

# 小流域综合治理项目水土保持监测工作要点研究

阳晓原, 王青, 张娜, 唐志华 (西安黄河工程监理有限公司, 陕西西安 710021)

**摘要** 以青海省祁连县 2014 年水土保持工程小东索流域水土保持综合治理项目为例, 探讨相似水土流失特点、类似工程的小流域综合治理项目水土保持监测的内容及基本方法, 为今后开展类似项目水土保持监测工作提供参考。

**关键词** 小流域; 综合治理; 水土保持监测

**中图分类号** S29 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)20-234-03

## Study on Points of Soil and Water Conservation Monitoring Work in Comprehensive Management of Small Watershed

YANG Xiao-yuan, WANG Qing, ZHANG Na et al (Xi'an Huanghe Project Management Co. Ltd., Xi'an, Shaanxi 710021)

**Abstract** Taking soil and water conservation project of Xiaodongso watershed in Qilian County, Qinghai Province in 2014 as example, content and basic method of soil and water conservation monitoring for similar projects of small watershed comprehensive control project were discussed, so as to provide reference for carrying out soil and water conservation monitoring work for similar projects.

**Key words** Small watershed; Comprehensive management; Soil and water conservation monitoring

小流域综合治理水土保持监测是开展水土保持监测工作的一个重要类型, 而水土保持监测的内容和基本方法是小流域综合治理水土保持监测中非常重要的一部分<sup>[1]</sup>。目前, 不管是在水土保持监测研究还是在水土保持监测相关书籍中, 以开发建设项目水土保持监测较多<sup>[2]</sup>, 涉及到小流域综合治理项目水土保持监测的内容比较少, 针对小流域综合治理项目本身的特点, 如何开展小流域综合治理项目水土保持监测工作, 是值得探讨和深入研究的问题<sup>[3]</sup>。笔者以小东索流域水土保持综合治理项目水土保持监测为例, 分析探讨小流域综合治理项目水土保持监测工作的内容及基本方法, 可为今后开展类似项目水土保持监测提供参考。

### 1 小流域概况

**1.1 地形地貌** 祁连县地处祁连山中段腹地, 境内平均海拔 3 169 m, 县城海拔 2 787 m。小流域整体地貌属中高山丘陵地貌, 区内分布有山前丘陵地貌, 其内的洪积扇裙及河流阶地是河谷地貌的基本组成部分。流域相对高度 584 m, 海拔在 2 730~4 314 m, 项目区小东索流域面积 63.62 km<sup>2</sup>。

**1.2 气象、水文特征** 项目区地处欧亚大陆腹地, 远离海洋, 属极强大陆性气候, 气候特点具有明显的水平分带差异, 基本为高寒半干旱气候。根据祁连县气象站资料, 该地区多年平均气温 0.7℃, 多年平均降水量为 406.7 mm, 2014 年祁连县年降雨量 564.3 mm, 降雨集中在 6~9 月, 降雨在时空分布上不均匀, 具有一年中中间多, 两头小的特点。太阳辐射强烈, 年太阳总辐射量为 160.42 kJ/cm<sup>2</sup>, 日照百分数 66%, 5~9 月日照时数 1 238 h。最大冻土深度 1.25 m, 无霜期 40~110 d。

**1.3 土壤植被** 项目所在地土壤主要为黑钙土、草甸土、栗钙土, 自然土壤中氮、钾含量丰富, 但磷的含量普遍低, 土壤潜在肥力高。工程项目区植被类型主要以山地草甸、高寒草甸、灌丛草甸为主, 主要植物种类为嵩草、针茅、苔草、风毛菊、鹅观草、早熟禾、披碱草、芨芨草等, 植被覆盖度 50% 左

右, 河滩谷地和浅山的沟谷主要分布有人工种植的云杉、杨树及柳、榆, 河滩分布有沙棘、水柏枝等。

**1.4 水土流失现状** 小东索流域面积 63.62 km<sup>2</sup>, 水土流失面积 26.62 km<sup>2</sup>, 占总面积的 41.84%, 多年累计治理水土流失面积 2.88 km<sup>2</sup>, 治理程度 10.83%。祁连县流域内沟壑纵横, 沟壑密度为 2.1 km/km<sup>2</sup>; 项目区轻度侵蚀 0.227 万 km<sup>2</sup>, 占全流域水土流失面积的 46.39%, 中度侵蚀 0.200 万 km<sup>2</sup>, 占 40.92%, 强度侵蚀 0.060 万 km<sup>2</sup>, 占 12.21%, 极强度侵蚀 0.002 1 万 km<sup>2</sup>, 占 0.48%。根据调查及类比其他工程项目, 项目区多年平均侵蚀模数为 1 201 t/km<sup>2</sup>·a。

