

政府扶持与战略产业技术追赶： 全球商用飞机产业的追赶策略

陈 玮 耿 曙*

【摘要】面对西方国家在高端技术领域的不断封锁，中国应该采取何种模式才能实现高新技术产业追赶？对此问题，学界围绕“市场主导”与“政府主导”争论不休。论文结合战略产业技术特征与后发追赶理论，探索追赶策略与技术创新的关系。研究发现：政府扶持模式所具备的行政长期指导与制度网络协调的特征，能够满足战略产业对长期技术积累和技术整合的要求；并且，追赶条件越落后，政府扶持模式对战略产业技术追赶的优势越明显。本文以全球商用飞机产业作为典型案例，通过分析空中客车公司与中国商飞公司的技术追赶历程，展现欧洲政府和中国政府如何通过间接（政策）与直接（国企）扶持手段帮助企业克服技术追赶困难。研究结论表明：发挥政府以及国有体制对战略产业技术追赶的优势，对中国赢得全球技术竞争具有重要的战略意义，也为当下中国探索“新型举国体制”提供实践启示。

【关键词】政府扶持 战略产业 新型举国体制 空中客车 中国商飞

【中图分类号】D63

【文献标识码】A

【文章编号】1674-2486 (2024) 02-0064-19

一、引言

近年来，西方发达国家不断在战略产业或“卡脖子”技术领域对中国进行贸易制裁，意图遏制中国的技术升级。面对外部的严峻形势，中国如何才能更有效地推动国内企业自主创新，实现技术升级？为了突破关键核心技术创新不

* 陈玮，上海交通大学国际与公共事务学院副教授、上海市创新政策评估研究中心研究员；通讯作者：耿曙，浙江大学公共管理学院研究员、博士生导师。感谢匿名评审专家和编辑部对论文提出的修改意见。

足的瓶颈，党和政府提出了“新型举国体制”战略^①。那么“新型举国体制”在关键核心技术领域应该如何发挥作用？

探索上述问题的答案还需要回到“政府如何推动产业技术创新”的理论争辩中。政府应该停留在纠正市场失灵还是应该更直接介入？对于该问题，既有文献不论在理论还是经验层面都未取得一致结论（林毅夫，2012；Mazzucato，2013）。新近研究也发现政府扶持模式对技术创新作用在不同发展阶段、不同产业中存在差异（李振，2021；Bertoni et al.，2015；Huang，2022；路风，2020）。上述发现引发笔者好奇：政府扶持模式对技术创新的作用为何会产生产业差异？对于目前中国至关重要的战略产业，政府扶持模式能否发挥效用？若能，又如何发挥效用？

本文从产业技术特征入手，探索追赶模式与产业技术创新的关系。文章以商用飞机作为战略产业的典型案例（黄琪轩，2009；李巍、张梦琨，2021），并分析商用飞机产业的技术特征及其制度要求。研究认为：政府扶持模式能够有效推动如商用飞机这类战略产业的技术追赶，其具备的行政长期指导与制度网络协调的特征更有利于商用飞机的技术积累与技术整合。进一步而言，政府扶持的上述优势随着追赶国家的落后程度越高而越大。本文以空中客车公司（以下简称“空客”）和中国商飞公司（以下简称“商飞”）的技术追赶历程^②，论证了上述技术特征、发展模式与技术创新绩效之间的关系。研究发现也进一步厘清了“新型举国体制”在此类战略性产业的作用机制。

二、文献回顾：产业技术追赶的模式之争

后发国家应该选择何种发展模式才能有效推动产业技术升级？针对该问题，学界长期存在“市场 vs. 政府”的争论，争论的核心在于政府在推动技术创新过程中到底应该起辅助作用还是引领作用。支持市场中心论的学者虽然承认市场机制在创新领域存在失灵，但坚持市场仍然是引领创新的主要力量，政府只需起到纠正辅助作用即可。因为创新活动的外部效应、公共品等属性，会导致私人投资不足，所以市场机制无法对创新活动进行有效的资源配置，需要政府进行纠正（Rodrik，2007；林毅夫，2012）。但是，政府的角色应该仅限于辅助

① 党的十九届四中全会已提出，要“构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制”。“十四五”规划中也明确了要“健全社会主义市场经济条件下新型举国体制，打好关键核心技术攻坚战，提高创新链整体效能”。

② 本文解释变量聚焦于技术能力层面，讨论技术追赶成功而非商业成功。就目前中国大飞机的发展情况而言，虽然还不能预判其能否一定实现商业成功，但是中国在总体设计、气动布局、系统集成和机体机构等方面都取得了不俗的技术突破。笔者感谢匿名审稿人的指正与建议。

市场，如果过度干预，会导致更严重的寻租问题、削弱企业的创新激励（耿曙，2019），以及产生资源错配问题（封凯栋、姜子莹，2018）等。

然而，政治经济学者认为，市场难以自发产生创新，所以需要政府引领或创造市场（Mazzucato，2013）。因为私人资本追求短期利润，厌恶幼稚产业的技术创新风险（Lazonick，2007），难以协调众多主体（Chang & Rowthorn，1995），所以难以自发创造新知识和新技术。换言之，不存在自发创新的市场，也就失去谈论市场中心的前提。即便政府引领创新技术，由于技术创新的复杂性与风险性（Nelson & Winter，1982），仍然可能形成私人资本不愿投资的困境。历数“二战”后全球重大科技创新的来源，支持政府主导的学者发现，人类技术的发展方向往往并非由市场自发形成，而是由政府部门战略决策决定（Mazzucato，2013）。不仅如此，技术创新是一个需要积累与多方合作的过程，这一过程不仅风险高而且涉及主体多。从风险承担能力以及组织协调能力的维度来衡量，政府也更有能力投资高风险的创新行为、协调产业链中不同研发主体（企业、研究机构甚至政府机构）的合作（Chang & Rowthorn，1995）。因此，面对技术创新，政府应该引导市场甚至直接进入私人资本害怕进入的领域。

实际上，不论市场中心还是政府主导的观点，都只看到了对方的劣势和己方的优势。私人资本的确在诸如需要长期才有回报的产业技术创新面前望而却步，然而我们仍能看到大量私人资本活跃于生物医药、新能源、通信技术、互联网、软件等产业的创新领域（Bertoni et al.，2015）。与此同时，近年来中国的国有企业在高铁、核电站等产业的技术进步也有目共睹（Huang，2022；路风，2020）。由此可见，不论市场主导还是政府主导模式，在推动产业技术创新的实践中都各有斩获，也各有局限。所以，在探讨不同发展模式对技术创新的作用时，还需要更细致地区分产业的类型与阶段（李振，2021）。换言之，不同模式对技术创新的绩效，会受到产业自身技术和产业特质的影响。也因此，本文接续聚焦如下关键问题：中国当下至关重要的战略产业具备哪些典型的技术特征？这些技术特征又需要何种类型的追赶模式？

