跨国家和地区的宗教表达与幸福感：十年社交媒体帖文的证据

Stefano M. Iacus* Giuseppe Porro 联合研究中心 法律、经济与文化系 欧盟委员会，塞维利亚（西班牙） 因苏布里亚大学 科莫（意大利）
stefano.iacus@ec.europa.eu giuseppe.porro@uninsubria.it

Haodong Qi 全球政治研究系 马尔默大学，马尔默（瑞典）
haodong.qi@mau.se

2026年11月24日

arXiv:2611.28908v1 [cs.SI] 21 Nov 2026

摘要

本观察性研究探讨社会联结是否构成宗教表达与后续幸福感之间的一条路径。我们利用数百万条社交媒体帖子，结合广泛的国际覆盖范围、次国家级地理细节，以及2013–2022年的年度观测，考察宗教表达、联结感和幸福感的三个维度。纵向模型控制了基线社会联结、基线幸福感、地理效应、年份效应和国家趋势。国家层面的纵向模型支持社会联结通过幸福感 和生活满意度产生正向间接关联。全国范围内人生目标 的间接估计值，以及区域层面三个结果变量的间接估计值均为正，但不够精确。同期区域模型中的补充系数对比，以及对区域时期平均值的比较表明，宗教表达与人生目标 的关联强于其与幸福感 或生活满意度的关联。总体而言，这些发现支持这样一条国家层面的统计路径：社会联结与幸福感的情感和评价维度相关。宗教表达与人生目标 之间更强的区域关联，促使我们进一步探究已测量的社会联结路径之外，与意义和方向感相关的过程。

关键词： 宗教表达；社会联结；主观幸福感；人生目标；社交媒体。

*通讯作者：Stefano M. Iacus。电子邮箱： stefano.iacus@ec.europa.eu。

1 引言

宗教生活将信仰和意义来源与社会关系、共同实践及归属感联系起来。因此，宗教生活与幸福感之间的关系可能通过不同资源发挥作用，而非体现为单一、统一的关联。宗教仪式出席和宗教团体友谊与生活满意度 相关（Lim 和 Putnam，2010）；而社会支持、尊重和意义则被视为宗教虔诚度与幸福感之间的中介因素（Diener 等，2011）。这些关系也取决于社会情境：有关宗教虔诚度的国家规范会影响个体层面关联的强度（Stavrova 等，2013）。综合来看，这些发现表明，社会资源可能是连接宗教生活与幸福感的一条途径，同时也提醒我们，不应将宗教视为具有统一预测作用的因素。

经济学文献进一步凸显了在考察物质条件的同时关注社会资源与意义相关资源的价值。Campante and Yanagizawa-Drott (2015) 发现，尽管穆斯林国家的产出增长较低，斋月禁食时间较长仍与穆斯林更高的主观幸福感相关。Becchetti（2025）考察了欧洲调查数据中关系与意义相关的作用路径。与此同时，Prati（2024）在大型调查分析中发现，若干宗教性预测变量与结果之间的关联非常微弱或可以忽略不计。综合来看，这些研究促使人们采用能够识别宗教维度与幸福感结果之间具体作用路径的方法，并报告估计关系的大小及其不确定性。

上述证据大多涉及个体、宗教参与，或宗教会众内部的关系。一个相关问题是，在地域层面，宗教表达是否会通过更广泛的社会联结与后续幸福感相关。社交媒体上的公开表达使我们能够跨地点、跨时期考察这一问题。Ritter et al. (2014) 指出，基督教徒与无神论推特用户在情感语言上的差异，部分与涉及社会关系的语言有关。地理语言测量将此类比较扩展到不同地点和时期，但其解读取决于指标的构建与验证方式（Jaidka et al., 2020）。大量文本并不能消除人们选择使用平台、公开表达或标注地理位置所带来的选择偏差。因此，这些指标描述的是观察到的发帖人群中的表达，而非具有代表性的人群平均水平。对于本研究而言，这些指标的价值在于能够跨时间、跨地域反复考察相同构念，同时也须认识到相关的选择偏差与测量局限性。

我们采用人类繁荣地理指数（HFGI）框架，该框架识别繁荣各维度的线上表达（Iacus 等人，2026），据此构建涵盖 2013–2022 年的国家和一级区域指标。宗教表达指数概括了有关宗教信仰和慰藉的表达。联结指数综合了社会归属感、反向孤独感、对他人的信任和被信任感。它关注的是更广泛的社会环境，而非在宗教团体内部形成的人际关系。基础得分既反映各维度被表达的频率，也反映这些表达的情感效价，而非人口平均幸福感。因此，分析关注的是线上表达的地域模式，而非个体层面的效应或具有代表性的人口平均值。

我们的首要问题是：社会联结是否构成宗教表达与随后幸福感之间按时间顺序发生作用的间接统计路径。我们区分三个结果变量：幸福感，一种情感导向结果；生活满意度，涉及对自身生活的评价；以及人生目标，涉及方向与目标。这些结果变量体现了幸福感在情感、评价和幸福实现维度之间更广泛的区分（Martela 和 Steger，2016；OECD，2025）。社会关系可能与这三个结果变量都相关，而宗教意义框架则可能促成与人生目标更强的关联。在我们的设定中，人生目标 ——如同幸福感 和生活满意度 ——是一个结果变量，而联结感则是所提出的统计中介变量。这一设定与将意义本身置于宗教性与幸福感之间的研究相互补充，但并不相同（Steger 和 Frazier，2005）。

分析首先考察同期国家层面的关联（**假设 1**），随后检验社会联结路径（**假设 2**）。纵向模型将基线年份的宗教表达与一年后的联结感及两年后的幸福感联系起来，并控制基线联结感、三个结果变量、固定效应和国家趋势项。我们将这些问题延伸至地区层面（**H1-Reg** 和 **H2-Reg**），并评估同期地区关联对国家×年份效应的敏感性。区域时期平均值比较考察：在同一国家内，宗教表达平均水平更为积极的地区，其平均表达出的幸福感是否也高于其他地区（**H3**）。这一序列区分了地点内部的年度变异与地区平均值之间的差异。直接对比检验与人生目标 的关联是否高于与其他结果变量的关联（**H4**）。

国家层面的结果支持联结感对幸福感和生活满意度存在正向间接关联；对于人生目标 的间接关联以及所有总滞后关联，估计仍不精确。地区层面的滞后路径估计也不精确。在两个尺度上，所有结果变量均呈现正向同期关联；在纳入国家×年份控制后，地区层面的发现仍然成立。区域平均值之间也存在正向关联。直接对比支持，地区关联与人生目标 的关联强于与另外两种结果变量的关联；在国家层面，与生活满意度 的估计对比仍不精确。

本研究将有关宗教与幸福感的研究拓展至线上表达反复呈现的地域模式。研究结合十年间的国际与次国家层面观测，以区分按时间排序的关联与持续的地理差异，考察社会联结是否构成一种可能的统计路径，并比较幸福感在情感状态、评价性以及人生目标相关维度上的关联。研究发现表明，联结感可能有助于解释宗教表达与随后幸福感 及生活满意度之间的地域关系。与人生目标 更强的关联指向一种不同的模式，而不精确的间接估计则意味着，其他与意义或方向感相关的过程是否能够解释这一关联，仍有待探究。

本文其余部分安排如下。第 2 节回顾相关文献。第3节介绍数据和测量指标，提出假设并阐述实证策略。第 4 节报告结果。第 5 节讨论局限性，第 6 节则探讨研究发现并给出结论。

2 文献综述

2.1 宗教性与幸福感关联的强度

宗教性涵盖宗教归属、信仰、主观重要性和参与。这些维度与幸福感的关系未必相同。Diener et al. (2011) 发现，在考虑生活境况后，这种关联通常较弱，且会随社会条件和宗教虔诚度而变化。社会支持、尊重和意义有助于解释观察到的这种关系。他们的研究发现将背景情境和中间资源置于解释的核心位置。他们还指出，国家平均宗教性的差异不能被直接视为个体宗教性所带来益处的证据。

近期证据进一步支持将统计可检测性与实质重要性区分开来。Prati（2024）利用国际调查和纵向研究发现，若干宗教性预测变量与结果之间的关联非常微弱或可以忽略。这一发现挑战了主要依据系数是否越过显著性阈值来作出解释的做法。但这并不意味着宗教维度在所有情境中都无关紧要，也不意味着地域层面的表达必然呈现出与个体报告相同的效应量。对于本研究而言，这促使我们分别报告效应大小与不确定性，并探究具体的社会路径，而不预设这些路径必然会带来较大的总体关联。

2.2 社会关系与共同体资源

Lim 和 Putnam（2010）的研究为社会解释提供了直接支持。他们利用两波美国面板调查发现，宗教会众内部的亲密友谊在很大程度上解释了宗教出席与生活满意度之间的关联。宗教身份会影响这种关系：当宗教对个人的自我感十分重要时，宗教团体友谊尤为相关。这一发现将社会关系的结构与人们赋予这些关系的意义联系起来。但这并不能证明，无论身份或情境如何，任何形式的接触增加都能提供同等的资源。

经济学文献通过关系性商品这一概念来解读共同经历与关系。Becchetti（2025年）研究了宗教性与生活满意度之间可能存在的若干关联路径，包括关系互动和生命意义，并考察区域情境关联。他的重复调查波次使研究者能够比较不同时期，即便调查并未持续追踪同一批受访者。在疫情背景下，Ruberto等人（2025年）将社会与家庭关系、灵性、宗教虔诚度及制度信任一并纳入考察。他们的研究结果提示，应区分宗教和灵性维度，以及制度信任与人际联结。

相关文献还探讨资源能否缓冲困境。Walsh（2024年）发现，社会交往、宗教性和政治信任与生活满意度 相关，并且能够缓解某些群体面临的经济困难。这是一个调节问题：经济困难与幸福感之间的关联会随可用资源而变化。我们的中介问题关注的是，宗教表达是否与之后的联结感相关，以及联结感是否与随后的幸福感相关。这一区分很重要，因为缓冲作用的证据本身并不能确认从宗教表达通往幸福感的间接路径。

我们保留了这些研究对社会关系的洞见，同时拓宽了其经验指涉范围。社会归属感、孤独感和信任能够反映宗教组织之外的关系，也可能体现宗教和非宗教居民都能获得的社区资源。然而，我们的指数无法确定这些联结是否源于宗教参与、是否使不同宗教边界的人们彼此联系，或共同宗教身份是否增强了它们的价值。因此，所提出的中介变量是广义的社会联结，而非观测到的宗教会众整合。

2.3 意义人生目标 与情感体验

存在主义解释关注宗教所提供的解释性资源。Steger 和 Frazier（2005年）发现，在学生调查和日记调查中，生命意义在统计上中介了宗教性与幸福感之间的关联。这支持将意义视为一种独立构念加以关注。这与我们的设定不同：在我们的设定中，人生目标 是结果变量，而联结感是所提出的中介变量。一项将意义置于宗教与生活满意度 之间的研究，不能视为检验了宗教通过联结感影响人生目标的路径。

Martela 和 Steger（2016年）区分了生命意义中的连贯性、人生目标和重要性。人生目标涉及方向与目标；连贯性涉及可理解性；重要性涉及对自身存在感知到的价值。这一区分限制了对 HFGI 人生目标指标的解读。它代表幸福感福祉的一个组成部分，而非对意义或繁荣的完整测量。经济合作与发展组织（2025年）的框架同样区分了生活评价、情感状态和幸福flourishing。比较这三个结果变量，可以揭示宗教表达与感到快乐、积极评价生活以及体验到方向感之间是否存在相似的关联。

其他路径也仍有可能。Van Cappellen 等（2016）指出，自我超越性积极情绪在宗教或灵性与幸福感之间发挥作用。因此，调整联结感后仍然存在的关联，不能被

唯一归因于存在意义。反过来，人生目标的联结中介路径估计不精确，并不能说明社会关系对人生目标无关紧要。我们的比较区分了估计关联及其精确度，同时不排除未测量的情绪和存在过程。

2.4 文化背景与对逆境的应对

社区资源存在于更广泛的文化环境之中。Stavrova et al. (2013)表明，在宗教性具有社会规范性的地方，宗教性与幸福感之间的关联更强；社会认同部分解释了这一模式。这一机制不同于仅仅拥有更多朋友或获得支持。它涉及社会如何评价各种身份。结合Diener et al. (2011)的研究，这项研究提醒我们，不应假定某种宗教表达在不同社会中具有相同的社会含义。我们的固定效应控制了稳定的背景差异，尽管其并未检验宗教规范是否会调节宗教表达与幸福感之间的关联。

纵向研究还表明，这种关系可能取决于逆境以及所测量的宗教维度。Chen et al. (2020)考察了宗教仪式出席——即宗教虔诚度的一个具体方面——与三个前瞻性队列中的后续健康和幸福感结果变量之间的关系。Iyer et al. (2025)发现，疫情前的宗教归属感以及宗教对个人的重要性，与英国封锁期间更好的应对能力相关；而更高的宗教强度并不会带来一致性的额外优势。这些研究支持我们关注时间顺序和基线条件。但它们并不意味着相同的关系会出现在汇总在线表达中，也不意味着关于心理困扰的发现可以直接推广到积极幸福感。

