

国家自然科学基金自动化领域数据分析与研究热点变化

邓方^{1,2} 宋苏² 刘克² 吴国政² 付俊^{2,3}

摘要 本文对国家自然科学基金 1986~2017 年自动化领域项目申请和资助数据进行了大量数据分析, 统计和分析结果表明自动化领域自然科学基金成为研究者重要的研究资金来源, 研究人员规模、研究成果数量、基金资助数据都在稳步提升, 研究队伍正呈现年轻化趋势. 通过数据挖掘 30 年来不同研究热点及其变化, 笔者发现自动化领域基金资助的相关研究领域能紧跟国际国内研究前沿, 热点领域中理论研究比重大于应用研究, 近年来具有应用研究背景的项目资助比重逐年提高. 本文可为广大自动化领域相关的研究者提供选题等方面的借鉴和参考.

关键词 国家自然科学基金, 自动化, 研究热点, 数据分析

引用格式 邓方, 宋苏, 刘克, 吴国政, 付俊. 国家自然科学基金自动化领域数据分析与研究热点变化. 自动化学报, 2018, 44(2): 377-384

DOI 10.16383/j.aas.2018.c170695

Data and Research Hotspot Analyses of National Natural Science Foundation of China in Automation Field

DENG Fang^{1,2} SONG Su² LIU Ke² WU Guo-Zheng² FU Jun^{2,3}

Abstract The statistics and analyses of applications and grants in automation field of National Natural Science Foundation of China (NSFC) for 1986 to 2017, show that the NSFC support has become an important research funding resource, that the size of research staff, the amount of the research findings, and the number of granted applications are steadily increasing, and that the research teams are becoming younger. Through data-mining different research hotspots and their changes for the past 30 years, it is found that the research in automation of China is closely keeping pace with the state-of-the-art, and that the theoretic hotspots are more than the application ones while the percentage of approved applications in application-oriented research is rising year by year. The data and findings of this paper can also serve as a reference for Chinese researchers to refer to research interests in the automation field.

Key words National Natural Science Foundation of China, automation field, research hotspots, data analysis

Citation Deng Fang, Song Su, Liu Ke, Wu Guo-Zheng, Fu Jun. Data and research hotspot analyses of National Natural Science Foundation of China in automation field. *Acta Automatica Sinica*, 2018, 44(2): 377-384

我国高校和科研院所中活跃着数万从事基础或应用基础研究的自动化领域专业人员. 自动化领域发展日新月异, 及时总结研究规律, 发现研究热点是进行科学研究重要的手段. 目前, 常见的研究热点总结多是以搜索引擎、专业数据库对论文数据进行分析^[1-2], 文献 [2] 采用文献计量学、社会网络分析等方法进行数据解析, 通过知识图谱定量描绘出自动化领域最新研究态势. 文献 [3-10] 则是利用专

家经验对一段时间的研究热点进行分析和总结, 这类研究多以一个具体的研究领域为主要对象. 目前对大的研究领域的数据分析存在数据来源、分析手段、分析方法等多个方面的困难. 国家自然科学基金委成立以来, 在信息科学领域资助了大量从事基础和基础研究的项目, 积累了大量数据, 文献 [11] 详细分析了 2003~2012 年间信息科学部自动化领域科学基金项目的申请与资助情况, 平均资助强度与资助率的变化情况, 以及项目负责人的年龄层次和依托单位隶属关系的分布情况, 文献 [12] 分析了 2013~2015 年信息科学部自动化学科国家杰出青年科学基金项目申请人代表性论著所属期刊的分布情况, 文献 [13-17] 从创新领域的资助情况和选题热点、地域资助情况等不同角度分析了国家自然科学基金资助项目的相关情况. 以上分析主要以静态分析为主, 适宜分析过往学科热点, 对动态趋势分析不足. 本文以国家自然科学基金设立以来自动化领域项目申请和资助数据为主要对象, 通

收稿日期 2017-12-15 录用日期 2018-01-18
Manuscript received December 15, 2017; accepted January 18, 2018

本文责任编辑 王飞跃
Recommended by Associate Editor WANG Fei-Yue
1. 北京理工大学自动化学院 北京 100081 2. 国家自然科学基金委员会信息科学部 北京 100085 3. 东北大学流程工业综合自动化国家重点实验室 沈阳 110819
1. School of Automation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081 2. Department of Information Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085 3. State Key Laboratory of Synthetical Automation for Process Industries, Northeastern University, Shenyang 110819

对大量数据的统计和分析,挖掘发现 32 年的不同研究热点及其变化,并通过趋势分析预测未来几年的研究热点.

1 主要数据分析

时间范围: 1986 年~2017 年.

申请项目: 46 086 项.

