

· 管理纵横 ·

NSFC-云南联合基金资助项目绩效评价

——基于特定领域科研产出和跨省合作网络的分析

郭颖^{1*} 廉翔鹏¹ 王岩² 张立立³

(1. 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081; 2. 国家自然科学基金委员会计划局, 北京 100085;
3. 清华大学公共管理学院, 北京 100084)

[摘要] NSFC-云南联合基金(简称:云南联合基金)旨在吸引和集聚全国的优秀科技人才,围绕云南省及周边地区经济、社会、科技发展的重大科学问题和关键技术问题开展基础研究,带动云南省科技发展和人才队伍建设。如何合理评价其是否完成设立之初的战略目标成为后续管理的重要基础。本文基于云南联合基金研究论文成果的 Web of Science 数据和资助项目的相关数据,从云南联合基金战略目标出发,分析不同资助领域下重大科技问题解决情况以及促进跨省合作作用。研究结果表明:(1) 云南联合基金研究主题与资助目标具有很好的相关性,一定程度上解决了云南地区重大科技问题,但是在科研目标聚焦程度上仍有待提升;(2) 云南联合基金有效吸引了外省科研力量,起到了很好的促进跨省合作作用。

[关键词] 绩效评价; NSFC-云南联合基金; 重大科技问题解决; 跨省合作

为落实《国家创新驱动发展战略纲要》的战略部署和战略任务,关注区域、行业和企业需求,加强同地方及产业部门的协同创新,国家自然科学基金委员会与有地区特点的地方政府、可能产生共性先进技术的行业部门或大型企业合作设立联合基金,共同促进区域创新体系建设,带动产业技术核心创新能力提升,促进知识创新体系和技术创新体系的深度融合,吸引社会资源投入基础研究,服务创新驱动发展,支撑供给侧结构性改革。联合基金旨在基于国家自然科学基金总体规划,充分发挥国家自然科学基金的导向作用,结合国家战略发展需求和行业地区发展需要,引导和整合社会资源投入到基础研究中,实现资源共享,推动我国相关领域、行业和区域自主创新能力提升,促进科学技术人才培养。目前,联合基金已经实施近二十年,其资助成效是否实现了设立之初的战略目标成为了社会以及基金管理者的关注点,这也是本文的主要研究问题。

科学合理的科技项目绩效评价有利于提高各投入主体的决策水平,实现科技投入的优化配置,帮助监督项目实施单位经费使用情况,减少或避免经费浪费^[1]。科技项目绩效评价研究起源于 20 世纪初欧美发达国家,20 世纪 80 年代到 90 年代发展到顶峰^[2],经历了从单一维度到多维度,从定性、定量到定性与定量相结合的发展历程^[3]。我国于上世纪 80 年代才正式开展科技项目评价研究,虽然起步晚,但也形成了一系列针对我国公共资助项目目标多样性特点的评价方法,例如:“投入—产出”分析法,基于 ANP、DEA 等方法的多指标综合评分方法^[4-6]。上述学者提出的评价方法和评价体系多数从高适应性的角度,设立大量评价指标和评价维度,力求寻求一个能够适应各种科研项目的评价方法,却忽略了不同科技项目特有的战略目标。

联合基金的出现是我国科技项目资助体系的重大突破,国家自然科学基金委员会赋予其独特的“联

收稿日期: 2018-07-04; 修回日期: 2018-08-14

* 通信作者, Email: guoying_bit@163.com

合”内涵,使得其在组织和实施过程中更具特色。联合基金的独特性使得其资助绩效评价更具复杂性,除一般性的科技问题解决外,其独特的“联合”职能也需纳入考核范围内。为此,本文借用管理学中“目标管理”的理念,从目标出发去寻求评价维度和评价指标。这种理念的借用并非首次提出,郑海鳌提出的“验收评价”和“目标管理”思想就具有相似之处,但是其在实施过程中并未将整体战略目标作为主要参照物^[7]。汪雪峰等人同样借鉴目标管理思想,从科研产出研究内容和待解决科技问题一致性角度对科研项目绩效进行评价^[8],但在评价过程中并未考虑不同学科领域对评价结果造成的不利影响。

