



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

WILEY

认知神经科学前沿译丛（第一辑）

丛书主编 李红 周晓林 罗跃嘉

# 大脑与音乐

[德] 斯蒂芬·克尔施 著

周晓林 南云 等译

STEFAN KOELSCH

# BRAIN AND MUSIC

浙江出版联合集团

浙江教育出版社



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

WILEY-INTERSCIENCE

认知神经科学前沿译丛（第一辑）

丛书主编 李红 周晓林 罗跃嘉

# BRAIN AND MUSIC

STEFAN KOELSCH

## 大脑与音乐

[德] 斯蒂芬·克尔施 著

周晓林 南云 等译

浙江出版联合集团

浙江教育出版社·杭州

Brain and Music by Stefan Koelsch, ISBN:9780470683408

Copyright©2013 by Stefan Koelsch

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder. Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书中文简体中文字版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons 公司授予浙江教育出版社。未经许可，不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。本书封底贴有 Wiley 防伪标签，无标签者不得销售。

### 图书在版编目 (C I P) 数据

大脑与音乐 / (德) 斯蒂芬·克尔施著 ; 周晓林等译. — 杭州 : 浙江教育出版社, 2017. 12  
(认知神经科学前沿译丛)  
ISBN 978-7-5536-6791-1

I. ①大… II. ①斯… ②周… III. ①认知心理学—研究 IV. ①B842.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第322845号

引进版图书合同登记号 浙江省版权局图字 : 11-2015-304

认知神经科学前沿译丛 (第一辑)

## 大脑与音乐

[德] 斯蒂芬·克尔施 著  
周晓林 南云 等译

责任编辑 : 冯 岩

美术编辑 : 韩 波

责任校对 : 江 雷 戴正泉

责任印务 : 陈 沁

出版发行 : 浙江教育出版社 (杭州市天目山路 40 号 邮编 : 310013)

联系电话 : 0571-85170300-80928

网 址 : www.zjeph.com

图文制作 : 杭州林智广告有限公司

印刷装订 : 杭州富春印务有限公司

开 本 : 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 : 20.75

版 次 : 2017 年 12 月第 1 版

插 页 : 4

印 次 : 2017 年 12 月第 1 次印刷

字 数 : 395 000

定 价 : 68.00 元

标准书号 : ISBN 978-7-5536-6791-1

版权所有 · 翻印必究

## 他山之石，可以攻玉

### ——助推中国认知神经科学研究的新发展

“认识你自己”，德尔斐箴言两千多年前就揭示了人类对自身精神世界进行探索的重要性。事实上，人类在探索外部物质世界的同时，从未放弃过对自身精神世界的探究。

大约从20世纪30年代开始，人类对未知世界的探索就从科学家的个人行为转向了高度组织化、高度集约化、高度计划性的科学家群体行为。迄今为止，全球科学界曾有三次著名的大型科学研究计划。这三次大型科学研究计划影响深远，意义重大。第一次是曼哈顿计划，该计划集中了当时世界上优秀的核科学家，动员了10多万人参与，历时3年，耗资20亿美元，于1945年7月16日成功地进行了世界上第一次核爆炸，并按计划制造出两颗原子弹，对同盟国取得第二次世界大战的最终胜利起到了重要作用。第二次是阿波罗计划，美国从1961年到1972年组织实施该计划，目的是实现载人登月飞行和人类对月球的实地考察，并为载人星际飞行和探测做技术准备，它是世界航天史上具有划时代意义的一项成就。第三次大型科学研究计划目前尚在进行之中，这就是在世界各国开展得如火如荼的人类脑图谱计划（包括即将启动的“中国脑计划”）。这三次世界范围内的大型科学研究计划之所以具有划时代的意义，是因为它们在人类认识世界、改造世界的过程中起到了非常关键的作用。曼哈顿计划虽然集中精力于原子弹的研制，但其科学意义却在于引导人类探索物质内部的微观世界，今天，夸克、光子、反粒子、中微子等科学概念，一次次地引导人类认识并揭示物质世界内部的深刻本质和奥秘。阿波罗计划虽然重