资助项目: 10 828 项,其中面上项目 5 214 项,创新群体项目 29 项,国家杰出青年基金项目 92 项,青年科学基金项目 3 863 项,优秀青年科学基金项目 70 项,地区科学基金项目 405 项,重点项目 240 项,国际(地区)合作与交流项目 276 项.

通过数据分析,自动化领域资助项目的负责人人数为 7 462,申请人数为 25 879.

1.1 年龄分析

自动化领域自然科学基金资助项目负责人的年龄分布如图 1 所示,青年研究人员(29 岁~45 岁)是我国科研的主力军,占总量的 71.97%,31~35 是最高峰,自动化领域资助项目负责人的平均年龄约为 39.99 岁,最小的 25 岁,最大的 80 岁.

主要项目类型的负责人平均年龄如表 1 所示.从表中可以看出,每个类型项目的年龄随着项目申请难度的增加而增加,重点项目和创新群体项目的难度相对较高,杰青和优青的年龄主要是受申报年龄的限制,平均年龄比截止年龄小 3~4 岁.创新研究群体项目由于有 55 岁的年龄限制,越来越呈现群体带头人年轻化趋势.

1.2 资助领域分析

从申请代码角度看,自动化领域申请数量前 10 名的领域如下表 2 所示.可以看出,自动化领域主

要的申请与研究热点包括系统建模、分析与综合,复杂系统,线性与非线性系统,以及具备典型应用背景的图像处理与分析,导航、制导与控制,智能交通系统,故障诊断等领域也是申请与研究的热点领域.近年来,随着人工智能,大数据等研究的兴起,数据挖掘与机器学习,智能与自主控制也是重要的十大研究热点之一.

表 1 主要项目负责人平均年龄

Table 1 Average age of principle investigators

项目类别	平均年龄(岁)
国家杰出青年科学基金	41.10
面上项目	44.10
青年科学基金项目	32.05
优秀青年科学基金项目	35.16
重点项目	50.75
创新研究群体项目	49.45

表 2 申请数量前 10 名的申请代码

Table 2 The top 10 application codes of application areas

申请代码	代码名称	申请数量
F030118	系统建模、分析与综合	2 394
F030203	复杂系统及复杂网络理论与方法	1 930
F030101	线性与非线性系统控制	1 754
F030403	图像分析与理解	1 631
F030301	导航、制导与测控	1 582
F030209	智能交通系统	1 484
F030117	故障诊断与容错控制	1 456
F0301	控制理论与方法	1 261
F030504	数据挖掘与机器学习	1 244
F030116	智能与自主控制	1 156

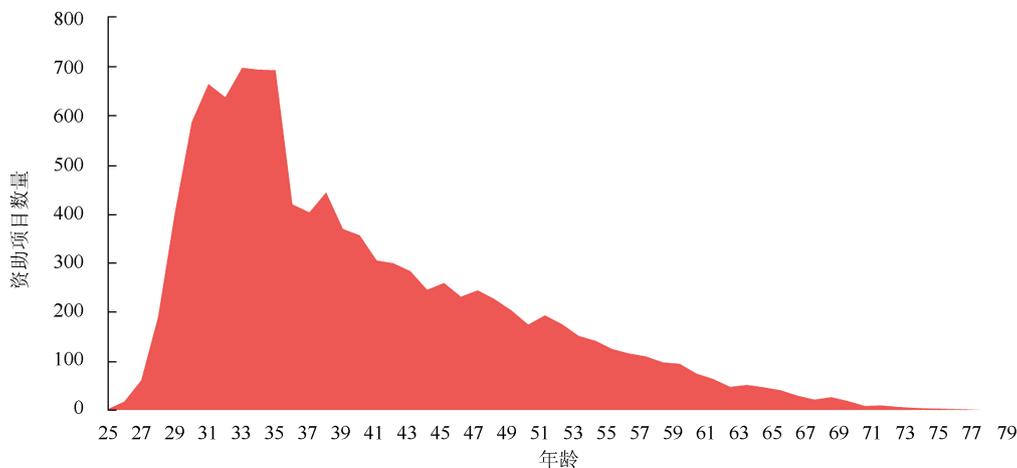


图 1 项目负责人年龄分布图

Fig. 1 The age distribution of principle investigators

三级代码中资助数量前 10 名如表 3 所示, 从表中可以看出自动化 32 年来研究领域理论研究相关项目的资助数量相对比较大, 系统建模、分析与综合, 复杂系统及复杂网络理论与方法, 线性与非线性系统控制等传统的控制理论研究领域占据了前三名. 图像分析与理解、网络化系统分析与控制、控制理论与方法、故障诊断与容错控制、数据挖掘与机器学习、自动化、导航制导与测控也是资助数量较多的研究领域.

