

思维导图在水文地球化学教学中的应用*

颜瑞雯¹, 孙红福¹, 杨柳¹, 林刚^{2,3**}

(1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要:水文地球化学学科有着复杂的知识体系,涉及大量的概念、原理和公式,而且知识点之间具有较强的相关性.教师在教学过程中借助思维导图,能够将复杂抽象的水文地球化学概念化繁为简,建立各个知识点之间的联系,并通过以点到面的方式,形成完整的知识框架,使水文地球化学的教学更具层次感和递进性;学生在课后和考前复习中使用思维导图,能够更好地理解与掌握水文地球化学的相关知识,有利于培养复杂性和系统性的思维方式,达到提高学习效率的目标.

关键词:水文地球化学;思维导图;知识体系;提高效率

中图分类号: P592

DOI: 10.19789/j.1004-9398.2021.05.014

0 引言

水文地球化学是地质工程和地下水科学与工程专业的必修课程,是在水文地质学、地球化学和水化学的基础上发展起来的一门学科.主要研究对象是地下水化学成分的形成与演化,以及地下水中各种成分的运移规律.涉及水文地质学、地球化学、无机化学、有机化学、同位素化学、分析化学和软件模拟等相关知识^[1-2].由于水文地球化学课程内容繁多,每一个章节均可形成一门独立的课程,如何在高等教育改革要求减少课时的背景下,完成水文地球化学核心内容的讲授,提高教学质量和效果,激发学生学习的主动性和创造性,是水文地球化学教学中面临的主要问题和挑战^[3].

思维导图也称心智图,是由英国教育学家托尼·博赞首创的一种表达发散性思维的图形工具^[4].思维导图作为一种新的思维方式,其主要特点是运用图文并重的技巧,从一个中心概念出发,随着思维的不断深入,把各级主题的关系用相互隶属与相关的层级图表现出来,逐步构建一个有序的发散图.运用思维导图可以将新知识的关键概念与头脑中已有的知识联系起来,让孤立的知识记忆变成系

统性的知识构建,对于开启大脑的潜能发挥着重要的作用^[5-6].

近年来,思维导图被广泛应用于教育、医学和设计等领域^[7-10],其中教育领域应用前3的学科分别为教育技术学、数学和化学^[11-13].在化学领域中,思维导图在中等教育的应用远超高等教育阶段;目前尚未有思维导图在高等教育地球化学或者水文地球化学教学上应用的报道.

与文字相比,思维导图应用于高等教育的优势在于:(1)图像比文字承载的信息量大,而且更具新鲜感和吸引力;(2)可根据每个人独特的认知体系,构建个性化的思维导图;(3)具有层次分明,重点突出的特点,有助于教师和学生理清思路,明确重点^[14].目前而言,思维导图在大学课堂教学中的应用,主要是根据教材章节的关键词、图形和线条等要素,绘制知识的网络结构图.关键词代表思维导图的主题,连线代表各主题之间的联系.分层级的线条连接各知识点,从而建立每个知识点间的内在关联,促进知识的整合,形成清晰的知识结构图^[14].作为一种可视化思维工具,思维导图已在教育领域引起广泛关注,正逐渐成为一种有效的教与学的工具.

本文主要研究思维导图在水文地球化学教学

收稿日期:2020-09-01

* 中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目(J210202)

** 通信作者:ling@lreis.ac.cn

中的应用,探索在我国高等教育改革形式下行之有效的教学模式,以期解决学生自主学习积极性低等问题,达到提高教学质量的目的。

1 思维导图应用的必要性

1.1 提高学生课堂学习效率和自主学习积极性

因我国本科高等教育改革要求适当减少课时,本校水文地球化学课程已从原有的48学时调整为32学时。课程选用的教材为沈照理等编著的《水文地球化学基础》^[1]和李学礼等编著的《水文地球化学》(第3版)^[15]。课程内容分为5个章节,包括绪论、水化学基础、地下水化学成分组成、地下水化学成分形成及其影响因素、水地球化学循环及水文地球化学分带。由于采用传统的教学方式的教学,学生在课堂上容易养成被动接受知识的习惯,缺乏主观能动性。

