

2019年12月

中国人工智能研发财政支出： 初步研究成果

CSET议题摘要（中文翻译）



作者
Ashwin Acharya
Zachary Arnold

报告概要

中国计划在2030年成为“世界主要人工智能创新中心”。¹为此，中国政府投入巨资开展人工智能研发。本文基于公开数据，对中国在此方面的支出作出了初步评估。

我们估计（此估计置信度为中下）：**2018年中国在人工智能研发上的财政投资约数十亿美元**。我们还估计（此估计置信度较高），**中国政府每年在人工智能研发上的投入并非一些人认为的数百亿美元**。²

数据差距如此巨大，使我们无法更准确地估计中国目前的支出，尤其在国防研发上的支出。然而，粗略估计和基本分析确实可以帮助我们排除较高的估计值（此估计置信度为中上）。

其他调查结果包括：

- **中国政府在人工智能研发上的支出很可能不会高出美国政府太多**。虽然文中未深入分析美国人工智能研发支出，但研究结果显示，中国2018年的支出堪比美国2020财年的预算支出，其他地方也有相关记载。³
- **中国人工智能研发财政支出可能重点倾向于应用研究与实验开发，而不是基础研究**。这与中国整体财政研发支出相一致。⁴
- **中国政府每年通过政府引导基金在私营企业人工智能活动上的投资（最多）可达数十亿美元**——政府引导基金本质上属于财政支持的风险投资基金。然而，正如我们在附录1中所述，政府引导基金支出不属于研发支出，而且数额可能有所夸大。

本文详述了我们的分析。为估算中国政府的民用研发支出，我们将中国财政部的支出数据与中国两大重要科技项目（中国国家自然科学基金委员会研发基金计划以及中国国家重点研发计划）的公开数据相结合。我们依据中国财政部非专项数据估算出其国防研发支出，这一估算比民用估算更为粗略；我们认为其中至少有一部分为军事支出，这与其他分析人士的观点不谋而合。⁵

我们是基于稀疏、不平衡的开放性数据得出的结果，并且分析中也涉及到许多假设。因此，**我们的结果也是初步的**，与各种专项和研发子类别的数据结果一样。第4部分中的数据仅作为粗略估算的输入，不得单独引用。

估算中国在人工智能研发方面的财政投资颇具挑战性，原因如下：⁶

- 中国公开的财政支出信息（如中国财政部年度报告）通常都进行了整合和高度汇总，未专门列出人工智能相关支出。与民用支出相比，甚至与美国国防支出相比，中国在国防方面的财政支出尤为不透明。
- 确定人工智能相关的支出需要了解相关细节，这类细节通常无法从美国公示的预算文件中获得，而在中国的公开文件中则更为罕见。
- 即使一系列支出均与人工智能相关联，但要确定研发部分的支出也颇具挑战性。在美国政府的支出文件中也存在这种问题。例如，用于人工智能监视系统的支出可能包括监视平台和支持系统的开发和采购费用、相关通信设备的支出、人员和/或承包商的支持费用；与人工智能相关的研发支出比例则很少列明。中国政府文件中同样存在这种问题。
- 虽然与人工智能研发支出相关的主要中文文档已公示且有译本，但仍有大量中文文档尚未翻成英文，其中可能包含尚未确定与此问题相关的文件。

未来几个月，安全与新兴科技中心（CSET）计划继续研究中国人工智能研发支出，并完善本文中的估算结果。我们将探索中国人工智能研发财政支出的次要信息来源，检测可用于确认并完善估算结果的替代方法，并制定更好的方法对人工智能及其相关项目进行分类。CSET还将加大中文文件英文翻译能力，这些文件可能会进一步揭示中国的总体财政支出，尤其是人工智能相关的研发支出。

欢迎大家对我们的研究议题提出反馈。如有任何建议，请联系Zachary Arnold (zachary.arnold@georgetown.edu) 和Igor Mikolic-Torreira (Igor.MikolicTorreira@georgetown.edu)。

第1部分方法概述

我们的分析是基于《科学技术》期刊对中国财政部2018年财政支出报告（第五部分）汇总的支出数据。我们依据此类数据估算出了民用和军用人工智能研发支出，然后将两者相加，得出2018年中国人工智能研发财政支出总额的估算值。

我们将中国财政部数据中与基础研究、应用研究和实验发展相对应的民用支出项目单列出来。然后从这些类别中选出具有代表性的国家项目：中国国家自然科学基金委员会对基础研究的拨款，以及国家重点研发计划对应用研究和实验发展的举措。接着，我们估算了每个代表性项目中人工智能相关活动的比例（以合理值范围表示）。对于中国国家自然科学基金委员会，我们依据拨款项目说明及其统计数据估算此比例。对于中国国家重点研发计划，我们依据NKP资金申报中的项目说明进行估算。最后，我们用预估的人工智能相关比例乘以中国财政部对基础研究、应用研究和实验发展的总数字，得出中国在民用人工智能研发上的财政投资总额。

在军事支出方面，我们计算了中国财政部数据中包含的、但未在其支出项目中说明的科技支出金额。根据先前的研究，我们推测这一未披露的支出可能与国防相关，约占研发支出的60%。⁷由于缺乏中国国防在各类技术研发方面的数据，我们假设国防研发中人工智能比例与民用支出大致相同。然后，我们用此相同比例（以范围表示）乘以中国财政部数据中未披露的支出，估算出中国在国防人工智能研发方面的财政投资总额。

由于其他年份数据不全，我们的分析仅限于2018年一年。具体来说，我们依据中国国家重点研发项目的资金申报来估算中国的应用研究和实验发展上的支出，但只能获得有限时间段的资金需求情况。⁸在未来的研究中，我们可能会使用其他来源的数据及时进行前后扩展分析。

第2部分民用研发支出估算

估算中国在人工智能研发上的总体民用财政支出，我们先从中国财政部的科技支出数据入手。⁹根据财政部的统计，2018年中国政府在科学技术上的支出为8327亿元人民币（1207亿美元）。¹⁰财政部将该支出分为几类：基础研究、应用研究、技术与开发、管理费用、技术条件和服务、¹¹社会科学、科技普及以及科技交流。¹²前三类分别对应于基础研究、应用研究和实验发展，这也是公认的研发子类别。¹³根据中国财政部的分类¹⁴，我们假设中国2018年的研发支出是这三类支出的总和：4367亿元人民币（633亿美元）。

中国财政部报告称，¹⁵ 2018年¹⁶ 中国在基础研究、应用研究以及技术与开发上的支出分别为649亿元人民币（94亿美元）、1757亿元人民币（255亿美元）和1960亿元人民币（284亿美元）。（同样，我们信赖中国财政部的数据，但需要注意，在某些情况下，中国财政部划分的分类界限可能与美国或经合组织标准不同。¹⁷）我们选取了两个具体的中国政府项目（中国国家自然科学基金委员会的资助项目以及中国国家重点研发项目）代表这些支出类别，以此估算每个代表性项目与人工智能息息相关的支出比例。然后，将这些比例乘以中国财政部报告中相关类别的总支出，估算出所有研发中的人工智能支出。

基础研究

为估算人工智能在中国财政部公布的中国2018年649亿元人民币（94亿美元）基础研究支出中所占的比例，我们研究了中国国家自然科学基金委员会资助项目的具体项目说明。国家自然科学基金委员会是中国最大的基础研究投资方，历来重点投资由科学家主导的预先商用项目，因此我们采用该机构的资金数据，代表中国在基础研究方面的投资总额。¹⁸

