

铁路工程智能建造技术研究

卢春房



什么是智能建造

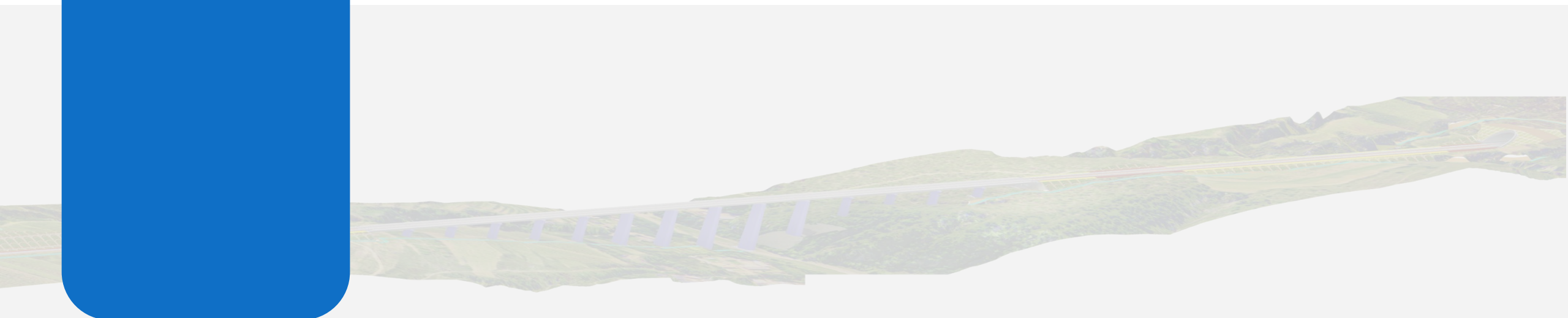
智能建造就是新一代信息通信技术与先进设计施工技术深度融合，并贯穿于勘察、设计、施工、验收、运维等工程活动各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自适应等功能的新型建造方式。



目录 CONTENTS

01

目标和顶层设计





一、目标和顶层设计

(一) 铁路工程智能建造的应用目标

从功能的角度，铁路工程智能建造的目标（功能目标）：

- (1) 实现对建造施工更精准和高效的控制，提高工程质量安全控制能力。
- (2) 实现对建造过程更精细的管理，提高工作效率。
- (3) 降低建造成本，降低资源、能源消耗。

