

From Specialized To Integrated Course

# 从分科走向综合

——初中阶段科学课程设置问题的研究

潘苏东 著



中国轻工业出版社

# 从分科走向综合

——初中阶段科学课程设置问题的研究

潘苏东 著

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

从分科走向综合: 初中阶段科学课程设置问题的研究/潘苏东著. —北京: 中国轻工业出版社, 2004. 12

ISBN 7-5019-4776-7

I. 从… II. 潘… III. 课程-教学改革-研究-初中  
IV. G632.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 009030 号

责任编辑: 李 颖      责任终审: 劳国强      封面设计: 赵小云  
版式设计: 丁 夕      责任校对: 燕 杰      责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2004 年 12 月第 1 版      2004 年 12 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168      1/32      印张: 9

字 数: 233 千字

书 号: ISBN 7-5019-4776-7/G·546      定价: 22.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729      传真: 85111730

发行电话: 010-65141375 85119845

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

41167J5X101HBW

# 序

金一鸣

新世纪基础教育课程改革正在我国大规模展开，其中的一项措施是逐步推广综合性课程。按照我国的传统，初中阶段的自然科学课程是分为物理、化学、生物等学科开设的，为学生升学和就业作好准备。自然科学分科教学行之已久，自然是有其优点的，各科都按科学体系组织教材，体系比较严密，学生循着教材的思路逐步深入，可以以较快的速度掌握系统的科学知识。但是，分科教学也有着明显的缺点，受到学科领域的限制，往往会把统一的自然现象割裂开来，也容易发生与实际生活脱节的弊病。为了纠正分科教学的缺陷，一些国家在初中阶段将自然科学知识综合起来，开设综合性的“科学”课程。这是一种趋势，对各国的课程改革都有影响。我国承应世界潮流，改革初中的分科设置科学课程的做法是应该的。但，如何开好“科学”课程却还是一个需要深入研究的问题。

潘苏东将初中阶段的自然科学课程的分科与综合问题作为博士论文的课题，作为他的导师，我是很支持的。我也相信他会在这方面取得成绩。潘苏东在学士和硕士生阶段都是专攻物理学的，毕业后，又在高等师范院校物理系长期教授普通物理课。在自然科学方面，他是有较好的基础的。在博士生阶段，他又比较系统地学习和研究了教育理论和教育心理学理论。如能把这几方面结合起来，就可以对这个问题发表一些个人的独到见解。

在研究阶段，潘苏东动用了各种关系，比较广泛地搜集了国

内外出版的供初中用的自然科学方面的教材和参考资料，既有分科的也有综合的。他研究了这些资料，并用统计的方法对一些资料作了量化处理，使一些问题能明显地呈现出来。

经过研究，潘苏东的观点是明确的：初中阶段的自然科学课程应当由分科走向综合。

讨论初中阶段自然科学课程的分合问题应当有一个基点，即课程的目标。他认为，初中属于基础教育，应以提高学生的素质为目标。对自然科学课程来说，应以提高未来社会公民的科学素养为目标。对我国公民科学素养水平的测试结果表明，我国公民的科学素养的水平不高。对此，初中教育虽不能负全责，但也难辞其咎。这是他引发问题的起点。

他在论文中用了很大的篇幅分析了分科教学中容易发生的问题，如各科之间内容的重复、难度过大和同实际生活脱节等。这些分析在我看来是有说服力的。

对于综合的科学课程，他也是作了详细的分析的。在综合课的名称之下，实际上各种教材的综合程度是不同的。他所期望的是一种融合型的综合课程，以一些主题为线索，能把几门自然科学融会贯通起来，致力于科学素养的提高。

