

科技管理的定量方法

中国发明创造者基金会
中国预测研究会
中国展望出版社



科技管理的定量方法

【一九八五年】

内 容 提 要

本书是由我国近年发表的著译文选编而成的，目的是为科技管理提供一本有关定量方法的较为实用的参考书。内容包括：技术进步与经济效益的测算，科研成果的评价方法及指标体系，科研成果经济效益的计算，科研机构的考核与评价，科研承包责任制，科研经费的构成与管理、科技人员的定量考核及智力投资经济效益的计算等。本书由刘素英、金良浚选编。

本书适用于研究和技术开发部门的组织管理人员及科研人员参考。

目 录

技术进步的经济效益测算

关于科学技术进步的经济评价问题·····	徐寿波	1
测定技术进步对经济增长作用的方法及实例分析 ·····	史清琪 陈 警 于清文 秦宝庭	6
论测度技术进步的模式·····	辛 真 于宏义	13
技术进步因素在产值增长中贡献的计算方法·····	仇金泉 李宗耀	19
技术与经济增长·····	梁庆棠译	24

科研成果的评价

科研课题事前评定的标准、数学模型及方法·····	唐启刚	34
科研成果的评价指标体系和计算方法·····	梁玉华	41
应用性科研成果的综合评价·····	孙连超	49
对情报效果评价方法的探讨·····	李天复	55
评价科技成果经济效益的指标和计算·····	王才良	61
综合大学科研成果综合评价问题·····	谢龙翔	65
美国科研生产力评价概述·····	叶钟灵	70
科研成果及其经济效益综述·····	赵之林	74
科研经济效益分析的原理与方法·····	万君康	82
科研成果经济效益分析的几个问题·····	蔡汝魁	93
开发研究的技术经济分析·····	王国兴	100
科技成果的回归评奖法及其应用·····	张志荣	106
基础研究及应用研究的经济效益·····	张竞干译	110
关于评价“发展和应用研究”经济效益的几个问题·····	何 舟	123

科研机构的考核与评价

对研究所工作综合考核的探讨·····	梁文彩	128
研究所综合评价指标的探讨·····	李如健	134
高校科研机构及人员的评价指标体系·····	王金凯	139
科研机构和科学工作者活动的评价指标·····	刘泽芬译	143

如何测定科研单位的劳动生产率.....	王益苓译	149
实验工厂劳动效率的计算.....	黎矩译	154
科研机构的考核与奖励.....	俞世琛	158
谈科研承包责任制.....	韩凤龙	168
工业研究机构科研经费的性质及构成.....	邹 洵	173
美国科研经费的分配与管理.....	杨安仙	180
对应用开发研究所考核标准的探讨.....	刘佛华	186
评价科研机构工作绩效的指标、标准与方法.....	徐荣成	195
建立值率分析、提高器材工作成效.....	王文龙	202

科技人员的定量考核

科技人员业务水平数量化考核方法.....	王允明	206
考核科技人员的新方法.....	耿春仁	216
综合性科研所科技人员的考核.....	岑世喜	219
科研能力的构成及其计算方法.....	宋化民 许丽姝	226
科研管理能力的指标分析.....	王庆云	230

智力投资的经济效益

评智力投资的经济效益.....	冯之浚 张念椿 孙 章 丁鸿富	236
几种测定教育效益的方法.....		243
职工教育经济效益的计量方法.....	王守安 王显润	248
科学研究中智力投资的量化研究.....	罗喜元	250

