

混纺纱混纺不匀率测试法的理论商讨

张连房 李天恒 杨庆斌

(山东纺织工学院)

【摘要】 本文从理论上讨论了混纺纱混纺比不匀率控制指标的来源和测试指标的控制范围, 并提出纺部各加工工序的混纺产品在测试其混纺不匀率时的取样和测试方法。

一、混纺纱混纺不匀率的控制

1. 原理

一只密度管内最多可放入 6~9 粒纱线球, 若测量较多数据则需要多只密度管, 除设备需求多且会出现管与管之间的误差。若一只管测 50 个纱球, 则测试时间太长。所以在纺织厂用小样本评定混纺不匀率较为方便。具体方法是: 根据需要长度取混纺纱 6~9 段, 将每段混纺纱对折成 2 厘米的纱段, 打结并将结剪下, 制成表面无绒毛的纱球, 测其混纺比按下式计算混纺标准差:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

式中: X_i 为每粒样品 a 种纤维的混纺比率; \bar{X} 为样本 a 种纤维混纺比均值; n 为纱球粒数。

当 $S \leq S_0$ (S_0 为混纺标准差控制限) 时, 认为生产正常; 当 $S > S_0$ 时, 生产不正常。

混纺标准差控制限的求法: 在相同工艺条件, 稳定生产的情况下, 不同时期分别各取 30 只管纱测混纺标准差, 测试结果列于下表。

序号	1	2	3	4	5
\bar{X}_i (%)	65.78	65.04	64.04	66.32	67.28
n	30	30	30	30	30
S_i (%)	1.68	1.48	1.70	1.76	1.73

可见标准差 S_i 最小者为 1.48%, 是符合标准的, 大于 1.48% 说明混纺不匀率偏高,

有不符标准的可能。用 F 检验法判别其标准差的差异显著性。根据取样条件, 可假设这 5 个样本混纺比均值没有变化。取置信度为 0.95 来检验它的方差满足 F 检验的条件。在 $n_1 = n_2 = 30 - 1 = 29$, 查表得 $F_{\alpha} = 1.84$; 若满足 $S_0^2 / S_{\min}^2 \leq 1.84$, 则所求得的 S_0 符合在置信度 0.95 的条件下混纺标准差没有显著提高, 混纺不匀率符合标准。用求混纺标准差控制限的公式:

$$S_0^2 / S_{\min}^2 \leq F_{\alpha}(n_1, n_2) \quad (2)$$

式中: S_0 为混纺标准差控制限; S_{\min} 为重复试验中最小的样本标准差; α 为置信度(一般为 0.95); n_1, n_2 为自由度(一般为 29); $F_{\alpha}(\alpha_1, \alpha_2)$ 为 F 检验的临界值。

由式(2)求出 $S_0 = 2.01\%$ 即混纺标准差的控制限。

2. 取样方法

由取样方法的不同可分为条混混纺不匀率的控制和周期性混纺不匀率的控制。

(1) 条混混纺不匀率的取样法: 在梳棉生条中经常产生周期性重量不匀, 其波长约为 2 米(相当于道夫周长)。设由生条纺成细纱的总牵伸为 1 万倍, 折成细纱周期性不匀的波长为 2 万米。显然, 这种不匀的周期只能在管纱之间造成。故可认定, 生条周期性重量不匀造成了细纱管纱之间的混纺比不匀。就此, 用下列方法取样: 当细纱每次落纱时, 固定在 1~3 枚纱锭上重复(分期)取管纱 2~6 只。在各管纱上分别取一段长 1 米的纱。将其对折至约 2

厘米，打结，制成6粒纱球测其混纺比。再根据式(1)求出混纺标准差 S ，若 $|S| > S_0$ 说明实测混纺标准差显著偏大。造成原因是梳棉机生条重量不匀所致。

