

我国医药企业R&D组织创新模式层级演进研究*

佟 石 司春林 赵明剑

(复旦大学管理学院 上海 200433)

[摘要] 本文在现有研究医药企业技术创新管理成果的基础上,从分析医药技术创新的特征和技术创新流程的特点入手,结合我国医药企业R&D组织模式的现状,分析了我国医药企业技术创新组织层级演进过程中技术创新与组织模式的匹配。

[关键词] 医药企业 R&D 技术创新 流程管理

[中图分类号] C93 F2

技术创新是以技术创造性成果的市场实现为基本特征的周期性技术经济过程,对经济发展具有重要的驱动作用。20世纪80年代以来,技术创新的研究成果表明,技术创新的实现不仅仅是一个技术经济问题,技术创新的组织形式本身也是一种创新的特殊资源。组织创新逐渐成为创新理论研究中的热门话题。医药产业是技术创新最具深度和广度的产业。医药产业在进行技术创新活动中采用何种组织形式一直是理论界和企业界共同关心的问题,在理论与实践上存在着不同的看法。从实践的角度来看,很多国际大型制药企业都倾向于独立承担医药技术创新活动中的研究、开发工作以^{[1][2]}降低技术创新风险,提高企业的核心竞争力,为企业带来经济效益;Scherer(1983)、Pisano(1996)的研究^{[1][2]}则为这种实践提供了理论支持。但从Tapon等人的研究成果看,必须承认各种信息的集成运用有利于企业以有效的方式进行技术创新活动,而医药企业在技术创新活动中采用外包、技术转移与许可等资源共享的方式越来越得到理论上的支持;实践中,表现出在价值链上的分工协作更加明显,技术创新活动产生了纵向的分离。

无论从企业规模还是从R&D支出来看,我国医药工业企业都远不能与国际大企业相比。本文将在现有研究医药企业技术创新管理成果的基础上,从分析医药技术创新的特征和技术创新流程的特点入手,结合我国医药企业R&D组织模式的现状,分析我国医药企业技术创新组织层级演进过程中技术创新与组织模式的匹配。

一、医药产业技术创新的流程管理与医药企业技术创新的特征

医药企业在从事与生命问题相联系的技术创新活动时,不仅要把握生命现象的变化规律,还要把握市场对解决此种问题的需求程度,更要关心政府严格监管对技术创新活动可能造成的影响。以美国食品药品监督管理局(FDA)对于医药产品的审批规定来看,对于新药的审批一般需要经过3个过程^[3]:新药研究申请、新药申请以及生产申请。医药企业在进行技术创新时必须考虑政府对此的行政监管,从

而影响着企业技术创新的流程(如图1)。医药产业的技术创新流程除具有一般产业的技术创新特点之外,还具有以下明显的独特性。

1.超出企业边界的严格行政管制。全球R&D投资最高的诸如计算机、汽车、感光材料、化工等产业的技术创新所涉及的领域,如微电子、新材料、汽车制造、通讯、航空和机器人等,可以通过技术创新形成行业内独特的成本优势,或者由于建立了新的产业标准或技术标准形成差异优势,但是不论这些产业中的哪一种技术创新,都不会涉及非常严格的行政管制。医药产业则截然不同,各国政府都制定了专门的药品管理法规,设有专门的机构负责对药品的研究、生产、流通、使用进行行政监督和技术监督。政府对医药产业的技术创新制定了严密苛刻的指导性管制措施,如临床前研究规范^[4]、临床研究规范等文件规定了技术创新成果的安全性标准、有效性标准等,并且由于医药产业的技术创新成果涉及大范围人群的生命安全、社会伦理以及环境保护问题,因此在医药企业的技术创新活动规范中明确地制定了诸如生殖、毒理等方面的行业统计标准,这在其它产业中都是少见的。

2.医药企业的技术创新是涉及企业内外众多部门和学科领域的综合性复杂系统工程。医药企业的技术创新对象是生命现象,生命现象具有智能性特点,现象本身会随着环境的变化而产生进一步的变化,因此,掌握生命现象的变化规律就成为技术创新活动的基础和出发点。比如,作为不同于人的另一种生物体的SARS病毒的存在和不断进化,一方面使它适应人类的体内与体外环境,另一方面又对人类的生存带来了新的危机。为了创造性地解决这种危机,人们必须依赖生理学、病毒学、生物化学、遗传学、化学、物理学等学科领域充分的技术和知识积累,掌握SARS病毒这类生命现象的规律,从而提供切实有效的解决办法。同时,技术创新的成果是用于预防、治疗、诊断人类疾病的特殊商品,它直接涉及到人类的健康和生命安全,这种商品的使用也可能潜在地影响人类的生殖、群体的繁衍,这就需要政府对企业从事这类技术创新活动的危害性从程度、深度上加以限制。因此,企业的技术创新活动既要考虑毒理、伦理、生殖等多方面的因素,又需要通过政府的行政审查。

