

染整加工的碳足迹

全球变暖和碳足迹是目前非常热门的话题。气候变化对环境、居住地和地球造成的长期破坏性的影响,已引起人们很大的关注。大气温度的升高主要是由于温室气体(GHG, Green House Gases)的排放,包括二氧化碳(CO₂)、甲烷、氧化亚氮(N₂O)、氟碳化合物等。

近年来,温室气体的排放呈指数级增长,引起了大气温度的升高。据报道,仅2010年温室气体排放就增长了6%,达到了5×10¹⁴吨,其中最主要的排放国家分别为中国、美国和印度。

“碳足迹”是指个体、家庭、团体(公司)或产品(装置)在其整个生命周期中所释放的温室气体总量,即“碳耗用量”,是用来测定因每日耗能所产生的CO₂排放,对环境影响的新指标,常以产生的CO₂吨数为计算标准表示。以“足迹”为喻,形象、新颖、生动,说明每个人生活过程的每一步均有自己的碳足迹(即温室气体排放量),均会在大气环境不断增多的温室气体中留下自己或轻或重的痕迹,即“人过留痕”。“碳足迹”可总括为一个人的能源意识和行为对自然环境产生的影响,即个人的能源消耗量和污染排放量。这里的“碳”是指木材、石油、煤炭、天然气等自然资源中所含有的碳元素。显然,碳耗用量越大,碳足迹就越大,导致全球变暖的元凶CO₂越多,对温室效应的贡献也越大。

碳足迹的评估包括以下二方面:

1.第一碳足迹 通过能耗监测碳排放:用于发电、加热和运输等作业时燃烧化石燃料。

2.第二碳足迹 相关的间接碳排放(产品的整个生命周期和可持续性)。

因此,降低碳足迹最有效的方法,或是减少生产所需消耗的能源,或是降低对产生CO₂的化石燃料的依赖性。

纺织业是耗水和耗能大户,每人每年平均消费的纺织品达20 kg,而且有逐年递增的趋势。全球人口达70亿,其中印度占18%。在印度,纺织业能源的需求及其排放的CO₂都相当可观。据预计,印度纺织业的规模将会从目前的700亿美元增加至2020年的2200亿美元,这同样也增加了CO₂的排放。

因此,目前纺织行业迫切需要采取措施,开发创新的技术,并推出可持续性的解决方案,以显著减少对环境的影响。印度政府也要求纺织业遵守更为严格的环保法规。

图1为全球生产和消费的各类纺织品。在印度,棉花和涤纶占到纺织品总量的80%以上。

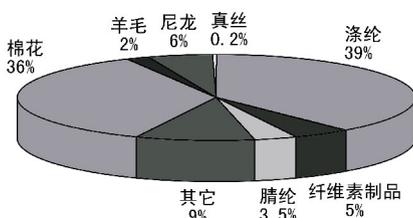


图1 全球加工和消费的各类纤维

Fig.1 Global consumption and processing of textile substrates

据美国能源信息部资料统计,纺织业是第5大碳排量行业。2008年全球纺织品生产量达到600亿kg,生产这些纺织品需耗电1.074×10¹² kWh,或者煤1.32×10¹⁴吨,以及(6~9)万亿升水。每件服装耗能为4500~5500 kcal,每米布耗电为0.45~0.55 kWh。

纺织品碳足迹的评估包括从纤维到成品的所有生产工序所消耗的能量。根据纤维种类的不同,其碳足迹也各不相同。

据Stockholm环境学院Bio Regional开发小组的研究表明,生产1 t短纤消耗的能源比棉纤维高得多。

纤维	kg CO ₂ /t 纤维
涤纶	9.52
传统棉纤维	5.89
有机棉纤维	3.75

对于天然纤维,能源消耗从种植开始,土地作业,机械灌溉,播种,杀虫和施肥(合成化学药剂或是动植物肥料),收割。施肥是传统农业中非常重要的一环,生产1 t氮肥会产生约7 t的CO₂。对于化学纤维,纤维的原料是石油,从地下开采原油和合成高聚物都是极其耗能的工艺技术。

