

平西高速公路生态恢复适用技术研究

刘 龙

(交通部公路科学研究所 北京市 100088)

摘 要: 公路路域生态恢复是一个技术难题,特别是对于西宁这样的生态环境比较脆弱的地区,本研究从平西高速公路的路域特点出发,通过对气候、土壤和高速公路特点的分析,参考本地区植物演化方向,从两个方面研究生态恢复适用技术,一是从植物本身特性出发,通过多种植物的有效组合,以适应当地的土壤和气候条件;第二个是通过不同的建植方法,改善土壤和小气候条件,以促进植物群落的正常发育。

关键词: 平西高速公路; 生态恢复; 植物筛选; 建植

公路路域生态恢复技术难度大、涉及学科多,是全球性的公路环境科技研究热点,国际范围内的研究十分活跃,在确保公路路基边坡稳定的基础上,以发挥自然本身的植被恢复力为主,配合以适当的植被恢复技术措施为整治路域环境的手段和研究主体。在美国、德国、日本、英国、法国和澳大利亚等公路发达国家,在路域绿化的生态工程实施方面,依靠高新技术,形成了路域环境综合治理、有限的水土资源合理利用、配套完善的持续整治及集约化发展经营的技术和管理体制。

随着高速公路建设事业迅速发展,我国的公路路域环境的生态防护和绿化综合恢复技术^[1]也取得了一定的成绩,部分研究、工程设计和施工单位在绿化应用技术和工程实施等方面都做了大量工作,积累了不少成功的经验^[2]。但是由于平西高速公路是西北高寒地区第一条高速公路,其特殊的地理和气候环境,使恢复公路路域生态的一些常用的技术手段,在本地区应用存在严重的局限性,所以在路域生态恢复过程中,根据施工路段的小气候、土壤、光照和植被情况,采取多种措施,多方面进行实验,以求适宜的生态恢复技术。

1 研究区内的自然地理概况

1.1 平西高速公路沿线自然条件

平西高速公路处于青藏高原和黄土高原的过渡地带,海拔高度 2 300 m 左右,属高原大陆性气候。

冬天受西伯利亚的西北干冷空气影响,气候寒冷干燥,降水量稀少,风多,对植物生长极为不利。夏季受孟加拉湾的西暖湿气流影响,降水比较集中。所以春季干旱多风,气温上升,夏季凉爽,秋季短暂,冬季漫长。由于海拔高,昼夜温差很大。路线经过地区气温最低 -23°C ,最高 33.9°C ;年平均降雨量 300 mm 左右,降雨多集中在 6 月~9 月,占全年的 60% 以上,年蒸发量 1 700 mm,因此雨水不足是当地绿化的重要制约因素。沿线森林植被以寒温性常绿针叶林为主,少量落叶针叶林。土壤以河滩盐碱土和大白土为主,土壤中盐分的含量比较高,有机质和 N、P 缺乏,K 的含量比较丰富,是典型的内陆盐碱地。

1.2 研究区的生态恢复条件

平西高速公路西至西宁市的朝阳,东至平安县,全长 34 km,其中西宁市境内为 29 km,平安县境内 5 km,东西走向,除个别路段外,公路路基主要为填方。由于在公路建设过程中,垫路基的土壤来自不同地点,其组成成份非常复杂,特别边坡更是如此,其中既有施工遗留下的各种废弃物,如:水泥、水泥块、石灰、鹅卵石、沥青等,也有一些在回填过程中加入的不良土壤如各种各样的盐碱土等。另外在公路影响范围内,白天沥青吸收热量能力强,因此路域内的温度较周围环境温度高,在 7 月份中午 12:00 测定的路面温度为 57°C ,边坡为 37°C ,而周围农田仅为 26°C ;受汽车排出的尾气影响,公路路域受污染程度高,特别是受 NO_x 粉尘的影响重。

