

神府—东胜煤田开发区建设对植被影响的调查

侯庆春 汪有科 杨光

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 文中论述了神府—东胜矿区植被现状及其开矿过程中引起的环境因素变化对植被的影响作用,通过资料分析,认为近期内不会导致植被大面积死亡,而使土地沙化。但是,确实存在着由于植被破坏而引起土地沙化的潜在威胁,应当引起人们的密切关注,作者建议应在神府东胜矿区进一步开展植被建造的系统研究及其演变的系统研究。

关键词 神府—东胜煤田 矿区环境 植被建设 植被盖度

Influence of Coal mining on the vegetation in the shenfu-Dongsheng coal field

Hou Qinchun Wang Youke Yang Guang

(Northwestern Institute of soil and water Conservation, Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The vegetation situation and the influence of environmental factors changing during on vegetation during is discussed in the paper. According to analysis of investigated data vegetation death in the large scale and land desertification brought about by mining activities can't taken place in the near future But the latent peril that the vegetation destruction lead to the land desertification is presented. It should be paid more attention to. Author suggests that systematic study on the vegetation re-build and its evolution should be strengthened further in coal mining area.

Key words shenfu-Dongsheng coal field vegetation construction vegetation cover environment in mining area

植被既是生态环境的重要组成部分,也是生态环境的主要保护者,植被的分布、组成、演变等特征又是生态环境条件的反映,所以,在生态环境建设与科学研究中,植被建设与研究占据重要地位。

神府—东胜矿区位于毛乌素沙地与黄土丘陵两大结构系统中间地带,属生态过渡带。其生态环境特征是环境因素波动性大,环境敏感性强、承受能力和抗干扰能力差,所以,又是典型的生态

脆弱带。在矿区开发与建设初期,由於忽视生态环境的脆弱性和环境问题的严重性,导致了某些环境因素的波动并诱发了新的生态环境问题,这些势必影响植被;同时,环境治理对植被也提出了更高的要求,因此,在评价神府—东胜矿区一、二期环境效应时,研究植被现状是十分必要的。

本次考察目的是查清神府—东胜矿区植被现状,矿区开发建设对植被的影响及其前景预测。考察范围是以大柳塔镇为中心,沿乌兰木伦河石台至何家塔段两岸各 3—5km,活鸡兔沟沟口至上游 10km 段两岸各 3—5km,总面积约 500 余 km²。经过约 1 个月的野外作业,基本上达到了目的,初步掌握了以大柳塔镇为中心的神府—东胜矿区的植被现状、存在问题,煤田开发对植被的直接与间接影响,并对几个重大问题提出了初步看法。但是,由於人员少、时间紧、范围大,故此考察仅是粗线条的,有许多问题尚未涉及到,有待今后进一步加强。

1 概 况

考察区位於陕西省神木县和内蒙古自治区伊金霍洛旗交界处,包括神木县大柳塔镇全部、中鸡乡和伊金霍洛旗布连乡的沿河部分,总土地面积约 500 余 km²。在考察区域内,有精煤神府分公司和东胜分公司所属国营大矿(年产 100 万 t 以上)7 座,地方办中型煤矿(10—100 万 t)7 座,乡镇办和个体办小型矿(10 万 t)61 座,是神府—东胜煤田矿点分布最为集中的地区。

1.1 地貌

考察区位於黄土高原与毛乌素沙地两大结构系统之间的过渡地带。海拔 1 100—1 300m,由南向北逐渐抬升。主要地貌类型为典型覆沙黄土丘陵和波状沙地。其南部为典型覆沙黄土丘陵,梁峁顶部平缓开阔,其上覆有较厚沙层,切沟深而沟壁陡峭,往往有基岩出露,北部为波状沙地,沙丘(梁)起伏,相对高差 10—40m,但流水切沟深,沟壁陡峭。区域内坡度组成特点是梁、峁坡一般小於 15°,沟坡一般大於 25°。考察区域内地质条件复杂,在基岩上覆有黄土、老黄土、古土壤、古风沙、粘土互层、黑砂土、风积沙等,形成夹层现象。这表明古代由於气候变迁,风沙界线来回摆动,导致古土壤和风沙层交互分布,充分反映了气候过渡性与环境的波动性。地面组成物质可分成三部分,大致以大柳塔镇与活鸡沟为界,其南为沙黄土和河湖相沙,其北又以乌兰木伦河为界,河东为风成沙,河西为沙页岩成沙,乌兰木伦河河滩则为河流冲积沙^[1],由于流水切割,基岩出露较高,为侏罗纪沙岩。

1.2 气候

考察区地处半湿润气候过渡的中间地带,属中温带半干旱气候、干旱少雨多风沙是其特征。多年平均降水量约 400mm,年内变率与年际间变率均很大,降水多集中於 7—9 月,约占全年降水量的 60%—65%,11 月到翌年 3 月,降水不足全年 10%。年际间降水量变化同样明显,丰水年与枯水年相差 2—4 倍。年蒸发量 2 000mm,干燥度约为 2。年均气温 8℃,≥10℃的活动积温约 3 000℃,无霜期约 156 天,多年平均大风日数 15 天以上,最多可达 40 多天,最大风速可达 20m/s 以上,沙暴日数不少於 15 天。