3.技术创新活动中缺乏有效的用户参与的供给导向,造成创新成果评价反馈的严重滞后。跨国企业技术创新的成功经验表明:技术创新成功需要研

*国家自然科学基金资助项目(70072005);教育部人文社会科学研究2002年度重点项目(02JAZ790003)。

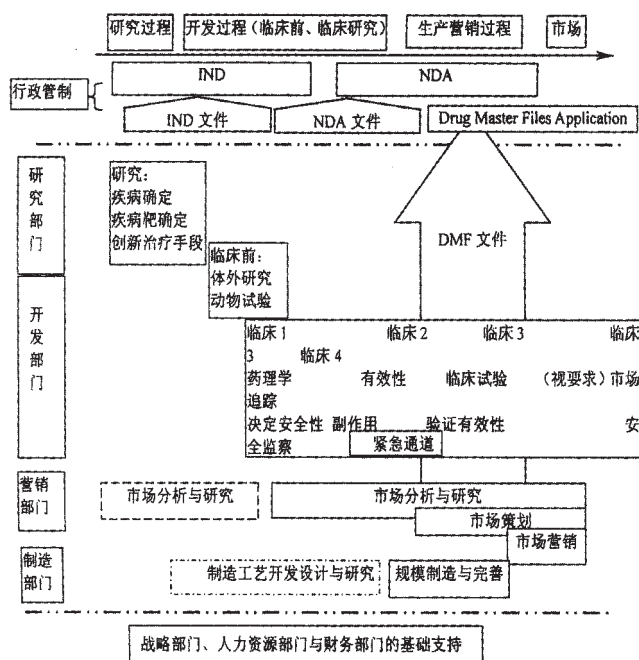


图1 医药企业技术创新流程管理

究开发与顾客满意度紧密联系。由于市场竞争越来越激烈,市场需求成为技术创新的主要构思源泉。技术创新与市场营销形成相互渗透、互相联系、互为前提和补充的有机整体,有利于提高技术创新的回报。

在技术创新运行过程中,了解客户的需求特性、做出阶段性评估就成为降低技术创新投入风险的有力手段^[5]。实际上,这种实时客户参与的技术创新评价的信息反馈支持在电子、计算机、化工、通讯等行业大公司的技术创新活动中都发挥着积极的作用。但是,人们却无法在医药产业中进行客户参与的技术创新评估。由于医药产业技术创新成果对客户的影响是不可逆转地直接影响着生命与健康,因此,政府往往通过分阶段地允许客户参与医药企业技术创新活动来减少这类创新可能给社会、人类造成的大范围危害。比如,在临床前研究过程只允许企业采用动物实验的方式来获得安全性、有效性数据,在临床研究的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ阶段分别允许最高不超过80、300、3 000的健康人、病人参与企业的技术创新活动,并且企业必须花费高昂的代价提供安全保障措施,这使得医药企业的技术创新成果在样品阶段无法获得具有统计意义的用户参与信息反馈,又导致了医药企业技术创新成本的增加和技术创新成果市场化的不确定性,从而影响了医药企业技术创新活动的效率和效益。

医药企业在技术创新活动上的上述特点促使企业界和理论界人士去考虑采取何种组织模式进行的医药技术创新活动,可以最大程度地降低技术创新成本和风险,提高医药技术创新的效率和效益。实践中,企业在选择技术创新组织模式时,主要考虑技术创新活动的市场风险与企业组织的特点相匹配,通过不同的技术创新组织设计平衡并分担这些风险。

