

高中化学教材难易程度的 国际比较研究

周 青 王军翔 著



陕西师范大学出版总社

高中化学教材难易程度的 国际比较研究

周青 王军翔 著

陕西师范大学出版总社

图书代号 JC15N0438

图书在版编目(CIP)数据

高中化学教材难易程度的国际比较研究 / 周青, 王军翔
著. —西安: 陕西师范大学出版总社有限公司, 2015. 9
ISBN 978-7-5613-8219-6

I. ①高… II. ①周… ②王… III. ①高中—中学化学
课—教材—对比研究—世界 IV. ①G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 181223 号

高中化学教材难易程度的国际比较研究

GAOZHONG HUAXUE JIAOCAI NANYICHENGDU DE GUOJI BIJIAO YANJIU

周 青 王军翔 著

责任编辑 / 古 洁 李 恒

责任校对 / 李 恒

封面设计 / 王 渭

出版发行 / 陕西师范大学出版总社

(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)

网 址 / <http://www.snupg.com>

经 销 / 新华书店

印 刷 / 兴平市博闻印务有限公司

开 本 / 787mm × 960mm 1/16

印 张 / 21.25

字 数 / 410 千

版 次 / 2015 年 9 月第 1 版

印 次 / 2015 年 9 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5613-8219-6

定 价 / 42.00 元

读者购书、书店添货如发现印刷装订问题,请与本社高教出版分社联系调换。

电 话:(029)85303622(传真) 85307826

目 录

导论	(1)
第一章 各国高中化学教材难度分析	(16)
第一节 美国高中化学教材难度分析	(16)
第二节 澳大利亚高中化学教材难度分析	(38)
第三节 英国高中化学教材难度分析	(61)
第四节 法国高中化学教材难度分析	(83)
第五节 德国高中化学教材难度分析	(104)
第六节 日本高中化学教材难度分析	(121)
第七节 韩国高中化学教材难度分析	(145)
第八节 俄罗斯高中化学教材难度分析	(169)
第九节 新加坡高中化学教材难度分析	(188)
第十节 中国高中化学教材难度分析	(209)
第二章 中外高中化学教材难度比较	(233)
第一节 美国与中国高中化学教材难度比较	(233)
第二节 澳大利亚与中国高中化学教材难度比较	(236)
第三节 英国与中国高中化学教材难度比较	(241)
第四节 法国与中国高中化学教材难度比较	(244)
第五节 德国与中国高中化学教材难度比较	(248)
第六节 日本与中国高中化学教材难度比较	(252)
第七节 韩国与中国高中化学教材难度比较	(256)
第八节 俄罗斯与中国高中化学教材难度比较	(260)
第九节 新加坡与中国高中化学教材难度比较	(263)

第三章 十国高中化学教材难度比较	(267)
第一节 教材主体知识难度比较	(267)
第二节 教材习题难度比较	(270)
第三节 教材实验难度比较	(273)
第四节 教材总难度比较	(275)
第四章 各国高中化学教材特色与启示	(277)
第一节 美国高中化学教材特色与启示	(277)
第二节 澳大利亚高中化学教材特色与启示	(281)
第三节 英国高中化学教材特色与启示	(283)
第四节 法国高中化学教材特色与启示	(285)
第五节 德国高中化学教材特色与启示	(291)
第六节 日本高中化学教材特色与启示	(297)
第七节 韩国高中化学教材特色与启示	(305)
第八节 俄罗斯高中化学教材特色与启示	(310)
第九节 新加坡高中化学教材特色与启示	(313)
第十节 中国高中化学教材特色与启示	(321)
第五章 结语	(330)
参考文献	(334)

导 论

2001 年我国开始了新一轮基础教育课程改革。十几年来,我国基础教育课程改革在教育理念更新、基础教育课程建设、学习和教学方式转变、教育教学评价制度改革、学校发展等方面迈出了较大的步伐,取得了显著的成绩。基础教育改革过程中,我国社会又发生了很大的变化,基础教育面临着新挑战,需要进一步深化改革,以适应新时代的新需求。在继续深入推进我国基础教育课程改革之际,我们全面反思这些年课改是非常必要的,而对基础教育课程建设的反思评价是对课改反思非常重要的一个方面。课程建设的核心内容之一便是教材的建设,对于教材的反思评价是课程建设反思的必然要求。教材是课改理念最直接的载体和最真实的表现形式,可以具体、生动、形象地诠释《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和新课标的核心思想。只有教材的质量得到保证,在教学中得到了有效的使用,学生才算享受到了课改的实际成果。

