

中国经济高质量发展系列研究

数字经济：建筑提智增效，数字大有可为



建筑分析师：龙天光

数字经济：建筑提智增效，数字大有可为

核心观点

- **建筑信息化程度渗透率低，建筑数字化大势所趋。**我国建筑业的数字化起步较晚，2021年建筑行业信息化渗透率仅为0.13%，未来提升空间大。建筑细分行业中，设计咨询数字化程度相对较高，其次为运营维护，再次为工程施工。《“十四五”建筑业发展规划》明确指出，建筑业在与先进制造业、新一代信息技术融合发展方面有着巨大的潜力和发展空间，需要加快建筑业转型升级。我国建筑业经历了传统人工和信息化发展阶段，建筑数字化发展是大势所趋。
- **AI 赋能建筑设计，助力头部企业释放规模效应。**建筑上市公司积极布局 BIM 与人工智能，开展工程数字化设计。目前已有诸多 AI 设计软件应用于设计的各个阶段的，包括华设集团开发的 AIROAD 交通快速方案设计系统、华建集团开发的 ArctronArcOS 智慧建筑操作系统等。以 AIROAD 为例，据公司统计，该软件初步能够提升方案设计效率 7~8 倍，提升整体工作的综合效率 20~30%。随着“AI+设计”的不断发展，规模效应将助力头部企业凭借先进的技术实力、核心的产品设计、丰富客户项目经验实现业务规模扩张，从而在成本控制、效率提升和市场竞争力方面取得优势，快速抢占市场份额。
- **BIM 技术显著节省建筑成本和缩短工期。**BIM 模型既包括建筑物的信息模型，同时又包括建筑工程管理行为的模型，可以通过信息的共享和传递将两者结合，为设计团队和施工团队提供协同工作的基础，从而提高施工效率、节约成本、缩短工期，有效实现建筑的全生命周期管理。BIM 技术不仅助力设计、建造、运营模式从二维向三维、多维转变，BIM 技术也可应用于项目全周期或某一阶段。AI 应用或将为 BIM 模型进一步赋能，令建筑信息模型细节更加准确精细、丰富生动，全面提高建筑行业信息化和智能化。
- **建筑机器人施工效率可达普通人工的 10 倍以上，竞争优势明显。**相较于传统的人工，建筑机器人在保障施工安全、提高施工效率等方面有较大优势。在施工效率方面，美国企业 ConstructionRobotics 研发的半自动“SAM100 砌砖建筑机器人”每小时铺设的砖块达 300-400 块，其速度是普通工人的 3-4 倍。澳大利亚企业 FastbrickRobotics 于 2016 年推出的全自动“HadrianX 砌砖建筑机器人”，可实现 24 小时不间断地工作，且每小时铺设的砖块达 1,000 块；在施工质量方面，现场施工的建筑机器人具备环境感知、定位与建图、路径规划等能力，建筑机器人能在高危环境中作业。建筑机器人将推动建筑行业迈向工业自动化，未来将大幅提升建筑施工的效率。
- **数据要素是智慧交通的基础，发展前景广阔。**2023 年，交通运输部印发《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》，提出到 2035 年，全面实现公路数字化转型。中国的智慧交通市场规模有望在 2027 年达到 6400 亿元，2021-2027 的 CAGR 为 9.86%。对数据的采集和应用是支撑智慧交通基础设施发展的基础，智慧交通相关的数据要素产业未来发展前景广阔。
- **投资建议：**1) AI 设计景气高，头部设计企业受益；2) BIM 大幅节省成本和缩短工期；3) 建筑机器人施工效率可达 10 倍，竞争优势明显；4) 智慧交通获政策支持，发展前景广阔。推荐中国建筑、中国中铁、中国铁建、中国交建、中国电建、中国中冶、上海建工、隧道股份、华建集团、华设集团等。

分析师

建筑分析师：龙天光 S0130519060004

风险提示

- 1、固定资产投资下滑的风险；
- 2、技术发展演变不及预期的风险；
- 3、行业政策不及预期的风险；
- 4、需求下滑或消纳能力不足的风险；
- 5、对政策理解不到位的风险；
- 6、海外贸易环境恶化的风险。

目录

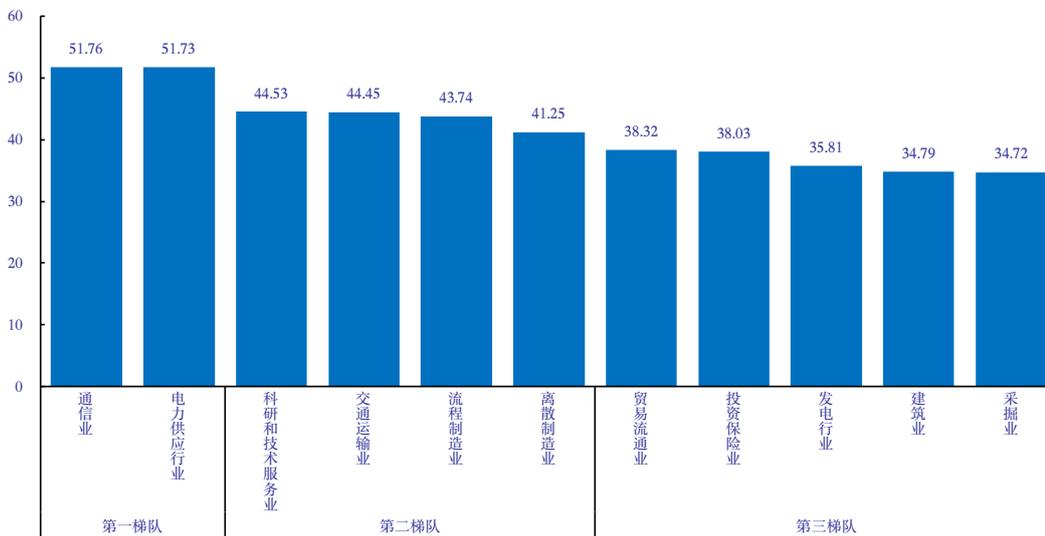
| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 一、建筑行业数字化转型大势所趋 | 2 |
| (一) 当前建筑行业存在的痛点和难题..... | 2 |
| (二) 数字经济蓬勃发展, 打造经济新动能..... | 4 |
| (三) 建筑行业数字化转型获政策积极推进..... | 6 |
| 二、多因素驱动建筑数字化, 行业重塑空间广阔 | 8 |
| (一) 五大动力推动建筑数字化深化与产业重构..... | 8 |
| (二) 我国建筑数字化发展市场空间广阔..... | 9 |
| 三、四大应用场景推进建筑全产业链数字化进程 | 10 |
| (一) 规划设计: AI 技术赋能建筑设计数字化..... | 11 |
| (二) 工程咨询: “BIM+” 加强智能化工程项目管理..... | 12 |
| (三) 施工建造: 人工智能推动建筑机器人等智能装备的应用..... | 14 |
| (四) 运营维护: 数据要素发挥智慧交通新价值..... | 16 |
| 四、投资建议 | 18 |
| (一) AI+BIM 驱动设计咨询企业价值重估..... | 18 |
| 1、华设集团: 数字化初见成效, 智慧交通打造第二曲线..... | 18 |
| 2、华建集团: 研发高投入, 数字化转型蓄势待发..... | 19 |
| (二) 人工智能+大数据助力施工运维企业转型提速..... | 21 |
| 1、建筑央国企: 数字化转型央国企先行..... | 21 |
| 2、隧道股份: 城市运营和数据要素重估公司价值..... | 22 |
| (三) 风险提示..... | 23 |

一、建筑行业数字化转型大势所趋

（一）当前建筑行业存在的痛点和难题

数字化程度较低，运营效率低下。目前，建筑业在数字化进程中仍处于相对滞后的状态。我国目前各行业都处于积极探索实践数字化转型的过程。与其他行业相比，建筑业的数字化起步较晚。根据中国工业互联网研究院，仪器仪表、专用产品及装备、石油石化、汽车及零部件等行业数字化转型较为深入，而建筑业的数字化程度在所有行业中排名倒数第二，具有较大提升空间。从发展水平来看，通信、电力供应行业数字化转型指数远高于国企平均水平，处于数字化转型第一梯队；科研和技术服务业、交通运输业、流程制造业、离散制造业数字化转型指数略高于国企平均水平，处于数字化转型第二梯队；贸易流通业、投资保险业、发电行业、建筑业、采掘业数字化转型指数低于国企平均水平，处于数字化转型第三梯队。

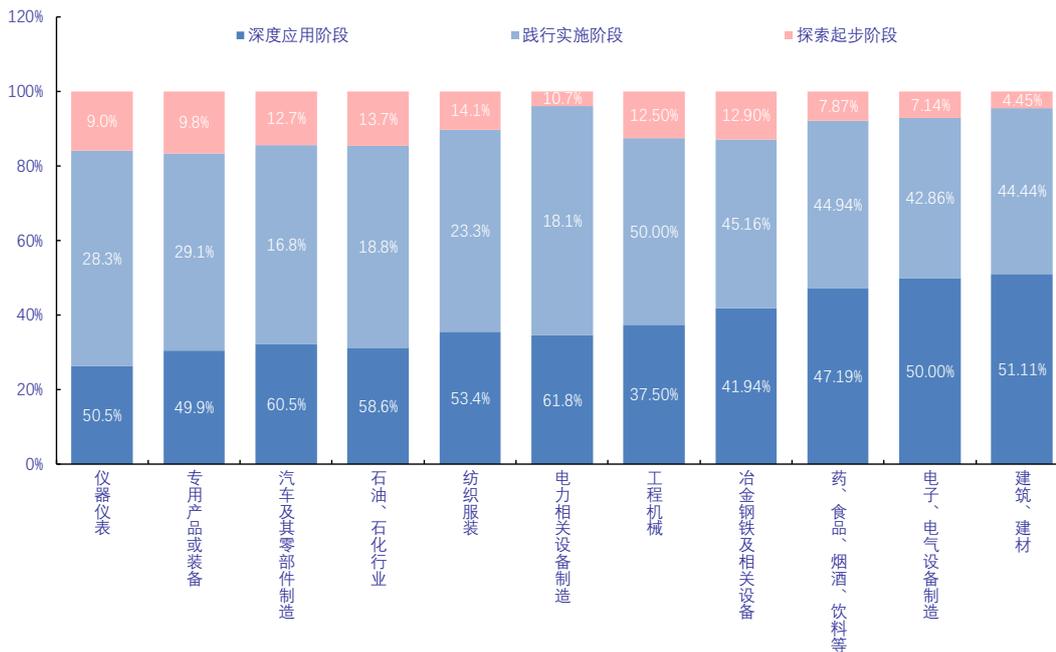
图1：我国重点行业数字化情况



资料来源：中国工业互联网研究院，中国银河证券研究院

全球范围来看，建筑业数字化程度仅比农业高，在统计的行业中排名倒数第二。与其他国家相比，我国建筑行业数字化水平远低于国外建筑业数字化水平。虽然各项政策持续推进建筑行业信息化，但据统计数据显示，我国建筑信息化投入仅占总产值约 0.08%，而以 2016 年麦肯锡统计数据来看，现阶段发达国家建筑信息化投入占总产值 1%，目前我国建筑信息化投入水平占比不及发达国家的十分之一，我国建筑行业对自身信息化的重视程度和投入力度还有较大提升空间。

