

土木工程行业智能建造与新能源发展趋势概述

许运伟

上海建工二建集团, 上海 200080

[摘要]文中首先从生产力本质上探讨了土木工程的行业属性。随后描述了其发展趋势。从AI的角度解释了当前智能建造一词的含义。提出了工程机器人的发展方向,并解释了数字化和智能化的含义。同时,又从能源角度,展望了新能源在土木工程行业中的应用和发展前景。依次描述了太阳能、电能,和生物智能三个主要方向。最后,给出了智能建造和新能源这两大土木行业发展方向的展望。

[关键词]智能建造; 新能源; 太阳能; 数字化

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15237

中图分类号: U45

文献标识码: A

Overview of Intelligent Construction and New Energy Development Trends in the Civil Engineering Industry

XU Yunwei

Shanghai Construction No. 2 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract: The article first explores the industry attributes of civil engineering from the essence of productivity. Subsequently, its development trend was described. Explained the meaning of the current term intelligent construction from the perspective of AI. Proposed the development direction of engineering robots and explained the meaning of digitization and intelligence. At the same time, from the perspective of energy, the application and development prospects of new energy in the civil engineering industry were also discussed. The three main directions of solar energy, electricity, and biological intelligence were described in sequence. Finally, the article provides prospects for the development directions of intelligent construction and new energy in the civil engineering industry.

Keywords: intelligent construction; new energy; solar energy; digitization

引言

社会发展的本质是追求生产力的提高。从自然科学的角度看人类社会的生产要素和生产关系;能推动这一切发生的根本要素是能量的来源;即能源。尺度决定着人类研究的方式;而能量推动自然界的物质重组。所以;什么是真正有价值的存在?什么是结构?什么是材料?

材料和结构都可以看作是更小尺度的“材料”,通过一定的方式组合而成的结构。所以,材料和结构都只是一个人为概念,是物体在不同尺度上的别称而已。而物质是这个世界的客观属性之一。质量和能量在相对论描述的物理世界中是统一的。而物质的客观属性是本身具有质量。所以自然界中真正有价值的是物质(也可以称作材料或结构),以及能量,自然也包括能量的来源,即能源。

广义上讲,任何尺度上的材料通过一定的方式组合而成的可以满足人类一切功用(比如,居住、交通、跨越河流、厂房、能源收集、海底隧道、机场、车站、围堰)等的结构都可以算在土木工程的大范畴内。推动这一切发生的是能源。

新能源指可再生能源。包括:风能、太阳能、生物质能、水能、海洋能、地热能、氢能,与核能等^[1]。利用新能源发电,持续获得二次清洁能源——电能。通过逐步改

变能源消耗工具和装备,从传统能源往电能转移,必然是符合国家和人类发展命运的必经之路。比如,新能源汽车。以此摆脱对化石能源的极度依赖,摆脱能源困境。

1 土木工程的行业属性

1.1 土木的理解

传统的土木工程的建造过程可以理解为人运用工具、装备、机械等生产要素,把材料——现在主流是钢筋和混凝土(分别来自钢构件加工厂和泵站),按照设计的要求,形成各种类型的钢筋混凝土结构。

作为在人类诞生之日起就与“衣、食、住、行”这四大项中的“住”“行”相关的古老而又充满活力的产业而言,已经可见的两大发展趋势是智能建造与新能源的开发利用。

1.2 发展趋势概述

随着工程数量和从业人员的减少,更多的智能化装备必将更多地应用到工程现场中来。此外,原来一些在建造过程中耗能较高且污染环境的机械或装备也面临一个类似新能源汽车行业一样的产业能源的转型。比如,一些原先使用化石燃料产物(汽油、柴油)的发动机,可以考虑采用更为清洁的能源来代替。比如风能、太阳能、潮汐能等等。

2 智能建造

2.1 智能的概念

“智能”一词，来源于英文的“Intelligence”，是当前热门词汇“AI”当中的“I”。“A”是指“Artificial”，人工的、假肢的、机械的。某个狭义的释义可以理解为在电子计算机“ENIAC”之前的那一类用计数、解码等的具有某一类特定功能的“机械式机器”。

目前，人类（以美华为代表）在以下七个领域已经取得了较快的发展，主要包括：知识表示、自然语言理解、机器自主学习（包括大模型训练、AlphaGo、自动驾驶）、规划与问题求解、逻辑推理（卷积神经网络、贝叶斯分析等）、搜索（智能搜索引擎：Google、Baidu），和视觉成像^[2]。笔者个人的理解是，AI 终极的应用会集大成在第三代智能机器人上。智能化是以机器人为代表的各种装备的必然发展趋势和必经阶段。

