

# 高速公路智慧梁场技术与经济性分析

万新波

中交第三航务工程局有限公司江苏分公司 江苏 连云港 222000

**摘要：**随着交通基础设施建设的推进，高速公路梁场面临升级需求。本文结合中国交建新疆乌尉高速10标预制梁场施工，阐述其涵盖的智能预制设备技术应用。从经济角度，对比传统梁场，分析智慧梁场在降低人力成本、减少物料浪费、缩短工期等方面的显著优势，并结合实际案例量化其效益，探讨初期投入与长期回报关系，为高速为类似工程提供科学参考。

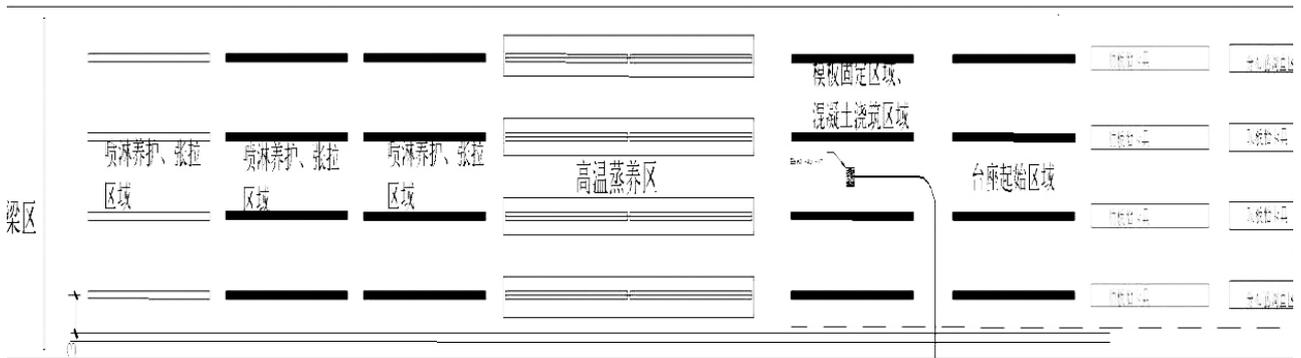
**关键词：**高速公路预制梁场；智慧梁场；技术与经济性

## 引言

随着我国桥梁建造技术的发展，我国正由桥梁大国迈向桥梁强国，桥梁施工的技术也从常规的施工技术向智能化、自动化桥梁施工技术发展，智慧梁场技术在高速公路建设中的应用，代表着现代科技与工程建设的深度融合。同时在国家的大力支持下，智能建造技术在桥梁施工中也将得到广泛的发展和應用。目前智慧梁场箱梁预制技术也日渐成熟，在高速公路预制梁场施工中也拥有着独特的优势，显著提高了生产效率和質量水平，也必将得到大力的推广和应用。

## 1 传统预制梁场施工

1.1 传统预制梁场采用钢筋混凝土上覆钢板作为固定底座，制梁时工人在侧模模板及不同台座间移动施工作业。为保证施工进度，提高生产效率，一方面传统预制梁场需提高占地规模，投入大量固定底座及模板，极大地增加了生产成本；另一方面工艺的机械化程度低，投入人员多，极大地提高了施工成本，并对预制梁的质量管控造成一定的影响。G0711乌鲁木齐至尉犁段高速公路WYTJ-10标段,主线全长22.345km,设置预制梁场1处,承担1850片小箱梁和126片矮T梁的生产任务。



新疆乌尉高速10标项目预制梁场整体布置图

新疆乌尉高速WYTJ-10标项目预制梁场设置两个生产区。其中生产二区为传统生产线，配置钢台座36个、普通定型钢模板10套、钢筋绑扎区2处。在气温高的情况下每日生产3片预制箱梁，传统生产区产量受天气影响很大,冬季施工限制大，投入成本高。拆模作业采用人工作业，预制梁整体外观质量无法保证。

1.2 生产一区为智慧梁场生产区，走进智慧梁场，地面纵列式分布的“火车轨道”清晰可见。本项目智慧梁

场核心为“移动台座+固定液压模板+高温蒸养棚+高温带模活动蒸养棚”。按照施工工序，智慧梁场可划分为钢筋绑扎区、移动台座横移区、混凝土拆模及浇筑区、高温蒸养区、智能张拉区、智能压浆区移动、台座横移回收区、成品梁存放区8个功能区<sup>[1]</sup>。

