

# 中国教育财政

怀仁怀朴 唯真唯实

北京大学中国教育财政科学研究所

2023年第1期(总第227期)

2023年3月28日

---

---

## 研究型大学的学科交叉融合与一流学科建设

周森 黄诗茜 刘明兴\*

**摘要：**党的二十大报告指出，“应加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科”“加强基础学科、新兴学科、交叉学科的建设”。这意味着，“双一流”建设、“学科交叉融合”、“基础学科建设”等，是未来一段时期内高等教育发展的重点。本研究从学科交叉融合发展的视角出发，将高校内学科国家重点实验室的科研产出数据与“双一流”学科建设数据相结合，分析大学内部基础学科的交叉融合规律，以及基础学科交叉融合与“双一流”基础学科建设、因应国家重大需求和因应市场需求研究之间的动态复杂关系。研究发现：（1）高校内部学科交叉融合成为常态；（2）学科交叉融合在不同领域呈现差异化的规律，各类研究需要交叉融合的基础学科并不相同；（3）当高校内部基础学科发展较好时，能为校内的科研活动提供有力的支撑，无论研究活动是面向国家重大需求，还是因应市场需求。基于研究发现，提出以下建议：（1）高校应该重视基础学科群建设；（2）搭建新型举国体制下的有组织科研平台；（3）“双一流”专项拨款应更加重视学科群建设与因应国家重大需求等因素。

**关键词：**学科交叉融合；双一流；国家重点实验室；学科群建设

---

\* 周森，北京大学中国教育财政科学研究所助理研究员；黄诗茜，北京大学教育学院/中国教育财政科学研究所博士研究生；刘明兴，北京大学中国教育财政科学研究所常务副所长、教授。

创新在我国现代化建设全局中居于核心位置，大学是创新的重要主体，理应为国家战略实施提供重要支撑。党的二十大报告提出：“加快实施创新驱动发展战略。加快实现高水平科技自立自强。以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。加快实施一批具有战略性全局性前瞻性的国家重大科技项目，增强自主创新能力。”这充分体现了近年来随着中美科技对抗形势日益严峻，我国对科技自立自强、原创性引领性突破的需求日益急迫。

在二十大报告中，对于高等教育的发展，提出“应加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科”“加强基础学科、新兴学科、交叉学科的建设”。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(以下简称《纲要》)明确提出：“建立健全符合科学规律的评价体系和激励机制，对基础研究探索实行长周期评价，创造有利于基础研究的良好科研生态。”为此“要加大基础研究财政投入力度、优化支出结构”，同时对高等教育提出要“分类建设一流大学和一流学科，支持发展高水平研究型大学”“推进基础学科高层次人才培养模式改革”。

2022年8月，教育部提出应“加快有组织科研，深入推进‘双一流’建设”，印发了《关于加强高校有组织科研 推动高水平自立自强的若干意见》(以下简称《意见》)，提出了加强大学有组织科研的重点举措，包括强化国家战略科技力量建设，“深入推进‘双一流’建设，加快高校国家重点实验室重组”“支持高校牵头或参与国家实验室和区域实验室建设”；加快目标导向的基础研究重大突破，“研究设立基础研究和交叉学科专项，启动基础学科研究中心”；推进高质量创新人才培育和建设，“在‘双一流’建设学科与博士点布局中，强化与国家科技战略部署衔接”。《意见》同时指出要“推进科研评价机制改革营造良好创新生态。完善‘双一流’建设动态监测系统，引导高校主动对接国家战略布局，提升支撑国家重大科技任务的能力”。

一系列政策文件的表述表明，“双一流”学科建设依然是高等教育发展的重点，而如何通过完善“双一流”学科建设促使大学瞄准国家重大需求和关键核心技术“卡脖子”问题，以高校的学科优势为基础，加快变革大学科研范式和组织模式，强化有组织科研，让更多的重大原创性研究成果和科研人才从国家科技创

新主战场上涌现出来，也是亟待解决的重要政策问题。

以完善“双一流”经费投入政策为目标，本研究重点关注如何通过“双一流”建设，促使高校落实国家重大战略部署，实现基础研究领域的重大突破。在高校内部，科研要素的流动具有自己的规律，当校内的资源分配符合科研要素流动的规律时，资源分配会发挥更大的作用。在相关政策文本中，高校有组织科研成为政策强调的重点，其瞄准的目标则是高校内的学科国家重点实验室。在这一层面上考虑，结合高校的优势，也即高校内有较为齐全的基础学科，本研究关注在高校内部，国家重点实验室的科研活动与基础学科的交叉融合情况，以及交叉融合的态势是否因实验室科研活动或高校的学科特点而有所不同。当高校的经费配置遵从科研要素流动的规律，“双一流”学科建设才能真正完成《意见》中所提到的“完善‘双一流’建设动态监测系统，引导高校主动对接国家战略布局，提升支撑国家重大科技任务的能力”这一重要任务。

本研究以国家重点实验室的科研活动为研究对象，将网络爬虫数据与“双一流”学科建设管理数据相结合，试图回答以下问题：（1）高校的科研活动中，学科交叉融合的态势如何？（2）学科交叉融合的态势是否存在领域间的差异？（3）高校的“双一流”基础学科建设与科研活动中的学科交叉融合之间存在怎样的关系？（4）根据国家重点实验室内科研活动性质的差异，测量其因应国家重大需求及因应市场需求的程度，进一步分析“双一流”学科建设、学科交叉融合及因应国家重大需求与因应市场需求之间的动态关系。

## 一、政策背景

### （一）高校的科研组织与“双一流”建设

改革开放以来，我国高校的科研功能逐步发生变化，从教学为主科研为辅，逐步发展为教学与科研并重，高校在国家创新体系的建设中发挥重要的作用。<sup>1</sup>根据《全国科技经费统计公报》数据，我国高校研发经费执行规模呈增长态势，从2016年开始，量级达到千亿元，2021年，我国高校的研发经费支出增至2180.5亿元。高校在基础研究中占据着重要地位。2021年，我国基础研究经费为1817.0

---

<sup>1</sup> 杜育红, 郭艳斌, 杨小敏. 我国高校科研的组织演变与时代创新[J]. 国家教育行政学院学报, 2022(12):33-39+48.

亿元，全国高校基础研究经费为 904.5 亿元，占全社会基础研究经费的 49.8%。党的十八大以来，高校承担了全国 60% 以上的基础研究、80% 以上的国家自然科学基金项目，建设了全国 60% 以上的国家重点实验室，获得了 60% 以上的国家科技三大奖励，<sup>2</sup>高校两院院士在全国院士总数中占比超过 40%。

与此同时，我国高等教育领域的重要政策也逐步开始强调高校要承担起在国家科技创新体系中的重任，成为原始创新的发源地。根据 2015 年《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》，“双一流”的建设任务之一即为“提升科学研究水平”“以国家重大需求为导向，提升高水平科学研究能力，为经济社会发展和国家战略实施作出重要贡献”“推动加强战略性、全局性、前瞻性问题研究，着力提升解决重大问题能力和原始创新能力。大力推进科研组织模式创新，依托重点研究基地，围绕重大科研项目，健全科研机制，开展协同创新，优化资源配置，提高科技创新能力。”



图 1 2000—2021 年我国高校研发经费支出

数据来源：2000—2020 年《全国科技经费投入统计公报》，

<http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/rdpcgb/qgkjffrtjgb/index.html>；《2021 年全国科技经费投入统计公报》，[http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202208/t20220831\\_1887760.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202208/t20220831_1887760.html)。

2022 年《教育部、财政部、国家发展改革委员会关于深入推进世界一流大学和一流学科建设的若干意见》提出：“服务国家急需，强化建设高校在国家创新体系中的地位和作用，想国家之所想、急国家之所急、应国家之所需，面向世界

<sup>2</sup> 梁丹. 阔步走向高等教育强国——党的十八大以来我国高等教育改革发展纪实.

[http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/xw\\_zt/moe\\_357/jjyzt\\_2022/2022\\_zt09/02gdjy/202205/t20220523\\_629506.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jjyzt_2022/2022_zt09/02gdjy/202205/t20220523_629506.html).

