引用格式：刘祎平，胡孟君，赵兵. 基于分析软件“CiteSpace”的声景研究英文文献知识图谱分析[J]. 声学技术, 2020, **39**(4): 468-474. [LIU Yiping, HU Mengjun, ZHAO Bing. Knowledge map analysis of English references in soundscape research based on CiteSpace software[J]. Technical Acoustics, **39**(4): 468-474.] **DOI**: 10.16300/j.cnki.1000-3630.2020.04.015

基于分析软件“CiteSpace”的声景研究英文文献知识图谱分析

刘祎平，胡孟君，赵 兵
(南京林业大学风景园林学院，江苏南京 210037)

摘要：国外关于声景的探索经历了数十年的发展，对其进行系统梳理与总结对于中国声景研究具有重要的借鉴价值。文章以“Web of Science”核心数据库中近 20 年的相关英文文献作为研究对象，依托科学计量分析软件 CiteSpace 的知识图谱绘制功能，展现国外声景研究的学科及期刊分布特征、理论基础与研究热点。研究发现，国外声景研究呈现出明显的多学科特征。在研究热点上，从接续 Schafer 的理念、关注人类对声景的感知，到兼顾生物圈中非人类生物对声景的响应，再到以“格局-过程”为指导关注区域层面的声景生态特征与演变机制，是国外声景研究的主要发展脉络。声景研究框架的拓展使国外声景研究得以越来越全面和科学地解释和理解声景现象，并为声景实践的开展奠定了良好的基础。不足之处在于研究内容有待深化、研究学科有待融合、声景标准化建设有待加强、声景普及有待提高，而这也是国内声景研究实现跨越发展需要积极补足的方面。

关键词：声景；研究综述；知识图谱；CiteSpace；英文文献
中图分类号：X121　TU986　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1000-3630(2020)-04-0468-07

Knowledge map analysis of English references in soundscape research based on CiteSpace software

LIU Yiping, HU Mengjun, ZHAO Bing
(*College of Landscape Architecture of Nanjing Forestry University*, *Nanjing* 210037, *Jiangsu*, *China*)

Abstract: The study of soundscape in foreign countries has experienced decades of development, so it is of important reference value for the study of soundscape in China to systematically sort out and summarize the foreign research achievements. This paper takes English references in soundscape from 1998 to 2018 in “Web of Science” database as study objects, and uses the scientific econometric analysis software-“CiteSpace” to show the distribution characteristics of disciplines and periodicals and the theoretical basis and hotspots of foreign researches. It is found that foreign soundscape researches show obviously multidisciplinary characteristics, and the main development venation of foreign soundscape research is as follows: from continuing the idea of Schafer's theory to paying attention to human perception of soundscape, to taking into account the response of non-human beings to soundscape in the biosphere, and then to paying attention to the ecological characteristics and evolution mechanism of soundscape at the regional level under the guidance of "pattern-processes". The expansion of soundscape research framework enables foreign soundscape research to explain and understand soundscape phenomena more and more comprehensively and scientifically and to lay a good foundation for the development of soundscape practice. The shortcomings are: the research contents need to be deepened; the research disciplines need to be integrated; the standardization construction of soundscape needs to be strengthened; and the popularization of soundscape needs to be improved. Domestic soundscape research also needs to make up for these shortcommings actively in order to achieve leap-forward development.

Key words: soundscape; review; knowledge map; CiteSpace; English references

0 引 言

20 世纪 60 年代末，加拿大音乐家 Schafer 使用“基调声(keynote sounds)”、“信号声(signals)”和“标志声(soundmarks)”来限定一个特定声环境[1]。这一充满音乐学色彩的描述最初是

收稿日期：2019-05-01；**修回日期：**2019-06-21
基金项目：国家林业局软课题资助项目(2016-R32)
作者简介：刘祎平(1987－)，男，山西闻喜人，博士研究生，研究方向为声景评价与设计。
通讯作者：赵兵，E-mail: 13605167303@139.com

希望人们能够像聆听音乐作品一样来感受身边环境中的声音，并通过收集自然环境中有意义的声音，唤起人们对于自然声环境的保护意识。然而其强调人体主观感知并赋予声音意义的理论阐释，为传统声学研究打开了一扇新的窗户。在国际标准化组织最近颁布的《声景：定义及概念框架》标准中，声景被定义为“在既定场景下，个体、群体或社区所感知、体验或理解的声环境”[2]。区别于传统意义上的声学环境，声景更强调人的体验以及人对声环境的反馈与重构。与传统噪声管制将声音视为简单的客观物理量进行声压级控制不同，声景更加重视听者基于自身社会文化背景的主观感受。

