

鹊山水库输水穿黄工程主要工程地质问题 及其沉井和顶管施工技术措施

张兴鹏, 黄曰祥

(山东黄河勘测设计研究院, 山东 济南 250033)

关键词: 输水管道; 穿黄工程; 工程地质; 沉井; 顶管

中图分类号: P642

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2001)07-0132-01

济南市鹊山水库输水穿黄工程位于济南市泺口上游约6 km处, 是鹊山引黄供水调蓄水库工程的重要组成部分。工程主要由工作井、接收井及输水穿黄管线组成, 工作井、接收井均采用沉井施工工艺, 输水穿黄管线采用顶管施工工艺, 穿黄管道为内径1.8 m、壁厚20 mm的直缝焊接钢管, 顶管长度为1115 m。这是目前国内穿越黄河最长的地下管道不开槽施工工艺, 是黄河流域第一项大口径、超长距离超深顶管工程。

按工程施工要求, 采用顶进法敷设地下管道, 需要有相对稳定的地质构造, 并能适应黄河防洪特点与防洪要求。根据本工程地质勘察报告, 黄河历史最大冲刷深度大致在7.55 m高程, 其下为地质构造较为稳定的第四系上更新统河流冲积层(alQ₃)壤土层。为避免与河道行洪的相互影响, 输水管道在该壤土层土内顶进敷设, 坡度为0.3%。工作井处管道中心高程4.50 m, 接收井处管道中心高程7.83 m。

1 主要工程地质问题

1.1 工作井和接收井的工程地质问题

经勘探揭露, 工作井和接收井地层上部为第四系全新统的河流冲积层(alQ₄), 下部为第四系上更新统河流冲积层(alQ₃)。下部各土层均含大小不等的钙质结核。经计算, 工作井施工下沉对周围影响距离为60 m, 接收井约为40 m。两井各距黄河大堤淤背区约10 m, 施工时很容易影响淤背区, 同时淤背区对工作井场区地下土应力分布也会产生影响。此外接收井第⑧层粘土厚度较大(深度6.4~8.3 m)及呈硬塑状, 具有较高的物理力学性质, 对施工的影响较大。场区地下水埋藏浅, 地下水位下存在第⑩层粉细砂,

在施工时易发生流砂现象, 同时第⑫层砾砂、第⑬层壤土中钙质结核的存在都会对施工产生较大影响。

1.2 输水穿黄管线的工程地质问题

穿黄管线处地层岩性为典型的黄河冲积地层, 具结构复杂、相变大的特点。在勘探深度内揭露地层为Q₄和Q₃, Q₄在横向上变化大, 分为北岸的决口口门沉积、大堤内的河床沉积和南岸的一般冲积沉积地层, Q₃相对比较稳定。

过黄处河道主流线从上游王家窑险工SE指向老徐庄闸附近, 再转向NE指向大王庙附近。平面上主流线位置与钻孔揭露河床层最大埋深位置一致。过黄处Q₃含有较多钙质结核, 其中第⑤层分布不均, 不成层分布, 粒径一般3~5 cm, 最大7 cm, 含量一般5%~10%, 最多达20%。设计穿黄管道所处地层为第⑤层含钙质结核壤土或粘土及中粗砂夹层, 呈硬塑~坚硬或密实状态, 具有较高的物理力学性质。钙质结核及中粗砂层的存在增大了施工难度。

2 施工技术措施

工作井在施工过程中采用水力机械和机械挖掘2种取土方法, 由于工作井位于黄河大堤淤背堤坡脚下, 离边坡仅10 m左右, 为确保工作井下沉不影响淤背安全, 在下沉过程中采用井壁外注浆助流技术, 在阻止地面塌方及控制工作井偏差方面取得良好效果, 使沉井施工较顺利完成。

在接收井施工过程中, 当接收井下沉到距标高还有4.5 m时, 由于第⑩层粉细砂的影响, 造成砂涌入井内, 井外土体塌方, 下沉效果极差; 另外由于井内第⑧层粘土厚度较大(深度6.4~8.3 m)及呈硬塑状, 该层无法用高压水打碎。(下转第147页)

