

科技发展战略研究方法及未来发展趋势分析*

■ 房彤宇^{1,2**} 刘伟² 刁天喜² 柳卸林^{1**}

1. 中国科学院大学经济管理学院 北京 100190

2. 军事科学院军事医学研究院 北京 100850

摘要:科技发展战略研究方法在科技发展战略、政策和规划制定中的作用日益重要。本文主要将科技发展战略研究方法分为分析型方法、预测型方法和战略评价指标定量分析方法3类,并分析各类代表性方法的应用实践及存在的优劣势,总结未来科技发展战略研究呈现3方面的发展趋势,一是定性和定量研究方法相结合,二是单一研究方法向多元化研究方法相结合,三是净评估、大数据分析、数据挖掘、社会网络分析等新的方法不断应用的发展趋势。

关键词:科技 战略 方法 特点 发展趋势

DOI:10.11842/chips.2019.06.001

战略是谋划和指导全局的方略,泛指有关全局性、长远性和根本性问题的谋划。任何一个国家、地区、城市、企业或行业要实现长期发展,都必须制定科技战略规划,这对确定未来发展战略方向起着举足轻重的作用。科技发展战略研究方法在科技发展战略、政策和规划制定中的作用日益显著,研究方法运用的正确与否直接决定战略规划的结果是否正确、客观,直接影响未来发展方向,因此受到政府、学术界和社会公众的广泛关注^[1]。

1 概念辨析

我国古代就出现了“庙算、谋、猷、谋略、韬略、方略、兵略”等词,“战”指的是战争,“略”指的是谋略^[2]。在国外,“strategy”最早源于希腊语“strategos”。第二次世界大战不断推动战略理论的发展,使其成为一门学科。20

世纪,“战略”一词逐步从军事应用发展到政治、经济、科技等领域,其含义也发展成为具体某个国家、技术方向或领域的总体规划、发展方向和行动纲要的总称^[3]。

在科技领域,科技发展战略指的是对科技发展方向、路线的总体规划,是一个国家、地区、企业或者行业在一定时期内对科学技术发展在高层次、大系统、全方位的综合筹划。随着科技的不断发展,科技战略研究在国家发展中起着越来越重要的作用。多数国家都制定了相应的科技发展战略,如美国的“曼哈顿工程”、“阿波罗计划”,都是在国家层面进行科技发展规划,英国发布了《技术与创新未来:英国2030年的增长机会》、日本进行了十次技术预见、我国从1953年开始制定第一个“五年计划”,从“十一五”起,“五年计划”改为“五年规划”,目前已经完成“十三五规划”,还出台了《国家中长期科学技术发展规划》、《中国制造2025》等战略性文件。

* 国家社科基金军事学重点项目(16GJ002-026):国防生物科技发展策略研究,负责人:房彤宇。

** 房彤宇,博士,研究员,研究方向:国防生物科技与生物安全;柳卸林,教授,研究方向:科学技术管理。



2 科技发展战略研究方法及优劣势分析

科技发展战略制定要求运用适合的研究方法,对科技不同领域在未来较长时间的发展进行深入系统研究,对科技领域进行战略规划,对于一个国家或是企业都具有重要作用。在科技管理领域探索和完善各种技术预测方法的过程中,逐步形成了以德尔菲调查、情景分析和技术路线图等为核心的科技发展战略研究方法,并在实践过程中不断探索与文献计量、专利分析、情景分析、头脑风暴等方法相结合形成科技发展战略综合研究方法。

整体来看,国内外的科技发展战略研究方法除了德尔菲法、情景分析、技术路线图、文献计量、专利分析等目前通用的方法外,还包括环境扫描、弱信号、经济模型和数学模型、社会网络分析、知识网络、聚类分析法、TRIZ法以及数据挖掘、文本挖掘、Web挖掘、专利挖掘等多种研究方法。本文将科技战略研究方法分为3类,分析型发展战略研究方法、预测型发展战略研究方法、战略评价指标定量分析方法。本文对科技发展战略研究方法进行归类分析(表1),并对典型的研究方法进行优劣势分析。