关于科学技术进步的经济评价问题

徐 寿 波

党的十二大提出了我国到2000年的经济发展战略目标。要实现这个目标，必须依靠科学技术的进步。但是在具体情况下，科学技术进步在经济建设中的作用究竟有多大，如何进行计算和评价，这是一个十分重要的问题。为了解决这个问题，弄清楚什么是科学技术是很必要的。科学技术这个词人们都很熟悉，但是实际上现在有着两种不同的理解。有一种传统的看法认为科学技术仅仅包括自然科学和技术。这种看法是有来由的，因为长期以来我国的科学技术领导部门（如国家科学技术委员会）是只管自然科学和技术的。另一种看法认为科学技术应该包括社会科学技术，因为科学包括自然科学和社会科学两大门类，有一些科学如哲学和数学既同自然科学有密切关系，也同社会科学有密切关系，并且现代已经出现了许多介于自然科学和社会科学之间的交叉科学，如技术经济学，数量经济学，管理科学等等。关于技术，在人们头脑中常认为自然科学才有，社会科学没有技术。其实，社会科学也有自己的技术，如调查技术、统计技术、计算技术、技术经济分析技术、计划技术、管理技术和经营技术等等都是技术。我们认为，从科学技术的进步对经济建设的作用来看，后一种看法是比较合适的。同自然科学一样，许多社会科学的先进理论和研究成果，包括在科学的基础上制订出来的正确的方针政策，都会对经济建设发挥很大的作用。目前农村中所出现的大好形势，就是我国老一辈社会科学家根据马列主义和中国农村实际情况研究总结出来的新政策的结果。所谓一靠政策，二靠科学技术。严格来说，政策的制订也是依靠科学，不过这个科学主要是社会科学，而不是自然科学。当然，技术方面政策的制订需要依靠自然科学和社会科学。一个工厂产值上去了，也可能没有采用新的技术装备，新的技术工艺，但是采用了比较科学的管理方法，调动了人们的积极性。有的工厂由于把懂科学技术的符合革命化、年青化、知识化和专业化的干部选拔到领导岗位担任工作，工厂的经济效益立即有了明显的提高。凡此种种，也都应该看作是科学技术进步对工厂的生产发挥了作用。

根据分析，对于现代化、经济振兴和翻两番起作用的有以下三个方面的因素。第一方面是自然科学技术进步的因素，属于这方面因素的大约有以下十个：①采用新技术，②采用新设备，③采用新仪表，④采用新工艺，⑤采用新原料，⑥采用新材料，⑦采用新能源，⑧采用新产品，⑨采用新设计，⑩采用新方案；第二方面是社会科学技术进步的因素，属于这方面因素的大约有以下十个：①采用新的方针政策，②采用新的法制，③采用新的生产管理体制，④采用新的管理方法，⑤采用新的政治思想工作，⑥采用新的经济措施，⑦采用新的行政措施，⑧采用新的规划和计划，⑨采用新的设计，⑩采用新的方案；第三方面是同科技进步关系很少的因素，属于这方面因素的大约有以下四个：①多投资金，比如采用原有的技术、设备、工艺、原材料、能源、产品、计划、设计和方案所进行的投资，填平补齐配套投资等，②多投入力，如增加一般工人人数或按原来技术结构比例增加职工人数，超过正常工作时间的加班加点等，③价格指数变动，④自然因素的影响（如天然灾害、风调雨顺，自然

资源条件变化等等)。我们把第一、二两方面因素所起的作用叫做科学技术进步的作用，把第三方面因素所起的作用叫做非科学技术进步的作用。基于以上这些分析，我们就可以采用以下公式近似地表示新增产值或纯收入、国民收入同科学技术进步的关系：

$$\begin{aligned} \text{新增产值 } \Delta S &= \text{由于自然科学技术进步引起的新增产值 } \Delta S_{\text{自科}} \\ &+ \text{由于社会科学技术进步引起的新增产值 } \Delta S_{\text{社科}} \\ &+ \text{由于非科学技术进步引起的新增产值 } \Delta S_{\text{非科}} \end{aligned} \quad (1)$$

新增纯收入或国民收入 ΔS_0 。

$$\begin{aligned} &= \text{由于自然科学技术进步引起的新增纯收入或国民收入 } \Delta S_0_{\text{自科}} \\ &+ \text{由于社会科学技术进步引起的新增纯收入或国民收入 } \Delta S_0_{\text{社科}} \\ &+ \text{由于非科学技术进步引起的新增纯收入或国民收入 } \Delta S_0_{\text{非科}} \end{aligned} \quad (2)$$

因此，我们可以用以下公式求得由于科学技术进步所引起的新增产值和新增纯收入或新增国民收入的数量。即：

$$\Delta S_{\text{科}} = \Delta S_{\text{自科}} + \Delta S_{\text{社科}} \quad (3)$$

$$\Delta S_{\text{科}} = \Delta S - \Delta S_{\text{非科}} \quad (4)$$

$$\Delta S_0_{\text{科}} = \Delta S_0_{\text{自科}} + \Delta S_0_{\text{社科}} \quad (5)$$

