

# 第一章 黄土高原重点水土流失区的区位环境特征

## 第一节 区域范围

黄土高原重点水土流失区位于黄河中游地区，是黄土高原的主体部分。其范围东起山西省吕梁山脉，西至甘肃省定西、临洮一带，北临长城沿线，南接陕西关中平原。地理坐标为东经  $103^{\circ}27' \sim 113^{\circ}33'$ ，北纬  $34^{\circ}05' \sim 40^{\circ}08'$ ，包括甘肃省天水、定西、庆阳、平凉等地市，陕西省延安、榆林等地市，山西省临汾、吕梁、忻州、朔州等地市，内蒙古自治区伊盟、乌盟的一些地区，共涉及 4 省区的 12 个地(市、盟) 84 个县(市、区、旗)，总土地面积 22.1 万  $\text{km}^2$ 。

该区地跨暖温带、中温带的半湿润、半干旱和干旱地区。按照年平均降水量，可以划分为 3 个地带：

- 半湿润地带 (I) : 年降水量  $> 500\text{mm}$  地区；
- 半干旱地带 (II) : 年降水量  $400 \sim 500\text{mm}$  地区；
- 干旱地带 (III) : 年降水量  $< 400\text{mm}$  地区。

在地带下，根据地貌特征、地理位置等，又可将该区进一步划分为不同的类型区 (图 1-1)：

半湿润地带：包括晋陕黄土高原沟壑区 ( $I_1$ )、陇东南部黄土高原沟壑区 ( $I_2$ )、陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( $I_3$ )；

半干旱地带：包括晋陕黄土丘陵沟壑区 ( $II_1$ )、陇东北部黄土丘陵沟壑区 ( $II_2$ )、陇中中部黄土梁状丘陵沟壑区 ( $II_3$ )；

干旱地带：包括蒙晋西北黄土缓坡丘陵区 ( $III_1$ )。

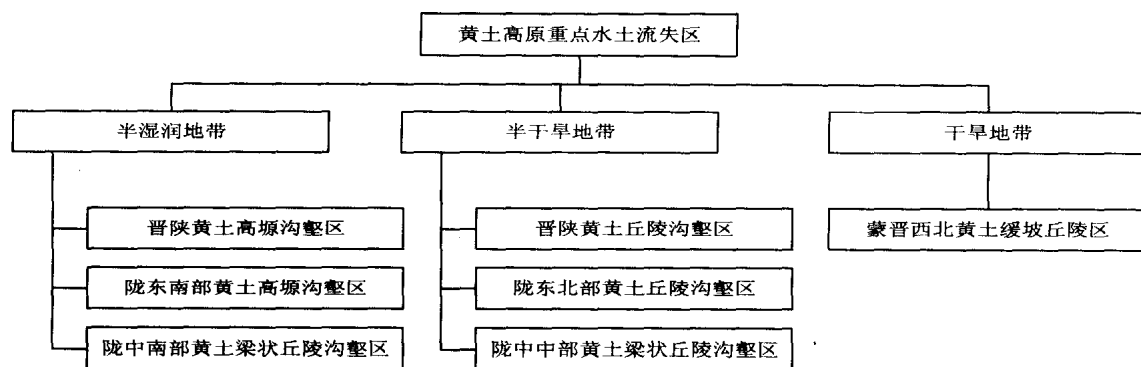


图 1-1 黄土高原重点水土流失区分区

该区气候干燥，植被稀少，水土流失十分严重，生态环境恶劣，虽然光热资源、能源充足，但农业生产长期受脆弱环境的制约而处于低下水平，当地群众收入微薄，生活十分贫困。多年来，区内开展了大规模的水土流失综合治理，取得了很大成绩，一定程度上改善了农业生产条件，提高了人民群众的生活水平。然而，林草措施保存率低，工程措施破坏严重，综合防护效益难以充分发挥，生态环境有待进一步治理，总体上的贫困状况仍然没有彻底改变。黄土高原重点水土流失区的综合治理开发是一项长期而又艰巨的任务。

## 第二节 自然环境概况

### 一、地貌

该区属我国的二级阶地，海拔在 800~2 000m 之间。其主要地貌包括由塬、梁、峁、沟、川等组合而成的黄土高塬沟壑区、黄土丘陵沟壑区、黄土阶地区、冲积平原区、干旱草原区、风沙区等，其中前两类地貌为该区主要的地貌类型，也是主要的水土流失区。黄土高塬沟壑区主要分布于陇东董志塬、早胜塬、山河塬、孟坝塬等，渭北洛川塬、长武塬等，以及晋西的一些残塬沟壑区。其塬面平坦，平均坡度约 3° 受溯源侵蚀而逐渐被蚕食，塬面不断缩小，沟壑面积不断扩大。区内沟壑密度 1~3 km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数 3 000~6 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

黄土丘陵沟壑区是黄土高原主要的一种地貌类型，在区内分布广泛，约占总土地面积的 70%。区内地形破碎，沟壑纵横，沟壑密度达 4~6 km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数 3 000~10 000 t/(km<sup>2</sup>·a) 有的地区高达 30 000t/(km<sup>2</sup>·a) 以上，水土流失十分严重。梁峁顶较为平缓 坡度一般为 5°~10° 梁峁坡 15°~25° 陡坡达 30° 沟坡坡度更大 常在 35° 以上。

黄土阶地区主要分布在渭河、泾河、汾河、无定河、三川河等河流及其支流的两岸。一般阶面平缓，侵蚀轻微，土壤侵蚀模数约为 2 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

风沙区主要分布于蒙陕交界地带及无定河中游地带。其地貌类型主要为固定、半固定沙丘、沙地，沙丘高 5~10m，风蚀为主要侵蚀方式。另外，在该区与黄土区交界处还分布着一些盖沙地貌类型，风蚀、水蚀均较严重。

### 二、气候

该区处于温带大陆性季风气候带。区内年平均气温 5.0~12.5℃，由南向北递减。1 月平均气温 -10~-2℃，7 月平均气温 22~26℃，≥10℃活动积温 2 000~4 000℃，≥10℃的持续日数 140~200 天。太阳年辐射总量 5×10<sup>8</sup>~63×10<sup>8</sup>J/m<sup>2</sup>，由南向北递减。由于水分因子的限制，加之生产力水平较低，作物光能利用率仅为 1.0%~1.5%，远低于高产区的 3%~5%。日照时数 2 200~3 000 小时，日照百分率 50%~70%，自南向北逐渐增加。无霜期 110~208 天，由南向北渐减。该区冬季受强大西伯利亚干冷气团的控制而降水稀少、寒冷干燥；夏季东南季风带来太平洋湿热气团，降水增多。由于距海洋距