因此,本文基于目标管理思想,以目标一致性作为评价原则,将联合基金的“联合”内涵考虑在内,从一般性的科技问题解决情况,到独特的“联合帮带”研究作用,分别设立不同的评价维度和评价指标对联合基金进行绩效评价,并且在评价过程中将不同领域下的资助项目进行划分,减少学科差异造成的评价误差。本文以资助时间较长且具有代表性的NSFC-云南联合基金(以下简称:云南联合基金)作为主要研究对象,根据云南联合基金项目指南给出的重要目标,使用产出论文数据以及项目承担数据分别从科研产出解决重大科技问题情况和促进跨省合作作用两个维度进行详细分析。

1 绩效评价方法设计

云南联合基金是由云南省人民政府和国家自然科学基金委员会共同出资设立,旨在吸引和集聚全国的优秀科技人才,围绕云南省及周边地区经济、社会、科技发展的重大科学问题和关键技术问题开展基础研究,带动云南省的科技发展和人才队伍的建设,提升自主创新能力和国际竞争力,促进区域经济社会可持续发展。本文基于目标一致性原则对云南联合基金进行绩效评价,即从基金资助项目是否完成项目指南中给出的战略目标角度进行评价。根据项目指南,云南联合基金的战略目标可以归纳为提升云南地区自主创新能力和汲取省外科研力量促进本地科研实力提升。为进一步评价云南联合基金资助项目是否达到资助的战略目标,本文对不同战略目标设定不同评价维度,根据评价维度选定合适的评价指标。本文设定“重大科技问题解决情况”作为提升云南地区自主创新能力的的评价维度,设定“促

进跨省合作作用”作为汲取外地科研人员促进本地科研的评价维度,整体绩效评价体系如图1所示。

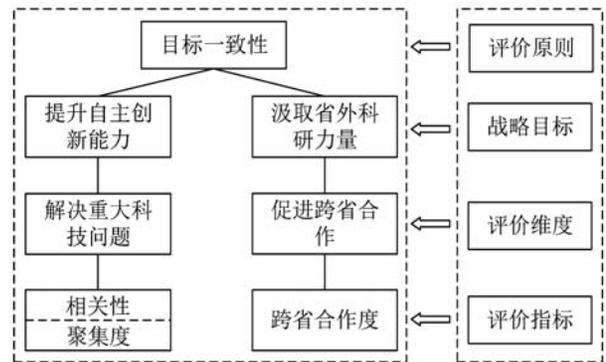


图1 整体绩效评价体系

考虑到云南联合基金资助学科多样性特点,为避免各科研领域之间学科差异性导致的评价误差,本文根据云南联合基金项目指南给出的四大资助领域(生物多样性保护领域、人口与健康领域、资源与环境领域和矿产资源综合利用与新材料领域)分别进行分析。

1.1 解决重大科技问题测度

根据2009年—2016年云南联合基金项目指南给出的四大领域待解决科技问题,可以将四大资助领域具体研究目标归纳为:(1)人口与健康领域,即利用云南地区生物资源研发重大疾病治疗药物和云南地区重要疾病发病机制与防治研究等;(2)生物多样性保护领域,即针对云南高原山地重要生物类群,开展物种、分子、遗传和生态系统多样性的研究,以及农作物病虫害防治研究和生物资源利用的研究;(3)矿产资源综合利用和新材料领域,即有色金属提取/加工新技术应用基础研究、稀贵金属材料制备与应用的基础研究、光电材料及其制备基础研究、电池材料应用研究和矿产资源高效利用及二次综合利用研究等;(4)资源与环境领域,即云南地区环境演变与生态环境效应研究、环境修复和云南地区重大自然灾害研究等。

同行评议是过去项目绩效评价的常用方法,但是该方法一方面过度依赖于主观的专家知识,另一方面是只适用于少量数据,当评价对象达到一定数量后其效率无法满足实际需求。因此,为高效分析各领域资助项目论文成果内容是否符合研究目标,本文引入了基于“文本挖掘(Text Mining)”的“主题词簇(Term Clumping)”方法对论文成果研究内容进行深层次挖掘,通过主题词聚类获取其研究主题以及主题聚集度(涉及主题论文占该领域论文总数