$$\Delta S_0_{\text{科}} = \Delta S_0 - \Delta S_0_{\text{非科}} \quad (6)$$

公式中符号同前。公式（3）（5）是正平衡法计算公式，公式（4）（6）是反平衡法计算公式。这两种方法可以根据具体情况选用。对新增产值进行分析有着很多的缺点。我们知道，科学技术的进步往往可以使生产成本降低，但是这种经济效益就不能用新增产值的分析公式计算出来。也有这样一种情况，一个工厂采用了新设备，产值是增加了，但是成本也增加了，而且它的增加数量超过了产值的增加，结果是经济效益下降。象这种情况在产值增长的分析公式中也不能反映出来。如果采用新增纯收入的分析就能克服以上这些缺点。又如，随着劳动者技术水平的提高，生产效率相应提高，劳动工资也随之增加。这种由于劳动者本身的科技进步所带来的劳动者收入增加的经济效益在新增产值和新增纯收入的分析公式中都不能得到反映，但是采用新增国民收入（净产值）的分析公式就可以计算出这种经济效益。所以，新增产值、新增纯收入和新增国民收入这三种分析公式各有各的用处。我们认为，同其他两个公式相比，新增国民收入的分析公式最为完善，它能够反映出科学技术进步所带来的全面的真正的经济效益。下面我们举例说明新增国民收入分析公式的应用。

〔例〕有两个工厂，1980年资金占用量都为100万元，净产值为20万元。到1985年由于技术改造，甲厂资金占用增加50万元，净产值增加到40万元；乙厂资金占用增加50万元，净产值增加到30万元，试问这两个厂的科技进步效果如何？

〔解答〕甲厂原来资金占用100万元，净产值为20万元，百元资金实现净产值为20元。到1985年经过技术改造以后，百元资金实现净产值为26.7元，比原来多6.7元，这就是技术改造所带来的投资经济效益。已知1985年资金占用量总共为150万元，所以科技进步新增的净产值总共为10万元。由此可见，甲厂1985年比1980年新增净产值20万元中有10万元（即一半）为科技进步新增净产值。

乙厂原来资金占用100万元，净产值为20万元，百元资金实现净产值为20元。但到1985

年经过技术改造后，百元资金实现净产值仍为20元，这就是说工厂技术改造所取得的投资经济效果和原来技术所取得的投资经济效果是一样的，因此该厂由于科技进步并没有引起投资经济效果的增加。

从这个例子可以看到，虽然两个工厂都进行了技术改造，都增加了投资，也都新增了净产值，按一般方法，这里新增的净产值常被认为是由于科技进步所带来的。但是根据例子中所用的方法计算来看，乙厂的科技进步并没有增加净产值。所以这里产生了一个很重要的理论方法问题，这就是采用什么方法来计算科学技术进步的经济效果比较合理的问题。我们认为用中国社会科学院数量经济与技术经济研究所1982年提出的《国民经济建设中方案评价试行方法》来评价科学技术进步的经济效益是比较可行的。在上面这个例子中就是近似地采用了《试行方法》中的附加国民收入法。即：由于科技进步新增国民收入

$$\Delta S_{\text{科}} = \left(\frac{\text{新增净产值}}{\text{新增资金占用量}} - \frac{\text{原来净产值}}{\text{原来资金占用量}} \right) \times \text{新增资金占用量}$$

$$= (\text{新增资金的国民收入率} - \text{原来资金的国民收入率}) \times \text{新增资金占用量}$$

$$= \left(\frac{20}{50} - \frac{20}{100} \right) \times 50 = 20 - 10 = 10 \text{ 万元}$$

或

$$= (\text{科技进步后的全部资金国民收入率} - \text{科技进步前的全部资金国民收入率}) \times \text{科技进步后总资金占用量}$$

$$= \left(\frac{40}{150} - \frac{20}{100} \right) \times 150 = 40 - 30 = 10 \text{ 万元}$$

应该指出，采用劳动生产率的提高来衡量科技进步的作用是有道理的。但是考虑到我国劳力多、资金缺的情况，单独采用活劳动生产率指标来衡量科技进步的经济效果是不够理想的，对比之下，采用投资国民收入率指标更为合适。例如，有一个工厂原有资金为100万元，共500人，净产值每年为10万元。根据计算，该厂的投资国民收入率为0.1，劳动生产率为200元/人·年。现在有两个方案。一个方案是新增资金100万元，新增劳力100人，新增净产值为10万元。另一个方案是新增资金100万元，新增劳力1000人，新增净产值为20万元。第一个方案的新增投资国民收入率为0.1，劳动生产率为1000元/人·年，第二个方案的新增投资国民收入率为0.2，劳动生产率为200元/人·年。由此可见，国家投入同样多的资金，第二个方案可比第一个方案多增加净产值10万元，多就业900人，所以第二个方案是比较好的。但是如果以劳动生产率指标来衡量的话，第二个方案就不如第一个方案好。当然，这是比较极端的例子。