三、分析框架：战略产业技术特征及追赶模式

不论从国家安全还是从经济效益角度，商用飞机都属于典型的战略产业，因此本节以商用飞机为例，分析战略产业的技术特征及其适用的追赶模式。Krugman（1986）在战略性贸易理论中概括了战略产业的典型经济性特征，具体如下。（1）技术创新是竞争优势的源泉；（2）该产业有较高的进入壁垒，属于不完全竞争市场，因此该行业中的参与者能享有规模经济、经验经济与租金；（3）产业技术外溢效应很大。进一步思考上述特征不难发现，不论是不完全竞

争的市场特征，还是技术外溢效应大的产业特征，都与该产业的技术特征息息相关。大量管理学研究也证实，产业技术特征的确对产业的技术创新与技术追赶有着重要影响（Nelson & Winter, 1982；Malerba, 2004）。那么，商用飞机这样的战略产业又有哪些典型的技术特征？这些特征又需要具备何种功能的追赶模式与其适配？

根据产业创新系统（Sectoral Systems of Innovation, SSI）理论和复杂产品系统（Complex Product and System, CoPS）理论^①，商用飞机是典型的研究开发投入大、工程技术含量高、集成度高的产业系统（Hobday, 1998），因此拥有一些典型的产业技术特征。首先，商用飞机技术知识结构中存在大量的默会知识（tacit knowledge）（King & Nowack, 2003）。这源自飞机复杂技术集成系统的本质特点。飞机作为一项复杂工程，必须经历漫长的设计、实验、制造和试用过程。在此过程中，因为技术复杂性会造成各类不可预知的问题，所以在未进行实操/试用时无法得知设计的产品能否成功。也因此，解决技术问题或最终成功研制产品往往依赖大量的实际生产经验。这些经验无法体现在设计图纸或显性资料中，也就成为一种不可转移的默会知识。正因为飞机研制过程中包含大量默会知识，所以先行企业在创造新知识方面具有天然优势，为新企业/追赶者制造了很高的技术壁垒。

其次，飞机产业的技术具有较高的积累性（accumulativeness），即新知识的获取高度依赖旧知识。该特征源自两方面，一方面，前述默会知识特点使得新企业只能通过实际参与生产循序渐进地获得技术知识；另一方面，该产业的复杂产品特性也形成了技术知识数量多、难度高的特征，导致技术需要持续积累。上述高积累特征要求新进企业在发展前期投入大量的资本进行人力培养与技术学习，这种要求进一步提高了追赶企业的进入壁垒。

再次，飞机产业的技术具有较高的独占性（appropriability），即技术被模仿的可能性低。因为飞机产业技术复杂且难以简单转移，很难被大规模模仿（Giuliani et al., 2005），所以追赶企业只能通过自主创新获得技术。上述默会知识、高积累性与高独占性的技术特征均意味着商用飞机企业的技术创新必须经历长期学习与积累过程，无捷径可走。

最后，商用飞机高度集成的技术特征也意味着创新过程必须依靠跨企业的深度合作联盟（Hobday, 1998）。研制一架飞机所需的技术知识覆盖了机体结构、复合材料、发动机系统、机电系统、航电系统等诸多复杂系统，所需零部件多达300—400万个，供应商多达数千家。零配件和子系统技术的有效集成，

^① 产业创新系统理论认为，各个产业具备不同的技术特征，而适应这些技术特征的产业创新制度是不同的。本质上，各个产业的创新是产业技术与产业制度共同演化的结果（Malerba, 2004）。

只有在设计、应用、联结其他配件/系统的整个过程都成功的情况下才能实现 (Miller et al., 1995)。在这一过程中, 不仅每一步都需要合作企业提供大量真实信息, 而且需要合作者彼此了解与信任。因为高度集成的技术自起始设计阶段就要求合作各方对创新路线具备“事前同意”的默契, 这种“事前”默契只能基于信任与了解方能达成。同时起始路线选择与创新过程的每一步成败又依赖每一个合作方的行为, 意味着合作者需要共同承担风险 (Hobday, 1998)。也因此, 这种“一损俱损”的合作模式使得高度集成技术产品的合作方不得不共享信息、彼此信任、共担风险。

商用飞机产业因具备上述默会知识、高积累性、高独占性以及高集成性技术特点, 所以成为典型的进入壁垒高、研发风险高、回报周期长的产业 (Giuliani et al., 2005; Malerba, 2004), 也对追赶模式提出了相应要求。技术知识的不可转移与高积累、高独占性特征, 使得该产业中的落后企业平均需要花费 15—20 年时间才能掌握相关知识。而一架喷气式飞机从设计、试验、制造到启动生产, 至少需要 20—40 亿美元 (Aris, 2004)。因此, 商用飞机产业技术追赶所需的制度模式必须能够为追赶企业提供长期的、可观的资源投入。与此同时, 商用飞机高度集成的特征使得航空产业中成功的总装企业与其供应商之间普遍都保持风险共担、深度且长久的联盟, 进而共同研发新技术 (诺兰等, 2007)。也因此, 研发像商用飞机这样的集成产品, 所需的追赶模式还必须保证不同企业能稳定地长期合作 (Dosi, 1988)。正如学者指出, 在战略性高技术产业, 需要超大规模资本与人力投入以及高效的组织体系才能推动整体技术进步 (李振, 2021)。那么回到本文的初始问题: 政府扶持和市场主导这两种模式哪种更适用于战略产业? 本文接续分析这两种模式的特点与作用机制, 并提出研究假说。

首先是政府扶持模式。政府扶持既包括间接手段, 如国家通过各类政策引导企业或组织进入产业; 也包括直接手段, 如国家通过国有企业直接参与产业发展。根据既有文献对政府扶持与技术创新关系的分析, 政府扶持模式在资源配置与组织协调方面均呈现出显著特征。该模式一方面通过行政指导影响资源配置, 另一方面通过制度网络组织协作。上述特征也塑造了政府扶持模式的典型功能。不同于市场逻辑讲究比较优势与短期盈利的特征, 行政指导逻辑下的资源配置, 既可以打破比较优势规则, 如日本、韩国等发展型国家在追赶时扶持不具有比较优势的重工业 (Johnson, 1982; Amsden, 1989); 也可以不受市场短期波动影响进而追求长期产业目标、长期提供资本与人才。在此条件下, 接受政府扶持的企业不必担心短期利润损益, 更有能力投入到具备长期目标的项目中 (Mazzucato, 2013)。虽然政府扶持可能导致企业被软预算约束、组织僵化等因素拖累, 但既有研究发现, 政府扶持的企业的确因遵循行政指导而投入到收益更长、外溢效果更大的项目 (Lazzarini et al., 2021)。

