

DOI: 10.7672/sgjs2022010004

“双碳”战略下绿色建造发展路径研究*

李丛笑, 张爱民, 薛艳青, 张常杰, 马超, 赵鹏

(中建科技集团有限公司, 北京 100070)

[摘要] 如何快速实现碳达峰、推动建筑业转型升级,且不影响人居环境品质的改善和人民群众的幸福感和获得感,建筑业面临巨大压力和挑战。基于“双碳”战略背景,分析了开展绿色建造的必要性,提出了绿色建造发展的技术路径,结合目前绿色建造推进过程中的问题,从顶层设计引领、技术体系和标准完善、碳排放管理、产业支撑机制保障等方面给出了绿色建造推进建议,为政府和企业推进绿色建造工作提供参考,为双碳战略即将带来的产业变革做好准备。

[关键词] 绿色建造;碳达峰;工业化;信息化;发展路径

[中图分类号] TU74

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2022)01-0004-04

Research on Green Construction Development Path Under the “Dual Carbon” Strategy

LI Congxiao, ZHANG Aimin, XUE Yanqing, ZHANG Changjie, MA Chao, ZHAO Peng

(China Construction Science and Technology Group Co., Ltd., Beijing 100070, China)

Abstract: Construction industry is currently under immense pressure and challenge, which mainly lie in reaching peak carbon-dioxide emissions as well as promoting the transformation and upgrading of construction industry without affecting the improvement of living environment quality and people's sense of happiness and gain. In the context of the dual-carbon strategy, this paper analyzes the need and proposes the technical path of promoting green construction. Taking into account the issues appeared in the process of green construction, this paper gives suggestions from some aspects, including top-level design guidance, technical system and standards improvement, carbon emission management, and industrial support mechanism. Hopefully, these suggestions will provide some references for government and enterprises engaging in green construction and preparing for the potential industrial transformation brought by the "dual carbon" strategy.

Keywords: green construction; carbon peak; industrialization; information; development path

0 引言

随着“双碳”战略的颁布,我国生态文明建设开启了以经济社会发展全面绿色转型为引领,以能源绿色低碳发展为核心,加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局,坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。

改革开放以来,我国城乡建设取得了显著成就,但目前建筑业大而不强,粗放式、碎片化生产方式造成了资源消耗大、污染排放高、工程质量和产

品性能不高、生产效率低下等问题。建筑领域作为我国三大主要碳排放领域,建筑全生命周期碳排放占比超过40%,与新发展理念还存在较大差距,与“双碳”战略的要求不相适应,面临着巨大挑战。

城乡建设绿色发展是一个系统工程,涉及发展理念、生产方式、生活方式等各方面的深刻变革,必须摒弃传统粗放发展的老路,以新发展理念为指引,以“节约资源、保护环境、减少污染、提高效率、提升品质,提供优质生态的建筑产品”为工作主线,改造传统建造方式。绿色建造是与绿色发展相适应的新型建造方式,开展绿色建造,推进行业转型,既是城乡建设领域开展生态文明建设、绿色发展的重要工作,也是推进供给侧结构性改革、培育经济

* 国家重点研发计划:净零能耗建筑适宜技术研究与集成示范项目(2019YFE0100300-13)

[作者简介] 李丛笑, 副总经理, 教授级高级工程师, E-mail: licongxiao@263.net

[收稿日期] 2021-11-16

发展新动能的重要内容,对我国经济社会高质量发展具有重要意义。

1 绿色建造低碳技术路径

绿色建造是以“绿色化、工业化、信息化、集约化和产业化”为特征,实现工程建设全过程资源节约、环境友好、效率提高、品质提升的新型建造方式。通过建造全过程的一体化绿色统筹,切实把绿色发展理念融入生产方式的全要素、全过程和各环节,实现良好的资源和环境效益。具体技术路径如图1所示。

