奥地利研究中的机构合作：对共享研究人员的分析

Christoph Schlager[1], Lutz Bornmann[2], Gerald Schweiger[1]

[1]人工智能与机器学习中心，维也纳工业大学，维也纳，奥地利

[2]马克斯·普朗克学会科学政策与战略部，马克斯·普朗克学会行政总部，慕尼黑，德国

电子邮箱：Christoph Schlager – christoph.schlager@tuwien.ac.atLutz Bornmann– bornmann@gv.mpg.derGerald Schweiger– gerald.schweiger@tuwien.ac.at

摘要
多个机构隶属关系日益成为科研体系的普遍特征，但其对机构绩效的影响尚未得到充分的系统研究。我们开发了一种可扩展的基于网络的分析框架，将研究人员的同时隶属关系表示为组织之间的关系链接，并将其应用于奥地利的文献计量数据。通过使用经过统一处理的出版物与隶属关系元数据，我们构建了两个互补的共同隶属关系网络：一个完整网络，涵盖所有同时隶属关系；另一个时间筛选网络，仅保留随时间反复出现的组织对。并行分析这两个网络，使我们能够区分短暂与持久的共同隶属关系，并评估短期和长期组织联系如何影响组织内部及组织间的连通性。网络回归分析表明，地理邻近性仍是共同隶属关系形成的重要决定因素，空间距离始终会减少共同任职。除地理因素外，还呈现出明显的部门差异。大学形成了稠密且持久的共同隶属关系核心，而涉及医疗机构、政府机构、非营利组织和私营部门组织的联系往往昙花一现，并在时间过滤后减弱。在跨部门联系中，大学与研究机构之间的共同隶属关系尤为稳固，表明这是一种在结构上嵌入更深的组织整合形式。我们使用按领域和年份标准化的指标，评估不同组织类型中同时隶属关系对组织引文影响力的作用。敏感性分析显示，估算的影响力水平和排名取决于对同时隶属关系的处理方式；然而，顶尖组织的相对排序保持稳定。研究机构和大学的引文影响力始终高于其他部门的组织，而持久的共同隶属关系则与更高且更稳定的科学可见度相关。这些发现凸显了明确对多个同时存在的机构隶属关系进行建模的重要性：这些隶属关系会显著影响科学绩效指标。研究结果表明，本研究开发的可扩展网络分析框架能够深入揭示当代科研体系中组织联系的结构、持久性及其对绩效的影响。我们建议运用这一框架，在其他国家开展后续研究，探讨多个同时存在的机构隶属关系。

关键词
多个组织隶属关系；共同隶属关系、组织网络；引文影响力；科研绩效；文献计量学

1 引言

科研合作被视为“当代科学的显著特征” [1]。近期文献强调了机构内部以及机构间合作对学术研究的重要性，这一点从合著论文中团队规模的扩大和跨机构合作的增加得到了体现 [2]。在这个鼓励合作与流动的学术环境中，多重隶属关系“日益被视为有助于知识交流.....并且据称正变得越来越普遍” [2, 第 286]页。

多重隶属是指作者在其出版物中列出多个机构隶属关系的做法，反映了他们与不同组织的联系 [3]。机构合作的传统定义较为狭窄：“机构合作通常被定义为作者在一篇合著文章中隶属于至少两个机构” [4, 第 550] 页。该定义意味着，“机构间合作所产生的合著文章，必须满足作者人数超过一人且涉及至少两个机构” [4, 第 550] 页。多重隶属现象对这一严格定义提出了挑战，尤其是在仅有一位作者的情况下，例如“某位研究人员隶属于两个机构——比如一个大学院系和一家医院——且这些机构位于不同国家” [5, 第 11] 页。尽管“有人可能会认为这根本不算合作” [5, 第 12] 页，但单作者情况下的这类出版物通常仍被视为有效的机构合作，因为它们“往往反映了院系或机构之间达成的共享研究人员协议” [5, 第 13] 页。“共享研究人员现象”这一概念提出，解决办法是“区分机构间合作与个人间合作” [5, 第 16] 页。按照这种解释，合作体现为“共享”研究人员发表了一篇出版物，并在其中列出多个机构地址。因此，“单个作者在地址栏中标明多重隶属关系，仍然反映了组织间合作” [1]。

多重隶属关系的存在源于各种动机，可分为个人层面或机构层面的动机 [2,6]。在个人层面，多重隶属关系往往由个人的研究历程和职业发展驱动 [7]。一个关键驱动因素是获取资源和人脉拓展机会，因为“隶属于某一机构与获取资源、科研基础设施和职业机会密切相关” [2, p. 286]。共同隶属关系可直接或间接地提供研究资源，包括经费和设备；这对于依赖广泛科研基础设施的科学体系至关重要 [6]。声望卓著的隶属机构可成为“累积优势机制” [8, p. 10729]。个人寻求多重隶属关系的动机包括希望与原先的机构保持联系，尤其是对国际流动研究人员而言 [7,9]。这些研究人员可能充当“桥接人员”，在异质组织之间协调研究并交流知识 [1,10]。金钱或财务考量也可能促使学者采取这一做法，尤其是“希望将自身声誉或专长变现的资深学者” [6, p. 385]。在机构层面，竞争和绩效评估是推动提供多重隶属关系的重要因素 [2]。绩效评估促使全球各地的大学“更加积极地吸引产出最高的研究人员，以提升其在国家和国际排名中的地位” [2, p. 286]。

共同隶属关系会使出版物列出两个或更多机构，这类情况“很可能以研究为重点” [6, 第 384] 页。虽然约有一半的此类隶属关系发生在学术机构之间，但非学术组织（包括私营企业、政府机构和非政府组织（NGO））也经常被列为隶属机构 [6]。除研究之外，多重隶属关系也可能服务于创新或“第三使命”，包括咨询任务、管理任务、教学目的以及传统的荣誉职位 [6]。过去十年间，多重隶属关系在科学体系中的普遍程度总体上大幅上升[7,11]。就出版物数量而言，平均“约四分之一的文章” [7, 第 1044] 页符合

多重隶属关系的标准。这一比例从 2001 年的最低点 14.7% 上升至 2018 [7] 年的 32.5%。到 2019 年，“几乎每三篇文章中就有一篇由具有多重隶属关系的作者（共同）撰写” [7, 第 1039] 页。大学隶属机构是最常见的机构类型 [7]。研究人员多重隶属关系的增加，与文献计量指标在科研经费分配中的重要性日益提高有关 [2]。这一增长也与竞争性经费结构的引入有关，例如“卓越计划”（ExIns）；这类计划鼓励大学“引进外部人才，而不是在本地培养能力或重组其活动” [2,第 1040] 页。

研究发现，包含多机构署名的出版物通常“获得更多引文的可能性更高” [10]。例如，一项研究对四种多学科科学期刊（《科学》、《自然》、《美国国家科学院院刊》、《*PLOS*生物学》）上的科学出版物进行了大规模分析，发现多机构署名对引用次数有正面影响 [12]。观察到的总体趋势是，具有多个隶属机构的作者“更常出现在高影响力论文中” [2, p. 285]，这一现象在日本和德国的生物学与化学领域作者中尤为明显。此外，具有多个隶属机构的研究人员“更常见于高被引出版物.....这表明他们对科学影响力有积极作用” [10]。多个隶属关系能够显著提升机构绩效：“机构的学术绩效受益于多机构署名，因为单个作者的出版物会计入多个机构的绩效” [4, p. 550]。然而，多个隶属关系对引文影响力的作用因学科而异。在某些领域，多机构作者的学术影响力高于其他作者，但在另一些领域则可能相反 [4]。例如，“在高能物理学领域，多机构作者所发表文章的学术影响力高于其他文章（每篇文章的平均引文数为12.6篇，而其他文章为7.62篇）” [4, p. 549], ，而“在遗传学领域，情况恰好相反（每篇文章的平均引文数为73.14篇，而其他文章为75.63篇）” [4, p. 549]。在区分国内多机构署名和国际多机构署名时，研究发现不同学科呈现出不同模式 [10]。研究发现，在医疗相关和生物学相关学科中，“国内多重隶属作者的引文数高于国际多重隶属作者” [10]。相反，空间科学、地球科学和数学领域“呈现出相反的现象” [10], ，其中“国际多重隶属作者获得的引文更多” [10]。该研究使用了一个数据集，其中包含2013年至2015年间发表、由两个或多个机构共同署名的合作出版物，并采用3年引用窗口统计引文[10]。该研究的一项局限可能是采用了较短的引用期（3年引用窗口），这表明“多机构署名对长期引用的影响仍需进一步研究” [10]。

从研究评价的角度来看，多重隶属构成了一个尤其棘手的方法论问题 [9]。整计数法至今仍是统计某个机构或国家所获论文和引文的主要方式，该方法规定每位作者的隶属机构或国家“将被计数一次” [9]。多重隶属“进一步加剧了膨胀，因为如今许多作者会在其隶属关系中列出多个机构/国家” [9]。这种膨胀“使采用文献计量学指标的大学排名和研究评价的有效性与可靠性受到质疑” [9]。如果不将多重隶属关系计算在内，“每篇文献被计数的次数将与该出版物所报告的不同隶属关系数量相同” [7, p. 1041] 这很容易导致失真。科研排名对文献计量数据的依赖可能会“激励机构向主要受雇于其他地方的研究人员提供隶属关系” [7, p. 1041]。“对多重隶属最深切的怀疑在于，研究人员和科研机构是否会为获取不道德的利益而操纵这一系统” [9]。一种具体的问题做法是“付费隶属关系” [3, p.63] ，即“向个人支付费用，让其在已发表研究中将某机构列为自己的隶属机构，即使他们与该机构并无实质联系” [3, p.64]。在短期内“多重隶属关系出现显著且迅速的增长” [3, p.82] ，尤其是在跨国情况下，可能表明“旨在扩大

研究产出”[3, p.83]。为识别潜在的可疑署名和机构隶属关系做法，有人提出了两个互为补充的“关键指标”[3, p.67]：研究产出增长和第一作者署名下降。“第一作者署名显著减少，可能表明署名和机构隶属关系做法发生转变，从而掩盖真正的学术领导作用”[3, p.67]。

尽管多重隶属关系日益普遍，并由此引发了担忧，但“迄今为止，文献对其关注甚少”[6, 第 382]页。该现象总体上“仍未得到充分探索”[7, 第 1039]页。缺乏系统评估，主要是因为历史上“缺少足够的文献计量数据来确定此类联系”[2, 第286]页。过去的书目记录无法建立作者隶属机构与作者姓名之间的联系[4]。自2008年以来，这一限制有所缓解；当时，“科学引文索引数据库（WoS）新增了作者—机构标签”[2, 第 287] 页，使研究人员能够“明确地将作者与其所属机构关联起来，并确定作者是否具有多个隶属机构”[2, 第 287]页。尽管此前已有少数研究从文献计量学角度考察了科学出版中的多重隶属现象[9]，“相关的实证研究仍然很少”[4, 第 557]页。因此，研究人员仍在开发系统方法，“以便从文献计量数据中识别具有多个隶属机构的研究人员”[1]。鉴于系统研究寥寥无几，“我们对具有多个隶属机构的研究人员这一现象知之甚少”[1]。因此，本研究提出一个基于网络的框架，用于分析同时存在的多重机构隶属关系及其对机构连通性和引文影响力的影响。本研究使用 Scopus 数据快照，涵盖奥地利在2013年至2023年间发表的论文，并通过并行构建完整网络与时间筛选网络，区分暂时性与持久的共同隶属关系。结合引力型模型以及经学科和年份标准化、采用分数计数的引文指标，结果表明，地理因素和组织类型如何塑造共同隶属模式。

本文结构安排如下。第 2 节介绍数据并概述预处理步骤，说明用于估算机构内和机构间共同隶属模式的方法，并详细介绍评估机构及组织引文影响力的程序。随后的小节讨论共同隶属关系分析中可能存在的效度威胁。第 3 节展示并讨论结果，第 4 节总结主要发现并得出结论。数据处理、网络构建和统计建模所用的所有代码，以及分析所依据的整理后数据集，均已公开存放于公共存储库（见“代码可用性”和“数据可用性”部分）。

