

【导语】 本章从创造发明的共性流程出发,详细阐述了创造课题选择阶段的选题原则、选题来源和选题方法等,解决课题阶段的调查研究、思考酝酿、产生创造性设想、模型建立、实验研究等,在完成课题阶段,着重探讨了发明创造成果的评价指标、评价方法和推广应用机制。

从事发明创造与进行科学研究相同,也需要一定的程序。尽管创造发明的实际过程是非常复杂和千差万别的,但是也有共性,任何创造发明的过程都是由3个阶段构成的,即选择课题阶段、解决课题阶段、完成课题阶段,如图5.1所示。

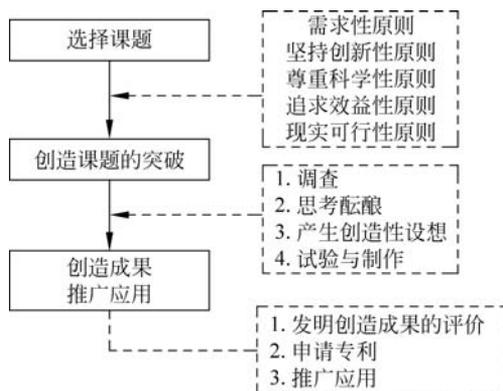


图 5.1 创造发明的 3 个阶段

5.1 选择创造课题

选择课题阶段的实质是寻求、发现、产生有价值的问题,并以此作为发明的起点。虽然在我们的生活、学习和工作中,在我们的身边也存在大量的有待解决的问题,但很多人视而不见;或看到了、发现了问题,却没有解决问题的愿望和动机。所以,这一阶段,首先要靠一个人的创新意识和直觉。只有一个人有了强烈的创新意识和一定的直觉能力,去积极主动地寻求、发现问题并力图解决问题,才可以说这个人真正地开始了创造发明的进程。这一阶段,主要解决两个问题:一是如何产生尽可能多的课题;二是如何从众多的课题中选定有价值的和力所能及的课题。

5.1.1 选题原则

创造工作者在难以计数且纷繁复杂的科学和技术问题面前,如何正确地选择适合自己能力和条件的创造课题显得尤为重要。很显然,在这方面没有固定的模式和套路,但一般来说,必须遵循以下几项基本原则。

1. 需求性原则

需求性原则是指科学研究与技术发明应符合学科理论发展或技术创新发展或社会经济发展的需要,注重科学与技术发展中的“热点”“难点”“前沿”“超前”等问题,这是创造选题的首要原则,它体现了创造过程的最终目的性。基础性研究要从学科理论发展的需要出发,包括开拓科学领域的需要、更新科学理论的需要、改进科学方法的需要等;应用性研究要致力于解决国民经济发展和生活中所面临的实际科学技术问题,其任务在于把理论推进到应用的形式,要充分注意发明创造成果的经济价值、经济效益、社会效果、对环境的影响等现实性问题。

需要性原则也可理解为目的性原则,具有针对性、重要性、必要性、价值性等属性。

2. 创新性原则

创新性原则就是要求创新课题具有先进性、新颖性和突破性,发明创造就是要解决前人没有解决或没有完全解决的问题,并预期能够产生创造性成果。创新性要体现“先一步、高一手、上一层”的特点。先一步,就是搞前人没有搞过的创新,先出同一成果;高一手,就是立意新颖独特,并有摘取创新成果的非常能力和技术路线;上一层,就是创新成果,比现有的同类事物先进,绝非仅指填补空白,而翻新、利用或改造旧事物,使其带来新的意义和价值,都是创新。创新性是创造活动的最根本特点,是创造过程的灵魂,其主要表现在三方面,一是概念和理论上的创新;二是方法上的创新;三是应用上的创新(包括解决新的实际问题和开拓新的应用领域)。总之,创新不仅是纯理论的狭义创新概念,而是广义创新概念,涵盖了新理论、新技术、新工艺、新方案、新管理、新服务、新应用、新市场等诸多方面。

3. 科学性原则

科学性原则是指选题必须以科学事实、科学理论、技术原理等为依据,按客观规律办事,将选题置于当时的科技背景和社会发展时代之下,使之成为在科技上和实践中可以成立和可以探讨的问题,要持之有故、选之有理;同时,还要随着基础事实和背景理论的进步、变化而对选择的课题及其内容进行必要的调整,至少是局部调整和方案调整;否则,就会失去科学性而陷入没有应答域的假问题。违背科学规律和技术原理将一事无成。“永动机”就是最好的例证。在热力学第一定律(能量守恒原理)确立以前的几个世纪里一直有许多人呕心沥血地企图造出不需要能量的“永动机”,而热力学第一定律肯定了“永动机”不可能造成,但时至今日,还有人热衷于“永动机”的发明。无论他们的构思多么巧妙,结果都逃不出失败的命运。

4. 效益性原则

效益性原则一是指选题过程中要根据具体情况单独或综合着眼于社会效益、经济效益、生态效益等;二是指创造过程所需的人力、物力、财力、时间应该合理分配和安排利用;虽然某些基础研究一时难以产生直接的经济效益,但从长远利益和整体利益的观点看,最终还

是要反映到经济效益和社会效益上来。

5. 可行性原则

可行性原则指选题应与自身的主、客观条件相适应：一是根据已经具备的条件；二是根据经过努力可以创造具备的条件。符合需求、创新性和科学性强的选题并非都是自己可以力所能及的，这一原则要求选题时不能胡思乱想、胡编乱造，不能想当然；要有理论和可行性依据，不可好高骛远地“开空头支票”。

在主观方面，要分析科研力量的结构、各种人才的配置和研究人员的素质、能力、对科研课题的认识程度、研究兴趣等因素，要求科研人员务必具备科学判断科研形势和科学精神的能力和素质。

在客观上，要充分考虑科研经费、实验设备、试验材料、情报资料、时间期限和外部环境、国家政策、学术交流等因素。

创新处于激烈的竞争中，不顾课题的现实可行性，则或者无法进行，或者半途而废，或者长期不见成效。这会挫伤创新者的信心，会错过承担其他创新的良机，即使有一天攻下这个课题，也会因历时太久而失掉创新的原有意义和价值。

创新选题的这5项基本原则，既相互区别，又相互联系，形成创新选题的原则体系。从客观条件看，创新者应当充分注意和考察课题得以完成的客观物质技术基础，从人力、物力、财力三方面确保创造课题顺利进行；从主观条件看，创新者应当充分考虑自身的条件，做到量力而行和扬长避短。

5.1.2 选题来源

创造选题范围十分宽广，可以是科技进步、经济建设、社会发展中需要发展和解决的各种科技理论和实际问题，包括理论、技术、生产、生活、管理与决策等方面的问题。科学和技术问题作为客观事物内部矛盾的反映，来源于各种不同的途径。最常见的有以下几种来源：