科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，率先发挥‘双一流’建设高校培养急需高层次人才和基础研究人才主力军作用，以及优化学科专业布局和支撑创新策源地的基础作用。”这意味着与第一轮建设相比，新一轮“双一流”建设更加聚焦国家战略急需领域，同时更加强调基础学科的布局与发展。

面向国家重大需求的研究经常横跨多个领域，需要进行学科交叉，才能解决基础研究和技術方面的壁垒。在我国目前的国家科研体系中，科研机构多以研究领域或学科组建，居于不同的区域；工业企业的研究机构由于生产目的单一，更难做跨学科的研究；高校因学科较为齐全，天然具有跨学科研究的优势。若高校内部的资源配置可以遵从科研要素流动的规律，满足在内部进行跨学科研究的灵活性，则可以充分发挥高校在基础学科研究方面的优势，使面向国家重大需求、核心关键技术的研究在高校产生突破成为可能。

## （二）国家重点实验室基本情况

在某些情况下，解决国家重大需求要靠举国体制来完成。国际经验表明，以研究型大学为依托的国家实验室体系可以成为发展新型举国体制的一个重要抓手。<sup>3</sup>我国的国家重点实验室虽然也广泛以高校为依托，但在科研的组织结构方面却受制于大学原有的院系组织结构，缺乏聚集跨学科研究资源的灵活性，使得高校内部的交叉合作较为困难，难以建立起真正的以任务为导向的团队。

国家重点实验室是依托大学和科研院所建设，具有相对独立的人事权和财务权的科研实体。<sup>4</sup>在改革开放初期，为了支持基础研究和应用基础研究的发展，1984年由原国家计委组织实施了国家重点实验室建设计划，并在1984—1997年间建成了155个国家重点实验室。1998年国务院机构改革后，国家重点实验室建设和运行职能统一由科技部管理。2003年，为带动地方基础研究和基地建设，开展了省部共建国家重点实验室培育基地工作。2006年，为加强国家技术创新体系建设，开展了依托企业和转制院所建设企业国家重点实验室。2008年，科技部和财政部联合宣布设立国家重点实验室专项经费，从开放运行、自主选题研究

---

<sup>3</sup> 魏建国. 依托大学建设国家实验室 强化国家战略科技力量[R]. 北京大学中国教育财政科学研究所《中国教育财政》科研简报 2020年第7-1期。

<sup>4</sup> 《国家重点实验室建设与运行管理办法》日前发布, [http://www.gov.cn/zfjs/2008-09/11/content\\_1092777.htm](http://www.gov.cn/zfjs/2008-09/11/content_1092777.htm).

和科研仪器设备更新三方面，加大国家重点实验室稳定支持力度。<sup>5</sup>2018年，科技部、财政部联合发布《关于加强国家重点实验室建设发展的若干意见》，进一步加强国家重点实验室建设发展。当前，我国已形成由学科国家重点实验室、省部共建国家重点实验室、企业国家重点实验室构成的国家重点实验室体系。

根据科技部国家重点实验室年度报告的数据，截至2016年底，我国共有国家重点实验室452家，其中学科国家重点实验室254家，占比56.19%，企业国家重点实验室177家，占比39.16%，省部共建国家重点实验室21家，占比4.65%。

<sup>6</sup>本研究关注于学科国家重点实验室，其分布在地球科学、工程科学、生物科学、医学科学、信息科学、化学科学、材料科学、数理科学八大领域。

## 二、数据来源与分析思路

### （一）数据来源

本研究利用《国家重点实验室2016年度报告》提供的国家重点实验室名单，选取125个依托于单一高校的学科国家重点实验室，构建科研人员的微观数据库；其中包含4家跨校区实验室（中国矿业大学2个、中国石油大学1个、中国地质大学1个），6家依托单位为“单一高校+科研院所”的实验室，及115家依托单位为单一高校的学科国家重点实验室。<sup>7</sup>在下文中，“国家重点实验室”“国重实验室”“学科国家重点实验室”“学科实验室”以及“实验室”，均指样本中的125个学科国家重点实验室。数据库主要包含以下四大类信息：

第一类信息为科研人员名单。我们从各国家重点实验室的官方网站获取其科研人员名单，名单搜集时间为2021年7月，课题组通过网络爬虫与人工核对相结合的方式搜集科研人员简历信息，简历主要来自学院与国家重点实验室官网、科研人员个人主页及百度百科。

第二类信息为科研人员的发表数据，该数据来源于Scopus数据库，包含每名科研人员截至2020年12月的所有发表的具体信息。我们从中提取了各科研人

---

<sup>5</sup> 闫金定.国家重点实验室体系建设发展现状及战略思考[J].科技导报,2021(03):113-122.

<sup>6</sup> 2016 国家重点实验室年度报告, <https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/zfwzndbb/201805/P020180521576150932136.pdf>.

<sup>7</sup> 本研究不将依托两所或以上高校的学科国家重点实验室纳入样本，是因为当依托高校大于一所时，无法决定以哪所高校为主判断基础学科是否为“双一流”建设学科；当实验室依托一所高校外加科研院所时，被纳入样本中，因为“双一流”建设是针对高校的建设政策，科研院所不受此影响。

员的发表情况,在本研究中所使用的为每篇文章所发表的期刊以及期刊所属领域。

第三类信息为科研人员的企业兼职信息,包括个人层面的信息与企业层面的信息。在本研究中所使用到的为个人层面的信息,主要为各科研人员是否在企业兼职以及兼职的年份等。

第四类信息为“国家科学技术三大奖”(以下简称“国家科技三大奖”)的获奖情况。国家科技三大奖是指国家自然科学奖、国家科技进步奖和国家技术发明奖。根据2020年10月最新修订的《国家科学技术奖励条例》(以下简称《条例》),国家科技三大奖应与国家重大战略需要和中长期科技发展规划紧密结合,获奖成果应具有服务于国家重大战略需求的特点。鉴于此,本研究将国家科技三大奖的获得情况作为科研人员面向国家重大需求科研成果的衡量指标。国家科技三大奖的数据主要来源于科技部官网,并与科研人员的个人简历进行比对,最终获得国重实验室科研人员1990—2020年获得国家科技三大奖的数据。

将四类信息合并之后,我们对科研人员数据库进行了进一步的清洗,剔除以下三类人员:(1)基本个人信息无法获得,或个人关键变量缺失的样本;(2)因重名而无法确定企业兼职信息的样本;(3)副高级职称以下的样本。<sup>8</sup>本研究最终使用的数据时间跨度为2000—2020年,涵盖8094名科研人员的770553篇论文发表与企业兼职情况。

在此基础上,我们将科研人员发表的期刊名称与中科院JCR大类分类进行匹配,从而识别每篇文章发表的期刊JCR大类。<sup>9</sup>然后,将实验室依托单位与2017年公布的第一轮“双一流”建设高校及建设学科名单匹配,以识别各国家重点实验室的依托高校是否为“双一流”高校,以及基础学科是否为“双一流”建设学科。

## (二) 分析思路与指标构建

本研究的重要指标构建包括两大部分,第一部分为学科交叉融合度相关指标的构建,第二部分为实验室研究对于国家重大需求和市场重大需求的重视程度衡量。

---

<sup>8</sup> 不同实验室官网人员介绍存在差异,部分实验室官网只介绍了副高级以上科研人员,而有些还介绍了讲师、助理研究员等,为保证实验室间的可比性,我们删除了副高级职称以下的人员。

<sup>9</sup> 中科院将JCR中所有期刊分为数学、物理、化学、生物、地学、天文、工程技术、医学、环境科学、农林科学、社会科学、管理科学及综合性期刊13大类。

对于学科交叉融合的测度,本课题使用三个指标进行衡量。从单个学科层面,使用某学科发文数量占某个科研单位总发文数量的比重,来衡量该学科在该科研单位中的融合程度,值越大,代表融合程度越高。从科研单位整体层面,使用发文学科数量与学科分散程度测度科研单位中的学科交叉融合情况。发文学科数量即某科研单位发表文章所属学科大类的数量,从数量层面衡量科研单位内部的学科交叉情况,若发文学科数量越大,则该科研单位内部科研产出所涉及的学科越多,学科交叉程度越高;学科分散程度主要测度的是科研单位内部学科发文的分散/集中程度,构建方式类似于衡量行业集中程度的赫芬达尔-赫希曼指数(HHI),该测度方式在计算专利技术复杂度、生物多样性等方面均有贡献,具体公式与步骤如下:

$$dispersion = 1 - \sum \alpha^2$$

首先计算每年各学科占本实验室所有论文产出对应学科的比值 $\alpha$ ,将每个学科大类所占比值取平方后加总,再用1减去该值,即得到学科分散度指标。该指标值越大,代表学科分散程度越高,实验室内部学科交叉程度越高。

