



系统论视域下工程决策的“非完美性”探析

梁军*, 高婧

西安交通大学 马克思主义学院, 西安 710049

摘要: 系统论作为跨学科的理论框架, 提供了全面综合的方法来研究复杂系统的结构和行为, 其核心思想在于, 要理解一个系统的整体行为, 必须考虑其各个组成部分之间的相互关系及其对整个系统的贡献。工程的社会属性或者社会特征, 决定了工程社会学视野下工程决策的“非完美性”。决策作为工程这一复杂系统的重要环节, 包含相互关联影响的多个要素。从单个要素来看, 工程决策的“非完美性”源于多个方面, 包括决策主体、决策程序、决策客体、决策的价值基础、外部决策环境等。从系统的整体性考量, 一方面“非完美性”体现在经济、社会、伦理多个维度的相互影响, 在宏观、中观、微观层面都具有不同的矛盾; 另一方面, “非完美性”离不开工程决策过程中的社会价值问题, 这涉及不同利益相关者之间的冲突和权衡。在系统论视域下, 社会系统本身即具有复杂性和多变性, 工程决策身处其中, 其“非完美性”是不可避免的。但通过结构功能调整、信息反馈调节以及平衡竞争与协同这三项系统论基本规律的作用, 可以减少工程决策中的“非完美”现象, 是人们追求理想工程的重要途径。因此, 从系统论的角度探究工程决策“非完美性”含义并进行现实反思, 对工程项目的成功实施和工程领域的可持续、高质量发展具有重要意义。

关键词: 系统论; 工程决策; 非完美性; 工程社会学

中图分类号: C912

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2024)05-0526-10

引言

工程决策是工程活动的前提和基础, 是在技术可行前提上所进行的价值判断与选择, 决策的合理性和

准确性决定了工程活动的成败和效益。工程决策的价值判断与其社会属性是密切相关的。当前学界对于工程社会学视野下的工程决策研究主要集中在决策的社会内涵、特征、逻辑结构。杨建科等^[1]提出从决策主

收稿日期: 2024-07-09; **修回日期:** 2024-09-07

基金项目: 中国中铁股份有限公司科技研究开发项目: 工程实践的“非完美性”问题及基本理论研究 (2021-重点-50)

作者简介: *梁军 (1971—), 男, 博士, 教授。研究方向为工程哲学、科学技术哲学、跨学科的马克思主义研究等。

E-mail: liangjunfx@mail.xjtu.edu.cn (通讯作者)

高婧 (2000—), 女, 博士研究生, 研究方向为马克思主义理论与社会工程。

引用格式: 梁军, 高婧. 系统论视域下工程决策的“非完美性”探析[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2024, 16(5): 526-535. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240090. CSTR: 32282.14.JES. 20240090.

Liang J, Gao J. An Analysis of "Imperfection" in Engineering Decision Making from the Perspective of System Theory[J]. Journal of Engineering Studies, 2024, 16(5): 526-535. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240090. CSTR: 32282.14.JES. 20240090.

体、过程 and 影响因素分析,工程决策有社会决策和技术决策两个层次,前者是工程的合理性和合法性决策,体现的是价值合理性;后者是工程的可能性和可行性决策,体现的是工具合理性。两者逻辑交织,前者对后者起影响甚至决定作用。技术决策和社会决策从客观上来说都会受到人的有限性影响,因而这两个层次的决策均具有“非完美性”。现有学者围绕工程“非完美性”的两个方向进行研究。一是从“完美”与“非完美”的哲学考辨中去探讨何为“非完美性”。伍军^[2]认为“完美”是只存在于精神世界的,具有不现实性、指向未来的追求性、相对性,“非完美”则是一种现实的缺陷美,是事实上可能的整体最美的特征及其现象。在两者的对比中提出了“非完美性”具有不精确、不确定、不简单、不完备、有限性、人的局限性、缺陷性这七个特性。康兰心等^[3]将中西方哲学中对待“完美性”的思想进行融合,认为“完美性”是受制于自然规律和人类有限性的,大多停留在哲学概念。而“非完美性”则体现在对不可预知的因素,复杂多变的世界是无法完全了解的。由此指出人们在面对“非完美性”时,不断加深了对人类生活中局限性和不确定性的深刻理解。二是从工程哲学、实践哲学的视角探讨工程的“非完美性”在工程实践的表现。梁军等^[4]认为在人工智能技术工程中的“非完美性”表现在威胁人的主体地位,加剧交往主体间的不平等,带来生态环境问题这三个方面。伍军^[2]则从工程理论不完备、工程建设的制度环境有待优化、存在较多的行为偏差这三点出发分析中国工程实践的“非完美性”,认为工程理论需要在实践中不断完备,用实践推动制度建设,对现有的行为偏差应当树立“非完美控制”的理念。

