

山杨木材材性的研究

张立非 骆秀琴

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

顾万春

(中国林科院林业研究所 北京 100091)

摘要 对北方六省六个地区天然林中的山杨(*Populus davidiana*)木材解剖、物理力学性质、化学成分进行的研究。结果表明:六个种源的山杨木材解剖特征、化学成分无明显差异,物理力学性质存在不同程度的差异。此外,还对六组山杨的胶质纤维、侵填体、髓斑进行了研究。

关键词 山杨;种源;材性;胶质纤维

山杨属白杨派,又称中国山杨,是森林更新的先锋树种,适应性强,分布于北纬25°~53°,东经100°~130°范围内,为我国和东南亚特有树种,也是我国分布最广的杨树。

树木的地理种源和生长环境对木材材性有一定的影响,有时表现得还很显著。因此,选择不同种源山杨进行对比研究,分析它们地区间、株间材性的差异。为山杨的育种、栽培、和木材的高效利用提供依据。

1 材料和方法

实验材料分别从我国北方六省天然林中随机采集,试材情况见表1。取胸径圆盘,北向为准,按常规方法分别取离析和切片材料。为研究胶质纤维采用双重染色,即番红染色后,再采用固绿染色。

解剖数据的测定 采用由英国剑桥公司生产的新型图像分析仪Q570进行。

物理力学性质测定 按国家标准GB1927~1943—80《木材物理力学试验方法》进行。

收稿日期:1992-07-24

国家自然科学基金资助课题,试材由中国林科院林研所育种室提供。曾月星、卢鸿俊、吴荷英参加部分工作,谨此致谢。

化学成分分析 取胸径圆盘,按国标GB2677.2~10—81《造纸工业测试方法》进行。

2 结果和讨论

2.1 木材的解剖特征

2.1.1 粗视构造

山杨材色黄白至浅黄,心、边材无区别,生长轮略明显、宽度不均匀,管孔略多、略小,个别单株黑心明显,干燥后颜色变浅。

2.1.2 纤维形态

2.1.2.1 纤维长度与分布频率、纤维宽度

如表2所示,六个种源纤维长度都随树龄增加而增长,前四组纤维长度1mm以上,后两组1mm左右。纤维长度的分布频率见表3。由表3可知,各组长度分布峰值不同,黑龙江、辽宁为1.2~1.4mm,吉林、河北1.0~1.2mm,河南、山西0.8~1.0mm。六个种源纤维宽度变化不明显。

2.1.2.2 纤维的长宽比、壁腔比 如表2所示,六个种源山杨的纤维长宽比平均为50.0,壁腔比平均为0.40,如按造纸原料要求,山杨纤维的长宽比、壁腔比都符合上等原料指标^[10]。

2.1.2.3 组织比量 山杨的组织比量随树

表1 山杨试材基本情况

省 份	项 目	株 一	株 二	株 三	株 四	株 五	平 均
黑 龙 江	树高 (m)	23.7	20.5	22.3	22.0	21.5	22.0
	胸径 (cm)	30.5	26.0	25.5	23.8	23.0	25.8
	树龄 (年)	56	51	42	39	40	45.6
	生长轮宽 (cm)	0.25	0.23	0.25	0.25	0.26	0.25
吉 林	树高 (m)	28.0	26.4	24.5	18.6	23.6	24.2
	胸径 (cm)	22.5	24.0	26.5	20.1	19.2	22.5
	树龄 (年)	47	41	43	30	46	41.4
	生长轮宽 (cm)	0.22	0.26	0.25	0.31	0.18	0.24
辽 宁	树高 (m)	18.2	17.6	17.6	15.5	17.8	17.3
	胸径 (cm)	16.6	18.5	14.9	17.9	17.8	17.1
	树龄 (年)	20	22	22	21	21	21.2
	生长轮宽 (cm)	0.27	0.47	0.30	0.47	0.41	0.38
河 北	树高 (cm)	17.3	15.9	16.3	16.0	16.2	16.3
	胸径 (m)	23.2	19.5	21.2	21.9	20.6	21.3
	树龄 (年)	24	33	35	27	33	30.4
	生长轮宽 (cm)	0.38	0.27	0.24	0.31	0.27	0.27
河 南	树高 (m)	12.9	11.7	13.5	14.4	15.5	13.6
	胸径 (cm)	13.9	23.3	18.5	17.3	17.2	18.0
	树龄 (年)	13	33	16	13	16	18.2
	生长轮宽 (cm)	0.43	0.30	0.51	0.50	0.43	0.43
山 西	树高 (m)	18.4	17.6	16.5	17.4	17.4	17.5
	胸径 (cm)	19.2	18.6	19.8	16.3	18.1	18.4
	树龄 (年)	26	36	30	34	38	32.8
	生长轮宽 (cm)	0.34	0.21	0.27	0.28	0.20	0.26