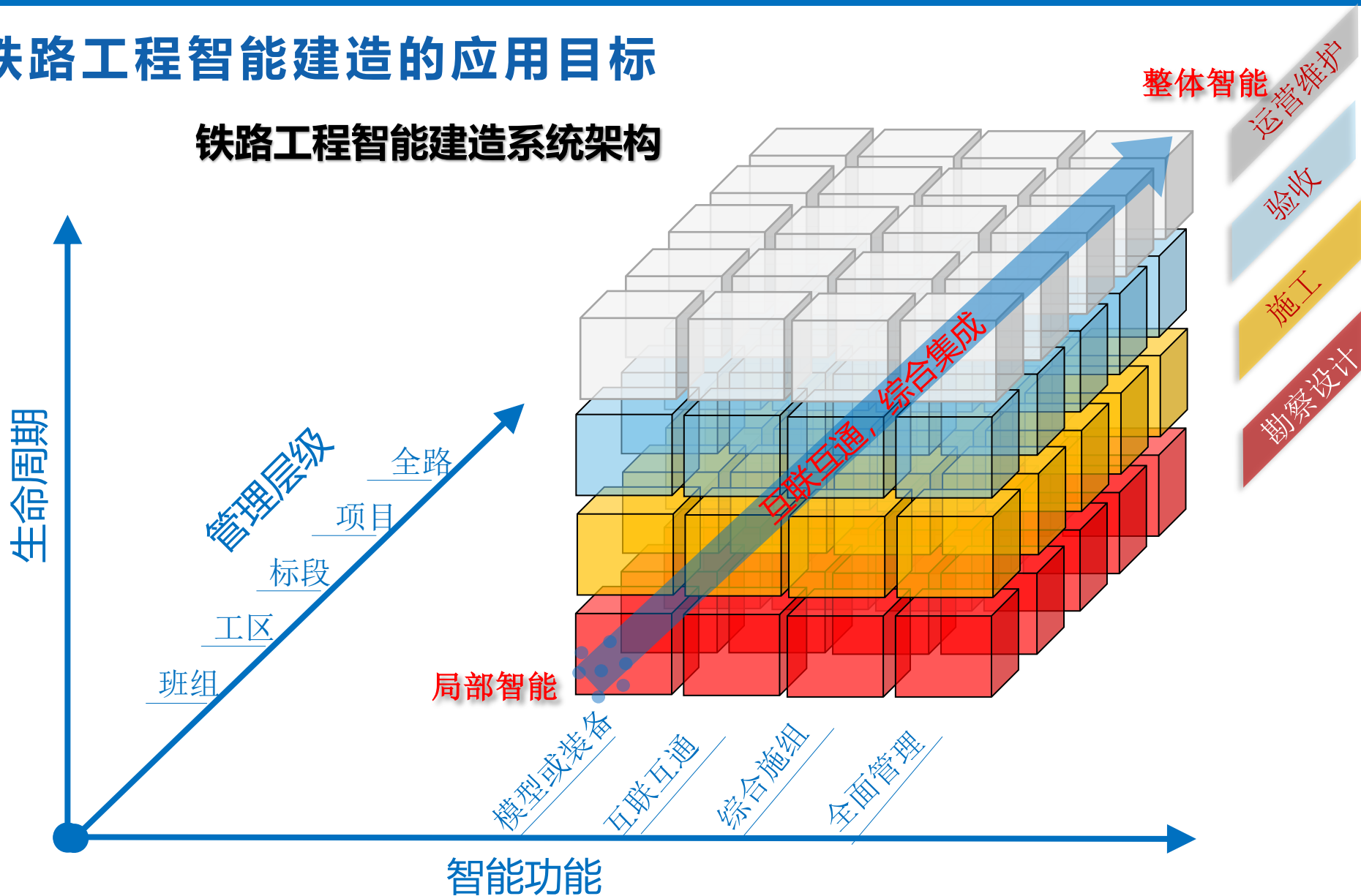




一、目标和顶层设计

(一) 铁路工程智能建造的应用目标

铁路工程智能建造系统架构





一、目标和顶层设计

(一) 铁路工程智能建造的应用目标

从智能建造系统架构构建的角度，铁路工程智能建造的目标（综合目标）：

- (1) 生命周期方面——涵盖勘察设计、施工、验收的全部建设阶段，并能向运营维护阶段扩展；
- (2) 管理层级方面——覆盖班组层、工区层、标段层、项目层和全路层的各个建设管理层级；
- (3) 智能功能方面——具有大范围替代人类体力、脑力的智能施工机械、智能工厂、智能施工组织、智能建设管理等智能功能。

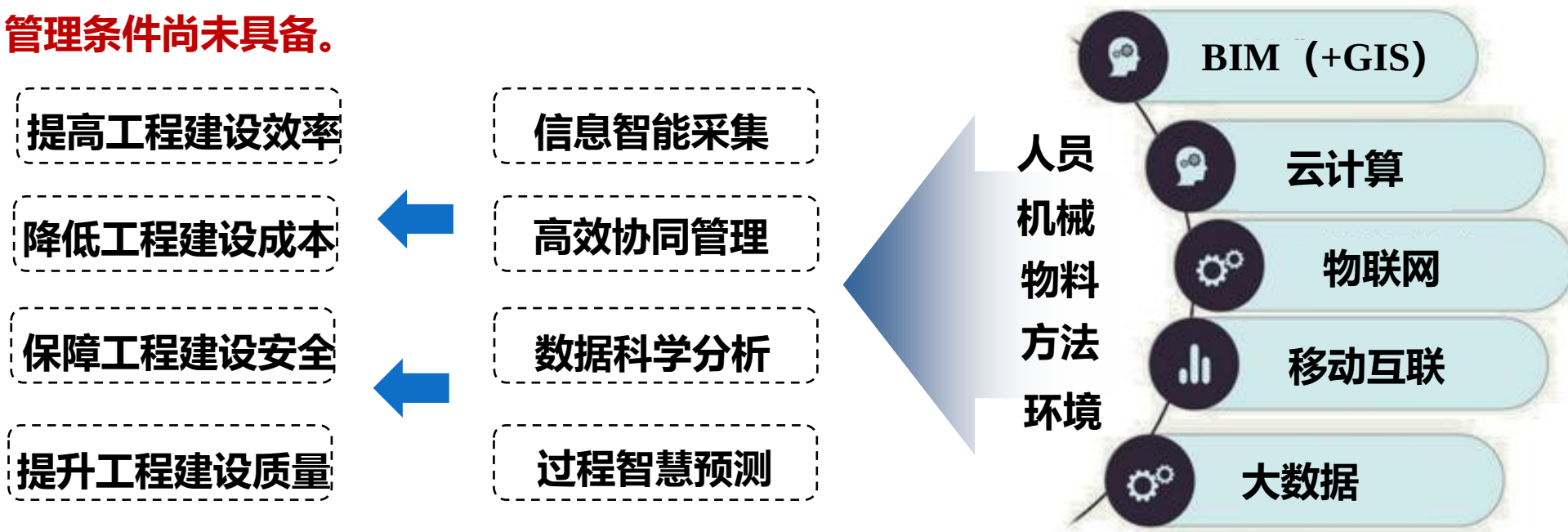


一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

初级阶段：即“感知阶段”就是借助现代信息技术，起到扩大人的视野、扩展感知能力以及增强人的某部分技能的作用。例如我们借助物联网传感器来感知设备的运行状况、感知施工人员的安全行为等，借助智能机具增强施工人员的技能等。