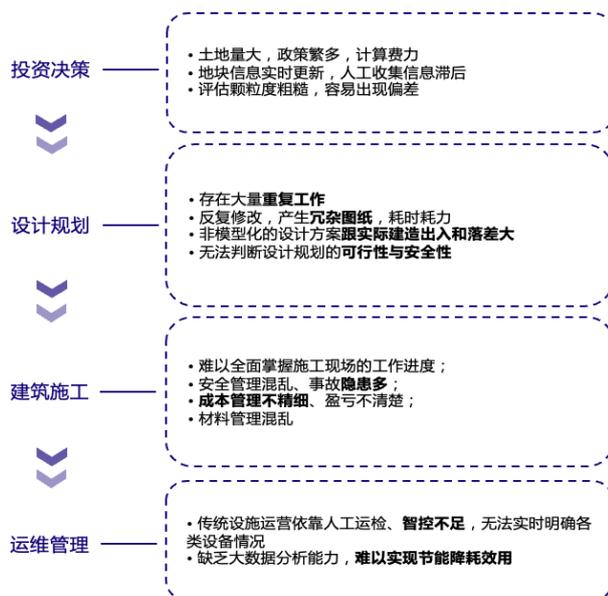
图2：行业数字化转型阶段分布



资料来源：中国工业互联网研究院，中国银河证券研究院

建筑行业核心环节主要包括设计咨询、施工建造、运营维护等，目前数字化技术在各个环节的渗透程度总体较低，数字化主要集中应用于设计咨询环节。前端的设计咨询是整个建筑工程项目数据要素的入口和桥梁，也是全生命周期数据汇聚融合、业务协同最为关键的一环，对整个建筑行业数字化程度提升的贡献也最大。投资决策、施工建造、运营维护等环节仍然存在业务上云化程度不高、管理精细化程度不够、设备智能化程度不深等问题。由于建筑数字化程度较低，建筑行业在投资决策层面存在计算费力、信息滞后、易出偏差等问题；在施工建造和运营管理服务方面存在施工周期较长、不确定性较大、运营管理不够规范、服务质量难以保障等问题；导致建筑项目全生命周期运营效率低下，难以实现降本增效，限制了建筑企业利润率的提升空间。

图3：传统建筑行业运营效率低下



资料来源：中国银河证券研究院

图4：我国建筑业利润总额不断上升



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图5：我国建筑业产值利润率呈下降趋势



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

人力成本较高，劳动力结构发生变化。建筑业是我国国民经济的支柱产业，具备劳动密集型的特点，农民工是建筑工人的主体。在行业发展初期，我国人口增长速度较快，劳动力成本较低，推动建筑行业快速发展。然而随着我国人口老龄化速度加快，人口红利逐渐消失，建筑劳务市场有效供给不足，建筑业的“招工难”、“用工荒”现象已经出现，并且仍在不断加剧。2023年我国建筑业从业人员 5253.75 万人，较 2018 年减少 309.55 万人，自 2019 年起连续四年从业人员增速为负。2022 年我国建筑业农民工工资为 5358 元/月，同比增长 4.22%。此外，建筑工人还面临工作临时性强、流动性大、作业时间长、环境恶劣等困境。建筑工地普遍充斥着粉尘、高度噪音、震动、有害化学物质等，这些因素对建筑施工人员的身体健康带来不良影响，促使职业病频发。建筑劳动力成本的逐年提高倒逼建筑业加快向工业化、信息化、数字化方向转变。

图6：我国建筑业从业人员人数



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图7：我国建筑农民工工资逐年上涨



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

(二) 数字经济蓬勃发展，打造经济新动能

我国数字化转型战略定位明确，顶层设计不断强化。2021 年十三届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出，迎接数字时代，激活数据要素潜能，推进网络强国建设，加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。要推进数字产业化和产业数字化，强化国家战略科技力量，提升企业技术创新能力，完善科技创新体制机制。到 2035 年关键核心技术实现重大突破，进入创新性国家前列。2021 年国务院发布的《“十四五”数字经济发展规划》提出要推进数字技术、应用场景和商业模式融合创新，形成以技术发展促进全要素生产率提升、以领域应用带动技术进步的发展格局，要求到 2025 年数字化创新引领发展能力大幅提升，智能化水平明显增强，数字技术与实体经济融合取得显著成效。2023 年中共中央、国务院发布《数

字中国建设整体布局规划》，指出建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑，要推动数字技术和实体经济深度融合，加快重点领域的数字技术创新应用。2023 年 12 月的中央经济工作会议提出 2024 年重点工作任务的首位是“以科技创新引领现代化产业体系建设”，其中数字经济又排列首位，强调“要大力推进新型工业化，发展数字经济，加快推动人工智能发展”、“广泛应用数智技术，加快传统产业转型升级”等。对比最近 5 年中央经济工作会议，中央对数字经济发展的重视程度逐年上升，顶层设计不断强化。

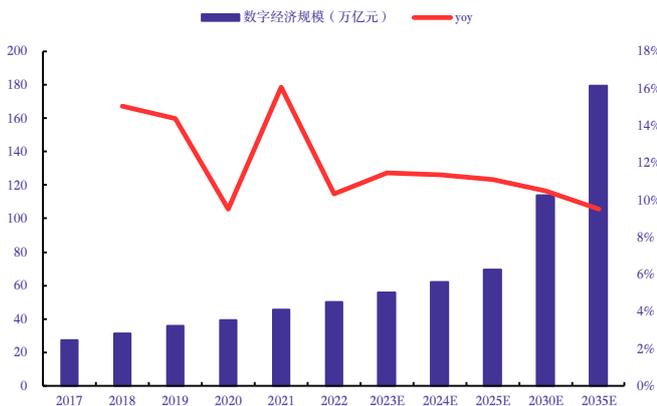
表 1: 数字化转型相关政策

| 部门或会议 | 数字化转型相关内容 |
|-----------------|--|
| 十三届全国人大四次会议 | 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出，迎接数字时代，激活数据要素潜能，推进网络强国建设，加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。 |
| 国务院 | 《“十四五”数字经济发展规划》提出要推进数字技术、应用场景和商业模式融合创新，形成以技术发展促进全要素生产率提升、以领域应用带动技术进步的发展格局，要求到 2025 年数字化创新引领发展能力大幅提升，智能化水平明显增强，数字技术与实体经济融合取得显著成效。 |
| 中共中央、国务院 | 《数字中国建设整体布局规划》指出建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑，要推动数字技术和实体经济深度融合，加快重点领域的数字技术创新应用。 |
| 2023 年的中央经济工作会议 | 2024 年重点工作任务的首位是“以科技创新引领现代化产业体系建设”。 |

资料来源：国务院，中国政府网，新华社，中国银河证券研究院

我国数字经济蓬勃发展，规模增速加快。近年来，我国数字经济蓬勃发展，2022 年数字经济规模达到 50.66 万亿元，同比增加 4.41 万亿元，首次突破 50 万亿元。2023 年，我国数字经济规模有望达到 57.04 万亿元，面对多方面不利因素，我国数字经济仍保持强劲增长、凸显韧性，持续为国民经济稳增长保驾护航。2012 年以来，我国数字经济平均增速 15.9%，已连续 11 年显著高于 GDP 增速，数字经济持续发挥经济“稳定器”、“加速器”作用。根据《数字经济：引领新质生产力，打造经济新动能》测算，2023-2035 年中国数字经济占 GDP 的比重将持续提升，2030 年占比达到 59.73%，有望追上发达国家平均水平，预计 2035 年占比将达到 71.60%。

图8: 中国数字经济规模及增速预测



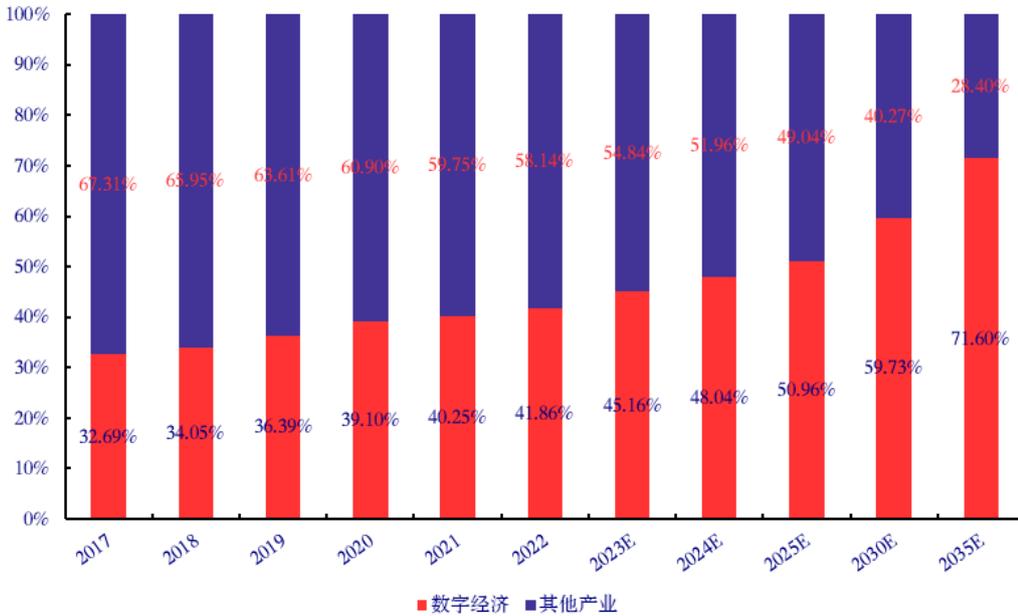
资料来源：信通院、中国银河证券研究院

图9: 中国数字经济增速（名义）对比 GDP 增速（名义）



资料来源：信通院、中国银河证券研究院

图10：中国数字经济占 GDP 比重持续提升



资料来源：信通院，中国银河证券研究院预测

各行业积极推动数字化转型。在中央政策的牵引、各级单位的推动以及自身业务发展、管理质量提升的驱动下，近年来各行业企业积极把握数字化转型机遇。通过理念创新、技术升级、人才引进、场景深化、生态互联等转型手段，依托数字经济时代的全新发展理念，借助全新的数字生产工具，为传统行业打造新鲜场景。从赋能核心业务、改善客户体验、提升管理效率、加强质量控制等方面打破或升级原先的业务模式。催生出数实融合的新业态，助力企业高质量发展，实现产业数字化转型的目的。

