

# 草丝纤维的结构与性能

王 萌

(国家知识产权局 专利局专利审查协作广东中心, 广州 510000)

**摘要:**介绍了草丝纤维用途、生产方法、所用材料和其形态结构,详述了草丝纤维的各种应用性能研究,以及草丝纤维研发中存在的亟待解决的问题。

**关键词:**草丝纤维;形态结构;性能;研究现状

**中图分类号:**TS102

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2016)06-0008-04

人造草最早起源于美国,其解决了天然草无法在极端气候和带顶棚场馆内生长的问题,克服了天然草维修费用昂贵的缺陷。经过50多年的发展,现已广泛应用于国内外各种运动和休闲场所。草丝纤维作为人造草的核心材料,决定了草坪的运动力学、安全性和舒适性,近年来受到广泛关注。草丝纤维所用材料主要为聚合物,如尼龙、聚丙烯、聚乙烯等,这是由于聚合物具有优良的物理、化学性能,如质轻、比强度高、比模量大、耐腐蚀性好、成型方便。

草丝纤维的生产工艺分为裂膜法和纺丝法。裂膜法只适用于聚乙烯和聚丙烯材料,该方法生成的草丝纤维一致性差,表面损伤大,受生产工艺限制,裂膜丝厚度不如纺丝法产品。纺丝法是将融体从喷丝孔挤出,然后经过加热、拉伸等过程形成产品,这种方法生产出来的草丝纤维,其厚度、形状可以通过改变喷丝孔的大小、形状来实现,外观仿真度非常高,与天然草几无二至。因而主要采用纺丝法制备草丝纤维。

## 1 草丝纤维的形态结构

草丝纤维的横截面通常为矩形、棱形、椭圆形、“V”字形或贝壳形<sup>[1-2]</sup>,这类结构的草丝纤维具有一定仿真度,不易磨损起毛,但挺拔度欠佳,使用中易出现平面倒伏现象。为了解决这一问题,常在草丝纤维的截面上设置加强结构<sup>[3]</sup>,例如在扁平的长方形截面上,在一个较长面中心设置弯曲凸起,相对的另一个较长面上相对于中心轴对称设置一对弯曲凸状的凸起,如图1<sup>[4]</sup>,或者在两个较长面的中心轴处均设置加强筋,如图2所示<sup>[5-6]</sup>。

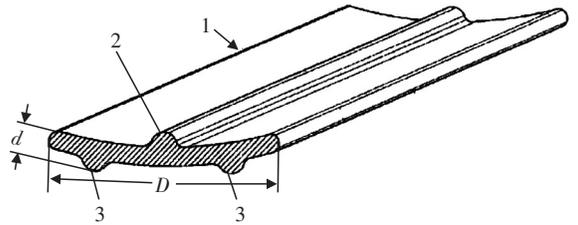


图1 带弯曲凸起的草丝纤维

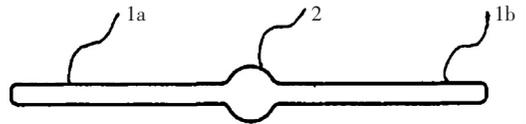


图2 中心轴处设置加强筋的草丝纤维

图1与图2类型的草丝纤维的结构对称性太强,虽然大大增强了叶片的挺拔度,但其回弹性差,且制备工艺相对复杂。为此设计了如图3结构的草丝纤维<sup>[7]</sup>,其叶片横截面在一个方向的弯弧数为1a、1b,相反方向的弯弧数为1c,弯弧内面上还可进一步设置若干个纵向加强筋2,增加草丝的挺拔度和自然内卷力,由此增强了草纤维的回弹性和柔性。另一种高弹性草丝纤维结构如图4<sup>[8]</sup>,草丝1周围环绕设置有加强筋2,草丝1与加强筋2组成横截面为三角星、四角星、五角星或六角星形状。当草丝受到外力作用发生弯曲时,在弯曲方向朝向的一侧的加强筋受到挤压作用,在弯曲方向背向的一侧的加强筋受到拉伸作用,与没有加强筋的普通草丝相比,草丝抵抗压力与拉力的力矩都明显增大,当作用力去除以后,草丝在加强筋的作用下,可以迅速恢复原状。

为提高仿真效果,除了对草丝纤维横截面形状进行改进外,还可在草纤维根的外周缠绕、包覆叶片形成纤维束,如图5,使得草丝纤维立体感强,整体更接近天然草<sup>[9]</sup>。

