

DOI: 10.19398/j.att.2017.03.005

# 棉结的研究现状与展望

张雪莹, 崔玉梅

(新疆大学纺织与服装学院, 乌鲁木齐 830049)

**摘要:**棉结是国家棉花成纱质量考核中的主要指标。对棉结进行系统的研究,对于保证原棉质量和棉制成品质量具有重要意义。本文系统地介绍了棉结的分类及检测方法,分析了国内外学者的相关研究现状及各检测方法的优缺点。通过各种检测方法在速度、效率、准确性等方面的对比,指出梳棉网棉结计数法与目测法相结合,是实现客观检测初加工过程中棉结的演变规律及性状变化的有效途径。

**关键词:**棉结;定义与分类;检测方法;研究现状

**中图分类号:**TS 101.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-265X(2017)03-0023-05

## Research Status and Prospect for Cotton Nep

ZHANG Xueying, CUI Yumei

(College of Textile and Clothing, Xinjiang University, Urumqi, 830049)

**Abstract:** The cotton nep is the main index for assessment of cotton yarn quality. Systematical research on the nep has important significance for guaranteeing original cotton quality and the quality of cotton products. This paper systematically introduces nep classification and detection methods, and analyzes research status of domestic and overseas scholars as well as advantages and disadvantages of each detection method. Through comparing the speed, efficiency and accuracy of each detection method, this paper indicates that the method of combining the nep notation in the cotton web with the Ocular estimation is an effective way to objectively detect nep change rules and trait changes in the preliminary process.

**Key words:** cotton nep; the definition and classification; detection method; research status

众所周知,新疆是植棉大省,棉花产量占据全国棉花产量的三分之一,有力地推动了中国综合实力的提升,且新疆棉花目前也已成为了新疆国民的重要经济支柱。自中国加入 WTO 以来,中国的棉花逐渐走出国门与国际接轨,然而在面对重大发展机遇的同时,棉制成品质量也面临着极大的挑战<sup>[1]</sup>。而棉结作为棉制成品质量的重要考核目标,对于保证原棉质量和棉制成品质量具有重要意义。关于棉结如何更好地去除,一直是困扰棉纺织企业的难题。棉结是由纤维、未成熟棉或僵棉因轧花或纺纱过程

中处理不善集结而成的纤维结<sup>[2]</sup>。一般来说,无论纤维受到碰撞、摩擦搓揉和打击、喂入作用,还是进行翻晒、成包、搬运等,都会造成纤维弯曲扭结而产生棉结。而棉结含量的多少严重影响着棉制成品的质量及其经济效益,且影响着纱线和织物的外观质量与成纱结构、条干均匀度以及细纱断头率等<sup>[3]</sup>。因此,对棉结的研究现状及其检测方法的综合分析,对于棉纺企业提高棉制成品制成率及其经济效益,具有十分重要的意义。本文系统地介绍了棉结的分类及其检测方法,并分析了各检测方法的优缺点及国内外学者的相关研究现状,在此基础上将梳棉网棉结计数与目测法相结合能很好的检测出初加工过程中棉结的演变规律,并对棉结的种类进行分类。

