

西藏古建筑房椽木构件树种鉴定研究

赵泾峰¹, 段新芳^{2*}, 冯德君¹, 聂玉静¹

(1. 西北农林科技大学 机电学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国林科院 木材工业研究所, 北京 100091)

摘要:对西藏布达拉宫、罗布林卡古建筑 20 个椽材进行了树种鉴定, 测定了木材纤维长度和基本密度。结果表明: 这些建筑有 6 种木材, 包括冷杉属的一种(*Abies* sp.)、高山松(*Pinus densata*)、西藏云杉(*Picea spinulosa*)、杨属(*Populus* spp.) 木材、(*Salix* spp.) 柳属木材、沙棘属(*Hippophae* spp.) 木材; 纤维长度和基本密度小于成熟材, 属于幼龄材。

关键词:木材构造; 纤维长度; 基本密度; 古建筑木构件; 西藏

中图分类号: S781.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2007)06-0138-06

Identification of Wood Species in Tibet Ancient Buildings

ZHAO Jing-feng¹, DUAN Xin-fang², FENG De-jun¹, NIE Yu-jing¹

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Through the observation of 20 rafters' structure character, fiber length and basic density of ancient buildings timberworks of Norbulingka in Tibet, 6 groups were identified as *Abies* sp., *Pinus densata*, *Picea spinulosa*, *Populus* spp., *Salix* spp., and *Hippophae* spp., and that fiber length and basic density compared with mature woods were small.

Key words: wood identification; fiber length; basic density; ancient wood structures; Tibet

布达拉宫和罗布林卡是全国重点文物保护单位, 是世界文化遗产。2003 年开始, 我国政府共投资 3.3 亿元对其进行维修保护。这是西藏古建筑保护维修史上投资最多、规模最大的文物维修工程, 对保护世界文化遗产, 尊重少数民族人民的宗教信仰, 都具有重要意义^[1~3]。

研究识别古建筑木结构木材树种, 可以获得当年建筑使用木材的天然耐久性、木材的物理力学性质、木材的用途和加工特性, 对制定古建筑保护方案选择合适的木材, 为古建筑维护更换木构件树种提供依据。为了配合布达拉宫和罗布林卡文物维修工程, 了解西藏木文化的特点, 对罗布林卡古建筑房椽木构件木材进行了树种鉴定、基本密度和纤维长度的测定, 为这些古建筑维护与完善提供了理论依据。

I 材料与方法

1.1 材料

试材是从西藏布达拉宫德阳夏地垵、罗布林卡内马厰、罗布林卡牛羊圈屋顶古建筑上更换下来的 20 个椽材截取的, 取样试样为圆盘(表 1)。由于试样采于古建筑, 遭受虫害严重, 所以对 20 个试材进行宏观观察, 分别选取比较均匀的生长轮作为制作切片的材料; 选取靠近树皮的若干个生长轮用于木材离析材料; 选取生长比较均匀的部位用作木材基本密度测定。

1.2 方法

1.2.1 木材树种鉴定 在 20 个取样圆盘上挑选具有代表性的生长轮按弦向和径向切成小木块, 顺纹方向为 1.5~2.0 cm, 进行木材构造切片制作和观察。将试样分别放入烧杯中加水蒸煮、冷却、再蒸煮,

收稿日期: 2007-01-25 修回日期: 2007-03-19

基金项目: 科技部社会公益研究专项“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”(2004DIB5J187)

