

# 中国特有植物台湾杉的生物学特性及其保护<sup>\*</sup>

胡玉熹 林金星 王献溥

(中国科学院植物研究所,北京,100044)

魏令波<sup>\*</sup>

(中国科学院发育生物学研究所,北京,100080)

**摘要** 本文全面地综述了我国一级国家重点保护植物台湾杉的生物学特性,其中有外部形态特征,内部结构包括苗端、叶片、树皮及木材结构,雌雄配子体与胚胎发育,花粉和染色体。此外还有台湾杉的组织培养、地理分布、生态学与群落学特性等。最后,本文作者还初步分析了台湾杉的濒危原因,并提出了具体保护措施。

**关键词** 台湾杉,生物学特性,濒危原因,保护措施

**The Biology and conservation of *Taiwania cryptomerioides*/Hu Yushi, Lin Jinxing, Wang Xianpu, Wei linbo<sup>\*</sup> //CHINESEBIODIVERSITY. — 1995 3(4):**

The paper summarizes the earlier works on the biological features of *Taiwania cryptomerioides* including exomorphology, internal structure of shoot apex, leaf, bark, wood, pollen and chromosome, development of reproductive organ. Moreover, literature on tissue culture, geological distribution, the causes for making the plants to the threaten state have been analysed and effective measures of conservation have been put forward as well.

**Author's Address** Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100044

<sup>\*</sup> Institute of Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080

**Key words** *Taiwania cryptomerioides*, biological features, endangered reasons, conservation measures

1906年,日本植物分类学家 Hayata 将采自台湾省的台湾杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata)作为模式种,建立了台湾杉属<sup>[1]</sup>。Gaussen(1939)又以采自云南省的模式标本发表了台湾杉属的另一种——秃杉(*T. flousiana* Gaussen)。在《中国植物志》(第七卷)中,郑万钧等(1978)依据球果枝上叶的形态以及球果种鳞的数量特征,在台湾杉属下包括二个种:即秃杉和台湾杉<sup>[2]</sup>。但近年来,多数学者均主张将上述二个种合并,如 Liu 和 Su(1983)比较研究了我国大陆和台湾的标本以后认为,上述二个种的区别性状均在台湾杉一种的变异范围之内<sup>[3]</sup>。于永福(1994)经过进一步的研究也发现,秃杉的鉴别性状均为数量性质的,并且极不稳定,因而支持将台湾杉属的二种归并的观点<sup>[4]</sup>。鉴于上述原因,本文在引用以往有关秃杉的文献资料时,为便于统一起见,均将秃杉更名为台湾杉。

台湾杉在冰期以后残存我国,为古老的孑遗植物,现被列为我国一级国家重点保护植物<sup>[5]</sup>。由于台湾杉植株生长迅速,材质优良,因此是一种重要的速生造林树种。对于本种生物学特性及其保护的研究,具有重要的理论和实践意义。

## 1 台湾杉的生物学特性

### 1.1 外部形态

台湾杉为高大的常绿乔木,高达 40m,胸径可达 2m 以上,树干通直,大枝平展,树冠圆锥形。幼树和萌发枝的叶较长,排列较疏,钻形,两侧扁平,直伸或稍向内侧弯曲,先端锐尖。大树的叶排列紧密,鳞状钻形。背脊直或上端微弯,先端锐尖,四面有气孔线。雌雄同株,雄球花 2~7 个簇生于小枝顶端,雄蕊螺旋状排列。雌球花单生于小枝顶端,直立。苞鳞与珠鳞完全愈合,珠鳞螺旋状排列。其腹面基部着生 2 枚胚珠。球果短圆柱形或长椭圆形,当年成熟,熟时褐色。种鳞革质,扁平,宽倒三角形,边缘薄,先端中央有突起的尖头。鳞背露出部分有气孔线,背面尖头下方有明显的或不明显的腺体,种子扁,长椭圆形或倒卵形,两侧具膜质窄翅,上下两端有凹缺<sup>[2]</sup>。