（三）建筑行业数字化转型获政策积极推进

建筑产业数字化转型序幕已拉开。当前，在国家经济转型升级的背景下，建筑产业作为国民经济支柱产业之一，在经历了几十年的高速发展后，工业化、信息化、数字化、智能化正构建着产业发展新格局，推动建筑产业高质量发展。在数字技术应用驱动下，建筑产业数字化转型的序幕已拉开。建筑数字化是指建筑行业运用信息技术，特别是计算机、网络、通信、控制、系统集成和信息安全等技术，实现信息化、数字化乃至智能化转型的过程。

建筑信息化、数字化转型纳入国家政策规划体系。“十三五”以来，国家层面出台一系列政策推动建筑业信息化转型，密切协同推进新一代数字技术与建筑行业深度融合，聚焦 BIM 等建筑业技术创新和应用落地。2022 年 1 月，住建部发布《“十四五”建筑业发展规划》，明确指出，建筑业在与先进制造业、新一代信息技术融合发展方面有着巨大的潜力和发展空间，需要加快建筑业转型升级。

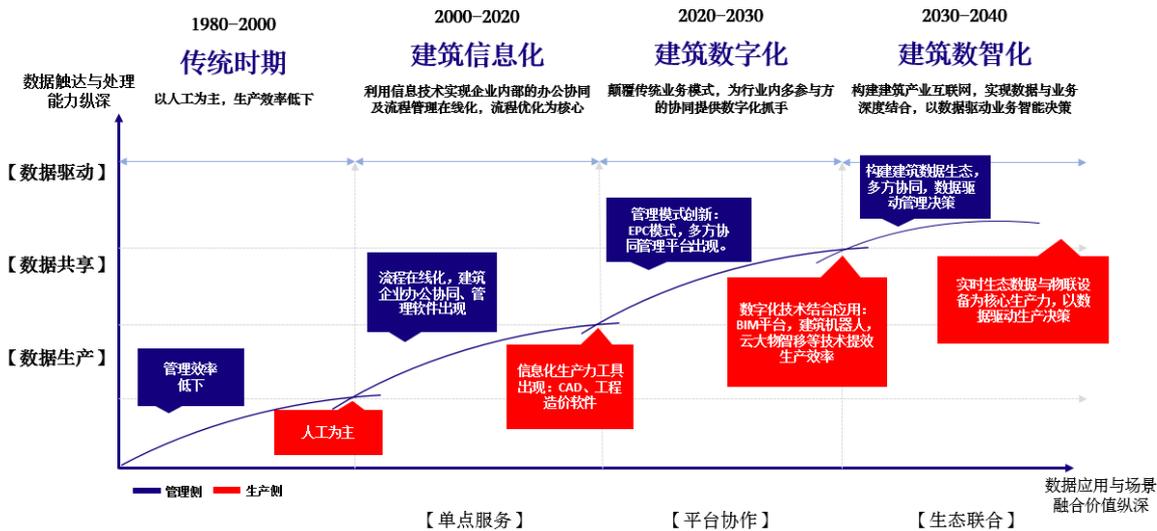
图11：近年来中国建筑信息化相关政策梳理



资料来源：住建部，发改委，中国银河证券研究院

建筑行业转型从信息化迈入数字化阶段。我国建筑业数字化发展历程可划分为四个阶段。1980年，随着CAD进入中国，计算机技术普及与CAD功能的完善，使其在工程行业得到广泛应用，CAD相较于手工制图因其易于修改和存储的特点得到广泛应用，此外模板的可复用性极大提高了建筑设计效率。CAD的广泛应用使得中国建筑行业逐步迈入建筑信息化阶段，设计、造价、招标等环节率先脱离线下纯靠人工的工作模式，开始借助信息化工具全面节约人力成本，提升生产效率。与处于2000-2020年的上一轮建筑行业信息化不同，本轮建筑行业数字化的核心是在运用信息技术降本增效的基础上，进一步建立完善行业内的数据要素的供给、流通、应用，加速构建连接全行业产业链及项目全生命周期的数据生态平台。未来随着5G、人工智能、大数据等技术的快速发展，前沿数字技术在建筑行业将得到进一步探索和应用。行业内对于建筑数据的需求愈加精细化，BIM作为建筑行业的底层技术将结合各种新型数字化技术驱动建筑行业实现贯穿全生命周期的数字化转型，并在该阶段充分积累行业数据，建立建筑产业互联网与数据库，将各参与方汇集于统一的协同管理平台进行在线实时信息交互，进一步达到数据与业务深度结合的数智化发展阶段。

图12：建筑行业转型从信息化迈入数字化阶段



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

二、多因素驱动建筑数字化，行业重塑空间广阔

（一）五大动力推动建筑数字化深化与产业重构

提质增效是数字化深化和产业重构的主要推动力。建筑行业当前面临运营效率低下、人力成本高、劳动力短缺、项目周期长、安全隐患大等问题，处于向高质量发展迈进的瓶颈期和过渡期。建筑行业高速粗放型发展的基础与国内外市场对于建筑项目和产品日益提高的要求不相匹配，传统生产方式和组织模式难以适应未来行业发展的需要，建筑行业企业亟待提质增效来实现高质量发展。建筑行业数字化转型主要通过降低人力成本、提高业务和管理效率、优化资源配置三个方面助力企业实现提质增效的目标。

表 2：建筑数字化转型三个方面提质增效

| 方法 | 提质增效内容 |
|-----------|---|
| 降低人力成本 | 对于一些较为简单的标准化重复性工作，如焊接、砌墙、搬运、天花板安装、喷漆等，可直接用建筑机器人等智能装备代替人力，直接降低人力成本。对于较为复杂的个性化工作内容，暂时无法使用人工智能进行替代，可通过数智化应用实现人力资源数字化运营和管理，降低劳动力损耗，从而实现降低成本的目的。 |
| 提高业务和管理效率 | 建筑数字化能够将建造过程中的各类生产要素及管理要素用数据来表达，通过实现作业人员、生产设备、物料、工艺工法信息及场地信息数字化，提高生产计划的可靠性。并进一步汇集生产数据，对生产进度、成本、质量、安全等管理要素进行指标分析，缩短项目周期，提高业务和管理效率。 |
| 优化资源配置 | 建筑数字化能够将业主方、设计方、施工方、运营方等各方主体汇集于统一的协同管理平台，实现全产业链上企业与企业之间的协同，包括企业间的数据协同、资源协同、流程协同，从而使得整个行业的资源配置得到优化。 |

资料来源：国务院，中国政府网，新华社，中国银河证券研究院

科技创新促使建筑行业数字化变革。数字经济的新理论和技术创新层出不穷，应用场景日新月异，为整个建筑行业带来深刻变革。5G、大数据、云计算、元宇宙、AIGC 等新兴技术逐步渗透建筑产业链，改变建筑设计的生产方式、应用场景、管理模式以及交付方式，前沿数字技术在建筑行业将得到进一步探索和应用。站在建筑行业的角度看，一些与建筑行业相关的新科技的突

破为建筑数字化的发展带来了契机，包括高清晰度测量与定位技术、下一代 BIM5D 技术、数字化协同和移动技术、物联网和高级分析技术等。其中 BIM5D 是 BIM 技术在时间和成本两个维度上的延伸应用，时间维度指的是建筑项目的时间规划和进度管理，成本维度则是指建筑项目的成本控制和预测，使得建筑项目的时间和成本得以更好地管理和预测。在新技术推动下，建筑行业将迎来数字化的纵深拓展，驱动建筑行业数字化向高质量方向转型。

图13：五大动力促进建筑行业信息化变革



资料来源：McKinsey & Company, 《Imagining construction's digital future》，中国银河证券研究院

（二）我国建筑数字化发展市场空间广阔

我国建筑信息化市场规模逐年上升。据华经产业研究院数据统计，全球建筑数字化行业市场规模从 2015 年的 28.13 亿美元增长至 2020 年的 56.04 亿美元，预计 2026 年市场规模达到 133 亿美元，2020-2026 年 CAGR 在 15% 左右。我国建筑信息化行业市场规模从 2015 年的 120 亿元增长至 2021 年的 381 亿元，随着渗透率持续提升，市场规模将继续增长，预计 2025 年市场规模达到 806.8 亿元。

图14：2015-2026 年全球建筑数字化行业市场规模及增速



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

图15：2015-2025 年中国建筑信息化行业市场规模情况

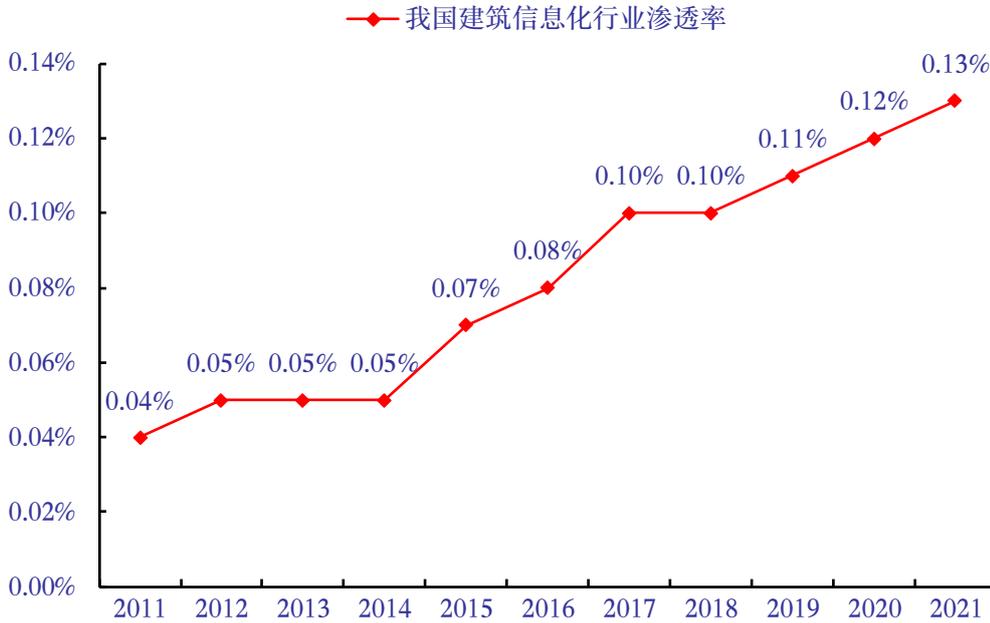


资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

渗透率远低于国际水平，提升空间大。渗透率（建筑信息化投入占建筑总产值比重）方面，我国建筑业工业化、信息化水平仍较低，2021 年行业渗透率约为 0.13%，远低于发达国家 1% 的

