一种新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱

邓献忠

邵阳纺织机械有限责任公司 研发营销中心研究所(中国)

摘要：介绍了一种新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱的结构、原理及工艺特点。新型牵伸热箱生头、维修方便，丝束工作通道内循环热风温度的均匀性及稳定性良好，设备性能与产品质量都有所提升，能满足工艺要求。

关键词：牵伸热箱；温度均匀性；温度稳定性；进丝；出丝；断头；生头

A new type of high strength and high modulus polyethylene fiber drafting hot box

Deng Xianzhong

Research Institute of R & D Marketing Center, Shaoyang Textile Machinery Co., Ltd., Shaoyang/China

Abstract: The structure, principle and process characteristics of a new type of high strength and high modulus polyethylene fiber drafting hot box were introduced. The new drafting hot box was convenient in splicing and maintenance. The temperature of the circulating hot air showed very uniformity and stability in the working channel of the tow. The performance of the equipment and the quality of the product were improved to meet the process requirements.

Keywords: drafting hot box; temperature uniformity; temperature stability; filament feeding; filament discharging; broken end; splicing

超高相对分子质量聚乙烯纤维(PE)又称高强高模聚乙烯纤维[1]，属特种纤维，为目前世界上强度和模量最高的纤维，是一种理想的增强材料。

牵伸热箱是特种纤维后纺生产线中的关键设备[2]，它位于两牵伸机之间，其配制数量与牵伸要求相关。牵伸热箱的功能是加热纤维丝束，稳定牵伸温度，确保丝束的牵伸效果。

牵伸热箱中丝束工作通道风温的均匀性相当重要，风温均匀程度是衡量设备质量的关键。加工细旦丝(线密度低的丝)时，丝束工作通道内风温稍有不匀可能影响不大，但加工粗旦丝(线密度高的丝)时，由于丝较粗，若受热不匀，必将导致少量的丝熔断，断丝落在热箱内，随风流吸入多孔板，积少成多，断丝熔融、碳化结焦后极易堵塞吸风多孔板，进而影响热风循环，导致牵伸热箱中丝束工作通道风温不匀，从而影响产品丝的品质，且需经常拆装，用氧炔焰焚烧清洗多孔板，检修工作量相当大。

丝束工作通道风温的稳定性，本质上也属丝束工作通道风温均匀性范围，它是布丝工作通道所有区域风温均匀性的细节考核指标，牵伸热箱的稳定性好是指丝束工作通道的风温均匀，且几乎不发生断丝现象。某些区域丝频繁或偶尔发生的各种断丝不稳定现象(行业内称为牵伸热箱“失稳”)是困扰各设备生产企业的难题，是各种牵伸热箱都存在的缺陷，这无疑会影响丝的品质。究其原因主要是由于理论上可行但现实存在的各种不完善，如：设计、加工制造、安装、调试等环节导致的风流不匀。若牵伸热箱“失稳”问题得不到根本解决，用户只能在箱体内选择不断丝区域布丝生产，布丝、生头难度大，增加了操作人员的劳动强度，且断丝熔融碳化结焦后堵塞吸风多孔

板，影响热风循环，停机维修、开机生产（费时费力且浪费能源）十分不便，这都将影响产品丝的质量，限制了设备的产量。

针对存在问题及用户需求，拥有多年设计、制造牵伸热箱及各类烘燥机经验的邵阳纺织机械有限责任公司通过调研新老客户，应用多项专利技术，研制了一种新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱，相比上一代牵伸热箱，其性能优良、操作简单、维修方便，深受用户欢迎。本文将对该新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱的结构、原理及工艺特点等作一详细介绍。

1 新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱

1.1 型式

新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱为平行吹风型的牵伸热箱，箱体两端分设丝束进、出口，上箱体前设生头小门，后配铰链、拉杆、气缸，上箱体内螺栓沉头、吊装平铺铝加热板，下箱体内进丝端配调节风门喷风，中段用隔板平铺，与上面铝加热板及两侧墙板等可构成高度小、大幅宽的丝束工作通道，出丝端在两个部位配置多孔板与下风道连通，下风道顺风流方向分别设有匀压腔、静压腔、电加热器、离心循环风机、正压腔，下风道中间段可用隔板隔开，风道腔采用合、分、合的方式解决了大幅宽牵伸热箱所需配制的电加热器、循环风机数量的问题，以及腔体内循环热风需分开加热运行，却要求统一温控的较难问题，确保了牵伸热箱内循环热风在丝束工作通道内纵、横向风温的均匀性及稳定性。