## 1.2 内部结构

**1.2.1 苗端** 以湖北利川采的材料为例,春季苗端呈圆锥形,平均高 117.5 $\mu\text{m}$ ,直径 173.0 $\mu\text{m}$ ,秋季呈半圆状,平均高 66.3 $\mu\text{m}$ ,直径 167.5 $\mu\text{m}$ ,苗端按细胞组织特征分区,可分为顶端原始细胞区、原表皮区、亚顶端母细胞区、周边分生组织区和髓母细胞区。其中顶端原始细胞区具平周和垂周分裂,两者分裂效率几乎相等,此等特征与杉木属(*Cunninghamia*)和密叶杉属(*Arthrotaxis*)一致<sup>[6]</sup>。

**1.2.2 叶片** 幼叶线形,背腹扁平,属叶型 II。气孔两面生,皮下厚壁组织单层,维管束一条,位于叶片中央,转输组织柏木型,树脂道一个,内生于维管束的远轴面。成熟叶为两侧扁平的四棱钻形,属叶型 I。叶中横切面呈四棱形轮廓,气孔四边生,内陷,完全双环型或偶见三环型,副卫细胞 4~7 个。皮下厚壁组织单层,间断排列。叶肉分化不明显,维管束一条位于叶中央,转输组织柏木型。树脂道一个,内生于维管束远轴面。在萌发枝上,叶由背腹扁平的幼叶逐渐发育成两侧扁平的成熟叶,叶中各类组织均以叶脉维管束与树脂道为轴心,发生了 90° 的旋转<sup>[6,7]</sup>。

**1.2.3 树皮** 外表淡褐灰色,裂成不规则长条形,内树皮红褐色。次生韧皮部由轴向系统的筛胞、韧皮薄壁组织细胞、蛋白质细胞、韧皮纤维以及径向系统的韧皮射线所组成。在横切面上,轴向系统的各组成分子均以单层切向带交替的规则排列。其排列顺序为:筛胞—韧皮薄壁组织细胞、筛胞—韧皮纤维—筛胞。

筛胞在横切面上呈长方形或方形。筛胞的径向壁上均匀分布有圆形或椭圆形的筛域,单列,在筛域之间的壁上,嵌埋了许多草酸钙结晶。筛胞长度 0.88~2.88mm,平均为 1.40 $\pm$ 0.37mm。韧皮薄壁组织细胞呈长距形,端壁无节状加厚,通常由 12~20 个细胞连成细胞束。远离形成层的韧皮薄壁组织细胞明显扩大。蛋白质细胞单个散布在韧皮薄壁组织细胞束中。韧皮纤维具有两种类型:一类在横切面上成方形或径向伸长的长方形,细胞壁明显加厚,木质化程度较高,纤维长 1.9~4.0mm,平均为 2.67 $\pm$ 0.41mm;另一类在横切面上呈扁长方形,壁较薄,木质化程度较低,纤维长 1.4~3.3mm,平均为 2.52 $\pm$ 0.40mm。通常在两层厚壁纤维的切向带之间,夹有 2(-4)层薄壁纤维带。韧皮射线同型,单列,偶见双列,高 1~40 个细胞,多数 2~13 个细胞。每平方毫米含韧皮射线 26~31 条<sup>[6]</sup>。

**1.2.4 木材** 生长轮明显,同一生长轮中早材管胞至晚材管胞渐变。树脂道缺如。

早材管胞在横切面上呈近方形,径向和切向直径为 21.90~43.80 $\mu\text{m}$ ,晚材管胞呈长方形,径向直径 14.60~25.50 $\mu\text{m}$ ,切向直径与早材相近。早材管胞径向壁上具缘纹孔单列,偶见双列,成对列纹孔式,具眉条,腔壁内偶见径列条。管胞切向壁上具少数具缘纹孔。早材管胞长 1.14~2.90mm,平均 1.98 $\pm$ 0.40mm。晚材管胞长 0.80~2.90mm,平均 1.86 $\pm$ 0.53mm。木薄壁组织细胞数量较多,细胞内富含深色树脂类物质。在木材横切面上,此等细胞排列成不连续的短切向带,或星散分布在早、晚材中。木薄壁组织细胞端壁平滑,无节状加厚。木射线同型,单列,偶见双列,高 1~17 个细胞,每毫米 4~9 条,平均 6.2 条。在径向切面上,木射线细胞呈长矩形,长平均为