对于实验室的研究对两大需求的重视程度,则用实验室获得国家科技三大奖的数量以及实验室人员企业兼职比例的高低进行衡量。根据实验室内部各科研人员的国家科技三大奖的获奖情况以及企业兼职数据,本研究在实验室层面进行聚集,得出各实验室每年国家科技三大奖的获奖量以及实验室科研人员的市场兼职比例。如果实验室获得国家科技三大奖的数量越多,我们就认为实验室因应国家重大需求的程度越高;如果实验室科研人员市场兼职的比例越高,我们就认为实验室内部的科研活动因应市场重大需求的程度越高。

本研究将国家重点实验室作为高校内部科研活动的发生场所,用其科研人员的文章发表来衡量实验室的科研活动成果。值得注意的是,文章发表不能完全代表科研成果,只是考虑到数据的可得性与可比性,本研究采用此种衡量方式。在分析思路方面,首先分析高校内科研活动的学科交叉融合态势如何,即在国家重点实验室的文章发表中,所涵盖的学科数量以及其他学科的占比有怎样的变化趋势;其次,将一流学科建设纳入讨论范围,分析高校内部基础学科的一流学科建设对国家重点实验室的科研产出和学科交叉融合情况所产生的影响;最后,将国家重点实验室获得国家科技三大奖的多寡作为实验室是否因应国家重大需求的



衡量指标,将实验室人员企业兼职比例的高低作为衡量实验室是否因应市场需求的衡量指标,进而探讨学科交叉融合、“双一流”基础学科建设与因应国家重大需求或市场需求之间的动态交叉关系。

### (三) 样本国家重点实验室的基本情况介绍

#### 1. 国家重点实验室在各研究领域中的数量分布及占比

样本中共包含 125 个实验室,其中 6 个数理领域实验室、13 个化学领域实验室、35 个工程领域实验室、13 个信息领域实验室、13 个地学领域实验室、19 个生物领域实验室、15 个材料领域实验室以及 11 个医学领域实验室(图 2)。实验室人员的分布情况如图 3 所示,工程领域(2464 名)、生物领域(1136 名)和材料领域(1129 名)实验室的科研人员数量最多,而数理领域实验室科研人员数量最少,为 416 人。

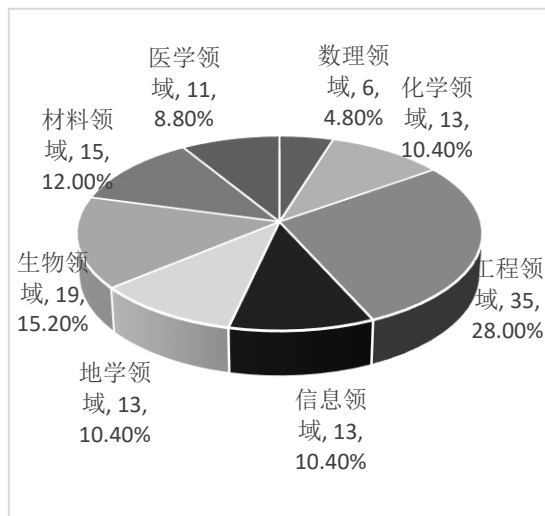


图 2 国重实验室在各领域中的数量分布及占比情况

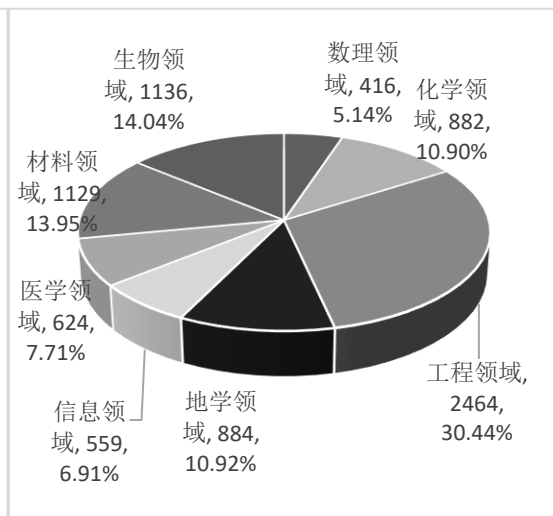


图 3 国重实验室人员在各领域中的数量分布及占比情况

#### 2. 国家重点实验室的地域分布

国重实验室的省域分布并不均衡,主要集中在北京、上海、江苏、湖北等地,仅北京和上海的国重实验室占比就超过 30%,大部分中部省份以及西藏、青海、宁夏、内蒙古等西部地区均没有依托高校建立的国重实验室。这与我国研究型高校的地域分布不均衡的总体情况密切相关,东、中、西部科研资源的差距呈现出

高度的“贫富分化”。

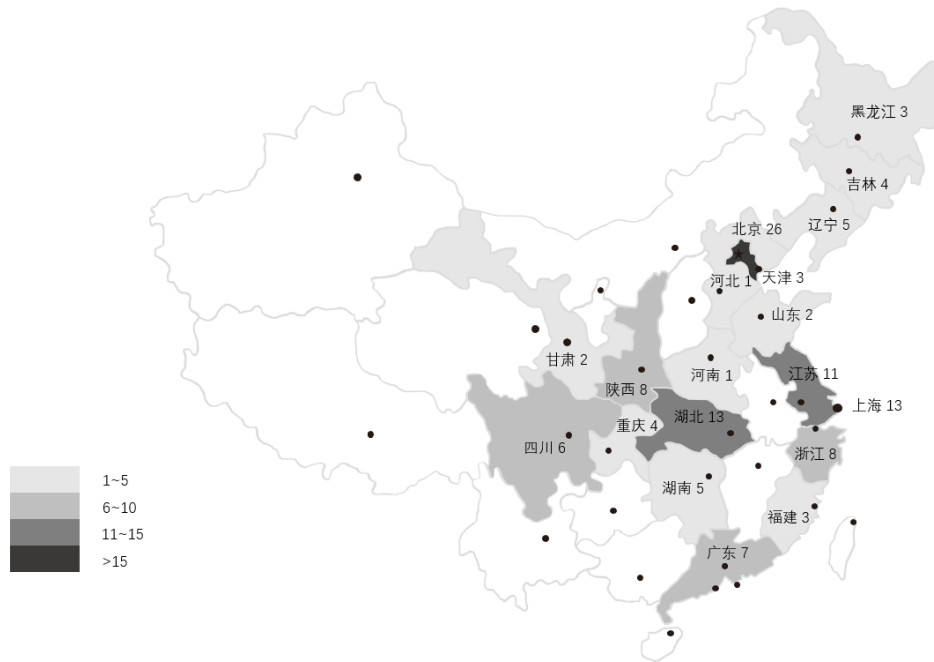


图 4 国家重点实验室的地域分布情况

### 3. 基本数字描述

在 125 家实验室中，平均获得约 22 次国家科技三大奖（标准差为 17.021），最少获得 1 次，最多为 95 次；平均获得约 4 次国家自然科学奖，约 14 次国家科学技术进步奖，约 4 次国家技术发明奖。近 10 年获得国家科技三大奖最多的三个实验室分别为：测绘遥感信息工程国家重点实验室（95 次）、能源清洁利用国家重点实验室（92 次）、水文水资源与水利工程科学国家重点实验室（73 次）。

就兼职而言，兼职比例在实验室中差异较大，在基础领域实验室中，平均兼职比例为 37.4%（标准差为 0.186），兼职比例最高为 79.7%，兼职比例最低为 14.7%；在应用领域实验室中，平均兼职比例为 42.0%（标准差为 0.173），兼职比例最高为 4.2%，兼职比例最低为 88.9%。