的比例)。经过专家咨询分析研究主题与科研目标的相关性,并结合聚集度分析项目产出是否聚焦于设定科研目标。主题词簇是指在一组文档中清理、合并和聚类大量热点词汇和术语的步骤^[8]。通过“主题词簇”得到的主题能够很好地展示文献的研究内容。本文采用“主题词簇”方法,分别获得四大资助领域论文成果的研究主题,分析某领域主题词和研究目标的相关性,由此可以推断出其研究内容是否有助于解决给出的重大科技问题。“主题词簇”的获取往往是一个复杂的过程,本文借鉴张焱等人提出的基于文献计量方法和自然语言处理技术的主题词簇获取方法^[9],具体步骤如图 2 所示。

1.2 促进跨省合作测度

云南联合基金的另一主要目标是吸引和集聚全国优秀科技人才,带动云南地区科技人才培养和科技发展,这是其“联合”内涵的本质。云南联合基金是以资助科研项目形式来发挥作用,项目承担机构所属地区能够直接反映其是否起到联合省外力量的作用。因此,本文在“联合”出发,使用统计和复杂网络的方法,对云南联合基金项目承担合作情况进行剖析,分析其在促进跨省合作上起到的作用。

从统计角度,本文在宏观上将云南联合基金项目承担合作情况分为云南省内机构承担、云南省外机构承担和云南省内省外机构联合承担(即“跨省合作”)。云南省内机构承担是指项目依托机构以及合作单位都属于云南本地;云南省外机构承担是指该项目依托机构以及合作单位都不属于云南本地。这

两种承担方式虽然有可能帮助解决一些云南地区的重大科技问题,但是就通过汲取外地科研力量来提升本地科研实力目标来看,并未体现出“联合”内涵。因此,本文将云南省内省外机构联合承担比例作为重要的衡量指标,这是能够真正体现云南联合基金特色以及主要战略目标的关键点,这种类型项目所占比例越大则表示其联合效果越好。

除上述宏观统计分析外,为进一步细致刻画云南联合基金跨省合作的结构特征,本文引入复杂网络的分析方法。“复杂网络”理论目前被经常用于作用主体间的合作、竞争等关系分析,它不仅能够从宏观层面分析整体网络联系情况,也能够细化分析每一个个体在网络中的作用^[10]。“复杂网络”理论中常常使用“加权平均度(Average Weighted Degree, AWD)”来表示合作者间的紧密程度,该指标含义是网络中每两个节点间的连线加权和与节点个数之间的比值^[11],可以用公式(1)表示:

$$AWD = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

其中 D_i 表示第 i 个节点连线加权值的和, n 表示网络中共有 n 个节点。

但是,该计算方法多用于网络节点为同质节点的计算方法,本文建立的网络节点分为省内机构和省外机构两类,并且,为更准确的去衡量省内和省外机构间的合作关系,本文基于加权平均度做出两点修改:(1) 跨省合作不仅考虑合作间的紧密程度,还需考虑跨省合作覆盖的范围,因此本文加入参与跨