**1.5 流域人口状况** 流域共有 520 户, 总人口 3 030 人, 其中农业人口 3 030 人, 农村劳动力资源 1 501 人, 人口密度 47.6 人/km<sup>2</sup>, 流域内主要居住着汉、藏、撒拉、回等民族。通过对近 5 年来人口统计资料分析, 流域内人口自然增长率在 10‰~12‰。

### 2 项目区建设任务及效益预测

通过造林、种草、封禁治理等措施新增治理水土流失面积 18.68 km<sup>2</sup>, 新增治理程度占水土流失面积的 70.17%, 累计治理面积 21.56 km<sup>2</sup>, 治理程度达到 81.00%。通过此次水土保持综合治理, 项目区林草面积达到宜林宜草面积 80.00% 以上; 竣工验收时, 综合治理措施的保存率达到 80.00% 以上; 区域植被覆盖率由原来的 42.93% 增至 54.10%; 水土流失得到有效控制, 暴雨期间的洪水灾害减轻, 促进当地社会经济发展, 调整土地利用结构, 促使农林牧各业用地比例合理, 土地利用率达到 80.00% 以上, 提高农民收入, 发展祁连小流域生态旅游经济。

### 3 项目区监测目标、技术路线和内容

**3.1 监测目标** 水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发, 运用多种技术手段和方法, 对项目建设(或运行)过程中水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持措施效果等进行动态观测和分析<sup>[4]</sup>。该项目通过对小流域水土保持重点治理工程的监测, 及时掌握水土流失治理及效益发挥状况, 为该项目水土保持综合治理工程专项验收和监督管理提供技术依据, 为总结小流域综合治理经

**作者简介** 阳晓原(1982-), 男, 湖南邵阳人, 工程师, 硕士, 从事水土保持监测、规划设计、监理、科研工作。

**收稿日期** 2016-05-06

验、对今后生态环境建设提供监测数据。

### 3.2 监测技术路线

**3.2.1 前期。**收集小流域综合治理项目规划设计、有关项目区的地形图、土地利用、社会经济数据资料;实地勘查(补测)项目区水土流失及水土保持现状,摸清小流域基底情况<sup>[5]</sup>,校核有关数据资料;经分析论证确定监测分区与监测点布设,制订监测实施方案。

**3.2.2 中期。**实施全面监测,通过开展地面观测和调查监测获取各类监测信息,在监测期内编写年度监测报告。

**3.2.3 后期。**项目竣工后,汇总分析各年度监测报告与监测信息,编写监测总报告。

**3.3 监测内容** 水土保持监测内容一般包括影响水土流失的主要因子、水土流失状况和水土保持工程及其效益状况,并对它们进行预报。与开发建设项目相比较,小流域综合治理具有动土量较小、扰动变化不大、造成的水土流失类型较为单一等特点<sup>[6]</sup>。因此,该项目的水土保持监测内容的重点主要放在了水土流失、水土保持工程及其效益状况的监测上。水土流失的监测内容主要是水土流失的面积、强度和分布,水土保持工程的监测主要是对水土流失及其各项治理措施的开展面积和质量,以及水土流失治理程度的监测;效益的监测内容主要有项目实施所取得的经济效益、社会效益和生态效益<sup>[7]</sup>。

## 4 监测的基本方法及方案

对于该项目的水土流失、水土保持工程及其效益状况的监测,主要采用地面观测,并辅之以调查监测和询问、收集资料等方法<sup>[8]</sup>。

**4.1 地面观测** 该流域的水土流失及综合治理效果的观测采用地面观测方法。

**4.1.1 简易径流小区。**根据流域内实际情况,在小东索流域内布设简易径流小区2个。简易小区具有投资规模小、保持原地貌、观测频次低、用材简易、易修建等特点,适应于投资规模较小的流域治理水土保持监测工作<sup>[9]</sup>。观测小流域水土保持工程区内不同土地利用类型、不同坡度、不同工程措施地块的水土流失量,从而监测土壤侵蚀模数、分析防治效果。

**4.1.1.1 布设要求。**简易小区布设在小流域治理区内,分别选择已实施治理的地块和未治理的典型地块进行布设。已实施治理的地块要根据不同治理措施和土地利用分别布设,小区尽可能集中布设。要求小区的坡面尽量平整、坡度和土壤条件均一。

**4.1.1.2 建设方法。**参照《水土保持监测技术规程》对标准小区的建设要求,简易小区主体应包括小区护埂、集流槽、集流池3部分。小区护埂:可以用砖块(适于林草地)、人工夯实的土埧作为护埂,阻挡小区外的产流进入。护埂的纵横方向原则上要求分别平行、垂直于等高线,小区投影为矩形,也可根据实际地形条件进行确定。护埂投影参考尺寸:纵向5~20 m,横向1~5 m。集流槽:位于小区底端,用于将小区内的径流导入集流池,用水泥材料做成,上缘与地面同高,槽底