142.50 $\mu\text{m}$ ,高15.30 $\mu\text{m}$ ,水平壁与端壁平滑,细胞四隅处凹痕明显,交叉场纹孔柏木型,1~4个,通常2~3个,排列成1~2横列<sup>[6]</sup>。

**1.2.5 雄配子体** 采自湖北利川的台湾杉,其花粉管在5月中旬已进入珠心组织约1/6处。此时,精子器原始细胞已分裂,形成形状大小相似的生殖细胞和管细胞,5月下旬至6月初,生殖细胞分裂,产生精原细胞和不育核。此后,花粉管迅速生长,最终与颈卵器顶部相接触。精原细胞也不断增大,直径约为20 $\mu\text{m}$ ,7月初,直径增加到70 $\mu\text{m}$ 左右。花粉管可能从雌配子体的侧面一直往下生长。6月底至7月初,精原细胞开始分裂,形成两个大小形状相等的精子<sup>[8]</sup>。

**1.2.6 雌配子体** 5月中旬,雌配子体已处于游离核时期,并已进行第八次分裂,产生256个游离核。6月初,雌配子体进行第十次分裂,即最后一次游离核分裂,产生1024个游离核。这些核均匀地分布于大孢子壁内侧周边的薄层原生质中,雌配子体中央为一个大液泡。

大孢子壁和珠心之间有1~2层明显的海绵组织包围着的雌配子体,它们具有较浓的原生质和稍大的核,与毗邻的珠心组织细胞显著不同。靠合点端的海绵组织略多,有5~6层细胞。随着雌配子体的进一步发育,海绵组织逐渐被消耗。雌配子体最后一次游离核分裂后,开始向心地形成细胞壁,直至最后填满中央腔。在6月初,当雌配子体壁刚形成时,大孢子壁的厚度为4.2~5.2 $\mu\text{m}$ 。有些胚珠没有发现雌配子体存在,这说明大孢子发育不正常,或者大孢子已全部败育。6月上旬,颈卵器原始细胞分裂,形成初生颈细胞和中央细胞。颈卵器数目一般为6~9个,聚集成复合颈卵器,着生于雌配子体顶端。套细胞没有明显分化,初生颈细胞经过细胞分裂,形成颈细胞,中央细胞变成卵。没有腹沟细胞或腹沟核。卵核的位置在颈卵器的中部。有些雌配子体细胞全部变成颈卵器原始细胞,这种现象在裸子植物中是比较少见的<sup>[8]</sup>。

**1.2.7 胚胎发育** 受精卵进行三次游离核分裂,形成8个游离核,排列成两群,并形成胞壁,上面一群是开放层细胞(O),下面一层群是初生胚细胞(PE),这两群细胞数目一般为O:PE=5:3或4:4,少数为6:2。开放层细胞进行分裂,产生4~6个原胚柄细胞,有时开放层的5个细胞同时进行有丝分裂,纺锤丝与胚轴方向平行,而下层的3个初生胚细胞尚未进行分裂。当原胚柄延长时,初生胚细胞也开始分裂,产生4~8个胚细胞。上层细胞比较大,细胞各方面都具壁。台湾杉原胚由3层细胞组成,即上层细胞、原胚柄细胞和胚细胞。每个胚细胞进一步分裂,形成多细胞团。由于原胚柄发育速度不同,使这些彼此分离独立发展,形成裂生多胚。幼胚不形成初生胚柄。台湾杉在7月底已开始形成圆柱形的多细胞胚,胚的远珠孔端(与胚柄相反的一端)细胞进行活跃的有丝分裂,细胞数目逐渐增加,体积不断增大。而后,在胚的远珠孔部分的细胞开始出现弧形排列。弧中心附近的细胞分裂旺盛,使弧的顶部不断往胚柄端推进,并在弧顶形成一群根原始细胞,它们向四周提供新的组织细胞。

