

# 生物质纤维在针织行业的应用

张艳明

(五邑大学 纺织服装学院, 广东 江门 529020)

**摘要:**介绍了可用于针织服装面料开发的几种生物质再生纤维素纤维、生物质再生蛋白质纤维和生物质合成纤维的生产过程、基本性能及研究现状,指出生物质化学纤维的发展要加强基础应用研究和关键核心技术的研究。

**关键词:**生物质化学纤维;生物质再生纤维素纤维;生物质再生蛋白质纤维;面料开发

**中图分类号:**TS102.51

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2016)03-0008-05

由于石油资源的日益紧张及石油基合成纤维生产过程对环境的污染,化学纤维从生物质途径取得原料的趋势在全球日益明显。生物质是世界上最丰富的可再生资源,包括所有动物、植物和微生物,以及由这些生命体排泄和代谢的有机物。根据欧盟标准定义,含有20%及以上生物质材料的纤维可称为生物质纤维<sup>[1]</sup>。从生产过程看,生物质纤维可分为生物质再生纤维(包括再生纤维素纤维、再生多糖纤维、再生蛋白纤维等)和生物质合成纤维(包括生物质聚酯纤维、生物质聚酰胺纤维、生物质聚氨酯、生物质聚乙烯等)两大类。随着材料研发工作的进展,生物质纤维在性能上已经具备了对常规化学纤维广泛的替代性,能够用于针织服装面料开发的主要有木浆纤维、竹浆纤维、麻浆纤维、蛋白纤维等生物质再生纤维和PDT(生物基聚对苯二甲酸乙二醇酯)纤维、PTT(生物基聚对苯二甲酸丙二醇酯)纤维、PBT(生物基聚对苯二甲酸丁二醇酯)纤维等生物质合成纤维。

## 1 生物质再生纤维素纤维

再生纤维素纤维从原料上可分为木浆纤维、竹浆纤维、麻浆纤维等,从工艺路线上可分为严重污染环境的传统黏胶工艺和较为环保的新型纺丝工艺。黏胶从本质上讲是生物质纤维,但目前提到的生物质再生纤维素纤维通常不包含普通黏胶纤维(以棉短绒等为原料,使用有毒并严重污染环境的二硫化碳工艺路线),而是特指使用了新原料或新工艺的新型再生纤维素纤维。

### 1.1 木浆纤维

木浆纤维主要以木浆为原料,采用非传统黏胶工

艺生产,代表产品有Modal(莫代尔)、Tencel(天丝)等,其中Modal属于变化型高湿模量黏胶纤维,Tencel则属于Lyocell纤维。

变化型高湿模量黏胶纤维是第二代再生纤维素纤维,其代表商品为奥地利兰精公司的Modal纤维。Modal是一种以欧洲榉木浆粕为原料,用专门的机械及特殊加工处理方法生产的再生纤维素纤维,生产过程不产生类似普通黏胶纤维的严重污染环境等问题,其残液的排放对环境无害,具有良好的环保性能,被称为绿色纤维,通过欧洲OKO-TEX100 Standard标准<sup>[2]</sup>。莫代尔面料具有生物降解性,使用后的废弃物可在大自然中自行进行生物降解,不会对环境造成二次污染。Modal纤维柔软、光泽好,兼具丝的光泽、棉的柔软、麻的滑爽,吸湿透气比棉好,湿强要比普通黏胶高,故其制品外观性能好、舒适性佳,常用于内衣、T恤等产品。国内采用日本东洋纺专有特种工艺纺丝技术生产的丽赛(Richel)纤维也属于此种纤维。

Lyocell纤维是第3代再生纤维素纤维,以针叶树为主的木浆为原料,经NMMO(N-Methyl Morpholine Oxide,N-甲基吗啉氧化物)溶剂纺丝工艺生产。该纤维名称由BISFA(国际人造纤维及合成纤维标准局)命名,美国联邦贸易委员会也确认通过<sup>[3]</sup>。Lyocell生产工艺的溶剂回收率达99%以上,并可循环使用,整个生产系统中废排放为零,产品也可生物降解,对环境几乎没有任何污染,是一种绿色环保纤维。Lyocell纤维具有较高的干强、湿强和湿模量、优良尺寸稳定性,棉纤维的舒适性、黏胶纤维的悬垂性和色彩鲜艳性、真丝的柔软手感和优雅光泽,主要用于内衣、T恤等。代表商品有Tencel(天丝,短纤产品)和New Cell(纽赛尔,长丝产品)。Lyocell纤维价格比Modal纤维贵,市场化程度也不如Modal纤维。

