

# PISA 问题解决能力的测评

——以 PISA 2003 为例

陈 慧

(上海市实验学校, 上海 200233)

**摘 要:** 近年来, 跨学科问题解决能力受到越来越多的关注, 文章对 PISA 2003 的问题解决能力的概念界定、测评构件、测评等级、测评题型四个方面进行了梳理和分析, 发现 PISA 问题解决能力测评强调不同学科领域间的信息综合; 强调问题解决过程本身; 强调学生和问题情境的互动。

**关键词:** PISA; 问题解决; 能力; 测评

解决问题是人一生都在从事的行为, 但是要建立一个框架来描述问题解决能力的测量方法也不是一件容易的事。近年来, 尽管跨学科问题解决能力受到越来越多的关注, 但是都没有建构起问题解决能力评价的框架(Klieme, 2000; Mayer 1992)。在纽厄尔和西蒙的专著《人类问题解决》(1972)中提出了问题来源的两方面的欠缺, 一是问题的真实性不够, 大多都是虚拟的情境; 二是社会性不足, 单纯从科学性出发, 这将使学生在问题解决过程中的积极性和热情大打折扣(杨淑莲, 2004)。PISA(Programme for International Students Assessment)作为一个由 OECD 策划并组织的, 评价临近义务教育末期(15 周岁)学生是否具备未来生活所需知识与技能的国际性学生评价项目, 2003 年在阅读、数学和科学三个领域测评的基础上, 基于学生面对未来社会的要求, 增设了问题解决能力的测评项目, 评估学生综合解决现实生活问题的水平。作为对 PISA 三个主要测评领域的补充, 它没有把所要测评的学生的知识和技能局限在任何一个领域中, 这样也就有效地避免了有可能出现的重复。本文重点梳理了 PISA 2003 问题解决能力测评框架, 并展望 PISA 2012 在该领域的测评。

## 一、PISA 2003 问题解决能力的界定

PISA 2003 对问题解决能力的界定是: 个体在真实的、跨学科情境中运用认知过程处理和解决问题的能力, 且问题解决方法并非显而易见, 所应用的知识范围和覆盖的课程领域并非局限于单一的数学、科学或阅读等学科领域。为了能够对这个定义有更深层次的理解, 我们需要对以下几个方面一一展开:

**认知过程。**是指问题解决行为各个组成部分的思维过程, 包括理解、概念、表征、问题解决、反思和交流等方面的应用。

**跨学科。**不是指传统意义上的分门别类的单一学科, 而是指更广泛意义上的问题解决能力, 涵盖阅读、数学、科学等学科中的问题解决, 也涵盖交叉学科和边缘学科。

**真实性。**问题解决强调解决真实世界中的问题, 需要个体综合运用知识、策略, 在不同的但有时又有联系的情境中进行迁移, 体现知识再现和应用的灵活性, 同时也需要个体作出决定并同他人进行

**作者简介:** 陈 慧(1978-), 男, 上海市人, 上海市实验学校小学高级教师, 硕士, 主要从事教育经济与管理研究。

交流。

基于上述认识 PISA 问题解决能力不是指特定领域的认知策略,它侧重知识的实际运用,它的背景是具有现实性的,过程是一个综合应用跨学科能力的过程,内容涉及数学、科学、技术、商业、语言艺术、社会研究等许多学科领域。它要求被试理解信息,辨认问题的特征和关联,提出可能的解决办法和方案,解决问题,评价、验证和交流解决结果。

## 二、PISA 2003 问题解决能力的测评构件

### 1. 问题种类(Problem types)

PISA 2003 测评的问题种类主要集中于三种类型:决策、系统分析与设计、排除故障。这三种类型的问题在结构上有很大的不同,在这些结构中能够对问题解决的过程作出评价,其中没有包括人际问题的解决和有争论的文本分析。

#### (1) 决策(Decision - making)

此类问题要求学生理解所给的信息和要求;辨别相关的特点和限制条件;对问题或选项进行分析;做出满足限制条件的决策;审查解决问题的方法是否能满足限制条件;最后传递或调整所作的决策。决策类型的问题要求学生综合多方信息,然后在给出的多个选项中选择最佳解决方案。

如果问题很复杂,那么决策难度也就相应提高。许多学生能够处理简单的决策类型的问题,但是当问题变复杂后,学生往往会失败。有些问题是用表格、曲线图等图表形式来呈现的,这就要求学生结合各种信息对图表进行解释、应用,这种能力是影响学生在此类问题上表现的关键因素。在作出决策之后,学生要能够评价、调整和交流自己的决策,这也是学生决策能力的一个重要方面。

