



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

国际科技合作监测与评估信息系统的设计与实现

李子愚 任孝平 杨云

科技部科技评估中心国际部 北京 100081

摘要: 本文基于“投入-产出-效果-影响”评估逻辑模型,构建了首个覆盖部门和地方、高校/院所、高新企业的国际科技合作评估指标体系,设计并开发了国际科技合作监测与评估信息系统。该系统以web方式进行交互,采用B/S架构搭建,Java语言开发。主要对我国国际科技合作项目、人才、基地等数据进行收集,以实现对我国多维度、多源化国际科技合作信息的全面摸底和分析。该系统目前已嵌入国际科技合作绩效评估管理体系,未来将助力开展长期的国际科技合作评估工作。

关键词: 国际科技合作; 监测与评估; 信息系统; 大数据分析

中图分类号: G353.1

Design and Implementation of International Science and Technology Monitoring and Evaluation Information System

LI Ziyu REN Xiaoping YANG Yun

Department of International Evaluation and Research, National Center for Science & Technology Evaluation, Beijing 100081, China

Abstract: Based on the evaluation logical model of 'input-output-effect-impact', this paper firstly constructs the international S&T cooperation evaluation index framework. The framework covers different types of investigated objects including: ministries, local S&T departments on a national scale, universities, research institutions and national high-tech enterprises. A specialized fill-in system for international S&T innovation cooperation information system is designed and developed. The system interacts in web mode, builds in B/S architecture, and utilize Java for application development. It mainly collects the data of China's international S&T cooperation projects, talents exchanges, international S&T cooperation bases and platforms,

基金项目: 科技部国际合作司项目“国际科技合作重点任务监测评估与绩效评价体系建设研究(2017HZ-P01)”,“国际科技合作重点任务年度监测方法与信息系统建设(2017HZ-P03)”。

作者简介: 李子愚(1993-), 硕士, 研究实习员, 研究方向: 科技政策评估、国际科技创新合作评估; 任孝平(1984-), 博士, 副研究员, 研究方向: 科技评估、计算机应用; 杨云(1972-), 硕士, 研究员, 研究方向: 科技评估、科技政策, E-mail: yangyun@ncste.org。

accordingly achieves a comprehensive mapping of China's multi-dimensional and multi-source international S&T cooperation information. The information fill-in system has now been embedded in international S&T cooperation performance evaluation and management system, it will benefit for developing a long-term and efficient international S&T cooperation evaluation in the future.

Key words: International S&T cooperation; monitoring and evaluation; information system; big data analysis

引言

党的十九大报告指出,要推动形成全面开放新格局,加强创新能力开放合作。将国际科技合作与开放创新有效衔接,是新时期“实现高水平对外开放、推动高质量发展”对国际科技合作提出的具体要求。伴随着科技全球化进程的加快,国与国之间竞争的加剧,加强国际科技合作的评估和战略研判,对国际科技合作基础性数据的积累提出了具体要求。

我国第一个国际科技合作政策《“十五”国际科技合作发展纲要》于2001年发布^[1],首次对国际科技合作数据提出了具体要求,即“建立中外国际合作网络,做到合作供求信息资源共享”。2006年,科技部发布了《“十一五”国际科技合作实施纲要》^[2],提出建立健全“跨部门、跨地区国际科技合作信息资源共享机制”。2011年,《国际科技合作“十二五”专项规划》再次对国际科技合作信息做了要求^[3],即形成综合性的国际科技合作信息平台;“十三五”时期,国际科技合作演变为国际科技创新合作,在《“十三五”国际科技创新合作专项规划》^[4]中进行全面部署,同时要求基于国际科技合作数据信息的共享,促进国际科技合作绩效的有效提升。

