

第 1 部分

信息系统的基础知识

第1章 信息系统的基本概念

信息和系统是信息系统的两个核心概念。在详细阐述信息和系统两个核心概念的基础上,本章讨论了信息系统与管理信息系统的关系,给出了信息系统的概念,最后分析了信息系统的各种结构和类型。

1.1 信息的定义和分类

1.1.1 信息的定义和性质

据《新辞源》考证,我国唐代就曾有:“梦断美人沉信息,目空长路倚楼台”的诗句,这里的“信息”一词是音讯、消息的意思。“信息”的英文单词是“Information”,在港台地区,Information 又常被译为“资讯”。

作为科学术语,由于学科不同,信息的含义有许多种。在经济管理领域,通常认为信息是提供决策的有效数据,而哲学家认为它是熵的数理化,数学家认为它不过是概率论的发展,通信工作者则把它看成是不确定性的描述,等等。

西方科技界开始认真研究信息问题,大约在 20 世纪 20 年代初。从第二次世界大战到 1948 年前后,与信息有关的理论和技术脱颖而出,其中包括信息论、控制论、系统论和计算机技术。1948 年,信息论的奠基人,美国科学家香农(Shannon)在《通信的数学理论》这篇著名的论文中把信息理解为“用以消除随机不确定性的东西”,认为信息是关于环境事实的可以通信的知识。同年,控制论的创始人,美国科学家维纳(Wiener)在《控制论》一书中指出“信息就是信息,不是物质也不是能量”,认为信息是人们在适应外部世界并且使这种适应反作用于外部世界的过程中,同外部世界进行交换内容的名称。

在信息系统与信息管理学中,我们认为信息既是可以通信的数据和知识,又是管理和决策的重要依据。

我们认为在上述定义的基础上,还应包括如下 3 个要点:

第一,信息是客观世界各种事物变化和特征的反映。客观世界中任何事物都在不停地运动,呈现出不同的状态和特征,即事物的状态和特征在不停地变化,因而,作为客观事物特征和变化的反映的信息,也总在不断地生成着和传递着。信息定义的这个要点告诫我们,要开发信息系统,就必须在系统调研分析和设计实现过程中,忠实地获取和再现各种事物的变化和特征,强调信息的客观性。

第二,信息是客观事物之间相互作用、相互联系的表征。客观世界中各种事物在一定条件下相互联系、相互作用,引起事物的物质结构和量度的变化,信息正是这种相互作用、相互联系的表征。信息定义的这个要点告诫我们,要开发信息系统,就必须在系统调研分析和设计实现过程中,注意业务的交叉和相互影响,强调信息“流”的概念,从宏观上或系统的层次

上把握事物之间的联系,强调信息的系统性。

第三,信息的范围极其广泛,由于科学技术发展水平等因素的限制,人类只能理解和接收无限丰富的信息中的一部分,还有许多信息至今尚未被人们认识和利用。信息定义的这个要点告诫我们,要开发信息系统,就必须在系统调研分析和设计实现过程中,注意与未来获取信息的接口,作好总体规划和长期规划,随着技术的进步和组织的成长而分步实施,自始至终强调信息的开放性。

信息还可从哲学上分为本体论层次的信息和认识论层次的信息。所谓本体论层次的信息,是指事物运动状态和这种状态变化的方式。本体意义的信息与一切主体因素无关。这就要求我们必须从业务的源头采集信息,在业务的源头采集客观信息。而认识论层次的信息则与主体密切相关,它包括语法信息、语义信息和语用信息。其中语法信息回答的问题是:事物运动状态是什么?语义信息回答的问题是这种运动状态的涵义是什么?而语用信息回答的问题是具有这样的涵义的运动状态对观察者有什么样的价值和效用?显然语法信息是最基本的层次,它具有客观的本性,语义信息则具有客观的一面(对于这个涵义,不同的观察者可能有不同的理解,甚至有不同的理解能力)。观察者能否获得这个语义信息,与他自己的主观能力有关。至于语用信息,则具有更加明显的主观色彩。因为,对于事物的同一运动状态,不同的观察主体可能具有很不相同的利害关系和价值观念。

一般地说信息是事物运动状态的陈述。运动状态本身(例如观察到的事实、现象)是直接信息或一次信息。关于事物运动的状态的陈述(例如经过加工整理的数据、资料、理论、观念等)则是间接信息或二次信息^①。

