

《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：音乐对亲社会行为的影响及其作用机制

作者：李俊朋 周临舒 江俊 王丹妮 蒋存梅

第一轮

审稿人 1 意见：

《音乐对亲社会行为的影响及其作用机制》一文，总体来说反映了该领域的研究进展，且具有启发性，但存在如下问题需要作者进一步思考：

意见 1：作者指出“我们尝试提出一个理论模型来解释音乐的亲社会效应”，这个模型的特点是什么，有什么创新性，以往研究的相关理论发展到什么程度？作者并没有阐述清楚这些相关内容。作者模型中提到的很多机制，前人其实已经有论述，建议应该在前人提出的一些理论和机制铺垫基础上，再提出自己的构想，并进行论证，同时，阐明自己的创新性。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见！同意您的观点，前一稿的确未能清楚阐述我们提出的理论模型与前人研究的区别。经过重新梳理，我们在修改稿中强调了本文区别于前人理论的创新性。具体而言，前人理论主要阐述某个单一机制（比如，共情、人际同步或催产素等），并且以单个机制来解释音乐聆听、联合音乐活动或音乐训练的亲社会效应。而我们认为，由于音乐活动包含复杂多元的成分，其亲社会效应完全可能基于同时并存的不同机制，并且机制之间存在相互作用。因此，我们在综合前人各个理论的基础上，提出一个更新的、多通路的理论模型，以更完整和全面地解释音乐的亲社会效应，这是对已有理论的改进和补充。

根据您的建议，已对论文第三部分（作用机制部分）进行了改写，包含“3.1 前人相关理论”和“3.2 对作用机制的假设”两节，在阐述前人理论的基础上，具体介绍我们的理论构想并进行论证。

具体修改请见下方标红部分：

“3.1 前人相关理论

一些理论研究尝试解释音乐的亲社会效应。比如，Greitemeyer (2022)以一般学习模型来解释亲社会歌曲对亲社会行为的影响，认为曝露于亲社会媒介中可能影响个体的内在状态(包括认知、情感和唤醒度)，进而影响他们对亲社会相关事件的知觉和解释。比如，对音乐所携带的亲社会元素(比如，亲社会歌词)的观察或模仿让人更加相信帮助他人是正确的事情(指令性规范)或人们通常会做的事情(示范性规范)，这些内化规范可能增加观察者的亲社会行为，同时，这种观察和模仿可能引起共情的增加。有研究表明共情是音乐聆听促进亲社会行为短期效应的中介(Greitemeyer, 2009a)，支持该理论的情感路径。认知路径和唤醒度路径则需要检验，虽然聆听亲社会歌曲可以减少攻击性思想的表达(Jacob et al., 2010)，但目前尚未有证据显示这种认知启动与亲社会行为存在联系。此外，该理论强调观察或模仿的作用，主要用于解释有亲社会歌词音乐的聆听效应。

与此相似，Wu 和 Lu (2021)认为音乐训练与情绪能力以及社会互动之间存在积极关系，在儿童时期强化音乐训练可以促进共情的发展并影响亲社会行为。他们认为，这一方面得益于音乐学习过程中丰富的情感体验，另一方面缘于音乐训练在发展复杂的感觉和运动技能方面的作用。同时，音乐训练本身是一个与他人社会互动的过程，有助于文化认同和合作网络的建立。这些积极作用可能在情感识别、体验分享以及模仿他人的动作和情绪等方面提供了神经认知基础，从而促进了儿童共情和亲社会能力的发展。

Cirelli (2018)强调音乐活动中的人际同步是识别群体成员身份的重要线索，这种同步性是音乐影响各种形式亲社会行为的潜在机制。该研究认为，伴随音乐的人际同步可以鼓励

婴儿产生直接的对同步运动伙伴的亲社会倾向，更重要的是，这种亲社会性的对象甚至可能进一步延伸到该同步伙伴的社会群体。基于此，长期参与联合音乐活动可能对社会认知和行为产生普遍的影响，因为这些音乐活动鼓励在群体环境中高度的人际同步。

为了更深入地解释音乐的社会功能，近年研究者对音乐如何影响神经激素（比如多巴胺、内啡肽和催产素）也越来越感兴趣。一些神经生物学基础可能介导音乐对亲社会行为的影响，因为它们不仅与音乐有关，同时也与特定的社会技能有关。Hansen 和 Keller (2021) 以催产素的社会适应效应来统一音乐社会功能的神经生物学框架，认为催产素的释放通过优化对社会环境的感知、学习、预测和反应能力来促进音乐的社会功能。与此不同，Greenberg 等人(2021)强调催产素和多巴胺系统的作用，认为二者以及它们之间的互动可以共同作用于音乐的社会功能。在 Savage 等人(2021)提出的模型中，听觉-运动耦合则是维系音乐与其他机制联系的关键，音乐通过听觉-运动耦合进一步作用于多巴胺系统、催产素以及内源性阿片系统，从而影响社会联结。

可见，已有研究对音乐亲社会效应的作用机制解释立足于不同的视角，其支持证据也来自不同文献。比如，一般学习模型对音乐亲社会效应的解释强调观察或模仿所引起的情感、认知或唤醒度变化，其证据来自歌曲聆听所诱发的亲社会效应(Greitemeyer, 2022)。针对音乐训练效应的研究主要从共情(Wu & Lu, 2021)和人际同步(Cirelli, 2018)两方面解释早期音乐学习对亲社会发展的积极影响。神经生物学角度的理论解释则针对广义的、一般性的音乐活动来讨论相关神经激素在音乐社会功能中的介导作用(Greenberg et al., 2021; Hansen & Keller, 2021; Savage et al., 2021)。需要指出的是，虽然音乐聆听的研究主要考察个体自身的（不依赖于他人）独立音乐行为，而联合音乐活动的研究主要探讨基于人际互动所产生的音乐行为，但事实上大多数音乐行为均涉及较为综合复杂的、多元的成分，多个机制可能同时产生作用。比如，音乐聆听过程不仅涉及个体对音乐的知觉和体验，也涉及在此基础上产生的音乐行为(比如，随音乐摇摆)等。在这个过程中，对音乐意义的理解以及音乐节奏所引起的知觉和运动皮层的耦合等，反映了聆听者解码他人(作曲家)意图并随之同步的人际间交流过程。另一方面，联合音乐活动不仅涉及人际互动，也涉及个体自身对音乐的知觉和体验(包括情感体验)。基于此，我们认为对音乐亲社会性的机制解释需要同时关注不同成分或维度(如情感或人际同步)的作用，探讨可能并存的不同心理行为机制及其之间关系。