从生态恢复的角度来看,恢复或优化原有的生态环境首先要恢复影响区的植被。在平西高速公路路域内恢复植被的主要限制因子为:土壤结构、养分、盐碱、水分、温度和污染物。

2 平西高速公路生态恢复理论依据

研究区属于高原大陆性气候,生态环境非常脆弱,植被自然恢复进程比较慢。加之表层土壤受到了严重干扰,缺乏高等植物生长必需的条件,虽然周围环境中有许多其他植物材料的种子可以通过诸如风媒、虫媒、动物携带、雨水携带以及人类活动到达路域内,但很难顺利发芽和生长发育。从兰州至西宁的铁路沿线许多地区,经过几十年的自然演化也只有极少量的耐旱草本植物生长,由于木本植物所占的比重非常少,其恢复生态和边坡防护效果非常有限。在自然情况下,根据平西高速公路沿线的气候和自然植被,首先出现的植物应该为耐贫瘠的一年生草本植物,第二阶段出现多年生草本植物,第三阶段出现喜阳的木本植物,第四阶段出现耐阴的木本植物,最后形成适应当地气候条件,由多种植物物种组成的相对稳定的植物群落,但这需要很长的时间。平西高速公路是连接西宁和兰州两个省会城市之间公路的重要一段,车流量非常大,公路使用频率高,如不及时采取水土保持和绿化措施,促进边坡的稳定,极易形成水土流失,危及路基的安全,甚至造成植物群落的逆向演替,给周围环境带来不利影响。青海湖附近部分沙化地区,就是因为破坏植被所致。对于高速公路,由于是深挖高填而且是全封闭,如不在公路通车之前,做好绿化工作,其带来的后果会更严重。针对西宁地区气候和公路路域的小气候特点,从两个方面进行研究:首先从植物本身特性出发,发挥植物

本身的适应性,主要的研究内容是筛选适宜的植物或植物组合;第二是改变植物的生长环境,主要的措施是通过各类栽培措施和建植工艺,使不利的小气候和土壤条件得以改善,从而达到植物可以建植的目的。

3 研究内容和方法

3.1 适宜的植物组合的筛选

陆地上植物的种类非常多,除了极个别地区,由于气候和土壤条件特别恶劣等因素,植物在其上不能生长,一般都有植物分布;不同植物适应不同的气候和土壤环境,有自己的适应范围;平西高速公路路域内的小气候条件和土壤条件主要表现为:(1)土壤缺乏团粒结构,植物所需的营养物质少,主要因为公路路域内的土壤多是从地表深层翻出来的生土;(2)土壤的pH 值高,Na⁺含量高,由于它的作用,土粒分散,湿时泥泞不透水,干时坚硬;(3)坡面多,不易存水;(4)受汽车排出的尾气影响,受污染程度高。因此在筛选时,选择出芽速度快,根系比较发达,耐盐碱,耐污染,抗旱能力强的植物,但一种植物不可能满足公路路域如此多的特殊要求,根据植物生长发育规律,选择植物组合作为研究对象。

实验选择在平西高速公路 K95+000~K96+000 段,因为该路段边坡的坡长、坡度和土壤成份相对比较一致,这样可以减少实验误差,实验采用随机区组,每个实验 3 个重复,一个小区的面积为 2 m×5 m,共 5 种组合。由于公路的特点,无法测量地下生物量,本实验主要测定覆盖率和组成的变化,日期为 2001 年 7 月 3 日。

(1)实验材料(见表 1)

表 1 供试植物品种的有关特性及来源

植物名称	学名	品种	纯净度/%	发芽率/%
无芒雀麦	Bromus inermis	甘肃产	90	80
扁穗冰草	Agropyron cristantum	本地产	90	76
披碱草	Elymus dahuricus	本地产	85	70
紫羊茅	Festuca arundinacea	Common	98	90
紫花苜蓿	Medicago sativa L.	金皇后	98	80
锦鸡儿	Caragana korshinskii	本地产	85	65
沙棘	Hippophae, rhamnoides L.	本地产	90	65
枸杞	Lycium barbarum l.	本地产	90	70
红沙柳	Tamarix chinensis lour	本地产	80	42