**收稿日期:**2016-03-05

**作者简介:**张雪莹(1990-),女,河南民权人,硕士研究生,主要从事纺织工艺技术方面的研究。

**通信作者:**崔玉梅, E-mail: xjcuiyumei@163.com

## 1 棉结定义与分类概述

对棉花加工中的棉结研究早在 19 世纪初的相关文献中就有记载,然而对于棉结的定义和分类却始终没能达成一致。国外学者对于棉结的研究始于 19 世纪初,对于棉结的定义与分类也是众说纷纭。高永勃<sup>[4]</sup>翻译的外文文献记载,美国材料试验学会对棉结的标准定义是:“棉结为一根或多根纤维呈纠缠和不规则的团状物。”另外还提到,“有纤维或短绒附着在一起的籽壳和尘屑,则不是棉结。且将棉结分为附于籽屑上的缠结棉结、纤维缠结于颗粒杂质(叶片或茎碎片)周围、不带有非纤维状物质的缠结纤维等 3 类。”张芳<sup>[5]</sup>在研究棉结成因指出 J. J. Hebert 等将棉结分为三类:生物棉结、机械棉结和带籽屑棉结三类,其中带籽屑棉结为单有籽壳不认为是棉结,如果它们出现在棉结的核中,就归于棉结称带籽屑棉结。机械棉结定义为仅含有纤维性材料的棉结,主要由棉花收获或加工过程中由于机械操作不慎造成的。生物棉结定义为由外源性材料所产生的棉结。Gad Alon 等<sup>[6]</sup>对棉结进行研究时将同样品质的棉花经手采和机采后对棉结进行计数实验,而棉结的分类则是以棉结的尺寸大小为依据进行的分类。并指出,每个棉结都有一个密集中心,纤维围绕着密集中心抱成一个团,团的外形复杂,有时可见一个真正的结点。Cantu 等<sup>[7]</sup>在研究中根据棉结内部的纤维类型将棉结分为厚壁纤维棉结、中等厚壁纤维棉结、薄壁纤维棉结和绒毛纤维棉结,而 Pealson 等在其 4 种纤维类型的基础上将棉结分为由厚壁纤维、中等厚壁纤维、薄壁纤维、绒毛纤维及由上述 4 种纤维中的 2 种或 3 种或 4 种构成的 15 种棉结。Jacobsen 等<sup>[8]</sup>在研究棉花加工过程中产生的棉结、籽屑以及杂质时,比较分析了显微镜观察法和 AFIS 仪器检测法在棉结检测时的差异,结果表明显微镜下可以很明显的区分出棉结的外观形态和尺寸大小,而 AFIS 仪器检测则不能区分出尺寸大小。由此将显微镜下观察到的棉结分为两大类,即机械棉结与生物棉结,并分别进行了分级讨论。

国内对棉结的研究大都集中在纺纱过程中,对于棉花初加工过程产生的棉结却略显忽视,至今没有一套完整的检测方法用于监测并控制棉花初加工过程中的棉结。但对于棉结的定义与分类国内研究已初见雏形。李继生<sup>[9]</sup>在研究棉结测试机理的探讨中,将棉结按性质分为籽屑型棉结和

纤维型棉结两大类,其中籽屑型棉结又可分为杂质。并根据棉结尺寸的大小,将两类棉结分为了 3 个等级。欧怀林<sup>[10]</sup>在研究棉结的成因与控制时,得出造成棉结产生的原因有四点可能,其一,棉籽皮上附着纤维;其二,棉蜡粘着形成棉结;其三,未成熟的纤维经轧花和清梳处理时造成的短绒集聚纠缠形成棉结;其四,杂质过多,造成纤维与杂质相互缠绕形成棉结。

在现行的棉结测试中瑞士的 AFIS、印度的 aQura 将棉结分为了纤维棉结和带籽屑棉结两大类<sup>[11-14]</sup>。且 AFIS 单纤维测试系统定义的棉结为,非单根纤维的即为棉结<sup>[15]</sup>。刘国亮等<sup>[16]</sup>在探讨纺纱过程中提到国内的部分学者将棉结分为机械棉结、生物棉结和起绒性棉结 3 种,其中起绒性棉结主要分布于染过色的织物表面。熊军<sup>[11]</sup>在分析棉结的基础上,提出了假性棉结的概念,假性棉结是由松散性纤维扭结成团形成的棉结,一部分棉结经过并条、粗纱和细纱工序后会被扯散分离,但仍有一大部分会形成死棉结,且假性棉结呈现滴状,与棉结的球状不同。而王家禄等<sup>[17]</sup>通过检测梳棉生条中的棉结时提出,假性棉结与常规棉结的不同在于假性棉结阴影较浅且体积较大,将假性棉结与死棉结放置于 30 倍的显微镜观察后发现,假性棉结中的松散纤维很容易分辨,且用镊子就可拣出,而假性棉结也很容易被清除。王文国<sup>[18]</sup>在研究成纱棉结时介绍了棉结的定义,指出棉结是由聚集的纤维、杂质和微尘等组成,可以将其分为两类进行讨论,即纱线棉结和半制成品棉结。也就是说,半制成品中检测到的棉结即为半制成品棉结。

