

# 陕西黄土高原地区高速公路 高陡边坡绿化技术

安登奎, 王玉宏

(陕西省公路勘察设计院, 陕西 西安 710068)

**摘要:** 从陕西省黄土区高速公路高陡边坡土壤干旱、瘠薄、陡峭的生态环境条件出发, 提出采用雨水叠加利用和易地利用模式来提高平台土壤水分含量; 铺设一维网垫草皮和土工格室; 增施有机肥料, 培肥地力; 选择适生乡土树草种等技术措施, 以提高高陡边坡绿化植物的成活率和保存率。

**关键词:** 高陡边坡; 绿化; 水平沟; 雨水利用

**文献标识码:** B      **文章编号:** 1000—288X(2004)06—0049—04      **中图分类号:** U412.366, S157.433

## Afforestation Technology on High and Steep Slope in Loess Plateau of Shaanxi Province

AN Deng-kui, WANG Yu-hong

(Shaanxi Provincial Highway Survey and Design Institute, Xi'an 710068, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** Based on the arid, barren, precipitous ecological environmental conditions of expressway high and steep slope soil in the loess plateau of Shaanxi Province, the paper proposes some measures as follows: (1) to adopt the rainwater to superpose utilization and transposition locality utilization to raise the content of soil moisture of the terrace soil; (2) to lay the two-dimensional network cushion and geotechnological dose of rooms; (3) to reconstruct the organic fertilizer, and to raise the soil fertility; (4) to choose the suitable tree or grass species to native soil, and apply some technological measures in order to improve the afforest survival and preservable rate on high and steep slopes of the highways.

**Key words:** high and steep slope; afforestation; level trench; rain water utilization

陕西省凤翔、铜川、韩城一线以北地区, 为陕北高原, 属于黄土高原丘陵沟壑区和黄土高原沟壑区, 平均海拔 800~1 200 m。而潼关至宝鸡的关中平原, 系地堑式构造盆地, 海拔 300~600 m。渭河两侧地势不对称地呈阶梯状增高, 北岸有明显的二级冲积阶地和一至二级黄土台塬。

陕西省高等级公路构架中经过陕西省境内的国道主干线(GZ35、GZ40和GZ45)和西部大通道(阿荣旗—北海线、西安—合肥线和银川—武汉线)约70%的里程要经过黄土台塬、黄土高原沟壑区和黄土丘陵沟壑区, 因而不可避免地将会出现一些路堤式和路堑式高陡边坡。例如: 阿荣旗—北海线的陕西铜川—黄陵路段, 高陡边坡面积为317 637 m<sup>2</sup>, 占全线路绿化总面积690 893 m<sup>2</sup>的46%; GZ40线陕西省境内闫良—富平立交段全长9 km, 绿化总面积272 120 m<sup>2</sup>, 高陡边坡135 520 m<sup>2</sup>, 占绿化总面积的49.8%; 阿北线安塞境安塞—拐拐路段有的挖方边坡深达43 m, 削

坡开级8级, 边坡坡度1 0.5(63.43°), 每延米边坡绿化面积高达85.2 m<sup>2</sup>。其中K60+181—K60+894及K82+110.5—K82+360.8路段, 高陡边坡面积35 087.51 m<sup>2</sup>和14 368.25 m<sup>2</sup>, 分别占全路段绿化总面积的87%和91%。

众所周知, 黄土高原由于土壤结构疏松, 植被稀疏, 暴雨集中, 水土流失极为严重。如国道主干线GZ35经过的吴堡、绥德、子洲区间, 土壤侵蚀模数为17 299~18 931 t/(km<sup>2</sup>·a); 包北高速公路榆林—西安路段过境区内, 土壤侵蚀模数520~10 797 t/(km<sup>2</sup>·a)。高速公路路堤式和路堑式边坡坡度大多介于33.7°(1 1.5)~73.3°(1 0.3)之间, 极易发生水土流失。再者, 削坡开级边坡, 由于平台和坡面构成双向蒸发面, 植树造林立地条件差。

因此, 如何在不良的水分生态环境中进行绿化, 提高植被成活率和保存率, 使之快速遮蔽裸露坡面, 持续生长, 固结边坡土壤, 使高陡边坡地段的景观

能与周围的自然景观相协调,为高速公路的使用者提供一个优美舒适的绿色环境,提高行车安全将具有重要意义。

针对陕西省高等级公路边坡的现状及其存在问题,陈麦侠等对边坡绿化草被的建植技术进行了分析研究,提出了一套适合陕西省高等级公路边坡绿化植被的建植和管理措施。该研究对边坡播种床的准备,边坡绿化草种的选择及合理搭配,建植技术,管理技术都进行了研究,但是其研究的重点是在下边坡,对于难度较大的上边坡没有进行深入的研究。

