

银杉木材构造和性质

刘松龄 方文彬 黄玲英 郭德荣 李飞云 吴丽蓉 著



THE STRUCTURE & PROPERTIES OF THE
WOOD OF CATHAYA ARGYROPHYLLA

银 · 杉 · 木 · 材 · 构 · 造 · 和 · 性 · 质

THE STRUCTURE & PROPERTIES OF THE
WOOD OF CATHAYA ARGYROPHYLLA



刘松龄 方文彬 黄玲英 郭德荣 李飞云 吴丽蓉 著

湖南科学技术出版社 中国 · 长沙

HUNAN PRESS OF SCIENCE & TECHNOLOGY

CHANGSHA, CHINA

银杉木材构造和性质

刘松龄 方文彬 黄玲英 著
郭德荣 李飞云 吴丽蓉

责任编辑：戴光炎

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷三厂印刷

1984年11月第1版第1次印刷

开本：787 × 1092毫米 1/12 印张：8 插页：5

印数：1—1,700

统一书号：16204·168 定价：7.70元

内 容 简 介

银杉是第三纪孑遗植物,是我国特有的珍贵树种,享有“林海珍珠”、“植物熊猫”的美名。湖南于1979年在湘西发现,有植物“活化石”之称。

本研究是测试银杉木材的宏观构造、显微构造、超显微构造、声学性质及物理力学性质,并附有精美摄影图60张,电子显微镜摄影图182张。

银杉的发现,不仅为树种中增补了新的“明珠”,而且为探索生物进化、地史变迁作出新的贡献。

本研究可供教学与科研参考。

Abstract

Cathaya argyrophylla, discovered in West Hunan in 1979, is an endemic species known as the precious relic tree of the Tertiary period. It has enjoyed the reputations of being "Panda in Plant Kingdom", "The Living Fossil of Plant", and a "Bright Pearl Dazzling in Immense Forest."

The study deals with macrostructure, microstructure, ultramicrostructure, acoustical as well as physico-mechanical properties of the wood of *C. argyrophylla*. In this paper, 60 fine photographs and 182 electron micrographs are attached herewith.

The discovery of *C. argyrophylla* has not only added a new "Bright Pearl" among innumerable varieties of wood, but also enabled us to make contributions to an approach into the secret of evolutionary facts witnessed in the organic world and the geological vicissitudes for the time passed away.

The study provides us an available reference for teaching and scientific researches.



银 杉

戴湘辉摄

地 貌



戴湘辉 摄

右上：叶（示正反面） 右下：果实



515

前 言

银杉是第三纪时的古老珍贵稀有孑遗树种，曾广泛分布于欧亚大陆。由于第四纪大陆冰川侵袭，世界各国早已绝迹，继1955年在我国广西首次发现后，1979年又在湖南发现，四川、贵州亦有分布，是誉满中外的“活化石”，为我国所独有。

中国发现银杉，全球植物学家极端重视，公认是世界上最宝贵的植物之一，享有“林海珍珠”的美名，其树干挺拔，雄伟秀丽，气势磅礴，巍然耸立于万山之中。

湖南省科委对银杉的发现十分重视，由湖南省林学会主持，在现场考察并采集试材，进行木材构造和性质的研究。目前对银杉的探讨，国内外虽有开展，但多属植物学的范畴，至于银杉超显微构造和物理力学性质迄今尚未有任何报道。本研究不但为木材学填补空白，更对植物进化，地史变迁的探索有十分重要意义。

本研究是在湖南省科委领导下，由中南林学院刘松龄教授主持，中国科学院沈阳林业土壤研究所、湖南省林业厅协作进行，并承王战教授、樊哲晟教授、朱之基副教授、朱光汉讲师、陈弘武讲师支持帮助，谨此致谢。