我们用两种不同的方式估算了中国国家自然科学基金委员会2018年对人工智能的出资比例，两种方法得出的结果均相似。

首先，我们使用维度学术资金数据库¹⁹估算了人工智能相关资金比例。维度数据包括中国国家自然科学基金委员会的拨款明细（2018年共计38亿美元），²⁰与中国国家自然科学基金委员会披露的数据基本一致。²¹用人工智能相关关键词搜索拨款标题和摘要，²²跳出1268项拨款，总价值1.18亿美元，占2018年中国国家自然科学基金委员会所有规模可追溯拨款支出的3.1%。²³

第二，我们参考了中国国家自然科学基金委员会对2018年支出的分析。根据中国国家自然科学基金委员会的数据，在“一般项目”资金或主要基础研究项目资金中，用于“人工智能”的资金总计为1.39亿元人民币（2000万美元），用于“自动化”的资金总计为2.19亿元人民币（3000万美元）。²⁴2018年，中国国家自然科学基金委员会在所有一般项目领域的总支出约为111.5亿元人民币（16.2亿美元）。²⁵因此，根据中国国家自然科学基金委员会的统计，“人工智能”和“人工智能加自动化”的支出分别占一般项目资金的1.2%和3.2%。²⁶

两种方式计算结果表明，在2018年中国国家自然科学基金委员会研究支出中，人工智能似乎只占其中的几个百分点。我们假设，这种分布大致代表了中国财政部对2018年所有基础研究的支出。²⁷依据这种假设，我们估计，2018年中国在人工智能基础研究上的财政支出约占649亿元人民币（中国财政部对基础研究的统计数据）的1%-3%。换句话说，此项金额不超过20亿元人民币（2.9亿美元），甚至低至6.5亿元人民币（9000万美元）。

应用研究和实验开发

为估算2018年中国用于应用研究和实验开发²⁸的3718亿元人民币（539亿美元）中与人工智能相关的比例，我们研究了该资金的一个子集，即中国国家重点研发项目，对此我们掌握了更详细的信息。假设该子集中与人工智能相关的出资比例适用于整个应用研究和实验发展预算。

中国国家重点研发项目（也称为“国家重点项目”或“NKP”）是由政府资助的研发项目，根据欧洲委员会最近的一份报告，这些项目“反映了一种自上而下、产学研相结合的设计，集基础研究、技术应用、示范和商业化于一体。”²⁹尽管一些中国国家重点研发项目和其子项目需要进行基础研究，但我们在总体上认为，中国国家重点研发项目是针对重要性的经济、政治和军事实际问题而制定的科技解决方案，并且这些解决方案需要投入商业化运行。因此，我们认为，中国国家重点研发项目属于中国财政部应用研究和实验开发支出的一个子类。³⁰

我们计算了中国国家重点研发项目资金申报中与人工智能明显相关的子项目比例，估算出NKP支出中的人工智能相关部分。中央政府指定了国家重点研发项目，并通过公开申报为每个NKP项目发放资金。这些申报邀请公众对指定子项目提出建议。除少数例外，中国国家重点研发项目主要关注广泛的技术应用领域。一些领域与人工智能相关，如“智能机器人”、“物联网和智能城市”以及人工智能运输。³¹其他国家重点研发项目并不总是主要关注人工智能，但其资金申报中包括与人工智能相关或可能涉及人工智能工具的子项目描述。例如，“服务业技术”的国家重点研发项目包括“基于人工智能创新和创业服务技术”的子项目。³²

我们根据子项目描述计算了与人工智能相关子项目的比例，从而估算出2018年国家重点研发项目总支出中人工智能所占的比例。此方法涉及大量假设。首先，我们假设NKP子项目全部与人工智能相关或全部与人工智能无关。其次，我们假设，2018年10月到2019年8月可查阅的申报中提出的支出代表2018年（广泛分析支出的年份）的实际支出。³³此外，我们还假设模糊子项目描述中使用的关键词能够阐明出资的实际活动。尽管有这些假设，我们认为我们的方法虽然不准确，但

对数据进行了初步合理的修整。与其他中国应用研究和实验开发项目的数据相比，中国国家重点研发项目资金申报中的信息更为详细，且更加可靠。³⁴

首先从公开可查看的NKP资金申报数据库入手。³⁵ 我们查阅了2018年10月26日至2019年8月1日发布的申报，共计40项，相当于136亿元人民币（19.7亿美元）。³⁶ 我们从介绍的594个子项目中整理了一个子集，内含303个子项目，其中的项目描述暗示其与人工智能相关。³⁷

接着，我们将人工智能相关子项目单列出来。由于子项目未明确其与人工智能相关，我们制定了两种替代标准，一种比较宽松（代表人工智能相关支出上限），另一种比较严格（下限）。

根据宽松的上限标准，如果子项目描述或其对应的NKP描述使用与人工智能、“智能”系统、自主性或机器人技术相关的关键词，我们则将该子项目认定为与人工智能相关。³⁸ 根据较宽松的标准，我们所查看的所有子项目中有85个或14.3%与人工智能相关。

根据更严格的下限标准，如果子项目描述中（a）明确提到人工智能或智能系统；或者（b）使用人工智能方法相关的关键词（如神经网络），我们则将该子项目认定为与人工智能相关。³⁹ 根据此严格标准，我们所查看的所有子项目中只有22个或3.7%与人工智能相关。

但是，以上计算统计的只是子项目，而不是子项目资金。不幸的是，资金需求并未表明子项目上花费的资金。由于缺少此类信息，我们假设NKP中每个子项目都能获得同等份额的NKP资金。在此假设下，根据严格的标准，人工智能相关项目占NKP资金的3%；而根据宽松的标准，则占13%。但是，满足宽松要求的大部分资金都与机器人、“智能”产业或“智能”基础设施项目有关；这些项目可能需要在硬件开发上投入大量资金，而在核心人工智能发展上的投入则很少，甚至没有。鉴于子项目资金分布不确定，严格估算和宽松估算之间有差异，且宽松估计过度包容，我们简化了结果并将其四舍五入：在样本中（假设代表了2018年实际NKP支出）⁴⁰，NKP支出的3%-10%与人工智能相关。

然后，我们进一步假设，该NKP支出代表了中国2018年在应用研究和实验开发上的全部支出，同样3%-10%用于更大的支出部分。⁴¹ 在此公认的假设下，中国政府将3718亿元人民币支出的3%-10%用于应用研究和实验开发。换句话说，2018年，大约110-370亿元人民币（16-54亿美元）⁴² 用于人工智能的应用研究和实验开发。

未选择的代表性项目：国家重点实验室和重大专项

尽管我们认为NSFC和NKP合理代表了中国政府在民用研发项目上的支出，但也存在其他可能的代表性项目。2014年，中国国务院宣布将大多数中央政府出资的研发项目重组为五大“支柱”：

- 中国国家自然科学基金委员会；
- 中国国家重点研发项目；
- 政府引导基金，其本质上也是财政支持的风险投资基金；
- 重大专项项目，加速少数具有战略意义行业的创新；⁴³ 和
- “基地和人才”计划，建立由中央政府资助的实验室和研究团队。⁴⁴

如上所述，我们对中国民用研发总支出中与人工智能相关比例的估算仅依据中国国家自然科学基金委员会和国家重点研发项目的数据。我们假设中国财政部2018年研发总数字包括所有研发财政支出，也包括其他三大支柱的研发支出，这是我们估算的依据。换句话说，我们认为估算中涵盖了所有五大支柱（包括研发）的人工智能研发支出以及任何其他民用研发资金来源，但我们仅依据其中两大支柱的数据来估算人工智能相关部分。

