

新型螺旋等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备

边慧光¹, 宗殿瑞¹, 吕春蕾²

(1. 青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061; 2. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

摘要:介绍新型螺旋等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备, 该设备采用经过特殊设计的冷喂料挤出机进行挤出, 可增强螺杆塑化能力, 降低出胶温度。实验结果表明, 此种成型方法克服了现有技术存在熔接痕的缺点, 提高了成型产品的质量, 降低了一次性投资成本以及生产成本, 并且提高了产品合格率以及工作效率。

关键词:螺旋; 等壁厚; 空心; 螺杆泵定子; 橡胶衬套

中图分类号: TQ330.6; TQ330.4+6 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2014)07-0435-04

目前螺杆泵检泵周期较短, 常规螺杆泵定子橡胶薄厚不均, 在井下运行时各处橡胶的膨胀量不同, 膨胀量大的地方定转子的摩擦力较大, 导致摩擦生热较快, 而此种情形的恶性循环将大大降低机械效率, 对井下泵的泵效以及单级承压影响也较大, 从而增加了橡胶疲劳速度, 增大了抽油杆扭矩和断脱率。

传统的非螺旋等壁厚螺杆泵定子内部橡胶衬套层成型可以采用压力机进行压注成型或采用往复式螺杆注射成型装置进行注射成型。采用压力机进行压注操作时, 先将热炼好的胶料放入压注缸中, 利用油压在短时间内高压强制压注到定子模腔内, 注压时间不能过长, 否则易造成胶料粘度增大。此种方法由于压力巨大, 很容易造成等壁厚的螺杆泵定子变形或爆裂, 胶料的塑化效果也得不到保证, 从而无法保证制品寿命和产品质量。采用往复式螺杆注射成型装置进行注射成型时, 将螺杆塑化完成的胶料按最大往复注射量进行注射, 反复几个周期才能把工件注满, 频繁停顿和衔接容易造成胶料质量不均一等问题。

近几年国外出现新型螺旋等壁厚空心螺杆泵, 该螺杆泵具有以下优点: 橡胶层较薄且壁厚均匀, 在运动过程中抗变形的能力较好, 即等壁厚螺杆泵单级承压高, 在相同的举升扬程条件下可以

减少泵级数及定转子间的过盈量, 并且其在运转扭矩和系统效率等方面优于常规螺杆泵, 从而提高了螺杆泵的工作性能; 改善螺杆泵工作时的散热性能, 从而减缓了橡胶的热老化, 因此相比常规螺杆泵寿命更长; 层薄且均匀等壁厚定子橡胶溶胀、温胀均匀, 能较好地保证螺杆泵的型线, 从而提高泵的密封性能, 使其运转时具有更好的力学性能, 有利于长时间维持机械效率, 延长螺杆泵的使用周期; 避免了热积聚效应, 弥补了常规螺杆泵定子技术的不足, 可使其性能具有明显的改善, 且节省胶料。

由青岛科技大学吕柏源提出的一种普通螺杆泵定子橡胶衬套的一步法注射成型硫化设备及方法^[1], 建立在螺杆旋转注射成型机产生高压注射成型之上, 但螺旋等壁厚空心螺杆泵定子的螺旋管壁较薄(6~8 mm), 无法承受高压。另外, 等壁厚橡胶衬套厚度较小(小于10 mm), 而长度较大(大于7 m), 因此无法依靠高压注射法成型。

本工作主要讨论螺杆泵核心部件螺旋定子内壁橡胶层的成型问题, 旨在克服现有技术的缺点, 利用等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备提高产品成型质量, 降低一次性投资成本及生产成本, 提高产品合格率和工作效率。

1 结构

等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备包

作者简介: 边慧光(1982—), 男, 山东菏泽人, 青岛科技大学讲师, 硕士, 主要从事橡胶机械设计工作。

括特殊的冷喂料挤出机、螺杆泵定子、芯轴模具工装、分流道装置、拉合锁紧装置和预热装置。其中,冷喂料挤出机经过特殊设计,加大了螺杆轴向力抵消装置,可增强螺杆塑化能力,降低出胶温度,并且设置了防止胶料倒流装置。新型螺旋等壁厚空心螺杆泵结构如图1所示。螺旋等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备结构如图2所示。



