

· 管理纵横 ·

加权资助率：评价高校科学基金申请质量的新探索

张奔¹ 李铭禄^{2*} 刘海波³ 郝艳妮⁴ 刘益宏⁵

1. 哈尔滨理工大学 经济与管理学院, 哈尔滨 150080
2. 国家自然科学基金委员会 政策局, 北京 100085
3. 东北师范大学 教务处, 长春 130024
4. 国家自然科学基金委员会 信息中心, 北京 100085
5. 国家自然科学基金委员会 办公室, 北京 100085

[摘要] 针对当前部分高校片面重视国家自然科学基金数量规模的情况,为引导依托单位提高科学基金申请质量,提升科学基金资助效能,本文在综合考虑高校学科布局和规模体量差异的基础上,提出了一种合理评价高校科学基金申请质量的新指标——加权资助率。基于高校科学基金面上项目的申请、资助数据,研究发现:相较于项目资助率,加权资助率能相对科学客观地反映高校的科学基金申请质量。该模型方法及分析结果可以为依托单位提升科学基金项目管理水平、促进学科建设提供管理参考。

[关键词] 项目资助率;加权资助率;申请质量;学科布局;高校

作为资助基础研究、应用基础研究和科技人才队伍的主渠道,国家自然科学基金(以下简称“科学基金”)自设立以来,支持了一大批科技人才,推动了我国自然科学各学科领域全面发展^[1]。“十二五”以来,科学基金项目申请量从2010年的11.91万项增长到2022年的30.69万项,年均增长率达到8.2%,这从侧面反映出我国基础研究科研人员队伍的壮大以及基础研究总体实力的逐步提高。

在国家对基础研究日益重视的背景下,科学基金已成为高校、科研机构 and 科研人员广泛关注的重要渠道。相应的,关于科学基金项目申请和资助的相关研究也成为科研管理领域研究的热点。例如,贾雷坡等^[2]研究发现,科学基金项目资助率连年下降与部分依托单位片面追求提高项目申请数量,而忽视了对项目申请质量的把关有一定关系。华子春等^[3]认为科学基金项目相对资助率(依托单位某一学科的科学基金项目资助率/国家自然科学基金委员会该学科的资助率)能较为公正地评价和反映一个单位的一个具体学科在国内的竞争力。任红轩^[4]在对国家纳米科学中心科研管理现状进行分析的基



李铭禄 博士,国家自然科学基金委员会政策局政策支持处处长。主要研究方向:科技政策、科研管理。



张奔 博士,哈尔滨理工大学经济与管理学院讲师,硕士生导师。研究方向为科技政策、科研管理。在 *Scientometrics*、《科学学研究》、《科研管理》等期刊发表论文10余篇。

础上,提出了新建科研单位如何通过加强科研管理,从而提高科学基金申请质量的策略。虽然已有文献对科学基金的申请态势和质量进行了一定的探讨,依托单位作为科学基金项目的申请主体,却少有文献对其申请的总体质量进行科学评价分析。

依托单位提升科学基金申请质量的重要性不言而喻。国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科

收稿日期:2023-04-07;修回日期:2024-01-16

* 通信作者,Email: liml@nsfc.gov.cn

学基金委”)一直将提高依托单位项目申请质量作为重要任务,要求依托单位严把项目申请质量关,避免通过下指标、发补贴、关联考核结果等方式增加申请数量。然而,仍有一些高校过分强调申请数量,忽视申请质量,给整个科研生态都带来了负面影响。

大量低质量申请增加了项目评审压力和专家评审资源浪费,同时提高了项目竞争程度和评审难度^[5],对将资助率提高至有利于组织科学评审的合理水平,客观上产生了负面的影响。此外,这种强竞争、低资助率的项目资助条件会促使申请人更愿意求共识、追热点,而不去大胆假设、追求创新,申请书中的研究目标和方案设计会随之变得中庸保守。“逢项目必报”的氛围挤占了大量原本应该用于科研的时间,令科研人员焦虑,无法沉下来“从内心出发”去做真正想要攻克的科研难题。长此以往,还会助长科技界浮夸浮躁、投机取巧的不良作风和学风,抑制正向引导的效果,产生“逆向激励”问题,对科研活动和产出造成负面影响^[6,7]。鉴于此,科学分析和评价依托单位科学基金申请质量,引导依托单位重视申请质量和过程管理,从而支撑基础研究实现高质量发展,具有重大的现实意义和管理价值。

