

我国科技基础条件资源发展指数的构建和比较分析

赫运涛 范治成 许东惠

(国家科技基础条件平台中心, 北京 100862)

摘要: 科技基础条件资源涵盖科技物力和信息资源, 主要包括科研仪器设施、科学数据、生物种质和实验材料三大类型。科技部持续开展了对我国大型科学仪器设备、生物种质资源、科学数据库等科技基础条件资源拥有及使用状况的调查分析。文章基于科技基础条件资源数据, 构建了科技基础条件资源发展指数指标体系, 测算了2012年以来我国科技基础条件资源发展指数, 分析了我国科技基础条件资源的总体发展趋势。同时, 将科技基础条件资源发展指数及其核心指标与国家创新指数等反映国家科技进步和创新能力数据进行了比对分析, 提出了相关政策建议。

关键词: 科技基础条件资源; 资源调查; 发展指数

中图分类号: G311

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2016.06.001

Construction and Comparative Analysis of National Science and Technology Infrastructure Resources' Development Index

HE Yuntao, FAN Zhicheng, XU Donghui

(National Science and Technology Infrastructure Center, Beijing 100862)

Abstract: Science and technology infrastructure resources, including scientific and technological resources and information resources, has three types, such as scientific research facilities, scientific data, biological species and experiment materials. Investigation and analysis of the ownership and use of science and technology infrastructure resources, such as large scientific instruments, biological species resources, scientific database, are continuously carried out by Chinese Ministry of Science and Technology. Based on the data of science and technology infrastructure resources, this paper constructs the index system of the development of science and technology infrastructure resources, evaluating the development index of science and technology infrastructure resources in China since 2012, and analyzes the overall development trend of national science and technology infrastructure resources. At the same time, this paper compares the science & technology infrastructure resources development index and its core index with the national innovation index which reflects the national scientific and technological progress and innovation ability data, and puts forward relevant policy recommendations.

Keywords: science and technology infrastructure resources, the resources survey, development index

作者简介: 赫运涛 (1980—), 男, 国家科技基础条件平台中心副研究员, 研究方向: 科技资源管理与共享; 范治成 (1985—), 男, 国家科技基础条件平台中心助理研究员, 研究方向: 科技资源管理与共享; 许东惠 (1985—), 女, 国家科技基础条件平台中心助理研究员, 研究方向: 科技资源管理与共享。

基金项目: 国家科技基础条件平台专项课题“我国科技基础条件资源指数比较分析研究”(2016DDJ1Z03)。

收稿时间: 2016年11月1日。

1 引言

党的十八大提出实施创新驱动发展战略,将科技创新摆在国家发展全局的核心位置。科技创新是科技资源系统内各要素相互非线性作用的结果,其要素构成及其作用机理(即科技资源配置)直接决定着科技的发展,间接地影响着经济增长速度及方式。

通常认为科技资源主要包括科技活动中的人力、物力、财力、信息等四类要素^[1]。科技人力资源主要指各类科技活动人员,是科技活动发起的主体、收益的主体和其他科技资源的利用主体。科技财力资源主要指通过政府财政拨款、企业自筹、社会募集等渠道投入的科技活动经费,可以调控其他科技资源,在充分竞争的经济社会,是各类科技资源价值的凝聚与外在体现。科技物力资源主要包括科学仪器设备、生物种质和实验材料等具有科技支撑作用的物质手段和基础设施。科技信息资源主要包括科学数据、科技文献等科技活动中所需的各类信息资源。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》将科技物力资源和信息资源等统称为科技基础条件资源,将其作为科技创新的物质基础以及科技持续发展的重要前提和根本保障。从科技发展态势来看,现代科学研究在微观、宏观、复杂性等方面不断深入,科学前沿的革命性突破越来越依赖于重要科技基础条件资源的支撑;缺乏一流的科技基础条件,就无法开展一流的科学研究,也难以产生具有原创性的重大科研成果。“十三五”时期建设世界科技强国,对科技基础条件服务保障能力的需求愈发迫切。

然而,总体上看,受数据来源等因素制约,国内对科技基础条件资源发展变化的研究相对较少。在《国家创新指数报告2015》、《中国区域创新能力监测报告2015》等高水平报告的指标体系中,反映“创新资源”、“创新环境”的多是“研究与发展经费投入强度、科技人力资源培养水平、R&D人员全时当量”等科技人力、财力资源数据,相对有一定相关性的“科学研究和技术

