

混合情绪的测量：模型、方法与展望^{*}

孙五俊^{1,3} 姜媛² 方平^{**3}

(¹河南师范大学教育学部, 新乡, 453007) (²北京体育大学心理学院, 北京, 100084)

(³首都师范大学心理学院, 北京, 100048)

摘要 混合情绪对个体的心理健康和目标追求具有重要的意义, 由于测量方法等基础性研究的限制, 其相关问题并未得到充分探讨。当前混合情绪的测量方法主要基于单变量、双变量和多变量三种模型, 不同方法在操作性界定、测量工具和指标获得上存在各自的优势和适应性。未来研究应致力于完善混合情绪测量的理论基础; 提高客观反应测量指标的特异性; 建立适应混合情绪系统复杂性的测评体系; 并关注混合情绪积极成分与消极成分的时间关系测量。

关键词 混合情绪 理论基础 测量模型 测量方法 展望

1 引言

日常生活中混合的情绪体验普遍存在, 如悲喜交加、苦乐参半等。研究表明, 混合情绪体验是个体情绪复杂性的重要成分 (Grossmann et al., 2016), 对目标追求 (Mejía & Hooker, 2017)、幸福感 (孙五俊等, 2021)、压力应对 (Braniecka et al., 2014) 和自我控制努力 (Berrios et al., 2018) 等都具有重要的意义。但遗憾的是, 情绪领域长久以来一直以基本情绪或单纯情绪为主要研究对象, 较少涉及高层次的情绪结构, 对混合情绪的研究也只是近二十年的事 (Larsen, 2017)。究其原因, 与混合情绪理论和方法研究方面推进缓慢不无关系。

从理论上讲, 混合情绪是两种或两种以上情绪共存的现象, 根据其构成成分的效价是否一致, 可分为同质性混合情绪和异质性混合情绪 (潘发达等, 2012; Charles et al., 2017)。由于后者在功能上更特

殊, 更能反映情绪复杂性, 学界的绝大多数研究均以此为研究对象, 并将“混合情绪”直接界定为效价相反情绪同时激活或同时体验的心理状态 (Berrios et al., 2015b; Grossmann & Ellsworth, 2017; Larsen, 2017)。混合情绪的测量同单纯情绪一样, 都以情绪的主观体验、生理反应和外部表现为观测指标, 体现情绪的多成分反应特征 (Kreibig & Gross, 2017)。但由于混合情绪在主观体验上更复杂, 在同一类型的反应上往往同时包括两个或多个基本情绪成分, 测量时不仅需要评价多种基本情绪的状态, 还要呈现这些基本情绪共现的模式和特征, 因此其测量模型和方法更复杂和多样化。基于不同模型的测量方法在测量工具、操作方法以及结果的解释和使用上均存在差异, 这在一定程度上造成了研究结果一致性和可比性降低。因此, 有必要对混合情绪

* 本研究得到北京市社会科学基金项目 (17JYB009) 的资助。

** 通讯作者: 方平, E-mail: pfang2007@126.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20240424

研究中常用的测量方法进行梳理,总结其适用条件、优势与不足,期望对混合情绪研究提供一定的借鉴。

2 混合情绪测量的理论基础与模型

2.1 理论基础

情绪的组件过程模型(component process model)认为,情绪的产生涉及多个系统:认知系统负责内外部刺激的意义评估;自主神经系统负责体内调节;运动系统与情绪的外在表现有关;而动机系统则与行动的准备和执行相关(Scherer, 2000)。因此,情绪是包含了认知评估、生理激活、运动表现和身体感受等诸多成分的复合体(叶浩生等, 2021)。