木浆纤维的研究重点在于无毒环保的新工艺,以替换有毒并严重污染环境的二硫化碳工艺路线,除了已经产业化的 Modal 和 Lyocell 纤维生产工艺,研究工作还在持续进行中。芬兰 Tampere 大学和 16 家企业合作,研究开发出了 Biocelson 技术,该项技术采用精制木浆,以酶制剂对纤维素进行预降解,从而使纤维素可溶解于低浓度苛性钠中,进而配置成纤维素溶液,纺丝采用酸浴成形<sup>[4]</sup>。Biocelson 工艺基于生物技术,将传统有毒、严重污染环境的二硫化碳工艺路线,用安全、清洁的酶工艺取代,具有明显的环境效益。目前 Biocelson 技术的商业化运作成本和可行性研究正在进行中。此外,将离子液体等溶剂作为纤维素的直接溶剂也具有非常广泛的应用前景,而将纤维素改性后所得到的纤维素衍生物在一定条件下进行熔融纺丝,省去溶剂使用和回收利用的步骤,降低环境负荷,缩短流程,则是最具长远竞争力的技术创新加工方法<sup>[5]</sup>。

## 1.2 竹浆纤维

竹浆纤维是由我国自行开发研制并产业化的新型再生纤维素纤维,是我国生物基纤维的重大创新成果。竹浆纤维以竹子为原料,制成竹浆粕后再进行纺丝加工生产,代表产品为唐山三友兴达化纤有限公司的“竹代尔”纤维。

竹代尔纤维是竹纤维的升级产品,是一种以优质竹浆为原料,采用莫代尔工艺制作而成的高强高湿模量再生纤维素纤维。纤维的各项技术指标表现优异,尤其在强度、湿模量等方面完全继承了莫代尔纤维的特性<sup>[6-7]</sup>。竹代尔纤维集竹纤维与莫代尔纤维优点于一体,不仅沿袭了普通竹纤维抑菌防霉、吸湿凉爽的优良特性,而且也真正实现了对资源的节约利用及生态可持续发展。竹代尔纤维面料柔软光滑、舒适悬垂、挺括优雅,而且热湿舒适性优良、亲肤性突出,还具有抑菌性,特别适合于内衣、T 恤等贴身穿着的服装及夏装。竹代尔纤维的成功研发,打破了兰精公司长期在中国纤维素纤维高端市场的垄断地位及垄断价格。

## 1.3 麻浆纤维

麻浆纤维是以天然麻材为原料,制成浆粕后再进行纺丝生产的新型再生纤维素纤维,其表面形态和黏胶纤维相似。麻浆纤维的问世为麻类作物的综合利用找到了新途径,我国拥有该纤维生产的自主知识产权,产品和相对成熟市场,代表商品为河北吉藁化纤有限公司生产的圣麻纤维。

圣麻纤维是以麻秆、黄麻、红麻等麻植物为原料,通过蒸煮、漂白、制胶、纺丝、后处理等工艺路线,把麻材中的纤维素提取出来,并保留了麻材中天然抑菌物质的一种新型再生纤维素纤维。圣麻纤维既克服了原麻纤维的一些缺点(如纤维刚性大、细度不匀率大、长度整齐度差、抱合性差、条干不匀等)引起的可纺性差、亲肤性差等缺点,又保留了麻纤维初始模量高、吸湿放湿好、透气性好、抑菌防霉、灭螨驱螨、匀染性好的性能优点,是一种健康、时尚的新型绿色环保纺织品。圣麻纤维具有和普通黏胶纤维近似的干强度,有高于普通黏胶纤维和天然竹纤维的湿强度,吸湿性、透气性好,主要应用在内衣、贴身 T 恤衫、保暖内衣、无缝内衣等产品中。圣麻纤维制品舒适环保性能优良,外观风格独特,可以生物降解,满足了人们日益增强的健康需求,加上我国麻资源非常丰富,是产麻大国,原材料有充分保证,所以圣麻纤维在市场上有相当大的发展前景。此外,解放军总后勤部军需装备研究所、保定天鹅股份有限公司等单位也开展了大麻秆芯浆粕和麻浆长丝的开发研究<sup>[8]</sup>。

