



KEJIGUANLI  
ZHISHITIXI

# 科技管理 知识体系

方朝亮 龚小军 张建军 刘亚旭 编著

石油工业出版社

# 科技管理知识体系

方朝亮 龚小军 张建军 刘亚旭 编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本文针对国内企业在科技管理中存在的一些问题,广泛借鉴国内外企业在科技管理方面的先进经验,提出一套具有良好针对性、先进性、实用性和一定系统性的科技管理体系。本书可供从事科技管理的有关人士学习、参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

科技管理知识体系 / 方朝亮等编著.  
北京:石油工业出版社, 2015.10  
ISBN 978-7-5183-0753-1

- I . 科…
- II . 方…
- III . 企业管理 - 科学技术管理 - 知识体系
- IV . F273.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 139944 号

---

出版发行:石油工业出版社  
(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)  
网 址:www.petropub.com  
编辑部:(010) 64523586 图书营销中心:(010) 64523633  
经 销:全国新华书店  
印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷  
787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16.75  
字数:390 千字

---

定价:50.00 元  
(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)  
版权所有,翻印必究

# 前 言

技术创新是企业提高竞争力和长期保持竞争优势的根本途径，科技创新管理是企业提高技术创新水平、增强自主创新能力的支撑和保障。在世界科技发展日新月异、企业之间竞争日趋激烈的今天，加强科技创新管理、提高技术创新能力对企业的可持续发展和核心能力的提升具有战略性意义。

改革开放 30 余年来，中国经济持续高速增长，经济规模目前已居世界第二位。进入 21 世纪，特别是党的十八大以来，国家高度重视自主创新，大力实施创新驱动发展战略，积极推动企业成为技术创新的主体。一些企业通过加大研发经费投入、强化技术创新平台建设、不断完善技术创新体制机制，在提高自主创新能力和总体技术水平的同时，构建了与企业主营业务发展相适应的科技创新体系。与此同时，我国许多企业还处在技术跟踪阶段，一些企业过度依靠规模扩张和技术引进，主营业务“大而不强”，自主创新能力薄弱、原始创新能力不足、在很多关键技术受制于人的局面还没有根本转变，研发投入不足、组织体系松散、科技成果转化困难、科技人员的激励机制不完善、研发资金的产出效率不高等管理问题仍然存在。近年来，在国内劳动者工资快速上涨、国外出口市场不景气、寻求国外企业技术转让更加困难、国际形势复杂多变的条件下，提高自主创新能力已经成为中国企业必须做出的战略选择，不断加强和完善科技创新管理更是企业提升自主创新能力的必由之路。

企业的技术创新和科技创新管理离不开管理者在实践中的探索，也更需要科技创新管理理论和经实践证明行之有效的管理经验的支持。科技创新管理理论、同行业企业的管理经验可以为管理者提供更加丰富的管理理念、思路和方法，有利于管理者把握科技创新管理的主流方向，避免在实践中走弯路；企业自我发展中的科技创新管理经验融合了企业自身的特点，在未来较长的时间里具有现实性和有效性，也是企业宝贵的知识财富，这些对企业科技创新管理具有指导意义的理论和经验构成了特定企业的科技管理知识体系。企业的科技管理知识体系具有较强的综合性，它既应符合科技创新管理的一般理论，也应当反映行业和企业的特点，既是企业过去成功经验的总结，又应当具有良好的前瞻性和对未来的指导意义，不仅包含了关于“是什么”的实然知识，还应更多地包含关于“怎么办”的应然知识，企业的科技管理知识体系还必须随着创新管理实践的发展而不断完善。企业建立起自己的科技管理知识体系，不仅有助于凝练、传承和传播行之有效的科技创新管理经验和企业文化，通过员工培训，还可以提高管理人员的管理水平、促进管理的规范化，并为提升企业科技创新管理水平和技术创新能力提供理论、方法和工具，最终促进企业核心能力和综合竞争力的提升。

国外一些大型企业非常注重形成自己的管理或科技管理知识体系。例如，斯伦贝谢公

司通过对自身科技管理经验的总结和提炼，建立了系统的科技管理知识体系；哈里伯顿公司的科技管理体系，对技术创新流程做出了详尽说明，具有很强的可操作性；壳牌公司提出的“情境分析”方法，对该公司的长期稳健发展功不可没；通用电气公司把自身的管理经验、理念和管理理论相结合，形成了自有的管理培训知识体系，它的克劳顿培训中心闻名世界。一些优秀的国内企业如华为、海信等，不断提炼、推广自身发展中好的管理理念和做法，对企业的发展起到了很好的促进作用。

自1999年重组改制，尤其是进入21世纪以来，中国石油天然气集团公司科技管理部门的历任负责人都非常重视科技创新体系建设和对创新管理的研究，在科技创新管理方面组织开展了大量的探索和实践，在科技创新战略管理、科技规划计划制定、科技创新组织体系建设和科技资源整合、科技管理政策制度体系建设、科技项目管理等方面组织开展了大量工作，构建了完整的科技创新体系，重组改制初期企业科技创新战略目标不明确、研发组织不健全、部分工作流程不合理等问题得到了根本扭转，企业整体科技创新管理水平大幅度提升，相关的科技创新管理成果获得了国家级科技奖励。同时，科技管理水平的提高有效支持了企业重大科技攻关的顺利进行，形成了陆上油气勘探开发关键技术，国Ⅳ、国Ⅴ清洁油品开发核心技术、西气东输等重大管道建设关键技术，GeoEast地震处理解释系统，12000米钻机制造技术，连续管装备与制造技术，近钻头地质导向钻井系统等一系列重大标志性成果，在整体上缩短了企业与国际领先水平的技术差距，部分技术处于国际领先地位，为企业主营业务发展提供了强有力的支撑。

