

化纤织物软管耐压强度实验的研究

朱元利

(湖南衡阳橡胶厂 421005)

摘要 对夹布胶管耐压强度的设计和试验方法进行了分析,指出了原有设计方法和试验方法中的不足之处。认为用耐压强度理论计算式进行设计计算误差相当大;生产中软管几何尺寸公差的规定,对产品性能试验影响较大;液压试验时,升压速率和软管试样的长度对试验结果有显著影响;试验仪器的标准化也十分必要。

关键词 夹布胶管, 耐压强度, 静态液压试验

夹布胶管(现称软管)是一种主要用以输送流体的橡胶制品,它由内衬层、纤维织物和外覆层构成。

耐压强度(亦称爆破压力)是评价软管质量的一项重要性能指标。通常将软管工作压力乘以安全倍数所得的值作为耐压强度的最低设计值。这一点无论是在行业中还是在市场上都已形成共识。但是,检测耐压强度的试验方法却是层出不穷、难以统一。

夹布结构软管,多采用棉帆布作为骨架材料,但由于棉帆布价格居高不下,使得生产厂必须不断地寻找物美价廉的化纤帆布以取代棉帆布。但在评价化纤帆布取代棉帆布后的效果前,必须首先确定适宜的耐压强度试验方法。

1 实验

1.1 试样

空气胶管,规格为 $\Phi 25 \text{ mm} \times 5 \text{ P} \times 20 \text{ m}$;工作压力为 0.6 MPa (标识);采用的纤维织物为 9012 化纤帆布,帆布断裂强度符合 GB 2909.1—82 中 207A 规定,帆布覆胶后厚度为 0.6 mm 。

1.2 试验仪器

SY-600型往复水压试验泵,湖南省化

学工业局工程处制造,其最大工作压力:高压 58.84 MPa ,低压 2.75 MPa ;流量:高压时 $25 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,低压时 $530 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$;电机功率 3 kW ,试验介质为自来水。

1.3 试验方法

试验遵照 GB 1186—92[压缩空气用橡胶软管(2.5 MPa 以下)]和 GB 5563—85(胶管液压试验方法)规定进行,型号为 I 型,级别为 A 级。

2 结果与讨论

2.1 耐压强度理论计算的盲区

软管耐压强度理论计算式为:

$$P_B = \frac{2K_B \cdot i \cdot C_2}{D} \quad (1)$$

由式(1)可见,当胶帆布的强度 K_B 和软管中胶帆布层数 i 一定时,如果软管的计算直径 D 发生变化,那么软管的耐压强度 P_B 将会随之变化。

D 是由软管的内直径 D_i 和内胶层厚度 δ 决定的,即

$$D = D_i + 2\delta \quad (2)$$

由式(1)和(2)可见, δ 值减小, P_B 增大(见图 1),但这一结论与实验结果(见图 2)明显不符。

由图 2 可见,当 δ 减小时, P_B 并未如式(1)计算值那样升高,反而有所降低。这是因

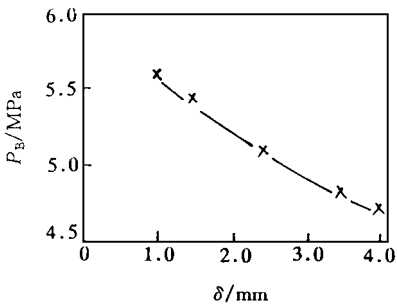


图 1 P_B 理论计算值随 δ 变化曲线

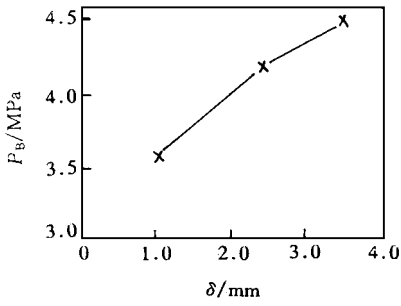


图 2 P_B 实验值随 δ 变化曲线

表 1 空气胶管各时期尺寸标定值

标准名称	标准编号	内径 D_i /mm		内胶层厚度 δ /mm
		公称尺寸	容许公差	
橡胶夹布压力胶管	HG 4005—60	25	± 1.0	≥ 2.3
夹布空气胶管	GB 1186—74	25	± 0.8	≥ 2.3
空气胶管	GB 1186—81	25	± 0.8	≥ 2.0
压缩空气用橡胶软管	GB 1186—92	25	± 1.25	无规定

因此,公差越大, P_B 的误差越大,这在理论计算上就存在一个波动值,倘若再考虑到工装模具和制造工艺带来的误差累积,波动幅度将更大。可见,标定软管生产中的几何尺寸对于质量评价十分重要。