作者简介: 赵泾峰(1968-), 女, 陕西泾阳人, 讲师, 主要从事木材科学与技术的研究工作。

* 通讯作者: 段新芳(1965-), 男, 研究员, 博士生导师。

直至木块下沉为止。然后切片、染色、脱水、透明、封装,利用光学显微镜观察记载木材构造特征。

表 1 西藏古建筑房椽木构件取样情况

Table 1 Situation of sampling of old wood structures from Tibet

编号	取样圆盘上的树龄	平均直径	备注
	/a	/cm	
1 [#]	22	8.3	边材颜色加深,同时有径裂
2 [#]	14	7.4	边材有部分发生蓝变,生长轮宽度较均匀
3 [#]	36	7.4	边材颜色加深,同时有径裂
4 [#]	9	9.4	原材料只有 2/3 圆,同时腐朽较严重,髓心星形
5 [#]	9	8.8	边材有腐朽和变色发生,同时有径裂,髓心星形
6 [#]	10	7.6	外观基本完好,髓心星形
7 [#]	11	10.3	严重的应拉木,同时边材有变色,髓心星形
8 [#]	11	7.5	有径向裂口,髓心星形
9 [#]	8	8.5	有严重的变色与腐朽,髓心星形
10 [#]	13	10.2	有轻微的变色与径裂,髓心星形
11 [#]	8	9.0	有径向裂纹,髓心星形
12 [#]	15	8.8	有径向裂纹,髓心星形
13 [#]	10	6.7	有轻微径向裂纹
14 [#]	9	7.0	边材已变色
15 [#]	9	8.2	外观基本完好
16 [#]	8	6.5	有径向裂纹,髓心星形
17 [#]	11	8.2	边材虫蛀严重
18 [#]	13	8.2	边材有虫害
19 [#]	23	8.5	边材虫蛀严重
20 [#]	12	9.4	心边材虫蛀严重,尤其是边材

1.2.2 纤维长度测定 从取样圆盘上靠近树皮方向截取一小块试样。将试样切成火柴梗大小放入试管中,经水煮排气后,用硝酸和氯酸钾分离纤维,然后利用光学显微镜配合目、物镜测微尺测定纤维长度。

1.2.3 基本密度测定 在取样圆盘上选取无缺陷、生长比较均匀的靠近树皮部位进行截取试样,参照 GB1933—91 的方法,用排水法测定其湿材的体积。每个试样测定 3 次,取平均值,然后放入恒温干燥箱烘至绝干,再称重,测得基本密度。

2 结果与分析

2.1 木材构造特征与树种鉴定

2.1.1 1[#]木材构造特征及树种鉴定 无管孔;生长轮明显;早材至晚材缓变,晚材带很窄,管胞沿生长轮排列很整齐,早材管胞横切面为方形或多边形,径壁具缘纹孔 1 列,圆形;晚材管胞横切面长方形或方形,径壁纹孔少,1 列,圆形。管胞内壁无螺旋加

厚;眉条长,数少,不明显。轴向薄壁组织很少,在轮界处呈散分布;木射线单列,高 1~22 细胞(多数 5~14 细胞),全由射线薄壁细胞组成,无射线管胞,射线细胞水平壁纹孔和端壁节状加厚明显,少数细胞含深色树脂,无晶体;交叉场纹孔为杉木型(1~4 个,通常 2 个);无正常的树脂道。

鉴定为松科冷杉属的一种(*Abies* sp.)。西藏产冷杉木材有 8 种 3 变种。根据木材构造特征,苍山冷杉(*Abies delavayi*)、墨脱冷杉(*A. delavayi* var. *motuensis*)、黄果冷杉(*A. ernestii*)、云南黄果冷杉(*A. ernestii* var. *salouensis*)、长苞冷杉(*A. georgei*)、急尖长苞冷杉(*A. georgei* var. *smithii*)、鳞皮冷杉(*A. squamata*)在射线薄壁细胞内均具晶体,川滇冷杉(*A. forrestii*)射线薄壁细胞内无晶体存在^[10];被鉴定木材射线薄壁细胞内无晶体存在,所以前 7 种被排除;另外还有亚东冷杉(*A. densa*)、西藏冷杉(*A. spectabilis*)和察隅冷杉(*A. chayuen-sis*)因缺少资料无法判断。因此,判断所采试材可能

