

8-65

应用教育科学书系

YINGYONG
JIAOYU
KEXUE
SHUXI

解世雄 著

物理教育的多维探讨

云南教育出版社
四川教育出版社

应用教育科学书系 G633.7

3-3

物理教育的多维探讨

解世雄 著



云南教育出版社
四川教育出版社

《滇》新登字 03 号

物理教育的多维探讨

解世雄 著

云南教育出版社出版发行 (昆明市书林街100号)

云南新华印刷三厂印装 云南省新华书店经销

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.375 字数: 130,000

1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷

印数: 1—2,000 (其中精装) 200

ISBN 7-5415-0558-7/G·453 定价: 2.65元(平)

ISBN 7-5415-0559-5/G·454 定价: 4.80元(精)

应用教育科学书系

应用教育科学书系

主编 张 燮 王伟廉

教育科学出版社



教育科学出版社
北京

目 录

1	第一章 绪 论
1	一、物理教育研究的新格局
7	二、面向21世纪的教育观
10	三、物理教育目标
15	第二章 唯物辩证法与物理教育
15	一、方法论层次
18	二、唯物辩证法与物理学的关系
19	三、用唯物辩证法指导物理教育
25	第三章 物理学发展的规律与物理教育
25	一、物理学发展的动力
28	二、著名物理学家对物理学发展的作用
30	三、物理学发展中思维方式的变革
33	四、物理学发展的模式
36	五、物理学发展的规律对物理教育的启示
39	第四章 物理实验方法与物理教育
39	一、物理实验的作用和实验中的机遇
43	二、物理实验方法
47	三、物理实验教学的策略

49	第五章 基础物理方法与物理教育
49	一、要注重方法论知识的学习
50	二、科学归纳法
51	三、理想化方法
55	四、比较与分类方法
58	五、类比方法
59	六、综合方法
61	七、科学假说方法
63	八、应用物理方法指导物理教育
67	第六章 智力结构与能力培养
67	一、智力结构
70	二、记忆力与物理学习中的记忆方法
72	三、观察能力的培养
75	四、科学想象能力的培养
79	五、思维能力的培养
83	第七章 创造思维方法与物理教育
83	一、创造性物理教育的意义和条件
85	二、创造思维方法
92	三、创造性物理教育的策略
108	第八章 学生心理与物理教育
108	一、学生的几种社会动机
112	二、学生学习物理的动机
115	三、教师对学生的影响及学生之间的相互作用

120	四、学习的机制
125	五、有效学习的策略
133	第九章 学生学习物理的障碍分析
133	一、物理学习的低效率
134	二、习惯性思维障碍
141	三、物理问题数学化的障碍
143	四、理论与实际脱节的障碍
145	五、物理学习的负迁移障碍
149	第十章 物理教学的系统科学分析
149	一、物理教学系统
152	二、教学系统的控制
157	三、教学系统的优化
160	四、保持头脑的开放
162	主要参考文献
164	后记

如果一个人掌握了他的学科基础，并且学会了独立思考和工作，他必定会找到自己的道路，而且比起那种主要以获取细节知识为培养内容的人来，他一定会更好地适应进步和变化。

——爱因斯坦

第一章

绪论

随着我国教育改革的深化，教育研究进入空前繁荣的时期。一般教育理论和学科教育之间的空白区，吸引了越来越多的有识之士去探索，物理教育学正是在这种交叉点上破土而出。物理教育源远流长，内容丰富，揭示其规律异常艰难。本书是作者学习和研究物理教育的一些浅识，它也许能够引发读者去思考物理教育问题，为物理教育研究者提供一点新材料、新思路。

一、物理教育研究的新格局

1. 物理教育科学概念的确立

由于历史的原因，科学界认为物理学是科学，而物理教育只是一种活动，只要有物理知识就可以成为物理教师。我们知道，任何一门学科都有与之对应的研究对象，物理教育具有自己独特的和广泛的研究对象。西德杜伊斯堡大学G·Borm教授对物理教学科学进行了非常形象的描述：

