

三维编织锥体织物的减纱技术

朱建勋

(中材科技股份有限公司, 南京 210012)

[摘要] 研究了由大端直径开始编织三维锥体织物的减纱技术, 包括列向、环向减锭减纱、减细纤维束减纱等多种减纱技术及其组合; 分析比较了各种减纱技术对织物结构完整性、操作简便性、机械化编织等方面的影响。减细纤维束减纱技术是特殊的环向减锭技术, 具有保持织物结构整体完整、工艺操作简便、纱锭运动可实现机械化等优点, 但不同纱束直径纤维编织使织物单元结构构造变得复杂多变。

[关键词] 三维编织; 锥体织物; 减锭减纱; 减细纤维束减纱; 单元构造

[中图分类号] V475; V476 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)03-0066-04

1 引言

三维编织技术是20世纪70年代发展起来用于制造立体织物的一种新技术, 采用该技术编织的立体织物具有纤维多方向取向、整体连续分布的特点, 从而使得由三维织物合成的复合材料具备了一系列优异的特性, 受到航天航空等先进复合材料界的高度重视^[1,2]。与其他立体织物制造技术相比, 三维编织技术可方便地实现异形件的整体编织, 有利于复合材料的整体净尺寸成型, 提高材料的结构性能, 降低复合材料的生产成本。

三维编织增减纱技术是在编织过程中通过增加或减少参加编织的纱束而达到编织整体异形结构的工艺技术, 是三维编织技术的研究重点。我国在国家重点科技计划的支持下, 开展了三维编织增减纱技术的研究, 特别是针对锥体织物, 重点研究了从大直径端向小直径端编织的减纱技术, 取得了一系列研究成果, 研制的锥体织物已在国防重点工程中获得成功应用。

2 锥体织物编织设备

三维编织是由一组携带编织纱束的锭子在锭子

运动平面按设定的运动程序不断改变相互间的位置, 使编织纱束相互交缠, 从而形成立体织物的过程^[3]。锥体织物是在圆形编织机上编织的, 锭子运动平面排列成多层圆环, 图1为圆形机锭子示意图。按照三维编织四步法运动程序的设定, 圆形编织机的运动规律为: 首先圆环一隔一顺(逆)时针旋转1个锭子的运动步距, 实现锭子的环向运动; 然后径向按列一隔一向内(外)运动1个锭子的步距, 实现锭子的径向运动; 第三, 再对圆环实施环向1个步距的旋转, 只是前次顺(逆)时针旋转的环改为逆(顺)时针旋转; 最后, 再沿径向锭子方向按列移动1个锭子的步距, 只是前次向内(外)运动的锭子改为向外(内)运动。在四步法运动过程中, 圆形设备的最外环与最内环固定, 从而使处于最外环与最内环的锭子在内外环处改变运动方向, 如此不断循环以上四步运动过程, 可编织出回转形式的锥体织物。显然, 锥体织物的内外直径由圆形机上携带纱束的环向纱锭数、径向纱锭数以及每个锭子所携带的纱束粗细所控制, 通过改变环向纱锭数、径向纱锭数以及纱锭纱束粗细, 可以改变所编锥体的形状尺寸。

[收稿日期] 2004-12-16

[基金项目] “八六三” 高新技术研究发展计划资助项目(2002AA305505)