在论文中，值得我们特别注意的：他对其他国家的经验、教训是作了分析的，既肯定开设综合课的合理性，又认为目前还并不是非常成熟的，许多问题是尚待研究的。

对我国如何逐步推广综合课程，潘苏东也是作了认真思考的。鉴于上海、浙江等地的经验和教训，他主张要有步骤地逐步推广。

论文是他深入研究、思考的成果，读来可以发人深省。希望读者也能同我一样读后有所得益。

要建设好综合性的科学课程还有许多路要走，特别是要下大功夫来编好一本确能融合各科知识的教材。潘苏东是看到了这项

工作的艰巨性的，他正在试验编写这样的教材。希望他能在自然科学课程走向综合的道路上作出更多的贡献。

以上系感想，聊充论文出版的序言。

2004 年岁末于华东师范大学

# 目 录

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 导言 .....                                | 1  |
| 第一节 研究的缘起和意义 .....                      | 1  |
| 第二节 主要概念的界定 .....                       | 4  |
| 一、科学 .....                              | 4  |
| 二、课程设置方式 .....                          | 4  |
| 三、综合科学课程 .....                          | 5  |
| 四、分科科学课程 .....                          | 10 |
| 五、初中阶段 .....                            | 11 |
| 第三节 主要研究方法 .....                        | 11 |
| 一、文本分析法 .....                           | 12 |
| 二、定量研究法 .....                           | 13 |
| 三、调查访谈法 .....                           | 14 |
| 四、文献法 .....                             | 15 |
| 第四节 本书的框架 .....                         | 16 |
| <br>                                    |    |
| 第一章 科学素养：初中科学课程改革目标定位 .....             | 19 |
| 第一节 科学素养概述 .....                        | 19 |
| 一、科学素养的重要性 .....                        | 20 |
| 二、科学素养的基本内涵 .....                       | 22 |
| 第二节 我国公民科学素养现状堪忧 .....                  | 30 |
| 一、科学素养现状调查结果 .....                      | 30 |
| 二、科学素养形成的关键：初中科学课程 .....                | 32 |
| 第三节 为了提高全体学生的科学素养：<br>新世纪初中科学课程改革 ..... | 36 |
| 一、课程目标的转向 .....                         | 37 |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| 二、突出科学探究 .....                          | 38        |
| 三、设置综合科学课程 .....                        | 39        |
| <b>第二章 反思初中传统分科科学课程：基于科学素养 .....</b>    | <b>41</b> |
| 第一节 回溯分科科学课程 .....                      | 41        |
| 一、中学科学教育的开端 .....                       | 41        |
| 二、西方国家分科科学课程地位的确立和强化 .....              | 46        |
| 三、我国初中分科科学课程的发展历程 .....                 | 48        |
| 第二节 科学知识维度：传授“惰性知识” .....               | 52        |
| 一、以“分”为基本取向致使科学知识割裂 .....               | 52        |
| 二、过大的抽象水平梯度（GLOA）使初中生<br>面临“认知鸿沟” ..... | 59        |
| 三、难以统筹安排造成内容前后失配 .....                  | 77        |
| 第三节 科学技能方法维度：存在局限 .....                 | 85        |
| 一、科学技能训练：重低轻高 .....                     | 85        |
| 二、科学方法的掌握：形同虚设 .....                    | 87        |
| 第四节 科学观念维度：严重不足 .....                   | 87        |
| 一、造成对科学本质的误解 .....                      | 87        |
| 二、不涉及 STS .....                         | 90        |
| 三、使学生养成单一化的科学思维方式 .....                 | 91        |
| <b>第三章 审视综合科学课程：基于科学素养 .....</b>        | <b>93</b> |
| 第一节 综合科学课程发展的沿革 .....                   | 93        |
| 一、综合科学课程的历史渊源 .....                     | 94        |
| 二、综合科学课程的产生和发展 .....                    | 97        |
| 三、现代综合科学课程改革 .....                      | 112       |
| 四、我国新世纪综合科学课程改革的时代背景 .....              | 115       |
| 第二节 科学知识维度：重视“活性知识” .....               | 122       |
| 一、综合科学课程能够克服知识的割裂 .....                 | 122       |
| 二、综合科学课程有助于降低过大的抽象水平梯度 .....            | 125       |
| 三、统筹安排能够解决前后失配 .....                    | 132       |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 四、更有效地促进学习的迁移 .....                   | 134        |
| 第三节 科学技能方法维度：全面训练、系统培养 .....          | 149        |
| 一、科学技能训练：高低兼顾 .....                   | 149        |
| 二、科学方法的掌握：全面培养 .....                  | 150        |
| 第四节 科学观念维度：具有得天独厚的优势 .....            | 151        |
| 一、综合科学课程围绕着科学本质 .....                 | 151        |
| 二、重视 STS .....                        | 153        |
| 三、促进学生综合性科学思维方式的养成 .....              | 153        |
| <b>第四章 聚焦综合科学课程设计：“应然”与“实然” .....</b> | <b>156</b> |
| 第一节 综合科学课程设计的“应然”状态 .....             | 156        |
| 一、课程内容的比例分配 .....                     | 157        |
| 二、课程内容选择的指导思想和基本原则 .....              | 159        |
| 三、课程内容的组织结构方式 .....                   | 161        |
| 四、课程形态的选择 .....                       | 179        |
| 第二节 我国综合科学课程设计的“实然”状态 .....           | 185        |
| 一、课程设计的实际状况——以教科书为例 .....             | 185        |
| 二、课程设计的两大严重缺陷 .....                   | 188        |
| <b>第五章 透视我国综合科学课程改革的推进模式 .....</b>    | <b>197</b> |
| 第一节 地方性综合科学课程改革：                      |            |
| 做法不同、结果迥异 .....                       | 197        |
| 一、浙江省的综合科学课程改革：“先进后退式” .....          | 198        |
| 二、上海市“二期课改”：“合分结合式” .....             | 207        |
| 第二节 新世纪全国性综合科学课程改革：                   |            |
| “分科与综合并行” .....                       | 210        |
| 一、综合科学课程改革的进展 .....                   | 210        |
| 二、综合科学课程改革的境遇：矛盾尖锐、问题突出 .....         | 211        |
| 三、简析“分科与综合并行”推进模式 .....               | 215        |
| 第三节 推进综合科学课程改革的四个必要条件 .....           | 216        |
| 一、认同综合科学课程 .....                      | 216        |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 二、综合的理念必须得到有效落实 .....              | 217 |
| 三、改革必须全方位进行 .....                  | 218 |
| 四、保障基本的配套条件 .....                  | 219 |
| <b>结语</b> .....                    | 221 |
| <b>第一节 对策与建议</b> .....             | 221 |
| 一、分科科学课程引入综合的理念 .....              | 222 |
| 二、综合科学课程改革不能急于求成 .....             | 223 |
| 三、为综合科学教师“减负” .....                | 224 |
| <b>第二节 综合科学课程的评价：有待研究的问题</b> ..... | 228 |
| <b>附录 1 一些科学课程中的概念分级</b> .....     | 230 |
| 一、老人教版分科教科书 .....                  | 230 |
| 二、华东师大版《科学》 .....                  | 238 |
| 三、大日本图书《中学校理科》 .....               | 245 |
| <b>附录 2 部分综合科学教科书的章节目录</b> .....   | 252 |
| 一、《能量》 .....                       | 252 |
| 二、《生命科学》 .....                     | 254 |
| 三、大日本图书《中学校理科》 .....               | 255 |
| 四、IIS 系列的综合科学教科书 .....             | 256 |
| 五、《最新综合科学——迈进 21 世纪》 .....         | 259 |
| <b>参考文献</b> .....                  | 262 |
| <b>后记</b> .....                    | 275 |