在这一阶段企业和项目积极探索以BIM、物联网、移动通讯、云计算、智能技术和机器人等相关设备等为代表的当代先进技术的集成应用，并开始积累行业、企业和项目的大数据。在这一阶段，**基于大数据的项目管理条件尚未具备。**





一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

初级阶段技术指标：

- (1) 设计上，线路成段落采用BIM技术，房建全面采用BIM技术。
- (2) 以BIM技术为核心，以云计算和移动互联为支撑，以广泛感知为手段的信息化管理平台建立并运用。各种表报、监理签证、工程日志等实现电子化。
- (3) 施工现场材料设备全部纳入物联网管理。
- (4) 智能施工：桥梁工厂化预制核心装备实现智能化，制运架全过程质量管控实现信息化；特殊孔跨桥梁实现现场虚拟预拼装和数字化制造，施工全过程实现信息化监控；隧道施工实现围岩量测、三维激光断面扫描开挖与衬砌施工辅助决策信息化；路基实现连续压实和沉降监测的信息化；轨道实现基于北斗定位、CPⅢ、测量机器人的轨道精调和无缝线路自动应力放散；站房实现可视化施组和虚拟建造。



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

初级阶段综合指标：

- (1) 设计、施工效率提高10%。
- (2) 安全质量控制水平提高。
- (3) 建设成本降低5%。
- (4) 在生命周期的覆盖程度上，智能化仅涵盖了勘察设计、施工、验收中的局部过程。在管理层级的覆盖程度上，部分信息实现班组层、工区层、标段层、项目层和全路层的各个建设管理层级的互联互通。在智能功能上，部分工序实现智能施工机械、智能工厂、智能施工组织等功能。



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

中级阶段：即“替代阶段”就是借助人工智能技术，来部分替代人，帮助完成以前无法完成或风险很大的工作。

在这一阶段大部分企业和项目可熟练掌握以BIM、物联网、移动通讯、云计算、智能技术和机器人等相关设备等为代表的当代先进技术的集成应用，行业、企业和项目大数据积累具备一定规模，开始将基于大数据的项目管理应用于工程实践。





一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

中级阶段技术指标：

- (1) 设计上，以BIM+GIS为基础，研发智能分析软件和智能算法，融合BIM和GIS系统，总体上实现设计智能化。
- (2) 信息化管理平台具有信息传输、现场施工监控、安全质量工期超限报警、视频指挥、数据分析、决策支持等功能。
- (3) 所有主材、辅助材料、地材、设备、工具、仪器等生产资料全部纳入物联网管理。
- (4) 智能施工：线下工程、客站、四电和所有辅助施工实现智能化。
- (5) 智能运维：以BIM为基础的数字化建造向智能运维延伸。



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

中级阶段综合指标:

- (1) 设计、施工效率提高15%。
- (2) 安全质量控制水平明显提高。
- (3) 建设成本降低10%。
- (4) 在生命周期的覆盖程度上, 智能化涵盖勘察设计、施工、验收的多数过程; 在管理层级的覆盖程度上, 较广泛地实现班组层、工区层、标段层、项目层和全路层的各个建设管理层级之间信息的互联互通; 在智能功能上, 多数工序实现智能施工机械、智能工厂、智能施工组织等智能功能。工艺优化、管理优化的“智能”能力日益提高。



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

- **高级阶段**：即“智慧阶段”就是随着人工智能技术不断发展，借助其“类人”思考能力，大部分替代人在建筑生产过程和管理过程的参与，由一部“建造大脑”来指挥和管理智能机具、设备，完成工程的整个建造过程，这部大脑具有强大的“知识库”管理和强大的自学能力，也就是“自我进化”能力。人转变为监管“建造大脑”的角色。

- 在这一阶段，技术层面以BIM、物联网、移动通讯、大数据、云计算、智能技术和机器人等相关设备等为代表的当代先进技术的集成应用已经普及，管理层面则通过应用高度集成的信息管理系统和基于大数据的深度学习系统等支撑工具，全面实现“了解”工地的过去，“清楚”工程的现状，“预知”工程的未来，对已发生或可能发生的各类问题，有科学的决策和应对方案等“智能建造”发展目标。



