

宁夏南部山区流域分类及其综合治理模式

黄 勇¹, 齐 实¹, 李学明², 郝志敏¹

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 宁夏隆德县政府, 宁夏 隆德 756300)

摘 要: 以宁南山区固原市原州区、彭阳县、隆德县的 48 个典型小流域作为研究对象, 选取小流域内沟壑密度、人均耕地、立地类型(耕地、林地、牧草地)等作为指标, 对研究区 48 个小流域进行聚类分析分为 4 个类型, 即: 低人口密度流域类型、中高人口密度流域类型、中人口密度流域类型、中人口密度流域类型。在此分类的基础上提出了各类型区综合治理模式。

关键词: 宁南山区; 小流域分类; 综合治理模式

中图分类号: X171.1; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0312-03

Watershed Classification and It's Comprehensive Management Model on Loess Plateau Area of Southern Ningxia

HUANG Yong¹, QI Shi¹, LI Xue-ming², HAO Zhi-min¹

(1. The College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. The Government of Longde County, Longde, Ningxia 756300, China)

Abstract: Taking 48 typical small watersheds in Loess Plateau area of South Ningxia (Yuanzhou district, Pengyang county and Longde county of Guyuan city), that are clustered base on five affection factors which are the hilly density, per capita of cultivated farmland, cultivated farmland, forest land and grass land by SPSS soft. The results show that: the area could be sorted into four watershed types which are the low density of person watershed, high density of person watershed, mid-density of person watershed and mid-density of person watershed. And then, the different comprehensive management models for the four types of watershed are provided.

Key words: Loess Plateau area of Southern Ningxia; watershed classification; comprehensive management model

地处我国西北黄土高原宁夏回族自治区南部山区固原市的原州区(原固原县)、彭阳、隆德是国务院确定的“三西”贫困地区重点县。长期以来,由于人口的过快增长,垦殖不断扩大,植被遭到严重的破坏,致使水土流失严重,生态失调,自然灾害频繁,人民生活贫困。三区、县内山、梁峁、川台、沟壑交错分布,地貌类型复杂,导致光、热、水、土等自然资源的极大分异,治理开发中应充分考虑各种类型区的特点,有的放矢。本研究以原州区、彭阳县、隆德县三区、县境内的 48 条小流域为研究对象,通过聚类分析,对 48 条小流域进行分类,进而提出各类型区的治理模式,为该地区的水土流失综合治理提供依据。

1 研究区概况

研究区位于六盘山两翼,包括清水河流域上游(原州区的开城、南郊、西郊、中河 4 个乡),红河流域上游(彭阳县的新集、沟口、红河 3 个乡)和葫芦河流域中游(隆德县的关庄、大庄、好水、桃园、杨河、张程 6 个乡)的地段,其地理位置约在东经 105°51′~106°49′,北纬 35°36′~36°06′。属温带半干旱大陆性气候,冬寒长、夏凉短,干旱少雨,蒸发强烈。主要地貌类型为黄土高原,部分为六盘山山地,沿山两侧为土石

丘陵,黄土丘陵间也有河谷川地分布。境内丘陵密布,沟壑纵横,整个地势以六盘山为分水岭,向东西两侧倾斜,最高山峰海拔 2 922 m(在原州区开城西六盘山上),最低沟谷海拔 1 329 m(在彭阳红河河谷)。

2 研究内容和方法

2.1 流域分类

采用聚类分析方法,按照数据整理、求相似系数矩阵、形成分群图、聚合归类的四项原则,对研究区 48 个小流域进行分类。

2.2 流域治理措施布局 and 模式

针对研究区内不同流域类型特点,提出各类型区的治理措施布局 and 模式。

3 流域分类

3.1 分类原则

由于各个流域具有各自的特点,其自然和社会经济条件的不同,尤其是人口密度的不同,使土地利用方式具有明显的差异性,从而影响农业生产的发展方向和产业结构。因此有必要对不同流域进行分类,以自然和社会经济条件的相似