收稿日期:2016-03-03

作者简介:王 萌(1987-),女,陕西咸阳人,实习研究员,硕士研究生,主要从事功能纺织品的研究,E-mail:470961642@qq.com。

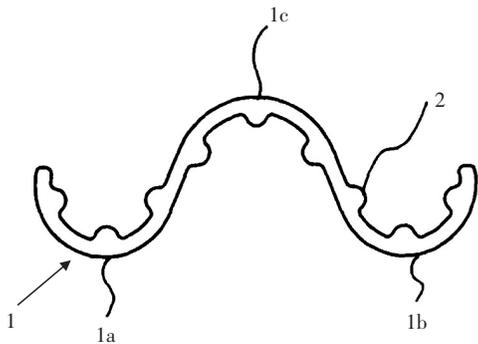


图3 有弯弧的草丝纤维

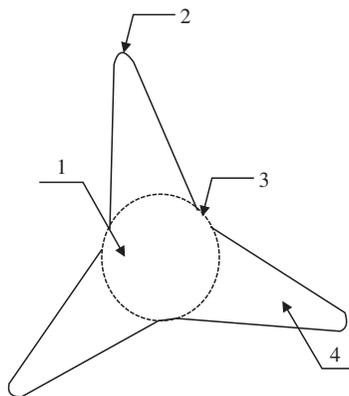


图4 有加强筋的弹性草丝纤维

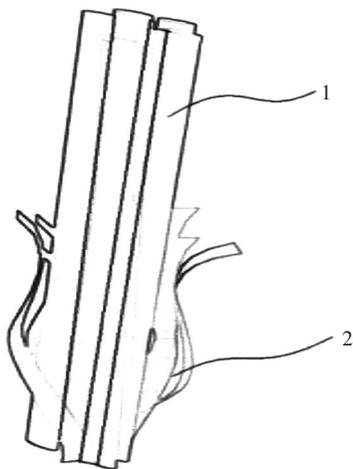


图5 整体仿真草丝纤维

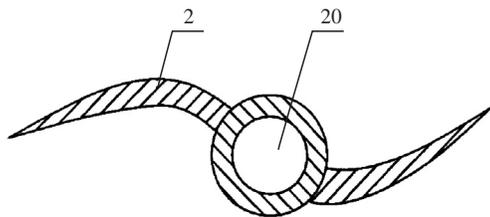


图6 有蓄水通道的草丝纤维

一条存有水的蓄水通道,贯穿整个仿真草叶,在高温环境中通过水分的蒸发可以降低草坪的温度,提高环境的舒适度<sup>[13]</sup>。

## 2 草丝纤维的性能

人造草不仅要面临恶劣的气候变化,还要承载高强度的运动磨损,此外还需要具有运动安全性能,因此草丝纤维应具备良好的力学性、抗老化性以及抗静电性等。将具有改善力学性、抗老化性及抗静电性的功能性助剂与基体树脂、加工助剂经过混合、熔融、纺丝、冷却、拉伸、加热定型等工艺,制备具有上述性能的草丝纤维是一种常见的方法<sup>[14]</sup>。例如一种耐磨人造草丝纤维,是将含有硅酮粉的耐磨母粒与基体树脂、色母粒、抗老化剂进行熔融纺丝而成。硅酮粉的主要材料是超高分子量的聚二甲硅氧烷,从纤维表面均匀析出,形成一层薄的转移膜,有效降低磨料粒子在草丝纤维表面的粘着性,草丝纤维的磨损速率得以降低,同时纤维润滑性得以改善,表面摩擦因数降低,磨损率降低<sup>[15]</sup>。

上述品种草丝纤维仅满足了人造草的一般要求,天然草丝所具有的许多特殊功能尚不具备,如天然草丝可以通过光合作用形成光电效应,使空气电离产生被称为“空气中的维生素”的负离子,有益于人体健康。因而草丝纤维的功能性改进研究更为重要。

### 2.1 负离子草丝纤维

负离子草丝纤维是在纺丝液中添加负离子材料制备而成,或是将离子涂层涂覆于草丝纤维的外表面<sup>[16]</sup>。当人造草坪所处的环境温度有微小变化,或在草坪上活动使草丝纤维受到轻微压力时,即可引起负离子材料之间的电势差,促使周围空气发生电离,脱离出的电子附着于邻近的水和氧分子使之转化为空气负离子,从而增加铺设该类草坪区域的负离子浓度,起到净化空气、增强身体机能的效果,特别适用于室内运动场馆<sup>[17-18]</sup>。常用的负离子材料,均可用于制备负离子草丝纤维,优选的是负离子矿物,如电气石、蛋白石、奇才石、负离子粉中的一种或几种的混合物。