3.2 对作用机制的假设

3.2.1 理论模型

基于前述研究证据和前人理论，本文提出了一个音乐影响亲社会行为的作用机制模型。如图 1 所示，无论是在音乐聆听或是联合音乐活动中，主要经由两个通路来影响个体的亲社会行为。在个体内的水平上，音乐活动中的情绪感染可以提升个体的共情和/或积极情感体验、促进对亲社会信息的注意、预测和评价，从而形成亲社会动机和决策，这个过程主要得益于音乐对亲社会激素和多巴胺奖赏回路的刺激。在个体间的水平上，音乐节奏的夹带作用增强了个体间的同步性，有利于自我与他人的融合，这个过程得到听觉和运动皮层之间耦合机制的支持。此外，无论在个体内或个体间层面，情绪感染和节奏夹带存在双向的相互作用，它们对共情、积极情绪体验和人际同步的影响共同鼓励亲社会的行为倾向及发展。下文具体阐述音乐情绪感染和节奏夹带对相关心理机制(共情、积极情绪体验和人际同步)的影响，并讨论相关神经生物学基础在音乐促进亲社会行为过程中的作用。”（请见 3.1 和 3.2 部分）

意见 2: 作者尝试提出一个理论模型来解释音乐的亲社会效应。重点探讨了情绪感染和节奏夹带两条通路或两种机制的影响，作者进行这样二分的理论依据是什么？（对应之前的音乐聆听和集体音乐表演？），根据现有文献，其实这两种机制完全可能是相互作用的（而非分离，更非对立）。例如，节奏夹带可能引起情绪感染（节奏夹带可能会引起模仿机制，引起情绪感染）。例如，情绪感染也可能会引起更好的节奏夹带效应。现有文献完全能够找到两者相互作用的证据。既然如此，那么本文提出的理论模型可能是存在问题的，或者是某些表述上需要更为清晰且谨慎。作者可以考虑对提出的理论模型进行一些修正和补充，尤其是对两种机制之间的关系加强一些说明或补充。

回应: 是的，之所以进行二分，主要是考虑在逻辑上与之前的“2.1 音乐聆听”和“2.2 联

合音乐活动”两个部分对应。我们同意审稿专家的意见，两种机制完全可能存在相互作用。虽然前一稿有简略提及，但我们之前确实没有针对这一观点展开详细的阐述和论证。基于您的建议，已在论文中补充了“3.2.4 情绪感染与节奏夹带的相互作用”这一节，结合相关文献以集中讨论机制间的关系。另外，修改了“3.2.1 理论模型”一节对模型描述，强调了情绪感染和节奏夹带两条通路的潜在联系。

具体修改请见下方标红部分：

“3.2.4 情绪感染与节奏夹带的相互作用”

情绪感染和节奏夹带对共情、积极情绪体验以及个体间同步性的影响不是分离的，不同的作用机制之间存在相互关系。一方面，音乐节奏夹带可以引起情绪感染，进而影响共情和积极情绪的体验。根据 BRECVEMA 模型(Juslin, 2013)对音乐情绪诱发机制的阐述，节奏夹带是积极情感体验的影响机制之一，音乐强有力的外在节奏可以影响听者内在的身体节奏(如心跳)，这种情况诱发的情绪可以得到增强。因此，节奏夹带可能加强音乐对个体以及个体之间情绪感染的效果，从而为共情和积极情绪体验提供了一个有利于亲密关系的情境。已有证据表明，儿童参加团体音乐课程(Schellenberg et al., 2015)或基于音乐互动的活动(Rabinowitch et al., 2013)有助于他们共情能力的发展。虽然目前无法确定这种效应究竟源于音乐诱发的情绪感染抑或是节奏夹带，但我们猜测个体之间在相同节奏模式下的互动是一个有益于情绪感染的社会情境。当人们参与联合音乐活动，他们同时关注相同音乐事件的展开，并形成相互关联的注意和运动模式(Parkinson, 2020)。稳定且重复的音乐节奏模式为群体活动提供了一个有意义的情感焦点，增强了情感信号的可预测性，从而提高了情绪感染或情感夹带(affective entrainment)发生的可能性(Clayton et al., 2020; Tschacher et al., 2023)，这一过程支持情感的共情和积极情绪体验。

反之，情绪感染也可能引起更好的节奏夹带效应，从而解释人际同步的增强。音乐情绪是节奏知觉的影响因素之一。有研究表明，在音乐速度相同的前提下，音乐情绪的变化会影响步行的速度(Leman et al., 2013)。同时，相比中性刺激情绪，情绪刺激更能引起注意，有利于知觉时间的积累(Hoehl et al., 2021)。此外，情绪感染有助于人际之间生理上的同步(Lin et al., 2023)，这或许可以解释为什么有音乐的节奏相比于节拍器节奏更有助于促进感觉运动同步(Carrer et al., 2023)和节奏夹带(Rose et al., 2021)。我们近期的研究也显示，音乐情绪感染及其诱发的情绪体验可以影响个体的时间知觉，并进一步影响个体的行为(Zhou et al., 2022)。因此，情绪感染既有可能在个体内水平激发听者行为或神经反应与音乐节奏的对齐来直接提升同步性，也可能激发个体间的节奏对齐，促进个体间在行为和生理活动上的同步。在这个过程中，情绪感染的主要作用可能是增强个体对音乐节奏或他人音乐行为(包括其时间组织)的表征(Hoehl et al., 2021)，情绪调节特性与节奏夹带的相互作用使音乐参与成为一种重要的社交工具。”(请见 3.2.4 部分第 1-2 段)

意见 3：摘要部分，作者提出“未来研究可基于统一的理论模型来检验音乐的亲社会效应及其中介机制”，为音乐-社会联结假说提供进一步的证据。作者没有必要强调“通过统一的理论模型来解释”，目前几种主流理论都有其价值所在，音乐促进亲社会行为的机制可能是多通路的，且多通路之间可能是相互作用的，作者没有必要过度强调寻求某种统一或标准化的模式来进行解释。