本文基于科学基金面上项目申请、资助数据,考虑高校学科布局和规模体量的差异,提出了一种综合评价高校科学基金申请质量的新指标——加权资助率,并利用科学基金面上项目的相关数据对部分高校的申请质量进行了分析比较。

1 加权资助率计算模型

目前,衡量依托单位的项目申请、资助情况主要有两类指标。一类是依托单位资助项目数、资助金额等总量规模指标;另一类是项目资助率,即资助项目数与申请项目数的比值^[8]。项目资助率是资助机构内部衡量项目竞争程度和资助力度的一个重要指标,一般用于分析不同项目类型和学科领域的竞争情况,也可以用于分析高校某个学科方向的项目申请质量和竞争能力^[3]。项目资助率虽然能够在一定程度上反映出依托单位的申请质量,但一般来说,除少数高水平依托单位、学科分布相对偏基础领域的单位以及部分单位的优势学科,大多数依托单位对项目资助率并不是十分关注。

截至 2022 年 9 月,自然科学基金委有 2 933 个依托单位,其中高校 940 所。高校虽然占依托单位总数不到 1/3,但承担了绝大多数自主选题的基础研究任务。以 2022 年面上项目为例,高校获资助共

17 581 项,占总数(20 472 项)的 85.88%。相较于科研院所和其他类型机构,高校的申请规模更大、学科门类更多、跨度更大,高校自身有更加强烈的学科建设发展需求,也有相对更强的横向纵向比较分析意愿,故本研究选取高校作为研究对象。另一方面,考虑到量大面广、自主选题的面上项目没有年龄、学科领域、地域及其他申请条件的限制,是科学基金最重要的资助类型之一,选用高校获得的面上项目数据来分析整体申请质量具备较强的科学性和合理性。

表 1 中,2022 年面上项目资助金额排序前 20 的高校获面上项目直接费用共 31.59 亿元,合计占 2022 年高校获面上项目资助直接费用的 33.89%,可以说是国内高校中的“头部”。然而,这些高校的项目资助率差别很大,项目资助率最高的(39.64%)是最低的(18.26%)2 倍以上。形成这一现象的原因,一方面在于各高校的学科布局不同,同时自然科学基金委各科学部的资助率存在较大差异,如 2022 年数理科学部的资助率(22.50%)比医学科学部资助率(13.79%)高了近 10%;另一方面,从本质上来说,虽然面上项目资助金额排序前 20 的高校在规模方面非常大,但在申请质量方面仍存在较大的差距。

设计一种科学合理的评价方法,以更全面反映和分析科学基金项目申请质量,减少学科分布差异造

表 1 2022 年获得面上项目资助经费排序前 20 高校的受资助情况

序号	高校名称	资助项数 (项)	直接费用 (万元)	项目资助率* (%)
1	上海交通大学	642	33 858	23.84
2	中山大学	487	25 610	25.04
3	浙江大学	481	25 463	24.06
4	复旦大学	429	22 666	23.37
5	华中科技大学	387	20 439	23.36
6	北京大学	337	17 793	28.95
7	同济大学	291	15 413	19.20
8	中南大学	288	15 204	23.59
9	四川大学	285	15 157	21.96
10	武汉大学	270	14 215	24.86
11	南京大学	249	13 287	30.07
12	山东大学	246	13 001	21.83
13	西安交通大学	229	12 142	20.54
14	清华大学	220	11 652	39.64
15	哈尔滨工业大学	207	11 074	26.57
16	天津大学	201	10 705	27.65
17	中国科学技术大学	188	10 186	35.54
18	厦门大学	182	9 550	26.07
19	东南大学	178	9 442	24.76
20	首都医科大学	172	9 075	18.26

*项目资助率是指高校获得资助项目数/高校申请项目数。

成的影响,对提升科研管理水平至关重要。首先,应考虑申请量达到一定规模下的资助率,避免因某些学科规模较小而可能导致的部分年度资助率出现波动,无法科学地反映申请质量。其次,为了让加权资助率更加合理,应将分析对象限定在多个学科均具备一定规模的高校。根据以上考虑,本研究综合高校的学科布局和自然科学基金委各科学部资助率的差异,对高校在各科学部的资助率分别进行了计算并加权。

