

# **USTER TESTER**

## **乌斯特条干均匀度仪使用手册**

刘恒琦、徐鑫耀、徐洁、陈群荣、宋湛华、翁效明等译校

目 录

第一章 质量变异的图解表示法.....	7
1、质量变异曲线的绘制.....	7
2、不匀曲线图的特性.....	7
3、不匀曲线图的标记.....	7
4、试样速度与图纸速度间的关系.....	8
5、实例.....	9
第二章 质量变异的计算(不匀率 U、变异系数 CV).....	12
1、引言.....	12
2、不匀率 U.....	12
2.1图解表示法.....	12
2.2数学表示法.....	12
2.3提要.....	12
3、变异系数 CV.....	13
3.1图解表示法.....	13
3.2数学表示法.....	13
3.3提要.....	14
4、不匀率 U 与变异系数 CV 间的相互转换.....	14
5、质量变异的 U 值或 CV 值的解释.....	17
5.1与“乌斯特统计值”的比较.....	17
5.2“乌斯特统计值”应用实例.....	17
5.3 纺纱厂内的纱疵统计.....	18
6、统计值的实际应用.....	18
6.1不匀率 U 与变异系数 CV 的置信区间.....	18
6.2两个 U 或 CV 值之间的差异显著性(t—试验).....	19
6.3两个 U 或 CV 值的简便对比法.....	24
6.4 同一纱条上多次测量的比较.....	24
6.5 U 或 CV 值变异间的显著性差异.....	26
7、纱条不匀的理论极限.....	28

7.1棉与合成纤维理论极限的计算.....	28
7.2不匀指数 I.....	29
7.3羊毛的极限不匀率.....	31
7.4纱线截面中纤维根数的计算.....	32
7.5纺纱全过程中变异系数 CV 与不匀指数 I 的关系图示.....	33
7.6纺纱过程中附加的不匀.....	33
7.7 混纺纱的极限不匀率(U 或 CV 值)和不匀指数的确定.....	34
8、并合对 U 或 CV 值的影响.....	37
第三章 常发性纱疵(常发疵)的计数.....	39
1、概要.....	39
2、测试结果的评价：.....	39
2.1与“乌斯特统计值”的比较：.....	39
2.2工厂内部的纱疵频率统计.....	41
3、常发性纱疵的大小.....	42
3.1 纱疵指示仪的灵敏度水平.....	42
3.2 不同灵敏度水平下计数结果的比较.....	44
3.3 纱疵指示仪设定的意义.....	44
3.4 细节、粗节和棉结在纺织工业中的重要性.....	44
4、纱线速度的选择.....	49
5、“毛型”和“棉型”的选择.....	50
6、纱疵的制动检验.....	51
7、“乌斯特统计值”的实际应用.....	51
7.1粗节、细节和棉结的置信区间.....	51
7.2 两个疵点计数结果间的差异显著性(t—试验).....	55
7.3变异的重要性.....	60
7.4管纱内部或气流纺筒子内部的测试.....	62
第四章 周期性质量变异的测定(波谱图).....	64
1、不匀曲线图与波谱图的比较.....	64
2、波谱图的格局.....	65
3、正常波谱和理想波谱.....	66

4、波谱图与纤维材料的关系.....	66
5、周期性疵点对波谱图的影响.....	70
6、近周期性疵点对波谱图的影响.....	70
7、间隔发生的周期性疵点对波谱图的影响.....	72
8、周期性质量变异对机织物与针织物的影响.....	72
9、根据波谱图对成品质量降等的估计.....	74
10、波长大于 40 米的周期性疵点的检验.....	75
11、椭圆轴对波谱图的影响.....	75
12、波谱图中两个相邻峰的含义.....	76
13、周期性疵点波长变短的分析.....	77
14、牵引过程中因牵伸而引起的周期性质量变异的延长.....	77
15、并条机上故障的定位.....	78
16、纺纱厂中的振动对成纱的影响.....	80
17、因圈条而产生的周期性质量变异.....	81
18、波谱图中高次谐波(迭加波)的解释.....	83
19、机械疵点在波谱图中的波长范围.....	87
19.1牵伸箱中的不良部件对纱条的影响.....	87
19.2棉纺厂中机械性疵点的波长范围.....	88
19.3精梳毛纺厂中机械性疵点的波长范围.....	90
19.4 粗梳毛纺厂中机械性疵点的波长范围.....	92
19.5合纤长丝工厂中机械性疵点的波长范围.....	93
20、根据生产速度和回转速度计算带有周期性质量变异的故障源.....	95
21、纱条中波长相同或接近相同的两个或多个周期性质量变异.....	97
21.1纱条中数个波长相同的周期性质量变异的情况.....	97
21.2波谱图对数个正弦波形质量变异并合后的反映.....	97
21.3波谱图对脉冲波形疵点的反映.....	98
21.4波谱图对波长稍有不同的两个周期性疵点的反映.....	99
22、周期性疵点对 U 或 CV 值的影响.....	100
第五章 支数变异的计算(平均值系数 AF).....	102
1、测定支数的电容法和称重法的比较.....	102

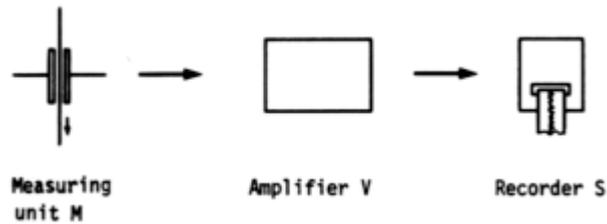
1.1	称重法.....	102
1.2	II 型条干均匀度仪的电容测试法.....	103
1.3	两种方法的比较.....	104
1.4	关于试验仪器的技术问题.....	105
2、	平均值系数 AF 的定义.....	105
2.1	不同卷装间的平均值系数.....	105
2.2	计算方法的图解表示(图 7).....	106
2.3	计算方法的数学表示.....	106
2.4	测量在一个卷装内部的平均值系数 AF.....	107
2.5	实例.....	107
第六章	测量场长度的影响及抑制试验和片段试验.....	109
1、	测量场长度对测量纱条短片段不匀的影响.....	109
1.1	测量场长度.....	109
1.2	测量场长度对短片段周期性变异的影响.....	109
1.3	测量场长度对纱条中随机性纱疵的影响.....	110
2、	抑制试验.....	111
2.1	抑制试验在纺织技术上的重要性.....	111
2.2	抑制试验的应用.....	112
3、	片段试验(仅用于 II 型).....	115
3.1	抑制试验和片段试验的比较.....	115
3.2	片段试验功能的原理.....	115
3.3	片段试验作为可变的抑制试验的应用.....	115
第七章	变异—长度曲线的测定.....	118
1、	变异—长度曲线的由来.....	118
2、	用切割称重法测定变异—长度曲线.....	118
3、	用条干均匀度仪测定变异—长度曲线.....	119
4、	在变异—长度曲线中注明加工阶段.....	124
5、	变异—长度曲线的实例.....	127
6、	变异—长度曲线的理论.....	131
第八章	取 样.....	137

1、规律性取样.....	137
2、每一加工阶段达到 100% 检验率所需之时间.....	138
3、小批量取样.....	139
4、棉纺厂取样计划实例.....	140
5、粗梳毛纺厂取样计划实例.....	141
6、精梳毛纺厂取样计划实例.....	142
第九章 条干均匀度试验程序.....	144
1、环境条件及试样的预处理.....	144
2、测试步骤及结果的解释：.....	144
附录1：统计术语与定义.....	146
1.1 母体.....	146
1.2 子样.....	146
1.3 取样.....	146
1.4 分布.....	146
1.5 正态分布特征值.....	147
1.6 泊松分布的特征值.....	150
附录2：英制单位转换为公制单位.....	154
附录3：纱支系统换算表.....	155

## 第一章 质量变异的图解表示法

### 1、质量变异曲线的绘制

纱条的质量变异或单位长度的重量变异通过测量头 M(图 1)被转换为成比例的电信号。这个信号被放大器 V 放大。经过放大的信号被输入到记录器 S 的转换器。转换器



的线圈直接连接到记录笔。转换器发生的扭转运动代表质量变异的真实偏差。这种变异通过记录笔记录于以恒速运动的图纸上，我们称之为不匀曲线图。

### 2、不匀曲线图的特性

不匀曲线图是条干均匀度试验的一个特别重要的部分，它包含有大量的、为波长谱、U/CV 值或疵点计数部分所不能提供的信息。

以下几点可说明不匀曲线图的价值：

- 偶发疵点；
- 长片段不匀；
- 波长大于 40 米因而波谱图不能反映的周期性不匀；
- 特别粗或特别细的地方；
- 趋于成批出现的粗节和细节；
- 平均值的缓慢变化；
- 平均值的阶跃变化；
- 周期性疵点是否一直存在还是仅发生于数批之内；
- 测试一个管纱“内部”的变化，可发现偶发疵点，以及确定在数千米长度上的平均值的变化；

—— 在许多情况下可借不匀曲线图来确认测得的特殊值是属于正确测试还是错误测试的结果。

### 3、不匀曲线图的标记

不匀曲线图有线性刻度，这种刻度便于测量不匀的幅度。该刻度对试验时选择的各种测量范围都适用。测量范围为：

条子 12.5%或 25%

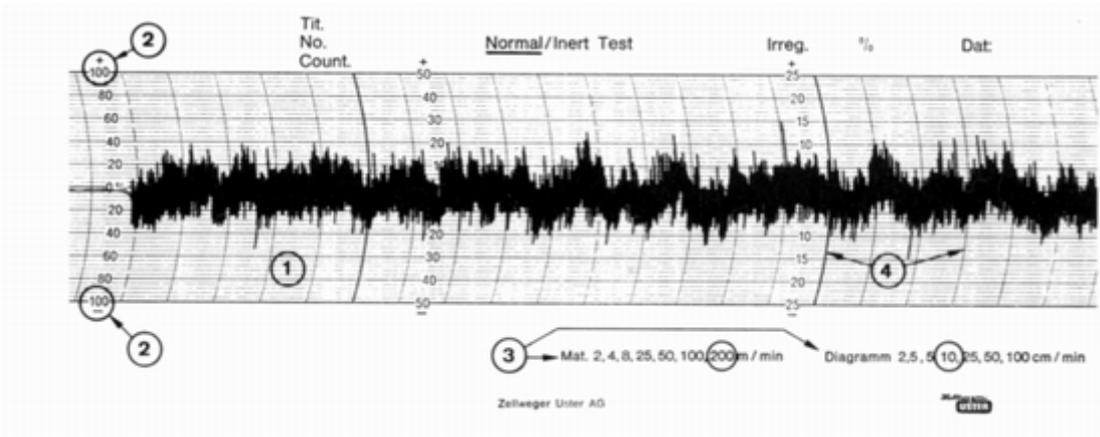
粗纱 25%或 50%

细纱 100%

应当规定，在着手试验时，在不匀曲线图上应标出在条干均匀度仪上所设定的测量范围，其方法是在相应的刻度范围的标记外面划一个圈②(图 2)。

这个规定也适用于印在记录区域外侧的数字，它表示试样速度及记录仪上所设定的纸速③。

在不匀曲线图的运动方面上有以弓形排列的线条④，这些线条的间隔距离为 1 厘米，它们代表图纸的时间刻度。例如，若记录仪设定的图纸速度为 10 厘米/分，则图上一厘米正好相当于 6 秒的运行时间。



#### 4、试样速度与图纸速度间的关系

在下表的左半部分中，根据设定的纸速和材料速度，可读出图纸上一厘米所代表的材料长度。

Metric system								Yard system									
		Material feed (m/min)									Material feed (yd/min)						
		4	8	25	50	100	200	400			4	8	25	50	100	200	400
Paper speed (cm/min)	2,5	1,6	3,2	10	20	40	80	160	Paper speed (Inch/min)	1	4	8	25	50	100	200	400
	5	80	1,6	5	10	20	40	80		2	2	4	12,5	25	50	100	200
	10	40	80	2,5	5	10	20	40		4	1	2	6,25	12,5	25	50	100
	25	16	32	1	2	4	8	16		10	14,4	28,8	2,5	5	10	20	40
	50	8	16	50	1	2	4	8		20	7,2	14,4	1,25	2,5	5	10	20
	100	4	8	25	50	1	2	4		40	3,6	7,2	22,5	1,25	2,5	5	10
cm								Inches      yards									

例：若试样速度为 400 米/分，纸速为 10 厘米/分，则一厘米的图纸长度相当于 40 米的试验材料。

在下表的右半部中，材料速度以码/分作单位，图纸速度以英寸/分作单位，相应

的材料长度以英寸或码为单位。从表中可以读出一英寸或一码的图纸长度所代表的材料长度。

## 5、实例

下述实例可表明在分析纱条时不匀曲线图的重要性。

### 例 1

一种在气流纺机上纺成的 Nm25 的纯棉纱用乌斯特条干均匀度仪测试，试样速度为 400 米/分，图纸速度为 10 厘米/分，刻度范围为 $\pm 100\%$ ；不匀曲线图上一厘米代表 40 米纱。

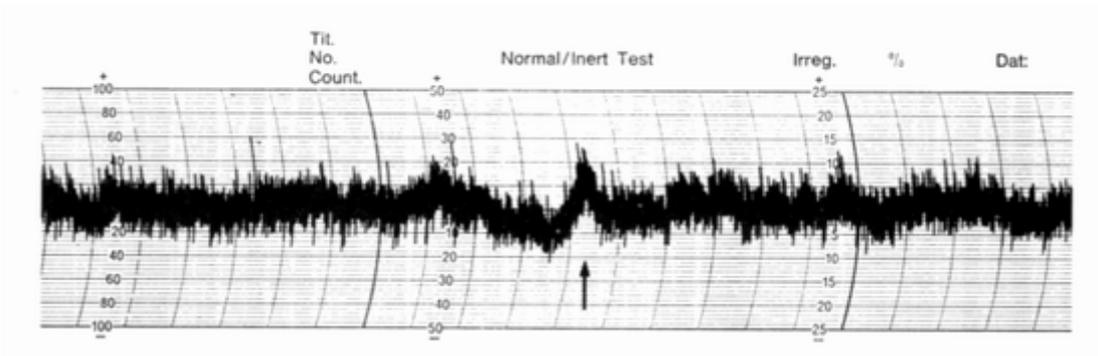


图 3

在图 3 中，箭头指示变化显著的地方，表明在长度约 20 米试样上，变化幅度约为 +20%。

在这一粗节后面立刻紧跟着一个与平均值的最大差异约为-15%、长约 70 米的细节。该仪器的其他部件都不能提供如此详尽的信息，仅 U/CV 计算器可能显示不匀率值稍有增加。

### 例 2

该实例以图解方法阐明一特殊问题，表明不匀曲线图如何对波谱图作出补充。对于实际纱线来说，粗节是随机分布的。将平均值偏置就可能从不匀曲线图测定这些粗节的幅度、数量以及它们之间的间隔距离。如果需要的话，还可对这些数值作出统计估计。在本例中，波谱图(图 5)表明这些粗节不是随机分布的。同时从不匀曲线图(图4)和波谱图得出结论：这些粗节的平均间隔距离约为 18.0 厘米，此外，还有一个波长为 9.0 厘米的叠加波(关于波谱图将在第四章中详细介绍)，而对于理想的随机分布来说，在波谱图上不应呈现峰形。

不匀曲线图还表明这些粗节的幅度没有实际性差异，并且它们趋向于成批发生。而波谱图并不提供这样两个信息。

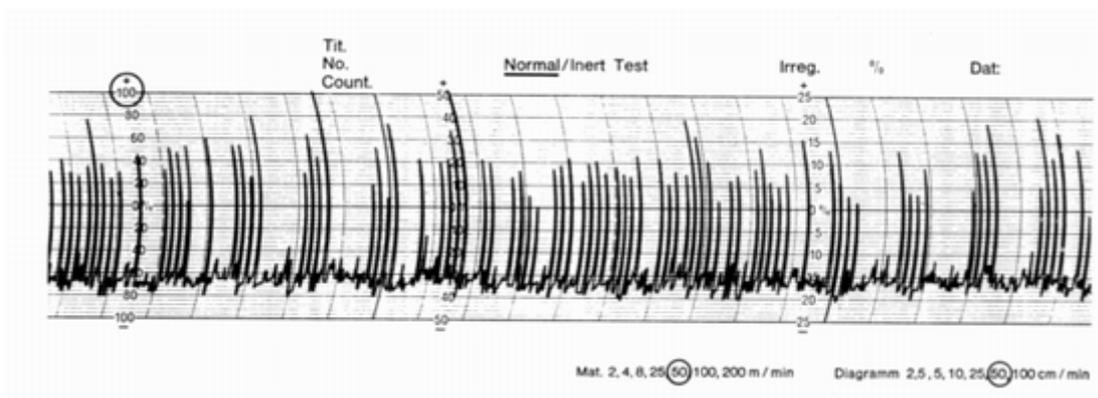


图 4

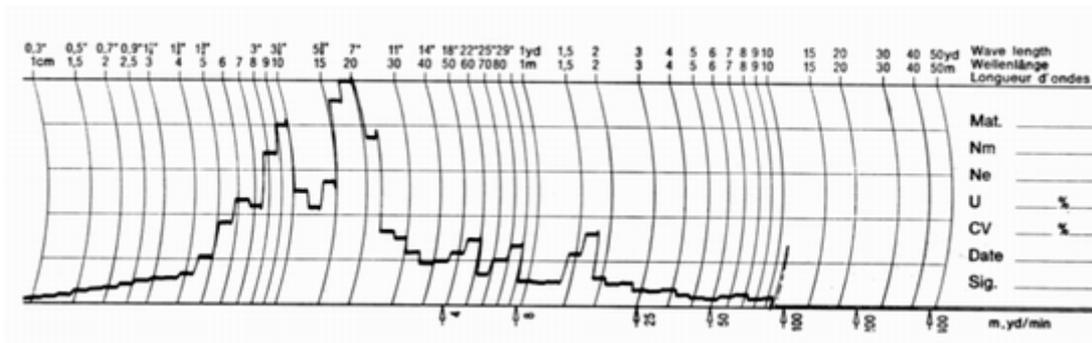


图 5

例 3

环锭细纱机纺制的纯棉精梳 Nm50 棉纱。试样速度 200 米/分；图纸速度 10 厘米/分；刻度范围±100%。不匀曲线图(图 6)表明约有 120 米长度的细节，这是在并条时短时间失去一根条子的结果。

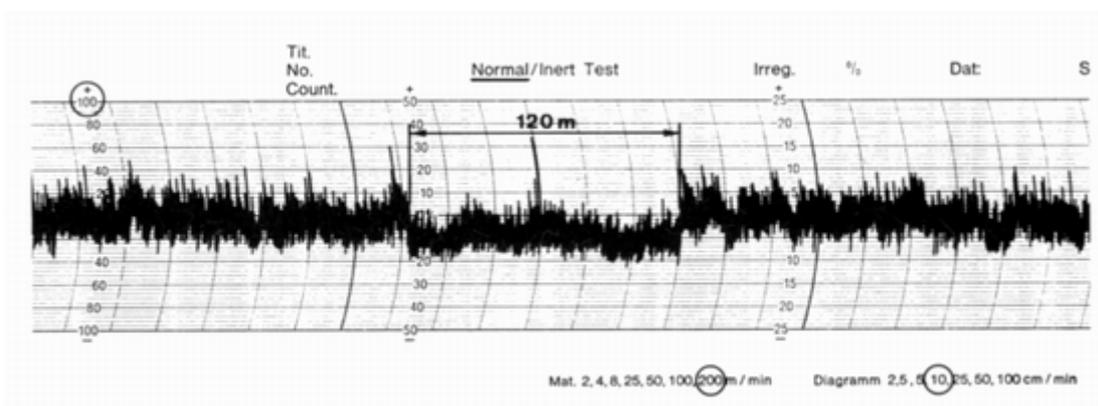
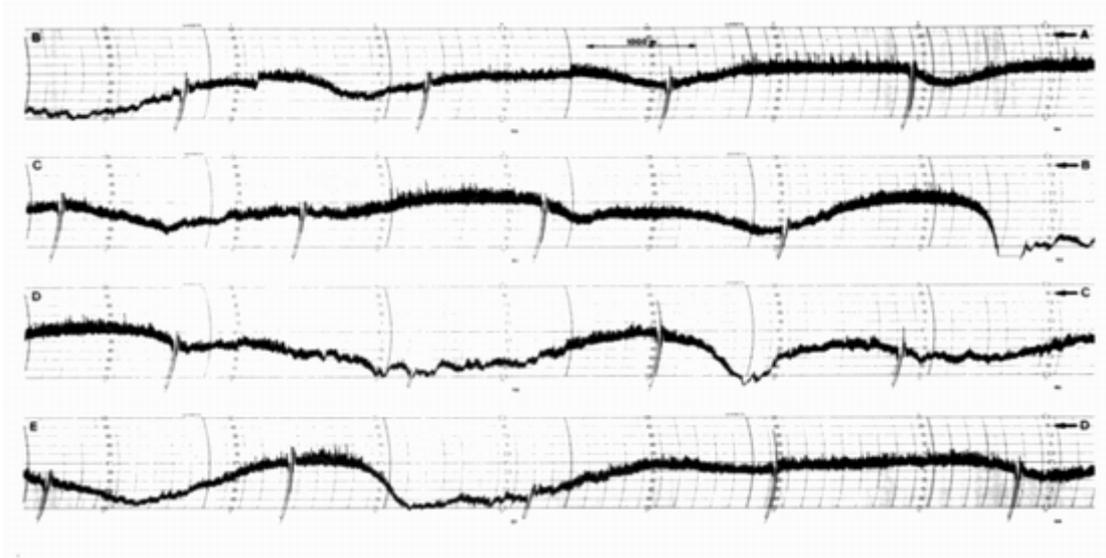


图 6

例 4

纱线：聚酰胺 66 连续长丝；支数：dtex22f5(22 分特克斯，5 根单丝并合，下文同)；测量速度：400 米/分；每次测试时间：5 分钟；刻度范围：-12.5%；全部试验长度：244 千米(一个管纱“内部”的自动测定)。在不匀曲线图(图 7)中，绘出了 40000 米长度纱线的不匀情况。



从这些不匀曲线图可以确定在纱线中存在着长度约为2000米的长片段非周期性质量变异。

该疵点是由于熔融时挤压机表面空气流动而产生的。

目前，还没有别的分析仪能提供与此相似且又完整的疵点表示方法。

## 第二章 质量变异的计算(不匀率 U、变异系数 CV)

### 1、引言

不匀曲线图表示纱条中单位长度的质量或重量变化的直观情况。从中可以看出比较显著的偏差、趋向和有特点的不匀等，所以不匀曲线图是不可缺少的辅助资料。

然而对于质量的完整分析单靠不匀曲线图是不够的，还必须有一个能表示质量变异的定量的值，为此目的，数理统计提供了二种计算不匀率的方法，即不匀率 U 和变异系数 CV。

### 2、不匀率 U

#### 2.1 图解表示法

不匀率 U 可按下图描述(图 1)

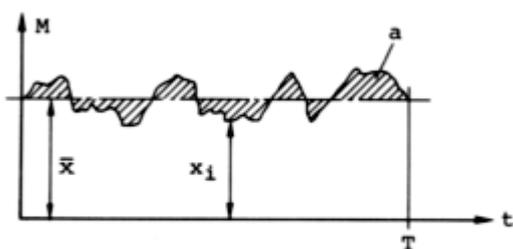


Fig. 1

$X_i$  = 质量的瞬时值

$\bar{X}$  : 平均值

M: 质量

T = 测试时间

a = 瞬时值  $X_i$  与平均值  $\bar{X}$  之间所包含的面积(阴影部分)

$$\text{不匀率 } U = \frac{a}{\bar{X} \times T}$$

不匀率可用百分率表示，其式为：

$$U = \frac{a}{\bar{X} \times T}$$

以图解表示，不匀率可看做二块面积的比。

#### 2.2 数学表示法

不匀率 U 在数学上的定义如注\*

乌斯特均匀度仪的 U—计算器的运算就是根据上式定义近似计算的。

#### 2.3 提要

—不匀率 U 是和相对于平均值的质量变化程度成比例。

—如质量变化的分布是均匀的，则不匀率  $U$  与测试时间或试样长度无关，尤其在图解法表示中很容易看出这一关系来，因为增加测试时间，不仅面积  $a$  增大而且  $\bar{X} \times T$  的面积也相应增大。

\*不匀率  $U$  的数学定义式如下：

$$U = \frac{1}{\bar{X} \times T} \int_0^T |X_i - \bar{X}| dt$$

若不匀率要求以百分率表示，则为

$$U = \frac{100}{\bar{X} \times T} \int_0^T |X_i - \bar{X}| dt(\%)$$

### 3、变异系数 CV

#### 3.1 图解表示法

变异系数  $CV$  可用图 2 表示。

$M$ : 质量

$\bar{X}$ : 平均值

$S$ : 标准差

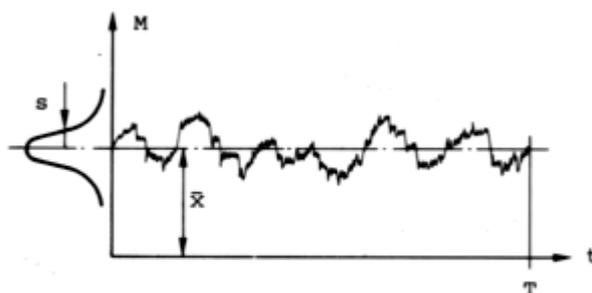


Fig. 2

当纤维在纱条中均匀分布时，质量的变化可认为是接近常态分布\*，质量变化的大小可以标准差  $S$  度量， $S$  即常态分布曲线上拐点至平均值之间的距离。标准差除以平均值即为变异系数  $CV$ 。其式如下：

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

变异系数也可用百分数表示之，其式为：

$$CV = 100 \times \frac{S}{\bar{X}}$$

#### 3.2 数学表示法

变异系数  $CV$  的数学表达式如注\*

乌斯特试验仪的  $CV$  计算器可按此定义算出其精确的值，而  $GGP$  型试验仪的  $CV$  计算器只能求出近似值。

### 3.3 提要

—正如数学表达式所表明，在变异系数 CV 的计算中，更加强烈地考虑了偏离平均值的较大偏差( $X_i - \bar{X}$  这一项被平方)。

—现代统计学中变异系数 CV 比不匀率 U 更为大家所认识，在最近的统计数学手册中不匀率 U 已很少提到。

—变异系数 CV 能用电子的方法求得极精确的结果，而不匀率 U 的计算是基于近似的方法，不匀率 U 的精确计算需要更多的技术投资。

新型的乌斯特试验仪能进行 CV 值精确的计算而 GGP 型的均匀度仪只能算出 CV 的近似值。

\*参见附录 1, 1.7 节.

\*\*变异系数的数学表达式:

$$CV = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (X_i - \bar{X})^2 dt}$$

若变异系数要求以百分数表示则为:

$$CV = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (X_i - \bar{X})^2 dt}$$

### 4、不匀率 U 与变异系数 CV 间的相互转换

如被试验的纱条其质量变化按常态分布，则其不匀率 U 与变异系数 CV 之间可按下式计算:

$$\frac{CV}{U} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1.25 \quad \text{或} \quad CV = 1.25U \quad U = \frac{CV}{1.25}$$

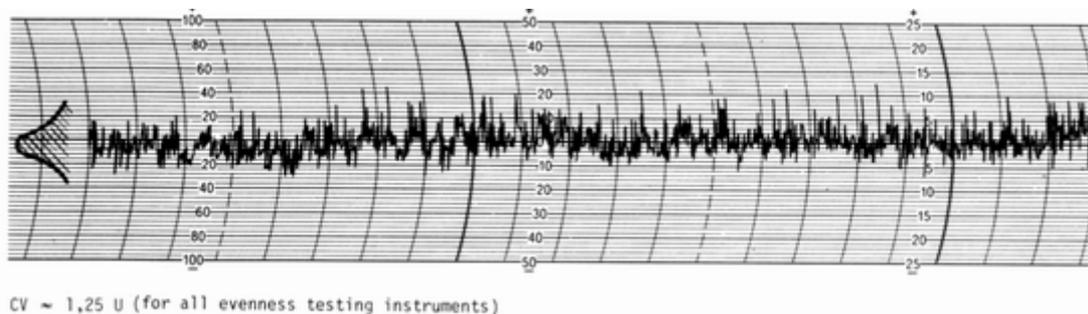
在不能假定纱条为正态分布时，此换算系数是有误差的。下文中所列的某些情况在纺织工业中是常见的，在这些情况下，上述换算系数不是都能使用的。为了能弄清楚所有的例子，有必要对仪器有一个基本的了解。

1951 年蔡尔维格—乌斯特公司介绍了第一台“积分器”，它按照相对精确的近似方法计算不匀率 U，也能近似地计算变异系数 CV。而现在的积分器则用现代的电子电路，以数学的精确方法计算变异系数 CV。

从实际试验的结果可以看出，乌斯特 I 型与 II 型上的 CV 积分器反映纱条上某些疵点的效应比 U 积分器更为显著。

应当指出，变异系数 CV 比不匀率 U 愈来愈多地被采用了，可以明显地看出以变异系数值表示质量变异的试验方法标准增多了，例如西德(DINS3804)、东欧国家、国际毛纺组织(IWTO)等。

如果质量变异的分布是对称的，呈单峰，且趋向正态分布，则换算系数 1.25 是可以用的，这样的质量变异可以看作是没有纱疵的纱条上的质量变异(下图)。



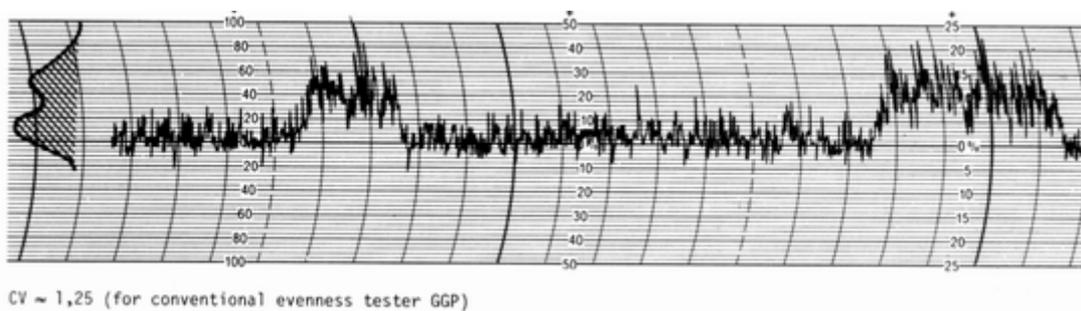
CV≈1.25U(用于所有型式的条干均匀度仪)

若质量的变化有两个或更多的峰(具  $X_i$  有较强的平均值变异的纱条)(下图)，则必须用以下的换算系数：

CV≈1.25U 用于 GGP 型(以近似方法计算 U 与 CV)

CV>1.25U 用于 I 型与 II 型

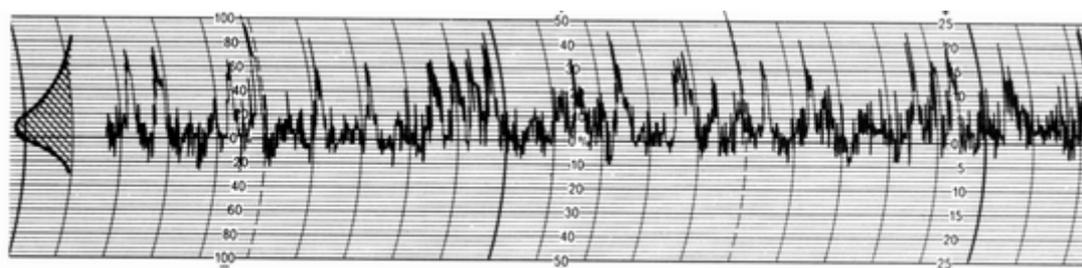
(精确地计算 CV 值，近似地计算 U 值。用近似的方法不能根据曲线图的全振幅求出长片段的质量变异)



CV≈1.25U(用于 GGP 型)

CV>1.25U(用于 I 型与 II 型)

若质量的变化非对称分布并带有单峰(纱条上具有常发性的较大的粗节)(下图)，则必须用以下换算系数：



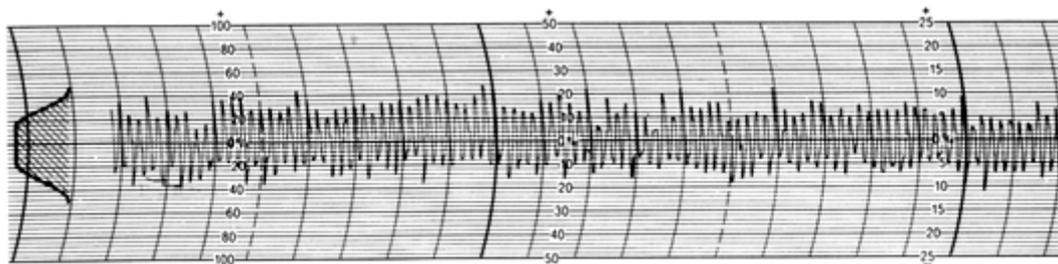
CV > 1,25 U (for all evenness testing instruments)

CV>1.25U 用于 GGP 型(以近似方法计算 U 与 CV)

CV>1.25U 用于 I 型与 II 型(CV 值为精确计算, U 值为近似计算, I 型与 II 型的换算系数高于 GGP 型, 因为 GGP 的 CV 值也是近似法求得的)。

CV>1.25U(用于各种均匀度仪)

若在纱条上存在着强周期性质量不匀(下图), 则应用以下的换算系数



CV < 1,25 U (for all evenness testing instruments)

CV>1.25U

此分布型式是对称的, 但与常态分布有差异, 具有规律性的不受随机事件影响的变异, 其换算系数通常小于 1.25(例如理想的正弦曲线其  $CV=1.11U$ )

然而在纱条上有可能在周期性不匀上迭加随机因素, 只有当纱条上的随机变化量比周期性疵点小时, 换算系数才低于 1.25。

CV<1.25U(用于所有条干均匀度仪)

实际结论:

在试样上没有周期性的或其他的疵点, 则可按公式  $CV=1.25U$  换算以求得结果。

带有疵点的试样(例如长片段的支数变异、常发的粗节、平均值的瞬时变化等)则为

CV>1.25U

换言之, 对于试样上的纱疵, I 型、II 型试验仪的 CV 指示器比 U 指示器更为灵敏。

所以若需要将 CV 换算成 U 或 U 换算成 CV 时, 必须根据不匀曲线图决定是否应用 1.25 做为换算系数。

## 5、质量变异的 U 值或 CV 值的解释

### 5.1 与“乌斯特统计值”的比较

多年来，蔡尔维格—乌斯特公司在世界各地进行了连续的大量的试验，在此基础上提供了纱线质量水平的勘测资料，并以“乌期特统计值”(USTER Statistics)的形式定期公布，在今天，已为纺织技术人员所熟知。

它包括下面一些内容：

- 一条子、粗纱、细纱的不匀率
- 粗节、细节、棉结的频率
- 偶发性纱疵的频率
- 纱的强力与伸长
- 纱的支数变异

用此资料，每一个纺纱厂就可以将其产品与世界水平作比较，图 3 是从“乌斯特统计值”中取出的一个例子，它表示了 100% 普梳棉纱条干不匀的变异系数。

乌斯特统计值  
普梳纯绵纱  
CV%

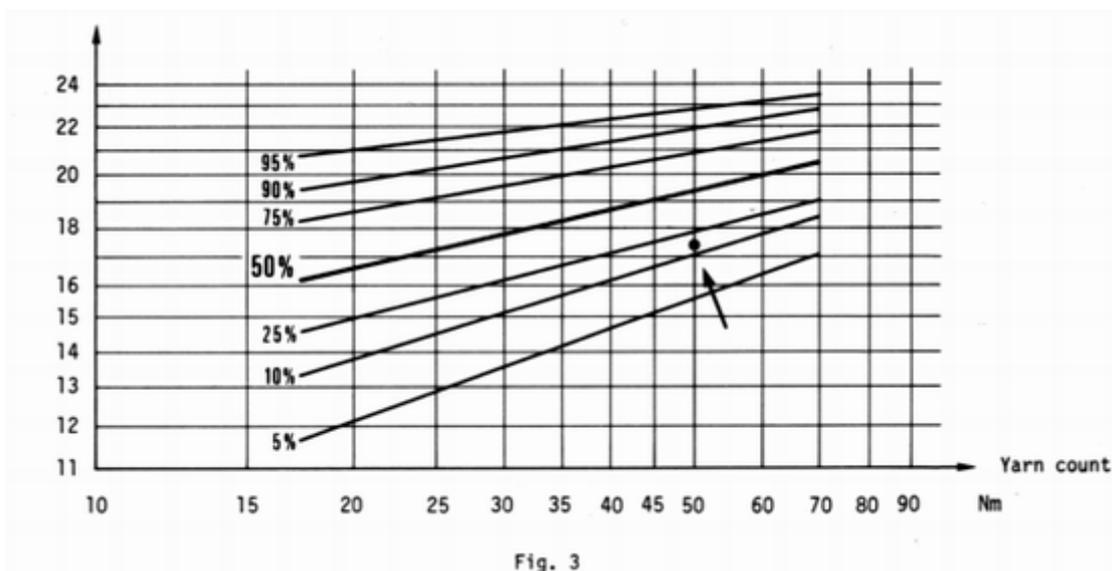


Fig. 3

### 5.2 “乌斯特统计值”应用实例

试样为 Nm50 的纯棉普梳环锭纱，测 10 只管纱的条干不匀率得出其变异系数 CV=17.4%，此值被记入图 3 中。

将它与其他的值相比较得知该试样的变异系数是在 25% 线以下，根据该点所在位置可得出更为精确的结论，即在世界纱的产量中仅有约 17% 的纱，其变异系数的值比

该试样低。

遗憾的是因为我们只是取了一个试样而不是全部产品与统计值作对比，因此在统计图上的一个点只能限定某一个数值。此外我们也必须考虑到所有的试验仪器都具有小的系统误差，这些在作比较时也必须包括在内。关于这个问题的更详细的说明见第6节。

### 5.3 纺纱厂内的纱疵统计

在纺纱厂中，产品都有其生产的周期，试样不仅可用以与“乌斯特统计值”作对比，而且可做一个长周期内的统计测定值图，并用以进行控制。这样的控制使由于纤维材料或机器设备而产生的任何质量变化的趋势有可能及早被判定。根据预定的方式和一定的时间间隔，将测试结果记在图上。图上还应当有不应超过的预定警戒界限(图4)。

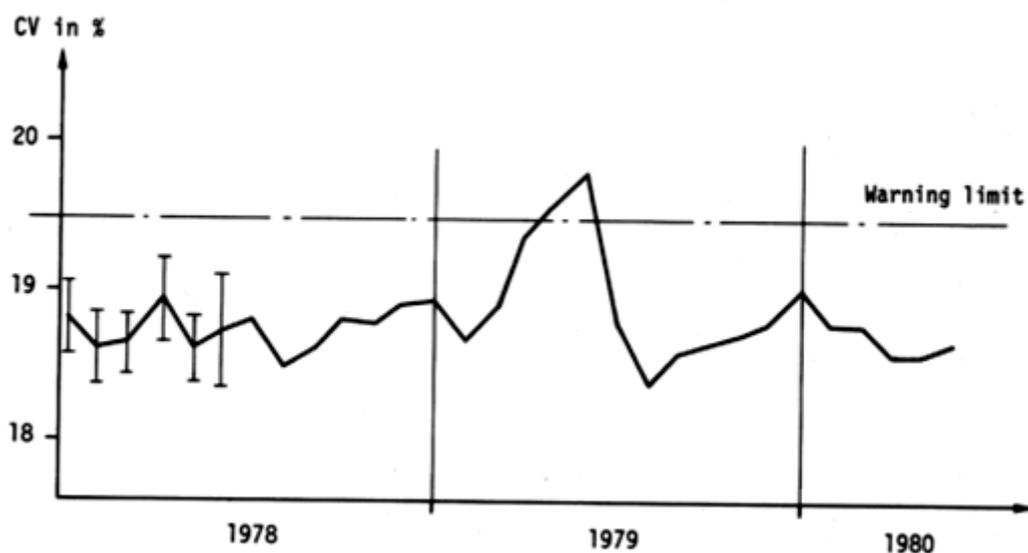


Fig. 4

将每一整批纱的警戒线计算出来，如警戒线可定为良好纱批的3倍标准差(3S)，并画在图上，对于每一个测量点也可以将标准差S(I)画在图中，从而可以看出变异的情况。

## 6、统计值的实际应用

### 6.1 不匀率 U 与变异系数 CV 的置信区间

#### 6.1.1 引言

这一节将给试验室的负责人提供关于如何确定两个统计量 U 和 CV 平均值的置信区间的方法。置信区间不仅近似地反映了测试结果精确度和为系统的质量控制提供试样最佳方案，而且在比较测试结果与“乌期特统计值”时提供了一个基准界限。

### 6.1.2 不匀率 U 与变异系数 CV 的分布

正确的统计程序首先要知道 U 可 CV 值的分布情况，而置信区间的计算，将建立在常态分布这一假定的基础上。

图 5、图 6 表明，以 100 只 Nm68(近似 15 号)的精梳棉管纱与 100 只同支的普梳棉管纱做试验，画出其 U 或 CV 值频率分布曲线。每次试验的纱线长度为 1000 米。

### 6.1.3 置信区间的计算

如上所述，致信区间的计算建立在正态分布规律的基础上。首先需要计算出平均值  $\bar{X}$  和标准差 S。计算  $\bar{X}$  和 S 的计算公式见附录。

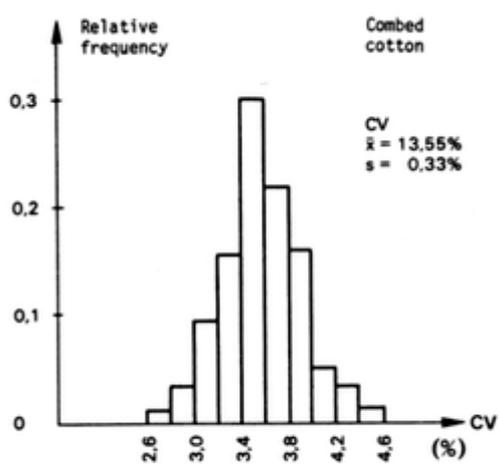


Fig. 5

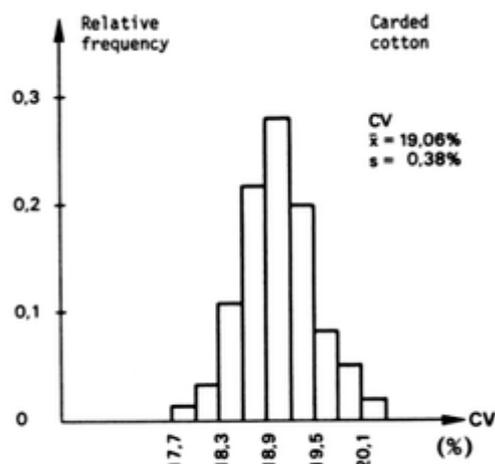


Fig. 6

按下式计算为 95%的致信区间

$$Q_{95\%} = \bar{X} \pm K \times S$$

试样大小	5	10	20	30	40	50	100
系数 K	1.24	0.715	0.467	0.373	0.32	0.284	0.198

### 6.2 两个 U 或 CV 值之间的差异显著性(t—试验)

6.2.1 用同一台条干均匀度仪做两台机器或两批产品之间的比较

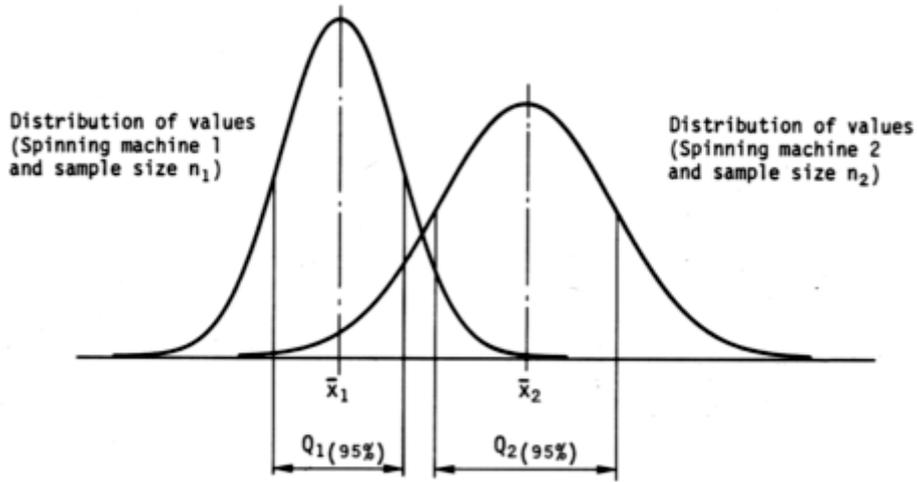


Fig. 7

从两台机器或两批产品中取样，所得 U 或 CV 值的平均数分别为  $\bar{X}_1$  与  $\bar{X}_2$ ，将其相互比较。图 7 表明，不能认为在各种情况下  $\bar{X}_1$  与  $\bar{X}_2$  都是相同的。因此，我们希望得到这样一个界限，在此界限以内，二个分布之间的差异是随机的，超出这一界限，差异则将是显著。为确定这个界限，要求出两种试样的平均值  $\bar{X}_1$  与  $\bar{X}_2$ 、标准差  $S_1$  与  $S_2$ ，最后按以下公式求出系数 tcal:

$$tcal = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \times \sqrt{n}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \quad n_1 = n_2 = n$$

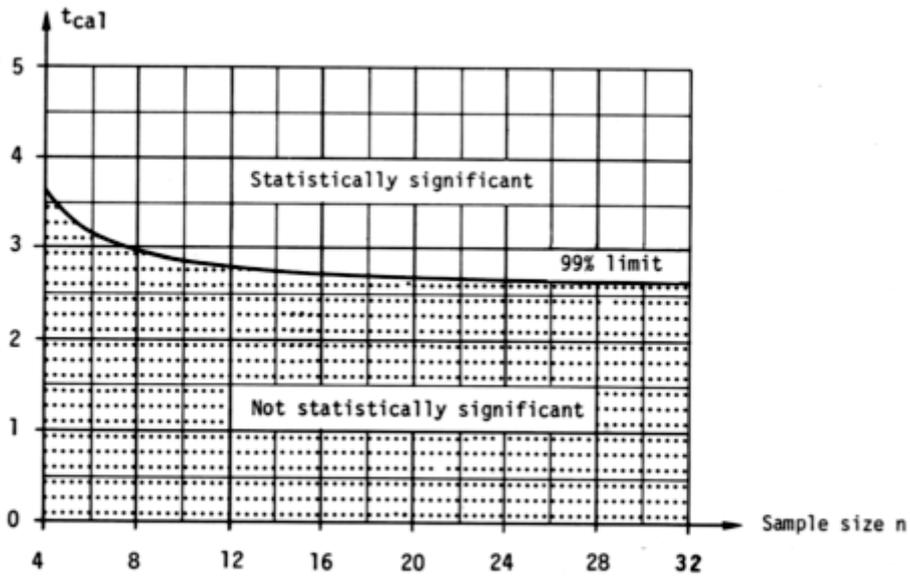


Fig. 8

该系数的值画在图 8 中。

若某点是落在 99% 界限线以上的范围则差异是显著的，若落在界限线以下则差异是随机的。

如果差异是显著的，则必须进一步检查这种差异是因不同的生产机台造成的呢，还是因原材料不同而造成。

例：

某纺纱厂在 6 个月前生产了一批 Nm100(10 号)的精梳棉纱，当时在该批纱中取了 30 个管纱做试验得下列结果

变异系数 CV:  $\bar{X} = 16.5\%$

$$S_1 = 0.78$$

$$n_1 = 30$$

该厂现在以同样原料进行纺纱，取 30 只管纱进行试验，得出以下结果：

变异系数 CV:  $\bar{X} = 17.2\%$

$$S_2 = 0.85$$

$$n_2 = 30$$

求出过去与现在这两批纱之间是否有显著的差异

$$t_{cal} = |\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \times \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = |16.5 - 17.2| \frac{\sqrt{30}}{\sqrt{0.608 + 0.723}} = 0.7 \times 4.75 = 3.32$$

对照图 8，此值将落在有显著性差异的范围内，因此其结论是原料或加工方法变了。

在此要注意的是前后两次的试样大小必须相同，因为当试样大小不同时，不能用上述计算方法。

若上例中所述二种情况只试了 10 只管纱，则计算得  $t_{cal} = 1.92$  将得出错误的结论，即两批纱之间的差异是不显著的。

因此，当作重大决定时，试样数量必须取得足够大，例如对于一大批纱，其试样可从许多天进行收集。

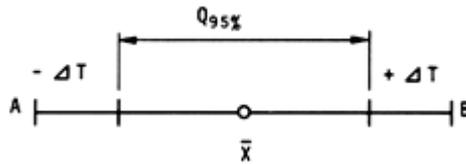
## 6.2.2 条干均匀度仪之间 U 或 CV 值的比较或与“乌斯特统计值”的比较

若以一台仪器 U 或 CV 值的结果与用其它型号仪器测得的结果相比较，或与“乌斯特统计值”相比较，则必须知道仪器之间的误差。关于 U 或 CV 值，用 I 型、II 型

乌斯特条干均匀度仪其误差为 2%，而用 GGP 型均匀度仪时，则其误差为 5%。它们在比较两种不同仪器的测试结果时必须加以考虑。这些误差是指仪器由制造厂交货时的条件。

与第 6.2.1 节所述一样，求出有关的数据，不同的是由于仪器的误差，置信区间必须扩大，这两方面的数值共同影响着差异的显著性。

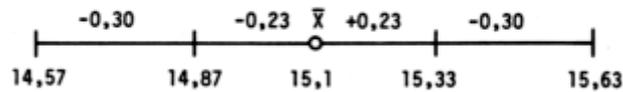
置信区间与仪器误差的图解表示法如下：



该图表示置信区间已经按仪器的误差被扩展了。

例：与“乌斯特统计值”作比较

从一批纱中取 30 只管纱用条干均匀度仪做试验，该纱是 Nm80 的精梳棉纱，其平均值  $\bar{X}=15.1$ ，以  $\pm 0.23$  的置信区间向两侧延伸，再加上仪器误差为平均值的 2%，则其总的区间就是 14.57...15.63，将其画在“乌斯特统计值”图的 Nm80 的位置上(图 9)。



乌斯特统计值  
精梳纯棉纱  
CV%

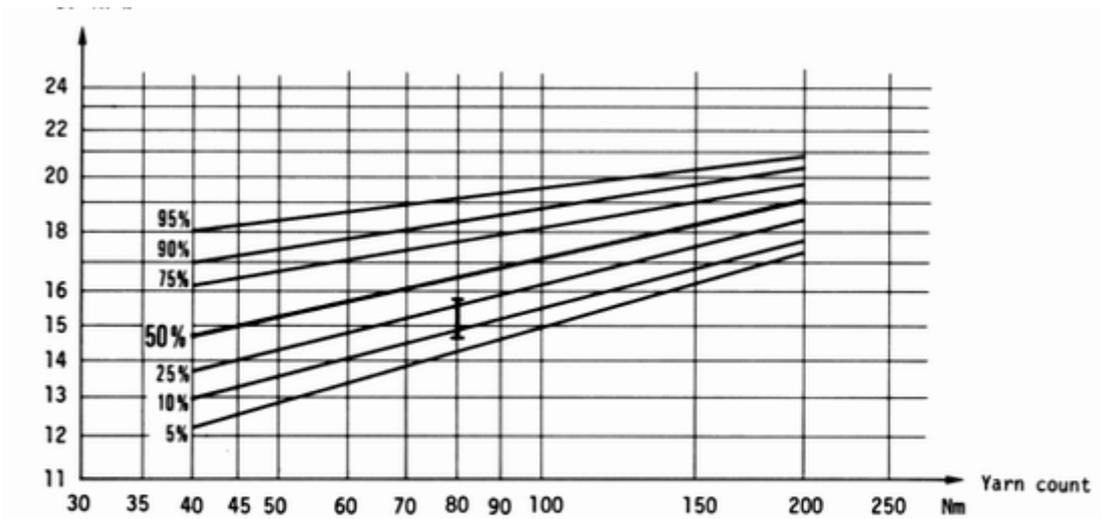


Fig. 9

测试结果如下：

CV 的平均值： $\bar{X} = 15.1\%$

CV 的标准差： $S = 0.62\%$

置信区间： $Q95\% = \bar{X} \pm K \times S = 15.1 \pm 0.373 \times 0.62 = 15.1 \pm 0.23$

两台仪器之间 CV 值的最大误差为 2%

此例的仪器误差为  $\pm 0.02 \times 15.1 \approx \pm 0.3$

图 9 所示试样是落在“乌斯特统计值”8%与 28%线之间，由于“乌斯特统计值”反映了世界纱线质量与产量的关系，因此可以说这批纱比占世界产量 8%的纱的质量稍差些，而比世界产量 72%的纱要好些。如取样数更大些，则结果也更精确。

例：两台仪器试验结果的比较

从一批 Nm120 的精梳棉纱中取 20 只管纱，用条干均匀度仪作试验，求得其变异系数 CV，结果如下：

平均值： $\bar{X} = 16.7\%$

标准差： $S_1 = 0.45\%$

在所属的分厂中纺同样的纱，从一批纱中取 20 只管纱，得到变异系数 CV 的结果如下：

平均值： $\bar{X} = 17.3\%$

标准差： $S_2 = 0.49\%$

这二个结果之间是否有显著差异？

为了回答这个问题，建议用以下的方法求解：

若二个 CV 平均值  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  之差小于两台仪器之间的最大误差(I 型、II 型条干均匀度仪为 2%)则无显著差异，该二个值落在最大的仪器误差以内。

若  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  之差大于最大仪器误差，则二个平均数中较大的一个要减去一个等于最大仪器误差的量，并以  $\bar{X}_2^*$  表示之。

$\bar{X}_2^* = 0.98 \times X_2 = 0.98 \times 17.3 = 16.95$

在此按第 6.2.1 节计算 t 系数时，要用减去仪器误差的  $\bar{X}_2^*$  代替  $\bar{X}_2$ 。

$$t_{cal} = |\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \times \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = |16.7 - 16.95| \frac{\sqrt{20}}{\sqrt{0.45^2 + 0.49^2}} = 1.68$$

将此值画入图 8 中，其位置说明二个结果之间没有显著性差异，因此，在这情况下不需要调整机器或更换更好的原料。

### 6.3 两个 U 或 CV 值的简便对比法

#### 6.3.1 用同一台条干均匀度仪测得的两个 U 或 CV 值间的比较

首先，算出平均值  $\bar{X}_1$  与  $\bar{X}_2$  的置信区间 Q95%

近似的方法是，若置信区间相互不重叠，则可认为差异是显著的，而如置信区间相互重叠则差异不显著。

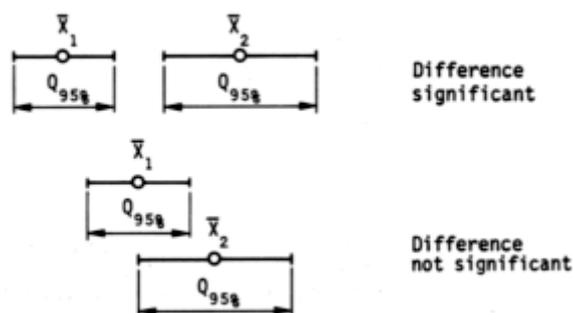
当用此简便方法时，在置信区间重叠较少的情况下，用以决定差异显著性是不够精确的。

在此情况下，应按照第 6.2 节的程序进行比较。

#### 6.3.2 用两台不同的条干均匀度仪测得的两个 U 或 CV 值间的比较

在此情况下，必须将反映仪器精确度的量  $\Delta T$  加在置信区间的两边

两个平均值  $\bar{X}_1$  与  $\bar{X}_2$ ，置信区间各扩大为 A—B 后，第 6.3.1 节所述判别准则同样适用。



### 6.4 同一纱条上多次测量的比较

在某些情况下，在每只卷装上连续测试若干次比每只卷装上取一段长度作试验更为有意义。

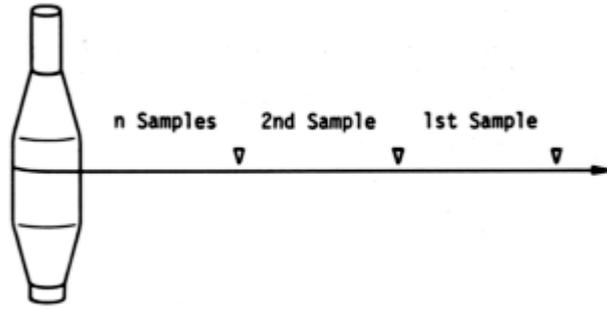


Fig.10

例如，当怀疑某一只锭子，某一个锭位或某一个气流纺头子工作不良时，就可用每只管纱连续测试的方法。在加工长丝纱时，可用这种方法检验较长周期的质量变化和偶发性纱疵(图 10)。

在图 11 中，以直方图表示对一只气流纺筒子纱上作连续测量的评估方法。可以看出，频率的分布图与正态分布曲线非常一致，为了确定 95% 置信区间，仍按正态分布的一些规律考虑。

对于这样的测试，最好同时作出不匀曲线图与波谱图。这样的试验也可以在粗纱和条子上做。

若对一只管纱、一只气流纺筒子、一只粗纱或一根条子采用连续测量的方法来确定变异系数 CV 的值，其遵循的统计规律与从许多管纱或气流纺筒子纱上取样而每管只试一次的方法相同。

例：在一只 Nm14 纯棉气流纺的筒子纱上作连续的测试，每次试验长度为 1000 米，测出变异系数的值如下：

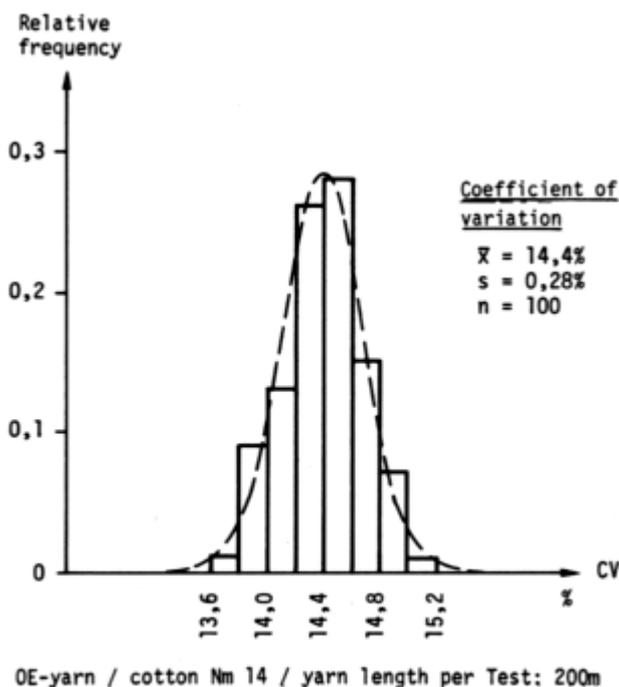


Fig.11

12.76%，12.83%，12.73%，13.03%，  
12.89%，12.66%，12.95%，12.44%，  
12.58%，12.50%。

故  $\bar{X} = 12.74\%$ ， $S = 0.194\%$

从第 6.1.3 节的 k 值的表中，可以看到当 n=10 时 k=0.715，由此计算 Q95 %。

Q95 % =

$$\bar{X} \pm K \times S = 12.74 \pm 0.715 \times 0.194 = 12.74\% \pm 0.14\%$$

故该纺纱头所纺出的纱，其变异系数的平均值  $\bar{X}$  有 95% 的概率落在 12.60%...12.88% 这个区间以内。

### 6.5 U 或 CV 值变异间的显著性差异

在以前的几节中，考虑的问题是在纺纱过程中是否存在某些因素会造成不匀率平均值的变化的。

同样重要的问题是二个试样的变异之间是否有显著性差异。

确有这样的可能，即二个试样的平均值  $\bar{X}$  可能相同或相差极微，而二个试样的变异之间可能有相当大的差异，图 12 以图解表示具有相同平均值但变异不同的两个试样的频率分布。