“物理教学是一门研究三种典型数字的科学：

100 000 000: 现在世界上有这么多学生,或者应该有这么多学生,他们将物理学作为一门课程。

25: 上物理课时,每个班所拥有的学生数,一些国家和一些专门的课程,每班只有10—20人;在一些国家,上物理课时,每班学生40—50并不少见。

1: 我认为‘1’在物理教育中是一个重要数字。每个学生都必须自己去学习‘物理’;每个学生对自然、科学、观察、概念、物理规律等等都有他(她)自己的一套系统认识;但每个学生又必须与他(她)自己的一些错误观念决裂。”^①

物理教育不仅过去存在、现在存在、未来仍将继续存在,物理教育活动是人类文化活动的重要组成部分,它构成了物理教育科学研究的特定对象。

一般教育理论固然能够解决物理教育中的共性问题,而不能解决物理教育中的特殊矛盾。物理教育活动的实践为物理教育科学研究提供了基本材料,各种相关理论的发展和建立为物理教育研究提供了若干新方法,科学技术的发展为物理教育现代化提供了必要的手段,而现代教育手段如何有效地在物理教育中发挥作用,又为物理教育科学不断提供新的研究课题。可以说,物理教育科学是物理学、物理学史、哲学、教育学、心理学、人才学、科学方法论、创造学、系统科学和现代技术多维交叉的新兴教育分支学科群。为什么说物理教育科学是学科群呢?因为物理教育分为高等物理教育和中等物理教育,其研究分为高等物理教育研究和中等物理教育研究,由于研究内容不同又可分为物理教育学、物理教学论、物理教育心理学等不同学科。

中等物理教育研究历史较长,研究队伍强大,研究成果也

^①G. Borm: 《课堂物理教育研究及其实施改革成就》,《国际物理教育通讯》1988年1期。

多。高等物理教育研究最近几年在我国有了长足的进展，1985年起国家学位委员会设立了物理教育的硕士学位；1987年成立了全国性的学术组织“高等物理教育研究会”，每两年组织一次学术交流会议；1989年开始出版专业刊物；各省和各高校的高教刊物也发表物理教育论文，可见，高等物理教育发展势头很好。

2. 物理教育研究内容的扩展

1) 研究内容突破了传统教学法的范围

新中国成立后，1950年8月，中央教育部正式规定中学教材教法课为高师的专业必修课。1952年7月，参照苏联的高师教学计划，中央教育部颁发了《师范院校教学计划草案》，明文规定此课程名称改为“分科教学法”。1957年，中央教育部总结了学习苏联的经验，修订了高师教学计划，“各科教学法”恢复为分科教材教法。文革前夕该课被取消，1979年又得到恢复和发展。

近年来，师范院校教材教法研究很活跃，他们对原有教学法进行了若干有效的改革，有的扩展了教学法的内容，有的加强了总论的理论分析，有的增加了学生的实践活动，有的增设了选修讲座等等。

由于国家对高等教育研究的重视，很多学校成立了高教研究所（室），创办高教研究刊物，从而推动了高等物理教育的研究。不少综合大学、工科院校配合研究生的培养，系统地开展了物理教育研究。

2) 更加重视教育思想的研究

物理教材教法研究，立足于教材分析、难点突破和课堂教学方法研究。而近年来物理教育研究更加注重教育思想的研究，首先强调要端正教学思想，按教育规律教学，摒弃落后的、片面的、僵化的教学思想。普遍重视如下一些教学规律：第一，教学的教育性规律。就是在物理教学中注重思想教育，注重辩证唯物

主义世界观方法论的教育，注重教书育人。第二，教学的发展性规律。注重通过教学活动促进学生智力、能力、情感意志、性格各方面的发展。第三，教学的双向性规律。在教学中注重师生之间的思想感情和信息交流，充分利用反馈信息对教学活动进行调节控制。第四，教学活动中学生的主体性规律。在教学活动中注重发挥学生的主观能动性，注重激发学生的自觉性、积极性、创造性，让学生成为学习的主人，从学习中学会学习。