图1 新型螺旋等壁厚空心螺杆泵结构

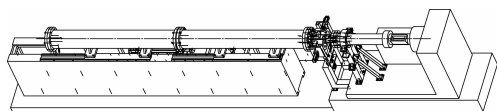
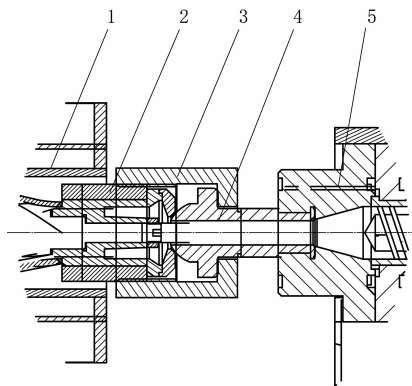


图2 螺旋等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备结构示意图

2 特点

拉合锁紧装置安装在加热装置中,与螺杆泵定子之间通过内螺纹连接,挤出机喷嘴直接与拉合锁紧装置压合,喷嘴通过反螺纹连接至冷喂料挤出机中。成型装置要求螺杆泵定子和分流道、分流道和芯轴、螺杆泵定子和芯轴分别进行周向、中心和轴向定位,以确保芯轴和螺杆泵定子之间形成的空腔壁厚均匀。其中,分流道和芯轴之间采用45°锥面进行中心定位,轴向以前后螺杆泵定子端面的轴向距离进行定位,保证分流道装置的端面距离与螺杆泵定子的端面距离相等;螺杆泵定子外壳上等距离安装5排以上的定位螺钉,每排4个定位螺钉沿顶点方向进行芯轴的轴向定位;芯轴和分流道之间采用平键进行周向定位,内流道和螺杆泵定子之间采用平键进行周向定位。

成型装置的拉合处结构如图3所示。冷喂料挤出机的口模须与芯轴模具工装和分流道装置组合成一个整体,不能有相对的滑动和错位,以保证挤出注射工艺的顺利完成;利用螺纹拉合锁紧装置进行锁紧,使冷喂料挤出机、拉合锁紧装置以及



1—加热装置;2—螺杆泵定子;3—拉合锁紧装置;
4—挤出机喷嘴;5—冷喂料挤出机。

图3 成型装置的拉合处结构示意图

等壁厚的螺杆泵定子的壳体受到拉力,对于制作具有长径比的金属制品非常有利;由于拉合锁紧装置设计的独特性,允许冷喂料挤出机和芯轴模具工装不在一条轴线上,使拉合锁紧装置不完全密封,提高工艺操作性。拉合锁紧装置具有一定的轴向和周向自由度,在挤胶过程中始终处于拉伸状态,冷喂料挤出机口模和分流道的压合允许出现一定量的泄漏,因此对中操作简单。

螺杆泵定子开设直径不小于8 mm的排气溢流孔,数目不小于4个,在螺杆泵定子的中间部位开设2个,并呈90°排布,距中心左、右100 mm处各开设2个,确保保压时有直径约为4 mm的泄压孔泄压,便于稳压。

3 工作原理

3.1 预热

成型设备预热温度应控制在100℃以内(通常约为95℃),预热时间应控制在20~30 min,保证芯轴温度可上升至90℃左右;设置挤出机预热温度,喂料段设置温度为50℃,挤出段为75℃,机头段为85℃,螺杆为80℃。

3.2 启动

胶料的预塑温度应低于100℃,避免胶料在注射过程中焦烧,因此开始设置温度为95℃;螺杆转速应较低,否则胶料的弹性会造成压力急剧升高,因此速度设置为20 r·min⁻¹;胶料的挤出压力应保持在40 MPa以下,压力过高容易造成等壁厚螺杆泵定子的壳体变形量大以及挤出机物料的返流,导致吃料不稳定或温度过高。