就依托高校而言，95.35%的实验室依托高校为第一轮“双一流”建设名单中的“双一流”建设高校或一流学科建设高校，51.9%的实验室依托高校中基础学科为“双一流”建设学科。<sup>10</sup>其中，27.9%的实验室依托高校中数学学科为“双一流”建设学科，19.4%的实验室依托高校中物理学科为“双一流”建设学科，45.7%

<sup>10</sup> 本研究开始于 2021 年，当时“双一流”第二轮建设名单并未公布，因此建设高校和建设学科名单均来自第一轮“双一流”建设高校与建设学科名单。

的实验室依托高校中化学为“双一流”建设学科。

### 三、国家重点实验室学科交叉融合

#### (一) 学科交叉融合整体趋势

2000年至2020年，样本中的国家重点实验室期刊论文发表量持续上升，该趋势在不同领域的国家重点实验室均存在（表1与图5）。在实验室的文章发表中，所涉及的学科大类也逐步增加。2000年，平均而言，所有领域实验室的科研发表所涉及的学科大类数量为2.67个，2020年，科研发表所涉及的学科大类数量增至7.54个（图6）。其中，工程、地学和数理领域所涉及的学科领域增长较多，在2020年分别达到了8.77、8.59和8.57个。这意味着，实验室的科研产出和领域宽度均在逐年上升，学科交叉情况越来越普遍。

表1 各领域实验室文章发表量变化情况（2000—2020年）

所属领域	分领域平均发文量					
	2000年	2004年	2008年	2012年	2016年	2020年
数理领域	64.2	111.5	193.1	276.4	429.4	454.2
化学领域	63.6	145.9	268.6	379.0	544.7	626.7
材料领域	50.3	146.0	368.3	568.6	897.9	1064.6
地学领域	13.5	36.7	89.5	174.1	305.0	426.1
工程领域	20.8	51.9	122.0	240.5	518.0	785.4
生物领域	16.7	49.0	129.8	219.9	283.9	382.7
信息领域	15.9	47.3	126.6	223.8	362.1	474.7
医学领域	25.9	58.9	142.2	253.8	291.1	352.8

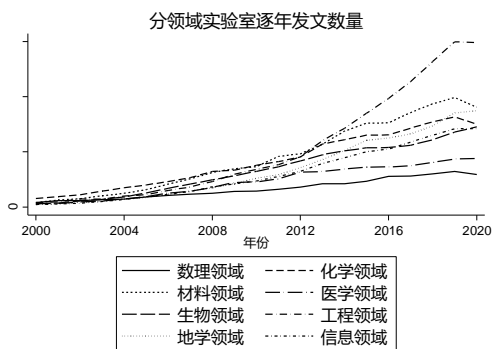


图5 分领域国家重点实验室逐年发文数量

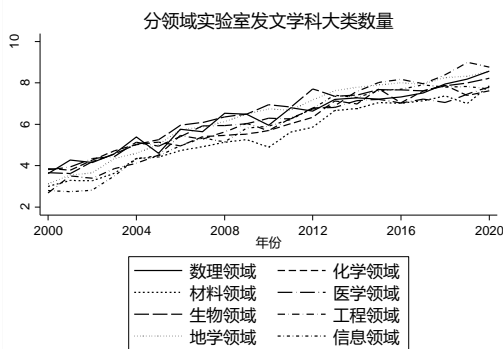


图6 分领域国家重点实验室发文学科大类数量

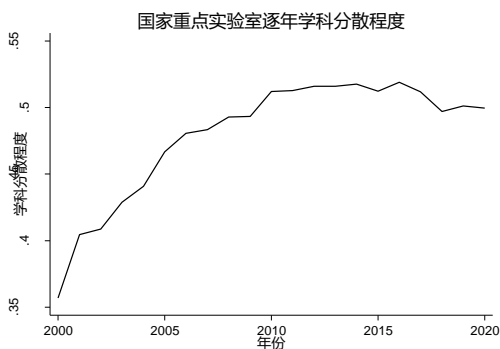


图7 国家重点实验室逐年学科分散程度



图8 国家重点实验室逐年基础学科占比

图7显示了国家重点实验室逐年学科分散程度的变化情况。学科分散度体现了在实验室的文章发表中，各学科大类的文章发表所占比例的离散程度。尽管实验室的文章发表所涉及的学科大类可能逐步增加，但其文章发表可能逐步集中于某一领域，在这种情况下，实验室的学科分散程度则会下降。图7表明，在领域宽度之外，国家重点实验室文章发表的学科分散度逐步提高。这意味着，整体而言，在实验室研究涉及更多学科的同时，并没有完全依赖于某一或者某几个学科。此外，发表于数学、物理与化学的文章占比逐步降低，从2000年的将近25%下降至2020年的不足15%（图8）。<sup>11</sup>

由于实验室分属于八大领域，既有基础学科领域，即数理与化学领域，也有

<sup>11</sup> 根据基础学科的划定，在国家重点实验室的八大领域中数理、化学、生物与地学领域可以被认为是基础学科；在本研究中，因为生物医药、生物工程的蓬勃发展，不将生物领域的实验室视为基础研究实验室；由于地学方面的知识应用于其他学科的可能性较低，也不将其视为可以广泛交叉融合的基础学科；因此，仅将数学、物理和化学认定为基础学科，将数理领域和化学领域的实验室，视为基础研究领域的实验室。

应用研究领域，那么基础学科期刊发表占比的下降可能由基础学科领域的变化或应用领域的变化所主导。因此，我们将实验室根据其所在的领域，划分为基础学科实验室和应用研究实验室，同时，根据实验室国家科技三大奖的获奖情况及企业兼职人员比例，将实验室分为四大类：得奖多兼职多、得奖多兼职少、得奖少兼职多及得奖少兼职少的实验室，以进一步分析其发文学科大类数量、学科分散度及基础学科发文占比的变化情况（图 9）。结果显示，对于这八类实验室，虽然在程度上有所差异，但趋势则完全一致。从 2000 年至 2020 年，各类实验室的文章发表所涉及的学科大类均逐步增加，学科分散度也逐年提高，基础学科发文占比呈现下降趋势。唯一的例外出现在应用领域得奖多且兼职多的实验室，其学科分散度在 2000 年至 2006 年呈现增长趋势，而在此后则逐步呈现下降趋势，意味着在此类实验室中，尽管其科研活动所需交叉的学科数逐步增加，但其研究领域变得集中（学科分散度下降）。在基础研究领域得奖多且兼职多的实验室中，2000 年至 2020 年，学科分散度基本处于稳定状态。