Campante and Yanagizawa-Drott (2015) 通过利用斋月斋戒时长的差异，提供了不同的经济学视角。他们的研究发现，尽管存在经济成本，更严格的宗教实践仍与更高的主观幸福感相关。这一证据说明，不能仅凭物质结果推断福利，也说明参与社群活动本身可能具有价值。该研究对宗教实践的关注补充了我们对地域性宗教表达的分析，并促使我们关注社会与存在性资源。

2.5 线上表达与地理幸福感

Ritter et al. (2014) 为研究 Twitter 上的宗教与幸福感提供了早期且直接的先例。他们对基督教徒和无神论用户的比较表明，情感语言的差异部分与涉及社会关系和思维风格的语言有关。研究通过特定的用户筛选策略推断宗教身份，并通过表达评估幸福感。该研究确立了这样一个事实：线上宗教差异中的社会路径已经属于现有文献的一部分。我们的问题将这一方法扩展至重复测量的地域指标，并在幸福感之外，同时考察生活满意度和人生目标。

地理语言模型需要单独的测量论证。Jaidka et al. (2020) 表明，与调查结果相比，基于词典的方法和数据驱动方法可能产生显著不同的地理幸福感估计。大量文本并不能消除语言中的文化差异或抽样偏差。因此，我们将这些指标解释为观察到的发帖人群中的测量表达。它们与有代表性的人群体验之间的对应关系，以及它们在不同地点和时期之间的可比性，都需要进行验证。

HFGI 框架提供了一组旨在呈现与繁荣相关表达的指标。已发布的数据描述文档涉及美国县（Iacus 等人，2026年）。在国际范围内应用这一框架，会进一步引发关于覆盖范围和可比性的问题：在不同语言中使用相同标签，并不能确立测量等值性。共同的平台和建模流程也可能在宗教

表达、联结感和幸福感之间引入共同的测量变异。这些可能性仍然是与实质性关系并存的替代性解释。

2.6 时间尺度与中介的解释

时间比较和地理比较回答的是不同问题。宗教表达长期处于高水平的地区，可能在制度、人口构成或经济条件方面不同于邻近地区。Hamaker 等人（2015）展示了在纵向模型中，将单位之间的稳定差异与单位内部的过程混为一谈所带来的后果。他们的论点促使我们将年度分析与区域均值比较区分开来。

中介分析进一步区分总关联、直接关联和间接关联。间接路径在统计上可检出，并不要求总关联在统计上显著（Zhao 等，2010）。因此，引入联结感有助于厘清估计精确度不足的总关联是如何分解的。总关联的大小和精确度仍是彼此独立的实证问题。同样，一个结果变量存在间接路径的证据，而另一个结果变量的区间包含零，并不足以证明两条路径存在差异。此类比较需要进行直接对比，并考虑两者之间的依赖关系。

这些考量界定了本分析的范围。我们考察按时间顺序排列的社会联结路径是否能在国家和地区层面检出，比较三个幸福感结果变量，并分别描述一国内各地区之间的持续差异。基线调整、固定效应和趋势项能够减少一些替代性解释，但社会条件变化、平台构成、反向关系和测量误差仍可能存在。因此，所得分解是对地域关联的一种探索性描述，其实质性解释取决于结果变量、时间设计和地理尺度。

3 数据与方法

我们使用人类繁荣地理指数（HFGI）中的国家和地区年度指标，这些指标源自带有地理位置信息的 Twitter 帖子。HFGI 框架识别与繁荣不同维度相关的表达，并概括其正面或负面的情感效价。其构建方法由 Iacus 等人 (2026) 描述。我们的分析使用 2013–2022 年的这些汇总指标。地区对应于各国内部的一级行政区划，其规模和制度职能因国家情况而异。美国作为一个国家纳入分析，其 50 个州和哥伦比亚特区作为地区单位。图1展示了地理覆盖范围，以及同期关联分析可用的年度观测数量。

这些测量指标描述了人们如何在在线帖子中表达经历和信仰。对于每个维度，我们将表达该维度的帖子所获分数相加，再除以该地理单元和年份的帖子总数。因此，每项指标结合了表达该维度的帖子占比与这些表达的平均情感效价。本研究中的宗教表达指的是这一综合测量指标，而非居民中信教者的比例。同样，幸福感指标描述的是人们表达的经历，而不是通过代表性调查得出的人群平均值。

我们考察三项幸福感结果变量：幸福感(happiness)、生活满意度(lifesat)和人生目标(purpose)。它们分别反映了表达幸福感、评价自身生活，以及体验方向感或目标感。宗教表达指数结合了四个维度：来世信仰(afterlife)、上帝信仰(believegod)、感受到上帝的爱(lovedgod)和宗教带来的慰藉(relcomfort)。这些维度共同涵盖了有关宗教信仰的表达，以及与之相关的个人慰藉。

社会联结由以下内容构成：归属感（belonging）、孤独感（loneliness）、对他人的信任（trust），以及感到被他人信任（trusted）。孤独感经过反向处理，因此数值越高

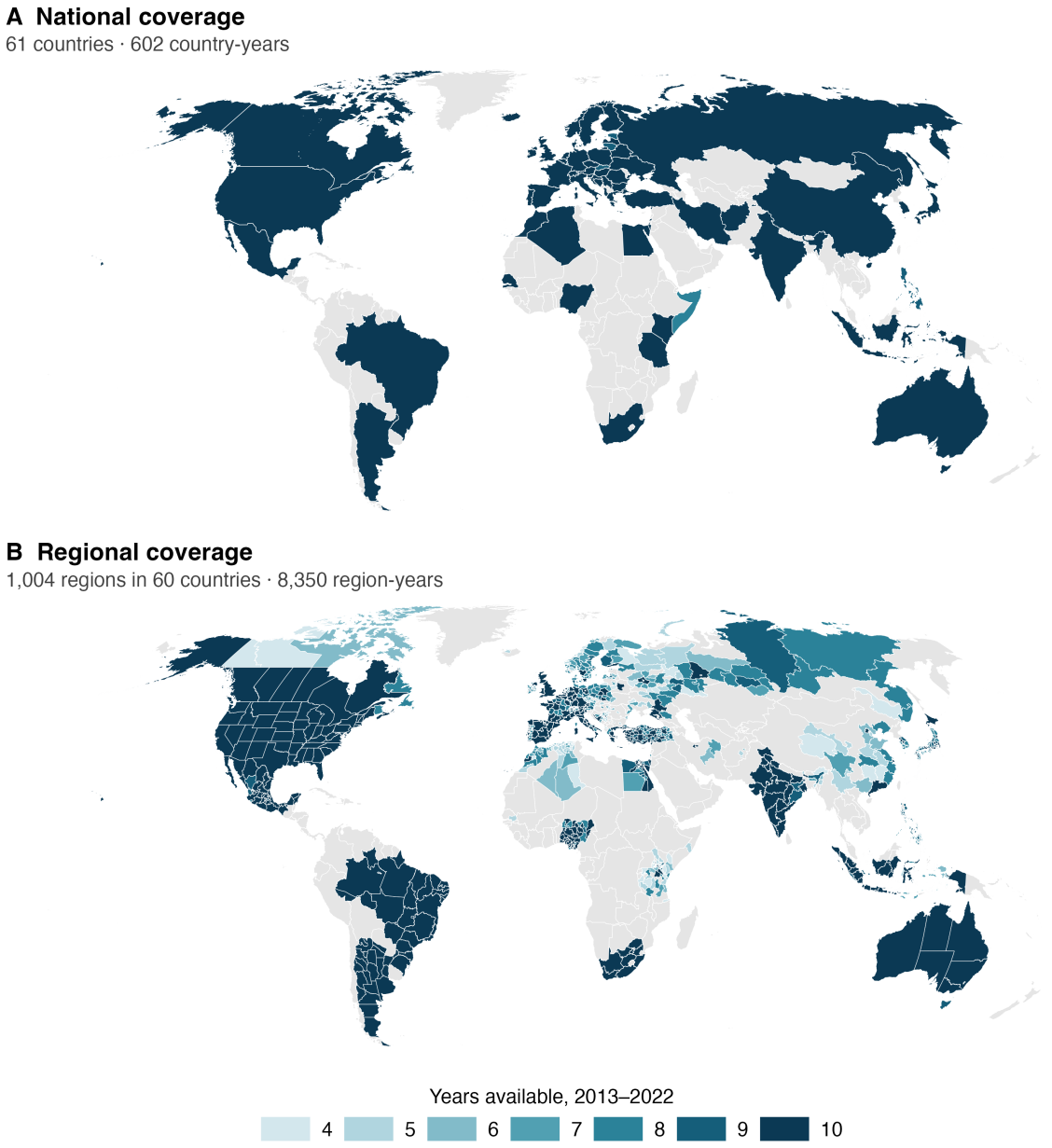

图1： 同期关联样本的地理覆盖范围，2013–2022。面板 A 和 B 分别展示全国样本和地区样本。颜色表示每个地理单元符合条件的年度观测值数量；灰色区域不属于相应样本。纵向分析和区域时期平均分析采用额外的纳入标准，并使用不同的样本，详见补充材料第 S1 节。

这些指标的数值始终表明联结感更强。归属感指的是广义上的社会归属，而非加入某个宗教团体（Iacus 等人，2026）。这一指数使我们能够考察宗教表达是否与随后出现的社会联系表达相关，以及这些表达是否进而与之后的幸福感相关。分析中使用的指数和结果变量均经过标准化；详情见补充材料第 S1 节。第 5 节讨论了线上表达中的选择偏差以及测量可比性所带来的影响。

通过应用不同的模型，我们考察积极宗教表达 是否与更高的幸福感 相关，以及社会联结是否构成间接路径，将宗教表达与之后的幸福感联系起来。我们的分析先从国家层面展开，再延伸至各国内部的地区。扩展后的区域分析使我们能够考察：在同一国家内，平均宗教表达更积极的地区，其平均表达出的幸福感是否高于其他地区。鉴于宗教信仰能够带来意义感与方向感，我们进一步检验宗教表达与人生目标 的关联是否强于其与幸福感 和生活满意度的关联。

以下各节将阐述这些假设，并介绍用于检验这些假设的模型。补充分析考察，在同一国家内，各地区平均联结感的差异是否有助于解释地区平均宗教表达与平均幸福感之间的关联。与地区纵向分析不同，这项比较使用的是 2013–2022 年的地区平均值。

3.1 宗教表达与幸福感是否在各国内部同步变化?

我们的第一个假设关注宗教表达与幸福感是否会随时间在各国内部同步变化：

假设 1： 在各国内部，越积极的宗教表达与越高的表达幸福感、生活满意度和人生目标相关。

为检验这一假设，我们在控制稳定的国家特征、共同的年度变化以及国家特定趋势项后，估计同期关联。样本包括 61 个国家在 2013–2022 年间的 602 个国家-年份；每个观测值代表一个国家在某一年的情况。令 i 表示国家，t 表示年份，k 表示幸福感结果，其中$k \in \{\texttt{happiness}, \texttt{lifesat}, \texttt{purpose}\}$。我们用 R_{it} 表示宗教表达指数，用 k 表示结果变量，并以 $Y_{it}^{(k)}$ 表示。下方模型中，α_i 为国家固定效应，用于控制国家之间稳定的差异；λ_t 为年份固定效应，用于控制各国共同经历的变化；δ_i 为国家特定线性时间趋势的系数。我们关注的系数 β_k 衡量在进行这些调整后，宗教表达与结果 k 之间的关联，而 $\varepsilon_{it}^{(k)}$ 是该结果中未解释的成分：

$$Y_{it}^{(k)} = \alpha_i + \lambda_t + \delta_i t + \beta_k R_{it} + \varepsilon_{it}^{(k)}. \tag{1}$$

在这些关联模型中，固定效应和趋势项系数针对每个结果分别估计；为便于阅读，省略了结果索引。我们对每个观测值赋予相同权重，并在估计样本内对预测变量和结果变量进行标准化。标准误按国家聚类，允许来自同一国家的观测值在统计上相互依赖。β_k 的正估计值支持相应结果的**假设 1**；我们报告其大小和95%置信区间（置信区间）。每个系数 β_k 描述的是宗教表达与结果 k在国家内部的年度偏差之间的关联，并已调整国家和年份效应以及国家特定线性趋势。这些调整也吸收了宗教归属中不随时间变化的差异（补充材料第 S1.7 节）。

3.2 社会联结是否在国家内部将宗教表达与后续幸福感联系起来?