平均水平，同时低于国际平均水平 0.30%。随着新技术推动建筑行业工作效率提升，我国建筑行业信息化投入比例将进一步提高，行业市场空间广阔，潜力巨大。

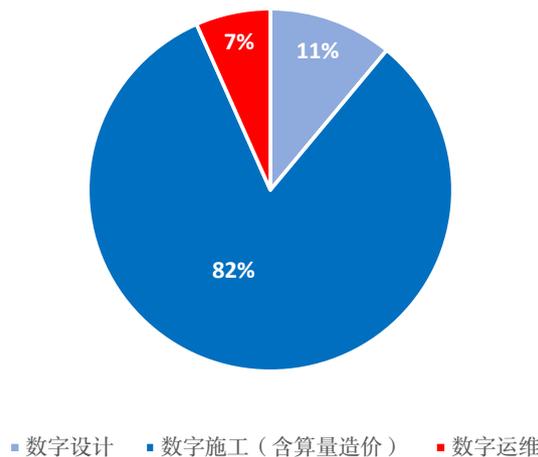
图16：我国建筑信息化行业渗透率



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

我国数字施工占数字建造市场规模的比例超过 80%。根据 IDC 统计数据，2022 年中国数字建造市场整体规模达 279.2 亿元，其中数字设计市场为 30.7 亿元，数字施工（含算量造价）为 230 亿元，数字运维市场为 18.5 亿元。IDC 预计，到 2025 年中国建筑业数字化转型的支出达 82.8 亿美金，年复合增长率 11.3%，建筑业的数字化程度将持续提升。

图17：数字建筑各环节市场规模占比



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

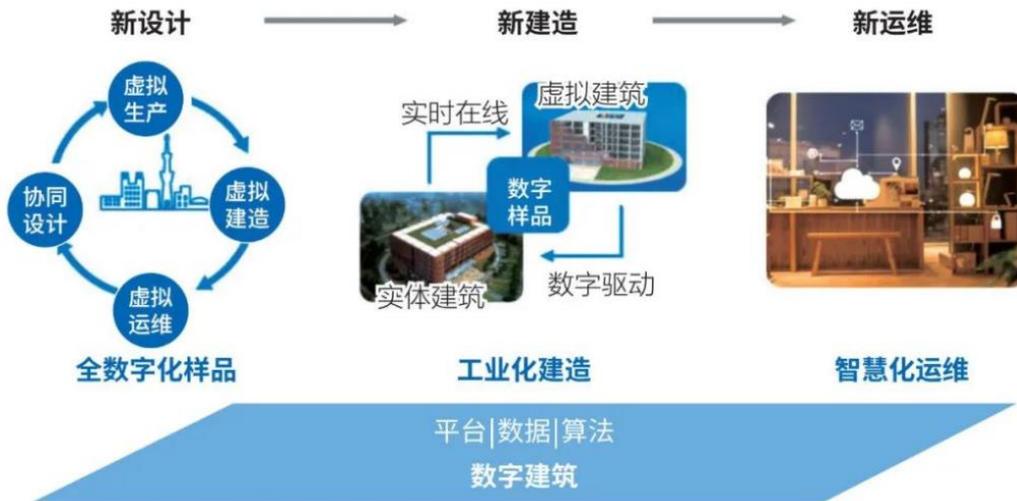
三、四大应用场景推进建筑全产业链数字化进程

围绕建筑工程项目全生命周期业务流程，主要可拆分设计咨询、施工建造、运营维护为三个核心环节。这三大环节担负着赋能整个建筑产业转型升级的重任，各自在数字化转型的过程中扮

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

演的角色和承担的责任也有所不同。其中，数字设计是以数据为驱动的高标准精细设计，通过平台协同设计实现虚拟生产、建造和运维的结合，打造一体化全数字样品；数字建造是指数字孪生的工业建造，融合工厂生产和现场施工的一体化“数字生产线”，实现数字孪生建造；数字运维是将环境、空间、资产、能耗等多种管理功能集成，实现人员、设备及建筑空间的一平台融合，以信息集中、管理集中、调度集中的方式，提升运维管理的智慧化水平。

图18：设计咨询、施工建造、运营维护为数字建筑三大核心环节

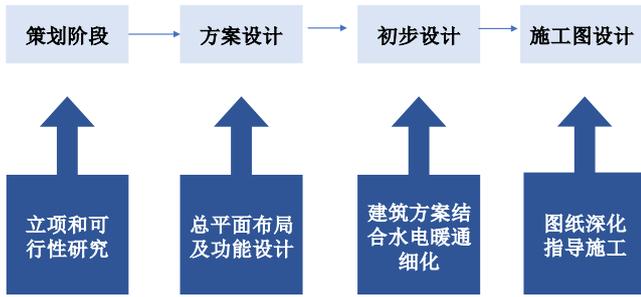


资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院预测

（一）规划设计：AI 技术赋能建筑设计数字化

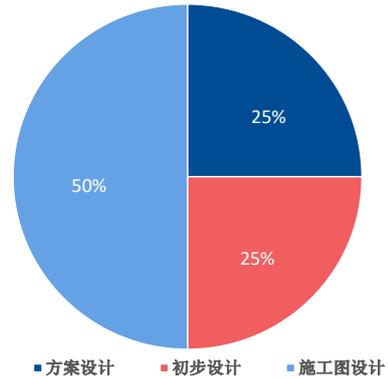
规划设计是建筑工程项目的核心环节。设计处于产业链上游，是工程项目建设起点，是整个建筑项目落地的基石。设计方案不仅决定了建筑项目交付时在建筑外观、空间规划以及使用功能等方面能否满足最终用户的需求，还决定了工程造价、质量安全、建设周期、建筑能耗等工程项目指标是否能达到客户要求的标准。按照设计阶段的不同，建筑设计可分为策划阶段、方案设计、初步设计和施工图设计。根据住建部统计，施工图设计阶段的产值占比最高，达 50%。按照设计客户群体的不同，建筑设计可分为基建设计、房建设计、专业工程设计等。**在基建设计中**，勘察设计需要在项目初期确定项目可行性，围绕项目具体要求对道路交通、地质水文等基础情况进行全面勘察，并结合原位实验、土工实验等一系列技术手段，最终确认工程项目实施的基础形式和施工方法。**在房建设计中**，大型公共建筑（如超高层建筑及城市综合体等）由于功能复杂，空间结构、设备专业等设计难度大，进入门槛高。**专业工程设计**主要服务于工业企业，随着我国工业化进程的加快，工业企业要求厂房具有较高的生产工艺和设计标准，能够用于生产高精尖产品，能够适应并满足微型化、自动化、洁净化、精密化、环境无污染等诸多要求。

图19：建筑设计行业流程图



资料来源：《基于 BIM 技术的设计与施工协同工作模式研究》，作者李新伟、曾启、樊则森，中国银河证券研究院

图20：设计不同阶段产值占比



资料来源：住建部，中国银河证券研究院

“AI+设计”降本增效，助力头部企业释放规模效应。设计行业是智力密集型行业，人工成本的占比较高。随着人工智能技术的不断成熟，AI 逐步介入方案设计、初步设计、施工图设计等多个环节，有望大幅降低人力成本，提升设计效率。近年来，设计行业中部分上市公司已开始布局 AI 与 BIM，积极拓展工程数字化设计业务，头部企业均已推出具有代表性的 AIGC 设计软件产品，包括华设集团开发的 AIROAD 交通快速方案设计系统、华建集团开发的 ArctronArcOS 智慧建筑操作系统等，根据使用需求不同应用于设计的各个阶段。以 AIROAD 为例，据公司统计，该软件初步能够提升方案设计效率 7~8 倍，提升整体工作的综合效率 20~30%。随着“AI+设计”的不断发展，头部企业有望通过标准化的设计产品和规模化的经验复制，单位成本逐步下降，规模效应不断提升。规模效应将助力头部企业凭借先进的技术实力、核心的产品设计、丰富客户项目经验实现业务规模扩张，从而在成本控制、效率提升和市场竞争方面取得显著优势，快速抢占市场份额，形成行业集中度提升趋势。

当前 AI 技术应用仅处于初级阶段，深度应用落地前路漫漫。AI 在建筑设计领域目前主要应用于方案设计阶段，初步设计、施工图设计阶段应用相对较少，而施工图设计阶段的产值占比最高，达 50%，方案设计阶段产值占比仅占 25%，在产值提升方面仍有较大空间。目前既有的 AI 设计软件更多集中在前期的方案设计阶段，对于复杂项目或初步设计、施工图设计等更加深入环节的应用尚不成熟，并且目前的 AI 设计软件主要用于标准化的内容，造成设计方案大同小异、个性缺失的现象，具体模型的输出仍然依赖于通过人工进行调试，AI 技术只能起到辅助作用。未来 AI 技术发展的趋势是 AI 模型的深度学习和运用，实现自动识别、自动生成等智能属性，以实现三维空间的自主呈现，行业距此还有较大的成长空间。同时，由于建筑设计行业的应用场景多样，AI 主动学习和分析的过程中需要对不同的建设场景、建筑类型、建筑结构、建筑材料等进行识别，才能在应用过程中对设计方案进行针对性地量化分析，这就要求企业拥有大量的、多种类的设计底层数据，通过数据增强、合成数据、主动学习等数据策略对模型开展训练，提升模型的适配性和准确度，增强模型的使用效果。因此，掌握大量设计数据的龙头企业拥有更多核心资产，将更有机会开发出适配性更好的设计模型，未来将从中显著受益。