上面我们主要是根据工厂企业的情况从方案评价的角度讨论了科学技术进步的经济效果评价方法问题。

下面我们专门讨论一下如何根据现有的和历史的统计资料以及预测资料对科学技术进步的经济效果作出评价的问题。从全国的历史统计资料分析来看，全国劳动生产率是不断提高的，而投资国民收入率是不断下降的，这里有两个方面原因，一是因为生产的劳动装备在不断提高，二是由于过去长时期来不讲究经济效益。比如，一五期间，由于生产劳动装备的提高，投资国民收入率有所下降，但是总的水平还是比较高的。不过这里也有一个原因，因为一五期间的集体企业资金比重大没有计算在投资占用量内。1965年经过调整，全国投资国民收入率为0.55，这是比较好的。但是，由于十年内乱，投资国民收入率不断下降。这几年虽

然注意经济效益，但是从全国平均来看，投资国民收入率并没有什么提高。从工业部门来看，这几年的投资国民收入率是在不断提高，劳动生产率也在不断提高。根据农业统计资料来看，全国农业投资国民收入率一直是不断下降，而劳动生产率是逐年上升的。根据这些实际情况，我们认为不能完全采用投资国民收入率一种指标，也不能完全采用劳动生产率一种指标。这两种指标是从投资和劳动力这两个不同方面去反映科学技术进步的作用，它们有着自己的特点。对于不同国家、不同时期和不同部门应该有不同的要求。我们国家在今后相当长的时期内，资金是缺乏的，而劳动力是比较多的，所以应该把科学技术进步的作用多放在提高投资国民收入率上面，随着今后国家财富的增加，劳动就业问题的解决，自然而然要把科学技术进步的作用更多地移到提高劳动生产率上面。但是这两方面的作用有时不好分开，所以为了综合评价科学技术进步对提高投资国民收入率和劳动生产率的作用，我们可以综合地采用这两个指标，当然根据具体情况也可以采用其中一个指标。下面是计算科技进步作用的三种简单方法：

一、投资占用经济效益算法。这种方法的计算公式如下：

$$\text{科技进步作用率} = \frac{(\text{科技进步后的全部资金国民收入率} - \text{科技进步前的全部资金国民收入率}) \times \text{科技进步后的总资金占用量}}{\text{科技进步后的国民收入总量} - \text{科技进步前的国民收入总量}} \times 100\% \quad (7)$$

二、劳动力占用经济效益算法。这种方法的计算公式如下：

$$\text{科技进步作用率} = \frac{(\text{科技进步后的劳动生产率} - \text{科技进步前的劳动生产率}) \times \text{科技进步后的总劳动力占用量}}{\text{科技进步后的国民收入总量} - \text{科技进步前的国民收入总量}} \times 100\% \quad (8)$$

这里应该说明，公式（8）中所用的劳动生产率指标不是现在常用的每人每年创造多少产值的指标，而是每人每年创造多少国民收入（或纯收入）的指标。

三、综合算法。这种方法的计算公式如下：

$$\text{科技进步作用率} = \frac{1}{2} (\text{按投资国民收入率计算所得的科技进步作用率} \times \text{重要系数} + \text{按劳动生产率计算所得的科技进步作用率} \times \text{重要系数}) \times 100\% \quad (9)$$

综合算法最具有代表性，在它的计算公式（9）中，重要系数要根据具体情况决定。但是，两个重要系数之和应该等于2，每个重要系数依重要程度在0—2之间选择。当投资国民收入率的重要系数为零时，综合算法就变为劳动力占用经济效益算法。反之，当劳动生产率的重要系数为零时，就变为投资占用经济效益算法。在目前来说，全国国民经济平均计算可以采用相同的重要系数，两个作用的重要系数各为1。对于工业部门也可以采用这种计算方法。但是，根据实际情况，农业部门以采用劳动力占用经济效益算法比较合适。这是为什么呢？从统计资料来看，从1953年到1980年，农业净产值平均每年增长2.4%，这些既不是靠扩大耕地，搞粗放式的农业增长起来的，也不是完全靠增加劳动力增长起来的。因为我国耕地总数是在不断减少，平均每年减少460万亩，同时我国的农业净产值的增长速度一直大于农业劳动力的增长速度。由此可见，我国农业劳动力占用经济效益之所以不

断提高，一方面是依靠了诸如农民的精耕细作，农业的水利化、机械化、电气化和化学化，良种推广和土壤改良等等各种自然科学技术的作用，同时也依靠了诸如生产承包责任制、农产品提价以及调动农民积极性的政策措施等等各种社会科学技术的作用。再看一看农业投资的作用，由于许多农业措施如农田基本建设、水利基本建设等等是要花很多投资的，而农产品价格又低，所以，农业投资占用经济效益一直下降。在这种具体情况下，如果采用投资占用经济效益算法来计算科技进步的作用是不合适的。我们认为，比较客观地（当然是近似的）能够反映出科技进步对农业经济发展所起的作用的指标是农业劳动生产率指标。