主要气象灾害有旱灾、霜冻、冰雹、大风与洪水等。据神木县气象资料,中、小旱平均 1 年一遇,大旱 6.5 年一遇。霜冻也是常见的自然灾害,平均 1 年五遇。大风也是本区常见的自然灾害,但以 4—5 月最为集中,沙暴也常发生於这一时期,约占全年的 60%—70%。河流暴涨暴落,枯洪比大,每到夏季汛期常常发生洪水并危及群众生命财产安全。

3 土壤

考察区的地带性土壤是黑垆土,但由於严重的水蚀与风蚀,黑垆土流失殆尽,只在崾崴等处

尚有侵蚀残墩。由于土壤侵蚀及地面组成物质的作用,主要土壤类型有风沙土、绵沙土、硬黄土等。土壤贫瘠,有机质含量低,大部土壤均低于 1%。土壤机械组成粗,物理性粘粒少,易漏水漏肥。土壤疏松。抗蚀力差,易遭受流水侵蚀和风蚀。据唐克丽等人的研究,^[1]这一地区属黄土高原强烈侵蚀中心,土壤水蚀模数 $10\ 000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$,河流输沙严重,乌兰木伦河下游(窟野河)河川径流最大含沙量曾出现过 $1\ 700\text{kg}/\text{m}^3$,堪称全国之最。强烈的水蚀与风蚀是该区危害最严重的环境问题。近年来,由于开矿、修路等忽视了水土流失、风沙危害等环境问题,土壤侵蚀与河道输沙均有发展趋势。

2 考察区的主要优势植物

考察区属黄土高原中东部草原区暖温型草原——灌丛化草原区^[5]。由于本区的土壤以风沙质土壤为主,沙生植物占优势。考察区历史上曾是“水草丰美、牛羊塞道”的牧业兴旺发达的地区,由于移民戍边屯垦等原因,人口骤增,滥垦、过牧等,再加上边陲战乱,植被遭到严重破坏,大片固定沙地又活化起来。全国解放后,经过造林种草,植被得以恢复,大片流沙得到治理,神木县也成为全国治沙造林的典型。本区人工植被占有较大比重。

2.1 乔木

2.1.1 杨树 是本区杨属乔木的统称,包括有小叶杨、北京杨、合作杨、大关杨、箭杆杨、新疆杨等,除小叶杨外,均为由区外引进的杨树新品种和优良品种。小叶杨是当地的乡土树种;其分布范围广、面积也最大。主要分布于乌兰木伦河两岸滩地及与沟底,房前屋后以及村旁路边等。但是由于过度利用,原有天然林已不复存在,现有的小叶杨林多为 60—70 年代人工营造的纯林。由于造林时忽视了立地条件类型及树种的适生性,其生长状况差别很大。位于沟道、滩地、村旁、屋旁的小叶杨由于水肥条件好,生长旺盛,20 年生树高可达 13—15m,郁闭度可达 0.8 以上,成为当地大、中径材的主要来源。多以小片纯林及防护林带的形式存在。生长于梁峁顶部及波状沙地的小叶杨纯林,由于水肥条件差,不能满足其生长需求,大部长成小老树,20 年生树高 3—4m,胸径 5—7cm,干型不良,生长停滞,树皮颜色发黑,这部分林地“成林不成材”,郁闭都多为 0.3—0.5,林下枯枝落叶层发育不良。下层植被有沙蒿及其它植物,盖度小,一般只有 0.2—0.3。小老树由于不成材,故没有经济效益,但有固定流沙,防治风蚀等作用,还可提供部分饲料。

引进的北京杨等优良品系也有类似的情况。尽管这些品系有较大生长潜力,但由于水肥条件不能满足其需要,也难以发挥出来。一般在滩地,沟道底部栽培的,其生长量大于小叶杨,在沙地栽培的与小叶杨相似。

2.1.2 旱柳 旱柳也是当地乡土树种,多以散生木、四旁树,小片疏林等方式分布于河流两岸滩地、沟底、水库岸边,渠边等,这些地块水肥条件优越。造林间隔大,多为 3—7m。作业方式为头木作业,这是旱柳一种独特作业方式,主要用于培育小径椽材,一般砍伐间隔为 4—6 年,有时一株旱柳一次可出椽子 30—50 根,相当于 0.5m^3 木材,因此,是当地小径材的主要来源。旱柳的生活力很强,有时心腐只剩下树皮,仍能旺盛生长,所以有“柳活一张皮”的说法。但是培育大径材则不理想。沙地造林则长成小老树。在造林初期,由于处于“压沙”阶段,其树干等被埋部分能生出不定根,生长旺盛,但在停止“压沙”后,生长衰退。

2.1.3 油松 油松也是当地乡土树种,但由于历史上的种种原因,在 70 年代以前,考察区内没有油松。80 年代初期,在大柳塔镇后山营造了一块油松纯林,生长基本正常,10 余年生树高 3—4m,根据榆林地区造林经验,油松适宜生长黄绵土上。由于栽种时间短,仍需进一步观察。

2.1.4 其它乔木树种 除上述乔木树种外,还有白榆,刺槐等面积小而呈零星分布。

2.2 灌木

2.2.1 沙柳 沙柳是当地乡土树种,也是分布最广泛,面积最大的常用造林树种。目前沙柳林均为人工林。成年沙柳林平均高 2.0—3.5m,每丛分枝 15—40 个,保留密度 140—240 丛/亩,单丛冠幅为 0.25—1.22m²,平均冠幅 0.8—0.9m²/丛,大部沙柳林郁闭度在 0.3—0.6 之间。

