

子午岭森林的形成发展及自然演替

The Formation, Development, and Natural Succession of the Ziwuling Forest

杨冰 著



The Formation, Development, and Natural Succession of the Ziwuling Forest

子午岭森林的形成发展及自然演替

杨冰 著

作者简介



杨冰（1945—），中国甘肃兰州人，中共党员。1967 年毕业于甘肃省林业学校（现天水林业职业技术大学），后曾在林业部于中南林学院举办的林业工程师进修班主修林业系统工程和运筹学分支线性规划。1967—2003 年，先后在原西北林业建设兵团第二师一团马山林场、一团司令部参谋股、师司令部兵要地志办公室、庆阳地区林业局（处）工作。长期从事林业专业技术工作，参与和组织完成子午岭林区和庆阳全区森林资源调查、林业区划调查、林木病虫害普查、“三北”防护林体系建设一期、二期工程规划设计。先后获省农委、省科委、省林业厅、庆阳地区科技成果奖 9 项。甘肃省林学会会员、甘肃省森林经理专业协会会员、中国林业文联生态文学作家协会会员。1984 年 12 月被中共甘肃省委、甘肃省人民政府授予“全省种树先进工作者”称号，1986 年获中国林学会“劲松奖”，1994 年被甘肃省史志编纂委员会评为“全省史志工作先进个人”。多次被中共庆阳地区直属机关党委、中共庆阳地区林业处党组评为“优秀共产党员”。编著出版《庆阳地区志·林业志》《庆阳市林业志》《庆阳农村经济》（林业部分）、《子午岭木本植物志》（编委、撰稿、绘图人之一）。在《西北华北林业调查规划》《庆阳师专学报（自然科学版）》发表论文两篇，在《植物分类学报》发表子午岭林区一植物新种亚环鳞堇花模式版图；在《人民日报》（海外版）、《甘肃林业》《陇东报》等报刊发表新闻、通讯、散文、诗词、报告文学等作品 20 多篇。



PRICE:\$60.00

The Formation, Development, and Natural Succession of the Ziwuling Forest

子午岭森林的形成发展及自然演替

杨冰 著



International
Union of Scientific and
Technological Scholars

CIP INFORMATION

Title: The Formation, Development, and Natural Succession of the
Ziwuling Forest

题目：子午岭森林的形成发展及自然演替

Author: Bing Yang

作者：杨冰

ISBN: 979-8-90040-077-8

Publisher: CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL SCHOLARS

List Price: USD \$60.00

定价：60 美金



**International
Union of Scientific and
Technological Scholars**

The Formation, Development, and Natural Succession of the Ziwuling Forest **子午岭森林的形成发展及自然演替**

Address: 100 N Howard St Ste R, Spokane, Wa, 99201. United States

Tel: +888-754-5177

Email: contact@cypedia.net

Format: 140mmx210mm 1/16 Sheets: 8.75

Word Counts: 60.000

Edition: First edition in March 2026

Printing: First printing in March 2026

**CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL SCHOLARS**

非开放获取·电子版请联络出版社购买·版权归出版社所有·侵权必究

Not Open Access. For the electronic version, please contact the publisher for purchase. The copyright belongs to the publisher. Infringement will be prosecuted.

前言

PREFACE



子午岭是黄土高原中部一近呈南北走向的一个庞大山系，整个山系跨及甘、陕两省 10 多个县（市）。岭的主脉北起陕北定边县境内马鞍山，中经甘肃华池、合水、宁县、正宁县，南达陕西关中盆地北缘淳化县南部嵯峨山，总长度 400 多公里。子午岭延及甘肃陇东的部分北起华池黄蒿掌，南止正宁刘家店，长度 242km。

子午岭现存森林植被主要分布于甘肃华池、合水、宁县、正宁县和陕西志丹、富县、甘泉、黄陵、宜君、耀县、铜川市境内，合计林区总面积约 140 万公顷。其中，甘肃境内林区调查面积 48.88 万公顷，有林地面积 31.06 万公顷（据 2015 年版《庆阳市林业志》），习惯上称为“子午岭林区”；陕西境内林区总面积 91 万多公顷，有林地面积 57 万公顷（据 1989 年版《陕西森林》），习惯上称为“桥山林区”。

森林是陆地植被的主要类型之一，森林群落演替是陆地植物界经常发生的自然现象，而且是有一定规律性的。位于黄土高原的子午岭森林曾经历过怎样的演替过程，近期是怎样的演替趋势，未来会形成怎样的演替结果？这是个很值得探究的问题。

子午岭现存天然森林虽然其分布面积仍堪称广阔，但全部是破碎残败的次生林，它是在历史上原始森林遭到严重破坏后在次生裸地上滋生繁衍而形成的。对于子午岭森林近现代以来的物种构成、群落类型及演替状况，已有不少人进行过研究，

得出了大体相近的结论。那么，这片天然林在未经严重破坏之前的原生森林植被是一种什么状态，它在久远的历史年代经历过怎样的发展演化？这就有必要在已有研究基础上，进行更深入一步的研究探讨。

笔者走出校门后，就加入了陇东林业建设队伍，先是在一个基层林场工作，后在庆阳地区（现已改市）林业局一业务科室工作。由于所在科室的主要职能和业务是子午岭森林经营管理，所以近 40 年来我先后参加和组织开展过子午岭森林资源一类调查、二类调查、林业区划调查、森林病虫害普查和庆阳地区（含子午岭林区）“三北”防护林体系建设一期、二期规划设计等项工作。几十年来，因森林外业调查工作的需要，我和本科室的同事、林业调查队的成员以及各林场的技术人员，几乎跑遍了子午岭 24 个国有林场的所有梁峁沟壑，通过大量小班调查、样地实测，不仅积累了丰富的森林资源数据和技术资料，而且对林区的植被类型、群落结构、林型、林相等，有着切身的实地观感和清晰印象。

现存于陇东的子午岭林区，虽然木本植物有数百种，但森林建群种还不到 10 个，主要森林类型中除油松林和侧柏林为实生起源外，其他几类阔叶林几乎全系多代萌生，而且多呈团、片状分布。这么一大片天然森林怎么会演变成这种状态？很长时期以来，我心里就产生了探究造成森林这种状况原因的想法，但遗憾于史料缺乏，无力着手这项工作。直到 20 世纪 80 年代后期至 90 年代中期，在我受命担任《庆阳地区志·林业志》主编的数年间，按照新编地方志撰写的要求，所写部门性质的地方志，亦应能上溯远古，下迄当今，不仅要翔实准确地记述

本地区现当代林业发展建设、森林经营管理等方面内容，还须对古近代先民的林事活动、森林兴衰等方面内容有所着笔。于是，我就开始广泛搜集与庆阳地区林业发展、森林变迁有关的古籍资料，凡涉及子午岭林区、陇东地区乃至黄土高原自然地理、古地理、历史地理、古气候、古植被、古人类活动对森林影响等方面的史志、古籍、学术专著和科技文献，都在搜寻的范围之内。其目的，一为撰写《林业志》所需，二是为早就想写的《子午岭森林的形成发展及自然演替》一文作参考之用。新编《庆阳地区志》全书共五卷，于1998年1月由兰州大学出版社出版，我执笔撰写的《林业志》13万字被编入《庆阳地区志》第一卷。

20世纪90年代后期至21世纪初，我在科室工作的最后几年，配合甘肃省林业调查规划院同志，进行了子午岭天然林保护工程规划设计和子午岭省级自然保护区区划工作，并参与了甘肃省庆阳师范高等专科学校（现陇东学院）生物系主持的甘肃省中青年科技资助项目“子午岭树种资源调查研究”课题，该课题利用多年采集于子午岭林区的木本植物标本，在系统分类的基础上，编著成了《子午岭木本植物志》一书，该书于1998年8月由兰州大学出版社出版。

笔者退休之后，又伏案几年完成了《庆阳市林业志》第一卷48万字的撰写任务。《庆阳市林业志》于2015年9月由甘肃人民出版社出版。在此期间，我反复翻阅先前搜集的各种资料，而且又注意搜寻了有关生物多样性、恢复生态学等方面的科技文献。在充分占有资料的基础上，于最近两年才开始构思《子午岭森林的形成发展及自然演替》一书的框架，经过一番

努力，终于撰写出了这本分列六章的粗浅文稿。

第一章以子午岭及邻近地区地质勘探中发现的古植物化石、地下煤层分布资料为依据，简述这一地区地质历史时期原始森林发展演替变化概况。古生代二叠系地层大型蕨类古植物化石的发现，为子午岭所在地区陆地森林的最早起源提供了直接证据。中生代三叠纪、侏罗纪古植物化石的发现及地下煤层的广泛分布、新生代第四纪更新世、全新世黄土剖面孢粉组合分析研究资料，反映出从古生代末期经中生代直至新生代第四纪更新世 2 亿多年间的地质历史时期，子午岭森林物种构成由最初的蕨类植物逐渐向裸子植物，进而向被子植物不断发展演化的过程。

第二章依据史前仰韶、齐家类型文化时代及有史以来西周至明清 3000 年来子午岭林区古人类活动的诸多遗址、遗存，参考有关古籍资料和科技文献，梳理各个历史阶段人类活动对森林的影响。随着林区社会经济发展和人口不断增多，森林遭受的毁坏愈来愈严重；加之，自西周以来气候变迁总体上趋于干旱寒冷，也在一定程度上促使森林渐趋退化。在人为强烈干预和气候渐趋寒冷双重因素影响下，森林植被总体趋向逆行演替，由史前完整繁茂的原始林退变为破碎残败的次生林。

第三章分别记述了子午岭现存天然植物群落在沟道、梁崮阴坡、梁崮阳坡和梁崮顶部的分布状况，特别对林区主要森林类型油松林、侧柏林、辽东栎林、白桦林、山杨林和小叶杨林的组成结构、主要林型、自然更新状况作了详细记述。

第四章简述近 60 年来子午岭森林经营管理及林业发展建设概况。中华人民共和国成立初期子午岭森林即被确定为国有

森林,并建立了专门林业管理机构。但是在此之后的近30年中,林区之内林场、农场机构并存,经营方针多变,森林经营管理和林业发展建设经历了许多艰难曲折。进入改革开放新时期以来,林业机构趋于稳定,经营方针最终明确。从21世纪初开始,子午岭天然林保护工程全面实施,子午岭省级自然保护区划定建立,子午岭森林生态的恢复发展进入了全新历史阶段。

第五章简述近60年来子午岭森林演替研究概况。从1954年开始,先后有中国科学院植物研究所联合西北大学、南京大学等8单位组成的“中国科学院植物所黄河调查队”,黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站、庆阳地区林业部门、西北农林科技大学、甘肃农业大学等单位的科研人员,对子午岭天然植物群落类型及其发展演替趋势等,进行过一些考察研究,认为在现有气候条件下,在较长时期生态环境稳定地段,天然植物群落将会趋于进展演替,而在经常遭受人为活动干扰地段,天然植物群落则会趋向逆行演替。

第六章简述在子午岭天然林保护工程和自然保护区建设新形势下,坚持可持续发展理念,开展森林生态全面保护及系统修复工作。加强林区野生动植物多样性保护,加强林区湿地生态保护。特别强调了林区森林植物区系成分多样性保护。又特别提出:辽东栎和白桦既是林区固有地带性物种,又是森林主要建群树种,既已实施“天保”工程,就应改变过去次生林改造过程中将其视为低产“杂木”而随意淘汰的做法,今后应对其加强保护培育。同时,因地制宜,科学规划,稳步推进封山育林。

笔者现已年近八旬，人虽老矣，但初心未泯，利用有限余生著成这本小书，只为劳心多半生的林业事业再出一点余力。其用意，一是献给部门领导，为制定子午岭森林经营策略提供一份参考资料；二是在于抛砖引玉，希望有志于子午岭森林演替研究和发展建设的年轻同仁，发挥自己的聪明才智，在这一领域取得更有理论价值和实践价值的研究成果。

笔者深感才疏学浅，并无植被演替研究专长，书中难免有用语错讹及论述不确之处，敬祈学界行家批评匡正。

杨 冰

2024 年 5 月



目录 CONTENTS



第一章 地质历史时期陇东地区森林植被的形成及发展演化·····	1
第一节 地球陆地植物的最早出现及分异演化·····	1
第二节 陇东地区森林植被的最早起源及其主要植物类群·····	2
第三节 中生代我国北方的古气候与陇东地区古植被·····	8
第四节 第三纪我国北方古地理、古气候与陇东地区古植被 ·····	11
第二章 人类历史时期陇东地区气候及子午岭森林变迁概况·····	19
第一节 近 5000 年来气候冷暖变迁的总体趋势·····	19
第二节 子午岭天然次生林的形成演变·····	26
第三节 气候干旱化及人为干扰因素对子午岭森林演替的影响 ·····	29
第三章 子午岭现存天然植被分布概况及其主要生态保护作用·····	41
第一节 天然植被群落概况·····	41
第二节 主要森林建群植物类型·····	45
第三节 子午岭森林的功能定位及其主要生态保护作用·····	58
第四章 近 60 年来子午岭森林经营管理及林业发展建设·····	61
第一节 林业管理机构及林业经营方针的演变·····	61
第二节 近半个世纪以来的人工造林和天然次生林改造·····	65
第三节 天然林保护工程及自然保护区建设·····	69

第五章 子午岭天然植物群落演替研究	73
第一节 植被演替学说及国内研究进展	73
第二节 近 60 年来子午岭森林演替研究	76
第三节 子午岭林区弃耕地木本植物的自然演替	86
第六章 全面保护，系统恢复，再造子午岭森林顶极群落	93
第一节 全面加强森林生态体系保护	93
第二节 加强辽东栎、白桦等天然森林建群树种保护培育	102
第三节 继续大力开展人工造林和封山育林	106
第四节 子午岭森林恢复发展的环境影响及其自然演替趋势 预测	113
附录：植物名录索引	117

第一章 地质历史时期陇东地区森林植被的形成及发展演化

第一节 地球陆地植物的最早出现及分异演化

根据化石资料及古生物文献,地球陆地植物最早出现于地质年代^①古生代志留纪(约距今4.30亿—3.95亿年)晚期。在志留纪早、中期时,全球大部分陆块都浸没在海水之中,地球大气圈臭氧层尚未形成,日光紫外线强烈,不具备陆地植物生存条件,只有多种藻类大量繁殖于海洋之中^[1]。志留纪是陆生维管束植物开始起源并分异演化的关键时期。在志留纪3000多万年时间内,全球气候炎热潮湿,海洋藻类高度繁荣。至志留纪晚期,大气圈臭氧层形成,已具备陆地植物生存条件。那时,因受加里东地壳运动影响,出现大面积海水后退,陆地上升,许多地区的浅海转为沼泽、洼地或低湿平原。于是,生长于浅海中的高级藻类(主要是绿藻门中的绿藻纲)由水上陆,渐行直立,向着半陆生或陆生植物演化,形成为低矮的草本状原始裸蕨,地球陆地植物最初出现。

地球陆地植物自最初出现之后,就一直处在由低级到高级、由简单到复杂的发展演化过程。进入泥盆纪(约距今3.95

① 依徐仁,地质年代《生物史(第二分册)植物的发展》,科学出版社,1980年。



亿—3.45 亿年)后,经 5000 多万年分异演化,裸蕨植物已广泛分布全球陆地,并向着更高级的石松植物、楔叶植物、真蕨植物演化。在泥盆纪中期,蕨类植物中木本类型的石松植物鳞木、封印木和楔叶植物芦木等,在沼泽和低湿地区形成类群,并且,前裸子植物已开始出现^[1]。石炭纪(约距今 3.45 亿—2.80 亿年)全球气候温暖湿润,大型蕨类广泛分布陆地表面,陆地植物空前繁盛,是地质史上一个重要的成煤期之一,“石松纲、楔叶纲、真蕨纲等,逐渐发育成高大乔木,成为植物界的主要成分,形成大面积沼泽森林”^[1]。“原始松柏开始出现”^[2]。石炭纪大森林广泛分布于地球陆地,我国华北山西等地广厚的煤层,就主要由石炭纪森林炭化形成。但是,当时陇东地区所在的鄂尔多斯陆块还长时期淹没在海水之中。

第二节 陇东地区森林植被的最早起源 及其主要植物类群

一、早二叠系地层古蕨类植物的化石记录

在地球陆地上,一片天然森林的形成发展必奠基于一特定的时空背景,子午岭森林亦不例外。子午岭林区地处鄂尔多斯盆地中南部,鄂尔多斯盆地的地质历史、地理环境和气候变迁,直接影响着子午岭的地质、地貌及森林群落形成发展和演变的进程。

鄂尔多斯盆地是我国第二大沉积盆地,北起阴山,南抵陇山及关中北山,西至六盘山,东达太行山,总面积 37 万平方公里。在地质构造上属祁吕贺山字形构造地盾,属华北地台西

侧部分，其基底为太古界及下元古界结晶岩系，是以一整体升降相对稳定的陆块构造。在古生代的寒武纪、奥陶纪、志留纪，直到泥盆纪初期，鄂尔多斯陆块一直处在陆表海沉积环境。到泥盆纪中期时，我国华北、西北大部分地区已抬升为陆地，地处鄂尔多斯台区的陇东古陆也已上升露出海面，成为低平的剥蚀区，但未发现与古植物有关的化石记录。

古生物化石是研究古地理环境和古植物存在的重要依据。古生代石炭纪北半球华夏植物区处于热带、亚热带气候环境。在石炭纪中期时，鄂尔多斯台区又有海水侵入，到晚期时，海水时进时退。化石记录表明，当时甘肃中、西部的一些地区，如通渭、靖远、永登、张掖等，已有蕨类植物为主并有少量前裸子植物的森林分布，主要种类有鳞木（*Lepidodendron*）、芦木（*Calamites* sp.）、科达（*Cordaites* sp.）、栉羊齿（*Pecopteris* sp.）等^[3]，但陇东地区尚无类似化石记录。

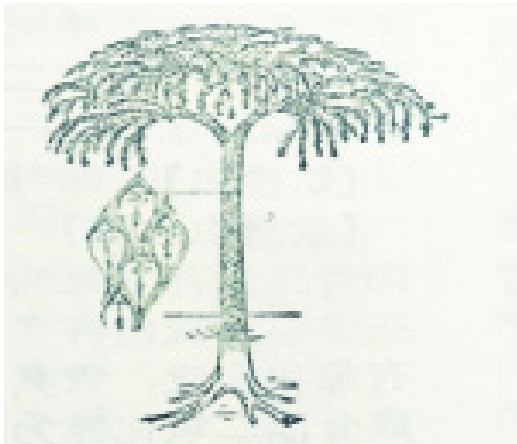


图 1-1 鳞木 *Lepidodendron* 引自《辞海生物分册》

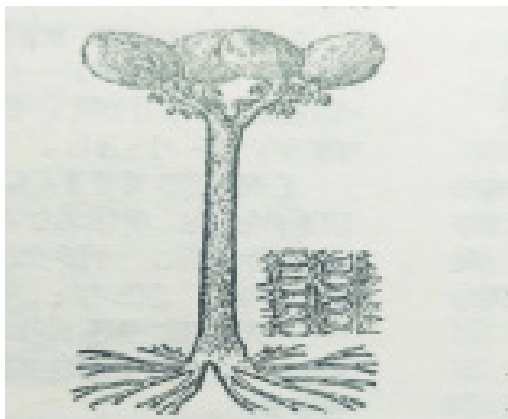


图 1-2 封印木 *Sigillaria* (引自《辞海生物分册》)

古生代二叠纪(约距今 2.80 亿—2.25 亿年)早期时,气温比石炭纪相对较低,且稍显干燥,植物面貌以节蕨、石松、真蕨、种子蕨为主。在华力西地壳运动影响下,甘肃全省隆升成陆,鄂尔多斯台区成一广阔的河、湖、沼泽环境,发育大面积含煤沉积。近年来,地质勘探部门在陇东庆阳、平凉两地区及子午岭一带早二叠系地层中,发现不少古植物化石,其中已定种的有石松类的猫眼鳞木(*Lepidodendron oculuse*)、楔叶类的中国瓣轮叶(*Lobatannularia sinensis*)、种子蕨类的三角织羊齿(*Emplectopteris triangularis*)、太原带羊齿(*Taeniopteris taiyuanensis*)、新常富带羊齿(*Taenistroemia*)相似种有前裸子植物狭带羊齿(*Teniopteris cf. angustifolia*)、密脉带羊齿(*Ta. cf. densissima*)、那琳带羊齿(*Ta. eniopteria cf. norinii*);未定种的有枝脉蕨(*Gladophlebis* sp.)、乌毛蕨(*Prodophlebis* sp.)、掌蕨(*Chiropteris* sp.)、锥叶蕨(*Coniopteris* sp.)、美羊齿(*Callipteris* sp.)侧羽叶(*Pterophyllum* sp.)、拜拉(*Baiera* sp.)、纤细拜

拉 *B.gracilis* (Bean Ms)、最小拜拉 (*B.minima* Yabe Oishi)、古芦木 (*Archacalamites* sp.)、芦木 (*Calamites* sp.)、带科达 (*Cordaitea prinopalidis* Germ)、欣克科达 (*C.schenkii* Helle)、单纹科达 *C.borassifolia* (Sternberg)、维特尔科达 (*C.vetteri* Stockm. dt Math) 等 30 多种^[4]。

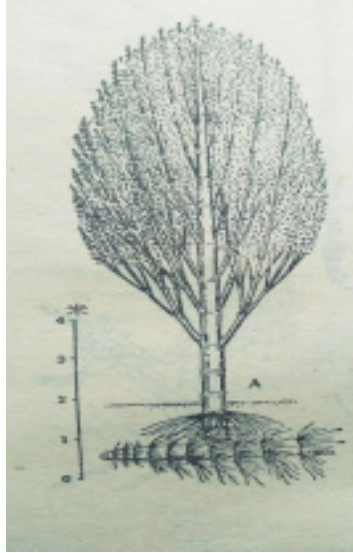


图 1-3 芦木 *Calamites* 引自徐仁《生物史 (第二分册) 植物的发展》

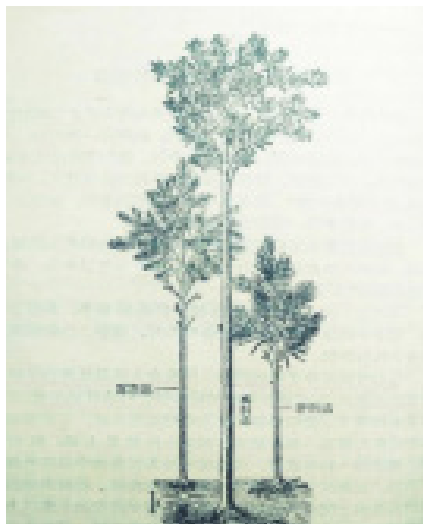


图 1-4 科达属的三个亚属引自徐仁
《生物史（第二分册）植物的发展》

这些多是大型常绿乔木，在沼泽和低湿地区形成类群，密集生长，构成迄今所知陇东地区及子午岭起源最早的陆地森林，即原生森林植被。这类森林植被一经形成，便在该处地理环境及气候条件下，开始了不断发展演化过程。

二、早二叠纪至侏罗纪陇东地区的煤层分布

煤炭是地质年代沼泽、洼地古植物遗体层层堆积，深埋压实，经过漫长复杂的生物化学作用及地质作用所形成的。地下煤层的分布是地史时期陆地植物生存繁衍的直接证据。《庆阳市煤炭资源开发调研报告》（2020）称，据 1995 年全国第三次煤炭资源预测评价，庆阳市境内煤炭资源预测储量为 1342 亿吨，占全省预测储量的 94%。中国石油长庆油田分公司勘

探开发研究院《庆阳地区煤炭—煤层气资源潜力评价》(2004)指出,在庆阳市七县一区 1.98 万平方公里的面积内,有 2360 亿吨的煤炭资源预测量,主要在环县西北部、正宁县西南部、宁县全境、合水县南部、庆阳县南部、镇原县东部。其中,煤层埋深 500~1000m,面积 3450km²,煤炭储量 190 亿吨;煤层埋深 1000~1500m,面积 772km²,煤炭储量 1050 亿吨;煤层埋 1500~2000m,面积 8700km²,煤炭储量 1120 亿吨。

据华永明等(2017)勘探研究资料显示,陇东地区煤层赋存与古地理环境有关。自中生代以来本区长期处于下沉阶段,沉积了巨厚的中、新生代地层,同时因构造运动微弱,致使煤系地层煤层埋藏较深。东部和南部古地形相对较高,从北往南为南北—北东—北东东方向展布,剥蚀区和沉积区并存,沉积速度相对缓慢。在正宁以南为河流及浅湖沉积环境,以河流、沼泽相为主。在正宁至合水之间为浅湖沉积环境,向北以湖泊为主。区内煤层埋藏深度从南往北逐渐变深,自陕西彬长矿区往北,“至正宁南部埋深 600~800m,华池乔河乡煤层底界深达 1400m,从东往西逐渐变深,华池东南部林镇乡参井煤系底界埋深 837m,煤系厚度 178m;合水县煤系底界埋深 1046m,煤系厚度 161m,向西至天(池)环(县)向斜中心区,煤系底界埋深多在 1500~2000m”;并查明陇东地区主要含煤地层为中侏罗系^[5]。张革胜等通过对正宁罗川勘探区煤层分布特征分析,指出三叠系基底构造是区内主要的控煤因素^[6]。