我们根据历史统计资料，采用上述三种方法对我国科学技术进步的作用进行了计算。计算结果列于下表中。从表中可以看到，从1962年到1980年国民经济全部经济效益大约有33%是由于科技进步造成的；工业经济效益大约有54%是依靠科技进步；农业经济效益大约有64%是依靠科技进步取得的。从1977—1980年，农业经济效益由于社会科学技术和自然科学技术的进步大大提高，大约有81%是依靠科技进步；全国国民经济的发展大约有39%是依靠科学技术的进步。我们认为，以上三种计算方法虽然很不精确，但是比较简单，容易计算，可以近似地算出科技进步的作用。

我国科学技术进步对经济效益提高的作用

单位%

时 期	劳动占用经济效益算法			投资占用经济效益算法			综合算法		
	国民经济全部	工 业	农 业	国民经济全部	工 业	农 业	国民经济全部	工 业	农 业
1962—1980	79	63	64	-14	45	—	33	54	64
1977—1980	78	58	81	0	46	—	39	52	81

测定技术进步对经济增长作用的方法及实例分析

史清琪、陈警、于清文、秦宝庭

目前，世界上许多国家正在围绕着新的世界性技术革命的潮流，调整着自己的科技政策。自党的十一届三中全会以来，我国在科技与经济、社会发展三结合方面已取得了新的可喜的进展。也向我们提出了一项紧迫的任务，就是如何衡量技术进步对经济增长作用的问题。这个问题的解决，将有助于提高计划的科学性，使技术进步对经济增长的影响，成为看得见、摸得着的东西，有利于促进科技与经济、社会发展相结合。

技术进步对经济增长的作用，主要靠四个因素：（1）提高劳动力的素质；（2）提高装备技术水平；（3）改革工艺；（4）提高管理决策水平、就是说，人们在生产中运用科学技术的发明和发现，不断改进生产工具、劳动对象、生产工艺及生产组织，来促进生产的发展。这样使科学“变成了直接的生产力。”（马克思：《政治经济学批判大纲（草案）》）从这个意义上讲，科技进步对经济增长的影响属于内涵的扩大再生产。

一、采用的模型和计算公式

为了准确测算技术进步在国民经济中的作用，关键是要研究活劳动和物化劳动的统一考核问题，目前国内外都在进行研究。我国过去在计划工作中，只注意了劳动生产率，对节约物化劳动注意不够。而依靠技术进步，就是要以较少的资金和能源、原材料，生产更多更好的产品。因此，必须要对活劳动和物化劳动进行综合测算。在具体衡量技术进步作用时，我们采用了四种类型的方法。

（一）生产函数的方法

我们所说的生产函数是一定的生产要素投入量的组合与实际生产的产出量之间的技术关系。这就是直接分析投入量与产出量间的关系。

如果产出量 Y 与资金投入量 K 、劳力投入量 L 成一定的函数关系，则可把投入量与产出量之间的关系写成：

$$Y = A(t) \cdot K^{\alpha} L^{\beta} \quad (1)$$

其中 $A(t)$ 表示技术水平， α 和 β 分别是资金与劳动的产出弹性。由（1）式可递推历年技术水平。

当投入与产生的关系满足其它形式的函数关系时，生产函数也可表达成其它形式。

还可以从增长速度方程的角度来研究技术进步状况。

从一般形式的生产函数

$$Y = F(K, L, t) \quad (2)$$

出发，其中 t 是为表示技术进步作用而设的时间因子，对 Y 求全导数：

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{dK}{dt} + \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dt} \quad (3)$$

两边除以Y:

$$\frac{\frac{dY}{dt}}{Y} = \frac{\frac{\partial Y}{\partial t}}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y} \cdot \frac{\frac{dK}{dt}}{K} + \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y} \cdot \frac{\frac{dL}{dt}}{L} \quad (4)$$

取 $\alpha = \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y}$ 为资金的产出弹性

$\beta = \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y}$ 为劳动的产出弹性

在中性技术进步的情况下 (即技术进步将使两种生产要素按同比例增长),
 $Y = A(t)f(K, L)$, 那末

$$\frac{\frac{\partial Y}{\partial t}}{Y} = \frac{\frac{dA}{dt}}{A}$$

则 (4) 式可进一步写成

$$\frac{\frac{dY}{dt}}{Y} = \frac{\frac{dA}{dt}}{A} + \alpha \frac{\frac{dK}{dt}}{K} + \beta \frac{\frac{dL}{dt}}{L}$$