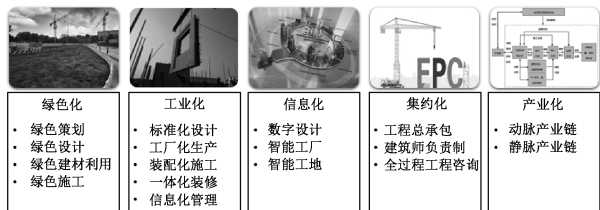


图1 绿色建造低碳技术路径

绿色策划是开展绿色建造的顶层设计,是实现绿色建造的首要环节,重点处理好工程项目生态、人文、建设之间的关系,也是绿色建造后续的执行纲领。绿色策划过程中,一是要明确最终建筑产品总体性能和主要指标,如:绿色建筑等级、建筑碳排放指标等;二是要制定绿色建造实施路线,确定管理模式、组织方式、建造手段、产业支撑链条等;三是要制定设计、生产、施工、交付等相关阶段绿色建造关键控制要点和指标,具体实施路径如图2所示。

绿色设计是实现绿色建造的决定性环节,通过技术、材料的综合集成,最大限度地减少建筑对不可再生资源的消耗和对生态环境的污染,实现建造过程和建造结果的绿色,达到整体最优。绿色设计过程中:①要从项目建设全寿命期考虑,统筹建筑设计、生产加工、材料选用、施工建造、运营维护各阶段,落实绿色建造目标,引导各专业和环节之间协同,实现全过程一体化设计(见图3);②巧借自然(风、光、热)的力量,并充分结合利用空间资源,达

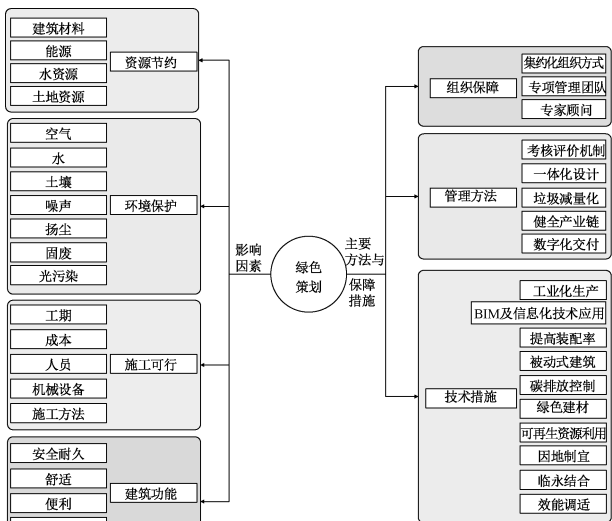


图2 绿色策划技术路径

到建筑节能减排目标的同时,让人们享受自然的恩惠;③与装配式建筑深度融合,实现结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的一体化设计,生产、施工装配方案在设计阶段前置化;④充分应用BIM等技术实现高效协同和配合的一体化设计,提升设计质量和效率并减少资源浪费。

绿色建材是实现绿色建造的物质基础,材料选用很大程度上决定了建筑的绿色化程度。绿色建造过程中做好材料统筹,采用可循环材料如钢材、铝材、木材、玻璃等;采用具有改善居室生态环境和保健功能的建筑材料,如抗菌、除臭、除甲醛的多功能涂料;采用高轻度和耐久性建筑材料,如新型耐火材料和微孔结构高效隔热材料;采用能大幅度降低建筑物使用过程中耗能、耗水的建筑材料和设备,如:结构与保温装饰一体化外墙板、高性能门窗、节水器具等;采用本地化、环保可再生材料,如利用工业废料进行混凝土天然骨料替代(见图4)。