回应：同意您的意见，我们的理论模型事实上是在综合前人理论上提出的，强调了音乐促进亲社会行为的多通路及其之间关系。在本次修改稿中，我们已修正了摘要和正文的相关表述，把涉及“统一的理论模型”的相关措辞修改为“多通路的理论模型”。

意见 4：摘要部分写到“提出了一个理论模型，认为音乐既可以通过情绪感染提升个体的共情和奖赏体验，也可以通过节奏夹带增强个体间同步性，进而影响亲社会相关的行为动机和决策加工”。这种表达的暗含意思是两条通路是分离的(但实际并不是)，如上文所述，这种表达可能会引发误会，建议调整措辞。

回应：感谢审稿专家的意见和建议！已对摘要的措辞进行调整，具体修改如下：“提出了一个理论模型，认为音乐通过情绪感染提升了个体的共情和积极情绪体验，其节奏产生的夹带作用促进了个体间同步性，同时，机制间的相互作用可以进一步增强音乐的亲社会效应。”(请见摘要部分)

意见 5: 作者多次使用了“集体音乐表演”这个表述,“表演”这个词是否恰当?“表演”更多强调的是展现与传达,但是在实际例证中包括音乐课程、音乐活动、音乐训练等,能包含在音乐表演这个概念里面吗?建议考虑使用“集体音乐活动”或“合作音乐活动”等类似的概念。

回应: 感谢您的宝贵意见!综合考虑了您与第二位审稿专家的意见 4 之后,已对文中“集体音乐表演”这一核心概念进行修改。由于国外文献大多采用“joint music activity/joint music action/joint music making”这类表达,我们在修改稿中以“联合音乐活动”来统一相关概念,并且在文中对该词进行了定义:“联合音乐活动是指由两人或两人以上共同参与的音樂行为,包括集体的演唱/演奏、共同的音樂聆听和音樂互动(Beck & Rieser, 2020)。”(见 2.2 部分第 1 段)

意见 6: 作者在列举音乐对亲社会行为的效应过程中,有些研究涉及的是短暂或短期的音乐暴露,有些研究涉及的则是较长时间的音乐训练。音乐产生的亲社会效应与其音乐暴露的时间具有很重要的关联。建议作者在列举相关研究时不要淡化暴露的时间因素,尤其是在列举一些涉及较长时间训练的研究时,一定要给到读者较为准确的训练时间信息,这样对读者会更具有参考性。例如:“与一对一音乐小课(Schellenberg, 2006)或学生之间互动较少的音乐课程(Goldstein, 2012; Schellenberg, 2004)相比,互动较多的集体性音乐训练(如,小组授课)更有助于社交技能(如,合作)的提升和亲社会行为的产生(Overy, 2012)”,需要说明这个音乐课程的时间是多久,频次是什么和持续多长时间等信息?

回应: 感谢您的建议!我们同意您的观点,已重新修改了文中表述,对文献中有提及的具体信息进行了具体描述,以便读者参考。

具体修改请见下方标红部分:

“William 等人(2015)的一项大型追踪研究调查了 3031 名澳大利亚儿童,发现他们在 2 至 3 岁时参与联合音乐活动(包括与家人一起演奏音乐、唱歌、跳舞或做其他音乐活动)的次数与他们在 4 至 5 岁时的亲社会技能评分正相关,提示早期的联合音乐活动有助于亲社会发展。此外,儿童时期参加联合音乐活动与他们的亲社会技能相关。比如,Ilari 等人(2018)发现,与参加课后运动课和不参加课后活动的儿童相比,参加课后密集式(每周 6-7 小时)管弦乐课程的儿童在 3 年课程后的同步击鼓任务中表现更好,并且他们在同步击鼓中的成绩表现与送给朋友的贴纸数量呈正相关。后续研究招募了 3 至 4 岁儿童参与为期 10 周的团体音乐课程,课程通常每周提供一次,每次 1 小时,由 12 名儿童和他们的成人同伴组成,课程活动包含一起歌唱、运动、聆听、创作和即兴。研究者发现,儿童参与该音乐课程的时间和兴趣与他们的帮助行为正相关,同时,主动音乐参与的评分与分享行为正相关(Ilari et al., 2020)。”

尽管如此,联合音乐活动的效应可能与人际互动的程度存在联系。一项研究考察了儿童社会行为与其音乐学习的关系,82 名 6 至 11 岁儿童参与了平均 22.9 个月一对一私人音乐课和 5.1 个月互动较少的校外小组音乐课,结果发现音乐学习与智力和学术能力的各项指标呈正相关,与社会行为和社会技能的指标不相关(Schellenberg, 2006)。类似地,在另一项实验研究中,72 名 6 岁儿童参与了 36 周互动较少的小组键盘课或柯达伊声乐课(6 名儿童为一组),每周一次课,结果发现他们与那些未参与音乐课的儿童相似,训练前后的社会行为没有变化(Schellenberg, 2004)。然而,在 Schellenberg 等人(2015)后续的研究中,三或四年级的儿童(平均 8 岁)参加了 10 个月强化的学校团体音乐课程,他们每周接受一次 40 分钟的乐器训练,每次至少有 10 名儿童共同参与,课程鼓励儿童在音乐学习中互动和开展合作。结果显示,与不参与音乐课程的对照组儿童相比,音乐组儿童在训练后的共情和亲社会行为倾向有更大的提高,这一效应可能归因于互动较多的团体音乐训练。”(请见 2.2 部分第 1-2 段)

审稿人 2 意见:

文章综述了音乐对亲社会行为的正面作用,并对作用机制提出了自己的解释,包括情绪感染和节奏夹带等,具有一定的创新性。然而文章在定义和写作逻辑仍存在较大的问

题，需要进行较大的修改。

意见 1：前言中写到“音乐是人类意识的产物，存在于目前已知的所有人类文化中(Mehr et al., 2019)。音乐并非人类生存的必需品，为何它对于人类如此重要？”存在于所有的人类文化中不能证明对于人类就很重要，人类文化中也普遍存在很多负面文化产品，例如暴力内容的媒体产品和酒精等。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见！您的观点对我们有所启发。的确，人类文化中普遍存在很多负面文化产品，但不能说明其重要性。我们提到的“音乐普遍性”意指更加宏观的社会文化，既包括有语言的人类文明，也包括尚未产生语言的人类文明；既包括当代的各种文明社会形态，也包括古老的、原始的人类文化。我们希望通过这一点来引发对音乐功能的思考。针对您的意见，我们修改了文中的措辞以使表达更加符合逻辑：“音乐是人类意识的产物，存在于目前已知的所有人类文化中，包括那些没有文字的原始部落文化(Mehr et al., 2019)。音乐并非人类生存的必需品，它在人类进化过程中的作用和功能是什么？这一问题引起人类学、生物学、心理学、哲学等领域研究者的关注。”（请见引言第 1 段）