核心问题是，社会联结是否有助于解释宗教表达与随后幸福感之间的关系：

H2： 在国家层面，宗教表达通过社会联结与后续的幸福感、生活满意度和人生目标呈正向间接关联。

我们使用纵向结构方程模型（SEM）检验这一假设，该模型联合估计联结方程和幸福感方程。样本包括来自 61 个国家的 468 个国家-年份观测值，每个观测值均将一个基线年份与 2013–2022 年期间随后一或两年的观测值相联系。较小的样本量反映了连续三年均需具备完整测量指标这一要求。所有模型的纳入标准详见补充材料第 S1 节。

以 S 表示联结指数，所提出的顺序为 $R_t \to S_{t+1} \to Y_{t+2}^{(k)}$：第 t 年的宗教表达、一年后的联结感，以及两年后的幸福感。我们还估计了在以联结感为条件下的宗教—结果路径。图 2 展示了这些关系及其他情境影响。系数 a 将宗教表达与后续联结感联系起来，b_k 将联结感与后续结果 k 联系起来，而 c'_k 则表示其余的宗教—结果关联。

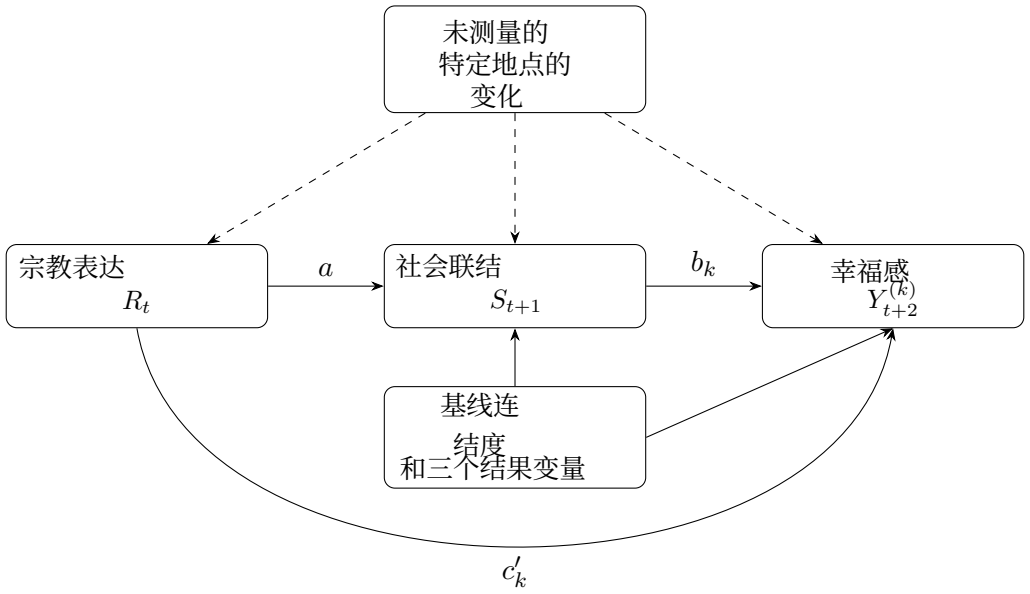

图 2： 国家和区域尺度上的拟议年度路径。为清晰起见，图中省略了固定效应和趋势项。

为考察国家内部的变异，我们首先将每个建模变量对国家固定效应、年份固定效应和国家特定线性趋势进行回归，并采用权重使每个国家的总权重相等。随后，我们在结构方程模型中使用残差。这些残差代表扣除指定效应和趋势项后剩余的变异，并用波浪号表示。我们使用g 标识地理单元：此处为国家，在后续区域分析中则为地区。向量 B_{gt} 包含基线年份 t测量的联结感和全部三项幸福感结果。纳入这些测量指标，使我们能够在控制初始联结感和幸福感的同时，考察后续的关联。向量 γ_S 和 $\gamma_{Y,\,k}$ 分别包含这些基线测量指标在联结感方程和结果方程中的系数。上标 $\top$表示转置，因此每个与 B 的乘积都会将基线测量指标乘以相应系数后求和

它们的系数。最后，e_{gt}^{S} 和 $e^{Y,k}_{gt}$ 表示两个方程中未解释的成分s:

$$\widetilde{S}_{g,t+1} = a\widetilde{R}_{gt} + \gamma_S^{\top}\widetilde{B}_{gt} + e_{gt}^{S}, \tag{2}$$

$$\widetilde{Y}_{g,t+2}^{(k)} = b_k\widetilde{S}_{g,t+1} + c_k'\widetilde{R}_{gt} + \gamma_{Y,k}^{\top}\widetilde{B}_{gt} + e_{gt}^{Y,k}, \tag{3}$$

在滞后样本中，各国家的总权重相等。我们采用稳健最大似然法估计方程，并按国家聚类计算标准误（Rosseel，2012）。三个结果方程的残差可以协变，从而允许幸福感结果中未被解释的变异彼此相关。该模型使用上述观测指标，而非估计潜在因子。

与**假设 2** 相关的间接关联是乘积 ab_k。模型化总关联为$c_k = c_k' + ab_k$，由条件宗教—结果系数和间接部分构成。我们报告这两个部分及总关联，并说明其不确定性。总关联针对滞后样本，与用于检验**假设 1**的同期系数 β_k 不同。即使总关联的估计不精确，仍可估计间接关联（Zhao 等，2010）。我们估计了显式均值结构，并在国家内中心化后将四个内生截距固定为零。95% 置信区间采用稳健标准误和正态近似计算；间接关联和总关联则使用德尔塔法。

3.3 宗教表达与幸福感在地区内部是否共同变化?

国家平均值可能掩盖同一国家内各地区之间的显著差异。区域分析使我们能够考察在国家层面观察到的关系是否也体现在较小地理单元内部的变化中。此外，我们还可以通过国家×年份效应，控制同一国家各地区共同经历的年度变化。因此，区域扩展既考察了研究发现适用的地理范围，也检验了这些发现对共同国家层面变化的敏感性。我们首先考察同期关联:

假设 1-区域： 更积极的宗教表达与地区内部更高的表达的幸福感、生活满意度和人生目标相关。

这将 **假设 1** 扩展到更精细的地理尺度。样本包含 2013–2022 年间 1,004 个地区、60 个国家的 8,350 个区域—年份观测值。令 r 为地区索引，$i(r)$标识地区 r所属的国家。将国家固定效应替换为地区固定效应 α_r，得到:

$$Y_{rt}^{(k)} = \alpha_r + \lambda_t + \delta_{i(r)}t + \beta_k R_{rt} + \varepsilon_{rt}^{(k)}, \tag{4}$$

结果变量和宗教表达指数现在指的是地区 r 在年份 t的情况。地区固定效应 α_r 控制地区之间持久存在的差异，而 λ_t 控制共同的年度变化。系数 $\delta_{i(r)}$ 表示地区 r所属国家的线性时间趋势。其解释与公式（1）中的 δ_i 相同，但在区域模型中单独估计，数值不一定相同。系数 β_k 衡量在控制这些效应和趋势后，地区内部宗教表达与结果变量 k 之间的关联。各模型分别估计系数；重复使用 β_k 并不意味着国家层面和区域层面的关联被限制为相等。

为评估在对国家层面变化进行更灵活的调整后，区域关联是否依然存在，我们以国家×年份固定效应替代共同年份效应和国家层面的线性趋势。每个效应，$\lambda_{i(r),\,t}$，都反映了某个国家在特定年份中各观测地区共同经历的变化。我们将由此得到的宗教表达系数记为 β_k^{CY}，其中 CY 表示这种国家×年份调整:

$$Y_{rt}^{(k)} = \alpha_r + \lambda_{i(r),t} + \beta_k^{\mathrm{CY}} R_{rt} + \varepsilon_{rt}^{(k)}. \tag{5}$$

该比较使用与前述区域模型相同的 8,350 个观测值、权重和标准化方法，因此系数的变化反映的是模型设定的差异，而不是

样本的变化。标准误仍按国家进行聚类，并采用相同的小样本调整。我们还将在此模型设定下重复下文所述的结果比较。

3.4 社会联结路径是否会在地区内部显现?

第二项地区分析扩展了国家层面的中介分析：

H2-Reg： 在地区层面，宗教表达通过社会联结感，对后续的幸福感、生活满意度和人生目标产生正向间接关联。

我们采用与**H2**相同的时间顺序和基线控制变量，应用方程（2）和（3），其中 g 现在表示一个地区。样本包含来自60个国家、847个地区的5,122个区域—年份观测值，其中每个基线观测值均与2013–2022年间随后两年的观测值相连接。

在估计方程之前，我们从每个变量中剔除地区固定效应、年份固定效应和国家特定线性趋势。各国在其地区观测值中获得相等的总权重，标准误按国家聚类。我们使用与国家层面的结构方程模型相同的定义，报告间接乘积、条件宗教—结果系数和总关联。这一扩展考察了所提出的路径在区域尺度上是否同样可被识别。不同尺度下统计显著性的差异本身并不能证明国家层面系数与地区层面系数存在差异。

3.5 平均宗教表达更积极的地区是否表达出更高的平均幸福感?

年度模型考察一个地区内部宗教表达的变化是否伴随着幸福感的变化。它们无法确定平均宗教表达更高的地区是否也具有更高的平均幸福感。为回答这一互补性问题，我们在每个国家内部比较2013–2022年的地区平均值。对整个时期取平均可以减少短期波动的影响，并使我们能够考察这种正向关联是否同样体现于地区之间的长期差异：

H3： 与同一国家内的其他地区相比，平均宗教表达更积极的地区也表现出更高的平均表达的幸福感、生活满意度和人生目标。

为评估**H3**，我们将各项幸福感结果的地区平均值与平均宗教表达相关联，同时控制国家差异。我们要求每个地区至少有八个完整的年度观测，并且每个国家至少有两个符合条件的地区。由此得到来自43个国家的733个地区。时期均值中每个年份的权重相等；指数构建的详细信息见补充材料第 S1 节。

对于国家 $i = i$（r）中的地区 r，柱形表示时期平均值，α_i 表示国家固定效应。系数 β_k 现在描述宗教表达的区域平均值与结果 k之间的关联，而 $\varepsilon_{ri}^{(k)}$ 则是未解释成分：

$$\overline{Y}_{ri}^{(k)} = \alpha_i + \beta_k \overline{R}_{ri} + \varepsilon_{ri}^{(k)}. \tag{6}$$

我们为每个国家赋予相同的总权重，并按国家对标准误进行聚类。国家固定效应项确保比较是在同一国家内部的地区之间进行的。β_k 的估计值及其置信区间评估了**H3**中所提出关联的方向、大小和精确度。作为补充分析，我们考察联结感如何促成这些关联。我们使用相同的权重移除国家均值，并用波浪号表示剩余差异。静态观测变量结构方程模型为：

$$\widetilde{\overline{S}}_{ri} = a\widetilde{\overline{R}}_{ri} + e_{ri}^{S}, \tag{7}$$

$$\widetilde{\overline{Y}}_{ri}^{(k)} = b_k\widetilde{\overline{S}}_{ri} + c_k'\widetilde{\overline{R}}_{ri} + e_{ri}^{Y,k}. \tag{8}$$

系数 a、 b_k和 c'_k 与纵向模型中的分解作用相同，但在此处，所有测量指标概括的是同一时期，且系数分别进行估计。项 e^S_{ri} 和 e^Y、$_{ri}{}^k$ 是方程残差，结果残差可以协方差。与纵向结构方程模型一样，联结方程和三个幸福感方程中的截距均固定为零，因为移除国家均值已经使每个变量完成中心化。间接乘积为 ab_k，总关联为 $c_k = c'_k + ab_k$。总关联$c_k = c'_k + ab_k$ 与方程（6）中的系数 β_k 具有相同的点估计。回归直接估计这一关联，而结构方程模型则将其分解为以联结感为条件的系数，以及通过联结感产生的间接部分。置信区间可能有所不同：回归使用 β_k的标准误，而结构方程模型使用德尔塔法计算总和 $c'_k + ab_k$的不确定性。这一分解描述了地区平均值之间的关联，并补充了对**H3**的检验；它并不重复**H2**和**H2-Reg**的时间检验。

3.6 宗教表达与人生目标的关联是否比与幸福感和生活满意度的关联更强?