2.1 分析型发展战略方法及优劣势分析

2.1.1 德尔菲方法

德尔菲法被广泛用于规划、计划、评估、预测和建议方面。日本是最早采用大规模德尔菲法进行科技发展战略规划的国家,目前已经进行了10次全国范围内的技术预测。德国联邦教研部(BMBF)利用该方法进行了名为Futur的“德国研究对话”^[4]。芬兰运用该方法开展了2020年的药物发展趋势研究^[5]。我国学者薛风云^[6]介绍了大庆油田科技发展战略规划研究,穆荣平等^[7]主持了“中国未来20年技术预见研究”。中国科学院科技战略咨询研究院进行的“支撑创新驱动转型关键领域技术预见与发展战略研究”重大项目,组织开展两轮大规模德尔菲问卷调查,精炼了2030年关键领域重大技术课题及其发展趋势,制定重点制造业领域发展技术路线图,提出相应的发展战略、发展路径和政策建议。

德尔菲法在科技发展战略规划中发挥了重要的作用,得到广泛地应用,也显现出一些缺陷和不足,可能导致分析结果的不全面^[8]。具体解决方法是将德尔菲法和技术路线图法进行对接,融合这两种方法的优点,一定程度上可以弥补该方法的不足^[9]。该方法主要适用于预

测未来10~30年,适用于宏观、中观层面战略规划研究。

2.1.2 SWOT分析法

SWOT方法是将与研究主题密切相关的因素列出优势、劣势以及机会和威胁4个方面,并将4个方面按照矩阵排列,利用系统分析的理念和方法,把各种因素互相匹配分析,并得出相应的解决方案,为战略规划提供决策方案,是一种常见的科技战略分析方法,多数学者利用该方法进行了战略规划,如我国学者郑瑞珍等人^[10]对莆田市科技发展战略提供了对策分析,陈敏^[11]等人改进了SWOT方法,进行了SWOT-CLPV矩阵在战略博弈分析中的应用研究。该方法优点在于考虑问题全面,分析直观、可操作性强,条理清楚,便于检验。在缺乏大量数据支持时,可以利用该方法进行定性分析,为科技战略规划提供参考。其不足之处在于结论缺乏数据支撑,具有一定的主观性,适用于中微观层面战略研究。

2.2 预测型发展战略方法及优劣势分析

预测型发展战略方法主要包括多元统计分析(主成分法、因子分析法、判别分析法、聚类分析等)、技术路线图法、数据包络分析法、模糊评价法、价值工程理论、灰色系统理论等,这些方法被用于不同领域^[12-14]。

2.2.1 技术路线图法

20世纪70年代,美国、加拿大、英国等国家开始绘制产业层面的技术路线图,在行业内产生了深远影响。20世纪90年代末期,技术路线图方法开始应用于政府的战略规划^[15]。日本、韩国和中国等国家还开展了国家技术路线图研究,为科技发展规划和国家战略政策的制定提供支撑。

比较著名的技术路线图方法应用包括1992年美国半导体工业协会完成的《美国国家半导体技术路线图》、2000年以来美国能源部制定的第四代核能等8种能源发展路线图,韩国2002年制订的国家技术路线图和日本于2005~2007年制定的《技术战略图2005、2006、2007》。我国也已开展了国家技术路线图研究和制定的工作。《〈中国制造2025〉重点领域技术路线图(2015版)》由国家制造强国建设战略咨询委员会在京正式发布。我国学者于升峰等人^[20]、张英喆^[21]、张伟^[22]分别运用该方法进行了产业技术路线图的研究,为科技发展战略研究提供技术路线。该方法优点是战略规划分析清晰,决策的可操作性强,缺点是对研究人员素质和水平要求较高,依赖性强,主要适用于中微观层次战略研究,可以独立使用。