有人认为我国现行高中化学教材偏难,导致学生学业负担的增加。我国高中化学教材难易程度是否合理?要回答这个问题,必须对教材的难易程度进行科学深入的研究。科学设计课程难度,是保证教育活动高质量和有效性的前提之一,是推进国民素质教育的重要工作,也是积极响应《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》对基础教育教材建设和管理的要求。合适的课程难度既是学生有效学习和全面发展的基础,也是教师进行有效教学的基础。

化学学科作为自然科学的重要组成部分,已成为 21 世纪的中心学科。化学课程是我国基础教育课程体系中重要的组成部分,对科学教育最终目的——学生科学素养培养有着不可忽视的影响。深入研究化学课程的科学设置对于培养创新型人才,高素质和合格国民有着不可替代的作用。通过比较研究国际高中化学教材的难度,可以让我们了解目前各国现行高中化学教材的设计水平,总体把握我国高中化学教材难度在国际上的位置,一方面反映出我国基础教育化学学科的发展水平,另一方面发现我国现行的教材在内容和难度上存在的问题并提出相应的解决办法,给我国现行的教材编写提供借鉴与启示,为科学合理地调整课程容量和难度提供实践指导,推动我国的素质教育改革与基础

教育的发展。

一、教材难度评价的发展

19 世纪 80 年代就有研究者认识到教材的难度会影响学生学习的效率,并在水平分析的维度对教材难度进行评价。20 世纪 40 年代,研究者开始对阅读教材的纯文本难度进行了系统的研究,提出了一系列基于对语句平均长度、单词的平均音节数的难度计算公式。这些公式只对文本进行分析,而不考虑影响教材难度的其他因素。

近几十年来,国外对教材的研究更加注重实用性。如对教材内容、课程目标、版面的风格、组织形式、课程标准进行研究,这些研究多以问卷的形式呈现。教材的质量是由其帮助学习者和教师达到科学教育目的的作用所体现出来的。很多国家都有国家教材质量评价项目。例如,美国教育部、美国国家科学基金(NSF)、美国科学促进会(AAAS)等部门合作启动的科学教材评价项目,分为 5 个步骤:(1)规划评价整体框架;(2)培训评审人员;(3)执行材料的评述;(4)选择教材;(5)评价过程和结果的评价。目前,分析教材的主要方法有:教材等级评定方法、科学教育五步分析法,同时应用两种或两种以上的方法来评价同一本教材,可使评价结果更有效。也有研究者依据评价主体的不同,将教材评价方法分为:基于专家型、基于读者型和基于文本型的评价方法。此外,也有混合型的评价方法,如同时采用基于专家型和基于读者型的评价方法。

美国密歇根州立大学的施密特教授主持的“第三次国际数学与科学成就研究(TIMSS)”当中,开发出一种课程分析工具。应用于 TIMSS 中的方法包括文本分析(Document Analysis)、主题追踪(Topic Tracing)、专家问卷以及参与者问卷。其中主要以文本分析和主题追踪为主。

美国“2061 计划”中的教科书评价主要在于评价教科书能否面对全体学生、在教学中的实用性及是否帮助学生达到学习目标。从评价目的来看,该标准的评价目的侧重于教科书质量的评价,评价的维度划分依据主要是教科书的属性。

而国内在课程难度理论研究发展方面,有研究设计出用于教材定量评价的课程难度模型。黄甫全以儿童脑电频率数据来映射心理发展,构建起中小学课程难度评价的灰色模型体系,这个模型是以低值模型、均值模型和高值模型组成的。不过灰色模型是以动态微观研究为基础,不能大范围地进行教材宏观难度评价。鲍建生在《中英两国初中数学课程综合难度的比较研究》中建构了数

