



错误系统

郭开仲 著



科学出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

错 误 系 统

郭开仲 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书在对象系统的基础上,首先建立错误系统、关键子系统、主要子系统、重要子系统;关键结构、主要结构、重要结构;关键要素、主要要素、重要要素和子系统独立等基本概念.然后讨论判别系统错误的规则,一般系统与错误系统的基本结构、结构变换、错误函数、系统功能与错误的模型.最后讨论系统优化的理论与方法.

在前面各章的基础上,建立错误系统模型的一般形式并对其相关特性进行讨论.随后总结应用错误系统模型判别或识别系统错误的方法,论述该模型在系统错误诊断及错误消除方面的意义.最后结合实例,讨论错误系统中消除错误的方法.错误系统理论和方法在项目的可行性研究、决策分析,故障诊断和故障排除,系统设计,系统管理,系统优化等领域的应用前景.

本书可作为高等院校系统科学、系统工程、管理、数学、哲学及相关专业本科生和研究生教材或教学参考书,也可供相关领域的科技工作者阅读参考.

图书在版编目(CIP)数据

错误系统/郭开仲著. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-033694-1

I. ①错… II. ①郭… III. ①数理逻辑-研究 IV. ①014

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 033667 号

责任编辑: 赵彦超 李 欣/责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 黄华斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 3 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 3 月第一次印刷 印张: 16

字数: 307 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

法国兴业银行交易员 Jerome Kerviel 违反规例,动用了超过 500 亿欧元购买期货,秘密进行期指买卖,导致银行损失达 49 亿欧元;日本大和银行纽约分行交易员兼内部业务负责人井口俊英违规交易 11 个年头,造成 11 亿美元损失,导致大和银行于 1995 年被迫关闭了所有在美国的支行;英国巴林银行 Nick Leeson 于 10 多年前拖垮巴林银行;美国世界著名的咨询公司兰德认为,世界倒闭的大中型企业中 85%以上是因决策错误造成的。

错误无孔不入,而且有时作用显著.一个问题、一件事、一个决策、一个理论体系……的错误,往往只是由其中部分因素甚至是一个因素错误导致.而这些系统的错误,小则导致个人损失,大则造成人员死亡、团体解散、国家灭亡,甚至整个人类毁灭。

本书共 8 章,第 1 章介绍了错误系统的基本概念.第 2 章介绍一组规则 G 作为判别错误规则的条件,其适用领域、时间,并探讨判别错误规则之间以及判别错误规则和被判对象之间的关系、规律,找出判别错误的方法,最后给出一个应用实例.第 3 章研究了系统的 n 种基本结构:串联型、并联型、反馈型、扩缩型(放射型、收缩型)、蕴含型、其他基本型,并进一步将基本结构分为: m 对 n 型、反馈型、蕴含型、其他基本型.第 4 章研究了错误系统的基本结构:串联、并联、扩缩、蕴含、反馈、其他.第 5 章研究 6 种基本变换对错误系统的 5 种基本结构的变换条件、方式及其对它们的功能和错误的定量描述方法.第 6 章研究错误系统的论域和判别规则的变换条件、方式和方法.第 7 章引入了错误函数的概念.根据实践中错误值可能的范围以及判别对象的差异,对错误函数进行了分类.进而研究了和式型错误函数和向量型错误函数,并根据不同类型的判别规则,对错误函数的具体建立作了探讨.最后,分析了在不同判别规则 G 下的错误函数值之间的关系,得到了 3 个命题.第 8 章研究错误系统理论的应用,为此建立了避免或消除系统错误的一些实用方法与应用事例。

消错理论的研究从 1983 年开始,先后得到了国家自然科学基金、国家科学技术学术著作出版基金、广东省自然科学基金、广东省哲学社会科学规划基金、广东省教育厅基金、广东工业大学基金的资助.本书作为消错理论研究成果的一部分得以出版要感谢国家科学技术学术著作出版基金项目的资助;另外,黄继泽参与编写了 8.8 节“错误系统模型及应用”,刘红兵、刘世勇、闵惜琳、熊海鸥、叶启新、边云岗、周小平、石佳、刘政煌等为本书的编写和校对也付出了辛勤的汗水,在此一并表示感谢。