意见 2：文章中选取了音乐聆听和音乐集体表演来探究对亲社会行为的影响。首先文章应当简要介绍音乐对于人类影响的形式有哪些？为何选取音乐聆听和集体音乐表演，这两者为何重要？

回应：同意您的意见！已在论文第二部分“音乐对亲社会行为的影响”增加了一个段落，具体介绍音乐对于人类影响的形式，以及本文分别选取音乐聆听和联合音乐活动两个方面进行阐述的原因。

具体修改请见下文标红部分：

“音乐活动主要包含对音乐的聆听、表演、创作和学习，这些活动涉及不同形式的音乐文化相关产物，比如歌曲、器乐、舞蹈、宗教音乐等。纵观已有文献，研究者对音乐亲社会功能的实证研究大致可分为两个方面，一是从个体内层面探讨人们在聆听音乐后的亲社会效应，二是从个体间层面探讨多人共同参与的联合音乐活动(如合唱、合奏、音乐互动)所引起的亲社会效应。因此，下文首先从音乐聆听角度分析音乐与亲社会行为关系的已有证据，然后从联合音乐活动(joint musical activity)视角来讨论多人共同参与的联合音乐活动影响亲社会行为的相关证据。”（第 2 部分第 1 段）

意见 3：在音乐聆听可以促进亲社会行为的研究中，目前整理的研究主要集中在不同类型的音乐进行对比，是否有研究对比听音乐和不听音乐对亲社会行为的影响。如果有的话，应当首先阐述有音乐和无音乐的差异，再对比有音乐条件下不同音乐类型的差异。其次，目前文章中整理的文献发现，除了听到自己不喜欢的音乐，音乐聆听对亲社会行为基本没有负面效应，是否有研究发现某些类型或者情绪类型的音乐会减少亲社会行为，如果有应当纳入文章中。

回应：感谢审稿专家的意见和建议！的确，如果先阐述“有音乐”和“无音乐”的差异，再对比不同音乐类型的差异，逻辑上更加清晰一些。我们在重新梳理相关文献后发现，虽然有 5 篇文献涉及“有音乐”和“无音乐”的对比，但这些文献均同时比较了不同音乐类型的差异，“无音乐”仅仅作为控制或基线条件(Fried & Berkowitz 1979; Fukui & Toyoshima, 2014; Ganser & Huda, 2010; Kniffin et al., 2017; Yu et al., 2019)。在这种情况下，如果单独阐述“有音乐”和“无音乐”的差异，再对比不同音乐类型的差异，容易造成对文献的片面描述。经过考虑，我们决定保留了之前的文献叙述逻辑。

另外，的确有研究探讨了音乐聆听对亲社会行为的负面效应，这些研究主要探讨了音乐对反社会行为或攻击行为的影响。基于您的建议，已增加对这部分文献的描述，以此作为音乐影响亲社会行为的反面证据。

具体修改请见下文标红部分：

“相应地，一些负面的音乐内容可能增加人们的攻击行为或反社会行为。比如，嘻哈和说唱音乐通常被定义为“问题音乐”(problem music)，因为它们常与反社会态度和不良生活方式有关(Pawelz & Elvers, 2018)。Chen 等人(2006)的研究调查了不同类型音乐与酒精使用、非法药物使用和攻击行为之间的联系，1056 大学生参与了这项研究。研究者发现，

在控制了年龄、性别、种族/民族和感觉寻求的水平等变量后，听说唱音乐与酒精使用、非法药物使用以及攻击行为呈正相关，同时，听电子舞曲和雷鬼音乐与酒精使用、非法药物使用呈正相关，表明年轻人的酒精、药物使用和攻击行为与他们频繁接触含有暴力内容的音乐有关。纵向研究也验证了接触暴力音乐与青春期较高的攻击性和较低的亲社会行为有关(Coyne & Padilla-Walker, 2015)，并且对摇滚、重金属、哥特、朋克、节奏布鲁斯、嘻哈和电子舞曲的音乐偏好可以预测攻击性或轻微犯罪(Ter Bogt et al., 2013)。实验研究也表明，与聆听中性音乐相比，聆听暴力音乐或反社会歌曲的被试表现出更多的敌意和攻击性态度(Anderson et al., 2003; Barongan & Hall, 1995; Fischer & Greitemeyer, 2006)。

音乐与反社会行为的关系受到个体因素的制约。Selfhout 等人(2008)探讨了青少年外化的问题行为与他们对重金属音乐和嘻哈音乐偏好之间的关系，发现对嘻哈音乐的偏好可以预测男孩和女孩随后的外化问题行为，但对重金属音乐风格的偏好只能预测男孩的问题行为。Took & Weiss(1994)将喜欢重金属和说唱音乐的青少年与喜欢其他类型音乐的青少年进行了比较，发现喜欢重金属和说唱音乐的青少年在学业成绩、学校行为问题、性行为、吸毒和酗酒以及被拘留的发生率高于喜欢其他类型音乐的青少年。然而，当性别得到控制时，差异仅体现在学业成绩和学校问题咨询方面，表明特定类型的音乐偏好与反社会行为之间关系并不紧密。我们认为，音乐偏好与反社会行为之间关系不能简单而论，未来研究需要在排除语义内容影响前提下考察音乐风格的效应，并考虑年龄、性别和家庭环境等因素的作用。”（请见 2.1 部分第 6-7 段）

