

YAN JIU YU KAI FA PING JIA

研究与开发评价

高燕云 编著



陕西科学技术出版社

前言

随着科学技术的不断进步和社会经济的迅速发展,科学技术是生产力这一观点已被人们普遍接受,科技进步已成为提高劳动生产率,促进国民经济增长和社会发展的主要推动力。

科学技术的突飞猛进,使得研究与开发领域不断拓宽,研究开发规模不断扩大,加强研究与开发领域的管理便成为迫在眉睫的重要问题。对研究开发活动进行科学的管理,重要的一个内容就是对研究开发活动的各个方面进行分析和评价,以便正确地鉴别和衡量研究开发工作的进展情况和存在的问题,正确地分析和判断研究开发系统内各个方面的内在联系和影响因素,从而为研究开发管理和决策提供可靠的依据。

本书是在总结国内外学者近几十年有关研究与开发评价理论的基础上,结合作者 20 年来在研究与开发管理、教学、科研方面的实践经验创作而完成。

本书具有以下特点:(1)内容系统全面。全书以研究与开发评价的体系和程序作为主线,深入探讨了研究与开发评价指标体系、评价标准、评价指标权重的确定,以及各种评价方法的选择和应用。(2)理论与实际相结合。本书是在探讨国内外学者有关研究开发评价理论与方法的基础上,紧密结合作者科研管理和教学的实践,以及发表的相关论文而展开,全书贯穿了大量的案例,自始至

终体现理论与实践相结合,因此具有可信性和可读性。(3)简明扼要、通俗易懂。本书将深奥的评价理论和评价模型用通俗易懂的语言和简明的数学模型编写而成,使读者可以直接采纳使用,具有较强的实用性和可操作性。

全书共分7章。第1章概括介绍研究与开发评价的基本概念;第2章探讨了研究开发评价体系与评价程序;第3、4两章提出在研究开发管理中常用的一些评价理论与评价方法;第5、6、7三章汇集了作者有关该领域的部分研究成果,探讨了研究与开发过程中几种主要活动的综合评价。

本书的出版得到西安石油学院科研处的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于研究与开发评价是一个较新的研究领域,加上作者水平和经验的局限,书中错误和遗漏在所难免,真诚希望读者加以指正。

作者

1996年8月于西安

目录

第1章 研究与开发评价概述	(1)
1.1 研究与开发的一般理论	(1)
1.1.1 研究与开发的概念及分类	(1)
1.1.2 研究开发活动的特点	(3)
1.2 研究与开发评价及其类型	(5)
1.2.1 研究与开发评价及其特点	(5)
1.2.2 研究与开发的评价类型	(7)
第2章 研究与开发评价体系与评价程序	(12)
2.1 评价指标体系的设立	(12)
2.1.1 指标体系的含义及其作用	(12)
2.1.2 指标体系设立的基本原则	(14)
2.1.3 指标体系的选择与简化	(17)
2.1.4 指标标值的确定	(25)
2.2 评价指标权重的确定	(28)
2.2.1 权重的含义及其作用	(28)
2.2.2 德尔菲法	(29)
2.2.3 区间统计法	(30)
2.2.4 环比法	(33)
2.2.5 AHP法	(34)
2.2.6 模糊矩阵求逆法	(35)

第3章 研究与开发评价方法(I)	(39)
3.1 专家评价法	(40)
3.1.1 同行评议法	(40)
3.1.2 专家评分法	(42)
3.2 德尔菲法	(45)
3.2.1 德尔菲法的基本特征	(45)
3.2.2 德尔菲法实施程序	(46)
3.3 科学计量分析法	(54)
3.3.1 科学计量分析法的特点	(54)
3.3.2 科学计量分析指标与计量方法	(55)
3.4 经济分析法	(57)
3.4.1 收益指数法	(57)
3.4.2 费用效益分析法	(60)
3.5 数学规划法	(65)
3.6 相关矩阵分析法	(67)
3.6.1 相关矩阵分析法评价程序	(67)
3.6.2 相关矩阵分析法评价实例	(74)
第4章 研究与开发评价方法(II)	(77)
4.1 模糊综合评判法	(77)
4.1.1 模糊综合评判法的提出	(77)
4.1.2 模糊综合评判一级模型	(78)
4.1.3 模糊综合评判二级模型	(83)
4.2 层次分析法	(85)
4.2.1 层次分析法的基本思路	(85)
4.2.2 层次分析法的基本步骤	(85)
4.2.3 层次分析法的计算	(90)
4.3 灰色系统评价法	(96)
4.3.1 灰色系统理论的基本概念	(96)

