

# 国家自然科学基金人工智能领域数据分析与研究热点变化

谢国<sup>1)</sup> 张奥千<sup>1),2)</sup> 王乐<sup>1),3)</sup> 廖清<sup>1),4)</sup> 张怀文<sup>1),5)</sup> 葛慧林<sup>1),6)</sup> 周志立<sup>1),7)</sup> 王志衡<sup>1)</sup> 吴国政<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(国家自然科学基金委员会信息科学部二处 北京 100083)

<sup>2)</sup>(北京理工大学计算机学院 北京 100081)

<sup>3)</sup>(西安交通大学人工智能学院 西安 710049)

<sup>4)</sup>(哈尔滨工业大学(深圳)计算机学院 广东 深圳 518000)

<sup>5)</sup>(内蒙古大学计算机学院 呼和浩特 010021)

<sup>6)</sup>(江苏科技大学科技处 江苏 镇江 212100)

<sup>7)</sup>(广州大学人工智能学院 广州 510006)

**摘要** 本文对国家自然科学基金2018年~2024年人工智能领域项目申请和资助数据进行了统计分析,结果表明人工智能领域自然科学基金已成为研究者重要的研究资金来源,研究人员规模、研究成果数量都在迅速提升。2024年基金申请量为2018年的2.06倍,基金资助数为2018年的1.46倍,基金资助总金额为2018年的1.55倍。研究队伍呈现出年轻化趋势。通过数据挖掘7年来不同研究热点及其变化,发现人工智能领域的基金资助反映了科学研究热点、具有前瞻性,并显著促进了学术发展。本文研究结果可为广大人工智能及相关领域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,人工智能,研究热点,数据分析,数据画像

中图分类号 TP311

## Data and Research Hotspot Analyses of National Natural Science Foundation of China in Artificial Intelligence Field

Xie Guo<sup>1)</sup> Zhang Ao-Qian<sup>1),2)</sup> Wang Le<sup>1),3)</sup> Liao Qing<sup>1),4)</sup> Zhang Huai-Wen<sup>1),5)</sup> Ge Hui-Lin<sup>1),6)</sup> Zhou Zhi-Li<sup>1),7)</sup> Wang Zhi-Heng<sup>1)</sup> Wu Guo-Zheng<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(Department of Information Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083)

<sup>2)</sup>(Department of Computer Science, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

<sup>3)</sup>(College of Artificial Intelligence, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049)

<sup>4)</sup>(Department of Computer Science, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, Guangdong 518000)

<sup>5)</sup>(Department of Computer Science, Inner Mongolia University, Hohhot 010021)

<sup>6)</sup>(Department of Science and Technology, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, Jiangsu 212100)

<sup>7)</sup>(School of Artificial Intelligence, Guangzhou University, Guangzhou 510006)

**Abstract** This paper statistically analyzes the applications and grants in the field of artificial intelligence(AI) from the National Natural Science Foundation of China (NSFC) from 2018 to 2024, and the results show that the NSFC support has become an important source of research funding for researchers, and the total number of researchers and the number of research findings are increasing rapidly, the number of applications in 2024 is 2.06

谢国, 博士, 项目主任, 主要研究领域为人工智能、信息安全。张奥千, 博士, 助理教授, 主要研究领域为数据治理、数据挖掘。王乐, 博士, 教授, 流动项目主任, 主要研究领域为计算机视觉、模式识别。廖清, 博士, 教授, 流动项目主任, 主要研究领域为数据挖掘、人工智能、信息安全。张怀文, 博士, 教授, 主要研究领域为计算机视觉、模式识别。葛慧林, 博士, 副研究员, 主要研究领域为计算机视觉、模式识别。周志立, 博士, 教授, 主要研究领域为多媒体安全、人工智能安全。王志衡, 博士, 副处长兼项目主任, 主要研究领域为计算机科学、计算机应用。吴国政(通信作者), 博士, 处长兼项目主任, 主要研究领域为人工智能、信息安全。

times higher than that of 2018, the number of grants is 1.46 times higher than that of 2018, and the total amount of grants is 1.55 times higher than that of 2018. The research team shows a trend towards rejuvenation. Data mining of various research hotspots and their changes over the last 7 years shows that research financed by the fund can reflect the hotspots of scientific research, have a leading effect and have significantly contributed to academic development. This paper can serve as a reference for Chinese researchers in the AI field to refer to research interests and other aspects.

**Key words** National Natural Science Foundation of China, Artificial Intelligence field, research hotspots, data analysis, data profile

## 1 引言

2016年11月,国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》明确指出,未来5到10年,是全球新一轮科技革命和产业变革从蓄势待发到来群体迸发的关键时期。信息革命进程持续快速演进,物联网、云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域,信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志<sup>[1]</sup>。

国家自然科学基金委员会(简称自然科学基金委)立足科学前沿,优化学科布局,面向国家社会经济发展中的重大应用需求,2018年设立了人工智能一级学科代码F06,将人工智能学科作为自然科学基金委的重要资助领域。人工智能代码F06下设立10个二级代码,涵盖基础理论:人工智能基础(F0601)、复杂性科学与人工智能理论(F0602)、机器学习(F0603)、知识表示与处理(F0607);关键技术:机器感知与机器视觉(F0604)、模式识别与数据挖掘(F0605)、自然语言处理(F0606)、智能系统与人工智能安全(F0608)、认知与神经科学启发的人工智能(F0609)以及交叉应用:交叉学科中的人工智能问题(F0610)<sup>[2]</sup>。

自然科学基金委自成立以来,在信息科学领域资助了大量研究项目,积累了充足的数据,文献<sup>[3-6]</sup>分析了近年来信息科学部人工智能领域自然科学基金项目申请与资助情况,但以静态分析为主,对动态趋势分析不足。文献<sup>[7-9]</sup>分别分析了自动化、经济地理和临床药理领域的研究热点分析。本文以自然科学基金委设立人工智能一级代码以来项目申请和资助数据为主要对象,通过数据挖掘方法,统计和分析了7年来不同的研究热点及其变化,并通过趋势分析对未来的研究热点进行预测,旨在为广大人工智能领域相关的研究者提供借鉴。