我们选择不使用政府引导基金、重大专项或基地和人才支出数据推断人工智能相关研发支出的总比例，原因如下。正如我们在附录1中解释的那样，尽管政府引导基金支出很大，但通常不属于任何意义的研发支出。⁴⁵ 相比之下，重大专项在某种程度上确实涉及真正的研发活动，但重大专项的公开支出数据有限且不均衡，无法得出人工智能部分的估算值。⁴⁶ 同样，也缺乏“基地和人才”项目的公开数据。⁴⁷ 在这些计划中，2018年中国国家重点实验室（SKL）对大学和企业研究中心⁴⁸的资助计划花费约82亿元人民币（12亿美元），但具体的资金分配尚不明确。⁴⁹ 因此，我们无法可靠地估算出近期SKL活动中人工智能相关的研发比例，也无法使用该估算值推断中国研发总支出中与人工智能相关的比例。⁵⁰ *综合估计：民用支出*

我们对2018年中国民用人工智能研发财政支出的估算结果如下表所示：

	估算下限	估算上限	注释
基础研究			
支出总额	649亿元人民币（94亿美元）		与中国财政部宣称的“基础研究”数字一致。
人工智能相关比例	~1%	~3%	依据中国国家自然科学基金委员会的数据。
人工智能相关支出总额	~6.5亿元人民币（9000万美元）	~20亿元人民币（2.9亿美元）	
应用研究和实验开发			
支出总额	3718亿元人民币（539亿美元）		与中国财政部宣称的用于“应用研究”和“技术与开发”的数字一致。 ⁵¹
人工智能相关比例	~3%	~10%	依据中国国家重点研发项目资金申报中提出的支出和子项目描述。
人工智能相关支出总额	~110亿元人民币（16亿美元）	~370亿元人民币（54亿美元）	
合计			
2018年民用人工智能研发支出总额	~117亿元人民币（17亿美元）	~390亿元人民币（57亿美元）	

第3部分军用研发支出估算

中国不公开国防研发预算，因此任何对中国军事领域人工智能研发上的估计都是间接的，且极为不准确。⁵² 但是，由于中国军方对人工智能的应用和投资表现出浓厚兴趣，⁵³我们得出一个大概的估算。

与民用研发估算一样，我们首先从中国财政部的科技支出总额数据入手。根据中国财政部的统计数据，2018年中国政府在科学技术上的支出大约为8327亿元人民币（1207亿美元）。其中，专项

支出5239亿元人民币（759亿美元），非专项支出3088亿元人民币（448亿美元）。⁵⁴ 根据先前孙和曹（2014）的研究，我们推测至少有部分未公开支出是军事支出。⁵⁵ 我们认为这一数字不可能全部都是军事支出；如果是，那么中国2018年国防科技支出可能达到3088亿元人民币（约合440亿美元）。⁵⁶

接着，根据孙和曹的分析和普遍接受的定义，我们假设大约60%的军事科技支出（2011年609亿元人民币）用于研发活动。⁵⁷ 如果是这样，2018年中国在国防研发上的支出可能高达1850亿元人民币（270亿美元）。⁵⁸

要估算这笔支出中人工智能相关的比例，还需更多的推测。众所周知，虽然中国军方对人工智能表现出浓厚的兴趣，但在许多其他技术领域上也取得了进展。至少我们没有证据表明军方分配给人工智能的研发预算明显高于或低于民用科技机构。鉴于此，我们假设，与前一部分评估的民用机构一样，中国国防机构在人工智能相关项目上仅花费了其2018年研发经费的几个百分点，大概1%-10%。根据这一假设，我们估计2018年中国在人工智能相关国防研发上的支出不超过190亿元人民币（27亿美元）⁵⁹——可能会更少，具体取决于用于国防项目的未归属于科技支出的费用有多少。

第4部分综合估计

我们的汇总结果如下：

民用人工智能研发——基础研究	~6.5亿人民币（9000万美元）~20亿人民币（2.9亿美元）（确定性中低）
民用人工智能研发——应用研究和实验开发	~110亿人民币（16亿美元）至~370亿人民币（54亿美元）（确定性较低）
国防人工智能研发——全部	~18亿人民币（3亿美元）至~190亿人民币（27亿美元）（确定性极低）
人工智能研发合计	~135亿人民币（20亿美元）至~575亿人民币（84亿美元）（确定性极低）

鉴于分析中普遍存在不确定和假设，我们希望读者不要从这些数据中得出任何结论，而只是做大概的估计。最终结论是，根据我们认为合理的假设和推断，估计中国政府2018年在人工智能相关研发上的支出约为几十亿美元（最多100亿美元），其中基础研究只占很小的一部分。

基于这一发现，我们认为，中国政府不可能每年在人工智能研发上投入数百亿美元，这与其他信息来源的结果一致。⁶⁰ 尽管我们的调查结果和假设都是初步的，但从公开数据中推断每年数百亿美元的研发支出需要建立在更为极端的假设基础上。⁶¹

附录1中国政府引导基金支出评估

政府引导基金机制概述

政府引导基金是中国政府支持战略产业的核心战略。典型的引导基金是指中央或地方政府实体投入少量自有资本，并从私人风险资本家、大型企业、国有企业和/或机构投资者处募集大量“社会资本”。将由此获得的资金直接用于商业企业。⁶²

中国政府引导基金受到了其他国家成功举措（如美国SBIC和In-Q-Tel计划以及以色列的Yozma计划）等的启发，通过政府资本支持培养新产业。⁶³自2014年起，⁶⁴中央政府优先采用政府引导资金支持国家重点产业，力图取代陈旧、无效的国家补贴以及政府对私营企业的过度干预。到2018年底，公布的政府引导基金已超过一千只，承诺资金约为5840亿美元，最终融资目标总额超过1.7万亿美元。⁶⁵

地方政府创建的大部分引导基金用于支持当地工业和基础设施，而不是用于高科技。但是，许多大规模基金（包括中央和地方基金）宣称，将重点发展人工智能以及半导体、光电子等相关产业。⁶⁶

政府引导基金与研发支出

我们选择不使用政府引导资金支出数据帮助推断人工智能相关研发支出的总体比例，原因是政府引导基金的财政投资不能直接与研发财政资金进行比较。据我们所知，政府引导基金投资并非专门用于研发，其目标可能是仅将其获得的一部分资金用于研发活动。我们认为，政府引导基金投资类似于私人投资者对人工智能企业的股权投资。如果在美国和中国之间进行逐项比较（包括政府引导基金支出），则也必须包括此类投资。尽管文中未进行此类比较，鉴于美国股票投资市场的规模和成熟度以及美国科技行业的卓越地位，我们预计这种比较将有利于美国。

此外，从战略角度看，政府引导资金机制可能不如直接研发资金有效。首先，中国政府引导基金投资数量不确定，而且经常被夸大。政府引导基金公告通常假定，私人投资者的投资规模比国家基金高出几倍，但是政府种子资本和后续私人投资往往非常庞大，⁶⁷令人难以置信，而且通常无法兑现。⁶⁸许多观察人士还忽略了一点，筹集到的资金是分批支出，而不是一次性支出。大多数基金的投资期限最多为10年。⁶⁹