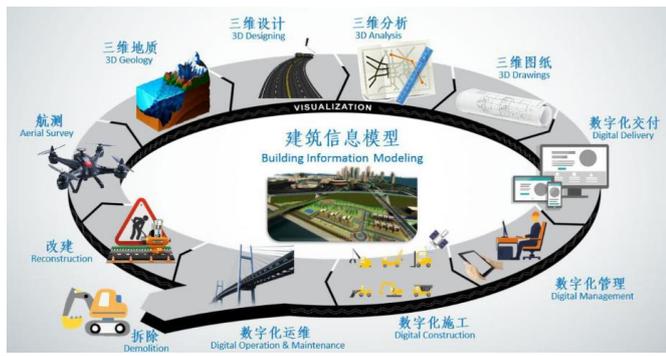
（二）工程咨询：“BIM+”加强智能化工程项目管理

BIM 技术应用显著节省成本和工期。BIM 是以建筑工程项目的各项信息数据作为基础，建立起三维的建筑模型，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息，在项目策划、设计、施工、运行和维护的全生命周期过程中进行信息和数据的共享、传递，有助于对建筑信息作出正确理解和高效应对，为业主方、设计方、施工方、运营方等各方主体提供协同工作的基础，从而提高生产效率、节约成本并缩短工期。这一模型既包括建筑物的信息模型，同时又包括建筑工程管

理行为的模型，可以通过信息的共享和传递将两者结合，为设计团队和施工团队提供协同工作的基础，从而提高施工效率、节约成本、缩短工期，有效实现建筑的全生命周期管理。

BIM 助力设计、建造、运营模式从二维向三维、多维转变。BIM 技术自 2002 年左右在美国诞生以来，经过十多年的发展，已在全球范围内得到广泛认可，当前已成为现代建筑施工运营的重要工具。2004 年左右我国开始引入 BIM 概念，从 2013 年开始，BIM 在我国进入了快速发展的时期。建筑设计是将三维的建筑设计方案转变为二维设计图纸的过程，建筑施工则是将二维的设计图纸转化为三维建设过程，建设项目从概念诞生到建成实体的过程就是项目各项数据、信息不断从三维转化为二维再展现为三维甚至更多维度的过程。CAD 技术虽然也具备三维建模、翻模功能，但基于二维的设计理念。BIM 与 CAD 的主要差别在于所使用的图形平台不同，所收集及展示的信息组织方式及信息量不同，CAD 是直接和工程分析、设计和制图相关联的计算机应用方法，而 BIM 是基于项目全生命周期内不同阶段不同利益相关方的协同、基于公开标准的共享数字表达，是数据库。相比于 CAD 技术所带来的生产效率提升，BIM 技术的出现使得建筑行业真正摆脱了二维图纸，迈向了基于三维模型的设计和建造的全新模式，从根本上改变从业人员仅依靠符号文字形式图纸进行项目建设和运营管理的工作方式，实现在建设项目全生命周期内提高质量与效率，减少错误和风险的目标。

图21: BIM 技术贯穿建筑行业全生命周期



资料来源: 四川职教, 中国银河证券研究院

图22: BIM 技术可实现不同角色人员协同工作



资料来源: 筑一教育, 中国银河证券研究院

BIM 技术可应用于项目全周期或某一阶段。根据 2017 年 6 月上海市住房和城乡建设管理委员会发布的《上海市建筑信息模型技术应用指南 (2017)》，BIM 技术的应用模式分为两种，一种是方案设计、初步设计、施工图设计、施工准备、施工实施、运维的全生命期 BIM 技术应用，另一种是选择上述生命期的某一阶段或部分阶段应用 BIM 技术。BIM 技术在项目各阶段的应用方式体现为对基于 BIM 的一系列软件的使用，各阶段的 BIM 技术基本应用如下表所示。

表 3: 各阶段的 BIM 技术基本应用

| 序号 | 阶段 | 阶段工作内容描述 | 应用项 |
|----|-------|---|----------------|
| 1 | 方案设计 | 本阶段目的是为建筑设计后续若干阶段的工作提供依据及指导性的文件。主要内容是根据设计条件，建立设计目标与设计环境的基本关系，提出空间建构设想、创意表达形式及结构方式的初步解决方法等。 | 场地分析 |
| 2 | | | 建筑性能模拟分析 |
| 3 | | | 设计方案比选 |
| 4 | | | 虚拟仿真漫游 |
| 5 | 初步设计 | 本阶段目的是论证拟建工程项目的技术可行性和经济合理性，是对方案设计的进一步深化。主要工作内容包括：拟定设计原则、设计标准、设计方案和重大技术问题以及基础形式，详细考虑和研究建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业的涉及方案，协调各专业涉及的技术矛盾，并合理地确定技术经济指标。 | 建筑、结构专业模型构建 |
| 6 | | | 建筑结构平面、立面、剖面检查 |
| 7 | | | 面积明细表统计 |
| 8 | | | 机电专业模型构建 |
| 9 | 施工图设计 | 本阶段是设计向施工交付设计成果阶段，主要解决施工中的技术措施、工艺 | 各专业模型构建 |

| | | | |
|----|------------|---|--|
| 10 | | 做法、用料等问题，为施工安装、工程预算、设备及构件的安放、制作等提 | 碰撞检测及三维管线综合 |
| 11 | | 供完整的模型和图纸依据。 | 净空优化 |
| 12 | | | 二维制图表达 |
| 13 | 施工准备 | 本阶段是为建筑工程的施工建立必需的技术和物质条件，统筹安排施工力量和施工现场，使工程具备开工和连续施工的基本条件。其具体工作通常包括技术准备、材料准备、劳动组织准备、施工现场准备以及施工的场外准备等。 | 施工深化设计 |
| 14 | | | 施工场地规划 |
| 15 | | | 施工方案模拟 |
| 16 | | | 构件预制加工 |
| 17 | 施工实施 | 本阶段是指自现场施工开始至竣工的整个实施过程。其中，项目的成本、进度和质量安全管理是施工过程的主要任务，其目标是完成合同规定的全部施工安装任务，以达到验收、交付的要求。 | 虚拟进度和实际进度比对 |
| 18 | | | 设备与材料管理 |
| 19 | | | 质量与安全管理 |
| 20 | | | 竣工模型构建 |
| 21 | 运维 | 本阶段是建筑产品的应用阶段，承担运维与维护的所有管理任务，其目的是为用户（包括管理人员与使用人员）提供安全、便捷、环保、健康的建筑环境。主要工作内容包括设施设备维护与管理、物业管理以及相关的公共服务等。 | 运维管理方案策划 |
| 22 | | | 运维管理系统搭建 |
| 23 | | | 运维模型构建 |
| 24 | | | 空间管理 |
| 25 | | | 资产管理 |
| 26 | | | 设施设备管理 |
| 27 | 工程量计算 | 本项工作是在 BIM 环境下根据不同阶段的应用要求进行工程量计算，体现了 BIM 在数据的可视化展示、数据的结构化数据的重要特征，为设计、招投标、施工实施、竣工结算等阶段提供 BIM 工程量计算的工作内容和方法。 | 应急管理 |
| 28 | | | 能源管理 |
| 29 | | | 运维管理系统维护 |
| 30 | | | 设计概算工程量计算 |
| 31 | | | 施工图预算与招投标清单工程量计算 |
| 32 | | | 施工过程造价管理工程量计算 |
| 33 | 预制装配式混凝土建筑 | 本阶段是预制装配式建筑项目在设计、生产和施工等方面不同于传统现场浇筑的工作内容，主要描述从构件深化设计，预拼装、工厂加工、到施工模拟和施工管理等的设计施工工作内容。 | 竣工结算工程量计算 |
| 34 | | | 预制构件深化设计 |
| 35 | | | 预制构件碰撞检测 |
| 36 | | | 预制构件生产加工 |
| 37 | | | 施工模拟 |
| 38 | | | 施工进度管理 |
| 39 | 协同管理平台 | 协同管理平台是工程项目管理信息化整体解决方案的支撑平台之一，可以涵盖业主、设计、施工、咨询等单位的管理业务。在项目 BIM 应用过程中，相关方宜通过软件技术和网络建立项目管理模式，将建设阶段的 BIM 应用流程纳入进平台进行管理，并对工程项目建设阶段中的进度、质量、成本等信息进行采集。 | 业主协同管理平台 设计协同管理平台 施工协同管理平台 咨询顾问协同管理平台 |

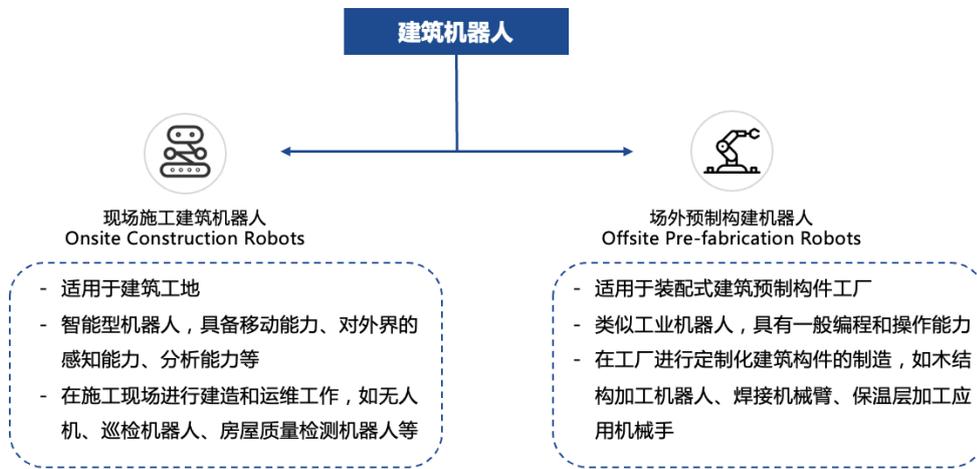
资料来源：《上海市建筑信息模型技术应用指南（2017）》，中国银河证券研究院

（三）施工建造：人工智能推动建筑机器人等智能装备的应用

建筑机器人按应用领域可分为设计、建造、运维和破拆四大类。建筑机器人是指自动或半自动执行建筑工作的机器装置，其可通过运行预先编制的程序或人工智能技术制定的原则纲领进行运动，替代或协助建筑人员完成如焊接、砌墙、搬运、天花板安装、喷漆等建筑施工，能有效提高施工效率和施工质量、保障工作人员安全及降低工程建筑成本。从理论上来说，建筑工程施工中所有复杂工序都可以由相对应的建筑机器人进行替代或辅助施工，这也是建筑机器人未来的开发潜力和开发方向。按照建筑工程施工工艺分类，主要包括土方工程、地基与基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、防水工程、装饰工程等几大类，各类工程中又包括大大小小的各种工序以

及具体的施工作业，因此建筑机器人可开发的种类非常丰富。建筑机器人可应用在四个细分建筑工程领域：设计、建造、运维、拆除，每个细分应用领域对应着不同功能的建筑机器人产品。

