首都师范大学学报(自然科学版)
第41卷 第3期 Journal of Capital Normal University No. 3
2020年6月 (Natural Science Edition) Jun. ,2020

不同类型学生化学阅读能力的调查研究

吴晗清* 唐双凤 贾 茹

(首都师范大学教师教育学院,北京 100037)

摘要:基于国际学生评估项目(PISA)和国际阅读素养进展研究项目(PIRLS)等阅读能力测评,本研究将化学阅读能力解构为非化学言语信息的直接提取、化学语言直接表达、化学推理与应用、化学探究与创新等4个维度,结合近年来的高考化学试题自编阅读测试题,对河北省示范性学校的224名高三学生进行测查,并将学生分为3组进行比较. 结果显示:不同组间学生非化学相关的阅读能力差别不大($P>0.05$),而化学语言直接表达、化学推理与应用、化学探究与创新能力存在显著差异($F=3.529$、6.760、12.312,$P<0.05$). 基于研究结果本文提出了相应教学对策与建议.

关键词:化学教学;阅读能力;调查研究

中图分类号:G633.8 **DOI**:10.19789/j.1004-9398.2020.03.012

0 引 言

阅读既是一种学习行为,同时也是人类认识世界的重要途径. 经济合作与发展组织(OECD)的调查表明,阅读素养水平的高低直接影响职业生涯的发展[1]. 因此,提高学生自学能力并强化学生的阅读能力在基础教育中凸现出来. 已有研究中,多是有关英语和语文等学科阅读能力的研究[2-3],而关于化学方面阅读能力的研究较少. 化学语言有着符号化和抽象化等诸多特点,使得化学阅读与其他的阅读有所差异. 化学教学实践表明,很多学生阅读能力欠缺,无法在限定时间内理解和提取相关信息,导致学习效能感低下,打击了学习积极性,遑论化学学科核心素养的提高.

国际学生评估项目(PISA)和国际阅读素养进展研究项目(PIRLS)等都把阅读素养作为重点评估对象[4-5]. PISA评估领域包括阅读素养、数学素养和科学素养. PISA测评每3年举行1次,每次选择其中1项作为主要评估领域,其他为次要评估领域. 如2000、2009和2018年均将阅读素养作为主要评估领域. 以2018年PISA测评为例,将"认知策略"分为文本处理和任务管理2个方面. 其中文本处理策略包括信息定位、文本理解和评价反思等3个层面的内容. 任务管理策略包括目标和策略的设定、自我监控和调节,从实质上说这属于"元认知策略"[6]. PIRLS项目每5年进行1次全球范围的阅读素养评价,以此来监控和报告学生阅读素养的发展情况. PIRLS评价的内容主要聚焦阅读素养的阅读目的、理解过程及阅读行为和态度. 在评价方式上,阅读目的和理解过程是PIRLS阅读素养评价的基础,主要以纸笔测试的方式进行,而阅读行为和态度则以调查问卷的形式进行[7]. 可见,对阅读材料中的信息提取、理解和重组,及对阅读过程的自我调节都是观测的重点.

如何公平、客观和高效地评价学生的阅读能力是首先需要解决的难题. PISA和PIRLS权威测试为高中学生化学阅读能力的测试维度提供了一定的参考. 本研究以此为基础,参照化学学科特点,结合教学实践,将化学阅读能力解构为非化学言语信息直接提取、化学语言直接表达、化学推理与应用、化学探究与创新等4个维度. 自编化学阅读测试题对学生进行化学阅读能力的测查,通过分析结果,试图寻找相关对策以更好地提升学生的化学阅读水平.

1 研究方法

1.1 研究对象

本研究以河北省示范性高中的高三学生为调查对象,采用简单随机抽样法抽取6个班级学生共224名,其中男生146名,女生78名. 按被调查学生

收稿日期:2019-09-05

*通信作者:wuhanqing1981@aliyun.com

近 3 次化学统一考试的平均成绩在班级排名的占比进行分组,分为 3 组. 第 1 组:成绩排名前 27%,共 60 名;第 2 组:成绩排名在 27% ~ 73%,共 104 名;第 3 组:成绩排名在 73% 以后,共 60 名.