当前，中国石油天然气集团公司提出了实现有质量、有效益、可持续发展的要求，以及建设国际一流综合性国际能源公司的目标，这对企业的科技创新提出了更高的要求。为此，认真梳理和总结企业科技管理的成功经验，借鉴国外优秀油公司和技术服务公司的最佳实践，构建起企业的科技管理知识体系，对进一步提高科技创新管理水平、持续推进科技创新工作，具有重要意义，这也是我们编著和出版本书的根本目的。

本书共分为5章：第一章，科技计划管理知识体系；第二章，研发项目管理知识体系；第三章，研发项目人力资源管理知识体系；第四章，科技绩效评价知识体系；第五章，国外油公司/服务公司技术创新管理典型案例。在内容选取上，我们侧重于中国石油天然气集团公司过去成功经验的总结，以及对现实问题有针对性的理论、方法、工具、经验的介绍，不以内容上的全面性作为首要目标；在实用性和先进性之间，我们更偏好既实用又先进的内容，不单纯追求知识的前沿性。展望未来，科技创新管理没有最好、只有更好，随着中国石油天然气集团公司科技创新和创新管理水平的进一步提升，企业的科技管理知识体系将会更加丰富和完善。

全书由方朝亮（中国石油天然气集团公司科技管理部）、龚小军（西安电子科技大学）、张建军（中国石油天然气集团公司科技管理部）、刘亚旭（中国石油集团石油管工程技术研究院）等共同编写完成。其中，方朝亮主要负责全书的整体策划、构思和编写的组织、指导工作，龚小军主要负责第一章、第二章、第三章的编写及全书的编写整理工作，张建军

主要负责第五章的编写和相关章节的指导工作，刘亚旭主要负责第四章的编写和全书的审核工作。此外，中国石油集团经济技术研究院的杨虹参加了第五章等章节的部分内容编写，西安石油大学的田党宏参加了第四章等章节部分内容的编写。需特别强调的是，中国石油天然气集团公司科技管理部门的历任负责人和相关处室的工作人员对本书的编写提供了大量指导和许多资料，在此，笔者对他们的无私帮助和大力支持表示深切的感谢！

本书主要针对企业科技管理人员撰写，可供企业特别是石油企业的科技管理人员阅读；同时，书中不少管理理论、方法、工具具有较强的通用性，也可供其他行业的科技管理人员、大学相关专业的教师和高年级学生参考。

由于编者的学识和水平有限，书中可能会存在一些缺点和错误，对此，还请广大读者批评、指正。

编者

2015年4月24日

# 目 录

<b>第一章 科技计划管理知识体系</b> .....	<b>1</b>
第一节 战略、规划与计划的关系.....	1
第二节 科技规划计划的制订.....	6
第三节 科技规划与计划实施、控制及评估.....	23
<b>第二章 研发项目管理知识体系</b> .....	<b>54</b>
第一节 研发项目计划管理.....	54
第二节 研发项目过程管理.....	76
第三节 研发项目风险管理.....	94
第四节 国内外公司研发项目管理案例.....	114
<b>第三章 研发项目人力资源管理知识体系</b> .....	<b>128</b>
第一节 研发人员的特点和管理的难点.....	128
第二节 研发人员的职业生涯规划.....	132
第三节 研发人员的绩效考核与激励机制.....	139
第四节 研发项目团队建设与沟通管理.....	153
<b>第四章 科技绩效评价知识体系</b> .....	<b>162</b>
第一节 科技绩效评价概述.....	162
第二节 科技绩效评价的基础工作.....	166
第三节 技术开发项目直接经济效益的计算.....	170
第四节 科技绩效评价方法.....	190
第五节 科技绩效评价的组织、制度与流程.....	212
<b>第五章 国外油公司 / 技术服务公司技术创新管理典型案例</b> .....	<b>217</b>
第一节 技术创新管理理念.....	217
第二节 油公司 / 服务公司技术创新组织结构.....	223
第三节 国外油公司 / 服务公司研发投入.....	233
第四节 国外油公司 / 服务公司研发人力资源管理.....	239
第五节 国外油公司 / 服务公司技术创新项目管理.....	246
第六节 国外油公司 / 服务公司技术创新管理的启示.....	255
<b>参考文献</b> .....	<b>260</b>

# 第一章 科技计划管理知识体系

## 第一节 战略、规划与计划的关系

### 一、战略、规划与计划的含义

在管理学中，“计划”一词有着不同的含义。法约尔在其所著的《工业管理与一般管理》一书中，认为管理有计划、组织、指挥、协调、控制五项要素，目前通常称其为管理的五项职能。作为管理职能的“计划”，泛指对未来的工作或行动预先拟定的具体工作内容和步骤，计划职能是管理的首要职能，组织、指挥、协调、控制的目的都是为了完成计划规定的任务，没有计划，组织、指挥、协调、控制就失去了目标。作为管理职能的计划，如法约尔所指出的，包括各种各样的计划：简单的与复杂的，简明扼要的与详尽的，长期的与短期的，经细心研究过的与草率制定的，有好的、中等的与不好的。管理中的战略、规划、计划、政策等都是管理的计划职能下的内容。