(2)实验方法

本研究根据公路路域的要求,主要测定群落越冬后覆盖率、群落组成的变化。播种方式采用条播,行距为 15 cm,播种深度为 2 cm,肥料采用多元复

合肥(有效成份 25%),播种量为 125 g/m²,播后镇压,覆盖无纺布,以减少苗期水分过度蒸发。具体的组合方式见表 2。

表 2 供试植物组合

组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5
无芒雀麦(10 g)	无芒雀麦(10 g)	无芒雀麦(10 g)	无芒雀麦(10 g)	紫羊茅(10 g)
扁穗冰草(10 g)	扁穗冰草(10 g)	扁穗冰草(10 g)	扁穗冰草(10 g)	扁穗冰草(10 g)
披碱草(10 g)	披碱草(10 g)	披碱草(10 g)	披碱草(10 g)	披碱草(10 g)
锦鸡儿(2 g)	沙棘(2 g)	红沙柳(1 g)	紫花苜蓿(2 g)	锦鸡儿(2 g)
		紫花苜蓿(2 g)	枸杞(2 g)	
		沙棘(1 g)		

采取这样的组合方式是出于这样几方面考虑:①组合中有禾本科的草本植物,它们苗期的生长速度比较快,对土壤营养的需求低,可以作为先锋物种迅速覆盖坡面,为其他植物生长创造条件,为使坡面防护更加完善,在禾本科植物选择中,既有丛生型的也有具有根状茎的物种;②组合中加入木本植物,因其寿命长,护坡效果突出,可以作为目标物种,由于公路两侧不宜种植高大乔木,因此选用小灌木;③加入豆科植物,主要是利用它固定空气中的氮,从而补充群落的营养供给;④选择的植物对盐碱有比较强的抗性;⑤选择的植物是本地的或在本地栽培过的,它的扩散不会对本地原有的群落造成破坏。

(3)测定方法

①覆盖率采用针刺法测定;

②植物组成变化采用随机取样,每个样方 1 m², 3 个重复。

2001 年 9 月 10 日对实验小区进行调查,每一个小区随机选一个 1 m²的样方进行调查,覆盖率均在 90% 左右,不同处理之间相差很少。2002 年 4 月 27 日进行第二次调查,调查越冬后不同植物在群落中的组成,主要记录地上部分生物组成变化和生物量变化。见表 3。

表 3 越冬后不同组合中的物种组成 %

植物种类	组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5
无芒雀麦	31.7	29.5	19.6	22.3	
扁穗冰草	44.3	42.6	24.7	31	47.3
披碱草	22.4	27.9	14.6	8.7	24.3
紫羊茅					27.3
紫花苜蓿			41.0	37.3	
锦鸡儿	1.6				1.1
沙棘	0		0.1		
枸杞				0.7	

调查中发现,组合 2 中,沙棘没有,不是它不能在边坡上生长,因为在边坡附近存在野生的沙棘,主要是其耐荫能力比较弱,苗期生长比较缓慢,被组合中苗期生长比较快的禾本科植物“吃了”;在组合 3 中,沙棘占的比重也非常少,也说明了这一点。组合 1 和组合 5 中锦鸡儿的地上部分的生物量超过了 1%,而且据现场测定植株高度在 30 cm 以上。从实验的结果上也发现,豆科和禾本科虽然在对氮素的需求上可以互补,但对其他营养元素的需求上存在强烈的竞争,因此在混播过程中,要根据气候、土壤、生物学特性以及其在群落中所处的生态位的特点确定适当比例,促进群落进一步发育。

2002 年 9 月 20 日,经过又一个生长季,对实验小区进行进一步的观察,具体的实验结果如表 4、表 5。

表 4 越夏后不同组合中的物种组成 %

植物种类	组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5
无芒雀麦	17.7	16	17.3	10.3	
扁穗冰草	47.3	52.6	28	37	42.3
披碱草	11.4	14.5	1.7	4.3	11.3
紫羊茅					24.3
紫花苜蓿			52.0	46.3	
锦鸡儿	11.7				14.7
沙棘		0	0		
枸杞				0	
其他	11.9	16.9	1.0	2.1	7.4

