

# 语料库辅助高中英语读后续写教学及启示

苟慧岚, 云虹

四川轻化工大学外语学院, 四川 自贡

收稿日期: 2023年5月25日; 录用日期: 2023年7月5日; 发布日期: 2023年7月14日

## 摘要

随着新高考改革的持续推进, 读后续写作为一种新题型给备战高考的师生带来了巨大挑战, 语料库辅助的高中英语读后续学教学能帮助学生快速掌握阅读文章的行文脉络并输出地道真实的写作内容, 如何利用语料库资源有效辅助高中英语读后续写教学, 文章将借助语料库检索工具AntConc4.1.1辅助语篇解读, 利用美国当代英语语料库COCA辅助学生写作过程, 运用iWrite2.0智能写作平台辅助作文批改, 以为一线英语教育工作者提供读后续写教学思路和理论指导。

## 关键词

读后续写, 语料库, 高中英语, AntConc4.1.1, iWrite2.0

# Corpus-Assisted English Teaching of Reading and Continuation Writing in Senior High School and Its Enlightenment

Huilan Gou, Hong Yun

School of Foreign Languages, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong Sichuan

Received: May 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 5<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 14<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

With the continuous promotion of the new college entrance examination reform, reading and continuation writing as a new type of question has brought great challenges to teachers and students preparing for the college entrance examination, and the corpus-assisted teaching of high school English reading and continuation writing can help students quickly grasp the structure of reading articles and put out authentic and realistic writing content. In this paper, the researcher used Ant-Conc4.1.1 to assist in the interpretation of discourse, COCA to assist in the writing process of stu-

dents, and iWrite2.0 to assist in essay review, in order to provide front-line English teachers with ideas and theoretical guidance for teaching reading and continuation writing.

## Keywords

Reading and Continuation Writing, Corpus-Based Teaching, Senior English, AntConc4.1.1, iWrite2.0

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着新高考改革的持续推进和科学技术的不断发展,普通高中英语教学内容和教学方式也在更新变革。2016 浙江省首次将读后续写应用于高考英语试卷中,2021 年全国新高考英语试卷 I 也正式使用该题型,此变化意味着普通高中英语写作教学内容正由传统的书信应用文向新型的读后续写转变[1];《普通高中英语课程标准(2017 年版 2020 年修订)》中明确指出普通高中英语课程应重视现代信息技术背景下教学模式和学习方式的变革,促进课程教学与信息技术的深度融合,根据信息化环境下英语学习的特点,丰富课程资源,拓展学习渠道,进而促进学生的有效学习和英语学科核心素养的形成与发展[2]。该文件也反映普通高中英语教学方式正在悄然发生变化。语料库工具辅助下的高中英语读后续写课堂将利用大数据人工智能技术,破除时空限制,借助网络化和可视化的教学空间,提高高中英语写作课堂教学效率。通过语料库检索工具 AntConc4.1.1 帮助学生预测语篇主题大意,挖掘文本生词释义,厘清篇章情节脉络;通过美国当代英语语料库 COCA 检索并积累相关词块句型;利用 iWrite2.0 智能写作平台提高教师批改反馈效率。鉴于此,笔者将深入探讨如何基于语料库工具和资源辅助高中英语读后续写教学,以期为高中英语读后续写教学提供新的教学思路。

## 2. 相关研究

### 2.1. 读后续写

国内学者王初明于 2012 年首次提出“读后续写”写作方法[3],该方法以 Krashen 的输入假说(input hypothesis), Swain 的输出假说(output hypothesis)及 Pickering & Garrod 的互动协同假说(interactive alignment hypothesis)为理论基础。“读”即语言习得者需要大量的“可理解性语言输入”;“写”即语言习得者在大量可理解性语言输入后,通过具体真实的机会进行语言输出;在读后续写过程中,语言学习者与原文情景模式协同,以确保续写内容和语言与原文连贯[4]。这种将阅读理解与写作训练紧密结合以产生协同作用的写作方法,不仅考查学生把握短文关键信息和语言特点的能力、还考察学生的逻辑性思维和创造性思维。

### 2.2. 语料库

国内学者大多采用 Sinclair 对语料库的定义[5],如梁茂成认为真正意义上的语料库是一个按照一定的采集标准采集而来的、能够代表一种语言或者某个语言的一种变体或文类的电子文本集[6]。语料库的类型很多,分类标准也不同,常见的分类标准有以下几种:根据收录的语料语种数量,可分为单语料

