

整体配套移动栈桥在玉磨铁路隧道施工的应用

黎刚 焦义 李平 易重庆 丁军彦

中铁隧道集团四处有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 新建玉溪至磨憨铁路3标,全长26.78km,其中隧道4座共25.38km,占本标段全长的94.8%,而且3座隧道为一级风险隧道,工期紧,为全线重难点工程。如何实现隧道快速施工是项目管理的重要课题,而目前隧道施工制约进度的瓶颈主要是仰拱施工,为了有效提高隧道仰拱施工效率和质量,减少工序相互干扰。解决施工工装入手十分必要。我们研究了一种整体配套移动栈桥。该栈桥可快速施工仰拱、中心水沟和填充混凝土浇筑,而且结构安全可靠、移动方便、定位关模快速、节约成本、使用效果良好。

[关键词] 玉磨铁路; 隧道仰拱施工; 整体配套移动栈桥

The whole supporting mobile steel trestle used in the tunnel consumption of YuMo railway

LI Gang JIAO Yi LI Ping YI Chongqing DING Junyan

Fourth of China Railway Tunnel Group Limited, Guangxi Nanning 530000

Abstract: The third block of Yuxi to Mohan new railway is total length of 26.78 km, including 4 tunnels total of 25.38 km, accounted for 94.8% of this over block, and 3 tunnels are the level 1 risk, the construction period is very urgent, and it is a difficult project for the whole railway. How to realize the quickly tunnel construction is an important topic of the project management, and at present the tunnel construction bottleneck mainly is the inverted arch of the progress of construction, in order to effectively improve the efficiency of inverted arch in tunnel construction and quality, reducing the mutual interference, it is necessary to solve construction equipment. We study a whole supporting mobile steel trestle. The steel trestle can be rapidly construction of inverted arch, center the ditch and filling concrete pouring, and the structure is safe and reliable, convenient movement and positioning mold-shut fast, cost savings, use effect is good.

Key words: YuMo railway; Tunnel inverted arch construction; The whole supporting mobile steel trestle

引言

新建玉溪至磨憨铁路位于云南省南部地区,玉磨铁路向北通过昆玉线进入昆明枢纽连接昆明,向南通过拟建新老铁路经琅勃拉邦至万象,继续南下经曼谷至新加坡,构成泛亚铁路的中通道。其中站前工程YMZQ-3标位于云南省玉溪市新平县和元江县境内。工程地理位置见“图1工程地理位置示意图”。



图1 工程地理位置示意图

1 工程概况

本标段起讫里程: D1K45+359.35~D1K72+628(罗里隧道出口施工段起点至月牙田隧道2号斜井施工段终点,不

含大开门河双线大桥 490.2m), 全长 26.78km。主要工程量包括田房隧道 0.18km, 扬武隧道 14.835km (3 座横洞 +1 座斜井), 立新隧道 5.317km (1 座横洞), 月牙田隧道 5.048km (总长 6.82km, 2 座斜井, 出口段 1.772km 由站前 4 标负责施工), 本标段隧道共 25.380km; 立新车站 1.4km (包含站场路基土石方、附属、车站、桥涵相关工程)、法土山双线大桥 (长 185.25m)、扬武双线中桥 (长 87.03m)、立新寨四线特大桥 (长 952.6m)、涵洞 (长 54.85m)。

我标段主要以隧道施工为主, 目前隧道施工制约进度的瓶颈主要是仰拱施工, 仰拱施工保证了隧道封闭成环, 确保安全。根据以往的施工经验, 仰拱施工一般采用简易施工栈桥, 只有行车功能, 而且两边无任何防护, 对仰拱下面作业人员有一定安全风险。仰拱施工现均要求定型钢模板浇筑混凝土, 两边的仰拱弧形模板和中心水沟模板常规采取挖机和装载机进行配合吊装定位关模, 吊装模板时, 其他车辆无法从栈桥通过, 而且模板定位还需要大量的人员和定位钢筋, 无形中增加投入, 而且人工关模常容易出现定位不精确或跑偏、跑模现象, 严重影响混凝土外观质量。为了有效提高隧道仰拱施工效率和质量, 减少工序相互干扰。我们通过优化设计, 研究了一种整体配套移动栈桥, 该栈桥不仅栈桥移动和施工工序相互干扰的问题, 而且快速施工仰拱、中心水沟和填充混凝土浇筑, 本栈桥结构安全可靠、移动方便、定位关模快速、节约劳动力、物力和机械使用、效果良好。