如遇到比正常的变异大的情况，则应考虑是否由于纺纱过程中的不稳定性及机器部件的磨损加剧等因素造成。

如怀疑二个试样的变异有重大差异，则必须借助于 F 试验进行分析检验。

F 试验是以两个变异的  $S_1^2$  与  $S_2^2$  的商来判定的

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (S_1^2 > S_2^2)$$

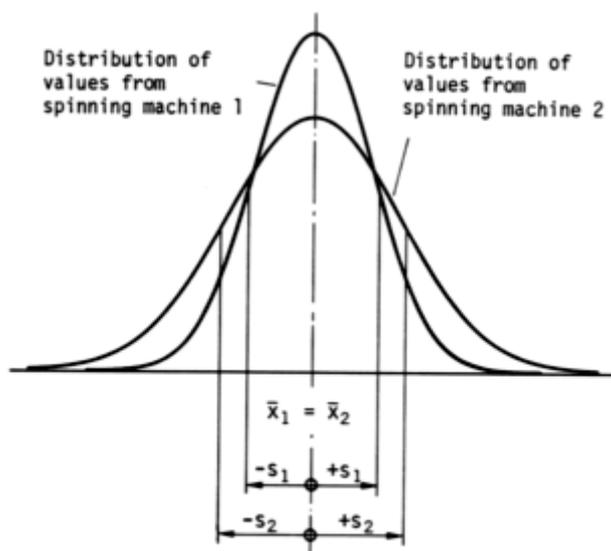


Fig.12

以算出的值  $F_{cal}$  与  $F_{99\%}$  表中的值作比较，这样可用下列条件进行判别：

$F_{cal} < F_{99\%}$ 差异是随机的，即无显著差异
$F_{cal} > F_{99\%}$ 差异是非随机的，即有显著差异



Fig.13

为了计算二个变异之间是否存在显著性差异，可采用图 13 所示的曲线，其分析方法是和 t 分布的曲线相同的。对于更大的试样可从有关的统计表中查到相应的值。

例 1

试验的二只纱支数相同，在同一台细纱机上纺出，要求判定是否由于从二个不同的锭位纺出，其不匀率值的变异间有显著性差异。

测试结果得到：

$$S_1 = 0.49\%$$

$$S_2 = 0.41\%$$

试样大小为  $n_1 = n_2 = 30$

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0.49^2}{0.41^2} = 1.43$$

查表或与图 13 作比较得

$$F_{cal} = 1.43 < 2.43 = F_{99\%}$$

故二个变异之间无统计显著性差异，即：二个锭位之间的运转情况无显著差异。

例 2

根据取样计划，细纱机上的某只锭子每隔一定的周期做一次试验，每一次测出不匀率值  $U$  的变异为  $S_1=0.25\%$ ，第二次在该锭对同一支数的纱进行测定，其变异  $S_2=0.41\%$ ，由于二次测出数值不同，被怀疑是否产生真正的变化，所以对变异进行分析。

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0.41^2}{0.25^2} = 2.69$$

比较结果说明

$$F_{cal} = 2.69 > 2.43 = F_{99\%}$$

故差异显著，在此情况下建议找出产生这样大的变异的原因。

### 例 3

在长期的统计中发现，某细纱机的一侧进行常规检验时，CV 的平均值偏高而且变异特别高。

试验纱为 Nm68，普梳纱，每次试验 400 米，由于变异特别高，故在机器的一侧试了 100 只管纱，将 CV 值画频率分布曲线图(图 14)。

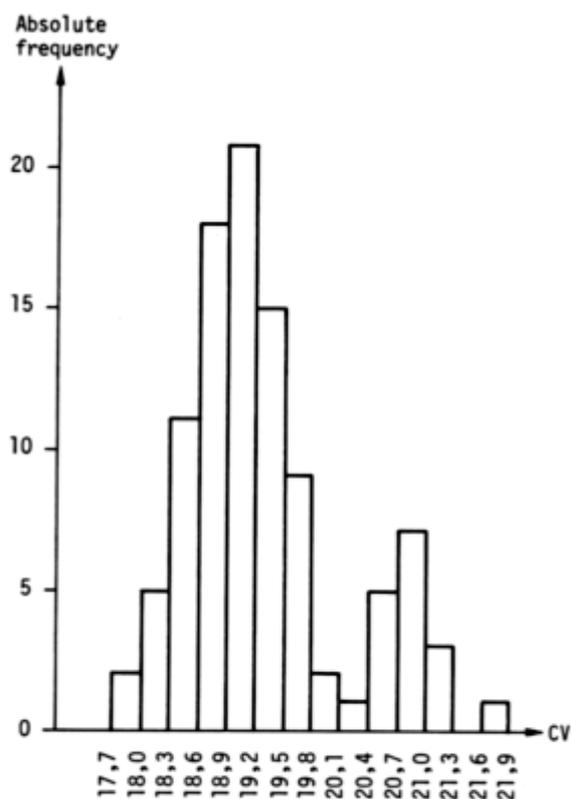


Fig.14

图 14 所示的分布不能看作为正态分布，因在  $CV=20.4\%$  以上的区域内，频率分布图中有第二个峰(双峰分布)，进一步检查得知其中某台粗纱机生产的粗纱具有很高的 CV 值。

## 7、纱条不匀的理论极限

### 7.1 棉与合成纤维理论极限的计算

由于某些自然条件的限制，想用短纤维纺出绝对均匀的纱是不可能的。因其基本的要求是要在纱条的每一截面中都具有相同根数的同样细度的纤维，在实际上这还意味着要求每根纤维的尾端要与下一根纤维的头接起来。然而没有一种纺纱方法能生产这样的纱条。

无论用那一种纺纱方法，主要的工艺过程是均匀地混合纤维，使每根纤维之间互相分离并平行，并拉细到一定支数。混和的作用使每根纤维都有相同的概率出现在纱线任一截面上，所以在纱条中纤维的分布是均等的。在任何一截面上纤维的根数可看

作是随机变化的。纤维相互搭接的结果，即使在最佳条件下，纱条中也存在着一定的不匀。天然纤维比合成短纤维有附加的不匀，因为单纤维本身的截面尺寸有所不同。

例如马丁代尔(Manindale)、休伯泰(Huberty)及其他的许多科学家对有关极限不匀率问题进行了理论上的研究，并找出了某些数学上的关系，这些研究的结果说明如下：

假定纱条中每一根单纤维的横截面积都相同，就是说具有相同的细度，则极限不匀率可按下式计算：

$$CV_{\text{极限}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad CV_{\text{极限}} = \frac{100}{\sqrt{n}} (\%)$$

对于线性不匀可用下列公式

$$U_{\text{极限}} = \frac{0.8}{\sqrt{n}} \quad U_{\text{极限}} = \frac{80}{\sqrt{n}} (\%)$$

以上二公式适用于棉与合成纤维

$n$ =截面中纤维的平均根数

这些公式证实了每个纺纱厂技术人员都知道的事实，即纱条的支数愈细，则以变异系数  $CV$  或以线性不匀率  $U$  所表示的不匀率值将愈大。

图 15 表明了极限不匀率与截面内平均纤维根数之间的关系。

上述的这些公式普遍适用于棉纤维、合成纤维及其混纺纱条，因为这些纤维之间的截面差异可以忽略不计。

## 7.2 不匀指数 I

实际测出的纱条不匀率总是高于极限不匀率，而极限不匀率实际上代表了“理想状态”，在实际不匀率作比较时，它可以作为一个参考值。两者之间比值即所谓“不匀指数 I”

$$I = \frac{CV_{\text{实际}}}{CV_{\text{极限}}} \quad \text{或} \quad I = \frac{U_{\text{实际}}}{U_{\text{极限}}}$$

不匀指数  $I$  的大小是纱条不匀的一种度量，或者说是纱条与  $I=1$  的理想状态的差异程度其大小也可以反映纺纱设备的状态。

为了计算极限不匀率，需要确定纱条截面内纤维的根数  $n$ ，该数值通常是未知的，必须从条子、粗纱或细纱的支数与纤维的细度求出来。

$$CV_{\text{极限}} = \frac{100}{\sqrt{n}} = 100 \sqrt{\frac{T_F}{T}} (\%)$$

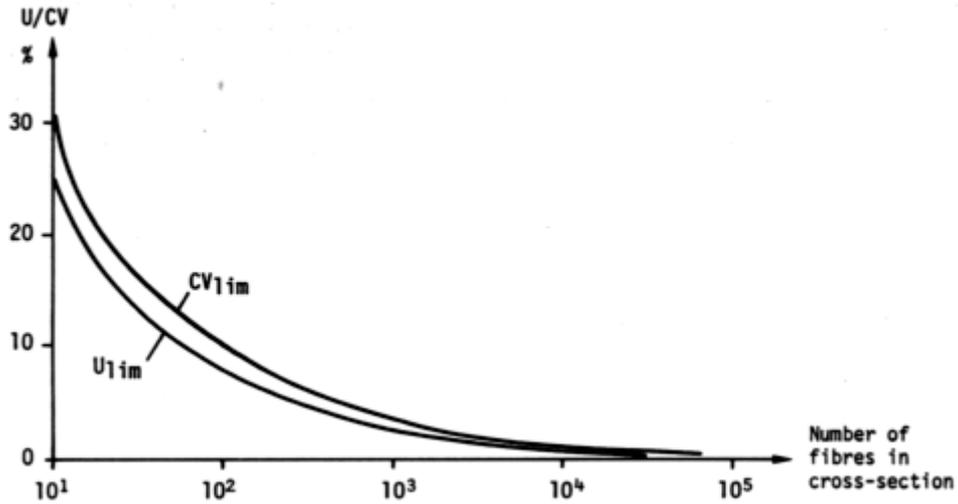


Fig.15

$$U_{\text{极限}} = \frac{80}{\sqrt{n}} = 80 \sqrt{\frac{T_F}{T}} (\%)$$

$T_F$  = 纤维细度(tex)

$T$  = 条子、粗纱或细纱的细度(tex)

从极限不匀率的公式可得 不匀指数  $I$  的基本公式如下。

$$I = \frac{CV_{\text{实际}}}{100} \sqrt{\frac{T}{T_F}}$$

$$I = \frac{U_{\text{实际}}}{80} \sqrt{\frac{T}{T_F}}$$

这些公式适用于棉、合纤及其混纺纱条。

例：

Nm10 的棉纱，其实际不匀率为  $CV_{\text{实际}} = 9.3\%$ ，纤维的细度为 5.7 微米/英寸，要求出极限不匀率  $CV_{\text{极限}}$  与不匀指数  $I$ 。

纱条支数；Nm10  $\approx$  100 号；

纤维细度：5.7 微米/英寸  $\approx$  0.224 特克斯(换算见附录 3)

$$CV_{\text{极限}} = 100 \sqrt{\frac{0.224}{100}} = 4.74(\%)$$

$$I = \frac{CV_{\text{实际}}}{CV_{\text{极限}}} = \frac{9.30}{4.74} = 1.96$$

或：

$$I = \frac{CV_{\text{实际}}}{100} \times \sqrt{\frac{T}{T_F}} = \frac{9.3}{100} \times \sqrt{\frac{100}{0.224}} = 1.96$$

此处纤维细度以毫克/英寸表示，因为现在美国“雪菲尔德(Sheffield)”马克隆(Micronaire)试验仪已普遍地用于测定棉型短纤维的纤维细度。

### 7.3 羊毛的极限不匀率

上节所述的公式只能适用于棉、合纤及其混纺纱条的极限不匀率，在公式中未考虑这些纤维直径的变化。

对于羊毛纤维，其直径的变化不能忽略，需把纤维直径的变异系数  $CV_d$  考虑进公式，即为：

$$CV_{\text{极限}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times CV_d^2}$$

$$CV_{\text{极限}} = \frac{100}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times CV_d^2} (\%)$$

或

$$U_{\text{极限}} = \frac{0.8}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times CV_d^2}$$

$$U_{\text{极限}} = \frac{80}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times CV_d^2} (\%)$$

$CV_d$  = 纤维直径的变异系数(%)

$n$  = 纱条的横截面中平均纤维根数。

对于羊毛，在一般情况下得到的是纤维直径  $d_F$  的参考值，而不是横截面中的平均纤维根数  $n$ 。在下列的简化公式中，纤维直径的变异系数取其平均值  $CV_d = 25\%$  得：

$$CV_{\text{极限}} = \frac{0.0358 \times d_F}{\sqrt{T}}$$

$$CV_{\text{极限}} = \frac{3.58 \times d_F}{\sqrt{T}} (\%),$$

$d_F$  = 纤维直径，单位为  $\mu$  ( $1\mu\text{m} = \frac{1}{1000}$  毫米)

$T$  = 纱支号数

$$U_{\text{极限}} = \frac{0.0286 \times d_F}{\sqrt{T}}$$

$$U_{\text{极限}} = \frac{2.86 \times d_F}{\sqrt{T}} (\%)$$

这些表达式可以代入不匀指数 I 的一般公式：

$$I = \frac{0.279 \times CV_{\text{实际}} (\%) \times \sqrt{T}}{d_F}$$

$$I = \frac{0.350 \times U_{\text{实际}} (\%) \times \sqrt{T}}{d_F}$$

例：

100 号的毛纱，其平均纤维直径  $d_F = 24$  微米，测得的不匀率  $CV_{\text{实际}} = 13.5\%$ ，要求出极限不匀率  $CV_{\text{极限}}$  及不匀指数 I

$$CV_{\text{极限}} = \frac{3.58 \times d_F}{\sqrt{T}} = \frac{3.58 \times 24}{\sqrt{100}} = 8.59(\%)$$

$$I = \frac{0.279 \times CV_{\text{实际}} (\%) \times \sqrt{T}}{d_F} = \frac{0.279 \times 13.5 \times \sqrt{100}}{24} = 1.57$$

#### 7.4 纱线截面中纤维根数的计算

倘若纤维和纱线细度(号)已知或可换算为号数(g/1000m)，则纱的横截面内的纤维根数可以很简便地计算出来

$$n = \frac{T}{T_F}$$

$n$  = 截面中纤维的根数

$T$  = 纱条细度以号数表示

$T_F$  = 纤维细度以特克斯表示

对于羊毛，通常以平均纤维直径计算，按平均密度  $P = 1.31$  克/厘米<sup>3</sup> 考虑，以特克斯表示纤维细度的计算公式如下：

$$T_F = 0.00103 \times d_F^2 (\text{特克斯})$$

$d_F$  = 纤维平均直径(单位  $\mu$ ) ( $1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ )

例：

Nm15 的毛纱，纤维的平均直径为  $d_F = 22$  微米，要求按基本公式算出纱条截面的

纤维根数和极限不匀率。

$$T = \frac{1000}{Nm} = \frac{1000}{15} = 66.67 \text{ 特克斯}$$

$$T_F = 0.00103 \times d_F^2 = 0.00103 \times 22^2 = 0.5 \text{ 特克斯}$$

$$n = \frac{T}{T_F} = \frac{66.67}{0.5} = 133$$

$$CV_{\text{极限}} = \frac{100}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times CV_d^2} = \frac{100}{\sqrt{133}} \times \sqrt{1 + 0.0004 \times 25^2} = 9.69$$

## 7.5 纺纱全过程中变异系数 CV 与不匀指数 I 的关系图示

第 7.2 节中已经提到，不匀指数 I 可以用来衡量一台机器在纺纱过程中运转的情况。通过前纺半制品和细纱的条干不匀试验，用指数 I 可以十分清楚地看出实际生产与厂内标准之间的每一偏差及造成生产过程恶化的每一个动向。图 16 取自普梳和精梳棉的变异系数实际值，及由这些 CV 值算出的指数 I 值。

在图中，前纺工序的指数 I 相对要高些是很明显的，此时的不匀率相对小一些，但当纤维条被牵细后，例如到了粗纱和细纱，则不匀率逐渐增大。

通过这种比较，很明显地看出精梳与普梳的差别，其中精梳的不匀率要低得多。

## 7.6 纺纱过程中附加的不匀

纺纱过程中，第一道机器都对成纱附加上一定大小的不匀。后道每一工序的不匀成份中都包含有在前一道工序中所得到的不匀量的平方。在数学上可按下列式求得由 A 和 B 的合成值即不匀率 C。

$$CV_c = \sqrt{CV_A^2 + CV_B^2} \quad U_c = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$$

例：在粗纱机上喂入的并条条子的 CV 值为 4%，纺成的粗纱 CV 值为 8.4%，由此粗纱纺成的细纱总不匀率 CV=14.5%，试求粗纱机扩大了多少不匀率、细纱机又扩大多少？

计算法：

变化上述的公式即可求出因粗纱机造成的纱条不匀

$$CV = \sqrt{CV_{VG}^2 - CV_{SB}^2} = \sqrt{8.4^2 - 4^2} = 7.39\%$$

CV=粗纱机产生的不匀

CV<sub>VG</sub> 粗纱的变异系数

$CV_{SB}$  = 并条机条子的变异系数

CV 的图解表示如下：

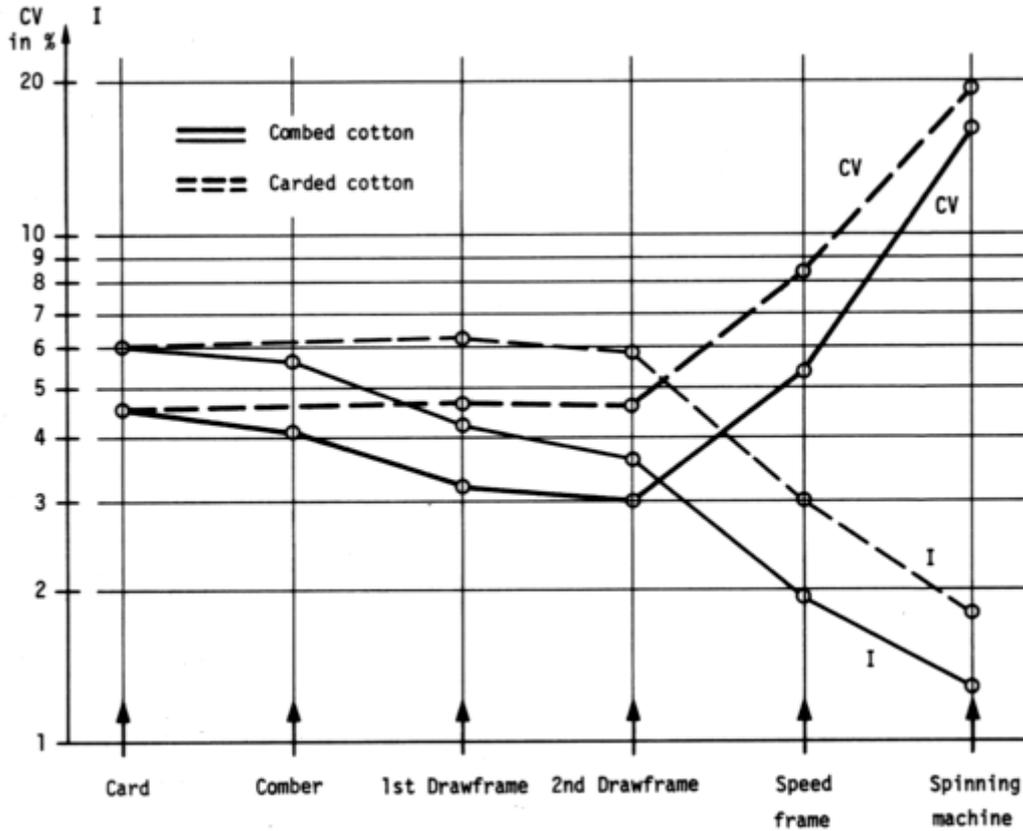


Fig.16

同理可按下式求出细纱机的不匀率：

$$CV_{RS} = \sqrt{CV_G^2 - CV_{VG}^2} = \sqrt{14.5^2 - 8.4^2} = 11.8\%$$

$CV_{RS}$  = 细纱机产生的不匀

$CV_G$  = 粗纱的变异系数

图解法：

用图解法将变异系数的值相加(如同矢量)也能求得结果，而且是以直观的方式表示。(图 17)

如果喂入粗纱机的条子不匀率增加了 50%，即  $CV_{SB}=6\%$ ，则在相同的环锭细纱机上纺出的纱其不匀率为  $CV\%=15.2\%$ ，即其结果仅仅增加了 4.6%(图 18)。

### 7.7 混纺纱的极限不匀率(U 或 CV 值)和不匀指数的确定

对于混纺纱，尤其是天然纤维与合成纤维混纺，其极限不匀率、各成分的不匀率及不匀指数 I 也能计算出来。但只有在两个混纺成份的纤维平均直径相差不太大的情

况下才能适用，在此条件下，计算较简单。

(译者注：“ $U_c = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$ ”按原文译。)

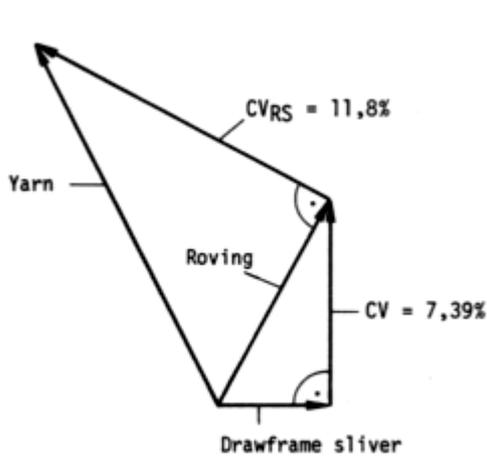


Fig.17

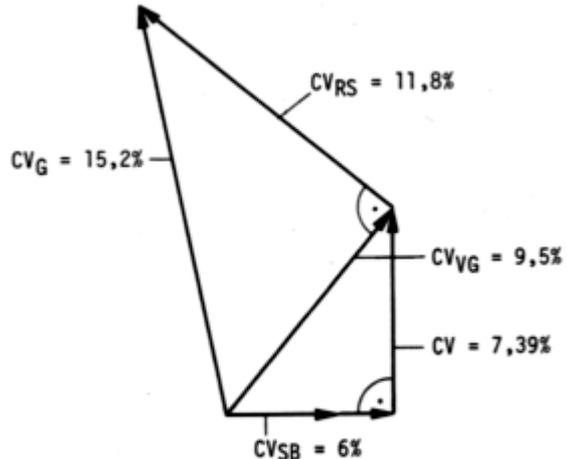


Fig.18

### 7.7.1 混纺纱的极限不匀率

对于极限不匀率的计算，可将混纺纱看作是多股的纱，它包含着二根或多根的单纱，每根单纱具有一种纤维成份，每根单纱的支数相对于混纺纱中该纤维成份所占的百分数

$$T_k = \frac{T_c \times P_k}{100}$$

$T_x$  = 某种纤维成份的纱支数(特克斯)

$T_c$  = 混纺纱的名义支数(特克斯)

$P_k$  = 总纱支中该种纤维成分所占的百分数

$K = 1, 2, \dots, n$  构成纱线的各种纤维的序号

对每一根这种假想的单纱可按第 7.1 节的规则求出其极限不匀，将这些极限不匀的值按平方相加的方法即可得到混纺纱的极限不匀率值

$$CV_{\text{极限}} = \frac{\sqrt{(CV_{1 \text{ lim}} \times T_1)^2 + (CV_{2 \text{ lim}} \times T_2)^2 + \dots + (CV_{n \text{ lim}} \times T_n)^2}}{T_G}$$

或

$$U_{\text{极限}} = \frac{\sqrt{(U_{1 \text{ lim}} \times T_1)^2 + (U_{2 \text{ lim}} \times T_2)^2 + \dots + (U_{n \text{ lim}} \times T_n)^2}}{T_G}$$

$\left. \begin{matrix} CV_{\text{极限}} \\ U_{\text{极限}} \end{matrix} \right\} = \text{混纺纱的总不匀率}$

$T_1, \dots, n$  = 代表每一种纤维组成部分的支数

$T_c$  = 混纺纱的名义支数

例:

按照毛精纺工艺纺出的一种混纺纱, 其成份是 45% 羊毛与 55% 合成短纤维, 支数为 33.3 特克斯(Nm30), 合成短纤维的细度是 0.44 特克斯, 毛的平均纤维直径为 27.5 微米, 试求该混纺纱的极限不匀率。

$$\text{合成纤维 } T_c = \frac{T_c \times P_c}{100} = \frac{33.3 \times 3.55}{100} = 18.3 \text{ 特克斯}$$

$$\text{羊毛 } T_w = \frac{T_c \times P_w}{100} = \frac{33.3 \times 3.45}{100} = 15.0 \text{ 特克斯}$$

合成纤维部分的极限不匀率为

$$CV_{c\text{极限}} = 100 \sqrt{\frac{T_{FC}}{T_c}} = 100 \sqrt{\frac{0.44}{18.3}} = 15.5\%$$

羊毛部分的极限不匀率为

$$CV_{w\text{极限}} = \frac{3.58 \times d_{FW}}{\sqrt{T_w}} = \frac{3.58 \times 27.5}{\sqrt{15}} = 25.4\%$$

混纺纱的总不匀率

$$T_G = T_c + T_w = 18.3 + 15.0 = 33.3 \text{ 特克斯,}$$

$$CV_{\text{极限}} = \sqrt{\frac{(CV_{c\text{极限}} \times T_c)^2 + (CV_{w\text{极限}} \times T_w)^2}{T_G}} = \sqrt{\frac{(15.5 \times 18.3)^2 + (25.4 \times 15)^2}{33.3}} = 14.3\%$$

### 7.7.2 混纺纱的 U 或 CV 值与不匀指数

与极限不匀率一样, 实际测出的混纺纱不匀率, 是由二种或更多的混纺成分的不匀率所组成的, 例如测出用细度相同而类型不同的二种纤维纺出的纱的不匀率, 按平方相加的方法求得总的值, 则该值与其混纺纱所实际测出的不匀率应是一致的。

$$CV_{BY} = \frac{\sqrt{(CV_1 \times T_1)^2 + (CV_2 \times T_2)^2 + \dots + (CV_n \times T_n)^2}}{\sum_{k=1}^n T_k} (\%)$$

或:

$$U_{BY} = \frac{\sqrt{(U_1 \times T_1)^2 + (U_2 \times T_2)^2 + \dots + (U_n \times T_n)^2}}{\sum_{k=1}^n T_k} (\%)$$

$$\left. \begin{matrix} CV_{BY} \\ U_{BY} \end{matrix} \right\} = \text{混纺纱的总不匀率}$$

$$\left. \begin{matrix} CV_1 \cdots \cdots n \\ U_1 \cdots \cdots n \end{matrix} \right\} = \text{对每一种纤维所构成的纱测出的不匀率}$$

$T_K$  = 每一种纤维所构成的纱的支数

例：，

由 55% 合成纤维与 45% 毛组成的 40 特克斯混纺纱，要求其平均不匀率。纯毛纱的不匀率， $CV_w = 20\%$ ，合成纤维纱的不匀率  $CV_c = 19\%$

$$T_{KW} = \frac{T_G \times P_{KW}}{100} = \frac{40 \times 45}{100} = 18 \text{特克斯}$$

$$T_{KC} = \frac{T_C \times P_{KC}}{100} = \frac{40 \times 55}{100} = 22 \text{特克斯}$$

$$CV_{BY} = \frac{\sqrt{(CV_w \times T_{KW})^2 + (CV_c \times T_{KC})^2}}{T_{KW} + T_{KC}} = \frac{\sqrt{(20 \times 18)^2 + (9 \times 22)^2}}{18 + 22} = 13.8\%$$

混纺纱的不匀指数  $I_{BY}$  的求法与纯纺纱的相同，首先按第 7.7.1 节中的法则求出混纺纱的极限不匀率，再与实际测出的不匀率相比，

$$I_{BY} = \frac{CV_{BY\text{实际}}}{CV_{BY\text{极限}}} \quad \text{或} \quad U_{BY} = \frac{U_{BY\text{实际}}}{U_{BY\text{极限}}}$$

## 8、并合对 U 或 CV 值的影响

在并条机上，将若干根条子同时喂入牵伸装置以使各根条子上的重量变异得以补偿，在喂入并条机处，可以应用下列的并合规律：

$$CV_1 = \frac{\bar{X}_{CV}}{\sqrt{n}}$$

$CV_1$  = 在并条机喂入处  $n$  根条子的 CV 值

$\bar{X}_{CV}$  = 所有单根条子的 CV 值的平均值

$$= \frac{CV_1 + CV_2 + \cdots + CV_n}{n}$$

$n$  = 并合条子数：

并条机的牵伸装置如图 19

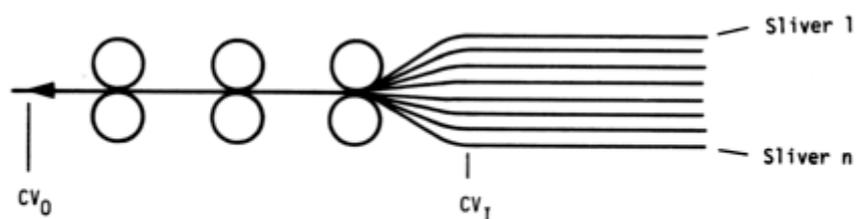


Fig.19

遗憾的是以后的牵伸机构具有反作用，它又产生了新的不匀  $CV_D$ ，使在喂入处得到的不匀率  $CV_1$  又有相当大的扩展。

例：

在并条机上喂入 8 根 Nm0.25 的棉条，所有单根条子的 CV 值总和为  $CV_1 + CV_2 + \dots + CV_8 = 22.4\%$ ，其平均值  $\bar{X}_{CV}$  是 2.8%，从并条机上输出的不匀率  $CV_0$  是 6.25%，试问并条机牵伸装置所产生的不匀率是多大？

$$CV_1 = \frac{\bar{X}_{CV}}{\sqrt{n}} = \frac{2.8}{\sqrt{8}} = 0.99$$

$$CV_0 = \sqrt{CV_D^2 + CV_1^2} \quad \text{或} \quad CV_D = \sqrt{CV_0^2 + CV_1^2}$$

$$CV_D = \sqrt{6.25^2 + 0.99^2} = 6.17\%$$

结论

纱条的并合作用是使纤维之间得到初步的平行并使各只管纱之间达到良好的支数稳定性，但要指出并合作用不可能使变异系数 CV 值大幅度地降低。

## 第三章 常发性纱疵(常发疵)的计数

### 1、概要

短纤维纱所含的常发疵可分为三种：粗节、细节、棉结。

这些不同类型的疵点不是由于原料有问题就是准备加工不完善而产生的，因此对这些常发疵进行可靠的分析，不仅能使各道生产工序达到最佳状态，还反映了原料的优劣及选配问题。

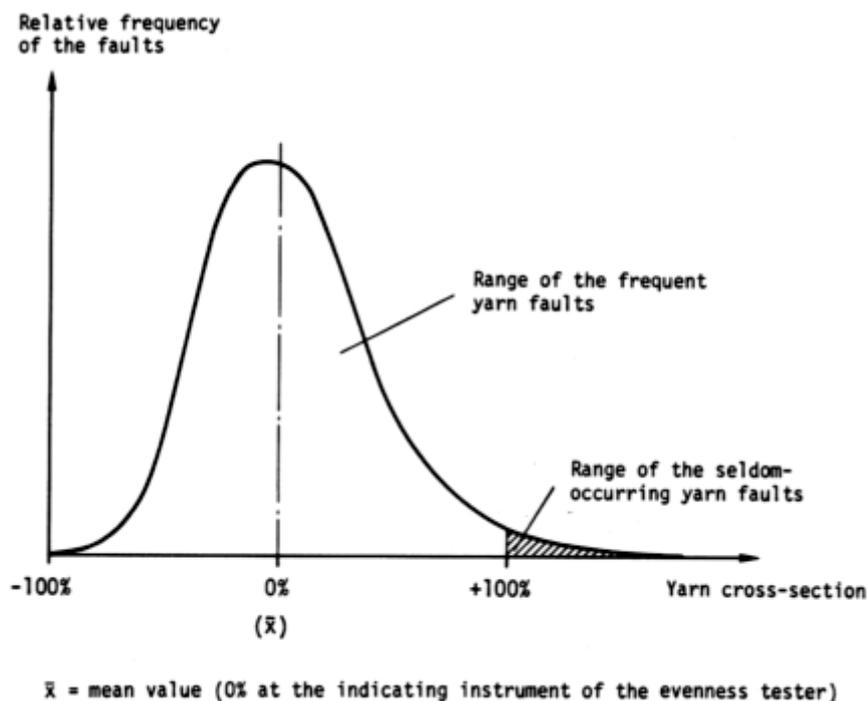


Fig. 1

常发疵中的粗节和细节，其截面尺寸位于纱线平均截面尺寸的 $\pm 100\%$ 的范围内，棉结截面尺寸超过 $+100\%$ 。

截面尺寸超过 $+100\%$ 的粗节用纱疵分级仪的分级方法予以分析，并根据纱线的实际用途加以切除，然后重新打结或捻接。

本章仅讨论常发性纱疵。关于常发性纱疵中粗节和细节的范围以及偶发性纱疵的极限，可用图 1 频率分布图表示。

### 2、测试结果的评价：

#### 2.1 与“乌斯特统计值”的比较：

“乌斯特统计值”对世界纺织工业来说是有价值的，因为在统计中反映了以下

几方面的比较资料：

- 细纱、粗纱和条子的不匀率
- 粗节、细节和棉结的频率
- 纱线的强力和伸长
- 纱线支数不匀

图 2 所示为选自于“乌斯特统计值”中 100%精梳纯棉纱的粗节、细节的棉结的一个实例。

下面以 Nm80 精梳纯棉纱为例说明“乌斯特统计值”的应用：

疵点指示仪的设定：

- 细节 -50%
- 粗节 +50%
- 棉结 +200%

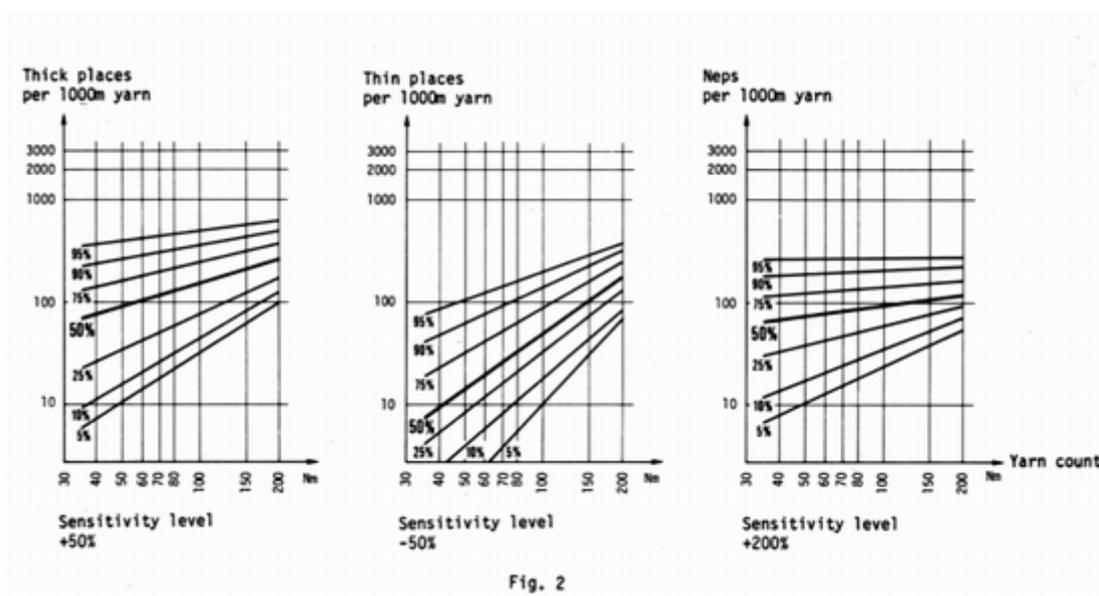


Fig. 2

每 1000 米中的纱疵数：

- 细节 22
- 粗节 80
- 棉结 41

将测试结果与图 2 加以比较可以确定，该样品的三种类型的疵点在频率上都低于世界产量的 50% 这条线，世界上只有 25% 产量的纱的细节、35% 产量的纱的粗节和约 20% 产量的纱的棉结优于本样品。

当与“乌斯特统计值”作比较时，必须考虑置信区间。关于置信区间的计算可参

看本章第 7 部分。

## 2.2 工厂内部的纱疵频率统计

现代化质量控制需要对纱线质量作长期的监测，用这种方法，人们可在一个比较长的时间周期内(几天，几周，几个月，如果可能的话，则在几年内)，对一个或几个工厂用疵点指示仪测出的常发性纱疵的变异情况加经检查，藉此可观察它们的变化情况及趋势。

测试结果可按一定的时间间隔以图表形式绘出。还可在图中表示出每一类型纱疵的预设警戒线。例如，对于优良的纱批，这种警戒线可以设在三倍标准差处(3S)，测量值不能超过这个界限。对每一个测量点，还可将标准差 S 画入，以表示其变异程度。

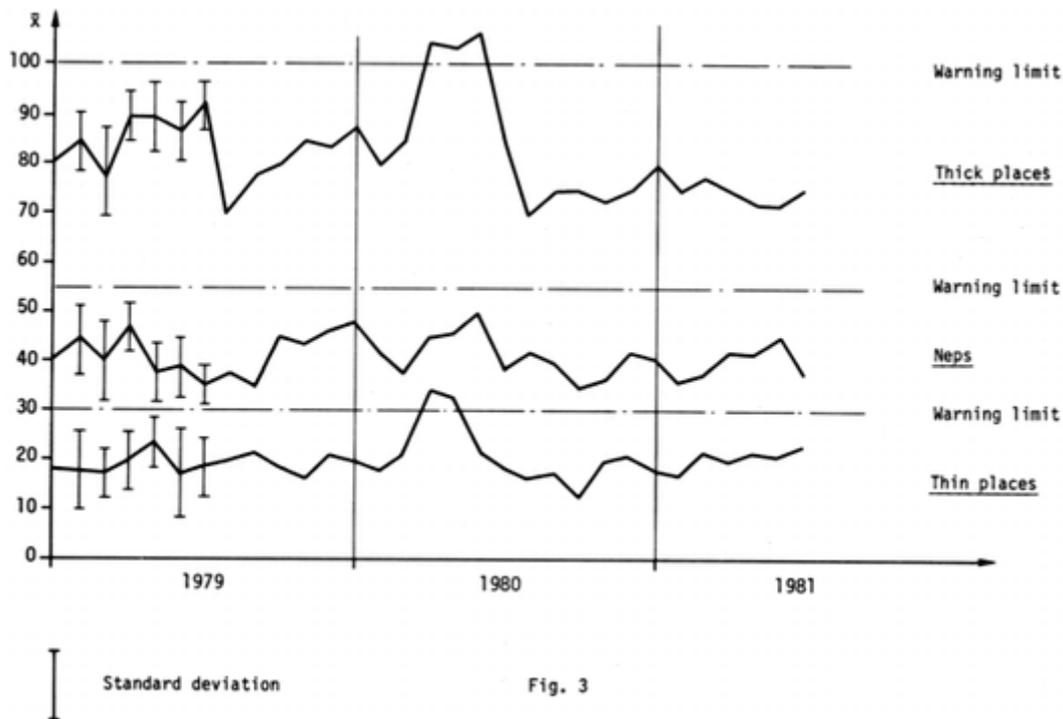


Fig. 3

上例中所举的纱线已生产了数年，将纱疵指示仪的计数结果按月绘制成图，如图3所示。由图 3 中看出细节和粗节曾超越警戒线。而在这以后，三种类型的每千米纱疵数又被控制在预定的范围内。

这种方法的更大优点在于根据平均值及其分布，可确定造成这种偏差趋势的原因。这种原因一般可分为三种：

- 变异值 S 稳定但平均值 X 连续性偏离，这表明加工机械的磨损增加。
- 平均值稳定但变异值有变化，这表明机械维修良好但原料质量有变化。
- 平均值和变异值均有变化时，表明纺纱厂的清洁工作不良和温湿度条件控制不

善，以及原料质量有差异。

每一个按照现代化质量控制规律和方法加以管理和监督的纺纱厂，应进行常规检验，以便对常发性纱疵作长期的观察。

### 3、常发性纱疵的大小

#### 3.1 纱疵指示仪的灵敏度水平

当对细纱黑板进行检验时，如果研究的是“无疵纱线”的不匀率，观测者通常在几米远处进行检验，最后才在较近距离内检验。这相当于作两次测试，每一次考虑的仅是比较明显的细纱不匀，而第二次则检测较小的疵点。在疵点指示仪上配置的各种灵敏度设定值就相当于这两种观测方。下面所举实例将表明在不同灵敏度水平时的疵点频率的分布。

例

对大批 Nm68 的普梳棉纱和精梳棉纱进行试验，将在不同灵敏度水平下的粗节数和细节数分布绘制成图(图 4)。表 1 为试验结果。

该表清楚地表明在各种灵敏度水平下计数值的差异。图 4 进一步表明了这种差异。

表 1

材料	细节				粗节			
	-60%	-50%	-40%	-30%	+35% (4)	+50% (3)	+70% (2)	+100% (1)
棉								
普梳	1	22	438	3288	2646	894	168	42
精梳	0	0	20	594	510	68	8	10

正如下文中所表明的，就粗节而言，当其截面比纱线平均截面大 35% 以上时，人的肉眼就有反应，就细节而言，当其截面比纱线平均截面小 30% 以上时，人的肉眼也有反应。在图 4 中标出了粗节和细节的各种灵敏度水平，这些水平值是以纱线平均截面 X 作为基准的，它们是(表 2)：

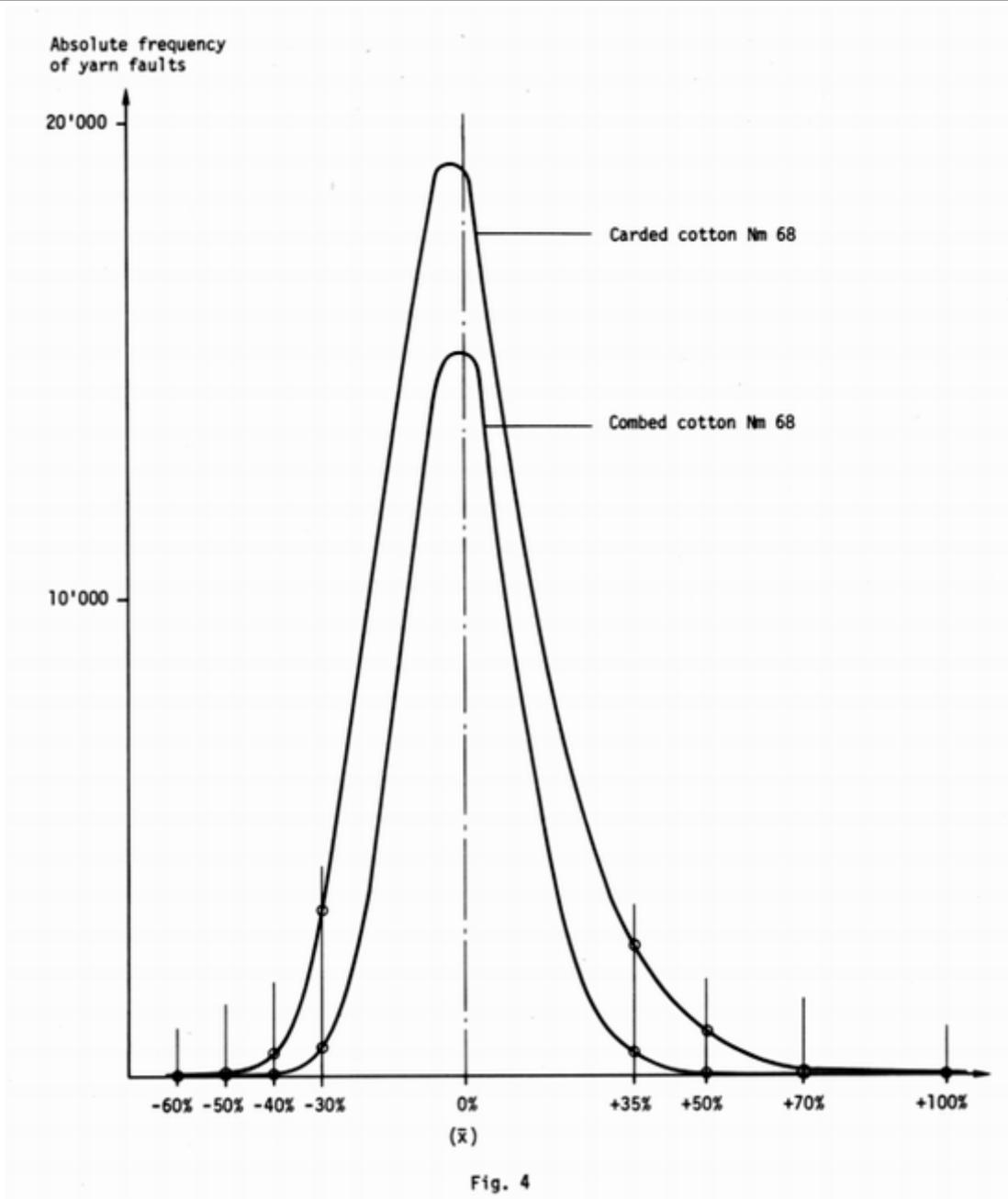
表 2

细 节				粗 节			
-60%	-50%	-40%	-30%	+35%(4)	+50%(3)	+70%(2)	+100%(1)

在讨论棉结的灵敏度水平以前，先说明一下疵点指示仪是如何区分粗节和棉结的(表 3)。

表 3

棉 结	粗 节
仪器是将棉结作为粗节来评定的，其长度短于4毫米。对每一个独立的棉结灵敏度基准值，其参考长度为1毫米	仪器用粗节计数器记录粗节，其长度大于4毫米。试验表明，在疵点指示仪的灵敏度水平范围内，粗节和细节的长度相当于平均纤维长度。



棉结的灵敏度(表 4)

+140%(4)	+200%(3)	+280%(2)	+400%(1)
----------	----------	----------	----------

下面用一个实例来说明棉结灵敏度与长度的关系

例：

以两个具有理想尺寸的棉结作为参考（图 5）

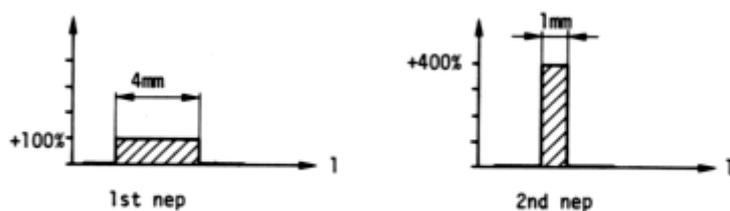


Fig. 5

如果第一种棉结以 1 毫米作为参考长度，则它与第二种棉结是等价的，因此，当棉结灵敏度度设定为+400%时，将同样对第一种棉结计数。图 5 表示的两种棉结不论对机织物或针织物来说，被认为同样有害。

### 3.2 不同灵敏度水平下计数结果的比较

正如 3.1 节中所说明的，疵点指示仪在测试粗节、细节和棉结时，都各有四档灵敏度水平，因此在测试之前，首先应知道选择哪一档灵敏度水平。

大量试验表明，由各种不同的细纱加工过程所产生的纱线，其粗节、细节和棉结在各种不同的灵敏度水平之间，存在着几乎是稳定的关系，因此，可以认为从其某一特定的灵敏度水平上所得的结论（即好、中、差）将于其余人以灵敏度水平上得出的结论是一样的。为此，数年来发表于“乌斯特统计值”中的关于疵点指示仪所测得的疵点，其灵敏度只提供某一种水平，这种水平已获得纺织界公认，他们是（表 5）：

表 5

细节：-50%	粗节：+50%(3)	棉节：+200%(3)
---------	------------	-------------

在某些情况下，试验也在其它的灵敏度水平下进行，但多数只局限应用在对对比性的测试中，而测试结果的绝对值无关重要。

“乌斯特统计值”中关于气流纺棉结的设定是一个例外，在 1982 年以后，将仅以灵敏度水平+280%发表。用这一灵敏度水平测试的棉结数量值对气流纺进行分析，较为适宜。

### 3.3 纱疵指示仪设定的意义

纱疵指示仪设定的意义如表 6、表 7、表 8 所示。

### 3.4 细节、粗节和棉结在纺织工业中的重要性

常发性纱疵之所以重要，这不仅因为它们影响成品的质量，而且根据其大小和数量、对后道加工过程在不同程度上也是有害的。

细节和粗节

纱线中的细节和粗节严重地影响机织物和针织物的外观，而细节和粗节数量的增加也是一种特别有意义的信息，它表明原材料或加工方法（如工艺）出现了问题；但不能从某种纱线细节的增加得出织布机或针织机的停台时间也以同等程度增加的结论。因为细节处通常呈现较高的捻度（因为细节截面处纤维数量较少以致抗扭力矩较小），因而纱线的强力并不随纤维数量的减少而成比例地减少。

表 6

疵点类型	设定值	疵点的定义	疵点的描述
细节	-60%	如果计数器动作，则细节处的截面仅等于或小于纱线平均截面的 40%	严重细节(易于从位于几米远处的纱线黑板上辨认)
	-50%	如果计数器动作，则细节处的截面仅等于或小于纱线平均截面的 50%	较严重细节(能从位于一米处的纱线黑板上辨认)
	-40%	如果计数器动作，则细节处的截面仅等于或小于纱线平均截面的 60%	较小的细节(仅能从位于短距离处的黑板上辨认)
	-30%	如果计数器动作，则细节处的截面仅等于或小于纱线平均截面的 70%	很小的细节(在黑板上很难辨认)

表 7

疵点类型	设定值	疵点的定义	疵点的描述
粗节	+100% (1)	如果计数器动作，则粗节处的截面等于或大于纱线平均截面的 200%	严重粗节
	+70% (2)	如果计数器动作，则粗节处的截面等于或大于纱线平均截面的 170%	较严重粗节(易于从位于几米远处的纱线黑板上辨认)
	+50% (3)	如果计数器动作，则粗节处的截面等于或大于纱线平均截面的 150%	较小的粗节(在短距离处的纱线黑板上辨认)
	+35% (4)	如果计数器动作，则粗节处的截面等于或大于纱线平均截面的 135%	很小的粗节(在纱线黑板上很难辨认)

表 8

疵点类型	设定值	疵点的定义	疵点的描述

棉 结	+400% (1)	如果计数器动作, 则棉结截面等于或大于纱线平均截面的 500%	很大的棉结
	+280% (2)	如果计数器动作, 则棉结截面等于或大于纱线平均截面的 380%	较大的棉结(易于从位于几米远处的纱线黑板上辨认)
	+200% (3)	如果计数器动作, 则棉结截面等于或大于纱线平均截面的 300%	较小的棉结(在短距离处的纱线黑板上辨认)
	+140% (4)	如果计数器动作, 则棉结截面等于或大于纱线平均截面的 240%	很小的棉结(做近距离检验, 才能在纱线黑板上辨认)

粗节则与细节相反, 截面处较多的纤维导致较高的抗扭力矩, 因此粗节处的捻度在多数情况下比细节处平均捻度低, 因而在粗节处的纱线强力一般不与纤维根数成比例。以上这种考虑主要适用于环锭纺纱。

如前所述, 由纱疵指示仪测得的粗节和细节, 其长度约等于纱线中的纤维长度(图6)。

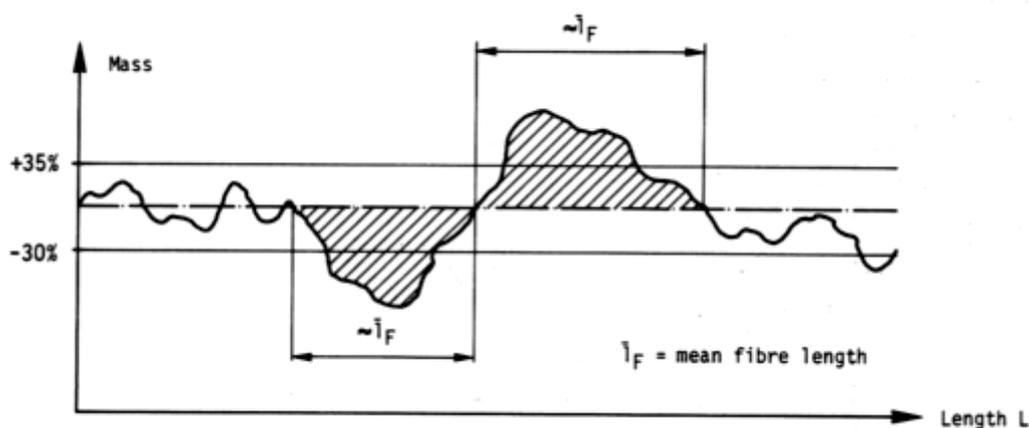


Fig. 6

超过最小工作灵敏度+35%和-30%的粗节和细节, 其长度分别相当于纤维平均长度  $\bar{l}_F$ 。中等长度或更长的粗节和细节则作为质量变异来考虑, 纱疵指示仪对它们不予计数。

棉结:

棉结会十分严重地影响机织物或针织物的外观。此外, 一定大小的棉结可能使加工困难, 特别在针织工业方面。因此, 在纺纱过程中避免产生棉结是纺织技术的一个根本问题。应用纱疵指示仪可方便地解决这一问题。

棉结基本上可区分为两类:

—原料棉结

—加工棉结

原料棉结：

棉纱中的原料棉结主要由原棉中的植物性杂质和未成熟纤维造成的。羊毛原料和合纤原料产生的棉结或毛粒，其影响可忽略不计。

加工棉结：

加工棉结是在轧棉过程中产生的，也在梳棉、粗纺及精纺梳毛过程中产生。棉结的构成受针布类型、盖板隔距、工作罗拉隔距、剥棉罗拉隔距以及所用的生产速度的影响。

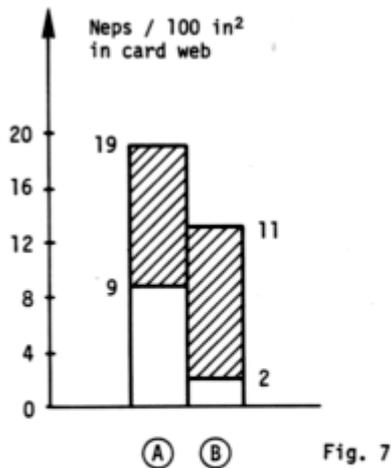
原料和加工机械对棉结数的影响：

伯肯斯(Perkins)和伯格伦(Barger)²。通过各种试验研究了原料和加工机械对棉结数量的影响。现简单地说明在棉纱中产生棉结的主要原因。

在伯肯斯和伯格伦的论文中指出，轧花加工对棉结数量有着十分重要的影响。下面说明轧花加工对梳棉棉网中和细纱中棉结数量的影响。

加工Ⓐ：一般轧棉方法，用3个干燥塔和3个棉绒清洁器烘干籽棉

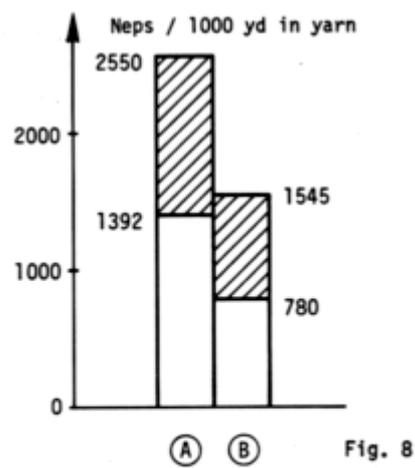
加工Ⓑ：保护性处理，籽棉不烘，仅用1个棉绒清洁器。



100 in<sup>2</sup> = 646,16cm<sup>2</sup>

□ Production speed 40 lbs/h (18,2 kg/h)  
 ▨ Production speed 80 lbs/h (36,4 kg/h)

图 7



1000 yd = 914m

图 8

图 7 和图 8 清楚地表明，保护性轧花加工在两种梳棉速度下，棉网中棉结均较少。棉网中的棉结是由有经验的实验室技术人员按照统计上的实验设计方法来计数的。

棉网中棉结数的减少使细纱中的棉结大幅度地减少(图 8)。

加工棉结主要是在梳棉过程中产生的。对爱字 1517 和爱字 SJ 两种类型棉花进行的试验表明了梳棉的这一效应。

图 9 棉纤维成熟度对梳棉图 10 梳棉产量和马克隆值对图 11 盖板隔距对梳棉棉网中棉结数的影响梳棉棉网中棉结的影响网中棉结的影响。

图 9 表明棉花的成熟度水平越高，在梳棉中产生的棉结越少。

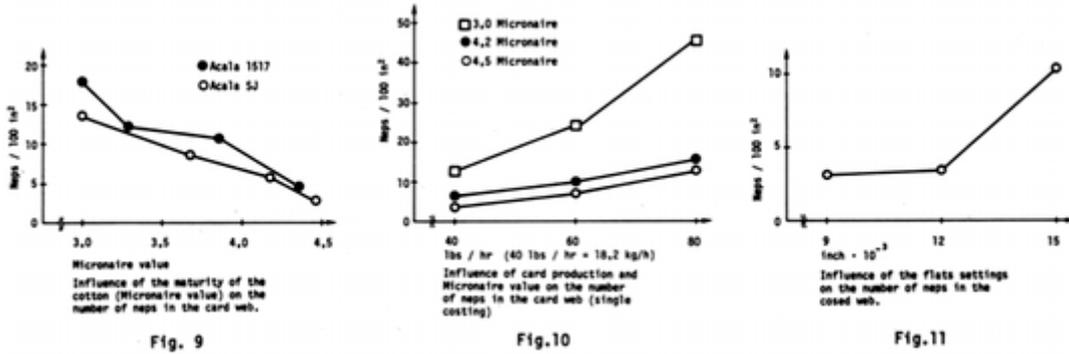


图 10 表明梳棉产生的棉结数量也随着生产速度的提高而增加，特别是马克隆值为 3( $\approx 3\mu\text{g}/\text{inch}$ )的成熟度较低的棉花，其棉网中的棉结显著增加。

