第 2 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2019 年 3 月
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651

自行式液压仰拱栈桥在隧道施工中的应用

张庆伟
中交一公局第六工程有限公司
DOI:10.32629/btr.v2i3.1961

[摘　要] 结合剑榕高速公路四百坡隧道仰拱施工实践,通过采用自行式液压仰拱栈桥施工新设备,有效地解决了隧道施工中掌子面、仰拱、二次衬砌施工之间相互干扰的问题,同时采用自行式仰拱栈桥辅助施工,提高了隧道施工的机械化水平和作业效率,降低了施工成本。
[关键词] 自行式；仰拱栈桥；机械化

前言

隧道施工受空间限制,各道工序相互影响,其中施作仰拱对掘进干扰大一直是国内隧道钻爆法施工中未能解决的一大难题。由于传统栈桥采用的是固定结构,适应性、灵活性差,不但仰拱施工质量难以控制,而且开挖、衬砌不能同步进行,导致劳动强度大、安全事故频发、功效非常低,大大影响了隧道施工速度,特别是当隧道工期紧张的情况下,干扰问题更加突出。

本文依托剑榕高速四百坡隧道施工实践中采用自行式液压仰拱栈桥,来论证其应用效果。四百坡隧道设计为四车道双洞双向隧道,左洞长 2478 米,右洞长 2468 米,洞内岩质主要为中风化凝灰质板岩、中风化砂质板岩和中风化变余凝灰岩,岩石层状且破碎,岩体稳定性差,层间结合一般,属Ⅳ级和Ⅴ级围岩。仰拱设计厚 50cm,混凝土标号为 C30,仰拱填充砼最厚处为 80cm,填充砼为 C15 混凝土,仰拱设置两层钢筋环向钢筋 φ20,纵向钢筋 φ12,箍筋为 φ8,环向间距 60cm.纵向间距 20cm,箍筋梅花状布置。

1 自行式液压仰拱栈桥

1.1 技术要求

单线隧道断面较小,仰拱施工是施工效率、质量控制的一个关键工序,为了减少仰拱施工对洞内出碴车辆运输等的干扰,采用新型全液压履带自行式仰拱栈桥,该栈桥结构紧凑,实现了快速移动就位,降低了劳动强度,保障了施工安全,提高施工了效率。

设计边界条件

序号	项目	技术要求	备注
1	通车限重	≤60t	
2	通车限宽	＜3.4m	
3	跨度净空	25.5m(15.5m)	
4	安全步距	Ⅴ级围岩距掌子面：仰拱 35m、二衬 70m	
5	工作方式	液压	
6	行走方式	履带自行式	

1.2 产品主要参数

外观尺寸：38.1*5.6*1.7　步履长度：6m　最大行走速度：8m/min　升降速度：0.5m　总功率：12.5KW

1.3 自行式仰拱栈桥结构

自行式液压栈桥采用机电液一体化设计,配备有多功能自动行走装置、前支架、后横移机构、液压自平衡系统,能够实现自动纵移、起身降落、自动横移,自动化程度高,能适应多种施工作业环境。

自行式仰拱栈桥由栈桥主体、液压系统、电气控制系统、行走系统等各部分组成。

主桥主体构成：桥底部沿隧道纵向平行布置 8 根 40b#工字型钢,其上沿隧道横向布置 4 根 20#槽钢和 6 根 20b#工字型钢,两侧是箱型结构,中间用 25#工字型钢支撑连接。

液压系统包括各升降油缸及相关液压泵站、管路；电气系统负责控制各系统的运作,主要由各种继电器、开关、断路器等构成。

行走系统由电机减速机、传动链条、箱体、行走轮等构成,共有 4 组,分别置于栈桥主体端部两侧,以实现栈桥主体的自动行走。行走装置可以实现横向和纵向行走,灵活方便。

1.4 仰拱栈桥行走原理

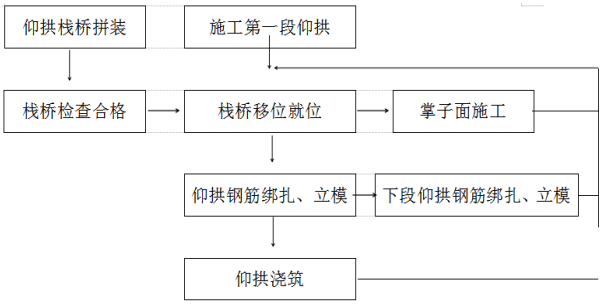
为满足移动要求,在栈桥两端设置移动行走机构,并设置限位预警装置；行走时,栈桥两端坡桥的抬起、放下由液压系统执行机构完成。自行式仰拱栈桥主要由主桥、行走装置、液压系统、电气系统、限位装置和报警系统等组成。栈桥移动时使用电机驱动,通过齿轮条传动,带动走行轮在走行轨道上移动,其工作步骤如下：启动装于栈桥端部的主桥升降油缸,使栈桥坡桥离地,然后由工人配合,将栈桥行走轨道向前拖动,轨道拖至尽头后,收缩主桥升降油缸,启动走行电机。栈桥在轨道上向前移动,移动至轨道尽头后,重复以上步骤,直至栈桥就位(栈桥横向移动与此类同)。栈桥就位后,主桥升降油缸顶起,使走行轮不受力,待固定后,将前后坡桥放下。