表1 科技发展战略研究方法分析表

下接续表1

类别	方法	主要特征	实施流程	优点	缺点	维度	应用实例
分析型 发展战略 方法	德尔菲 法	1.匿名性; 2.反馈性; 3.统计性;	1.确定预测目标; 2.建立专家团队; 3.设计咨询表格; 4.专家征询和多轮信息 反馈; 5.评估结果及数据处理。	1.大规模调查 2.可以达成专家 共识	1.专家受经验影 响 2.调查周期长,工 作量大 3.可能会造成成 本较高	未来 10-30 年,宏 观、中 观;	日本1-10 次技术预见 中国科技 部、中国科 学院、中国 工程院
	情景分 析	列出3-4种未来可能事 情,并进行情景描述	斯坦福6步法、巴特尔7 步法、7步脚本法、Dubin 8步骤情景分析法	对未来事情发展 进行定性或定量 的描述	预测结果可能偏 离事实	宏观、 中观;	英国、中国 科学院
	需求分 析法	1.根据经济社会需求制 定科技政策与发展战略; 2.德尔菲、情景分析、文 献计量相结合	1.形成候选需求清单; 2.筛选确定需求; 3.进行需求目标关联分 析	以需求为出发 点,不依赖历史 数据	1.缺乏先进需求 采集方法; 2.周期较长,成本 较大;	宏观, 不能单 独使用	日本8-10次 技术预见;
	SWOT 分析法	1.梳理优势、劣势、机会、 威胁; 2.制定相应的发展战略、 对策等	1.优劣势,机会威胁分 析; 2.构造SWOT矩阵; 3.制定行动计划	1.考虑问题全面; 2.直观、易操作; 3.条理清楚,便 于检验	1.缺乏数据支撑; 2.计划有一定的 主观性。	中微 观; 不能独 立使用	江西省半导 体照明产业 发展;
预测型 发展战 略方法	技术路 线图	1.利用图形、表格等形式 描述技术发展变化; 2.梳理技术发展路径; 3.明确关键技术	1.前期调研分析;- 2.团队建设;. 3.技术路线图范围界定 与划分;	1.技术发展路径 清晰; 2.计划的可操作 性更强;	对研究人员素质 和水平要求较高	中微 观;可 以独立 使用	韩国国家技 术路线图 (NTRM)、 中国工程院
	趋势外 推法	1.数学建模的预测方法; 2.技术随时间变化趋势;	1.选择预测参数;2.收集 数据;3.数学模型;4.趋势 外推;5.预测说明;6.制定 战略计划	1.模型较为成 熟; 2.可靠性较强;	1.依赖历史数据; 2.模型应用受局 限。	中微 观;不 能独立 使用	基于 TFDEA方 法的移动终 端技术预测 研究;
	神经网 络分析 法	1.非线性;2.非局限性; 3.非常定性;4.非凸性;	1.数据收集;2.数据处理; 3.样本集训练;4.训练后 的网络模型;5.得出结果;	无需研究各因素 之间的作用机理 和关系	需要训练样本	中观	江西省信息 产业技术预 见
	系统动 力学模 型	研究复杂反馈系统动态 行为的计算机仿真方法	1.明确系统构模目的;2 确定系统边界;3.因果关 系分析;4建模;5.计算机仿 真试验;6.结果分析和模 型修正	1.时间上的动态 分析; 2.系统内因素协 调。	需要结合定性的 方法	微观	经济预测、 风险预测等 方面得到广 泛应用
战略评 价指 标定 量分 析方 法	文献计 量法	1.发表论文进行计量分 析; 2.分析前沿研究热点、发 展趋势	1.文献检索,收集数据; 2.统计数据相关指标; 3.数据分析	1.能够掌握某领 域技术发展趋 势; 2.客观性强;	1.以论文为基础 不够全面; 2.数据存在噪音, 影响结果	宏观、 中观、 微观不 能单独 使用	日本8-10 次技术预 见;中国工 程院、中国 科学院
	专利分 析法	1.以专利文献为基础; 2.定量研究; 3.技术专利方面预测;	1.选择技术领域; 2.专利检索; 3.统计分析;	1.简单直接;2.成 本低,周期快;3 方便实施;	仅适用于较为具 体的技术范围。	微观; 可以独 立使用	中国工程 院、中国科 学院
	相关树 法	1.相关性的联系; 2.一种规范性预测方法;	1.建立相关树;2.建立准 则和权数;3.建立有效权 数;4.计算相关数;5.计算 树顶相关数	结合数学模型与 专家判断		中、微 观	日本,国内 未见