获得信息需要能量,控制能量又需要信息。信息与能量难分难解,却又有本质的区别:能量的作用在于做功,信息的作用在于提供知识。所以我们讲物质、信息、能量三者构成丰富多彩的世界。并且,对应于构成世界的3种基本元素,还有三大基本定律,即物质不灭定律、能量守恒定律和信息不对称定律。其中,正是因为大千世界存在着人与人之间的信息不对称,人们为了避免自己因信息不完全不准确而造成的生产率低下和决策失误,才大量开发并采用信息系统,使得作业效率提高、决策正确。

谈到信息的性质,除了前面讲到的信息的客观性、系统性和开放性外,与信息系统密切相关的性质还有相对性、转移性、变换性、有序性、动态性、时效性、共享性、媒介性等。

信息的相对性。一方面,对于同一个事物,不同的观察者获得的信息量并不相同;另一方面,不同的用户对信息的需求也不相同。因而,信息系统的开发既要考虑共性应用,还要考虑个性化需求。

信息的转移性。信息可以在时间上或空间上从一点转移到另一点。在时间上的转移称为存储;在空间中的转移称为通信。存储有存储年限与存储介质等问题,通信有通信带宽与通信质量等问题,上述有关信息转移的问题是开发一个信息系统之初就必须考虑的。

信息的变换性。信息是可变换的,它可以由不同的载体和不同的方法来载荷。信息的这一性质使人们对信息施行的各种各样的处理和加工成为可能。信息的变换性要求信息系统的开发者根据不同的用户不同的需求,采用不同的信息表现方法,如考虑采用粗的统计数

① 三次信息、四次信息等经过多次加工的信息都可统称为二次信息。

据还是细的业务数据;是采用二维表的结构,还是采用直方图等直观形式。

信息的有序性。一方面,信息可以用来消除系统的不稳定性,增加系统的有序性;另一方面,信息本身也可根据一定规则进行编码。一般来讲,编码的好坏受组织规范作业的水平 and 信息系统开发人员对组织业务过程的认识水平限制,而且严重影响着信息系统的整体质量。因而,增加信息的有序性是很重要的。

信息的动态性。信息是事物运动的状态和状态的改变方式,事物本身是在不断发展变化的,因此,信息也会不断地随之变化。这种变化多数表现为信息内容的变化,对于信息系统来讲就是记录的追加;还有时,是事物的连接状态发生了变化,也就是说信息的流程发生了变化,这时信息的动态性就要求整个信息系统进行相应的调整。

信息的时效性。信息是有“寿命”的。脱离了事物源的信息,因为不再能够反映变化了的母体的新的运动状态和方式,它的效用就会逐渐降低,以致它完全丧失效用。所以,一方面要考虑历史数据的利用和保护问题,另一方面在开发信息系统时,要充分考虑系统的响应速度。比如证券交易结算系统、火车调度信息系统就必须考虑系统的响应速度。

信息的共享性。信息可以被无限制地进行复制、传播或分配给众多的用户,为大家所共享。这就要求在信息系统开发过程中,对于信息的录入,要做好控制,必须做到信息只能在源头录入,并且只能录入一次,这样既可保证信息的准确性,又能提高信息处理的效率。另外,信息的共享性还要求尽可能地使更多人使用信息,以便最大限度地发挥信息的作用。

最后是信息的媒介性。在一定的条件下,正确及时的信息可以节约物质、能量或时间,其中最主要的条件就是信息被人们有效地利用。当然,不正确的信息,不恰当地利用,也会浪费物质、能量或时间。这一点,正是信息的媒介作用。

1.1.2 信息的分类与传输结构

对信息的分类相当多,将与信息系统有关的分类挑出来,以加深对信息系统中信息的理解。

按信息的地位分为:客观信息(包括观察对象的初始信息,经观察者干预之后的效果信息、环境信息等)和主观信息(包括决策信息、指令信息、控制信息、目标信息等)。

按信息的状态分为:静态信息和动态信息,或者原始信息、中间信息和目标信息。

按信息的作用分为:有用信息、无用信息和干扰信息。

按信息源的性质分为:数据信息、文字信息、话音信息和图像信息等。

按信息的载体性质分为:纸介质信息、磁介质信息、光介质信息和生物介质信息等。

按信息应用的行业或部门分为:服务业信息、工业信息、农业信息、军事信息、政治信息、科技信息和市场信息等。

按信息在企业应用的领域分为:研发信息、生产信息、营销信息、物流信息、财务信息和人力信息等。

按携带信息的信号的形式分为:连续信息、离散信息和半连续信息等。

对于信息的结构,一般都从传播或通信的角度理解,认为信息的传输主要由信源、信道和信宿3个主体因素构成。其一般模式参见图1.1。信源发出的信息按一定的方式编码,就可以把信息附载在一定通信工具即信道上,传到信宿时再把通过信道传来的信号变换成

