

# 我国竞争性科研经费配置的校际差异研究

## ——基于国家自然科学基金数据分析

刘欣怡

武汉工程大学, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年9月5日; 录用日期: 2022年10月5日; 发布日期: 2022年10月11日

### 摘要

本文基于国家自然科学基金数据, 对基金在不同层次和不同类型的高校中的配置差异以及高校经费的集中度进行了实证研究。研究发现: 随着国家自然科学基金每年资助金额的上升, 高校所获资助金额的差距越来越大, 国家自然科学基金在高等院校中的分布呈现出明显的“金字塔结构”; 985高校的科研竞争力远远领先于非985的211高校以及双非院校, 其中不同层次高校间的差异是构成总体差异的主要因素; 不同类型高校间国家自然科学基金的分配也存在一定的差距, 综合类和理工类高校获得资助的金额远远高于农林、文科、医药类高校。

### 关键词

竞争性, 科研经费, 高等院校

# A Study on the Inter-School Differences in the Allocation of Competitive Scientific Research Funds in China

## —Data Analysis Based on NSFC

Xinyi Liu

Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

Received: Sep. 5<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 5<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 11<sup>th</sup>, 2022

### Abstract

Based on the data of the National Natural Science Fund, this paper makes an empirical study on

the differences in the allocation of funds in different levels and types of universities and the concentration of university funds. The research finds that: with the increase of the annual funding amount of NSFC, the gap between the funding amount of universities and colleges becomes larger and larger, and the distribution of NSFC in universities and colleges presents an obvious “pyramid structure”; the scientific research competitiveness of 985 universities is far ahead of that of 211 universities and double non-985 universities, among which the difference between universities at different levels is the main factor that constitutes the overall difference; there is also a certain gap in the distribution of national natural science funds among different types of universities. Comprehensive and science and technology universities receive far more funding than agriculture, forestry, liberal arts and medicine universities.

## Keywords

Competitiveness, Scientific Research Funding, Colleges and Universities

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 问题的提出

高校作为国家科研力量的重要组成部分，在国家创新体系中发挥着举足轻重的作用，肩负着培养创新型研究人才、开展高水平科学研究、将知识转换成高质量的科技成果的重任。然而一切的研究都离不开经费的支持，因此科研经费的投入尤为重要。“十三五”国家经济社会规划出台以来，财政对科技研发支持力度急剧上升。2020年中国研究与试验发展经费投入总量突破2.4万亿元人民币，达到24393.1亿元，比上年增长10.2%，提升幅度创近11年来新高。在此背景下，科研经费配置模式成为我国学者广泛研究的问题之一。

目前有关科研经费配置模式的研究主要集中在依据资助对象选拔方式不同而产生的竞争性经费和非竞争性经费两种方式上。相较于具有长期稳定性的非竞争性资助方式，基于项目制下的竞争性科研经费资助则是我国高校获取科研经费的主要途径。随着我国现代科技体制的变迁，科研项目制逐渐诞生并一步步完善。1928年中华民国中央研究院的建立，标志着我国科研工作开始了组织化、制度化的历史进程。1978年在邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的指导思想后，中国的科研体制也发生了重大的变革。科研项目资助、科技成果运用、科研人才培养与使用等方面的改革试点工作渐次铺开。同时引入市场竞争机制、优化科研经费配置、调动科研人才积极性，成为科研体制改革的主基调。此后，尽管科研体制改革的工作仍在不断推进，但是以竞争性方式获取项目资助的根本方式没有改变[1]。

但是，从教育公平的视角来看，国家重点建设高校因其优质的人力资源、基础设施能够比普通高校更容易在这类竞争环境中胜出。大量优质“资源”聚集在同一所大学中，这将更加固化高校的分层格局，出现马太效应。处于不利地位的学校和学者更难向上发展，在一定程度上也会抑制学者的科研积极性。鉴于此，本文将利用国家自然科学基金院校立项数据，从实证的角度探讨国家自科基金这类竞争性项目制科研经费在不同类型、不同层次高校中的配置结构，为不断完善我国科研经费资助体系，激发学者的创新活力提供相应的政策建议。