1.2　调研方法

1.2.1　测试题

基于 PISA 和 PIRLS 等国际上较权威的阅读能力测评以及近年来的高考化学试题确定测试卷的相关维度与具体问题. 测试题分为以下 4 个维度:非化学言语信息直接提取、化学语言直接表达、化学推理与应用、化学探究与创新. 整套测试题共有 2 份阅读材料,均改编自高考试题. 每份阅读材料均涉及 4 个维度的测试题,每个维度 2 题,共计 16 道题. 每题 25 分,所以整套测试题中每维度总分均为 100 分,满分 400 分. 学生在每个维度上的得分反应其化学阅读能力的现状.

第 1 份阅读材料主题为未学内容“实验室制备 K_2FeO_4 并探究其性质”. 测试题分为非化学言语信息直接提取涉及陈述“K_2FeO_4 的性质及用途”等,化学语言直接表达涉及已学知识“Cl_2 的制备及尾气吸收”等,化学推理与应用涉及书写“制备 K_2FeO_4 的方程式”等,化学探究与创新涉及“新情境中探究 K_2FeO_4 氧化性的实验方案设计”等 4 个维度.

第 2 份阅读材料主题为有关“苯的偶联反应”. 测试题分为非化学言语信息直接提取涉及陈述“偶联反应的概念及条件”等,化学语言直接表达涉及已经学过的“有机化合物的名称和结构简式”等,化学推理与应用涉及“反应类型的判断和推理计算”等,化学探究与创新涉及“陌生物质合成路线的设计”等 4 个维度.

1.2.2　半结构性访谈

对 18 名学生进行了深度的半结构性访谈. 在学生做测试卷前对其做第一次访谈,做完测试卷后针对所做测试卷进行第二次访谈. 访谈学生分别选取不同组学生各 6 名,访谈方式为单人访谈的形式,利用课间时间在一个空教室进行,学生根据提出的问题自由发言.

1.3　数据分析

数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示. 本研究使用了 Excel、SPSS22.0 等软件对数据进行分析. 试卷采用试题可信度系数法(α)检验可信度. 通常认为,信度系数应该为 0 ~ 1,如果量表的信度系数 > 0.9,表示量表的信度很好;如果量表的信度系数为 0.8 ~ 0.9,表示量表的信度系数可以接受;如果量表的信度系数为 0.7 ~ 0.8,表示量表有些项目需要修订;如果量表的信度系数 < 0.7,表示量表有些项目需要抛弃. 采用单因素方差分析法进行组间不同维度之间显著性检验;采用 Pearson 相关分析法进行化学成绩与化学阅读能力相关性检验,相关系数用 r 表示. 一般情况下,$|r| \geq 0.8$ 时,可视为高度相关;$0.5 \leq |r| < 0.8$ 时,可视为中度相关;$0.3 \leq |r| < 0.5$ 时,可视为低度相关;$|r| < 0.3$ 时,说明 2 个变量之间线性相关性极弱,可视为非线性相关[8]. $P < 0.05$ 为差异有统计学意义.

2　结果与分析

2.1　总体情况

本次共发放测试卷 224 份,回收有效测试卷共 212 份,有效回收率为 94.6%. 试题的 $\alpha = 0.845$,表明具有较好的效度和信度,能较好地考查出学生的真实水平. 学生的化学成绩与化学阅读能力间存在低度相关性($r = 0.497$, $P < 0.05$). 第 1 份阅读材料呈现了大量的关于 K_2FeO_4 的物理性质、化学性质及用途,以及制备 K_2FeO_4 的装置流程图;第 2 份阅读材料呈现了大量的关于偶联反应的历史、概念、反应条件、催化剂及典型案例,并给出了利用苯发生偶联反应制备一种新化合物的合成路线. 访谈是在没有其他教师干扰的情况下进行,访谈内容较具有代表性,为本研究提供了大量的实证素材.

对高中学生化学阅读能力测试卷的得分情况进行统计与分析,具体结果列于表 1.3 组学生的平均得分分别为(70 ± 6)、(59 ± 6)和(51 ± 7)分. 在化学阅读能力的 4 个维度中,所有学生整体得分是(74 ± 8)、(80 ± 10)、(64 ± 9)和(21 ± 10)分,即在化学语言直接表达维度上得分最高,探究与创新维度得分最低.