参加本研究工作的有刘介平、吕天敖、戴秀珍，中国科学院沈阳林业土壤研究所电镜室、沈阳农学院电镜室、中南林学院木材学教研室、木材研究室。

著者 1983年

目 录

一、木材构造.....	4
(一) 宏观构造	
(二) 显微构造	
(三) 超显微构造	
二、木材性质.....	16
(一) 物理力学性质	
(二) 声学性质	
三、结 论.....	19
四、参考文献.....	22
五、图版说明.....	24
(一) 宏观构造	
(二) 显微构造	
(三) 超显微构造	
(四) 木材力学性质试验试样	

一 木材构造

在木材物理力学试验试材A₁株中,分别在离地1.3米、3.3米、5米、7米、9米、11米和12米处各切取圆盘一个作木材制片材料。将刨滑的7个圆盘,依预记南北方向划四条半径。自髓向外,每个圆盘分别在第10轮、第30轮、第50轮、第70轮、第90轮、第110轮、第130轮、第150轮和第170轮,按东南西北方向选取试样。

试样选出后,先制成木条。将木条近圆盘表面的一端,锯取15毫米高的木块,作三个切面的切片,再锯第二木块,供离析之用。

对选定的120个木样,全做横切面永久制片,而1.3米圆盘则选部分木样做径切面和弦切面切片。所有木样,均用甘油—酒精混合液软化。作测量的切片,用铁矾—苏木精—番红液双染法;作显微照相的切片,用1%番红液单染。

在上述每一生长轮内依不同方向,分早材和晚材选取离析木样。用Jeffrey的离析方法,将240号材料进行离析。离析材料染以1%的番红液,用甘油作暂时制片,随即观察测定。

生长轮宽度与晚材率,在横切面切片上,依东南西北方向测量;管胞长度,壁厚,腔阔,射线数,树脂道及泌脂细胞数,则细分早材与晚材,测量其平均值。轴向树脂道的直径,在每张切片上分早材、晚材,各选一个树脂道,按径向、弦向量取平均值,同时量定其泌脂细胞的弦腔直径和壁厚。至于显微构造的观察记载及显微照相,均在1.3米处圆盘进行。

(一) 宏观构造

木材有光泽。心、边材区别不甚明显【(一) 宏观构造图 1】。心材大,占直径的89%,红褐色;边材较窄,浅黄褐色。生长轮明显,宽度不均匀,轮间界以暗红褐色的晚材带【(一) 宏观构造图 3】。在 1.3米处横切面上,生长轮平均宽度 0.7毫米。在第20轮内出现假轮和不连续生长轮。从第60轮至 137轮,生长轮明显增宽。尤以 114至 134轮为甚。西南方向的生长轮最窄(0.6毫米),东北方向的生长轮最宽(0.8毫米),有局部受压现象。早材至晚材渐变,早材带宽,占生长轮大部分,管胞腔在放大镜下可见。但在受压部位,则早材至晚材急变,晚材带甚宽,占生长轮的50—70%【(一) 宏观构造图 2】。轴向薄壁组织不见。木射线肉眼下不见,在放大镜下明显,疏密不均,宽窄不一,色常浅,呈淡黄色。径切面上射线呈长短不等、粗细不一的暗褐色条状花纹【(一) 宏观构造图 5】,具光泽。弦切面上射线深红色,斑纹明显【(一) 宏观构造图 4】。树脂道分轴向和径向两种:轴向树脂道肉眼下不明显,在放大镜下明显,多数单生,或 2—6个呈切线状。在纵切面上,呈褐色条纹【(一) 宏观构造图 4】,肉眼下明显。径向树脂道在放大镜下可见。创伤树脂道偶见。松脂气味甚浓,树脂自然外溢,色白,不易干涸。