[作者简介] 朱建勋(1960-), 男, 江苏通州市人, 中材科技股份有限公司教授级高级工程师

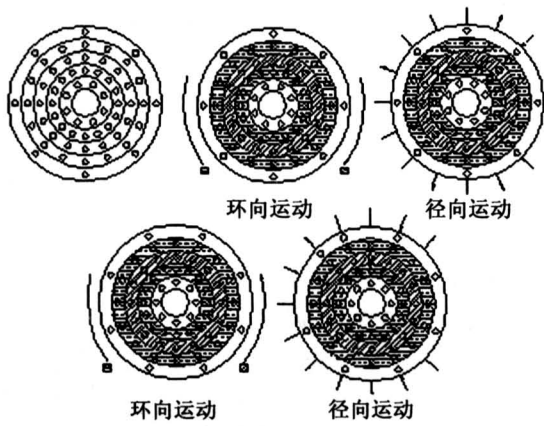


图 1 圆形编织机锭子运动示意图

Fig.1 Sketch map for the movement of circular braiding machine carriers

3 减少锭子数量的减纱技术

圆形机只能均匀地编织圆柱体或锥角变化较小的锥体织物。对于锥角较大的锥体织物，不同截面处的内外直径变化较大，圆形机上参加编织的纱束数量需随之改变，这样才能编织出结构参数较均匀一致的锥体织物，这也是编织锥体织物需研究并实施减纱技术的原因。

3.1 列向减锭减纱

列向减锭减纱是指在编织锥体织物直径不断减小的过程中，不断减去列向纱锭的减纱工艺。根据三维四步法对锭子排布的特定要求，圆形机上的编织列数应为偶数，因此列向锭子也应两列成对地减除，见图 2。在列向减纱锭的工艺研究中，还发展了局部分段减列减纱和有限离散减列减纱等工艺技术，是对相邻两列减列减纱技术的补充与完善。

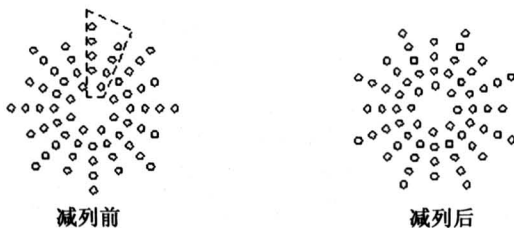


图 2 减列减锭示意图

Fig.2 Sketch map for row-directional reducing-fiber technic

3.2 环向减锭减纱

环向减锭减纱是指在编织锥体织物尺寸不断减小的过程中，不断减去环向纱锭的减纱工艺。与列

向减锭减纱相似，若在圆形编织机的内、外环中间进行环向减锭减纱，必须两环成对地减除。若环向减锭减纱在编织机的内环或外环实施，则不必成对减除，只是一次减除必须在两个圆环上一隔一隔选择纱锭，如图 3 所示。显然，外环减锭减纱比内环减锭减纱更方便。

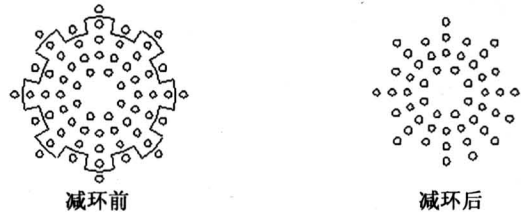


图 3 减环减锭示意图

Fig.3 Sketch map for annulus-directional reducing-fiber technic

3.3 列环组合减锭减纱

实际工艺过程中，单独进行列向减锭或环向减锭减纱比较难于满足锥体织物的编织要求，这是因为列向减锭的作用主要对减小锥体织物的直径起作用，而环向减锭则主要有助于减小锥体织物的厚度。因此，通常编织锥体织物时要将两者进行有机结合，这便是列环组合减锭减纱，以满足锥体织物直径、厚度共同变化的要求。

3.4 减锭减纱技术分析

减锭减纱可以实现锥体织物的编织，但不同的减锭减纱工艺对织物内部结构等方面的影响不同。

3.4.1 结构完整性 列向减纱减除圆形机上的列向锭子，对应的编织纱沿锥体织物的径向切断，破坏了内部结构的完整性，尽管可以采用如有限离散减锭的减纱技术，减小对完整性的破坏程度，但毕竟还是要要在织物中间去除编织纱。

环向减锭中的外环减锭，只在圆形机的外环减锭，虽将一部分编织纱切断，使其不继续参加编织，但织物内部基本不受影响，较好地保证了编织结构的完整性。

3.4.2 操作简便性 在织物编织过程中，吊起的编织纱在一定的张力下形成一个封闭的纱束锥体区。实施列向减纱时，要深入纱束锥体区的内部，并沿将被去除的纱束在接近锥体织物的适当位置实施切除，操作控制比较复杂，且列向纱锭减纱后，运动平面的机械化操作变得几乎不可能。