## 2 生物质再生蛋白质纤维

生物质再生蛋白纤维以动物蛋白或植物蛋白为原料,提纯蛋白质后直接配制纺丝液或与高聚物进行接枝、共聚、共混后配制成一定浓度的蛋白纺丝液,经纺丝而成。目前商业化的再生蛋白纤维大多采用第 2 种方式。再生蛋白纤维中含有多种氨基酸,具有良好的亲肤特性,主要商业化产品有牛奶蛋白纤维、大豆蛋白纤维、蚕蛹蛋白纤维。

### 2.1 牛奶蛋白纤维

牛奶蛋白纤维是以牛乳作为基本原料,经过脱水、脱油、脱脂、分离、提纯,使之成为一种具有线型大分子结构的乳酪蛋白,再与聚丙烯腈采用高科技手段进行共混、交联、接枝,制备成纺丝原液,最后通过湿法纺丝而成。牛奶蛋白纤维含有大量动物蛋白的氨基酸,具有良好的亲肤特性,生产过程无污染,是一种环保和保健型纤维,既有天然纤维本身的良好性能,又具有合成纤维的优良物理机械性能,用其织成的面料外观华丽、悬垂性好、质地轻柔、有丝般质感和光泽,并且对皮肤有滋润营养、抗菌保健的功效<sup>[9]</sup>。除了生产高档内衣,牛奶蛋白纤维还可代替部分羊绒,制成风格独特的高档服饰,市场潜力巨大。

## 2.2 大豆蛋白纤维

大豆蛋白纤维是以榨过油的大豆豆粕为原料,利用生物工程技术,提取出豆粕中的球蛋白,通过添加功能性助剂,与腈基、羟基等高聚物接枝、共聚或共混,制成一定浓度的蛋白质纺丝液,改变蛋白质空间结构,经湿法纺丝而成<sup>[10]</sup>。大豆蛋白纤维由我国纺织科技工作者自主开发,拥有完全知识产权,并在国际上率先实现了工业化生产。大豆纤维原料来自自然界的大豆,原料丰富且具有可再生性,不会对资源造成掠夺性开发。在纤维生产过程中,由于所使用的辅料、助剂均无毒,且大部分助剂和半成品纤维均可回收重新使用,提取蛋白后留下的残渣还可以作为饲料,是一种绿色环保纤维。大豆蛋白纤维吸湿导湿性好,手感柔软如羊绒,光泽柔和如蚕丝,还有良好的亲肤性及明显的抑菌功能,特别适用于高档针织内衣、T恤产品,也可用于羊毛衫、时尚女装、休闲服等。

## 2.3 蚕蛹蛋白纤维

蚕蛹蛋白纤维由四川宜宾惠美线业公司生产,商品名为“圣桑”,是独家专利产品,具有不可复制性,是综合利用高分子技术、化纤纺丝技术、生物工程技术,将蛋白原料经过特有的生产工艺配制成纺丝浆,再与黏胶原液按照比例共混纺丝,是一种由植物纤维和动物蛋白结合形成的新型生物质纤维<sup>[11]</sup>。经过技术攻关,蛹蛋白纤维的染色等技术问题已经得到彻底解决,纤维中含有的18种氨基酸不会在染色及后整理过程中受到损害。蚕蛹蛋白纤维克服了真丝织物的娇嫩、色牢度差、易缩、易皱等缺陷,具有真丝色泽亮丽、光泽柔和、吸湿透气性好、悬垂性好的优点,可用于高档内衣、T恤等产品。除了蚕蛹蛋白纤维,该企业已经成功开发出了羽毛蛋白纤维、羊绒蛋白纤维等动物蛋白纤维产品,并准备开发玉米蛋白纤维、大米蛋白纤维、菜籽蛋白纤维等植物蛋白纤维。

## 3 生物质合成纤维

生物质合成纤维是以可降解的生物质原料,经生物转化等方法制备高分子材料或单体,再经聚合制备高分子后纺丝成形所制备的纤维<sup>[12]</sup>。纺制过程与对应的石油基合成纤维大体相同,现有设备略为改造即可满足生物质合成纤维纺制要求。随着石油资源的日益紧张,摆脱合成纤维对石油资源的依赖,从生物质原料中制备聚合物单体是后石油时代的一个重要方向。