综上,加权资助率计算模型如下:

$$sr = \frac{\sum (\omega_i D_i sr_i)}{\sum \omega_i}$$

其中, $i = 1 \sim 8$, 对应自然科学基金委 8 个科学部^①。

(1) 科学部资助率加权系数 (D_i)

出于对各科学部资助率之间存在差异的考虑,本文设置科学部资助率加权系数 (D_i) 从而实现标准化,即: $D_i = FR^* / FR_i$, 其中 FR^* 为全委面上项目总体资助率 (funding rate), FR_i 为第 i 科学部的面上项目资助率, D_i 也就是全委面上项目资助率与各科学部资助率的比值 (见表 2)。例如, 2021—2022 年面上项目总体资助率 FR^* 为 17.50%, 化学科学部资助率 FR_i 为 21.56%, 则 2021—2022 年化学科学部的资助率加权系数 (D_i) 为 0.81^②。

(2) 学科规模门槛系数 (ω_i)

为了避免高校在某个科学部申请量很低的情况下, 资助率的高低可能存在较大的偶然性和波动, 本研究设置学科规模门槛系数 (ω_i), ω_i 取值如下:

$$\omega_i = \begin{cases} 1, & \text{若在第 } i \text{ 科学部申请量} \geq T_i \\ 0, & \text{若在第 } i \text{ 科学部申请量} < T_i \end{cases}, i = 1 \sim 8$$

其中, T_i 表示高校第 i 科学部的申请量阈值, 若高校在第 i 学科具备一定规模 (即高校在第 i 科学部的申请量 $\geq T_i$), 则学科规模门槛系数 (ω_i) 为 1。

在本研究中, 基于高校项目申请量呈近似幂律分布, 将 T_i 设定为高校在科学部申请量排序 (由多到少, 且仅对申请量 > 0 的高校排序) 前 20% 中的最低申请量。以 2021—2022 年各高校在生命科学部申请量分布为例 (如图 1 所示), 19.66% 高校的申请量占总申请量的 80%。因此, 参考帕累托法则 (Pareto Principle), 将科学部申请量的阈值设定在前 20% 的水平。由图 1 还可知, 2021—2022 年在生命科学部面上项目申请量大于 0 的高校共 646 所, 申请量阈值 (T_3) 为 46。其中, 129 所高校 (在生命科学部至少提出 1 项面上项目申请的高校总数的 20%) 的申请量大于等于 T_3 , 其学科规模门槛系数 (ω_i) 为 1; 517 所高校在生命科学部的申请量小于 T_3 , 其学科规模门槛系数 (ω_i) 为 0。各科学部申请量的阈值情况见表 2。

此外, 考虑到只在少数学科具有较大规模的高校较多 (见图 2), 将它们均纳入研究对象范围将减少加权比较的合理性和必要性, 因此, 本文研究范围限定在两个或两个以上科学部达到申请量阈值 (即 $\sum \omega_i \geq 2$) 的高校。假如某一高校未在任何科学部的申请量达到阈值 ($\sum \omega_i = 0$), 或只在一个科学部的申请量达到阈值 ($\sum \omega_i = 1$), 则该高校不纳入加权资助率的计算范围。

