

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018030100903

羊绒针织品水足迹核算

孙丽蓉^{1,2}, 田君^{3,4}, 丁雪梅^{1,2}, 吴雄英⁵

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051; 2. 现代服装设计与技术教育部重点实验室(东华大学), 上海 200051;
3. 内蒙古羊绒技术研究院有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000; 4. 内蒙古鄂尔多斯羊绒集团有限责任公司,
内蒙古 鄂尔多斯 017000; 5. 上海海关, 上海 200002)

摘要: 依据现有的水足迹核算方法, 核算了从原绒到羊绒衫产品的水足迹。结果显示: 羊绒针织品水足迹为 34.16 m³/kg, 其中灰水足迹占比最大, 达 71.4%。此外, 还计算了不同加工过程的间接水足迹值, 结果为: 分梳 0.07 m³/kg, 染色 0.25 m³/kg, 纺纱 0.64 m³/kg, 针织 7.75 m³/kg。通过分析不同加工阶段的间接水足迹占比, 发现分梳过程以电水足迹为主, 染色过程以助剂水足迹为主, 纺纱、针织过程以包装材料水足迹为主。

关键词: 羊绒; 针织品; 水足迹; 核算

中图分类号: TS 10 文献标志码: A

Calculation of product water footprint of cashmere knitting goods

SUN Lirong^{1,2}, TIAN Jun^{3,4}, DING Xuemei^{1,2}, WU Xiongying⁵

(1. Fashion & Art Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. Key Laboratory of Clothing Design & Technology (Donghua University), Ministry of Education, Shanghai 200051, China;
3. Inner Mongolia Cashmere Technology Research Institute Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia 017000, China; 4. Inner Mongolia Erdos Cashmere Group Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia 017000, China;
5. Shanghai Customs, Shanghai 200002, China)

Abstract: According to the existing water footprint (WF) accounting method, the product water footprint (PWF) from cashmere to cashmere knitwear was calculated. The results showed that the PWF of cashmere knitting goods is 34.16 m³/kg, of which the proportion of grey WF is the largest, accounting for 71.4%. Besides, the indirect WF of different processes were also calculated: carding process is 0.07 m³/kg, dyeing process is 0.25 m³/kg, spin-ning process is 0.64 m³/kg, knitting process is 7.75 m³/kg. By analyzing the proportion of indirect WF in different stages, it was found that carding process is mainly based on electric WF, dyeing process is mainly composed of auxiliaries WF, and the process of spinning and knitting is mainly based on packaging material WF. The results can be a reference in the later comparative study, and the research on the water footprint of cashmere products was perfected.

Keywords: cashmere; knitting goods; product water footprint; calculation

2002年, Hoekstra^[1]首次明确提出水足迹的概念——任何一个城市、一个区域或一个人在一定时间内消耗的所有产品和服务所需要的水资源总量。

水足迹作为多层面的环境影响量化指标, 已成为当前国际水资源管理的前沿研究领域。而对纺织服装产品水足迹的研究较少, 主要集中在核算方法^[2-4]、纺织产品水足迹核算等方面。

Chapagain等^[5]估算了棉纺织品的水足迹; Aldaya等^[6]分析了乌兹别克斯坦棉花的水足迹; 王来力等^[7]计算了7种棉针织印染布的工业水足迹; C&A公司与水足迹网络组织^[8]计算了棉纺织品供应链的水足迹; Chico^[9]等核算了5种牛仔裤面料的水足迹; 严岩等^[10]评价了4种不同棉布的工业水

收稿日期: 2018-03-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(71373041); 上海市科委技术标准专项项目(17DZ2202900)

第一作者简介: 孙丽蓉, 硕士生, 主要研究方向为纺织服装行业可持续发展。通信作者: 吴雄英, E-mail: wuxy@shciq.gov.cn。

足迹;陈丽竹等^[11]核算了丝网印花和数码印花织物的水足迹;许璐璐等^[12]计算了涤纶针织珊瑚绒布染色工序的灰水足迹;钟玲等^[13]计算了丝绸和涤纶染色布产品的水足迹。目前纺织产品水足迹核算主要集中在棉、涤纶等产品,缺少羊绒产品的水足迹研究。本文就标准羊绒衫的水足迹进行核算,核算边界为从原绒到羊绒衫产品阶段。

1 羊绒针织品水足迹核算方法

1.1 核算边界

时间边界为从选绒、洗绒、分梳、染色、纺纱、针织到后整理过程,空间边界包括生产耗水和生产辅助耗水(即蓝水足迹),工厂向园区内污水处理厂排出污水所产生的灰水足迹,以及园区内生产区域、生产辅助区域和企业运营区域的能耗、物耗引发的间接水足迹。

1.2 核算方法

羊绒针织品水足迹可按照式(1)进行计算:

$$W_{\text{cashmere}} = W_{\text{direct}} + W_{\text{indirect}} = W_{\text{blue}} + W_{\text{grey}} + W_{\text{indirect}} \quad (1)$$

