

塔城市某灌区引水渠道改造设计方案研究与分析

——渠道为梯形断面的应用与分析

张小梅

新疆塔城市水利局

DOI号: 10.18282/hwr.v1i2.766

[摘要] 某灌区渠道改造工程断面形式采用梯形断面,既有效地利用了原渠道工程量,又有效地保证了渠道工程质量。

[关键词] 渠道改造,梯形的断面方案,应用与分析

1 工程概况

塔城市隶属塔城地区,是塔城地委、行署所在地,辖4乡2镇3场,146个村,3个街道办事处,1个牧民社区,境内驻有新疆生产建设兵团农九师所属3个农牧团场。

恰合吉牧场为井渠混灌区,地表水源为锡伯图干渠,主要依靠锡伯图东四支渠引水。东四支为续灌渠道,全长10.00km,设计引水流量为 $1.0\text{m}^3/\text{s}$,加大流量 $1.25\text{m}^3/\text{s}$,控制灌溉面积1.67万亩。东四支控制灌溉面积覆盖本工程项目区,水量满足灌溉要求。

项目区恰合吉牧场是井渠混灌区,高效节水(滴灌)已基本覆盖,滴灌系统运行基本正常,但塔城市地下水严重超采,根据“三条红线——减少地下水开采,关闭停用部分农用机电井,有条件的片区地表水置换地下水”,塔城市锡伯图东四支运行多年,项目区现状主要依靠机电井灌溉,渠道废弃,渠底破损严重,急需改造。

2 基本资料

2.1 气象

锡伯图河流域属中温带大陆性干旱、半干旱气候区,山区根据卡琅古尔水文站的资料分析,多年平均气温 3.6°C ,极端最低气温 -40.5°C (1974年),极端最高气温 35.0°C (1989年),气温年较差和日较差都较大。实测年最大降水量 738.5mm (1993年),最小年降水量 264.2mm (1974年)。平原区根据塔城市气象站资料显示,多年平均气温 6.8°C ,多年平均年太阳辐射 136.7 千卡/ cm^2 ,年光合有效辐射 65.6 千卡/ cm^2 ,年日照时数 2950.4 小时,日照百分率 66% , $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温 2858.1°C ,持续日数 150.3 天,无霜冻日数 147 天。多年平均蒸发量为 1655.3mm ,多年平均年降水量 289.6mm ,一日最大降水量 56.9mm (1966年6月8日),实测最大冻土深 1.46m ,多年平均最大风速 17m/s 。

2.2 水文

锡伯图河渠首设计年径流量年内分配以实测系列典型年的分配为依据。根据年水量相近,灌溉期来水量偏少的选择原则,在实测系列中分别选取1985年、1987年和1986年为典型年,采用水量控制、同倍比缩放,得到不同保

证率 $P=25\%$ 、 $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ (丰水、平水、枯水和特枯水)的设计年径流量年内分配。锡伯图河渠首多年平均泥沙总量为 $0.86 \times 10^4\text{t}$ 。

2.3 工程地质条件

拟建工程处于中低山区、低山丘陵区、山前倾斜平原区。中低山区、低山丘陵区是地表水和地下水的形成区、转运区,山前倾斜平原区则是地下水的径流区、赋存区。山区地下水以基岩裂隙水为主,侧向补给河水,多以下降泉的形式出现;山前丘陵区、山前倾斜平原区地下水主要为第四系松散层孔隙型潜水,受大气降水及河流侧向补给。山区河段河水受降水和融水的补给,水量较丰;河流出口后进入山前洪积扇地段,河水大量补给地下水而形成潜流;山前倾斜平原区北部地下水位 $30 \sim 50\text{m}$,中部地下水位 $10 \sim 30\text{m}$,南部地下水位 $2 \sim 10\text{m}$ 。

本次实施的项目区位于冲洪积平原区,均为已实施的多年耕作的熟地。土壤质地以壤土为主,表层以粉质壤土为主。地层岩性为粉质壤土及壤土层,土层 $0.5 \sim 2.0\text{m}$ 含植物根系可见植物根孔。下部为砂卵石层,中密含泥量少,粒径一般在 $10 \sim 25\text{mm}$,最大 $35 \sim 60\text{mm}$,分选性好,主要成份为凝灰岩,其次为砂岩、石英岩、花岗岩等,磨圆度差。 $0.5 \sim 2.5\text{m}$,粉质壤土及壤土层的物理力学指标为曲率系数(Cc)为 1.03 ;不均匀系数(Cu)为 25.8 ;湿密度为 $1.74\text{g}/\text{cm}^3$;含水量为 15.3% ;干密度为 $1.53\text{g}/\text{cm}^3$;比重 2.71 。建议临时开挖边坡 $1:0.3 \sim 1:0.5$ 。