* 收稿日期: 2006-08-18

基金项目: 北京林业大学研究生自选课题基金; 教育部归国人员科研启动基金

作者简介: 黄 勇(1979-),男,在读硕士研究生,研究方向为流域治理; 责任作者: 齐实(1964-),博士,主要研究方向为水土保持、流域治理,发表论文 50 余篇。

性作为分类分主要原则。

3.2 分类指标的选择

由于只考虑流域本身的自然和社会经济特点,故在分类中采用以下指标:沟壑密度、人口密度、人均耕地、土地立地类型等作为分类的指标。各小流域指标和数值见表 1。

表 1 研究区各小流域分类指标及数值

区域	编号	流域名	类型区	沟壑密度/	人口密度/	人均耕地/	耕地	林地	牧草地
				(km·km ⁻²)	(人·km ⁻²)	(hm ² ·人 ⁻¹)	/hm ²	/hm ²	/hm ²
原州区	1	南湍沟	黄土丘陵	3.38	126	0.47	173.0	2.1	112.1
	2	黑眼沟	黄土丘陵	5.13	167	0.46	84.3	0.1	18.7
	3	饮河	黄土丘陵	5.56	367	0.19	292.1	3.7	60.6
	4	寇庄	黄土丘陵	3.40	124	0.42	68.5	0.0	55.0
	5	史家梁	黄土丘陵	2.87	135	0.42	82.8	4.1	59.4
	6	王家沟	黄土丘陵	2.90	142	0.42	154.0	0.0	99.9
	7	老庄沟	黄土丘陵	2.30	139	0.50	173.8	8.7	61.9
	8	柳沟	黄土丘陵	4.10	142	0.39	179.4	19.4	112.1
	9	彭庄	黄土丘陵	2.40	127	0.47	708.7	49.8	348.5
	10	姚家山	黄土丘陵	2.66	128	0.49	265.1	5.2	144.8
	11	小马庄	黄土丘陵	4.86	134	0.48	149.4	0.3	68.3
	12	张家庄	黄土丘陵	3.82	140	0.49	168.6	0.2	74.9
	13	刘家庄	黄土丘陵	3.90	142	0.43	240.6	1.6	101.6
	14	北家山	黄土丘陵	4.15	186	0.40	145.2	1.1	46.9
	15	黑刺沟	土石	3.30	110	0.40	219.7	1.8	230.4
彭阳县	16	白林	黄土丘陵	2.85	200	0.31	893.4	137.4	352.7
	17	窖子沟	黄土丘陵	2.77	78	0.75	51.7	7.8	26.0
	18	石坪沟	黄土丘陵	1.95	91	0.78	65.1	0.0	23.4
	19	李家沟	黄土丘陵	2.34	249	0.31	51.8	5.6	9.1
	20	双泉沟	黄土丘陵	3.39	203	0.33	48.9	9.8	8.2
	21	黄湾	黄土丘陵	2.40	199	0.28	163.9	57.9	54.5
	22	白草洼	黄土丘陵	1.86	250	0.28	366.9	50.3	97.2
	23	前沟	黄土丘陵	2.31	155	0.41	250.6	55.8	71.3
	24	苏沟	黄土丘陵	2.23	105	0.74	497.0	2.6	107.6
	25	太寺	黄土丘陵	1.87	163	0.43	476.5	40.6	17.8
	26	柴沟	黄土丘陵	1.73	144	0.38	433.8	228.3	86.9
	27	蛟龙沟	黄土丘陵	1.90	150	0.41	1169.6	463.6	205.1
	28	黑牛沟	黄土丘陵	2.65	94	0.70	409.8	21.6	182.9
	29	鹰堡沟	黄土丘陵	2.62	175	0.35	624.9	161.6	218.2
隆德县	30	小湾	黄土丘陵	0.68	145	0.46	92.4	2.8	32.4
	31	常沟	黄土丘陵	1.79	81	0.58	396.7	84.3	328.5
	32	任家沟	沟壑区	2.28	144	0.49	178.4	30.2	31.8
	33	刘家岔	沟壑区	3.23	156	0.44	76.9	9.6	23.1
	34	张家沟	土石山	4.47	135	0.46	116.7	33.4	30.0
	35	红沟	土石山	2.37	138	0.42	157.2	42.8	55.5
	36	后岔	沟壑区	1.51	146	0.53	517.3	12.5	124.8
	37	石庙、玉湾	沟壑区	1.17	144	0.59	689.0	38.7	40.4
	38	养麦沟	沟壑区	1.35	153	0.33	199.5	54.7	35.8
	39	柴沟	沟壑区	2.65	165	0.41	95.6	13.2	23.6
	40	范湾	沟壑区	1.55	162	0.45	307.7	28.5	72.5
	41	老张沟	沟壑区	1.36	158	0.45	392.8	21.6	107.8
	42	桃联	沟壑区	1.23	154	0.46	359.5	44.8	84.2
	43	五垅	沟壑区	1.46	150	0.52	435.3	43.6	47.5
	44	西坪	沟壑区	1.87	320	0.46	230.7	35.5	22.6
合计	45	咸家湾	沟壑区	0.81	133	0.53	222.8	9.4	4.1
	46	李哈拉	沟壑区	0.70	151	0.62	554.5	18.3	8.3
	47	杨袁	沟壑区	0.82	133	0.53	346.3	81.9	31.2
	48	庙湾	沟壑区	1.18	156	0.38	1081.1	181.8	518.7
合计							15059.4	2128.6	4678.9