绿色施工是绿色设计的物化生成过程,是绿色建造的重要组成部分。绿色施工应以持续健康发

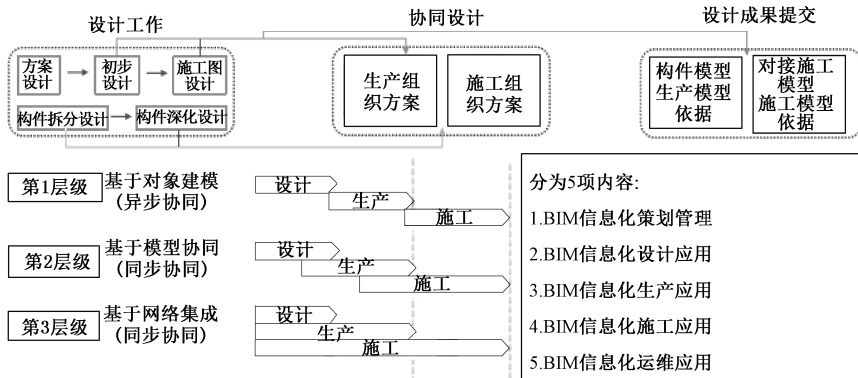


图3 基于BIM的一体化设计

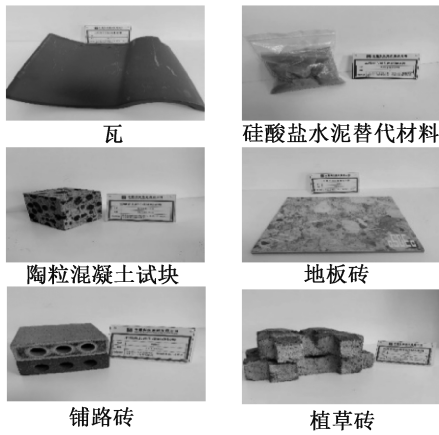


图 4 工程弃土资源化生产的建材

展为目的,以科学管理和技术进步为实现途径,以减少资源消耗和环境保护为特征,重点是使施工过程的污染排放最小和资源有效利用。大力推进新技术、新成果转化应用;积极引导和推动各种新技术、新材料、新工艺向绿色低碳方向转型;深入推进绿色化、工业化、信息化技术融合创新;大力推广低消耗、低污染、低排放技术系统化应用,全面推进永临结合、建筑垃圾减量化和资源化应用。

建造方式工业化就是要整合工程产业链、价值链和创新链,提升建筑工业化水平,实现工程建造的高质量、低消耗、低排放。全面推行标准化设计,实现装配式构件的少规格和多组合,提升工厂加工和现场施工效率;优化构件和部品部件生产,将目前传统建造的现场加工转移到工厂加工,加工精度大幅提高,降低现场材料损耗;大力推进精益化装配施工,采用部品部件吊装、运输与堆放、部品部件连接等标准化施工工艺与工法,以构件、部品装配施工代替传统现浇或手工作业,大幅减少施工现场建筑垃圾、污染、噪声;推广装配式装修,采用干式工法,将工厂生产的定制化装修部品部件与装配式主体结构、外围护结构、设备与管线等系统进行一体化设计和施工,实现质量易控、污染和浪费大大减少。

建造手段信息化就是要集成 5G、人工智能、物联网等新技术,积极推动传统工程建造向智能化发展,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营维护等全产业链融合一体的智能建造产业体系。以 BIM 和信息化技术为基础,通过设计、生产、运输、施工、装配、运维等全过程的信息数据传递和共享,在工程建造过程中实现协同设计、协同生产、协同装配,并实现 BIM 交付,实现建筑、结构、机电、装饰全专业协同设计,实现设计、工厂加工、现场施工、运维的信息纵向拉通(见图 5),提高建造精细化水平,避免“错漏碰缺”,有效避免返工,从而节约能

源资源。

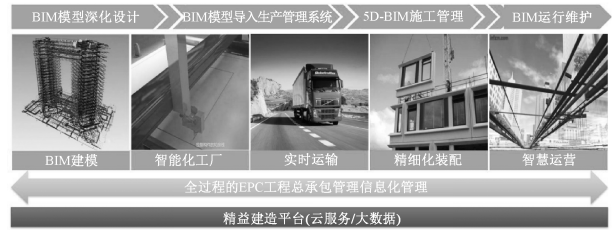


图 5 全过程信息化管理

集约化的组织方式,可以克服当前工程组织碎片化的弊端,通过统一配置人力、物力、财力,有效整合各方要素,对建设项目全过程进行系统兼顾,整体优化。通过采用工程总承包、建筑师负责制、全过程咨询等集约化组织形式,把工程设计、采购、制造、施工全过程科学组织起来,改变业主、设计单位、施工单位协同性较差的问题,实现工程建设的高度组织化。站在工程全过程统筹工程建设,使资源得到优化配置,工程项目的整体效益实现最大化。