据上,陇东庆阳地区境内地下煤层的广泛分布,直接证明了早二叠纪、三叠纪至侏罗纪时代,成煤古植物生存繁衍的基本状况。



第三节 中生代我国北方的古气候 与陇东地区古植被

一、三叠纪我国北方古气候与陇东地区古植被

有关古气候、古植物文献表明,三叠纪早期我国北方普遍趋于干燥炎热,喜温湿环境的蕨类植物较前减少,裸子植物苏铁类、银杏类及松柏类已有较多发展。三叠纪中期,鄂尔多斯盆地中部沉积了灰绿色泥岩,局部夹煤层,植物繁茂。经印支运动后,“三叠纪晚期,在中国出现两个植物区。以昆仑—秦岭—大别山为界,分为南方沿海区和北方内陆区。前者属热带或热带—亚热带海洋性气候,后者属亚热带大陆性气候”^[7]。鄂尔多斯盆地“中晚三叠世气候温暖潮湿,雨量充沛,植被繁茂”“在鄂尔多斯盆地西南部甘肃西峰油田中上三叠纪延长组8段和长7段钻井岩芯中发现丰富的孢粉化石”“孢粉组合所反映的古气候为温带—亚热带暖湿或湿热气候”^[8]。化石资料显示,构成森林的主要植物有40多种,其中已定种有宜君枝脉蕨(*Cladophlebis ichunensis*)、纤细枝脉蕨(*Cl. gracilis*)、副裂叶枝脉蕨(*Cl. parabolifolia*)、多实拟枝脉蕨(*Danaeopsis fecunda*)、蔡氏贝尔璠蕨(*Bernoullia zeilleri*)、莎兰似木贼(*Equisetites sarrani*)、皱纹新芦木(*Neocalamites rudusus*)、蟹形新芦木(*Ne. carcinoides*)、梯兹侧羽叶(*Pterophyllum*)、坚强丁菲羊齿(*Thinnfeldia cf. rigida*)、陕西拟托第蕨(*Todites shensiensis*)、楔羊齿(*Sphenopteris sp.*)周家湾楔羊齿(*Sp. chowrianwanensis*)、芦木孢(*Calamospora*)、环纹孢(*Annulispora*)、阿拉曲孢(*Aratrisprites*)、光面三缝孢(*Leiotriletes*)、光面

单缝孢 (*Laeuigatosporites*) ; 相似种有下凹带羊齿 (*Taeniopteris* cf. *immersa*) 、列克勒带羊齿 (*Ta. cf. leclerei*) ; 未定种有贝尔瑙蕨 (*Bernoullia* sp.) 、石籽 (*Carpotithus* sp.) 、新芦木 (*Neocalamites* sp.) 、蕉羽叶 (*Nilssonsonia* sp.) 、楔羊齿 (*Sphenopteris* sp.) 、带羊齿 (*Taeniopteris* sp.) 、单沟粉属 (*Marattisporites*) 、紫萁粉属 (*Osmundocidies*) 、芦木孢 (*Calamospora*)^[7]。

二、侏罗纪陇东地区古气候与古植被

侏罗纪 (约距今 1.90 亿—1.36 亿年) 时, 全球气候温暖湿润, 森林又进入一个大发展时期, 蕨类植物仍较繁盛, 裸子植物大量发生, 并出现许多新的种类。早侏罗世时, 鄂尔多斯盆地整体下沉, 陇东地区发育成暖湿型湖沼河流相沉积地貌, 地面密布着由蕨类和裸子植物构成的常绿森林。据地探部门在华池、庆阳等地发现的多种古植物化石中, 有真蕨纲的奇丽锥叶蕨 (*Coniopteris spectabilis*) 、布列亚锥叶蕨 (*Co. burejensis*) 、膜蕨型锥叶蕨 (*Co. hymenophylloides*) ; 楔叶纲的卡勒莱新芦木 (*Neocalamites* cf. *carrerei*) 、银杏纲的似银杏 (*Ginkgoites* sp.) 、东方似银杏 (*G. orientalis*) 、西伯利亚似银杏 (*G. sibiricus* (Lecl.) Seward)、楔拜拉 (*Sphenobaiera* sp.) 、叉状拜拉 (*Baiera furcata*) 、坚直茨康叶 (*Czeranowskia rigida* Heer)、刚毛茨康叶 (*C. setacea* Hee)、华丽拟刺葵 (*Phoenicopsis speciosa* Heer)、狭叶拟刺葵 (*Ph. angustifolia*) 、清晰狭轴穗 (*Stenorachis lepidia*) ; 苏铁纲的苏铁 (*Cycas revolute*) 、葛伯特尔羽叶 (相似种 *Otozamites* cf. *goeppertianus*) 、渐尖蕉羽叶 (相似种 *Nilssonsonia* cf. *acuminata* Presl) ; 松柏纲的长叶松型叶 (*Pityohyllum*



longifolium)、史塔拉希松型叶(Pi.stratschini);还有铁杉粉(Tsu-gaepollenites)、芦木孢(Calamospora)和未定种的拟杉楔孢属(Cyathidites)等^[4]。在中侏罗世中期,鄂尔多斯盆地再次下沉,在盆地西南形成一个巨大湖盆,该湖盆“西界位于今环县西至泾川县西南一线”,北、东、南界大体沿今宁夏灵武以南至陕西吴起、富县、黄陵、铜川一线,有地质学文献称该湖盆为“庆阳湖”^[9]。从湖区范围看,今陇东地区环县、镇原县至泾川县以东地面及子午岭地区当时都处于湖盆之中。由于湖区的存在,较长时期森林植被仅分布于滨湖区、冲积平原及低缓垄岗、丘陵地带。

有研究文献表明,在中侏罗世“岩性观察中,长8油层组发现了大量保存较好的植物茎叶和根迹化石,植物茎叶种类较多,包括芦木、银杏和蕨类等。其中新芦木最为常见”^[10]。新芦木是一种分布广泛的蕨类植物,是三叠纪至中侏罗世主要造煤植物之一,多发生在沼泽、滨湖等浅水环境之中。

三、白垩纪我国北方古气候与陇东地区古植被

白垩纪(约距今1.36亿—0.65亿年)时,燕山运动持续发生,我国大部分地方岩浆活动强烈,地层广泛发生升沉褶皱,气候干湿冷暖波动频繁,出现明显地带性和季节性差异,生境的巨大变化加速了植物的分异与演替。白垩纪早期,我国北方气候比侏罗纪晚期略显偏冷,蕨类植物逐渐衰落,裸子植物高度繁荣,被子植物开始发展。在已发现的化石和孢粉组合中,植被类型中以松柏类、苏铁类、银杏类占较大比重。中期后,气候变得干燥炎热,大型蕨类相继绝灭,裸子植物中的苏铁类、

银杏类明显减少,被子植物大量涌现。到晚期,我国北方气候趋于湿热,被子植物达于繁盛,并居于陆地植物统治地位,植被面貌以常绿针阔叶乔木为主要特征,形成了一个中生性北方落叶狭叶森林带,主要种属有松(*Pinus* linn.)、杉(*Cunninghamia*)、冬青(*Llex* linn.)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、木兰(*Magnolia liliflora*)、樟类(*Lauraceae*)、栎类(*Quercus* linn.)、杨(*Populus* linn.)、桦(*Betula* linn.)、槭(*Acer* linn.)、椴(*Tilia* linn.)、莢蒾(*Viburnum* linn.)、鹅耳枥(*Carpinus* linn.)等^[1]。

鄂尔多斯盆地在早白垩世初期以湖、河沉积环境为主;早白垩世晚期时,盆地整体抬升,湖水退出,湖地干涸,演为风化剥蚀区。在陇东地区早白垩世地层,发现的古植物化石有枝脉蕨(*Cladophlebis* sp.)、似木贼(*Equiselites* sp.)、短叶杉(*Brachyphyllum* sp.)、拟节柏(*Frenetopsis* sp.)、布契查米羽叶(*Zamiophyllum buchianum*)等蕨类植物以及松科(*Pinaceae*)、雪松属(*Cedrus*)、木兰属(*Magnolia*)等裸子植物和樟、栎、桦、椴、槭等^[4]。

第四节 第三纪我国北方古地理、古气候与陇东地区古植被

一、第三纪古气候背景下的陇东地区古植被

地球环境变迁是影响陆地植物生成演化的主要因素。在新生代第三纪(约距今6500万—250万年)期间,发生了青藏高原隆起、季风气候形成、干旱带演变等一系列重大地质事件^[11],



从而极大改变了我国的地形地貌，导致了气候的巨大变化和植物区系的分异演化。

第三纪初期，我国东部地区因受到印度板块和太平洋板块构造运动的影响，“贺兰山、六盘山东侧的内陆梯级上升，形成今日的陕甘高原和内蒙古高原”“我国绝大部分地区位于北纬 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的地带”，全国基本上属于亚热带类型，“我国华北、西北气候暖湿，森林繁茂，森林植被属于亚热带向暖温带过渡的类型，针叶树中古老的水松、水杉、红杉、落羽杉等占有相当比例。阔叶树组成以榆科、桦木科、杨梅科和胡桃科等多数柔荑花絮类的植物占据优势”^[12]。

始新世（约距今约 5400 万—3800 万年）时，秦岭以北的甘肃境内有北亚热带常绿、落叶阔叶林和针叶林^[3]。从渐新世（距今约 3800 万—2500 万年）后半期开始，“随着全球气温下降，我国北方气温逐渐降低，雨量减少，西北地区大陆性气候趋向温和干旱，秦岭以北气候变得干燥而凉爽”^[2]，在森林组成中松属及落叶阔叶树种增多，灌木和草本植物大量涌现。

进入中新世（约距今 2500 万—500 万年）时，青藏高原“地壳运动较为活跃，开始缓慢抬升”^[13]，许多巨大山系和高原的隆升，海水消退而使得广阔的陆地得以解放出来，大气环流因之也发生根本性变化。黄土高原因风尘堆积开始形成。这一时期，我国北方气候“有缓慢变冷趋势……亚热带的北界可能在北纬 35° 左右”^[12]。随着地理环境的分异及季风气候的形成，森林构成渐趋复杂，“古老类型的蕨类和裸子植物及原始类型的被子植物相对减少，松柏类的森林面积有所增加。落叶阔叶林在北方大兴繁衍。”^[12]。

在新第三纪期间,在我国东部形成“东北—华北温带—暖温带落叶阔叶林和森林草原区”,该植被区“包有东北和华北的大致秦岭以北的我国广大北部地区”^[12]。秦岭以北和陕甘高原东南部落叶阔叶林广泛分布,阔叶林中“具有大量的桦、榆、朴、鹅耳枥、核桃和栎。常绿树种仅个别残存。针叶林组成面貌大为改观,喜暖的水杉、水松、落羽杉、红杉等骤然减少,松树剧烈增多”^[14]。

到上新世(约距今 500 万—250 万年)时,青藏高原继续增高,亚热带北界进一步南移,与现在的位置十分接近^[2]。西北地区大陆性气候增强,亚热带类型的常绿树种更趋减少,温带型的落叶阔叶树种大行繁衍,灌木和草本植物快速增加。暖温带、温带型树种主要有松、栎、桦、槲、桤、榆、杨等。当时,六盘山以东地面在新构造运动中呈梯级抬升,子午岭已发育成分水岭地形。秦岭以北子午岭所在的陇东地区,天然植被在总体上也大体属于“东北—华北温带—暖温带落叶阔叶林和森林草原区”。近年有研究者(刘卫国、张普等,2008)通过对陇东西峰地区赵家川剖面古土壤中正构烷烃组分的分析表明:从距今 700 万年前后,“古生态系统中草本植物的相对比例突然增加;距今 340 万年至 200 万年,是木本植物减少,草本植物增加的生态格局”。从而推测,“这个生态系统的变化可能影响晚新生代 3.5Ma 左右中国内陆干旱化,并形成了自此之后黄土高原面草原或森林草原为主的生态格局”^[15]。这一总的生态格局,奠定了第四纪以来陇东地区天然植被发展演替的生态基础。



二、第四纪更新世古地理、古气候背景下的陇东地区古植被

进入第四纪后,全球气温普遍下降,青藏高原继续隆升,蒙古—西伯利亚冷高压形成,更新世冰期来临等诸多因素叠加影响,导致了黄土高原古地理、古气候的巨大变化。

早更新世(约距今 250 万—70 万年),“中亚和我国西北地区,气候持续干冷,出现沙漠,从而大大影响了植物的分布”^[1]。陇东地区经陇山新构造运动而整体抬升,发育成一北、西、东三面环山,南面傍水的簸箕状高原地形。子午岭古地层继续抬升,分水岭地形更显突出。那时,陕北陇东地区的森林植被“还是森林草原—森林和草原的过渡地带,森林中有松、栎、桦、鹅耳枥、水青冈、榆、漆等”^[16]。子午岭的植被类型也大体如此。

中更新世(距今 70—12.8 万年),全球气温下降,冰期来临,我国西北地区趋于干旱寒冷,森林退缩,草原发展,沙漠扩大,植被构成转向较耐干冷气候的针、阔叶林和各种草本。陕北、陇东地区“仍有一些由云杉、松、栎、榆、槭组成的针叶林和阔叶林,可能表现为山地垂直分异的类型”^[16]。

晚更新世(约距今 12.8 万—1.2 万年),末次冰期发生,我国西北地区持续干旱,黄土高原完全形成。在间冰期,严酷气候稍趋缓和,地面植被又顽强发展。晚更新世初期,秦岭以北气候冷湿,陇东和陕北地区“山区除少数桦林外,平原地区几全为干草原所占据”。陇东地区为温带半干旱气候,“组成森林的乔木主要是耐寒冷的云杉和冷杉,阔叶树种和数量都很贫乏,仅有少量的柳和榆”^[16]。晚更新世中期,气温有所回暖,

陕甘高原一些喜温且稍耐干旱的松、栎、桦、桤、榆、朴、榛、白蜡、核桃、鹅耳枥、水青冈等属的植物集中出现；晚更新世末期，气候再度变冷，陇东及邻近地区有云杉、冷杉和松属为主的针叶林稀疏分布，阔叶树仅有栎、榆、蔷薇科类少量出现，植被景观以草本为主。

三、第四纪全新世的气候特征与陇东及子午岭植被概况

全新世早期（距今 1.2 万—8000 年），末次冰期结束，气温逐渐回升。“我国自然植被的面貌已奠定了和现在水平大致相似的面貌，即从东南向西北可分为森林、草原和荒漠三个区域大量的孢粉分析材料以及考古和历史文献资料都充分说明这个没有很大改变的一面”“华北地区和陕甘黄土区森林植被以栎属为主，间以松属、并有榆、椴、桦、槭、柿、鹅耳枥、朴、核桃、柳、榛等属的多种乔灌木混交”^[12]。

全新世中期（距今 8000—3000 年），是一个全球性气温回暖期，中国全境均较现今温暖湿润^[17]，亚热带的北界在华北平原北部与黄土高原中南部一线^[18]，在其开始时，我国秦岭以北中东部地区年平均温度比现在高 5℃~80℃^[19]。因全新世中期恰与新石器时代同期，那时黄河流域以仰韶殷墟为代表的人类古文化有了大的发展，所以有文献将其称为“仰韶温暖期”或“气候适宜期”。在长达 5000 年的时期内，由于气候温暖，雨量充沛，天然植被生长繁茂，而且其类型也比更新世冰期时更趋丰富。在黄土高原从南往北形成了暖温带落叶阔叶林、森林草原、干草原和中温带荒漠草原植被带。当时，“黄



土高原中部与北部—陕北、陇东、晋中丘陵沟壑与高原沟壑区，……木本成分以松、栎为主，同时含有少量的黄连、栗等亚热带种属，……因而可以推断这一地区植被应为暖温带落叶阔叶林”^[20]。甘肃中东部地区的森林中，“多为云杉、冷杉、落叶松、圆柏、油松等针叶树种，落叶树种有栎、桦、榆、榛、连香树等”^[3]。

据谭志海、黄春长等对合水县子午岭西侧九站寺洼古文化遗址附近一处黄土残塬黄土剖面木炭屑浓度分析表明：在距今 1.15 万年前的全新世早期，子午岭所在的陇东黄土高原气候寒冷而干旱，呈现半干旱荒漠草原景观；到全新世中期时的黄土剖面孢粉组合表明，由于气候趋于温暖湿润，乔木花粉明显增多，呈现出由原先的半干旱荒漠景观向森林草原景观演变特征；到全新世晚期距今 3000 年前后时，黄土剖面气候指标表明降水量减少，生物成壤作用减弱，气候趋于干旱^[21]。

据考古工作者对处于今子午岭林区之内的合水县老城镇王沟桥、太白乡东关、蒿嘴铺乡九站、固城乡石家老庄，宁县襄乐镇宇村南头，正宁县湫头乡西城、苟仁等 10 多处仰韶、齐家、寺洼文化遗址中发掘出多种多样的石器、陶器及一定规模的灰坑、灰层等遗物、遗存，表明在距今七千年前的史前时代和距今三四千年前的人类历史早期，这些地方的古人类就生活在植被丰厚，木料、燃料足可砍取的森林地带。

参考文献

- [1] 徐仁:生物史(第二分册)植物的发展[M].科学出版社,1980.
- [2] 杨起,韩得馨.中国煤田地质学(下册)[M].煤炭工业出版社,1980.
- [3] 甘肃省林业志编辑委员会.甘肃省志第二十卷林业志[M].甘肃人民出版社,1999.
- [4] 杨希荣.甘肃陇东平庆地区古植物汇编(油印本)[M].1988.
- [5] 华永明.陇东地区地质特征与煤层赋存规律浅析[J].能源与环境,2014(2).
- [6] 张革胜,师国辉,闫伟.陇东罗川勘探区煤层分布特征及成煤模式[J].中国煤炭地质,2019,31(9).
- [7] 中国树木志编辑委员会.中国树木志(第一卷)[M].中国林业出版社,1985.
- [8] 吉利明,祝幼华.鄂尔多斯盆地西南部甘肃西峰地区延长组孢粉组合及古气候研究[J].微体古植物学报,2013(4).
- [9] 甘肃省地质矿产局.甘肃区域地质志第一篇(中生界)[M].地质出版社,1989.
- [10] 刁帆,文志刚.鄂尔多斯盆地陇东地区长8油层组成浅水三角洲沉积特征[J].地球科学-中国地质大学学报,2013,38(6).
- [11] 周浙昆,黄健,丁文娜.若干重要地质事件对中国植物区系形成演变的影响[J].生物多样性2017:25(2).
- [12] 中国植被编辑委员会.中国植被[M].科学出版社,1980.
- [13] 孙鸿烈.世界屋脊之谜—青藏高原形成演化环境变迁与生态系统的研究[M].湖南科学技术出版社,1996.



- [14] 中国森林编辑委员会.中国森林(第一卷)[M].中国林业出版社,1997.
- [15] 刘卫国,张普.黄土高原中部7~2Ma期间古植被变化的分子化石证据——以赵家川剖面为例[J].第四纪研究,2008,28(5).
- [16] 王永焱,薛祥昀,何汝昌,等.陇东陕北黄土区第四纪地层的划分[J].地质学报,1966,46(1).
- [17] 中国自然地理编辑委员会.中国自然地理.历史自然地理[M].科学出版社,1982.
- [18] 龚高法.历史时期我国气候带的变迁及生物分布界限的推移[J].历史地理(第五辑),1987.
- [19] 张志斌.北京地区全新世地质及古气候,古地理的演变与泥炭的形成关系(油印本)[M].1979.
- [20] 朱士光.全新世中期中国天然植被分布概况[J].中国历史地理论丛,1988(1).
- [21] 谭志海,黄春长,庞奖励.陇东黄土高原北部全新世野火历史的木炭屑记录[J].第四纪研究,2008,28(4).

第二章 人类历史时期陇东地区气候及子午岭森林变迁概况

第一节 近 5000 年来气候冷暖变迁的总体趋势

一、从仰韶至明清时期以来的气候变迁

20 世纪 70 年代初,竺可桢先生在《中国近 5000 年来气候变迁的初步研究》一文中,系统总结了从史前仰韶文化时期到明清时期近 5000 年来,我国气候曾出现过仰韶殷商、东周至秦汉、隋唐、宋末至元代 4 个温暖期和西周、东汉南北朝、两宋、明清 4 个寒冷期,总的趋势是由仰韶殷商温暖期向后,经过多次起伏波动演变为明清寒冷期^[1]。这种大范围气候的起伏波动也直接影响着黄土高原和陇东地区。

近年来,王元林博士亲临陇东陕北子午岭所在的泾河、洛河流域,考察研究黄土高原环境变迁。他历经数年,实地取样,并参考大量古籍资料和科技文献,提出自人类史前全新世早期至明清时期,泾、洛河流域的气候变化经历了多次冷暖干湿交替转换,其变化概况与全国气候变化总体趋势大体一致,但又不是完全同步,而是有着明显的地域特征。他将泾、洛河流域近 10000 年来的气候变迁具体划分为 10 个阶段,其中:史前时代的全新世早期寒冷期和全新世中期温暖期;历史时期的西周干冷气候、春秋至西汉前期暖湿气候、西汉后期至北朝凉干



气候、隋朝和唐前期温暖气候、唐后期至北宋凉干气候、金代前期温干气候、明清时期冷干气候。从上述两种研究结果看出,从史前仰韶殷商之后历史时期西周至明清 3000 年来,全国和泾、洛河流域的气候变迁,都是从西周冷干气候开始,最后演变为学界所称的“明清小冰河期”的冷干气候^[2]。

又据《庆阳地区志·灾异志》载:“旱灾是庆阳地区主要自然灾害。从周幽王元年(前 781 年)到清末 2700 年间共发生 173 次。其中秦汉时期共 10 次,魏晋南北朝 13 次;唐朝 13 次,五代、宋、金 24 次,元朝 10 次,明朝 43 次,清朝 81 次”;“虽然古今对旱荒记述的范围、程度、详略有很大差别,但从总体上可以看出,庆阳地区大抵在纪元前 1000 多年间很少有旱灾。从 15 世纪以来,旱灾增多,特别是近 200 多年来旱灾频繁,程度严重”^[3]。

从以上所述看出,从历史初期至 20 世纪初 5000 多年间,黄土高原和陇东地区干旱发生的几率愈来愈趋频繁,这种持续的干旱化趋势对天然植被的发展演替造成了严重影响。

二、自西周至明清以来陇东及子午岭森林变迁概况

(一) 西周至战国时期

西周初期,黄土高原的原始植被属于森林与森林草原^[1],还基本延续着全新世中期仰韶温暖期的植被状况,泾河、渭河上游“山上几乎都有茂密的森林”^[2]。但随着气候的变冷变干,原喜温湿环境的亚热带种属逐渐减少并几近消失。泾河东源马莲河(自夏商以来名称“皇涧”)^[3]水量较大而且清澈,表明其发源地子午岭林区水文状况甚好。

春秋初期，义渠戎族占领陇东，戎族以牧为主，兼做农耕，主要活动于宽阔塬区，远山深谷涉足轻微。《山海经》载：“白于之山，上多松柏，下多栎檀”^[4]。白于山与子午岭北段主脉相连，松、柏、栎、檀（榆科青檀）皆是可集生成林的大型乔木。按地理位置和气候条件，子午岭位处白于山之南，植被生境更加优越，森林分布势必更盛。《诗经·谷风》载：“泾以渭浊，湜湜其沚。”意指泾水清而渭水浊。说明当时泾河流域森林广阔茂密，土壤侵蚀微弱^[5]，这其中必然包含着泾河上游最大支流马莲河流域森林水文的保土作用。到战国时期，秦国开始向北方发展，溯泾河而上，灭义渠戎国，垦殖规模较具规模。有研究考证，战国后期时子午岭森林仍非常广阔，其图示范围可以北连白于（即白于山），东逾延安，南及泾渭，而西界则在北临华池元城川，南沿庆城马莲河一线^[6]。

（二）秦汉至魏晋时期

秦统一后，疆域迅速向北方扩展，秦廷为着巩固边防，实行“移民实边”政策，农业耕垦广泛开展，陇东、陕北地区的塬面和浅山区林木被砍伐殆尽，子午岭森林仍保存完整。其间虽有大将蒙恬率兵沿子午岭主脊修筑直道^[7]，对沿途林木损毁较多，但整个林区森林面貌仍未发生大的改变。那时，在子午岭南段甘泉山，曾为秦始皇建有离宫（时称林光宫，西汉时易名甘泉宫）。汉初刘歆作《甘泉宫赋》称，离宫近旁长有“豫章杂木，榲松栲栲，女贞乌勃，桃李枣櫨”^[8]。这些树木中的豫章（梓树）、榲（黄榲木）、櫨（椴树）和女贞，均属暖温带和亚热带树种，表明当时这里的气候温暖湿润，很适于这类林木生长。



西汉时期, 朝廷继续实行“移民实边”, 曾三次往北方大举移民, 子午岭林区人口猛增, 当时在子午岭中段设有直道县(址今子午岭合水、宁县交界地段), 岭西侧设有略畔县和泥阳县等。移民所到之处, 筑城、建寨、造屋、垦田, 滥伐森林; 同时, 朝廷还力笃设“苑”养马, 以供军需, 在陇东和陕北建有“牧师苑三十所……分养马三十六万头”^[9], 而总的牧师苑就设在北地郡(今庆阳市境内)^[10]。经西汉近 200 年滥垦、滥牧、滥伐, 陇东地区的塬面、川台和浅山区的天然植被已基本演变为农田、草场, 而且强烈的田牧活动也已越过子午岭岭脊, 使子午岭两侧的平缓梁峁及一些宽阔川道也多半沦为农田景象, 岭西侧的林界已经远离马莲河干流。由于农业垦殖强烈持久, 天然植被惨遭毁坏, 引发严重水土流失, 因而马莲河在当时被称为“泥水”^[11]。东汉时期, 子午岭一带农牧活动仍有进行。南朝范晔撰《后汉书·马援传》载:“援年十二而孤……乃辞兄, 欲就边郡田牧……因处田牧, 至有牛、马、羊数千头, 谷数万斛。”今子午岭青龙山有一地名称为“马场”, 相传就是当年马援牧养军马的地方。东汉至两晋 400 多年, 陇东、陇中泾、渭河流域被匈奴、羌族、鲜卑等民族占领, 游牧民族废农复牧, 黄土区森林得到相对恢复, 土壤侵蚀减弱, 使黄河出现了一个长时期的安流局面^[12]。

北魏初期, 陇东地区畜牧仍占主导地位^[13], 但在后来随着民族大融合的推进, 农耕活动再次兴起, 子午岭林区人口增多, 森林大面积遭到损毁, 至今林区多处可见的石窟、石刻、摩崖造像等, 就是当时人类活动留下的遗迹。人类活动的强烈干扰, 使原始森林的自然演替出现复杂状况。

（三）隋唐至宋元时期

隋唐时期，朝廷鼓励农业耕垦，出现了比秦汉“移民实边”更大的规模，子午岭林区人口大增，在多处建有城堡、烽墩、塔碑、陵墓，时至今日其形迹犹存，由之反映出当时人类对森林开发利用的程度及经济发展规模，都远超前秦汉及魏晋时期。在合水太白乡曹家寺“唐王坟”台地存有“唐朝列圣之碑”（该碑现存于合水县陇东古石刻艺术博物馆），碑背面刻有《唐宣赐薛王庄记》等图文。据史家考证，唐玄宗李隆基即位后将其五弟薛王李业赐封于庆州华池、合水，自那时起，薛王一脉扎根此地，因深居子午岭林区腹地，未遭安史之乱，家室得以保全而世代相继。薛王庄于后唐同光二年（924）由唐庄宗李存勖赏赐修建。《唐宣赐薛王庄记》载，后唐时期，薛王庄所在之地“松竹葱茂”，庄区四周“每春苑呈丽，秋叶雕霜，灿若锦绣，延袤十数里，珍禽异兽，翱翔乎其间”^[14]。由此可见，在残唐五代时期子午岭林区腹地仍保持着良好森林景观。

