

---

# 毛条加工质量预测技术及其发展趋势

西安工程科技学院

**摘要：**分析了国内外毛条加工质量预测技术的现状，并讨论了其发展趋势。分析表明，使用人工神经网络技术预测毛条加工的质量，比较符合毛条加工过程的特点。

**关键词：**毛条加工；预测；人工神经网络技术

1 概述 现代毛纺企业越来越重视产品加工过程的质量预测和控制，加工过程的质量预测已经成为企业质量控制的重要手段之一。通过质量预测可以预先知道加工特定产品所需的合适原料，指导原料采购，也可以预先知道某种原料所能加工出的产品质量情况，以指导生产过程的质量控制，降低企业的生产成本，缩短新产品的开发周期，并提高企业的生产管理水平。

国际上，使用较普遍的毛条加工质量预测技术是澳大利亚的 TEAM 公式、新西兰的针梳后纤维长度测试法，在较小范围内澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 的 TopSpec 和采用了特殊算法的类似软件系统。

在国内，一些毛纺企业也根据各自的实际生产情况，积累了一些相关的经验，当然，这些经验只是对某一个毛纺企业适用，不能应用到其他的毛纺企业。为适合国毛条质量预测，人们开始研究国毛条的加工预测技术，在这套系统初步适用的基础上，目前正在研究采用人工神经网络技术预测毛条加工质量。

## 2 几种毛条加工质量预测技术的介绍

### 2.1 TEAM 公式

TEAM (Trials Evaluating Additional Measurement) 公式是以羊毛的实际加工性能与含脂原毛性能之间的回归关系为基础的。通过测试原料的各种性能，建

立数学模型,预测加工过程中纤维的断裂情况,最终预测成品毛条中纤维的长度、长度离散、落毛率等。

TEAM 报告是在 12 个国家 28 个工厂里加工的 600 个毛批的精梳结果,并产生了一系列的预测公式。

公式如下:

$$H=0.52L+0.47S+0.95D-0.19M^*-0.45V-3.5$$

$$CVH=0.12L-0.41S-0.35D+0.2M^*+49.3$$

$$N=-0.11L-0.14S-0.35D+0.94V+27.7$$

式中, H—豪特长度(mm), L—纤维平均长度(mm), S—纤维平均强力(N/ktex), D—纤维平均直径( $\mu\text{m}$ ),  $M^*$ —修正的纤维中间断裂率( $M^*$ 小于或等于 45 时,按 45 计,其它按  $M^*$ 计), V—植物性杂质含量(%), CVH—豪特长度的方差 不匀率(%), N—落毛率(%)。

这些公式通过回归分析得出,回归分析是以已售出原毛的精梳效果为基础而不是以物理模型为基础的。

预测	H 标准差/mm	CV <sub>H</sub> 标准差 (%)	落毛率标准差 (%)
CISRO-TEAM	5.6	5.3	2.2
CISRO-TopSoec	4.5	4.6	1.4
LAC	3.5	2.8	1.3

## 2.2 CSIRO 的 TopSpec 方法

TopSPec 是用来预测单个毛批综合性能的一种专用算法。它以大量的精梳结果为基础,与 TEAM 方法结合在一起。并在 TEAM 公式的基础上,增加了预测的项目并能混批预测。

## 2. 3 新西兰洗净毛梳理后长度测试方法

新西兰洗净毛梳理后长度测试方法简称 LAC。该实验是在试验室条件下，模拟工厂实际半精梳生产过程，对洗净毛试样进行加工，所得的梳毛毛条用阿尔米特(Almeter)长度分布测试仪进行测试，从而得出洗净毛长度分布参数——巴布长度。

## 2. 4 我国的毛条加工质量预测技术

我国也正在开发毛条加工质量预测软件(以下简称 CTOPQP)。我国的原毛中杂质的种类、含量和性质，随绵羊的品种、牧区气候及饲养条件的不同而有差异，所以 CTOPQP 软件借鉴了 TEAM 公式和 TopSpec 的优点，开发适合国毛特点的预测系统。主要通过在原毛性质和加工出的毛条性质之间建立回归关系，建立数学模型，最终预测成品毛条中纤维的长度、长度离散、落毛率等。