# 导 言

## 第一节 研究的缘起和意义

科学课程，自 20 世纪初进入我国的学校教育系统就一直备受关注。新中国成立以后，国家和社会对中学科学课程更是关爱有加，寄予了很高的期望。然而，中学科学课程一直处于“漩涡”之中，有人认为我们培养出来的学生科学基础知识和基本技能掌握得系统扎实，并用国际科学奥林匹克竞赛屡获金奖来说明我国科学教育的高质量，但是更多的人指责我们培养出来的学生缺乏各种基本的能力，更遑论创新能力，非但 50 年没有培养出一个诺贝尔奖获得者，而且严重地影响着社会主义现代化建设的进程。两种观点针锋相对，以至于有“赢在起点，输在终点”的说法，就是在这种争议中科学课程走过了 50 多个年头。

在人类进入新千年的时候，教育部颁发了《基础教育课程改革纲要（试行）》（以下简称《纲要》），全面启动了建国后第八次课程改革，“加快构建符合素质教育要求的新的基础教育课程体系”，<sup>①</sup>使素质教育已经全面推进到基础教育的核心层面。这次课程改革先期在义务教育阶段进行，毁誉参半的初中科学课程成为改革的重点。这次科学课程改革的重大变化就是课程观念的转变，第一次明确地把“提高全体学生的科学素养”作为科学课程的目标。

