



开放科学  
(资源服务)  
标识码  
(OSID)

# 风险约束下谷歌颠覆性技术创新管理模式研究

孟晨霞<sup>1,2</sup> 赵勇<sup>1,2</sup>

1. 中国农业大学图书馆 北京 100083;
2. 中国农业大学情报研究中心 北京 100083

**摘要:** [目的/意义] 颠覆性技术创新已受到政府、行业、学界等领域的广泛关注, 加强颠覆性技术创新的组织管理至关重要。[方法/过程] 文章选取企业视角, 以谷歌为例, 采用案例研究法, 从项目识别、项目评估、项目培育等角度具体分析其对颠覆性技术创新的全流程组织管理机制, 并着眼风险管理, 总结其在颠覆性技术创新风险约束方面的有效举措。[局限] 受限于研究对象一手资料或内部信息获取难度高, 本文数据来源主要是国内外已公开的文献报道。[结果/结论] 我国颠覆性技术创新管理应加强顶层设计、构建利于颠覆性技术创新的管理理念和研发体系, 提供独立自主的经费和管理空间, 注重技术成果转化与应用, 引入“项目组合评估”以平衡“风险”与“回报”, 引导科研人员和管理者正视失败、宽容失败。

**关键词:** 颠覆性技术; 技术创新; 风险管理; 谷歌

**中图分类号:** G35; G311; F204

## Research on Google's Disruptive Technological Innovation Management Model under Risk Constraints

MENG Chenxia<sup>1,2</sup> ZHAO Yong<sup>1,2</sup>

1. Library of China Agricultural University, Beijing 100083, China;
2. Information Research Center, China Agricultural University, Beijing 100083, China

**Abstract:** [Objective/ Significance] Disruptive technology innovation has drawn widespread attention from the government, industry, and academia, and it is crucial to strengthen organizational management of disruptive technology innovation. [Methods/Processes] This article selects the enterprise perspective, takes Google as an example, adopts the case study method to analyze Google's full-process management mechanism for disruptive technology innovation from the perspectives of project identification, project evaluation, and project cultivation. Then with an eye on risk management, it summarizes Google's effective

**基金项目** 中国农业大学教育教学改革研究项目 (BZY2023037)。

**作者简介** 孟晨霞 (1992-), 硕士, 馆员, 研究方向为颠覆性技术创新、科技管理与科技政策; 赵勇 (1980-), 博士, 研究馆员, 研究方向为科学计量与科技政策, E-mail: zhaoyong@cau.edu.cn。

**引用格式** 孟晨霞, 赵勇. 风险约束下谷歌颠覆性技术创新管理模式研究 [J]. 情报工程, 2023, 9(6): 20-34.

initiatives in terms of risk constraints on disruptive technological innovation. [Limitations] Due to the difficulty of obtaining first-hand information or internal information of the research object, the data sources of this paper are mainly published literature reports. [Results /Conclusions] The disruptive technological innovation management should strengthen top-level design, build management concepts and R&D systems which are conducive to disruptive technological innovation, provide independent funding and management space, focus on the transformation and application of technological achievements, and introduce “project portfolio evaluation” to balance “risks” and “return”, guide researchers and managers to face up to failure and tolerate failure.

**Keywords:** Disruptive Technology; Technology Innovation; Risk Management; Google

## 引言

科技创新对国家地区经济社会发展的作用日益凸显，近年来关于科研保守主义将对创新产生不利影响的担忧日益增长，即不鼓励不支持有失败风险但可能带来重大突破的创新研究，将会损害国家的长期科技创新力和竞争力<sup>[1]</sup>。全球研究委员会（GRC）制定了一套支持科学突破的原则敦促各国“鼓励冒险并容忍研究活动中的失败”<sup>[2]</sup>。为应对未来激烈的国际竞争，主要科技发达国家已纷纷通过发布政策、调整战略、设立专门机构、基金资助等方式，强化对颠覆性技术创新的重视与支持，加快对颠覆性技术创新的前瞻布局与探索。我国自2012年以来陆续出台了“发展引领产业变革的颠覆性技术”和“突出颠覆性技术创新”等重要举措，将颠覆性技术创新提升到国家战略高度，并探索新型研发机构实施颠覆性技术创新的管理模式，但在发展中仍存在研究机制不完善、组织管理体系化不够等问题<sup>[3]</sup>，加强颠覆性技术创新的组织管理对我国在国际竞争中赢得竞争优势至关重要。

与此同时，全球化日益深化、科技发展日新月异，企业所面临的市场竞争日趋激烈，对

其技术创新的要求也越来越高，根据欧盟发布的《2021 欧盟产业研发投入记分牌》显示，全球研发投入已连续十一年显著增长<sup>[4]</sup>，企业出于长远发展需要也纷纷布局开展颠覆性技术研发。全球各类科技创新型企业的，尤其是顶尖优秀企业，自发地投入资金或设立相关部门，进行颠覆性技术的培育管理。这些以企业为主导的颠覆性技术创新，往往在问题发现、技术研发、成果孵化、项目管理等方面有其独具特色的实践做法，其实践与经验对于颠覆性技术创新的组织管理具有重要的借鉴意义。因此，本文以企业视角作为研究切入点，选取谷歌作为典型案例，结合谷歌“X 实验室”的颠覆性技术创新项目具体实践，分析其在颠覆性技术创新方面的管理模式，凝练相应经验，以期为我国颠覆性技术创新的政策制定与科技管理提供参考。