外环向纱锭减纱只在纱束锥体区外操作，工艺

简便,易于控制,且外环向纱锭减纱后,通过一定的处理,基本不影响编织机平面的机械化实施。

4 减少纤维纱束数量的减纱技术

减纱的实质是在编织锥体织物过程中,逐渐减少参加编织纱的数量,使之与所对应的锥体横截面面积相匹配。以上分析表明,外环向减锭减纱技术无论是在织物结构的完整性方面,还是操作方便性方面,都优于列向减锭减纱技术,但仅实施外环向减纱并不能满足锥体织物直径逐渐变小的要求。为此,要研究既不破坏结构完整性、工艺方便可控,又能对锥体织物减小直径有贡献的新的减纱技术。

4.1 减细纤维束减纱

减细纤维束减纱工艺是参加编织织物的每一个纱锭的纱束由更小单位的纱束合束,当锭子运动至圆形机外环时,除去其中的若干束,减细了的纱束锭子改变方向,向圆形机内部运动,继续参加编织;已减细的纱束锭子离开外环后,又有新的待减细的锭子运动至外环,继续实施减细纤维束减纱,如图 4 所示。减细的纤维束形成的三维编织结构与未减细纤维束形成的三维编织结构相比,织物单元结构尺寸变小,从而改变了编织物的尺寸。

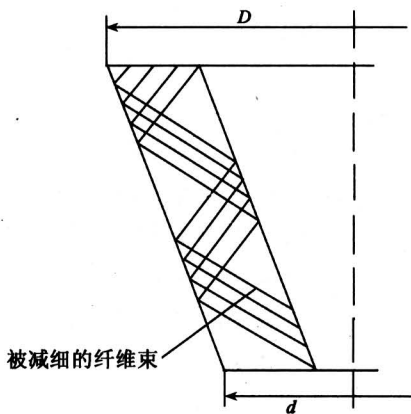


图 4 减细纤维束减纱工艺

Fig.4 Reducing-fiber technic by thinning fiber

4.2 从减环减锭到减细纤维束减纱

减细纤维束减纱与列环组合减纱具有相同的减纱效果,且减细纤维束减纱也在纱束锥体区外操作,与外环向减纱技术相似,操作简便。此外,减细纤维束减纱后的纱锭数量保持不变,可由机械操作锭子运动的平面。

对比减环减锭技术与减细纤维束减纱技术可以

发现,减环减锭是减细纤维束减纱的极限情况。若设每个纱锭由 n 根纱束组成,则每根纱锭一开始的纱束值为 nk ,当纱锭运动至外环时,保留 nk 继续向内运动,则为不减纱;保留部分根数、减去若干根数 $n_x k$ ($n_x = 1, 2, \dots, n - 1$) 为减细纤维束减纱,而当减去 nk 根纱束时,则为减环减纱,所以,减细纤维束减纱是外环向减锭的普遍形式。

4.3 减环减细组合减纱

减环减锭减纱与减细纤维束减纱既有联系又有区别。根据锥体织物剖面形状,通过计算机辅助计算,可以对每一编织循环进行不同减细纤维束数量的减细纤维束减纱,若单独采用减细纤维束减纱技术不能满足锥体织物尺寸要求的话,可以将环向减锭减纱与之组合,形成减环减细组合减纱技术,使减纱技术得到进一步扩展,如图 5 所示。

很显然,编织锥体织物采用减环减细组合减纱优于列环组合减锭减纱,不仅不破坏编织物的结构完整性,保持每个截面上的结构单元数不变,且可采用编织机编织,减纱操作亦方便简单。受减细纤维束的影响,但编织物的单元结构尺寸变化较多。