为川滇冷杉、亚东冷杉、西藏冷杉和察隅冷杉中的一种^[5,8](图版 1 中 1~3)。

2.1.2 2[#]木材构造特征及树种鉴定 无管孔;生长轮明显;宽度较均匀。早晚材较急变,晚材带窄,管胞从早材到晚材排列较整齐,早材管胞横切面多边形、长方形,径壁具缘纹孔单列,偶有 2 列,眉条长而明显,螺旋加厚缺如;晚材管胞横切面长方形,径壁具缘纹孔 1 列。轴向薄壁组织缺如。木射线具单列和纺锤形两类,单列射线数多,高 1~15 细胞(多数 3~8 细胞),纺锤形木射线具径向树脂道,近道上下射线细胞 2~3 列,单列翼高 1~10 细胞;射线管胞多数位于射线上下边缘,少数位于射线薄壁细胞中间,部分低射线全由射线管胞组成,射线管胞内壁有锯齿状加厚,齿深为 1/4~1/3;射线薄壁细胞水平壁纹孔及端壁节状加厚不明显;交叉场纹孔为窗格状(1~2 个)。具正常的轴向和径向树脂道,树脂道泌脂细胞壁薄,在制作木材切片时泌脂细胞已被破坏。

鉴定为松科松属硬松类的高山松(*Pinus densata*)。西藏产松属木材 6 种,根据木材构造特征,早、晚材较急变,射线管胞内壁具齿状加厚,就可以排除华山松(*P. armandi*)、乔松(*P. griffithii*)和西藏白皮松(*P. gerardiana*);西藏长叶松(*P. roxburghii*)交叉场纹孔为松木型,所鉴定木材为窗格状,亦予以排除;根据观察木材切片云南松(*P. yunnanensis*)射线管胞内壁锯齿状加厚的齿深 1/5~1/4;高山松(*P. densata*)射线管胞锯齿状加厚的齿深为 1/3~1/2^[9]。云南松早材管胞平均长度 4 752 μm ,晚材管胞长度平均长度 5 249 μm ;高山松早材管胞平均长度 2 193 μm ,晚材管胞长度平均长度 2 613 μm ^[10]。被鉴定木材射线管胞内壁锯齿状加厚的齿深为 1/4~1/3,管胞平均长度为 2 346 μm ;高山松平均管胞长度为 2 403 μm ,被鉴定木材管胞平均长度为 2 346 μm ,略小于高山松,因为高山松为成熟材,而此鉴定木材以幼龄材为主,同时考虑射线管胞锯齿状加厚的齿深,判定被鉴定木材为高山松^[5,9](图版 1 中 4~6)。

2.1.3 3[#]木材构造特征及树种鉴定 无管孔;生长轮明显,早、晚材较急变,晚材带较窄;管胞沿径向排列很整齐,早材管胞横切面长方形、方形或多边形,径壁具缘纹孔单列,晚材管胞横切面长方形,径壁纹孔很少,1 列,早材螺旋加厚明显,早、晚材过渡略明显,晚材最后几列未见。轴向薄壁组织缺如。木

射线具单列和纺锤形两类,单列射线(间或 2 列或成对)高 1~18 细胞,多数为 2~14 细胞;纺锤形木射线散生,内具径向树脂道;木射线由射线管胞与射线薄壁细胞组成,射线管胞位于射线上下边缘,低射线有时全由射线管胞组成,射线薄壁细胞水平壁纹孔与端壁节状加厚明显,部分含深色树脂,晶体未见;交叉场纹孔为云杉型 1~4 个(通常 2~3 个)。具正常的轴向和径向树脂道,树脂道泌脂细胞壁厚,纵生树脂道多位于晚材带或早、晚材过渡区域,泌脂细胞 6~8 个。

