

标准化对象参数最佳化系统

科学技术文献出版社

标准化对象参数最佳化系统

〔苏〕В.В.ТКАЧЕНКО Ю.Т.АЛЕКСЕЕВ

Д.М.КОМАРОВ著

何振华 陈志田 译
杜文元 高 杰

科学技术文献出版社

标准化对象参数最佳化系统

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₃₂ 印张：6.5 字数：140千字

1980年2月北京第一版第一次印刷

印数：1—8,200册

科技新书目：144—16

统一书号：17176·228 定价：0.60元

前 言

《标准化对象参数最佳化系统》（原书名：Система оптимизации параметров объектов стандартизации）是苏联于1977年出版的有关标准化对象参数最佳化问题的专题著作之一。本书比较系统地论述了有关标准化对象参数最佳化的有关问题。近年来，苏联标准化部门十分重视这一课题的研究与推广。他们认为，不断地完善标准化对象参数最佳化的方法是一项极为重要的国民经济课题。从根本上讲，产品质量和生产效率取决于这一课题的解决。而质量的最佳化又是一个十分繁杂的问题，这是由于它同大量的科学技术问题、经济问题、社会问题以及实验方法、理论方法和直观方法关系十分密切。

全书共分四章，在第一章中阐述了有关在最佳化时所应用的一些主要概念，对最佳化的结果、最佳化方法和方法论提出了要求，并对使用那些已知的局部论证质量的方法建立最佳化系统的可能性作了说明。此外还论证了这些方法无论是个别的还是就总体而言均不能作为制定有效的质量最佳化系统的方法论基础，为了建立这样的系统，如上所述，必须应用现代的最佳化理论，在这一理论中局部保证质量的方法仅是作为单独的关系式加以利用的。这一极其重要的结论构成了最佳化系统概念。

第二章扼要地给出了质量最佳化理论的主要原理。在此种情况下重点阐述了编制最佳化数学模型的方法。

第三章的主要目的在于对前面所提到的各种概念给以充

分的明确性，以便在进行质量最佳化时使那些十分科学的方法有可能加以应用。

第四章主要阐述了标准化对象参数自动最佳化系统（АСОПС 系统）的结构及其在质量管理和标准化方面的应用。

书中主要阐述有关建立和应用最佳化系统的方法论和方法诸问题。此外，还对建立质量最佳化的方法作了论证，从而有助于使这些方法得到进一步的完善。

本书承蒙中国科学院计算技术研究所研究员徐厥中同志审校，特致谢意！

《国外标准化动态》编辑部

目 录

前 言

第一章	对标准化对象参数最佳化系统的要求·····	(1)
-----	-----------------------	-----

第二章	标准化对象参数最佳化问题的算法基础·····	(38)
-----	------------------------	------

标准化对象参数最佳化的原理图·····	(38)
---------------------	------

标准化对象参数最佳化的预测方法·····	(54)
----------------------	------

标准化对象参数最佳化的数学模型系统·····	(62)
------------------------	------

第三章	效果(效应)和质量的综合指标(主要概念的明确规定)·····	(95)
-----	--------------------------------	------

效果及其与质量的关系·····	(95)
-----------------	------

质量的综合指标·····	(118)
--------------	-------

第四章	标准化对象参数自动最佳化系统(АСОПС)的结构和使用原理·····	(144)
-----	------------------------------------	-------

АСОПС方法学文件及技术规范文件的文综·····	(144)
---------------------------	-------

АСОПС系统在标准化及质量管理中的应用·····	(159)
---------------------------	-------

第一章 对标准化对象参数最佳化系统的要求

这一章的目的在于使读者对标准化对象参数最佳化的主要概念有一个初步的认识，并对最佳化方法的选择和建立最佳化系统的构思加以论证。在本书第三章中将对主要概念做出详尽的阐述，也就是说，在第二章中阐明了最佳化主要任务的算法的基础之后再来确定主要概念。

主要概念 产品质量的最佳化同一系列过程的最佳化有着十分密切的联系，诸如质量管理，加工工艺过程，修理过程，使用过程等。此外，考虑到产品质量最佳化的方法和这些过程的相近性，最好应使产品质量最佳化方法同与其加工、制造、流通和使用密切相关的各种过程都概括在一个系统之中。