服务业新增固定资产、固定电话与移动电话用户数”等指标也较难直接反映科技物力资源和信息资源的情况。

为摸清科技资源家底,积极推进科技资源管理与利用,自2008年起,科技部、财政部组织开展了国家科技基础条件资源调查工作。目前,调查范围基本涵盖了全国从事自然科学研究的高校和科研院所以及建有国家级科研基地的企业,共计4500余家。通过调查,基本摸清了我国大型科学仪器设备、生物种质资源、科学数据库等科技资源的拥有及使用状况,积累了宝贵的数据。本文基于科技资源调查数据成果,构建了我国科技基础条件资源发展评价指标体系,并就评价结果开展与国家科技创新指数以及其他科技宏观数据的对比分析。通过上述研究,可以更加直接真实地反映我国科技基础条件资源近年来的宏观变化趋势,为进一步推进科技基础条件资源的建设与共享等科技管理工作提供决策支撑。

2 科技基础条件资源的类型和总体状况

如前所述,科技基础条件资源种类繁多。其中,科研仪器设施、科学数据、生物种质和实验材料^[2]是国家科技基础条件资源调查的主要资源。

科研仪器设施是科技创新活动的主要工具,用于科学观测、实验以及计量等工作,其质量和规模是反映国家科技实力的重要指标。国家科技基础条件资源调查从2008年起,持续对原值50万元以上的大型科学仪器的分布和利用情况进行了调查。数据显示,我国科研仪器设施的数量近几年显著增长。截至2014年底,我国投资大于5000万元、开工建设1年以上的重大科技基础设施共58项;高校院所中原值50万元以上的大型科研仪器达6.1万台(套),原值总计超过868亿元,比2010年分别增加了42.6%和85.4%^[3]。随着科研仪器设施规模数量的不断增长,部分科研设施与仪器利用率和共享水平不高以及对科技创新的服务支撑作用不足等问题逐渐凸显。2014年,《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(国发〔2014〕70

号)发布,对大型科研仪器设施的开放共享做出明确部署。

科学数据是信息时代传播速度最快、影响面最广、开发利用潜力最大的科技资源,是科技活动积累或通过其他方式获取的反映客观事物本质、特征、变化规律等的原始性、基础性数据,以及根据不同科技活动需要进行系统加工整理的各类数据的集合^[4]。科学数据既是科技创新活动的重要产出,也是新一轮创新活动和经济社会发展的重要基础和工具。随着大数据时代的到来,以“数据密集型科学研究”为特征的“第四范式”科学研究逐渐成为科技创新最重要的手段之一,越来越多的科学研究和发现依赖于科学数据的收集和利用。科学数据总量快速增长,高能物理、天文、生命科学等领域的观测、检测数据增长尤为显著。大型强子对撞机每年产生的实验原始数据就达15PB,国家天文台观测的天文数据量每两年就能翻一番^[5]。鉴于此,国家科技基础条件资源调查从2013年起,将法人单位拥有科学数据库及其共享利用情况列入调查范围,目前已掌握了2012年至今的相关数据。

生物种质和实验材料大多为自然界本身就存在的物质,科研人员通过采集或者加工等方式形成的科技资源,是科技创新活动的重要对象和条件。生物种质和实验材料的种类繁多,主要包括植物种质、动物种质、微生物菌种、人类遗传资源、岩矿化石标本、生物标本、实验动物、实验细胞资源和科研试剂等。生物种质和实验材料的创新在科技创新中往往发挥着引领和先导作用。如科研试剂被喻为“科学的眼睛”和“质量的标尺”,是科技发展的重要支撑条件,新型科研试剂能够推动科学方法、技术原理的变革;新的生物种质、化石标本资源等的采集、分离和鉴定,也可能改变人们对世界的认知。我国生物种质和实验材料资源的保藏量居世界前列。其中,保藏农作物种植资源52万份,约占世界总量的17%,位居世界第二^[6];林木种质资源108万份,占世界总量的16.6%。截至2014年年底我国共建成实验动物(细胞)、人类遗传资源、微生物菌种

等实验生物资源库(馆)527个,资源保存品种、数量以及实验设施等方面已居世界前列。国家科技基础条件资源调查从2008年以来就将生物种质和标本资源的保藏和利用情况作为重要的调查内容。

3 科技基础条件资源发展评价指标体系的设计

本文基于系统性、科学性、可比性以及数据的可采集性等原则,构建了涵盖三大类科技基础条件资源的发展评价指标体系。指标体系共分3级,其中一级指标包括“规模与质量”、“运行与维护”、“开发与产出”3项,二级指标包括“资源规模总量”等9项。