1995—1997年,常根柱、赵贵钧等先后对陕、晋多条高速公路的绿化进行考察,对我国北方地区高速公路的绿化现状及发展前景进行了探讨。研究者还对黄土路堑式边坡采用“挖穴投种”、“种包塞植”、“种子直播”和“野生狗牙根栽植”等方法进行研究,认为边坡绿化以挖穴投种—覆土—浇水方法最好。但因挖穴投种的许多技术问题未能解决,该项成果也未能大面积推广应用。

陕西法汤高速公路的兰法段高陡边坡和西禹高速公路芝川特大桥西桥头高陡边坡,采用平台栽植刺槐或者截杆栽植火炬树、刺槐、栾树和红叶李,林下种草(白三叶),利用植物的分蘖苗和截头稠密萌枝以遮挡黄土坡面,并栽植攀缘植物(三叶地锦)护坡,防止边坡雨水冲刷。该种绿化模式,树、草、花、叶季相变化明显、靓丽,但树草种的选择尚值得商榷。

2000—2002年,汪星宇、饶黄裳、赵久柄等,对铜(川)黄(陵)高速公路高陡边坡的植被建植技术进行专题研究。研究者在高陡边坡上采取开挖集雨槽、截水坑和客土湿法喷播技术来绿化高陡边坡。喷播植物种有黑麦草、冰草、高羊茅、沙蒿、沙打旺、黄花草木樨、紫花苜蓿、小冠花、苦刺、柠条、荆条、紫穗槐和胡枝子等。研究表明,客土湿法喷播建植植被,对下边坡效果较好,对上边坡效果差。表现较好的植物种有冰草、高羊茅、沙蒿、沙打旺、草木樨和紫花苜蓿等,但草木樨、沙打旺、紫花苜蓿等高耗水性豆科牧草,不可能在高陡边坡生态环境中构建起稳定的顶极护坡植物群落。

根据以上分析,可以知道,黄土地区高等级公路上高陡边坡绿化技术,在树草种的选择与配置模式,草被在陡峭坡面的着生固结技术,雨水的拦蓄利用技术等方面的问题还没有很好地解决。本文从陕西省黄土高原部分的自然条件和高陡边坡的生态环境特点出发,对高陡边坡绿化设计时的植物种的选择和天然雨水利用技术提出了一些看法。

## 1 高陡边坡的生态环境特征

### 1.1 陕西黄土高原地区气象特征

降水、气温、土壤,是植物生存的重要生态环境因素。陕西省黄土高原位于西北内陆,南北狭长,自北向南,分属温带和暖温带。区内主要气象要素如表1所示。由表1可知,陕西黄土高原地区,年均降水量、年均相对湿度和年均气温,大体自南向北递减;而年均蒸发量、极端最大冻土深度和极端最低气温值自南向北递增。因此,陕西黄土高原地区造林立地条件自南至北越来越恶劣。

表1 黄土高原地区气象要素

地点	年均降水量/mm	年均蒸发量/mm	年平均相对湿度/%	年均气温/°C	极端最低气温/°C	最大冻土深度/cm
潼关	625.5	2050	66	13.0	-18.2	44
西安	584.9	1600	72	13.3	-20.6	45
宝鸡	679.1	1400	70	12.9	-16.7	29
韩城	559.7	2060	60	13.5	-14.8	42
澄城	549.4	2000	62	12.2	-17.6	52
铜川	589.2	1650	65	10.6	-20.1	55
长武	584.1	1500	68	9.1	-24.9	68
黄陵	630.8	1660	62	9.4	-21.4	69
延安	549.9	1580	61	9.4	-25.4	79
安塞	505.3	1610	60	8.8	-23.6	88
吴堡	475.0	2260	59	11.3	-19.0	87
绥德	486.0	2100	58	9.7	-25.4	119
榆林	414.1	2080	56	8.1	-32.7	148
靖边	395.4	2220	54	7.8	-28.5	126
定边	316.9	2400	54	7.9	-29.4	133

### 1.2 高陡边坡生态环境特征

1.2.1 土壤干旱缺水 陕西黄土地区高速公路高陡边坡一般边坡坡率为1:0.3~1:0.5,平台宽度3~8m,每级高度3~10m,由于平台和坡面的双面蒸发以及雨水的流失,土壤严重干旱缺水。