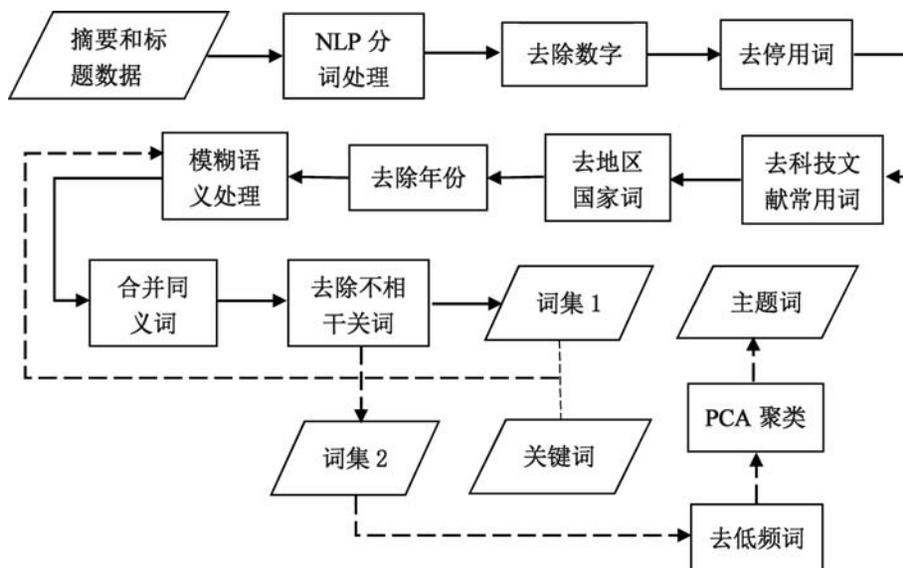


图 2 主题词簇获取流程

省合作的云南省内机构数量占整体合作网络节点数量的比例 P , 以此来反映联合基金促进跨省合作的广度; (2) 整体合作网络中包括跨省合作和非跨省合作, AWD 将两种关系同时计算在内, 因此无法反映出联合基金的“联合”情况, 本文在计算时仅考虑跨省合作关系, 提出了“跨省合作度 (Cross-Regional Collaboration Degree, CRCD)”计算公式:

$$\text{CRCD} = P \times \frac{\sum_{i=1}^n YD_i}{n} \quad (2)$$

其中, P 为参与跨省合作的云南省内机构数量占整体合作网络节点数量的比例, YD_i 指参与跨省合作的第 i 个云南省机构所拥有的跨省合作连线加权值的和, n 为参与跨省合作的云南省内机构数量,

$\frac{\sum_{i=1}^n YD_i}{n}$ 类似于加权平均度, 表示云南省参与跨省合作科研机构与外地科研合作次数的平均值, 能够反映跨省合作的深度。

2 数据获取

因 2017 年批准项目于 2018 年才进行实施, 实施时间较短, 参考价值较低, 所以本文选择评价的云南联合基金项目为 2008 年—2016 年批准的项目。云南联合基金多数高质量论文被 SCI/SSCI 期刊收录, 是资助项目中主要科研产出, 能够代表项目在科研问题上做出的主要贡献。并且, 多年来 SCI/SSCI 期刊论文在科学界得到了广泛应用, 被许多学者作为科技项目绩效评价的重要数据^[12]。因此, 本文选择 Web of Science 平台的 SCI/SSCI 索引数据库作为数据源, 依照云南联合基金项目资助批准号制定检索式, 检索四大资助领域论文数据, 分别获得人口与健康领域论文 801 篇、生物多样性保护领域论文 426 篇、矿产资源综合利用与新材料领域论文 897 篇以及资源与环境领域论文 532 篇, 并于 2018 年 6 月 20 日检索并下载论文著录信息, 该数据主要用于 1.1 部分所述方法分析。另外, 云南联合基金自 2008 年设立以来的项目资助信息也是本文的重要数据源, 其中项目承担数据作为本文 1.2 部分所述方法的主要数据源。

3 绩效评价分析

3.1 解决重大科技问题分析

四大资助领域论文成果产出主题聚类结果显示:

(1) 人口与健康领域: 共获得 14 个研究主题, 每个主题的代表词为淋巴结转移、皮肤分泌物、CD4 (+) T 细胞、海洛因自我管治、抑制血管增生作用、精神分裂症、抗乙肝作用、帕金森氏病、高血糖症、乳腺癌、青蒿素耐药性、艾滋病病毒、炎症和癌症治疗。结合该领域专家分析, 聚类主题能够反映出研究内容, 研究主题主要聚焦于云南地区及附近高发的疾病, 例如疟疾、癌症、皮肤疾病、海洛因毒品戒毒等, 对这些疾病的产生原因、发病机理、治疗方法和药物等也进行了研究, 能够很好的覆盖指南中给出的研究目标, 有助于云南地区该领域相关重大科技问题的解决。涉及主题的论文为 336 篇, 占该领域论文总数的 42%, 科研目标聚焦程度较为一般。