表 5 不同组合的覆盖率

	组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5
覆盖率/%	74.2	77.3	89.1	87	73.7

同 2001 年相比,覆盖率不仅没有提高,组合 1、组合 2 和组合 5 反而有所下降;物种组成也发生了比较大的变化,禾本科中无芒雀麦、披碱草和紫羊茅比重逐渐减少,冰草数量略有增加;小灌木只有锦鸡儿存留下来,而且生物量有比较大的增加,另外植株的分枝增加到 10~15 个,高度在 40~50 cm 之间;紫花苜蓿地上部分也有不同量的增加;本地植物主要是一些一年生的草本植物开始进入,并且在群落中占有一定的比例,植物的本地化进程开始。

3.2 实验结果分析

(1)与 2001 年相比,2002 年的降雨量明显下降,据气象部门统计,2002 年的降雨量只有正常年份的 70% 左右,降雨量少影响了植物的生长,因此 2002 年的苗木生长比较缓慢。

(2)营养缺乏。早期植物生长茂盛有这样几方面原因,首先早期植物主要依靠本身从母体带来的营养,经过一段时间的生长之后,这部分营养已经消耗光,而自身吸收营养的能力跟不上,从而导致一部分苗木死亡,影响了覆盖率;第二是土壤中的营养缺乏,早期苗比较小,对营养的需求量小,随着其生长发育,需求大量增加,由于没有追施肥料,土壤中的营养不足也导致部分苗木死亡;第三,土壤板结,由于公路边坡土壤是生土,在雨后或浇水过程中,土壤板结,水和空气渗不进去,也容易导致苗木死亡。

(3)由于先锋物种的生长和死亡变化使小气候和土壤条件发生很大的变化,一些本地的植物通过各种媒介,传入路域后,开始在其中生长和发育,并形成一定的规模;而在一些裸露的边坡,由于没有采取人工的改进措施,至今没有或很少有植被存在。

(4)在混播中,小灌木所占的比重在逐步增加,草本植物在减少,而且这种进程将不断加剧,如不再加入人为因素,3~5 年后将形成以灌木为主的群落。

3.3 不同的建植技术

建植技术也是平西高速公路路域植被恢复的重要措施,本次实验中,重点测定草本植物在平西高速公路的不同建植措施。根据当地的气候特点,建植的重点应放在控制水分过度蒸发上,因此项目组设计了这样几种建植措施:(1)喷播+无纺布覆盖,称为处理 A;(2)喷播+草席覆盖,处理 B;(3)条播+无纺布覆盖,处理 C;(4)条播+草席覆盖,处理 D。

实验采用混播的方式,将条播无覆盖作为实验的对照,每平方米播种量为:无芒雀麦(5 g)+扁穗冰草(5 g)+披碱草(5 g)+紫花苜蓿(1 g),实验

小区面积为:2 m×5 m,3 个重复;种植之前整地,使坡面平整,施肥(复合肥 120 g/m²),然后进行种植。种植的时间为 2002 年 5 月 13 日,条播的覆土深度为 2 cm;经过 1 个月的生长调查出苗情况,具体的实验结果见表 6。

表 6 不同处理的出苗数(株/m²)

日期:2002. 6. 13

处理 A	处理 B	处理 C	处理 D	对照
759.3	2 964	1 658.7	2 768.7	37.8

同样的播种量但出苗数相差数倍,对照几乎全军覆没。分析其原因:首先,对照的死亡率高主要是因为该地区地面的水分蒸发量非常大,多数种子由于得不到足够水分而影响其发芽,因此出苗率非常低;第二,处理 A 和处理 C,与对照相比出苗率明显增加,相比较而言,处理 C 出苗率更高一些,主要是因为它采用条播,相当于 2 层覆盖,降低水分蒸发的效果更加突出;第三,采用草席覆盖的苗木出芽数最高,采用喷播和条播种植在出苗数上差异很小,但出的苗叶色发黄,黄化现象非常明显,苗比较弱,将来不易成活。