---

<sup>①</sup> 何东昌主编。国务院关于基础教育改革与发展的决定。中华人民共和国重要教育文献（1998—2002），海南出版社，2003。889 页。

随着课程目标的转向,义务教育科学课程结构也要相应地进行变革,“改变课程结构过于强调学科本位、科目过多和缺乏整合的现状,整体设置九年一贯的课程门类和课时比例,并设置综合课程,以适应不同地区和学生发展的需求,体现课程结构的均衡性、综合性和选择性。”在科学课程设置方式上,《纲要》明确提出:“初中阶段设置分科与综合相结合的课程,……积极倡导各地选择综合课程。”<sup>①</sup>随即,初中阶段的分科科学课程改革和综合科学课程改革在中国大地上如火如荼地开展起来。综合科学课程这种在我国几经周折的设置方式可以说是这次科学课程改革的“最大亮点”,然而,由于种种原因,改革“步履维艰”,目前已经成为这次课程改革“最大的难点”。<sup>②</sup>

这个困扰着科学教育工作者的问题引起了笔者的兴趣,决定把“综合科学课程”作为研究的问题领域。经过检索发现,国内已经有两人在这个领域进行过深入的研究,并分别写出了博士论文。一位是北京师范大学物理系郭玉英博士,她的论文是《从传统到现代——综合科学课程的发展》,主要从国际科学课程改革历史演变的视角审视我国的综合科学课程改革。<sup>③</sup>另一位是曲阜师范大学化学系的周勇博士,他的博士论文是《综合理科课程设计研究》,主要通过比较我国和西方国家综合科学课程的课程设计,构建了综合科学课程设计的理论基础。<sup>④</sup>他们都是从国际比

---

① 何东昌主编. 基础教育课程改革纲要(试行). 中华人民共和国重要教育文献(1998—2002). 海南出版社, 2003. 907、908页。

② 见一些文章或报道,如李建平的“综合课程,你了解吗?”(中国教育报 2002 年 12 月 1 日)和“科学课程实验难在哪儿?”(中国教育报 2003 年 10 月 10 日),常安驹的“中小学科学教育改革进入关键时期”(中华读书报 2003 年 2 月 26 日),蓝燕的“致力挑战传统教育观、科学课四处碰壁步履维艰”(中新网 2003 年 8 月 13 日)。

③ 郭玉英. 从传统到现代——综合科学课程的发展. 北京师范大学出版社, 2002。

④ 周勇. 综合理科课程设计研究. 华东师范大学 2003 年博士学位论文。

较的方向探讨综合科学课程的，而笔者的专业决定了必须从教育学原理的视角研究综合科学课程。先把问题领域缩小到“我国初中阶段综合科学课程改革”，经过与导师和同学的多次讨论，最后进一步落实为研究“如何在当前我国初中阶段推行综合科学课程改革”，并把论文题目确定为“从分科走向综合——初中阶段科学课程设置问题的研究”。就这样，通过逐步地“聚焦”，确定了本研究的选题。

“推行综合科学课程改革”，首先碰到的是改革的前提性问题——“为什么要进行综合科学课程改革？”综合科学课程到底比分科科学课程有哪些优越性？现有的研究成果并没有完全解决这个问题，主要表现在：第一，在许多对分科科学课程弊端分析和综合科学课程优势的阐述上缺乏一个公认的衡量标准，没有“参照系”的分析自然就“公说公有理、婆说婆有理”，令人难以信服；第二，在引进综合科学课程时，我国的一些学者往往直接借鉴其他国家的研究成果，并未能较好地结合我国的实际情况进行深入的实证分析，用令人信服的材料论述两种科学课程设置方式的优劣。正如一位学者所言，目前的研究基本上是“一些纯理论的阐述或鼓动”<sup>①</sup>。

接下来碰到的是综合科学课程改革的操作性问题——“如何实施综合科学课程改革”。国内引进综合科学课程后，各种研究至今尚未能提供出一个适用于我国国情的比较理想的课程设计方案，以至于课程设计、教科书的编写仍然处于“摸着石头过河”的阶段。另外，在实施课程改革时，对各种推进模式缺乏前期论证，对改革中可能出现的问题事先估计不足，事后又缺乏经验和教训的总结，白交了许多昂贵的学费。

推行综合科学课程改革的前提性问题和操作性问题不能孤立起来看待，解决好“为什么”的问题有利于“实施”问题的解

---

① 徐玉珍. 从学校的层面上看课程整合. 课程·教材·教法, 2002 (4).