(2) 生物多样性保护领域: 共获得 16 个研究主题, 每个主题的代表词为遗传分化、表达分析、遗传变异、遗传关系、抗病性、遗传分析、生物地理重建、进化史、转录组分析、物种界定、适应性进化、有效传粉者、表达模式分析、发病机理、物种分布和基因多样性。经咨询专家, 该领域聚类主题主要聚焦在云南地区的生物的遗传、变异分析, 对于物种的演化历史以及在演化过程中的适应性变化进行了研究, 同时也对农作物的防虫、防洪、防旱等从基因遗传等角度进行研究, 这些研究内容能够帮助解决指南中给出的重大科技问题, 因此该领域的促进作用也是较为明显。该领域涉主题聚焦度为 42%, 主题并非很集中, 资助目标的聚集性较为一般。

(3) 矿产资源综合利用与新材料领域: 共获得 14 个研究主题, 每个主题的代表词为定向凝固、太阳能应用、炉渣提炼、锂电池、太阳能电池、全天候太阳能电池、介电性能、溶剂萃取、元素分析、碳纳米管、浸出效率、黄铜矿、高效制氢、热传递特性。结合聚类以及专家知识, 分析得出该领域的论文产出主要针对于太阳能电池制造、太阳能制氢技术、炉渣的提炼二次利用、云南地区矿物材料的性能分析、冶炼技术研究以及新型高性能材料制备, 这些研究基本符合指南中给出的研究目标, 对当地的矿产资源综合利用有很好的促进作用。该领域涉及上述主题的论文为 278 篇, 占总数的 31%, 说明该领域研究主题较为分散, 资助目标的聚焦性相对较低。

(4) 资源与环境领域: 共获得 13 个研究主题, 每个主题的代表词为富营养化、浮游植物、物种组成、北衙金—多金属矿床、沉积物孔隙水、光催化活性、气候变暖、微生物群落、制氢、浅水湖、生物吸附、水质、生物多样性。同样结合专家知识, 分析得出该

领域论文成果对云南地区的地质环境变化特点、地质环境变化的生物因素、湖水微生物资源及湖水富营养化现象以及对微生物群落结构、生长等进行了研究,但主题聚类中并未出现环境、地质灾害防护相关主题,这可能是因为相关研究数量较少,相关主题频次较低,未出现在主要的聚类中。该领域主题聚焦度为48%,研究主题相对较为集中,这也是有可能造成未出现地质灾害相关研究的原因。

通过对上述四个研究领域论文产出研究主题与待解决问题的相关性以及主题聚集度分析可知,四个资助领域主题聚类都与其设定的科研目标具有很好的相关性,能够在一定程度上促进该地区的自主创新能力。但是,除资源与环境领域主题聚焦度相对较高外,其余三个领域主题聚焦度都相对较低,说明其整体对待解决科研问题关注仍有欠缺,未来需要提升其研究主题对科研目标的聚焦程度。

3.2 促进跨省合作分析

3.2.1 统计角度宏观分析

云南省内机构承担、云南省外机构承担和云南省内省外机构联合承担四大资助领域项目的比例情况显示(图3),四大领域资助项目中大部分项目都有外省机构参与,省内独立承担项目都呈现极低的比例,这说明联合基金充分发挥了吸引外省科研力量参与到本省的科研活动中的作用,对本地的重大科技问题解决起到了很好的促进作用。在促进跨省合作方面,可以看出除人口与健康资助领域外云南省内省外机构联合承担项目比例都超过了50%,尤其是资源与环境领域,资助比例达到了70.27%,充

分发挥了联合基金联合外省科研力量促进本地科研实力提升的作用,起到了极好的促进跨省合作的效用。

3.2.2 跨省合作网络分析

从项目承担整体来看,云南联合基金在四个资助领域都表现出了积极发挥联合基金联合外地科研力量的作用。为直观反映云南联合基金项目承担合作情况,图4给出了云南联合基金四大资助领域项目承担机构合作图。图中节点为项目承担机构,其中红色节点代表云南省内机构,绿色节点代表云南省外机构,节点的大小代表其合作次数,节点间连线表示两个节点所代表的机构共同承担一个项目,红色连线代表云南省内机构联合承担,绿色连线代表外省机构联合承担,红绿相间连线代表云南省内省外联合基金联合承担,即跨省合作关系。