1. 已有理论与经验事实之间的矛盾及其理论演绎拓展

这类矛盾问题的出现要么是经验有误，要么是理论有缺陷。这类矛盾可能是新事实与旧理论之间的矛盾，也可能由理论得出的结论与客观事实之间的矛盾。

2. 科学技术理论体系之间的矛盾

这类矛盾表现为：①同一科技理论体系内部包含的逻辑矛盾；②同一学科不同理论之间的矛盾；③不同科技理论体系之间的矛盾。

3. 经济社会发展需要与现有科技条件之间的矛盾

经济建设、社会发展、人类生活的需要随时都会提出理论上和技术上的各种新需求，这些新需求是应用性研究最直接、最广泛、最有价值的选题来源。

4. 科学与技术的空白区、交叉区和边缘区

不同科学和技术的空白区、交叉区和边缘区是凝练科学与技术问题的生长点，这类问题往往是复杂程度高、层次性强、价值性大的高水平发明创造选题。例如，维纳等人在数学、物理学、自动控制、电子技术等学科相互渗透的边缘地带，开拓了控制论研究领域，创立了控制科学与技术学科。

5. 发明创造中的灵感思维、直觉思维和意外发现

在具体的发明创造过程中，可能出现的各种新发现、新灵感、新意识、新思路、新线索等

或科研人员对其研究方向和研究范围富有浓厚的探索兴趣,偶然迸发出的想象、灵感、直觉以及意外发现等,往往是创造选题的机遇和重要来源。

6. 经济科技发展规划和科技项目指南

我国从国家到省市再到地方的各行业、各部门和综合科技管理部门,会根据实际发展需要和集合各方面的意见而制定经济发展和科技发展规划,甚至科技项目指南,创造者可从中直接选题,也可围绕这些规划选题。

5.1.3 选题方法

创造发明选题本身就是一种科学研究与发明创造工作和过程,没有固定模式,应是不拘一格的。但一般来说创造发明选题方法和步骤包括问题调研、课题选择、课题论证和课题决策等过程。

1. 选题调研阶段

选题调研是选题的准备阶段,创造者根据科技发展需要、社会经济发展需要和自身的知识背景,首先,应确定研究方向;然后,明确研究领域、研究范围及研究层次;再跟踪国内外在同一科技领域或学科领域或应用领域的研究进展和趋势,明确创造的意义、地位和作用,明确已解决和未解决的问题等,为最后选定具体的创造课题和创造内容做准备。这一阶段需注意以下几方面:

(1) 信息来源。选题调研的信息源或科学事实源主要来自于文献(报纸、期刊、图书、专利、标准、档案、科技报告、会议文献等)、国际互联网、科研部门、情报部门、专业数据库服务部门、具体的专业工作实践、社会实践等;目前的网络资源作用颇大,可重点利用,要学会网上搜索引擎的使用技巧和检索手段的灵活应用。

(2) 信息判断。选题调研中对创造课题有关信息了解的是否准确,不取决于信息的有无,而是取决于判断,要自觉地防止陷入收集“破烂信息”从而误导创造选题的泥潭,因此,要采取多种有效的方式和途径予以克服和解决。

(3) 信息追踪。坚持调研、追踪和分析有关问题与信息,“冰冻三尺,非一日之寒”,如果不注重平时积累,临时抱佛脚是无法高质量完成创造选题的。

2. 课题选择

课题选择是提出并确定拟创造的具体课题与创造内容的阶段,根据问题的调研结果,运用选题原则,从调研时所拟定的问题中择优选出备课题。

3. 课题论证

课题论证是为了确保课题选择正确而对课题及其方案做出论证和全面评审,根据选题的基本原则,对课题依据、实施条件、社会与经济效益及对科技发展的潜在价值依次逐项剖析、审议;一般采用同行专家评议、领导参与决策、管理部门决策结合的方式进行。

4. 课题决策

课题决策就是最终确定创造课题的取舍,经过论证与评议,最后做出决策,课题若通过论证则可确定为待创造课题或立即立项实施,否则被淘汰出局而另选课题。

总之,选题是一个不断反馈并反复调整的过程,常常需要反复调研、调整、更改和多次论证。

5.2 构思课题创造方案

解决课题阶段是创造过程的核心,是最富有创造性的阶段。这一阶段的实质是提出解决课题的原理、方法和设想。这一阶段主要靠创造发明者的信息占有量、创造性思维方法和个性品质。

5.2.1 调查阶段

调查是围绕初步选定的课题,广泛收集资料。首先,要查清此课题所涉及的内容是否已研究?结果如何?如果存在不足,原因何在?其次,对所涉猎类似的发明创造,针对优点与不足,寻找可取之处。再次,除整体调查外,随着调查的深入,还要做分解调查,通过分解调查分别寻求解体的同类事物。最后,调查该项技术创造所需要的知识和技能自己是否具备,确定自己有没有独立进行该项技术创造活动的的能力,这些都必须搞清楚,才能着手实施,否则会造成浪费。

5.2.2 思考酝酿

思考酝酿是在占有大量与技术创造课题有关的基础上,运用创造技法进行深层次的科学思维。思考酝酿的重点一般应是科技创造的关键点和难点。例如,采用什么工作原理和结构来实现创造要求?思考酝酿要做到能进能退、能直能曲、思想解放、尊重科学,既能深钻细研,又不钻牛角尖。思考酝酿是创造性很强的活动阶段,要在思考酝酿中最大限度的发挥自己的创造力。创造性设想能不能产生出来,关键就看思考酝酿阶段的孕育。在思考酝酿阶段要注意以下几点:

(1) **思考酝酿需灵活运用创造技法。**思考酝酿有多种形式和方法,需针对不同的科技创造对象和不同的技术难点,灵活运用创造技法,充分利用各种时间和环境进行变换思考,做到思想不保守、课题不保密(确系需要保密的除外),多请教于人,敢于公开技术创造的难点和自己的对策,善于倾听旁人的意见。思考酝酿阶段的创造技法大致分为4类:

① **排除错误法。**思考酝酿阶段会产生思维上的各种猜测,并通过不断实践来排除错误的猜测,找出需要的解决方案。用这种方法进行发明创造,能否取得成功主要取决于发明家的机遇与个性品质。

② **发散思维法。**这类技法的最主要特点是,让思维无拘无束地处于高度自由状态,以产生大量新颖的解决问题的设想。由于创造发明本身就是做前人所未做、想前人所未想的事,创造发明的课题必无现成答案可供选用,因此只有让思维的触角向四面八方充分伸展,充分借助联想、类比等思维方式或把未知事物同已知事物联系起来,获得解决问题的方案。这类技法的运用效果受创造发明者本身的经验和知识等限制。

③ **分析逻辑推理法。**这类技法的主要特点是通过收集来的信息进行严密的分析、整理和再加工,达到发现问题、解决问题的目的。从信息论的角度看,创造发明的过程实质就是对获得的信息进行分割、剪裁、重组的过程。因此,在当今的信息时代里,这类技法有着特殊的作用。

④ **程控法。**这类技法就是通过控制创造发明者的思维方向,让思维按照严格的程序或

步骤去解决课题,其最主要特点是发明者可以避免大量无效的思维过程,而快速逼近答案。但是,这类技法是一种解决发明课题的程序,并不能代替具体的思考;在执行程序的过程中,可以对程序进行改造,以适应其他各类创造。

