芬兰、韩国的物理课程进行两两比较,总结概括各国(地区)课程

标准的特色及启示。下篇在国别比较的基础上,对上述各国(地区)物理课程开设情况进行整体比较,说明科学课程标准的总体架构和物理在其中的位置,以我国高中物理课程标准的结构为参照,比较各国(地区)物理课程标准在理念、课程目标、评价、内容标准表述方式、内容主题的设置以及内容的广度、深度和难度等方面的异同,并对38个样本文件中的科学探究进行了专题比较。最后对研究结果进行了总结和展望,结合美国最新的科学教育标准文件探讨科学课程的改革趋势,对我国科学和物理课程改革提出相关建议。

参考文献

[1]Lorin W. Anderson等. 布卢姆教育目标分类学[M]. 蒋小平, 张琴美, 罗晶晶, 译. 北京: 外语教学与研究出版社, 2009.

[2]史宁中, 孔凡哲, 李淑文. 课程难度模型: 我国义务教育几何课程难度的对比[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2005(6): 151—155.