从图4可以看出,四个资助领域中云南省科研机构都占据重要地位,主要包括中国科学院昆明植物研究所、中国科学院昆明动物研究所、云南省农业科学院、云南农业大学、云南大学、昆明理工大学和昆明贵金属研究所,这些机构在跨省合作中作为主要承担者,无论从与外地机构合作的广度和深度都远远大于其他省内机构。并且,经过查询不同领域的省外合作机构在该领域都有着较强的实力,例如:矿产资源综合利用领域中北京科技大学、东北大学、中国科学院金属研究所等在材料学、冶金工程、采矿工程等相关专业都属于国内顶尖研究机构,资源与环境领域中中国科学院大气物理研究所、中国地质

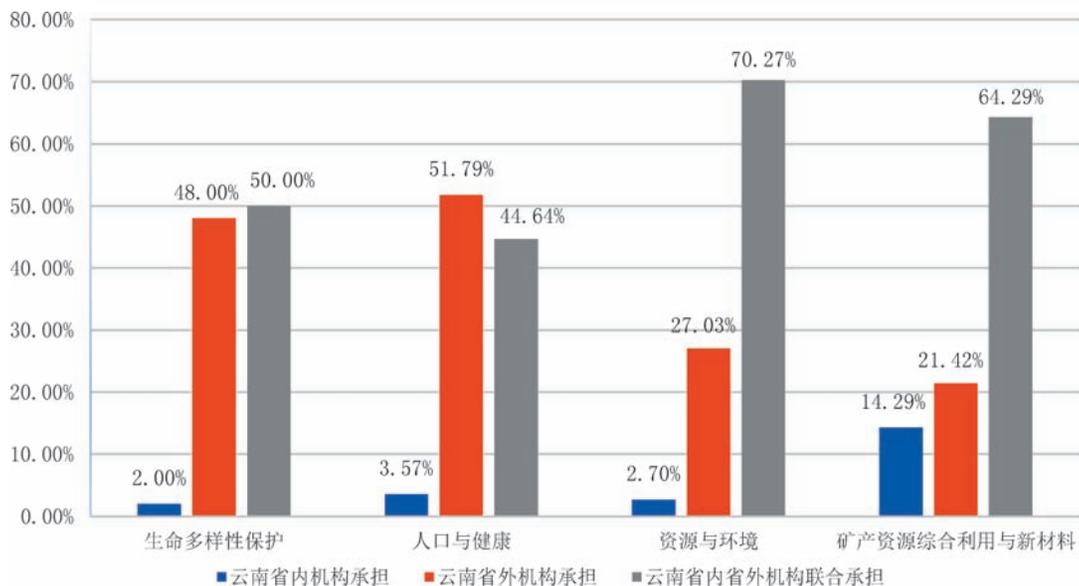


图3 四大资助领域云南省内机构承担、云南省外机构承担和云南省内省外机构联合承担项目占比情况

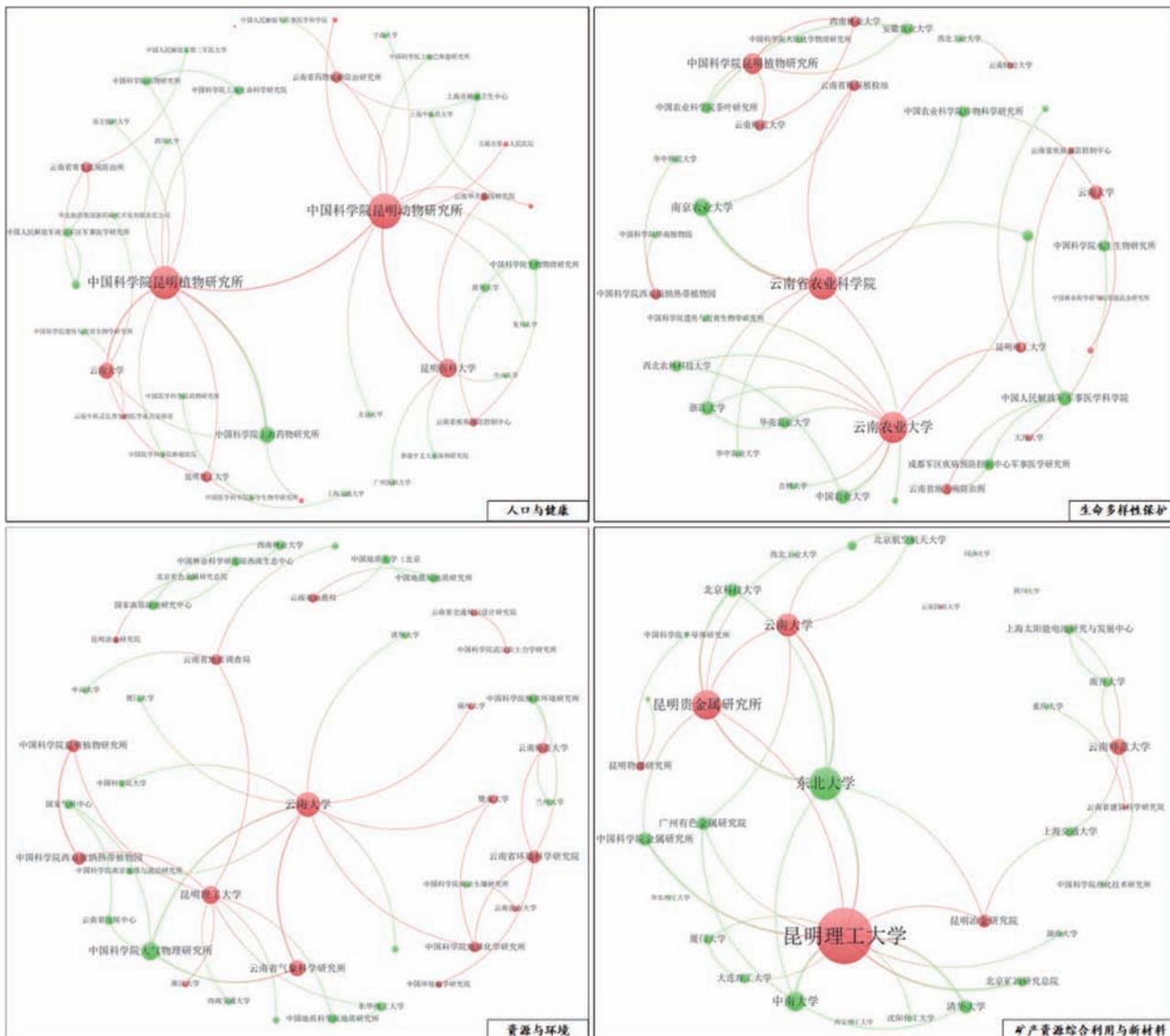


图4 云南联合基金四大资助领域项目承担机构合作图

大学、中国科学院地球化学研究所等在环境演变、生态环境效应等领域同样处于国内较高水平。因此，云南联合基金吸引的外省联合科研机构在自身研究领域也有很好的科研实力，能够很好的带动当地相关领域的发展，起到了很好的“联合”作用。

根据 1.2 节所述跨省合作度计算方法，本文从网络统计特性定量角度测度了云南联合基金促进跨省合作作用。经测度可知，各资助领域 P 值多处于 30% 至 40% 之间，说明云南联合基金在保证省内科研机构充分参与的同时，能够确保充足比例外省机构参与其中，跨省合作的广度适中。综合计算跨省合作度，结果显示矿产资源综合利用与新材料领域得分为 1.25 稍高于其他 3 个领域(生物多样性保护、人口与健康、资源与环境，均为 0.9 左右)，这主要是因为其合作深度远高于其他 3 个领域。因此，