铁路工程建设



自主深度学习



决策



精准

海量历史数据

- 地理数据
- 环境数据
- 设备信息
- 设计数据
- 人员信息
-



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

高级阶段技术指标：

- (1) 设计上，应用人工智能进行勘察和设计，开发新的智能算法。
- (2) 信息化管理平台涵盖勘察、设计、施工、运维全生命周期，具有自学习、自决策功能。
- (3) 智能施工：现场施工基本实现无人化，结构物实现工厂化预制、现场装配。
- (4) 智能运维：实现检测、分析、维修方案的智能化和维修方式的无人化。



一、目标和顶层设计

(二) 铁路工程智能建造的指标体系

高级阶段综合指标:

- (1) 设计、施工效率提高25%。
- (2) 安全质量控制水平大幅提高。
- (3) 建设成本降低20%。
- (4) 在生命周期的覆盖程度上, 智能化涵盖勘察设计、施工、验收的全过程, 同时建造信息全面延伸到运维阶段; 在管理层级的覆盖程度上, 实现班组层、工区层、标段层、项目层和全路层的各个建设管理层级之间信息的互联互通; 在智能功能上, 所有工序实现智能施工机械、智能工厂、智能施工组织等智能功能。

目录
CONTENTS

02

关键技术

应用实践



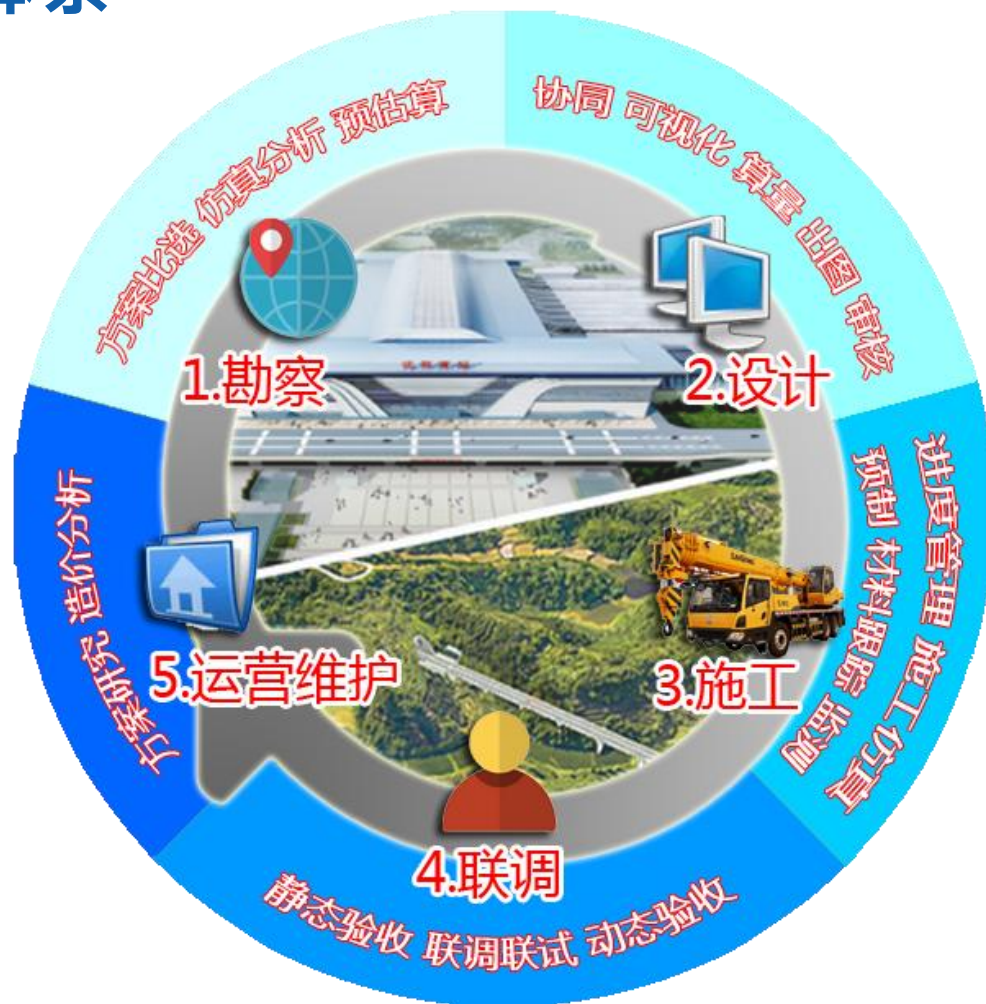
二、关键技术

(一) 铁路工程智能建造的核心技术体系

铁路智能建造核心技术体系

基于BIM

- 协同勘察设计
- 信息化管控
- 虚拟化施工
- 智能工地
- 智能工厂
- 智能装配
- 智能机械施工
- 数字化交付
- 监测检测
- 全生命周期管理



基于BIM的全生命周期建设管理



二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

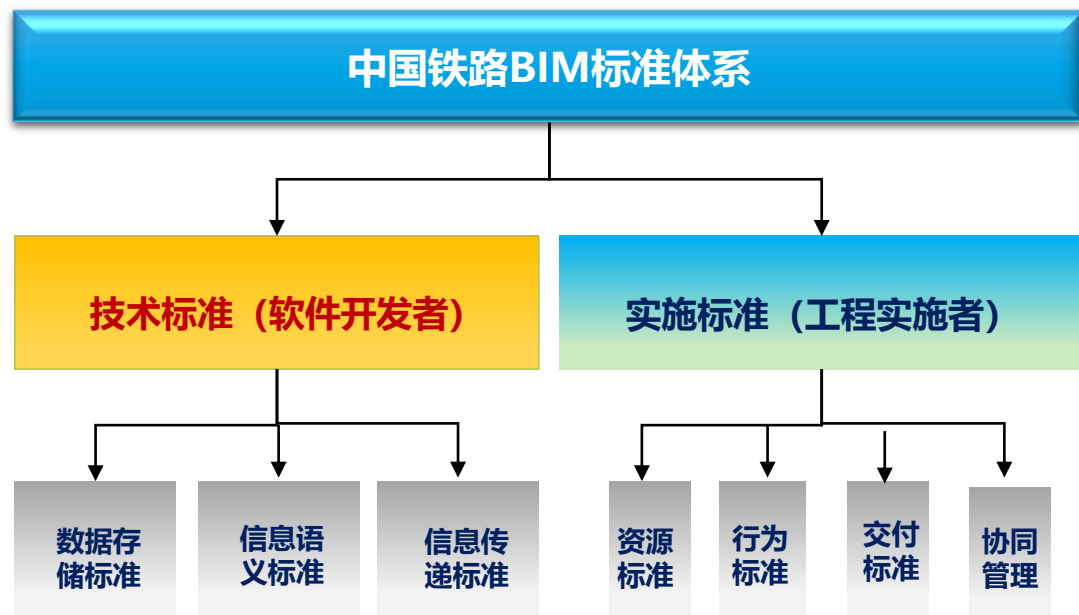




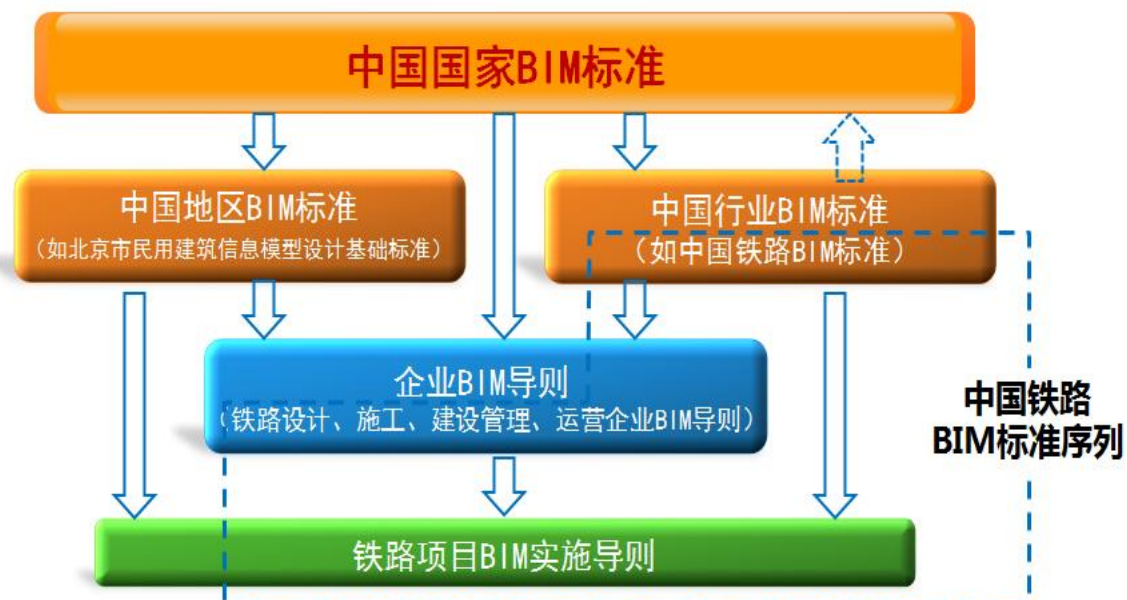
二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