#### (2) 系统分析和设计(System analysis and design)

此类问题要求学生分析一个系统或设计一个方法来解决问题,它描述的情境通常由相关变量组成的复杂系统构成,要求学生辨别相关变量并侦测它们之间是如何相互影响的,学生必须能够分析复杂的问题情境,确定多个变量之间的关系,然后设计一个系统来满足已知的关系从而达成一定的目标。此类问题的难度也受到它复杂程度的影响,如果相关变量越多,关系越复杂,那么解决问题的难度也就越高。同决策类问题一样,学生对系统分析与设计类问题解决方法的评价、验证和交流的能力也是整个认知过程不可分割的重要部分。

#### (3) 排除故障(Trouble shooting)

这类问题要求学生理解一个系统的主要特征,诊断一个系统或机械装置的不足和低效之处。排除故障类问题不同于决策类问题以及系统分析和设计类问题,它既不需要从给出的一系列选项中作出最佳选择,也不需要设计一个系统来满足特定的要求。相反,它要求学生理解一个机械装置临时出现的问题的逻辑,可能是物理系统的工作原理或者是程序问题等。因此,在处理这类问题时,学生必须懂得某一装置或程序运行的基本原理,辨别问题的特征,形成或应用相关的陈述,诊断问题所在,提出解决方法,假如问题情境需要的话,还要实施解决方案。

### 2. 解决问题的过程(Problem solving processes)

当问题出现时,学生怎样通过变量及其关系的确认来理解问题的种类和特征?怎样选择和调整表述的方式?怎样寻找解决问题的方法?怎样对解决的过程作出反思?怎样交流解决的结果?要对学生问题解决的过程作出评价并非易事,PISA 2003 问题解决能力测评通过收集学生在解决问题过程中应用知识与技能的证据,以此来全面评价学生的问题解决能力。在 PISA 2003 评价框架中,设计了这样几个方面来测评学生的能力:

(1) 理解问题的能力。包括理解文本、图表、公式或者表格信息,并能从中获得推论;将不同来源的信息建立关联;证明对相关概念的理解;利用信息的背景知识来理解信息。

(2) 辨别问题的能力。包括辨别问题中的不同变量及其关系;确定哪些变量是相关的,哪些变量是无关系的;建立假设;重新获取、组织、考虑和批判性地评价背景信息。

(3) 表述问题的能力。包括学生怎样建立表格、图示、符号或者文字表述;怎样应用外部呈现的问题表述来解决问题;怎样在不同的表述方式间进行转换。

(4) 解决问题的能力。包括作出决策;为了某一目标分析系统或设计系统;提出和诊断问题解决的方法。

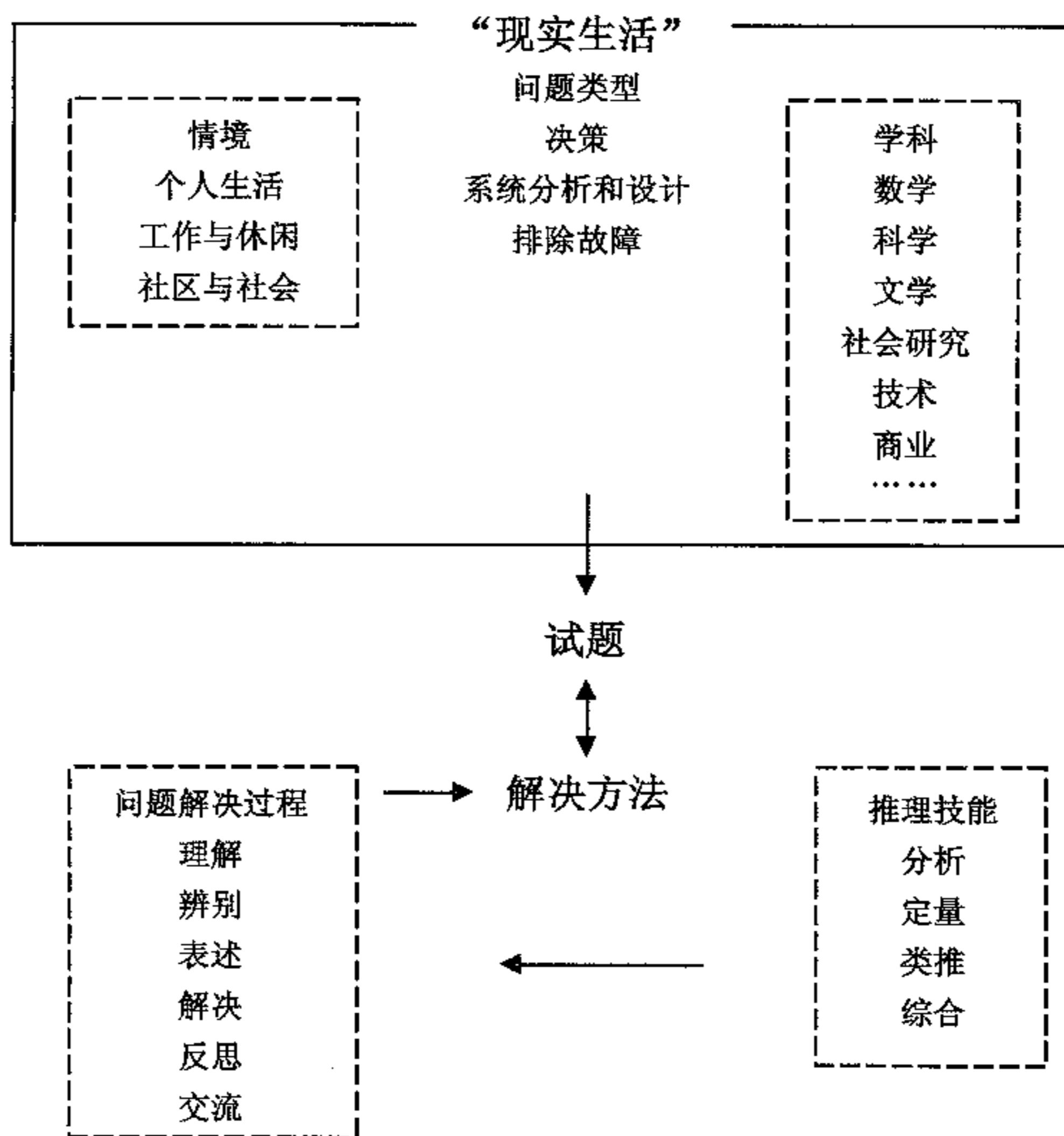
(5) 问题解决之后的反思能力。包括学生怎样检查和阐明他们的问题解决方法以及寻找其它更多的信息;从不同的视角评价问题解决的方法,以此重构解决方案,使它们满足更多的社会或技术要求;验证问题解决方法。

(6) 问题解决方法的交流能力。包括学生为了向其他人陈述交流问题解决方法,怎样去选择合适的媒介和表达方式,修正自己问题解决的线索,精致解决类似问题的认知模式。

### 3. 问题情境(Problem context)

PISA 根据学生的经历设计问题,在 PISA 2003 问题解决能力测评中的问题不是建立在教室里或基于课程中学习的材料,很多问题都涉及到生活技能,与每个人真实的个人生活、工作和休闲、以及社区和社会都密切相关,从个体空间上升到公共意识。PISA 2003 总共设计了 10 个这样的情境:图书馆系统、数字设计程序、课程设计、运输系统、儿童宿营、能量所需、冰箱、看电影、假期、灌溉。

综合以上三方面对 PISA 2003 问题解决能力测评构件的阐述,在图 1 中呈现了问题解决能力测评框架的主要构件及其流程设计。



资料来源: OECD 2003. The PISA 2003 Assessment Framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills, p159.

图 1 问题解决能力测评构件和流程

### 三、PISA 2003 问题解决能力的测评等级

要对学生表现作出评价,必须要依赖评价中最为常用的工具——评分规则。评分规则给评价者这

样一些信息:表现中有哪些至关重要的构成因素,对予以评价的表现怎样区分其质量。PISA 2003 根据问题构成和学生完成相关任务的绩效划分测评等级。测评等级涵盖了从最差解决问题能力到最强解决问题能力共三个不同等级。通过三个等级构成的评价体系,可以有助于对学生间的能力水平进行比较,也可以有助于对各国学生的能力水平进行跨国比较。以下是三个等级的具体划分和相关能力要求:

#### 1. 3级水平:善于思考和交流的问题解决者

达到3级水平的学生得分在592分以上,不仅能够分析问题情境和作出决策,而且还能够考虑问题中的潜在关系并把它们与问题解决的方法相关联。3级水平的学生能够建立自己的表达方法,以帮助学生解决问题和检验学生的方法是否满足问题的全部要求。这些学生能够使用准确的书面陈述和其它的一些表述方式清晰地与他人交流他们的问题解决方法。

3级水平的问题常常是多角度的,要求学生同时掌握各方面的相互作用,制定独特的解决问题的方法。学生在设计问题解决方法时,要善于组织和控制思维,而且要能够成功地处理这些问题并清楚地传达解决问题的方法。达到这个水平的学生通常能考虑和处理许多解决问题的条件,比如监测变量、解释当时的限制条件和其它一些制约因素。这些条件要求学生将解决方法和隐含在问题中的因素之间进行反复考虑,以达到最优方案。达到3级水平的学生意味着能够成功地完成PISA 2003低一级水平的任务。

#### 2. 2级水平:善于推理和作出决策的问题解决者

达到2级水平的学生得分一般在499到592分之间,能运用分析和推理过程来解决决策类型的问题;能够应用各种推理(演绎和归纳推理、因果推理、综合推理等)来分析问题情境;能在许多确定的选项中作出决策从而解决问题。为了分析一个系统或作出决定,处在这个水平上的学生要能够综合来自不同渠道的信息,要能够综合各种各样的表述形式,例如正规语言的表述、用数学和图表信息进行的表述等,同时还要处理一些不熟知的表述,例如用程序语言进行的表述或者与机械、结构的构成排列有关的流程图等,学生需要在两个或多个信息来源的基础上得出结论。2级水平的学生意味着也能够完成1级水平的问题。

#### 3. 1级水平:基本的问题解决者

达到1级水平的学生得分在405到499分之间,能够处理信息来源单一,且说明详细的问题,能够理解问题的本质,并能找到与问题的主要特征相关联的一些信息。处于1级水平的学生能将问题中的信息加以转换,以不同的方式来表述问题,例如把表格中的信息转换成图表信息。学生也能够运用信息来检查问题中数量有限且界定明确的条件。当问题的信息来源复杂,或者需要运用所给信息进行推理时,1级水平的学生通常不能胜任。

#### 4. 低于1级水平:低水平的问题解决者

PISA的问题解决能力不是为了评价学生是否掌握基础的问题解决步骤,因此在题目设计中没有安排足够的问题解决任务来描述低于1级水平的学生的表现。低于1级水平的学生得分都在405分以下,学生无法理解最简单的题目,也无法运用简单的步骤来寻找问题的主要特征或表述问题。很多时候,只是对结构非常清晰的问题作出直截了当的观察和反应,要进行决策、分析、评价和排除故障往往是非常困难的。

### 四、PISA 2003 问题解决能力测评的题型

在PISA 2003的跨学科问题解决能力测评的题目类型中,多项选择题是一类比较常用的题目,但是为了更充分地评价学生在推理、解决问题以及交流解决问题方法方面的能力,还设计有封闭型和开放型的建构题(closed and open constructed-response items)。PISA对这三类题型的功能设计是:

学生在解答多项选择题时,不是通过简单的价值判断或对给出的图表进行大小等方面比较就能得出答案。这类题目的目的不是为了把学生诱导到错误的答案中,而是要侦测学生能否处理问题情境,是怎样处理的,而且要他们呈现出思维过程的线索。有些任务需要学生绘图或制作图表,在这样一些复杂

的、耗时更长的任务中,也会使用多项选择题。

封闭型建构题和多项选择题有些相似,需要学生对选项的“对、错”给出简单判断和反应。当观察学生能否对任务本身作出回答时,经常用到此类题目,而且学生能够非常明确地表述为了解决问题该做什么。此类题型的解答方案被限定在一个有限的范围内,所以阅卷者能够快速高效地对学生的回答作出评判。

开放型建构题需要阅卷者对学生的问题理解和问题解决方法的交流作出评判。简单的开放型建构题具有多项选择题和封闭型建构题的一些功能,它可以检查学生对问题的理解程度,只需要学生给出一个简短的回答,例如数字计算结果、正确的名称或对一组事物的分类等。复杂的开放型建构题需要学生呈现在问题解决中完整的复杂的思维过程。它要求学生能综合多方的信息、能从多个角度理解问题、解释或调整已有的解决方案、能交流在问题情境中作出决策的过程、以及必须按照评分规则来答题,以便阅卷者能够准确高效地评判他们的回答。