(2) 成纱混纺条干不匀的取样方法：细纱机牵伸波造成的周期性不匀疵点一般波长在100厘米以内。故取样长度必需在60~100厘米以下。在落纱取管纱一只，在100厘米以内等距离分成6~8段，每段对应处取长2~8厘米。对折成约2厘米然后打结制成表面无毛绒的6~8粒纱球测试混纺比率。并按式(1)求出混纺标准差 S 。

如实测混纺标准差 S 小于或等于标准差控制限 S_0 ，则认为细纱牵伸波没有造成混纺不匀的疵点；如实测混纺标准差大于标准差控制限，则认为细纱牵伸波已造成混纺不均疵点，需排除故障。

二、混纺比均值的控制

1. 混纺比均值的控制范围

管纱间的混纺不匀率，表现为长片段的混纺不匀。除表现在混纺标准差上，还反映在管纱间混纺均值上。设随机变量 A (A 种纤维的混纺比率)符合正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$ ，在实际生产中可把分布 N 当作混纺比率的总体，相当于在相同工艺条件稳定生产期间、分期取样的全体。每个样都是一个样本、分别求出样本均值 \bar{X}_i 和样本方差 S_i^2 。

$$\bar{X}_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / n \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$S_i^2 = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 / (n-1) \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

式中： X_{ij} 为第 i 个样本第 j 次的混纺比率测试结果； \bar{X}_i 为第 i 个样本的混纺比率均值； S_i 为第 i 个样本的混纺标准差。

因为是在相同条件下分期取样，可假设 m 个样本来自同一总体，至于在实际生产中的随机波动可作为小概率，小于5%来处理；则 m 个样本的均值的期望值就是总体的均值即 $\bar{X} = \sum_{i=1}^m \bar{X}_i / m = \mu$ 。根据式(2)求得 S_0 即为混纺标

准差控制限。凡实测混纺标准差小于 S_0 者，在置信度为0.95的要求下认为生产正常。从数理统计的观点看，相当于混纺比率的分布服从正态分布，故可把 S_0^2 作为总体分布的方差 σ^2 。在混纺比率的总体服从正态分布 $N(\bar{X}, S_0^2)$ ，由概率统计知，其样本均值的分布必须服从 $N(\bar{X}, S_0^2 / \sqrt{n})$ 正态分布。这样就可根据样本均值的正态分布规律来检验样本的均值是否符合规定要求。

检验如下：

取置信度为0.95，若 $|\bar{X} - \mu| / (S / \sqrt{n}) \leq 2$ 或 $\mu - (2S_0 / \sqrt{n}) \leq \bar{X} \leq \mu + (2S_0 / \sqrt{n})$ (式3)；则样本均值符合规定，即认为混纺比率的均值符合要求。反之，若 $|\bar{X} - \mu| / (S_0 / \sqrt{n}) > 2$ ，则认为混纺比率均值超出规定范围。以前表为例，混纺比率的期望值应为：

$$\mu = \bar{X} = \sum_{i=1}^5 \bar{X}_i / 5 = 65.854$$

样本混纺比率均值的控制范围应为：

$$65.854 - (2 \times 2.01 / \sqrt{30}) = 65.12 \leq \bar{X} \leq 65.854 + (2 \times 2.01 / \sqrt{30}) = 66.588$$

从前表5个样本分析知 $S_i < S_0 (i = 1, 2, 3, 4, 5)$ 故样本间的标准差没有显著差异。但在5个样本均值中有两个混纺比率均值不在控制标准范围内，即 $S_3 = 64.85$ 远小于65.12， $S_5 = 67.28$ 远大于65.12，其原因在于清花机混合不良，纤维卷重量不匀率较大，造成了长片段周期性混纺不匀(相当于细纱的支数偏差)。前表中的数据取自部标准化研究所在北京棉纺织一厂所做的10次重复试验中的5次分析结果。若将

这10次测试结果全部分析，则 $\mu = \sum_{i=1}^{10} \bar{X}_i / 10 = 65.781$ 。控制范围为 $65.05 \leq \bar{X} \leq 66.51$ ，可发现混纺比率64.84和67.28仍超出标准范围。