学题综合难度模型,并用此模型比较了中英两国数学课程的综合难度。但是,习题难度只是课程难度的一个小的方面,如果用数学题综合难度模型评价课程的综合难度会显得不够全面、不够细致。而史宁中和孔凡哲从影响课程难度的三个主要因素入手,构建了课程难度的定量模型 $N = \alpha S/T + (1 - \alpha)G/T$,使对课程难度评价的研究从定性走向了定量。该模型以课程广度(G)、课程深度(S)和课程时间(T)为变量对课程难度进行静态地量化。史宁中应用该模型分析比较了新中国成立以来对我国初中数学课程影响较大的两个教学大纲和新颁布的课程标准,并用此模型比较了不同版本初中数学课程标准实验教科书“三角形”“不等式”“四边形”的课程难度。目前,该模型已经应用于国内化学教科书的比较研究中。

但是,课程难度模型在运用的过程中尚存在一些缺点,李高峰对史宁中提出的课程评价静态模型进行了修正,提出了四点修正意见:(1)用课程目标的数量代替仅用“知识点”的多少来量化的课程广度;(2)用知识点抽象度总和代替仅用最大抽象度来刻画的课程深度;(3)用课程目标赋值的总和代替仅用目标动词赋值的平均数来表示的课程深度;(4)模型中各变量的权重分配对总难度的结果有很大影响,要对模型中各变量的权重分配进行说明。

国内外教材难度的研究在理论和实践上都有一定的涉及,但都是初步的研究,对教材难度没有进行系统全面的研究。以往的教材难度研究或关注于教材中的主体知识的难度,或聚焦于习题的难度,或研究的是教材中的实验难度,没有对教材难度整体的研究。

(一) 核心概念的界定

1. 难度与课程难度

《辞海》中对“难度”的定义为:完成某项工作或达到某个标准的困难程度。有研究者认为难度本质上是客观的,但难度又是认识主体的一种主观体验,属于认识论范畴。没有认识活动,没有主体的体验,就没有事物的难度可言。正是在认识活动中认识主体不断地克服其体验到的难度,使其认识水平从低级向高级发展,从而提高认识水平。难度体现于事物在与其他事物相互作用的发展中,从简单到复杂、由低级到高级的质与量统一的动态进程。

从难度的属性可以更好地理解“难度”这一概念。首先,难度表征的是完成某项工作或者达到某个标准的复杂性和艰巨性;其次,难度表征的是事物发展达到的状况、水平及标准。二者均可以通过一定的方法和手段得到测量。

从具体某项工作或标准的本体角度来看,难度应是由具体的某项工作或者

标准本身决定的,即某项工作或者标准本身的复杂和抽象程度,决定着难度的内在固有属性。而从完成某项工作或者达到某个标准的执行者——人的角度来看,难度则表现为具体的人在完成某项具体工作或者达到某项标准的过程中需要克服的困难,难度则表现为其外在属性。

广义的课程就是需要学习的经验。经验实际上就是人们完成某项具体工作或者达到某个标准的活动,完成某项工作或者到达某个标准的困难程度也就是经验的难度,显然难度是经验的重要性质。课程即经验,因而课程难度是课程的重要性质之一。课程难度就是完成某项课程或者达到某种课程要求标准的困难程度。影响课程难度的有社会发展的要求与可能、人的需求与可能、人类知识的发展及其体系结构等诸多因素。但从本质上讲它有两层含义:一是经验(知识)本身的结构化和组织化的复杂、抽象程度,我们可以界定其为课程的内在难度;二是学习者在习得经验(知识)的过程中必须克服与面对的困难程度和艰巨性,我们可以界定其为课程的外在难度。

课程的内在难度是由经验或者知识本身固有属性决定的,课程所负载的知识或经验一旦被选择、确定,课程的内在难度将是固化的、稳定的。而课程的外在难度则会随着教师、学习者等外部环境的变化而发生变化,或者说它是动态的。