此外, 政府扶持还能够为企业提供更广泛且稳定的制度网络。该制度网络具

体表现为企业与国有银行、公立科研机构、行业主管部门等有政府背景的机构间的网络关系。该网络关系通常源自组织参与共同项目的互动经历，或相似的体制背景，或受共同部门的行政领导，等等。其运作规则既非灵活的价格机制，也非领导的个人意志，而是组织间的规则共识。所以，制度网络既不会因企业管理人员或组织领导的变动而消失或弱化，也不会因外在市场的波动而解散，而是依靠组织身份不断维持强化，进而演变为不因个体意志而改变的长期稳定的关系。也因此，政府扶持提供的制度网络具备长期合作的可信承诺^①。这种网络支持不仅能为企业在融资与技术学习等方面提供可观的资源，更能稳定地提供信息整合与合作的平台，降低组织间的协调成本，提高组织间共担风险的可能（Sun & Liu, 2014）。

其次是市场主导模式。该模式在资源配置与网络协作两方面与政府扶持模式截然不同。市场主导模式不仅通过价格机制进行资源配置，而且通过灵活的网络组织协作。在以价格机制为指导的资源配置活动中，企业通常需要根据波动的市场情况不断调整自己的决策，以追求利润最大化，所以企业对市场变化更敏感。由于市场瞬息万变，所以企业难以追求长期投资目标，更愿意投入见效快、收益高的项目（Turner, 2015）。此外，市场网络的建立也主要基于价格机制，因此该网络中的组织关系容易随价格波动而改变，情况严重时甚至解散。这种不稳定性既塑造了企业灵活的应变能力，也削弱了企业间稳定的协作关系，导致网络中的主体不愿意投入足够多的资金、人力与技术资源，也不愿意共享信息，遑论共担风险。

综合分析战略产业技术特征与政府扶持和市场主导模式的特征，本文提出如下假说。

与市场主导模式相比，政府扶持模式更能满足战略产业的技术特征需求，因此能更有效推动战略产业的技术追赶。

政府扶持模式对技术追赶的作用机制表现为如下两方面。（1）政府扶持模式遵循行政指导，能够发挥长期机制，为企业提供长远规划和长期风险资本，为追赶企业的技术积累提供有利条件；（2）政府扶持模式更能建立稳定的制度网络，促进协调机制，降低组织间的协作成本，为复杂产品的技术整合提供保障。

上述两方面作用机制在落后国家条件下更为明显。落后国家在法律、产权、市场制度方面不健全，私人资本更不愿追求长期目标进行技术积累。同时，由于落后国家基础网络缺失，企业面对战略产业这种“不可预期”的高风险产业

^① 本文概念受启发于政企关系文献中有关企业和政府部门等机构的关系（Peng & Luo, 2000）。但是，该类文献的核心是企业管理人员个人与不同政府机构官员之间的“私人关系”，而本文的制度网络则强调的是不随个人关系变化的组织间关系，具有较强的稳定性。

时，也缺乏激励自愿参与合作并进行技术整合（Rodrik，2007）。所以，在产业技术发展历史上，我们常看到落后国家政府直接干预并推动战略产业发展（Amsden，1989）。正如格申克龙所言，经济发展条件越落后，市场与社会的动员能力与组织能力越差，越需要强组织即国家出面干预产业发展（Gerschenkron，1962）。即越落后，需要的国家干预方式越直接。同样的逻辑也适用于产业层面：产业越落后，追赶所需投入的资本与人力越多；产业越落后，自发形成组织网络越难，需要的政府干预越直接。由此形成本文的一个推论：发展程度越落后，需要越直接的政府干预模式才能实现技术追赶。

四、案例比较：空客与商飞的成功追赶

本节选择空客与商飞这两家商用飞机制造商作为典型案例展示政府扶持模式的两个作用机制（如表1所示），进而论证本文的假说与推论。这两家企业的共同特点是起步阶段都为落后企业，且选择了政府扶持模式进行技术追赶。二者不同之处在于：（1）空客于1970年开始追赶，欧洲政府采用的扶持手段相对间接。彼时空客在技术上与先行企业（美国的波音、道格拉斯等公司）的差距相对较小，政府相对间接的扶持手段也能完成追赶目标。（2）商飞于2008年才建立，中国政府建立了一套以国企为中心的追赶体系，直接进入该产业。彼时商飞与先行者空客、波音相比可谓是全方位落后，政府通过国有企业生产的直接干预方式则能够发挥更大的机制优势。

表1 空客与商飞追赶策略比较

	空客	商飞
落后程度	相对低	相对高
追赶策略	部分政策+部分国企	国企体制
追赶机制	行政指导-长期投入-技术改进积累 制度网络-政策协调-技术整合	行政指导-长期投入-技术学习积累 制度网络-体制协调-技术培养/整合
效果比较	资源调度相对间接，协作成本更高	资源调度更直接，协作成本更低

资料来源：作者自制。

（一）欧洲政府扶持与空客崛起

空客是全球商用飞机产业最成功的追赶案例（李巍、张梦琨，2021），也是20世纪政府扶持模式最成功的案例之一。该企业于1970年成立，20世纪90年代在喷气式客机市场站稳脚跟，并开启了与波音激烈竞争的序幕。2000年后，空客的订单量开始超过波音；2003年至2011年，空客的出货量超过波音。波音

与空客两家企业在全球航空客运市场中服役的飞机数量之比^①，也从2007年2.1以上下降到2019年的1.2，可谓平分秋色。那么，空客是如何崛起的？

1. 有限落后与政策特征

深入分析空客的技术追赶起点后可发现，空客在民用飞机制造技术方面并非零基础，其技术落后的程度是“有限的”（Hayward, 1998）。20世纪30年代，欧洲与美国在民用运输机制造方面的技术实力旗鼓相当。然而，“二战”直接摧毁了欧洲的民航运输产业，导致“二战”后只剩美国有能力成功制造喷气式民用飞机。“二战”后，欧洲也曾尝试研制涡轮喷气式运输机，但均以失败告终。英国的德·哈维兰公司研制的“彗星”号是全球第一种涡轮喷气式运输机，但该飞机因为性能不稳定，两年内发生多起空中解体级别的灾难性事故，导致项目被迫中止。除此之外，在20世纪50年代至60年代，欧洲曾多次尝试研制大型飞机，如英国的“VC 10”“三叉戟”“BAC 1-11”、德国的“VFW 614”、法国的“快帆”飞机等。然而，这些飞机均未取得市场竞争力。英、法合作的“协和”号项目也因技术性能低而失败。总体而言，“二战”后的欧洲企业虽然在喷气式飞机时代被美国企业淘汰，但欧洲企业实际仍具备较强的研制喷气式客机的技术能力，与美国企业的技术差距是“有限的”。

