

辐射工艺技术的发展战略项目选择和推广形式的探讨

周良毅

马瑞德

(上海科技干部进修学院) (上海科学技术大学)

摘要 本文应用技术生命期分析和生命期费用分析的方法对辐射工艺的现状从总体上进行了讨论,同时又分析了辐射工艺的特点和其推广应用的形式,进而讨论了辐射工艺的适宜的发展战略,认为从总体上看,辐射工艺正进入成长期,尚不宜立即普遍推广,适宜的发展战略是在八十年代中期抓住一些技术成熟,效益显著的项目先行投产,打好技术、经济、配套、市场等方面的基础,争取八十年代后期有较快的发展。与之相应,近期内较适宜的推广形式是区域性的辐射工艺服务中心与综合性的科研生产中心,对推广项目则应严格选择并提出了选择的模式。

关键词 辐射工艺; 技术生命期; 生命期费用; 发展战略; 项目选择; 推广形式。

研究的必要性

辐射工艺经过三十年左右的研究开发,在工业发达国家已成为一个独特的工业系统。据不完全统计,目前世界上约有300个电子束装置和110个钴源装置用于辐射工艺生产;每年辐射工艺产值达20亿美元,并以15~20%的年率增长。主要的应用领域为高分子化合物的聚合与改性、食品保鲜和医疗用品消毒^[1]。

我国经过二十年左右的研究开发,也已在上述各领域取得了几十项有价值的成果,有不少已经投入生产,更多的项目则要进行中试。大批的投资建议正在提出来,总投资额达几千万元。辐射工艺在我国正在进入一个崭新的发展时期,并已列入国家的重点新技术项目。但是,由于对辐射工艺的发展战略和总体规划还缺乏系统的研究,在目前的投资建议中存在下述三个问题:

(1) 由于辐射工艺从总体看还处在完善过程中,不少项目又缺乏严格的技术经济分析,因而并不是所有拟议中的项目从综合效益看都是适宜的,即存在着投资与效益的矛盾。

(2) 由于缺乏系统规划和信息流通的低效,有些项目从个体看是适宜的,但从总体看却是不适宜的,即存在着个体与总体的矛盾。

(3) 由于辐射工艺从总体看处于成长期,投资将进入高潮而效益尚不会立即很快增长,而国家经费有限,即存在着需要与可能的矛盾。

这样,在目前对于辐射工艺的一个崭新的发展阶段,从寻求系统的最佳效益出发,认真探讨真发展战略、项目选择与推广形式就十分必要了。本文试图在这方面进行初步的讨论,思路展开如图1所示。

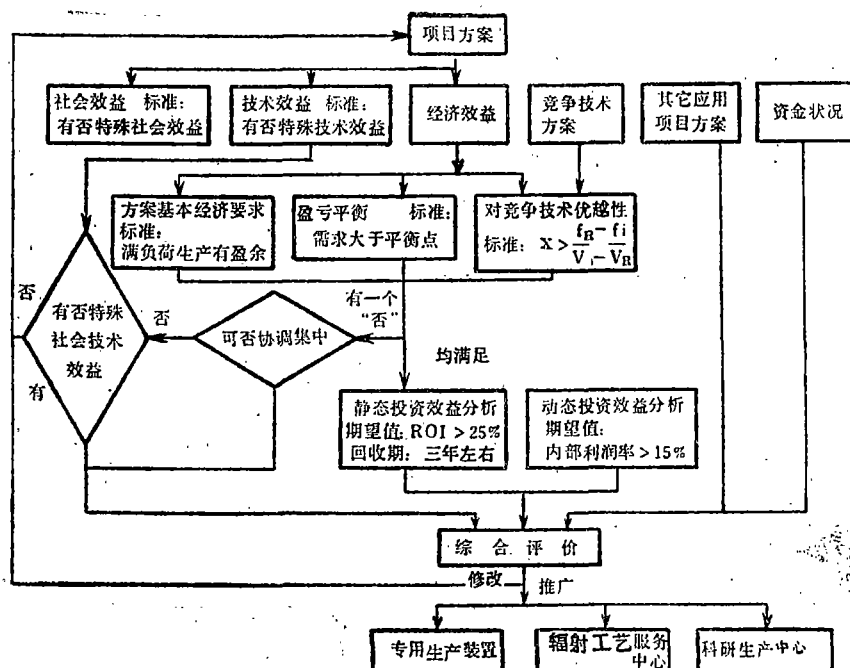


图1 本文的轮廓

现状分析和发展战略

正确的目标与战略对技术的合理发展具有头等重量的意义,而为了确定正确的发展战略就必须对该技术的国内外现状、应用推广的特点作认真的分析。对于新产品的开发,现在广泛应用产品生命期来分析产品所处的状况,同样,对于科学研究所创造的产品——新技术,我们认为也可以而且应该进行类似的分析,从而确定合适的发展战略^[2]。技术生命期大体可分五个阶段:

(1) 开发期——为开发技术进行有关的基础研究与应用研究,建立必要的技术手段,在一些领域取得了有应用价值的成果。

(2) 导入期——在各个领域广泛进行开发研究的同时,部份成果进入中试或生产,生产手段初步研制成功。

(3) 成长期——推广应用迅速发展阶段,大批成果进入中试或生产,投资进入高峰。

(4) 成熟期——技术已获得广泛的应用,但新领域的拓展已趋减少,主要是对已有领域的工艺进行改进,投资也相应减少而效益特别显著。

(5) 衰退期——由于取代技术出现等原因,该技术应用日趋淘汰。

这五个阶段所需的投资、创造的产值与利润情况大致如图2所示。

如果对整个生命期的费用作一下比较仔细的分析,则其情况大致如图3所示。运用技术生命期来分析一下辐射工艺的现状,我们认为国外已处于成长期而在国内则是正进入成长期,其理由如下:运用系统分析观点,首先从辐射工艺系统本身看,尽管其在各个具体领域的发展是参差不齐的,有的已处于生产运行或试生产阶段,如羊毛的消毒灭菌、丙烯酰胺的辐射聚合等,有的则还处于研究与开发阶段,有些领域的基础研究还必须抓紧进行,但从总体看,三个主要应用领域——高聚物的辐射合成或改性、辐射保鲜、辐射消毒灭菌的主要矛盾已由开发而转为中试(尽管

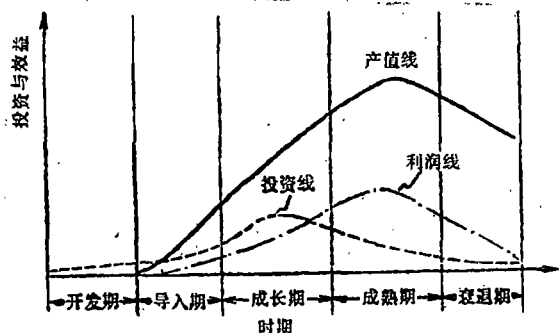


图2 技术生命期的投资、
产值、利润情况图

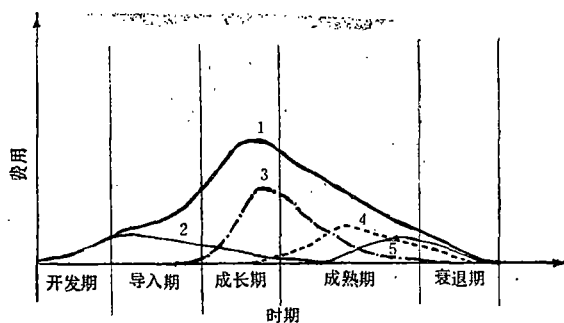


图3 生命期费用分析图

- (1. 总费用; 2. 研究开发费用; 3. 基建、设备费用;
4. 试生产、生产准备费用; 5. 工艺改革费用)。

仍有大量的开发工作要搞),而且可以估计到一旦中试手段具备,试生产中的技术问题能够顺利解决,那么辐射工艺的应用将会有有一个较高速度的发展。其次,从辐射工艺的环境因素看,市场、配套设备(主要是钴源与加速器),有关的条例如食品辐照的条例、各方面的投资积极性等条件都正在逐渐成熟起来,或者说辐射工艺以较高速度的发展,不仅技术可行性、而且其商业可行性、财务可行性、实施可行性等都正在逐步具备起来。运用生命期费用分析辐射工艺的现状,不难看出,迄今为止,我们的投资只是支付了研究与开发费用,而大量的基建设备费、试生产与生产准备费、工艺改革费都还有待于投入,这里还没有考虑市场开拓与形成一个市场系统(贮存、运输、销售等)所需的费用,这就要求我们纵观全局慎重决策。下面再对其特点作一下分析,首先看一下辐射工艺本身的特点,如工艺过程简单、易控制、节能、无污染、不带入杂质等。众所周知,对节能、无污染、高纯、易控制等因素正越来越受到重视,因此,这些特点决定了它具有良好的发展前途。同时,还必须分析一下辐射工艺在推广应用方面的特点,我们认为有以下五点:

(1) 技术转移工作量大:辐射工艺是原子能技术向一些似乎与原子能事业毫无关联的部门的技术转移,不象微毒电镀、无梭织布等是本部门内的技术推广,因此其技术转移工作量较大。

(2) 心理阻力大:由于核技术应用知识宣传普及不够,在食品辐照保鲜、医疗用品消毒以至钴源的建设等问题上,存在着一定的心理阻力。

(3) 一次投资大:辐射工艺在建源、安全防护与监测系统方面往往一次性投资较大,例如,以发泡聚乙烯的制造为例,尽管电子束法日常消耗性的生产费用低于化学交联法的1/10,但其一次性投资却为化学交联法的10倍左右。

(4) 盈亏平衡点数值大:盈亏平衡点(B、E、P)就是在这个生产数量下收支正好抵销,它由下式决定:

$$(B、E、P = f / (P - V) \quad (1)$$

式中B、E、P为盈亏平衡点值, f 为总固定成本, P 为单位销售或加工价格, V 为单位可变成本。辐射工艺由于一次性投资大,同时钴源还须定期补充,其总的固定成本 f 值必然较大,同时不少辐射工艺产品特别大宗的蔬菜、食品,其单价较低(当然也有些产品如中成药、电子元件是单价高的),因而 $(P - V)$ 必然较小,这样其盈亏平衡点的值就必然较大。如建立几十万 Ci 的钴源用以辐照食品与蔬菜,则其盈亏平衡点将在万吨数量级上。

(5) 产量越大,辐射工艺的优越性越明显。在辐射工艺中,固定成本所占比例较高,例如,

表 1 钴源设计方案中的成本估算

基建折旧费 (万元)	钴源折旧费 (万元)	钴源补充费 (万元)	运行管理费 (万元)	设备维修费 (万元)	合计 (万元)
27.0	5.8	10.8	35.7	1.4	80.7
33.5%	7.2%	13.4%	44.2%	1.7%	

某个 30 万 Ci 钴源的设计方案中, 成本估算(见表 1),

从表 1 中可见, 前三项固定成本占了总成本的 54.1%, 日本土幌辐射中心生产成本中固定成本也占 50%。又如用加速器辐照处理电子元器件, 固定成本也占 60% 左右, 由于单位成本可由下式求得:

$$\frac{Y}{x} = \frac{f}{x} + V \quad (2)$$

式中 Y 为总成本, x 为产量, 其余符号同式(1)。显然, 产量越大则单位成本越低, 进一步说, 如果我们把辐射工艺与其他竞争技术作一比较, 一般都可发现辐射工艺的总固定成本 f_R 大于竞争技术的总固定成本 f_i , 而辐射工艺的单位可变成本 V_R 则小于竞争技术的可变成本 V_i 。由(2)式不难求得当产量符合下式时, 辐射工艺的单位成本与其他技术相等。

$$x = (f_R - f_i) / (V_i - V_R) \quad (3)$$

当加工量大于上述数值时, 辐射工艺就在经济上比其他技术有优越性, 由图 4 所示。例如发泡聚乙烯其成本, 当点的值约为 200 吨/月, 而当产量大于此值时, 电子束法就较化学法的成本低。除了上述二个因素外, 由于单位源强度的建设费用随着源总强度的上升而急剧下降, 而其生产能力则大致与源总强度成线性, 这样, 产量越大, 辐射工艺的优越性就越明显。例如, 钴源的强度与建设费用可以用下式表示:

$$C = 0.75 \times 10^6 D^{0.38} \quad (4)$$

式中 C 为建设费, D 为 ^{60}Co 源强度。而对加速器来说, 使用 150 瓩的加速器比使用 50 瓩的加速器费用约降低一半。综合上述分析, 我们可以得出如下结论:

(1) 由辐射工艺本身的特点分析可知, 它的节能、无污染、易控制等优点使它具有良好的发展前途。

(2) 由技术生命期分析可知, 辐射工艺正进入成长期, 将要有一个较高的发展速度。

(3) 由生命期费用分析可知, 大量的投资

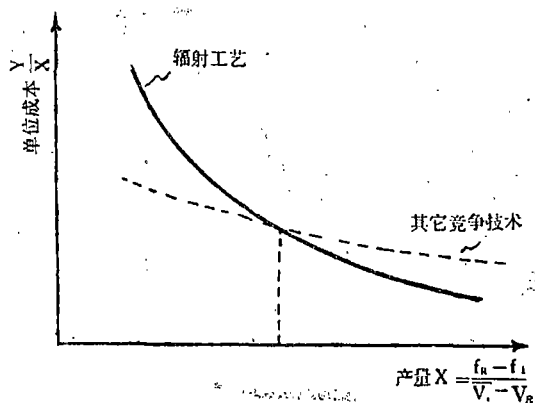


图 4 辐射工艺与竞争技术的单位成本比较

尚有待投入, 应该纵观全局慎重决策, 不能就事论事只顾眼前进入投资。

(4) 由辐射工艺的推广特点分析可知, 无论在技术培训与经济分析, 还是在建立广阔的市场方面, 还有大量的工作要做, 否则就不可能取得明显的经济效益。

因此, 在现阶段如果立即大规模推广, 那么由于市场需要还不十分清楚、市场系统尚未很好建立、技术经济分析还未细致进行, 特别是总体规划尚未趋于完善, 其效果必然不太理想。适宜的发展战略应该是从分析辐射工艺的现状与特点出发, 在八十年代中期抓住一些技术成熟, 效益显著的项目先行投产, 打好技术、经济、配套、市场等方面的基础, 争取八十年代后期以较大的

规模与较高的速度发展。

项目选择与推广形式

根据上述发展战略,在近期内对项目应该严格选择,从而在技术上有示范、培训及中试作用,经济上有效益,比其他竞争技术有更多优越性。我们认为可以用图5所示的模式进行项目选择。根据上述发展战略,目前的推广形式应有利于工艺改进、技术培训、中试与试产的进行、市场的开拓,同时应有利于开发工作的继续深入,此外在经济上也应努力有所积累。根据上述要求,在近期内除去少数确有条件的项目如电线电缆、电子器件辐射等应建立单独的生产装置外,主要的推广形式应是商业性的区域性的辐射工艺服务中心与综合性的科研生产中心。通过前者把那些现在正在开拓市场、单项尚不足以达到盈亏平衡点的产品发展起来[类似美国兰开姆(Raychem Co)公司,它生产辐射交联产品2000种],通过这样一种形式,使最终能具备条件而又应该单独生产的产品得以完成过渡。生产科研中心,可由现有的科研单位适当补充中试装置与有关条件而形成,

它的任务主要是进行新领域的开发与少数技术要求高的产品的小生产。三种形式的关系可由图6所示。可以说辐射工艺服务中心是向生产转移的经济过渡形式,而科研生产中心则是向生产转移的技术过渡形式。

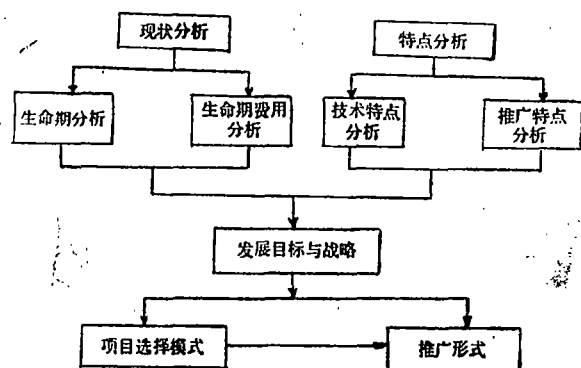


图5 项目选择模式图

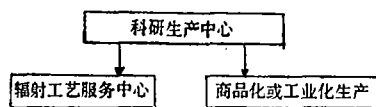


图6 技术、经济过渡形式方框图

参 考 文 献

- [1] 马瑞德, 辐射加工技术的国内外进展, 世界科学, 8, 61~62 (1982).
- [2] 汪璧, 周良毅, 现代科学管理基础知识, 产品开发, 上海人民出版社(付印中).

(1983年5月20日收到)

DEVELOPMENTAL STRATEGY PROJECT SELECTION AND EXPANDING FORM OF RADIATION PROCESSING

Zhou Liangyi

(Shanghai Institute for Training Science and Technology Personnel)

Ma Ruide

(Shanghai University of Science and Technology)

ABSTRACT Using the concept of life cycle of technology and cost of life cycle to analyse the state of radiation processing at home and abroad, the radiation processing technology abroad is in the stage of growth, while in our country it is just entering the stage of growth.

In the mid-80's, we should grasp some items which have ripe technology and high economic effectiveness to put into production, and it is vital to engage in basic research of techno-economics, market demand and form a complete set to lay a foundation for more fast development of radiation processing in the end-80's.

In the near future, The suitable expanding form is to install some regional radiation processing service center and some multiple center of research and production for radiation processing. The items for expansion and transfer should be strictly selected according to the model.

KEY WORDS Radiation processing; Life cycle of technology; Cost of life cycle; Developmental strategy; Project selection; Expanding form.