其中;

$$\frac{\frac{dy}{dt}}{Y} = y \text{——年产值增长速度}$$

$$\frac{\frac{dK}{dt}}{K} = k \text{——年资金增长速度}$$

$$\frac{\frac{dL}{dt}}{L} = l \text{——年劳动增长速度}$$

$$\frac{\frac{dA}{dt}}{A} = a \text{——年技术进步速度}$$

(5) 式可写成

$$y = a + \alpha k + \beta l$$

(6) 式就是增长速度方程, 它表示年产值增长速度是随着年技术进步速度, 年资金增长速度和年劳动增长速度的增加而增加; 或者说在年产值增长速度中, 扣除由于增加资金和劳动造成的产值速度的增加外, 就是技术进步的作用。

(二) 把局部资源利用效率指标组合起来的方法。公式为:

劳动——资金产值率 = 劳动生产率 × 资金产值率

该公式反映经济增长与利用活劳动和物化劳动两种资源的状况, 也被称为科技进步指

标。具体是：劳动生产率反映活劳动的效率，资金产值率反映生产资金的效率，把两者结合起来，是科技进步的直接体现。

（三）把生产资金化为劳动单位的方法

这是一种直接测算全部劳动效率的方法，主要是通过可比系数（可比系数是指生产资金换算成劳动者人数的比例），将生产资金换算成劳动力的单位，使两者可以直接相加。计算方法为：

$$\text{全部劳动效率} = \frac{\text{总产值}}{\text{可比系数} \times \text{生产资金} + \text{劳动者人数}}$$

从上式不难看出，这种计算方法与我们现在所用的计算劳动生产率的方法不同，除了考虑劳动力的合理利用以外，还考虑了合理利用生产资金的因素。

（四）科技进步所带来效益的绝对量的测定方法

这种方法在苏联的计划工作中已被采用。与科技进步对经济增长影响有关的有：国民收入的增长额、利润的增长额、成本的降低额、原材料（包括燃料动力）的节约额、生产资金的节约额等。

根据我国的情况，我们仅对与资金、能源，原材料等有关的公式进行了试算。公式为：

$$\text{原材料节约额} = \text{基期产品原材料消耗额} \times \frac{\text{计算期末总产值}}{\text{基期总产值}} - \text{计算期末产品原材料消耗额}$$

$$\text{生产性固定资产（原值）节约额} = \frac{\text{基期生产性固定资产（原值）的年平均价值}}{\text{基期净产值}} \times \frac{\text{计算期末净产值}}{\text{基期净产值}} - \frac{\text{计算期末生产性固定资产（原值）的年平均价值}}{\text{基期净产值}}$$

这类计算方法，公式比较简单，计算比较方便，但所需数据较多，有些公式，不适合用来分析宏观经济。一些基础工作搞得比较好的单位，可以考虑采用。

二、技术进步预测

应用生产函数研究技术进步问题的目的，一是测定历史上技术进步的状况，二是对未来技术进步状况进行预测，这也是定量估计技术进步作用的重要内容。

下述两个途径可共选择：

（一）从增长速度方程出发

$$y = a + \alpha k + \beta l \quad (7)$$

当预测期的 y 、 k 、 l 均已确定时，只要把 α 和 β 的具体数值代入就可以得到在预测期间的年技术进步速度方程，再按（8）式可递推预测期末的技术水平

$$A_t = A_0 (1 + a)^t$$

其中： A_0 ——基年技术水平；

A_t ——预测期期末技术水平；

t ——预测期限。

最后按下述三个式子分别计算技术进步、资金与劳动对年产值增长速度的贡献：

$$E_{\text{技}} = \frac{a}{y}$$

$$E_{\text{资}} = \frac{\alpha k}{y} \quad (10)$$

$$E_{\text{劳}} = \frac{\beta l}{y} \quad (11)$$

(三) 从具体生产函数出发

这时必须知道反映历史上投入与产出函数关系的具体形式。例如在满足柯布——道格拉斯函数的情况下

$$Y = A(t) \cdot K^\alpha L^\beta \quad (12)$$

把基年水平 Y_0 、 K_0 、 L_0 代入(12)式可得到基年的技术水平 A_0 ，再把预测期末水平 Y_t 、 K_t 和 L_t 代入(12)，便可以得到预测期末的技术水平。