(2) **思考酝酿不要急于求成。**思考酝酿是时间较长的创造性活动阶段,不能急于求成。在整个创造性活动过程中,要能及时调节思维、减轻疲劳并激发灵感。对复杂的问题,要经过一个时间或短或长的酝酿阶段,这就是解决问题的孕育阶段。这种孕育过程,有时还不得不暂时将问题搁置下来,这又叫潜伏阶段,是酝酿解决方法所不可缺少的。孕育阶段大多是属于潜意识的思考过程,它很可能孕育了解决问题的新办法或新观念,一旦酝酿成熟,就会脱颖而出。

5.2.3 创造设想

围绕一个目标进行持久不懈地多方位观察,学习消化有关知识,加工处理有关情报,反复思考酝酿,就在头脑中灌输和储存下大量与创造对象有直接联系或间接联系的信息。在想象力的作用下,驱动这些信息在头脑中不断地运动着、互相交织,一些同创造发明毫无关系的信息也可能被卷入这种思维活动中,经过归纳演绎、分析综合等独特的思维方式加工已知的知识,异变已有事物,创造出新表象和新概念。

创造性设想的产生给发明创造带来了生机。没有创造性设想,就没有发明创造,围绕一个课题产生的创造性设想越多越好,创造性设想是制订创造发明方案的依据。发明创造的各个方案经过分析、论证和筛选,确定了最佳方案后,技术创造活动的重心就开始向建立模型、设计和制作阶段转移。

5.2.4 建立模型

1. 模型及其分类

模型是通过主观意识借助实体或者虚拟表现、构成客观阐述形态、结构的一种表达目的的物件(物件并不等于物体,不局限于实体与虚拟,不局限于平面与立体)。现介绍以下几种模型。

1) 草模

草模是用于设计产品造型的初期阶段,可以把设计构思用立体模型简单地表示出来,供设计人员深入探讨时使用。

2) 概念模型

概念模型是用于设计构思初步完成之后,在草模的基础上,用概括的手法表示产品的造型风格、布局安排、人机关系,从整体上表现产品造型的整体概念,侧重对产品造型的考虑而制作的模型。

3) 结构模型

结构模型是为了研究产品造型与结构的关系,清晰地表达产品的结构尺寸和连接方法,并进行结构强度试验而制作的模型,侧重对产品结构的构思。

4) 功能模型

功能模型用于研究产品的各种性能以及人机关系,同时也用于分析、检查设计对象各部分组件的尺寸与机体的相互配合关系,并在一定条件下用于试验,以及对产品功能的进一步

完善。

5) 数学模型

数学模型是针对现实世界的某一特定对象,为了一个特定的目的,根据特有的内在规律,做出必要的简化和假设,运用适当的数学工具,采用形式化语言,概括或近似地表述出来的一种数学结构。它或者能解释特定对象的现实性态,或者能预测对象的未来状态,或者能提供处理对象的最优决策或控制。数学模型既源于现实又高于现实,不是实际原形,而是一种模拟,在数值上可以作为公式应用,可以推广到与原物相近的一类问题,可以作为某事物的数学语言,可译成算法语言,编写程序进入计算机。

2. 模型建立过程

现以建立一个实际问题的数学模型为例,说明模型建立过程。建立一个实际问题的数学模型,需要一定的洞察力和想象力,筛选、抛弃次要因素,突出主要因素,做出适当的抽象和简化。全过程一般分为表述、求解、解释、验证4个阶段,并且通过这些阶段完成从现实对象到数学模型,再从数学模型到现实对象的循环,如图5.2所示。

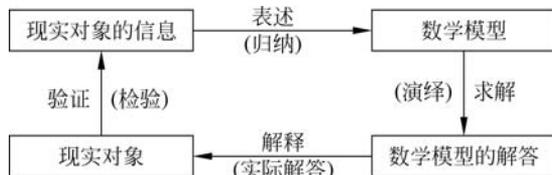


图 5.2 数学模型建立流程

1) 表述阶段

根据建立数学模型的目的和掌握的信息,将实际问题翻译成数学问题,用数学语言确切地表述出来。这是一个关键的过程,需要对实际问题进行分析,甚至要做调查研究,查找资料,对问题进行简化、假设、数学抽象,运用有关的数学概念、数学符号和数学表达式去表现客观对象及其关系。如果现有的数学工具不够用时,可根据实际情况,大胆创造新的数学概念和方法去表现模型。

2) 求解阶段

选择适当的方法,求得数学模型的解答。可以采用解方程、画图形、证明定理、逻辑运算、数值计算等各种传统和现代的数学方法,特别是计算机技术。

3) 解释阶段

数学解答翻译回到现实对象,提供实际问题的解答。对模型解答进行数学上的分析,有时要根据问题的性质分析变量间的依赖关系或稳定状况,有时要根据所得结果给出数学上的预报,有时则可能要给出数学上的最优决策或控制,不论哪种情况都常常需要进行误差分析、模型对数据的稳定性或灵敏性分析等。

4) 验证阶段

检验解答的正确性。把数学上分析的结果翻译回到实际问题,并用实际的现象、数据与之比较,检验模型的合理性和适用性。这一步对于建模的成败是非常重要的,要以严肃认真的态度来对待。当然,有些模型如核战争模型就不可能要求接受实际的检验了。模型检验的结果如果不符合或者部分不符合实际,则问题通常出在模型假设上,应该修改、补充假设,

重新建模。有些模型要经过几次反复，不断完善，直到检验结果获得某种程度上的满意。

5) 模型应用

应用的方式自然取决于问题的性质和建模的目的。例如，随机性人口模型建立过程如下：

一个人的出生和死亡应该说是随机事件，无法准确预测。之所以能用确定性模型描述人口的发展，因为考察的是一个国家或地区的数量很大的人口，用对总数而言的平均生育率、死亡率代替出生、死亡的概率，将人口作为连续变量处理。如果研究对象是一个自然村落或一个家族的人口，数量不大、需作为离散变量看待时，就要利用随机性人口模型来描述其变化过程了。时刻 t 的人口用随机变量 $X(t)$ 表示， $X(t)$ 只取整数值。记 $P_n(t)$ 为 $X(t) = n$ 的概率， $n = 0, 1, 2, \dots$ 。下面要在对出生和死亡的概率作出适当假设的基础上，寻求 $P_n(t)$ 的变化规律，并由此得出人口 $X(t)$ 的期望和方差，用它们在随机意义下描述人口的发展状况。

表述与假设阶段。这一阶段主要作模型假设。

若 $X(t) = n$ ，对人口在 t 到 $t + \Delta t$ 的出生和死亡作如下假设 (Δt 很小)。

① 出生一人的概率与 Δt 成正比，记作 $b_n \Delta t$ ；出生二人及二人以上的概率为 $o(\Delta t)$ 。

② 死亡一人的概率与 Δt 成正比，记作 $d_n \Delta t$ ；死亡二人及二人以上的概率为 $o(\Delta t)$ 。

③ 出生与死亡是相互独立的随机事件。

④ 进一步设 b_n 和 d_n 均与 n 成正比，记 $b_n = \lambda n$ ， $d_n = \mu n$ ， λ 和 μ 分别是单位时间内 $n = 1$ 时一个人出生和死亡的概率。