成熟胚的根冠胚柄部分较不发达,根冠中央由4~5层柱状组织细胞和周围许多层斜向排列的环柱组织细胞组成。根冠胚柄部约占胚全长的1/5弱。胚的原形成层由10~14层细胞组成,细胞为短柱形,原生质浓,与胚皮层细胞界限明显。原形成层一直达到子叶顶部的表皮下。子叶中原形成层由6~7层细胞组成。下胚轴中的胚皮层由5~7层细胞组成。成熟胚的下胚轴比较发达,约占胚全长的1/2。下胚轴中无髓。胚的表皮细胞是单层的长方形细胞,从横切面看,单层细胞与胚皮层细胞界限明显,表皮细胞只延伸到下胚轴与根冠的交界处。成熟胚具两枚子叶。在下胚轴的表皮下或胚皮层中,有时在一个切面上出现1~2个狭长的分泌细胞,这种细胞长可达650 $\mu\text{m}$ ,核狭长,长约50 $\mu\text{m}$ 。正如其他松杉类植物一样,台湾杉有一个以上的颈卵器可以同时受精,因此,简单多胚是比较普遍的现象。另外一个受精卵又可以裂生成许多幼胚,通常在一个胚珠中幼胚总数可达25个以上,不过,最后往往只有一个胚成熟<sup>[8]</sup>。

**1.2.8 花粉** 台湾杉的花粉粒为球形或近球形,极面观为圆形,直径为  $28.0 \sim 32.0 \mu\text{m}$ 。远极面的乳头状突不明显。在扫描电镜下,花粉粒外壁具粗、细两种大小不同的纹饰类型,细纹饰为很小的颗粒,排列很密,彼此不连结,有时分布不均匀。粗纹饰为圆球状的乌氏体,  $3 \sim 5$  个成丛或星散分布。经常在同一个花粉上可以看到某些部位具很多乌氏体,而某些部位却一粒也没有。乌氏体表面具小芽胞,其表面特征在各属间有所区别,故有一定的分类意义。在透射电镜下可以看到,花粉外壁由外壁外层和外壁内层所组成。外壁外层为一层电子密度很浓,形状不规则,大小不一致的瘤分子,瘤顶端有不同程序的分叉,偶尔分叉  $3 \sim 4$  个。在外壁外层上面(瘤分子层的上面)有零星的乌氏体。乌氏体比瘤分子粗,是由油质和孢粉素组成,它是外壁结构的一部分,其表面具小芽胞。外壁内层具片层结构,片层之间界限清楚,共约 5 片,最外面一片很特殊,它比其它 4 片厚,具 3 片层结构,即中央部分为细而明显的透明线,两边各具一条较粗的黑白线。内面的 4 片稍薄一点,中间的透明线不明显,4 片彼此之间的厚度相等<sup>[9]</sup>。

**1.2.9 染色体** 台湾杉的细胞染色体数为  $2n = 22$ ,其中 3 对染色体近中着丝点,8 对染色体为中部着丝点,特别是 3 号染色体还具有长着丝点区域。核型公式为:  $K(2n) = 16m + 6sm$ ,属“2B”型。染色体的相对长度组成为  $2n = 22 = 4L + 6M_2 + 8M_1 + 4S$ ,全组染色体总长  $146.34 \mu\text{m}$ 。核型不对称系数为 57.61。在第 1、3、4、5、10 号染色体上共具 7 个次缢痕,其中 1、3 号染色体的长、短臂均有,4 号染色体位于长臂上,5 号和 10 号染色体则在短臂上,第 11 号染色体的两个成员在形态结构上存在明显的杂合性,特别是它们的臂比差异较大。云南产与台湾产的台湾杉在核型上虽然很接近,但是前者的最长与最短染色体之比为  $2.21^{[10]}$ ,而后者为 2.69,且不对称<sup>[11]</sup>,两者仅此差异是否属不同居群之间的差别,还有待进一步研究。

### 1.3 组织培养

取台湾杉的幼苗苗端作外植体进行离体培养,以诱导不定芽的发生,结果发现:用种子发芽 10 ~ 12 天的幼苗苗端作外植体,在诱导培养基中 BA 的最适浓度为  $2.0 \text{mg/L}$  时,不定芽的发生率最高可达 80%。当大量不定芽诱导形成后,可将外植体转入无激素培养基中,使不定芽继续生长,由此获得的台湾杉试管苗可保持母本的遗传特性<sup>[12]</sup>。经过组织学的进一步研究表明,台湾杉不定芽主要起源于苗端表层或表层下 1 ~ 2 层细胞,以及周围区内的分生组织细胞,它也发生于子叶的近轴面表皮下 1 ~ 2 层细胞。嫩枝中的不定根通常由叶隙薄壁组织细胞经脱分化产生<sup>[13]</sup>。