3.3 分类结果

采用 K－Means 聚类法,以沟壑密度、人均耕地、耕地、林地、牧草地作为变量,对研究区 48 个小流域进行聚类分析,最终将 48 个小流域分为四个类型。具体结果见表 2。

(1)低人口密度流域类型。该类型人口密度在 100 人/km² 左右,地处彭阳残塬沟壑区,人均耕地面积大,耕地占 44.5%~ 75.8%,林牧用地所占比例之间差别不大。

(2)中高人口密度流域类型。该类型人口密度较大,在 144~ 367 人/km²,人均耕地面积较小,为 0.19~ 0.46 hm²,耕地所占面积在 50%~ 75%,林地面积大于牧业用地面积,但牧业用地面积也占一定比例,农林牧用地结构平均约为 3:1:0.5。此类型主要分布在彭阳和隆德黄土丘陵沟壑区。

(3)中人口密度流域类型。该类型的特点是沟壑密度较大,在 2.66~ 5.13 km/km²,人口密度在 110~ 186 人/km²,人均耕地在 0.4~ 0.5 hm²,耕地所占面积在 44.4%~ 77%,牧业用地占相当大的比例,在 15.7%~ 46.5%,而林地面积很小。主要分布在原州区黄土丘陵沟壑区。

(4)中人口密度流域类型。该类型人口密度在 133~ 165 人/km²,耕地所占比例在 59.5%~ 92.9%,林牧之间总体来看差别不大,主要分布在隆德黄土丘陵沟壑区。

表 2 研究区流域分类结果

分类结果	流域编号
1(低人口密度流域类型)	17、18、24、28、31
2(中高人口密度流域类型)	3、16、19、20、21、22、23、26、27、29、38、44
3(中人口密度流域类型)	1、2、4、5、6、8、9、10、11、12、13、14、15、33、34
4(中人口密度流域类型)	7、25、30、32、35、36、37、39、40、41、42、43、45、46、47、48

4 各类型区综合治理模式

在研究区内类型区划分的基础上,综合分析各类型区自然环境特点,社会经济环境及主要的限制因素,有针对性地对各类型区内的山、川、梁(峁)、沟壑、道路村庄等地类进行科学规划,合理布局林草、工程措施,确定具体治理开发措施,从而达到高效合理地利用水土资源,使其在环境改善的前提下,最大地发挥资源效益。各类型区的开发治理措施布局的原则是:以小流域为单元,因地制宜,突出重点,自上而下,因害设防;正确处理治坡和治沟、生物措施和工程措施、近期效益和长远效益以及集中治理和分散治理的关系;争取以有限的工程投资收到最佳的经济、生态及社会效益,逐步建立有机的防护体系,达到根治水土流失的目的。因此,确定了以坡改梯为重点,林草措施为依托道路为骨架,梁峁防护体系、坡面防护体系与沟道工程相补充,形成层层拦蓄的立体防护体系,达到工程与生物、单项措施与综合措施的有机结合。

