

编者按: 栎类既是生态树种, 也是用材树种和经济树种, 栎木资源在我国分布广泛, 有一定蓄积量, 但利用不足。依托中央级公益性科研院所基金项目“主要栎类树种木材材性与干燥技术研究”, 对国产栎属木材的基本性质及干燥技术进行系统测试和研究, 为栎木木材资源的高效高附加值利用提供技术支撑。

## 国产麻栎和栓皮栎木材的主要物理性能

王雪玉, 任海青, 龚迎春, 王玉荣

(中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 按照国家标准要求, 对国产麻栎和栓皮栎木材的主要物理性能进行测试。结果表明: 麻栎与栓皮栎木材的密度等级为大, 气干密度径向变异均表现为心材密度比边材密度大; 麻栎和栓皮栎木材的径向尺寸稳定性优于弦向, 边材优于心材。栓皮栎尺寸稳定性稍优于麻栎。

**关键词:** 麻栎; 栓皮栎; 密度; 干缩; 湿胀

中图分类号: S781.3; S792.18; TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2020) 01-0043-04

### Physical Properties of Native *Quercus Acutissima* and *Quercus Variabilis* Timber in China

WANG Xue-yu, REN Hai-qing, GONG Ying-chun, WANG Yu-rong

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

**Abstract:** The physical properties of native sawtooth oak (*Quercus acutissima*) and oriental oak (*Q. variabilis*) timber in China were tested according to relevant Chinese national standards. The results showed that the air dried wood density of the tested timber were high and increased gradually from bark to pith. The dimensional stability in the radial direction presented better than that in the tangential direction, and the dimensional stability of the sapwood was greater than that of the heartwood. The shrinkage and swelling of *Q. variabilis* wood samples were less than those of *Q. acutissima*. Therefore, the dimensional stability of *Q. variabilis* was little bit better than that of *Q. acutissima*.

**Key words:** sawtooth oak; oriental oak; density; shrinkage; swelling

麻栎 (*Quercus acutissima* Carr.) 和栓皮栎 (*Q. variabilis* Bl.) 为壳斗科栎属树木, 是国家战略储备

林树种, 目前的总蓄积达 16 850 万 m<sup>3</sup>[1], 其木材性能优良、纹理美观, 可用于实木地板、家具等制造, 对缓解我国珍贵优质木材资源短缺有重要意义。

了解木材的密度、干缩和湿胀等基本物理性能, 可以评判木材质量等级, 有利于适材适用, 提高木材利用率, 但目前有关大径级栎木的基础材性数据尚不完善。鉴于此, 笔者测试了 2 个典型树种麻栎

收稿日期: 2019-09-16; 修改日期: 2019-11-25

基金项目: 中央级公益性科研院所基金项目“主要栎类树种木材材性与干燥技术研究”(CAFYBB2018ZB001-5)。

作者简介: 王雪玉 (1991—), 女, 博士研究生。Email: 15117961784@163.com

责任作者: 王玉荣, 女, 副研究员。Email: yurwang@caf.ac.cn

和栓皮栎木材的主要物理性质, 并进行对比分析, 旨在为这两种栎木木材的加工选材及定向应用, 提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

栓皮栎和麻栎: 各4株, 均采自河南信阳南湾林场, 树龄60年。麻栎平均胸径43 cm, 生材密度 $1.10 \text{ g/cm}^3$ ; 栓皮栎平均胸径38 cm, 生材密度 $1.12 \text{ g/cm}^3$ 。

如图1所示, 从树木原条的1.3 m处以上, 截取1 m长木段; 过圆柱髓心取50 mm厚南北径向板1块, 沿径向从树皮~髓心~树皮分成6部分, 编号1、6近树皮部分为边材, 2、5中部及3、4近髓心部分为心材。

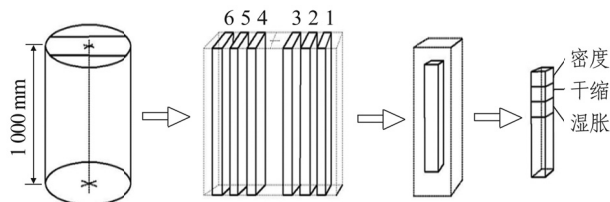


图1 取材示意图

Fig.1 Preparation of wood samples

每部分各取 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 1\,000 \text{ mm}$ 的木条, 在各木条上截取尺寸为 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 的试样1个。共取1米长的木条33根, 每个物理性能指标试样33个。

