

仪器仪表新产品的 经济核算

〔苏〕A.C.科索 著

7.437

机械工业出版社

本书介绍了仪器仪表的技术经济指标和社会经济指标的核算方法,是设计各类仪器仪表,电子设备、自动化测量控制系统时进行经济方案分析的一本实用参考书。翻译出版本书的目的,是在提高仪器仪表及软件的性能,如快速性、可靠性的同时,处理好技术经济问题,以求得较高的设计经济性,即以最低成本获得最好的技术性能。

本书可供各类仪器仪表及电子产品企事业的设计和工艺人员参考,也可供仪器仪表专业的大学生和高等学校技术经济专业的师生阅读。

Экономические расчеты

В приборостроении

А. С. Консон

Москва «Высшая школа» 1983

* * *

仪器仪表新产品的经济核算

[苏] А. С. 科索 著

陈杏蒲 陈云山 译

郭志坚 邸生才 校

*

责任编辑:卢若薇 责任校对:刘思碚

封面设计:方 芬 版式设计:张世琴

责任印制:尹德伦

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

河北涞水县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092 $\frac{1}{32}$ ·印张5 $\frac{3}{4}$ ·字数125千字

1991年1月北京第一版 1991年1月河北第一次印刷

印数 001—700·定价:4.80元

*

ISBN 7-111-02457-5/TH·404

编者的话

实现国民经济现代化，一项重要的任务是加速科学技术的进步，以推动经济和社会生产力的快速发展，提高经济效益，不断提高人民的生活水平。这就要求在生产、科学研究和设计工作中发挥开发和创造的精神，生产高技术水平和高质量的各种新型产品，并采用新工艺，使产品具有更高的技术性能和经济性。

本书1973年第一次出版，受到读者和评论者的好评^①。作者又广泛收集国内外文献中关于研究设计各种新型仪器仪表及测量控制系统的有关经济分析方面的实用资料，并总结本身讲授和指导大学生写毕业论文的实际经验，对本书进行重新修订，于1983年第二次出版。

本书是苏联在仪器仪表、电子专业方面的第一本经济分析参考书^②，是经济工程师的一本实用指导手册。本书叙述的内容就是如何把不断发展的新技术和经济动态结合起来，并提出实用的分析方法和计算方法以求得数量化的概念。自本书第一次出版以来，出现了许多新的仪表制造技术，并以迅猛的速度发展前沿产品，如大规模集成电路，超大规模集成电路，数字仪表，微处理器，微型计算机，新型的自动化

① 《仪器与控制系统》，1974，№ 3；

《光机械工业》，1975，№ 1；

《测量技术》，1974，№ 5。

② КОНЦОВ А. С. 著《仪器制造经济学》М.，高等学校，1980年，p.573(本书是该书的附录本)。

测量控制系统和人造卫星通讯。因此，在仪表制造业的各个领域中都反映出为改进和完善其它许多类型的系统和仪表所出现的技术进步。作者力求说明发展各种类型系统和仪表间的相互关系。这就是说，在这一个领域中这一类产品所获得的成果，可以迅速应用于其他类别的产品中。经济论证是工程师在设计工作中必须具备的技能因素之一。也就是说，他所采用的技术决策，生产每种产品和设计每个产品时都要有经济论证。作者力求通过本书帮助工程师们提高这方面的素质。本书对接触先进技术的科研技术人员，提高设计水平，处理好技术决策前的经济分析和进行经济论证是十分有益的。相信本书会受到读者的广泛欢迎，并能达到预期目的。

