

一种新型橡塑水窖的水质变化监测分析

王广周^{1,3}, 高建恩^{1,2,3*}, 肖克飙^{2,3}, 樊恒辉^{1,2,3}, 杨世伟^{1,2,3}

(1. 中国科学院、教育部 水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 3. 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 通过对一种新开发的橡塑水窖窖水的水质化学、感观、毒理学和细菌学等指标变化进行监测, 分析了新型橡塑水窖对水质变化的影响。研究表明, 窖水的大部分指标均符合《地面水环境质量标准》规定的Ⅱ类以上标准, 橡塑水窖不会对窖水造成污染, 窖水可以作为饮用水水源和灌溉用水水源。根据研究结果, 提出了使用活性炭、絮凝剂、优化水窖结构设计、熟石灰、灭菌药物等橡塑水窖窖水处理的措施与方法。

关键词: 橡塑水窖; 水质; 监测; 窖水消毒

中图分类号: S 273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008) 02-0150-04

水土流失与干旱缺水是黄土高原地区头号生态与环境问题, 亦是一对难以调和的矛盾。该区降雨多集中在 7~9 月份, 降雨量约占当地全年降水量的 60%~70%, 降雨过于集中, 多是雨强很大的暴雨、阵雨, 不但大多数的降雨形成地表径流白白流失, 而且还会引起剧烈的水土流失; 其它月份该地区的水资源却严重短缺, 人畜饮水困难, 因此在黄土高原及其它广大干旱半干旱地区如何高效地收集宝贵的雨水资源就显得尤为重要。水窖由于其建造容易、使用方便、适应性强、蒸发渗漏少、方便管理等优点, 在推动雨水利用过程中发挥了重要作用, 有力地缓解了西部地区水资源严重短缺的局面和水土流失剧烈的矛盾, 然而水窖的水质状况却不尽如人意, 多数水窖的部分水质指标超标^[1~9]。在现阶段, 西部广大地区, 由于水资源的极度短缺, 人畜饮用水主要依靠窖水来供应, 水质不符合国家标准的窖水将会对人的健康和生命构成严重威胁。

本文针对一种新开发的橡塑水窖在实际应用中的水质安全问题, 根据国家相关的水质标准及橡塑水窖的主要化学成分, 选定有关分析指标对橡塑水窖水质变化过程进行了分析与评价, 为改进水窖性能、改善水质提供科学依据, 也为其推广应用提供科学依据。

1 橡塑水窖介绍

橡塑水窖有卧式和立式两种结构, 水窖容积可

以根据要求制造, 一般在 10~300 m³ 之间。本次试验橡塑水窖为卧式结构, 体积为 10 m³, 其结构如图 1^[7] 所示。橡塑窖体的一个侧面的上下分别设有雨水进口和取水口, 底端设有排污口, 雨水进口、取水口及排污口上分别装有阀门; 上端的一侧设有排气阀; 在橡塑窖体的周边上根据实际需要设有橡胶窖位置固定带, 位置固定带可以是多条, 而且可以设置在橡塑窖体外围的任何部位; 橡塑窖体周围还根据需要布设有固定锚索。

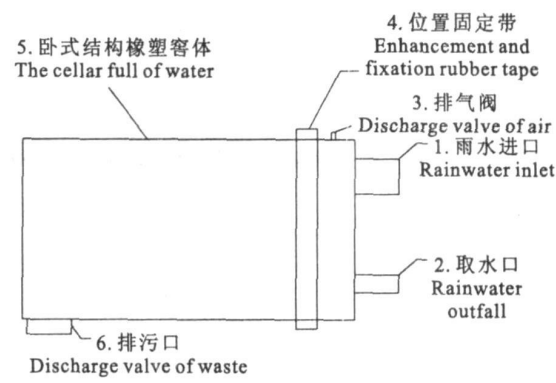


图 1 橡塑水窖卧式结构图

Fig .1 Horizontal structure chart of rubber plastic celler

2 评价标准和水质分析指标的选取

2.1 评价标准的选取

窖水主要用于人畜饮用和农田灌溉, 因此水质评价主要根据以下标准对生活饮用水和农田灌溉的

收稿日期: 2007-07-14
基金项目: “十一·五”国家支撑计划“坡面降雨径流调控与高效利用技术”(2006BAD09B 01); “雨水安全集蓄与利用技术及装置开发”(2006BAD01B 04)
作者简介: 王广周(1981—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为地表径流调控与利用。E-mail : wanggz_216@163.com .
* 通讯作者: 高建恩(1962—), 男, 研究员, 从事地表径流调控与利用研究。E-mail : 13088958910@vip.sina.com .