3.1 规模与质量指标选取

通过对科技基础条件资源规模总量、人均拥有资源和资源质量水平的考察,可以反映科技基础条件资源的总体建设和配置情况。

(1)资源规模总量。反映年度我国投资利用的科技基础条件资源总体规模,由大型科研仪器与设施原值总额、科学数据库当量总数、生物种质资源保藏总量综合而成。其中,大型科研仪器与设施原值总额由全部大型科学仪器设备原值加和得到;科学数据库当量总数由科学数据库自然个数和当量个数(当量数据库由数据库数据量与行业标准数据量的比值得到)加和得到;生物种质资源保藏总量由植物、动物、微生物以及标本等资源保藏总量加和获得。

(2)人均拥有资源。反映评价我国人均科技基础条件资源的丰裕程度,由每百名科技活动人员平均大型科研仪器与设施原值、每百名科技活动人员平均科学数据库当量数、每百名科技活动人员平均生物种质资源保藏量综合而成。

(3)资源质量水平。反映我国科技基础条件资源的先进性和规范性,由重大的科研仪器与设施规模占比、符合标准规范的科学数据库占比以及国家统一编目和模式菌株或专利菌株的生物种质资源占比综合而成。其中,重大科研仪器与设施规模占比为大型科学装置、科研仪器中心、科

研仪器服务单元与全部设备原值的比例；符合标准规范的科学数据库占比为采用国际标准（国家标准、行业标准等）规范的数据库比例；国家统一编目和模式菌株或专利菌株的生物种质资源占比由植物资源国家编目率、动物资源国家编目率、微生物模式菌株或专利菌株占比组成。

3.2 运行与维护指标选取

通过对资源利用总量、利用共享水平、人员保障能力和经费支撑力度的考察，反映我国科技基础条件资源的运行维护和利用共享情况。

(1) 资源利用总量。资源利用总量反映我国科技基础条件资源利用与服务的年度总规模，由大型科研仪器与设施的总有效工作当量机时、数据库的总共享次数和生物种质资源的总对外提供份次综合而成。其中，大型科研仪器与设施的总有效工作当量机时由某地区设备年有效工作机时按原值加权的总和。

(2) 利用共享水平。反映科技基础条件资源利用与服务的程度，由大型科研仪器与设施的利用率和对外服务率、数据库的平均共享次数和数据量的共享率、生物种质资源共享率和平均对外提供份次综合而成。单台套科研仪器设备利用率、对外服务率的年额定工作机时定为1600小时，总体利用率、对外服务率由单台套设备利用率按原值占比加权得出。

(3) 人员保障能力。科技基础条件资源的运行维护需要稳定、高水平的专业人才管理队伍。人员保障能力就是反映维护科技基础条件资源正常使用而配备的人力状况，由每百台套大型科研仪器与设施平均工作人员数、每个科学数据库平均工作人员数、每千种生物种质资源平均工作人员数和保藏机构平均工作人员数综合而成。

(4) 经费支撑力度。反映为维护科技基础条件资源而投入的财力情况，由每万元大型科研仪器与设施平均运行经费支出、有稳定经费支持的科学数据库占比、每千生物种质资源平均运行经费支出和保藏机构平均运行经费支出综合而成。

3.3 开发与产出指标选取

通过对资源开发水平、创新支撑能力和科技

产出成效的考察，反映我国科技基础条件资源对创新活动的支撑力度和科技成果的产出水平。

(1) 资源开发水平。反映我国开发研制新资源的能力，由自主研发或二次开发的大型科研仪器与设施占比、中国独有或自主产生的科学数据库占比、新增生物种质资源占比综合而成。

(2) 创新支撑能力。反映科技基础条件资源对科研活动的支持力度，由每万元大型科研仪器与设施平均科技活动经费收入、每个当量科学数据库平均科技活动经费收入、每千种生物种质资源平均科技活动经费收入综合而成。

(3) 科技产出成效。反映科技基础条件资源对科技创新产出的贡献程度，由资源调查单位的国际检索科技论文数、发明专利授权数、国家级科技成果获奖数总和而成。

以上指标数据，均来源于每年度的国家科技基础条件资源调查，以保障评价结果的权威性、持续性和可比性。

4 科技基础条件资源发展评价指标测算方法

4.1 变量定义

(1) 指标编号定义

一级指标编号： $k=1,2,3$

二级指标分段编号：

$$l_k = N_{k-1} + 1, N_{k-1} + 2, \dots, N_k$$

其中： $N_0 = 0; N_1 = 3; N_2 = 7; N_3 = 10$

(2) 指标变量定义

$U_i^{l_k}$ 表示第*i*个地区第 l_k 二级指标值； $X_i^{l_k}(T)$ 表示第*i*个地区第*T*年第 l_k 二级发展指数； $Y_i^k(T)$ 表示第*i*个地区第*T*年第*k*项一级发展指数； $Z_i(T)$ 表示第*i*个地区第*T*年综合发展指数。