那么在“有限的”差距面前，欧洲企业能否通过市场主导模式实现技术追赶？实际上，空客成立之初并非没有争取过私人资本，但高昂的投入成本（20—40亿美金）和超长的投入产出周期（10—14年）阻碍了私人资本的投资意愿。最后，德国、法国、英国政府不得不出面资助。据估计，空客飞机系列中的每一款机型的开发运营给企业带来的现金流都是负的（GRA, 1990），也因此市场机制逻辑下，企业也很难获得私人资本的青睐。空客追赶时期在市场中遇到的困境也是行业的普遍遭遇，私人企业/资本不会自发进入该产业（Krugman, 1988）。即便是行业霸主、技术成熟的波音，其为新项目融资也时常被私人资本拒绝，最终不得不依靠美国政府的长期支持（军品采购、NASA和军方在基础研发项目的投入等）才能保持稳定的利润并持续研发技术（CEC, 1997）。所以，在“政府 vs. 市场”模式的竞争中，市场主导模式的落败使得政府扶持模式成为更理性的决策。面对“有限的”技术差距，欧洲最终通过政府扶持模式完成了民用航空产业的技术追赶。如表2所示，欧洲政府通过跨国协商给予空客全方位的政策支持。那么，欧洲政府的支持是如何通过行政指导与制度网络帮助企业进行技术积累与技术整合的？

① 当年全球波音飞机的市场服务数量除以空客飞机的市场服务数量。

表 2 欧洲政府主要的扶持政策内容

政策维度	相关内容
决策结构	空客决策由跨国委员会（Inter-government Committee, IGC）制定，该委员会由各国政府部门官员担任
总体政策	1975 年起，欧共体为欧洲飞机制造产业制定了特定的产业政策：从基础设施建设、科学研究合作、金融支持、政府采购，到法律和对外贸易等
金融政策	供给端：直接提供研制经费，资助大型客机及与其有关的研究；为企业提供无担保、无限期、无利息贷款等；（间接资助）政策性银行（如欧洲投资银行）提供贷款、债务减免 需求端：政府授意国有航空公司或授信航空公司购买空中客车飞机等
技术政策	1970 年，联合航空局（Joint Aviation Authorities, JAA）成立，统一欧洲航空产业的技术安全标准、航空条例等。1991 年，联合航空要求（Joint Aviation Requirements, JAR）JAA 成员必须遵守协调一致的民航规章，该要求后续成为欧洲适航标准雏形
人才政策	如 COMETT 项目，通过建立跨国家、跨部门合作网络，强化技术资源流动、技能人才的持续培养；如 ECATA 项目，训练年轻的飞机工程师
参与企业	总装企业：除德国空中客车公司，法国航宇和英国宇航，西班牙航空制造公司为完全或部分国有；供应商：如法国斯奈克玛公司（发动机）、英国霍克·西德利公司（机翼）等

注：COMETT 全称为 The Community Action Programme for Education and Training for Technology。ECATA 全称为 European Consortium for Advanced Training in Aerospace。

资料来源：作者自制。

2. 行政指导与技术改进

由表 2 中的决策结构可知，空客的实际决策者为各国政府官员，这保证了企业的决策遵循行政指导的逻辑。在此逻辑下，欧洲各国政府对空客的扶持目标不仅是经济的，更是技术与政治的。政府扶持空客的目标并非仅仅制造出一种可与波音或道格拉斯公司产品匹敌的喷气式飞机，而是要实现整个欧洲商用飞机产业的崛起。为此，欧洲政府制定了长期而广泛的产业发展目标。不仅在单一机型上做到耐心投入，例如，首款机型 A300 在 1967 年正式确立时，政府计划 6 年后才能进入市场。即便在理想情况下，该机型到 1990 年都很难达到 600 架盈亏平衡点，所以需要做好至少 20 年的长期投入准备（Aris, 2004）。而且在产业层面不断改进既有机型，执行产品系列化的长期战略，如陆续研制 A320（1984）、A330/340（1987）、A380（2000）、A350（2005）^①。

^① 括号中为正式启动年份。

得益于长期规划目标，欧洲政府在1970—1990年给予空客的直接资助（包括财政补贴、信贷担保等）高达260亿美元（Ahrens, 2019）。在此期间，法国、德国、英国持续为A300至A340总共提供了77亿美元的启动援助，其中法国26.2亿美元、德国38.6亿美元、英国12.2亿美元（GRA, 1990）。除此之外，行政指导还引导欧洲投资银行（European Investment Bank, EIB）为空客提供大量间接资助。1971年，EIB给空客拨出了第一笔贷款；2000年至今，EIB为空客至少提供了26.2亿欧元贷款（李巍、张梦琨, 2021）。不仅如此，EIB还为配套企业持续提供资金，如英国罗·罗公司作为A350发动机Trent XWB研发者，就多次获得EIB贷款：2008年获得2.5亿欧元贷款，2015年再次获得2.8亿欧元贷款。

政府提供的超大规模的长期投资让空客无须太过担忧短期亏损，进而能够保持不断地投入研发每一个飞机型号，实现技术改进与积累。例如，自1967年法、德、英三国签署合作备忘录共同研制A300起，空客已经持续研发该机型达半个世纪。1972年首飞的A300B1就是空客用彼时最先进的技术改进后的机型：提升了机翼的增升装置，增大了机身空间，实现可装载货物等功能（Sparaco, 2006）。自此，空客开启了不断改进与积累技术的历程。20世纪70年代，即便空客开拓市场举步维艰，但来自政府的持续投入让其始终能够保持产品的开发：研发A300B2-200适应高原机场，研发A300B4远程型，研发A300C实现客货两用功能，研发A300-600增加载客量。1978年，空客在A300基础上通过改进机翼、减少阻力，研发了A310。虽然A300系列长期亏损^①，但直到20世纪90年代，空客还在持续改进该系列，甚至研发出运输空客飞机的“大白鲸”A300-600ST型号。

长期的技术改进让空客积累了适应不同载客量、不同行程、不同环境与地域的技术，为后续的型号开发奠定了基础。1984年，A320的横空出世则更体现出空客在技术改进与积累方面的成果。A320使用了当时法国航宇最先进的电传操作系统技术代替了传统的机械式操作系统，还采用了飞行管理和制导系统技术，通过计算机控制飞机操纵和导航将商用飞机推入计算机自动化时代（Aris, 2004）。即便空客研发的多数机型都未能盈利^②，但政府的持续投入给予空客继续研发新机型的能力。2014年，空客吸收了A380的驾驶舱和电子系统技术，引进了新的机身截断面，推出A350XWB。在持续积累技术后，A350XWB获得“新材料、新工序、重量更轻、交货时间更短”的优势（Arnold, 2013）。由此

① 根据GRA估算，从1978年到2008年间，空客研发并运营的A300-600/A310型号的名义现金流为-129亿美元。

② A340退出市场时仅售出377架，巨无霸A380只售出290架就退出市场。

可见，正是依靠政府的长期投入，空客才能不断改进并积累新技术，最后在每一个细分市场都能够对波音形成挑战。

3. 制度网络与技术整合

西欧政府除了制定长期目标、提供长期资源投入外，还利用政治协商与行政政策推动建立了大量跨国、跨层次、跨部门的制度网络，为空客协调技术与人才资源，帮助其实现技术整合。这一跨国技术分工与合作网络的建立也是促成空客成功的最关键因素。如前文所述，飞机作为高度复杂系统需要集成大量高端技术，而西欧没有任何一个国家能够独立高效掌握所有技术，所以跨国合作成为必然选择。西欧各国政府通过政治谈判（Ahrens, 2019），以各国技术优势为原则，建立了技术合作与工作量分工的网络。例如，法国凭借其机身设计方面的显著优势，获得了大部分与机身研制相关的工作；英国拥有当时全球最前沿的机翼研制技术，因此承担机翼部分的工作等。因为合作不受市场波动影响，所以各国维持着长达数十年稳定的制度网络，核心工作内容的分工几乎不变（见表3）。这种稳定性甚至不受各国政府首脑、执政党变动的影响。除此之外，欧洲还通过各类行政政策建立并强化产业、高校与工程院校的技术与人才交流，如表2中的COMETT项目、ECATA项目等。同样地，此类网络受政策规则引导与约束，往往也能保持不受市场环境或个人因素的影响。