### 五、PISA 2003 问题解决能力测评结构的统计与分析

由于各国在教育体制、课程规划、学制、社会文化等许多方面都存在差异,所以在 PISA 设计问题解决能力测评时,充分考虑了适用性和公平性的问题,把所设计的测试项目都限定在各国学生基本的理解范围之内,项目形式也尽量保持客观和公正,同时把需要特殊个人经验的题目在设计中都加以避免。PISA 2003 共有 10 个问题情境,19 个测试问题,在每个问题情境中,问题信息都以图表、表格或文字说明的形式加以清晰地阐述,尽可能避免学生对问题信息产生的迷惑。

笔者将问题情境的名称、问题的种类、题目的类型、题目的等级水平以及题目赋值等情况作了统计,见表 1。

表 1 PISA 2003 问题解决能力测评结构统计

问题情境	问题代码	问题种类	题目类型	题目的 水平等级	PISA 分数量表	分值
图书馆	X402Q01	系统分析	封闭型	1	437	1
系统	X402Q02	与设计	开放型	3(部分分数和满分)	658;677;693	1;2;3
数字设计程序	X412Q01	系统分析	多项选择	2	544	2
	X412Q02		多项选择	2	553	4
	X412Q03	与设计	开放型	2(部分分数)3(满分)	571;600	1;2
课程设计	X414Q01	系统分析与设计	开放型	3(部分分数和满分)	602;629	1;2
运输系统	X415Q01	决策	开放型	3(部分分数和满分)	608;725	1;2
儿童宿营	X417Q01	系统分析与设计	开放型	2(部分分数)3(满分)	529;650	1;2
能量所需	X430Q01	决策	封闭型	低于 1	361	1
	X430Q02		开放型	2(部分分数)3(满分)	587;624	1;2
冰箱	X423Q01	排除故障	多项选择	2	551	3
	X423Q02		多项选择	2	573	5 或 6
看电影	X601Q01	决策	多项选择	1(部分分数)2(满分)	442;522	5;6
	X601Q02		多项选择	1	468	3
假期	X602Q01	决策	封闭型	2	570	1
	X602Q02		开放型	2(部分分数)3(满分)	593;603	1;2
	X603Q01		开放型	1	497	1
灌溉	X603Q02	排除故障	多项选择	2	544	3
	X603Q03		开放型	2	532	1

笔者注:“题目的等级水平”栏,“1”表示正确回答该题,则为 1 级水平,“2(部分分数)”表示在该题获得部分分数,则为 2 级水平,“3(满分)”表示在该题获得满分,则为 3 级水平。“PISA 分数量表”一栏若有两个分数,前面分数均表示部分得分,最后一个分数表示满分得分。

通过表 1 可以得到 PISA 2003 问题解决能力测评中各部分结构的比例分配。具体统计见表 2。

表2 PISA 2003 问题解决能力测评中各部分结构的比例

三种类型的问题所占的比例(%)		三种题型所占的比例(%)		三个水平等级的题目所占的比例(%)	
决策	36.8	多项选择题	36.8	低于1级水平	5.3
系统分析与设计	36.8	封闭型建构题	15.8	1级水平	15.8
排除障碍	26.4	开放型建构题	47.4	2级水平	42.1
				3级水平	36.8

笔者注:因为同一题目的等级水平按照部分分数和满分的得分情况,会有水平上的差异,此表所统计的三个水平等级的题目比例均按照满分得分所对应的等级水平统计。

通过表1和表2的统计,可以发现PISA问题解决能力测评所设计的问题情境全部与学生的个人生活或者今后可能面临的社会生活相关。开放型建构题居多,在开放型建构题的回答中,更容易侦测学生的问题解决过程,这也是PISA重点要测评的维度。在题目的难度分布上,PISA重点安排了难度在第2、3级的题目,这与问题解决能力的界定“……问题解决并非显而易见……”是相吻合的。PISA问题解决的三个问题种类都包含了收集信息,寻找问题成因,评判信息,重新组织信息以及找到最佳方案这样一些共同特征,PISA强调不同学科领域间的信息综合能力,例如“冰箱”一题除了要学生进行说明书各条款的阅读以外,还要能进行逻辑分析和推理,寻找故障,排除故障。“能量所需”一题给学生提供了科学素养方面的阅读文本。