3) 更加重视物理课程的研究

80年代以来，世界各国普遍重视物理教育课程研究。我国对物理课程改革做了大量的工作，其中中学综合理科课程研究被列为国家教育规划课题。英国一些教育学者认为，中学物理课程必须强调物理学在现实世界中的应用。他们提出改革传统物理课程的设想：需要从真实世界开始的物理课程，焦点要集中在怎样利用物理原理来理解实际情况，然后帮助学生应用这些原理于一些新的情况。苏格兰标准程度物理课程采纳了这种主题教学法的课程安排，将传统的部分取消而代之以八个主题：电讯、健康物理学、交通、闲暇、电路、电子学、能量和太空物理学，课程设计人员解释与新课程有关的物理知识、概念和原理等内容比原来的并无减少，通过重新编排，增加了关联性，提高了学生的学习兴趣。1988年香港出版了一套名为《交通意外调查物理学》的教材，尝试发展主题教学教材。同年起，美国物理学会、物理教师协会联合进行题为“大学物理学规划”的课题研究，旨在改革微积分水平的物理课程。总之，物理课程的改革是近年物理教育研究的热点之一。

3. 物理教育研究方法的更新

1) 相关学科研究方法的引进

物理教育研究实践性、综合性很强，物理教育受许多因素的

制约和影响，这又决定了物理教育研究的复杂性。那种就物理教材研究物理教育的封闭式研究方法和只是引入一些教育学原理的研究方法都是不够的。

辩证唯物主义哲学是研究物理教育的指导思想；科学方法论、思维科学、创造学等综合学科可以为物理教育研究提供一些新的思想方法；心理学、教育学理论是物理教育研究所必须紧紧依靠的对象，脱离了心理学理论和一般教育理论的指导，物理教育研究势必成为简单的经验总结。对物理学史的“回采”，国内正掀起一股热潮，从思想史、方法论去挖掘物理学史会给物理教育带来一些新材料和提供一些新的教学思路。物理教育研究的具体方法也是多样化的统一。如教育实验的方法、调查统计的方法、横向或纵向比较的方法、科学移植的方法、多学科综合研究的方法等等都可以为物理教育研究服务。

值得指出的是，利用系统的科学思想方法研究物理教育规律，越来越引人注目；创造学的研究成果也对物理教育研究产生了积极影响，由此提出了物理学科创造教育的概念。总之，物理教育研究作为新兴的交叉学科，不再是简单地总结经验和对教材进行诠释，而是站在一定的理论高度进行多角度的系统研究。

2) 计算机在物理教育中广泛应用

把计算机应用在物理教学中，是世界性物理教育的研究方向。计算机在物理教学中有五种基本用途：第一，计算机指导。这是一种人机对话程序，它通过学过的内容、解出的问题来引导学生。其在物理教学中历史最长，早期在大型计算机上使用，最近国外一些教授已研制出新的指导系统，以适应微机应用。第二，演示。现代微机可以做复杂的图解，给学生画出生动的物理图象，利用软件的贮藏功能，使演示功能大为扩展。根据计算机演示的原型，操纵者可以改变参量和常数，进行反复的演示。第三，模拟工具程序。它把物理系统和帮助学生解题结合起来。学

生做指定练习和家庭考试时，操纵这些模型，通过相互影响的学习，对主题产生直觉。第四，实验室辅导。实验中的数据、列表、作图、分析与预言值都极为繁杂，计算机能帮助学生把测量数据、图表、分析和预言值反复进行比较。第五，学生作为程序员。基本工具就是计算机本身，学生自己利用计算机，开始为做练习而编写程序，然后自己像研究者那样进行创造，控制自己的行为，完成没有唯一答案的任务。80年代以来，我国物理教育界在计算机模拟物理现象、辅导实验和物理教育评估方面做了大量的工作。