建模与求解阶段。为了得到 $P_n(t)$ 的方程，考察随机事件 $X(t + \Delta t) = n$ 。

根据假设①~③，与出生或死亡一人的概率相比，出生或死亡二人及二人以上的概率，出生一人且死亡一人的概率均可忽略。这样， $X(t + \Delta t) = n$ 可以分解为仅仅 3 个互不相容的事件之和：

$X(t) = n - 1$ 且 Δt 内出生一人，其概率为 $b_n \Delta t$ ；

$X(t) = n + 1$ 且 Δt 内死亡一人，其概率为 $d_n \Delta t$ ；

$X(t) = n$ 且 Δt 内人口未变，其概率为

$P\{\text{人口未变}\} = 1 - P\{\text{人口增加或减少 1 人}\} = 1 - b_n \Delta t - d_n \Delta t$

按照全概率公式有

$$\begin{aligned} & P\{\text{时刻 } t + \Delta t \text{ 有 } n \text{ 个人}\} \\ &= P\{\Delta t \text{ 增加 1 人}\}P\{\text{时刻 } t \text{ 有 } n - 1 \text{ 个人}\} + \\ & P\{\Delta t \text{ 减少 1 人}\}P\{\text{时刻 } t \text{ 有 } n + 1 \text{ 个人}\} + \\ & P\{\Delta t \text{ 人口未变}\}P\{\text{时刻 } t \text{ 有 } n \text{ 个人}\} \end{aligned}$$

即

$$P_n(t + \Delta t) = P_{n-1}(t)b_{n-1}\Delta t + P_{n+1}(t)d_n\Delta t + P_n(t)(1 - b_n\Delta t - d_n\Delta t) \quad (5.1)$$

即

$$\frac{P_n(t + \Delta t) - P_n(t)}{\Delta t} = P_{n-1}(t)b_{n-1} + P_{n+1}(t)d_n - (b_n + d_n)P_n(t)$$

令 $\Delta t \rightarrow 0$ ，得关于 $P_n(t)$ 的微分方程为

$$\frac{dP_n}{dt} = b_{n-1}P_{n-1}(t) + d_{n+1}P_{n+1}(t) - (b_n + d_n)P_n(t) \quad (5.2)$$

特别地，在假设④($b_n = \lambda n$ ， $d_n = \mu n$)的情况下，方程(5.2)变为

$$\frac{dP_n}{dt} = \lambda(n-1)P_{n-1}(t) + \mu(n+1)P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu)nP_n(t) \quad (5.3)$$

若初始时刻($t=0$)人口为确定数量 n_0 , 则 $P_n(t)$ 的初始条件为

$$P_n(0) = \begin{cases} 1, & n = n_0 \\ 0, & n \neq n_0 \end{cases} \quad (5.4)$$

式(5.3)对于不同的 n 是一组递推方程, 在条件④下的求解过程非常复杂, 并且没有简单的结果。幸而, 通常人们对式(5.3)的解 $P_n(t)$ 并不关心, 感兴趣的只是 $X(t)$ 的期望 $E\{X(t)\}$ 。令

$$\text{期望 } E(t) = E\{X(t)\}, \quad E(0) = n_0$$

$$\text{方差 } D(t) = D\{X(t)\}, \quad D(0) = 0$$

而它们可以由式(5.3)与式(5.4)直接得到, 因为按照定义, 有

$$E(t) = \sum_{n=1}^{\infty} nP_n(t) \quad (5.5)$$

对式(5.5)求导并将式(5.3)代入, 得

$$\frac{dE}{dt} = \lambda \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)P_{n-1}(t) + \mu \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} n^2 P_n(t) \quad (5.6)$$

注意到

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)P_{n-1}(t) &= \sum_{k=1}^{\infty} k(k+1)P_k(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)P_n(t) \\ \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)P_{n+1}(t) &= \sum_{k=1}^{\infty} k(k-1)P_k(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)P_n(t) \end{aligned}$$

代入式(5.6), 得

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= \lambda \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)P_n(t) + \mu \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)P_n(t) - (\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} n^2 P_n(t) \\ &= (\lambda - \mu) \sum_{n=1}^{\infty} nP_n(t) \end{aligned}$$

利用式(5.5), 则有

$$\frac{dE}{dt} = (\lambda - \mu) \sum_{n=1}^{\infty} nP_n(t) = (\lambda - \mu)E(t) \quad (5.7)$$

由于

$$E(0) = n_0 \quad (5.8)$$

显然, 方程(5.7)的解为

$$E(t) = n_0 e^{(\lambda - \mu)t} = n_0 e^{rt}, \quad r = \lambda - \mu \quad (5.9)$$

从含义上看, 随机性模型(5.9)中出生概率 λ 与死亡概率 μ 之差 r 可称为净增长概率, 人口的期望值 $E(t)$ 呈指数增长。

对于方差 $D(t)$, 按照定义有

$$D(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n^2 P_n(t) - E^2(t) = G(t) - E^2(t) \quad (5.10)$$

式中, $G(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n^2 P_n(t)$ 。显然, $G(0) = n_0^2$ 。

由于

$$\frac{dP_n}{dt} = \lambda(n-1)P_{n-1}(t) + \mu(n+1)P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu)nP_n(t)$$

有

$$\frac{dG}{dt} = \lambda \sum_{n=1}^{\infty} n^2(n-1)P_{n-1}(t) + \mu \sum_{n=1}^{\infty} n^2(n+1)P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} n^3P_n(t)$$

注意到

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} n^2(n-1)P_{n-1}(t) &= \sum_{k=1}^{\infty} k(k+1)^2P_k(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)^2P_n(t) \\ \sum_{n=1}^{\infty} n^2(n+1)P_{n+1}(t) &= \sum_{k=1}^{\infty} k(k-1)^2P_k(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)^2P_n(t) \end{aligned}$$

从而

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dt} &= \lambda \sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)^2P_n(t) + \mu \sum_{n=1}^{\infty} n(n-1)^2P_n(t) - (\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} n^3P_n(t) \\ &= 2(\lambda - \mu) \sum_{n=1}^{\infty} n^2P_n(t) + (\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} nP_n(t) \\ &= 2(\lambda - \mu)G(t) + (\lambda + \mu)E(t) \end{aligned}$$

那么

$$\frac{dG}{dt} - 2(\lambda - \mu)G(t) = (\lambda + \mu)E(t)$$

解上方程,得

$$\begin{aligned} \int [-2(\lambda - \mu)]dt &= -2(\lambda - \mu)t = \int (\lambda + \mu)E(t)e^{[-2(\lambda - \mu)]dt} dt \\ &= (\lambda + \mu)n_0 \int e^{(\lambda - \mu)t} e^{-2(\lambda - \mu)t} dt \\ &= n_0(\lambda + \mu) \int e^{-(\lambda - \mu)t} dt \\ &= -n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{-(\lambda - \mu)t} \end{aligned}$$