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第 1 章 错误系统简介	10
--------------------	----

1.1 错误系统的概念	10
1.1.1 错误系统的定义	10
1.1.2 对象系统之间的关系及其运算	11
1.1.3 错误系统的分类	15
1.1.4 错误系统与对象系统之间的关系	16
1.2 系统、子系统、要素之间的关系	17
1.2.1 1%的错误会导致 100%的错误	17
1.2.2 蝴蝶效应	18
1.2.3 非线性	19
1.2.4 差一点情结	19
1.2.5 错误系统的概念	20
1.2.6 系统、子系统、要素之间的关系	20
1.2.7 概念	21
1.3 基于功能的系统优化	26
1.3.1 问题的提出	26
1.3.2 系统、子系统之间的优化关系	27
1.3.3 功能可加系统的优化	29

第 2 章 错误的识别方法	32
---------------------	----

2.1 研究判别错误规则的必要性	32
2.1.1 判别错误规则的客观存在性	32
2.1.2 研究判别错误规则的理论根据	32
2.2 判别错误规则的几种特性	33
2.2.1 判别错误规则的变动性	33

2.2.2	判别错误规则的层次性	36
2.2.3	判别错误规则的完备性	40
2.2.4	判别错误规则的科学性	40
2.2.5	判别错误规则的模糊性	41
2.2.6	判别错误规则的多目标性	42
2.2.7	判别错误规则的无矛盾性	42
2.2.8	判别规则在一定条件下的不可改变性	43
2.2.9	判别错误规则的并列性	43
2.2.10	判别错误规则的权	43
2.3	判别错误规则的建立方法	43
2.3.1	建立原则	44
2.3.2	建立模式	45
2.3.3	建立方法	45
2.4	判别规则与判别对象之间的关系	47
2.4.1	公理	47
2.4.2	判别错误规则的等价性	48
2.4.3	判别错误规则的相关性	49
2.4.4	判别错误规则的优劣	50
2.4.5	判别错误规则的比较	51
2.4.6	判别规则与判别对象之间的关系	52
2.5	错误识别方法	52
2.5.1	判别错误规则的实施步骤	52
2.5.2	判别错误规则的实施方法	53
2.5.3	判别错误规则的实施效果分析	54
2.6	错误识别案例	55
2.6.1	二进制数加法	55
2.6.2	商标错误识别	56
第3章	系统的基本结构	59
3.1	序	59
3.2	系统的结构	59
3.3	系统基本结构	60
3.3.1	串联型	61

3.3.2 并联型	62
3.3.3 反馈型	62
3.3.4 扩缩型	63
3.3.5 蕴含型	64
第4章 错误的系统结构	67
4.1 错误的系统结构	67
4.1.1 错误的层次性结构	67
4.1.2 错误的连锁性结构	68
4.1.3 错误的蕴含性结构	69
4.1.4 错误的独立性结构	70
4.1.5 反馈型结构	70
4.2 错误系统基本结构的类型	71
4.2.1 串、并联结构	71
4.2.2 扩缩结构	71
4.2.3 中心独蕴含结构	72
4.2.4 层层蕴含结构	73
4.2.5 反馈型结构	73
4.3 错误的可变性结构	73
4.3.1 转化结构	73
4.3.2 渐变结构	74
4.4 错误的模糊性结构	74
4.4.1 认识模糊结构	74
4.4.2 客观模糊结构	75
4.4.3 处理模糊结构	75
4.5 错误的稳定性结构	75
4.5.1 条件稳定结构	75
4.5.2 无条件稳定结构	75
4.5.3 区间稳定结构	75
第5章 错误系统结构的结构变换	77
5.1 错误系统结构的增加变换	77
5.1.1 错误系统结构增加变换的增加方式	77