表 3 资助数量前 10 名的申请代码

Table 3 The top 10 application codes of granted areas

申请代码	代码名称	资助数量
F030118	系统建模、分析与综合	514
F030203	复杂系统及复杂网络理论与方法	511
F030101	线性与非线性系统控制	475
F030403	图像分析与理解	394
F030103	网络化系统分析与控制	340
F030117	故障诊断与容错控制	336
F030504	数据挖掘与机器学习	310
F030301	导航、制导与测控	293
F030116	智能与自主控制	251
F030114	自适应与学习控制	243

表 4 给出了三级代码中资助率前 10 名的领域, 可以看出自然语言理解、模式识别、人工智能、文字识别等有一定应用研究背景且与人工智能密切相关的项目相对容易获得资助.

表 4 资助率前 10 名的申请代码

Table 4 The top 10 application codes of funding rate

申请代码	代码名称	申请数量	资助率 (%)
F030509	自然语言理解与生成	229	38
F030401	模式识别基础	382	37
F030407	生物分子识别	53	36
F030104	离散事件动态系统控制	274	35
F030501	人工智能基础	207	34
F030405	文字识别	105	34
F030107	随机与不确定系统控制	473	34
F030121	控制系统计算机辅助分析与设计	53	34
F030704	基于脑成像技术的认知功能	151	34
F030111	量子与微纳系统控制	106	32

表 5 给出了三级代码中资助率后 10 名的领域, 学习与记忆过程的信息处理, 智能搜索理论与方法,

多传感器集成系统, 智能交通系统和感知、思维与语言模型等领域的资助率相对较低. 原因在于学科交叉性强, 难点科学问题不易突破.

表 5 资助率后 10 名的申请代码

Table 5 The last 10 application codes of funding rate

申请代码	代码名称	申请数量	资助率 (%)
F030702	学习与记忆过程的信息处理	27	7
F030510	智能搜索理论与算法	89	13
F030308	多传感器集成系统	108	14
F030209	智能交通系统	1 484	15
F030703	感知、思维与语言模型	40	15
F030406	生物特征识别	494	15
F030120	系统仿真与评估	458	16
F030208	管控一体化系统	231	16
F030411	模式识别系统及应用	416	16
F030202	系统工程理论与方法	411	18

1.3 资助单位分析

自动化领域资助前 10 名的单位如下表 6 所示, 可以看出, 教育部控制科学与工程学科评估排名靠前的单位, 如清华大学、北京航空航天大学、上海交通大学、东北大学、浙江大学、哈尔滨工业大学等资助数量相对较多. 近 10 年来前 10 名的单位如表 7 所示, 结合研究背景的单位, 如中国科学院自动化研究所、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、东北大学等学校上升较快, 研究相对比较偏向理论的单位, 如清华大学、上海交通大学等相对位次出现下降. 表中“↑”表示近 10 年的排名相对 30 年来排名上升, “↓”表示位次相对下降.

表 6 1986~2017 年资助数量前 10 名的依托单位

Table 6 The top 10 support units of granted proposals from 1986 to 2017

依托单位	资助数量
清华大学	392
中国科学院自动化研究所	382
北京航空航天大学	363
上海交通大学	316
哈尔滨工业大学	304
浙江大学	296
东北大学	262
东南大学	221
华中科技大学	206
西安交通大学	194

表 7 2008~2017 年资助数量前 10 名的依托单位

Table 7 The top 10 support units of granted proposals from 2008 to 2017

近 10 年资助数量	资助数量	近 10 年相对变化
中国科学院自动化研究所	244	↑
北京航空航天大学	237	↑
哈尔滨工业大学	213	↑
东北大学	195	↑
清华大学	183	↓
上海交通大学	169	↓
东南大学	160	↑
浙江大学	156	↓
北京理工大学	139	↑
中国人民解放军国防科学技术大学	131	↑

2 趋势分析

2.1 项目负责人的平均年龄与职称变化

主要项目类型的项目负责人平均年龄趋势如图 2 所示,可以看出面上项目、重点、优青等平均年龄逐年下降,总体平均年龄从 1986 年的 50.79 岁下降到了 2017 年的 37.14 岁,说明我们整个国家从事基础研究者的中坚力量年轻化.例外的是,青年基金和优秀青年基金的平均年龄却在上升.主要是 2011 年开始,女性研究者青年基金申请年龄由原来的 35 岁放宽到了 40 岁,造成了平均年龄的上升.另外,在一定程度上还跟青年研究者竞争力增强,研究人员增加有一定关系.

从职称变化上看,自然科学基金是青年学者职称晋升的基本条件和重要动力来源.优秀青年基金申请时副高级职称占 20%,结题时全部为正高级职称.青年基金中级职称及以下占比 35.88%,高级职

称占 63.99%,其中正高级 19.13%.面上基金中级职称及以下占比 2.03%,高级职称占 97.93%,其中正高级 75.76%.