式中: W_{cashmere} 为羊绒针织品水足迹; W_{direct} 为直接水足迹; W_{indirect} 为间接水足迹; W_{blue} 为蓝水足迹; W_{grey} 为灰水足迹。单位均为 m^3/kg 。

羊绒针织品蓝水足迹的计算方法见式(2):

$$W_{\text{blue}} = V_{\text{withdrawal}} - V_{\text{effl}} \quad (2)$$

式中: $V_{\text{withdrawal}}$ 为单位产品取水量; V_{effl} 为单位产品污水排放量,其中,产品的污水排放量为污水处理之前的量。单位均为 m^3/kg 。

羊绒针织品灰水足迹的计算方法见式(3):

$$W_{\text{grey}} = \frac{V_{\text{effl}} \times C_{\text{effl}} - V_{\text{withdrawal}} \times C_{\text{act}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \quad (3)$$

式中: C_{effl} 为污水处理前污染物质量浓度; C_{act} 为取水时污染物质量浓度; C_{max} 为污染物的最大可接受质量浓度; C_{nat} 为自然本底污染物质量浓度。单位均为 mg/L 。

羊绒针织品间接水足迹计算方法见式(4):

$$W_{\text{indirect}} = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i \quad (4)$$

式中: S_i 为第 i 种能源和物料的消耗量 kg ; K_i 为第 i 种能源和物料的水足迹系数 m^3/kg 。

2 结果与分析

2.1 数据收集

本文研究收集鄂尔多斯羊绒集团有限责任公司2015—2016年的月度数据,直接采集不同工序的能源(电、蒸汽)、物料(染料、助剂、包装材料、打印纸)、产量数据,收集精准程度较高。不同工序的水

消耗数据,则根据污水处理厂提供的平均每日水平衡图以及总耗水量,通过产品产量比例对总量进行分配。

各种能源和物料的水足迹参考相关文献^[3]和生命周期评价软件 Gabi。

2.2 核算结果与分析

2.2.1 产品水足迹及其构成

产品水足迹为 $34.16 \text{ m}^3/\text{kg}$,其中蓝水足迹为 $0.36 \text{ m}^3/\text{kg}$,灰水足迹 $24.59 \text{ m}^3/\text{kg}$,间接水足迹为 $9.21 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。其中,灰水足迹是污水处理厂统一处理污水前的水足迹,考察的是产品产生的污染情况,更具有行业代表性,而企业灰水足迹则是污水处理后的水足迹,反映企业的污水处理能力。

产品水足迹构成见图1。可以看出,灰水足迹远远大于其他水足迹。由于包装材料的水足迹系数远大于其他产品,导致包装材料水足迹占比排第二,电的水足迹系数最小,因此占比较小。

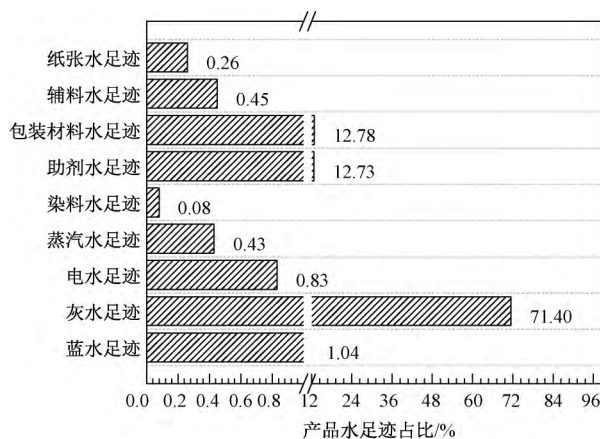


图1 产品水足迹占比

2.2.2 产品加工各阶段间接水足迹及其构成

不同加工过程中的间接水足迹分别为:分梳(含选绒、洗绒) $0.07 \text{ m}^3/\text{kg}$,染色 $0.25 \text{ m}^3/\text{kg}$,纺纱 $0.64 \text{ m}^3/\text{kg}$,针织(含后整理) $7.75 \text{ m}^3/\text{kg}$,因为不同加工过程的中间产品不同,产品产量不同,因此,全过程加和不等间接总水足迹,误差率为 5.43% 。产品加工各阶段间接水足迹构成见表1。

表1 产品加工各阶段间接水足迹构成 %

水足迹构成	分梳(含选绒、洗绒)	染色	纺纱	针织(含后整理)
电	51.86	3.78	9.81	1.53
蒸汽	12.45	10.19	1.59	0.91
染料	0	5.52	0	0
助剂	31.45	80.51	1.11	47.39
包装材料	4.24	0	77.27	48.03
辅料	0	0	7.97	1.08
纸张	0	0	2.25	1.06

分梳(含选绒、洗绒)过程的间接水足迹构成大小为:电>助剂>蒸汽>包装材料。分梳将细绒与粗毛及皮屑杂质分离得到无毛绒,分梳前需对原绒进行预处理,主要包含选绒、洗绒、开松和回潮。整个分梳过程采用洗毛机、分梳机等设备,消耗电、蒸汽,洗绒、开松需要消耗助剂,最后无毛绒打包需要包装材料。