1.2 主要技术参数

结合超高相对分子质量聚乙烯纤维后纺生产线的设计与生产的实践经验，现以牵伸热箱长度 6 000 mm，公称幅宽 2 200 mm 的一款牵伸热箱为例，介绍其主要技术参数。

——结构型式：平行吹风型式；

——吹风方向：与丝束行进方向平行且同向；

——设备长度：6 000 mm；

——风室高度：200 mm；

——公称幅宽：2 200 mm；

——进出丝高度：1 350 mm（采用支脚调节）；

——设计温度：155 ℃[3]；

——温度控制要求

横向：在有效幅宽范围内各点温度误差小于（－1～1）℃；

纵向：（平行于丝的运行方向，距牵伸热箱进、出丝口距离小于 600 mm 的部位除外）温度误差小于（－2.5～2.5）℃；

——烘箱表面温升：小于 30 ℃；

——电加热功率：70 kW（电热管 20 kW×2；铝加热板 2.5 kW×12）；加热器设置在风机前；

——循环风机：5.5 kW/台，2 台，变频调速，设置在热箱下部；

——喷风调节风门设置：可双侧调节的栅格风门，可调节喷风方向，调节风门喷风前设置有匀压腔、静压腔、正压腔，吸风口设置有多孔板；

——开盖检修，小门生头。

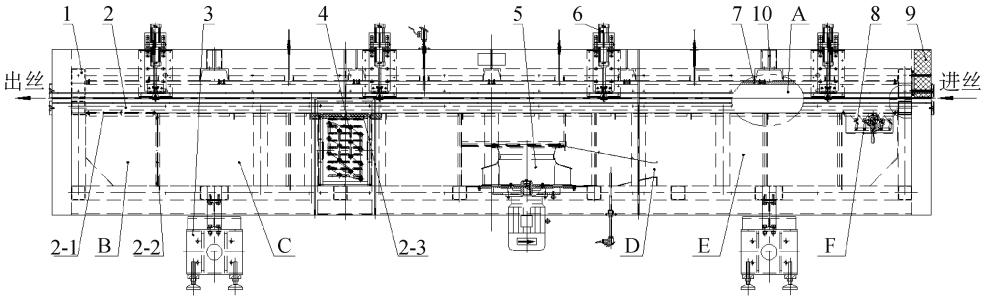
1.3 结构

根据 1.2 节主要技术参数设计的牵伸热箱主要由上箱部件 1、下箱部件 2、支架部件 3、电加热器部件 4、循环风机部件[4]5、生头门部件 6、铝加热板部件 7、调节风门部件 8、隔热板部件 9、翻盖部件 10 组成。公称幅宽尺寸与其前、后牵伸机的辊面长度（2 200 mm）一致，实际布丝宽度为 2 100 mm，由于内外散热不匀，操作侧长度增加 300 mm，传动侧长度增加 200 mm，牵伸热箱的内腔工作通道宽度为 2 600 mm，布丝宽度需偏心布置在生产线中，箱体幅宽需根据工作通道宽度进行设计；进、出丝高度应与其前、后牵伸机出、进丝辊面最大水平切线距地面的高度一致；电加热功率应通过热平衡计算并留有余量；选定风量、风压确定循环风机，配变频器调速等。图 1 为牵伸热箱的主视图、左视图和俯视图。