2.2 总体申请和资助情况变化

主要项目类型中,除重点项目外,申请数量均在上升,所有项目的资助数量也在逐年上升,同时除杰青和优青等人才类项目外,资助率呈逐年上升趋势,说明国家在基础研究的投入在逐年增加.自动化领域近 20 年来的申请与资助数量趋势如图 3 所示.

近年来,人才项目竞争日趋激烈,我们以优秀青年基金为例,其资助率变化情况如图 4 所示.优秀青年基金设立 6 年来,申请人数增加近一倍,但资助数量没有变化,资助率下降一半,竞争非常激烈,这与国外人才大量引进,国内青年人才培养日益受到重视有关.

另外,我们统计目前信息学部结题的优秀青年基金项目结余经费情况,53 个项目中有 23 个项目结余经费超过 25 万,所有项目平均结余经费 25.26 万元,占总经费的 25.26%,这说明部分特别优秀的青年学者并不一定缺少经费,这与人才项目附加值过高有关,逐渐偏离了人才类项目设立的初衷,值得引起注意.

2.3 研究热点变化

由于部分年度数据缺失,我们统计了 1988~2017 年所有资助项目关键词共现频次,关键词图谱如图 5 所示,其中字越大出现的频率越高,越集中在中间.排名前 10 名的关键词如表 8 所示.从表 8 可以看出,控制系统的稳定性分析是控制理论近 30 年主要研究热点,而非线性系统、复杂网络、鲁棒控制、故障诊断、

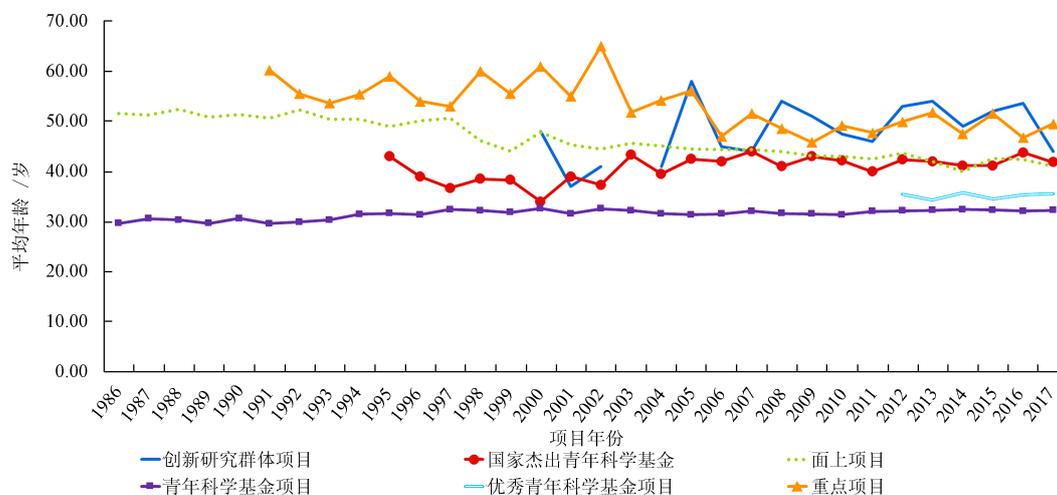


图 2 项目负责人平均年龄趋势图

Fig. 2 The average age trend of principle investigators

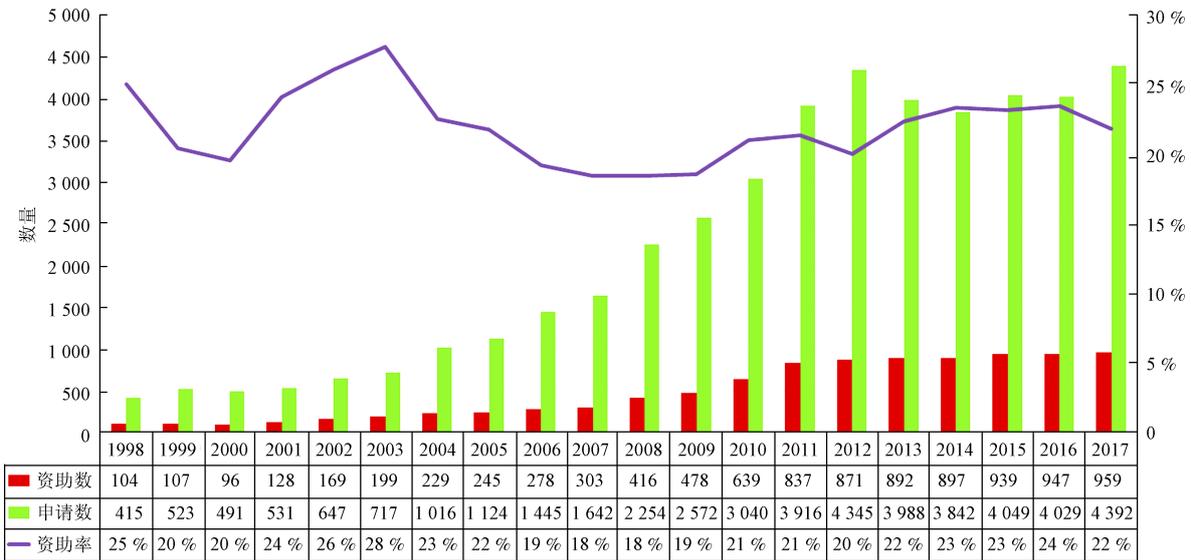


图3 申请数量, 资助数量与资助率趋势图

Fig.3 The trend in number of applications, number of granted proposals and funding rates