在 1 个月之后,也就是 7 月 13 日,把草席和无纺布除去,1 个月之后再进行调查,经发现,不同处理之间死亡率发生很大的变化,具体实验数据如表 7。

表 7 不同处理的出苗数(株/m²)

日期:2002. 8. 13

处理 A	处理 B	处理 C	处理 D	对照
712.7	28.7	1 214.3	41	34.3

处理 A、处理 C 和对照只有少量死亡,但是采用草席覆盖的两个处理几乎死亡殆尽,主要是因为草席的透光性很低,植物幼苗在出苗之后得不到足够的阳光,无法进行光合作用,出现严重的黄化现象,体内纤维无法积累,水分的含量很高,所以在草席揭开之后,蒸发量急剧增加,土壤内的水分供应不上,苗木由于过度失水而死亡。铺草席的措施在园林上应用非常多,主要是因为园林的管理力度大,在草席揭开之后,水分能充分供应,因此可以渡过该阶段,但是在公路路域达不到这样的管理水平,幼苗因此大量死亡。而采用无纺布虽然其防止水分蒸发的能力不及草席,但透光能力强,苗木仍可以进行光合作用,因此在揭开之后虽然小气候发生比较大的变

化,但没有超出苗木的适应范围,苗虽然生长比较弱,但仍然能够正常生存下去,苗木的适应能力逐步增强。本地区生态恢复最主要的制约因素是水分供应,特别是在植物生长的早期,这是其生命过程中对水分需求最敏感的时期。采用草席或其他植物材料制成的覆盖物,在种植一定时期之后必须揭开,否则它们在腐解过程中产生的热量足以将苗木烧死,但是揭开以后,由于黄化现象严重,也容易造成苗木死亡。采用无纺布覆盖,其早期的防止蒸发效果不及草席等,但因其透光性较好,植物仍能够进行相对较弱的光合作用,在揭开之后,通过正常的管理措施能够继续存活,在公路路域现有条件下较草席等覆盖物具有更现实的意义。喷播虽然在我国内地和沿海地区大规模应用,但在西部高寒缺水地区应用存在很大的局限性。但总的来说这几个处理措施都存在明显的缺陷,所以在进行该实验之后,项目组又进入了对覆盖材料的研究,目的在于解决苗木早期生长的水分问题。

4 结论

在平西高速公路路域进行生态恢复适用技术研究,研究的重点应是水分生理,解决的方法:一是植物本身水分的适应性;其次是改善植物生长的小气候条件。因此进行了植物组合实验,通过不同植物的合理组合增强其对水分的适应能力,通过对不同植物组合实验数据进行分析,得出如下的结论。

(1)采用多个植物物种组合比采用单一植物物种具有更强的适应力,稳定性增加。因为周边单一种植的禾本科和豆科植物在同样的管理措施下都不及实验小区的覆盖率高。

(2)在组合中不同植物之间的数量比非常重要,特别是灌木,其早期的生长能力比较弱,容易被其他草本植物“吃掉”,在选择 3 个当地最常见品种中,仅有锦鸡儿存活下来。

(3)组合中豆科草本植物紫花苜蓿,其适应能力比较强,可以较快覆盖坡面,特别在土壤盐碱程度较高的路段,可以作为先锋物种对土壤进行改良,为其他植物进入路域提供条件;在禾本科植物中扁穗冰草在该地区适应能力比较强,可以在全路域内进行种植。

(4)虽然在进行植物组合时充分考虑了各自的生长特性,特别是根系的分布、群落中的生态位和营养的需求,种植时施用了基肥,但在群落建成的早期必须从外部向群落中注入营养,否则会导致群落逆性演替,导致坡面重新裸露。在实验中由于没有及时追肥,导致植物死亡率增加,覆盖率下降,局部地段出现“斑秃”。