智慧梁场生产区4条生产线依次排开，投入20个移动台座，4套固定液压模板，4条独立高温蒸养棚，智慧区梁体钢筋制安装、绑扎、合模、混凝土浇筑、高温蒸养、张

拉压浆、预制梁封端全部工序都在一条流水线上完成。智能化完成流水线作业，一榀箱梁就顺利生产完成备用了。

智慧区每片梁生产周期缩短至96小时，即每条生产线上的移动台座可24小时向前移动一个位置，平均每24小时生产一片梁，梁场共4条生产线每日生产4片小箱梁，整体生产进度受天气影响小。



新疆乌尉高速10标项目智慧梁场

通过施工中不断总结，为应对新疆极端干燥的环境，在高温蒸养后，预制梁从蒸养棚出来后减少因蒸养棚内外湿度相差大，造成预制梁出现干缩裂缝，生产一区智慧区创新的采用，高温蒸养+全自动喷淋的方式，及梁体从高温蒸养棚出来后，在对梁体张拉前，对蒸养棚外的梁体采用自动喷淋养护的方式，继续养护梁体，减少梁体干缩裂缝的出现，极大的提高了梁体的整体质量。



梁体蒸养后继续进行喷淋养护

**2 智慧梁场相较传统梁场具备以下技术性及经济性优势：**

### 2.1 技术性优势

① 预制梁场工厂化作业，流水线生产，在固定的时间、固定的地点、固定的人、做固定的事，降低劳动强度，提高预制梁的生产功效，有效的提高预制梁的质量、施工标准水平及生产效率。

② 减少模板拆装、倒运，减少人员和龙门吊的投入。降低脱模过程中的安全风险和龙门机之间相互干涉。

③ 智慧梁场相比于传统梁场具有占地少的优点（在大型梁场相同的小箱梁产量情况下），相较于传统生

产线，智慧梁场节省占地40%。

④ 采用智能化的液压模板，方便模板的安拆，提高施工工效，能保证混凝土的浇筑质量。通过设置固定蒸养房，在一个密闭的空间内能更好的为小箱梁养护提供一定的温度、湿度，加快梁体的强度和弹模的提升，缩短养护时间，预制箱梁完成浇筑后，传统洒水养护需要7天时间，智慧梁场利用蒸汽养护棚，提供恒温恒湿的养护方式，夏季24小时即可达到设计的张拉强度。即使冬季施工也只需34小时即可达到设计张拉强度，有效的加快小箱梁生产周期。<sup>[2]</sup>

⑤ 智慧梁场作业人员减少了约30%，但制梁周期从传统的8至10天缩短至4天，效率提升50%至60%，固定式液压模板一键拆模由液压系统自行控制，消除了传统生产线人工拆模破坏箱梁等不确定性以及各种不利影响，使箱梁的外观和质量得到大幅度优化。

### 2.2 经济性对比

① 智慧生产线比传统生产线投入龙门吊等机械设备少

传统的生产线要达到智慧梁场每日4片的产能至少需要配置80t龙门吊4台、10吨龙门吊5台，机械投入上相较于智慧梁场大幅增加，增加了项目的投入成本。新疆乌尉高速10标项目预制梁场智慧生产线与传统生产线机械设备投入对比如下：

智慧梁场生产线配置了2台80t龙门吊（规格为80t-38m-H12.7m，每台费用51.5万元）和2台10吨龙门吊（规格为10t-38m-H10.3m，每台费用20万元），合计费用为143万元。相比之下，传统生产线则需要配置4台80t龙门吊（相同规格，每台费用51.5万元）和5台10吨龙门吊（规格为10t-29m-H10.3m，每台费用18万元），合计费用高达296万元。因此，在机械设备投入上，智慧梁场生产线比传统生产线少投入了约153万元。

② 传统生产线模板购置费用比智慧生产线低

在智慧梁场生产线中，模板系统的投入包括液压模板、移动台座和固定蒸养棚。具体而言，智慧生产线配置了4套规格为31m的液压模板，每套费用为58万元，合计232万元。此外，还配备了20个31m的移动台座，每个费用18.5万元，总计370万元。同时，智慧生产线还安装了4个60m的固定蒸养棚，每个费用20万元，合计80万元。因此，智慧生产线的模板及相关设备总投入为682万元。

相比之下，传统生产线在模板方面的投入较少。传统生产线使用了10套31m的普通定型模板，每套费用40万元，总计400万元。没有配置移动台座和固定蒸养棚等智能化设备。