图 11 表明随着梳棉机盖板隔距的改善，棉网中的棉结数减少。

图 12 表明，未成熟纤维的百分率高时，棉结多少特别取决于刺辊速度。对马克隆值为 4.2 和 4.5 的两种成熟纤维，中看出其棉结数量多少与刺辊速度的依赖速度。

图 13 表明，采用双联梳棉机后，棉网和细纱中的棉结都减少了。

图 14 表明，在所有试验中，棉网中的棉结数与纱线中的棉结数密切相关( $r=0.944$ )。

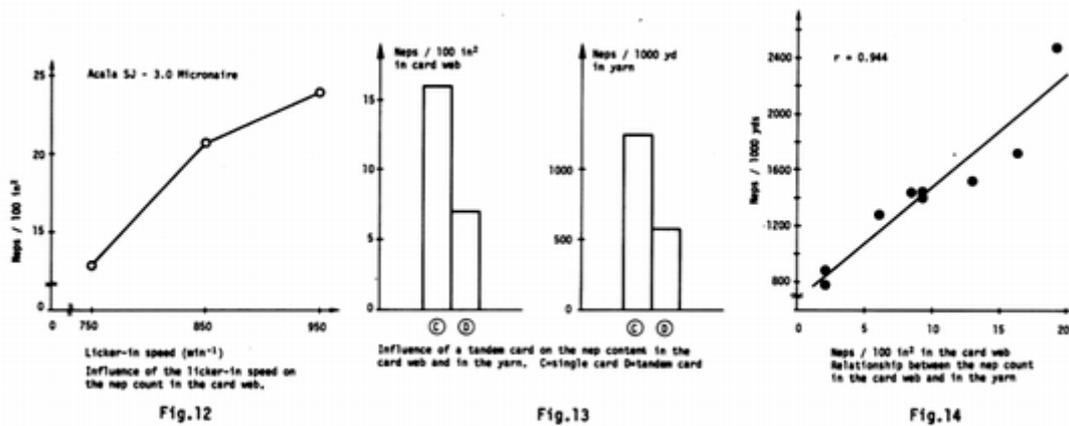


图 12 刺辊速度对梳棉棉网中棉结数的影响

图 13 双联梳棉机对梳棉棉网中棉结数的影响

图 14 梳棉棉网和细纱中棉结数的关系

(C=单联梳棉机.D=双联梳棉机)

从上述工作中可得出如下结论：

- 轧花加工对棉纱中的棉结数量有很大影响
- 棉纤维成熟度水平越高，纱线中棉结数量越少

—梳棉机生产速度越高，纱线中棉结数量越多

—合理调整梳棉机盖板隔距，纱线中棉结可减少

—当加工成熟的棉花时，刺辊速度对棉结数量没有影响，对于未成熟棉花，纱线中的棉结数量随刺辊速度的增加而增加

—应用双联梳棉机可减少纱线中的棉结数量

—棉网中的棉结含量与纱线中的棉结含量密切相关

因此为了在纺纱过程中使棉结含量减少到最小，必须考虑到原料和加工方面的许多因素。对于确定最佳方案，纱疵指示仪是一种有效的工具。

#### 4、纱线速度的选择

常发性纱疵就它们在纱线中相互间离开的距离来说，是一种特殊的分布，如图 15 所示的棉结分布以及相应的例子所表明的那样。从本例中这一有代表性的分布表明纱疵之间距离特别短的情况相当频繁，这说明在纱疵指示仪中计数脉冲的快速重复，因而能连续测定的与时间相关的纱疵数取决于纱疵试验的速度。因此，在进行纱疵分析时，对一般的 GGP 型试验仪(具有黑色面板)，为使所有的纱疵都能计及，选择的试样速度不宜太高。该种仪器为机械式计数器，它的计数速度受到限制。为了确保不漏记疵点，推荐采用如下的纱速：

对平均纤维长度在 40 毫米以下的纱线(棉，以棉纺系统纺制的混纺纱，短的切断合成纤维纱和切断人造纤维沙等) GGP 型的纱线速度：25 米/分
--

对平均纤维长度在 40 毫米以上的纱线(毛，以毛精纺系统纺制的混纺纱，长的合成切断纤维纱等) GGP 型的纱线速度：50 米/分
---

例：

有一种 Nm68 的普梳棉纱，其平均每千米棉结数为 2000，要求出当以 50 米/分或 100 米/分的速度试验时，有多少棉结不能被记录。

图 15 的直方图表明，对于被测纱线，至下一个棉结的距离短于 15 厘米的棉结有 280 个，因为机械式计数器每秒只能记录 12 个疵点，因而当纱线速度为 50 米/分时，有 7%的棉结不能被记录，当纱线速度为 100 米/分时，有 14%的棉结不能被记录。对于 I 型及 II 型条干均匀度仪就没有这种限制了，可采用任何一档速度。

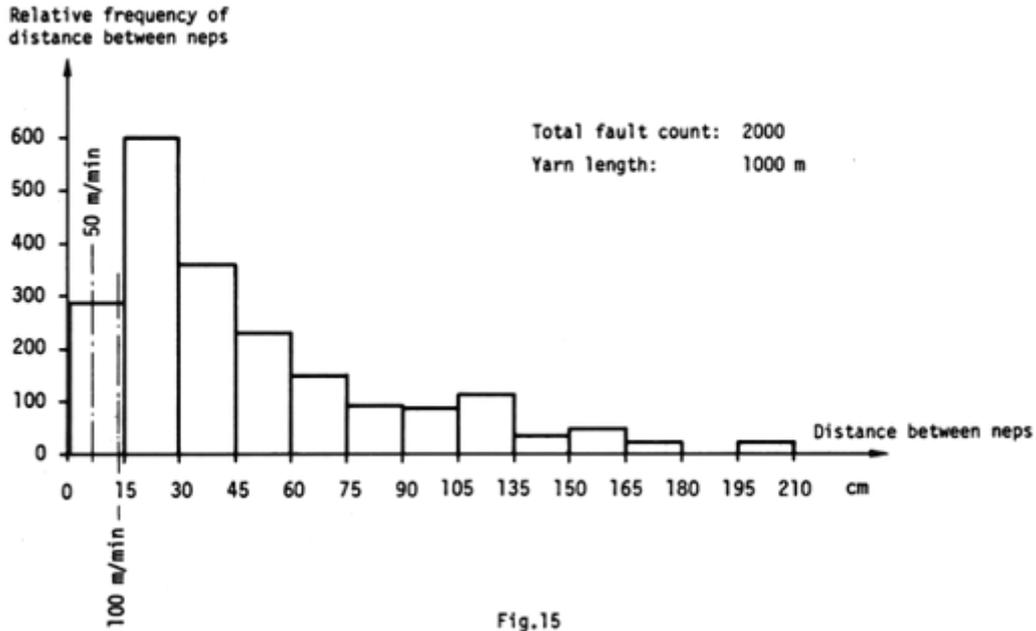
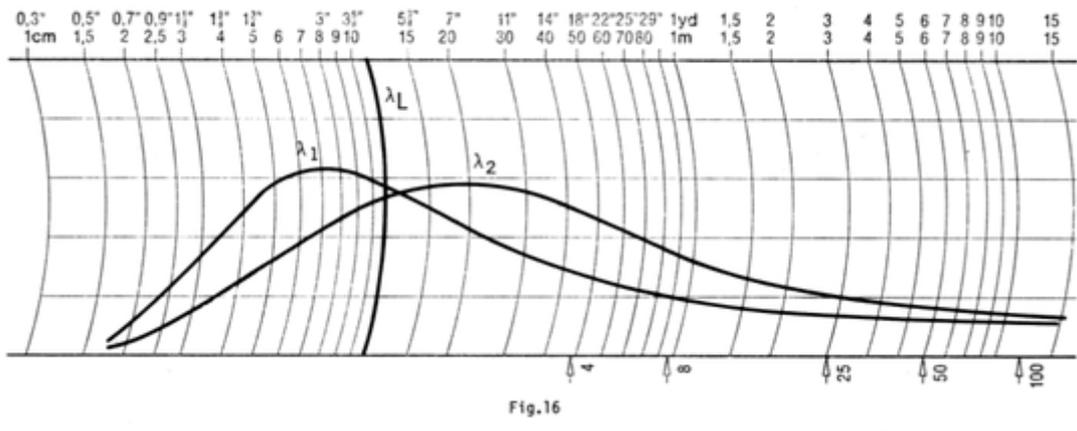


Fig.15

### 5、“毛型”和“棉型”的选择

当用纱疵指示仪分析混纺纱中的常发疵时，常遇到按纺纱系统选择何种设定的问题。在仪器上有两种设定，一种适用于毛精纺系统，另一种适用于棉纺系统，它们分别以毛型键和棉型键来表示。对于某一特定的纱线，可藉助于它的波谱图确切地选择设定键，这是因为通过波谱图可求取纤维平均长度。在纤维平均长度 $\bar{l}_c$ 和波谱图的最大波长之间存在着下列关系：

$$\lambda_{mass} = 2.82 \times \bar{l}_c$$



值位于 $\lambda_L$ 的右边，则应用毛型键( $\lambda_2$ )测量(图 16)。其中：

$$\lambda_L = 4 \times 2.82 \quad \lambda_L \approx 11 \text{ 厘米}$$

如果无法得到波谱图，则必须用退捻法测定纱线的纤维平均长度。

## 6、纱疵的制动检验

乌斯特条干均匀度仪装有目测常发性纱疵的装置，对于 GGP 型条干均匀度仪，它是作为辅助设备供应的，这种辅助设备称为疵点选择器，对于 I 型和 II 型条干均匀度仪(B 型)，这种装置是仪器的一个固定组成部分，称为纱疵制动检验装置。

这种装置的作用是在纱线试验过程中，从纱线中摘出粗节、细节或棉结，以便将其放在黑绒板上供进一步研究。需要摘出哪一种类型的疵点可通过按压三种纱疵类型按钮中的一个择之。当纱线中出现预定大小的纱疵时，纱线输出装置自停，纱疵即可摘出。

当运用纱疵制动检验装置时，十分重要的一点是要知道当纱线输出装置停动时，在何则找纱疵。图 17 表示在不同的输出速度下，疵点离开测量头的距离。为使纱疵离开测量头的距离“a”不致太大，寻找纱疵不致太难，在疵点通过测量头后，纱线输出装置必须立即打开。

例：

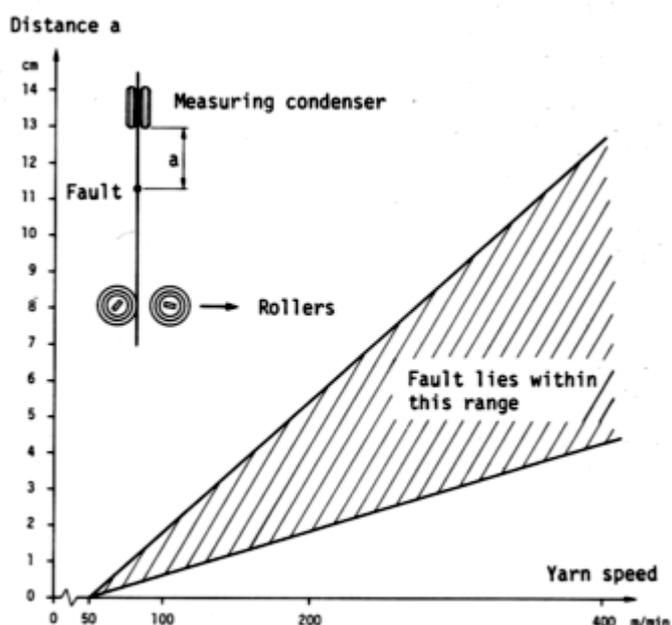


Fig.17

纱线测试速度为 200 米/分，以纱疵制动检验装置找出某种纱疵，根据图 17 可知，可在测量电容器下面约 2~5.5 厘米处发现纱疵。

## 7、“乌斯特统计值”的实际应用

### 7.1 粗节、细节和棉结的置信区间

#### 7.1.1 粗节、细节和棉结的分布

要对常发性纱疵作出确切的统计分析，首先需要知道常发性纱疵的分布。细节、粗节、棉结的统计检验表明，如果每千米纱疵的平均数大于 30，则可运用正态分布计算置信区间。当然，为了能采用正态分布这个假设，必须考虑到

纱疵在纱线中的分布应大体均匀。但遗憾的是，正如经验所表明的，这种分布往往是不均匀的。

图 18 用来说明会遇到的情况。本例中，测试 400 只 Nec30(约 20 号)的纯棉精梳管纱，并将结果绘成直方图。根据该图可以确定，当疵点平均数又大于 30 时(在本例中为粗节和棉结)，疵点是按正态规律分布的，另外也清楚地表明，当疵点平均数天小于 30 时就不能运用正态分布了。在下文中，平均值又小于 30 的计数结果将按泊松分布来考虑。

根据实际经验和本章所述内容，可知随着平均值的增加，泊松分布越来越趋向于正态分布。当计数结果的平均值  $\bar{X}$  高于 30 时，当作正态分布来考虑是符合的。

### 7.1.2 平均每千米纱疵数 $n$ 高于 30 时的置信区间

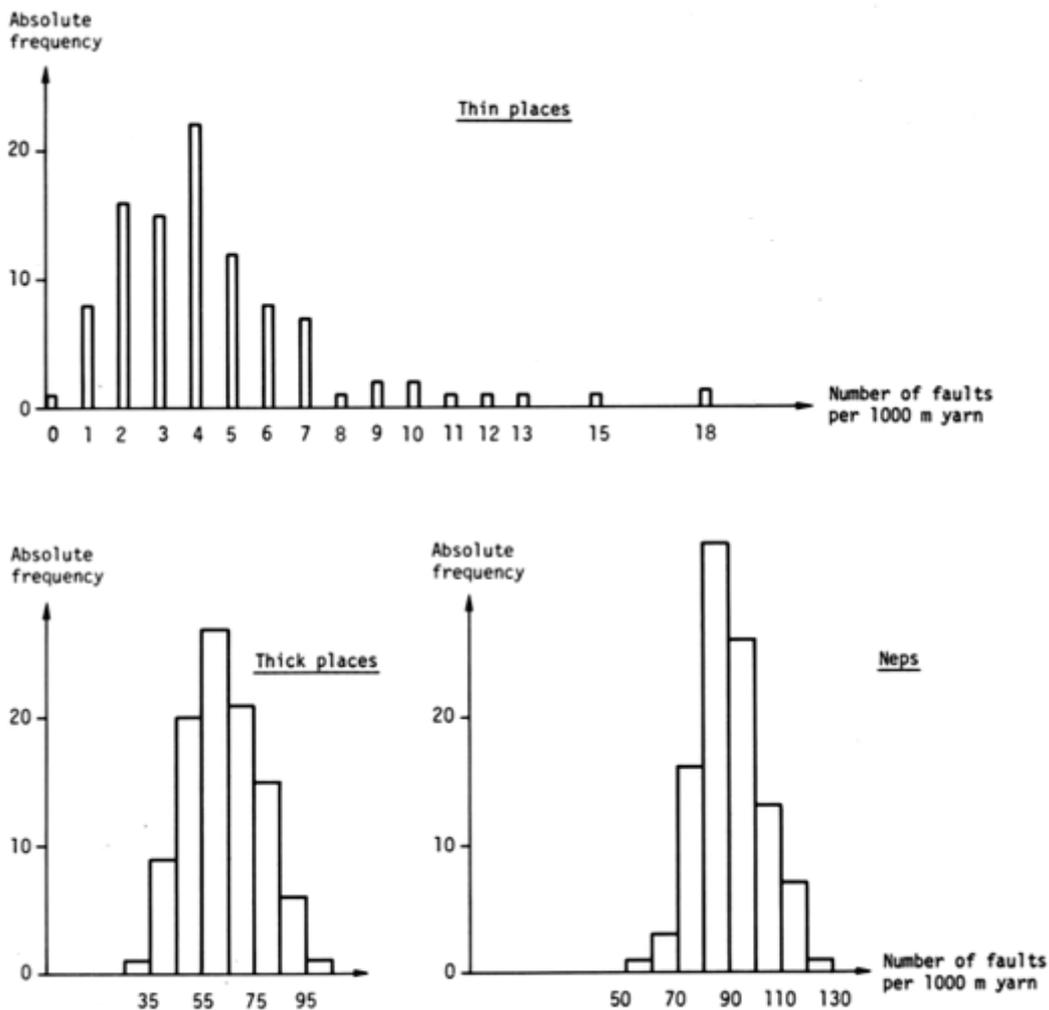


Fig.18

如测定结果纱疵平均值  $n$  大于 30(每千米纱)，则按上节所述，可运用正态分布定

理。

求取置信区间需要计算平均值  $\bar{X}$  和标准差  $S$ 。 $\bar{X}$  和  $S$  的计算公式见附录 1，这里不再叙述。

95% 的置信区间接下式计算

$$Q_{95\%} = \bar{X} \pm K \times S$$

对应于经常采用的样品数量  $n$  (测试的次数) 的系数  $K$  可直接从下表中查取。

$$(K = \frac{t}{\sqrt{n}}; t = \text{学生氏分布的系数})$$

样品数 $n$	5	10	20	30	40	50	100
系数 $K$	1.25	0.715	0.467	0.373	0.32	0.284	0.198

例：

在一台细纱机上纺制 Nm50(20 号)的普梳棉纱，取 10 只管纱并用纱疵指示仪测试其粗节数量。已知纱线速度为 200 米/分，测试时间为 1 分钟。从测得的结果求每千米纱粗节的置信区间。

测得的粗节单值为

151, 126, 147, 133, 156, 141, 130, 139, 125, 117

根据上列数值可求得：

平均值  $\bar{X} = 136.5$

标准差  $S = 12.49$

相当于 200 米纱长度 95% 的置信区间为·

$$Q_{95\%, 200 \text{米}} = \bar{X} \pm K \times S = 136.5 \pm 0.715 \times 12.49 = 136.5 \pm 8.93$$

常发性纱疵通常以每千米来计数，“乌斯特统计值”中指的也是这个长度。当然，只有当全部试验管纱的总长度为 1000 米或更长时，才允许做每千米纱疵数的转换。在本例中，试验纱线的总长度为  $10 \times 200$  米 = 2000 米，因此转换为每千米纱长时，其结果为：

$$Q_{95\%, 200 \text{米}} = 5 \times (136.5 \pm 8.93) = 682.5 \pm 44.65$$

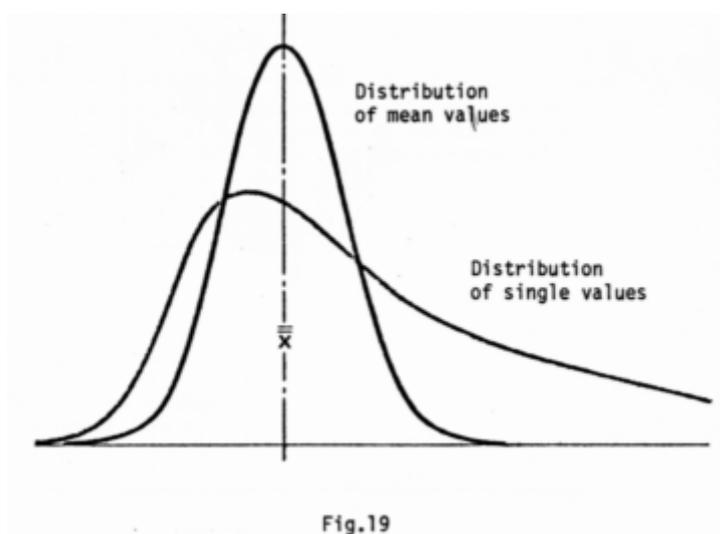
如果试验的是细纱机的全部产品，那末可得每千米纱粗节的实际平均值，但实际上因为只能抽取一小部分样品做试验，因而只能说明全部产量的平均值可能落于如下的范围之内(95%的概率)：

638...727 粗节/1000 米纱

当然，试验样品的数量越多，此极限范围就越接近实际平均值。

### 7.1.3 平均每千米纱疵数 $n$ 小于 30 时的置信区间

对于小的计数结果，其分布通常是不对称的，如图 19 中表示细节单值的第一条频率分布曲线那样，这种分布趋向于泊松分布。



确定置信区间的第一种计算方法：

如果遇到分布不对称的情况，则根据统计学中的中心极限定理仍可运用正态分布定律。中心极限定理容许将非正态分布的数个子样的平均值加以组合，从而构成一个服从于正态分布条件的新的平均值。

根据这一理论，对于计数值  $n$  小于 30 的置信区间，可按如下的计算方法确定：如果确认计数值  $n$  的平均数小于每千米 30 个，则可对同一纱线材料连续作 5 次测试，5 次测试结果的平均值  $\bar{X}$  现可考虑作为正态分布的单值，按此方法可计算平均值  $\bar{X}$  的置信区间(图 19)。这样可求得十分接近于实际的置信区间。

例：

取 10 只 Nm14(72 号)的气流纺棉纱筒子作试验，每只筒子试验 1000 米，如此重复五次，求得如下五个细节平均数  $\bar{X}_i$ ：

$$\bar{X}_1=8.0; \bar{X}_2=5.4; \bar{X}_3=6.4; \bar{X}_4=6.8; \bar{X}_5=7.0$$

$$\bar{X}_T = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \bar{X}_4 + \bar{X}_5}{n} = \frac{8.0 + 5.4 + 6.4 + 6.8 + 7.0}{5} = 6.72$$

标准差  $S_T=0.94$

置信区间  $Q_{95\%,1000} * = \bar{X}_T \pm K \times S = 6.72 \pm 1.24 \times 0.94 = 6.72 \pm 1.17$

全部产量的每千米纱的纱疵实际平均值  $\bar{X}_B$  ( $\bar{X}_B$  指全批) 可望落在每千米细节的 5.6 与 7.9 之间(95% 概率)。

虽然这种置信区间的计算方法很可靠，但测试步骤相当长，因此需要研讨一种快速的测定方法，当然这种方法给出的置信区间比较宽。

确定置信区间的第二种计算方法：

这种程序可用一般方法测定一批纱的平均值  $\bar{X}$ ，然后从图 20 中读出计数结果  $n$  在 30 及 30 以下的相应的置信区间。

例：

用纱疵指示仪测试气流纺机纺制的 Nm20(50 号) 纯棉纱，测试结果如下：

平均每千米纱的细节：6

平均每千米纱的粗节：13

平均每千米纱的棉结：24

问该机加工的纱线，它的每一类型的纱疵平均值可望落于哪些范围之内。

因为全部计数结果小于 30，因此母体平均值的置信区间可从图 20 查出：

细节平均数  $\bar{X}$  可望落在极限 3 至 12 之间。

粗节平均数  $\bar{X}$  可望落在极限 7 至 22 之间。

棉结平均数  $\bar{X}$  可望落在极限 15 至 36 之间。

## 7.2 两个疵点计数结果间的差异显著性(t—试验)

### 7.2.1 用同一台条干均匀度仪做两台机器或两批产品测试结果的比较

如果对两台机器或两批材料的计数值  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  作相互比较，则不能指望  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  正好相同，在这种情况下，重要的是要求得一个极限，在这个极限及极限以内时，两个平均值  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  间的差异是随机的，超出这个极限，则有显著性差异。

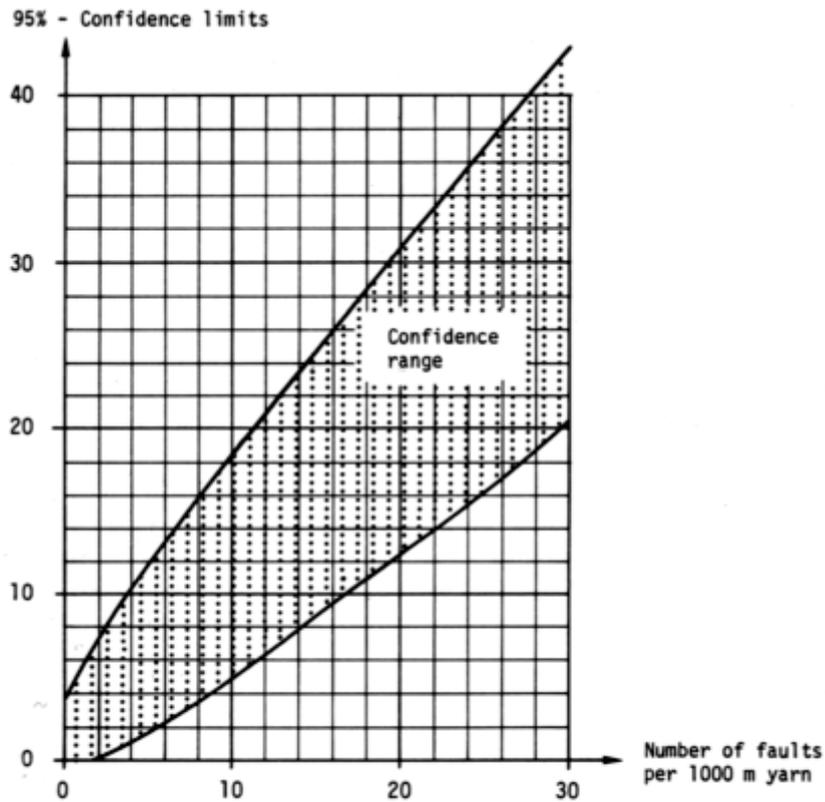


Fig.20

Graphical representation of the 95% confidence range with a Poisson distribution

为了回答这个问题，必须计算两批材料或两台机器的平均数  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  及标准差  $S_1$  和  $S_2$  然后按下列公式计算 tcal

$$tcal = |\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}$$

$$n_1 = n_2 = N$$

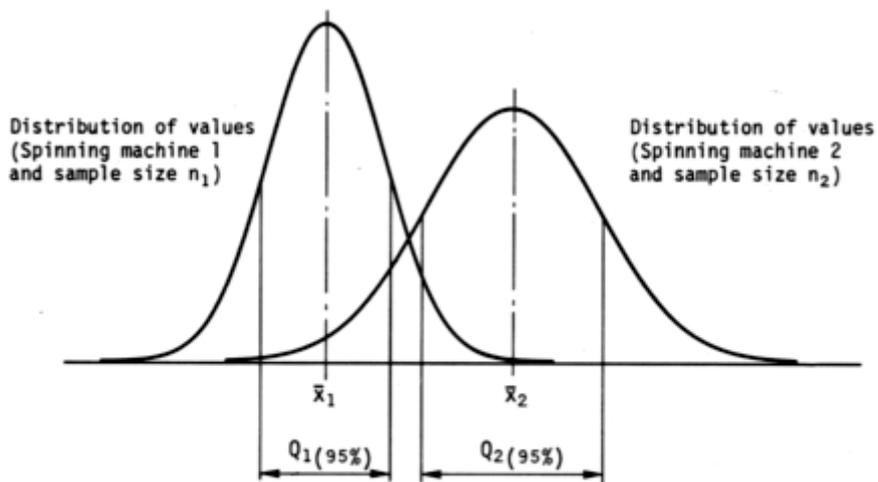


Fig.21

将计算得到的系数  $t_{cal}$  绘入图 22 中。

如果计算数值落在所画曲线图的上方，则表明有显著性差异，如果点落在该曲线之下方，那末差异是随机的。

在有显著差异的情况下，必须查明这种差异是由于机器运转状态有变化还是原料变化的结果。

例：

一年以前为一客商生产的一批 Nml 50(约 7 号)精梳棉纱，当时对一个样品测试的结果为：

平均值  $\bar{X}_1=101$

标准差  $S_1=13$

样品容量  $n_1=30$

现在为同一客商加工的同样纱线，对一个样品测试的结果为：

棉结：平均值  $\bar{X}_2=121$

标准差  $S_2=18$

样品容量  $n_2=30$

问两批材料是否有显著性差异？

$$t_{cal} = |\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = |101 - 121| \frac{\sqrt{30}}{\sqrt{13^2 + 18^2}} = 4.93$$

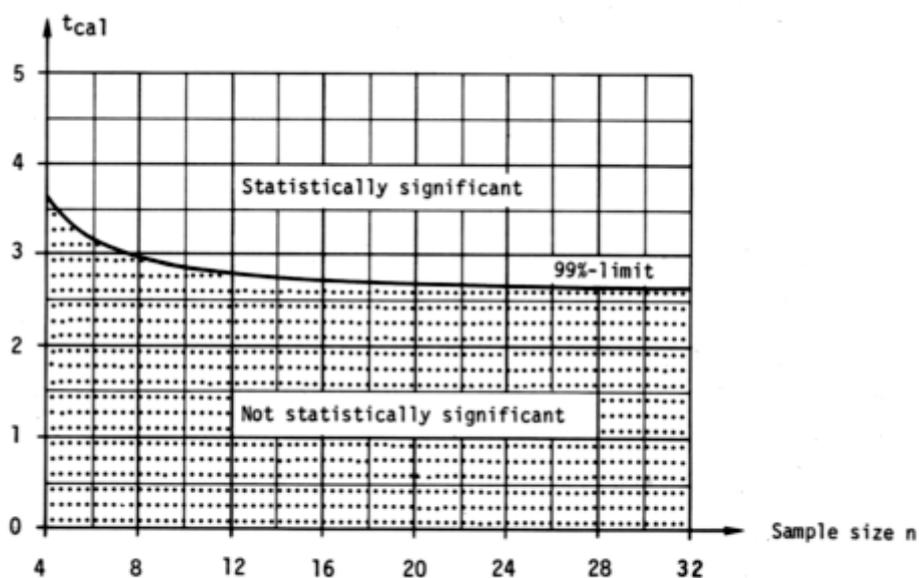


Fig.22

现将此值绘入图 22，可以看到，这两个结果之间存在显著性差异。据此可以推断原料或(和)加工方法已经变差了。

### 7.2.2 条干均匀度仪之间纱疵指示仪计数结果的比较或与“乌斯特统计值”的比较

对于这两种情况，必须考虑到，一般的 GGP 型条干均匀度仪，其疵点指示仪的计数结果之间的最大差异可达 15%，I 型和 II 型条干均匀度仪，其最大差异为 10%。这种差异是相对于仪器从乌斯特工厂交付时而言。

关于从两台试验仪上测得的计数结果的显著性差异的计算方法，原则上与 7.2.1 节所述方法一致。但在差异中必须考虑到试验仪器的公差。在这里，公差应理解为两台仪器对相同长度的纱线计数结果之间的最大差异。

95% 置信区间和最大差异的图解表示方法如下：

它表明在 95% 置信区间旁附加了两台仪器间的最大差异。

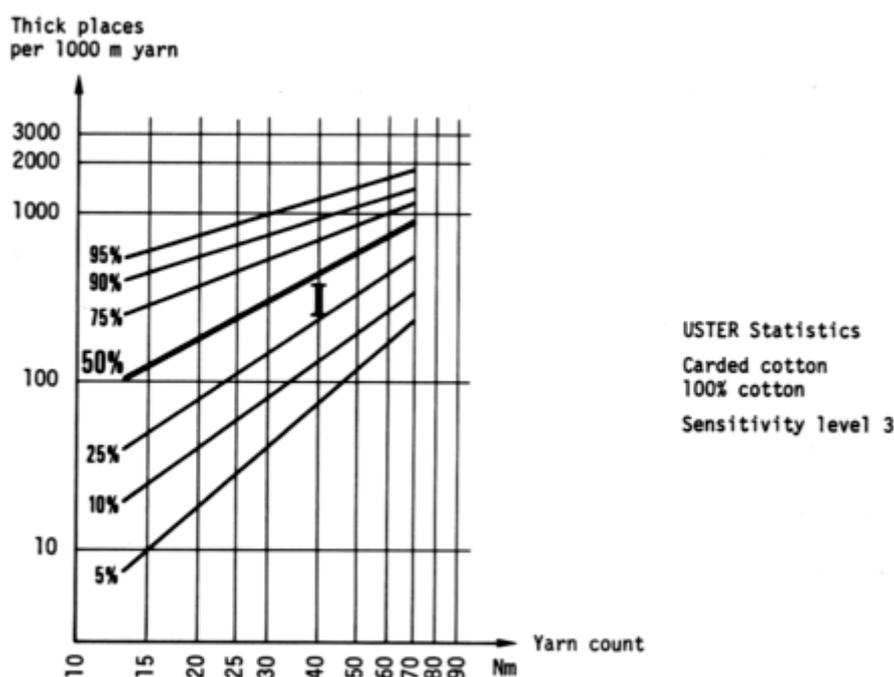


Fig.23

例：与“乌斯特统计值”的比较

用 II 型条干均匀度仪测试 10 只 Nm40(25 号)的普梳棉管纱，计算粗节的计数结果得到如下值：

平均值  $\bar{X}=310$

置信区间  $_{95\%}=\pm 27$

将 95% 置信区间  $\pm 27$  加到平均值  $\bar{X}$  的两旁，再将 10% 的公差范围分别加到两边

$$\frac{310}{100} \times 10 = 31 \text{ (平均值的 10\%)}$$

现将粗节的全部范围 252...368 绘入“乌斯特统计值”图(图 23)Nm40 处的垂直刻度上。

图 23 表示该批纱位于“乌斯特统计值”的 27% 和 45% 之间，因此它比世界产量的 55% 要好，但比世界产量的 27% 差。若要说明得更精确，则需要试验更多的样品。

例：两台仪器间的比较

用 I 型条干均匀度仪测试 10 只 Nm20(50 号)的普梳棉管纱，其棉结计数值的计算结果如下：

$$\text{平均值 } \bar{X}_1 = 410$$

$$\text{标准差 } S_1 = 45$$

在联合厂里，同样取 10 只 Nm20 普梳棉管纱作试验，得如下结果：

$$\text{平均值 } \bar{X}_2 = 352$$

$$\text{标准差 } S_2 = 37$$

问这两种纱之间是否存在显著性差异。

这个问题建议按如下方法求解：

—如果两个计数结果间的差异即  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  小于 10% (仪器最大公差)，则无显著性差异，两值同在仪器差异范围之内。

—如果差异大于 10%，则必须将  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  中较大的一个减去 10% (仪器最大公差)

$$\bar{X}_1^* = 0.9 \times \bar{X}_1 = 0.9 \times 410 = 369$$

现按 7.2.1 节的方法，但用  $\bar{X}_1^*$  代替  $\bar{X}_1$  来计算系数 tcal

$$\text{tcal} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \sqrt{N}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = \frac{|369 - 352| \sqrt{10}}{\sqrt{45^2 + 37^2}} = 0.92$$

将此值绘入图 22，可知这两种纱线之间的差异是随机的，因而在这种情况下，没有必要对机器或原料作校正。

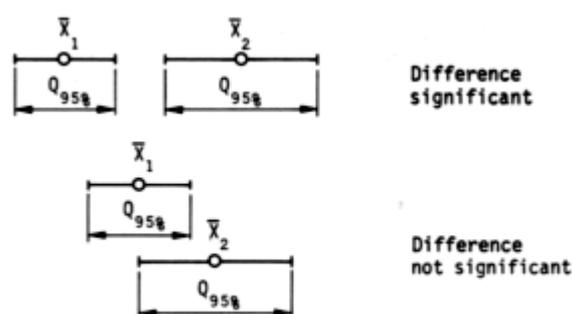
因为 t 试验只能在两个近似于正态分布的样品上进行，因而当疵点计数值  $n < 30$  个 /1000 米纱时，为了获取两个正态分布以作相互比较，必须采用 7.1.3 节所述的方法。

### 7.2.3 两个平均值的简便对比法

同一台试验仪上测得的两个数值的比较：

首先必须计算平均值  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$  的置信区间  $Q_{95\%}$ 。

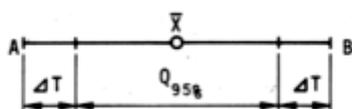
作为一种近似的方法，如果置信区间重叠，则可认为差异不显著，如果不重叠，则差异显著。



如果置信区间重叠很少，则采用此简化方法得出的结论就不可靠了，在这种情况下，必须采用 7.2.1 节所述的方法。

从两台试验仪上测得的两个数值的比较：

在这里又需要把仪器间的最大差异量  $\Delta T$  (对于 I 型和 II 型试验仪， $\Delta T=10\%$ ) 加在置信区间的两边。



对于平均值  $\bar{X}_1$  和  $\bar{X}_2$ ，可各得一个延伸了的置信区间  $A+B$ ，然后将置信区间按上述方法出，以确定是否重叠。

### 7.3 变异的重要性

如果有两台不同的细纱机纺制细纱，将它们的纱疵分布作一比较，很可能得到两个分布 6Q 平均值相同，但它们的变异却完全不同。与纺纱厂预定标准出现较大的变异，往往表明细纱加工中偏差增大的趋势，这种情况应立即予以查明并加以控制。

但对计数结果的变异一般没有给予足够的重视，它的重要性往往未被认识。实际上，在每一场合检查一下变异不同的原因，检验有关的机台并进行必要的校正，这是很有益的。

图 24 表示从两台细纱机所测得结果的平均数相同但变异不同的频率分布图。

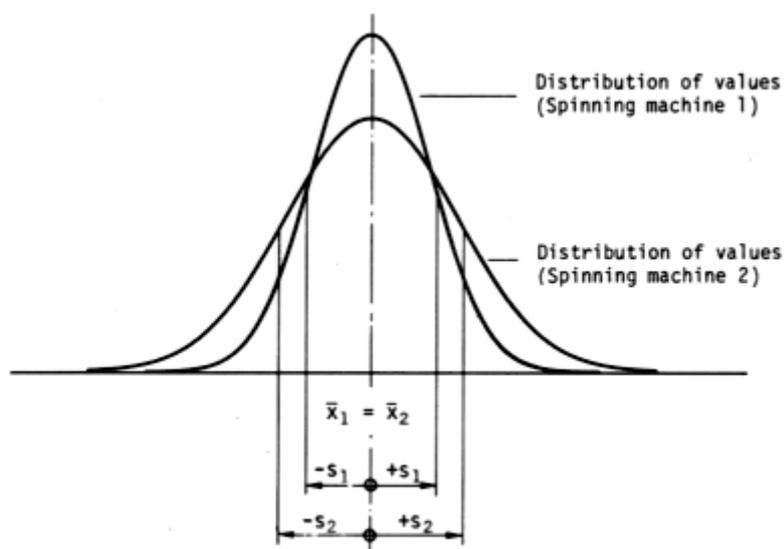


Fig.24

为了检验两个完全不同的变异、可考虑用 F 试验，该法可检验两个方差间的差异是否有显著性。

F 试验是用方差  $S_1^2$  和  $S_2^2$  的商作检验的。

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (S_1^2 > S_2^2)$$

然后将计算得到的  $F_{cal}$  值与 F 表中所列数值  $F_{99\%}$  相比较，并按如下条件检验：

$F_{cal} > F_{99\%}$ 差异是随机的，即无显著差异性
$F_{cal} < F_{99\%}$ 差异不是随机的，即有显著性差异

为了便于评估，可采用图 25 所示的曲线图，它与 t 分布一样，可快速地确定两个变异之间是否有显著性差异。对于更大的样品容量，其界限可查阅有关统计计算的标准手册。

例：

1. 两台不同细纱机上纺制的纱，其细节计数值如下：

细纱机 1  $S_1 = 54.2$        $n = 10$

细纱机 2  $S_2 = 31.4$        $n = 10$

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{54.2^2}{31.4^2} = 2.96$$

从 F 分布表中，在  $n_1 = n_2 = n$  栏下，取出  $F_{99\%}$  的值。此 F 值也可从图 25 查出。

$$F_{99\%} = 5.35$$

$$F_{cal} = 2.96 < F_{99\%} = 5.35$$

因此两个分布间无显著性差异。

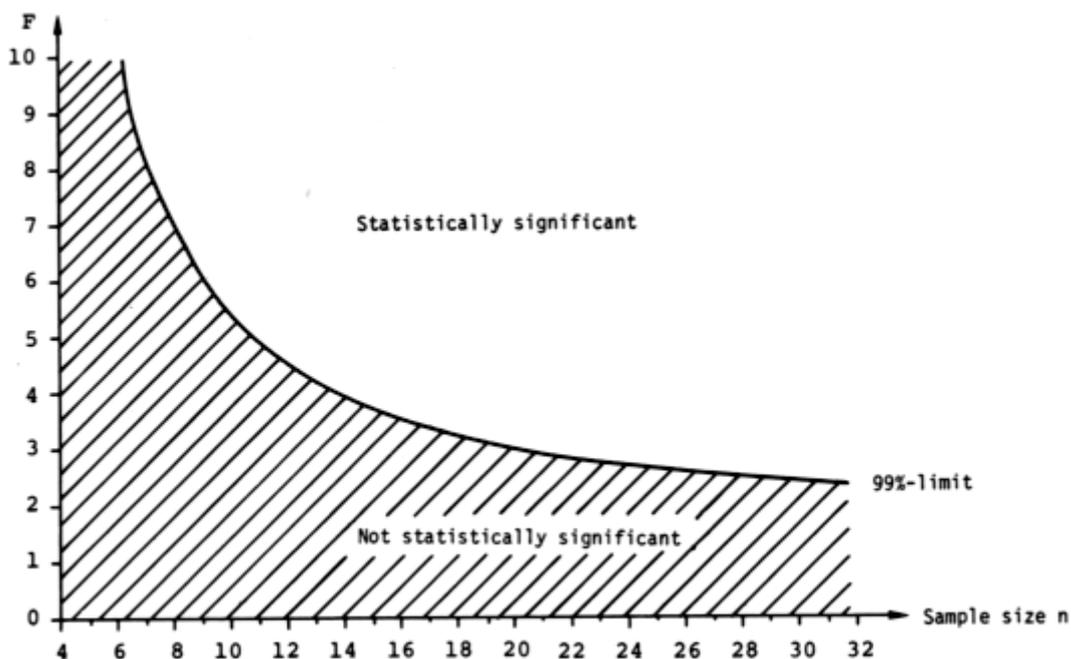


Fig.13

2.两台不同的细纱机纺制的纱，其细节计数值如下：

$$\text{细纱机 1 } S_1 = 78.2 \quad n = 10$$

$$\text{细纱机 2 } S_2 = 31.4 \quad n = 10$$

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{78.2^2}{31.4^2} = 6.2$$

$$F_{99\%} = 5.35$$

$$F_{cal} = 6.2 > F_{99\%} = 5.35$$

因此两个分布间有显著性差异。

#### 7.4 管纱内部或气流纺筒子内部的测试

为了查明纱线中是否存在长片段不匀和偶发性疵点，有时需要对同一个管纱或气流纺筒子纱做连续的重复测试。用这种方法，可测得纺纱以前的工序中产生的疵点，此外也可测定因地板震动及细纱机本身造成的间隔性不匀疵点。

如 7.1 至 7.8 节所述的计算方法，可同样地用于管纱内部及气流纺筒子内部的测试。

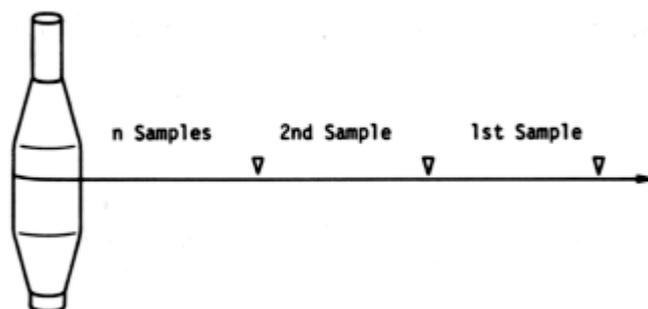


Fig.26

例：

为了检查气流纺杯的运转情况，从同一锭位上取 5 只筒子进行测试，共测试 100 次，每次试验长度为 1000 米，纱线为 Nm14 纯棉纱。

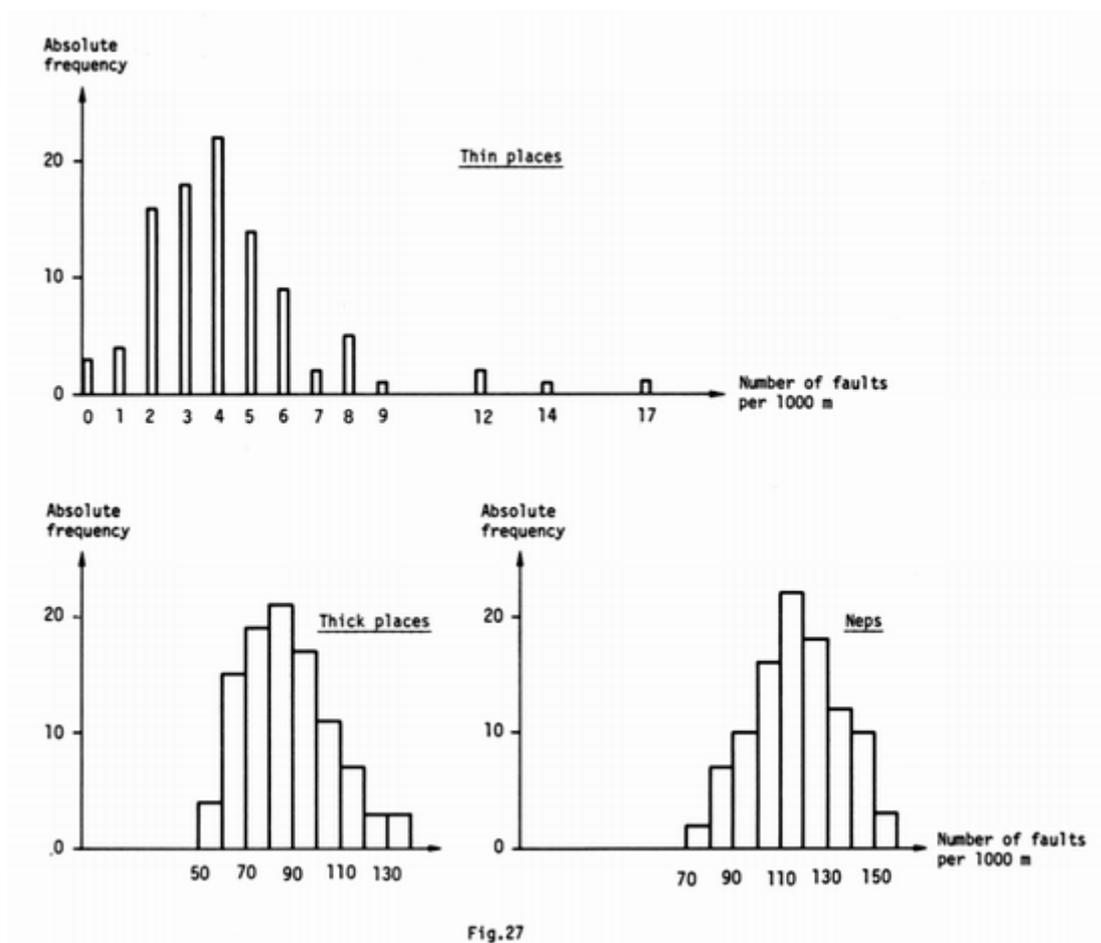


Fig.27

细节、粗节、棉结的频数分布如图 27 直方图所示。由图可见，细节应考虑符合泊松分布定律，粗节和棉结则符合泊松分布定律，这是因为本例中的疵点频数不同而造成的。

## 第四章 周期性质量变异的测定(波谱图)

### 1、不匀曲线图与波谱图的比较

周期性质量变异不仅存在于纺纱以前的制品中，而且也在细纱中经常发生，因为针布不良、牵伸箱内罗拉的偏心以及皮圈的缺陷等都能产生周期性质量变异。但是在大多数情况下，这种类型的疵点不能从不匀曲线图辨认和分析，而需凭借频谱图。因为频谱图是以频率域来表示质量变异的，而不匀曲线图则是以时间域表示的。

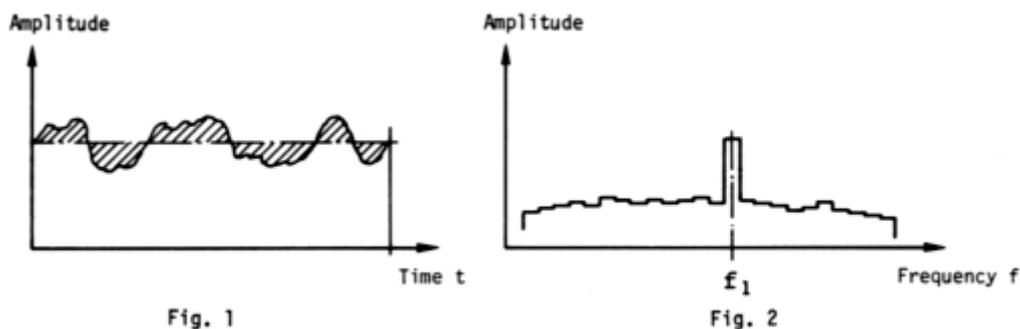


图 1 不匀曲线图：以时间域表示质量变异；图 2 频谱图：以频率域表示质量变异

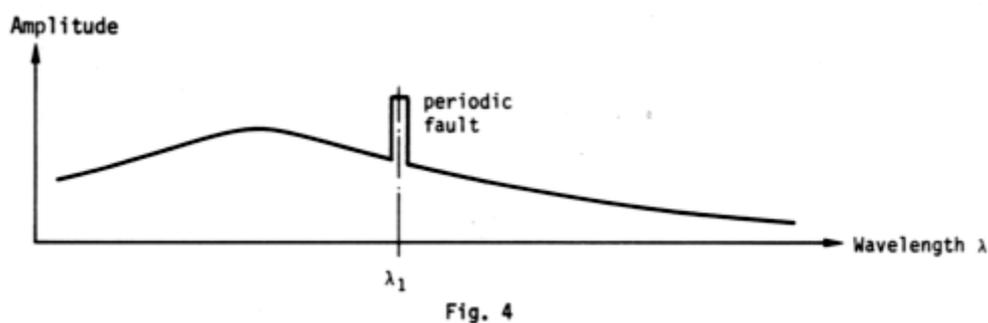
因此，如果在纤维材料中有一个频率为  $f$  的周期性疵点(图 2)则频谱图在  $f_1$  的位置上的高度将有所增加。由于在纺织试验中，频率谱不很实用，因而人们总是以波长作基准来表示该种试验。在频率与波长之间有一简单的关系：

$$f = \frac{V}{\lambda}$$

$f$ =频率[秒<sup>-1</sup>]

$\lambda$ =波长[米]

$V$ =材料速度[ $\frac{\text{米}}{\text{秒}}$ ]



波长直接表明了周期性疵点重复出现的距离(图 3)。波谱仪绘制的曲线为波长谱(图 4)，在下文中波长谱曲线称为波谱图。

相对于不匀曲线图来说，波谱图有如下几点好处：

—虽然各种类型的周期性疵点也能在不匀曲线图中辨认，但没有波谱图，要确证这类疵点是相当困难的；

—同一纱条中两个或更多的周期性疵点在不匀曲线图中很难辨认，但在波谱图中这些疵点显示得十分明显；

—在很多情况下，用不匀曲线图确证周期性疵点需要急剧降低试验速度，而波谱图却能在最高的试验速度下绘出。

## 2、波谱图的格局

波长谱在理论上是一条连续的曲线，但从技术上来讲，要研究它每一个单独的频率(或波长)耗费很大。因此人们把自己的需要限止于研究少量的频率范围。一个频率范围是由一个电子滤波器测定的，按照条干均匀度仪型式不同，滤波器的数量为：

GGP 型： 35 个滤波器

I 型： 54 个滤波器

II 型： 55 个滤波器

滤波器间的间距为 15% 或  $1: \sqrt[5]{2}$

因为每一个滤波器形成波谱图的一部分，因而每一个单独的滤波器也能在波谱图中按照其梯级分开。例如，条干均匀度仪 II 型的完整波谱图就是由 55 个梯级构成的一条阶梯形曲线(图 5)。

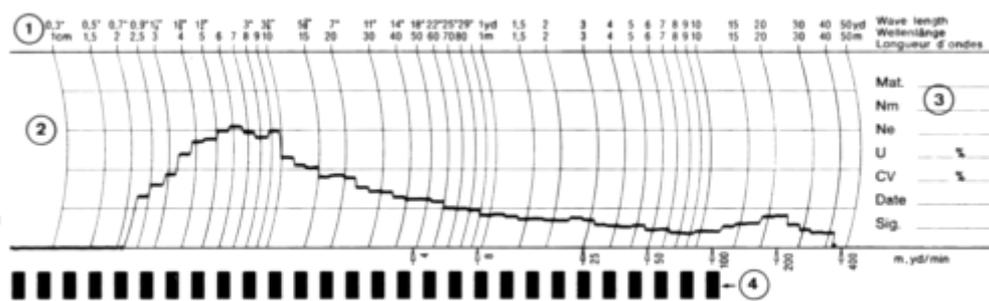


Fig. 5

①波长标尺(对数刻度)

②无刻度的纵座标(波谱图的高度对于 CV 计算器是用标准偏差 S 加以标准化的，对于计算器是用“未校正值”加以标准化的)

③记录试样规格和规定的的数据

④型条干均匀度仪自动记录波谱图起始点的光学探知器的传感标记。

为使从 1 厘米到 40 米的全部波长能够记录于一张图表上，横座标采用对数标尺。

### 3、正常波谱和理想波谱

在第二章第 7 节中已对极限不匀率作了详尽说明。文中指出，极限不匀率是不能逾越的，如果一种纤维材料达到了极限不匀，则它的波谱图将是理想的。以下将理想纱条的波谱图称为理想波谱图。正常波谱图是一种在技术上能够实现的无疵纱条的波谱图。在第二章第 7 节中谈到的 I 指数，可以看作是正常谱的高度与理想谱的高度之比。

图 6 所示为 Nm50 精梳棉纱的正常谱和理想谱。按照正常谱与理想谱之间的高度差，可测得其不匀指数约为 1.3。

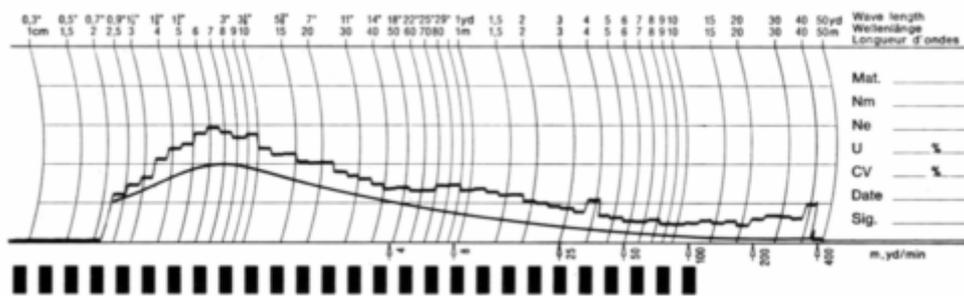


Fig. 6

### 4、波谱图与纤维材料的关系

如果纱条中所有纤维具有相同粗细的断面，并且一根纤维的尾端总是与下一根纤维的首端相接(图 7)，那末不匀率  $U$  和变异系数  $CV$  将为零。在这种理想状态下，波谱图将是沿着零位线走向的一根直线。

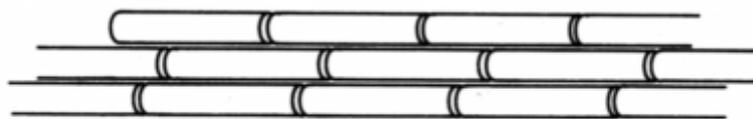


Fig. 7

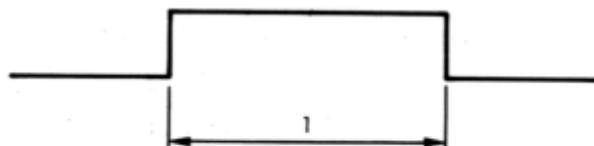


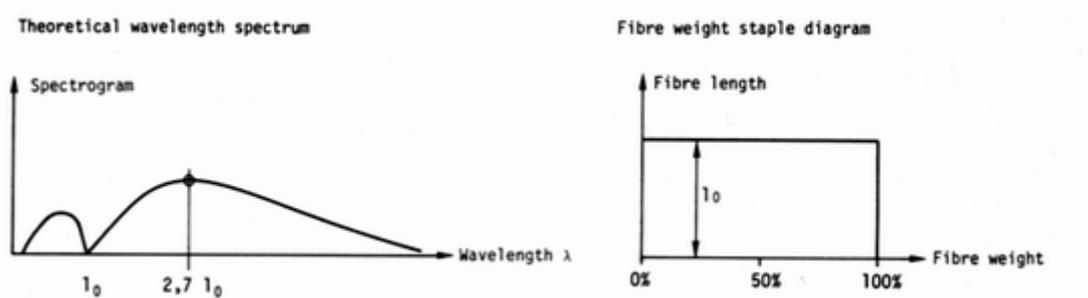
Fig. 8

由于在实际情况下这样的纤维分布不可能实现，而总是把纤维看做是随机分布的。从技术角度考虑，人们总是尽可能的使纤维在纱条任一断面内的根数恒定。如果沿着

纱条测定纤维的质量，那末在每根纤维的首端将呈现瞬时质量的增加，在每根纤维的尾端将呈现瞬时质量的减小。对于由切断纤维构成的纤维条来说，将会发现，测量装置提供的信号是由大量的如图 8 所示的质量“脉冲”构成的，其长度  $l$  能在零到最大纤维长度间变化。

但是“脉冲长度”不可能是完全随机的，因为它不可能超过纤维最大长度(用物理术语讲叫做“色噪”)。首先研究一下所有纤维长度( $l_0$ )均相同的情况：

对于这种特定的纱线，波谱图的最大值位于  $2.7 l_0$  波长处(图 9)，在长度  $l_0$  处，波谱曲线处于零位。该条曲线的数学公式如附注 1。



这样一种恒定纤维长度的状态再实际情况下是很难遇到的。即使对于由等长度的合成纤维构成的纱线，由于有些纤维在纺纱过程中断裂，所以虽然在波谱图中可以分析出长度  $l_0$ ，但是实际上达不到零的位置。

大多数天然纤维的长度并不是等长的。在这种情况下，测得的波谱图与图 10 所示的有明显的区别。如果希望表示波谱与纤维长度之间的关系，则必须涉及到以重量作基准的纤维长度分布图。棉纤维的纤维长度排列图如图 11。