2. 教材难度

教材是教师和学生进行教育活动的材料,是课程的物化形态,是课程的载体。因此,课程难度最终便具体化为教材难度,教材难度在物化形式上表征着课程难度。教材的难度可以分为内在难度和外在难度。内在难度是指以各个学科的学科逻辑体系及按照一定的价值标准选择的一定知识内容本身的难度,涉及学科概念、原理等的抽象程度以及概念之间的关联程度。内在难度由教材本身决定,主要是由教材知识、知识具体呈现形式(如文本的载体)所决定的。而外在难度则主要表现为学习者在对教材中的知识进行学习和加工所表现出来的困难程度,对它的评价要涉及学习过程,是动态的。

3. 教材难度评价

教材难度评价是对教材所负载的课程的内在与外在难度的评价,是对课程的抽象和复杂程度的评价,也是对教材负载的经验认知困难的评价。从知识的属性与认知发展角度来看,教材的难度评价可以分为内在难度评价和外在难度评价。教材的内在难度评价不考虑实际的教师教学情况、学生的学习情况和教学环境等其他因素的情况,仅单纯地对课程内容进行量化。

(二) 教材难度评价模型与指标

难度是完成某项工作或达到某个标准的困难程度。具体工作内容的多少、工作的强度,某项标准的要求高低以及要求完成某项工作或者达到某个标准的时间是直接表征难度的三个维度,对完成某项工作或者达到某个标准的难度有着根本性的影响。

课程是需要习得的经验(知识)的集合。课程难度的评价必然涉及对课程中知识的多少、知识的深度以及完成某些动作的复杂程度的评价。黄甫全、史宁中等认为课程中蕴含的知识的多少、知识本身的复杂程度,知识间的相关联系的多少以及知识习得时间的长短是课程评价的三个重要维度。教科书是课程的载体,负载着需要学习的经验(知识)。而教材难度在物化形式上,表征着课程难度,所以课程难度评价的维度即教材难度评价的维度。我们将教材中知识的数量多少,即教材内容所涉及的范围和领域的广泛程度称为广度(G),知识的抽象复杂程度和知识间的关联程度称为深度(S),知识学习需要的时间称为时间(T)。

通过国内外教材评价研究的文献综述可以看出,我们研究假设教材中的知识内容是需要所有学习者进行学习的,所以课程难度不受课程时间影响,且在计算知识点深度时已经将每个知识点与其知识深度相对等级赋值相乘,即深度加和已经涵盖了广度,教材总难度应该为教材中所有知识点深度的加和,所以我们提出的教材难度评价模型为:

$$N = S_{(G)}$$

其中, N 表示教材难度; $S_{(G)}$ 表示教材深度。教材难度即教材中所有知识点深度的加和。

二、高中化学教材难度评价模型及指标体系

(一) 高中化学教材难度评价模型

化学教材难度决定于化学学科的逻辑体系及化学知识内容本身的复杂程度。根据化学学科特点,高中化学教材知识内容包括教材主体知识、习题和实验。对化学教材的评价必然涉及对教材主体知识的复杂和关联程度的评价,对学生解决习题的智力操作和化学实验操作动作领域的不同等级水平的评价。本研究假设高中阶段化学教材中的内容能被全体学生学习,所以忽略课程时间对教材难度的影响。高中化学教材难度评价模型以史宁中的教材难度评价模型为原型,去掉了课程时间(T)这一影响因素,将所有的知识点(广度 G)与每个

知识点各自学习水平(深度 S)进行相乘后加和。化学教材评价的广度(G)指化学教材知识内容所涉及的范围和领域的广泛程度。根据高中化学教材中知识内容的分类,其广度为教材中主体知识点的多少,习题及实验的个数。教材评价的深度(S)指化学教材中不同学习内容的复杂程度,即教材主体知识中知识点的复杂程度;教材中的习题解决中的智力操作等级;化学实验的不同动作技能领域分类等级。