方程的通解为

$$\begin{aligned} G(t) &= e^{-\int [-2(\lambda - \mu)]dt} \left(-n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{-(\lambda - \mu)t} + C \right) \\ &= e^{\int 2(\lambda - \mu)dt} \left(-n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{-(\lambda - \mu)t} + C \right) \\ &= -n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{(\lambda - \mu)t} + Ce^{2(\lambda - \mu)t} \end{aligned}$$

由于 $G(0) = n_0^2$, 有

$$n_0^2 = -n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} + C \Rightarrow C = n_0^2 + n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu}$$

从而

$$\begin{aligned} D(t) = G(t) - E^2(t) &= -n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{-(\lambda - \mu)t} + Ce^{2(\lambda - \mu)t} - n_0^2 e^{2(\lambda - \mu)t} \\ &= -n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{-(\lambda - \mu)t} + n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{2(\lambda - \mu)t} \end{aligned}$$

所以

$$D(t) = n_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} e^{(\lambda - \mu)t} [e^{(\lambda - \mu)t} - 1] \quad (5.11)$$

$D(t)$ 的大小表示了人口 $X(t)$ 在期望值 $E(t)$ 附近的波动范围。式(5.11)说明这个范围不仅随着时间的延续和净增长概率 $r = \lambda - \mu$ 的增加而变大,而且即使当 r 不变时,它也随着 λ 和 μ 的上升而增长。这就是说,当出生和死亡频繁出现时,人口波动范围变大。

应当指出,并不是所有建模过程都要经过这些步骤,有时各步骤之间的界限也不那么分明。建模时,不应拘泥于形式上的按部就班,需采取灵活的表述方式。

5.2.5 实验研究

实践是检验真理的唯一标准。在提出技术方案后,要通过科学实验和样品试制,验证新模型、新技术、新方法和新产品发明方案构思的正确性。

1. 制定实验计划

实验计划是指导实验工作的依据,也是对实验方案的科学论证。发明创造者应掌握制定实验计划的基本方法。

(1) **明确实验目的和任务。**实验目的、任务必须十分明确,这是确定实验工作的基础。整个实验活动都要围绕实现实验目的进行。

(2) **实验设计。**实验设计是对实验内容、实施程序做出具体的安排,目的是保证实验结果的精准性、科学性,以及在此前提下,尽可能地减少实验次数,降低试验费用,缩短试验时间。

(3) **实验方法。**实验设计必须讲究方法。目前,已有许多科学的试验设计方法可供使用,包括 0.618 法、降维法和正交设计法等。

(4) **器材选择与制备。**方案设计工作完成之后,要根据实验内容考虑制作什么样的实验装置,选择和制备哪些器材和测试仪器,条件齐备,才能有条不紊地进行实验。

2. 实验测试与结果分析

实验不一定一次就能完成。实验中,必须仔细观察,警觉意外的变化,多疑善思,搜寻各种值得追踪的线索,这对于抓住一些有价值的东西和改进试验都是有益的。实验工作的最后一个阶段,是处理试验数据和分析试验结果,从中才能得出有价值的结论。

3. 修改实验模型

从发明设想到最终得到发明成果,要进行许多实验研究。发明成果往往需要通过实验不断改进,逐步完善。发明创造过程中的实验不是在最终发明成果上进行的,而是需要通过模型实验后,重复实验证明其原理、功能及结构的新颖性、合理性,才可制作样品。

免扣带是怎么发明的?

在衣服、鞋子上有一种一扯即开的“免扣带”,它以方便省时而大受现代人欢迎。但它是怎样发明的呢?“免扣带”是一位名叫马斯楚的瑞典人发明的。它的发明纯属偶然。1948年的一天,他和朋友兴致勃勃地去登山。登上顶峰后,他们随便坐在草地上吃午餐。这时,马斯楚突然觉得臀部又痛又痒。他知道这又是鬼针草的“恶作剧”,于是坐不住了,不耐烦地把鬼针草一根一根地从裤子上摘下来,但摘不胜摘。回家后,他把残留在裤子上的鬼针草取

下来,想弄清楚它为什么“粘”人,结果发现鬼针草的结构十分特殊,粘在裤子上拍不下来。马斯楚顿时萌生了一个想法:“如果模仿它的结构,做一种纽扣或别针,那该多好!”

一念之间,一项新发明创造诞生了。马斯楚先生制成了一种合上就不易分开的布,即一块布织成许多钩子,另一块布织成很多圆球,两者合起来,产生拉链的效果。他将试制品命名为“免扣带”,申请了专利,然后与一家织布公司合作生产。由于“免扣带”的使用范围很广,马斯楚足足赚了3亿多美元。

在生活中被鬼针草的“恶作剧”伤害的人,几乎天天都有,但能从中引出发明创造的思想火花的人,马斯楚则是第一人。这是一种联想的感悟,是一种创造性思维的魅力,也是一种稍纵即逝的冲动。感悟是科学发明的“激光”。一旦这种“激光”闪现了,你就要善于运用它去撞击科学发明的大门,敢于去吃第一只“螃蟹”。那些纸上谈兵式的人物,是难于领略创造发明者的喜悦的。

一个好的机遇不会出现两次。机遇来了,你就要当机立断地抓住它,莫失之交臂。马斯楚抓住了机遇,并立即付之于行动,他就获得了巨大的成功。英国作家乔叟说得好:“每人都有一个好运降临的时候,只看他能不能领受;但他若不及时注意,或竟顽强地抛开机遇,那就并非机遇或命运在捉弄他,实在唯有归咎于他自己的疏懒与荒唐。”这话真是说得深刻极了。当幸运之神与你擦身而过时,请不要怨天尤人,而是要首先反思一下:我是不是有点疏懒?

就此而论,马斯楚的成功经验,对我们从事创造发明来说,是很有启发的。

5.3 完成课题阶段

发明创造进行了实验研究之后,就进入了完成课题阶段。这一阶段的主要任务在于确定科技创造成果是以何种形式表达出来,是论文?专利?产品?还是软件?对科技成果又如何进行评价呢?如果是论文成果,论文如何撰写?如果是专利成果,专利如何申请?如果是产品成果,产品又如何推广和产业化?如果是软件成果,又如何进行保护?等等……这些都是需要完成的内容。由于科技论文写作、专利申请和软件著作权保护将分别在后面的第6章、第7章和第8章进行详细阐述,故本节主要对发明创造成果评价内容和方法及推广应用进行讨论。

5.3.1 发明创造成果的评价指标

1. 技术指标

(1) **创新性**。这是指该项发明创造成果必须是首先提出来的,主要从技术成果的创新点、原始创新所占比重、技术成果的创新复杂度与难易度等方面进行评价。

(2) **先进性**。主要分析评价技术成果在同行内的领先程度、技术的战略性及前瞻性等。

(3) **稳定性**。主要评价技术成果的可靠程度、可操作性、在规定时间内和规定条件下无故障地发挥规定性能的概率、技术寿命周期的长短等。

(4) **成熟度**。主要从技术成果距离产业化程度与转化实用程度进行评价。

(5) **研究基础**。主要反映技术成果的理论依据是否科学、研究基础是否坚实、技术成果

研究者的学术背景是否扎实等。

(6) **知识产权**。主要从专利授权、标准制定、软件著作权、发表论文、获得奖励等方面进行评价。

2. 效益指标

应用技术开发类成果具有较强的应用目的性,因而经济效益是重要的效益评价指标。评价过程中应结合社会生态效益,全面反映农业科技成果的综合效益。主要包括:

(1) **经济效益**。主要从成本利润率、已取得的交易额或销售收入额、推广面积或销售数量、市场占有率、年利润净额等方面进行分析。

(2) **社会效益**。主要从促进或带动相关产业发展情况、带动从业人员数量等方面进行分析。

(3) **生态效益**。主要从减少环境污染、降低能耗数量等方面分析评价。

3. 风险指标

(1) **技术风险**。主要从技术成果是否存在潜在的权益纠纷、是否会带来社会伦理的风险或危害、是否会带来科技发展的风险或危害、是否会带来生产安全的风险或危害等方面评价。

(2) **市场风险**。主要从科技成果是否难以进入市场、科技成果是否能够实现收益等方面评价。

(3) **政策风险**。主要从是否符合产业政策、是否符合区域政策等方面评价。

5.3.2 发明创造成果的评价方法

1. 同行评议法

同行评议法是由从事该领域或相关领域的专家来评定一项发明创造成果的学术水平或重要性的一种方法。此法简单易用,但难以设定统一评价标准,在评价对象数量较多时,结果误差较大,应慎重使用。

2. 德尔菲法

德尔菲法是通过分散的评价意见进行反复的综合、整理、反馈和数理统计的处理,使之趋于收敛,从而获得所需评价结论。此方法简单方便、易于操作,可反映出专家群体之间的一致性意见,但由于受主观因素影响较多,对评价对象的判断往往会产生一定偏差。

3. 综合评价法

综合评价法能较全面地考虑评价指标体系的各个层面,在对事物的全面评价方面比其他方法更有优势,可满足单层次或多层次的评价需要,但计算过程中所需各指标权重系数,则需通过其他方法求出。

4. 层次分析法

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是一种多层次权重解析方法。它把复杂问题分解为各个组成因素,将这些因素按照某种相互作用的方式和相互联系的规则分组,形成有序的递阶层次结构,通过各个层次的两两比较判断方式,确定每一层次中因素的相对重要性,然后在递阶层次结构中进行合成,得到决策因素相对于总目标重要性的顺序。AHP的最终结果是得到相对于总目标各决策方案的权重,据此做出决策。对发明创造成果评价而言,则是得到了评价指标体系中,各指标相对于评价总目标的权重值。所以,在发明

创造成果评价过程中,它可以作为一种确定指标权重的有效方法加以应用。

5. 模糊综合评价法

模糊综合评价法在进行评价时,一些具有模糊概念的评价对象很难用确切的数字来表达,这时可以借助模糊数学理论,运用模糊数学方法对受到多种因素制约的事物或对象做出一个综合评价,即模糊综合评价法。它能较好地解决模糊的、难以量化的问题,适合于各种非确定性问题的解决。

6. 模糊层次线性加权综合评价法

本方法按下列步骤进行。

1) 确定评价等级

根据成果类型和目标确定评价等级。例如,如果成果鉴定,可将评价等级确定为先进、较先进和一般;若是成果评奖,可将评价等级确定为一等奖、二等奖和三等奖。

2) 确定评价指标体系

根据评价指标的分类情况,构造如图 5.3 所示的发明创造成果或奖项评价指标体系结构。

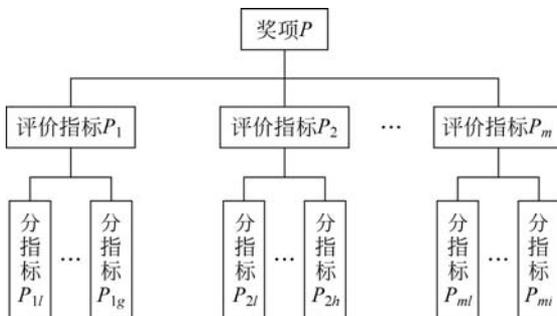


图 5.3 科技成果评价指标体系结构

3) 建立评价模型

(1) 确定科技成果评价指标层次结构模型,如图 5.3 所示。

(2) 根据专家代表的判断,构造两两比较判断矩阵为

$$A = \begin{vmatrix} A_k & B_1 & B_2 & \cdots & B_n \\ B_1 & b_{11} & b_{21} & \cdots & b_{n1} \\ B_2 & b_{12} & b_{22} & \cdots & b_{n2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ B_n & b_{1n} & b_{2n} & \cdots & b_m \end{vmatrix}$$

式中, A_k 为成果上层评价指标中第 k 个指标; B_1, B_2, \dots, B_n 为由 A_k 指标分解得到的下一层次 B 中的指标; b_{ij} 为 B 层次指标 i 与指标 j 两两比较相对于 A_k 上层指标的相对重要程度的标度值,如表 5.1 所示; n 代表判断矩阵的阶数。

表 5.1 1~9 标度发各级标度含义

标 度	含 义
1	表示两个元素相比,具有同样重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者略重要

续表

标 度	含 义
5	表示两个元素相比,前者比后者重要
7	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
9	表示两个元素相比,前者比后者绝对重要
2,4,6,8	表示介于上述相邻判断的中间值

(3) 层次单排序及一致性检验。通过专家代表判断矩阵 A 的特征根,解方程

$$AW = \lambda_{\max} W$$

得到解向量 W ,经归一化后即为一层次相应指标。对于上一层次指标相对重要性的权重,采用的是方根法计算 λ_{\max} 和 W ,并利用一致性指标

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

得到随机性指标 RI ,再根据

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

是否 < 0.1 ,判断矩阵的一致性是否可接受,否则需要重新调整判断矩阵,使之满足一致性检验,如表 5.2 所示。

表 5.2 矩阵阶数与随机一致性指标 RI 对照表

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

(4) 层次总排序及一致性检验。在计算各级要素指标对于上一层指标的相对重要度之后,即可从最顶层开始,自上而下求出各层次上不同指标对于成果或奖项总体的综合重要度(也称组合权重)。如果上一层所有元素 A_1, A_2, \dots, A_m 的组合权重已知,其权重分别为 a_1, a_2, \dots, a_m ,本层包含 n 个元素 B_1, B_2, \dots, B_n ,那么,它们对于因素指标 A_i 的层次单排序权值则分别为 $b_{1i}, b_{2i}, \dots, b_{ni}$ (当 B_j 与 A_i 无联系时, $b_{ji} = 0$),则本层次元素的组合权重为

$$b_j = \sum_{i=1}^m a_i b_{ji} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

即某一级的综合重要度是以上一级因素指标的综合重要度为权重的相对重要度的加权和。

然后再由层次总排序的一致性公式,得

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i CI_i}{\sum_{i=1}^m a_i RI_i} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