4.1 低人口密度流域类型

该流域类型主要位于彭阳残塬沟壑区,其地形地貌特点是塬坡比较平缓,一般坡度 5~ 15°,侵蚀模数 3 000~ 5 000 t/km²,沟坡面积占一定比例,人均耕地面积大,耕地占 44.5%~ 75.8%。

低人口密度流域类型布局模式及具体技术要求:塬面坡度小于 5°的台塬地为该类型区的农耕地,部分平整改为水浇地,其余按等高线逐年深耕,自然落平,调整种植业结构,运用土壤培肥及旱作农业措施等。林业规划以农田防护林和四旁林为主;沟坡中上缓坡区进行坡改梯工程,埂坎配置花椒、苜蓿等;沟坡下部坡度较陡,以前农地逐步安排退耕还林,主要采用水平沟、鱼鳞坑整地,配置乔灌混交水土保持林和乔木用材林;沟底修建水库、塘坝,并配置固沟速生用材

林。治理模式见图 1。

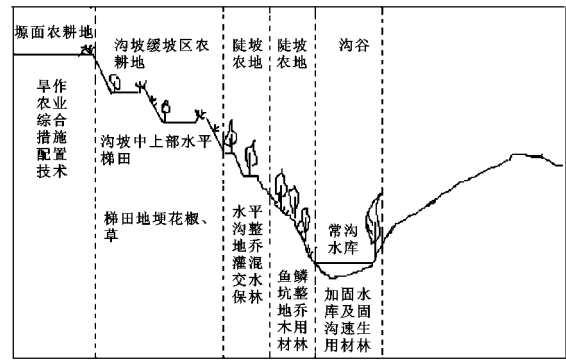


图 1 低人口密度流域类型 治理模式图

4.2 中高人口密度流域类型

该类型主要分布在彭阳和隆德黄土丘陵沟壑区, 人口密度较大, 在 144~ 367 人/ km², 人均耕地面积较小, 为 0. 19~ 0. 46 hm², 耕地所占面积在 50% ~ 75%, 林地面积大于牧业用地面积, 但牧业用地面积也占一定比例, 农林牧用地结构平均约为 3: 1: 0. 5。

中高人口密度流域类型布局模式及具体技术要求: 大于 25° 的坡耕地全部退耕造林、种草, 营造以阔叶乔、灌木为主体的水土保持林和薪炭林, 适宜树种主要有河北杨、臭椿、白榆、沙棘、柠条、山桃等; 5~ 15° 的坡耕地修建水平梯田, 梯田田面净宽 6~ 20 m, 坡度大则田面窄, 坡度小则田面宽。为工程安全等原因, 梯田坎高不得大于 3 m; 新老田坎, 均安排造林、种草, 主要选择生长量大、防护效果好、胁地小的灌木树种(草), 如柠条、杞柳、柽柳、苜蓿等。水肥条件较好的地段可安排山杏、山毛桃、花椒等经济树种; 侵蚀沟道营造水保用材林, 并建塘坝、谷坊等沟道防护工程。治理模式见图 2。