2 方法

2.1 数据

我们使用 Scopus（爱思唯尔）文献计量数据库[13]开展了多重组织共同隶属分析（CAA）。我们检索了 2013年 至 2023 年间发表的所有出版物，这些出版物至少包含一位隶属奥地利某机构的作者，并一并获取了完整的隶属关系元数据。遵循 Yegros-Yegros 等人[1], 的方法，我们随后识别出至少有一位作者报告了两个或更多位于奥地利境内的同时存在的机构隶属关系的出版物。

原始 Scopus 隶属机构记录需要经过大量消歧处理，因为其中存在不同语言的重复条目、不完整地址、地址变体，以及下属单位（例如大学内的院系或研究所）的表述不统一等问题。为解决这些问题，所有奥地利隶属机构均在上级组织层级进行统一处理。下属单位被归入其对应的上级组织。例如，记录为维也纳工业大学（TU Wien）物理研究所的隶属机构，被映射至其上级组织维也纳工业大学（TU Wien）。本研究考察的所有八种组织类型均采用了同一原则（表1）：

大学（uni）、研究机构（res）、医疗机构（med）、学院（coll）、公司（comp）、政府组织（gov）和非营利组织（npo）。

在协调过程中，我们将 Scopus 隶属机构标识符（ID）映射到唯一的组织标识符，并合并重复实体。我们剔除了涉及同一母组织多个下属单位的共同隶属关系，确保分析聚焦于不同组织之间的同时隶属关系，这与 Yegros-Yegros 等人 [1]采用的方法一致。两位研究人员分别独立协调了整个数据集，随后共同审查并解决所有差异，以确保准确性和一致性。协调后，共有 1647 个独特的奥地利组织，每个组织均归入十个组织类别之一（表1）。根据协调后的隶属关系和出版物元数据，我们构建了组织间共同隶属关系链接网络，其定义为同一作者同时列出的组织配对。报告两个以上同时隶属机构的作者贡献了所有唯一的两两组合（例如，隶属机构为 [A、B、C] 的作者会生成 A–B、A–C 和 B–C 链接）。我们将这个完整的链接数据集称为 CoAffAll（表2）。

表1：隶属机构的组织类型分类

组织类型	描述	数量 隶属关系
uni （大学）	大学、大学医学中心和大学科研 合作。 例如：维也纳大学；格拉茨医科大学。	67
res （研究机构）	在多个学科领域开展基础研究或应用研究的组织， 包括科学中心、研究学会和 应用研究机构。仅从事 研究活动的公司也包括在内。 例如：奥地利科学院（*ÖAW*）；奥地利技术研究院 技术研究所。	225
med （医疗机构）	提供护理、治疗和诊断服务的医疗机构 医疗服务，包括公立和私立医院、专科诊所， 以及私人医疗诊所。 例如：奥塔克灵诊所；萨尔茨堡创伤医院。	251
coll （学院）	应用科学大学（德语：Fachhochschulen）， 高等技术学院（HTL）等。 示例：维也纳应用科学大学校区； *CAMPUS 02* 应用科学大学	29
comp （公司）	私营公司、企业和咨询公司。 示例：西门子奥地利；*AVL List GmbH*。	552
gov （政府组织）	负责治理、行政管理和政策 实施的公共机构，包括部委、机构和公共 当局。 示例：奥地利共和国联邦社会事务、卫生保健和消费者保护部 ；奥地利环境署 奥地利	98
npo （非营利组织）	追求社会、文化或 公共利益目标的协会、基金会和社团，例如倡导、人道主义或 会员制组织。 示例：红十字会分支机构；绿色圆环协会。	182
其他	不属于上述任何类别的组织。	243

为识别稳定的共同隶属关系，我们采用时间过滤器，仅保留同一作者在相隔至少 ≥2 年的不同年份所发表的出版物中重复出现的组织对。经过此过滤的数据集称为 CoAffStable（表2）。例如，如果某位作者最初列出 [A、B、C] ，两年或更久之后仅列出 [A、B], ，则只保留 A–B 这一联系，而移除 A–C 和 B–C。我们设定至少两年的间隔，以减少纳入

因短期访问、学术休假或短暂就业转换而产生的短暂隶属关系，因为这些并不代表持久的组织关系。尽管这一过滤器可能会遗漏一些真实但存续时间较短的共同隶属关系，但它能确保最终网络反映持久的组织联系 [1,2,5]。Yegros-Yegros等 [1], 也采用了类似方法，要求作者在2016年和2018年均报告相同的隶属机构组合。他们要求每年至少有一篇出版物列出完全相同的隶属机构；这一两年过滤器确保只保留多年同时任职的情况，并剔除不符合此标准的全部作者—年份观测值。如上所示，我们的处理在链接层级上进行，保留重复出现的 A–B 联系，同时舍弃不持续的配对。我们没有直接排除作者或其出版物，而是仅移除在所要求的两年时间窗口内未重复出现的特定隶属关系对。这样便实现了更精细的过滤，并保留与同一作者相关的所有其他稳定联系。

从 Scopus 获取的书目文章数据集，以及通过协调处理程序生成的已处理隶属关系元数据均已公开；详情和持久标识符见数据可用性部分。

表2. 分析中使用的共同隶属关系链接数据集摘要

数据集名称	描述	标准	链接数量
CoAffAll	包含以下各项之间的所有成对链接 作者的不同组织 具有多个同时 隶属关系。	包括所有唯一的成对 具有以下隶属关系组合的 两种或更多 隶属关系的作者。	44298
CoAffStable	上述数据集的子集 仅限稳定的共同隶属关系。	仅包括以下联系： 作者在 至少两个不同年份中保持相同的 不同年份	29881

2.2 组织邻近性

为了量化不同隶属机构之间的合作强度，我们采用了经济学和区域科学中广泛使用的引力模型。我们利用该模型，根据实体（如地区或组织）的属性（例如规模、研究产出或经费）以及它们之间的距离，解释实体之间的相互作用。该模型的灵感虽然源自牛顿万有引力定律（其中物理质量和空间距离决定吸引力），但其经济学类比模型以组织特征取代了物理质量。经济学类比模型主要将距离解释为地理分隔，同时也允许将其扩展到非空间形式的分隔（例如制度或文化分隔） [14,15]。在此情境下，引力模型为评估组织特征（见表1）和组织邻近性如何影响隶属机构之间合作联系的强度提供了定量依据[1,16,17]。

基本引力模型表述如下：

$$I_{ij} = G\frac{M_i^{\alpha} M_j^{\beta}}{D_{ij}^{\gamma}} \#(1)$$

其中，$_{ij}$表示两个质量之间的互动强度，；是一个比例常数；$_i$和$_j$表示实体的质量；$_{ij}$表示它们之间的距离。

为便于进行经验估计，通常将模型表示为对数线性形式，从而可以通过线性回归技术进行参数估计。线性回归可写为：

$$lnI_{ij} = lnG + \alpha_1 lnM_i + \alpha_2 lnM_j - \beta lnD_{ij} \#(2)$$

在本研究中，互动 $_{ij}$ 表示一种由共同隶属关系链接推导出的无向互动。因此，无需区分 $_i$ 和 $_j$，我们设定 $_1 = _2 =$ [1,18]。据此，可将回归模型简化为：

$$lnI_{ij} = lnG + \alpha ln(M_i M_j) - \beta lnD_{ij} \#(3)$$

由于本研究的因变量（隶属关系对之间的互动强度）是计数型变量，因此我们遵循以往研究 [1,14,15,17]，采用非线性设定。具体而言，我们使用通过最大似然法估计的泊松回归模型，其中两个具有隶属关系的实体（i 和j）之间的互动强度服从泊松分布，其条件均值为（μ）。该分布及其均值是解释变量的函数。

$$Pr[I_{ij}] = \frac{e^{-\mu_{ij}} \mu_{ij}^{I_{ij}}}{I_{ij}!}, where\ \mu_{ij} = exp(G + \alpha ln(M_i M_j) - \beta ln\ D_{ij}) \#(4)$$

我们提出两个引力模型，以考察不同形式的组织邻近性如何塑造合作模式：组织内邻近性模型（模型1）和组织间邻近性模型（模型2）。模型1刻画同类型组织之间的邻近性，即共同署名配对中的两个隶属机构属于同一组织类别（例如，大学—大学或研究机构—研究机构链接）。模型2刻画不同类型组织之间的邻近性，即两个隶属机构来自不同的组织类别（例如，大学—研究机构或大学—产业链接）。这一区分与 Yegros-Yegros 等人 [1] 采用的建模方法一致。我们的两个模型均扩展了经典引力模型框架，纳入针对这些不同组织关系的组织邻近性度量。各设定所包含的变量汇总于表3。

为构建模型输入，我们基于 CoAff_All 和 CoAff_Stable 数据集中的唯一隶属关系，构建了两个无向隶属关系网络（表2）。这些网络包含主要的组织类型——大学（uni）、研究机构（res）、医疗机构（med）、公司（comp）、学院（coll）、非政府组织（npo）和政府机构（gov）。网络中的每个节点代表一个唯一的隶属机构，而边表示隶属机构之间的连接。边权重对应于成对隶属机构之间共同链接的数量（表3；隶属关系_边_强度）。节点权重等于所有相连边权重之和，表示与每个隶属机构相关联的文章总数（表3；文章_计数_隶属机构_从，文章_计数_隶属机构_至）。两个网络中的边总数分别对应于 1386 × (1386 - 1)/2 和 439 × (431 - 1)/2 个唯一的组织配对。

隶属关系对之间的出行时间通过以下方式估算：首先，使用 Python geopy 库将所有地址进行地理编码，转换为采用1984年世界大地测量系统（WGS 84）参考框架的地理坐标。随后，使用开源路径规划引擎 Valhalla 的本地实例，根据这些坐标计算每一对隶属关系之间的出行时间。Valhalla 使用 OpenStreetMap 数据生成符合实际的出行路线和时长 [19]。在经典引力模型中，地理距离通常作为表示空间分离的阻抗项。在此，我们用出行时间替代距离，因为它能够更真实地衡量有效连通性。

不同于假定交通条件均质的直线距离，出行时间纳入了基础设施质量、路径限制和边境延误等方面的差异，从而捕捉影响空间互动的更有意义的摩擦因素 [17,20]。

在根据 CoAff–All 和 CoAff–Stable 数据集构建的网络中，变量 affiliation_edge_strength 含有大量零值，因为大多数组织对并不共享能够产生共同隶属关系链接的研究人员。为同时处理过度离散和零计数普遍存在的问题，我们采用了零膨胀负二项（ZINB）回归模型。该模型设定考虑了结构性零值（即链接缺失源于一种不同的潜在过程，而非随机变异的情况），并广泛应用于引力模型应用，包括贸易分析。在这些分析中，实体对之间出现零流量的情况很常见[14]。ZINB 模型由两个部分构成：用于估计结构性零值概率的逻辑回归部分，以及用于对非零观测值的相互作用次数进行建模的负二项部分 [14,17]。