上文将宗教视为意义与方向感来源的论述，引出了进一步的预期：宗教表达与人生目标的关联，可能强于其与幸福感受或对生活的正面评价的关联。我们通过直接比较不同结果变量之间的关联来检验这一预期：

H4： 宗教表达与表达的人生目标的关联，强于其与表达的幸福感或表达的生活满意度的关联。

为检验**H4**，我们在国家年度模型、地区年度模型和地区时期平均模型中，分别将人生目标系数与另外两个结果变量系数逐一比较。每项比较都使用共同样本，并采用相应关联模型中的相同控制变量和权重，将两个标准化结果变量之差对宗教表达进行回归。若人生目标减去另一个结果变量的系数为正，则表明宗教表达与人生目标的关联更强。这些比较检验在关联模型（方程（1）、（4）和（6））中，宗教表达系数 β_k 与人生目标的关联是否大于与幸福感或生活满意度的关联。它们并不检验结构方程模型估计的、经由社会联结产生的间接关联 ab_k之间是否存在差异。这六项探索性比较采用按国家聚类的95%置信区间，未对多重检验进行调整。

图3总结了估计策略。我们首先考察国家层面的关联和社会联结路径，然后将这些问题扩展到地区。国家×年份设定用于检验，在考虑各国内部共同的年度变化后，同期地区关联是否仍然存在。随后，我们比较各地区的时期平均值。最后，我们检验宗教表达与人生目标 的关联是否强于其与幸福感和生活满意度的关联。最后这些对比比较的是关联模型中的系数，而非结构方程模型间接路径。每个模型使用符合其自身纳入标准的观测值。

4 结果

本节遵循第3节所述并在图3中概述的估计策略。我们首先呈现国家层面的关联（**假设 1**）和社会联结路径（**H2**）。随后，我们考察它们在地区层面的扩展（**H1-Reg** 和 **H2-Reg**）、对国家×年份效应的敏感性分析，以及区域时期平均值的比较（**H3**）。最后，我们报告幸福感结果之间的直接对比（**H4**）。全文均报告估计值和置信区间，以说明关联的方向、幅度和精确度。

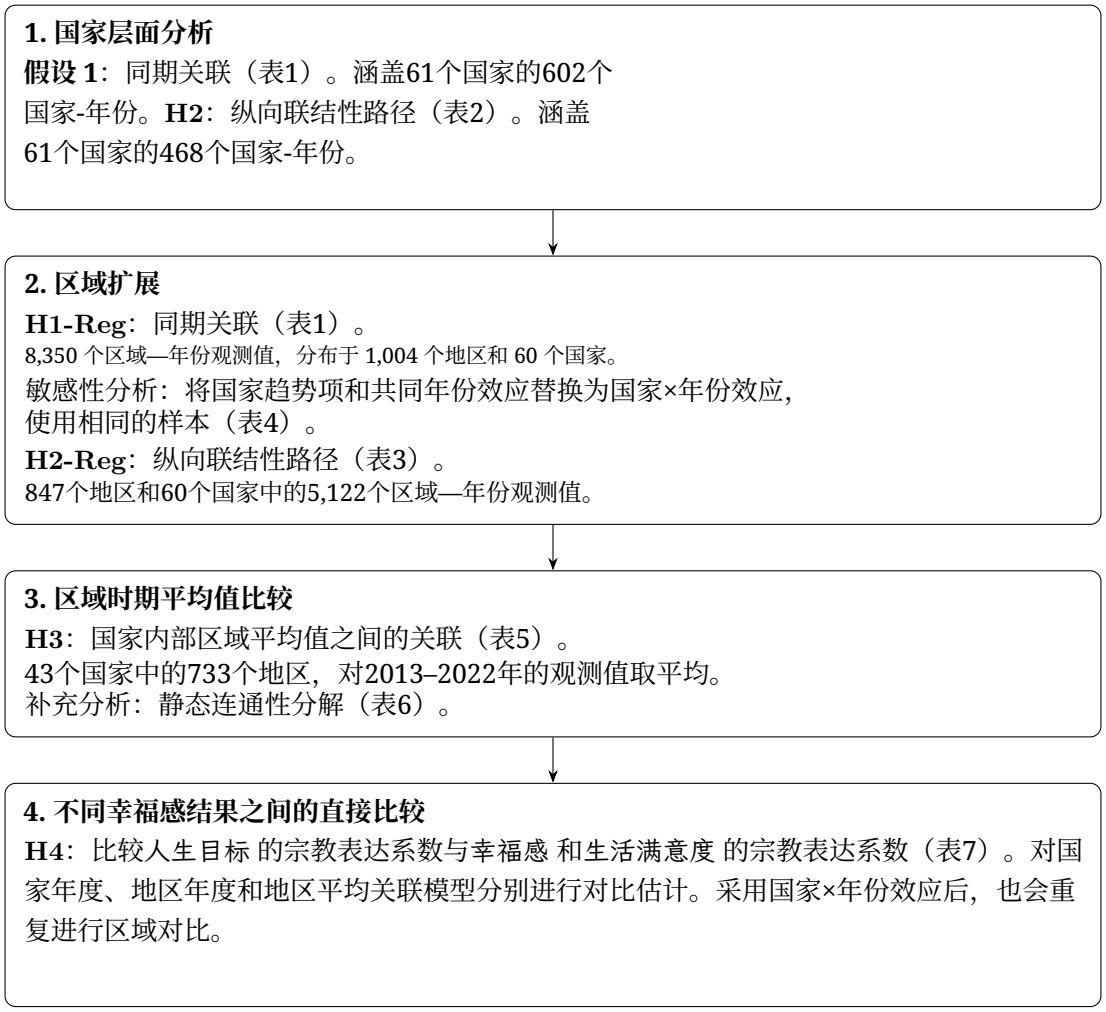

图3： 估计策略概述。箭头表示呈现顺序。所有分析均使用 2013–2022 年的观测值。各模型分别进行估计，样本量由各自的纳入标准决定。

4.1 国家层面的关联与联结感路径（假设 1 和假设 2）

为评估**假设 1**，我们考察公式（1）中的系数 β_k 。这些系数在控制国家和年份效应以及国家趋势项后，刻画宗教表达与各项幸福感结果之间的关系。三个系数均为正，且其95%置信区间均不包含零：幸福感为0.317，生活满意度为0.491，人生目标 为0.951（表1）。因此，在同一年内，国内偏离更多积极宗教表达的情况与更高的表达出的幸福感相关。人生目标 的点估计最大；其关联是否更强，则通过第4.5节中针对**假设 1** 的直接对比进行评估。

表1： 2013–2022 年度宗教表达关联。

地理	结果	估计值 [95% 置信区间]	地点-年份	国家
国家	幸福感	$+0.317$ [0.115, 0.519]	602	61
国家	生活满意度	$+0.491$ [0.225, 0.757]	602	61
国家	人生目标	$+0.951$ [0.185, 1.717]	602	61
地区	幸福感	$+0.158$ [0.059, 0.257]	8,350	60
地区	生活满意度	$+0.309$ [0.182, 0.436]	8,350	60
地区	人生目标	$+0.708$ [0.454, 0.962]	8,350	60

地点和年份固定效应、国家特定线性趋势以及国家聚类不确定性。预测变量和结果变量均在各自的估计样本内进行标准化；观测值权重相等。

对于 **H2**，关注的量是间接乘积 ab_k，它结合了方程（2）中的宗教到联结感系数与方程（3）中的联结性到结果的系数。估计值 $a = 0.237$ [0.078, 0.395] 表明，在控制基线社会联结、幸福感以及指定的固定效应和趋势项后，更积极的宗教表达与一年后更高的联结感相关。 b_k 系数同样为正，并且三个结果变量的区间均不包含零：在控制宗教表达和基线测量指标后，联结感与下一年的幸福感相关（表2）。

间接乘积分别为 0.060 [0.011、0.109] （幸福感）、0.077 [0.004、0.150] （生活满意度）以及 0.159 $[-0.048, 0.366]$ （人生目标）。前两个区间支持通过联结感产生的正向统计路径。人生目标 的估计值较大，但精确度较低，其区间包含零。条件宗教—结果系数 c'_k 和总关联 $c_k = c'_k + ab_k$ 的区间对全部三个结果变量而言也都包含零。因此，正向间接部分与不确定的总滞后关联并存；这些总关联不同于用于评估**假设 1**的同期关联。

全国纵向结构方程模型和两个区域观测变量结构方程模型均收敛至可接受的解，且国家聚类稳健协方差矩阵为正定矩阵。

国家层面的结果支持**假设 1**所涉及的全部三个结果变量，并部分支持**H2**：社会联结路径对幸福感和生活满意度的结果得到支持，而人生目标的间接估计不够精确。

表2： 国家纵向结构方程模型，2013–2022。

Path	幸福感	生活满意度	人生目标
a	$+0.237$ [0.078, 0.395]	$+0.237$ [0.078, 0.395]	$+0.237$ [0.078, 0.395]
b_k	$+0.255$ [0.146, 0.363]	$+0.326$ [0.142, 0.510]	$+0.673$ [0.038, 1.308]
c'_k	-0.000 [-0.129, 0.129]	-0.005 [-0.141, 0.131]	-0.139 [-0.311, 0.032]
ab_k	$+0.060$ [0.011, 0.109]	$+0.077$ [0.004, 0.150]	$+0.159$ [-0.048, 0.366]
c_k	$+0.060$ [-0.077, 0.197]	$+0.072$ [-0.073, 0.218]	$+0.020$ [-0.193, 0.233]

61个单位和61个国家，共468个地点-年份观测值。宗教变量取自 t，联结感取自 $t+1$，结果变量取自 $t+2$；控制基线社会联结和全部三个结果变量。剔除地点/年份效应和国家趋势项；各国家权重相等，并考虑按国家聚类的不确定性。单元格显示估计值和95%区间。 a 适用于所有结果变量；$c_k = c'_k + ab_k$。残差化后，内生截距固定为零。区间采用按国家聚类的稳健标准误计算；派生路径则使用德尔塔法。

4.2 Re区域关联与联结感路径（H1-Reg 和 H2-Reg)

为评估**H1-Reg**，我们考察方程（4）中的 β_k，该方程描述了在控制地区和年份效应及国家趋势项后，地区内部的关联。幸福感、生活满意度和人生目标对应的系数分别为0.158、0.309和0.708，且所有区间均高于零（表1）。因此，在同一年内，无论是在地区内部还是国家内部，更多的积极宗教表达都与更高的表达出的幸福感相关。

对于**H2-Reg**，我们考察方程（2）和（3）中的间接乘积 ab_k，这些方程现已针对各地区进行估计。宗教到联结性的系数为0.052 [-0.121, 0.224]，，联结性到结果变量的系数的区间也包含零。对于幸福感，间接乘积为0.008 [-0.020, 0.036]；对于生活满意度，为0.010 [-0.025, 0.045]；对于人生目标，为0.017[-0.041, 0.075]（表3）。尽管其点估计为正，但这些区间无法证明任何结果变量存在正向的滞后路径。条件性宗教—结果变量区间和总关联区间同样包含零。

区域层面结果支持所有三个结果变量的**H1-Reg**，但间接估计值过于不精确，无法支持**H2-Reg**。因此，正向的同期关联与地区内部不确定的滞后关系并存。额外的潜在区域结构方程模型未产生可解释的路径估计值，也未为这一假设提供进一步证据（补充材料S3节）。

4.3 Se区域关联对国家×年份效应的敏感性（H1-Reg）

我们通过比较方程（5）中的 β_k^{CY}与方程（4）中的 β_k，检验**H1-Reg** 的敏感性。两个模型均使用来自60个国家、1,004个地区的8,350个区域—年份观测值，且权重和标准化方式完全相同。调整国家×年份效应后，幸福感的系数从0.158降至0.129，生活满意度的系数从0.309降至0.275，人生目标的系数从0.708降至0.695。三个置信区间均仍高于零（表4）。

因此，在考虑各国境内不同地区共同经历的年度变化后，正向关联依然存在，这支持了更灵活设定下的**H1-Reg**。排除缺乏识别变异的国家后，估计值保持不变，置信区间也几乎不受影响（补充材料第S1.6节）。

表3： 2013–2022年区域纵向结构方程模型。

Path	幸福感	生活满意度	人生目标
a	$+0.052$ $[-0.121,\ 0.224]$	$+0.052$ $[-0.121,\ 0.224]$	$+0.052$ $[-0.121,\ 0.224]$
b_k	$+0.158$ $[-0.027,\ 0.344]$	$+0.190$ $[-0.048,\ 0.427]$	$+0.326$ $[-0.058,\ 0.710]$
c'_k	$+0.040$ $[-0.131,\ 0.212]$	$+0.094$ $[-0.156,\ 0.344]$	$+0.108$ $[-0.217,\ 0.432]$
ab_k	$+0.008$ $[-0.020,\ 0.036]$	$+0.010$ $[-0.025,\ 0.045]$	$+0.017$ $[-0.041,\ 0.075]$
c_k	$+0.049$ $[-0.145,\ 0.243]$	$+0.104$ $[-0.177,\ 0.385]$	$+0.124$ $[-0.251,\ 0.500]$

847个单位和60个国家的5,122个地点-年份。宗教变量位于 t，联结感位于 $t+1$，结果变量位于 $t+2$；控制基线社会联结及全部三个结果变量。剔除地点/年份效应和国家趋势项；国家权重相等，并采用国家聚类不确定性。单元格显示估计值和95%区间。 a适用于所有结果变量；$c_k = c'_k + ab_k$。残差化后，内生截距固定为零。区间采用按国家聚类的稳健标准误计算，派生路径则采用德尔塔法计算。

Tabl表4： 控制国家层面变化的不同方法下的区域年度关联，2013–202 2.

