

苹果枝条剪切力学特性研究

蔡文龙¹, 周艳², 贾首星², 韩会敏¹

(1. 石河子大学机械电气工程学院, 新疆石河子 832000; 2. 新疆农垦科学院, 新疆石河子 832003)

摘要 以新疆农垦科学院试验田的苹果枝条作为试验材料, 15 mm/min 的加载速度, 在万能试验机上对 3 个批次苹果枝条试样进行剪切力学特性分析。对不同直径、含水率的苹果枝条进行剪切力学特性试验。结果表明: 峰值剪切力随直径的增大而增大, 影响苹果枝条破坏载荷的关键因素在于直径的大小。苹果试样的峰值剪切力随含水率先增加后减小, 并且随着剪切位移的变化趋势也是先增大后减小, 在剪切位移大于 19 mm 时, 试样基本断裂, 剪切力逐渐减小。

关键词 苹果枝条; 剪切; 力学性能

中图分类号 S224 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)01-0221-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.01.065

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Study on Mechanical Properties of Apple Branches

CAI Wen-long¹, ZHOU Yan², JIA Shou-xing² et al (1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation, Shihezi, Xinjiang 832003)

Abstract Using the apple branches from the experimental field of Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation as test materials, the shearing mechanical properties of three batches of apple branches were analyzed on a universal testing machine with a loading speed of 15 mm/min. Shear mechanical properties of apple shoots with different diameters and different water contents were studied. The test results showed that the peak shear force increased with the increase of diameter, and the key factor affecting the failure load of apple branches was the diameter. The peak shear force of the apple pattern increased first and then decreased with the water content, and the trend of the shear displacement increased first and then decreased. When the shear displacement was greater than 19 mm, the pattern was basically broken and the shear force gradually reduced.

Key words Apple branches; Shear; Mechanical properties

我国是世界第一大果品生产国, 其中苹果的栽培模式深受日本精细化管理的影响, 如套袋、转果、摘叶、铺反光膜等, 这些技术的采用虽然提高了果品外观, 却耗费了大量人工, 目前果树管理用工严重短缺, 人工费用不断上涨。从世界果树产业发展的趋势来看, 省力化栽培是未来苹果业发展的潮流。苹果枝条的整形修剪是关键因素^[1], 每年要剪掉衰老枝或者背下枝。合理的整形修剪是提高苹果产量的重要举措, 这就必然离不开苹果枝条剪切力学特性的研究^[2]。

1 试验材料、设备与方法

1.1 试验材料 试验样本为苹果枝条, 如图 1 所示, 取自新疆石河子市新疆农垦科学院果树示范田, 试样采集于苹果收获后, 总共分为 3 个批次, 时间分别为 2018 年 5 月 20 日、6 月 18 日、7 月 2 日。每个批次抽取植株 7 个, 试样直径为 5~15 mm, 长度为 100 mm, 编号批次如表 1。试样采取随机取样, 选取新鲜、无病虫害、生长旺盛的苹果枝条, 并且茎秆通直, 没有弯曲和破损的痕迹。手工去掉叶子和侧枝, 放入真空袋中并放回实验室, 在通风良好的环境中保存, 等待试验^[3]。分别测量 3 批试样直径, 结果如表 2 所示。

1.2 试验设备 试验设备主要有: 万能试验机、电子秤(测量精度 0.0001g, JY/YP30002 上海越平科学仪器有限公司)、电热鼓风干燥箱(温度范围 10~250 ℃、DHG-9070A 上海一

恒科学仪器有限公司)手锯、游标卡尺、培养皿等。



图 1 苹果枝条试样

Fig. 1 Samples of apple branches

1.3 试验方法 用手锯分别锯下所要的 3 批试验样本, 用游标卡尺测量试样枝条的直径, 多次测量后取平均值。该次试验按 GB1937—1991 的规定进行, 将测量好的试验样本放到万能试验机上, 如图 2 所示, 使夹具夹块的中心对准万能试验机压头中心位置, 试验机以 15 mm/min 匀速加载荷, 在

基金项目 新疆兵团工业攻关计划项目(2016AB003); 国家重点研发计划(2017YFD0701402)。

作者简介 蔡文龙(1994—), 男, 辽宁锦州人, 硕士, 从事果园机械化研究。*通信作者, 研究员, 硕士生导师, 从事农业机械化工程研究。

收稿日期 2018-07-26; **修回日期** 2018-08-07

2 min 以内使样本破坏,然后记录下峰值剪切力和剪切强度,并观察变化趋势。枝条含水率的测定在电热鼓风干燥箱内进行,如图 3 所示,采用烘干法测定含水率^[4]。将苹果枝条放入干燥箱内保持 105 ℃,24 h 以后取出样本进行称重。并每隔 1 h 称重 1 次,直到 2 次称重相差小于 0.001 g,这时可以认定苹果枝条达到全干。然后计算含水率,苹果含水率计算公式如下:

$$w=\frac{m_1-m_0}{m_0}\times 100\%$$

式中, w 为苹果试样含水率(%); m_1 为苹果试样试验时的质量(g); m_0 为苹果试样全干时的质量(g)。

表 1 各批次取样的苹果枝条

Table 1 Sampling of every batch of apple branches		
批次 Batch	取样时间 Sampling time	编号 No.
1	2018-05-20	1-7
2	2018-06-18	8-14
3	2018-07-02	15-21

表 2 试验苹果枝条直径

Table 2 Test apple branches' diameter mm			
编号 No.	直径 Diameter	编号 No.	直径 Diameter
1	7.26	12	7.17
2	8.93	13	11.38
3	8.21	14	6.56
4	9.83	15	14.56
5	5.21	16	9.21
6	6.01	17	9.75
7	5.99	18	5.89
8	10.51	19	12.31
9	10.22	20	6.21
10	9.52	21	8.62
11	6.77		