如用台湾杉未萌发种子的胚作外植体时,以无机盐浓度较低的培养基对胚的正常萌发生长较为有利,在弱光照( $400 \text{IX}$ )条件下,胚的萌发率高于强光照( $2000 \text{IX}$ ),但苗不及强光下健壮。另外,培养基中以 3% 的蔗糖浓度对提高台湾杉胚萌发率最为理想<sup>[14]</sup>。

### 1.4 地理分布

台湾杉分布在我国台湾中央山脉,海拔高度 1600 ~ 2600 m 处,其中以太平山、阿里山、乌松杭山较多<sup>[15]</sup>。在我国大陆由西向东天然分布于云南西北怒山和高黎贡山,贵州东南雷公山和苗岭山,湖北西南齐岳山和武陵山交汇处的利川县一带山地,即北纬  $24^\circ 50' \sim 30^\circ 10'$ ,东经  $98^\circ \sim 109^\circ$  的有限范围,呈现出间断分布式样。此外,沿独龙江向西也可分布到缅甸北部边境,海拔 1800 ~ 2500 m。

生长在滇西北的台湾杉,大致从腾冲、龙陵一线开始,沿怒江两岸向北延伸到贡山县丙中洛一带,呈极不连续的条带状或小块状分布,一般每片面积不过  $0.067 \sim 0.67 \text{hm}^2$ 。此地区的台湾杉树龄约 300 ~ 500 年,大多镶嵌在海拔 1600 ~ 2800 m 的山地常绿阔叶林中,单株散生的情况也很普遍<sup>[16]</sup>。

贵州境内的台湾杉多集中分布在雷公山东南坡沿沟谷两侧山坡,以雷山县的格头、方样、剑河

县的昂英、桥水为多,并一直延伸至苗岭山脉范围的榕江县的小丹江和台江县的交包等地,也是零星小片或散生状分布在海拔 800 ~ 1300 m 的山地常阔叶林中,每片面积为 0.067 ~ 2 hm<sup>2</sup> 不等,共有 16 片,总面积约 10 hm<sup>2</sup> 左右。一般树龄 100 年左右,正处于生长盛期<sup>[17]</sup>。

湖北境内仅见于利川县毛坝乡沙溪一带海拔 750 ~ 800 m 山地,大多呈零星分布<sup>[18]</sup>。

最近在四川东南酉阳县山地也发现有少数几株大树。据统计,我国大陆目前天然生的台湾杉总计约有 6000 ~ 7000 株左右<sup>[19]</sup>。

### 1.5 生态与群落学特点

台湾杉适于温凉湿润的气候以及肥沃、疏松、深厚与排水良好的酸性土壤。幼苗期喜欢阳光,成年后需要一定的荫蔽。在滇西北分布区域属西部中亚热带范围,为云南高原与青藏高原的交接地带,该地区正处于来自印度西南季风的风向面,年平均温度 10 ~ 16 °C,最冷月(1 月)平均温度 5 ~ 8 °C。最热月(7 月)平均 15 ~ 20 °C,极端最低温度 -1.7 ~ 0.1 °C,绝对最高温度 31.1 ~ 33.2 °C,年积温 4000 ~ 5000 °C。年降雨量 1100 ~ 1600 mm,在一年中 3 月和 7 月为两个降雨高峰,干湿季不明显,年平均相对湿度 76 ~ 80%,冬季常降雪但不积聚。土壤多为片麻岩、花岗岩或砂页岩发育的山地黄壤,土层厚度在 1 m 左右,枯枝落叶层 5 ~ 10 cm。表层多为比较疏松的轻壤质土壤,pH 4.5 ~ 5.5 左右。