当管理的对象是非常复杂、庞大的组织时，出于不同层次管理者更好履行计划职能的需要，从计划职能中分化出了战略、规划、计划等工作。对于战略，不同的学者有不同的定义，这里将其理解为管理者对事物的发展所做的起决定作用的、全局性的指导和筹划。战略的目的在于取得全局上的主动性；与规划与计划相比较，战略在更长的时间内保持相对稳定；制定战略主要是高层管理者的职责。规划则是在战略的指导下，对未来中长期的工作目标、工作内容、工作步骤等所做的较为全面的、粗线条、轮廓性的部署和安排。规划必须在组织的各个方面工作中将战略意图体现出来；相对于战略而言，规划对未来的展望更为清晰、可操作性更强；出于对规划合理性的考虑，规划通常是由相关中层管理者和专业人员合作制定，并最终交由组织高层机构批准执行。与战略、规划相对等意义上的计划，是对规划所规定的各项工作如何在短期内实施，在工作内容、时间进度、实施单位等问题上所进行的更为细致的安排。相对于规划而言，计划的可行性、可操作性更强；计划通常由组织的中层、基层管理者负责制定。战略、规划、计划的比较见表 1-1。

表 1-1 战略、规划、计划的比较

比较项目	战略	规划	计划
主要内容	对全局发展起到决定作用的重大问题的方向性规定	对科技管理工作、研究工作各方面重要事项的工作目标、内容、步骤等的部署	主要是对研究工作进行全面的执行性安排
作用特点	原则性	轮廓性	细节性
作用期限	长期、超长期	中期、长期	短期
可操作性 / 详细程度	弱 / 不详细	中 / 较详细	强 / 详细
制定者	高层管理者	中层管理者、专家	中层、基层管理者



这里虽然对战略、规划、计划的含义作了区分，但在实际工作中这几个概念可能并不是区分得很清楚，原因可能是各种各样的。由于战略与规划、规划与计划联系非常紧密，很难在规划中不谈到战略问题，而在规划中也可能涉及对规划的某些重要方面做出较为详细的设想；也可能因为历史的原因，使得概念的使用不甚严格，如我国历次制定的5年计划，实际主要是对未来进行的规划，只是到了最近，才将“十一五”计划改为“十一五”规划。

## 二、科技战略、规划与计划

### 1. 科技战略

企业中的科技战略是指企业的高层管理者对本企业的科技发展所做的起决定作用的、全局性的指导和筹划。科技战略的制定以对本领域科技发展一般趋势、本企业的科技能力的充分认识为基础，服务于企业的主营业务，支持企业的业务战略。在内容上，科技战略主要是对科技与企业其他主要工作及管理要素的关系和科技发展自身的目标、任务、步骤等方面可能涉及的重大决策问题提出带有方向性的指导原则。科技战略给出了科技规划和计划的指导思想，对科技规划和计划的主要内容做出了原则性、方向性的规定。

### 2. 科技规划

科技规划是企业在中期内，对企业科技战略所制定的实施计划，是在科技战略的指导下，对未来较长时间内（通常5年以上）企业在科技发展目标、科技资源获取（如资金、人才、技术来源）、科技工作的发展目标、重点任务和重大项目、科技发展的主要步骤、科技工作的组织和管理体制、科技政策以及其他的支撑条件和保证措施上所做的全面的部署和安排，是企业业务战略在科技工作方面的体现。

### 3. 科技计划

科技计划是为了在短期内（通常为年度，或2~3年以内）落实科技规划、支持企业业务工作，对科技项目和科技项目组合在数量、技术指标、项目布局、科技资源分配、时间进度上的进一步详细安排。科技计划的表现形式具有多样性，以下是3种常见的科技计划。

#### 1) 年度科技计划

年度科技计划一般是科技规划或其他类型科技计划在一年之内的实施计划，其主体内容包括在计划年度内的科技活动目标、科技支出总预算、预算支持的科技项目清单、对每一项科技项目的支持金额等内容。年度科技计划由一定单位的科技管理部门编制，计划中包括该单位计划年度内打算开展的各类不同的科技项目，是单位年度科技工作在项目层次上的安排。无论是企业还是政府科技管理部门，都制定年度科技计划。

#### 2) 专门性科技计划

专门性科技计划指针对某一具体的科技目标或针对某一专门的科技领域所制定的科技计划。前一类专门性科技计划，以美国的“曼哈顿计划”、“阿波罗计划”等为代表，这种计划实际上是具有明确目标的大型科技项目，计划一般会持续多年时间，计划中包含了彼此之间密切联系的若干子项目，一旦计划的总体目标达到，计划即行结束。

后一类专门性科技计划如我国的“科技攻关计划”、“自然科学基金”等，这类科技计划没有具体的科技活动目标，但有明确的科技资助范围，计划之中包含同一研究领域的很多独立项目。这类计划根据科技规划的需要设立，会持续多年时间，计划通常有一定的期限。政府和企业都可能制定专门性科技计划。