5.1.2	错误系统结构增加变换的增加种类	78
5.1.3	错误系统串联结构的增加变换	80
5.1.4	在并联结构上的增加变换	83
5.1.5	在扩缩结构上的增加变换	92
5.1.6	在蕴含结构上的增加变换	107
5.1.7	在反馈型结构上的增加变换	114
5.2	错误系统结构的置换变换	120
5.2.1	错误系统结构置换变换的置换方式	121
5.2.2	错误系统结构的置换变换	122
5.2.3	错误系统结构的置换变换的逆变换——反置换变换	153
5.3	错误系统结构的相似变换	153
5.3.1	错误系统结构的相似变换的逻辑命题表示	154
5.3.2	错误系统结构的相似变换	156
5.4	错误系统结构的分解变换	162
5.4.1	错误系统结构分解变换的分解方式	163
5.4.2	错误系统结构的分解变换	164
5.4.3	错误系统结构的分解变换的逆变换——组合变换	171
5.5	错误系统结构的毁灭变换	171
5.5.1	错误系统结构毁灭变换的毁灭方式	171
5.5.2	错误系统结构的毁灭变换	172
5.5.3	错误系统结构的毁灭变换的逆变换——产生变换	177
第6章	错误系统的论域与规则变换	178
6.1	错误系统的论域变换	178
6.1.1	论域变换的概念	178
6.1.2	论域变换	179
6.1.3	论域变换定理	183
6.2	错误系统的规则变换	183
6.2.1	规则变换的定义	183
6.2.2	规则变换系统	183
第7章	错误函数	187
7.1	错误函数的概念	187

7.1.1 错误函数的定义	187
7.1.2 错误函数的分类	187
7.2 错误函数的形式	188
7.2.1 和式型	189
7.2.2 向量型	191
7.3 错误函数与判别规则之间的关系	193
7.3.1 判别规则 G 对错误函数 f 形式的影响	194
7.3.2 对象 u 在不同判别规则 G 下的错误值之间的关系	197
第 8 章 错误系统理论的应用	198
8.1 相似变换消避错	199
8.1.1 序	200
8.1.2 消除错误的相似变换的变换原则	200
8.1.3 消除错误的相似变换	201
8.1.4 消除错误相似变换的实例	201
8.2 置换变换消避错	202
8.2.1 序	202
8.2.2 消除错误的置换变换的实例	203
8.3 分解变换消避错	205
8.3.1 序	205
8.3.2 消除错误的分解变换的实例	207
8.4 增加变换消避错	207
8.4.1 序	207
8.4.2 消除错误的增加变换的实例	208
8.5 毁灭变换消避错	210
8.5.1 序	210
8.5.2 消除错误的毁灭变换的实例	210
8.6 管理者最致命的错误分析与消除	212
8.6.1 不遵守规则	212
8.6.2 违反规则	213
8.6.3 错误识别	213
8.6.4 计算方法错误	213
8.6.5 错误分析	214

8.6.6 消除与避免错误的方法	214
8.7 教育孩子的四种典型错误的分析与消除	216
8.7.1 教育孩子一般应该遵循三个原则	216
8.7.2 案例	216
8.7.3 案例分析	216
8.8 错误系统模型及实例分析	217
8.8.1 错误系统模型的建立	217
8.8.2 错误系统理论的综合应用实例	223
参考文献	242

绪 论

目前,国内外以“错误”为对象的研究的主要成果可以概括如下:其一,文清源从哲学上定性研究错误的《错误论》,刘明祥从法学角度研究错误的《错误论》。其二,应用于外语教学领域的错误分析理论,其通过研究语言学习者的语误来认识语言学习的过程,英语教师以客观的态度对待学习者语误,全面地考虑语误种类,有针对性地纠误,语言教学的准确性和流利性达到合理的统一。其三,用于判断机电设备故障原因和部位,预测其潜在故障发生等的《故障诊断》。其四,从企业内部条件和外部环境的作用和关系中找出标准与现状之间的差异及其产生的原因,并以寻求改善管理,提高效益的规律等目标的《企业诊断》。其五,风险管理中的《企业灾害》;数学中的“归谬法”;医学中的“误诊学”;法学中的“犯罪心理学”;思维科学中的“反常思维”;计算机科学中的“容错理论”等。除此之外,特别值得一提的是美国兰德公司的《兰德诊断》和《兰德决策》,其中的“病案诊断”和“兰德处方”等对错误的原因、诊断和对策的研究都有相当的规模和深度。