意见 4: 关于音乐表演的定义，文中应当给出明确阐述。第一次提到该词为第 2 部分引言“我们首先从音乐聆听和音乐表演(主要是集体音乐活动)”此时使用的是“音乐表演/集体音乐活动”。而在 2.2 部分标题提到为“集体音乐表演对亲社会行为的影响”，此处使用了“集体音乐表演”。在 2.2 正文部分提出“音乐是促进个体之间有意义的社会互动的有效工具(Beck & Rieser, 2020)，这较为突出地表现在集体音乐表演或共同音乐活动(joint musical action)”中，包含集体音乐表演和共同音乐活动。并且在 2.2 正文内容中夹杂了部分音乐训练的内容，如“儿童时期的集体音乐训练与他们的亲社会技能相关，比如，有研究发现，参与音乐互动课程和家庭音乐活动的时间与儿童的帮助和分享行为有关(Ilari et al., 2020)。类似地，在 Schellenberg 等人(2015)的研究中，三或四年级的儿童参加了 10 个月强化的团体音乐课程，并与社会经济地位相匹配的对照组儿童进行了比较，结果显示，音乐组儿童相比对照组儿童在训练后的共情和亲社会行为倾向有更大的提高，表明团体音乐训练有助于亲社会技能的发展。此外，与一对一音乐小课(Schellenberg, 2006)或学生之间互动较少的音乐课程(Goldstein, 2012; Schellenberg, 2004)相比，互动较多的集体性音乐训练(如，小组授课)更有助于社交技能(如，合作)的提升和亲社会行为的产生(Overy, 2012)。”音乐表演、集体音乐活动、集体音乐表演、共同音乐活动是否是同一个东西？在文中提到的集体音乐训练中，音乐互动课程和团体训练具体是什么形式，集体音乐表演是否包含所有研究中进行训练的形式？建议作者用一个统一的学术名词贯穿全文，并做出明确定义。**回应:** 感谢您的意见和建议！之前文稿的确存在措辞不统一、核心概念定义不够清晰的问题。在综合考虑了您与第一位审稿专家的意见 5 之后，已对文中“集体音乐表演”这一核心概念进行修改。由于国外文献大多采用“joint music activity/joint music action/joint music making”这类表达，我们已在修改稿中以“联合音乐活动”来统一“集体音乐活动、集体音乐表演、共同音乐活动”这些相关概念，并且在文中对该词进行了定义：“联合音乐活动是指由两人或两人以上共同参与的音乐行为，包括集体的演唱/演奏、共同的音乐聆听和音乐互动(Beck & Rieser, 2020)。”（请见 2.2 部分第 1 段）

此外，当文献涉及音乐课程或音乐训练时，我们也尽量详细地说明了课程或训练的模式、类型和形式。

具体修改请见下文标红部分：

“2.2 联合音乐活动对亲社会行为的影响

音乐是促进个体之间有意义的社会互动的有效工具(Beck & Rieser, 2020)，这较为突出地表现在联合音乐活动中。联合音乐活动是指由两人或两人以上共同参与的音乐行为，包括集体的演唱/演奏、共同的音乐聆听和音乐互动(Beck & Rieser, 2020)。Anshel 和 Kipper (1988)针对成年男性的研究表明，在囚徒困境游戏中，一起唱歌的小组成员比一起读诗、

一起听音乐或一起看电影的其他小组成员在信任问卷上得分更高。Kirschner 和 Tomasello (2010)的研究表明,与只跟同伴聊天相比,参加**联合音乐活动**(一起唱歌和跳舞)可以促进 4 岁儿童自发的帮助和合作行为。同时,联合性音乐活动可能产生长期的影响效应。William 等人(2015)的一项大型追踪研究调查了 3031 名澳大利亚儿童,发现他们在 2 至 3 岁时参与联合音乐活动(包括与家人一起演奏音乐、唱歌、跳舞或做其他音乐活动)的次数与他们在 4 至 5 岁时的亲社会技能评分正相关,提示早期的联合音乐活动有助于亲社会发展。此外,儿童时期参加联合音乐活动与他们的亲社会技能相关。比如,Ilari 等人(2018)发现,与参加课后运动课和不参加课后活动的儿童相比,参加课后密集式(每周 6-7 小时)管弦乐课程的儿童在 3 年课程后的同步击鼓任务中表现更好,并且他们在同步击鼓中的成绩表现与送给朋友的贴纸数量呈正相关。后续研究招募了 3 至 4 岁儿童参与为期 10 周的团体音乐课程,课程通常每周提供一次,每次 1 小时,由 12 名儿童和他们的成人同伴组成,课程活动包含一起歌唱、运动、聆听、创作和即兴。研究者发现,儿童参与该音乐课程的时间和兴趣与他们的帮助行为正相关,同时,主动音乐参与的评分与分享行为正相关(Ilari et al., 2020)。

尽管如此,联合音乐活动的效应可能与人际互动的程度存在联系。一项研究考察了儿童社会行为与其音乐学习的关系,82 名 6 至 11 岁儿童参与了平均 22.9 个月一对一私人音乐课和 5.1 个月互动较少的校外小组音乐课,结果发现音乐学习与智力和学术能力的各项指标呈正相关,与社会行为和社会技能的指标不相关(Schellenberg, 2006)。类似地,在另一项实验研究中,72 名 6 岁儿童参与了 36 周互动较少的小组键盘课或柯达伊声乐课(6 名儿童为一组),每周一次课,结果发现他们与那些未参与音乐课的儿童相似,训练前后的社会行为没有变化(Schellenberg, 2004)。然而,在 Schellenberg 等人(2015)后续的研究中,三或四年级的儿童(平均 8 岁)参加了 10 个月强化的学校团体音乐课程,他们每周接受一次 40 分钟的乐器训练,每次至少有 10 名儿童共同参与,课程鼓励儿童在音乐学习中互动和开展合作。结果显示,与不参与音乐课程的对照组儿童相比,音乐组儿童在训练后的共情和亲社会行为倾向有更大的提高,这一效应可能归因于互动较多的团体音乐训练。”(请见 2.2 部分第 1-2 段)

意见 5: 文章主要阐述“音乐对亲社会行为的影响及其作用机制”。音乐是一个很大的变量,包涵了各种音乐活动和音乐形式。在第 2 部分主要探讨了“音乐聆听”和“集体音乐表演”两种形式对亲社会的影响,但是在第 3 部分“音乐影响亲社会行为的作用机制”中又把音乐的范围扩大化到了“音乐活动”。这一部分提到的音乐活动包括“聆听、合唱合奏、训练、表演和学习等”,并且在后文的叙述中,还包含“歌唱(Grape et al., 2003)、即兴表演(Good & Russo, 2021)或团体击鼓(Yuhi et al., 2017)等音乐活动”以及“伴随音乐的舞蹈和联合的音乐活动(比如,参加歌唱课程)”。在第二部分并未提及这些音乐活动形式对于亲社会行为是否有影响以及如何影响,但是在解释作用机制时却又纳入进来,是不合理的。