目 录

编者的话

第一章 经济效益决策的探寻和系统(仪表)设计经济

部分的内容..... 1

第一节 探寻最佳经济效益技术决策的必要性 1

第二节 研究对研制系统(仪表)的要求 4

第三节 对系统(仪表)发展趋势的研究 6

第四节 对研制系统(仪表)重要参数如何完善化的预测 性研究 8

第五节 对根据各种不同原理构成系统(仪表)的优越性 的分析10

第六节 对系统采用新结构原理的优缺点分析11

第七节 对研制系统(仪表)元件和工艺过程优缺点 的分析15

第八节 系统(仪表)设计经济部分的内容19

第二章 对更新试制系统(仪表)技术水平的评价.....22

第一节 明确研制系统和仪表必须有评价技术水平的指标22

第二节 扩大更新研制系统(仪表)的应用领域25

第三节 评价研制系统、仪表和工艺过程的技术条件时 作为 比较的项目及参数28

第四节 评价更新研制系统(仪表)技术水平的方法34

第三章 提高新型系统(仪表)快速动作、可靠性和寿 命的技术经济问题及其程序保证37

第一节 提高系统和仪表快速动作的技术经济问题37

第二节 提高最新型系统(仪表)可靠性的技术经济问题及程

	序保证	43
第三节	提高新型系统和仪表的寿命以及程序保证的技术经济问题	65
第四章	新设计系统(仪表)的批发价格及其随时间降低的计算方法	70
第一节	制造系统(仪表)所需外购产品、材料和生产工人基本工资价值计算	70
第二节	研制系统(仪表)的成本及批发价格的汇总计算	75
第三节	批发价格的近似概算及随时间降价后研制系统(仪表)价格的近似概算方法	76
第四节	将成品率计算在内计算仪表的成本	81
第五章	对比型系统(仪表)投资方案及使用费用的计算和对比	86
第一节	对比型系统的投资计算和对比	86
第二节	对比型系统使用费用的计算和对比	90
第六章	系统、仪表和工艺设计的年经济效益及综合指标	97
第一节	采用新系统(仪表)后的经济效益	97
第二节	设计系统(仪表)的货币年经济效益和设计的货币经济潜力的计算方法	101
第三节	系统(仪表)设计的综合经济指标	104
第四节	系统(仪表)设计和工艺过程设计的综合技术经济指标	111
第五节	新系统(仪表)的综合经济指标、质量技术指标和社会优势	114
第六节	系统设计时间的计算	117
第七章	程序和算法设计的经济论据	121
第一节	设计费用计算方法和程序(算法)价格	121
第二节	对比方案的投资与经营支出的计算方法	123



VI

第三节	节省经费的程序设计(算法)的综合经济指标	126
第四节	可改善重要质量指标的程序综合经济指标	127
第五节	改善质量参数的程序设计综合指标	129
第八章	系统(仪表)最新基础元件和程序保证进一步 完善的技术经济问题	132
第一节	集成电路进一步完善的技术经济问题	132
第二节	进一步完善微处理器的技术经济问题	146
第三节	进一步完善微型计算机的技术经济问题	157
第四节	进一步完善存储器的技术经济问题	166
第五节	进一步完善软件的技术经济问题	173
参考文献		177

第一章 经济效益决策的探寻 和系统(仪表)设计 经济部分的内容

第一节 探寻最佳经济效益技术决策的必要性

工程师在创制高经济效益产品工作中的作用 苏共第二十六届全国代表大会向苏联仪器仪表制造业提出了新的重大任务。由于社会对这一部门产品的需求日益增长,使该工业部门具有不断变化的特点。现代仪器仪表制造业的典型特点,就是高经济效益产品投产的期限缩短,产品更新换代迅速,品种繁多。每一个工程师都应努力创制高技术水平、高质量和高经济效益的产品。因为这关系到他所任职的科研生产联合公司(НПО)⊙经济活动的声望。要达到这些目的,首先应依靠在试制新型仪表、新系统过程中积累的各种产品结构和制造工艺的优点。

对最佳经济效益决策的选择,在很大程度上取决于工程师的天赋。因此,在科研设计试制工作中力求配备具有创造性的专家。他们能够保证新系统、新仪表的研制及试制程序具有独创性。工程师的天才正是在他的专业活动中得到充分发挥的。对于仪器仪表生产联合公司来说,最珍贵的是那些正在前人从未走过的道路上迈进的进行探索的专家们。在他