这样的系统不仅应在制订标准时使用，就是在规划提高质量的时候，在编制技术法规、技术条件和标准化对象本身的时候也应该使用。

上述对象的最佳化方法的特性，最佳化本身对于国民经济的重要性提供了这样的基础，那就是可以将这些方法分为各个单独的系统，尽管它们同在最佳管理理论中、在复杂的系统的程序研究和作出决定的理论中所阐明的其它对象的最佳化方法有着许多共同之处。

对于提高产品质量这一任务不应只理解为这样一种意义：即必须提高产品质量的技术指标或物理化学指标。实际

上提高速度、功率、精确性、可靠性和标准化对象其它指标并不经常是适当的，因为这可以在相应投资的基础上来达到。这些投资应该通过获得相应效应的途径予以回收。现在就存在着在数值方面已经确定了的产品质量指标，使用这种指标可以达到最大的生产效率。上述情况不仅适用于产品质量，也适用于任何标准化对象。

标准化对象参数的最佳化在于从多数可行的方案中确定出这样的参数，即在使用这类参数的情况下能够最好地利用国民经济的可能性，也就是最全面地满足需要，或者在不破坏有效的约束条件的情况下最全面地达到另一给定目标。凡能满足这一条件的参数就是最佳参数，而与此相适应的质量水平就是最佳质量水平。

如果给定产品的制定、生产和使用的总投资，那么在其参数保持最佳数值的情况下可以从这类产品的生产和使用中达到最大效应（从该目标的观点来看）。

如果给定产品生产和使用的效应，那么在参数保持最佳数值的情况下，可以在对该类产品的制定、生产和使用付于最小总投资的条件下达到这种效应。

在这里需要指出，对于标准化对象参数最佳化而言，必须对以下诸项进行定量评定：

对象参数；

产品生产和使用的效应，这种效应能够满足人民和国民经济的需要或者达到其它目标；

产品的制定、制造和使用的投资；

制定、制造和使用的目标；

方案的可行性。

因此，可以看出，在对质量进行最佳化时应该应用的主要概念是：效应，投资，目标，可行方案^①，以及对象参数。在这里将对这些概念作初步的阐述，以后再作详尽而精确的说明。

效应 从给定的目标衡量，从对象的制造（建立）和应用（职能）中所获得的较理想的结果叫作效应。相反，从对象的制造（建立）和应用（职能）中所获得的不好的结果叫作投资。

效应和投资在一般情况下分别不同于对象建立和应用过程的出量（ВЫХОД）和入量（ВХОД）。上述过程所必需的组成部分（如干部，情报，能源，材料，财政资金等）以及在这一过程中可能耗费掉的东西，我们称其为入量（ВХОД）。对象的建立和应用过程的结果我们则称之为出量（ВЫХОД）。因此，出量和入量这两个概念同效应和投资这两个概念的区别在于它们不考虑该组成部分的适当性与不适当性，而只考虑在最佳化对象建立和应用过程之前和在该过程之后是否存在这种适当性和不适当性。在许多情况下，对于某一过程所必需的某些组成部分（例如在许多工艺程序中的化学反应的催化剂，空气和水）在该过程的前后是存在着的。在此种情况下，这样的组成部分既是入量又是出量。而其数值则可以随着生产而发生变化（增加或减少）。出量常常就是效应。但是在有害出量的情况下（例如影响人民健康的大气污染）它却属于投资。相反，入量常常是投资。但有时也可以是效应（例如，在最佳化对象的建立和应用过程中

① 这一概念可以用约束条件概念代替。

要被消除的有害物质)。

效应可以满足人民和国民经济的各种需求，可以达到标准化对象所给定的技术特性，还可以达到各种各样的经济目的，社会目的和其它目的。

效应 $\bar{\Theta}$ 和投资 $\bar{3}$ 在一般情况下都是向量，也就是说，它们是由某些组分构成的，这些组分分别通过 $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3, \dots, \Theta_{n\Theta}$ 和 $3_1, 3_2, \dots, 3_{n3}$ 来表示，其中 $n\Theta$ 和 $n3$ 是效应和投资的已被考虑到的组成的相应数。例如，从汽车的制造和使用中所产生的效应是由下列组分构成的：货运，客运，设计师、工艺师和工人级别的提高，一系列工业部门的发展等。在此种情况下构成投资的组分是：材料和劳动资源的消耗，设备的折旧提成（改造设备的投资），大气污染等。