二、我国医药企业技术创新组织模式层级演进

计划经济环境下的研究与开发体制造成的研究与开发角色的错位,使得我国的医药企业缺乏完成整个技术创新活动所必须的全部资源。在计划经济体制的背景下,我国为数不多的医药科研院所由国家卫生部归口管理,医药企业由国家医药管理局管理,这段历史造成我国医药产业生产与开发脱节,不仅使我国的医药企业缺乏技术创新的人才和知识资源,同时也使我国公共科研机构承担了本应由企业完成的大部分应用研究与产品开发工作,造成了社会上的资源分割,影响了企业在战略上对技术创新管理的安排,使得企业在组织设计上忽视了医药开发功能的落实,^[6]无法形成以技术创新开发市场、占领市场的能力。拥有技术创新的人才和知识资源的科研院所由于组织性质的原因,缺乏对技术创新成果产业化、商业化的经验与人才,对新产品、新业务的市场潜力缺乏数据的积累和精确测算又导致了潜在的市场风险。

在我国医药企业整体缺乏技术创新能力的大背景下,医药企业的市场表现就是产品缺乏异质性,普药、无知识产权药物等低端产品充斥市场,企业销售收入少,无法进行有效的资本积累。我国的医药企业规模大多比较小。据统计,目前我国5 000多家医药生产企业中,几乎90%为小型企业。2001年,国家500强大型企业中医药企业只有25家,年销售额过亿元的有250家左右,过10亿元的有23家,过20亿元的有10家,过50亿元的医药企业只有2家,企业的资产规模限制了企业对技术创新风险的承受能力。不仅如此,我国医药企业的规模又限制了企业从事技术创新活动所必须的人才、技术和知识储备。据资料显示,我国总体从事新药研发的资源只有不足20%(特别是人力资源)在企业,其中还包含在合资企业内的中方研究人员;绝大多数都分散在事业单位和高等院校,同时企业内部的医药专门人才也长期从事检测和质量控制等相对简单的技术工作。目前许多制药企业只有勉强的质量标准控制能力,对新药的全程研发根本无从谈起,更谈不上有组织地进行贴近市场、满足患者需求、有效率的新药研发工作。因此,不同类型的企业在选择技术创新组织模式的时候,往往在以往历史经验的基础上从市场创新、制造工艺开始入手,逐渐过渡到市场创新、工艺创新、开发创新,直到研究与开发创新。这一点可以从不同类型企业的技术创新组织模式选择上得到证实。

1. 小型企业的技术创新组织模式。目前,我国医药企业中的90%为小型医药企业。依据核心技术和市场行为的特点,小型医药企业可以分为两类。一类为传统型的小型医药企业。这类企业技术装备落后,没有明确的技术优势,依靠一二个药物品种参与市场竞争。另外一类小型医药企业衍生于近年来的高新技术发展。这类企业以技术的先进性为基本立足点,没有完全形成技术创新体系,其市场处于不断开拓阶段。小型医药企业规模小,无法获取现代工业的规模效应,经济效益低下,同时其

技术创新活动所必备的知识、人才匮乏,面对高昂的医药技术创新费用,无法进行真正意义上的技术创新活动,但是企业在参与市场竞争中又面临利润空间缩小的巨大压力,因而对通过技术创新降低企业运营成本、扩大利润空间又存在迫切的需要。这类企业的技术创新活动所处的层次比较低,主要集中在生产环节。在组织模式选择上这类企业较多地采用科研部或技术部的组织设置,人员大部分来源于生产实践,有时也会为了配合新产品的引进,吸收或招募大型企业的工程师。^[8]这种组织设置一方面满足了企业对于生产工艺持续改进的需要,同时由于企业领导者或科研部的努力和外部力量的加入,完成了对新品种的引进和消化工作。但是这种组织机构的设置无法改变技术创新体系不健全的弊端。早期的南方制药厂与沈阳东新药业就属于这类企业。

南方制药厂是1985年由赵新先投资500万元在深圳建立的。它生产第一军医大学周殿元教授等研究的治疗慢性胃炎的中成药产品“三九胃泰”,并且在生产工艺上进行了创新,彻底改变了过去中草药生产落后的状况,设计、制造了NF—A中药自动生产线,把中药生产的提取、浓缩、干燥3道工序合一,实现了从投料到出产品全部流程的自动化、管道化、密闭化。总产值在1987年就达到1 100万元,到1991年总产值已经达到6.39亿元。但是在发展过程中,存在着产品老化、同类产品市场竞争加剧等问题。