## 1 研究综述与设计

### 1.1 研究综述

如何更好地促进颠覆性技术创新不仅是各国促进科技发展的战略议题，也是学界广泛关注的重要研究问题。当前主要围绕其机理特征、

预测识别、培育管理等方面开展相关研究：一是以内涵、特征、影响因素等为主的理论研究，从技术、市场、影响等维度分析其内涵、特征等，主要特征包括新颖性<sup>[5]</sup>、突破性<sup>[6]</sup>、高风险性<sup>[7]</sup>等。二是以技术监测识别体系构建与方法挖掘为主的应用研究，提出的主要识别方法包括立足文献的专利挖掘<sup>[8]</sup>、内容分析<sup>[9]</sup>，基于技术路线图<sup>[10]</sup>，TRIZ模型<sup>[11]</sup>等方法。三是以培育机制为主的战略研究，该类研究对于促进颠覆性技术创新的实践具有尤为重要的意义。一方面，科研资助是促进科技创新的有效保障，有学者从科研资助机构视角，对颠覆性技术创新的政策机制<sup>[12]</sup>、评审机制<sup>[13]</sup>、资助体系<sup>[14]</sup>、绩效评估<sup>[15]</sup>等方面展开分析。另一方面，企业作为技术创新的重要组织载体，也是相应研究的重要切入点。以企业为视角的研究更关注企业颠覆性技术创新的影响因素（组织生态<sup>[16]</sup>、动态能力<sup>[17]</sup>、资源配置<sup>[18]</sup>等）、实现路径<sup>[19]</sup>、绩效影响<sup>[20]</sup>等方面，尤其关注后发企业的技术创新与商业模式创新，旨在厘清企业颠覆性技术创新的机理与实施路径，为企业技术创新提供借鉴。此外，针对颠覆性技术创新具有的“高风险”属性，学界也开始关注其风险管理。有研究指出，颠覆性技术创新的风险主要包括确定性风险和模糊性风险<sup>[21]</sup>，具有普遍性与差异性<sup>[22]</sup>、不确定性与可控性<sup>[23]</sup>等特征，可采用奖励奖金机制<sup>[24]</sup>、研究项目整合为“投资组合”<sup>[25]</sup>、尽早识别潜在风险并针对性分散风险<sup>[26]</sup>等方式，降低科研资助机构所承担的风险。企业作为经济性组织对风险更为敏感，其风险管理举措更为丰富成熟，但少有研究在借鉴企业的风险管理经验的基础上，为颠覆性技术创新的组

织管理提出建议。

颠覆性技术只有走出实验室、实现转化应用才能产生实质的颠覆性影响，而颠覆性技术的高风险性、不确定性等特征也对颠覆性技术成果转化提出了新的挑战，需要创新管理模式。世界各国已纷纷通过设立专门机构或专门的项目计划促进颠覆性技术创新，基于此有研究深度剖析美国国防部高级研究计划局(DARPA)<sup>[27]</sup>、爱尔兰颠覆性技术创新基金<sup>[28]</sup>、日本颠覆性技术创新计划(ImPACT)<sup>[29]</sup>等促进颠覆性技术成果转化的作用机制。2000年以来，美国、欧盟等还积极从国家创新战略高度探索科技成果转化新模式，实施概念验证计划，设置概念验证中心，有效推动了颠覆性技术成果转化<sup>[30]</sup>。此外，孵化器与加速器作为科技创新服务载体，对促进颠覆性技术创新成果转化具有重要意义。有研究对国内外科技创新典型孵化模式<sup>[31]</sup>、专业孵化器<sup>[32]</sup>等进行深入分析，更有研究聚焦美国融合加速器计划<sup>[33]</sup>、以色列孵化器实践<sup>[34]</sup>等，提出促进颠覆性技术成果转化的建议。但总体来看，相关研究的主体仍以国家政府或高校主导的专门机构为主，少有研究聚焦企业视角。

综上所述，颠覆性技术创新已受到各领域广泛关注，政府或科研资助机构主体视角下的相关研究更为成熟，已为颠覆性技术创新的组织管理提供了较多借鉴，但企业视角下的研究则较少。因此，文章将从企业视角，采用案例研究法，选取谷歌“X实验室”开展颠覆性技术创新的实践为案例样本，通过梳理其对颠覆性技术创新的全流程组织管理，凝练其管理模式与经验，以期为我国颠覆性技术创新的组织实施提供借鉴。

## 1.2 研究方法

本文主要采用案例研究的方法。案例研究作为经典定性研究方法，适用于对过程研究和“如何”（how）类问题研究，能够对研究对象进行详实的分析描述<sup>[35]</sup>。本文旨在通过对所选案例的实践进行分析总结，探究其在颠覆性技术创新过程中如何进行组织管理。采用单案例研究方法能够对其进行深入的挖掘剖析，能较好地实现研究目的。

案例的选择应兼顾典型性和启发性<sup>[36]</sup>，本文选取谷歌“X实验室”作为案例研究对象，符合这一要求。一方面谷歌是极具代表性的全球科技公司，是开展颠覆性技术创新的典型代表。自1998年成立以来，谷歌已研发上千项专利，在搜索引擎、人工智能、无人驾驶等领域不断推出极具创新性与颠覆性的产品，目前已成为市值1.1万亿美元、全职员工超15万人的世界级科技公司，市值排名稳居全球前十，是近五年最具研发活力的企业之一<sup>[4]</sup>。另一方面，

“X实验室”是谷歌成立的专门开展颠覆性技术创新的机构，自2010年成立以来已开展了数百项颠覆性技术创新项目，取得了一定成效，积累了丰富的组织管理经验，其相关实践具有重要的启示意义。

为提高案例研究的有效性<sup>[36]</sup>，本研究从多个渠道收集相关数据。数据来源主要包括三部分，一是谷歌主动公开的信息，包括官网信息、企业财报、访谈、创始人公开信等；二是政府、官方组织等第三方发布的统计数据、研究报告等；三是其他文献资料及公共媒体资料等，如网页、图书、文章等。

## 1.3 研究路径

本文研究框架如图1所示：首先分析谷歌开展颠覆性技术创新的组织基础，然后从项目识别、项目评估、项目培育、项目转化等角度具体分析其对颠覆性技术创新的全流程组织管理机制，并着眼风险管理视角，总结其在颠覆性技术创新风险约束方面的有效举措。