库和多语语料库; 根据语料分布时间, 可分为历时语料库和共时语料库; 根据语料库的更新方式, 可分为动态语料库和静态语料库; 按语料库的表达形式, 还可分为文本语料库和口语语料库[7]。通过梳理语料库和外语相关研究的文献, 将语料库应用到英语学科的主要方向为词典编撰, 翻译研究和英语教学三方面, 本文将主要探讨将语料库应用到英语教学中的策略, 即语料库辅助下的高中英语写作及对教学的启示。

### 2.3. 语料库辅助高中英语读后续写教学的意义

语料库既是教学资源, 也是教学辅助手段[8]。作为教学辅助工具, 教师使用 AntConc4.1.1 检索工具能在短时间内通过关键词检索厘清文章脉络, 通过单词语境共现准确把握生词释义; 使用 iWrite2.0 智能写作平台能及时多角度反馈写作信息, 这种数据驱动的教学方式将大大增强教师教学的科学性和直观性; 作为教学资源, 学生运用 COCA 语料库的语料资源可积累写作素材, 改正不规范的、被中文影响的错误表达和搭配, 使其写作更接近英语国家本土的使用习惯, 从而英语写作水平。以语料库工具和资源作为支架, 一方面帮助学生快速正确把握读后续写阅读篇章的行文脉络, 另一方面帮助学生高效输出地道真实的写作内容, 在丰富学生原有认知基础上, 开拓学生独立思考和创作的空间, 进而有效提高高中英语读后续写教与学的效率和水平。

## 3. 语料库辅助高中英语读后续写教学的案例研究

笔者使用语料库检索工具 AntConc4.1.1, 美国当代英语语料库 COCA 及 iWrite2.0 智能写作平台作为教学辅助工具, 以 2022 年英语高考全国卷 I 中的读后续写文本为例, 深入探讨如何利用语料库辅助高中英语读后续写教学。

### 3.1. 利用语料库检索工具 AntConc4.1.1 辅助语篇解读

AntConc4.1.1 是日本早稻田大学教授 Laurence Anthony 开发的语料库免费检索工具, 拥有索引, 词表生成, 主题词计算, 搭配和词族提取等多种功能, 被广泛地运用于语料库语言学研究, 翻译学研究和外语教学研究领域。

#### 3.1.1. 预测语篇主题大意

笔者将 2022 年英语高考全国卷 I 中的读后续写文本整理为文本文档, 命名为“2022Continuation Writing.txt”文件。打开语料库检索工具 AntConc4.1.1, 导入该文件, 可以看到语篇包括 313 个词符(即文章的总词数)、173 个词型(即文章中不同词的数量)。全文考纲词符占比 99%, 仅 3 个非考纲词汇, 分别是 evergreen、toothy、cross-country, 其中超纲词汇均为形容词, 对把握文章大意影响较小, 故该语篇的词汇难度不大。接着, 笔者采用 Wordlist 工具提取语篇的单词词频表(见图 1)。学生通过观察归类发现: 除去语篇中的虚词冠词和介词后, 出现频率最高的是人称代词 I, he, him (均出现 9 次, 分别排在第 3, 5, 6 位), David, his (均出现 6 次, 分别排在第 8, 10 位), 据此可推断文本描写的是有关我和他(David)之间的事情; 观察词频表中出现频率较高的动词 was, had 的时态可知, 本文描述的是过去发生的故事; 通过观察词频表中除代词外出现频率较高的其他动词 run 可知, 本文可能和跑步有关; 综上, 可快速推断本文主要以第一人称视角讲述我和他(David)之间有关跑步的故事。

#### 3.1.2. 挖掘文本生词释义

在语料所提供的语境共现行中训练学生通过观察目标词汇周边词语的词性、词义以及目标词汇所在句子的句型等因素, 能够提升学生利用语境信息进行推理理解的能力, 帮助学生真正理解目标词汇的含义、内涵和使用特征。以该语篇中 toothy 一词为例, 这个单词不属于考纲词汇且在文中未标注中文释义,

因此大部分学生并不理解它的含义和用法, 这必然会影响他们对故事情节的理解。采用 Concordance 工具, 输入检索词 *toothy*, 点击 Start 开始运行, 检索结果见图 2。

	Type	Rank	Freq	Range
1	the	1	17	1
2	was	2	10	1
3	I	3	9	1
4	and	3	9	1
5	he	3	9	1
6	him	3	9	1
7	to	7	7	1
8	David	8	6	1
9	had	8	6	1
10	his	8	6	1
11	a	11	5	1
12	of	11	5	1
13	run	11	5	1