表3. 两个零膨胀负二项（ZINB）回归模型中包含的变量：组织内邻近性模型（模型1）和组织间邻近性模型（模型2）

变量	描述
引力模型变量（应用于模型1和模型2）	
隶属机构_边_强度（*ij*） [1/1]	唯一隶属关系对之间的连接数量（强度 *ij* 组织之间）。
文章_数_隶属机构_来自（ *i*） [1/1]	总计 数量 of 文章 关联的 with the 第一 隶属机构 （来自_节点）在一个配对中（Mass *i*）。
文章_数量_隶属机构_至（*j*） [1/1]	相关联的文章总数 与第二个 隶属机构 （来自_节点），配对中（Mass *j*）。
旅行_时间（*ij*） [s]	从一个组织前往另一个组织所需的时间（秒） 其他（对应于*ij* 之间的引力模型距离 隶属关系配对）。
邻近性变量	
机构内部邻近性（模型1） [1/1]	七个虚拟变量，用于表示两个隶属机构是否属于 属于相同的组织类别（1 = 相同类型； 0 = 否则）： uni_uni, res_res, med_med, comp_comp, coll_学院, ngo_非营利组织, gov_gov ．
机构间邻近性（模型2） [1/1]	二十一个用于表示隶属机构是否属于 to 不同的 组织 类别 (1 = 不同的 类型； 0 =否则）：学院_comp、学院_gov、学院_医疗机构、学院_非营利组织、学院_研究机构， 学院_大学、comp_gov、comp_医疗机构、comp_非营利组织、comp_研究机构、comp_大学， gov_医疗机构、gov_非营利组织、gov_研究机构、gov_大学、医疗机构_非营利组织、医疗机构_研究机构、医疗机构_大学， ngo_研究机构、ngo_大学、研究机 构_大学。

2.3 引文影响分析

为量化引文影响力，我们遵循Bornmann等人 [21]的方法建议，采用基于Hazen百分位数的领域和年份标准化引文得分。对于每篇出版物，我们计算加权Hazen百分位排名中位数，作为引文影响力的标准化指标。该指标通过考虑学科和时间上的引文差异，能够直接比较不同研究领域和出版年份的出版物。在Scopus中，研究领域以期刊集合定义。汇总百分位数秩定义为加权百分位数，权重为各领域 × 出版年份参考集合中的论文数量。此加权方法考虑了不同领域的引文实践以及不同出版年份的引文窗口差异，确保从规模较大且时间上

可比的论文集合中获得的引文百分位数信息，相较于较小集合中的信息，对汇总指标的贡献更大。因此，所得加权百分位排名（wPR）代表了分配至多个学科类别的出版物的领域和年份标准化引文得分。wPR的计算方法为 [21]

$$\mathrm{wPR} = \frac{\sum_x \mathrm{PR}_{\mathrm{SC_x}}\, n_{SC_x}}{\sum_x n_{SC_x}} \#(5)$$

其中，$\mathrm{PR}_{\mathrm{SC_x}}$ 表示该论文在相应出版年份所属领域 $\mathrm{SC_x}$ 中的 Hazen百分位数，而SC_x 是该领域该出版年份的论文总数。

由于研究人员可能同时拥有多个机构隶属关系，且本研究将每个组织划分为一种组织类型，因此引文影响力的分配方式能够一致地处理这些重叠的隶属关系。例如，某位研究人员可能同时隶属于维也纳工业大学（归类为大学）和奥地利科学院（归类为研究机构）。在评估组织类型表现和各个组织时，每篇出版物均按比例分配给所有相关隶属机构：可按组织类型分配（例如，0.5分配给大学，0.5分配给研究机构），也可在组织层面分配给相应的组织（例如，0.5分配给维也纳工业大学，0.5分配给奥地利科学院）。为确保引文影响力在多重隶属作者所属的所有单位之间得到公平分配，我们采用分数计数汇总 wPR 值。这种方法确保每篇出版物对每个组织和每种组织类型的引文影响力贡献都仅占相应比例。对于任何给定单位，我们计算了平均加权百分位排名 mwPR()。它是该单位所含出版物的 wPR 值的分数加权平均值

$$\mathrm{mwPR(F)} = \frac{\sum_{i=1}^{y} wPR_i \cdot FR_i}{\sum_{i=1}^{y} FR_i} \#(6)$$

其中，$_i$ 表示论文*i*的加权Hazen百分位排名中位数，$_i$ 表示论文*i* 对单元*F* 的分数贡献，而 *y* 表示与*F* [22,23]相关的论文总数。

为评估引文影响力估计对作者隶属关系不同表示方式的敏感性，我们采用三种隶属关系筛选方案重复进行汇总（表 4）。在所有署名机构（AA）方案中，纳入每条组织间关联中的所有隶属关系及其对应的组织类型。第一署名机构（FA）方案仅保留每条关联中的首列署名机构，而最后署名机构（LA）方案仅保留末列署名机构。根据上述关联结构（参见第2.1节示例，其中作者隶属关系 [A、B、C]生成了相应关联），这些方案分别对应于：（1）纳入所有隶属机构联系；（2）仅保留首列署名机构（例如每个配对中的 A）；或（3）仅保留末列署名机构（例如 C）。这项敏感性分析旨在考察这样一个问题：多重隶属作者的隶属关系采用不同表示方式时，可能会在组织之间重新分配引文归属。例如，一名同时隶属于大学和研究机构的研究人员，如果只保留一个隶属机构，可能会夸大其中一个单位相对于另一个单位的表观表现。更广泛地说，组织排名可能会因隶属关系筛选中看似随意的选择而发生变化。通过比较 AA、FA 和 LA 方案下的结果，我们评估了引文影响力估计对多重隶属作者这些替代表示方式的稳健性，并量化了此类建模决策对引文归属在不同组织类型和各个组织之间分配的影响程度。

为评估机构排名对归属于各组织的出版物数量有多敏感，我们基于最低样本量

阈值开展了额外的敏感性分析。我们针对整个分析期（2013年–2023年）设定了一系列发表数量阈值，并据此重新计算组织 mwPR 值。每轮分析仅纳入出版物数量超过指定阈值的组织。此方法用于评估：排除规模较小、因出版物数量偏少而导致引文影响力估计高度波动的组织后，组织排名的稳定性如何。通过比较不同阈值下基于 mwPR 的排名，我们量化了机构绩效评估在多大程度上取决于最低发表数量要求。因此，我们确保后续比较集中于具有充分稳健实证依据的单位。最低样本量要求限制了此类失真：出版成果组合规模极小的组织与规模大得多的组织一同排名时，便可能出现这种失真。只有少量出版物的组织可能会因为单篇高被引成果带来异常高的 wPR 值而显得格外出色；而主要大学等规模较大的组织通常表现出更广泛的引文表现分布，因此其 mwPR 估计更稳定，但往往也更为适中。

表 4. 隶属关系筛选方案。每种方案都规定了汇总引文数据时保留哪些组织间联系中的隶属关系。例如，若一位作者列出三个同时隶属机构（A–B–C），则联系结构会形成三个组织间配对：（A–B）、（A–C）和（B–C）。在所有署名机构（AA）方案下，所有联系都会保留。第一隶属关系（FA）方案仅保留每对中的首列署名机构（A，A），而最后隶属关系（LA）方案仅保留每对中的末列署名机构（C，C）。

方案	缩写	描述	示例结果
所有隶属机构	AA	包括所有隶属机构联系	（A – B）、（A – C）、（B – C）
首隶属机构筛选	FA	仅保留列出的第一隶属机构。	（A）、（A）
最后隶属机构筛选	LA	仅保留最后列出的隶属机构	(C), (C)

2.4 有效性的威胁

潜在偏差的一个重要来源，是将机构划分为不同组织类型。这一分类体系在一定程度上具有主观性，可能影响零膨胀负二项建模的结果以及基于 mwPR 的绩效估计。例如，具有大量研究活动的企业被归类为研究机构，但也可以将其划分为公司。同样，大学医学中心被归入大学类别，尽管它们也可以被视为医疗机构。采用其他合理的分类方式，会导致出版物汇总结果不同，进而产生不同的影响力估计。因此，组织类型方案应被理解为一种与本研究评估重点相契合的分析选择，而非对机构边界的权威界定。

组织类型的界定难题，在科学技术研究中心（CWTS）编制莱顿排名时所采用的方法学中得到了充分体现。CWTS 指出，国际上并不存在公认的标准来界定何为“大学”，而且各国学术体系在大学医学中心、研究所和附属医院等实体的组织方式上存在显著差异。因此，CWTS 必须作出规范性判断，决定此类组织应被视为大学的组成部分、联合设施还是独立实体；这些决定会直接影响出版物的归属方式以及机构之间的比较 [24,25]。在我们的研究中，这些挑战更加突出，因为研究涵盖了多种组织类型，包括研究所、医疗机构、公司和非营利组织。每个类别中都有一些难以明确分类的模糊案例。

不确定性的另一个来源是组织样本量。如上所述，组织 mwPR 估计值的稳定性取决于归属于各组织的出版物数量。产出量极低的组织，其引文影响力值可能会出现剧烈波动，从而扭曲比较排名。尽管我们通过设定最低发表量阈值，并考察排名在逐步提高阈值后的变化来缓解这一问题，但阈值本身的选择仍涉及一项可能影响结果的建模决策。

3 结果

3.1 组织邻近性分析

与引言中报告的既有发现一致，我们的分析显示，83,960 篇文章中有 21,042 篇（25%）至少包含一名具有多重隶属关系的作者，这与此前报告的“约四分之一的文章”具有多重隶属关系这一平均值十分接近 [7]。图1展示了根据表1所概述的数据集生成的两个网络图，其中仅显示边强度达到或超过 250 的组织之间的节点和边。具有广泛研究活动的主要组织同时出现在完整网络（CoAff–All，图1a）和筛选后的网络（CoAff–Stable，图1b）中。在经过筛选的 CoAffStable 版本中，若干较小的节点和较弱的连接被移除，从而形成了更为紧凑的整体结构。在两个网络中，大学和研究机构占据主导地位。最大的节点（节点大小对应组织的出版物总数）主要是大学（图1，紫色），其次是研究机构（绿色）。大学主要与其他大学和研究机构相连。在两个数据集中，奥地利科学院（ÖAW Wien）、维也纳工业大学（TU Wien）和因斯布鲁克大学（Uni Innsbruck）之间存在紧密的共同隶属关系链接，表明同时隶属于这些组织的研究人员高度集中。医院组织构成了一个较小的集群，而单个、孤立的节点则对应其他组织类型，例如公司、非营利组织和政府机构。

表 5 总结了模型1的 ZINB 回归结果，该模型应用于 CoAff–All 和 CoAff–Stable 两个关系链接数据集。该组织内邻近性模型评估了同一组织领域内的共同隶属关系以及空间距离如何影响作者之间形成合作关系的可能性。在两个数据集中，旅行时间越长，共同隶属关系链接形成的概率越低，这凸显了地理邻近性在塑造同时隶属关系模式方面持久的重要作用。变量 ln_prod_edge_strength（即两个组织出版物数量乘积的对数）与两个数据集中的关系形成均呈显著正相关。这意味着，出版物总量较大的组织更有可能通过共同隶属关系建立联系。因此，这一模式反映了一种规模依赖机制：规模较大的机构拥有更多研究人员，因此其中一些人具有多重同时隶属关系的概率也更高。关键在于，在我们的研究情境中，这一效应反映的是组织的出版能力以及接纳具有多重隶属关系的研究人员的可能性，并不代表组织之间的合作活动或联合生产力。

组织配对效应进一步揭示了结构模式：大学–大学（univ_univ）链接在两个数据集中均呈现出强劲且具有统计显著性的正系数，凸显了大学作为组织协作格局中枢纽的核心作用。CoAffAll 数据集中医疗机构–医疗机构（med_med）配对的系数为正且具有统计显著性，这表明作者经常同时隶属于多个医疗机构。然而，在 CoAffStable 数据集中，这些效应有所减弱或不再具有统计显著性。这种减弱可能反映了更严格的纳入标准。短期共同隶属关系及其对应的低发表活动被排除在外，例如临床研究员职位或兼职

教学职位（许多作者仅出现过一次）。coll_coll 的系数在 CoAffAll模型中为负且不具有统计显著性，但在 CoAffStable模型中转为正值（仍不具有统计显著性），这表明合作–合作配对对共同隶属关系链接形成没有稳健或一致的影响。

