

胶管生产中常见质量问题及改进措施

冯耀材

(青岛第六橡胶厂 266012)

摘要 收集了国内胶管生产企业在生产夹布胶管、纤维及钢丝编织、缠绕胶管时常发生的一些质量问题,并从原材料、生产装备、工艺技术等方面归纳了解决这些问题的措施。

关键词 胶管,胶管质量

我国的胶管工业起步较晚,生产工艺技术及装备水平较低,产品的品种、数量、质量、设备和技术等都与先进工业化国家存在较大的差距。因此,如何更快地提高我国胶管工业的整体水平是全国胶管工业工作者的共同任务。为此,本文将收集到的国内胶管生产中经常出现的质量问题及其解决措施归纳如下以作参考。

1 夹布胶管

夹布胶管按其成型方法可分为硬芯法、软芯法、无芯法三种,生产过程中出现的问题各有所不同,现分述如下。

1.1 硬芯法

硬芯法存在的质量问题主要有:胶层厚薄不均,外层胶搭缝有痕迹及竹节纹,胶管使用承压时易发生扭曲变形等。

1.1.1 胶层厚薄不均

胶层厚薄不均产生的主要原因:①内层胶挤出时偏心;②套芯棒时风量控制不当,管坯局部鼓大;③管坯套芯棒过程中途撤风;④芯棒不直及芯棒涂隔离剂偏少;⑤胶层搭头重叠过多;⑥挤出管坯尚未冷透即套棒。

采取措施:①严格控制内层胶的挤出工艺条件,将挤出机头口型调整好;②控制好鼓风量,不要中途撤风,而应随着芯棒不断套入管坯内而逐步减少进风量;③定期校直芯棒;④隔离剂要涂抹均匀;⑤调整外层胶出片宽度,使搭头重叠宽度不超过 5mm;⑥挤出管

坯必须充分冷却后(一般停放不少于 2h)再套棒。

1.1.2 外层胶搭缝有痕迹及竹节纹

外层胶搭缝有痕迹及竹节纹这种外观缺陷在含有氯丁橡胶的胶料中更易发生。产生的主要原因:①水布缠卷压力不足及向管身施加压力不均,一边偏大而另一边偏小;②水布缠卷重叠宽度过小;③使用水布宽度过大;④胶料(片)太冷太硬或门尼粘度太大;⑤胶管硫化起点偏快。

采取措施:①缠水布时向管身施加足够且均匀的压力;②使用过的水布在再使用时应按水布原已形成的松紧边顺势使用;③应根据缠卷胶管外径的大小选用不同宽度的水布(外径在 30mm 以下的胶管,使用水布的宽度不宜超过 90mm),缠水布重叠宽度应为水布宽度的 $3/5 \sim 2/3$;④检查准备使用的新水布,不应有紧边现象;⑤保持作业区环境温度在 18℃ 以上;⑥控制胶片的停放时间,在 2—12h 内用完,不宜超过 3 天,含氯丁橡胶的胶片应注意尽快用完,否则需回炼重新出片,另外应注意氯丁橡胶生胶的存放期不能太长,超过存放期的氯丁橡胶不宜用于外层胶;⑦调整外层胶配方软化剂用量,增加塑性,并采用磺酰胺类后效性促进剂(如 CZ 等),增加硫化初期胶料的流动性。

1.1.3 胶管承压扭曲变形严重

胶管承压扭曲变形严重产生的主要原因:①织物本身结构所引起,45°的裁断角度,

在承压时经纬线受力及伸长不一致;②裁断角度误差大,裁断后的胶布搭接不平行;③管坯内径偏大,套棒后相互贴合不紧,缠水布施加外压引起管体扭动;④隔离剂用量过多,管坯受力时与芯棒间打滑发生扭转。

采取措施:①严格控制裁断角度及搭接工艺;②掌握内层胶挤出内径与芯棒外径基本一致,调整好套芯棒的鼓风量,使管坯内壁紧包在芯棒上;③掌握好隔离剂浓度和用量;④缠水布方式不宜从一端缠向另一端,而要采取从胶管中部分别向两端缠的方法;⑤有条件的工厂可采用回转式缠水布机作业,但应注意对不同外径胶管及时调整水布施加在胶管上的缠卷力。