纵观这些研究,在内容上,未曾见到以普遍存在的一般错误为对象的研究,更未见对一般错误传递与转化的方式及其规律进行研究;在方法上,它们都是定性地对错误进行研究,缺乏定性和定量相结合的研究与立体的思考和辩证的分析。从1983年开始,我们的研究团队,以普遍存在的一般错误为研究对象,以一般错误的产生原因和机制、传递与转化的方式与规律,以及避免和消除错误的方法等为研究内容,建立了消错学理论体系。概括起来,其主要包括以下几个方面:

(1)错误的定义。即“设 U 是论域, G 是 U 上的一组确定且有资格的规则,若从 G 推不出 a (包括 G 完全、部分或不肯定、推不出和 a 与 G 不符等),则称 a 在 U 上对于规则 G 是错误的。”

注:显然 U 上的一组确定且有资格的规则是判别正确的规则;若这里规则 G 是判别错误的规则,则在定义中应是从 G 推出 a 。

(2)判别错误的规则。研究一组规则能够作为判别错误规则的条件,以及它适用的领域、时间等,还探讨了判别规则之间,以及判别规则与被判对象之间的关系、规律,并总结了找出判别错误规则的方法。

(3)为了定量描述错误的大小,引入了错误函数的概念。错误函数的具体形式应以由错误函数计算出来的错误值能够反映判别对象对判别规则的违反程度为依据。在此基础上,分别研究了和式型和向量型两类相对简单的错误函数形式。

(4)建立了错误集合理论. 在经典集合理论和模糊集合理论的基础上, 研究和确立了包括经典错误集合、模糊错误集合与具有临界点的错误集合在内的错误集合理论. 错误集合理论既研究了事物的静态关系又研究了事物的动态关系, 特别是研究了事物的变化与转化的关系. 然而, 为了描述事物的变化与转化, 六个基本变换被建立, 并在集合的元素上加上了描述事物变化与转化的动态参数. 这样一来, 六个基本变换就可以同时对错误集上元素的质和量进行运算了.

(5)在经典数理逻辑、模糊数理逻辑以及辩证数理逻辑的基础上, 为了描述错误的传递、转化的方式和规律, 提出了错误逻辑的概念. 在错误逻辑体系中除了现有的外延联结词、内涵联结词、个体联结词之外, 新增加了六个转化联结词——相似转化联结词、增加转化联结词、分解转化联结词、毁灭转化联结词、置换转化联结词、单位转化联结词及它们的逆转化联结词. 错误逻辑不仅研究了新增联结词自身、相互之间及其与外延联结词、内涵联结词、个体联结词的运算规律, 还研究了错误逻辑的真值表、逻辑范式和有效地推理方法, 以及错误谓词逻辑的概念及其参数, 个体词、量词、谓词等的语义结构、语义解释等.

(6)为了更方便地判别错误, 错误系统的概念被引入. 这首先要求将被判别的事物抽象为一个对象系统, 且该对象系统由问题集、条件集、结论集、固有功能、目的功能和关系集组成. 然后, 在一定的判别规则下, 此对象系统会被给予一个错误值. 那么, 由对象系统及其所在的论域上的判别错误的规则就共同组成了一个广义错误系统.