图 2 万能试验机

Fig. 2 Universal testing machines



图 3 电热鼓风干燥箱

Fig. 3 Electrothermal blowing dry box

2 结果与分析

2.1 峰值剪切力随直径的变化 苹果试样的峰值剪切力随直径变化的试验结果如表 3、图 4 所示。

表 3 峰值剪切力与苹果试样含水率

Table 3 Peak shear force and moisture content of apple branches		
编号 No.	峰值剪切力 Peak shear force N	含水率 Moisture content %
1	320	43.54
2	343	53.36
3	297	55.29
4	573	46.25
5	110	41.38
6	305	43.38
7	300	55.08
8	577	47.32
9	560	48.46
10	471	52.27
11	223	43.30
12	307	54.23
13	650	45.43
14	150	42.56
15	750	50.25
16	510	51.32
17	550	45.10
18	289	56.01
19	670	49.54
20	110	56.67
21	328	53.38

由图 4 可知,该样本的峰值剪切力随直径的增大而增大。因此,峰值剪切力与样本直径呈线性正相关^[5]。

2.2 剪切力随含水率的变化 对苹果试样 3 批的含水率进

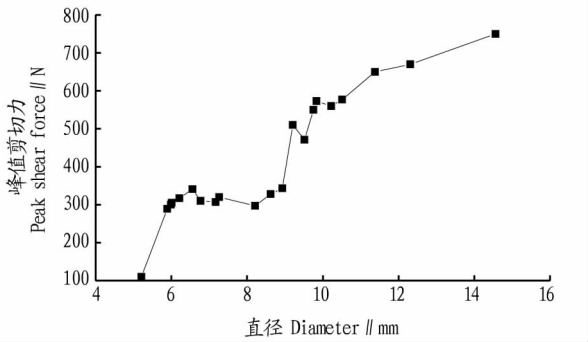


图 4 峰值剪切力随直径的变化

Fig. 4 Variation curve of peak shear force

行计算,结果如表 3 所示。苹果试样峰值剪切力随含水率变化如图 5 所示。

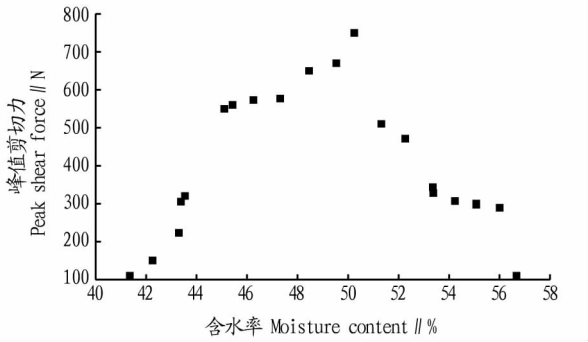


图 5 峰值剪切力随含水率的变化

Fig. 5 Moisture content-peak shear force

由图 5 可知,苹果试样的峰值剪切力随含水率的增大先增大后减小,在含水率小于 51% 时,苹果试样呈塑性材料,当含水率大于 51% 时,苹果试样呈脆性材料^[6-8]。

2.3 苹果试样剪切力随位移的变化 苹果试样剪切力随位移变化曲线如图 6 所示,结果表明,该样本在位移为 19 mm 时,存在峰值剪切力,峰值剪切力为 510 N,当位移大于 19 mm 时,苹果枝条基本断裂,并且随位移的增大而减小^[9]。

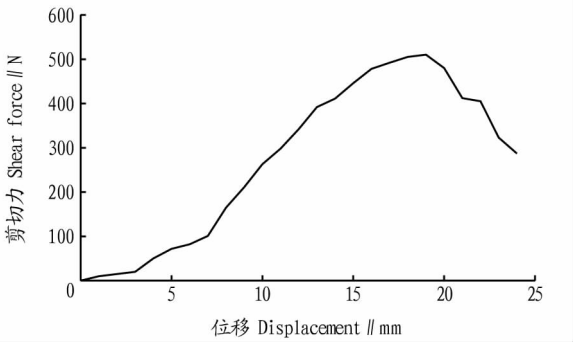


图 6 剪切力随位移变化曲线

Fig. 6 Variation curve of shear displacement

3 结论

(1) 随苹果枝条直径的增加,峰值剪切力逐渐增大,并且影响苹果枝条峰值剪切力的关键因素是直径的大小。

(2) 苹果枝条样本直径与峰值剪切力呈线性正相关关系。

(3) 峰值剪切力随位移的增大而增大,当位移大于 19 mm 时,该样本剪切力随位移的增大而减小。

参考文献

[1] 杨庆山. 苹果优质丰产关键技术[M]. 北京:中国农业出版社,1997: 179.

[2] 沈美荣,罗佩珍,林素元. 果园机械[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1983:1-234.

[3] 殷亚方,任海青,骆秀琴,等. 木材物理力学试材采集方法:GB/T 1927—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

[4] 国家技术监督局. 木材物理力学试验方法:GB1927—1943—91[S]. 北京:中国标准出版社,1991.

[5] 北京农业工程大学. 农业机械学(下)[M]. 北京:中国农业出版社, 1999.

[6] 沈茂,张国忠,夏俊芳,等. 收获期棉秆底部茎秆力学特性测试研究 [J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2010,30(1):49-51.

[7] 杜现军,李玉道,颜世涛,等. 棉秆力学性能试验 [J]. 农业机械学报, 2011,42(4):87-91.

[8] 李景彬,葛云,朱江丽,等. 棉秆切割性能的试验研究[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(1):136-139.

[9] 丁龙朋,陈永成,葛云,等. 棉秆剪切力学特性的研究[J]. 中国农机化学报,2016,37(2):116-118,122.