

第1章 绪论

1.1 可持续发展战略概述

1.1.1 发展的概念

发展是含义丰富的综合性概念。发展的概念最初由经济学家定义,现今“发展”一词已经从单一的经济领域的含义,延伸至关注人类需求、社会进步的领域。对一个国家而言,国内生产总值(GDP)的增长,人均国民收入的提高,可带来生产力水平提高的政治改革和制度变迁,人民生活的各种社会条件(如就业、医疗、交通等)改善,社会安全程度提高。发展包含一定的价值判断,对于什么是政治与社会方面的“积极的”或“进步的”变化,不同的国家与民族因价值观差异而有不同理解。尽管如此,人们对发展内涵有一定共识,认为发展是改善人民生活条件,提高生活质量的过程,既指人们物质需求满足程度的提高,亦包括人们心理需求的满足。

发展是整体的发展,一个国家或区域的发展在不同层次、不同角度上同时展开,它包含各方面的协调促进。发展是自身的发展,一个国家或区域发展的动力来自于自身,发展过程中的不协调、不畅通,需要通过自身对发生状况的环节参数进行调整,并反馈到整体。

1.1.2 可持续发展战略的概念

联合国世界环境与发展委员会 1987 年在《布伦特兰报告》“我们共同的未来”中给出可持续发展的定义:“可持续发展是既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”在另一个重要文件《从一个地球到一个世界》中,联合国进一步诠释了可持续发展的基本含义:“人类有能力持续发展,也能保证满足当前的需求,而不危及下一代满足其需求的能力。可持续

发展概念是有限度的而不是绝对的,即目前技术状况和社会组织以及生物圈吸收人类活动的能力和自然资源的限制。”不言而喻,为使人类社会发展从我们这一代人到后代人之间持续不断地延续下去,必须切实保护人类生存环境和自然资源。只有这样,才能使“既满足当代人需求又不危及后代人满足其需求的能力的发展”的要求得以永续下去。这就是可持续发展战略的本质含义。显然,可持续发展战略包含如下不可分割的战略思想:

(1)“代际可持续”战略思想。可持续发展的核心战略思想是代际之间应当持续不断地发展下去,即当前的繁荣和发展不能对保持或改善未来生活水平的前景构成危害或障碍。只有在“给他人留下同样多、同样好”的情况下求得生存与发展,才是合理合法的。为此,社会经济系统的自组织过程,应当依靠自然资源的“股息”予以维持,而不能靠吃“老本”度日。通过借债保持现今消费水平而导致后代人负债,这不是可持续发展。削减科教投入而降低下一代人的素质和技能,亦不是可持续发展;为了维持当前的经济指标“竭泽而渔”地损耗自然资源,致使资源和环境损耗殆尽,更非可持续发展。

(2)“协调发展”的战略思想。可持续发展强调自然、经济和社会的协调统一,即社会的发展和经济的增长,必须同环境和资源相互协调地同步进行。联合国“地球的未来”国际大会(1984年)、世界环境与发展委员会报告“我们共同的未来”均一致强调“自然、经济和社会的协调统一即自然的持续性、经济的持续性和社会的持续性”。

(3)“三大措施”的战略思想。三大措施包括:控制人口、节约资源和保护环境。在控制人口的战略措施中,一是制定与实施同自然承载力相适应的人口发展规划和政策;二是提高全民计划生育意识和研制最先进的节育手段;三是扩大妇女就业机会并提高她们的教育水准,加速城镇化过程,由此间接地降低人口增长率。在节约资源的战略措施中,一是从主要使用不可再生的自然资源,转变为主要使用可再生的资源;二是从主要使用矿物和化学等高污染性能源,转变为主要使用无污染的生态能源(太阳能、风能、地热能、潮汐能等);三是加强对紧缺的不可再生资源切实有效的管理保护和综合利用。在保护环境的战略措施中,一是加强对城市与集镇环境的综合治理;二是发展生态农业,植树造林,保护生物多样性;三是大力开展国土整治,全面改善生态环境。上述围绕人口、资源和环境所实施的可持续发展的战略措施,实际就是为保持自然可持续性、经济可持续性和社会可持续性的具体、可操作的战略措施。

可见,可持续发展战略就是实现可持续发展的行动计划和纲领,是一个国

家或地区在多个领域实现可持续发展的总称,它要求各方面的发展目标尤其是社会、经济与生态、环境的目标相协调。可持续发展的实质就是人类要发展,发展要有限度,即人口、资源、环境与经济、社会的协调发展,适度人口、资源合理利用、保护环境、经济持续增长、社会健康发展。

1.1.3 可持续发展战略的历史背景

自人类在地球上诞生起延续到 20 世纪 50 年代的产业快速发展时期,人类社会发展横跨了不同的社会历史阶段,环境与可持续发展的关系随着时代的变化而变化。人类社会发展分为三个历史时期:

前发展时期。这一时期是农业、畜牧业出现以前的漫长岁月,人类主要是本能地利用环境,采集和捕食人类所必需的生活物质,以生理代谢过程与环境进行物资和能量交换。人类的经济水平融于天然食物链之中。人类对环境的影响主要是由于人口自然增加和乱捕乱采而引起的局部物种减少和物质资料短缺。人与环境处于原始协调状态。