为了推进以学生为中心,从“教”到“学”的本科教育教学改革,在教学中使用思维导图是一种创新的有益尝试。教师在教学过程中使用思维导图,会使水文地球化学的教学更具有层次感和递进性,重点更加明确,使课本由厚变薄、知识化难为易,能够有效解决课时少、内容多的问题,提高学生的课堂学习效率和自主学习积极性。

1.2 培养学生思维的复杂性和系统性

水文地球化学主要研究地下水水质随时间和空间的演变规律。地下水系统是由多个含水层构成的系统,经历了漫长的地质演化,这就决定了这门学科的复杂性。由于地下水水文地质和水化学资料

的收集往往是不完整的,实际工作中需要基于有限的资料,对研究区内发生的各种水文地球化学过程和地下水的演化历史做出判断,如果问题考虑不够全面,很容易推断出错误的结论^[3]。因此,在讲授水文地球化学课程的过程中,教师不仅要传授专业知识,更重要的是培养学生复杂性和系统性的思维方式^[16]。

课程学习中使用思维导图,能够对所学的知识进行及时回顾和总结,利于提高学习效率。同时,对思维导图的应用能将教材的内容由点、线、面的结合,建立理论知识之间的逻辑和内在关系,有利于知识的内化,激发学生学习的积极性,并有利于培养其复杂性和系统性的思维方式。综上所述,为了能够开展有效的教学,提高学生的知识建构和思维能力,思维导图在水文地球化学课程中的应用具有必要性。

2 实际教学应用

2.1 备课中的应用

在备课的过程中,使用图像、符号、颜色和线条等会使得备课内容更富有活力。同时,思维导图的发散结构也决定了其应用于水文地球化学教学备课的可行性和优越性。图1是以“碳酸平衡”为例制作的备课思维导图,包括实习回顾、教学内容和课后作业。思维导图的特性使教师关注于教学的思维过程,加深了对知识点的理解和巩固,从而提高备课的质量水平,促进教师的专业发展,避免了传统备课形式的单一问题,更能促进教学任务

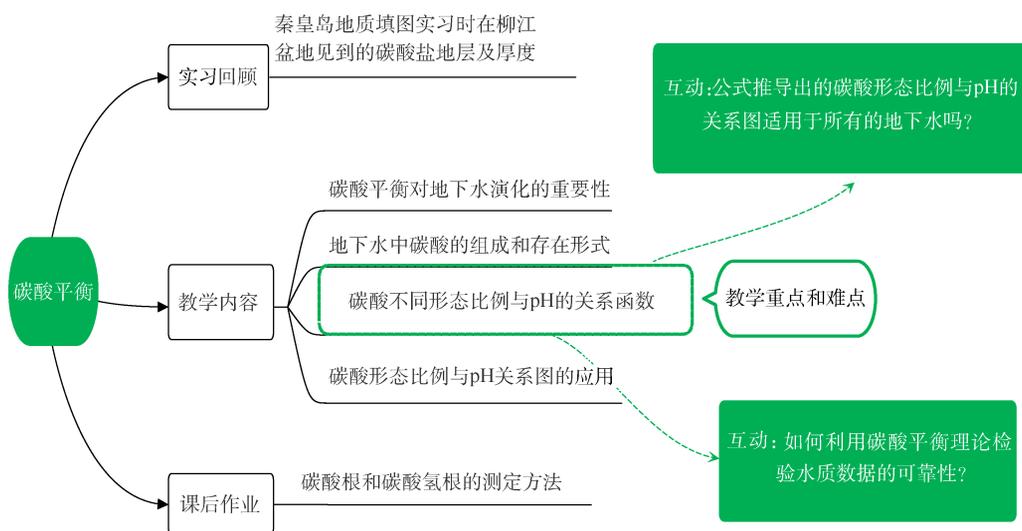


图1 碳酸平衡备课的思维导图

的有效完成.此外,思维导图简洁的表现形式也使得教师更容易理清教学思路,重点和难点明确,从而减少备课压力,能够快速把握教学环节,使之成为一个有机的整体,更有利于提高教学效率.在教研交流中,思维导图备课系统还能使其他教师快速掌握备课教师的思路,进而提高教研交流的效率.利用思维导图备课是对可视化教学设计的有益探索,为教师备课提供了一种新的选择.