注1.试材采集地:黑龙江省迎春林业局向阳林场;吉林省八家子林业局安北林场;辽宁省宽甸县头道沟村;河北省青龙县都山林场;河南深川县马阳村;山西省关帝山林场褐马鸡保护区。

2.树龄、生长轮宽度均在胸高1.3m处测得。

龄变化而变化。在髓心部位导管较少、较小,纤维、射线比量较高。自髓心向外,导管比量增加,导管直径增大,纤维比量下降见表4。组织比量的多少及变异与树木自身遗传、生理活动都有关系。有研究指出:各组织比量除自身遗传特性外,树冠大小和与组织比量的变化相关^[12],另一研究指出:组织比量的变化是因生长率的变化而引起^[3]。从本研究中的测定结果看,组织比量的变化不明显,不同种源间无差别。

2.1.1.4 胶质纤维 六个种源30株试材中,除个别出现偏心外,都属正常材。解剖研究中看到大部分山杨含有胶质纤维,这种不偏心但又存在胶质纤维的树种,同视为应拉

木^[3]。山杨可认为是较典型的一种。研究结果表明,六个种源天然山杨的胶质纤维主要有几个特点:

(1) 与种源相关 河南组最多,山西组最少,其余四个种源相近。

(2) 单一种源各株含量不同 如辽宁组第三株、第五株含量明显多于其它三株。

(3) 生长轮内含量有所变化 多数单株最外部生长轮含量最多,向髓心逐渐减少;少数单株髓心处含量丰富。胶质纤维在生长轮内的分布又分为几种状况:①充满整个生长轮。②几乎充满生长轮,生长轮界处几排细胞没有。③生长轮的外部分布呈带状,内部没有,差别明显,这种分布占大多