其次，政府引导基金投资效果往往较差。政府引导基金通过放弃一部分回报来吸引“社会资本”；如果投资失败，则需承担很大风险。因此，基金管理者应投资安全企业而不是高风险初创公司，即便投资成功也不会让自己或其监管者富有起来。⁷⁰这些基金通常会投入规模较大的成熟企业或者工业园区等基础设施项目。⁷¹投入特定领域的大规模基金效果也不佳。与其他国家在类似项目中的做法相比，中国正试图将更多的资本投入政府引导基金。由于市场上资源规模巨大，人才和可投资金额有限，基金资本可能会推高价格，排挤成熟的私人投资者，支持低价值公司，或者干脆闲置。⁷²

估算政府引导基金在人工智能中的投资

尽管无法与研发投资相提并论，但政府引导基金确是中国人工智能创新战略的重要组成部分，西方观察人士经常提到政府引导基金，尤其是在中国人工智能财政投资显著超过美国时。⁷³

实际上，我们认为政府引导基金用于人工智能活动的财政资金远远少于人们通常认为的水平。由

于缺少相关数据，很难衡量实际支出，但考虑到政府引导基金在中国创新工作中的重要地位，以及在这些工作的分析中频繁使用（滥用），我们认为进行粗略估计是值得的。如下文所探讨，我们估计，2018年，中国中央和地方政府可能会通过政府引导基金，在人工智能相关的活动上投入多达数十亿美元。然而，尽管我们因数据不确定无法排除这个上限，但我们怀疑实际支出可能更少，而用于有意义的人工智能研发的支出只是其中的一小部分。

为了得出估算，我们首先分析了几个数据来源列出的主要政府引导基金数据。⁷⁴ 然后，我们咨询了相关领域专家，手动单列出48只专注于人工智能、战略科技或新兴科技的基金(截至2018年底)。这48只人工智能相关基金的筹资总额为6280亿美元。公开报告显示，截至2018年底，中国政府引导基金筹集的资金总额还不到公布资金的三分之一。⁷⁵ 假设48只与人工智能相关的基金也是如此，到2018年底，可控资金可能不超过2090亿美元。（事实上，可控资金可能更少，因为其中几只基金是在2018年年中才宣布的。⁷⁶）

为了估算2018年可能投入资本池的资金比例，我们粗略估计了相对完善的集成电路“大基金”。⁷⁷ 近年来，“大基金”每年⁷⁸将20%的资本用于投资，与典型政府引导基金相比，其增速不同寻常。如果48只基金投入类似芯片（我们认为不可能），则2018年投资总额约400亿美元。⁷⁹

最后，我们估算了投入人工智能相关活动的基金比例。与一般性中国研发财政支持一样，列表中大部分基金用于投入广泛的战略技术。如前文所述，我们估计，中国自然科学基金委员会和国家重点研发项目只将其资金总额的几个百分点用于人工智能。如果我们假设中国政府引导基金对人工智能的投资是其他资金来源的两倍，那么2018年中国在人工智能相关活动上的投资额在20亿到80亿美元之间。⁸⁰

同样，我们强调这一上限值是基于宽松假设得出的，不是对人工智能相关研发支出的估计（充其量只是其中的一小部分）。如上文所述，即使2018年政府引导基金投入金额如此，但资金分布也可能不够理想，某种程度上排挤了私人资本。

鸣谢

特别感谢Huey-Meei Chang、Lorand Laskai、Igor Mikolic-Torreira、Ben Murphy、Dahlia Peterson和Alexandra Vreeman的付出，本文内容及其任何错误由作者承担全部责任。感谢Thomas Colvin和Scott Harold对旧版本论文的评论。

© 2019安全与新兴科技中心版权所有。⁸¹

尾注

¹参见Graham Webster等人的“完整译文：中国‘新一代人工智能发展规划’（2017）”，网博会，2017年8月1日，<https://www.newamerica.org/cybersecurity-initiative/digichina/blog/full-translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017>。

²最突出的是，2018年美国空军上将VeraLinn Jamieson表示：“我们估计，2017年中国对人工智能系统的总投入达120亿美元。我们还估计，到2020年，此项投入将至少增长至700亿美元。”参见VeraLinn “Dash” Jamieson，在美国空军协会活动上的发言，2018年7月26日，<https://www.afa.org/content/dam/afa/news-images/Jamieson%20Breakfast%20Transcript.pdf>。尽管Jamieson将军并未特别提及人工智能研发甚至财政支出，而且她的估算方法也未公开，但公众评论中经常会将700亿美元的数字与研发财政支出混为一谈。参见Dan Wood和Bradley Bowman，“美国正处于人工智能保卫战之中”，《国会山报》，2019年7月31日，<https://thehill.com/opinion/cybersecurity/455484-america-is-in-an-ai-fight-for-its-life>（“预计到2020年，中国在人工智能上的支出将至少增长到700亿美元。相比之下，五角大楼报道称，计划在2020财政年度在人工智能和机器学习研发上投入约40亿美元。”）；Oriana Pawlyk，“中国人工智能超越美国：空军上将”，Military.com，2018年7月30日，<https://www.military.com/defensetech/2018/07/30/china-leaving-us-behind-artificial-intelligence-air-force-general.html>（“虽然‘伟大的煽动者’俄罗斯雄心勃勃希望开展人工智能实验，但中国已经有办法了……例如，中国正以军民合作的方式建设多座数字化人工智能城市，了解人工智能的传播方式……’据我们估计，2017年中国在人工智能系统上的总支出达到120亿美元。我们还估计，到2020年，此项支出将至少增长到700亿美元。”Jamieson周四在空军协会的早餐会中这样说道。”）

³参见Michael Kratsios在数据创新中心论坛上关于人工智能的演讲，2019年9月18日，<https://www.datainnovation.org/2019/09/remarks-by-michael-kratsios-u-s-cto-at-center-for-data-innovation-forum-on-ai/>（其中宣称道：在2020财年预算中，民间联邦机构在“非国防人工智能研发的支出约为10亿美元”）；Chris Cornillie，《2020财年人工智能经费调查结果》，彭博政府，2019年3月28日，<https://about.bgov.com/news/finding-artificial-intelligence-money-fiscal-2020-budget/>（“美国国防部计划于2020财年拨款40亿美元，用于人工智能与机器学习的研发活动，”而2019财年为14亿美元）。

⁴参见Dennis Normile，《中国研发支出激增，与美国的差距缩小》，《科学》杂志，2018年10月10日，<https://www.sciencemag.org/news/2018/10/surging-rd-spending-china-narrows-gap-united-states>。

⁵参见孙玉涛和曹聪，《解读中国中央政府研发支出》，《科学》杂志 第6200期第345页（2014年8月29日）：1006-1008，<https://science.sciencemag.org/content/sci/345/6200/1006.full.pdf>

⁶关于支出估算的难度以及如何获得估算结果的指导，请参见Thomas J. Colvin等人，《研究中美人工智能研发支出的初步框架》（美国国防分析研究所，2019年9月），<https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/a/at/a-tentative-framework-for-examining-us-and-chinese-expenditures-for-r-and-d-on-ai>。

⁷该数字引自2011年中国国防部门对未披露的中央政府科技支出的最新分析。孙和曹，《解读中国中央政府研发支出》及相关支持材料（可从网站<https://science.sciencemag.org/content/sci/suppl/2014/08/27/345.6200.1006.DC1/1253479.Sun.SM.pdf>获取）。孙和曹认为，2011年中国国防部门未披露的中央科技支出为1058.65亿元人民币，估计研发支出为693.7亿元，占57.5%。