建造过程产业化是在产业化的视角下重新审视工程建造活动,就要通过资源共享以及上下游的互利关系将相关产业资源进行绿色化整合。把建造活动向前端的产品开发、向下游的建筑材料、建筑部品部件延伸,通过产业链优化配置资源。加快形成研发、材料和部品部件生产、设计、施工、运营、资源回收再利用等一体化协同的低碳建造产业链(见图 6)、绿色建材供应链,充分体现专业化分工和社会化协作;推动有利于低碳建造产业人才培养的机制,促使专业技术人员设计能力与施工能力的协同发展,培养技术与管理、设计与施工“都在行”的复合型人才。

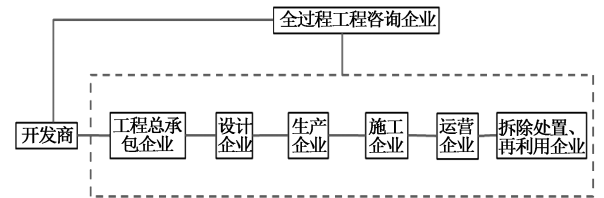


图 6 一体化协同的绿色建造全产业链

2 我国绿色建造目前存在的问题

虽然我国在绿色建造方面取得一系列成果,总体上具备了发展绿色建造的基础和条件,但按照绿色建造体系实施的建设项目还较少,具体表现如下。

1) 相关法律法规体系尚需完善 工程建设各方的绿色建造责任及社会保证制度尚未明确,绿色建造推动工作的法律法规支撑不足。

2) 绿色建造标准不够健全 建造活动目前还处于设计和施工标准相对割裂的状态,规范体系尚

未健全,尚未有绿色建造体系性的标准规范。

3) 技术水平有待进一步提升 在工程质量和精细化管理上,我国绿色建造与发达国家相比也有差距,需要加大工程质量管理力度,提高建筑材料选择、设计方法、施工工艺的水平,提升工程建设质量,延长建筑寿命。

4) 政策执行缺乏有效监督 绿色建造全过程涉及绿色策划、绿色设计、绿色建材、绿色施工等各方面,行业监管涉及多部门,职能分割现象普遍,各监督执法部门分立,监督人员分别开展监督工作,容易出现行政越位、缺位、错位和重叠,再加上各部门监督人员,特别是专业人才的紧缺,影响绿色建造工作成效。

5) 缺乏试点示范引领 虽然我国 2020 年开始在湖南省、深圳市、常州市推进绿色建造试点工作,但大部分试点还处于起步阶段,覆盖面还较小,距离形成可复制、可推广的经验,形成规模化推广还有一定距离。

3 绿色建造推进建议

推动绿色建造是一项系统工程,需要注重体系化布局,又要结合实际,以问题和需求为导向,加强系统集成和协同创新,建立绿色建造技术体系,推进形成适合绿色建造发展的新体制与机制,实现绿色建造整体高水平发展。

1) 强化顶层设计引领

建立组织领导机制,负责协调推进绿色建造产业化发展,做好统筹规划、政策保障、监督评估和业务指导,协调解决跨部门重要事项。制定绿色建造发展规划纲要,建立绿色建造实施框架,编制总体方案,明确绿色建造发展目标和主要任务,细化阶段性工作安排,明确时间表、路线图及实施路径。

2) 建立完善的绿色建造技术体系

重视工程综合性能最优条件下的跨学科专业技术最佳组合的集成研究,促进绿色建造技术体系进一步完善。深入推进绿色化、工业化、信息化技术融合创新。研究围护结构一体化、机电系统一体化、内装系统一体化等绿色化与工业化融合的技术体系。加强低消耗、低污染、低排放技术系统化应用,大幅提高绿色建材应用比例,全面推进建筑垃圾减量化和资源化应用,整体提升绿色建造的标准化、低成本化;加强 BIM 技术在设计、生产、施工、交付等全过程的集成应用;推动物联网、大数据、人工智能、云计算及虚拟现实等信息技术和机器人等相关设备在生产和施工过程中的深度应用,提高工程建造的生产力和效率。逐步建立绿色建造技术体