方法	GTOPQP	TopSpec	TEAM
原毛品质指标	植物杂质含量 纤维平均直径 毛丛长度 毛丛强力 纤维平均直径变异 毛丛长度变异 精腔毛率 油汗高度	植物杂质含量 纤维平均直径 毛丛长度 毛丛强力 中部断裂百分比 纤维平均直径变异 毛丛长度变异 毛基净毛率	植物杂质含量 纤维平均直径 毛丛长度 毛丛强力 中部断裂百分比
预测的毛条品质指标	豪特长度 豪特长度离散 精梳落毛率	豪特长度 豪特长度离散 精梳落毛率 小于 30mm 的短纤维含量、5% 的长纤维含量、大于 120mm 的长纤维含量	豪特长度 豪特长度离散 精梳落毛率

## 3 毛条加工质量预测技术的比较

### 3. 1 TEAM 公式与 TpSpec 方法的比较

---

目前，在世界范围内的毛条加工质量预测方面、TEAM 公式应用是比较广泛的。这其中很重要的原因，就是 TEAM 公式是针对澳大利亚羊毛而言的。一是澳大利亚是世界上最大的羊毛生产国、其产量相当于全球羊毛产量的 1 / 3。

如果就服装用毛而言，澳毛的产量则占全球服装用毛产量的一半。国际羊毛贸易中，澳大利亚羊毛所占的比例为 75%。二是澳大利亚的羊毛由于其羊群管理、饲养环境等科学化，使得其羊毛的质量比较好，即羊毛的各项指标均在一定范围内。这样的羊毛在后道加工中，质量是比较容易控制的。

TEAM 公式是一套经验公式。在应用过程中，不同的毛条制造厂家用 TEAM 公式预测的结果可能不一样，对同一厂家而言预测的结果与实测的结果往往也不一样，这主要是各个毛条制造厂所用的加工工艺和机器设备不同。为了使预测结果更准确地反映厂家的实际生产情况，先进的毛条制造厂会总结加工质量数据来求得适合本厂的 TEAM 公式修正值。

要得到准确的修正位，厂家应对至少 10—15 批经客观检测过的毛进行跟踪试验，得到毛条 3 个指标的修正值，进而得到适合本厂的 TRAM 公式。值得注意的是，不管修正与否，TEAM 的预测值是平均值，也就是说，实际结果有一半会比预测结果高，另一半会比预测结果低。有经验的厂家往往要对第 1 次修正后的 TEAM 公式进行第 2 次修正，然后再用来指导制定原毛规格。

为了进一步完善预测技术，采取加强工业验证和通过对一些毛纤维性能新指标的精细研究。即 TFAM—2 的预测系统。之后 TEAM—3 的开发仍在进行之中，但其适用的范围仍是对澳毛的加工性能和质量的预测。TEAM 公式对大批量羊毛交易是有特效的，但它对单独毛批的预测效果却不好。

为了改进 TEAM 公式，专门针对单一(或多个)销售批和组合加工批开发的澳毛毛条加工质量预测系统 TopSpec。此软件中原毛性质除采用了 TEAM 公式的 5 项指标外，还增加了 3 项：纤维平均直径变异、毛丛长度变异、毛基净毛率。

---

预测的毛条品质也比 TEAM 多出 3 项：小于 30 mm 的短纤维含量、5% 的长纤维含量、大于 120mm 的长纤维含量。为了和 TEAM 公式进行比较，ToPSpec 的预测结果中也列出了用 TEAM 公式预测的结果。表 1 所示为 TopSpec 与 TEAM 所选用的原毛品质指标和毛条指标的比较。表 1 TEAM、TopSpec 和 CTOPQP 3 种方法选用原毛品质指标和预测毛条指标的比较

TopSpec 的另一特点是列出了原毛价格、原毛重量、洗净率，并且可以分别按原毛价格、原毛重量等进行排序，由此更好地指导原料的选择。另外，ToPSpec 不仅能对单批原毛进行预测，还能对混合批进行预测，这就扩大了此软件的使用范围。将 TopSpec 的预测结果与实验工厂的实际效果进行比较，豪特长度、豪特长度变异以及落毛率的标准差分别为 4.5mm，4.6%，1.4%。当用 TEAM 公式预测这些毛批时，参数差异的标准差分别为 5.6mm，5.3%，2.2%。如表 2 所示，TopSpec 在针对单一或组合加工批的预测效果比 TEAM 公式预测的效果有所提高。表 2 TEAM、TopSpec 和 LAC3 种方法预测毛条各指标标准差的比较：