沙柳多为春季造林,在沙地上先用沙蒿或其它材料扎成方格沙障,削弱地表风蚀,然后扦插造林,有片状与带状造林;带状造林时间隔带有沙蒿生长。造林密度 220—330 丛/亩,保存率 70%左右。由于沙柳无性繁殖,林下见不到更新幼苗。

沙柳林下地表覆盖不良,一般没有死地被物,活地被物也稀少。主要有沙蒿、棉蓬、牛心朴子等。沙蒿多是扎沙障时存活并繁衍下来数量少,盖度也小。

营造沙柳的目的是防风固沙,因此,沙柳林主要分布于沙地、盖沙地土,沙黄土也有少量分布。立地条件差别对生长影响不明显。在有积沙的地块上,沙柳生长旺盛,地表形成黑结皮后,生长有所衰退,甚至会出现部分枝条死亡现象。

由于沙柳发叶迟,枝条下部无叶,林下死地被物和活地被物均少,所以,在沙柳林下仍可见风蚀现象,在沙丘(梁)表面可见到水状波纹,波纹是由较粗沙粒构成。但有时在少柳根茎处可以见到积沙。沙柳郁闭度越大,则风蚀现象越不明显,当沙柳郁闭度过小,还可见到由于风蚀作用而根系裸露。

由于缺乏劳力和沙柳林经济价值不高,再加上燃料丰富,沙柳利用与经营水平均不高,致使某些林分生长不良,甚至有“顶死”现象。

2.2.2 柠条 柠条是当地乡土树种,也是常见造林树种,多用于沙黄土、硬黄土、绵沙土的造林,有时也用于沙地造林。一般为纯林,但有时与沙蒿沙柳等形成混交林。成林一般高 1.5—2.5m,分枝旺盛,达 30—50 个。单丛冠幅 0.8—1.5m²,单丛平均冠幅约 1 m² 左右。郁闭度多在 0.4—0.6 之间。柠条是当地主要放牧林,花、果、嫩枝叶均是羊的好饲料,经过放牧的柠条林平均高只有 0.5—0.8m,冠幅及郁闭度均有下降。

柠条多为直播造林,造林密度为 220—330 丛/亩,由于发芽阶段易发生“闪芽”(俗称“放炮”),成活率低,往往再补植其它树种,沙蒿也逐步侵入,逐渐形成混交灌丛。

柠条防风固沙效果好,这是由于分枝多且枝叶密集的缘故。柠条耐沙埋,在其灌丛下常见到积沙,即使在较稀的条件下,灌丛根茎外也可见到积沙,但在风蚀强烈地区也可见到裸根现象。

2.2.3 花棒 花棒是近 20 年才用于造林的树种,其应用范围仅次于沙柳与柠条。成林树高 2.5—3.5m,分枝少,地径可达 5cm 以上,郁闭度 0.3—0.4。一般植苗造林,密度 220 株/亩,成活率 50%、70%,由于造林前用沙蒿扎沙障,沙蒿往往成活并繁衍开来,形成花棒—沙蒿复层灌丛,其总盖度可达 0.6,单纯花棒林的防风效果较差,不如混交林。

除花棒外,同属的还有踏郎,应用范围及生长状况与花棒相同。

2.2.4 其它 用于防风固沙造林的还有紫穗槐,沙棘等,面积小,而且很少有纯林。

2.3 半灌木

沙蒿是本区分布最广、面积最大的植物。沙蒿属多年生半灌木。成年沙蒿平均高 0.4—0.6m,分枝 20—50 个,往往成为丛生。单丛冠幅 0.29—1.33m²,大部为 0.5—0.8m²,郁闭度 0.3—0.6 者居多。但由于小生境不同,其生长状况及盖度均不同,壕掌地、平坦沙地或有径流汇集的地方。盖度可达 0.6 以上,平缓沙梁和沙丘上,可达 0.4—0.6,坡度较大,流动性强的沙丘上,一般低于

0.4。在较陡的沙坡上,其盖度一般较小,年龄较大、呈老化的沙蒿地,密度及盖度有所下降。沙蒿自生繁殖能力强,更新良好。当沙蒿呈现老化、盖度下降时,其更新幼苗很快出现,并且数量较多,可达 1 000 株/亩以上。

沙蒿的生长从旺盛到衰退过程与环境条件的演变有关,一般说来,在积沙阶段生长旺盛,但当沙地固定并形成地表黑结皮时,则生长开始衰退,这与沙蒿生物学生态学特性有关。

沙蒿抗蚀能力强,这与其冠形有关。据孙真元研究^[3],沙蒿冠形呈紧密球形,冠内为不透风结构,表面呈流线型,风的阻力小,枝叶密集而紧贴地表,所以,其根茎部不会产生风蚀,并能拦阻一定流沙。

2.4 草本植物

2.4.1 沙生禾草 沙生禾草是沙区常见植物,多为先锋植物,当沙地还处于流动阶段时,便能出现,并逐渐繁衍,形成群丛。常见的有沙竹、沙草、短花针茅等,因此,在沙地植被演替中占重要位置,但是,在大面积治理中作用不大。

2.4.2 其它 沙地植被虽然种类少,但对于固沙和改善沙地条件却有重要意义。作为先锋种并能最早形成群落的有牛心朴子、棉蓬,其盖度可达 0.2(当年),随着沙地固定后,紫菀,胡枝子等也陆续出现,植物种的增加,沙地植被演替朝高级阶段发展。