### 1.2 仪器设备

电子天平、螺旋测微仪、游标卡尺、恒温恒湿箱。

### 1.3 试验方法

按照GB 1928—2009《木材物理力学试验方法总则》, 测试前对试样进行平衡处理至含水率约12%, 依据GB/T 1933—2009《木材密度测定方法》、GB/T 1932—2009《木材干缩性测定方法》和GB/T 1934.2—2009《木材湿胀性测定方法》, 分别测试、计算麻栎和栓皮栎的气干密度、干缩率和湿胀率。

## 2 结果与分析

### 2.1 气干密度

木材密度对加工和利用有重要指导意义<sup>[2]</sup>。麻栎与栓皮栎木材径向不同部位的气干密度测试结果, 列于表1。

表1 麻栎与栓皮栎木材径向不同部位气干密度

Tab.1 Air dried density of sawtooth oak and oriental oak wood samples in radial direction

| 树种  | 径向取样位置 | 平均值/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) | 标准差   | 变异系数/% |
|-----|--------|-----------------------------------------|-------|--------|
| 麻栎  | 近树皮    | 0.902                                   | 0.039 | 4.403  |
|     | 中部     | 0.929                                   | 0.021 | 2.352  |
|     | 近髓心    | 0.949                                   | 0.020 | 2.120  |
| 栓皮栎 | 近树皮    | 0.862                                   | 0.031 | 3.65   |
|     | 中部     | 0.939                                   | 0.035 | 3.67   |
|     | 近髓心    | 0.967                                   | 0.026 | 2.675  |

由表1可知, 麻栎木材的平均气干密度为 $0.926 \text{ g/cm}^3$ , 栓皮栎木材的平均气干密度为 $0.922 \text{ g/cm}^3$ , 参照中国主要树种木材密度的品质级别表, 两树种的密度等级均为大, 且均高于欧洲进口栎木<sup>[3]</sup>、美国白橡 (*Quercus alba*) 和红橡 (*Quercus rubra*)<sup>[4]</sup>, 是生产家具、地板和结构材的优良材料。

另一方面, 因麻栎和栓皮栎木材密度较大, 材质较硬, 且木材干缩过程中差异干缩较大, 容易产生翘曲开裂, 因此, 均不适合单板旋切加工<sup>[5]</sup>。

#### 2.1.1 气干密度径向变异规律

由表1可知, 两树种气干密度从髓心到树皮接近直线下降, 与橡胶树 (*Hevea brasiliensis*) 密度径向变异规律一致<sup>[6]</sup>, 而与桉树 (*Eucalyptus grandis*) 和白桦 (*Betula platyphylla*) 的变异趋势相反<sup>[7-8]</sup>。其原因可归结于橡胶木、麻栎和栓皮栎心材中均含有较多抽提物<sup>[9-10]</sup>。

两树种气干密度自树皮至髓心的变化程度呈现, 麻栎木材变化幅度较小, 栓皮栎木材变化幅度较大, 说明麻栎木材材质比栓皮栎木材更均一。

#### 2.1.2 心边材气干密度差异分析

由表1分析可得, 麻栎心材密度较边材密度大4%; 栓皮栎心材密度较边材密度大10%。两个树种心材密度均大于边材; 栓皮栎心边材气干密度差异较麻栎的大。分析认为, 主要是麻栎、栓皮栎心材中含有大量抽提物所导致。而麻栎木材密度径向不同部位变异较小, 应用时可不必区分心边材加工。

### 2.2 干缩性

木材干缩会引起木制品变形、开裂、紧固件松动和漆膜干裂、表面光泽度降低等缺陷, 对木材利用影响较大。差异干缩即弦向干缩率与径向干缩率比值, 可衡量木材干燥后发生翘曲的程度。

表2 列出两种栎木干缩率及差异干缩测试结果。

表2 麻栎和栓皮栎木材的干缩率

Tab.2 Shrinkage ratio of sawtooth oak and oriental oak wood samples

| 树种  | 气干干缩率/% |      | 气干差异干缩 | 全干干缩率/% |       | 全干差异干缩 |
|-----|---------|------|--------|---------|-------|--------|
|     | 径向      | 弦向   |        | 径向      | 弦向    |        |
| 麻栎  | 3.78    | 9.78 | 2.58   | 6.15    | 13.86 | 2.25   |
| 栓皮栎 | 3.64    | 9.66 | 2.60   | 5.86    | 13.26 | 2.26   |