向下向中间倾斜,宽15~30 cm,长度与小区底边长一致。紧接集流槽,由金属管或其他管做成导流槽。在小区下缘护埂中部开口,小区内的产流产沙通过汇流槽进入集流池的通道。集流池:集流池为经过防渗处理的池子,按照简易小区的面积,依据水文计算确定体积,用石灰砂浆作涂层或胶泥粘塑料薄膜处理。集流池建标尺,能通过标尺计算集流池容积。根据小流域简易小区布设情况,在测点附近村庄设雨量站。如附近有水文气象部门的雨量站,可以利用有关雨量数据。

**4.1.1.3 观测内容及方法。**降雨量:每次降雨后观测降雨量和降雨强度。径流量:观测小区集流池内降雨体积。泥沙量:每次降雨后,都要进行小区取样,搅拌均匀径流池内的泥沙后,用取样瓶,取水样3个,各500 mL,通过烘干或晾干,计算泥沙量,并以此推算整个小区的产沙量。

**4.1.2 标桩定位观测。**使用钢钎、水泥桩、竹木棍等材料制成标桩,标记刻度,布设在项目区内土壤侵蚀典型地段,通过标桩量测该地段的土壤侵蚀或泥沙淤积强度。

**4.1.2.1 标桩制作。**坡面标桩:选直径10~30 mm、长度50 cm的钢筋或其他材质的细棒,桩顶端削平且涂醒目颜色,底端削尖;铁质标桩表面需做防锈处理;标桩柱体表面做精确的刻度标记。沟道标桩:可用砼预制,桩的横截面为矩形或圆形,截面积约为10 cm<sup>2</sup>,长50~200 cm。标桩顶面要用水泥抹面,标桩柱体表面同样要做精确的刻度标记。

**4.1.2.2 标桩布设。**坡面部位:综合考虑项目区的地形地貌、水土保持工程措施实施影响,选择典型水土流失并实施治理的地段,坡面土壤侵蚀观测点要求坡面平坦、起伏小;观测点面积根据具体坡面情况而定,坡面投影面积不低于10 m<sup>2</sup>,标桩纵横排列,地面上端露出10 cm,观测区内减少人畜剧烈扰动。

沟道部位:在项目区内选择沟道土壤侵蚀或淤积较强的沟道,控制上游的汇水面积需达到4.67~6.67 hm<sup>2</sup>;标桩埋设深度以保证标桩不被泥沙淤积和侵蚀后丧失稳定性为准,标桩成排布设。

**4.1.2.3 观测方法。**详细测定并记录每个观测点的地理位置、高程、投影面积。每次观测要登记观测时间、人员、降水量等观测背景资料,对每个观测点和标桩进行命名和编号。测点出现异常情况(标桩丢失、测点遭到破坏)给以记录,及时补设标桩。每次观测读数遵循固定方向,减少观测误差。

**4.2 调查监测和询问、收集资料** 采用调查监测和询问、收集资料的方法,在该项目的监测工作中是作为一种辅助方法,主要是对项目实施后所取得的各种效益的调查以及对水土保持措施的数量和质量监测<sup>[10]</sup>。经济效益和社会效益的调查从2014年开始,对设定的典型农户的经济来源进行动态监测。监测点的设置考虑了地貌类型、措施种类和有项目与无项目的差异,长期固定,连续监测。监测内容主要包括典型农户和典型地块监测以及典型调查和社会统计等方面。农户监测的内容主要是农户的种植、养殖和副业等的收入情况和各项支出情况。地块监测的主要内容是造林、种草等措

施的年投入和年产出,为项目直接经济效益分析提供依据。生态效益监测内容主要包括土壤理化性质、植被度、小气候、单项措施和小流域综合治理保水保土效益等,以反映项目实施前、后土壤肥力、土壤含水量、土壤结构、林草覆盖度等的变化情况,可以采用典型调查和重点调查的方式。对于水土保持措施数量和质量监测,采用现场检查、丈量与填图验收相结合的方法。监测时间为每年调查2次,主要是在建设期和年度竣工验收前。

## 5 监测的结果与分析

**5.1 监测数据与分析** 项目区监测数据与分析内容有:①降雨量。项目区降雨情况的分析。②项目区水土流失及灾害发生情况分析。包括工程区内的土壤侵蚀情况分析;洪水、崩塌等水土流失灾害的发生情况分析。③小流域综合治理情况。各类治理工程措施分析、治理进度、质量、管护等。④治理效果。包括蓄水保土基础效益、生态效益(林草覆盖率、小气候的改善、浅层地下水的出露等、野生动物的繁殖)、社会效益(土地利用结构与产业结构的调整、人均纯收入增长幅度、生产生活设施改善)。