农业革命时期。农业和牧畜业的出现,使人类由简单地利用环境进入到自觉改造环境的时代。这种改造旨在向大自然进一步索取。农牧业本身具有一定天然生态性,亦即农牧业产品具有可再生性,因而易实现生产—生态之间的循环。虽然简单地生产工具和自给型经济亦对局部环境造成一定污染和破坏,如出现水土流失、土壤盐渍化等,但从全局看人与自然、环境与发展的关系是协调的。

工业时代。工业革命使基于机器使用的工厂化大生产替代了作坊式手工劳动,但是工业化生产方式在提升人类生活品质的同时给人类带来可再生资源的消耗和环境污染等负面影响。工业时代对环境的挑战前所未有的。大量矿藏开发和利用,使地圈和大气圈之间产生物质流和能量流之间的强烈流动。工业生产中大量物料的消费,产生大量废物进入环境,打破上亿年来地球表面形成的生态平衡。不计其数种类的人工合成化学物质进入水圈和气圈。因此,从可持续发展视角审视人类的生产方式,减少工业化的负面影响,让经济发展保持迅速、健康的发展趋势是人类面临的共同任务。

土地、水资源、能源是人类最重要的生存资源,直接关系到人类未来能否可持续发展,生存资源是所有资源中最重要的资源要素。第二次世界大战后,出于战后重建家园的强烈渴望而追求高速增长,出现全球性的高增长热。近百年来,矿物燃料用量大大增加,工业生产快速发展。快速经济增长把受战争

创伤的世界在短短 20~30 年时间推向一个人类社会发展的新高度,创造了前所未有的经济和工业奇迹。为此,西方著名经济学家 W·罗斯托 20 世纪 50 年代在其《经济成长阶段论》中,把人类社会的发展分为传统阶段、“起飞”准备阶段、“起飞”阶段、成熟阶段、群众高额消费阶段、追求生活质量阶段。但是,该划分方法未把环境问题纳入发展的内涵,而仅基于经济增长视角解释发展。

从 20 世纪 50 年代末到 70 年代初(1972 年),人类面对经济增长、城市化和人口激增的巨大压力,对“发展”的认识逐步深化。可持续发展概念萌发于 20 世纪 60—70 年代,一些深感环境问题严重性、担忧人类未来的学者以其敏锐的预见性而著书立说,引起了国际社会的强烈关注。80 年代,可持续发展概念被国际社会广泛接受,并向社会各个领域渗透。美国学者莱切尔·卡逊 1962 年出版《寂静的春天》一书,书中列举大量污染事实而轰动欧美各国。“人类一方面在创造高度文明,另一方面又在毁灭自己的文明”。环境问题如果不解决,人类将“生活在幸福的坟墓之中”。“发展”不仅追求经济增长,还包括经济结构的变化,解决由于发展而引起的一系列环境污染问题。

可持续发展思想的发展与 20 世纪 70 年代初《增长的极限》一书关系密切,该书是罗马俱乐部于 1968 年成立后提出的第一个研究报告,该报告 1972 年公开发表后在世界迅速传播并引发国际社会广泛讨论。讨论紧紧围绕报告提出的观点,即经济的不断增长是否会不可避免地导致全球性的环境退化和社会解体。学者们根据人类社会所面临的人口、粮食、资源、能源、环境等重大生态和经济问题的进一步思考,在 20 世纪 70 年代提出统筹考虑自然系统、经济系统和社会系统即复合生态系统,如社会—经济—生态复合系统,社会—经济—自然复合生态系统等,基于复合生态系统分析可持续发展。社会系统、经济系统和自然系统是性质各异的系统,它们具有各自的结构、功能、存在条件和发展规律,但其各自的存在和发展又受到其他系统与功能的制约。20 世纪 70 年代后期,人们认识到分析人类社会可持续发展,就要分析复合生态系统的发生、发展和变化规律以及复合生态系统中的物质、能量、价值、信息的传递和交换等各种作用关系。可以说,复合生态系统理论是一种研究人类社会可持续发展的理论。

与此同时,20 世纪 60 年代以来美国、日本等一些国家相继成立了政府环保机构,以工业污染控制为中心的环境管理被列为重要工作。我国环境保护起步于对工业污染的控制。我国 20 世纪 60 年代末和 70 年代初一些城市成立“三废”办公室,开始进行工业污染源的调查和治理。当时人们认识到如果

控制了工业污染,环境与发展即可协调,这是我国较早对环境保护的认识。但是那时尚未把环境污染与生态联系起来,也未把环境问题与社会问题联系起来,因而尚不是完整意义上的环境保护。