2.2 重要知识点归纳中的应用

在学习水文地球化学的过程中,学生反馈,时常感到本课程某些重难点内容知识点繁多、容易混淆、难于记忆、学习效率低.在教学过程中,教师应该引导学生对知识点进行分割,明确知识点以下有哪些概念、原理和公式需要重点掌握,对每一个要点进行讲解,引导学生充分理解,再去解释每个要

点之间的联系,最后构建整体的知识架构.培养学生建立一个从学习到理解再到发散的学习过程,逐渐扩大学生对知识的理解范围,帮助学生建立一种清晰的整体性知识框架,提高学习效率.因此,需要将水文地球化学中重点和难点内容中零散、孤立、繁琐的知识点提取重点并加以整理,形成结构化的知识体系.以地下水化学成分的形成及其影响因素章节中标型元素的相关知识思维导图(图2)为例来说明.标型元素是元素在地下水中迁移的一个重要概念,在学习时,着重需要理解和掌握其定义和分组.标型元素分为空气迁移和水迁移标型元素,空气迁移的标型元素对应3种氧化还原环境,水迁移的标型元素对应6种水迁移环境,每个环境对应不同的标型元素.利用思维导图来整理本知识点,可以起到一目了然的效果,有利于学生记忆和对整个知识点的掌握.

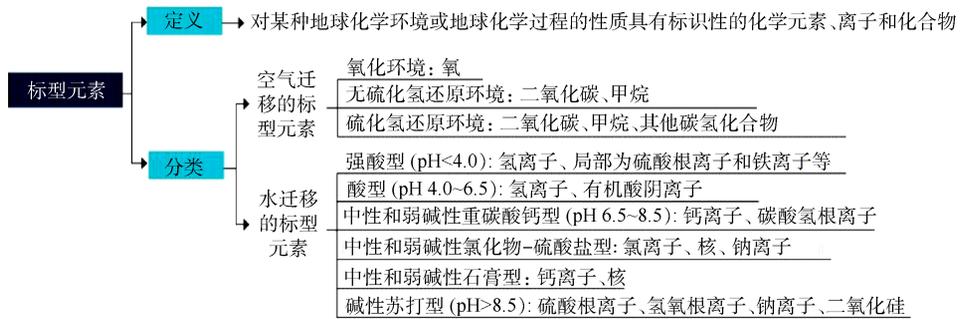


图2 标型元素相关知识的思维导图

2.3 章节小节总结中的应用

水文地球化学的知识点零散、繁琐,公式的适用条件多变,特别是第一章水化学基础是本门课程的重点,每节内容涉及大量基础原理,学生掌握起来难度较高.教学中尝试将每节都通过思维导图的方式进行归纳总结,帮助学生对所学知识点有一个整体的把握.以溶解平衡小节为例,可分为6个核心内容,分别为活度、溶度积和溶解度、饱和指数、溶解作用分类、同离子效应和盐效应以及水处理中的应用(图3).其中活度与饱和指数需要掌握其概念、公式及计算方法.对于溶度积和溶解度、溶解作用分类、同离子效应和盐效应需掌握其概念,理解各概念之间的联系和区别.学生还需要理解如何将溶解和沉淀应用到水处理中.利用思维导图绘制溶解平衡知识要点,帮助学生将零散的水文地球化学知

识结构化、条理化和系统化,例如:首先需要掌握活度的概念,重点理解活度不等于浓度,而是浓度和活度系数的乘积;然后基于对活度的理解,在利用溶度积(K_{sp})计算溶解度时,考虑浓度或只考虑活度这2种情况下的计算结果相差很大,而考虑活度更趋近于真实的溶解度;最后明确重点内容在于饱和指数(saturation index, SI)的计算,用于地下水相对于矿物饱和状态的判断. SI取决于水溶液中组成某难溶盐类的阴、阳离子活度积(ion activity product, IAP)和溶解度积数(K_{sp})的比值大小.当 $SI < 0$ 时,说明水溶液不饱和;当 $SI > 0$ 时,说明水溶液过饱和;当 $SI = 0$ 时,说明水溶液处于溶解平衡状态.利用思维导图,让学生快速掌握溶解平衡的重点知识点(活度、溶度积、溶解度以及饱和指数)之间的联系以及整体的知识架构,让学生的思维过程更