图23：建筑机器人分类（按照不同应用场所）



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院预测

表 4：我国不同应用领域下的建筑机器人分类

| 应用领域 | 类型 | 功能特点 |
|------|----------|---|
| 设计 | 测绘机器人 | 代替人进行自动搜索、跟踪、辨识和精确瞄准目标并获取角度、距离、三维坐标以及影像等信息的智能型全自动电子全站仪。 |
| 建造 | 砌砖机器人 | 一般由控制、传输、动态稳定系统组成，可半自动化或全自动化完成砌墙工作。 |
| | 装修机器人 | 包括贴瓷砖、喷漆、墙纸铺贴、刷墙等多种装修类型机器人。 |
| | 3D 打印机器人 | 目前建筑行业最先进的自动化应用之一，利用特殊的打印技术和移动机械臂，利用特殊的打印材料构建出结构安全且实用功能的建筑。 |
| 运维 | 无人机 | 通过在建筑工地上方飞行，快速为建筑商提供精准的建筑工地鸟瞰图或 3D 地图，监控施工现场。 |
| | 巡检机器人 | 利用高清摄像头和激光雷达对施工现场进行扫描，通过计算机视觉软件和 AI 算法进行分析建筑模块的完成度，成本投入及生产进度。 |
| 拆除 | 质量检测机器人 | 利用自主导航与定位，传感器系统进行墙体检测如墙面、天花板、地面的平整度、裂痕、清洁度等。 |
| | | 拆除机器人 |

资料来源：各大建筑机器人官网，中国银河证券研究院

建筑机器人优势显著，具备核心竞争力。相较于传统的人工，建筑机器人在减少现场错误、降低人工成本、保障施工安全、提高施工效率等方面有较大的优势。**在施工效率方面**，美国企业 ConstructionRobotics 研发的半自动“SAM100 砌砖建筑机器人”每小时铺设的砖块达 300-400 块，其速度是普通工人的 3-4 倍。澳大利亚企业 FastbrickRobotics 于 2016 年推出的全自动“HadrianX 砌砖建筑机器人”，其不仅可实现 24 小时不间断地工作，且每小时铺设的砖块达 1,000 块；中国企业盈创科技的 3D 打印建筑机器人可实现在一天内制造 10 个单层住宅。**在施工质量方面**，现场施工的建筑机器人具备环境感知、定位与建图（SLAM 技术）、路径规划、运动控制等能力，辅助其实现灵活移动、自主导航等功能，因此能够在多变和未知的建筑工地环境上自由行走、避障、移动作业等。建筑机器人的普及和应用，能够有效减少建筑施工项目中人工的操作时间，减少人力、物力成本，提升施工的效率和质量，保证建筑施工的准确度和稳定性，为建筑行业的智能化和自动化发展带来了更加广阔的发展前景。

图24: Fastbrick Robotics 建筑机器人



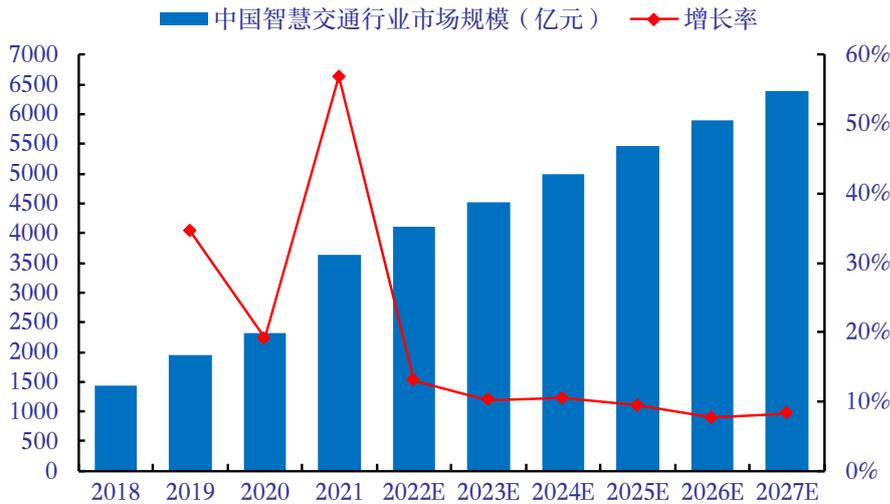
资料来源: 科技星球, 中国银河证券研究院预测

建筑机器人核心零件依赖进口, 装配式建筑的有望加速建筑机器人的发展。中国建筑行业规模持续稳定的增长和劳动力短缺、安全事故高发、生产效率低等问题是驱动建筑机器人需求大幅提升的两大因素。中国企业虽已开始研发建筑机器人, 但依然面临核心零部件依赖进口、人工智能技术有待提高、“建筑+机器人”复合型专业人才紧缺、行业标准尚未完善等问题, 整体发展依然落后于国外水平。我国政府从 2015 年起全面推广装配式建筑, 2022 年住建部、国家发改委发布《关于印发城乡建设领域碳达峰实施方案的通知》, 提出大力发展装配式建筑, 推广钢结构住宅, 到 2030 年装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到 40%。装配式建筑的特点是将大规模的建筑构件和产品, 如外墙板、内墙板、空调板、楼梯、预制柱等, 施工的场地从现场转移至车间进行生产加工, 因此建筑机器人如墙板安装机器人、自动搬运机器人、砌砖机器人在装配式建筑生产中能够起到非常重要作用。此外, 由于建筑现场施工环境较为复杂, 以及人工智能技术有待提高, 装配式建筑能够为建筑机器人提供相对标准化的应用场景, 实现的难易程度相对较低。因此, 应用于装配式建筑的建筑机器人将会是产品应用和落地的切入点, 装配式建筑渗透率提高有望促进建筑机器人的发展。

(四) 运营维护: 数据要素发挥智慧交通新价值

我国智慧交通市场前景广阔。根据交通强国建设纲要的规划目标, 到 21 世纪中叶, 中国的交通运输行业将处于高度数字化、网络化、智能化。根据艾媒咨询、前瞻产业研究院数据预测, 2018-2027 年中国的智慧交通市场将保持高速增长的趋势, 市场规模将在 2027 年达到 6400 亿元, 其中 2021-2027 的 CAGR 为 9.86%。近年来我国积极推行数字交通建设, 出台了多个相关政策, 为数字交通发展提供政策依据。2023 年, 交通运输部印发《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》, 提出到 2035 年, 全面实现公路数字化转型, 构建公路设计、施工、养护、运营等“一套模型、一套数据”, 建立健全适应数字化的公路标准体系, 公路建设、管理、养护、运行、服务数字化技术深度应用, 提升质量和效率、降低运行成本。

图25：2020–2030 年中国智慧交通市场规则预测



资料来源：艾媒咨询，前瞻产业研究院，中国银河证券研究院预测

围绕不同领域创造智慧交通运用场景。完整的智慧交通体系需要交通领域各要素协同发展，从建筑行业的角度来看，主要从基础设施的设计、建造、运营、维护等环节为智慧交通做出提升和贡献。在交通领域中，建筑企业通常基于“建、管、养、运”四大业务，搭建不同领域的智慧应用场景，充分运用大数据、云计算、物联网和人工智能等新一代信息技术，构建全面感知、泛在互联、协同运行、高效服务和可持续发展的交通运输系统。智慧交通的运用场景通常包括智慧公路、智慧轨交、智慧港航、车路协同等。

数据要素是智慧交通的核心支撑。数据要素是数字经济的重要组成部分，作为新型生产要素，是数字化、网络化、智能化的基础。加快培育数据要素市场，有利于进一步激活数据要素潜能，释放数据要素价值。在交通领域，基础设施智慧化是基于动态感知数据，并通过智能算法实现决策的过程，对交通流及环境等状态的实时动态感知、对数据的采集和运用是支撑智慧交通基础设施发展的基础。目前，交通数据被广泛应用于多个场景内，如贸易分析、运力运价、无人驾驶、新能源汽车、区域经济活跃指数、风险控制等。当前交通数据的需求主要来自研发 AI 模型的科技企业、进行科研工作的政府和学校等机构、提升效率的基础设施运营商、进行产品增值的交通行业第三方数据服务商等。建筑企业因对交通基础设施的设计、建造、运营、维护等产生了巨大的交通数据储备，未来可通过开发成各类交通数据产品实现数据资产的变现。近年来我国相关数据产品持续探索中，已有部分落地案例，包括上海公共交通卡数据、上海随申行智慧停车数据、隧道股份低空作业车数据等。

表 5：部分已披露完成交易的交通数字产品情况

| 名称 | 权益方 | 进展 | 类别 | 应用场景、内容 |
|---------|-----------------|--|-------------|---|
| 久事客流宝 | 上海公共交通卡股份有限公司 | 2021 年 11 月 25 日在上海数据交易所挂牌并完成首单交易 | 信息处理和储存支持服务 | 通过 API、文件配送等多种形式，为用户提供久事集团旗下公共交通线路级客流数据，应用场景包括城市规划以及科研咨询等 |
| 城市智慧泊车 | 上海随申行智慧交通科技有限公司 | 2022 年 11 月 25 日挂牌并完成首单交易 | 信息处理和衍生计算 | 面向图商、导航软件提供商、停车服务商等 B 端客户，提供精准全面的智慧停车信息。尝试利用企业数据共享的方式进一步提升道路移动作业安全水平，期望通过发布己方将种车辆在低速作业时的位置信息于相关车载平台，提醒后方车辆前方有低速作业车辆，从而下好城市交通安全运维“先手棋”，既提高作业安全性，又减少道路事故隐患，提升减市安全水平 |
| 低速作业车时空 | 上海城建城市运营有限公司 | 2023 年 5 月 16 日在上海数据交易所挂牌，8 月 31 日完成交易 | | |

| | | | | |
|--------------|----------------|-------------------------------------|--------------|--|
| “云通数聚”系列数据产品 | 云南公路联网收费管理有限公司 | 2023年9月19日在上海数据交易所挂牌，挂牌首日完成交易超1000笔 | 数据清洗及加工、数据接口 | 由货源稳定度、运力竞争力指数、基于文旅融合的短期车流量预测等10个标准化数据产品组成，对公路联网收费大数据进行分析和建模，可运用在路城经济、物流、文旅融合、保险反诈、金融信贷等场景 |
|--------------|----------------|-------------------------------------|--------------|--|