结果	国家线性趋势	国家×年份效应
幸福感	$+0.158$ [0.059, 0.257]	$+0.129$ [0.053, 0.205]
生活满意度	$+0.309$ [0.182, 0.436]	$+0.275$ [0.178, 0.372]
人生目标	$+0.708$ [0.454, 0.962]	$+0.695$ [0.466, 0.924]

单元格显示标准化系数和95%国家聚类置信区间。第一列复现了表1中的地区估计值。两种设定均使用来自60个国家、1,004个地区的同一组8,350个地区-年份观测值，采用相同的标准化方法和相等的观测值权重。两种设定均纳入地区固定效应。第一种设定纳入共同年份效应和国家特定线性趋势；第二种设定则以国家×年份固定效应取而代之。

4.4 区域平均值之间的关联（H3）

为检验**H3**，我们考察方程（6）中的 β_k 。该系数比较的是国家内部的区域平均值，而不是地区内部的年度偏差。在43个国家的733个地区中，幸福感、生活满意度和人生目标的系数分别为0.357、0.603和0.889，且所有置信区间均高于零（表5）。在2013–2022年间，宗教表达平均水平更积极的地区，其平均幸福感也高于同一国家内的其他地区。

表5：国家内部的宗教表达与区域平均幸福感。

时期	结果	估计值 [95% 置信区间]	地区	国家
2013–2022	幸福感	$+0.357$ $[0.098,\ 0.617]$	733	43
2013–2022	生活满意度	$+0.603$ $[0.345,\ 0.862]$	733	43
2013–2022	人生目标	$+0.889$ $[0.581,\ 1.197]$	733	43

国家固定　效应，每个国家的总权重相等，并采用国家聚类不确定性。至少八个完整　te
年度观　测值在2013–2022年间按地区统计；计算区域均值时，每个观测年份的权重相等。

方程（7）和（8）中的补充静态结构方程模型考察了联结感如何促成这些关联。平均宗教表达与平均联结感呈正相关， $a = 0.466$ [0.230，0.701]。在控制宗教后，联结感与各项结果变量均呈正相关，由此得到的间接乘积 ab_k 分别为：幸福感为0.438，生活满意度为0.380，人生目标为0.284；这三个区间均不包含零（表6）。这些乘积描述的是同一时期各项均值之间的关联。

表6：静态区域结构方程模型，2013–2022。

Path	幸福感	生活满意度	人生目标
a	$+0.466$ $[0.230,\ 0.701]$	$+0.466$ $[0.230,\ 0.701]$	$+0.466$ $[0.230,\ 0.701]$
b_k	$+0.941$ $[0.858,\ 1.024]$	$+0.816$ $[0.711,\ 0.921]$	$+0.609$ $[0.339,\ 0.879]$
c'_k	-0.081 $[-0.145,\ -0.017]$	$+0.223$ $[0.138,\ 0.309]$	$+0.606$ $[0.468,\ 0.743]$
ab_k	$+0.438$ $[0.214,\ 0.662]$	$+0.380$ $[0.180,\ 0.580]$	$+0.284$ $[0.052,\ 0.515]$
c_k	$+0.357$ $[0.105,\ 0.609]$	$+0.603$ $[0.353,\ 0.854]$	$+0.889$ $[0.590,\ 1.188]$

43个国家的733个地区。已移除国家效应；国家权重相等，并考虑国家聚类不确定性。所有测量指标均概括同一时期的数据，且未确定时间顺序。单元格显示估计值和95%区间。a 适用于所有结果变量； $c_k = c'_k + ab_k$。残差化后，内生截距固定为零。区间采用按国家聚类的稳健标准误计算；派生路径的区间则采用德尔塔法计算。

方程（8）中的条件宗教—结果系数 c'_k 在不同结果变量上呈现出不同模式。对于人生目标，系数保持为正，达到 0.606 [0.468，0.743]，，占总关联 0.889 的大部分。对于幸福感，条件系数为负， $-0.081[-0.145,\ -0.017]$，同时间接乘积为正值 0.438，总关联也为正值 0.357。因此，与幸福感 的总体正向关系主要体现在其通过联结感产生的关联上，而人生目标 的关联在纳入联结感后仍有很大一部分保留下来。

区域平均值之间的关联支持**H3** 对所有三个结果变量的假设。静态结构方程模型描述了这些关联如何分解；它并未检验**H2** 或**H2-Reg**提出的时间路径。

4.5 比较不同幸福感结果变量之间的关联（H4）

为评估**H4**，我们在每个关联模型中，将人生目标 系数 β_k 与幸福感 和生活满意度系数进行比较：国家层面的公式（1）、地区层面的公式（4），以及区域平均值的方程（6）。差值为正表明与人生目标的关联更强。这些基于共同样本估计的直接对比，评估的是斜率之间的差异，而非各自统计显著性的差异。

在国家层面，人生目标–幸福感 差值为0.634 [0.033，1.235], 而人生目标–生活满意度 差值为0.460 [−0.071, 0.991]（表7）。因此，国家层面的结果表明，人生目标 关联与幸福感 有所不同，但与生活满意度之间的差异并不明确。在地区层面，两项差值均为正，且在年度模型和时期平均值比较中的区间均不包含零。因此，直接比较支持在这两种设计中，地区层面的人生目标 关联更强。

表7： 标准化人生目标 斜率与其他结果变量的直接比较 .

研究设计	人生目标 减去幸福感	人生目标 减去生活满意度
国家年度	+0.634 [0.033, 1.235]	+0.460 [−0.071, 0.991]
地区年度	+0.550 [0.352, 0.749]	+0.399 [0.234, 0.564]
区域均值	+0.532 [0.286, 0.778]	+0.286 [0.082, 0.490]

所有模型均涵盖 2013–2022 年。正差值表示人生目标的斜率更大。使用共同样本及与相应关联模型相同的控制变量；区间为 95% 按国家聚类的区间。这六项比较属于探索性分析，未针对多重检验进行调整。

使用方程（5）中的 β_k^{CY}重复区域对比，得到的排序相同。人生目标的斜率高于幸福感斜率 0.566 [0.392、0.739] ，且高于生活满意度斜率 0.420 [0.263、0.577]。因此，在考虑国家×年份效应后，人生目标与结果变量之间较强的关联依然存在。这些比较针对的是关联斜率，而非结构方程模型间接路径。

总体而言，H4 得到部分支持：在区域设计中，人生目标与结果变量的关联强于另外两种结果变量；而全国层面证据仅支持其与幸福感的比较。这些对比仍属探索性分析，未针对多重检验进行调整。

综上，结果显示，在两种地理尺度上，均存在正向同期关联，区域平均值之间也存在正向关联。滞后社会联结路径的证据则更具选择性，仅在国家层面的幸福感和生活满意度方面得到支持。表8按假设总结了这些发现；补充材料第S2节展示了系数图和估计路径图。

表8： 假设的证据总结。

假设问题		支持证据	
H1	国家层面的同期关联	Yes	三个结果变量均呈正向关联；所有区间不包含零。
H2	国家层面的联结感路径	部分	幸福感和生活满意的正向间接关联度；人生目标的间接估计不够精确。
H1-Reg	地区同期关联	Yes	三个结果变量均呈正向关联，且控制了国家×年份效应。
H2-Reg	区域连通性路径	No	间接估计值不精确：所有置信区间均包含零。
H3	地区平均值之间的关联	Yes	所有三个结果变量均呈正向关联（国家内—各国）。
H4	更强的关联与人生目标	部分	在区域设计中，两种对比均为正向。Na-总体而言，人生目标高于幸福感；与生活满意度的估计对比不-与生活满意度形成对比的表述并不精确。

支持情况概括了在指定模型中估计值的方向及其报告的95%置信区间。“否”表示这些估计值未确立所预测的关联，并不表示已证明该关联不存在。部分支持表示仅支持部分结果变量或比较。对**H2** 和**H2-Reg** 的评估涉及间接关联，而非总关联或间接路径之间的差异。六个**H4** 对比属于探索性分析，且未针对多重检验进行调整。

5 局限性

对这些结果的解读取决于 HFGI 所提供的观测类型。本文使用的分数概括了各地理单元和年份中公共表达相对于所有观测帖子的情况，并综合反映表达的普遍程度和情感效价。这些模型并未区分可归因于这两个组成部分的关联，也没有直接衡量宗教信仰的普遍程度或居民的平均幸福感（Iacus 等人，2026）。调查回答和在线帖子也源自不同的过程：调查会针对特定问题征求回答，而发帖则取决于人们选择传达什么内容以及传达给谁。调查可能受到无应答、回忆、问题措辞和社会赞许性的影响；线上表达则受到受众、自我呈现和事件显著性的影响。不同来源之间的一致性可能具有参考价值，但这并不意味着它们衡量的是完全相同的量；而不一致本身也不一定能证明其中任何一种来源无效（经济合作与发展组织，2025年）。

选择偏差发生在多个阶段，从访问和使用平台，到公开发帖以及地理信息的可用性（Olteanu 等，2019）。带有地理位置的用户甚至可能不同于同一平台上的其他用户（Sloan 和 Morgan，2015）。因此，观测数据流未必能再现总体的人口统计构成或地理构成。

观测数据流中仍然存在选择偏差，因为人们是否谈论宗教、社会关系或自身的幸福感，以及是否以积极或消极的方式表达这些经历，都各不相同。因此，某项指标的变化可能反映了经历的变化、表达这些经历的意愿变化，或发帖者构成的变化。不同地区的宗教规范、感知到的污名和公共事件可能以不同方式影响这些过程。宗教表达得分上升，可能反映宗教维度表达频率的变化、这些表达的情感效价变化，或两者兼有；不能据此解读为宗教居民占比上升。

地理与时间聚合会带来更多限制。发帖量、地理位置标注实践和平台访问都可能随时间变化，而地理归属判定未必能确定发帖者的通常居住地。最低推文数量和覆盖阈值降低了对极稀疏单元的依赖，但无法纠正观测人群的构成。地区效应吸收持续存在的加性差异，而国家×年份效应

则吸收各国境内各地区共同经历的年度变化。这些调整无法排除地区用户构成、表达实践以及接触全国性事件的程度出现差异化变化。因此，在这些控制变量下区域关联依然存在，说明其对这些特定调整具有稳健性，但并未消除选择偏差或测量偏差。

自动分类本身也会带来不确定性。已发表的 HFGI 验证研究和跨语言模型评估支持这种测量方法（Iacus 等人，2026；Nasuto 等人，2026），但歧义、反讽和文化特定表达仍可能影响某些指标。共同的发帖来源和分类框架可能会导致宗教表达、社会联结和幸福感之间出现相关误差。

6 讨论与结论

本研究提供了证据，表明存在一条全国性统计路径：宗教表达通过社会联结，与随后出现的幸福感和生活满意度相关联。这是纵向分析的主要贡献：在控制基线测量指标、固定效应和趋势项后，宗教表达与一年后的社会联结相关，而社会联结又与再下一年的这些结果变量相关。更广泛的结果表明，三个幸福感维度均存在正向同期关联，区域平均值之间也存在正向关联。这些发现共同揭示了社会联结路径与更广泛的宗教表达关联模式之间的区别，后者汇总于表8。

全国性路径从地域视角呈现了早期研究所强调的社会关系。Lim 和 Putnam（2010年）将宗教仪式出席和宗教团体友谊与生活满意度联系起来，并指出友谊关联取决于较强的宗教身份。Diener et al. (2011) 将社会支持、尊重和意义视为宗教虔诚度与幸福感之间的统计中介变量。我们的分析考察了更广泛的联结形式：社会归属感、较低的孤独感、对他人的信任以及被信任感。全国层面的正向间接关联表明，这种更广泛的社会联结测量指标与宗教表达和后续幸福感之间的关系有关。它们将对社会联系的考察拓展到反复出现的地域表达；与此同时，早期研究所探讨的个体层面和宗教团体层面的过程，仍有别于我们的总体测量指标。

人生目标为这一论述增添了一个互补维度。在两个区域设计中，人生目标与宗教表达的关联都超过了幸福感和生活满意度，且在纳入国家×年份控制后，这一排序仍然成立。在静态区域结构方程模型中，纳入联结感后，显著的人生目标关联仍然存在。这些发现表明，区分关系性资源与存在性资源有助于进行解释。Becchetti（2025）考察了社会互动和生命意义在连接宗教虔诚度与生活满意度的若干路径中的作用。Steger和Frazier（2005）发现，生命意义在宗教性与幸福感之间的关系中发挥统计中介作用。在本文中，人生目标是一个结果变量，因此我们可以在考察情感状态和评价性福祉的同时，分析其与宗教表达的关联。研究结果表明，宗教表达与幸福感之间的关系可能涉及相互区别的社会性和存在性过程。在国家层面，社会联结为宗教表达与随后幸福感和生活满意度之间的联系提供了一条统计路径。与人生目标更强的区域关联在控制联结感后仍然显著，这与宗教体验中更具个人性的维度相一致；在这一维度中，信仰和慰藉可能提供意义与方向（Prinzing等人，2023）。这一解释仍属暂定：由于人生目标的纵向间接估计并不精确，无法据此确定其与宗教表达的关联独立于社会关系。

情感过程为进一步研究提供了另一个实质性方向。Van Cappellen 等（2016）在两项关于宗教或灵性与幸福感的横断面研究中报告了通过自我超越性积极情绪（包括敬畏和感恩）产生的统计中介。在

在本研究中，未测量的情感过程和共同测量变异仍可能是这些条件关联的影响因素。未来的拓展研究可将情绪体验与社会联系一并作为中介变量进行考察。

地理比较阐明了数据在各个尺度上支持哪些关系。在国家和地区内部均出现了积极的同期关联，并且在调整国家×年份效应后，区域关联依然存在。区域滞后估计值仍不够精确，而国家间接效应区间支持通向幸福感和生活满意度的路径。这种精确度差异并不能证明两条路径存在差异，但它表明，在这些数据中，国家层面模型为所提出的序列提供了最清晰的证据。情境研究为考察地理差异提供了理由：Stavrova et al. (2013)发现，在宗教具有社会规范性的地方，个体宗教虔诚度—福祉关联更强，这部分与对宗教人士更高的尊重有关。我们的比较进一步提供了有关表达的时间和地理模式的证据，尽管并未直接检验这一社会规范解释。

这些发现也拓展了有关线上表达中宗教的研究。Ritter et al. (2014)发现，与无神论推特用户相比，基督教徒使用的情感语言更积极、消极程度更低，其中社会关系语言可以解释表达出的幸福感差异的一部分。我们的贡献在于考察重复地理观测中的宗教表达得分，并区分幸福感、生活满意度和人生目标。时间模型、区域比较与直接结果对比相结合，揭示了联结感在哪些方面促成了这些关联，以及哪些方面的证据仍不确定。