因为在计算知识点深度(S)的时候,实际上已经将所有的知识点(G)与不同学习水平相对深度赋值相乘,即深度是包含广度的,广度维度已纳入到深度维度而共同表征难度,从而使学习水平这一深度由顺序变量成为等距变量,因其无绝对零点,即任何知识都有一定的难度,只能加减而不能乘除,所以各学习水平的相对赋值都是1,3,5,7,⋯或1,2,3,4,⋯来表征,高中化学教材学习内容分为主体知识、习题和实验。教材中的主体知识的难度即其总深度 $S_{\pm}$ 为:

$$S_{\pm} = \sum_{i=1}^n S_{i(G)}$$

式中 $S_{\pm}$ 表示教材主体知识的难度(总深度); $S_{i(G)}$ 为主体知识中某知识点的深度,即该知识点的学习水平与其广度的量值1的乘积; n 为主体知识中知识点的总个数,即主体知识的总广度。

教材中习题的难度即其总深度 $S_{\text{习}}$ 为:

$$S_{\text{习}} = \sum_{j=1}^m S_{j(G)}$$

式中 $S_{\text{习}}$ 表示教材习题的难度(总深度); $S_{j(G)}$ 为教材中某习题的深度,即解决该习题需要的智力操作等级与其广度的量值1的乘积; m 为教材中习题的总个数,即教材习题的总广度。

教材中实验的难度即其总深度 $S_{\text{实}}$ 为:

$$S_{\text{实}} = \sum_{k=1}^l S_{k(G)}$$

式中 $S_{\text{实}}$ 表示教材实验的难度(总深度); $S_{k(G)}$ 为教材中某实验的深度,即该实验需要的动作领域分类等级与其广度的量值1的乘积; l 为教材中实验的总个数,即教材实验的总广度。

教材的总难度为教材的总深度,即教材主体知识难度、教材中的习题难度和教材中的实验难度的加和,所以化学教材难度评价模型为:

$$N = S_{(G)} = S_{\pm} + S_{\text{习}} + S_{\text{实}}$$

其中, N 为化学教材的总难度, $S_{\pm}$ 为化学教材中主体知识总深(难)度, $S_{\text{习}}$ 为化

学教材中习题的总深(难)度, $S_{\text{实}}$ 为化学教材中化学实验的总深(难)度。

(二) 高中化学教材的评价指标

1. 评价内容的划分

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律,集基本理论和实践为一体的实用科学。化学学科以实验为基础,强调微观想象与宏观洞察相结合,本身具有独特的思维方法,形成了特定的语言体系。高中化学教材中化学知识内容的选择是以化学课程标准(大纲)为依据,由化学学科特点及化学与社会生产生活相联系等要求来确定的。

根据化学学科特点,高中化学教材评价内容可以分为六个领域,十二个主题。六个领域为:物质结构与性质、元素及其化合物、化学反应原理、有机化学、化学计量、实验基础;十二个主题为:物质的状态,原子结构和周期律,分子结构、晶体结构及配位化学,溶液和胶体,化学热力学基础,化学动力学基础,氧化还原反应与电化学,元素及其化合物,有机化学,核化学,化学计量,实验基础。

2. 教材难度评价指标的赋值

(1) 化学教材广度赋值。用教材中体现知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三位一体的教学目标的知识点数量来量化。习题和实验则采用其具体数量来衡量。

(2) 化学教材深度赋值。课程深度可以通过不同学习内容的不同复杂程度进行刻画。本研究中教材主体知识的深(难)度采用戴诺的学习对象等级划分理论对知识点的复杂度的总和来刻画,即由知识相对深度代表各个知识点的学习水平结构和复杂性程度,使用各学习水平的相对深度(1,3,5,7,...)进行量化;教材中的习题深(难)度采用吉尔福特智力结构理论中的操作维度等级分类来量化;教材中的实验根据布鲁卢等的动作技能领域等级分类理论和中学化学实验特点进行量化。

3. 主体知识学习水平划分、赋值与难度计算公式

(1) 主体知识学习水平划分。对教材主体知识的评价,必然涉及对知识的分类。戴诺按照学习对象的抽象程度把它们划分为四个等级:

第一,个别性对象。没有任何普遍性的特征的基础知识或事件(某一单位的符号,如 mol 等)——符号。符号特指教材中出现的化学学科专用符号(元素符号、化学式除外),如物质的量的符号、电子式等。

