

# 医用真丝编织缝合线的编织工艺研究

王文祖 张佩华 刘伟强

(东华大学,上海,200051) (中国抽纱上海进出口公司)

**摘要:**探讨了医用真丝编织缝合线编织工艺参数的变化对缝合线性能的影响,得出较合理的编织工艺参数配置及可用于实测缝合线性能的理论回归方程。

**关键词:**医用纺织品 缝合线 蚕丝 编织工艺

**中图分类号:** TS 106.423

## 1 医用真丝编织缝合线几何结构与性能关系

图1所示为医用真丝编织缝合线的外观结构。由于丝线在交错时呈一定的倾斜角度,因而表现在外观上是交叉的。图2是单根外壳丝线在一个循环中的近似轨迹图。它在轴向的分力为  $F \cos \theta$ 。当中间加入芯线后,由于芯线呈伸直状态,它对缝线的强力有较大的影响。但芯线太粗,外壳丝线包覆不佳,缝合线表面粗糙而不符合要求。因而,芯线与外壳比例是影响缝合线性能的因素。编织密度的变化直接影响到  $\theta$  角的变化,编织张力则影响缝合线的张紧程度,它们对缝合线的性能也会产生较大的影响。



图1 缝合线的外观结构



图2 单根外壳丝线的近似轨迹图

## 2 实验部分

### 2.1 原料

参照上海市 Q/IKW11-1995 医用真丝编织缝合线的标准,选用4A级丝和较为常规的两股、三股20/22D真丝原料及三种仅作为芯线的捻合线,其性能指标如表1所示。

### 2.2 设备

国产8锭编织机(齿轮齿数比为130:30)和12锭编织机(齿轮齿数比为76:24)。

### 2.3 样品及其各项性能

2.3.1 芯线/外壳比例变化与性能 改变芯线/外壳比例,测试样品的性能,结果如表2所示。

表1 原料的性能指标

原料	性能指标			
	断裂强力 (cN)	断裂伸长 (%)	细度 (tex)	比强度 (cN/dtex)
2股丝线	124.2	17.7	4.11	3.02
3股丝线	209.8	19.8	5.33	3.94
0#捻线	951.3	21.7	30.86	3.08
4#捻线	2173.1	21.7	59.94	3.63
7#捻线	3604.2	24.3	105.45	3.42

表2 芯线/外壳比例变化与性能

样品编号	外壳与芯线配置	芯线/外壳比例	线径 (mm)	打结强力 (cN)	细度 (mm)	比强度 (cN/dtex)	线号
1	2股×8锭	0.00	0.152	758.6	34.04	2.23	4/0
2	2股×8锭+2股	0.13	0.177	920.8	37.74	2.44	4/0
3	2股×8锭+2股×2	0.25	0.192	1027.5	43.66	2.35	4/0
4	2股×8锭+3股×2	0.32	0.203	1036.0	47.36	2.19	3/0
5	2股×8锭+0#	0.94	0.281	1262.4	64.38	1.96	
6	2股×8锭+4#	1.82	0.337	1941.6	97.68	1.99	2/0
7	3股×8锭	0.00	0.221	1032.4	47.17	2.19	3/0
8	3股×8锭+3股	0.13	0.256	1410.4	56.61	2.49	
9	3股×8锭+3股×2	0.25	0.260	1463.0	57.72	2.53	
10	3股×8锭+0#	0.72	0.332	1825.2	81.40	2.24	2/0
11	2股×8锭+4#	1.41	0.379	2505.7	113.96	2.21	1/0
12	2股×8锭+7#	2.47	0.407	3382.7	153.92	2.20	1
13	2股×12锭	0.00	0.205	1115.7	48.10	2.32	3/0
14	2股×12锭+2股×2	0.17	0.231	1303.6	54.11	2.41	3/0
15	2股×12锭+3股×2	0.22	0.239	1352.7	55.50	2.43	3/0
16	2股×12锭+0#	0.63	0.301	1648.9	78.81	2.09	2/0
17	2股×12锭+4#	1.22	0.367	2306.6	113.22	2.04	1/0
18	2股×12锭+7#	2.14	0.470	3101.8	156.14	1.99	1
29	3股×12锭	0.00	0.242	1386.1	61.05	2.27	3/0
20	3股×12锭+3股	0.08	0.311	1722.9	72.15	2.39	2/0
21	3股×12锭+3股×2	0.17	0.322	1941.2	80.43	2.41	2/0
22	3股×12锭+0#	0.48	0.367	2254.8	99.90	2.26	1/0
23	3股×12锭+4#	0.94	0.424	3076.0	133.20	2.31	1
24	3股×12锭+7#	1.65	0.504	3774.5	179.08	2.12	2