3 植被盖度与风蚀

由于本区不仅有严重风蚀,而且还有严重水蚀,风蚀的发生与发展又促进水蚀的发展,所以,防风固沙和保持水土是本区植被建设的首要任务。植被盖度大小与其防蚀能力有直接关系,所以,在这一地区有重要价值。在本次考察中把植被盖度列为一项重要内容。

3.1 植被盖度现状

这一地区由于小土壤的差异,植被组成种类的不同,植被盖度有明显差别,在调查中把植被盖度分成 4 个等级:Ⅰ级:小于 0.3;Ⅱ级为 0.3—0.5;Ⅲ级为 0.5—0.7;Ⅳ级为 >0.7。根据三不拉,白家湾,郝地渠等典型地段调查与测算,各植被盖度等级所占比例如表。由表 1 中可见,Ⅱ、Ⅲ级所占比例较大,二者共占 65%,构成主体。Ⅳ级盖度最小,Ⅰ级因包括裸河裸地,所以其所占比例也较大。由以上可以看出,虽然林草地面积较大,但是 <0.5 的面积几乎占到 60%,所以,其防护效益较差,需要重新造林种草和种植的面积相当大。

表 1 大柳塔镇植被盖度比例表

项 目	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	
盖 度	32.14	27.45	37.68	2.73	100
73.37	67.65	86.00	6.23	228.25	

3.1.1 环境因素 在诸多环境因素中,地形因素起着主导作用。地形通过水热条件的再分配而影响到植被生存、生长,从而影响到植被盖度的大小。首先,植被盖度随地形变化而变化。以分布最广、面积最大的沙蒿为例,在壕掌地、平坦沙地上,其盖度可达 0.6 以上,甚至局部地块可达 0.8。低缓沙梁(丘)上,盖度大多为 0.4—0.5,背风坡大于坡顶及迎风坡。沿乌兰木伦河两岸陡峭沙坡上,沙蒿或呈另星分布或呈稀疏沙蒿群丛,盖度不超过 0.3。盖度变化的总趋势是以沟头壕掌地、壕地为中心,向四周随地形变化而逐渐下降,但由壕掌地到沟底泉水出露处之间陡坡泻沙坡上,其植被盖度最低,往往呈现裸沙,除非通过人工造林和机械固沙,既使如此,其盖度一般

也不会太大。盖度大小因地类变化的趋势是壕掌地、壕地>平坦沙地>缓坡沙梁>梁陡坡沙梁>泻沙坡。由以上不难看出,盖度大小因地形因素影响很大。壕掌地是径流汇集地方,水肥条件均好,适宜沙蒿生长和繁殖,所以,影响盖度的几个因素:密度、冠幅、分枝数等都大,故盖度高。风蚀严重的地方,沙蒿种子难以停留下来发芽,故密度小,所以盖度也小。

3.1.2 植物种类 植物种受生物遗传,生态学特性等的制约,盖度有明显差别。以沙柳为例,沙柳繁殖靠营养繁殖,根蘖能力和种子繁殖能力差,所以,沙柳造林后,单位面积密度难以增加,只能靠个体增大而提高盖度。沙苇则由地下茎繁殖,但是个体增大的不多,所以,沙苇是靠个体数目增加而提高盖度。沙蒿则与上述不同,首先,自然落种繁殖能力强,只要种子能停留下来,则能生根发芽;其次,沙蒿被沙埋后侧枝能生出不定根,形成新的植株;第三,沙蒿是多年生植物,地上部分逐年增加,所以,沙蒿可以形成较大盖度。但是,有时同一树种由于立地条件不相同,其盖度也不相同,这是由于其生长状况差别而造成的。例如:杨树(含小叶杨)。在乌兰木伦河滩地,按一般造林密度,5—10年郁闭度可达0.5以上;20年时可达0.9,而沙地杨树林在20年生时,只达0.3,这是由于立地条件不一样所致。

3.1.3 人为因素 人为活动影响植被盖度既有有利的,也有不利的,既有有意识的,也有无意识的。例如造林成活率高,盖度也大,反之则小。靠近居民点则盖度大,其原因是距离近,造林时反复补植,密度大;其次,常常平茬利用,无意中促进灌木分枝及生长。不利方面是过度放牧及过度利用,故使生长衰退。

3.1.4 时间因素 沙地绿化造林种草后,在没有外来干扰条件下,随着个体数目和个体大小的增加,盖度也逐渐增加。裸沙造林初期,苗木小,分枝少,盖度低,在这一时期,防治风蚀主要靠沙障;随着时间推移,个体逐渐增大,有些种个体数目也有所增加,盖度随之增加,开始逐渐发挥防风固沙的功能,一直到沙地固定,自然条件改善。所以,不能期望造林后盖度马上达到预期目的,从没有作用到发挥巨大作用需要时间及发展过程4—10年,因此,人们称之为“生物措施效益后滞性”。

当沙地固定后,植被结构发生变化,一些物种侵入,原有植被开始老化,沙蒿植被即是如此,生长开始衰退,甚至死亡,但是,由于其它物种侵入,繁衍,总盖度并不会减少,可能还会增加,六道沟裸沙治理试验说明了这一问题。治理的当年无论人工栽植的还是自生的,植株个体小,防风蚀主要靠沙障来完成,其盖度只有0.2左右,第二年个体增大,而个体数目由于自生而增加,盖度达0.4,具有了防风蚀的能力。