当 $CR < 0.1$ 时,认为层次总排序的计算结果具有满意的一致性,否则需要对本层次的各个判断矩阵进行调整,使层次总排序具有满意的一致性。

(5) 根据上述层次分析法得到的组合权重 $b_j (j=1, 2, \dots, n)$ 对德尔菲法得出的底层指标权重 $f_j (j=1, 2, \dots, n)$ 进行修正, 假设两者的权重系数分别为 c_1 和 c_2 (可根据侧重点不同进行比例调整), 最终底层评价指标权重 w_j 计算公式为

$$w_j = \frac{c_1 b_j + c_2 f_j}{2} \quad j=1, 2, \dots, n$$

(6) 将 $w_j (j=1, 2, \dots, n)$ 的值赋予线性加权法相应该层次的权重指标 $x_j (j=1, 2, \dots, n)$, 将其分别与专家对指标 x_j 的打分值 $p_j (j=1, 2, \dots, n)$ 相乘, 并由线性加权综合评价法计算出单个专家的评分值为

$$S_i = \sum_{j=1}^n p_j x_j$$

这里为了实现量化的评分结果, 需将每个指标 x_j 按评价标准分为不同等级, 并进行对应分数的量化, 为此根据等级适中原则, 按照 1~10 的十分制量化规则对指标 x_j 进行打分, 这样可使评分结果以人们较熟悉的十分制或百分制的形式输出, 如表 5.3 所示。

表 5.3 指标 x_j 对应等级十分制量化规则表

分数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
评价等级	优秀	好	良	较好	及格	中	较差	差	很差	极差

由综合平均公式计算出科技成果的评价分数为

$$S^* = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l S_i = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n p_{ij} x_j$$

或

$$\begin{aligned} S^* &= \frac{1}{l-2} \left(\sum_{i=1}^l S_i - S_i^{\max} - S_i^{\min} \right) \\ &= \frac{1}{l-2} \left(\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n p_{ij} x_j - \max \sum_{j=1}^n p_j x_j - \min \sum_{j=1}^n p_j x_j \right) \end{aligned}$$

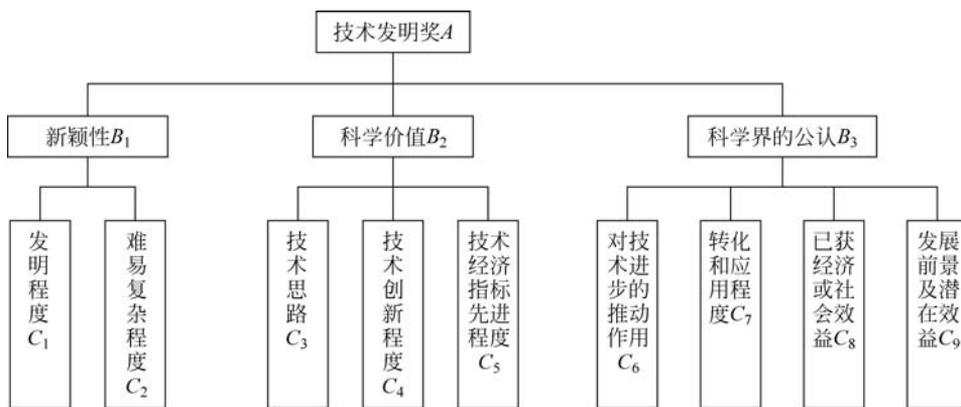
式中, l 为评审专家总数, p_{ij} 为第 $i (i=1, 2, \dots, l)$ 位专家对于第 $j (j=1, 2, \dots, l)$ 项指标的评价等级分数赋值, $S_i^{\max} = \max \sum_{j=1}^n p_j x_j$ 为专家打分最高赋值, 而 $S_i^{\min} = \min \sum_{j=1}^n p_j x_j$ 为专家打分最低赋值, 然后将成果或奖项的评价分数 $S^* (k=1, 2, 3)$ 相比较, 就可评定出该项成果 (或奖项) 所获得的等级; S_1^*, S_2^*, S_3^* 分别为先进 (或一等奖)、较先进 (或二等奖)、一般 (或三等奖) 的等级分数线, 当 $S^* \geq S_1^*$ 时, 该成果获先进 (或一等奖), 当 $S_2^* \leq S^* < S_1^*$ 时, 该成果较先进 (或二等奖), 当 $S_3^* \leq S^* < S_2^*$ 时, 该成果一般 (或三等奖)。

4) 应用实例

在实际评审系统中, 应用上述评价模型和评价指标体系, 以技术发明奖的评价计算为例, 阐述其计算过程。

(1) 确定奖项评价指标层次结构 (评价指标体系)。建立技术发明奖评价综合指标体系, 其层次结构如图 5.4 所示。

(2) 构造两两比较判断矩阵。这里聘请该领域评审专家代表采用 1~9 标度值法 (见表 5.1) 对评价指标的相对重要性进行量化, 构造如表 5.4 所示的判断矩阵列表。



注：为表达方便，将技术发明奖T的三层评价指标按 A、B₁~B₃、C₁~C₉表示

图 5.4 技术发明奖评价综合指标体系

表 5.4 判断矩阵列表

A	B ₁	B ₂	B ₃
B ₁	1	1/3	1/2
B ₂	3	2	1
B ₃	2	1/2	1

B ₁	C ₁	C ₂
C ₁	1	5
C ₂	1/5	1

B ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₃	1	1/3	1/3
C ₄	3	1	2
C ₅	3	1/2	1

B ₃	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
C ₆	1	1	3	4
C ₇	1	1	2	3
C ₈	1/3	1/2	1	2
C ₉	1/4	1/3	1/2	1

(3) 计算单一准则下元素的相对重要性(层次单排序)及一致性检验。采用方根法来计算 λ_{\max} 和 W, 并根据一致性指标 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 和公式 $CR = \frac{CI}{RI}$ 进行一致性检验。

(4) 层次总排序及一致性检验。计算 C 层次各指标的组合权重, 如表 5.5 所示, 并进行一致性检验。

表 5.5 层次总排序表

层次 C	层次 B			C 层次元素组合权重
	B ₁	B ₂	B ₃	
	b ₁ = 0.1634	b ₂ = 0.5396	b ₃ = 0.2970	
C ₁	0.8333	0	0	0.1362
C ₂	0.1667	0	0	0.0272
C ₃	0	0.1396	0	0.0753
C ₄	0	0.5279	0	0.2849
C ₅	0	0.3325	0	0.1794

续表

层次 C	层次 B			C 层次元素组合权重
	B ₁	B ₂	B ₃	
	b ₁ =0.1634	b ₂ =0.5396	b ₃ =0.2970	
C ₆	0	0	0.4013	0.1192
C ₇	0	0	0.3375	0.1002
C ₈	0	0	0.1638	0.0487
C ₉	0	0	0.0974	0.0289

$$CI_{\text{总}} = \sum_{i=1}^3 b_i CI_i = 0.1634 + 0.5396 \times 0.0627 + 0.297 \times 0.0103 = 0.0175$$

$$RI_{\text{总}} = \sum_{i=1}^3 b_i RI_i = 0.1634 \times 0 + 0.5396 \times 0.52 + 0.297 \times 0.89 = 0.5449$$

当 $CR_{\text{总}} = \frac{CI_{\text{总}}}{RI_{\text{总}}} = \frac{0.0175}{0.5449} = 0.032 < 0.1$ 时, 层次总排序具有满意的一致性。