离的不同，加之受季风、地形等因素的综合影响，区内降水不仅地区间分布不匀，而且年内季节变化、年际间变幅都很大。全区多年平均降水量 300~600mm，由东南向西北递减；受季风影响，降水多集中于 7~9 月份，且由南至北随着降水的减少而降水的集中程度愈来愈高；生长季（4~9 月份）降水量 200~500mm，占年降水量的 65%~80%。雨季多暴雨，常引起严重的水土流失；冬春干旱，降水量分别占年降水量的 2%~4%和 14%~22%。区内干燥度为 1.3~3.5，从东南向西北递增。

该区光热资源丰富，温差较大，雨热同季，极有利于植物的生长发育和干物质的积累；但水分不足为主要限制因子。

### 三、土壤

黄土高原重点水土流失区随生物气候条件的变化，由南至北逐渐形成褐土、 塷土、黑垆土、黄绵土、栗钙土、风沙土、灰钙土等地带性土壤。

褐土、塷土地带位于南部的吕梁山南端及延安以南地区。褐土保水保肥性能较好，呈中性、微碱性反应，有机质含量低，氮、磷不足，土壤质地粘重，易板结。 塷土是一种古老而又重要的耕作土壤，耕层质地较轻，多为中壤，熟化程度较高，富含石灰，团聚体稳定，耕性良好。

黑垆土、黄绵土地带南接褐土地带，北界至山西朔州市、陕蒙边界向西南延伸至靖边、环县等地。黑垆土的形成过程属草原成土过程，其土层深厚，有机质含量一般为 1%，碳氮比为 7~10 全氮含量 0.6~1.0g/kg，全磷含量 1.5~7g/kg，氮不足而磷较丰富，土层上松下紧，耕性较好，适种性广，是黄土高原地区优良的旱作土壤。黄绵土分布范围最广，几乎遍及整个黄土高原，是发生在黄土及黄土状母质上的初育土，土壤肥力较低。

栗钙土、风沙土地带位于该区黑垆土、黄绵土地带以北。栗钙土是黄土高原的主要草原土壤之一，其成土过程主要表现为栗色腐殖质累积和较强的碳酸钙聚积。风沙土是风沙地区在风成沙性母质上发育的土壤，土壤发育很慢，很难形成十分成熟的土壤和完整的剖面。

### 四、植被

该区植被由东南向西北依次分布有森林、森林草原、草原等 3 个植被带。

森林带位于黄土高原重点水土流失区东南部，基本与本研究所划分的半湿润地带的范围相吻合。森林带植被以落叶阔叶林为代表，栎类是最重要的标志。温性针叶林中以油松、侧柏、白皮松为主。天然小乔木有桑、榆、臭椿等，灌丛有黄栌、连翘、丁香、荆条等，在海拔较高处有胡枝子、绣线菊、黄刺玫等，坡地上有羊胡子草、野菊、黄菅草、白草等。

森林草原带位于区内中部地带，与本研究所划分的半干旱地带基本吻合。该地带是处于森林与典型草原之间的过渡地带，草原植被占有较大优势，其中具有代表性的草本植物有白羊草、长芒草、芨芨、铁杆蒿等，其多分布在黄土丘陵的阳坡、梁顶等显性地域。分布较广泛的灌木多为中旱生、旱中生成分，如狼牙刺、扁核木、杠柳等，多为小

群聚或构成草原中的稀疏灌木。在荫蔽沟谷和地势较高处有丁香、沙棘、绣线菊等分布。乔木林多发育在较高山地和沟谷中，代表树种有油松、辽东栎、白桦、山杨等。自生小乔木有白榆、臭椿等。

草原带位于区内最北端，北界始于伊盟的东胜，与本研究所划分的干旱地带基本吻合。该带以草原植被占优势，其中首推长芒草，再为芨芨、大针茅、冷蒿、百里香。覆沙黄土丘陵上有锦鸡儿灌丛和油蒿半灌丛。适宜造林的树种不多，“四旁”可栽植旱柳、小叶杨、白榆等。

该区生态环境恶劣，加之长期不合理的耕垦、放牧等导致植被严重破坏，植被覆盖率很低。天然植被多属旱生型和中生型，且草灌多而乔木少，普遍存在着树种贫乏、生物产量低下等一系列有待进一步解决的问题。

### 第三节 社会经济概况

黄土高原重点水土流失区处于我国水土流失最为严重、生态环境十分严酷、自然灾害异常频繁的西北内陆地区，是我国集中连片面积最大的一块贫困地区。该区总土地面积(1998年底数值,下同)为220 699.92km<sup>2</sup>，其中：耕地48 020.61 km<sup>2</sup>，占总土地面积的22%；林地(含境内天然林区)54 820.26km<sup>2</sup>，占25%；草地57 699.41km<sup>2</sup>，占26%；其他60 159.64km<sup>2</sup>，占27%。全区水土流失面积171 440.44km<sup>2</sup>，占总土地面积的78%。

从农、林、草之间的简单比例来看，似乎结构尚能达到要求，但从质量、人均占有量等方面来看，远低于其他地区。人均耕地0.245hm<sup>2</sup>，虽高于全国平均水平，但人均产粮却远远低于全国平均水平；人均草地0.29 hm<sup>2</sup>，也不低，但单位面积产草量仅2 485kg/hm<sup>2</sup>，约需0.59 hm<sup>2</sup>才可饲养一个羊单位，远低于荷兰、新西兰等发达国家0.07~0.13 hm<sup>2</sup>人工草地就可饲养一个羊单位的水平；有林地面积尽管占到总土地面积的1/4，但高质量林分却主要位于子午岭、黄龙山、桥山等天然林区，人工林多为疏林、幼林、或“小老树”林，林分质量很低。

该区总人口(1998年底数值,下同)为1 956.35万人，其中：农业人口1 704.81万人。人口密度为88.64人/km<sup>2</sup>。

该区国内生产总值(现价,下同)415.84亿元，其中：农业总产值171.72亿元，占41.29%，区内农民人均纯收入为593.5~1 893.0元，平均1 044元，以内蒙古伊盟地区为最高，山西忻州、陕西榆林地区为最低。

黄土高原重点水土流失区是中国许许多多贫困地区的典型代表。破坏植被，破坏生态环境，是目前经济发展缓慢、人民生活贫困的一个重要根源。

### 第四节 综合评价

一是以水土流失及所形成的千沟万壑为特征的地貌条件。在地表植被遭到破坏，或不合理开垦利用坡地的情况下，面蚀、沟蚀、重力侵蚀均十分严重，形成千疮百孔、千沟万壑的自然景观。全区水土流失面积171 440.44km<sup>2</sup>，占总土地面积的78%；土壤侵蚀模数达3 000~30 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。水土流失强度极大，发展迅速，土地肥力逐年下

降，生产条件极为严酷。该区为黄河泥沙的主要来源。

二是以渐趋恶化为特征的生物气候条件。干旱频仍，风沙南侵，暴雨成灾，霜雹肆虐，其中又以干旱、风沙危害最大。

三是以黄土或黄土类母质为特征的土壤条件。土层深厚，土质疏松，粘粒含量少（小于 20%）腐殖质含量低（小于 0.5%），胶结作用差，遇水极易分散、分解，崩解率（4cm 土块在静水中崩解所需时间）为 0.5~2.0 分钟，极易发生侵蚀。

