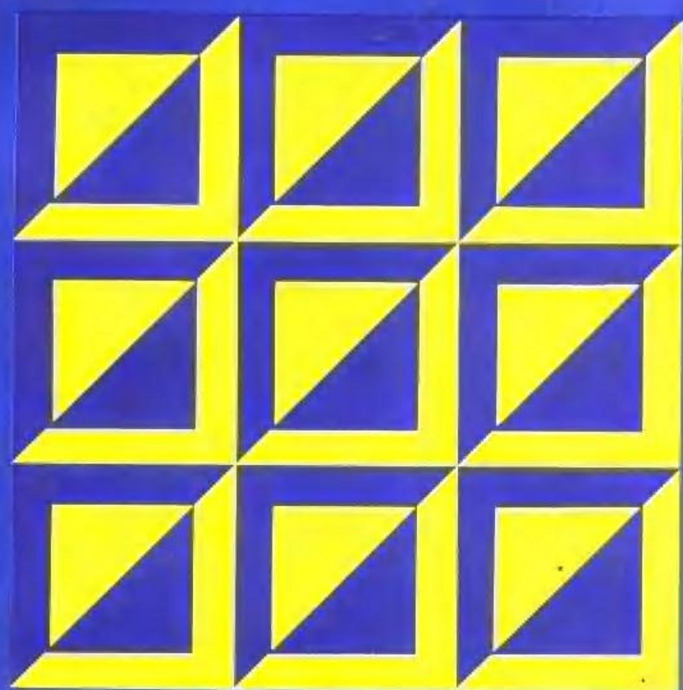


孙学范 刘畅 张伯懿 赵喜仓 编著

科技活动 分析与评价



石油工业出版社

科技活动分析与评价

孙学范 刘 畅 张伯懿 赵喜仓 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从定性分析与定量分析相结合方面系统地阐述了科技活动的投入、过程、产出、效益、预测以及科技进步等方面的分析与评价的理论与方法,目的在于使读者全面了解科技活动分析与评价这一新兴学科的概貌,增强从事科技活动分析与评价的能力。

本书既可作为各类大专院校的教材,也可作为科技企事业单位、主管部门及其他企事业单位业务人员的研究学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

科技活动分析与评价/孙学范等编著. —北京:
石油工业出版社, 1995. 9

ISBN 7-5021-1510-2

I. 科…

II. 孙…

III. ①科学研究-工作-分析②科学研究-工作-评价

N. G31

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

北京兆通科技开发有限公司排版

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168 毫米 32开 12.625印张 320千字 印1—4000

1995年9月北京第1版 1995年9月北京第1次印刷

定价: 15.00元

前 言

当今世界,科学技术已成为社会进步和经济发展的强大动力。与此同时,科技管理对于科技、社会、经济乃至整个现代化建设的重要意义,也日益被越来越多的人所重视。科技活动分析与评价就是为适应加强科技管理这一客观需要,首先从西方发达国家新兴的一个研究领域。我国自改革开放以来,广大的科技管理工作者和理论工作者,对这方面的研究和探索也作了很大的努力,取得了一批重要成果。

自1989年起,中国人民大学统计学系经中国人民大学研究生院批准,在硕士生培养方案中设置了社会与科技统计这一研究方向。从那时以来,我们把科技统计与分析研究作为科研与教学的一项重要内容。我们首先编写了《科技统计学》,此书经中国人民大学学术委员会审议,正式列入中国人民大学出版社的系列教材规划,已于1994年出版。在科研和教学实践的基础上,我们又编写了这本《科技活动分析与评价》,它可作为各类大专院校的教材,也可作为科技企业事业单位、主管部门及其他企事业单位业务人员的研究学习用书。

本书由孙学范、刘畅、张伯懿、赵喜仓共同编写。全书由孙学范任主编,总体设计,统编定纲;刘畅任副主编。

本书的出版,得到中国人民大学统计学系、中国石油天然气总公司科技局,尤其是贾锦新、王才良同志和石油工业出版社的大力支持。在编写过程中,我们参考了已出版的有关著述和学术界的研究成果,并得到国家科委和国家统计局等有关部门的支持和帮助。中国农业科学院科技文献信息中心的方陆明同志对全书