## 2 主要数据分析

本文分析自然科学基金委人工智能领域2018年~2024年的所有项目,申请项目总数为27018项,资助(获批)项目总数为4860项。在研究项目系列中,共资助重大项目18项,重点项目81项,面上项目1893项;在人才项目系列中,共资助科学中心项目1项,创新研究群体项目(创群)3项,国家杰出青年科学基金(杰青)31项,优秀青年科学基金项目(优青)56项,青年科学基金项目(青年)2010项,地区科学基金项目(地区)360项。其余类型344项。对以上数据进行去重分析,人工智能领域资助项目的负责人数为4236人,申请人数为16599人。

### 2.1 年龄与性别分析

人工智能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,即年龄在28岁~45岁之间的研究人员,是我国人工智能领域科学研究的主力军,占总量的82.33%,30岁~35岁是最高峰,占总量的42.11%,资助项目负责人的平均年龄约为37.73岁,获批青年项目的最小年龄为26岁;面上项目的最小年龄为27岁,最大的73岁。

主要项目类型的负责人平均年龄和性别情况如表1所示。可以发现每个类型项目的项目负责人平均年龄随着项目申请难度的增大而增加,创群和重点项目的难度最高,故而平均年龄最大。杰青和优青项目主要是受到申报年龄的限制,平均年龄比允许申报截止年龄小2~4岁。杰青的女性申请者 and 男性申请者年岁相当,但优青的女性申请者平均年龄比男性申请者大2岁,在一定程度上反映了生育和家庭分工对科研的影响。面上项目和地区项目的负责人年龄相对偏高,表明此两类项目是我国科研

人员获取自然科学基金资助的主要渠道。在性别方面,创群、杰青、优青和重点项目中,男性项目负责人占据了很大的比例,均在85%以上。其中3项获批的创群项目的负责人均为男性。面上项目和地区项目中占比在75%左右。而青年项目中,女性项目负责人占据了30%,说明我国的女性科研工作者正在逐渐增多,并积极投入到人工智能领域的科学研究中。

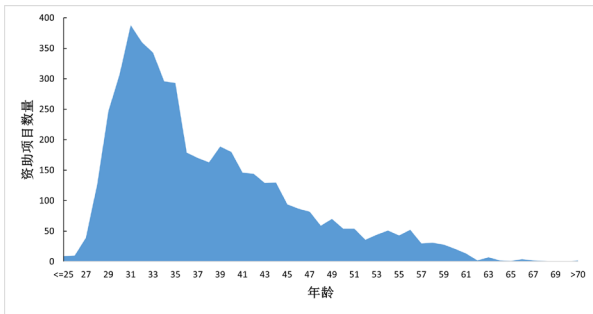


图1 项目负责人年龄分布图

表1 主要项目负责人平均年龄与性别分布

项目类别	平均年龄	男性平均年龄	女性平均年龄	男性占比(%)
创新研究群体项目	51	51	-	100
国家杰出青年科学基金	41.55	41.56	41.5	87.1
优秀青年科学基金项目	35.96	35.74	35.83	89.3
青年科学基金项目	31.75	31.46	32.4	69.3
地区科学基金项目	42.66	42.33	43.69	75.6
重点项目	48.05	48.12	47.67	85.2
面上项目	41.72	41.57	42.24	77.8

## 2.2 资助领域分析

从申请代码的角度来看,人工智能领域各二级代码的申请数量、资助数量以及资助率如表2所示。可以看出,人工智能领域主要的申请与研究热点包括机器感知与机器视觉、交叉学科中的人工智能问题,历年来申请总数均在5000项左右,占申请总量的37.70%,比较热门的领域为机器学习、模式识别与数据挖掘,申请总数在3300项左右。除了综合代码F06人工智能以外,复杂性科学与人工智能理论申请数量最少,原因在于难点科学问题不易突破。从表2中可以看出,在人工智能领域,机器感知与机器视觉相关项目获得的资助数量颇为可观。这一方面是由于其申请数量最多,另一方面也彰显出该学科在人工智能领域的重要地位。交叉学科中的人工智能问题这一方向,同样是申请热门,但它获得资助的数量仅为机器视觉领域的三分之二。从

资助率来看,人工智能基础代码的资助率最高,达20.83%,这充分体现了自然科学基金委对人工智能基础研究的高度重视。资助率排名第2的是机器感知与机器视觉,排名第3的是认知与神经科学启发的人工智能,这反映出近年来以类脑科学、脑机接口等为代表的类脑智能发展势头强劲。

## 2.3 资助地域分析

人工智能领域资助前10名的地区如表3所示,经济发达地区和高校密集地区,在资助数量上相对占据优势,其中,北京表现突出,以956个项目的资助数排在首位,是排名第2的江苏的2倍,是排名第5的上海的4倍。广东省和陕西省分列第3名和第5名。近3年来前10名的地区如表4所示,在这3年期间,排名前四的地区保持稳定,未发生变动。不过浙江省和上海市名次出现了对调情况,浙江省仅以多资助1个项目的微弱优势,成功进入前5名。天津市则成为榜单的第10名。表中“↑”表示近3年的排名相对成立以来排名上升,“↓”表示排名相对下降。