四是以森林覆盖率小、人工造林“三低”为特征的植被条件。长期的农业历史，使得有限的植被资源，经常遭到人类活动的反复破坏。除几大林区及部分地段外，天然植被损失殆尽。人工造林的成活率、保存率、生长率很低，经济效益、生态效益、社会效益不明显，“满目疮痍”是对该区植被条件的确切描述。

五是以投资环境差、经济基础薄弱、贫困面大为特征的社会经济条件。自然条件差、土地利用不合理、交通不便、信息闭塞、投入不够等，制约了当地经济的良性发展；同时，薄弱的经济基础，又使投资环境更加艰难，经济项目无法启动，从而不断陷入一轮又一轮的恶性循环之中，贫困面大，相当多的地区正在为温饱问题奔波，实施可持续发展之路还较遥远。

## 第五节 分区概述

### 一、晋陕黄土高原沟壑区（I<sub>1</sub>）

该区包括黄陵以北、延长经延安市再沿子午岭北线以南的陕北地区，亦即陕西延安市的宝塔、甘泉、富县、洛川、宜川、黄龙、黄陵 7 草县（区）的全部（面积为 19 793.43km<sup>2</sup>），及山西吕梁地区的石楼、交口县，临汾地区的隰县、大宁、乡宁、永和、蒲县、吉县、汾西县等 9 个县（面积 13 038.3km<sup>2</sup>），总土地面积 32 831.73km<sup>2</sup>。

该区域内地貌主要为黄土高原沟壑及残塬沟壑（见图 1-2）。陕西境内的交道塬、洛川塬黄土厚度在 170m 以上，塬面平坦（塬面 1~3°，塬边增至 10.左右），呈缓坡梯状结构。海拔 616~1 783m，突出塬面的山体多为梁状分布。在完整塬区，塬、梁面积与沟壑面积之比为 7:3，在破碎塬区则为 6:4。沟壑切割深度可达 150~230m。沟道蚕食塬面，有的沟头每年前进 1~2m。阳沟坡占沟坡总面积的 59.9%，阴沟坡占 40.1%；阳坡 26° 以上陡坡占 62.7%，25° 以下缓坡占 37.3%；阴坡 26° 以上陡坡占 72.8%，25° 以下缓坡占 27.4%。塬区面蚀和沟蚀仍处于迅速发展阶段。沟壑密度 3~5 km/km<sup>2</sup>，一般为 4.3km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数为 500~3 000t/(km<sup>2</sup>·a)，局部可达 5 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。山西境内一般塬面海拔 740~1 200m，相对高差 400~500m，沟壑密度 2.7~3 km/km<sup>2</sup>，侵蚀模数 5 700~9 400 t/(km<sup>2</sup>·a)。

该区属暖温带半湿润季风气候。年平均气温 8.6~10.3℃，1 月平均气温 -6.9~-4.5℃，7 月平均气温为 21.4~23.9℃ 极端最高气温 35.5~39.9℃ 极端最低气温 -26.1~-18.8℃，≥10 的积温为 3 037.4~3 357.8℃；日照时数 2 284~3 433 小时，无霜期为 143~219 天；年均降水 492.1~631.0mm，7、8、9 三个月降水占全年降水量的 57%~59%，干燥

度在 1.38~1.49 之间；年平均相对湿度为 60%~65%。

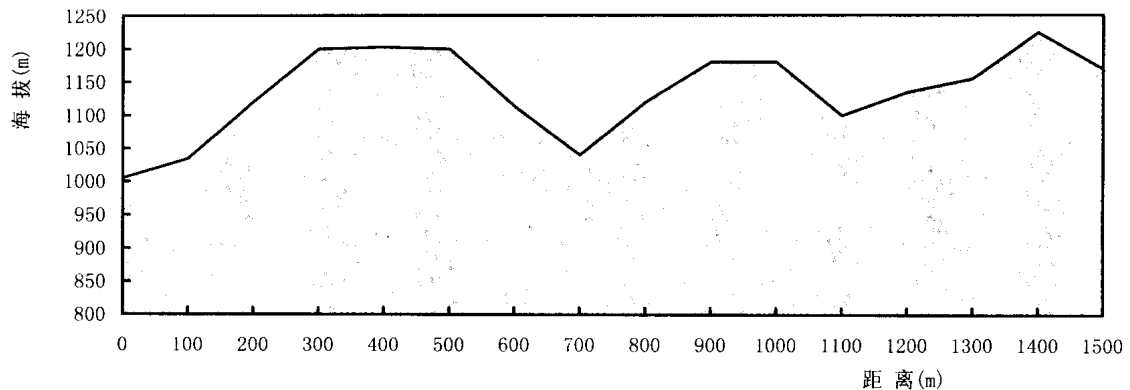


图 1-2 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub> ) 典型地貌

该区域地带性土壤原为黑垆土，由于长期水土流失，原黑垆土层受严重剥蚀，现存的土壤主要是受侵蚀后暴露在不同时代地层上发育的黄绵土、红土、紫色土等，原黑垆土分布的地带已被黄绵土和黑垆土交替分布的地带所代替。山西境内主要为褐土。

该区属暖温带落叶阔叶林带。

## 二、陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> )

该区包括甘肃省庆阳地区的西峰、庆阳、镇原、宁县、正宁、合水，平凉地区的平凉、泾川、灵台、崇信、华亭等 11 个县 (市)，总土地面积为 21 527.6km<sup>2</sup>。

该区地势高而平坦，呈树枝状和锯齿状两种形态，是古地貌类型经长期流水侵蚀的产物，多为第四纪上更新世马兰黄土所覆盖，主要由塬面、塬坡、沟谷三种地形组成 (见图 1-3)。塬面较为平坦，坡度一般在 1。以下；塬坡为塬面与沟谷之间的缓坡地带，坡度一般在 5°~25° 之间；沟谷包括在古地貌基础上发育而成的沟谷及现代水土流失形成的新生沟谷，坡度一般在 15°~70。之间。海拔 1 000~1 400m。

区内沟壑密度为 3~5km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数平均为 5 300~7 000t/(km<sup>2</sup>·a)，其中沟谷部位一般占流域侵蚀总量的 80%以上。

该区为中温带半湿润区季风气候。年平均气温 7.9~10.0℃，1 月平均气温 -7.1~-4.0℃，7 月平均气温 20.5~23.0℃，极端最低气温 -25.4~-19.7℃，极端最高气温 35.1~39.3℃，≥10℃积温为 2 670~3 320℃；日照时数为 2 136.0~2 491.8 小时，无霜期 155~175 天；年平均降雨量为 504.0~663.8mm，年平均蒸发量为 1 386~1 592mm；干燥度 0.95~1.25；年平均相对湿度 62%~70%。