系,定期更新和发布绿色建造技术推广目录。

3) 建立完善的绿色建造标准体系

通过对工程建设项目全过程,包括绿色策划、绿色设计、绿色施工、绿色交付等阶段的绿色化、信息化、工业化、集约化、产业化水平进行梳理,逐步建立和完善覆盖设计、生产、施工、验收、交付等全过程的绿色建造标准体系。

4) 完善形成与绿色建造相适应的组织实施体系

以产品思维导向,对目前工程建设管理模式和绿色建造匹配度进行调研,针对绿色建造特点,对工程总承包、全过程咨询等集约化组织管理方式进行研究分析,提出各种组织管理方式以及多种集约化管理模式组合应用在绿色建造中的责、权、利清单,通过统一配置人力、物力、财力,有效整合各方要素对建设项目全过程或全生命期进行系统兼顾,整体优化,从而达到节约资源、降低成本、提高效率、实现整体效益最大化。

5) 推动形成绿色建造全过程碳排放监测与核查技术体系

落实 2030 年前碳排放达到峰值的战略部署,研究绿色建造碳排放准确监测与核查关键技术;研究建立涵盖材料生产运输、构件生产、现场施工、运行、维护与修缮、拆除与回用全生命期碳排放量化数据库,形成绿色建造全过程碳排放监测与核查技术体系。

6) 推动形成与绿色建造相匹配的管理体制机制

绿色建造推进是一个系统工程,必须从理念氛围、法规政策、过程控制和能力技术等多个方位和层面综合考虑,要对原有项目管理体制进行提升和改进,形成与绿色建造相匹配的项目创新管理体制机制和计价依据体系,促使绿色建造尽快落地。

7) 推动形成绿色建造产业支撑体系

促进科技创新与绿色建造行业发展有机融合,推动企业与行业协会、高等学校、科研机构深度合作,建立联动的科技创新协同机制,推动资源整合建设,重点抓好科技服务、搭建平台、营造环境方面的工作,在创新主体培育、创新基地打造、人才培养、科技成果转化和国际合作等方面加强能力建设。系统提升绿色建造创新主体能力。增强企业的绿色建造创新主体地位和主导作用,引导各类创新要素向企业集聚,不断增强企业创新动力、创新活力、创新实力,使创新转化为实实在在的产业活动,形成创新型骨干领军企业、科技型中小企业全面发展的格局。

(下转第 31 页)

大,当开挖至第2道钢支撑位置时,轴力达到峰值3 441.4kN,随着第2道钢支撑的架设,混凝土支撑轴力逐渐减小,随着基坑继续开挖和钢支撑架设,第1道混凝土支撑轴力持续减小,开挖至距基坑底部4~5m左右时,混凝土支撑轴力变为负值,最小值为-1 188kN,且逐渐稳定在300~600kN范围内。验证了深基坑支护第1道支撑用混凝土材料而不用钢支撑,防止钢支撑由于受到拉力节点破坏而掉落,从而发生事故。其余4道钢支撑轴力随着基坑开挖深度的增加呈现出先增大后趋于稳定的规律,第2~5道钢支撑的最大支撑轴力分别是1 551, 2 062, 776, 1 130kN,均在控制范围内。

5 结语

1) 地下连续墙的变形随深度增加逐渐增大,后逐渐减小直至趋于稳定,变形呈中间大、两头小的“勺”形曲线。随着基坑开挖,墙体最大水平位移值不断增大,最大位移由墙体中上部向中下部移动,每一开挖工况下的最大位移均在开挖面附近。

2) 基坑周围地表沉降分布形态符合沉降槽曲线,基坑降水开挖影响范围符合设计要求。随着基坑降水开挖的进程地表沉降最大值在各开挖工况下逐渐增大,仅在小范围波动,沉降值均在基坑设计控制范围内。