### 2.2 亲水性及可降温草丝纤维

天然草丝可以通过根系吸收土壤中的水分,然后通过叶片蒸发到空气中,降低了铺设天然草坪区域的温度。但草丝纤维本身没有亲水性,一方面不利于保持运动场地所洒的水,另一方面当皮肤与草丝表面

此外,还可通过改善结构,使草丝纤维在烈日下降低自身“体温”<sup>[10-12]</sup>,如图6,在仿真草叶上设置有至少

过度接触时,这种接触摩擦通常会对皮肤产生热损伤,不利于休闲活动的进行,因而提高草丝纤维亲水性,以降低草坪温度是必须的。

改进草丝纤维亲水的方法,一种是将草丝纤维设置成芯层和包覆层,且在包覆层中添加亲水剂或包覆层采用高亲水性的树脂,由此使得草丝纤维具有从空气中吸湿(水)的功能<sup>[19-20]</sup>。该方法生产制备过程比较复杂且难以控制,一种简单的方法是直接在纺丝液中添加亲水改性剂<sup>[21]</sup>,另一种方法是将草丝纤维设置成内部中空的双层结构,中空腔中填充高吸水物质,使得草丝纤维形成类似于天然草静脉中可供水分流通的通道,让高吸水物质在夜间低温下吸收水分,白天高温下蒸发水分<sup>[22]</sup>,还可将亲水性物质作为涂层浆,涂布于草丝纤维表面<sup>[23]</sup>。

### 2.3 驱蚊虫草丝纤维

夏天蚊虫特别多,人们会产生较大的反感情绪,在纺丝液中添加驱蚊虫的中草药,使其在自然条件下释放出来,在人造草坪的上方形成保护层,能有效地驱除蚊虫,对人体无害且清香的中草药气味能使人们心旷神怡<sup>[24]</sup>。

### 2.4 草丝纤维的其他性能

(1)芳香性 芳香草丝纤维所制造的运动草坪,可具有天然草坪的芳香气息,也可以根据需求调整香型,如玫瑰香型、森林浴香型、茉莉香型、薰衣草香型、水果香型等<sup>[25]</sup>。

(2)感温变色 感温变色草丝纤维由基体树脂与感温变色层组成,感温变色层涂覆于人造草丝纤维的外表面,随着温度的变化,草丝可以在春、夏、秋、冬呈现不同的颜色,以达到与天然草坪类似的季节变化特点,满足人们休闲的要求<sup>[26]</sup>。

(3)耐瞬时高温 机场所用的人造草坪,为保证不耽误航班,在冬天降雪后需要用热吹车等设施快速除雪,因而要求草坪要能够在2~3 s内耐500℃以上的高温。而以离子液体作为溶剂,室温下制备聚间苯二甲酰间苯二胺溶液,再将其涂覆于草丝纤维表面,经过凝固浴凝固、预热、牵伸制得一种草丝纤维,其表面存在耐高温且隔热的聚间苯二甲酰间苯二胺,可满足机场草坪除雪要求<sup>[27]</sup>。

(4)亚光性 使用聚乙烯或聚丙烯制成人造草坪时,草坪整体尤其在阳光下看起来太光亮,为使得草坪在阳光下不显得刺眼,在草丝纤维的生产过程中通常

会加入亚光性材料对纤维改性,使之光滑的表面具有漫反射效果从而达到不刺眼的要求<sup>[28]</sup>。

此外,还有学者研究了草丝纤维的荧光性、多彩性、反红外性以及阻燃性等,极大地丰富了草丝纤维的功能性,扩展了人造草坪的应用前景。

## 3 结语

近些年来,虽然草丝纤维得到迅速发展,但仍存在一些问题。例如以聚乙烯、聚丙烯及聚酰胺等高分子材料制成的草丝纤维,废弃后难以降解,会对周围环境造成污染,因而制备可回收利用的“绿色环保”草丝纤维尤为重要。此外多功能性草丝纤维的发展比较滞后,如既具有负离子性又具有阻燃性、抗静电性的多功能草丝等。草丝纤维的改性研究仍存在不足之处,有待学者进一步开发研究。