表3 空客飞机研制主要参与国的分工内容与分工量^①

		A300 (1969 年)	A320 (1984 年)	A330/340 (1987 年)	A380 (1999 年)	A350XWB (2006 年)
法国	核心工作	驾驶舱至第一乘客门、中央翼盒、塔架				
	工作量 (%)	36.5	36.0	37.5	35.6	38 - 40
德国	核心工作	前后机身部分				
	工作量 (%)	32.3	32.0	34.0	35.6	31 - 34
英国	核心工作	机翼				
	工作量 (%)	20.0	26.0	23.6	18.8	18 - 19
西班牙	核心工作	水平尾翼				
	工作量 (%)	4.2	6.0	5.0	10.0	10.0
	总计 (%)	93 ^②	100	100	100	100

资料来源：Arnold (2013)。

上述长期合作的制度网络不仅降低了组织间的沟通成本，还增进了彼此的

① 非核心部分的工作内容在各国之间的安排存在微小调整（Aris, 2004；Arnold, 2013）。

② Fokker-FVW 获得 7% 的工作。

信任，成功协调各类技术整合与技术创新活动，促成了空客乃至整个欧洲航空产业的合作。其中，最典型的案例就是技术标准的协调统一。如表 2 所示，1970 年欧洲成立联合航空局（JAA），意图在技术层面建立协调政企的网络，将分散的企业标准统一为欧洲或国际标准。航空产业涉及百万零部件与成千上万的技术标准，需要协调成百上千家供应商，所以统一标准过程中存在大量的信息获取与利益分配成本。JAA 建立的政企网络通过长期有组织的协调，最终于 1990 年颁布《联合航空要求》，要求组织内企业必须遵循协调一致的民航规章。这一技术标准（技术安全标准、航空条例）的统一大大促成了全欧洲航空技术的整合。

上述跨国家、跨地区、跨层次、跨部门的协调不仅大大提升了空客的技术整合效率，也增强了地区航空工业的技术能力。不同国家、企业间的稳定协作，提高了各方在合作中自我强化式的学习效应，帮助空客不断提升生产效率。随着生产的持续，企业间的合作学习曲线（collaborative learning curve）不断上升，实现了边际效益递增（Hayward, 1998）。主制造商与供应商的技术专业化程度越来越强，技术集成效率显著提升。例如，空客生产第 1 架 A300 机身时，用时 34 万个工时；到生产第 75 架机身时，用时缩减至 8.5 万个工时；最终用时为 4.3 万个工时（McIntyre, 1992）。在不断的协调过程中，各国最优秀的工程师不断进行思想碰撞，促进了技术知识的创新，加速了地区航空产业技术的升级进程（Hickie, 1991）。例如，图卢兹的总装企业在飞机的研发过程中就保持与所有合作伙伴的定期协调。这种协调不仅监督项目进程，还优化了设计工程与管理系统，也提升了上游 IT 服务企业的技术。该技术提升不仅有利于图卢兹总装企业，也辐射到了当地的次级供应商，促进了当地航空产业技术的整体升级。

（二）中国国有体制与商飞追赶

从 2000 年左右开始，中国就将研制商用大飞机列为国家重大战略项目。中国于 2007 年完成了 C919 的立项，2008 年成立商飞并作为主制造商，系统动员整个国有航空体系资源（企业、研究院、高校）来共同承担 C919 的研制任务。经过十几年的努力，中国的商用大飞机研制取得阶段性成果：2017 年 C919 首飞成功，2023 年首次实现商业运营。C919 虽然采用的是“主制造商－供应商”模式，但在整个研制过程中始终遵循“中国设计，系统集成，全球招商，逐步实现国产化”的原则，实现了自主设计与集成创新，在技术上实现了从无到有的突破（曾德麟、欧阳桃花，2021）。大飞机的总体设计、气动布局、系统集成、总装制造，以及机头、机身、机翼、发动机吊挂、水平尾翼等都由商飞自主设计完成。中国通过研制 C919，在商用飞机制造领域建立起了符合国际标准的产业链（陈伟宁等，2018）。那么，中国是如何实现上述技术追赶的？

1. 极度落后与政策特征

虽然同为追赶者，但与空客的起点相比，商飞的技术基础显然薄弱得多。如果说空客当时还有研制喷气式客机的技术基础，那么商飞在商用飞机领域可谓从零开始。中国虽然在上世纪 70 到 80 年代曾经研制出“运 10”飞机，但在技术上与波音、空客、麦克唐纳·道格拉斯（以下简称“麦道”）等公司差距巨大。1985 年“运 10”停产后，中国航空工业转型导致航空人才大量流失，富有经验的中层人才稀缺（陈伟宁等，2018）。彼时中国民航技术与领先者的差距，如 C919 总设计师吴光辉院士所言：

“我们研制 C919 基本上可以说是白手起家，没有什么研制经验，技术积累很薄弱，人才队伍严重断档，甚至连最起码的基础设施和试验设备也要从头干起……波音已经有 100 多年的历史，空客也快 50 年了，而中国商飞是 2008 年成立的，还不到 10 年。从这个意义上说，如果波音、空客是大学生，甚至是硕士研究生，那我们仅仅是小学生。”（陈伟宁等，2018：13）

面对上述技术、价格、服务、市场声誉方面全方位落后的起始条件，中国能否通过市场主导模式或民营资本推动技术追赶呢？历史上，中国在发展民用航空产业时曾挣扎于市场化的“引进外资”与“自主研制”的道路选择。但多次与外资公司合作的失败经历让中国政府意识到合资的局限性。一方面，合资的不稳定性导致企业难以积累技术，另一方面，商飞也难以获得关键技术。当中国决定自主研制商用飞机时，彼时国内的民营企业可谓既无技术基础，又缺资本。所以，政府只得不遗余力地扶持民航产业发展。中国政府出台大量高规格扶持政策，将发展大飞机直接上升为国家战略：“十五”计划开始确定发展航空产业，奠定其在国民经济中的战略地位；“十一五”和“十二五”计划进一步制定了更全面的政策细则。2006 年，直接将大飞机列为国家 16 个重大专项之一。此后国务院及各中央部委（民航局、工信部、外交部、财政部、科技部、商务部、发改委等）相继出台发展民航产业上下游的政策，内容涵盖产业发展的方方面面，包括市场拓展、财税优惠、金融支持、科技研发、人才培养等。与此同时，中国启用整个国有航空体系执行技术追赶目标：以商飞作为主制造商，给予中国航空工业集团（后文简称“中航集团”）旗下的航空零配件企业供应商机会^①。从政策的制定到落实，中国政府的扶持手段比欧洲政府都更直接、干预力度更大。那么，中国的政策是如何促进国内企业从零开始学习、积累与整合技术的？