资料来源：上海数据交易所，东方网，中国银河证券研究院

四、投资建议

（一）AI+BIM 驱动设计咨询企业价值重估

设计咨询行业属于智力密集型行业，高度依赖设计师和工程咨询专家。数字化和人工智能有望提升设计咨询企业的效率，降低成本，从而实现价值重估。

1、华设集团：数字化初见成效，智慧交通打造第二曲线

数字化业务收入转化初见成效。公司主要以控股子公司江苏狄诺尼作为数字化转型的核心主体。2022年公司数字智慧业务实现营业收入3.65亿元，同比下降6.43%，占总营业收入比重6.28%；其中，数字设计、数字建造、智慧交通设计及软件产品销售实现营业收入2.43亿元，同比增长38.77%；智慧交通总承包业务实现营业收入1.22亿元，同比下降43.24%。2022年狄诺尼实现营业收入5,410万元，同比增长159%，近4年CAGR达80.97%。

数字建造产品落地成果颇丰。经过二十余年发展，狄诺尼目前已有AIRoad、EICAD5.0两大产品，建成EICAD+AIRoad交互式数字化设计平台。**EICAD数字设计系列软件**基于集成交互式道路与互通立交设计的基础模块上，目前已形成覆盖公路、市政及轨道交通，包括外业调查、数字地面模型、路线、互通立交、路基路面、桥涵、隧道、交通工程、给排水等多个专业模块的数字设计软件全家桶。**AIRoad道路工程快速方案设计系统**是一款专注于前期研究的三维快速方案设计软件，软件基于自主知识产权的三维渲染引擎，遵循二维设计习惯，融入自动设计理念，实现从设计输入到快速方案布设到方案展示、从比选到成果输出的全专业整体解决方案。软件主要功能包括三维环境、地形模型的创建、道路三维纵横联动设计、桥隧参数化快速设计、互通立交自动设计以及交安设施自动布置等功能，设计数据与EICAD互通，可满足从方案研究到初步设计到施工图设计的全过程、全专业的设计需求。

图26：狄诺尼数字设计平台效果



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

VRRoad道路驾驶模拟与安全评价系统。该系统是面向道路几何设计、安全性评价的软硬件集成解决方案，可快速验证EICAD+AIRoad设计成果，并参照OpenDrive标准，生成精确描述车道及道路沿线特征的VR虚拟现实路网，实现信息完备的实验数据同步采集，支持多自由度运动

平台驱动，提供逼真的驾驶体验。实现沉浸式 3D 场景、精准的路网逻辑、1:1 还原设计成果、逼真的动态体感。广泛运用于设计效果评估、科研教学及车企自动驾驶仿真测试等领域。伴随着技术的不断创新和设计软件的逐渐升级，EICAD 的客户群数量显著提升并更具黏性，AIRoad 正处在不断更新迭代中。2022 年，公司数字建造产品线取得较大突破，成功中标张靖皋长江大桥智慧建设 BIM 管理平台、海太过江通道数字化管理平台、江苏省交通工程建设局高速公路（新建与扩建）智慧建设 BIM 协同管理平台等标志性项目，“路桥隧”数字建造端均有斩获，数字建造产品已在 7 个省份 28 个重大工程中投入应用。

图27：狄诺尼 VR Road 道路驾驶模拟与安全评价系统效果



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

智慧交通打造第二增长曲线。智慧交通领域，公司围绕“智慧公路、智慧港航、智慧公交、智慧停车、智慧枢纽、交通大脑、车路协同”提出技术解决方案。公司承担的盐城市 BRT/SRT 中运量智慧公交项目，荣获第二十届第一批中国土木工程詹天佑奖，是公司首个 EPC 工程领域的科技创新最高奖项，研发了快速公交廊道混合车辆同台调度系统，以及车路协同主动安全应用场景。“面向未来的新一代高速公路框架和关键技术研究”获得中国公路学会科学技术特等奖。承担了常泰长江大桥“未来智慧大桥”项目，开展主动防撞系统、桥梁应急机器人、广义车路协同 2.0 等研发工作。公司主编的《江苏省智慧航道建设技术指南》公开发布，成为全国首个智慧航道建设技术指南。公司主编的行业标准《船闸信息系统设计规范》由交通运输部发布实施。车路协同方面，基于机器视觉和人工智能技术，面向智慧停车、智慧巡检、路侧感知，研发“智泊、智检、智驾”三条产品线，逐渐推向市场。

表 6：华设集团智慧交通领域一体化解决方案

| 名称 | 应用场景、内容 |
|------|---|
| 智慧公路 | 基于“建、管、养、运”四大业务深入挖掘客户需求，搭建智慧应用场景，构建围绕“安全保障全天候、出行服务全方位，运营维护全数字，绿色建管全寿命”的“四全”智慧公路解决方案。 |
| 智慧公交 | 通过在公交车上安装 GPS 主机和车载视频摄像头，车载调度系统对车辆 GPS 数据、行驶道路视频、车内客流及乘客上下车视频进行采集，通过移动物联网传输至公交总调度中心。 |
| 智慧港航 | 聚焦内河智慧航运体系，围绕运行监测、外场感知、船岸信息交互、通航建筑物监测及运营安全监管等系统，形成航道全数字化设计成果交付及数字资产管理平台、人工微干预的自动化船闸、区域船闸群远程集中控制系统、港口安全监管平台、智慧港口运营管控平台等系列产品。 |
| 车路协同 | 以智慧公路规划设计为入口，重点围绕路侧感知设备、边缘计算单元、V2X 通信单元等路侧智能设施进行研发和应用，不断迭代推动自动驾驶商业化落地。 |

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

2、华建集团：研发高投入，数字化转型蓄势待发

研发高投入，核心人才优势显著。华建集团重视数字化业务的研发工作，主动进行技术研发与布局，在行业中取得了一定的示范效应。在研发费用方面，公司研发投入逐年增长，2020 至 2022 年研发支出分别为 3.1 亿元、3.68 亿元、3.75 亿元。公司拥有一个国家级企业技术中心和 6

个上海市工程技术研究中心，并将核心技术应用到全国大型项目建设中，对高端复杂项目形成了强大的技术支撑。**在研发人员方面**，人员规模和质量都处于行业绝对领先地位，具有巨大人才优势。截止 2022 年底，公司拥有研发人员数量为 2697 人，占公司总人数比例为 24.64%。研发人员中，硕士研究生和博士研究生占比达到 67.30%。在同类型设计公司中排名均较为靠前。在工程设计行业公司中，仅有华建集团一家独有院士 2 人。

图28：华建集团 2016-2022 研发支出（亿元）



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图29：设计上市公司研发人员数量结构



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

数字化产品趋向成熟，赋能“数字孪生”和“智慧赋能”两大业务板块。在工程数字化方面，子公司华建数创研发自主可控的 ArctronArcOS（智慧建筑操作系统）系列产品。ArctronArcOS 通过多源异构数据的时空关联融合，提供“时空动态”的建筑感知和信息映射的能力，以建筑数据为驱动力，提供全栈 AI 的智能协同响应，实现对建筑全要素全状态的全景洞察，为满足建筑全生命周期中规划的合理性、设计的精确性、建造的安全性、管理的高效性、成本的可控性和运维的智能性等场景应用需求提供专业技术支撑。目前 ArctronArcOS 已迭代至 2.0 版本，并在此基础上研发了建筑级数字底座产品 BuildingArcBase 和城市级数字底座产品 CityArcBase，并以自有核心产品持续推进“数字孪生”和“智慧赋能”两大业务板块。**在数字孪生板块**，基于 BIM 及 CIM 等技术，致力于城市数字孪生的建设，在浦东机场 T3 航站楼、太原机场改扩建工程、金桥集团 CIM 平台等项目中进行了深入应用。**在智慧赋能板块**，以 ArcOS+“6+1”基线产品+外部应用场景产品集成的形式，落地标杆项目，以软件产品提供商的身份，赋能合作伙伴。

图30：ArctronArcOS 产品组成模块



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

（二）人工智能+大数据助力施工运维企业转型提速

建筑施工运维具有劳动力密集和资金密集的特征。建筑数字化和工业化催生建筑智能机器人，有望助力施工运维减少人力需求，从而实现提智增效。

1、建筑央企：数字化转型央企先行

央企实力雄厚，更加具备数字化转型的条件。建筑行业中，央企在市值、营收、净利润、订单金额等方面占据主导地位。截至 2024 年 1 月 25 日，在 170 家建筑行业上市企业中共有 23 家央企和 50 家地方国有企业，央企数量占比达 42.94%。2023 前三季度，央企和地方国企归母净利润占比合计约 96.63%，与 2022 年同期相比提升 1.72pct，建筑行业业绩向央企集中的趋势加强。新签订单方面，2018-2022 年，八大央企新签订单的复合增长率为 15.83%，2023 前三季度，八大央企增速较为稳健，头部企业新签订单增速在两位数以上，未来业绩有保障。建筑央企是数字化转型的领军企业，通常覆盖包括设计、施工、运营等建筑行业全生命周期的业务，具有强大的行业影响力，产业链的整合能力较强，对于数字化转型方案的全局性、系统性把握具有明显优势。建筑行业数字化转型提速有助于建筑央企降本增效，提升自身核心竞争力，加速行业头部集中趋势，央企价值有望提升。推荐中国铁建（601186.SH）、中国建筑(601668.SH)、中国中铁(601390.SH)、中国交建(601800.SH)、中国电建(601669.SH)、中国能建(601868.SH)、中国中冶(601618.SH)、中国化学（601117.SH）、上海建工(600170.SH)等。