位于东部中亚热带范围的黔鄂分布区域,属湘黔鄂高原的过渡区,受来自太平洋东南季风的影响。年平均温度 12.8 ~ 15.4 °C,最冷月(1 月)平均温度 1.7 ~ 5.0 °C,最热月(7 月)平均温度 23.4 ~ 24.7 °C,绝对最低温度 -6.5 ~ -8.5 °C。绝对最高温度 35.4 ~ 35.6 °C,年积温 4110 °C,年降雨量 1200 ~ 1500 mm,其中 4 ~ 9 月较多,由于山地云雾大,在一定程度上弥补了雨量的不足,年平均相对湿度 80 ~ 82%。土壤也为片麻岩、花岗岩或砂页岩所发育的酸性山地黄壤,土层较深,枯枝落叶层较厚。

如上所述,东西两个分布区域的自然环境基本一致,只是东部的冬季较冷,绝对最低温度较低,夏季较热,绝对最高温度也较高,而西部虽然年平均温度较低,但夏天不热,冬天不冷,反映出亚热带高原的特点。

台湾杉在其分布区范围经常是零星地间杂在常绿阔叶林中,构成群落的组成成分。由于它植株高大,树干通直,树冠高耸于其它阔叶树冠之上,故极易于辨别。在小片集中分布区中,台湾杉常构成群落的建群种,形成特有的森林类型。在群落的上层以台湾杉为主,中下层常伴有常绿阔叶树和少数针叶树种。例如在西片分布区以滇青岗(*Cyclobalanopsis glaucoides*)、汉氏石栎(*Lithocarpus hancei*)、银荷木(*Schima argentea*)、西藏山茉莉(*Huodendron tibeticum*)、贡山木兰(*Magnolia cambellia*)、红花木莲(*Manglietia insignis*)、马蹄荷(*Symingtonia populnea*)、云南樟(*Cinnamomum glanduliferum*)、贡山润楠(*Machilus gonshanensis*)和滇北杜英(*Elaeocarpus borealis - yunnanensis*)等。混生的其它针叶树有乔松(*Pinus griffithii*)和云南松(*Pinus yunnanensis*)等,而东片常见有青岗栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、甜槠(*Castanopsis eyrei*)、银荷木、长梗木莲(*Manglietia chingii*)、大果润楠(*Machilus macrocarpa*)、贵州石栎(*Lithocarpus elzabethae*)、南岭石栎(*Lithocarpus brevicaudatus*)、楠木(*Phoebe zhenan*)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、杨桐(*Cleyera japonica*)、深山含笑(*Michelia maudiae*)、丝线吊芙蓉(*Rhododendron westlandii*)、老鼠矢(*Symplocos stellaris*)、大叶鼠刺(*Itea macrophylla*)、尾叶冬青(*Ilex wilsonii*)、鹅掌楸(*Schefflera delavayi*)等,混生的针叶树有杉木(*Cunninghamia lanceolata*)和马尾松(*Pinus massoniana*)。

台湾杉为喜光植物,且无萌芽能力,通常林内幼苗和幼树极少,这与林内荫蔽,光线不足,加之地表枯枝落叶层较厚,落下的种子也难于接触土壤有关。但是母树周围 10 ~ 50 m 范围的林缘或天

窗,特别是小块撩荒地上的幼苗易于成活,据调查有些地方在  $100\text{m}^2$  范围内各级立木可达 60 多株。台湾杉一般 1~2 年生幼苗生长较慢,3 年后加速,5~10 年才进入生长旺盛时期。在亚热带山地引种栽培都比较成功,例如:雷公山 16 年生林木平均高 12.6 m,胸径平均为 15.1 cm;昆明 6 年生林木平均高 2.7 m,平均胸径 12.3 cm。但平原地区由于夏季天气比较干热,容易枯死,必须解决这个问题才能正常生长<sup>[20]</sup>。

## 2 台湾杉受威胁的因素和保护

### 2.1 台湾杉受威胁的因素

尽管台湾杉在保护好的情况下,有一定的天然更新的能力,但它属异花传粉,雌球花自然授粉率低,结籽时间较晚,结籽数量少,而且种子萌发率较低,采后半年的种子只有 20% 的发芽率,一年后更低,以及每隔 3~4 年后一般才有一个种子年,所有这些均是古老孑遗植物台湾杉濒危的内在因素。此外,还由于它的材质优良,过去人为的过度采伐,使它的面积日趋缩小,生存受到严重威胁。按照世界保护联盟新制定的物种受威胁的分类系统标准,当它的居群中成熟个体数量少于 10 000 个,分布区域呈现严重的片断化,分布范围不断缩小,生境质量日益下降,以及分布地点和成年个体数量也连续减少,则属于渐危种标准,如不注意加强管护,就会陷入濒危种的境地<sup>[21,22]</sup>。