衍生型小型医药企业一般是在母公司做出的技术发明基础上脱离母公司而创建,或者是先前在另一高技术组织(大学、科研机构等)内的人员离开原组织而创办的新公司。这类公司主要以先进的高技术为立足点,在医药产业内有独特的竞争优势,但是由于规模较小,所拥有的高技术不足以覆盖全部的产品创新领域,同时这类企业从事市场经营的时间比较短,没有集聚足够的财务资本,无法应对再次技术创新的财务需要,因此这类企业的技术创新活动尽管从创新的技术层次上讲比较高,但是却无法形成真正意义上的技术创新。这类企业在组织模式选择上也是比较多地建立科研部或技术部,人员大部分来源于技术开发,有一定的技术和知识储备。但是这种模式限制了企业向技术创新高层次的跨越,早期的九源基因和本元正阳就属于这一类。

杭州九源基因工程有限公司成立于1993年12月31日,首期投资6 000万元人民币。公司脱胎于华东制药集团,1996年成功开发出我国第一个升白细胞特效基因工程药物“吉粒芬”,并以基因工程、细胞—抗体工程及中药现代化开发为技术平台,致力于血液系统疾病、恶性肿瘤、内分泌代谢性疾病及神经系统疾病的药物开发。公司下设研究所,现有科研人员18人,拥有分子克隆、发酵、纯化、分析检测、细胞等全套完整的设备,在基因工程蛋白药物开发方面形成了很强的技术实力,包括上游的基因重组及表达和下游的蛋白质纯化。

2. 中型医药企业技术创新组织模式。依据核心技术能力和市场行为的特点,中型医药企业在市场上依靠规模化的产品生产与销售获得了可观的经济效益,形成了初级的技术创新体系。中型医药企业的市场领域比较集中,大都集中于抗生素、维生

素等领域,竞争激烈,每年尽管可以拿出销售收入的3%左右进行技术创新活动,但是同国外10亿美元的医药技术创新费用相比,技术创新活动所处的层次还相对较低,在医药技术创新活动的知识、人才的积累上结构层级偏低,企业在参与市场竞争中更多地是通过仿制提升企业的竞争实力,技术创新活动主要集中在开发、生产环节。这类企业在组织模式选择上比较多地采用科研院所或技术中心的组织设置,对人员有与医药行政管制要求相应的流程分工;但是由于企业实力的影响,技术创新活动无法与企业战略有机地配合,只是一种为了技术创新而技术创新的企业活动;其科研院所与技术中心的负责人在组织结构中处于总工程师的职位;有时技术创新活动的产出也会作为产品出售。现在的三九集团与东北制药集团就属于这类企业。

东北制药集团企业资产总额50亿元,年均销售收入30亿元,2002年销售收入位列全国重点医药企业第5位。东药集团每年在技术创新上的投入约占销售收入的2%;现有人员100多人,其中教授级高级工程师22人,享受国务院特殊津贴的专家14人,并拥有国内制药企业中的第一位中国工程院院士;开发和生产了国家I~V类新药40多种,目前主要以抗艾滋病等药物的仿制为主;医药工业研究院下设情报所、分析、制剂等处室;技术创新流程管理上与医药管理流程相似,但是缺乏与市场部门间的协同配合。

3. 国际上大型医药企业技术创新组织模式。2001年,我国全部医药企业创造了200亿左右的工业生产总产值,但是这个数字还达不到世界大型医药企业排名第十的捷利康制药的全年销售总额。巨大的利润差异使得国际上大型医药企业在某些医疗专用领域独特的竞争优势成为可能。大型医药企业在市场上依靠规模化的产品生产与销售获得了可观的经济效益,形成了完备的技术创新体系。他们的市场领域比较集中,大都集中于某些特定疾病的治疗、诊断领域,比如心血管疾病、糖尿病、肥胖、精神类疾病等。这些大型企业每年可以拿出销售收入的12%左右(总值超过10亿美元)投入技术创新活动;在医药技术创新活动的知识、人才的积累上结构非常完备;在技术创新程度上向以科学新发现为主,最高层级的技术创新活动倾斜,在参与市场竞争中更多地通过新的科学发现提升企业的竞争实力,技术创新活动主要集中在研究与开发环节。这类企业在组织模式选择上比较多地采用疾病种类或技术领域内的组织设置,对人员有与我国国内研究型大学科研组织相应的分工;同时这些企业将技术创新活动与企业战略进行有机的配合,具备为实现企业总体发展战略而从事技术创新活动的组织管理能力,技术创新的负责人在组织结构中处于副总裁的职位。比如现在的Pfizer与Merck集团就属于这类企业。