回应: 多谢您的指正!在本次修改稿中,我们尽量把论域范围集中在“音乐聆听”和“联合音乐活动”这两个方面,对您提到的相关措辞进行了修改,并检查了文中其余部分。由于“合唱合奏、音乐训练和学习”等词汇已涵盖在“联合音乐活动”这一术语的概念范畴内(请见我们对您意见 4 的回复),我们保留了这些措辞,同时,对“音乐活动”这一泛化的概念进行了具体化或限定,去除了“表演”这一措辞以及相关文献。

具体修改请见下文标红部分:

“有证据显示,在**参加歌唱训练课程**(Grape et al., 2003)、**合唱**(Good & Russo, 2021)或**团体击鼓**(Yuhi et al., 2017)等**联合音乐活动**中,催产素会被释放。……**音乐聆听和联合音乐活动**(比如,参加歌唱课程)不仅增加了疼痛阈值(阿片释放的指标),而且还提高了社会亲密度(Nummenmaa et al., 2021)”(请见 3.2.2 部分第二段)

意见 6: 文中 3.1 部分最后一句:下文具体阐述音乐对共情、奖赏和人际同步的作用,以及相关神经生物学基础的亲社会功能,以此验证该假设的合理性。有些难以读懂,建议修改。

回应: 抱歉,已重新对句子进行修改,具体如下:“下文具体阐述音乐情绪感染和节奏夹带对相关心理机制(共情、积极情绪体验和人际同步)的影响,并讨论相关神经生物学基

础在音乐促进亲社会行为过程中的作用。”（请见 3.2.1 部分最后一句）

意见 7: 3.2 部分论述音乐感染还可能通过奖赏体验来影响亲社会行为倾向这一段中，有两个问题需要进一步解释：第一个是听音乐的愉悦体验是否是由情绪感染引起的，是否可能是其他音乐元素造成的愉悦情绪？第二个是没有解释清楚为何激活了奖赏脑区就更容易做出亲社会决策。亲社会决策确实可以激活与动机和奖赏加工有关的脑区，是因为做出捐赠行为之后得到了奖赏，实验中是让被试观看捐赠的结果而不是捐赠过程的活动（Harbaugh et al., 2007），而不是“这可能是因为在亲社会决策中，个体需要对不同选项的预期结果赋予主观价值，以选择最优的选项。”即使是需要对不同的选项赋予不同的主观价值，为何激活这一脑区是对亲社会选项而不是自私选项赋予更高的价值，这一段的论述逻辑存在很大问题。至少需要证明，这一脑区的激活会让被试捐出更多的钱或者作出更多的亲社会行为，所以激活这一脑区会有作用。

回应: 谢谢您的宝贵意见！关于第一个问题，我们认为音乐的不同元素或结构都可以经由情绪感染唤起情绪体验，除情绪感染外，根据主流的音乐情绪体验模型，节奏夹带也可以影响情绪体验，但由于目前直接证据很少，我们仅在 3.2.4 交互作用一节讨论了这种可能性，并且主要是强调节奏夹带有可能增强情绪感染的效果。此外，听者对音乐结构的预期加工、主观评价、审美判断和情景回忆等认知过程对情绪体验也有影响，我们在修改稿中简要提到这些过程与情绪体验关系，但未把它们都列到模型中。这一方面是为了避免模型过于复杂，另一方面主要是考虑到我们模型的 X 是“音乐”，因此在情绪体验方面主要论述了情绪感染这一核心机制。

关于第二个问题，我们同意您的观点，已重新查阅文献并调整了论述的逻辑。主要修改思路如下：首先，为了避免读者对音乐奖赏与亲社会行为后的奖赏产生混淆，我们把“音乐奖赏”相关措辞调整为“音乐积极情绪体验”或“音乐愉悦体验”，其次，关于“为何激活了奖赏脑区就更容易做出亲社会决策”，作了以下论证：1）在行为层面，非音乐和音乐的大量实证研究均表明，积极情绪的体验能够因果性地促进亲社会行为，二者的关系是双向的，做出亲社会行为让人感觉良好，而感觉良好的人也更容易做出亲社会行为；2）在心理机制层面，研究表明积极情绪可以促进社会联系，减少自我关注，激发慷慨；3）在神经机制层面，音乐愉悦体验可以调节奖赏脑区的活动，这是音乐愉悦体验与亲社会行为共同的神经基础；4）有证据表明，通过影响奖赏系统关键脑区（伏隔核、内侧前额叶）的神经元活动，可以调节动物的亲社会行为。基于以上分析，我们假设音乐愉悦体验可能通过调节多巴胺奖赏系统的神经元活动来增加个体未来参与亲社会行为的可能性。

具体修改请见下文标红部分：

“音乐还可以通过情绪感染诱发个体积极的情绪体验。当音乐本身传达积极的情绪内涵，听者对这种积极情绪的知觉和内在“模仿”会通过情绪感染引发个体自身的积极的、良好的情绪体验(Juslin, 2013)。这种愉悦体验与听者对音乐结构的预期加工有关(周璨等, 2021)，结合个体对音乐的主观评价、审美判断或个体的情景记忆等过程，还可能产生崇敬、怀旧、感恩、敬畏等积极的审美情绪体验(Juslin, 2013)。

在亲社会和利他行为的研究中，一个长期存在的问题是，感觉良好的人是否也更有可能会做好事？基于相关、经验抽样、日记和实验研究在内的大量证据的研究显示，快乐会鼓励人们以更亲社会的方式行事，表现为体验过更多积极情绪的人往往会参与更多的志愿活动和慈善捐赠(Lyubomirsky et al., 2005)。后续研究也显示，幸福感的地理差异可以预测器官捐赠等特殊亲社会行为的发生率(Brethel-Haurwitz & Marsh, 2014)。更重要的是，积极情绪对亲社会行为的影响是有因果关系的：被随机分配体验积极情绪的成年人比没有体验积极情绪的成年人提供了更多的帮助。这一结论已被不同的情绪诱发方式反复验证(见 Aknin et al., 2018 综述)。此外，积极情绪有益于早期的亲社会行为和发展(Hammond & Drummond, 2019; Moore et al., 1973; Shiota et al., 2021)。比如，与那些思考悲伤或中立事件的儿童相比，思考快乐事件的 7 至 8 岁儿童给他人分配了更多的金钱(Moore et al., 1973)。针对音乐的研究也显示，与安静条件或聆听不愉悦的音乐条件相比，聆听自己喜欢的(Fukui & Toyoshima, 2014)或令人愉悦的音乐(Kniffin et al., 2017; Siu & Ho 2021)可以促进利他行为。以上证据提示音乐诱发的积极情绪体验对于鼓励亲社会行为具有一定价值。