1.2 软芯法

软芯法主要存在的问题是胶芯的使用寿命较短,使产品成本增加。为了提高胶芯的使用寿命,主要从改进配方着手,可采用丁腈橡胶、丁基橡胶和三元乙丙橡胶制造胶芯,但用丁基橡胶和三元乙丙橡胶制造胶芯,规格精度较难掌握,而采用丁腈橡胶较方便,且材料易得。丁腈橡胶的硫化体系可采用无硫或低硫高促硫化体系。例如,硫黄 0.3—0.5份,促进剂 TT 3—3.5份,含胶率保持在40%—50%。

1.3 无芯法

无芯法布胶管生产工艺的主要问题为制品硫化时容易鼓泡脱层(尤其是用丁腈、氯丁等合成橡胶制造的有特殊性能的胶管)、内径失圆、内管壁粗糙和外层胶色泽欠佳等。

1.3.1 硫化时管体鼓泡脱层

硫化时管体鼓泡脱层产生的主要原因:①管体无水布加压,胶帆布内的水分及胶料内的水分在硫化过程中汽化;②成型卷贴胶布搭头缝隙处及外层胶挤出过程中管体内窝藏的水分与空气在硫化加热时汽化膨胀;③胶布存放时间过长及胶布本身自粘性差,管坯与胶布粘合性差;④胶布及管坯粘有油污杂物,内外层胶有砂眼;⑤硫化前胶管封头不

严,导致蒸汽和热水从胶管两端窜入;⑥外层胶挤出型尺寸偏大,导致外层胶脱空;⑦各部件胶料的硫化速度匹配不当。

采取措施:①控制配合剂及加工帆布的含水率在1.5%以下;②调整好三辊成型机的辊距,使胶布卷贴受压均匀,调节好输入管坯的内压,开始时充入较少量空气,胶布缠卷一圈后应加大管体内压力到0.1—0.2MPa;③控制胶布的存放时间,喷霜胶布不宜使用;④外层胶挤出前应薄挤选砂;⑤严格成型工艺,防止产生胶布褶子及毛边,避免油污粉尘等杂物污染半成品;⑥选择好外层胶挤出型,避免外层胶与管身脱空,外层胶采用真空挤出;⑦严格管端封头工艺,外层胶不得有砂眼;⑧调整各部件的硫化速度使之基本同步硫化,在工艺操作安全的前提下,各部件有较快的硫化起点,对天然橡胶、丁苯橡胶并用的胶料可以采用噻唑类促进剂与秋兰姆类促进剂并用,不宜采用磺酰胺类后效性促进剂;⑨采用水煮硫化工艺时,必须保证每条胶管内腔都充满水,如用直接蒸汽硫化,可采用“提压降温”硫化工艺,即硫化开始,快速升压(1min内)至0.35—0.4MPa,硫化罐温136—138℃,6—8min后,闭汽输入0.5MPa压缩空气,2—4min后闭风,自送风起15min后再进汽,直到硫化完毕;⑩有特殊性能要求的胶管不采用此法成型硫化。

1.3.2 内径失圆

由于胶管没有模具成型硫化,内径失圆不可避免,可以采取下列措施使失圆程度减轻:①合理设计内层胶配方,少用液体软化剂,而采用固体软化剂如沥青、固体古马隆树脂等,使管坯挺硬,受压不易变形;②内层胶厚度在成本允许的前提下适当加大(以适当降低含胶率作成本补偿);③外层胶挤出后胶管要紧密排放并尽快进行硫化;④采用直接蒸汽硫化时,Φ25mm以下胶管叠放在硫化盘内层数不宜超过3层,Φ32mm胶管叠放不宜超过2层,Φ38mm以上胶管失圆严重,最好