综上所述,相关研究成果主要从哲学维度展开,集中在理论阐释与具体现象的描述,尚未从实践的角度出发提出对“非完美性”的应对方法。同时,对工程决策这一工程生命周期中的关键阶段聚焦不足,对工程决策“非完美”现象的社会反思仍不充分。在现实社会的工程活动进程中,工程决策存在的“非完美”现象导致工程目标的完成带有一定的缺陷、瑕疵,使得工程的高质量发展陷入了“完美主义”困境。但一味追求“完美”并对此进行诘难,不仅会带

领工程活动主体走向乌托邦主义,还会造成现实资源的浪费、时间的损失。如何理解工程决策中的“非完美性”影响着决策者对待“非完美”现象的态度和行为。鉴于此,本文结合工程社会学理论,在系统论视域下讨论作为社会活动的工程决策行为,将其置于复杂的工程系统框架中进行全面分析,为工程实践提供科学、合理的指导,进一步把握工程决策行为的系统性逻辑,以更科学的态度应对工程实践挑战。

1 工程决策及“非完美性”的含义

工程决策,通常指在工程项目规划、设计、施工、运营等各个阶段所进行的决策活动。这些决策涉及技术选择、资源配置、风险评估、利益分配等多个方面,不仅对项目的成败具有至关重要的影响,也决定了整项工程能否“向善”。现代工程活动具有高度的社会系统复杂性,任何一项工程都是一个复杂系统,工程决策的相关活动必然涉及单个要素与系统整体的关系。因此,从系统整体与要素两种视角出发分析工程决策过程中的“非完美性”是十分必要的。

1.1 工程决策的含义

决策是一个深入认识并解决问题的过程,具有高度的系统性和逻辑性。在工程实践中,工程决策构成了合乎理性、科学规范的工程行动之基石,因此,深入剖析并全面理解工程决策的内在含义,对于确保工程活动的顺利进行和达成预期目标具有至关重要的意义。工程决策是工程活动过程中的重要阶段,不同学者对于工程决策的含义理解不同。从工程决策的过程出发,安维复^[5]认为工程决策是工程决策者(政府、企业或个人)针对拟建工程项目,确立总体部署,并通过对不同工程建设方案的比较、分析和判断,最终确定实施方案的行为。决策是贯穿整个计划阶段的主线,可以认为整个工程计划阶段都是一个决策的过程,是工程实施前的活动过程。程新宇^[6]认为工程决策是指建造一个什么样的工程、在哪里建造以及如何建造的问题,也就是在工程的计划、设计、审批阶段,一个工程的可行性论证。杨建科等^[1]从工程社会学的视角解读工程决策,作为工程活动核心环节的工

程决策是决策主体针对工程目标和工程问题进行的权衡、设计和选择。工程决策是指向未来的、非线性的社会系统决策, 由社会决策和技术决策两个层次构成。王金南等^[7]从重大工程项目的视角出发, 认为重大工程决策是指对工程全生命周期有深刻或决定性影响的重要问题做出的一类基础性、全局性、战略性选择, 诸如规划、立项、投资、融资等, 选择结果即重大工程决策方案。工程决策作为工程活动环节的一部分, 不同学者对于工程决策以及工程活动的理解有所不同, 对于工程活动的分段问题有不同的见解, 包括三段论、四段论、五段论和多段论。沈珠江^[8]认为工程活动包括技术手段和管理手段, 可划分为三个阶段, 即策划阶段、实施阶段和使用阶段。李伯聪^[9]在《工程哲学引论——我造物故我在》一书中, 将工程活动过程划分为三个阶段: 计划设计阶段、操作实施阶段和成果使用阶段。梁军^[10]把工程活动全过程分为四个阶段, 即工程决策、工程实施、工程运行(主要指以产品生产为目的的动态工程)以及工程终结四个环节。张勇等^[11]认为工程活动的生命周期包括工程目标选择论证、工程决策、工程设计、工程组织与实施、工程验收与评估等阶段。王沛民等^[12]用“过程分析法”讨论工程活动时, 给出过一个六阶段过程模型, 包括: 工程任务准备; 总体方案拟订; 技术方案拟订; 作业方案拟订; 制(建)造和试验; 服役和评价。

综合以上观点, 工程决策是指工程活动中任何涉及决策的内容, 无论是决策的前提、过程、结果, 都应当在工程决策的研究范围之内。工程建设总的来说可以分为前期的工程规划设计阶段和后期的工程建设实施阶段, 前者是进行工程决策的阶段, 后者是决策的实施阶段。前期阶段的工程决策是对整个工程的决策, 是一个认识 and 解决问题的全过程, 只有从宏观、中观、微观的各个角度清楚认识问题的前提下, 决策才有可能接近完美, 使工程发挥其满足人类需要的特性。