规定,指标的选取也应参考这些国家标准:(1)《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—85);(2)《地面水环境质量标准》(GB 3838—2002);(3)《农村实施〈生活饮用水卫生标准〉准则》;(4)《农田灌溉用水水质标准》(GB 5084—92);(5)《二次供水设施卫生规范》(GB 17051—1997)。

2.2 橡塑水窖对窖水的影响

橡塑窖体由补强帆布、保护帆布和外层、中层、内层橡胶粘合而成;外层橡胶为氯丁橡胶,中层橡胶和内层橡胶为天然橡胶,内层橡胶内含 3%~5%食品级软化油、8%~12%碳黑及纳米钙填料、1%~3%防老剂和 6%~7%硫化剂^[7]。由于橡塑水窖这些特殊的化学组成可能对水窖水质产生影响,参考国家相关行业的规定,如《环境监测技术规范》中工业废水监测项目对橡胶加工工业废水规定的监测项目有 pH、化学需氧量、生化需氧量、石油类、铜、锌、六价铬、多环芳烃、硫化物等。这些监测项目既然可能在橡胶加工废水中存在,也就有可能对橡塑水窖窖水的水质产生影响,所以就很有必要根据实际情况考虑去测定这些项目。

2.3 确定的检测项目

根据上述的标准规定和橡塑窖体可能对水窖水质产生的影响,最终确定的检测项目有 pH、色度、TFe、Mn、As、Hg、总硬度、Cr⁶⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻、NO₂⁻、Cl⁻、F⁻、COD_{Cr}、挥发酚、氰化物、Cu、Zn、Cd、Pb、硫化物、苯并芘、石油类、大肠杆菌等 24 项。

3 测定结果与分析评价

为了检测橡塑水窖是否会对窖水水质产生影响,在国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心进行了橡塑水窖贮水试验。水窖置于地表,未采取任何覆盖措施。窖水由当地井水注入,注水 1 年后,于 2005 年 4 月 5 日对窖水和井水分别取样化验,以进行对照,2005 年 7 月 4 日再次取样对窖水进行检测。取样时摇动均匀后再取样。

3.1 监测结果

橡塑水窖水质监测结果见表 1。

3.2 结果分析

从表 1 中可看出,窖水与《地面水环境质量标准》规定的Ⅱ类标准和《国家生活饮用水卫生标准》相比较,其中 Mn、SO₄²⁻、总硬度、NO₃⁻、NO₂⁻、COD_{Cr}、色度、大肠杆菌等 8 项指标超标。经过分析认为,造成窖水水质部分指标超标的原因主要有以下 3 种情况:

相比较,没有明显变化,这说明这几项指标超标和井水即当地水源受到污染或与当地地质条件有关(有待于进一步研究),与水窖本身没有关系,并不是由水窖引起。窖水中 NO₃⁻ 含量高于国家标准,但与井水相比,NO₃⁻ 含量降低,表明 NO₃⁻ 含量超标也不是由水窖引起的。

(2) 水窖环境:由于试验的水窖置于地面上,长时间在太阳下暴晒,不但温度变化幅度大,而且完全处于密闭情况下,不会因与外界的交换而向水中及时补充溶解氧(DO),随着微生物的活动、有机物的分解,溶解氧(DO)不断降低,至接近缺氧或无氧状态。在低溶解氧的环境中,硝化菌(好氧菌)活动受到抑制,而反硝化细菌(异养型兼性厌氧菌)会大量繁殖。水中的 NO₃⁻ 通过反硝化作用等完成从 NO₃⁻ 到 NO₂⁻ 或氨氮甚至氮气的转化,从而导致窖水中亚硝酸盐大幅超标。与井水相比较,窖水中 NO₃⁻ 含量由 95.1 mg/L 降低到 47.6 mg/L,NO₂⁻ 却由 0.42 mg/L 增加到 8.21 mg/L,因为 NO₃⁻ 降低的量除转化为 NO₂⁻ 外还会转化为氨氮甚至氮气。这个过程中发生的化学反应^[9]见图 2。

同时由于微生物的大量繁殖所造成的有机物浓度、还原态物质的增加(如 NO₂⁻ 等)、溶解氧的缺乏而导致微生物的生物降解不彻底,主要产物是小分子有机物,极性较强,均会对化学耗氧量有贡献,从而导致 COD_{Cr} 大幅升高。而且在这种环境里,由于生物、物理、化学的作用,导致水体 pH 或金属离子(如 Fe)的价态等的变化,或发生络合反应等,从而出现颜色,使得水体的色度超标。如铁的高、低价态化合物和络合物很多都有颜色。

(3) 消毒措施和方法与窖体放置:由于水窖在注入井水之前未进行消毒,且在注入井水后也未进行任何消毒,同时窖体长时间暴露在地面上,窖水温度发生剧烈变化,因此井中含有的有机物质,会使大肠杆菌大量繁殖。从数据来看仅三个月的时间间隔,大肠杆菌由 16 000 MPN/L 降至少于 20 MPN/L,这可能是大肠杆菌经历对数生长期、减速生长期,而当水中有机物质大量消耗后进入内源呼吸期,最终大量死亡。