混合情绪的产生不仅同样涉及上述多个系统,而且由于需要同时加工不同效价的信息,各个系统的运作机制与单纯情绪存在较大差异。在混合情绪产生的认知评价机制上,评估空间模型(evaluative space model)认为情绪系统是一个双变量(积极性和消极性)空间,支持包括互斥激活、单独激活和共激活等在内的多种评价激活模式。混合情绪就是积极和消极成分共激活的结果(Cacioppo et al., 1999)。Shuman等人(2013)的效价层次模型(levels of valence model)将效价的评估分为宏观和微观两个层次,混合情绪就产生于微观层次的效价评估。这一水平的认知评价可以发生在多个维度上,允许个体进行正负效价的同时加工。基于双变量或多维度评价产生的情绪体验,在现象学上表现出混合的多重体验的特征(Heavey et al., 2017),如略带悲伤的幸福、有点遗憾的喜悦等。在神经系统方面,分层的大脑系统为效价和混合情感的多重表征提供了支持(Man et al., 2017)。大脑系统的宏观层面存在一组核心的、一般性的区域(如边缘系统、皮层下和新皮质区等),根据背景灵活地支持积极和消极

效价的加工;中观层面上正负信息的处理依赖于多个中枢区域(如杏仁核)的不同回路;而微观层面,散布于同一区域内的积极与消极特异性神经元允许不同效价的同步表征。多重的认知评价和大脑激活使混合情绪在自主神经系统方面表现出不同于单纯情绪的活动特点(Kreibig et al., 2007),在运动系统方面常呈现出具有矛盾性的外部表现(Kreibig et al., 2015)。

2.2 测量模型

情绪和混合情绪的相关理论为应用领域从主观体验和客观反应的多个层面评估混合情绪提供了理论基础。在具体的测量过程中,基于不同的理论假设和测量需要,逐步形成三种测量模型。

单变量测量模型认为,混合情绪虽源自两种效价成分的同时加工,但在总体心理体验和反应过程上有不同于单纯积极或消极情绪的独特性。因此,主张将混合情绪看作一个整体,突出对混合情绪体验的直接描述和对混合情绪反应的直接检测(Barford & Smillie, 2016; Berrios et al., 2015a)。

单变量模型虽然有利于将混合情绪与积极或消极的单纯情绪状态进行直接对比,但却难以描述混合情绪体验和反应的内部结构与成分。基于评价空间模型,研究者提出了关注混合情绪内部构成的双变量模型(Kaplan, 1972; Xia et al., 2016)。这种测量模型强调对混合情绪中不同效价(积极和消极)情绪成分的测量,并通过一定程序或统计方法评估这些成分的共同体验或共现情况,以此作为混合情绪的指标。

多变量模型反映了效价层次模型的观点,认为每一个单独的情绪特征不足以将混合情绪与积极、消极情绪区分,需同时考虑多个特征,因而主张使用多个变量联合表达混合情绪状态,强调混合情绪事件中积极和消极成分不同方面的多重测量(Kreibig

表 1 混合情绪的测量方法

测量对象	测量层面	测量模型	测量方法
主观体验	总体情绪体验	单变量	特质混合情绪量表(Barford & Smillie, 2016)
	情绪体验成分与效价	双变量	状态混合情绪量表(Berrios et al., 2015a)
			双变量量表法(Kaplan, 1972)
客观反应	脑反应	单变量	按键法(Larsen et al., 2004)
			图示法-类比情绪问卷(Carrera & Ocejja, 2007)
			图示法-评估空间网格(Larsen et al., 2009)
	自主神经反应	单变量	额-顶网络测量(Henderson & Norris, 2013)
		双变量	功能区同步激活测量(Grabenhorst et al., 2007)
	运动反应	双变量	生理唤醒测量(Kreibig et al., 2013)
			混合表情测量(Kreibig et al., 2015)

& Gross, 2017; Kreibig et al., 2013)。与前两个模型相比,多变量模型虽然提供了更全面可靠的测量思路,但具体操作也更复杂,一定程度上影响了其实用性。

基于三种测量模型对混合情绪主观体验和客观反应进行评估的方法如表 1 所示。

3 混合情绪主观体验的测量

3.1 混合情绪量表

混合情绪量表法是针对总体情绪体验的单变量方法,一般通过直接询问个体混合情绪体验的程度来实现。目前研究中两个较有代表性的量表分别从状态和特质向两个视角测量混合情绪体验。Berrios 等人(2015a)的混合情绪量表包括 4 个项目,采用 5 点评分,主要用于个体混合情绪体验状态的测量,使用总均分表示情绪体验的强度。Barford 和 Smillie(2016)则将混合情绪体验界定为个体较为稳定的倾向,其特质混合情绪量表(Trait Mixed Emotions Scale, TMES)包括 13 个项目,被试需根据个人混合情绪体验的频率对项目进行 5 点评分,总分越高表示个体混合情绪体验倾向越高。混合情绪量表以简单便捷的方式,为测量混合情绪的主观体验提供了最直接有效的手段和工具。