问题解决能力测评还和数学素养有密切的关联,“运输系统”、“能量所需”和“假期”三道题目,都需要学生作一定的计算和分析。但纵观PISA 2003问题解决测评的所有问题种类都没有涉及到阅读、数学和科学方面较深入的知识。在OECD“为了明日之世界而进行问题解决”报告中,统计了问题解决和PISA其它三个测评领域的相关性,可以发现问题解决中的试题同数学领域相关性最高,其次是语文,最后是科学,在PISA 2003问题解决能力测评中有关科学的内容或者情境最少。问题解决试题和阅读、数学、科学领域之间相关性的统计见表3。

表3 PISA 2003 各测评领域的相关性

	数学	阅读	科学
阅读	0.77		
科学	0.83	0.83	
问题解决	0.89	0.82	0.80

资料来源:OECD2004. Problem Solving for Tomorrow's World – First Measures of Cross – Curricular Competencies from PISA 2003. p55.

## 六、PISA 问题解决能力测评的启示

### 1. 强调综合

阅读、数学和科学素养中的问题解决只是在独立维度内评价学生的知识和理解能力,PISA问题解决强调不同学科领域间的信息综合,而不是聚焦在单个领域的知识上。问题解决既是一个复杂的思维过程,也是学生综合运用知识经验及相关信息的实践活动过程。PISA问题解决方法的开放性和蕴含其中的推理能力的复杂性也不同于其它研究。解决问题的方法可以有多种,除了需要方法有效以外,还要考虑方法的效率,进行最优选择,而在学科领域中问题解决的答案指向通常是唯一的。

### 2. 强调过程

PISA单独设计的问题解决把重点放在一般性问题的解决和推理能力上,超越了学科的范围,强调的是问题解决过程本身。学生不仅要恰当地从自己的记忆中提取知识,还要能够利用对问题的理解,通过各种途径收集与问题相关的所有信息,并进行处理将其转化为适合于问题解决的方式。例如它要侦测学生是怎样理解问题的,怎样辨别问题中的变量和关系,怎样陈述问题并作调整,怎样解决问题,怎样反思,怎样交流解决问题的方法。这种对过程的强调已经超越了简单意义上对问题的“求解”,它可以对学生在问题解决试题上的得分作出独立的描述,这样也就可以帮助教师在教授学生问题解决方法时,设计更有针对性的指导措施。

### 3. 强调互动

虽然 PISA 2003 尽量使问题情境的文本性描述保持在最低难度,但纸笔测试不可避免会有一些文本性的问题情境的叙述,所以必然导致阅读理解能力是进行解决问题活动的先决条件。根据 PISA 2003 问题解决的测评框架,2012 年将采用基于计算机网络系统的测评形式,这种测评形式将更具效率,互动性更强,也可以有效避免问题表达方式中的文本描述对问题解决的影响。同时它可以捕获学生在问题解决过程中的更多信息,可以记录各种数据,如学生在解决问题时采取行动的类型、频率、时长和顺序等,当学生和问题情境缺乏互动时便可能无法解决问题。计算机网络系统的介入,丰富了评价学生问题解决能力的手段,显然它对各个国家、地区以及学校的计算机系统要求也更高,硬件保障至关重要。

#### 参考文献:

- [1] OECD 2003. *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills* [EB/OL]. <http://www.pisa.oecd.org>.
- [2] 【美】Grant Wiggins 著,国家基础教育课程改革“促进教师发展与学生成长的评价研究”项目组译. 教育性评价[M]. 北京:中国轻工业出版社,2005:135.
- [3] OECD 2004. *Problem Solving for Tomorrow's World – First Measures of Cross – Curricular Competencies from PISA 2003* [EB/OL]. <http://www.pisa.oecd.org>.
- [4] *PISA 2012 Field Trial Problem Solving Framework* [R]. National Project Managers' Meeting at Budapest, Hungary, 3 – 8 October 2010.

## Problem Solving in PISA

——Illustrated by the Case of PISA 2003

CHEN Hui

(Shanghai Experimental School, Shanghai, 200233)

**Abstract:** In recent years, interdisciplinary problem – solving ability has been attracted more and more attention. The paper analyses the concept of problem solving, evaluation components, evaluation level and types of questions in PISA2003. It points out that the assessment of problem – solving ability in PISA emphasizes synthesis of the information; emphasis on problem – solving process itself; emphasis on student and problem context interaction.

**Key words:** PISA, problem – solving, ability, assessment