## 2. 研究设计

### 2.1. 数据来源

为了探讨竞争性科研经费在高校中的配置差异, 本文拟用竞争性科研经费中最具影响力的国家自然科学基金数据进行分析。首先对 2010~2019 年国家自然科学基金批准经费的配置与变化进行总体描述, 探究总经费在不同类型研究机构的配置与变化趋势。由于高校每年所获得自然科学基金资助金额波动较大, 并且获得学校数量较多, 《国家自然科学基金资助项目统计资料》仅将获得资助大于 2000 万的高校进行排序。所以本文以每年获得国家自然科学基金资助 2000 万以上的高校为样本, 探究不同层次、不同类型高校间资金分配的差异。

### 2.2. 国家自然科学基金项目经费校际差异衡量指标

#### 1) 泰尔指数

以各学校获得的自然科学基金经费替代收入计算泰尔指数, 衡量自然科学基金分布的校际差异。各学校自然科学基金资助经费差异泰尔指数  $T$  计算公式为:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\bar{y}} \ln \frac{y_i}{\bar{y}} \quad (1)$$

本文将所有样本高校划分为 3 个区域, 利用泰尔指数的可分解性, 将总体泰尔指数  $T$  可分解为  $T_W$  (区域内差异) 和  $T_B$  (区域间差异) 两部分。由于选取的学校样本数量太多, 本文仅分析不同层次和不同类型学校的区域内差异及区域间差异。

$$T = T_W + T_B \quad (2)$$

$$T_W = \sum_{k=1}^K \frac{y_k}{y} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_k} \frac{y_i}{\bar{y}_k} \ln \frac{y_i}{\bar{y}_k} \right) \quad (3)$$

$$T_B = \sum_{k=1}^K \frac{y_k}{y} \ln \frac{\bar{y}_k}{\bar{y}} \quad (4)$$

其中, 公式(2)和(3)中  $y_k$  为不同区域的资助金额数,  $n_k$  为  $k$  区域的学校数量,  $\bar{y}_k$  为  $k$  区域各学校所获基金经费的均值,  $y$  为全部学校的自科基金经费总数,  $\bar{y}$  为各区域基金项目数均值。  $\frac{T_W}{T}$  和  $\frac{T_B}{T}$  分别表示区域内差异和区域间差异对总体差异的贡献份额。

#### 2) 经费集中度

经费集中度作为反映资源配置结构的一个指标, 在衡量资源配置均衡方面起着重要作用[2]。所以本文拟采用绝对法计算经费集中度, 重点关注领先高校经费集中度的情况。经费集中度的计算公式为:

$$CR_n = \frac{\sum (X_i)_n}{\sum (X_i)_N} \quad (5)$$

其中,  $CR_n$  为获资助经费最多的前  $n$  所高校的经费总和在批准总经费中的占比;  $X_i$  为第  $i$  所高校获得的资助经费;  $N$  为获资助经费的高校总数;  $n$  为获资助经费最多的前  $n$  所高校数。

## 3. 竞争性科研项目配置差异的统计数据分析

### 3.1. 科研经费总体配置情况

科研经费作为高校开展基础研究工作的必要基础, 也是高校科研资源的重要组成部分。国家对高校

科研经费的投入力度也可以用衡量国家对科学研究的重视程度。如图 1 所示, 2010 年~2019 年国家自然科学基金的立项数量在不断增加, 总立项数从 2010 年的 22097 项增加到 2019 年的 41583 项, 增长率高达 88.18%。其中我们可以看到, 除了 2011 年的立项数有大幅度增加以外, 其余年限都是保持着小幅度稳步上升的趋势。

