

南水北调穿黄隧洞混凝土施工方案的选择

王国力

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610081)

摘要:南水北调中线穿黄工程II-B标穿黄隧洞长度为4 250 m。2010年4月,过河段隧洞胜利贯通,开始内衬施工。内衬施工是穿黄隧洞转序阶段的攻坚战役,具有作业面狭窄,施工工艺复杂,内衬混凝土工作量大、工期紧、施工强度高、难度大。对比分析了穿黄工程内衬混凝土浇筑在投标阶段和技施阶段的方案选择,供类似工程参考。

关键词:穿黄隧洞;施工方案;选择;南水北调

中图分类号:TV544;TV554;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)06-0049-03

1 工程概况

南水北调穿黄工程II-B(下游线)隧洞位于河南省郑州市,线路总长4 250 m。由南、北岸竖井、过河隧洞和邙山隧洞组成:过河隧洞(9 + 108.57 ~ 5 + 658.57)全长3 450 m,邙山隧道(5 + 658.57 ~ 4 + 893.57)全长765 m;北岸竖井为盾构始发井,圆形结构,井深50.5 m,井壁为双层衬砌;南岸竖井为盾构中间井,圆形结构,井深42 m,井壁为双层衬砌。过河隧洞变坡点设在桩号9 + 108.57处,坡度由北向南由2‰变为1‰。邙山隧洞由北向南设计坡度为49.107‰,在桩号5 + 623.2 ~ 5 + 583.963段用半径为800 m的竖曲线将过河隧洞和邙山隧洞相连。

穿黄隧洞为全圆断面,内径7 m,外径8.7 m。内衬采用现浇法施工(二次衬砌),为后张法预应力钢筋混凝土整体结构,采用C40W12F200预应力混凝土,厚45 cm,分段长度为9.6 m。预应力锚索间距为45 cm,每束由12根预应力钢绞线集束而成。为便于运行期检修车辆通行,在其底部设3.1 m宽平台。

2 主要施工特点及质量要求

(1)穿黄工程是南水北调中线建设的关键、控制性工程,横贯黄河河底的穿黄隧洞每条长4 250 m,其任务是将中线调水从黄河南岸输送到黄河北岸,向黄河以北地区供水。

(2)环锚预应力混凝土工程在国内应用较少,双层复合式衬砌更为创新结构,工艺精细、复杂,施工精度高,穿黄隧洞内衬45 cm厚超薄预应

力混凝土施工在国内尚属首次,与同张拉级别的湖北清江隔河岩水电站引水隧洞(内衬厚75 cm)、广西天生桥一级水电站引水隧洞(内衬厚70 cm)、黄河小浪底水利枢纽排沙洞(内衬厚60 cm)相比厚度更簿,施工难度更大,同时亦对混凝土的浇筑质量提出了更高的要求。

(3)穿黄隧洞为过水隧洞,隧洞运行后设计流量为265 m³/s,加大流量为320 m³/s。国务院南水北调中线建管局要求穿黄隧洞每仓、每m都作为“样板工程”质量来严格要求和检验,保证一渠清水安全北流。

(4)穿黄隧洞的一个工作面控制洞线较长,内衬混凝土工程量大、工期紧、施工强度高。

过河隧洞和邙山隧洞总长度达4 250 m,根据施工总进度安排,二衬仅考虑了一年的时间。若过河隧洞布置2台穿行式台车,邙山隧洞布置1台穿行式台车,单个工作面钢模台车安装拆除需占用2个月时间,1#台车控制段长1 725 m,每段长9.6 m,共约180段,平均每段需施工1.6 d,工期非常紧张。

(5)洞内施工场地狭窄,混凝土施工机械布置困难;混凝土运输从地面到地下,运输环节多,需合理组织;高峰期内衬混凝土施工机械较多,在洞内布置有穿行式钢模台车、钢筋台车、防水层施工台车、混凝土泵、混凝土运输车及环锚施工设备,设备布置较多,需加强协调、合理调度。

3 原施工方案具有的优势和存在的问题

3.1 原施工方案具有的优势

原施工方案采用3台穿行式钢模台车,全圆

收稿日期:2016-10-28

一次衬砌成型,每台台车配置2~3套模板,每套模板长9.6 m,台车总长度为28.8 m。台车的模板配置可使混凝土衬砌连续进行施工。

防水层和钢筋安装领先混凝土浇筑进行。使用台车浇筑混凝土的各道施工工序如下(台车分为1、2、3节):