可持续发展概念的提出是人类对共同生存的环境所做出的必然反映和对未来发展的良好愿望。1972年6月5—16日在瑞典斯德哥尔摩召开联合国人类环境会议(The United Nations Conference on the Human Environment),人类对环境与发展的认识升华到新高度。1972—1992年,社会因素和政治因素的作用在“发展”观念中得到重视,即把发展问题同人的基本需求相结合,由此发展的概念逐步由经济领域扩展到社会领域,把环境问题由工业污染控制推广到全方位的环境保护。联合国人类环境会议提出人类面临多方面环境污染和广发性生态破坏问题,并指出它们之间的相互关系,会议的《人类环境宣言》(以下简称《宣言》)声明:“在地球上许多地区,我们看到有越来越多人人为损害迹象:水、空气、土壤和生物物种,污染已达到危险的程度;一些无法取代的资源受到破坏和陷于枯竭;生物界生态平衡受到重大和不适当的扰乱;人为的环境,特别是生活工作环境里存在着有害于人类身体、精神和社会健康的严重缺陷。”这里明确指出了环境问题不仅表现在对水、空气、土壤等的污染已达到危险程度,而且指出了生态的破坏和资源的枯竭问题。《宣言》强调:“在发展中国家,环境问题大多是由发展不足造成的。千百万人的生活仍远低于像样生活所需要的最低水平,他们无法取得充足的食物、衣服和住房,无法享用教育、保健和卫生设施。因此,发展中国家必须致力于发展工作,牢记它们的优先任务和保护改善环境的必要性。在工业化国家里,环境问题同工业化和技术发展相关。”这是联合国组织第一次把环境问题与社会因素相联系的庄严宣言,指出一部分环境问题是由于贫穷造成的,提出发展中国家要在发展中解决环境问题。《宣言》提出26条人类在环境问题上的共同原则和信念,提出为当代和将来世代的利益,必须保护地球上的自然资源,要支持各国人民为满足基本需求和反对污染而进行的正义斗争,谴责和消除殖民主义和其他形式的压迫,采取一切可能的措施防止环境问题对人类健康产生的危害。联合国人类环境会议既提出防治环境污染的技术方向,又提出改革的措施,它是人类对环境问题认识的一个转折点。

以1992年6月3日至14日在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)为标志,人类对环境与发展的认识达到崭新高度。环境与发展密不

可分,要从根本上解决环境问题必须转变发展模式和消费模式。依靠科技进步,节约资源与能源,减少废物排放,实施清洁生产和文明消费,建立经济、社会、资源与环境协调、可持续发展的新模式。

1.2 工程可持续发展的历史、现状与趋势

1.2.1 工程可持续发展的历程与趋势

20世纪30年代,美国建筑师 R. B. 富勒提出如何将人类发展目标、需求与全球资源、科技相结合,以不断减少的资源满足不断增长的人口生存需要,实现“少费而多用”,把有限的物质资源最充分和最合宜地设计利用。进入70年代,出现了太阳能、地热能、风能为代表的替代性可再生能源利用技术,并不断发展了改善围护结构性能的建筑技术,这使得建筑节能在建筑业中开始得到应用。与此同时,由于建筑病综合征(sick building syndrome, SBS)的出现,以健康为中心的建筑环境逐渐成为发达国家绿色建筑研究的热点。

20世纪90年代以来,全球对工程可持续发展的关注越来越多。1992年6月,联合国183个国家代表团在巴西里约热内卢召开的世界环境与发展大会首脑会议,确定了人类社会发展新战略,这一战略促进了建筑3R的设计原则,即减少不可再生能源和资源的使用(reduce),重复使用(recycle)建筑构件或建筑产品,加强对老旧建筑的修复和某些构成材料的重复使用(reuse)。1994年召开的第一届可持续发展国际会议提出了工程可持续发展的基本思想,即在建筑物设计、建造、运营与维护、更新改造、拆除等整个生命周期中,用可持续发展的思想指导工程项目的建设和使用,力求最大限度地实现不可再生资源的有效利用、减少污染物的排放、降低对人类健康的影响,从而营造一个有利于人类生存和发展的绿色环境。1996年6月,联合国在里约热内卢召开的第二次人类居住区大会——城市问题首脑会议——讨论了具有全球性重要意义的两个主题:“人人有适当的住房”和“城市化世界中的可持续人居居住区发展”。2000年10月,在荷兰马斯特里赫特召开了“可持续建筑2000”国际会议,会议提出促进建筑物环境特性评价方法技术发展。2002年9月在挪威举行可持续发展会议,2005年3月在日本举行的可持续发展会议进一步讨论和完善了绿色建筑评价工具 GB Tool。

随着对工程可持续发展研究的不断深入,工程可持续发展的理论和实践也快速发展并呈现出如下发展趋势:

第一,从注重单一可持续发展性能问题向可持续发展性能综合优化问题转变。由于专业划分的不同和管理范围的不同,在工程可持续发展过程中,以往仅强调某一单一性能的最优解。例如当仅强调节能时,就会忽视生产这种节能材料和设备过程中造成的环境污染。当强调某一种材料保温隔热性能时,就忽略了这种材料可能会给使用者健康带来危害。诸如此类还有很多。在分析工程可持续发展中,必须拓宽视野,从全局角度对工程建设进行总体可持续发展性能的优化,这样才能真正实现工程可持续发展。