## 2.4 资助单位分析

人工智能领域资助前10名的依托单位如表5所示。不难发现,在人工智能领域学科评估排名靠前的单位,如清华大学、西安电子科技大学、哈尔滨工业大学、浙江大学、南京大学等,所获得的资助项目数量相对较多。其中,中国科学院自动化研究所(自动化所)成绩斐然,共获得161个项目资助,排名榜首,是第2名清华大学的1.2倍,是排名第5的大连理工大学的2倍。西安电子科技大学和哈尔滨工业大学分列3、4名。近3年来前10名的单位如表6所示,在这3年期间,自动化所和清华大学持续稳居前2名,排名第3至第8的单位发生了较为显著的变化,这一现象充分体现出各单位对人工智能领域研究的重视程度在不断提升,竞争也愈发激烈。其中哈尔滨工业大学和西安电子科技大学的名次进行了交换,分列3、4名,浙江大学成功入围第5名,四川大学和北京大学则进入前10名。

## 3 趋势分析

下面分别对项目负责人的年龄、职称的变化,总体申请和资助的变化情况,研究热点的变化方向进行具体的分析。

表 2 各二级代码申请数量、资助数量与资助率

申请代码	代码名称	申请数量	资助数量	资助率(%)
F06	人工智能	234	36	15.38
F0601	人工智能基础	2276	474	20.83
F0602	复杂性科学与人工智能理论	558	107	19.18
F0603	机器学习	3300	625	18.94
F0604	机器感知与机器视觉	5300	1015	19.15
F0605	模式识别与数据挖掘	3288	609	18.52
F0606	自然语言处理	2250	462	20.53
F0607	知识表示与处理	1154	178	15.42
F0608	智能系统与人工智能安全	2090	338	16.17
F0609	认知与神经科学启发的人工智能	1682	336	19.98
F0610	交叉学科中的人工智能问题	4886	680	13.92

表 3 2018~2024 年资助数量前 10 名的地区

地区	资助数量
北京	956
江苏	487
广东	472
陕西	357
上海	251
浙江	227
四川	192
安徽	191
湖北	169
湖南	169

表 4 2022~2024 年资助数量前 10 名的地区

地区	资助数量	近 3 年相对变化
北京	482	—
江苏	220	—
广东	217	—
陕西	158	—
浙江	128	↑
上海	127	↓
四川	102	—
安徽	90	—
湖南	83	—
天津	79	↑

表 5 2018~2024 年资助数量前 10 名的依托单位

依托单位	资助数量
中国科学院自动化研究所	161
清华大学	131
西安电子科技大学	116
哈尔滨工业大学	102
大连理工大学	77
天津大学	76
浙江大学	76
南京大学	72
电子科技大学	72
中国人民解放军国防科技大学	72

表 6 2022~2024 年资助数量前 10 名的依托单位

依托单位	资助数量	近 3 年相对变化
中国科学院自动化研究所	79	—
清华大学	70	—
哈尔滨工业大学	65	↑
西安电子科技大学	50	↓
浙江大学	46	↑
四川大学	43	↑
南京大学	40	↑
天津大学	38	↓
北京大学	37	↑
中国人民解放军国防科技大学	37	↓

### 3.1 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, 可知重点项目负责人的平均年龄呈下降趋势, 优青、面上、青年项目负责人平均年龄保持稳定, 反映出我国人工智能领域研究骨干力量趋于年轻化。但杰青和地区项目负责人平均年龄上升, 这源于研究者竞争力增强以及研究人员增多导致竞争加剧。创群项目因资助数少, 平均年龄波动大。

图 3 展示了优青、青年、地区、面上项目申请与结题时的职称情况。从职称变化的情况来看, 自然科学基金是青年学者职称晋升的关键因素, 在多数高校甚至是核心条件。青年项目申请时高级职称占比 19.4%, 结题时 10% 的申请者成功晋升。地区项目晋升比例与青年项目相近。面上项目申请时高级职称占比 94.6%, 结题时增至 96.4%, 表明其是大多数研究者获取自然科学基金的主要来源。