目前可用于针织服装面料开发的生物质合成纤维主要有生物基聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、生物基聚对苯二甲酸丙二醇酯(PTT)、生物基聚对苯二甲酸乙二醇酯(PDT)、生物基聚酰胺(PA)纤维等。

### 3.1 PBT纤维

生物基PBT纤维是以对苯二甲酸(PTA)与生物基1,4-丁二醇(BDO)经过聚合后纺丝得到的聚酯纤维。2011年美国Genomatica公司在美国能源部资助下,开发出以纤维素糖为原料生产生物基BDO的技术。2013年日本东丽公司也成功开发出生物基BDO,并制备了生物基PBT<sup>[12]</sup>。生物基PBT纤维及其制品手感柔软,吸湿性、耐磨性和纤维卷曲性好,拉伸弹性和压缩弹性极好,可用普通分散染料进行常压沸染而无需载体,染色后纤维色泽鲜艳,色牢度及耐氯性优良,在高弹性纺织品上有着广泛的应用,如游泳衣、连裤袜、体操服、健美服、长袜、弹力牛仔等,而这些产品大部分都是针织产品。

### 3.2 PTT纤维

生物基PTT纤维采用对苯二甲酸(PTA)与生物基1,3-丙二醇(PDO)聚合后纺丝制得,属于聚酯纤维。生产生物基PTT纤维的关键是生物基PDO单体的制备,该技术由美国杜邦公司于1995年开发成功,是利用生物酶催化的方法使玉米发酵制得。2013年我国具有完全自主知识产权的生物法PDO项目成功投产,打破了美国企业在这一领域的长期垄断<sup>[13]</sup>。目前市场上商业化的生物基PTT纤维产品主要为美国杜邦公司的“Sorona”,以及由美国杜邦公司和福建海兴材料科技有限公司联合研发的短纤产品“舒弹丝”,舒弹丝已经通过标准Oeka-Text100一类认证,意味着舒弹丝可以应用于婴幼儿和过敏体质人群<sup>[14]</sup>。

生物基PTT纤维综合了锦纶的柔软性、腈纶的蓬松性、涤纶的抗污性及接近氨纶的弹性恢复能力,将各种化纤的优良性能集于一身,纤维抱合力好,纺纱性能好,可与多种纤维进行混纺。它与棉混纺可以改善棉的染色性能,使棉的抗皱性能、抗起毛起球性能大大提高,但不改变棉本身的亲肤贴合性、吸湿保湿等特点,非常适合制作男女针织内衣。它与羊毛混纺可制作各种款式的男女羊毛衬衣,或用于横机编织羊毛衫。另外生物基PPT还可与竹、麻、黏胶等纤维混纺生产各种针织面料,如各种绒类摇粒面料、绒布、内衣面料、T恤面料等,特别是泳装面料。由于生物基PTT材料绿

色环保,同时具有优异的拉伸回弹性能,以其生产的面料制作的泳衣能长时间保持织物的拉伸回弹性,不会出现随时间流失而变松、弹性不足的现象<sup>[15]</sup>。

### 3.3 PDT 纤维

生物基 PDT 纤维是以对苯二甲酸(PTA)和生物基乙二醇(EG)为原料经酯化缩聚制得的聚合产物,也叫生物法 PET,其中生物基乙二醇主要是以玉米秆或淀粉基的糖类作物中提取出来。相比较而言,由生物基 PDT 中的乙二醇纯度比石油基 PET 中的乙二醇纯度低,从而使生物基 PDT 具有更好的吸湿性、抗静电性能、染色性能,同时还具有较低的折光指数,光泽柔和,比 PET 面料更华丽美观,可实现产品高附加值,用于多种针织服装面料的开发。目前商业化的生物基 PDT 纤维产品为海天集团与大成集团合作开发出的 Socorna,它属于自主创新品种,已突破产业化生产技术<sup>[16]</sup>。与石油法 PET 相比,PDT 手感更柔软,但仍有 PET 的挺括性、易拉伸,能立即回弹到原形,更舒适贴身等特点,除此之外,还能与羊毛等天然纤维混纺,易于染色并降低对天然纤维的伤害,且耗能低,降低成本。目前,PDT 纤维产量较少,因此应进一步加强 PDT 纤维的开发推广。