公司—公司（comp_comp）配对在 ZNIB模型中呈现负系数，在 CoAffStable 数据集中尤为明显，这表明两个私营部门组织之间的共同隶属关系相对少见。这一模式可能反映了私营部门的结构特征，例如合同限制、保密要求，以及共同任职的激励有限；这些因素降低了研究人员正式同时隶属于多家公司的可能性。虽然在完整数据集中，非营利组织（npo_npo）和政府机构—政府机构（gov_gov）配对在统计上并不显著，但在筛选后的CoAffStable结果中，npo_npo 的系数转为显著正值（但标准误非常大）。这种高度不精确性表明，表面上的正向效应在统计上并不稳健，也无法为非营利组织共同隶属关系有所加强或持久存在提供可靠证据。这一变化表明，尽管非营利组织总体上很少存在共同隶属关系，但筛选后的数据集并不支持存在特别稳定或凝聚力强的非营利组织子网络。

在膨胀组分中，联合生产力的系数为负且具有统计显著性，这表明作者配对的综合生产力越高，出现结构性零值的可能性越低（即，不具备在组织之间形成共同隶属关系联系的潜在能力的配对越少）。与此同时，正值且显著的截距表明过多零值具有较高的基准概率，这与组织共同隶属关系网络稀疏且零值膨胀的结构相一致。

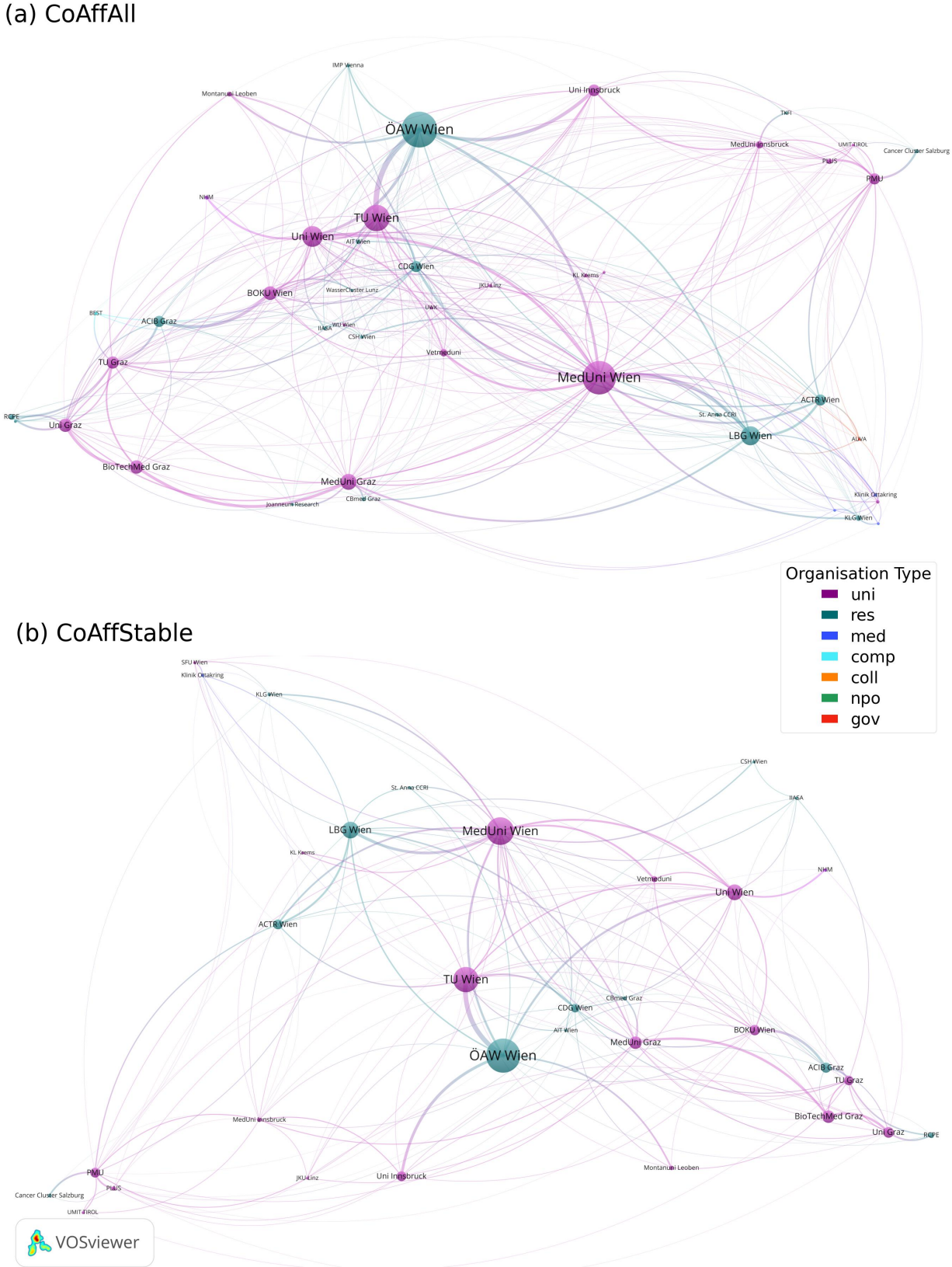


图1. 基于完整数据集 (a) 和筛选后数据集 (b) 构建的共同隶属关系网络。节点代表组织（大小按出版物产出调整；颜色表示组织类型），边表示强度为 ≥ 250 的共同隶属关系链接。组织类型包括：大学 (uni)、研究机构 (res)、医疗机构 (med)、学院 (coll)、公司 (comp)、政府组织 (gov) 和非营利组织 (npo)。

Tabl表 5. 组织内部邻近性模型的零膨胀负二项回归结果 1

结果 模型1	CoAffAll			CoAffStable		
	系数	稳健标准误	P>|z| 检验统计量|	系数	稳健标准误	P>|z| 检验统计量|
ln_产品_边缘_强度；*ij* ( )	0.25	0.02	0.00 ***	0.23	0.03	0.00 ***
ln_旅行_时间；*ij*	-0.56	0.05	0.00 ***	-0.60	0.08	0.00 ***
大学 大学_	2.40	0.16	0.00 ***	1.64	0.20	0.00 ***
研究机构 研究机构_	-0.11	0.25	0.65	-0.69	0.32	0.03 *
医疗机构 医疗机构_	0.33	0.18	0.06 。	-0.15	0.38	0.69
comp_comp	-0.54	0.18	0.00 **	-1.46	0.46	0.00 **
学院 学院_	-0.31	0.61	0.62	0.71	0.87	0.41
非营利组织_非营利组织	0.63	0.38	0.10	2.85	0.95	0.00 **
政府_政府	-0.27	1.07	0.80	-1.57	0.81	0.05 .
逻辑回归模型						
膨胀项常数_	5.58	0.16	0.00 ***	6.03	0.24	0.00 ***
通胀_ln_prod_edge_strength	-0.33	0.01	0.00 ***	-0.36	0.02	0.00 ***
常数项	1.03	0.57	0.07 。	2.85	0.78	0.00 ***
N	959805			92665		
BIC	43849.56			14435.52		
AIC	44002.63			14558.19		

注：报告的指标包括系数（Coef.）、稳健标准误（Std. err.）和 p 值。显著性水平：*p < 0.05，**p <0.01，***p < 0.001。AIC = 赤池信息准则。BIC = 贝叶斯信息准则。

两个数据集的模型2结果见表6。计数部分（即模型中的负二项部分）呈现出两种稳健的模式。首先，模型1中的距离衰减效应依然存在：旅行时间越长，共同隶属关系链接的预期数量就越低（ln_travel_time = −0.82，p < 0.001； −0.80，p < 0.001）。其次，联合发表强度是共同隶属关系形成的稳定预测因素。不过，其影响会随时间过滤而减弱：完整 CoAffAll 网络中，ln(prod_edge_strength) 系数为正（0.62，p < 0.001）；在 CoAffStable 样本中仍为正值（但大幅降低）（0.3，p <0.01）。总体而言，这些模式表明，联合生产力有助于关系形成（例如通过项目层面的合作或短期合作），但对于解释哪些组织间关系能够持续多年，其作用较小。

组织配对呈现出清晰的层级结构。大学—研究机构联系具有独特的韧性。它们是唯一在两个样本中系数均为正且具有统计显著性的跨类型配对（研究机构_大学 = 0.98，p < 0.001；0.78，p < 0.05）。相比之下，许多跨类型组合（尤其是涉及政府机构、非营利机构和医疗机构的组合）系数大幅为负，其中若干组合在过滤后负值进一步增大（例如，学院_医疗机构：−1.80→ −8.92；企业_非营利组织： −3.11 → −6.66；学院_研究机构： −0.31 → −1.55）。尽管出现了这些变化，这一模式并非普遍适用：有些配对的效应减弱或在过滤网络中失去统计显著性（例如，学院_大学和政府机构_医疗机构），还有若干估计值仍不具有统计显著性（尤其是学院_企业：-0.70，p= 0.60 → −0.61，p = 0.48）。总体而言，时间过滤减少了短期项目隶属关系的影响范围。时间过滤也使部门差异更加鲜明，留下较少一部分组织关系，而这些关系可能反映持久的组织联系或正式合作关系。

最后，膨胀组分证实，较高的联合生产力会降低出现结构性零值的概率（膨胀_ln_prod_edge_strength = −1.30, −1.42；两者的$p < 0.001$），而正截距则反映了组织间共同隶属关系总体上的稀疏性。

表6. 组织间邻近性模型（模型2）的零膨胀负二项回归结果，与表5所列的组织内模型（模型1）相对应，但纳入了跨类型组织配对

结果 模型2	CoAffAll			CoAffStable		
	系数	稳健标准误	P>|z|	系数	稳健标准误	P>|z| 检验统计量|
ln_产品_边缘_强度；*ij* （ ）	0.62	0.06	0.00 ***	0.33	0.10	0.00 **
ln_旅行_时间；*ij*	-0.82	0.04	0.00 ***	-0.80	0.08	0.00 ***
学院_comp	-0.70	0.60	0.24	-0.61	0.85	0.48
学院_gov	-2.82	0.59	0.00 ***	-25.04	73.91	0.73
学院 医疗机构_	-1.80	0.22	0.00 ***	-8.92	0.19	0.00 ***
学院_非营利组织	-0.85	0.39	0.03 *	-5.60	0.20	0.00 ***
学院 研究机构_	-0.31	0.32	0.34	-1.55	0.57	0.01 **
学院 大学_	1.18	0.27	0.00 ***	-0.29	0.37	0.43
comp_政府	-2.95	0.45	0.00 ***	-3.75	0.95	0.00 ***
comp_医疗机构	-3.05	0.42	0.00 ***	-3.19	0.71	0.00 ***
comp_非营利组织	-3.11	0.35	0.00 ***	-6.66	0.82	0.00 ***
comp_研究机构	-2.43	0.19	0.00 ***	-2.82	0.33	0.00 ***
企业_大学	-1.65	0.16	0.00 ***	-1.76	0.22	0.00 ***
政府_医疗机构	-0.83	0.43	0.05。	-0.77	0.74	0.30
政府_非营利组织	-1.93	0.49	0.00 ***	-2.78	0.92	0.00 **
政府_研究机构	-0.71	0.59	0.23	-0.29	0.79	0.72
政府_大学	-0.90	0.24	0.00 ***	-0.93	0.32	0.00 **
医疗机构_非营利组织	-0.78	0.21	0.00 ***	-1.30	0.45	0.00 **
医疗机构 研究机构_	-1.33	0.22	0.00 ***	-1.86	0.33	0.00 ***
医疗机构 大学_	-0.70	0.16	0.00 ***	-0.94	0.19	0.00 ***
非营利组织_研究机构	-2.24	0.49	0.00 ***	-2.98	0.80	0.00 ***
非营利组织_大学	-1.46	0.24	0.00 ***	-1.22	0.39	0.00 **
研究机构i 大学_	0.98	0.25	0.00 ***	0.78	0.31	0.01 *
逻辑回归模型						
膨胀常数_	4.67	0.12	0.00 ***	4.28	0.20	0.00 ***
膨胀_ln_产品_边缘_强度	-1.30	0.04	0.00 ***	-1.42	0.06	0.00 ***
常数项	-1.21	0.21	0.00 ***	1.23	0.34	0.00 ***
N	959805			92665		
BIC	42887.26			14211.05		
AIC	43205.17			14465.85		