第二,从仅注重结果评价向注重过程评价转变。虽然工程建设的结果是衡量工程建设成败的关键。但是,由于工程项目建设的不可逆性,我们贯彻可持续发展的思想必须从工程项目的建设初期开始。保证对工程建设的每个环节皆进行评价和改进。只有将工程建设的评价体系贯穿到整个工程项目建设各环节,把可持续发展工作落实到工程建设的各相关方,才能通过建设过程的有效控制最终实现工程项目的可持续发展。

第三,从仅关注新建建筑向关注新建建筑、既有建筑改造并举转变。既有建筑使用过程中耗费大量能量,造成环境污染。对既有建筑改造,旨在提升其节能、环保和使用舒适度性能,降低有毒有害物质对使用者的危害。针对使用情况不同,改造中会遇到各种各样在新建工程项目中不会遇到的问题,对既有建筑改造的复杂性大于新建工程项目。

第四,从注重工程技术向工程技术与工程管理并重转变。我国工程项目可持续发展在技术领域已经取得初步成绩,围绕提高工程项目可持续发展技术水平颁布实施了一系列技术标准和规范。这些对于指导从业人员通过利用技术手段实现可持续发展发挥了促进作用。但是,在建立健全工程项目可持续发展管理体制方面却相对落后,如何采取有效管理措施,规范工程项目可持续发展行为,如何采取有效激励措施,提高工程项目建设各方参与工程项目可持续发展的积极性,是迫切需要解决的紧迫问题。

宏观看,工程可持续发展有助于社会效益、生态效益和经济效益的统一,有助于我国经济以集约型方式增长,有助于促进经济发展与环境、人口和资源间的协调;有助于促进国民经济向着健康、持续、稳定的方向发展,有效改善人们生活水平,提高人们生活质量;有助于促进新型工业化发展,有助于我国在工程领域的经济结构调整,在保护生态环境前提下促进工程长期稳定的发展。

1.2.2 工程可持续发展的内容

工程可持续发展主要包括工程设计、工程施工、工程运行和维护等内容。工程设计是对工程项目所需的技术、经济、资源和环境等进行综合分析和论证,编制工程项目设计文件的活动。工程设计在技术上是否可行、工艺是否先进、经济是否合理、设备是否配套、结构是否安全可靠等决定工程项目建成后的功能和使用价值;其设计方案对环境的关注度直接影响到工程实体在施工、运行与最终拆除和循环利用各阶段对环境的影响。工程设计是在对工程项目所需的资源环境、技术和经济分析论证基础上,科学合理编制工程项目设计文件。规模型工程的设计阶段可分为初步设计、技术设计和施工图设计等三个设计阶段。在三个设计阶段中,每一个专业均需做好相关的衔接。专业设计人员在整个设计过程中需熟悉并把握施工材料、施工规范、设计经验和新技术,充分重视环境保护和资源能源节约的重要性,在保证工程项目质量基础上实现可持续发展。为保证整个设计过程中统一协调设计各个部门和各个专业,需要保证内部各个专业之间互相学习沟通,对设计项目的各有关方面进行配合,协调工程的各个功能要求,在具体设计中,在投资控制范围内,合理应用可持续发展的新技术和新成果。

工程施工是把工程设计意图付诸实施,建成最终产品的过程。工程施工阶段同样是可持续发展的重要环节。在工程施工过程中,或多或少地影响生态系统,对人居环境带来污染和不利影响;例如,工程施工挖掘地面土壤,转运砂、石、水泥等建筑材料而产生扬尘和粉尘,造成大气粉尘污染;设备安装、运行和转运引起噪声污染;施工过程中的建造和拆除所产生的废弃物影响环境;工程施工运输与工地附近或经过工地的交通发生冲突等。因此在施工过程中,应当运用科学管理方法管理施工作业,采取积极措施,避免、缓解或减小工程施工过程对生态环境的影响。与此同时,在工程施工中,业主、设计单位和承包商应有效地识别施工场地中的自然、文化和构筑物特征,运用合理措施保存这些特征并减少干扰。把握工期、劳动力和资金情况,掌握现场需要保护的植物、区域。

在经历项目立项、工程设计、工程施工之后工程项目投入使用,应当重视工程使用和拆除阶段的可持续发展,营造“绿色工程”形象。工程在使用阶段消耗大量能量并产生废弃物,自然因素、人为因素和对工程结构性能带来产生不利影响,结构性能不断劣化,使用年限逐步衰减,最终达到结构寿命而终结。

在工程的运行和维护阶段,应主动监测、保养与维护土木工程建筑物,在允许情况下对建筑进行长期结构监测,对外界和人为的损坏、地震、火灾等因素造成建筑结构破坏进行定期(如5~10年)修缮维护。与此同时,在建筑中提高能源利用效率,积极应用可再生能源,尽量采用自然通风和天然采光,利用风能发电等。这些措施在提升建筑使用寿命的同时,达到改善生态和人居环境的目的,促进可持续发展。