(7)消错学的初步应用. 消错学的研究来源于现实世界的需要, 并最终要回到现实世界中帮助人们认识、避免和消除错误. 在消错学的现有应用中, 特别值得一提的是我们于 1991~1993 年主持的国家自然科学基金项目——“判别企业固定资产投资决策错误的专家系统研究”. 通过此项目的研究, 一些有效地判别企业固定资产投资决策错误的方法被发现, 并进一步总结和归纳出用于消避错的“十五、六、三”法.

虽然消错理论的研究已经取得了一定的成果, 并且整个消错学理论体系的框架已初步形成, 但是该理论体系的研究仍然停留在一个初级水平上. 例如, 现有的理论框架不够完善; 建立错误函数的具体方法和形式没有一个系统的标准; 对六个基本变换的使用条件、使用方式等缺乏深入研究; 对错误传递和转化规律的研究仅仅是从逻辑的角度进行了分析, 而没有站在系统的角度进行探索; 在预测错误以及避免和消除错误方面, 现有的“十五、六、三”法在一定程度上只能作为一个指导性的思想, 需要研究更系统、更具体、更有效的方法体系.

现关于错误逻辑体系的理论的研究专题共有 25 篇论文, 其中被 EI 索引 12 篇, 核心期刊 5 篇; 出版了相关专著:《消错学引论》、《判别企业固定资产投资决策

错误的理论和方法》、《错误集》、《复杂大系统的冲突与错误的理论及应用》和《错误逻辑》共 5 本。

总之,尽管消错理论开创了一个采用定性定量相结合的方法研究错误的新领域,但是目前的消错理论仍然存在上述缺陷。因此,为了深化人类对错误的认识,并通过寻求避免和消除错误的方法以造福人类,我们有必要进一步完善和发展消错理论,进一步丰富和拓展消错理论的应用空间。

因此,这里以系统为研究对象,研究系统发生错误原因和机理,错误在系统里传递与转化的方式和规律,特别研究系统错误的避免的条件和方法。

系统科学最基本的思想是整体性与综合性。因此,人们常说的“系统最优”可以理解为系统对于某项包含在系统固有功能之目的功能来说,在整体上达到最优。按系统思维方式考察事物、处理问题,着眼点就在于追求系统整体优化。而系统整体最优与其子系统功能的发挥又不无关系。

系统一词,来源于古希腊语,是由部分构成整体的意思。今天人们从各种角度上研究系统,对系统下的定义不下几十种。一般系统论则试图给出一个能描述各种系统共同特征的一般的系统定义,通常把系统定义为:由若干要素以一定结构形式联结构成的具有某种功能的有机整体。这个定义中包括了系统、要素、结构、功能四个概念,表明了要素与要素、要素与系统、系统与环境三方面的关系。

系统作为一门科学的系统论,人们公认是美籍奥地利人、理论生物学家 L. V. 贝塔朗非(L. Von. Bertalanffy)创立的。他在 1925 年发表“抗体系统论”,提出了系统论的思想。1937 年提出了一般系统论原理,奠定了这门学科的理论基础。但是他的论文《关于一般系统论》到 1945 年才公开发表,他的理论到 1948 年在美国再次讲授“一般系统论”时,才得到学术界的重视。确立这门学科学术地位的是 1968 年贝塔朗非发表的专著:《一般系统理论——基础、发展和应用》(*General System Theory: Foundations, Development, Applications*),该书被公认为是这门学科的代表作。

系统论是研究系统的一般模式、结构和规律的学问,它研究各种系统的共同特征,用数学方法定量地描述其功能,寻求并确立适用于一切系统的原理、原则和数学模型,是具有逻辑和数学性质的一门新兴科学。

系统论认为,整体性、联系性、层次结构性、动态平衡性、时序性等是所有系统的共同的基本特征。这些既是系统所具有的基本思想观点,又是系统方法的基本原则,表现了系统论不仅是反映客观规律的科学理论,而且具有科学方法论的含义,这正是系统论这门学科的特点。贝塔朗非对此曾作过说明,英语 system approach 直译为系统方法,也可译成系统论,因为它既可代表概念、观点、模型,又可表示数学方法。他说,我们故意用 approach 这样一个不太严格的词,正好表明这门学科的

