细支滤棒开松机组设备参数的优化调整

黄伟　陶栩[通讯作者]　张彤　吕浩然
（四川三联新材料有限公司　四川　成都　610000）

摘要：滤棒质量与诸多因素有关，其中纤维开松上胶机组与滤棒最终质量息息相关。要获得质量优秀的滤棒，就必须要对纤维开松上胶机组的设备参数进行优化，提高精度，为质量控制打下良好的基础。本文中设备参数的优化调整，拟从改善压降及重量变异为切入点，深入分析丝束开松特性，表象是质量指标，实质是对机械部分装配精度及运行精度提出更高的控制要求。

关键词：空气开松器；制动辊组；输入及伸展辊组；导向辊组；楔形槽辊

1　纤维开松上胶机组简介

纤维开松上胶机组的结构（图 1）分为 6 个机构（空气开松器、制动辊组、输入辊组、伸展辊组、导向辊组、楔形槽辊）和 4 个系统（风力系统、高压空气系统、电气控制系统、增塑剂上胶系统），机组的主要功能是丝束从丝束包中被提取、拖拽至辊组，经三级空气开松，形成均匀伸展的丝束带，经开松辊组横向和纵向机械开松消除卷曲，喷雾室施加增塑剂，楔形槽辊收束传递至纤维滤棒成型机组输送喷嘴、成型舌形成滤条，定长切割后完成最终滤棒成型 [1,2]。纤维开松上胶机组作为滤棒成型的上游机组，滤棒质量的三个重要指标在此处形成，其中重量指标和压降指标由制动辊组、开松辊组、导向辊组、楔形槽辊及三级风力开松完成，硬度指标由甘油喷雾室完成。

2　开松机组设备参数优化调整的背景

丝束开松过程中压降与重量的控制是纤维开松上胶机组最为困难的维修调试难点。相对于滤棒成型机组，纤维开松机组长期未有成熟的维修思路及系统的维修方法，日常故障也只能简单更换胶辊及轴承，滤棒车间维修技师从 2021 年 7 月至 2022 年 9 月，经过一年多的现场实践及验证总结的经验，优化调整涉及开松机组的空气开松器、制动辊组、输入伸展辊组、导向辊组和楔形槽辊五个重点部位，拟逐步形成与完善开松机组部件装配调整技术要求，固化为标准，改善细支滤棒压降及重量控制调校难度。