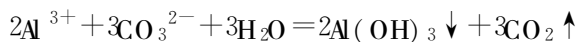
内蒙古准格尔旗地下使用的橡塑水窖水质化验结果表明,除了大肠杆菌超标外,各项指标能达到国家生活饮用水标准^[8];肖克飏^[9]对拼装式橡塑水窖的水质化验表明,除大肠杆菌外,各项指标都符合国家标准,认为大肠杆菌的超标是由于试验中窖水的长期贮存和水窖的密封性造成的。

3.3 橡塑水窖水消毒方法

由于橡塑水窖的主要成分为氯丁橡胶和天然胶,这两种胶均是烯烃的聚合物,含有大量的碳碳双键,故橡胶水窖的水质净化不宜采用氧化性较强的净水剂,如二氧化氯、臭氧等,针对橡塑水窖窖水水质出现的问题,主要采用物理化学或化学方法对窖水水体进行处理。

(1) 活性炭:窖水色度超标可以用活性炭吸附剂进行处理,投加活性炭吸附剂不但能脱氯、脱色、去臭、去味,还能有效地去除酚、洗涤剂、农药等有机物,并能去除铁、锰、硫化氢等微量污染物,也可有效地用于生物降解。活性炭用于窖水吸附,以直径为0.5 mm左右的颗粒为好^[1]。例如,用活性炭果壳炭净水器进行净化饮用水,可脱除色度的49%~61%,化学耗氧量的36%~72.8%,臭味的60%~70%,酚的53%~84.5%,能脱除铅、铬、镉、汞等重金属和有机氯化物^[1]。

(2) 絮凝剂:最常用的絮凝剂是明矾,明矾加入水中搅匀后,能与水中的碱性碳酸盐发生反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 白色絮状沉淀:



据分析^[1],加入明矾可以去除水中悬浮物70%~95%,减少细菌90%左右。加入明矾的数量要根据窖水的浑浊度和碱度而定,一般每50 kg加入10~15 g,用干净的木棒搅匀,直至水里出现绒毛状的凝聚物为止,静置半小时左右就可以澄清^[1]。

常见的絮凝剂还有:硫酸铝、硫酸铁、氯化铁等,这些絮凝剂可以除去细菌、悬浮物和病毒的80%甚至90%以上^[1]。

(3) 优化水窖结构设计、增加窖水溶解氧:橡胶水窖的密封性较好,容易在窖体内形成溶解氧(DO)值很低的还原性环境,引起部分水质指标超标,增设检修口或者采用简单的曝气方法,增加窖水的溶解氧,可以减少亚硝酸盐的产生,有效地改变窖水的水质。

(4) 熟石灰:对于橡塑水窖而言,熟石灰也是一种不错的净化剂,因为橡塑水窖的主要成分天然胶具有很好的耐酸碱腐蚀性,而且熟石灰的价格便宜、消毒效率高,因此在橡塑水窖的窖水处理中,熟石灰是一种很好的选择。熟石灰的剂量要适当,防止窖水pH值的大幅变化。

(5) 灭菌药物:现在报道的许多杀菌药物,如定西供水实业开发公司在水泥窖中广泛使用了一种100%杀灭水窖内各种病毒和有害物质的药物,称为DA-1高效消毒净,它不仅能起到除臭、灭藻、净水、

去油污等作用,达到净化窖水的目的,还能对窖水水味变苦起调节作用^[13]。甘肃省卫生防疫站推荐的“灭疫皇”,效果良好,价格相对较低^[9]。

4 结论与讨论

1) 窖水的 Mn 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、总硬度等指标超标与水源有关,并不是由水窖材料引起,水窖的大部分指标均符合《地面水环境质量标准》规定的Ⅱ类以上标准,橡塑水窖不会对窖水水质造成影响,窖水可以作为饮用水水源和灌溉用水水源。

2) COD_{Cr} 、 NO_2^- 、色度等指标与橡塑水窖的内部环境有关,在以后的应用中加大水窖的透气性就可以消除 COD_{Cr} 、 NO_2^- 、色度超标的现象,故需要对水窖的取水口或排气阀位置及大小进行改进。

3) 水窖在开始使用时要进行一次全面的清洗和消毒,在使用过程中也要采取一定的消毒措施。水窖最好置于地下或者半置于地下,上部用遮阴物品覆盖,防止阳光直接照射水窖,控制水温,抑制大肠杆菌等微生物的生长,使窖水水质处在较好的状态。