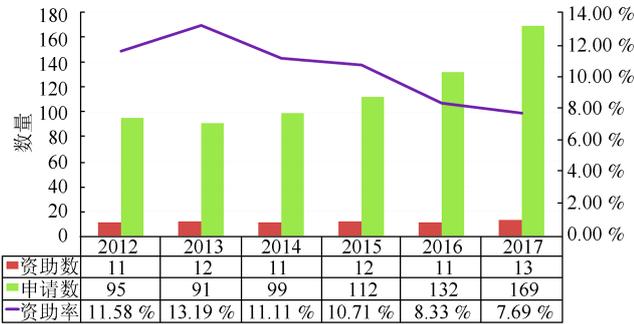


图4 优秀青年基金申请数量, 资助数量与资助率趋势图
Fig.4 The trend in number of applications, number of granted proposals and funding rates of outstanding youth fund

方向出现相对下降的趋势. 表中“↑”表示近5年的排名相对30年来排名上升, “↓”表示相对排名下降, “→”表示相对排名不变.

通过对每一年资助项目的关键词词频的统计, 可以看到每年的研究热点变化情况, 从1989~2017年每个年度最热的关键词如表9所示, 从表中可以看出, 自动化领域的研究热点与人工智能的发展一直息息相关, 从80年代的专家系统, 90年代的神经网络, 00年代的复杂网络, 10年代的复杂网络与深度学习, 都是人工智能发展密切相关.

表8 近30年和近5年排名前10的关键词

Table 8 The top 10 keywords of granted proposals from 1988 to 2017 and from 2013 to 2017

近30年关键词	频次	近5年关键词	频次	相对变化
稳定性	234	稳定性	120	→
非线性系统	220	故障诊断	115	↑
复杂网络	219	复杂网络	114	→
鲁棒控制	214	深度学习	98	↑
故障诊断	207	多智能体系统	95	↑
神经网络	189	协调控制	86	↑
自适应控制	170	鲁棒控制	83	↓
信息融合	152	非线性系统	81	↓
智能控制	142	多目标优化	77	↑
协调控制	141	自适应控制	75	↓



图5 资助项目关键词图谱

Fig.5 Keywords mapping of granted proposals

神经网络与自适应控制紧随其后. 近5年来, 与人工智能、大数据等热点密切相关的深度学习、多智能体系统、协调控制、多目标优化等上升明显, 而鲁棒控制、非线性系统、自适应控制等传统自动化研究

通过对词频变化率的计算和统计, 通过每年关键共现词频的增长率分析和数据的外推, 可以发现, 近5年增长最快的关键词和近10年增长最快的关键词如表10所示, 这基本可以反应最近几年增长速

表 9 1989~2017 年年度关键词

Table 9 The keywords of grants from 1989 to 2017

年份	关键词
1989	专家系统, 非线性系统
1990	专家系统
1991	专家系统, 鲁棒控制, 离散事件动态系统, 神经网络
1992	计算机辅助设计
1993	复杂系统
1994	神经网络
1995	神经网络
1996	人工智能, 神经网络, 非线性系统, 智能控制
1997	神经网络
1998	神经网络, 机器人
1999	鲁棒控制
2000	智能控制, 稳定性
2001	智能控制
2002	数据挖掘
2003	鲁棒控制
2004	非线性系统
2005	稳定性, 非线性系统
2006	鲁棒控制
2007	信息融合
2008	神经网络
2009	复杂网络
2010	复杂网络, 故障诊断
2011	复杂网络, 非线性系统
2012	复杂网络
2013	复杂网络
2014	复杂网络
2015	稳定性
2016	稳定性
2017	深度学习

表 10 近 10 年和近 5 年增加最快的 15 大关键词

Table 10 The top 15 growing rate keywords of grants from 2008 to 2017 and from 2013 to 2017

关键词	近 10 年增加量	关键词	近 5 年增长量
深度学习	37	深度学习	35
多目标优化	21	多目标优化	13
多智能体系统	21	数据驱动建模	11
故障诊断	17	稳定性	9
稳定性	16	镇定	9
协调控制	15	大数据	9
数据驱动建模	13	多层网络	9
容错控制	13	故障检测	8
故障检测	12	多智能体系统	7
复杂网络	12	状态估计	7
状态估计	11	迁移学习	7
特征提取	11	环境感知	7
切换系统	10	一致性控制	7
大数据	9	路径规划	7
多层网络	9	事件触发控制	7

度最快的热点方向, 可以看到有应用需求牵引的关键词增长速度比较快, 部分理论热点领域也有较快的增长. 我们通过观察关键词增长速度的惯性可以预测未来几年在深度学习、多目标优化、数据驱动建模等方面仍将成为主要热点.