表2 纤维形态统计

省 份	项 目	生产轮序号 (由髓心向外)															
		1~3	4~6	7~9	10~12	13~15	16~18	19~21	22~24	25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	平均
黑 龙 江	纤维长 (μm)	728	830	865	953	1129	1224	1306	1328	1278	1268	1264	1183	1359	1348		1148
	纤维宽 (μm)	19.8	24.5	22.1	24.1	20.2	20.6	21.8	23.2	20.6	20.6	21.5	22.0	21.3	22.7		21.8
	长宽比	35.7	34.1	38.8	40.0	56.2	60.0	59.0	59.2	62.0	62.2	58.5	54.0	63.7	59.4		53.1
	壁腔比	0.39	0.40	0.40	0.41	0.39	0.40	0.41	0.36	0.43	0.38	0.41	0.38	0.40	0.41		0.40
吉 林	纤维长 (μm)	932	1015	1168	1166	1232	1159	1183	1216	1225	1246	1211	1277	1171	1255	1433	1193
	纤维宽 (μm)	22.3	21.5	22.0	22.6	23.9	23.0	21.9	22.9	22.4	23.7	22.3	23.2	23.6	24.5	21.0	22.7
	长宽比	42.8	47.5	55.0	53.8	51.8	50.9	53.2	53.4	54.6	52.8	54.3	52.7	48.7	51.0	67.9	52.7
	壁腔比	0.41	0.43	0.40	0.38	0.42	0.42	0.47	0.40	0.41	0.45	0.44	0.42	0.43	0.44	0.43	0.42
辽 宁	纤维长 (μm)	81.5	1019	1112	1326	1516	1503	1604									1270
	纤维宽 (μm)	25.2	25.0	30.6	22.2	21.2	20.0	22.4									23.9
	长宽比	32.2	40.8	36.4	63.8	65.3	71.2	70.2									54.3
	壁腔比	0.41	0.42	0.46	0.39	0.43	0.33	0.43									0.41
河 北	纤维长 (μm)	799	909	1039	1100	1121	1174	1198	1244	1223	1251	1554	1412				1169
	纤维宽 (μm)	19.7	20.7	21.3	21.6	22.4	22.3	22.8	22.1	21.8	23.6	23.8	22.0				22.2
	长宽比	40.3	44.0	47.9	50.8	50.6	52.5	52.7	56.5	56.2	53.4	52.5	64.2				51.3
	壁腔比	0.53	0.53	0.50	0.55	0.54	0.53	0.49	0.48	0.47	0.44	0.47	0.51				0.50
河 南	纤维长 (μm)	815	897	949	1018	1026											941
	纤维宽 (μm)	19.4	21.1	21.1	19.0	20.3											20.0
	长宽比	41.8	42.4	45.9	48.8	50.4											45.9
	壁腔比	0.39	0.44	0.46	0.48	0.44											0.44
山 西	纤维长 (μm)	821	896	975	996	1018											941
	纤维宽 (μm)	17.3	20.4	19.1	19.2	20.6											19.3
	长宽比	47.2	44.3	51.0	50.6	49.8											48.6
	壁腔比	0.42	0.41	0.44	0.54	0.42											0.42

表3 纤维长度分布频率 (%)

省 份	长 度 分 级 (mm)										
	<0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	1.6~1.8	1.8~2.0	2.0~2.2	>2.2
黑龙江	0.33	0.05	1.52	8.20	17.21	25.35	21.84	14.09	6.67	2.60	1.95
吉林	0.05	0.50	5.36	21.06	28.91	24.96	13.56	4.60	0.75	0.15	0.05
辽宁		0.25	0.25	8.54	17.55	22.53	21.03	14.46	6.76	3.19	3.12
河北		1.39	9.32	23.22	30.01	22.20	10.15	3.10	0.44	0.06	0.06
河南		0.88	17.15	46.02	29.00	6.55	0.37				
山西		1.14	20.63	42.03	29.80	5.85	0.50				