点在登月，但实质却是从宏观角度引导人类认识太空这样的宏观世界。“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”，毛泽东的诗句描绘了一种高远的意境，如今，人类的足迹已踏上月球，人类的太空探测器也已经飞抵火星，海底探测器则能够到达海底最深处——马里亚纳海沟！可以说，虽然人类对宏观世界的认识还极其肤浅，人造飞行器尚未离开太阳系，距离深刻认识银河系甚至河外星系还差得太远，但如果没有阿波罗计划，人类对于外太空这样的宏观世界的认识可能还仅仅停留于哈勃望远镜所能看到的范围。尽管前两次大型科学研究计划的影响十分深远，但它们都没有真正关注人类自身的精神家园——人类的心理现象，尤其是意识与自我意识。所幸的是，人类在探索微观世界和宏观世界的同时，并没有忘记对自身精神世界进行探索，从古至今，包括孔子、孟子、柏拉图、亚里士多德等在内的先贤们不断思考着关于人类自身的问题。20世纪90年代开始兴起、至今仍如初升太阳般光耀的国际脑科学研究热潮，更是为深层次探索人类的心理现象，尤其是意识与自我意识提供了全新的机会。

意识的起源是什么？意识的本质是什么？这一直是困扰国际科学界尤其是心理学界、脑与认知科学界的世界级难题。2005年，著名杂志《科学》(*Science*)在其创立125周年之际，提出了125个全球尚未解决的科学难题，其中一个问题就是“意识的生物学基础是什么”。要回答这个问题，就必须弄清“意识的起源及本质是什么”。1879年，威廉·冯特在莱比锡大学建立了第一个心理学实验室，标志着心理学脱离哲学母体成为一门独立学科，心理学家开始采用科学方法探索各种心理现象。受当时科技水平的影响，20世纪繁荣一时的行为主义学派、认知主义学派等将大脑看成是一个不可知的“黑箱”，这在一定程度上限制了心理与脑的相互关系的研究。神经生理学、神经生物学和神经化学等研究表明，人脑结构极其复杂，拥有10亿级的神经元，神

神经元之间通过电突触和化学突触形成万亿级的神经元连接，其内部复杂性不言而喻。早期研究主要采用动物范式和脑损伤范式，这些研究为理解人类脑功能奠定了基础。20世纪90年代，以脑电图和功能性磁共振成像技术为代表的认知神经科学兴起，科学家终于能够无侵入、无损伤地观察人们在执行各种任务时大脑内部的活动方式，从而有望揭示“意识的起源及其本质”这一重大科学问题。

21世纪被称为脑科学时代，探索各种心理现象的脑机制成为国际心理学研究的新趋势。继20世纪90年代掀起脑研究的热潮以来，世界各国纷纷投入重金开展相关研究。进入21世纪第二个十年之后，美国、欧盟、加拿大、澳大利亚、日本、韩国先后启动了脑计划项目，重点探究大脑的基本认知功能、脑功能障碍、神经生理机制缺陷、神经环路和脑网络的认知功能，构建多尺度大脑图谱，开发类脑人工智能等。可以肯定地说，当前正处于全球脑科学和类脑研究的重大历史窗口期，我国也正在迎头追赶。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》明确将脑科学与认知科学（也就是我们通常所说的认知神经科学）列为八大科学前沿领域重点研究方向之一，国家“十三五”重大项目中脑科学和类脑研究排在第四位，2018年，“中国脑计划”正式进入“科技创新2030—重大项目”试点。这反映了中国科技、经济、社会发展对神经科学和人工智能技术发展提出的巨大需求，以神经计算、仿真记忆存储、智能机器为代表的战略性经济增长点，成为抢占未来二三十年智能社会和超智能社会发展先机的关键。

“工欲善其事，必先利其器”，“他山之石，可以攻玉”。我们在开展“中国脑计划”研究的时候，非常有必要了解国际科学界对此问题是如何进行研究的，非常有必要将国际上的先进技术手段和先进研究成果引入国内，用国际上最先进的手段和最新的成果“武装”我们的研究人员和将来打算从事这方面研究工作的人士。鉴于此，中国心