3.3 植被盖度的作用

植被盖度在防治风蚀方面起着重要作用。根据考察,可以看到盖度不同,其防蚀的效果也不相同。以沙蒿为例,当盖度为0.3左右时,地表状况略如于裸沙,迎风坡侵蚀严重,有时根系裸露出来,背风坡积沙,地表水状波纹连续不断。当盖度在0.4—0.6时,地步水状波纹随盖度增加而逐渐减少,并变得不连续,地表有积沙,现使在迎风坡,沙蒿根茎附近也有时出现积沙,当盖度大于0.7时,地表水状波纹在局部小范围内出现,地表有黑结皮,表明已没有风蚀。

但是,也应当指出,植物盖度作用大小还与植布局有关。带状栽植沙柳时,总株数相同,盖度也相同,但由于行内加密,行间加宽,其防蚀效果要大于同密度的片状沙柳,在行内有较多积沙,地表水状坡纹明显减少,而且,由于沙柳抑制了风蚀,沙蒿在行间蔓延开来。三不拉村的带状栽植的沙柳效果尤为突出,行间沙蒿的盖度可达0.7以上,沙柳生长旺盛,防蚀效果甚为理想,这种造林方法值得借鉴。

植物种类不同也会影响到盖度防蚀的效果。这与植物的植株大小、分枝数量、发芽时间、冠形及其树冠离地面的高度等有关。沙蒿是当地发叶较早的植物,叶片约在 3 月下旬萌动,到 4 月中、下旬风季来临时,沙蒿叶片基本长成,可最大的发挥削弱风速的作用。而沙柳萌发约在 4 月中旬前后,到风季来临时,叶片尚未长成,其次,沙蒿叶片集中,枝条密集,冠形为半球形,并且,紧贴地面,其防风固沙效果较好,而沙柳叶片集中于枝条上部,下部为光杆,冠形松散且距地面较高,所以,在盖度相同条件下不如沙蒿防蚀作用好,柠条介于沙柳与沙蒿之间。

4 煤田开发对植被的影响

在煤田开发和矿区建设过程中,对植被的影响有直接的,也有间接的。直接影响是在煤田开发,矿区建设过程中,人们的活动直接作用于植被及其土地上,导致植被破坏或逆向演替。间接影响是由于在煤田开发和矿区建设过程是使某些环境因素发生变化,导致植被破坏或逆向演替。

4.1 地面沉陷对植被的影响

4.1.1 矿区沉陷类型 地面沉陷问题是煤炭开采过程中不可避免的现象,并将伴随整个开采过程,随着开采规模、范围的扩大而扩大。神府—东胜煤田开发尚属初期阶段,其地面沉陷也仅是开始,今后仍将继续扩大。目前,矿区沉陷可大体上分三种类型:

全面沉陷:以大柳塔双沟沉陷区为代表。其地表为波状沙地,较平缓,地面组成物质为风积沙,地面植被以沙蒿为主,混生有柠条、沙柳等,由于地面流沙固定时间较长,阿尔泰紫菀、达乌里胡枝子、棘豆等已侵入,还有棉蓬等沙生植物。植被盖度较大 >0.7 。沙蒿更新良好,密度为 2—3 株/ m^2 ,而且分布均匀。地表已有黑结皮形成,表明风蚀与风积均很轻微。由于国营大柳塔矿(超大型矿,年产 600 万 t)开掘巷道,导致地面全面均匀沉陷,沉陷范围大约为 200m \times 500m,约 150 亩。沉陷使地面形成大量裂隙,裂隙方向大体一致,间隔较均匀,裂隙宽度 15—35cm,间隔 0.7m—2.5m,裂隙深度大约在 1.5m 以上,裂隙两侧形成上下错位,相差 10cm 以上,地表沉陷比较均匀,尚未形成很明显的沉陷坑。

漏斗状沉陷,以磁窑湾沉陷区为代表。地面为平缓波状沙地,地面组成物质为风积沙,流动性强,其下为沙岩层,煤层夹在沙岩层中,且埋藏浅。地面植被为沙柳,郁闭度在 0.5 左右,平均高 2—2.5m,下有少量沙蒿,地面有断续水状波纹,表明尚有风蚀。由于在巷道开挖中致使沙岩层破碎并形成孔洞,地表沙下泻于巷道中并形成直径约 40m,深约 15m 的漏斗状沉陷坑。

黄土裂隙及陷穴:以刘石畔裂隙为代表。其位于乌兰木伦河左岸,地貌为黄土丘陵,地面组成物质为沙黄土,土地利用为农田及居民用地。植被稀疏,有达乌里胡枝子、长芒草等、由于开矿诱发并形成了一条长约 300 余 m、与黄土梁走向重直的大裂缝,裂缝最宽处约有 40cm,横穿过梁(峁)、切沟,并从刘石畔村穿过,致使村民房屋也产生裂隙。由于切沟汇集径流的水蚀作用,在裂缝上出现陷穴,直径约 3m,深约 2m。

4.1.2 对植被的影响 沉陷方式的不同,其对植被影响的程度、方式及后果也不相同。

土壤旱化:由于地面产生裂隙,其深度都在 1.5—2m 以上,当春季或大风季节,通过裂隙蒸发作用,导致土壤深层水分迅速散失,土壤含水量下降,这是因为有裂隙的土壤比无裂隙土壤多了两个蒸发面。导致下层土壤含水量低于上层土壤含水量(见图 1)。土壤含水量可相差 1.5% 左右。降低土壤抗旱能力,尤其是在干旱年份里,其危害则更大。