Pfizer集团2002年销售收入323亿美元,按2002年销售收入排序位列全球医药企业第一位。Pfizer集团设有科学与技术委员会,委员会制订集团长期的技术创新战略,确定集团所需涉足的技术领域,决定集团的研究开发计划,策划实施这些计划的组织模式,并对计划的实施加以控制和管理。委员会下辖加拿大、法国、日本、英国和美国等地的全球性医

药研究开发机构,研究开发机构按学科需要及配合行政监管的需要,分设了分子生物学、遗传学、合成化学、分析化学等不同的研究部门。2002年在技术创新上的投入约占销售收入的15%。集团现有人员1.2万人;在世界上畅销的30种处方药中有6个是Pfizer研制和生产的,正在研究开发的项目达200多个,目前主要以心血管和精神抑郁等药物、动物保健品以及消费者保健品的开发、生产和销售为主;建立了与企业发展战略相匹配的技术创新战略,形成了产品研究开发流程管理体系;部门之间配合紧密,充分发挥了以学科为部门建制基础的研究开发组织优势。

从前面介绍的医药技术创新特点中,可以发现按照创新所涉及的学科、技术、知识门类的跨度来看,存在制造创新、市场创新、开发创新到研究创新4个层次。制造创新过程涉及制剂学、机械、控制等的技术和知识^[9],这些知识和技术对于我国绝大部分的医药企业来说,由于是从医药产品的制造中逐渐成长壮大的,具有各个层次雄厚的技术储备和人才,因此制造创新是比较切实可行的;但是对于较高层次的创新,比如市场创新、开发创新等^[10],就需要市场经验的积累,临床医学、病理学、毒理学、化学、生物学等学科的技术和知识的储备与积累,更主要的是人才的储备和积累,这对于我国的绝大部分企业来说就是比较困难的;而更高层次的研究创新,对科学知识的储备水平、前沿问题涉猎的深度等,提出了更高的要求,从我国整体技术创新水平不足的现实情况^[11]来看,就有莫大的难度。因此企业选择技术创新活动,应由简单进化到复杂、高级,这样就比较现实合理。从其技术创新组织模式的层级演进上我们也能发现这一点,较简单的技术创新涉及的组织部门比较简单,高级一些的技术创新涉及的组织部门就需要更多的企业部门,而更高层次的研究创新就要求企业整合企业内外的部门和机构共同参与。

三、医药企业技术创新组织模式的演进趋势及对我国医药企业的启示

医药企业的发展壮大非常依赖技术创新活动的产出,那些能快速向市场推出全新产品的企业将获得最大的回报。技术创新不是基于单个职能机构的活动而产生的,往往涉及很多的参与者,对于新产品或者改进产品的诞生更需要不同职能机构,甚至是不同企业和研究机构的共同参与和互动。由于政府行政管制要求医药企业在市场销售的产品必须与研究过程、开发过程、临床试验过程、生产过程中的产品具有完全一致性,因此医药企业的多种职能机构、不同企业和研究机构必须在技术创新活动的早期就开始合作。对于有一定实力的企业,在所擅长的治疗领域或开发体系进行创新活动,往往依靠内部的技术创新体系进行技术创新

活动,包揽有关新产品研究、开发、生产、营销、售后服务的全部工作;但是很多企业缺乏开展技术创新活动的实力,又希望进入不擅长的治疗领域或建立新的技术开发体系,同时又把风险控制在可以控制和承担的范围,故它们一般是通过建立战略联盟、合作开发等灵活的技术创新组织体系来达到这一目的。