4.3.2	灰色统计在研究开发评价中的应用	(98)
4.3.3	灰色聚类在研究开发评价中的应用	(104)
4.4	FHW 法	(110)
4.4.1	FHW 的特点	(111)
4.4.2	FHW 法的基本概念	(111)
4.4.3	FHW 咨询表	(114)
4.4.4	FHW 法实施步骤	(117)
4.4.5	选择与排序	(119)
4.5	突变级数法	(123)
4.5.1	通用初等突变模型	(123)
4.5.2	突变级数法应用举例	(124)
第5章	研究与开发项目的选择与评价	(127)
5.1	项目选择与评价概述	(127)
5.1.1	项目选择与评价的重要性	(127)
5.1.2	项目评价的复杂性	(128)
5.1.3	项目评价的内容	(129)
5.2	高新技术三类项目综合评价	(130)
5.2.1	基础研究项目的综合评价	(131)
5.2.2	应用与开发项目的综合评价	(135)
5.2.3	产业化项目的综合评价	(137)
5.3	高新技术项目投资方案的仿真优化	(139)
5.3.1	引言	(139)
5.3.2	投资优化模型的建立	(140)
5.3.3	实例分析	(144)
5.4	软科学招标项目多级模糊评价	(147)
5.4.1	评议指标体系	(148)
5.4.2	评价模型	(150)
5.4.3	应用举例	(151)

5.4.4	评议程序和过程	(154)
5.4.5	结论与说明	(155)
5.5	产业化项目评价指标体系和评价方法	(156)
5.5.1	评价指标设计的基本原则	(156)
5.5.2	评价指标体系的设计	(158)
5.5.3	评价过程	(160)
5.5.4	评价实例	(164)
5.6	经济研究项目灰色评价系统	(164)
5.6.1	评价标准	(165)
5.6.2	灰色评价方法	(166)
5.6.3	应用举例	(169)
5.6.4	结论	(172)
第6章	科研成果评价	(173)
6.1	科研成果评价概述	(173)
6.1.1	科研成果的分类	(173)
6.1.2	科研成果评价的必要性	(175)
6.1.3	评价要点及评价方法选择	(176)
6.2	科技成果的综合评价	(178)
6.2.1	科技成果综合评价的基本过程	(178)
6.2.2	科技成果的综合评价准则和指标	(179)
6.2.3	科技成果的自评模型	(181)
6.2.4	综合评价步骤和模型	(184)
6.2.5	举例和分析	(187)
6.3	社会科学研究成果定量评价方法	(189)
6.3.1	评价标准	(190)
6.3.2	评价步骤	(191)
6.3.3	数学模型	(195)
6.4	技术进步评价方法述评	(198)

6.4.1	概述	(198)
6.4.2	数学模型法	(199)
6.4.3	直接法	(206)
第7章	科研机构 and 科技队伍评价	(209)
7.1	科研机构科研绩效和科研能力的综合评价	(209)
7.1.1	制定评价指标体系的原则	(210)
7.1.2	综合评价模型	(210)
7.1.3	评价指标权重的确定	(211)
7.1.4	评价指标的分析与确定	(213)
7.1.5	综合评价方法和计算	(217)
7.1.6	综合评价实例分析	(217)
7.2	选拔跨世纪学术技术带头人综合评价方法	(219)
7.2.1	引言	(219)
7.2.2	评价指标体系	(220)
7.2.3	各项指标等级标准定量分析	(222)
7.2.4	选拔过程	(224)
7.2.5	总分计算方法	(225)
7.2.6	应用实例	(227)
7.3	高校科研人员综合考评	(228)
7.3.1	考核指标体系	(228)
7.3.2	数学模型的建立	(233)
7.3.3	考评程序	(238)
7.3.4	应用举例	(239)
7.4	高等院校科研标准学时的核定	(241)
7.4.1	引言	(241)
7.4.2	科研工作量标准学时的核定	(242)