决，而解决好“实施”的问题会使“为什么”的问题更有说服力，所以说它们实际上是一个问题的两个方面，应该同时解决。

“如何推行综合科学课程改革”是当前基础教育课程改革中亟待解决的问题，因此本研究的选题具有很强的现实意义。综合科学课程起源于西方国家，并非我国“内生的”，是“舶来物”，需要“本土化”，需要在吸收国外学者对综合科学课程理论研究结果的基础上，构建符合我国国情的综合科学课程理论。笔者力图在这方面有所作为，所以，本研究还有一定的理论价值。

## 第二节 主要概念的界定

由于研究对象和研究范式的独特性，在教育科学研究领域内，不同的研究者可能对同一个概念有不同的理解，所以有必要在研究前对本研究涉及到的主要概念进行界定，以免产生歧义。

### 一、科 学

本研究中的“科学”指的是“自然科学”。自然科学是人们用来认识和理解自然界的学问，它既包括关于自然界的知识体系，也包括获得这个知识体系的一系列过程、技能和方法等。自然科学既可以以把自然界作为一个整体来研究，也可以对自然界进行分门别类的研究，那么自然科学既可以被看作是一门统一的学科，也可以作为所属二级学科的总称。自然科学常常简称为科学。

科学注重实证标准、逻辑论证和倡导怀疑精神，所研究的对象能够被反复观察到是其本质特征之一，这些就使科学与其他的认知方式、其他的知识体系有着根本性的区别。因此，在学校教育中，科学课程就有其不可替代的独特价值。

### 二、课程设置方式

课程设置是指学校或教育行政机构根据课程目标、课程要

求、学习者的情况和具体条件等因素对学校课程所做的一种安排。课程设置方式 (Mode of Course Offering) 就是这种安排的结果。根据课程内容的组织形式和表现形式的不同, 课程设置方式可以分为分科课程和综合课程。本研究中的课程设置方式特指这种情况。当然, 采用不同的依据, 就会有不同的课程设置方式, 比如必修课和选修课的设置方式, 国家课程、地方课程和校本课程的设置方式等, 但它们不属于本研究的探讨范围。

### 三、综合科学课程

综合科学课程 (Integrated Science Course) 是本研究的核心概念, 下面先阐述综合科学课程的内涵和综合程度指数, 然后给出笔者对综合科学课程所下的定义。

#### 1. 综合科学课程的内涵

综合科学课程在不同的国家有不同的名称。比较有代表性是综合科学课程的发源地英国和美国常用的两个名称: integrated science course 和 unified science course, 美国学者 V. Showalter 等人曾经撰文对它们之间的联系和区别进行了详细的阐述。由于联合国教科文组织 (UNESCO) 在文件中一直采用 integrated science course, 所以它也就被世界各国普遍地接受了。

开始时, 我国学者将 integrated science course 翻译为“综合理科”, 也有人称其为“综合科学课程”。严格地讲这个译名是不准确的, 因为“综合”的英文是 synthesis, 是与“分析”相对立的概念, 意指把分析过的对象或现象的各个部分、各属性联合成一个统一的整体。事实上, “integrate”具有“成一体”、“使完整”之意, 是“由系统的整体性及其在系统核心的统摄、凝聚作用而导致的使若干相关部分或因素合成为一个新的统一整体的建构、序化的过程。”<sup>①</sup> 所以, “综合科学课程”与 integrated science

---

<sup>①</sup> 黄宏伟. 整合概念及其哲学底蕴. 学术月刊, 1995 (9)。

course 的含义并不完全相同。中国香港地区也采用“综合科学课程”的译名,中国台湾地区则将其译为“统整科学课程”,比较接近原意。日本将其译为“整合科学课程”,最为接近其原意。所以,有些学者建议采用日本或中国台湾地区的译名。但由于国内学者已经习惯了“综合科学课程”这个译名,为避免造成不必要的误解,本文仍然采用“综合科学课程”的称谓。