数。④与上述相反,生长轮的内部分布呈带状,外部没有,这种分布占少数。⑤不规则片状。

小青黑杨无性系胶质纤维只出现在髓心附近^[6]。本研究中六个种源的天然山杨却在最外部的一些生长轮中出现丰富的胶质纤维。

这种不同分布位置的原因有待进一步探讨。

胶质纤维的大量存在,不仅表现在解剖特征上,还影响木材的化学成分、物理、力学和机械加工特性^[3]。

2.1.2.5 侵填体 过去的解剖研究很少报

表4 组织比量统计

省 份	项 目	生 长 轮 序 号 (由髓心向外)																	
		1~3	4~6	7~9	10~12	13~15	16~18	19~21	22~24	25~27	28~30	31~33	34~36	37~38	39	40	41	42~44	45~46
黑 龙 江	导管	24.3	27.6	26.0	25.8	20.6	24.9	24.2	26.9	26.7	25.5	21.9	21.7	25.2	23.4	27.0	23.9	25.3	
	射线	11.9	9.6	11.0	9.8	10.1	10.8	8.6	9.5	8.0	8.5	8.3	8.2	7.3	10.0	11.0	8.2	9.8	
	纤维	63.7	62.7	62.8	64.8	64.1	64.2	67.1	64.3	65.2	66.5	69.7	69.4	67.7	66.4	63.0	67.5	62.8	
吉 林	导管	21.7	17.1	18.3	23.4	23.2	24.1	23.3	23.9	23.6	22.5	22.8	23.2	25.8	23.1	27.3	28.1	26.2	25.9
	射线	12.4	14.5	17.3	11.0	9.8	10.5	10.1	11.3	10.9	9.6	10.5	9.6	11.1	9.2	9.3	11.1	10.1	9.5
	纤维	65.7	68.1	68.5	64.3	66.8	65.1	66.3	64.5	65.2	67.7	66.5	67.0	62.8	66.9	69.1	64.1	63.4	64.2
辽 宁	导管	28.5	25.8	21.1	24.8	25.5	23.8	22.4	26.8	25.5	27.7	23.4	28.2	27.6	26.9	25.8	26.5	26.7	
	射线	13.2	11.2	12.8	12.2	12.0	11.7	11.8	10.7	12.9	12.6	11.6	12.9	11.6	11.3	12.6	12.0	12.5	
	纤维	58.0	62.8	65.7	62.7	62.2	64.3	63.7	62.2	61.3	59.4	64.7	58.7	60.5	61.1	61.3	62.2	60.6	
河 北	导管	21.0	27.3	28.3	29.2	31.6	31.1	32.8	35.4	34.8	34.9	34.5	35.9	37.3	37.4	37.0	35.6	36.0	39.9
	射线	13.3	11.0	9.5	10.0	9.1	9.9	9.1	9.0	9.4	8.9	9.7	9.2	9.9	9.8	10.8	10.1	7.5	8.3
	纤维	65.5	62.9	62.0	60.5	57.1	58.8	57.8	55.1	55.5	56.2	52.0	54.7	52.5	52.5	51.8	54.0	56.2	51.6
河 南	导管	29.1	31.3	32.8	30.6	31.7													
	射线	10.1	9.2	8.7	9.2	9.9													
	纤维	60.6	59.2	58.2	59.8	58.2													
山 西	导管	31.4	37.2	35.6	34.9	31.0	34.8	35.6	36.0										
	射线	8.3	7.9	8.6	8.3	8.0	8.1	8.9	8.4										
	纤维	60.1	54.6	55.5	56.5	60.7	56.9	55.8	55.4										

道侵填体,本研究对六个种源山杨侵填体的变异进行了观察,结果发现六个种源中,除山西组外,都含有丰富的薄壁侵填体。在髓心部位侵填体十分丰富。自髓心向外,逐渐减少,外部生长轮只含少量的薄壁侵填体。侵填体是一些阔叶树种正常的生理反映,也是山杨自身生理活动的结果。厚壁侵填体会影响到木材的性质^[3],山杨为薄壁侵填体,故对木材的渗透、干燥、防腐、蒸煮等性能

无多大影响。

2.1.2.6 髓斑 髓斑常发生在某些特定树种中,如松、柏、桦木等,为木材识别的辅助特征^[3,7],迄今尚未见到有关杨树木材髓斑的报道。在本研究中观察到在山杨的生长轮中,有很多分布不规则的髓斑,有的分散在生长轮中,有的在生长轮的边缘,在髓心部位出现较多(见表5)。

通常认为髓斑是形成层被幼虫钻伤所

表5 山杨含髓斑株数

项 目	黑 龙 江	吉 林	辽 宁	河 北	河 南	山 西
实验株数	5	5	5	5	5	5
含髓斑株数	4	5	3	5	3	5

致。山杨木材髓斑的普遍存在,说明山杨在生长过程中易受伤害,幼龄山杨更甚。髓斑被认为是一种天然缺陷,由于它在木材中占的比例很小,故对木材性质不会产生很大影响。髓斑是杨树的固有特征,还是天然山杨的固有特征,有待于进一步研究。