各类纤维生产所消耗的能源(以每千克纤维计):棉为55 MJ(百万焦耳),羊毛为63 MJ,粘胶为100 MJ,聚丙烯为115 MJ,涤纶为125 MJ,腈纶为175 MJ,尼龙为250 MJ。天然纤维,除了CO₂排放量少外,还具有其它许多优点,如可被微生物所降解,并可用作肥料(改善土壤结构),这样纤维中固着的CO₂即可释放出来,形成一个密闭的循环。而化学纤维不能降解,在填埋时会向土壤和地下水释放重金属以及其它的添加剂,回收需进行成本昂贵的分离,焚烧则会产生其它污染物,如每燃烧1 t高密度聚乙烯就会产生3 t CO₂。

采用有机纤维取代传统种植的纤维,可显著减少碳足迹。由于无需使用化肥和杀虫剂,以及无需采用基因改性技术,从而有利于改善人体健康和丰富农作物(生物体的多样性);还可以保护水体,因为有机纤维可使土壤更松软,雨水非常容易被吸收,减少了灌溉和腐蚀。

在染整加工中另外需考虑的是对环境的污染。传统的纺织品染整加工会产生高度污染:多达2000多种化学药剂,其中很大一部分对人类健康产生危害。这些化学药剂有些会挥发,有些会溶解在工艺用水中,从而排放到我们生活的环境中。

现在已有许多关于低碳的纺织品加工工艺和方法,许多企业也纷纷推出了各类产品和技术。以下列举部分可行工艺:

(1) 设备

- 使用小浴比或者超小浴比设备,以减少前处理、染色和染后水洗用水,同时减少加热水所需的能源,以及污水处理负荷。

- 采用太阳能板预加热工艺用水,减少不可再生能源的消耗,如石油、木柴等。

- 对染色、干燥和拉幅设备进行保温处理,采用合适的热回收系统,以避免不必要的能源损耗。

- 安装过滤装置,回收和回用工艺用水和碱剂。

(2) 工艺

- 采用煮漂一步法、氧漂生物抛光一步法和涤棉一浴一步

法染色,以减少工艺步骤,降低水耗和能耗。

- 采用节能降耗的冷轧堆前处理和染色。
- 针织物采用连续加工工艺。
- 轧/烘取代轧/烘/轧/蒸工艺,减少水洗过程的蒸汽和水的消耗,减少烘干工序。
- 泡沫染色、整理和涂层。
- 提高染色一次成功率。

(3) 化学品和染料

- 在退煮漂、抛光和染后水洗中使用可生物降解的生物酶。
- 棉织物阳离子化后,再进行活性或直接染料的无盐染色。
- 高固色率的活性染料染色,减少盐用量。
- 数码印花技术。
- 低温焙固涂料印花技术。

(4) 废水处理

- 采用物理、生物和活性炭处理。
- 废水处理污泥的使用/出售用作燃料。

印度 Atul 公司,作为一家大型的染料制造商,可提供各类符合 GOTS, REACH, Blue Sign 等标准的染料、涂料和化学药剂。公司采用 45 MW 的水力发电,通过使用先进的密闭装置和现代化的 ETP,以及建立一个水处理车间,回收和回用染料生产过程中的水,从而减少 CO₂ 排放。通过采用创新的技术,Atul 公司每年可减少 CO₂ 排放达 1.5×10¹¹ 吨。

作为印度最大的还原、活性和硫化染料生产商,Atul 公司特别关注棉纤维生产中染色及其后续水洗工序的节水节能问题,他们新推出了以下工艺:

Tulacon C 工艺——采用特殊配方的液体还原染料,特别适合于棉机织物的轧烘焙工艺,采用平幅加工,色域非常广。相比传统的还原染料浸渍染色或是轧/烘/轧/蒸工艺,该工艺可显著减少水和能源的消耗。