针对国外声景研究，国内学者除了在宏观上梳理与总结其研究范畴与理论方法外[3-4]，也尝试从不同的学科背景出发，提出声景研究在各自学科视角下所面临的机遇与挑战[5-8]。但是由于近年来国外相关研究呈迅速增加与更新的趋势，包含学科及理论基础的不断拓展，传统文献分析方法较难在短期内从海量数据中有效揭示国外声景研究的知识结构及其总体演进特征。因此，本文基于科学知识图谱分析工具 CiteSpace，对国外声景研究的学科分布特点、期刊分布特征、研究热点及研究成果等进行可视化分析，以期为我国声景研究的深入开展提供参考。

1　研究方法与数据采集

1.1　研究方法

CiteSpace 知识图谱是指通过科学计量和可视化等一系列功能来展现某一学科领域研究进展的方法，具有知识导航的作用[9-10]。本研究主要借助 CiteSpaceV 软件，通过共被引数据(包括学科、期刊、关键词等)，厘清国外声景研究的热点内容及发展动态。具体的操作流程是：开启 CiteSpace5.1.R8 版本的 WOS 数据分析板块，设置时间跨度为 1998～2018 年，时间切割分区设置为 1a，聚类启来源为系统默认，选择每个时间分区中出现频次最高的前 50 个数据，通过分别选择“学科”“期刊”“关键词”为网络节点类型，依次进行学科分布分析、文献分析、研究热点分析，并生成可视化的知识图谱。

1.2　数据采集

本研究基于 Web of Science 核心合集数据库，以 TS=(“soundscape”)AND 文献类型=(Article)AND 语言=(English)进行检索，文献检索时间设定范围为 1998～2018 年，最终获取 892 篇文献。

国外声景研究文献发表量大致分 3 个阶段(见图 1)：2001～2007 年间文献量较少且处于缓慢增长状态，除 2006 年出现了一次快速增长，其余各年发文量均少于 10 篇。这表明该段时间学界对于声景研究的关注度仍不足；2008～2012 年间文献数量开始处于稳步增长状态，并在 2011、2012 年达到约 40 篇，显示声景研究开始得到重视；从 2013 年至今，文献数量大幅增加，2017 年更是达到了 168 篇，反映出声景研究已在世界范围内积极开展，声景理念也得到了广泛认同与迅速传播。

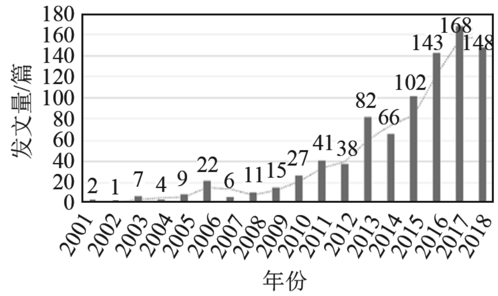

图 1　声景研究英文文献数量的年度变化
Fig.1　Annual variation of references in soundscape research

2　声景研究文献的学科及期刊分布

2.1　文献学科分布

使用 CiteSpace 对 892 篇文献的学科分布结构进行知识图谱绘制，共得到 86 个节点和彼此间的 305 条连线(见图 2)。由图 2 可知：(1) 环境科学、声学、生态学是文献量最多的三大学科，其次分别是听力学与语言病理学、工程学、海洋与淡水生物学、地理学、心理学、城市研究等，说明国外声景研究在上述学科内已被广泛开展。(2) 环境科学、工程学、地理学、城市研究与心理学等学科的中介中心性均大于 0.1，表明此类学科在声景研究领域的拓展过程中与其他学科的联系更为广泛，发挥了加强多学科联系的枢纽作用。此外，采用 CiteSpace 突发性检测功能分析学科分布时序演变，发现分布在声学和工程学的相关文献在早期有一个较长时间段(2003～2010 年)的增加(见表 1)，而 2008 年以后，越来越多的学科参与进来，声景研究呈现出明显的多学科特征，并且逐步走向“学科交叉”、不同领域知识相互协同发展的理想局面[11]。这一现象对声景理念的普及、声景知识体系的构建与完善都起到了重要的推动作用。