4) 本研究只对橡塑水窖进行了部分试验研究,若在实际生活中应用,水窖容积要根据年降水量、日用水量、集流面积等因素合理设计,防止水窖容积过大,使窖水长时间贮存在水窖内部形成死水,而导致微生物大量繁殖、水体发臭、色度、亚硝酸盐超标等现象。

参考文献:

- [1] 蓝俊康,蓝艳红.集雨工程的水质研究进展[J].中国给水排水,2002,18(8):23-25.
- [2] 熊贵明.农村饮水雨水集蓄工程建设中应注意的几个问题[J].甘肃水利水电技术,2005,41(3):274.
- [3] 李勇,王超,王沛芳,等.集蓄雨水污染成因研究[J].环境与健康杂志,2003,20(4):252-253.
- [4] 杨瑞强,朱琨,金星龙,等.窖水的水质分析及水质特点[J].甘肃环境研究与监测,2001,14(2):70-71.
- [5] 张小玲,梁慧光.雨水集流饮用水的污染预防及水质改良途径[J].甘肃农业大学学报,1998,33(4):350-355.
- [6] 武福学.庭院雨水集蓄工程的水质化验与评价[J].中国农村水利水电,2005,(5):3-5.
- [7] 高建恩,张芳海,朱德兰,等.一种柔性环保橡塑水窖及其制备方法[P].中国:申请(专利)号:200510096014.9,2005-10-09.
- [8] 吴普特,高建恩.黄土高原水土保持新论[M].郑州:黄河水利出版社,2006.146-147.
- [9] 肖克彪,高建恩,吴普特.新型橡塑预制件拼装式集雨水窖研发的可行性探讨[A].中国农业工程学会.2005年学术年会论文集[C].2005.327.

(下转第183页)

Water resources use efficiency of different cropping patterns
in the Piedmont of Mt. Taihang

MA Li, SUI Peng, GAO Wang sheng*, LI Feng rong
(Regional Agricultural Research Center, College of Agronomy and Biotechnology,
China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract : As is known to all, the main cropping pattern is winter wheat summer maize pattern which has lead to the lack of water resources gradually at a certain extent in the North China Plain. The purpose of the re- search is to find crops of high efficiency of water resources use; we compared the water consumption, WUE and EWUE of 7 different cropping patterns in plateau of central Hebei Province in the piedmont of Mt. Taihang. The research result indicated that the highest consumption of water in those patterns was winter wheat & sum- mer maize system, which was 736.1 mm. The ET WUE of alfalfa was 23.97 kg/(mm·h m²) which was the biggest one of 7 patters. ET EWUE of sweet potato was higher than any other modes, about 38.08kg/(mm ·h m²) which was 46.9% higher than winter wheat +summer maize pattern. All of other 6 crop planting pat- terns, whose water consumption was lower than wheat +maize pattern, so they had potential for water saving. According to the comparison of ET WUE we could adopt alfalfa as substitution of winter wheat +summer maize pattern, which would be used as feeding stuff to herd. Considering the research result of EWUE, winter wheat +summer maize pattern should be substituted in certain area for the more efficient patterns such as alfalfa, sweet potato, peanut and silage maize etc., under the condition that the market demand is not influenced.

Key words : piedmont of Mt. Taihang; crop; biomass production; WUE; EWUE cropping pattern

(上接第 153 页)

[10] 高前兆,李小雁,俎瑞平.干旱区供水集水保水技术[M].北
京:化学工业出版社,2005.220—223.

[12] 吴普特,黄占斌,高建恩,等.人工汇集雨水利用技术研究
[M].郑州:黄河水利出版社,2002.99—100.

[11] 严瑞宣.水处理剂应用手册[M].北京:化学工业出版社,
2003.472—484.

Mnitoring analysis on water quality change of a new kind of rubber plastic cellar

WANG Guang zhou^{1,3}, GAO Jian en^{1,2,3*}, XIAO Ke biao^{2,3}, FAN Heng hui^{1,2,3}, YANG Shi wei^{1,2,3}
(1. Research Centre of Soil and Water Conservation & Ecoenvironment, Chinese Academy of Sciences and Education
Ministry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
3. National Engineering Research Centre for Water Saving Irrigation at Yangling, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : By monitoring the indexes of chemistry, sense, toxicology and bacteriology of the water stored in the rubber plastic cellar, this paper analyzes its influence on water quality change. The result indicates that most indexes can meet the secondary standard of environment quality criterion of surface water, and the rubber plastic cellar has no bad effect on water quality, so the water can be used as water source of drinking and irrigation. Ac- cording to the results, the paper puts for wards some measures to improve the water quality, such as active car- bon, flocculating agent, opti mizing the structure of cellar, white li me and bacterium killing medication and so on.

Key words : rubber plastic cellar; water quality; monitoring; cellar water disinfection 1