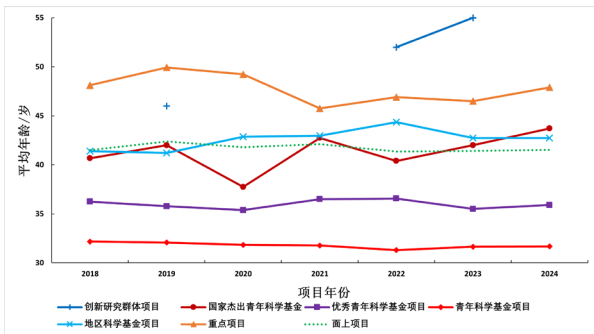


图 2 项目负责人平均年龄趋势图

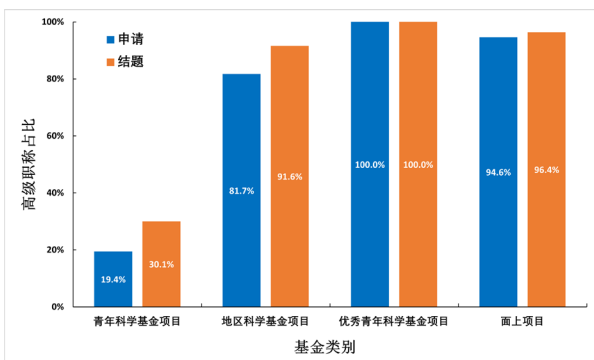


图 3 青年项目、地区项目、面上项目和优青项目申请与结题时的职称情况

### 3.2 总体申请和资助情况变化

在主要项目类型中, 除重点项目受指南数量影

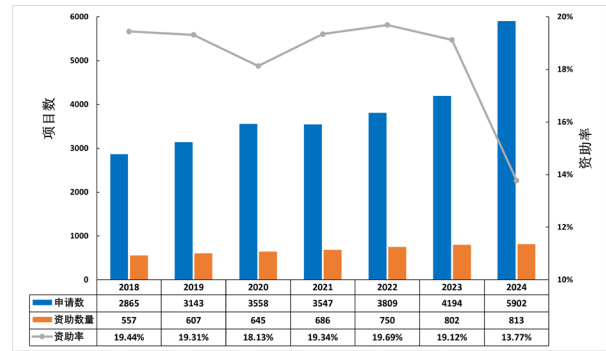


图 4 申请数量、资助数量与资助率趋势图

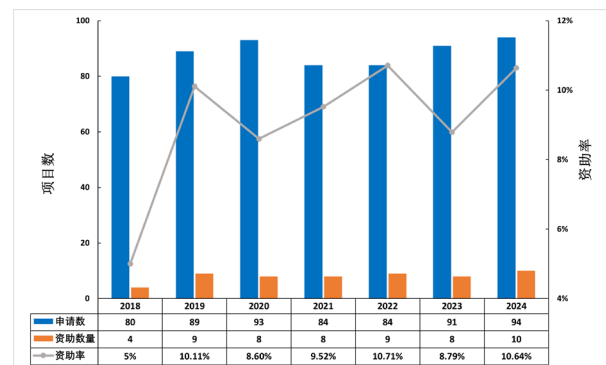


图 5 优秀青年科学基金项目申请数量、资助数量与资助率趋势图

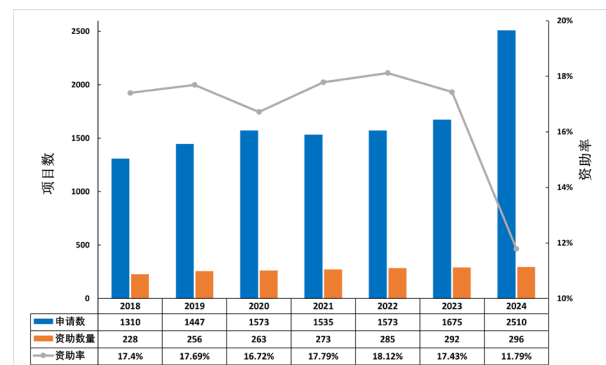


图 6 面上项目申请数量、资助数量与资助率趋势图

响外, 其余项目申请数量均呈上升态势, 且所有项目的资助数量逐年递增。在资助率方面, 除杰青、优青等人才类项目外, 2022 年前呈曲折上升趋势, 这表明国家对基础研究的投入不断增加。自 2023 年起, 基金委实施了一系列资助政策改革, 如扩大资助覆盖范围、强化对杰青的持续资助、设立体现未来研究趋势的专项项目、取消面上项目申请限制等。这些改革旨在优中选优, 加剧了竞争, 导致 2023 年和 2024 年资助率整体下降。人工智能领域自设立以来的申请与资助数量趋势见图 4。

近年来，人才项目竞争日益激烈，我们以优青项目为例，其资助率变化情况如图 5 所示。优秀青年科学基金项目申请人数增加 17.5%，资助数量也在缓步提升，资助率相对较为稳定。体现了我国对人工智能领域优秀青年人才的重视。

在研究类项目中，我们以面上项目为例，其资助率变化情况如图 6 所示。2024 年基金委取消了面上项目等“申二休一”的限制，即如果同一个项目负责人连续两年申请没有获批，不再需要停止申请一年，以鼓励广大科研人员排除掉额外干扰，专注于进行高水平科研。这使得申请数量急剧增长，在资助数量相对不变甚至有所增长的情况下，资助率下降较快。

另一方面，我们统计了 2018 年以来主要项目类型资助金额占全年总资助金额（专项项目和重大项目等不同年份差别较大的项目除外）的占比，如图 7 所示。因杰青项目实施持续资助政策、重点项目是研究趋势和热点方向、面上项目是科研人员获取自然科学基金资助的主要途径，这三类项目的资助金额占比逐年上升。而青年项目、地区项目因单项资助金额较少，优青项目数量相对稳定，随着其他项目占比增加，它们的资助金额占比有所下降。

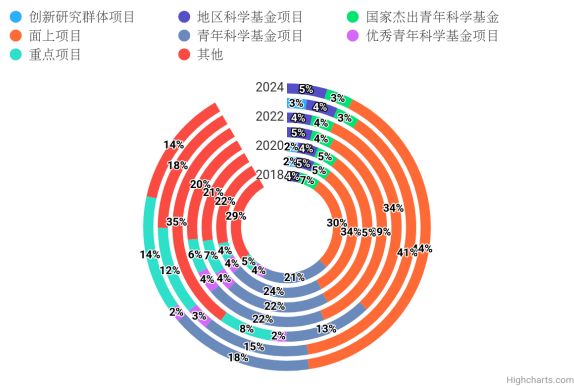


图 7 各主要项目资助金额占比情况



图 8 资助项目关键词图谱

### 3.3 研究热点变化

#### 3.3.1 关键词情况概述

我们还统计了 2018 ~ 2024 年所有资助项目关键词的出现频次，关键词图谱如图 8 所示，图谱中字体越大，表明该关键词出现频率越高，且越集中在图谱中间位置。排名前 10 的关键词详见表 7。从统计结果来看，深度学习和人工智能始终是人工智能领域的主要研究热点，多模态、机器学习、神经网络、知识图谱与目标检测等热点也紧跟其后。近 3 年来，排名前 6 的研究热点保持相对稳定。2022 年 GPT-3.5 模型问世后<sup>[10]</sup>，大模型作为研究课题迅速受到研究者的关注，在近 3 年的关键词热度排名中位列第 7。与此同时，随着大模型能力不断提升，医疗诊断这一重要应用领域也逐渐崭露头角，成为近 3 年热度排名第 8 的关键词。相比之下，聚类、目标检测等传统应用方向的热度则呈现出相对下降的趋势。

表 7 成立以来和近 3 年排名前 10 的关键词

成立来关键词	频次	近 3 年关键词	频次	相对变化
深度学习	7725	人工智能	4549	↑
人工智能	6308	深度学习	4138	↓
多模态	4308	多模态	3852	—
机器学习	3290	机器学习	2022	—
神经网络	2565	神经网络	1702	—
知识图谱	2402	知识图谱	1452	—
目标检测	2178	大模型	1306	↑
聚类	1940	诊断	1300	↑
模型	1809	聚类	1226	↓
分类	1678	目标检测	1206	↓