4. 物理教育国际化

和其他科学活动一样，物理教育研究已经突破了国家之间的封闭，正朝着国际化的方向发展。

物理教育国际化的主要标志是：第一，国际物理教育网络组织的建立；第二，广泛的国际物理教育学术交流；第三，国际间物理教育课题的合作研究。隶属于国际纯粹物理和应用物理学联合会（IUPAP）的国际物理教育委员会（ICPE），近年举办了多次国际物理教育学术会议。如1986年在美国举行了“近代物理教学国际会议”，在日本举行了“物理教育发展趋势会议”，在中国举行了“国际物理教育学术讨论会”；1987年在埃及举行“低成本物理教学实验演示国际会议”，在墨西哥举行了“泛美物理教育讨论会”；1988年在联邦德国举行了“近代物理教学国际会议”；1990年在中国举行了“国际物理实验学术会议”。此外，欧洲和亚洲也有物理教育的国际组织，也召开了学术讨论会。随着国际物理教育交流的日益频繁，我国物理教育的专家、学者主持和参加国际物理教育会议的机会不断增多，国外专家应邀到我国讲学、访问和我国物理教育专家应邀到国外讲学、访问、合作研究的机会也日益增多。

物理教育国际化趋势，有助于我国物理教育研究的健康发展，有助于我国物理教育工作者迅速了解国外最新研究成果，开阔视野。

二、面向21世纪的教育观

1. 物理教育必须适应科技发展的需要

本世纪40年代以来，世界科学技术飞速发展，出现了有别于在此之前的任何时代的新特点。第一个特点是：科学技术呈加速度发展，科学技术成果迅速增长，科学发明、发现到应用的周期愈来愈短，新产品、新技术过时的速度愈来愈快。第二个特点是：现代科学的高度分化和综合化。一方面，知识的某些分支不断地分出去，形成独立的学科，另一方面，在学科分化的基础上，由于各个学科领域相互依存，相互转化，又形成具有新质的内涵更大的综合学科。第三个特点是：科学的数学化趋势。各门学科日益把数学和数学方法作为研究事物现象数量关系和深刻表达事物本质规律的工具和方式。第四个特点是：科学、技术、生产一体化。科学研究已成为现代生产的组成部分，要保证生产的持续增长，离不开新技术，而新技术源于科学研究。

为了适应科学技术发展的需要，世界各国纷纷改革教育，研究教育思想、优化课程结构、更新教学方法。从总体上来说，世界教育呈现两大趋势：终生教育和发展智力。

“终生教育”这一概念是1972年联合国教科文组织教育开发委员会在题为《为了生存——世界教育的今天和明天》的报告中提出的。终生教育可分为三个阶段，以现在的正规学校教育为基础向前延伸称为“学前教育”，向后延伸称为“继续教育”。我国城镇基本上实行了学前教育，继续教育也有了较大的发展，各

种形式的成人教育、职工培训，各种研讨班层出不穷。终生教育作为教育发展的必然趋势，使人们不得不对学校正规教育的地位、作用作出新的认识，职前学校的正规教育只是受教育的一个阶段，是终生教育的基础部分。那种把学校正规教育看作人的一生的唯一的教育，认为学校和教师在这一阶段应该给学生灌输尽可能多的知识，使其毕业后能从事某一专门职业而无需再学习的思想，已经落后于时代。

现代科学技术发展的趋势告诉我们，学校教学传授给学生的知识再多，也不能满足其日后工作的需要，因此学校教育应从单纯地传授知识转移到传授知识的同时发展学生能力，发展学生的智力的轨道上来。

在理科教育中，科学、技术、社会（STS）一体的教育观点认为：当今理科教育的目的主要是提高学生的科学素质，使其具有科学知识、科学方法及技术，并应用这些来了解环境、关怀社会、解决问题，而且不断地自求进步，掌握更多的技能。