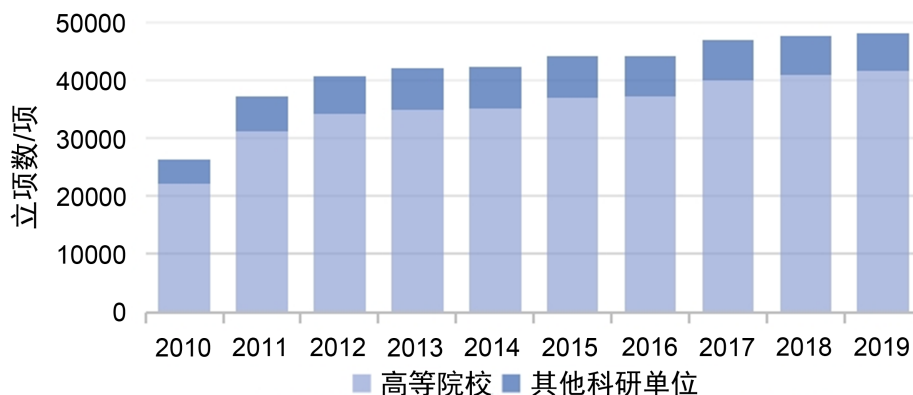


Figure 1. Statistics of NSFC projects from 2010 to 2019

图 1. 2010~2019 年国家自然科学基金立项数统计

从资助经费的总量上来看, 如图 2 所示, 国家自科基金的资助金额 2010 年到 2019 年的增长率高达 161.65%。其中增长率最高的是 2011 年, 资助金额较上一年份增长 70 亿, 涨幅较大。从经费分布的机构来看, 国家自然科学基金的资助对象包括高等院校以及其他科研机构, 但是高等院校占资助金额的比例高达 80%, 由此看来我国的创新主动力依旧是高等院校。

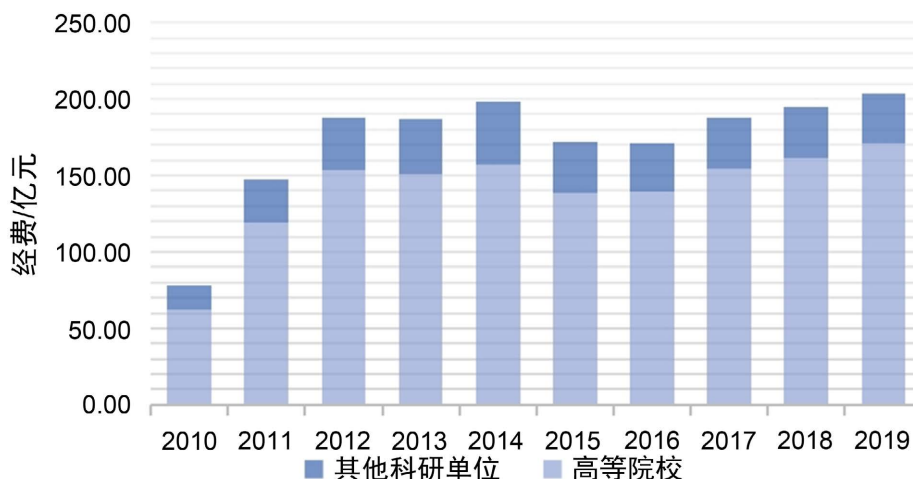


Figure 2. Total projects amount of NSFC from 2010 to 2019

图 2. 2010~2019 年国家自然科学基金总立项金额

### 3.2. 基于泰尔指数的校际差异分析

#### 1) 不同层次的高校分布差异

首先, 根据泰尔指数算法, 计算 2016 年~2019 年国家自然科学基金项目经费分布泰尔指数  $T$ 。进而根据泰尔指数的分解方法, 将所选取的样本高校划分为 985 高校、非 985 的 211 高校以及普通高校三大区域, 分别计算区域内差异  $T_W$  和区域间差异  $T_B$ , 结果如表 1 所示。从整体水平看, 全国自然科学基金

项目分布泰尔指数  $T$  呈上升趋势, 从 2016 年的 0.3912 增加至 2019 年的 0.4185, 表明自然科学基金项目经费分布差异在逐渐增大。将全国泰尔指数  $T$  分解后得到的区域内差异  $T_W$  值明显小于区域间差异  $T_B$ 。可见, 区域间差异是构成总体差异的主要因素, 三个不同层次的高校间自然科学基金项目分配差异比区域内差异更大。