2.3.2 编织密度变化与性能 编织密度是指每厘米编织缝合线中的眼数。试验中,试样选取2股×8锭+2股,采用不同的齿轮齿数比配置,在其它编织条件不变的情况下,仅改变编织密度制成的缝线,其性能如表3所示。

表 3 编织密度变化与性能

样品编号	齿轮齿数比例	密度(眼数/cm)	线径(mm)	打结强力(N)	细度(tex)	比强度(cN/dtex)
25	130:18	25.0	0.914	8.663	39.96	2.17
26	130:24	20.4	0.178	8.621	38.48	2.24
2	130:30	15.1	0.177	9.208	37.74	2.44
27	130:36	12.7	0.164	9.514	34.78	2.74
28	176:24	11.3	0.160	8.742	34.04	2.56

2.3.3 编织张力变化与性能 选取试样为 2 股 × 8 锭 + 2 股线,在其它编织条件不变的情况下仅改变编织张力,获得不同样品,其性能指标如表 4 所示。

表 4 编织张力变化与性能

样品编号	张力值(克力)	打结强力(N)	线径(mm)	细度(tex)	比强度(cN/dtex)
29	22	7.932	0.170	31.05	2.55
2	41	9.208	0.177	37.74	2.44
30	52	8.934	0.178	36.76	2.43
31	57	8.656	0.180	37.46	2.31

### 3 结果与讨论

#### 3.1 芯线/外壳比例影响

3.1.1 打结强力与线径 打结强力与线径关系见图 3。若以试样线径值为  $x$ ,打结强力值为  $y$ ,其相应回归方程见表 5。随线径增加,打结强力也呈增加趋势,两者之间有近似线性关系。在适当的芯线/外壳比例情况下,有芯缝合线的强力值要明显地高出无芯缝合线的强力值;而当芯线相对于外壳丝线过粗时,由于芯线的强力远大于外壳丝线的总和,因而出现缝合线断裂时芯线和外壳断裂的不同步性,使得缝合线的实际值大于预测值,此时的缝合线表面粗糙,各项性能指标均较差。故在实际生产中,可依照回归方程较准确地推知其强力值。

表 5 打结强力与线径关系的回归方程

试样	回归方程	相关指数 $r$	$N$	$\alpha$	$r_{min}$
8 锭 2 股外壳	$Y = -111.2482 + 5673.912x$	0.9580	6	0.01	0.917
8 锭 3 股外壳	$Y = -1000.3169 + 9187.3311x$	0.9914	6	0.01	0.917
12 锭 2 股外壳	$Y = -461.67 + 7501.01x$	0.9950	6	0.01	0.917
12 锭 3 股外壳	$Y = -1126.24 + 9637.29x$	0.9880	6	0.01	0.917