性质特点。

系统论的核心思想是系统的整体观念。贝塔朗非强调,任何系统都是一个有机的整体,它不是各个部分的机械组合或简单相加,系统的整体功能是各要素在孤立状态下所没有的新性质。他用亚里士多德的“整体大于部分之和”的名言来说明系统的整体性,反对那种认为要素性能好,整体性能一定好,以局部说明整体的机械论的观点。同时认为,系统中各要素不是孤立地存在着,每个要素在系统中都处于一定的位置上,起着特定的作用。要素之间相互关联,构成了一个不可分割的整体。要素是整体中的要素,如果将要素从系统整体中割离出来,它将失去要素的作用。

系统论的基本思想方法,就是把所研究和处理的对象,当做一个系统,分析系统的结构和功能,研究系统、要素、环境三者的相互关系和变动的规律性,并用优化系统观点看问题。世界上任何事物都可以看成是一个系统,系统是普遍存在的。大至渺茫的宇宙,小至微观的原子,一粒种子、一群蜜蜂、一台机器、一个工厂、一个学会团体……都是系统,整个世界就是系统的集合。

系统是多种多样的,可以根据不同的原则和情况来划分系统的类型。按人类干预的情况可划分为自然系统、人工系统;按学科领域可划分为自然系统、社会系统和思维系统;按范围划分则有宏观系统、微观系统;按与环境的关系划分就有开放系统、封闭系统、孤立系统;按状态划分就有平衡系统、非平衡系统、近平衡系统、远平衡系统等。同时还有大系统、小系统的相对区别。

系统论的任务,不仅在于认识系统的特点和规律,更重要的还在于利用这些特点和规律去控制、管理、改造或创造一系统,使它的存在与发展合乎人的目的需要。也就是说,研究系统的目的在于调整系统结构和各要素关系,使系统达到优化目标。

系统论的出现,使人类的思维方式发生了深刻的变化。以往研究问题,一般是把事物分解成若干部分,抽象出最简单的因素来,然后再以部分的性质去说明复杂事物。这是笛卡儿奠定理论基础的分析方法。这种方法的着眼点在局部或要素,遵循的是单项因果决定论,虽然这是几百年来在特定范围内行之有效、人们最熟悉的思维方法,但是它不能如实地说明事物的整体性,不能反映事物之间的联系和相互作用,它只适应认识较为简单的事物,而不胜任对复杂问题的研究。这在现代科学的整体化和高度综合化发展的趋势下,在人类面临许多规模巨大、关系复杂、参数众多的复杂问题面前,就显得无能为力了。正当传统分析方法束手无策时,系统分析方法却能站在时代前列,高屋建瓴,综观全局,别开生面地为现代复杂问题提供有效的思维方式。所以系统论,连同控制论、信息论等其他横断科学一起提供的新思路和新方法,为人类的思维开拓新路。它们作为现代科学的新潮流,促进着各门学科的发展。系统论反映了现代科学进展的趋势,反映了现代化大生产的特

点,反映了现代社会生活的复杂性,所以它的理论和方法能够得到广泛地应用.系统论不仅为现代科学的发展提供了理论和方法,而且也为解决现代社会中的政治、经济、军事、科学、文化等方面的各种复杂问题提供了方法论的基础,系统观念正渗透到每个领域.

当前系统论发展的趋势和方向是朝着统一各种各样的系统理论,建立统一的系统科学体系的目标前进着.有的学者认为,“随着系统运动而产生的各种各样的系统(理)论,而这些系统(理)论的统一业已成为重大的科学问题和哲学问题”.

人们喜欢用“系统功能 $\neq \sum$ 子系统功能”来表达系统功能与其子系统功能之间的关系.但是这一观点并不准确.首先,子系统功能能否相加尚未确定;其次,即使可加,系统功能也完全可能大于、等于或小于其子系统功能之和.这无疑给研究系统功能最优与其子系统功能最优之间的关系带来了困难.下面的例子可以说明.