2 结构原理

隧道整体配套移动栈桥是集行车、仰拱弧形边模板、仰拱端头模板、中心水沟模板为一体的自行式的施工仰拱栈桥。该栈桥特点是仰拱填充施作效率高、一次性成型、混凝土外观质量好, 止水带安装顺直 [1]。

结构原理: 该栈桥主要组成有单车道栈桥钢结构主体、前后引桥、仰拱弧形模板及支撑、仰拱端头模板、中心水沟模板、履带式行走系统、液压升降系统、混凝土梭槽、止水带定位器等。栈桥主体采取型钢拼焊、桥面铺焊防滑钢板。仰拱弧形模板通过伸缩液压油缸定位。中心水沟采用伸缩式定型模板, 方便脱模。端头采用提升式定型模板。行走为履带式系统, 可 360° 旋转。

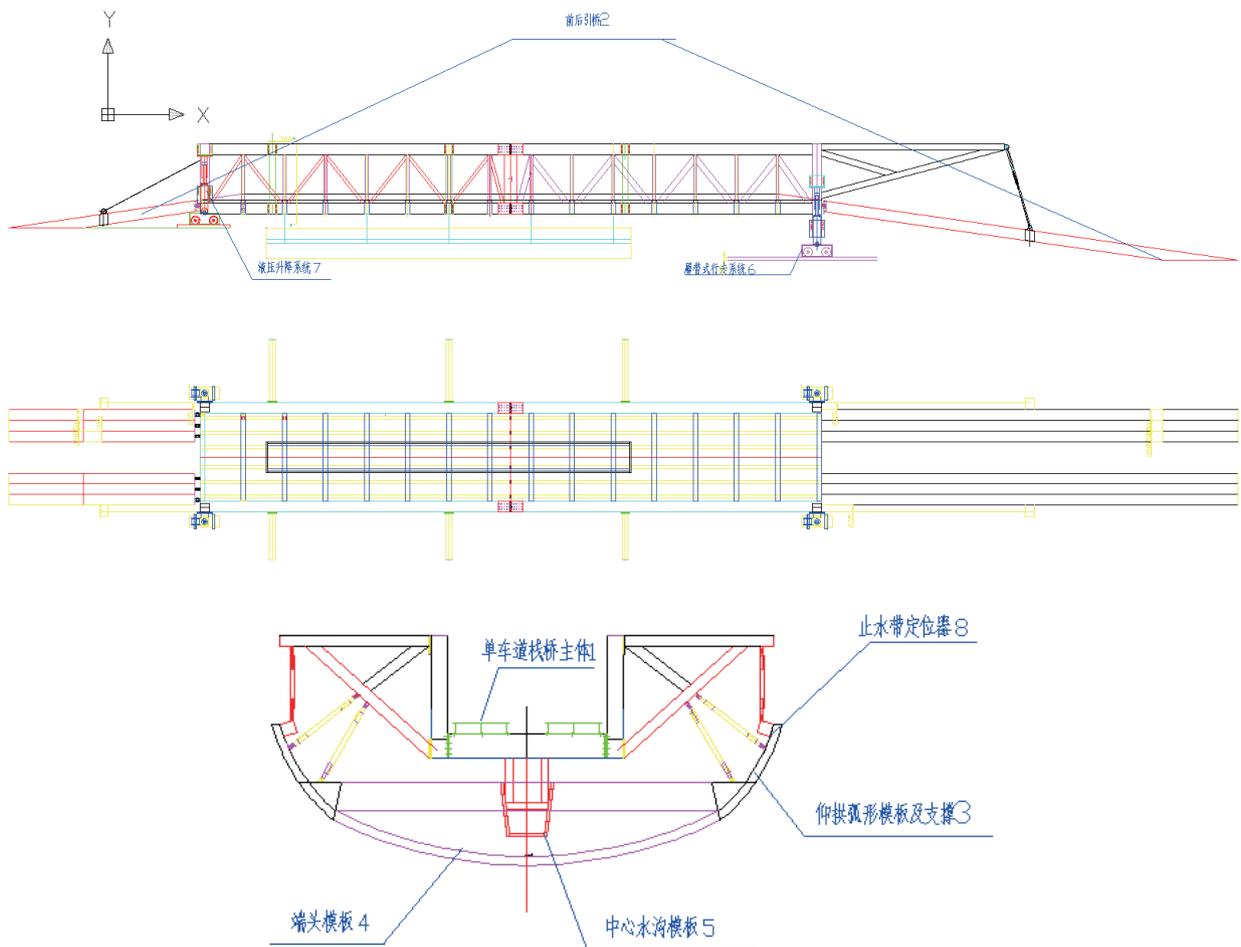


图2结构示意图



图3 实物照片

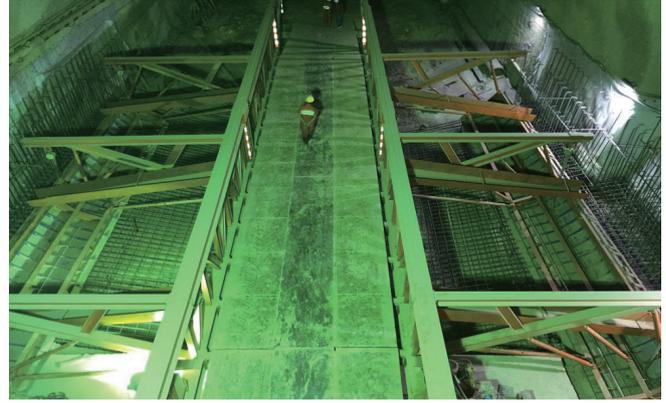


图4 实物照片

3 配套工法及人员设备

配套工法： 由于栈桥前行走是在仰拱面行走，而且栈桥总长达 32 米，所以要求仰拱必须采用和上台阶一次性开挖成型的工法，同时仰拱要及时初支。由于前面必须预留栈桥引桥位置，仰拱开挖必须大于下步浇筑仰拱长度加上引桥搭接位置。

人员设备： 栈桥移动关模定位配置 4 人，仰拱钢筋铺设配置 8 人，混凝土浇筑配置 4 人，综合配置 12 人。混凝土搅拌运输配置 4×180 搅拌站和 12m³ 罐车集中拌制、配送 [2]。

4 施工工艺流程

整体配套移动栈桥仰拱施工工艺流程图见下图 5。

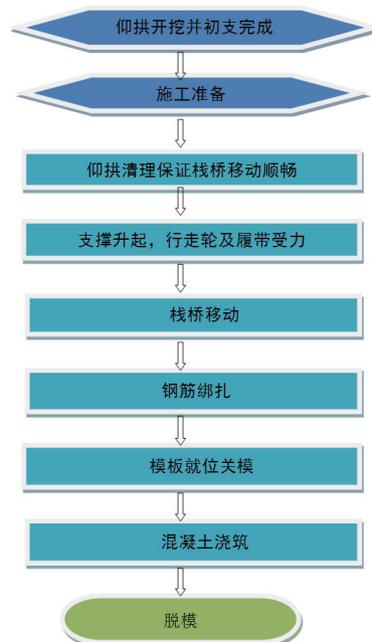


图5 施工工艺流程

5 工艺要点