1.3.1 上箱体部分

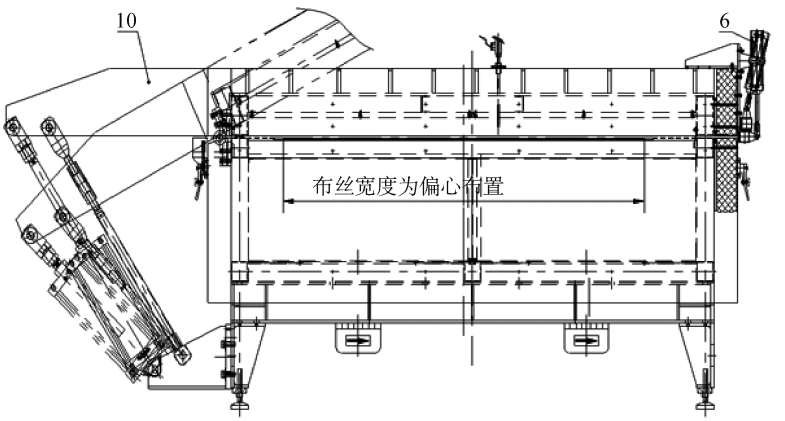
确定幅宽后，上箱部件由矩管、槽钢、角钢等组焊成机架，其功能是支撑与安装铝加热板、生头门、隔热板及翻盖部件的摆臂等，其三铰链支撑与下箱部件相连，后侧边配密封条与下箱体压缩密封，且与下箱体部分形成工作通道。铝加热板部件包含数组铝加热板，铝加热板内均匀分布有绝缘电阻丝，通过压簧铂热电阻压紧铝板进行测温，铝加热板平铺、吊装在上箱机架内。工作通道，除进、出丝口小段外，都能有效避免因热风撞壁导致的风流方向的改变，使工作通道内丝束受热均匀。生头门部件由小气缸、支架、长密

封压块等组成，4 个小气缸同步收缩、打开则拉丝生头，反之则密封隔热。翻盖部件由大气缸、长摆臂、限位块、铰链，长、短拉杆等组成，长拉杆可调平上箱部件，传动侧与下箱体保持密封，操作侧则留有 10 mm 的生头缝，顶部中间加装的铂热电阻插入工作通道，检测温度，检修时需拆除长拉杆，大气缸收缩时整个上箱体可绕铰链打开一定角度，短拉杆安装可提供安全保险，使检修方便、可靠。

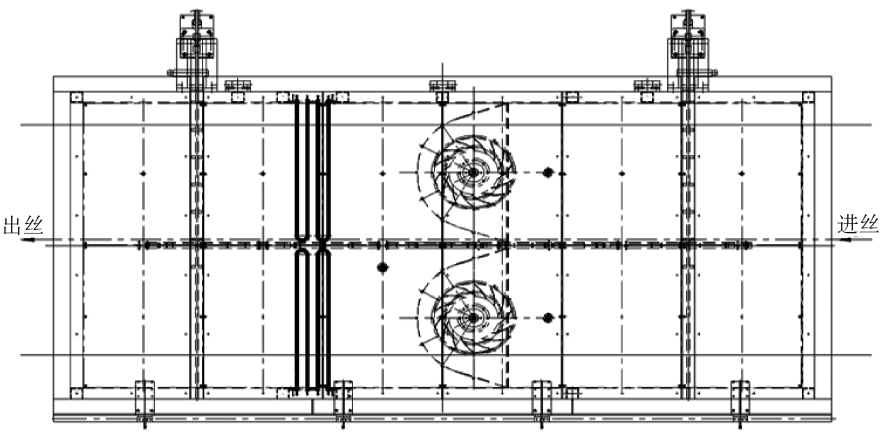


1-上箱部件；2-下箱部件；3-支架部件；4-电加热器部件；5-循环风机部件；6-生头门部件；7-铝加热板部件；8-调节风门部件；9-隔热板部件；10-翻盖部件；2-1-多孔板；2-2-多孔板；2-3-隔热板；A-工作通道；B-匀压腔；C-静压腔；D-喷嘴；E-正压腔；F-多孔板。

a) 主视图



b) 左视图



c) 俯视图

图 1　牵伸热箱

1.3.2　下箱体部分

下箱体框架由碳钢方管焊接而成，箱体内采用底板、隔板、盖板等组成风道，2 块可拆装清洗、吸风稳流的多孔板与 2 个循环风机间的隔板，将下箱体的腔体内部分成匀压腔、静压腔、正压腔，且如图 1a）主视图所示，在下箱体安装有电加热器、循环风机、调节风门部