不采用此硫化工艺。水煮硫化虽不受此限,但应避免用于生产大口径胶管。

有的生产厂曾对大口径胶管($\Phi 32-76\text{mm}$)进行过无芯成型直接蒸汽分压硫化试验,对解决鼓泡脱层和内径失圆问题获得较好的效果。其方法为:采用两端均可开盖的硫化罐,罐体上除有正常的进汽管路和排汽管路外,在罐两端各增设软连接的进汽管和排汽管,成型好的胶管被放置在硫化车的台板上,台板两端放有可通蒸汽的多插头管件,将各胶管两端分别插入各自的插头内,用夹具固定好,然后将硫化车送入罐内,分别将多插头总管与软连接汽管接牢,关闭硫化罐,先从一端软连接汽管向胶管内输入蒸汽,然后再向硫化罐送入蒸汽,在胶管内气压较罐内气压高 $0.02-0.03\text{MPa}$ 下进行硫化。罐内及胶管内的冷凝水需及时排放。硫化完毕,保持压差同时排汽,并在罐内喷淋冷水降温,开罐后各卸去软连接管,拉出硫化车卸掉夹具,取出胶管切头检查。

1.3.3 管壁粗糙

管壁粗糙主要是由于没有成型加压模具以及胶料热炼不均、挤出温度偏低所致,胶料中含有再生胶亦是原因之一。故除加强挤出工艺操作外,内外层胶配方最好不用或少用再生胶。

2 纤维编织缠绕胶管

纤维编织缠绕胶管的生产工艺亦分硬芯法、软芯法、无芯法三种。其中硬芯法、软芯法生产技术疑难问题不多,某些质量问题与夹布胶管相似,其解决办法与采取措施也可参照夹布胶管。

无芯法纤维编织缠绕胶管在生产中较常出现的质量问题主要有:无芯编织缠绕包铅硫化胶管鼓泡脱层,编织缠绕胶管的半硫化内层胶与纤维层的粘着力差,裸硫化胶管花纹扁塌,内径失圆以及聚酯纤维的热收缩大和粘合性能差。

2.1 胶管鼓泡脱层

胶管鼓泡脱层产生的主要原因:①挤出内层胶的外径变化过大;②缠绕时管坯内压偏小;③纤维粗度大,纤维线接头疙瘩太大或积存乳胶凝胶块;④外层胶挤出与管体脱空;⑤包铅口型尺寸与管体外径不匹配。

采取措施:①严格控制内层胶挤出外径公差,注意挤出速度应与冷却牵引速度及盘卷速度配合好;②合理调控管坯内压,一般为 $0.020-0.025\text{MPa}$ (手触摸感到管体被胀圆),缠绕过程中严防泄气;③缠绕锭子重量大小尽量一致,使纤维缠绕张力一致;④外层胶挤出抽真空;⑤控制包铅时铅皮对外层胶的压力,一般掌握铅管内径较胶管外径小 $2-2.5\text{mm}$;⑥硫化时稳定胶管内压, $\Phi 13\text{mm}$ 胶管内压力为 $(0.25 \pm 0.01)\text{MPa}$, $\Phi 25\text{mm}$ 胶管内压力为 $(0.3 \pm 0.01)\text{MPa}$ 时效果较佳;⑦纤维缠绕密度不宜超过 85% ;⑧改善胶料硫化初期的流动性,选用磺酰胺类后效性促进剂;⑨及时修整纤维疙瘩和清理乳胶凝胶块。

2.2 半硫化内层胶与纤维层粘着力不稳定

半硫化内层胶与纤维层粘着力不稳定产生的主要原因:①内层胶半硫化时间偏长;②胶浆或乳胶涂浸不均匀;③乳胶在纤维层上结成大凝胶块;④胶浆及乳胶配方设计不合理。

采取措施:①在保证内层胶半硫化基本定形而具有挺性的前提下,尽量缩短半硫化时间;②及时检查缠绕浸渍乳胶的半成品,并摘除凝结在纤维线上的凝胶块;③调整浸浆配方,在天然橡胶胶浆配方中加入粘合剂 RS,A 和白炭黑或采用 AS-88 和白炭黑的粘合体系,并注意胶浆胶料混炼时,粘合剂 A 或 AS-88 必须在混炼后期及胶温低于 90°C 时才加入,含胶率以 $45\%-55\%$ 较佳;④调节及控制好胶浆及乳胶的浓度和用量,使内层胶及纤维挂浆均匀。