该区土壤以黑垆土为主，分布于塬面和川台阶地；其次为黄绵土，分布于梁、峁、沟壑坡地。此外，部分川道、河滩为黄淤土，地势较低的河滩有草甸土分布。

该区属森林草原植被地带，东部子午岭是以落叶阔叶林为主的次生林植被，西部关

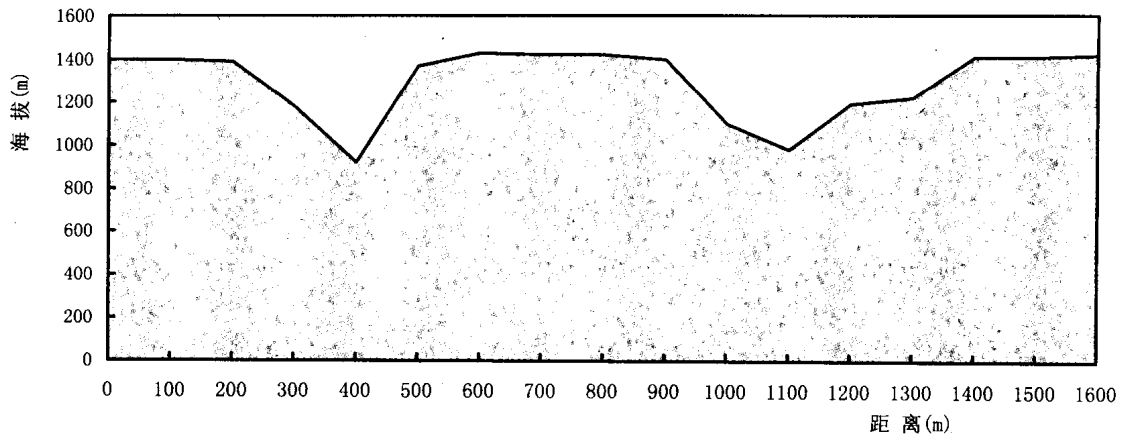


图 1-3 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 典型地貌

山属土石山区 有次生林植被。

### 三、陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> )

该区包括小陇山、西秦岭一线以北，甘肃静宁、华家岭、临洮连心湾一线以南，东界关山，西至渭河、洮河分水岭，包括甘肃平凉地区的庄浪、静宁，天水市的秦城、北道、甘谷、武山、秦安、清水、张家川，定西地区的陇西、通渭、渭源、临洮、漳县等 14 个县(区)总土地面积 30 459km<sup>2</sup>。

该区以梁状丘陵沟壑地形为主(见图 1-4)。该区梁岭顶占 7.6%，梁岭坡占 37.6%，谷坡占 33.8%，沟坡占 19.6%，沟谷阶地占 1.4%。黄土丘陵海拔 1 800~2 000m，沟壑密度 3~5km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数为 5 000~10 000t/(km<sup>2</sup>·a)。

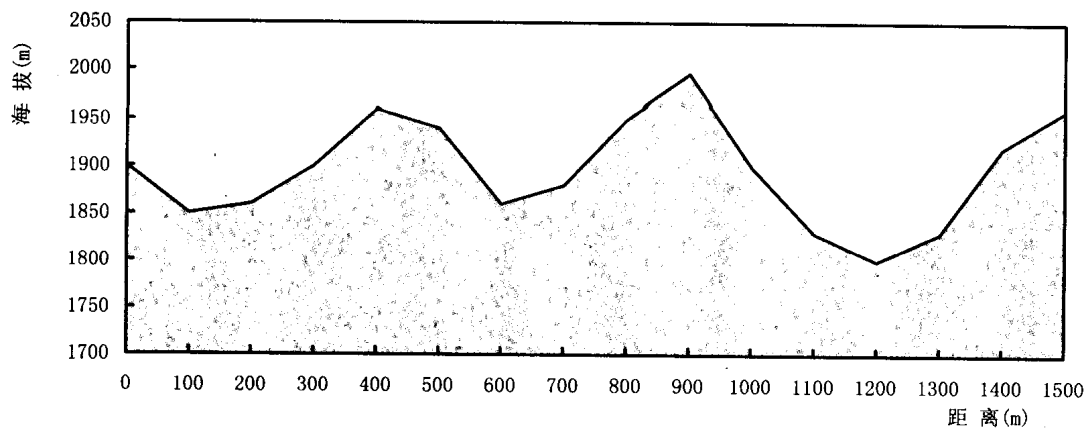


图 1-4 陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> ) 典型地貌

该区气候属中温带半湿润区季风气候。年平均气温 5.7~11.1℃，1 月平均气温 -7.6~-2.2℃，7 月平均气温 18.5~23.4℃，极端最低气温 -25.7~-16.8℃，极端

最高气温 28.5~38.3℃,  $\geq 10^\circ\text{C}$  积温为 1838.6~3551.6℃ ;日照时数为 2013.2~2437.9 小时 无霜期 142~216天;年平均降雨量为 444.2~575.9mm 年平均蒸发量为 1140.0~1658.0mm ,干燥度 0.84~1.38 ;年平均相对湿度 66%~70%。

该区地带性土壤为灰褐土、黑垆土,强度侵蚀的地区为黄绵土。

该区属森林草原植被地带(南部小陇山、西秦岭、东部关山均有森林植被)。

#### 四、晋陕黄土丘陵沟壑区(II<sub>1</sub>)

该区范围为延长、延安市及子午岭北线以北,神木向西南至志丹西部的旦八镇以北地区,包括陕西延安市的吴旗、志丹、安塞、子长、延川、延长,榆林地区的绥德、清涧、吴堡、定边、靖边、横山、子洲、米脂、佳县、府谷、神木、榆林(部分)的18个县(市)的全部或部分(面积为60969.34km<sup>2</sup>),以及山西吕梁地区的岚县、临县、方山、离石、中阳、兴县、柳林,忻州地区的河曲、保德、偏关、岢岚、五寨、静乐、神池的14个县(市)面积为24303.4km<sup>2</sup>),总土地面积85272.47km<sup>2</sup>。

该区地貌以黄土丘陵沟壑为主(见图1-5)。地势西高东低,海拔800~1200m,黄土层厚50~100m。陕西绥德、米脂一带为以峁状丘陵为主的典型的峁、梁丘陵沟壑区,偏南的延川、延安北部为以梁状丘陵为主的梁、峁丘陵沟壑区,大部分地面被分割得支离破碎,沟壑面积占土地总面积的30%~50%,甚至超过50%;沟谷深度40~80m,甚至100m以上。梁、峁顶部较平缓,坡度为3°~10°,梁、峁坡一般为15°~25°,有的达30°,侵蚀沟沟坡一般在35°以上,有的超过45°。绥德韭园沟流域坡度组成为:0°~5°占12%,6°~25°占26%,26°~35°占40%,35°以上占22%。坡长多在30~100m之间;微弱侵蚀占总面积10.2%轻度侵蚀占14.7%中度侵蚀占24.7%强度侵蚀占33.4%,极强度侵蚀占17%。中度侵蚀以上地区占总面积的75.1%。雨季水土流失很强烈,最严重地区每年被蚀土层厚度2~3cm,大部分地区土壤侵蚀模数达5000~10000t/(km<sup>2</sup>·a),最大达20000~30000t/(km<sup>2</sup>·a),沟壑密度6~8km/km<sup>2</sup>,为黄河中游侵蚀最严重的地区。山西境内地形破碎,千沟万壑,沟壑面积占总土地面积的50%左右,沟壑密度4~6km/km<sup>2</sup>。一般梁峁顶较平缓(5°~10°),梁峁坡一般在20°左右;沟坡坡度较陡,大部分沟坡坡度在30°以上。土壤侵蚀模数为10000t/(km<sup>2</sup>·a)左右。