由表2可知,麻栎与栓皮栎木材在径向、弦向气干差异干缩与全干差异干缩均 $>2$ ,差异干缩等级为大<sup>[9]</sup>。说明两种栎木木材干燥后均容易翘曲。

麻栎、栓皮栎木材在气干和全干状态下,均表现为弦向干缩率 $>$ 径向干缩率,这与大部分木材的干缩规律一致,表明其径向板的尺寸稳定性优于弦向板;气干和全干状态下,栓皮栎木材径向和弦向干缩率均小于麻栎木材,说明栓皮栎木材尺寸稳定性稍优于麻栎木材,但两者差异不大。这两种木材的径切板适宜作为地板、家具用材,而弦切板适合用于尺寸稳定性要求较小的场所。

### 2.2.1 干缩率径向变异规律

麻栎和栓皮栎木材在气干及全干状态下的干缩率径向变异,如图2所示。

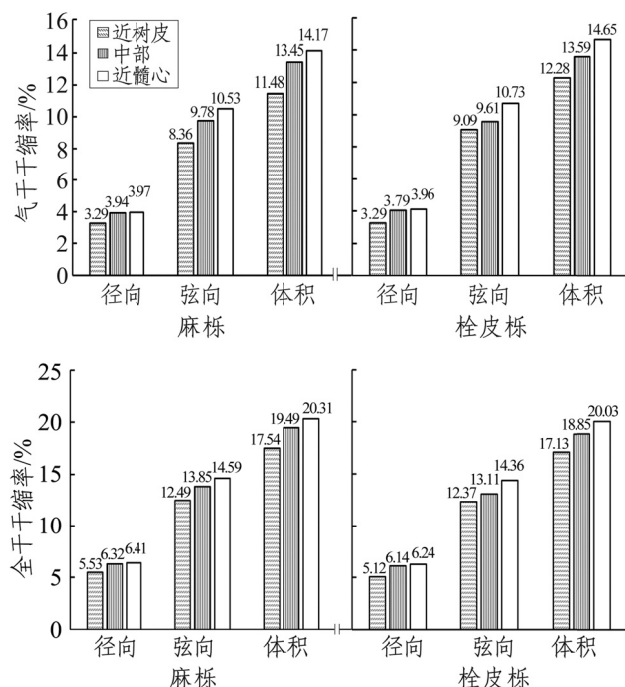


图2 麻栎与栓皮栎木材的干缩率径向变异

Fig.2 Shrinkage ratio of sawtooth oak and oriental oak wood samples in radial direction

两种栎木的气干和全干状态下干缩率,均表现为体积干缩率最大;两种木材的径向干缩率、弦向干缩率和体积干缩率变化趋势一致,均呈现自树皮至髓心逐渐增大。说明两种木材尺寸稳定性均以接近树皮部位的好,靠近髓心部位的较差。

同一树种不同方向干缩率的径向变异,呈现自树皮至髓心弦向干缩率增幅大于径向干缩率,进一步证明径切板的尺寸稳定性更优。

### 2.2.2 心边材干缩率差异分析

两种栎木心边材干缩率与差异干缩值,列于表3。

表3 麻栎和栓皮栎木材心、边材干缩率

Tab.3 Shrinkage ratio of heartwood and sapwood of sawtooth oak and oriental oak wood samples

| 树种  | 部位 | 气干干缩率/% |       | 气干差异干缩 | 全干干缩率/% |       | 全干差异干缩 |
|-----|----|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
|     |    | 径向      | 弦向    |        | 径向      | 弦向    |        |
| 麻栎  | 边材 | 3.29    | 8.36  | 2.54   | 5.53    | 12.49 | 2.26   |
|     | 心材 | 3.95    | 10.15 | 2.58   | 6.37    | 14.22 | 2.61   |
| 栓皮栎 | 边材 | 3.29    | 9.09  | 2.76   | 5.12    | 12.37 | 2.41   |
|     | 心材 | 3.87    | 10.17 | 2.62   | 6.19    | 13.73 | 2.21   |