(3) 权重变量定义

α_k 表示第*k*项一级指标权重， $\sum_{k=1}^3 \alpha_k = 1$ ；

β_{l_k} 表示第 l_k 二级指标权重，

$$\sum_{l_k=N_{k-1}+1}^{N_k} \beta_{l_k} = 1; k=1,2,3$$

4.2 发展指数计算方法

科技基础条件资源发展指数是利用所建立的

指标体系,通过专家咨询确定权重,运用加权方法进行综合测算所得到的。以2012年为基年(得分为100),分别计算2012—2014年的各级指标得分,与基年比较即可看出我国或各地区指数增长情况。

2013及2014年发展指数计算方法如下。

(1) 二级发展指数计算

以2012年二级指标值为基数,计算2013年、2014年二级发展指数:

$$X_i^{l_k}(2013) = \frac{U_i^{l_k}(2013)}{U_i^{l_k}(2012)} \times 100$$

$$l_k = 1, 2, \dots, 7, 8, \dots, 10; i = 1, 2, \dots, I$$

$$X_i^{l_k}(2014) = \frac{U_i^{l_k}(2014)}{U_i^{l_k}(2012)} \times 100$$

$$l_k = 1, 2, \dots, 7, 8, \dots, 10; i = 1, 2, \dots, I$$

(2) 一级增长指数计算

运用综合加权法计算2013年、2014年一级增长指数:

$$Y_i^{l_k}(2013) = \sum_{l_k=N_{k-1}+1}^{N_k} \beta_{l_k} \times X_i^{l_k}(2013)$$

$$k = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, I$$

$$Y_i^{l_k}(2014) = \sum_{l_k=N_{k-1}+1}^{N_k} \beta_{l_k} \times X_i^{l_k}(2014)$$

$$k = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, I$$

(3) 综合增长指数计算

运用综合加权法计算2013年、2014年综合增长指数:

$$Z_i^{l_k}(2013) = \sum_{k=1}^3 \alpha_k \times Y_i^{l_k}(2013) \quad i = 1, 2, \dots, I$$

$$Z_i^{l_k}(2014) = \sum_{k=1}^3 \alpha_k \times Y_i^{l_k}(2014) \quad i = 1, 2, \dots, I$$

5 科技基础条件资源发展评价指标测算结果分析

5.1 科技基础条件资源发展指数逐年递增

以2012年为评价基准年,发展指数定为100,2013年和2014年的发展指数测算结果分别为106.3和119.7,2013年和2014年科技资源发展指数分别较上一年增长了6.3%和12.8%,增幅

略有加大(图1)。

5.2 科技基础条件资源的规模与质量显著增长

近年来,科技基础条件资源规模不断加大。以原值50万元以上的大型科学仪器设施为例,2009年至2014年我国高校院所大型科研仪器的原值和数量分别从383.5亿元、2.8万台(套)增长到816.7亿元、5.6万台(套)(图2),均增长了1倍多^[7]。考虑到每年资源调查对象有一定的变化,以每家高校院所平均拥有的大型科研仪器的总原值和总数量计,也分别从2009年的1357.0万元和9.9台(套)增长到2014年的2660.3万元和18.3台(套),年均增长率分别为14.4%和13.1%。在生物种质方面,以植物种质资源为例,我国植物种质资源保藏量从2009年的98.3万种增长到2014年的112.9万种,植物种质资源保藏机构也由2009年的283家增加到2014年的318家。

科技基础条件资源质量不断提升。在科研仪器设施方面,高等院所拥有的原值200万元以上的重大科研仪器总原值和总数量分别从2009年的167.2亿元、3644台(套)增加到2014年的436.8亿元、7881台(套),重大科研仪器占比增长了10个百分点,由43.5%增长到53.5%。在科学数据方面,数据规范化程度不断提高,质量控制手段进一步丰富,实现标准化处理的科学数据占比也越来越多。气象领域建立了自己的标准化网站,并形成了包括气象国际标准、国家标准、行业标准等近千项。仅在23个国家科技基础条件平台中,各级各类科学数据标准和规范已超过