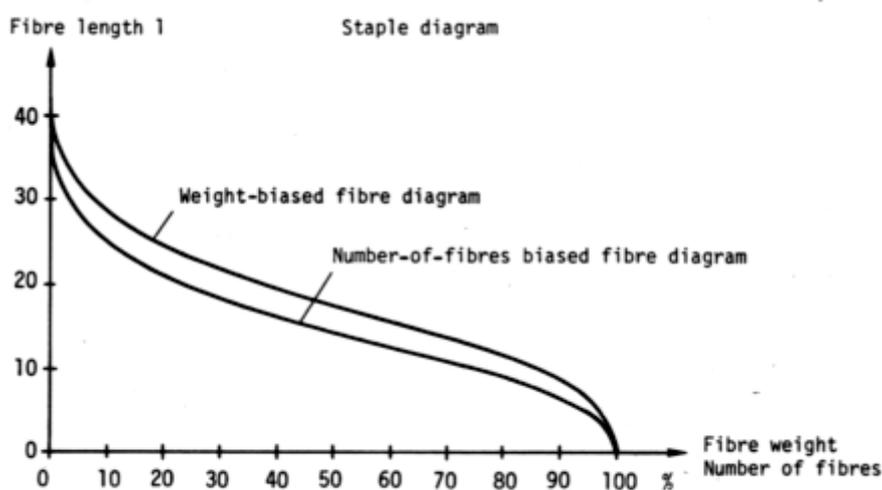


Fig.11

如横座标表示纤维重量百分率，而不是纤维数量百分率，得到的纤维重量作基准的长度分布图曲线与以纤维数量为基准的纤维长度分布图有所不同(图 11)。

因为对于以纤维重量作基准的分布图来说，一个选定的长度组的重量不仅正比于纤维数量而且也正比于纤维长度。

因为大多数确定纤维长度的方法参照的是以纤维数量作基准的分布图，下面列出其近似的换算值。

附注 1：波谱图数学关系式如下：

$$S = f(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{\pi \times n}} \times \frac{\sin \frac{\pi \times l_0}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi \times l_0}{\lambda}}}$$

S=波谱

n=纱条断面内的纤维根数

$l_0$ =纤维长度

$\lambda$ =波长

材料	$\bar{l}_w > \bar{l}_n$	近似值 $\bar{l}_w$ (毫米)
棉(普梳)	+15%	22
棉(普梳)	+5%	25
毛(精纺)	+15%	50

$\bar{l}_w$ =以纤维重量作基准的长度分布图的纤维平均长度

$\bar{l}_n$ =以纤维数量作基准的长度分布图的纤维平均长度

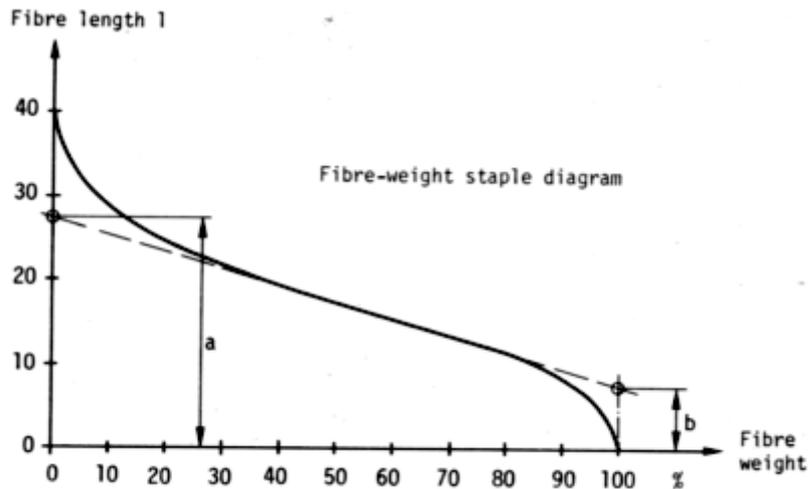


Fig.12

如果得到的是以纤维重量作基准的长度分布图，则可用下法确定纤维平均长度

$\bar{l}_w$ 。

—确定近似于曲线的最直的线

—确定该直线与纤维重量 0% 和 100% 处所做垂线的交点

—纤维平均长度按下式计算：

$$\bar{l}_w = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$$

由天然纤维或长度不等的合成纤维构成的无疵纱线的波谱图形状如图 13。

在这种情况下，波谱图为一条最高峰位于 2.82 倍纤维平均长度处的单峰曲线，对于不等长纤维，没有如图 10 所示的最低点  $l_0$ 。

在测量前纺制品(条子，粗纱)时，测得的峰值将有稍稍右移的趋向，这是因为纤维材料在这些加工阶段中尚未完全分解为单根纤维的缘故。

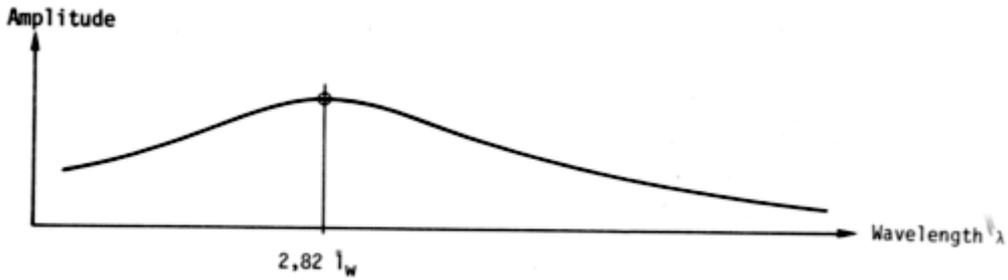


Fig.13

实际的无疵棉纱的波谱图如图 5 所示，实际的无疵精纺毛纱的波谱图如图 14 所示。

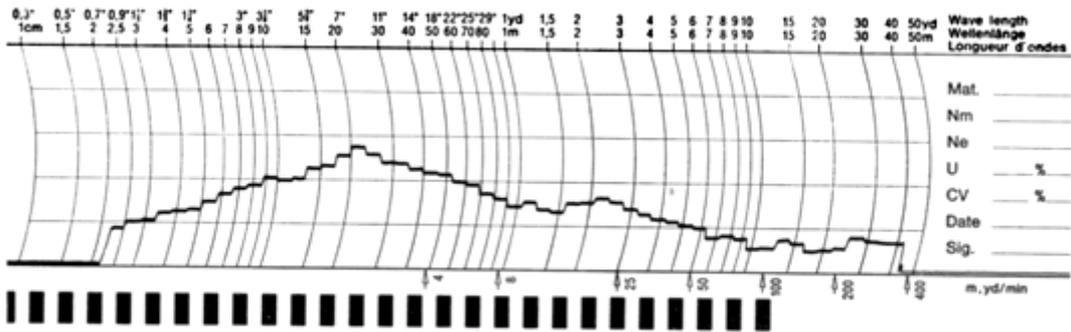


Fig.14

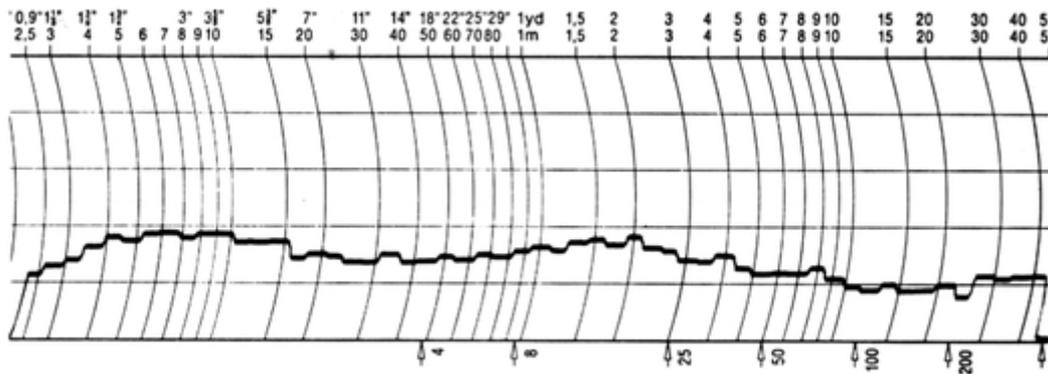


Fig.15

合成纤维长丝的各种长度的质量变异也能够测得，这些不匀是持续性的，以致它们不能与短纤维中所出现的“瞬时质量变化”相比较，因此，对于无疵的合纤长丝来说，波谱曲线无最大值，呈现的只是一条直线。(图 15，聚酰胺 66，dtex22f7)。

### 5、周期性疵点对波谱图的影响

在纱条中出现一个波长为 $\lambda$ 的周期性质量变异，则在波谱图 $\lambda$ 位置处就记录一个峰。该峰的高度是这一周期性疵点的强度的度量(图 16)。图中，波长 $\lambda$ 为 28m。相应的不匀曲线图(图 17)也表示有周期性疵点，刻度范围为 $\pm 100\%$ 。

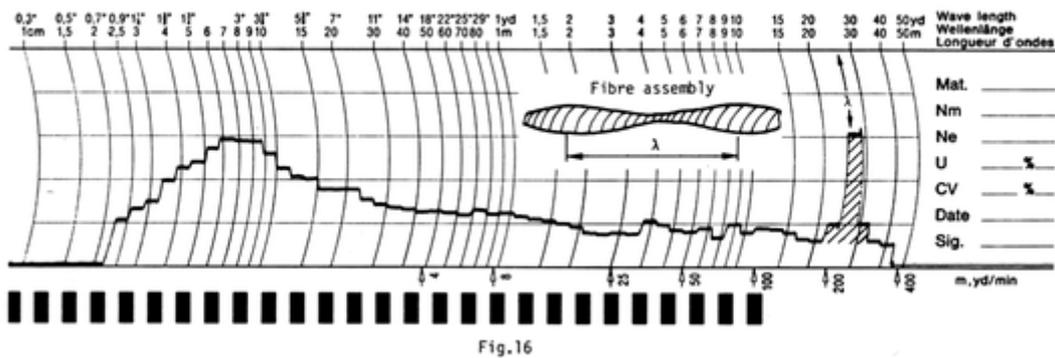


Fig.16

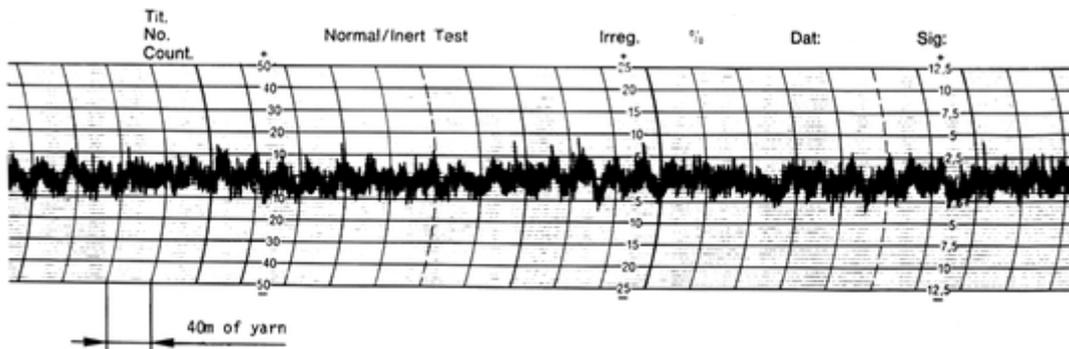


Fig.17

### 6、近周期性疵点对波谱图的影响

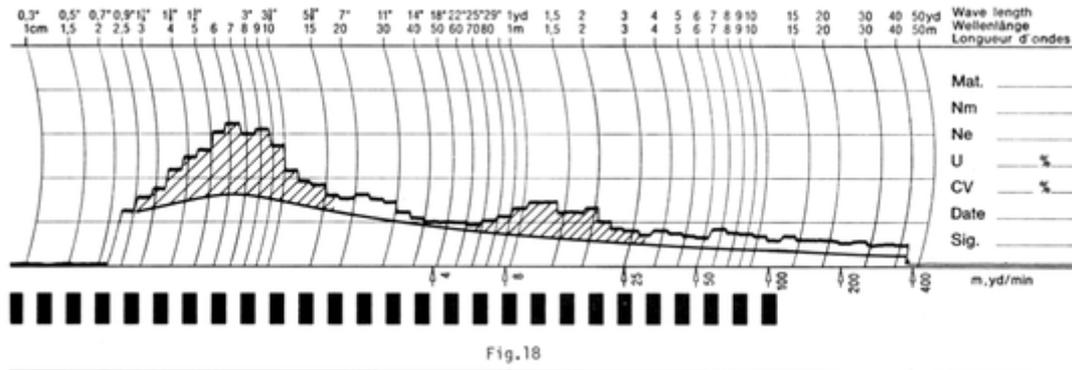
如果在一纱条中出现一种近周期性疵点，这也可在波谱图中辨别，这种类型的纱疵使得在波谱图中相应的波长范围内高度增加，但并不是一个明显的峰。例如在短纤维方面，牵伸元件配置不良(浮游纤维)；在合成纤维长丝方面，甬道中长丝的近周期性振动(因为冷气流的影响)就属于这类疵点。这类疵点的波谱图如图 18 所示，它们对织物的影响问题将在本章第 8 节中加以说明。

对短纤维纱的大量测试表明，在波谱图中牵伸波与纤维平均长度之间有一种相关规律。其系数为 2.75。此外，在第 4 节中已经知道对于粗纱和条子，其最大值稍稍向

右移动，因为在这些加工阶段，纱条中的纤维还未被完全松解成单根状态，因此，在以后的计算中采用如下的系数：

纱线：2.75    精梳条：4.0

粗纱：3.5    并条：4.0



实例：

在普梳棉纺过程中，在粗纱机和环锭细纱机的主牵伸区产生牵伸波，这些疵点在波谱图中显示在那一波长上？

细纱机的总牵伸：23.5；

纤维平均长度  $\bar{l}_w = 2.2$  厘米

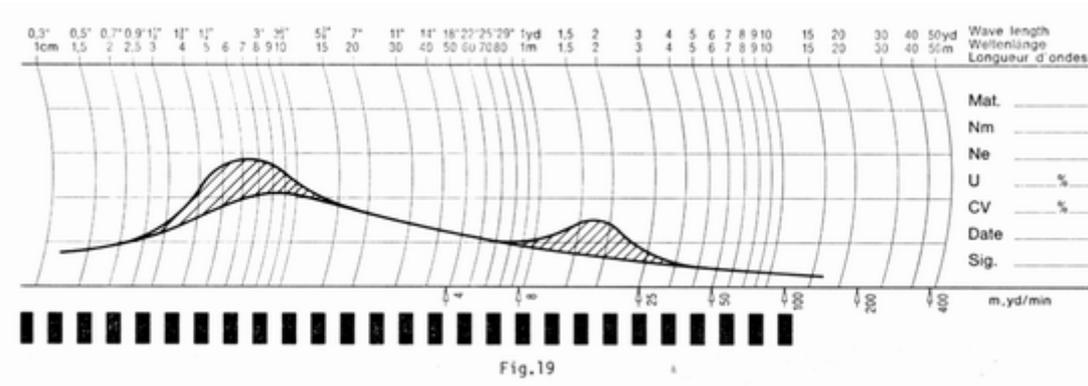
来自于环锭细纱机的牵伸波的波长：

$$\lambda_{v1} \approx 2.75 \times \bar{l}_w = 2.75 \times 2.2 = 6 \text{ 厘米}$$

粗纱机牵伸部分产生的牵伸波的波长：

$$\lambda_{v2} \approx 3.5 \times 2.2 \times 23.5 \approx 180 \text{ 厘米} \approx 1.8 \text{ 米}$$

这两个牵伸波如图 19 所示。



带有这两种疵点的棉纱波谱图如图 19 所示。

图 20 所示的疵点也属于这类近周期性疵点，这种疵点来自于合成纤维工业中的部

分取向丝(POY)。材料为聚酯，规格为 dtex130f24。在不匀曲线图上表示有一周期性疵点，但波谱图上反映得更加明显，波谱图表明的近周期性质量不匀的范围约为 4 到 50 米，这是由于冷空气流吹入甬道而产生的。

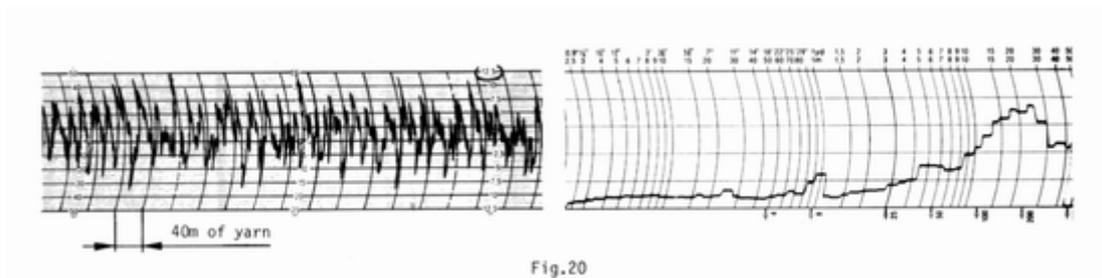


Fig.20

刻度范围为 $\pm 12.5\%$ ，不匀曲线上 1 厘米表示 40 米纱。

在合成纤维工业中，近周期性疵点也因卷绕时防迭装置的作用以及具有某种卷绕工艺型式的牵伸—加捻机上锭子偏心而产生。

## 7、间隔发生的周期性疵点对波谱图的影响

纺纱生产中，可能会发生在某一段时间内认为是周期性的各种质量变异，这种类型的疵点是由于通过机架振动的传播而造成的，这种振动时而显现，又时而消失。此外对于一个给定的速度和一定的卷绕次数(共振)来说，卷绕的非圆运动也将产生强烈的周期性质量变异。这种类型的疵点也会在波谱图上产生十分明显的峰，而峰值的高度约为所考核的时间内的周期性质量变异的平均值。这种类型的疵点如图 21 所示，所有的峰互为周期性，但其高度则明显不同。在这里，该不匀曲线图指的是 dtex680 的玻璃纤维纱，1 厘米相应于 40 米纱，刻度范围为 $\pm 12.5\%$ 。

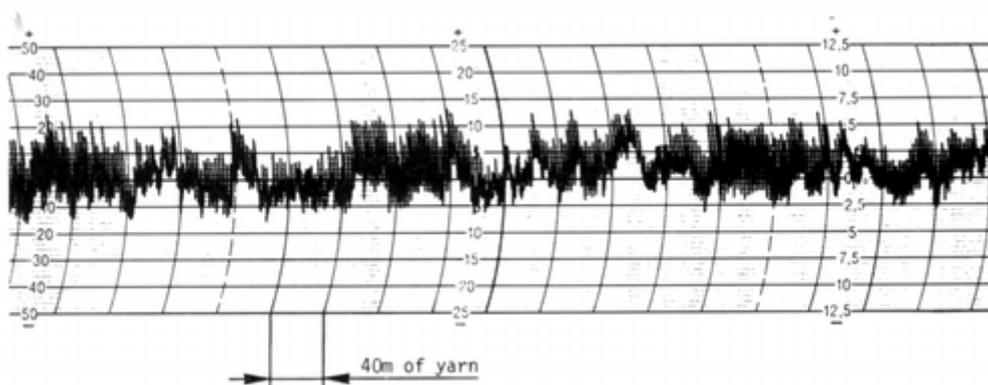


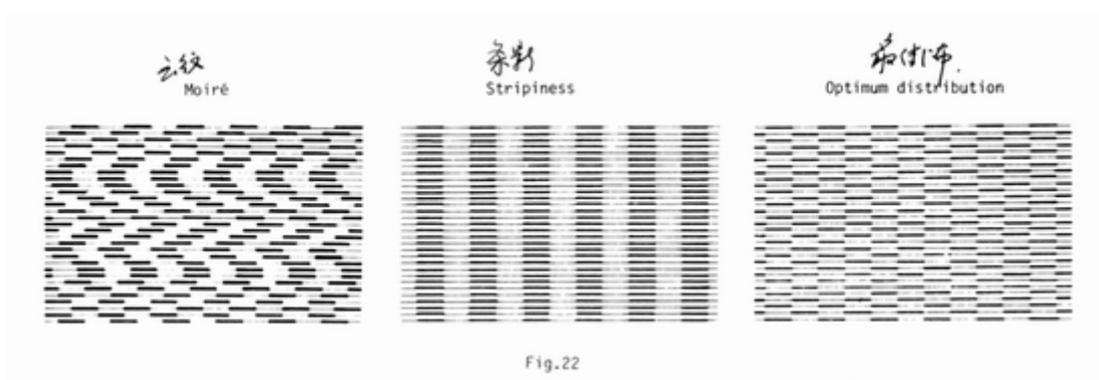
Fig.21

## 8、周期性质量变异对机织物与针织物的影响

按照机织物或针织物的宽度和周期性疵点的长度，周期性质量变异在机织物和针织物上呈现间距有规律的粗节和细节。它们产生令人不能满意的疵纹，在很多情况下

使织物降等。

图 22 表示三种因周期性质量不匀而在机织物或针织物上可能产生的疵纹。



云纹这种疵纹是最常发生的，其他两种疵纹属于特殊情况，近周期疵点在织物上产生不规则的外观，人们称它为“云斑”。在机织物或针织物中造成什么样的影响主要取决于疵点波长 $\lambda$ 。为此，人们把周期性质量变异区分为短片段、中片段和长片段不匀。

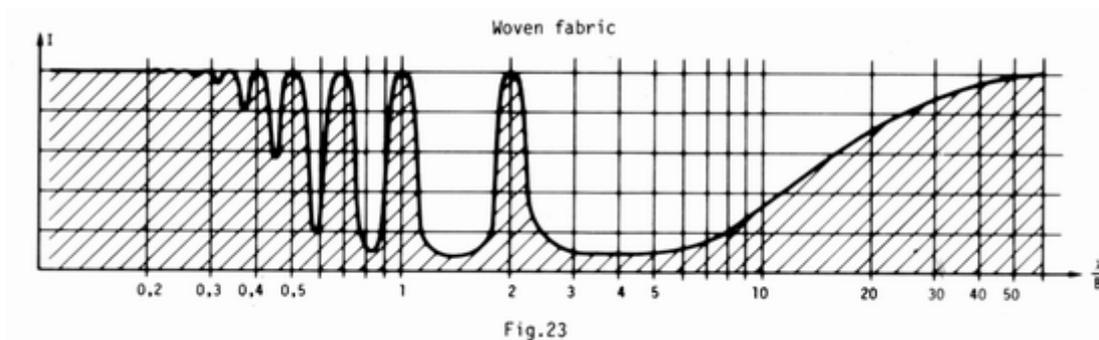
短片段周期性质量变异( $\lambda=1$  厘米到 50 厘米)

在 1 厘米到 50 厘米范围内的周期性质量变异一般在机织物或针织物宽度内重复数次，这使周期性的粗节或细节并行排列。在大多数情况下，产生如图 22 所示的云纹效应。如果将成品织物放在 50 厘米到 1 米远处用肉眼观察，这种效应特别明显。

中片段周期性质量变异( $\lambda=50$  厘米到 5 米)

50 厘米到 5 米范围内的周期性质量变异在各种场合下都看不出来。如果单幅或双幅组织的宽度，或是针织物一圈中纱线拉直的长度是周期性疵点的波长的整数倍或接近于波长的整数倍，那末该范围内的疵点是特别有影响的。在这种情况下，机织物上将显现纬向条子，针织物上显现“圈痕”。

由于周期性疵点的波长恰好是机织物宽度或针织物圈长的整数关系或接近整数关系的可能性是相当小的，因此，在这个波长范围内的周期性疵点可能辨认不出。



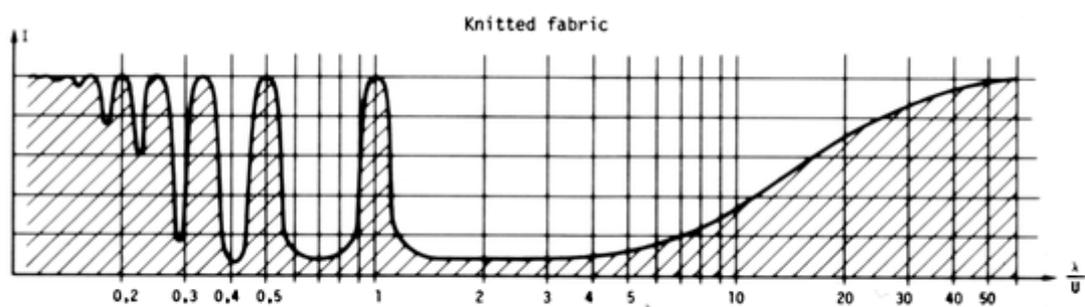


Fig.23

1: 条状或云纹外观的强度入: 周期性疵点波长  $U$  二针织物一周长的纱线被拉直后的长度  
长片段周期性质量变异( $\lambda > 5$  米)

波长大于 5 米的周期性质量不匀在机织物和针织物上能产生明显的横条, 因为这种波长大于机织物的幅宽或针织物的圈长, 波长越长, 横条的宽度越宽。

这种疵点在成品织物上很容易看出来, 特别是在 1 米以远的距离观测。借助于图 23, 可近似确定对一定幅宽的机织物或一定圈长的针织物来说, 什么样的波长对织物的外观将是危险的。

## 9、根据波谱图对成品质量降等的估计

纱条的周期性不匀并不总会引起  $U$  或  $CV$  值的显著性差异。但如图 24 所示, 这种疵点却使机织物或针织物的外观不能令人满意。织物染色后, 这种疵纹将变得更明显, 特别是单色织物和由合纤长丝做成的织物。

影响织物的周期性质量不匀的程度不仅取决于这种不匀的强度, 也取决于机织物或针织物的宽度和种类、纤维材料、纱线支数、纤维的上色力等。但是大量试验表明, 这种影响可根据波谱图采用下列“姆指准则”(“rule—of—thumb”)加以判断。

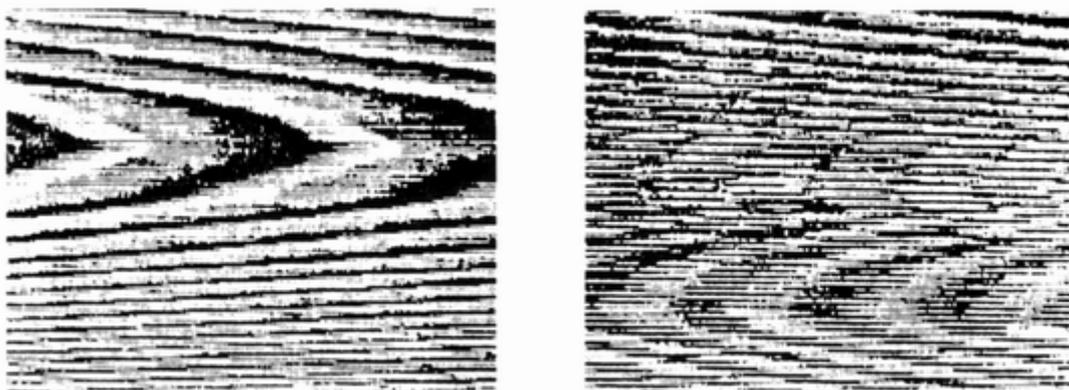


Fig.24

基本波谱上的峰高不应该超过该峰所在波长处基本波谱高度的 50% (图 25)。

如果  $P/B > 0.5$ , 那末可以预料, 对织物造成不良影响的可能性是极大的。

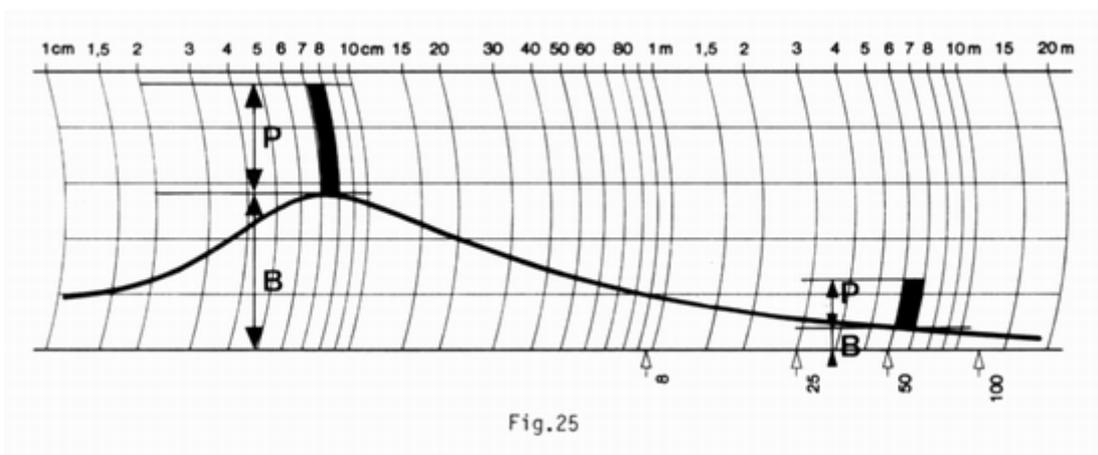


Fig.25

## 10、波长大于 40 米的周期性疵点的检验

波谱图能够检测波长范围为 1 厘米到 40 米的周期性疵点，如果周期性疵点的波长超过 46 米，那它只能用不匀曲线图来证实。这种长片段周期性疵点也将使 U 或 CV 值增加，但 U 或 CV 值却提供不出周期性质量变异的任何直接信息。在短纤维方面，该种疵点是指纺纱以前某一工序中产生的表现在纱线上的质量变异；对于合成纤维来说，纺丝泵的缺陷、牵伸一加捻机钢领板的上升产生的质量变异均属于这一范围。

这类疵点如图 26 所示，材料为：涤纶变型丝，dtex55f24；不匀曲线图范围 $\pm 12.5\%$ ，1 厘米相当于 80 米长丝。

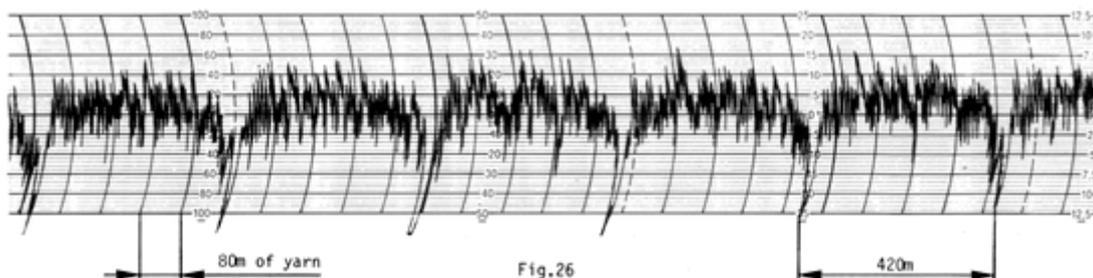


Fig.26

疵点波长为 420 米(纺丝泵缺陷)

## 11、椭圆轴对波谱图的影响

至此为止仅研究了偏心罗拉和筒子每转一转产生一个周期性疵点的情况。而磨损的罗拉也可能是椭圆形的。在这种情况下，罗拉一转，将会产生两次有缺陷的牵伸。

图 27 表示偏心罗拉对纱条质量不匀的影响。偏心产生一个正弦形的质量变异，其周期 L 与罗拉的周长一致。当椭圆罗拉转一整转时，也产生正弦波形质量变异，但为两个周期。如果认为这个疵点发生于环锭细纱机的前罗拉处，则在波谱图上呈现出如图 28、29 的峰。

由图 27 可见，罗拉直径为 25.4 毫米，因罗拉偏心(图 28)将在波谱图上呈现波长

相当于罗位周长( $2.54\pi=8$  厘米)的一个峰, 而对于椭圆罗拉(29), 峰则在周长之半( $\frac{1}{2}\times 2.54\times\pi=4$ 厘米处)。

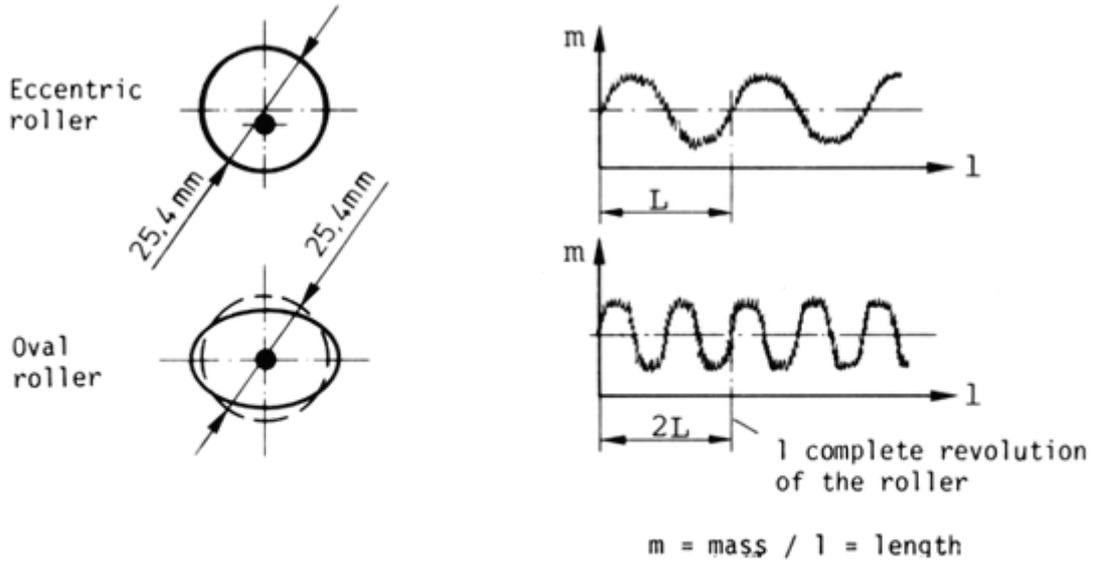


Fig.27

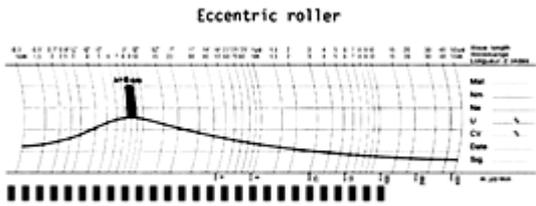


Fig.28

图 28 偏心罗拉

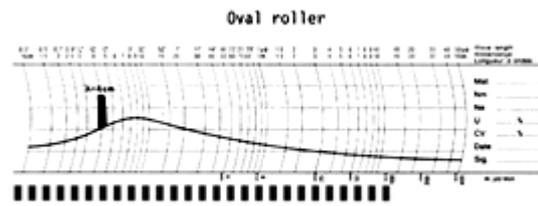


Fig.29

图 29 椭圆罗拉

## 12、波谱图中两个相邻峰的含义

在第 2 节中已提到波谱图是由有限数量的频道组成, 如果一个周期性疵点发生在两个频道之间, 那末这两个频道都被触发, 在波谱图上显示两个相邻的峰。(图 30)

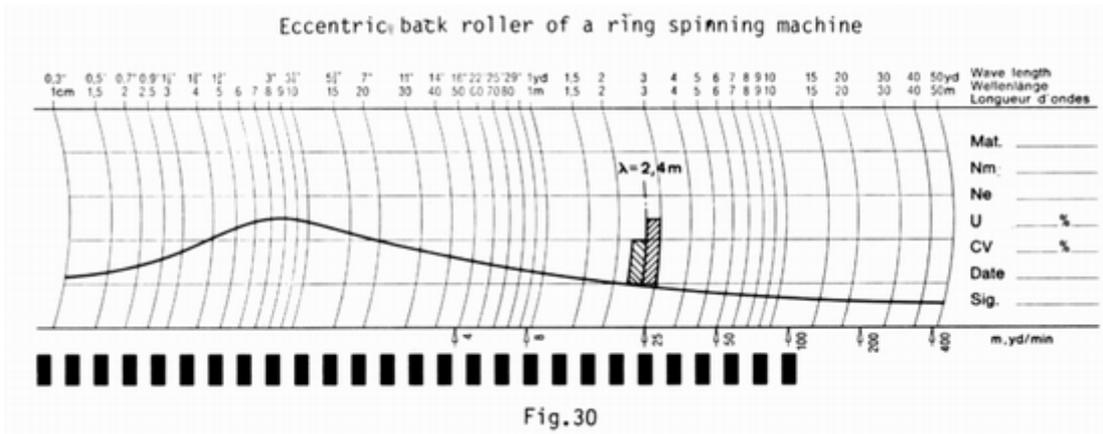


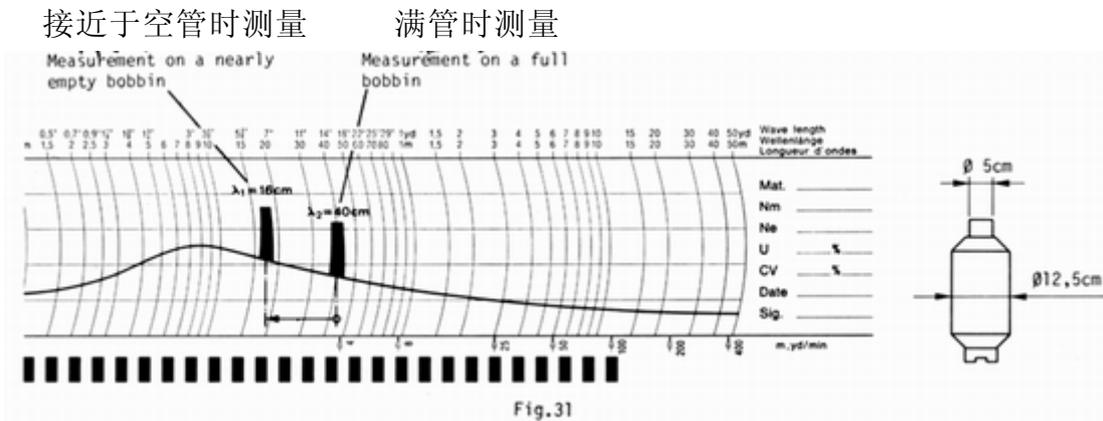
Fig.30

图 30 环锭细纱机的后罗拉偏心

在这种情况下，为了预测该种疵点对成品织物的影响，两个相邻的峰的高度必须相加，然后采用如第 9 节中所述的准则加以分析。

### 13、周期性疵点波长变短的分析

环锭细纱机和粗纱机的锭子轴承的缺陷或磨损，锭子的偏心，粗纱机的锭子和锭翼之间的偏心以及纺纱筒管的偏心运转都将产生波长与卷装周长一致的周期性质量变异。当较多纱条从卷装上退绕时，波谱图的波峰则向较短的波长方向移动。因此，如果测试结果是随着更多的纱条从卷装上退绕时波峰向左移动，这必然是如上所述的疵点，而不可能是其他原因(例如牵伸机构)产生的。图 31 表示外径为 12.5 厘米，筒管直径为 5 厘米的粗纱筒子的波谱图。

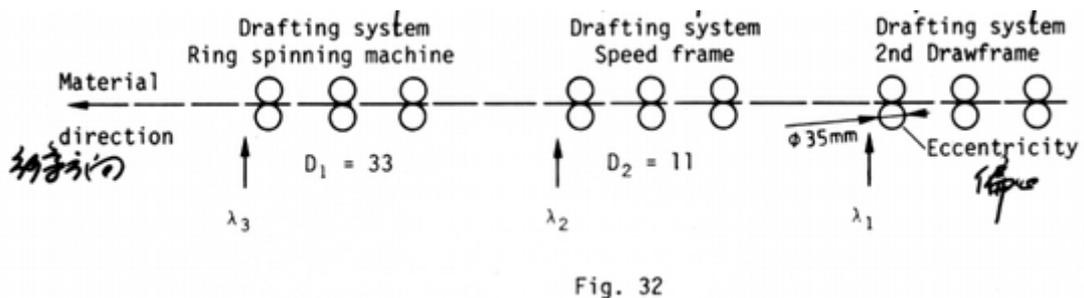


满管测量时锭翼和筒管间的偏心产生的峰约在 40 厘米( $12.5 \times \pi \approx 40$  厘米)处，而在接近空管处测量的峰显现于约 16 厘米( $5 \times \pi \approx 16$  厘米)处。

### 14、牵引过程中因牵伸而引起的周期性质量变异的延长

发生于纺纱加工过程中某一阶段的周期性疵点因随后的牵伸而延长。例如，如果二道并条机的前罗拉有如图 32 所示的某种偏心，则当知道各牵伸倍数后，细纱波谱图的峰值位置可加以计算。

环锭细纱机牵伸系统      粗纱机牵伸系统      二道并条机牵伸系统



在贰道并条机输出部分因并条机罗拉的偏心，产生 $\lambda_1 = 3.5 \times \pi = 11$  厘米的周期性疵点。

粗纱机牵伸机件的输出处，亦即在粗纱机筒管处，该疵点的波长 $\lambda_2 = 11 \times D_2 = 11 \times 11 = 121$  厘米。在细纱机上为了计算纱线的波长，该值必须乘以细纱机牵伸倍数，因此该周期疵点波长的长度 $\lambda_3 = \lambda_2 \times D_1 = 121 \times 33 = 4000$  厘米=40 米。

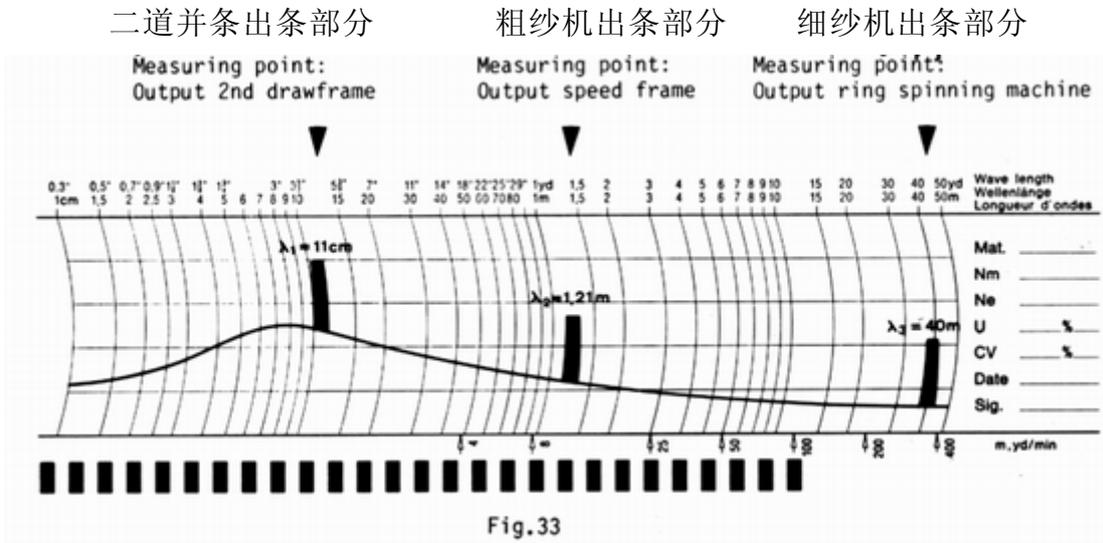


图 33 表示 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和 $\lambda_3$  的峰在波谱图中的位置。产生的原因是贰道并条的前罗拉偏心。在细纱上，经粗纱机和环锭细纱机牵伸后产生波长 $\lambda = 40$  米的周期性疵点。

### 15、并条机上故障的定位

若要准确的确定并条机上的故障，预先必须了解其齿轮传动关系。寻找传动装置的故障需要进行计算。计算方法如下例(图 34)所述。

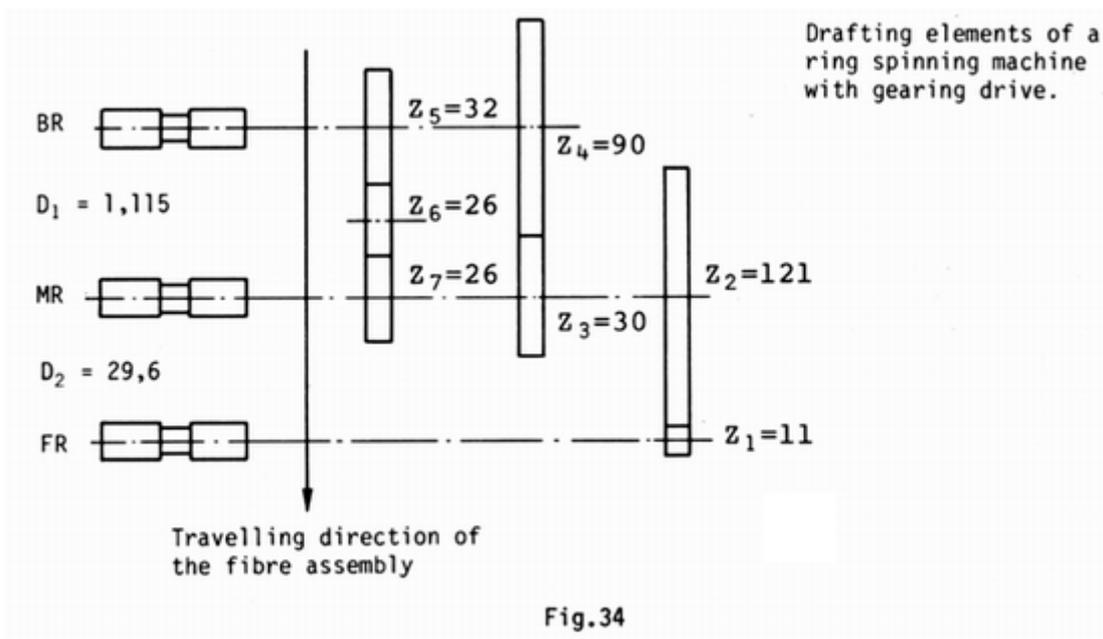


图 34 齿轮传动的环锭细纱机牵伸部件

BR=后罗拉，直径 25.4 毫米

MR=中罗拉，直径 23 毫米(轴 22 毫米，皮圈 1 毫米)

FR=前罗拉，直径 25.4

齿轮损伤和沾污对纱条的影响：

—齿轮  $Z_1$  缺损或因脏物阻塞使牵伸箱中的前罗拉 FR 每一回转在纱条中产生一个周期性疵点。

$$\lambda_1 = d_{FR} \times \pi = 2.54 \times \pi \approx 8 \text{厘米}$$

—如果齿轮  $Z_2$  缺损，则必须考虑两个齿轮  $Z_1$  与  $Z_2$  的齿数之间的关系：

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{Z_2}{Z_1} = 8 \times \frac{121}{11} = 88 \text{厘米}$$

因此在  $Z_2$  缺损再次出现时，前罗拉回转 11 转。

—如果齿轮  $Z_3$  缺损，那末在纱条中产生的效应与  $Z_2$  缺损时相同，因为这两个齿轮装于同一轴上。

—如果齿轮  $Z_4$  缺损，则波长  $\lambda_1$  必须乘以一个与两对齿轮的齿数有关的数值。

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_3}{Z_4} = 8 \times \frac{121}{11} \times \frac{90}{30} = 8 \times 33 = 264 \text{厘米} = 2.64 \text{米}$$

$Z_4$  缺损再次出现时，前罗拉回转 33 转。齿轮  $Z_4$  上的缺陷直接影响到后罗拉 BR，因为它与  $Z_4$  在同一轴上。

后罗拉产生的影响经周长乘以总牵伸的放大，与  $Z_4$  对前罗拉影响一样，波长相同。

后罗拉周长：

$$U_{BR} = d_{BR} \times \pi = 2.54 \times \pi = 8 \text{厘米}$$

牵伸箱出口处波长：

$$\lambda_4 = U_{BR} \times V_{tot} = 8 \times 33 = 264 \text{厘米} = 2.64 \text{米}$$

—齿轮  $Z_4$  缺陷对中罗拉 MR 的影响( $Z_4$ 、 $Z_5$  在同一轴上)：

$$\lambda_5 = U_{BR} \times \frac{Z_6}{Z_7} \times \frac{Z_5}{Z_8} = 2.3 \times \pi \times \frac{26}{26} \times \frac{32}{26} = 8.89 \text{厘米} = 2.64 \text{米}$$

牵伸箱出口处的波长：

$$\lambda_5 = D_2 \times \lambda_5 = 29.6 \times 8.89 \approx 263 \text{厘米} = 2.63 \text{米}$$

因此，一个齿轮的缺损仅产生一个周期性质量变异。因而只需计算一根罗拉的影响。

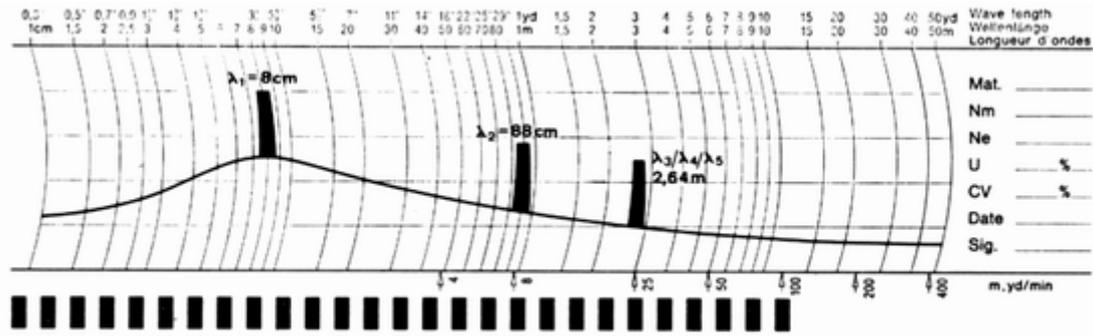


Fig.35

图 35 表明了因牵伸箱传动装置中的缺损在波谱图上的所有计算而得的周期性疵点。

### 16、纺纱厂中的振动对成纱的影响

在纺纱厂或合纤厂内，数千个机械元件在同一生产区域内旋转着，它们具有不同的速度、偏心率和质量位移。现在如果机架与选定的速度不相适应，或者地脚的排列能使振动从其他机器通过地板传人，那末该种振动就能传送到牵伸传动装置或牵伸箱。通常这是一种缓慢地增强和减弱的振动，并以波浪形式影响机器，图 36 表示在棉纱中能测得的一种波浪变化的实例。

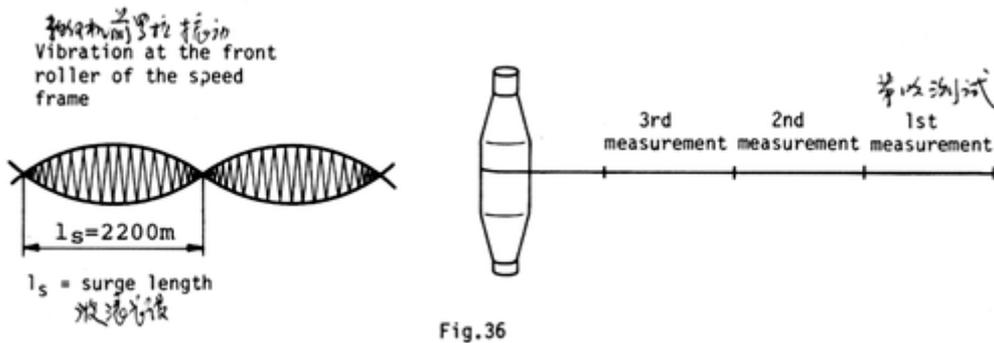


Fig.36

这种周期性疵点在纱长 1100 米以后达到它的最大值并在 2200 米以后减弱至波谱图很难辨认的程度。因此，如果从一只管纱上每次测试 200 米，那末为了反映这种效应，必须在同一管纱内至少测试 11 次(图 36)。

要确定这种周期性疵点的原因并不是简单的事，必须首先确定哪些机台的振动是有影响的。检查这种疵点是不是也在粗纱或其它工序中存在。如果知道对振动敏感的那些机台，则就可测得波浪的周期。如果如图 36 所示的振动影响到粗纱机的前罗拉，粗纱机的生产速度  $V_p = 20$  米/分，则可按下式求得波浪的周期：

$$t_s = \frac{L_s}{V_{PSF} \times D_{RSM}} = \frac{2200}{20 \times 28} = 3.93 \text{ 分钟}$$

$L_s$ =波浪长度

$D_{RSM}$ =环锭细纱牵伸倍数

$V_{PSF}$ =粗纱机生产速度

为了计算波浪的周期  $t_s$ , 须将波浪长度除以引起振动的机台的生产速度  $V_p$  和以后各道的牵伸倍数。根据波浪周期  $t_s$ , 可更好地寻找疵点的来源。

### 17、因圈条而产生的周期性质量变异

周期性质量变异不仅由于梳棉机和并条机的回转机件而产生, 也可能由于条子放入条筒而产生。图 37 表示梳棉机的条筒回转部分和输出部分的传动图。如简单地改变一下本例所列的条筒尺寸和齿轮齿数, 也适用于其它导条装置。本例中, 各齿轮齿数为:

$Z_2=33, Z_3=32, Z_4...Z_{11}=25$

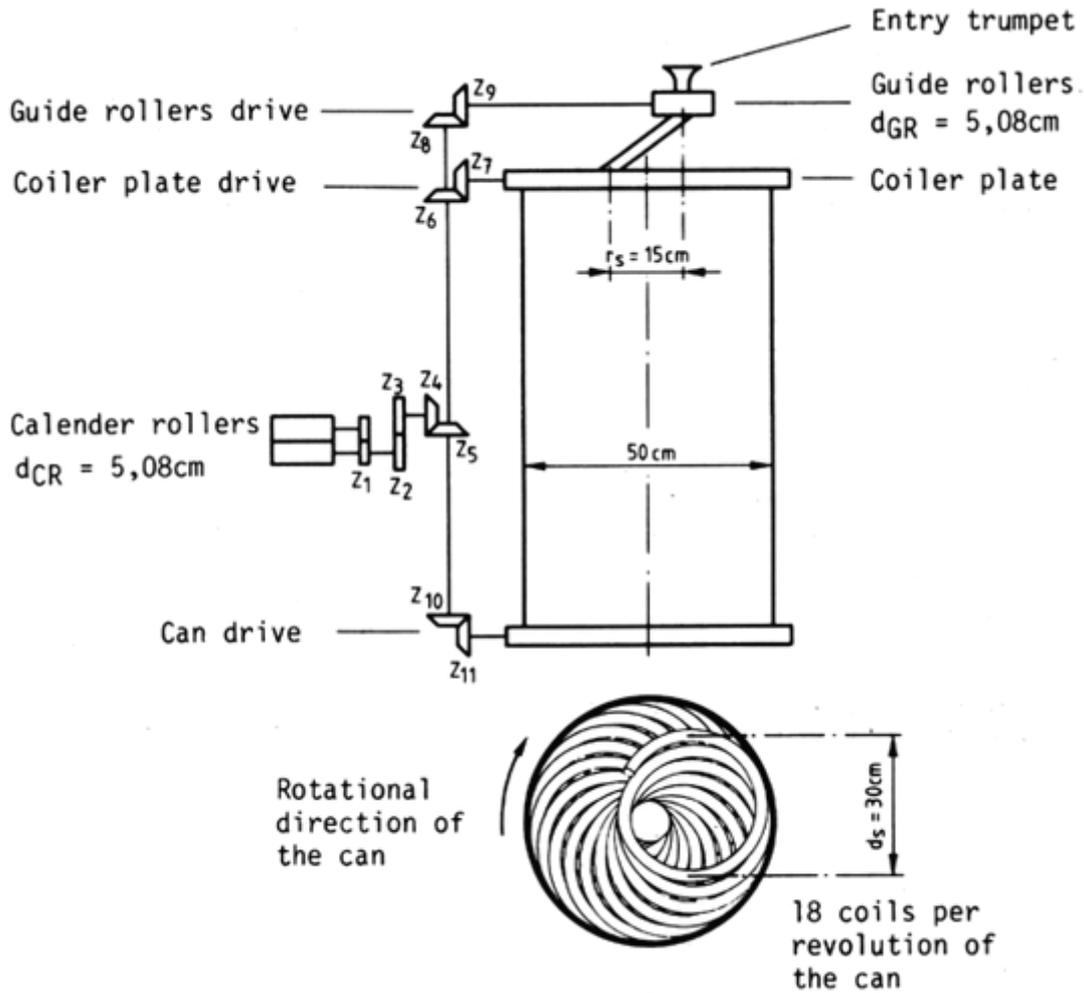


Fig.37

——圈条器的导条罗拉比轧辊罗拉回转得快一些, 张力牵伸由齿轮  $Z_2/Z_3$ , 产生,

并为：

$$D_t = \frac{33}{32} = 1.03$$

—圈条盘形成平均半径  $r_s=15$  厘米、直径  $d_s=30$  厘米的圈条。

因此，平均圈条长度为：

$$d_s \times \pi = 30 \times \pi = 94.25 \text{ 厘米}$$

—条筒每一转，形成 18 个圈条，其长度为：

$$18 \times d_s \times \pi = 18 \times 94.25 = 1697 \text{ 厘米} \approx 17 \text{ 米}$$

—圈条器每一转，导条罗拉必须喂入 94.25 厘米的条子，导条罗拉的直径  $d_2=5.08$  厘米，因而相对于圈条器每转一转，导条罗拉的转数为：

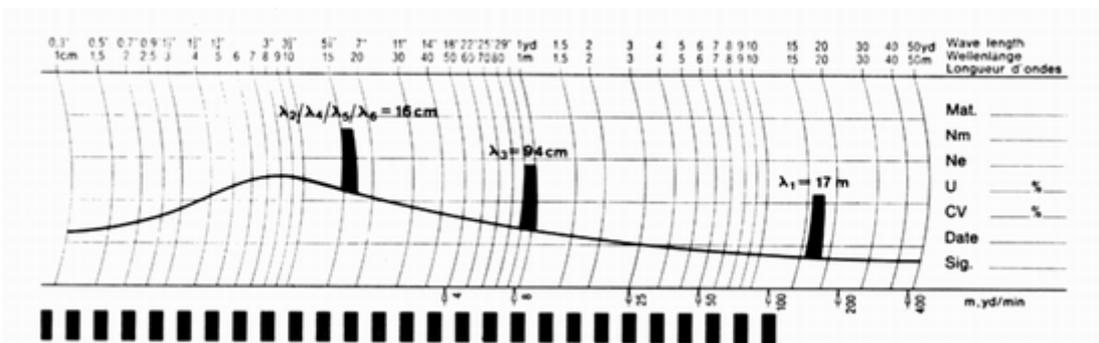
$$\frac{94.25}{d_2 \times \pi} = 5.9$$

—导条罗拉回转 5.9 转，齿轮  $Z_4 \dots Z_{11}$  也回转 5.9 转，或相对于条筒每转一转，齿轮  $Z_4 \dots Z_{11}$  回转  $18 \times 5.9 = 106.2$  转。

根据这些计算，就能列出如图 37 所示的实例中周期性疵点的波长和波长范围。

疵点序号	疵点类型	波长计算	疵点原因
$\lambda_1$	条桶回转周期性疵点	$\lambda_1 = 18 \times d_s \times \pi \approx 1700 \text{ 厘米} = 17 \text{ 米}$	条桶传动装置中齿轮缺损或齿间有污物
$\lambda_2$	条桶传动装置疵点	$\lambda_2 = \lambda_1 / 106.2 \approx 16 \text{ 厘米}$	齿轮 $Z_1 \dots Z_u$ 缺损或齿间有污物
$\lambda_3$	圈条器回转周期性疵点	$\lambda_3 = d_s \times \pi \approx 94 \text{ 厘米}$	圈条器齿轮缺损或该齿轮的齿间有污物，条桶太满。
$\lambda_4$	圈条器传动装置疵点	$\lambda_4 = \lambda_3 / 5.9 \approx 16 \text{ 厘米}$	齿轮 $Z_1 \dots Z_{11}$ 缺损或齿间有污物
$\lambda_5$	导条罗拉回转周期性疵点	$\lambda_5 = d_{GR} \times \pi \approx 16 \text{ 厘米}$	导条罗拉偏心或缺损，或有污物。
$\lambda_6$	轧辊罗拉回转周期性疵点	$\lambda_6 = d_{GR} \times \pi \times D_t \approx 16 \times 1.03 \approx 16.5 \text{ 厘米}$	轧辊罗拉偏心或缺损，或有污物。

各周期性疵点在波谱图上的位置：



当计算条子进入条桶时的周期性疵点时，必须考虑到，条桶直径的变化可能相当大，因此周期性疵点在波谱图的位置也将随之变化。

### 18、波谱图中高次谐波(迭加波)的解释

在波谱图中常常出现一连串的峰，在这种情况下，必须确定这些峰是两个或更多个完全独立的疵点呢，还是单一疵点的高次谐波。

高次谐波的产生

波谱仪做出的是一种傅里叶分析，即它能把每一个非正弦的周期性疵点分解为一系列的的正弦曲线，这种分解程序可用图 38 表示。该图表示矩形的周期性疵点的分解程序。

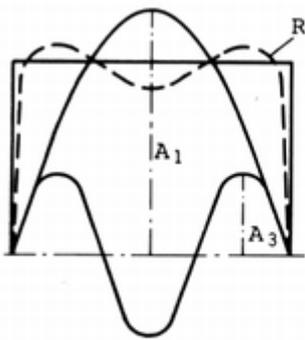


Fig.38

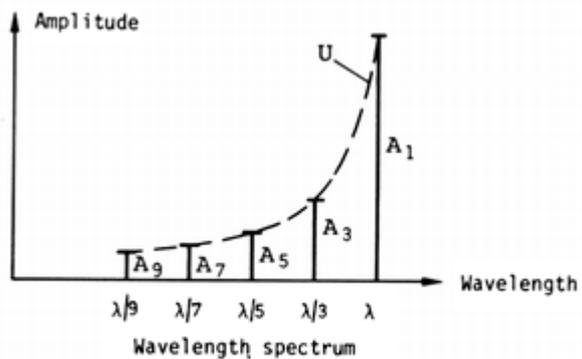


Fig.39

图 38 表明，这个矩形疵点可分解为几个正弦曲线，将基波(振幅为  $A_1$ )和第 3 谐波(振幅为  $A_3$ )相迭加，就得到接近于矩形的 R 曲线。如将全部奇数高次谐波  $A_1$ 、 $A_3$ 、 $A_5$ ... $A_n$  迭加在一起，其结果将变为矩形。在图 39 所示的波长谱中，表示出了矩形波的高次谐波振幅。由该图可见，高次谐波  $A_5$ 、 $A_7$ 、 $A_9$ ... $A_n$  振幅是越来越小，为了便于理解，没有将它们画入图 38 中。对每种型式的疵点，曲线 U 各有特点。

从图 38 和图 39，可归纳出如下五个要点：

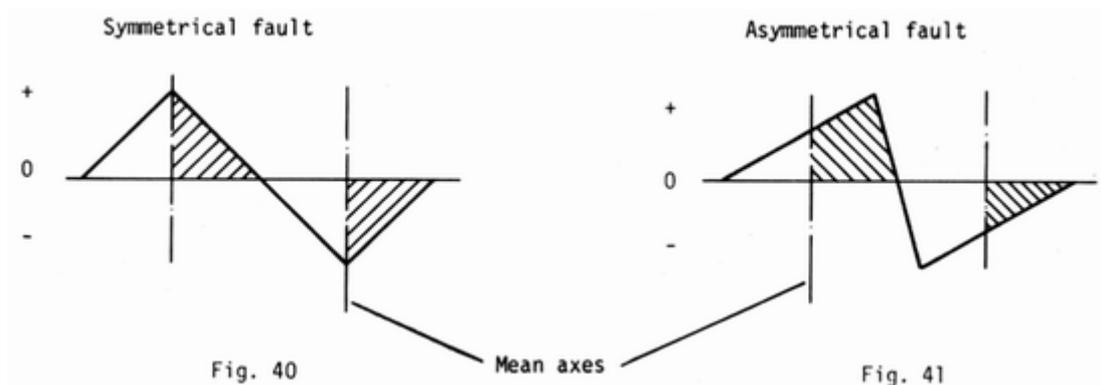
—如果纱条中的疵点是周期性但不是正弦波形，则除了基波之外尚有高次谐波，它们与基波成整数关系( $\lambda$ ， $\lambda/3$ ， $\lambda/5$ ， $\lambda/7$  等)。高次谐波能以其波长与基波成整数关系来判别，也就是说，任一谐波的波长乘以 2，3...n，必然等于基波波长。

—高次谐波的波长比基波短，因此在波长谱中可以发现，它们必然在基波的左侧。

—高次谐波振幅的“包迹”取决于疵点的形状。

—对称性的周期性疵点(图 40)只出现奇数谐波，属于这一类的疵点有矩形波疵点、三角波疵点等。

—非对称性的周期性疵点(图 41)同时出现奇数、偶数高位谐波，这类疵点包括锯齿形波、脉冲波疵点等。



在很多情况下，高次谐波的数量和大小提供了寻找疵点原因的一种方法，这将在下面说明

如果能设法回答如下问题，则关于波谱图上出现的一连串峰的解释就简单了。

—波谱图显示的是数个互相独立的周期性机械疵点吗？

—疵点恰好是周期性的呢，还是接近于周期性？

—有高次谐波吗？

—有奇、偶高次谐波吗？

—基波振幅是否小于某些高次谐波？

—哪一高次谐波振幅最大？

—在较短的波长方向上，高次谐波的振幅在幅度上减小有多快？

对称和非对称的周期性疵点：

我们已经知道非正弦然而是对称性的周期性疵点只包含有奇数高次谐波，而非对称的周期性疵点同时包含有奇数和偶数高次谐波。图 40 和图 41 表明如何确定对称和非对称之间的差异。

图中以三角波和锯齿波疵点加以比较来说明。

如图 40 所示，当正向和负向的阴影部分具有相同的形状和面积时，该疵点是对称性的。图 41 表示了一种不对称的排列，这里不难看出，两个阴影部分既没有相同的形状也没有相同的面积。

根据高次谐波寻找疵点产生的原因：

因为每一个周期性疵点具有一种代表性的高次谐波排列，因而在很多情况下，熟悉高次谐波及熟悉纺织工业上常发性机械疵点对寻找该种疵点产生的原因是有益的。下面简要介绍几种比较重要的疵点类型。

纱条中的周期性疵点及其种类：

图 42 给出了几种比较重要的疵点类型，每一类型都有一个例子，并指明在波谱图中呈现的是哪一种谐波。

No.	Type of fault	Fault shape	Wavelength spectrum of the periodic fault	Spectrogram of the yarn	Type of fault (Example)
1	Periodic fault having a sinusoidal course exhibits only the <u>fundamental wave</u> in the wavelength spectrum.		rel. Amplitude 1 0 Wavelength 8 cm		 Eccentrically-running front roller of a ring spinning machine.
2	Periodic fault having a symmetrical but non-sinusoidal course exhibits the <u>fundamental wave</u> and the <u>odd-numbered harmonics</u> .		rel. Amplitude 1 0 Wavelength 1.4 1.6 2.1 8 m		 Symmetrical yarn tension variation with reversal movement at the spinning package (synthetic filament yarn).
3	Periodic fault having an asymmetric and non-sinusoidal course exhibits the <u>fundamental wave</u> and both the <u>even and odd-numbered harmonics</u> .		rel. Amplitude 1 0 Wavelength 1.17 1.5 2 6 m		 Asymmetrical yarn tension variation with reversal movement at the spinning package (synthetic filament yarn).
4	Periodic, impulse-shaped fault with <u>positive and negative parts</u> exhibits the <u>fundamental wave</u> , and both the <u>even and odd-numbered harmonics</u> . The fundamental wave is, in this case, represented by a peak which is <u>smaller</u> than its harmonics.		rel. Amplitude 1 0 Wavelength 2 2.5 5.2 7 21 cm		 Dirt or dust in the rotor groove of the OE-spinning machine.
5	Periodic, impulse-shaped fault with <u>only positive or only negative parts</u> exhibits the <u>fundamental wave</u> as well as the <u>even and odd-numbered harmonics</u> . The fundamental wave has the <u>highest amplitude</u> but the amplitude of the first harmonics nearly reach the height of the fundamental wave.		rel. Amplitude 1 0 Wavelength 0.42 0.6 1 3 m		 Defective joint in the upper apron of a ring spinning machine.