与此同时,工程可持续发展与工程材料、水资源节约、可回收资源等密切相关。工程可持续发展应当重视工程材料的可持续发展,在工程项目建造过程中采用更合理的环保材料,增加高性能材料的使用。生态建材是新型建筑材料,可在施工过程中发挥其使用功能,且对环境负面影响较小。相对于传统建材,生态建筑材料具有对环境的直接净化和修复的功能,其与生态环境协调性更好。使用生态建筑材料可大大降低对生态环境的损坏,使人类活动有利于保护自然环境资源。在水资源节约上,需要实时监测水资源的使用,安装的器具或者设备应具有小流量,在有条件地方,还可中水回用,循环利用生产用水,运用这些措施降低用水量和用水成本费用。充分利用可回收资源是资源节约的重要措施。对可回收资源的利用,一是合理使用可再生材料和产品,从废弃物中分离那些可再生成分和可回收部分,减少对原始材料的使用,减少对自然资源消耗;二是循环利用和回收利用材料和资源,以减少工程材料消耗量,同时亦可以销售的方式增加企业收入,降低企业运输费用和填埋垃圾的费用。

随着工业化和城镇化建设的加快,工程建设数量越来越多,在能源资源日趋紧张和资源环境压力日益严重情况下,坚持可持续发展原则日益重要。在保证人们需求基础上,最大限度降低能源消耗,降低环境污染和破坏。概括起来,工程可持续发展观念体现在“一次性建设”“多工种作业”“跨行业协作”“多目标管理”等方面。

首先是一次性建设。建设工程项目具有一次性的属性,建设项目的生产过程不可逆,项目一旦建成,即使存在问题亦不可能推倒重来,否则造成较大损失。这种一次性的特点要求建设工程在前期策划阶段必须以预防为主分析各种问题,不能采取被动控制的思想,等待建设完成后再思考不足之处。这给工程项目管理带来挑战,但这种挑战并非不可管理和驾驭。从项目建立项起始,要注重在每一个环节贯穿可持续发展理念,这样的工程才能达到可持续的预定目标。

其次是多工种作业。与其他产品的生产相比,建设工程项目的建设过程复杂得多,影响因素更多样化,建设过程需要多个工种交叉作业,例如工程施工阶段涉及许多工种作业。不同工种协同作业过程中,容易出现互相干扰、互相影响。通过相互配合、相互协作和信息沟通,及时解决工程项目建设各个工种作业的追求目标,保证项目顺利进行。

第三是跨行业协作。工程项目建设尤其是大型工程建设项目涉及多个领域的技术和知识,涵盖不同行业和管理部门。在管理上,建设项目涉及城市规划、土地利用、环境保护、资源利用等。在技术上,一个工程项目不仅涉及工程设计施工技术,还涉及环境技术、节能技术、设备制造技术等。工程项目建设除了建筑业知识之外,还需具备房地产业、城市管理、机械制造、环境工程等行业的知识,这种跨行业协作对于提高工程项目建设水平十分重要。

第四是多目标管理。建设工程项目的多目标管理特征明显,其建设目标包括进度控制、成本控制、质量控制、安全控制;不仅需要考虑建设阶段目标的实现,而且要考虑使用和运营维护的实现;不仅考虑项目本身进度、质量目标的实现,还要考虑工程项目对环境的影响。评价一个工程项目建设,必须进行多目标分析,从多目标优化角度论证,从多目标管理角度提高效率和水平。

1.2.3 我国工程可持续发展的现状和问题

我国资源和能源状况与美国、俄国等大国相比并不理想。在水资源方面,我国仅是世界人均值的 28%,而美国的水资源人均占有量远高于世界人均值。在不可再生化石能源方面,根据我国国家能源局 2014 年数据,中国现探明可开采煤数量除以现今的年产量,我国煤炭的可使用年限为 31 年。我国国土面积 960 万平方公里,但可有效使用的“良地”并不丰富。从我国黑龙江省黑河县到云南省腾冲市划一条直线,即胡焕庸线,这条线东南面约 40%的土地养育了中国 95%的人口。

我国改革开放以来尤其是进入 21 世纪以来,工业化和城镇化进程不断加快,工程建设取得了举世瞩目的成就,以土木建筑领域为例,我国每年竣工建筑面积名列世界前茅,每年新建的房屋面积占世界总量的 50%,年新增建筑面积约 20 多亿平方米。另一方面,我国是资源与能源的消费大国,2014 年数据显示,建筑工程消耗的能源约占我国能源消耗总量的 30%左右。在我国 2014 年建筑面积总数达 430 亿平方米的既有建筑中,95%以上是高能耗建筑。每年新增的 20 多亿平方米建筑中,有 80%以上的建筑是非节能建筑。建筑的建

造与使用中能源消耗所产生的碳排放是造成气候变暖和环境持续恶化的主要原因之一。建筑工程节能减排情况直接影响我国的能源消耗,如何在改善居住与办公条件的同时,减小对各种资源与能源的消耗和对环境的破坏是需要解决的迫切问题。

