

# 高等级公路水土保持方案研究

马 斌<sup>1</sup>, 张壮志<sup>2</sup>, 张宗孝<sup>1</sup>, 朱记伟<sup>1</sup>

(1. 西安理工大学水利水电学院, 西安 710048; 2. 中国长江电力股份有限公司, 宜昌 443002)

**摘 要:**在我国高等级公路建设发展的同时,也引起了一系列的水土流失问题。以子靖高速公路的水土保持工程为例,系统地介绍了高等级公路工程建设过程中的配套水土保持方案的预测、方案确立、监测全过程。设计过程中根据不同的立地因子进行分区,采取各自相应的工程及植物措施进行典型设计综合治理。希望能为同类工程提供借鉴。

**关键词:**高等级公路; 水土保持; 方案; 综合治理

中图分类号: S157; U412. 366

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0001-03

## Research on Soil and Water Conservation Plan in Highway

MA Bin<sup>1</sup>, ZHANG Zhuang-zhi<sup>2</sup>, ZHANG Zong-xiao<sup>1</sup>, ZHU Ji-wei<sup>1</sup>

(1. Institute of Water Resources and Hydroelectric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China;

2. China Yangtze Power Co., Ltd, Yichang 443002, China)

**Abstract:** With the development of highway in China, a series of problems of the loss of soil and water occurred. Taking the highway project from Zizhou to Jingbian section as an example, the forecasting, plan decision and inspection of soil and water conservation plan in highway construction are presented systematically. According to different functions, the different control plots need to be delimited. The special way of engineering and plant is need to be designed typically. It can makes a reference for the similar project.

**Key words:** highway; soil and water conservation; plan; comprehensive treatment

### 1 前 言

公路工程建设属国家基础设施建设,公路特别是高等级公路的修建,必然促进公路沿线及影响区域经济的发展,是发展交通、繁荣地方经济的重要组成部分。但是在公路建设过程中忽视水土保持,随意破坏地形、地貌、植被;乱堆乱放废弃土石、挤占河道将会不可避免的造成人为新增水土流失、影响地方区域环境和生产生活环境。水土流失造成植被稀疏、水蚀、风蚀加剧、河流含沙量大、泥沙淤积严重、河床抬高给水资源的开发和利用带来许多困难,并且河床的不断提高使引洪能力降低,增加抗洪困难,严重威胁人民的生命和财产安全,同时又制约了社会经济的发展。因此在高速公路建设过程中采取有效措施防治水土流失,制止人为新增水土流失的发生、发展及其危害,对促进公路工程建设与环境的协调发展,保障主体工程的顺利建设及高效安全的运行都具有十分重要的意义。以子靖(子洲-靖边)高速公路为例对高速公路水土保持方案加以研究。

### 2 工程背景

子靖(子洲-靖边)高速公路是国道主干线(GZ35)青岛至银川高速公路在陕西境内的重要组成部分,设计里程120.482 km,它的建成对接通国道主干线,改善陕北地区投资环境,发挥陕北地区丰富的煤炭、石油资源,加速榆林能源

重化工基地的建设步伐都具有重要的现实意义。

该工程项目为四车道、全封闭高速公路,设计总长度120.482 km,地处陕北黄土高原与毛乌素沙漠的过渡地带,全程横跨黄土丘陵沟壑区中的无定河、清涧河中下游丘陵沟壑强度侵蚀区和长城沿线沙地防风固沙区中的中部流沙草滩区两个水土保持防治区,自然状况比较复杂,见图1。无定河、清涧河中下游丘陵沟壑强度流失区沟壑纵横,水力侵蚀、重力侵蚀强烈,年均侵蚀模数在13 400~15 000 t/(km<sup>2</sup>·a)之间;中部流沙草滩区属风沙类土壤,气候干燥,植被稀疏,主要侵蚀形式为风力侵蚀,多年平均侵蚀模数为500~2 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