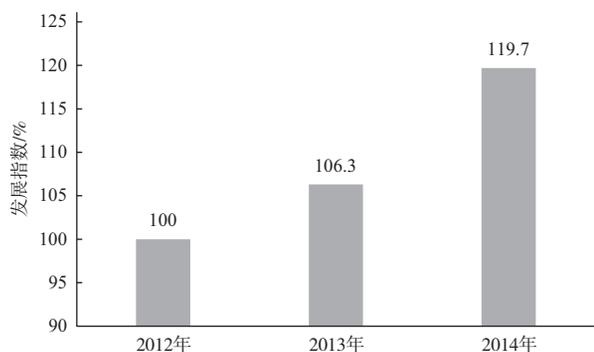


图1 我国科技基础条件资源发展指数(2012—2014)

200项，并且数量呈逐年增长态势。

5.3 科技基础条件资源的共享利用稳步提升

在科研仪器设施方面，大型科研仪器与设施的有效工作机时和对外服务机时可以反映出仪器设施利用和对外共享的整体情况。考虑到大型科研仪器设施的原值规模不同，发挥的功能和作用也不同，在计算大型科研仪器设施有效工作机时采用的是原值加权的方法，即每台（套）设备每年有效工作机时与其原值乘积之和测算出加权机时，再用总加权机时除上总原值得出科研仪器的当量机时。如图3显示，2009—2014年，大型科研仪器与设施年度当量工作机时由1616小时增长至1762小时，年度对外服务当量机时由387小时增长至472小时。尽管增长较为明显，但是有数据表明，国外科研仪器与设施的利用率通常

可以达到170%，即每年2700多小时，因此，我国科研仪器与设施利用共享水平总体来讲还存在较大的上升空间。

在生物种质方面，2011—2014年生物种质资源的保藏量分别为121.0万种、124.5万种、125.9万种和129.0万种，对外提供份数分别为9.8万份、10.4万份（图4）、10.9万份和12.0万份，年平均增长率为7.2%，资源利用水平增长高于生物保藏量的增速。

5.4 科技基础条件资源的人员经费保障逐年增强

我国大型科研仪器与设施机组人员数量2009年至2014年增长较快，由2009年的3.6万人增长到2014年的10.9万人，其中2011年和2013年增长较快，尤其是2011年较上年增长了65.7%。2009年到2014年科研设备平均机组人员