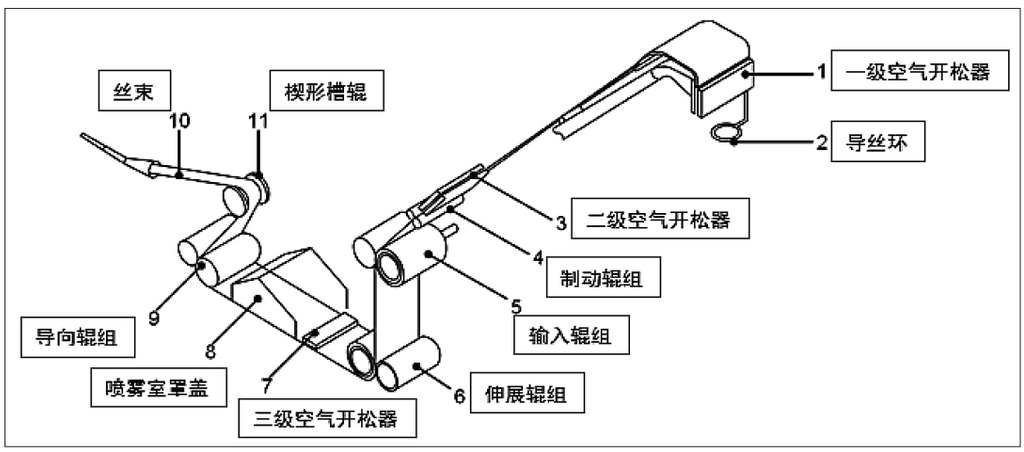

图 1　纤维开松上胶机组的结构图

3　空气开松器

纤维开松上胶机组采用三级空气开松，空气开松器的主要作用是丝束在输送过程中被低压空气均匀渐次展开，使丝束纤维分离拉伸 [3-5]。细支滤棒丝束规格具有高单旦低总旦的特性，单束丝束单丝数量明显少于常规丝束，ZL26C 原机型空气开松器适用于常规丝束，未对细支滤棒丝束进行规格组件变换。实际测量 ZL26C 空气开松器间隙，一级 2.1mm，二级 2.5mm，三级 2.8mm；横向测量 ZL26D 空气开松器间隙，一级 2.1mm，二级 2.25mm，三级 2.5mm。

其一，空气开松器由吹气板和上盖板组成，吹气板和上盖板之间间隙固定，不可调整。其对比机型间隙值见表 1。

其二，空气开松器上盖板磨损后，拆卸更换需要耗费大量的时间，尤其是三级开松器，需要拆除周边全部护罩，并且安装必须重新涂抹密封材料，防止甘油喷洒室处溢出的三醋酸甘油酯渗漏至机体内部，

89-104 综合 22年12月上 第34期.indd 92　　2022/12/25 10:53:14

表 1 机型对比空气开松器间隙值 单位：mm

序号	对比机型	一级开松器间隙值	二级开松器间隙值	三级开松器间隙值
1	ZL26C	2.1	2.5	2.8
2	ZL26D	2.1	2.25	2.5

造成污染及弱酸腐蚀。

鉴于以上原因，便于维修更换及间隙快速调整的目的，创新设计可调式空气开松器上盖板，改一体式设计为分体式结构，并上机安装试用，维修更换时间从 60min 缩短至 5min，专利文件申请《一种可调间隙式空气开松器》已完成编写。技术方案通过阶梯销轴可以使开松固定板与开松底座铰接，再通过限位座将开松固定板进行固定，使开松固定板的与开松底座之间的相对距离固定，以此来对纤维丝束进行处理，通过调节部对接触板与开松底座之间的距离进行调节，不仅可以适用于不同纤维料厚度的开松作业，同时也可以与接触板进行更换和维护，不需要对开松固定板进行拆卸，降低了后期整体的维护难度。

4 制动辊组

制动辊组由钢辊及橡胶辊配对组成，主要作用是稳定丝束从丝束包提取时丝束带产生的张力变化，自身无动力，被输入辊组丝束拖动旋转，对滤棒压降与重量质量指标有较大影响（图 2）。

制动辊组校准现阶段采用目测平面度及直尺检查方式，目测是根据视力、目标清晰程度和实践经验来进行判定，而且因人而异，再加上视觉误差，很难确保辊组精确校准，维修实际现场处置过程中，需要多次校准。

制动辊组的校准主要目的是保证橡胶辊及钢辊在同一平面，调校气缸座、簧片及橡胶辊支座，确保橡胶辊与钢辊齐平，错误的调校会导致丝束带断裂以及辊压失常、重量及压降波动。

针对制动辊组目视校准的明显弊端，创新设计制动辊组定位工装，并上机验证调校，辊组定位时间从 102min 缩短至 50min，制动辊组（ZL26C/ZL26D）校准维修流程为：拆除防护罩→拆除气管及电气接插件→拆除辊组基座固定螺钉→辊组总成搬移→拧松气缸固定螺钉→校准辊组平面度→紧固气缸固定螺钉，进行校验确认。优化校准维修流程，维修步骤从 11 项简化为 5 项：拆除防护罩→拧松气缸固定螺钉→校准辊组平面度→紧固气缸固定螺钉→安装防护罩，确保精准定位的同时实现了维修时间的大幅降低。专利文件申请《一种纤维开松上胶机制动辊组校准工装》已完成编写。技术方案通过动力气缸可以将夹持架进行伸缩运动，从而带动胶辊沿调节区间进行来回移动，限位腔对基准轴的位置进行强制限位，使基准轴的位置和角度进行强制固定，在基准轴固定好的时候，通过动力气缸推动夹持架和簧片，使胶辊与基准轴接触，在反作用的作用下使簧片发生扭曲形变，将胶辊强制调整于与基准轴相同的状态，对胶辊的位置进行反向调节，从而将胶辊的位置进行校正；本方案中特殊设置的簧片，在胶辊与基准轴接触后发生形变，以此来调节胶辊的角度，在调整完成后能够保证胶辊位置的精准度，不需要后期反复对胶辊的角度进行调节，极大地降低了调节时间，提升了装配效率。