#### 3.3.2 关键词变迁

**年度关键词** 通过对每年资助项目的关键词词频进行统计，我们得以清晰洞察每年研究热点的变化情况。2018 ~ 2024 年每个年度各二级代码中最热的关键词详见表 8。从该表数据能够发现，人工智能领域的研究热点历经了显著变迁。最初聚焦于任务导向型的目标跟踪，而后过渡到基础理论与应用并重的深度学习，如今又发展到多模态方向。这一演变过程充分体现出人工智能领域在模型构建能力方面正逐步提升，不断适应新的需求与挑战，向着更高水平迈进。

**关键词增加趋势** 此外，我们计算并统计了关键词

表 8 2018 ~ 2024 年各二级代码年度关键词

二级代码	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
F06			深度学习	深度学习	多模态	深度学习	多模态
F0601	多目标优化	神经网络	神经网络	算法	神经网络	优化	神经网络
F0602	卷积神经网络	深度学习	精准智能	同步	复杂网络	复杂网络	复杂网络
F0603	目标跟踪	深度学习	图	深度学习	机器学习	机器学习	大模型
F0604	情感分析	情感分析	检测	深度学习	深度学习	深度学习	多模态
F0605	知识推理	知识图谱	深度学习	分类	聚类	聚类	多模态
F0606	进化算法	深度学习	模型	情感分析	机器翻译	多模态	大语言模型
F0607	深度学习	脑机接口	知识图谱	知识图谱	知识图谱	知识图谱	知识图谱
F0608			神经网络	多智能体系统	算法	联邦学习	大模型
F0609			脑机接口	脑机接口	脑机接口	脑机接口	脑机接口
F0610			人工智能	人工智能	人工智能	人工智能	人工智能
整体	目标跟踪	深度学习	深度学习	深度学习	人工智能	深度学习	多模态

表 9 近 5 年和近 3 年增加最快的 10 大关键词

关键词	近 5 年相对增加	关键词	近 3 年相对增加
人工智能	5.38	多模态	4.23
多模态	3.58	人工智能	2.70
机器学习	2.41	大模型	1.72
模型	1.66	诊断	1.44
优化	1.22	数据	1.34
大模型	1.20	图像	1.27
图像	1.16	大语言模型	0.90
数据挖掘	1.10	融合	0.79
深度学习	0.99	优化	0.76
决策	0.99	神经网络	0.62

词频占比的变化率，即近 5 年某关键词在所有关键词中的数量占比与此前时段的差值，得到近 5 年和近 3 年增长最快的关键词（见表 9），这些数据大致呈现出近年来增速最快的热点方向。随着模型能力提升以及科研人员对民生需求的挖掘，多模态成为近 3 年增速最快的研究方向。同时，大模型、大语言模型等重要基座模型，诊断这一重要应用方向，数据、图像等关键要素，以及融合、优化等核心技术，热度也在快速上升。基于关键词增速的趋势，我们推测未来几年多模态大模型、医疗诊断、知识融合与优化等仍将是主要热点。

**科研领域与项目资助的相对情况** 为深入洞察国内外人工智能领域的研究热点与发展趋势，进而为

基金项目布局提供有力支撑，我们对 2018 年之后的相关资料展开了详细分析。具体涵盖了来自\*的 505, 148 篇学术论文，以及人工智能代码下的 4860 个资助项目的关键词。从科研领域和项目领域热度排名前 20 的关键词中，我们分别选取了 5 个具有代表性的关键词，并据此构建了关键词频次趋势图，分别为图 9 与图 10。经分析发现，深度学习方向始终保持强劲热度，不仅长盛不衰，且呈持续增长态势。同时，语言建模、医学图像分析相关的学术论文数量也在逐渐增多。在基金项目方面，基金委持续加大对多模态与脑机接口方向的布局力度，有力推动了相关技术的发展。

此外，我们还提取了 2018 ~ 2024 年学术领域与项目领域每年热度排名前 100 的关键词，构建了相似度热点图 11。在计算学术领域关键词分布与项目领域关键词分布的相似度时，为实现英文关键词和中文关键词的精准匹配，我们运用了跨语言的预训练模型<sup>[11]</sup>。随后，将所有关键词转换为向量，对相似关键词对的频次进行累加，进而计算出两个向量分布的余弦相似度。通过对图 11 的分析，充分体现了基金委资助的前瞻性。2020 ~ 2022 年资助领域关键词与 2023 ~ 2024 年学术领域关键词的相似度较高，最高可达 0.64；2023 年资助领域关键词与 2024 年度学术领域关键词的相似度为 0.6。依此类推，2024 年度项目领域关键词极有可能与 2025 年乃至之后的学术领域关键词具有更高的相似度。这表明基金委在一定程度上实现了超前资助，精准预测了学术领域的发展方向。

