

棉纤维品质指标对成纱强力的影响

Effects of Cotton Fiber-quality Index on Spinning Strength

张丽娟^{1,2}, 周治国¹

(1. 南京农业大学作物生长调控重点开放试验室, 南京 210095;

2. 哈尔滨师范大学生命与环境学院, 哈尔滨 150080)

表示棉花纤维品质性能的指标有多个, 主要有棉花纤维长度、细度、整齐度、比强度、麦克隆值等, 它们均与成纱强力有关。但对成纱强力的影响程度大小如何? 本文对国内外学者研究的结论做了总结, 并进行分析论证, 以求得到一个比较明确的结论。

1 资料来源和方法

资料采用 2000—2003 年农业部棉花品质检验公告结果。收集的文献为 20 世纪 30 年代以来国内外研究成纱强力的文献。研究方法为主成分分析、多元线性回归。统计软件为 SPSS11.0。

2 结果与分析

2.1 成纱强力模型中作为自变量的棉纤维品质指标

2.1.1 棉纤维长度。从理论上讲, 棉纤维长度大, 可增加成纱中纤维之间的搭接长度, 纤维间抱合力增加, 成纱强力大。当纱线受外力作用时, 滑脱纤维根数减少, 成纱强力差异变小; 在其它条件相同时, 纤维愈长, 成纱质量愈高。

表示纤维长度的参数很多, 主要包括纤维长度、纤维平均长度、纤维有效长度、2.5% 跨距长度、50% 跨距长度、上四分位长度、上半部平均长度。在国外成纱强力的 18 个中涉及到纤维长度参数的有 17 个。Preysch M 研究指出, 各种纤维品质指标对棉纱强力影响的大小为纤维长度 39%; 纤维强度为 20%; 其它因素 23%。在国内提出所有的成纱强力模型中, 均选用纤维长度为自变量。于小新认为长度和整齐度对成纱强度的影响占 42%, 断裂比强度占 20%, 麦克隆值占 15%。

不论从理论上, 还是已有的国内、国外的成纱

强力的模型中, 纤维长度都是影响成纱强力必须考虑的因素。在表示棉纤维长度的多个参数中, 比较多的选择纤维上半部平均长度。

2.1.2 棉纤维细度。在其它条件不变时, 纤维愈细, 成纱强力愈高。细度越细, 纤维越柔软, 纤维在纱体中内外转移的机会就增多, 有利于纤维间抱合力和摩擦力的提高, 使成纱拉伸时的滑脱纤维根数减少, 成纱强力高。在国外经验模型中, 12 个模型中有 11 个选用细度做自变量, 早期的模型中, 较多的用纤维的有效重量间接的表示细度。在 20 世纪 70 年代后的模型中, 逐渐认识到应结合纤维的成熟情况才能正确表达对成纱强力的影响, 模型中基本不再选用细度为自变量。

2.1.3 棉纤维强度。棉纤维具备一定的强度, 这是纤维具有纺纱性能的必要条件之一, 因为棉纤维在纺纱过程中, 要不断的受到外力的作用, 使其纺制成一定形状、一定粗细、一定强力的纱线。单纤维强度高, 纤维本身断裂困难, 则组成的纺纱强力高。单纤维强力低或强力不匀率大, 成纱中弱环增多, 成纱强力降低。

在所统计的国内外 22 个成纱强力模型中, 将纤维强度作为自变量的有 17 个。在具体明确的纤维强度的参数中, 主要有 3.2 mm 隔距比强度、零隔距比强度、断裂比强度, 集中将 3.2 mm 隔距比强度做为自变量的占了绝大多数。

2.1.4 棉纤维成熟度。棉纤维成熟度是指纤维细胞壁加厚的程度, 细胞壁愈厚, 其成熟度愈高。成熟度适中的棉纤维, 由于纤维较细, 纤维转曲多, 弹性强, 因而成纱强度高; 成熟过低的棉纤维细胞壁薄, 因中空宽度大, 所以成纱强度不高; 成熟过高的棉纤维, 纤维太粗, 转曲也少, 成纱强度反而不高。

在国内外的模型中, 用成熟度作为自变量的只有两个模型, 一个是 Lord1961 年提出的, 另一

是 Pillay. K. P. R1970 年提出的。

2.1.5 麦克隆值。麦克隆是表示原棉品质的一个关键指标,麦克隆值对成纱强力的影响实际上是纤维细度与成熟度对成纱强力的综合影响。对同一原棉品种,麦克隆值过高时,纤维过成熟,纤维很粗,成棒状,扭曲较少,纺同样号时,纱线截面内纤维根数减少,纤维抱合力较差,成纱强力较低。麦克隆值过小时,纤维很细,成熟很低,纤维卷曲少,成纱强力同样较低。所以麦克隆值对成纱强力的影响是非线性的。

在 20 世纪 80 年代后国外统计模型中,几乎全选用麦克隆值作为自变量。只是在 Yehia E El 等提出的模型中没有麦克隆值,但用纤维细度代替。在所有包含麦克隆值做自变量的模型中,均