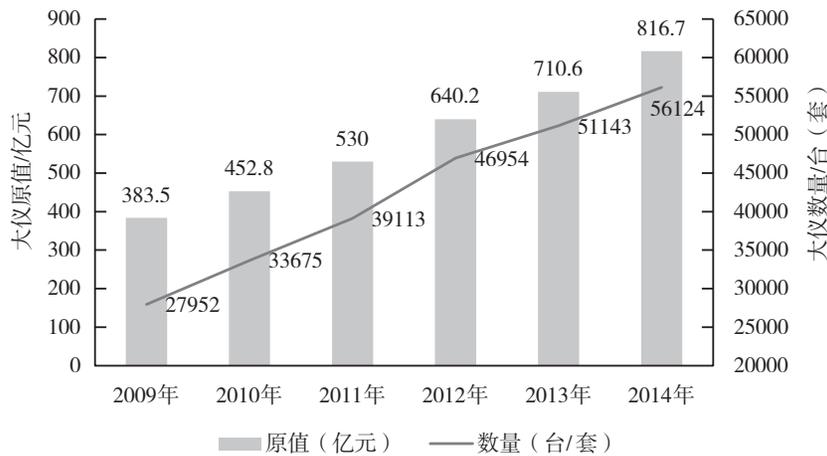


图2 高等学校和科研院所大型科研仪器设施原值与数量变化情况（2009—2014）

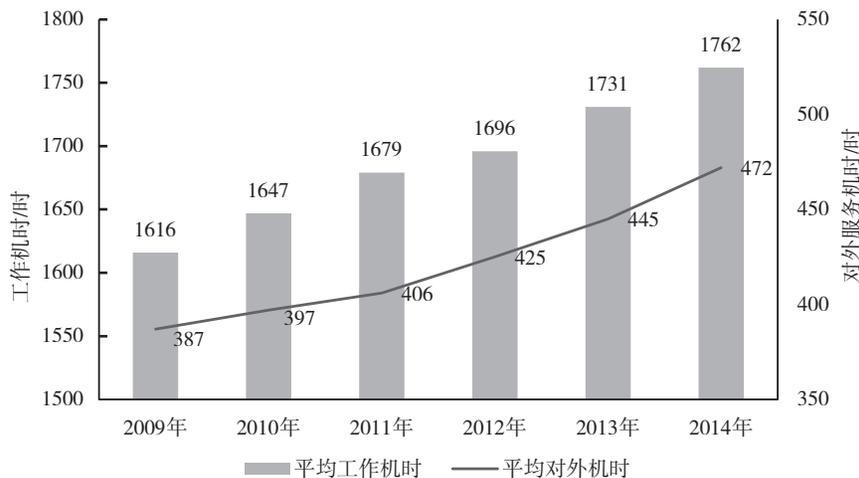


图3 大型科研仪器与设施平均工作机时和平均对外服务机时变化情况（2009—2014）

从 1.3 人增长到 1.9 人（图 5），设备的人员保障能力有了较大的提高，对设备利用的有效性和功能的发挥起到了至关重要的保障作用。

生物种质资源保藏运行经费是生物种质资源质量控制和有效使用的保障，数据显示，2009 年至 2014 年，我国每万种生物种质资源运行经费支出和机构平均运行经费支出不断上升，分别从 293.3 万元/万种、71.3 万元/个增加到 634.8 万元/万种、162.2 万元/个（图 6）。

5.5 科技基础条件资源发展增速高于同期科技进步增速

一方面，本研究选取了可以代表我国科技进步的国家创新指数、科技进步水平指数与科技基础条件资源发展指数进行比对。国家创新指数[8]是反映国家综合创新能力的重要指标，由创新资

源、知识创造、企业创新、创新绩效和创新环境 5 个一级指标组成。科技进步水平指数^[9]是科技活动的发展以及科技对经济社会发展促进作用的表征有 5 个一级指标，即科技进步环境指数、科技活动投入指数、科技活动产出指数、高新技术产业化指数和科技促进经济社会发展指数。根据《国家创新指数报告 2015》、《中国区域科技进步评价报告 2015》，选取 2012 年中国国家创新指数和国家科技进步水平指数作为基数 100，得出 2013—2014 年我国科技进步水平指数分别为 105.4 和 110.3，国家创新指数分别为 105.2 和 112.1（图 7）。经过对比可以看出科技基础条件资源发展指数高于国家创新指数和科技进步水平指数。这在一定程度上说明科技基础条件资源指数增速领先于国家创新指数增速和科技进步指数

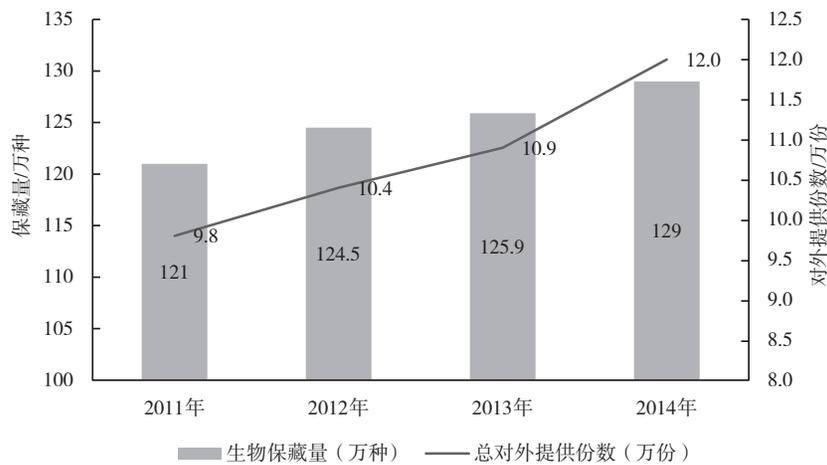


图 4 生物种质资源保藏量与资源利用对比情况 (2011—2014)

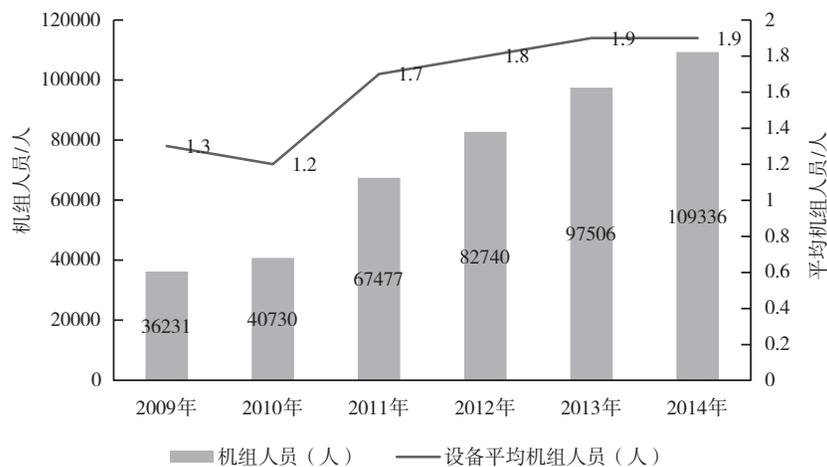


图 5 大型科研仪器设施机组人员情况 (2009—2014)