通过对梳棉网棉结外观形态的试验观察和对棉结种类的分析,结合前人研究基础,本研究将棉花初加工过程的棉结分为两大类:机械棉结、生物棉结。其中机械棉结是仅由纤维构成,纤维扭结在一起经手扯后无法分解,且具有明显的核心;生物棉结是由纤维与外源物质纠结而成,并以外源物质为核心的棉结,包括不孕籽、僵瓣棉经机械加工后转化成的棉结,以及形成于枯叶和碎棉籽壳杂质周围的纤维结,或者以杂质为核心的纤维结,带籽屑棉结形成于带纤维软籽表皮和带纤维籽屑<sup>[2]</sup>。

## 2 棉结检测方法

### 2.1 棉结检测方法研究现状

棉结检测方法研究现状如图 1 所示。

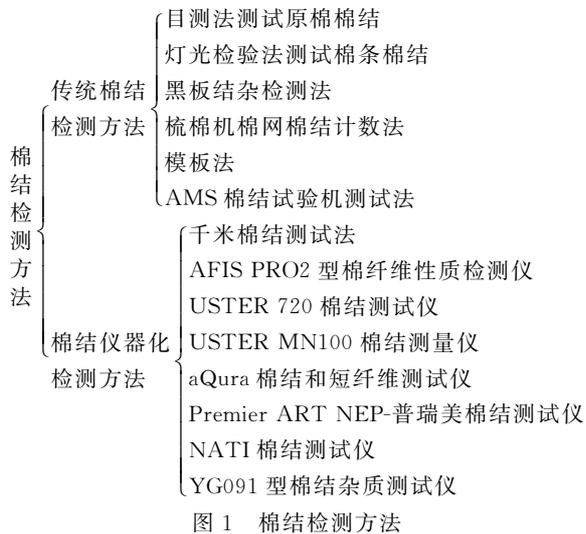


图1 棉结检测方法

## 2.2 各检测方法简介

### 2.2.1 目测法

目测法适用于原棉或棉卷中的棉结检测,依据GB/T 6103—2006《原棉疵点检测方法 手工法》以目测计数法为测试标准。采用该方法进行检测时,需先将试样中的破籽、不孕籽、僵瓣棉、索丝等挑拣出去,经过手工扯散纤维后,仔细挑出试样中的紧棉结和杂质等,并分别进行计数。值得注意的是在扯松试样进行挑拣时,需保持棉结和杂质的原形。该方法所测结果中的棉结为肉眼可视到的纤维结,直径一般偏大<sup>[19]</sup>。且棉纤维纺纱过程中在各工序的制成品上进行棉结与杂质的检测受到很大的局限性,其可比性也较差<sup>[15]</sup>。

### 2.2.2 灯光检验法

灯光检验法适用于棉条中棉结的测试,采用该方法进行测试时,需人工将棉条松散成棉网状,然后将棉网放置于检验器的黑色玻璃上,透过上方射来的光,辨别棉网中的棉结。该法的测试结果分纤维结和带纤维籽屑两类,且测得的纤维结数量大,直径也较小<sup>[19]</sup>。

### 2.2.3 黑板结杂检测法

黑板结杂检测法是一项传统的测试法,依靠目光分辨力计数,灵敏度较高,且可做到棉结、杂质分类计数。但因其取样量较少,因此代表性较差<sup>[20]</sup>。

### 2.2.4 梳棉机棉网棉结计数法

在运用梳棉机棉网棉结计数法进行计数时,需要有经验的技术人员进行统计并计数,且棉网的梳理过程是在saco-Lowell的梳棉机上在工作条件良好的情况下进行的,在计数时要选用标准的黑绒板,以便计数准确<sup>[21]</sup>。

### 2.2.5 模板法

模板法是将梳棉机上梳好的棉网放置于事先准备好的黑色纸上,用材质为醋酸纤维素的透明纸进行包裹,然后用配套的有孔的模板进行观察区域的限

制及计数<sup>[22]</sup>。

### 2.2.6 AMS棉结试验机测试法

AMS棉结试验机类似于一台小型的梳棉机,将3g试样在棉结试验机上做成10cm(4英寸)宽的均匀棉网,然后将棉网放置在标准的黑板板上,最后由计数人员对棉网上的棉结进行统计,并计算出每645cm<sup>2</sup>的平均粒数<sup>[21]</sup>。