建筑能耗指建筑的使用能耗,包括采暖、空调、热水供应、照明、炊事、家用电器等,其中采暖、空调能耗约占60%~70%。由于保温隔热差,采暖系统效率低,我国单位面积采暖能耗是相同气候条件下世界平均值的三倍,一些严寒地区城镇建筑能耗高达当地社会总能耗的一半左右。在中部夏热冬冷地区,冬季电采暖而夏季空调制冷,南方夏热冬暖地区的夏季空调制冷越来越普遍,造成(夏季)电力高峰时供电日益紧张。实测表明在城市市区内建筑的墙面悬挂空调机造成局部“热岛”现象,建筑外周围的热环境恶化。此外,我国地域广阔、差异巨大,建筑节能除了墙体保温等措施之外,还需要统筹考虑建筑设计、建筑细部构造和环境控制设备系统等。

第 2 章 工程简论和工程观

2.1 工程简论

2.1.1 工程与工程活动

“工程”概念提法由来已久。在我国,古代“工程”一词主要指土木工程,出现于南北朝时期(公元 420—589 年)。《北史》记载(公元 659 年即唐高宗显庆四年):“营构三台材瓦工程,皆崇祖所算也。”之后历经 1300 余年直至民国初期,“工程”涵义仍限于土木建造的范围。因此,中国古代“工程”指土木工程,既指其施工过程,也指其结果。在国外主要指西方国家,“工程”(engineering,由拉丁语演变)原意是军事设施的建造活动,如弩炮、浮桥、碉堡等;在 18 世纪的欧洲,“工程”指作战兵器的制造和执行服务于军事目的工作。

近代以来,“工程”概念的使用逐渐泛化。在国际上,“工程”已经用于民用设施的建造活动,如道路、桥梁、江河渠道、码头、城市排水系统等;进一步引申,把服务于特定目的各项工作总称为工程,如水利工程、机械工程、土木工程、电力工程、电子工程、冶金工程、化学工程等。西方的“工程”概念与工程师紧密联系。“工程”一般指工程师从事的实践活动,且通常“工程”与“技术”被认为是同类范畴。我国《辞海》对“工程”的解释:“将自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称”,如土木工程、水利工程、机械工程、化学工程、生物工程等。《现代汉语词典》对“工程”的释义:“土木建筑或其他生产、制造部门用比较大而复杂的设备来进行的工作,如土木工程、机械工程、化学工程、采矿工程、水利工程、航空工程。”“工程”的主要内容是对工程基地的勘测、设计、施工,原材料的选择研究,设备和产品的设计制造,工艺和施工方法的研究等。

现代社会对“工程”概念的泛化使用有多种表述。从学术性角度表述,工

程指建设、生产、制造部门用比较庞大而复杂的装备技术、原材料来进行的工作;或者,工程是系统地综合应用物质的和自然界的资源来创造、研究、制造并支持能经济地为人类提供某种用途的产品或工艺;或者,“工程”是解决特定的实际问题的活动过程,把工程理解为工程活动,是利用材料和自然力的实践,且大都是具体的建构性活动和基本建设项目。工程管理领域,工程常指基本建设项目,如京沪高铁工程、三峡工程、南水北调工程等。

综上所述,“工程”指人类创造和构建人工实在的一种有组织的社会实践活动过程与结果,是认识自然和改造世界的“有形”的人类实践活动,例如建设工厂、修造铁路、开发新产品等。换言之,工程的本质是创造和建构新的社会存在物的人类实践活动,是一个建造的过程和结果,它包括工程活动的全过程和工程活动的成果。工程过程和工程结果不可分离,最后的成果和产物是工程过程的组成部分。工程的本质是各种资源与工程要素的集成过程、集成方式和集成模式的统一。工程活动的标志是构建出一个新的存在物。工程项目通过具体的设计、建设、制造和运行管理等实施过程来完成,而工程活动通过合理的工序、工艺和工期来完成。

2.1.2 工程理念

工程理念在工程活动中影响全局,发挥最根本性、指导性、持续性的作用,对工程可持续发展,建立“自然—工程—社会”协调和谐意义重大。

“理念”和“工程理念”是哲学性的概念。理念是理想的、总体性的观念,而“工程理念”由“理念”与工程活动经验和理想结合而成,是人类关于怎样进行造物活动的理念,“工程理念”源于客观世界而表现于主观意识中,是人们在长期、丰富的工程实践基础上,经过理性思考形成的对工程发展规律、发展方向和有关的思想信念、理想追求的概括和升华。一般,工程理念主要从指导原则和基本方向上回答关于工程活动“是什么”“为什么”“怎么样”“好不好(对物的评估及其标准)”等问题,而不是给出具体答案。

工程理念随时代而变化,即随着时代、环境、条件的变化而发展。人类社会不断发展、人的需求不断变化,人类认识也不断提高,因此人类开展工程活动的经验、知识、方法、材料和技术手段也与时俱进,人类尤其是工程师的见识范围、思维能力、设计能力、施工能力也随之增长。

工程活动是发挥人的主观能动性,有目的、有计划、有组织、有理想的物质创造活动(造桥梁、造轮船、造汽车等),而不是单纯地认识自然、不是自发的活

动。任何工程活动均在一定的(自觉或不自觉)工程理念指导和支配下开展;既有明确化、自觉化的工程理念,也有相对模糊、潜行的工程理念。虽也有“边干边想”、在工程实践中不断清晰、提炼和升华工程理念的情形,但更多的是工程理念先于工程活动的计划和设计、先于工程实施。