北宋时期，西夏与宋朝争战多年，子午岭成为边陲地带，宋军在子午岭北段高大梁峁及岭的东西两侧，修筑了许多城寨、堡垒、烽燧等军事设施，在华池老爷岭建有大顺城，在葫芦河流域建有荔园堡（今南梁乡）、凤川寨（今林镇乡），在岭西建有柔远寨（今华池县城）、大义寨（今城壕乡）等。因筑城建寨耗材巨大，加之攻战用火，焚烧山林以及军屯民垦、伐木斫薪等诸多原因，使森林遭到严重毁坏。到北宋末期，子午岭北段已大半沦为灌丛、荒山，岭的中南部森林植被仍较繁茂。自那时起，子午岭北段再未恢复原始森林的固有状态。及至金代和元蒙时，北方女真族和蒙古族先后南下，陇东频遭兵燹之乱，子午岭林区人多流散，农事荒疏，森林较前有所扩展。



（四）明清时期

明代是黄土高原森林遭到毁灭性破坏的时代，陇东地区亦不例外。明代初期，黄土高原中南部一些基岩山区森林分布仍很广阔。成书于明天顺五年（1461）的《大明一统志》载：子午岭“南连耀州，北抵盐州，东接延安，松木槎枿，兽群潜伏，绵亘八百余里”^[14]。洛河河谷林木茂盛，子午岭上森林犹多，由鄜州（今陕西富县）西望，林木浓绿，连绵诸峰，貌若云翳^[15]，富县西部连子午岭主脉；中部县（今陕西黄陵县）西山皆巨壑茂林，中部县西部与甘肃宁县相接，两县的分界即子午岭主脉。然而，森林的这种状况到明代中叶时已截然不同。明王朝建立后，为了增强国力，巩固边防，实行“高筑墙，广积粮”“以屯养军，以军隶民”“强兵足食”政策，在北部边境修筑长城，派兵驻守，并广行屯垦，同时大量移徙“狭乡”（人稠地少区）农民往远处垦荒^[16]；不仅军队、官府广行“屯田”，王公、贵族竞垦“庄田”，还招抚流民“听垦荒地”，命其“勿以旧田为限”^[17]。历时不久“即已屯田遍天下……而西北为最”^[15]。从洪武十六年（1383）开始，由山西等地向陇中、陇东等地移民；洪武二十八年（1395）移民35800余口，安置在庆阳境内拓荒。明成化年间（1465—1487）延绥巡抚余子俊率兵4万，“依山形，随地势，或铲削，或垒筑，或挑塹”，修成东起清水营（今陕西府谷），西至花马池（今宁夏盐池）长城880多公里，呈文具报：已将“墙（长城）内之地系分屯垦，岁得粮六百万石有奇”^[18]。既然如此，陇东地区含子午岭也必然包括在内。明嘉靖年（1522—1567）乐蟠（今合水县）人韩鼎在所纂《庆阳府志》中记：“昔吾乡多合抱参天之大木，

林麓连亘于五百里之外，虎豹獐鹿之属得以接迹于山藪。虽去旧志才五十余年耳，而今橡櫟不具，且出薪于六七百里之远，虽狐兔之甚少，亦无所栖矣。此又不可概耶，嗟夫！岂尽皆天时？人事渐致哉。往昔斧斤以时，已为无度，而野火不禁，使百年地力一旦成烬，此其濯濯之由也。”^[19]明代后期，因气候干旱，连遭饥荒，战乱频发，社会动荡，虽然一些远山深谷有残留的乔、灌木恢复生长，但发展演化亿万年的原始森林，这时已经不具真形。

明末清初，因饥荒战乱，人口大减，庄田凋敝，子午岭一些地段渐有林木滋生繁衍。清乾隆时，子午岭“草木多生于两山之坳”，沿岭各县的一些山上，都有规模不等的林木分布。合水县（今老城镇）南山“林木茂盛，霜降时红叶亦属可观”^[20]；宁州（今宁县）城东一百里的横山（即子午岭）“山势高耸，树木茂盛”^[21]。清代社会安定之后，朝廷颁布垦荒兴屯之令：“凡州、县、卫无主荒地，均分给流民及官兵屯垦，如力不能耕，官给牛具、种子，或量价屯资”^[22]。到康乾之时，人口倍增，农事更盛，“不仅平原各处没有弃地，就是丘陵沟壑凡可以种植的地方都陆续加以利用，甚至山区的坡地都在开垦之列”^[23]。子午岭林区也已完全演变为农耕地区，那时的林镇庙、东华池、太白镇、午亭子、南桂花、芦邑庄、艾蒿店等，都是人口集中的居民区，当年营垦的诸多遗迹、遗存如坡田、窑洞、碾盘、水窖等，至今仍然随处可见。时至于此，子午岭原始森林遭到彻底毁灭。所幸在人迹罕至的深险沟谷有少量杂木和灌丛残留生存，这为后来天然次生林的形成保留了基本物种基因。清代末期，社会动荡，同治年间（1862—1875）发生



战乱，子午岭山中人烟断绝，田庄尽废。数十年后，在低湿沟谷、川台及废弃已久的坡田之上，渐有沙棘、栒子、杜梨、山桃、山杨、白桦、辽东栎、侧柏等繁殖力强的乔、灌木滋生繁衍，形成具有近代景观及结构特征天然次生林。

综上所述，自西周至明清 3000 年间，子午岭森林植被状况发生了巨大变化，引起变化的原因，除了气候条件总的趋向干旱寒冷对植被生长发育不利自然因素外，更主要的原因是人类活动反复持久的强烈干预，迫使子午岭森林覆盖面积不断缩小，原始森林渐趋破碎而终至消亡，直到清末“同治战乱”后，人类大规模破坏停止，才逐渐滋生繁衍形成大面积天然次生林。但总的森林覆盖面积与树种组成结构与史前时代相比，已经截然不同。

第二节 子午岭天然次生林的形成演变

一、原始森林遭人为破坏的历史进程

子午岭原始森林遭人为破坏的历史，最早可追溯到新石器时代仰韶、齐家文化时期，这是由林区多处古人类文化遗迹所证明了的。古人类在林区生产生活必然要砍伐利用森林资源。从那时起，子午岭以松、栎为主的原始森林即开始受到人类活动的局部性破坏。但是，由于史前古人类在林区的活动范围比较狭小，对森林破坏的程度并不很严重，而当某块林地遭受的破坏停止之后，那里的气候和土壤条件仍未发生大的改变，所以经过一段时间，那里的次生裸地上仍会滋生出新的乔、灌木植被，最早的天然次生林即由此形成。而当进入人类历

史时期以来,子午岭原始森林即受到越来越严重的干扰破坏,但是在不同历史时期森林遭受破坏的程度有所不同。一般在游牧民族占领时期,以畜牧活动为主,农耕活动减弱,森林遭受破坏相对较轻,于是在森林被毁的次生裸地和弃耕地上,就会有天然次生林滋生繁衍。因而,从另一个视角来看,人类对原始森林的破坏,在一定程度上也为天然次生林的形成创造了条件。根据从新石器时代直至明清数千年来,人类在子午岭林区的活动范围及对森林破坏的程度,可大体推测如下:仰韶、齐家文化时期约 1%~3%;秦汉时期约 5%~10%;唐宋时期约 20%~40%;明清时期约 70%~90% 以上。秦汉、唐宋、明清这 3 个时期,是历史上子午岭森林遭受人类破坏的三个高峰期。明清之前的各个时期,人类对森林的破坏是局部性的,原始森林虽渐趋减少,但仍然占据优势地位,而明清时期的破坏是整体性的,从而导致了原始森林的彻底消亡。

二、天然次生林形成演变的基本特征

次生森林植被是在原生森林植被遭到破坏后,在次生裸地上逐渐滋生繁衍而形成的。原生森林植被和次生森林植被都属于自然植被(或称天然植被)。自然植被在千百万年的地质、地貌、气候等自然环境的复杂变迁中,不断演替,不断进化,获得了稳定的遗传基因而生存下来,因而具有很强的对自然环境的适应性及本身世代繁衍的再生能力。在原有森林破坏后的次生裸地上,由于其土壤条件依然存在,还多少残留着具萌蘖力的树木根茎,甚至还幸存着一些单株、幼苗,或者其邻近地带带有能够通过风传、鸟传下种的母树,而且,若是那一时期未



发生大面积山体滑塌和气候条件剧烈突变,那么经过一段时间,这些植物的繁殖体就会凭靠自身的再生能力,在次生裸地滋生繁衍,扩展连片,形成次生森林群落。子午岭天然次生林的形成发展,也大体类同于这种情形。

如前所述,历史时期子午岭原始森林向次生林演变,除了受西周以来西北地区气候总体趋向干旱低温因素影响外,最主要因素是人类活动长期反复的强烈干扰。子午岭森林历史变迁的趋势走向及阶段性特征依次为:原始森林未遭破坏前的本底状况,原始森林局部地段遭人为破坏,但仍占据绝对优势,次生林团片状或条带状零星分布,原始森林大面积被毁,次生林大面积滋生,两类森林群落同期存在,分布面积大体相当,原始森林绝大部分遭到毁坏,次生林植被占绝对优势,原始森林彻底被毁,次生林群落呈总体景观。

从上述森林变迁的历史进程及阶段性特征看,次生林形成的规模与原始林遭破坏的规模虽有一定的对应性,但不会是对等的。按面积论,次生林形成的规模总是小于原始森林遭破坏的规模,原始林被破坏后的次生裸地不可能完全演变为次生林,是因为次生裸地的一部分或因原有森林遭破坏强度过大,或因气候条件恶化,可能退变为杂草地或永久性荒山,也可能被长期垦殖为农田。

子午岭天然林在发展演替过程中,一个明显特征是树种组成的结构性变化。子午岭以松、栎为主的原始森林局部地段遭破坏初期,其次生裸地周边还广泛分布着松类和栎类建群树种,当一些杨、桦等类先锋树种扎根于次生裸地的同时,亦有一些松、栎种子落入杨、桦群落,并生根发芽长成大树。但是,愈

到后来,原始森林遭破坏愈多,由于松、栎树种品质优良,总是被人们“良木多伐”,于是在森林树种组成中其所占成分愈来愈小,其繁衍再生的概率愈趋降低,所能形成的群落即微乎其微,甚至在许多地段完全绝迹。

第三节 气候干旱化及人为干扰因素 对子午岭森林演替的影响

一、历史时期子午岭森林在逆行演替总趋势下的阶段性进展演替

从第四纪更新世至全新世的地质历史时期,位处黄土高原的子午岭天然森林的盛衰变迁完全由自然条件所控制和决定,而自全新世后期进入人类历史时期以来,子午岭天然森林的发展演替,一方面继续受到气候持续干旱化影响,另一方面则受到人为活动愈来愈严重的干扰破坏。在这种气候干旱和人为干扰破坏的自然、人为双重因素影响下,陇东地区和子午岭森林植被在总体上不断趋向逆行演替。

从诸多古气候研究文献得知,气候条件大时空尺度的明显改变一般总是很缓慢的,是渐进式的,至少经过数十年、上百年,甚至上千年时间。同样地,一切天然植被的发展演变都是随着气候条件的变化而发生的,所以森林植被的自然演替一般也是渐进式的,在不遭受突发式外力干扰的情况下,其物种构成和生态系统的明显改变至少需经数百年乃至上千年的时间。在地质历史时期和人类史前时代,森林植被的自然演替一般都遵循这种规律。但是,自进入人类历史时期以来,情况就完全不一



样了。人类生存发展的历史，同时也是开发利用森林资源的历史。有史以来，人类活动对森林植被干扰破坏的进程，往往是迅速、巨大和强烈的，仅需数年甚至数月时间，就能将一片完整茂密的森林搞得破碎不堪，面目全非，其结果是造成森林植被自然演替系列的“崩塌式”断裂，形成非规律性的超速退化和衰败，即超速率的逆行演替，其中最典型的就是明清时期子午岭原始森林的毁灭性破坏。自周秦汉唐以来的 3000 多年中，子午岭森林就是在这种气候条件缓慢干旱化和人为活动剧烈干扰下，不断趋向逆行演替的。

从生态演替理论观点来看，位处中纬度的黄土高原，因气候干旱和人为干预所导致的森林群落逆行演替具有以下主要特征：①暖温带落叶阔叶林植被组成中，原残留的亚热带种类逐渐减少，甚至消亡；②暖温带类型向温带类型演变；③中生性乔木种类减少，旱生性乔木和灌木增多；④森林生态系统基本结构、固有功能和稳定性减弱；⑤原始林退化为次生林；⑥森林类型向森林草原类型并进一步向草原类型过渡。按全新世以来黄土高原气候区划分，子午岭林区处于半湿润区和半干旱区过渡地带，具有两个气候区物种汇集的特点；按黄土高原四个植被带（暖温带落叶阔叶林、森林草原、干草原和中温带荒漠草原）划分，子午岭林区南段属于暖温带落叶阔叶林带，中、北段属于森林草原带。所以，上述森林群落演替的主要特征在子午岭林区都有表现。

一切自然植被作为有机生命系统都有发展向上、进展演替的特性。当自然植被群落所受到伤害不造成完全毁灭的情况下，它们仍会凭靠仅存的生机和残留的繁殖体，在相对不利但尚能

适应的生态环境下，以其顽强的生命力和繁殖力不断进行自我修复、自我完善，逐步走向完整有序，进入新一轮的进展演替。自周秦汉唐以来的人类历史时期，子午岭森林的发展演替就一直处在如上所述的多次“崩塌”，多次复兴的轮回转换过程，而每一轮回的“崩塌”一次比一次更为严重，每一轮回的复兴则一次比一次更显衰弱。随着历史进程，这种多次轮回式的盛衰更替，总的演变路径是一条倾斜的曲线，以之显示出子午岭森林群落在总体上趋向逆行演替（如表 2-1 所示）。然而，在不同历史阶段，由于民族纷争、农牧变迁等多种原因，人类对森林的破坏规模和破坏强度，时大时小，时轻时重，从而使得森林植被的生存发展时盛时衰，于是在总体趋向衰退逆行演替的过程中，也曾出现过一些阶段性的发展兴盛和进展演替。对于这种在逆行演替总趋势下出现的阶段性进展演替，可以说是一种植被群落演替的“反逆现象”。逆即正，在森林演替史上其实也是一种客观存在。

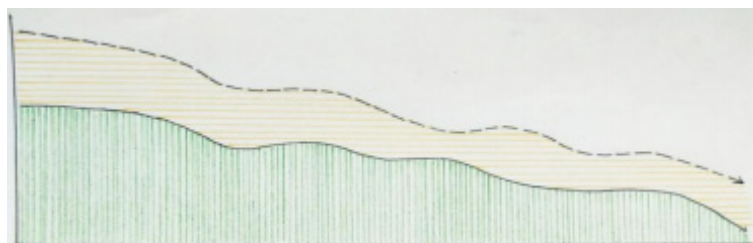
据前所述，将近 5000 年来我国气候变迁“四寒四暖”状况，与陇东子午岭森林盛衰演变状况两相对照，可将不同时期气候条件对森林的影响，分为温暖适宜期和干冷不良期；将不同时期人类活动对森林的干扰破坏程度，分为轻干扰期和重干扰期。对照之下，可以发现：在仰韶文化时期之后的人类历史时期，有些气候适宜期同时是人类活动轻干扰期，这一时期可以视为森林发展兴盛期；而有些气候适宜期同时是人类活动重干扰期，这一时期可以视为森林破碎衰败期；还有些时期既是气候干冷不良期，同时是人类活动轻干扰期，这一时期气候条件对森林生长有不利影响，但很少甚至未遭受人为破坏，在这种情况下，



天然植被能够发挥其特有的抗旱抗寒生态特性，仍能顽强生存发展，对这一时期仍可以视为森林植被进展演替期。大量古气候研究资料显示，气候变迁的一般规律性特征是气候温暖期也多为气候湿润期，即雨热同期现象；气候寒冷期也多为气候干旱期。所以，在没有人类活动干扰下，一般气候温暖期也是森林发展兴盛进展演替期。

表 2-1 仰韶殷商—明清时期气候变化及子午岭森林兴衰演变概况表

气候 变化期	仰韶 温暖期	西周 寒冷期	春秋秦汉温 暖期	东汉南北朝 寒冷期	隋唐 温暖期	两宋 寒冷期	宋末元代温 暖期	明清 寒冷期
起止 年代	前 3000— 1000 年	约前 1000— 前 800 年	约前 770— 公元初年	公元初年— 公元 600 年	约公元 600— 1000 年	约 1000— 1200 年	约 1000— 1300 年	约 1300— 1900 年
持续 年数	约 2000	近 200 年	近 800 年	近 600 年	400 多年	约 200 年	100 多年	600 多年
人为干 扰程度	轻	轻	轻转重	较轻	重	重转轻	轻	重
森林兴 衰演变	兴盛	兴盛	盛转衰	衰转盛	衰败	衰转盛	兴盛	衰



仰韶殷商—西周—周秦汉—东汉南北朝—隋唐—两宋—宋末—
元明清 HHHH → 气候变化及人类影响趋势 → 森林植被兴
衰进退演替趋势

图 2-1 仰韶—明清黄土高原气候变迁及
子午岭森林演替趋势示意图

二、近百年来的气候环境及子午岭森林的发展变化

（一）近百年来的气候环境

进入 21 世纪以来，随着全球变暖，气候异常现象增多，旱灾、洪涝、山火等自然灾害频繁发生，这种状况已引起国际社会高度关注。根据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第五次综合评估报告（2014）：自 1880—2012 年一个多世纪以来，人类活动产生的温室气体排放造成了全球陆地和海洋平均 0.850℃ 的升温，并预计未来 20 年全球温度将升高 1.50℃。这份报告称：人类活动正在以不可逆转的方式改变着地球气候，实际状况比 2007 年第四次评估报告预测的更加严重。观测到的事实是：大气中 CO₂ 浓度已经比工业革命前 1750 年的水平上升了 40%；温室气体的形成导致格陵兰和南极冰盖大面积消融，高山冰川融化，雪线上升；全球海平面 2010 年比 1901

年上升 0.19m, 平均每年 1.7mm, 尤其 1993—2010 年期间平均每年 3.2mm, 上升速度正在加快。IPCC 报告指出, 全球升温对气候干湿有重要影响, 观测数据显示, 全球除北美大陆外, 其他大陆在增暖作用下干旱程度都有 1%~5% 的加强。报告警示说, 未来的一些年份全球所有地区都会经历更多的热浪、旱灾、森林大火、强降雨、洪涝等极端天气; 而且, 原来降水多的地方降水会更多, 原来干旱的地方会变得更干旱。这种现状和趋势, 已经和正在深刻影响着人类的生存环境和经济社会发展, 所以国际社会已经把应对气候变化所带来的挑战放在极其重要的位置。

在全球气候变暖的大趋势下, 我国的一些科研院所和高等院校的研究人员, 根据众多气象台站的记录发现, 自 20 世纪以来国内许多地区的气候发生了较大变化。特别是近 50 年来, 华北和西北地区东部气候变暖变干趋势明显, 尤其是黄土高原和甘肃中东部平均年降水量总体呈现下降趋势, 干旱化现象更为显著。

据郭正堂、侯甬坚等学者研究, 自 20 世纪 60 年代初至 21 世纪初的近 50 年来, 在全球变暖的大背景下, 黄土高原的气候变化主要表现为气温升高和降水量减少。气象观测记录显示: 1961—2000 年的 40 年间, 黄土高原平均气温以 $0.0260^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 的速率上升, 大于全国同期增温速率 $0.004^{\circ}\text{C}/\text{年}$; 40 年年平均气温 8.80°C , 其中 60 年代年均气温 8.50°C , 70 和 80 年代年均气温 8.60°C 和 8.70°C , 90 年代年均气温 9.30°C 。在气温持续升高的同时, 黄土高原的降水却呈现持续减少趋势, 60 年代年均降水量 503.7mm, 70 年代为 461.1mm, 80 年代



为 468.0mm, 90 年代为 428.7mm。而且, 近 50 年来黄土高原降水带还呈现出总体南移, 作为半湿润与半干旱气候界线的 400mm 降水等值线, 20 世纪 70 年代比 60 年代南移约 0.6 个纬度, 已接近高原中部, 80 年代比较平稳, 90 年代南移突出, 移幅加大, 较 60 年代南移 1.8 个纬度。截至目前, 除关中平原外, 黄土高原其他地区已基本退变为半干旱气候区^[6]。

(二) 近百年来子午岭森林变化概况

在清末“同治战乱”几十年后, 因子午岭山区人烟断绝, 天然次生林广泛滋生, 20 世纪初期, 林区总面积达 1100 多万亩, 连片森林面积约为 800 万亩。而到 20 世纪 30 年代之后, 随着林区人口增多, 农业耕垦、用材、取薪规模扩大, 迫使森林一直呈现退缩趋势, 尤其是在 40 年代初至 70 年代中期 30 多年间, 是子午岭森林减少最为严重的一个时期。1940 年, 林区总面积为 1037.3 万亩, 其中森林面积 670.3 万亩。70 年代中期森林资源一类调查结果为林区总面积为 786.74 万亩, 其中森林面积 294.61 万亩, 林区面积和森林面积分别比 40 年代初减少 250.56 万亩和 375.69 万亩; 华池、合水、宁县、正宁四县森林分布界线分别后移 12km、14km、22km 和 15km。但自 70 年代后期以来, 特别是 80—90 年代, 由于全面加强了子午岭森林资源保护管理, 各国营林场大力开展林缘荒山、林中空地和弃耕农田植树造林, 森林面积逐年扩大。据 1997 年森林资源调查, 林区总面积为 734.67 万亩, 比 70 年代中期减少 52.07 万亩, 减少原因之一是, 在 80 年代初由庆阳地区行署主持进行的子午岭林区界线划分中, 将国有林区中的一部分划为林区乡村集体所有; 国有森林面积 368.80 万亩, 比 70 年代中

期增加 74.19 万亩。1997 年,子午岭森林面积比 20 世纪初(1910 年前)的 800 万亩减少了 431.20 万亩。

表 2-2 20 世纪以来子午岭林区面积和森林面积变化表

年代	林区总面积 (万亩)	森林面积(万亩)		森林覆盖率(%)	
		计乔木林	灌木林	占原林区 面积	占各时期 林区面积
1910 年	1100	800	—	72.2	72.20
1940 年	1037.30	670.30	—	60.90	64.60
1963 年	686.28	349.16141.18	207.98	31.70	50.90
1975 年	786.74	94.6123.03	71.58	26.80	37.40
1987 年	754.52	327.67232.67	81.49	29.80	44.00
1997 年	734.67	368.80306.39	62.41	33.50	50.20

参考文献

- [1] 中国自然地理编辑委员会.中国自然地理.历史自然地理[M].科学出版社,1982.
- [2] 辛树帜.禹贡新解[M].农业出版社,1964.
- [3] 《诗经.大雅.公刘》:“爰众爰有,夹其皇涧”.
- [4] 山海经[M].上海古籍出版社,1980.
- [5] 史念海.论泾渭清浊的变迁[J].陕西师范大学学报,1977(1).
- [6] 史念海.河山集(二)历史时期黄河中游的森林[M].三联书店,1981.
- [7] 史记.秦皇本纪[M].中华书局,1982.
- [8] 〔汉〕刘歆[M].甘泉宫赋.
- [9] 汉书.百官公卿表上.汉宫议[M].中华书局,2005.



- [10] 史念海.黄土高原及其农牧地区的变迁[J].历史地理(创刊号),1981.
- [11] 《汉书·地理志》:“郁郅县有泥水” 郁郅县,西汉置,位今庆城县南.
- [12] 谭其骧.何以黄河在东汉以后会出现一个长期安流的局面《长水集》(下)[M].人民出版社,1987.
- [13] 魏书.食货志[M].中华书局,1974.
- [14] 庆阳地区志编纂委员会.庆阳地区志·艺文志[M].兰州大学出版社,1998.
- [15] 清康熙年:《酈州志(卷八)唐龙:兵备道碑记》.
- [16] 《大明一统志·庆阳府》古今图书集成,职方典(卷五七一)庆阳府部汇考.
- [17] 清嘉庆:《大清一统志》.
- [18] 《关中两朝文钞》(卷七).张炼屯田议.
- [19] 明史.余子俊传[M].上海人民出版社,2003.
- [20] 明嘉靖:庆阳府志(卷二)物产.
- [21] 清乾隆:庆阳府志.山川.
- [22] 清康熙:古今图书集成,职方典(卷五七三)庆阳府部汇考.
- [23] 《清史稿》(卷一二〇)食物货一[M].中华书局,1998.
- [24] 谭志海,黄春长,庞奖励.陇东黄土高原北部全新世野火历史的木炭屑记录[J].第四纪研究,2008,25(4).
- [25] 王元林.泾洛河流域自然环境变迁研究[M].中华书局,2005.
- [26] 庆阳地区志编纂委员会.庆阳地区志·灾异志[M].兰州大学出版社,1998.
- [27] 何汝昌.甘肃环县楼房子晚更新世孢粉组合[J].西北大学学

报(自然科学版), 1977(1).

[28] 朱士光.全新世中期中国天然植被分布概况[J].中国历史地理论丛,1988(1).

[29] 郭正堂,侯甬坚.黄土高原全新世以来自然环境变化概况.(此文为田均良等主编的《黄土高原生态环境效应研究》第一章,该书由气象出版社出版,2010年9月).