鉴定为松科云杉属的西藏云杉(*Picea spinulosa*)。西藏产云杉属木材有 2 种 4 个变种。根据木材构造特征,被鉴定木材早材管胞壁上螺旋加厚明显,早、晚材过渡略明显,晚材最后几列未见,同时射线薄壁细胞内无晶体。而通过观察川西云杉(*P. likiangensis* var. *balfouriana*)木材切片螺旋加厚只存在于晚材轴向管胞壁,无晶体;黄果云杉(*P. likiangensis* var. *hirtella*)螺旋加厚只存在于晚材轴向管胞壁;林芝云杉(*P. likiangensis* var. *linzhien-sis*)木材切片螺旋加厚均见早晚材的轴向管胞壁,射线薄壁细胞内有菱形、长方形和柱状晶体存在;油麦吊云杉(*P. brachytyla* var. *complanata*)木材切片早晚材管胞壁上均见螺旋加厚,射线薄壁细胞内有长方形和柱状晶体;长叶云杉(*P. smithiana*)木材切片,早晚材管胞壁上均见螺旋加厚,射线薄壁细胞内有菱形、长方形和柱状晶体存在;西藏云杉早材及早晚材过渡区域管胞壁上均见螺旋加厚,晚材最后几列未见,晶体未见;符合以上木材构造特征的只有西藏云杉^[5,8](图版 1 中 7~10)。

2.1.4 4[#]~12[#]、16[#]木材构造特征及树种鉴定

散孔材;心边材无区别。髓心星形。生长轮明显;早、晚材缓变;管孔多为单管孔及短径列复管孔(2~5 个,多数 2~3 个);径列或斜列;侵填体不见;螺旋加厚缺如;单穿孔;管间纹孔式互列。轴向薄壁组织量少,轮界状(通常宽 1~2 个细胞)。木纤维壁薄,长 796~1 113 μm ,具缘纹孔数多,纹孔口内陷,透镜形或椭圆形。木射线非叠生,射线组织同形单列,射线细胞端壁节状加厚和水平壁纹孔明显或略明显,少数含深色内含物;木射线高度多为 4~20 个细胞;射线与导管间纹孔式为大圆形,多见于边缘 1~2 列细胞;胞间道缺如。

鉴定木材是杨柳科杨属木材(*Populus* spp.)。西藏境内产杨属木材有 10 种 5 个变种,多分布在藏

南。因为所采试样是直径较小(6.5~10.3 cm)的椽材,属就地取材,距离拉萨市较近分布的杨属有银白杨(*P. alba*)、米林杨(*P. mainlingensis*)、长序杨(*P. pseudoglauca*)、清溪杨(*P. rotundifolia* var. *duclouxiana*)、藏川杨(*P. szechuanica* var. *tibetica*)、椅杨(*P. wilsonii*)等。因此,推测鉴定木材有可能为以上几种杨木^[4,5,11](图版1中11~22)。

2.1.5 13[#]~15[#]木材构造特征及树种鉴定 散孔材;心边材无区别。生长轮明显;早、晚材缓变;管孔从早材到晚材大小相等,分布均匀;管孔多为单管孔,少数短径列复管孔(2~5个);排列呈径列或散生;侵填体不见;螺纹加厚缺如;单穿孔;管间纹孔式互列。轴向薄壁组织量少,轮界状(通常宽1~2个细胞)。木纤维壁薄,长916~1 027 μm,单纹孔,数少,略明显,纹孔口内函,透镜形或椭圆形。木射线非叠生,射线组织异形单列,射线细胞端壁节状加厚和水平壁纹孔明显,部分含深色树胶,晶体未见;木射线高4~13个细胞;射线与导管间纹孔式为大圆形,主要位于直立细胞和方形细胞内;胞间道缺如。

鉴定木材为杨柳科柳属木材(*Salix* spp.)。西藏境内产乔木或小乔木的柳属木材有27种。因为所采试样是直径较小(6.7~8.2 cm)的椽材,是就地取材,距离拉萨市较近分布的柳属有垂柳(*S. babylonica*)、乌柳(*S. cheilophila*)、长蕊柳(*S. longistamina*)、康定柳(*S. paraplesia*)等。因此,推测鉴定木材有可能为以上几种柳木^[4,5,11](图版1中23~28)。

