

柴达木盆地德令哈灌区典型地块小麦灌溉用水量监测试验与分析

宋润峰, 韩启霞 (青海省水文水资源勘测局德令哈分局, 青海德令哈 810007)

摘要 柴达木盆地幅员辽阔, 矿产资源丰富, 但水资源匮乏是其经济发展的“瓶颈”之一。2014年柴达木盆地用水总量为9.88亿 m^3 , 其中农业用水量占85.6%, 节约用水潜力较大。根据柴达木盆地德令哈灌区典型地块小麦灌溉用水量的监测试验, 发现小麦种植灌溉用水量远低于该地区相关统计数据, 渠道渗漏和管理粗放是传统小麦种植用水效率较低的主要原因, 可以考虑通过提高渠道衬砌率和强化灌溉管理等方式来提高用水效率。

关键词 柴达木盆地; 德令哈灌区; 灌溉用水量监测试验; 节约用水

中图分类号 S274 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)23-0206-03

Test and Analysis on Wheat Irrigation Water Monitoring of Typical Plot in Delingha Irrigation Area of Qaidam Basin

SONG Run-feng, HAN Qi-xia (Delingha sub-bureau of Qinghai Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Delingha, Qinghai 810007)

Abstract Qaidam Basin has a vast territory and rich in mineral resources, but water shortage is one of the "bottlenecks" of economic development. In 2014, the total water consumption in Qaidam Basin was 988 million m^3 , the agricultural water consumption was 85.6% and the water conservation was potential. According to the monitoring test of wheat irrigation water consumption in the typical land area of the typical land in the Delingha irrigation area in Qaidam Basin. It was found that the water consumption of wheat cultivation was much less than the statistical data was calculated. The main reasons for the low efficiency of traditional wheat cultivation were the canal seepage and extensive management, which can be considered to improve the efficiency of water use by improving the channel lining rate and strengthening irrigation management.

Key words Qaidam basin; Delingha irrigation area; Irrigation water consumption monitoring test; Water saving

柴达木盆地地域辽阔, 面积约为26万 km^2 , 因丰富的盐湖资源而出名, 氯化钾、氯化镁、氯化锂等储量占全国已探明储量的90%以上, 还有石油、煤, 以及多种金属矿藏, 如冷湖的石油、鱼卡的煤、锡铁山的铅锌矿等都很有名, 所以素有“聚宝盆”的美称。盆地内雨量稀少, 太阳辐射强烈, 气候干旱, 气温较低, 多风沙, 在这种气候条件下, 其自然植被以草甸植被为主, 其次为荒漠植被, 植物生长稀疏, 覆盖度低, 土壤风蚀、沙化侵蚀严重。

柴达木盆地属于资源性缺水较为严重的地区, 单位面积水资源量只占全青海省平均水平的23%左右。尽管多年平均地表水资源量44.1亿 m^3 ^[1], 但集流少、可利用量低, 且水资源区域分布与工农业生产布局不匹配, 经济开发区水资源匮乏, 影响了主体资源的开发利用, 成为柴达木盆地经济发展的“瓶颈”之一。2014年柴达木盆地用水总量为9.46亿 m^3 , 其中农林牧渔用水量为8.10亿 m^3 , 占用水总量的85.60%, 每公顷用水量高达17160 m^3 ^[2], 可见农业用水比重大、效率低, 节约用水潜力巨大。

德令哈灌区灌溉面积4327 hm^2 , 灌区干渠总长33.10 km , 其中土渠为18.33 km , 未衬砌渠段大部分已形成自然冲沟, 渠系严重老化失修; 分干渠总长18.90 km , 全部为衬砌渠道, 经多年运行, 现大部分渠段已老化失修; 南干渠总长6.00 km , 经多年运行, 渠道已老化失修; 支渠共有56条, 总长213.22 km , 多数为衬砌渠道, 灌区管理模式落后, 农田灌溉水有效利用系数较低。