7.4.3	学时核定程序和应用举例	(246)
7.4.4	结论与说明	(248)

第 1 章

研究与开发 评价概述

研究与开发评价是为适应现代科技管理的需要而产生和发展起来的一门新兴学科。本世纪以来,随着科学技术的飞速发展和研究开发规模的不断扩大,研究与开发评价愈来愈受到人们的重视,并成为研究开发管理的一项重要内容。本章着重就研究与开发的基本概念及评价的一般理论进行探讨。

1.1 研究与开发的一般理论

1.1.1 研究与开发的概念及分类

科学技术研究活动,按照国际上通行的说法,称为研究与开发活动(R&D),是指增加已有的科学知识,并予以实际应用的系统性、创造性的活动。

研究是针对某个主题的科学知识进行大量的、系统的、反复的探索,通过对事物现象的周密调查与反复思索而揭示出事物的本质。

开发(或称发展)是指运用科学知识对基本思想、基本原理作进一步的发展,以产生一种新的物质形态。

研究与开发是一个人们不断探索、发现和应用新知识的连续

过程。在科学研究规模日益扩大,投入的人力、物力和资金日益增加的情况下,为了有效地进行研究与开发管理,人们把研究与开发的过程划分为几个不同的阶段,国际上通用的划分是将研究与开发工作划分为基础研究、应用研究、开发研究三大类。

1. 基础研究

基础研究是三类研究的核心和基础,它是以探索自然界的本质、特征、结构及运动规律为目标,从而创立新概念、新学说、新思想、新理论的一种研究方式。其成果表现的具体形式,一般是理论知识形态的研究报告、学术论文及专著等等。基础研究比起应用与开发研究具有更强的探索性、独创性,需要更多地继承和积累前人的研究工作,研究成果可以阐明一般的和普遍的真理,可以作为普遍的、通用的理论、法则和定律。因此,基础研究能够对广泛的科学技术领域和经济社会意识产生长时间的影响。

由于基础研究从事的是前所未有的工作,因此,研究周期较长,成功率很低、见效慢,其成功率一般只有5—10%,成果商品化的成功率只有1—2%。

2. 应用研究

应用研究是为了某种特定的目标而进行的创造性探索活动。具体地说,就是以新产品、新工艺、新方法、新设备为目标,在基础研究的基础上确定一般适用的、合理的科学原型。应用研究成果的本质特征是技术发明,其具体表现形式,是:研究报告、学术论文、实验报告、设计图纸、技术说明书等。应用研究成果的影响是有限的,具有较强的专业性,其成果的发表和应用能扩大人类的知识并产生一定的社会效益。

应用研究比起基础研究,周期较短、费用较大,成功率一般为50—60%。

3. 开发研究

开发研究又称发展研究,是利用基础、应用研究的成果,对新材料、新设备、新产品、新设计、新工艺等引进和改进的研究,它实质上是应用研究成果的扩大或进一步发展。应用研究有着明确的目标,其研究成果能直接应用到生产上、工程上,并可取得直接的经济效益。开发研究成果的具体表现形式有信息状态的专利说明书、专有技术资料、设计图纸等和物质状态的新产品、新材料等。

开发研究是为实现科研成果商品化而进行的更深化的科研劳动,因此,其消耗费用很大,而开发的风险性较小、成功率较大,一般为80—90%。

1.1.2 研究开发活动的特点

1. 探索性

研究开发活动是一种特殊的生产劳动,它的一个很重要特点是具有很强的探索性。科学研究是探索未知,解决尚未解决的问题,研制或改进尚不存在或尚不完善的产品,因此,科学研究的整个过程就是探索未知的过程。

探索意味着开拓、变动、失败与偶然机遇。开拓是研究的目标和希望,通过不断探索和开拓,人们摸索出解决问题的方法,从而创造出新学科、新技术、新产品。变动是探索的要求,在研究过程中,某项研究内容和研究对象,可能得到肯定的结果,也可能得到否定的结果,这就需要改变思路、研究方法、技术路线,使之逐步接近研究目的。失败是探索之路,科学研究的过程就是失败的过程,总结失败的原因继续研究,便可获得成功。在研究过程中,往往会出现偶然的机遇,当发现了新的现象,出现了新的研究苗头时,应