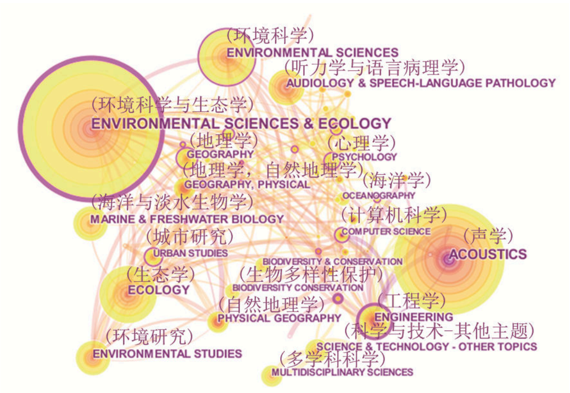

图 2 学科分布网络图谱
Fig.2 Network of discipline distribution

表 1 学科分布突发信息表
Table 1 Information of discipline distribution burst

学科类别	出现年	突变强度	时间跨度
Acoustics(声学)	1998	25.852 0	2003～2010
Computer Science (计算机科学)	1998	4.957 5	2003～2006
Engineering(工程学)	1998	8.903 4	2003～2010
Geography, Physical (地理学，自然地理学)	1998	4.760 1	2008～2011
Physical Geography (自然地理学)	1998	4.760 1	2008～2011
Engineering, Multidisciplinary (工程学，多学科)	1998	5.988 6	2008～2010
Public, Environment& Occupational Health (公共环境卫生与职业健康)	1998	4.332 4	2010～2013
Psychology, Multidisciplinary (心理学，多学科)	1998	3.807 8	2012～2013
Psychology(心理学)	1998	4.987 6	2012～2013
Physics, Applied (物理学，应用科学)	1998	3.225 4	2016～2018

2.2 文献共被引期刊分布

对共被引期刊进行知识图谱分析，可考察声景研究领域知识传播的主要来源及其类型与特征。在 CiteSpace 中将网络节点设置为被引期刊进行统计，通过统计发现(见表 2)：(1) 自然科学类与社会科学类的期刊均有涉及，但以声学、环境科学、城市研究、多学科综合等类型的期刊为主。(2) Journal of the Acoustical Society of America、Applied Acoustics、Acta Acustica United with Acustica 3 种声学期刊被引频次最高，其中 Journal of the Acoustical Society of America 的中介中心性最高，堪称国外声景研究最为权威的期刊。除此之外，Plos One、Landscape and Urban Planning 与 Science 等期刊也具有较高的被引频次和中介中心性，在一定程度上引领着声景研究的前沿。

表 2 高被引期刊一览表
Table 2 List of highly cited periodicals

序号	期刊名称	被引频次	中心性
1	Journal of the Acoustical Society of America	563	0.22
2	Applied Acoustics	355	0.02
3	Acta Acustica United with Acustica	293	0.04
4	Plos One	251	0.06
5	Landscape and Urban Planning	234	0.10
6	Science	194	0.11
7	Journal of Sound and Vibration	167	0.06
8	Landscape Ecology	163	0.04
9	Mar Ecol Prog Ser	154	0.04
10	Nature	153	0.11

3 研究脉络分析

关键词是文献核心思想及内容的浓缩与提炼，可反映出热点研究领域。首先利用 CiteSpace 提取文献关键词，待关键词知识图谱生成后，对关键词进行聚类统计(表 3)，再结合关键词知识图谱(图 3)、关键词突变信息表(表 4)进行综合分析。

在高频关键词聚类信息表(表 3)中包含人类声景感知、非人类生物的声景响应、声景生态学 3 个聚类，而这 3 个聚类也基本涵盖了国外声景研究的热点领域。国外声景研究从主要关注人与声景的和

表 3 高频关键词聚类信息表
Table 3 Clustering information of high frequency keyword

类别	关键词	频次	中心性
人类声景感知	噪声	179	0.08
	感知	98	0.12
	质量	73	0.08
	烦恼度	69	0.06
	偏好	41	0.08
	公园	30	0.05
	健康	23	0.10
	城市	24	0.04
	声舒适	16	0.03
	宁静	10	0.02
	飞行器噪声	9	0.06
类别	关键词	频次	中心性
非人类生物的声景响应	声音	112	0.03
	环境噪声	46	0.05
	栖息地	41	0.09
	鸟类	35	0.05
	行为	34	0.03
	被动声学	22	0.00
	鱼类	14	0.02
	海洋声景	14	0.00
	珊瑚礁	12	0.03
	枪虾	10	0.02
	鲸鱼	2	0.00
类别	关键词	频次	中心性
声景生态学	生物多样性	42	0.05
	声景生态学	40	0.03
	人为噪声	37	0.07
	多样性	29	0.04
	气候变化	18	0.03
	物种丰富度	13	0.01
	分类	17	0.05
	识别	18	0.07
	记录	14	0.01
	雨林	7	0.00
	丰度	5	0.01

图 3　高频关键词图谱
Fig.3　High frequency keyword map

表 4　关键词突变信息表
Table 4　Information of keyword burst

学科类别	出现年	突变强度	时间跨度
music(音乐)	1998	4.998 4	2003～2006
annoyance(烦恼度)	1998	5.115 0	2006～2010
soundscape(声景)	1998	7.117 0	2008～2009
aircraft noise(飞机噪声)	1998	3.832 9	2010～2012
water sound(水声)	1998	3.382 2	2011～2014
ecology(生态学)	1998	3.816 7	2011～2015
sound production(发声)	1998	3.493 6	2015～2018
snapping shrimp(枪虾)	1998	3.434 2	2016～2018
ambient noise(环境噪声)	1998	4.724 3	2016～2018
conservation(保护)	1998	3.387 1	2016～2018
marine mammal (海洋哺乳动物)	1998	3.779 4	2016～2018