3.2 双变量量表法

这种方法使用时主要通过选择可靠的双变量情绪测量工具,如积极消极情绪量表(PANAS),测量混合情绪中的积极(PA)和消极情绪成分(NA),并配合最小值函数 $\text{Min}(PA, NA)$ 的计算方法获得混合情绪体验的强度指标(Berrios et al., 2015b; Kaplan, 1972; Xia et al., 2016)。与混合情绪量表相比,双变量量表法提供的指标由积极和消极情绪值共同决定,在实际应用中更具灵活性。当积极和消极情绪值都比较高时,混合情绪值也较高;当两个值中一个较低或两个都较低时,混合情绪值也比较低;而当其中一个值为零时,则混合情绪也为零,此时便是一种单纯情绪状态(积极情绪或消极情绪)。双变量测量法具有良好的信度和效度,在当前的混合情绪研究中被广为采用(Berrios et al., 2015b)。

3.3 按键法

混合情绪体验的动态变化反映了其在开始、持续和消退阶段的不同特点,对揭示混合情绪体验的时间进程以及混合情绪中积极成分和消极成分的共

现方式有重要意义。混合情绪量表和双变量测量法虽然应用广泛,但只能反映混合情绪体验的强度,难以描述情绪的动态变化。为此, Larsen 等人(2004)首次提出使用按键法来即时动态地测量情绪,反映被试的混合情绪体验如何随时间的变化而变化。该方法要求被试使用两个键分别表示自己高兴或不高兴的状态,根据计算机记录的同步按键反应及持续时间,评估被试混合情绪状态的产生和持续过程。按键法的实时测量特征,最大程度地消除了情绪因随时间衰退产生的测量误差,同时也更有利于考察混合情绪中积极和消极成分的同时性和继时性问题(Larsen & Stastny, 2011),其主要局限在于难以提供混合情绪体验的强度变化。

3.4 图示法

在二维空间中绘图或选择位置坐标来表示混合情绪状态,是研究者基于量表法和按键法的局限性,设计用于同时测量混合情绪强度和动态变化的双变量方法,主要包括类比情绪问卷(Analogical Emotional Scale, AES)和评估空间网格(Evaluative Space Grid, ESG)。两者虽然都是在二维空间中表示混合情绪,但空间图形的意义和具体操作都不同(Carrera & Oceja, 2007; Larsen et al., 2009)。AES 的纵、横坐标轴分别代表情绪体验的强度和持续时间,诱发程序结束后,被试需在二维空间中画两条线来描述他们的情绪体验在一段时间内是如何变化的,这两条线中一条代表积极情绪,另一条代表消极情绪。ESG 的两条坐标轴分别代表的是消极情绪和积极情绪的强度,每条坐标轴被分为 5 个等级,由此构成了 25 个单元格,被试在实验中可以通过鼠标选择某一单元格,实时地报告自己的情绪状态,同时也可以通过变换光标所在的单元格报告他们情绪的变化。

两种图示法的共同优势在于都能提供不同时间点上被试情绪体验的强度,只是 AES 更强调按时间进程描绘混合情绪体验的动态变化,直观地提供积极和消极情绪成分的共现模式(Burkitt et al., 2018);而 ESG 更强调对混合情绪强度的实时性测量,提供更精确的评估结果(Larsen et al., 2009)。局限性方面, AES 是一种非实时性的动态测量,需要被试根据回忆描绘情绪,易受记忆偏差的影响; ESG 虽然进行了优化,有效克服了记忆偏差问题,但被试需要在观看实验材料的同时进行双重评级,容易形成较大的自我监控负担。