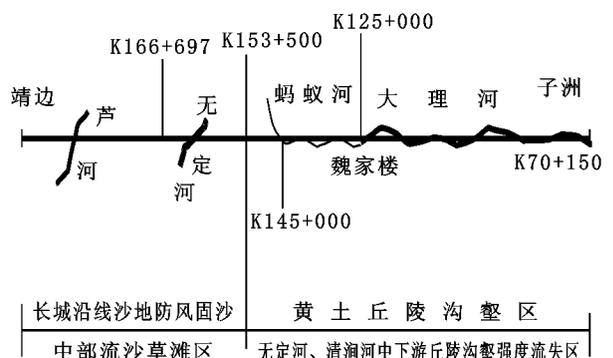


图 1 项目区状况示意图

\* 收稿日期: 2005-08-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50279041)

作者简介: 马 斌(1955-),宁夏固原人,西安理工大学教授,博导,研究方向水利水电工程管理及水土保持研究。

### 3 预测

#### 3.1 新增水土流失预测

在高速公路修建过程中主要是由降雨和施工扰动两个因素产生水土流失的,根据公路工程在各个时期不同的水土流失特点,划分为施工建设期和运行初期两个时段进行预测。主体工程总工期 4 年,按其施工工序,土建工程按 3 年计算,施工建设期按 3 年预测;公路运行初期按当地植被自然恢复周期确定为 3~5 年,对新增水土流失的预测可分为:扰动原地表新增水土流失和弃土弃渣流失。具体内容和方法见表 1。

表 1 水土流失预测内容及方法

预测项目	预测内容	方法
扰动或破坏原地貌、土地面积	工程施工开挖扰动地表、占压土地类型、面积	研究工程设计资料,设计图纸,对各工区进行实地调查并收集相关资料
损坏水土保持设施	测算因工程建设损坏的水土保持设施面积	图上量测、实地调查等
可能造成的水土流失量预测	工程建设过程中可能对当地造成新的水土流失量	类比分析法
水土流失危害分析	水土流失对工程、土地资源、生态环境等方面的影响及程度	根据工程实际分析

经预测在不采取任何措施的情况下,该项目建设可能造成新增水土流失 508.24 万 t,其中扰动原地表新增水土流失 72.48 万 t,弃土弃渣新增水土流失 435.76 万 t,各区间预测结果见表 2。

表 2 新增水土流失预测表

分类	区 间					合 计
	大理河谷阶地区	蚂蚁河土石峡谷区	黄土梁峁沟壑区	缓坡风蚀区	草滩风蚀区	
扰动原地表	18.32	13.23	12.98	18.34	9.61	72.48
弃土弃渣	37.02	48.06	350.68	—	—	435.76

#### 3.2 可能造成的水土流失危害预测

(1) 对项目区生态环境的影响:扰动原地貌、占压土地、损坏植被面积,减弱了地表抗蚀抗冲能力;水地、林地等具有水土保持功能的措施面积减少,导致区域环境恶化,抗逆能力和环境容量下降,容易引发面蚀、沟蚀等形式的水土流失和尘暴、沙暴等灾害性天气。

(2) 对沿线交通及安全生产的影响:弃土弃渣任意堆放,受暴雨冲刷会涌入河道,影响行洪和安全度汛,危及两岸村庄、道路及生产用地安全。

(3) 对工程建设本身的影响:路基开挖、削坡和填方改变了原地表形态,增加了加剧水土流失的可能性,可能诱发路基边坡滑坡、崩塌和泄溜,严重情况下还可能造成泥石流灾害。对工程安全施工和安全运行造成威胁。

### 4 防治方案

#### 4.1 原则

按照开发建设项目水土保持方案编制的规范要求,公路等工程建设应采取护坡、固坡措施,工程措施与植物措施相结合,预防保护与治理相结合,全面治理与重点治理相结合的方法,充分考虑空间及时间的广延性,优选单项措施类型,建立一个功能完善、效果显著、经济合理的立体综合水土保持防治体系,从而达到预防、控制水土流失,保障主体工程快速顺利的建设及安全高效运行与周边生态环境协调发展的目的。

#### 4.2 目标

- (1) 扰动土回填及边坡整治率达到 95% 以上;
- (2) 拦渣率达到 95% 以上;
- (3) 新增水土流失控制率达到 95% 以上;

(4) 依托公路建设使项目区治理程度达到 90% 以上,使防治责任范围内的水土流失降低到轻度( $2\ 000\ t/km^2$ ) 以内;