应结合这些测量指标和单位来解读其幅度。Prati（2024年）在大规模个体层面调查分析中发现，宗教指标与幸福感之间的关联极小或可忽略，并对其实际重要性提出质疑。我们的标准化地域表达系数描述的是另一种关系，不能解读为个体幸福感的提升，也不能与那些调查中的效应量直接比较。直接对比表明，宗教指标与人生目标之间的区域关联更强；而国家滞后关联总效应的估计并不精确，因此所提出序列的实际幅度仍未明朗。

跨国家和地区来看，线上表达揭示了与宗教和幸福感领域既有研究相一致的模式。本研究将广泛的地理覆盖范围与十年间的年度观测相结合，从而区分了按时间先后排列的关联、同期关系以及地区间持续存在的差异。最明确的纵向证据涉及幸福感 和生活满意度的国家层面的连通性路径，而区域比较则凸显了与人生目标的更强关联。这些发现涉及观察到的发帖人群中的公共表达，并不能证明其对个体幸福感具有因果效应。

缩略语

CFI 比较拟合指数。

CI 置信区间。

CY 国家×年份。

HFGI 人类繁荣地理指数。

NAISS 瑞典国家学术超级计算基础设施。

RMSEA 近似均方根误差。

结构方程模型 结构方程模型。

声明

数据和材料的可用性

模型输入数据、分析代码和支持性文档可在 https://github.com/siacus/religion-hfgi获取。该代码仓库提供一个分析数据集，并记录指标构建、模型特定缩放、样本选择、估计和敏感性分析。它可复现报告中的数值结果、系数图和补充的潜变量模型诊断，并提供图示源文件。

竞争性利益

作者声明，他们不存在任何竞争性利益。

资金支持

本研究未获得公共、商业或非营利部门任何资助机构的专项拨款。

作者贡献

Stefano M. Iacus：概念化、方法学、软件、数据整理、正式分析、可视化，以及撰写——初稿、审阅与编辑。Giuseppe Porro：概念化，以及撰写——初稿、审阅与编辑。Haodong Qi：撰写——初稿、审阅与编辑。

致谢

作者感谢瑞典国家学术超级计算基础设施（NAISS）提供计算资源。

人工智能辅助工具的使用

研究使用 OpenAI Codex 协助进行文本校正，以及分析脚本的开发、验证和调试。作者对手稿、代码和结果承担全部责任。

参考文献

L. Becchetti。幸福感、宗教虔诚度与理性：深入探究效用函数。《国际经济学评论》，72(2):35，2025年。doi: 10.1007/s12232-025-00508-8。F. Campante 和 D. Yanagizawa-Drott。宗教会影响经济增长和幸福感吗？来自斋月的证据。《经济学季刊》，130(2):615–658，2015年。doi: 10.1093/qje/qjv002。Y. Chen、E. S. Kim 和 T. J. VanderWeele。成年期宗教仪式出席与后续健康和幸福感：来自三个前瞻性队列的证据。《国际流行病学杂志》，49(6):2030–2040，2020年。doi: 10.1093/ije/dyaa120。Ed Diener、Louis Tay 和 David G. Myers。宗教悖论：如果宗教能让人幸福，为什么那么多人退出宗教？《人格与社会心理学杂志》，101(6):1278–1290，2011年。doi: 10.1037/a0024402。URL https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21806304/。

Conrad Hackett、Marcin Stonawski、Yunping Tong、Stephanie Kramer 和 Anne Fengyan Shi。2010年和2020年全球宗教构成估算数据集。皮尤研究中心数据集，2025年。URL https://doi.org/10.58094/vhrw-k516。E. L. Hamaker、R. M. Kuiper 和 R. P. P. P. Grasman。对交叉滞后面板模型的批判。《心理学方法》，20(1):102–116，2015年。doi: 10.1037/a0038889。URLhttps://doi.org/10.1037/a0038889。Stefano M. Iacus、Devika Jain、Andrea Nasuto、Giuseppe Porro、Marcello Carammia 和 Andrea Vezzulli。人类繁荣地理指数：美国县级数据集，2013–2023年。《科学数据》，13:1234，2026年。doi: 10.1038/s41597-026-07803-1。URL https://www.nature.com/articles/s41597-026-07803-1。S. Iyer、S. Larcom、J. Shah 和 P.-W. She。宗教信仰者在危机中应对得更好吗？来自英国疫情封锁的证据。《经济行为与组织杂志》，237:107136，2025年。doi: 10.1016/j.jebo.2025.107136。K. Jaidka、S. Giorgi、H. A. Schwartz、M. L. Kern、L. H. Ungar 和 J. C. Eichstaedt。利用 Twitter 估算地理层面的主观幸福感：词典方法与数据驱动语言方法的比较。《美国国家科学院院刊》，117(19):10165–10171，2020年。doi: 10.1073/pnas.1906364117。Chaeyoon Lim 和 Robert D. Putnam。宗教、社会网络与生活满意度。《美国社会学评论》，75(6):914–933，2010年。doi: 10.1177/0003122410386686。URL https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0003122410386686。F. Martela 和 M. F. Steger。生命意义的三种含义：区分连贯性、人生目标与重要性。《积极心理学杂志》，11(5):531–545，2016年。doi: 10.1080/17439760.2015.1137623。Andrea Nasuto、Stefano Iacus、Francisco Rowe 和 Devika Jain。大语言模型能够识别在线话语中的移民态度，且不受语言影响。《科学报告》，16(1): 20118，2026年。doi: 10.1038/s41598-026-52167-6。URL https://www.nature.com/articles/s41598-026-52167-6。经济合作与发展组织。经合组织主观幸福感测量指南（*2025*年更新版）。经合组织出版社，巴黎，2025年。doi: 10.1787/9203632a-en。URL https://doi.org/10.1787/9203632a-en。Alexandra Olteanu、Carlos Castillo、Fernando Diaz 和 Emre Kiciman。社会数据：偏差、方法论陷阱与伦理边界。《大数据前沿》，2:13，2019年。doi: 10.3389/fdata.2019.00013。皮尤研究中心。全球基督教：全球基督徒人口规模与分布报告。技术报告，皮尤研究中心宗教与公共生活论坛，华盛顿哥伦比亚特区，2011年。URL https://www.pewresearch.org/religion/2011/12/19/global-christianity-exec/。皮尤研究中心。按宗教信仰划分的人口比例。由 Our World in Data 处理，2025年。URL https://ourworldindata.org/grapher/share-of-population-by-religious-affiliation。本地来源快照下载于2026年10月19日；估计值对应2010年和2020年。G. Prati。宗教与幸福感：这种关系的幅度和实际意义是什么？《宗教与灵性心理学》，16(4):367–377，2024年。doi: 10.1037/rel0000515。

Michael Prinzing、Patty Van Cappellen 和 Barbara L. Fredrickson。《宇宙中的短暂闪现? 探究宗教性与感知到的生命意义之间的联系》。《人格与社会心理学通报》，49(2):180–196，2023年。doi: 10.1177/ 01461672211060136。R. S. Ritter、J. L. Preston 和 I. Hernandez。《快乐推文：在 Twitter 上，基督徒比无神论者更幸福、社会联系更紧密，也更少进行分析》。《社会心理学与人格科学》，5(2):243–249，2014年。doi: 10.1177/1948550613492345。Yves Rosseel。lavaan：用于结构方程模型的 R 软件包。《统计软件杂志》，48(2):1–36，2012年。doi: 10.18637/jss.v048.i02。URL https://www.jstatsoft.org/article/view/v048i02。M. A. Ruberto、G. Gioeli、M. Rizzolli 和 A. Maruotti。《理解 COVID-19 背景下的幸福感：探究关系、宗教与信任》。《经济札记》，54(1):e70003，2025年。doi: 10.1111/ecno.70003。Luke Sloan 和 Jeffrey Morgan。《谁在推文中分享位置？理解人口统计特征与 Twitter 上地理位置服务及地理标记使用之间的关系》。《公共科学图书馆·综合》，10(11):e0142209，2015年。doi: 10.1371/journal.pone.0142209。Olga Stavrova、Detlef Fetchenhauer 和 Thomas Schlösser。《宗教人士为何幸福？宗教性的社会规范在不同国家中的影响》。《社会科学研究》，42(1): 90–105，2013年。doi: 10.1016/j.ssresearch.2012.07.002。URL https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23146600/。Michael F. Steger 和 Patricia Frazier。《生命意义：从宗教性到幸福感链条中的一环》。《咨询心理学杂志》，52(4):574–582，2005年。doi: 10.1037/0022-0167. 52.4.574。URL https://doi.org/10.1037/0022-0167.52.4.574。P. Van Cappellen、M. Toth-Gauthier、V. Saroglou 和 B. L. Fredrickson。《宗教与幸福感：积极情绪的中介作用》。《幸福研究杂志》，17(2):485–505，2016年。doi: 10.1007/s10902-014-9605-5。E. Walsh。《社会资源是否会调节爱尔兰经济困难与生活满意度之间的负相关？》。《经济与社会评论》，55(1):41–82，2024年。URLhttps://cora.ucc.ie/items/1527e03f-da57-4599-b0c1-d535e68f31bf。X. Zhao、J. G. Lynch, Jr. 和 Q. Chen。《重新审视 Baron和Kenny：关于中介分析的迷思与真相》。《消费者研究杂志》，37(2):197–206，2010年。doi: 10.1086/651257。

补充材料

S1 数据准备与估计细节

S1.1 维度得分的定义

标准化之前，每个维度得分的计算方法是：将表达该维度的帖子所获分数相加，再除以相应地理单元和年份的帖子总数。未检测到该维度的帖子在求和时计为零，但仍计入分母。等价地，该得分等于表达该维度的帖子占比乘以这些帖子的平均表达得分。计算各项美国国家指标时，先汇总50个州和哥伦比亚特区的相应得分总和与帖子数量，再计算各项全国比率。下文所述的综合指标和标准化均在完成上述地理聚合后进行。

S1.2 覆盖范围与纳入标准

所有数据准备、指数标准化和分析均限于2013–2022年。2023年的观测数据仅涵盖1月至6月，因此不纳入分析。我们使用年度汇总表达得分，以及每个地理单元的帖子数量和表达各维度的帖子占比。通过将该占比乘以帖子总数并四舍五入至最接近的整数，可估算表达某一维度的帖子数量。每个地理单元和年份至少须有1,000条帖子，且表达每个所需维度的帖子至少有30条。

剔除缺少地理标识符，或得分缺失、非有限或超出范围的记录；表示各维度的占比也必须处于其允许范围内。在构建面板数据前，先处理同一地理单元、年份和维度的重复记录。对于宗教表达和结果测量指标，优先保留包含国家名称的记录，其次保留帖子总数最多的记录。对于联结性测量指标，则保留符合条件且帖子总数最多的记录。

年度关联样本要求宗教表达和结果测量指标完整，且每个地理单元至少有四个符合条件的年份。该样本包含来自61个国家的602个国家—年份观测值，以及来自60个国家、1,004个地区的8,350个区域—年份观测值。纵向路径样本还要求在 t、 $t+1$和 $t+2$时点具备所有联结性维度及观测值。每个单位至少须贡献三个符合条件的基线年份。按照这些要求，最终样本包含来自61个国家的468个国家—年份观测值，以及来自60个国家、847个地区的5,122个区域—年份观测值。这些路径样本中的国家—年份和区域—年份观测值，指符合条件的基线观测及其对应的后续测量指标。

S1.3 年度测量指标的标准化

对于年度分析，首先在 2013–2022 年的国家或地区来源面板内，分别对四个宗教表达维度进行标准化，然后按条目权重相等的方式取平均值。四个维度必须全部有观测值。在同年关联模型中，随后在估计样本内对这一综合指标和每项结果分别进行标准化。

在纵向路径分析中，使用使每个国家获得相同总权重的权重，对四个联结性维度进行标准化。对孤独感进行反向计分，以相同条目权重对四个维度取平均，再次对所得指数进行标准化。在构建滞后样本之前，还使用这些权重对完整年度路径面板中的宗教表达综合指标和全部三个结果变量进行标准化。因此，结构方程模型系数对应的是经缩放的观测指标；去除固定效应和趋势项后得到的残差不会再次标准化。模型估计所用的加权方法详见主要方法部分。

S1.4 区域时期平均值的构建

在静态分析中，根据 2013–2022 年宗教表达、联结感和结果指标均完整的年份计算区域均值。每个地区必须至少有八个年度观测值，且每个年份在其时期均值中的权重相同。每个国家必须至少包含两个符合条件的地区。在计算两个等权条目指数并再次进行标准化之前，先按各国总权重相同的方式对区域条目均值进行标准化；孤独感进行反向计分。最终样本包括 43 个国家的 733 个地区。这些均值反映共同时期内地区间的差异，而年度模型反映随时间变化的情况。

既有研究为本方法所依托的语言模型在跨语言任务中的表现提供了证据。Nasuto 等人（2026）记录了主题识别在不同语言间的迁移，以及通过多语言微调提升细致分类能力的情况。这些证据补充了 HFGI 数据描述文档（Iacus 等人，2026）中报告的指标构建与验证结果。