续表 1

类别	方法	主要特征	实施流程	优点	缺点	维度	应用实例
战略评价指标定量分析方法	层次分析法	假设技术的因素有主有次,并可以分开,且可以量化。	1.建立层次结构模型;2.构造判断矩阵;3.层次单排序;4.一致性检验	1.系统性强;2.操作性强;3.所需定量数据少;	1.定性分析较多;2.不能为决策提供新方案;3.数据统计量大,权重难以确定	中微观;	江西省信息产业技术预见
	TRIZ方法	1.以大量专利分析为基础; 2.总结出各种技术发展遵循的规律;	1.分析当前系统;2.确定系统在生命周期S-曲线的位置;3.决策	1.具有成套的方法和工具进行创新; 2.系统性强;	1.以历史数据为基础; 2.依赖性强;	中微观; 可以独立使用	基于TRIZ的喷墨头产品技术预测

2.2.2 BP神经网络

BP神经网络模型在众多人工神经网络模型中应用最为广泛,可用于函数逼近、模式识别、分类等。多指标模糊综合评价是一个复杂的系统问题,以BP神经网络为核心,结合层次分析法、模糊隶属度和加权平均法,可为多指标模糊综合评价建立完整的模型算法体系。刘超等人^[19]依据BP神经网络模型的基本结构与原理,建立了评价指标计算BP神经网络模型,阐明了模型应用与训练样本的构造方法。并介绍了如何江西省信息产业技术预见中运用该方法。该方法优点是无需研究各因素之间的作用机理和关系,不足之处是需要训练样本,适合于中观层面的技术预见。

2.3 战略评价指标定量分析方法应用及优劣势分析

2.3.1 文献计量法

文献计量法是最常用的定量分析方法之一,主要基于对公开发表论文的定量分析,利用数据挖掘、引文分析等方法收集大量相关的数据,形成数据集,通过对论文数据的统计分析,得出相关的发展策略。早在1996年,有学者对采用文献计量学方法进行科技发展战略研究的应用前景、学科领域和不足进行了分析^[20]。日本在第8次技术预见中除使用德尔菲法外,还增加了社会与经济需求研究、基于文献计量分析的快速研究领域调查、情景分析法,是日本首次将这四种方法结合运用。也是日本首次将文献计量法应用于大规模的科技发展战略当中,取得了显著的效果^[21]。我国学者王金鹏^[22]在文献计量方法的基础上,建立了一套新的基于“专家智慧+定量数据+科学方法”的科技发展战略方法。该方法的优点是能够快速掌握某领域的技术发展趋势、前沿热点等,客观性强,不足之处在于以论文为基础,不够

全面,如果不进行数据清洗的话可能数据噪音较大,影响分析结论,不适合单独使用,适用于宏、中、微层面的战略规划研究。

2.3.2 专利分析法

技术的另一种科技产出形式是专利。目前世界各国都非常重视专利战略研究,专利分析是技术评估中一种实用的方法。可以对专利技术分布情况进行监测,分析其技术优势国家、优势机构、优势团队及技术研发热点等情况。世界上发达国家如美国、日本、韩国等都利用该方法开展大规模的技术预测,为制定技术发展战略提供策略参考^[23]。日本总结其科技发展战略研究经验,在第8-10次技术预见中引进专利分析的方法,对各个科学技术领域进行专利分析,为科技发展战略制定提供了重要支撑^[24]。专利分析方法可作为德尔菲法专家技术预见的参考和补充,克服了偏差,还可以及时确认或修正预见结果^[25]。我国学者叶继涛^[26]还提出了专利地图分析的方法,利用专利地图分析可以更直观可视化的展现技术预测,丰富了科技战略规划方法。该方法优势在于成本低,周期快,组织与实施很方便,不足在于仅适用于较小技术范围的微观层面研究,可以独立使用。

2.3.3 层次分析法

层次分析法是将研究主题有关的元素分解为多个层次,每个层次都设置相应的权重,是一种定性和定量相结合的分析方法。该方法最早在20世纪70年代提出,广泛的应用于科技发展战略研究中,主要实施步骤为首先建立研究主题层次结构模型,接着构造判断矩阵,设置权重在每个层次进出单排序,同时注意进行一致性检验,最后得出相应的规划方案。该方法优点在于预见分析清晰,有说服力,系统性强,可操作性强,所需

定量数据少。不足之处为数据计算较为复杂,权重难以确定,并且依赖专家的个人主观评价。仅适用于单项技术或某个技术领域的总体预见,适用于中微观层面研究。

3 未来发展趋势分析

传统的科技发展战略方法有一定的局限性,未来科技发展战略研究方法应注重定性和定量方法相结合、单一研究方向和多种研究方法相结合,不断增强大数据分析、社会网络分析、人工智能等方法的应用。

