



丹江口

## 数说

穿黄工程正式启动于2005年9月27日,工程人员首先在黄河北岸开挖两个直径18米、深76米的竖井,然后向两口竖井中放置盾构机,由北向南推进开挖黄河隧洞。

穿黄工程被誉为南水北调中线的“咽喉工程”,共两条隧洞,每条长4250米,其中过黄河隧洞长3450米,邙山隧洞段长800米,在黄河底部最大埋深35米、最小埋深23米。



天津

保定

石家庄

邢台

安阳

鹤壁

焦作

新乡

郑州

洛阳

平顶山

南阳

## “这段是中线工程横穿黄河最窄的一处”

郑州西,荥阳孤柏渡,夏日午后的黄河,苍茫一片。挺拔的入水口雄踞在黄河南岸,两条入水口已经封堵,穿黄隧洞正在进行冲水实验,不久,南来之水将由此穿越黄河,一路向北。

穿黄隧道起于黄河南岸的荥阳王村镇孤柏渡,止于黄河北岸的河南焦作温县。“之所以选择在这里开挖隧洞是因为这段是南水北调中线工程横穿黄河最窄的一处。”郑焦项目部的李文哲告诉记者。

穿黄工程正式启动于2005年9月27日,在黄河北岸焦作市温县赵堡镇陈沟村西,工程人员首先在黄河北岸开挖两个直径

18米、深76米的竖井,然后向两口竖井中放置盾构机,由北向南推进开挖黄河隧洞。

“要打通河底的两条隧道,就要先在黄河两岸分别打两个竖井,以便放入河底打孔专用的泥水平衡盾构机。”李文哲说,竖井的施工难度挺大的,特别是北岸的两个竖井,井深达到76.6米,这在国内外都是一大壮举。

穿黄工程被誉为南水北调中线的“咽喉工程”,共两条隧洞,每条长4250米,其中过黄河隧洞长3450米,邙山隧洞段长800米,在黄河底部最大埋深35米、最小埋深23米。

## “电动剃须刀”盾构机的大威力

竖井打好后,穿黄工程的主角——盾构机登场亮相。盾构机工作时,能够将施工面的泥土刮出,通过专用的传输带,将泥土直接送出施工隧道。

形象地说,盾构机类似一把“电动剃须刀”,前面有个近9米的圆形刀盘,刀盘上带有众多刀片,马达带动刀盘旋转,刀盘再带动刀片旋转,极像剃须刀刮胡子。

就长度而言,它又像一列小火车,因为它总长达到80米,在施工面的带动下,缓慢地向隧道深处挺进。

盾构机每前进1.6米,就要停下来“喘口气”,此时却是施工人员最繁忙的时刻,他们要给挖出的隧道安装装配式普通钢筋混凝土管片,7片弧形的管片紧贴隧道泥土层围一圈,正好是一个大圆,而宽1.6米的管片也恰好将挖好的隧道填补上,再进行加固、灌缝等操作,一圈相当牢固的

管壁就安装到位了。

管片完全用钢筋混凝土浇筑,厚更是达到45厘米,完全可以起到支撑整个隧道压力的作用,所以完全不用担心挖好的隧道会发生坍塌。

盾构机的最核心和最关键的部件是刀片,虽然是经过特殊耐磨设计,可还是无法应付作业过程中出现的石块和树根,设计者给这两台盾构机特别安装了破碎设备。

在盾构机前进途中,如果检测发现前方有大石块或者老树根,就立即暂停刀片的运转,“专杀工具”破碎设备就会领命出战,在石块或树根被搅碎后,刀片才会被再次启动继续前进。

时间回溯到2010年6月22日,在欢呼声中,“穿越号”盾构机破土钻出邙山隧洞出口,标志着黄河第一隧洞被成功穿越,南水北调中线穿黄工程上游隧洞胜利贯通。

## 3450米的直隧道 只允许有1‰的倾斜度

河底隧道建成通水后,为了保证隧道的正常运转,就需要定时检修,可隧道却在地下,这又如何检修呢?

李文哲介绍说,这个问题其实也很简单,黄河南岸竖井之后的800米倾斜隧道就是为此而特别设计建造的。

他对比工程图向记者解释说,3450米的直隧道,只允许有1‰的倾斜度,要求高到肉眼不可能觉察。而最后的800米倾斜隧道,倾斜度高达4.9107%。也就是说,在黄河南岸竖井的地下32米处,就要将盾构机工作面向上倾斜,到800米隧道打通之

后,盾构机就重新回到了地面。

按规划,隧洞建成后每年有15至30天检修期,每3至5年将安排30至60天大修,半年左右会放空隧洞的水检查一次。每次的检修,就是倾斜隧洞大显身手的时候了。先将黄河南岸的隧洞入口处的闸门关闭,然后将隧洞内的水排出,检修车就可以沿800米的倾斜隧洞直接进入。

为了检修车的顺利通行,整条4250米的隧道底部,全部被垫平,宽度达到310厘米,维修车完全可以在隧道内自由行驶。



穿黄隧洞工程示意图