(1)混凝土浇筑:平均每段(9.6 m)浇筑施工时间为6 h,初凝时间考虑6 h,作业时间为12 h。

(2)12 h后,即可进行挡头模板的拆除。挡头模板的拆除时间为12 h;同时进行下一段挡头模板的安装。

(3)在挡头模板拆除完成后,即可进行下一

段混凝土的浇筑。

(4)拆模:在浇筑第3节时,第2节浇筑的混凝土达到48 h的拆模时间,将第1节模板拆除后安装在第3节之后。

(5)如此循环作业,单台台车衬砌高峰强度可以达到每天浇筑一段,即9.6 m/d,能够满足施工进度需要。

施工方案比选阶段,由水电七局与四川广汉金达隧道机械有限公司联合研制的、适用于南水北调穿黄工程的穿行式液压钢模台车模板转移原理见图1。

采用穿行式液压钢模台车施工制造简单、成

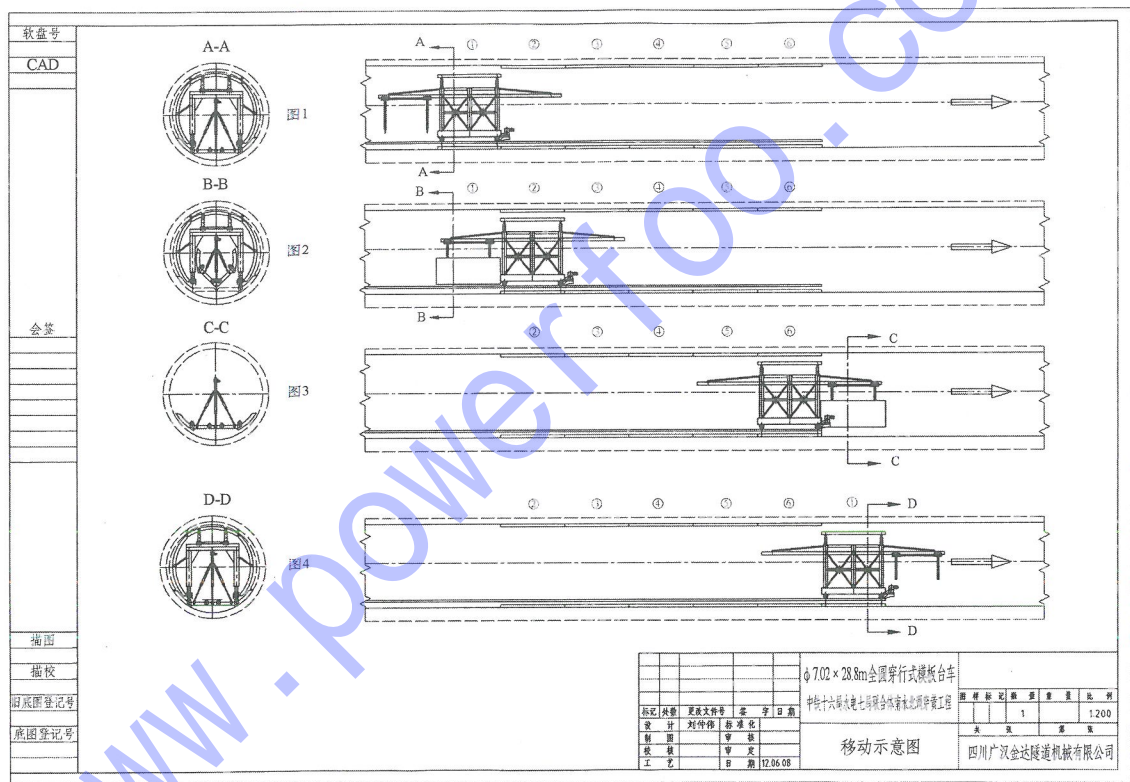


图1 穿行式液压钢模台车模板转移原理图

本低,可以利用各组模板循环灌注施工,减少了混凝土等强时间,缩短了循环周期,减少了设备投入,大大提高了衬砌施工速度。

3.2 原施工方案存在的不足

(1)由于内衬混凝土设计厚度较薄($\delta = 45$ cm),且混凝土内钢筋(双层)、波纹管、张拉槽、止水条、监测仪器等干扰因素较多,故全圆一次衬砌成型难度非常大;

(2)施工材料及混凝土仅能通过轨道(须设轨枕)运输进入工作面,在施工质量要求高、施工

工期紧张的情况下,这种施工方法对工程整体目标的实现无疑是不利的。

(3)从1:1仿真实验可以看出,全圆一次衬砌时底板及局部边墙范围的混凝土排气问题无法从根本上得到解决,从而导致混凝土浇筑质量目标无法实现。

(4)秦岭特长隧道是西安—安康铁路的重点控制工程,铁路施工企业曾成功运用此种类型的模板台车。但水电施工企业对此种穿行式钢模台车的应用技术还不够成熟,加之环锚预应力混

凝土工程在国内应用较少,而双层复合式衬砌更是创新结构,因此,在工期允许的情况下,参建各方还是倾向选择更能保证施工质量的常规方案。

4 优化后的穿行式钢模台车方案

4.1 穿行式钢模台车方案

为有效解决上述问题,最终采取了底板混凝土和边顶拱混凝土分序浇筑,底板超前施工,边顶拱滞后施工。在过河隧洞内布置 4 台边顶拱穿行式钢模台车(每台台车配置 1 套模板,单台台车长度为 9.6 m),在邛山隧洞布置 1 台边顶拱穿行式台车(台车配置 1 套模板,单台台车长度为 9.6 m),共布置 5 台边顶拱穿行式台车。