植物位移:沙岩层破坏,风积沙流动性强,下泻进入巷道,由于根系的支撑作用,植物体下降速度与风积沙下降速度不同,导致植物与流沙产生相对位置变化,使植物根系露出地面干枯而

死。这是磁窑湾漏斗状的沉陷坑植被死亡的主要原因。

机械损伤:由于在形成裂隙过程中,其力量大于植物根系拉力;把植物根系拉断,植株撕裂,造成机械损伤,致使植物死亡。

在双沟沉陷区,其死亡的植物多沿裂隙处分布,死亡较多的物种为沙蒿,其它种如柠条等,死亡的数量较少,而且,死亡的植株多以单株或小块状(一般不超过 $1-2\text{m}^2$) 存在,尚未发现成片的大面积死亡,所以,沉陷区的植被景观变化不大。磁窑湾的漏斗沉陷区,在沉陷坑内的沙柳几乎全部死亡,只残存几丛沙柳,其生长正常,由于坑壁形成大于 30° 的坡度,所以仍有流沙下泻,同时尚未发现其它种侵入。

由于神府—东胜矿区处于开发的初期阶段超大型煤矿仍在建设中,所以,矿区沉陷仅仅是开始,其沉陷范围小,类型少,相应的带来的危害也小。随着时间推移,煤田开发规模和范围的扩大,其地面沉陷范围和严重程度也将日益增加,对植被的影响也会日逐严重,必须引起注意。

4.2 煤粉尘污染

粉粉的污染主要表现在煤粉尘在运输、遇风等情况下,随风飘扬,沉降在植物叶片、嫩枝、树干等上面,堵塞气孔、皮孔,影响气体交换,水份蒸腾,提高叶片温度,破坏正常的光合作用,甚至伤害组织,影响树木正常生理活动和生长。这种危害在公路两侧最为严重,活鸡兔沟尤为突出,其影响范围大致宽 $30-100\text{m}$,长约 $7\ 000\text{m}$,沿途树木几乎都成黑色,草被上也覆有一层煤粉。其次沿公路两侧农田也因煤粉尘污染而成黑色,可影响到距公路 $10-20\text{m}$ 的农田,由于地表为黑色,吸热量大,地温高,在干旱季节给农作物带来危害。

4.3 关于矿区基本建设破坏植被问题

矿区开发需要占用大量土地,以用于生产设施、生产场地和生活设施建设以及基本设施(如道路等)的建筑用地。有些用地属于永久性占用土地,如道路,各种建筑物等。有些占地属临时性占地,当工程结束后,仍归还为农林草地。这些用地在使用过程中都要毁坏地面植被。永久性占地一般不存在植被恢复问题,而且,为保护这些永久性设施、美化生产生活环境,还采取了大力绿化环境的措施。但有些临时性占地,在使用过程中破坏了植被,过后又不恢复,使这些土地成为新的沙源或诱发新的水土流失。但是,应当指出,这种面积与矿区规模相比,不算大,而且,分布另散。虽然有些项目完工后没有恢复植被,但是由于降水量较大,地形平坦,有些场地已经自然恢复。目前存在问题较大的是弃碴场的绿化和防蚀问题。有的弃碴场位于沙地腹地,碴场及周围的原有植被在建筑过程中遭到破坏,但是,建成后忽略了植被的建设与恢复,所以,遇到大风和暴雨很可能成为新的沙源。其次,靠自然界恢复速度慢,效果不好。

5 关于几个问题的讨论

神府—东胜煤田历史上曾是“水草丰美”“牛羊塞道”畜牧业发达的草原地区。但是,由于地处边关,移民戍边屯垦,致使人口骤增,过度垦殖、樵采、放牧等,再加上战乱,植被遭到严重破坏,土

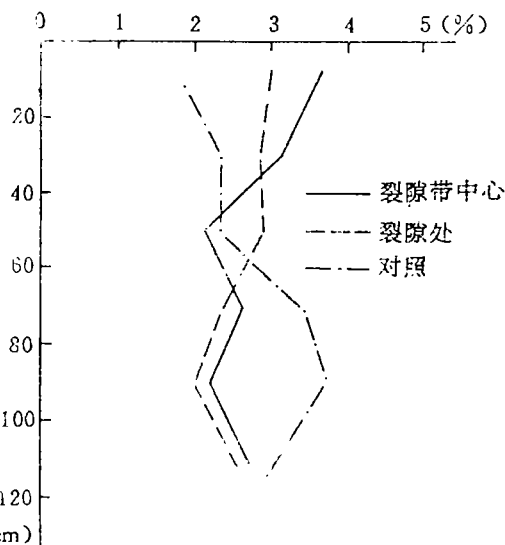


图1 双沟沉陷地面土壤水分状况

地沙化、沙丘活化，水土流失严重，生态环境恶化。解放后，经过 40 年的治理，林草覆被率明显提高，生态环境有所改善，土地沙化得到有效控制，尘暴有减少趋势，神木县成为全国治沙模范县，但是鉴于历史上的教训，煤田开发过程中所诱发的环境因素变化是否会导致植被衰败和消亡、使沙丘再度活化、土地沙化再度发展，从而影响到当地及其毗邻地区的生态环境，甚至影响到煤田的持续发展，这个问题十分引人注目。