⁸参见注释34-37的讨论以及随附内容。

⁹参见中国财政部《2018年全国一般财政预算支出》第五章，http://yss.mof.gov.cn/2018czjs/201907/t20190718_3303195.html。中国国家统计局（NBS）同时也公布了研发支出数据。一些分析人员使用中国国家统计局（包括经合组织）的数据，对中国研发活动进行分析。参见《按经费执行部门和经费来源部门分列的国内研发总支出》，经合组织统计，经济合作与发展组织，https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_SOF（据报道，2017年和2018年中国政府研发资金数额

与中国国家统计局《中国统计年鉴-2017》（北京：中国统计出版社，2017）（网址：<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexeh.htm>）和《中国统计年鉴-2018》（北京：中国统计出版社，2018）（网址：<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2018/indexeh.htm>）；第20-1部分所列的用于“研发支出”的“政府资金”一致）；另参见李静萍等人于2018年9月参加在法国巴黎举办的国际官方统计协会第16次会议上发表的论文《中国研发统计现状及问题》（查阅网址：http://www.oecd.org/iaos2018/programme/IAOS-OECD2018_Item_2-D-2-Gao-Guan-Li-Zhang.pdf）（探讨中国国家统计局对经合组织汇报标准的应用）。使用中国财政部的数据有两大原因。首先，中国财政部已发布2018年数据，而中国国家统计局目前仅提供2017年的数据。其次，中国财政部的数据按类别列出了更详细的政府支出，帮助我们从总体数据中提取出可能与人工智能相关的支出。也可参见孙和曹的《解读中国中央政府研发支出》（使用中国财政部数据）。中国国家统计局和财政部公布的2017年研发财政支出数据（这也是两家机构公布数据的最后一年）相差约13%，分别是3490亿元人民币（506亿美元）和3960亿元人民币（574亿美元）。鉴于此，预计如果使用中国国家统计局的数据，我们得出的分析结果也相似。有关2017年中国财政部的数据，参见中国财政部《2017年全国一般财政预算支出》第五章，http://yss.mof.gov.cn/qgczjs/201807/t20180712_2959592.html（根据中国财政部的统计，2017年政府在基础研究、应用研究和实验发展上的总支出分别为605亿元人民币（88亿美元）、1576亿元人民币（228亿美元）和1780亿元人民币（258亿美元），总计3962亿元人民币（574亿美元））。有关中国国家统计局的数据，参见中国国家统计局《中国统计年鉴-2018》第20-1部分（据报道，2017年用于“研发支出”的“政府资金”为3490亿元人民币（506亿美元））。

¹⁰中国财政部的数据包含地方和中央支出。文中汇率统一使用6.9:1。

¹¹我们认为，该术语可能是指科技数字基础设施，例如政府与行业之间共享研究成果的线上平台。根据中国财政部的数据，2018年中国政府在“技术条件与服务”上的支出为342亿元人民币（50亿美元）。参见中国财政部《2018年全国一般财政预算支出》。

¹²中国财政部《2018年全国一般财政预算支出》。

¹³参见美国国家科学与工程统计中心，“研发定义：官方资料注释汇编”（Alexandria VA出版社：美国国家科学基金会，2018），<https://nsf.gov/statistics/randdef/rd-definitions.pdf>。通过查阅中国财政部报告及相关研究，我们认为中国财政部的“技术与研究”一词可与“试验发展”互换。请参见朱迎春，《创新型国家基础研究经费配置模式及其启示》，2018年中国科技论坛第2期（2018）：20，<http://www.casted.org.cn/channel/downfile/vzyQNkqgW>（等同于基础研究、应用研究以及技术与研究，统称为“研发”）。

¹⁴这是一种简单的假设。中国科技和研发会计准则与经济合作与发展组织的《弗拉斯卡蒂手册》等国际标准并不完全一致。请参见Normile，《中国研发支出激增，与美国的差距缩小》。中国财政部的拨款使我们确信，这些类别的数据包含了中国大部分“真实”研发支出，很大程度上排除了明显不属于研发的科技支出。我们还注意到，在2017年（这是两家机构公布数据的最后一年），中国财政部的数字与中国国家统计局的研发数字相当吻合，包括经合组织在内的外部观察员均认为这些数据可信。请参见注释9的讨论。

¹⁵本术语含义请参见注释13。

¹⁶参见中国财政部《2018年全国一般财政预算支出》。

¹⁷请参见注释14中的讨论。

¹⁸但是，中国国家自然科学基金委员会的确也资助了一些应用研究。参见贾鹤鹏，《中国改组科学治理》，《化学与工程》新闻杂志，2018年4月25日，<https://cen.acs.org/policy/research-funding/China-reshuffles-science-governance/96/i18>；另参见《中国国家自然科学基金委员会概览》，中国国家自然科学基金委员会（NSFC），2017，http://www.nsf.gov.cn/english/site_1/about/6.html

（“中国国家自然科学基金委员会自成立以来，全面推行严格、客观的择优评审制度，履行支持基础研究、培养研究人才、开展国际合作、促进社会经济发展的使命。”）；周忠和和赵维杰，《以基金改革追求卓越科学：专访国家自然科学基金委员会主任李静海院士》，国家科学评论6，第1期（2019年1月），<https://academic.oup.com/nsr/article/6/1/177/5304651>；中国财政部，《2018年全国一般财政预算支出》，投入约300亿元人民币（43亿美元）用于“自然科学基金”，在基础研究中可能是指中国国家自然科学基金

委员会)。

然而，当前的公务改革可能会改变这种平衡。请参见贾鹤鹏的《中国改组科学治理》。

¹⁹参见Christian Bode, Christian Herzog, Daniel Hook和 Robert McGrath, 《维度数据方法指南》, (《维度》, 2019年4月), www.dimensions.ai/resources/a-guide-to-the-dimensions-data-approach/。

²⁰具体来说,《维度》中宣称,从2018年开始,中国国家自然科学基金委员会的各类拨款总额为38亿美元。假设该笔金额实际是在2018年支出。

²¹2019年3月中国国家自然科学基金委员会声明,收到政府277亿元人民币(40亿美元)的拨款(术语为“统筹使用财政经费”),实际花费260亿元人民币(38亿美元),为研究项目的“直接拨款”,另外还有47亿元人民币(7亿美元)为“间接拨款”。参见张茜,《自然科学基金委公布2018年资助账单》,《中国青年报》,2019年3月27日, <http://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab440/info75532.htm>。在2018年财政部统计的649亿元人民币(94亿美元)国家基础研究支出中,这里的260-307亿元人民币(38-44亿美元)约占40-47%。

²²具体的搜索词包括:“(“人工智能”)或(“机器学习”)或(“一次性学习”)或(“强化学习”)或(“监督学习”)或(“迁移学习”)或(“非监督学习”)或(零样本学习)或(计算机视觉)或(自然语言处理)或(自然语言理解)或(神经网络)或(卷积神经网络)或(递归神经网络)或(“深度学习”)或(生成对抗网络)或(“图形模式”)或(“随机森林”)或(受限玻尔兹曼机)或(支持向量机)”。

²³3.1%的比例可能偏高;人工审查金额最高的拨款后发现,尽管使用了其中一个关键词,但似乎与人工智能的相关性不大。另一方面,我们的搜索可能会忽略未使用这些关键词但却与人工智能相关的论文。