注：报告的内容包括系数（系数）、稳健标准误（标准误）和 p 值。显著性水平：*p < 0.05，**p <0.01，***p < 0.001。AIC = 赤池信息准则。BIC = 贝叶斯信息准则。

3.2 共同署名研究的影响

图2展示了在第3.2节所述筛选方案下，不同组织类型的 wPR 概率密度，并使用了两个数据集（CoAffAll 和 CoAffStable；见表2）。

在三种方案（全部、首次和末次）下，各组织类型的整体分布模式保持一致。研究机构（res）和大学（uni）在较高的 wPR 值处呈现较宽的小提琴图形状，表明引文影响力高于平均水平（经领域和年份归一化）的出版物更为集中。相比之下，政府组织（gov）、学院（coll）和非营利组织（npo）在较高的 wPR 值区间分布较窄，说明高被引出版物较少。公司（comp）和医疗机构（med）这两种类型在两个数据集中，wPR 值高于50%的部分分布较为均匀。总体而言，所有组织类型在50%线以上均呈现相对较宽的分布，表明大多数产出至少达到或超过“平均”引文水平的预期值。

在所有组织类型中，数据集 CoAffAll 和 CoAffStable 的 mwPR值排序（图2中的菱形）保持一致。例如，在两个数据集中，研究机构（res）均呈现出末次 > 全部 > 首次的模式，而大学（uni）则呈现出首次 > 全部 > 末次的模式。全部隶属关系筛选器的结果始终处于中间位置，反映了将多重隶属作者的贡献平均分配到其所有列出的隶属机构后的情况。在各类组织中，研究机构（res）和大学（uni）的总体引文影响力最高。考虑末列署名机构时，研究机构（res）的表现最佳；保留首列署名机构时，大学（uni）的表现最佳。在其他类型中，政府组织（gov）在不同筛选方案下的变化最为显著：在 CoAff–Stable 数据集中，FA筛选器下的 mwPR 明显低于 CoAff–All。

这些结果表明，mwPR 估计值会受到所采用的多重隶属作者所列隶属机构的影响。尽管如此，FA、AA 和 LA 方案的相对排序在不同数据集和组织类型中保持稳定，说明隶属关系位置对观测到的引文影响力的作用呈现出稳健的模式。

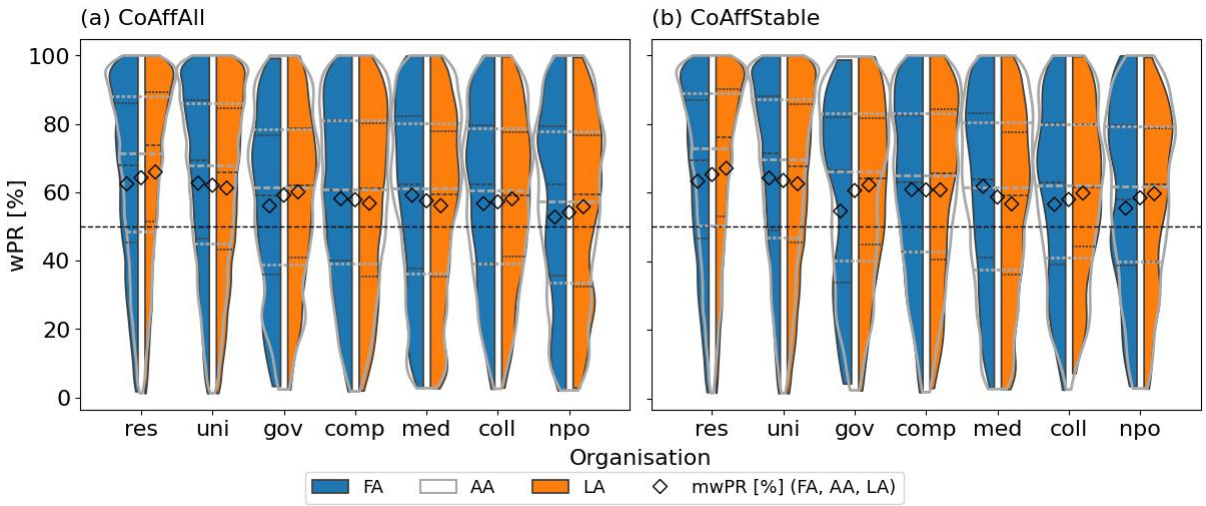


图2：数据集 CoAffAlls（a）和 CoAffStable（b）中，各组织类型（研究机构、大学、政府机构、公司、医疗机构、学院、非营利组织）的加权Hazen百分位排名中位数（加权优先概率）的分布。小提琴图展示了在首次署名机构（FA）、全部隶属关系（AA）和最后隶属关系（LA）筛选条件下，各组织类型的加权优先概率概率密度。菱形表示相应的加权百分位秩均值（mwPR）。有关链接数据集的更多信息，请参见表2。组织类型包括：大学（uni）、研究机构（res）、医疗机构（med）、学院（coll）、公司（comp）、政府组织（gov）和非营利组织（npo）。

我们通过汇总 CoAffAll 数据集中（图3a）和 CoAffStable 数据集中（图3b）各组织类型的年度 mwPR，考察了引文影响力的时间趋势。2013年，研究机构（res）的 mwPR值最高（图3a：68%；图3b：70%），政府组织（gov）紧随其后（图3a：67%；图3b：69.5%）。研究组织始终排名第一，mwPR值通常处于60%中段至高段；而占共同隶属关系链接比例最高的大学（uni），表现稳定，处于60%出头的中等水平

。政府组织（gov）和非营利组织（npo）的时间波动最大：政府组织（gov）的 mwPR从2013年的峰值（图3a为≈67%；图3b为 ~70%）下降至随后年份的50%出头（例如，图3a中2017年为 ≈50%，2021年为 ≈53%）。非营利组织（npo）在整个时间序列中波动显著（例如，图3a中2013年为 ≈58%，2014年为 ≈50%，2015年为 >64%）。相比之下，公司（comp）的变化较小，在两个数据集中都相对稳定。医疗机构（med）和学院（coll）的 mwPR处于较低区间（50%中段至高段），仅有小幅波动，且最近一年略有回升。

在几乎所有组织类型中，CoAffStable 数据集的 mwPR 值都系统性地高于未筛选的数据集，尽管其样本量较小，这表明持续存在的共同隶属关系与较高的引文影响力相关。这些时间模式与图2所示的分布差异一致，也凸显了不同组织类型之间引文表现的异质性，以及影响力估计对共同隶属关系定义方式的敏感性。

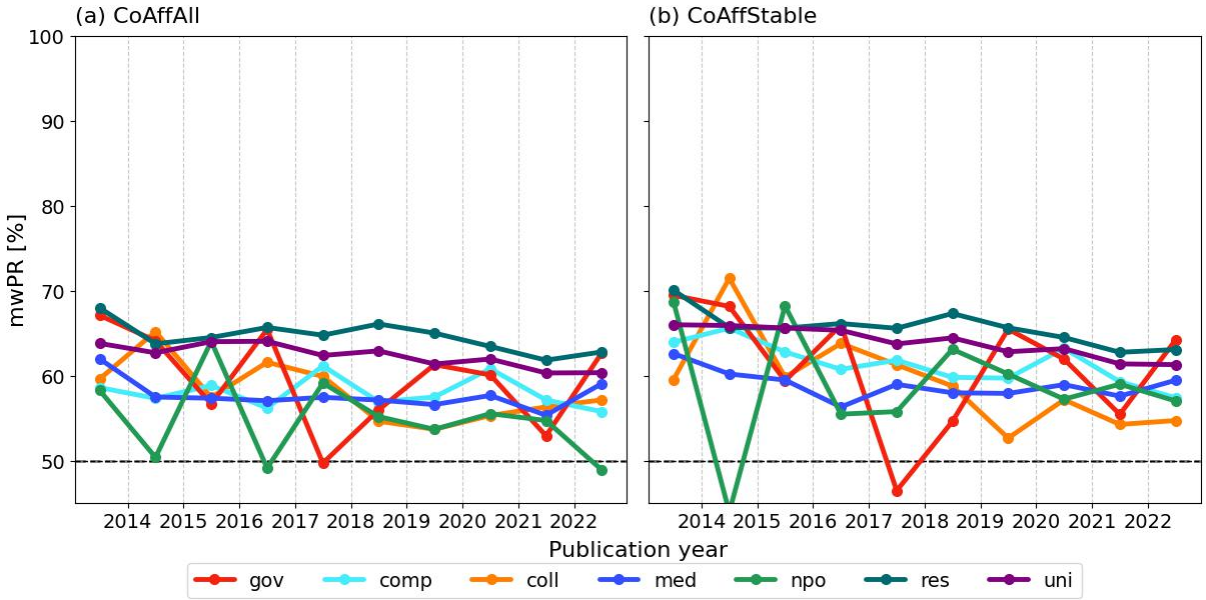


图3：不同组织类型的引文影响力随时间的演变。按组织类型划分的年度加权百分位排名均值（mwPR），其中 (a) 为隶属关系_链接_全部，(b) 为 CoAffStable。数值按年份汇总。有关链接数据集的更多信息，请参见表2。组织包括：大学（uni）、研究机构（res）、医疗机构（med）、学院（coll）、公司（comp）、政府组织（gov）和非营利组织（npo）。

图4汇总了奥地利研究机构中表现排名前十的机构的 mwPR 值，这些机构依据其在 CoAff–All 数据集中的 mwPR 确定。图中仅纳入未筛选的 CoAff–All 数据集（全部隶属关系方案）中出版物数量至少为 300 的机构，代表中等程度的筛选。最终的机构前十名名单全部由大学和研究机构组成。有关其他阈值水平的结果展示了排名靠前机构的构成如何随不同抽样要求而变化，详见附录。

图4中的所有组织均属于大学（uni）或研究机构（res）类别。对于这些相同的组织，我们也使用 CoAffStable 数据集计算了 mwPR 值，从而可以直接比较未筛选和稳定的共同隶属结构。在两个数据集中，维也纳奥地利科学院（ÖAW）始终位居首位，其 mwPR 值在 AA 数据集中为 73%（n = 2,960），在筛选后的数据集中为 76%（n = 2,559）。ÖAW 在 LA 方案下也取得了最高分（CoAffAll LA：76%，n = 1,808；CoAffStable LA：77%，n = 1,530）。

在 CoAffAll AA 数据集中，拉克森堡国际应用系统分析研究所（IIASA；72.5%，n = 355）和维也纳工业大学（TU Wien；65.1%，n = 2,550）紧随 ÖAW 之后。

应用 FA 和 LA 筛选器会在不同组织之间引入系统性偏移。对于大多数组织而言，FA 值通常与 AA 值相近或略低，但维也纳工业大学在 FA 下呈现小幅上升。若干组织在 LA 下出现明显下降，其中最显著的是维也纳工业大学（56%，n = 680）和 IIASA（65%，n = 74）。从完整数据集（CoAffAll）转向筛选后的数据集（CoAffStable）时，几乎所有组织的 mwPR 都有所上升。这种系统性增长表明，持续存在的长期共同隶属关系与更高的引文影响力相关。此外，研究结果突出表明，一个组织在多机构署名出版物中的位置角色可能会显著影响其观测到的表现。