### 3.4 PA 纤维

聚酰胺 PA 种类丰富、品种齐全,主要有 PA66、PA6、PA46、PA11、PA1010 等,其中 PA66 和 PA6 的用量最大,约占 PA 总消费量的 90%。生物基 PA6 和 PA66 的合成为多糖路线,采用酶水解的方法将玉米和马铃薯中所含淀粉转化为葡萄糖,由葡萄糖发酵生成氨基酸,再合成生物基己内酰胺单体,聚合后可得 100%生物基 PA6。或将葡萄糖先通过大肠杆菌代谢至 3-脱氢莽草酸酯,然后转换成 2,4-己二烯二酸,在压力下氢化可生产生物基己二酸(ADA),再经胺化可得到生物基己二胺,用己二酸和己二胺可聚合形成 100%生物基 PA66<sup>[17]</sup>,也可将生物基己二酸与石油基己二胺聚合形成部分生物基 PA66。

2011 年美国 Verdezyne 公司建成了第一家生产生物基己二酸的工厂,美国 Rennovia 公司于 2013 年成功生产出 100%生物基 PA66 聚合物。Rhodia 公司研究中心与 Fulgar 公司合作,将商品名为“Emana”的生物基 PA66 纤维供给欧洲纺织品市场。据介绍,由该纤维制得的服装面料可通过织物与人皮肤间的作用,明显改善人体血液微循环和细胞组织代谢的状况<sup>[18]</sup>。

国内从 2001 年就开始了寻找能替代锦纶核心原料二元胺的其他材料,上海凯赛公司 2011 年开发的生物基二元胺产业化技术彻底打破国际公司对国内二元胺产品的市场垄断。由此而研发的生物基 PA56 由生物基戊二胺和己二酸聚合而成,为 100%我国自主知识产权产品,其物理性能与锦纶 66 相似,某些物理性能甚至超过了锦纶 66,有优异的可纺性、染色性和吸湿排汗性,是理想的纺织材料,目前正在产业化阶段<sup>[19]</sup>。

## 4 结语

生物质纤维性能优良,可替代部分常规化学纤维和天然纤维,因此在针织服装领域具有较为广泛的适用性。生物质再生纤维素纤维和生物质再生蛋白质纤维亲肤性良好、手感柔软,特别适用于普通内衣、贴身 T 恤衫、保暖内衣、无缝内衣等贴身内衣类产品。生物质合成纤维 PBT 和 PTT 均具有较好的弹性,可用于游泳衣、连裤袜、长袜、体操服、健美服、弹力牛仔等高弹性纺织品。生物质 PDT 纤维手感柔软、光泽好、吸湿性能和染色性能良好,可用于多种针织服装。生物质 PA 纤维可作为常规锦纶的替代品用于多种针织产品。

生物质纤维具有原料可再生、生产过程低碳低污染或无污染、产品可生物降解等特性,对环境友好,符合当下及未来绿色环保的发展潮流,而且生物质纤维具有超越常规纤维的性能,产业发展空间广阔。我国生物质化学纤维经过近十年的快速发展,已经取得一定成绩,但目前产业规模还不大,一些技术性问题亟需解决和突破。由于生物质化学纤维及其原料是战略性新兴产业,各国的技术封锁比较普遍,国际合作空间有限,因此要树立自主开发的战略,加强基础应用研究和关键核心技术的研发,加快产业化和商业化的进程。

## 参考文献:

- [1] 邵蔚.生物也能做纤维[J].纺织服装周刊,2013,(17):30-31.
- [2] 张长欢,陈丽华.浅议 21 世纪最有潜质的纤维——莫代尔(Modal)[J].济南纺织化纤科技,2009,(1):6-9.
- [3] 杨明霞.新型再生纤维素纤维及织物性能测试研究[D].西安:西安工程大学,2011.
- [4] 芦长椿.生物技术在化纤工业中的应用与展望[J].纺织导报,2011,(10):88-93.
- [5] 赵庆章,王华平.抓好基础降低成本提升产业价值——解