谐共处，到兼顾非人类生物的声景响应，再到放眼于整体生态系统的声景互动，有着一个较为清晰的发展脉络，而这一循序渐进的演变过程也可从关键词突变信息表(表 4)和高频关键词图谱(图 3)中得到反映。例如在高频关键词图谱中，除了“噪声”“感知”“偏好”等词汇外，“生物多样性”“栖息地”“鸟类”等词汇也具有较高的被引频次和中介中心性。在表 4 中，自 2015 年开始，“枪虾”“保护”“海洋哺乳动物”等词汇显著增加并延续至今，显示出声景研究热点的日益多元化。

3.1　热点一：人类声景感知

人类声景感知研究作为国外声景研究中最先开展与最为普及的研究领域，主要目的在于探讨既定场景下声音对使用者(人类)的影响，而当前大多数的声景研究框架也是基于这一目的所建立的。例如 Job 等[12]建立的研究框架将声景研究的对象分为“环境景观”(enviroscape)与“心理景观”(psychscape)两部分，既强调了客观环境对声景感知的影响，又强调了个人体验对声景感知的作用。Zhang 等[13]为城市公共空间建立的声景研究框架更为细致，将声景研究对象归纳为声源、空间、环境、使用者 4 个因素。Herranz 等[14]通过构建“人-场所-活动”的模型来理解和研究声景。在该模型中，研究对象包括人、场所、人与场所的互动及活动 4 个方面，从空间和时间两个维度上都更加全面地考虑了人类声景感知中的影响要素。

基于以上的研究框架，国外学者开展了大量工作。就场所而言，从城市[15]、公园[16]、乡村[17]等人类相对密集的聚居空间到国家公园[18]、荒野[19]等人迹罕至但极具环保价值的地区都有所涉及；就声源而言，涉及人为声[20]、生物声[21]以及地球物理声[22]等各种声源；就使用者(人类)而言，调查研究了社会人口特征对声景感知的作用[23-24]；就影响结果而言，不只关注使用者单一维度的评价，而是综合考虑反映人类感受的多维度指标，如烦恼度[25]、舒适度[26]、注意力[27]、压力恢复[28]等。此外，还考察了声景及其感知评价在时间上的分异特征[29-30]。

将客观声音数据与主观感受数据相结合进行交互分析是“人类声景感知”研究中最主要的研究方法[31-33]。考虑到单独的心理学指标还不能准确地评价声景，因此采用生理学方法进行声景研究的案例也开始涌现，例如使用核磁共振成像技术探讨人类对宁静度的感知[34]、探寻声景影响下自主生理信号(如心率、呼吸、肌电等)与主观心理情绪的关系等[35]。此外，结合其他人类感官，特别是采用视听交互手段量化声景感受也是国外学者较为重视的研究方法[36-38]，对于全面准确推进声景的感知评价研究及声景的设计实践具有重要的意义。

3.2　热点二：非人类生物的声景响应

随着声景研究的深入，学者们认为只关注生物圈中的声景对人类的意义显然不够全面，在重视人类声景利益、创造与改善声景的同时，不应对其他生物的生存和繁衍产生不利影响，因此逐渐将声景研究的范畴拓展至非人类生物的层面[39]。在该聚类中，随着“珊瑚礁”“海洋声景”“水下噪声”等热词的出现，显示出学者们的研究视野逐渐从陆地向海洋拓展。在考察人为噪声对生物影响的同时，栖息地本身的声景特征也成为学者们关注的焦点[40-41]。

与“人类声景感知”研究中主要依靠问卷调查收集数据的途径不同，在“非人类生物的声景响应”研究中，数据获取主要依靠声源的实地测量及生物行为、种群数量的实时监测。通过声学参数的描述、对比来研究声环境的分布特点，进而通过数理统计方法，结合生物个体、种群的监测数据来揭