的编写提出了许多建设性的意见，提供了许多宝贵资料。北京农业工程大学的封治平同志对本书的出版给予了大力支持与帮助。中国人民大学统计学系硕士研究生马岚、于贵红、冯煜、鲍晓梅帮助整理过一些资料。在此，我们一并向他们表示谢意！

科技活动分析与评价是一个新兴的研究领域，本书是我们学习和研究这一问题的初步成果。对于建设科技活动分析与评价这门学科来说，更属一种尝试。由于水平与资料所限，时间仓促，书中错漏不妥之处在所难免，恳请读者不吝赐教！

作者

1995年3月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 科技活动分析与评价的涵义和作用	(1)
第二节 科技活动分析与评价的对象、种类与特点	(4)
第三节 科技活动分析与评价的步骤和原则	(12)
第二章 科技活动分析与评价的一般方法	(16)
第一节 分类分析法和综合指标法	(16)
第二节 时间数列分析法	(25)
第三节 指数与因素分析法	(43)
第四节 相关与回归分析法	(56)
第五节 综合评价法	(66)
第三章 科技人力分析与评价	(86)
第一节 科技人力资源分析	(86)
第二节 科技人员效率分析与评价	(97)
第四章 科技经费分析与评价	(107)
第一节 科技经费投入分析与评价	(107)
第二节 科技经费来源分析	(113)
第三节 科技经费使用分析	(119)
第五章 科技机构、仪器设备及信息分析与评价	(128)
第一节 科技机构分析与评价	(128)
第二节 科技仪器设备分析与评价	(137)
第三节 科技信息分析与评价	(151)
第六章 科技活动分析与评价	(164)
第一节 研究与试验发展课题分析与评价	(164)
第二节 科技教育分析与评价	(184)

第三节	科技服务分析与评价·····	(196)
第七章	科技产出分析与评价·····	(206)
第一节	科技成果分析与评价·····	(206)
第二节	专利分析与评价·····	(221)
第三节	科技文献分析与评价·····	(227)
第四节	技术市场分析与评价·····	(238)
第五节	科技人才分析与评价·····	(247)
第八章	科技效益分析与评价·····	(256)
第一节	科技效益的一般问题·····	(256)
第二节	科技效益分析与评价方法·····	(263)
第三节	科研活动效益综合评价·····	(281)
第四节	技术开发活动效益的综合评价·····	(286)
第五节	技术评价·····	(290)
第九章	科技活动预测·····	(295)
第一节	科技活动预测的一般问题·····	(295)
第二节	科技活动预测技术·····	(302)
第三节	科技活动预测结果的评价·····	(308)
第十章	科技活动综合分析与评价·····	(313)
第一节	科技实力综合分析与评价·····	(313)
第二节	科技进步活动综合分析与评价·····	(336)
第三节	科技机构科技活动综合分析与评价·····	(359)
第四节	企业科技活动综合分析与评价·····	(371)
附表 ·····		(388)
主要参考文献 ·····		(397)

第一章 总 论

第一节 科技活动分析与评价的涵义和作用

一、科技活动分析与评价的涵义

第二次世界大战以来，特别是近二三十年以来，各国综合国力的竞争，实质上是科学技术的竞争，这就在客观上为科学技术活动需要加强科学管理提出了更高的要求，科技活动分析与评价正是为适应这一需要而兴起的一个重要研究领域。

科技管理是适应人类科技活动的发展和对科技工作管理的需要而产生和发展的。在前资本主义时期，限于当时的科学技术发展水平，科技管理的水平并不高。资本主义兴起后，尤其进入 20 世纪之后，在以电力动力为中心的产业革命的推动下，科学技术活动飞速发展，世界各国、尤其是经济发达国家越来越发现科学技术的发展及其管理对各国经济、社会以及科技本身的发展是一个十分重要的因素，因此，科技管理科学应运而生。

进行科技活动，对科技活动进行科学管理，重要的问题是要正确地认识科技活动及其发展规律，因此，必须对科技活动进行科学的分析与评价。

分析是人类认识事物的强有力的手段。分析的原意是分解，是把事物或现象分解成各种要素（属性、部分、方面等），把其中的每一要素都视为整体的必不可少的部分。通过分析，可将人们的认识深入到被研究对象的过程或内部，了解某一整体中每一要素的地位和作用。