2.1.6 17[#]~20[#]木材构造特征及树种鉴定 环孔材;心边材区别明显。生长轮明显;早晚材急变;早材开始管孔较小,而后变大;早材带多环,比晚材大的多;晚材管孔很小,星散状;侵填体不见;个别树种有树胶;导管叠生明显;小导管壁上有螺纹加厚;单穿孔;管间纹孔式互列。轴向薄壁组织量少,星散状,细胞内含深色树胶。木纤维壁较薄,长889~992 μm,具缘纹孔明显,纹孔口内函,透镜形或裂隙状。木射线略叠生,以同形为主,偶见异形III型;射线细胞水平壁纹孔及端壁节状加厚明显,部分细胞内含深色树胶;射线多列为主,宽2~3列细胞,多数3列,高6~18个细胞;单列射线少,高2~8个细胞;射线与导管间纹孔式类似于管间纹孔式。胞间道缺如。

鉴定木材为胡颓子科沙棘属木材(*Hippophae* spp.)。西藏境内产沙棘有3种和3个亚种。因为所采试样是直径较小(8.2~9.4 cm)、长度3 m左右的椽材,符合以上条件的沙棘有柳叶沙棘(*H. salicifolia*)和江孜沙棘(*H. rhamnoides* subsp. *gyantsensis*),所以判断被鉴定木材为柳叶沙棘或江孜沙棘中的1种或2种^[6](图版1中29~36)。

2.2 纤维长度

纤维长度与木材性质和利用有着密切关系,纤维长有利于提高木材的抗拉强度、抗弯强度等。对20个木构件试样进行纤维长度测定结果(表2)表明,木构件纤维长度均偏小,因为所取木材试样均为房椽材,直径较小,主要以幼龄材为主,因此纤维长度较短。

表2 西藏古建筑房椽木构件木材纤维长度

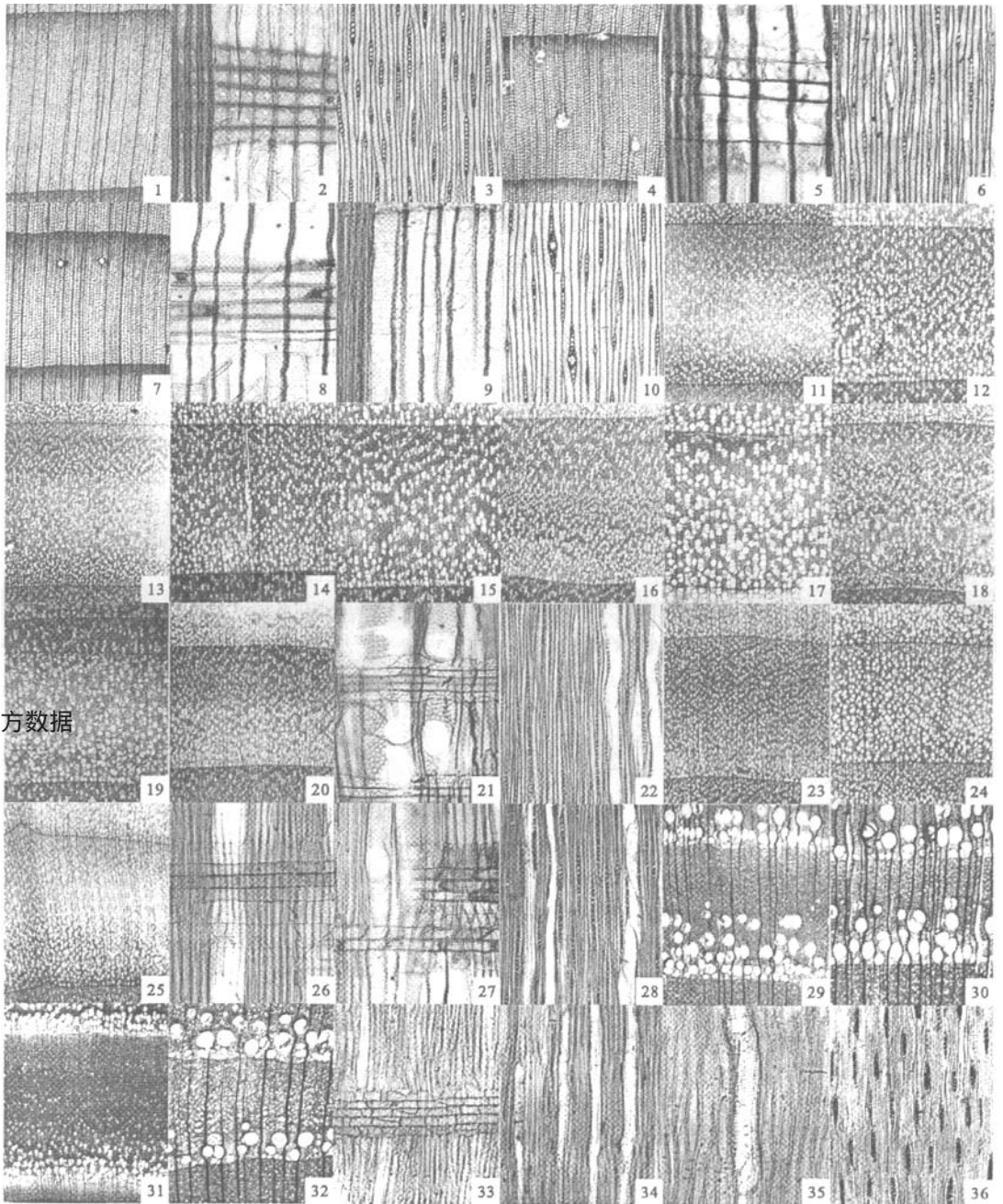
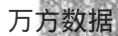
Table 2 Wood fiber length of old wood structures from Tibet