经实践研究表明,传统的棉结检测法共同之处在于,需要人工进行棉结的计数,依靠的是技术人员的经验和目光分辨率,因此传统的棉结检测法灵敏度较高,但因为是人工进行计数,所以取样量一般较少,很难起到很好的代表性。测试结果也受到很多客观因素的限制,诸如光线亮度、测试人员视力及技术人员的操作经验等。此外,由于所测棉结之间形状和尺寸大小差异很大,使得实际存在的小棉结在计数时被遗漏,以致测试的结果人尽不同,很难全面的反映出棉结的实际情况<sup>[20-23]</sup>。

### 2.2.7 千米棉结测试法

千米棉结测试法采用的是电容式计数,对棉结的统计不进行分类。该方法的优点在于,取样量较大,所以其测试结果也具有代表性。但不足之处在于,对棉结和杂质的粒数混计,使得检测人员无法对纱线中的杂质和棉结进行分类讨论。加之该方法的计数方式为电容式计数,当不规则的纱条进入测量槽时很容易引起电容量的差异,从而使得测试结果出现偏差<sup>[20]</sup>。

### 2.2.8 AFIS PRO2型棉纤维性质检测仪

AFIS PRO2型棉纤维性质检测仪测试对象为开松后的棉条,测试原理为光电检测原理和近红外光束扫描单纤维和棉结,可以测试出棉结的数量和棉结的尺寸大小。同时将棉结分为纤维棉结和籽皮棉结两种类型。棉结的尺寸分级为:以100μm分档,从100μm到2000μm。该检测仪实现了棉结杂质的自动检测,且快速准确成为一大亮点<sup>[24]</sup>。研究发现,AFIS PRO2型棉纤维测试系统能很好的避免传统检测方法中的众多不一致的因素,从而使得测试结果具备一定的可比性<sup>[15]</sup>。

### 2.2.9 USTER 720棉结测试仪

USTER 720棉结测试仪测试对象为开松后的棉条,测试原理同AFIS测试原理相同,测试的结果是棉结数量,不能得到棉结的尺寸大小和棉结类型。研究指出,USTER 720棉结测试仪可供轧花厂和棉纺厂使用<sup>[22]</sup>。

### 2.2.10 USTER MN100棉结测量仪

USTER MN100棉结测量仪测试对象为棉包、筵棉、生条、熟条、精梳条和粗纱等。其测试原理与AFIS相同,结果可得出棉结的数量和大小,但不能

检测出棉结类型。检测速度较快,操作简便。

### 2.2.11 aQura 棉结和短纤维测试仪

aQura 棉结和短纤维测试仪测试对象为开松后的棉条,测试原理为光电检测原理和激光光束扫描纤维薄层和棉结,测试结果可得到棉结数量和棉结尺寸大小。

### 2.2.12 Premier ART NEP-普瑞美棉结测试仪

Premier ART NEP-普瑞美棉结测试仪测试对象为开松后的棉条,测试原理同 aQura 棉结检测仪测试原理相同,测试结果可得到棉结数量和棉结尺寸大小。

其中 aQura 棉结和短纤维测试仪和 Premier ART NEP-普瑞美棉结测试仪共同点是,两者的测试结果都将棉结的类型分为纤维棉结、纤维杂质棉结和籽皮棉结等三种的类型,同时根据棉结的大小进行分类,分类依据均以 50  $\mu\text{m}$  分档,从 50  $\mu\text{m}$  至 30 000  $\mu\text{m}$ 。