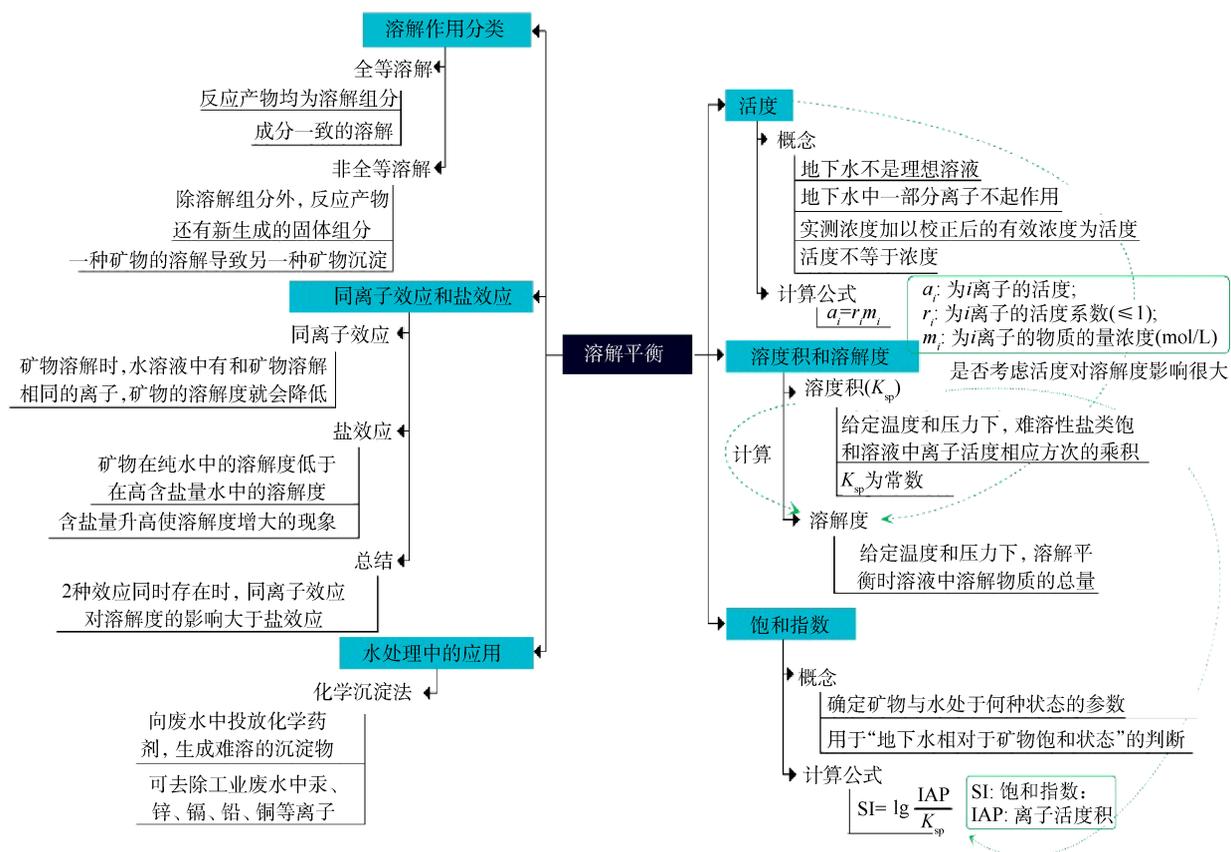


图3 溶解平衡的思维导图

加流畅、条理更加清晰,从而有效提高教学的质量和效率。

2.4 课后总结和考前复习中的应用

在教学中,学生时常反映上课讲的知识点都能听懂,但是在做作业时却不知道从何处切入、该应用哪些知识点,或者平时感觉自己学得很好,但在遇到综合性的题型却没有解题思路。出现上述问题的主要原因是:学生对所学的知识没有进行及时的回顾和总结,没有建立清晰完善的水文地球化学知识框架体系。为了解决这些问题,要求学生在每堂课结束之后,利用思维导图进行归纳总结。思维导图末端开放性的结构有利于培养学生自主学习与独立思考的能力。建议学生以小组为单位,在课后对每一个知识点进行补充,每个学生在思维导图的制作过程中,都会有自己独特的思考和见解,在讨论中不断碰撞思维的火花,进一步扩大知识面,逐步建立完善的水文地球化学知识体系,将教材以及教师讲解的内容转化为自己的知识。