该研究选取德令哈灌区典型地块(种植小麦)进行灌溉用水量试验, 旨在通过对正常水肥供应下引退水量和土壤含水量等相关因子的监测试验, 严格控制灌溉次数及用水量,

获得没有输水渗漏等理想状况下的实际灌溉用水量, 分析传统灌溉毛用水量偏高的原因, 并提出节约用水建议方案, 为推广农业节水技术和使用节水设备提供基础依据, 对缓解柴达木盆地水资源开发利用压力、优化工农业用水结构、有效提高水资源的利用效率和效益、改善生态环境、促进传统农业向现代农业转变有重要意义。

1 技术与方法

选取便于测量的德令哈灌区典型地块进行灌溉用水监测试验, 通过直接测验典型地块斗渠的引水量、退水量和土壤含水量, 计算得到较为准确的小麦种植灌溉用水量, 分析传统灌溉用水效率较低的原因。

1.1 主要仪器 LS10型流速仪: 型号为740057, 计算公式为 $V=0.0958n+0.0441$, 流速使用范围0.10~4.00 m/s 。TDR3000土壤水分速测仪: 采用时域反射原理测量百分比体积含水量, 分辨率1.0%, 精度 $\pm 3.0\%$, 范围0%~饱和。

1.2 典型地块及监测断面选择

1.2.1 选取原则。①监测渠段顺直、稳定, 形状尽量对称。②水流平稳集中, 且无岔流、分流、壅水、回水等现象。③顺直渠段具有足够长度, 渠段床质坚固、平滑、稳定。④交通便利, 便于测验, 通视条件好。

1.2.2 典型地块和监测断面。通过实地查勘, 按照上述原则在德令哈灌区选取方便开展试验的3.37 hm^2 土地作为典型地块, 上层土壤为黏土, 下层为沙粒, 种植作物全部为小麦。在地块渠道布设进水口、退水口监测断面各1处, 用于引退水量监测。为了减少水流对监测精度的影响, 断面设在水流平稳处。

1.3 主要监测指标

1.3.1 引退水量。德令哈灌区典型地块的引退水量均采用实测流量过程线法推求, 流量测验采用悬杆流速仪法, 布设4条测深垂线, 2条测速垂线, 测速历时不少于100 s 。垂线的

流速测点布置位置采用相对水深 $0.6^{[3-4]}$, 岸边流速系数采用 $0.8^{[3]}$; 水道断面测深垂线的布设及单次流量测验允许误差均按照《河流流量测验规范》有关规定进行控制。

监测采取委托观测来水时间和专业人员巡测流量的方式。在灌溉前, 测量人员需提前到达测流断面, 完成测流准备工作, 根据该灌区农户往年灌溉经验, 按照实际引退水情况做好布设流量测次工作, 以满足控制引退水口流量变化过程为原则。在监测过程中, 对典型地块退水断面实行专人驻守, 保证了退水水量无漏测。

德令哈灌区典型地块引退水监测断面水文监测实施方案如下: 无论进水口或退水口, 断面形状均为梯形, 断面顶部宽度均为 0.88 m , 监测方式为巡测, 监测频次根据流量变化过程进行布置, 测流方式采用流速仪法, 垂线布设 2 条, 测流历时 $\geq 100\text{ s}$, 测深为悬杆。

灌区引退水量计算方法如下:

$$W_{\text{总引}} = 1/2 \{ t_0 Q_0 + t_1 (Q_0 + Q_1) + t_2 (Q_1 + Q_2) + \dots + t_n Q_n \} \quad (1)$$

式(1)中, $W_{\text{总引}}$ 为灌区总引水量 (m^3 或 万 m^3); t_n 为灌区各个不同时段 (s); Q_n 为灌区相应时间的瞬时流量值 (m^3/s)。

$$W_{\text{总退}} = 1/2 \{ t_0 Q_0 + t_1 (Q_0 + Q_1) + t_2 (Q_1 + Q_2) + \dots + t_n Q_n \} \quad (2)$$