示声景变化对非人类生物活动的影响机制。

3.3 热点三：声景生态学

近年来，国外学者在以人文和生物学视角考察声景的基础上，已经开始将整体生态系统的声景效益纳入研究范畴之中，声景的生态特征及生态指示作用开始成为国外学者所关注的重点。Pijanowski 等受到景观生态学“格局—过程”理论的启发，提出了“声景生态学”的研究框架[42]，如图 4 所示。在“声景生态学”视野中，人与声景的关系只是整体声景生态演变的一部分，声景格局可以被气候、地球物理变化、生物活动、人类活动等诸多因素直接或间接地影响，同时声景格局的改变通过反馈机制也在直接或间接地影响着这些因素(见图 4)。与生物声学对生物个体或种群的关注不同，声景生态学重点着眼于大尺度的区域问题，并且关注所有生命体与声景之间的综合作用。基于这样的宏观视角，“声景生态学”将声学生态学、生物声学、心理声学和空间生态学有效地整合在了一起，为声景研究开拓了思路。随着概念的提出，Pijanowski 等还展望了“声景生态学”今后的 6 大研究重点：(1) 测量与分析；(2) 时空变化动态；(3) 环境协变量对声景的影响；(4) 人类对声景的影响；(5) 声景对人类的影响；(6) 声景对生态系统的影响。

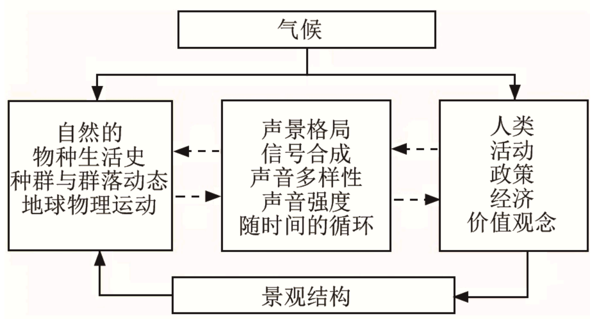

图 4 Pijanowski 提出的声景生态学研究框架
Fig.4 Research framework of soundscape ecology proposed by Pijanowski

在“声景生态学”的研究中，进行大量跨越时空的实地声学布点测量，是调查与分析区域声景特征的基本手段。对收集到的声音数据进行自动识别则是“声景生态学”的研究重点，已有学者可以成功地利用先进的机器学习和非线性统计工具对昆虫、鸟类及哺乳动物的不同发声或鸣叫模式进行分类[43-45]，以此作为衡量生物多样性的直接证据。同时，不同学者还基于生态学理论提出了大量反映环境生态特征的声景指数，如声音复杂度指数[46]、归一化声景观指数[47]、声音多样性指数[48]、声音均匀性指数[49]等。在生物多样性监测与调查方面，6 年间学者们提出了 21 种反映群落内物种多样性的声景指数与 7 种反映群落间物种多样性的声景指数[50]。另外，利用互联网的便捷性，建立的远程声景数据检索、提取、分析与模拟的环境评估数字图书馆，也为“声景生态学”的研究提供了更多的可能[47]。

3.4 声景地图

声景地图作为一种调查和研究结果的可视化手段，也是声景研究中的重要一环，在上述 3 个研究热点中均可以加以运用。无论是客观物理声学数据还是主观声景感知数据，或是区域声景生态特征数据，都可以通过绘制声景地图进行可视化操作，并且最终通过分类收集以完善声景数据库的建立。近年来，随着声景研究的发展，声景地图绘制技术也取得了长足进步，除了通过实地测量绘制声景地图外，还包括与 GIS 软件相结合绘制声源感知地图、采用计算机模拟声音传播与反射过程绘制声场地图，以及借助人工神经网络训练技术制作声景预测地图等[51]。

4 结论与展望

4.1 结 论

纵览收录于 WOS 核心合集数据库 1998～2018 年 20 年间的声景研究英文文献，展现出如下特点：(1) 研究由冷趋热。从前 5 年的年均发文 10 篇以下，发展到近两年来的年均发文 150 篇左右，可见声景研究的热度正在与日俱增。以往在风景园林、建筑、地理、旅游、生态等环境学科中长期被忽视的声景描述、评价与设计问题受到越来越多的关注与重视。(2) 研究视角多元。国外声景研究呈现了从音乐学、声学到工程学、环境科学，再到心理学、应用科学的多学科分布特征，结合并应用了人文艺术、自然科学与社会科学的多领域知识及方法，具有较为明显的跨学科包容性。(3) 研究内容逐渐丰富。就声景的存在空间来看，现有研究已从不同尺度的城市空间向乡村、国家公园乃至海洋环境拓展，而对于各类不同特征的声源、使用者以及各项不同维度影响指标的研究也随之不断丰富。(4) 研究框架日益完善。从接续 Schafer 的理念关注人类对声景的感知，到兼顾生物圈中非人类生物对声景的响应，再到以“格局-过程”为指导关注区域层面的声景生态特征与演变机制，是国外声景研究的主要发展脉络。基于这些思想转变逐步完善的声景研究框架，使国外声景研究得以越来越全面、科学地解释和理解声景现象，并为声景实践的开展奠定