理学会心理学教学工作委员会和教育部高等学校心理学教学指导委员会通力合作，组织力量完成“认知神经科学前沿译丛”的翻译工作。这项工作得到了中国认知神经科学先驱者之一的罗跃嘉教授的鼎力支持，他带领他的团队加入这项重要的翻译工作中来。与此同时，以出版高水平学术著作而闻名中国出版界的浙江教育出版社也全力相助，以使这项艰巨的工作得以早日完成。

“认知神经科学前沿译丛”是对当今认知神经科学领域中一系列最受关注的研究课题的介绍、整理和汇总，具体包括认知神经科学的发展历程、人类发展的认知神经科学研究、注意过程的认知神经基础、语言的认知神经机制、社会行为的认知神经根源、决策与判断领域中的认知神经科学研究以及音乐与大脑的关系等方面的内容。这些内容不仅是当今学术研究的热点，还与我们的生活息息相关。

例如，对人类发展的认知神经科学的探讨，能够帮助我们进一步了解人类认知发展的规律，有助于理解儿童发展过程中脑的发育与行为的交互作用，进而实现科学地培养人类后代的目的；注意过程是个体认知过程中的重要一环，对其认知神经基础的研究，不仅充实了认知神经科学的理论框架，还加深了我们对注意的毕生发展的认识；语言的认知神经科学也是当今学术研究中的热点话题，开展与语言相关的认知神经科学研究，有助于理解个体成长中语言是如何产生与发展的，从而为语言障碍的治疗找寻方法；社会行为的认知神经科学展现了社会行为与大脑的相互作用，可以帮助我们理解各种社会行为背后的神经根源，为促进亲社会行为、矫正不良行为模式提供依据；无论是个人还是机构，其发展均离不开有利的决策，因此，了解决策与判断背后的神经机制，有利于帮助最佳决策的产生，提高个体生活幸福感；音乐作为人类本性的一部分，与个体生活幸福感有着密切联系，对大脑与音乐的关系探讨，是借助音乐来理解大脑的一个重要途径。

值得一提的是，以上几个研究主题之间并不是绝对独立、毫不相关的，许多认知过程存在交集。例如，决策过程有时也包含在社会行为中，而理解音乐的能力也与语言系统密切相关。因此，我们鼓励读者在使用本译丛时，能够做到融会贯通，切勿忽视各册之间的联系。

或许，周晓林、罗跃嘉和我为什么能够走到一起来做这件事，也是人们所关心的问题。说实话，我并不是一个认知神经科学家。我早年攻读硕士学位时，有幸成为中国美育心理学的第一届研究生之一，师从美育心理学创始人刘兆吉教授，开展美育心理学研究。那时候，我就对人们为什么喜欢音乐、美术作品这样的事感兴趣，在自己不断积累欣赏经验的同时，还曾专门研究过如何教中学生欣赏西洋绘画。遗憾的是，那个时代我没有机会认识罗跃嘉教授的老师魏景汉研究员（他在国内最早从事事件相关电位研究），因而没有能够尽早地接触到认知神经科学，以至于我至今还在感叹，要是那时候认识了魏景汉先生，或许，我可以很早就开展审美的认知神经科学研究，甚至成为罗跃嘉教授的师兄了！哈哈！到今天，认知神经科学在很多方面都开展了有效的研究，但是审美的认知神经科学研究还处于非常初级的阶段。如今看来，似乎真的到了我放弃各种繁杂事务，回过头来重拾旧业，利用先进的认知神经科学手段来开展审美认知神经心理学研究或者基于认知神经科学的美育心理学研究的时候了！1993年，我又到北京师范大学儿童心理学研究所做博士生，师从林崇德教授，研究儿童认知发展，在儿童推理领域曾做过一系列研究。若在那个时候能够认识罗跃嘉教授，或许，我也可以很早期地开展发展认知神经科学的研究。遗憾的是，那时候，我仍然没有机会认识罗跃嘉教授。说到这里，尽管本套译丛中包含了一本《人类发展的认知神经科学》，但发展认知神经科学的研究进展到目前为止还是很初步的，有待更多的有志之士参与进来，从事高水平的研究工作。恩师林崇德先生年事已