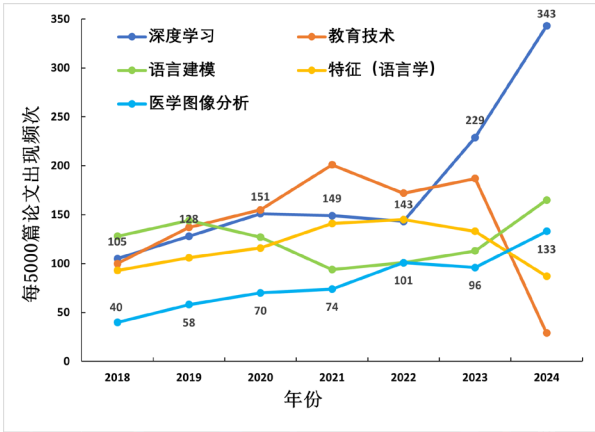


图 9 学术论文关键词频次趋势

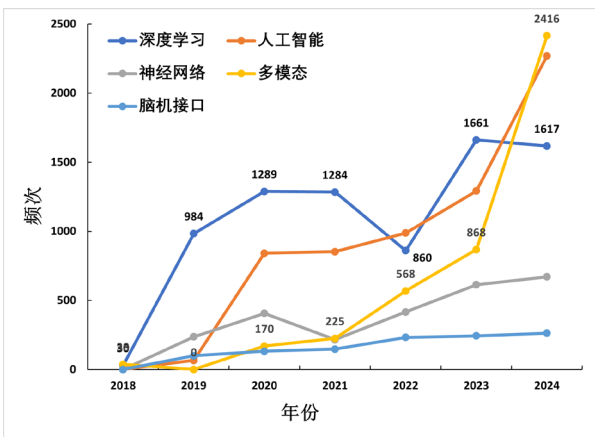


图 10 资助项目关键词频次趋势

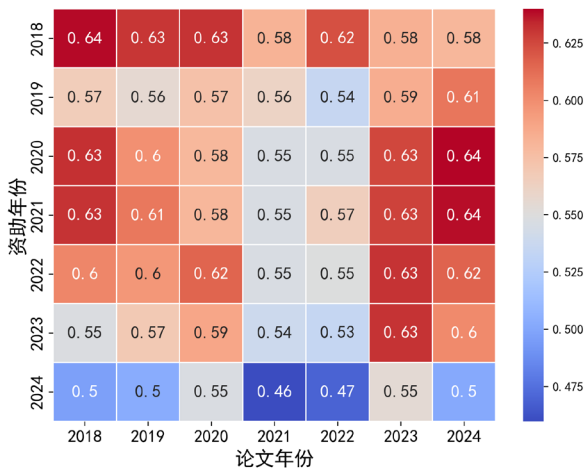


图 11 学术与资助领域关键词相似度

### 3.3.3 专项项目

近年来，人工智能领域新型技术层出不穷，基金委积极应变，先后设立了多项专项项目。这一举措充分展现了自然科学基金在引领学术前沿的重

要作用，有力地推动和支撑了人工智能、元宇宙、数据领域相关技术的发展。

**人工智能专项** 2023 年 12 月，信息科学部二处开展了“生成式人工智能”专项相关工作。旨在探索大模型的智能涌现机制并提高其处理复杂任务的能力，努力解决生成内容中存在的可信安全问题，探索大模型的知识融合和创新性应用，增强用户体验并推动新技术的发展。该专项包含“生成式模型的智能涌现机理研究”等 6 个研究方向，共收到 311 项申请，资助 6 项，资助率 1.93%，资助强度为 50 万元/项，资助期限为 1 年。

2024 年 11 月，开展了“数据科学与人工智能前沿探索”专项相关工作。旨在聚焦数据层面的新理论、技术层面的新突破和应用层面的安全稳定，重点研究人工智能的数据科学基础理论、生成式人工智能颠覆性技术以及可靠可控的人工智能治理与安全框架，为提高我国人工智能基础研究水平提供重要科技支撑。该专项包含“人工智能的数据科学基础”、“生成式人工智能颠覆性技术”和“人工智能治理与安全”3 个方向 12 个指南内容，共收到 193 项申请，共资助 15 项，资助率 7.77%，资助强度为 229-236 万元/项，资助期限为 2 年。

**元宇宙专项** 2023 年 12 月，信息科学部二处开展了“元宇宙理论与技术基础研究”专项相关工作。旨在探索新的科研范式及相关理论和技术，努力在数据管理分发、智能感知交互、协同分析方法、建模理论方法等方面寻求原创性突破，为元宇宙产业发展提供基础理论和关键技术支撑。该专项包含“元宇宙中复杂数据管理、分发与传输方法研究”等 6 个研究方向，共收到 144 项申请，资助 6 项，资助率 4.17%，资助强度为 50 万元/项，资助期限为 1 年。

2024 年 10 月，开展了“元宇宙理论与技术基础研究（第 II 期）”专项相关工作。旨在聚焦元宇宙学术前沿方向，探索新型科研范式及其相关创新理论、技术，在数据高效处理、沉浸感知仿真、不确定性量化、三维生成呈现、具身行为交互、工业元宇宙应用等方向取得原创性突破，为元宇宙产业发展提供基础理论和关键技术支撑。该专项包含“元宇宙中复杂数据处理与高效计算方法”等 7 个研究方向，共收到 193 项申请，共资助 11 项，资助率 5.70%，资助强度为 50 万元/项，资助期限为



1年。

**数据市场专项** 2024年10月，管理科学部与信息科学部二处开展了“数据市场制度设计与关键技术”专项相关工作。旨在充分认识和把握数据市场化配置的发展规律，创新数据市场及其市场规制理论与方法，创新数据市场可信安全流通的关键技术。该专项包含“数据产权登记合规性验证与风险管控技术”等13个研究方向，其中信息科学部共收到68项申请，共资助6项，资助率8.82%，资助强度为190-250万元/项，资助期限为3年。

## 4 问题与建议

以上数据统计与分析表明，我们人工智能领域正在迅猛发展，研究人员规模、研究成果数量都在迅速提升。从项目申请的角度来看，2024年的基金申请数量为2018年的2.06倍、基金资助数为2018年的1.46倍、基金资助总金额为2018年的1.55倍。在自然科学基金的有力资助下，众多研究人员得以快速成长，逐步成为人工智能领域的中坚力量。基于上述数据的静态与动态分析结果，我们绘制了人工智能领域最具代表性研究人员的数据画像，具体如图12所示。需说明的是，图中的年龄指的是资助项目负责人的平均年龄。这一数据画像有助于我们从人员维度更深入地了解人工智能领域的研究状况，为后续的研究规划和基金项目布局提供更具针对性的参考。