第二,类属性对象。至少有一种共同特性的基础知识整体(如单质,共同特性是由同种元素构成;化合物,共同特性是由不同种元素构成)。对归类结果的

认知表象——概念。概念特指教材中出现的定义概念、具体概念、抽象概念、元素及化合物中无化学反应式的化学性质Ⅰ等。

第三,关系性对象。包括某些参数的命题,也就是那些可以有一些具体价值的笼统词语(往往是定义性概念)。如相似相溶原理,依据物质的极性,一般情况下,如果溶质和溶剂的极性相似,则该溶质在这个溶剂中的溶解度较大。而溶解度这个概念又可以用具体的数值来表征,同时,也反映出溶质、溶剂、极性、溶解度这几个概念间的关系。法则、规则、公式、定律、过程等尤其是关系性对象的一部分——原理。原理特指教材中出现的化学基本原理、基本定律、基本原则、基本规则、基本观点等的文字描述、数学表达式、化学反应式即化学性质Ⅱ等。

第四,结构性和体系性对象,也是关系的整体。一个结构性(学习对象)同时包括基础知识和这些知识之间的关系。如利用理想气体状态方程式计算某种气体的物质的量,认知对象有符号(mol)、概念(物质的量)、原理($pV=nRT$)、过程(单位换算、具体运算),只有将这几个认知对象联结成一个整体才能解决问题。一个理论(共价键理论)、一个决策过程(判断一定条件下某反应进行的方向及程度)、一种算法(计算物质的量浓度)等——应用。应用指教材中出现的基于概念、原理在具体问题情境中的应用及相关计算。

由此可以得出,随着学习对象抽象度(符号、概念、原理、应用等的内在要素间关系的清晰度及与已有经验的联结度。如杂化轨道理论和分子轨道理论)的增加,认知难度在增加,即知识点的深度在增加。对符号、概念、原理、应用赋值使其成为顺序变量。

(2)主体知识深度的赋值。根据学习对象的分类理论,将化学教材主体知识分为符号、概念、原理、应用等四个学习水平进行赋值(见表1)。

表1 主体知识赋值标准

某知识点	符号	概念	原理	应用
知识点赋值	1	3	5	7

(3)主体知识总难度计算公式。主体知识难度计算公式为:

$$S_{\pm} = \sum \text{符号} + \sum \text{概念} + \sum \text{原理} + \sum \text{应用}$$

$S_{\pm}$ 为化学教材中主体知识总深(难)度,它等于在戴诺学习对象分类理论指导下对教材主体知识所有知识点(符号、概念、原理、应用)不同等级相对深度赋值的加和。

4. 习题学习水平划分、赋值与难度计算公式

(1) 习题学习水平划分。习题是对学科知识的结构和组织,是知识的一种复杂呈现,习题解决的过程也就是问题解决的过程。本研究根据吉尔福特的智力结构理论问题解决的操作维度等级分类,对习题的学习水平进行了划分。

吉尔福特认为智力活动是个体对原始材料的操作,是以不同的方式加工不同信息、智慧的集合,这一加工过程便是智力操作,它是解决问题的心理过程,而操作维度又分为五个等级:

第一,认知(C)。也称为觉察,是指能立刻发现、意识、辨识出各种各样的信息的个别要素。如图形认知即是立刻识别出此图形是方还是圆。

第二,记忆(M)。把认知的信息放入记忆库中贮存,并且不与已经存在于记忆中的信息混淆,在一定条件下可被提取出来。

第三,发散性思维(D)。提取记忆中的信息,以精确或修正了的形式,加工出许多备选的信息项目,以满足一定的需要,寻求逻辑上的可替换性。

第四,聚合性思维(N)。从记忆中提取多条信息产生一定的结果,而这些结果完全是由记忆中提取的信息所决定的,寻求逻辑的强制性,而且聚合性加工常常会出现在输入信息足够丰富以产生唯一的一个产出信息的过程中,是一种归纳的过程。

第五,评价(E)。对某项信息是否满足逻辑的要求,或满足的程度做出判断。

我们认为对化学习题难度评价,就是对习题解答过程即智力活动要求等级的评价。按照吉尔福特操作维度的等级和化学习题特点,我们将习题分为记忆型习题、理解型习题、简单应用型习题、综合应用型习题及创新型问题等五个学习水平进行赋值。