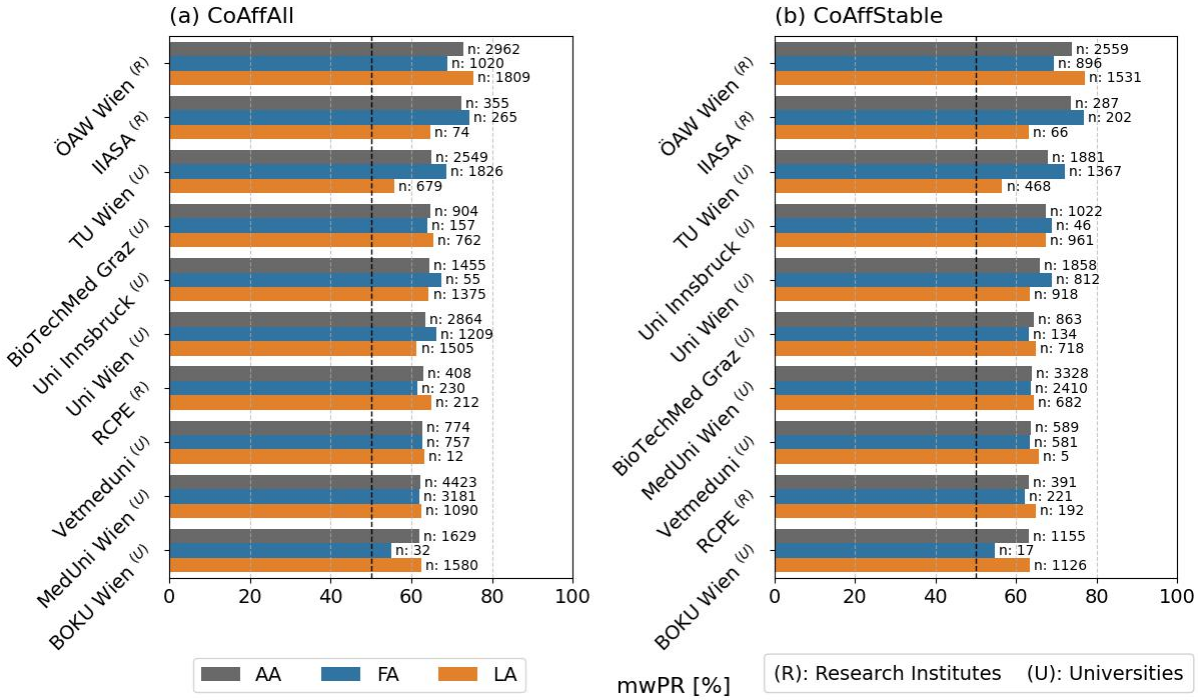


图4：具有共同署名机构关系的奥地利组织的引文影响力。两个面板均展示了从 CoAffAll 中选出的前十个组织；按照所有署名机构（AA，无筛选）方案，这些组织至少有 300 条记录：(a) CoAffAll 和 (b) CoAffStable。面板展示了这些组织在所有署名机构（AA）、第一署名机构（FA）和最后署名机构（LA）筛选方案下的 mwPR(F) 值。有关链接数据集的详细信息，请参见，关于隶属关系筛选方案的定义，请参见表 4。

组织缩写：ÖAW Wien，奥地利科学院（维也纳）；IIASA，国际应用系统分析研究所；TU Wien，维也纳工业大学；BioTechMed Graz，BioTechMed-Graz；Uni Innsbruck，因斯布鲁克大学；Uni Wien，维也纳大学；RCPE，制药工程研究中心；Vetmeduni，维也纳兽医大学；MedUni Wien，维也纳医科大学；BOKU Wien，维也纳自然资源与生命科学大学。

图5展示了排名前十的奥地利研究机构的 mwPR 时间演变。ÖAW Wien 始终位居首位。在 CoAff–All 数据集中，其 mwPR 在2013年为76%（n = 185），2015年至2019年间在75%左右波动，2022年则达到70%（n= 386）。CoAff–Stable 系列的数值更高且更平稳（2013年为78%；2018年为76%；2022年为72%），表明持久共同隶属关系强化了这一引文优势。BioTechMed Graz 在2013年出现极高值（98%），但这一结果仅基于一篇出版物（n = 1）。2016年后，其在两个数据集中的走势均稳定在65%左右。IIASA 在观测期的起始和末尾均出现 mwPR 峰值。在未筛选的 CoAffAll 数据集中，2013年的 mwPR 已处于较高水平（79%，*n* = 34），并于2021年再次上升，达到最高值（85%，*n* = 36）。这一观测期末段的增长在 CoAffStable 数据集中也得以保持，其 mwPR 于2021年达到85%，与高影响力产出的集中相一致

这表明高影响力产出集中于持久共同隶属关系之中。在整个观测期内，大学的 mwPR 整体走势稳定。只有 BioTechMed Graz 出现明显波动，这反映出规模较小的发表成果组合中，引文影响力估计较为敏感。

总体而言，CoAffStable 系列（图5b）的 mwPR 值高于未经筛选的 CoAffAll 系列（图5a）。这一模式支持这样的解释：持久、长期的共同隶属关系与更高且更稳定的引文影响力相关，而短暂或样本量较小的共同隶属关系则会带来波动，并可能抬高个别年份的峰值。

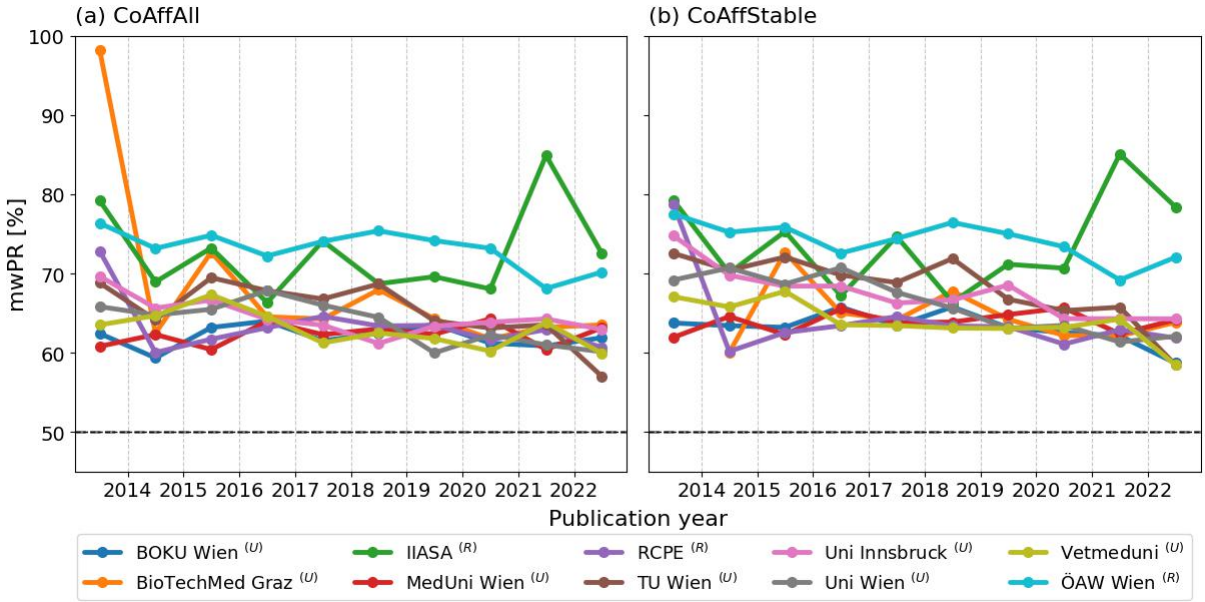
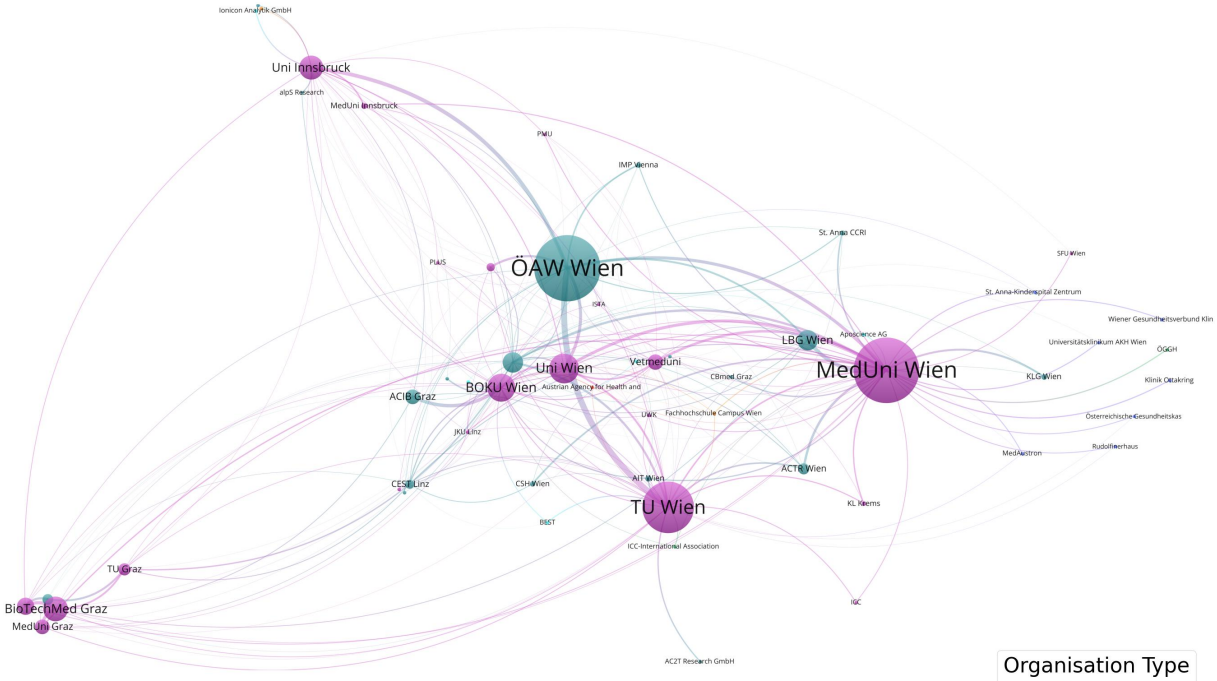


图5：与图3相同，但仅限于在全隶属关系（AA）方案下至少有300条出版物记录的十个组织。组织类型标示如下：（R）研究机构，（U）大学。组织缩写：ÖAW Wien，奥地利科学院（维也纳）；IIASA，国际应用系统分析研究所；TU Wien，维也纳工业大学；BioTechMed Graz，BioTechMed-Graz；Uni Innsbruck，因斯布鲁克大学；Uni Wien，维也纳大学；RCPE，制药工程研究中心；Vet meduni，维也纳兽医大学；MedUni Wien，维也纳医科大学；BOKU Wien，维也纳自然资源与生命科学大学。

图6展示了 CoAffAll 和 CoAffStable 的组织网络，与图1类似；网络仅涵盖上述依据 mwPR 值确定、且在 CoAff–All 数据集中出版物数量至少达到 300 篇的十个表现最佳的奥地利研究机构。网络经过筛选，只保留至少涉及一个表现最佳的奥地利组织的边。图中仅显示共隶属强度达到或超过 50 的节点和边。图1描绘的是所有组织之间整体的共隶属结构，且采用了更高的边强度阈值 250；与之不同，图6专门聚焦于以表现最佳的组织为中心的自我网络。此类定向筛选突出了这些组织周边的直接组织环境，并揭示了在图1所示更全面的网络中不太明显的共隶属模式。在图6的两个数据集中，维也纳的奥地利科学院（ÖAW）与维也纳工业大学和因斯布鲁克大学的联系最为紧密。各大学还与其他大学和研究机构相互连接，体现了更广泛的学术合作模式。IIASE 未出现在任一网络中，因为它未达到边强度阈值 50；这反映出其组织联系相对较少，且样本量有限，如上文所述。医科大学与多所大学和医疗机构存在多条联系（图6，蓝色），凸显了其在医学与学术合作领域中的核心作用。