1.2 基于系统论阐述工程决策“非完美性”的含义

工程决策之所以重要, 是因为决策环节决定了整项工程是否“向善”。只有在决策的过程中校正了

“善”的前提, 后续的工程实施工作才有开展的必要。关于工程决策“非完美性”的研究正是帮助工程活动进一步实现向善向好目标的研究, 是对工程决策中出现“非完美”现象的反思并在此基础上改进。从中西方哲学提出的“道法自然”“至善”等观点可以得出: “完美”是极为难得与虚幻的状态, 受制于自然规律和人类有限性。这一思考自然地引发出“非完美”这一概念, “非完美”是基于客观现实世界的多变复杂, 人类主观认知的有限性提出的。在工程活动的伦理研究中, 责任、公平、安全、风险等道德规范原则是关注的重点话题, 基于“非完美性”概念的认识, 对工程活动, 特别是最重要的工程决策环节进行审视反思, 是实现工程为人所用价值的重要途径。

美籍奥地利生物学家路德维希·冯·贝塔朗菲(Ludwig von Bertalanffy)在20世纪40年代创立的一般系统论, 为人们认识各种系统的组成、结构、功能、环境和发展规律提供了一般方法论的指导^[13], 钱学森院士的系统科学理论则研究了系统的一般模式、基本结构和运转规律, 揭示了适用于一切系统的原理和模型^[14]。外部环境通过影响系统内部各要素及其组成方式, 进而引发系统整体性变革。系统论不只强调系统的“整体性”, 也关注系统的组成要素及要素间的关系, 而非机械地对复杂问题简单加减^[15]。现代工程活动具有社会性, 在其设计、建成、运行、退役的全生命周期内会对社会产生巨大影响。在这一过程中, 任何一项工程都是复杂系统, 工程决策的相关活动必然涉及局部与整体的关系, 全局最优的结果是发生在由各个要素构成的工程系统中的。因此, 为了更全面地阐述工程决策中的“非完美性”内涵, 需要从要素与系统的角度出发, 分别探讨“非完美性”所涵盖的各种情况。

从构成工程系统的各个要素出发, 任何个体、事物、单一要素无法达成自身终极理想的状态, 正如人类无法避免犯错一样, 现实生活中的任何要素在工程实践中也不可避免地存在误差和错漏。从工程决策的决策主体、决策客体、决策程序、决策环境、决策价值基础等要素来看, 无论如何不可能实现终极完美。这些“非完美”是自然条件下的形态, 是人的有限认知的体现。在这种情况下追求完全理想的“乌托邦”

式决策是不实际的。正是由于人类是有限性的存在、由于资源的有限性和不可避免的物理时空与社会时空条件的限制和约束,使得“非完美性”成为有限主体和有限时空条件下的必然情况。

从系统整体出发,工程是一个涉及多要素多目标的复杂系统,并非仅有单一追求的活动。在这样的前提下实现完美,兼顾所有方面是不现实、不经济的。决策是人们思维过程和意志行动过程相互结合的产物,代表人们选择的行动方案。工程的决策更是放置于复杂的系统之中考虑的,决策的内涵就决定了“非完美性”的必然存在。工程方案的对立,决策出发点的对立,这些对立中不可避免地产生了“非完美性”。

2 工程决策“非完美性”的要素分析

工程决策涵盖了多个方面的考量。通过深入分析决策主体、决策程序、决策客体、决策价值基础等内部要素,能够更全面地理解工程决策的复杂性和多维度性。同时,不可忽视的是,外部决策环境对工程决策同样产生着深远影响。在综合考虑这些因素的基础上,指出工程决策各要素所呈现的“非完美性”特征及其所带来的“非完美”现象。

2.1 决策主体

从决策主体的角度来看,“非完美性”主要体现在决策者的局限性和公众参与的局限性上。人作为决策主体,其认知偏差、情感影响以及利益驱动等因素都可能对决策产生负面影响。认知偏差可能导致决策者无法全面、客观地看待问题;情感影响可能使决策者在面临重大决策时,无法保持冷静和理性;利益驱动则可能使决策者偏离公共利益,追求个人或小团体的利益。此外,决策者需要参考公众给出的意见以便完善决策,但是公众参与的局限性也不可忽视。公众的知识水平是参与决策的基础。如果公众对决策议题缺乏必要的了解和理解,他们就很难给出有效的建议。公众的参与意愿也是影响决策的重要因素。如果公众对决策过程缺乏信任,就不愿意参与其中。这可能导致决策过程缺乏多样性和包容性,进而影响决策的公正性。公众的信息获取能力同样会影响决策质