表 1　不同组别学生在 4 个维度的得分情况 ($\bar{x} \pm s$,分)

组别	人数	非化学言语信息直接提取	化学语言直接表达	化学推理与应用	化学探究与创新
第 1 组	56	76 ± 6	88 ± 4	79 ± 7	37 ± 10
第 2 组	100	73 ± 7	80 ± 5	64 ± 9	18 ± 10
第 3 组	56	72 ± 7	73 ± 7	51 ± 9	9 ± 12

2.2 不同组间学生在相同维度差异分析

2.2.1 非化学言语信息直接提取

与学生整体得分情况相比,3 组学生的化学阅读能力在非化学言语信息直接提取差异无统计学意义($P>0.05$),说明 3 组学生在非化学言语信息直接提取维度得分没有明显差别. 非化学言语信息直接提取维度的得分在 4 个维度中排名第 2 位,低于化学语言直接表达,表明学生的普适性阅读能力普遍比较薄弱. 分析测试卷,显示所有学生在非化学言语信息直接提取方面都存在一些问题,如阅读材料 1 中关于 K_2FeO_4 的物理性质、化学性质及用途,存在少写和多写,将物质的性质和用途混淆,或有夹杂无关信息等现象;阅读材料 2 中,存在捏造偶联反应定义,不能区分反应物与反应条件等现象. 总体上,第 1 组学生表现了较高的思维品质. 如在回答问题时,会分开作答物理性质和化学性质,并能简洁且清晰地表达物质的用途,而第 2 组学生多是将材料中的信息进行照搬罗列.

2.2.2 化学语言直接表达

与学生整体得分情况相比,3 组学生的化学语言直接表达差异有统计学意义($F=3.529$, $P<0.05$). 第 1 组学生阅读材料 2 中有关化学语言直接表达的题得分比较高,只有极少数学生存在错误;在阅读材料 1 中的错误主要集中在有关 Cl_2 化学方程式的书写上,主要是方程式未配平. 可知第 1 组学生的化学语言直接表达能力较好,对化学的基础知识掌握程度较高. 第 2 组学生本维度得分低的原因主要是反应原理不明约占 50%,如阅读材料 1 中盐酸和高锰酸钾溶液的反应方程式,误将产物 $MnCl_2$ 写成 MnO_2;方程式未配平约占 25%;化学物质书写错误约占 25%. 第 3 组学生本维度得分最低,主要原因也是反应原理不明,约占 70%,如阅读材料 1 中将相关化学方程式书写成 $4NaOH + 2Cl_2 \xlongequal{} 4NaCl + 2H_2O + O_2$ 等;除此以外,有很大一部分学生方程式书写正确但缺少配平意识等,说明第 3 组学生的化学基础知识掌握程度较差.

2.2.3 化学推理与应用

与学生整体得分情况相比,3 组学生的化学推理与应用差异有统计学意义($F=6.760$, $P<0.05$). 第 1 组学生的错误主要集中在材料 1 中制备 K_2FeO_4 的陌生方程式的配平,约 50% 的学生能够准确写出反应物和产物却没有配平,说明学生对氧化还原反应及相关概念有了比较好的掌握,但是对于守恒定律的应用还比较欠缺或者是由于粗心大意没有配平方程式. 第 2 组学生错误的原因主要有:审题不严谨,忘记将装置补充完整约占人数的 10%;除杂试剂选用错误约占人数的 20%;方程式没有配平约占人数的 30%;无法推断反应产物约占人数的 40%. 第 3 组学生错误率最高的题同样是材料 1 中陌生方程式的书写,此题的平均分仅为 7 分,满分 25 分;错误原因为:知道反应物不能写出反应产物,或者随意捏造反应产物约占人数的 30%;方程式没有配平约占人数的 20%;此题为空白,完全无法通过材料所提供的信息结合氧化还原反应知识进行分析与推理写出陌生方程式占人数的 50%. 事实上,陌生氧化还原反应方程式的书写水平是典型的化学阅读中推理与应用能力的表征[9]. 需要根据材料提供的反应物或产物等信息,运用氧化还原反应的特点和规律等相关知识,通过分析和推理等思维过程来确定化学方程式中的反应物、产物和化学计量数等,以明确参加反应的物质存在的各种数量关系[10]. 根据测试结果可以得出,第 3 组学生对氧化还原反应本质的把握不够,教师应予以高度重视,促进学生化学推理与应用能力的发展.