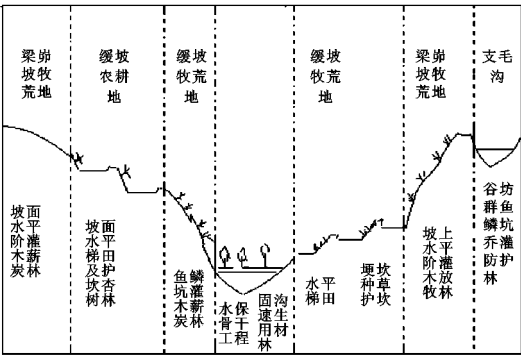


图 2 中高人口密度流域类型治理模式图

4.3 中人口密度流域类型

该类型主要分布在原州区黄土丘陵沟壑区, 沿山两侧为土石丘陵, 黄土丘陵间也有河谷川地分布。沟壑密度较大, 在 2. 66~ 5. 13 km/ km², 人口密度在 110~ 186 人/ km², 人均耕地在 0. 4~ 0. 5 hm², 耕地所占面积在 44. 4% ~ 77%, 牧业用地占相当大的比例, 在 15. 7% ~ 46. 5%, 而林地面积很小。中人口密度流域类型 布局模式及具体技术要求: 黄土丘陵沟壑区大于 25° 的陡坡牧荒地全部退耕造林、种草, 营造以灌木为主体的水土保持林和薪炭林, 适宜树种主要有臭椿、白榆、沙棘、柠条、山桃等; 5~ 15° 的梁峁坡耕地修建水平梯田, 梯田田面净宽 6~ 20 m, 埂坎均安排造林、种草, 主要选择生长量大、防护效果好、胁地小的灌木树种(草), 如柠条、杞柳、柽柳、苜蓿等; 支毛沟道内修建土谷坊、生物谷坊等沟道防护工程。河谷川道区以种植业为主, 提高粮食单产和经济作物产出; 水利工程以灌溉渠网的建设为主; 林业主要

结合地埂、水渠、道路等营造农田防护林, 同时在河道两岸营造护岸林, 主要树种有新疆杨、北京杨等; 条件较好的荒滩地和缓坡退耕地营造经济林和用材林, 主要树种有新疆杨、北京杨、苹果、梨、花椒等。土石山区主要以自然封育为主, 主要布局模式为天然牧场, 发展畜牧业; 林业工程营造以针叶树为主的水源涵养林和水土保持林, 适宜树种有华北落叶松、油松、云杉、沙棘、柠条、山桃等。治理模式见图 3。

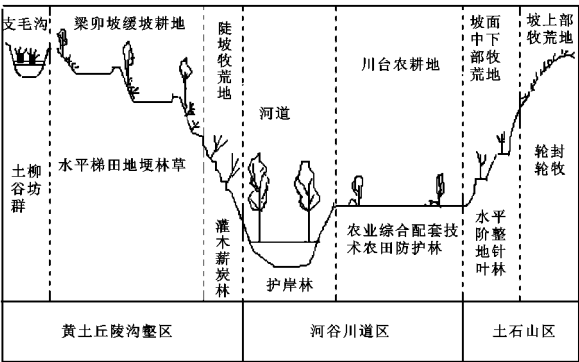


图 3 中人口密度流域类型 治理模式图

4.4 中人口密度流域类型

该类型主要分布在隆德黄土丘陵沟壑区, 人口密度在 133~ 165 人/ km², 耕地所占比例在 59. 5% ~ 92. 9%, 林牧之间总体来看差别不大。

中人口密度流域类型 布局模式及具体技术要求: 大于 25° 的梁卯坡上部牧荒地全部退耕, 采用水平沟整地, 营造以灌木为主体的水土保持林和薪炭林, 适宜树种主要有臭椿、白榆、沙棘、柠条、山桃等; 5~ 15° 的梁卯坡缓坡耕地修建水平梯田, 梯田田面净宽 6~ 20 m, 埂坎均安排造林、种草, 主要选择生长量大、防护效果好、胁地小的灌木树种(草), 如柠条、杞柳、柽柳、苜蓿等。侵蚀沟道建塘坝、谷坊等沟道防护工程, 沟坡荒地营造乔、灌、草混交水土保持护坡林, 适宜树种草主要有河北杨、臭椿、白椿、白榆、沙棘、柠条、山桃、刺槐、苜蓿等; 梁卯坡上部支毛沟道修建土谷坊, 营造以阔叶乔、灌木为主体的水土保持林和薪炭林, 适宜树种主要有河北杨、臭椿、白榆、沙棘、柠条、山桃等。治理模式见图 4。