4 混合情绪客观反应的测量

4.1 脑反应测量

4.1.1 额-顶网络测量

额-顶叶网络 (frontal-parietal network) 的更大激活, 是混合情绪区别于单纯情绪状态的神经反应特征。功能性磁共振成像 (fMRI) 研究表明, 额-顶叶网络与认知加工中的价值比较有关 (Polania et al., 2015), 对诱发混合情绪的事件或结果敏感 (Henderson & Norris, 2013; Man et al., 2017)。使用赌博范式进行的研究中发现, 与单纯情绪事件 (直接的胜利和直接的损失) 相比, 混合情绪事件 (失望的胜利和减轻的损失) 引起了额-顶叶网络更大的激活; 额-顶叶网络对混合情绪有较高的响应性, 而与奖赏和惩罚相关脑区分别对单纯的获得和损失结果具有较高的响应性 (Henderson & Norris, 2013)。这一结果表明额-顶网络的更大激活可用于识别混合情绪和单纯情绪在大脑表征上的差异。

4.1.2 功能区同步激活测量法

脑成像研究表明积极情绪和消极情绪对应着部分分离的脑区 (Grabenhorst et al., 2007; Vaccaro et al., 2020), 如左侧前额皮层与趋近行为和积极情绪有关, 右侧前额皮层与回避行为和消极情绪有关; 伏隔核具有诱导积极情绪的作用, 而杏仁核是消极情绪加工的核心区域。这些结论为混合情绪的脑测量提供了理论支持和操作途径, 大脑中积极和消极情绪功能区的同步激活可作为混合情绪加工的双变量指标。混合情绪的脑成像研究也提供了进一步的证据, Grabenhorst 等人 (2007) 使用愉悦、厌恶和混合气味研究大脑如何表征整体情绪, 结果发现内侧眶额叶皮层负责表征混合情绪中的积极成分; 背侧前扣带回和眶额中皮层负责表征混合情绪中的消极成分。

混合情绪脑反应测量的主要局限在于其作为测量指标的特异性需进一步加强, 即提高相关指标对混合情绪的独特反应性。有研究表明大脑是以“情感工作区”的方式灵活处理不同效价情绪信息的 (Man et al., 2017)。额-顶网络激活多大程度上只反映混合情绪加工, 而非同时反映其他情绪过程; 分别表征积极和消极情绪的脑区是否具有足够的特异性; 这些问题都需更多的理论和实证研究提供支持和验证。

4.2 生理唤醒测量

生理唤醒的测量是基于多变量模型评估混合情绪的方法。这种测量方法通过检测自主神经系统中交感神经和副交感神经所支配的效应器的反应变化

来实现, 包括对心脏、血管、皮肤和呼吸系统的测量 (Kreibig et al., 2007)。Kreibig 等人 (2013) 对混合情绪的心理生理学表现进行了系统性研究, 首次获得了混合情绪状态下生理唤醒的多个指标以及混合情绪区别于单纯情绪状态的指标。混合情绪状态下的生理唤醒特征包括三个方面: (1) 心脏活动性降低, 在具体指标上表现为心率 (HR) 减慢、未校正的呼吸性窦性心律不齐 (PSAUC) 降低; (2) 末梢血管收缩, 具体表现为指温 (FT) 降低; (3) 快速浅呼吸, 具体表现为呼吸频率 (RR) 增加、吸氧量 (V_i) 减少。混合情绪区别于愉悦情绪的生理反应表现为较大的心搏量 (SV)、较低的总电阻 (TPR)、较高的皮肤传导水平 (SCL) 和较快的呼吸频率 (RR); 区别于厌恶情绪的生理反应表现为相对较小的心率 (HR)、略增的心搏量 (SV) 和呼吸周期 (T_i/T_{tot}) 缩短。生理唤醒的测量虽然找到了混合情绪区别于单纯情绪的自主神经系统反应指标, 但还没有建立有效的识别模型, 因此, 在通过特异性生理指标识别混合情绪上, 依然是困难的。