国籍	中国 (99.62%)	性别	男 (74.11%)	
年龄	37.33岁	职称	高级职称 (59.97%)	
工作单位	自动化所、清华、哈工大、西安电子科大、浙江大学、四川大学、南京大学、天津大学、北京大学、国防科大等	所获基金	1. 获青年项目：31.75岁 2. 获优青：35.96岁 3. 获杰青：41.55岁 4. 获面上项目：41.72岁 5. 获重点：48.05岁 6. 获创群：51.00岁	
研究方向	1. 10年代研究：深度学习、目标跟踪、目标检测、聚类、知识图谱 2. 近来研究：人工智能、深度学习、多模态、机器学习、神经网络 3. 未来研究：多模态、大模型、大语言模型、类脑模型、脑机接口			

图12 人工智能领域研究者的数据画像

### 4.1 主要问题

通过对自成立以来自然基金人工智能领域数据分析，我们发现存在以下问题：

(1) 项目资助面尚待拓宽。经过统计分析，在16599个申请人中，仅有4236人获得了项目资助，获批比例约为四分之一，这表明基金的资助面尚待拓

宽。从已获资助的项目情况来看，4860个项目由约4236个项目负责人承担。其中，主持过3项以上项目的有56人，主持过2项以上项目的有556人。主持多个项目的负责人，平均3~4年就能获得一个基金项目，这意味着相对较少的人获取了大多数的项目资源，反映出项目资助在人员分配上存在一定的不均衡性。

(2) 项目资助方向不均衡。在之前的分析中可以看出，人工智能领域项目资助方向差别较大。机器感知与机器视觉这一方向最为火热，申请数量是复杂性科学与人工智能理论的6倍，资助数量是其10倍。交叉学科中的人工智能问题由于涉及方面较广，申请量同样高居不下。

(3) 原创性、引领性的项目和成果偏少。欧美国家，尤其是美国在人工智能领域有着先发优势。在大模型领域，尤其是通用大模型领域，国内与世界先进水平仍有较大差距。仍然在追逐世界范围内的研究热点，而并没有足够分量的原创性成果。

### 4.2 主要建议

根据以上问题，我们建议：

(1) 进一步提高自然科学基金的资助率和资助面。我们应该重视基金项目对于人才培养的重要作用，尤其是培养研究生、青年教师等青年人才。近三年来，我国每年招收的研究生人数超过120万人，增长率在5%左右。根据教育部的统计信息，普通高校专任教师中，40岁以下青年教师占比达到54.99%，人数上已然占据了高校专任教师的半壁江山。这些青年人才亟需基金项目来支持研究项目的开展和自身的成长。

(2) 进一步优化代码布局。基金申请代码与研究方向应该体现当前人工智能领域国内外研究热点和发展趋势，更有效推动相关领域的基础理论研究、关键技术突破与行业应用示范；同时，对于代码的内容整合更便于遴选同行专家进行项目评审，以期更好地甄别申请项目优劣。

(3) 鼓励创新研究，特别是颠覆性的创新研究。在当前的项目评审体系中，尽管评审专家已对创新给予了一定程度的关注，但仍存在提升空间。对于那些具备创新性，尤其是有望产生颠覆性成果的科研项目，在评审过程中不妨在其他条件上适度放宽要

求。这不仅有助于激发科研人员的创新热情，投身于高风险、高回报的创新研究中，更能为人工智能等前沿领域开辟全新的发展路径，推动整个科学研究迈向更高的层次，实现从量变到质变的突破。

(4) 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。随着研究队伍的持续壮大，人才类项目的资助率也应进一步提高。这不仅能够吸引更多优秀人才投身科研事业，也有利于在人工智能等领域培育更多的科研中坚力量，为学科的长远发展注入源源不断的动力。通过合理调整人才项目的资助策略，能够更好地发挥人才项目在选拔和培养优秀科研人才方面的作用，促进科研人才梯队的优化和完善，进而推动整个科研生态的良性发展。

## 5 结论

本文针对国家自然科学基金委员会人工智能一级代码自成立来，即 2018 ~ 2024 年的数据进行了分析，给出了主要的研究人员、项目整体情况和趋势分析，以及研究热点的变化趋势。主要结论如下 1) 自然科学基金成为人工智能领域研究者们重要的研究资金来源，人工智能领域正在迅猛发展，研究人员规模、研究成果数量、基金资助数据都在迅速提升。很多研究人员在资助下快速成长，成为人工智能领域的中坚力量。研究队伍呈现出年轻化的趋势。2) 人工智能领域基金资助的相关研究能够紧跟国际前沿，在某些热点领域如脑机接口能够前瞻性布局。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，并提出了一些建议，仅供相关领域的研究人员，管理人员参考。