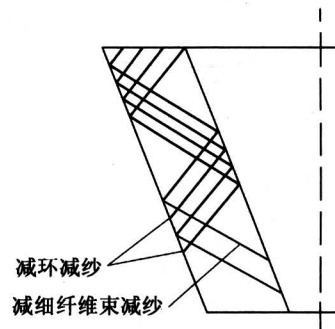


图 5 减环减细组合减纱示意图

Fig.5 Sketch map for combination of reducing annulus-directional fiber and thinning fiber

5 结语

三维锥体织物在圆形机上编织时,一般要采用减纱技术,不断减少编织纱束数量,满足锥体织物横截面尺寸逐渐变小的要求。

三维编织有多种减纱技术及其结合,列向减锭减纱对织物结构完整性的影响最大,且操作复杂,不易控制,改变锭子运动平面上的列向锭子数量后,使锭子运动的机械化变得无法实现;环向(外环)减锭在编织纱锥体外实施,基本不破坏织物结构,对锭子运动平面的控制机械影响很小;减细纤维束减纱技术是环向(外环)减锭减纱的普遍情

况，具有环向减锭减纱的优点。整个编织过程中，运动平面上的纱锭数量不减少，不影响机械化编织，且减细的纱锭进入织物内部时，使织物结构单元尺寸变小，从而起到了减小锥体直径的作用。因此，减细纤维束减纱工艺优于减锭减纱工艺。减细纤维束减纱工艺还可与环向减锭减纱工艺进行结合，形成减环减细组合减纱工艺，具有更大的灵活性，满足锥体织物截面变化的要求。

减细纤维束减纱编织的锥体织物单元数不变、结构完整，但编织单元由不同粗细纱束组成，使单元结构构造、尺寸、纤维含量的计算变得较为复

杂，给锥体织物的纱线系统设计、计算、编织质量控制等带来了一系列新的研究内容。

参考文献

- [1] 朱建勋, 蒋云, 等. 三维编织机锭子、轨道及锭结构尺寸的选择[J]. 宇航材料工艺, 1998, (3): 49~53
- [2] Chou T W, Kc F K. Textile Structural Composites[M]. Netherlands, 1989. 129~171
- [3] 朱建勋, 蒋云, 等. 管状三维四向织物编织密度均匀性分析[J]. 宇航材料工艺, 1999, (3): 34~37
- [4] 道德锃, 吴明心, 李兴江. 立体织物与复合材料[M]. 上海: 中国纺织大学出版社, 1999. 62~169

Reducing Fiber Technic for 3D Braiding Hollow Coneshaped Fabric

Zhu Jianxun

(Sinoma Science & Technology Co., Ltd., Nanjing 210012, China)

[Abstract] Reducing-fiber technics of 3D hollow coneshaped fabric braided from big end are researched, including row-directional reducing-fiber technic, annulus-directional reducing-fiber technic, reducing-fiber technic by thinning fiber and combination of these technics. Their effects on fabric structure, operation and mechanisation are analyzed and compared. Reducing-fiber technic by thinning fiber is a kind of special annulus-directional reducing-fiber technic, which may keep structure of fabric complete, make operation simple and make motion of carrier mechanised. However, the unit structure may become complecaled with the change of the dimeter of the fiber bundle.

[Key words] 3D braiding; hollow coneshaped fabric; reducing-fiber technic by reducing carrier; reducing-fiber technic by thinning carrier; unit structure

(cont. from p.65)

United Algorithm for Dynamic Subcarrier, Bit and Power Allocation in OFDM System

Gao Huanqin, Feng Guangzeng, Zhu Qi

(Communication and Information Engineering Institute, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

[Abstract] A realtime united algorithm for dynamic subcarrier, bit and power allocation according to the change of channel (UA) is presented in this paper, which can be used into the down-link of multi-user orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) system. With the algorithm the total transmission power is the minimum while the data rate of each user and the required BER performance can be achieved. Comparing to the subcarrier allocation algorithm (WSA), the simulation results show that the algorithm presented in this paper has better performance while both have equal calculating complexity.

[Key words] OFDM; Wong's subcarrier allocation (WSA); UA