建筑物基础为低液限粘土中,土中粒径小于 0.075mm 的土粒含量按重量比大于 10.0% ,为冻胀性土,设计时应考虑抗冻胀设计。

3 工程设计

3.1 工程总体布置

项目区为运行多年的灌区,且根据实地踏勘情况,渠线基本顺直合理,尊重民意,尽量不占用基本农田,渠线、机耕道路及条田林带等维持现状,不做工程布置调整,对原渠道进行恢复改造。

恰合吉牧场地下水滴灌改造为地表水滴灌 5600 亩,

锡伯图四支渠渠底损害严重, 本次维修锡伯图四支渠 10km(6km 底部维修), 新建沉淀池 4 座, 引水渠道(沉淀池引水渠) 4 条, 长度 1100m; 工程建设规模属小(1)型工程。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001), 工程区地震动峰值加速度 0.05g, 地震基本烈度 VI 度。

3.2 渠道工程

3.2.1 渠道防渗形式

根据《渠道防渗工程技术规范》SL18—2004 中表 7.4.2 的规定, 本次设计渠道采用 8cm 厚 C25F200 现浇砼板防渗。

3.2.2 渠道流量确定

锡伯图灌区东四支渠控制灌溉面积 1.67×10^4 亩; 设计流量 Q 设灌 $Q=1\text{m}^3/\text{s}$, 加大流量 Q 加 $=1.25Q$ 设 $=14.38\text{m}^3/\text{s}$ 。

3.2.3 渠道水力计算

渠道的水力计算采用明渠均匀流公式中:

$$Q=AC\sqrt{Ri}$$

式中: Q —渠道设计流量, m^3/s ;

A —过水断面面积, m^2 ;

C —谢才系数;

R —水力半径, m ;

i —渠道底坡。

渠道超高计算根据《灌溉与排水工程设计规范》要求: 渠道衬砌超高值可采用 0.3~0.8m, 5 级渠道可适当减小, 但不应小于 0.1m。

本次设计, 采用计算公式 $F_b=1/4h_b+0.2$;

式中: F_b —渠道超高, m ;

h_b —渠道通过加大流量时的水深, m 。

3.2.4 渠道抗冻胀设计

根据地质条件渠基土为冻胀性土, 本次设计进行抗冻胀计算。

依据《水工建筑物抗冰冻设计规范》GB/T50662-2011 及《渠系工程抗冻胀设计规范》SL23-2006 要求, 分别选取渠道的阴面、阳面和底面为计算点, 计算各点设计冻深:

$$Z_d = \psi_d \psi_\omega Z_m$$

$$\psi_d = a + (1-a) \psi_i$$

$$\psi_\omega = \frac{1 + \beta e^{-z_{\omega 0}}}{1 + \beta e^{-z_{\omega i}}}$$

式中: Z_d —渠系工程的设计冻深, (cm);

Z_m —历年最大冻深, 154(cm)

ψ_d —考虑日照及遮荫程度的修正系数; 由规范 3.1.4 条确定。

ψ_ω —地下水影响系数; 由规范 3.1.5 条确定。

ψ_i —典型断面某部位 i 的日照及遮荫程度修正系数。阴、阳面中部的 ψ_i 值可由规范图 3.1.4-1 查得 1.05, 底面中部的 ψ_i 值可由规范 3.1.4-2 查得 1.05。

a —系数, 根据建筑物所在的气候区查表。见表见规范

3.1.4:

β —系数, 可按表 3.1.5 取值;

$Z_{\omega 0}$ —邻近气象台站的冻前地下水深度;

e —系数;

$Z_{\omega i}$ —计算点冻前地下水深度;