^① 商飞利用主制造商谈判优势，明确要求由合资公司提供部分组件和零部件。这一本地生产的要求，为中国本土航空企业提供了向外资学习技术的机会。

2. 行政指导与技术学习

从中国将大飞机列为国家战略的举措就能看出政府扶持的目标绝非单个企业的成败，而是整个国家民航产业的技术追赶与升级。也因此，政府规划了长达数十年的发展目标。用15年时间自主研发大型飞机并交付使用，不断实现国产化替代；进一步打造系列产品，成功实现商业化（上海飞机制造有限公司，2011）。商飞作为承担国家战略任务的央企，在遵循行政指导目标的同时也享受到了行政指导带来的资源优势。这些基于长期规划的资源配置为商飞以及中航集团旗下的众多C919供应商提供了技术学习与积累的机会。

受益于长期规划，不论是商飞还是中航集团，不仅能长期获得政府的直接资助（如政府股权投资、成本补贴、政府采购等）和政策性银行的低息贷款，还能获得诸多中央部门的间接支持（如国家对基础科研项目的投入、税收优惠、人才优惠等），以及整个国有体系的长期资源支持（Crane et al., 2014）。国家对大飞机产业战略目标的定位，向国有金融企业与国有工业企业释放出强烈的信号，激励这些企业长期投资中国的航空企业。也因此，2008年商飞建立时短期内就获得242亿注册资本（工信部，2018），其中实缴资本190亿，C919项目获得超过70亿启动资金（Crane et al., 2014）。之后，商飞能不断从国资背景企业获得大额融资：如交通银行的44亿元授信（2009年）、金融市场555亿元债券融资（2010—2016年）、进出口银行500亿授信融资（2015年）等。由此可见，在中国更直接与广泛的政策干预下，中国商飞在获取资源的渠道和稳定性上都更甚于空客。

上述长期投入为商飞创造了承担风险、投入研发、从零开始学习并积累技术的条件。虽然也采取“主制造商—供应商”模式，但与空客初始即掌握设计、研制大飞机的技术起点不同，商飞需要从头学习。这意味着商飞需要投入更多资源、承担更久亏损。得益于能够获得长期融资，商飞不必受困于短期的企业利润。自2016年起，企业就处于不断亏损的状态，亏损额从8.4亿元一路上升到2019年的12亿元^①。而这一“可预期的”亏损状态还将持续超过20年。即便如此，商飞也并未停止技术研发与学习进程。通过长期学习与积累，在总体设计、气动结构与系统集成关键技术方面成功实现了技术追赶。

以总体设计为例，该技术过程承担了研制新飞机80%的风险，既是研制飞机的开端，也是顶端。完成总体设计不仅要在整体上了解技术、成本、性能等各个维度的知识，还需要掌握它们在设计方案分解后的信息。因为每一款飞机的性能、载客量、航程均不同，所以商飞在设计C919时，既没有历史数据参

^① 从公开资料的企业年报计算获得。

考,也无法借鉴他人参数,只能通过持续试验调整才能获得数据。而到了研制结构件时,这种持续投入的特征尤为明显(曾德麟、欧阳桃花,2021)。商飞在测试了7万个试验件、获得140万条数据后才确定了C919复合材料的规范标准。为了研制超临界机翼,C919研发团队前后做了1000多个设计方案,最后选出4个进行风洞试验^①。最后,在系统集成方面,长期稳定的投入给予了C919研发团队承担风险、培养自主创新能力的机会。可以说,C919团队在航电系统领域取得了极大的技术突破。航电系统是飞机中最复杂的系统之一,也是中国航空产业的关键短板之一。在政府大力支持下,C919团队最终选择了从零开始自主研制的决策,而非风险更低的国际供应商成套集成交付决策。研发团队通过不断分解与集成,最终花费10年时间培养了自主研制航电系统的能力(陈伟宁等,2018)。经过漫长的技术积累,C919在系统件关键技术上的国产率提升到了60%。

3. 制度网络与技术培养

在行政指导之外,中国政府采用国有体制建立起更为紧密与稳定的制度性网络。商飞由原上海航空工业、中航一集团、中航二集团等下辖部分企业组建而成,这说明商飞本就是中国国有航空资源整合的结晶。基于相似的组织运作逻辑与丰富的合作历史,商飞与中国航空体系中的供应商建立起了稳定的制度网络。如作为商飞主供应商的中航集团,该集团下的众多子企业与商飞前身早在20世纪90年代与麦道共同研制MD-90时就有共同协作的经历。基于过往协作经验,中航集团承担了C919的静力试验、试飞试验、八大部分机体结构制造(机体部分供应商如表4所示),与商飞合作研制了17个机载系统,等等。此外,商飞还与中国航天科技集团、中国航天科工集团等全国200多家企业建立技术合作网络。除了在国企内部建立起稳定的协作网络外,共同的体制背景也让商飞成功建立起“政-产-学-研”的合作网络。历史上,各航空类高校本就为培养航空企业人才而建立,即便高等教育体系和国有企业经历多轮改革,但这种紧密的合作关系仍然持续至今。也因此,商飞能够与北京航空航天大学、南京航空航天大学、上海交通大学等全国12所顶尖的高校与科研院所建立长期的人才培养与技术合作网络。由此可见,与欧洲通过跨国政府协商、颁布政策建立制度网络不同,中国以国有体制构筑的制度网络则更紧密、更稳定。与欧洲各国协商与政策引导的组织调配体系相比,这种制度网络协调成本更低,谈判困境更少。

^① 复合材料的使用让C919整体减重7%以上,而超临界机翼可以比传统机翼提升20%以上的巡航气动效率。这些结构件的改进大大提高了C919的竞争力。

表4 C919 机身供应商

机身部位	供应商
中段机身（含机翼、副翼等）	中航西安飞机工业
前机身和中后段机身	江西洪都航空
机身整流罩、起落架舱门	中航哈尔滨飞机工业
机尾段机身、尾翼	中航沈阳飞机工业
机鼻段机身	中航成都飞机工业
副翼、扰流板、后缘襟翼、翼梢小翼、后机身尾椎	航天科工集团