量。在现代社会,信息获取渠道众多,但并非所有人都都能有效地获取和利用这些信息。公众可能因为缺乏信息获取技能或资源而处于信息劣势地位,无法充分参与决策过程。

2.2 决策程序

工程决策的程序包括公众参与、专家论证、风险评估、合法性审查和集体讨论决定等环节。在实际操作中,由于程序设计的局限性和执行过程中的疏忽,可能导致决策过程中的信息失真或遗漏。例如,某些关键信息可能因为程序漏洞而未能被充分收集和分析,或者在某些情况下,决策者可能未能充分考虑到所有相关因素,导致决策结果偏离预期。这种信息失真和遗漏不仅可能影响决策的准确性,还可能导致决策结果偏离社会公正和公平的原则。其次,唯科学主义倾向也是决策程序中常见的问题之一。唯科学主义强调依赖技术手段和数据分析来制定决策。虽然科学方法和数据分析在工程决策的过程中具有重要作用,但过分强调技术解决方案的重要性,会忽视社会、文化对工程项目的影 响。例如,在某些情况下,决策者可能过分关注数据指标而忽视了公众和其他利益相关方的实际需求和感受。此外,极端民主化也是决策程序中需要警惕的问题。极端民主化强调工程决策过程中公众参与的重要性,但可能导致决策效率低下,无法及时应对突发情况。在工程决策程序中,极端民主化体现在决策者的过度共识要求,在实践中要求利益相关者达成共识可能导致决策过程缓慢,影响决策效率。在过度要求下所展开的一系列决策程序会使工程决策过程复杂化,增加决策成本。

2.3 决策客体

决策客体的复杂性是导致决策“非完美性”的关键要素之一。在实际工程项目中,决策客体的复杂性往往体现在多个方面,包括跨领域的合作、多元利益相关者的参与,以及种种不确定因素的交织。这些复杂因素相互作用,相互影响,共同构成了决策过程中不可忽视的挑战。首先,工程项目往往涉及多个领域的知识和专业技能。比如,一个大型的基础设施建设项目不仅需要建筑、土木工程的专业知识,还可能涉

及环保、经济、法律等多个领域。这就要求决策者必须具备跨领域的知识和视野,能够全面考虑各个领域的因素,确保决策的科学性和合理性。其次,工程项目中还存在大量的动态因素,如技术风险、自然灾害等。这些不确定因素的存在使得决策面临着巨大的风险和挑战。从工程的长期性来看,项目往往具有较长的建设周期和运营周期,这要求考虑决策客体的未来条件与影响。例如,在基础设施建设项目中,决策者需要评估项目的长期经济效益、社会影响和环境影响,以确保决策的可持续性和长远性。

2.4 决策的价值基础

工程决策的价值判断也存在“非完美性”。工程建设追求的目标首先要符合社会主义的基本规律和国民经济建设的战略方针和政策。但由于价值观念的多样性和复杂性,决策者可能难以做出完全客观、公正的价值判断。不同的利益相关者对于工程项目往往有着不同的价值认知和需求期望。其次,价值判断的“非完美性”还可能源于决策者自身的局限性和偏见。由于决策者个人的背景、经验和认知能力的不同,在面对工程项目时,可能会产生不同的价值判断和偏好。这种主观性和偏见,可能导致决策结果偏离社会公共利益或造成资源浪费等问题。

2.5 外部决策环境

工程并非封闭的系统,外部决策环境的有限性和发展多变性会对工程决策产生影响。对于系统的发展变化,外因是条件,通过与系统的联系作用产生交换,引起变化^{[16][228]}。一方面,决策环境的有限性是指决策者在做出决策时所依据的信息和资源受到一定的限制。考虑到信息准确度的有限性、数据资料可获得性,决策者无法获取全部、准确的信息、资源,导致决策结果偏离最优解。例如,在工程项目中,决策者可能面临时间、预算或技术能力的限制,无法充分考虑所有可能的方案。在这种情况下,决策者需要依靠有限的信息和资源做出次优决策,即选择最符合当前条件和限制的方案。另一方面,发展多变性是指工程项目在实施过程中可能面临的各种不可预测的变化。这些变化可能来自市场环境、技术进步、政策调

整等多个方面。由于这些变化的发生,原有决策可能失效或需要调整。例如,在项目执行过程中,市场需求发生变化,导致原计划的产品或服务不再受欢迎。或者,技术进步可能使得原有的技术方案过时或不再适用。

3 工程决策“非完美性”的整体表现

工程作为涉及多维度影响、多视角考量的复杂系统,应当结合整体对其“非完美”现象进行审视。一方面,从多维度视角下探析工程决策的“非完美性”,由经济、技术、制度、伦理、社会等层面共同构成的工程活动是一个多目标的社会活动,在宏观、中观、微观等层面都存在矛盾。另一方面,从利益冲突的视角来看,以价值判断为中心的决策行为涉及多个利益相关方,这种复杂性同样使得决策难以达到完美状态。

3.1 多维度视角下的工程决策“非完美性”

工程决策活动是多维度活动,是由不同维度构成的社会活动,包括经济维度、技术维度、制度维度、人际交往维度、伦理维度、社会维度、环境维度。这些要素并非孤立存在,而是相互关联、相互影响,共同构成了工程决策活动的全貌。

工程并非单纯的科学应用或技术的堆砌。相反,它是科学、技术、经济、管理、社会、文化、环境等众多维度的集成、选择和优化。这意味着在工程决策过程中,必须综合考虑各种要素,确保决策的全面性和合理性^[17]。一切工程是为了人类建造的,要建立顺应自然、经济和社会规律,遵循社会道德伦理、公正公平准则,坚持以人为本、资源节约、环境友好、循环经济、绿色生产、促进人与自然和人与社会协调可持续发展的工程理念。然而在现实生活中,多维度产生矛盾、冲突的现象时有发生。