从哲学看,物质世界和工程活动具有纵向层次性和横向范围性,因此工程理念就应针对不同工程活动层次和范围,运用辩证和灵活态度和方法,具体问题具体分析地进行总结和概括,要避免用机械和绝对的态度和方法去认识与总结工程理念。

工程理念具有体系性,而不是唯一的。由于纵向层次性和横向范围性,工程理念之间具有“高”与“低”和“种”与“属”的逻辑关系。不同层次和不同范围的工程理念关系复杂,但局部性的工程理念必须服从总体性的工程理念。一般意义上,低层次的工程理念服从高层次的理念,狭范围的工程理念服从宽范围的工程理念。较低“层次”和较小“范围”的工程理念必须与“总体性的工程理念”相符合,例如“既追求人与自然和谐,同时又追求工程和社会和谐”就是总体性工程理念。工程可持续发展的一切工作就必须与这一总体性工程理念相符合。

无论较低层次和较低范围的工程理念,还是总体性工程理念的形成,都是工程活动的领导者、企业家、工程师在实践基础上理性总结和概括升华而出的,并非一蹴而就。例如航天工程、中国高铁工程、三峡水利枢纽工程的成功,就是深刻总结出符合客观实际的工程理念,并在其工程理念指导下取得卓越工程成就。

工程理念对工程活动具有强大的作用,根本性、决定性地影响工程的优劣成败。工程理念是工程活动的出发点和归宿,是工程活动的灵魂,它是工程共同体在工程实践、工程思维中对“工程活动”和“工程存在物”的总体性观念和理想性要求,深刻影响和渗透工程活动的各阶段、各环节和全过程,包括工程战略、工程决策、工程规划、工程设计、工程建构、工程运行、工程管理、工程评价等。

世界古往今来的伟大工程活动充分体现了先进工程理念的光芒;而落后或错误的工程理念就酿成工程活动的失误或失败。当代工程规模日益扩大、日益复杂,对社会、文化、经济、环境的影响范围和深度不断增大。因此,开展工程活动,需要工程科学、工程技术和工程经济、工程管理等专业知识,也需要站在更高高度,全面地认识和把握工程的本质和发展规律,统筹处理工程与社

会发展的关系,统筹处理好科技、效益、资源、环境、安全等方面的关系。我国正在进行史无前例的工程建设活动,必须用先进工程理念武装头脑,探索实践一条符合我国国情的可持续发展道路。

工程理念是现实与理想的辩证统一,具有与时俱进的鲜明时代性。它是人类立足于现实,对未来的理想和人的创造性思维,具有理想的成分和理想的光辉。工程实践不断前进发展,人类需求和理想不断变化,工程理念就不断发展,不断创新。古代社会生产力低下,古代人无力与大自然抗争,在自然面前“听天由命”“难有作为”“无所作为”,因此尽管古今中外产生了许多伟大的工程,体现了工程理念的光辉,但工程理念的发展十分缓慢。我国古代“顺风耳”和“千里眼”神话,西方和阿拉伯国家的“神靴”“一千零一夜”神话曲折地反映了古代人的愿望和幻想,但因脱离现实可能性,它们就是神话或幻想,不是当时社会中的工程理念。不切实际的空想和幻想不是工程理念。

近现代以来,随着生产力和科技的发展,人类“征服自然”工程理念大行其道,虽然“征服自然”具有一定的历史进步性和历史合理性,但这种工程理念的副作用愈来愈明显。恩格斯在《自然辩证法》(19世纪后期)明确地警告:“我们不要过分陶醉于我们对自然的胜利。对于每一步这样的胜利,自然界都报复了我们。每一次的胜利,在第一步都确实取得了我们预期的结果,但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响。常常把第一个结果又取消了……”“我们必须时时记住:我们统治自然界……决不像站在自然界以外的人一样,相反地,我们连同我们的肉、血和头脑都是属于自然界,存在于自然界的;我们对自然界的整个统治,是在于我们比其他一切动物强,能够认识和正确运用自然规律。”²⁰ 20世纪后半叶以来,人们反思和反省“征服自然”的工程理念,深刻认识工程活动必须树立人与自然和谐、工程与社会和谐的新理念。几千年来的不同历史时期,先后出现了“听天由命”“征服自然”与“人定胜天”“天人和谐”的时代性工程理念。“听天由命”理念消极对待自然,没有反映出人类实际拥有的主观能动性;生产力的发展、科技的进步使人类自信“征服自然”与“人定胜天”的工程理念,工程被视为征服自然、改造自然的工具,这种工程理念有一定的可取之处而不能全盘否定,但它过高估计了人在自然面前的实际地位和人的主观能动性,已经得到大自然的无情报复。时代进步的实践告诉人类,顺应天时、地利、人和,天工开物、人工造物,实现“天人合一”工程理念才符合自然社会的规律,才能保持自然社会可持续发展。在新的工程理念的视野里,工程不仅反映生产和经济的发展,更应成为培育和谐社会的苗圃,通过