音乐情绪感染诱发的积极情绪可能有助于建立和维持社会联系，增强个体的归属感，从而提升亲社会行为倾向。研究显示，积极情绪使个体能够满足社会互动中的关系需求，包括对安全、承诺、地位、信任、公平和归属感的需求，从而促进社会联系(Keltner et al., 2022)。这种相互联系可能培养了一种共同的责任感，并鼓励个人为群体或他人的福祉作贡献。另一方面，音乐所诱发的一些自我超越的积极情绪，如敬畏、崇敬和感恩等，可能有利于培养亲社会行为。比如，敬畏是一种积极的情绪，研究表明敬畏的情绪体验使人感到自己很渺小，这反过来会减少自我关注，激发慷慨(Piff et al., 2015)。类似地，Chen 等人(2022)强调了感恩对与自然联系的影响以及积极情绪在自我超越中的中介作用，表明积极情绪可以转化为与他人建立积极社会联系的能力。

音乐积极情绪体验对亲社会的影响可能与多巴胺奖赏系统(dopaminergic reward system)有关。音乐诱发的愉悦情绪与多巴胺奖赏系统存在直接联系(周璨 等, 2021; Belfi & Loui, 2020; Cheung et al., 2019; Ferreri et al., 2019; Skov & Nadal, 2020)，而亲社会行为决策也与奖赏脑区激活有关，比如纹状体和腹侧被盖区等(Hu et al., 2021; Park et al., 2019; Zoh et al., 2022)。可能基于共同的神经基础，积极情绪体验与亲社会行为之间的联系是双向的(Aknin et al., 2018; Fredrickson & Joiner, 2018; Hui et al., 2020; Preston, 2013; Thoits & Hewitt, 2001)，积极情绪可以培养和激励个体的亲社会性(Shiota et al., 2021)。最近的动物研究也提示，通过影响奖赏系统关键脑区(伏隔核、内侧前额叶)的神经元活动，可以调节亲社会行为(Walsh et al., 2023; Wang et al., 2021)。因此，我们假设从音乐中体验到的积极情绪可能通过调节多巴胺奖赏系统的神经元活动来增加个体未来参与亲社会行为的可能性。”（请见 3.2.2 部分第 3-6 段）

“3.2.4 情绪感染与节奏夹带的相互作用

情绪感染和节奏夹带对共情、积极情绪体验以及个体间同步性的影响不是分离的，不同的作用机制之间存在相互关系。一方面，音乐节奏夹带可以引起情绪感染，进而影响共情和积极情绪的体验。根据 BRECVEMA 模型(Juslin, 2013)对音乐情绪诱发机制的阐述，节奏夹带是积极情感体验的影响机制之一，音乐强有力的外在节奏可以影响听者内在的身体节奏(如心跳)，这种情况诱发的情绪可以得到增强。因此，节奏夹带可能加强音乐对个体以及个体之间情绪感染的效果，从而为共情和积极情绪体验提供了一个有利于亲密关系的情境。已有证据表明，儿童参加团体音乐课程(Schellenberg et al., 2015)或基于音乐互动的活动(Rabinowitch et al., 2013)有助于他们共情能力的发展。虽然目前无法确定这种效应究竟源于音乐诱发的情绪感染抑或是节奏夹带，但我们猜测个体之间在相同节奏模式下的互动是一个有益于情绪感染的社会情境。当人们参与联合音乐活动，他们同时关注相同音乐事件的展开，并形成相互关联的注意和运动模式(Parkinson, 2020)。稳定且重复的音乐节奏模式为群体活动提供了一个有意义的情感焦点，增强了情感信号的可预测性，从而提高了情绪感染或情感夹带(affective entrainment)发生的可能性(Clayton et al., 2020; Tschacher et al., 2023)，这一过程支持情感的共情和积极情绪体验。”（请见 3.2.4 部分第 1 段）

意见 8: 文中提出听觉-运动耦合在音乐亲社会效应中起着重要的作用，尤其是在多人共同参与的音乐活动。观点较为新颖。但是存在一些问题需要进一步解析：首先是缺少直接的实验论据来证明听觉-运动耦合对于亲社会行为的影响，为什么听觉-运动耦合这一看似主要涉及技能训练的脑活动可以促进亲社会行为？越强则越亲社会，是否可以推断音乐家、专业运动员和舞蹈家等听觉-运动耦合更强的人会更为亲社会？其次，在集体音乐表演中的听觉-运动耦合和单独个体进行音乐活动时的听觉-运动耦合存在的差异需要更为详细的分析，是强度上的差异（比如集体音乐表演中的耦合更强）还是性质上的差异，文中提到“在集体音乐表演中，个体要将自己的音乐(或动作)与他人同步或协调”，此时的关键因素好像是考虑他人的节奏从而协调，即个体自己的运动-耦合和他人的运动-耦合趋于同步造成的亲社会行为提升，关键在于同步而不是运动-耦合本身，研究发现，脑间同步性越高则越亲社会即使没有运动-耦合的参与（见文章 Mogan, R., Fischer, R., Bulbulia, J.A. (2017). To be in synchrony or not? A meta-analysis of synchrony's effects on behavior, perception, cognition and affect. *Journal of Experimental Social Psychology*, 72, 13–20.）运动-耦合如何起着介导亲社会行为的作用需要进一步论述。