该区属暖温带半干旱气候。年平均温度为4.9~11.3℃,1月平均气温为-13.2~-5.5℃,7月平均气温为17.5~25.2℃,极端最高气温34.9~40.0℃,极端最低气温-39.5~-19.0℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温为2724.0~4051.2℃;年日照时数2331.0~2925.5小时,无霜期为114~194天;年平均降水量为323.6~565.7mm,年平均蒸发量1200~2522.8mm,干燥度平均为1.73;年平均相对湿度53%~59%。

该区土壤,在陕北主要为黑垆土,由于水土流失严重,目前黑垆土仅存于梁峁顶部及鞍、堰等地形部位;沟坡有红胶土(红粘土);河道、川谷和山麓分布有石砾土和沙板土,沿长城一线与风沙区接壤地带为轻黑垆土。晋西丘陵区主要为黄绵土。

该区南部属森林草原植被地带,北部属草原植被地带。

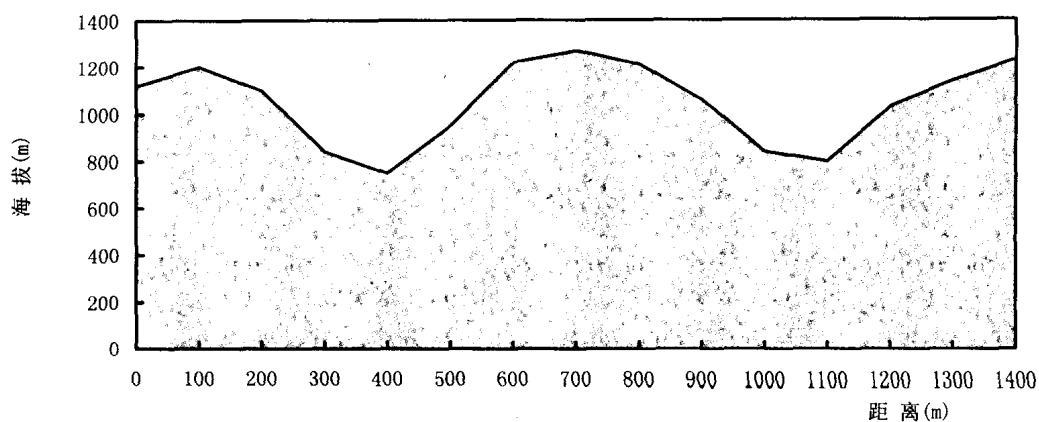


图 1-5 晋陕黄土丘陵沟壑区(II<sub>1</sub>)典型地貌

### 五、陇东北部黄土丘陵沟壑区(II<sub>2</sub>)

该区包括甘肃省庆阳地区的环县、华池两县，面积为 13 012km<sup>2</sup>。

该区系白垩纪后陇西系旋卷构造隆起的中高山，由于西侧上升缓慢，形成了以第三纪红色岩层为主的丘陵，构成现代地貌的基本骨架，经全新世时期的强烈水蚀，而致山坡陡峭，沟谷纵横。地貌主要由梁、峁状丘陵及沟谷组成（见图 1-6）。

区内海拔为 1 250~2 050m。沟壑密度 3~4km/km<sup>2</sup>，土壤侵蚀模数为 7 000~10 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

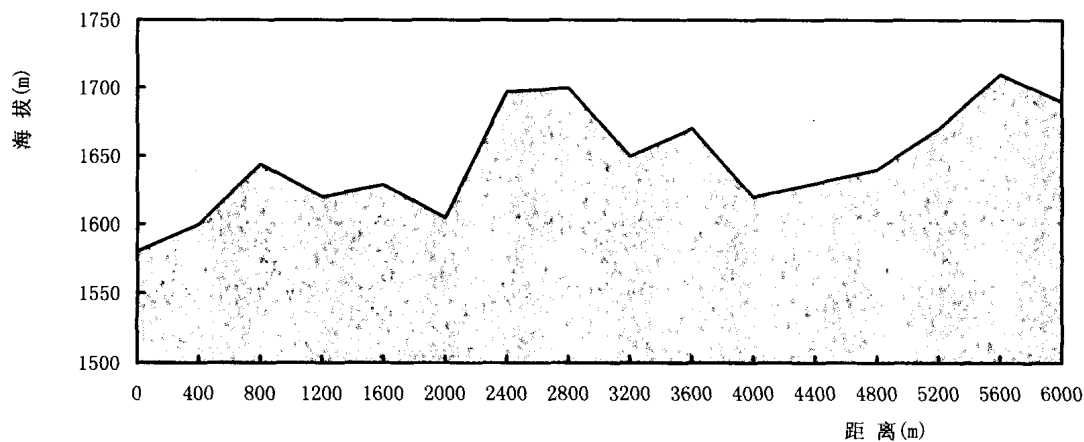


图 1-6 陇东北部黄土丘陵沟壑区(II<sub>2</sub>)典型地貌

该区属中温带半干旱季风气候地带。年平均气温 8.0~8.6℃，1 月平均气温 -7.1~-6.9℃，7 月平均气温 21.6~22.2℃，极端最低气温 -23.2~-22.5℃，极端最高气温 36.6~37.5℃，≥10 积温为 2 896.7~3 058.6℃；年平均日照时数为 2 250~2 596.1 小时，无霜期 143~165 天；年平均降水量为 407.3~501.7mm，年平均蒸

发量为 1 526.8~1 633.6mm,干燥度 1.40~1.99;年平均相对湿度 50%~55%。

该区地带性土壤为黑垆土、灰钙土。另外,还有黄绵土、沙黄土、硬黄土、冲积土和盐碱土等。

该区属草原植被地带。

## 六、陇中中部黄土梁状丘陵沟壑区(II<sub>3</sub>)

该区包括甘肃省定西地区的定西县及通渭县的部分地区,面积为 3 638.7km<sup>2</sup>。

该区以梁状丘陵沟壑为主(见图 1-7)。土壤侵蚀模数为 2 000~10 000t/(km<sup>2</sup>·a)

