

# 隧道成套大机协同施工

## 一、技术简介

隧道成套大机协同施工以“钻爆-支护-衬砌”全工序机械化为核心，集成双臂凿岩台车，智能拱架台车，钻锚注一体机、湿喷台车等大机装备，以及自动布料衬砌台车、二衬台车、养护台车、自行式液压栈桥等设备，形成一体化作业链。通过 BIM 模型导入钻孔坐标，三臂凿岩台车实现毫米级定位精度，误差 $\leq 3\text{mm}$ ；湿喷机械手搭载流量闭环控制系统，混凝土回弹率从 20%降至 8%。集成超前地质预报系统、围岩监控量测模块与智能喷淋养护装置，实时反馈数据至指挥中心，形成“检测-分析-调整”闭环。



三臂凿岩台车

## 二、应用场景

隧道成套大机主要应用于公路、高铁长大隧道和城市地下工程。

## 三、经济性

(1) 直接成本降低：液压凿岩台车较人工钻孔效率提升 7 倍，超挖率从 15% 降至 8%，节省混凝土 2000 方，单公里成本减少 18%。

(2) 间接效益显著：采用“9+1+5”大机配置，减少现场作业人员 40%，年人工成本节省超 500 万元；设备复用率提升 30%，年均维护费用下降 22%。

## 四、效率及品质

### (1) 效率

**工序衔接零等待：**“超前地质预报-开挖-支护-衬砌”四条作业线并行，单日进尺从 8 米提至 12 米，月进度突破 360 米。

**设备协同效能最大化：**三臂凿岩台车与湿喷机械手联动，钻孔与喷混凝土工序重叠时间达 60%，单循环作业时间压缩至 4 小时。

**智能调度系统：**通过物联网平台实时监控设备状态，某项目数据显示，大机故障率降低 55%，设备利用率从 65%提升至 82%。

### (2) 品质

**结构冗余设计：**智能衬砌台车采用激光导向系统，模板定位误差 $\leq 2\text{mm}$ ；混凝土通过双侧同步纵向灌注系统，密实度检测合格率 100%。

**耐久性提升：**三维激光扫描仪实时生成“超欠挖云图”，调整爆破参数后，衬砌厚度偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内，使用寿命预测延长 15 年。