5.1 栈桥定位要通过中心水沟模板初步确定栈桥定位，然后通过微调，确定中线。两边弧形模板可根据实际情况由油缸进行调整。

5.2 混凝土浇筑要做到分层浇筑，仰拱施工时高边墙弧形模板和仰拱腹模进行关模浇筑仰拱混凝土，初凝后，腹模和弧形模板提升，继续浇筑填充混凝土。

6 作业组织

整体配套移动栈桥仰拱施工需成立专业仰拱施工班组。

表 6.1 整体配套移动栈桥仰拱施工作业组织

序号	工作内容	人员组成	人数	备注
1	栈桥移动就位	模板工	2	兼职
2	钢筋绑扎	钢筋工	8	
3	模板关模	模板工	2	兼职
4	混凝土浇筑	混凝土工	3	兼职
	合计		12	

7 生产效率及经济比选

7.1 生产效率

仰拱施工 1 组以 12 米为例，工序施工实际时间约 42 小时。

7.2 材料消耗

整体配套移动栈桥一次性投入约 45 万元，日常保养材料消耗较少，平均每月消耗不到 5000 元。

7.3 与常规栈桥施工方法对比

表7.1 常规栈桥与整体配套移动栈桥施工工序对比表

序号	施工工序	常规栈桥	整体配套移动栈桥	常规栈桥	整体配套移动栈桥	备注
		人力资源(人次)		工序绝对时间(h)		
1	仰拱钢筋铺设	8	8	16	16	
2	模板定位	8	2	8	2	常规栈桥需1台挖机辅助
3	仰拱混凝土浇筑	6	3	5	4	
4	仰拱混凝土初凝时间	0	0	3	3	
5	仰拱弧形模板脱模	4	2	2	0.5	常规栈桥需1台挖机辅助
6	填充端头模板、中心水沟模板定位	4	0	6	0	
7	填充混凝土浇筑	4	3	5	4	
8	等强	0	0	12	12	
9	脱模	4	2	3	0.5	
合计		综合22人	综合12人	60	42	
对比		节约人工10人		节约16h		