研究显示,由于国际科技合作具有广覆盖、

宽领域、深融合、多交叉的特点,现有科技统计体系难以支撑国际科技合作绩效管理 with 评估的数据需求,而我国尚未建立起面向国际科技合作各环节的信息系统^[5-6]。本文从构建国际科技合作监测与评估指标体系入手,基于国际科技合作数据多维度、多源化的特点,设计并开发了一套专门的国际科技合作信息系统,解决了国际科技合作数据收集与可视化分析的问题,期望为加强国际科技合作的绩效管理提供数据支撑。

1 国内外研究现状

从国家“宏观”层面科技计划的管理,到“微观”层面科研活动的组织实施中,嵌入信息系统和数据收集^[7-8],能显著提高科技管理标准化程度和开放水平,实现绩效考核、评估与管理决策^[9]。目前在国际科技合作领域,国内外学者主要利用各类信息系统和数据库开展研究工作^[10-11],在国际科技合作类信息系统的研究和建设方面的文献和实践工作不多。

部分发达国家政府及国际组织,在科技活动组织和管理中建设的科技管理信息系统,已经覆盖了人员交流、经费投入、科技项目管理等各层级数据^[12-13],其部分数据可用于国际科技合作评估与研究。此类系统包括:一是以经

济合作发展组织（OECD）为代表的信息系统。该系统除长期跟踪各国经济数据外，还收集了如经费投入、人员交流互访等^[14]数据。二是以欧洲基础建设研究信息开放获取门户（Open Access Infrastructure Research for Europe, OpenAIRE）为代表的信息系统，对部分基础设施和基础研究计划与项目进行统筹规划与管理^[15]。总体上看，尚未见到基于此类数据库开展的国际科技合作研究工作。

此外，学者们还利用 Web of Science（WoS）^[16-18]、Socups 数据库^[19]、德温特专利数据库^[20]等商业数据库，从文献计量、专利授权的角度上开展国际科技合作研究。其他信息系统还包括：中国跨境数据库^[21]、国际科技合作基地数据库^[22]、国家自然科学基金项目数据库^[23]、国家国际科技合作计划项目数据库^[24]等。此类信息系统均能提供国际科技合作相关数据，但无法综合、全面、准确地反映我国国际科技合作发展现状。

当前，与国际科技合作相关的数据，如：经费投入、人员交流、联合研究平台建设等，分散

于各个信息系统 / 数据库或管理部门，提取并最终形成专门的国际科技合作信息系统难度较大，尚无学者或研究机构开展此类建设工作。为进一步统筹推进全国国际科技合作工作，科技部于2017年推动实施了“国际科技合作重点任务年度监测方法与信息系统建设”工作^[25]，构建了我国第一个覆盖国家、地方 / 部门、高校、院所、企业的国际科技合作绩效监测评价体系，建立了国际科技合作监测与评估信息系统。

2 国际科技合作信息系统的设计

2.1 国际科技合作数据来源分析

国际科技合作信息系统的搭建，需从分析国际科技合作实施主体和活动入手，针对不同实施主体和活动类型分类收集相关数据。当前，我国国际科技合作的实施对象包括：国家部门、地方部门、科研院所、高校、企业等。因此在设计国际科技合作数据信息系统时，需充分考虑各主体的特点和隶属关系，构建数据来源框架（图1）。