染色过程的间接水足迹构成大小为:助剂>蒸汽>染料>电。染色分为散毛染色和纱线染色2大类,需大量的不同种类的染色助剂以及一定量的染料,而染色过程采用染色机、脱水机、烘干机等设备,消耗的能源有蒸汽和电。

纺纱过程的间接水足迹构成大小为:包装材料>电>辅料>纸张>蒸汽>助剂。纺纱采用络筒机、并线机、倍捻机等设备,消耗电、助剂、蒸汽。纺纱过程的能源、物料消耗量大小为:电>助剂=辅料>包装材料>蒸汽>纸张,由于包装材料的水足迹系数最大,电的水足迹系数最小,故包装材料水足迹占比最大。

针织(含后整理)过程的间接水足迹构成大小为:包装材料>助剂>电>辅料=纸张>蒸汽。采用电脑横机、整烫机等设备,消耗电和蒸汽。

纺纱和针织过程的间接水足迹大小与能源、物料消耗量大小存在明显不一致现象,由式(4)可知间接水足迹大小受能源、物料消耗量和水足迹系数的影响。因此,比较2个过程的能源、物料消耗量大小,纺纱过程:电(98.23%)>助剂(0.56%)>辅料=包装材料(0.55%)>蒸汽(0.10%)>纸张(0.01%);针织过程:电(94.68%)>包装材料(3.31%)>助剂(1.69%)>蒸汽(0.19%)>辅料(0.08%)>纸张(0.05%)。由于包装材料的水足迹系数最大,电的水足迹系数最小,故包装材料水足迹占比最大。

3 结论

经核算,在从原绒到羊绒衫的核算边界中,羊绒针织品水足迹为 $34.16 \text{ m}^3/\text{kg}$,其中灰水足迹占比最大(71.4%),说明在产品生产过程中产生的水污染严重。通过企业调研发现只有鄂尔多斯羊绒集团有限责任公司等少数企业进行中水回用,原因是羊绒产品生产成本高,中水回用风险大,且羊绒企业普遍污水处理技术较低。因此,企业应注重前端预防,从源头控制污染物排放,加强前端清洁生产技术的投入。

分梳(含选绒、洗绒)过程的间接水足迹以电水足迹为主,染色过程的间接水足迹以助剂水足迹为

主,纺纱、针织(含后整理)过程的间接总水足迹以包装材料水足迹为主。企业需采取有效措施降低电和染料助剂的耗用量,从而减少因消耗能源、物料引起的水资源消耗和水体污染。此外,尽管纺纱、针织过程电的耗用量远远大于其他构成因素,但由于包装材料水足迹系数偏大导致包装材料水足迹最大,因此,应加强包装材料的回收与利用,提高生产资源利用效率。

参考文献:

- [1] 周玲玲,王琳,王晋.水足迹理论研究综述[J].水资源与水工程学报,2013,24(5):106-111.
- [2] 刘秀巍,刘馨磊,孙庆智,等.产品水足迹研究及其在纺织行业的应用[J].纺织导报,2011(3):23-26.
- [3] 张音.纺织产品工业水足迹核算中两类基础性问题的研究[D].上海:东华大学,2014.
- [4] 许璐璐,吴雄英,陈丽竹,等.纺织服装灰水足迹核算中相关参数的选择[J].印染,2015(13):38-42.
- [5] CHAPAGAIN A K. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries [J]. Ecological Economics, 2007, 60(1): 186-203.
- [6] ALDAYA M M, MUNOZ G, HOEKSTRA A Y. Water footprint of cotton, wheat and rice production in Central Asia [C]//Value of Water Research Report Series No. 41. Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2010.
- [7] 王来力,丁雪梅,吴雄英.纺织产品的灰水碳足迹核算[J].印染,2013,39(9):41-43.
- [8] FRANKE N, MATHEWS R. Water footprint network. C&A's water footprint strategy: cotton clothing supply chain [R]. Switzerland: C&A Foundation, 2013.
- [9] CHIOCO D, ALDAYA M M, GARRIDO A. A water footprint assessment of a pair of jeans: the influence of agricultural policies on the sustainability of consumer products [J]. Journal of Cleaner Production, 2013, 57(2): 238-248.
- [10] 严岩,贾佳,王丽华,等.我国几种典型棉纺织产品的工业水足迹评价[J].生态学报,2014,34(23):7119-7126.
- [11] CHEN Lizhu, DING Xuemei, WU Xiongying. Water management tool of industrial products: a case study of screen printing fabric and digital printing fabric [J]. Ecological Indicators, 2015, 58: 86-94.
- [12] 许璐璐,吴雄英,陈丽竹,等.分阶段链式灰水足迹核算及实例分析[J].印染,2015(16):38-41.
- [13] 钟玲,刘若安,刘尊文,等.工业园区纺织产品水足迹核算与评价[J].环境与可持续发展,2016(6):40-43.