高，依然笔耕不辍，正当壮年的我，又如何能停止相关研究工作？学习林先生老当益壮的精神，利用认知神经科学手段研究儿童认知发展，为中国的发展心理学事业做出贡献，这理应成为我未来的重要目标。直到2001年，我到中国科学院心理研究所开会，被刚从海外归来从事科学研究的罗跃嘉教授邀请到他办公室小坐，才开始与罗跃嘉教授有了较为密切的接触。2004年，我邀请他担任西南大学心理学院的客座教授，后来他又成为“认知与人格教育部重点实验室”的学术委员会委员并指导青年教师和研究生从事认知神经科学研究，我才有机会真正接触认知神经科学，并被逐渐吸引到认知神经科学的研究中来。之后十几年，我和罗跃嘉教授一直保持着深厚的友谊，至今我们又在这同一个单位并肩战斗，共同为深圳大学开创了心理学一级学科博士点。可以毫不夸张地说，我的认知神经科学研究是因为罗跃嘉教授才得以启蒙的。

说到周晓林教授，我相信大家绝对不陌生。因为他是中国心理学界最活跃的人物之一，这不仅是因为曾经担任过北京大学心理学系主任的他目前担任中国心理学会的候任理事长，还因为他担任了教育部高等学校心理学教学指导委员会的主任委员，同时还是国务院学科评议组成员。这几个头衔的任何一个都足以让他成为“空中飞人”，平常待在北京的时间少之又少。就是这样一位从剑桥大学获得心理学博士学位，担任罗丹科学院院士且在心理学界鼎鼎大名的周晓林教授，每当说起他自己与认知神经科学的关系的时候，也总是非常谦虚地说：“其实我开始从事认知神经科学研究完全得益于罗跃嘉教授，因为我派学生到他的实验室去学习并开展合作研究，才有机会了解事件相关电位研究，也才有机会从事认知神经科学研究。”从以上所述来看，周晓林、罗跃嘉和我走到一起来从事这项艰巨的任务是完全顺理成章的。我们三人在事业中相识、相知、相助，又在生活中建立了深

厚的友谊，这种事业上的共同追求和生活上的友谊，促使我们走到一起，基于强烈的使命感和事业心，我们必须为中国心理学事业的发展做更多有益的事情。

我作为中国心理学会副理事长和教育部高等学校心理学教学指导委员会副主任，因为职责所在，总在思考这样两个问题：中国心理学走到今天，传统心理学到底还有多大力量？现代心理学到底应该是什么模样？早在2005年，我在西南大学创立“认知与人格教育部重点实验室”的时候，实验室学术委员会主任陈霖院士就曾说过，现代心理学的关键特征应该是“以脑与认知科学为核心，多种研究取向并存”。那时候，陈院士就告诫我们，在脑与认知科学领域，中国并没有像在其他一些科学领域那样落后西方几十年，因为西方的认知神经科学研究也没有多少年历史，现在迎头赶上正是时候。根据陈院士的指导，结合“认知与人格教育部重点实验室”的建设需要，我和西南大学的年轻一代开始全力以赴向认知神经科学发起冲击，也取得了一些成果。然而，国内像西南大学这样有根基的心理学教学科研机构屈指可数，西南大学心理学科的发展能够代表中国心理学水平的整体提高吗？像北京师范大学“认知神经科学与学习国家重点实验室”和中国科学院“脑与认知科学国家重点实验室”这样的心理学教学科研机构更是凤毛麟角，它们和国内少数几个在认知神经科学领域颇有建树的单位能够代表当今中国心理学的整体水平吗？如果这些单位的发展只能算是万绿丛中几点红，那么怎样才能使“以脑与认知科学为核心，多种研究取向并存”的现代心理学研究万山红遍呢？怎样才能通过普及认知神经科学从而使中国心理学发展更加接近国际先进水平呢？这些问题一直困扰着我。碰巧的是，浙江教育出版社莫晓虹女士（曾是我在西南大学的老同事）希望我介绍中国顶尖的心理学家特别是认知神经科学家给她认识，以便找到好的选题来共同做点事。于是，我第