在国外医药企业发展的早期阶段,企业与科研机构就产品开发建立了多种的合作组织。这种合作研发模式在企业发展的早期促进了企业的技术创新管理,帮助企业积累了技术创新必须的资源,提高了企业的市场竞争力。随着生物工程技术在最近几年的不断发展,基因图谱与药物基因组学、药物遗传学的新成果不断在医药产品的研究开发实践中被采用,为了尽快将新产品推向市场,尤其是在自身的技术、人才储备无法满足医药产品技术创新的需要的情况下,为了保障企业技术创新活动的效率、效果,企业纷纷开始考虑技术创新活动的外部组织模式问题,建立自己的战略联盟、虚拟研究中心、合作开发部门已成为这类企业的选择。从国际上医药产业的实践看,国际大型医药企业在考虑自身的技术创新基础以及技术创新能力的基础上,出于提高市场竞争力、完成企业的市场战略的考虑,正在对所有有利于完成企业战略的技术创新资源予以集成并投入技术创新活动,这样不仅有利于企业降低内部技术创新风险、获得技术溢出的效益,同时有利于企业从战略上把握技术创新的定位、财务管理等诸多因素。近几年国际上大型医药企业与小型的生物技术公司的大规模结盟活动、购并活动表明,提高企业技术创新能力的组织资源更为重要,尤其是外部资源的利用。比如Pfizer Inc.与Chenomx Inc.就药物开发和临床诊断中数据整合软件的合作,AstraZeneca与Renovis依靠生物技术开发促进神经性疾病患者康复的药物。而且随着创新活动投入巨大、互补资源匹配的问题日益突出,合作研发组织正成为当前医药产业的技术创新组织模式的新主流。

现阶段我国医药企业在技术创新组织模式选择上要强调协同管理,在组织模式设计上应突出重点,在有限资源的条件下开展有选择的技术创新活动。医药技术创新活动本身的复杂性要求医药技术创新流程的各个环节必须紧密联系、相互协调。医药企业技术创新管理的问题就是在组织上保障对各种资源的整合利用。企业医药产品研究开发的目的在于把研究结果通过开发转换为可销售的产品,把想法、知识和技术转换为成功的开发项目直至可以进入市场销售的药品,这是医药企业研究和技术

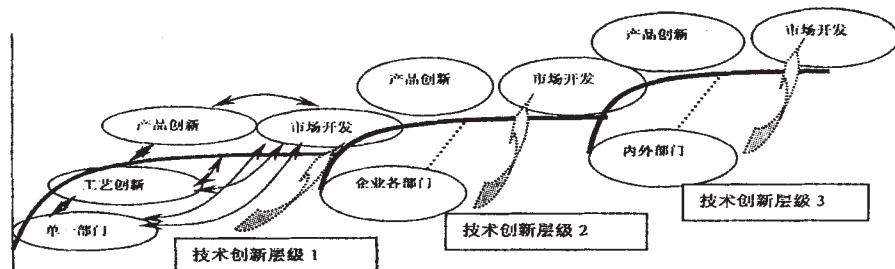


图2 技术创新组织模式与技术创新层级

开发的首要任务。这就要求企业必须把握研究—开发—生产—营销的各个环节,流程上要进行必要的整合,以便保障在技术创新活动中及时掌握各个阶段的进展情况,分析各种情况可能对技术创新产出的影响,在充分沟通的基础上随时调整技术创新的资源利用,从而提高技术创新产出的经济效益。因此,现阶段我国医药企业整合技术创新资源,在组织设计上保证技术创新活动内外部信息沟通的便利,彰显企业技术创新战略,形成以技术创新活动个体为元素的跨组织合作研发组织模式,将是我国医药企业从事技术创新活动的必然选择。

跨国公司的实践也表明,协调企业内外部资源对于技术创新管理的效率和效益是非常重要的。对于我国医药企业,在项目初期由市场与销售、研发、中试、生产、技术支持、财务等不同职能部门和机构共同参与,组成产品开发的跨部门、跨组织的项目小组,由项目小组统一协调指挥,可以充分发挥各个参与部门和机构的资源优势,更有利于全面把握技术创新的进程与效果。

结论 我国医药企业历史上有过高速发展的时期,从产业发展的角度看,目前已进入了调整的阶段。由于整体医药企业的技术创新管理的薄弱,这一阶段的情况比较严峻。在这一新阶段,我国医药企业必须加强技术创新管理、提高企业核心竞争力。为此,必须确立“有所为、有所不为”的技术创新战略,建立以项目管理为基础的能充分利用企业内外资源的柔性企业技术创新体系,并采取合适的创新组织形式进行技术创新活动。