(0.1362, 0.0272, 0.0753, 0.2849, 0.1794, 0.1192, 0.1002, 0.0487, 0.0289)^T 即为量化后 C 层权重指标向量, 且相对重要次序为 $C_4 > C_5 > C_1 > C_6 > C_7 > C_3 > C_8 > C_9 > C_2$ 。

(5) 群体评价专家用迭代德尔菲法 ($\Delta_{ji} \leq 0.005$ 即认为收敛) 得到 C 层指标权值, 如表 5.6 所示。

表 5.6 迭代德尔菲法确定的 C 层权重指标

指标	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
权重	0.30	0.07	0.13	0.02	0.12	0.08	0.10	0.11	0.07

由于专家代表个人的量化评价结果与专家群体定性化的评价结果对于权重系数的互补性很好, 可认为两者的相对重要程度基本相同, 因而可令两者的权重系数 $c_1 = c_2 = 50\%$, 则由计算公式 $w_j = \frac{b_j + f_j}{2}$ ($j=1, 2, \dots, 9$) (式中 b_j 和 f_j 分别为两种方法确定的 C 层指标权重) 的结果作为本层次最终的评价指标权重 w_j 。由此得到了最终确定的 C 层指标权重, 如表 5.7 所示。

表 5.7 最终确定的 C 层权重指标

指标	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
权重	0.22	0.05	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.08	0.05

(6) 最后根据表 5.7 中确定的 C 层指标权重值作为线性加权综合评价法的底层指标权重系数, 计算出成果或奖项的综合平均分数, 并与技术发明奖的“分数阈值”相比较即可确定其获奖等级。

5.3.3 发明创造成果的推广应用

1. 发明创造成果推广应用的含义

迅速使发明创造成果推广应用, 形成生产力, 对一个国家、企业和个人来说都是具有重

大意义的。

从国家方面来说,发明创造成果,特别是一些重大科研成果物化于劳动资料中,将会实现技术革命。它不仅是推动社会进步的动力,而且是提高一个国家综合国力的源泉。18世纪,纺织机、蒸汽机的发明和广泛应用,不仅使英国称雄于世界,而且促使人类从铁器时代进入机器时代;20世纪40—50年代,原子能、电子计算机和空间技术的创新与应用,使美国成为当前世界上最强大的国家,同时也使人类由机器体系生产进入智能机器体系生产,把社会推到信息时代。

从企业方面来说,自20世纪50年代后,企业间在科技创新方面的竞争更加加剧,形成了你追我赶、相互企图击败对方的新局势,这就要靠企业的创新成果大量应用才能占有市场一席之地。

从个人来说,发明创造成果物化的速度,直接关系到个人的利益和事业的成败。

2. 发明创造成果推广方案

1) 指导思想

发明创造成果的推广应用是项目取得效益的直接体现,也是发明创造成果普及的过程,推广实施实际上是在更广阔的企业中通过再实践去完善原有成果的科学性、普适性和成熟度。

2) 基本思路与内容

通过评估筛选、转化、验证、普及、深化5个环节的操作研究,探索出推广发明创造成果的运行机制;力求通过成果的转化研究,探索出能促使发明创造成果在企业推广的机制。

(1) **重点与方向**。首先,在理念层面上,以实现企业效益为目的,最终达到个人与企业共赢。其次,在操作层面上,有利激发工作人员的主动性、积极性,不断发挥效率,充分体现价值观。

(2) **基本原则**。①坚持理论联系实际的原则。在推广领导小组和专家的指导下,在实践基础上进行验证、检验,使理论与实践有机结合,以统一思想,统帅推广研究工作。在推广研究过程中,坚持理论与实际相结合,凸显发明创造成果推广的操作性和实效性。②坚持点面结合、循序渐进的原则。发明创造成果在推广过程中,需贯彻点面结合的原则。一方面,注重整体性:不断摸索推广经验,从局部向整体铺开,互相共赢;另一方面,注重全面性:必须面向整个企业,全方位、多角度、多层面地实施推广,最大限度实现发明创造成果的最大效益。③坚持主体性原则。充分发挥推广领导小组主导作用,以现场实际实施效果为最终目标。

3) 基本方法与实施步骤

为了保证发明创造成果推广达到预期目的,结合企业实际,确定发明创造成果推广研究周期,具体分为3个阶段:

(1) **试点推广阶段**。确定一个单位为重点推广探索,给出具体方法和积累经验。由推广领导小组组织,具体开展推广实施。

(2) **分区域选点推广实施阶段**。选定一个区域几家单位重点推广。

(3) **整个企业推广实施阶段**。全方位、多层面地实施推广。加强各单位日常交流与研讨,对推广研究进程、成果、典型事例、出现的问题及原因等进行全方位的反馈、总结、分析,集体讨论,提出修订意见。整理有关研究材料,对推广研究取得的成果进行评估、深化推广。

推广领导小组写出研究报告,召开整个企业发明创造成果推广表彰大会。聘请企业总经理、专家组鉴定验收推广研究成果。

4) 基本措施

(1) 加强跟踪,明确发明创造实施、推广的目的。

成果推广领导小组要定期组织跟踪项目实施系列成果,总结跟踪;不定期对发明创造实施和推广情况通报,对具体操作实施进行研究方法培训,促进指导;采取多种形式具体实施进行培训与指导。

(2) 分解实施,加强协作促进。

发明创造成果推广由发明创造领导小组定期组织召开推广工作交流会,了解推广应用和研究情况,总结经验,探讨解决带有共性的问题。

(3) 加强交流,深化研究成果。

发明创造成果推广小组和专家指导小组不定期举办一次成果推广论坛,总结改进。

(4) 机制促进,激励推动。

制定相应奖励政策,对发明创造推广研究工作中取得显著成效的员工或团队进行奖励兑现。

(5) 做好档案资料工作。

建立发明创造推广实施档案,推广实施过程中的有关研究资料,如研究原始数据及相关统计数据,员工等相关人员的反馈、评价资料,实施成功或失败的情况及反思的资料,专家指导、评价的资料,照片、课件、录音、录像等资料。

5) 条件保障

(1) 组织保障。

首先,成立发明创造成果推广领导小组。推广领导小组主要构成如下。

组长: ***

副组长: ***

成员: ***、***、***、***、***

职责:负责发明创造成果推广工作的领导、组织、协调和管理及各种活动的组织策划和条件保障,对发明创造成果研究中的重大问题作出决策,制定并实施激励政策,保证投入。

其次,成立发明创造成果推广专家指导小组。专家指导小组的主要构成如下。

组长: ***

副组长: ***、***

成员: ***、***、***、***、***

职责:为发明创造成果提供理论支持;制订发明创造成果推广研究方案;主持发明创造成果推广研究工作;统一指导企业发明创造成果的推广研究;总结发明创造成果研究成功经验,组织交流、宣传推广成果应用研究的新经验,推进推广工作稳步、健康地展开。

(2) 经费保障。

根据成果推广工作的需要,设立成果推广专项经费,保证研究活动的顺利开展,用于培训、成果推广应用研究、经验交流与推广以及表彰奖励在推广工作中做出突出成绩或贡献的员工或团队。