3.1 定性和定量研究方法相结合

早期开展的科技发展战略研究中,主要以定性分析方法为主,例如德尔菲法、情景分析法等,随着方法不断演进和发展,这些方法显现出成本高、时间长等不足,缺乏数据支撑,造成预见规划不够准确等局限性。因此,许多国家逐步将定量方法引进科技战略规划中,如文献计量法、专利分析法、聚类分析法等等,使结果更具客观性和说服力。如日本第8次技术预见调查方法论的基础是利用文献计量法提取研究领域,并对这些研究领域进行内容分析,以了解该研究领域的整体发展态势。因此,在进行科技发展战略规划时要定性和定量研究方法相结合。

3.2 单一的研究方法向多元化研究方法相结合

随着科技发展战略研究方法的不断发展,主观性较强、预见结果不够准确、时间长、成本高等单一方法的缺

点逐渐显现出来,因此出现由单一的究方法多元化研究方法发展的趋势。常见的组合方法有德尔菲法与技术路线图法结合、德尔菲法与情景分析法结合、德尔菲法与文献计量、专利分析、情景分析法结合、德尔菲法与数据挖掘、聚类分析法结合、德尔菲法与社会和经济需求研究、文献计量分析、情景分析法、共词分析法结合等方法^[27]。例如中国工程院与国家自然科学基金委员会共同组织开展“中国工程科技2035发展战略研究”项目,应用了文献计量、专利分析、德尔菲和技术路线图等方法。

3.3 净评估、大数据分析、数据挖掘、社会网络分析等新的方法不断应用

随着信息技术的不断发展,新的科技发展研究方法不断涌现和应用,如大数据分析、聚类分析、净评估、数据挖掘、社会网络分析等^[28]。利用大数据分析对大量的历史数据进行深入挖掘分析,同时使用聚类分析,弥补了单纯的德尔菲方法耗时长和主观性强的不足^[29]。净评估(Net Assessment)方法是通过军事、技术、政治、经济和其他影响国家军事能力的因素进行比较分析,对国家竞争优势进行分析与战略规划^[30]。该方法被多次应用于军事领域,如美国国防部利用该方法进行战略辅助研究,为制定战略决策提供参考依据^[31]。净评估、大数据分析、数据挖掘、社会网络分析等新的方法将不断应用于科技战略规划中。

参考文献:

- [1] 穆荣平,任中保,袁思达等. 中国未来20年的技术预见德尔菲调查方法研究[J]. 科研管理, 2006, 27(1): 1-7.
- [2] 张文君,袁恒军. 浅谈科技发展战略的概念和内涵[J]. 现代国企研究, 2016, (24): 108.
- [3] 姚秀丽. 基于战略、事权、路径导向的行动规划编制方法探讨[J]. 现代城市研究, 2018(11): 94-99.
- [4] CUHLS K, GEORGHIOUS L. Evaluating a participative foresight process: Future the German research dialogue[J]. Research Evaluation, 2004, 13(3): 143-153.
- [5] LINTONENT , KONU A, RONKA S, et al. Drugs foresight 2020: a Delphi expert panel study[J]. substance abuse treatment prevention and policy, 2014(9): 18.
- [6] 薛凤云. 大庆油田科技发展战略规划研究[D]. 天津大学, 2006.
- [7] 穆荣平,任中保,袁思达,乔岩. 中国未来20年技术预见德尔菲调查方法研究[J]. 科研管理, 2006, (01): 1-7.
- [8] 张冬梅,曾忠禄. 德尔菲法技术预见的缺陷及导因分析: 行为经济学分析视角[J]. 情报理论与实践, 2009, 32(08): 24-27.
- [9] 徐磊. 技术预见方法的探索与实践思考—基于德尔菲法和技术路线图的对接[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(11): 37-41+48.



