

汽车增压器用软管的研制

张利斌

(上海橡胶制品公司上海橡胶总厂 200333)

摘要 用聚四氟乙烯工程塑料作内管、不锈钢钢丝作编织增强层、直接编织成型法制造的汽车增压器用软管,具有优良的耐压强度(爆破压力40MPa以上)、耐高温(205℃)、耐液压油、抗振、耐高温疲劳等性能。工作压力10MPa,柔软轻便,能满足我国汽车工业配套使用要求。

关键词 软管,聚四氟乙烯,工程塑料,不锈钢钢丝,编织成型,汽车配套

1 前言

随着我国汽车工业的迅速发展,汽车用软管的需求量日益增多,汽车增压器用软管便是其中之一。该管系为汽车增压器与滤清器之间联接之用,要求具有柔性。经滤清器过滤后的机油,由该软管输入增压器后再进入发动机。该软管安装于发动机附近,在高温、油污染和振动的环境下工作,使用条件非常苛刻。我厂研制的不锈钢钢丝增强编织的聚四氟乙烯工程塑料增压器用软管(以下简称软管),经性能测试和装车试验,各项性能指标符合使用要求,目前已投入批量生产。

2 软管的技术性能

2.1 耐油性

软管输送介质为机油,要求软管的内层材料能耐机油侵蚀溶胀,在机油的浸渍下物理机械性能无明显变化。

2.2 耐高温性能

汽车发动机在工作时会散发出大量的热量,使得软管在高达100℃以上的环境下工作,故要求软管应具有耐高温性能。另外,因汽车常在野外行驶,软管还应具有耐最低的自然气候温度性能。

2.3 耐压强度

软管输送的介质压力10MPa。由于软管处于汽车的关键部位,耐压强度安全倍数应大于4。

2.4 弯曲半径

软管要柔软轻便,根据实际使用需要,其最小弯曲半径应在80~100mm之间。

2.5 抗振性

软管在汽车行驶过程中受振动很大,故它应能最大限度地吸收振动力,以使软管有较长的使用寿命。

综上所述,并参照美国康明斯公司B系列发动机6811标准,制订了汽车增压器用软管性能标准:规格尺寸 内径 $\Phi 8, \Phi 6$ mm, 外径 $\Phi 11.5, \Phi 9.5$ mm;耐压强度 工作压力10MPa,爆破压力不低于40MPa;耐温性能 -40~205℃;最小弯曲半径 80mm;疲劳试验时间(试验压力150MPa,油温205℃,振动频率180次/分)大于100h。

3 软管的结构设计 with 材料选择

3.1 结构设计

高压软管的增强结构层,通常采用编织或缠绕两种形式。根据软管的耐压强度要求,采用编织结构增强层就足可满足,并具有足够的安全倍数。我厂软管采用不锈钢钢丝编织增强,使软管不需要增加外保护层,这样可简化产品结构和生产工艺。

3.2 内层材料的选择与壁厚确定

丁腈橡胶的耐油性能虽好,可满足软管的耐油要求,但软管要在高温下工作,故丁腈橡胶并非理想材料。经试验确定选用聚四氟

乙烯作为软管的内层材料,它具有:①耐温范围-180~250℃;②耐强酸、强碱、强氧化剂和油类介质;③表面不粘附杂物;④耐天候老化性能好等优点。

聚四氟乙烯随品种牌号的不同及淬火方式的变化,其性能会有所不同。采用合适的聚四氟乙烯品种牌号和有效的烧结方式,能使软管内层的物理性能更接近于使用要求。表 1 列出了聚四氟乙烯空气淬火与水淬火方式

的性能对比。

聚四氟乙烯由于受特殊加工条件的影响,往往会在制品中出现一些缺陷,诸如裂纹、银纹、气泡、杂质等等。因此,作为软管工作面的聚四氟乙烯内管,要能保证在高温、高压条件下保持一定的机械强度和良好的密封性能,必须具有一定的管壁厚度,但管壁要薄,刚性要小,其吸收振动应力的性能才好。本设计内管的壁厚为 1.2mm。

表 1 聚四氟乙烯淬火方式性能对比

方式	密度,Mg/m ³	拉伸强度,MPa	扯断伸长率,%	透明度	内管规格,mm	爆破强度,MPa
水淬火	0.2112	35.0	350	半透明	Φ6×8.5	4.0
空气淬火	0.2117	30.0	330	乳白色	Φ6×8.5	4.0

3.3 增强层材料的选择与粗度的确定

根据软管的耐压要求,须选用高强度、韧性好的钢丝作为增强层材料。镀锌或镀铜钢丝的机械强度虽然优于不锈钢钢丝(见表 2),但由于它们容易生锈而降低了机械强度,通常需要覆盖外保护层,从而使软管的结构及生产工艺复杂化。不锈钢钢丝的机械强度虽低,但根据计算也能满足使用要求,因此可作为软管用的增强材料。

表 2 不锈钢钢丝与镀铜钢丝的性能对比

品种	规格 mm	强度 N/根	打结强度 N/根	扭转 次	弯曲 次
不锈钢钢丝	0.3	145	85	62	240
镀铜钢丝	0.3	175	115	80	80