(5) 林草覆盖率达到防治责任面积的 50% 以上;

#### 4.3 水土流失防治分区及其对应措施

根据规范<sup>[1]</sup>规定,水土保持方案中项目承包单位的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区,其中项目建设区是水土流失防治的重点区域。

表 3 一级分区

分 区	特点及工程措施
黄土丘陵沟壑区	丘陵沟壑区工程类型多,破坏面积大,针对破坏面水力侵蚀、高陡边坡重力侵蚀和弃土弃渣流失,布设以拦挡、坡面防护、排水为主的工程措施、植物措施、土地整治措施相结合的综合治理措施
流沙草滩区	该区工程类型有取土场、施工场地和施工便道,破坏面平缓,采取防风固沙生物措施进行治理

按照工程沿线地貌类型和新增水土流失特点进行防治分区。分区原则是:区内地表形态和地面物质组成相似;新增水土流失的特点相似;主导性防治措施选择具有同一性。将项目区分为:无定河清润河中下游黄土丘陵沟壑区和流沙草滩区两个一级分(见表 3)和五个二级分区(见表 4)。

参照文献[2]对有关工程措施:挡渣墙设计、削坡工程、护坡工程、防洪工程等进行确定。挡渣墙的形式按照不同土质、地基及使用条件选用。其土压力及断面计算则按照规范<sup>[4]</sup>确定。在护坡工程中要对滑坡进行整治,其具体形式可采用图 2,利用抗滑墙重力阻止滑体下滑的工程措施。

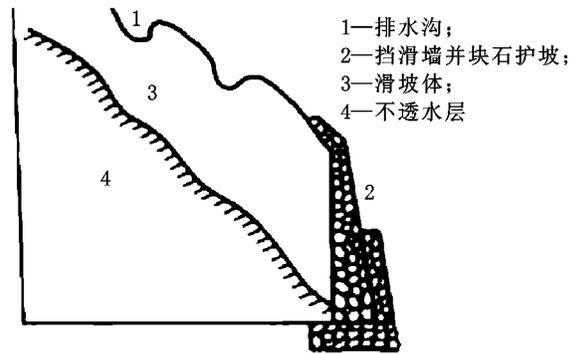


图 2 抗滑墙

表 4 二级分区

分 区	具体治理措施
大理河谷阶地区	黏土场、取土场、块石料场均位于公路两侧黄土山坡,布设开级削坡、截水沟、浆砌石护坡工程措施和植物护坡措施,保障坡面稳定,恢复地表植被。弃土弃渣场位于台地,布设挡渣墙、植物护坡和土地整治措施
黄土丘陵沟壑区	块石料场治理方法与阶地区相同。沟谷弃渣场采用主体工程,施工场地、施工便道占用耕地 $67.04\text{ hm}^2$ ,清理翻耕后恢复耕种;占用荒地 $0.44\text{ hm}^2$ 清理翻耕后种草
黄土梁峁沟壑区	沟谷弃渣场采用主体工程,施工场地、施工便道占用耕地 $24.85\text{ hm}^2$ ,清理翻耕后恢复耕种
缓坡风蚀区	该区取土场布设在高填路段附近的小山丘,局部覆盖风积沙,取土后为台地,布设沙障种草措施,沙障延伸至开挖线外 1 m,与原地表植被相接。施工场地、施工便道占用耕地 $5.4\text{ hm}^2$ ,清理翻耕后恢复耕种;占用荒地 $0.16\text{ hm}^2$ 布设沙障种草
流沙草滩区	该区黏土场、取土场布设在高填路段附近的小山包,上覆风积沙 2~3 m,占地面积大,取土后为低洼地,因该区干旱少雨,植被恢复难度大,在取土时注意保持取土面平缓,避免形成陡坎。取土结束后,就势布设沙障种草,恢复地表植被,制止破坏面沙化。施工场地、施工便道占用耕地 $3.07\text{ hm}^2$ ,清理翻耕后恢复耕种;占用荒地 $2.20\text{ hm}^2$ 布设沙障种草