对照有关黄绵土梯田的观测资料表明,当开级高度为3m时,平台30和80cm深度处的土壤水分(干旱时期)含量分别为6%和8%。前者已接近凋萎湿度,植物难以正常生长。因此水分是高陡边坡植物生存的主要限制因素。

1.2.2 土质贫瘠,缺乏植物所需营养元素 “水是命,肥是劲”。高陡边坡区域全是外露的心土,土壤的养分极为缺乏,因而不利于植物的生长和发育。表2中的资料表明,黑土、黑垆土和黄绵土底层土壤中的有机质和全氮含量不及表层土壤中的50%,植物生长所需的养分缺乏。

1.2.3 边坡坡面陡峭,边坡坡角大,土壤结构不良研究表明,心土中 >0.25 mm 的水稳性团粒含量不足 10%,保水保肥能力差,植物着生困难。根据蒋定生的研究资料,当地面坡度为 35° 时,其稳定入渗速率仅为地面坡度为 0° 时的 32%,降低了 68%。而高陡边坡的坡角多在 63°~73° 之间,因而极易产生径流,不利雨水向土中入渗保存。

由上可知,高陡边坡上绿化成功的关键在于:一要强化对雨水的拦蓄利用,二要选择耐旱、耐瘠薄的树草品种。

## 2 高陡边坡平台绿化雨水拦蓄措施设计

现有高速公路,高陡边坡一般没有设计灌溉设施。因此,全部天然降水必需就地拦蓄利用,借以提高绿化的成活率和保存率。

### 2.1 平台上开挖断续水平沟叠加利用天然降水

所谓断续水平沟,是指根据平台的宽度,顺着平台延伸方向,开挖 1(当平台宽为 3 m 时)~2 排(当平

台宽度 5 m 时)水平沟,沟深 35 cm,水平沟中每隔一定距离(等于所植景观树株距)筑一横向土埂,分区拦蓄平台降水及斜坡上的降雨径流,叠加利用雨水资源,以供植物生长消耗。水平沟结构如图 1。植树时,每个区内可适当施用有机肥料,以增加土壤中养分,改良土壤结构,以利植物正常生长。

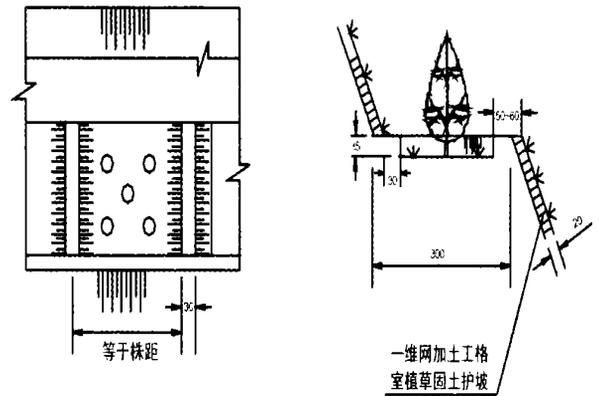


图 1 断续水平沟结构图

表 2 不同土壤耕作层与心土养分含量之比较

采样地点	土壤类型	采样深度/cm	pH	有机质/ %	全氮/ %	全磷/ %	全钾/ %
韩城平路	垆土	0~20	8.40	1.000	0.072	0.146	2.110
		200~230	8.50	0.410	0.035	0.126	2.930
杨凌	油土	0~17	8.62	1.180	0.083	0.142	—
		>220	8.50	0.390	0.034	0.136	—
洛川老庙	紫黑垆土	0~23	8.43	1.142	0.078	0.142	2.215
		1~196~210	8.51	0.405	0.037	0.138	1.550
长武芋园	紫黑垆土	0~16	8.30	1.280	0.084	0.169	2.310
		>240	8.20	0.490	0.029	0.142	2.340
吴旗	沙黄绵土	0~17	8.70	0.301	0.023	0.126	2.270
		>125	8.77	0.196	0.014	0.121	2.160
延川文安骆	黄绵土	0~20	8.84	0.776	0.054	0.158	2.160
		73~124	8.56	0.464	0.036	0.152	2.267

### 2.2 路侧开挖水窖,收集道路径流,易地利用雨水资源,补灌平台植物

由表 1 可知,陕西省黄土地区多年平均降水量介于 630~320 mm 之间,其中约有 16% 为 5 mm 的无效降水,实际上植物可以利用的有效降水量为 529.2~268.9 mm,有关研究表明,山杨、刺槐、沙棘、柠条、沙打旺等植物的需水量为 560~620 mm 左右,平均为 590 mm,因此,陕西关中以北延安以南地区,绿化植物年亏缺水分在 60~130 mm 之间,而延安以北地区,亏缺水分将达 170~320 mm。因此,在高边坡附