编码以前的形式。在简单信息传递过程中,信源起编码作用,信宿起解码作用,两者必须有共同的编码或解码机制才能进行信息传递。要注意的是:在信号传输过程中,还有噪声的干扰。为了减少信息传递过程中的失真或延误,还可以采用信息反馈查出原因,经过适当调整,再进行新的输出。

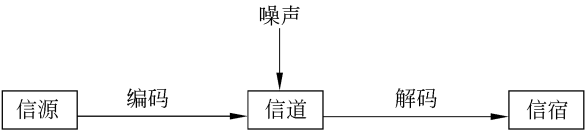


图 1.1 信息的传输结构模型

1. 信源

信源,顾名思义,是指信息发生的来源。信源按其载体不同,可分为人脑信息源、实物信息源和文件信息源。文件信息是经过加工后的特殊实物的信息源,是最便于人类索取信息、传播知识、直接利用和系统保存的信息源。

信息源由于其特点不同,所发出的信息有的是连续的,有的则是离散的。企业过程就是不断地提供连续信息的信息源。另一些信息,如每 4 年举办一次的奥运会,就是离散信息源。一般来说,连续信息源发送信息的有序程度高,规律性强,每一信息所含信息量相对较小;而离散信息源发送偶然性较大,无序性大,某一信息所含信息量相对较大。按信息源发生的层次,还可以把信息源划分为原始信息源和加工信息源,比如一个信息系统的子系统产生的信息是另一个子系统的输入,那么,前一个子系统就是加工信息源。

2. 信宿

信宿就是信息的接收者,也叫信息接收源,或信息汇。信宿是人类个体、群体、大型组织集体以及有形的物质载体的总称。在信息系统中,信宿既可以是普通用户,也可以是其中的一个子系统。

由此看来,一个子系统既可能是上一个子系统的信宿,也可能是下一个子系统的信源。建立信源与信宿的概念,有利于对“接口”概念的理解。接口,指的是各层次系统的边界内与其边界外之间的连接渠道和方式,既包括系统与外部环境的接口,也包括子系统与其他子系统之间的接口。接口的双方或者一边是信源,一边是信宿;或者互为信源和信宿,这主要看双方的信息联系是单向还是双向的。

3. 信道

信道指传递信息的通道。选择信息通道的条件主要是以下几点:

(1) 信道容量。在信息论中,把信道所能传递的最大限度信息量称为信道容量。为了使信息流迅速有序地高效流动,就必须提高信道传递的平均信息量。为此必须对所要传输的各种信息进行加工,如对文件信息进行浓缩和整理,以及对数据信息进行科学编码,使之变成符合信道传输的标准信号,以适应不同信道的传输要求。

(2) 信息传递中的保真度。不少情况下,由于信息流通中有各种干扰,信宿不能收到与信源完全一致的信息,以致出现信息失真或失误现象。

(3) 信息的时效性。为了使信息尽快地传递到信宿,传递信息的速度极为重要,速度越快越好。

由此可见,一个好的信道的传输容量应当足够大;信息干扰不超过一定限度,越小越好;尽量减少传递时间差。

1.2 系统的概念与系统思想

1.2.1 系统的概念与特性

例如洗漱使用的供水系统,食堂就餐的食堂系统,它们又都是学校后勤系统中的子系统,除此之外还有教学系统、办公系统等。“系统”这一术语被广泛使用着,如人体中的血液循环系统、神经系统;城市交通系统、供水系统、供电系统等。

系统这个词是从希腊语“system”一词派生出来的。关于系统的定义有很多种,但其基本含义不外乎:“系统是内部互相依赖的各个部分,按照某种规则,为实现某一特定目标而联系在一起的合理的、有序的组合。”这里的各个部分可以是实物部件(如飞机发动机、汽车轮胎等),也可以是管理的各个方面(如市场营销、生产运作、后勤配送等),或者是一个多层次结构的子系统。每一部分都是系统的一个单元,它们必须完成各自分担的那部分工作,共同实现既定的目标。系统具有如下特征:系统边界、输入和输出、输入到输出的转换方法和系统接口。