良好的基础。

4.2　不足与展望

尽管声景研究已形成了从基础性问题到多维度思考的研究模式，但仍存在以下不足：(1) 研究内容有待深化。有关“人类声景感知”的研究虽已取得大量成果，但在揭示感官知觉中信息组织方式、声景评价与身心健康的关系，以及制定针对不同环境的声景规划设计导则等方面仍有许多工作需要开展。此外，目前“声景生态学”研究大多集中在利用声景的指示作用进行生物多样性调查等方面[50,52]，立足于区域层面完善“声景生态学”研究仍然有许多空白需要填补。(2) 研究学科有待融合。目前国外声景研究已呈现出多学科、跨学科态势，但距离打破学科界限、实现学科交叉融合仍然存在一定距离。(3) 声景标准化建设有待加强。声景数据收集及评估方法的标准化对于研究结果的可比性、再现性具有重要意义。目前已有学者和相关组织致力于此，也提出了声源分类在不同环境下的通用框架[53]，但诸如声音数据的采集、实验室与现实环境下的感知差异、不同影响维度之间的相关性等问题仍然需要进一步探讨。(4) 声景普及有待提高。虽然历经几十年的发展，但公众对声景的认识总体上仍十分匮乏，这也会直接影响到研究结果的准确性及实践成果的有效性，因此声景理念普及势在必行。另外需要说明的是，以上 4 个方面的缺陷与不足并非独立存在，而是相互影响、相互制约的，在解决的过程中需要共同推进，综合完善。

相较国外而言，中国的声景研究与实践起步较晚，但随着国际声景研究领域成果的不断涌现，国内的声景研究也日益受到重视。通过考察国外声景研究的现状、问题与趋势，对我国声景研究与实践提出如下建议：(1) 立足本土，深挖传统声景文化。从历史上看，中国很早便已存在与声景理念相似的、对声音进行审美的传统，如众多以声音为主题的古典园林景观以及古代文学典籍中大量以声传情、以声写意的修辞手法，都是站在人的感知角度对客观环境中声源所进行的主观艺术加工，这与当代声景诉求可谓异曲同工。近年来，已有学者针对中国声景审美与营造传统进行了相关研究[54-55]，但是从研究内容和研究数量上看，仍然有待进一步的丰富和深化。(2) 构建完整的知识体系。国内声景研究当前主要集中于风景园林、建筑学等设计类学科，研究视角较为单一，在非人类生物的声景响应、声景生态学等方面鲜有涉及。考虑到声音的遍在性特征以及声景概念所包含的整体思想，促进人文艺术、自然科学和社会科学的跨学科合作与学科交叉融合对于声景知识体系的构建十分必要。(3) 批判性地借鉴国外声景研究经验。国外声景研究成果与实践经验是中国天然的借鉴。同时，积极发现国外声景研究中的缺陷与不足，加大力度深入补足当前声景研究中的空白与盲点，对于中国声景研究实现跨越式发展具有重要意义。(4) 开展声景教育与普及。声景理念的初衷是从使用者来，到使用者去。因此，积极开展声景的教育和普及活动是声景研究与实践发展的基础。

参　考　文　献

[1] SCHAFER R M. The soundscape-our sonic environment and the tuning of the world[M]. Rochester, VT: Destiny Books, 1999.

[2] 康健. 声景: 现状及前景[J]. 新建筑, 2014(5): 4-7.
KANG Jian. Soundscape: current progress and future development[J]. New Architecture, 2014(5): 4-7.

[3] 康健, 杨威. 城市公共开放空间中的声景[J]. 世界建筑, 2002, **6**: 76-79.
KANG Jian, YANG Wei. Soundscape in urban open public spaces[J]. World Architecture, 2002, **6**: 76-79.

[4] 秦佑国. 声景学的范畴[J]. 建筑学报, 2005(1): 45-46.
QIN Youguo. Category of soundscape aesthetics[J]. Architectural Journal, 2005(1): 45-46.

[5] 刘爱利, 胡中州, 刘敏, 等. 声景学及其在旅游地理研究中的应用[J]. 地理研究, 2013, **32**(6): 1132-1142.
LIU Aili, HU Zhongzhou, LIU Min, et al. Soundscape and its application in research of tourism geography: A new perspective[J]. Geographical Research, 2013, **32**(6): 1132-1142.

[6] 许晓青, 杨锐, 彼得·纽曼, 等. 国家公园声景研究综述[J]. 中国园林, 2016, **32**(7): 25-30.
XU Xiaoqing, YANG Rui, Newman P, et.al. Literature review of soundscape of national parks[J]. Chinese Landscape Architecture, 2016, **32**(7): 25-30.

[7] 李牧. 被遗忘的声音: 关于听觉民俗、听觉遗产研究的构想[J]. 文化遗产, 2018(1): 126-134.

[8] 徐秋石, 刘兵. 声音研究——一个全新的 STS 研究领域[J]. 自然辩证法通讯, 2018, **40**(4): 89-97.
XU Qiushi, LIU Bing. Sound studies: a brand new area in STS[J]. Journal of Dialectics of Nature, 2018, **40**(4): 89-97.