(二) 显微构造

管胞 横切面早材管胞为径向长方形、方形及 5—7 边形【(二) 显微构造图 2、3】,最大弦向胞腔直径38微米,平均25.4微米;最大弦壁厚度18微米,平均 7.8微米;最长6040微米,平均3914微米(表 4);端部钝圆【(二) 显微构造图 45、47】。径壁具缘纹孔圆形,1列,2列,及品字形,纹孔口内含【(二) 显微构造图 20、21】。早、晚材过渡处,具缘纹孔对的纹孔道狭窄,长度略等【(二) 显微构造图 13、14】或一长一短【(二) 显微构造图 15】,有时在一个管胞内可见三条清晰纹孔道【(二) 显微构造图 16】;径壁具缘纹孔圆形或眼睛形【(二) 显微构造图 25】。晚材管胞横切面,多为径向压扁的长方形【(二) 显微构造图 10】,或少数为 5 边形【(二) 显微构造图 11】;最大弦腔直径 28微米,平均16.3微米;最大弦壁厚度 24微米,平均 9.9微米;最长6400微米,平均 4371

305028

微米(表4);端部尖削【(二)显微构造图46、48】;径壁具缘纹孔1列或2列,圆形,纹孔内口外展成裂隙状【(二)显微构造图26】,少数内口内含;最后数列管胞弦壁上,具缘纹孔明显【(二)显微构造图18】,多为1列或2列;纹孔对列、互列或斜列【(二)显微构造图29】,纹孔内口外展成裂隙状【(二)显微构造图28】。

轴向薄壁组织 轮始型,多数单生【(二)显微构造图10、11】,或2—3个,或多至10个细胞连接成短线,胞腔含有极丰富的树脂,常呈球状,端壁单纹孔对明显【(二)显微构造图35】。

木射线 具单列和纺锤形二种【(二)显微构造图8】:单列射线,高1—27个细胞。纺锤形木射线,散生,具径向树脂道【(二)显微构造图9】,近道上下方射线细胞2列,上、下两端逐渐尖削,形成单列,高4—27个细胞,且两端细胞个数常不等。射线细胞椭圆形,或卵圆形,胞腔内含极丰富的深色树脂,成球状【(二)显微构造图33、34】。射线薄壁细胞单纹孔数多,明显【(二)显微构造图19】;水平壁厚,单纹孔对清晰;端部珠瘤状凸起,明显;无凹痕;胞腔内可见菌丝体【(二)显微构造图32】。射线管胞存在于单列和纺锤形两种射线中,每多位于射线上下边缘,1—4列,在射线当中,间或可见【(二)显微构造图30】。很低的射线,可全由射线管胞组成,内壁平滑,具缘纹孔明显【(二)显微构造图31】。每毫米射线数,晚材多于早材,早材5.9根,晚材6.4根。

交叉场纹孔式 射线薄壁细胞与早材管胞交叉场纹孔式为云杉型,每个交叉场纹孔数1—4个,通常三个,一个上二个下,略成“品”字形。

树脂道 轴向树脂道直径,早材32.2微米,晚材26.8微米;多数单生【(二)显微构造图1、2】,或2—3个【(二)显微构造图6】,或多至19个连成弦线,伴生薄壁细胞常两侧延展,构成翼状【(二)显微构造图3】或聚翼状。泌脂细胞壁厚【(二)显微构造图4、5、6】:早材的壁厚为10.4微米,弦腔直径为8.0微米;晚材的壁厚为9.6微米,弦腔直径为6.8微米。平均每个树脂道泌脂细胞数:早材10.0个;晚材8.6个。每平方毫米树脂道数目:早材1.1个,晚材1.9个(表6)。

树脂性管胞 水平方向,自第30轮组至135轮组,垂直高度,从1.3—12米,在受压部位的轮,树脂性管胞多出现,少见早材,但晚材中常密集成群【(二)显微构造图41】;壁厚,具缘纹孔明显;胞腔内充满深褐色树脂【(二)显微构造图42】,在纵切面可看见明显的“H”形树脂块【(二)显微构造图43】。