与分析紧密相关的另一认识手段是综合。综合的原意是联合

或合成，就是把事物或现象的要素结合成一个统一的整体。通过综合，可以找出研究对象各构成要素之间的联系和依存关系，揭示出决定事物性质的关键所在。恩格斯说：“思维既把相互联系的要素联合为一个统一体，同样也把意识的对象分解为它们的要素。没有分析就没有综合。”^①可见，分析与综合是相辅相成的，分析中有综合，综合中有分析，分析与综合贯串于认识的全过程。只有对事物各个要素进行具体分析，再综合起来，才能真正认清事物的本质，把握事物的发展规律。

顾名思义，科技活动分析就是对科技活动加以分解与综合，从而把握科技活动的内在规律。完整地说，科技活动分析是根据一定研究目的，以科学的理论为指导，依据大量的、准确的资料，运用科学的方法，对科技活动进行由表及里、由此及彼、去粗取精的分析与综合，以揭示科技活动的特点、本质及其规律性。

与分析紧密相关的一个概念是评价。评价的本意为评论商品的价格，泛指衡量客观事物的价值。具体地说，对于人类任何一项有目的的实践活动，都需要从各个方面进行分析和论证，给予合理、满意或优劣程度的鉴别和衡量，为某种决策提供科学依据，这种分析、论证、鉴别和衡量的过程就是评价。其实质，也是认识事物的一种手段。分析与评价相比较，从认识过程上讲，有先后之分。前者在先，后者在后，即分析是评价的前提，评价以分析为基础；从认识面上讲，有大小之分。前者往往侧重于对单方面或某几方面事物的分析，后者则既可对单方面事物进行评价，也可对多方面事物进行评价，还可进行综合评价；从认识高度上讲，评价比分析的难度更大，因为它一般需要确定标准，评价方法也较复杂，而分析则不一定处处时时都要确定标准。因此，可以把评价视为广义上的分析，将评价作为分析的延伸。

国内外不少学者把评价研究作为一门新兴的专门学科是有道

^① 《马克思恩格斯全集》第20卷，人民出版社1972年版，第46页。

理的。但在科学研究或在实际工作中，不少人往往是把分析与评价结合在一起进行研究。有时，则把分析与评价两个概念通用，如对于科技进步对经济增长作用的测定，有人称其为“科技进步对经济增长作用的评价”，有人称其为“科技进步对经济增长作用的分析”。为了阐述的方便，本书将对科技活动的分析与评价结合起来加以讨论。

二、科技活动分析与评价的作用

科技活动分析与评价的重要作用，主要概括为以下三个方面：

(1) 科技活动分析与评价是正确认识科技活动特点和规律，促进科学技术发展的重要手段。这是因为，只有通过科技活动分析与评价，即通过对大量的科技活动资料进行比较、概括、判断和推理等分析研究，才能对科技活动的资源、过程和结果的各个方面及其内在联系、影响因素等，得出全面正确的认识，找出取得成绩和存在问题的关键，从而促进科学技术健康、飞速地发展。

(2) 科技活动分析与评价是实现科技管理现代化、决策科学化重要武器。这是因为，科技管理现代化和决策科学化，是在一定条件下，按照科技自身发展的规律和特点，运用现代管理和决策手段，组织和运筹各项科学技术活动，以求在一定的时间和空间上，获取最合理、最有效的科学技术目标。任何现代科技管理和决策手段，都离不开对科技活动的分析与评价，因为只有通过对科技活动的分析与评价，才能取得对科技活动各个环节、各个方面、各种方案和措施的运作和结果的有关数据，得出正确的结论，从而为科学管理和决策提供可靠的依据。

(3) 科技活动分析与评价是科学研究的重要工具。任何科学的理论都是建立在对客观实际资料进行分析研究的基础之上的。科技活动分析与评价本身是以科技领域大量实际资料为基础的，它的理论、方法及其对科技活动方方面面进行分析和评价所得到的资料，对科学研究、尤其是对与科学技术有关的学科，如科技经济学、科技管理学、科技计量学、科技统计学等学科的研究，具