2.2.4 化学探究与创新

与学生整体得分情况相比,3 组学生的化学探究与创新差异有统计学意义($F=12.312$, $P<0.05$). 测试题中化学探究与创新维度满分为 100 分,但是学生总体的平均分仅有 21 分,即使是成绩优异的学生平均分才 37 分,而化学成绩差的学生平均分仅 9 分. 在这一维度的测查中,第 3 组学生的空白率最高,访谈显示这一类学生对创新题型有较强的畏难情绪. 例如阅读材料 2 最后部分的有机合成题,约 50% 的学生根本无法下笔. 在化学探究与创新维度的题目中,学生错误的原因主要是死记硬背化学知识,做题时习惯凭借记忆,不能结合材料信息解答. 例如阅读材料 1 中为什么用 KOH 洗涤 K_2FeO_4,约 60% 学生能够在阅读材料中找到“K_2FeO_4 在碱性溶液中能稳定存在”这一信息来作答,约 10% 学生只能根据经验隐隐约约判断出用 KOH 洗涤是为了除去固体表面的杂质离子或者是为了中和酸,仅仅只有 2% 的学生能正确分析出用 KOH 洗涤是为了排除 ClO^- 的干扰,还有大约 18% 的学生此题为空白. 又如阅读材料 2 让学生模仿案例,写出发生 Glaser 偶联反应生成的聚合物,答题结果错误百出,表明基础知识不牢固,流于似是而

非的表面知识,不能深入分析和举一反三. 访谈发现,可能的原因有学习时间紧张,没有形成阅读的习惯,从而阅读能力欠缺;教学模式比较单一,以听为主,没有养成积极思考的习惯;化学实验课较少,缺少相应的动手操作机会,从而畏惧实验,对实验探究题望而生畏.

2.3　组间学生不同阅读能力维度分析

2.3.1　第 1 组学生化学阅读能力

非化学言语信息直接提取与另外 3 个化学相关的能力维度相关性均较低($r = -0.059$、-0.144、-0.175,$P < 0.05$). 表明现阶段化学阅读能力更多地体现在学科性上,即化学成绩高相应的化学阅读能力就强. 4 个维度两两相关性相比,化学语言直接表达与化学推理与应用能力相关度最高($r = 0.614$,$P < 0.05$). 说明化学语言直接表达能力较好的学生,化学推理与应用能力也较强.

2.3.2　第 2 组学生化学阅读能力

非化学言语信息直接提取与另外 3 个化学相关的能力维度相关性均较低($r = 0.122$、-0.041、-0.030,$P < 0.05$). 4 个维度两两相关性相比,化学推理与应用能力与化学探究与创新能力相关度最高($r = 0.487$,$P < 0.05$). 表明对于第 2 组学生而言,化学探究与创新需要以扎实的推理与应用能力做基础. 访谈显示第 2 组学生在课堂上受教师关注较少,教师课堂提问时,简单的问题往往由第 3 组学生回答,较难的问题常常由第 1 组学生回答,没有给予第 2 组足够的提出问题和独立思考的空间. 第 2 组学生在课堂上没有得到足够的关注,容易思维懈怠,严重阻碍了其创新能力的培养. 创新思维的培养不是一蹴而就的,其是形象思维、逻辑思维和抽象思维等的综合培养,需要教师长期的引导和有意的培养. 单一的教学方式,被动的知识接受,浅层思维的机械重复,是难以培养实践能力和创新精神[11].

2.3.3　第 3 组学生化学阅读能力

非化学言语信息直接提取与另外 3 个化学相关的能力维度相关性均较低($r = 0.310$、0.127、0.113,$P < 0.05$). 4 个维度两两相关性相比,同第 2 组学生一样,第 3 组学生也是化学推理与应用能力与化学探究与创新能力相关度最高($r = 0.717$,$P < 0.05$). 第 3 组学生难以进行“化学探究与创新”,更大程度上是由于学生推理与应用能力的欠缺;该组学生在非化学言语信息直接提取维度的得分与第 1 组和第 2 组学生没有差别. 这深刻的表明,巧妇难为无米之炊,没有扎实的化学基础知识和能力,第 3 组学生在任何能力化学相关的维度上都不可能有好的表现. 因此教学中一定要关注第 3 组学生的培养,如激发兴趣、适当放慢节奏和降低难度,提升学习效能感,从而培养学生的学科综合素养.