2.2 山杨的物理力学性质

2.2.1 密度和干缩性

木材密度是木材加工、利用和材性比较首先考虑的因子。六个种源山杨密度测定结果见表6,变化范围0.43~0.54g/cm³,河南组最高,山西最低。

表6 山杨木材物理力学性质

试 验 项 目		省 份	均 值	标 准 差	标 准 误 差	变 异 系 数 (%)	准 确 指 数 (%)	省 份	均 值	标 准 差	标 准 误 差	变 异 系 数 (%)	准 确 指 数 (%)
密度 (g/cm ³)		黑 龙 江	0.477	0.026	0.042	5.35	0.88	河 北	0.486	0.030	0.005	6.28	1.01
干缩系数 (%)	弦 向		0.288	0.019	0.003	6.51	1.07		0.301	0.025	0.004	8.28	1.33
	径 向		0.188	0.011	0.002	5.75	0.94		0.16	0.015	0.002	9.55	1.53
	体 积		0.499	0.029	0.005	5.93	0.98		0.488	0.037	0.006	7.58	1.21
静曲强度 (MPa)		江	77.1	6.47	1.050	8.39	1.36	北	73.4	5.488	0.879	7.48	1.2
弹性模量 (GPa)			12.9	2.27	0.367	17.56	2.85		12.3	1.47	0.230	11.97	1.91
顺纹抗压强度 (MPa)			38.7	2.27	0.366	5.83	0.95		32.5	2.45	0.392	7.54	1.21
冲击韧性 (KJ/m ²)			45.3	15.00	2.465	33.11	5.44		58.3	28.31	4.593	48.6	7.88
密度 (g/cm ³)		吉 林	0.462	0.056	0.010	12.06	2.07	河 南	0.539	0.026	0.005	4.76	0.87
干缩系数 (%)	弦 向		0.306	0.017	0.030	5.52	0.95		0.241	0.021	0.004	8.8	1.61
	径 向		0.168	0.013	0.002	7.81	1.34		0.125	0.021	0.004	16.66	3.04
	体 积		0.501	0.024	0.004	4.77	0.82		0.395	0.032	0.006	8.21	1.50
静曲强度 (MPa)		林	65.5	8.98	1.54	13.7	2.35	南	71.9	5.97	1.09	8.31	1.52
弹性模量 (GPa)			10.1	2.044	0.351	20.19	3.48		11.8	1.071	0.196	9.06	1.66
顺纹抗压强度 (MPa)			32.4	4.000	0.686	12.34	2.12		32.2	1.653	0.302	5.14	0.94
冲击韧性 (kJ/m ²)			52	3.01	5.158	57.87	9.92		59.7	18.65	3.349	31.26	5.61
密度 (g/cm ³)		辽 宁	0.449	0.026	0.005	5.88	1.09	山 西	0.430	0.020	0.003	4.73	7.90
干缩系数 (%)	弦 向		0.314	0.019	0.003	5.9	1.1		0.244	0.013	0.002	5.49	0.92
	径 向		0.170	0.023	0.004	13.47	2.5		0.136	0.013	0.002	9.37	1.56
	体 积		0.517	0.040	0.007	7.76	1.44		0.389	0.025	0.004	6.33	1.05
静曲强度 (MPa)		宁	65.7	6.165	1.126	9.38	1.71	西	60.0	5.268	0.878	8.79	1.46
弹性模量 (GPa)			10.1	1.691	0.309	16.69	3.06		9.75	1.037	0.173	10.64	1.77
顺纹抗压强度 (MPa)			31.2	2.366	0.439	7.59	1.41		28.8	1.925	0.321	6.69	1.11
冲击韧性 (kJ/m ²)			52.4	19.03	4.487	36.28	8.55		41.6	11.2	1.949	26.92	4.68

从木材解剖性质看,山杨的纤维和导管壁薄,管孔较多,故密度较低,按国标气干密度分级,六组山杨均属小一级^[3]。木材密度与木材胞壁率相关,采用新型Q570测定细胞的胞壁率,使解剖学的研究更深入了一步。作者测定了山杨的胞壁率(见表7)。

胞壁率与木材密度及其它物理和力学性质密切相关。不同种源山杨的胞壁率变化不大。

六组山杨的弦向干缩大于径向,干缩系数较小(见表6),求得干缩不均匀性也都属“很小”一级。其原因在于,山杨木材构造均匀,生长轮内无早、晚材区别,单列射线,及胞壁率低等。