一时间想到了周晓林教授和罗跃嘉教授，他们在我心目中绝对算得上是顶尖的心理学家和认知神经科学家了。我们三人也一拍即合，当即同意共同担任主编来完成“认知神经科学前沿译丛”的翻译工作。

接下来，我们三人和浙江教育出版社通力合作，精心挑选国际权威的认知神经科学图书原著，认真组织国内优秀青年学者开展翻译和校对工作，又反复和出版社在文字方面进行斟酌，才有了“认知神经科学前沿译丛”的问世。

这套译丛包括《人类发展的认知神经科学》《注意的认知神经科学》《语言的认知神经科学》《神经经济学、判断与决策》《社会行为中的认知神经科学》《大脑与音乐》《认知神经科学史》等分册，围绕心理/行为与脑的关系，汇集跨学科研究方法和成果——神经生理学、神经生物学、神经化学、基因组学、社会学、认知心理学、经济/管理学、语言学、音乐学等，几乎涵盖了认知神经科学所有的热点领域。译丛具有跨学科视野，不仅适合心理学和认知神经科学专业的本科生、研究生、研究者、教师阅读和参考，也适合想快速了解认知神经科学的人工智能、临床医学、精神病学、社会管理、工业制造、中小学教育等领域的研究者与专业技术人员阅读和参考。我们相信，这套译丛有助于读者了解当前认知神经科学的跨学科研究趋势，也有助于读者掌握认知神经科学的研究方法和范式，帮助读者开阔视野，催生国内高水平的跨学科研究，进而促进认知神经科学服务于国计民生。

必须指出，这套译丛能够问世，少不了莫晓虹女士的倾心相助，如果没有她辛勤的工作以及对朋友的耐心和细心，绝没有这套译丛的出版。这套丛书的问世，也和浙江教育出版社一贯重视高水平心理学学术著作的出版有关：大家一定还记得张春兴等海峡两岸著名教授所撰写的系列心理学学术专著“世纪心理学丛书”。“世纪心理学丛书”在中国心理学界久负盛名，影响了一代代心理学学人；还有与“世纪

心理学丛书”同样有影响力的“20世纪心理学通览”，也凸显了浙江教育出版社对心理学著作出版的有力支持。浙江教育出版社的编辑们辛勤工作，为保证本套译丛的高质量出版付出了心血。周晓林教授团队、罗跃嘉教授团队以及我的团队中的年轻同事、博士生、博士后们为了本套译丛的出版，也是呕心沥血，不知道度过了多少个不眠之夜，贡献了多少个本应和家人欢聚的节假日！在此，请让我代表周晓林、罗跃嘉两位教授对这些贡献者致以崇高的敬意和深深的谢意！

李 红

2017年10月于深圳大学荔园

## 译者序

音乐是人类发展过程中的重要文化产物。探明音乐加工的脑机制不仅能够拓展我们对大脑功能的认识，而且能够帮助我们更好地认识音乐的本质、更好地促进音乐事业的繁荣发展。近年来，研究者们采用神经电生理学、神经影像学、神经病理学等研究手段，从不同角度去深入考察音乐加工的认知神经机制。本书作者斯蒂芬·克尔施教授是国际音乐心理学顶尖专家之一，他将音乐的脑机制类比于语言的脑机制，开创性地提出了“音乐语言连续体”这一概念。

2017年，中国心理学会音乐心理学专业委员会正式成立，标志着我国越来越多的科研人员投身音乐认知神经机制研究的行列。我们抛砖引玉，译介克尔施教授的《大脑与音乐》一书，就是希望来自音乐学、心理学、认知神经科学等领域的研究者能够站在前人的肩膀上，结合中国音乐、中国音韵、中国音乐教育的特点，做出创新性的成果，在音乐心理学的国际舞台上大放光彩。