Figure 1. Table of discourse word frequency

图 1. 语篇词频表

Left Context	Hit	Right Context
He was small for ten years old. His usual big	<i>toothy</i>	<i>smile was absent</i> today. I walked over and asked

Figure 2. Concordance of *toothy*

图 2. *Toothy* 语境共现行原图

语篇中 *toothy* 一词共使用了 1 次, 通过引导学生观察语境共现行, 在不同的思考阶段分别提出以下问题, 供学生逐层思考: 1) 语境中的 *toothy* 是什么词性? 2) *toothy* 可以与什么词构成词块搭配? 学生在仔细观察语境共现行后进行推理可得出以下结论: 1) *big, toothy* 两个并列形容词修饰名词 *smile*, 故句中的 *toothy* 是形容词; 2) *toothy* 可以与 *smile* 构成词块搭配, 意为“露齿的微笑”。

### 3.1.3. 厘清篇章情节脉络

根据前文推断, 该语篇的核心人物是 I, he 和 David, 笔者暂时分别以我、他和 David 为主线, 通过检索其搭配词(尤其是动词)的语法和语义来揭示故事情节发展脉络。

1) 在 Concordance 界面输入检索词 I | he | David 进行检索, 呈现其全部语境共现行, 检索结果见图 3, 其释义如图 4。通过观察整理各主语人称后的动词语块罗列情节提纲, 从而提取以人物为核心的情节发展线索。

2) 根据以 I 为主语的第二句“我非常清楚 David 所面临的挑战”可知我和 David 并非同一人, 故推测文中大部分的代词 he 代指 David, 因此本文的人物主线定为 I 和 he (David) 两条;

3) 根据以 I 为主语第五句“我让他自己决定是否跑步”可知文中跑步的行为主体是 he (David);

4) 根据以 he (David) 为主语所罗列出来的前五句可知, 尽管 David 患有会影响他跑步的脑部疾病, 但他总是刻苦练习, 也加入了越野赛跑队, 现在, 他自己站在一旁, 决定不参加跑步比赛了。

5) 由此可总结文章主要情节脉络为: David 患有会影响跑步的脑部疾病, 我害怕其他学校的孩子会笑话他, 我也很清楚他所面临的挑战, 让他自己选择是否参与比赛, 他决定参加, 便刻苦练习, 后来他站在一边, 又决定不跑了, 我走过去询问他为什么不参加。

Left Context	Hit	Right Context
the school's coach and asked him what had happened.	I	was afraid that kids from other schools would laugh
always finish. As a special education teacher at the school,	I	was familiar with the challenges David faced and was
the choice to run or not, and let him decide."	I	bit back my frustration. I knew the coach meant
from other schools would laugh at him," he explained uncomfortably.	I	gave him the choice to run or not, and
not, and let him decide." I bit back my frustration.	I	knew the coach meant well — he thought he was
warming up and walking the route through thick evergreen forest.	I	looked around and finally spotted David, who was standing
was wrong? He had worked so hard for this event!	I	quickly searched the crowd for the school's coach
After making sure that David could run if he wanted,	I	turned to find him coming towards me, his small
years old. His usual big toothy smile was absent today.	I	walked over and asked him why he wasn't

Left Context	Hit	Right Context
from side to side as he swung his feet forward.	David	had a brain disease which prevented him from walking
was why none of the children thought it unusual that	David	had decided to join the cross-country team. It
country team. It just took him longer — that's all.	David	had not missed a single practice, and although he
he was doing the right thing. After making sure that	David	could run if he wanted, I turned to find
teacher at the school, I was familiar with the challenges	David	faced and was proud of his strong determination.
through thick evergreen forest. I looked around and finally spotted	David,	who was standing by himself off to the side

Left Context	Hit	Right Context
all. David had not missed a single practice, and although	he	always finished his run long after the other children,
he always finished his run long after the other children,	he	did always finish. As a special education teacher at
afraid that kids from other schools would laugh at him,"	he	explained uncomfortably. "I gave him the choice to run
t with the other children. He hesitated and then said	he	had decided not to run. What was wrong? He
me, his small body rocking from side to side as	he	swung his feet forward. David had a brain disease
bit back my frustration. I knew the coach meant well —	he	thought he was doing the right thing. After making
right thing. After making sure that David could run if	he	wanted, I turned to find him coming towards me,
my frustration. I knew the coach meant well — he thought	he	was doing the right thing. After making sure that
was absent today. I walked over and asked him why	he	wasn't with the other children. He hesitated and