2.2 工程机器人

业界普遍人为的第一代机器人，是“示教再现型”机器人。最早是通用汽车公司应用机械臂式焊接机器人来焊接在流水线上的汽车主体框架金属结构。从机器人学的角度看，目前建筑业主推的 3D 打印机器人大多还属于第一代机器人——机械臂式的示教再现型机器人。第二代机器人，是以智能传感器技术的发展为标志的，基于一定传感器信息的离线编程工业机器人。传感器是可以把环境中或对象中的物理量转化为电子器件中的可以识别和处理的电信号的装置。然后，第二代机器人可以根据这些电信号来发出指令，形成信息闭环。第二代机器人目前属于应用研究阶段。第三代机器人就是智能机器人（AI 机器人），是指装有多种传感器，在接收到指令后能根据环境情况自行编程的，高适应性智能机器人。第三代机器人总体处于实验研究阶段。这一代的机器人发展目标是使得机器人能拥有类似人脑的思维能力。

这种类人脑的思维过程和能力，可以通过具有逻辑判断的程序和软件来实现，也可以用硬件，比如以半导体材料为主制成的各种逻辑电路、数字电路、控制电路，甚至是芯片固定下来。以工程类 AI 机器人为例，AI 工程机器人应能独立自主地处理建造过程中的各种问题，完成某些建造动作。

2.3 数字化

“数字”一词常见于“通信”和“电子”大类中，可以狭义地理解为“数字信号”，其特点是离散。比如，数字信号是离散的，模拟信号是连续的。常见的有“数字计算机”“数字电路”“数字机器人”等。工程中的数字化包括：数字化设计、施工、管理、运维，和监理等阶段与职能。

工程中也正在推广数字化。以需要建造的“工程对象”为例，比如上海花博会的标志性雕塑“大蝴蝶”翅膀为例，

它是一个连续的曲面或曲线。在结构设计、荷载验算或实际施工时，可以由离散的控制点来实现。控制点中间用直线（模板）来代替即可。工程中。此类情况数不胜数，比如基坑变形监测、围护支撑应力应变随时间变化的监测等。因为真实物理世界，或者实际工地场景中，并不需要一个数学意义上的绝对连续，而只需要可控可用的数字化连续。

若以“工程装备”或“工程机械”为例，它们的数字化，可以狭义地理解为“数字电路控制化”或“数字计算机化”，主要是针对控制技术而言的。当然最终都会走向“数字计算机化”。因为只有数字计算机化，才能使得装备或机械完成比单片机、工控机、PLC、ARM、DSP 等控制型电路主板或（集成）控制电路仪器更为复杂的（建造）动作。

目前，按照工程机械的作用可将所有机械分为 22 个大类，141 个小类（组）。我国目前一共能生产的机械总规格型号的产品为 4500 多种（截至 2014 年）^[3]。目前，多数机械使用的是柴油或汽油的内燃机作为发动机。柴油和汽油都是来自化石能源，属于不可再生能源。为了长远的发展和能源战略需求，以及环境保护等多方面的要求，必须逐步完善新能源的利用技术，并在实际工程中予以推广。除了能源需要升级迭代外，工程机械本身也需要往数字化和智能化方向发展。应该大力提倡采用电动机来代替传统燃油、燃气机，并同时采用数控来代替电气化控制。用电动代替液压、气压驱动或传动。并用机械电子技术来实现施工机械的数字信号控制。数字电子技术的控制，可以由单片机或工控机来完成。或采用控制机加个人 PC 电脑，配合软件的方式来完成。从而最大限度地解放工人的劳动力。从体力劳动、重复劳动，变成智力劳动和轻松的电脑操作。

因此，无论是待建造的对象，还是工程装备或机械，只有先“数字化”，即“离散”，才能被（数字）计算机处理。因为，目前常规计算机的底层逻辑还是冯诺依曼范式内二进制代码“0”和“1”的归并与存储。数学逻辑上的“对错”、二进制数字上的“0”和“1”，都可以对应着真实（半导体）材料制成的微型电路或半导体元器件中一个最小单元的电的通与断。半导体材料制成的微型电路的大规模集成就是芯片，而目前我国在该领域也不断取得突破。这也为工程装备和工程机械装配上数控的“大脑”提供了无线的现实可能性。同时，采用“模块化”组装的思路，也使得工程机械可以通过改装，实现某些建造动作的细化和区分。从而实现工程机械使用功能的多样化。

2.4 智能化

常规的建造的过程，一般而言并不会太复杂。而智能建造的难点在于可以多大程度上由机器人或其他智能装备来替代，甚至机器人自主完成。在实际工程中，人之所以是主导因素，是因为从分子生物学或计算机体系结构的

角度看,人脑可以看作是一台由生物材料制成的复杂的天然的模拟计算机。处理的是带有信息的连续的脉冲电信号。人的五感可以看作是由生物材料制成的传感器(视、听、触、嗅、味)。