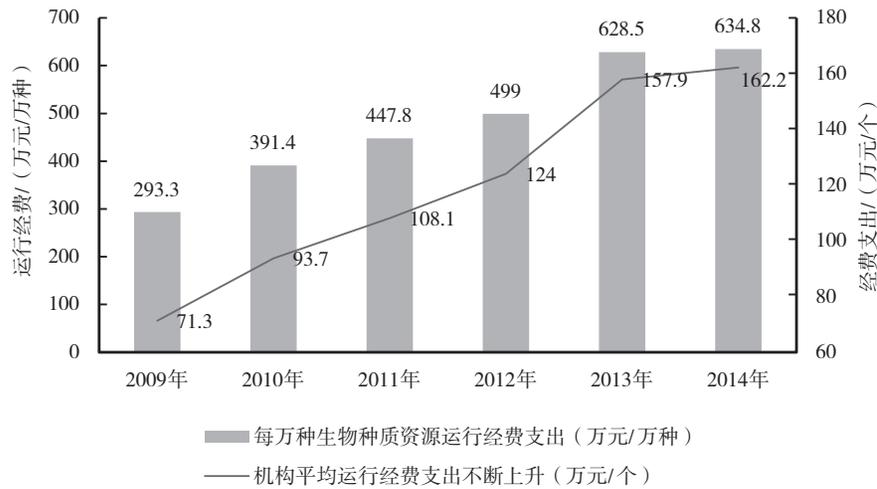


图6 生物种质资源保藏量平均运行经费支出情况 (2009—2014)

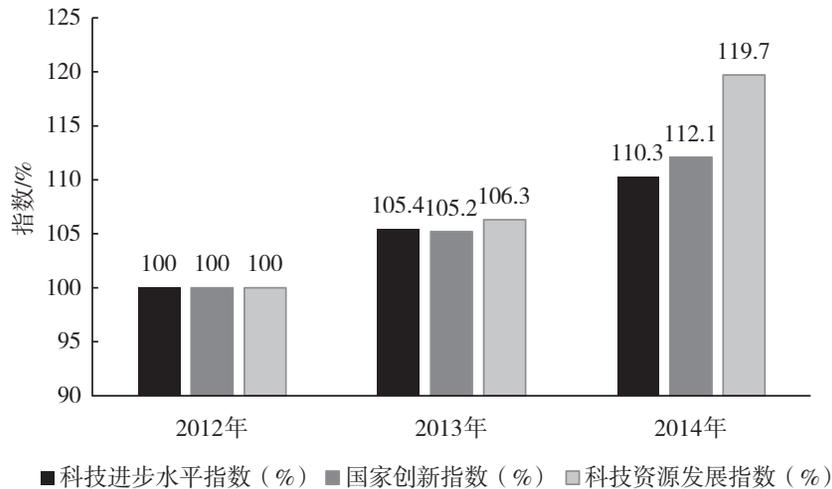


图7 科技基础条件资源发展指数与国家创新指数和科技进步水平指数对比图 (2012—2014)

增速。

另一方面，本研究选取代表科技基础条件资源建设和科技产出的统计数据进行了对比。科研仪器与设施原值是反映科技基础条件资源建设的重要指标，国际论文^[10]是反映科技产出和知识创新的重要指标。数据显示，除了2013年，其他各年度大型科研仪器设施原值增长率均高于国际科技论文的增长率（图8）。大型科研仪器设施原值2014年比2009年增长113.0%，年平均增长率为16.3%。国际科技论文发表数量2014年比2009年增长76.2%，年平均增长12.0%。从两方面的增速对比来看，大型科研仪器与设施原值增速明显领先于国际科技论文增速。