参考文献

- [1]Scherer F.M., Concentration, R&D, and Productivity Change[J].Southern Economic Journal;Jul 1983:93~98
- [2]Pisano,Gary P Knowledge,integration,and the locus of learning:An empirical analysis of process development [J].Strategic Management Journal;1994:76~82
- [3]Tapon,A Transaction Costs Analysis of Innovations in the Organization of Pharmaceutical R&D[J]. Journal of Economic Behavior & Organization;Oct 1989:23~27
- [4]汤锡芳主编.生命科学领域中的知识产权保护、开发与融资[M].北京:军事医学科学出版社,1998.124~153
- [5]Hanson,M.T.1999.The Search -Transfer Problem:The Role Weak Ties In Sharing Knowledge Across Organizational Subunits[J].Administrative Science Quarterly,44:82~111
- [6]Adler,P.S.1996.Interdepartmental Interdependence and Coordination:The Case of the Design/Manufacturing Interface[J].Organ.Sci.6(2):147~167
- [7]West,M.A.,& Farr,J.L.1990.Innovation at Work.In M.A. West & J.L.Farr (Eds)[M].Innovation and Creativity at Work,John Wiley & Sons.201~243
- [8]Ensenhardt,K.M.,1999.The Multinational Corporation As a Coordinated Network:Organizing and Managing Differently[J].Thunderbird International Business Review, May-June,41(3):290~324
- [9]赵明剑,司春林.突破性技术创新与技术发展的制度主导战略[J].科技导报,2003(6):22~24
- [10]司春林,孙鲁峰,赵明剑.创新流程与创新模式[J].研究与发展管理,2003(6):22~26
- [11]赵明剑,司春林,佟石,马玲.企业内部价值网络与技术创新.科技导报[J].2003(10):15~19

(责任编辑 王宏章)

(上接第 41 页)

采场等为单位的数字化分布图库。

(2)业务数据库系统。建立各部门的专业数据库系统,将各指标数字化、流程模型化。网络环境下的数据库管理系统可以由“后端数据支撑子系统”和“前台业务运行子系统”构成(C/S 或 B/S 结构)。其中后端负责空间地理信息、政务信息以及其它专业信息的采集和编辑工作,为前端提供所需要的信息;前端则具有信息检索、业务管理和分析决策等功能。属性数据库包括各部门的指标数据,矿产资源的自然属性和开发状况,矿点的位置、储量、采选矿指标、勘查程度、品位、生产规模、经营状况以及矿业权属性等。文档数据库主要包括矿山的基本情况、有关文件和报告。模型库包括建立数字矿山所需要的各种专业模型,如网络分析、资源规划、项目管理、统筹规划等。

本课题组采取统一规划、统一标准、统一设计、分项建设、数据共享的方法来实现矿山信息专业数据库的建设,既避免同一数据库信息的重复,也避免各数据库间的信息重复,同时以矿山基础地理信息数据库系统与安全管理软件模块结合成矿山安全管理系统(其它系统依此类推),以此形成矿山行业各类型的数字信息管理系统。

(3)业务系统和运行平台。通过计算机和网络技术建立各个作业的业务系统,包括矿山设施管理系统、资源规划管理系统、环境生态治理保护与灾害防治系统、交通运输网络管理系统、矿产资源勘

探信息系统、采矿管理信息系统、选矿管理信息系统、生产管理信息系统、辅助决策支持系统、基于空间信息的图文矿政办公自动管理系统、电子商务与物资关系系统、房产物业管理信息系统等,最终达到实现矿山业务数字化管理的目的。

总之,数字矿山的构建势在必行,我们应抓住难得的历史发展机遇,迅速推进高新技术在矿山建设上的应用,逐步用高新技术改造传统矿业,以促进矿山生产、安全管理和决策的精确化、科学化。

参考文献

- [1] 毕思文,殷作如,何晓群,董荣泉,邓智毅,张长江等.开滦数字矿山原型和平台建设研究.中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室、开滦(集团)有限责任公司合作项目研究报告,2003
- [2] 毕思文,殷作如等.数字矿山概念、框架和内涵[J].3S世界,2002,(19):32~33
- [3] 毕思文,殷作如等.数字矿山——矿山系统数字学[M].北京:科学出版社,2004
- [4] 吴立新,殷作如,邓智毅等.论 21 世纪的矿山——数字矿山[J].煤炭学报,2000,25(4):337~342
- [5] 毕思文.数字地球——地球系统数字等[M].北京:地质出版社,2001
- [6] 毕思文,景东升.数字地球基础理论研究[J].武汉大学学报,2002,27(增刊):31~34
- [7] Bi Siwen, Jing Dongshen, Zhang Xianfeng. Framework of Basic Theory in the Digital Earth[C].第二届数字地球国际会议学术论文,加拿大,2001

(责任编辑 苏青)