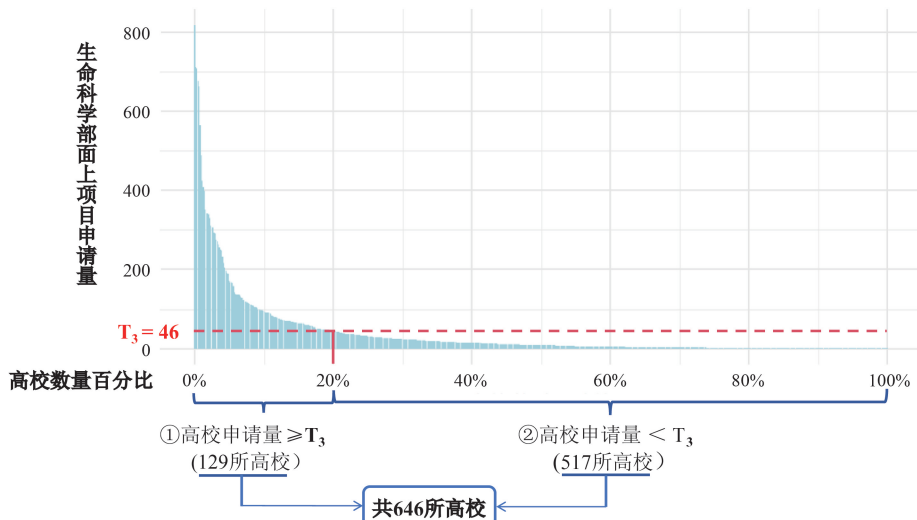


图 1 2021—2022 年各高校在生命科学部面上项目申请量的分布情况

① 8 个科学部分别为: 数理科学部、化学科学部、生命科学部、地球科学部、工程与材料科学部 (工材科学部)、信息科学部、管理科学部、医学科学部, 本研究中不包含交叉科学部。
② 选用 2 年的数值的原因见“2 评价分析”第一段。

表 2 2021—2022 年面上项目各科学部申请量阈值相关及系数权重情况

序号	科学部	科学部资助率 (FR_i)(%)	科学部资助率 加权系数(D_i)	申请量大于 0 的 高校数量	科学部申请量 阈值(T_i)	达到阈值的 高校数
1	数理科学部	22.58	0.78	652	27	130
2	化学科学部	21.56	0.81	629	34	125
3	生命科学部	19.15	0.91	646	46	129
4	地球科学部	22.03	0.79	603	27	120
5	工材科学部	16.25	1.08	700	75	140
6	信息科学部	17.96	0.97	734	36	146
7	管理科学部	16.70	1.05	652	18	130
8	医学科学部	13.79	1.27	526	62	105

(3) 高校第 i 科学部的资助率(sr_i)^①: 高校在第 i 科学部的获资助项目数除以申请项目数。

2 评价分析

本文以高校为研究样本, 为了避免高校在某一学科单一年度申请量波动带来的问题, 故利用 2021—2022 两年的面上项目数据对高校的科学基金申请质量进行评价分析。按照上文加权资助率模型中所提到的学科规模门槛系数计算方法, 全部高校中共有 340 所高校在至少 1 个科学部达到申请量阈值, 如图 2 所示。其中, 在一个科学部达到申请量阈值的高校为 131 所^②, 在两个或两个以上科学部达到申请量阈值的高校共 209 所。后者这 209 所高校就是本文的研究对象。

2021—2022 年计入加权资助率计算范围的前 30 位高校加权资助率排序情况如表 3 所示。北京大学居第一, 其次是清华大学和中国人民大学。值得注意的是, 中国人民大学只在 2 个学科达到了科学部申请量阈值, 与之类似的还包括南京师范大学、北

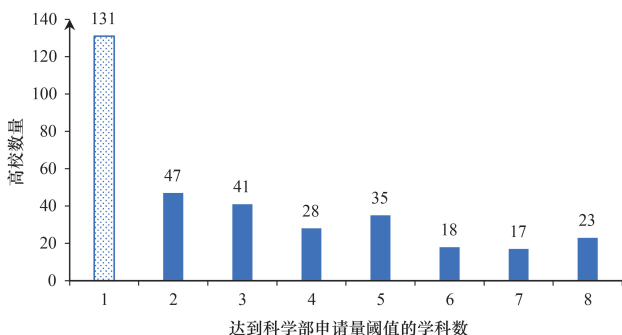


图 2 高校达到科学部申请量阈值的学科分布情况

京化工大学和中国石油大学(北京), 这些高校大于等于申请量阈值的学科数量均不超过 4 个。这类高校虽在特定自然科学领域有较大规模, 但其整体申请规模仍可能偏小。因此, 从年度数据来看, 这些高校的加权资助率波动和偏差可能较大。表 3 还显示, 中国科学技术大学、南开大学、北京工业大学、西北工业大学等高校的加权资助率排序与其项目资助率排序基本一致。武汉大学、浙江大学、复旦大学等在加权资助率排序上相较于项目资助率排序有明显提升^③。