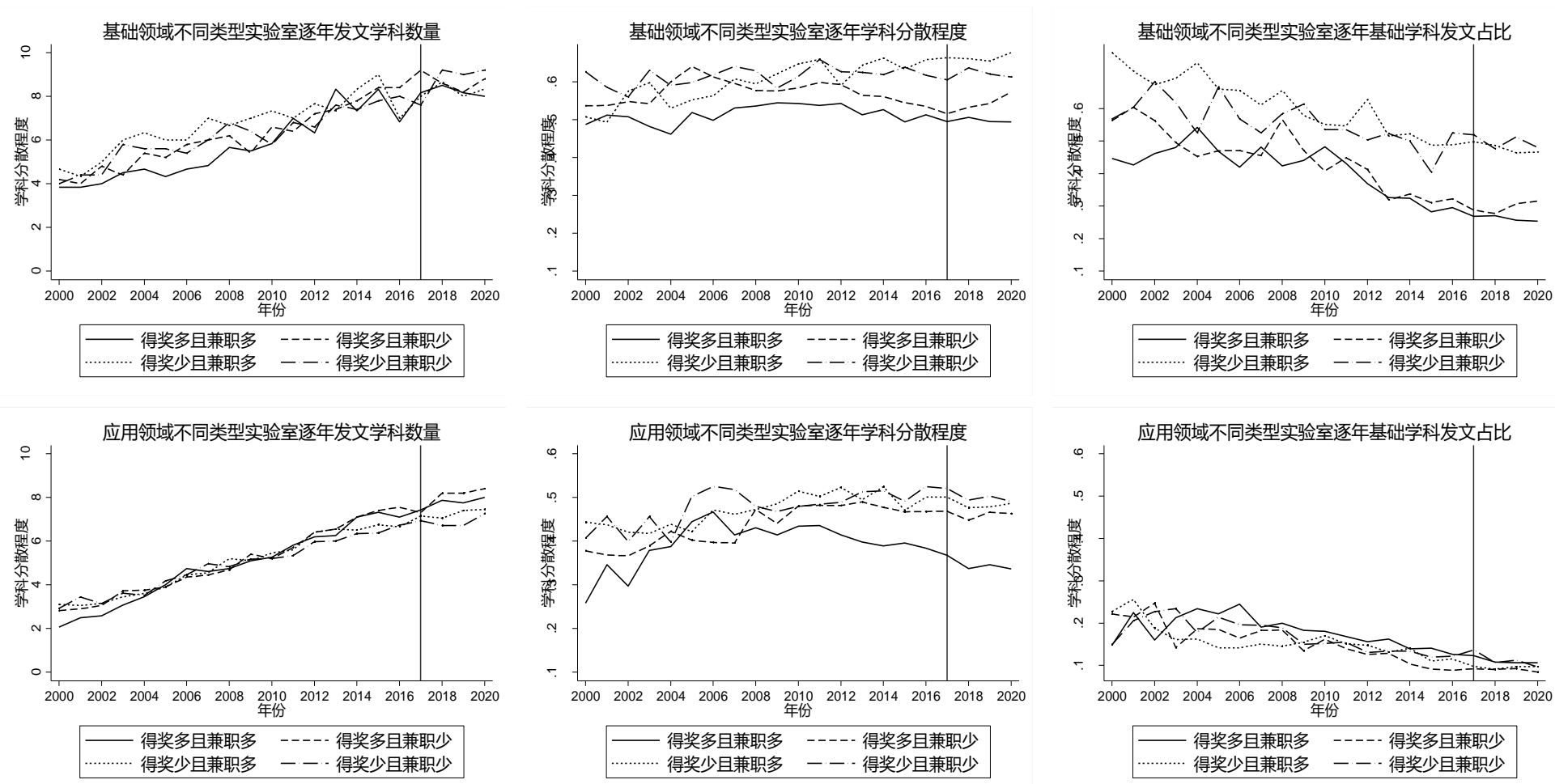


图 9 不同实验室的发文学科数量、学科分散度与基础学科发文占比的变化情况（2000-2020 年）

## （二）不同领域学科交叉融合的发展态势

值得注意的是，不同领域国家重点实验室的学科交叉融合态势呈现差异化的特点。这体现在三个方面：学科分散度的变化趋势不同、学科集中于本领域的程度不同以及需要与之融合的学科不同。

图 10 显示了不同领域实验室学科分散程度的变化情况：在其他领域学科分散度逐步提高的情况下，工程、材料、信息领域实验室的学科分散程度呈现下降的趋势。在不同领域的实验室中，基础学科的发文占比均在减少，若将基础学科进一步细分为数学、物理和化学，趋势也是如此，在此不做进一步的展示（表 2 与图 11）。

在基础研究领域，基础学科发文占比逐步下降，如数理学科实验室中，基础学科期刊发文占比从 2000 年的 55.8% 降至 2020 年的 44.1%，化学领域实验室中，基础学科期刊发文占比从 2000 年的 56.8% 降低至 2020 年的 37.0%，这意味着在基础研究领域，其研究逐步从本领域扩散开，与工程学科进行融合。对于工程、材料、信息领域的实验室而言，其在工程学科期刊的发文占比逐步提高（图 12），结合其发文学科数增多与学科分散度下降的趋势，意味着一方面这些实验室的研究活动需要与越来越多学科交叉融合，需要更多学科的支撑；另一方面，其研究内容更加聚焦于本领域，学科特色更加凸显。

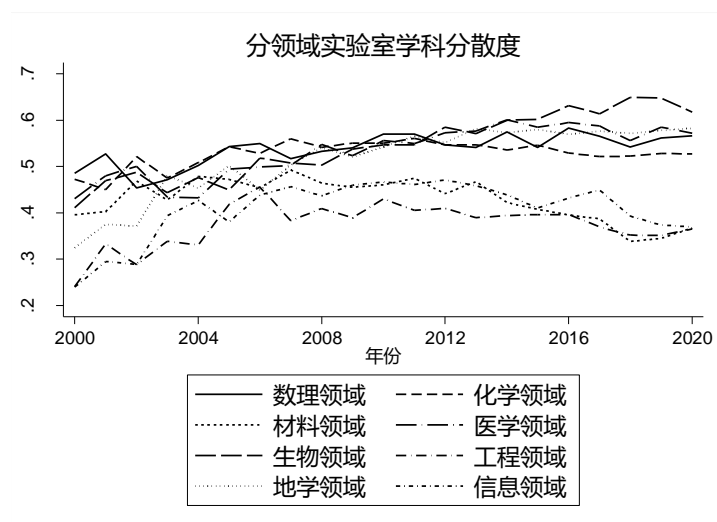


图 10 分领域实验室逐年学科分散程度

表 2 实验室文章发表中基础学科发文占比的变化情况

所属领域	分领域基础学科发文占比					
	2000 年	2004 年	2008 年	2012 年	2016 年	2020 年
数理领域	55.8%	56.6%	61.8%	48.3%	45.8%	44.1%
化学领域	56.8%	57.8%	53.2%	49.5%	42.2%	37.0%
材料领域	35.3%	31.7%	29.4%	27.1%	20.6%	17.3%
地学领域	18.4%	19.3%	13.2%	8.8%	6.3%	5.3%
工程领域	29.8%	24.6%	24.6%	16.3%	12.8%	10.8%
生物领域	22.4%	9.6%	6.8%	8.0%	6.1%	6.0%
信息领域	45.6%	41.0%	34.0%	24.3%	18.7%	15.1%
医学领域	25.5%	24.7%	14.9%	9.6%	10.3%	9.1%

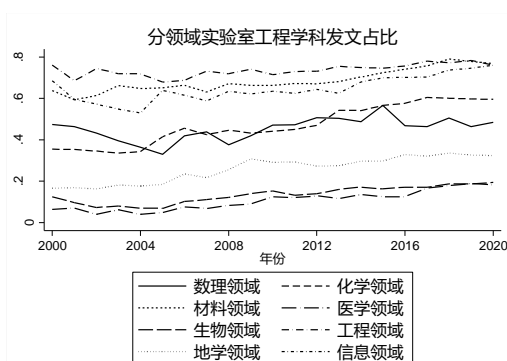
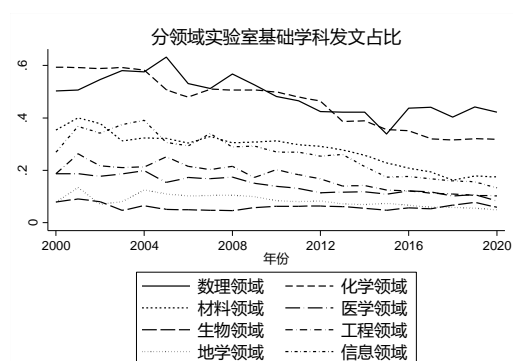


图 11 分领域实验室逐年基础学科发文占比

图 12 分领域实验室逐年工程学科发文占比

若将基础学科进一步细分为数学、物理和化学，数学学科与在其他领域实验室中的融合度较低，主要分布在数理、工程、信息领域；物理学科的分布较为广泛，集中分布在数理领域，同时在信息、材料、工程领域均有布局；化学学科主要分布在化学、材料、医学等领域。

表 3 展示了各类领域实验室所发表的期刊文章排名前三的学科，在生物领域，发文占比较高的其他学科期刊有工程技术和医学；在材料领域，发文占比较高的其他学科期刊有工程技术、化学和物理；在医学领域，则为生物和工程技术。尽管学科交叉融合成为趋势，但是，对于不同领域的实验室而言，其需要交叉融合的学科则完全不同。若更为细致地根据年份进行观察，则可以发现，不同领域实验室交叉融合的学科随着时间的推移也在发生变化。



表 3 各应用领域中发文占比排名前 3 的学科

所属领域	领域内平均 发文学科数量	大类学科	发文占比	排名
生物领域	8.9	生物	42.2%	1
		工程技术	15.8%	2
		医学	15.7%	3
材料领域	10.0	工程技术	72.1%	1
		化学	15.2%	2
		物理	8.6%	3
医学领域	8.7	医学	48.8%	1
		生物	20.1%	2
		工程技术	13.3%	3
工程领域	10.7	工程技术	75.7%	1
		物理	7.4%	2
		化学	5.1%	3
信息领域	9.5	工程技术	68.8%	1
		物理	15.4%	2
		化学	4.8%	3
地学领域	10.4	工程技术	30.2%	1
		地学	29.4%	2
		环境科学与生态学	21.5%	3