图 1.2 是一个系统的实例。在这个简化的教学系统中,输入是不具备计算机知识的学生,输出是具有程序设计能力的学生。为了在输入的条件下实现输出的目标,就必须要求该系统先后实现两个功能:一是进行计算机基础知识的培养,二是进行基础程序语言的学习。因而,该系统分为两个子系统:子系统 A 是计算机基础课程的学习,子系统 B 是 Java 语言课程的学习。子系统 A 产生的输出是系统的中间结果,也构成子系统 B 的输入。通过这个系统模型,应加深对系统与子系统、输入与输出、子系统的接口、系统边界概念的理解。

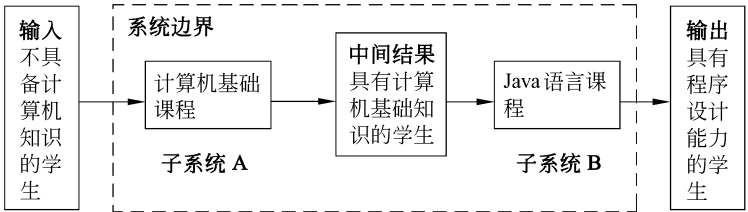


图 1.2 一个简化教学系统的结构

根据上述系统的含义可以得出系统的如下特性。

1. 系统的目的性

任何一个系统都是为了完成某一特定目标而构造的。例如,学校的目标是培养经济建

设人才和出科研成果。工厂的目标是生产出高质量、适销对路的产品,提高企业的经济效益。因此在建设系统的过程中,首先要明确系统目标,然后再考虑运用什么功能来达到这个目标。

系统最重要的特性是它的目的性。不能实现系统既定目标的系统没有存在的必要。如果开发出来的信息系统未达到用户原定的系统目标,那么这个信息系统是一个失败的系统。

2. 系统的整体性

从系统的含义中可以看出,系统内部的各个部分是为实现某一特定目标而联系在一起的,因此,组成系统的各个组成部分不是简单地集合在一起,而是有机地组成一个整体。每个部分都要服从整体,追求整体最优,而不是局部最优。这就是所谓全局的观点。一个系统中即使每个部分并非最完善,但通过综合、协调,仍然可使整个系统具有较好的功能;反之,如果每个部分都追求最好的结果而不考虑整体利益,也会使整个系统成为最差的系统。

重视整体性会使我们在开发信息系统的过程中,时刻注意从整体出发,统一界面风格,统一技术用语,统一协调开发进度,而不是各开发各的,最后再来协调。如果不从整体考虑,就会既耽误时间、影响进度,又会增加开发成本,使系统得不到整体优化,从而最终影响系统的质量。

3. 系统的层次性

一个系统可以分解成若干个组成部分,如果将这些组成部分看成是一个个的子系统,还可以进一步将这些子系统各划分成一些功能模块,以此类推,可以将一个系统逐层分解。这样就体现出系统的层次性。例如,可以把一个企业看成是一个系统,它可以分解为市场调研子系统、研发子系统、生产制造子系统、营销服务子系统、物流配送子系统、经理决策支持子系统等。

正是由于系统的层次性,才使得在开发信息系统的过程中可以采用系统分解的方法,先将系统分解成若干个功能相对独立的子系统,然后给予分别实施。

4. 系统的相关性

由于系统是由内部各个互相依存的组成部分按照某种规则组合在一起的,因此,各个组成部分尽管功能上相对独立,但彼此之间是有联系的,即具有相关性。这种相关性往往表现为系统与环境、子系统与子系统、模块与模块之间的接口。对于信息系统的业务调研来讲,重点之一是必须了解构成系统的元素之间的相互关系,并从整体上和宏观上予以把握。例如,工业系统和农业系统之间互有联系并且相互作用,工业系统给农业系统提供生产用的设备及其他工业品,而农业系统要向工业系统支援工业生产用的原料和粮食,这种系统之间的支援和制约是相互的,它们之间有机地结合在一起形成一个具有特定功能的社会经济系统。

再比如,一个制造型企业,市场调研部要根据企业的目标(输入:系统的输入,也是市场部的输入)对市场进行调查,并向研发部门传递调查结果(中间输出:市场部的输出,研发部的输入),研发部门根据调查的顾客需求,研究开发出新的产品(中间输出:研发部的输出,

生产部的输入),生产部开始大量生产出该产品(中间输出:生产部的输出,营销部的输入),营销部将这些产品投放市场,获取利润(输出:营销部的输出,也是系统的输出)。由此可见,企业的市场子系统、研发子系统、生产子系统和营销子系统之间也存在相互制约、相互依存的关系(参见图 1.3)。本书后面介绍的企业资源计划系统(enterprise resources planning,ERP)实际上就是上述企业子系统集成后的信息系统。