### 2.2.13 NATI 棉结测试仪

NATI 棉结测试仪测试对象为开松后的棉条,测试原理与普瑞美公司的棉结测试仪原理相同,但得到的棉结数量为单位长度内棉条所含的棉结数。不能

区分棉结的种类。对于棉结的大小分类则是分成小于 0.5 mm、小于 0.7 mm、大于 1.0 mm 三挡。

### 2.2.14 YG091 型棉结杂质测试仪

YG091 型棉结杂质测试仪检测对象为经棉条牵伸后制成的棉网,仪器内部关键检测技术是由两路 CCD 摄像组成,其中一路用白色背景检测棉网中的杂质,另一路用黑色背景检测棉网中的棉结,最后传输到计算机图像处理系统进行分类统计<sup>[22]</sup>。

## 3 棉结检测方法对比分析

综合表 1 和表 2 可知,棉结实行仪器化检测,不仅节省了劳动力,同时有效避免了人为因素造成的误差,大大提高了测试结果的准确性与客观性。仪器化检测的速度要比传统的棉结检测快很多,因此相同时间内,检测的试样量也大大增加,使得测试结果更具有代表性。且仪器化检测法问世后,各类智能化的棉结杂质检测仪器相继问世,同时由于其检测速度快,检测的精确度高,对于棉纺工艺而言意义很大,因此长期以来都受到棉纺行业的青睐<sup>[24]</sup>。

表 1 传统棉结各检测方法对比分析

检测方法	速度	易用性	效率	准确性	检测对象	可检测数据	
传统棉结检测方法	目测法	1 g/30 min	依赖检测人员水平	低	原棉 棉卷	纤维棉结 带籽屑棉结 生物棉结	
	灯光检验法	1 g/30 min	依赖检测人员水平	低	一般	棉条	纤维棉结 带纤维籽屑
	黑板结杂质检测法	1 g/30 min	依赖检测人员水平	低		棉条	棉结、杂质
	棉网棉结计数法	1 g/30 min	较方便	较低	较高	棉网	棉结、杂质
	模板法	1 g/30 min	较方便	较低	一般	棉网	棉结、杂质
	AMS 棉结试验机测试法	1 g/30 min	依赖检测人员水平	较低	较高	棉网	棉结、杂质

表 2 仪器化棉结检测仪器对比分析

检测方法	速度	易用性	效率	准确性	检测对象	可检测数据	
棉结仪器化检测方法	千米棉结检测法	1 km/3 min	受检测对象限制	较高	较高	细纱	结杂混计
	AFIS PRO2 型棉结检测仪	0.5 g/3 min	较方便	较高	高	棉条棉块	纤维棉结 籽皮棉结
	USTER 720 棉结检测仪	1 g/3 min	较方便	较高	高	原棉、棉条 棉块	结杂混计
	USTER MN100 棉结测量仪	0.5 g/3 min	较方便	较高	高	棉包、棉条 粗纱	结杂混计
	aQura 棉结和短纤检测仪	5 g/3 min	较方便	高	高	原棉、棉块棉条	纤维棉结 杂质棉结 籽皮棉结
	Premier ART NEP-普瑞美棉结检测仪	5 g/3 min	较方便	高	较高	原棉、棉块棉条	纤维棉结 杂质棉结 籽皮棉结
	NATI 棉结测试仪	60 cm/min	较方便	高	较高	棉条	结杂混计
	YG091 型棉结杂质测试仪	300 mm/min	较方便	较高	高	棉网	棉结、杂质

尽管仪器化检测比传统方法检测更加智能、方便快捷,但是却没有传统方法检测起来的灵敏度高。且因受到测试对象及保障检测仪器安全运行的限制,棉花初加工过程中棉结的检测目前还只能应用传统的棉结检测方法。而在传统的棉结检测方法中梳棉机棉网棉结检测法的检测速度及效率比其他传统方法要快很多,其效果也相对具有权威性。将梳棉网棉结计数法和目测法相结合,不仅能从棉结外观形态上进行分类并计数,而且可人工将棉结挑拣出来,测量棉结的大小,同时可以对挑拣出来的棉结做进一步探讨。

#### 4 棉结研究展望

综上所述,国内对于棉结的研究大都集中在棉花的纺纱阶段,但是众所周知,棉结自棉花采摘就开始形成,在轧花过程中更是会形成大量的棉结及杂质,且原棉含有的棉结直接影响纺纱过程中成纱的质量。然而,对棉花初加工过程中形成的棉结却没有得到重视,对于棉花初加工过程中产生的棉结也没有完整的实时检测跟踪系统,致使棉花初加工中棉花的质量不能得到很好地保证。因此,棉花初加工过程中原棉的质量提高,对于后续棉织品质量的提升具有重要的意义。