**Table 1.** Distribution of NSFC project funds (Theil index) from 2016 to 2019

**表 1.** 2016~2019 年全国自然科学基金项目经费分布(泰尔指数)

年份	$T$	$T_W$	$T_B$	$T_W$ 贡献份额(%)	$T_B$ 贡献份额(%)
2016	0.3912	0.1499	0.2413	38.3%	61.7%
2017	0.4051	0.1402	0.2649	34.6%	65.4%
2018	0.4049	0.0634	0.3415	15.6%	84.4%
2019	0.4185	0.1619	0.2566	38.7%	61.3%

进一步分析各区域的具体情况发现, 38 所 985 高校 4 年内所获国家自科基金科技研经费高达 334.7 亿元, 而非 985 的 211 高校所获金额为 104.1 亿元, 双非院校所获金额为 123.2 亿元。这也印证了上文所说的三个不同层次的高校间自然科学基金项目分配差异比区域内差异更大。究其原因, 985、211 这类高水平院校得到了更多专项经费投入, 享受了更多政策优惠, 在吸引优秀人才方面更有优势。良好的研究条件、更大的发展空间、更多的优秀人才以及优秀的学生生源, 大量优质人力、物力资源聚集在同一所大学中, 所以使得自由竞争的科研经费进一步强化。

## 2) 不同类型的高校分布差异

由于知识领域之间存在的异质性, 不同的学科之间论文产出的强度和评估标准也存在很大的差距, 因此科研经费在不同学科中的分配比重也有不同。例如按照一般的观念, 需要大量试验设备与材料的理工科与社会科学相比, 国家财政性竞争经费对理工科的投入应该会大得多。各类性质学科的不同比例组合, 形成了不同性质的高校。从而各类型高校之间的科研经费投入也存在着较大的差距。本文结合中国高校的不同性质, 将样本高校分为五类: 各个学科相对均衡分布的称为综合类高校; 理学、工学学科占较大比重的称为理工类学校; 以农林为特色发展的称为农林类高校; 以医药学科为主的称为医药类高校; 以师范、政法、财经、艺术、民族等学科特色为主的称为文科高校[3]。目的在于分析竞争性科研经费在不同类型的高校的配置中存在怎样的差异。

从 2016~2019 年获得国家自然科学基金超过 2000 万的学校数量来看, 综合类高校数量位居第一, 理工类高校紧随其后; 其次是医药类高校; 农林、文科类高校数量所获基金数量最少, 每年均不超过 20 所学校。究其原因, 其数量分布差异与全国各类高校的总数息息相关, 综合类和理工类高校总体基数会高于其他类别高校, 因此排名靠前的高校 60%以上都是综合类和理工类高校。从学校所获金额来看, 各个类型学校所获总金额排序与上述一致。