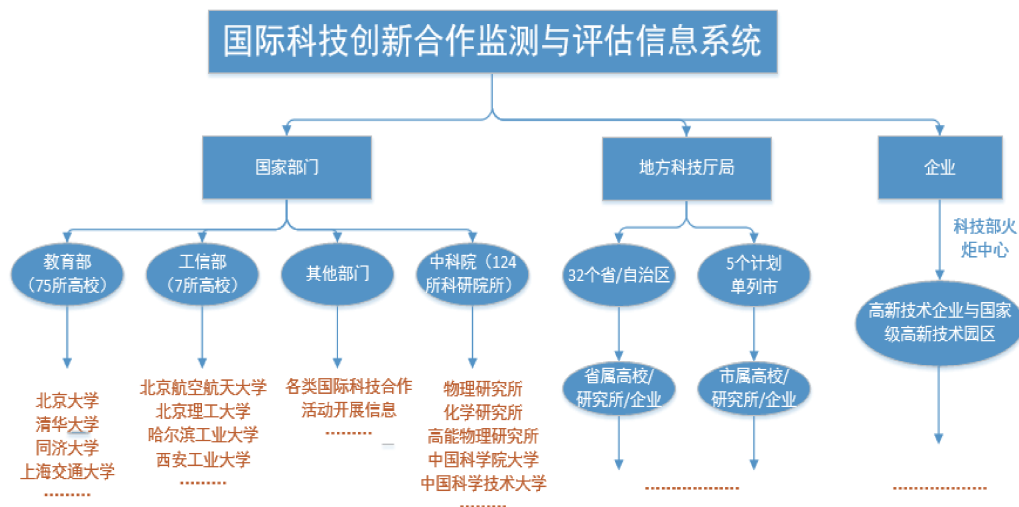


图1 国际科技合作信息系统数据来源示意图

图1所示为国际科技合作数据来源示意图,其涵盖了29个国家主要部门和地方科技管理部门。从数据收集机制上,各部门负责本部门及直属机构的数据汇交。如:中国科学院负责直属的124所科研院所的数据汇总、教育部负责75所直属高校和本部门二级机构的数据汇总、地方科技厅则主要负责本省/市/区内的院校、企业数据汇交。

此外,由于企业是我国重要的国际科技合作实施主体,在本系统中单独设计了针对高新技术企业的数据库收集机制,建立了覆盖我国103631个高新技术企业和156个国家级高新技术园区的数据收集模块。

2.2 国际科技合作指标数据结构设计

基于经典评估逻辑框架“投入-产出-效果-影响”,对国际科技合作信息系统指标进行设计。

在该指标框架下,“投入”、“产出”、“效果”类数据具有结构化的特点,因而适用于依托信息系统进行数据收集。

“投入”指标除包括国际科技合作资金、人才外,还包括相关政策的制定情况。在“产出”指标中,除常规的论文发表、专利申请指标外,该指标框架进一步吸纳了能反映国际科技合作活动的项目、人才、基地等数据。“效果”指标主要反映国际科技合作对科技发展所起到的作用,如“国际合作论文的规模与质量”、“融入全球合作网络程度”等内容。表1所示为国际科技合作数据指标框架简表。在模块设计上,信息系统主要包括基本信息、国际科技合作开展概况、国际科技创新人才等七个模块,“投入”、“产出”、“效果”数据指标分布在七个模块之中,这样既便于填报人理解和填报,同时便于评估人员提取相关各环节数据进行评估和研究。

表1 信息系统指标数据结构设计

填报数据一级指标	填报数据二级指标
投入	1. 国家及地方财政国际科技创新交流合作投入 2. 国有大中型企业、国家级高新技术企业国际科技创新交流合作投入 3. 来源于国外的 R&D 经费 4. 从事国际科技合作的人数 5. 各部门、地方出台与国际科技合作相关的政策数量与名称 6. …
	7. 国家科技计划中支持国际科技创新交流合作的项目数、国别、领域 8. 企业(高新技术企业、国有大中型企业)设立海外研发机构数量 9. 我国 PCT 专利申请总数 10. 我国国际科技合作论文情况 11. 与国外高校、院所、企业联合建立的平台、基地 12. …
国际科技合作	13. 我国国际合作论文占全球总量的比例 14. 国际科技合作网络关系的扩大(合作国别数、合作规模、合作紧密度) 15. 典型案例:在构建面向全球科技创新体系,支撑和引领我国经济社会发展的重大需求;建成具有国际影响力和吸引力的科技创新聚集地;形成互利共赢、共同发展的国际科技合作新局面; 16. …