4.3 混合表情测量

面部表情是情绪研究的客观指标之一。研究表明, 与单纯的积极和消极情绪相关的表情肌激活是相对独立的 (Larsen et al., 2003), 如颧大肌和皱眉肌, 二者分别对积极和消极情绪敏感, 积极情绪状态下表现为颧大肌的激活和皱眉肌的抑制, 消极情绪状态下刚好相反。混合情绪加工过程中, 积极和消极情绪的同时激活会诱发混合的面部表情, 负责积极情绪和消极情绪的表情肌会同时处于激活状态 (Kreibig et al., 2015)。通过肌电图, 或视频记录和观察者编码的方式对混合表情进行测量, 可以获得混合情绪在行为反应方面的重要指标。通过表情来测量和识别情绪常受到测量效度方面的质疑, 现代情感计算科学使用机器学习技术, 通过对图像数据的特征提取与表情分类增加情绪测量的准确率和稳健性, 但这些技术在复杂表情的识别效果上还有待继续提高 (叶继华等, 2020)。

5 未来研究展望

5.1 完善混合情绪测量的理论基础

情绪测量方法的改进依赖于情绪理论的发展 (Reisenzein, 2019)。混合情绪现有理论虽为混合情绪的产生及表现进行了基础性的解释 (Cacioppo et al., 1999; Shuman et al., 2013), 但依然较为粗

略，更没有构建完整的心理和神经机制模型。这使得混合情绪测量在操作性概念的界定、测量对象的内容与层面以及测量指标的确定等方面缺乏足够的理论基础。有效的混合情绪测量模型和兼具敏感性与特异性的测量方法均有赖于完善的混合情绪理论（Larsen, 2017）。未来研究应致力于混合情绪加工机制的理论与实证探索，构建相对完善的混合情绪加工模型，为测量方法的进步提供理论基础。

5.2 提高混合情绪客观测量的特异性

特异性不足是情绪客观测量的普遍问题，这一问题在混合情绪的测量方面表现尤为突出。情绪计算科学和转化神经科学方面的努力为解决这一问题提供了一定的思路。该领域通过尝试建立生理信号与主观体验和行为之间的联系，以达到识别、解释、处理和模拟人类情感的目的。在方法上主要通过机器学习算法，借助大数据，实现情感识别模型的设计、训练和测试，这些方法在处理脑成像、脑电、心电、皮肤电等数据上有强大优势（权学良等，2021；Woo et al., 2017）。未来混合情绪的客观测量可以尝试使用机器学习的方法，通过建立混合情绪识别模型解决其在特异性方面的问题。特别是在使用脑电指标反映混合情绪的尝试方面，现有研究已经表明机器学习和情绪建模在识别单纯情绪上的良好作用（Apicella et al., 2021），研究者需要在此基础上进一步深入和拓展。

5.3 适应混合情绪系统的复杂性

混合情绪系统的复杂性体现在它涉及效价对立情绪的不同组合，这种组合可以在情绪结构的维度水平上构建，也可以在具体情绪水平上构建。维度水平的组合，如积极情绪和消极情绪（Henderson & Norris, 2013）；具体情绪水平的组合包括恐惧和快乐，厌恶和愉悦等（Andrade & Cohen, 2007；Hemenover & Schimmack, 2007）。这决定了混合情绪的测量可能在不同水平和情境下进行。具有普适性的混合情绪测量体系既应考虑到这种多样化的需求，又应考虑到测量指标在相应情境下的敏感性和特异性要求。因此，未来研究需进一步开发适应用于不同层面和水平的测量方法，建立更加完善的混合情绪测量体系。

5.4 关注混合情绪积极成分与消极成分的时间关系测量

通过测量验证混合情绪的相关假设，实现该领域理论和应用研究的相互促进，也是未来研究应关注的方面。积极和消极情绪成分以何种方式共存一

直是混合情绪理论中存在争议的问题。评价空间模型认为，正负情绪源于相互独立的加工过程，能够同时产生和体验（Cacioppo et al., 1999）；情绪的两极模型则认为正负情绪是互斥的，人很难同时感到快乐和悲伤（Russell & Carroll, 1999），人们报告的混合情绪体验很可能是两种情绪成分快速地顺序发生或在两种情绪间摇摆不定的结果。因此，如何从测量上准确地获得积极情绪和消极情绪共存的证据一直是混合情绪研究致力解决的问题。在这一点上按键法和评估空间网格虽然提供了有价值的思路，但测量中都存在一定程度上的时间延迟。未来研究应发展时间精度更高的动态测量方法，更精确地描述混合情绪中积极与消极成分的时间关系问题。