### 3) 技术路线图

技术路线图 (Technical Route-Map) 是 1970 年以来从西方国家开始兴起的科技规划、计划手段，在实践中存在各种不同的技术路线图。各种不同的技术路线图在内容上的共性特征是：

- (1) 描述了技术与业务的联系，指出技术支持的业务以及技术发展目标。
- (2) 描述了技术过去的发展、当前的状况，以及对未来的展望，即技术发展趋势。
- (3) 在时间上，安排科技工作的阶段技术目标、工作内容。
- (4) 明确要完成各项科技工作所采取的主要措施或技术手段。
- (5) 技术路线图可能以图形的形式表示，也可能以文字叙述的形式表示。

通过各种文献可以见到的技术路线图种类很多，这里对其加以分类。按编制技术路线图的主体，可以将其分为国家或政府制定的技术路线图、企事业单位制定的技术路线图；按技术路线图所针对的技术在内容上的综合性程度，可以分为综合性技术路线图、专门领域的技术路线图、单一项目的技术路线图。技术路线图的分类如表 1-2 所示。

表 1-2 技术路线图的分类表

制定主体内容范围	国家	企事业单位
综合性	国家综合的技术路线图 (战略路线图)	企业整体的技术路线图
专门领域	某产业的技术路线图	某技术领域的技术路线图
单一项目	单一项目的技术路线图	

本章主要涉及企事业单位制定的作为科技计划的技术路线图，这类技术路线图将技术同业务紧密联系起来，是企业科技规划在时间上的具体安排和展开。企事业单位在某专门领域的技术路线图同专门性科技计划非常类似。

## 三、科技计划系统与业务计划系统之间的关系

这里的科技计划系统是指科技战略、规划、计划及其之间的关系；业务计划系统是指业务战略、规划、计划及其之间的关系。

对企业而言，科技工作的主要目标有两个：为企业的业务服务，提高企业在主营业务上的竞争力；促进科技系统自身的发展（科技系统自身的发展包括科技队伍、科技工作条件等方面的成长），但科技系统自身发展的目的仍在于服务于企业的主营业务。因此，科技工作的根本性目标在于稳定地提高企业在主营业务上的竞争力。

科技工作在目标上服务于主营业务目标的特点，在业务计划体系和科技计划体系之间的关系上表现为，业务计划体系所规定的业务活动对科技的需求转化为科技工作的目标，科技计划体系要在科技活动内容上、各项活动的时间节点上做好安排，以完成科技工作的目标，支持各类业务计划的实现。业务计划系统与科技计划系统之间的关系如图 1-1 所示。

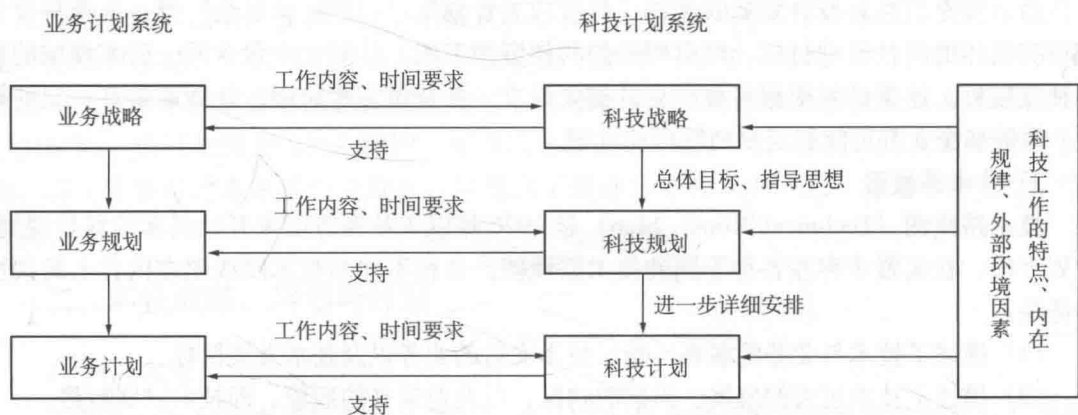


图 1-1 业务计划系统与科技计划系统之间的关系

## 四、科技战略、规划与计划之间的关系

### 1. 科技战略与科技规划之间的关系

科技战略是对企业的科技发展所做的起决定作用的、全局性的指导和筹划。科技战略在内容上一般包括：科技工作长期发展的总体目标；为了达到这样的目标，对各主要科技领域、主要发展阶段的总体布局；在发展过程中，科技工作遵循的主要指导思想或原则。

科技规划是科技战略在中长期内的执行和实施计划，科技规划反映科技战略的要求，并为科技战略提供支持。在制定科技规划过程中，科技战略主要表现为制定科技规划的指导思想和科技工作的中长期发展目标。