及时抓住。

2. 创造性

研究与开发的过程是从无到有的探索过程,探索未知、解决至今未解决的问题,都是创造。因此,创造性是科研的灵魂,一项科学研究,其创造性大小标志着它水平的高低。

科研劳动的创造性,包含发明和创新两个概念。创造性的作用主要表现在三个方面:

(1)用提出的新原理、新概念、新思想、新规律解决要研究的问题,实现研究目标;

(2)用创造的新产品、新设计、新工艺、新技术去为生产服务,促进经济和社会的不断发展;

(3)创造新的管理理论、管理方法,提高管理水平,适应不断变化的外界环境。

3. 继承性

科研劳动是在前人基础上一代继承一代进行的,任何科学研究都要利用前人的成果、前人积累下来的知识和信息,以前人的研究成果作为继续进行研究的手段和依据,完成前人没有完成的事业。此外,科研劳动是在同行的相互交流中进行的,学术交流实质上也是对别人科学思想和成果的继承和发展。

4. 复杂性

科学研究的成果是在付出艰苦脑力劳动的基础上取得的,科研劳动的艰苦性和复杂性表现在以下几点:

(1)研究周期长。由于科研劳动具有探索性,它需要长时间的连续深入研究,才有可能取得突破。一般说来,一项应用或发展研究需要一到几年,基础研究项目的研究周期往往需要持续拾几年、

乃至几十年。

(2)精确性。科研劳动的精确性,表现为实验的精确、数据的精确以及概念、判断、推理的精确,缺乏精确和细致性,就会导致科学研究的失败。

(3)不确定性。由于科研劳动的探索性,使得研究结果具有不确定性,特别是基础研究,成功率很低。

1.2 研究与开发评价及其类型

1.2.1 研究与开发评价及其特点

1. 研究与开发评价的概念

研究与开发评价,是指在研究开发过程中所进行的一系列与研究开发活动有关的分析、衡量与判断。评价问题,在任何领域的管理决策过程中,都是不可缺少的组成部分,同样,研究开发领域的评价问题,也是科技管理和科技决策过程的重要组成部分。实践证明,现代科学技术和管理的推动社会和经济发展的两个车轮,科技进步已经成为提高劳动生产率,促进国民经济增长和社会发展的主要推动力。当前,随着科学研究领域的不断开拓,我国在科技领域已形成相对庞大和较完整的科研体系,研究开发工作的规模不断扩大,资金需求巨增。在这种情况下,如何提高研究、开发工作的效率,并提高其经济效益与社会效益,如何提高科研水平,怎样分配人力、物力、财力,使有限的资源发挥更大的作用等,成为摆在管理者和决策者面前的现实问题。

研究与开发评价正是为解决这些问题而产生的,并逐步发展

成为一个重要的研究领域。

2. 研究与开发评价的特点

研究与开发评价的对象是研究与开发活动。从第1节研究与开发的特点可知,研究与开发活动是一种特殊的生产劳动,它所具有的探索性、创造性、精确性、继承性等特点,使得研究与开发工作的评价比起其它领域的工作评价更为复杂,更为困难。

(1)研究与开发工作是一种十分复杂的高级脑力劳动,通过研究获得新概念、新理论、新技术、新产品。它所具有的探索性,使得研究开发项目的经济价值和社会价值具有很大的滞后性和不确定性。一些纯科学研究的真正价值往往要经过几十年,乃至上百年才能显现出来。对研究开发活动评价的依据,往往只能依靠预测来获得信息。这就使得评价结论的正确性与可靠性,主要取决于评价所依据信息的正确与可靠程度。特别是研究开发项目的经济评价,主要侧重于对未来成果进入生产过程、商品化和应用的可能性的预测和分析,由于其不确定性很大,更使得研究与开发项目的立项和成果评价的难度加大。