6 小结

混合情绪是情绪领域的一个新兴概念，对混合情绪现象与本质的探索，是情绪研究对象从基础情绪向复杂情绪拓展的大胆尝试，标志着情绪结构研究的进一步深入。混合情绪研究的开展有赖于一些基础性问题的解决，如混合情绪的界定和测量问题。从测量模型的视角看，基于不同模型的混合情绪测量方法有各自的特征和适应性。单变量直接测量可以从整体视角评估混合情绪，便于混合情绪和单纯情绪之间的比较；双变量共现测量关注混合情绪的内部结构，突出了对混合情绪组成成分的反映；多变量联合测量强调情绪的多维特征，善于反映混合情绪的复杂性。研究者应根据研究需要选择恰当的测量方法，并关注不同方法的效度和测量一致性问题。从测量对象看，尽管基于自我报告的主观体验测量易受被试记忆偏差和要求特征等因素的影响（Larsen & McGraw, 2014），却仍是混合情绪研究领域较为常用和敏感的测量方法；客观反应测量方法的应用，可能在较好解决了其特异性问题之后才能得到快速发展。

参考文献

- 潘发达，王柳生，张庆. (2012). 儿童混合情绪的发展研究述评. *心理科学*, 35(3), 659-663.
- 权学良，曾志刚，蒋建华，张亚倩，吕宝粮，伍冬睿. (2021). 基于生理信号的情感计算研究综述. *自动化学报*, 47(8), 1769-1784.
- 孙五俊，姜媛，方平. (2021). 混合情绪能促进心理健康吗？*心理科学*, 44(1), 230-236.
- 叶浩生，苏佳佳，苏得权. (2021). 身体的意义：生成论视域下的情绪理论. *心理学报*, 53(12), 1393-1404.
- 叶继华，祝锦泰，江爱文，李汉曦，左家莉. (2020). 人脸表情识别综述. *数*

据采集与处理, 35(1), 21–34.

- Andrade, E. B., & Cohen, J. B. (2007). On the consumption of negative feelings. *Journal of Consumer Research*, 34(3), 283–300.
- Apicella, A., Arpaia, P., Mastrati, G., & Moccaldi, N. (2021). EEG-based detection of emotional valence towards a reproducible measurement of emotions. *Scientific Reports*, 11(1), Article 21615.
- Barford, K. A., & Smillie, L. D. (2016). Openness and other big five traits in relation to dispositional mixed emotions. *Personality and Individual Differences*, 102, 118–122.
- Berrios, R., Totterdell, P., & Kellett, S. (2015a). Investigating goal conflict as a source of mixed emotions. *Cognition and Emotion*, 29(4), 755–763.
- Berrios, R., Totterdell, P., & Kellett, S. (2015b). Eliciting mixed emotions: A meta-analysis comparing models, types, and measures. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 428.
- Berrios, R., Totterdell, P., Kellett, S. (2018). Silver linings in the face of temptations: How mixed emotions promote self-control efforts in response to goal conflict. *Motivation and Emotion*, 42(6), 909–919.
- Braniecka, A., Trzebińska, E., Dowgiert, A., & Wtykowska, A. (2014). Mixed emotions and coping: The benefits of secondary emotions. *PLoS ONE*, 9(8), Article e103940.
- Burkitt, E., Lowry, R., & Fotheringham, F. (2018). Children's understanding of mixed emotions in self and other: Verbal reports and visual representations. *Infant and Child Development*, 27(3), Article e2076.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1999). The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5), 839–855.
- Carrera, P., & Ocea, J. (2007). Drawing mixed emotions: Sequential or simultaneous experiences? *Cognition and Emotion*, 21(2), 422–441.
- Charles, S. T., Piazza, J. R., & Urban, E. J. (2017). Mixed emotions across adulthood: When, where, and why? *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 15, 58–61.
- Grabenhorst, F., Rolls, E. T., Margot, C., da Silva, M. A. A. P., & Velazco, M. I. (2007). How pleasant and unpleasant stimuli combine in different brain regions: Odor mixtures. *Journal of Neuroscience*, 27(49), 13532–13540.
- Grossmann, I., & Ellsworth, P. C. (2017). What are mixed emotions and what conditions foster them? Life-span experiences, culture and social awareness. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 15, 1–5.
- Grossmann, I., Huynh, A. C., & Ellsworth, P. C. (2016). Emotional complexity: Clarifying definitions and cultural correlates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 111(6), 895–916.
- Heavey, C. L., Lefforge, N. L., Lapping-Carr, L., & Hurlburt, R. T. (2017). Mixed emotions: Toward a phenomenology of blended and multiple feelings. *Emotion Review*, 9(2), 105–110.
- Hemenover, S. H., & Schimmack, U. (2007). That's disgusting! ... , but very amusing: Mixed feelings of amusement and disgust. *Cognition and Emotion*, 21(5), 1102–1113.
- Henderson, S. E., & Norris, C. J. (2013). Counterfactual thinking and reward processing: An fMRI study of responses to gamble outcomes. *NeuroImage*, 64, 582–589.
- Kaplan, K. J. (1972). On the ambivalence-indifference problem in attitude theory and measurement: A suggested modification of the semantic differential technique. *Psychological Bulletin*, 77(5), 361–372.