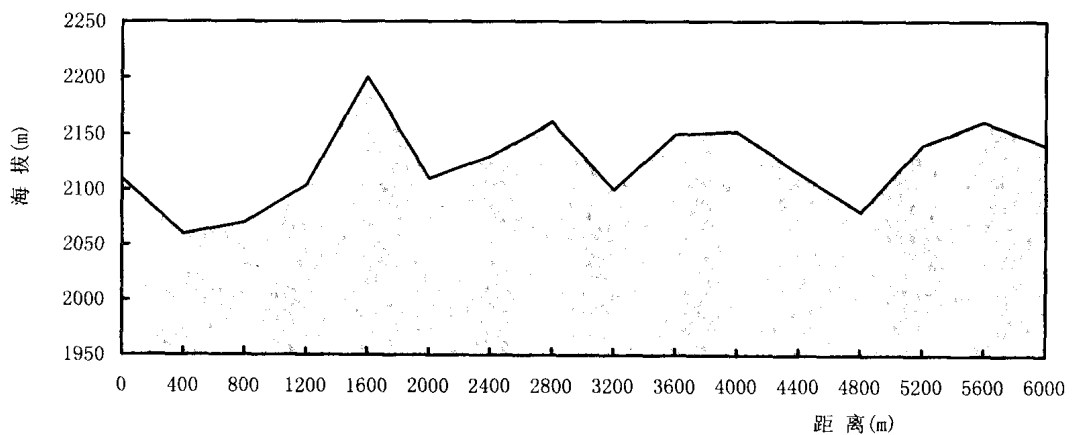


图 1-7 陇中中部黄土梁状丘陵沟壑区(II<sub>3</sub>)典型地貌

该区属中温带半干旱季风气候。年平均气温为 6~7℃,1月平均气温-9~-7℃,极端最低气温-27.2~-22.8℃,≥10℃积温为 2 051.8~2 370.9℃;日照时数 2 500.1小时,无霜期 108~167天,年平均降水量为 425.1mm,蒸发量 1 526.0mm,干燥度 1.25~1.53。

该区地带性土壤为栗钙土。此外,还有冲积土、熟耕麻土、盐土、碳酸盐褐土和草甸土等。

该区属草原植被地带。

## 七、蒙晋西北黄土缓坡丘陵区(III<sub>1</sub>)

该区包括内蒙古自治区伊克昭盟的东胜市、准旗、达旗、伊旗,乌盟的和林格尔县、清水河县等 5 县(旗) 1 市的全部或大部(面积 29 680.39 km<sup>2</sup>),及山西右玉、平鲁两个县(面积 4 277km<sup>2</sup>),总土地面积 33 957.39 km<sup>2</sup>。

该区地貌以梁峁状缓坡宽谷丘陵为主(见图 1-8)。一般海拔 1 100~1 500m,相对高差多为 30~50m,最大不超过 150m,北部有岱海盆地周围的洪积-冲积平原及河谷两侧的川滩地,局部地段有新月形沙丘和固定、半固定沙丘。北部有蛮汗山(最高峰 2 300m),东部有苏陵山(最高峰 2 334m)。除黄河水系外,部分属永定河水系,

还有属岱海、黄旗水系的内陆河，侵蚀模数 2 000~4 000 t/(km<sup>2</sup>·a)

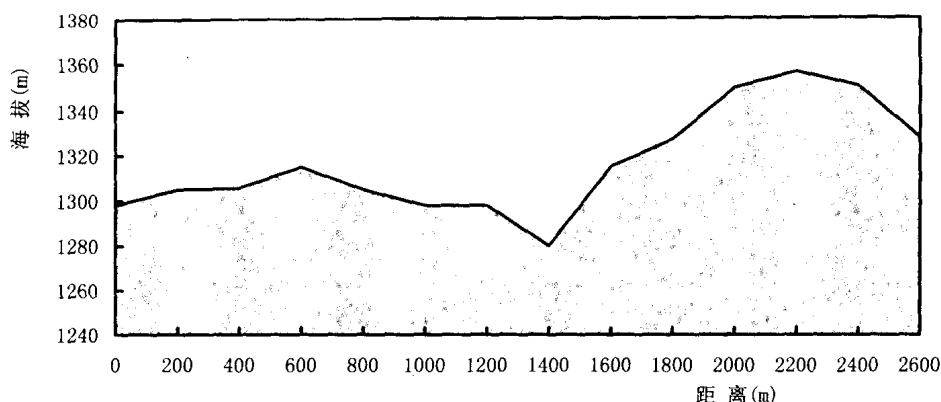


图 1-8 蒙晋西北黄土缓坡丘陵区(III<sub>1</sub>)典型地貌

该区属中温带半干旱季风气候。年平均气温 3.6~7.3℃，1 月平均气温 -15.0~-11.4℃，7 月平均气温 19.4~23.1℃，极端最低气温 -40.4~-29.2℃，极端最高气温 34.4~40.2℃，≥10℃ 积温 2 224.4~3 118.4℃；年平均日照时数 2 808.0~3 159.8 小时，无霜期为 105~170 天；年平均降水量 310.3~450.0mm，年平均蒸发量 1 787.9~2 535.9mm，干燥度 0.9~1.5；年平均相对湿度 51%~60%。土壤风蚀严重。

该区内蒙古部分地带性土壤为黑垆土。此外，在局部地貌或河流两岸的黄土及黑垆土覆盖有沙土和粉沙形成的沙黄土（或称黄沙土）。次生林区有山地褐土。河流沿岸、河谷低地局部段、岱海、黄旗海周围分布有潮土、盐碱土。晋西北以栗钙土为主。

该区属荒漠草原地带。

## 第六节 分区立地条件类型划分\*

### 一、晋陕黄土高原沟壑区 (I<sub>1</sub>) 立地条件类型划分

#### (一) 主要立地因子分析

##### 1. 地形分析

该类型的主要地形部位有：梁峁顶、残塬面、塬嘴坡（梁峁坡）、沟坡、沟底、川滩等（参见图 1-2）。

##### 2. 土壤分析

残塬面和塬嘴多为马兰黄土母质，部分为红黄土；沟坡主要为坡积黄土、红黄土和

注 本节中所有土壤水分、养分等资料均来源于：高志义等.黄土高原立地条件类型划分和适地适树研究报告.北京：1984 成果报告)

红粘土母质；沟底为冲积或淤积、塌积黄土。包括 5 个土属：源地黄土型褐土、坡地黄土型褐土、草灌黄土型褐土、侵蚀黄土型褐土、沟底淤积塌积黄土型褐土。不同地形部位土壤养分分析结果（见表 1-1）。

表 1-1 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub> ) 地貌土壤养分测定值

类型	有机质(0~60cm) (mg/cm <sup>2</sup> )	全氮(0~60cm) (mg/cm <sup>2</sup> )	速效磷(0~20cm) (mg/cm <sup>2</sup> )
塬面耕地	751.00	49.48	0.583
阳坡耕地	470.43	37.22	0.404
阴坡耕地	490.26	34.56	0.493
阴坡草坡	478.65~548.53	16.21~39.90	0.107~0.234
林灌地	475.45~616.40	28.80~51.60	0.270~0.565
沟坡塌积坡	599.13~618.85	39.38~40.10	0.107~0.349
沟底淤地	287.84~506.62	34.30~44.10	0.092
红粘土	312.40	31.82	0.134