3) 分步降水开挖工况下地下连续墙水平位移最大值下降13.04%,周围地表沉降最大值下降16.2%,均较一次性降水小。表明分步降水开挖对基坑变形的影响较小,在现场施工中尽量采用分步

降水开挖方案。

4) 通过对施工现场地下连续墙变形、基坑周围地表沉降、支撑轴力的监测数据进行分析,地下连续墙深层水平位移最大值为53.13mm,基坑周围地表沉降最大值为38.39mm,第1~5道内支撑轴力最大值分别为3 441.4, 1 551, 2 062, 776, 1 130kN,其变化规律同数值模拟结果具有较好的吻合度,验证了数值模拟的准确性。

参考文献:

- [1] 张志诚,路庆保.某地铁站深基坑工程施工对基坑本体及周边环境影响探讨[J].工程建设与设计,2018(21):9-12.
- [2] 郭伟.地铁深基坑支护结构设计及支护施工技术探讨[J].工程建设与设计,2020(11):219-220,223.
- [3] 宗露丹,徐中华,王卫东.软土超深大基坑工程施工监测分析[J].施工技术(中英文),2021,50(13):163-169,181.
- [4] HELM D C. Horizontal aquifer movement in a Theis-theim confined system [J]. Water resources research, 1994, 30: 953-964.
- [5] 纪佑军,刘建军,薛强.基坑开挖中渗流-应力耦合模拟[J].岩土力学,2007,28(S1):630-634.
- [6] 霍润科,颜明圆,宋战平.地铁站深基坑开挖监测与数值分析[J].铁道工程学报,2011,28(5):81-85.
- [7] 周勇,锜魏嵩,朱彦鹏.兰州地铁车站深基坑开挖过程中降水对邻近地下管道的影响[J].岩土工程学报,2014(S2):495-499.
- [8] 陈永才,李镜培,郎国恩,等.某深基坑降水对周边环境影响的分析及处理措施[J].岩土工程学报,2008,30(S1):319-322.
- [9] 张刚,梁志荣.承压水降水引起地表沉降现场试验研究[J].岩土工程学报,2008,30(S1):323-327.

(上接第7页)

8) 打造一批绿色建造应用场景,形成一批系统解决方案

以应用带动集成,推动科技成果转化、重大产品集成创新和示范应用。重点在政府投资重点项目以及大型项目中应用,拓宽绿色建造各类技术的应用范围,形成集研发设计、生产、施工、交付于一体的综合应用模式。发挥龙头企业示范引领作用,建立绿色建造基地。

4 结语

如何尽早实现碳达峰,推动转型升级,且不影响人居环境品质的改善和人民群众的幸福感和获得感,建筑业面临巨大压力和挑战。随着双碳战略的深入推进,建筑业未来产业结构、生产方式必将发生根本性变革。绿色建造是实现碳达峰、碳中和的重要方式,要大力开展绿色建造,以此推动建筑业低碳转型发展。但绿色建造是一项系统工程,需坚持系统观

念,加强顶层设计,政府、企业多方参与,多措并举,才能确保“双碳”战略目标如期实现。建筑企业应提前做好预先准备,做好发展路径规划,在低碳新产业、低碳建筑产品、低碳建造能力等方面做好预先布局,碳达峰、碳中和行动中,抢抓机遇,开辟一系列新的高成长业务领域,实现跨越式发展。

参考文献:

- [1] 中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[N].人民日报,2021-10-25(1).
- [2] 叶浩文,李丛笑.绿色建造引领城乡建设转型升级[N].中国建设报,2021-11-15(2).
- [3] 张季伟,彭海婷,张季超,等.绿色低碳节能建筑的发展趋势及影响[J].施工技术(中英文),2021,50(16):92-94.
- [4] 肖绪文,刘星.关于绿色建造与碳达峰、碳中和的思考[J].施工技术(中英文),2021,50(13):1-5.
- [5] 薛峰,凌苏扬,崔德鑫.绿色建造全过程一体化协同设计方法[J].施工技术(中英文),2021,50(13):113-117.
- [6] 肖绪文.绿色建造发展现状及发展战略[J].施工技术,2018,47(6):1-4,40.