从工程系统角度不难分析,系统中,宏观层面存在工程管理、项目功能实现、建设技术、外部环境的矛盾;中观层面存在组织内部各参与单位“领导、团队、文化”要素的矛盾、项目中影响“投资、功效、质量”功能的物质资源要素存在矛盾、工程实施技术

的“可行性、先进性、适用性”要素存在矛盾、约束环境中“社会、政治、生态”要素等存在矛盾;微观层面,每一子系统要素与要素间存在更广泛的矛盾,系统全要素如何能真正在全生命周期实现工程与人及自然和谐。矛盾无处不在。而工程决策在面对矛盾的过程中无论做出何种选择,其本身就意味着对剩余要素优先级的置后,表明了“非完美性”的存在。这种“非完美性”不仅体现在决策过程中,也体现在决策的结果上。即使决策过程再谨慎、再周全,也难以保证所有要素都能得到完美的满足。

3.2 利益冲突视角下的工程决策“非完美性”

工程决策不仅是一个技术问题,更多的是一个涉及多方利益和价值判断的问题。这种复杂性使得工程决策难以达到完美的状态,而常常需要在各种利益之间进行权衡和折中。

3.2.1 利益与责任:对雇主的忠诚与职业道德的冲突 在工程决策中,工程师个体首先面临的是对雇主的忠诚与职业道德之间的冲突。雇主往往追求的是经济利益和项目的成功完成,而工程师则需要考虑项目的安全性、可行性以及对环境和社会的影响。这种冲突使得工程师在决策时需要权衡雇主的利益与自身的职业道德和责任。

首先要明确的一点是,雇主的利益与工程师个人的职业道德并非水火不容、非此即彼的关系。实际上,二者在很大程度上是相辅相成的。雇主追求经济利益和项目的成功完成,这是企业生存和发展的基础。而工程师的职业道德则要求他们在工作中坚持诚实、公正、负责的原则,确保项目的安全性、可行性,以及最小化对环境和社会的消极影响。这些看似对立的立场,实际上都是为了实现一个共同的目标:为企业和社会创造更多的价值。然而,在实际工作中,这种理想的完美状态往往难以实现。从工程师的角度出发,需要清醒地认识到自己的职业责任和使命。作为专业的技术人员,首要任务是确保项目的安全性、可行性和环保性。这是职业操守和道德底线,也是工程师赢得社会尊重和信任的基础。其次,企业的生存和发展离不开经济效益的提升和项目的成功完成。因此,在解决这种冲突时,工程师就需要在维护

雇主的利益与坚持职业道德之间做出抉择。这种涉及对个人责任与社会利益权衡与取舍的抉择并非易事。

3.2.2 局部利益与全局利益:个体利益与社会利益的博弈 局部利益与全局利益的冲突实际上是一场复杂的博弈,其中涉及的参与方众多,包括工程师、项目业主、周边居民以及整个社会。这些参与方各自的利益诉求和立场差异,使得工程项目在推进过程中往往面临着多重挑战。

局部利益通常指的是工程项目直接影响的利益群体,如项目周边的居民、企业等。他们最关心的是工程项目给他们带来的直接影响,比如噪声污染、空气质量下降、交通拥堵等问题。然而,工程项目往往需要考虑到更广泛的全局利益。全局利益指的是整个社会的利益,包括经济发展、基础设施建设、环境改善等方面。决策主体需要在满足项目需求的同时,尽可能减少对周边居民的影响,以实现全局利益的最大化。在这场博弈中,如何平衡局部利益和全局利益成了一个关键问题。一方面,不能忽视局部利益的存在和诉求,因为他们的意见和反馈对于工程项目的推进至关重要。另一方面,也不能只考虑局部利益而忽视全局利益,因为工程项目的最终目的是服务于整个社会。

3.2.3 经济效益与环境效益:可持续发展的权衡 经济效益与环境效益的冲突是工程决策“非完美性”中另一个不可忽视的问题。在追求经济效益的同时,工程项目可能对环境造成不可逆的损害。这种损害不仅影响当前的环境质量,还可能对未来的生态环境和可持续发展产生深远影响。因此,工程师需要在决策中充分考虑环境效益,以实现短期利益与长期利益的平衡。

经济效益是工程项目所带来的经济收益和利润。它是衡量一个项目成功与否的重要指标,也是推动工程项目发展的主要动力。但追求经济效益不应以牺牲生态环境为代价。健康的生态环境是人类社会生存和发展的基础,提供了人们所需的水、空气、食物等资源,维持了生态平衡和生物多样性。例如,位于亚马孙河的主要支流辛谷河上的贝罗蒙特大坝(Curuá-Una Dam)项目在20世纪70年代首次被提出,并在2011年开始施工。大坝的建设充满争议,