2.2.2 静曲强度和弹性模量 山杨的静曲强度和弹性模量变化趋势是一致的(见表6)。均以黑龙江组最高,山西组最低。

2.2.3 顺纹抗压强度与冲击韧性 六组山杨顺纹抗压强度范围为28.8~38.7MPa,黑龙江组最高、山西组最低。冲击韧性范围为41.6~58.3kJ/m²,但它的变异较大,范围26.9%~57.9%(见表6)。

2.2.4 物理力学性质间的关系 六个种源山杨地理分布广泛,或分布区域内立地条件变化大,加之树干部位、树龄、树干缺陷的存在,在山杨的物理和力学性质上产生差异,方差分析结果见表8。

2.2.4.1 不同种源山杨中,除冲击韧性外,

表7 山杨的胞壁率(%)

项 目	黑 龙 江	吉 林	辽 宁	河 北	河 南	山 西	平 均
胞壁率(除射线)	32.6~53.6	46.3~60.1	37.2~56.9	29.8~48.1	29.4~50.4	33.2~44.9	
平均值	46.3	52.8	45.8	38.9	40.7	39.0	43.9
标准差	7.26	3.84	5.85	5.53	4.74	4.16	5.23
胞壁率(含射线)	42.5~71.9	50.9~73.1	44.9~71.6	38.4~65.0	37.7~59.9	40.7~58.2	
平均值	55.9	67.0	58.6	48.8	50.3	48.6	54.9
标准差	8.18	4.50	6.67	6.62	4.68	4.55	5.87

表8 种源与种间物理力学性质方差分析

		密 度			静 曲 强 度			顺纹抗压强度			冲 击 韧 性		
		F	f ₁	f ₂	F	f ₁	f ₂	F	f ₁	f ₂	F	f ₁	f ₂
不同种源		4.09**	5	199	37.4**	5	201	60.4**	5	200	2.04	5	105
各种源内株间	黑龙江	3.8*	4	32	2.47	4	33	0.33	4	33	84.45**	4	32
	吉林	12.0	4	24	3.51*	4	25	24**	4	24	2.31	4	13
	辽宁	1.73*	4	29	9.12**	4	29	9.6**	4	29	5.51**	4	29
	河北	3.0*	4	34	5.20**	4	34	6.18**	4	34	0.64	4	32
	河南	2.6	4	25	10.2**	4	25	1.89	4	25	0.89	4	26
	山西	5.17**	4	31	5.4**	4	31	7.4**	4	31	0.46	4	28

密度、抗弯强度,顺纹抗压强度差异极显著。

子株间差异极为显著。

六个种源的山杨不仅存在差异,还存在

2.2.4.2 同一种源山杨中,差异各不相同,如辽宁组,除密度差异不显著外,其它各因

相关关系,根据表9可以看出:

2.2.4.3 在各组的相关中,密度与顺纹抗

表9 物理力学的相关关系

省 份	密度与顺纹抗压强度方程	相关系数	密度与静曲强度方程	相关系数	试样数	相关系数临界值	
						0.05	0.01
黑龙江	$y=47.28+728.18x$	0.802	$y=213.5+1203.1x$	0.461	37	0.325	0.418
吉林	$y=39.17+621.3x$	0.683	$y=183.43+1077.8x$	0.452	29	0.367	0.470
辽宁	$y=35.17+645.9x$	0.734	$y=322.3+742.3x$	0.441	34	0.339	0.437
河北	$y=75.98+530x$	0.607	$y=206.7+1113.8x$	0.607	39	0.317	0.408
山西	$y=795.3x-48.5$	0.807	$y=1994x-245.9$	0.755	30	0.309	0.398