实际上评定效应和投资的形式不外以下三种：

1. 技术形式：在此种情况下，除了技术单位（长度，时间，力，功率等）外，不使用其它测量单位。因此，效应可以只用技术单位测定，而投资则不予说明或者相反；
2. 价值（货币）形式：在此种情况下使用货币单位，但同时可以使用技术单位，例如效应使用技术单位或货币单位测定，而投资则用货币单位测定；
3. 有益形式：在此种情况下测定效应或投资时使用假定单位（级，有益性刻度单位，优先刻度单位），还可以使用技术单位和货币单位。

只有在具有一定目标的情况下最佳化才具有一定的意义。在此种情况下，按照目标相互作用的逻辑，目标总是最接近的，例如，设计一种航空仪器，它能够保证给定的测量精度，并且在将来能够提高使用上述仪器的航行的准确性，

或者能够保证独立的航行。目标可以是技术性的，经济性的和社会性的。它们在全国性的和区域性的各种各样的范围内可以是个别的，也可以是集团性的。在进行最佳化时必须使目标体现出同对象的最佳化参数的依赖关系。

对象参数最佳化时的允许方案系由在给定的时间过程中科学技术可能性的约束条件，具备专门技能的干部和劳动资源，生产可能性以及安全技术约束条件等来决定。

对象的允许方案还受在最佳化时必须加以考虑的自然法则和社会法则的约束。这些法则对最佳化的结果具有决定性的影响。

需要着重指出，有时允许方案的数量可能是无限大的，只有在进行某种最佳化之后，才能使允许方案达到有限的数量。

最佳化时对象的最佳参数应该是可变的，根据它们来确定效应或效率。按照苏联标准ГОСТ 15467—70规定，包括在质量成分中的产品性质的数量特性就是质量指标，这类数量特性适用于产品的建立和使用或者需要的已定的条件。因此，质量指标就是对象的参数。但是某一些参数也可能对质量没有影响。

最佳化方法可以具有各种不同的完善程度，而与此有关的在给定的（约束）条件下接近于最大可能效率的程度同样也是各不相同的。

近几十年来，在技术实践中发生着下述过程：应用最佳化数学方法的范围不断扩大以取代直观的方法和实验的方法，其目的在于提高最佳化的质量，在于加速和简化新产品的制定过程。

这一类方法很早已经成为一系列建筑部门、机器制造部门和仪器制造部门科学技术进步的极其重要的因素。但是，对产品质量要求最佳化数学方法的应用却由于这些任务的各种各样性及其形式化的困难而产生困难。

现在，随着产品具体种类设计理论和实践的发展以及电子计算机和数学保证方法理论和实践的发展，已为克服上述困难建立了条件。

对标准化对象参数最佳化系统的要求

直接影响生产效率、使用效率的只有最佳化的最终结果，也就是在技术任务书、设计和标准的技术条件中积聚的要求数值。但是这些要求本身取决于所采用的最佳化方法，而这样的方法则取决于方法论。因此，下面对要求的三种水平——最佳化的结果、方法和方法论加以阐述。

对最佳化结果的要求 对最佳化结果提出如下要求：精确性，完备性，详尽性，适时性，结果特性的评定（感觉性）。

对最佳化精确性的要求是主要要求，所谓最佳化精确性也就是通过计算（或实验）获得的最佳质量指标同实际最佳指标的近似程度。

通过计算获得的最佳指标 P_{optp} 与实际最佳指标 P_{opt} 的偏差

$$\Delta P = P_{optp} - P_{opt}$$

或者最佳化目标函数的相应偏差

$$\Delta \Pi = \Pi_{optp} - \Pi_{opt}$$

可以作为最佳化精度的单位，式中的 Π_{optp} 和 Π_{opt} 是在通过计算获得的参数值相应于实际最佳参数值情况下的目标函

数值。

因为 ΔP 和 ΔH 的误差是随机量，因而对其特性而言，可以应用相应的数学机缘（Математическое ожидание）和平均乘方偏差。

最佳化结果的完备性表征着最佳化对象实质性参数的最佳化水平。属于实质性参数的应该是这样的参数，即它们的偏差对目标函数值具有实质性的影响。经常是对象的某些参数并未最佳化，甚至不受任何文件和图纸的约束。