3 数据分析结论与建议

30 年的数据分析表明, 我们自动化领域正在蓬勃发展, 研究人员规模、研究成果数量、基金资助数据都在稳步提升. 许多研究人员在自然基金的资助下快速成长, 正在成为自动化研究领域的重要力量, 多人在基金资助下成长为院士. 我们根据以上数据静态和趋势分析结果, 绘制自动化最具代表性的研究人员的数据画像, 如图 6 所示. 图中的年龄为自动化领域资助项目负责人的平均年龄.

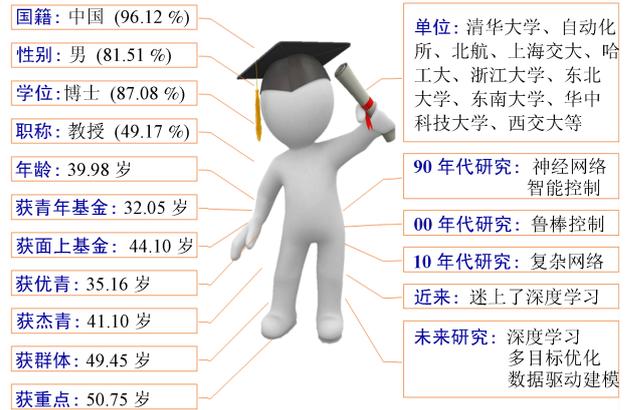


图 6 自动化领域研究者的数据画像

Fig. 6 Data portraits of researchers in the automation field

3.1 主要问题

通过对 30 年来自然科学基金自动化领域数据分析, 我们发现存在以下问题.

1) 项目资助面较窄. 通过统计, 25 879 个申请人中只有 7 462 人拿到了项目, 即只有不到三分之一的申请人拿到了基金, 说明基金的资助面不够. 另外, 从已经资助的项目看, 10 828 个项目由约 7 462 个项目负责人负责, 主持过 5 项及以上基金的有 170 人, 主持过 3 项及以上基金的的有 693 人, 主持过 2 项及以上基金的的有 1 985 人. 主持多个项目的负责人, 平均 3 年拿到一个基金项目, 相对较少的人拿到大多数项目.

2) 项目评价标准单一, 自动化领域的自然科学基金资助项目理论的相对较多, 近年来, 有一定应用背景的项目资助率逐步提高, 但仍不够. 在项目评审中, 数论文现象仍然比较严重. 为进一步修正和引领自动化领域的研究方向, 基金委信息学部修改了原有

申请代码, 并将于 2018 年度正式实施。

3) 原创性、引领性的项目和成果偏少, 研究热点主要跟随世界范围的研究热点和商业炒作热点偏多。

3.2 主要建议

根据以上问题, 我们建议:

1) 适度提高国家自然科学基金的资助率和资助面, 基金项目的一个重要作用就是人才培养, 尤其是培养研究生、青年教师等青年人才。目前, 我国每年招收的研究生近 60 万人, 覆盖广大地区、学校和指导老师, 这就需要有更广泛的学校和教师能有基金项目来支持这些研究生培养和成长。

2) 提高基金项目的精准资助能力, 建立部级限额联动机制, 让基金给更需要基金资助的人。

3) 改进基金项目的评审标准。现在由于各种原因 (比如评审时间短, 评审量大, 客观标准不完备) 使不少老师在基金项目评审时只数论文, 看“所谓”的基础, 疏于其他方面的内容, 实际上不同领域、不同问题其研究条件要求也不同, 另外, 研究问题的意义、研究方案的新意及可行性都很重要。