科技规划作为空间战略的实施计划，在内容上主要包括对科学技术研究工作的规划、相应的科技管理体制建设或调整。一般来说，对研究工作的规划是科技规划的中心内容，科技管理体制建设和调整主要是为研究工作服务，为顺利开展研究工作提供组织、制度、政策等方面的规范和保证；但在科技管理体制与科技发展的指导思想、发展目标不相适应，不能有效保证科技研究任务完成的情况下，对科技管理体制进行调整也是极为重要的任务。对研究工作的规划主要包括在中长期内研究工作的重点领域、重点工作、要解决的中心问题、主要研究工作的技术来源，以及要完成这些任务在时间上所做出的阶段性安排，对中长期内科技人才、资金等资源的获取和投入的总体计划等内容。科技管理体制建设主要有两方面内容：(1) 科技管理中的组织设计问题，具体包括科技领导和管理机构的机构设置、机构之间的分工协作关系，以及企业内科研单位的机构设置。(2) 科技计划制定、科技项目管理、经费管理、成果管理、人才管理、科研基础条件管理、科技绩效评价等方面的制度、政策的制定，并将具体的事务以工作流程反映出来。

### 2. 科技规划与科技计划之间的关系

科技计划是由企业的科技管理相关部门，在已有的科技管理体制下，对研究工作规划规定的应当在中期、短期内开展的工作进行的详细安排。其主要内容包括将研究规划规定的工作内容分解到各个项目或项目组合、初步确定项目的完成时间、确定年度内的科技投入总额、科技投入在各个研究领域的分配比例等工作。

可以看出，科技计划是科技规划在中期、短期内的执行和实施计划。科技计划作为科技规划的执行和实施计划，一方面要支持和反映科技规划，另一方面又对科技项目的立项和实施起到指导作用，使科技战略的目标和意图最终在项目的层次上得到体现，科技计划在科技规划和科技项目之间起着承上启下的作用。

科技计划通过科技项目的形式来指导具体的科技活动。在科技计划实施过程中，企业科技管理部门组织各科研单位进行科技项目的申报，做好项目的立项评审工作。在项目研发过程中，为研发项目的正常开展提供经费、人才、科技基础条件的保障；根据科技管理制度的要求，对项目的进度、质量、费用、范围进行控制。随着各项项目完成，做好科技项目的验收、成果管理等工作。

### 3. 科技规划与计划的绩效评价

科技规划与计划的动态实施，还包含对科技规划与计划的绩效评价。这主要包括两方面内容：

(1) 对制定科技规划与计划行政工作进行效率评价，即科技管理部门完成科技规划、计划的工作效率。

(2) 对研究工作进行绩效评价，这是科技规划和计划绩效评价的重点。

对研究工作进行绩效评价主要包括：

(1) 科技规划与计划是否反应和保证了科技战略的实施。

(2) 企业业务上的重大问题的解决是否得到科技计划的支持。

(3) 在科技规划与计划实施过程中，科技资源是否得到有效配置，如研究经费是否得到有效使用，是否存在低水平重复立项，科技成果和主要的研究设备在企业内的共享和利用情况等。

(4) 科技规划与计划总体的完成情况评价、科技项目的总体产出评价（包括论文、著作、专利、专有技术、经济效益等）。

科技战略、科技规划、科技计划之间的关系见图 1-1、图 1-2。

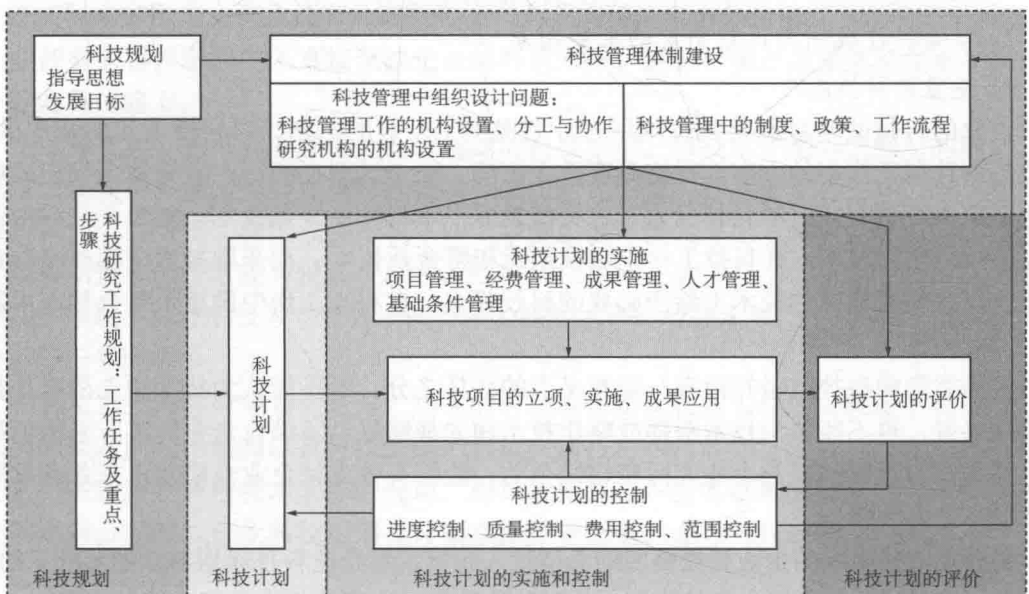


图 1-2 科技规划与计划管理体系

## 第二节 科技规划计划的制订

### 一、制定科技规划与计划的总体思路和流程

#### 1. 制定科技规划与计划的方式

这里的科技规划与计划是指对科研工作的规划与计划。制定科技规划与计划的方式有自上而下、自下而上及混合方式3种方式。

(1) 自上而下的方式是指先确定企业的业务战略，根据业务战略的需要制定企业的科技战略，根据科技战略的要求制定企业在中长期科技发展规划，对科技规划中应在短期内完成的工作分解到各个领域形成短期的科技计划，根据科技计划安排科技项目的申报。这种方式的优点是科技规划与计划可以很好地与科技战略相结合、反映科技战略的意图，缺点是可能会导致科技规划与计划不能很好地反映企业当前业务工作的技术需求，导致规划计划与企业业务的脱节。