S1.5 协方差结构与模型自由度

全国纵向、区域纵向和静态区域观测变量结构方程模型具有饱和协方差结构：它们不对建模协方差施加任何限制，因此无法独立检验拟议路径。因而，这些模型的协方差结构自由度为零。四个固定截距在`lavaan`中产生四个名义模型自由度，但由于此前已进行残差化，其均值为零。因此，我们不使用总体拟合来验证实质性路径结构。

S1.6 对不具备识别变异的国家进行敏感性分析

仅包含一个观测地区的国家—年份，在移除其国家×年份效应后，不会为区域比较提供任何变异。因此，我们考察方程（5）中对地区和国家×年份效应进行调整后剩余的宗教表达变异，并通过排除完全不提供此类变异的国家重复估计模型。我们保留原有的标准化方式、等观测值权重和按国家聚类的标准误。该检验评估纳入不提供识别变异的国家是否会影响估计不确定性。它关注的是同期区域关联，而非纵向联结性路径。

国家×年份设定保留了基准残差预测变量平方和的74.4%。在572个国家—年份单元中，有94个仅包含一个观测地区；54个国家提供了残差识别变异。排除其他6个国家后，样本从1,004个地区和60个国家的8,350个区域—年份观测值，缩减为997个地区和54个国家的8,307个区域—年份观测值。点估计未发生变化。由此得到的95%置信区间仍为正值：$[0.053,\ 0.205]$ 对于幸福感；$[0.178,\ 0.373]$ 对于生活满意度；以及 $[0.465,\ 0.925]$对于人生目标。表4报告了完整样本上的比较结果。

S1.7 宗教归属与固定效应

固定效应还控制了宗教归属方面的稳定差异，而宗教归属在概念上不同于宗教表达。皮尤根据2010年/2020年构成估计值整理、由 Our World in Data 处理的全国宗教归属比例，以及反映2010年情况的基督教传统估计值，描述的是人们对宗教群体的认同（Hackett 等人，2025年；皮尤研究中心，2025年，2011年）。所选年份的全国比例不随时间变化：在全国模型和静态区域模型中，这些比例由国家效应吸收；在年度区域模型中，则由地区效应吸收。在拟合结构方程模型之前，相应效应会被剔除，因此无法识别这些比例各自的主效应系数

。这种调整涵盖的是宗教归属方面的稳定差异，而非宗教归属随时间发生的变化。

S2 系数图与估计路径图

以下图表重现了国家层面、区域层面和静态区域层面结果。路径图展示点估计，完整的不确定性信息见主表。为便于阅读，共同的a 系数会重复显示。对于年度模型，基线社会联结和全部三个基线结果变量均纳入每个方程；这些变量未在图中显示。每个结构方程模型中，三个结果残差都可能存在协方差。箭头表示估计得到的统计关系。