索状管胞 在纵切面树脂道附近常见索状管胞。壁厚，具缘纹孔显著【(二)显微构造图36】，端壁常以1或2对具缘纹孔对连接【(二)显微构造图37】。

混合索 由索状管胞和树脂道的伴生薄壁细胞，或轴向薄壁细胞共同组成混合索，在纵切面易见，数目不一，交错次数亦异【(二)显微构造图38】。

螺旋加厚 管胞，射线管胞，树脂性管胞和索状管胞，均具明显的螺旋加厚。螺旋线，早材平缓，晚材陡峭，常成网状【(二)显微构造图9、20、21、39】。

螺旋裂隙 受压部位的生长轮，在晚材管胞中，常见螺旋裂隙，与管胞主轴的交角较螺旋加厚的小【(二)显微构造图40】。上述生长轮的管胞角隅处，常透空成三角形、或尖角四边形。

眉条 管胞径壁上眉条明显，一字形，可以横过整个径壁宽度【(二)显微构造图23】，或与对列纹孔的方向一致【(二)显微构造图24】。有时上下眉条紧包品字形的具缘纹孔，状如球形【(二)显微构造图22】。

径条 在径切面上，径条明显，它可以穿过数个管胞腔，常以单条出现【(二)显微构造图44】。

通过测量，分述如下：

1. 年轮宽度

表1图1和图2所示，年轮宽度，水平方向，按生长轮顺序自髓向外增加（第90轮组略有波动），至第130轮组达最大值，往后逐渐减少，第170轮组为最低值。垂直高度，则随树高增加而年轮加宽，最大值3——7米，此后，则随树高的增加而递减。

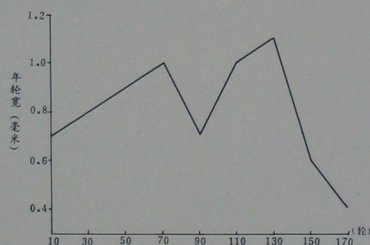


图1 银杉不同高度的生长轮组年轮宽度沿水平方向的变化

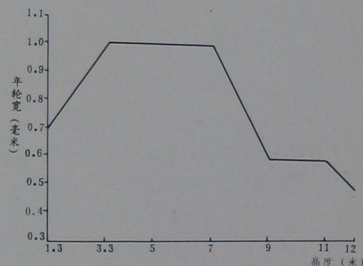


图2 银杉年轮宽度沿垂直方向的变化

晚材率 从表 1, 图 3 和图 4 中数字说明, 不论水平方向或垂直高度各生长轮组晚材率的平均值是波动的。最大值在 1.3 米处第 10 生长轮。而在表 7 中, 就不同方向上, 晚材率的大小与年轮宽度成反比, 即年轮愈宽、晚材率愈小, 年轮窄的有较大的晚材率。