由于公路建设而导致的原地原形态和径流的改变, 对植被及周边环境的破坏, 通过水土保持工程措施恢复外, 还应主体工程设计中充分考虑了植物措施来恢复植被, 以达到保持水土、美化主体景观、改善生态环境, 对公路美化绿化目的。在树种选择上考虑美化绿化效果的时间、空间分布, 依照“适地适树、适地适草”的原则。要求防风效果好, 适宜生长, 耐干旱、耐瘠薄、耐寒、根系发达、固土作用强的的浅根树种和草种; 道路绿化、美化选用的树种采取措施乔灌混交方式各区不同树种草种。本工程选用的植物特性见表 5, 相应的植物措施见表 6。

表 5 生物措施植物特性表

植物名称	生物学特性
沙棘	适应性 强, 对气候要求 不 严, 能耐旱、耐寒、耐瘠薄、耐高温、耐风沙 及 大 气 候 干 旱。对 土 壤 要 求 不 严, 在 黄 土、红 土、沙 土 均 能 生 长, 既 耐 水 湿, 也 耐 盐 碱。根 系 发 达, 萌 蘖 性 很 强, 有 根 瘤 菌, 可 改 良 土 壤
紫穗槐	生 长 快, 繁 殖 力 强, 适 应 性 广, 耐 盐 碱、耐 水 湿、耐 干 旱、耐 瘠 薄。根 系 发 达。根 瘤 力 强, 并 具 有 根 瘤 菌, 能 改 良 土 壤。对 土 壤 要 求 不 严
柠条	喜 光、耐 寒、耐 高 温、耐 瘠 薄, 对 土 壤 要 求 不 严, 在 水 土 冲 刷 严 重 的 石 质 山 地、黄 土 丘 陵、风 蚀 强 烈 的 沙 地、荒 漠 地 带 都 能 生 长 繁 殖
沙蒿	耐 瘠 薄, 耐 风 蚀, 耐 干 旱, 适 宜 在 固 定、半 固 定 沙 地 生 长, 根 系 发 达, 侧 根 多 分 布 于 50~60cm 沙 层 中
紫花苜蓿	紫 花 苜 蓿 是 多 年 生 草 本 植 物, 又 叫 做 紫 苜 蓿、路 羔。它 是 一 种 优 良 牧 草 作 物, 抗 逆 性 强、产 量 高、营 养 丰 富、适 口 性 好、培 肥 地 力、保 持 水 土 等 优 良 特 性
小叶杨	耐 寒、亦 能 耐 热, 喜 肥 沃 湿 润 土 壤, 亦 能 耐 干 旱、瘠 薄 和 盐 碱 土 壤。生 长 较 快, 寿 命 较 短。是 良 好 的 防 风 固 沙、保 持 水 土、固 堤 护 岸 及 绿 化 观 赏 树 种; 繁 殖 可 用 播 种、插 播、埋 条 等 法。常 有 叶 锈 病、褐 斑 病 及 杨 天 社 蛾、大 透 翅 蛾、黄 斑 星 天 牛 等 病 虫 害, 注 意 及 早 防 治

表 6 植物措施

防治分区	立地代号	立地条件类型	立地特点	选用树(草)种
流沙	- 1	黏土场	黏土场, 透水性差, 地处风蚀区	柠条、沙蒿
	- 2	土	风沙土, 土壤颗粒细, 含水率低	沙蒿
	- 3	土	黄绵土, 土壤透水性强, 颗粒细, 易引起风蚀、水蚀	沙柳
	- 4	土	盐碱土, 透水性差, 含水率低, 易引起风蚀	沙棘
黄土	- 1	黏土场 A、B	黏土取土场, 透水性差, 回填后可栽植灌木种草	紫穗槐、沙蒿
	- 2	土	表层分布有轻黑垆土, 黄土层较厚, 表土回填后可栽植乔木、灌木	沙棘、柠条、小叶杨
丘陵沟壑区	- 3	石	表层主要为黄绵土, 黄土层较薄, 下层为不透水砂石层, 表土回填后种草, 也可栽植灌木	沙打旺、紫花苜蓿
	- 4	黏土场 A、B 及上述料场上坡段	主要为取土场削坡上坡段, 采石(料)场覆盖土层, 削坡地段, 土壤含水率低, 有机质含量少	柠条
	- 5	施工场地及便道	占地主要为荒地, 施工结束后进行全面整地, 种植紫花苜蓿。	紫花苜蓿