[9] 王俊帝, 刘志强, 邵大伟, 等. 基于 CiteSpace 的国外城市绿地研究进展的知识图谱分析[J]. 中国园林, 2018, **34**(4): 5-11.
WANG Jundi, LIU Zhiqiang, SHAO Dawei, et al. Knowledge mapping analysis of foreign urban green space research based on citespace[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, **34**(4): 5-11.

[10] 钟乐, 杨锐, 赵智聪. 基于文献计量分析的国家公园建设英文文献述评[J]. 中国园林, 2018, **34**(7): 23-28.
ZHONG Yue, YANG Rui, ZHAO Zhicong. Critical review of english literature for national parks based on bibliometric analysis[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, **34**(7): 23-28.

[11] COOPER I. Transgressing discipline boundaries: is BEQUEST an example of ‘the new production of knowledge’?[J]. Building Research & Information, 2002, **30**(2): 116-129.

[12] JOB R F S, HATFIELD J. The impact of soundscape, enviroscape, and psychscape on reaction to noise: Implications for evaluation and regulation of noise effects[J]. Noise Control Engineering Journal, 2001, **49**(3): 120-124.

[13] ZHANG M, KANG J. Towards the evaluation, description, and creation of soundscapes in urban open spaces[J]. Environment & Planning B Planning & Design, 2007, **34**(1): 68-86.

[14] HERRANZ-PASCUAL K, ASPURU I, GARCIA I. Proposed concep-

tual model of environment experience as framework to study the soundscape[C]//Proceedings of the Inter-Noise. Lisbon, Portugal, 2010.

[15] RAIMBAULT M, DUBOIS D. Urban soundscapes: Experiences and knowledge[J]. Cities, 2005, **22**(5): 339-350.

[16] NILSSON M E, BERGLUND B. Soundscape quality in suburban green areas and city parks[J]. Acta Acustica united with Acustica,2006, **92**(6): 903-911.

[17] de COENSEL B, BOTTELDOOREN D. The quiet rural soundscape and how to characterize it[J]. Acta Acustica united with Acustica, 2006, **92**(6): 887-897.

[18] MACE B L, CORSER G C, ZITTING L, et al. Effects of overflights on the national park experience[J]. Journal of Environmental Psychology, 2013, **35**: 30-39.

[19] PHEASANT R J, WATTS G R. Towards predicting wildness in the United Kingdom[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, **133**: 87-97.

[20] BENNETT A, ROGERS I. Street music, technology and the urban soundscape[J]. Continuum: Journal of Media & Cultural Studies, 2014, **28**(4): 454-464.

[21] HEDBLOM M, HEYMAN E, ANTONSSON H, et al. Bird song diversity influences young people's appreciation of urban landscapes[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2014, **13**(3): 469-474.

[22] JEON J Y, LEE P J, YOU J, et al. Perceptual assessment of quality of urban soundscapes with combined noise sources and water sounds[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 2010, **127**(3): 1357-1366.

[23] KANG J, ZHANG M. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces[J]. Building and Environment, 2010, **45**(1): 150-157.

[24] YANG W, KANG J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces[J]. Applied Acoustics, 2005, **66**(2): 211-229.

[25] GIDLOF-GUNNARSSON A, OHRSTROM E. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, **83**(2-3): 115-126.

[26] SZEREMETA B, ZANNIN PHT. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise[J]. Science of the Total Environment, 2009, **407**(24): 6143-6149.

[27] OLDONI D, DE COENSEL B, BOES M, et al. A computational model of auditory attention for use in soundscape research[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 2013, **134**(1): 852-861.

[28] ALVARSSON J J, WIENS S, NILSSON M E. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2010, **7**(3): 1036-1046.

[29] TORIJA A J, RUIZ D P, RAMOS-RIDAO A. Required stabilization time, short-term variability and impulsiveness of the sound pressure level to characterize the temporal composition of urban soundscapes[J]. Applied Acoustics, 2011, **72**(2-3): 88-99.

[30] RAIMBAULT M, LAVANDIER C, BERENGIER M. Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities[J]. Applied Acoustics, 2003, **64**(12): 1241-1256.

[31] AXELSSON O, NILSSON M E, BERGLUND B A. Principal components model of soundscape perception[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2010, **128**(5): 2836-2846.

[32] OHRSTROM E, SKANBERG A, SVENSSON H, et al. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness[J]. Journal of Sound and Vibration, 2006, **295**(1-2): 40-59.

[33] DUBOIS D, GUASTAVINO C, RAIMBAULT M. A cognitive approach to urban soundscapes: Using verbal data to access everyday life auditory categories[J]. Acta Acustica united with Acustica, 2006, **92**(6): 865-874.