从能量或物理学的角度看,人是含有多种能量的生命体,对外可以提供机械能,热能,生物等。人本身能通过体力或脑力劳动方式,产生生产力,从而改变世界。从计算机量化体系或分子生物学的角度看,人脑是一台充满了生物脉冲电信号的由生物材料制成的天然的模拟计算机或者说控制器。通过学习和训练,可以实现和完成计算、图像识别、分析、逻辑判断、指挥、幻想等多种人工智能领域的模仿和学习的技能。所以,人本身就是(人力)资源,是建造过程中劳动价值和智力价值的体现。

所以,工程中智能化的难点,目前而言主要是针对工程装备和工程机械的。随着电子技术,尤其是微电子技术、机械电子技术、控制技术、计算机技术等电子大类中的分支领域的长足进步,为工程机械的升级迭代提供了广阔的发展前景。首先,工程机械可以实现高度的“自动化”“机电一体化”,再实现“数字化”,即“数字计算机”化控制。用数字计算机和工控机来代替人的一系列操作,来代替传统单片机或控制主板的控制命令,来实现升级后的工程机械的计算机控制。最终,用计算机程序(人工智能)来模拟或学习人的思考模式和方式方法,从而最终实现智能化。

可惜的是,目前中国的机器人市场还主要由跨国公司占有,包括ABB、FANUC、YASKAWA、KUKA等。当然,国内也已开始出现了一些新兴机器人公司,比如宇树科技等。

3 新能源发展趋势

3.1 新能源

地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能、生物质能,以及部分潮汐能都来源于太阳;即使是地球上的化石燃料(如煤、石油、天然气等),从根本上来说,也是远古以来储存下来的太阳能。

3.2 土木行业中的新能源应用前景

作为国民生产生活中的支柱产业,建筑业中的新能源应用并没有非常普及。在建造以及运维过程中的新能源的使用也比例偏低。在新建和城市更新项目中,新能源的应用应该予以提倡和加强。比如光伏板发电装置、太阳能热水器、风力发电装置、太阳能小夜灯、太阳能电瓶车充电装置、电动汽车充电装置、小区内的集中供电站、集中供暖站等。

3.2.1 太阳能

太阳给地球带来了光和热。在任何场地内都可以一定程度上地使用太阳能转化而来的电能和光能。太阳能经过太阳能电池转换为电能,再经过能量存储、能量变换等环

节,向负载提供合适的直流或交流电能^[4];或直接利用光伏电池储能^[5]或制作大规模发电集成系统^[6]。

3.2.2 电能

电能作为一种使用最直接、应用最广泛的二次能源。可以作为新能源利用的最主要的能源形式。它的来源很广泛,包括水力、风力、核能、太阳能、火力等;应用也非常广泛,所有的家用电器、大量的电子技术相关的设备等。

3.2.3 生物质能

随着垃圾分类的逐步推广,生物类垃圾的再利用而产生的能量来源不仅清洁、而且起到了回收利用的好的效果。

3.2.4 其他

不同的地区会有不同的地域特点。采用因地制宜的能源策略也是新能源开发利用的一个主要方向。比如海边有潮汐能、波浪能;高山上的风能、存在大高差的大江大河流域的水的势能,等。当然还有核能。

4 总结与展望

在所谓的“材料”组成“结构”的过程中,利用一切新能源,尽可能地推进自动化、数字化,以及智能化,都将是一种新的趋势,代表了一种更为新进的生产力。这其中必然涉及规划、勘探、设计、施工、管理,健康检测,和运维等工程的各个阶段。尤其涉及数字化和无纸化设计出图,还有施工过程中的施工机械的自动化、数字化,和最终的智能化。完成施工机械到施工机器人的升级和迭代。

让生活生产的空间,在使用更加清洁的能源同时,变得更加智能化显然最能体现符合先进生产力的发展方向的要求,是科学发展观的一个展示,代表了人民群众对美好生活的向往。也必将推动我国通向智能建造与新能源建造领域的“无人区”与“自由王国”。也必将是土木这个行业持之努力的方向。

[参考文献]

- [1]惠晶,颜文旭. 新能源发电与控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,2023.
- [2]Robin R. Murphy, 著. 人工智能机器人学导论[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [3]李战慧,郑淑丽. 工程机械[M]. 北京:人民交通出版社,2014.
- [4]杨天华. 新能源概论[M]. 北京:化学工业出版社,2013.
- [5]陈楠,向钠,曾礼丽. 光伏电池制备工艺[M]. 北京:化学工业出版社,2020.
- [6]廖东进,黄建华. 光伏发电系统集成与设计[M]. 北京:化学工业出版社,2013.

作者简介:许运伟(1986—),男,汉族,上海人,本科毕业,天津理工大学项目管理专业。