表7.2 整体配套移动栈桥与常规栈桥经济效果对比

序号	工耗费用项目	常规栈桥	整体配套移动栈桥	总费用差	备注
1	工效比较	按每个分部月现场经费55.3万元预计，按3个隧道工作面分摊单个隧道工作面分摊现场经费成本约为18万元/月；临时设施摊销总金额474.2万元预计，按30个月核算每月摊销成本15.8万元；每月机械固定费用及周转材料摊销金额约为15万元；按单隧道工作面施工1600米预计，因仰拱施工进度是制约全隧均衡生产的关键工序，按III、IV、V级围岩平均综合进度指标为80米预计。按常规栈桥组织施工，约需20个月完成。按整体配套移动栈桥，平均进度指标为95米/月，约需17个月完成。与常规栈桥施工工法相比，压缩工期约3个月。		$3 \times (18.43 + 15.8 + 15) = 147.69$ 万元	按单隧道工作面施工1600米预计
2	人工费	$22 \times 5500 \text{元/月} = 12.1 \text{万元}$	$12 \times 7000 \text{元/月} = 7 \text{万元}$	$12.1 \times 20 - 8.4 \times 17 = 99.2 \text{万}$	
		配22名工人，工资标准按5500元/月，工期20月	配12名工人，工资标准按7000元/月，工期17月		

3	定位钢筋材料费	$(0.8 \times 7 \times 5 \times 2 + 2 \times 2 \times 5) \times 2.98 / 12 = 19 \text{Kg/延米}$	0 (Kg)	$19 \times 3 \times 1600 = 9.12 \text{万元}$	钢材按3000元/吨计, 正洞单工作面1.6Km
		固定长度12m的仰拱弧形模板, 按照每2m一个加固支撑点考虑, 仰拱厚度按0.5m考虑, 左右支撑点采用0.8m长的3根 $\phi 22$ 钢筋, 抗上浮及抗向中线方向跑模左右支撑点采用0.8m长的4根 $\phi 22$ 钢筋; 固定长12m的中心水沟模板, 每2m一个内支撑点, 每点左右采用1m长的2根 $\phi 22$ 钢筋。12m共计5个支撑点。			
4	栈桥加工成本	$2 \text{套} \times 12 \text{吨/套} \times 3500 \text{元/吨} = 8.4 \text{万元}$	$60 \text{吨/套} \times 4000 \text{元/吨} + 320000 \text{元} = 66 \text{万元}$	$(8.4 - 66) \times 0.85 - 5000 \times 20 = -55.22 \text{万元}$	按残值15%, 20个月摊销
		配2套栈桥, 12吨/套 (18m长的普通栈桥), 钢材3000元/吨, 加工费按500元/吨	配1套移动栈桥, 60吨/套, 钢材3000元/吨, 加工按1000元/吨, 液压、丝杆及履带等辅助系统材料按32万估算, 日常维护按5000元/月		钢材按3000元/吨计
		合计节约:		200.79万元	

8 结束语

总体来说采用整体配套移动栈桥施工仰拱有以下几点优势:

1) 效率高、工序循环时间大幅度缩减: 一是可以实现仰拱高边墙、填充等快速施工, 不用来回移动栈桥。二是由于液压油缸定位关模, 节约劳动力, 也可减少工序时间。

2) 外观质量可控: 由于采用定型模板关模, 混凝土外观较好。

3) 止水带安装顺直: 由于止水带安装都有定位夹子, 不易跑偏, 成型较顺直。

4) 由于栈桥采用全封闭式桥面和护栏, 车辆通过时不会因掉落物伤害到仰拱下施工作业人员。

因此该整体配套移动栈桥, 不仅适用于长大铁路隧道二三级仰拱施工, 而且还适用于四五级围岩有钢筋铺设的仰拱施工, 经在中铁隧道局集团玉磨项目立新隧道施工进行推广运用, 证明其具有广泛的适应性和优越性。

[参考文献]

[1] 田晓峰. 长大隧道自行式移动仰拱栈桥研制及施工技术[J]. 施工技术, 2017, 13(15): 56.

[2] 赵广平. 新型组合弧形钢模板在高速铁路隧道仰拱整幅施工中的应用[J]. 隧道建设, 2010, 16(06): 89.

作者简介: 黎刚 (1986-), 本科, 工程师