由表3可见,两种栎木木材的气干和全干状态下的径向和弦向干缩率、气干差异干缩值和全干差异干缩值,均是边材小于心材,可能是心材的细胞壁较边材的细胞壁厚,失水后变形更大所致。但气干差异干缩值和全干差异干缩值,是边材稍高于心材。说明两种栎木边材的尺寸稳定性均优于心材。干燥过程中,麻栎心材较边材更易发生翘曲开裂,而栓皮栎心、边材发生翘曲开裂的程度趋于一致。由于北方地区冬季室内空气干燥,木地板、木制品家具易产生干缩变形,建议将麻栎、栓皮栎的心、边材分开加工为宜。

### 2.3 湿胀性

木材差异湿胀,即弦向湿胀率与径向湿胀率的比值,可衡量木材吸水后的变形程度。麻栎、栓皮栎木材平均湿胀率测试结果列于表4。

两种栎木木材在气干和饱水状态下,均表现为径向湿胀率小于弦向,表明吸水状态下径切板的尺寸稳定性更优。

栓皮栎吸水状态下尺寸稳定性优于麻栎。对于湿度较大的场所,如船舶、海边木桩等,选择栓皮栎木材,可相对减少因吸水湿胀引起的缺陷。

表4 麻栎和栓皮栎木材湿胀率

Tab.4 Swelling ratio of sawtooth oak and oriental oak wood samples

| 树种  | 气干湿胀率/% |      | 气干差异<br>湿胀 | 饱水湿胀率/% |       | 饱水差异<br>湿胀 |
|-----|---------|------|------------|---------|-------|------------|
|     | 径向      | 弦向   |            | 径向      | 弦向    |            |
| 麻栎  | 2.15    | 3.94 | 1.83       | 6.47    | 18.60 | 2.87       |
| 栓皮栎 | 1.55    | 2.88 | 1.85       | 5.68    | 16.13 | 2.84       |

### 2.3.1 湿胀率径向变异规律

在气干、饱水状态下，两种栎木径向不同部位的湿胀率，如图3所示。

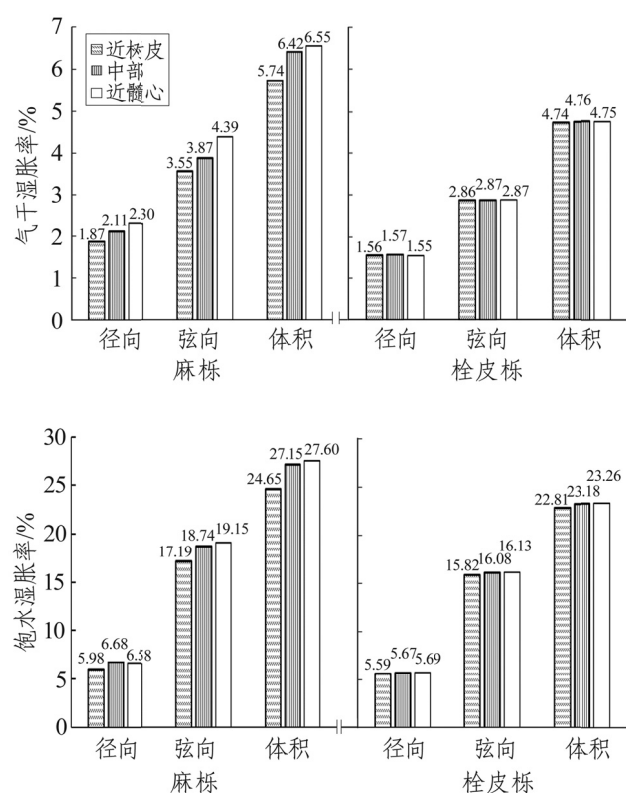


图3 麻栎与栓皮栎木材湿胀率径向变异

Fig.3 Swelling ratio of sawtooth oak and oriental oak wood samples in radial direction

麻栎木材气干和饱水状态下，径向、弦向和体积湿胀率，均表现为自树皮至髓心逐渐增大；而栓皮栎木材在气干和饱水状态下径向、弦向和体积湿胀率径向差异不大。说明麻栎越接近树皮部位，木材抗湿胀性能越好；而栓皮栎不同部位木材的抗湿胀性能差异不明显。