### 3.2 TEAM 公式与 LAC 方法的比较

新西兰羊毛局考虑到用 TEAM 方法预测新西兰美利奴羊毛的豪特长度可能会存在问题，因为新西兰美利奴羊毛不同于澳大利亚羊毛。新西兰羊毛强力高，如果用 IWTO—30 手扯长度和强力测试方法进行测试时，就会发生高比例的中间断裂现象。

并且 TEAM 公式中只考虑了羊毛纤维的初始长度，没有考虑到羊毛纤维的强度、断裂位置，以及由于洗净毛纤维之间的相互缠结而引起的纤维在梳毛过程中的断裂等因素。综合考虑这些影响洗净毛长度加工性能的各项因素之后，建立了“洗净毛梳理后长度测试方法”。

另外，在毛条加工过程中纤维的断裂主要发生在梳毛机上，梳毛机下机毛条中纤维的质量情况实际上是对原料情况更直接、更准确的反映。因此用这种模拟梳理下机毛条纤维的质量来预测成品毛条质量是可能的及有效的。

---

这些说明了 LAC 模型比 TEAM 公式具有良好的基础。实际结果也证明此方法对新西兰羊毛的毛条加工很有指导意义，如表 2 所示，测试同一加工批。其参数差异的标准差分别为 3.5mm，2.8%，1.3%。

### 3.3 TEAM、TopSpec 和 LAC 与 CTOPQP 的比较

前 3 种方法都是针对国外羊毛的毛条加工而言的，即澳毛、西欧国家及新西兰羊毛。其预测技术也是针对澳毛加工及西欧国家生产技术，应用时要根据我国毛纺的生产现状进行完善。对于国毛生产。

一是我国的原毛与澳大利亚及新西兰的羊毛品质差异相当大，并且其杂质的种类、含量和性质，随绵羊品种、牧区气候及饲养条件的不同而不同，毛纺企业从牧场收集来原毛是没有分等的，所以原毛进厂后应该进行选毛，将不同性质的原毛区分开，例如 66 支、64 支，一级、二级、边坎毛等。

由于这样的分选是人们根据经验进行的，所以不同厂家选出的这些等级原毛在性质上是有差异的。二是由于国内的毛纺设备不同于国外的先进设备。但由于资金所限，大部分企业只能从国外进口部分先进设备，这样就不得不将国内的老设备与国外的新设备混合使用。国外设备是针对国外羊毛制造的，在加上国毛时，需要根据国毛的性质加以调整。国毛纤维性能的检测技术和方法与澳毛不尽相同，无法直接使用现有的澳毛加工预测软件，因此，开发适应于国毛加工的预测技术势在必行。

国内正在研究的一套适合国毛毛条加工的软件系统已经开始在部分厂家进行试用。这套预测软件(CTOPQP)借鉴了 TEAM 公式和 TopSpec 的优点。不仅采用了 TopSpec 中所用到的原毛性质指标，还考虑了国毛的粗腔毛率和油汗高度等性能指标，见表 1。在试用中，发现同毛性质的差异严重影响了预测精度，使用 66 支原毛预测的毛条性能的相关性明显高于一级毛的相关性。初步检测，豪特长度的相关系数可达到 93.6%，豪特长度变异的相关系数可达 80.4%，落毛率的相关系数可达 87.9%。

---

#### 4 毛条加工质量预测技术的发展趋势

毛条加工质量预测技术日新月异的发展，指导着国内外羊毛毛条的加工生产，TEAM 公式、新西兰的针梳后纤维长度测试法以及 TopSpec 都各有优缺点。国毛毛条加工质量预测的开发也已经列入日程。

由于国内毛纺企业的生产水平参差不齐，国毛毛条的预测系统必须具有自适应性，即对于每一个企业都应该适用。目前人们正在寻求一种最适合国毛毛条的预测方法。国毛毛条加工过程是一个多因素变量交互作用的系统，由于测试、加工环境等多种因素的影响，使得输入矢量可能处于含糊、不确定、不完整、存在矛盾及假象等情况，给传统预测方法造成极大困难。

当今比较先进的预测技术——人工神经网络技术则能突破这一障碍，可对不完整信息进行补全，根据已学的知识和处理问题的经验对复杂问题做出合理的判断决策，对未来过程做出有效的预测或估计。利用人工神经网络预测国毛毛条加工质量的软件系统是国毛毛条预测的发展趋势，并将会给国毛毛条的生产预测起到很有意义的指导作用。

中国毛纺织行业协会