从表 1-1 中可以看出，有机质、全氮、速效磷的含量普遍较低，但由于母质、土地利用状况（植被与耕作）的影响，仍然存在着差别：黄土母质的土壤养分含量普遍高于红粘土；在合理耕作及植被较好的情况下，土壤养分含量较高。但这些表层养分的微小差别，由于土层深厚而被抵消，不能成为影响林木生长的主要因子。同时，林木在干旱条件下对土壤养分的吸收量是依赖于土壤水分状况的。

据北京林业大学对吉县不同立地条件土壤水分测定，用“数量化方法 I”经计算机运算，得到 4~6 月份土壤水分（平均 1m 深土壤含水量）与地貌部位、坡向、土地利用状况等立地因子间的回归关系结果（见表 1-2）。从计算结果看出，土壤水分与地貌部位、坡向、土地利用状况等的复相关系数  $R=0.9726$ ，说明该类型区的春旱时期（4~6 月份）土壤水分与地貌部位、坡向、土地利用状况等因子密切相关，其中地形因素是影响土壤含水量的主要因子，土地利用状况对土壤水分的影响较小

表 1-2 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub> ) 土壤水分与立地因子的数量化理论计算结果

项目	类目	各类目得分	得分范围/方差比	复相关系数
地形部位	沟 坡	0	168.197 / 0.619	0.973
	斜 坡	17.471		
	塬 面	45.704		
	沟坡坡脚	67.537		
	沟 底	168.197		
坡 向	阳 坡	0	48.791 / 0.297	0.973
	半 阳 坡	23.708		
	半 阴 坡	39.353		
	阴 坡	48.790		
土地利用状况	草 坡	0	17.195 / 0.026	0.973
	林 灌 地	-3.117		
	耕 地	14.077		

由表 1-2 各类目得分进一步计算得到各种地貌部位、坡向和土地利用状况下的土壤含水量的估算值 (见表 1-3)。从估算值可以看出,不同立地条件土壤水分状况由优到劣的排列顺序为 沟底坝地 > 沟底塌积坡 > 阴坡耕地 > 阴坡草灌地 > 塬面耕地 > 半阴坡草灌地 > 阴沟坡 > 半阳坡 > 阳坡 > 阳沟坡。

表 1-3 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub>) 不同条件土壤含水量估算值 (mm)

沟底坝地	沟底塌积坡	阴坡耕地	阴坡草灌地	半阴坡草灌地	塬面耕地	阴沟坡	半阳坡	阳坡	阳沟坡
319.41	209.313~218.751	182.76	168.685	141.776~155.853	162.205	151.213	143.603	119.894~133.971	102.423

### (二) 立地条件类型的划分

土壤水分是影响树种生长的第一因子,依据影响土壤水分的土壤母质、地形部位和坡向等立地因子,可以组合成各种立地条件类型,见表 1-4。

表 1-4 晋陕黄土高原沟壑区 I<sub>1</sub>立地条件类型划分成果

立地条件类型	地形部位	坡向	土壤母质	立地质量等级
黄土沟坝川滩地	沟坝、川滩		黄土	I
黄土塬面	塬面		黄土	II
黄土宽梁顶	宽梁顶		黄土	II
黄土阴坡	斜坡	阴	黄土	II
黄土阴沟坡	沟坡	阴	黄土	III
黄土阳坡	斜坡	阳	黄土	IV
黄土阳沟坡	沟坡	阳	黄土	IV
沟底黄土塌积坡	沟底	阴、阳	黄土	III
梁顶冲风口	梁顶		黄土	V
红粘土沟坡	崖坡	阴、阳	红粘土	V

### (三) 立地条件类型表的检验与立地质量评价

以该区刺槐人工林 14 年生优势木平均树高  $H_{14}$  作为因变量,以地形部位、坡向、母质、原土地利用状况等立地因子为自变量,用数量化理论 I 经上机计算,得到表 1-5。其复相关系数为 0.864,说明刺槐生长与地形部位、坡向、母质、原土地利用状况之间相关性紧密。从各类目的得分来看,对刺槐生长的影响从大到小的顺序为:地形部位 > 母质 > 坡向 > 原土地利用状况。

表 1-5 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub> ) 14 年生刺槐优势木高与立地因子的数量化理论计算结果

项 目	类 目	各类目得分	得分范围/方差比	复相关系数
地形部位	冲风口	0	5.508 / 0.695	0.864
	沟 坡	0.581		
	斜 坡	0.960		
	塬 面	3.009		
	沟坡坡脚	2.295		
	沟 底	5.508		
坡 向	阳	0	1.24 / 0.093	
	半 阳	0.126		
	半 阴	1.240		
	阴	1.195		
母 质	红胶土	0	1.455 / 0.035	
	塌积、淤积黄土	1.145		
	黄 土	1.455		
原土地利用状况	草 坡	0	0.324 / 0.007	
	灌木坡	-0.245		
	耕 地	0.079		

同时，根据各类目得分值计算出各立地条件类型刺槐 14 年生优势木平均高的预测值，再根据预测值，规定 12m 以上为 I 等级，11~12m 为 II 等级，10~11m 为 III 等级，小于 10m 为 IV 等级，并以此规定来评价立地条件类型的立地质量，见表 1-6。

表 1-6 晋陕黄土高原沟壑区 ( I<sub>1</sub> ) 立地质量评价

立地条件 类 型	土壤水分估算值 (mm)	名次	刺槐平均高 预测值 (m)	名次	立地质量等级
黄土沟坝川滩地	319.41	1	15.2	1	I
黄土塬面	209.30	2	12.0	2	II
黄土宽梁顶	162.20	3	11.9	3	
黄土阴坡	162.20	3	11.9	3	
黄土阴沟坡	168.68	5	10.9	5	III
黄土阳坡	151.21	6	10.5	6	
黄土阳沟坡	119.89	7	9.8	7	IV
红粘土沟坡			7.9	8	V
梁顶冲风口			(丛枝状)	9	

## 二、陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 立地条件类型划分

### (一) 主要立地因子分析

#### 1. 地形分析

前面已经述及，该区的主要地形部位有：塬面、塬坡、沟坡、沟底、阶地、川滩地等 (参见图 1-3)。以较典型的地貌类型西峰南小河沟流域为例。塬面坡度 1°~3°，占总面积的 57%；塬坡坡度 10°~30°，占总面积的 16%；沟谷 (包括沟坡及沟底) 坡度大多在 40°~70° 之间，占总面积的 27%。