Figure 3. Concordance of I | he | David

图 3. I | he | David 语境共现行原图

我害怕其他学校的孩子会笑话↓ 我很清楚 David 所面临的挑战↓ 我抑制住我的悲伤↓ 我让他自己选择是否跑步↓ 我知道教练是好的↓ 我四处环顾最终注意到 David↓ 我在人群中快速寻找学校的教练↓ 我发现他正向我走来↓ 我走过去询问他为什么不	David 患有脑部疾病, 这会阻止他跑步↓ David 决定加入越野赛跑队↓ David 练习从未缺席↓ 如果 David 想跑他就可以跑↓ David 也以他坚定的决心为傲↓ David 自己站在一边	他总是比别的孩子跑得远↓ 他总会完成↓ 他不舒服地解释↓ 他决定不跑了↓ 他摇着双脚↓ 他认为他做的事是正确的↓ 他想要↓ 他在做正确的事
---	---	--

Figure 4. Chinese meaning of concordance for I | he | David

图 4. I | he | David 语境共现行中文释义图

### 3.2. 利用美国当代英语语料库 COCA 辅助学生写作

美国当代英语语料库(Corpus of Contemporary American English, 简称 COCA)由 10 亿词的文本构成, 文本分为口语、小说、流行杂志、报纸以及学术期刊五大类型, 它不仅是一个简单的在线词典, 而且是

一个具有检索功能的语料库。COCA 语料库中存有前 60,000 个单词及每个单词的广泛信息, 包括频率信息、定义、同义词、WordNet 条目、相关主题、一致性(COCA 中的新显示)、集群、将该词作为“关键字”的网站, 以及 KWIC/协调行。

结合读后续写已给出的两段开头“*We sat down next to each other, but David wouldn't look at me...*”“*I watched as David moved up to the starting line with the other runners...*”和上文对文章脉络的梳理, 可推测文章接下来应解释我走向 David 和他并排坐后, 开始询问 David 不想参加比赛的原因并鼓励他积极参与, 最后在我的劝说下, 他决定继续参加比赛, 于是有了第二段开头——我看到了他和其他参加跑步的选手一起站在起跑线上。据此, 第一段主要续写我如何说服 David 参与跑步比赛(我与 David 的对话), 第二段则主要续写 David 在赛场上的表现和结局。

第一段有关说服 David 的鼓励性对话。学生在 COCA 官网利用邮箱在线注册账号后, 即可免费使用。根据第一段的主题鼓励性对话可知, 文中能会到 *encourage*, *said* 等词, 为了增加写作单词的丰富性和地道性, 学生可在 word 栏目分别搜索 *encourage*, *said*, 如图 5, 观察后可知 *encourage* 可与同义词 *inspire*, *urge*, *help*, *assist* 等替换; 在将句子写长的过程中可充分利用与 *encourage/inspire/urge/help/assist* 相关的不同搭配来丰富句子多样性, 如 *I strongly encourage.../I tacitly encourage...*, 也可利用最下方的不同句式来写长句子, 如 *in order to encourage sb to do/ sb should be encouraged...*

The screenshot shows the COCA website interface with search results for the word "encourage". The word is highlighted in yellow. Below the word, there are several sections: "TOPICS (more)", "COLLOCATES (more)", "RELATED WORDS", "SYNONYMS", and "CLUSTERS".

**TOPICS (more)**  
student, classroom, foster, teacher, learning, discourage, educator, curriculum, learner, educational, promote, stimulate, teaching, beneficial, skill, summarize, strive, interactive, self-esteem, child

**COLLOCATES (more)**  
NOUN student, teacher, development, use, reader, participation, behavior, growth  
VERB participate, design, pursue, promote, discourage, explore, facilitate, reward  
ADJ creative, continued, voluntary, innovative, thoughtful, collaborative, lively, cooperative  
ADV strongly, actively, thereby, critically, indirectly, environmentally, tacitly, subtly

**RELATED WORDS**  
encouraging, courage, encouragement, encouragingly

**SYNONYMS** (CONCEPT) NEW: DEFIN +SPEC +GENL  
leg on encourage, incite, inspire, support, urge [foster] assist, encourage, foster, help, nurture [inspire] cheer, embolden, encourage, hearten, inspire, reassure