(2)研究与开发活动同其它社会实践活动一样,都需要投入人力、财力、物力和时间,由于研究开发过程的长期性、连续性、不确定性等特点,决定了其科研经费、科技人才、科研设备等投入要素,成为研究开发活动能否成功开展的基本条件。同样,研究与开发活动也有产出,即通过科学研究取得具有实用价值和学术意义的科技成果,培养出高层次的科技人才。研究开发活动的高投入、高产出、多因素、多层次,构成了一个复杂的、相互关联的综合系统。这个系统需要针对不同的研究内容、研究对象和研究过程进行评价,特别是研究开发活动的效果,往往和社会、经济政策、环境等因素交织在一起,使得其效果度量更加复杂。

(3)在研究开发评价的过程中,从评价指标的选择,评价标准、

评价权重及评价方法的确定,都是以参加评价的成员,即个人评价为前提。这就意味着评价结论往往取决于评价人员的经验、知识水平和认识能力;同时,研究开发活动的不确定性使得评价指标包含有许多模糊的定性因素,更容易使评价结果受到客观的和人为的等诸多因素的影响。特别是在定性评价中,由于随机因素过多,评价结果受评价者主观意识的影响更大。

(4)研究与开发活动决不只是一次性的活动,它包括了从课题提出到成果商品化的整个过程。因此,研究与开发评价也不是一次性的评价,它将随着研究开发项目的进行而分段进行评价,在整个研究与开发过程的评价中,不仅包括研究开发项目的立题,资金资源的分配,科技成果的验收、鉴定、请奖等,而且还包括科研机构、科技人员的工作业绩考核以及科技进步等方面的评价工作。

1.2.2 研究与开发的评价类型

综前所述,研究与开发评价是一个较新的研究领域,它是为适应科研管理工作的需要而发展起来的。近几十年来,国内、外有关专家对这方面的研究和探索已取得很大进展,并且积累了不少评价理论与评价方法。按照不同的评价目的和不同的用途,可以作以下的分类:

(1)按照性质的不同,可分为定性评价、定量评价以及定性和定量相结合的评价。

①定性评价又叫软评价,主要依靠评价人员的洞察能力和分析能力,借助于经验和逻辑推断能力来进行评价的一类评价方法。定性评价一般由评价者(专家)根据所获取信息对评价对象直接打分或作出模糊判断,例如:很好、较好、不好等。然后,再把参与评价的专家们的意见加以归纳,形成评价意见。

定性评价时所选择和依靠的专家需要有较高的专业知识和丰

富的实践经验,并且具有在不完整的数据资料中看到事物本质的能力。

定性评价的优点是不受统计数据的限制,可以充分发挥人的智慧和经验的作用,可以避免和减少因统计数据不全或不精确而产生的片面性和局限性。缺点是评价中的随机因素影响较多,评价结果往往受评价者主观意识的影响和经验、知识的局限,容易带有个人偏见和片面性。

常见的定性评价方法有同行评议法、专家评分法、德尔菲法等。

②定量评价又叫硬评价,主要以统计数据作为评价信息,按照评价指标体系建立评价数学模型,用数学手段和计算机求得评价结果,并以数量表示出来的一类评价方法:

定量评价的优点是:完全以客观定量数据为依据,并以科学的计算方法来进行评价,消除了许多不确定因素、个人主观意识和经验的片面性,有较大的科学性和可靠性,特别是电子计算机的应用,为定量评价提供了有效的工具,从而大大提高了定量评价的可行性和时效性。缺点是:在评价内容和表现情况比较复杂的情况下,有些评价内容很难用确切的数量来表示,同时也不能解决评价人员可能背离标准打分的问题。

③近 20 年来,以科学指标、科学计量学为代表的对研究与开发活动进行客观定量分析的研究有了较大的进展,并运用定量分析技术开发了数百种评价方法。这些方法在实践中已取得显著成效,但是,目前绝大多数定量评价方法都还不能单独作为解决科研活动评价的实用方法,这是因为,在研究与开发活动所涉及的众多影响因素中,有相当一部分因素(如科技效果、社会效益、政策因素等)不能以定量评价作为唯一的评价依据,必须使定量评价与主观经验判断相结合进行综合评价。采用定性和定量相结合的评价方法能较好地吸取两种方法的长处,同时弥补各自的不足。在数据比