2.3 半硫化管坯失圆及裸硫化外层胶花纹扁塌

半硫化管坯失圆及裸硫化外层胶花纹扁塌产生的主要原因:①胶料太软,挺性差;②胶料硫化起点慢;③管坯挤出后盘卷松紧不一致(太松或太紧);④半硫化及硫化时升温时间太长。

采取措施:①改进胶料配方,加大炭黑用量,选用固体软化剂如沥青、固体古马隆等,浅色胶料可选用碳酸镁等,黑色胶料可增加合成橡胶(如SBR)的使用比例,提高半成品挺性,有条件的企业采用开炼机进行混炼(因目前国产密炼机尚未能满足高硬度、低含胶率胶料的工艺要求);②在胶料挤出操作安全的前提下,加快胶料的硫化起点;③:加粗硫化罐进汽管道,缩短硫化升温时间;④掌握好管坯挤出冷却后盘卷松紧程度;⑤严格控制胶料热炼时间及返回胶掺用比例,防止胶料过软和塑性太大;⑥ $\Phi 9.5\text{mm}$ 以上胶管不宜采用内层胶半硫化工艺。

2.4 聚酯纤维热收缩大及粘合性能差

这是纤维本身特性带来的问题,解决热收缩大的措施是将加工好的聚酯线进行牵伸高温定型处理。解决粘合性差的措施:①对纤维进行表面处理,使纤维表面引入活性官能团,或对纤维进行浸胶处理;②采用嵌进粘合法,在保证胶管承压的前提下,调整编织缠绕密度,使内外层胶在硫化过程中相互渗透,胶与纤维紧密地连接在一起;③采用与天然纤维混纺的方法,使纤维表面有短绒毛,提高粘合效果;④胶浆或乳胶配方中加入粘合剂。

3 钢丝编织缠绕胶管

钢丝编织缠绕胶管生产中存在的主要问题有:脉冲次数低及不稳定,内层胶有麻坑,编织过程断线,编织外径大小不匀,编织波纹明显,成品钢丝散头及硫化起泡脱层等。

3.1 脉冲次数低且不稳定

产生脉冲次数低且不稳定的主要原因:

①内层胶的力学性能未能满足要求,耐介质性能差及缺乏足够的密封应力以适应管头扣压;②中层胶粘合性及流动性差,定伸应力偏小;③合股钢丝松紧不一,钢丝“悬垂差”大;④编织机铰子弹簧张力过小及张力不均;⑤内层胶有砂粒及自硫胶粒等杂物。

采取措施:①采用精度高、质量好的合股编织设备,是提高脉冲次数的关键;②合理设计内层胶配方,以提高耐输送介质性能及密封应力,例如将丁腈橡胶胶料用于 90°C 以下的一般液压油介质,将胶料100%定伸应力提高到10MPa以上,胶料邵尔A型硬度在75度以上(胶料挺性好),较低的压缩永久变形(50%以下),采用低硫高促的硫化体系;③提高中层胶料的粘合性、流动性和定伸应力,并控制中层胶片的厚度在0.3—0.5mm之间,配方中采用粘合剂AS-88、白炭黑粘合体系、防老剂BLE和AW,100%定伸应力达4MPa以上,以便管体结合更牢并能适应胶管承压时骨架层的变形与压力传递;④在胶料硫化曲线平坦范围内加深胶料的硫化程度;⑤采取“少铰多股”大密度(90%—95%)编织,对多层编织(缠绕)胶管采用不同编织角度搭配,例如第1编织(缠绕)层选取 $46^{\circ}2'$,第2编织(缠绕)层选取 $63^{\circ}26'$,以利充分发挥各层钢丝的承压能力;⑥控制钢丝合股时形成的“悬垂差”,使各股钢丝编织时张力均衡,严防合股钢丝排列不平及背股(这与合股机本身的性能有密切关系);⑦在条件允许的情况下,适当提高铰子弹簧张力(根据合股钢丝根数控制弹簧张力在60—80N);⑧内层胶应进行过滤(滤网可采用60—80目、18目和10目组成),并严防砂土杂物再度混入;⑨严格控制胶管编织外径,并针对胶管外径公差变化情况相应调整扣压管头尺寸及扣压量。