⊙ 此处及下文所指 НПО 就是指生产联合体,以及不属于联合体的大型企业。

们身上显示出创造性，敢于突破科学研究院（设计局）传统的工作作风，在新型仪器仪表和新系统中采用大规模集成电路。当前的主要工作是系统设计和加工工艺。1985年将研制出评价研究人员、试制人员和生产工程师的劳动生产率所必需的技术工具。

保证经常引入新的设计思想 为了明确目标，需要进行研究(科研工作)，为了实现目标，需要进行研制(OKP)。要善于明确目标，把正确的思想贯彻到新的系统中加以实现，这是一件很重要的事。作为科研设计试制工作的领导者，其主要任务就是保证经常输入新的设计思想。对科研生产联合公司下属的各个单位应及时发现创造发明和合理化建议，及时加以检验，确定其经济效益，迅速贯彻到生产中去。

科研生产联合公司应努力巩固本身在相应技术范围内第一个发掘人的作用，能成为本专业范围内在科学、技术方面的先驱者，这是很重要的。因为如没有这种雄心，就不会有技术革新。每一个新系统、新型仪器仪表的革新者应对新的设计思想有灵敏的反应，关心在仪器仪表制造第一线上所出现的新思想。不仅保证科学研究工作达到高水平，而且迅速地将科研成果投入生产。应鼓励全体职工致力于创造发明和合理化建议活动，这是一件十分重要的事。应及时发现具有独特性、冒险性的思想。这种思想可能成为重大发明创造的源泉。有许多第一眼看起来是“荒诞”的思想，但后来却给公司带来很大的效益。在执行科研设计试制工作时，不应害怕风险，因它很可能会给联合公司的发展带来好运气。

与用户保持密切关系 科技研究与试制工作者应与用户保持密切的工作关系。在某些情况下，一种新系统尚在试制过程中，如何贯彻，往往开始不十分清楚，需向使用这种新系

统(仪器仪表)的用户咨询。新系统的使用者除要求所制造的产品有头等质量外,还应要求设备质量优良,并按时完成订货。科研生产联合公司与其他部门相比较,它具有很大优点,不仅为市场生产产品,而且要保证所生产的系统(仪器仪表)在使用期中的技术服务工作。

联合公司应将技术革新成果及时贯彻到生产中,应善于吸取其他制造厂的经验,使本公司制造出最完善的产品。联合公司应善于将其他联合公司系统中所具有的优点集中起来,成为完整的优点贯彻到新系统中。

新的技术决策可能同时出现在数个地方 在科学技术工作中同一种思想往往同时出现在各个不同地方。假如生活要求有新的技术决策,则应有研究这方面工作的相当数量的专家保证它的可能性,也就是这种技术决策将同时在各个不同的研究小组中找到。如“飞利浦”和“IBM”两个公司曾于1972年2月中旬将 I^2L 集成喷射式逻辑线路作为第一批公报发表于集成电路的国际会议上,前后相隔仅几分钟。一种完全是新的线路试制工作,很多时候不一定要求先去突破某种界限。最先进并有远见性的线路常常是根据很简单的设计思想设计成的,而且在各个地方同时出现。

争论的问题 在技术发展中存在争论问题。如当前对于数据变换器的生产,存在微处理器和数据变换器是否联结在一个芯片上的争论问题。这种联结法的赞成者证明,虽然联结后比以前更加专业化,但把微处理器与变换器联结在同一个芯片上后,用在小轿车上将更合理。但这种思想的反对者认为,问题不应只是专业化,而是使集成线路复杂化了,其结果提高了集成线路的水平,造成的结果是使制造这种产品不合算。当然,类似这样的事情,不经过深入的技术经济分