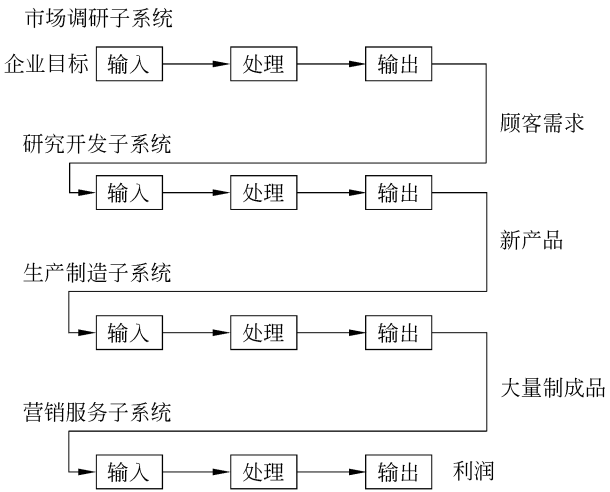


图 1.3 企业各子系统之间的相互关系

5. 系统的开放性

任何一个系统都不是孤立存在于社会环境之中的,它与社会环境有着千丝万缕的联系。无论是学校还是工厂不仅要受到国家政策和法规的制约,而且还要受到地方和有关单位(系统)的影响,这就要求系统具有开放性,既能做到系统自身不断地升级和优化,也能为其他系统提供接口,从而与更多的系统互连互通。

根据梅特卡夫法则,网络的价值与结点数的平方成正比。互连的系统数越多,系统的价值也越大,系统的用户越能享受到更大的价值。因而,开发信息系统,必须注意开放性。封闭的系统或不留接口的系统最后只能是被人们所抛弃。

6. 系统的稳定性

系统的稳定性是指在外界作用下的开放系统具有一定的自我稳定能力,能够在一定范围内自我调节,从而使系统具有一定的抗干扰能力和抗冲击能力。

在开发信息系统过程中,如果只强调系统的开放性,那是不行的。因为企业的业务天天在变,虽然大变很少,但小变相当多。如果一味地要求系统适应新的业务需求,那么新的信息系统永远开发不出来,永远在修改。这就要求系统必须具有一定的稳定性,在一定时间内

保持相对稳定。对于信息系统来讲,无论是硬件、网络 and 软件,都可以认为存在一个“版本”^①的问题,要开发信息系统,就必须重视版本管理,重视系统的相对稳定性。现在很多信息系统建模理论都在探讨按需应变(on demand)的问题,其实质是在业务流程或用户需求改变的前提下,信息系统的稳定性与适应性之间的关系问题。

7. 系统的相似性

系统的相似性是指系统具有同构和同态的性质,体现在系统结构、存在方式和演化过程具有共同性。

正是因为系统具有相似性,才讲究在系统开发过程中程序、函数、模块等的共享,提出中间件、软构件的概念以减少重复开发;正是因为系统具有相似性,才鼓励信息系统开发人员多多研磨别人的系统,以取得开发经验;正是因为系统具有相似性,才有许多的辅助开发工具推出,以加快开发进度,提高开发质量。

由系统的定义和特性分析可知,在信息系统建设过程中,系统的观点是进行信息系统开发的基础,它揭示出系统的开发必须首先明确系统的目标,划分出系统的边界,然后由上到下、由粗到细、由表及里地分析系统的每一个组成部分所应完成的功能,弄清各个组成部分的信息交换关系,从整体上对开发进行统一规划、统一管理,在此基础上进行系统的详细设计和实现。另外还要充分预料未来可能发生的情况,为将来系统的发展留出接口。

1.2.2 系统思想与系统方法

19 世纪下半叶以来,科学技术进入全面发展的新时期。一系列重大的科学发现,对近代科学方法提出了挑战,为现代系统思想的诞生奠定了基础。

近代科学方法面临的关键问题是它应付复杂性的能力。笛卡儿的第二条原则,即细分问题并分别进行考察,是设想这种分解不会曲解所研究的现象。它假定,整体中的组件在分开考察时与它们在整体中发挥的功能完全相同。由于物理学的成功,这些似乎是合理的,但是随着所考察问题复杂程度的增加,近代科学方法表现出某些局限。