然后根据 A_0 和 A_t 及预测区间的年份 t 计算年技术进步速度

$$a = \sqrt[t]{\frac{A_t}{A_0}} - 1 \quad (13)$$

类似地可求出年产值增长速度、年资金增长速度和年劳动增长速度：

$$y = \sqrt[t]{\frac{Y_t}{Y_0}} - 1 \quad (14)$$

$$k = \sqrt[t]{\frac{K_t}{K_0}} - 1 \quad (15)$$

$$l = \sqrt[t]{\frac{L_t}{L_0}} - 1 \quad (16)$$

最后可根据(9)(10)(11)计算技术进步、资金和劳动对年产值增长速度的贡献。

从增长速度方程进行预测时，会碰到 y 、 k 和 l 如何确定的问题，而从生产函数出发也会碰到如何确定预测期末的 Y 、 K 和 L 的问题，这时需要根据具体情况加以确定，也可以采用适当的预测方法（回归、指数平滑等因果关系分析或时间序列分析的方法）得到。

下面我们通过一些实例说明如何对未来技术进步状况进行预测。

(1) 技术进步对工农业总产值的贡献预测

到本世纪末，我们的战略目标是在不断提高经济效益的前提下力争工农业年总产值翻两番。结合衡量技术进步的贡献，我们对本世纪末技术进步状况进行预测。

首先确定一下产值的年平均增长速度，2000年产值将翻两番，从1980年工农业总产值的7100亿元增加到2000年的28000亿元（4倍），则其年平均增长速度是：

$$y = \sqrt[20]{\frac{28000}{7100}} - 1 = 7.1\%$$

然后确定年劳动增长速度，我们根据工农业劳动者人数的时间序列数据进行回归分析。1952年到1982年我国工农业劳动者人数与时间的关系。可建立下述回归方程：

$$L = -1342472.697 + 696.4060484t$$

相关系数 $r = 0.9852$

$n - 2 = 29$ ，显著度取0.01时 $r_{\text{临}} = 0.456$ ，由于 $r > r_{\text{临}}$ ，故我国工农业劳动者人数同时间的线性关系是显著的。

根据上述回归方程预测2000年我国工农业劳动者人数为5,0339亿人。以1980年为基期，从1981年到2000年的年平均劳动增长速度为：

$$t = 20 \sqrt{\frac{5.0339}{3.5811}} - 1 = 1.7172\%$$

资金的问题，我们设想了几种可能性：2000年资金为1980年的2倍（翻一番）、2.5倍、3倍和4倍（翻两番），相应的年资金增长速度为3.53%、4.69%、5.65%和7.18%。根据（1）～（5）式可预测出达到工农业总产值翻两番相应的年技术进步速度、技术水平和技术进步对年产值增长速度的贡献。

表1 2000年工农业技术进步状况预测

年产值增长速度% ①	年劳动增长速度% ②	资 金 2000年为1980年的 倍数	年资金增长速度% ③	年技术进步速度% ④	2000年的技术水平 指数 ⑤	从1981年到2000年技术进步对年产值增长速度的贡献% ⑥
7.10	1.7172	2	3.53	5.02	2.6634	70.71
		2.2	4.69	4.79	2.5492	67.44
		3	5.65	4.60	2.4583	64.74
		4	7.18	4.29	2.8166	60.53

注：1、取1980年技术水平指数为1，计算2000年的技术水平指数

$$2、④ = ① - \alpha \times ③ - \beta \times ②, ⑤ = 1 \times (1 + ④)^{20} ⑥ = ④ \div ①$$

（2）全民独立核算工业企业技术进步预测

我们仍采用上节所述的增长速度方程进行预测。首先确定投入及产出的年增长速度。假定为完成工农业年总产值翻两番的任务，全民所有制独立核算工业企业的产值将增长3.5倍，即2000年产值为1980年产值的4.5倍，按照水平法计算，年产值增长速度为7.81%。

然后利用1952～1982年全民所有制独立核算工业企业职工人数的时间序列数据进行回归分析。可建立全民所有制独立核算工业职工人数与时间的回归方程式：

$$L = -176291.1261 + 90.58175t$$

相关系数 $r = 0.8857$ 。现在 $n - 2 = 30 - 2 = 28$ ，若显著度 $\alpha = 0.01$ 时，相关系数的临界值 $r_{\text{临}} = 0.463$ ，现在 $r > r_{\text{临}}$ ，故职工人数与时间 t 之间的线性关系很显著。根据上述回归方程预测2000年全民所有制独立核算工业企业职工人数将达4972万人，为1980年职工人数的1.5倍，相应的职工人数年平均增长速度为2.05%。