部分高校的加权资助率排序相较于项目资助率排序有显著提升, 原因可能是这些高校的主力或优势学科集中或覆盖在资助率较低的科学部(如工材、信息、管理、医学等)。在加权资助率模型中, 由于科学部资助率加权系数(D_i)的标准化作用, 若高校的主力学科处于资助率较低的科学部, 其资助率加权系数(D_i)会相对较大(可能大于 1), 从而会让加权资助率排序得到提升。以加权资助率排序比项目资助率排序提升较大的武汉大学和浙江大学为例, 2021—2022 年, 这两所高校在不同科学部的面上项目资助率如下: 工材科学部(28.57% 和 29.18%)、信息科学部(32% 和 35.71%)、管理科学部(41.18% 和 24.46%)、医学科学部(15.92% 和 15.08%)。武汉大学和浙江大学在这四个科学部的资助率均显著高于该科学部的资助率。考虑到学科布局, 这两所高校的加权资助率排序得到了提升。

3 结论、启示与局限性

3.1 结论与启示

本文提出了一种综合评价高校科学基金申请质量的新指标——加权资助率, 并利用 2021—2022 两

① 高校第 i 科学部的资助率(sr_i)和加权资助率模型(\overline{sr})中的 sr 均为 success rate 的缩写。对依托单位来说, 获资助项目数具有不确定性和主观性, 因此, 对于依托单位的资助率来说, 用 success rate(sr , 成功率); 而面上项目总体资助率和每个科学部的资助率是由自然科学基金委的资助政策设定, 具有确定性, 从依托单位的角度来说具有客观性, 用 funding rate(FR , 资助率)。

② 这印证了上文中的分析, 即只在一个科学部达到申请量阈值的高校数量较多, 直接对比会增加大量单一学科的高校, 从而使加权比较失去价值。因此, 本文只将有二个或二个以上科学部达到申请量阈值的高校纳入研究对象。

③ 在加权资助率排序前 30 位的高校中, 共有 6 所高校的加权资助率排序比项目资助率排序提升了 20 位以上。按加权资助率排序的顺序, 这 6 所高校分别为武汉大学、浙江大学、复旦大学、华中科技大学、西安交通大学和上海交通大学。

表3 2021—2022年计入加权资助率计算范围的前30位高校加权资助率排序情况

序号	高校名称	资助项数 (项)	项目资助率 (%)	项目资助率 排序	达到申请量阈值的 学科数	加权资助率 (%)
1	北京大学	695	31.21	6	7	40.26
2	清华大学	441	39.77	1	8	38.04
3	中国人民大学	108	38.57	2	2	37.37
4	中国科学技术大学	362	36.06	4	8	34.50
5	南京大学	466	30.88	7	8	32.61
6	北京航空航天大学	262	29.37	12	5	31.51
7	北京师范大学	224	36.19	3	6	30.97
8	武汉大学	522	25.05	33	8	30.53
9	浙江大学	945	23.82	44	8	30.03
10	南开大学	265	29.98	10	7	29.64
11	湖南大学	228	28.86	17	5	29.64
12	南方科技大学	208	30.50	8	7	29.59
13	复旦大学	846	24.16	35	7	29.30
14	北京理工大学	291	29.60	11	5	28.55
15	华中师范大学	111	33.64	5	6	28.50
16	中国科学院大学	71	29.34	13	5	28.26
17	南京师范大学	111	28.10	19	4	27.91
18	华中科技大学	720	23.26	50	8	27.42
19	西安交通大学	493	22.69	53	8	27.07
20	厦门大学	352	26.07	30	8	26.97
21	上海交通大学	1245	23.85	42	8	26.94
22	华东师范大学	203	30.07	9	6	26.60
23	北京化工大学	125	29.00	15	3	26.60
24	天津大学	396	28.03	20	8	26.45
25	中国石油大学(北京)	114	27.80	21	3	26.44
26	大连理工大学	331	28.66	18	5	26.26
27	北京工业大学	170	26.98	26	5	26.25
28	西北工业大学	296	26.45	28	5	26.08
29	中山大学	942	24.89	34	8	25.98
30	中南大学	581	24.13	36	8	25.72

注:项目资助率和加权资助率排序对象均为进入加权资助率计算范围的209所高校。

年的面上项目数据对高校的科学基金申请质量进行了评价分析。加权资助率的核心思想是将高校在不同科学部的申请表现进行加权计算,并考虑了依托单位的学科布局和规模体量差异,这种方法能够对高校在不同科学部的表现进行综合评价,更加合理地评估高校的科学基金申请质量。一方面,加权资助率可以引导高校更加关注提升项目申请质量,避免通过盲目扩大申请数量的方式试图增加“命中”项数。另一方面,加权资助率有助于引导高校更加关注学科内涵建设,科学地评估自身在各学科领域科研水平和人才优势,从而可以在学科发展中更加关注科学和人才本身而不是过度迎合规模性指标。