记忆型习题特指重述教材的定义概念、具体概念、化学用语等习题(一般对应于教材中的单项选择题、完形填空、概念揭示题),对应于吉尔福特智力结构操作维度中的“认知”和“记忆”两个等级。

理解型习题特指限于教材的简单命题的理解性表述习题(一般对应于教材中的判断题、多项选择题),对应于吉尔福特智力结构操作维度中的“发散性思维”等级。

简单应用型习题指限于教材中的概念含义、基本原理、化学性质、基本计算等知识的习题(一般对应于教材中的简答题、简单计算题等);综合应用型习题指综合应用概念、原理、性质、计算等知识的习题(一般对应于教材中的论述题、

复杂的计算题等)。两个水平都对应于“聚合性思维”等级,因为都涉及“信息的提取和归纳”。不过简单应用型习题需要提取和归纳的信息要少于综合应用型习题,所以我们将“聚合性思维”分为两个层次,简单应用型习题对应较低层级,综合应用型习题对应较高层级。

创新型习题指问题开放(包括设计、制作、小论文等形式)的习题,对应于吉尔福特智力结构操作维度中的“评价”等级。

(2)习题深度的赋值。记忆型习题、理解型习题、简单应用型习题、综合应用型习题、创新型习题的相对深度赋值见表2。

表2 习题赋值标准

某习题	记忆型习题	理解型习题	简单应用型习题	综合应用型习题	创新型习题
习题赋值	1	3	5	7	9

(3)习题总难度计算公式。习题总深(难)度计算公式为:

$$S_{\text{习}} = \sum \text{记忆型习题} + \sum \text{理解型习题} + \sum \text{简单应用型习题} + \sum \text{综合应用型习题} + \sum \text{创新型习题}$$

$S_{\text{习}}$ 为化学教材中习题的总深(难)度,它等于在吉尔福特智力结构理论操作维度等级分类理论和化学习题特点指导下对教材中所有习题(记忆型习题、理解型习题、简单应用型习题、综合应用型习题、创新型习题)不同等级相对深度赋值的加和。

5. 实验学习水平划分、赋值与难度计算公式

(1)实验学习水平划分。化学实验是具体的操作行为,它的难度由其内容的系统性和复杂性决定,它主要是培养学生的观察和操作能力。其学习水平应根据运动或操作的复杂程度,由低级到高级、由简单到复杂的序列进行归类和排列。

哈罗、辛普森、克拉斯沃尔和斯特瓦特对动作技能领域目标分类做了归纳,形成动作技能领域的五类目标:第一,基本动作。包括外力动作、操作动作、肢体动作。第二,准备。包括提示的敏感性、提示和行为选择、定势(包括心理定势、情感定势、身体定势)。第三,动作技能发展。包括心理映像转化为动觉、正确行为的形成。第四,动作模式发展。包括动作模式的形成、动作模式的完美。第五,修改和创造动作模式。包括修改动作模式(在一组动作中,强调自动性和依据具体情境做出反应)、选择和修改动作模式(强调独创性和创造性)。

基于动作技能领域等级分类理论和化学实验操作特点,我们将化学实验分

为基本操作实验、性质实验等六个学习水平进行赋值。

化学实验中的基本操作实验指基本操作技能实验(含基本操作技能、仪器试剂选择技能、综合应用技能),对应于动作领域分类的“基本动作”等级,即基本的外力动作和操作动作。

化学实验中的性质实验特指物质的性质及其变化规律的实验,对应于动作领域分类的“准备”等级,即涉及根据知识对实验行为进行选择和判断。

化学实验中的物质鉴别、分离实验特指基于物理性质、化学性质,以物理方法或化学方法进行鉴别或分离的实验;物质的制备(合成)实验特指基于物质的化学性质制备单质或化合物的实验(含有机化合物的合成实验)。根据鉴别、分离实验和制备实验的特点,它们应该对应于动作领域分类的“动作技能发展”等级,即操作者需将实验前的思维过程转变为操作行为,完成正确的操作行为。考虑到制备实验比鉴别、分离实验要求更高,例如与鉴别、分离实验相比,物质制备实验增加了物质收集这一操作,鉴于此,我们将“动作技能发展”等级分为两个层次,物质鉴别、分离实验对应于第一层次水平,制备实验对应于要求更高的第二层次水平。