传统的还原染料染色一般在卷染机中进行,耗水量为 15~20 L/kg 织物(浴比 1:3,浅色),工艺步骤包括染色、水洗、氧化、皂洗、中和水洗等,根据染色和后续氧化皂洗中加工的布量,需耗时 1~2 h。耗能主要集中在织物的烘干和热-化学整理中。若采用传统的轧/烘/轧/蒸工艺,其步骤主要包括浸轧染料、烘干、浸轧化学品、汽蒸、水洗、烘干和化学整理。水消耗主要在水洗过程中,能源消耗主要在中间环节的烘干、汽蒸和整理工序中。

新推出的 Tulacon C 工艺具有如下优点:

染料为液态,非常容易处理和使用;施加简便;无需中间环节的水洗,染后无需水洗;染色和整理可同浴进行;省时、节水节能显著;从实验室到大生产工艺重现性佳;无需水洗,不产生废水,不污染环境。

工艺处方/(g·L⁻¹)

Tulacon C	x(最高用量为 7)
Tulachem ATB	10~20
Tulachem ATS	5~10
元明粉	5~10(根据需要添加)
采用 Tulachem Demin C 调节染浴 pH 值为 5~6。具体工艺	

如下:浸轧(轧余率 60%~70%)→烘干(110~130℃)→焙烘(170℃,30~45 s,棉织物)/(190℃,30 s,涤棉混纺织物)→红外预烘→热风烘干

通过比较染色、染后水洗和废水处理中的耗水和耗能来评估碳排放量:

还原染色	用水量/L	耗能/KW/h	废水/L
卷染机竭染	15~20	5~6	15~20
轧/烘/轧/蒸	10	2~3	10
Tulacon C	无	0.5~1	无

Tularevs XL 染料是高着色性、高固色率、少水洗、色牢度高、可持续性的活性染料。

由于传统的活性染料上染率和固着率低,在洗除水解染料时会消耗大量的水。Tularevs XL 是分子结构进行重新设计的活性染料,系中温型,该系列染料有相似的上染性能,可以获得很好的匀染性和高的一次准成功率。Tularevs XL 染料具有如下优点:

- 提高生产效率 由于缩短了染色周期,可实现一次准染色
- 成本经济 高上染率以及易洗除性,降低了应用成本
- 生态环保性 满足国际产品安全标准和生态标准
- 最佳的色牢度 满足主要品牌商严格的色牢度和质量要求

其它一些节能节水的产品和工艺还包括:

Rucoflow CPB 液体缓冲碱剂,活性染料冷轧堆染色和印花固色用碱剂,可以全部或者部分取代硅酸钠。Rucoflow CPB 可以提供染料固色时最佳的碱度,帮助染料渗透进纤维,提高染料的上染率,确保匀染和水解染料的洗除。由于是液体剂型,可以采用自动计量系统。

Rucoflow CPB 可以克服常规硅酸钠系统的各种弊端。如:黏性流体,且 Na₂O 与 SiO₂ 比例的变化,很难控制活性染料固色时的碱度;商品级产品黏度高,含杂质,非常容易堵塞计量系统;很难洗净,需要大量的水;会损伤纤维手感和表面形态,后续工艺中需添加大量的柔软剂进行处理;废水处理难度大,尤其在采用反渗透膜处理回用水时,会堵塞反渗透膜。

Rucogen SOP 新型的活性染料染后皂洗剂,可以减少皂洗次数,改善水洗牢度。在常规的活性染色后,需进行 4~8 次水洗,包括皂洗、热水洗和冷水洗。Rucogen SOP 是一款独特的三聚合衍生产物,能够有效去除未固色、未反应或水解的活性染料,而不影响已与纤维发生键合反应的活性染料,避免返沾。由于减少了水洗次数,降低了有色污水的处理负荷。

相比传统的非离子和阴离子皂洗剂,Rucogen SOP 具有如下优点:

由于是温和型的阳离子聚合物,对染料亲和力高;高乳化和分散性能,有助于防止未固色染料和水洗残留物在染浴中聚集;对金属离子有络合作用,防止水中钙镁离子对染料的副作用;有效防止染料重新沉积或返沾到纤维上;提高水洗牢度。

摘译自印度《颜色时代》
2012,12:45~48
何叶丽译 陈颖校