注:河南组没有相关关系

压强度的相关系数都大于密度与抗弯强度的相关系数。证明密度对顺纹抗压强度的影响更大一些。

2.3 山杨的化学成分

化学成分是反映木材性质的重要方面,也是木材利用的一个依据。六个种源化学成分研究结果(表10)表明:种源对化学成分的影响较小,除河南组灰分含量和抽提物含量较低以外,其它五组化学成分相近。由此分析:山杨化学成分受环境、树龄等因子的

影响较小。如山杨做为造纸用材,各种化学成分都符合造纸原料的要求^[5]。

2.4 结论

2.4.1 六个种源山杨,纤维平均长1mm左右,自髓心向外,纤维长度随树龄增加而增长;纤维宽、长宽比、壁腔比、胞壁率、各组织比量变化都不明显。纤维组织比量在50%以上。

2.4.2 六个种源山杨均含丰富的薄壁侵填体,自髓心向外,侵填体随树龄增加而减

表10 山杨木材的化学成分(%)

省 份	灰 分	冷水抽提物	热水抽提物	1%NaOH 抽提物	苯乙醇 抽提物	木 素	多缩戊糖	α -纤维素	综纤维素
黑龙江	0.52	2.01	3.63	19.27	2.43	16.65	24.42	47.07	78.26
吉 林	0.59	2.23	4.05	20.80	3.44	18.99	25.58	44.89	76.88
辽 宁	0.48	1.98	3.69	19.93	2.55	16.56	24.56	46.47	78.41
河 北	0.59	3.05	4.05	21.15	3.10	16.63	28.05	45.71	76.41
河 南	0.39	2.05	3.20	17.63	1.66	13.70	25.07	51.41	81.93
山 西	0.55	2.51	3.73	22.27	2.37	16.89	27.29	43.06	78.46

少,生长轮内还常见髓斑,分布不规律,髓心处较多。

2.4.3 六个种源山杨(山西组含量较少)
含丰富的胶质纤维,外部生长轮含量多于内部生长轮,多数呈明显带状。

2.4.4 种源间和种源内不同的物理力学性质
之间存在一定的相关,也存在一些差异。

2.4.5 六个种源山杨的化学成分,除河南组略有差别外,其它各组无明显差异。

3 参考文献

- 成俊卿.中国热带及亚热带木材.科学出版社,1980
- 成俊卿译.木材解剖学名词词汇.中国林业科学研究院木材工业研究所,1964
- 成俊卿主编.木材学.中国林业出版社,1985
- 徐伟英.杨树.黑龙江人民出版社,1988
- 朱惠方.数种速生树种木材纤维形态及其化学成分的研究.林业科学,1982(4)
- 张立非.小青黑杨木材解剖特征及密度的初步研究.木材工业,1988(4)
- 北京林业大学.木材学.中国林业出版社,1983
- 周崧等.造纸用材扩大树种利用的研究.中国林业科学研究院木材工业研究所,1978
- 中国林业科学研究院.中国主要树种木材物理力学性质.中国林业出版社,1982
- 天津轻工业学院.植物纤维化学.轻工业出版社,1978
- 柴修武等.集约栽培13种白杨无性系幼龄材研究.林业科学研究,1992,5(1)
- Isebrands J G. Proportion of wood elements within eastern cottonwood. Wood Sci.1972,5(2),139~140
- Yanchuk A D. Intraclonal variation in wood density of trembling aspen in Alberta. Wood and Science 1983 15: (4)
- Yanchuk A D. Variation and heritability of wood density and fibre length of trembling aspen in Alberta, Canada. 1984

A study on the wood properties of natural growth poplar

Zhang Lifei Luo Xiugin

(The Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Gu Wanchun

(The Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091)

Abstract A study on the wood properties of natural growth poplar (*Populus davidiana*) from six northern provinces of China has been done. The results of morphology of fibre, proportion of different tissues, physical and mechanical properties, chemical composition have been studied. The stems of six provenience poplar contained much gelatinous fiber, tylosis and pith fleck. The physical and mechanical properties of six provenances changed within different groups. This poplar is a good pulping material.

Keywords *Populus davidiana*; Provenance (Provenience); Wood properties; Gelatinous fibre