最佳化结果的详尽性在于使线性尺寸型单位参数，材料的机械性质，精度特性和加工精度等最佳化。最佳化的完备性可以在少量组合（总括性的）参数最佳化的情况下达到，例如生产率，功率等。对于结构或过程的最佳化效率而言，在这样的情况下还必须将组合参数换算为单位参数。

目标函数值的误差可以作为最佳化完备性和详尽性的单位，这类误差是这样产生的，即一部分参数没有最佳化，以及最佳化工作未导出单位参数。

对最佳化结果来说，最重要的要求是获得结果的适时性。对于对象生命循环（Жизненный цикл）的某种特有的时间因素来说，以给定的精确性、详尽性和完备性进行最佳化越早，那么从最佳化方面获得的效益也就越大，因为这样就会使最佳化结果在制定的更早期阶段得到利用。然而实际上在制定的早期阶段在效应、投资和可能的方案方面的不定性还是非常大的，这就不可避免地要导致低的降低精确性、完备性和详尽性。因此，在给定精确性、完备性和详尽性的情况下存在着完成最佳化任务的最佳期限。

应当指出的是，不应要求最佳化达到最大的可能的精确

性、完备性和详尽性，以及使计算最佳参数值同在给条件下的实际最佳值相重合，或者使最佳化达到全面的完备性和详尽性。计算最佳参数 P_{optp} （曲线1）如同与其相应的最大计算效应 E_{maxp} （曲线2）和目标函数的最大计算值一样，始终是一些随机量，它们具有自己的测定规律，而这些规律则取决于最佳化的方法，其中包括获得输入数据的方法（图1）。

为了提高最佳化的精确性，必须进行一定的工作来获得补充情报（旨在减少不定性），而这一般来说则要大量地耗费资金或者（以及）时间。不仅如此，常常是

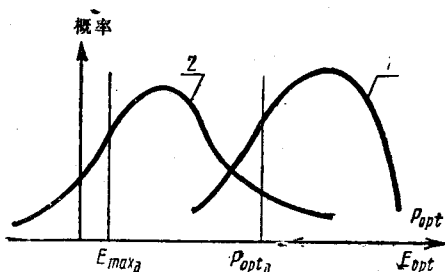


图1 以随机量形式表现的质量最佳指标

耗费了大量的资金也不会减少不定性，从而只好等待获得补充情报，也就是说，需要耗费时间。但是经常总是存在着在某些不定性的情况下进行最佳化的必要性，并且在适时性（因而也是不定性的程度）和最佳化的精确性、完备性和详尽性之间产生寻求合理妥协的任务。这一任务在最佳化对象生命循环过程中应根据情报数据的增长程度多次地加以解决。在此种情况下，对精确性、完备性和详尽性的要求总是根据远景规划向年度计划、向编制技术条件和任务书、向编制制造设计和质量等级等过渡的程度而增长的。

为了作出有关对象参数的决定，重要的是要了解所求得

的参数的最佳值对原始数据的不可避免的误差和在所用方法中存在的假设的灵敏度（敏感性）。因此，在最佳化结果中应获得的不仅是最佳数值，还应获得相应的函数或灵敏度系数。

对最佳化方法的要求 为了满足对最佳化方法的要求应保证最佳化的动态（超前性）和完备性，在不定性条件下进行最佳化，对所制定的数学模型（或实验方法）同所从事的任务（已完成的工作）之间的相应性进行分析，并在国民经济中广泛地开展最佳化。