近修建水窖,收集道路径流,易地利用,补充灌溉平台植物,以维护其正常生长是十分必要的。

高速公路一般宽度在 24 m 左右,假若每处高陡边坡地段长度为 200 m,则每年可收集道路径流 808~158.3 m<sup>3</sup>。如果每棵树次灌水 0.05 m<sup>3</sup>,则每年可灌树 16 160~31 660 株。

水窖可开挖在高陡边坡的入口和出口公路上行幅和下幅的外侧,考虑到水窖年复蓄水次数为 2.5 次左右,则每个水窖的蓄水容积为 81~158.3 m<sup>3</sup>。灌水技术可选用小管出流节水灌溉技术,每一级平台敷设

输水管道一根,每一棵树下安装一根 4 mm 的出流小管。提水泵可选用 QGD1.2—100—0.55 型螺杆泵,其出水量为 1.2 m<sup>3</sup>/h,扬程为 100 m,轴功率为 0.55 kW(单相电)。

### 3 绿化树草种的选择

高速公路绿化比较粗放,因此应从耐旱耐瘠薄,易成活,易管护的角度,来选择绿化树草种。表 3 列举了陕西黄土区高陡边坡绿化推荐树草种,以供绿化设计时参考。

表 3 推荐陕西黄土区高陡边坡绿化树草种

地 区	平 台	边 坡
延安以南地区	火炬树、沙棘、刺槐、臭椿、连翘、榆叶梅、迎春、山桃、山杏、三叶地锦、扶芳藤、白三叶、小冠花、酸枣、荆条等	小冠花
延安以北地区	火炬树、沙棘、柠条、山杨、山桃、山杏、狼牙刺、紫穗槐、小冠花、三叶地锦、长芒草、披碱草、臭椿、酸枣	小冠花、无芒雀麦、披碱草、铁杆蒿、达乌里胡枝子、高羊茅和地椒等

(上接第 30 页)

- [5] 卢金发. 黄河中游流域地貌形态对流域产沙量的影响[J]. 地理研究, 2002, 21(2): 171—177.
- [6] 王向东, 匡尚富, 等. 城市建设和采矿对土壤侵蚀及环境的影响[J]. 泥沙研究, 2000(12): 39—45.
- [7] 中国科学院黄土高原综合考察队. 黄土高原地区工矿和城市发展的环境影响及其对策[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 177—180.
- [8] 陈立新. 城市土壤质量演变与有机土培肥作用研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 36—39.
- [9] 甘枝茂, 孙虎, 甘锐. 黄土高原地区城市化对侵蚀环境的负面影响及防治对策[C]. 中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会论文集, 四川科学技术出版社, 1999. 458—463.
- [10] 欧阳球林. 水土流失对清林水径库水质的影响研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(3): 19—22.
- [11] 金相灿, 刘鸿亮. 中国湖泊富营养化[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 120—169.
- [12] 孟紫强主编. 环境毒理学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000. 338—377.
- [13] 康晓风, 张建辉, 等. 沙尘天气对我国城市空气质量影响的范围与强度分析[J]. 资源科学, 2002, 24(4): 1—4.
- [14] 程晓军, 闫晓杰, 等. 包头市大气污染对人群健康的影响[J]. 环境科学研究, 2000, 13(4): 62—64.
- [15] 边归国. 环境污染对文物古迹的影响[J]. 环境与开发, 1998, 13(1): 25—28.

## 4 边坡绿化设计

由于边坡壁立,坡面光滑,宜选用一维网垫育苗草皮加土工格室措施进行绿化。为增加一维网垫草皮与边坡面之间的摩擦力,坡面不必削得平滑,应开挖成锯齿形,以增大坡面糙率。一维网垫草皮下填种植土 20 cm 厚,上压土工格室,再用塑料钎或“门”字形钢筋,将土工格室和一维网垫草皮锚固在边坡上,并喷水促其生长。

## 5 结 论

根据黄土高原高陡边坡土壤干旱、瘠薄、陡峭的生态环境,为了搞好边坡绿化,应采取如下技术措施: (1) 在平台上开挖断续水平沟,在高边坡路段出入口路侧修建水窖,强化雨水的拦蓄利用; (2) 在边坡坡面上铺设一维网垫草皮和土工格室,内填种植草固坡; (3) 增施有机肥料,培肥地力,改良土壤结构; (4) 选择耐旱、耐寒、耐瘠薄的乡土树草种。

### [参 考 文 献]

- [1] 蒋定生编著. 黄土高原治理模式与合理利用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
- [2] 王恒俊, 等. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.