工程活动而实现人与自然的和谐发展,而不能使工程活动成为激发社会矛盾的温床。

构建先进的工程理念就是以人为本,人与自然、人与社会协调发展,一切工程为人而建,其决策、规划、设计、建造和运行、管理都要以此为出发点。确立和接受先进的工程理念并非易事,经历螺旋式上升、波浪式前进的过程。先进的工程理念既要在思想上落实,更要在行动上落实。追求“人—自然—社会”和谐的工程理念虽已被普遍认识和接受,但落实这种工程理念十分不易,有时甚至变成空洞的口号或脱离实践的空谈。值得指出,在应用和实践工程理念中,对工程合理性和工程评判标准问题,某些工程活动基于当时和局部情况而评判是合理的,但从长远和更大范围,就是不合理的。因此必须树立基于更长时间尺度、大空间范围、更复杂社会系统来分析认识和评价工程理念。围绕现代工程活动的工程理念应当树立统筹兼顾、集成优化的发展观,权衡比较成败、利弊、轻重、缓急和风险,优化选择,全面把握工程的评价标准,妥善处理工程建设与社会发展的复杂关系。

在工程理念的实际运用中,要学会将总体性和高层次的工程理念,运用到“本层次”“本企业”的工程实践,提炼升华“本层次”“本单位”的工程理念,并且是付诸行动。落实于行动需要人们的共同努力,先进的工程理念落实于行动中就变成巨大的物质力量。若工程理念不与行动相结合、不能落实于行动,再好的工程理念都是空想。

2.1.3 工程思维

1. 工程思维的性质

工程思维是依附于工程实践的思维活动和思维现象。工程实践活动以工程思维为灵魂,而工程实践渗透着工程思维。工程思维在工程实践中实现其“物化”。工程实践过程是工程主体(人)通过工程思维、工程器械、工程操作,把物质改变为人工物的过程。工程活动包括多要素、多环节和多内容;与此对应,工程思维渗透和贯穿于工程观、工程决策、工程设计、工程操作、工程运行、工程维护等工程活动的全部环节和全部过程。

工程思维与工程活动一样,具有漫长久远的历史。工程活动是社会中常见的、基础性的物质实践活动,因此工程思维也必然是人类(尤其是工程师)实际常用的思维方式。由于常用,工程思维往往被“熟视无睹”或“视而不见”的不自觉状态,可谓“百姓日用而不知”(《周易·系辞上》),未把自己经常实际进

行的工程思维活动升华至自觉的程度和水平。因此,努力提高工程实践者(尤其是工程师)工程思维的自觉性具有重要意义。

关于工程思维的性质,马克思说:“蜘蛛的活动与织工的活动相似,蜜蜂建筑蜂房的本领使人间的许多建筑师感到惭愧。但是,最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方,是他在用蜂蜡建筑蜂房以前,已经在自己的头脑中把它建成了。劳动过程结束时得到的结果,在这个过程开始时就已经在劳动者的表象中存在着,既已经观念地存在着。他不仅使自然物发生形式变化,同时他还在自然物中实现自然的目的,这个目的是他所知道的,是作为规律决定着他的活动的方式和方法的,他必须使他的意志服从这个目的。”(《资本论》第1卷,人民出版社,1972年,第202页)。

工程思维是价值理性和工具理性兼备的思维,且价值理性“高于”工具理性。价值理性(value rational)关注从某些具有实质的、特定的价值理念角度观察行为的合理性,注重行为本身所能代表的价值,如是否实现社会的公平、正义、忠诚、荣誉等,而不计较具体手段和后果。而在工具理性(instrumental reason)或者说“效率理性”中,行动由追求功利的动机所驱使,通过实践途径确认工具(手段)的有用性,以追求事物的最大功效,为人的某种功利的实现服务,它通过精算功利的方法而最有效达至目的的理性,是以工具崇拜和技术主义为生存目标的价值观,它漠视人的情感和精神价值。工程思维和工程活动以价值目标为导向、以价值目的,价值目标包括经济价值、社会价值、生态价值、美学价值、伦理价值、心理价值等多种价值。

2. 工程思维的特点和表征

万里长城、埃及金字塔等中外古代的工程活动伟大成就具有恒久的工程价值和文化价值,激励着后世万代,但这些成就大体上或者主要的是基于经验的,因而在工程领域来看基本上是“经验性”的思维。现代工程活动的基础是科学、技术科学和工程科学等现代科学,现代工程思维是以现代科学为理论基础的思维。

工程思维的特点和表征是工程思维与科学思维、科学性与操作性、复杂性与集成性、可行性与艺术性、多解性与灵活性、可错性与容错性的辩证统一。

工程思维与科学思维各自独立、相互区别,又密切联系、相互影响。工程思维的独立性体现在工程思维具有科学性的思维,但是工程思维不是科学思维的“子集”或科学思维的表现形式。工程活动是技术要素和非技术要素的“集成”,认为“工程是科学的应用”的观点把工程思维“归结为”或“还原为”科