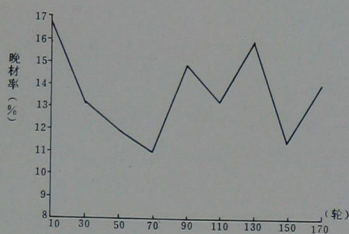


图 3 银杉不同高度的生长轮组晚材率沿水平方向的变化

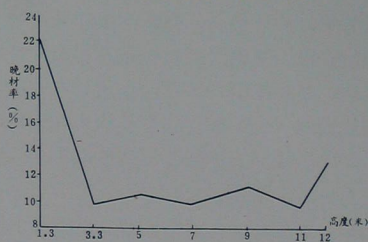


图 4 银杉晚材率沿垂直方向的变化

2. 管胞壁厚

表 2 图 5 和图 6 所示。晚材管胞弦壁平均厚度, 水平方向和垂直高度在各个生长轮

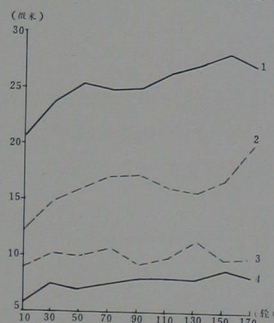


图 5 银杉不同高度的生长轮组管胞弦向胞腔直径和管胞弦壁厚度沿水平方向的变化

1. 早材管胞弦向胞腔直径
2. 晚材管胞弦向胞腔直径
3. 晚材管胞弦壁厚度
4. 早材管胞弦壁厚度

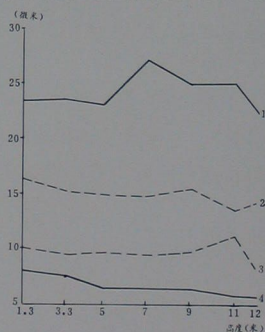


图 6 银杉管胞腔直径和管胞弦壁厚度沿垂直方向的变化

1. 早材管胞弦向胞腔直径
2. 晚材管胞弦向胞腔直径
3. 晚材管胞弦壁厚度
4. 早材管胞弦壁厚度

组中均大于早材。早材管胞弦壁厚度,自髓向外增加(第50和第130轮组稍有波动),至第150轮组达最大值,往后下降;而晚材管胞弦壁厚度未显示规律性,但在最大的生长轮组则为130轮。早材管胞弦壁厚度随树干高度增加而减小;晚材最先亦系如此,但至5米则出现递增,至11米达最大值,往后又复有减少现象。表7发现年轮宽度与胞壁厚度有成正比的迹象,即年轮愈窄,胞壁厚度愈小,年轮愈宽,胞壁厚度愈大。

3. 管胞弦向胞腔直径

表3图5和图6所示,早材和晚材管胞弦腔直径,沿水平方向和垂直高度的各个生长轮组,其平均值均未见规律性变化。自髓向外,早材最大值在第150轮组,而晚材则在第170轮组;自树干高度,早材最大值在7米,而晚材则在1.3米处。

管胞长度 表4图7和图8说明,水平方向,早材和晚材管胞长度,自髓向外增加,至第150轮组达最大值,往后倾向减短。在垂直高度,不论早材与晚材,管胞长度均随树高增加而增加,最大值早、晚材均在3.3米处,往后则递减。就表7中的数字,发现年轮最窄的,其管胞最长。