²⁴参见“信息科学部面上项目近两年资助情况一览表”,中国国家自然科学基金委员会,2019, <http://www.nsf.gov.cn/nsfc/cen/xmzn/2019xmzn/01/06xx/index.html>。中国国家自然科学基金委员会使用“一般项目”指基础研究的主要资金来源。2018年,一般项目支出约占中国国家自然科学基金委员会总支出的40%。参见中国国家自然科学基金委员会《2019年国家自然科学基金项目指南》(2019), 1, http://www.nsf.gov.cn/english/site_1/pdf/NationalNaturalScienceFundGuidetoPrograms2019.pdf (2018年,一般项目支出的“直接成本”是111.5亿元);中国财政部,“2018年全国一般财政预算支出”(根据财政部的统计数据,中国国家自然科学基金委员会的支出约300亿元人民币(43亿美元))。中国国家自然科学基金委员会的其他资金来源(包括中国国家自然科学基金委员会“重点项目”)也支持重要基础研究,但据我们所知,中国国家自然科学基金委员会未公布其中的“人工智能”和“自动化”资金比例。

²⁵中国国家自然科学基金委员会,《2019年国家自然科学基金项目指南》,第33页。

²⁶分别是139/1115和(139+219)/1115。两种方式计算结果表明,在2018年中国国家自然科学基金委员会研究支出中,人工智能似乎只占其中的几个百分点。

²⁷为了验证这一假设,我们假定学术出版物动态提供了前几年所有来源的国家基础研究资金,并用注释23中列出的人工智能关键词搜索了维度数据库中的2018年中国出版物。搜索显示,2018年发表的所有中国学术论文中,3.2%的文章标题或摘要中包含人工智能相关关键词;反过来,我们推测,在2018年之前的几年内,中国所有国家基础研究资金中大约3.2%的资金流向人工智能领域。我们认为,自此之后,人工智能的支出比例可能大幅增长;例如,其他维度搜索(采用上文列出的相同方法和关键词)表明,2014年至2018年,中国国家自然科学基金委员会对人工智能的相关拨款大约翻了一倍。即使2018年所有数据来源显示,以人工智能为重点的国家基础研究经费比例略高于3.2%,但这与我们仅依据中国国家自然科学基金委员会支出得出的“几个百分比”也大致相当。

²⁸正如上文所述,中国财政部对这些类别的术语与其他机构不同。参见注释13。

²⁹参见《中国国家重点研发项目》, chinainnovationfunding.eu, 欧洲委员会, <http://chinainnovationfunding.eu/national-key-rd-programmes/>; 《国家重点研发项目管理暂行办法》, chinainnovationfunding.eu, 欧洲委员会, 2017年6月28日, http://chinainnovationfunding.eu/dt_testimonials/interim-measures-for-the-management-of-national-key-rd-

[programmes-2/](#)。

³⁰我们还注意到，根据我们对国家重点研发项目资金申报的审查，单个NKP子项目通常具有精确的技术规范，一般包括单位成本数字目标、规模和物理分量效率，以及算法和网络的可伸缩性、速度和可靠性。最后一种目标类型是指实施规模，不仅在已发表论文中实施，而且通常在特定行业的专利申请或应用中实施。这些目标表明，国家重点研发项目通常针对直接的实际应用，而不会针对不实际的研究。也可参见欧洲委员会，《国家重点研发项目》（NKP“具有多个明确目标和可交付成果，可在三到五年内实现”）。

³¹2019年6月，中国科学技术部网站上公布了这三项资金申报需求；参见中国科学技术部（MOST），科技部关于发布国家重点研发计划“智能机器人”等重点专项2019年度项目申报指南的通知，国科发资[2019] 205号，2019年6月14日，<http://most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201906/t20190621147261.htm>。关于人工智能相关国家重点研发项目的更多详情可查阅该通知附件。关于2019年智能机器人申报项目，请参见中国科学技术部，《‘智能机器人’重点专项2019年度定向项目申报指南》2019，<http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201908/W020190801566650620304.pdf>，和《国家重点研发项目——智能机器人（2019年度申报）》，chinainnovationfunding.eu，欧洲委员会，2019年6月21日，<http://chinainnovationfunding.eu/project/nkp-intelligent-robots-2019-annual-call-2/>。关于物联网与智慧城市项目申报，请参见中国科学技术部《‘物联网与智慧城市关键技术与示范’重点专项2019年度项目申报指南》，2019，<http://most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201906/W020190621571078438548.pdf>，和《国家重点研发项目——物联网与智慧城市（2019年度申报）》，chinainnovationfunding.eu，欧洲委员会，2019年6月21日，<http://chinainnovationfunding.eu/project/nkp-iot-and-smart-cities-2019-annual-call/>。关于2019年智能交通项目申报，请参见中国科学技术部《‘综合交通运输与智能交通’重点专项2019年度项目申报指南》，2019，<http://most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201906/W020190621571077032479.pdf>，和《国家重点研发项目——综合交通与智能交通（2019年度申报）》，欧洲委员会，2019年6月21日，<http://chinainnovationfunding.eu/project/nkp-comprehensive-and-intelligent-transportation-2019-annual-call/>。

³²请参见中国科学技术部《‘现代服务业共性关键技术研发与应用示范’重点专项2019年度项目申报指南》，2019，<http://most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201906/W020190621571076252007.pdf>；《国家重点研发项目——现代服务业关键技术（2019年度申报）》，欧洲委员会，2019年6月21日，<http://chinainnovationfunding.eu/project/nkp-modern-service-industry-key-technologies-2019-annual-call/>。

³³目前，我们未获得有关2018年实际NKP支出的可靠数据，也没有关于样本中提议支出产生差异原因的相关信息。

³⁴我们还注意到，我们的分析仅依据NKP支出数据来获得人工智能相关支出比例，然后将其应用于中国财政部的研发数据，得出美元/人民币结果。也就是说，我们的最终结果中不直接包含（预估的2018-2019）NKP支出数据。

³⁵参见“中国投资数据库”，chinainnovationfunding.eu，欧洲委员会，<http://chinainnovationfunding.eu/chinese-funding-database/>；数据来源，请参见《中国研发与创新资金：项目介绍》，chinainnovationfunding.eu，欧洲委员会，<http://chinainnovationfunding.eu/rd-innovation-funding-china-project/>。该数据库由欧洲委员会（EC）和欧盟赞助。数据库引用了中国科学技术部发布的原始项目申报需求。中国科学技术部在线发布了原始项目申报需求，但很难直接定位并编译。粗略浏览中国科学技术部网站后，我们认为欧洲委员会数据库比较全面，可以信赖。后续研究可能需要对中国科学技术部的原始数据进行更全面的审查。

³⁶2019年8月最新公布了一系列项目资金申报，2018年10月的项目资金申报则是欧洲委员会最早收集的。欧洲委员会声称，自项目申报公布后，需要三到五个月方可获得最终批准。因此，2018年相关NKP公告的详细分析中将包含2017年7月或8月的项目资金申报。参见欧洲委员会，《‘国家重点研发项目’项目周期和申请流程》（申请截止日期为招标公告后四到五周，1至2个月之后进行第二轮评估，再过1-2个月进行项目公告）。

³⁷具体来说，我们收集了项目描述中提及人工智能、“智能”技术、计算相关硬件（如集成电路和半导

体)、计算机科学、机器人技术、传感器、远程通信、数据采集、数据分析、媒体相关技术、神经学和建模的子项目。为了节省时间,我们并未收集欧洲委员会数据库中的所有子项目,而只是收集了样本。我们计划验证所有子项目的样本结果,鉴于构建样本的依据广泛,我们认为样本基本包含了所有具有重要人工智能方面的子项目。