### 2.2 保护措施

目前在台湾杉集中分布的滇西北和黔东南山地,都分别建立了高黎贡山和雷公山保护区,大规模无计划的采伐已得到基本控制,但科学的管护工作尚未跟上,例如雷公山保护区的许多台湾杉母树树冠,由于经常采种时遭到严重的破坏,枝条折断,树叶脱落,使其正常生长受到很大影响。因此建议这些保护区应该把台湾杉列入重点保护对象,制定具体的管护措施,注意监测其生长动态,促其天然更新。另外应加强异地(迁地)保存,以扩大台湾杉的分布区域。先要选择适宜的立地条件,然后选用二年生壮苗,于早春栽植并及时抚育管理,成熟率可达 90% 以上。据报道,河南鸡公山,浙江临安与天目山,以及湖北五峰县等地均已建立了保存基地达 300 多亩<sup>[19]</sup>。

从各地引种结果表明,台湾杉是中亚热带地区山地的一种优良造林树种,应大力发展,可为我国的经济建设提供大量优质用材,这也正是保护台湾杉的一种最好方法。

## 参 考 文 献

- 1 Hayata B, On Taiwan, a new genus of coniferae from the island of Formosa. *J. Linn. Soc. Bot.* 1906, **37** 330 ~ 331
- 2 郑万均,傅立国,中国植物志(第七卷).北京:科学出版社,1978 290~293
- 3 Liu T S, H J Su, Biosystematic studies on Taiwan and numerical evolutions of the systematic of Taxodiaceae. *Taiwan Mus. Spec. pub. series*, 2. Taipei. 1983
- 4 于永福,杉科植物分类学研究.植物研究,1994, **14**(4): 369~384
- 5 国家环保局,中国科学院植物研究所,中国珍稀濒危植物名录.北京:科学出版社,1987
- 6 胡玉熹,马瑞君,中国特有裸子植物的解剖 II, 秃杉.植物分类学报,1989, **27**(2): 96~104
- 7 姚璧君,胡玉熹,松柏类植物叶子的比较解剖观察.植物分类学报,1982, **20**(3): 275~294
- 8 王伏雄,李宪章,陈祖铿,秃杉的胚胎发育及其与杉科各属的比较.植物分类学报,1980, **18**(2): 129~137
- 9 席以珍,杉科植物花粉形态的研究.植物研究,1986, **6**(3): 127~144
- 10 李林初,秃杉的细胞学研究.植物分类学报,1986, **24**: 376~381
- 11 Kue S R et al., Karyotype analysis of some Formosan Gymnosperms. *Taiwania*, 1972, **17**(1): 60~80
- 12 成小飞,李文钊,秃杉的组织培养.林业科学研究,1991, **4**(2): 147~152

- 13 成小飞,李文钊,秃杉苗端离体培养的形态组织学研究. 植物学报,1992,34(12):919~924
- 14 贺竹梅等,不同培养条件对秃杉离体胚萌发生长的影响. 云南植物研究,1989,11(2):227~230
- 15 黄威廉,台湾植被. 北京:中国环境科学出版社,1983
- 16 刘伦辉等,云南的天然秃杉林及其群落学特点的研究. 植物生态与地植物学学报,1989,11(3):220~225
- 17 邱显权等,贵州省雷公山秃杉林的初步研究. 植物生态学与地植物学丛刊,1984,8(4):264~278
- 18 郑重,湖北的珍贵稀有植物. 武汉植物研究,1986,4(3):279~296
- 19 主要珍稀濒危树种繁殖技术编辑委员会编,主要珍稀濒危树种繁殖技术,北京:中国林业出版社,1992,1~22
- 20 李晓储等,秃杉引种幼龄生长规律的初步研究. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(2):183~191
- 21 王献溥,评世界保护联盟新的物种受威胁分类系统草案. 植物资源与环境,1994,3(4):55~58
- 22 Mace G et al. ,Draft IUCN Red List Categories. *Newsletter of the SSC/IUCN*,1994,21,22:13~28