破坏了当地生态环境, 淹没了大片亚马孙热带雨林, 影响了原有河道中众多生物的栖息环境, 同时影响了生活在该地区的居民、土著部落^[18]。在城市规划领域, 需要考虑当前的城市发展与未来的可持续发展, 合理规划城市空间, 提高城市的宜居性和可持续性。在工程项目决策中, 如果忽视了环境效益, 只追求眼前的经济利益, 那么当环境资源被过度消耗、生态环境受到严重破坏时, 经济效益也会受到影响, 甚至可能导致项目失败。

4 工程决策“非完美性”的系统论规律反思

从系统论视角出发, 以系统运行的基本规律对工程决策“非完美”现象进行现实反思, 减少工程决策中的“非完美性”, 提高决策的质量和效率。其一, 结构功能规律的存在, 使得系统内部的各个要素能够与外部环境进行有效地联系和互动, 实现工程整体目标; 其二, 信息的传递与决策的优化调整紧密相连, 能够有效纠正工程实践中的偏差, 并及时应对现实中的各种突发情况; 其三, 竞争与协同的相互对立与转化, 推动工程决策在稳定中求变。在保持稳定性的基础上, 激发创新活力, 为工程决策的持续、稳健发展提供动力。

4.1 结构功能调整满足工程整体目标

结构是指系统内部各个要素之间的相对稳定的联系方式、组织秩序及其时空关系的内在表现形式。那么系统中的结构也就取决于系统的各个要素是如何有机联系并表现的^{[16]228}。功能则是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功效, 是系统内稳定的联系方式、组织秩序的外在表现^{[16]290}。从结构功能规律的角度来看, 工程是一个复杂的系统。决策作为工程系统运行的一个环节。这个系统由多个组成部分构成, 每个部分都有其特定的功能和作用。决策的“非完美性”往往是由于某个或某些部分的功能不能完全满足整体需求所导致的。因此, 需要深入理解和分析每个组成部分相互联系后的特性, 与外界环境相作用后发挥出何种功能, 找出导致“非完美性”的关键因素。在此基础上, 通过优化

和调整工程系统的结构来减少决策“非完美”现象。例如, 改进决策流程, 提高决策的科学性和合理性; 引入更先进的技术手段, 提高决策的精确性和效率; 加强决策过程中的沟通和协调, 提高执行力。

4.2 信息反馈调节纠正决策偏差

“一鼓作气”“鸣金收兵”, 古代战争中就有使用鼓声、锣声的信息来进行军令传达, 调节军队行动的例子。利用信息进行通信, 利用反馈来进行调节, 这是系统中普遍的现象。在工程决策的过程中, 信息反馈机制揭示了决策过程并非总是尽善尽美, 而是常常伴随着不确定性和变动。因此, 需要不断收集和分析反馈信息, 以调整和优化决策。在工程项目中, 可能会遇到各种意料之外的问题, 如地质条件的变化、施工难度的增加、资金短缺等。这些问题都可能导致工程决策出现偏差, 信息反馈规律指出这些偏差和失效并不是无法挽回的。通过及时收集和分析反馈信息, 可以洞察问题的实质, 并采取相应的措施进行调节。这些调整措施可能涉及技术层面、管理层面, 甚至战略层面。因此, 在工程决策中, 应该始终保持对信息反馈的敏感性和重视度, 建立完善的信息收集和分析系统, 及时捕捉和处理各种反馈信息。

4.3 平衡竞争与协同, 推动决策稳健发展

恩格斯(Friedrich Engels)指出:“自然界中无生命的物体的相互作用既有和谐也有冲突; 有生命的物体的相互作用则既有有意识的和无意识的合作, 也有有意识的和无意识的斗争。因此, 在自然界中决不允许只把片面的‘斗争’写在旗帜上”^[19]。工程系统中也是如此, 系统内部的要素之间以及系统与外部环境之间, 既存在整体同一性, 又存在个体差异性。整体统一性表现为协同因素, 个体差异性表现出竞争因素^{[16]313}, 通过竞争和协同的相互对立、相互转化, 推动工程系统的发展。在工程决策中, 各个参与方往往存在着竞争关系, 他们为了自身的利益而展开激烈的竞争。这种竞争可以激发参与方的创造力和积极性, 推动工程项目的高效实施。然而, 过度的竞争也可能导致决策过程中的偏差和失误, 使得决策结果偏离理想状态。各个维度、要素的冲突也体现了竞争关

系,无论是经济与环境的冲突、技术与社会道德的冲突,这都是单方面的个体性所体现的竞争。协同强调的是各个参与方之间的合作与协调,通过共同努力实现工程项目的目标。协同可以带来资源的共享、知识的交流和经验的借鉴,从而提高决策的质量和效率。协同反映了个体合作发展的过程。因此,在工程决策实践中,需要正确把握竞争与协同的关系,鼓励适度的竞争,激发各方创造力和积极性,并且注意到带有个体性的合作过程才是焕发生机的。工程决策中的“非完美”现象作为竞争的表现,为系统发展提供了创造性前进的机会。同时,加强协同稳定系统,不使工程系统失去稳定,才能使系统的发展真正实现,提高决策的质量和效率,推动工程项目的成功实施。

