

新疆博乐市某渠道工程主要地质问题

马龙

新疆水利水电勘测设计研究院地质勘察研究所 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：博乐市库斯托汗水源工程引水干渠段沿线地形起伏，冲沟发育，地层岩性以冲洪积粉土质砾为主，粉土质砾地层具有冻胀、高含盐、腐蚀性等工程地质问题，本文重点对渠道工程中存在的主要工程地质问题进行分析研究，为渠道设计提出合理意见建议。

关键词：渠道；工程地质问题；冻胀性；腐蚀性

1、地质概况

引水渠道沿博尔塔拉河右侧倾斜平原布置，属冲、洪积倾斜平原地貌，总体地势西高东低，南高北低，地面高程620 ~ 700m。引水渠道线路沿线冲沟较发育，共发育大小冲沟五十余条，其中规模较大（流量大于3m³/s）的冲沟发育10条。冲沟大多与管线近直交，延伸长数公里至十多公里不等，切割深度一般1 ~ 2m，个别深3m，多呈宽浅“U”型谷，沟口宽一般5 ~ 12m，底宽一般2 ~ 10m，沟底多为洪积物覆盖。



图1 引水渠道地形地貌略图

渠道沿线分布有二叠系、古~新近系和第四系。下二叠统(P1w)主要分布在入库段桩号8+092 ~ 8+721m，出露地层岩性主要为下二叠统乌郎群熔结凝灰岩，红褐色，块状构造，强熔结凝灰岩结构，属较软岩。古~新近系(E3-N)cha，主要于桩号6+573 ~ 8+089m段冲沟底部出露，探坑2 ~ 5m深度均有揭露，岩性为土黄色、桔黄色砂质泥岩、泥岩，中~厚层状，产状70 ~ 80° NW ∠ 5 ~ 10°，库区内钻孔揭露厚度大于50m。第四系上更新统~全新统冲洪积层(Q3-4alp)为渠道沿线主要地层，岩性主要为粉土质砾，灰色、灰褐色，结构密实，厚度一般大于5m。

引水渠道沿线地下水主要为基岩裂隙水及覆盖层孔隙潜水，受大气降水和冰雪融水的补给，向博尔塔拉河排泄。沿线基岩裂隙水贫乏，水位与河水位接近，埋深一般大于30m，远低于渠道设计底板高程。区内未发现泉水出露，较

大冲沟雨季有暂时性洪流通过。

2、引水渠道主要工程地质问题及处理建议

2.1 渠基土冻胀问题及处理建议

对渠道沿线地层进行探坑取样，颗分试验结果见下表1。

引水渠道基础粗粒土颗粒分析试验成果表 表1

试样编号	粒径组成 (mm)								土类名称	
	>60	60~20	20~5	5~2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005		<0.005
	含量 (%)									
Q1K1	0.4	10.5	33.0	15.7	12.1	4.8	6.7	13.2	3.6	粉土质砾
QTK4	0.0	6.9	31.3	13.2	15.3	4.5	4.3	15.3	4.2	粉土质砾
Q1K7	3.6	11.6	34.1	16.4	13.8	4.3	4.1	8.8	3.3	含细粒土砾
QTK10	1.5	7.9	33.0	17.9	15.1	4.5	4.2	12.0	3.9	粉土质砾
Q1K13	1.7	12.2	33.7	16.3	12.4	3.6	4.1	13.1	2.9	粉土质砾
QTK16	5.5	8.3	37.0	16.2	10.7	3.6	3.5	12.7	2.5	粉土质砾
QTK19	2.9	11.2	34.4	18.6	12.5	4.4	4.7	8.5	2.8	含细粒土砾
Q1K22	2.0	8.6	25.6	11.1	10.6	4.2	7.1	23.7	7.1	粉土质砾
QTK25	2.5	16.5	27.1	8.4	6.0	2.6	8.1	21.1	7.7	粉土质砾
Q1K26	0.6	13.2	31.5	10.6	7.5	3.3	10.2	16.9	6.2	粉土质砾
QTK31	0.3	8.3	35.2	19.8	12.4	3.3	2.9	15.9	1.9	粉土质砾
统计组数	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
平均值	1.9	10.5	32.4	15.4	11.7	3.9	5.4	14.7	4.2	

根据试验资料，渠道沿线分布的粉土质砾，粒径小于0.075mm的颗粒含量在10.4% ~ 31.4%之间，平均18.8%，大于10%，属于冻胀土。考虑到渠道防渗不可能滴水不漏，渠基土层渗透性差，当渠道防渗失效时，其含水量增加，在冬季可能产生冻胀，破坏渠道衬砌。因此，建议引水明渠段应考虑采取换填砂砾石等防冻胀处理措施。