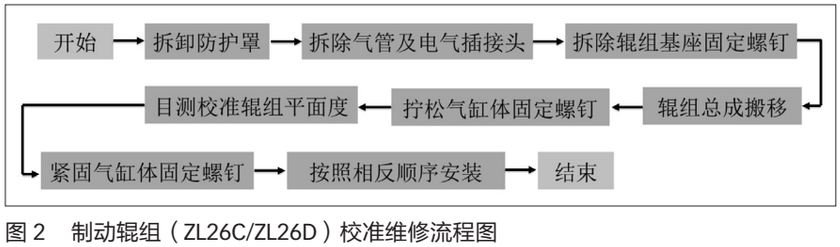

图 2 制动辊组（ZL26C/ZL26D）校准维修流程图

5 输入伸展辊组

纤维上胶机组采用的是塞拉尼斯开松方式，输入辊组和伸展辊组两对螺纹辊线速度差异，使卷曲的丝束拉伸展开并错位分离，机械方式实现丝束横向开松和纵向开松。

ZL29 机型压降调试过程对接触比（载重比）总结回顾（表 2）。

表 2 各机型螺纹辊接触比（载重比）分析

序号	部件名称	螺距 / mm	顶宽 / mm	载重比公式	载重比 /%
1	K2- 前螺纹辊	1.814	0.907	顶宽 ÷ 螺距	50.00
2	K2- 后螺纹辊	1.814	0.432	顶宽 ÷ 螺距	23.82
3	ZL26 螺纹辊	1.239	0.407	顶宽 ÷ 螺距	32.85
4	ZL29 螺纹辊	1.250	0.374	顶宽 ÷ 螺距	29.92

（1）更换 V0 钢辊，但重量及压降依然波动；

（2）更换 V0 胶辊，重量及压降依然波动；

（3）更换开松胶辊，重量及压降依然波动；

（4）调整开松臂，校正弧形导丝板，重量及压降依然波动；

（5）解体 VO 气缸，检查复位压簧，重量及压降依然波动；

（6）脱开 V0 比例阀，直联 RV4 精密调压阀，重量及压降依然波动；

（7）调整开松板气压值，工装 V0 胶辊定位，重量及压降依然波动；

（8）更换螺纹辊，重量及压降基本稳定，指标连续观察 1 周，指标稳定。

ZL29 机型开松机组实现滤棒压降

89-104 综合 22年12月上 第34期.indd 93 2022/12/25 10:53:14

突破性进展，基本确定螺纹辊牙型对压降的关键要因，ZL26 机型开松机组和 ZL29 开松机组机械结构基本一致，调试方法可借鉴沿用。

螺纹辊作为开松上胶机组核心备件，机械加工精度保证尤为重要。螺纹辊加工工序如下：

（1）下料初车成型，台阶根部 R3 ；

（2）热处理人工时效；

（3）工艺半精车各部，保证其尺寸用钻模钻孔及攻丝；

（4）热处理淬回火；

（5）专用夹爪装夹，工艺加工各个尺寸，严格控制后续加工基准的精度和表面粗糙度；

（6）质量复检该工序尺寸；

（7）专用工装对顶磨外圆，保证跳动度在 0.01mm 内；

（8）工艺精加工各个尺寸，车螺纹，用三针测量法测量保证螺纹尺寸；

（9）螺纹抛光，检验不得挂丝；

（10）复检该工序；

（11）螺纹孔口倒角，重攻螺纹；

（12）动平衡，去重，保护螺纹不得有磕碰、划伤；

（13）按图位置打标；

（14）按图纸复检各尺寸。

螺纹辊由于其结构特殊，维修人员在维修现场几乎没有太好的方法进行测量判定，因此备件质量控制原则是要求供应单位提供工序检验表单，提供质检合格证，提供成品保护的包装避免运输过程损伤，备件质量控制前移至零备件供应单位，杜绝不合格零件流入，造成维修故障误判。