最佳化的动态的含义是这样的：即所确定的参数是最佳参数这一情况不是对开展最佳化工作的过程而言，而是针对建立对象的未来的时间过程而言。这就是说，对于超前最佳化来说，应该考虑在目标、效应、投资以及最佳化对象的各种可能的方案方面的未来的适时的变化。最佳化的超前性对于保证结果的精确性和及时性是很需要的。

最佳化的完备性的含义是这样的：即要考虑最佳化对象诸因素及其参数的相互作用和该对象同其它对象的相互作用。除此以外，最佳化的完备性（例如拿产品来说）还在于使其质量同下述参数或过程中的一种或数种共同实现最佳化：产品量，生产专业化，制造工艺过程，使用方法，价格构成等。

最佳化的完备性对于保证结果的精度是很需要的：完备性越大，最佳化时所求得的质量指标就越接近于实际最佳指标，也就是生产效率（活动）越高。但是在这种情况下将会使最佳化过程的劳动量和延续时间增大。当然，在最佳化时查明全部联系是不可能的。

根据下述情况可以看出在实质性不定性条件下进行最佳化的必要性：甚至在产品制定（标准设计）的完成阶段，一般来说在目标、效应、投资以及可能性诸方面的不定性也是很大的。因此，如果对不定性不加考虑，最佳化工作就可能导致实质性的、难于纠正的错误。

保证最佳化系统在国民经济中的广泛应用也意味着在制定主要类型的产品，在制定制造工艺过程，使用方法和进行有关质量管理和标准化的其它工作（远景规划和年度计划，编制技术任务书和技术条件，设计，分级以及评定产品质量等）方面利用最佳化系统。

为了使最佳化系统在国民经济中得到广泛的应用，应在使用电子计算机的基础上使最佳化的方法实现自动化。为此应使最佳化的方法形式化，也就是根据可能减少主观的和直观的推理。此外，为了广泛地应用最佳化系统，必须在数学模型，实验用技术设备和计算程序诸方面进行统一化。

为了校验最佳化结果和在制定数学模型和安排经验时所提出的各种假设的精度（或敏感性），最佳化方法应规定专门的组（БЛОКИ）和（或者）程序，用以校验这些方法是否适用于给定的任务和查明相应校正的必要性（参见第11节）。

有必要指出，对于最佳化方法不应要求逻辑程序和计算程序的简单化（在极少数工序方面）和简单地理解这些程序的论据有损于它们的准确性和统一化。第一种情况可以用快速运算的电子计算机来解释，第二种情况则说明，为了应用经过形式化的方法，不一定要弄清楚它们的论据。

对最佳化系统方法论的要求 为了满足上述对最佳化方

法和结果的要求，最佳化系统应该是有坚定目的的，以客观概念为基础，使用数量单位以及数据的数学处理和逻辑处理，而其方法论应以共同的立场使技术科学、经济科学、心理学和社会学的诸多方面联合起来，并保证在具有较多的不定性条件下实现最佳化。

最佳化系统的坚定目的性意味着具有形式化的目标并以下述形式确定所求的参数：即该目标达到的水平在给定条件下是最大可能的水平。从这里必须确定，在条件变化时（例如科学技术的或生产的可能性）最佳参数值也发生变化。

为了实际解决最佳化任务，应使目标形式化为这种形式，即保证原始情报的获得。达到一定的技术特性型式目标的应用可以得到简化。这样的简化了的目标将随着时间发生显著的变化。因此具有坚定目的性的系统必然同时应该是适应的。

最佳化系统的坚定目的性同主观的坚定目的性有实质性的区别，这种主观的坚定目的性是 Аристотель 为了说明集团人和个别人的行为而推导出来的。按照他的学说（以及他的现代的追随者的学说），例如，人们的行为是由信仰，关系，爱好等说明的。而对最佳化系统坚定目的性的现代的态度则完全相反，信仰、关系和爱好本身是由人们在干什么来确定的。换句话说，在对信仰、关系和爱好采取客观态度的情况下，为了说明人的行为，对于人（系统）不作主观的记述，而是通过观察进行客观的推导。在这种情况下重要的是，这类观察应该反映各种观察者的看法，并经受经验的检验〔2〕。

为了实施这样的观察并对其进行检验，应该精确上述质