析和经济效益核算是不可能得出正确的答案的。

下面继续研究两种仪器仪表(系统)设计方案的相对优点。研究工作者常常开发出可以超越前两种方法的第3种方法。

第二节 研究对研制系统(仪表)的要求

明确研制工作的要求 对每一种系统和仪表的研制工作都可能提出某些最重要的要求。在研制任何一种测量系统时,首先必须保证仪表最大的合格率,最高的可靠性,最低的成本和价格。研制出来的测量系统的结构应与其制造工艺过程很好地相配合。同时,应力争使工程技术人员能用自己的全部力量来保证和支持工艺过程,使其达到最高水平。被研制成的一般日常所用系统和仪表应按本身的可能功能具有有利的和必要的条件,而其价格——只达到在日常生活中的使用价值。研制一种系统的最大意义在于正确制定技术条件,其内容应包括对系统和仪表的一系列实际参数定出精确的指标。

随着今后的技术发展,主要的技术要求可能有变化。因此,70年代要研制电子数字计算机,主要应注意降低每一道用电子仪器加工的操作工序的成本。80年代研制电子数字计算机的主要任务在于减少利用电子数字计算机来解决各种问题时所需的费用。

对系统和仪表在使用方面的要求 目前用户都要求新的系统和仪器在现代化技术和研究工作中使用起来方便。其实,这种要求并非总是能得到满足的。例如,当工作中要求终端使用电子逻辑技术时,而所使用设备的终端对数据的处理普遍是用数字式或是文字式,这样可能发生各种不利的情况,使

眼睛疲乏, 视力减退, 直到得了想像不到的一种疾病, 如肩痛, 心绪不宁和抑郁。其中原因可能由于电子, 例如, 由于闪光频率或者电子逻辑技术的颜色, 以及系统内的机械部分原因。要大大减少操作者对这种结构决策的选择。只有使用接入电缆的单个键盘, 这种键盘是倾斜、旋转的, 并且带不闪光的屏幕。

别忘了还有程序仪器。在自动化结构的设备中(材料的分配, 页数打号, 编制表格或编内容目录以及编制内容索引等), 有许多繁重或重复的工序, 目前是利用程序仪器作为自动机器使用的。

由各方用户对系统提出各种要求 各方用户对这一种或那一种系统所提出来的要求往往是各种各样的。如对家用的立体摄影仪器的最主要要求是音响的质量, 而对这种仪器使用方便的要求已退到第二位了。对于小轿车用立体声仪器的主要要求是具有完整的一系列特性, 这些特性能保证使用这种仪器后可以大大简化驾驶员的操作。

电力和汽油价格的提高对系统结构改进的挑战 由于电能价格的提高, 提高电动机效率的问题即成为需迫切解决的问题了。供给电动机消耗的能源应相当于它所获的功效。建立起根据负荷能调整交流电动机速度的一系列电子控制器, 可以大大节省由于使用电机械调节器需消耗的电能。因提高电动机的效率所化的附加基本投资需半年才能得到补偿。以前生产的彩色电视机的功率与新生产的使用 66 cm 电子显像管的电视机相比, 从 350~380 V 降到 100 V, 而现在已降到 35 V。也就是说消耗功率降低到低于日常所用灯泡所消耗的平均功率。

目前力求研制出用微处理器操纵的小轿车电动机, 这样

当移动速度很慢时不是所有汽缸都工作。由此,按城市行驶规则燃料消耗可节省 35% 以上,而在郊区公路行驶,以每小时 90 km 计算可以节省 12%^①。

第三节 对系统(仪表)发展趋势的研究

对系统和仪表各种发展趋势研究的必要性 为了更新系统和使仪表能更充分地反映本产品的发展方向,就必须研究其趋势,这样才使我们的研制者能完成更新系统(仪表)的任务,能反映出在本领域内的所有先进趋势。特别是对计算技术装置的发展更要研究他们的发展趋势。