底板混凝土和边顶拱混凝土分序浇筑后,除第一块底板以外,其它底板浇筑不占用直线工期;单台穿行式台车衬砌高峰强度可以达到每 3 d 浇筑一段,即 9.6 m/d,过河隧洞段的 4 台穿行式台车单月能够完成 30 段边顶拱衬砌,即 288 m,过河隧洞需要 12 个月能够完成衬砌施工,与原方案相比仅增加了钢模台车安装、拆除的时间(约 2 个月)。

底板混凝土和边顶拱混凝土分序浇筑后,可先进行仰拱混凝土浇筑,这样实施可优先形成洞内施工通道,分散洞内施工材料的运输强度。

对于从两端向中间浇筑的方式,结合以往很多工程轨行设备的相关经验,可确定仰拱形成后轨道铺设的施工操作更为简单可行,无需轨枕安装、拆卸,从而可以节约工人大量的工作

量,加快施工进度。

该方案为南水北调穿黄工程实际使用的钢模台车形式,这种台车技术相对于前述方案更为成熟可靠,能够满足施工质量要求。

4.2 经济分析

(1) 台车制作安装成本比较:与原方案相比,采用 5 台穿行式台车方案,台车数量虽然增加了 2 台,但经分析,台车门架增加了 2 台,但台车模板减少了 3 套,台车制作安装重量差别很小。

(2) 台车运行成本比较:与原方案相比,采用 5 台穿行式台车方案,穿黄隧洞洞外工作面的施工设备配置没有变化,洞内的 5 个工作面相对分散,采用流水节拍作业,减少了工序之间的施工干扰,更有利于提高施工效率,而工人的劳动强度并没有增加,工人的数量也没有增加,运行成本差别不大。

5 结语

以上为笔者在南水北调穿黄工程内衬混凝土浇筑投标阶段和技施阶段进行的方案对比选择,在此提出来与大家探讨,希望在今后的 TBM 或盾构施工的其它同类形隧道工程施工中,为类似全圆小洞径隧洞内衬混凝土快速施工提供成功的配套施工技术选择。

作者简介:

王国力(1976-),男,黑龙江阿城人,副主任,高级工程师,从事水利电力市场开发工作。

(责任编辑:李燕辉)

金沙水电站年度质量监督完成

日前,水电工程质量监督总站组织专家组开展了四川金沙江金沙水电站工程 2016 年度质量监督检查。金沙水电站位于金沙江干流中游末端的攀枝花河段上,坝址距攀枝花中心城区 10.3 公里。工程为 II 等大(2)型工程,开发任务以发电为主。水库正常蓄水位高程 1 022 米,总库容 1.08 亿立方米,电站总装机容量 56 万千瓦,多年平均发电量 25.07 亿千瓦时。枢纽工程主要由混凝土重力坝、河床式电站厂房及泄洪消能等建筑物组成,最大坝高 66 米。采用在河床及左岸布置电站建筑物,右岸布置泄洪坝段的枢纽布置格局,导流明渠及纵向围堰布置在右岸。施工导流采用三期导流方式。专家组检查了施工现场及工地试验室,与参建单位进行了座谈和交流,研读了参建各方的自查报告,抽查了部分工程档案和资料。专家组根据检查情况,对工程质量管理、工程实体质量等进行了评价,提出了质量监督意见和建议,形成了金沙水电站工程 2016 年度质量监督报告。专家组指出,按计划工程即将进行大江截流,建设单位应组织各参建单位对截流前的剩余工作进行全面梳理和合理安排,严格剩余施工项目的质量控制,确保截流前按照设计要求完成。

成都院多个项目及个人获电建集团表彰

日前,中国电建集团公司组织并完成对 2016 年度中国电建优秀工程(产品)奖、优秀工程勘测设计奖、优秀项目经理的评审,成都院分获 1 个优秀工程;4 个勘测设计一等奖、2 个勘测设计二等奖,5 个勘测设计三等奖;郑家祥、苏鹏云、李春云、黄笃、尹晓林、叶发明、郝明获优秀项目经理。其中,双河水电站获优秀工程奖;锦屏一级水电站工程勘察、溪洛渡水电站工程勘察、藏木水电站工程勘察、官地水电站工程设计获勘测设计一等奖,锦屏官地水电站鱼类增殖放流站工程设计、蜗壳结构三维设计分析一体化软件获勘测设计二等奖,官地水电站大盐池业主营地园林景观设计、锦屏一级水电站印把子沟渣场综合利用与治理工程设计、成都海峡科技产业开发园污水处理厂二期工程设计、两河口水电站瓦支沟泥石流防护工程、越南班查水电站机电工程设计获勘测设计三等奖。