早在 1968 年,国际科学联合会理事会(ICSU)<sup>①</sup>与联合国教科文组织联合在保加利亚瓦尔纳(Varna)召开了具有历史意义的第一届综合科学教学国际研讨会。在会上,首次给综合科学课程下了定义,“把几门学科整合成一门学科,并且科学概念和理论是按照统一的方式呈现出来的。”<sup>②</sup>1972 年,联合国教科文组织再次给综合科学课程下了一个定义:“凡是科学概念和原理的阐述是为了表明科学思想在本质上的统一性,而避免过早地或不适当地强调各个科学领域的区别,都可以认为是综合科学课程。”<sup>③</sup>Foecke 又对这个定义进行了说明,“综合科学就是‘非割裂科学’,它是用看待自身的整体方式看待自然。”<sup>④</sup>进一步强调了综合科学课程的重点在于自然科学的统一性以及看待问题的整体方式,“综合的关键意图是为了提供一种整合的观点。”<sup>⑤</sup>由此

---

① 国际科学联合会理事会(International Council of Scientific Unions)是非政府机构,成立于 1931 年。到目前为止,共有 95 个多学科的国家级成员(科协或科学院),25 个单学科的国际科学联合会以及 28 个科学协会。

② General report. Varna congress on the integration of science teaching, (1968). 8.

③ UNESCO Coordinating Meeting for UNESCO's Programme in Integrated Science Teaching (1972). Unesco SC/WS/33, Paris. 5.

④ Foecke, H. A. (1974). The education of teachers of integrated science; some basic questions and proposed answers. In Unesco. *New Trends in Integrated Science Teaching: Education of teachers*. Vol. III, 1.

⑤ Cohen, D. (1977). Evaluation in integrated science teaching-an introduction. In Unesco. *New Trends in Integrated Science Teaching: Evaluation of integrated science education*. Vol. IV, 10.

可见,综合科学课程包括两个不可或缺的方面:课程强调自然科学的内在统一性,课程内容是整合的。

有学者认为联合国教科文组织的定义表明综合科学课程与非综合科学课程强调的重点是不同的,“强调的是过程而不是内容,可能这就是综合科学课程的最重要的特征。”<sup>①</sup> d'Arbon 认为综合科学课程“意味着课程是按照这样一种方式设计和呈现的,即能使学生理解科学统一的本质和解决与科学相关的社会问题的共性,帮助学生更好地理解科学在他们日常生活和这个世界中的作用和功能。”<sup>②</sup> 以色列学者布拉姆(A. Blum)认为综合科学课程的许多定义都包括这样的教育目标:“帮助学生更好地理解科学在他们日常生活和这个世界中的作用和功能”。<sup>③</sup>

这些观点表明综合科学课程还有另外一个目标,把科学与真实的情境联系在一起,帮助学生学会应对现实生活中遇到的问题以及有效地处理科学与社会关系方面的问题。也就是说,综合科学课程是为了更好地实现普通教育的功能,把学生培养成具有基本的科学素养的公民。德国学者 Frey 采用新的表述方式定义了综合科学课程:“综合科学课程是一个学习系统,该系统包括来自科学学科的信息或者与科学学科相关联的信息;基于综合课程方式而重构这些信息以实现教育目的。”<sup>④</sup>

---

① Richmond, P. E. (1974) Discussion and comment at plenary sessions relating to integrated science and the integrated science teacher. In Unesco. *New Trends in Integrated Science Teaching: Education of teachers*. Vol. Ⅲ, 46.

② Adeniyi, E. O. (1987). Curriculum development and the concept of “integration” in science—some implications for general education. *Science Education*, 71 (4), 523~533.

③ 江山野主编译. 简明国际教育百科全书·课程. 教育科学出版社, 1991, 351~352 页。

④ Frey, K. (1974). The concept “Integrated Science Curriculum”. Background paper for the Symposium on the Interdisciplinary Approach Towards the Teaching of Science Subject at the Secondary Level. Exeter, 8~14 September 9.