高水平研究型高校是基础研究的主力军,应聚焦“四个面向”,注重长远,从科学的价值导向引导和支持人才成长,完善人才评价机制,稳定和壮大基础

研究人才队伍。同时,自然科学基金委应进一步强化依托单位管理主体责任,引导科研人员提出并努力解决关键科学问题,重视项目的创新性和成果的科学价值,遏制申请量非理性增长和盲目申请,加强项目的过程管理和后期评价,与科学界一道,共同营造良好的科研创新生态。

3.2 局限性

尽管本研究对高校科学基金申请质量的评价提供了一种创新的方法,但该方法仍存在一定的局限性。

第一,研究样本相对较少,代表性稍显不足。为了保障加权资助率对比的合理性,本文仅选择了在两个或两个以上科学部达到申请量阈值的高校作为研究样本,这导致本研究的样本数量只有209个。未来的研究可以在考虑高校的学科分布特征、规模和类型(例如综合类高校与有较强专业特色的高校)

的基础上,开展分类评价分析,从而使研究结果更具有普适性。

第二,未充分考虑高校学科申请量具体比重的作用。高校的优势学科和学科布局的差异,可能会对本模型结果产生一定的影响,特别是在各学科申请量极不均衡的高校中。因此,未来的研究可以考虑将学科申请量的比重作为一个变量纳入模型中,以更科学地反映学科规模大小对高校科学基金申请质量综合评价结果的影响,从而提供更为全面和科学的分析结果。

参 考 文 献

- [1] 窦贤康. 推动基础研究高质量发展 为建设世界科技强国夯实根基. 中国科学基金, 2023, 37(5): 709—712.
- [2] 贾雷坡, 张丽萍, 王长锐. 国家自然科学基金依托单位 2000—2019 年发展情况分析——对加强依托单位管理的探讨. 中国科学基金, 2021, 35(4): 581—588.
- [3] 华子春, 王雨轩. 基金相对资助率——反映国家自然科学基金竞争能力的一个新指标. 中国科学基金, 2009, 23(1): 50—51, 55.
- [4] 任红轩. 新建科研单位如何提高基金申请质量. 科研管理, 2008, 29(S1): 4—6, 23.
- [5] 王岩, 郭琨, 王珏, 等. 国家自然科学基金申请量快速增长试析——以面上项目为例. 中国科学基金, 2013, 27(1): 44—48.
- [6] Anderson MS, Ronning EA, De Vries R, et al. The perverse effects of competition on scientists' work and relationships. *Science and Engineering Ethics*, 2007, 13: 437—461.
- [7] 林雨昕, 刘怡. 基础研究资助逆向激励的考察. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(11): 94—116.
- [8] 任之光, 姚欣林, 赵健宇, 等. 工商管理学科申请资助态势——基于 NSFC 2021—2023 年项目情况分析. 科研管理, 2023, 44(11): 52—63.

Weighted Success Rate: A Novel Approach to Evaluating the Quality of Funding Applications in Chinese Universities

Ben Zhang¹ Minglu Li^{2*} Haibo Liu³ Yanni Hao⁴ Yihong Liu⁵

1. School of Economics and Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080
2. Bureau of Policy, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085
3. Academic Affairs Office, Northeast Normal University, Changchun 130024
4. Information Center, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085
5. General Office, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085

Abstract Some universities excessively prioritize the number of projects and funding amount approved by National Natural Science Foundation of China. However, it's crucial to recognize that the quality of funding applications is more important than the quantity. To guide host institutions to realize this point, we propose the weighted success rate, a novel indicator designed to evaluate the quality of funding applications. Unlike the overall success rate commonly used, the weighted success rate considers differences in disciplinary distribution and scale among universities. Basing on general programs data, we have found that, compared to the overall success rate, the weighted success rate can objectively measure the quality of funding applications. These findings can offer valuable insights for host institutions to enhance the management capability of research projects and promote discipline development.

Keywords success rate; weighted success rate; quality of funding applications; disciplinary distribution; universities

(责任编辑 张强)

* Corresponding Author, Email: liml@nsfc.gov.cn