例一:一架普通的民用客机系统通常由机翼、机身、尾翼、起落装置和动力装置五个主要子系统组成.安全输送旅客是每架客机的基本功能之一.为了实现这一功能,上述五个主要子系统分别提供了各自不同性质的功能.其中,机翼的主要功能是产生升力,支持飞机飞行,同时还起一定的稳定和操纵作用;机身的主要功能是装载乘员、旅客、武器、货物和各种设备,并将飞机的其他部件连接成一个整体;尾翼的主要功能是操纵飞机俯仰和偏转,并保证飞机能平稳地飞行;起落装置是用来支持飞机,并使它能在地面和水平面起落和停放;动力装置主要用来产生拉力或推力,使飞机前进,同时还可以为飞机上的用电设备提供电源,为用气设备提供气源.由此可见,飞机的五个主要子系统所提供的功能与飞机系统“在空中安全输送旅客”的功能有着本质的区别,不具备可加性.这类系统就不能简单地优化每个子系统的功能,从而使系统的功能达到最优.

例二:如果将一座拥有三条相同生产线的工厂看做一个系统,那么每条生产线就是该系统的一个子系统.不妨将工厂每天的产量作为该系统的一项功能,那么每条生产线的产量就是子系统为实现系统此项功能所需提供的功能.显然,子系统的功能与系统的功能都是指产量,因此具有可加性,而且工厂的产量就等于三条生产线产量之和.此时,若假设这三条生产线相互独立,则系统功能与子系统功能就可同时达到最优.

例三:囚徒困境是博弈论中著名的非零和博弈.不妨把那两名具有博弈关系的囚徒看做是一个系统,并将两名囚徒的获刑年数之和作为该系统的功能.显然,每名囚徒就是该系统的一个子系统,他的获刑年数就是子系统提供给系统的功能.建立博弈模型,求解可知,对于单个囚徒(子系统)而言,最优解是获刑3年,两人(系统)共计6年;然而作为系统整体而言,最优可低至2年.这充分说明系统各子系统都达到最优时,系统整体并不一定能达到最优,反之亦然.

基于以上的分析,可发现系统最优与子系统最优之间存在一定联系,那么这些联系如何呢?这需要对系统进行较深入的研究。

包括:系统 S 的某功能 GY_i 的最优与子系统关于功能 GY_i 提供的功能最优之间的关系;系统 S 目的功能 MG 的最优与子系统关于目的功能 MG 提供的功能最优之间的关系;系统某功能 GY_i 的最优与系统完全最优两个完全不同概念的研究。系统完全最优意味着系统的全部与目的功能一致的固有功能都达到最优的研究。

系统目标一致包括系统目标的前后一致。系统目标一致还包括要素与要素、要素与系统目标的整体一致。系统目标往往是按结构性标准分解给各要素的,各要素作为自成一体的子系统,也会有自身的目的与利益要求。这时就需要“大道理管小道理”,让要素目标服从系统目标。即,系统整体达到最优时需要子系统提供什么功能,子系统就必须提供什么样的功能。或者,子系统在发挥自身的功能的同时,不会损害系统的整体功能。

就社会系统而言,要局部服从整体,下位利益服从上位利益,实现全局一盘棋。所谓心往一处想、劲往一处使、汗往一处流,就是个体的目标与利益服从群体的目标与利益;所谓知识流、物质流、信息流,都往一处流,就是局部的需求与利益服务于整体的需求与利益。这都是系统整体优化的表现。否则,一个系统内目标相违,各自为政,利益冲突,无序竞争,或者人员闹内讧、搓反绳等,就会导致系统秩序混乱,绝无功能效益可言。

就工程系统而言,要各构成要件的性质、功能互相匹配,并和整体需求相统一。否则,要件与要件不相容、不配套,或要件输入输出功能与整体不匹配,整个工程系统就难以产生整体功能甚至导致系统崩溃。这里关键是系统功能与子系统功能如何匹配的问题。