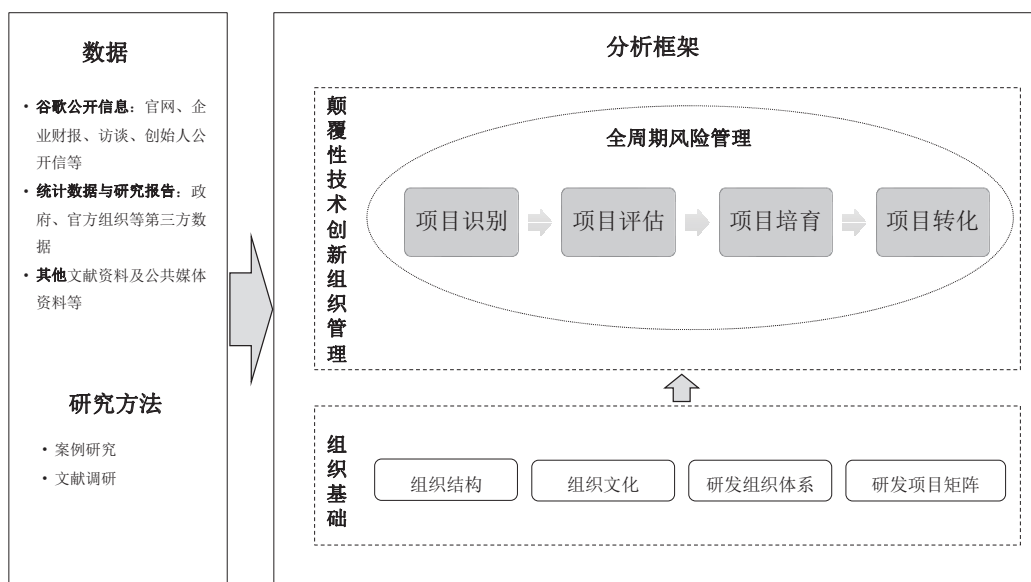


图1 研究框架图

## 2 谷歌开展颠覆性技术创新的组织基础

### 2.1 概况

“X 实验室”<sup>[37]</sup>是谷歌内部致力于颠覆性技术研发与孵化的专门机构，其前身是 Google X 创新实验室，由谷歌创始人拉里·佩奇 (Larry Page) 和谢尔盖布林 (Sergey Brin) 于 2010 年成立，初期专注谷歌自动驾驶项目研发。2015 年谷歌重组为 Alphabet 后，Google X 也进行了相应调整，更名为“X”，成为 Alphabet 内部的独立子公司。调整后的“X 实验室”定位不再是传统的企业实验室，而是“登月工厂” (Moonshot Factory)。“登月”代表“X 实验室”的远大愿景，“工厂”则代表其贴近现实的一面，提醒其通过制定具体计划实现愿景。“X 实验室”致力于研发“登月型”项目（即颠覆性技术创新项目，是谷歌对于疯狂而不太可能实现的项目的统称），其目标是“研发旨在改善数百万甚至数十亿人生活的技术，对世界级难题产生十倍的影响”，通过认真对待疯狂的想法来追求技术突破、通过发明激进的新技术以解决人类的重大问题。

“X 实验室”没有特定的研究领域与方向，通常涉及多个学科领域。十余年间，“X 实验室”研发了数百个“登月型”项目。根据其已公开的项目来看，“X 实验室”当前关注的重点领域主要包括：清洁能源、健康、互联网连接、出行、食物供应等，主要涉及人工智能、机器学习、机器人技术、硬件工程、软件工程等领域的技术突破与应用。

### 2.2 组织基础

组织创新是颠覆性技术创新的前提<sup>[38]</sup>，从组织结构、组织文化、研发组织模式、研发团队管理、研发项目矩阵等方面对谷歌开展颠覆性技术创新的组织基础加以分析。

#### 2.2.1 扁平独立的组织结构

谷歌在发展过程中不断调整组织结构，2015 年进行资产重组后形成了当前组织结构，即采用控股公司结构，将“X 实验室”及无人驾驶、医学研究等新项目与谷歌主营业务（搜索引擎、地图、YouTube、安卓等）分离，各自成立子公司，共同隶属于 Alphabet 母公司。重组后的谷歌从业务和职能两个角度重构组织架构，充分保障了技术创新的独立性。一方面产品业务界限更为清晰，明确了谷歌核心业务，利于资源合理分配，另一方面实现核心业务与颠覆性技术创新剥离，在确保核心业务维持优势、巩固壁垒的基础上，给予研发更多独立性，减少资本市场对谷歌开展颠覆性技术创新的干扰，为颠覆性技术创新营造了宽松的组织生态。除此之外，调整后的组织结构依旧保留了一贯的扁平化特点，各业务产品线及职能部门各有独立负责人，直接向首席执行官汇报，保障了各业务的决策自主权，为技术创新提供了更多独立决策空间。

#### 2.2.2 鼓励创新的组织文化

组织文化是谷歌不断实现技术创新的关键<sup>[39]</sup>。谷歌历来鼓励创新，早在 2004 年上市前，谷歌创始人公开信中就明确提出“不会因为短期盈利压力而回避高风险高回报项目”，将颠覆性技术创新作为企业长期成功的关键<sup>[40]</sup>。

谷歌的组织文化具有鲜明特色：

一是注重长期利益，而不只是追求短期盈利。谷歌研究理念强调出于科学好奇心进行长期研究，支持基础研究，鼓励开展涉及更多技术风险的“有野心”的项目、探索存在风险并很可能失败的技术创新。

二是注重人的创造性，推出20%工作制<sup>[41]</sup>，将创新融入员工的工作时间预算。具体来说，要求技术人员用80%的时间用于公司已有业务，用20%的时间来研究自己选择的新技术项目。Cardboard、Google Now等产品正是其20%时间制的创新成果产物。

三是鼓励失败，为研发人员营造大胆创新的心理安全感。“X实验室”认为项目失败是常态，以积极的态度对待项目终止，甚至鼓励项目终止，并为终止的项目团队提供奖金。“X实验室”十分重视研发人员的心理安全感，通过“事前分析”（Pre-mortems）让研发人员在网站上自由表达对项目风险的担忧，通过“坏主意头脑风暴”（Bad idea brainstorm）鼓励研发人员大胆表达“愚蠢”或“疯狂”的创新想法<sup>[42]</sup>。

### 2.2.3 灵活交叉的研发组织模式

谷歌以研发团队为基本单元开展具体研究工作，在研发组织上具有灵活、交叉融合的特点。一方面，研发团队以项目为纽带进行组建，灵活度与自由度高。谷歌没有固定的研究结构，在“X实验室”，研发人员可根据兴趣组成松散的合作团队，公司层面则以项目预算推动团队的组建与发展，研发人员可在不同项目间流动。如CardBoard项目初期团队只有寥寥数人，但当项目取得初步成果时，项目预算迅猛增长，

团队成员也随之增加。另一方面，研发团队交叉融合，可跨组织开展相应工作。研发人员可归属多个研发团队，同一团队会对多个领域开展研究，同一领域有多个团队共同研究，并可针对某一领域或项目开展跨组织合作，如在医疗领域，谷歌Health研发团队与DeepMind研究团队合作进行技术研发，产出了肾病预测算法系统等丰富成果。