6 结论及政策建议

科技基础条件资源是科技创新的物质基础，也是科技创新能力的重要体现。科技基础条件资源发展指数和资源调查的数据表明，近年来，我国科研仪器设施、科学数据、生物种质和实验材料等科技基础条件资源综合能力持续增强，科技基础条件资源规模快速增长，质量显著提升，资源利用与共享水平稳步提高，为保障全社会科研活动的开展、推进科技进步和创新提供了坚实的物质条件保障。同时数据显示，科技基础条件资源发展的增长在一定程度上已高于科技进步以及科技产出的增长，这也与当前我国科技基础条件

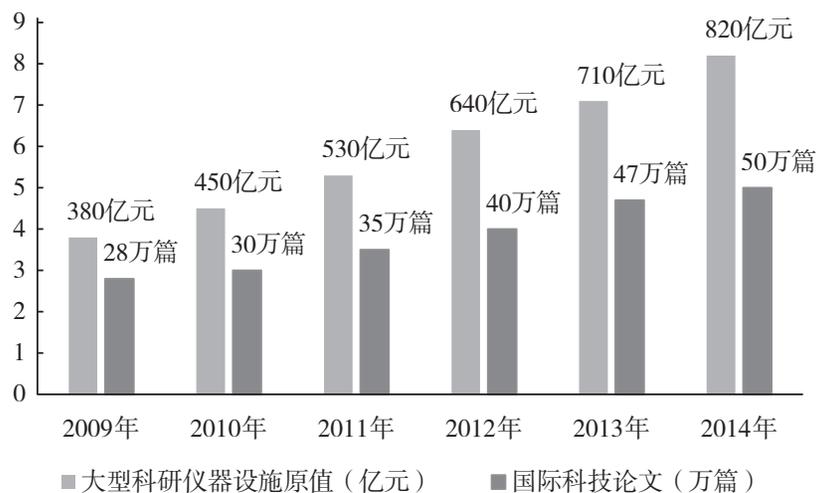


图8 大型科研仪器与设施原值与国际科技论文规模对比图（2009—2014）

资源统筹管理缺乏足够重视、“重建设开发、轻管理利用”以及对重大科学研究和经济社会发展支撑能力有待提升等现象相吻合。

“十三五”时期我国将由科技大国迈向科技强国，必须要有与之相适应的科技基础条件并充分发挥其支撑保障作用。为此，建议新时期要坚持“顶层设计、优化布局、重点建设、持续发展、分类推进、分级管理、创新机制、强化服务”的原则，全面推进科技基础条件资源的建设与开放共享，力争到2020年初步形成功能明确、布局合理、管理科学、运行高效、协同发展的科技基础条件能力保障体系。结合三类科技基础条件资源特征，建议着重加强以下工作：一是完善科研设施和仪器国家网络管理平台建设运行，着力推进重大科研设施、高端科学仪器设备以及科研基地中大型科研仪器的开放共享；二是打造一批具有国际影响力的国家科学数据中心，强化科学数据的汇集、更新和深度挖掘，开发面向国家重大需求的专题数据产品；三是推动形成一批面向科学研究的基因库、病毒库、细菌库、标本馆等高水平实验生物资源库馆，探索建立优质、高效、便捷以及专业化、社会化的实验材料供应服务体系，为科研人员提供优质产品和多层次服务。四是做好重点科技资源调查、信息门户建设等基础性工作，形成统一的科技资源信息目录，

建立完善准确的国家科技资源数据库，做好面向科学研究和社会大众的信息公开和数据服务。

参考文献

- [1] 彭洁,赵伟,屈宝强,等.科技资源管理基础[M].北京:科学技术文献出版社,2014.
- [2] 叶玉江.加强科技平台工作 推进科技资源管理[J].中国科技资源导刊,2015(2):1-6.
- [3] 叶玉江.加强科技基础条件建设 提升科技资源共享服务水平[J].中国科技资源导刊,2016(4):1-5.
- [4] 苏靖,石蕾,王正,等.推进科学数据与信息资源管理共享的思路与对策[J].中国科技资源导刊,2015(5):45-49.
- [5] 国家科技基础条件平台中心.国家科学数据资源发展报告(2015年度)[R].2016.
- [6] 卢凡,程苹,方涛.作物种质资源支撑科技创新[R].2016.
- [7] 许东惠,赫运涛,孙艳辉.985、211高校大型科研仪器建设与共享利用分析[R].2016.
- [8] 中国科学技术发展战略研究院.国家创新指数报告2015[M].北京:科学技术文献出版社,2016.
- [9] 中国科学技术发展战略研究院.北京:中国区域科技进步评价报告2015[M].北京:科学技术文献出版社,2016.
- [10] 国家统计局,科学技术部.中国科技统计年鉴2014[M].北京:中国统计出版社,2015.