3.3 排气、溢流、保压和硫化过程

塑料和橡胶的模压或注射需确保排气优良，可保证制品中无气泡且保持胶料致密性；前端胶料携带微量杂质，应进行有效的溢流以保证整体质量的均一性，溢流量控制在 200 g 左右；挤胶完毕后应进行保压补缩，使超长制品在一定长度范围内的密度趋于均一，不会造成缺陷，可进一步加大物料的致密性，增强耐磨性能；保压时间不少于 15 min，然后根据硫化工艺设定的参数进行硫化成型，硫化温度控制在 145~170 ℃，硫化时间为 60~120 min。

4 实验

图 4 所示等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套橡胶层致密，厚度均匀，外观良好；图 5 为现场脱芯图片，图中使用的螺旋定子为热拔成型，工艺简单，成本较低。注胶生产线如图 6 所示。

本工作委托上海东方石油钻具有限公司以及



图 4 等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套剖面照片

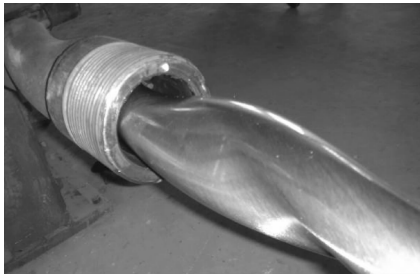


图 5 脱芯工艺

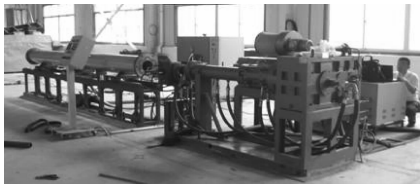


图 6 注胶生产线

石油和化学工业新材料与制品质量监督检验中心进行单螺杆抽油泵试验，试验条件为：单螺杆抽油泵型号 GLB800-14；单螺杆抽油泵编号 1267-1201；环境温度 26 ℃；试验介质 N32 机械油；测定试验转速 150 r·min⁻¹。试验结果如表 1 所示。

试验结果表明，挤出的橡胶制品经过硫化后，达到国家 SY/T 5549—2002 单螺杆抽油泵的标准要求，且其最高效率可达到将近 70%。设备使用成本较低，工作效率和成品质量较高，值得推广

表 1 单螺杆抽油泵试验

编号	实测值							使用规定压力和转速的计算值			
	转速/ (r·min ⁻¹)	进口压力/ MPa	出口压力/ MPa	流量/ (L·min ⁻¹)	转矩/ (N·m)	介质温度/ ℃	输入功率/ kW	流量/ (L·min ⁻¹)	输入功率/ kW	容积效率/ %	总效率/ %
1	155	0.00	0.20	119.55	148	35.0	2.40	115.93	2.32	100.02	16.6
2	155	0.00	1.00	116.80	247	35.0	4.00	113.32	3.88	97.90	48.6
3	154	0.00	2.00	114.37	378	35.0	6.11	111.08	5.94	95.80	62.4
4	154	0.00	3.00	110.52	513	35.0	8.29	107.49	8.06	92.60	66.7
5	154	0.00	4.00	106.42	653	35.0	10.52	103.78	10.25	89.20	67.5
6	154	0.00	5.00	103.00	793	35.0	12.75	100.58	12.45	86.30	67.3
7	153	0.00	5.90	99.17	922	35.0	14.81	96.96	14.48	83.10	65.8
8	153	0.00	7.00	94.57	1 065	35.0	17.09	92.58	16.73	79.20	64.5
9	153	0.00	8.00	90.43	1 178	35.0	18.86	88.70	18.60	75.80	63.9
10	153	0.00	9.00	84.60	1 311	35.0	20.94	83.17	20.59	70.90	60.6
11	152	0.00	9.90	77.77	1 456	35.0	33.21	76.63	22.87	65.20	55.3
12	152	0.00	11.00	69.40	1 572	35.0	25.02	68.50	24.69	58.10	50.9

应用。

5 结语

新型螺旋等壁厚空心螺杆泵定子橡胶衬套成型设备设计可靠,成型工艺简单,生产条件合理,控制过程有效,成品质量较高,生产环境较好。

使用该设备生产的橡胶衬套与传统成型方法制得的成品相比,产品无熔接痕,表面光滑且致密

性好,经实际使用测算,使用寿命可提高 15%~20%,抽油效率提高 5%,生产成本降低 50%。

参考文献:

- [1] 吕柏源,焦冬梅. 螺杆泵(螺杆钻具)定子橡胶衬套的一步法注射成型硫化设备及方法[P]. 中国:CN 1715029, 2006-01-04.