化学实验中的数据测定实验特指以物理方法、化学方法测定各种数据的实验,对应于动作领域分类的“动作模式发展”等级,即实验动作模式的形成和完美,从质性走向量化。

化学实验中的探究实验特指开放性的各种实验(含探究实验、设计实验、课题研究实验等),对应于动作领域分类的“修改和创造动作模式”等级,强调实验操作的创造性。

教材实验栏目中出现的课堂演示实验、家庭实验、发展实验、实验室实验等依据内容将归类于以上相应的实验层级。

(2)实验深度的赋值。基本操作实验,性质实验,鉴别、分离实验,制备实验,数据测定实验,探究实验的相对深度赋值见表3。

表3 实验赋值标准

某实验	基本操作实验	性质实验	鉴别、分离实验	制备实验	数据测定实验 (使用复杂仪器)	探究实验
实验赋值	1	2	3	4	5	6

(3)实验总难度计算公式。实验总深(难)度计算公式为:

$$S_{\text{实}} = \sum \text{基本操作实验} + \sum \text{性质实验} + \sum \text{鉴别、分离实验} + \sum \text{制备实验} +$$

Σ数据测定实验 + Σ探究实验

$S_{\text{实}}$ 为化学教材中实验的总深(难)度,它等于在哈罗、辛普森、克拉斯沃尔和斯特瓦特对动作技能领域目标分类理论和化学实验特点指导下对教材中所有化学实验(基本操作实验,性质实验,鉴别、分离实验,制备实验,数据测定实验,探究实验)不同等级相对深度赋值的加和。

6. 高中化学教材难度评价计算公式

教材的总深度即教材总难度,为教材中所有知识深度的加和,所以化学教材难度评价计算公式为:

$$N = S_{(G)} = S_{\text{主}} + S_{\text{习}} + S_{\text{实}}$$

$$= \Sigma \text{符号} + \Sigma \text{概念} + \Sigma \text{原理} + \Sigma \text{应用} +$$

$$\Sigma \text{记忆型习题} + \Sigma \text{理解型习题} + \Sigma \text{简单应用型习题} + \Sigma \text{综合应用型习题} + \Sigma \text{创新型习题} +$$

$$\Sigma \text{基本操作实验} + \Sigma \text{性质实验} + \Sigma \text{鉴别、分离实验} + \Sigma \text{制备实验} +$$

$$\Sigma \text{数据测定实验} + \Sigma \text{探究实验}$$

其中, N 表示教材总难度, $S_{(G)}$ 表示教材深度,计算时已经包含了广度维度,它指课程内容涉及的化学学科概念和原理等的抽象程度以及概念之间关联的复杂程度。 $S_{\text{主}}$ 表示化学教材中主体知识的总难度, $S_{\text{习}}$ 表示化学教材中习题的总难度, $S_{\text{实}}$ 表示化学教材中实验的总难度。

三、教材的选择

教材的难度最终由所选的教材体现出来。教材难度的国际比较研究面临的第一个问题是选择出具有代表性的国家。教育作为培养人的活动,是社会发展的重要组成部分。经济发展水平决定教育发展的规模和速度。社会和个人对教育的需求尽管受到诸如人口、社会、历史、文化、传统、政治等方面的影响,但最基本和最终的因素仍是经济的影响。经济发展影响教育内容和结构并改善教育手段。因此从这个层面上说,经济发展水平从一定程度上反映着教育发展的水平。因此,发达国家的基础教育应该最能代表世界基础教育发展的先进水平。因此,世界基础教育水平发达的国家,例如,美国、新加坡、英国、德国、澳大利亚、法国、俄罗斯、韩国、日本等国的高中化学教材可以反映出世界范围内高中化学教材的发展趋势。

从学制方面来说,不同国家政治体制不同,其学制的管理也不相同(见表