**5.2 监测结果** 工程项目监测结果包括施工期水土流失及其影响因子的动态结果(降雨量、地面坡度、土地利用变化、水土流失)、小流域综合治理目标实现程度(工程措施、植物

措施、封禁治理措施等)、小流域综合治理效益结果(生态效益、经济效益、社会效益)、对项目治理与管护的有关建议等。通过此次小流域综合治理项目水土保持监测工作的内容及基本方法的探讨,可为今后开展小流域项目水土保持监测提供参考和依据。

## 参考文献

- [1] 许峰. 近年我国水土保持监测的主要理论与技术问题[J]. 水土保持研究, 2004(11): 21-22.
- [2] 阮正, 张承凤. 基于建设工程项目的水土保持监测工作[J]. 黑龙江水利科技, 2013(9): 208-210.
- [3] 赵永军. 生产建设项目水土流失防治技术综述[J]. 中国水土保持, 2007(4): 47-48.
- [4] 何胜利. 小流域综合治理中的水保监测工作探讨[J]. 陕西水利科技, 2009(4): 31-32.
- [5] 刘则荣, 武俊德, 杨冰, 等. 小流域水土保持治理前后生物多样性的变化监测方法与案例[J]. 水土保持研究, 2008(5): 31-35.
- [6] 孙立达, 孙保平, 李中魁. 小流域综合治理的动态监测与效益评价研究进展[J]. 水土保持学报, 1993(4): 15-18.
- [7] 王礼先. 小流域综合治理效益的评价方法与指标[J]. 人民黄河, 1987(4): 6-9.
- [8] 杨建明. 生态清洁型小流域水土保持监测理论与方法探论[J]. 科技创新与应用, 2005(8): 7-10.
- [9] 姚健. 浅谈小流域综合治理中的水土保持监测工作: 以陕西省铜川市柳林沟项目区为例[J]. 陕西林业科技, 2007(1): 68-70.
- [10] 何胜利. 小流域综合治理中的水保监测工作探讨: 以铜川市马勺沟流域为例[J]. 陕西水利, 2009(4): 45-46.

(上接第191页)

**2.2.5 与相对湿度的关系。**由图6可知,相对湿度与 $PM_{2.5}$ 质量浓度无显著相关关系。当强降水天气时,相对湿度大,对 $PM_{2.5}$ 有清除作用, $PM_{2.5}$ 质量浓度减小。但由于 $PM_{2.5}$ 是吸湿性气溶胶粒子,当降水很小或无降水、相对湿度较大时,大气中的 $PM_{2.5}$ 容易吸湿增长,使得 $PM_{2.5}$ 质量浓度增大。因

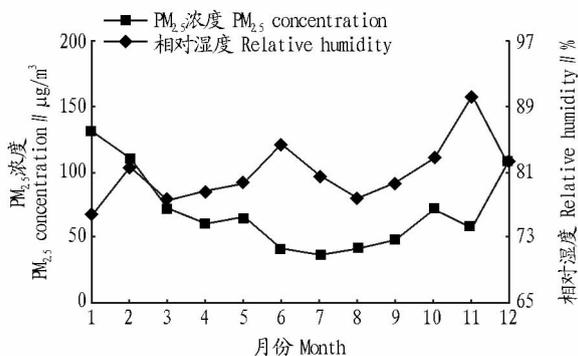


图6  $PM_{2.5}$ 浓度与平均相对湿度的关系

Fig. 6 Relationship between  $PM_{2.5}$  concentration and relative humidity

此,相对湿度对于 $PM_{2.5}$ 浓度的影响存在双重性。

## 3 小结

(1) $PM_{2.5}$ 浓度变化趋势呈U型,1~12月逐步先减小后增大,1~3、10~12月的浓度大于4~9月的浓度,其中1月浓度最大,7月浓度最小,冬季各月份的浓度普遍比夏季高。建议10~12、1~3月进行相关污染控制措施。

(2) $PM_{2.5}$ 浓度与月降水量、月平均气温呈现负相关关系,与月平均气压呈现正相关关系,最大风速和平均相对湿度对于 $PM_{2.5}$ 浓度的影响存在双重性。

(3)明显降水对 $PM_{2.5}$ 的影响较大,有清除的作用。在污染比较严重时,可采取人工增雨改善空气质量。

## 参考文献

- [1] 杨洪斌, 邹旭东, 汪宏宇, 等. 大气环境中 $PM_{2.5}$ 的研究进展与展望[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(3): 77-82.
- [2] 刘岩磊, 孙岚, 张英鸽. 粒径小于2.5微米可吸入颗粒物的危害[J]. 国际药学研究杂志, 2011, 38(6): 428-431.
- [3] 王京丽, 刘旭林. 北京市大气细粒子质量浓度与能见度定量关系初探[J]. 气象学报, 2006, 64(2): 221-228.
- [4] 环境保护部. 环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行): HJ633—2012[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.