- Kreibig, S. D., & Gross, J. J. (2017). Understanding mixed emotions: Paradigms and measures. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 15, 62–71.
- Kreibig, S. D., Samson, A. C., & Gross, J. J. (2013). The psychophysiology of mixed emotional states. *Psychophysiology*, 50(8), 799–811.
- Kreibig, S. D., Samson, A. C., & Gross, J. J. (2015). The psychophysiology of mixed emotional states: Internal and external replicability analysis of a direct replication study. *Psychophysiology*, 52(7), 873–886.
- Kreibig, S. D., Wilhelm, F. H., Roth, W. T., & Gross, J. J. (2007). Cardiovascular, electrodermal, and respiratory response patterns to fear- and sadness-inducing films. *Psychophysiology*, 44(5), 787–806.
- Larsen, J. T. (2017). Holes in the case for mixed emotions. *Emotion Review*, 9(2), 118–123.
- Larsen, J. T., & McGraw, A. P. (2014). The case for mixed emotions. *Social and Personality Psychology Compass*, 8(6), 263–274.
- Larsen, J. T., McGraw, A. P., Mellers, B. A., & Cacioppo, J. T. (2004). The agony of victory and thrill of defeat: Mixed emotional reactions to disappointing wins and relieving losses. *Psychological Science*, 15(5), 325–330.
- Larsen, J. T., Norris, C. J., & Cacioppo, J. T. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, 40(5), 776–785.
- Larsen, J. T., Norris, C. J., McGraw, A. P., Hawley, L. C., & Cacioppo, J. T. (2009). The evaluative space grid: A single-item measure of positivity and negativity. *Cognition and Emotion*, 23(3), 453–480.
- Larsen, J. T., & Stastny, B. J. (2011). It's a bittersweet symphony: Simultaneously mixed emotional responses to music with conflicting cues. *Emotion*, 11(6), 1469–1473.
- Man, V., Nohlen, H. U., Melo, H., & Cunningham, W. A. (2017). Hierarchical brain systems support multiple representations of valence and mixed affect. *Emotion Review*, 9(2), 124–132.
- Mejia, S. T., & Hooker, K. (2017). Mixed emotions within the context of goal pursuit. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 15, 46–50.
- Polania, R., Moisa, M., Opitz, A., Grueschow, M., & Ruff, C. C. (2015). The precision of value-based choices depends causally on fronto-parietal phase coupling. *Nature Communications*, 6(1), Article 8090.
- Reisenzein, R. (2019). Cognition and emotion: A plea for theory. *Cognition and Emotion*, 33(1), 109–118.
- Russell, J. A., & Carroll, J. M. (1999). On the bipolarity of positive and negative affect. *Psychological Bulletin*, 125(1), 3–30.
- Scherer, K. R. (2000). Emotions as episodes of subsystems synchronization driven by nonlinear appraisal processes. In M. D. Lewis, & I. Granic (Eds.), *Emotion, development, and self-organization: Dynamic systems approaches to emotional development* (pp. 70–99). Cambridge University Press.
- Shuman, V., Sander, D., & Scherer, K. R. (2013). Levels of valence. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 261.
- Vaccaro, A. G., Kaplan, J. T., & Damasio, A. (2020). Bittersweet: The neuroscience of ambivalent affect. *Perspectives on Psychological Science*, 15(5), 1187–1199.
- Woo, C. W., Chang, L. J., Lindquist, M. A., & Wager, T. D. (2017). Building better biomarkers: Brain models in translational neuroimaging. *Nature Neuroscience*, 20(3), 365–377.
- Xia, M., Chen, J., & Li, H. (2016). Tragedy or tragicomedy: Mixed feelings induced by positive and negative emotional events. *Cognition and Emotion*, 30(5), 857–867.