2 液压栈桥施工工艺

根据施工进度的要求,隧道进入仰拱部位的施工,为了保证仰拱施工连续进行并且隧道开挖出渣和洞内材料运输不受仰拱开挖的影响,故在仰拱开挖槽上搭设栈桥进行施工,待已浇筑的仰拱混凝土强度满足通车强度要求后,方可向前推进栈桥,到下一隧底开挖槽上,依次循环使用。从而实现隧道施工快速安全的推进

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

2.1 施工工艺流程图



2.2 栈桥安装及就位

提前计划加工所需人员、材料、机械。由专业技术人员进行栈桥安装，仰拱栈桥架设时，在栈桥推进前须清除栈桥前平台底渣，基础必须具有一定的承载力。后端铺于填充顶面；栈桥就位前端坡道要与栈桥平台衔接牢固，保证架设安全。栈桥架设安装就位后，必须在栈桥两侧护栏外挂安全防护网，防止石渣坠落伤到下方仰拱施工操作人员；栈桥前后应设置明显的缓行警示标志且栈桥表面应有防滑措施。

2.3 栈桥检查

栈桥移动、架设和安装前，栈桥各焊接部位不得有焊缝脱落、焊缝开裂的现象，并对支撑系统进行检查，检查栈桥主梁及辅助构件有无开裂及变形，发现问题不得进行栈桥的移动和架设，待处理完成并检查合格后方可进行栈桥的移动和架设。

2.4 栈桥移动

利用挖机或装载机进行就位，就位后自行行走；仰拱填充混凝土强度达到设计要求后并采取必要的防护措施方可进行移动，移动须缓慢，避免移动对成品砼质量的损坏；栈桥移动时，必须设专职人员统一指挥，栈桥作业区内严禁站人。

2.5 仰拱开挖

2.5.1 仰拱开挖分成左右两部分，先进行一半的开挖。

2.5.2 第一个循环先将左边或者右边的仰拱开挖好，栈桥停放在没有开挖的一侧；将运渣车停放在栈桥上，挖掘机在需开挖的面上，开挖时从栈桥的前端向后端开挖，挖掘机一直停在仰拱标高面上，这样就能保证挖掘机能向运渣车里面装渣。

2.5.3 将其中一侧开挖好后，操作栈桥使得栈桥横移到已经开挖好的那一侧，同样将运渣车停放在栈桥上，挖掘机在需开挖的面上，开挖时从栈桥的前端向后端开挖，挖掘机一直停在仰拱标高面上，这样就能保证挖掘机能向运渣车里面装渣；此时仰拱开挖和仰拱衬砌可以同步进行。

2.5.4 同样重复以上过程完成下一个循环的仰拱施工。

3 液压栈桥的优点

3.1 通过该栈桥在隧道中的应用，掌子面所施工的材料机具可以从栈桥上部通过，减少了开挖施工和仰拱施工之间的干扰；同时，栈桥大跨度，为仰拱施工提供了流水作业面；栈桥本身安装方便快捷，行走较为灵活，机械化水平较高。这些有利于加快隧道施工速度，解决进度问题，特别是对于隧道较长，工期较紧张的情况下，保证进度的效益非常明显。

3.2 采用可移动仰拱栈桥与简易栈桥相比，虽然制造或购置费用使成本有所提高，但由于为仰拱作业提供了足够的空间，可以有效地组织起流水施工。提高生产效率，加快了速度，特别是长隧道的情况下，会起到降低工程成本的作用。

3.3 保证栈桥下施工作业人员安全。采用型钢加工制作的仰拱栈桥，结构稳定，安全可靠；移动栈桥由于减少了工序之间的干扰，与简易栈桥相比结构安全性提高，

3.4 对保证隧道施工质量有利。由于栈桥的使用，保证了仰拱一次性浇筑完成，对于保证仰拱质量有利。

3.5 使用自行式仰拱栈桥时注意事项

3.5.1 操作栈桥移动人员，必须经过培训并考核合格才能进行作业。

3.5.2 仰拱栈桥就位时，要注意安设的平整性及安设宽度符合设计要求，保证车辆行车安全及不同轮距车辆均能正常通过。

3.5.3 应根据现场实际情况确定车辆通过栈桥时的限速，以保证工作时仰拱栈桥的稳定性及安全性；施工人员在栈桥下作业时严禁车辆通过，以确保作业人员安全。

3.5.4 在栈桥两侧桁架外侧布设安全防护网，防止石渣坠落伤到下方施工操作人员。自行式仰拱栈桥上不的参与混凝土及杂物应及时清理，以保持栈桥上部的清洁。

4 结束语

液压栈桥的应用改变了现有隧道仰拱施工组织模式，在不影响掌子面施工的前提下，同时进行隧道仰拱开挖、钢筋绑扎、仰拱浇筑等作业，实现掌子面开挖与仰拱施工的平行作业，极大地节约了施工时间，提高了隧道施工的整体效率。由于设置了自动行走装置，减少了人工移动栈桥的麻烦，提高了隧道施工的自动化水平，增强了安全性。成为保障隧道仰拱施工质量、进度、成本控制的技术基础，实现隧道施工标准化、人性化文明工地建设的技术基础。

[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,2017,46(15):120-123.

[2]郑怀臣.自走式隧道仰拱栈桥的走行方式研究[J].工程建设,2016,48(07):55-59.

[3]苏辉.长仰拱栈桥在黄土隧道施工中的应用[J].隧道建设(中英文),2017,37(2):192-197.

[4]罗宏涛.自行式移动栈桥在公路隧道仰拱施工中的应用[J].中国科技纵横,2016,(8):612.

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.