### 2.2.4 弹性的研发团队管理

谷歌以跨学科“T型人才”组建项目核心团队<sup>[43]</sup>，尽可能控制核心团队规模，由覆盖研发全流程的公共支撑团队作为补充保障。“X实验室”项目核心团队具有跨学科、协作性强的特点，一方面，“X实验室”组建团队时注意成员学科背景，覆盖多学科，寻求“T型人才”（即在特定领域具有深厚的专业知识及巨大的知识灵活性，能够跨领域协作，擅于将某一领域内的技术应用到其他领域）。以互联网气球项目Loon为例，其核心团队由纺织工程师、航空专家、网络通信专家以及化学家等组成，覆盖研究问题所涉及的各学科领域，成员将Doritos袋子、避孕套和香肠肠衣的技术跨领域应用，解决了Loon气球泄漏的问题。另一方面，为更好地控制研发人员规模，“X实验室”采用核心团队为主、公共团队为支撑的模式，每个项目的核心团队规模控制得尽量小。同时，为方便核心团队进行各类资源调用，“X实验室”组建覆盖设计、测试、生产、维护等全流程的内部公共专家团队，内部公共专家团队具有机械工程、用户体验研究和设计以及公共政策等方面的专业优势。典型代表是其设计制造部门“设计厨房”（Design kitchen）团队，可为各

类项目原型制作提供支撑。

### 2.2.5 平衡多样的项目矩阵

谷歌总体上形成了由基础研究、新产品创新、关键产品贡献和基础设施组成的研究矩阵。各类研究时间范围、风险水平、目标、衡量标准各不相同，平衡而多样的研究矩阵既适应了谷歌日益多样化的业务所需，也能支撑谷歌开展更高技术风险的项目以满足其长期发展愿景。

在“X实验室”内部，也注意维持项目组合的均衡性，以多元化为目标，合理地平衡“X实验室”的整体项目组合，形成综合考虑硬件或软件领域项目的组合、长期（接近10年）或较短期（接近5年）项目的组合等。通过开展多元化的项目，“X实验室”能探索更多技术领域，项目组合的视角也加强了项目之间的协作性。

## 3 谷歌颠覆性技术创新管理机制

目前“X实验室”已开展了数百个“登月型”项目，为深入剖析其颠覆性技术创新管理机制，本部分将选择具有典型性与代表性的互联网气球项目Loon进行深入分析，同时兼顾案例分析的广度与深度，以其他项目实践为补充，在此基础上进一步分析总结谷歌颠覆性技术创新管理机制。

Loon项目源于谷歌创始人拉里自大学时期即关注的问题——世界很多地区的数十亿人口无法联网。针对这一问题，传统的解决方案是完善传统的网络基础设施建设，即建造无线信号塔、铺设电缆并发射卫星，但这一方案成本高、

用时长，发展停滞。因此拉里针对这一问题提出“热气球网络计划”的创意，即通过发射数百个高空热气球绕地飞行组成网络，为各地人民提供网络连接。“X实验室”对该创意进行初步评估：一方面，该问题的解决将影响世界上数十亿无法联网的人群，意义重大，影响广泛；另一方面，所提出的创意从根本上不同于已有的解决方案，是突破性的，且使用的技术或已存在或预计短期内可行。通过初步评估后，2011年该项目正式确立。

“X实验室”在该项目各阶段进行了广泛评估。一是项目初期，由快速评估团队对其进行可行性评估，快速评估团队采购了数个高空气球，将无线网络收发器固定在气球下方，从技术层面测试携带网络收发器的气球飞行可行性。二是项目团队不断提出项目面临的最大难题（如怎样维持地面与气球间的连接、气球及设备怎样承受平流层的低温、如何精准控制高空气球等），利用人工智能、机器学习、大数据等先进技术提出解决方案并设计原型进行针对性测试。三是对项目进行商业化评估，项目负责人估计全球有十多亿人无法上网，若Loon能为其中2亿人提供互联网服务，预计月收入可在10亿美元左右，此外新增的这些互联网用户也会使用谷歌的搜索引擎、YouTube等服务，会进一步带来其他商业收入，总体收益较好。

Loon项目经逐步测试后实现了应用落地。2013年在新西兰进行首次公开大规模测试，随后又在巴西、美国等多个国家地区进行了测试，并在2017年为秘鲁的洪灾地区及波多黎各飓风灾区提供紧急网络连接服务。2018年，Loon从“X

实验室”独立、成为谷歌旗下的子公司，并在2020年与非洲移动网络运营商达成商业合作，实现该业务在肯尼亚及莫桑比克商业化部署。值得注意的是，2021年Loon团队发布公告，出于未来商业化的考量将暂停该项目，但暂停并不代表项目失败，一方面该团队取得了多项颠覆性技术成果，并实现了落地应用，且部分技术将继续应用于谷歌内部其他项目（如高带

宽光通信链路技术应用于Taara项目），另一方面，该团队以多种形式分享其成果，如发表论文、将多项专利转让给合作伙伴、分享测试数据等，以期促进相关领域的研究与创新。

基于上述分析并结合“X实验室”其他项目实施情况，从项目识别、项目评估及项目培育转化三方面总结出谷歌颠覆性技术创新管理机制（如图2所示）：

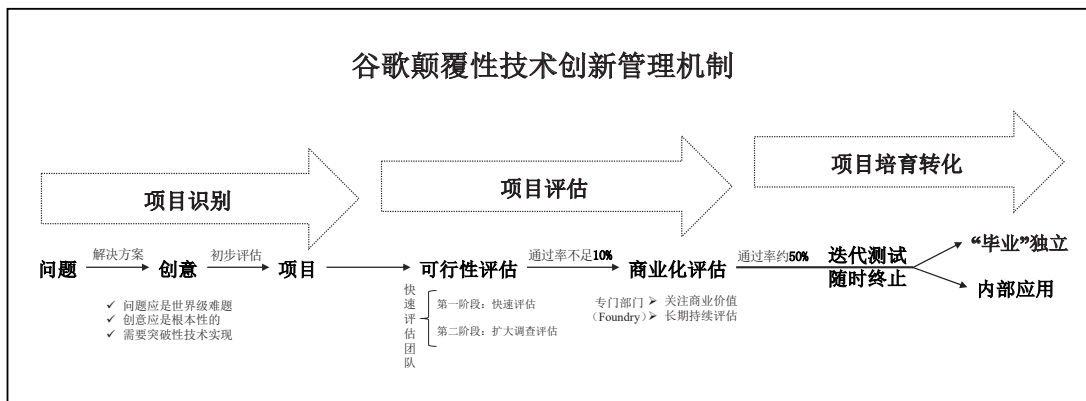


图2 谷歌颠覆性技术创新管理机制

### 3.1 项目识别：“问题—创意—项目”的发现机制

“X实验室”将项目的起点定义为问题，提倡关注问题并深入了解，从而更开放性地提出新方法、找到可能的最佳方案，针对问题所提出的解决方案即为“创意”，对创意进行可行性评估后，可转化为“登月型”项目加以推进。“X实验室”认为“登月型”项目应同时满足三点要求（如图3所示）。