(2) 在典型的自下而上方式中，科技计划是先由基层单位提出项目建议书，科技管理部门经过汇总、协调形成年度科技计划；以基层单位的科技计划为基础形成科技规划；对科技规划进行内容上的提炼形成科技战略。这种方式的优点是科技规划计划与企业短期的业务实际结合紧密，但由于缺乏业务战略和科技战略的总体指导，可能会导致科技规划计划的前瞻性不够，规划计划总体上缺乏明确的发展主题，不利于企业的长远发展。

(3) 混合方式是上述两种方式的结合。这种方式要求科技规划与计划的制订一方面要接受业务战略和科技战略的指导，使科技规划计划能够服务于企业的长远业务发展需求，反映科技发展的总体思路；另一方面，在科技计划规划中也考虑企业当前业务的技术需求，无论在项目安排还是资金分配上，为短期的技术课题留有一定空间，使科技规划计划能够解决业务上的现实技术问题。混合方式是制定科技规划与计划的一种较好的方式。

#### 2. 影响科技规划与计划制定的主要因素

##### 1) 企业的科技战略

企业的科技战略对制定科技规划与计划提供了一般的原则，对科技工作的资源供给、科技规划计划工作中的方案选择均具有重大影响。一个试图在同行业实施技术领先战略的企业必定会有更大规模的科技投入，在科技发展上不仅应用成熟技术，更为关注对企业未来有影响的新兴技术，在科技工作中重视创造和整合新技术；而采取技术跟随战略的企业可能仅仅在相对成熟的技术上给予必要的科技投入，在科技工作中侧重于整合和应用新技术。

各种类型的科技战略并没有一般意义上的好坏之分，既不能认为技术领先战略比技术跟随战略好，也不能认为技术跟随战略比技术领先战略好，不结合企业的实际来谈何种战略更好是没有意义的。与企业实际密切结合的，能够有效支持企业当前及未来业务发展的科技战略是好战略。

受科技战略影响的企业科技资源的总体投入状况，对企业科技规划与计划形成了约束；科技战略对科技工作发展方向的规定，为科技决策中的方案选择提供了决策的准则。

## 2) 企业面临的技术问题

全面系统地了解企业面临的技术问题，在此基础上形成科技战略、规划和计划，使科技战略服务于企业的业务战略，是第三代研发管理的一个核心思想。解决企业面临的技术问题是制定科技规划与计划的根本驱动力，对企业面临的技术问题进行分析和总结所形成的科技任务，是科技规划计划工作的核心内容。

企业面临的技术问题的来源大体有两类，一是影响企业目前业务的技术问题，二是对企业未来中长期发展有影响的技术问题，后者可以通过企业业务战略和业务愿景中分析得出。对企业当前以及未来的业务均有显著影响的技术问题，在科技规划与计划应当重点安排解决。

在科技规划计划的制订过程中，应当在企业面临的技术问题的基础上，结合相关科技发展趋势，提出企业的技术需求，并最终形成科技项目或项目组合。在这种方式下，先有技术问题，再根据问题来安排项目，科技工作以解决当前或企业长远发展中面临的技术问题为核心。与此相反，以项目本身为核心，先有项目、再寻求项目成果在生产中应用的工作方式是造成科技工作脱离实际的一个重要原因。

## 3) 企业的科技资源

企业的科技资源是指企业拥有的科技投入要素，主要包括科技经费、科技人员，以及实验及实验条件等。企业拥有的科技资源是企业科技实力的一个重要方面，在很大程度上影响着企业科技工作的范围。在各种科技投入要素中，科技经费是影响最大的一个因素，因为有了充裕的科技经费，不仅科技研究工作可以更深入地开展，也可以改善实验及试验条件，提高科技人员的数量和素质。因为企业在规划计划期内能够提供的科技经费是有限的，所以在科技规划计划中要使科技规划计划对科技经费的需求控制在经费总额之内，科技规划计划在内容上应当突出重点，将有限的科技经费投放到最需要的科技工作中。

## 4) 企业的科技能力

企业的科技能力是指企业的科技部门利用科技资源开发出一定科技成果，并将其应用到生产实际中的能力。企业拥有的科技资源和企业的科技能力共同构成了企业的科技实力。但企业拥有的科技资源并不直接反映企业的科技水平，能够反映企业整体科技水平高低的是企业的科技能力。

企业科技能力的外在表现是企业所达到的科技水平。科技水平是一个相对的概念，它可以是企业的科技能力与企业自身的技术问题的对比，也可以是企业科技能力与其他同类企业科技能力的对比。在前一种情况下，如果企业的科技能力足以解决企业面临的技术问题，则表明企业的技术能力较强，反之，则较低；在后一种情况下，企业的技术能力表现为在某一领域，企业的技术水平处于同行业的领先水平、较强水平、平均水平、较弱水平，还是远低于平均水平。