- [10] 郑瑞珍. 基于SWOT分析的莆田市科技发展战略研究[J]. 情报探索, 2012, 07: 46-48.
- [11] 陈敏, 黄谦, 李坎. SWOT-CLPV 矩阵在战略博弈分析中的应用[EB/OL]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1759.TJ.20190111.1439.020.html>, [2019-03-04]
- [12] BOGETOFT P, NIELSEN K. DEA based auctions[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 184(2): 685-700.
- [13] BEHERA UK. Performance analysis with data envelopment analysis (DEA) [J]. Journal of Mines, Metals and Fuels, 2006, 54(12): 526-529
- [14] COOKAB W D. Rank order data in DEA: a general framework[J]. European Journal of Operational Research, 2006, 174(2): 1021-1038.
- [15] 王仰东等. 产业技术路线图与太阳能光伏产业发展研究—以保定为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2010, (1): 17-22.
- [16] 于升峰, 王志玲, 宋福杰, 李汇简. 基于技术路线图的区域科技发展规划的实践[J]. 中国科技论坛, 2011, (09): 87-91.
- [17] 张英喆. 技术路线图方法在安全生产科技规划战略研究中的应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2011, (06): 13-17.
- [18] 张伟. 武汉市物联网技术路线图研究[D]. 湖北工业大学, 2012.
- [19] 刘超, 李云清, 胡全连. BP神经网络在技术预见评价中的应用研究[J]. 科技管理研究, 2010, 30(05): 42-44.
- [20] KANAMA D. Objective, methodology and subject area of technology foresight based on bibliometric analysis [J]. International Journal of Foresight and Innovation Policy, 2013, 9(1): 3-18.
- [21] 日本科学技术政策研究所. Science Map 2004- Study on Hot Research Areas(1999-2004)by Bibliometric Method-NISTEPREPORTNo. 95(2005)Follow-up(NISTEPREPORTNo. 100). 2007, (3) [EB/OL]. <http://www.nistep.go.jp/index-e.html/2019-02-03>.
- [22] 王金鹏. 基于科学计量的技术预见方法优化研究[D]. 华中科技大学, 2011.
- [23] 葛慧丽, 潘杏梅, 吕琼芳. 融合科学计量和知识可视化方法的技术预见模型研究[J]. 现代情报, 2014, (06): 56-60.
- [24] 陈峰. 日本第八次科学技术预见项目的竞争情报学解析[J]. 竞争情报, 2007, 春季刊: 2-5.
- [25] 张冬梅, 曾忠禄. 结合专利分析与技术环境监测的技预见模型[J]. 情报理论与实践, 2010, 33(4): 61-64.
- [26] 叶继涛. 技术预见与专利地图关联研究[J]. 科技与经济, 2007(6): 3-6.
- [27] 李永忠, 陈静, 谢隆腾. 共词分析法中战略坐标图的改进研究[J]. 情报理论与实践, 2019, 42(01): 65-69.
- [28] 范爽. 基于信息技术的企业战略管理平台理论与方法[J]. 现代营销(创富信息版), 2019(01): 130.
- [29] 沙振江, 张蓉, 刘桂锋. 国内技术预见方法研究述评[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(06): 140-144+120.
- [30] DOD DIRECTIVE 5111. 11. Director of Net Assessment[EB/OL](). <http://www.dtic.mil/whs/directives>. [2019-02-03].
- [31] 陈敏, 黄谦, 李坎. 军事战略博弈研讨系统分析与设计[J]. 指挥控制与仿真, 2019, 41(01): 84-89.

Analysis of Research Methods and Future Development Trends of Science and Technology Development Strategy

FANG Tongyu^{1,2}, LIU Wei², DIAO Tianxi², LIU Xielin¹

1. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100190

2. Academy of Military Medical Sciences, Beijing, 100850

Abstract: The research methods of science and technology development strategy plays an increasingly important role in the formulation of science and technology development strategy, policy and plans. Science and technology development strategy research method in this paper, divided into analysis of development strategy research, forecasts development strategic research methods, quantitative analysis method for three kinds of evaluation indexes, and analyzes all kinds of main representative methods and existing disadvantages of the application of practice. Summed up the future trend of the development of science and technology development strategy research to present three aspects. One is the combination of qualitative and quantitative research methods, the other is the combination of a single research method and a diversified

research method, the third is net assessment, big data analysis, data mining, and social networks. Analyze trends such as the continuous application of new methods.

Keywords: technology strategy; method; characteristics; development trend

(责任编辑:任庆娟; 责任译审:毛子英)