第 1 类疵点实例(图 43)

环锭细纱机前罗拉偏心运转。罗拉直径为 2.54 厘米，罗拉周长= $\pi \times 2.54 \approx 8$  厘米，其它原因还有：牵伸箱中各种偏心或椭圆罗拉，梳棉机或梳毛机中回转件偏心，环锭细纱机、牵伸—加拈机锭子回转不平衡。

第 2 类疵点实例(图 44)

由于筒子的往复卷绕机构产生的对称性的纱线张力不匀，一次往复动程纱条长度为 8 米，其它原因还有：牵伸部件在传动中沾污或跳动。

第 3 类疵点实例(图 45)

由于纱线往复运动中往返运动的差异而产生不对称的纱线张力不匀，一次往复纱条长度为 6 米。

其它原因有：牵伸箱传动装置中沾污，罗拉包复物损伤。牵伸一加捻机上钢领板上升时纱线张力不匀，这类疵点常超出波谱图范围因而只能籍助不匀曲线图判断。

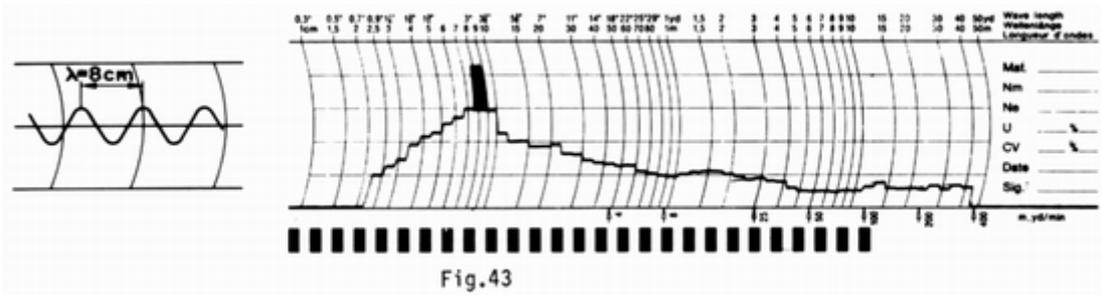


Fig.43

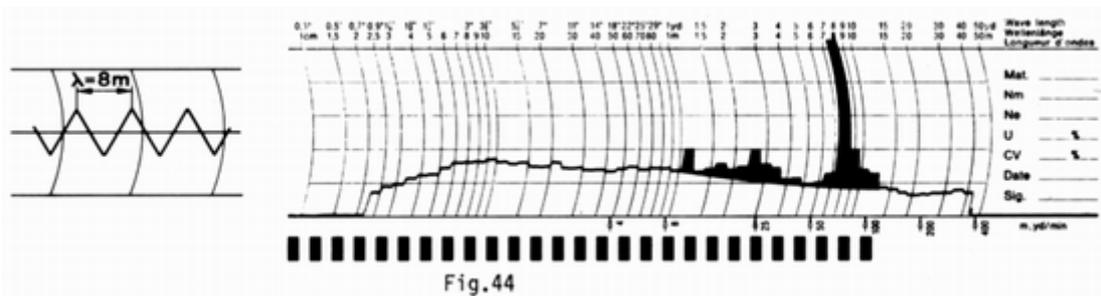


Fig.44

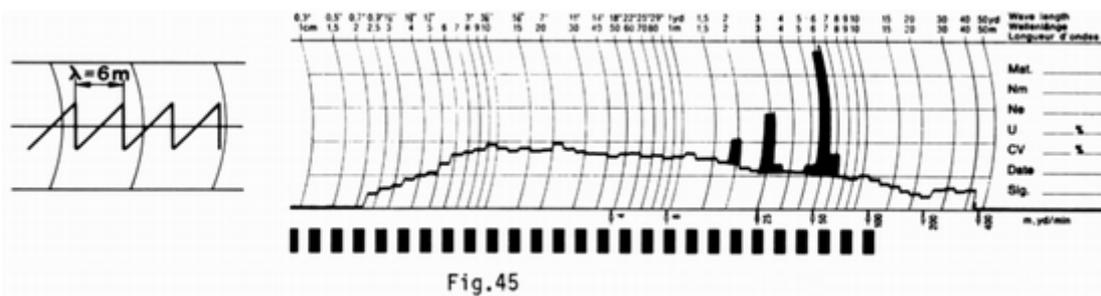


Fig.45

第 4 类疵点实例(图 46)

气流纺机的气流杯积聚微尘，在大多数情况下，由此产生一个周期性的细节，随后跟着一个粗节。这类疵点的基波振幅比其谐波振幅要小，例如若在波长 $\lambda/4$ 处振幅最大，则疵点长度约为疵点距离的 1/4，若在波长 $\lambda/8$ 处有最大振幅，则疵点长度约为疵点距离的 1/8 等等。按此可估计疵点长度。

其他原因还有：牵伸部件安装不良，传动带或皮圈有缺损或搭接不良，罗拉包覆物局部损坏。筒子(合纤长丝纱)往复机构的反向点跳动等。

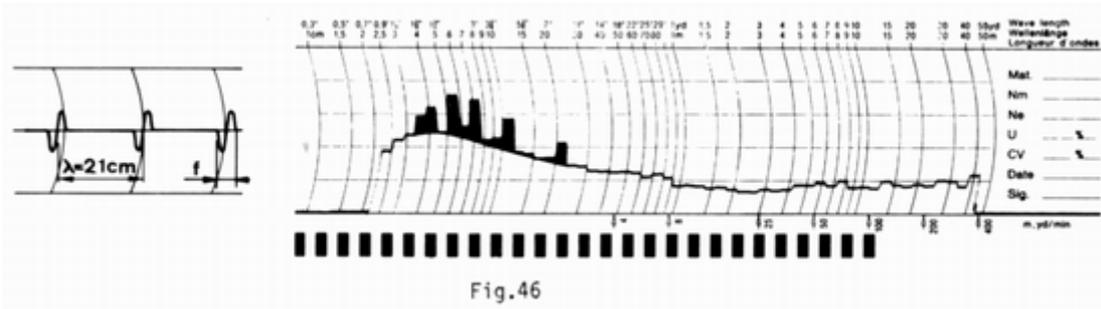


Fig.46

### 第 5 类疵点实例(图 47)

环锭细纱机上皮圈搭接不良。

皮圈长度=12 厘米，主牵伸倍数=25。

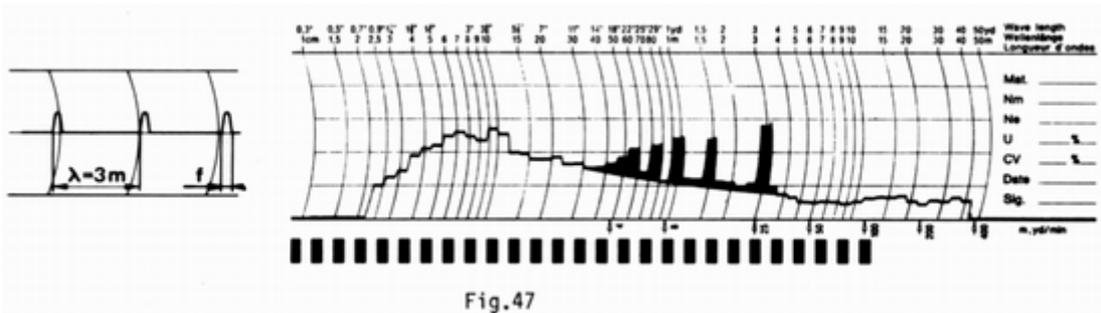


Fig.47

该类疵点的高次谐波振幅与第 4 类疵点不同。本类疵点的基波振幅总是最大。高次谐波的振幅在较短波长方向上下降比较缓慢，疵点长度  $f$  相对于疵点距离  $\lambda$  越小，下降越缓慢。例如，如疵点长度  $f$  为疵点距离的  $1/4$ ，那么  $\lambda/3$  谐波处的振幅为基波振幅的 30%，然而当疵点长度  $f$  仅为疵点距离的  $1/8$  时，那么  $\lambda/3$  谐波处的振幅大于基波振幅的 90%。其他原因还有：传动带损伤，精梳机棉网搭接不良，牵伸箱机架安装不良，梳棉机或梳毛机针布损伤等。

## 19、机械疵点在波谱图中的波长范围

### 19.1 牵伸箱中的不良部件对纱条的影响

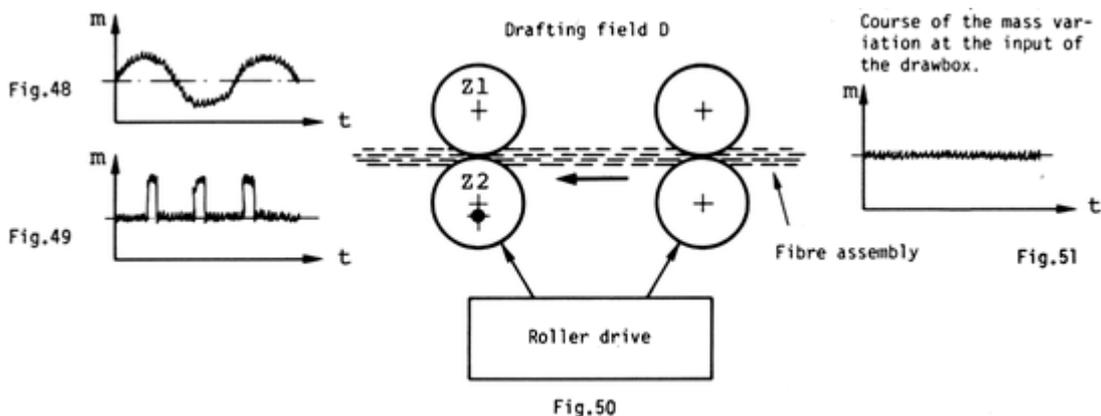


Fig.50

纺纱厂中的周期性疵点主要是由于牵伸箱中的偏心或椭圆罗拉、罗拉的传动件沾污或缺损或这些回转件的轴承磨损或损伤等原因造成的，此处所列举的各种原因导致相应的牵伸区牵伸不良，可用图 50 加以说明。

—牵伸箱中前罗拉  $Z_2$  偏心回转(图 50)使得  $Z_1$  和  $Z_2$  回转力不稳定并按正弦波变化。因而在牵伸区 D 内产生正弦形不良牵伸(图 48)。

—罗拉局部损伤产生短片段的不良牵伸，即使这种损伤只占罗拉整周的一小部分。在这种情况下，不良牵伸将不是正弦波形而是形成一个脉冲波形。(图 49)。

—牵伸箱传动装置中偏心运转的齿轮，在它们的中心距离达到最大值之前，在牵伸区中产生最小的牵伸，一旦越过最大中心距，罗拉便开始较快地回转。由此可以推断，偏心运转的齿轮也产生正弦波形的不良牵伸(图 48)。

—缺损的或沾污的齿轮以及缺损的齿轮轴承产生同一类型的不良牵伸，不同之处在于这种不良牵伸通常不是正弦形的。传动齿轮中一个牙齿缺损，只产生一个周期很短的不良牵伸，其周期与受损牙齿的啮合时间一致。同理，齿轮中齿间充满污物也会产生同样情况。(图 49)。

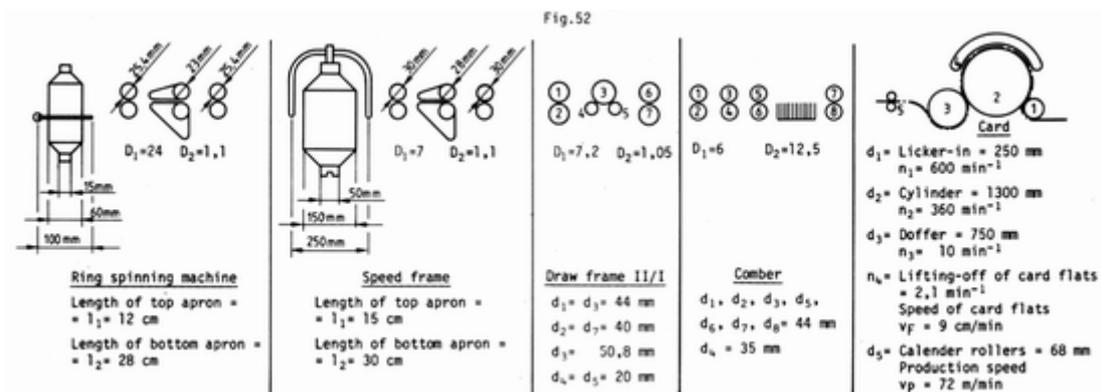
—针梳机梳针局部损伤、梳棉机及梳毛机针布的局部损坏产生非正弦脉冲波型不良牵伸(图 49)。

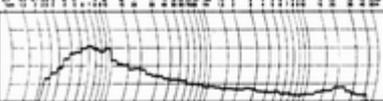
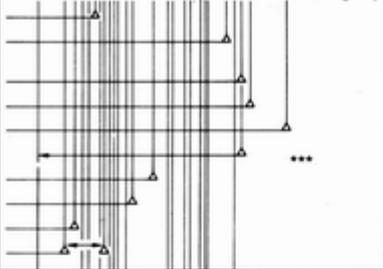
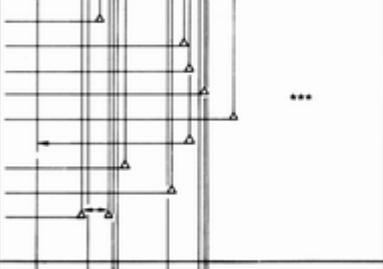
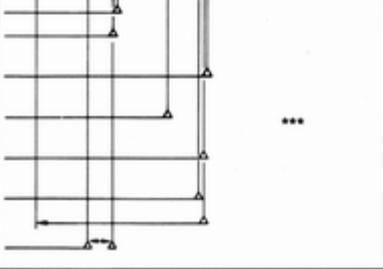
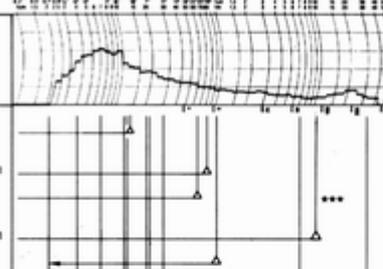
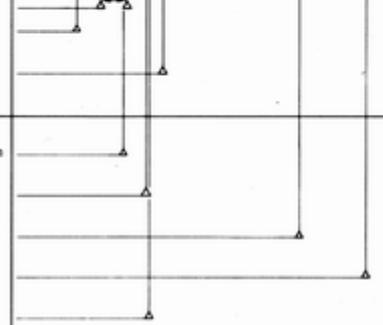
—牵伸箱中罗拉隔距不当以及加压架不正确导致牵伸波，牵伸波对波谱图的影响已在第 6.1 节中说明。

下面的例子取自于纺织工业的各个不同领域，它们表明最常发生的机械疵点位于波谱图上哪一波长范围，以及如何计算这些机械疵点的波长。

### 19.2 棉纺厂中机械性疵点的波长范围

下表所示为棉纺厂中各种周期性机械疵点波长范围的一个实例。牵伸配置如图 52 所示。



Machine	Source	Calculation of wavelength range		Fault category according to fig.42		
Ring spinning machine	Front roller	$\lambda_1 = d \cdot v = 2,54 \cdot v = 8 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller	$\lambda_2 = d \cdot v \cdot D_1 = 2,3 \cdot v \cdot 24 = 173 \text{ cm}$		1		
	Back roller	$\lambda_3 = d \cdot v \cdot D_{tot} = 2,54 \cdot v \cdot 26,4 = 211 \text{ cm}$		1/5		
	Top apron	$\lambda_4 = 1_1 \cdot D_1 = 12 \cdot 24 = 288 \text{ cm}$		4/5		
	Bottom apron	$\lambda_5 = 1_2 \cdot D_1 = 28 \cdot 24 = 672 \text{ cm}$		4/5		
	Drawbox drive	$\lambda_6 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5		
	Ring traveller	$\lambda_7 = d \cdot v = 10 \cdot v = 31 \text{ cm}$		1/4/5		
	Spindle (empty cop)	$\lambda_8 = d \cdot v = 6 \cdot v = 19 \text{ cm}$		1		
	Spindle (full cop)	$\lambda_9 = d \cdot v = 1,5 \cdot v = 5 \text{ cm}$		1		
	Drafting waves	$\lambda_{10} = 2,75 \cdot \bar{l} = 7 \text{ cm (4...10 cm)**}$		nearly periodic		
Speed frame	Front roller	$\lambda_1 = d \cdot v = 3 \cdot v = 9 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller	$\lambda_2 = d \cdot v \cdot D_1 = 2,8 \cdot v \cdot 7 = 62 \text{ cm}$		1		
	Back roller	$\lambda_3 = d \cdot v \cdot D_{tot} = 3 \cdot v \cdot 7,7 = 72,5 \text{ cm}$		1/5		
	Top apron	$\lambda_4 = 1_1 \cdot D_1 = 15 \cdot 7 = 105 \text{ cm}$		4/5		
	Bottom apron	$\lambda_5 = 1_2 \cdot D_1 = 30 \cdot 7 = 210 \text{ cm}$		4/5		
	Drawbox drive	$\lambda_6 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5		
	Spindle (empty cop)	$\lambda_7 = d \cdot v = 5 \cdot v = 16 \text{ cm}$		1		
	Spindle (full cop)	$\lambda_8 = d \cdot v = 15 \cdot v = 47 \text{ cm}$		1		
	Drafting waves	$\lambda_9 = 3,5 \cdot \bar{l} = 9 \text{ cm (6...12 cm)**}$		nearly periodic		
	Draw frame II/I	Front roller $d_1$		$\lambda_1 = d_1 \cdot v = 4,4 \cdot v = 14 \text{ cm}$		1/5
Front roller $d_2$		$\lambda_2 = d_2 \cdot v = 4 \cdot v = 13 \text{ cm}$	1/5			
Middle roller $d_3$		$\lambda_3 = d_3 \cdot v \cdot D_1 = 5,08 \cdot v \cdot 7,2 = 115 \text{ cm}$	1/5			
Middle roller $d_4, d_5$		$\lambda_{4,5} = d_{4,5} \cdot v \cdot D_1 = 2 \cdot v \cdot 7,2 = 45 \text{ cm}$	1/5			
Back roller $d_6$		$\lambda_6 = d_6 \cdot v \cdot D_{tot} = 4,4 \cdot v \cdot 7,56 = 104 \text{ cm}$	1/5			
Back roller $d_7$		$\lambda_7 = d_7 \cdot v \cdot D_{tot} = 4 \cdot v \cdot 7,56 = 94 \text{ cm}$	1/5			
Drawbox drive		$\lambda_8 = \text{shorter than } \lambda_6^*$	1/3/4/5			
Drafting waves		$\lambda_9 = 4 \cdot \bar{l} = 10 \text{ cm (7...13)**}$	nearly periodic			
Comber	Front roller $d_{1,2}$	$\lambda_{1,2} = d_{1,2} \cdot v = 4,4 \cdot v = 14 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller $d_{3,5,6}$	$\lambda_{3,5,6} = d_{3,5,6} \cdot v \cdot D_1 = 4,4 \cdot v \cdot 6 = 83 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller $d_4$	$\lambda_4 = d_4 \cdot v \cdot D_1 = 3,5 \cdot v \cdot 6 = 66 \text{ cm}$		1/5		
	Back roller $d_{7,8}$	$\lambda_{7,8} = d_{7,8} \cdot v \cdot D_{tot} = 4,4 \cdot v \cdot 7,5 = 104 \text{ cm}$		1/5		
	Drawbox drive	$\lambda_9 = \text{shorter than } \lambda_{7,8}^*$		1/3/4/5		
	Drafting waves	$\lambda_{10} = 4 \cdot \bar{l} = 10 \text{ cm (7...13)**}$		nearly periodic		
	Comber periodicity (before drawbox)	$\lambda_{11} = \text{ca. } 4 \text{ cm}$		1/4/5		
	Comber periodicity (after drawbox)	$\lambda_{12} = \lambda_{11} \cdot \text{tot} = 4 \cdot 7,5 = 30 \text{ cm}$		1/4/5		
	Card	Licker-in ****		$\lambda_1 = \frac{d_1 \cdot v \cdot v_p}{d_1 \cdot v \cdot n_1} = \frac{v_p}{n_1} = \frac{72}{600} = 0,12 \text{ m}$		1/4/5
		Cylinder ****		$\lambda_2 = \frac{d_2 \cdot v \cdot v_p}{d_2 \cdot v \cdot n_2} = \frac{v_p}{n_2} = \frac{72}{360} = 0,2 \text{ m}$		1/4/5
Doffer ****		$\lambda_3 = \frac{d_3 \cdot v \cdot v_p}{d_3 \cdot v \cdot n_3} = \frac{v_p}{n_3} = \frac{72}{10} = 7,2 \text{ m}$	1/4/5			
Card flats		$\lambda_4 = \frac{1 \cdot v_p}{1 \cdot n_4} = \frac{v_p}{n_4} = \frac{72}{2,1} = 34,3 \text{ m}$	3			
Calender rollers		$\lambda_5 = d_5 \cdot v = 6,8 \cdot v = 21,3 \text{ cm}$	1/5			

\*牵伸箱传动装置对质量变异的影响见第 15 节

\*\*牵伸波对波谱图的影响参见第 6 节，纤维平均长度  $\bar{l} = 25\text{mm}$

\*\*\*较长波长范围内的周期性疵点产生于前纺加工工序。

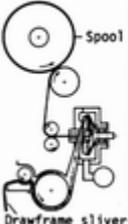
\*\*\*\*计算：有缺陷的机件的周长×牵伸倍数 =  $\frac{d \times \pi \times vp}{d \times \pi \times n}$

这种计算方法将在第 20 节中说明

气流纺加工过程中周期性疵点的波长范围

下表所示为气流纺纱加工过程中产生的周期性或近周期性疵点波长范围的一个实例。机器规格：

总牵伸  $D_{tot}=95$ ，气流杯直径= $d_1=6.5$  厘米。

Source	Calculation of wavelength range	Fault category according to fig.42
 <p>Contamination of rotor Opening roller (beater) Rotor drive</p>	$\lambda_1 = d_1 \cdot n = 6,5 \cdot \pi = 20 \text{ cm}$ $\lambda_2 = 40 \text{ cm} \dots 4 \text{ m}$ normally shorter than approx. 3 m	4 "Drafting waves" 1/3

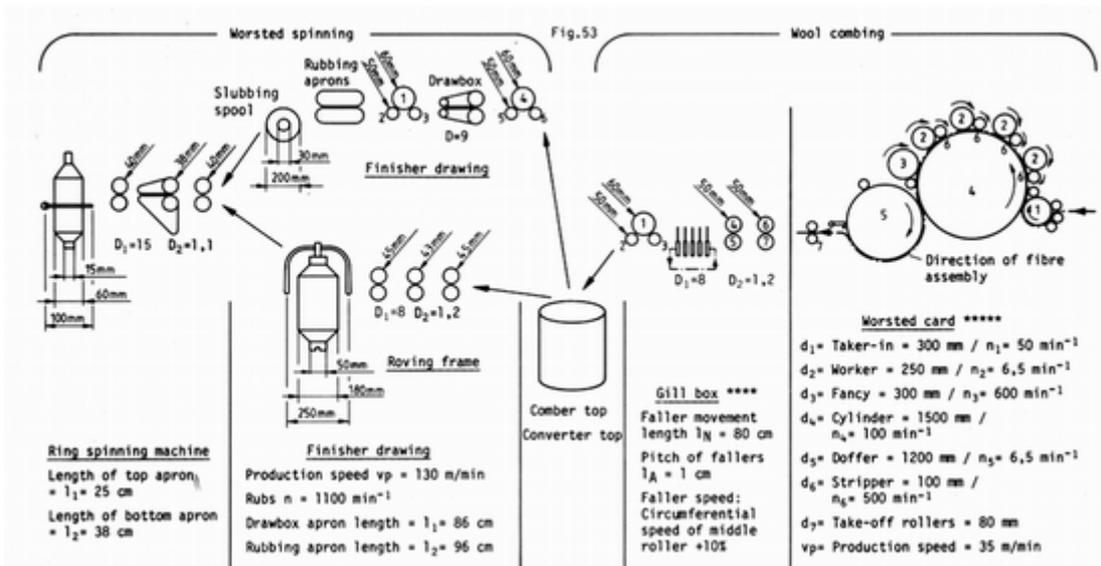
\*气流杯槽中积聚微尘(对于气流纺纱来说是最常见的)。

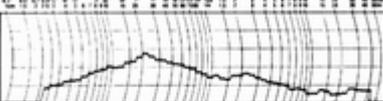
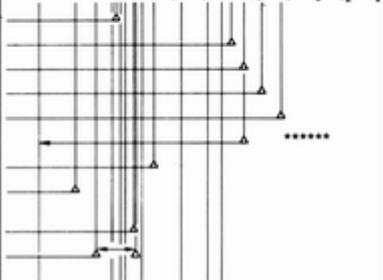
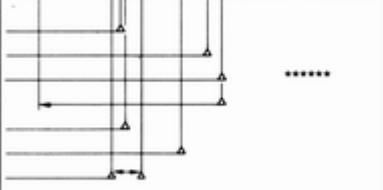
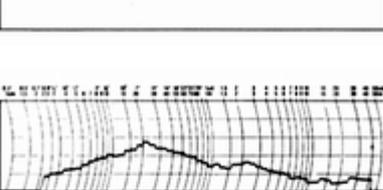
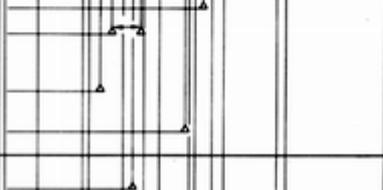
\*\*“牵伸波”是因开松辊包覆物磨损缺损或不适用造成。

\*\*\*较长波长范围的周期性疵点产生于前纺。

### 19.3 精梳毛纺厂中机械性疵点的波长范围

下表所示为精梳毛纺厂中各种可能产生的周期性机械疵点波长范围的一个实例，牵伸分配如图 53 所示。



Machine	Source	Calculation of wavelength range		Fault category according to fig.42		
Ring spinning machine	Front roller	$\lambda_1 = d \cdot n = 4 \cdot n \approx 13 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller	$\lambda_2 = d \cdot n \cdot D_1 = 3,8 \cdot n \cdot 15 = 179 \text{ cm}$		1		
	Back roller	$\lambda_3 = d \cdot n \cdot D_{tot} = 4 \cdot n \cdot 15 \cdot 1,1 = 207 \text{ cm}$		1/5		
	Top apron	$\lambda_4 = l_1 \cdot D_1 = 25 \cdot 15 = 375 \text{ cm}$		4/5		
	Bottom apron	$\lambda_5 = l_2 \cdot D_1 = 38 \cdot 15 = 570 \text{ cm}$		4/5		
	Drawbox drive	$\lambda_6 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5		
	Ring traveller	$\lambda_7 = d \cdot n = 10 \cdot n \approx 31 \text{ cm}$		1/4/5		
	Spindle (nearly empty cop)	$\lambda_8 = d \cdot n = 1,5 \cdot n \approx 5 \text{ cm}$		1		
	Spindle (full cop)	$\lambda_9 = d \cdot n = 6 \cdot n \approx 19 \text{ cm}$		1		
	Drafting waves	$\lambda_{10} = 2,75 \cdot \bar{l} = 14 \text{ cm (8...20 cm)**}$		practically periodic		
Roving frame	Front roller	$\lambda_1 = d \cdot n = 4,5 \cdot n = 14 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller	$\lambda_2 = d \cdot n \cdot D_1 = 4,3 \cdot n \cdot 8 = 108 \text{ cm}$		1		
	Back roller	$\lambda_3 = d \cdot n \cdot D_{tot} = 4,5 \cdot n \cdot 8 \cdot 1,2 = 136 \text{ cm}$		1/5		
	Drawbox drive	$\lambda_4 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5		
	Spindle (empty cop)	$\lambda_5 = d \cdot n = 5 \cdot n = 16 \text{ cm}$		1		
	Spindle (full cop)	$\lambda_6 = d \cdot n = 18 \cdot n = 57 \text{ cm}$		1		
	Drafting waves	$\lambda_7 = 3,5 \cdot \bar{l} = 18 \text{ cm (12...24 cm)**}$		practically periodic		
Finisher drawing	Front roller $d_1$	$\lambda_1 = d_1 \cdot n = 6 \cdot n = 19 \text{ cm}$		1/5		
	Middle roller $d_{2,3}$	$\lambda_2 = d_{2,3} \cdot n = 5 \cdot n = 16 \text{ cm}$		1/5		
	Back roller $d_4$	$\lambda_3 = d_4 \cdot n \cdot D = 6 \cdot n \cdot 9 = 170 \text{ cm}$		1/5		
	Back roller $d_{5,6}$	$\lambda_4 = d_{5,6} \cdot n \cdot D = 5 \cdot n \cdot 9 = 141 \text{ cm}$		1/5		
	Drawbox drive	$\lambda_5 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5		
	Drawbox drive apron $l_1$	$\lambda_6 = l_1 \cdot D = 86 \cdot 9 = 774 \text{ cm}$		4/5		
	Stroke of rubbing aprons	$\lambda_7 = \frac{VP}{n} = \frac{130}{1100} = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$		1/2/3		
	Rubbing apron	$\lambda_8 = l_2 = 96 \text{ cm}$		4/5		
	Drafting waves	$\lambda_9 = 3,5 \cdot \bar{l} = 18 \text{ cm (12...24 cm)**}$		practically periodic		
	Finisher spool (nearly empty package)	$\lambda_{10} = d \cdot n = 3 \cdot n = 9 \text{ cm}$		1		
	Finisher spool (full package)	$\lambda_{11} = d \cdot n = 20 \cdot n = 63 \text{ cm}$		1		
	Gill box	Front roller $d_1$		$\lambda_1 = d_1 \cdot n = 6 \cdot n = 19 \text{ cm}$		1/5
		Front roller $d_{2,3}$		$\lambda_2 = d_{2,3} \cdot n = 5 \cdot n = 16 \text{ cm}$		1/5
Middle roller $d_{4,5}$		$\lambda_3 = d_{4,5} \cdot n \cdot D_1 = 5 \cdot n \cdot 8 = 126 \text{ cm}$	1/5			
Back roller $d_{6,7}$		$\lambda_4 = d_{6,7} \cdot n \cdot D_{tot} = 5 \cdot n \cdot 8 \cdot 1,2 = 151 \text{ cm}$	1/5			
Cylinder drive		$\lambda_5 = \text{shorter than } \lambda_4^*$	1/3/4/5			
Gills		$\lambda_6 = l_{A...N} \cdot n \cdot D \cdot l_N = 1...80...640 \text{ cm}$	to some part periodic / t some part nearly periodic			
Gill drive		$\lambda_7 = \text{shorter than } l_N$	1/4/5			
Worsted card	Taker-in ***	$\lambda_1 = \frac{d_1 \cdot n \cdot VP}{d_1 \cdot n \cdot n_1} = \frac{VP}{n_1} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ m}$		1/4/5		
	Worker ***	$\lambda_2 = \frac{d_2 \cdot n \cdot VP}{d_2 \cdot n \cdot n_2} = \frac{VP}{n_2} = \frac{35}{6,5} = 5,38 \text{ m}$		1/4/5		
	Fancy ***	$\lambda_3 = \frac{d_3 \cdot n \cdot VP}{d_3 \cdot n \cdot n_3} = \frac{VP}{n_3} = \frac{35}{600} = 0,06 \text{ m}$		1/4/5		
	Cylinder ***	$\lambda_4 = \frac{d_4 \cdot n \cdot VP}{d_4 \cdot n \cdot n_4} = \frac{VP}{n_4} = \frac{35}{100} = 0,35 \text{ m}$		1/4/5		
	Doffer ***	$\lambda_5 = \frac{d_5 \cdot n \cdot VP}{d_5 \cdot n \cdot n_5} = \frac{VP}{n_5} = \frac{35}{6,5} = 5,38 \text{ m}$		1/4/5		
	Stripper ***	$\lambda_6 = \frac{d_6 \cdot n \cdot VP}{d_6 \cdot n \cdot n_6} = \frac{VP}{n_6} = \frac{35}{500} = 0,07 \text{ m}$		1/4/5		
	Take-off rollers	$\lambda_7 = d_7 \cdot n = 8 \cdot n = 25 \text{ cm}$		1/5		

\*牵伸箱传动装置对质量变异的影响见第 15 节

\*\* “牵伸波”对波谱图的影响参见第 6 节，纤维平均长度  $\bar{l} = 50$  毫米

\*\*\* 计算，有缺损的部件的周长×牵伸倍数 =  $\frac{d \times \pi \times vp}{d \times \pi \times n}$ ，

这种计算方法将在第 20 节中说明

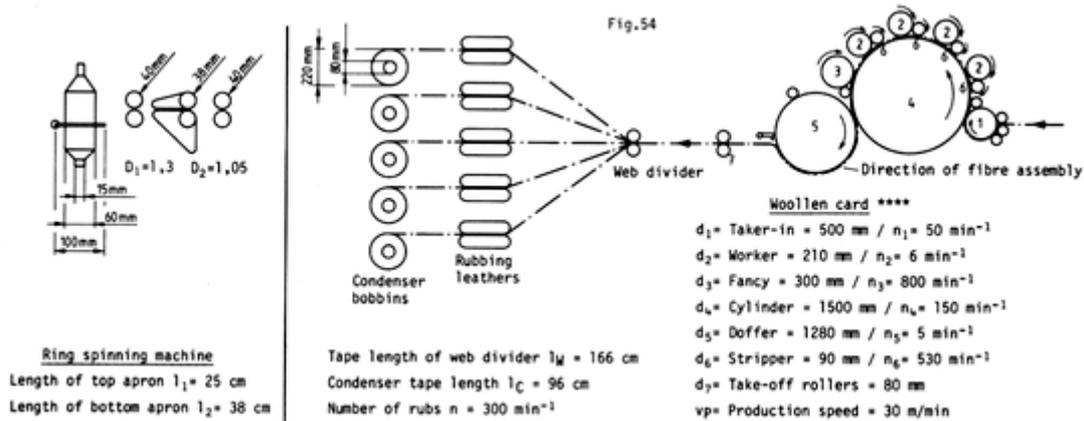
\*\*\*\* 一般连续配置两台或更多台的针梳机。

\*\*\*\*\* 一般连续配置多于一台梳毛机，损伤部件的位置越在后部，周期性质量变异的强度将因以后加工过程的作用而愈减小。

\*\*\*\*\* 较长波长范围内的周期性疵点产生于前纺工序

#### 19.4 粗梳毛纺厂中机械性疵点的波长范围

下表所示为粗梳毛纺厂中各种周期性机械疵点波长范围的一个实例。牵伸分配如图 54 所示。



\*牵伸箱传动装置对质量变异的影响见第 15 节

\*\* “牵伸波”对波谱图的影响参见第 6 节，纤维平均长度  $\bar{l} = 50$  毫米

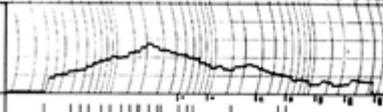
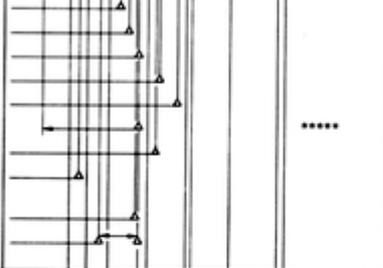
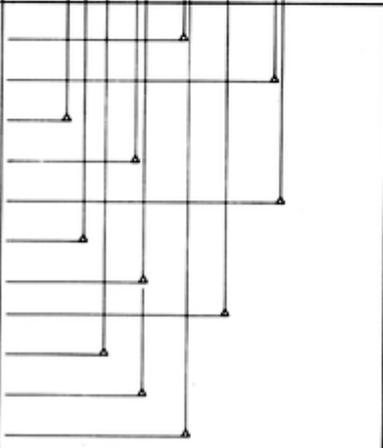
\*\*\* 计算，有缺损的部件的周长×牵伸倍数 =  $\frac{d \times \pi \times vp}{d \times \pi \times n}$ ，

这种计算方法将在第 20 节中说明

\*\*\*\* 一般连续配置两台或更多台的针梳机。

\*\*\*\*\* 通常连续配置多于一台粗梳毛机，损伤部件的位置越在后部，周期性质量变异的强度将因以后加工过程的作用而愈减小。

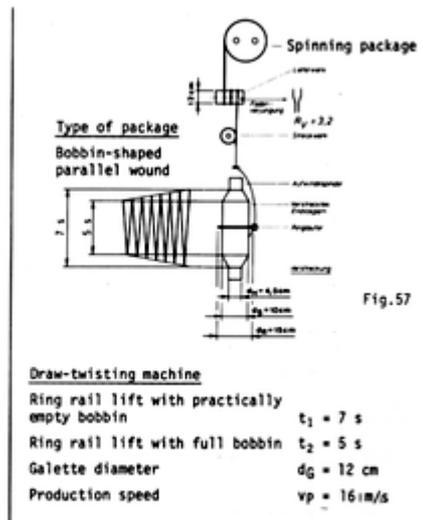
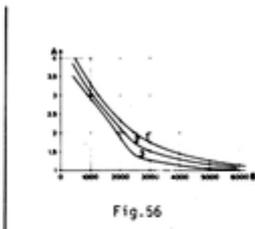
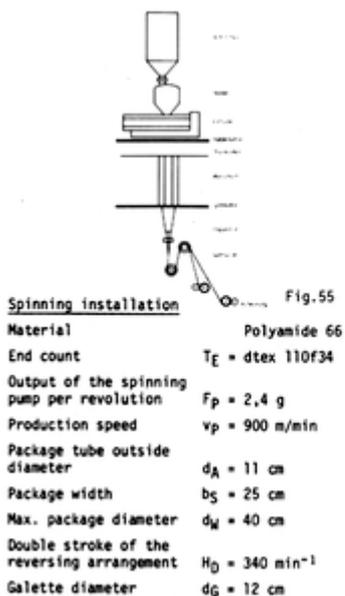
\*\*\*\*\* 较长波长范围内的周期性疵点产生于前纺工序

Machine	Source	Calculation of wavelength range		Fault category according to fig.42
Ring spinning machine	Front roller	$\lambda_1 = d_{10} = 4 \cdot \pi = 13 \text{ cm}$		1/5
	Middle roller	$\lambda_2 = d_{10} \cdot D_1 = 3,8 \cdot \pi \cdot 1,3 = 16 \text{ cm}$		1
	Back roller	$\lambda_3 = d_{10} \cdot D_{102} = 4 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 1,05 = 18 \text{ cm}$		1/5
	Top apron	$\lambda_4 = l_1 \cdot D_1 = 25 \cdot 1,3 = 33 \text{ cm}$		4/5
	Bottom apron	$\lambda_5 = l_2 \cdot D_1 = 38 \cdot 1,3 = 49 \text{ cm}$		4/5
	Drawbox drive	$\lambda_6 = \text{shorter than } \lambda_3^*$		1/3/4/5
	Ring traveller	$\lambda_7 = d_{10} = 10 \cdot \pi = 31 \text{ cm}$		1
	Spindle (empty cop)	$\lambda_8 = d_{10} = 1,5 \cdot \pi = 5 \text{ cm}$		1
	Spindle (full cop)	$\lambda_9 = d_{10} = 6 \cdot \pi = 19 \text{ cm}$		1/4/5
	Drafting waves	$\lambda_{10} = 2,75 \cdot T \approx 14 \text{ cm (8...20 cm)**}$		practically periodic
Woolen card	Taker-in ***	$\lambda_1 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_1} = \frac{\text{VP}}{n_1} = \frac{30}{50} = 0,6 \text{ m}$		1/4/5
	Worker ***	$\lambda_2 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_2} = \frac{\text{VP}}{n_2} = \frac{30}{6} = 5 \text{ m}$		1/4/5
	Fancy ***	$\lambda_3 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_3} = \frac{\text{VP}}{n_3} = \frac{30}{800} = 0,04 \text{ m}$		1/4/5
	Cylinder ***	$\lambda_4 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_4} = \frac{\text{VP}}{n_4} = \frac{30}{150} = 0,2 \text{ m}$		1/4/5
	Doffer ***	$\lambda_5 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_5} = \frac{\text{VP}}{n_5} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m}$		1/4/5
	Stripper ***	$\lambda_6 = \frac{d_{10} \cdot \pi \cdot \text{VP}}{d_{10} \cdot \pi \cdot n_6} = \frac{\text{VP}}{n_6} = \frac{30}{530} = 0,06 \text{ m}$		1/4/5
	Take-off rollers	$\lambda_7 = d_{10} \cdot \pi = 8 \cdot \pi = 25 \text{ cm}$		1/5
	Web divider (defective tape)	$\lambda_8 = l_W = 166 \text{ cm}$		2/3/4/5
	Stroke of rubbing leathers (faulty drafting)	$\lambda_9 = \frac{\text{VP}}{n} = \frac{30}{300} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$		1/2/3
	Condenser bobbin (nearly empty)	$\lambda_{10} = d_{10} = 8 \cdot \pi = 25 \text{ cm}$		1
	Condenser bobbin (full bobbin)	$\lambda_{11} = d_{10} = 22 \cdot \pi = 69 \text{ cm}$		1

19.5 合纤长丝工厂中机械性疵点的波长范围

普通熔融纺装置中周期性和近周期性疵点的来源：

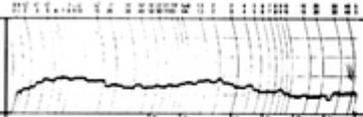
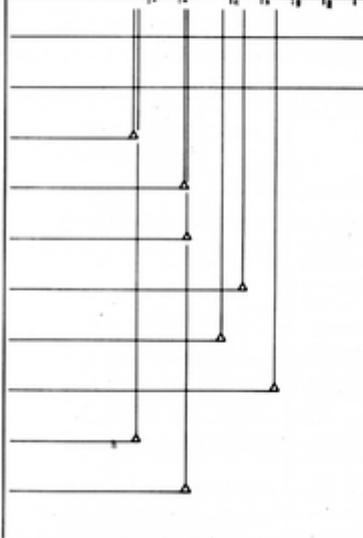
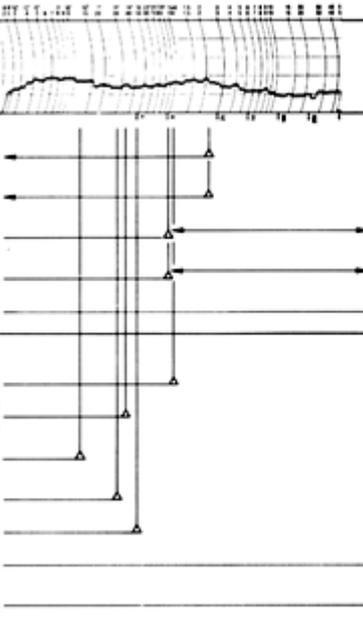
下表所示为合纤长丝工厂中周期性机械疵点波长范围的一个实例。机械规格如图 55, 56, 57 所示。



拉伸一加捻机所需的最终牵伸(图 56) $R_v = 3.2$

未牵伸筒子纱支数  $T = Rv \times T_n = 3.2 \times 110 = 352$  分特克斯。

每分钟所需挤出的材料数量  $F_{tot} = \frac{T \times Vp}{1000} = \frac{35.2 \times 900}{1000} = 31.68$  克

	Source	Calculation of wavelength range		Fault category according to fig.42
Spinning Installation	Spinning pump period (spinning package)	$\lambda_1 = \frac{vp \cdot Fp}{F_{tot}} = \frac{900 \cdot 2.4}{31.68} = 68.18 \text{ m}$		3/4/5
	Spinning pump period (drawn bobbin)	$\lambda_2 = Rv \cdot \lambda_1 = 3.2 \cdot 68.18 = 218.2 \text{ m}$		3/4/5
	Eccentric spinning package (nearly empty)	$\lambda_3 = d_A \cdot \pi = 11 \cdot 3.14 = 34.5 \text{ cm}$		1
	Same fault measured at the drawn bobbin	$\lambda_4 = Rv \cdot \lambda_3 = 3.2 \cdot 34.5 = 110.5 \text{ cm}$		1
	Eccentric spinning package (full)	$\lambda_5 = d_M \cdot \pi = 40 \cdot 3.14 = 125.6 \text{ cm}$		1
	Same fault measured at the drawn bobbin	$\lambda_6 = Rv \cdot \lambda_5 = 3.2 \cdot 125.6 = 402 \text{ cm}$		1
	Reversals measured at the spinning package	$\lambda_7 = \frac{vp}{HQ} = \frac{900}{340} = 2.65 \text{ m}$		2/4/5
	Reversals measured at the drawn bobbin	$\lambda_8 = Rv \cdot \lambda_7 = 3.2 \cdot 2.65 = 8.48 \text{ m}$		2/4/5
	Galette eccentricity (spinning package)	$\lambda_9 = dG \cdot \pi = 12 \cdot 3.14 = 37.7 \text{ cm}$		1
	Galette eccentricity (drawn bobbin)	$\lambda_{10} = Rv \cdot \lambda_9 = 3.2 \cdot 37.7 = 120.6 \text{ cm}$		1
Spinning Installation	Gearing of the drive shaft	normally shorter than $\lambda_7$ *		1/3/4/5
	Gearing of the spinning package shaft	normally shorter than $\lambda_7$ *		1/3/4/5
	Turbulence after the spinneret extrusion	normally between 1...100 m		practically periodic
	Turbulence due to the cooling air	normally between 1...100 m		practically periodic
	Extruder	normally more than 1000 m **		1/3 ***
	Draw-twisting machine	Galette eccentricity, upper galette		$\lambda_1 = dG \cdot \pi \cdot Rv = 12 \cdot 3.14 \cdot 3.2 = 120.6 \text{ cm}$
Galette eccentricity, lower galette		$\lambda_2 = dG \cdot \pi = 12 \cdot 3.14 = 37.7 \text{ cm}$	1	
Spindle eccentricity (nearly empty bobbin)		$\lambda_3 = dM \cdot \pi = 4.5 \cdot 3.14 = 14.1 \text{ cm}$	1	
Spindle eccentricity with a full bobbin		$\lambda_4 = dS \cdot \pi = 10 \cdot 3.14 = 31.4 \text{ cm}$	1	
Ring traveller defect		$\lambda_5 = dR \cdot \pi = 15 \cdot 3.14 = 47.1 \text{ cm}$	1/3/5	
Ring rail periodicity (nearly empty bobbin)		$\lambda_6 = t_1 \cdot vp = 7 \cdot 16 = 112 \text{ m}$	3	
Ring rail periodicity with a full bobbin		$\lambda_7 = t_2 \cdot vp = 5 \cdot 16 = 80 \text{ m}$	3	

高速纺周期性和近周期性疵点的来源:

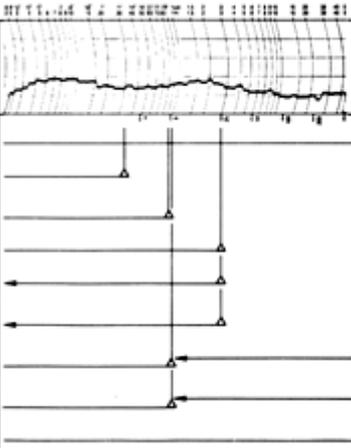
材料 聚酯

最终支数  $Tz = dtex50f20$

生产速度  $Vn = 4500$  米

筒管外径  $d_A = 11$  厘米

筒管宽度                      bs=20 厘米  
 筒管最大直径                ds=30 厘米  
 纺丝泵每周输出量        V=5 厘米<sup>3</sup>  
 密度                            ρ=1.346 克/厘米  
 导丝装置往复次数        Hb=1450 次/分  
 变形机上所需的最终牵伸(图 56)Rv=1.4

Source	Calculation of wavelength range		Fault category according to fig.42
High speed spinning installation			
Spinning pump period	$\lambda_1 = \frac{v_p \cdot F_p}{F_{tot}} = \frac{4500 \cdot 6,73}{31,5} = 961 \text{ m}$		1/3
Eccentric spinning package (nearly empty)	$\lambda_2 = d_A \cdot r = 11 \cdot 3,14 = 34,5 \text{ cm}$		1
Eccentric spinning package (full)	$\lambda_3 = d_S \cdot r = 30 \cdot 3,14 = 94,2 \text{ cm}$		1
Reversing arrangement	$\lambda_4 = \frac{v_p}{H_0} = \frac{4500}{1450} = 3,10 \text{ m}$		2/3/4
Gearing of the drive shaft	normally shorter than $\lambda_4$ *		1/3/4/5
Gearing of the spinning package shaft	normally shorter than $\lambda_4$ *		1/3/4/5
Turbulence after the spinneret extrusion	normally between 1...100 m		practically periodic
Turbulence due to the cooling air	normally between 1...100 m		practically periodic
Extruder	normally more than 1000 m **		1/3 ***

\* 精确计算需有传动图

\*\* 藉助于筒子内部的连续测量

\*\*\* 根据疵点的原因, 此处也可能显现近周期性疵点

预定向丝的支数  $T=R, \cdot \text{丁} E=1. 4 \cdot 50; 70$  分特克斯: 7 特克斯

每分钟所需挤出的材料  $F, \text{ot}=\text{襟}=\text{磊萨}=31. 5$  克

纺丝泵每转输出量  $F, =P. V=1. 346 \cdot 5=6. 73$  克

## 20、根据生产速度和回转速度计算带有周期性质量变异的故障源

在本章第 11~17 节中, 提供了一些寻找周期性质量变异的来源的方法。然而对某些机器, 其故障最好利用生产速度和回转速度进行测算。

下面以梳棉机作为例子, 说明这类周期性疵点是如何计算的。

按照本章第 14 节中所作的说明, 进行如下的运算。已知周期性疵点的波长等于有损伤的回转件的周长乘以牵伸倍数, 故有:

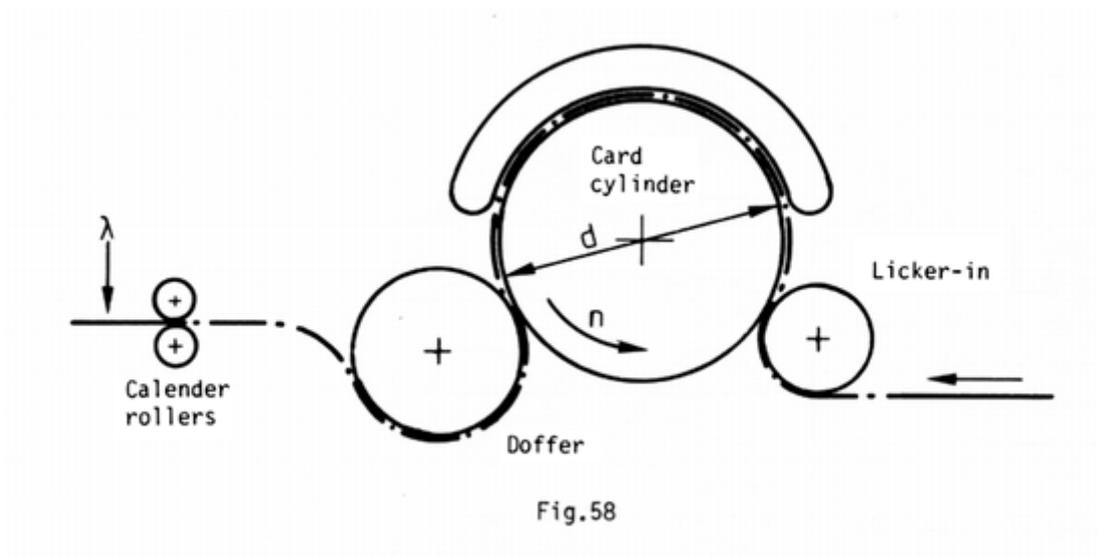
$$\lambda = \text{周长} \times \text{牵伸倍数} = \frac{\text{d} \times \pi}{\text{周长}} \times \frac{\text{Vp}}{\text{d} \times \pi \times \text{n}} = \frac{\text{d} \times \pi \times \text{Vp}}{\text{d} \times \pi \times \text{n}} = \frac{\text{Vp}}{\text{n}}$$