**CLUSTERS (more)**  
encourage + encouraged by + encourage you + encourage them + encourage people + encouraged me + encouraged him + encourage students + encouraging them  
+ encourage  
+ encourage i encourage + we encourage + would encourage + will encourage + it encourages + has encouraged + have encouraged + should encourage  
encourage + encouraged to use + encouraged to do + encouraged to take + encourage the use + encourage the development + encouraged to participate + encouraged to apply + encourage and support  
+ encourage should be encouraged + want to encourage + i would encourage + designed to encourage + do n't encourage + way to encourage + trying to encourage + students are encouraged  
encourage + encourage you to do + encourage you to read + encouraged to participate in + encourage others to do + encourage you to take + encourage them to do + encouraged to do so + encouraged by the fact  
+ encourage in order to encourage + i want to encourage + we want to encourage + we need to encourage + students should be encouraged + n't want to encourage + need to be encouraged + would like to encourage

Figure 5. Searching Results for the Word “encourage” in COCA  
图 5. COCA 中单词 encourage 检索结果图

第二段主要续写 David 在赛场的表现和结局, 高中生学习的语篇通常体现积极正向的价值观, 根据前文中 David 身体有疾病但仍然坚持跑步练习的逻辑联想, David 最终应该参加了比赛, 哪怕并没拿到第一(身体客观因素), 但他仍然坚持跑完, 战胜了自己内心的恐惧, 老师和同学们也都为他喝彩欢呼, 从另一个角度来讲, David 仍然取得了胜利。鉴于此, 学生可利用美国当代英语语料库 COCA 检索与欢呼 *cheer up*, 胜利 *succeed*, 战胜 *overcome* 等相关的词汇进行地道真实地表达主题。

### 3.3. 利用 iWrite2.0 智能写作平台辅助作文批改

iWrite2.0 是一款基于云计算的英语作文自动评阅系统, 该系统汲取了智能化英语作文自动评阅 (Diagnostic Readers) 研究的多项成果, 以语言测试学和二语写作理论为基础, 利用多元回归的统计技术、智能化自然语言处理技术和信息检索技术等其它可能利用的技术, 完成机器学习训练, 使一篇未评分的作文和基于语料库建立的评分模型分数量表上的某个数值形成对应关系, 从而能够为待评分作文进行自动评分[9] [10]。具体而言, 它可对文本的语言、内容、篇章布局及写作规范四个方面进行智能评阅。除此之外, iWrite2.0 还能对学生作文的错误类型进行分析, 包括错误类型所占比重, 具体来源等。其错误类型统计涵盖了王初明提到的语言偏误以方便研究者进行数据收集[11], 这些统计分析非常有利于教师以及学生自己发现写作文本中存在的问题, 因此, 这也是笔者选择该评阅系统的原因。

笔者从网页上摘抄了一篇 2022 年英语高考全国卷 I 中读后续写的范文, 将其输入到 iWrite2.0 自我练习平台上, 平台将从语言、内容、篇章结构和技术规范四方面快速给出相应的评分反馈并附上总体得分和相应评语(如图 6 所示), 除此之外, 还会在页面右上角显示文本在以上四方面存在的具体错误, 如本文中, 语言方面存在一处句法错误即语序错误, 两处词法错误包括一处动词错用和一处名词的书错误; 在技术规范方面存在一处大小写错误。点击红色按钮后, 原文中的错误出处将会以红色字体突出显示, 以方便评阅者快速找到错误对应的位置。

利用 iWrite2.0 智能写作平台辅助教师批改作文, 一方面能快速及时给出学生反馈, 增强学生学习积极性的同时提高教师批改效率, 另一方面也能直观精准点评, 体现英语写作教学的科学性和准确性。当然, 为保证批改准确性, 笔者认为教师待 iWrite2.0 平台批改结束后还应审查一遍各位学生所出现的错误, 将其共性错误归纳整理, 课上再统一讲解修改。同时学生也可基于 iWrite2.0 平台进行同伴互评互改, 减轻教师教学负担的同时也能培养和发展学生的自主写作能力与深度写作水平。