(a) CoAffAll



(b) CoAffStable

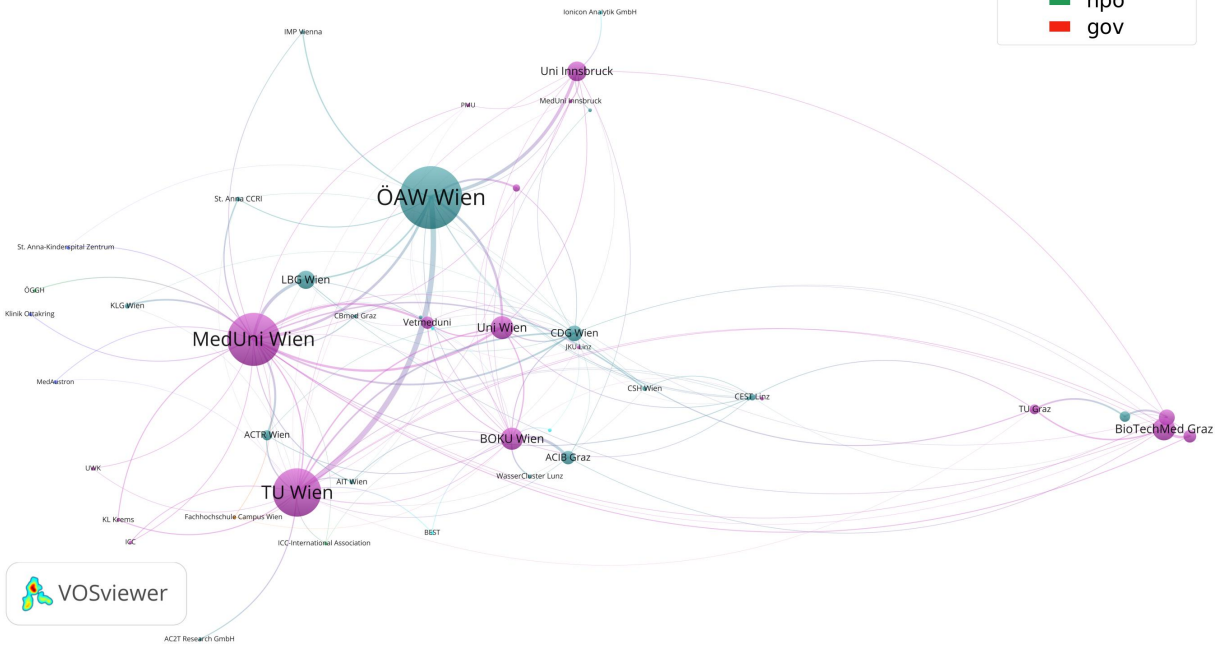


图6：CoAffAll 和 CoAffStable 的组织网络，与图1相同，但仅保留至少涉及排名前十的机构之一且边强度阈值为 ≥50 的边。

组织：大学（uni）、研究所（res）、医疗机构（med）、学院（coll）、公司（comp）、政府组织（gov）和非营利组织（npo）。

4 结论

本研究开发了一个可扩展的基于网络的框架，用于分析多个组织共同隶属关系。该框架将单个研究人员同时具有的多个隶属关系表示为组织之间的关系链接，并应用于奥地利的文献计量数据。该框架能够统一分析共同隶属关系的结构组织，以及这些关系对国家科研系统内组织引文影响力分配的影响。利用经过协调的出版物与隶属关系元数据，我们为奥地利构建了两个互补的共同隶属关系网络。第一个网络 CoAffAll 涵盖观察到的全部同时组织隶属关系，呈现共同隶属关系活动的全貌。第二个网络 CoAffStable 采用保守的时间过滤器，仅保留在相隔至少两年的出版物中反复出现的组织对。并行分析这两个网络，使我们能够区分短暂与持久的共同隶属关系。我们评估了短期和长期的组织联系如何共同塑造组织内连接（同一组织类型的组织之间）和组织间连接（不同组织类型的组织之间）的结构。这种双数据集设计拓展了以往仅依赖经过稳定性筛选的隶属关系的研究，并有助于更细致地解读组织整合。

我们在两个数据集上估计了网络回归模型，以考察共同隶属关系联系的决定因素。模型1聚焦于组织内部共同隶属关系（同一组织类型的组织之间的联系）。模型2聚焦于不同类型组织之间的组织间共同隶属关系。在两种模型和两个数据集中，地理邻近性都是一种核心的结构性力量：组织之间的旅行时间越长，共同隶属关系联系出现的可能性和强度就越低，而且这一趋势显著且一致；这凸显了即使在流动性极强的科研体系中，空间限制仍然具有重要影响。

除地理因素外，这些模型还揭示了显著的部门差异。组织内部共同隶属关系受到组织规模和组织角色的强烈影响，其中大学构成了一个紧密且持久的共同任职核心。虽然在未过滤的网络中，医疗机构和学院内部的共同隶属关系相对常见，但经过时间过滤后，这些联系大多消失了，这表明其中许多联系反映的是短期安排或特定角色安排，而非持久的组织联系。在两个数据集中，私营部门、政府机构和非营利组织内部的共同隶属关系仍然少见，且制度化程度较弱。在组织间模型中，时间过滤大幅减少了跨部门联系，使大学与研究机构之间的共同隶属关系成为唯一具有显著韧性的联系。这一模式表明，组织整合是结构性嵌入的，而非偶发性合作。结果凸显了持久组织间关系的选择性。

除了描绘共同隶属结构外，我们还评估了多重同时隶属关系如何影响引文影响力在不同组织及组织类型之间的分配。引文影响力采用基于加权哈曾百分位数、并以 mwPR 汇总的领域和年份标准化引文得分进行衡量。分数计数确保多重隶属作者发表的出版物按比例计入其所有隶属组织及组织类型。采用其他隶属关系筛选方案和最低发表量阈值进行的敏感性分析表明，引文影响力估计和组织排名会受到隶属关系表示方式及样本量限制的影响。尽管如此，在所有设定下，稳健的模式依然存在。

在不同组织类型中，研究机构和大学始终表现出最高的引文影响力，其中研究机构的表现优于其他部门。尽管保留末次署名机构、所有署名机构还是末列署名机构，会导致绝对 mwPR 值有所不同，但组织类型的相对排序保持稳定。CoAffStable 数据集所捕捉到的持久共同隶属关系

与更高且更稳定的引文影响力存在系统性关联，这表明持久的机构联系与更高的科学可见度相伴。在组织层面，出版量阈值通过减少小样本膨胀，显著提升了排名的稳定性；而领先组织在不同数据集和筛选方案中的排名始终保持不变。

综上所述，这些发现表明，多个组织隶属关系是当代科研体系中一种具有结构性且影响深远的特征。通过将共同隶属关系的网络表示与时间敏感的筛选方法及分数式引用影响力指标相结合，本研究为分析机构合作与机构绩效提供了一个稳健的框架。更广泛而言，我们的结果表明，对具有多个隶属机构的研究人员进行建模，将实质性地影响科研体系的观测结构以及科学影响力的归属。

代码可用性

本研究用于数据处理、网络构建和模型拟合的所有代码均已公开提供。完整的分析流程，包括源代码、容器化工作流和配置文件，托管于 GitHub https://gitlab.tuwien.ac.at/metalab/co-affiliation-analyses)。
本研究使用的软件已存档于 Zenodo，并分配了永久数字对象标识符（Co-Affiliation Analysis，CAA，版本 v0.9.2；https://doi.org/10.5281/zenodo.18088962）。本文报告的所有结果均使用这一存档版本的代码生成 [26]。为支持计算结果的可复现性，我们通过 Docker Hub（ https://hub.docker.com/repository/docker/metalabvienna/co-affiliation-network）提供预构建的 Docker 镜像，其中包含完整的软件环境以及分析所用的所有命令行入口。Docker 镜像版本 v0.9.2 与存档于 Zenodo 的代码及 Git 仓库标签 v0.9.2 相对应。仓库文档中提供了详细说明，介绍如何通过直接运行脚本或使用 Docker 容器来复现分析结果。

数据可用性

文献计量数据来源于通过 Scopus API 获取的 Scopus® 数据（爱思唯尔）。Scopus® 是爱思唯尔有限公司的注册商标。其他文献计量数据来源于马克斯·普朗克学会（MPG）的内部文献计量数据库。该数据库由马克斯·普朗克固体研究所 CPT 部的 IVS-CPT 信息检索服务合作开发并维护。该数据库的数据来源于德国“文献计量网络”（Kompetenznetzwerk Bibliometrie）的 Scopus 数据库（见 https://bibliometrie.info/en/about-kb/），该项目由德国联邦研究、技术与空间部资助（资助项目 16WIK2101A）。
处理流程中使用的输入数据可在 Zenodo 上公开获取。基于 Scopus 的出版物级数据集包含 2013年至2023年间发表的期刊论文的书目记录，其中至少有一名作者报告了两个或更多位于奥地利的同时存在的机构隶属关系；该数据集可通过 DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.17953805[27] 获取。隶属关系级元数据包括以变量 *affiliation_id_parent* 编码的经统一处理的上级组织归属，以及根据隶属机构地址获得的地理坐标，可通过 DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.17953805 [28] 获取。机构隶属关系之间的行程时间估算作为分析的一部分，利用地理编码后的隶属机构位置，并通过基于 OpenStreetMap 数据的开源 Valhalla 路径规划引擎进行路径规划计算；相关数据可通过 DOIhttps://doi.org/10.5281/zenodo.17954105 [29] 获取。

作者贡献

软件开发：Christoph Schlager。方法学：Christoph Schlager、Lutz Bornmann、Gerald Schweiger。概念构思：Christoph Schlager、Lutz Bornmann、Gerald Schweiger。数据整理：Christoph Schlager、Lutz Bornmann。正式分析：Christoph Schlager。可视化：Christoph Schlager。撰写——初稿：Christoph Schlager、Lutz Bornmann、Gerald Schweiger。撰写——审阅与编辑：Christoph Schlager、Lutz Bornmann、Gerald Schweiger。