表 7：主要建筑央企数字化布局和运用

| 公司名称 | 数字化战略 | 主要数字化转型成果 |
|------|--|--|
| 中国建筑 | 聚焦“一创五强”战略目标，全面开启以建成建筑产业互联网为目标，打造技术、大数据和云计算三大平台，建设数字指挥决策、产业链数字化、海外信息化提升、企业管理协同、产业互联网奠基与信息化基础设施云化六大项目群的“中建 136 工程”，进一步提升集团信息化水平，加快推进集团数字化转型，全力打造具有全球竞争力的世界一流企业。 | 首创单塔多笼循环施工电梯、塔吊 5G 远程群控技术等原创技术在多个项目成功应用，多条数字化智能钢结构加工生产线、数字化装配式建筑模块生产线全面投入运营，点云扫描测控机器人、焊接机器人、混凝土浇筑机器人逐渐由研发转入工程实体应用阶段。 在数字建造方面，全面推进 BIM 技术在项目上深度应用，构建智慧工地管理系统，从安全、质量、物资、设备、计划、履约、环境、技术、劳务等业务管理方面将项目管理线上化、可视化。 |
| 中国中铁 | 从顶层设计抓起，制定了“三横三纵三条主线”的信息化发展规划。积极打造“数智中铁”新品牌，沿着“管理制度化、制度流程化、流程信息化”方向大力推进信息化建设。 | 先后启动“信息贯通工程”和“数智升级工程”，实现企业数字化转型的闭环联动。面向管理信息化、数字化，打通信息孤岛、提升管理效能、推动企业治理体系和治理能力现代化；面向生产智能化、智慧化，聚焦物联网、BIM 等核心技术，逐步提升现场施工一线智能化水平，提高施工安全和工程质量。 |
| 中国铁建 | 发布《中国铁建“十四五”信息化规划》，确立“16336”规划蓝图，目标愿景确定为“数智铁建”，指出要坚定推进以一体化技术平台为底座的数字化生态体系。制定出台《中国铁建数字化转型行动计划专项实施方案》，明确强调要大力发展智慧勘察设计、智慧建造、智慧制造、智慧运营、智慧服务等“智慧+”产业，为传统产业赋能升级。 | 大力推动智慧工地建设试点，已有 528 个项目不同程度地开展了智慧工地建设。其中包括自主研发、自主可控的“156 项目管理数智建造平台”、“项目综合管理信息系统”以及“拉式式生产施工协作服务平台”等。 |
| 中国交建 | 发布“十四五”数字化发展规划，计划打造以“数智中交”为核心的交通基建互联网生态。 | 以数字化管控升级、智能化生产创新、数据治理赋能、数字设施支撑等为主要方向，组织开展 BIM 标准与平台建设，在交通基础设施 3D 打印数智建造、道路交通安全监测及主动防控预警、装配式混凝土建筑智能化设计方面有重大突破。 |
| 中国电建 | 把数字化纳入公司“十四五”战略规划，紧紧围绕“互联互通、数字电建”的战略目标，从战略高度谋划公司数字化、网络化、智慧化发展，印发了“水、能、砂、城”及“投、建、营”数字化建设指导方案。 | 在管理方面，围绕着工程实现过程和工程交付产品实现了产业的数字化建设。在工程实现过程中，构建了贯通“规划-设计-建造-运营-孪生产品”的工程建造全数字化体系。在赋能建造过程中，采用自研、定制化采购、市场产品二次开发等模式，利用 5G、IoT、大数据、GPS 混合定位等技术，实现生产要素的自动识别和关联，建设了一系列服务现场施工的数字化平台，实现工地“人机料法环”全要素的智能监控，为工程实现全过程数字化管理提供了系统性解决方案。 |

| | | |
|------|--|---|
| 中国能建 | 贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推动以创新为引领的绿色化、数智化、融合化“一创三转”，推进基础设施领域“能源+”“七网融合”，强化数字赋能，攻坚产业数字化和数字产业化主战场，锚定“数智能建”发展目标，践行管理数字化、产业数字化、数字产业化、数据价值化“四化”数字化转型实施路径，加快全面数字化转型。 | 大力推进的以业财一体化为代表的“四大数字化平台”建设取得重大突破和显著成绩，打造了东数西算、智慧电厂、智能电网、智慧制造等数字产业创新场景。业财一体化是中国能建“四大数字化平台”的核心内容。 |
|------|--|---|

资料来源：中国建筑、中国铁建、中国中铁、中国交建、中国能建、中国电建，中国银河证券研究院

2、隧道股份：城市运营和数据要素重估公司价值

深耕基础设施养护、运维业务，不断推进数据要素投入和产出。公司的养护收入主要来自于子公司上海城建城市运营集团。公司养护和运维业务的主要来源于建设完成的隧道、桥梁、高速公路等项目，因此公司具备独特、稳定的养护和运维项目获取途径。城市运营集团是中国城市基础设施运营事业的先行者，1970 年开始管养中国第一条越江隧道上海打浦路隧道，上世纪八十年代取得中国第一条高速公路沪嘉高速的运管权，九十年代开始维护上海内环高架和南浦大桥，现已具备城市道路和公路、大型桥梁和高架道路、高速公路、越江隧道四类城市基础设施的养护维修准入资质。公司长期致力于城市基础设施的全生命周期的运营和管理，提供智慧管养与安全运维、设施维保、应急保障、咨询等服务。公司作为上海地区主要的城市建设运营商，建设和运营过程中产生的大量数据，在交通、市政等领域储备了丰富、优质的数据资产，为公司带来了先天的数据优势。

数据资产变现提速催化公司价值重估。目前公司主要有两种数据资产变现途径。一是**提供数据服务收取费用**。公司各类数字化运营平台，如盾构管控平台、城市级智慧运管平台等，通过与上海市政府、申通地铁集团等外部客户达成合作协议，获取对方相关资产的运营权，在运营的过程中对获取数据的搜集、分析、加工后提供数字化平台管理服务。二是**开发并销售数据产品**。主要模式是将收集、整理和加工后的数据直接销售给需要数据的客户或企业，实现数据资产变现。公司现已成功开发相应的数据产品并实现首单交易落地。2023 年 5 月，公司在上海数据交易所设立“城知时空”系列，挂牌首个产品“低速作业车时空”，主要用于支持与低速作业车相遇的社会车辆进行提前预警和引导，实现车路协同效果，全面提升道路安全水平，助力营造有序、安全、畅通的道路交通环境。2023 年 8 月，该产品首单交易落地，交易对方为智能汽车创新发展平台，由上汽集团、上海市国资委和财政部共同持股，主要研发车辆智能联网，对车路协同相关数据产品存在强烈的采购需求。该产品从挂牌到交易的成功落地是公司将数据资产从自用向他用进阶、从业务端提升到产品端的里程碑式的突破，当前公司正在积极寻求更好的实现数据赋能和数据业务化的途径，未来在数据资产变现方面有望实现更多前沿探索，催化公司价值重估。

图31：公司成功挂牌并交易的《低速作业车时空》数据产品



资料来源：上海数据交易所官网、公司官网、中国银河证券研究所

（三）风险提示

固定资产投资下滑的风险；技术发展演变不及预期的风险；行业政策不及预期的风险；需求下滑或消纳能力不足的风险；对政策理解不到位的风险；海外贸易环境恶化的风险。

图表目录

| | |
|---|----|
| 图 1: 我国重点行业数字化情况 | 2 |
| 图 2: 行业数字化转型阶段分布 | 3 |
| 图 3: 传统建筑行业运营效率低下 | 3 |
| 图 4: 我国建筑业利润总额不断上升 | 4 |
| 图 5: 我国建筑业产值利润率呈下降趋势 | 4 |
| 图 6: 我国建筑业从业人员人数 | 4 |
| 图 7: 我国建筑农民工工资逐年上涨 | 4 |
| 图 8: 中国数字经济规模及增速预测 | 5 |
| 图 9: 中国数字经济增速（名义）对比 GDP 增速（名义） | 5 |
| 图 10: 中国数字经济占 GDP 比重持续提升 | 6 |
| 图 11: 近年来中国建筑信息化相关政策梳理 | 7 |
| 图 12: 建筑行业转型从信息化迈入数字化阶段 | 8 |
| 图 13: 五大动力促进建筑行业信息化变革 | 9 |
| 图 14: 2015-2026 年全球建筑数字化行业市场规模及增速 | 9 |
| 图 15: 2015-2025 年中国建筑信息化行业市场规模情况 | 9 |
| 图 16: 我国建筑信息化行业渗透率 | 10 |
| 图 17: 数字建筑各环节市场规模占比 | 10 |
| 图 18: 设计咨询、施工建造、运营维护为数字建筑三大核心环节 | 11 |
| 图 19: 建筑设计行业流程图 | 12 |
| 图 20: 设计不同阶段产值占比 | 12 |
| 图 21: BIM 技术横贯建筑行业全生命周期 | 13 |
| 图 22: BIM 技术可实现不同角色人员协同工作 | 13 |
| 图 23: 建筑机器人分类（按照不同应用场所） | 15 |
| 图 24: Fastbrick Robotics 建筑机器人 | 16 |
| 图 25: 2020-2030 年中国智慧交通市场规则预测 | 17 |
| 图 26: 狄诺尼数字设计平台效果 | 18 |
| 图 27: 狄诺尼 VR Road 道路驾驶模拟与安全评价系统效果 | 19 |
| 图 28: 华建集团 2016-2022 研发支出（亿元） | 20 |
| 图 29: 设计上市公司研发人员数量结构 | 20 |
| 图 30: ArctronArcOS 产品组成模块 | 20 |
| 图 31: 公司成功挂牌并交易的《低速作业车时空》数据产品 | 22 |

表格目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 表 1: 数字化转型相关政策 | 5 |
| 表 2: 建筑数字化转型三个方面提质增效 | 8 |
| 表 3: 各阶段的 BIM 技术基本应用 | 13 |
| 表 4: 我国不同应用领域下的建筑机器人分类 | 15 |
| 表 5: 部分已披露完成交易的交通数字产品情况 | 17 |
| 表 6: 华设集团智慧交通领域一体化解决方案 | 19 |
| 表 7: 主要建筑央企数字化布局和运用 | 21 |

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

龙天光，建筑行业分析师。本科和研究生均毕业于复旦大学。2014 年就职于中国航空电子研究所。2016-2018 年就职于长江证券研究所。2018 年加入银河证券，担任通信、建筑行业组长。团队获 2017 年新财富第七名，Wind 最受欢迎分析师第五名。2018 年担任中央电视台财经频道节目录制嘉宾。2019 年获财经最佳选股分析师第一名。2021 年获东方财富最佳选股分析师建筑行业第三名。2022 年获东方财富 Choice 最佳分析师建筑行业第一名及分析师个人奖。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

评级标准

| 评级标准 | 评级 | 说明 |
|---|------|--|
| 评级标准为报告发布日后的 6 到 12 个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准，北交所市场以北证 50 指数为基准，香港市场以摩根士丹利中国指数为基准。 | 行业评级 | 推荐：相对基准指数涨幅 10%以上 中性：相对基准指数涨幅在-5%~10%之间 回避：相对基准指数跌幅 5%以上 |
| | 公司评级 | 推荐：相对基准指数涨幅 20%以上 谨慎推荐：相对基准指数涨幅在 5%~20%之间 中性：相对基准指数涨幅在-5%~5%之间 回避：相对基准指数跌幅 5%以上 |

联系

中国银河证券股份有限公司研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683chengxi_yj@chinastock.com.cn
 苏一耘 0755-83479312suyiyun_yj@chinastock.com.cn
 上海地区：陆韵如 021-60387901luyunru_yj@chinastock.com.cn
 李洋洋 021-20252671liyongyang_yj@chinastock.com.cn
 北京地区：田薇 010-80927721tianwei@chinastock.com.cn
 唐嫚玲 010-80927722tangmanling_bj@chinastock.com.cn