工业机器人的发展趋势 目前工业机器人完善化的趋势是尽可能地减少移动部分的重量,提高电动和液动传动的性能,提高移动的准确性和定位的准确性,扩展控制系统,提高其柔性和创制诊断缺陷系统的可能性。预测到 1990 年机器人应用的情况可以在批量和大批量生产中将焊工减少 50%,可以将涂漆工人减少 90%^②。更值得注意的是目前正在研制并生产机器人装配工。预测到 1985 年将有 20%,1995 年有 50% 的装配工序将由工业机器人来完成^③。按照另一预测,到 1985 年汽车工厂装配的机器人化将达到 15%^④,汽车工业将成为工业机器人最大的用户。不久前在日本一个汽车公司的装配车间内,把小轿车的车门安装在车体上这一工序已经使用工业机器人。这个公司现在正在研制另一种工业机器人^⑤,能将油漆好的门取下,然后还能够把车座

① 《电子学》, 1981, No 16, p. 14。

② 《国外无线电电子学》1981, No 10, p. 25。

③ EDN, 1980, No 8, p. 16。

④ 《国外无线电电子学》1981, No 10, p. 25。

⑤ 《电子学》[98]No 18, p. 118。

自动放好。取下的门放在传送带上，与机器装配过程中的车体平行移动，然后由另一个机器人将门安装在本身位置上。目前袖珍式计算器的高效率装配也是用工业机器人，这种机器人配备有视觉盒。有两个日本工厂共同研制了巨型机器人，在海底 300~600 m 深处进行铺设管线的工作。

控制测量仪器的发展趋势 目前在数字式装置中控制测量仪器完善化的基本方向是研制更完善的接口母线，以保证控制复杂数据装置的可能性。创制标准的软件库，它包含许多典型化试验程序，可简化一般试验程序。在被试装置上还要改进接入的接口，以达到经济性和保证快速程序测量参数的可能性。

家用仪表和系统的发展趋势 家用仪表和系统发展趋势的基本方向是：提高它们的使用质量和扩展其功能，如提高各类产品的伴音质量。更新家用仪表设备，应用新的元件，如采用大规模集成电路和微处理器。在这类仪表内广泛应用数字技术，即在家用仪表和系统中应用模数结构。

磁带录像机的发展趋势 磁带录像机的主要发展趋势是提高不间断的录像-再现的连续性，提高使用的方便性（应用计时器可使录像程序提前 8~10 天；利用远程控制；借助内装的调试图像发生器来简化电视机对录像机输出信号的调整）；应用微处理器实现各种功能自动化。为了提高磁带录像的质量，采用装有自动寻找所需录像的记忆装置和自动倒转系统及带有液晶发光二极管的显示器。目前的情况很明显，携带式的录音机将被录像机所代替，所谓录像机就是内部装有磁带录像盒的电视机。也可以预想，将来会普及一种将电视机、录像机、磁带录像机和带时钟的收音机组合在一个外壳内的组合装置。

微处理器的发展趋势 微处理器的主要发展趋势是功能多样化,改进性能,扩大用途,降低成本和价格。

单晶体微型电子计算机的发展趋势 微型电子计算机的主要发展趋势是:创制廉价的专用控制器;研制通用的控制器及电路,在这一基础上生产不同种类的计算机;增加位数;串联输入-输出功能的外延以及过渡到CMOC工艺以降低消耗功率;进一步扩大内附O3Y(只读寄存器)和П3Y(读写寄存器)的信息容量;带有只读寄存器的微型电子计算机会得到更大的发展;在统一芯片中引入模拟数字变换器。

用于识别手写符号的图像显示器的基本发展方向 目前用于识别手写符号的图像显示器有四个明显的发展方向:研制标准化且使用方便的综合模块,使用它人们很容易去写一些容易为机器所识别的符号;加强对创制书写符号和接收的复杂过程基础性的心理学的研究;包括对一个或几个符号的不同形状及其组成的原型的研究;系统对不同特征进行系统化挑选并使识别方法的组合合理化,以提高不同机器的功能;应用文法上的,语言学的上下文的信息来区别不同符号相近笔划的无法确定情况。