该区坡度组成为：0°~5°占61.4%，6°~15°占1.3%，16°~25°占4%，26°~35°占27.1%，36°以上占6.2%。

## 2. 土壤分析

塬面、阶地以黑垆土为主，土壤层次明显，土体疏松，保墒抗旱；塬坡（含梁峁坡）、沟坡主要为黄绵土，肥力低于黑垆土；川滩地一般为黄淤土，地势较低处有草甸土、石砾土。

母质主要为黄土（马兰黄土、离石黄土、午城黄土）或塌积类黄土。侵蚀严重的坡面只剩下黄土母质。

该区主要土壤肥力分析结果见表 1-7。

表 1-7 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 主要土壤养分测定值

土种	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	水解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	等级
黑垆土	0.85~1.06	0.06~0.08	0.14	46.5~60.6	4.0~7.1	174.6~191.0	1、2级
黄绵土	0.81~0.98	0.05~0.08	0.12~0.15	37.6~66.3	4.4~7.3	161.3~250.0	1级

泾川、西峰两地的土壤含水量测定结果见表 1-8。可以看出，不同地形部位土壤水分由多到少的排列次序为：川滩地>沟底>阴塬坡>塬面>阳塬坡 其中西峰测定结果为塬面>阴塬坡。总的规律为，土壤水分状态由阴坡至阳坡，由沟底、川滩至坡面逐渐变差。

表 1-8 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 典型地区土壤水分测定值

地点	塬面	阴塬坡	阳塬坡	半阴塬坡	半阳塬坡	沟底	沟坝地	河滩	观测时间
泾川	10.71	10.97	6.87	8.97	7.77	13.34			1981年4~6月
西峰	13.38	10.88	8.25				14.21	25.06	1981年4~6月

## (二) 立地条件类型的划分

上述分析说明，以地形部位、坡向、土壤等立地因子的组合进行立地条件类型的划分，可以充分反映主要立地因子。该区主要立地可分为 9 类，详见表 1-9。

表 1-9 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 立地条件类型划分成果

立地条件类型	地形部位	坡向	土壤母质	立地质量等级
川水地	川滩		淤积黄土	I
沟坝地	沟道		淤积黄土	I
石砾土河滩	川滩		石砾土	II
黑垆土塬、台阶旱地	塬面、台阶地		黑垆土	II
黄土阴塬坡	塬坡	阴	黄土	III
黄土阴沟坡	沟坡	阴	黄土	III
黄土阳塬坡	塬坡	阳	黄土	IV
黄土阳沟坡	沟坡	阳	黄土	IV
红粘土沟坡	沟坡	阴、阳	红粘土	V

(三) 立地条件类型表的检验与立地质量评价

以该区主要人工造林树种刺槐 15 年生的优势木平均高为因变量，地形部位、坡向、坡度、海拔、土壤等立地因子为自变量，用数量化理论 I 上机计算，其结果见表 1-10。

表 1-10 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 15 年生刺槐优势木高与立地因子的数量化理论计算结果

项目	类目	各类目得分	偏相关系数/得分范围	复相关系数
地形部位	塬面	0.290	0.720 / 4.140	0.925
	塬坡上部	7.770		
	塬坡下部	9.480		
	沟坡上部	9.760		
	沟坡下部	11.910		
	沟道川滩	10.410		
坡向	东	0	0.513 / 21.5 00	
	西	-0.70		
	南	0.312		
	北	1.458		
坡度	陡	0	0.296 / 1.110	
	斜	0.255		
	缓	0.124		
	平	1.112		
海拔	中	0	0.110 / 0.518	
	低	0.518		
土壤	黄土	0	0.580 / 2.780	
	红黄土	1.134		
	冲积土	2.781		

表中复相关系数为 0.925，表明因变量与自变量相关关系紧密。从相关系数及得分范围的数值可以发现，影响刺槐生长的第一因子为地形部位，其次为土壤，再次为坡向，坡度与海拔因子对刺槐生长的影响较小。这说明以地形部位、坡向、土壤等立地因子组合而编制的立地条件类型表对刺槐这一树种来说是适合的（油松等其他树种也具有这一规律）。

由表 1-10 中各类目得分值，可以进一步计算出各立地条件下刺槐林分的平均高，并根据变异幅度、级差等，对不同立地条件的质量做出评价，详见表 1-11。

表 1-11 陇东南部黄土高原沟壑区 ( I<sub>2</sub> ) 立地质量评价

立地条件类型	15 年生刺槐平均高(m)	立地质量等级
川水地、沟坝地	> 15	I
黑垆土塬面、台阶旱地	12~15	II
阴塬坡、阴沟坡	11~12	III
阳塬坡、阳沟坡	9~11	IV
红粘土沟坡	< 9	V

### 三、陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> ) 立地条件类型划分

#### (一) 主要立地因子分析

##### 1. 地形分析

该区以黄土梁状丘陵沟壑地貌为主 ( 参见图 1-4)。主要地形部位有：梁顶、梁坡、沟坡、沟谷阶地、河谷川地和平原等。

##### 2. 土壤分析

该类型区地带性土壤为灰褐土、黑垆土、黑麻土、淀积土、红粘土等，其土壤养分测定结果见表 1-12。

表 1-12 陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> ) 土壤养分测定结果

土壤种类	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	pH 值	肥力等级
黑垆土	1.67	0.118	1.04	15.36	8.26	4
黑麻土	1.20	0.090	2.07	15.24	8.49	4
灰褐土	2.19	0.125	0.10			3
淀积土	1.67	0.109	0.25	8.30	8.13	4
红粘土	0.92	0.036	0.40		8.60	5

秦安、甘谷两地土壤含水量 (%) 测定结果见表 1-13。可以看出，不同地形部位、不同坡向之间土壤含水量有明显的差别，按土壤水分从大到小依次排列为：旱川地、阴向梁坡、梁顶、阳向梁坡。

表 1-13 陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> ) 土壤含水量 (%) 测定值

地点	旱川地	阳向梁坡	梁顶	阴向梁坡	说明
甘谷	16.30	10.90	12.50	13.60	3~5 月 30cm 土层
秦安城关		13.03		15.67	
秦安云山		17.53		20.03	

#### (二) 立地条件类型的划分

以上分析表明，以地形部位、坡向、土壤等立地因子的组合，可以进行立地条件类型的划分，见表 1-14。

表 1-14 陇中南部黄土梁状丘陵沟壑区 ( I<sub>3</sub> ) 立地条件类型划分成果

立地条件类型	地形部位	坡向	土壤母质	立地质量等级
冲积土沟坝川水地	沟底		冲积性灰褐土	I
石砾土河滩	河滩		石砾土	I
黄土台阶阶间旱地	台阶地、阶间地		黑垆土、灰褐土、黑麻土	II
黄土梁阶阴坡	梁坡、谷坡	阴	灰褐土、黄绵土	III
黄土梁阶顶	梁顶		灰褐土、黄绵土	IV
黄土梁阶阳坡	梁坡、谷坡	阳	灰褐土、黄绵土	IV
黄土阴沟坡	沟	阳	黄绵土	IV
黄土阳沟坡	沟	阴	黄绵土	IV
红粘土沟坡	沟坡	阳、阴	红粘土	V
盐碱土河滩	河滩		盐碱土	V