5.1 沉陷区植被死亡原因分析及前景预测

双沟沉陷区沙蒿死亡的原因除以前所叙述的以外，还有生物生态学上的原因。在考察中，把沉陷区与非沉陷区相同立地条件类型的沙蒿灌丛做了对比，其结果如表 2。从表 2 中可以看到，两种类型的沙蒿均有死亡现象，都有幼苗更新，不同点是沉陷区沙蒿死亡率高于非沉陷区。这表明除沉陷导致死亡部分外，还有因生物生态学原因在起作用而导致沙蒿死亡。

表 2 沉陷区与非沉陷区沙蒿死亡情况对比(调查 94 年 4 月 20 日)

	地点	地类	平均高(cm)	密度(株/亩)	死亡率(%)	更新幼苗(株/亩)	其它物种
沉陷区	双沟	平缓沙地	44	1500	38%	1334	紫菀、柠条、胡枝子等
非沉陷区	三不拉	平缓沙地	40	1420	22%	1116	棉蓬、紫菀等

注：均为三块样地的平均值。

首先，双沟沉陷区的沙地已经固定，生态条件发生变化，在固沙初期属埋沙阶段，土壤疏松，通气性，透水性均较好，随着沙地固定，地表形成黑色结皮，由于降水等原因，沙地紧密度增加，孔隙度减少，环境条件改变将势必影响到沙蒿的生长。在 50—60 年代，靖边县旱柳人工林曾出现过类似的情况，由于沙地的固定，旱柳随之生长衰退，并出现枯梢现象。

这两者有一定的相似性，除了环境条件变化外，还有沙蒿本身生物学特性在起作用。根据补充调查资料，沙蒿的根系是主根类型，主根明显，侧根不很发达，其侧根较发达，在生长过程中，老侧根不断死亡，新的侧根不断生出，保持沙蒿旺盛生长。其次，沙蒿的枝条具有生长不定根的能力(见图 2)，在沙埋阶段，沙蒿枝条下部被沙埋后在节间长出不定根，根系增多，营养面积扩大，沙埋一旦停止，不定根不再生出，而老的根子(包括侧根)却在死亡，虽然侧根还能更新，但不定根却不再生出，导致营养面积逐步减少，最终导致沙蒿植株老化、死亡。

其次，沙地固定时间较长，在长期没有人为干扰的情况下，植被的正向演替开始，其它物种逐渐侵入，并繁衍生长，如：蒺藜、阿尔泰紫菀，达乌里胡枝子、草木樨状紫云英等，沙蒿的死亡为侵入者的生长、繁衍提供了条件，有利于植被演替。所以，在此阶段沙蒿的死亡似乎应看成正常现象。

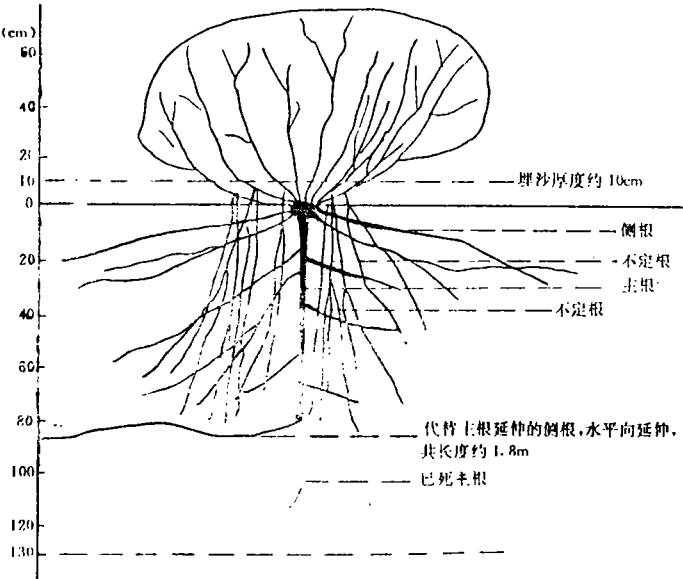


图 2 沙蒿根系分布示意图(1994. 8. 2 调查)

其次,在调查也可以看到,在双沟沉陷区死亡比较严重的只有沙蒿、柠条、沙柳以及自然落种的其它物种死亡情况不十分严重,至少在调查样地中尚未发现较多的死亡,尤其柠条,即使在裂隙处也未死亡,故然与其根系强大有关,同时,也表明立地条件尚未发生根本性变化,虽然有土壤旱化等问题,这些问题尚不足以致柠条于死地。另外,沙蒿本身也在繁殖更新,从表1中可以看到,尚有相当于死亡株数2—3倍的幼苗而且分布均匀,这些一年生幼苗从数量上完全可以弥补死亡沙蒿遗留下来的空间,由此,可以认为近期内沉陷区植被不会大面积死亡,相应地也不会导致土地沙化。

但是,煤田开发还要继续,沉陷不可避免地扩大,其环境条件随着沉陷的发展是否会发生根本性变化,目前尚无其它资料可供借鉴,所以,尚无法判断其前景,但是,至少有一点可以明确,那就是沉陷范围越大、持续时间越长,其危害也就越大,所以,应当引起人们密切关注。

5.2 关于地下水资源渗漏对植被影响及前景预测

水份是植物生长的最重要的因子之一。由于毛乌素沙地降水量大于其它沙漠,达400mm左右(根据考察区周围县级气象站多年平均值内插而得到的),所以,具有较好植被与地下水,神府东胜煤田在开发过程中,蓄水层及隔水层遭到破坏,打破了原地下水循环规律,大量地下水渗漏或者以矿坑排水形式排出地面,致使地下水水位大幅度下降。目前严重地区地下水位下降2—3m甚至更多,沙地中原有海子(湖泊)、饮水井、水库水位下降或干枯,导致目前群众饮水困难。随着煤田开发规模日益扩大,其影响范围也日益扩大,问题严重性与日俱增,最终是否会导致植被难以生存,从而使土地沙化和沙丘活化,这是人们普遍关心的问题。