3.2 成品内层胶麻坑

麻坑的出现将严重影响胶管的承压性能,此缺陷多发生在钢丝交织点及背股处。产

生的主要原因:①内层胶及胶芯胶料硬度偏低;②内层胶门尼粘度小,硫化起点慢;③编织密度偏小及背胶;④硫化升温过慢;⑤冷冻温度偏高;⑥胶芯涂抹硅油不均且量过多(这是关键)。

采取措施:①提高胶芯及内层胶胶料硬度在 80 度(邵尔 A 型)以上;②在保证挤出操作安全前提下,缩短胶料起硫定型时间;③采用“少锭多股”编织,减少交织点;④编织密度保持在 90%—95%;⑤掌握内层胶的冷冻温度,内径小的胶管($\Phi 10\text{mm}$ 以下)冷冻温度宜低些(-60°C 以下),内径大的胶管($\Phi 13\text{mm}$ 以上)冷冻温度可高些,但不宜高于 -40°C ;⑥控制硅油隔离剂浓度及用量,且在胶芯表面涂抹均匀,待胶芯凉干(无残留易挥发物)后再进行编织。

3.3 编织过程断线

编织过程出现断线的主要原因:1. 钢丝导线路径不同,所受摩擦不同而引起合股钢丝张力不均,绕到锭子筒上就出现线束长短不齐,其次是合股速度太快,行程螺距和线嘴配置不当,引起合股钢丝抛线、嵌线、背股等,形成线束长短不齐,使编织过程中钢丝分担的张力不一,短钢丝受力过大甚至被强行拉断,长钢丝不受力松散以致产生抛线跳出锭子导辊而被绞断;②钢丝交织呈 S 状排布管面,交织产生摩擦挤压作用以及编织密度过大,钢丝排布拥挤等因素,使钢丝长度不一,产生长度积累效应而引起断线;③钢丝本身的质量缺陷,如强力低、有折叠裂纹、锈蚀及结构均一性差等;④编织张力控制不当,张力过大,使长度累积而引起长短不齐,严重者断线,张力过小,锭子弹簧未能有效地补偿编织过程张力松弛,使钢丝未能完全张紧而松抛绞断。

采取措施:①调节并严格控制钢丝的合股工艺条件,使合股线束的“悬垂差”不超过 70mm,合股速度宜采用设备允许最大速度的 60%—80%,合股行程应与线筒长度相

等,并且不发生偏位,合股螺距应当与线束宽度相近,线嘴一般应比线束宽度稍大一点(大 0.1mm);②尽量避免产生钢丝编织长度累积,控制编织密度在 75%—95%,锭子张力控制在 60—80N,张力弹簧使用时保持弹性在中等水平(切忌在下限);③每编完一条胶管,应将长短不齐的钢丝在接头处收扯拉齐;④注意钢丝防锈蚀及锭子轴润滑,对弯曲变形的锭子轴及时校正或更换;⑤不使用不合工艺要求的钢丝。

3.4 编织直径大小(胶层厚度)不均及编织波纹明显

编织直径大小(胶层厚度)不均的主要原因:内层胶太软,没有经过冷冻或冷冻温度不够,在编织过程中,钢丝施给内层胶紧箍力而引起“赶胶”现象,影响编织外径及编织角度变化;编织波纹明显主要是由于锭子弹簧张力不够或不均而引起。

采取措施:①内层胶采用挺性好、硬度高的胶料;②内层胶先经过充分冷冻后再进行编织(冷冻温度见前述),编织机锭子有足够的弹簧张力(不低于 60N),且各锭子弹簧张力保持一致。