6 导向辊组

ZL26 机型导向辊组由导向辊（金属）和橡胶压辊组成，主要作用是实现丝束带输送转向，松弛区域的丝束经楔形槽辊稳定输送至滤棒成型机组高压喷嘴，导入烟枪。原机型橡胶压辊采用聚氨酯材质，实际使用过程中，对增塑剂三醋酸甘油酯耐受性较差，胶辊表面会出现变形、粘化现象，维修人员频繁更换。参照 ZL29 机型，压辊材质更换为铝合金材质，表面硬质阳极化处理，压辊（金属）由于材料的变更，重新优化设计了加工图纸，并经动平衡校准，重量控制上实现了和聚氨酯材质胶辊相同重量，压辊已上机验证使用，满足工作环境和工作条件要求，后期基本零维护。

7 楔形槽辊

楔形槽辊主要作用是将导向辊组输送的宽幅丝束利用槽辊 U 形凹槽定向限位及收束，再传递至成型机组高压喷嘴机烟舌完成滤条成型。楔形槽辊的材质为铝合金，表面硬质阳极化处理，故障排查过程中要特别注意检查槽辊 U 形凹槽表面，操作工在处理断丝缠辊的过程中，使用剪刀或刀片，极易造成槽辊阳极化涂层损伤，损伤面形成规则不均匀的表面尖锐凸起，槽辊属于回转类零件，绕电机轴旋转，凸起表面极易割伤丝束带，此时只能更换楔形槽辊处置，后期会开展操作工针对性讲解予以预防。

8 结语

综上所述，细支滤棒开松机组设备参数的优化调整与滤棒最终质量密切相关。上文结合生产实践，从空气开松器、制动辊组、输入伸展辊组、导向辊组、楔形槽辊这几个方面分析了设备参数的优化调整，通过这些调整，逐项逐部位消除及减缓机械组件装配或机械部件调整产生的累计误差，逐步形成了系统维修思路，细支滤棒压降稳定性提升取得了阶段性成果。开松机组机械部位的精细调整不仅仅是质量保障的过程，也是维修方法及工具不断改进的过程：其一，满足“设备保工艺，工艺保质量”的要求，严格通过标准化的设备维修及调整来保障在线生产过程的工艺控制；其二，维修思路由局部至整体思考问题，系统化排除故障；其三，改进维修方法，采用工装，对重点装配部位确定精度保证。采用测振仪及听诊器等专业工具对重点机械部位、重要轴承部位进行振动及噪声数据化分析比对，实现维修参数可测量、可量化。

参考文献：

[1] 潘永华，高远，张凌，等．高速爆珠滤棒成型机开松板的研究与应用 [J]．现代制造技术与装备，2021,57(01):162-163.

[2] 岳保山，王涛，龚为民，等．改性聚乳酸丝束的滤棒成型技术研究 [J]．新型工业化，2018,8(08):89-95.

[3] 陈子毅．新型滤棒成型机加热控制系统的研究与改进 [D]．广州：广东工业大学，2018.

[4] 陈萧．烟滤棒成型设备开松机构的工艺参数优化 [D]．南京：南京理工大学，2010.

[5] 冷和．滤棒成型机送丝喷头改进设计及性能实验研究 [D]．昆明：昆明理工大学，2008.

作者简介：黄伟（1972.10-），男，汉族，四川成都人，大专，工程师，研究方向：机械设计及理论。

通讯作者：陶栩（1986.07-），男，汉族，四川成都人，硕士研究生，工程师，研究方向：设备自动化控制。

89-104 综合 22年12月上 第34期.indd 94 2022/12/25 10:53:14