值得一提的是，本书同样适合初学者阅读。作者在本书的第一部分详细介绍了相关的理论背景和基础知识，随后介绍了音乐知觉、音乐句法、音乐语义以及音乐与动作、音乐与情绪的关系，帮助读者建构认知神经科学、音乐理论和音乐心理学的基本概念，有助于读者快速进入音乐认知神经科学的殿堂。

本书的翻译出版是北京大学周晓林实验室和北京师范大学南云实验室全身心投入的成果。主要分工如下：第1章由李嘉琦翻译，

第2章、第3章由王潇月翻译，第4章、第9章由杨琪翻译，第5章由冯望舒翻译，第6章由方莹翻译，第7章由沈波翻译，第8章由陆春雷翻译，第10章由代佩霖翻译，第11章由唐炜翻译，第12章由陈希琢、唐炜、李嘉琦翻译，第13章由赵延鑫翻译。两个实验室的个别其他学生参加了部分翻译工作。全书由杨琪、舒武林统稿，周晓林、南云校译。

本书的顺利出版离不开浙江教育出版社冯岩等编辑的辛勤付出。但由于译者水平有限，译文若有不当之处，敬请读者批评指正。

最后，我们真诚地希望读者喜欢本书。

周晓林

2017年11月

## 序 言

音乐是人类本性的一部分。我们所知道的各种人类文化都有音乐的印迹。纵观人类发展历史，人们一直在演奏和享受音乐。迄今为止，最古老的乐器是在德国南部乌尔姆（Ulm）附近的费尔斯窟（Hohle Fels）洞穴中发现的用秃鹫骨制成的笛子，距今已有3万至4万年的历史。<sup>①</sup>然而，很可能早在10万至20万年前，第一代智人就已经制作了鼓、笛子等乐器，并且学会了协同演奏音乐。一些人认为，音乐创作能够促进和维持交际、合作等社会功能，增强社会凝聚力<sup>②</sup>，且人类的音乐能力在语言进化中一直起了关键的系统作用。<sup>③</sup>但音乐对人类进化的适应性作用如何，目前仍然存在争议和疑问。不过在人的个体发育方面，我们知道，即使不懂单词和语法的新生儿也具备音乐能力。例如，他们能够察觉音乐节奏（musical rhythms）、音程（pitch intervals）和调性（tonal keys）的变化。<sup>④</sup>凭借这些能力，新生儿能够辨别出语言的声学特征和语音的韵律特征。<sup>⑤</sup>因此，婴儿以韵律信息（即语言的音乐层面）为基础迈出进入语言世界的第一步。而且，幼儿时期的音乐交流（如家长哼唱）在儿童的情感、认知和社会发展中起着重要作用。<sup>⑥</sup>

欣赏音乐和演奏音乐需要一系列心理过程的参与，包括知觉与多通道整合、注意、学习与记忆、句法与语义信息的加工、动作、情绪和社

① 参见科纳尔（Conard）等人（2009）。

② 参见罗斯（Cross）和莫利（Morley）（2008），克尔施（Koelsch）等人（2010a）。

③ 参见沃林（Wallin）等人（2000）。

④ 参见温克勒（Winkler）等人（2009b），斯蒂芬尼克（Stefanics）等人（2007），帕拉尼（Perani）等人（2010）。

⑤ 参见温克勒（Winkler）等人（2009b），斯蒂芬尼克（Stefanics）等人（2007），帕拉尼（Perani）等人（2010）。

⑥ 参见特雷胡布（Trehub）（2003）。

会认知。音乐的丰富性使其成为研究人类心理和大脑运作的理想工具：音乐心理学本质上涵盖和连接了心理学的不同主题（如知觉、注意、记忆、语言、动作、情绪等）。音乐心理学的特别之处在于它可以将许多不同的主题整合在理论与研究的综合框架内。这也是音乐心理学能成为心理学基本学科的原因之一。

音乐神经科学是音乐心理学用来理解人脑的工具。在过去的几年中，神经科学家通过越来越多的音乐神经研究，为社会、认知和情感神经科学的发展做出了重大贡献。本书旨在向读者介绍音乐神经科学中几个重要领域的现状，并将这些知识与本书形成的概念和原理融合，从而形成一个新的音乐心理学理论。