4) 鼓励创新研究, 特别是原始创新研究。创新是基金最重要的特点, 目前评审时, 专家虽然重视, 但重视还不够, 对具有创新性的项目, 其他方面要宽容些。

5) 转变对杰青、优青等人才项目的观念, 回归人才项目的项目属性。同时, 要随着研究队伍的不断壮大, 提高人才类项目的资助率。

6) 建立严格的结题、成果管理和评估制度。需要建立申请和结题的联动机制, 同时, 把重要成果总结并以合理方式推向社会。

7) 制定更加灵活的基金经费使用政策, 科目设置需要更灵活, 经费使用更加科学。

4 结论

本文针对国家自然科学基金自动化领域 1986~2017 年 32 年的数据进行了分析, 给出主要的研究人员、项目情况, 主要热点, 研究热点变化趋势。主要结论如下: 1) 自动化领域自然科学基金成为研究者重要的研究资金来源, 自动化领域正在蓬勃发展, 研究人员规模、研究成果数量、基金资助数据都在稳步提升。研究队伍正呈现越来越年轻化的趋势; 2) 自动化领域基金资助的相关研究领域能紧跟国际国内前沿, 热点领域中理论研究比重大于应用研究, 近年来, 具有具体研究背景的项目资助比重逐年提高; 3) 本文也给出了自然科学基金申请和资助中出现的部分问题, 并提出了一些笔者的建议, 仅供相关领域的研究人员, 管理人员参考。

5 说明

本文所著论点及内容选编自 2017 年国家自然科学基金委职工论坛主题报告, 所著观点为笔者观点, 仅供参考。

References

- Hu Ze-Wen, Wu Yi-Shan. Landscape of Acta Automatica Sinica and automation domain a visual analysis based on bibliometric indicators. *Acta Automatica Sinica*, 2014, **40**(5): 1016–1023
(胡泽文, 武夷山. 从文献计量学指标看《自动化学报》和自动化研究领域. *自动化学报*, 2014, **40**(5): 1016–1023)
- Lu Hao, Wang Fei-Yue, Liu De-Rong, Zhang Nan, Zhao Xue-Liang. Analytics of latest research progress in automation discipline based on academic knowledge mapping. *Acta Automatica Sinica*, 2014, **40**(5): 994–1015
(陆浩, 王飞跃, 刘德荣, 张楠, 赵学亮. 基于科研知识图谱的近年国内外自动化学科发展综述. *自动化学报*, 2014, **40**(5): 994–1015)
- Zhang Hui, Wang Kun-Feng, Wang Fei-Yue. Advances and perspectives on applications of deep learning in visual object detection. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(8): 1289–1305
(张慧, 王坤峰, 王飞跃. 深度学习在目标视觉检测中的应用进展与展望. *自动化学报*, 2017, **43**(8): 1289–1305)
- Chen Jie, Fang Hao, Xin Bin, Deng Fang. Modeling, optimization and control in ground-based digital weapon systems. *Acta Automatica Sinica*, 2013, **39**(7): 943–962
(陈杰, 方浩, 辛斌, 邓方. 数字化陆用武器系统中的建模、优化与控制. *自动化学报*, 2013, **39**(7): 943–962)
- Wen Cheng-Lin, Lv Fei-Ya, Bo Zhe-Jing, Liu Mei-Qin. A review of data driven-based incipient fault diagnosis. *Acta Automatica Sinica*, 2016, **42**(9): 1285–1299
(文成林, 吕菲亚, 包哲静, 刘妹琴. 基于数据驱动的微小故障诊断方法综述. *自动化学报*, 2016, **42**(9): 1285–1299)
- Sun Bei, Zhang Bin, Yang Chun-Hua, Gui Wei-Hua. Discussion on modeling and optimal control of nonferrous metalurgical purification process. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(6): 880–892
(孙备, 张斌, 阳春华, 桂卫华. 有色冶金净化过程建模与优化控制问题探讨. *自动化学报*, 2017, **43**(6): 880–892)
- Qian Feng, Du Wen-Li, Zhong Wei-Min, Tang Yang. Problems and challenges of smart optimization manufacturing in petrochemical industries. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(6): 893–901
(钱锋, 杜文莉, 钟伟民, 唐漾. 石油和化工行业智能优化制造若干问题及挑战. *自动化学报*, 2017, **43**(6): 893–901)
- Yang Hao, Jiang Bin, Zhou Dng-Hua. Review and perspectives on fault tolerant control for interconnected systems. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(1): 9–19
(杨浩, 姜斌, 周东华. 互联系统容错控制的研究回顾与展望. *自动化学报*, 2017, **43**(1): 9–19)
- He Wei, Ding Shi-Qiang, Sun Chang-Yin. Research progress on modeling and control of flapping-wing air vehicles. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(5): 685–696
(贺威, 丁施强, 孙长银. 扑翼飞行器的建模与控制研究进展. *自动化学报*, 2017, **43**(5): 685–696)
- Xu Yu-Jie, Liao Fu-Cheng, Liu Yan-Xia, Zhang Li. Research summary of preview control theory and its application. *Control Engineering of China*, 2017, **24**(9): 1741–1750
(徐玉洁, 廖福成, 刘艳霞, 张莉. 预见控制理论及其应用的研究综述. *控制工程*, 2017, **24**(9): 1741–1750)