有十分宝贵的参考价值。

第二节 科技活动分析与评价的 对象、种类与特点

一、科技活动分析与评价的对象

科技活动分析与评价的对象是科学技术活动。科学技术活动是科学与技术活动的总称，简称科技活动。

(一) 科技活动的一般概念

科学一词，在西方，其本意是知识、学问、探索 and 了解。按《辞海》的定义，科学是“关于自然、社会和思维的知识体系”^①。最早给科学下定义的是英国生物学家达尔文(1809~1882)，他说：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。”^② 因此，科学的本质是知识，是规范化和条理化的知识。

科学的涵义有二重性，它不仅是一种知识体系，而且是人类认识世界和改造世界的一种社会活动或科学劳动。作为知识体系，人们一般称其为科学、科学知识或科研成果；作为社会活动或科学劳动，人们一般称其为科学研究活动或科学研究事业。

技术一词，在英文中的本意是技能和熟练。按《辞海》的定义，技术“指生产实践和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法与技能”。“广义地讲，还包括相适应的生产工具和其他物质设备，以及生产的工艺过程或作业程序、方法。”^③ 需要指出的是，社会科学领域也有技术，如管理技术、调查技术、经营技术、分析与评价技术等。最早明确地提出技术这一概念的是法国科学家狄德罗(1713~1784)，他给技术下的定义是“为某一目的共同协

① 参见《辞海》，上海辞书出版社，1980年第1版，第1746页。

② 《达尔文生平及其书信集》，[英]达尔文·法兰士著，叶笃庄、孟光裕译，北京三联书店，1957年版，第157页。

③ 《辞海》缩印本，上海辞书出版社，1980年第1版，第669页。

作组成的各种工具和规则的体系”。他关于技术的概念既包涵了生产工具等硬技术，也包涵了管理方法、工艺规程等软技术。

技术的涵义也有二重性，它既是根据实践经验和科学原理而发展成的各种工具、设备和工艺操作规程及管理方法，也是人类认识世界和改造世界的一种社会活动。作为前者，人们一般称其为生产技术、管理技术或技术成果；作为后者，即作为社会活动，人们一般称其为技术开发。

如上所述，科学与技术是两个不同的概念。在西方，在18世纪中期以前，科学和技术在一般情况下是互不联系的两回事。科学多是社会上层人士之事，而技术则多是工匠之事。当时的技术是在生产实践和工作经验基础上产生的，即技术与生产是浑然一体的。如瓦特1768年发明蒸汽机，并非根据什么科学原理。在蒸汽机发明之后，才逐渐产生了关于蒸汽机的理论。到1879年，狄塞尔根据蒸汽机—内燃机的理论发明了内燃机。这是实践—技术—科学—技术—实践的过程。从此之后，科学与技术互相渗透、互相依存、互相促进、密不可分。

现代科学技术的重要特点就是科学技术化（科学研究离不开先进的技术手段）和技术科学化（技术发明或创造依据科学理论的指导）并存。实际上，不存在脱离技术的科学，也不存在脱离科学的技术。这就是目前国内外将科学与技术两个概念联用的理由。因此，无论从理论研究还是从实践工作着眼，将二者联系起来使用，都是十分有益的。

（二）科技活动的统计概念

精确的科技活动分析离不开定量分析，而定量分析又离不开统计数据和统计方法。因此，在明确了科技活动的一般概念之后，还必须弄清科技的统计概念。

根据联合国教科文组织（UNESCO）《关于科技统计国际标准化建议案》的原则，科技活动定义为：与各科技领域，即自然科学、工程技术、医学、农业科学（NS）、社会科学及人文科学

(SSH) 中科技知识的产生、发展、传播和应用密切相关的全部系统的、体制化的活动。这一定义的要点有：

第一，明确了科技活动的性质，即科技活动是关于科技知识的产生、传播和应用的活动；

第二，明确了科技活动的领域，即包括自然科学、社会科学和人文科学在内的全部科学技术领域；

第三，明确了科技统计活动的条件，即科技统计所考察的仅是与科技知识的产生、传播和应用密切相关的、系统的、体制化的活动。所谓密切相关的活动，是指那些与科技知识的产生、传播和应用有密切、直接或重要联系的科技活动，除此之外的一些活动，如初等和中等教育以及非正规的行业培训等，则不列入科技统计范围。所谓系统的科技活动，是指在一个机构之内，通常是列入机构的科技工作计划、有连续性、有组织的活动，才列入科技统计范围之内。所谓体制化的活动，是指只有那些在一个机构内，由属于这一机构、为这一机构工作或隶属于这一机构的人员所实施的科技活动，才列入科技统计的范围。