云南联合基金应在保证资助广度的同时，也要加强合作的深度。

4 小结

本文以云南联合基金为主要研究对象，借鉴目标管理思想，以目标一致性作为评价原则，从云南联合基金的战略目标出发，分别评价了云南联合基金四个资助领域具有一般性的重大科技问题解决情况以及具有特殊性的促进跨省合作作用。分析结果表明，在重大科技问题解决方面，四个资助领域主题聚类都与其设定的科研目标具有很好的相关性，能够在一定程度上促进该地区的自主创新能力，但是在科研目标聚焦程度上相对较低，说明未来仍需提高资助项目研究的主题聚焦程度。在促进跨省合作作用方面，云南联合基金充分发挥了“联合帮带”作用，

大量科研实力较强的外省科研机构参与到了云南联合基金项目中,并作为承担者或主要合作单位,并且,无论在合作的广度和深度上,云南联合基金都呈现很好的促进作用。

参 考 文 献

- [1] 袁旭梅,张旭,祝雅妹. 基于 ANP 理论的科技项目绩效评价模型及应用. 科技管理研究, 2015, 35(21): 82—86.
- [2] 廖迎春,杨庆文,李家其. 科研项目评估理论述评. 求索, 2004(8): 110—111.
- [3] 曹兴,何汉林,李淑纨. 基础研究资助项目绩效评价指标体系构建. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2001, 25(4): 120—122.
- [4] 李敬锁,牟少岩,李树超. 基于 DEA 和 EMS 的生物种业科技项目绩效评价研究——以国家科技支撑计划项目为例. 科技管理研究, 2016, 36(14): 186—190.
- [5] 王春梅. 基于目标关联度的重大科技项目绩效评价. 技术经济, 2015, 34(9): 27—31.
- [6] 魏江,勾丽,周泯非. 基础研究绩效的评价指标分析. 南京理工大学学报: 社会科学版, 2008, 21(2): 64—69.
- [7] 郑海鳌,周文泳. 政府投入科技项目绩效评价研究——基于管理决策角度. 郑州航空工业管理学院学报, 2008, 26(3): 91—94.
- [8] 汪雪峰,陈云,王志楠,等. 基于学科交叉与目标一致性的重大研究计划资助绩效评价. 科研管理, 2017, 38(4): 132—144.
- [9] Zhang Y, Zhou X, Porter AL, et al. How to combine term clumping and technology roadmapping for newly emerging science & technology competitive intelligence: “problem & solution” pattern based semantic TRIZ tool and case study. Scientometrics, 2014, 101(2): 1375—1389.
- [10] Guan JC, Zuo KR, Chen KH, et al. Does country-level R&D efficiency benefit from the collaboration network structure. Research Policy, 2016, 45(4): 770—784.
- [11] Wang J. Knowledge creation in collaboration networks: Effects of tie configuration. Research Policy, 2016, 45(1): 68—80.
- [12] 王贤文,刘则渊,栾春娟,等. SSCI 数据库中的人文地理学期刊分析. 地理学报, 2009, 64(2): 243—252.

Performance evaluation of NSFC-YunNan Joint Fund Project: research output and cross-provincial collaboration network analysis

Guo Ying¹ Lian Xiangpeng¹ Wang Yan² Zhang Lili³

(1. School of Management & Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;

2. Bureau of Planning, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China;

3. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract NSFC-Yunnan Joint Fund (NSFC-YNJF) is set up to attract and gather outstanding scientists across China to carry out basic research on significant S&T problems in Yunnan province and surrounding areas, and also to promote the development of talent team in Yunnan Province. How to reasonably evaluate whether it has achieved the initial strategic goals becomes an important basis for the follow-up management. Using paper data retrieved from Web of Science database and funding project data, this paper analyzes whether NSFC-YNJF solves local S&T problems and promotes cross-provincial cooperation. The results show that: 1) research subjects and research targets has good correlation which effectively solves the significant S&T problems in Yunnan region, but it is necessary to raise research targets focused degree; 2) NSFC-YNJF effectively attracts the scientific research force in other provinces and effectively promote the cross-regional collaboration.

Key words performance evaluation; NSFC-Yunnan Joint Fund; significant S&T problems; cross-provincial collaboration