$\lambda$ =梳棉机输出处周期性疵点的波长(米)

$d$ =有缺陷的回转件的直径(米)

$V_p$ =生产速度(米/分)

$n$ =有缺陷的部件的回转速度(转/分)



因此，如果已知有缺陷的部件的回转速度  $n$  和生产速度  $V_p$ ，则由此而造成的疵点的波长  $\lambda$  可直接计算：

$$\lambda = \frac{V_p}{n}$$

例：

针布有局部损伤的梳棉机锡林的转速为 400 转/分，生产速度为 92 米/分，问因梳棉机锡林产生的生条周期性质量变异的波长为多少？

$$\lambda = \frac{V_p}{n} = \frac{92}{400} = 0.23 \text{米}$$

这种计算方法特别适用于梳棉机或梳毛机，因为对这种机器来说，回转速度和生产速度要比牵伸倍数易得。

这里所说明的计算方法也适用于 19.2、19.3 和 19.4 节中所述及的例子。

实际运用时，最常遇到的情况是借助于波谱图和生产速度来确定机械故障。运用下面公式，可计算出有缺陷的机件回转速度。

$$n = \frac{V_p}{\lambda}$$

$n$ =有缺陷机件的回转速度(转/分)

$\lambda$ =机台输出处疵点的波长(米)

$V_p$ =生产速度(米/分)

## 21、纱条中波长相同或接近相同的两个或多个周期性质量变异

### 21.1 纱条中数个波长相同的周期性质量变异的情况

在纺纱厂内，有一些加工过程是将两根或更多根质量变异波长相同或接近的纱条并合为单根纱条，下面举几个例子。

—疵点周期相同的两根或多根纱加捻成股线。

—由一台运转不良的梳棉机生产的两根或更多根条子在同一台并条机上并合。

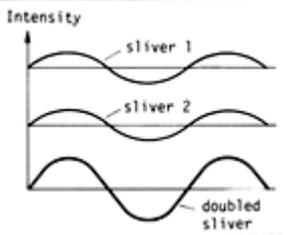
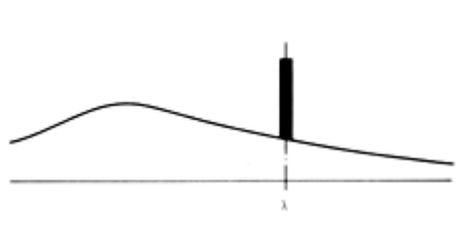
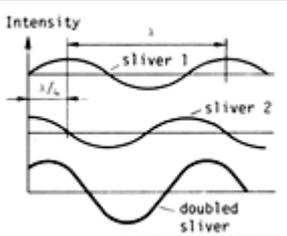
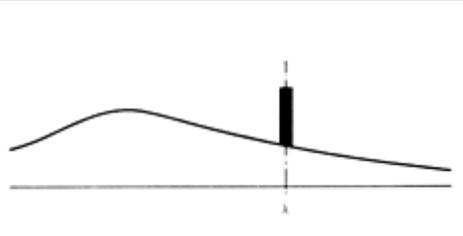
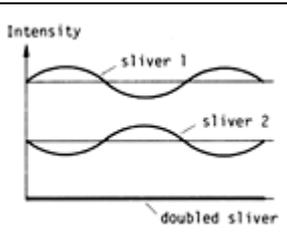
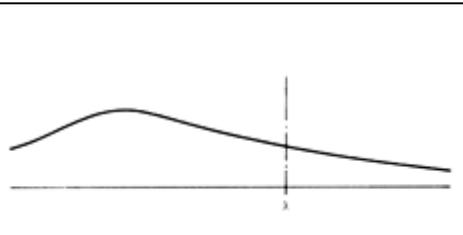
—由一台运转不良的并条机生产的两根或更多根条子在下道并条机上并合。

—由一台运转不良的精梳机生产的两根或多根条子在同一台并条机上进一步加工。

—由一台运转不良的精纺梳毛机生产的两根或数根条子最后在同一台针梳机上并合。

### 21.2 波谱图对数个正弦波形质量变异并合后的反映

让我们研究一下具有正弦形质量变异的两根条子被并合后的如下三种情况以及这些变异在并合条子中的效果。

序号	疵点类型	带有周期性疵点条子的相对位置	波谱图
1	两根带有周期性正弦波形疵点的条子并合后，各根条子的粗段或细段的位置恰好互相对应		
2	两根带有周期性正弦波形疵点的条子并合后，其粗段和细段移位 $\lambda/4$		
	两根带有周期性正弦波形疵点的条子并合后，一根条子粗段恰好与另一根条子细段相对应		

—基于测量头提供的电信号，波谱仪不可能确定所测的是一根还是数根纱条。在

图 59-1 中，合成的周期性质量变异仍为正弦波形，但幅度增加一倍，合成条子的质量也加了一倍，因而波谱仪在波长入处显示的一个周期性疵点，其强度和波长与单根条子相同。

—在图 59-2 中，波谱仪再次显示一个波长为入的周期性疵点。合成的质量变异还是正弦波形的，但其强度则小于图 59-1。

—在图 59-3 中，周期性质量变异互相抵销，波谱图没有反映周期性疵点。当然两根条子质量变异互相抵销的可能性是很小的。

在各种情况下，波谱仪都能给出正确反映，不管并合与否都能显示出正确的波长。

所述的三种情况对于非正弦形质量变异也是适合的，但必须考虑可能有高次谐波的发生关于脉冲波形疵点将在下一节中单独讨论。

### 21.3 波谱图对脉冲波形疵点的反映

图 60 中的三种状态考虑的是具有相同波长的脉冲波形质量变异的两根条子。

这些例子考虑的是重复发生的短粗节。短粗节间的距离为 $\lambda$ 。

序号	疵点类型	带有周期性疵点条子的相对位置	波谱图
4	两根带有周期性脉冲波形疵点的条子并合后，其周期性粗节恰好一一对应		
5	两根带有周期性脉冲波形疵点的条子并合后，周期性粗节之间移位 $\lambda/8$		
6	两根带有周期性脉冲波形疵点的条子并合后，周期性粗节之间移位 $\lambda/2$		

—在图 60-4 中，合成的质量变异幅度增加一倍。条子质量也增加了一倍，而波谱图反应的基波和所有奇、偶次谐波都与波长为 $\lambda$ 的单根条子的一样。

—在图 60-5 中，合成的质量变异具有双脉冲波形式，在这种状态下，波谱图也表

示出波长 $\lambda$ 处的基波和奇、偶次谐波。和图 60-4 不同的是波谱图上的峰稍低。

—在图 60-6 中，合成的质量变异，其波长为单根条子波长之半。在这种状态下，波谱图显示出 $\lambda/2$  处的一个基波及 $\lambda/4$ 、 $\lambda/6$ 、 $\lambda/8$  等处的谐波。如果用此波谱图寻找疵点原因则可能得出不正确的结果，但发生这种状态的可能性是相当小的。

由于这种状态反映在成品上将是一种距离为 $\lambda/2$  的疵点(对于条子，这一距离还得乘以以后的牵伸倍数)因而通过波谱图来预测该种纱条对机织物或针织物的有害影响还是正确的。

#### 21.4 波谱图对波长稍有不同的两个周期性疵点的反映

例如在一台运转不良的并条机上输出的两根条子在进入条桶以后及在喂入贰道并条机以后，可能显示有周期性疵点，而这些疵点只是波长稍有不同。这种差异可能由于进入条桶的圈条半径不同或条桶装得太满或当条子从条桶拉出时的不良牵伸等造成。这可能引起第 16 节中所说明的由于机械振动造成的那种波浪。图 61-7 表示波长差异为 $\lambda_1/30$  的两根条子(图解表示)：

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \frac{\lambda_1}{30}$$

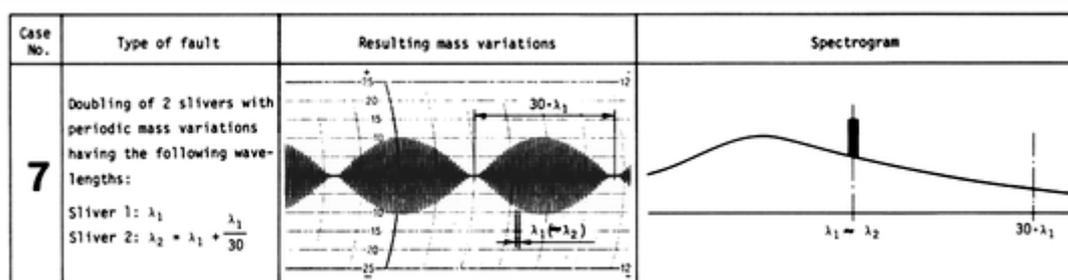


Fig.61

在图 61-7 中，波谱图上的峰呈现在波长 $\lambda_1(\approx\lambda_2)$ 处。该峰的高度是与在  $30\times\lambda_1$  的长度上测得的周期性疵点的强度成比例的。波长  $30\times\lambda_1$  的周期性疵点的正弦形“包迹”没有真正的周期性，因此确切说来，在波谱图上是不记录的。

结论：

\*并合不是消除周期性疵点的有效方法，正如图 59、60、61 中的 1 至 7 所表明，仅在特殊场合下才可能消除。在大多数情况下，最好也只是减小周期性疵点。

\*波谱仪并不因为纱条中存在两个周期性质量变异而受到影响，它反映了正确的波长。仅在图 60-6 中有可能得出关于疵点原因的不正确的解释，但对织物外观的预测还是正确的。

\*呈现在波谱图上的峰的高度也是疵点在机织物或针织物上严重程度的度量(更详细的说明参看第 9 节)。

这里所考虑的是以两根条子做为基础的，对于双股线，也可做出同样的考虑。

## 22、周期性疵点对 U 或 CV 值的影响

因牵伸箱中纤维导向机件不良而产生的周期性质量不匀对 U 或 CV 值的影响可加以计算。

如一个偏心的上罗拉产生如下的附加不匀：

$$\Delta CV = 0.707 * (D - 1) \frac{2e}{d_t} \times \frac{d_t}{d_t + d_b}$$

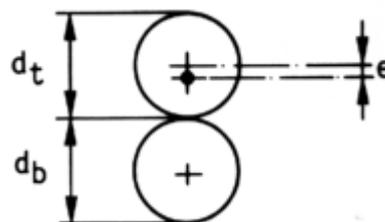
$\Delta CV$  = 因上罗拉偏心而产生的变异系数

D = 牵伸倍数

e = 偏心距

$d_t$  = 上罗拉直径

$d_b$  = 下罗拉直径



用同样的方式，下罗拉的影响也可以计算

$$\Delta CV = 0.707 * \left[ 1 + (D - 1) \times \frac{d_b}{d_t + d_b} \right] \times \frac{2e}{d_b}$$

周期性疵点的  $\Delta ACV$  量与纱条的不匀率必须以平方相加。这种计算方法已在第二章第 7.6 节中叙述过了。

$$CV_{TOT} = \sqrt{CV^2 + \Delta CV^2} **$$

例 1:

无周期性疵点的 100% 羊毛精纺纱, Nm35, 变异系数 CV 为 14.5%, 如果前罗拉(上罗拉)偏心为 0.5%, 问 CV 值增加多少? 已知上罗拉直径  $d_t$ , 和下罗拉直径  $d_b = 40\text{mm}$ , 牵伸倍数  $D = 17$ 。

$$\Delta CV = 0.707(D - 1) \frac{2e}{d_t} \times \frac{d_t}{d_t + d_b} = 0.707 \times 16 \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{2} = 0.057$$

偏心对 CV 值的影响，以百分比表示为  $\Delta CV = 5.7\%$ 。

总不匀率：

$$CV_{TOT} = \sqrt{CV^2 + \Delta CV^2} = \sqrt{14.5^2 + 5.7^2} = 15.58\%$$

因此偏心对总不匀率的影响为  $15.58 - 14.5 = 1.08\%$

结论:

\*周期性质量变异的影响与牵伸倍数成正比。

\*由于部分不匀率是以平方相加,因而周期性疵点对短纤维纱总不匀率的影响是不太重要的。

\*但是对于前纺制品(条子、粗纱)以及合纤长丝来说,因它们不匀率低,故周期性疵点对纱条或长丝的影响,如以百分率来表示还是较高的。

\*此处所做的计算适用于正弦波形周期性疵点(轴或罗拉的偏心)。相同振幅的脉冲波形疵点(罗拉局部损伤)对 U 或 CV 值的影响则比较小。

\* 对于 U—计算器,系数为 0.637。

\*\* 对于 U—计算也以同法计算。

## 第五章 支数变异的计算(平均值系数 AF)

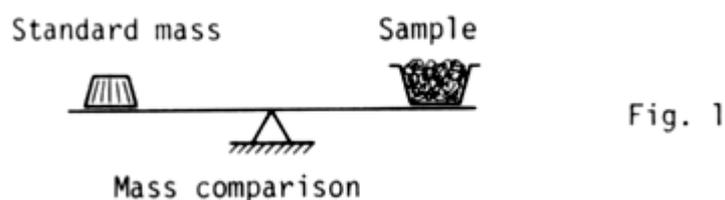
### 1、测定支数的电容法和称重法的比较

#### 1.1. 称重法

目前测定支数的一种方法是摇取规定长度的纱线、粗纱或条子，然后称重，按照所需的支数单位制用所取的试样的长度和质量计算支数。这种测量方法的基本原理基于质量的对比(图 1)。

这种测量方法与目前的标准是一致的。

例：



从同一批纱中取出 100 个纱管进行试验，图 2 给出了公制支数的频率分布曲线：

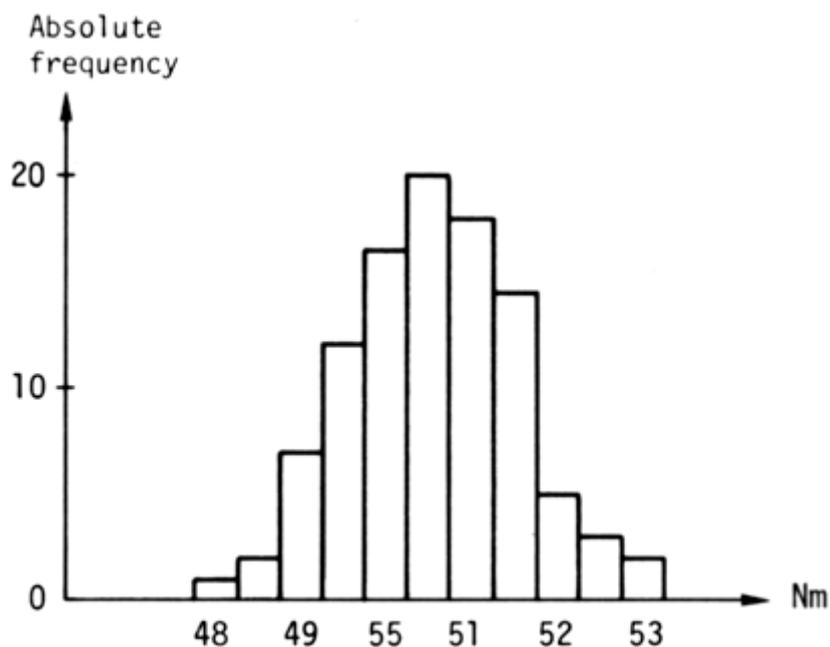


Fig. 2

平均值：  $X = Nm50.29$

变异系数：  $CV = 0.02$

平均值置信区间： $Q95\% = \pm 0.20$

在这个例子中，取 100 个纱管是为了与 II 型条干均匀度仪做出的分布结果进行比较，在实际情况下通常只需取少量的纱管进行试验。

### 1.2 II 型条干均匀度仪的电容测试法

II 型条干均匀度仪在每次测试后打印出的数据中包括平均值系数 AF 值，此值与被测试样品的平均支数成比例关系，对应于一系列测试中首管试样开始时的支数， $AF = 100$ 。如果第二个样品的支数低于首管开始时支数值的 5%，则在第二次测量结束时，将打印出  $AF=95$ ，只有在相同材料和同一个加工阶段时 AF 值的对比才有意义。

电容测量原理建立在测量槽内的纤维质量与测量装置的输出信号之间存在着线性关系这一基础上。

图 3 代表 5 只管纱质量的差异和相应的 AF 值。其试样长度(“切割长度”)相等于试样速度×求值时间。例如：试样速度=400 米/分，求值时间=2.5 分钟，那么试样长度=400×2.5=1000 米。

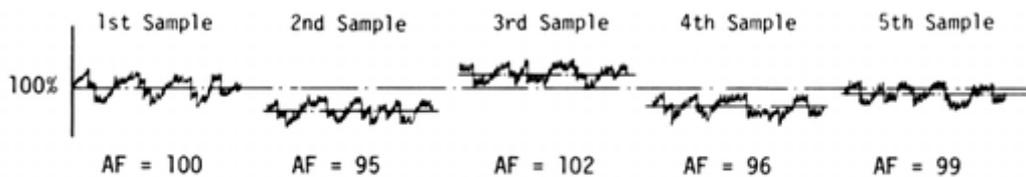


Fig. 3

这种测量方法可以首先考虑使用于以下场合：

- 用于试验长度与常用标准不一致的支数变异的测定。
- 用于粗纱和条子的支数变异的试验及用于由于材料的体积关系因而试验长度不能用一般的称重仪进行测试的那些试验。

—用于确定变异—长度曲线上的切割长度在 40 米和 4000 米之间的点，这些点在条干均匀度仪上用一般的方法不能测得。

—在合成纤维工业中用于检验卷装内部纱线的支数变异，可用 II C 型的“管内

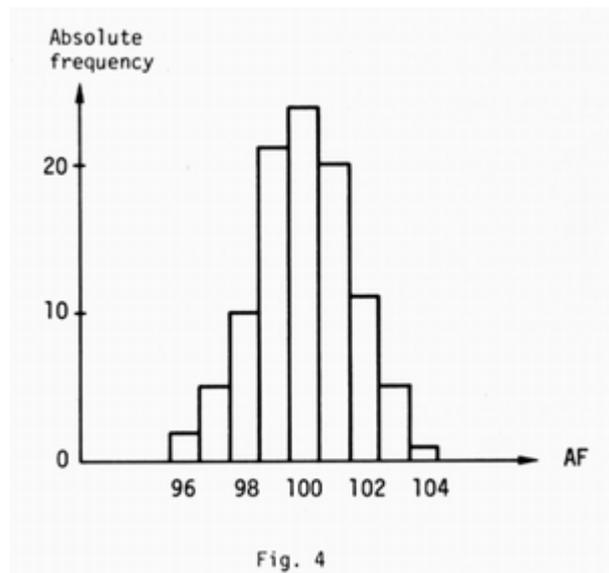


Fig. 4

自动测试”进行试验，这样就能研究在长周期内纺纱的全过程。

例：

从同一批纱中取出 100 管 Nm50 的精梳棉纱进行试验，每管试验长度为 400 米，平均值系数(AF)的频率分布曲线见图 4。

图 4 表明该批纱在试样长度为 4000 米时，其平均支数的偏差约为±4%。

### 1.3 两种方法的比较

项 目	重 量 法	电 容 法
支数制	Nm(米制支数); Nec(棉纺英制支数) New(毛纺英制支数); Tex(特克斯) dtex(分特克斯); g/m(克/米); den(旦尼尔); grains/yd(格林/码); g/m <sup>2</sup> (克/米 <sup>2</sup> ); grains/Sq.yd(格林/码 <sup>2</sup> )	AF(平均值系数)
测定方法	按一般标准试验方法	非一般标准试验法*
测试地点	纺织实验室	纺织实验室
摇纱	需要	不需要
影响精度的因素	一摇下的样品长度(摇纱时的纱线张力, 弹性、纱框直径的精度等) 一含湿量	一测试期间纤维材料的变异 一测试期间含湿量的变化
测量范围的限制	一根据测试材料的体积(图 5) 一根据天平的测量范围(图 5)	由于材料速度和求值时间的限制而引起的测量范围的限制较小

电容法的测量范围及与称重法测量范围的比较见图 5。

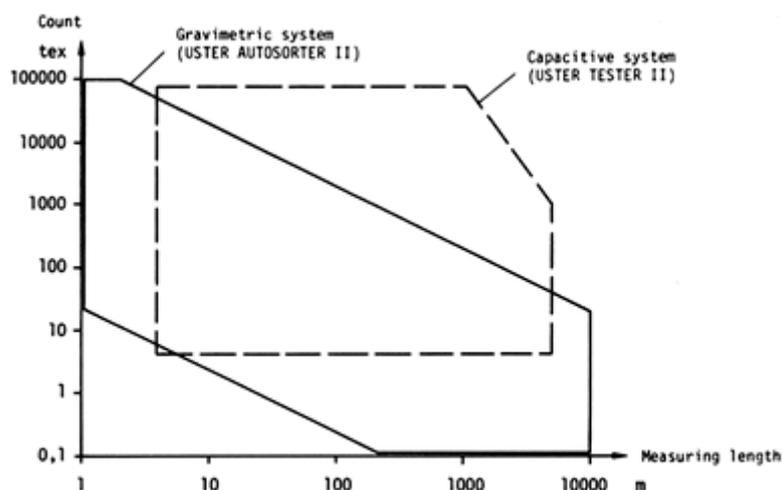


Fig. 5

对于电容法，测量范围受最大试样速度和求值时间的限制，同样还受到测量槽所允许的最大和最小允许数的限制。

在直接进行比较时，该考虑不同的“切割长度”对重量法而言，应考虑天平的测量范围和测量精度及最大允许测量长度和材料的体积。

#### 1.4 关于试验仪器的技术问题

采用 II 型条干均匀度仪能够进行纤维条支数的比较，此时采用下述二种平均值调整方法：

—手调

—首管自调

“手调”位置可以设定任意试验次数，而“首管自调”最多只能提供 10 次测试，因为在 10 次以后，连续测量将自动中断。

## 2、平均值系数 AF 的定义

### 2.1 不同卷装间的平均值系数

在着手一个系列试验时，都要在首管开始对平均值  $X_0$ 。进行手动或自动调节，调节的材料长度相应于 8 秒钟的运行时间。 $X_0$  值就作为以后一系列试验的基准值，按 100 计。当第一次测量完成后，得一平均值  $\bar{X}_1$  (图 6)，当整个测定值比较平稳时，AF 值接近 100。反之，AF 值的波动也较大。平均值系数 AF 值可按下式定义：

$$AF_1 = \bar{X}_1 (\%)$$

$AF_1$  = 被测样品长度对于基准支数  $X_0$  的相对支数。

$\bar{X}_1$  = 整个测量时间内计算所得的相对支数。

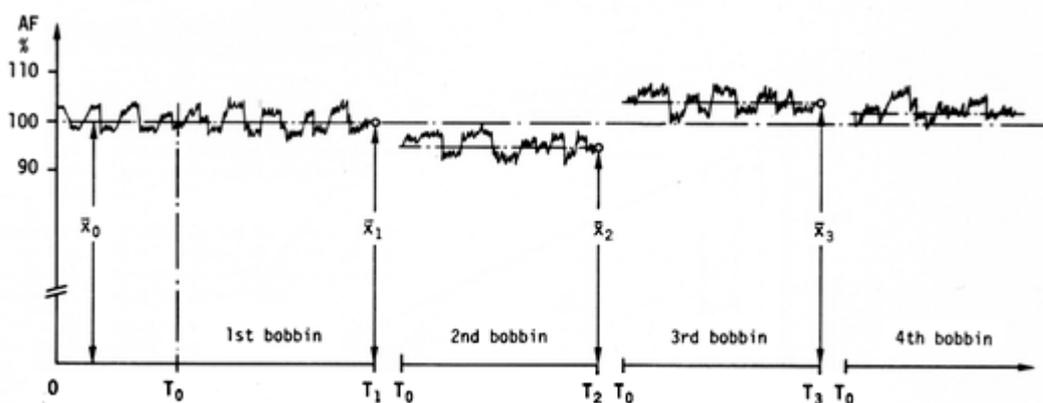


Fig. 6

图 6 清楚地表明平均值系数 AF 的定义。

$X_0$  = 系列测试开始时所调定的平均值

$X_1 \dots X_0$  = 整个测量时间内求得的平均值

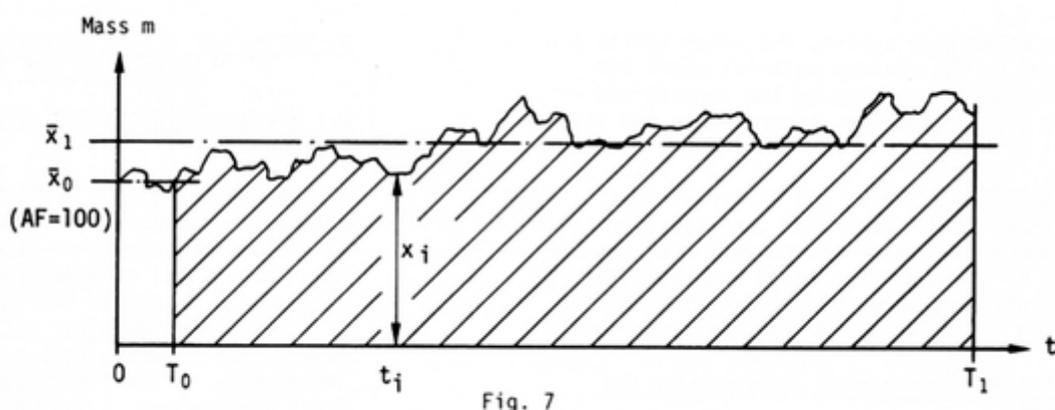
$T_0$  = 每次测试时的起始点

$T_1 \dots T_0$  = 每次测试的结束点

$0 \dots T_0$  测量开始的 8 秒钟，在此时间内确立 AF 值为 100。

在第二次测量结束时，平均值系数  $AF_2 = \bar{X}_2$ ，第三次测量结束时  $AF_3 = \bar{X}_3$ ，以此类推。

## 2.2 计算方法的图解表示(图 7)



$X_0$  = 测量开始时的平均值，在这段  $0 \sim T_0$  时间内，AF 值系数为 100。

$X_1$  = 整个测量期间的平均值。

$T_0$  = 求值时间起始点。

$X_i$  = 时间  $t_i$  时质量的瞬时值。

$T_1$  = 求值时间结束点。

计算器连续计算  $T_0 \sim T_1$  之间阴影的面积 A，然后除以求值时间  $T_1 \sim T_0$ 。根据图 7 可以得出平均值  $\bar{X}$  和平均值系数 AF 的定义式：

$$\bar{X} = \frac{A}{T_1 - T_0} \quad \text{或} \quad AF_1 = \frac{A}{T_1 - T_0}$$

## 2.3 计算方法的数学表示

按下式计算平均值系数 AF 值：

$$AF_1 = \bar{X}_1 = \frac{1}{T_1 - T_0} \int_{T_0}^{T_1} x dt (\%)$$

符号含义见 2.2 节

## 2.4 测量在一个卷装内部的平均值系数 AF

AF 值对确定卷装内部的支数变异是很有帮助的，特别是容量大的筒子(例如合纤长丝)，在整个长度上支数变异也较大，仅在每管或每筒上做一次测试是不足以确定这种变异的。

## 2.5 实例

牵伸丝筒管之间的支数变异：

在测定合成纤维纱线的条干均匀度时，取 100 只纱管做试验，利用 AF 值就可确定各管之间的支数变异。

材 料：	聚酰胺 66
支 数：	dtex22f7z
纱线速度：	400 米/分
刻度范围：	$\pm 12.5\%$
图纸速度：	2.5 厘米/分
求值时间：	1 分
平均值调整：	手动

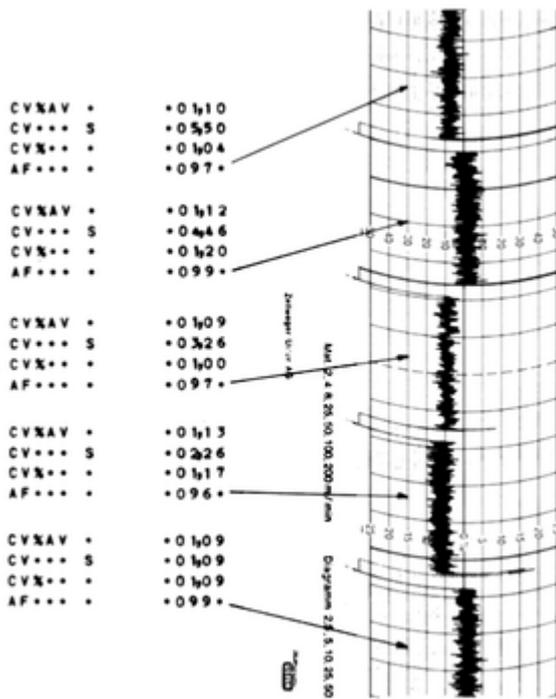


Fig. 8

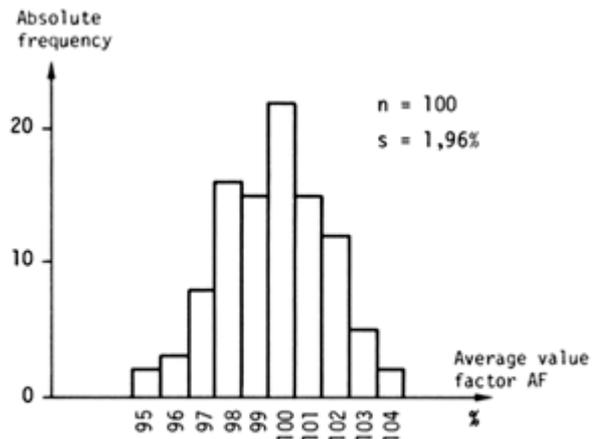


Fig. 9

图 8 为该系列测量的部分情况，由于试验是以刻度范围 $\pm 12.5\%$ 做出的，因而从图中很容易看出变化的趋势。

100 只管纱(棉纱)的支数变异：

一组 Nm68 精梳棉管纱， $n=100$ ，测定每管的 AF 值。图 9 表示以直方图形式收集的分组数据，从该图可以看出这种纱的支数变异可望落于约 $\pm 5\%$ 范围内。

试样速度：400 米/分，求值时间 1 分，每次测试的材料长度：400 米。

试验方法：平均值调整置于手调位置，AF 值的直方图形式还提供了两种或多种的纱线或因它们的加工方法不同所造成的支数变异的比较。

AF 在一个卷装内的支数变异(图 10)：

为了比较环锭纱和气流纱的支数变异，分别在环锭纱管和气流纺筒子上进行测试。

环锭纱：Nm68；气流纺纱：Nm20；每次测量的纱线长度：100 米；测量次数： $n=100$ ；测试类型：手调平均值。

在作试验时，为了获得必要的 10000 米纱线的比较长度，所需的二管环锭纱必须取自同一纱锭。

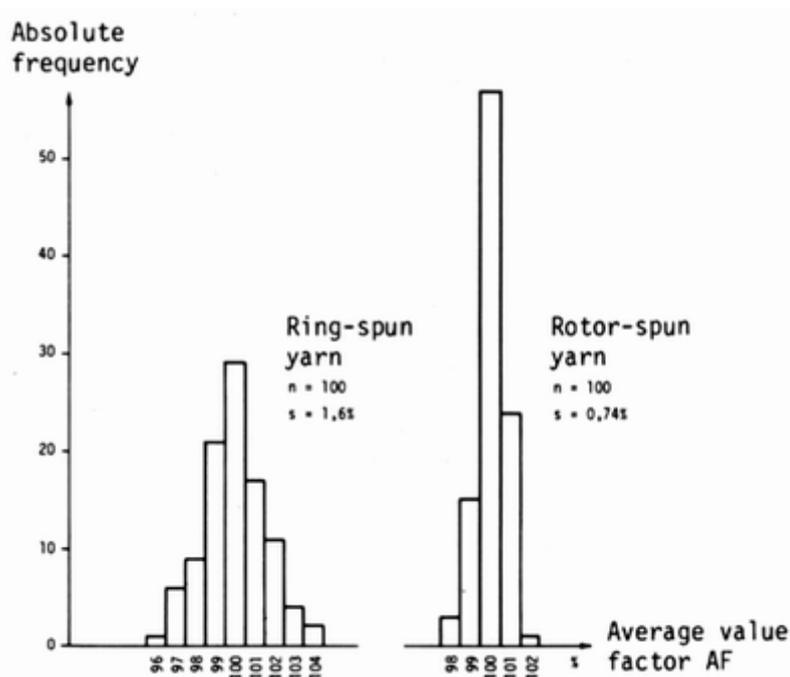


Fig.10

上述二图表明，对于卷装内支数变异，AF 值提供了一种较为理想的评价方法。

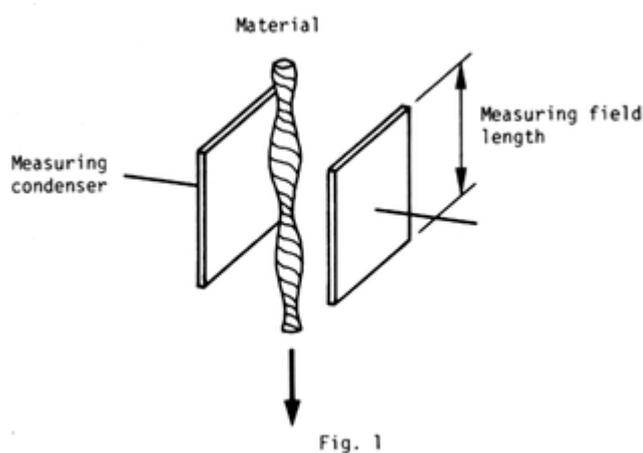
## 第六章 测量场长度的影响及抑制试验和片段试验

### 1、测量场长度对测量纱条短片段不匀的影响

#### 1.1 测量场长度

在用条干均匀度仪测试纱条时，根据材料的支数和它所取自的加工阶段，把材料放入电容量不同的测量槽中进行检测，不匀曲线图上能记录的质量变异的最短长度主要取决于测量场的长度。而测量场的长度是由测量电容器极板形成的(图 1)。

测量场的长度越短，被记录的质量变异的波长也就越短。然而由于设计和稳定性等方面的原因，测量场长度不可能做得像人们所希望的那样短。I 型、II 型条干均匀度仪的测量场长度如表一所示。



所测定和显示的处在测量极板间质量的平均值是由测量场的最小长度决定的。短于测量场长度的纱条质量变异不可能按它的实际数量显示，所显示的质量变异是按一定关系减小的值。

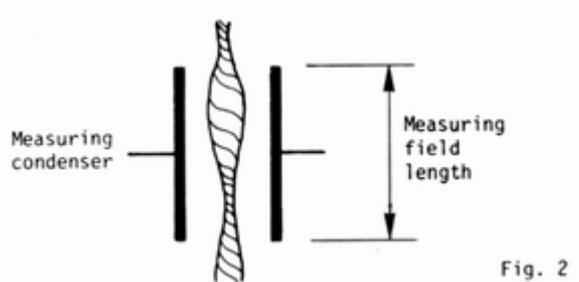
条子 MS1	20 毫米
条子 MS2	12 毫米
粗纱 MS3	8 毫米
纱线 MS4 和 5	8 毫米
合纤长丝纱	17 毫米

MS=测量槽

#### 1.2 测量场长度对短片段周期性变异的影响

一根具有周期性不匀的纱线，其不匀波长等于测量场长度(图 2)。

为简化起见，假定这种周期性不匀是正弦波形式，即在测量场长度范围内该纱线质量的增加等于其质量的减少。这种不匀是不可能用均匀度仪检测出来，这是因



为偏离平均质量的正负偏差互相抵销的缘故。但是如果这种周期性不匀的波长稍长于或稍短于测量场长度，那么将产生一个信号，此信号的大小照物理学定律取决于波长和测量场长度间的关系。从图 3 中可以看到所指示的不匀振幅相对于实际不匀的百分比。

图 3 所考虑的是单纯的正弦波形的周期不匀，当然在纱条中这种形式的不匀是很少发生的，但因为每种周期性疵点都可以分解成一系列的正弦波，因此允许做这种假定。

例：

具有波长 $\lambda_F = 5$  厘米的周期性不匀的并条条子放在测量场长度为 20 毫米的测量槽内测试，运用正常型试验，则在记录仪图中显现的振幅仅为实际振幅的 75%。

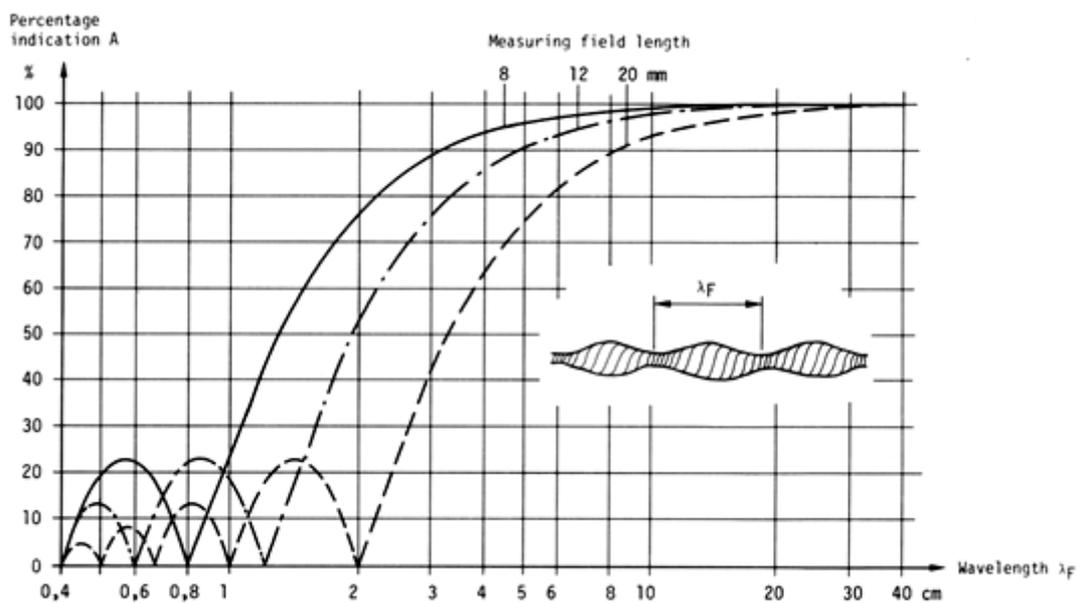


Fig. 3

### 1.3 测量场长度对纱条中随机性纱疵的影响

如果一个随机性疵点通过任一规定长度的测量槽时(图 4)，则只有当疵点的长度大于 10 厘米时，仪器才能记录下它的全部振幅值(图 5)

只有当测量场的长度即所谓“检测长度”远小于疵点长度时，均匀度仪才可能指示出此疵点的全部振幅，这就意味着只有当疵点达到或超过一定的长度时，条干均匀度仪才能记录下它们实际大小(图 5)，

如果我们再次使用接近于正弦波形的假定，那么

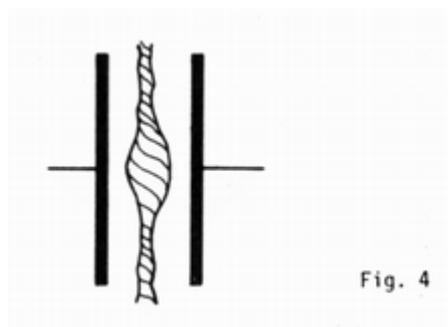


Fig. 4

可以再次提供关于疵点长度的相对指示值(百分率)。

例：

在测量场长度为 20 毫米的测量槽中测试棉条，当棉条上的粗节为 2 厘米时，从图 5 可以看出，只有实际值的 62% 能被记录下来。

正如上述二图所表明，纱条中短片段周期性疵点和随机性疵点并不是按照它们的实际大小而是按照它们的波长或疵点长度而被记录下来的，然而根据实际经验知道，疵点长度短于图 5 偶发性短疵点(接近正弦波形)相对指示值，2 厘米的正负质量偏差在纺织工业中是不常发生的。

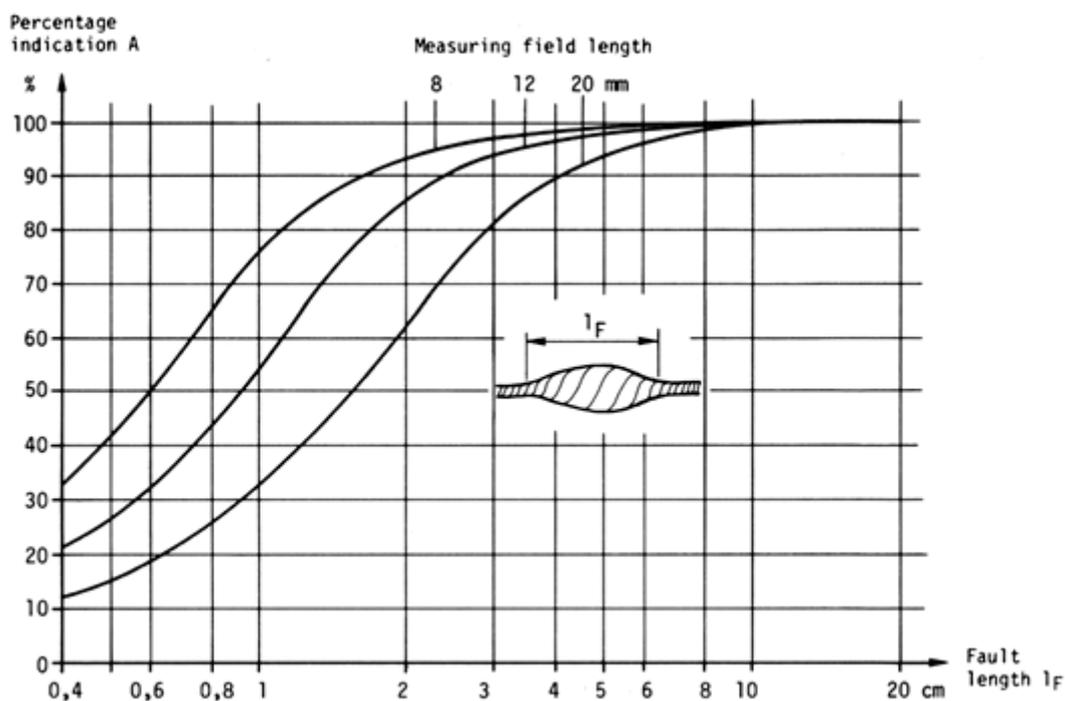


Fig. 5

纱条中周期性疵点的波长大都长于 8 厘米。在用条干均匀度仪的纱疵仪测试时，很重要的一点是粗细节长度都约相当于纤维平均长度。这里所考虑的不包括偶发性纱疵。

棉纱中经常出现的棉结疵点，其长度为 1-4 毫米之间，为了能检测出这种类型的纱疵，纱疵仪校正了测量电容提供的电信号。

## 2、抑制试验

### 2.1 抑制试验在纺织技术上的重要性

条干均匀度仪提供两种试验型式，即：正常试验及抑制试验。

在正常试验时，来自于被测材料的信号是以所用测量槽的测量场长度作为基准的。

在抑制试验时，由于被测材料的信号一般由短片段和长片段不匀迭加而成，借助于滤波器，短片段不匀以某种方式被抑制，只有长片段质量变异才能在图上绘制出来(图 6)。

因为条干均匀度仪的测量电容在测试材料运动方向上有一个确定的长度，即所谓“测量场长度”(图 7)。在任何特定的瞬间测得的纤维材料的质量是这个特定瞬间位于测量场的测试材料的质量平均值。此值被转换成一个与此成比例的电信号。

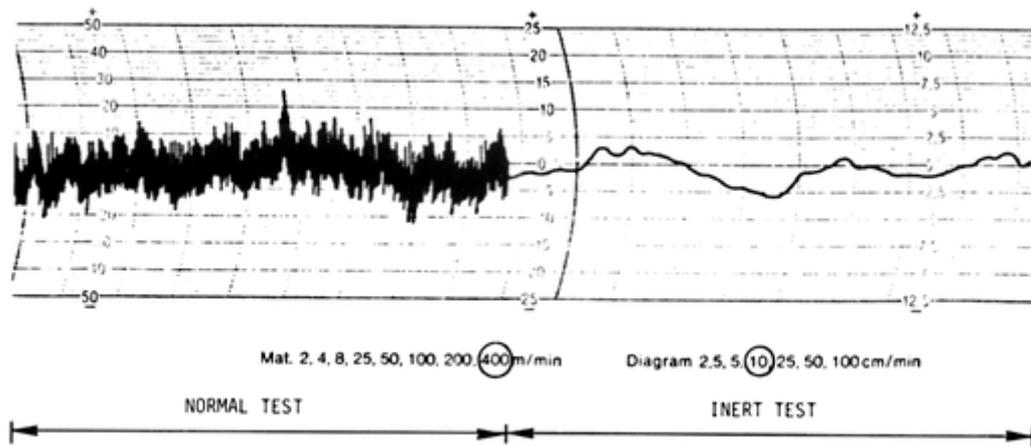


Fig. 6

如果把电容测量原理同称重测量原理相比较，那么测量场长度的延长就等于切割长度的延长。对于称重测量原理而言，试样长度的增加将引起段与段之间不匀减小，这一点也同样适用于抑制试验，因此，测量场长度也称为“等效切割长度”。有关这方面的内容将在“变异—长度曲线”一章中详细介绍，

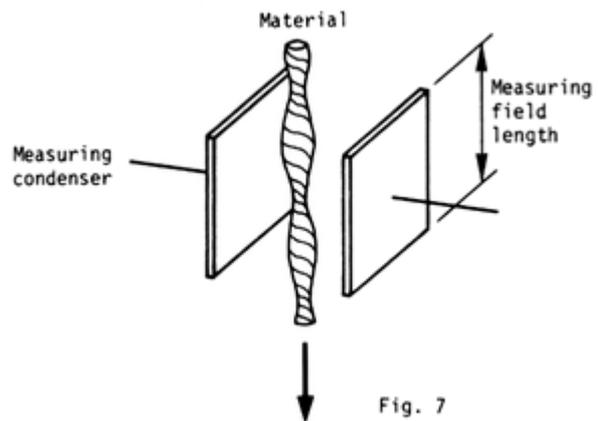


Fig. 7

在此须指出在用抑制试验时，等效切割长度是材料速度的函数。在使用抑制试验时，在不匀曲线图上没有短片段变异。

## 2.2 抑制试验的应用

抑制试验主要用于：

- a) 指示试验材料随机的平均值变异；
- b) 确定和显示试验材料周期性长片段不匀；
- c) 便于在纱线信号指示器上设定平均值。

如果在不匀曲线图上呈现中片段不匀，可以用抑制试验并选择合适的图纸速度和合适的试样速度，使中片段不匀明显地表现出来。

在不匀波长与它们被滤波器抑制的程度之间存在着确定的关系，这种关系可用图9和图10来表示。图9和图10分别采用米制和英制测量单位。

如果要更明显地表示周期性的中片段不匀，可采用如下方法：

—根据试样速度和图纸速度确定周期性不匀的波长。

—在图9和图10上，寻找在相应的试样速度下周期性不匀的波长，曲线表示在抑制试验时，在不匀曲线图上画出的抑制状态下的不匀有多强。

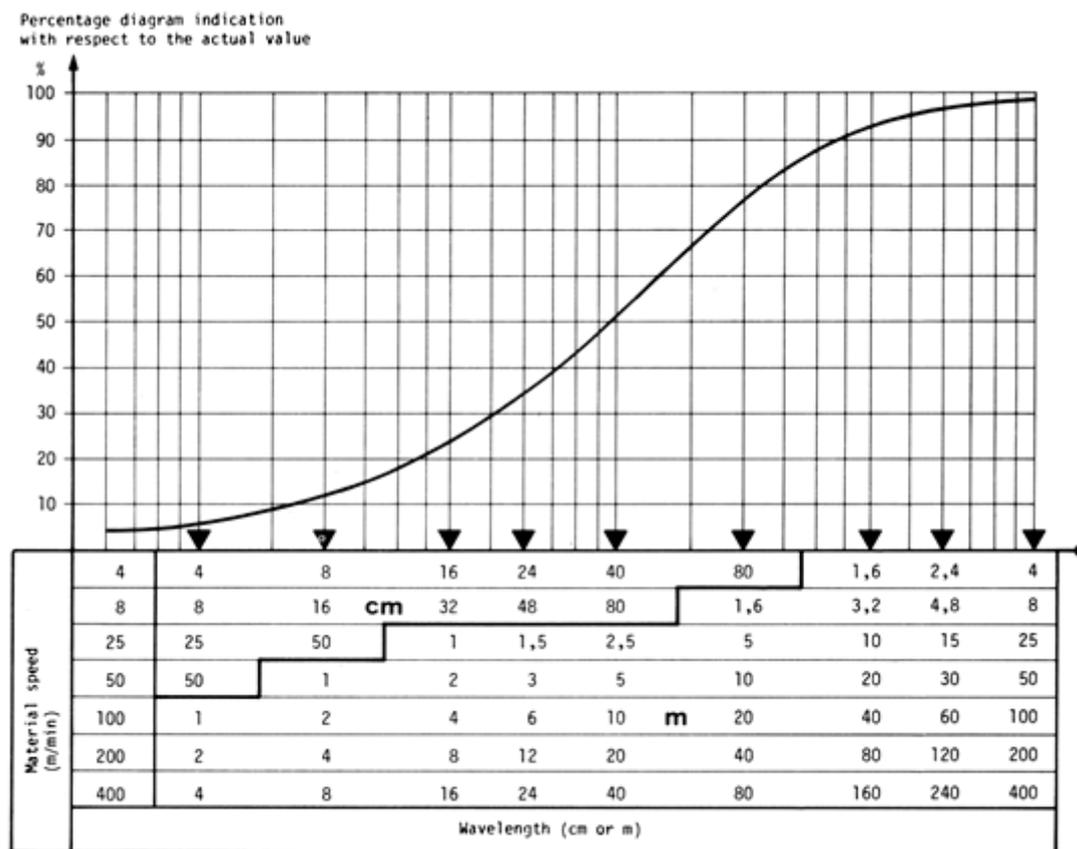


Fig. 9

—如果在某一波长下的抑制作用太强，即指示值相对于实际值的百分比值太小，那就应该重新选择试样速度，使得该周期性不匀所受到的抑制尽可能地小。

—把开关拨到抑制试验位置上，画出不匀曲线图，据此就能分析中片段不匀。

例：

试样速度 400 米/分，纸速 10 厘米/分，因此在不匀曲线图上 1 厘米就相应于 40 米纱线，在不匀曲线图上集中反映的“波长”约为 2.6 厘米(图 8 正常试验范围)。

在纱线上此“波长”  $l_F \approx 2.6 \times 40 = 104$  米

在图 9 中可以看出，在使用抑制试验测试时，相应于试样速度 400 米/分，波长为

104 米的不匀，在不匀曲线图上表现为其实际值的 84%。在这种情况下，不用改变材料速度，只需运用抑制试验就能显示出中片段不匀。

被抑制的短片段不匀约在 0~2 米的范围内(图 8)。从图 9 可以看出短片段变异在不匀曲线图上显示值小于 5%。

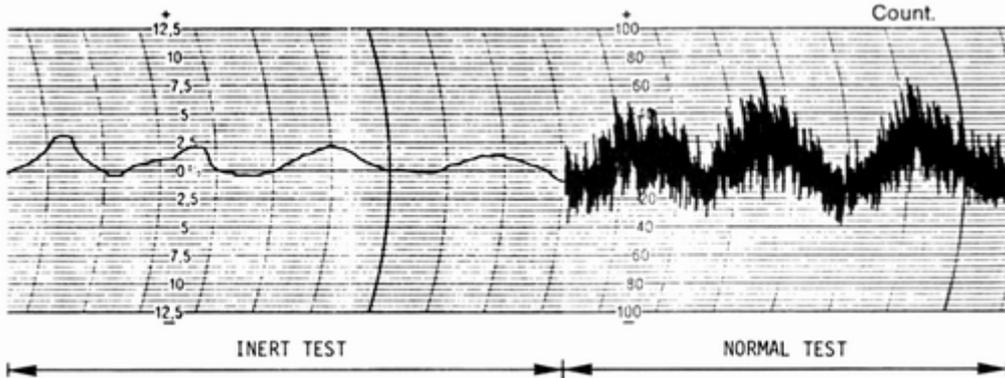


Fig. 8

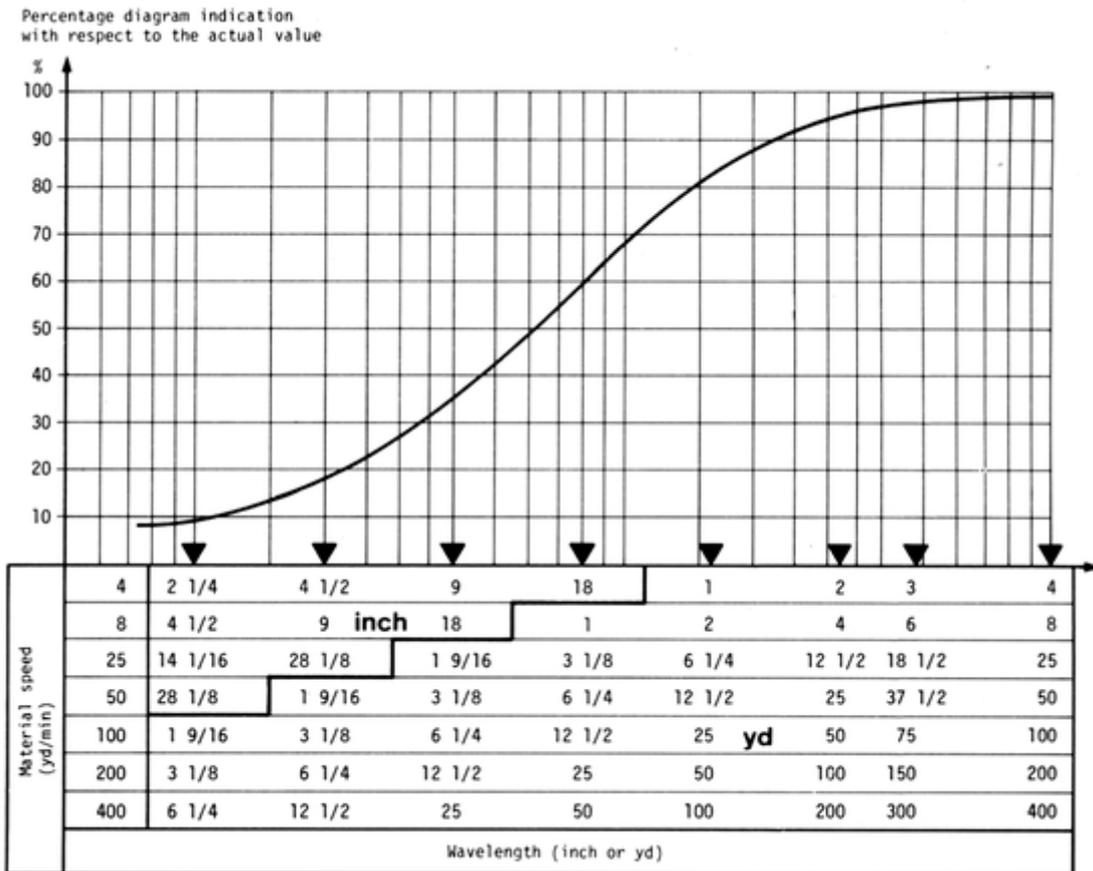


Fig. 10

使用抑制试验时，在不匀曲线图上显示的值取决于不匀的波长(公制)

图 10 为抑制试验时指示值与码制的波长关系图。

### 3、片段试验(仅用于 II 型)

#### 3.1 抑制试验和片段试验的比较

在前一章里分析了抑制试验的原理和应用，这样就能以简单的方式分析平均值变异或支数变异，抑制试验使用的是具有滤波性质的装置，它是不可调的，为了集中反映发生的任何平均值变异的波长，只有通过改变试样速度才能影响不匀曲线图的轨迹。

全自动 II 型条干均匀度仪具有不用改变材料速度的可调的抑制试验装置，即所谓片段试验。用这种试验可以获得变异—长度曲线上任意多的点，在第七章将阐述片段试验在这方面的应用。片段试验也可作可变的抑制试验因而更适用于在不匀曲线图上表现平均值偏差。下面仅就片段试验在这方面的应用作一介绍。

#### 3.2 片段试验功能的原理

I 型条干均匀度仪上有个游标式旋钮能调整 L—系数，对于给定的试样速度，调整游标旋钮，就能使电容器极板长度或者说切割长度进行连续的调整，下面仅用“切割长度”来表示。因为在描述变异—长度曲线时，用切割长度来表示就更易于理解。

L—系数、试样速度和切割长度之间的关系可用下式表示：

$$L = (L - \text{factor}) \times \frac{V_M}{100}$$

L=切割长度，单位为米或码

L—FACTOR=游标旋钮所置刻度值

$V_M$ =材料速度，单位为米/分或码/分

在图 12 里，用图解形式表示了这种关系，当采用最大速度 400 米/分或 400 码/分，L—系数=10 时，就能得到最大切割长度 L=40 米(或 40 码)。

取得更长的切割长度的方法详见第七章，

#### 3.3 片段试验作为可变的抑制试验的应用

利用游标旋钮选取最佳 L—系数即可在正常不匀曲线图中集中反映平均值的变化。

所谓“最佳值”，是调整 L—系数使得不匀曲线图上呈现的平均值变异为其实际振幅值的 71%。诺模图(图 14)提供了各种试验速度下最佳 L—系数。

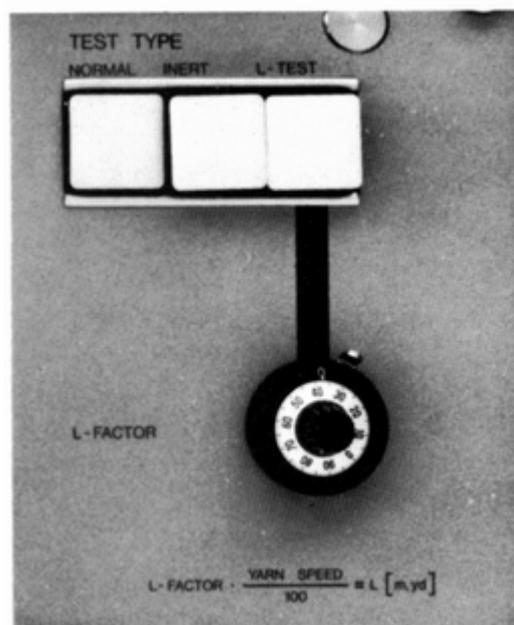


Fig.11

例：

测定 PA6. 6，复丝(22dtex7 根、Z 捻)，试样速度  $V_m=400$  米/分，纸速  $V_p=10$  厘米/分，测试类型为正常试验(NORMAL TEST)。