在模板的摊销及残值方面,智慧梁场的模板具有较高的利用率和残值。智慧梁场的模板可摊销2次,其残值约为92.2万元。而传统生产线的模板由于使用频率较低且维护不善,基本无法进行摊销,其残值仅为约80万元。

### ③ 智慧生产线比传统生产线临建费用低

智慧生产线方面,使用了C25混凝土1360立方米,每立方米单价为0.036万元,合计费用为48.96万元。钢筋使用了50.4吨,每吨单价为0.42万元,合计费用为21.168万元。此外,还使用了P50轨道2330米和P38轨道500米,单价分别为0.0238万元/米和0.0238万元/米,合计费用分别为55.454万元和11.9万元。智慧生产线的预制场临建总费用为137.482万元。

相比之下,传统生产线的临建费用则要高得多。工字钢I40b使用了146.56吨,每吨单价为0.66万元,合计费用为96.7296万元。工字钢I14使用了36.64吨,合计费用为24.1824万元。槽钢5#使用了32.384吨,合计费用为21.37344万元。C25混凝土使用了633.6立方米,合计费用为22.8096万元。钢筋使用了19.808吨,合计费用为8.31936万元。此外,传统生产线还使用了大量的行走轨道、复合钢板以及P50和P38轨道,这些费用加起来分别为15.2944万元、80.19328万元、19.992万元和19.992万元。因此,传统生产线的预制场临建总费用高达268.90208万元。

从上述数据中可以看出,传统生产线的临建费用比智慧生产线多投入了约131万元。这一差异主要源于传统生产线在材料使用和构造上的复杂性,而智慧生产线则通过更加精简和高效的设计,降低了临建费用。

### ④ 智慧生产线比传统生产线施工费用低

智慧梁场生产线在预制混凝土的使用上,数量为67800立方米,每立方米的不含税单价为0.021万元,因此,预制混凝土的总费用为1423.80万元。这一费用明确体现在混凝土施工中。

而传统生产线在预制混凝土的使用上,数量同样为67800立方米,但每立方米的不含税单价稍高,为0.025万元,导致预制混凝土的总费用达到1695.00万元。

同等数量预制梁条件下智慧梁场生产线较传统生产线施工工费节约271.2万元。智慧梁场生产区占地16.5亩,传统生产区占地约24亩,节省征地占地费用24.75

万。传统生产线施工用工装需要做2套,智慧梁场生产线流水线作业,作业面固定,同等产能情况下节约施工工费约22万元。

智慧梁场比传统梁场占地缩小30%,施工人员投入减少约30%,同时施工工期大大缩短,效率最低提高50%,在产能基本一致的情况下,节约项目成本约473万元。对于今后预制梁数量较大的项目而言,智慧梁场体现的优势更为明显。智慧梁场必将成为高速公路梁场建设发展的趋势。

### 结束语

综上所述,高速公路智慧梁场技术的应用展现了显著的技术性与经济性优势。通过对乌尉高速10标预制梁场的施工实例分析,我们可以看到,智慧梁场不仅实现了预制梁生产的工厂化、流水线作业,提高了生产效率和水平,还有效降低了施工成本,节约了项目投入。智慧梁场的核心技术——“移动台座+固定液压模板+高温蒸养棚+高温带模活动蒸养棚”模式,实现了在固定时间、固定地点、由固定人员完成固定工作的生产流程,降低了劳动强度,优化了资源配置。

此外,智慧梁场还减少了模板拆装、倒运及龙门吊等机械设备的投入,降低了安全风险,提高了施工工效。同时,智慧梁场的占地更少,对环境的适应性更强,尤其在新疆极端干燥的环境下,通过创新的喷淋养护方式,有效减少了预制梁干缩裂缝的出现,进一步提升了梁体的整体质量。

经济性方面,智慧梁场在机械设备、模板购置、临建费用及施工工费等多个方面均表现出明显的节约优势。在产能基本一致的情况下,智慧梁场能够节约项目成本约473万元,这一优势对于今后预制梁数量较大的项目而言更为明显。因此,智慧梁场必将成为高速公路梁场建设发展的趋势。我们应继续加大智慧建造技术的研发与应用力度,推动现代科技与工程建设的深度融合,为我国桥梁建造技术的持续发展贡献力量。

### 参考文献

[1]王瑞鹏,申铁军.智慧化集成技术在公路工程的应用[J].交通科技与管理,2024,5(21):124-126.

[2]廖盛荣,周哲,陈军锋,等.移动式台座预制梁智能化生产技术及其应用[J].四川水泥,2022,(10):128-130.