3 国际科技合作信息系统的实现

3.1 使用需求分析和系统设计

在分析国际科技合作数据来源，以及指标数据结构的基础上，进一步给出信息系统的的使用需求。

如图 2 所示，信息系统主要包括：对外业务系统，对内业务系统两大模块。其中，对外业务模块包括：互联网公开数据收集分析系统和调研信息系统。前者用于评估人员

通过检索公开数据库的方式，自行调查和补充数据。后者用于各部门、地方、科研机构和院所在线填报数据。基于图 1 对数据来源的分析，在具体设计系统时，系统需实现上级部门归口管理下级部门国际科技合作信息，同时实现多层管理和数据汇总与分析功能。在具体实现时，可通过为上级部门设置一级账号，为下级部门设置二级账号，同时并赋予一级账号开设二级账号的权限，最终实现数据的有效回收和管理。

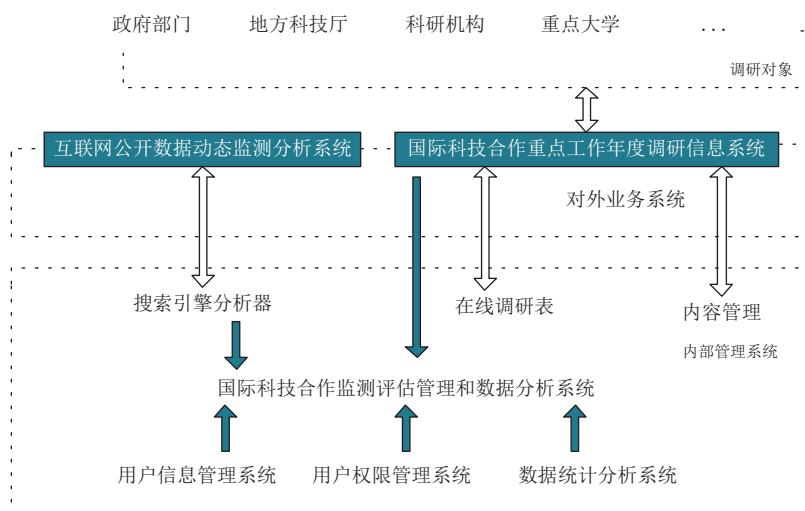


图 2 国际科技合作信息系统功能结构示意图

信息系统对内业务模块主要包括：用户权限和信息管理、数据统计分析等功能。前者可以实现对用户身份的权限验证，并能监控用户对系统的各类操作。此外，系统服务器为所有用户建立操作日志和访问记录，对每个登录用户的 IP、登录时长、操作执行情况进行监控。后者可以实现对系统收集的数据进行综合分析。分析维度除对同类型的数据进行统计分析外，还可以实现对数据的横向分析，如：按机构类型分析、按省市地域、按合作国别分析国际

科技合作数据。

3.2 信息系统的驱动方式

信息系统主要包括数据层和应用层。数据层负责处理收集到的填报数据，包括本地数据配置、填报、验证、上传功能。应用层负责数据的导入导出、横向/纵向数据查询与统计、数据可视化分析等。

由于国际科技合作数据的多维度、多源化属性，系统还实现了填报数据的分级导出功能，

便于决策者从不同维度分析和使用数据。同时还实现了对填报进度、二级账号开设、填报对象统计分析等功能,便于系统管理员实时了解填报进度,提高填报可操作性。系统还设计了多种图形显示处理功能,可向管理者呈现国际科技合作现状对比(见图3)。

最后,采用B/S(浏览器/服务器)模式对系统进行架构实现。该架构显著降低了系

统的通讯开销和时间成本,为系统管理者和填报对象提供了便利。系统管理员可以登录用户管理端,查看所有用户填报的进度,以及统计分析(图4)。并且可以在无需干扰填报用户的情况下,完成对系统的改造升级与更新,实现更为丰富的分析功能。而用户仅需通过浏览器键入指定地址便可进入填报(图5)。