3.5 成品钢丝散头

成品钢丝散头缺陷在小口径胶管上较易发生,产生的主要原因:①胶层与钢丝编织层粘合性能差;②锭子弹簧张力偏小;③钢丝的刚性过大。

采取措施:①改进内、中、外层胶配方,提高胶料与钢丝粘合力,采用粘合剂 AS-88 与白炭黑粘合体系,使钢丝的 H 抽出力在 60N 以上,为改善采用粘合体系后外层胶的焦烧性能,在保证有一定抗老化性能的前提下,将丁腈橡胶与氯丁橡胶并用比调整到 70:30,能取得较满意的效果;②适当加大锭子弹簧张力;③在编织机上对钢丝进行预成型处理(引进设备多配有此装置);④选用刚性适宜的钢丝,其结扣强度率不小于 60%,扭转次数不少于 60 次。

3.6 硫化起泡脱层

硫化起泡脱层缺陷多发生在无芯编织工艺上。产生的主要原因:①胶料原材料中含水量较大;②外层胶挤出包胶时与钢丝层间有空隙窝藏空气;③半硫化内胶层打毛不均匀,漏打毛或胶屑聚积在管壁上;④内胶坯表面粘有油污染物;⑤硫化过程中气压不稳定或突然降压;⑥外层胶配方选用的氯丁橡胶品种不当,硫磺调节型氯丁橡胶中的乙烯侧链上氯原子不稳定,易形成游离基,在光和热作用下生成氯化氢气体,与钢丝表面的水分反应生成氢氯酸,氢氯酸与胶料中碳酸钙反应生成二氧化碳和水,亦可与黄铜层中的锌反应生成氢气,这些物质积聚于胶管应力薄弱部位易形成气泡;⑦编织口型与内胶层外径

配合不当。

采取措施:①严格控制配合剂及胶料的含水率在0.12%以下;②选好外层胶挤出口型尺寸,使外层胶紧密包贴钢丝层,并采用抽真空挤出;③控制内胶层外壁打毛均匀及清洁工作,严防粘附油污染物;④不宜采用高于150℃硫化温度,硫化结束时缓慢撤压降温;⑤对需使用氯丁橡胶并用作外层胶时,建议选用混合调节型的国产320型氯丁橡胶,配方中配用受酸体氧化镁;⑥完善编织口型的设计,使口型唇部薄而与管坯外径相吻合一致(口型唇边须淬火,以提高其刚度),并掌握好编织过程中管坯内压。

收稿日期 1994-12-23

计算机辅助试验研究系统简介

在生产和科研中常要做多变量(多因素)试验,这些变量(因素)对某些性能(响应)的影响不是确定的函数关系,而是相关关系,例如橡胶制品配方和工艺条件试验。

华南理工大学高分子系开发的计算机辅助试验研究系统(Computer Aided Research, 简称CAR系统)把常用的试验设计方法和计算机技术结合起来,使试验研究更为方便,成为科技工作者进行新产品开发、生产质量控制和科学研究的有力工具。

CAR系统的主要内容包括正交试验法和回归分析法等,具有试验设计、配方(配合)开发和试验拟合模型等用途,可辅助橡胶、树脂、塑料、胶粘剂、油漆和油墨的新配方(配合)和新配色设计,可供化工、冶金、建材、医药医学和生物等工农业生产和科学实验作多因素试验(定性和定量分析)之用。

CAR系统正交试验法部分包括了常用的1~4水平的正交表和不等水平正交表,具有试验安排(包括直观分析法和方差分析法)

功能。

CAR系统的回归分析法部分包括一元与多元变量线性回归分析法、一元与多元变量非线性回归分析法和多元变量线性与非线性逐步回归分析法,具有试验安排、回归方程的获取、显著性检验、绘制等高线、性能预测、质量控制和优选最佳组合等功能。

CAR系统具有下列特点:①试验设计理论和方法正确无误,结果可靠;②功能(包括分析功能)比较完善;③内容和功能完全适合辅助橡胶配方设计和试验,可作多因素试验的定性和定量分析之用;④采用模块结构、菜单技术和输入输出中文提示,使用十分方便;⑤多种而灵活的数据管理方式;⑥AUTO-CAD绘图软件包是系统主要软件之一,性能曲线图或等高曲线图可在AUTOCAD状态下显示、编辑、绘制和存储;⑦如果用户有特殊要求,可协商在系统中添加新内容。

(华南理工大学高分子系 姚钟尧

林惠音供稿)