3　教学对策与建议

3.1　养成良好的阅读习惯和培养普适性的阅读能力

本次调查结果显示,学生整体的非化学言语信息直接提取能力并不理想,且学生之间没有显著性差异. 这表明,学生整体上没有形成良好的阅读习惯,普适性的阅读能力也欠缺. 访谈时很多学生表示:“老师虽然一直强调要注重阅读,但只是流于形式,并没有指导阅读的方法也缺少监督.”甚至有高得分的学生表示:“我把大部分的时间都花在老师布置的作业以及刷题上,根本没有充足的时间进行课外阅读.”可知教师并没有真正意识到阅读的重要性,过多关注的是学生的成绩,而降低了对学生阅读习惯和能力的培养. 因此,教师应该联系生活,激发学生的阅读兴趣.

学生访谈认为化学是抽象和枯燥的,不知道学习化学到底有什么用. 但实际上化学与生活息息相关,教师引导学生课外查阅相关资料并进行深入了解. 如在学习 Cl_2 性质时,学生知道氯水具有漂白性后,提问生活中常见的漂白剂类型,里面含有的成分及原理. 让学生课外查阅生活中常见漂白剂的资料,并汇报阅读成果[12]. 通过资料的阅读、分析、分类比较、整合提升和归纳总结等,制作成科学小报、科学小论文或者幻灯片汇报等形式进行全班展演,这样不仅可以提升学生阅读兴趣与能力,还能加深对学科知识的理解.

3.2　着力培养三重表征能力

测试结果显示学生的化学语言直接表达能力较好,但是推理与应用等方面不尽人意. 究其原因是宏观实验、微观理论和化学语言三者之间的构架和联系缺失,即学生的三重表征能力较弱. 学生无法从多个角度看待化学反应与现象,从而导致了很多知识性的问题与迷思概念[13]. 访谈结果显示学生在化学学习过程中,对于无法理解的化学知识、概念和原理等往往通过死记硬背来强迫自己记住,没有深入地去理解和分析背后的原因,以致于缺乏对

"宏观—微观—符号"三者之间内在一致性的认识. 三重表征思维典型区别于普适性阅读中所需要的各种思维,最具化学特色. 首先,充分利用化学史深入理解化学符号背后的含义. 相关历史材料会帮助学生理解符号的由来及含义,并培养学生对"符号"自身意义的深度认知. 如在 H_2O 教学过程中,学生通过阅读化学史料,探究其形成过程,可对 H_2O 的理解不只停留在表面,而是加深了对微观世间的探索,即构建无色液体水与氢氧原子微观结合的系统认知[14]. 其次,充分利用实验、实物、模型和多媒体等直观手段,增强微观世界的可视化. 学生通过可视化手段先获得宏观上的感受,再通过微观表征的方式进行深层次分析与理解,并用简洁的化学分子式和方程式等进行符号表征,从而充分感知宏观、微观和符号三者之间的关系,达到三重表征的自然融合,自觉在头脑中建立联系宏观和微观的"观念模型".

3.3 形成高阶阅读能力

本次调查结果显示所有学生的化学探究与创新能力都亟待提高. 究其原因,首当其冲的就是化学实验的缺位. 化学是一门以实验为基础的科学,实验能够发挥学生的主观能动性,培养探究与创新能力. 然而实践中,由于多方面原因的限制,部分实验只能限于文字表述或演示性展示,学生缺少动手实验的机会. 要培养学生探究与创新的能力,就要真正充分发挥实验的价值. 一方面动手实验,在实验过程中感受理论和实践的统一. 如在学习原电池时,让学生操作原电池装置,改变原电池的正负极材料来探究原电池形成的条件,扩展学生动手制作其他类型的电池,如水果电池等[15]. 访谈时,学生表示亲身实验探索后发现"原来书上说的是真的!"可见动手操作不仅加深学生对原电池原理的理解,掌握了知识,同时实现了书本上的理论知识与自身的实践体验合二为一. 另一方面善于思考,鼓励学生自主探究,培养怀疑精神. 如沉淀滴定反应中,$FeSO_4$ 溶液中加入 NaOH 溶液,课本描述的现象是生成白色絮状沉淀迅速变成灰绿色,最后变成红褐色. 然而实际操作中,学生很难发现中间的变色现象,这与实验溶液的浓度和滴定速度等有关. 为了调动学生的好奇心,教师要因势利导,将这一所谓的异常现象变成研究问题,鼓励学生设计实验方案,自主探究[16]. 长此以往,探究能力与创新意识的形成就会水到渠成.