第三章 子午岭现存天然植被分布概况及其主要生态保护作用

第一节 天然植被群落概况

子午岭现存森林植被是历史时期经多次破坏后形成的天然次生林，有着乔、灌、草同生共居的物种构成及景观特征。由于林区沟、梁上下相对高差较小，森林分布垂直带谱不明显。植物群落分布依不同地形和坡向，主要有沟底草本群落、沟底灌丛群落、沟坡灌丛群落、沟道乔木群落、梁峁阴坡植物群落、梁峁阳坡植物群落、梁峁顶部植物群落。

一、沟道植物群落

沟底草本植物群落。有苦荬—泽泻—菀—荆三棱群落、香蒲群落、黑三棱群落、蘼草群落和芦苇群落；除芦苇群落可生于浅水及沟谷低湿处外，其他几类多为浅根型水生植物。

沟底灌丛群落。可能起源于蘼草群落或芦苇群落，因这两类群落中均有筐柳及杞柳群落。筐柳、杞柳作为先锋木本植物群落常在沟底阴湿和近水地带发展形成，另有北京丁香、花叶海棠、冻绿、悬钩子、卫矛、金银忍冬等较喜阴湿的灌木出现。

沟坡灌丛群落。在沟坡下部土壤湿度虽不及沟底，但仍较湿润，这里生长的大多数是喜阴湿的灌木，其中除部分与沟底种类相同外，多见的有烂皮袄、黄刺玫、多花栒子、甘肃小檗，



以及藤本类的蝙蝠葛、蛇葡萄、薯蓣、马兜铃等。出现的乔木有茶条槭、山荆子、山榆、杜梨等。

沟道乔木群落。基本分两类：①小叶杨—河柳群落，分布于沟坡下部、石槽沟沟底。优势种为小叶杨及河柳，其他种有茶条槭、山荆子、卫矛、虎榛子、花叶海棠、冻绿、季氏五加、金银忍冬、筐柳、四季青等；②混交群落：大多分布于土槽沟，常见种类有茶条槭、细裂槭、毛柞、季氏五加、小叶杨、白桦、漆树等。

二、梁峁植物群落

（一）梁峁阴坡植物群落

铁杆蒿群落：可直接出现于黄土及红土母质，在阴坡分布最广，在半阴坡也有生长。本群落常与茭蒿群落伴生，可发展为马牙草群落或大油芒群落，有向灌木群落发展趋势。

虎榛子群落：为阴坡灌木主要类型，以种子及根蘖建立群落，尤其以根蘖旺盛而扩展为大面积。曾在 20m^2 10 个样方中测得平均株树 307 株，平均覆盖度 71.3%。

酸刺群落：出现于阴坡干燥处，起源于铁杆蒿群落，或在红土滑塌面大面积覆盖，在附近有少量小叶杨幼苗和杜梨幼株。

山杨群落：可起源于虎榛子、酸刺、马牙草、大油芒群落，或其他灌木及草本植物群落，因在这几种群落中常可见到有山杨侵入。

白桦群落：白桦性喜湿润，故仅分布于阴坡。在子午岭北段及岭西侧因水分条件限制而分布甚少。本群落可能起源于虎榛子、马牙草、大油芒群落，也可见在阴坡其他林木被伐后土

壤仍较湿润、光照适宜环境下发展起来。

辽东栎群落：可由山杨、白桦或马牙草及大油芒群落中发生形成。在多处发现山杨林下辽东栎幼苗较多。本群落在子午岭南段分布最多，越往北越呈减少，而且在岭西侧的分布比岭东侧要少。

油松群落：在子午岭正宁中湾林区集中分布 180 余公顷天然油松林。据 1954 年中国科学院植物研究所黄河调查队调查，在子午岭中段未发现天然油松林分布，仅在苗村塔儿湾一古庙前存有 3 株，可能系早年人工种植。据 1956 年甘肃省“林野调查队”调查，在宁县九岷林区和合水县拓儿原梁母子湾及沿岭向北不远处的熊家岭上，有数量不等的天然油松单株散生于沟坡。

二、梁峁阳坡植物群落

（一）梁峁阳坡下部植物群落

梁峁阳坡下部植物群落可分为 4 类：

茭蒿群落：可在黄土或红土母质上出现，为先锋植物，也能在荒废农田上经莠一茵陈蒿一冰草群落发生；能根蘖萌发，耐寒性强可生于陡坡。在部分坡面经发展后会形成茭蒿一羽茅群落和茭蒿一百草群落，这两类群落都会向灌丛发展。

百草群落：以百草为主要成分，多生于陡坡，可自黄土及红土母质上发生，可从梁峁下、中部延伸到梁峁上部。

阳坡灌丛：多从茭蒿和百草群落发生，常见种类有狼牙刺、白芨梢、扁核木、酸刺、黑刺、杠柳、黄刺玫、文冠果等。

散生乔木：以杜梨、山杏、白榆为多，另有臭椿、栾树及



侧柏。多生于陡坡、沟缘，呈散生状态，耐干旱瘠薄，如无异常干扰保留相对稳定。

（二）梁峁阳坡上部植物群落

梁峁阳坡上部植物群落可分为四类：

百草群落：发生于荒废农田之莠群落、茵陈蒿群落，或直接出自黄、红母质坡面，耐寒性强，能在陡坡及土壤低水分条件下生存发展。

狼牙刺群落：常从百草群落内发生，为梁峁阳坡主要灌丛。群落内有山桃、黄刺玫、苦参、二色胡枝子等类灌木和山杏、杜梨等类乔木。

散生乔木：常出现于狼牙刺群落，有杜梨、山杏、白榆、臭椿等。

侧柏群落：多出现于侵蚀沟缘，呈带状分布，亦有发生于土质陡壁及红砂岩缝隙之中；也有在阳坡和埂畔从虎榛子群落中发展起来的。侧柏耐干旱寒冷，寿命长，生长缓慢，能根蘖繁殖，也能落子萌发长成幼苗。

三、梁峁顶部植物群落

因岭东、岭西梁峁顶部生境状况有一定差异，故植物形成发展也有所不同。

（一）岭西梁峁顶部植物群落

草本群落：有来自阳坡白草群落，也有来自阴坡铁杆蒿群落及少数马牙草群落。

灌丛群落：在撂荒地上以酸刺群落密生成片。

散生乔木：以杜梨、山杏为主，间有臭椿、山榆等，可在

草本群落或在灌丛群落形成阶段开始侵入其内，发展而成。

（二）岭东梁峁顶部植物群落

黄菅草群落：多发生于白草群落间隙之地，并逐渐扩展代替前者。黄菅草喜阳且抗旱，根系发达，植株密集，能遮蔽白草使其衰退。

马牙草群落：可发生在铁杆蒿群落，也常出现于山杨采伐迹地，分布于梁峁顶部向阴面或平缓处。在其群落中较喜阴的大油芒、截叶铁扫帚出现较多。

大油芒群落：常生于杜梨等树下荫蔽处，亦有分布于梁峁顶部向阴面较阴湿处。

梁峁顶部灌丛：自草本群落中发生，多为狼牙刺、胡颓子、黄刺玫等。

山杨群落：由草本群落或由灌丛发展而来。

山杨—白桦—东栎群落：岭东梁峁顶部生境较岭西为优，植物群落最后发展为山杨—白桦—辽东栎混交林。

第二节 主要森林建群植物类型

子午岭林区木本植物建群种比较单纯，由其形成的森林群落主要有油松林、侧柏林、辽东栎林、白桦林、山杨林和小叶杨林。

一、油松林

油松是我国特有树种，能耐干旱瘠薄土壤，在西北、华北地区分布很广。子午岭林区集中连片分布的天然油松林仅见于



正宁县中湾林区高风坡、八只窑阴坡和半阴坡，面积 187 公顷，此外，在正宁县西坡林区、宁县九岷林区、合水县连家砭林区有零星小片和单株散生。分布于海拔 1350~1650m 之间的阴坡、半阴坡和半阳坡。

组成与结构：在中湾林区多为纯林，部分地段为油松—山杨—白桦混交林。纯林多为同龄单层结构。林下多为中、旱生灌木和中生性草本植物。

①主要林型。林型是森林群落的分类单位，森林群落的内部特性、外部特征及其动态规律所划分的同质森林地段。子午岭油松林的主要林型，多为胡枝子—油松林，还有虎榛子—油松林和土庄绣线菊—油松林。据 20 世纪 80 年代调查，油松林冠最上层为 70 年左右大树，呈零星分布；30~40 年生中龄林木，主林层之下是 20 年生左右幼树。林分平均密度每公顷 2404 株，最密处 5612 株。灌木层盖度 40%~60%，种类有胡枝子、土庄绣线菊、胡颓子、杭子梢、水栒子、黄刺玫等。草本层种类约 40 种、优势种为大披针苔，其他种有野菊、柴胡、鹅冠草、唐松草、长芒草、糙苏、铁杆蒿等。

②自然稀疏与更新。幼林与中龄林前期自然稀疏强烈，中龄后期趋缓。因油松喜光，在蔽荫环境下种间竞争及争夺光照引起强烈分化。林分自然稀疏一般在 10~15 年后开始，30 年前后表现强烈，50 年后相对平稳。油松靠种子繁殖，更新，从幼苗到幼林郁闭需 10 年以上；7~10 年生时始有结实单株出现；15~20 年后结实增多。结实大小年间隔期 2~3 年。油松林下一般土壤比较干燥，地表多有枯落物覆盖，阻碍种子与土壤接触，不易发芽生根。油松幼苗稍耐蔽荫，到 5 龄以后需光性

增强，在高郁闭度林下会逐渐枯死，自然更新频度较低，只有在林窗或林冠疏透地面得以生存发展。

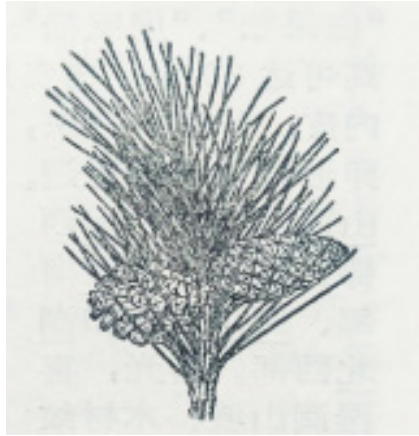


图 3-1 油松 *Pinus tabulaeformis*（引自《辞海生物分册》）

二、侧柏林

侧柏林属温性针叶林，是暖温带湿润半湿润气候条件下的地带性森林植被类型，在华北地区、黄土高原丘陵低山区都有分布。侧柏林在子午岭的分布北段多于南段，岭东多于岭西，在葫芦河流域的连家砭、太白、金家砭、东华池林区较为多见，在分水岭西侧的蒿嘴铺、固城等林区有少量分布。生长地在海拔 1200~1500m 之间，多生于阳向陡坡及侵蚀沟边缘，因该处地表土壤干燥，林木发育不良，树干低矮多侧枝；在土层深厚、水分条件稍好地段生长较好。

（一）组成结构与主要林型

侧柏林树种组成比较简单，通常具乔木层、灌木层和草本



层。主要林型有：

①狼牙刺—侧柏林，分布于海拔 1200~1400m 黄土侵蚀沟壁、沟头和阳坡、半阳坡 300~400 陡坡，乔木层以侧柏为优势种，常组成纯林或混交林。混交树种有辽东栎、山杨、杜梨、山榆、山杏等。林分较稀疏，郁闭度 0.3~0.5，林龄 60~80 年，平均高度 8~10m，平均胸径 11~13cm；林冠下无更新或少有更新。灌木层较发育，覆盖度 45%~60%，高度约 2.5m，优势种为狼牙刺，其次有山桃、水栒子、圆叶鼠李、胡颓子、葱皮忍冬、甘肃小檗、冻绿、黄刺玫、北京丁香等。草本层盖度 70%~85%，高度 35cm，常见种有艾蒿、白羊草、柴胡、远志、野菊、牛尾蒿、异叶败酱等。

②黄刺玫—侧柏林。分布于海拔 1300~1500m 半阴坡、半阳坡，坡度 200~300；乔木层多以侧柏为主组成混交林，混交树种有辽东栎、杜梨、山杨、山杏、山榆等，林分郁闭度 0.3~0.4，树龄 80~100 年，林分平均高度 7~8m，平均胸径 12~14cm，林冠下一般无更新幼苗。灌木层发育中等，覆盖度 30%~50%，高度 2~3m，呈丛状分布；优势种除黄刺玫外，还有多花栒子、马棘、水栒子、丝棉木等。草本层盖度 40% 左右，高度 20~40cm。



图 3-2 侧柏 *Platycladus orientalis* (引自《子午岭木本植物志》)

(二) 自然更新

据 1979—1988 年森林资源连续清查及复查标地统计, 侧柏有天然更新的标地仅占统计标地的 20%, 而且更新质量不佳, 平均每公顷仅有侧柏幼苗 66~363 株, 可见其更新力之差。

三、辽东栎林

辽东栎林是暖温带落叶阔叶林区域广泛分布的森林群落, 在我国的辽东半岛, 华北的北部和西部山区, 陕西、甘肃黄土高原、秦岭等地都有分布, 在子午岭林区辽东栎林分布于海拔 1200~1650m 之间的阴坡、半阴坡及梁岭缓坡, 是子午岭第一位优势群落, 主要为萌生起源, 间以少量实生林木。林区中段及南段阴坡湿润环境下生长较好, 而在干燥瘠薄的阳坡、丘陵和林区北段仅形成矮林。



图 3-3 辽东栎 *Quercus liaotungensis* (引自《子午岭木本植物志》)

(一) 组成与结构

辽东栎林性喜温湿，也较耐寒耐旱，在子午岭林区多为纯林，局部地段与其他树种组成混交林。林分层次结构明显。乔木层混交树种主要有山杨、茶条槭、青榨槭、少脉槭，其次为白桦、鹅耳枥、刺楸、漆树、杜梨、山杏等。组成式较简单，一般为同龄林，林龄多为 40~80 年。辽东栎通常占 6%~9%。灌木层组成种类近 20 种，主要有虎榛子、胡枝子、毛榛、杭子梢、黄檗、甘肃山楂、盘叶忍冬、桦叶荚蒾、陕西荚蒾、水栒子、土庄绣线菊、栓翅卫茅、胡颓子等，覆盖度通常 40%~80%，高度 0.6~3m。草本层种类有数十种，其中苔草属占重要地位，如披针苔、羊胡子草等，另外有狼尾花、山萝花、歪头菜、异叶败酱、大油芒等。草本层覆盖度 30%~60%，高度 0.3~1.2m。从各林层组成成分看，呈现出明显华北植物区

系特征,其中北温带成分占优势。这一成分中的蔷薇科、豆科、菊科、禾本科、百合科、毛茛科、松科、柏科、桦木科、杨柳科、槭树科等,在辽东栎乔、灌木层及草本层的组成中占有重要地位。同时具有亚热带亲缘的科属,如漆树、毛黄栌、荆条、北五味子、黄背草等;与西伯利亚区系成分有亲缘关系的鹿蹄草等;有欧亚大陆属东北区系成分的刺五加、毛榛等。

(二) 主要林型

①绣线菊—辽东栎林。林木组成单纯,以辽东栎为主,有少量山杨、槭类与之混生。林下植物以中生偏旱种类为主。灌木层优势种为土庄绣线菊,其次为杭子梢、达乌里胡枝子、胡颓子、灰栒子、马棘、甘肃小檗、盘叶忍冬等,覆盖度 40%~60%,高度 1~2.5m。草本层种类以防风、柴胡、歪头菜、狼尾花、串地苣荬、大油芒较常见,覆盖度 60% 左右,高度 0.3~0.7m。②胡枝子—辽东栎林。多为单层同龄林,纯林或与少量山杨、槭类混生,主林层由辽东栎占据。林下植物以中生偏旱种类为主。灌木层覆盖度约 40%,高度 1.5~3m,主要种类有胡枝子、杭子梢,其次为灰栒子、小檗及零星分布的甘肃山楂等。草本层植物种类较少,主要为苔草及禾本科的丛片,其次为蒿类、糙苏、草莓等,盖度 20%~30%。

(三) 自然更新

辽东栎对气候、土壤条件适应范围较广,结实频繁而量大,具有萌蘖能力,因而能以较强的适应性、生活力和繁殖力,在生长过程中往往排挤其他先锋树种而形成相对稳定的优势群落。



四、白桦林

白桦林是寒温带、温带山地针叶林和温带、亚热带北缘落叶阔叶林地带广泛分布的一类次生森林群落，在我国东北兴安岭、长白山、黄土高原和秦岭山地等都有分布。在子午岭林区也分布很广，而以岭的中段数量居多。生长于阴向沟坡中下部，坡麓及梁峁阴面湿润环境下，坡度 80~250，海拔 1300~1500m，常与山杨林、辽东栎林混交成片。个别地段有小片纯林。子午岭现存白桦林大多是多次砍伐后萌生起来的次生幼林，一般生长较矮，多弯曲分叉。



图 3-4 白桦 *Betula platyphylla* (引自《子午岭木本植物志》)

(一) 组成与结构

白桦林群落主要组成种类有桦木科、蔷薇科、豆科、忍冬科、毛茛科、菊科、禾本科、百合科、杨柳科、槭树科、小檗科、五加科、胡颓子科、莎草科等。林分层次结构明显。乔木层由白桦组成纯林，或与其他种类组成混交林，混交树种有山

杨、辽东栎、槭、鹅耳枥、臭檀、少脉槲、青麸杨、杜梨等，白桦在组成中占4~8成；林分郁闭度0.4~0.8，灌木层发育中等，覆盖度25%~40%，高度0.5~1.5m，主要种类以土庄绣线菊、虎榛子为优势，其次为多花胡枝子、胡颓子、水栒子，常见的还有甘肃山楂、沙棘、毛榛、葱皮忍冬、小檗、卫矛等。草本层较发育，盖度50%~70%，通常以披针苔草、细叶苔草或东陵苔草为优势种，其次有大油芒、凤毛菊、唐松草、山豌豆、毛茛、地榆、紫菀、糙苏、防风、异叶败酱等。层外植物不甚发育，其常见种类葛藤、南蛇藤、铁线莲、三叶木通等。按区系成分，白桦林物种组成以温带成分为主，代表种如山杨、辽东栎、榆、杜梨、沙棘、虎榛子、毛樱桃等；寒温带成分的代表种白桦、刺五加、胡枝子等；亚热带成分的有漆树、臭檀、青麸杨、吴茱萸、木姜子等。林冠下草本类大部分属温带草原成分，如大油芒、兔儿伞、荻、龙胆草等；代表高寒草原的种类有凤毛菊、火绒草、马先蒿、甘肃棘豆等。

（二）主要林型

见之最多的为披针苔—白桦林，依不同地段可分为：白桦—披针苔—胡枝子；白桦—披针苔—胡颓子；白桦—披针苔—柔毛绣线菊；白桦—披针苔—沙棘。

（三）自然稀疏与更新

白桦是喜光阳性树种，也能耐一定蔽荫。树高速生长期在10~30年之间，高峰期在20龄前后；30~70年间高速生长持续一段后逐渐降低，约80年后趋于停止，自然稀疏加速。白桦结实量大，能以种子实生繁殖，也能以根蘖萌生形成幼林，子午岭现有白桦林绝大多数为萌生起源。



五、山杨林

山杨林是寒温带、温带和亚热带北缘广泛分布的一类次生森林群落，在我国东北、华北、黄土高原及西南山地都有分布。在子午岭海拔 1200~1750m 之间的谷底到梁峁顶部，山杨与白桦、辽东栎组成混交林，在一些地段形成纯林。在林区北段因水热条件差，生长缓慢，树干低矮多分叉；林区南段心腐病严重。



图 3-5 山杨 *Populus davidiana* (引自《子午岭木本植物志》)

(一) 组成与结构

山杨林的物种组成主要为杨柳科、桦木科、槭树科、椴树科、蔷薇科、豆科、禾本科、毛茛科、菊科的种类。山杨林层次结构明显，有乔木层、灌木层和草本层。乔木层与山杨混交树种有白桦、辽东栎、鹅耳枥、茶条槭、青榨槭、漆树、青麸杨等；在沟谷阴湿之地有小叶杨、栎树等混生；在干旱山坡有杜梨、山杏等。灌木层组成种类主要有毛榛、虎榛子、绣线菊、土庄绣线菊、甘肃山楂、卫矛、忍冬、黄刺玫、水栒子、沙棘等。草本层以苔草类占主要地位，另外有冰草、火绒草、针茅、

垂穗鹅观草等。层外植物常见的有葛藤、三叶木通、五味子、槲寄生、南蛇藤、铁线莲等。按植物区系成分，山杨乔、灌木层中以温带山地成分为主，其代表种，如山杨、白桦、辽东栎、侧柏、杜梨、山杏、黄刺玫、虎榛子等，并掺杂了较多亚热带山地成分，如刺五加、金露梅等。这种多区系成分的混合，是子午岭山杨林组成结构一重要特征。山杨林下的草本层大部分由温带草原种类组成，代表种有短花针茅、野古草，以及蒿属、紫菀属的一些种类，此外还有一些温带、亚热带林冠下常见的一些耐蔽荫种类。

（二）主要林型

有苔草—山杨林、胡枝子—山杨林、虎榛子—山杨林 3 种。

①苔草—山杨林：多生于海拔 1300~1400m 各坡向，林相较整齐，多为混交林，部分为同龄林，实生、萌生相混杂。乔木层中山杨常与白桦、辽东栎混交，沟坡低处混交种类有漆、榆、鹅耳枥、千金榆等。灌木层不发育，覆盖度 20%~40%。主要有毛榛、胡枝子、胡颓子、沙棘、水栒子、柳叶鼠李、甘肃山楂等，分布不均，高度 0.5~3m。草本层较发育，盖度 60%~90%，以苔草类为优势种，另外有冰草、紫菀、唐松草、风铃草等。

②胡枝子—山杨林：分布区海拔 1500m 以下，多为混交林，山杨通常占 4~8 成，少数为纯林，混交树种主要有辽东栎、白桦。林分年龄 15~40 年，郁闭度 0.4~0.8，平均高 7~10m；林分密度每公顷 600~2000 株；灌木层较发育，以胡枝子占优势，常见种类有绣线菊、胡颓子、灰栒子、甘肃山楂、小檗、忍冬、黄刺玫等，覆盖度 50%~70%，高度 1~3m。草本层植物



以苔草、冰草为主，此外有蒿类、唐松草、柴胡、甘草等，盖度 30%~50%，高度 10~40cm。

③虎榛子—山杨林：主要分布于海拔 1300~1400m，阴坡、半阴坡，坡度 150~300，面积不大。林分多为混交林，山杨占 6~9 成，混交树种有白桦、辽东栎、槭树等；林龄 35~60 年，郁闭度 0.4~0.6，灌木层中度发育，覆盖度 40%~60%，高度 1.5~3m，以虎榛子为优势种，其次为土庄绣线菊，另有黄刺玫、卫矛、水栒子、灰栒子、金银忍冬、毛樱桃、胡颓子、花叶海棠、甘肃山楂、冻绿、小檗、甘肃荚蒾等。草本层较发育，盖度 35%~70%，高度 20~50cm，主要有东陵苔草、羊胡子、冰草、狼尾花、早熟禾、针茅等。

（三）天然更新

山杨结实量大，种子轻小，容易扩散，根蘖萌生力旺盛，这些特点使其具有很好的繁殖更新能力。山杨新株一般在 5~7 年左右已初具根蘖能力，随树龄增大，根蘖力增强，50~60 年后逐渐衰退。

六、小叶杨林

小叶杨广泛分布我国北方各省（区）及华东、华中、西南等地，在甘肃省内子午岭为主要分布区之一。在子午岭海拔 1100~1400m 之间的侵蚀沟底及宽阔阶地呈条带状分布。20 世纪 50 年代初中期，葫芦河流域及固城川、湘乐川部分沟道、河旁低湿地有成片纯林，因这种地带避风温暖，土壤湿润，小叶杨生长茂盛，冠大干粗，被当地习称为“白塔杨”；50 年代末林区大办农场后多被采伐，现存大树数量不多，分布零散，

仅有平定川林区八卦寺沟谷有成片纯林，其中胸径 1m 左右大树 300 多株。在华池豹子川、合水固城川、宁县湘乐川等几条川道的偏远支沟中，有胸径 50cm 以上零星单株。小叶杨耐寒、耐旱，在土壤湿润肥厚地段生长发育良好。



图 3-6 小叶杨 *Populus simonii* (引自《子午岭木本植物志》)

(一) 组成与结构

林分结构层次分明。乔木层可分两代。第一代树龄 120 年以上，直径大者达 1m 以上，单株材积有达 7m^3 的，按年代推测为清末战乱火烧后萌发形成，零星分布于河岸、谷地。第二代，为第一代母树落种繁衍而成，树龄 60~80 年，遍及林区川道沟谷。乔木层小叶杨占优势，混交树种有茶条槭、白桦、山杨、春榆、漆树等。主林层高 18~22m，直径 40~80cm，冠大浑圆；立木虽疏，但郁闭度大，一般 0.5~0.8，每公顷蓄积量 120~200 m^3 。林下灌木层中度发育，覆盖度 30%~40%，高度 0.5~2m，常见种类有沙棘、乌柳、胡颓子、北京丁香、冻绿、甘肃海棠、红皮五加、金银忍冬、栓翅卫茅、水栒子等。草层盖度 30%~40%，高度 0.2~1m，组成种类有水杨梅、毛茛、水蓼、地榆、旋覆花、马先蒿、兔儿伞等。



（二）自然更新

小叶杨母树结实量大，可通过种子落地实生繁殖。

第三节 子午岭森林的功能定位 及其主要生态保护作用

1980年，国务院批准将子午岭林区划定为水源涵养林区。这一决策，将子午岭森林的主体功能从本质上定位为生态保护。子午岭森林是黄土高原中部一道强固的生态屏障，这片森林的生态保护作用主要表现在以下五个方面。

①涵养水源，这是子午岭森林生态保护的最主要功能。黄土高原深居内陆，受东亚季风影响较弱，“目前年均降水量从东南的600mm向西北逐渐减少为200mm”^[1]。由于总体上降水不足，也导致地表水相当贫乏。黄河中游的地表水主要分布在黄河四大支流渭河、泾河、洛河和汾河流域。渭河和汾河分别流经黄土高原的南部和东部，而泾河和洛河两大流域则控制着黄土高原中部的整个地块。子午岭既是泾河、洛河两大水系的分水岭，又是这两大水系的发源地和补给区。由于洛河和泾河的最大支流马莲河发源和流经子午岭林区，河水流量比较稳定，不仅滋养着陇东、陕北及关中北部山区的大片土地，而且也是关中平原地表水的重要来源。这正是子午岭森林涵养水源所发挥的作用。

②增加降水。子午岭林区及其相邻地带有一个稳定的600mm降雨区，降雨区范围涵盖甘肃省合水县东南部、宁县、正宁县东部和陕西省黄陵、旬邑、铜川、耀县等县（市），

总面积达 4000km^2 ，其中甘肃境内约 1000km^2 ，陕西境内近 3000km^2 。除了这一区域及黄土高原东南部边缘地带之外，在黄土高原其他地方一般年份几乎不存在 600mm 降水的情况。由于这个 600mm 降雨区正好与子午岭森林的主体重合，从而可以肯定，它的存在是子午岭森林影响的结果。再是，根据庆阳市气象局 1957—1981 年的观测资料，东部子午岭林区年均降水量 605mm （正宁、合水太白两气象站平均数），西部非林区的年均降水量 510mm ，（环县、庆城、镇原三气象站平均数），林区比非林区年均降水量多出 18.6% ，即 100mm 左右，这就是子午岭森林给陇东和陕北靠近林区地带农业经济所创造的生态价值。

③保持水土。黄河中游是黄河流域水土流失最严重的地区，而位处其两大支流泾、洛河上游的子午岭林区水土流失则相当轻微。据黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站多年水文泥沙观测资料，子午岭林区葫芦河流域土壤侵蚀模数为 $130\text{T}/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ （合水太白张村驿站），而远离林区的庆中残塬沟壑区和庆北丘陵沟壑区的土壤侵蚀模数均在 $500\sim 600/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ 以上，有些地方甚至达 $10000\text{T}/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ 以上。相比之下，子午岭森林保持水土的生态功效是十分显著的。

④消洪补枯。由于子午岭森林植被的存在，林区乔、灌、草滞留降水及林地枯落物含蓄地表水的作用，在消减河流洪峰和调节河川径流方面发挥着巨大功能。据西峰水土保持科学实验站多年观测资料，子午岭林区之内的堡子沟森林覆盖率 90% ，雨季的年均径流深为 1.962mm ，而林区之外的杨家沟森林覆盖率 27.8% ，雨季的年均径流深为 5.376mm 。两者相比，



林区和非林区同期的径流深度竟相差 3.774mm，雨季林区河川的径流深度仅是非林区河川径流深度的 1/3；而在冬春旱季，林区堡子沟依然清水流淌，非林区的杨家沟则有两三个月干涸断流。

⑤保护生物多样性。子午岭林区是黄土高原生物多样性最为丰富的地区，是一座弥足珍贵的物种基因库。据初步调查，林区内有木本植物 220 多种，草本植物 1000 多种，野生脊椎动物 156 种，还有种类繁多的昆虫和微生物。在野生动、植物中，有国家Ⅰ级保护动物 4 种（金钱豹、黑鹳、金雕、大鸨），Ⅱ级保护动物 13 种，有国家Ⅲ级保护植物 1 种（紫斑牡丹）。这许多动、植物种群的存在，正是凭靠了子午岭森林的庇护作用。

由于子午岭森林有着上述巨大生态保护作用，而且这片林区在 1980 年已被划定为水源涵养林区，所以，今后子午岭林业工作的基本任务就是对这片森林进行整体性保护，既要保护好林木资源，又要保护好森林动、植物，还要保护好林区湿地及森林生态景观，同时应大力进行人工造林和封山育林，绿化林缘荒山，填补林区“天窗”，扩大森林覆盖，促使子午岭森林沿着可持续发展的道路不断走向进展演替。

参考文献

- [1] 中国科学院黄土高原综合科学考察队[J].黄土高原农业气候资源图集,1990(45).