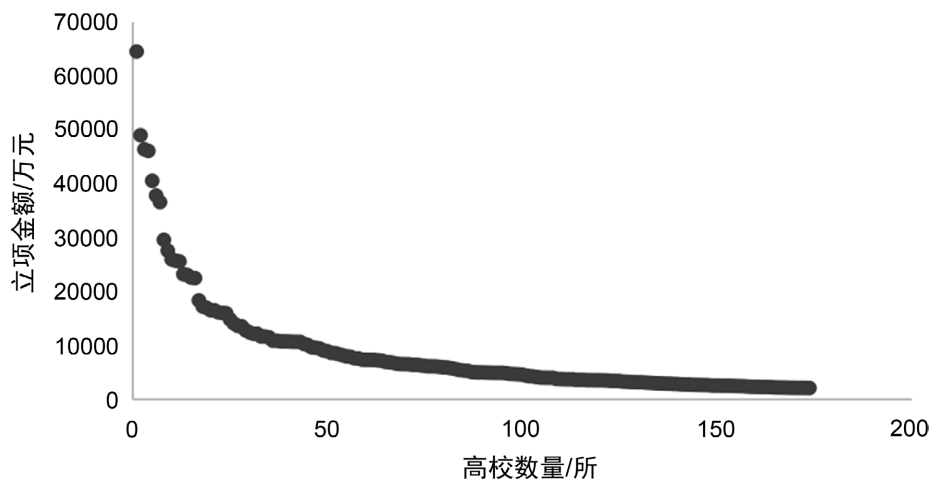
为了更进一步分析各个类型学校所获科研基金的差距, 本文根据泰尔指数公式, 计算 2016~2019 年全国自然科学基金项目经费分布泰尔指数, 结果见表 2。从整体水平看, 将高校分为五大类后, 其泰尔指数从 2016 年的 0.3912 增至 2019 年的 0.4207, 泰尔指数呈现上涨的趋势, 但是涨幅较小, 说明不同类型高校在获取科研经费方面存在一定的差距。将总体泰尔指数  $T$  分解后得到的区域内差异  $T_W$  值明显大于区域间差异  $T_B$ ; 从变化趋势看,  $T_W$  呈明显递减趋势, 而  $T_B$  有所增加。可见, 区域内差异是构成总体差异的主要因素, 各区域内不同学校间自然科学基金项目分配差异比区域间差异更大。

**Table 2.** Distribution of NSFC project funds (Theil index) from 2016 to 2019  
**表 2.** 2016~2019 年全国自然科学基金项目经费分布(泰尔指数)

年份	$T$	$T_W$	$T_B$	$T_W$ 贡献份额(%)	$T_B$ 贡献份额(%)
2016	0.3912	0.3361	0.0551	85.91%	14.09%
2017	0.3802	0.3166	0.0636	83.27%	16.72%
2018	0.5444	0.4125	0.1319	75.78%	24.22%
2019	0.4207	0.3373	0.0834	80.18%	19.82%

### 3) 科研经费院校集中度分析

本文将 2019 年 174 所样本高校所获得的国家自然科学基金立项总金额绘制成散点图,如图 3 所示。该散点图分布趋势与反比例函数相似,排名靠前的高校总立项金额远远高于其余高校。由此看出,前 50 所高校获得了绝大多数的科研经费。具体来看,前 50 名高校中,985 高校就占据 34 所,非 985 的 211 高校占据 10 所,而双非院校只占据 6 所。按高校分类来看,排名前 50 所高校中,综合类高校占比最大为 26 所,理工类高校有 13 所,文科、医药、农林类高校各占 2 所、5 所和 3 所。通过公式(5)所计算经费集中度得出,从 2016 年到 2019 年,前 50 所高校经费集中度分别为 68.5%、65.9%、67.2%与 64.9%。这个数据显示前 50 所高校占据了科研项目资助总金额的绝大部分,其余学校所获得的项目资助与前 50 所高校而言相较甚远。这一点同时也印证了前文对于不同层次和不同类型高校泰尔指数的计算结果,985 高校和综合类高校在这类竞争性科研经费的获取中占据绝对优势。



**Figure 3.** Scatter diagram of the allocation of total approved project amount in colleges and universities  
**图 3.** 总立项金额在高校中的配置散点图

## 4. 结论与建议

本文选择以国家自然科学基金为例,探讨这类竞争性科研经费在高校之间的配置差异,通过实证分析,得出以下结论:① 随着国家对于科技创新的重视程度的增加,2010~2019 年国家自然科学基金的立项数量与立项金额均在稳步上升,其中高等院校的资助金额占国家自然科学基金总资助金额的比例高达 80%。② 根据泰尔指数的计算结果可以看出,985 高校的科研竞争力远远领先于非 985 的 211 高校以及双非院校,其中不同层次高校间的差异是构成总体差异的主要因素。③ 不同类型高校间国家自然科学基金的分配也存在一定的差距,综合类和理工类高校获得资助的金额远远高于农林、文科、医药类高校。