在制定企业的科技规划计划时，企业的科技能力不仅在很大程度上决定了科技部门可以解决的技术问题的范围以及科技课题的形成，而且对科技规划计划目标、企业核心技术的确定、在特定领域内技术来源的决策、对科技资源在各技术领域的配置等问题都有极为重要的影响。同时，企业科技规划与计划在服务于企业的业务工作的同时，也追求企业技术能力的不断提高。

## 5) 企业外部科技环境

除了依靠自身发展提高企业的科技水平之外，企业外部的科技环境也对企业科技水平的提高具有很大影响。企业外部的科技环境包含的因素众多，其中主要竞争对手的科技水平和企业可以从外部获取的技术资源对企业制定科技规划与计划影响重大。

在石油行业，企业的科技水平与企业在业务上的竞争力有着直接的联系，当本企业的科技水平与竞争对手的科技水平存在较大差距的情况下，企业很难获取在主营业务上的领先地位。因此，瞄准领先企业，找到本企业与领先企业的技术差距，使本企业在某些科技领域达到或超过主要竞争对手的水平，成为很多石油企业科技发展的目标。确定企业科技发展目标的基本方式通常有两种：一是从科技工作对本企业未来的业务的关系方面确定科技发展目标，二是从本企业科技水平与主要竞争对手科技水平的比较、竞争方面提出科技发展目标。在企业的实际工作中，这两种方式应当配合使用。了解竞争对手的科技水平对制定科技规划计划目标有着重要的作用。

外部环境不仅为企业的科技工作带来了压力，也为企业科技发展带来了很多的机会。企业可以购买或许可使用其他企业的技术，在基础研究、应用基础研究、应用技术研究方面与高等学校、研究机构、企业进行合作研究，甚至可以在一些基础或应用基础领域与国内竞争对手合作研究，以赶上国外企业的先进水平。当本企业仅仅依靠自身的力量很难在技术上取得技术突破时，寻找、获取外部的技术来源是企业较短时间内提高技术水平的一个重要途径，也是国外著名石油企业的常用做法。外部环境可能提供的技术发展机会是制定科技规划、确定技术发展途径时必须考虑的一个因素。

## 6) 技术本身的特点

制定科技规划还必须先行了解技术本身的特点和对本企业的作用，应当考虑的因素主要有：

(1) 技术的成熟度。即技术处于其发展生命周期的萌芽期、发展期、成熟期、衰退或换代期。

(2) 技术的复杂性。涉及多个学科领域的技术更为复杂一些，相对开发难度较大，存在较多的与外部协作机会。

(3) 技术开发成本。开发成本直接影响科技经费的分配，也会影响技术开发途径的选择，获得开发成本很高的技术可能更需要与外部的合作。

(4) 技术对企业科技竞争力、业务竞争力的影响。根据技术对竞争力的影响，可以将技术分为基本技术、关键技术、新兴技术。基本技术指已经广泛商业化使用的、可以以低成本轻易获得的、不能为企业带来竞争优势的技术，关键技术指已经开发或商业化使用的、能够增强企业竞争力的、技术的某些要素难以通过供应商或第三方获取的技术，新兴技术指同行企业着力追求的，在未来可能成为企业竞争力来源的技术。

(5) 技术对企业价值的影响。主要指技术应用范围上的广度、技术可能得到的价值回报。在可能的情况下，技术对价值的影响主要用技术获得的总回报来反映。

(6) 技术的文档化程度以及可移植性。那些只可意会、难以言传、高度依赖经验、基本机理尚不清楚的技术属于隐性技术，其可文档化程度和可移植性均较差；相反，那些基本机理清楚的、经过检验并可以脱离经验而存在的技术属于显性技术，购买、合作开发的技术主要是可文档化、可移植的显性技术。

技术本身的这些特点对科技规划与计划工作具有全面的影响，在确定科技目标、科技工作的任务、科技重点工作、技术来源的选择、研究经费安排等规划计划工作中，都要考虑各项技术的上述特点。

### 7) 科技发展趋势

科技发展趋势是对一定领域内的各项技术在技术参数、适用范围、经济性能等方面的动态变化趋势，是各个时期技术领先企业的技术发展轨迹以及最新动态。充分了解相关领域的科技发展趋势是企业主要领导（特别是科技工作的领导）和技术专家的重要职责，是高层管理者、高层技术人员与一般管理者和一般技术人员的根本职责区别。

对采取技术跟随战略的企业而言，充分了解各个领域的科技发展趋势是其以较低投入促进科技更好、更快发展，获得后发优势的重要手段；相反，忽视科技发展趋势可能导致企业在科技发展中走不必要的弯路，浪费资金、人力和发展机遇。

对科技发展趋势的充分了解可以保证科技总体发展方向的正确性，这对于科技规划计划工作具有极其重要的意义。

### 3. 制定科技规划与计划的主要工作与流程

由于不同企业、甚至同一企业在不同时期的科技管理体制可能会有所不同，所以难以给出各个企业制定科技规划与计划时通用的、操作上的业务程序。但各个企业在制定科技规划计划时所做的主要工作以及各项工作之间的关系却具有较强的一致性，具体见图 1-3。