贝塔朗菲多次发表文章表达了机体论思想,强调把有机体当作一个整体来考虑,认为科学的主要目标在于发现种种不同层次上的组织原理。他指出机械论有 3 个错误观点:一是简单相加的观点;二是“机械”观点,把生命现象简单地比作机器;三是被动反应的观点,即把有机体看作只有受到刺激时才做出反应。他批判地继承前人的机体论思想,把协调、秩序、目的性等概念用于研究有机体,形成了自己关于系统的基本观点,如整体观点、动态观点、等级观点,初步形成了他的一般系统论的思想。1937 年,贝塔朗菲第一次提出了一般系统论概念。到了 20 世纪 60 至 70 年代,一般系统论受到人们的普遍重视。

管理领域的进展,是 20 世纪系统思想兴起的另外一个重要侧面。

19 世纪末,随着自由资本主义开始向垄断资本主义过渡,生产规模日益扩大,专门从事

^① 这里说的版本,是广义的版本。对于硬件和网络来讲存在一个第几代的问题,可以认为这也是版本的一种含义。另一方面,信息系统的核心是软件,软件的版本改变,硬件和网络就要相应更新,所以信息系统的第几代问题可以归结为版本问题。

组织管理的阶层随之出现,只凭经验安排生产的管理方式已经不能适应日益扩大的生产规模和经济发展的需要了,在这样的背景下,泰罗、法约尔、韦伯等人奠定了科学管理理论,促使人们开始注意把工厂、企业作为一个有机的组织来加以管理。20 世纪 30 年代,巴纳德提出,组织就是“两个或两个以上的人有意识协调而成的活动或力量系统”,社会中的各种组织都是这样的协作系统。在他的组织定义中包含“系统”及系统等级概念,系统要素的协同、人有意识有目的的活动以及时间连续性等概念。由此可见,系统思想已经日益深入到管理理论之中,变成自觉的管理理论的基点之一。

系统工程的兴起也与管理问题密切相关。所谓系统工程,就是以系统的观点和方法为基础,综合地应用各种技术,分析解决复杂而困难的问题的工程方法。20 世纪 30 年代,美国贝尔电话公司在设计巨大工程时,感到传统方法已经不能满足要求,提出和使用系统概念、系统思想和系统方法这类术语。1940 年,他们在实施微波通信时,首创了系统工程学,按时间顺序把工作划分为规划、研究、开发、开发期研究、通用工程 5 个阶段,取得了良好的效果。

第二次世界大战期间,系统工程在工程管理、军事国防系统中受到极大重视。由于战争的推动,系统工程和运筹学紧密地联系在一起,得到迅速发展。第二次世界大战之后,这两门学科继续在军事等方面得到广泛的应用。

20 世纪 50 年代在系统工程发展的同时,出现了称为“系统分析”的方法论思想。其方法的基本要点是:

- (1) 定义问题: 列出一个或一组希望达到的目标。
- (2) 列出资源和约束: 供选择的技术或手段以及每个系统所需的“成本”或资源。
- (3) 给出方案: 一个或一组数学模型。
- (4) 评估、选择方案,然后实施。
- (5) 总结解决方案的有效性。

可以看出,系统分析、系统工程及运筹学有许多相似之处。它们的相似性来自于对某种系统性方法的信奉。当存在着一个目标状态 S_1 和一个当前状态 S_0 ,并且有多种方式从 S_0 到达 S_1 时,按照这种观点,“问题求解”的步骤是: 定义 S_0 和 S_1 ,选择最好的方法以减少二者的差距。这样,在系统工程中, $(S_1 - S_0)$ 定义了“需求”,或要达到的目标;系统分析则提供一种能满足该需求的各种系统中作出选择的规范化方法。

正是出于这种信念,从 20 世纪 50 年代以来,系统方法论(系统工程、系统分析、系统方法,等等)方面的文献中一直强调必须从定义需求出发,明确要达到的目标,设计能满足需求的系统。其措辞稍有不同,但思想相同: 在研究之初,必须知道并陈述我们的目的,我们要去的地方;在给出这种定义之后,才能用系统思想指导我们选择一种有效的方法达到目的。

切克兰德(P. Cneckland)指出这种观点构成了“硬”系统思想的基础。称“硬”系统思想是“工程师的贡献”。既然系统工程、系统分析源于工程学和工程经济领域,那么产生这种思想是很自然的。设计工程师的任务是为满足特定需求提供一种有效的方法。对设计工程师来讲,“需要什么”是明确的,他必须考虑的是“怎样才能满足需求?”他要为“怎么做”这个问题提供巧妙的答案。最好的工程师是提供了最便宜、最有效和最巧妙答案的人。