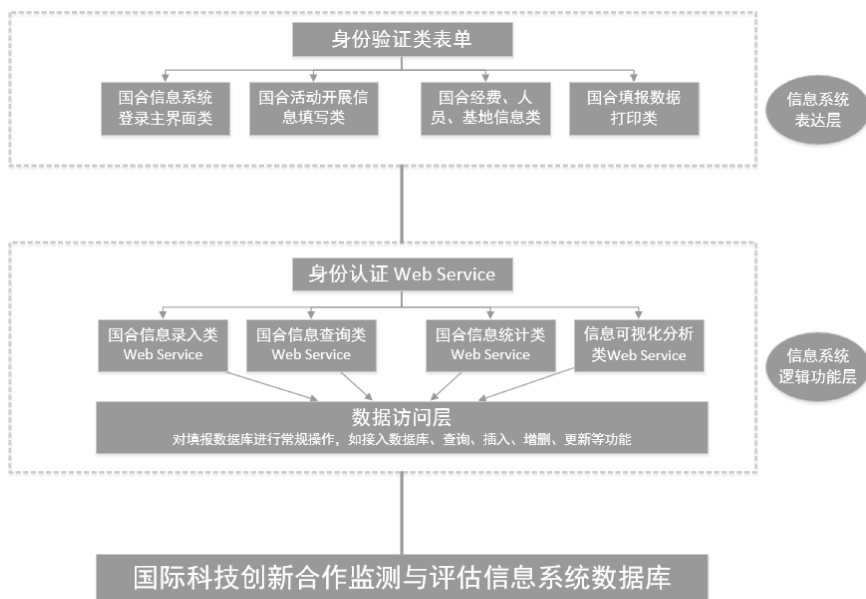


图3 国际科技合作监测与评估信息系统架构示意图



图4 系统管理员操作界面示意图



图5 用户填报界面示意图

4 结束语

在当前的国际形势下，我国急需加强国际科技合作的绩效管理。由于国际科技合作工作特点的原因，开展评估与研究所需的数据散落在各管理部门和创新主体当中，目前尚未有能同时兼具广度与深度的指标体系和数据收集机制能满足国际科技合作管理与决策需求。信息系统作为一种高效、便捷的管理方式，是处理国际科技合作数据收集和汇总分析的重要手段。

本文深入分析了国际科技合作数据来源，按照“投入-产出-效果-影响”的评估逻辑链条，构建了国际科技合作评估指标体系框架，并以此为基础给出了国际科技合作监测与评估信息系统的设计和实现方案。由于国际科技合作数据来源的特殊性，该信息系统集成了政府对政府 G2G (Government to Government) 及政府对企业 G2B (Government to Business) 两种应用模式，从多个维度获取了各类数据，实现跨层级、

跨部门、跨地域的协同，有助于解决底层数据搜不全、搜不准的问题。进一步利用 Java 语言，以 Web service 交互和 B/S 模式实现了国际科技合作数据填报、统计及可视化分析等功能，填补了在国家层面开展国际科技合作监测与绩效评估信息系统建设的空白。

2017 年，该系统共面向 66 个各级部门，收集了 1151 所国合重点高校和科研院所的数据，一级、二级机构共开设账号 1217 个，填报率达 70.91%。随着国际科技合作数据的积累，管理决策者和国际科技合作实施主体可以相互共享相关信息，亦可实现对国际科技合作的绩效评估，最终为国际科技合作支撑创新驱动发展战略的实施作出贡献。

参考文献

- [1] 科技部. 科技部关于印发《“十五”国际科技合作发展纲要》的通知 [EB/OL]. (2001-01-21) [2019-08-26]. <http://www.china.com.cn/chinese/2000/>