根据气象资料,神府—东胜矿区多年平均降水量约400mm左右,其中生长季(4—10月)降水量占全年降水量80%以上,尤其在最热的7—8月,降水量占全年的50%,左右。土壤水份条件不算好,据1994年4月测定,在经过雨水偏少1993年秋冬、1994年1—3月几乎未降雨条件下,土壤含水量在3%—5%之间,相当于田间持水量的30%—55%,300cm土层内尚含有效水54mm(土壤凋萎湿度为2.6%)。在1994年6月中旬以前未降雨的条件下,维持了植物正常生长,根据许明耻等人^[4]计算,沙地林地土壤蒸发散失水份约90mm/年,地表径流由于沙地较平坦而且入渗好,可以忽略不计,那么,在考察区全年供植物利用的水份约350mm左右。许明耻等人提出,沙生植被耗水量随密度大小而变化,当花棒、踏郎为200丛/亩、紫穗槐为400丛/亩时,在降水量为400mm条件下,基本上可以做到水份平衡。柠条耗水量的资料只有黄土区而没有沙区的。根据黄土区资料,当密度为200丛/亩时,全年耗水量约需250—350mm、遗憾的是缺少沙柳和沙蒿的资料。根据考察,花棒、踏郎密度为150—220丛/亩,柠条140—240丛/亩,基本上与许明耻等人计算结果相接近。根据1994年春季降水情况,今春干旱,一直持续到6月中旬才下透雨,在如此长的时间的干旱条件下,植被生长基本正常,这也表明目前地下水渗漏对植被在正常降水或不严重的干旱条件下能维持正常生长没有明显影响。

其次,沙蒿是浅根系植物。根据补充调查资料,虽然沙蒿主根明显、但是并不发达,其深度在1m左右,在1.3m以下,基本上没有沙蒿根系。其侧根虽不发达,但其数量多、分布广,并且尚有较多的不定根,这些根系多为水平或近似水平走向,并且,大多位于1m土层以内(见图2)。根据许明耻等人测定^[4],沙地降水入渗深度一般在1.5m左右,在观测期间,最大一场降水约100mm,其入渗深度也只有1.5m,入渗深度与沙蒿根系分布层相适应。由此可见,维持沙蒿正常生长的水份主要来自降水。

综上所述,可以认为,在正常降水或在不太严重的干旱条件下,能维持沙蒿正常,其水份来源

应主要是降水而不是地下水,但是,应当指出,神府矿区位于生态脆弱带,其环境因素变动剧烈,变幅大,由于自 1987 年开矿以来尚未遇到特大干旱(神木县 1965 年全年降水量只有 108mm,仅相当于正常降水的 1/4),所以,植被尚能正常生长。但是,神府矿区发生特大干旱的可能性是存在的,而且,随着开矿地下水继续下降也是必然结果。当地下水水位继续下降、同时又遇到类似 1965 年的特大旱灾、甚至数年连旱时,植被是否尚能继续生存、尤其是沉陷区的植被是否能继续生存,根据现有资料,难以对这一问题作出明确答复,有待进一步观察和研究。

6 结论与建议

神府—东胜矿区位于长城沿线水蚀风蚀交错带,又属于生态过渡带和生态脆弱带,其自然条件恶劣,环境问题严重,经过近 40 年的治理,面貌有所改观,生态环境有所好转,林草植被建设取得可喜成就,环境好转为煤田开发和矿区建设创造了有利条件,所以,在煤田开发中应积极保护自然环境。但在煤田开发中确实存在遇到,特大灾害的可能性,那么,失去地下水支撑的植被能否生存下去的问题尚未解决。

根据上述结论,特提出以下建议:

1. 应当珍惜 40 年治理成就,而且,这一成就也是目前煤田顺利开发的保障,可以说,没有前 40 年的治理,就没有今天的顺利开发。所以,在开发中一定要注重环境保护,坚决执行谁破坏谁治理的原则。

2. 已造成破坏的要尽快治理,做到边开发,边治理,不要等到问题成堆再治理,尽快消除对植被的影响,否则,沿陷区的植被即是如此。应沿陷区应尽快消除导致土壤旱化的原因,只充分密细降小,以维持正常生长,到植被发生大面积死亡时再治理,其难度、投资等都会大幅度增加,同时会带来更为严重的环境问题。

3. 开展矿区生态环境系统研究,重点应放在开矿导致环境因素变化对植被的影响的机理,严重性及消除方法。同时要密切注意可能出现的新问题。

参考文献

- 1 中国科学院黄土高原考察队. 黄土高原地区北部风沙区综合治理. 科学出版社,北京,1991
- 2 唐克丽等. 黄土高原水蚀风蚀交错带和神木试区环境背景及其整治方向. 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊,第 18 集,1993,12
- 3 孙喜元. 对沙地植被盖度与水份平衡关系的初步探讨. 陕西林业科技,1984,2 期
- 4 许明耻. 灌木固沙林与沙地水份平衡的研究. 陕西林业科技,1987,1 期
- 5 中国科学院黄土高原考察队. 黄土高原地区植物资源及合理利用. 中国科技出版社,1991