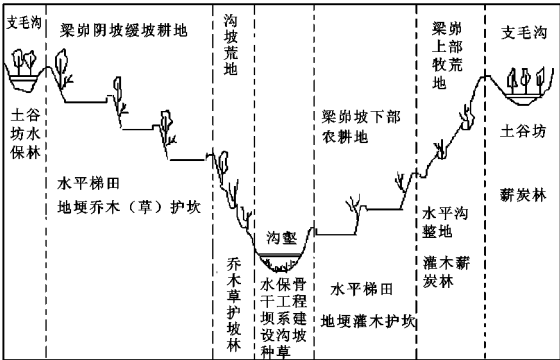


图 4 中人口密度流域类型 治理模式图

5 结 论

(1) 本文采用 K- Means 聚类法, 以沟壑密度、人均耕地、耕地、林地、牧地作为变量, 选择宁南山区原州区、彭阳县、隆德县的 48 个小流域进行聚类分析, 最终将 48 个小流域分为低人口密度流域类型、中高人口密度流域类型、中人口密度流域类型、中人口密度流域类型 四个类型。

(2) 宁南山区小流域由于各个流域具有各自的特点, 其

(下转第 317 页)

算复核。

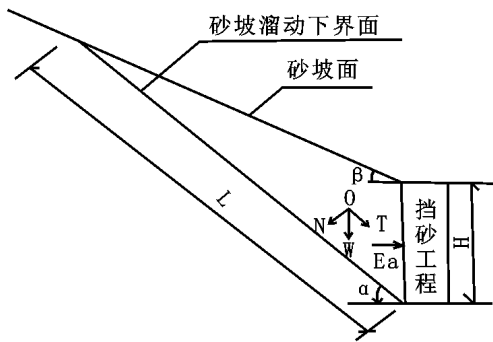


图3 桩板结构受力简图

(1) 桩板挡砂墙的平面布设。桩板挡砂墙应布设在设计开挖面内侧。考虑到钢筋混凝土板较沉重，桩间距不能太大，一般取2~3m为宜。

(2) 桩的设计。考虑到开挖砂坡的高度一般都不大，5~8m，所产生的土压力也不会太大，所以桩的断面不能太大，为方便施工，一般选1.2~1.5×1.0~1.2(m)的小方桩，桩呈“凸”字形，桩的宽度不得小于0.2m。

桩的结构和内力应依据砂坡的土压力大小确定。若选用钢筋混凝土桩，砂坡的土压力又比较小，桩的配筋量不得低于1.5%，水泥标号宜用425#。除骨架筋外，应加布受力筋。受力筋应布设在桩下，呈“一”字形布设(图4)。

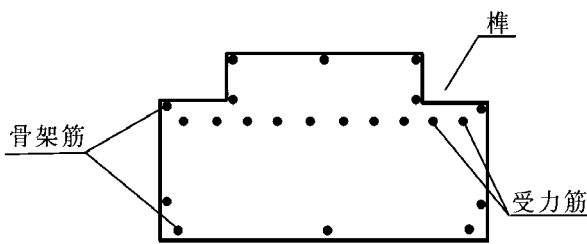


图4 桩受力筋布设示意图

桩的长包含开挖砂坡面的高度，加上深入开挖面下界面以下的长度，一般为桩长的1/3~1/2，若采用锚杆(索)平衡

参考文献:

- [1] 王成华, 陈永波, 朱平一, 等. 溜砂坡形成演化规律与防治对策[A]. 海峡两岸山地灾害与环境保育研究, 第三卷[C]. 昆明, 2002. 282-289.
- [2] 梁光模, 王成华, 张小刚. 川藏公路中坝段溜砂坡形成与防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(4): 33-38.
- [3] 阙云, 王成华, 张小刚. 川藏公路典型溜砂坡形成机理与整治[J]. 山地学报, 2003, 21(5): 595-598.
- [4] 牛国江, 张国帅, 杨孝勤. 浅谈桩板墙的施工技术[J]. 山西交通科技, 2005, 17(5): 83-86.
- [5] 赵明阶, 何光春, 王多垠. 边坡工程处治技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [6] 徐梓忻, 张文革. 挡土墙的库仑土压力[J]. 力学与实践, 1997, 19(5): 55-57.