第四章 近 60 年来子午岭森林经营管理 及林业发展建设

第一节 林业管理机构及林业经营方针的演变

一、林业管理机构的建立与演变

1949 年以前，子午岭林区没有森林经营管理机构，林区土地及森林多由当地大户私家占有。中华人民共和国成立后，子午岭森林被确定为国有森林，逐步走上了恢复发展道路。然而，在此之后的近 30 年中，子午岭森林的管理机构和林业经营方针经历了曲折复杂的演变过程。1950—1955 年 9 月，子午岭森林经营管理工作分别由林区所在的华池、合水、宁县、正宁县人民政府建设科负责。1955 年 10 月，子午岭林区正式建立森林经营管理机构—子午岭森林经营所，共 4 所，分别由所在县直接领导。1956 年，庆阳、平凉两专署合并为平凉专署，全专区农、林工作统由平凉专署农建局指导。1957 年，子午岭 4 个森林经营所扩建为 7 个国营林场，其隶属关系归所在县。1958 年，在“大跃进”运动中，平凉专署提出“大战子午岭，开发万宝山”的口号，派 8 万多农民进子午岭林区伐木烧炭，为“大炼钢铁”提供燃料而大战数月，使森林遭到严重毁坏。1959 年，中共甘肃省委、甘肃省人民委员会做出成立子午岭农垦局并建立 10 大国营农、牧场的决定。子午岭农



垦局成立后，除从甘肃陇东地区招收大量农工外，又分两批从河南招进“支建青年”及随迁家属 13800 多名，还接纳了从“北大荒”调来的 68 名部队转业干部。子午岭大型农、牧场的建立，进一步加大了对森林资源破坏的规模。国营农、牧场建立后，将林区国营林场建制撤销，林场人员缩减，仅留数人组成以护林为主的林业站，林业事务由农、牧场管理。1962 年，子午岭农垦局改为甘肃省农垦局陇东农垦分局，划归省农垦系统管辖。1963 年，甘肃省人民委员会贯彻中央林业工作会议精神，决定恢复子午岭国营林场机构建置，并成立了甘肃省子午岭林业局，其隶属关系及林业业务归省林业系统。1965—1974 年，子午岭林业局和陇东农垦分局先后统归于黄河中游水土保持建设兵团甘肃省水土保持建设师（简称“水保师”）、西北林业建设兵团第二师（简称“林二师”）、兰州军区生产建设兵团林业建设师（简称“林建师”）领导，在子午岭林区分设了两个林业团，两团分管林区南、北段辖区林、农、牧场。1975 年，林建师撤销后，子午岭国营林场和国营农场由庆阳地区林业局领导。1980 年，贯彻甘肃省政府撤销子午岭农、牧场“改农还林”的决定，将原建于子午岭林区的国营农、牧场，全部改建为国营林场^[1]。

二、林业经营方针的形成和演变

自 1950—1979 年的 30 年中，子午岭林业建设方针因其管理机构频繁更迭，也随之发生了多次变化。1950—1957 年，子午岭森林经营管理贯彻执行中央制定的“普遍护林，重点造林，合理采伐和合理利用”的林业建设总方针。1959—1962 年，

在子午岭农垦局和陇东农垦分局管辖时期，全面执行“以农为主，农林牧副综合经营”方针。1963 年，子午岭林、农机构分置后，国营林、农场分别执行“以林为主”和“以农为主”方针。这一时期，因林区农场职工人数及机构设置规模远大于林场，林业工作处境艰难。1965—1974 年，由建设兵团水保师、林二师、林建师管辖时期，子午岭国营林、农场按兵团规定，积极贯彻 1963 年国务院颁布的《森林保护条例》和 1967 年中共中央、国务院、中央军委、中央“文革”联合下发的《关于加强山林保护管理，制止破坏山林树木的通知》精神，同时努力执行建设兵团制定的“以林为主，粮食自给，林农牧副综合发展”方针，林场仍坚持“以林为主”，农场则贯彻“以粮为纲”，林农矛盾表现突出；尤其在 70 年代初期，子午岭国营林场为响应建设兵团“备战备荒”的硬性要求，一度将基本苗圃开垦为农田，以争取实现“粮食自给”。上述这种情形，直到党的十一届三中全会后才发生改变，1979 年 11 月中共甘肃省委、甘肃省人民委员会做出撤销子午岭林区农牧场“改农还林”的决定，将原有农牧场全部改建为国营林场。从此以后，子午岭林区才彻底结束了几十年林农管理机构并存，经营目标各异的局面，森林经营方针才全面实现了“以林为主”。

三、林业工作指导思想及森林经营理念的形成与转变

陇东地处黄土高原，千百年来就少林缺材，木料、燃料短缺在很大程度上制约着人民群众生产生活及经济社会的发展进步。中华人民共和国成立后，恢复和发展经济即成为首要任务。子午岭作为陇东地区森林大面积集中分布地区，当地政府和林



业主管部门就把林业发展建设的主要目标放在为国民经济建设急需的木材培育和生产方面。由于子午岭森林在历史上遭到严重破坏,残存的天然林多是劣质低产的次生林,而且林区之内和林区边缘还分布着大面积宜林荒山,于是林业发展建设及森林管理的主要任务,就是大力营造人工林,积极改造更新天然次生林,争取尽快更多更好地培育和生产建设所需用材。基于这种情形,在子午岭林业的发展建设中,就形成了一种以木材生产为中心的指导思想。这种思想的形成,除了当时当地的现实需求之外,还受到传统林业思想的深刻影响。以木材生产为中心的指导思想,是传统林业思想的表现。传统林业思想的认识基础就是仅仅把森林视为一种经济资源,在这种思想的指导之下,一切造林、营林及森林经营管理,就只是一种经济活动。

上述林业指导思想的形成,除了上级党委、政府一系列方针政策的引导之外,同时在一定程度上也受到林业系统内部林业专业领域传统森林经营理论和经营思想的影响。自 20 世纪 50 年代开始,随着子午岭林业管理机构的建立和完善,相继有一大批毕业于林业大、中专业院校的专业技术人员充实到林业职工队伍之中。数十年来,这批人员运用他们的专业知识和技术特长,在子午岭森林资源调查、林业建设规划设计、育苗、造林、中幼林抚育、天然次生林改造更新、优良新树种引进繁育及林木病虫害防治等诸多方面,进行了大量富有成效的工作。在这些专业技术人员的知识结构中,曾经深受传统林学教材“法正林学说”“木材培育论”等传统理论的影响,所以他们也一致认为子午岭林业发展建设的最终目标就是通过必要的科技手

段,尽快地营造、培育和生产出经济社会发展需要的优质木材,以求达到森林资源“越采越多,越采越好,青山常在,永续利用”的理想效果。在这批林业专业技术人员的知识传播和具体工作实践的影响下,在整个林业队伍中就形成了一条持久稳定的以木材培育为中心的工作思想,即传统森林经营理念,而这种经验理念是与当年子午岭林业发展建设的方针政策及林业工作的指导思想高度吻合的。他们提出的合理化建议为林业主管部门的决策和行动提供了必要的理论依据。

第二节 近半个世纪以来的人工造林 和天然次生林改造

自 20 世纪 50 年代子午岭林区建立国营林场以来,在相应林业政策和林业方针指引下,为了扩大森林覆盖,提高森林质量,就一直坚持开展以人工造林和天然次生林改造为主要内容的林业发展建设。

一、人工造林概况

子午岭虽有大面积分布的天然次生林,但是林相都十分破碎,不仅林区边缘有大片荒山,而且林区内部也有林地、农田镶嵌插花,还散布着许多灌丛、疏林和撂荒地。在 20 世纪 50 年代后期,林区森林经营所改为国营林场之后,就积极开展人工造林。起初,仅在近山、林缘和林中空地试种试栽,规模较小;60 年代以后,人工造林力度加大,范围扩展到远山深谷,但也多在有一定天然植被存在的灌丛、疏林、撂荒地和部分残



败乔木林冠下进行，大体上接近天然次生林改造更新。当时造林树种主要选用山杏、刺槐、小叶杨等类阔叶树种。70年代后期至80年代，造林树种主要选择以油松和华北落叶松为主的针叶树和引进的各类速生杨。

（一）针叶树造林

从60年代中期开始，子午岭国营林场就有计划地开展针叶树造林。1965年，正宁中湾林场的林业科技人员，在对本场残存的天然油松林的生态环境、组成结构及生长发育状况考察研究的基础上，成功进行了油松采种、育苗和造林试验。1974年，林建师决定在中湾建立林业科学研究所，着重试验研究以油松为主的针叶树育苗、造林、幼林抚育管理等技术问题，意图将针叶树作为林区大面积造林和天然次生林改造更新的主要树种。接着，中湾、刘家店、西坡林场配合中湾林科所，相继从河北、山西、辽宁和陕南等地引进华北落叶松、兴安落叶松、长白侧柏、黑松、云杉、樟子松和华山松等针叶树种，进行育苗、造林试验。70年代后期，针叶树造林扩展到子午岭林区24个国营林场。80年代，子午岭针叶树造林比重增加到70%以上，采用最多的是油松，其次是华北落叶松，再次是华山松、云杉和樟子松。据1986年森林资源二类调查，子午岭林区油松人工林保存面积达21540公顷，其中以中湾、刘家店、西坡、九岘、盘克、大山门、拓儿原、林镇、山庄等9个林场最具规模，各林场保存面积均在700公顷（万亩）以上。据2000年调查，子午岭油松人工林保存面积达82000多公顷。

（二）速生杨造林

20世纪80年代初，子午岭林区实行“改农还林”，撤销

原有的全部农、牧场后，有条件的林场利用农场退耕后的大片土地，开始进行“万亩杨树速生丰产林”营造。1980 年，合水大山门林场和正宁秦家梁林场在场内川台地定植速生杨 190 多公顷。1984 年，速生杨营造扩大到华池豹子川、大凤川、东华池，合水平定川，宁县罗山府、桂花原等 9 个林场，共定植 680 多公顷，主要引用品种（系）为北京 8000 号、意大利 214、波兰 15A 等。

二、天然次生林改造概况

自 1957 年子午岭森林经营所改为国营林场后，就将天然森林分布多的林场划为经营林场，将森林分布少和位于林区边缘的林场划为造林林场。经营林场的主要任务，是森林保护和天然次生林改造更新。1963—1964 年，子午岭林业局成立后，按照林业部颁发的《关于次生林改造若干问题的决定》和《国有林抚育改造技术规程》，拟定了《子午岭次生林改造试行办法》。确定子午岭林区天然次生林改造的主要对象为郁闭度 0.2 以下的疏林、灌丛和多树种混交的杂木林。次改作业应遵循的原则，一是因地因林制宜，科学设计和施工；二是砍灌除杂，留优去劣，保留有培育前途的实生幼树、萌生植株及中小径幼树；三是以优质、速生的乡土及引进用材树种作为改造更新树种；四是实行针、阔叶树种混交，以提高林分抗灾性。在方法上，主要采取带状改造法和林冠下更新改造法，对密度过大不利林木生长成材的林分（如山杨林）进行梳伐，对小片无培育前途的劣质低产林，进行小面积皆伐，皆伐后力争在当年完成迹地更新。改造作业的顺序，本着“先易后难，由近及远，分



期分片”的原则，做到改一片，成一片。

1964年，甘肃省林业局向省内各林区下达了次生林改造任务指标。从1965年开始林二师将次生林改造列入下属各团年度生产计划，子午岭各国营林场按计划要求，普遍开展了次改作业。1966—1974年，林二（建）师按省上下达的年度木材生产计划指标，向所属二、四团下达次生林改造出材任务，至1974年9年中累计次改出材77600多立方米，平均每年 8622m^3 。在“文化大革命”初期，一些林场为了加大出材量，违背次改技术规程，在许多地段采取了砍优留劣，和“拔大毛”的错误做法，使得林区之内和林区附近的一些农村社队也仿照其法，进入林区搞“次改作业”，对森林造成了严重破坏。1972年4月，庆阳地区革委会和兰字九三〇部队（即林建师）联合下发了《关于加强山林管护，制止破坏林木的通知》，纠正了子午岭次生林改造中的一些错误做法。1975—1978年，省上和地区大幅度调减了子午岭次生林改造计划指标，年次改出材不足 300m^3 。进入80年代以来，省上和地区加大了对子午岭次生林改造的政策和投资扶持力度，各林场按上级下达的任务指标，积极开展了对疏林、灌丛及劣质低产林的改造更新，在次改迹地大面积营造以油松和华北落叶松为主的优质用材林。据1986年森林资源二类调查，全林区已有2万多公顷天然次生林被改造更新为优质高产人工林。

第三节 天然林保护工程及自然保护区建设

在子午岭林业发展建设中实行了近半个世纪的林业指导思想及森林经营理念,自改革开放以来,特别是进入 21 世纪之后,就逐渐发生了由传统林业向现代林业的重大转变。随着新时期党中央、国务院一系列新的林业方针政策的出台,确立了在市场经济条件下林业在生态环境建设中的主体地位。进入 21 世纪,生态需求和生态安全已成为我国社会对林业的主导需求,生态环境建设已成为我国建设的首要任务之一,可持续发展已成为国家长期坚持的基本战略。从此,我国林业就走上了以生态建设为主导的林业可持续发展道路,确立了以森林植被为主体的国土生态安全体系,建设山川秀美的生态文明社会的总体战略思想。这一战略思想的确立,标志着我国林业以木材生产为主的时代已经结束,以生态建设为主的时代已经开始。在这一大的林业可持续发展战略决策及以生态建设为主的指导思想确立的大背景之下,林业建设的指导思想和森林经营理念,已完全彻底地实现了从传统林业向现代林业的转变。

一、天然林保护工程的实施

1998 年长江流域、东北嫩江等流域特大洪涝灾害发生后,党中央、国务院从整个社会经济可持续发展的战略高度,作出了实施天然林保护工程的重大决策。当年开展试点,2000 年在全国 17 省(市)正式启动,工程范围包括长江上游、黄河上中游地区和东北、内蒙古及新疆等重点国有林区。天然林资源是我国森林资源的主体和精华,“天保”工程的启动和实



施，是中国林业从以木材生产为主向以生态保护为主转变的历史性标志。该工程旨在通过天然林禁伐和大幅度减少商品材产量，解决天然林的休养生息和恢复发展问题。子午岭森林是黄土高原中部面积最大、保存最完整的一片水源涵养林区，在甘肃十大天然林区中占有独特的地理区域和非常重要的生态保护作用，因而以其作为黄河中游重大天然林区列入甘肃全省天然林保护工程范围。自此，林区全面封锯停采。截至 2020 年，子午岭天然林保护工程通过一期、二期工程的实施，不仅已全面实现停止采伐，而且向着“保护优先，自然恢复”的更深更高层次发展，在子午岭林业建设史上实现了重大历史性转折。近期，（2019）中共中央办公厅、国务院办公厅出台了《天然林保护修复制度方案》，明确了天然林保护修复的总体政策。随着这一更高级别的天然林保护举措的实施，我国天然林保护将从周期性、区域性的工程措施逐步转向长期性、全面性的公益事业。同样地，子午岭天然林也将会采取更高级别的保护，实行更严格的管制，实施全面的修复。经过这样高级别的长期性、全面性的保护，现有天然次生林群落必将加快天然更新，逐步走向进展演替。

二、森林生态自然保护区规划建设

自然保护区是为保护自然资源和自然环境、拯救和保护珍稀濒危生物物种而特别划定加以保护和建设的区域。自然保护区建设是生态环境建设的一项重要内容，更是林业工作的一项重要任务。对于在子午岭划定和建设自然保护区问题，自 20 世纪 80 年代中期开始就不断进行议论探讨，到 90 年代

中期就有人将建立子午岭森林生态自然保护区的设想，写进了子午岭木本植物研究课题报告和即将正式出版的《子午岭木本植物志》一书^[2]。但是，由于种种原因，关于建立子午岭自然保护区问题一直未能得到正式决策。直到 90 年代后期，随着全省自然保护区工作空前加强，特别是子午岭天然林保护工程的全面实施，规划和建设子午岭自然保护区问题才正式提上议事日程。从 2001 年秋季开始，庆阳地区行署林业处组织有关业务科室配合省林业勘察设计院人员，共同参与了子午岭自然保护区区划及论证工作。笔者是当时主要参与者之一，在工作过程中为之提供了大量手头资料。2001 年 11 月 1 日，庆阳行署林业处正式向甘肃省林业厅呈报《甘肃省子午岭自然保护区区划报告》（《报告》文本由笔者起草）。子午岭自然保护区涉及林区 22 个国有林场，总面积 24.21 万公顷，占子午岭林区总面积 49.28 万公顷的 49.13%，其中核心区 7.07 万公顷，缓冲区 4.74 万公顷，实验区 12.40 万公顷。2005 年 2 月，甘肃省人民政府发文批复建立甘肃省子午岭省级自然保护区。子午岭自然保护区的主要保护对象为黄土高原典型森林生态系统及林区野生动、植物。截至目前，子午岭天然林保护工程已全面实施 20 个年头，自然保护区建立已有 15 年之久，这一双重举措的有力实施，使子午岭固有的生物物种及森林生态系统得到了稳定而持久保护。经过 10 多年科学严格的保护管理，森林生态系统得到较快恢复发展，林区生物多样性保护也渐显成效，其中最明显的是，在子午岭林区绝迹多年的国家Ⅰ级保护动物金钱豹在密林灌丛中重新出现，金雕、大鸨也不时可见；国家Ⅲ级保护濒危植物紫斑牡丹，20 多年前仅在合水县太白



林区有单株和小片散生，而近几年在该林区已有数亩以上连片分布。

参考文献

- [1] 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原农业气候资源图集[J].1990(45).
- [2] 刘立品.子午岭木本植物志[M].兰州大学出版社,1998.

第五章 子午岭天然植物群落演替研究

第一节 植被演替学说及国内研究进展

一、植被演替学说

植被群落演替是植物界经常发生的自然现象，也是生态学重要的研究内容。“演替”一词最早由美国学者 J. 艾德莱 (J. Adlum) 于 1806 年首次提出^[1]。1916 年美国生态学家 F.E. 克莱门茨 (clements) 在对北美自然植被进行深入广泛研究之后，建立了系统的群落演替理论体系^[2]。在此基础上，先后有欧美及苏联的植物生态学家对植物群落演替的现象、类型、规律等方面进行了大量研究。

植被演替又称生态演替。生态系统是动态的，地球陆地植物自从起源以来，各类生态系统就一直处在不断发展变化和演替之中。

演替类型：植被群落由结构简单、稳定性差的类型，向结构复杂、稳定性较强的类型演替，称为进展演替。反之，从稳定性较强、结构复杂的群落向稳定性差、结构简单的群落演变，发生群落退化，称逆行演替。一般意义上的进展演替，从种群结构看，是以优质大型且能形成顶极群落的乔木为目标趋向，如果是依裸地—草地—灌丛—落叶小乔木—阔叶中大乔木—针阔叶大乔木路径演进的，就是进展演替。判断植物群落是否存在



在进展演替，有三个标准：一是有无数量增加，这反映出其生殖的强弱；二是有无质的提高，有无从低级向高级发展的趋势，主要指标是优势种的增加以乔木为多；三是结构变化的方向是更加紊乱，还是愈趋有序。

演替类型划分依据：由于引起群落演替的因素很多，不同学者对划分演替类型的依据不同。①以动力划分为依据，是苏联植物生态学家 C.B. 苏卡乔夫首先提出的。他把群落的演替分为内因生态演替和外因生态演替。由群落自身改变了生态条件的演替叫内因生态演替；由群落外部原因引起的演替，叫外因生态演替。②按基质性质和变化趋势划分，主要由美国生态学家克莱门茨提出，他把演替分为原生演替和次生演替两类。

演替系列：群落在演替过程中的各个演替阶段组成演替系列。由原生演替出现的各个演替阶段，叫原生演替系列；由次生演替出现的各个演替阶段，叫作次生演替系列。由于生境类型的多样性，各演替阶段存在显著的差异。

顶极群落：北京大学尚玉昌教授在《普通生态学》一书中指出：“演替是一个漫长的过程，但并不是一个永无休止永恒延续的过程。一般来说，当一个群落或一个演替系列演替到同环境处于平衡状态的时候，演替就不再进行了。在这个平衡点上，群落结构最复杂、最稳定，只要不受外力干扰，它将永远保持原状。演替达到这个最终平衡状态就叫顶极群落。”克莱门茨认为：“自然演替的过程并非一种无目的的来回游荡，而是一种可以被科学家准确地标出位置的趋向有规律的流动，在任何一个既有栖息地中，都发生着一种原始的固有的不平衡的植物群落，而以一种复杂的、相对持久地与周围条件相平衡

的、能够使自己永远存在下去的顶极结构告终。”^[2]于是，他提出了被后世生态学家称为单元顶极理论的气候顶极学说。这一学说的要点是：在一个气候区内，只能有一个顶极群落，而这个顶极群落的特征完全是由当地的气候所决定的，因此叫气候顶极。除了克莱门茨的单元顶极理论之外，还有英国植物生态学家 A.G. 坦斯利（Tansley）提出的多元顶极理论，其要点是：一个区域的顶极植被可以由几种不同类型的顶极群落镶嵌而成，而每一种类型的顶极群落都是由一定的环境条件所控制和决定的；只要一个群落能基本达到稳定，做到自我维持并结束了它的演替过程，就可以看成是顶极群落，而不必汇集于一个共同的气候顶极终点。我国生态学家、地植物学家刘慎谔教授（1962）对单元、多元顶极理论加以综合，提出了地带性顶极与非地带性顶极。指出主张单元顶极学说的把注意力放在大气候上，大气候决定一切；主张多元顶极学说的，把注意力放在局部环境条件上，即综合因子上。他认为，有多少个系统就有多少个顶极，但地带性顶极只有一个，受制于大气候，其他都是非地带性顶极，受局部环境所控制；在研究植被区划时，应把注意力放在地带性顶极上；而研究一个地区内的植被时，则应注意除地带性顶极外，同时还应注意非地带性顶极^[3]。

二、国内研究进展

在我国，20 世纪 20 年代，著名生态学家刘慎谔、李顺卿即已开始植被演替研究工作；在 50 年代，有曲仲湘、董厚德等对植被演替的趋势、规律等，做了较为详尽的研究；80 年代以来，王伯荪、彭少麟、钟章成等做了大量群落演替方面的研究。



对子午岭森林群落的考察研究,最早始于20世纪40年代。1940年,陕甘宁边区政府派出以植物学家乐天宇带领的森林考察团,考察了边区境内洛河、延河流域天然森林,提交了系统性考察报告。在此基础上,乐天宇和徐纬英又耗费巨大精力,坚持数年,踏足陕甘宁边区境内所有森林植被分布地区,采集标本,鉴定分类,著成了《陕甘宁盆地植物志》一书^[4]。书中虽未详尽论述森林群落演替状况,但已明确提出了不同区域、不同林型的物种构成、林分结构的上、中、下分层、群落不均匀分布的斑块现象及主要建群树种的天然更新概况,其实这些都与森林群落自然演替问题有关。