其中各个类型学校区域内差异是构成总体差异的主要因素，各区域内不同学校间自然科学基金项目分配差异比区域间差异更大。④ 所获资助金额排名靠前的高校占总资助金额的绝大部分。尤其是排名前 50 的高校，2016~2019 年经费集中度分别为 68.5%、65.9%、67.2%与 64.9%。其余学校所获得的项目资助金额与前 50 所高校而言相去甚远。国家自然科学基金在高等院校中的分布呈现出明显的“金字塔结构”，在金字塔的上层，高校数量少，但能力强、获得的学术资源多；而在金字塔下层，高校数量多，但能力相对较弱，所获得的科研资源少。

基于上述的研究结果，科学界中的“马太效应”依然存在，但是其不存在绝对的好与坏[4]。科研经费的分配不同于居民收入，领导者在制定科技政策、分配科技资源时会充分利用其正面影响，最大程度实现科研资源高效利用与合理分配。为了实现科研效率的最大化，这类竞争性的科研基金分配流向科研能力和科研需求最强的一方无可厚非。但是长久以往，处于弱势地位的高等院校、学者，由于缺乏资金支持，对于科研的激情将会减弱，从而向上层流动的机会更少。高校分层格局的不断固化将抑制高校之间的有效竞争，这将使那些获得专项拨款的高校在提高资源利用效率上动力不足。对此，本文提出如下建议：

1) 加强高校彼此之间的交流合作。各个学校由于基础设施、师资力量不同都有自己的优势与劣势，在主流学术界强调学术融合的背景下，各个学校应打破“门户之见”。科研资源丰富、科研能力较强的高校，可以对科研实力相对较弱的高校进行技术帮扶。受助高校以提供科研劳动力的方式进行回报，减轻国家自然科学基金分配中“马太效应”的负面作用，缩小基金分配中的贫富差距。

2) 加大对普通高校的非竞争性政府资助。资源的获得和使用不再需要考虑决策者和评价者的意向和喜好，在很多情形下，也可以不预设短期的科研目标[5]。由此，科研的方向和内容可以更加灵活多样，这就使得开辟不同的研究领域和探索性的科研尝试有了更多实践的可能性，并由此促进高校的可持续发展。

3) 普通高校可针对自身的学科特征去积极申请企事业单位科研拨款。目前我国企业参与高校研发活动的程度高于政府。在合作过程中，一方面企业以资金支持的形式向高校传达市场需求信息，使高校研发目标更加明确，科技成果的市场化程度及回报率相应提高，科研人员的积极性也有所提升；另一方面，企业的技术研发人员与高校科研人员能够在共同研发过程中相互交流，促进知识溢出[6]。因此，在竞争性财政科研经费竞争中处于弱势地位的高校，为了保障自身科研经费，可去积极申请企事业单位科研拨款。

## 基金项目

NO: CX2021303, 武汉工程大学研究生教育创新基金项目。

## 参考文献

- [1] 刘太刚, 刘开君. 论我国竞争性科研项目经费配置模式的困境及优化路径——兼论竞争性和非竞争性科研经费协调投入机制[J]. 天津行政学院学报, 2017, 19(5): 3-10.
- [2] 王维懿, 杜育红. 分层与分化:基础研究经费在高等院校的配置研究——基于国家自然科学基金的数据分析[J]. 研究与发展管理, 2014, 26(4): 122-129.
- [3] 董玥妍, 万勇, 李志铖, 于楠楠. 竞争性资金与高校科研产出——基于 622 所高校的实证研究[J]. 中国科技论坛, 2022(4): 17-26.
- [4] 李丹, 马彪, 陈曦, 萨密. 国家自然科学基金分配中的“马太效应”及其变化分析[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(16): 20-25.
- [5] 蔡爱惠. 试论竞争性与非竞争性二元结构的高校科研资助体系[J]. 中国行政管理, 2012(5): 68-71.
- [6] 寇明婷, 朱仁然, 杨一帆. 科技经费来源结构对高校科研效率的影响研究[J]. 科学学研究, 2021, 39(12): 2201-2212.