一是问题应是世界级难题（Huge problem）。“X实验室”重视问题所影响的受众规模，强调项目所关注的问题应是能影响世界数百万或数十亿人的大问题，问题来源领域不设限，问题的提出方也十分广泛，包括“X实

验室”的员工、高管或者外部学者。“X实验室”强调问题思维，在具体方法上采用麻省理工学院哈尔·格雷格森 (Hal Gregersen) 所提出

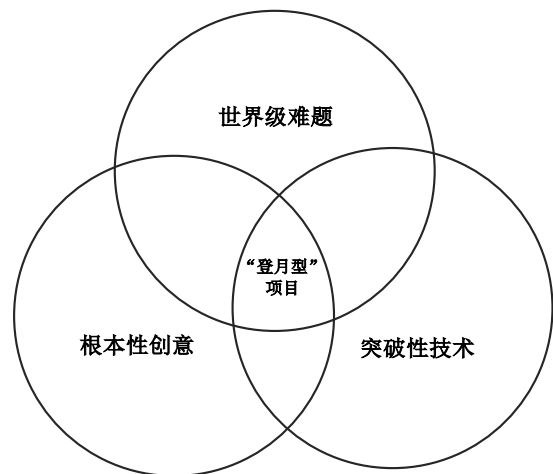


图3 项目发现机制



的“问题爆发”<sup>[42]</sup>方法，组织不同领域与学科背景的人进行头脑风暴。但与传统头脑风暴不同，该方法主要专注问题而不是找出答案，目的在于提出关于该问题的新问题，因为新问题往往会产生新颖甚至具有变革性的见解。

二是“创意”应是激进的、根本性的(Radical Solution)。项目要对所关注的问题提出相应的解决方案，且方案应遵循“第一原则”<sup>[44]</sup>。第一原则指回归问题本原，对问题的各个部分独立思考，强调从问题所涉及的基础科学着手，这要求项目所提供的解决方案并非是对已有方案的改进，而是全新的颠覆性解决方案，通常在技术难度、投入等方面极具挑战性，而且可能在当前难以实现。

三是需要突破性技术(Breakthrough Technology)。所提出的解决方案虽然目前难以实现，但应存在突破性技术使其在未来5-10年具有实现的可能。相较前两点强调项目的影响力与规模，突破性技术则强调项目的技术可行性。

### 3.2 项目评估:宽入严出的全流程评估机制

一是建立快速评估团队<sup>[45]</sup>开展可行性评估。快速评估团队由8人组成，并采取轮换制。人员主要来自材料科学、人工智能等多个领域，具备动手能力强、工程专业知识丰富等优势。快速评估团队的评估活动主要分为两个阶段：第一阶段评估人员利用数周时间和数千美元的资金研究新项目的最大风险，初步判断项目是否可行。第二阶段是扩大调查评估，评估人员利用数月的时间和更多的资金预算构建项目技术原型，并针对技术最难点及最大风险点对项目原型运行测试，同时还会建立可靠的技术经

济分析，评估项目在真实市场中生存的可能性。综合来看，快速评估团队主要进行可行性评估，从技术层面综合考量项目可行性、技术方案、成本等。快速评估团队判断不可行的项目将被尽早终止，目前90%的项目最终难以通过该阶段评估。

二是成立专门部门 Foundry<sup>[46]</sup>开展商业化评估。Foundry的成立源于“X实验室”曾失败的项目谷歌眼镜，“X实验室”从中认识到自身所存在的组织缺陷，即缺乏将科研成果商业化的系统性方法。在此背景下，“X实验室”成立了 Foundry，将其作为孵化器，以实现科学突破向商业模式转化。“X实验室”认为经过快速评估团队持续几个月评估后的项目仍然存在很多未知风险，因此通过 Foundry 为项目创造一个持续一年左右的特殊环境，对于项目最终是否可以转化为产品进行长期观察评估，重点关注项目的商业价值与盈利能力。进入 Foundry 的项目，预计一半会被扼杀，一半可通过评估，并由 Foundry 聘请总经理对项目进行组织管理。

总体看来，相较于对项目提出的宽松不设限，“X实验室”对项目实施的评估更为严格，贯穿项目各阶段。“X实验室”所开展的评估主要包括技术可行性评估、技术经济分析及商业化评估等方面。“X实验室”以扼杀项目为目标开展评估，各阶段都可能直接终止项目，项目总体终止率很高。

### 3.3 项目培育转化:应用导向,多路径转化

“X实验室”的项目培育以实现最终应用为导向，倡导项目尽快在现实环境落地转化。

一方面，在项目组织实施过程中，积极推动在现实世界测试应用。为推动项目的尽快落地，“X实验室”会积极与其他主体合作，如Loon项目，通过与非洲地区的移动网络运营商Vodacom合作，以推进其技术及设备在莫桑比克的部署。另一方面，“X实验室”注重项目最终的商业转化，当“X实验室”的项目成熟并达到一定规模时，将会从“X实验室”“毕业”。

“X实验室”项目转化的路径主要有两种：一是成为独立子公司，如Loon项目在发展成熟后于2018年独立为子公司，同样具有代表性的还有自动驾驶项目Waymo，该项目在“X实验室”孵化后成立为Waymo子公司，2020年该公司的估值已达1050亿美元。项目转化还有相应的激励机制，Waymo独立为子公司后，该项目负责人成为子公司高管，团队成员也获得了公司股份。二是项目虽未能孵化为独立业务，但可应用于谷歌内部其他业务，极大改进其他业务，如Loon项目的技术成果继续应用于Taara项目，人工智能项目谷歌大脑在项目成熟后应用于谷歌搜索、谷歌翻译等核心业务场景，创造出可观的价值。“X实验室”负责人Teller曾表示，谷歌大脑创造的价值已足以支付“X实验室”未来数年的预算。

## 4 谷歌颠覆性技术创新风险约束机制

### 4.1 资源配置原则：70/20/10，稳定且谨慎

谷歌总体的资源配置遵循“70/20/10”原则，即70%的资源配置给核心业务，20%分配给新

兴业务，剩下的10%投在全新业务<sup>[47]</sup>。这一原则源于谷歌的早期项目管理经验，谷歌早期是根据排名前100的项目清单进行资源配置及项目组合管理。2002年创始人谢尔盖将前100名项目清单进行梳理分类，发现其中约70%的项目涉及搜索引擎及广告搜索等核心业务；约20%涉及初步成功的新兴业务；约10%是关于全新业务，这部分业务虽然失败风险很高，但一旦成功回报也是惊人的。经讨论后最终形成了“70/20/10”资源配置原则。