1. 铁路BIM标准体系



中国铁路BIM标准体系框架



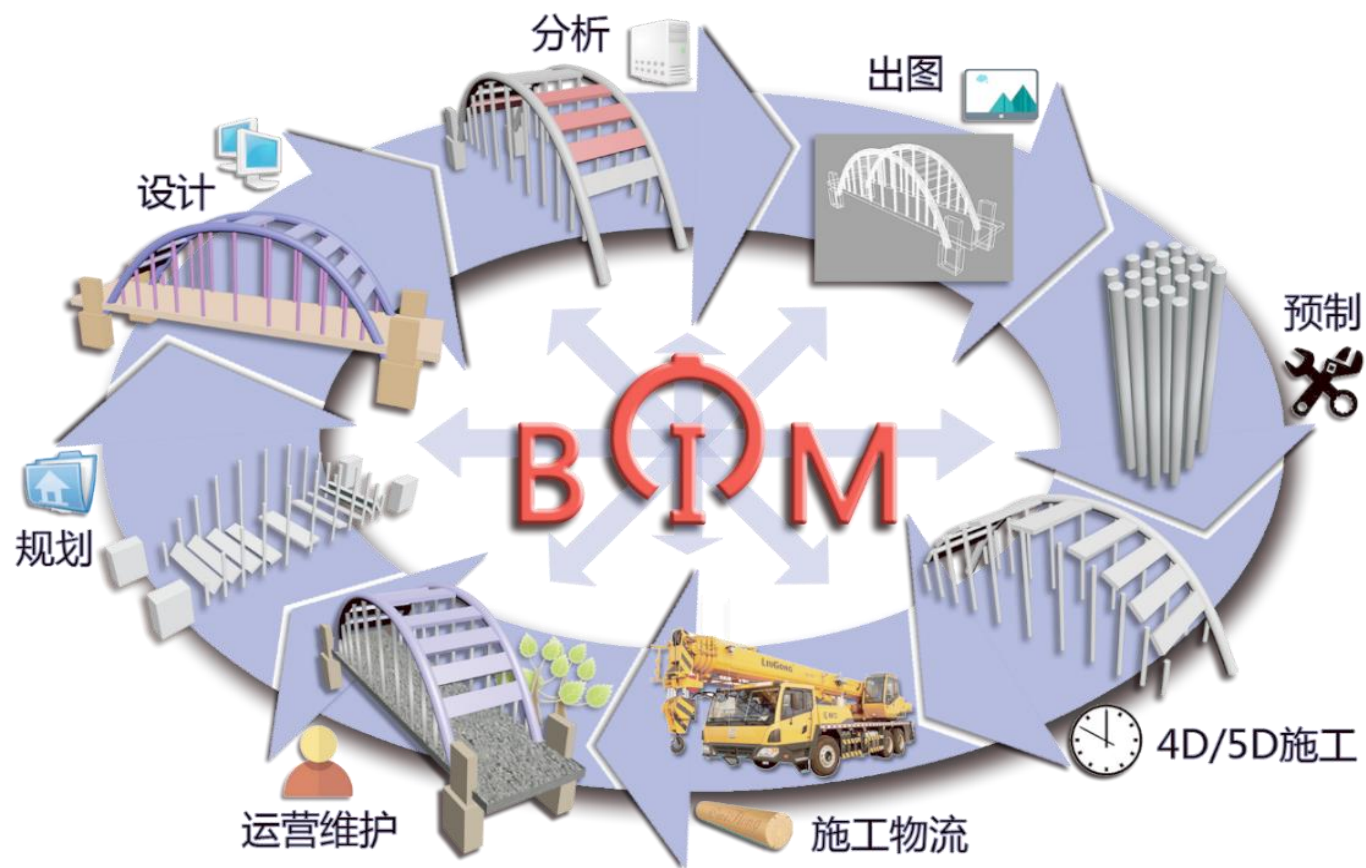
中国铁路BIM标准体系与相关BIM标准体系关系图



二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

2. 基于BIM (+GIS) 的设计技术和全生命周期管理





二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

3. 泛在智能感知体系





二、关键技术

(一) 铁路工程智能建造的核心技术体系

4. 基于移动互联的智能物联通信体系

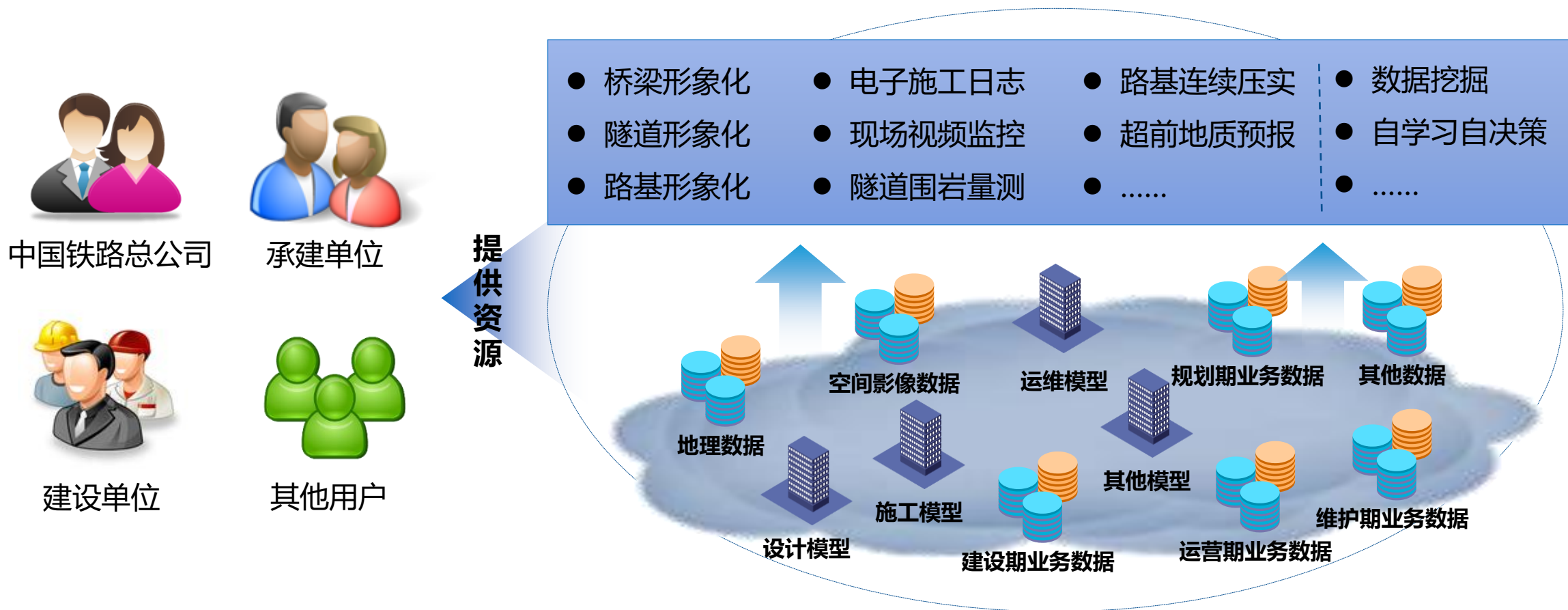




二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

5.基于云计算和大数据的全路工程建设智能管理平台





二、关键技术

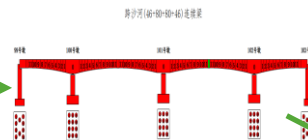
(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

6.基于人工智能、智能机械、机器人的无人化作业

无人
机



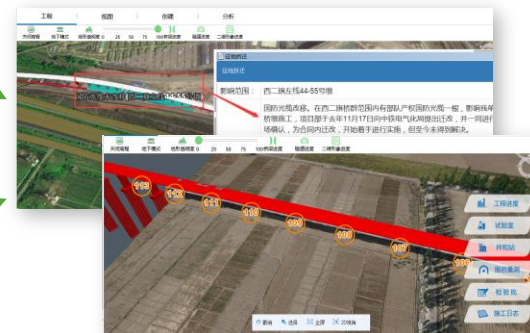
获取图像、
视频等数据



轨道
板精
调小
车



获取平面位置
及轨道高程数据



功能应用

环境信息

地质信息

施工现场

BIM模型

.....