3.1.2 比强度与线径 比强度与线径关系见图 4。从图中看出,随着线径的增大,比强度值呈先上升后下降的趋势。缝合线从无芯到有芯及芯线较细时,由于芯线在拉伸时呈伸直状态,而外壳丝线呈螺旋形,在轴向只产生分力,故芯线在缝合线中所起作用较大,使整根缝合线的强力值有大幅度增加。而后出现下降趋势,是由于缝合线的打结强力虽随线径增大而增大,但缝合线细度值不是正比增加。若将缝合线近似看作圆柱体,则由公式<sup>[3]</sup>:

$$d = 0.03568 \sqrt{N_{tex} / \delta}$$

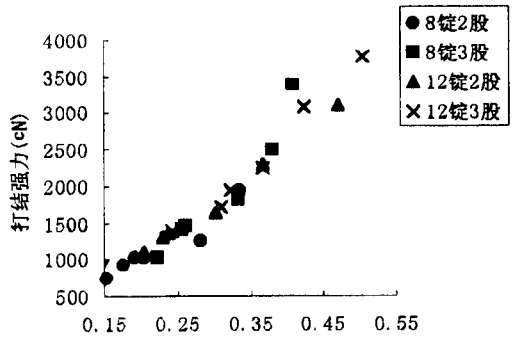


图 3 打结强力与线径

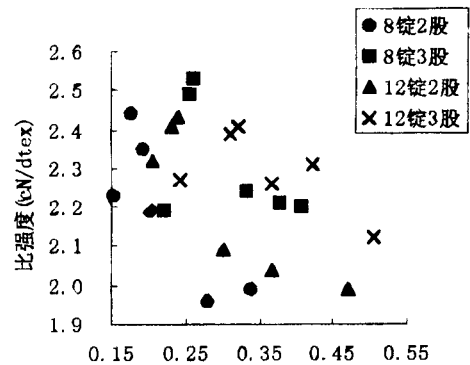


图 4 比强度与线径

式中:  $d$  为缝合线线径(mm);  $N_{tex}$ —缝合线细度(tex);  $\delta$  为缝合线体积重量( $g/cm^3$ )。

可知:细度与线径之间呈平方比例关系,比强度为打结强力与细度比值。由以上分析可知,打结强力与线径呈线性正比关系,细度与线径呈平方关系,两者随线径增量的变化是细度大于打结强力,反映到比强度值上是比强度随线径增大而下降。当芯线相对于外壳过粗时,芯线强力大大超过了外壳丝线总强力值;缝合线由于芯线影响,强力值增加较多,超过了与线径正比的值,使比强度略有增加趋势,图中出现上升趋势。这在实际生产中,可根据缝合线比强度与线径之间这种关系,在已知线径基础上,对其比强度作近似值估算,以免由于线径较粗时,因比强度较低而带来缝合线打结强力较低状况。

3.1.3 比强度与芯线/外壳比例关系 考察这两个因素主要是为了找出芯线/外壳比例在何值时,缝线的比强度达到最大值,这对于获得性能良好的缝合线很重要。图 5 为比强度与芯线/外壳比例关系图。它与比强度与线径关系图很相近,这是因为在实验中外壳编织状况不变,线径增加是由于芯线/外壳比例增大引起的缘故。从中说明:医用真丝编织缝合线的比强度与芯线/外壳比例之间存在着多项式关系,有芯法与无芯法相比,在适当的芯线/外壳比例

范围内,有芯法的比强度更高;若芯线/外壳比例选取太大,则反而对缝合线性能不利。

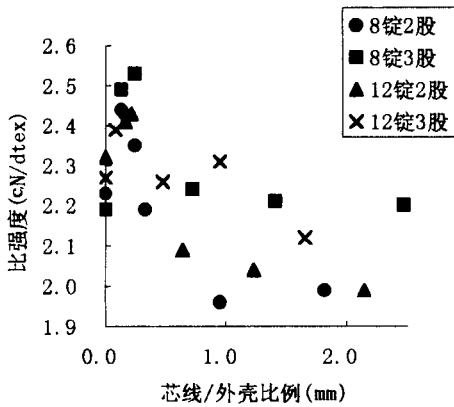


图5 比强度和芯线/外壳比例

### 3.2 编织密度影响

3.2.1 编织密度与张力 表6为编织密度对缝合线打结强力影响程度的方差分析表,  $F_{0.01} = 3.835$ , 由  $F > F_{0.01}$ 可知, 编织密度对缝合线打结强力产生十分显著的影响。