本书的第一部分包括七个章节。其主要内容与本书的第一版（即我已发表的博士论文）完全相同，除此之外，我还补充了不同领域科学发展的章节。这些章节分别介绍了耳和听觉（hearing）的生理原理、音乐理论概念、音高与和声的知觉、脑电产生的神经生理机制、事件相关电位（event-related brain potential, ERP）的成分、音乐加工的电生理研究历史以及功能神经影像学技术。安排这些章节的目的，是从不同主题为读者提供理解本书第二部分的必要知识。这些知识包括神经科学、音乐理论的基本知识和音乐心理学的概念（读者如果缺少这些背景知识是难以理解第二部分内容的）。为了节约篇幅，我把这些章节的内容限定在与第二部分有关的知识上。已经熟悉第一部分知识的读者可以直接从第二部分开始阅读。

第二部分从介绍音乐知觉模型（model of music perception）的章节（第8章）开始。该模型为后面章节中所述的过程和概念提供了理论基础，从而为本书所介绍的音乐心理学理论的构建奠定了基础。接下来的一章（第9章）介绍的是音乐句法加工。在这一章中，我首先梳理了音乐句法加工的不同认知操作（cognitive operations）。我主张区分以下三个“过程”：一是不需要长期（long term）知识的过程；二是基于长期的知识，并且需要加工局部[包括局部依赖关系，而非长程依赖关系（long distance dependencies）]的过程；三是加工层级结构的过程（包括长程依赖关系）。然后，我将详细介绍使用早期右前侧负波（early right anterior negativity, ERAN）考察音乐句法加工的研究情况。这些研究得



出的一个结论是“句法等效假设”(Syntactic Equivalence Hypothesis)。这一假设认为,对音乐句法、语言句法、动作句法以及数学句法加工所需的认知操作(和对这些操作进行调节的神经群)是存在的。这种认知操作既不涉及声学偏差的加工,也不参与语义信息的加工。

第10章论述了音乐语义加工。在这一章中,我将试图梳理音乐的两个不同方面:音乐可以传达意义,或唤起对听众有意义的过程。我重点对音乐外在的意义(extra-musical meaning)、音乐内在的意义(intra-musical meaning)和音乐性的意义(musicogenic meaning)做了区分。其结论是,音乐外在的意义加工反映在ERP的N400成分上,而音乐内在的意义加工反映在N5成分上。关于音乐性的意义,进一步的结论是,音乐可以唤起人们的感受,相比用词来形容,音乐能承担更多的人与人之间交流的功能。从这个意义上说,音乐具有定义一种感受的优势,从而避免了用词语定义感受而产生的偏差。我将这种音乐性的内涵特点称为“先验的音乐意义”(a priori musical meaning)。

第11章论述了音乐与动作的神经关联物。这一章第一部分回顾了通过听音乐诱发的前运动过程(premotor processes)的研究。第二部分回顾了用ERP考察动作(action)的研究。在这些研究中,我考察了钢琴家的演奏,特别侧重于钢琴家在演奏错误时所诱发的ERP成分,和钢琴家在弹奏正确的音符时被给予错误反馈的加工。特别是第二部分,由于该领域目前的神经科学研究较少,所以这一章篇幅相对较短。但我认为,音乐和动作的主题对于音乐神经科学来说是非常重要的,所以这一章是不可或缺的。

第12章论述了音乐诱发的情绪及其神经关联物。这一章提供了用音乐唤起情绪原则的理论思考。这些原则不仅适用于音乐,而且可以推广到情绪心理学。我还详细阐述了团队演奏音乐时涉及的几种社交功能。有观点认为,音乐的特别之处在于它可以同时唤起所有的社交功能。参与这些社会活动符合人们的需要,可以唤起人们强烈的情绪。我还详细介绍了音乐情绪的功能性神经影像学研究。这些研究表明,音乐诱发的情绪几乎可以调节所有的所谓边缘脑结构的的活动。在我看来,这既说明音乐诱发的情绪触及了进化适应性神经情感机制的核心,也说明音乐能够满足人类的基本需要。我还认为,娱乐和奖赏的体验与快乐、幸福和