系统组合的科学性,要求系统中要素与要素、要素与系统之间形成最佳的组合与匹配方式。事物的组合方式不同,它的性质与功能就大不相同。如碳元素的结构方式不同,就会形成性质不同,尤其是硬度绝然相反的石墨与金刚石。足见系统结构的组成方式对系统整体性质及系统优化的重要性。

利益成本观念,就是要防止系统内的功能抵减。严格地说,获取任何利益都是要付出成本的。如田忌赛马,从齐王的角度看,本来齐王的上、中、下马分别比田忌的上、中、下马强。第一局,齐王照常例让上马出阵,没料想在孙膂的导演下,对上了田忌的下马。齐王以绝对优势取胜,但成本是消耗了自己的上马。接下来只能用中马对田忌的上马,用下马对田忌的中马,结果连败两局。从总体上看,齐王第一局虽胜犹败,而且“掉得大”。因为成本太高,它消耗了上马,导致后两局接连失败,按“三局两胜”的规矩,他最终输掉了全局。这就是局部取利的成本太高而影响全局、抵减系统整体功能的教训。而孙膂的聪明就在于先舍弃下马,用以消耗齐王的上马,从

而取得了全局的主动。

协调配合观念,就是要追求系统绩效的倍增。若系统的这个功能具有可加性,要协调必须让要素各尽所能,即在给定的条件下发挥最高绩效,这是获取系统整体绩效的基础。古籍《经野子内幕》中有个“用人如器,各取所长”的故事:西邻家有五子,一个质朴,一个聪明,另外三个一瞎、一驼、一跛。但西邻扬长避短,因人置宜,让质朴的务农,聪明的经商,失明的按摩,驼背的搓绳,跛脚的纺线。结果全家安居乐业、衣食无忧。在这个家庭系统中,每一个体功能都得到了最好的发挥,从而形成了安居和乐的整体绩效。

“ $100-1=0$ ”的寓意是:职员一次劣质服务带来的坏影响可能会抵消 100 次优质服务所产生的好影响。这个等式说明服务质量对服务品牌的重要性。

在研究子系统最优与系统最优的关系时,可把系统 S 分为两类:

(1)具有可加性:

a. 具有完全可加性,即

$$GY_j = \sum_{i=1}^n GY_{ji}.$$

b. 具有可加性,但不具有完全可加性,即

$$GY_j \neq \sum_{i=1}^n GY_{ji}.$$

(2)功能不可加系统:

$S(GY_j) = S(S_1(GY_{j1}(a_1, b_1)), S_2(GY_{j2}(a_2, b_2)), \dots, S_i(GY_{ji}(a_i, b_i)), \dots, S_n(GY_{jn}(a_n, b_n)))$, 其中, (a_i, b_i) 就表示第 i 个子系统 S_i 功能 GY_{ji} 的取值范围 ($i=1, 2, \dots, n$).

在系统的设计与管理时,可依据系统的结构,讨论要设计或管理的系统在达到优化时,与其子系统应达到的状态。其次应该充分考虑它的全部关键子系统和全部重要子系统,而这里又特别是全部关键子系统。最后,如果在使系统 S 达到最优时,各子系统 S_i 达到最优的方案不是唯一的,那么还需考虑使系统 S 达到最优时成本最小的问题。

综上所述,在研究系统优化时,首先建立关键子系统、主要子系统、重要子系统;关键结构、主要结构、重要结构;关键要素、主要要素、重要要素和子系统独立等基本概念。然后讨论系统优化的理论与方法。系统优化:第一步,判别系统有无错误;第二步,系统若有错误,就消除错误。在某些情况下,对于系统的错误,也可以先研究最基层系统的错误,再由层次分析法确定对于上一层次而言,对于各子系统的权,从而逐层向上,最终确定系统的错误的方法研究整个系统的错误;第三步,对无错误系统(或允许错误系统),这里以含于目的功能中的每一个固有功能为决策