5 结语

对于工程决策“非完美性”的理解,是基于有限

条件的前提下所进行的分析。本文探讨了工程决策这一关键环节的“非完美性”。从系统论视角出发分析了工程决策中的“复杂”“不精确”“有限性”“片面”“局限”和“极端”等非完美情况,揭示了“非完美性”实际上是系统内在属性的一部分。这一方面可以帮助决策者更好理解客观“非完美”限制下的理想状态,纠正了以往可能忽视系统内在属性的偏见,补充了对决策过程中多目标和多维度矛盾的认识;另一方面,从系统论基本规律出发,给予工程决策“非完美性”的现实反思,实现工程决策的稳定性与前进性相统一,为工程活动的高质量发展提供有力支撑。未来的研究可以探索如何在不同的工程领域和文化背景下考虑“非完美性”,进一步研究如何将系统论的方法与其他决策支持工具相结合提高决策的质量和效率,帮助决策者在客观“非完美”限制下达成理想的工程目标。

参考文献

- [1] 杨建科,王宏波,屈旻.从工程社会学的视角看工程决策的双重逻辑[J].自然辩证法研究,2009,25(1):76-80.
Yang J K, Wang H B, Qu M. Analysis on the dual-logic of engineering decision-making from engineering-sociology perspective[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2009, 25(1): 76-80.
- [2] 伍军.“非完美性”反思及工程实践非完美现象的分析[J].自然辩证法通讯,2024,46(5):18-24.
Wu J. Reflections on "imperfection" in engineering practice[J]. Journal of Dialectics of Nature, 2024, 46(5): 18-24.
- [3] 康兰心,张雯钰,方成龙.论工程实践“非完美性”的哲学基础[J].自然辩证法通讯,2024,46(5):1-8.
Kang L X, Zhang W Y, Fang C L. The philosophical basis of "imperfection" in engineering practice[J]. Journal of Dialectics of Nature, 2024, 46(5): 1-8.
- [4] 梁军,孟克迪,耿天宝.实践理性视域下的人工智能非完美性探析[J].自然辩证法通讯,2024,46(5):25-33.
Liang J, Meng K D, Geng T B. Exploring the imperfection of artificial intelligence from the perspective of practical rationality[J]. Journal of Dialectics of Nature, 2024, 46(5): 25-33.
- [5] 安维复.工程决策:一个值得关注的哲学问题[J].自然辩证法研究,2007,23(8):51-55.
An W F. Engineering decision: A remarkable philosophical problem[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2007, 23(8): 51-55.
- [6] 程新宇.工程决策中的伦理问题及其对策[J].道德与文明,2007(5):80-84.
Cheng X Y. The ethical problems in engineering decision and its countermeasures[J]. Morality and Civilization, 2007(5): 80-84.
- [7] 王金南,蒋洪强,程曦,等.关于建立重大工程项目绿色管理制度的思考[J].中国环境管理,2021,13(1):5-12.
Wang J N, Jiang H Q, Cheng X, et al. Thoughts on the establishment of green management strategy for major construction projects[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2021, 13(1): 5-12.
- [8] 沈珠江.工程哲学就是发展哲学:一个工程师眼中的工程哲学[J].清华大学学报(哲学社会科学版),2006,21(2):115-119.
Shen Z J. Philosophy of engineering is just philosophy of development: The philosophy of engineering in the eyes of an engineering[J]. Journal of Tsinghua University (Philosophy and Social Sciences), 2006, 21(2): 115-119.
- [9] 李伯聪.工程哲学引论——我造物故我在[M].郑州:大象出版社,2002:389.