件、隔热板及翻盖部件的托架、大气缸、拉杆等。检测2个风道内温度的铂热电阻分别安装于对应2个循环风机出口的喷嘴腔内，下箱体由支架部件支撑，调节支脚螺杆旋入长度可升降箱体，达到进、出丝的高度要求。风道盖板上部与上箱体部分形成无障碍工作通道，电加热管上装配的缠绕式散热片可增大散热面积，调节风门可在等幅宽区域向工作通道匀速喷风，可通过风门栅格调节板上的把手调节风向，实现热风的内循环。热风的内循环调定后，进丝处的喷风端几乎无热风吹出，出丝处的回风端几乎无冷风吸入，这样恒定量的热风在牵伸热箱内循环，热量损失小、设备能耗低。

1.4 电器控制

牵伸热箱的运行采用可编程逻辑控制器(PLC)控制，触摸屏具有友好的人机界面，便捷的人机对话功能，能随时进行工艺参数的修正，有效监控运行状态。

1.5 牵伸热箱的工作流程

1.5.1 升温

依据工艺要求设定牵伸热箱的工作温度及铝加热板温度，准备工作完成后启动循环风机，开启电加热器与辅助加热的铝加热板，检测丝束工作通道温度，当温度达设定要求且稳定后生头。

1.5.2 生头

打开牵伸热箱生头小门，人工将丝束从前牵伸机拉至后牵伸机，丝束通过生头小门及操作侧生头缝进入工作通道后，关闭生头小门，完成初次生头。生产线各部就位达正常车速，热箱正常工作。正常工作过程中若发现断丝，需开启与关闭生头小门，断丝重新生头。生头与关闭生头小门要迅速，避免散热过多影响丝束工作通道温度的均匀性。

1.5.3 停车

正常生产结束后，需先停止对电加热器与铝加热板的加热，迅速剪断丝束并拉出丝束，以避免丝在牵伸热箱内过热熔融、结焦。循环风机应继续运转数分钟后再停止工作，牵伸热箱自然冷却。

1.6 工作通道风温的控制

1.6.1 进丝端

静压腔内各风道风流与电加热管进行热交换后，风流温度是不均匀的，风流由进风圈吸入，经离心循环风机混流后被甩出，此时风温近似均匀，风流再经喷嘴喷出，再次匀温，两个风道的风流入正压腔汇合稳压匀温，大容积正压腔内稳压匀温的气流经调节风门箱底部的多孔板，整流后匀速进入调节风门箱内，且匀速从间隔均匀的栅格调节板间吹出，喷入工作通道。

1.6.2 风流可在无障碍工作通道内平行于丝束匀速通过，且工作通道上、下、前、后增加了确保温度均匀的安全保护

工作通道内无任何障碍，避免了因热风撞壁导致风流方向改变而造成工作通道内丝束受热不匀的问题。工作通道上部增设了平铺、吊装在上箱机架内的铝加热板，各组铝加热板的温度分别控制，且温度低于循环热风的温度。铝加热板具有辅助加热作用，辅助加热对循环热风的温度无影响，但对阻止或隔断工作通道循环热风向上散热，维持工作通道温度稳定作用明显，相对于上部隔热板做厚的方式，其保温效果更好。工作通道下部，盖板平铺，焊后涂胶密封，以确保工作通道与3个腔体(匀压腔、静压腔、正压腔)间不因风压差异造成上下窜风。在局部温度稍高的两电加热器部件上方，用隔热板隔开，做防辐射保护。工作通道前、后部散热不匀，故在前部即操作侧增加300 mm长度的安全保护空间，在后部即传动侧增加200 mm长度的安全保护空间。

1.6.3 出丝端

顺风流方向，在匀压腔前、后部加装多孔板，多孔板具有匀压整流作用，可平衡离心循环风机工作时顺风流方向产生的不匀吸力，减少不匀吸力对工作通道内风流速度的影响。两侧多孔板反复匀压整流，可确保风流在工作通道内以平行于丝束行进的方向匀速运行。

2 结语

新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱工作通道纵、横向风温具有良好的均匀性及稳定性，其生头、维修方便，加工中能减少断丝，有效保证产品质量，且运行可靠，故障少。邵阳纺机研制的该新型高强高模聚乙烯纤维牵伸热箱在大量现实生产中已取得良好效果，是一种可靠、高效、优质的生产工具，值得广泛推广与应用。

参 考 文 献

[1] 陈林.高强高模聚乙烯纤维之性能及其用途探析[J].轻纺工业与技术,2020,49(9):117-118.