第二节 近60年来子午岭森林演替研究

一、研究概况

1954年,中国科学院植物研究所联合该所西北工作站及西北大学、西北农学院、南京大学、华中农学院、河北农学院、陇东水土保持科学实验站等8单位,组成“中国科学院植物所黄河调查队”,共33名人员参加,其中包括植物生态学、地植物学、植物分类学、森林学、地理学、农学、牧草学等方面的科学工作者。这次调查,仅选择了子午岭中段合水县境内西起蒿嘴铺乡贾家沟圈,东至太白乡沿线的各主、支沟谷底、坡面及岭脊一些代表性地段。调查工作从6月份开始,8月中旬结束。调查方法采用野外观察、图解样方和当地人士座谈访问。调查样地以乔木林 100m^2 、灌丛 20m^2 、草本 1m^2 设置;对植物群落类型、分布、发展演替规律,进行了系统研究。同时,

对林木生长状况做了不同分级,对各群落主要种类成分做了根系研究,对植被生境做了小气候观测和土壤剖面研究。调查工作完成后,提交了《子午岭梢林区调查报告》研究成果。

1980—1981年,庆阳地区林业局按照省林业厅组织编写《甘肃森林》一书的要求,抽调庆阳林校胡令谏、正宁林业总场张靖涛、地区林科所罗学亨,组成“子午岭森林”调查研究及编写小组。三人小组利用历年子午岭森林资源调查资料,并深入林区设置样方作实地观测,同时广泛搜集涉及子午岭林区及黄土高原森林植被演替研究方面的科技文献,历两年艰辛,编著成了《子午岭森林》一书,书中专设了林区植被群落演替有关章节。

近10多年来,先后有多名科研院所和高校的学者,以子午岭植被演替为课题进行了详尽考察研究。如黄委会西峰水土保持科学试验站王占孟先生,1954年作为“中国科学院植物所黄河调查队”成员,参与了子午岭中段植被类型调查研究;其后于1956—1962年,再次对子午岭中段三关桥沟谷及涧水坡岭植物群落进行调查;80年代又对子午岭南段中湾林区做了数次调查,经综合分析,将研究成果发表于《甘肃林业科技》期刊^[5]。西北农林科技大学李裕元、邵明安(2003)研究了子午岭林区先锋群落山杨林向辽东栎群落演替中的植被构成与结构特征变化^[6]。西北农林科技大学邹厚远、刘国彬等(2002),对子午岭林区北部近50年植被变化进行研究后,认为该林区原生植被破坏后,次生森林植被演替系列,是先从弃耕地先锋群落开始,经草本群落、灌木群落发展到山杨林(或白桦林),过渡到后期的辽东栎林,气候性的顶极群落为辽东栎林^[7]。甘



肃农业大学何小琴等（2007）通过对子午岭植物群落进行数量分类和排序表明，随着植被演替进程群落结构在发生变化，乔木层重要值增加，土壤中的有机质和氮、磷呈现规律性变化^[8]。

二、林区各类植物群落演替系列

（一）沟谷植物群落演替系列

依其生境可分为沟底和沟坡两类，依其类型可分为草本类和灌丛类。生于沟底的水苦荬群落、香蒲群落、黑三棱群落，都由浅根性水生植物构成。由于生境条件变化，水苦荬群落会逐渐向蕹草群落—芦苇群落—沟底灌丛—沟底乔木群落发展；香蒲群落会向蕹草群落—沟底乔木小叶杨—河柳群落发展；黑三棱群落会向芦苇群落—沟底灌丛—沟底乔木小叶杨、河柳群落—沟坡落叶阔叶林群落发展。演替系列图示见图 5-1。

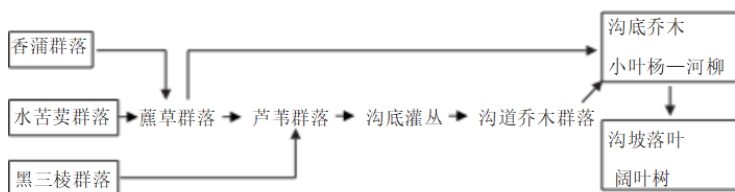


图 5-1 沟谷植物群落演替系列

（二）梁峁阴坡植物群落演替系列

由于受子午岭梁峁沟壑地貌影响，一般梁峁阴坡水分条件相对较好。铁杆蒿群落在沟谷阴坡广泛分布，在半阴坡也有一定数量。该群落可直接发生于黄土及红土母质，也可在弃耕农田经莠群落—茵陈蒿群落发展而来。铁杆蒿群落可向马牙草群落、大油芒群落发展，而后这两类群落会向山杨、白桦等类

乔木群落发展；虎榛子群落会出现于铁杆蒿群落，也可直接发生于黄土及红土母质，而后向山杨等类乔木类群落发展。沙棘群落常起源于铁杆蒿群落，或在红土滑塌面形成先锋群落，而后在该群落中出现山杨、白桦等类乔木群落。演替系列图示见图 5-2。

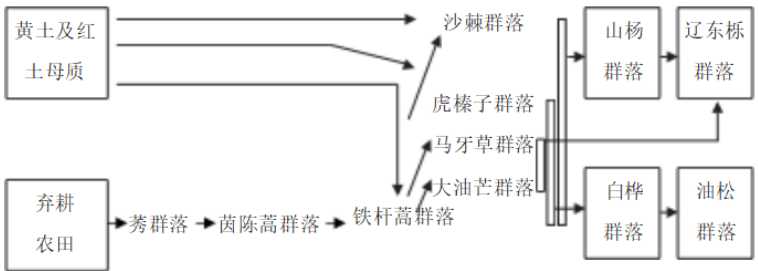


图 5-2 梁峁阴坡植物群落演替系列

（三）梁峁阳坡植物群落演替系列

梁峁阳坡按水分差异状况可分为上部和下部，上部为注水坡，下部为承水坡，通常阳坡上、下部均较干旱，而上部比下部更干旱。

1. 梁峁阳坡下部系列

芡蒿群落较具优势，该群落可直接发生于黄土及红土母质，也可从弃耕农田经芡群落—茵陈蒿群落演替而来，或从茵陈蒿群落经冰草群落发展形成。芡蒿群落或羽茅群落向杠柳、狼牙刺、沙棘等灌丛发展；灌丛再向阳坡杜梨、臭椿、栾树等乔木群落发展。该演替系列图示见图 5-3。

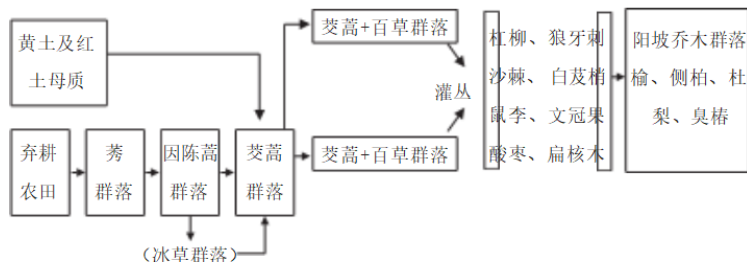


图 5-3 梁崮阳坡下部系列演替

2. 梁峁阳坡上部系列

百草群落在梁崙阳坡上部分布最广，大体经两条路径发展形成，一是从弃耕农田经莠群落茵陈蒿群落发展形成；二是从黄土、红土母质及红砂岩碎块间发生成丛。百草群落进一步会向狼牙刺群落和沙棘群落发展，而后在这两类群落中将会出现散生乔木，再后会有侧柏植株生成发展。演替系列图示见图5-4。

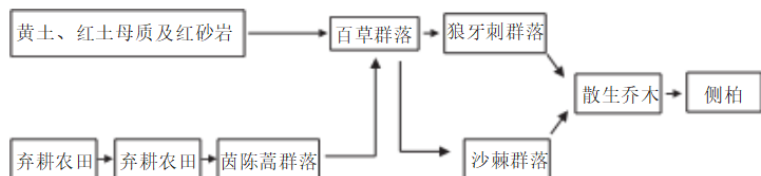


图 5-4 梁崙阳坡上部系列演替

(四) 岭西梁崮顶部植物群落演替系列

因岭东、岭西气候条件差异所致,植物分布亦有所不同。岭西梁崩顶部植物群落演替系列一般由草本向灌丛阶段,再向散生乔木和山杨群落发展,如图 5-5 所示。

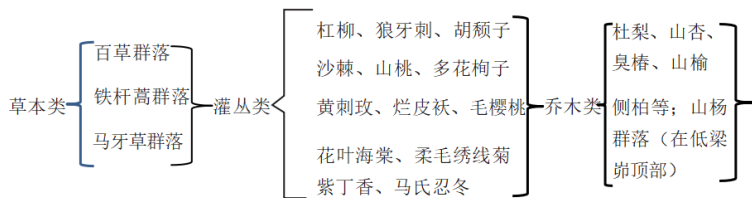


图 5-5 岭西梁峁顶部植物群落演替系列

（五）岭东梁峁顶部植物群落演替系列

一般由来自阳坡的黄营草群落和来自阴坡的马牙草群落、大油芒群落向杠柳、狼牙刺等类灌丛发展，而后灌丛群落向山杨、白桦群落，再向辽东栎群落发展；而山杨群落亦能直接从草本群落发展而来。演替系列图示见图 5-6。

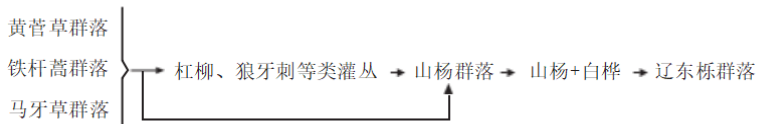


图 5-6 岭东梁峁顶部植物群落演替系列

胡令涑等研究认为，子午岭森林植被演替趋势大体如下：阳坡、半阳坡的各草本群落以较慢的速度向旱生、或旱中生的乔、灌木，如疏林或侧柏林群落发展；阴坡、半阴坡的草本群落及山杨林、白桦林等群系，会以相对较快的速度（与阳坡比较）向中生性的辽东栎林或油松林过渡，以至于将来会发展成阴坡、半阴坡都以松、栎为主。阳坡、半阳坡由于数量逐渐扩展，改变小气候及土壤水分条件，使之适合于中生性树种的生长，也将形成油松辽东栎为主的针阔叶混交林（如图 5-7 所示）。

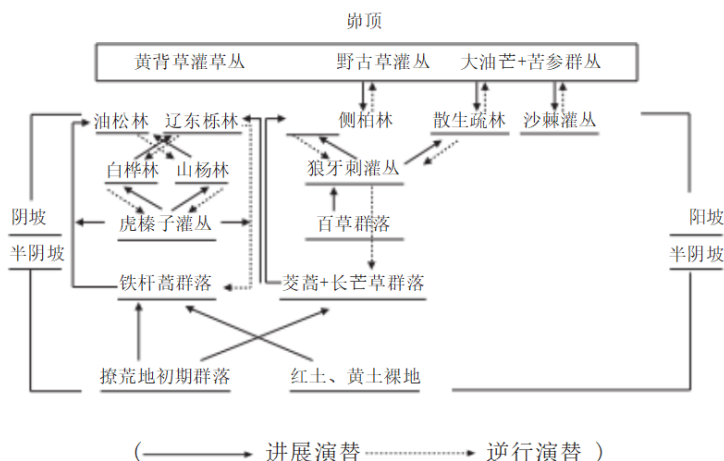


图 5-7 胡令涑研究的子午岭森林植被演替趋势

三、林区主要森林类型演替趋势

(一) 天然油松林演替趋势

油松林是暖温带针阔叶林区域的地带性植被，在陇东子午岭地区的生存发展有着极为悠久的历史。在第四纪更新世时，陕北、陇东地区处于“森林草原—森林和草原的过渡地带，森林中有松、栎、桦、鹅耳枥等”^[9]；在全新世中期时，“陕北、陇东等丘陵沟壑与高原沟壑区，木本成分以松、栎为主”^[10]；直到人类历史时期明代初期时，子午岭“绵亘八百余里，松木槎枿”^[11]，松类仍是构成子午岭原始森林的主要成分。现存子午岭南段正宁中湾林区的 180 多公顷天然油松林，追溯其起源可能是在明清时期那一带的原始松林被毁坏后，由当地或邻近地区残留的松树种源经次生先锋群落山杨林或胡枝子、绣线菊

等中生性灌丛发展演替而来。油松具有林冠下天然更新能力，但幼苗在上层林冠过密，透光不足的蔽荫环境下生长发育不良；在周围有油松母树的林中空地和林缘荒地土壤水分条件适宜地段，天然更新良好。在油松林与辽东栎林交错分布地段，油松林下常生长有栎类幼苗，于是会出现一个时期的松、栎混交林阶段。当油松林因火烧或砍伐后，若短期内油松难以天然更新，在其次生裸地就会有山杨、白桦甚至灌丛、杂草群落抢先进入，从而趋向逆行演替。但在对次生裸地残留的优势幼苗，及时采取保护管理人工辅助天然更新措施后，油松林会得到恢复发展，逐渐趋向进展演替。

（二）侧柏林的自然演替

在子午岭林区，一些生境条件严酷，土壤干燥瘠薄地段，阔叶树不易形成群落，侧柏林群落相对稳定。在一些生境条件虽好，但有较多松、栎、杨等树生长的侧柏混交林中，侧柏天然林更新不良，处于不稳定状态。据实验观测，在6柏4阔（栎、杨、杂木）组成的混交林中，侧柏暂时居于优势，但随着各阔叶树长势增强，因侧柏林生长缓慢，逐渐失去竞争优势而趋于衰退，最后将被以栎类为主的阔叶林更替。

（三）辽东栎林的自然演替

辽东栎性喜温湿，耐寒耐旱，根系发达，结实频繁且量大，还具有较强萌生能力，不仅能通过种子实生繁育成林，还能依靠根蘖萌生实现天然更新。辽东栎是暖温带落叶阔叶林区域重要的优势乔木树种，子午岭地处暖温带落叶阔叶林区域北缘，北临温带半干旱草原区域，由于地带性规律的影响，辽东栎在子午岭的分布南段多于中段，中段多于北段，而且普遍在岭东



的分布多于岭西；又因为辽东栎具有材、薪多用的优良特性，在历史上遭受过多次砍伐，现有森林群落多为萌生起源，长势不良，仅少数地段有实生群落。萌生起源的林分之内，有较多山杨、白桦、槭、榆等类混生，从林型结构及各树种生长状况看，由于杨、桦等类生长速度比辽东栎更快，辽东栎群落有被杨、桦、槭、榆等更替的趋势，这一趋势在子午岭北段表现更为明显。子午岭中、南段一些沟谷坡面有小面积实生起源的群落，普遍枝叶茂密，长势强旺，林下间杂的其他乔、灌木受栎类压抑，难以竞争取胜，从自然演替趋势看，辽东栎实生群落一旦形成，在无人为强烈干扰或重大森林火灾影响下，会发展为长时期稳定顶极群落。

（四）白桦林的自然演替

白桦为喜光阳性树种，也能耐一定蔽荫，林木结实力强，种子体轻具翅，能扩散传播较大范围，而且该树种还具有较强萌生能力，在林间采伐迹地、火烧迹地和林缘弃耕地上，可以其种子实生或根蘖萌生，迅速繁殖、发育，形成森林先锋群落。子午岭现有白桦林是经过多次砍伐后形成的次生林群落，仍处于森林演替过渡阶段。以白桦林现阶段林分状况和演替趋势分析，在林分密度较大的幼、中龄林群落中，尚具较强优势，其林下虽有一些乔、灌木生长，但竞争力较弱，所以白桦群落能保持较长时期稳定状态。而在林龄老化、长势衰弱，而且稀疏的林分之内，常有辽东栎和其他种类幼树生长，在自然演替过程中，最后会形成以辽东栎为主并间有其他阔叶树生长的混交林类型。

（五）山杨林的自然演替

山杨具有很强的生态适应性和天然更新力，它结实频繁且量大，种子轻小，传播范围广，而且根蘖萌生力旺盛。在采伐迹地、火烧迹地、撩荒地和林中空地，是群落演替的先锋树种，常能形成纯林或与白桦、辽东栎等形成混交林。但山杨是一种典型的次生群落，是森林演替系列中的一个阶段，是一种不稳定的过渡性群落，不会形成地带性顶极群落。从子午岭现阶段山杨分布及演替趋势看，其中一些地段会向栎类或栎类与其他阔叶树混交类型发展。山杨林群落在遭到严重干扰或反复破坏后，由于森林生境变劣，会出现向灌丛、草丛或裸地逆行演替趋势。

（六）小叶杨林的自然演替

小叶杨生态适应性很强，既喜温湿环境，也耐干旱寒冷气候，在子午岭林区多分布于沟谷底部、河旁阶地及低缓坡面；母树结实量大，在立地条件适宜地段以种子落地生根成苗，具有良好天然更新能力。现今虽然百年以上小叶杨大树已不多见，但大多数沟谷仍有许多具结实能力的低、中龄单株和团片状群丛。若对一些具有小叶杨自然繁殖的沟谷坚持采取封山育林措施，并加以必要的人工抚育，就可促使其走向进展演替，形成较具规模的稳定群落。



第三节 子午岭林区弃耕地木本植物的自然演替

研究弃耕地的植物群落演替,在子午岭林区有特殊意义。对于在天然林区毁林开荒做农业种植,过一段时间又弃耕撩荒,在弃耕地发生的植物群落自然演替,国内外生态学家很早就做过观察研究,也都得出了各自的看法。北京大学尚玉昌教授指出:“在弃耕农田演替的初期,各物种之间以竞争为主。在这里首先定居的先锋植物并不能为后来的植物创造适宜的环境条件,后来者主要是靠它们自己的竞争能力取得优势”^[2]。美国学者 S.H. 斯波尔, B.V. 巴恩斯将他们对弃耕农田次生演替研究的结果,写成了这样一段文字:“有林地区土层肥厚,也较湿润,适于农作物生长,居住生活在林区附近的人们为了增加耕地多产粮食,就在林区毁林开荒。而后,在撂荒的地面就发生了次生森林演替。撂荒农田休闲后,繁殖力强的阔叶树就成了次生森林最初的优势树种”^[1]。

子午岭地处中纬度东亚季风能及地带,地理环境和气候条件非常适于农作物生长,历史上发生的毁林拓田正是基于这一条件,从而使森林屡遭破坏。反过来看,适于农作物生长的地区必然更适于林木生长,因为林木的环境适应性比农作物更强。中国科学院植物所黄河调查队在 1954 年夏季调查完成的《子午岭梢林区调查报告》中记载:“子午岭停止了人为破坏后,草本植物及灌木恢复起来,同时残留下来的山杨母树即大量繁殖。山杨是根蘖性很强的树种,逐渐形成了片林,很快地由沟坡向山坡发展,先阴坡,后阳坡,排除灌木、杂草(如虎榛子、绣线菊等);但不一定经过灌木阶段也可能发展起来。现在可

以看到，在丢荒地上三年后已有侵入的山杨幼苗。”

研究子午岭林区弃耕农田植物群落的自然演替，对恢复扩大森林覆盖，发展完善森林生态体系具有重要的历史借鉴和现实对策意义，也有对森林科学管理的林学启迪意义。

子午岭现有的天然次生林，是历史早期的原始森林遭破坏后，在次生裸地重新繁衍而形成的，这一代次生林的形成已逾 150 多年，虽然林相破碎残败，但构成森林的主要树种仍有着相当强旺的生活力和繁殖力。由于子午岭地处黄土高原，也是人类活动早开发地区，人类在子午岭林区的垦殖活动最早可追溯到史前时代的仰韶、齐家古文化时期。那时，生活在子午岭林区的古人类在从事采集、狩猎活动的同时，已尝试经营原始农耕。从那时起，子午岭林区的农耕活动就持续不断地延续下来。自当进入历史时期，随着社会经济的不断发展，林区内外人口增多，毁林拓田愈演愈烈。秦汉王朝“移民实边”，向北地郡（今陇东地区）大量迁徙人口。移民既来，便安定居处，垦田、养殖，若久无战乱，则世代相继。北魏、隋唐至宋代，在林区多处修筑佛窟、寺观、塔碑、庙宇、城堡、烽燧等建筑设施，无不借助于林区人力、财力、森林资源和农业产出的有力支持。特别是明清两代数百年垦殖，将整个子午岭林区整治成了“梁峁尽成山田区”的纯粹农业地区。进入 20 世纪以来，在子午岭林区又先后发生过 30—40 年代陕甘宁边区“自己动手，丰衣足食”的“大生产运动”；50 年代中期兴办东华池马场；1958 年“大战子午岭，开发万宝山”；1959 年成立子午岭农垦局，建立十大国营农牧场；从 60 年代中期开始，连续 10 年全面实行“林农牧副综合经营”建设方针；当时的林区



之内，还有几十处长庆油田管理的“五七”农场，几十处由地、县有关部门利用林区土地、林木和草场开办的农场、牧场、加工厂，数百个由当地县和公社派驻林区“垦荒增种”的远耕队。直到进入 80 年代初，贯彻执行省委、省政府关于撤销子午岭林区农牧场、加工厂的决定，全面实行“改农还林”，林区延续多年的农业垦殖才完全消停下来。农牧场和远耕队退耕后的大片土地由林场进行人工造林；小片零散退耕地，有的建为山地苗圃，有的由林场开展多种经营，种植蔬菜、油料、药材等经济作物。山坡、梁峁紧靠林缘的条带状地块撂荒之后，由野生草木自然繁衍。



图 5-8 拓儿原朱家老湾弃耕地萌生的杠柳丛

笔者身为一名老林业工作者，自 20 世纪 70 年代中期以来直到 90 年代末，曾多次参与或组织开展过子午岭森林资源一类、二类调查，森林病虫害普查，并和原庆阳师专生物系老师一同进行过子午岭木本植物种类调查。在多次野外调查工作中，我特别注意观察天然次生林在其林缘地带的变化情况，在现有地形、土壤和气候条件下，它究竟是在向内收缩，还是在

向外扩展,这样的次生林还有没有自然恢复,扩大发展,进展演替的潜能?笔者曾在拓儿原林场的朱家老湾、桂花原林场的芦邑庄、大山门林场的张举原、罗山府林场的前岷岷、秦家梁林场的走马梁、西坡林场的车皮湾,实地考察过林区边缘弃耕地初期的天然植被发生情况。在朱家老湾一块去年弃耕地的中部,除了当地常见的几种一年生和多年生草本植物外,还长有一丛丛的杠柳条,是去年萌发的,观测时间是1985年5月下旬,新生的嫩条高10~40cm。这些杠柳条生长的位置距梢林地边缘3~25m。1986年6月,在桂花原芦邑庄一平缓岭顶去年和当年弃耕地边缘靠近梢林的地面,长出许多白桦和山杨的嫩条,嫩条的高低和多少,从弃耕地边缘向内逐渐减少,越靠近梢林的地面,白桦、山杨的嫩条、幼树生长越多,最高的已达2m以上;而离梢林越远的地方,新株出现越少、越小、越嫩,多数是当年萌生出土的;从其中一片去年弃耕的油菜地上,测得新生的树苗从该地块的边缘向内延伸平均达到3米以上,有的地方甚至向内13m处也出现零星白桦新株。1993年8月,在秦家梁林场走马梁和西坡林场车皮湾几块育过刺槐苗的休闲地上发现,在靠近乔、灌混交林的地段,有成片的沙棘幼苗生长,都是近一两年中萌生的新株,而且密布地面,正在向休闲地的中央快速延伸。根据以上观测,我有了这样一种认识:在子午岭次生林分布的边缘地带,原先的农田地弃耕以后,很快就发生野生草木自然演替,在第一年就会出现一些当地常见的草本植物,并有杠柳、沙棘、胡枝子、绣线菊等类灌木和乔木先锋树种山杨、白桦新株出现。由此可见,在现有地理环境和气候条件下,子午岭天然次生林还是有很强的天然更新能力的,



若生态环境长期保持稳定良好，其森林群落一定会趋向进展演替。



图 5-9 秦家梁林场走马梁弃耕地萌生的沙棘丛



图 5-10 桂花原林场梢林边缘萌生的白桦幼树

参考文献

- [1] S.H.斯波尔,B.V.巴恩斯.森林生态学[M].赵克绳、周祉译,中国林业出版社,1982.
- [2] 尚玉昌,普通生态学[M].北京大学出版社,2002.

- [3] 任海.植物群落演替的理论[J].生态科学,2001,20(4).
- [4] 乐天宇,徐纬英.陕甘宁盆地植物志[M].中国林业出版社,1957.
- [5] 王占孟.模拟天然植被演替规律,建设黄土高原生态系统的研究[J].甘肃林业科技,1995(1).
- [6] 李裕元,邵明安.黄土高原子午岭森林群落演替与结构特征变化[J].西北植物学报2003,35(5).
- [7] 邹厚远,刘国彬,王晗生.子午岭北部近50年植被的变化[J].西北植物学报, 2002, 22(1).
- [8] 何小琴,蒋志荣.子午岭地区植被恢复演替过程与环境因子的分类排序[J].西北植物学报,2007,27(3).
- [9] 王永焱,薛祥昀,何汝昌,等.陇东陕北黄土区第四纪地层的划分[J].地质学报, 1966,46(1).
- [10] 朱士光.全新世中期中国天然植被分布概况[M].中国历史地理理论丛,1988.
- [11] 明天顺年.大明一统志·庆阳府.