³⁸我们使用的关键词如下:AI、智能、智能的、机器人、机器人技术、自主的、自主。

³⁹我们使用的关键词如下:AI、人工智能、数据挖掘(智能的或智力)和系统、(智能或智能的)及控制。与维度关键词搜索(见注释23)一样,我们还使用了大量机器学习关键词(如神经网络、强化学习等),但由于NKP子项目标题中没有指出所需的技术,未搜索出任何结果。使用以下关键词未搜索出任何匹配项:机器学习、一次性学习、强化学习、监督学习、迁移学习、非监督学习、零样本学习、计算机视觉、自然语言处理、自然语言理解、人工神经网络、卷积神经网络、递归神经网络、深度学习、生成对抗网络、图形模式、随机森林、受限玻尔兹曼机、支持向量机。

⁴⁰参见注释34所附内容。

⁴¹我们认为,从目前来看这种假设是合理的,因为NKP是一项重要的研发项目,是国务院2014年12月确定的中央科学技术投资的“五大支柱”之一。参见《中国国家科技创新基金体制改革》, chinainnovationfunding.eu, 欧洲委员会, <http://chinainnovationfunding.eu/the-reform-of-the-chinese-national-sci-funding-system/>

⁴²1758亿元人民币+1960亿元人民币=3718亿元人民币; 200亿元人民币约占3718亿元人民币的5%。

参见《国家科技重大专项》, 中国科学技术部, 2019年11月, <http://www.nmp.gov.cn/>。

⁴⁴参见欧洲委员会,“中国国家科技创新基金体制改革”。五大支柱中未包含的进行中项目包括千人招募计划、特定部门的研究计划以及公立研究性大学的核心政府资助计划。

⁴⁵正因为如此,我们希望政府引导基金投资不考虑财政部的研发数据(反过来,也不考虑人工智能研发估算值)。

⁴⁶据报道,近年来,重大专项资金变动较大;由于前一批2020年目标的重大专项项目已经完成,而新的2030年创新型重大专项尚未启动,因此目前似乎处于停滞状态。2018年10月,2030年新一代人工智能重大专项计划宣布出资8.7亿元人民币(约合1.26亿美元),资助项目多达39个,这表明中国对人工智能的兴趣与日俱增,但与重大专项项目支出相关的信息却很少;通过搜索中国科学技术部信息系统

(<https://service.most.gov.cn/2019zr1/>)和欧洲委员会项目数据库(<http://chinainnovationfunding.eu/chinese-funding-database/>),发现2018年似乎只有少数几个重大专项报告了支出。从某种程度上来说,新一代人工智能重大专项实际上对2018年整个重大专项支出做出了巨大贡献,我们预计,随着新型重大专项开始分配资金,未来几年内将发生重大平衡变化。参见《‘2030年重大专项’——新一代人工智能(2018年度申报)》, chinainnovationfunding.eu, 欧洲委员会, 2018年10月13日, <http://chinainnovationfunding.eu/project/2030-megaproject-new-generation-artificial-intelligence/>; 中国科学技术部,科技部关于发布科技创新2030——《新一代人工智能》重大项目2018年度项目申报指南的通知》,国科发资〔2018〕208号,2018年10月12日, http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2018/201810/t20181012_142131.htm。

⁴⁷“基地和人才”部分包括一些早已存在的计划。参见《中国国家科技创新基金体制改革》。

⁴⁸参见《中国国家重点实验室》, Datenna, 2014年7月17日, <https://www.datenna.com/2014/07/17/chinese-state-key-labs/>; 《中国2020年将建成700个国家重点实验室》,《中国日报》, 2018年6月6日, <http://www.chinadaily.com.cn/a/201806/26/WS5b323775a3103349141deebf.html>。

⁴⁹据中国财政部报道,2018年中国在“重点实验室和相关设施”上的支出约为82亿元人民币(12亿美元)。中国财政部,《2018年全国一般财政预算支出》。我们认为报告中主要包括国家重点实验室支出。

⁵⁰根据荷兰研究咨询公司Datenna的数据,可得出一个粗略的估算值。2018年6月, Datenna收集了来自中国政府和学术界的230座国家重点实验室名称和说明,特别是国家科学技术基础设施平台(escience.gov.cn)上的信息(撰写本文时无法访问:详见存档的中文和英文版本):

<https://web.archive.org/web/20160112112259/http://www.escience.gov.cn/>;
<https://web.archive.org/web/20150424041528/http://www.escience.gov.cn/eng/index.html>)。Datenna源数据可从https://datenna.carto.com/tables/skl_297_entries_v1_final_version_on_june_06_public获取。非正式审查中发现，在Datenna列表中，只有不到10%的国家重点实验室名称或说明中包含人工智能相关关键词。这与我们根据中国国家自然科学基金委员会和国家重点研发项目数据得出的人工智能估算值基本一致。

⁵¹参见注释13中的讨论。

⁵²参见《中国实际军事开支究竟几何？》，《中国力量》，<https://chinapower.csis.org/military-spending/>。

⁵³参见Kristin Huang，《中国对军事人工智能的亲睐是否会引发新的军备竞赛？》，《南华早报》，2019年5月4日，<https://www.scmp.com/news/china/military/article/3008745/will-chinas-embrace-military-ai-trigger-new-arms-race>。

⁵⁴参见中国财政部《2018年全国一般财政预算支出》。

⁵⁵孙和曹，《解读中国中央政府研发支出》。

⁵⁶如前文所述，中国财政部的数据包括中央政府和地方政府支出。参见注释9。预测的3088亿元人民币（448亿美元）科技支出包括880亿元（128亿美元）的非中央科技支出和3000亿元（435亿美元）的非地方科技支出。尽管孙和曹在其分析中没有明确非地方支出（其分析范围仅限于中央政府的研发活动），但其对非中央支出的推断也适用于地方支出；为了得出综合性估算上限值，我们的分析也是如此。我们还注意到，将一些“地方”资金分配给国防，有助于解释国防研发支出的长期停滞。考虑通货膨胀因素后，孙和曹估计2011年中央政府国防科技支出为1050亿元人民币，远远高于中国财政部2018年中央科技支出数据中未公布的880亿元人民币（128亿美元）。参见孙和曹，《解读中国中央政府的研发支出》及其支持材料（可从网站<https://science.sciencemag.org/content/sci/suppl/2014/08/27/345.6200.1006.DC1/1253479.Sun.SM.pdf>）获取。我们认为，自2011年以来，中国国防科技总支出实际并未减少。相反，我们怀疑，在2018年中国财政部非地方科技支出中，至少有一部分与国防相关。

⁵⁷参见孙和曹《解读中国中央政府研发支出》及支持材料（可从网站<https://science.sciencemag.org/content/sci/suppl/2014/08/27/345.6200.1006.DC1/1253479.Sun.SM.pdf>获取）（预计2011年中国国防部将57.5%的中央科技支出用于研发）。

⁵⁸根据孙和曹的估算，2011年中国的军事研发支出为609亿元人民币，意味着在2011年至2018年期间中国军事研发支出增加了两倍，年增长率17%。然而，中国向经合组织报告称，2011-2017期间研发财政支出大致翻了一倍，年增长率约为12.7%。相比之下，根据孙和曹研究确定的2011年国防研发支出12.7%的年增长率，表明2018年中国军事研发支出约为1400亿元人民币（205亿美元）。鉴于此，军事研发的增长率似乎在合理范围内。