树种	冷杉	高山松	云杉	柳				沙棘		
编号	1 [#]	2 [#]	3 [#]	13 [#]	14 [#]	15 [#]	17 [#]	18 [#]	19 [#]	20 [#]
纤维长度 /μm	1 828	1 987	2 544	916	935	1 027	992	942	943	889
平均值 /μm					959			942		
树种	杨木									
编号	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]	16 [#]
纤维长度 /μm	1 027	923	796	985	1 107	1 085	1 019	1 081	1 094	1 113
平均值 μm					1 023					

2.3 基本密度

密度是一项重要的木材物理性质,木材密度与强度呈正相关^[7]。从表3可知,20个木构件基本密度均偏小。经研究发现,基本密度偏小有3个方面的原因,一是20个试样都是直径较小的椽材,基本都

是幼龄材,幼龄材基本密度较成熟材小;二是木构件经长期使用,风吹日晒,导致木材风化,从而使木材密度降低;三是由于菌虫危害,使木材密度降低,如4[#]、9[#]腐朽较严重,17[#]~20[#]虫害较严重。



川滇冷杉(1[#]) 1.早晚材渐变 2.交叉场纹孔杉木型 3.单列木射线
高山松(2[#]) 4.早晚材急变,有正常轴向树脂道 5.交叉场纹孔窗格型,射线管胞内壁有齿状加厚 6.单列与纺锤形木射线
林芝云杉(3[#]) 7.早晚材渐变,有正常轴向树脂道 8.交叉场纹孔云杉型 9.管胞壁上可见螺旋加厚 10.单列与纺锤形木射线
杨木(4[#]~12[#]、16[#]) 11~20.散孔材 21.同形射线,单穿孔 22.单列木射线
柳木(13[#]~15[#]) 23~25.散孔材 26.异形射线,射线与导管间纹孔大圆形 27.单穿孔,异形射线 28.单列木射线
江孜沙棘(17[#]~20[#]) 29~32.环孔材 33.同形射线 34.导管叠生 35.导管壁具螺旋加厚 36.多列射线叠生