“70/20/10”资源配置原则确保了谷歌对“X实验室”的投资是相对稳定的，即使在总体预算削减时“X实验室”也仍可获得持续的投入。“X实验室”在谷歌财报中被归入其他业务（Other bets），目前尚处于整体亏损状态（2021年亏损达52.81亿美元），但谷歌仍对其进行持续稳定的投入。这得益于谷歌稳步增长的核心主营业务收入，一定程度上已足以保障谷歌在资本市场的地位。在此背景下，谷歌的资源配置能尽量少受资本市场影响。此外，“70/20/10”资源配置原则也确保谷歌对“X实验室”的投资是有限且谨慎的，一方面考虑到“X实验室”研发项目的不确定性，将“X实验室”占公司整体投入的比例维持在相对较低的水平，可有效降低谷歌整体的投入风险；另一方面则是考虑到资源上的稀缺往往也是激发创新的催化剂。不少研究都指出限制能够激发创意<sup>[48]</sup>，也有企业早已践行了这一理念，亨利·福特主张“与毫不设限的研究环境相比，强制性条件更能激发我们在生产和销售方面的发现”<sup>[49]</sup>，并为汽车设定低廉的定价，以此激发公司的技术创新。

## 4.2 风险里程碑管理:实行快速迭代策略,分阶段投入

“X实验室”在项目实施过程中倡导“完成胜于完美”的理念,实行快速迭代策略,将项目拆解为若干“学习”循环,以“交付—迭代”模式逐步优化<sup>[50]</sup>。一方面,“X实验室”把控投入,在每个循环中尽可能少投资,以此降低沉没成本,进而减少因沉没成本过高而导致的对项目的不理性坚持,既增加了终止项目的决策的科学性,也减少了项目终止时的损失;另一方面,“X实验室”将项目各个阶段的迭代视作“学习”,将目标侧重强调该阶段所获取的成果,而不是用二元化的成功或失败简单定义各阶段的结果,项目团队也相对更容易接受项目在当前阶段终止。

“X实验室”在快速迭代策略的基础上,推进风险里程碑管理,以里程碑考核结果为依据逐步增加投入。“X实验室”要求项目团队确定项目所面临的重大风险,并将重大风险设为里程碑,待项目实现里程碑目标、消除重大风险后再释放相应的资源投入,然后团队再确立下一阶段所面临的重大风险,并设为下一个里程碑,以此循环,直至项目最终实现。

总体看来,“X实验室”在项目实施过程中,通过风险里程碑管理实现资源分阶段投入,及早“扼杀”不可行的项目,有效避免团队人力、物力的不必要投入。

## 4.3 终止信号机制:及时止损,以失败为养料

终止信号是“X实验室”对项目进行风险约束的另一个重要工具。终止信号实质是“X

实验室”要求团队在项目开始时所设定的指标<sup>[51]</sup>,如果在特定时间范围内未能实现既定指标,则需要终止项目,清晰的终止信号可使团队在面对不理想的结果时保持理智并果断地放弃。例如,海水燃料项目 Foghorn,虽然项目技术方案可行,也已成功地生产出燃料,但成本却不够低,没能达到所设置的目标,最终“X实验室”终止了该项目。

“X实验室”以积极的态度对待项目失败,并将终止的项目作为成果进一步利用。通常,“X实验室”会并行开展数十个项目,这些项目共同构成了“X实验室”的创新生态系统,终止的项目也会作为成果在“X实验室”的创新生态系统中得以保留,并成为激发和培育其他项目的“养料”<sup>[52]</sup>,为其他项目的组织开展奠定基础。如“X实验室”目前正在推进的电力系统项目 Tapestry 就是在十多个项目成果的基础上组织实施的;已宣告终止的海水燃料项目 Foghorn,催生了“X实验室”后续开展的两项清洁能源项目, Foghorn 项目团队成员还成立了初创公司 Ebb Carbon,继续探索海洋领域应对气候变化问题的新方法。

## 5 总结与启示

我国高度重视颠覆性技术创新,自2012年提出“发展引领产业变革的颠覆性技术”以来,已发布了一系列政策文件,将颠覆性技术创新纳入国家顶层设计,进行了国家层面的战略布局。在实践方面,我国也已在促进颠覆性技术创新方面开展了诸多有益探索,如2017年国家重点研发计划启动实施“变革性技术关键科学问题”重点项目;2018年北京市印发《中关村

国家自主创新示范区关于支持颠覆性技术创新的指导意见》，探索建立支持颠覆性技术创新的科研管理新机制；2021年科技部联合北京市建立了全国首个颠覆性技术创新基金，探索央地和社会资本共同支持颠覆性技术创新的新模式；2021年科技部举办首届全国颠覆性技术创新大赛，探索颠覆性技术“发现-遴选-培育”的新机制；2021年李泽湘教授在成功孵化六十多家企业的经验的基础上，创办深圳科创学院，通过创新创业型人才培养促进颠覆性技术创新；2022年科技部与北京市共建国家（中关村）火炬科创学院，发起百亿“火炬科创基金”计划，探索颠覆性创新项目孵化新机制。总体看来，我国也在不断探索促进颠覆性技术创新的管理模式，并取得了一定成效，但仍存在起步晚、发展慢的问题，尤其我国仍处于技术赶超阶段，颠覆性技术创新对我国掌握未来竞争优势具有重要意义，需要在广泛借鉴国内外优秀经验的基础上，创新组织管理模式，更为高效地促进颠覆性技术创新。

“X实验室”是谷歌开展颠覆性技术创新的专门机构，谷歌已依托“X实验室”开展了数百项颠覆性技术创新项目，虽项目屡有失败、终止，但已成功孵化了Waymo、Verily等子公司，在技术突破、经济价值、社会影响等方面都取得了一定成效，其颠覆性技术创新组织管理模式对我国科技管理尤其是推进颠覆性技术创新具有一定的借鉴意义。

### 5.1 加强顶层设计，构建利于颠覆性技术创新的管理理念和研发体系

谷歌将创新的组织文化、灵活的研发组织

体系、独具特色的研发项目矩阵作为其开展颠覆性技术创新的基石，其做法和成效值得长期关注和深入研究。要提升颠覆性技术创新能力，一方面要培育创新生态环境，让科研人员更加自由、更富野心、更具安全感地大胆创新，充分迸发全社会的创新活力；另一方面要加强顶层设计，“自上而下”与“自下而上”相结合去发现问题，全链条布局整体研发体系。