式(2)中, $W_{\text{总退}}$ 为灌区总退(排)水量 (m^3 或 万 m^3); t_n 为各个不同时段 (s); Q_n 为相应时间的瞬时流量值 (m^3/s)。

1.3.2 土壤含水量。按照《土壤墒情监测规范》相关要求^[5], 采用 TDR3000 土壤水分速测仪在固定测点进行土壤含水量数据采集, 采集采用 1 m^2 的面积上等距布设 4 个测点, 每个测点分别在 $10、30、50、70\text{ cm}$ 的位置上测取土壤湿度, 通过平均计算, 取得土壤不同层面的土壤湿度。监测方法和监测仪器应保持相对的稳定, 并及时对监测数据进行检查分析, 保证监测数据的科学合理、真实可靠。为了监测资料具有代表性, 监测点位于典型地块中心, 地理位置 $97^{\circ}48'20''\text{ E}, 36^{\circ}02'46''\text{ N}$ 。

1.4 监测时段 2014 年全年灌溉期监测, 共灌溉 7 次, 时间分别为 5 月 23 日、6 月 5 日、6 月 24 日、7 月 11 日、8 月 14 日、11 月 2 日、11 月 3 日。其中 5~8 月的 5 次灌溉, 主要是根据土壤含水量监测, 以及降雨、气温等气象因素决定是否灌水, 以保障小麦正常生长发育所必需的水分。11 月的 2 次灌溉为冬灌, 主要作用有: 一是储水蓄墒。冬灌后, 水分会以结晶状态存在于土壤中, 不会因重力等因素淋失掉, 且溶于土壤溶液中的矿质营养也不会淋溶损失, 可以较好地保存于土壤中, 因而起到储水蓄墒的功能。二是预防春旱。德令哈冬季较长, 降水少, 春季也有较长时间的普遍干旱, 巴音河春季水量小, 冬灌既能充分利用水资源, 又能给春耕小麦种子萌发提供充足的水分。三是改善土壤结构。经过上一年的土壤耕种后, 会使土壤板结, 耕作层坚硬, 块状结构增多; 冬灌后由于土壤昼夜冻融交替的作用, 会使土壤结构团粒化, 使第 2 年种植小麦的土壤根际环境得到改善。根据当地农民长期耕种总结的“夜冻日消, 冬灌正好”经验, 11 月初进行

冬灌最合适。每次灌溉起止时间详见表 1。

表 1 德令哈灌区典型地块灌溉时间统计

Table 1 The irrigation time statistics of typical block in Delingha irrigation area

序号 Serial No.	日期 Data	灌溉时间 Irrigation time	
		起时 Starting time	止时 Termination time
1	05-23	06:45	14:25
2	06-05	14:25	13:12
3	06-24	08:45	14:24
4	07-11	07:24	12:42
5	08-14	08:45	15:36
6	11-02	08:46	17:30
7	11-03	09:00	14:30

2 用水量监测试验

2.1 引水量监测 在灌区典型地块引退水量实际监测中, 根据高、中、低各级水位的水流特性、断面控制情况和测验精度要求来确定测次, 使之合理分布于各级流量变化的转折点处, 便于掌握整个灌溉时段的水量变化, 以加大水量计算的精度。

按照水文测验规范要求, 分别在进水口和出水口布设了流量监测点, 由于 7 次灌溉均无退水, 流量监测主要集中在进水口, 在整个灌溉期间, 共测流 35 次。单次测流按照流量测验规范要求, 测流垂线布设 2 条, 测点历时大于 100 s , 岸边系数为 0.8 。典型地块各监测断面引退水流量过程线见图 1。