资金的增长有几种可能性，我们假定2000年的资金增长为1980年的2倍（翻一番）、2.5倍、

表2 全民所有制独立核算工业企业2000年技术进步状况预测

资金及劳动 的产出弹性	年产值增长 速度%	年劳动增长 速度%	资 金 2000年为 1980年的倍 数	年资金增长 速度%	年技术进步 速度%	2000年技术 水平指数	技术进步对 年产值增长 速度的贡献 %
$\alpha = 0.2$	7.81	2.05	2	3.53	5.464	2.8979	69.96
			2.5	4.69	5.232	2.7730	66.99
$\beta = 0.8$			3	5.65	5.040	2.6736	64.53
			4	7.18	4.734	2.5221	60.61

注：以1980年技术水平指数为1，计算2000年的技术水平指数。

8倍和4倍(翻两番)，则相应的年资金增长速度分别为3.53%、4.69%、5.65和7.18%。

作为比较，对全民所有制独立核算工业企业2000年技术进步状况再用生产函数进行预测。若生产函数的具体形式取为柯布——道格拉斯型 $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$ 则技术水平

$$A = \frac{Y}{K^{\alpha}L^{\beta}}$$

2000年资金增长仍假设为1980年的2倍、2.5倍、3倍和4倍。预测结果如下：

表3 用生产函数预测全民所有制独立核算工业企业技术进步状况。

年 份	产 值 (亿元)	资 金 (亿元)	劳 动 (万人)	技术水平 A	年技术进 步 速 度 a	技术进步对年 产值增长速度 贡 献
1980	3867.4	4865.8	3246	1.0988		
2000	17403.3	9731.6	4872	3.1105	5.34	68.37
		12164.5		2.9747	5.11	65.43
		14597.4		2.8682	4.91	62.86
		19463.2		2.7078	4.61	59.03

所得结果与用增长速度方程很接近。

根据上述预测及我们的试算结果，得出以下几点结论：

第一、三十年来技术进步在经济增长中有过重要贡献，但所占比例还比较小，还需要大幅度地提高。

用不同方法计算全国全民所有制独立核算工业企业，从1952年~1982年技术进步对年生产总值增长速度的贡献为20~27%，说明在过去三十年的经济发展中，技术进步起过重要作用，但所占比例还较小。为完成翻两番的任务，到2000年技术水平指数应达2.5~2.9(1980年为1)，相应的年技术进步速度应达4.7~5.5% (52年~82年为2.95%)，从1980年到2000年技术进步贡献应提高到60~70%。

就工农业生产而言，据预测技术水平指数应达2.3~2.7%相应年技术进步速度要应达到4.3~5%，从1980年到2000年，技术进步贡献应为60~70%。

我国在一五期间生产发展比较正常，粉碎“四人帮”后到1982年生产发展越来越正常，在上述较短的历史时期内技术进步贡献也曾达到40%以上。

第二，全部劳动效率和劳动——资金产值率两项指标，在粉碎“四人帮”以后，虽然有起伏，但仍呈逐步上升的趋势。1977—1982年期间，全国全民所有制独立核算工业企业的全部劳动效率的增长为31.73%，同期劳动——资金产值率的增长为51.45%，说明提高得并不快。其中，1980年都有所降低(见图1)，这些变化，应当引起注意。

第三，资金、能源、原材料节约的潜力很大。按当年价格(没有去掉涨价因素)计算的

结果表明，1978年至1981年，全国全民所有制独立核算工业企业原材料(包括燃料动力)和生产性固定资产不但没有节约，反而浪费很大。原材料多耗费96亿元，生产性固定资产多耗费31亿元，这四年间两项多耗费12.7亿元，平均每年32亿元。

以上情况说明，我们要依靠科技进步实现十二大提出的战略目标，尚需做出巨大的努力。

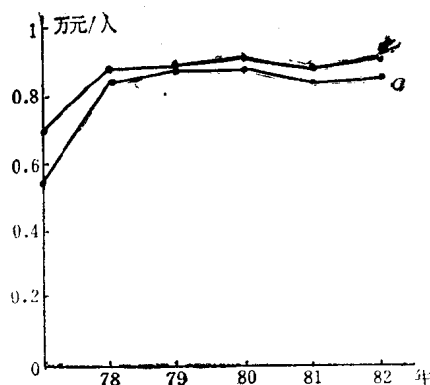


图 1

1977—82年全国全民所有制独立核算工业企业劳动——
资金产值率G和全部劳动效率V