在图 1-3 中，虚线框内的工作表示制定科技规划与计划之前应当先行完成的准备工作，实线框内的工作是制定科技规划与计划时需要依次完成的具体工作。箭线表示各项工作内容之间的影响关系，即完成箭头处的工作须依据箭尾处的工作内容。

制定科技规划与计划的全部工作从时间上可以分为 3 个部分：前期准备阶段、科技规划制定阶段及年度科技计划制定阶段。

前期准备阶段应完成的主要工作是：准确理解企业当前的科技发展战略，经过调查研究，明确企业面临的技术问题，全面把握企业的现有科技资源和科技能力情况，了解企业的外部科技环境、各领域相关技术的特点和总体的技术发展趋势。

科技规划制定阶段的主要工作是：(1) 确定企业的技术需求和主要技术差距；(2) 在科技发展战略的指导下，综合考虑企业科技能力、可能获取的外部技术来源、各项技术的特点和技术发展趋势，确定中长期科技发展目标，以缩小或消除存在的技术差距；(3) 确定中长期的科技投入计划；(4) 在考虑技术自身的特点与发展趋势，企业内部的科技投入、科技能力，以及从外部可以获取的技术资源的条件下，决定在中长期内应当发展的技术和技术领域（技术组合决策）、相应的技术发展途径（技术来源决策）、应当重点发展的关键领域和关键技术；(5) 对要发展的技术进行总体上的资源分配和时间安排。

科技计划制定阶段的主要工作是：在考虑企业的年度科技投入、科技能力、技术所需的资金投入等的条件下，将科技规划的相关工作内容分解为年度任务，并在各领域做好详细的资源分配和时间安排。

在整个规划计划的执行过程中，应当根据计划的执行情况对来年的科技计划进行反馈改进，必要时可以对科技规划进行滚动调整。



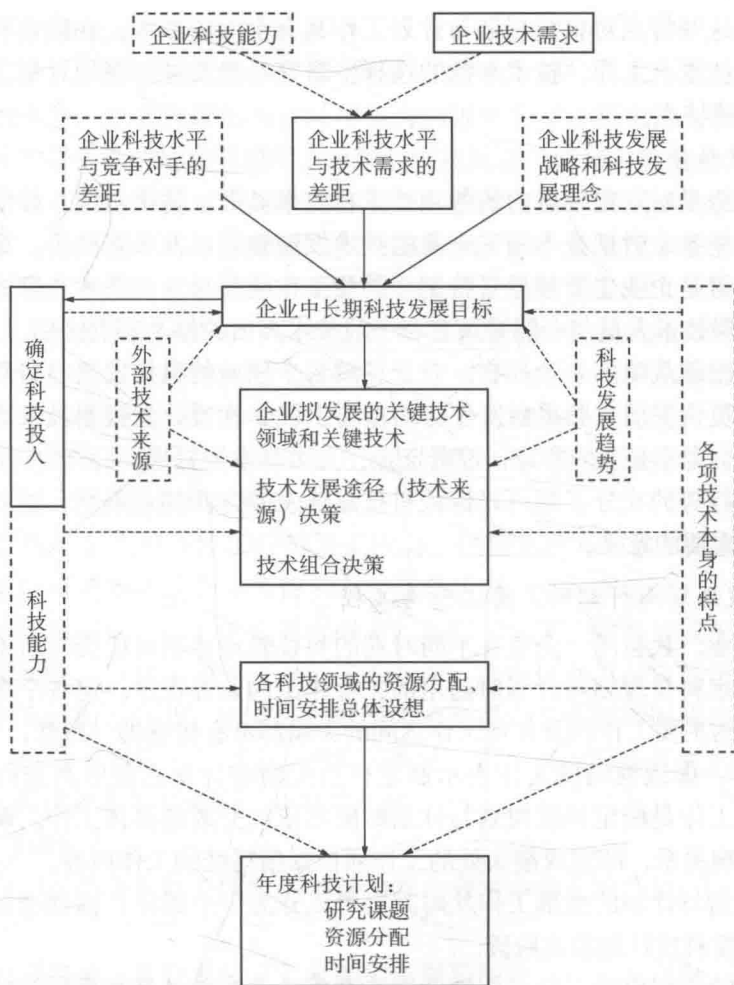


图 1-3 制定科技规划与计划的主要工作及其关系

科技规划与计划制定工作的流程如图 1-4 所示。

## 二、科技规划与计划的制订和决策

### 1、技术需求的确定

技术需求根据企业生产经营中的业务问题提出，企业经营中的业务问题包括目前或短期内企业遇到的业务问题，以及根据企业经营战略，企业在未来中长期内遇到的业务问题。确定技术需求的工作需要生产人员、管理人员、技术专家的共同参与，基层人员主要提出短期的业务问题，企业长远发展中的业务问题应当由中高级管理和技术人员确定。

确定技术需求的工具是业务—技术图（Business to Technology Map, BTM）。业务—技术图的结构如图 1-5 所示。通过技术—业务图将业务需求（即业务问题）转换为需要解决的技术问题。

在确定技术需求的过程中，一项具体的业务需求所涉及的各项技术构成了一个基本的技术组合，在做科技规划计划时应当避免对技术组合中的某项技术的遗漏，因为这会导致已有技术无法投入使用；此外，还应注意有关的时间因素，避免各项技术的完成时间不一