## 参考文献

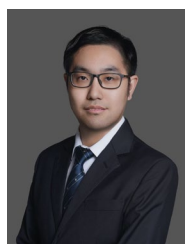
- [1] State Council on the issuance of the "13th Five-Year Plan" national strategic emerging industries development plan notice. [https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content\\_5150090.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm)(in Chinese)  
国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知, [https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content\\_5150090.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm)
- [2] National Natural Science Fund Guide to Programs 2024. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab1501/>(in Chinese)  
国家自然科学基金委 2024 年度项目指南, <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab1501/>
- [3] Xie Guo, Wang Zengmao, Wang Zhiheng, et al. Application and Funding for Talents of National Natural Science Foundation of Artificial Intelligence Discipline from 2018-2023. *Sci Sin Inform*, 2024, 54(11): 2689-2708 (in Chinese)  
(谢国, 王增茂, 王志衡, 等. 2018-2023 年度NSFC人工智能学科人才项目申请及资助综述. *中国科学: 信息科学*, 2024, 54(11): 2689-2708)
- [4] Xie Guo, Wang Le, Song Heping, et al. Overview of NSFC Project Application and Funding Status of Artificial Intelligence Field(F06) in 2023. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2024,37(2):95-105.(in Chinese)  
(谢国, 王乐, 宋和平, 等. 2023 年度人工智能领域国家自然科学基金项目申请与资助情况综述. *模式识别与智能系统*, 2024, 37(2):95-105.)
- [5] Wu Guozheng, Xiao Bin, Zhao Ruizhen, et al. The NSFC funding situations and disciplinary development prospects of artificial intelligence in 2021. *Transactions on Intelligent Systems*, 2021, 6(6):1166-1171.(in Chinese)  
(吴国政, 肖斌, 赵瑞珍, 等. 2021 年度NSFC人工智能学科基金项目申请资助情况及学科发展展望. *智能系统学报*, 2021, 16(6): 1166-1171.)
- [6] Wu Guozheng, Wu Yunkai, Zhang Zhaotian, et al. Review on the Applications and Grants of National Natural Science Foundation on Artificial Intelligence and Its Prospects. *Acta Automatica Sinica*, 2020, 46(12): 2711-2718.(in Chinese)  
(吴国政, 吴云凯, 张兆田, 等. 浅析人工智能学科基金项目申请资助情况及展望. *自动化学报*, 2020, 46(12):2711-2718.)
- [7] Deng Fang, Song Su, Liu Ke, et al. Data and Research Hotspot Analyses of National Natural Science Foundation of China in Automation Field . *Acta Automatica Sinica*, 2018, 44(2): 377-384. (in Chinese)  
(邓方, 宋苏, 刘克, 等. 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.)
- [8] Xiong Juhua, Gao Yang, Liu Jian, et al. Funding Supporting Trajectory and Discipline Development of Economic Geography Field Based on the National Natural Science Foundation of China after 2000 . *Economic geography*, 2024, 44(1): 14-21 (in Chinese)  
(熊巨华, 高阳, 刘鉴, 等. 2000 年来“经济地理”领域国家自然科学基金资助脉络与学科发展展望. *经济地理*, 2024, 44(1):14-21.
- [9] Guo Miao, Wang Yuanyuan, Wang Yongqing, et al. Funding overview and hotspots analysis of clinical pharmacology projects funded by National Natural Science Foundation of China from 2016 to 2022 .*Chinese Journal of Hospital Pharmacy*, 2024, 44(23):2687-2692 (in Chinese)  
(郭苗, 王源园, 王永庆, 等. 2016 - 2022 年国家自然科学基金临床药理方向项目资助情况及研究热点分析. *中国医院药学杂志*, 2024, 44(23): 2687-2692.)
- [10] Introducing ChatGPT, <https://openai.com/index/chatgpt/>

- [11] Nils Reimers, Iryna Gurevych. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks//Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language

Processing. Hong Kong, China, 2019: 3980-3990.



Xie Guo, Ph.D. He is a Program Director of Data Science and Big Data Computing, Division II, Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include artificial intelligence and information security.



Zhang Aoqian, Ph.D., assistant professor. He is currently on loan to Division II in the Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include data quality and data mining.



Wang Le, Ph.D., professor. He is currently a non-permanent Program Director in the Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include computer vision and pattern recognition.



Liao Qing, born in 1988, Ph.D., professor. She is currently a non-permanent Program Director in the Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. Her research interests include data mining, artificial intelligence and information security.



Zhang Huaiwen, born in 1994, Ph.D., professor. He is currently on loan to Division II in the Department of Information Sciences, National Natural

Science Foundation of China. His research interests include computer vision and pattern recognition.



Ge Huilin, Ph.D., associate professor. He is currently on loan to Division II in the Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include computer vision and pattern recognition.



Zhou ZhiLi, Ph.D., professor. He is currently on loan to Division II in the Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include multimedia security and artificial intelligence security.



Wang Zhiheng, Ph.D. He is the Deputy Director of Division II and Program Director of Computer Hardware and Software, Division II, Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include computer science and computer application.



Wu Guozheng, Ph.D. He is the Director of Division II and Program Director of Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China. His research interests include artificial intelligence and information security.

### Background

In November 2016, the State Council issued the “Thirteenth Five-Year Plan” for the Development of National Strategic Emerging Industries, which clearly pointed out that

the next 5 to 10 years will be a critical period in which a new round of global scientific and technological revolutions and industrial transformations will break out from the momentum of construction to the bursting of groups. The process of information revolution is developing rapidly, the Internet of Things, cloud computing, big data, artificial intelligence and other technologies have penetrated into all areas of economy and society, and the prosperity of information economy has become an important symbol of national strength.

In 2018, the National Natural Science Foundation of China (NSFC) established the Artificial Intelligence (AI) Level 1 Code F06 and made the discipline of artificial intelligence an important funding area of NSFC by adhering to the frontiers of science, optimizing the construction of disciplines and considering the key application needs of the country's socioeconomic development.

Ten secondary codes are established under AI code F06. Among them, the aspect of basic theories: Foundations of Artificial Intelligence (F0601), Complexity Science and Theory

of Artificial Intelligence (F0602), Machine Learning (F0603), Knowledge Representation and Processing (F0607); In key technologies: machine perception and machine vision (F0604), pattern recognition and data mining (F0605), natural language processing (F0606), intelligent systems and AI safety (F0608), cognitive and neuroscience-inspired AI (F0609) and in interdisciplinary applications: AI topics in interdisciplinary fields (F0610).

Since its inception, the NSFC has funded a large number of research projects in the field of information science and collected sufficient data. In this paper, we review the project applications and funding data since the NSFC established the first artificial intelligence discipline code as the main object, statistically and analytically analyze various research focuses and their changes in the past 7 years using data mining methods, and predict the future research focuses through trend analysis to serve as a reference for most researchers in the field of artificial intelligence.