资料来源：作者自制。

制度网络在协调体系资源，整合、培养人才与技术方面发挥了重要作用。技术的学习与整合离不开人才，因此，上述网络协调优势首先体现在人才队伍建设上。因为处于同一航空体系内，所以在制度网络内搜寻人才信息、调配人才资源的阻碍比在市场网络少得多。国有航空体系为商飞的人才培养与技术整合提供了基础（中国商用飞机有限责任公司，2013）。不论是在20世纪70年代研制“运10”飞机时培养的航空技术人才，还是在80年代到90年代与波音、空客以及国际一流供应商合作中培养的国际化人才（Crane et al., 2014），他们都被招募至商飞，形成了明显的知识转移和人才整合。最为典型的案例就是，C919的总设计师和10余名副总设计师均来自国有航空体系（陈伟宁等，2018）。在人才培养方面，制度网络内的高校与科研院所源源不断地为商飞培养技术人才。如北京航空航天大学自2006年就持续与商飞合作开办大飞机培训班，培训C919研发人才；南京航空航天大学迄今为商飞输送了超过1000名毕业生，占商飞职工总人数的1/10。

除了合作培养人才，制度网络中建立起的合作信任也让“产-学-研”机构更愿意整合研发资源，共同承担风险，攻克技术难关。如商飞成立时就与全国25家航空科研院所、7家航空制造企业、13所高校的300多名专家组建了“大型客机联合工程队”的技术联盟。这个联盟中的多数成员此后持续深度参与了C919的研发。稳定的技术联盟，不仅有利于激发技术整合创新，也能降低沟通成本，提高学习效率与研发效率。如高巡航气动效率超临界机翼气动设计关键技术的突破，就是由上海飞机研究院牵头、中国国内气动设计领域18家单位百余名知名专家教授组成的团队完成的（中国商用飞机有限责任公司，2013）。又如中国航空科工集团（三院306所）只用1个月就完成了37个复合材料零件，比原计划时间缩短了60%。由此可见，不必经历另觅供应商所需要的寻觅对象、议定价格、彼此磨合的漫长过程，长期的技术联盟大大地提升了研发与生产效率。

综合上述对空客和商飞的追赶起点、追赶策略以及追赶后果的分析，可以发现政府支持（直接或间接）模式为战略性产业技术追赶实现长期技术积累与技术整合提供了市场主导模式难以匹敌的必要条件。同时，比较空客与商飞的差异也能发现，起点越落后，越需要政府通过直接扶持手段为技术学习、积累与整合提供条件。商飞面临几乎从零开始的技术起点，不仅需要更多资金、更长时间才能实现技术学习与积累，而且在国内也难以寻觅到符合国际标准的供应商，需要更有效的组织协调能力建设产业链。因此，采用更直接的国企体制作为抓手，通过行政指导获得更广泛与更持久的资源，通过国有体制为核心的制度网络降低协调成本、促进合作共赢，才可能突破层层困境，实现追赶。

五、结论

21 世纪的大国技术竞争愈发激烈，能否实现关键核心技术的自主创新事关未来国运。“十二五”和“十三五”国家科技创新规划早就提出要探索科技创新的新型举国体制。党的十九届四中全会则进一步明确了新型举国体制在关键核心技术攻关领域的重要性。那么，如何发挥新型举国体制优势，有效促进技术创新？

本文以商用飞机产业作为典型的战略产业，尝试探索产业技术特征与后发国家技术追赶模式的关系。研究发现，战略产业技术中存在的大量默会知识、技术的高积累性、高独占性与高集成性特征，不仅要求追赶模式能够保障企业长期投入资源与时间进行技术学习与累积，而且要能够为企业提供系统稳定的组织网络进行技术协作与整合。研究认为，政府扶持模式具备行政长期指导与制度网络协调两大特点，相较市场主导模式，在提供长期投入与组织协调方面更有优势。特别在后发国家，政治经济制度的不完善，使得政府扶持模式的上述优势更为明显。空客与商飞的追赶案例也充分展示了政府扶持模式的上述作用机制。

本文的发现在理论上回应了创新追赶模式的争议。面对学界对“政府 vs. 市场”的争论，本文认为不同模式在实践中各有优劣，需要针对产业技术特征与产业发展阶段进行具体分析。战略性新兴产业的技术特征为我们重思政府扶持模式的优势与作用机制提供了新的视角。同时，因为政府扶持模式以及国有体制是我国新型举国体制的重要组成部分，所以本文发现在政策层面也为建设并发挥新型举国体制提供了思路。本研究选取的 C919 大飞机项目是新型举国体制的典型应用：采用了以国企为中心的技术追赶体系，动员全国航空体系资源并兼顾国际合作。C919 的技术追赶历程也展现出新型举国体制在长期投入与系统协调

方面的优势。而纵观全球技术发展史，类似新型举国体制的战略屡见不鲜，无一不应用于关乎国家军事、经济战略安全的产业技术领域，如美国的曼哈顿计划、阿波罗计划、DARPA 电子复兴计划（ERI），欧洲的伽利略计划，日本的第五代计算机计划，等等。因此，中国若想完成“十四五”规划中发展壮大战略新兴产业的国民经济战略目标，突破“卡脖子”技术枷锁，在未来愈发紧张的中美产业技术竞争中突出重围，如何高效发挥新型举国体制的机制优势便至关重要。本文提出的政府扶持模式在长期投入与系统协调方面的机制优势，则进一步明确了新型举国体制可以有效作用的范围，为精准、高效发挥体制特色提供了理论基础。