4 结束语

综上所述,化学阅读能力与学生化学学习水平高度相关. 在化学教学中,教师要注重学生化学阅读能力的培养,帮助学生形成良好的阅读习惯和培养普适性的阅读能力,着力培养学生的三重表征能力,最后形成高阶阅读能力. 化学阅读能力的提高不仅能使学生更加充分的掌握化学知识,而且能够培养学生独立学习的意识,使学生喜欢上化学学科,化学学习水平自然而然便会提升.

参 考 文 献

[1] 何瑞珠, 卢乃桂. 从国际视域论析教育素质与平等:PISA 的启示[M]. 北京:教育科学出版社,2015: 233.

[2] 李倩. 核心素养视域下的古代诗文阅读能力评价[J]. 中学语文教学, 2017(11): 11 - 13.

[3] 郭宝仙, 章兼中. 构建我国中小学外语阅读能力的结构框架体系[J]. 课程 · 教材 · 教法, 2016, 36(4): 23 - 29.

[4] 刘克文, 李川. PISA2015 科学素养测试内容及特点[J]. 比较教育研究, 2015, 37(7): 98 - 106.

[5] 罗德红, 龚婧. PISA、NAEP 和 PIRLS 阅读素养概念述评[J]. 上海教育科研, 2016(1): 34 - 37.

[6] 陈磊, 荣维东. PISA2018 阅读素养框架对我国阅读教学的启示[J]. 语文教学通讯,2019(3): 74 - 76.

[7] 张所帅. PIRLS2016 阅读素养评价新动向[J]. 教育科学研究, 2016(9): 48 - 51.

[8] 张文彤, 邝春伟. SPSS 统计分析基础教程[M]. 北京:高等教育出版社, 2011.

[9] 陈方. 基于生产、生活视角的高三化学复习教学设计:"氧化还原反应方程式书写"复习教学设计案例及其分析[J]. 化学教与学, 2015(6): 53 - 56.

[10] 麦裕华. 高中化学氧化还原反应方程式配平技能学习进阶的探讨[J]. 化学教育, 2014, 35(17) : 20 - 23.

[11] 宋福昌. 高中化学教学中学生创新意识的培养研究[J]. 中国校外教育, 2014(4): 52.

[12] 胡先锦. 基于"问题解决"的高中化学教学设计与实践:以"氯气的性质"一课为例[J]. 化学教学, 2018(4): 31 - 35.

[13] 吴晗清, 高慧. “三重表征”能力培养的瓶颈及其突破[J]. 中小学教师培训, 2018(7): 61 – 65.
[14] 裴培, 刘子忠, 张凤英. 例谈化学史素材在初中化学教学实践中的应用[J]. 课程教育研究, 2019(42): 195 – 196.
[15] 田薇薇, 季晓晖. 高中化学生活化教学:以“原电池”为例[J]. 西部素质教育, 2019, 5(20): 234 – 236.
[16] 吴晗清, 李雅茜, 韩蓉. 化学探究式教与学现状的调查研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2018, 39(4): 46 – 50.

Investigation and Research on Chemical Reading Ability of Different Types of Students

WU Hanqing TANG Shuangfeng JIA Ru

(Department of Teacher Education, Capital Normal University, Beijing 100037)

Abstract: Based on the reading ability evaluation of Programme for International Student Assessment (PISA) and the International Reading Literacy Progress Research Project (PIRLS), the study deconstructs chemical reading ability into four dimensions: direct extraction of non-chemical verbal information, direct expression of chemical language, chemical reasoning and application, and chemical inquiry and innovation. Combined with the self-designed reading test questions of recent college entrance examination chemistry test questions, 224 senior three students from demonstration schools in Hebei Province were tested. The results showed that there was no significant difference in non-chemistry related reading ability among students of different academic levels ($P > 0.05$), while there was significant difference in chemistry related reading ability ($F = 3.529$, 6.760, 12.312, $P < 0.05$). Based on the research results, this paper puts forward corresponding teaching countermeasures and suggestions.

Keywords: chemistry teaching; reading ability; investigation and research