- 11 Li Chao, Wang Cheng-Hong, Song Su, Lu Ren-Quan. Analysis on situation of national natural science foundation of China in automation domain during last decade. *Acta Automatica Sinica*, 2013, **39**(4): 461–468
(李超, 王成红, 宋苏, 鲁仁全. 自动化领域自然科学基金十年情况分析. *自动化学报*, 2013, **39**(4): 461–468)
- 12 Wang Chen, Mao Rui, Wang Cheng-Hong, Chen Yan. Analysis on representative papers of applicant for national natural science fund for distinguished young scholars in automation discipline. *Acta Automatica Sinica*, 2017, **43**(9): 1673–1676
(王晨, 毛锐, 王成红, 陈妍. 自动化学科国家杰出青年科学基金申请人代表性论著期刊影响力分析. *自动化学报*, 2017, **43**(9): 1673–1676)
- 13 Gao Peng-Bin, Ren Zhi-Guang, Wu Wei-Wei. Statistics on the projects of National Natural Science Foundation in innovation field and analysis on the research hotspots. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2017, **31**(2): 184–192
(高鹏斌, 任之光, 吴伟伟. 国家自然科学基金对创新领域的资助项目统计与热点分析. *中国科学基金*, 2017, **31**(2): 184–192)
- 14 Sun Wei, Zhao Shi-Kui, Zhang Yan-Tong. Analysis of Chinese scholars' research on science funding. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2016, **30**(3): 269–274
(孙伟, 赵世奎, 张彦通. 我国自然科学基金选题研究的演变与热点分析. *中国科学基金*, 2016, **30**(3): 269–274)
- 15 Cao Ling, Zhou Guang-Xi, Zhu Zi-Yang. Statistics and hot topics analysis on the literatures of projects in atmospheric science funded by the National Natural Science Foundation. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2011, **25**(4): 209–213
(曹玲, 周广西, 朱紫阳. 国家自然科学基金资助大气科学领域国内论文统计与研究热点分析. *中国科学基金*, 2011, **25**(4): 209–213)
- 16 Li Zhi-Lan, Wang Yi-Xiang. The spatial-temporal characteristics of funding projects of Zhejiang provincial natural science foundation during 1990~2016. *China Basic Science*, 2016, **18**(6): 44–51
(李志兰, 王懿祥. 浙江省自然科学基金 1990~2016 年资助情况时空特征分析. *中国基础科学*, 2016, **18**(6): 44–51)
- 17 Li Zhi-Lan. Analysis of projects supported by NSFC for researchers in Zhejiang Province, 2010–2014. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2015, **29**(4): 296–300
(李志兰. 浙江省 2010–2014 年获国家自然科学基金项目资助情况优势分析及对策建议. *中国科学基金*, 2015, **29**(4): 296–300)



邓方 博士, 北京理工大学副教授, 博导, 2016 年 3 月~2019 年 2 月为国家自然科学基金信息科学部三处人工智能与智能系统流动编制项目主任. 主要研究方向为智能火控, 智能信息处理与智能穿戴式设备. 本文通信作者.

E-mail: dengfang@bit.edu.cn

(DENG Fang Ph.D., associate professor at the School of Automation, Beijing Institute of

Technology. From March 2016 to February 2019, he is a non-permanent program officer in the Department of Information Sciences, NSFC. His research interest covers intelligent fire control, intelligent information processing, and smart wearable devices. Corresponding author of this paper.)



宋苏 博士, 国家自然科学基金委员会信息科学部教授. 主要研究方向为自适应控制, 人工智能和复杂系统理论.

E-mail: songsu@nsfc.gov.cn

(SONG Su Ph.D., professor in the Department of Information Sciences, NSFC. His research interest covers adaptive control, artificial intelligence, and system complexity.)



刘克 博士, 国家自然科学基金委员会信息科学部教授. 主要研究方向为控制理论, 计算机应用.

E-mail: liuke@nsfc.gov.cn

(LIU Ke Ph.D., professor in the Department of Information Sciences, NSFC. His research interest covers control theory and computer application.)



吴国政 博士, 国家自然科学基金委员会信息科学部三处项目主任. 主要研究方向为人工智能.

E-mail: wugz@nsfc.gov.cn

(WU Guo-Zheng Ph.D., program director in the Department of Information Sciences, NSFC. His main research interest is artificial intelligence.)



付俊 博士, 东北大学教授, 博导, 国家青年千人. 2016 年 3 月~2018 年 2 月为国家自然科学基金委员会信息科学部三处流动编制项目主任. 主要研究方向为非凸动态优化与切换控制及其应用.

E-mail: junfu@mail.neu.edu.cn

(FU Jun Ph.D., 1000-youth-talents-plan, full professor in State Key

Laboratory of Synthetical Automation for Process Industries, Northeastern University. From March 2016 to February 2018, he is a non-permanent program director in the Department of Information Sciences, NSFC. His research interest covers nonconvex dynamic optimization, switching control, and their applications.)

professor at the School of Automation, Beijing Institute of