表6 方差分析表

方差来源	平方和	自由度	均方差	F值	显著性
因素影响	5.80	4	1.45	5.26	**
误差	15.17	45	0.337		
总和	20.97	49			

3.2.2 编织密度与比强度 图6表示了比强度与编织密度关系。当编织密度较低时,比强度值较大,但是密度也不能过低,否则会破坏正常的编织结构而使缝合线不能发挥编织线的优点。当编织密度较大时,由于外壳丝线螺旋角变化引起缝合线强力的降低,使比强度也下降。在8捻编织机上,较为理想的编织密度为12眼/cm左右;在12捻编织机上,较理想的齿轮齿数比与8捻编织机上相比会略有降低。在实际的生产过程中,可依照推荐的齿轮齿数比,在保证缝合线具有较佳编织结构的基础上选择合适的比例,以获得性能优良的产品。

### 3.3 编织张力影响

3.3.1 编织张力与强力 表7为编织张力对打结

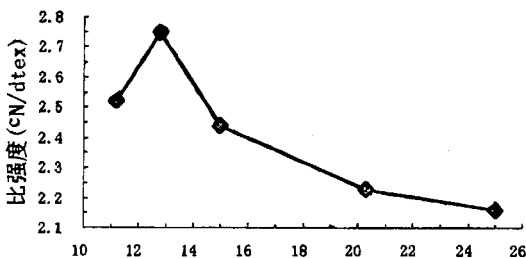


图6 编织密度与比强度

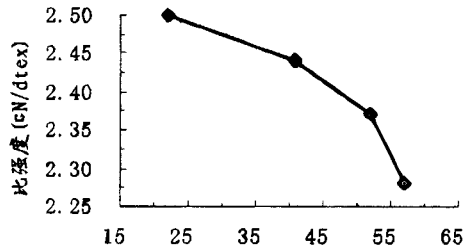


图7 编织张力与比强度

强力影响程度的方差分析表。  $F_{0.01} = 4.39$ 。由  $F > F_{0.01}$ 可知, 不同的编织张力对缝合线打结强力产生十分显著的影响。

表7 方差分析表

方差来源	平方和	自由度	均方差	F值	显著性
因素影响	9.03	3	3.01	9.3478	**
误差	11.59	36	0.322		
总和	20.62	39			

3.3.2 编织张力与比强度 图7表示比强度与编织张力关系。试验中发现:当张力值适当增加时,在保证缝合线正常编织结构的前提下,比强度值增加,直至出现峰值;当张力再增加时,由于超过了丝线的一定负荷,对丝线产生了部分损伤,因而比强度值出现下降趋势。本试验得到的两股丝线较为理想的编织张力为25克力左右。对于三股和五股丝线等其它较粗的原料,可在此推荐值基础上适当增减;对于单股丝线等较细的原料,可在此推荐值基础上适当减小。编织张力的选取应符合以下原则:在保证缝合线正常编织结构的基础上,编织张力以较小为宜。

## 4 结论

1. 医用真丝编织缝合线的编织工艺对缝合线的打结强力、比强度值影响很大。选择合理的编织工艺参数可大大改善缝合线的性能。

2. 医用真丝编织缝合线的打结强力与线径之间存在着十分显著的线性正比关系。理论计算回归方程可用于实际预测已知线径下的缝合线打结强力。缝合线的比强度与线径、芯线/外壳比例之间有多项式关系。

3. 编织密度、编织张力对缝合线的打结强力产生十分显著的影响。编织密度以较低为宜。编织张力以较小为好,但必须保证均匀。

### 参考文献

- [1] 吴建华等:医用真丝编织缝合线,《产业用纺织品》,1997,(2), 42~44
- [2] Kigby A. J. Medical Textiles. 《Knitting International》. 1994. 2. 39~42
- [3] 姚穆等:《纺织材料学》,北京:纺织工业出版社,1988年