(5)在本地区适宜公路路域生长,目前已知的小灌木品种稀少,可选择的余地非常小,未来形成的植物群落,品种比较单一,多样性指数低,抵抗外来干扰能力较弱,需进一步从野生植物中筛选,以丰富群落的植物组成;另外需要对未来的群落组成进行预测,这样可以有针对性地采取群落建植措施,促使其向目标群落转化。

选择好适宜的植物组合之后,采取何种建植措施,改变土壤和小气候条件使其向目标群落转化也是生态恢复的重要手段。根据本地区的气候特点,常用的建植措施非常多,如加入保水剂、固体水等,并在林业和农业上进行应用。项目组根据路域生态恢复的特点,从群落演替的规律和不对环境造成新的污染的角度考虑,对这些措施进行分析,认为采用覆盖措施解决苗期缺水,是一个有效途径。但目前在该地区采用的草席覆盖措施不能应用于公路路域,无纺布可以应用但也存在一定的局限性,仍需对覆盖材料进行深入研究,以期找到物美价廉、操作简单的材料,解决植物苗期这一关键时期的需水问题,促进路域生态恢复。

参考文献:

- [1] 黄培佑. 西北生态环境建设的剖析与新构思[M]. 人民交通出版社, 2001.
- [2] 刘龙等. 从生态学角度恢复公路征地范围的植被[J]. 公路交通科技, 16(1).
- [3] McElroy M T, Piekie P E, McBurney S L. Utilizing plant growth regulators to develop a cost efficient management system for roadside vegetation. 1984.
- [4] Moorish R H. The establishment and comparative wear resistance of various grasses and grass-legume mixture to vehicular traffic. Highway Res Bd Roadside Dev Com Reports. 1949.

文章编号: 0451-0712(2005)02-0144-02

中图分类号: U418

文献标识码: B

浅析公路交通调查数据在公路养护管理工作中的作用

赵 鹏

(陕西省商洛公路管理局 商洛市 726000)

摘 要: 开展公路交通量调查(下简称“交调”)工作是公路交通部门一项重要的基础性工作,但各基层公路管理部门对交调工作的重视程度和对交调数据的认识水平相对较低,很少对其进行分析,并将其用于指导公路养护管理生产实际。本文通过分析交调数据对公路养护管理的指导作用,为基层公路单位重视交调工作,正确应用交调数据,服务公路养护管理提供参考。

关键词: 公路; 养护管理; 公路交通量调查; 指导

公路交通量调查(简称“交调”)工作是公路交通部门一项重要的基础性工作,是利用一定的手段来测定道路交通流量的客观数值并进行分析的工作。公路交通量调查工作开展多年来,在各公路管理段建立了相当数量的交调站,也取得了大量的交通流量等数据,但各基层公路管理部门对交调工作的重视程度和对交调数据的认识水平相对不足,致使交调工作已成为部分单位的薄弱环节,很少对数据进行分析,更谈不上指导公路养护管理工作了,使得交调数据难以发挥其应有的作用,造成了人力、物力和交调数据资源的浪费。笔者认为,交调数据不仅是上

级公路部门制定公路建设规划和旧路技术改造方案、修建交通设施、进行工程设计必不可少的依据,更对基层公路养护管理工作有着十分重要的指导作用和现实意义。

1 对合理安排养护作业时段的作用

交通量时变化指在一定地点,交通量在不同时间段上的变化。我们应当充分利用交调数据,分析交通流量时变化规律,结合公路养护工作内容,合理安排养护作业时段,尽量避免在大交通量时段进行养护作业。这样既减少了因大交通量对施工人员的安全造

收稿日期: 2004-11-01

Research on Suitable Technique for Recovering Ecosystem of Ping-Xi Expressway

LIU Long

(Research Institute of Highway Science, Ministry of Communications, Beijing 100088, China)

Abstract: It is difficult to recover the ecosystem which has been destroyed by building expressways, especially in the region of Xining City. By analysing the climates, soil characters and the vegetable evolution in Xining area, two ways are designed to solve the problems. One is to adapt climates through the suitable constitution of several foliages, another is to ameliorate soils and small climate through different culture measures.

Key words: Ping-Xi Expressway; recover ecosystem; select plant; culture