2. 取样方法

(1) 卷混不匀的取样法：根据前后工序供应的生产线在细纱落纱时任取6只纱管，各自从管上截取1米样纱，对折至2厘米，制成6

粒纱球测试其混纺比率。其混纺比均值为 $\bar{X} =$

$$\sum_{i=1}^6 X_i / 6.$$

式中: X_i 为各纱球的混纺比率。

根据式(3)求出混纺比均值的控制范围;

$$a = \mu - (2S_0/\sqrt{6}) \leq \bar{X} \leq \mu + (2S_0/\sqrt{6}) = b \quad (4)$$

式中: μ 为公定混纺比值。

若实测的混纺比均值 \bar{X} 在上述控制范围内, 则纤维卷混和正常, 否则卷重不匀率偏大或 $a > \bar{X}$ 某纤维用量偏低, $X > b$ 时, 用量偏高。

(2) 梳并混纺不匀的取样方法: 因为细纱机牵伸波造成的周期性不匀波长在1米以内, 所以细纱取样长度应是1米左右; 由于粗纱机牵伸波造成的周期性不匀波长也是1米左右, 设细纱机的牵伸倍数为20, 故粗纱上的不匀会造成细纱不匀波长20米左右。由此, 在计算混纺均值, 消除粗、细纱机影响, 可按下列方法取样: 在同一只纱管上任取长20米的纱段, 将其等分成6~8段, 在各分段对应处分别截取1米后制成6~8个纱球, 测其混纺比率, 并计算混纺比均值 \bar{X} , 如满足下式

$$a = \mu - (2S_0/\sqrt{6}) \leq \bar{X} \leq \mu + (2S_0/\sqrt{6}) = b$$

则说明混纺比值正常。若混纺比均值超出范围, 可再取管纱重复试验。有小于下限 a 者, 又有大于上限 b 者, 说明梳并混纺不匀。若一致偏小或偏大, 则说明某纤维的用量偏低或偏高, 需要改变某纤维用量比或落纤率。

三、结 论

1. 在一只管纱上取长60~100厘米以下的试样, 分段测出的混纺比标准差是细纱牵伸波造成的。混纺比标准差与混纺比均值的比可命名为混纺比条干不匀率。

2. 在一只锭子上取数只管纱, 取样长度为1米。由此测出的标准差是并条重量不匀率造成的。它与其均值之比可命名为混纺比不匀率。

3. 任取6只管纱, 各取1米而测得的混纺比均值是卷重不匀造成。它与其公定混纺比率的差可命名为混纺比偏差。

4. 在一只管纱中取6~20米, 分段测试得到的混纺比均值是梳并造成的。重复测试求其均值的均方差 $S_{\bar{X}} = \sqrt{\sum(X_i - \mu)^2/n}$, 它与公定均值之比仍可称混纺比不匀率。

(收稿日期: 1989年3月10日。)

参 考 资 料

- [1] 万毓琦: «电子均匀度仪及纱疵分级仪的使用和成纱质量控制», 武汉市纺织工程学会, 1984.1.
- [2] 安瑞凤: «概率论与数理统计学», 纺织工业出版社。
- [3] «涤纶混纺纱, 混纺不匀率测定方法草案», 纺织部标准化研究所, 1984.
- [4] E.D.布赖: «快速富里叶变换»。

《纺织学报》合订本

第十卷(1989年1~12期)

精装每卷 14元 邮费 1元
平装每卷 12元 邮费 1元

第九卷(1988年1~12期)

精装每卷 12元 邮费 1元
平装每卷 10元 邮费 1元

第八卷(1987年1~12期)

精装每卷 10元 邮费 1元
平装每卷 8元 邮费 1元

第七卷(1986年1~12期)

精装每卷 9元 邮费 1元
平装每卷 7元 邮费 1元

第六卷(1985年1~12期)

精装每卷 6.50元 邮费 1元
平装每卷 5元 邮费 1元

第五卷(1984年1~12期)

精装每卷 6.50元 邮费 1元
平装每卷 5元 邮费 1元