### 5.2 提供更为独立自主的经费和管理空间，保障研发独立性与管理灵活性

谷歌成立专门机构“X实验室”开展颠覆性技术创新，从组织架构层面将“X实验室”与核心盈利业务剥离，并给予稳定的资源投入，赋予“X实验室”财务及运营自主权，充分保障其独立性与决策自主性。颠覆性技术在研究周期、研究投入、研究结果等方面均具有很强的不确定性，独立且不受干扰的研究环境对该类技术创新的成功至关重要。一方面，科研资助方应为研究执行机构提供足够的独立空间，以科研人员为主导，给予科研人员充分的研究自由度；另一方面，应提高管理灵活度，可配合阶段性评估动态调整资助计划，更灵活地提供资助，从而降低风险。

### 5.3 注重技术成果应用与转化，形成研发到应用全流程闭环评估模式

谷歌“X实验室”所公布的已终止项目，其失败原因并非技术难以突破，而多是由于项目难以实现理想化的商业化盈利。可以看出，“X实验室”从项目初期就充分考虑项目后续的应用转化，不仅注重技术可行性评估，还进行持

续的技术经济评估及项目商业化评估。诚然，谷歌作为企业，必然要将技术的未来市场盈利作为最重要的考量标准。但从国家重大战略目标的角度来看，也要将国家利益、国家目标的实现作为技术评估重要的考量标准，即便技术发展初期的市场效益不明显，也需要提前布局并集中培育。总之，颠覆性技术创新存在回报滞后期长的问题，在这类研究的组织管理过程中，应明确站位，统筹研究与成果转化全流程，将应用转化作为项目组织管理所考虑的重要因素，尽早推动研究在现实环境中的测试与落地转化。

#### 5.4 适当引入“项目组合评估”方式，从全局视角有效平衡“风险”与“回报”

谷歌将所有业务、子公司等作为投资组合，划分为核心盈利业务与其他业务，确保整体盈利性而非苛刻要求各个业务盈利，保障“回报”的同时，为“冒险”预留一定空间。同时，谷歌将研发分类形成研究矩阵，“X实验室”内部也形成多元化的项目组合，既可以更广泛且合理地各个技术领域探索，也有利于分摊风险。在未来颠覆性技术创新的资源配置过程中，可加强总体布局、全局统筹，丰富项目资助类型，通过支持一批项目“一揽子”解决目标问题，分类管理与组合评估相结合，实现项目价值与风险的有效匹配。

#### 5.5 引导科研人员和管理者正视失败、宽容失败，从失败中汲取成功的“养分”

谷歌“X实验室”的项目管理具有宽入严出的特点，对项目的源起近乎不设限，但严格

把控评估。在项目实施过程中不断扼杀项目，鼓励项目快速失败，并以更多元、长期的眼光看待失败，将失败的项目也纳入整体创新生态系统，积极利用失败的项目成果孵化下一个项目。一方面，颠覆性技术创新具有较高的失败风险，科研资助机构应摒弃对项目失败风险的厌恶倾向，宽容失败，营造更为宽松的研生态，消解科研人员研究顾虑，充分发挥科研人员的创新能力。另一方面，颠覆性技术创新往往会产生价值外溢效应，A领域的研究成果可能后续会成为B领域技术突破的关键，因此要注意项目的成果积累，形成创新成果库，尤其也要注意纳入失败项目的成果。

#### 参考文献

- [1] O'CONNOR C. The natural selection of conservative science[J]. *Studies in History and Philosophy of Science PartA*, 2019(76): 24-29.
- [2] Global Research Council. Statement of Principles for Funding Scientific Breakthroughs[EB/OL]. (2015) [2023-07-10]. [https://globalresearchcouncil.org/fileadmin//documents/GRC\\_Publications/Statement\\_of\\_Principles\\_for\\_Funding\\_Scientific\\_Breakthrough.pdf](https://globalresearchcouncil.org/fileadmin//documents/GRC_Publications/Statement_of_Principles_for_Funding_Scientific_Breakthrough.pdf).
- [3] 陈劲. 全球科技创新的前沿分析及对策[J]. *人民论坛·学术前沿*, 2019(24): 8-13, 150.
- [4] European Commission, Joint Research Centre, Grassano, N., et al., The 2021 EU industrial R&D investment scoreboard[R]. Publications Office of the European Union, 2022.
- [5] ARTHUR W B. The structure of invention[J]. *Research Policy*, 2007, 36(2): 274-287.
- [6] HAHN F, JENSEN S, TANEV S. Disruptive innovation vs disruptive technology: the disruptive potential of the value propositions of 3D printing technology startups[J]. *Technology Innovation Management Review*, 2014, 4(12): 27-36.
- [7] 郑彦宁, 袁芳. 颠覆性技术研发管理研究[J]. *科研*