科技活动，按其性质划分为以下三类：

(1) 研究与实验发展 (R&D)。指所有为增加知识的总量（包括人类、文化和社会方面的知识），以及运用这些知识去创造新的应用而进行的系统的、创造性的工作。

(2) 科技教育与培训 (STET)。全称为属于第三阶段的科技教育与培训。指包括非大学的高等教育和培训、可获得大学学位的高等教育和培训、研究生和其他大学教育和培训，以及为科学家和工程师组织的终身培训在内的所有活动。

(3) 科技服务 (STS)。指与科学研究与实验发展有关的和有助于科技知识的产生、传播和应用的活动。

我国科技统计工作中所使用的科技活动概念，基本上是根据国际标准，但比国际标准多了一块从 R&D 到生产之前这一段的科技活动。目前，对这一部分科技活动的定义尚未统一，有的如

国家科委称作“R&D 成果应用的科技活动”，有的如国家统计局称作“技术开发活动”。实际上，不论如何称谓或定义，其实质仍属 R&D 活动，可视为广义上的 R&D 活动（狭义上仅指基础研究、应用研究和试验发展三部分）。

（三）科技活动的特点

科技活动与人类一般社会生产活动一样，由劳动力、劳动资料和劳动对象等构成其自身的生产力，由以所有制、分配关系和人与人关系为主体形成的生产关系，以生产产品（科技产品）为主要目标，也有生产—分配—交换—消费几个环节。但科技活动有其与一般社会生产活动所不同的特点，主要是：

（1）科技活动的探索性。科技活动是揭示客观世界即自然、社会、思维运动的规律，寻求解决社会、经济、科技发展中的理论、方法和技术问题。科技活动中的探索，意味着开拓、变动、偶现和失败。开拓是科技的希望和生长点，即只有开拓才有可能产生新学科、新观点、新技术和新产品。变动意味着在探索的过程中，不断地改变设计思想、研究步骤和方法，逐渐接近研究目标。偶现是指超出原定研究目标而偶然出现的新的科技苗头和方向，它出现的机遇愈大，取得新的科技成果的机遇也就愈大。失败是探索之路。实际上，在科技活动中，没有经过任何挫折和失败就获得重大科技成就的例子并不多见。因此，探索性是科技活动的本质。由于探索性，科技活动往往具有较大的不确定性。

（2）科技活动的创造性。科技活动是以人的智力活动为主的活 动，它更多地依据于科技人员的创造力、知识和才能。科技活动中的 R&D 活动的目的是创造或发明新的知识和技术，因此，创造性贯串于科技活动的全过程，是科技活动的灵魂。比如，基础研究是要发现和创立前所未有的规律和理论，工艺研究是创造前所未有的新工艺、新方法，产品技术开发是要研制出新产品等。

（3）科技活动的继承性。继承性即连续性、渐进性和积累性。人类知识宝库是整个人类文明史长期发展积累的结果。任何科学

发现和技术发明都不是凭空产生的，而是在继承前人研究成果（包括失败的教训）基础上发展起来的。因此，继承性是科技活动的前提。没有继承，就没有发现、发明或创造。

（4）科技活动艰苦性和复杂性。科技活动的探索性、创造性和继承性，决定了它是一种艰苦性、复杂性很强的活动。科技活动的艰苦性和复杂性主要表现在两个方面：一是长期性。任何科技成果都是在科技人员从事长期的艰苦复杂脑力劳动之后所获得的。一般说来，一项科研课题的研究周期要比工农业生产的周期要长，小的课题半年、一年，大的课题要几年、十几年，甚至更长的时间；二是精确性和细致性。在科技活动中，要求科技人员在设计、实验、计量、分析等各个方面，都要精确和细致，否则，就会导致失败。

（5）科技活动的一次性。科技活动的创造性决定了科技活动的一次性。所谓一次性，是指一项科技项目，对一个单位和一名科技人员来说只能进行一次。即某一项目完成之后，勿需再重复进行。一般的社会生产活动则不具一次性，而是要重复地进行。