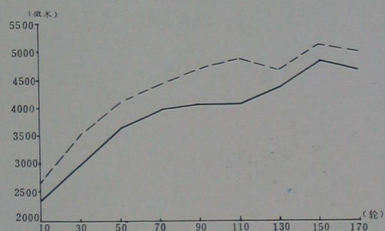


图7 银杉不同高度的生长轮组管胞长度沿水平方向的变化

——早材管胞 晚材管胞

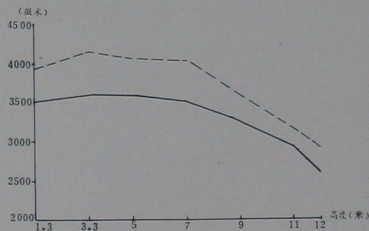


图8 银杉管胞长度沿垂直方向的变化

——早材管胞 晚材管胞

4. 木射线

表5图9和图10所示。自髓心向外和树干自上而下,早材和晚材的射线数均有波动,但每毫米射线平均值,早材皆少于晚材。

5. 树脂道

表6说明,轴向树脂道的平均数目,晚材多于早材,而泌脂细胞的个数则相反,早材多于晚材。

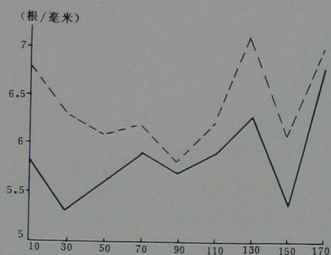


图9 银杉不同高度的生长轮木射线沿水平方向的变化——早材木射线——晚材木射线

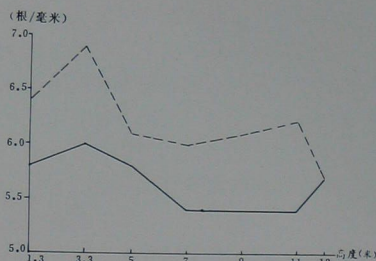


图10 银杉木射线沿垂直方向的变化——早材木射线——晚材木射线

表1 银杉年轮宽度和晚材率的测定

生长轮组	年轮宽度 (毫米)								晚材率 (%)							
	1.3米	3.3米	5米	7米	9米	11米	12米	平均	1.3米	3.3米	5米	7米	9米	11米	12米	平均
10轮	0.4	1.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	49.8	5.4	17.7	11.8	10.6	9.5	13.0	16.8
30轮	0.6	1.0	1.0	1.2	0.6	0.6		0.8	30.2	7.4	10.9	6.9	14.3	9.6		13.2
50轮	0.5	0.8	1.2	1.3	0.7			0.9	26.6	10.3	6.3	7.7	8.5			11.9
70轮	0.9	0.9	1.3	0.8				1.0	17.4	10.5	6.9	8.8				10.9
90轮	0.6	0.8	0.7					0.7	22.9	10.6	10.8					14.8
110轮	1.3	0.7						1.0	11.5	14.7						13.1
130轮	1.1							1.1	15.8							15.8
150轮	0.6							0.6	11.3							11.3
170轮	0.4							0.4	13.8							13.8
平均	0.7	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.5	$\frac{0.8}{0.8}$	22.1	9.8	10.5	8.8	11.1	9.6	13.0	$\frac{13.5}{12.1}$

表 2 银杉管胞弦壁厚度的测定

单位: 微米

生 长 轮 组	1.3米		3.3米		5 米		7 米		9 米		11米		12米		平均	
	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材
10 轮	早材	6.4		7.4		5.0		5.3		4.4		5.5		5.8		5.7
	晚材		8.8		9.3		9.7		8.3		7.7		10.2		8.3	8.9
30 轮	早材	9.0		7.5		7.8		6.7		7.4		6.3				7.5
	晚材		10.2		9.0		10.7		7.4		11.4		12.3			10.2
50 轮	早材	6.3		6.5		7.2		7.3		7.8						7.0
	晚材		10.6		8.5		8.9		11.5		10.3					10.0
70 轮	早材	8.3		8.4		6.4		6.8								7.5
	晚材		10.8		9.3		11.8		10.8							10.7
90 轮	早材	8.8		8.9		6.3										8.0
	晚材		9.9		10.7		7.2									9.3
110 轮	早材	9.2		7.0												8.1
	晚材		9.7		10.1											9.9
130 轮	早材	8.0														8.0
	晚材		11.5													11.5
150 轮	早材	8.8														8.8
	晚材		9.8													9.8
170 轮	早材	8.2														8.2
	晚材		10.0													10.0
平 均		8.1	10.1	7.6	9.5	6.5	9.7	6.5	9.5	6.5	9.8	5.9	11.3	5.8	8.3	7.6
																6.7

表 3 银杉弦向胞腔直径的测定

单位: 微米

生 长 轮 组		1.3米		3.3米		5米		7米		9米		11米		12米		平均	
		早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材	早材	晚材
10 轮	早材	14.1		15.8		20.5		24.4		23.5		24.2		22.6		20.7	
	晚材		9.1		19.8		11.8		12.1		14.4		12.3		14.3		12.1
30 轮	早材	19.9		24.1		21.0		25.8		25.5		25.9				23.7	
	晚材		14.6		15.1		13.6		15.4		14.5		14.9				14.7
50 轮	早材	20.8		25.9		24.0		30.0		26.1						25.4	
	晚材		16.3		16.7		15.4		14.2		17.5						16.0
70 轮	早材	26.0		20.8		24.3		28.4								24.9	
	晚材		17.8		16.6		16.5		17.4								17.1
90 轮	早材	23.4		25.7		26.1										25.1	
	晚材		18.4		16.6		17.0										17.3
110 轮	早材	23.7		29.3												26.5	
	晚材		17.2		15.1												16.2
130 轮	早材	27.3														27.3	
	晚材		15.8														15.8
150 轮	早材	28.3														28.3	
	晚材		17.0														17.0
170 轮	早材	27.1														27.1	
	晚材		20.2														20.2
平 均		23.4	16.3	23.6	15.2	23.2	14.9	27.2	14.8	25.0	15.5	25.1	13.6	22.6	14.3	25.4 24.3	16.3 14.9