### (三) “双一流”基础学科建设与重点实验室的学科交叉融合

鉴于高校的优势在于具有较为完善的学科布局并且基础学科较为齐全,在本研究中,我们进一步分析当高校的基础学科发展较好时,实验室的科研活动与基础学科融合之间存在怎样的关系。在本研究中,我们将是否为“双一流”学科视为高校内部某专业是否为校内发展较好的学科的衡量标准。

图 13 显示了当基础学科是否为“双一流”学科时,其在基础研究领域和应用研究领域的国家重点实验室中的融合交叉情况,也即当基础学科在高校中是否为发展较好的学科时,其不同领域的国家重点实验室中的交叉融合度。当基础学科为一流学科,无论在基础研究领域的国重实验室还是在应用研究领域的国重实验室,其发表的文章在基础学科期刊中的比例均高于基础学科并非一流学科的高校的国重实验室。这一规律,主要受物理和化学两个基础学科的影响。

综合以上结果:(1)在过去二十年间,随着时间的推移,各领域国家重点实

实验室的科研活动越来越需要不同学科的共同支撑,学科交叉融合的现象在国家重点实验室中越来越普遍。(2) 各领域国家重点实验室的科研活动与基础学科交叉融合所占的比例逐年下降,与工程学科融合度逐步提高。(3) 学科交叉融合的情况因实验室具体领域的不同而有所差异,尽管工程、材料、信息领域实验室的研究中,学科宽度在逐步扩展,但本学科的重要性在逐步提高,说明在更加偏向应用研究的领域中,学科交叉融合是以研究逐步集中于本领域为前提的。(4) 当高校的基础学科发展较好,即当基础学科为“双一流”学科时,无论在基础研究领域还是在应用研究领域的国家重点实验室,均与基础学科研究有更多的交叉融合。

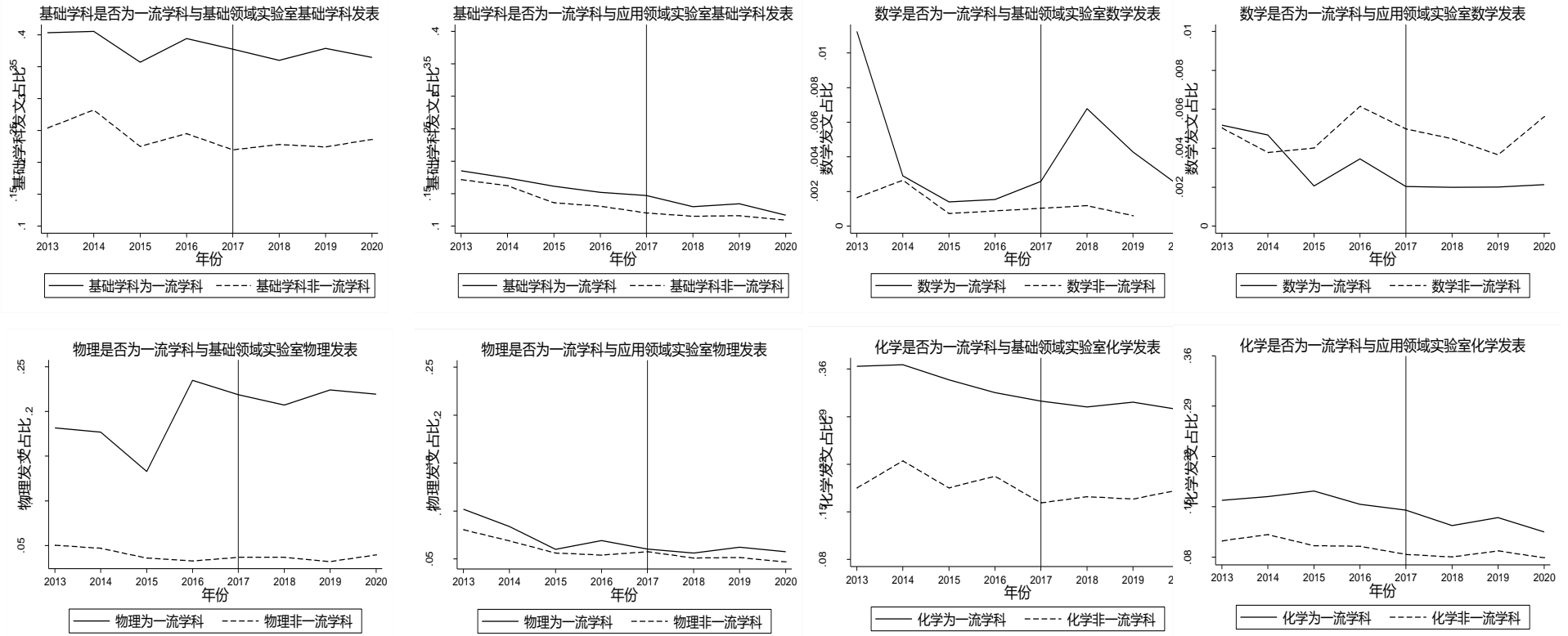


图 13 “双一流”学科建设与各领域实验室相关学科的融合度

## 四、有组织科研、因应国家重大需求与一流学科建设

### （一）因应国家重大需求、“双一流”学科建设与基础学科融合

国家科技三大奖是我国科学技术领域最具影响力的奖项，在我国创新体系中具有重要的地位，能够在很大程度上代表获奖组织或个人的研究成果因应国家重大需求的程度或者其重要性。

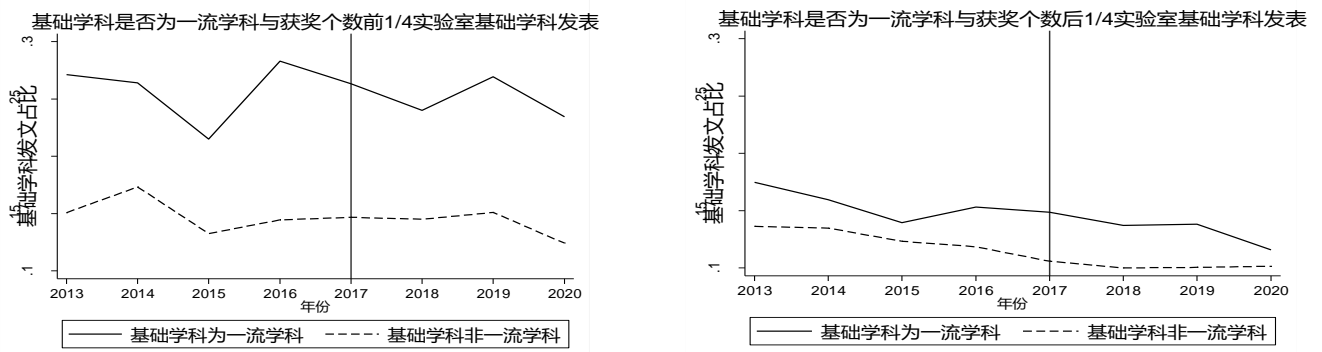


图 14 基础学科是否为“双一流”学科与因应国家重大需求不同的实验室中基础学科交叉融合度

图 14 中显示了因应国家重大需求、“双一流”学科建设与基础学科融合三者之间的关系。首先，无论国家重点实验室是否因应国家重大需求，近年来其发表中，基础学科的占比都逐步降低，这一趋势在基础学科发展较好的高校，也即基础学科为“双一流”学科的高校，和基础学科发展一般的高校，均如此。其次，当基础学科为“双一流”学科时，无论实验室是否足够因应国家重大需求，其与基础学科的交叉融合度均更高。若将图 14 的左右两部分进行对比（左边为更加因应国家重大需求的实验室，其三大奖获奖个数为前四分之一；右边为因应国家重大需求程度较低的实验室，其三大奖获奖个数为后四分之一），当实验室更加因应国家重大需求时，无论基础学科是否为“双一流”学科，其与基础学科的融合程度均高于不那么因应国家重大需求的实验室。若按照基础学科融合的程度进行排序，那么从高到低依次为：基础学科为一流学科且获奖个数前四分之一的实验室、基础学科为一流学科但获奖个数为后四分之一的实验室、基础学科不是一流学科且获奖个数前四分之一的实验室、基础学科不是一流学科但获奖个数为后