二、科技活动分析与评价的内容与种类

（一）科技活动分析与评价的内容

科技活动分析与评价的内容是由科技活动分析与评价对象的内容所决定的。如前所述，科技活动分析与评价的对象是科技活动。科技活动同其他社会生产活动一样，它的正常进行，必须投入相应的资源和条件，而科技活动的结果将产生出科技成果，并对社会、经济和科技自身的发展与进步带来相当大的影响。因此，科技活动分析与评价的内容，就不应只限于科技活动过程，而必须反映科技投入—活动—产出及影响的各个环节的各个方面。概括起来，科技活动分析与评价的内容包括以下五个方面：

（1）科技投入分析与评价。包括科技人力、经费、机构、装备及信息等方面投入的分析与评价。

（2）科技活动分析与评价。包括研究与试验发展活动、科技

教育与培训、科技服务活动的分析与评价，技术市场与学术交流活动的分析与评价等。

(3) 科技产出分析与评价。包括科技成果、专利、文献、人才及其总产出的分析与评价。

(4) 科技活动影响分析与评价。包括科技效益及科技进步分析与评价等。

(5) 科技活动综合分析与评价。包括科技活动预测及综合分析与评价等。

(二) 科技活动分析与评价的种类

按照不同的标志或特征，科技活动分析与评价可以分为以下不同的种类：

(1) 按分析与评价的性质不同，可分为定性分析与评价和定量分析与评价。定性分析与评价主要分析和评价科技活动各环节、各方面的性质、特点和规律。定量分析与评价主要分析评价科技活动各环节、各方面的数量表现、数量关系及质量互变数量界限，如规模、水平、结构、速度、效率等。定性分析与评价是基础，是科技活动定量分析与评价的出发点和归宿。定量分析与评价是保证科技活动分析与评价得出确凿有力结论的根据，是提高科技活动分析与评价精密程度的有力武器。

(2) 按分析与评价的内容不同，可分为综合分析与评价和专题分析与评价。综合分析与评价一般指针对全国、部门、地区或单位有关科技活动带全局性问题所进行的全面分析与评价，如对科技活动过程、科技活动效益分析与评价等。综合分析评价的内容比较全面系统，便于了解和把握全局性的情况。专题分析评价是对科技活动某一环节或某一问题所进行的分析与评价，如科技人力分析评价，科技经费分析评价，科技机构分析评价等。专题分析评价内容比较单一，重点突出，便于对某一环节或某一问题进行深入透彻的分析研究，摸清情况和原因。

(3) 按分析与评价的空间不同，可分为宏观分析与评价、中

观分析与评价和微观分析与评价。宏观分析与评价是指对全国范围内科技活动进行的分析评价。中观分析与评价（有的国家称作半宏观分析评价）一般指对某一部门、行业或地区的科技活动所进行的分析与评价。微观分析与评价是指对基层单位科技活动所进行的分析与评价。不同空间的分析评价是适应不同管理层次对科技管理的需要而进行的。

（4）按分析与评价的时间不同，可分为定期分析与评价和不定期分析与评价。定期分析评价是指按一定时限如按月、季、年定期进行的分析评价。它主要根据分析任务的需要，并从科技活动分析对象的具体情况出发，对科技活动进行分析与评价。定期分析与评价一般要求速度快，故时效性较强。一般说来，随着时间的拉长，要求分析评价的深度和广度相应有所提高。不定期分析与评价又称日常分析与评价，指对科技活动在过程中，随时进行的分析与评价。这种分析评价对及时掌握科技活动的进度及变化，提供日常科技管理资料等具有重要意义。

（5）按分析与评价的目的不同，可分为事前分析与评价和事后分析与评价。事前分析评价是在某项科技活动尚未实施之前所进行的分析评价。它带有预测的性质，但又不同于一般的预测分析。事前分析评价一般指根据科技活动的现状、发展趋势及其他有关资料，对同类科技现象在可预见的未来的时间可能达到的水平或发生的变化进行的分析与评价。事后分析评价又称总结分析评价，是指在某项科技活动终了之后，对其进行的分析与评价。在事前分析评价与事后分析评价之间所进行的分析评价，一般称为中间分析评价。

上述各种类型的科技活动分析与评价各具特点，都具有一定的重要作用。科技活动分析评价人员应根据分析评价的具体要求，从分析评价对象的实际情况出发，因事、因时、因地制宜地选取恰当的分析方式，并应将各种分析评价方法互相结合、互相补充地发挥作用。