- Li B C. An Introduction to the Philosophy of Engineering: I Create, Therefore I Am[M]. Zhengzhou: Elephant Publishing House, 2002: 389
- [10] 梁军. 论工程运行伦理[J]. 自然辩证法研究, 2007, 23(10): 36-40.
- Liang J. Theory of engineering operating ethics[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2007, 23(10): 36-40.
- [11] 张勇, 吕慈仙. 学科交叉融合背景下工程伦理教育的创新发展[J]. 高等工程教育研究, 2016(3): 121-126.
- Zhang Y, Lyu C X. On innovation development of engineering ethics education under the background of interdisciplinary fusion[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2016(3): 121-126.
- [12] 王沛民, 顾建民, 刘伟民. 工程教育基础: 工程教育理念和实践的研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1994: 137-140.
- Wang P M, Gu J M, Liu W M. Fundamentals of Engineering Education: Research on the Concept and Practice of Engineering Education [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1994: 137-140.
- [13] 路德维希·冯·贝塔朗菲. 一般系统论: 基础、发展和应用[M]. 林康义, 魏宏森, 译. 北京: 清华大学出版社, 1987: 5.
- von Bertalanffy L. General System Theory: Foundations, Development, Applications[M]. New York: George Braziller Inc., 1969.
- [14] 谭跃进, 郭波. 钱学森系统工程创新教育思想的实践及启示: 纪念钱学森发表《组织管理的技术: 系统工程》四十周年[J]. 高等教育研究学报, 2019, 42(1): 13-16+63.
- Tan Y J, Guo B. Practice of Qian Xuesen's innovative education thoughts of systems engineering and its revelation: commemoration of the fortieth anniversary of the publication of *Organizational Management Technology: Systems Engineering* by Qian Xuesen[J]. Journal of Higher Education Research, 2019, 42(1): 13-16+ 63.
- [15] 魏宏森. 钱学森构建系统论的基本设想[J]. 系统科学学报, 2013, 21(1): 1-8.
- Wei H S. The basic conception of Tsien Hsue-Shen system construction theory[J]. Chinese Journal of Systems Science, 2013, 21(1): 1-8.
- [16] 魏宏森, 曾国屏. 系统论: 系统科学哲学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.
- Wei H S, Zeng G P. System Theory: Philosophy of System Science[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1995.
- [17] 李伯聪. 关于工程伦理学的对象和范围的几个问题: 三谈关于工程伦理学的若干问题[J]. 伦理学研究, 2006(6): 24-30.
- Li B C. On several questions of the target and the range of engineering ethics[J]. Studies in Ethics, 2006(6): 24-30.
- [18] Keppeler F W, Andrade M C, Trindade P A A, et al. Early impacts of the largest Amazonian hydropower project on fish communities[J]. Science of the Total Environment, 2022, 838:15591.
- [19] 马克思恩格斯全集(第26卷)[M]. 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局编译. 北京: 人民出版社, 2014: 755.
- The Complete Works of Marx and Engels(Volume26)[M]. Central Compilation and Translation Bureau of the Communist Party of China. Beijing: People's Publishing House, 2014: 755.

An Analysis of "Imperfection" in Engineering Decision Making from the Perspective of System Theory

Liang Jun*, Gao Jing

School of Marxism, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

Abstract: Engineering technology is closely related to human survival. An important source of the development of social productive forces is engineering science and technology. Engineering benefits mankind, and science and technology create the future. Engineering science and technology is an important force to change the world, it originates from the needs of life, and returns to life, emphasizing the importance of high-quality promotion of engineering construction. Engineering benefits humanity, and high-quality engineering is even more closely associated with human life, property, and future well-being. Consequently, the construction of high-standard and high-quality projects is crucial and essential. This also prompts several reflections: whether "high-quality engineering" is synonymous with "perfect engineering". In this context, it is imperative to clarify how to dialectically view the "imperfections" during the critical phase of project decision-making within the project life cycle and how to practically address the "imperfections of engineering". System theory, as an interdisciplinary theoretical framework, provides a comprehensive approach to the study of the structure and behavior of complex systems. Its core idea is that to understand the overall behavior of a system, it is necessary to consider the interrelations between its various components and their contributions to the whole system. The social attributes or social characteristics of engineering determine the "imperfection" of engineering decision-making from the perspective of engineering sociology. The exploration of the "imperfections" in project decision-making from a systems theory perspective can, on one hand, assist decision-makers in better understanding the ideal state under the constraints of objective "imperfections", thereby striving for the best possible project outcomes within limited conditions. On the other hand, it provides a realistic reflection on the "imperfections" in project decision-making, starting from the fundamental laws of systems theory, offering robust support for the high-quality development of engineering activities. This paper adopts systems theory as the theoretical framework and examines engineering as a complex system. Decision-making, as a vital component of this complex system, encompasses multiple interrelated and influencing factors. Regarding individual elements, the "imperfections" in project decision-making originate from various aspects, including decision-makers, decision-making processes, decision objects, decision-making procedures, the value basis of decisions, and the external decision-making environment. From a holistic system perspective, on one hand, "imperfections" manifest in the interplay of economic, social, and ethical dimensions, presenting different contradictions at macro, meso, and micro levels. On the other hand, "imperfections" are inextricably linked to the social value issues within the project decision-making process, involving conflicts and trade-offs among various stakeholders. Within the systems theory framework, social systems are inherently complex and variable, and project decision-making, being a part of it, inevitably carries "imperfections". However, by adjusting structural functions, regulating information feedback, and balancing competition with collaboration—three fundamental laws of systems theory: the "imperfections" in project decision-making can be mitigated, which is an essential pathway for pursuing ideal engineering projects. Investigating the meaning of "imperfections" in project decision-making from a systems theory perspective and reflecting on it realistically, this paper theoretically elucidates and analyzes the manifestation and impact of "imperfections" in project decision-making, a critical phase within the entire life cycle of a project. It also holds significant practical importance for the successful implementation of engineering projects and the sustainable and high-quality development of the engineering field.

Keywords: system theory; engineering decision; imperfection; engineering sociology