2.2 渠基粉土质砾的腐蚀性问题的处理建议

本次勘察过程中，在渠道沿线5个探坑内共取24组样进行土壤化学简分析试验，试验成果见表2。

根据试验成果，渠基粉土质砾土层水溶盐含量一般为0.15 ~ 6.6%，其中易溶盐含量0.09 ~ 1.24%，平均值0.4%，中溶盐含量0.06 ~ 5.4%，平均值1.2%，硫酸钠(Na2SO4)含量均小于1%，不具盐胀性。

(1) 对混凝土结构腐蚀性评价

渠基粉土质砾硫酸根离子(SO42-)含量为251 ~ 6648mg/kg，镁离子(Mg2+)含量平均为0 ~ 379mg/kg。根据《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009版)，

渠线基础化学分析试验成果表 2

试样编号	阴离子				阳离子				溶解性总固	中氯盐(石膏)含量	Na ₂ SO ₄ 含量	pH	
	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
	mg/L												%
QTK1	0.3	0.089	0.050	0.243	0.231	0.082	0.000	0.970	0.165	0.5	0.6	0.03	8.11
QTK1	1.0	0.178	0.060	0.211	1.453	0.447	0.050	0.068	0.468	2.5	2.9	0.11	8.10
QTK1	2.0	0.089	0.000	0.212	2.668	0.925	0.088	0.908	0.594	4.5	13.5	0.08	8.10
QTK1	3.0	0.232	0.029	0.120	1.094	0.286	0.037	0.066	0.418	2.4	6.5	0.08	8.41
QTK1	5.0	0.089	0.000	0.182	1.784	0.433	0.025	0.066	0.725	3.2	20.5	0.21	8.11
QTK1	0.5	0.215	0.000	0.244	3.852	1.852	0.379	0.063	0.426	8.6	22.2	0.07	7.81
QTK7	1.0	0.224	0.000	0.243	5.975	2.668	0.252	0.011	0.493	10.0	53.5	0.11	7.97
QTK7	2.0	0.668	0.059	0.121	2.322	0.041	0.204	0.909	2.093	5.5	17.5	0.42	8.09
QTK7	7.0	1.669	0.119	0.260	1.901	0.667	0.060	0.012	2.474	5.3	6.9	0.53	9.54
QTK7	5.0	1.666	0.119	0.121	1.332	0.041	0.025	0.028	1.853	4.2	6.9	0.34	8.82
QTK13	0.5	0.234	0.000	0.240	2.328	0.652	0.087	0.045	0.025	3.5	6.6	0.12	7.98
QTK13	1.0	0.222	0.000	0.211	1.379	0.432	0.050	0.012	0.573	2.4	1.3	0.07	8.16
QTK13	2.0	0.234	0.000	0.211	4.828	1.971	0.177	0.069	0.128	4.1	39.0	0.05	7.84
QTK13	3.0	0.910	0.000	0.211	0.946	0.977	0.012	0.064	0.432	2.0	5.7	0.08	8.14
QTK13	5.0	0.231	0.059	0.150	0.542	0.061	0.012	0.042	0.536	1.7	1.5	0.15	8.06
QTK19	0.5	0.193	0.029	0.210	0.666	0.173	0.025	0.018	0.432	1.5	5.1	0.08	8.04
QTK19	1.0	0.235	0.000	0.241	1.896	0.327	0.125	0.024	0.836	3.4	6.7	0.15	8.27
QTK19	2.0	0.333	0.029	0.020	0.738	0.043	0.025	0.026	0.642	1.8	5.9	0.15	9.82
QTK19	3.0	0.178	0.119	0.260	0.397	0.041	0.000	0.972	0.593	1.5	4.2	0.05	9.06
QTK19	5.0	0.222	0.029	0.181	0.593	0.123	0.025	0.066	0.598	1.4	1.4	0.08	8.27
QTK25	0.5	0.089	0.000	0.242	1.885	0.535	0.075	0.067	0.487	2.5	1.0	0.13	8.73
QTK25	1.0	0.217	0.000	0.215	3.729	1.672	0.153	0.067	1.155	9.7	16.3	0.25	8.07
QTK25	2.0	1.638	0.000	0.215	2.105	0.745	0.182	0.066	0.752	4.5	4.4	0.02	8.14
QTK25	2.6	1.381	0.000	0.130	6.698	2.512	0.203	0.067	1.015	12.4	43.7	0.02	7.61
均值标准	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
平均值	0.404	0.027	0.184	2.300	0.637	0.087	0.020	0.737	4.335	11.590	0.141	8.542	
总均值	1.581	0.119	0.121	6.648	2.532	0.179	0.012	2.424	12.402	53.640	0.519	9.992	
最大值	0.689	0.060	0.060	0.251	0.641	0.060	0.063	0.138	0.820	0.580	0.200	7.812	