- Dec/15203.htm [
- [2] 科技部. 科技部印发《“十一五”国际科技合作实施纲要》的通知 [EB/OL]. (2006-12-11) [2019-08-26]. <http://scitech.people.com.cn/GB/5152951.html>
- [3] 科技部. 科技部关于印发《国际科技合作“十二五”专项规划》的通知 [EB/OL]. (2011-08-19) [2019-08-26]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2011/201109/t20110920_89716.htm
- [4] 科技部. 科技部关于印发《“十三五”国际科技创新合作专项规划》的通知 [EB/OL]. (2017-05-04) [2019-08-26]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201705/t20170512_132771.htm
- [5] Luo W, Dai Z, et al, Modeling and Empirical Analysis of Regional Science and Technology Innovation Performance Evaluation Index System[C]. 2019 4th International Conference on Social Sciences and Economic Development (ICSSED 2019), 2019: 978-94-6252-718-8.
- [6] 马建龙. 国际科技合作与自主创新路径研究 [J]. 对外经贸, 2018(5):64-67.
- [7] 曾建勋, 曹继东, 苏静. 国家科技管理信息系统构建及其对科技情报工作的影响 [J]. 情报学报, 2016, 35(9):900-910.
- [8] 卢山. 国际管理信息系统研究热点及趋势 [J]. 时代金融, 2017(27):273.
- [9] 王大学. 国际学界国家历史地理信息系统建设与利用的现状与启示 [J]. 江苏师范大学学报 (哲学社会科学版), 2016, 42(3):98-104.
- [10] 吴金南, 刘作仪. 基于国家自然科学基金项目的管理信息系统研究进展与分析 [J]. 管理学报, 2013, 10(8):1201-1207.
- [11] 张海涛, 何学洲, 王杨刚. 地质调查科技与国际合作项目信息管理系统设计与实现 [J]. 北京测绘, 2016(5):39-42,27.
- [12] 徐峰, 王玲, 张翼燕, 等. 主要国家科技管理信息系统的建设经验与启示 [J]. 情报学报, 2016, 35(9):939-945.
- [13] 王玲. 日本科技管理信息系统浅析及启示 [J]. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(4):30-36.
- [14] Jackson P, Mavi R K, Suseno Y, et al. University-industry collaboration within the triple helix of innovation: The importance of mutuality[J]. Science & Public Policy, 2018,45(4):553-564.
- [15] Content acquisition policy [EB/OL]. (2018-08-22) [2019-08-29]. <https://www.openaire.eu/content-acquisition-policy>
- [16] 翟琰琦, 杨立英, 岳婷, 等. 2005-2014 年天文学领域主要国家的国际合作分析——基于 WoS 数据库的文献计量研究 [J]. 科学观察, 2017, 12(1):60-68.
- [17] 周小林, 任孝平, 张志辉, 等. 中国国际科研合作现状分析与启示——基于文献计量分析的视角 [J]. 情报工程, 2019, 5(3):86-98
- [18] 许鑫, 杨佳颖, 李丹. 科学基金资助下的国际科研合作网络演进: 基于 WOS 物理学数据的计量分析 [J]. 情报杂志, 2019, 38(2):49-55+48.
- [19] Moed, H F, Aisati M P. Studying scientific migration in Scopus[J]. Scientometrics, 2013(94):929.
- [20] 林兴浩. 基于德温特专利索引数据库的我国及广东技术创新发展现状分析 [J]. 科技创新发展战略研究, 2019, 3(2):37-42.
- [21] 国际合作-中国跨境数据库 [EB/OL]. [2019-08-29]. <http://www.ccda.org.cn/Planning.aspx?pid=10>
- [22] 侯建华, 韩文娟, 王小峰, 等. 利用国际科技合作基地培养创新型国际化人才 [J]. 教育现代化, 2019, 6 (28):29-30.
- [23] 王文平. 基于科学计量的中国国际科技合作模式及影响研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 2014.
- [24] 霍宏伟, 王艳, 肖轶, 等. 中外政府间协议框架下国际科技项目合作网络研究 [J]. 管理学报, 2017, 14(7):1041-1051.
- [25] 《“十三五”国际科技创新合作专项规划》重点工作推进会召开 [EB/OL]. (2017-09-19)[2019-08-29]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/201709/t20170919_134967.htm