⁵⁹也就是1850亿元人民币的10%。

⁶⁰参见注释2中的讨论。

⁶¹例如，据报道，2018年中国研发财政支出总额约为63亿美元。参见第2部分的讨论。在这一数字中，数百亿美元的人工智能研发支出占据很大一部分，意味着中国在人工智能方面的投资要么远远高于其他战略技术投资，要么大大低估了其研发支出。这两种情况均不可能出现：众所周知，中国在广泛的技术领域进行了大量投资，我们普遍认为其研发报告数据合理，虽然这与国际会计准则不完全一致。（如这种情况存在，中国政府持续加大研发投入会导致高估而不是低估）。参见注释9和14中的讨论。

⁶²参见黄天磊，《中国政府引导基金：国家产业政策融资工具》，彼得森国际经济研究所，2019年6月17日，<https://www.pie.com/blogs/china-economic-watch/government-guided-funds-china-financing-vehicles-state-industrial-policy#ftnref2>。

⁶³Lance Noble，《为产业政策买单》，（GaveKal Dragonomics，2018年12月4日），<https://research.gavekal.com/gavekal-dragonomics>（存档副本在CSET）。

⁶⁴2014年12月，国务院发布了科技经费改革方案，将政府引导基金确定为科技支撑的“五大支柱”之一。参

见“中国国家科技创新体制改革”，chinainnovationfunding.eu，欧洲委员会，<http://chinainnovationfunding.eu/the-reform-of-the-chinese-national-sti-funding-system/>。

⁶⁵参见黄，《中国政府引导基金》；Sophy Yang，《中国2041个政府引导基金规模达到5300亿美元：报告》，中国金融投资网，2018年11月12日，<https://www.chinamoneynetwork.com/2018/11/12/chinas-2041-government-guidance-funds-size-reaches-530b-report>。

⁶⁶参见黄，《中国政府引导基金》。

⁶⁷参见Pan Yue，《中国7980亿美元政府基金重整投资格局，必须了解的最大规模基金》，中国金融投资网，2017年10月31日，<https://www.chinamoneynetwork.com/2017/10/31/chinas-798b-government-funds-redraw-investment-landscape-largest-funds-must-know>。（“通常情况下，杠杆社会资本总额巨大，无法实现。例如，湖北省长江产业基金是目前最大的政府引导基金，采用罕见的三级基金机构，目标是使杠杆社会资本总额达到1万亿人民币。这大约是2016年全省3.2万亿人民币GDP的三分之一。”）

新疆维吾尔自治区PPP政府引导基金旨在建立一个1000亿元的组合型基金，达到“万亿元人民币的杠杆社会资本总额”，而该自治区2016年的GDP还不到1万亿元人民币。”）

⁶⁸参见Pan Yue，《中国7980亿美元政府基金重整投资格局》。

⁶⁹Noble，《为产业政策买单》。即使是国家集成电路“大基金”，也花了大约5年的时间募得初始资金。参见《中国出台加快集成电路产业发展的若干措施》，《中国日报》（美国版），2014年6月25日，http://usa.chinadaily.com.cn/business/2014-06/25/content_17613997.htm（2014年6月初步目标规模为1200亿元人民币）；赵建伟，《国家大基金二期正募集千亿布局集成电路产业链》，新华社，2018年5月4日，http://m.xinhuanet.com/ln/2018-05/04/c_1122781205.htm（2017年底，三年半后，已投资818亿元人民币或61%的初始资金）；魏盛，《中国“大基金”为燃料芯片产业融资2000亿元》，TechNode，2019年7月26日，<https://technode.com/2019/07/26/chinas-big-fund-raises-rmb-200-billion-to-fuel-chip-industry/>（2019年7月，该基金在宣布融资5年后获得了第二轮融资）。“大基金”是中央政府的直接投资工具，其结构与引导基金不同。然而，它一直被视为中国财政投资的典型代表和成功范例。参见Li Tao，《中国半导体雄心不掩，大基金如何运作》，《南华早报》，2018年5月10日，<https://www.scmp.com/tech/enterprises/article/2145422/how-chinas-big-fund-helping-country-catch-global-semiconductor-race>。

⁷⁰Noble，《为产业政策买单》。2018年8月新华社一篇关于政府引导基金的文章也介绍了有关规避这种风险的问题。参见徐宙超，《国内共成立1171只政府引导基金 总目标规模达5.85万亿元》，新华社，2018年8月21日，http://www.xinhuanet.com/fortune/2018-08/21/c_1123299570.htm。

⁷¹Noble，《为产业政策买单》。

⁷²参见Shuli Ren，《中国8560亿美元创业巨头陷入困境》，《华盛顿邮报》，2018年12月16日，https://washingtonpost.com/business/chinas-856-billion-startupjuggernaut-is-gettingstuck/2018/12/16/7babccda-0186-11e9-958c-0a601226ff6b_story.html。对于试图进入人工智能领域的小省份和欠发达省份，真实情况可能尤其如此。关于许多地方政府促进人工智能发展的规划，包括一些未准备好人工智能发展的较小地方政府，请参见Jaqueline Ives和Anna Holzmann，《地方政府力量推动中国国家人工智能议程》，MERICS博客——欧洲对中国的评价，2018年4月26日，<https://www.merics.org/en/blog/local-governments-power-advance-chinas-national-ai-agenda>。

⁷³一个典型的示例是Thomas H. Davenport的《中国超越美国，成为人工智能领导者》，市场观察网，2019年3月7日，<https://www.marketwatch.com/story/china-is-overtaking-the-us-as-the-leader-in-artificial-intelligence-2019-02-27>。

⁷⁴我们的资料来源包括Yue的《中国7980亿美元政府基金重整投资格局》，以及赛迪咨询公司2018年5月的中文报告（可从<http://xqdoc.imedao.com/164f00e92bb573fd4b9e6ce1.pdf>获取）。我们还联系了CSET，使用了与专家编制但未发表的清单。通过新闻报道以及与相关行业专家的对话，我们扩充了公开资金的来源。完整列表见CSET备份文件，可根据需要使用。

⁷⁵参见杨，《国内共成立2041只政府引导基金 总目标规模达5300亿美元：报告》。

⁷⁶参见《“上海将成立数十亿美元人工智能发展基金”，《中国日报》，2018年9月，

<http://www.chinadaily.com.cn/a/201809/18/WS5ba0ade9a31033b4f4656be2.html>（2018年9月，上海宣布成立1000亿元人工智能引导基金）；孟静，《中国天津市计划投入160亿美元基金用于发展人工智能，高于欧盟17.8亿美元的支出计划》，《南华早报》，2018年5月16日，

<https://www.scmp.com/tech/innovation/article/2146428/tianjin-city-china-eyes-us16-billion-fund-ai-work-dwarfing-eus-plan>（2018年5月，天津宣布成立1000亿元人工智能基金）；中国科学技术部，《北京科创基金正式启动》，2018年6月28日，http://www.most.gov.cn/kjbgz/201806/t20180628_140332.htm（2018年6月，北京宣布成立300亿人民币的科技创新基金）。上海人工智能基金于今年8月开始运营，仅募集到150亿美元目标资金的十分之一。参见何伟，《上海启动人工智能投资基金》，《中国日报》，2019年8月31日，<http://www.chinadaily.com.cn/a/201908/31/WS5d6a6bd3a310cf3e35568fc9.html>。

⁷⁷如上文所述，“大基金”不属于政府引导基金，只是作为中国财政投资的典型代表和成功范例。参见注释69中的讨论。

⁷⁸参见注释89中引用的数据来源。

⁷⁹也就是2090亿美元的20%。

⁸⁰也就是400亿美元的5%到20%。

⁸¹可以在 <https://cset.georgetown.edu/chinese-public-ai-rd-spending-provisional-findings> 下载本文的英文原本。