### 参考文献:

- [1] 朱江峰.新型人造草丝[P].中国:201738215,2011-02-09.
- [2] Tapijtfabriek Desseaux Nv H.Artificial grass fiber for artificial lawn for use in sports field, has wedge-shaped elongated cross section, such that ratio of length to width of elongated cross section is in predetermined range[P].EP:2143834,2010-01-13.
- [3] 朱江峰.一种新型人造草纤维[P].中国:203462184,2014-03-05.
- [4] Mondo Spa. Fiber for artificial turf to manufacture artificial grass mat in e.g. garden, has projection designed in convex-curve shape, and another projection arranged on side of former projection and designed in curved convex shape[P].US:2012270045,2012-10-25.
- [5] 韩世民.一种直立型人造草纤维[P].中国:201394339,2010-02-03.
- [6] 济宁天裕化纤机械有限公司.带加强筋的休闲草长丝及其制备方法[P].中国:103866417,2014-6-18.
- [7] 韩世民.一种人造草纤维[P].中国:201459568,2010-05-12.
- [8] 泰山体育产业集团有限公司.一种高弹性人造草丝纤维[P].中国:202809033,2013-03-20.
- [9] 湖北绿城塑业有限公司.一种高仿真人造草纤维[P].中国:204370100,2015-06-03.
- [10] 朱江峰.一种改进结构的人造草纤维[P].中国:203462382,2014-03-05.
- [11] Toray Ind Inc.Artificial lawn used in e.g. athletic events, ski place[P].JP:2000027113,2000-01-25.

- [12] 泰山体育产业集团有限公司.一种仿生人造草丝纤维[P]. 中国:202809435, 2013-03-20.
- [13] 无锡市润洋塑业有限公司.一种高仿真人造草[P]. 中国: 102704370, 2012-10-03.
- [14] 华东理工大学.一种聚烯烃类草丝纤维及制备方法[P]. 中国:101050562, 2007-10-10.
- [15] 泰山体育产业集团有限公司.耐磨人造草丝纤维[P]. 中国:102493011, 2012-06-13.
- [16] 泰山体育产业集团有限公司.一种人造草丝纤维和由其编织成的人造草坪[P]. 中国: 203247480, 2013-10-23.
- [17] 泰山体育产业集团有限公司.一种负离子人造草丝纤维及其制备方法[P]. 中国:103103630, 2013-05-15.
- [18] 齐齐哈尔大学.一种含负离子人造草纤维及其制备[P]. 中国:103160951, 2013-06-19.
- [19] Ten Cate Thiolon Bv. Manufacture of synthetic fiber used in artificial grass sports field, involves supplying layer of synthetic material having layers of different synthetic material, and performing co-extrusion of synthetic material layer[P]. US: 2010040808, 2010-02-18.
- [20] Tapijtfabriek Desseaux Nv H. Artificial grass for artificial lawn for e.g. soccer and tennis, comprises fibers comprising core of synthetic material and cladding, where the material for the cladding has hydrophilicity different from that of the material used for core[P]. US: 2010173102, 2010-07-08.
- [21] 江苏共创人造草坪有限公司.一种表面亲水的人造草纤维及人造草坪[P]. 中国:103014898, 2013-04-03.
- [22] Sumitomo Rubber Ind Co Ltd. Artificial lawn for laying artificial lawn facility e.g. soccer field, has thermoplastic resin pile and acryl-type hydrophilic resin pile with hydrophilized void that are implanted in base fabric in predetermined ratio[P]. US: 2014093663, 2014-04-03.
- [23] 泰山体育产业集团有限公司.一种可降温的人造草丝纤维[P]. 中国:202913280, 2013-05-01.
- [24] 泰山体育产业集团有限公司.一种户外驱蚊虫人造草丝纤维及其制备方法[P]. 中国: 104088030, 2014-10-08.
- [25] 华东理工大学.一种芳香人造草坪纤维及其制备方法[P]. 中国:101187083, 2008-05-28.
- [26] 泰山体育产业集团有限公司.感温变色人造草坪[P]. 中国:203247483, 2013-10-23.
- [27] 泰山体育产业集团有限公司.一种机场用耐瞬时高温人造草丝纤维及其制备工艺[P]. 中国: 103397526, 2013-11-20.
- [28] 宜兴市联创塑业有限公司.一种具有亚光性的人造草坪及其制备方法[P]. 中国: 105178138, 2015-12-23.

## Structure and Property of Grass Fiber

WANG Meng

(Patent Examination Cooperation Center of the Patent Office, Guangzhou 510000, China)

**Abstract:** The use, production methods, materials and its structure of the grass fiber were briefly introduced. The application performance and some existing problems were studied.

**Key words:** grass fiber; morphological structure; property; research status

(上接第7页)

## Development and Thinking of Science and Technology for China Textile Industry

LUO Si-qing

(Sichuan Textile Science Research Institute, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** The textile technology development trends and present situation at home and abroad were introduced. The situation and challenges faced by textile industry under China new normal were analyzed. Some countermeasures were proposed to improve the independent innovation capacity of textile industry in China from the innovation drive, breakthrough in key areas, platform innovation and talent team construction.

**Key words:** textile industry; new normal; scientific and technological innovation; countermeasures