上述新的教育观点对物理教育具有指导意义，就是说物理教育必须适应科学技术发展的需要，以培养学生的能力、发展学生的智力为中心。

2. 培养创造型人才

学校致力于培养什么样的人，是人才观问题。不同的历史条件、社会环境对人才的要求不同，培养方式也不一样。古代是通才取胜，这与古代科学的综合性一致；近代是专才取胜，这是各门学科不断分化的必然结果；而现代需要专才基础上的通才，以适应科学高度分化基础上的综合化的要求。通才不是全才，不需要在多门学科上平均用力，而需要以本学科为立足点，为根据地，同时有意识地扩大自己的知识面，对另外一些学科有所了解，掌握基本知识和方法。科学史告诉人们，一个科学家假如只

知道自己的专业，对其他事情一无所知，他的思路就不开阔。许多事物都是相互联系、相互影响的，许多物理学问题的解答往往并不完全局限在物理学范围内。

专才基础上的通才，是指人才的知识结构而言的。这个指导思想对制定学生的课程结构具有指导意义，但是仅仅有大量的知识和应用知识的能力仍然不够，还不能适应飞速发展的时代的需要。要能够在有知识、善于应用知识的前提下开拓新的知识领域，这就需要创造型人才。

不少人对创造型人才的素质进行研究，但众说纷纭，综合各家之言，我认为创造型人才的素质包括：优秀的个性特征，合理的知识结构，高度的创造思维能力三个方面。

创造型人才的个性特征可归纳为：

- ①具有强烈的好奇心和探索精神；
- ②具有发现问题的敏锐性和善于捕捉信息；
- ③敢于发表自己独特的见解，不屈从压力；
- ④不满足于现状，喜欢做开拓性的工作；
- ⑤具有广泛的兴趣，喜欢读书；
- ⑥善于独立思考但不太善于社交；
- ⑦具有强烈的竞争意识；
- ⑧珍惜时间，讲求工作效率。

创造型人才的知识结构具有以下特征：

①核心层次特征。即具有对某一领域知识的比较深入的理解和掌握。

②方法论特征。既掌握了一门主体知识，又熟悉其学科的研究方法，以及当代先进的一般方法论。

③整体相关性特征。虽然不一定具有知识元素数量上的绝对优势，但是知识结构具有综合化及整体相关的特征。

④动态调节特征。不断地有目的地积累知识，输入信息，动

态地调节其知识结构。

创造型人才的高度创造思维能力主要表现在：

- ①积极的求异性。即具有很强的发散思维能力。
- ②丰富的想象能力。能够发现不同质的问题的联系。
- ③严谨的推理能力。能够应用数理工具。
- ④清晰的表达能力。能够把自己的思想、发现和研究成果用语言和文字清晰地表达出来。

当然，创造型人才是人才培养的理想模型，并不是人人都能成为创造型人才，但这是人才培养的一个方面，大家应朝这个方向努力。

三、物理教育目标

教育目标是根据客观需要和主观条件制定的教育活动的预期结果。教育目标从层次上可分为基本目标和具体目标，从内容上可分为思想性目标、知识性目标和能力目标。为了论述物理教育目标，我们先看一看世界性物理教学目标的发展趋势。

第一，物理教学目标的智能化趋势。传统教学把传授知识作为唯一的目标，强调教学的逻辑性和连贯性，向学生提供全面的系统的物理知识，由于教学方法陈旧，学生学习时往往死记硬背。当代教育改革十分强调学生能力的培养，发展学生的智力，将物理教学目标的重点从单纯掌握知识转移到以掌握知识为基础的智力、能力的培养上。这种教学目标的智力化转移，首先出现在美、苏、日等发达国家，随后迅速波及到全世界。

第二，教学目标具体化趋势。许多国家认为教学目标除了要便于教学活动实施外，还要便于教学的检查和测量，因此每一项目标都列出许多细目，使教学目标变成能够测量的东西，以增加其科学性。例如英国CGSE理科教学大纲，仅对智能性目标就列