收稿日期:2014-02-25

湿法混炼助绿色轮胎加速上路

中图分类号:TQ330.1+1;U463.341 文献标志码:D

“湿法混炼共沉橡胶新材料为绿色轮胎制造提供了基本条件,并从根本上解决了白炭黑飞扬带来的环境污染,将有助于加快绿色轮胎的研发推广进程,有利于轮胎工业的技术升级。”在 2014 年 5 月 17—20 日于云南景洪市举办的橡胶湿法混炼新工艺新材料技术论坛上,这一颇具前景的混炼技术引发了天然橡胶生产企业和轮胎企业的浓厚兴趣。

据了解,我国以节能、降耗、减少污染为代表的绿色轮胎生产应用进程正在加快,但绿色轮胎生产需要使用大量的白炭黑,而白炭黑与橡胶混炼相对困难,且容易粉尘飞扬、耗能也较大。橡胶白炭黑湿法混炼新工艺正是针对上述问题开发的,对橡胶行业的技术进步有着重要意义。

目前我国橡胶工业仍沿用能耗高、产业链长、环保差的机械干炼法,在密炼机中对橡胶/填料/配合剂进行多段混炼,每吨混炼胶耗电约 400 kW·h,年耗电平均达 50 亿 kW·h。中国橡胶工业协会材料研究检测中心对不同企业提供的湿法胶产品采用 1.0 L 小密炼机混炼进行的能耗检测显示:与干法(白炭黑用量为 50~60 份)相比,湿法能耗平均下降 30%左右,湿法的节能效益十分可观。

现在我国已走在湿法混炼技术研发的前沿,并建立了万吨级生产线。中国化工学会化工新材料委员会理事长于希椿表示,我国湿法混炼已经进行了 3 个方面的研究:一是共沉淀工艺研究,确定了水乳液的制备方式,确定了共沉胶的基本配方和工艺,建立了橡胶/白炭黑共沉胶的生产线;二是开展了大量的配方试验,进行了材料基本性能的分析测试工作;三是多家轮胎企业已经批量

试制了轮胎产品,并取得良好效果。

2011 年 5 月,由国家橡胶与轮胎工程技术研究中心组织国内研究院校、企业建立了专题研究组。随着节能减排、绿色轮胎的需求和发展,以及国内媒体的推进,橡胶湿法混炼新工艺新材料的技术开发已成为热点,目前全国已有 10 余家单位在该领域进行研究开发。

华南橡胶轮胎有限公司已完成了实验室、车间和成品 3 个阶段的试验,证明湿法混炼对轮胎生产的节能效果以及使用中的节油效果均比较明显。车间试验结果表明,混炼时间缩短 25%左右,混炼能耗降低 20%左右。成品试验结果显示,轮胎均满足美国 SMARTWAY 前轮位的滚动阻力要求。试验配方轮胎滚动阻力降低 2.9%。

中策橡胶集团有限公司通过湿法混炼得到的白炭黑母胶应用于胎面、胎面下层胶、垫胶后,轮胎滚动阻力下降 15%(提高 1 个级别)。按滚动阻力下降 4%可节油 1%计,应用该液态混炼技术生产的轮胎可节油 3%~4%,生热性能下降了近 10%,耐久和高速性能也上了 1 个档次。

里程试验和节油试验表明,同等距离和相同路面,经 2 800 km 试验统计,湿法混炼白炭黑配方轮胎可节油 2.56%。若正常配方轮胎按油耗 0.28 L·km⁻¹,油价按 7 元·L⁻¹,行驶里程 25 万 km 计,湿法混炼白炭黑配方轮胎可节油 1 792 L,单胎可节省 2 090.6 元油费。

湿法混炼适应了绿色轮胎发展的需求,但仍有很多需要改进的地方,比如胶料的硬度较高,加工问题尚需进一步研究;白炭黑的磨耗性能不如炭黑,与炭黑并用可能会取得很好的效果,但后面还有很多工作要做,任重道远。

(摘自《中国化工报》,2014-05-22)