四分之一的实验室。

在图 14 的基础上，图 15 将基础学科进一步细分为数理学科和化学学科。图 14 中所展现的规律，主要由数理学科与国重实验室的交叉融合所主导。化学学科的不同点体现在三者的交叉关系，相较于因应国家重大需求的实验室，化学学科的融合交叉程度在因应国家重大需求度较低的实验室更高。

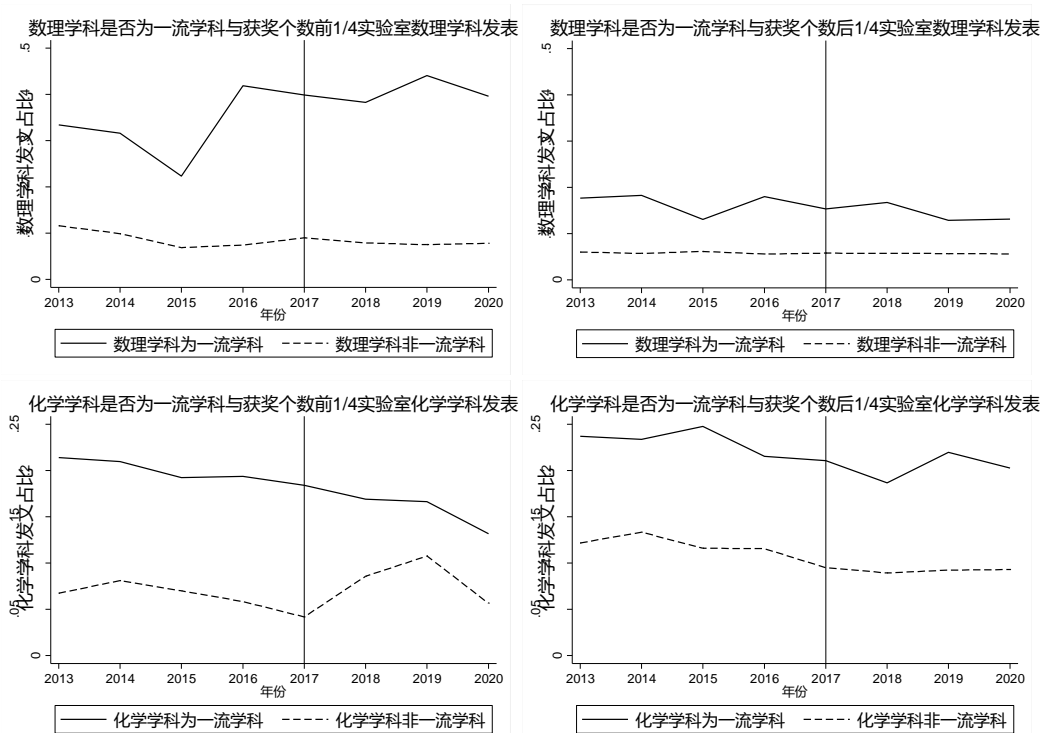


图 15 科技奖获奖个数的多寡、基础学科是否为“双一流”学科与实验室基础学科发表（分学科）

## （二）因应市场需求、“双一流”学科建设与基础学科融合

我们用实验室科研人员在企业中兼职的比例来衡量实验室因应市场需求的程度，探讨当实验室因应市场需求的程度不同时，基础研究的重要性在实验室科研中的变化情况。表 4 显示了在样本数据中，国家重点实验室科研人员企业兼职的情况。当基础学科为“双一流”学科时，实验室人员在企业的兼职比例为 42.6%，当基础学科为非“双一流”学科时，兼职比例为 45.0%。

表 4 国家重点实验室科研人员企业兼职情况

兼职类型	基础学科为“双一流”学科	基础学科非“双一流”学科
兼职人数占比	42.6%	45.0%
兼实职人数占比	23.4%	23.4%
兼虚职人数占比	27.7%	28.3%
兼股东人数占比	35.8%	37.1%

图 16 显示了因应市场需求程度（也即企业兼职比例的高低）、一流学科建设与基础学科融合三者之间的关系。结果显示，对于在企业兼职人数较多的国重实验室，也即因应市场需求的国重实验室，当其校内的基础学科为“双一流”学科时，实验室的文章发表中基础学科的占比较高，而当基础学科不是“双一流”学科时，实验室的文章发表中基础学科的占比较低，也即，对于企业兼职较多的国重实验室，若校内基础学科发展较好，其与基础学科的交叉融合程度较高；对于企业兼职较少的国重实验室而言，这一规律依然成立。

若比较四类实验室与基础学科的交叉融合度，融合度从高到低，依次为：兼职人数最多的国家实验室且基础学科为“双一流”学科，兼职人数较少的国家实验室且基础学科为“双一流”学科，兼职人数较少的国家实验室且基础学科不为“双一流”学科，兼职人数较少的国家实验室且基础学科为“双一流”学科。