[34] HUNTER M D, EICKHOFF S B, PHEASANT R J, et al. The state of tranquility: subjective perception is shaped by contextual modulation of auditory connectivity[J]. Neuroimage, 2010, **53**(2): 611-618.

[35] HUME K, AHTAMAD M. Physiological Responses to and subjective estimates of soundscape elements[J]. Applied Acoustics, 2013, **74**(2): 275-281.

[36] CARLES J L, BARRIO I L, LUCIO J V D. Sound influence on landscape values[J]. Landscape and Urban Planning, 1999, **43**: 191-200.

[37] HONG J Y, JEON J Y. Designing sound and visual components for enhancement of urban soundscapes[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2013, **134**(3): 2026-2036.

[38] PREIS A, KOCINSKI J, HAFKE-DYS H, et al. Audio-visual interactions in environment assessment[J]. Science of the Total Environment, 2015, **523**: 191-200

[39] KAZMIEROW B J, HICKLING G J, BOOTH K L. Ecological and human dimensions of tourism-related wildlife disturbance: white herons at Waitangiroto, New Zealand[J]. Human Dimensions of Wildlife, 2000, **5**(2): 1-14.

[40] KENNEDY E V, HOLDERIED M W, MAIR J M, et al. Spatial patterns in reef-generated noise relate to habitats and communities: Evidence from a Panamanian case study[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2010, **395**(1-2): 85-92.

[41] RADFORD C A, STANLEY J A, TINDLE C T, et al. Localised coastal habitats have distinct underwater sound signatures[J]. Marine Ecology Progress Series, 2010, **401**: 21-29.

[42] PIJANOWSKI B C, VILLANUEVA-RIVERA L J, DUMYAHN S L, et al. Soundscape ecology: the science of sound in the landscape[J]. BioScience, 2011, **61**(3): 203-216.

[43] CHESMORE D. Automated bioacoustic identification of species[J]. Academia Brasileira De Ciencias, 2004, **76**(2): 435-440.

[44] TRIFA V M, KIRSCHEL A N G, TAYLOR C E, et al. Automated species recognition of antbirds in a Mexican rainforest using hidden Markov models[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2008, **123**(4): 2424-2431.

[45] KASTEN E P, MCKINLEY P K, GAGE S H. Ensemble extraction for classification and detection of bird species[J]. Ecological Informatics, 2010, **5**(3): 153-166.

[46] PIERETTI N, FARINA A, MORRI D. A new methodology to infer the singing activity of an avian community: the Acoustic Complexity Index(ACI)[J]. Ecological Indicators, 2011, **11**(3): 868-873.

[47] KASTEN E P, GAGE S H, FOX J, et al. The remote environmental assessment laboratory's acoustic library: An archive for studying soundscape ecology[J]. Ecological Informatics, 2012, **12**: 50-67.

[48] PEKIN B, JUNG J, VILLANUEVA-RIVERA L, PIJANOWSKI B C, et al. Modeling acoustic diversity using soundscape recordings and LIDAR-derived metrics of vertical forest structure in a neotropical rainforest[J]. Landscape Ecology. 2012, **27**: 1513-1522.

[49] VILLANUEVA-RIVERA L J, PIJANOWSKI B C, DOUCETTE J, et al. A primer of acoustic analysis for landscape ecologists[J]. Landscape Ecology, 2011, **26**(9): 1233-1246.

[50] SUEUR J, FARINA A, GASC A, et al. Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation[J]. Acta Acustica united with Acustica, 2014, **100**(4): 772-781.

[51] KANG J, SCHULTE-FORTKAMP B, FIEBIG A, et al. Mapping of soundscape[M]//KANK J, SCHULTE-FORTKAMP B. Soundscape and the Built Environment. Boca Raton: CPC Press, 2015: 161-196.

[52] DEPRAETERE M, PAVOINE S, JIGUET F, et al. Monitoring animal diversity using acoustic indices Implementation in a temperate woodland[J]. Ecological Indicators, 2012, **13**(1): 46-54.

[53] BROWN A L, KANG J, GJESTLAND T. Towards standardization in soundscape preference assessment[J]. Applied Acoustics, 2011, **72**(6): 387-392.

[54] 袁晓梅，吴硕贤．中国古典园林的声景观营造[J]．建筑学报，2007(2): 70-72.
YUAN Xiaomei, WU Shuoxian. Construction of acoustic landscape for Chinese classical landscaped garden[J]. Architectural Journal, 2007(2): 70-72.

[55] 吴硕贤．《诗经》中的声景观[J]．建筑学报, 2012(S1): 109-113.
WU Shuoxian. Soundscape described in the book of poetry[J]. Architectural Journal, 2012(S1): 109-113.