参考文献

[1] Yegros-Yegros A, Capponi G, Frenken K. 多重隶属研究人员的空间—机构分析。PLOS ONE 2021;16:e0253462. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253462.[2] Hottenrott H, Lawson C. 多重机构隶属关系初探：对德国、日本和英国作者的研究。Scientometrics 2017;111:285–95. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2257-6.[3] Meho LI, Akl EA. 运用文献计量学检测可疑署名和机构隶属关系做法及其对全球科研指标的影响：对14所大学的案例研究。Quant Sci Stud 2025;6:63–98. https://doi.org/10.1162/qss_a_00339.[4] Huang M-H, Chang Y-W. 遗传学和高能物理学中的多机构署名。Phys Stat Mech Its Appl 2018;505:549–58. https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.03.091.[5] Katz JS, Martin BR. 什么是科研合作？Res Policy 1997;26:1–18. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1.[6] Hottenrott H, Lawson C. 学术界多重机构隶属关系背后的原因是什么？Sci Public Policy 2022;49:382–402. https://doi.org/10.1093/scipol/scab086.[7] Hottenrott H, Rose ME, Lawson C. 学术界多重机构隶属关系的兴起。J Assoc Inf Sci Technol 2021;72:1039–58. https://doi.org/10.1002/asi.24472.[8] Way SF, Morgan AC, Larremore DB, Clauset A. 生产力、声望与学术环境的影响。Proc Natl Acad Sci 2019;116:10729–33. https://doi.org/10.1073/pnas.1817431116.[9] Lin C, Huang M, Chen D. 排名靠前的大学所发表科学论文中的机构间和机构内多重隶属署名。J Informetr 2025;19:101635. https://doi.org/10.1016/j.joi.2024.101635.[10] Tong S, Yue T, Shen Z, Yang L. 国内和国际多重隶属关系对引文影响力的作用 2020. https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.06803.[11] Halevi G, Rogers G, Guerrero-Bote VP, De-Moya-Anegón FD-M-A. 多重隶属：日益严重的科研诚信问题。El Prof Inf 2023:e320401. https://doi.org/10.3145/epi.2023.jul.01.[12] Sanfilippo P, Hewitt AW, Mackey DA. 多学科研究中的多元性：多重机构隶属关系与引文增加相关。PeerJ 2018;6:e5664. https://doi.org/10.7717/peerj.5664.[13] 爱思唯尔。Scopus——文摘与引文数据库 2025。https://www.scopus.com（访问于2025年11月17日）。[14] Burger M, van Oort F, Linders G-J. 贸易引力模型的设定：零值、过多零值与零膨胀估计。Spat Econ Anal 2009;4:167–90. https://doi.org/10.1080/17421770902834327.[15] Breschi S, Lissoni F. 熟练劳动力流动与共同发明网络：本地化知识流动的剖析。J Econ Geogr 2009;9:439–68. https://doi.org/10.1093/jeg/lbp008.[16] Hoekman J, Frenken K, van Oort F. 欧洲合作知识生产的地理分布。Ann Reg Sci 2009;43:721–38. https://doi.org/10.1007/s00168-008-0252-9.[17] Ponds R, van Oort F, Frenken K. 科研合作的地理邻近性与机构邻近性。Pap Reg Sci 2007;86:423–44. https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00126.x.[18] Vedres B, Stark D. 结构褶皱：重叠群体中的生成性扰动。Am J Sociol 2010;115:1150–90. https://doi.org/10.1086/649497.[19] Valhalla 贡献者。valhalla/valhalla 2025.[20] Zheng YY, Shida Y, Takayasu H, Takayasu M. 改进通勤者引力模型：基于时间和空间结构的日本大都市区改进方案。PLOS ONE 2025;20:e0329603. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0329603.[21] Bornmann L, Williams R. 对引文影响力百分位数指标的评估及其改进方案。Scientometrics 2020;124:1457–78. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03512-7.[22] Waltman L, van Eck NJ. 领域标准化引文影响力指标与适当计数方法的选择。J Informetr 2015;9:872–94. https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.08.001.[23] Waltman L, van Eck NJ, van Leeuwen TN, Visser MS, van Raan AFJ. 迈向新的皇冠指标：实证分析。Scientometrics 2011;87:467–81. https://doi.org/10.1007/s11192-011-0354-5.[24] Studies (CWTS) C for S and T. CWTS 莱顿排名传统版。C WTS Leiden Rank Tradit Ed，未注明日期。https://traditional.leidenranking.com（访问于2025年12月2日）。[25] Elizondo AR, Calero-Medina C, Visser MS. 三步工作流程：一种务实的学术医院隶属关系文献计量分配方法。J Data Inf Sci 2022;7:20–36. https://doi.org/10.2478/jdis-2022-0006.[26] Schlager C. Co-affiliationanalysis（CAA）2025。https://doi.org/10.5281/zenodo.17972957.[27] Schlager C. 奥地利共同隶属研究出版物的 Scopus 数据集（2013–2023）2025。https://doi.org/10.5281/zenodo.17952177.[28] Schlager C. 奥地利研究出版物共同机构隶属关系元数据的 Scopus 数据集（2013–2023）2025。https://doi.org/10.5281/zenodo.18082675.[29] Schlager C. Scopus 共同机构隶属关系元数据的附加出行时间信息的机构配对数据集（奥地利，2013–2023）2025。https://doi.org/10.5281/zenodo.18082558.

附录

附录展示了组织 mwPR 排名对不同最低发表量阈值的敏感性结果。将最低发表量阈值从 300 提高到 400 后，排名靠前组织的构成出现了幅度不大但具有参考意义的调整（图 A1）。国际应用系统分析研究所（IIASA）因出版物数量相对较少，不再符合纳入标准；而维也纳的路德维希·玻尔兹曼学会（LBG）则进入了所有归因方案中排名前十的机构之列。尽管发生了这些变化，整体排名结构仍保持稳定：ÖAW Wien 在各个方案和数据集中始终位居首位，其后则是基本未变的一组主要大学和研究型组织。这些发现共同表明，主要结果对于最低样本量要求的适度提高具有稳健性，同时也说明，更严格的阈值开始排除出版物产出较少、专业性更强的组织。

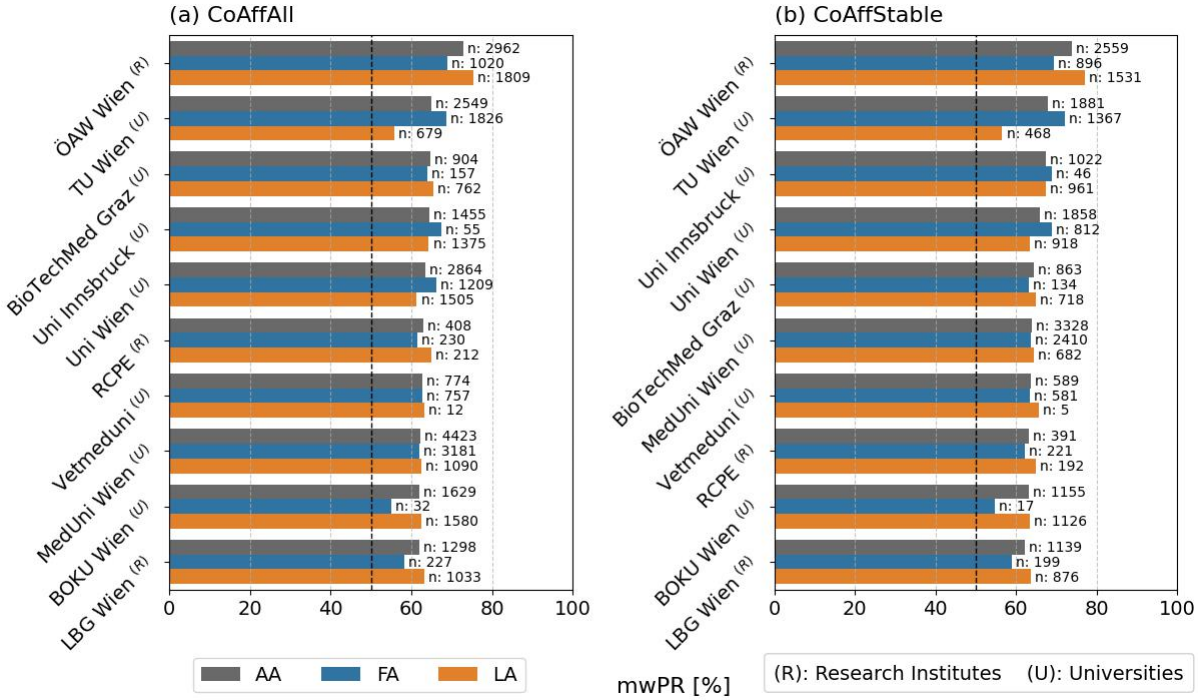


图 A1：具有共同署名机构关系的奥地利组织的引文影响力。两个面板均展示从 CoAffAll 中选出的排名前十的组织；这些组织在全隶属关系（AA，无筛选）方案下至少有 400 条记录：(a) CoAffAll 和 (b) CoAffStable。面板展示了这些组织在所有署名机构（AA）、第一署名机构（FA）和最后署名机构（LA）筛选方案下的 mwPR(F) 值。链接数据集的详情见表2，隶属关系筛选方案的定义见表 4。
组织缩写：ÖAW Wien，奥地利科学院（维也纳）；IIASA，国际应用系统分析研究所；TU Wien，维也纳工业大学；BioTechMed Graz，BioTechMed-Graz；Uni Innsbruck，因斯布鲁克大学；Uni Wien，维也纳大学；RCPE，制药工程研究中心；Vetmeduni，维也纳兽医大学；MedUni Wien，维也纳医科大学；BOKU Wien，维也纳自然资源与生命科学大学。

将最低出版物数量阈值提高至 600 后，排名的选择性进一步增强，更加集中于出版物产出规模大且持续稳定的组织（图 A2）。与 400 阈值设置相比，前十名的构成有所收窄，因为规模较小或更为专业化的研究组织逐步被排除，而其余组织的相对排序基本保持不变。ÖAW Wien 在所有归因方案和两个数据集中均继续位居首位，随后是一组排名稳定的主要大学。以中等出版物数量为特征的研究型组织，例如克里斯蒂安·多普勒协会（CDG）Wien，仍然榜上有名；而接近最低阈值的组织则表现出

在不同归因方案和数据集筛选下，mwPR 出现了更大的变化。尽管组织构成发生了这些变化，mwPR 值在不同阈值之间的波动仍然有限；从未筛选数据集转向稳定的共同隶属结构时所观察到的系统性上升趋势也依然存在。总体而言，这些发现表明，即使在明显更严格的样本量要求下，主要结果仍具有稳健性；同时也说明，更高的阈值会越来越偏向于出版活动广泛且持续稳定的组织。

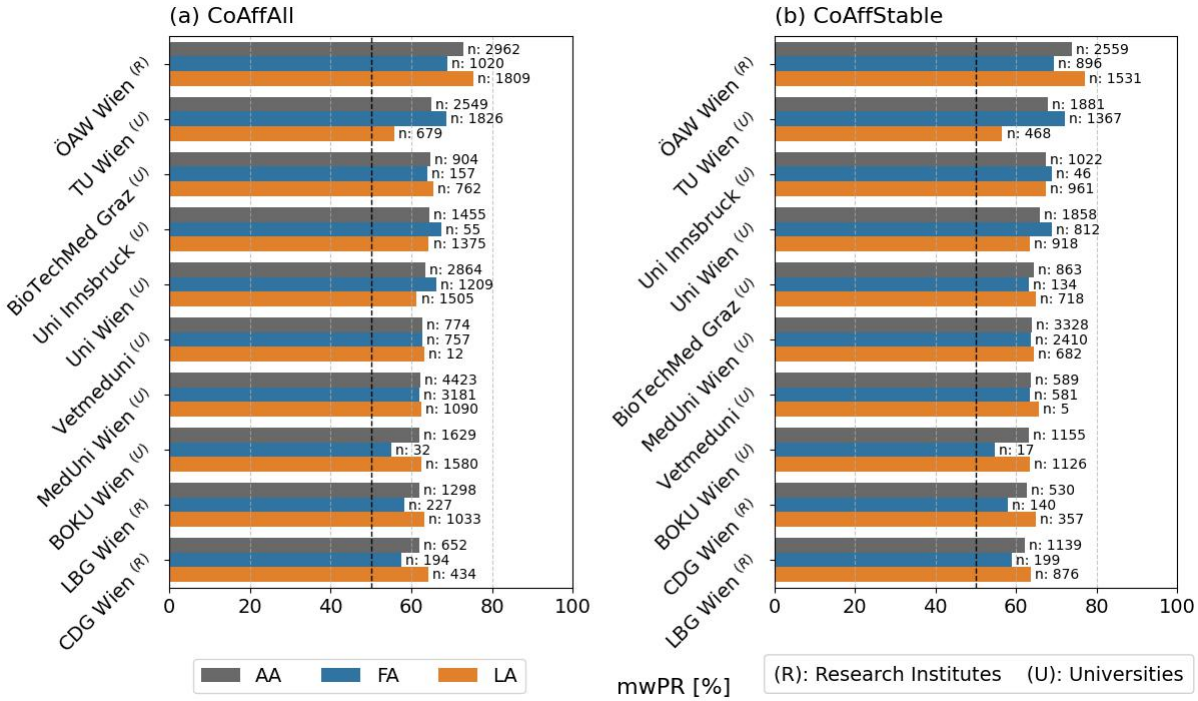


图 A2：具有共同署名机构关系的奥地利组织的引文影响力。两个面板均展示从 CoAffAll 中选出的前十个组织，这些组织在全隶属关系（AA，无筛选）方案下至少有 600 条记录：(a) CoAffAll 和 (b) CoAffStable。面板展示了这些组织在全部隶属关系（AA）、第一署名机构（FA）和最后署名机构（LA）筛选方案下的 mwPR(F) 值。链接数据集的详情见表2，隶属关系筛选方案的定义见表 4。
组织缩写：ÖAW Wien，奥地利科学院（维也纳）；TU Wien，维也纳工业大学；BioTechMed Graz，BioTechMed-Graz；Uni Innsbruck，因斯布鲁克大学；Uni Wien，维也纳大学；RCPE，制药工程研究中心；Vetmeduni，维也纳兽医大学；MedUni Wien，维也纳医科大学；BOKU Wien，维也纳自然资源与生命科学大学；CDG Wien，克里斯蒂安·多普勒研究协会。