水文地球化学课程属于交叉学科,涵盖的内容广泛,概念繁多且抽象复杂。正因为水文地球化学学科的特殊性,在传统的复习过程中,教师会将

水文地球化学的重要知识点根据章节的顺序全部罗列,帮助学生回忆要点。但是这样的复习方式,很难体现水文地球化学各个章节之间的联系,无法取得良好的复习效果。所以对于教师来说,可利用思维导图在考前最后一节课进行复习,将每个章节有机结合起来,将每章的重点知识点及其内在联系,在学生脑海中构建一个整体的知识框架。

水文地球化学共有4章,每章中都有很多重要的公式和概念,通过思维导图的绘制(图4),从而将各级主题的关系用相互隶属与相关的层级图表现出来,在复习过程中更好地调动相应的水文地球化学知识,让学生思维更加流畅。同时,通过这种总框架的设计,一门课程的知识点能够一次性呈现在学生眼前,有助于提高学生的学习效率,增强学生的记忆力。不过课堂上的时间是远远不够的,学生可利用课后时间在考前复习中,对知识点进行梳理,对已有思维导图的枝杈进行细化,从而形成更为密集的知识网络,创建个性化的思维导图,摸清知识点之间的内在联系,重点明确地进行复习,有效提高考前复习的效率。

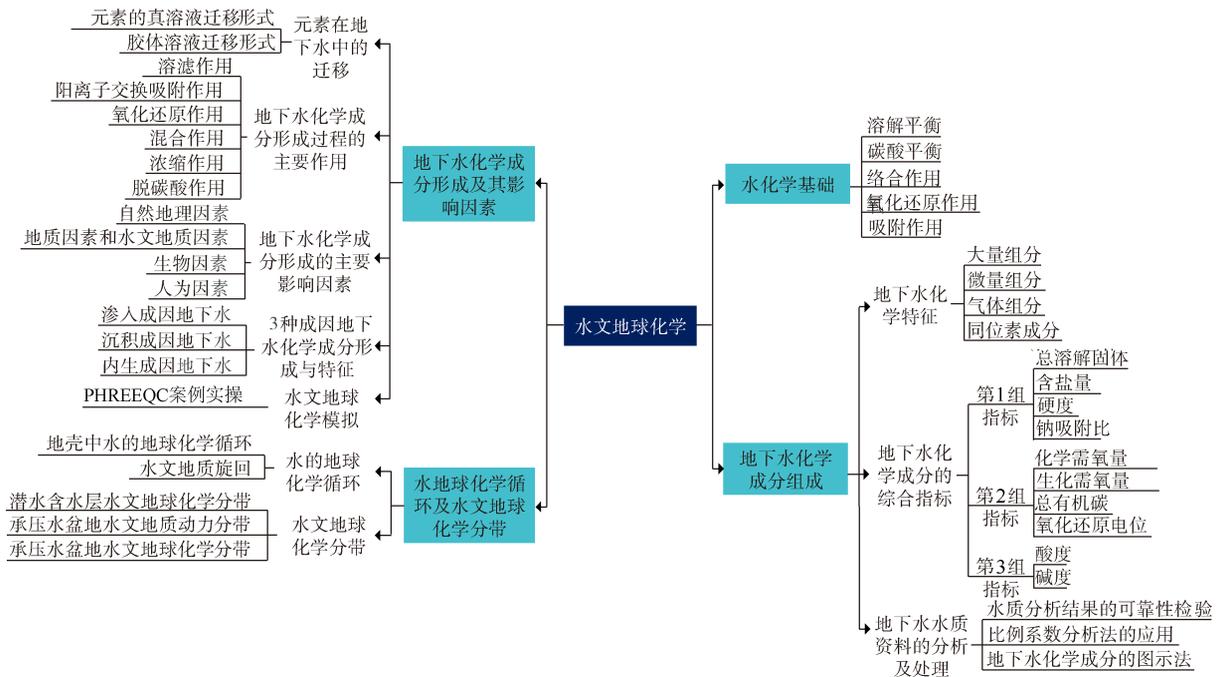


图4 水文地球化学课程的总体框架

3 结束语

思维导图不仅是一种新型的可视化教学设计工具,也是一种非线性的思维模式.本研究将思维导图应用于水文地球化学的重要知识点、章节小节、课后总结和考前复习这几个教学环节当中.课后问卷调查表明,学生对思维导图的支持率为92.8%,认为思维导图的使用有效提高了学习效