## 5 工程监测

国家在对建设项目进行投资的同时, 也投入大量水土保持资金, 制止开发建设项目在施工和生产运行初期产生的新增水土流失。开展建设项目水土流失及水土保持效果监测, 是对国家投资的有效监督, 对及时发现和纠正建设项目在施工过程中的随意性损坏和不规范操作, 客观评价建设项目的水土保持效果, 具有现实意义。同时, 可靠的监测数据, 为参考文献:

[ 1 ] 水利部水土保持司. 开发建设项目水土保持方案技术规范[ S ]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.  
 [ 2 ] 焦居仁, 姜德文, 蔡建勤. 开发建设项目水土保持[ M ]. 北京: 中国法制出版社, 1998.  
 [ 3 ] 水利部水土保持司. 水土保持监测技术规程[ S ]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.  
 [ 4 ] 管枫年, 薛广瑞, 王殿印. 水工挡土墙设计规范[ S ]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.

析不同地区、不同类型建设项目产生新增水土流失的时段、形式、数量、危害等特点, 对宏观调控开发建设项目的类型及地域分布, 规范开发建设项目施工工艺, 优化水土保持防治措施都具有科学的指导意义。

根据规程<sup>[ 3 ]</sup>, 结合本项目水土流失特点, 重点进行以下项目监测: (1) 水土流失因子监测: 包括建设项目损坏、占压、扰动原地表面积监测; 挖方数量、填方数量、弃土弃渣数量及堆放位置监测; (2) 水土流失监测: 包括水土流失量监测; 对下游及周边地区造成的危害及趋势监测; (3) 水土保持防治效果监测: 包括防治措施数量监测; 林草措施成活率、保存率及覆盖度监测; 防护工程的稳定性、完好程度及拦渣保土效果监测。

根据监测项目的特点, 施工建设期和生产运行期两个阶段进行监测。子靖高速公路项目建设期为 2003~ 2006 年, 2003 年为施工准备期, 实际施工期为 2004~ 2006 年, 即施工建设期监测期可定为 3 年; 由于高速公路项目在运行期间无大的变化, 考虑到植物措施两年的恢复生长期限, 在 2006 年施工完成前, 植物措施已有一年的生长期, 实际生长期为 2006~ 2007 年, 生产运行期的监测期定为 2 年。总监测时段为 2004~ 2007 年 4 年期限。可采用全面调查与重点观测相结合的监测方法。

## 6 效益分析

子靖高速公路工程水土保持工程主要为公路沿线建设引起的开挖、弃渣、取土(料)场及对现有水土保持工程的破坏而布设的防护措施和恢复工程。本方案实施后的各项指标将达到: 扰动土治理率 99. 45%, 拦渣率 99. 99%, 林草覆盖率 109%, 新增水土流失控制率 99. 8%, 项目区水土保持治理程度 182%, 区内土壤侵蚀模数下降到 1 561 t/( km<sup>2</sup> · a)。

通过水土流失综合防治, 社会、经济、生态三大效益显著, 对项目区的发展起到积极的作用。在生态效益方面道路两侧绿化面积的增加将使防治责任范围内的生态环境明显改善, 将使防治责任范围内的生态环境明显改善, 使公路沿线的气候条件得到改善, 使子靖高速成为一条绿色长廊。在社会效益方面设计的临时措施、工程与植物相结合的综合治理措施, 杜绝了公路建设可能造成的弃土弃渣挤占河道, 影响行洪安全而造成的洪涝灾害, 及其可能产生的对下游水利水电设施安全的影响。

## 7 结 语

开发建设项目造成的水土流失往往面积不大, 但强度极大, 危害严重, 治理恢复极为艰巨。因此建设项目的水土保持措施, 必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用, 在施工过程中做好监测, 及时发现问题及时解决。同时为保证水土保持方案的顺利进行, 项目所在地区的各级领导及相关部门应做好监督检查工作, 施工单位应严格按照设计施工禁止随意弃土弃渣及对非施工场地进行破坏, 设计单位应亲临施工现场对设计意图进行讲解, 确保工程质量达到设计标准。