指导



架梁机



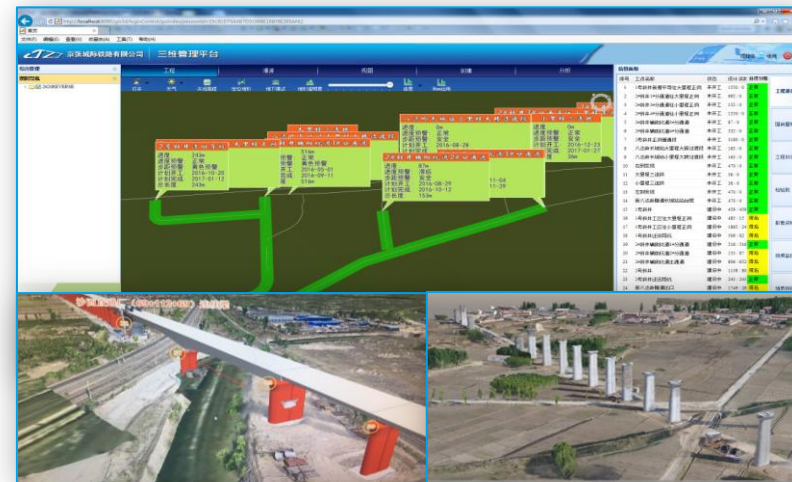
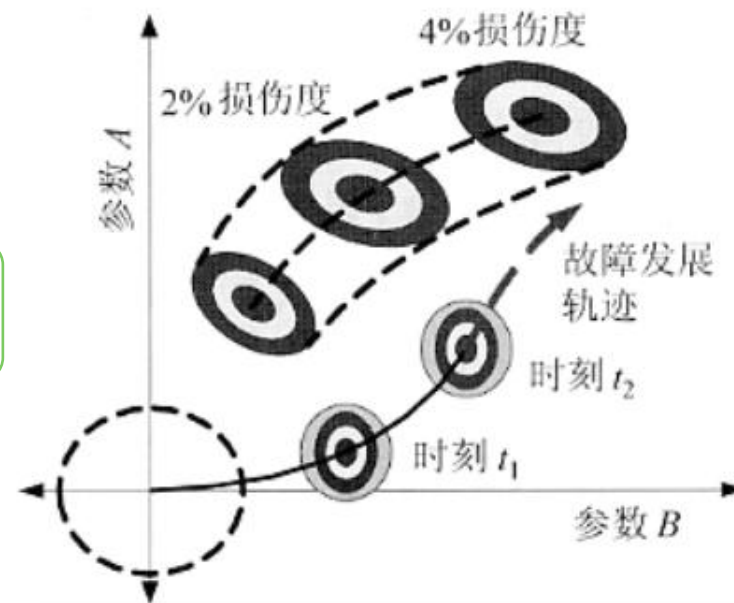
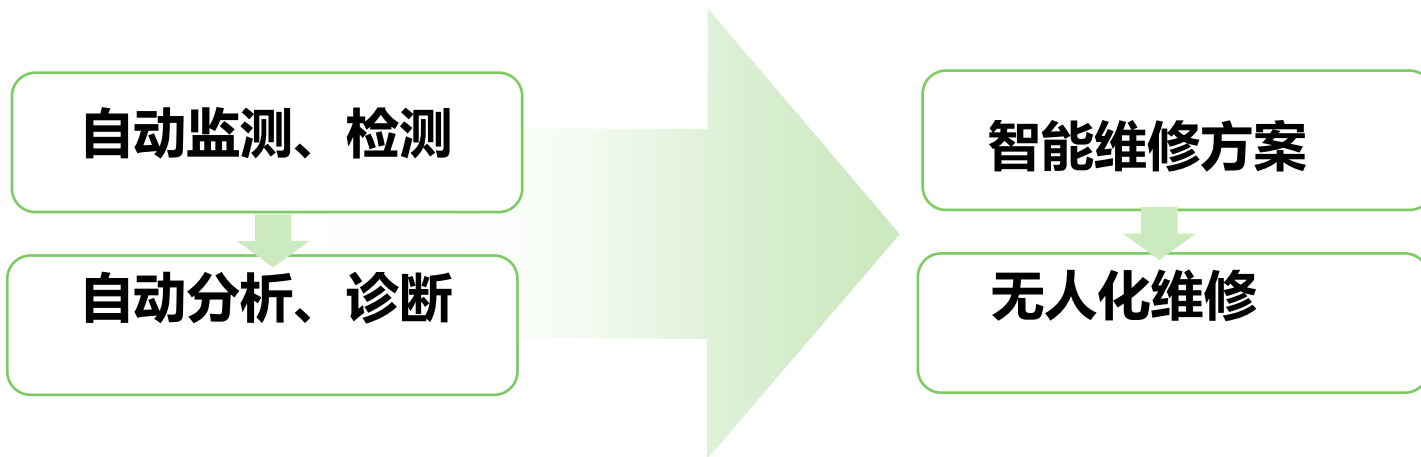
盾构机



二、关键技术

(二) 铁路工程智能建造的7大支撑技术体系

7.基于BIM、PHM的智能运维系统





目前，可以认为中国铁路建造在技术上处于“初级阶段”。

(1) 铁路工程建设管理信息化“七大技术支撑体系”已经初具规模。在个别项目中实现了项目级全段落BIM应用，能够做到专业间协同设计、成果交付和施工应用等。

(2) 基于BIM的工程管理信息化平台在全路层级上实现了信息的互联互通。

(3) 通过一些自动化设备、智能化装备，把施工过程中信息纳入工程管理信息化平台，形成了综合管理、进度管理、材料管理、质量管理、安全管理和投资管理六大应用体系。但物联网、大数据、人工智能等新一代技术的使用，总体上还处于尝试阶段。

谢 谢!