第四节 对研制系统(仪表)重要参数

如何完善化的预测性研究

对所研制产品参数完善化作出预测的必要性 每一个研究设计专家必须预测仪表和系统的发展,包括科研生产联合公司生产的产品,都需要预测10年以后的发展。因此,要考虑到长远发展的前景,以及还处于试验室阶段的这些系统的完善化。在评价一些系统(仪表)发展前景的会议上,科研生产联合公司的工作人员必须进行辩论,择优并提出各种意见,

这就提供了一种创造的气氛。为此目的必须在各个不同的科研生产联合公司的工作人员之间进行广泛的接触和交换意见。

对 32 位微电子数字计算机四种 研制方案 优缺点的分析举例 在研制这些机器中应根据已订购的大规模集成电路成品组件；成品和订购仪器的组合件；以及利用半导体矩阵工艺作为基础进行分析。因此，能对每一种方案提出技术性和经济效益方面优缺点的评价。经过详细的技术经济分析后，表明最有效的方案是半导体矩阵工艺。半导体矩阵就是将一组有源和无源器件按标准化规定组合排列在芯片上，在制造过程中这些器件间的联接只需 1 个或数个最后一道工序的模板。订制这种矩阵的线路图是很便宜的，设计和制造的周期很短，应用也简单。

对商业通讯卫星系统重要参数的选择及其完善化的预测 为了要进行预测，必须在本部门内有权威。首先最重要的是正确选择本系统(仪表)的那些参数，并且进一步为完善这些参数作出必要的预测。这些重要参数应能代表本系统的性能，但数量不能太多。对商业卫星通讯系统两个重要指标完善化所进行的预测见表 1.1。

表 1.1 第一个商用通讯卫星系统 INTELSAT 的发展情况①

年 份	卫 星 年 谱	重 量 (kg)	象征通讯信息容 量的电话通道数
1966 年	第一个通讯卫星“幼鸟”	39	240
1980 年	第四代 INTELSAT-IVA 通讯卫星	863	6000
近期前景	INTELSAT-V 通讯卫星	967	1200

① 《国外无线电电子学》，1980，No. 3，p. 97。

微处理机存贮容量的预测 对微处理机的重要预测是指存贮容量的预测。分为对读写寄存器(Π3Y)内存容量和带随机寄存器(3YΠB)容量的预测。对任何一种型号的微处理机,都是预测其读写寄存器和随机寄存器存贮容量的变化(见表1.2)。对带随机寄存器内存容量的微处理机仅预测到1985年。

表 1.2 微处理器的存贮容量值①

微处理器型别	存贮类别	单 位	存 贮 容 量			
			1979 年	1981 年	1983 年	1985 年
读写寄存器 (Π3Y) 内存贮容量	Π3Y	千 位	4	16	60	
	3YΠB	千 位	256 位	1	4	
随机寄存器 (3YΠB) 内存贮容量	Π3Y	千 位	128	128	128	128
	3YΠB	千 位	512 位	2	8	32

① 《国外无线电电子学》. 1979, No.13, p.21。

对触发器和逻辑器大规模集成电路重要参数的预测 对最先进的触发器和逻辑器大规模集成电路重要参数的预测是

表 1.3 逻辑大规模集成电路的滞后时间和触发器的
触发时间在采用最先进的大规模集成电路后的时
间平均值①

大规模集成电路的 装置类别	大规模集成电路 类型	1979 年	1980 年	1985 年
触 发 器 触发的平均时间 (ns)	MOS	150	40	10
	双极性	15	4	2
逻 辑 器 滞后的平均时间 (ns)	MOS	15~50	5~15	2~5
	双极性	4~40	3~10	2~4

① 《电子学》, 1979, No 20, p.28。