不锈钢钢丝的粗度也影响软管的耐压强度及使用寿命。钢丝细而软有利于增加钢丝的覆盖面积,减小钢丝间的空隙,提高增强层整体受力的均匀性,因此增强效果较好,成品轻便柔软;其不足之处是生产过程中的工艺控制要求较高,钢丝合股张力及编织时的锭子张力要均匀,否则难以达到预定的效果。因此根据经验,一般钢丝粗度定为 Φ0.3mm。

软管的耐压能力与增强钢丝的总根数、单根钢丝强度、增强层的平均直径、内管的壁厚、编织行程和编织角度等因素有关。汽车用增压器用软管的爆破强度计算采用如下公式:

$$P = \frac{2}{D_m(1 + \epsilon)} \left[t\delta + \eta \frac{nT\sin\theta}{L(1 + \epsilon)} \right]$$

式中 P ——软管的爆破强度,MPa;
 δ ——内层材料的应力,N;
 D_m ——增强层的平均直径,mm;
 T ——不锈钢钢丝强度,N/根;
 ϵ ——不锈钢钢丝断裂伸长率,%;
 θ ——编织角度,度;
 η ——修正系数;
 L ——编织行程,mm;
 t ——内层壁厚(因较薄,材料应力又较小, $t\delta$ 可忽略);
 n ——不锈钢钢丝的总根数,根。

$$D_m = D_{\text{内}} + it + di$$

式中 $D_{\text{内}}$ ——内管内径,mm;
 d ——钢丝粗度,mm;
 i ——编织层数。
$$n = (2L\sin\theta - 0.73Nd)/d$$

式中 N ——编织机锭子数。

4 制造工艺

4.1 层间紧密度控制

耐压软管结构的紧密程度对软管的耐压强度和脉冲寿命有直接影响。加大编织张力虽可使钢丝增强层与管内结合得紧密些,但张力过大,会损伤内管,并使内径缩小。

4.2 编织张力的均匀性

编织张力的均匀性可使钢丝均匀地分布在内管的表面,当内管受内压作用时,应力分散均匀,变形也相同,可达到设计时的安全倍数。

4.3 钢丝合股悬锤差的控制

钢丝在合股时,它们的长短均一性,一般以悬锤差来控制。悬锤差大,合股钢丝长短(松紧)不一,编织时会使长度较小的钢丝深深地压入内管中,在内压作用下会先期破裂;而长度较大的钢丝在编织时缠扭(形成小耳朵状),在内压作用下失去了增强的作用。因此,钢丝合股时,每根钢丝的悬锤重力应尽可能一致,以免合股钢丝松紧不一。

5 软管性能试验

根据产品使用要求,对软管的两大性能,

即爆破强度和高温疲劳性能进行测试,结果如下。

5.1 爆破强度

试验按 GB5563—85 胶管液压试验方法规定进行。试验用介质为液压油,试验样品规格为 $\Phi 6\text{mm}$ 和 $\Phi 8\text{mm}$ 两种。经爆破试验,两种规格软管样品的爆破压力均超过了 45MPa,符合设计要求。

5.2 高温疲劳性能

高温疲劳试验条件为:介质 液压油;试验压力 150MPa(工作压力的 1.5 倍);试验温度 205℃;振动频率 180 次/min;样品规格 $\Phi 6\text{mm}$ 和 $\Phi 8\text{mm}$ 。试验在我厂专用试验台上进行,样品经 100h 疲劳试验后性能正常。

6 结束语

采用聚四氟乙烯作内管、不锈钢钢丝编织层增强结构,能满足汽车增压器用软管的设计要求。本产品采用直接编织成型法,使产品结构制造工艺简化,为我国汽车工业生产了符合使用要求的配套产品。

致谢: 本工作得到了我厂研究室主任王维成高级工程师的热情指导,谨向致谢。

收稿日期 1993-09-14

国内简讯 3 则

△青岛橡胶制品七厂研制成功了一种新型实用的汽车防滑链,日前获得国家专利,并投入批量生产。这种用橡胶制成的“工”字形防滑链,具有耐磨、耐屈挠、重量轻、寿命长、防滑性能好等特点。其纵向防滑性能优于铁链,且具有优越的防侧滑能力,可有效防止车轮转弯时甩尾调头,较原防滑链减少了油耗和振动,降低了噪声,对轮胎和路面无损坏,拆装方便,是冬季雪地汽车防滑的最理想装备。

(青岛海上环保设备厂 台迅供稿)

△四川橡胶厂 1993 年度开发的大型工程机械轮胎、大型载重轮胎、轿车轮胎、农业轮胎和摩托车轮胎五大类 11 个规格的新产品日前通过省级技术鉴定。这些产品具有设计新颖、外观漂亮、使用寿命长等特点,部分产品填补了省内空白。这 11 个新产品使企业新增产值 2100 万元,新增利税 300 多万元。

(四川橡胶厂 褚国江供稿)

△由日本合成橡胶公司提供基础设计、吉化公司完成施工设计和实施建设的年产 1 万吨丁腈橡胶生产装置,于 1993 年 9 月 20 日投产成功,生产出第一批合格产品。

(吉林化学工业公司电石厂 王沛喜供稿)