[2] 石乐根.新一代高强聚乙烯纤维成套设备及其主要结构特征[J].合成纤维,2020,49(3):43-46.

[3] 展晓晴,李凤艳,赵健,等.超高分子量聚乙烯纤维的热力学稳定性能[J].纺织学报,2020,41(8):9-14.

[4] 邵阳纺织机械有限责任公司. 一种新型直连式循环风机:201721850047.2[P]. 2018-08-31.

2025 年《棉纺织技术》征订启事

《棉纺织技术》是由陕西省纺织科学研究院有限公司和中国纺织信息中心主办,全国棉纺织科技信息中心、陕西棉纺织技术期刊社有限公司编辑出版,国内外公开发行的专业技术月刊。期刊兼顾科研、教学、生产需要,坚持理论与实践相结合、技术与经济相结合、普及与提高相结合、当前与长远相结合、国内与国外相结合的办刊方针,形成了前瞻性、适用性、操作性的独特风格;荣获“第三届国家期刊奖提名奖”,连续被选列为“中国科技核心期刊”,入选首批“中国科技期刊卓越行动计划梯队期刊”“纺织领域高质量科技期刊分级目录”T2 级;已被美国《化学文摘》、英国《科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、EBSCO 数据库等收录,在国内外具有广泛的学术影响力。

《棉纺织技术》报道纺织领域先进技术,范围涉及纤维材料、纺织工程、纺织装备、技术性纺织品、纺织数字化、纺织检测、企业管理等创新成果。办刊严谨,审稿高效,服务细致,热忱欢迎广大纺织科技人员踊跃投稿、订阅。

《棉纺织技术》官方投稿网址为 http://www.mfzjs.com。

《棉纺织技术》微信订阅号为“棉纺织技术”,可在线订阅书籍、在线支付、在线投稿和互动,欢迎关注!

《棉纺织技术》期刊由邮政局向全国发行,邮发代号 52-43,读者亦可向编辑部直接订阅,纸质刊每册20 元,全年订价 240 元。电子刊每册 10 元,全年订价 120 元。

地址:西安市纺织城西街 138 号(710038)

电话:(029)83553538、83553571

订阅专线:15529232520

E-mail:sf-mfzjs@ctsti.cn

银行付款 户名:陕西棉纺织技术期刊社有限公司

账号:611899991010003557935

开户行:交通银行西安城西支行

欢迎订阅《纺织学报》

《纺织学报》创刊于 1979 年,由中国科学技术协会主管、中国纺织工程学会主办、《纺织学报》杂志社出版。《纺织学报》始终坚持“学术性、权威性、前瞻性、国际性”办刊宗旨,以推动学科发展、服务纺织创新为目的,主要报道纺织科学技术学科及交叉领域的原创性研究成果,涉及纺织科学基础理论研究、纺织材料、纤维制造、纺织技术、染整技术、服装技术、纺织机械与设备等领域,并刊登与纺织及服装相关的优秀设计作品。作为刊登纺织研究成果的重要阵地,在行业内具有广泛的影响力及很高的学术性和权威性,代表了我国纺织行业科学技术的发展水平。

《纺织学报》目前已被工程索引(EI)、Scopus 等数据库收录,为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊和中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊,其学术影响力和学术引证指标位列纺织学科期刊前茅;入选中国科技期刊卓越行动计划,多次荣获“百种中国杰出学术期刊”“中国精品科技期刊”和中国国际影响力优秀学术期刊称号,多次被评为“RCCSE”中国权威学术期刊(A+),多次入选中国科协精品科技期刊项目。

《纺织学报》由邮政局向全国发行,邮发代号 80-252。欢迎广大读者到当地邮政局订阅,亦可直接与编辑部联络订阅。2025 年纸质版每期定价 80.00 元,全年定价 960.00 元(含邮费);电子版每期定价 60.00 元,全年定价 720.00 元;2019—2024 年合订本(上、下册),定价1 200.00元/本。

地址:北京市朝阳区延静里中街 3 号主楼 6 层(100025)

电话:010-65017711

网址:http://www.fzxb.org.cn

E-mail:fangzhixuebao@vip.126.com

微信公众号　　视频号