作者简介: 张兴鹏(1969—), 男, 山东济南人, 工程师, 主要从事地质勘察工作。

表3 每千米水准测量偶然中误差分析比较

点名	测段长 /km	拟合高差 (返测)/m	水准高差 (往测)/m	不符值 /mm	点名	测段长 /km	拟合高差 (返测)/m	水准高差 (往测)/m	不符值 /mm
I 徐柳5	5.31	-2.364	-2.348	+16	F15	0.86	-2.308	-2.313	-5
D1	1.57	+0.147	+0.142	-5	F11	0.61	+3.155	+3.151	-4
D2	1.63	-0.697	-0.702	-5	F1	1.03	-2.649	-2.645	+4
D3	1.54	+0.524	+0.514	-10	F14	0.89	+0.270	+0.275	+5
F5	1.23	-2.393	-2.376	+17	F12	1.83	+3.097	+3.113	+16
F6	1.47	+1.502	+1.510	+8	F16	2.17	-4.370	-4.384	-14
F8	1.78	-1.369	-1.394	-25	F20	1.32	+3.153	+3.149	-4
F19	1.63	+3.064	+3.072	+8	F17	0.98	-3.122	-3.130	-8
D7	0.90	-0.581	-0.595	-14	D6	5.67	+0.638	+0.656	+18
D8	0.74	+0.127	+0.129	+2	II 徐宿5				
					Σ	33.16			0

注:表中测段长为几何水准测量的长度。

的未知点高程能够满足四等水准的精度。

由以上分析可知,在解台二站工程中 GPS 的曲面拟合高程精度完全达到了四等水准测量的精度要求,可作为高程控制网使用。

4 结 语

由于采集的数据量有限,故只能根据现有的数据和成果进行分析,提出以下建议:

a. 实践证明,在地势平缓、经纬度相差较小的小型水利水电工程区,在保证观测质量的情况下,同时联测多于4个三等以上等级水准点时采用GPS高

程曲面拟合法可以代替四等几何水准。

b. 已知高等级水准点在GPS网中的位置很重要,距离工程区越近,则通过已知点拟合的似大地水准面越接近工程区似大地水准面的现状,从而提高各待定点的拟合高程精度。

c. 在高差较大的工程区应考虑因地形引起的高程异常改正;在大面积的工程区或高等级水准点较远时应通过其它途径在测区内加密等级水准点或将等级水准点引测至测区,并尽量使点位均匀分布整个测区,以保证拟合的似大地水准面具有代表性。

(收稿日期:2001-08-22 编辑:马敏峰)

(上接第132页)只能由潜水员水下人工清理;由于第⑬层壤土含钙质结核较多,水下空气吸泥无法带出钙质结核,也只能由潜水员水下人工清理,工作效率不高。后经分析,我们采取了以下有效措施:①在井外四周压入减阻泥浆,减小下沉阻力;②在井顶压重1500kN,增加下沉系数,使刃脚插入土体内,再清除锅底到刃脚土体,再抽水,经过三次重复,才使接收井下沉到设计高程,保证了顶管工程正常进行。

钢管顶进是工程的主体,根据设计,从黄河南岸工作井向北岸接收井顶进,管顶覆土厚度23m左右;沿管线主要为第⑤层含钙质结核壤土或粘土及中粗砂夹层,且含有大量钙质结核。施工中,根据实际工程地质情况,为使土中的大多数钙质结核能由水力机械吸管中吸走,将水力机械吸管从通常的75mm改为100mm,结果60%以上的钙质结核都能由水力机械排除。钢管顶进700m以后,由于水力机械出泥量达到了极限,我们又使用了第二套水力机械,排成串联,并使用180kW高压泵与65kW增压泵串联供水,解决了管内出土问题。

在以往长距离顶管工程中,中继环布置一般按粘性土5~8kN/m²,砂性土10~12kN/m²考虑其摩

阻力。但本次施工中,从开始到顶进1000m,顶进速度正常,平均每天顶进10m左右,但整个管段总顶力9000kN左右,在顶进1000m以后,正面进入第⑤层中粗砂夹层,正面阻力明显增加,整个管段总顶力1300MN左右,顶进速度由原来每天顶进10m减少到每天5m左右,砂层中摩阻力达到10kN/m²。在使用中继环时,顶力越大,管段压缩量也越大,而有效顶进长度则越短,所以在钢管顶进时,中继环的顶力必须按不超过管段的压缩量加以控制。

3 结 语

针对鹊山水库输水穿黄工程中存在的主要工程地质问题,我们在施工过程中采取了积极有效的措施,目前该工程已成功实施,并已投入运行。运行情况表明,该工程达到了预期目标,取得了显著的经济效益和社会效益。

(收稿日期:2001-08-10 编辑:马敏峰)