2.3 试样长度

在检测软管的耐压强度时,通常采用的是静态液(水)压试验,对于软管试样的长度,多年来一直没有统一的规范。早期资料介绍“一般长度为 1 m,也可是整条成品”;国内有的软管生产厂和监测机构也有采用 10 m 的;国外标准规定是“最好为 1 m,不能低于 0.5 m”;我国目前标准规定“最低自由长度 0.6 m”。总之,关于软管试样的长度缺乏合理统一的规定。

为,虽在耐压强度计算式中含有修正系数 C_2 ,但其修正区间和变化速度远不及 δ 的变化,如 δ 由 0.15 mm 变化到 0.35 mm,递增 133%,而修正系数 C_2 仅递增了 1%;又因 C_2 与 $\frac{D}{(i-1)\delta_i}$ (δ_i 为胶帆布厚度)对应,其中 i 必须大于 1,因而对一层帆布软管不存在修正系数,即式(1)忽略了软管胶层强度。

因此,采用理论计算式进行胶管耐压强度设计并不能达到理想的效果。

2.2 几何尺寸

在胶管生产中,影响耐压强度 P_B 的各种尺寸要素,如 D , D_i 和 δ 等,一直不是一个标定数。以空气胶管为例,近 30 年来的变化情况列于表 1。

由表 1 可见, D 的最大范围在 23.75 ~ 26.25 mm 之间,最大值与最小值相差 10%。

当采用静态液(水)压试验测定耐压强度时,被测软管一端被强制封堵。从流体力学可知,软管试样的长度不同,相同截面上的流量也不同,因而液(水)压试验的结果可比性较差,如表 2 所示。

2.4 升压速率

在我国早期的液(水)压试验标准中,未对试验时的升压速率做出规定,直到 1985

表 2 不同软管试样长度的耐压强度

试样长度/m	耐压强度(实测)/MPa
10	4.0
20	3.4
1	4.8(平均)

年,GB 5563—85 才正式提出了升压的速度和时间。

按照 GB/T 5563—94 规定的升压速率概念,进行了各种升压速率下相同软管的耐压强度测定试验。先将 0.6 m 长的无缝钢管一端接入往复水压泵出口,排净空气、充入介质后,将另一端封闭。用往复泵的出口阀门控制流量,结合秒表计时,设定升压速率,反复调节至稳定。拆下无缝钢管,换装上同样截面的 0.6 m 长的软管试样进行该升压速率下的耐压强度试验。改变升压速率,重新进行前述调节标定操作,进而得到各升压速率下的耐压强度曲线,如图 3 所示。

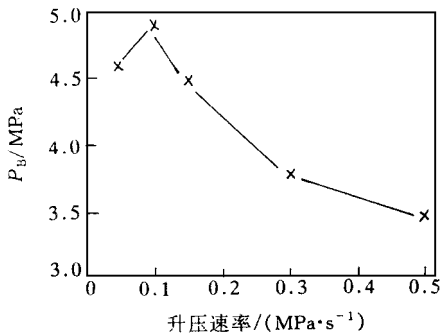


图 3 升压速率对耐压强度测定值的影响

由图 3 可见升压速率的高低对耐压强度的测量确有很显著的影响。

由此可见,在耐压强度液压试验时,试样长度和升压速率都能对试验结果产生十分显著的影响,因此规范试验方法,明确试样长度和升压速率对正确进行耐压强度试验十分重要。

2.5 试验仪器

软管液压试验多采用往复水压泵。即使对水的可压缩性忽略不计,流量的不均匀性

依然存在。这是因为,当往复水压泵工作时,活塞在一个行程中的位移速率总是从零到最大再到零而往复循环着。

制定标准需要试验,执行标准也需要试验。试验方法可由标准来约束,试验仪器理应有标准来规范。当执行 GB 11544—89(普通 V 带和窄 V 带尺寸)时,对 V 带基准长度进行测量,有 HG/T 2647—94(普通 V 带和窄 V 带测长机技术条件)配套,它规定了测长机的基本结构、技术要求及试验方法,为测长机的设计制造及检验提供了必要的依据。以便采用标准的试验仪器进行 V 带基准长度测量试验规范操作,这样得出的试验结果才具有可比性、公正性和权威性。相比之下,软管的液压试验仪器几十年来都没有一个标准来规范,更谈不上试验的标准化。

3 结语

前述几点,基本反映出我国通过液压试验测定软管耐压强度方面所存在的缺陷和不足,这也是造成耐压强度测试结果不够公正准确的原因。不久前颁布的 GB/T 5563—94 与国际水准同步,才改善了这一滞后问题。

仅以耐压强度作唯一的质量性能指标来判定软管质量,可能有失公允,因其与仪器试验时的流速、流质、流量等操作条件有很大的关系。而考察定负荷下的长度、直径变化和管体轴线位移等状况来综合判断软管的质量优劣,才较为合理,这也是新标准的可喜进展。

收稿日期 1998-07-14