参考文献

- 陈伟宁、欧阳亮、周森浩（2018）. 大国之翼：C919 大型客机研制团队采访报告. 上海：上海科学技术出版社.
- Chen, W. N., Ouyang, L. & Zhou, S. H. (2018). *The Wings of China: An Interview with the C919 R & D Team*. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. (in Chinese)
- 封凯栋、姜子莹（2018）. 政府政策如何未能有效激励企业创新：从科技补贴的定量分析谈起. 学习与探索, 1: 93-104.
- Feng, K. D. & Jiang, Z. Y. (2018). Why Governmental Policies Fail to Effectively Stimulate Enterprise Innovation: Discussion Starting from a Quantitative Analysis of Science and Technology Subsidies. *Study & Exploration*, 1: 93-104. (in Chinese)
- 耿曙（2019）. 发展阶段如何影响产业政策：基于中国太阳能产业的案例研究. 公共行政评论, 12(1): 24-50.
- Keng, S. (2019). How Does Development Stage Constrain Industrial Policy? Two Cases Studies from China's Solar Energy Industry. *Journal of Public Administration*, 12(1): 24-50. (in Chinese)
- 工信部（2018）. 中国民用航空工业年鉴 2018. 北京：航空工业出版社.
- MIIT. (2018). *China Civil Aviation Yearbook (2018)*. Beijing: Aviation Industry Press. (in Chinese)
- 黄琪轩（2009）. 大国权力转移与自主创新. 经济社会体制比较, 3: 65-70.
- Huang, Q. X. (2009). Power Transfer of Great Powers and Independent Innovation. *Comparative Economic & Social Systems*, 3: 65-70. (in Chinese)
- 李巍、张梦琨（2021）. 空客崛起的政治基础——技术整合、市场拓展与战略性企业的成长. 世界经济与政治, 11: 4-37.
- Li, W. & Zhang, M. K. (2021). The Political Foundation of Airbus's Rising: Technology Integration, Market Exploration and the Development of Strategic Enterprises. *World Economics and Politics*, 11: 4-37. (in Chinese)
- 李振（2021）. 产业发展阶段与产业政策层次间的适配——以中国移动通信产业为例. 公共行政评论, 14(5): 178-195.
- Li, Z. (2021). The Adaption of the Industrial Policy Levels to the Industry Development Stages: The Case Study on the Mobile Communication Industry in PRC. *Journal of Public Administration*, 14(5): 178-195. (in Chinese)
- 林毅夫（2012）. 新结构经济学：反思经济发展与政策的一个理论框架. 北京：北京大学出版社.
- Lin, Y. F. (2012). *New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy*. Beijing: Peking University Press. (in Chinese)
- 路风（2020）. 新火. 北京：中国人民大学出版社.
- Lu, F. (2020). *New Fire*. Beijing: China Renmin University Press. (in Chinese)
- 诺兰、刘春航、张瑾（2007）. 全球商业革命：产业集中、系统集成与瀑布效应. 天津：南开大学出版社.
- Nolan, P., Liu, C. H. & Zhang, J. (2007). *Global Business Revolution: Industrial Concentration, Systems Integration, and Waterfall Effect*. Tianjin: Nankai University Press. (in Chinese)
- 上海飞机制造有限公司（2011）. 上飞六十年：上海飞机制造有限公司（1950-2010）. 上海：上海大学出版社.
- Shanghai Aircraft Manufacturing Corporation. (2010). *A History of Shanghai Aircraft Manufacturing Corporation (1950-2010)*. Shanghai: Shanghai University Press. (in Chinese)
- 曾德麟、欧阳桃花（2021）. 复杂产品后发技术追赶的主供模式案例研究. 科研管理, 42(11): 25-33.
- Zeng, D. L. & Ouyang, T. H. (2021). A Case Study of the Main Manufacturer-Supplier Mode in the Latecomer Technology Catch-Up of Complex Products. *Science Research Management*, 42(11): 25-33. (in Chinese)
- 中国商用飞机有限责任公司编（2013）. 追梦大飞机. 上海：文汇出版社.
- COMAC (Eds.), (2013). *Our Life with C919*. Shanghai: Wenhui Press. (in Chinese)
- Ahrens, R. (2019). The Importance of Being European: Airbus and West German Industrial Policy from the 1960s to the

- 1980s. *Journal of Modern European History*, DOI: 10.1177/1611894419894475.
- Amsden, A. (1989). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. New York: Oxford University Press.
- Arnold, L. M. (2013). *Stability Requires Change: Path Bending in the Case of Airbus' Work-share Allocation (A300 – A350 XWB)*. Ph. D. Dissertation, Berlin: Freie Universität.
- Aris. S. (2004). *Close to the Sun: How Airbus Challenged American's Domination of the Skies*. Evanston: Agate.
- Bertoni, F., Colombo, M. G. & Quas, A. (2015). The Patterns of Venture Capital Investment in Europe. *Small Business Economics*, 45 (3): 543 – 560.
- Chang, H.-J. & Rowthorn, R. (1995). Role of the State in Economic Change: Entrepreneurship and Conflict Management. In Chang, H.-J. & Rowthorn, R (Eds.), *Role of the State in Economic Change*. Oxford: Oxford University Press.
- Chen, V. Z., Li, J., Shapiro, D. M. & Zhang, X. X. (2014). Ownership Structure and Innovation: An Emerging Market Perspective. *Asia Pacific Journal of Management*, 31: 1 – 24.
- Crane, K., Luoto, J. E., Harold, S. W., Yang, D., Berkowitz, S. K. & Wang, X. (2014). *The Effectiveness of China's Industrial Policies in Commercial Aviation Manufacturing*. Santa Monica: RAND Corporation.
- Commission of The European Communities (CEC). (1997). The European Aerospace Industry Meeting the Global Challenge. COM (97) 466 Final, Brussels.
- Dosi, G. (1988). Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, 26: 1120 – 1171.
- Gellman Research Associates (GRA). (1990). An Economic and Financial Review of Airbus Industrie. Prepared for U. S. Department of Commerce International Trade Administration, <https://rosap.ntl.bts.gov/viewdot/16487>.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essay*. Cambridge: Harvard University Press.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C. & Rabellotti, R. (2005). Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters. *World Development*, 33 (4): 549 – 573.
- Hayward, K. (1998). Airbus: Twenty Years of European Collaboration. *International Affairs*, 64 (1): 11 – 26.
- Hickie, D. (1991). Airbus Industrie: A Case Study in European High Technology Cooperation. In Hilpert, U (Eds.), *State Policies and Techno-industrial Innovation*. London: Routledge.
- Hobday, M. (1998). Product Complexity, Innovation and Industrial Organization. *Research Policy*, 26: 689 – 710.
- Huang, Y. H. (2022). Multiple Roles of State-Owned Enterprises in China's Innovation System. *China Review*, 22 (1): 77 – 105.
- King, D. R. & Nowack, M. L. (2003). The Impact of Government Policy on Technology Transfer: An Aircraft Industry Case Study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20 (4): 303 – 318.
- Krugman, P. (1986). *Strategic Trade Policy and the New International Economics*. Cambridge: MIT Press.
- Lazonick, W. (2007). The US Stock Market and the Governance of Innovative Enterprise. *Industrial and Corporate Change*, 16 (6): 983 – 1035.
- Lazzarini, S. G., Mesquita, L. F., Monteiro, F. & Musacchio, A. (2021). Leviathan as an Inventor: An Extended Agency Model of State-owned versus Private Firm Invention in Emerging and Developed Economies. *Journal of International Business Studies*, 52: 560 – 594.
- Malerba, F (Eds.), (2004). *Sectoral Systems of Innovation, Cambridge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.
- McIntyre, I. (1992). *Dogfight: The Transatlantic Battle over Airbus*. Westport: Praeger.
- Miller, R., Hobday, M., Leroux-Demers, T. & Olleros, X. (1995). Innovation in Complex Systems Industries: The Case of Flight Simulation. *Industrial and Corporate Change*, 4 (2): 363 – 400.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Peng, M. W. & Luo, Y. (2000). Managerial Ties and Firm Performance in a Transition Economy: The Nature of a Micro-Macro Link. *Academy of Management Journal*, 43 (3): 486 – 501.
- Rodrik, D. (2007). *One Economic, Many Recipes: Globalization, Institutions, and Economic Growth*. New Jersey: Princeton University Press.
- Sparaco, P. (2006). *Airbus: The True Story*. Toulouse: PRIVAT.
- Sun, Y. T. & Liu, F. C. (2014). New Trends in Chinese Innovation Policies since 2009: A System Framework of Policy Analysis. *International Journal of Technology Management*, 65: 6 – 23.
- Turner, A. (2015). *Between Debt and the Devil: Money, Credit, and Fixing Global Finance*. Princeton: Princeton University Press.

责任编辑：黄冬娅