- 管理, 2021, 42(2): 12-19.
- [8] KASSICHIEH S, RAHAL N. A model for disruptive technology forecasting in strategic regional economic development[J]. Technological forecasting and social change, 2007, 74 (9): 1718-1732.
- [9] DOTSIKA F, WATKINS A. Identifying potentially disruptive trends by means of keyword network analysis[J]. Technological forecasting and social change, 2017, 119(3): 114-127.
- [10] WALSH S T. Roadmapping a disruptive technology: a case study: the emerging microsystems and top-down nanosystems industry[J]. Technological forecasting and social change, 2004, 71(1-2): 161-185.
- [11] 许泽浩, 张光宇, 亢凯, 等. 基于 TRIZ 理论的颠覆性技术选择环境研究 [J]. 工业工程, 2016, 19(4): 44-47.
- [12] 程如烟, 孙浩林. 主要经济体支持颠覆性技术创新的政策措施研究 [J]. 情报学报, 2021, 40(12): 1263-1270.
- [13] 李祯祺. 中国科学院上海营养与健康研究所. 重大原创性、颠覆性创新项目的非常规评审和组织实施机制研究——基于科技创新内涵的项目培育战略分析 [Z]. 2020-10-08.
- [14] 刘笑, 胡雯, 常旭华. 颠覆式创新视角下新型科研项目资助机制研究——以 R35 资助体系为例 [J]. 经济体制改革, 2021(2): 35-41.
- [15] FUNK R, SMITH J O. A Dynamic Network Measure of Technological Change[J]. Management Science, 2017, 63(3): 791-817.
- [16] WESSEL M, CHRISTENSEN C M. Surviving disruption[J]. Harvard Business Review, 2012, 90(12): 56-64.
- [17] PANDIT D, JOSHI M P, SAHAY A, et al. Disruptive innovation and dynamic capabilities in emerging economies: Evidence from the Indian automotive sector[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018, 129(4): 323-329.
- [18] 尚甜甜, 缪小明, 刘瀚龙, 等. 资源约束下颠覆性创新过程机制研究 [J]. 中国科技论坛, 2021(1): 35-43, 54.
- [19] 王海军, 金姝彤, 束超慧, 等. 为什么硅谷能够持续产生颠覆性创新?——基于企业创新生态系统视角的分析 [J]. 科学学研究, 2021, 39(12): 2267-2280.
- [20] GOLDSTEIN A, DOBLINGER C, BAKER E, et al. Startups supported by ARPA-E were more innovative than others but an investment gap may remain[J]. Nature Energy, 2020, 5(10): 741-742.
- [21] KEIZER J A, HALMAN J I. Diagnosing risk in radical innovation projects[J]. Research Technology Management, 2007, 50(5): 30-36.
- [22] 李晓峰, 徐玖平. 企业技术创新的风险管理研究 [J]. 经济体制改革, 2008(3): 73-76.
- [23] 吴涛. 国外技术创新风险研究中的几个问题 [J]. 科学管理研究, 2000(3): 8-11.
- [24] Office of Science and Technology Policy. Implementation of Federal Prize Authority: Fiscal Year 2015 Progress Report[R/OL]. (2016-8)[2023-07-10]. [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/fy2015\\_competes\\_prizes\\_report.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/fy2015_competes_prizes_report.pdf).
- [25] WALLACE M L, RAFOLS I. Research portfolio analysis in science policy: moving from financial returns to societal benefits[J]. Minerva, 2015(53): 89-115.
- [26] 韩凤芹, 罗琨. 构建面向颠覆性创新的财政科研资助体系 [J]. 中国软科学, 2020(10): 26-35.
- [27] 窦超, 代涛, 李晓轩, 等. DARPA 颠覆性技术创新机制研究——基于 SNM 理论的视角 [J]. 科学与科学技术管理, 2018, 39(6): 99-108.
- [28] 李昱, 翟亚宁. 爱尔兰颠覆性技术创新基金的运行管理机制探究 [J]. 世界科技研究与发展, 2021, 43(3): 367-374.
- [29] 彭春燕. 日本设立颠覆性技术创新计划探索科技计划管理改革 [J]. 中国科技论坛, 2015(4): 141-147.
- [30] 西桂权, 黎晓东, 孟潇. 基于概念验证视角的颠覆性技术成果转化模式研究 [J]. 科学管理研究, 2022, 40(1): 46-53.
- [31] 刘祯, 冯雪磊, 王德花, 等. 全球创业孵化发展典型模式比较研究 [J]. 科学管理研究, 2023, 41(4): 73-81.
- [32] 孙婧超, 李庆博. 国内外典型专业孵化器模式分析及借鉴 [J]. 天津经济, 2023(7): 84-87.
- [33] 董洁, 王强, 张亦扬, 等. 美国融合加速器计划对

- 北京加快成果转化的启示 [J]. 全球科技经济瞭望, 2023, 38(1): 18-24, 48.
- [34] 杜丽雅, 张志娟, 陆飞澎, 等. 以色列创新体系视角下颠覆性技术培育研究 [J]. 全球科技经济瞭望, 2020, 35(3): 7-15, 57.
- [35] YIN K. Case Study Research: Design and Methods[M]. Los Angeles: Sage Publications, Inc, 2009: 3-21.
- [36] EISENHARDT K M, GRAEBNER M E. Theory building from cases: Opportunities and challenges[J]. Academy of management journal, 2007, 50(1): 25-32.
- [37] X.X, the moonshot factory[EB/OL]. [2023-07-10]. <https://x.company/>.
- [38] 克莱顿·克里斯坦森. 创新者的窘境 [M]. 吴潜龙, 译. 南京: 江苏人民出版社, 2001: 23-50.
- [39] STEIBER A, ALANGE S. A corporate system for continuous innovation: the case of Google Inc[J]. European Journal of Innovation Management, 2013, 16(2): 243-264.
- [40] Alphabet. 2004 Founders' IPO Letter[EB/OL]. [2023-07-10]. <https://abc.xyz/investor/founders-letters/2004-ipo-letter/>.
- [41] 拉斯洛·博克. 重新定义团队: 谷歌如何工作 [M]. 宋伟, 译. 北京: 中信出版社, 2019: 127-157.
- [42] HOHNE C. How to think in questions, not answers[EB/OL]. (2021-3-16)[2023-07-10]. <https://x.company/blog/posts/how-to-think-in-questions-not-answers/>.
- [43] TELLER A. A Peek Inside the Moonshot Factory Operating Manual[EB/OL]. (2016-7-23)[2023-07-10]. <https://x.company/blog/posts/a-peek-inside-the-moonshot-factory-operating-manual/>.
- [44] 托马斯·舒尔茨. Google: 未来之境 [M]. 严然, 陈琴译. 北京: 当代中国出版社, 2016: 83.
- [45] FRANKLIN O. Inside X, Google's top-secret moonshot factory[EB/OL]. (2020-2-17)[2023-07-10]. <https://www.wired.co.uk/article/ten-years-of-google-x>.
- [46] THOMPSON D. Google X and the Science of Radical Creativity[EB/OL]. (2017-11)[2023-07-10]. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2017/11/x-google-moonshot-factory/540648/>.
- [47] SCHMIDT E, ROSENBERG J, EAGLE A. How Google works[M]. 北京: 中信出版社, 2015: 216-219.
- [48] STOKES P D. Variability, constraints, and creativity: Shedding light on Claude Monet[J]. American Psychologist, 2001, 56(4): 355.
- [49] FORD H, CROWTHER S. My life and work[M]. New York: Doubleday, Page & Company, 1922: 147.
- [50] GRANT E. When rapid iteration is the strategy[EB/OL]. (2021-6-15)[2023-07-10]. <https://x.company/blog/posts/when-rapid-iteration-is-the-strategy/>.
- [51] TELLER A. The Secret to Moonshots? Killing Our Projects[EB/OL]. (2016-2-6)[2023-07-10]. <https://www.wired.com/2016/02/the-secret-to-moonshots-killing-our-projects/>.
- [52] RIVES E. Moonshot compost[EB/OL]. (2022-3-16)[2023-07-10]. <https://x.company/blog/posts/moonshot-compost/>.