Measurement of Mixed Emotions: Models, Methods and Perspectives

Sun Wujun^{1,3}, Jiang Yuan², Fang Ping³

(¹ Faculty of Education, Henan Normal University, Xinxiang, 453007)

(² School of Psychology, Beijing Sport University, Beijing, 100084)(³ School of Psychology, Capital Normal University, Beijing, 100048)

Abstract Mixed emotions are the simultaneous experience of both positive and negative emotion, which are important components of individual emotional complexity and have great significance to individual mental health and goal pursuit. Since mixed emotions are more complex in subjective experience and objective reaction, the same type of reaction often includes two or more basic emotional components at the same time, it is not only necessary to evaluate the states of multiple basic emotions, but also to present the pattern and characteristics of the co-occurrence of these basic emotions.

According to the Component Process Model, the generation of emotion involves multiple systems such as cognition, autonomic nervous system, motor system and motivation system. The generation of mixed emotions requires more complex operations of the above systems, including multiple cognitive evaluations and brain activation, autonomic nervous system activity characteristics different from pure emotions, contradictory external manifestations, and mixed and multiple subjective experiences. Based on different theoretical assumptions and measurement needs, three models, including univariate, bivariate and multivariate models, are gradually formed. Specific methods based on three measurement models are different, which to some extent leads to low consistency and comparability among research results. Therefore, it is necessary to sort out the commonly used measurement methods in the study of mixed emotions, summarize their applicable conditions, advantages and disadvantages, and hope to provide some reference for the future study of mixed emotions.

Among the methods to measure the subjective experience of mixed emotions based on the three measurement models, the mixed emotion scales, including the Trait Mixed Emotions Scale and the State Mixed Emotions Scale, provide a simple, direct and convenient measurement method and tool for measuring the subjective experience of mixed emotions. The mixed emotion index obtained by bivariate scale measurement and minimum calculation method is determined by the values of positive and negative emotion components together, which is more flexible in practical application. By dynamically monitoring the two emotional components, the keystroke method reflects how the participants' mixed emotional experience changes over time. Graphic methods, including AES and ESG, provide the intensity of individuals' emotional experience at different points in time. Among the methods to measure the objective response of mixed emotions, frontal-parietal network measurement provides a valuable single index for the neural network measurement of mixed emotions. The measurement of simultaneous activation of positive and negative emotional regions of the brain provides a bivariate indicator of neural responses to mixed emotions. Physiological arousal measures are based on the multivariable model that reflects mixed emotions by detecting changes in the response of effectors such as the heart, blood vessels, skin, and respiratory. The mixed expression method measures the external expression of mixed emotions by means of electromyography, or video recording and observer coding.

Future studies on mixed emotion measurement should focus on perfecting the theoretical basis of mixed emotion measurement, improving the specificity of objective response measurement index, establishing an evaluation system adaptive to the complexity of mixed emotional system, and focusing on measuring the temporal relationship between positive and negative components of mixed emotions.

Key words mixed emotions, theoretical basis, models, methods, perspectives