### 2.3.2 心边材湿胀率差异分析

麻栎和栓皮栎心、边材湿胀率与差异湿胀的测试结果，列于表5。

表5 麻栎和栓皮栎心边材湿胀率

Tab.5 Swelling ratio of heartwood and sapwood of sawtooth oak and oriental oak wood samples

| 树种  | 部位 | 气干湿胀% |      | 气干差异<br>湿胀 | 饱水湿胀% |       | 全干差异<br>湿胀 |
|-----|----|-------|------|------------|-------|-------|------------|
|     |    | 径向    | 弦向   |            | 径向    | 弦向    |            |
| 麻栎  | 边材 | 1.87  | 3.55 | 1.89       | 5.98  | 17.19 | 2.87       |
|     | 心材 | 2.21  | 4.13 | 1.86       | 6.63  | 18.94 | 2.86       |
| 栓皮栎 | 边材 | 1.56  | 2.86 | 1.83       | 5.59  | 15.82 | 2.83       |
|     | 心材 | 1.57  | 2.87 | 1.83       | 5.68  | 16.10 | 2.83       |

由表5可知，在气干及饱水状态下，麻栎边材径向、弦向湿胀率均低于心材，心边材差异湿胀值基本相等；说明麻栎边材的吸湿尺寸稳定性优于心材，在吸湿过程中，其心边材变形程度基本一致。而栓皮栎边材与心材径向、弦向湿胀率差异较小，心边材差异湿胀值也基本相等，表明心边材的吸湿尺寸稳定性相近。

两种木材对比，栓皮栎边材和心材湿胀率均低于麻栎，说明栓皮栎心边材的湿胀尺寸稳定性均优于麻栎心边材。

## 3 结论

1) 麻栎、栓皮栎两种木材的密度等级均属于大，且气干密度自树皮至髓心呈现逐渐增大，心材密度大于边材。

2) 栓皮栎木材的尺寸稳定性优于麻栎，径向尺寸稳定性优于弦向。两种栎木的径向、弦向和体积干缩率与湿胀率，均呈现出自树皮至髓心逐渐增大的趋势，边材尺寸稳定性优于心材。

3) 相对而言，麻栎材质更均匀，栓皮栎木材尺寸稳定性更强。在实际生产中，根据不同产品对木材物理性能的不同要求选用适宜的木材。对心材、边材密度差异较大的栓皮栎，可考虑按部位分别设定加工参数；根据木材的应用场合及要求，如使用环境温湿度、对制品尺寸稳定性、强度要求等，选择适宜部位的木材，达到扬长避短的目的，提高产品质量和珍贵木材的有效利用率。

## 参考文献:

- [1] 王雪玉, 王玉荣, 龚迎春, 任海青. 国产栎木木材性质及加工技术研究现状[J]. 木材工业, 2019, 33(5): 30-33.

(下转第50页)

2)综合出材率、工作时长、材料和径级等因素,结合衣架企业加工生产的实际情况,建议采用带锯与多片锯联合锯解的方式进行按原木锯解。

## 参考文献:

- [1] 陈松武, 陈相旭, 刘晓玲, 等. 桉木锯解技术的发展[J]. 广西林业科学, 2018, 47(4): 476-481.  
CHEN S W, CHEN B X, LIU X L, et al. Development of sawing technology of eucalyptus wood[J]. Guangxi Forestry Science, 2018, 47(4): 476-481.
- [2] 周永东, 叶克林. 下锯法对落叶松规格材出材率及质量的影响[J]. 木材工业, 2009, 23(2): 1-3.  
ZHOU Y D, YE K L. Effects of sawing methods on dimensional lumber recovery and quality[J]. China Wood Industry, 2009, 23(2): 1-3.
- [3] 刘媛, 卢翠香, 陈健波. 下锯法对速生桉锯材出材率及质量的影响

(上接第 46 页)