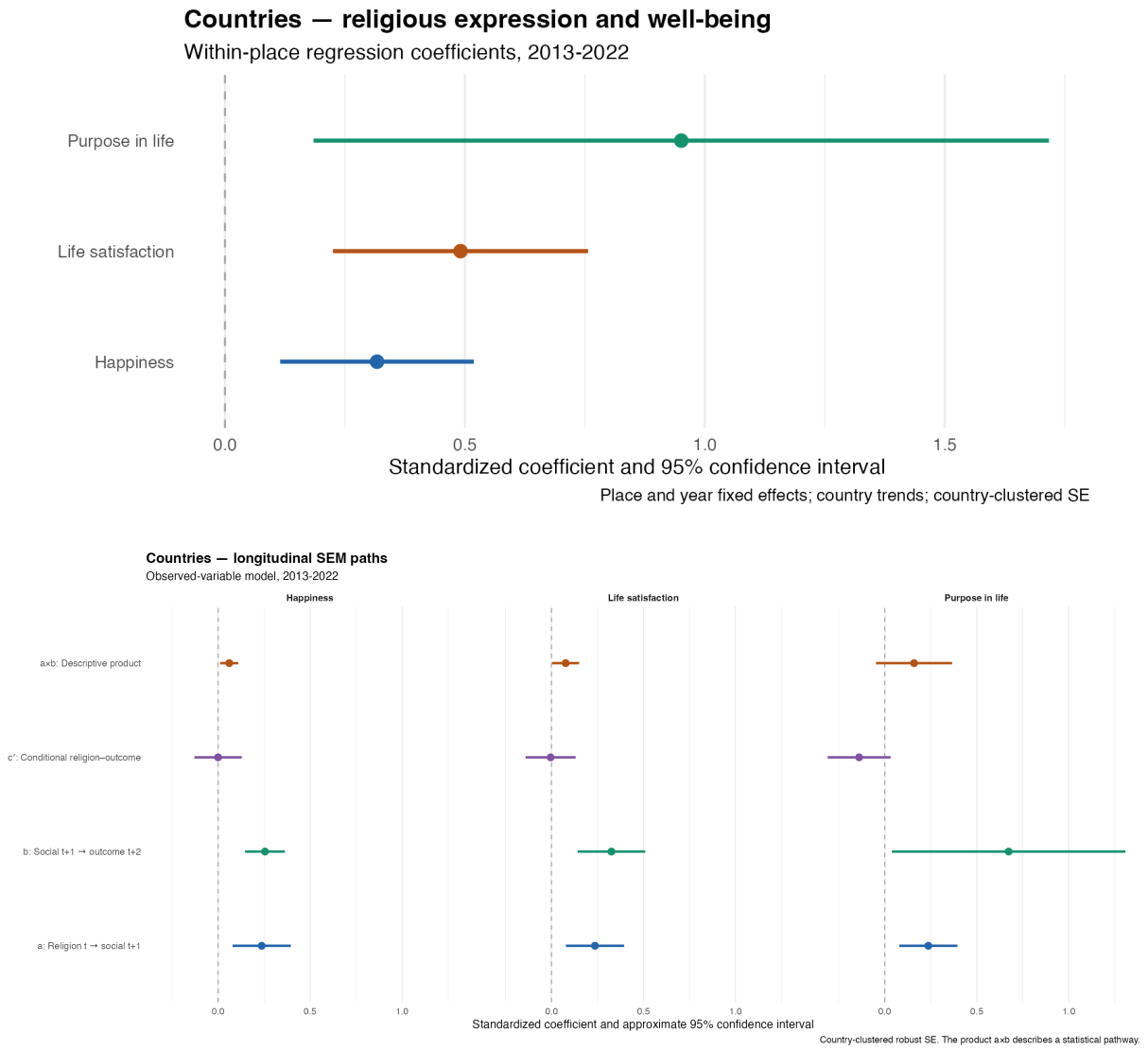

图 S1：国家层面的同期关联和纵向结构方程模型路径。各面板使用不同的分析样本。结构方程模型区间仅供探索性参考。

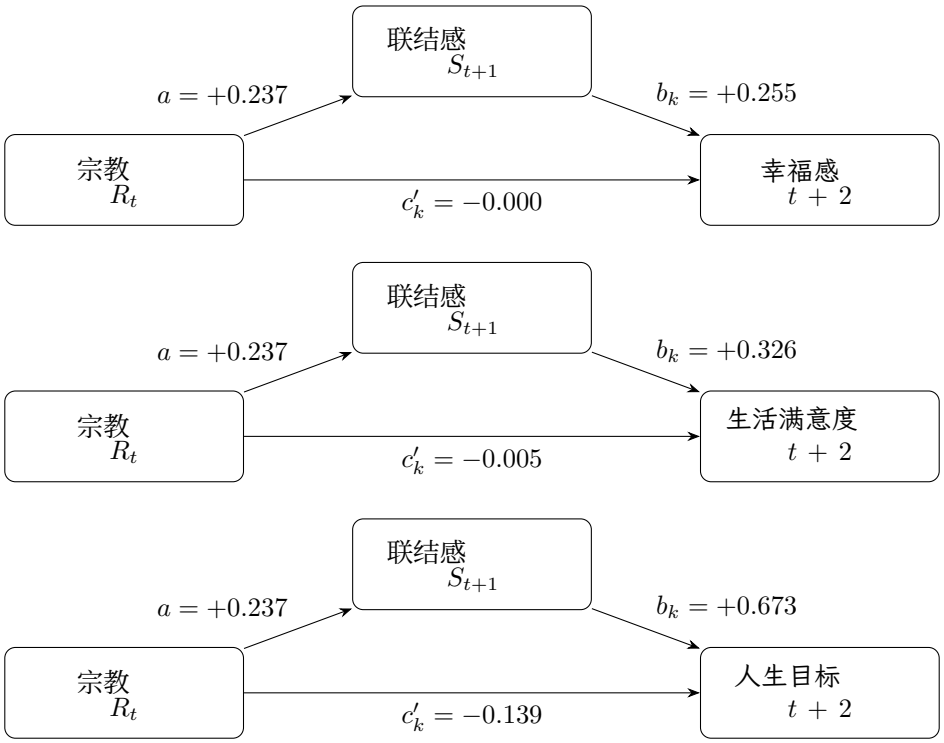

图 S2：国家纵向结构方程模型路径。仅显示点估计；不确定性请参见相应表格。

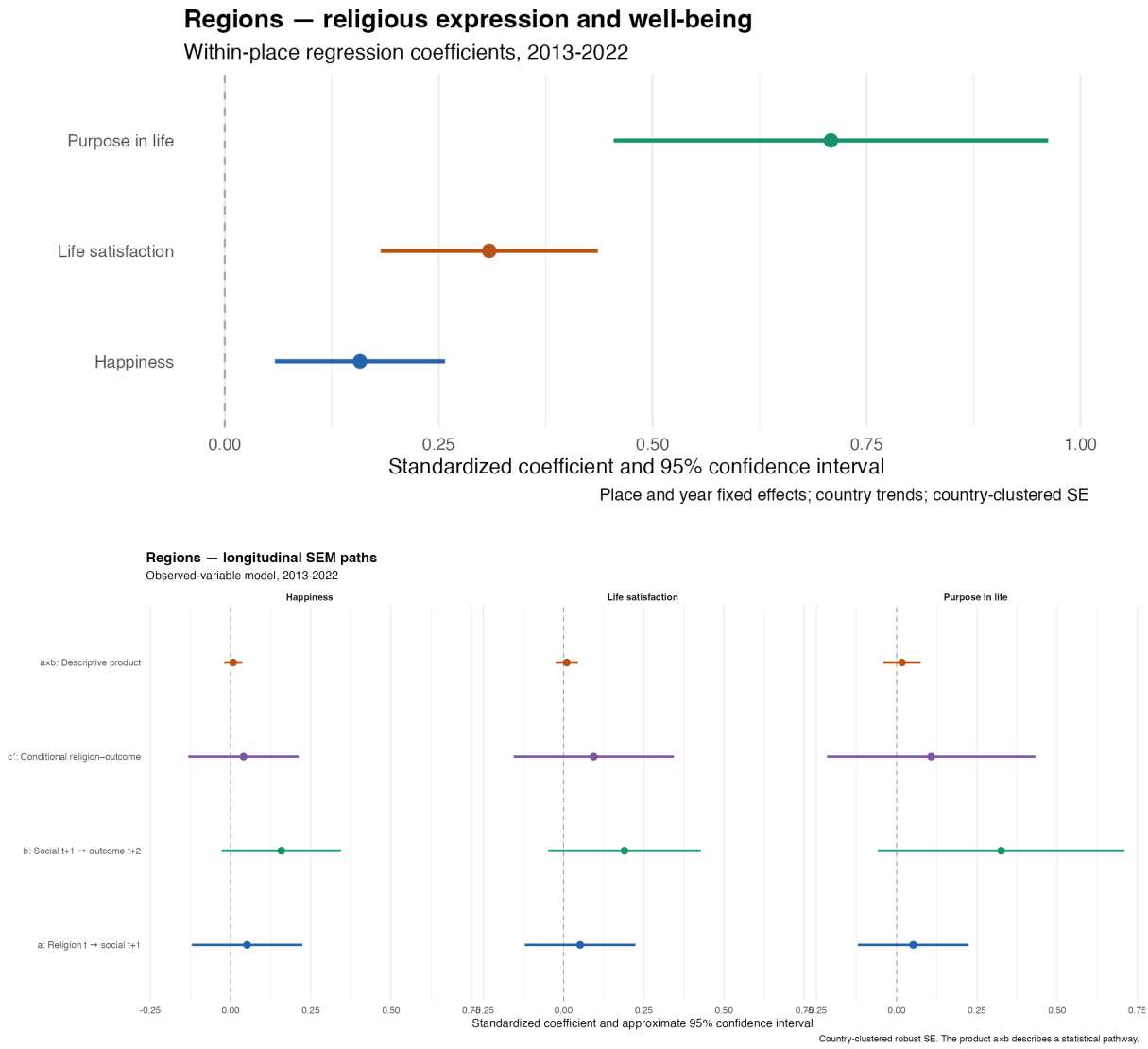

图 S3： 区域同年关联和纵向结构方程模型路径。所有重点区域结构方程模型区间均包含零。

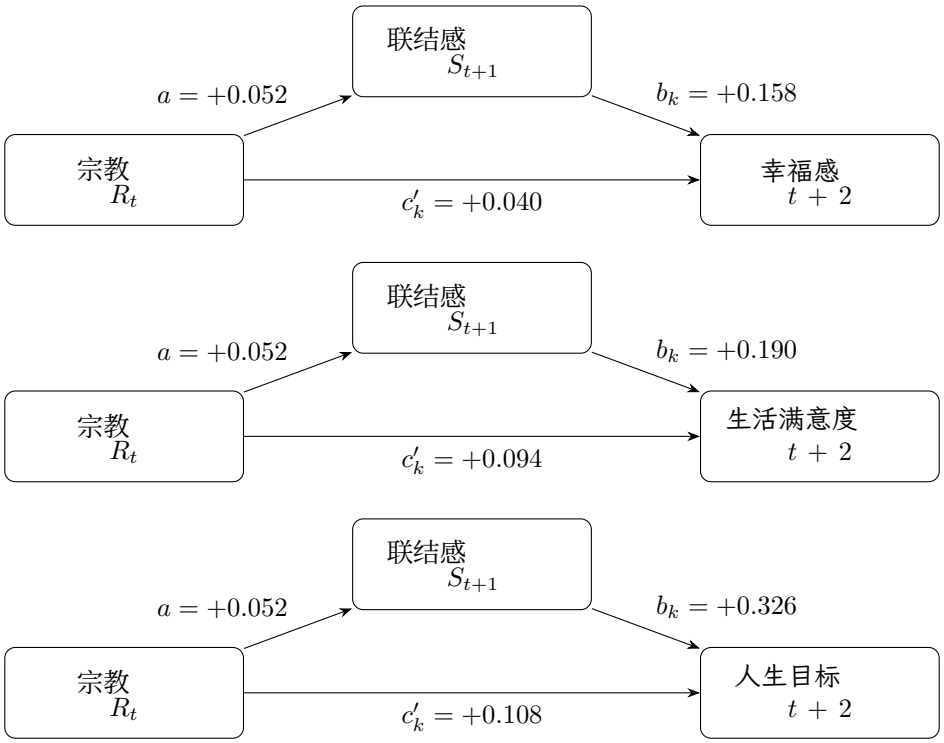

图 S4：区域纵向结构方程模型路径。仅显示点估计；不确定性请参见对应表格。

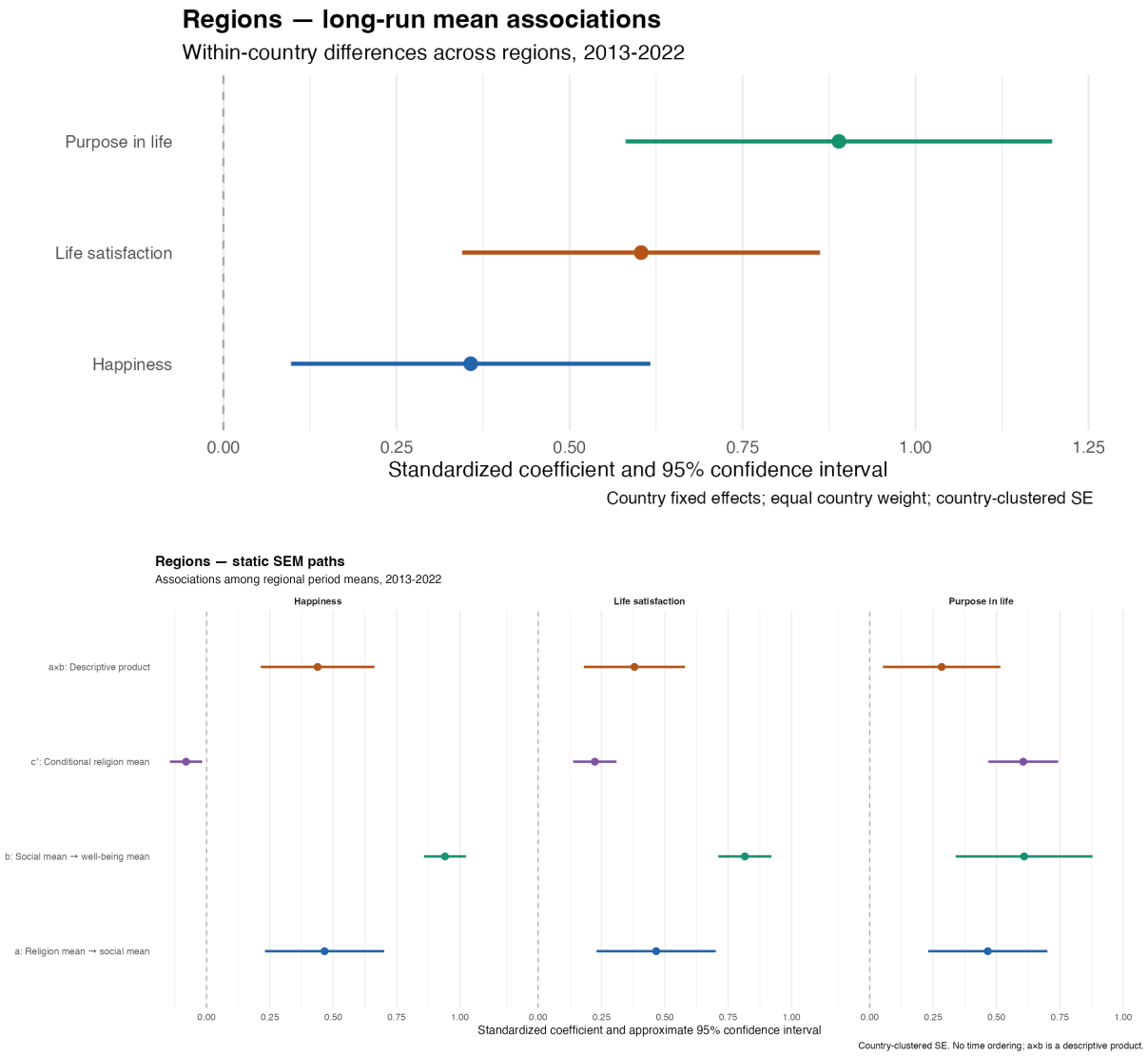

图 S5： 2013–2022 年区域时期均值之间的关联及结构方程模型路径。所有测量指标涵盖相同时期。

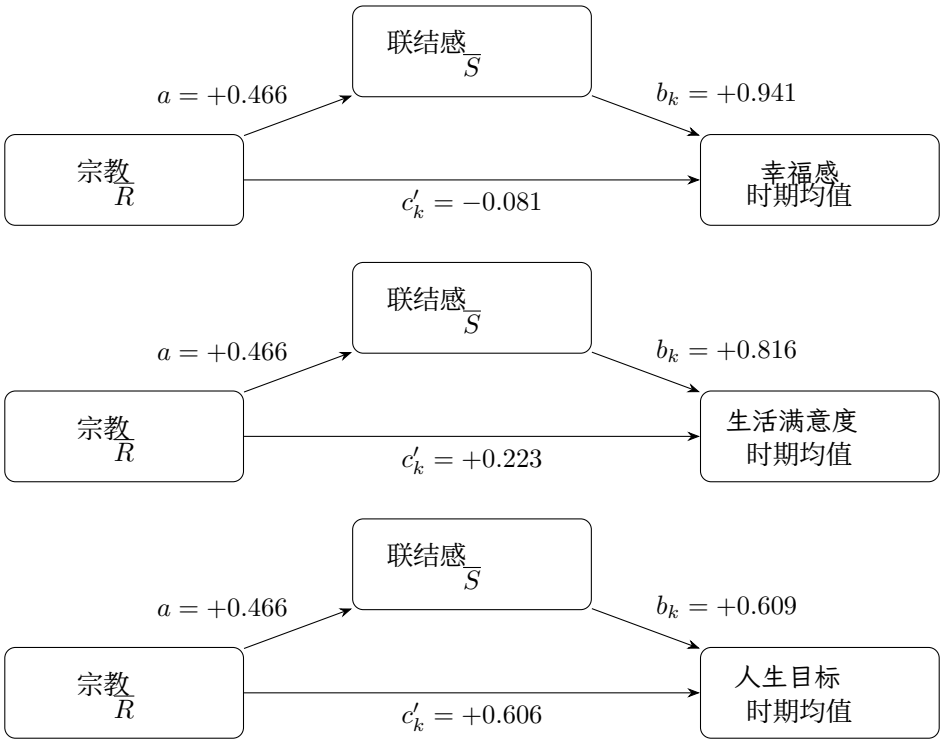

图 S6：2013–2022 年静态区域结构方程模型路径。仅显示点估计；不确定性请参见对应表格。

S3 潜在多层结构方程模型：设定与诊断

我们还尝试在区域滞后面板上拟合双层潜在结构方程模型。拟合前，我们先对每个观测指标进行残差化处理，以剔除国家和年份固定效应以及国家特定线性趋势。对于层级 $\ell \in \{W, B\}$，分别表示残差化变量的年度区域内偏差和区域间成分，其测量方程如下：

$$X^R_{j\ell} = \lambda^R_{j\ell} R_\ell + e^R_{j\ell}, \tag{S1}$$

$$X^S_{m\ell} = \lambda^S_{m\ell} S_\ell + e^S_{m\ell}. \tag{S2}$$

此处， j 表示来世信仰（`afterlife`）、上帝信仰（`believegod`）、感受到上帝的爱（`lovedgod`）和宗教慰藉（`relcomfort`）； m 表示归属感（`belonging`）、反向计分的孤独感（`loneliness`）、对他人的信任（`trust`）和感到被他人信任（`trusted`）。此处，X^R 和 X^S 分别表示观测到的宗教表达指标和联结感指标， R_ℓ 和 S_ℓ表示其潜在因子， λ^R 和 λ^S 表示因子载荷， e^R 和 e^S 表示测量残差。结构方程如下：

$$S_\ell = a_\ell R_\ell + u_\ell, \tag{S3}$$

$$Y^{(k)}_\ell = b_{k\ell} S_\ell + c'_{k\ell} R_\ell + v^{(k)}_\ell. \tag{S4}$$

项 u_ℓ 和 $v^{(k)}_\ell$ 分别是联结感方程残差和结果方程残差。宗教指标在 t测量，联结感指标在 $t+1$测量，结果变量在 $t+2$测量。在每个层级上，$a_\ell b_{k\ell}$ 表示间接乘积， $c'_{k\ell} + a_\ell b_{k\ell}$ 表示模型化总关联。定义这些系数是为了说明模型设定；本文不对其进行解释。区域间成分仅适用于这个滞后残差化样本，与静态时期均值不同。该诊断模型未纳入观测指数纵向结构方程模型中使用的基线社会联结和幸福感控制变量。

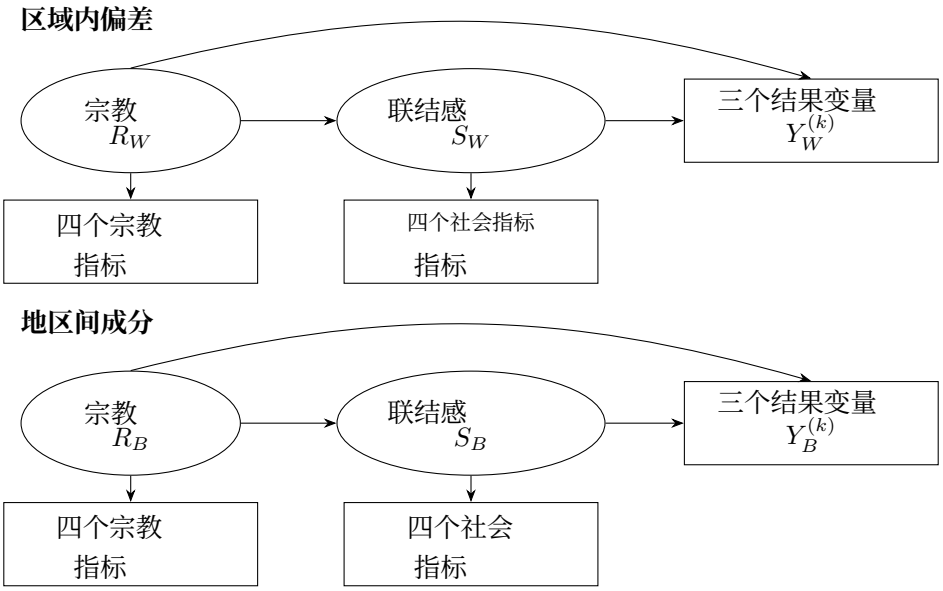

图 S7： 潜在多层模型设定示意图。每个分组指标框均代表四个独立的观测变量，各自具有载荷和残差；每个结果也都有自己的残差。图中未显示估计系数。

无约束模型收敛了，但存在三个负残差方差： `believegod`在两个层面均如此，未来幸福感 在地区间层面也如此。其比较拟合指数（CFI）为0.899，近似均方根误差（RMSEA）为0.124。在两个层面的每个观测残差方差上设置零下界后，负估计值被消除，但这

三个方差仍处于边界处。模型拟合仍然较弱，CFI为0.891，RMSEA为0.129（表S1）。这两个模型都不支持对其路径系数进行可靠解释。

表S1： 潜变量多层结构方程模型诊断。

设定	负方差	为零	CFI	RMSEA
无约束	3	0	0.899	0.124
非负方差	0	3	0.891	0.129

两种拟合均在 847 个地区的 5,122 个区域—年份观测值上收敛，自由度为 74。负残差方差使无约束拟合无效；边界估计和拟合效果较弱，导致无法解释有界模型的系数。