(上接第314页)

自然和社会经济条件的不同, 尤其是人口密度的不同, 使土地利用方式具有明显的差异性, 从而影响农业生产的发展方

参考文献:

- [1] 齐实, 罗永红, 徐小涛. 宁夏南部黄土丘陵区水土保持与农业可持续发展[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003.
- [2] 唐慧中, 郑晓风. 长江流域黄土丘陵区综合治理模式初探—以郭罗沟流域为例[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 31-32.
- [3] 王延平. 黄土高原残塬沟壑区荒坡地可持续治理模式研究[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(1): 63-66.
- [4] 郝明德. 黄土高原沟壑区小流域治理模式—以长武王东沟小流域为例[J]. 水土保持通报, 1996, 16(1): 68-72.
- [5] 陈丽, 米文宝, 杨蓉. 宁南山区退耕还林还草工程实施措施研究—以固原市原州区为例[J]. 水土保持研究, 2005, 12(3): 190-193.
- [6] 孟宪智. 太行山区水土流失治理模式调查研究[J]. 海河水利, 2004, (3): 21-26.

桩的抗倾覆稳定性, 深入开挖下界面的长度可适当减少, 但不能少于1.5m。

(3) 板的设计。板可采用钢筋混凝土板(预制板)和木板, 两端做成榫形, 与桩相联。板的厚度、宽度应据溜砂坡单宽土压力设计。一般板的厚度不得小于0.25m; 考虑到安装方便, 板的宽度一般取0.6~0.8m; 板的长即桩间距加榫长, 在榫下加布受力筋。受力筋的量应据砂坡土压力而定。板的配筋量不得低于1.5%。

桩板墙设计完后, 还应进行抗滑稳定性和抗倾覆稳定性验算, 是否满足设计规范要求, 若不满足, 应重新设计。

(4) 桩板挡砂墙的施工。据粒状碎屑溜砂坡边开挖边溜动的特征, 桩板挡砂墙的施工顺序和方法是:

先施工桩, 采用沉井法施工, 少破坏地形, 注意桩、板联结的施工。桩的施工最好放在旱季, 避免雨水进入桩井。

后开挖砂坡施工安装挡砂板, 板按设计图预先预制, 运到施工现场, 自上而下, 边开挖砂坡, 边安装挡砂板。严禁两桩之间开挖完后, 再安装挡砂板。否则会引发桩间砂土溜动。板的下界应嵌入开挖面低界以下0.5m。

4 结 语

(1) 粒状碎屑溜砂坡具有独特的结构特征和工程物理力学性能, 采用一般的加固防护措施收效甚微。在西部高山区封闭、控制砂源区产砂, 因地形高陡, 面积大, 投资大, 不可取; 应把溜砂坡的防治重点放在稳定防护砂坡体, 保护加固开挖砂坡脚上。

(2) 针对普通挡砂墙容易发生边开挖砂坡边发生溜砂的现象, 研究了桩板墙挡砂工程, 有效地解决了边开挖边溜砂的问题。依据开挖砂坡的单宽土压力进行桩、板的设计。施工顺序是先采用沉井法施工桩, 后从上至下边开挖桩间砂坡, 边安装板。

(3) 在开挖砂坡的加固防护中, 可依据砂坡特征和工程的具体要求选择桩板挡砂墙与其它加固防护措施(如树根桩工程、植被护坡工程等)相结合的方式综合防治, 以期达到较为理想的整治效果。

向和产业结构。在进行综合治理时, 应在分类的基础上, 根据流域特点和发展方向, 采取相应的综合治理模式。