第六章 全面保护，系统恢复，再造子午岭森林顶极群落

第一节 全面加强森林生态体系保护

一、加强森林植物区系成分多样性保护

在当下和今后较长时期，为使子午岭森林得到稳定恢复和发展，应特别重视并加强森林植物区系成分多样性保护。

子午岭现有天然次生林是古代原始森林遭毁灭性破坏后，在其次生裸地上由各类残留的地面植株和地下根茎等林木繁殖体恢复发展起来的，它现有的物种构成虽然和早先原始森林有较大差异，但毕竟还有相似之处，尤其是一些古老物种，如华中、华南和东北植物区系成分的树种，一定是在古代森林中所具有的，它们是古代植物成分的孑遗种，而不是近百年来迁入种。根据调查，从已知子午岭野生木本植物共有 43 科 79 属 170 多种的数量来看，仍然堪称比较丰富，而且，这些野生木本植物还具有多区系成分汇集的特点，这显示出了子午岭森林物种起源的地域广泛性和历史古老性。子午岭林区木本植物区系成分以华北成分为主，同时还有华中成分、东北成分、蒙古—西伯利亚成分、中亚蒙新旱生成分、华南成分和黄土高原特有成分。构成子午森林主要建群种的辽东栎、白桦、山杨、小叶杨、油松、侧柏等，以及与其伴生的乔灌木如山杏、杜梨、茶



条槭、小叶朴、白蜡树、虎榛子、胡枝子、水栒子、冻绿、沙株、沙棘等，都是典型的华北植物区系成分；主要华中植物区系成分有漆树、青麸杨、青榨槭、毛黄栌、黄素馨、葛萝槭、灰楸、湖北山楂、湖北臭檀、鄂北堇花、微毛樱桃等，这些喜温湿气候的树种主要分布在子午岭南段；现有的东北和蒙古西伯利亚植物成分有春榆、黄檗、鹅耳枥、胡桃楸、毛榛、刺五加、土庄绣线菊、大叶小檗、北五味子、山葡萄、东北溲疏、斑叶稠李等；中亚蒙新旱生成分有百里香、柳叶鼠李、蒙古莢蒾；华南植物成分木姜子，现仅存于子午岭南段刘家店林区；黄土高原特有植物成分有秦晋锦鸡儿、扁核木、白芨梢、黄刺玫、蕤核等。



图 6-1 青麸杨 (*Rhus potaninii*)



图 6-2 湖北海棠 (*Malus hupehensis*)

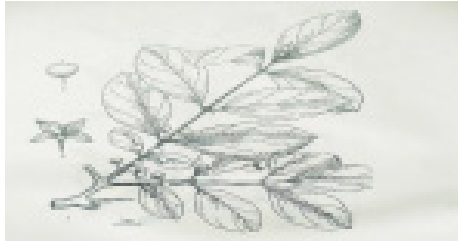


图 6-3 葛萝槭 (*Acer gross ri*)



图 6-4 木姜子 (*Lit sea pun gens*)

注：这4图均引自《子午岭木本植物志》。

子午岭现代植物区系的形成及其多地理成分汇集的特点，是在特定的地理环境和气候条件下长期发展演化的结果。植物学界比较一致的观点认为，现在东亚暖温带落叶阔叶林植物区系有亚热带起源的背景。据《中国植被》，白垩纪末至第三纪初“亚热带的北界至少在北纬 420 左右”，全国基本上属于亚热带类型。当时，在我国北方地区形成了“东北—华北暖温带—北亚热带落叶阔叶林—针叶林区”，“全期雨量充沛，区内植被类型以落叶阔叶林和针叶林为主，并含有一定数量的常绿阔叶林；阔叶林的组成以柔荑花序类植物，特别是桦木科、榆科、杨梅科、胡桃科的植物占优势”^[1]。现在东亚暖温带落叶阔叶



林区域在始新世时是温暖湿润的亚热带，所以，“现在东亚暖温带落叶阔叶林，就是第三纪森林的直接孑遗”“例如构树、吴茱萸、香椿、苦木、漆树、文冠果、栎树、楸树、花椒、柿、北五味子、酸枣、荆条、南蛇藤、山胡椒等，它们都是暖温带落叶阔叶林中残留的亚热带成分”^[2]。从而可知，现在子午岭森林组成成分中的榆科、胡桃科、桦木科、漆树科，以及栎树、臭椿、文冠果、南蛇藤等，就是第三纪初“东北—华北暖温带—北亚热带落叶阔叶林—针叶林区”的孑遗类型。由于我国暖温带落叶阔叶林在整体上有亚热带起源的背景，所以，现在分布于子午岭的华中、华南和东北植物区系成分等，也都是第三纪初亚热带植物区系的孑遗^[3]。从其最早的起源背景来看，它们是从热带、亚热带康滇古陆华夏植物区系起源后，逐渐由南向北迁移到这里而定居下来的。这些最早起源于康滇古陆，后经第三纪初“东北—华北暖温带—北亚热带落叶阔叶林—针叶林区”生存下来的亚热带植物区系中的一部分，可能在第四纪更新世干冷气候条件下发生了衰退或消亡，但其中一些耐寒耐旱性强的种类仍然顽强地生存了下来。这些在严酷气候条件中生存下来的物种，在进入全新世中期约 5000 年温暖气候条件下得到了恢复和发展，并一直存活到现在。不仅如此，在进入全新世中期气候适宜期时，就还会有同类型亚热带物种由南向北迁移的过程。因为在全新世中期时，“亚热带的北界在华北与黄土高原中南部一线”（龚高法等，1987）^[4]，华北平原和黄土高原中南部基本属于亚热带气候，南、北方气候差异性不大，南方亚热带植物迁移到这里也是完全能适应的，但是，当进入全新世后期至今的近 3000 多年来，我国气候变迁的总体趋势

是不断向着干旱寒冷方向演化，北方气候更显得干冷。在这种南、北方气候差异性增大的背景之下，喜温暖湿润气候的亚热带植物由南向北迁移的可能性就非常小了。总而言之，现存于子午岭林区的所有植物区系成分，都是宝贵的自然遗产，都应很好加以保护，确保其继续完好存在，并使其不断恢复扩大。特别是其中的华中、华南植物区系成分，它们既然能留存至今，表明这里的气候条件它们还是能适应的。对于它们，今后人为因素所能发挥的作用就是倍加珍惜，严加保护，不能由于一时疏忽或不当干预，而导致其减少或消亡。迄今生存于子午岭刘家店林区的华南植物区系成分木姜子，属樟科木姜子属，为落叶小乔木，在我国约有 70 多种，主要分布于北纬 160~340 华南、华中热带和亚热带地区，在子午岭南段的暖温带环境仅发现这样一种，而其数量极其稀少，足见其多么难能可贵。

二、林区野生动、植物多样性保护

根据 20 世纪 80 年代野生动物资源调查，子午岭林区野生脊椎动物已发现的共有 156 种。其中按 1989 年经国务院批准颁布的《国家重点保护野生动物名录》，属于国家Ⅰ级保护的有金钱豹、黑鹳、金雕、大鸨，属国家Ⅱ级保护的有豺、石貂、水獭、小灵猫、秃鹫、苍鹰、雕鸮、普通鵟、鸢、红角鸮等。根据子午岭林区树种资源调查，已发现木本植物共有 171 种，分属于 43 科 79 属。其中，有属于国家Ⅲ级保护的野生紫斑牡丹。紫斑牡丹是中国最大的两个牡丹品种的原始种群之一，是西北牡丹种群的重要原始种，是中国特有濒危物种。子午岭林区丰富多样的野生动、植物，是黄土高原生物多样性的重要组



成部分。自 2000 年以来,随着天然林保护工程的实施和自然保护区的建立,使林区野生动、植物生存环境得到了根本改善。这一良好局面的形成,具有重要现实意义和历史意义,今后应更好巩固和发展下去。

三、林区湿地生态保护

森林是陆地生态系统的主体,在陆地上大面积森林分布的林区是一个独特的地理区域,在这一广阔的地理区域,一般天然降水比非林区要多,其涵养水源的作用发挥显著。水是生命之源,更是生命之本,所以在大面积天然林区之内有湿地形成的自然条件。子午岭林区是黄河中游地区一片重要的水源涵养林区,子午岭森林最重要的生态功能就是水源涵养。子午岭林区湿地的形成,就是森林水源涵养的功能体现。按中国湿地分类系统,子午岭林区湿地可分为河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地和人工湿地 4 种类型,其中以河流湿地最具规模。大气降水为林区河流提供了水源,子午岭林区的天然湿地和人工湿地都以河流为基线,分布于沟谷的一定部位。

(一) 河流湿地

河流湿地是流动的水体。子午岭林区河流众多,大的河川在华池县境内有葫芦河流域的二将川、荔园堡川、大风川、小凤川、豹子川,马莲河流域的城壕川;在合水县境内有葫芦河流域的平定川、苗村川、郭家川、曹家寺川、烟景川、夏家沟、瓦川,马莲河流域的县川河、瓦岗川、固城川;在宁县境内有马莲河流域的湘乐川、平道川、九龙川;在正宁县境内有泾河支流四郎河、支当河、嘉峪河、天宁沟、关家川等。这些河流都发源于子午岭林区,分属于泾河、洛河两大水系。

（二）湖泊湿地

子午岭林区湖泊湿地不甚发育，现今可见的仅有合水县老城镇北川沟内的“北川湫”和正宁县刘家店林区西牛庄的“西牛湖”。这一“湫”—“湖”形成的年代无从查考，但两者共同的成因，都是由陡峭沟壁剧烈崩塌，堰塞于谷底，形成坝体而积水成湖（湫）。由于“北川湫”和“西牛湖”皆位于林区之内，森林对其上游径流发挥着调节平衡作用，使得湖、湫的水面虽然在不同季节有所涨落，但从未出现过干涸或漫过坝面外泄情形。

（三）沼泽湿地

有草本沼泽和灌丛沼泽两类。这两类湿地都比较零散，面积不大。草本沼泽多分布在各大沟道的支、毛沟中，尤其是在沟谷上游出水口附近。支、毛沟的谷底虽不甚宽阔，但比较平缓，地表浸水面在雨季时比较充盈，在旱季时比较低浅，喜湿生境的草本植物密布其上，以禾本科、莎草科、蔷薇科类占优势，主要种类有芦苇、晚生莎草、苔草、黑三棱、荆三棱、沼泽兰、白菖蒲、泽泻、水蓼等。灌丛沼泽多分布于沟谷底部长年积水的低浅洼地和沟槽之中，其水体之下皆有较厚砂土淤积，因受其所在地区地形影响，湿地积水区形似池塘，水层较浅；沟槽积水区呈条带状，沟槽边缘多为岩石层。两类积水区有大有小，小的仅约数十平方米，大的可达数百平方米，积水区深度随不同季节有所变化，但总体保持相对稳定。这两类湿地在林区许多沟谷都有分布。沼地之中和沼地边缘多密生灌丛，见之最多的为筐柳、杞柳，其次为乌柳、黄龙柳、北京丁香、紫丁香、冻绿、旋钩子、金银忍冬、多花栒子等。



（四）河漫滩

这是林区湿地中一特殊类型，常见的多分布在宽阔沟谷的底部，其成因与“子午岭是一黄土覆盖的基岩山地”这一地质地貌特征有直接关系。黄土层结构疏松，垂直节理，湿陷性强，受雨水冲刷下切形成“V”形沟谷，雨水继续侵蚀，沟侧泥土下泻，逐渐淤积拓宽，变成“U”形沟谷；沟谷的基底是巨厚的岩层，因湖相沉积的地质原因，岩层多呈水平或微斜状分布，岩层可阻隔水分下渗。沟谷的溪流携带着上游和两岸的泥土，在宽阔的谷底层层淤积，逐渐形成滩面。溪流在滩面流通不畅，时而形成乱流，使得滩面越变越宽。加之沟谷的源头和沟侧的岩层出水补充，使滩面的土壤高度潮湿。河漫滩是草本植物群居之地，种类繁多，分布密集，连接成大片草丛、草甸。这种状态的河漫滩，在雨季时成为有浅层积水的沼泽地，在旱季时成为湿软的绿草地。因此，可以认为，子午岭林区的河漫滩是一种具有季节性特征的草本沼泽。



图 6-5 华池山庄林场白沟内的河漫滩

（五）人工湿地

子午岭现有人工湿地主要有水库、水坝、水稻田和养鱼池。

第一，水库。共有 8 座，其中小 I 型 5 座，小 II 型 3 座，其主要用作蓄水防洪、农田灌溉并兼作养鱼。都是 20 世纪 50—70 年代由地、县水利部门主持修建的，规模大小不等。其中总库容量最大的为正宁县西坡乡的庵里水库，623.6 万 m^3 ；其次为宁县盘克乡的白吉坡水库，总库容量 440 万 m^3 ；合水县蒿嘴铺乡王家河水库，总库容量 43 万 m^3 ，位居最末。

第二，水坝。共有 20 余座，规模大小不等，大多数是 20 世纪 50 年代后期至 70 年代中期，先后由子午岭农垦局、子午岭林业局和西北林业建设兵团第二师下属第二、第四团主持修建的，主要用作蓄水防洪，为苗圃建设和农田灌溉提供用水，其中较具规模的有合水大山门林场麻益水坝、华池林镇林场算账沟水坝、宁县罗山府林场介家川水坝等。

第三，水稻田。子午岭林区水稻田的开发利用已有 500 多年历史。据考古发现，早在明朝时期合水县太白乡一带就已有引水灌溉、种植水稻的遗迹。在 20 世纪 40 年代陕甘宁边区时期，合水县太白乡一带军民在葫芦河沿岸修建稻田 260 多亩，抗大七分校在华池县大风川修建稻田 120 亩。80 年代以来，林区乡村加大了河谷稻田修建规模，其中以合水县太白乡苗村川稻田分布最为集中，面积最大。

第四，养鱼池。大多是 80 年代以来林区国营林场实行改革开放，搞活经济，开展多种经营活动中，利用河谷天然水源，因地制宜，陆续修建的。池面一般比较规整，规模适中，便于管理。



子午岭林区湿地是鸟类和各种野生动植物的生存繁衍之地，是子午岭森林生态系统的重要组成部分，在维系自然生态平衡中发挥着巨大作用。林区的各类湿地虽然很早就受到开发利用，但是多年以来对林区湿地的保护管理未能引起足够重视，特别是 1958 年“大跃进”运动中“大战子午岭，开发万宝山”和 1959 年调集上万人在于午岭大办国营农、牧场，将许多沟谷的天然湿地、灌丛沼泽和河漫滩改造为农田，而且在此期间，一些“争上游”“放卫星”仓促上马修建的池塘、水坝，因施工粗放，质量低劣，发生渗漏，很快垮塌。直到 80 年代以来，随着《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国野生动物保护法》等一系列法规、政策的贯彻执行，地、县各级、林业系统和林区乡村开始重视并逐步加强了子午岭森林生态和生物多样性保护工作，而对林区湿地的保护管理仍然显得比较薄弱。有资料显示，子午岭林区有各类湿地约 1 万公顷，但这只是个粗略估计。为了摸清其真实底细，应尽快组织力量对林区湿地资源进行一次全面调查，并建立相应管理档案。在此基础上，还应研究制定出完善的湿地保护管理制度，以及可操作的具体措施。

第二节 加强辽东栎、白桦等天然森林 建群树种保护培育

辽东栎和白桦都是子午岭天然林主要建群树种，也是华北植物区系成分代表性物种。栎属和桦属的起源都非常古老，自地质年代第三纪以来就一直是华北地区和黄土高原稳定的地带

性植物群落。有研究者(周浙昆, 1993)指出:“栎属起源的时间不早于白垩纪, 亦不晚于始新世, 最可靠的起源时间是古新世最早期。中国可靠的栎类大化石见于抚顺始新世。”^[3] 由于“在新第三纪时, 在我国东部出现东北—华北温带—暖温带落叶阔叶林和森林草原”, 该区域“包括东北和华北的大致秦岭以北的我国广大北部地区”, 植被组成中“含有大量的桦、榆、朴、鹅耳枥、栎、胡桃”^[1]。进入第四纪后, 由于冰期和间冰期的反复更迭引起的气候波动, 致使植被分布界线在原有基础上发生了变化。“陕北、陇东地区在早更新世时, 那里的森林植被还是森林草原—森林和草原的过渡地带, 森林中有松、栎、桦、鹅耳枥、水青冈、榆、槭等, 到中更新世, 草原比较发达, 但有一些由云杉、松、栎、榆、漆组成的针叶林和落叶阔叶林, ……到了晚更新世, 山区除少数桦林外, 平原地区几全为干草原所占据”^[4]。全新世早期时, “华北地区和陕甘黄土区森林植被以栎属为主, 兼以松属, 并有榆、椴、桦、槭、柿、鹅耳枥、朴、核桃、柳、榛等属多种乔灌木混交”^[1]。全新世中期时, 全球气候回暖, 中国全境均较现今温暖湿润, “黄土高原中部与北部, 即陕北、陇东、晋中丘陵沟壑区与高原沟壑区, 为暖温带落叶阔叶林, 木本成分以松、栎为主, 同时含有少量的黄连、栗等亚热带种属”^[5]; 甘肃中东部地区的森林中, “多为云杉、冷杉、落叶松、圆柏、油松等树种, 阔叶树种有桦、栎、榆、榛、连香树等”^[6]。据上所述, 自地质年代第三纪以来直至现在, 栎、桦两类一直是华北地区、黄土高原和子午岭林区森林建群的主要树种。

子午岭林区辽东栎分布非常广泛, 为林区第一位优势群



落。辽东栎材质坚硬，耐腐力强，不仅是优良用材树种，而且是上等薪炭材料。白桦在子午岭南部分布较多，向北逐渐减少，其建群规模仅次于山杨，居第三位。白桦结实量大且频繁，根蘖力强，在森林次生演替过程常为重要先锋树种，也是子午岭林区重要用材树种。

子午岭天然林自秦汉以来直至明清时期，因反复遭受严重破坏而变为破碎残败的次生林。在历史上，人类对森林资源的开发利用，总是表现得盲目混乱，但对林木种类及其材质的选择却是非常具体而明确的。人们对林木的砍伐利用，总是择优而取，良木多伐，甚至力尽其蓄。辽东栎和白桦材质优良，是砍伐的主要对象，遭受的破坏就更为严重。远的不说，单就1958年“大跃进”运动中，平凉专署（当时庆阳、平凉两专署合并为平凉专署）曾调集8万多农民进子午岭林区，为“大炼钢铁”，伐木烧炭，连续“大战”3个多月，辽东栎作为优质薪炭材料，更是难逃斧锯之灾。

从20世纪50年代起直到90年代末，子午岭国营林场在森林经营管理和林业生产建设中，一直秉持着“大力营造人工林，全面改造天然林”的主导思想，认为天然次生林破碎残败，劣质低产，无培育前途，必须全面进行改造更新，代之以林相整齐，优质高产的人工用材林。在具体实践中，特别注重于天然油松林的保护和人工油松林的营造，而对于辽东栎和白桦这两类天然林主要建群树种的恢复发展一直未给予应有重视，不仅从未进行过采种育苗和人工造林，反而将它们一并视为“杂木”作为次生林改造淘汰对象。在其改造采伐迹地，不仅没有注意恢复其原有天然树种，而是在清理次改迹地及造林整地过

程中，将一些辽东栎、白桦实生幼苗、幼树，也都认为无培育前途，连同杂草、灌丛一并砍除。这一状况的形成，究其原因，是深受当时当地林业政策导向和传统森林经营理念所致。政策要求是：“陇东地区缺林少材，子午岭是主要用材林基地，必须尽多尽快为国家建设提供用材。”在森林经营理念方面，鉴于国际国内都把木材培育和生产作为林业的主体职能，由之形成了以木材培育为主导的传统林学思想及森林经营理念，这一森林经营理念，对少林地区木材培育的期望值更大更高。

从森林生态学观点看，天然林的形成发展，历史悠久，树种繁多，结构复杂，生态功能稳定强大，而人工林为追求速生成材，一般树种单一，结构简单，生态功能脆弱。子午岭现存天然次生林破碎残败，是历史时期遭受严重破坏所造成的，其实在地质年代和人类历史早期，子午岭森林的原始本底是非常完整和繁茂的。虽然现存天然次生林破碎残败，林相很差，但是林相差，并不等于种质差。子午岭森林从极其远古的地质年代形成以来，经过第三纪 6000 多万年发展演化，第四纪更新世严酷环境，全新世一万多年来气候变迁，以及几千年人类反复开发利用，却总能伤而不绝，毁而复生，不断发展繁衍至今，已经充分证明其种质基因是优良的，生命力是极强的。从森林生态演替观点看，辽东栎是我国暖温带落叶阔叶林区域华北植物区系最具代表性的地带性物种，在自然演替过程中能形成长久稳定的森林顶极群落，而同为华北区系成分的地带性物种油松，由于其生态、生物学特性，在自然演替过程只能形成亚顶极群落，其稳定性不及辽东栎自然演替顶极群落。从现代林业思想及可持续发展观点看，过去多年在子午岭森林经营管理中，



一味追求将天然林改造为人工林的主导思想和具体做法，其实是一种严重偏差。

在子午岭已全面实施天然林保护工程和建立森林生态自然保护区的新形势下，森林的经营理念就不再是以木材培育为宗旨，而是在可持续发展理念主导之下，将森林生态的全面保护和系统恢复作为主要奋斗目标。所以，要再造子午岭森林顶级群落，必须重视并加强对辽东栎林和白桦林的恢复发展，特别是应将辽东栎林的恢复发展列为优先选项之首。可喜的是，近几年来，在子午岭森林管理和建设队伍中，已有好几名身处第一线的林业科技人员，积极主动地开展了辽东栎实生苗培育及造林技术试验研究，且均已取得好的研究成果，其中有子午岭森林管理局宁县分局蔡寅夏的《辽东栎播种育苗技术》，该分局下属罗山府林场王宏伟的《辽东栎育苗造林技术研究》；子午岭森林管理局华池分局山庄林场杨平的《子午岭林区乡土树种辽东栎育苗造林技术分析》等。这几人的研究开了个好头，相信在他们的带动之下，会有更多的科技人员参与到这项研究中来。若他们的研究成果在造林实践中应用推广，必会给子午岭辽东栎林的恢复发展带来新的巨大转机。

第三节 继续大力开展人工造林和封山育林

一、继续大力开展人工造林

子午岭林区的人工造林从 20 世纪 50 至 60 年代的小面积试栽，逐步转向 70—80 年代以来的大面积发展。造林树种选择最初以山杏、刺槐、小叶杨等阔叶树为主，后来转向以油松

和华北落叶松等针叶树为主。至 2000 年，油松和华北落叶松人工林保存面积已达到 82530 多公顷。油松是子午岭固有乡土树种，用其造林生态环境完全适应。华北落叶松虽是一种外引树种，但在子午岭人工造林也很成功，据观察，林区南部刘家店林区和中部拓儿原林区，25 年生以上华北落叶松林相都非常整齐，长势茂盛，从而证明，这个树种对子午岭的地貌、气候、土壤、海拔等自然条件是完全能适应的。

油松为中国特有树种，是松属的一个重要分支，起源非常古老。有研究文献说，松属起源的古老性可以追溯到侏罗纪，甚至三叠纪。在“康滇古陆晚三叠纪地层发现了最早的松属化石”，因而“康滇古陆是松属的起源地，起源的时间为三叠纪”^[7]。自那时以来，油松即已成为华北地区和黄土高原稳定的地带性森林建群树种。全新世中期时，陇东、陕北森林植被是以松、栎为主的自然演替顶极群落。子午岭虽是我国油松自然分布的核心区之一，但因在历史时期不断遭受严重破坏而愈趋减少。明代中叶时，子午岭林区“松木槎枿”（《大明一统志》），油松分布仍较具规模。在 20 世纪 40 年代初，陕甘宁边区森林考察团在《考察报告》中称：他们曾南渡洛河进入甘肃合水县太白乡境内，在八卦寺西侧松林沟和瓦川沟东部山梁大麦洞一带，都发现有天然油松林分布。到 50 年代后期时，子午岭林区成片分布的天然油松，仅见于正宁县境内的中湾林区，总面积 187 公顷。

自 1998 年天然林保护工程启动后，子午岭林区已全面停止森林采伐；2005 年子午岭省级自然保护区划定后，森林生态的恢复发展已进入一个全新阶段。在“天保”工程全面实施



和自然保护区建设新形势下，子午岭林区还要不要继续进行人工造林？笔者认为：天然林停伐不等于人工林停造，自然保护并不排除人工促进森林生态发展建设，所以在今后一个时期，人工造林仍应继续坚持进行。据 1996 年和 2010 年子午岭森林资源调查数据，截至 2010 年，在子午岭林区总面积 271.17 万公顷中，有林地面积 31.06 万公顷，疏林地面积 1.85 万公顷，灌木林地 2.10 万公顷，未成林造林地 0.73 万公顷，宜林地 8.6 万公顷，林地绿化率 67.85%，森林覆盖率 63.54%。从现有林地绿化率、森林覆盖率和宜林地面积这 3 个数据看，都还有较大提升发展空间。要进一步扩大森林覆盖，就还应继续进行人工造林。

按照《中国自然保护纲要》和相关政策规定，对自然保护区核心区必须进行绝对保护，严禁采伐、狩猎，不得开展旅游活动，尽量不受人干扰，只可作为生态系统基本规律观察研究和作为对照环境监测场所，一个具有科学意义上的核心区必须保持它的天然性。对缓冲区可允许进行某些生物资源保护性方面的科学研究、标本采集和教学活动，一般不开展旅游活动；缓冲区的生物生态景观必须与核心区保持一致。实验区可进行植物引种栽培和动物驯养，主要用于发展本地特有生物资源，可根据实际需要建立人工生态系统，还可经营部分有经济收益的林农业生产。按照子午岭自然保护区区划面积，核心区 6.52 万公顷，缓冲区 4.69 万公顷，实验区 13.01 万公顷；根据子午岭“天保工程”实施方案及森林分类经营区划面积，重点生态保护区 11.04 万公顷，一般生态保护区 1.32 万公顷，商品林经营区 0.61 万公顷。今后子午岭林区人工造林应注意选择在自

然保护区实验区、森林经营分类一般生态保护区和商品林经营区进行，朝着森林生态系统恢复、人工促进天然更新，以形成长久稳定的森林顶极群落的方向发展。

对造林树种选择，可分为 3 种类型：

①林区固有天然森林建群种辽东栎、白桦、油松、侧柏、小叶杨等，这些都是自地史时期以来华北地区和黄土高原生存至今的地带性物种，只有更多地保护发展好本地原有物种，才能更好更完整地保留子午岭森林的天然性。

②引进栽培的华北落叶松、华山松和云杉等针叶树种。华北落叶松和华山松树高均可达 20m 以上，树体高大，干形通直，都是优良用材树种，人工造林应继续进行。同时，应重视并加大云杉引种造林规模。云杉在我国有 20 多种，自然分布于东北、华北、西北、西南等各省区山地，在子午岭林区刘家店、九岘、桂花原等林场有引种栽培，长势良好。对云杉各品种自然分布地区及生态特性进行比较，以白杆和五台云杉较适宜于子午岭自然条件。白杆为我国特有树种，树高可达 20m 左右，自然分布于山西、河北、内蒙古等省（区），海拔 1600~2700m 山地，喜温凉湿润气候，适于灰棕色森林土壤；五台云杉自然分布于山西太行山、五台山区，耐寒，耐荫、喜湿，易形成群落。云杉大都树体高大，干形端直，寿命很长，在自然演替过程能形成稳定顶极群落。著名林学家王战教授在《试论森林的长寿性—兼论森林资源的永续利用》一文中讲：“森林长寿性并不是缺点，而是难得的优点……由百余年、数百年甚至上千年的长寿树木为主，所构成的森林，是多世代、多层次、多种类的复杂生态系统……这样的生态系统结构复杂，功能完全，生物