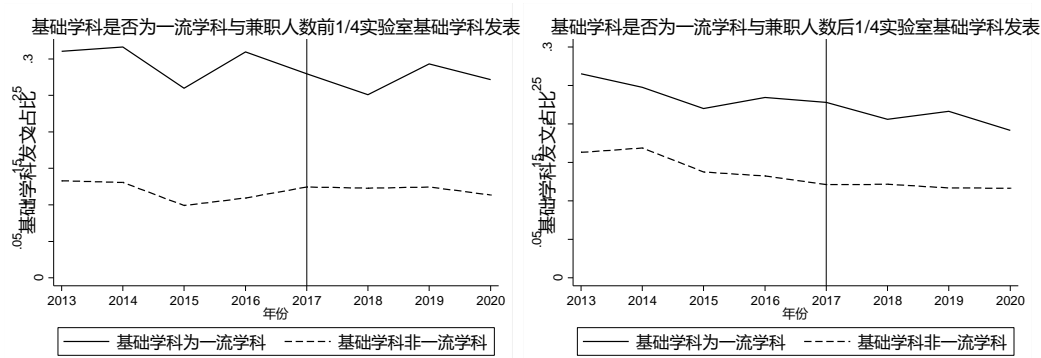


图 16 企业兼职的多寡、基础学科是否为“双一流”学科与实验室基础学科发表

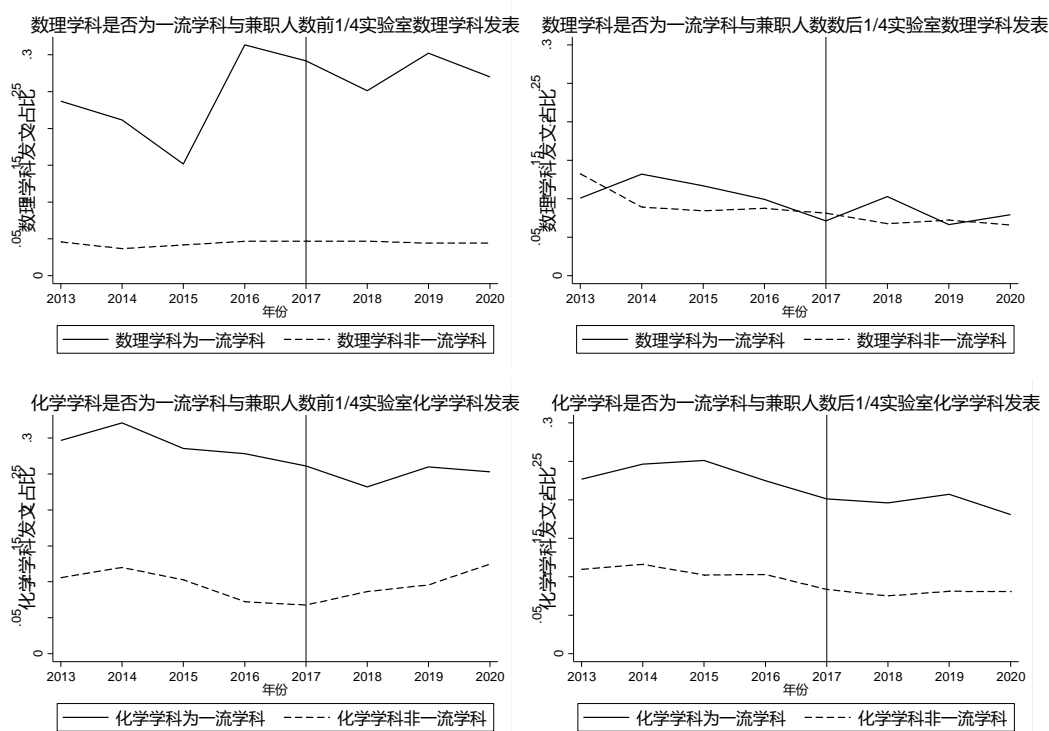


图 17 企业兼职的多寡、基础学科是否为“双一流”学科与实验室基础学科分学科发表

在图 16 的基础上，图 17 将基础学科进一步细分为数理学科和化学学科，化学学科的趋势与上述讨论相同，数理学科的趋势与图 16 则有所不同。在 2013—2020 年，在企业中兼职人数较多的国重实验室，当其所在高校的数理学科为“双一流”学科时，其研究发表中数理学科的占比呈现出逐步提高的趋势。

## 五、结论与政策建议

本课题使用依托于单一高校的国家重点实验室中副高级以上科研人员的获奖、论文发表与企业兼职以及高校的“双一流”学科建设等相关信息，将高校内部的国家重点实验室作为高校内进行有组织科研的场所，探讨在 2000—2020 年间高校内基础学科在高校内部有组织科研活动中的交叉融合情况。

整体而言，数据分析结果显示，在高校内部的科研活动中，学科交叉融合成为常态，需要交叉的学科随领域不同存在差异；在交叉融合的同时（发文期刊领域增多），部分领域更加聚焦于本学科（本领域发文占比提高），学科特色凸显。当高校内部的基础学科发展较好时，能为校内的科研活动提供重要的学科支撑，无论是因应国家重大需求的科研活动，还是因应市场需求的科研活动。在基本规

律之外，科研活动对不同的基础学科需求度并不相同。例如，因应国家重大需求的科研与数理学科的交叉更多，因应市场需求的科研活动与化学的交叉则更多。根据以上的分析结论，结合当前政策精神，本研究提出如下政策建议。

### **（一）加强基础学科群建设，优化一流学科布局**

高校当前的一流学科布局大部分遵循学校原本的学科基础与学科评估的结果。当高校基础学科为“双一流”学科时，其与因应国家重大需求的研究或因应市场需求的研究，均有更多的融合；与此同时，高校国家重点实验室的研究中，学科分散度越来越高，也即需要与越多越多的学科交叉融合。这就意味着，对于校内未布局基础学科一流学科的国重实验室，或者所在高校并未建立相关学科群的国重实验室，在与基础学科的交叉融合过程中则会存在一定的限制，阻碍其进行大型科研攻关。

在当前技术“卡脖子”、高校实行有组织基础研究的背景下，基础学科的一流学科群布局具有重要的意义，但并非所有的学校都需要拓宽其基础学科布局。对于基础学科布局已完备的高校而言，继续加强基础学科建设，同时通过打通校内的制度障碍，使基础学科研究要素的流动更为通畅，即可逐步促进校内有组织科研的开展。对于基础学科布局并不完备或者没有基础学科为“双一流”学科的高校，其往往也并非头部高校，此时，应更加专注于与其独有的特色相关的基础学科建设，使特色学科的发展有相应基础学科的支撑。

### **（二）搭建新型举国体制下的有组织科研平台**

在中国科学院第二十次院士大会上，习近平总书记强调“要健全社会主义市场经济条件下新型举国体制，充分发挥国家作为重大科技创新组织者的作用，支持周期长、风险大、难度高、前景好的战略性科学计划和科学工程，抓系统布局、系统组织、跨界集成，把政府、市场、社会等各方面力量拧成一股绳，形成未来的整体优势。要推动有效市场和有为政府更好结合，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，通过市场需求引导创新资源有效配置，形成推进科技创新的强大合力。”

上文分析表明，因应国家重大需求的研究需要高校基础学科的支持，因应市



场需求的研究也需要高校基础学科的支持。对于高校，尤其是研究型高校而言，其优势就在于具有较为健全的基础学科，在部分高校，基础学科相关的专业可以形成学科群。在新型举国体制之下，为更好地因应国家重大需求，高校需要发挥其基础研究优势。

数据分析表明，基础学科的交叉融合已经较为普遍，这意味着，在正常的情况下，学校内部会发生科研要素的流动。遵循高校自身的科研要素组织规律，减少基础学科服务于有组织科研活动的过程中所需要克服的制度障碍，即可使学校的研究工作更为有效地开展。学校须搭建灵活配置的科研平台进行有组织的科研，使科研要素根据科研活动的需求进行自主融合，才能更加有效地调配科研要素。

### **(三)在拨款因素中适当提高学科群建设和因应国家重大需求等因素的重要性**

根据《中央高校建设世界一流大学（学科）和特色发展引导专项资金管理办法》，“引导专项”采用因素分配法，分配因素包括基础因素、质量因素和其他因素，以质量因素为主。基础因素是指中央高校在人才培养、师资队伍、科学研究等方面具备的基本条件；质量因素指中央高校建设一流学科、引育一流师资、培养一流人才、产出一流成果、承担国家重大任务等方面情况；其他因素指中央高校办学特色、综合改革、资金使用管理情况、绩效评价结果等方面情况。

鉴于跨学科研究的普遍性与重要性，我们建议在当前的拨款因素中更加强调学科群建设；同时，增加拨款因素中因应国家重大需求和市场需求的重要性，以更好地发挥其引导作用。把高校是否将“双一流”专项经费向与国家重大需求或市场需求相契合的学科倾斜纳入绩效指标中；这其中包括学科发展的重点、人才引育的重点以及学校相应学科或团队所取得的重要成果是否真地因应国家战略部署或市场重大需求。针对如何衡量是否因应国家或社会经济需求，以因应国家重大需求为例，可结合科研贡献识别技术（如知识图谱等），识别具体高校、学科与科研人员在国家要贯彻的重大科技攻坚中做出的贡献。将此作为引导专项分配和绩效管理的重要指标，引导高校的学科发展及科研人员进行创新型、颠覆性研发活动。

此外，也可从引导专项中拨出一部分用于支持高校内部有组织的基础研究。

调整资助重点，将这部分资金重点集中于资本市场会忽视的、但却在国家重大科研目标中具有重要作用的共性基础研究或科技攻关领域，以引导基础学科的重大突破。

## 上期回顾

2022 年第 18 期（总第 226 期）

### 第八届中国教育财政学术研讨会暨 2022-2023 年度中国教育发展战略学会教育财政专业委员会年会第一轮通知

**摘要：**2023 年 1—2 月，北京大学中国教育财政科学研究所和中国教育发展战略学会教育财政专业委员会将组织召开“第八届中国教育财政学术研讨会暨 2022—2023 年度中国教育发展战略学会教育财政专业委员会年会”，诚邀来自不同学科的研究者和相关的决策者、实践者进行深入交流与对话。本届年会将特设“教育、科技、人才统筹发展的财政策略”主论坛，并围绕年会主题设置涵盖基础教育、职业教育、高等教育、数字化教育等领域的十余个专题分论坛。此外，在会议期间，还将举行中国教育发展战略学会教育财政专业委员会第二届理事会换届会议。

《中国教育财政》由北京大学中国教育财政科学研究所主办；旨在反映本所最新的学术科研活动；相关内容仅体现作者本人观点，并不必然代表本所的立场。

文章内容仅供参考，如需转载须事先征得本研究所同意。

本期印发：2000 份

下载网址：<http://ciefr.pku.edu.cn>

---

**主办单位：**北京大学中国教育财政科学研究所

**电子信箱：**[newspaper@ciefr.pku.edu.cn](mailto:newspaper@ciefr.pku.edu.cn)

**责任编辑：**毕建宏

**传 真：**010-6275-6183

**地 址：**北京市海淀区颐和园路 5 号

**微信公众号：**中国教育财政

北京大学教育学院楼四层（100871）