图. 12 L—系数和电极表观长度的关系 在不匀曲线图上画出的“正常图形”表示约有 40 米波长的平均值变异。其上叠加着约 4 米波长的短片段不匀(图 13)。

为了分析具有 40 米波长的平均值变异，用 L—试验，从诺模图(图 14)上可以看出，对于纱速为 400 米/分，波长为 40 米的情况可以调节游标旋钮，使 L—系数=1.7，长片段平均值不匀就很清楚地画出来了，而短片段不匀被适当地抑制了(图 8)。

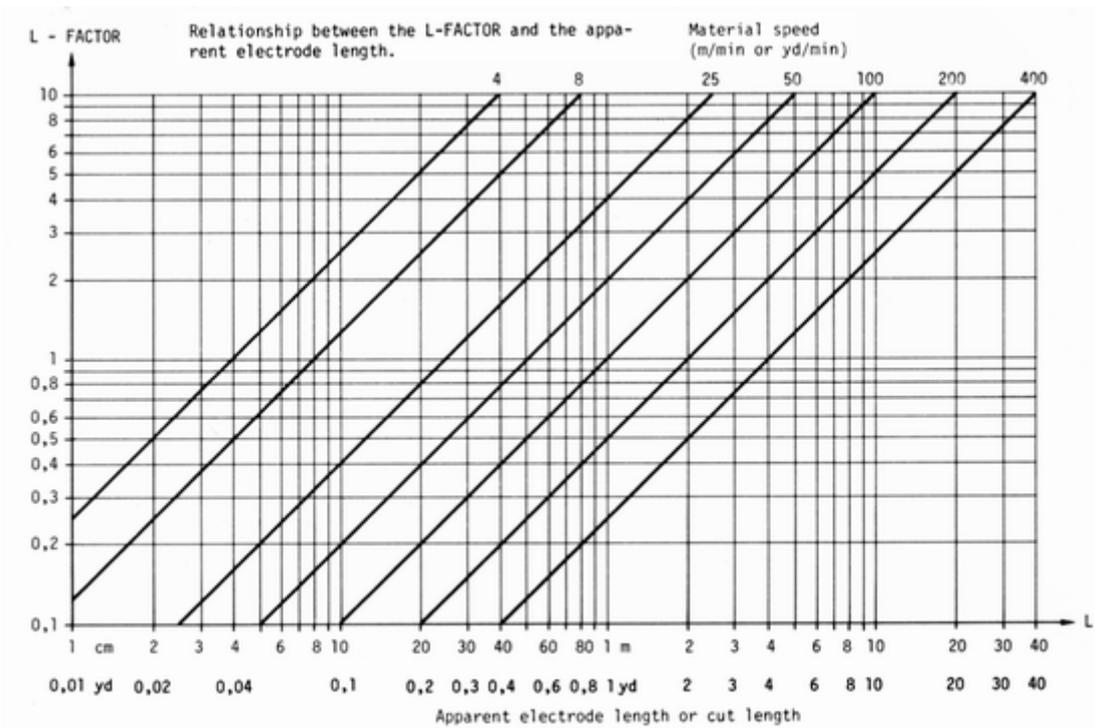


Fig.12

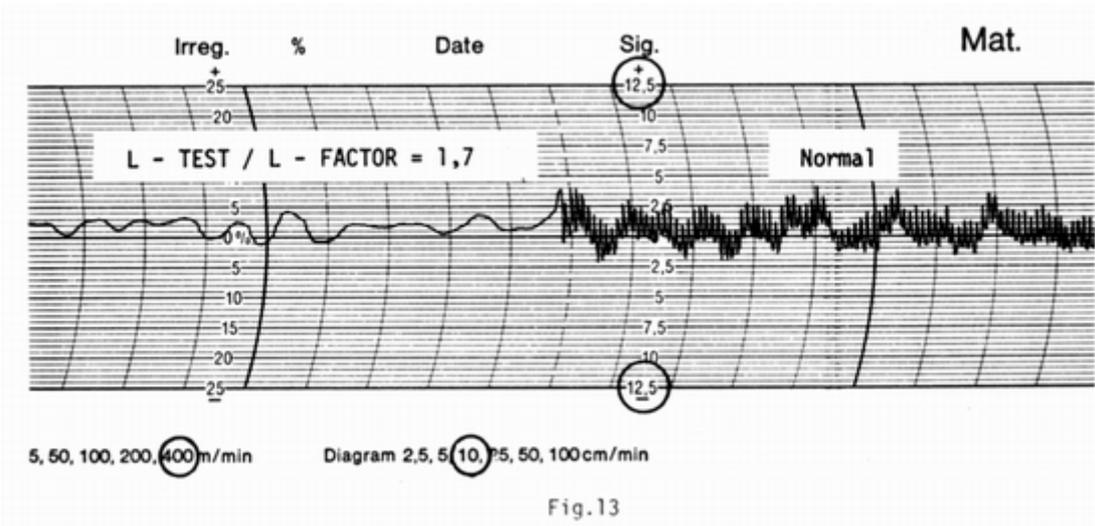


Fig.13

在许多情况下，需要知道试样速度、切割长度和 L—系数间的关系，如果我们用

L—试验来代替抑制试验和半抑制试验则有表二：

因而抑制试验相应于用 L—试验时，L—系数=5.6，而在用条干均匀度仪测定合成纤维纱线时，半抑制试验相应于用 L—试验的 L—系数=1.6。

如果原先用 I-B 型抑制试验测试长片段不匀，试样速度为 25 米/分，那么改用 II-B 型试验时试样速度为 400 米/分，选用 L—系数 =  $\frac{5.6 \times 25}{400} = 0.35$  就能得到相同的测试条件。

(表二)

试样速度 $V_M$ m/min or yd/min	4	8	25	50	100	200	400
切割长度 L m or yd	0.224	0.448	1.4	2.8	5.6	11.2	22.4
L—系数(抑制试验)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
切断长度 L m or yd			0.4	0.8	1.6	3.2	6.4
L—系数(半抑制试验)			1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

同样，如果 I-C 型的半抑制试验，材料速度为 25 米/分，那么改用 II-C 型 L—试验，材料速度为 400 米/分，选用 L—系数 =  $\frac{1.6 \times 25}{400} = 0.1$  时，就能得到同样的测试条件。

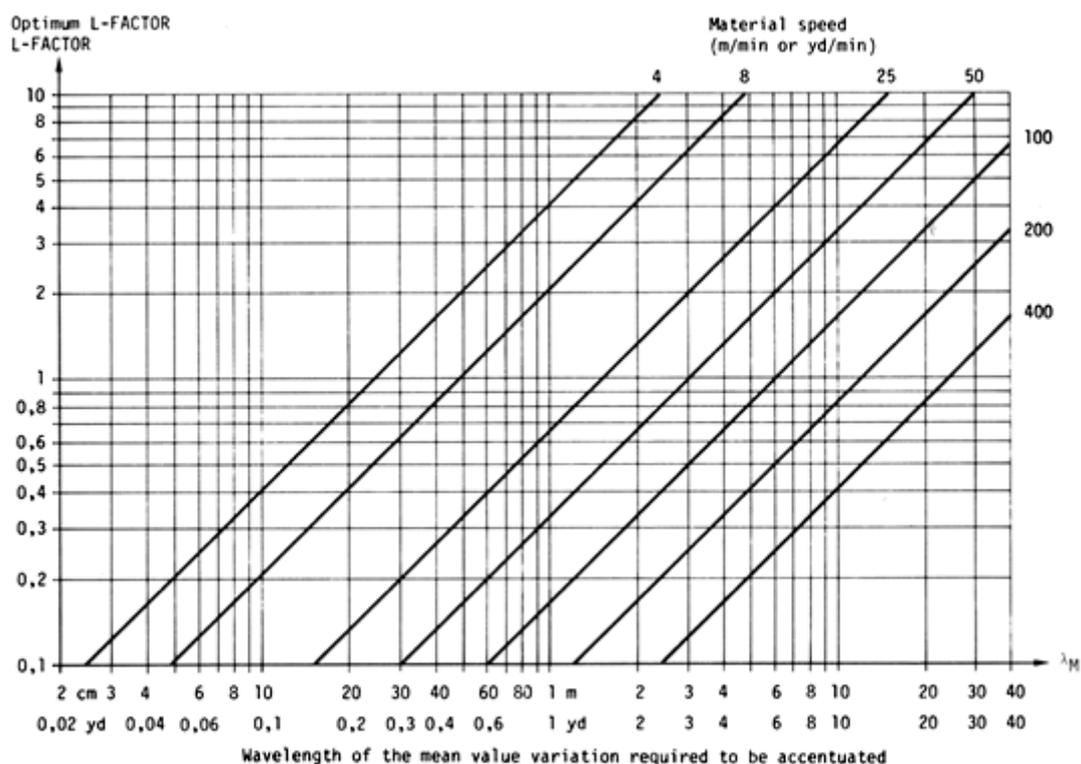


Fig.14

## 第七章 变异—长度曲线的测定

### 1、变异—长度曲线的由来

条干均匀度仪按照统计规律计算变异系数以测定总不匀率。用这一数值有可能确定质量变异的微小差异。然而它不能反映故障产生的位置及原因。上面所介绍的各种分析方法中，只有不匀曲线图和波谱图才有可能直接找出故障原因所在。

早在 1950 年，就有人开始研究用 CV 值的不同表示方法来详细分析质量变异，其结果提出了变异—长度曲线的理论及方法。

### 2、用切割称重法测定变异—长度曲线

变异—长度曲线可用一种十分简单的方法作出，这就是把纱条切割成段，然后用称重方法测定这些片段的质量，再计算这些数值的 CV 值。如果对各种切割长度重复这一程序，计算 CV 值，并绘制成图，那么就得到相应于图 1 所示的变异—长度曲线。

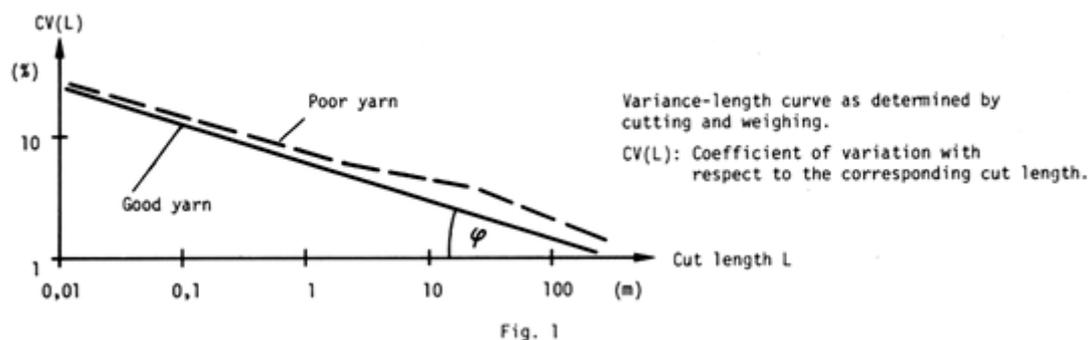


图 1 用切割称重法测得的变异—长度曲线 CV(L)：与切割长度相对应的变异系数

从图 1 看出，这种曲线能够反应加工过程中出现的特殊事件。例如通过对纱线的分析，在前纺某一加工过程中产生的长片段不匀导致在相应切割长度下较高的 CV 值，因此，质量差的纱条的变异—长度曲线位于好的纱条的变异—长度曲线之上。

正如图 1 所示的那样，当一种好纱的变异—长度曲线画在双对数坐标纸上时，结果是一条直线\*。也可以说，用相同的原料和在相同的理想加工条件下生产的纱线，其变异—长度曲线将是具有不变倾角 $\varphi$ 的一条直线，因而相对于这一直线的偏差将表明机械或原料有问题。

随着切割长度的增加，曲线连续地下降，这一事实可用图 2 加以说明。

如果将纱条切成长度为  $l_{11} \dots l_{16}$  的短片段，则其平均值  $\bar{X}_{11}, \bar{X}_{12} \dots \bar{X}_{16}$  的变化要比纱条切成更长片段  $l_{21}$  与  $l_{22}$  时平均值的变化大得多。图 2 表明在平均值  $\bar{X}_{21}$  与  $\bar{X}_{22}$  之间只有很小的偏差。因此可以看出切割长度越长，短片段不匀相互间的补偿就越多，片段与片段间平均值的差异将仅取决于长片段不匀的程度。

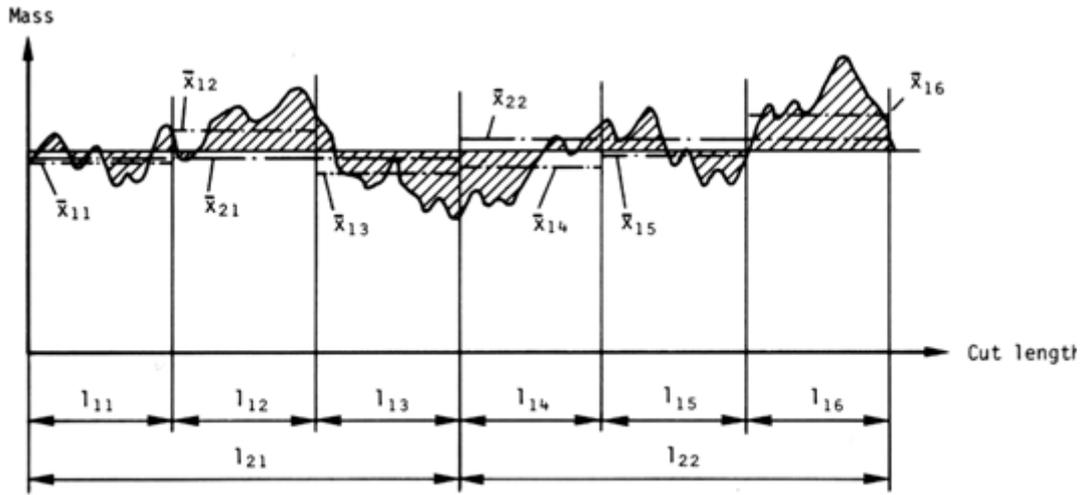


Fig. 2

\*严格说来，在双对数座标!lt. k，变异—长度曲线仅在约 1 厘米到 100 米的长度范围内才是一条直线，对小于 1 厘米和大于 100 米的切割长度，其变异—长度曲线将趋于平坦。

### 3、用条干均匀度仪测定变异—长度曲线

用切割称重法绘制变异—长度曲线是很浪费时间的。因此我们感兴趣的是用条干均匀度仪获得具有与切割称重法相同结果的方法。

有一种可能性是采用如图 3 所示的延长测量场长度的方法。

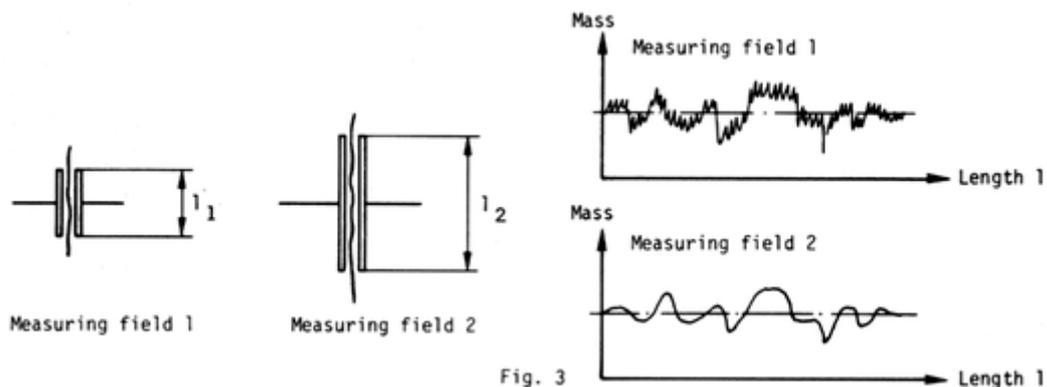


Fig. 3

当使用测量场长度为  $l_1$  的均匀度试验仪时，短于  $l_1$  的纱条质量变异是不可能“真实”地反映出来的。这种情况已在第六章中详细说明过了。极短的片段不匀将被平均掉。测量场长度和相应的切割长度成比例。现在如果测量场的长度被延长，则“切割

长度”也增加。在加长的测量场里的纱条将按较长的长度求取平均值。测量场越长，短片段不匀对 CV 值的影响就越小。

由于结构上的原因，实际上不可能把条干均匀度仪的测量场加长到任意选择的长度，因此测量场的延长必须由试验仪按电学方法模拟。

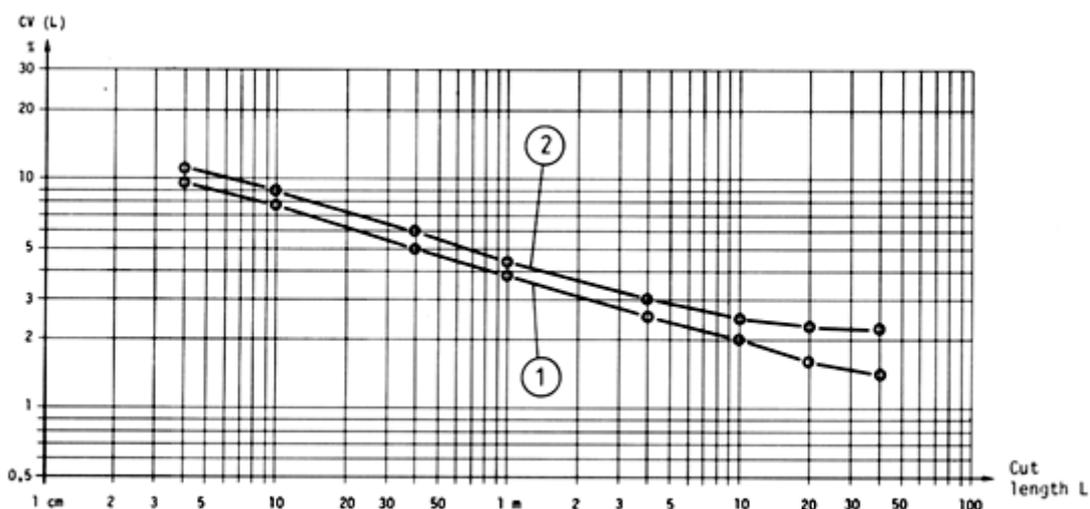


Fig. 4

图 4 表示的是近于无疵纱线的变异—长度曲线①和具有长片段不匀的纱线的变异—长度曲线②虽然在任一切割长度上两条曲线间的差异不十分明显，但却清楚地表明在 40 米处两条曲线间的距离增加了，这种疵点产生于第贰道并条机。

### 用 II 型条干均匀度仪绘制变异—长度曲线

II 型条干均匀度仪具有测定变异—长度曲线上任选点的装置。图 5 所示为该仪器面板上的调节钮，用以做出变异—长度曲线。在调节钮的下方是用来计算等效切割长度 L 的公式：

$$L = (\text{L-factor}) \times \frac{V_M}{100}$$

L—FACTOR(L—系数) = 调节钮上选定的数值

V=试样速度

例：

L—FACTOR=8.0

V=400 米/分

$$\text{切割长度 } L = 8 \times \frac{400}{100} = 32 \text{ 米}$$

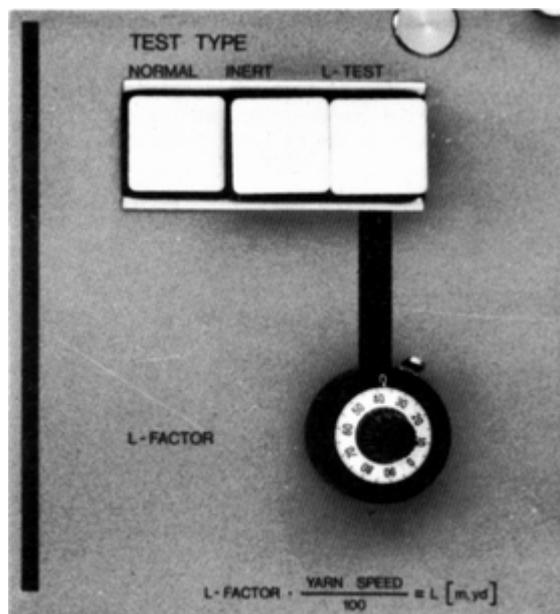


Fig. 5

图 6 给出了在各种试验速度下，根据不同的 L—系数确定切割长度的方法：

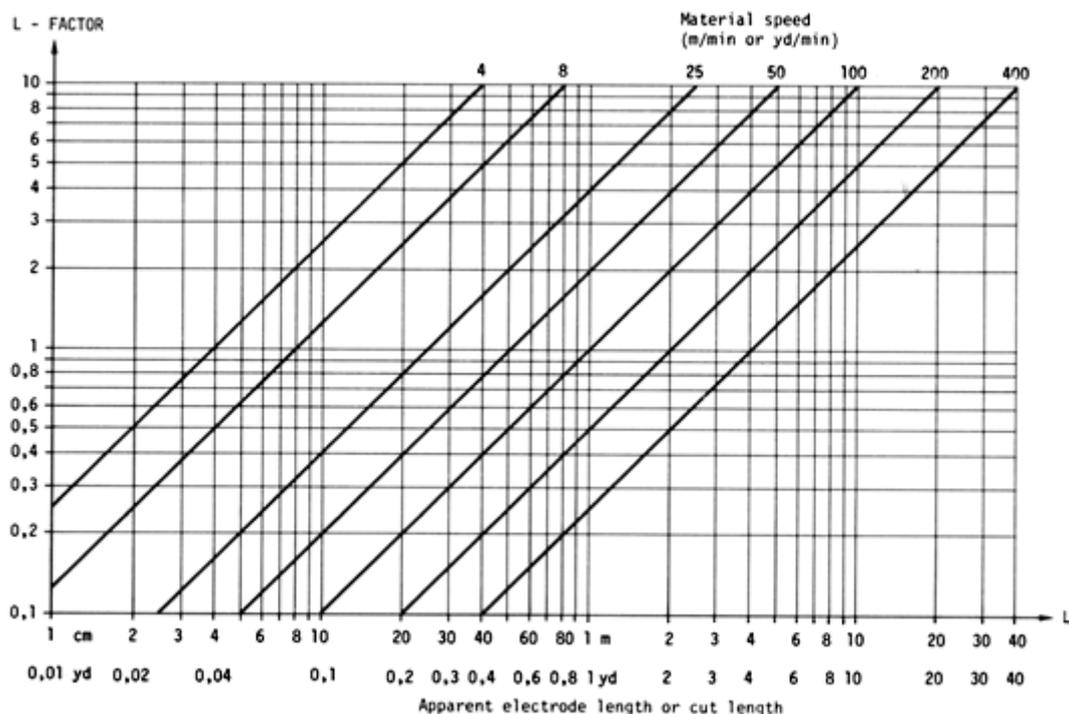


Fig. 6

例：

L—FACTOR=1.2

V=25 米/分

相应的切割长度 L=0.3 米

绘制变异—长度曲线的实际步骤：

—采用图 7 所示的双对数坐标纸，横座标至少 5 个大格，纵座标至少 2 个大格。

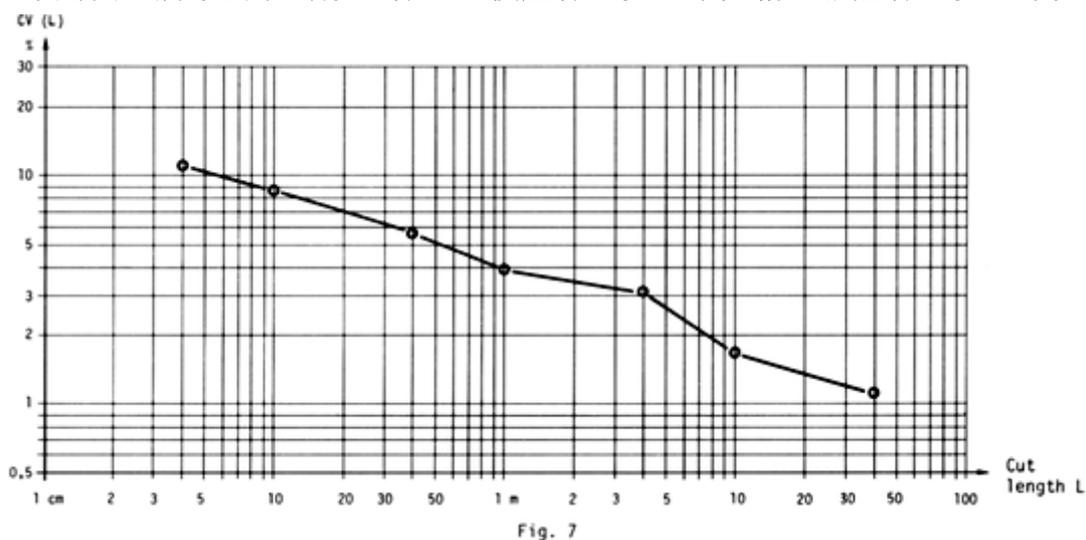


Fig. 7

图 7 所示为 Ne30 梳棉纱的变异—长度曲线，仅测量 7 个点。

—按图 7，标出横坐标和纵坐标。

—采用有规则的步骤绘制变异—长度曲线，建议按表 1 所示的方法，首先测定变异—长度曲线上的 7 个点。

表 1

切割长度 (米)	材料速度 (米/分)	L—FACTOR 设定值	每次试验的时间 (分)	每个测量点的试 验次数
0.04	25	0.16	5	3
0.1	50	0.2	2.5	3
0.4	100	0.4	1	3
1.0	200	0.5	1	3
4.0	200	2.0	1	3
10.0	400	2.5	1	3
40.0	400	10.0	1	3

—如果在某一切割长度范围内偏离了直线，则在这个范围内再测几个点。

—建议每个点测 3 次，取 3 次的平均值做图。

—如果以最小的 7 个点就能作出满意的曲线，那么绘制一条变异—长度曲线需要 45 分钟。

用这种方法作出的最长的切割长度是 40 米，如果需要作出更长切割长度的变异—长度曲线，则可利用平均值系数(AF 值)。这一测量步骤将在下面介绍。

—如果纱线的长片段不匀很小，则当测定变异—长度曲线上较长切割长度的点时，CV 值很可能低于 1.2%。这样的值在 100% 刻度范围的位置上，是不能被 CV 计算器显示的。在这种情况下，必须选取高一档灵敏度。

表 2 所示为不同的灵敏度下所能显示的极限值。

刻 度 范 围	CV 极 限 值
100%	≈1.2%
50%	≈0.6%
25%	≈0.3%
12.5%	≈0.15%

—按照表 1 设定的条件，每个测量点作 3 次试验，取 7 个测量点，切割长度最高为 40 米，这样绘制一条变异—长度曲线所需的全部纱线长度为 4650 米。对于一般支数的环锭纺纱来说，一个管纱就够了，如果需要 2 个或更多的管纱，则这些管纱应取自于同一锭位。

—如果从 U-计算器所得的值来绘制变异—长度曲线，则必须考虑到 U 值是接近似程序计算的。为了保证尽可能高的精度以利于比较，应注意以下两点：

\* 对于相同的切割长度应选择相同的试样速度。

\*对于较长的切割长度应尽可能选取最高的速度。

长于 40 米切割长度的变异—长度曲线的绘制(仅用于 II 型):

根据第 5 章所给定的定义, AF 值是在所考虑的测定长度上质量变异平均值的度量。这个被测长度相应于切割长度。现在如果以一定的测量长度做连续测试, 则可从所得的 AF 值计算 CV 值:

$$CV = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

首次测量时, 平均值必须用“平均值手动”旋钮调整, 调整后就不再变动。每个测量点至少测试 5 次。

例:

计算变异—长度曲线上切割长度为 200 米的点, 为此, 在同一管纱上进行 5 次测量, 每次 200 米(牵引速度 200 米/分, 试验时间 1 分)。这样测得的 AF 值为:

99, 101, 101, 100, 98。

$$\bar{X} = \frac{99+101+101+100+98}{5} = 99.8$$

$$CV = \frac{100}{99.8} \sqrt{\frac{1}{5-1} (0.64+1.44+1.44+0.04+3.24)} = 1.31$$

借助于 AF 值, 有可能绘制切割长度长至 4000 米的变异—长度曲线。

当使用 AF 值作切割长度长于 40 米的测量时, AF 值的精度极限为 1%。此外, 该种测定方法不同于用 CV 计算器的计算过程。因此, 为了表示在 40 米以后的程序用的是另一种测定方法, 最好在变异长度曲线 40 米处断开一点。

如果 AF 值的精度不够高, 则在 40 米至 4000 米之间的变异—长度曲线必须用切割和称重法加以确定。对于较长的切割长度, 采用摇纱法比切割长度更为简便。

### 用 I 型条干均匀度仪和 GGP 型条干均匀度仪测定变异—长度曲线

这两种仪器都没有 L—系数调节钮。变异—长度曲线上分离的点必须用抑制操作型式和不同的试样速度来求得。因此不可能测得变异—长度曲线上任意的点。测量点的数量受到试样速度档数的限制。对于 I 型来说有 7 档试验速度, 而 GGP 型则只有 6 档。

切割长度和试样速度之间的关系可用下式表示:

$$L = K \times V$$

$L$  = 切割长度(米)

表 3

测 量 速 度 (米/分)	用抑制型测试时相应的切割长度 (米)
4	0.22
8	0.45
25	1.40
50	2.80
100	5.60
200	11.20
400	22.40

$K$  = 比例系数 = 0.056

对于 I 型条干均匀度仪，变异系数  $CV(L)$  可按表 3 所示切割长度测定。

在这里同样推荐对每个点做 3 次测量，并取 3 次的平均值做图。

因为用 GGP 型测定变异系数是按近似方法的，因此在公式  $L = K \times V$  中  $K$  不是常数而是随切割长度  $L$  而变化的。当用 GGP 的  $CV$  计算器测量时，测量速度和切割长度之间的关系可取自表 4。

应再次强调，不匀率  $U$  值是按近似方法进行测定的，因此，当用表示  $U$  值的 I 型或 GGP 型仪器测定变异—长度曲线时，必须参照表 4。

测量速度 (米/分)	用抑制型测试时相应的切割长度 (米)
4	0.26
8	0.50
25	1.50
50	2.85
100	5.50
200	10.70
(400)	(20.60)

#### 4、在变异—长度曲线中注明加工阶段

为了能根据变异—长度曲线上偏离直线的部分判断出相应的加工阶段，就必须在变异—长度曲线上标明对应于某些切割长度的加工阶段。

马拉丁斯基(Malatinsky)和葛罗斯贝格(Grosberg)所描述的方法(参看附录 4 文献 7)，表明了如何从不匀率来计算出各个加工阶段以及如何从牵伸倍数来确定变异—长度曲线。下面将介绍根据相应的切割长度找出加工阶段的计算方法。

首先需知纤维平均长度  $l$ ，然后再乘以系数  $(1 + CV_1^2)$ ：

$$l^* = \bar{l}(1 + CV_1^2)$$

$l^*$  = 为计算对应于加工阶段的切割长度所需要的起始长度

$\bar{l}$  = 纤维平均长度

$CV_1$  = 纤维长度的变异系数

当测定变异—长度曲线时，在许多情况下，不论是纤维平均长度还是纤维长度的 CV 值均为未知数。此时可采用如下方法：

—作出试验纱条的波谱图并确定波谱图上最高点处的波长  $\lambda_{max}$ 。(周期性疵点的峰不考虑)，然后将波长  $\lambda_{max}$  除以 2.82(图 8)

—为了得到起始长度  $l^*$ ，可从表 5 中查出

系数 K，然后乘以  $\bar{l}$ ：

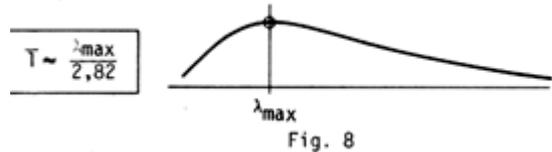


表 5

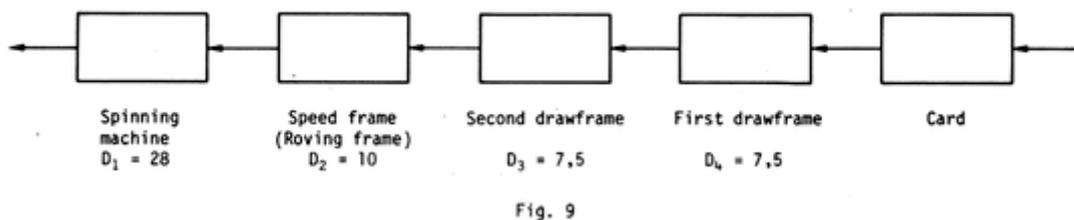
	棉	羊毛	等长的合成纤维
K	1.18	1.27	1

$$l^* = K \times \bar{l}$$

求得起始长度  $l^*$ 后，将  $l^*$ 乘以各加工阶段的牵伸倍数，就能定出相应于各加工阶段的切割长度。

例：

某棉纺厂生产的纱线具有如图 9 所示的牵伸倍数，该纱的变异—长度曲线已画出。纱为 100%梳棉纱，Nm32。

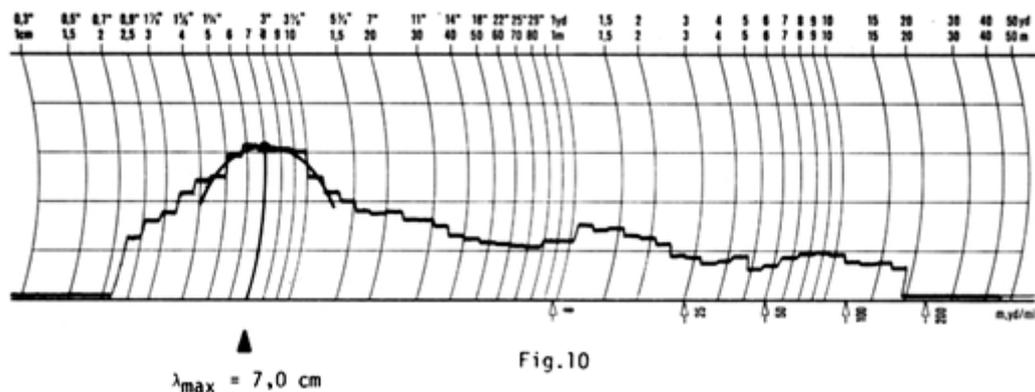


因为该纱的纤维平均长度和纤维长度分布都未知，因而可从图 10 所示的波谱图来计算纤维平均长度。先从该图的波谱迹线求取最高振幅，为了确定波谱曲线的最高点，最好用曲线板画出合适的近似于波谱图梯形曲线的一条线，然后确定这条曲线的最高点。

$$\bar{l} = \frac{\lambda_{max}}{2.82} = \frac{7}{2.82} = 2.5 \text{ 厘米}$$

按照表 5，取系数  $K=1.18$ (棉)，即可求出起始长度  $l^*$ 。

$$l^* = K \times \bar{I} = 1.18 \times 2.5 = 2.95 \text{ 厘米}$$



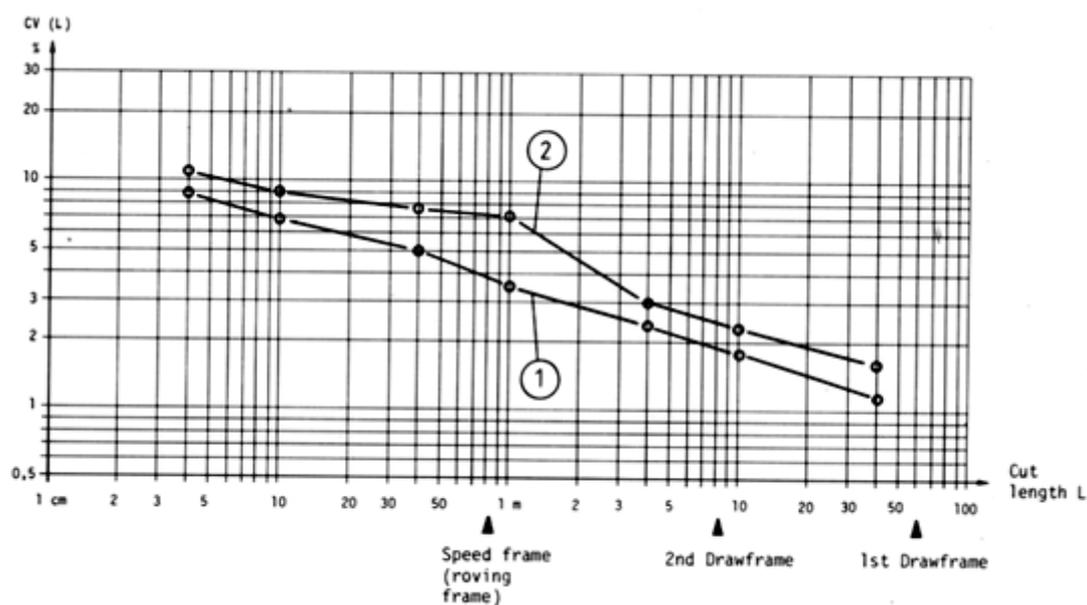
借助于  $l^*$ ，可求出各加工阶段的切割长度：

粗纱机的切割长度范围

$$L_1 = l^* \times D_1 = 2.95 \times 28 = 83 \text{ 厘米}$$

贰道并条机的切割长度范围

$$L_2 = l^* \times D_1 \times D_2 = 2.95 \times 28 \times 10 \approx 830 \text{ 厘米} = 8.3 \text{ 米}$$



头道并条机的切割长度范围

$$L_3 = l^* \times D_1 \times D_2 \times D_3 = 2.95 \times 28 \times 10 \times 7.5 \approx 6222 \text{ 厘米} = 62.2 \text{ 米}$$

梳棉机的切割长度范围

$$L_4 = l^* \times D_1 \times D_2 \times D_3 \times D_4 = 2.95 \times 28 \times 10 \times 7.5 \times 7.5 \approx 46670 \text{ 厘米} = 467 \text{ 米}$$

在 40 米以内的加工阶段即可标在相应的切割长度横坐标上。

## 5、变异—长度曲线的实例

在这一节里，将列举一些取自纺织工业不同部门的变异—长度曲线的实例。

例 1：两种棉纱的变异—长度曲线

图 12 为两种 100% 普梳棉纱(Nm24)，纱①的不匀曲线图表明只有很小的不匀率，而纱②的不匀曲线图表明既有短片段不匀，又有中片段不匀。

图纸速度：10 厘米/分，试样速度：400 米/分

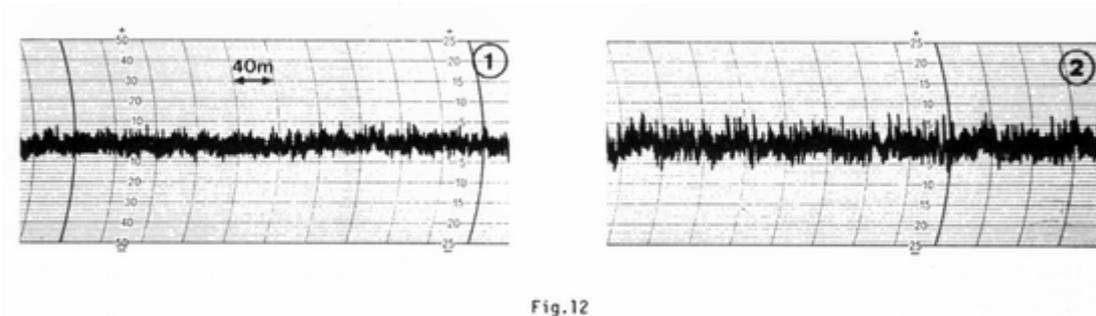


Fig.12

图 13 所示为纱①和纱②的变异—长度曲线。纱①具有近于理想的曲线，而纱②表明在较长的切割长度范围内(特别是 1 米和 10 米)大大偏离了纱①的曲线。

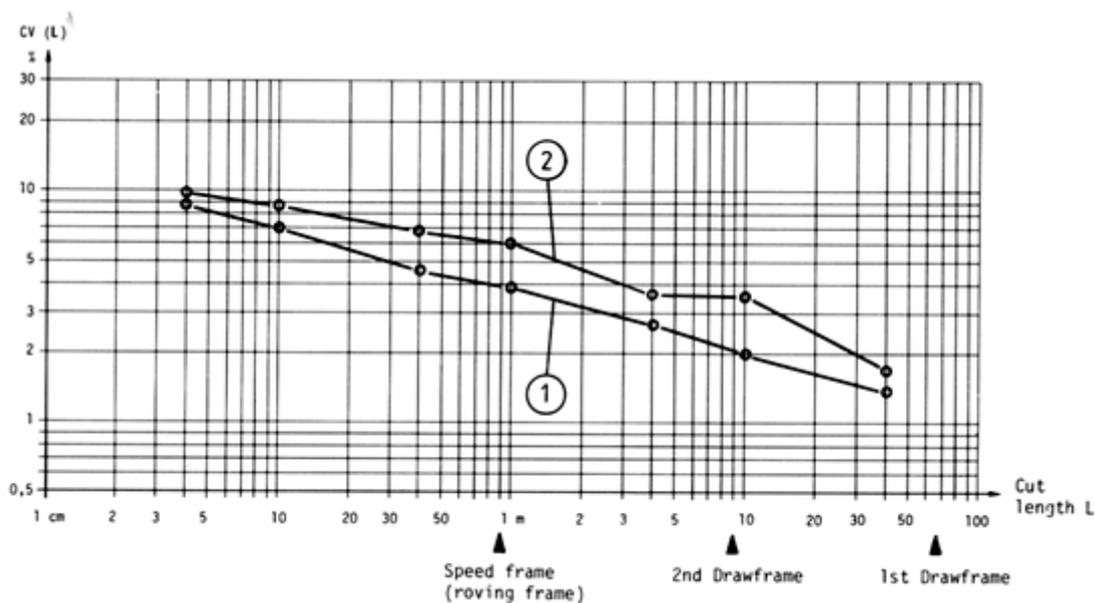


Fig.13

根据加工阶段与相对应的切割长度范围的配置关系，必然设想在粗纱机和贰道并条机上正在产生中片段不匀。约 10 米范围内的不匀可在图 12 所示的曲线②中辨认出来。

例 2：两种气流纺纱的变异—长度曲线

两种 Nm50 的纯棉气流纺纱的变异—长度曲线已经画出。纱①的图表明了约 5

到 20 米的范围内的长片段不匀，而短片段不匀可以忽略；纱②的图表明短片段及长片段不匀都较强(图 14)。

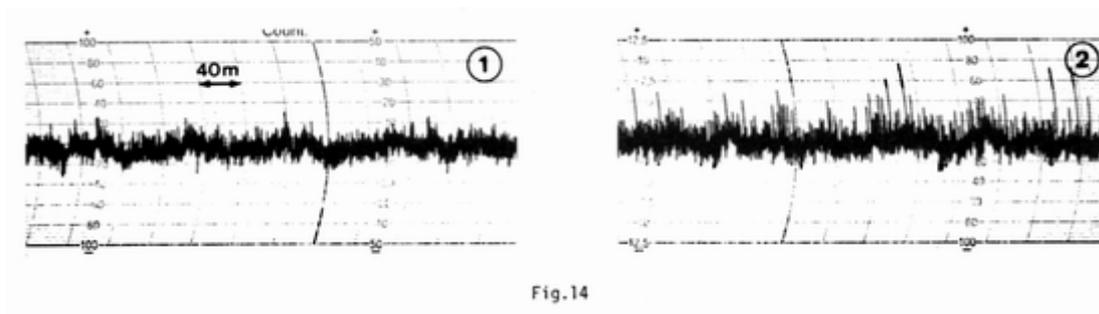


Fig.14

图纸速度：10 厘米/分，试样速度：400 米/分

纱①的总不匀率  $CV(O)^*$  为 15.9%，纱②为 16.1%，因此总不匀率的差异是很小的( $CV(O)$  = 测量场长度为 8 毫米时测得的不匀率)

图 15 显示了这两种气流纺纱的变异—长度曲线，从它们的迹线可清楚地看到，除了在切割长度范围 10 米处两线相遇外，在其余所有加工阶段，纱②比纱①差得多。根据这两根曲线(图 15)的形状，可以期望能对纱线做出符合实际情况的预测。

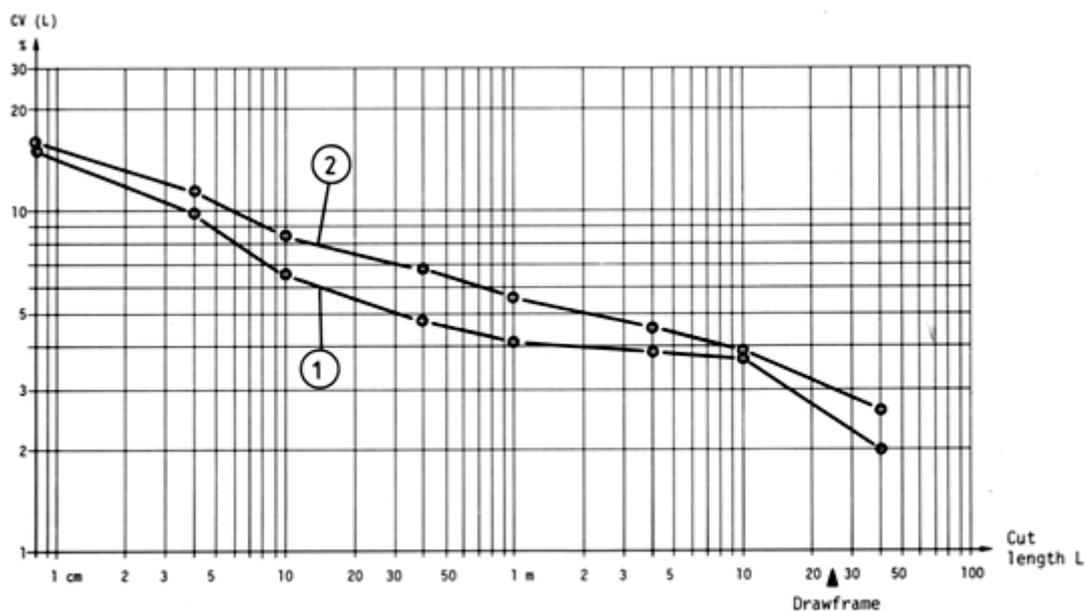


Fig.15

\*条干均匀度仪正常试验状态，测量场长度为 8 毫米。

### 例 3：两种毛纱的变异—长度曲线

相同支数的两种羊毛纱的不匀曲线图如图 16 所示，从这两个图可清楚地看到，纱②的不匀率比纱①高。通过对这两个图的更详尽的分析可以确定纱②中存在着较大的长片段不匀。

图纸速度：10 厘米/分，试验速度：400 米/分

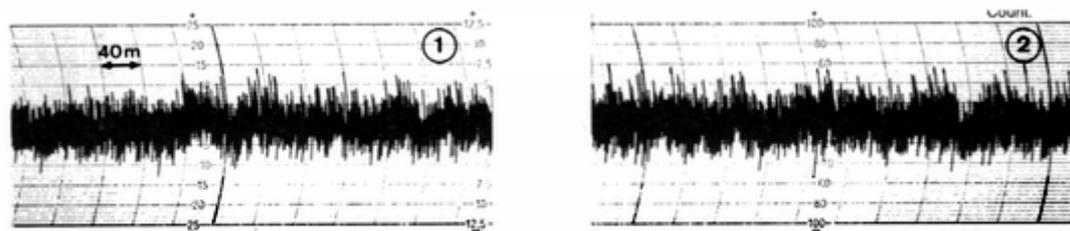


Fig.16

虽然纱①与纱②的总不匀率的差异相当小(纱①:  $CV=19.0\%$ , 纱②:  $CV=19.6\%$ ), 但是在较长的切割长度范围内的变异—长度曲线提供了很有价值的辅助信息。这种方法提供的信息要比均匀度试验的其它分析方法得到的信息多。

这两种纱的变异—长度曲线如图 17 所示, 从该图可以得出结论: 在较长的切割长度范围内, 纱②比纱①具有高得多的  $CV(L)$  值。

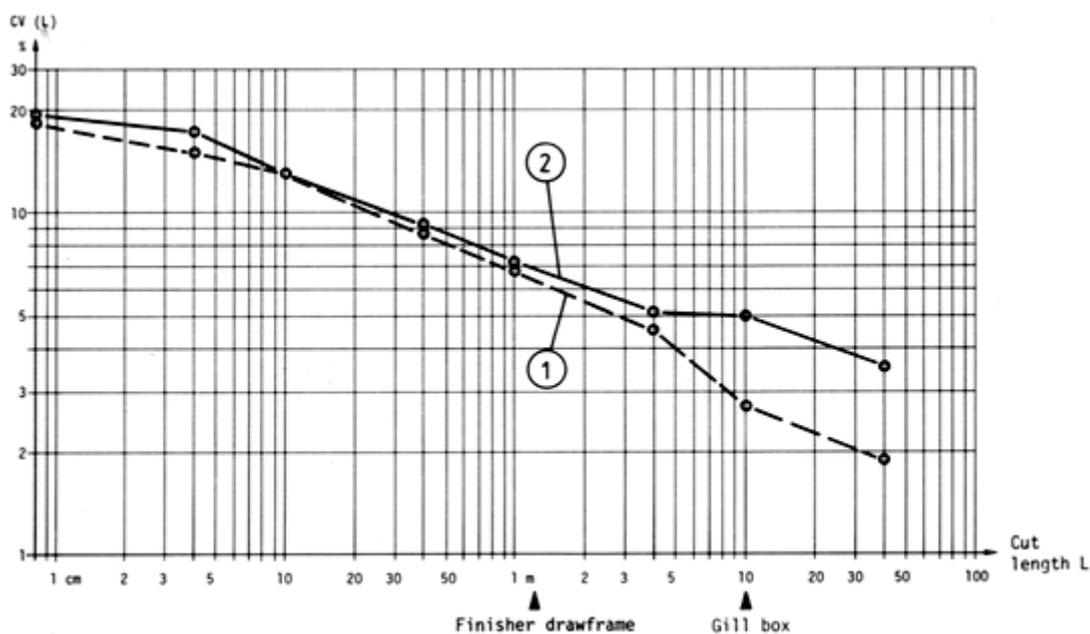


Fig.17

#### 例 4: 长达 4000 米的变异—长度曲线

从一批纱(Nm60, 涤/棉, 50/50 混纺, 纤维平均长度  $\bar{l}=25$  毫米)取出两只管纱, 其中一只管纱含有中片段不匀而另一只管纱接近于无疵点。画出它们的变异—长度曲线。接近于无疵点纱①的不匀曲线图和具有中片段不匀纱②的不匀曲线图如图 18 所示。

图纸速度: 10 厘米/分, 试样速度: 400 米/分

图 19 表示该两种纱的变异—长度曲线, 很明显, 这两条曲线在 10 米范围内有十分显著的偏差。仔细研究图 18 曲线②, 可以辨认出在约 10 米范围内有一中片段不匀。

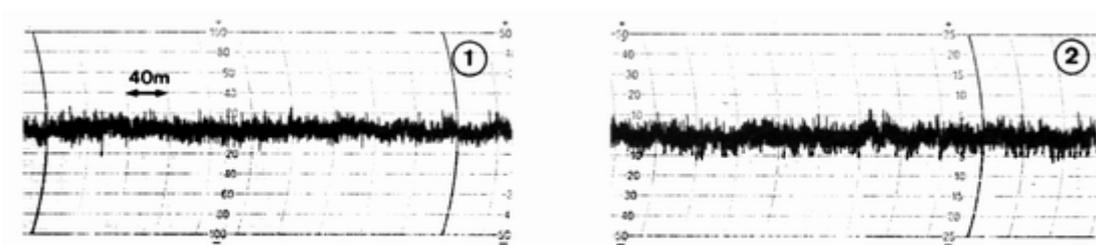


Fig.18

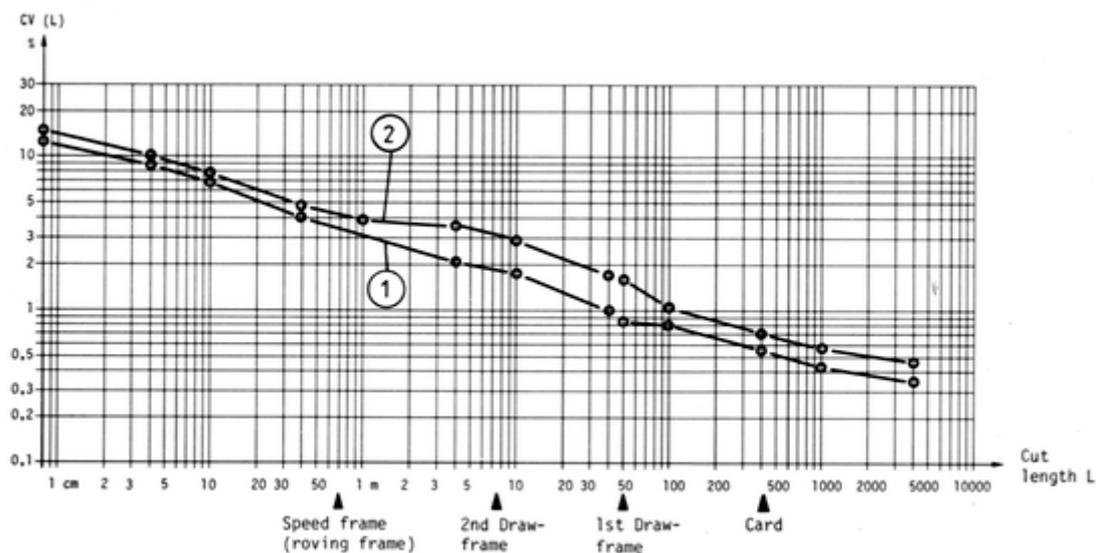


Fig.19

图 19 中的变异—长度曲线已延伸至 4000 米切割长度。长于 40 米的切割长度是用平均值系数 AF 求得的。切割长度长于 40 米的变异—长度曲线上的点的计算方法在第 3 节里有详细说明。

为了十分清楚地表明在切割长度长于 40 米的点是用另一种测量方法获得的，因而在切割长度 40 米和 50 米两点处两根曲线被断开。

对于切割长度长于 50 米的每个测量点，需求取 5 个 AF 值，计算其平均数  $\bar{X}$  和标准差 S，从这两个特征值，可计算变异—长度曲线上的一个点( $CV(L)=S/\bar{X}$ )。

纱②的中片段不匀看来产生于贰道并条机处。

例 5：降至 0.1 厘米的变异—长度曲线

图 20 所示为纯棉、Nm70 精梳纱，0.1 厘米处的点是用 0.1 厘米的测量场测得的。曲线①表明该纱的各个加工阶段都十分完好，而曲线②在贰道并条机处十分明显地偏离了纱①的曲线。

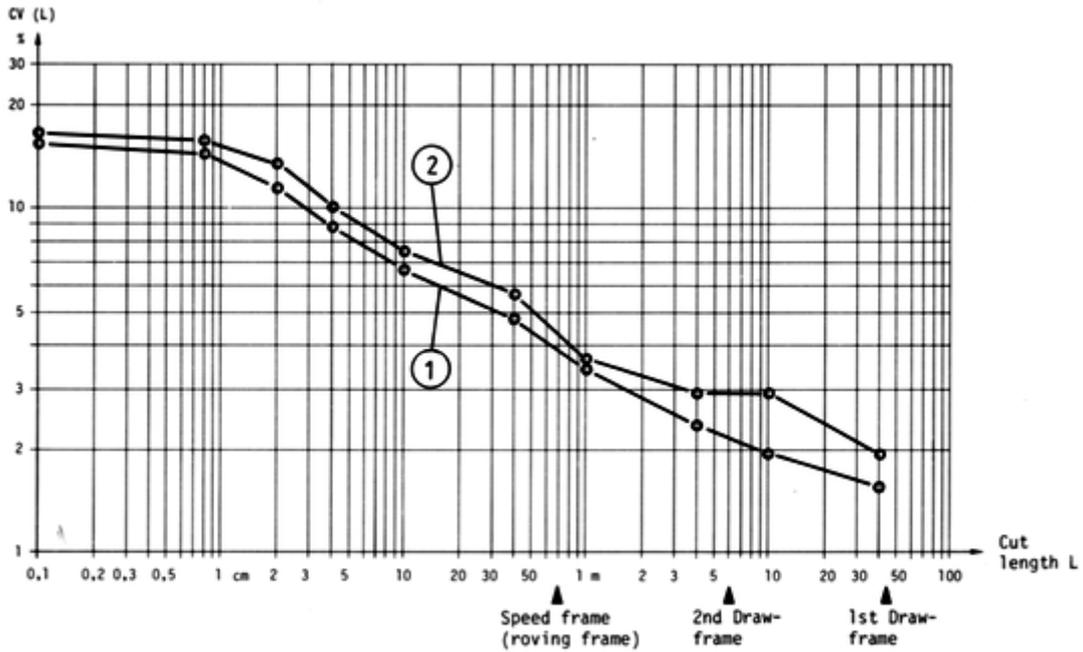


Fig.20

在切割长度为 0.1 和 1 厘米之间的纱条变异—长度曲线几乎是水平走向，从 1 厘米到 25 米范围内的曲线则急剧下降，而当切割长度长于 25 米的范围内又逐渐平坦。这一事实是马丁代尔(Martindale)在 1945 年指出的(参考附录 4 文献 8)。

## 6、变异—长度曲线的理论

在有关 U 及 CV 值的计算一节中，已提到了极限不匀率。对于变异—长度曲线来说，人们也会提出这样的问题，即当纱条中纤维为最佳分布时，其变异—长度曲线将呈现什么形状。

奥立普(Olerup)和勃郎宁(Breny)(参考附录 4 文献 8、9、10)提出了计算变异—长度曲线的方法。对于恒定的纤维长度，或近似地对于不等长的纤维长度来说，则有如下的恒等式：

$$\left[ \frac{CV(L)}{CV(O)} \right]^2 = 1 - \frac{L}{3\bar{l}} \quad L \leq \bar{l} \quad (I)$$

$$\left[ \frac{CV(L)}{CV(O)} \right]^2 = \frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3L^2} \quad L > \bar{l} \quad (II)$$

$$\left[ \frac{CV(L)}{CV(O)} \right]^2 = \frac{\bar{l}}{L} \quad L \gg \bar{l} \quad (III)$$

(如果  $L \gg \bar{l}$ ，则  $\frac{\bar{l}^2}{3L^2} \approx 0$ )