图版 1 木材显微结构

Plate 1 Microstructure of woods

表 3 西藏古建筑房椽木构件木材基本密度
Table 3 Basic density of old wood structures from Tibet

树种	冷杉	高山松	云杉	柳木			沙棘			
编号	2 [#]	3 [#]	13 [#]	14 [#]	15 [#]	17 [#]	18 [#]	19 [#]	20 [#]	
基本密度 /(g·cm ³)	0.363	0.325	0.379	0.442	0.317	0.312	0.517	0.544	0.445	0.506
平均值 /(g·cm ⁻³)	0.357						0.503			

树种	杨木									
编号	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]	16 [#]
基本密度 /(g·cm ⁻³)	0.272	0.357	0.262	0.362	0.389	0.350	0.356	0.354	0.384	0.398
平均值 /(g·cm ⁻³)	0.348									

3 结论

20 个西藏古建筑房椽木构件树种为 3 科 6 属木材,即松科冷杉属的一种,松属硬松类的高山松,云杉属的西藏云杉;杨柳科杨属木材,柳属木材;胡颓子科沙棘属木材。这些古建筑椽材树种西藏均有分布。

6 类 20 个西藏古建筑椽材属幼龄材,纤维长度和基本密度均较小。

参考文献:

[1] 郭桂香. 世纪维修[J]. 中国文化遗产,2004(1):12-23.
[2] 普赤. 罗布林卡的壁画 [J]. 中国西藏,2006(4):52-55.
[3] 茹勇夫. 布达拉宫 大昭市 罗布林卡(续)[J]. 科学大观园,2004(8):27-28.

[4] 黄华,张峰,赵凯. 罗布林卡[J]. 寻根,2003(2):72-79.
[5] 吴征镒主编. 西藏植物志(第一卷)[M]. 北京:科学出版社,1983:357-384,411-470.
[6] 吴征镒主编. 西藏植物志(第三卷)[M]. 北京:科学出版社,1983:331-334.
[7] 申宗圻主编. 木材学[M]. 第 2 版. 北京:中国林业出版社,1993:9.
[8] 罗良才. 云南经济木材志[M]. 昆明:云南人民出版社,1989:6-18.
[9] 周莹,姜笑梅. 中国裸子植物材的木材解剖学及超微构造[M]. 北京:中国林业出版社,1994:375-378.
[10] 中国科学院植物研究所形态细胞研究室比较形态组. 松树一形态结构与发育[M]. 北京:科学出版社,1978:8.
[11] 成俊卿,杨家驹,刘鹏. 中国木材志[M]. 北京:中国林业出版社,1992.

欢迎订阅 2008 年《林业调查规划》

《林业调查规划》1976 年创刊,是由云南省林业调查规划院和西南地区林业信息中心共同主办的国内外公开发行的林业科技刊物,被全国多家期刊数据库收录。为中国科技核心期刊、中国林业核心期刊、首届《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。本刊立足西部、面向全国,开辟了森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性保护、生态建设、自然保护区、营造林技术、种类建设、森林旅游、园林设计、林产品开发、病虫害防治、社会林业、专家论坛等栏目。本刊以技术性、实用性、创新性为原则,具有较强的指导性、知识性和可读性,是广大从事林业生产、科研、教学的科技工作者、领导和决策者不可或缺的参考。

本刊为双月刊,A4 开本,每期 160 页码,每单月底出刊。国际刊号 ISSN1671-3168,国内统一刊号 CN53-1172/S。每期定价 10 元,全年 60 元;增刊 2 期,500 多页码,全年 40 元;共计 100 元。由编辑部自办发行,订阅单位和个人可通过邮局或银行汇款。欢迎广大读者、作者踊跃投稿,展示自己才华,欢迎社会各界刊登广告、展示形象。

地 址:云南省昆明市人民路 289 号

云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部 邮编:650051

银行户名:云南省林业调查规划院

开户银行:昆明市农行双龙支行

电 话:(0871)3318347;3332538

E-mail:ynfip@vip.163.com

http://lydcgh.periodicals.net.cn

帐号:029101040002050

传真:(0871)3318347

联系人:许春霞