渠基土所属环境类别为Ⅱ类，按受气候影响的土腐蚀介质评价规定，评价结果见表3。

渠基粉土质砾对混凝土结构腐蚀性评价表 表 3

原试样等级	腐蚀介质	指标名称	试验名称	判定结果
		环境类别Ⅱ类		
弱-中	硫酸盐含量 SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	450~2250	251~664E	中~强腐蚀
		2250~4500	平均值 2300	
弱-中	氯盐含量 Cl ⁻ (mg/kg)	3000~4500	0~379	无腐蚀
弱-中		4500~6000	平均值 87	
弱-中		>6000		

由表可知：渠基细粒土中硫酸根离子(SO₄²⁻)对混凝土结构具中~强腐蚀性，以中等腐蚀性为主，镁离子(Mg²⁺)对混凝土结构无腐蚀性。设计须根据腐蚀性等级及建筑物结构，对直接与粉土质砾接触的建筑物采取防腐处理措施。

(2) 对钢筋混凝土中钢筋的腐蚀性评价

根据土化学成份分析成果，渠基细粒土氯离子(CL⁻)含量为 89 ~ 1581mg/kg，按《岩土工程勘察规范》GB50021 ~ 2001 (2009 版)，土对混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价规定，评价结果见表4。

由表可知：渠基细粒土氯离子(CL⁻)对混凝土结构中钢筋具弱~中等腐蚀性，以中等腐蚀为主。

渠基土对混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价表 表 4

腐蚀等级	原 试 样 指 标		试验指标(mg/kg)	判定结果
	土中的Cl ⁻ 含量(mg/kg)			
	< 20%	20%~50%	0~5.0	0~5.0
弱	400~730	230~500	89~1581	弱~中等腐蚀
中	750~1500	500~3000	平均值 404	
强	>1500	>3000	含Cl ⁻ 超深无明显的规律性	

(3) 对钢结构的腐蚀性评价

依据《岩土工程勘察规范》GB50021- 2001 (2009 版) 表 12.2.5 规定进行评价土对钢结构腐蚀性，粉土质砾 PH 为 7.2 ~ 8.6，电阻率大部分为 10 ~ 20Ω · m，仅局部为 30Ω · m 左右，说明该层土对钢结构以强腐蚀性为主，局部为中等腐蚀性。

综上所述，渠道沿线粉土质砾对混凝土结构具有中等~强腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋具弱~中等腐蚀性；对钢结构具有中等~强腐蚀性。

2.3 渠道沿线洪沟地质灾害问题

引水渠道线路沿线冲沟较发育，共发育大小冲沟五十余条，其中规模较大(流量大于 3m³/s)的冲沟发育 10 条。冲沟大多与管线近直交，沟底出露岩性为粉土质砾；暴雨时可能形成洪流，对渠道存在潜在威胁。冲沟特征见表 5。

工程区冲沟分布位置及主要特征统计表 表 5.1.4- 1

编号	沟长 (km)	位置	发育	发育处距大冲沟	平均洪深 (m)	与渠道关系	最大洪峰流量 (m ³ /s)	备注
66#冲沟	3.5	11	11	1~2	1.4	+	48.82	
71#冲沟	4.7	56	40	1~2	1.73	0	1~3.11	
27#冲沟	11	8	9	1~2	2.8	0	57.55	可能分布
35#冲沟	3.8	12	14	<1	9.2	0	6.83	冲洪筑桥
34#冲沟	3.1	7	8	<1	20.8	0	5.44	上真晒、桥
37#冲沟	8.7	8	9	<1	22.6	0	11.55	桥、上真晒
38#冲沟	8.6	4	5	<1	23.7	0	6.13	桥、上真晒
40#冲沟	8.5	5	6	1~2	23.8	0	17.89	
41#冲沟	8.1	7	9	<1	23.9	0	7.49	
44#冲沟	3.1	28	30	1~2	25.6	0	15.95	

建议加强渠道沿线冲沟的导、排洪措施，特别是规模较大冲沟中的排洪建筑物须满足排洪要求。

3、结语

博乐市库斯托汗水源工程引水干渠段沿线地形起伏，冲沟发育，应加强渠道沿线冲沟的导、排洪措施，特别是规模较大冲沟中的排洪建筑物须满足排洪要求；沿线粉土质砾地层具有冻胀性，应考虑采取换填砂砾石等防冻胀处理措施；粉土质砾地层具有高含盐和腐蚀性问题，应做好防腐处理措施。

参考文献

[1] 韦贞景. 桂中治旱乐滩水库引水灌区工程主要工程地质问题及处理建议 [J]. 广西水利水电, 2007(05):5- 7+17.

[2] 袁浩, 王雪雯. 南水北调中线渠道工程地质及固坡措施 [J]. 水利科学与工程, 2019(06):78- 80.