式中：

CV(L)=相应切割长度的变异系数

CV(0)=相应于 8 毫米长测量场的变异系数

L=切割长度

$\bar{l}$ =短纤维平均长度

现在如果按公式 I、II、III 计算变异—长度曲线并画在线性坐标纸上，则得到如图 21 的曲线：

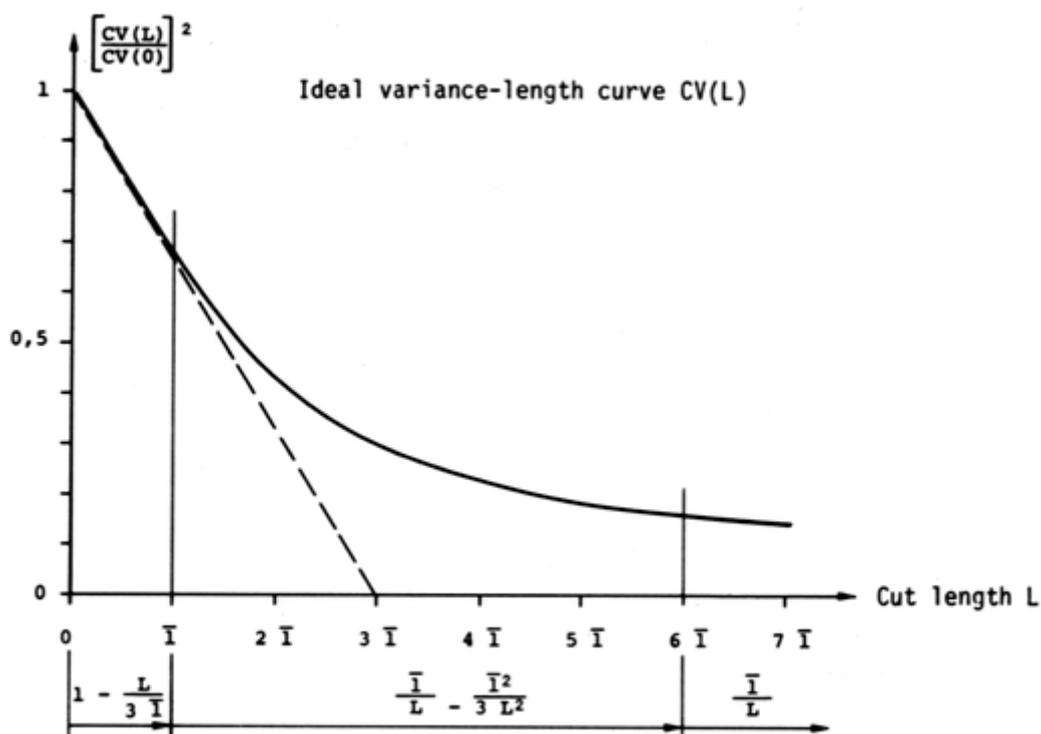


Fig.21

因此如果纤维平均长度  $\bar{l}$  已知，则可计算理论变异—长度曲线。现在如果将等式

III

$$\left[ \frac{CV(L)}{CV(0)} \right]^2 = \frac{\bar{l}}{L}$$

加以变换，可得表达式：

$$\frac{CV(L)}{CV(0)} = \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}}$$

由此得：

$$CV(L) = CV(O) \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} \quad (IV)$$

在第二章 7.1 节中关于极限不匀率的课题中，已经提到过由马丁代尔(Martindale)建立的极限不匀率的公式：

$$CV(O) = \frac{100}{\sqrt{n}} (\%)$$

式中  $n$  为纱条中纤维的根数。

现将此式代入等式(IV)，则得  $CV(L)$  与切割长度的关系式如下：

$$CV(L)_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}}$$

式中： $CV(L)_{\lim} = L \gg 1$  时的极限不匀率

纤维平均长度  $\bar{l} = 22$  毫米的一种普通梳棉纱变异—长度曲线和理想变异—长度曲线之间的比较如图 22 所示。

纱线支数为 19.7 号，纤维细度为 0.168 特克斯，断面中的纤维根数为：117。

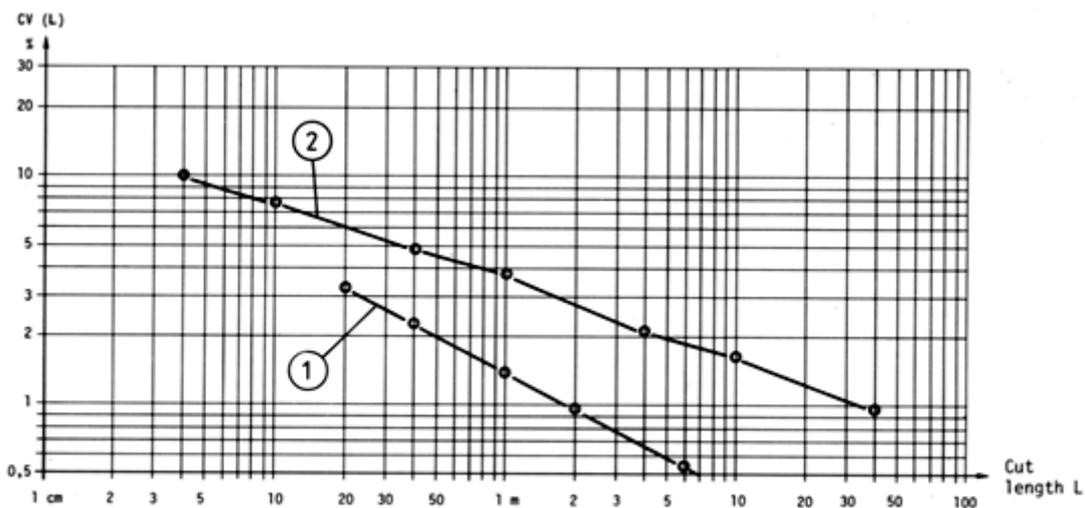


Fig.22

曲线①是计算而得的理想纱条变异—长度曲线，曲线②是用条干均匀度仪对上述普梳纱测得的变异—长度曲线。

从图 22 可得到如下简单的结论：纱线的均匀度较好，总不匀率  $CV(O)$  较低，变异—长度曲线的倾角较陡。

各加工阶段对变异—长度曲线的影响：

纺纱厂的每一加工阶段都将承担总不匀率之一部分。现在如果再回想一下第二章

7.6 节，我们就能从各个不同的加工阶段计算总不匀率。每一个加工阶段的重要性将在下例中说明。

例：

在一棉纺厂中有两种同支数的纱，计算粗纱机和环锭细纱机对极限不匀率的影响。

	纱 A	纱 B
由粗纱机产生的不匀成份 $CV_1$	3%	5%
由环锭细纱机产生的不匀成份 $CV_2$	15.5%	15.5%
由粗纱机和环锭细纱机产生的总不匀率： $CV_{tot} = \sqrt{CV_1^2 + CV_2^2}$	15.8%	16.3%

该例表明来自于前纺加工过程的不匀构成成份由于不匀成份的几何合成，因而在总不匀率中只占很小的百分比，在本例中，虽然粗纱机对纱 B 的 CV 值的影响比纱 A 约高 2%，然而这样大的差异对总不匀率仅增加 0.5% (图 23)。

因此，为了得到有关比较清楚的前纺加工情况以及 CV 值，须检验每一加工阶段的 CV 值或做出变异—长度曲线。本例十分清楚地说明了变异—长度曲线的优越性。

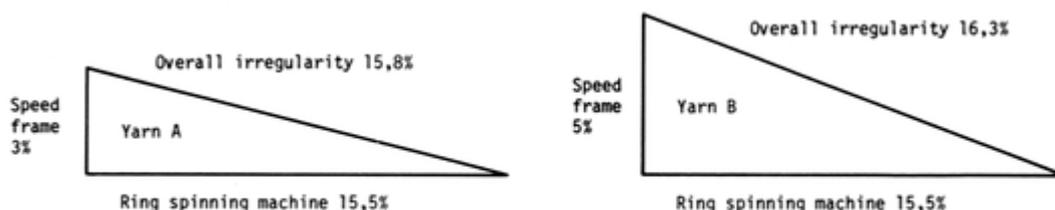


Fig.23

周期性质量变异对变异—长度曲线的影响：

至此为止尚没有提及周期性质量变异是否也影响变异—长度曲线，或者说，是不是可从变异—长度曲线检验出周期性疵点。借助于图 24 可易于解答这个问题。图 24A 是按如下公式表示的理想变异—长度曲线。

$$CV(L) = \frac{100}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\bar{I}}{L}}$$

该图是在线性图纸上绘制的。

图 24B 表示的是无随机变异的周期性质量变异的变异—长度曲线，它是按如下公式作出的：

$$CV(L) = CV(O) \times \frac{\sin \frac{L \times \pi}{\lambda}}{\frac{L \times \pi}{\lambda}} \quad \lambda = \text{周期 } 20 \text{ 厘米}$$

该式是与第 4 章第 4 节注释中给出的公式一致的。

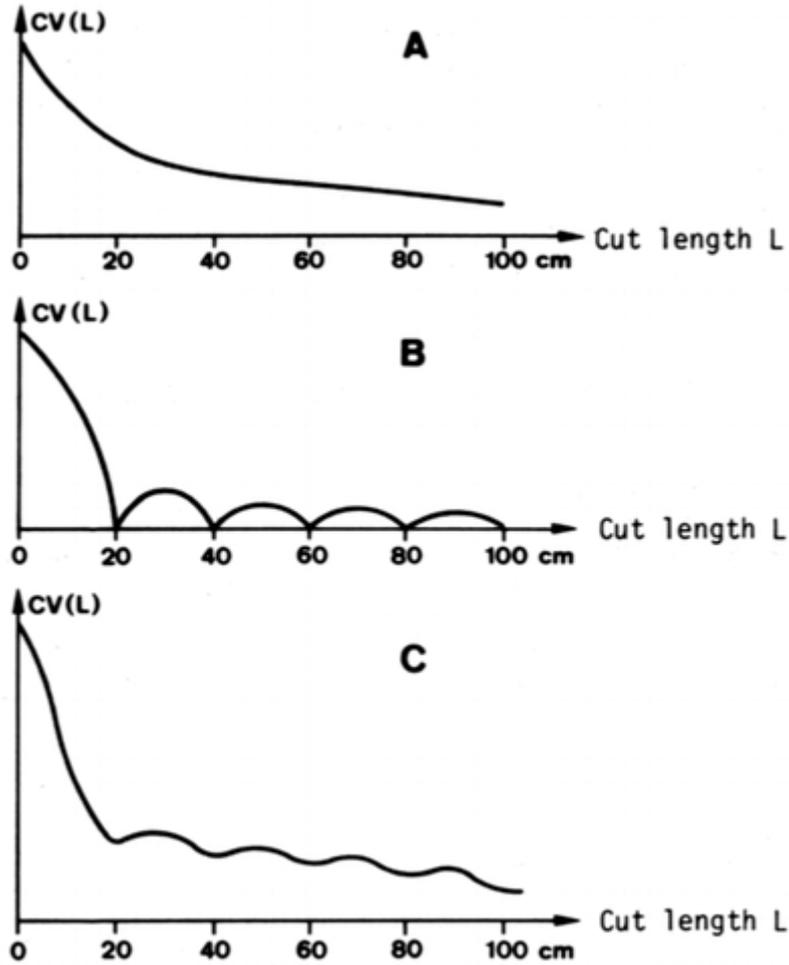


Fig.24

纯周期性疵点的变异—长度曲线(图 24B)在波长又及 $\lambda$ 的整数倍处为零。这种情况可用简单方法解释如下：如果具有一周期性质量变异(但无任何随机不匀)的纱条被切成长度为 $\lambda$ 的片段。从这些片段求出其质量的变异系数  $CV$ ，则其结果为零，这是因为所有这样的片段具有相同的质量。对于长度为  $2\lambda, 3\lambda, 4\lambda, \dots$  的片段，也将得出同样结论。

因为具有周期性疵点的纱条的变异—长度曲线表示随机不匀在周期性质量变异上的迭加，因此，合成的变异—长度曲线(图 24C)可从图 24A 和 24B 绘制而成。这是一条具有波长 $\lambda=20$  厘米的周期性质量不匀的纱条变异—长度曲线。

图 24 表明，周期性质量变异对变异—长度曲线的影响是很有限的，在大多数情

况下显示不出来，因此，变异—长度曲线并不是检验周期性疵点是否存在的合适工具，在第四章中所举的例子清楚表明，在这方面更有代表性的是波长谱。

#### 提要

1. 用 II 型条干均匀度仪可测定 0.8 厘米至 40 米之间的变异—长度曲线上的任意点。用 AF 值或用切割称重法，则有可能将此曲线延伸至 4000 米。

2. 用 I 型和 GGP 型条干均匀度仪，可测定从 0.8 厘米至 22.4 米范围内的变异—长度曲线上的有限数点，用这两种仪器不可能将曲线延伸至 4000 米，唯一可能的方法是切割称重法。

3. 如要比较精确地测定变异—长度曲线，则只能用乌斯特条干均匀度仪的 CV-计算器。当用 U-计算器或用 GGP 型均匀度试验仪的 CV-计算器测定时，虽然也能画出变异—长度曲线，但必须注意其精度受到一定限制。

4. 变异—长度曲线不适宜用于检验周期性疵点是否存在。

5. 按照本章中所给出的方法，绘制一条至 40 米为止的变异—长度曲线约需 45 分钟，这种分析方法仅用于专题试验。毫无疑问，变异—长度曲线在许多情况下是对其它试验结果(不匀曲线图，波谱图，U 或 CV 值，常发疵数量等)的一种很有价值的补充。

6. 当纱线的总不匀率  $CV(O)$  不够显著时，或当需要前纺加工中关于材料的长片段非周期不匀的辅助信息时，绘制变异—长度曲线是很有价值的。

## 第八章 取 样

### 1、规律性取样

规律性取样是目前大多数工厂采用的取样方法。按照这一方法使纺纱厂每一部位在规定的时间内至少检查一次。根据这一原则，确定细纱、粗纱、并条的取样数量。实例见 4、5、6 节。

对输出部位很多的机器，如粗纱机和细纱机进行规律性取样时，需要有准确的取样计划。这将在例 3 中说明。

例 1：某棉纺厂有 5 台粗纱机，每台粗纱机上有 96 只锭子。

本例中，我们将考虑表 1 建议的额定值，规定所有锭子在一个月的 21 个工作日内要全部检查过。

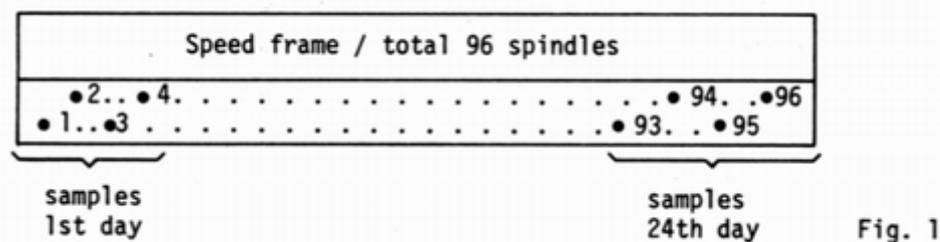
全部锭子  $Stot = 5 \times 96 = 480$

每天检查的锭子数  $Sd = \frac{Stot}{21} = \frac{480}{21} = 22.9$

每天每台机器检查的锭子数  $\frac{Sd}{5} = 4.6$

为了使质量控制过程尽可能简单，每天从每台粗纱机上取 4 只粗纱。

第一天检查五台机器上的 1、2、3、4 号锭子，第 24 天是 93、94、95、96 号锭子，以此类推，(图 1)



例 2：某棉纺厂有 29 台环锭细纱机，每台机器 500 只锭子。

采用表 1 建议的额定值，规定应该在六个月或 125 个工作日内将所有锭子检查完毕。

锭子总数  $Stot = 29 \times 500 = 14,500$

每天检查锭子数目  $sd = \frac{14,500}{125} = 116$  锭子

每天每台机器检查锭子数目  $sd,m = \frac{Sd}{29} = \frac{116}{29} = 4$

每台机器再分成四组，每组 125 个锭子，第一天，从机器一边取管纱第一只和第

126 只，再从另一边取第 251 只和第 376 只(图 2)。

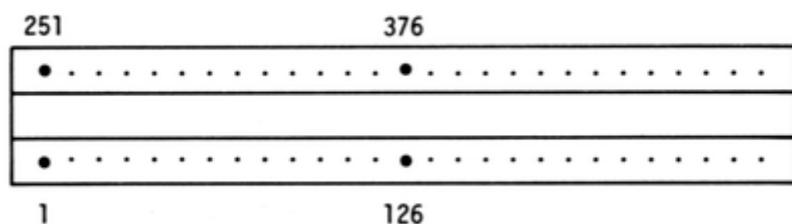


Fig. 2

第二天，在锭子 2、127、252、377 上取四个管纱，这样，125 天后全部细纱机上的所有锭子检查完毕。

例 3：某棉纺厂有 18 台气流纺纱机，每台机器 200 只纺纱杯。

我们将采用表 1 所示的额定值，并规定三个月内或 62 个工作日至少要对所有纺纱杯检查一遍。

纺纱杯总数  $R_{tot}=18 \times 200=3,600$

每天检查纺纱杯数  $R_d = \frac{R_{tot}}{62} = 58.1$

每天每台机器检查的纺纱杯数  $R_{d,m} = \frac{R_d}{18} = \frac{58.1}{18} = 3.23$

为了使质量控制程序尽可能简单，每天每台机器上取 4 只筒子。

在这种情况下，第一天，取第 1、51、101、151 号筒子，第二天取第 2、52、102、152 号，以此类推(图 3)，所有纺纱杯在 50 天后将全部检查完毕。

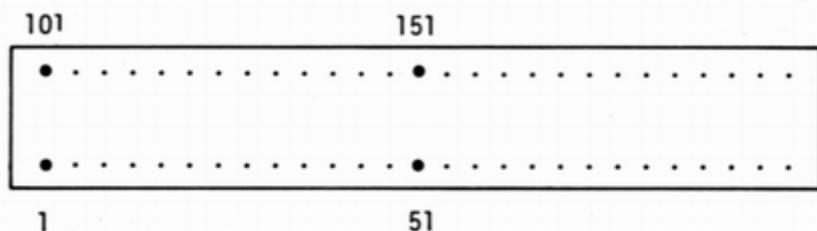


Fig. 3

## 2、每一加工阶段达到 100% 检验率所需之时间

环锭纺纱机中一只有毛病的锭子在后道加工中带来的损害远远小于细纱前某道工序中一台有毛病的机器，为此，必须对前道工序加强检查，再者，细纱之前的任何一道工序机台数目都较少，因此也有可能更经常的得到检查。表 1 介绍的是在一个加工阶段中全部生产部位被检查一次所需的时间。

对于精梳条子，I 型、II 型条干均匀度仪对条子的测试范围在 80 千特克斯以下，对于 GGP 型测试仪，粗支区域的最大极限是 40 千特克斯。

表 1 所示的时间可以看作是近似值和额定值？纺纱厂里的机器越老，机器维修工

作次数越少，所纺支数越高，取样数量必将越多。

	加工设备	整台设备检查一遍所需时间
棉 纺 厂	梳棉机	一周
	条卷机	一个月
	并卷机	一个月
	精梳机	二天
	头道并条机	二天
	贰道并条机	一天
	粗梳机	一个月
	环锭细纱机 气流纺纱机	六个月 三个月
精梳 毛纺厂	梳毛机 环锭细纱机	每台机器，每星期每一层检查 5 只 六个月
精 梳 毛 纺 厂	精梳梳毛机	一周
	自调匀整并条机	一周二次
	头道并条机	一周
	贰道并条机	每天
	末道并条机	十四天
	粗纱机 环锭细纱机	一个月 六个月

### 3、小批量取样

前几章里提到 U/CV 值及纱疵数时认为，纺纱厂里得到的统计值应该制成控制图表(图 4)以表格或频率分布图等形式保存下来。

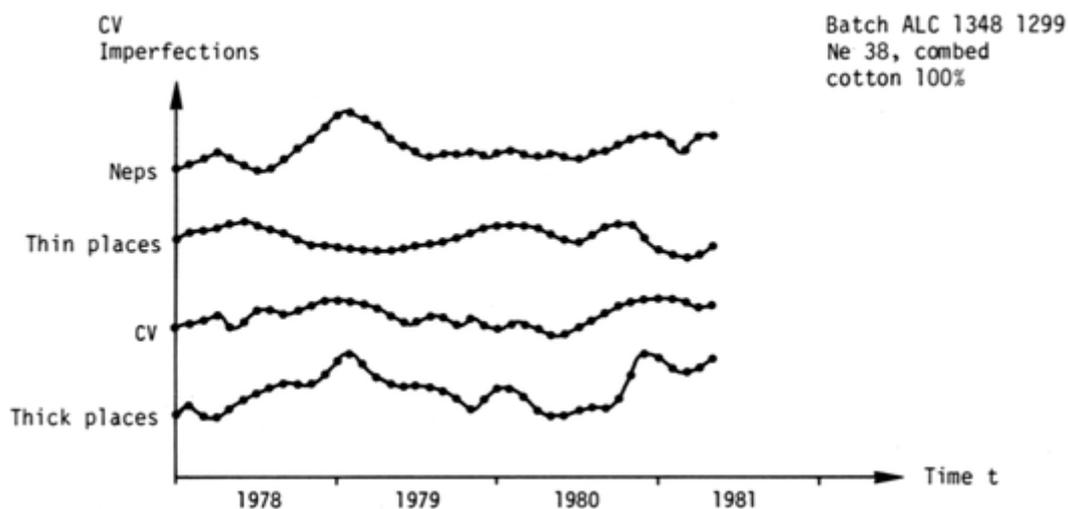


Fig. 4

目前趋向于用电子数据存储装置收集这些信息，大量统计数字提供了相似工序或同一批产品质量对比的可能性，根据这些有系统的资料有可能得出原料、机器或各种

加工方法的变化规律及有关的结论。

大批量的质量控制总比小批量容易，因为大批量得到的单项值多，统计值更有代表性，对于小批量，常常需要比前述取样量大。举例来说在精梳毛纺厂，一种纱线仅生产 500 公斤，一台细纱机用不了一天即可完成。如果每天仅从环锭细纱机 125 只锭子中检查一只，那么得到的统计值将是不够充分的。因此在这种情况下，取样数量一定要增加。对小批量生产，最好在生产开始后不久取样及生产进行一半时再次取样。

#### 4、棉纺厂取样计划实例

一个棉纺厂有下列机器：

- 8 部梳棉机
- 4 台头道并条机
- 4 台贰道并条机
- 1 台条卷机
- 1 台并卷机
- 2 台精梳机
- 4 台粗纱机，每台有 96 只锭子
- 32 台环锭细纱机，每台 400 锭
- 10 台气流纺纱机，每台有 200 只气流纺纱杯

按照表 1 所提示的额定值，根据表 2 所示的测试条件和测试时间进行质量检测及控制。

纺织厂试验室一年工作日是 250 天，每月平均 21 天。

①依据表 1 所给额定值进行计算。

②用 I 型或 II 型条干均匀度仪对取自细纱以前各加工过程的某些纱条均能每分钟试验 100 米。当用 GGP 型试验仪时，对取自所有加工阶段的各种材料，速度总是选用 25 米/分。(例外：长度较长的切断纤维纱为 50 米/分)。

③这些数字是以自动操作的 II 型试验仪作基础的，当用没有自动化装置的 I 型和 GGP 型试验仪时，细纱测试时间至少考虑二分钟，因为需要较多的时间计算结果。

④用 GGP 型试验仪，细纱的测试时间至少考虑五分钟。

如果用 I 型试验仪测试表 2 所列项目，每天试验时间将是 595 分钟或近 10 小时，如果用普通的 GGP 型试验仪做表 2 所列的试验，每天试验时间将是 1155 分钟或近 19 小时。

表 2

机器	测试条件						测试项目			
	每天试验数量 ①	测定速度 (米/分) ②	准备和计算时间 (分)	试验时间 (分)④	每次试验时间 (分)	每天所需的全部试验时间 (分)	不匀 曲线图	U/CV	波谱 图	纱疵
梳棉机	2	50	2	5	7	14	×	×	×	—
头道并条	2	50	2	5	7	14	×	×	×	—
贰道并条	4	50	2	5	7	28	×	×	×	—
条卷机	-	25	5	5	10	-	×	×	×	—
并卷机	-	25	5	5	10	-	×	×	×	—
精梳机	1	50	2	5	7	7	×	×	×	-
粗纱机	16	50	2	5	7	112	×	×	×	—
环锭细纱机	100	400	1	1③	2	200	×	×	×	×
气流纺纱机	40	400	1	1③	2	80	×	×	×	×
每天试验总时间		455 分≈8 小时								

## 5、粗梳毛纺厂取样计划实例

某粗梳毛纺厂有下列机器：

—15 台粗纺梳毛机，每台 6 层，每层有 12 眼输出。

—11 台环锭细纱机，每台有 480 只锭子。

粗纺梳毛机试验方法：

—第一个星期，在每台最低层中测试五眼。

—第二个星期，在每台下面第二层中测试 5 眼，以此类推。

—第六个星期，在每一最高层中测试 5 眼。

经过六个星期，从每层将测试 5 个试样，然后进行第二个试验，循环测试其他输出眼。约 15 周时间，所有输出眼将测试完毕。

在纺织厂试验室里，一年工作日为 250 天，每月平均 21 天。

①依据表 1 所给额定值进行计算。

②用 I 型或 II 型条干均匀度仪，对取自细纱以前各工序的某些纱条均能以 100 米/分测试，用 GGP 型试验仪，对取自所有加工阶段的各种材料，其试样速度总是选用 25 米/分，(长度较长的切段纤维纱则例外，为 50 米/分)。

③这些数字是用自动操作的 II 型试验仪作基础的。用没有自动化装置的 I 型和 GGP 型则细纱测试时间至少要考虑二分钟，因为需要较多的时间计算结果。

④用 GGP 型试验仪，细纱的测试时间应考虑 5 分钟。

⑤梳毛机上产生的疵点只能根据粗纱检验评定。

表 3

机 器	测 试 条 件						测试项目			
	每天① 试验数 量	试验速 度(米/ 分)②	准备和计 算时间(分)	试验时间 (分)④	每次试 验时间 (分)	每天试验 时 间 (分)	不匀曲 线图	U/CV	波谱 图	纱疵
粗纱梳毛机⑤	15	50	2	5	7	105	×	×	×	
环锭细纱机	44	400	1③	1	2	88	×	×	×	×
每天试验总时间						193 分≈3 小时				

如果用 I 型试验仪进行表 3 所列的试验，每天试验时间将是 237 分钟或近 4 小时。

如果用普通的 GGP 型仪器进行表 3 所列的试验，每天试验时间将是 413 分钟或近 7 小时。

## 6、精梳毛纺厂取样计划实例

表 4

机 器	测试条件						测试项目			
	每天试 验数量 ①	测试速 度(米/ 分)②	准备和 计算时 间(分)	试验时 间分)④	每次试 验时间 (分)	每天试 验时间 (分)	不 匀 曲 线 图	U/C V	波 谱 图	纱 疵
梳棉机⑤	2	25	3	5	8	16	X	X	X	-
自调匀整并条机	2	50	2	5	7	14	X	X	X	-
头道并条	1	50	2	5	7	7	X	X	X	-
贰道并条	5	50	2	5	7	35	X	X	X	-
末道并条	6	50	2	5	7	42	X	X	X	-
环锭细纱机	36	400	1③	1	2	72	X	X	X	X
每天试验总时间						186 分≈3 小时				

精梳毛纺厂有下列机器：

- 8 台双联梳毛机。
- 5 台自调匀整并条机。
- 5 台头道针梳机。
- 5 台贰道针梳机。
- 4 台末道并条机，每台各有 16 个输出眼。
- 18 台环锭细纱机，每台有 250 只锭子。

在纺纱厂试验室里，一年工作日为 250 天，平均每月 21 天。

①依据表 1 所示的额定值进行计算。

②用 I 型或 II 型条干均匀度仪，对取自细纱以前各工序的某些纱条均能以 100 米/分测试，当用 GGP 型试验仪时，对取自所有工序中的各种材料，试验速度总是选择 25 米/分，(长度较长的切断纤维纱例外，为 50 米/分)。

③这些数字是以自动操作的 I 型试验仪作基础的，当用没有自动化装置的 I 型和 GGP 型试验仪时，细纱测试时间必须至少 2 分钟，因为需要多一些时间计算结果。

④用 GGP 型试验仪，细纱的测试时间也必须要考虑 5 分钟。

⑤必须注意，用 I 型或 II 型条干均匀度仪测试粗梳条子时，测量范围限制在 80 千特克斯，GGP 型试验仪的测试范围限制在 40 千特克斯。

如果用 I 型进行表 4 所列的试验，每天试验时间将是 222 分钟或近 4 小时。

如果用一般 GGP 型仪器进行表 6 所示的试验，每天试验时间将是 366 分钟或近 6 小时。

## 第九章 条干均匀度试验程序

### 1、环境条件及试样的予处理

如果车间温湿度条件和试验室相同，管纱不需予调湿处理。如果车间温湿度条件与试验室有较大差别(温度大于 3℃，相对湿度大于 3%)则同一批试样须在两小时内完成试验或在试验前进行予处理。进行予处理时间至少 24 小时，试样应安放在温湿度稳定的空调室内。

### 2、测试步骤及结果的解释：

条干均匀度试验程序：

- (1)根据本手册第八章取样
- (2)根据操作说明书进行试验
- (3)根据本手册第一章检查不匀曲线图并进行评价，如出现：
  - 筒管之间平均值变异大
  - 平均值跳变(瞬间变化)
  - 间隔出现的粗节和细节
  - 间隔出现的长片段不匀等。

必须找出产生疵点的原因。在分析不匀曲线图时，必须参考 U 或 CV 值、纱疵、波谱图等，因为它们各自从不同的角度提供了有价值的信息。

(4)按本手册第二、三章所述内容，将 U 或 CV 不匀率值、粗节、细节、棉结列入控制图表\*\*或将这些数据送入电子数据存储器备用。

如果平均值超越警戒线，首先应检查是否由于极值造成，并实地检查平均值特别高的管纱。如果不是上述原因，则必须继续分析。

如果经过分析造成平均值大的原因仍不明确，则应进一步分析不匀曲线图、波谱图、AF 值，进而可做出变异—长度曲线、做 U 或 CV 值及纱疵的频率分布图进行统计计算等。

绘制频率分布图，须考虑至少要有 50 个数值，分组宽度可参见附录 1。

在分析不匀曲线图时，为能清楚的说明问题，可变换试样速度及图纸速度，两者恰当的配合是非常重要的。

当比较自己工厂与其他工厂纱线质量时，可参看“乌斯特统计值”。\*\*\*\*\*

\* 实例见附录 4 文献 4, 5, 6。

\*\* 每台乌斯特条干均匀度仪都提供有控制图的实例(No.240507-100000)

\*\*\* 第二, 三章和附录 1

\*\*\*\* 第二, 三章

\*\*\*\*\* “乌斯特统计值”大约每隔五年公布在乌斯特新闻公报上, 最新的乌斯特统计资料是随每台乌斯特条干均匀度仪同时提供的。

\*\*\*\*\* 有关这方面的实例在手册里和附录 4 的书目提要的论文 4, 5, 6 里也有解释。

(5)检查波谱图时, 如发生周期性疵点或牵伸波, 可根据本手册第四章中所述方法寻找造成疵点的原因。

操作仪器的全体人员应该经过独立训练, 并能掌握手册中提出的所有评价方法, 以便能正确使用仪器并对试验结果正确判断。

试验工有权随时向工厂有关人员指出疵点的原因, 如有特殊情况, 则需要同试验室主任商量后决定。

## 附录 1: 统计术语与定义

今天,对纱条质量特性进行分析必须用数理统计这个有效的方法,本手册涉及到大量统计知识,为此下面介绍一些有关概念及定律。

### 1.1 母体

母体是许多有明确定义的观测数据(测量值,计数值等)。它含有有限的或无限的单元或个体,例如,纺纱厂里母体:

- 一批纱管
- 纺制某批原料的锭子等等。

### 1.2 子样

如果要全面了解关于某一产品的质量,最好加工过程中所有单元都经过试验。但由于经济上的原因(所需人员数、所得资料数量、成本等),这是不可能的,尤其是那些破坏性试验。因此采用抽样的方法,即从母体中抽取部分有限的单元(测量值、计数值等)。这种有限数量的单元称为子样。而一个子样能代表母体的程度是统计学的一个首要问题。

### 1.3 取样

取样方法对试验结果有很大的影响。取样时最重要的是当选取子样时,母体中需要测试的所有单元都要有相同的机会或概率被选进子样,因此,取样时必须仔细规划以免出现不实的结果。

子样的大小:

抽取子样大小是指组成子样的单元数量,子样大小对试验结果的精确性有很重要的影响。因此,必须根据母体情况慎重地确定子样数量。

### 1.4 分布

“分布”是描述具有统计数量的某一事件发生的概率或频率的公式或数学模型。“分布”分为以实验为基础的分布和理论分布两种。以实验为基础的分布是从直接观测获得的。运用统计学希望找出理论分布和以实验为基础的分布之间的相互关系,以便估价以实验为基础的分布的含义。

### 1.5 正态分布特征值

正态分布在纺织技术方面具有重要意义，因为被测定的质量指标，其母体大多为正态分布或接近于正态分布，这种分布的重要性还在于其它分布可籍助于“中心极限定理”按正态分布定律加以考虑。

正态分布按下式定义：

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$X_i$  = 单值

$\mu$  = 母体平均值

$\sigma$  = 母体标准差

$e = 2.71828\dots\dots$  (自然对数的底)

当事件数量几乎为无穷大时( $n \rightarrow \infty$ )，该函数曲线形状如钟，称为“钟形曲线”。这曲线的形状由平均值 $\mu$ 和标准差 $\sigma$ (图 1)两个参数决定，在 $\pm\sigma$ 处是钟形曲线的拐点。

如果从这个母体中抽取部分作为子样，则规定子样的平均值为 $\bar{X}$ ，标准差为  $S$ 。

在实际试验中，事件出现的次数是有限的。如果要从子样的结果描绘其分布图，最好把事件分成几组，并做出直方图。如果子样试验包括 100 个单值，则分组数  $K$  不应超过 10 个，有 1000 个单值，不应大于 13 组，有 10000 个单值时，不大于 16 组。

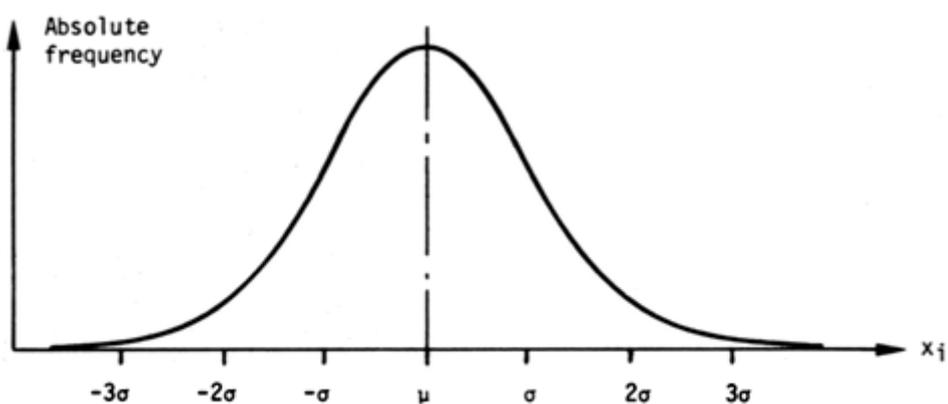


Fig. 1

例：

从一个子样中取 120 个( $n=120$ )棉结测定值分组后，做直方图 (2)，发现该试样包括有界外值。因此一般只考虑 370~525 的十组，组距为每千米 15 个棉结。如只进行平均值的计算，则 555~600 的界外值不易发现。

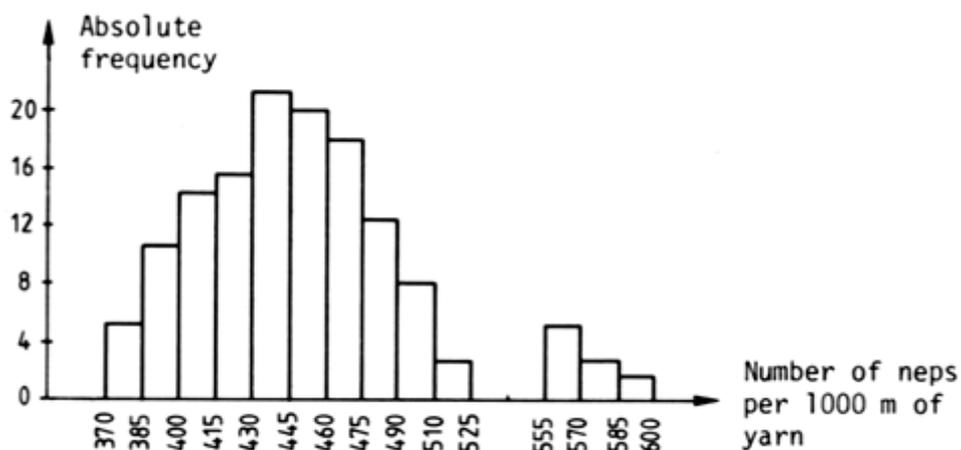


Fig. 2

算术平均值:

平均值是子样或母体的一个很重要的特征值，它指示单值的平均水平。

子样的算术平均值等于单值的总和除以单值的次数。

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

式中； $\bar{X}$ =子样平均值

$X_i$ =单值

$n$ =每一子样内的单值数。

方差:

方差反应了被观测的单值偏离于它们的平均值的平均程度。对于子样来说，其关系如下式所示:

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (III)$$

$S^2$ =子样的方差

$X_i$ =子样的单值

$\bar{X}$ =子样的平均值

$n$ =子样内单值数

标准差:

标准差是从方差得到的，实际上是方差的平方根。

$$S = \sqrt{S^2} \quad (IV)$$

变异系数:

变异系数定义为标准差  $S$  和平均值  $\bar{X}$  的商。

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \quad (V)$$

$CV$  = 变异系数

$S$  = 标准差

$\bar{X}$  = 平均值

变异系数经常用百分率来表示

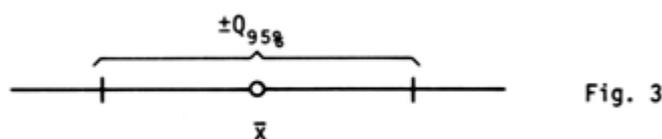
显著性:

统计显著性是指根据子样得出的关于母体的某一性质的结论确为真实的可能性。它通常以百分率表示。统计显著性及其计算将在下面置信区间一段中详述。

正态分布平均值的置信区间:

根据子样得出代表母体的某一特性的结论，其相应的特征值不能恰好为一定值，而只能由与子样内单值分布有关的值来确定。事实上它是一个区间。只能期望代表母体的相应特征值按一个可以计算的误差概率落入该区间内。这个区间的大小取决于测试结果的设定统计显著性的大小。在纺织试验中通常设定统计显著性  $S$  为 95%。当考虑两个子样的差异时，选用  $S=99\%$ 。即使从母体中取出的子样量再大，母体真正平均值  $\mu$  仍为未知，但子样量越大，利用子样平均值  $\bar{X}$  评估母体平均值  $\mu$  的准确率越高。

如果子样平均值  $\bar{X}$  两边有一个对称的区间  $Q_{95\%}$ (图 3)，则在同一母体中抽取的另一子样的平均值将以 95% 的可能落在该区间内。也就是说，母体的真正平均值  $\mu$  也将落入误差程度 5% ( $\alpha=100\%-S=100\%-95\%=5\%$ ) 的置信区间。



置信区内的极限值可根据下面公式计算:

$$Q_{95\%} = \bar{X} \pm \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (VI)$$

$Q_{95\%}$  = 95% 的置信区间

$\bar{X}$  = 子样平均值

$t$  = 学生氏分布的系数

S=标准差

n=子样中单值次数

系数 t 由设定的统计显著性和“自由度”  $f=n-1$  决定。t 和 f 值已列成表格，可在统计学手册中查阅。表 1 给出一般常用的子样大小对应的 t 值，该表已考虑了相应的自由度。

表 1

n	5	10	20	30	40	50	100
t	2.78	2.26	2.09	2.05	2.02	2.00	1.98

### 1.6 泊松分布的特征值

泊松分布是偶然发生的事件形成的。偶发事件指的是出现概率很低的事件。

纺织工业中，按泊松分布出现的偶发事件的实例有：

—千锭时断头数。

—每千米或每十万里纱中偶发性粗节和细节的数量。

试验证明当每千米纱疵数小于 30 时，疵点的计数结果将服从泊松分布定律。

偶发性事件发生的概率是按下列频率分布的公式决定的：

$$\varphi(n) = \frac{\mu^n \times e^{-\mu}}{n!}$$

$\mu$  = 泊松分布的平均值(相应于母体)

e = 2.71828.....(自然对数的底)

n = 事件次数，为整数(相应于母体)

$n! = n(n-1)(n-2) \dots 3 \times 2 \times 1$

前面章节中的正态分布是作为连续函数来考虑的，而泊松分布是一个不连续函数。

泊松分布的标准差是：

$$\sigma = \sqrt{\mu} \quad (\text{VIII})$$

所以泊松分布和正态分布相反，它可十分明显地由平均值  $\mu$  来鉴别。

当平均值很小时，泊松分布是很不对称的。随着平均值  $\mu$  和事件数的增大，泊松分布很快地趋于对称， $\mu$  值越大，泊松分布就越接近正态分布。

下面对子样的平均值以  $\bar{X}$  来表示。

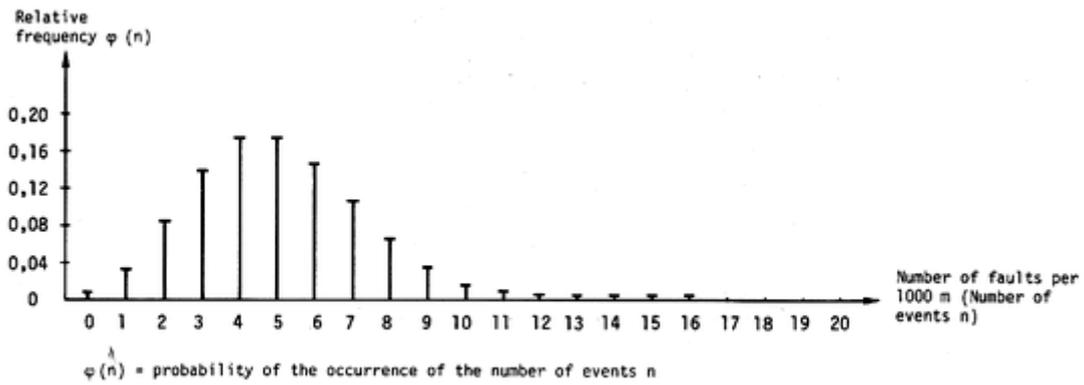


Fig. 4

图 4 表示平均值  $P=5$  的泊松分布

例：

已知一批精梳棉纱，粗节数平均值 $\mu=5$ ，问对于任一测量来说每 1000 米纱出现 9 个粗节的概率 $\phi$ 是多少？根据图 4，概率 $\phi(9)$ 将近似为 0.04 或 4%。

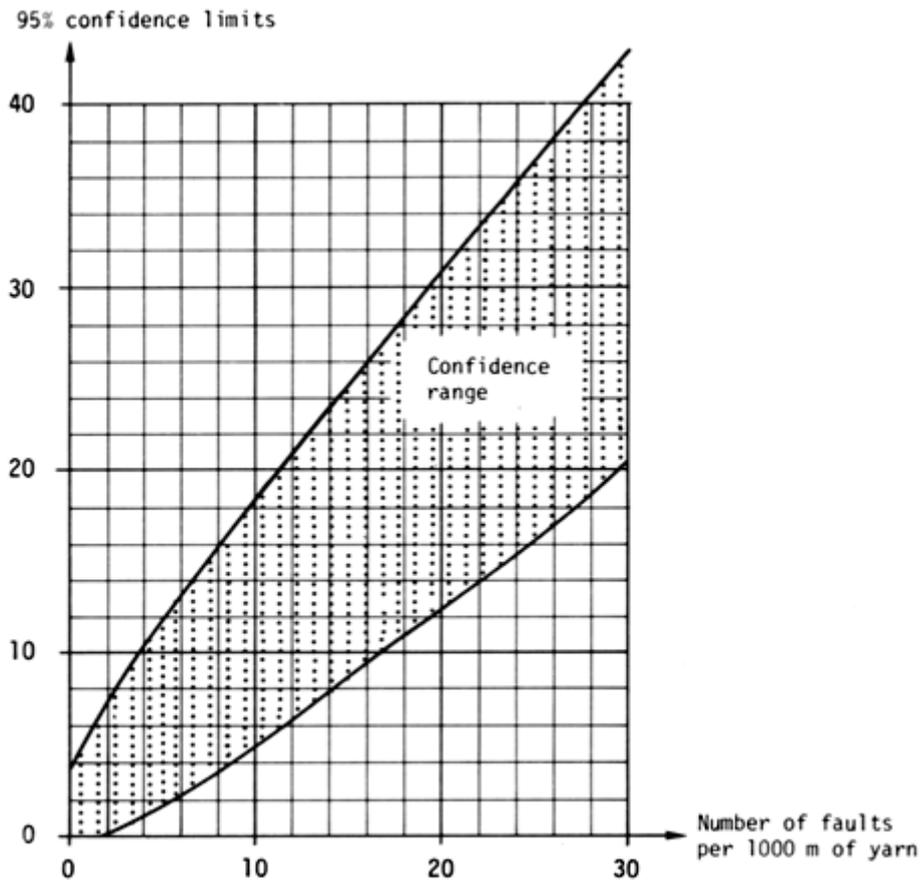


Fig. 5

泊松分布平均值的置信区间：

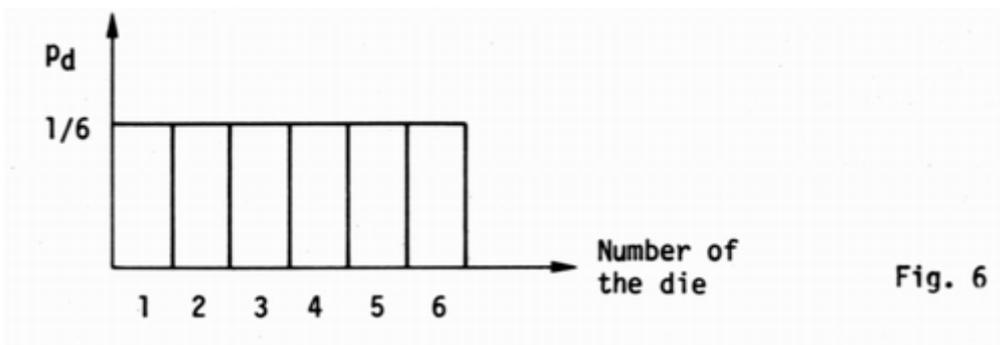
泊松分布也能提供一个置信区间，置信区间的极限值可通过公式计算或查表，为了简便起见，每千米纱的纱疵计数值从 0 至 30 的 95% 置信区间以图解表示(图 5)，对

某一给定的计数平均值就能更方便地读出平均值的上限和下限值。

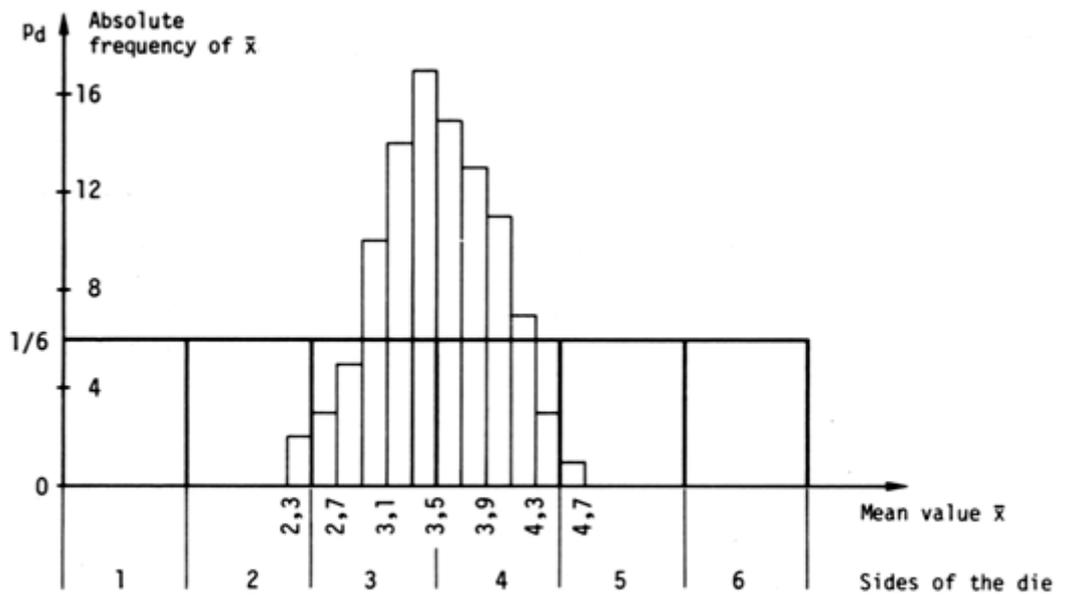
### 1.7 中心极限定理

试验时得到的母体如果不是正态分布，统计上的“中心极限定理”可以提供应用正态分布定律的可能性。中心极限定理指出：取自于非正态分布母体的子样的平均值服从正态分布定律。

中心极限定理可用很简便的方法加以证实。设想掷一个有六个面的骰子，用这一骰子，掷出 1, 2, 3, 4, 5, 6 的概率是  $1/6$ ，因此，这种情况不是正态分布。



$P_d$  = 相应于骰子的某一面出现的概率



$P_d$  = Probability of the occurrence of the corresponding side of the die being at the top.

Fig. 7

总值  $1+2+3+4+5+6$  是 21，理论上平均值  $\mu$  是  $21/6=3.5$ ，现在如果骰子掷出 10 次，并从 10 次结果计算平均值  $\bar{X}$ ，投掷结果可能是  $2 \times 1$ ， $1 \times 2$ ， $3 \times 3$ ， $1 \times 4$ ， $3 \times 5$ ， $0 \times 6$ ，总值是 32，因此第一次平均值  $\bar{X}_1$ ，为 3.2，这个程序重复 99 次。掷骰子总次数就为

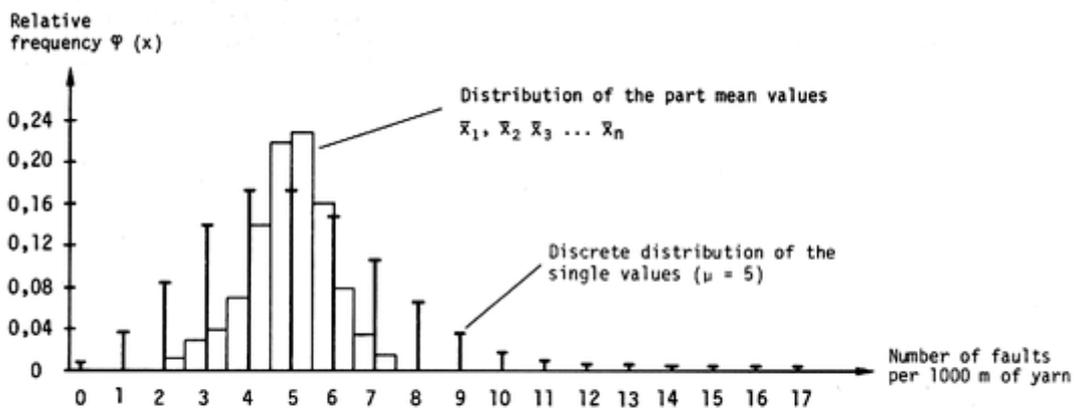
1000 次，从每次 10 个结果中，测定新的平均值，按照这个方法可以得到部分平均值  $\bar{X}_2, \bar{X}_3$  直至  $\bar{X}_{100}$ ，如果将这些离散分布的单值加以分组并作图(图 7)，就能很明显地看到这些部分平均值服从正态分布规律。因此对这些部分平均值来说，又可使用正态分布定律。在这种情况下，总平均值  $\bar{\bar{X}}$  为：

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_{100}}{100}$$

借助于中心极限定理，所有不是正态分布的量都能考虑为正态分布并可运用正态分布定律。

我们将这个原理应用于偶发性疵点的计数结果上。

图 8 以图解形式表示偶发性疵点的分布(泊松分布)，以泊松规律分布的纱疵是从 10 只管纱中测出来的，和掷骰子的例子一样，计算出 10 只管纱中纱疵数的平均值作为第一个平均值  $\bar{X}_1$ ，然后再在相同的管纱中进行试验以同法测定第二个平均值  $\bar{X}_2$ 。如果这个试验重复许多次，并将平均值  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_n$  加以分组并画成直方图，则得到如图 8 所示的正态分布，这些平均值又可运用正态分布定律。这方面的实例，可见第三章 7.1.3 节。



Schematic representation of the distribution of the single values and the part mean values.

Fig. 8

## 附录 2：英制单位转换为公制单位

本手册涉及的单位主要是公制，为了能将所有的数字转换成英制，此处列出了纺织工业中较重要的换算值。

	单位名称	符号	公制
长度单位	1 英寸	in	2.54 厘米
	1 英尺(12 英寸)	ft	0.3048 米
	1 码(3 英尺)	yd	0.9144 米
	1 英里		1609.344 米
面积单位	1 平方英寸	SqIn	6.4516 厘米 <sup>2</sup>
	1 平方英尺	sqh	929.030 厘米 <sup>2</sup>
	1 平方码	sqyd	0.836127 米 <sup>2</sup>
	1 平方英里	sqmile	2.58999 千米 <sup>2</sup>
质量单位	1 格林	gr	0.064799 克
	1 盎司	oz	28.3495 克
	1 磅(16 盎司)	lb	0.453592 克
力单位	1 盎司一力	ozfe	0.278014 牛顿
	1 磅一力(16 盎司一力)	lbf	4.44822 牛顿
压力单位	1 磅一力/英寸 <sup>2</sup> (p·s·0)	lbf/in <sup>2</sup>	6894.76 牛顿/米 <sup>2</sup>
	1 磅一力/英尺 <sup>2</sup>	lbf/ft <sup>2</sup>	47.8803 牛顿/米 <sup>2</sup>

### 附录 3: 纱支系统换算表

本表格的用法可参照下面实例:

已知某一特定的纱, 英制支数  $Nec=32$ , 现要求该纱的  $Tex$ 。我们先看表格“已知”  $Nec$  这一栏, 这一栏里我们向下看一直到“求值”  $tex$  这一栏, 参考这些数值进行计算

$$tex = \frac{590.5}{Nec} = \frac{590.5}{32} = 18.45$$

		tex	dtex	den	$\frac{grains}{yard}$	$\frac{\mu g}{inch}$	Nm	Nec	Nel	New	Y.S.W
公制	Tex=	1	dtex×0.1	Den×0.11	$\frac{grains}{yard} \times 70.86$	$\frac{\mu g}{inch} \div 25.4$	$\frac{1000}{Nm}$	$\frac{590.5}{Nec}$	$\frac{1653.5}{Nel}$	$\frac{885.8}{New}$	$\frac{1937.7}{Y.S.W.}$
	Dtex=	teL10	1	den×1.11	$\frac{grains}{yard} \times 708.6$	$\frac{\mu g}{inch} \div 2.54$	10,000 Nm	$\frac{5905.4}{Nec}$	$\frac{16,535}{Nel}$	$\frac{8858}{New}$	$\frac{19,377}{Y.S.W.}$
	Den=	tex×9	tex×0.9	1	$\frac{grains}{yard} \times 537.7$	$\frac{\mu g}{inch} \div 2.82$	$\frac{9000}{Nm}$	$\frac{5314.9}{Nec}$	$\frac{14,882}{Nel}$	$\frac{7972.3}{New}$	$\frac{17,439}{Y.S.W.}$
英制	$\frac{grains}{yard} =$	$\frac{tex}{70.86}$	$\frac{dtex}{708.6}$	$\frac{den}{637.7}$	1	$\frac{\mu g}{inch} \div 1801.4$	$\frac{14.1}{Nm}$	$\frac{8.33}{Nec}$	$\frac{23.33}{Nel}$	$\frac{12.5}{New}$	$\frac{27.34}{Y.S.W.}$
	$\frac{\mu g}{inch} =$	tex×25.4	dtex×2.54	den×2.82	Grains10 <sup>4</sup> vara	1	$\frac{25,400}{Nm}$	$\frac{15,000}{Nec}$	$\frac{42,000}{Nel}$	$\frac{22,500}{New}$	$\frac{49,218}{Y.S.W.}$
公制	Nm=	$\frac{1,000}{tex}$	$\frac{10,000}{dtex}$	$\frac{9,000}{den}$	$\frac{14.1}{\frac{grains}{yard}}$	$\frac{25,400}{\frac{\mu g}{inch}}$	1	Nec×1,693	Nel×0,605	New.1,13	Y.S.W. ×0.516
英制	Ne=	$\frac{590.5}{tex}$	$\frac{5905.4}{dtex}$	$\frac{5314.9}{den}$	$\frac{8.33}{\frac{grains}{yard}}$	$\frac{15,000}{\frac{\mu g}{inch}}$	$\frac{Nm}{1,693}$	1	$\frac{Nec}{2.8}$	New 1,5	$\frac{Y.S.W.}{3.28}$
	Nel=	$\frac{1653.5}{tex}$	$\frac{16535}{dtex}$	$\frac{14,882}{den}$	$\frac{23.33}{\frac{grains}{yard}}$	$\frac{42,000}{\frac{\mu g}{inch}}$	$\frac{Nm}{0,695}$	Nec×2,8	1	New.1,87	$\frac{Y.S.W.}{1,172}$
	NeW=	$\frac{885.8}{tex}$	$\frac{8858}{dtex}$	$\frac{7972.3}{den}$	$\frac{12.5}{\frac{grains}{yard}}$	$\frac{22,500}{\frac{\mu g}{inch}}$	$\frac{Nm}{1,13}$	Nec×1,5	$\frac{Nel}{1.87}$	1	$\frac{Y.S.W.}{2,187}$
	Y.S.W=	$\frac{1937.7}{tex}$	$\frac{19,377}{dtex}$	$\frac{17,439}{den}$	$\frac{27.34}{\frac{grains}{yard}}$	$\frac{49,218}{\frac{\mu g}{inch}}$	$\frac{Nm}{0,516}$	Nec×3,28	Nel×1,172	New×2,187	1

缩写符号解释:

dtex = Decitex 分特

den = Denier 旦尼尔

$\mu\text{g}/\text{inch}$  = 微克/英寸 纤维支数制(可用马克隆气流仪测试)

Nm = 公制支数

Nec = 棉亨司支数

Nel = 亚麻缕纱支数

New = 精纺毛纱亨司支数

Y.S.W; 约克夏粗纺毛纱支数