另外,目前对棉结形成机理研究只是停留在从外围因素来探讨棉结的形成,却没有从棉结内部的纤维着手分析棉结形成的原因。因此,对于棉结形成机理的探讨尚不全面,急需一套完整的测试方法对棉结的形成机理进行客观、科学的评定。

#### 参考文献:

[1] 肯巴提, 乌拉力. 新疆棉花出口贸易影响因素分析[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2014.

[2] 张雪莹, 崔玉梅, 底复雷. 棉花初加工过程中的棉结性状研究[J]. 上海纺织科技, 2016(44): 41-44.

[3] 罗建红, 冉隆奎. 对棉结形成原因与减少途径的研讨[J]. 纺织器材, 2003(30): 14-16.

[4] HEBERT J J, 高永劼. 棉花加工中的棉结[J]. 国外纺织技术: 纺织分册, 1987(9): 17-18, 20.

[5] HEBERT J J, 张芳. 棉结的剖析[J]. 国外纺织技术, 1989(10): 7-8, 36.

[6] GAD Alon, ERNST Alexandes, 杨日升, 等. 棉结成形的机理[J]. 中国纤维, 1982(2): 51-53.

[7] CANTU J, KRIFA M, BERUVIDES M. Fiber neps generation in cotton processing. [C]// World Cotton Research Conference World Cotton Research Conference, 2007.

[8] JACOBSEN K R, GROSSMAN Y L, HSIEH Y L, et al. Neps, seed-coat fragments, and non-seed impurities in processed cotton [J]. Journal of Cotton Science, 2001, 5(1): 53-67.

[9] 李继生. 棉结测试机理的探讨[J]. 中国纤检, 2008(11): 54-55.

[10] 欧怀林. 棉结成因与控制[J]. 纺织器材, 2014, 41(1): 30-33.

[11] 熊军. 假性棉结初探[J]. 棉纺织技术, 2000(12): 21-23.

[12] 崔玉梅, 张冶. 带籽屑棉结对成纱质量的影响及改进措施[J]. 上海纺织科技, 2001(6): 13-15.

[13] 孙鹏子, 邹健敏. 带籽屑棉结(SCN)去除的研究[J]. 纺织学报, 2005(3): 88-91.

[14] KRIFA M, FRYDRYCH R, GOZE E. Seed coat fragments: the consequences of carding and the impact of attached fibers. [J]. Textile Research Journal, 2002, 72(3): 259-265.

[15] 志坚. 棉纤维纺纱棉结杂质的测试分析[J]. 棉纺织技术, 2001(29): 31-34.

[16] 刘国亮, 魏泰, 任家智. 棉纺生产中棉结消除问题的研究[J]. 中原工学院学报, 2006(6): 34-39.

[17] 王家禄, 刘秀萍. 生条假性棉结初探[J]. 山东纺织科技, 2003(2): 8-10.

[18] 王文国. 利用 AFIS 测试仪减少成纱棉结的实践[J]. 棉纺织技术, 2011(39): 10-13.

[19] 刘卫东. 快速检测原棉和棉条中棉结的方法探讨[J]. 棉纺织技术, 2011(39): 7-9.

[20] 倪远. 千米棉结检测探析[J]. 棉纺织技术, 1992(8): 17-19.

[21] HARRISON R E, 梅君瑜. 几种棉结测定方法的比较[J]. 国外纺织技术: 纺织分册, 1987(8): 7-9.

[22] 曹小红, 朱文红, 武玉明. HVI 棉结仪与手拣法测试棉结比对分析[J]. 中国纤检, 2005(8): 19-23.

[23] 刘荣清, 徐佐良. 原棉检测的发展和展望[J]. 纺织导报, 2009(4): 101-104.

[24] 刘荣清. AFISPRO 单纤维测试系统的原理和应用[J]. 上海纺织科技, 2006(34): 4-6.

(责任编辑:许惠儿)