- WANG X Y, WANG Y R, GONG Y C, REN H Q. Review of properties and processing technology of native oak timber in China[J]. China Wood Industry, 2019, 33(5): 30-33.
- [2] Gamaliel L, Basterra L A, Luis A. Infrared thermography for wood density estimation[J]. Infrared Physics & Technology, 2018: 242-246.
- [3] Gaff M, Babiak M, Kačík F, et al. Plasticity properties of thermally modified timber in bending—The effect of chemical changes during modification of European oak and Norway spruce[J]. Composites Part B: Engineering, 2019, 165: 613-625.
- [4] Vainio-Kaila T, Rautkari L, K Nordström, et al. Effect of extractives and thermal modification on antibacterial properties of Scots pine and Norway spruce[J]. International Wood Products Journal, 2013, 4(4): 248-252.
- [5] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- [6] 徐有明, 林汉, 江泽慧, 等. 橡胶树生长轮宽度、木材密度变异及其预测模型的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(1): 95-102.  
XU Y M, LIN H, JIANG Z H, et al. Variation of growth ring width and wood basic density of rubber tree and their modelling equations[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2002, 38(1): 95-102.
- [7] 夏炎, 王亚男, 毕传奇, 等. 巨桉人工林木材密度及其变异特性[J]. 西南林业大学学报, 2011, 31(4): 74-76.  
XIA Y, WANG Y N, BI C Q, et al. Study on density and its variation properties of the timber grown in *Eucalyptus grandis* plantation[J]. Journal of Southwest Forestry University, 2011, 31(4): 74-76.
- [8] 王秋玉, 曲丽娜, 贾洪柏. 白桦天然种群木材纤维性状、微纤丝角和基本密度的变异[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(2): 1-6.  
WANG Q Y, QU L N, JIA H B. Variation of wood fiber characteristics micro fibril angle and basic density of *Betula platyphylla* in natural populations[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2007, 35(2): 1-6.
- [9] 冯德君, 张文辉, 赵泾峰, 等. 陕西不同天然类型栓皮栎木材的构造与性质[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(8): 93-98.  
FENG D J, ZHANG W H, ZHAO T F, et al. Structures and properties of different natural *Quercus variabilis* wood in Shanxi[J]. Journal of Northwest A & F University, 2014, 42(8): 93-98.
- [10] Purificacion H, Ernesto F, Carlo G. Criteria to discriminate between wines aged in oak barrels and macerated with oak fragments [J]. Food Research International, 2014, 57(3): 234-241.

(本文編校 向 琴)

[J]. 木材加工机械, 2018, 29(6): 1-4.

LIU Y, LU C X, CHEN J B. Effects of sawing methods on lumber outturn rate and quality of eucalyptus sawn timber[J]. Wood Processing Machinery, 2018, 29(6): 1-4.

- [4] 倪峻, 高颖, 张颖, 等. 小径级木材异型下锯法制材工艺研究[J]. 家具与室内装饰, 2017(2): 75-77.
- NI J, GAO Y, SUN Y, et al. Study on manufacturing technology of allototype sawing of small diameter logs[J]. Furniture & Interior Design, 2017(2): 75-77.
- [5] 孙宝成. 制材设备与出材率[J]. 民营科技, 2012(4): 14-17.
- [6] 周永东, 叶克林. 原木等级及径级对规格材质量及出材率的影响[J]. 木材工业, 2010, 24(1): 5-7.
- ZHOU Y D, YE K L. Effects of log diameter and grading on grade recovery of dimension lumber[J]. China Wood Industry, 2010, 24(1): 5-7.

(本文编校 张鹏、向琴)

## GIAMPIERO 成立创新商业网络中心

Giardina 集团致力于辊筒、喷涂、紫外线及微波干燥系统的自动化生产线和设备的设计、开发等，在涂装机械和系统设计等领域，处于领先地位。2019 年 12 月 13—14 日，来自世界各地的大约 40 名代理商和经销商，在意大利 Giardina 集团总部举行会议，庆祝“Giampiero Mauri 创新商业网络中心”正式成立。

创新商业网络中心占地 2 500 m<sup>2</sup>，主要包括设施、会议和培训中心，以及 1 500 m<sup>2</sup> 展厅/车间。Giardina 集团创始人 Riccardo Mauri 强调：创新商业网络中心的成立对集团来说非常重要。目前集团所有的操作技术都可以在中心展示，且中心将向集团的全球网络销售商开放，这样代理商、经销商和客户就可以一目了然集团在做什么，以及集团可以为其提供的服务。

Riccardo Mauri 指出：2019 年，集团的销售额呈现显著增长，达到 2 000 万欧元，目前订单仍应接不暇的，预测 2020 年集团前景较为乐观。

Giardina 集团的销售总监 Stefano Tibe 表示，集团拥有的技术实力，使我们成为世界上许多客户的理想合作伙伴。创新商业网络中心的成立，使我们及时与世界各地的合作伙伴沟通与联系，同时也向他们展示了集团雄厚的技术实力与优质的服务方案。

孟凡丹译