经试验, 典型地块一次灌溉时间需 $5\sim 6\text{ h}$ 。灌溉开始开闸放水至水量平稳、灌溉结束至流量为零整个周期需 $3\sim 5\text{ min}$, 因此, 流量测次需布置 $6\sim 10$ 次, 一般在水流经过基本断面水量平稳后, 开始第 1 次测流, 之后每隔 1 h 测流 1 次。为了使监测到的水量更加准确, 可在灌溉过程中渠道水量有显著变化时增加测次, 最多一次灌溉测流次数可达 10 次, 基本控制了渠道过水量的变化过程, 取保每次引水量计算的准确性。

2.2 退水量监测 试验得出, 全年 7 次灌溉均未有退水现象。

2.3 土壤含水量监测 通过对监测资料进行统计分析, 典型地块的土壤含水量监测结果如下: 10 cm 土壤含水量在 $16.4\% \sim 29.7\%$; 30 cm 土壤含水量在 $20.6\% \sim 34.1\%$; 50 cm 土壤含水量在 $26.7\% \sim 36.7\%$; 70 cm 土壤含水量在 $24.2\% \sim 38.9\%$ 。

2.4 丰平枯水年判定 按照有关技术规定, 该试验根据德令哈灌区水源巴音河德令哈(三)水文站的径流量模比系数来确定 2014 年德令哈地区的丰平枯特征。径流量接近历年最大值的年份为丰水年, 径流量接近多年平均值的年份为平水年, 径流量接近历年最小值的年份为枯水年。

模比系数 (K_p) = 某一年径流量 / 多年平均径流量; 划分标准为: $K_p \geq 1.20$ 为丰水年, $1.10 \leq K_p \leq 1.20$ 为偏丰水年, $0.90 \leq K_p \leq 1.10$ 为平水年, $0.80 \leq K_p \leq 0.90$ 为偏枯水年, $K_p < 0.80$ 为枯水年。

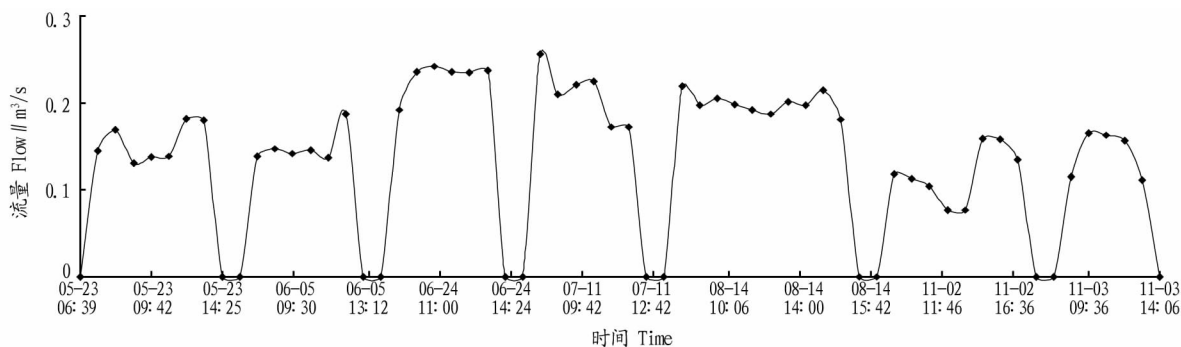


图1 德令哈灌区典型地块引水监测断面(DLH-JS)流量过程线

Fig 1 The flow chart of the flow monitoring section (DLH-JS) of typical block in Delingha irrigation area

德令哈(三)水文站多年平均径流量为 $3.316 \times 10^8 \text{ m}^3$, 2014年径流量为 $2.899 \times 10^8 \text{ m}^3$, 径流模比系数 K_p 为 0.874。因此,确定德令哈(三)水文站 2014 年为偏枯水年。

2.5 用水量与小麦产量 通过对德令哈农场灌区典型地块 5月23日至11月3日监测资料分析计算,得出典型地块引水总量为 $2.704 \times 10^4 \text{ m}^3$, 退水总量为 0, 实际用水总量 $2.704 \times 10^4 \text{ m}^3$, 共收获小麦 20 730 kg。典型地块用水量监测统计见表 2。