- 读生物质纤维材料的开发现状及前景[J].纺织导报, 2010,(9):88-92.
- [6] 创新:从材料到体系,全面铺开——俞建勇关于纺织纤维材料科技发展趋势的解读[J].中国纺织,2014,(10):51.
- [7] 邵蔚.描绘绿色纤维产业蓝图[J].纺织服装周刊,2014,(41):30-31.
- [8] 刘洪太,冯建永,段亚峰.再生纤维素纤维的开发进展[J].合成纤维,2009,(9):10-15.
- [9] 王自强,成玲.牛奶蛋白纤维的生产及开发应用[J].纺织科技进展,2008,(1):45-47.
- [10] 李同强.大豆蛋白纤维的发展[J].中国粮油学报,2006,(5):84-88.
- [11] 陈金灿.“圣桑”带动纤维新趋势生物基蛋白复合纤维产业技术创新战略联盟成立[J].纺织服装周刊,2014,(13):94-95.
- [12] 刘红飞,王朝生,汤廉,等.生物基合成纤维的展望[J].合成纤维工业,2014,(6):47-51.
- [13] 刘斌.生物基材料发展态势[J].生物产业技术,2014,(4):13-16.
- [14] 马亮.舒弹丝研制成功——新纤维引领家纺面料革新[J].中国纤检,2013,(23):34-35.
- [15] 秦晓,王建明.生物聚酯材料在针织行业的应用[J].针织工业,2011,(11):11-12.
- [16] 郭春花.架起玉米与时尚的桥梁生物基纤维产业化初见成效[J].纺织服装周刊,2010,(13):36.
- [17] 周卫东.改性聚酰胺纤维的开发现状及发展趋势[J].合成纤维工业,2014,(1):60-65.
- [18] 芦长椿.生物基聚酰胺及其纤维的最新技术进展[J].纺织导报,2014,(5):64-68.
- [19] 孙彦洁.生物基锦纶56批量化纺丝生产可行性探析[J].现代纺织技术,2014,(5):39-41.

## Application of Biomass Fiber in Knitting Industry

ZHANG Yan-ming

(School of Textile and Garment, Wuyi University, Jiangmen 529020, China)

**Abstract:** The production process, properties and research status of several bio-based chemical fibers including bio-based regenerated cellulose fiber, bio-based regenerated protein fiber and bio-based synthetic fiber which could use for knitted fabric development were introduced. It pointed out that the development of bio-based chemical fiber should strengthen the study of basic application and key core technology.

**Key words:** bio-based chemical fiber; bio-regenerated cellulose fiber; bio-regenerated protein fiber; fabric development

## 填补学生服、纺织面料质量监管立法空白

《纤维制品质量监督管理办法》(以下简称《办法》)于2016年3月31日开始实施。该《办法》填补了目前国内纺织品,特别是学生服质量监管的专业性立法空白,是纤维制品质量监管法治化的重要步骤,是加强絮用纤维制品、学生服、纺织面料的质量监管,实现纤维—纤维制品“全链条监管”的重要措施。

该《办法》旨在加强絮用纤维制品、学生服、纺织面料等纤维制品的质量监督管理,提高产品质量,保障特殊消费群体的人身健康安全。与旧的管理办法相比,新修订的《办法》调整的纤维制品为絮用纤维制品、学生服、纺织面料,也就是增加并强化了对学生服、纺织面料的质量监管;同时,确定了开展纤维—纤维产品的“全链条监管”,要求质检部门内部按照各有侧重、发挥特长的原则进行职能调整,通过日常监管、监督抽查等

工作制度的实施,提高监管效果。

为了加强对纤维制品的质量监管,《办法》确立了集团购买质量监控制度、质量诚信制度、重点区域综合整治和质量提升制度、全链条监控制度、原料把关制度、质量标识制度、监督检查制度7项制度。《办法》中,规定了生产者、销售者以及在经营性服务或公益活动中使用者的质量义务。通过引导生产者改善生产条件、建立原辅材料进货验收记录等,推动企业落实产品质量安全;《办法》对絮用纤维制品、学生服、纺织面料的标识内容提出了具体要求,并规定了法律责任,发挥法律的引领和规范作用,对纤维制品的质量欺诈行为进行打击,提高纤维制品标识的规范化;《办法》明确了通过建立监督检查等多项制度,加大生产过程的监管力度,服务国家供给侧结构性改革。

(来源:中国质量报)