根据地下水埋深, 以及曲线走向, 进行抗冻胀计算, 分别计算渠道阴面、阳面和底部:

$$\psi_{d\text{阴}}=1.13;$$

$$\psi_{d\text{阳}}=0.94;$$

$$\psi_{d\text{底}}=1.04;$$

$$\psi_\omega = \frac{1+0.79 \cdot 2.72^{-0.3}}{1+0.79 \cdot 2.72^{-3}} = 1;$$

故: $Z_{d\text{阴}}=1.13 \cdot 1 \cdot 154=174.02\text{cm}$

$$Z_{d\text{阳}}=0.94 \cdot 154=144.76\text{cm}$$

$$Z_{d\text{底}}=1.05 \cdot 154=161.70\text{cm}$$

渠道基础设计冻深:

$$Z_f = Z_d - 0.35 \cdot \delta_0 - 1.6 \cdot \delta_w$$

$$= 171.22\text{cm}$$

渠道基础下的冻胀量:

$$h_f = h Z_f / Z_d = 2.35\text{cm}$$

由于 $2\text{cm} < h_f < 5\text{cm}$, 故渠基土的冻胀级别为 II 级, 根据《渠系工程抗冻胀设计规范》SL23—2006 中 4.2.3 条, 梯形混凝土衬砌渠道的允许冻胀量为 0.51cm。而渠道冻胀量 h_f , $1 < h_f = 2.35$, 需要对渠道渠基冻胀土进行置换设计;

$$\text{置换深度 } Z_e = \varepsilon Z_d - \delta_0$$

式中: Z_e —置换深度, (cm);

Z_d —设计冻深, (cm);

ε —置换比(%); 结合当地经验参照规范 5.1.5 选取;

δ_0 —衬砌板厚度。

3.2.5 渠道横断面结构设计

①锡伯图东四支渠

锡伯图东四支渠原设计, 渠道采用砼预制板防渗, 渠底宽度 0.56m, 渠深 0.8~1.0m, 内边坡 1:1.5, 外边坡为 1:2, 渠顶设 50cm × 40cm × 6cm 的 C₂₀F₂₀₀W₄ 砼预制板, 砼标号采用 C20F200。为了防止冻胀, 预制板下设 40cm 垫层。沿渠两侧有 1.5m 宽的 20cm 厚砂砾石机耕道, 满足施工运输要求。

锡伯图东四支渠改造后, 断面结构不变, 只改造 6km 底板。底板采用宽 0.56m, 厚 8cm 厚现浇砼板, 砼标号采用 C25F200。底板每隔 2.5m 设一条横缝, 缝宽 2cm, 分缝表层 2cm 采用聚氨酯填缝, 底部采用苯板填缝。

②沉淀池引水渠

恰合吉牧场沉淀池引水渠渠道横断面均为梯形, 设计流量 0.15m³/s。

设计流量 0.15m³/s 的沉淀池引水渠, 底宽均为 0.4m, 渠深 0.5m, 设计内边坡均为 1:1.5, 渠道底板和边板采用 8cm 厚 C25F200 现浇砼衬砌。底板和边板下部铺设 30cm

引言

厚的砂砾石垫层,设计指标 $Dr \geq 0.75$,含泥量 $\leq 10\%$ 。封顶板采用 8cm 厚, C25F200 现浇砼板,宽 30cm,两岸渠顶宽 1.0m,外边坡 1:2.0。渠道每隔 2.5m 设一条横缝,缝宽 2cm,分缝表层 2cm 采用聚氨酯砂浆填缝,底部采用高密苯板填缝。

4 渠道工程设计方案的分析

4.1 所选干渠渠线既可缩短工期,又减少工程投资

本次支渠选线如果选新建复线,虽然施工期不受渠道灌溉的影响,施工强度小,施工工艺简单。但开挖方量大,投资高。另一方面本灌区经过多年的运行,渠床已处于稳定状态,渠道两侧灌区、下级渠道及渠道两岸的路林都已基本固定成型,如较大幅度调整纵坡,将引起逐级渠道及两

侧灌区的变动。因此,如果沿用老渠线施工期可以抢在休灌期,施工期短,施工强度较大。但开挖方量较小,投资较小。

4.2 充分利用原渠线断面,有力保证了工程质量本次支渠断面设计若以现浇砼板作为防渗材料,施工工艺简单,整体性好;投资较低;工程质量较好。

参考文献:

- [1]《节水灌溉技术规范》SL207—98;
- [2]《节水灌溉工程实用手册》SL236-1999;
- [3]《塔城市某灌区引水渠道改造项目实施方案》