表2 德令哈灌区典型地块用水量监测统计

Table 2 Monitoring and statistics of water consumption of typical block in Delingha irrigation area

序号 Serial No.	日期 Data	引水量 Water diversion volume// m^3	退水量 Drainage water volume m^3	用水量 Water consumption m^3
1	05-23	4 150	0	4 150
2	06-05	3 020	0	3 020
3	06-24	4 580	0	4 580
4	07-11	4 060	0	4 060
5	08-14	4 840	0	4 840
6	11-03	6 394	0	6 394
合计 Total		27 044	0	27 044

3 结论与建议

3.1 结论 通过灌溉用水量监测试验,德令哈农场灌区 3.37 hm^2 典型地块 2014 年共灌水 7 次,其中 5 次为小麦生长期灌溉,2 次为小麦收获后冬灌;用水总量为 $2.704 \times 10^4 \text{ m}^3$, 单位面积用水量为 $8 025 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 远低于青海水资源公报统计的海西州 $17 160 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ [2] 的毛灌溉用水量;共收获小麦 20 730 kg, 产量为 $6 151 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 高于海西州 2014 年国民经济和社会发展统计公报公布的 $5 220 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的产量 [6]。

该试验典型地块的单位面积用水量远低于海西州相关调查统计数据,小麦产量较海西州平均水平略高,分析主要原因有以下几点:①海西州大部分灌区干渠老化失修,支渠以下砌渠率不高,部分支渠防渗衬砌损坏严重,且灌区土壤为沙质土,渠道输水过程中漏损率较大。该试验选择的典型地块未统计输水过程中干渠支渠的漏损水量。②海西州大部分灌区管理较为粗放,农民灌水普遍采用大水漫灌、串灌的落后方式,不仅造成水资源的浪费,也容易导致水、土、肥流失的加剧,甚至会引发农田次生盐渍化的发生与发展。该试验由专业技术人员对灌溉过程进行规范管理,杜绝了大水漫灌等浪费用水情况。③海西州大部分灌区灌溉水费按面积征收,大部分农民有“既然交钱了,就要多灌点,越多越好”的错误浇地思想。

3.2 建议 加大资金投入力度,对德令哈灌区进行配套设施建设,提高支渠及斗渠的砌渠率,减少输水过程中的“跑冒滴漏”情况。加大对灌区农民的灌溉节水宣传培训,组建农民用水协会对田间灌水进行精细化管理,强化灌区管理,杜绝大水漫灌等粗放灌水方式。强化灌区用水测量与监控,对灌溉用水水费征收标准进行改革,由原来的按面积收费改为按用水量收费,提高农民的节水积极性。

参考文献

- [1] 陈冰,李丽娟,郭怀成,等.柴达木盆地水资源承载方案系统分析[J].环境科学,2000,21(3):16-21.
- [2] 青海省水利厅.2014 青海省水资源公报[R].2014.
- [3] 中华人民共和国水利部.河流流量测验规范:GB 50179-93[S].北京:中国水利水电出版社,1993.
- [4] 水利部长江水利委员会水文局.水位观测标准:GB/T 50138-2010[S].北京:中国计划出版社,2010.
- [5] 中华人民共和国水利部.土壤墒情监测规范:SL 364-2006[S].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [6] 海西州统计局.海西州 2014 年国民经济和社会发展统计公报[R].2014.

本刊提示 参考文献只列主要的、公开发表的文献,序号按文中出现先后编排。著录格式(含标点)如下:(1)期刊——作者(不超过 3 人者全部写出,超过者只写前 3 位,后加“等”)。文章题名[J]。期刊名,年份,卷(期):起止页码。(2)图书——编著者.书名[M]。版次(第一版不写)。出版地:出版者,出版年:起止页码。(3)论文集——析出文献作者.题名[C]//.主编.论文集名.出版地:出版者,出版年:起止页码。