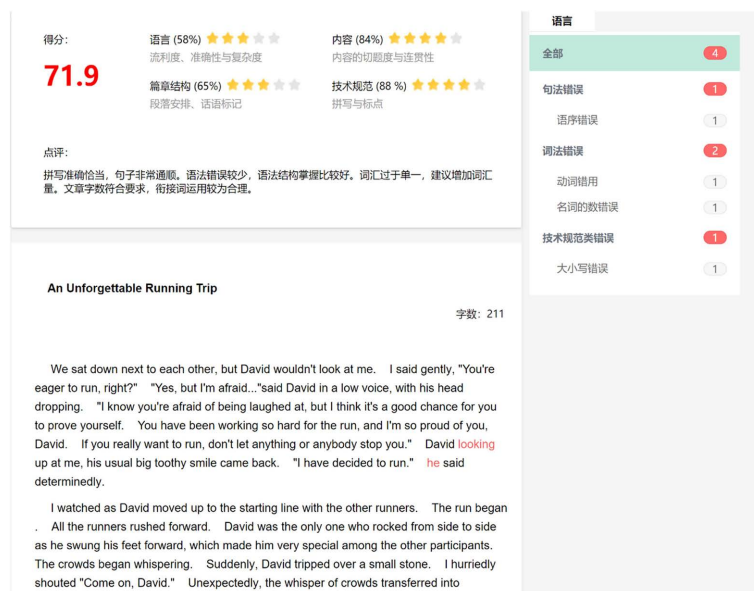


Figure 6. Interface of iWrite2.0 automatic feedback

图 6. iWrite2.0 自动反馈界面图

## 4. 启示与结语

语料库既是教学资源, 也是教学的辅助手段。通过语料库检索工具 AntConc4.1.1 帮助学生预测语篇

主题大意, 挖掘文本生词释义, 厘清篇章情节脉络; 通过美国当代英语语料库 COCA 检索并积累相关词块句型; 通过 iWrite2.0 智能写作平台提高教师批改反馈效率。笔者的实践证明, 利用语料库辅助高中英语读后续写与传统的教学模式相比具有其独特的优势。对学生来说, 首先, 语料库工具充分利用了多模态教学资源, 为学生提供了一种全新的学习方式, 一方面激发了学生的学习兴趣, 另一方面也培养了学生“看”的语言能力; 其次, 语料库资源中大量真实地道的表达为学生积累素材搭建了良好的支架, 促进学生自主写作能力和深度写作水平的不断提高。对教师来说, 首先, 语料库工具的合理使用不仅能提高教师批改作文的效率, 还能在一定程度上弥补教师自身语言知识的漏缺; 其次, 语料库资源的充分利用也能丰富教师的教学手段和教学方法, 从而促进教师个人的专业发展。

总之, 语料库辅助的读后续写教学顺应了智能时代不断提高的读写要求, 为读后续写的教学提供了一种新的教学思路。当然, 本文只是笔者进行的一些尝试, 尚有不足之处, 还须在接下来的实践中进一步改进和验证, 以便找到系统的、行之有效的教学策略以充分发挥语料库在读后续写教学中的辅助作用。

## 基金项目

四川轻化工大学 2022 年研究生创新基金项目“基于 TPACK 理论的高中英语写作教学设计研究”(项目编号: Y2022294)。

## 参考文献

- [1] 吴忠华. 高考英语作文读后续写的教学反拨与启示[J]. 教学与管理, 2019(3): 101-103.
- [2] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中英语课程标准(2017 年版 2020 年修订) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [3] 王初明. 读后续写——提高外语学习效率的一种有效方法[J]. 外语界, 2012(5): 2-7.
- [4] 郝艳楠. 读后续写对高中英语写作质量的影响[D]: [硕士学位论文]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2018.
- [5] Sinclair, J.M., Ed. (2004) *How to Use Corpora in Language Teaching*. John Benjamins Publishing, Amsterdam.
- [6] 梁茂成, 李文中, 许家金. 语料库应用教程[M]. 北京: 外语教学与研究出版社, 2010.
- [7] 肖文艳. 基于语料库的中小学英语词汇分析及试题自动生成研究[D]: [博士学位论文]. 南昌: 江西师范大学, 2019.
- [8] 王璐, 吴俊峰. 语料库辅助阅读教学在读后续写中的运用[J]. 教学月刊·中学版(外语教学), 2021(4): 19-24.
- [9] 梁茂成. 大规模考试英语作文自动评分系统的研制[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011: 21-22.
- [10] 李艳玲, 田夏春. iWrite2.0 在线英语作文评分信度研究[J]. 现代教育技术, 2018, 28(2): 75-80.
- [11] 王敏, 王初明. 读后续写的协同效应[J]. 现代外语, 2014, 37(4): 501-512.