与成纱强力成负相关。

2.1.6 棉纤维整齐度。纤维整齐度对成纱品质的影响情况是:纤维愈整齐,短纤维含量愈低,成纱表面越光洁,纱的强度提高。在统计模型中,则几乎全选用整齐度作为自变量,纤维整齐度与成纱强力成正比。

2.1.7 其它纤维品质指标。纤维的反射率、纤维的黄色深度、纤维的杂质等纤维品质指标在成纱强力的几个统计模型中出现过。尤其是纤维反射率,在统计模型中出现较多。但在经验模型中几乎没有出现过。

2.1.8 棉纤维品质指标对成纱强力的贡献率。将不同研究者所做的有关棉纤维品质指标对成纱强力的贡献试验总结如下(表 1)。

表 1 棉纤维品质指标对成纱强力的贡献率
Table 1 The contributive value of cotton qualities to yarn strength

%

纤维品质	纯棉环锭 1	纯棉环锭 2	纯棉环锭 3	纯棉环锭	平均贡献率
纤维长度	15.74	27.91	22.00	12.00	19.40
长度整齐度	12.59	17.83	20.00	17.00	16.84
纤维强度	16.13	7.89	20.00	24.00	17.00
麦克隆值	16.13	10.42	15.00	14.00	13.87
反射率	3.93	1.46	3.00	6.00	3.58
黄色深度	3.15	7.38	0.00	0.00	2.62
杂质	0.00	0.00	3.00	6.00	2.24
断裂伸长率	4.33	4.56	5.00	8.00	5.45
其它因素	28.00	23.00	12.00	13.00	19.00

从表 1 可以看出,对成纱强力影响比较重要的前四个棉纤维品质指标分别是,纤维长度、纤维强度、长度整齐度、麦克隆值。

3 影响成纱强力的棉纤维品质指标的确定

用 2001—2003 年农业部棉花品质检验资料,

采用主成分分析确定表示棉纤维品质的关键因子,结果见表 2。X(1)、X(2)…X(7)分别表示纤维长度、整齐度、比强度、伸长率、麦克隆值、反射率、黄色。

从特征向量的结果看:第一主成分主要由长度、伸长率构成,主成分在总方差中占 39.37%;第二主成分主要由反射率决定,它占总方差的

表 2 各因子的特征值和特征向量
Table 2 Characteristic value and characteristic vector of all factors

主成分	特征值	特征向量							方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
		X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)		
1	2.756	0.515	0.089	0.192	0.445	-0.002	-0.235	-0.661	9.373	39.373
2	1.675	0.499	0.277	-0.104	0.230	-0.089	0.717	0.296	23.926	63.299
3	0.972	0.533	-0.054	0.300	-0.123	0.055	-0.505	0.592	13.896	77.195
4	0.704	-0.221	0.509	-0.416	0.524	0.255	-0.342	0.250	10.055	87.250
5	0.506	0.305	-0.360	-0.529	-0.190	0.670	0.039	-0.108	7.230	94.480
6	0.231	-0.068	0.567	0.449	-0.351	0.562	0.129	-0.129	3.299	97.779
7	0.155	-0.234	-0.450	0.456	0.548	0.400	0.200	0.185	2.221	100.000

23.93%;第三主成分主要由长度、比强度构成;第四主成分由整齐度、伸长率构成;第五主成分由麦克隆值构成。前五个主成分占总方差的95%。

用2000年的农业部棉花品质检验资料,拟合缕纱强力与棉纤维品质指标之间的线性模型:

$$LS = -145.3 + 2.833Len - 8.564Mic + 3.095Str + 2.034Unf + 0.826Ler - 0.805Rd - 0.891(+b)$$

式中, LS :缕纱强力; Len :纤维长度; Mic :麦克隆值; Str :比强度; Unf :整齐度; Ler :伸长率; Rd :反射率; $+b$:黄度。

从模型中可得出,对缕纱强力影响显著的棉花纤维品质指标为:麦克隆值、比强度、纤维长度、整齐度。其中比强度、纤维长度、整齐度与缕纱强力成正比,麦克隆值与缕纱强力成反比。

4 小结与讨论

综合国内外有关成纱强力的模型,以及通过

实际资料的分析,可以确定影响成纱强力的棉花纤维品质指标为:纤维长度是影响成纱强力的最重要的因子;在国外经验模型中,12个模型中有11个用细度做自变量,在国内外统计模型中,只有一个模型中没有用麦克隆值做自变量,但也用了细度做了自变量,而麦克隆值是细度和成熟度的综合指标,因此麦克隆值应该是影响成纱强力的次重要的因子;在所统计的22个模型中,将纤维强力作为自变量的有17个,再参考纤维强度对成纱强力的贡献率,可以确定第三个重要的影响因子应该是纤维强度;第四个重要的影响因子是纤维整齐度。

四个品质指标与成纱强力的关系是:麦克隆值、比强度、纤维长度、整齐度。其中比强度、纤维长度、整齐度与缕纱强力成正比,麦克隆值与缕纱强力成反比。表示四个品质指标的参数分别是纤维上半部平均长度、麦克隆值、3.2 mm 隔距比强度和整齐度。 ●