回应：感谢您的宝贵意见！针对您的第一个问题，我们已补充了一些分析来阐述听觉-运动耦合介导亲社会行为的可能性。主要补充了以下证据：1）听觉-运动耦合可以支持感觉运动同步，从而增强人际协调；2）听觉-运动耦合有助于观察、理解和模拟他人的行为和意图；3）听觉-运动耦合还可以加强感觉反馈和对他人行为的预测。我们据此认为听觉-运动耦合这一看似主要涉及技能训练的脑活动可以提高人际同步。至于音乐家等听觉-运动耦合更强的人是否更为亲社会，虽然有证据表明参加基于人际互动的集体音乐课(Ilari et al., 2018, 2020)以及早期的家庭式亲子音乐活动(William et al., 2015)有利于儿童的亲社会发展，但目前并未有直接证据表明音乐家比非音乐家更为亲社会。鉴于听觉-运动耦合仅仅是机制（或影响因素）之一，我们认为未来需要通过更严格的实验来回答音乐训练效应的问题（具体请见 4 总结与展望第一点的最后）。

对于第二个问题，关于联合音乐活动与个体音乐行为中听觉-运动耦合的差异，以及联合音乐活动的关键成分是同步还是听觉运动耦合的问题，我们已修改了表述，强调听觉-运动耦合的作用：“相比于个体单独的音乐聆听行为，听觉-运动耦合在联合音乐活动(比如合唱、合奏以及教学)中可能更有效，因为联合音乐活动中的个体不仅会因为自身的音乐行为引起听觉与运动皮层的耦合，也可能基于对他人音乐行为的感知而产生听觉-运动耦合。因此，联合音乐活动可能更有利于个体将自己的音乐(或动作)与他人同步或协调，从而促进自我-他人的融合以及社会联系的强度。”对于二者是否还存在性质上的差异，我们把它作为问题之一补充在“总结与展望”部分。此外，虽然 Mogan 等人(2017)发现即使没有运动耦合的参与脑间同步性和亲社会也存在相关，但有研究显示，但相比于无音乐条件（即，没有听觉-运动耦合），有音乐条件下的同步有助于婴儿更早地做出帮助动作(Cirelli et al., 2017)。这一点我们也补充在文中，以佐证听觉-运动耦合的作用。感谢您的仔细阅读，使我们进一步加强了表述的逻辑性。

具体修改请见下文标红部分：

“在聆听和演奏音乐的过程中，听觉-运动耦合都是不可或缺的(Cannon & Patel, 2021)，因为即便在没有实际运动(比如纯聆听)的情况下，节奏感知也依赖于听觉-运动的相互作用(Jin et al., 2018; Rouse et al., 2021)。尽管尚未有实证研究验证听觉-运动耦合在音乐亲社会效应中的作用，但有多个理由支持听觉-运动耦合是音乐促进亲社会行为的重要机制。听觉-运动耦合可以支持感觉运动同步(sensorimotor synchronization)，即个体自身的运动与外部音乐节奏(来自聆听的音乐音响或他人的演唱/演奏)之间的时间协调(Repp, 2005)。当个体感知自己的行为并与有节奏的刺激或他人的音乐行为同步时，它会增强人际协调，从而产生一种团结和同步的感觉。这可能缘于知觉与行为的耦合本身是一系列社会技能的基础，比如模仿和行为观察(Cracco, et al., 2022)。音乐训练可能加强听觉-运动耦合的能力，使个体能够更好地观察、理解和模拟他人的行为和意图(Rizzolatti & Craighero, 2004)，当个体感知到音乐节奏或他人的音乐行为时，听觉-运动耦合导致对这些行为的复制和同步，促进人际间的协调和同步。同时，听觉-运动耦合还可以加强感觉反馈和预测：在音乐聆听和联合音乐活动中，听觉-运动耦合涉及感觉反馈与运动动作的整合，允许个体根据对音乐节奏或他人音乐行为的感知来调整自己的运动和动作(Kilner et al., 2007)。这个反馈循环通过不断更新和预测其他人的音乐行为来实现实时协调和同步。虽然脑间同步在没有知觉-运动耦合参与的情况下也可以促进亲社会行为(Mogan et al., 2017)，表明音乐并不是同步效应的必要条件，但有证据提示，支持知觉-运动耦合的音乐情境下的人际同步更有利于促进帮助行为(Cirelli et al., 2017)。当群体中的个体都将自己的动作与同一段音乐中的节拍保持一致时(即，听觉-运动耦合发生时)，他们最终会默认地将自己的动作与其他人保持一致。因此，在音乐创造的社交情境中，人际同步很容易通过听觉-运动耦合实现。

一些研究已经揭示了联合音乐活动对亲社会行为的影响(Hove & Risen, 2009; Stupacher et al., 2017a, 2017b; Wiltermuth & Heath, 2009)，并且听觉-运动耦合被用于解释这种伴随音乐的同步活动和音乐训练效应(Novembre & Keller, 2014)。相比于个体单独的音乐聆听行为，听觉-运动耦合在联合音乐活动(比如合唱、合奏以及教学)中可能更有效，因为联合音乐活动中的个体不仅会因为自身音乐行为引起听觉与运动皮层的耦合，也可能基于对他人音乐行为的感知而产生听觉-运动耦合。因此，联合音乐活动可能更有利于个体将自己的音乐(或动作)与他人同步或协调，从而促进自我-他人的融合，增加社会联系的强度。”（请见 3.2.3 部分第 3-4 段）

意见 9: 文章的关键词选取有待商榷, 学术文章的关键词要概括文章的主要内容, 可以帮助读者利用学术搜索引擎找到相关研究。选择恰当的关键词可以显著提高文章的可见度, 但是本文的关键词 亲社会歌曲, 情感, 音乐训练, 预测, 神经生物学基础等与主题基本上脱离, 比如读者可能很少会通过“预测”和“神经生物学基础”等词来找本文, 一定要紧扣主题。

回应: 感谢您的意见和建议! 经斟酌, 已将本文关键词调整为“音乐情绪, 节奏, 亲社会行为, 共情, 人际同步”。

第二轮

审稿人 1 意见: 文章在审稿人意见基础之上, 做了较多的修改与调整, 质量有了较大提升。建议发表!

审稿人 2 意见: 作者很好地回答了本人上一轮的审稿意见, 暂无其他问题, 谢谢!

编委 1 意见: 目前的稿件已达到发表水平, 同意发表!

编委 2 意见: 同意发表。

主编意见: 稿件经过多位专家的审阅, 作者进行了认真的修改, 达到发表水平, 同意发表。