产量高,物质循环与能量流动迅速,抗扰自卫能力强,繁殖兴旺,长久不衰。”^[8]若要使子午岭森林的发展演替形成长久稳定的顶极群落,必须大面积营造以云杉为主的长寿树种。子午岭北段自然条件相对较差,针叶树造林除油松外,还应加大侧柏和樟子松造林。侧柏是子午岭乡土树种,对环境适应性不存在问题。樟子松是欧洲赤松在俄罗斯远东地区的地理变种,蒙古国和我国黑龙江、大兴安岭等地都有分布。该树种耐寒、耐旱,对土壤条件要求不严,陕北榆林地区已成功将其作为防风固沙主栽树种。子午岭林区刘家店林场于1980年代已引种栽培,生长良好。子午岭北部的南梁、山庄林场,在荒山和林缘地带可将油松、樟子松一并作为造林树种。

③刺槐和速生杨造林。从20世纪60年代以来,子午岭国营林场为了尽快扩大森林覆盖,一直用刺槐作造林树种。刺槐对地理、气候环境适应性强,易成活,生长快,荒山荒沟绿化效果好,但其缺点是寿命短,在自然演替过程有被林区固有乡土树种更替趋势。今后仍可将其作为林缘荒山绿化树种,适度发展。速生杨品系繁多,20世纪80年代子午岭林区实行“改农还林”,将原有国营农场改为国营林场后,曾利用农场弃耕川台地大面积营造杨树速生丰产林,成林成材后相继采伐利用或市场销售,获得一定经济收益。今后仍应选择水分条件好,便于管理地段作为商品林集约栽培。



图 6-6 桂花原林场引种的云杉

二、因地制宜，科学规划，稳步推进封山育林

封山育林是利用森林自然演替规律恢复森林的一种重要措施。封山育林的生态学机理是植物群落在适宜的生境中都会趋向进展演替，封山后，在次生裸地或由残留的植物繁殖体（如具萌蘖能力的根茎）重新萌发，或由附近林木天然下种飞落该地，都会形成新一代植物群落。在新的植物群落形成过程中，由初期的乔、灌、草混合生长，最后演变到由乔木群落占据优势。

子午岭林区的许多沟谷和坡面，由于原有森林遭到破坏而退化为次生裸地。但是，这些地区的森林气候和土壤条件并未发生根本改变，还有着林木天然下种和萌蘖繁衍的生存条件，一经采取封育封禁措施，仍能较快恢复成林。从 20 世纪 50 年代中期子午岭森林经营所成立后，即已开始进行封山育林工作，当时省上和庆阳专署每年都会下达一定封山育林专项资金和任务指标。1959 年子午岭大办国营农牧场期间，到处开荒放牧，



封山育林受严重干扰，60 至 70 年代，封山育林基本停止。从 1982 年起，省、地重新将子午岭封山育林列入年度林业生产计划，并安排一定专项资金，每年下达任务指标 6670 公顷（约合 10 万亩）左右。

子午岭国营林场开展封山育林，一般按照“先近后远，先易后难”的步骤进行。事先进行勘测设计，划定边界，明确四至，根据封育区的地情、林况及周围乡村放牧、采樵需求情况，分别采取全封（封禁）或半封方式。对已经确定的封山育林区，在山头、梁脊、沟口、路口设立标牌，结合挖壕、设栏等方式加以保护。在具体实施中，贯彻“以封为主，封育结合”的原则，首先将有条件自然恢复成林的沟谷、坡面封护起来，适时发布封禁告示，订立乡规民约，建立林场、乡村封护承包责任制。在封育初见成效的地段，根据其自然恢复状况加以人工培育措施，对密集、丛生的幼苗、幼树进行间苗、疏伐，芟除抑制乔木幼树生长的杂草、灌木；对缺苗地段进行补种、补栽，使之达到合理密度。林区北部的林镇、南梁、城壕林场，将封山育林地点选在林地边缘及有希望自然恢复成林的沟谷，实行全面封育，坚持数年，封育区内已形成幼林 540 多公顷，生长茂盛，1985 年调查，每公顷乔木数达 4320 余株，平均覆盖度 84%，裸露地又演变为有林地。林区中南部的太白、拓儿原、盘克、九岘、西坡、中湾、刘家店等林场，封山封沟后天然幼林逐年增多，并绵延成片。截至 1985 年，子午岭林区已划设封山育林区 103 处，面积 33000 多公顷。

在子午岭林区已全面实施天然林保护工程和自然保护区建设新形势下，为使森林生态恢复发展，持续走向进展演替，

封山育林工作还需在已有基础上，因地制宜，科学规划，完善措施，稳步推进，力求取得更大成效。

第四节 子午岭森林恢复发展的环境影响及其自然演替趋势预测

一、环境因素分析

森林的兴衰决定于环境：自然环境、社会环境，子午岭森林的发展演替就是在黄土高原这一特定的地理、气候环境和人文历史环境的自然、人为双重因素影响下进行的。在 5000 年来的人类历史时期，自然因素对森林的影响，是气候变迁的干冷化趋势迫使森林植被由全新世中期亚热带、暖温带类型，向全新世后期以来的暖温带、温带类型演变，使中生性乔木种类退化并减少，旱生性乔、灌木种类增多，林区南北段植被类型差异性增大；人为因素对森林的影响，主要是阶段性、反复性的干扰破坏，造成森林分布面积减少和破碎凌乱、树种组成丰富度和群落结构稳定性降低。时至当今以及未来，子午岭森林的发展演替仍会在自然和人为双重因素影响下进行。然而两相比较，虽然自然环境中气候有一定干旱化趋势，对森林发展有不利影响，而当今对森林生态保护发展的社会环境却已发生了历史性的重大转变，随着子午岭天然林保护工程的全面实施、森林生态自然保护区的划定和建设，森林经营管理的指导思想已完全从过去的木材培育为主，转向以森林生态体系保护为主，从而为子午岭森林的恢复发展创造了新的良好局面。

影响当今和未来展望森林恢复发展的自然环境概况：



①地理环境：子午岭位于中纬度地带（北纬 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ），黄土高原中部，海拔一般在 1200~1600m 之间，为黄土覆盖的基岩山地，丘陵沟壑地貌，土层深厚，地带性土壤为碳酸盐褐色土。

②水文状况：分水岭西侧属泾河水系，有柔远川、城壕川、固城川、湘乐川等 9 条支流，由东向西注入泾河东源马莲河干流；岭的东侧属洛河水系，有葫芦河干流及其 7 条支流二将川、荔园堡川、豹子川、大风川、平定川、太百川、瓦川等贯穿林区，径流量常年保持稳定。

③气候环境：按中国季风气候分区，黄土高原属于温带气候区，由于子午岭位处黄土高原中部，是东亚季风可及地区；按黄土高原气候分区，子午岭中南段属于半湿润气候区，北段属于半干旱气候区。林区年平均气温 $7.40^{\circ}\text{C}\sim 8.05^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温 36.70°C ，极端最低气温 -27.70°C ；年无霜期 110~150 天，100C 持续日数 155~160 天；平均年降水量 500~620mm，空气相对湿度 63%~68%（林区中段合水太白气象站资料）。林区气候条件南部优于北部。植被带位置，中国科学院黄土高原综合科学考察队将黄土高原植被带由南向北划分为森林地带、森林草原地带、典型草原地带和荒漠草原地带。子午岭林区依其在黄土高原所处位置，纵跨森林地带和森林草原地带，林区南段属森林地带，林区中段和北段属于森林草原地带。

二、森林群落自然演替趋势预测

森林群落在其适宜的自然条件和不受人为强烈干扰的社会环境下，以其固有的生存潜能总能不断发展向上。子午岭由

多区系植物成分构成的天然森林群落，是经过几千万年冷暖干湿气候变迁之环境考验而生存下来的，各植物区系成分都是固有地带性森林物种，其生存发展的历史进程已充分证明，现存森林物种都是有很强自然环境适应性，有强劲生命力和繁殖力的。虽然近百年来黄土高原和西北地区东部气候有持续干旱化趋势，但是从现有黄土高原气候分区看，子午岭林区大部分地段仍处于暖温带半湿润气候区。在这种自然环境大背景下，现有森林植被都能正常生长繁衍，特别是在已经全面严格实施天然林保护工程和森林生态自然保护区建设良好局面之下，林区所有森林物种及整个森林生态系统，都会得到恢复发展而不断走向进展演替。可以预期，子午岭森林在不断发展向上的自然演替过程，最终一定会形成长久稳定的地带性森林顶极群落。

参考文献

- [1] 中国植被编辑委员会.中国植被[M].科学出版社,1980.
- [2] 朱华.东亚暖温带落叶阔叶林的起源[J].植物研究,1997, 17(4).
- [3] 周浙昆.栎属的历史地理学研究[J].植物分类与资源学报, 1993(1).
- [4] 王永焱,薛祥昀,何汝昌,等.陇东陕北黄土区第四纪地层的划分地质学报,196646(1).
- [5] 朱士光.全新世中期中国天然植被分布概况[M].中国历史地理理论丛,1988(1).



- [6] 甘肃省林业志编辑委员会.甘肃省志第二十卷林业志[M].甘肃人民出版社,1999.
- [7] 陆素娟,李乡旺.松属的起源演化与发展[J].西北林学院学报, 1999(3):1-5.
- [8] 王战.王战文选(第一部分)研究报告[M].科学出版社,2011.

附录：植物名录索引

（依书中出现先后为序）

中文名	拉丁文学名
绿藻纲	Chlorophyce
轮藻纲	Charales
裸蕨纲	Psilopsida
石松纲	Lycopsida
楔叶纲	Sphenopsida
真蕨纲	Pteropsida
种子蕨纲	Pteridospermae
苏铁纲	Cycadopsida
银杏纲	Gingopsida
松柏纲	Conferopsida
鳞木	Lepidodendron
封印木	Sigillaria
古芦木	Archaeolamites sp.
新芦木	Neocamites
中皮相	Aspidiaria sp.
脐根座	Stigmaris sp.
芦木	Calamites sp.
带科达	Cordaitea sp.
栉羊齿	Pecopteris sp.
石松	Lycopodium clavatum
猫眼鳞木	Lepidodendron Oculus-felis (Abbado)
中国瓣轮叶	Lobatannularia sinensis
滨口丁氏蕨	Tingia hamaguchii
三角织羊齿	Emplectopteris triangularis
太原带羊齿	Taeniopteris Taiyuanensis
新常富带羊齿	Ta. nystroemii



中文名	拉丁文学名
狭带羊齿	Ta. Angustifolia Stockmans et.Mathieu
脉纹带羊齿	Ta. cf. densissima
那琳带羊齿	Ta. cf. noeinii
栉脉蕨	Gladophlebis sp.
乌毛蕨	Prodophlebis sp.
掌蕨	Chiropteri sp.
美羊齿	Callipteris sp.
侧羽叶	Pterophyllum sp.
拜拉	Baiera sp.
最小拜拉	B. minima Yabe
纤细拜拉	B. gracilis (Bean Ms)
锥叶蕨	Coniopteris sp.
单纹科达	Cordaitea borssifolia (Sternberg)
欣克科达	C. schenkii Helle
维特利科达	C. vrtteri stokm. et. Math
肋木	Pleuromeia sp.
贝尔瑙蕨	Bernoullia sp.
蔡氏贝尔瑙蕨	Bernoullia zeilleri
宜君枝脉蕨	Cladophlebis ichunensis
拉契斯基枝脉蕨	Cl. raciborsia
副裂叶枝脉蕨	Cl. paralobifolia
纤细枝脉蕨	Cl. gracilis
葛利普枝脉蕨	Cl. cf. grabauiana
多实拟枝脉蕨	Cl. danaeopsis fecunda
石籽	Carpotithus sp.
似木贼	Equisetites sp.
莎兰似木贼	Eq. sarrani
蟹形新芦木	Neocalamites carcinoides
皱纹新芦木	Ne. rugosus

中文名	拉丁文学名
梯兹侧羽叶	<i>Pteropgyllum</i>
坚强丁菲羊齿	<i>Thinnfeldia</i> cf. <i>rigida</i>
蕉羽叶	<i>Nilssonia</i> sp.
楔羊齿	<i>Sphenopteris</i> sp.
芦木孢	<i>Calamospora</i>
光面单缝孢	<i>Lacuigatosporites</i>
光面三缝孢	<i>Leiotriletes</i>
环纹孢	<i>Annulispora</i>
阿拉曲孢	<i>Aratrisprites</i>
单沟粉属	<i>Marattisporites</i>
紫萁粉属	<i>Osmundocidies</i>
绮丽锥叶蕨	<i>Coniopteris spectabilis</i>
膜蕨型锥叶蕨	<i>Co. hymenophylloides</i>
布列亚锥叶蕨	<i>Co. burejensis</i>
卡勒莱新芦木	<i>Neocalamites</i> cf. <i>carrerei</i>
苏铁	<i>Cycas revoluta</i>
渐尖蕉羽叶	<i>Nilssonia</i> cf. <i>acuminate</i> prest
葛伯特尔羽叶	<i>Otozamites</i> cf. <i>goeppertianus</i>
萆羽叶	<i>Ctenis</i> sp.
似银杏	<i>Ginkgoites</i> sp.
具边似银杏	<i>Gi. Margindtus</i> (<i>Nathorst</i>)
东方似银杏	<i>Gi. orietatis</i>
西伯利亚似银杏	<i>Gi. Sibiricus</i> (<i>leer</i>) <i>seward</i>
楔拜拉	<i>Sphenobaiera</i> sp.
茨康叶	<i>Czekanowskia</i> sp.
坚直茨康叶	<i>C. rigida</i> Heer
刚毛茨康叶	<i>C. setacea</i> Heer
拟刺葵	<i>Phoenicopsis</i> sp.
清晰狭轴穗	<i>Stenorachs lepida</i> (<i>Heer</i>)



中文名	拉丁文学名
松型叶	Pityophyllum sp.
长叶松型叶	Pi. Longofolim (Nathorst)
史塔拉希松型叶	Pi.staratschini (Heer)
拟桫欏孢	Cyathidites
布契查米羽叶	Zamiophyllum buchanum
拟节柏	Frentopsis sp.
短叶杉	Brachyphyllum sp.
落羽杉	Taxodium distichum
松科	Pinaceae
柏科	Cupressaceae
杉科	Taxodiaceae
木兰科	Magnoliaceae
樟科	Lauraceae
杨梅科	Myricaceae
榆科	Ulmaceae
水松	Glyptostrobus
水杉	Metasequoia glyptostroboides
红杉	Larix potaninii
杨柳科	Salicaceae
杨属	Populus linn.
柳属	Salix linn.
桦木科	Betulaceae
槭树科	Aceraceae
椴树科	Tiliaceae
胡桃科	Juglandaceae
忍冬科	Caprifoliaceae
桑科	Maraceae
构树	Broussonetia papyrifera
朴	Celtis sinensis

第六章 全面保护，系统恢复，再造子午岭森林顶极群落

中文名	拉丁文学名
梣	<i>Alnus cremastogyne</i>
榛	<i>Corylus heterophylla</i>
荚蒾	<i>Viburnum dilatatum</i>
金银花	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.
鹅耳枥	<i>Carpinus turczaninowii</i>
白榆	<i>Ulmus pumila</i>
春榆	<i>Ul. propinqua</i>
青檀	<i>Pteroceltis tatarinowii</i>
云杉属	<i>Picea</i> linn.
青杆	<i>Picea wilsonii</i>
冷杉属	<i>Abies</i> linn.
落叶松属	<i>Larix</i> linn.
华北落叶松	<i>L. principis-rupprechtii</i>
兴安落叶松	<i>L. gmelini</i>
油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>
华山松	<i>Pinus armandii</i>
雪松	<i>Cedrus deodara</i>
白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>
小叶椴	<i>Mandshurica</i>
黄素馨	<i>Jasminum giraldii</i>
连翘	<i>Forsythia suspensa</i>
紫丁香	<i>Syzygium dromatium</i>
柿树	<i>Diospyros kaki</i>
漆树	<i>Rhus verniciflua</i>
盐麸木	<i>R.chinensis</i>
黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>
丝棉木	<i>Evonymus bungeanus</i>
三角枫	<i>Acer buergerianum</i>
山毛榉科	<i>Fagaceae</i>



中文名	拉丁文学名
水青冈	<i>Fagus longipetiolata</i> seem
栗	<i>Castanea mollissima</i>
圆柏	<i>Sabina chinensis</i>
辽东栎	<i>Quercus liaotungensis</i>
山核桃	<i>Carya cathayensis</i>
胡桃	<i>Juglans regia</i>
水苦茛	<i>Veronica undulata</i> Wall.
泽泻	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
紫菀	<i>Aster tatacicus</i> L.f.
荆三棱	<i>Scirpus yagara</i>
香蒲	<i>Typha latifolia</i>
黑三棱	<i>Sparganium stoloniferum</i>
蘆草	<i>Scirpus triqueter</i> (L.) palla
芦苇	<i>Phragmites</i>
筐柳	<i>Salix cheilophila</i> schneid
杞柳	<i>Salix purpurea</i>
北京丁香	<i>Syringa pekinensis</i>
花叶海棠	<i>Malus transitoria</i>
冻绿	<i>Rhamnus utilis</i>
沼泽兰	<i>Eleocharis palustris</i>
旋沟子	<i>Rubus corchorifolius</i>
短柄五加	<i>Acanthopanax brachypus</i>
卫矛	<i>Evonymus alatus</i>
金银忍冬	<i>Lonicera japonica</i>
烂皮袄	<i>Lonicera humilis</i>
黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i>
多花栒子	<i>Cotoneaster multiflorus</i>
甘肃小檗	<i>Berberis kansuensis</i> Schneid
蝙蝠葛	<i>Sophora subprostrata</i>

中文名	拉丁文学名
乌叶蛇葡萄	<i>Ampelopsia aconitifolia</i>
薯蓣	<i>Dioscorea opposita</i> (<i>D.batatas</i>)
马兜铃	<i>Aristolochia debilis</i>
茶条槭	<i>Acer ginnala</i>
山荆子	<i>Malus baccata</i>
杜梨	<i>Pyrus betulacifolia</i>
小叶杨	<i>Populus simonii</i>
旱柳	<i>Salix matsudana</i>
虎榛子	<i>Ostryopsis davidiana</i>
四季青	<i>Ilex chinensis</i> simu
细裂槭	<i>Acer tenolobum</i>
葛萝槭	<i>Acer grosseri</i>
毛茛	<i>Cornus walteri</i>
山杨	<i>Populus davidiana</i>
白桦	<i>Betula platyphylla</i>
铁线莲	<i>Clematis florida</i>
南蛇藤	<i>Celastrus orbiculatus</i>
毛茛	<i>Ranunculus</i>
小檗	<i>Berberis thunbergii</i>
栾	<i>Koeleruteria</i>
文冠果	<i>Xanthoceras</i>
枣	<i>Zizyphus jujuba</i>
酸枣	<i>Zizyphus jujube</i> var. <i>spinosa</i>
山楂	<i>Crataegus pinnatifida</i>
杠柳	<i>Periploca sepium</i>
菝葜	<i>Smilax china</i>
针茅	<i>Stipa capillata</i>
冰草	<i>Agropyron cristatum</i>
野古草	<i>Arundinella hirta</i>



中文名	拉丁文学名
莎草	<i>Cyperus rotundus</i>
苔草	<i>Carex dispalata</i>
北五味子	<i>Schizandra</i>
苦参	<i>Sophora flavescens</i>
茼蒿	<i>Artemisia dracunculus</i> linn.
马牙草	<i>Portulaca oleracea</i> linn.
大油芒	<i>Spodiopogon sibiricus</i>
胡颓子	<i>Elaeagnus pungens</i>
沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>
山葡萄	<i>Vitis amurensis</i>
莠	<i>Setaria viridis</i>
茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i>
羽茅	<i>Achuatherum splendens</i>
白茅	<i>Imperata cylindrical</i> var.
白芨梢	<i>Buddleja alternifolia</i>
白蜡树	<i>Fraxinus chinensis</i>
小叶榕	<i>Fraxinus bungeana</i>
连翘	<i>Forsythia suspensa</i>
齿叶扁核木（变种）	<i>Prinsepia uniflora</i> var. <i>serrata</i>
毛冻绿（变种）	<i>Rhamnus utilis</i> var. <i>hypochrysa</i>
侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>
臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>
山桃	<i>Amygdalus daviana</i>
山杏（变种）	<i>Armeniaca vulgaris</i> var. <i>ansu</i>
胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>
黄菅草	<i>Themeda japonica</i> (willd.)
糙苏	<i>Phlomis umbrosa</i> turcz.
狼牙刺	<i>Sophora viciifolia</i>
杭子梢	<i>Campylotiopsis macrocarpa</i>

中文名	拉丁文学名
土庄绣线菊	<i>Spiraea pubescens</i>
水栒子	<i>Cotoneaster multiflorus</i>
大披针苔	<i>Carex lanceoyala</i> Boott
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i> linn.
柴胡	<i>Bupleurum chinensis</i>
唐松草	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i>
鹅观草	<i>Roegneria kamoji</i>
长芒草	<i>Stipabungeana</i> Trin.
山杨	<i>Populus davidiana</i>
山茱萸	<i>Cornus officinalis</i> (<i>Macorcarpinus</i>)
黄龙柳	<i>Salix liouana</i>
红皮柳	<i>Salix sinopurpurea</i>
沙棘	<i>Sida bretschnideri</i>
花叶海棠	<i>Malus transitoria</i>
酸刺	<i>Hippophae rhamnoides</i> subsp. <i>sinensis</i>
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>
圆叶鼠李	<i>Rhamnus globosa</i>
葱皮忍冬	<i>Lonicera ferdinandii</i>
艾蒿	<i>Artemisia argyi</i>
蕤核	<i>Prinsepia uniflora</i>
苦参	<i>Sophora flavescens</i>
白草	<i>Pennisetum centrasiaticum</i>
远志	<i>Polygala tenuifolia</i>
异叶败酱	<i>Patrinia heterophylla</i> Bunge
马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>
少脉椴	<i>Tilia plicatostata</i>
湖北臭檀	<i>Euodia hupehensis</i>
毛黄栌 (变种)	<i>Cotinus coggygia</i> var. <i>pubescens</i>
青麸杨	<i>Rhus potaninii</i>



中文名	拉丁文学名
青榨槭	<i>Acer davidii</i>
木姜子	<i>Litsea pungens</i>
丝藻	<i>Potamogeton puerillus</i>
轮藻	<i>Chara foecialis</i>
抱茎眼子菜	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
线形眼子菜	<i>Potamogeton pectinatus</i>
阔叶香蒲	<i>Typha latifolia</i>
狭叶香蒲	<i>T. angustifolia</i>
小香蒲	<i>T. davidiana</i>
白昌蒲	<i>Acorus asiaticus</i>
黄檗刺	<i>Berberis dielsiana</i>
甘肃山楂	<i>Crataegus kansuensis</i>
盘叶忍冬	<i>Lonicera tragophylla</i>
桦叶荚蒾	<i>Viburnum betulifolium</i> Batal
陕西荚蒾	<i>Viburnum schensianum</i>
栓齿卫矛	<i>Euonymus phellomanus</i>
羊胡子草	<i>Festuca ovina</i>
狼尾花	<i>Setum alopecuroides</i> Penni
山萝花	<i>Melampyrum roseum</i> Maxim
歪头菜	<i>Vicia unijug</i> A.Br.
细裂叶莲蒿	<i>Artemisia gmelinii</i>
荆条	<i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>
黄背草	<i>Themeda japonica</i> (Willd.) Tanaka
鹿蹄草	<i>Pyrola calliantha</i> H.Andr.
防风	<i>Saposhnikovia divaricata</i>
串地苣荬	<i>Medicago hispida</i>
达乌里胡枝子	<i>lespedeza davurica</i>
野草莓	<i>Fragaria vesca</i> Linn.
灰栒子	<i>Cotoneaster acutifolius</i>

中文名	拉丁文学名
樟子松	<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>
细叶苔草	<i>Carex duriuscula</i> Subsp.
东陵苔草	<i>Carex tangiana</i> Ohwi.
凤毛菊	<i>Saussurea japonica</i> (Thunb.) Dc.
山菀豆	<i>Vicia amoena</i> Fisch
灌木铁线莲	<i>Clematis fruticosa</i>
地榆	<i>Sanguisorba officinalis</i> Linn.
葛藤	<i>Argyrea seguinii</i>
水芹	<i>Oenanthe javanica</i>
三叶木通	<i>Akebia trifoliata</i>
毛樱桃	<i>Cerasus tomentosa</i>
刺五加	<i>Acanthopanax senticosus</i>
花楸	<i>Subus pohnuashanensis</i> (Hance) Hedl.
吴茱萸属	<i>Euodia</i> Forst.
兔儿伞	<i>Syneilesis aconitifolia</i> (Bge.) Maxim.
荻草	<i>Triarrhena saccharifolia</i> (Maxim.) Nakai
龙胆草	<i>Gentiana scabra</i> Bunge.
火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i> (Willd.) Beauv.
马先蒿	<i>Pedicularis davidii</i>
甘肃棘豆	<i>Oxytropis kansuensis</i> Bunge.
柔毛绣线菊	<i>Spiraea pubescens</i>
披针苔	<i>arex lancifolia</i> C.B.clarke
槲寄生	<i>Viscum coloratum</i>
枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> C.B.Clarke
金露梅	<i>Potentilla fruticosa</i> Linn.
短花针茅	<i>Stipa berviflora</i> Griseb.
千金榆	<i>Carpinus cordata</i>
柳叶鼠李	<i>Rhamnus erythroxylon</i>



中文名	拉丁文学名
风铃草	Campanula medium
早熟禾	Poa annua Linn.
针茅	Stipa capillata Linn.
水杨梅	Adina rubella
水蓼	Polygonum hydropiper
旋复花	Inula japonica Thunb.
鄂北堇花	Wikstroemia pampaninii
苦木	Picrasma quassioides