率,特别是对理解能力和记忆能力有显著的提升.思维导图能使教学过程更加层次化和简洁化、突出重点、化繁为简,从而有效提高教学质量和效率,解决课时少、内容多的问题.作为新型教学模式,思维导图还能帮助学生将零散而繁琐的水文地球化学知识结构化,让学生更深入地掌握水文地球化学知识点、线、面之间的联系,改变学生思维模式,培养学生复杂性和系统性的思维方式.

参考文献

[1] 沈照理,朱宛华,钟佐燊.水文地球化学基础[M].北京:地质出版社,1999.

[2] 孔慧敏,谷洪彪,张莹,等.水文地球化学课程教学研究[J].科技创新导报,2016,13(1):107-108.

[3] 孙红福,颜瑞雯.水文地球化学课程面临的问题与挑战[J].中国现代教育装备,2019(7):55-56+59.

[4] 托尼·博赞,巴利·博赞.思维导图[M].卜煜婷,译.北京:化学工业出版社,2015.

[5] 赵国庆.概念图、思维导图教学应用若干重要问题的探讨[J].电化教育研究,2012,33(5):78-84.

[6] 杨凌.概念图、思维导图的结合对教与学的辅助性研究[J].电化教育研究,2006(6):59-61.

[7] 王晨,胡扬洋.物理师范生基于思维导图的物理教学设计研究:以“闭合电路欧姆定律”为例的分析[J].首都师范大学学报(自然科学版),2015,36(3):30-39+47.

[8] 李艳娟,杨婷,那吉,等.思维导图在医用化学教学中的应用初探[J].广州化工,2020,48(23):158-160.

[9] 刘淑芹,陆合能.思维导图在高等数学教学中的应用[J].教育教学论坛,2010(27):79-80.

[10] 何露.利用思维导图提高化学教学的有效性[J].教育导刊,2009(12):47-49.

[11] 张海森.2001—2010年中外思维导图教育应用研究综述[J].中国电化教育,2011(8):120-124.

[12] 侯建军,李海青.思维导图在我国教育领域研究的现状和发展趋势[J].软件导刊(教育技术),2009,8(4):72-75.

[13] 刘晓宁.我国思维导图研究综述[J].四川教育学院学报,2009,25(5):109-111+116.

- [14] 闫守轩.思维导图:优化课堂教学的新路径[J].教育科学,2016,32(3):24-28.
- [15] 李学礼,孙占学,刘金辉.水文地球化学[M].3版.北京:原子能出版社,2010.
- [16] 郭清海.高等教育专业课教学中复杂性和系统性思维方式的培养:以“水文地球化学”为例[J].现代企业教育,2006(12):87-88.

Application of mind mapping in teaching of Hydrogeochemistry

YAN Ruiwen¹, SUN Hongfu¹, YANG Liu¹, LIN Gang^{2,3}

- (1. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083;
2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;
3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: Hydrogeochemistry has a complex system of knowledge, involving a large number of concepts, principles and formulas, and the knowledge points have a strong correlation. In the teaching process, with the help of mind mapping, the complex and abstract concept of Hydrogeochemistry can be simplified. The connections between various knowledge points can be established. A complete knowledge framework can be formed in a point-to-surface way, which makes the teaching of Hydrogeochemistry more hierarchical and progressive. By using mind mapping in after-class and pre-exam review, students can constantly expand and improve their knowledge network, understand better and master relevant knowledge of Hydrogeochemistry, improve learning efficiency and enthusiasm, and cultivate a complex and systematic way of thinking.

Keywords: Hydrogeochemistry; mind mapping; knowledge system; greater efficiency

(责任编辑:李拓宇)