

真空对接胶圈压缩量与压紧力关系研究

郭志伟 贾子朝 高学林

(核工业理化工程研究院 天津 300180)

摘要: 为了分析真空对接圈压缩量与压紧力之间的关系, 本文以实际试验数据为前提, 明确了试验目的, 对试验过程进行了详细的优化和分析, 详细阐述了试验结果, 对真空对接胶圈的使用进行了定性分析, 期望能够为同领域研究人员提供一定技术支撑和理论支持。

关键词: 真空; 对接; 胶圈; 压缩量; 压紧力

0 引言

从真空式接触式密封胶圈结构上来说, 最为常见的包含有以下几种类型: J型真空橡胶密封胶圈, 这种可称之为威尔逊式的密封装置, 常见的结构中主要作用于中央凸起的紧箍轴上, 且呈现锥字形状, 当内部达到真空环境时, 直径可达到 6 ~ 200mm, 在这种结构标准中, 旋转的频率能够达到 2000r/min,

1 试样说明

试样名称: 电子枪枪体对接胶圈试样状态: 自然状态

试样规格: 外径 $\phi 180 \times 5.3\text{mm}$ 、外径 $\phi 155 \times 5.3\text{mm}$ 、外径 $\phi 150 \times 4\text{mm}$ 、外径 $\phi 25 \times 2.65\text{mm}$; 试验日期: 2020年06月22日 ~ 2020年06月22日。

2 试验目的

获取四种规格密封圈在不同硬度、不同压缩量及相同沟槽尺寸下对应的压紧力。试验设备: (a) 电子拉力机 (使用压缩试验, 如图 1 所示); (b) 塞尺。

3 试验

3.1 试验一

试验对象: $60 \pm 5\text{A}$ 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 $\phi 180 \times 5.3\text{mm}$ 。

试验工装: 试验工装共 1 套, 主要由盖板、托板组成。在托板上开单道燕尾槽, 槽深 4.2mm, 槽宽 5.0mm;



图 1 电子拉力机

试验步骤:

(1) 将 O 型密封圈按照“米”定位法均匀装入托板沟槽内, 要求密封圈在沟槽内不得有拥挤、凹凸不平现象;

(2) 盖上上盖板, 测量在自重条件下上下板间隙, 并记录盖板自重及上下盖板间隙值;

(3) 将装配好 O 型圈的工装放入拉力机夹具正中间;

(4) 设定拉力机参数 (压缩速度设定为 0.8mm/min, 位移极限设定为 0.2mm。注: 多大压缩量位移极限就设定为多大);

(5) 开机测试, 记录不同压缩量所对应的压紧力量值。

3.2 试验二

试验对象: $70 \pm 5\text{A}$ 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 $\phi 180 \times 5.3\text{mm}$;

试验工装: 试验工装共 1 套, 主要由盖板、托板组成。在托板上开单道燕尾槽, 槽深 4.2mm, 槽宽 5.0mm;

试验步骤: 同上。

3.3 试验三

试验对象: $80 \pm 5\text{A}$ 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 $\phi 180 \times 5.3\text{mm}$;

试验工装: 试验工装共 1 套, 主要由盖板、托板组成。在托板上开单道燕尾槽, 槽深 4.2mm, 槽宽 5.0mm;

试验步骤: 同上。

3.4 试验四

试验对象: $60 \pm 5\text{A}$ 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 $\phi 155 \times 5.3\text{mm}$;

试验工装: 试验工装共 1 套, 主要由盖板、托板组成。在托板上开单道燕尾槽, 槽深 4.0mm, 槽宽 4.9mm;

试验步骤: 同上。

3.5 试验五

试验对象: $70 \pm 5\text{A}$ 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 $\phi 155 \times 5.3\text{mm}$;

试验工装: 试验工装共 1 套, 主要由盖板、托板组成。在托板上开单道燕尾槽, 槽深 4.0mm, 槽宽 4.9mm;

试验步骤: 同上。

3.6 试验六

试验对象: 80 ± 5 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈

外径 155×5.3mm；

试验工装：试验工装共 1 套，主要由盖板、托板组成。

在托板上开单道燕尾槽，槽深 4.0mm，槽宽 4.9mm；

试验步骤：同上。

3.7 试验七

试验对象：60±5A 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 150×4mm；

试验工装：试验工装共 1 套，主要由盖板、托板组成。

在托板上开单道矩形槽，槽深 3.0mm，槽宽 3.0mm；

试验步骤：同上。

3.8 试验八

试验对象：70±5A 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 φ 150×4mm；

试验工装：试验工装共 1 套，主要由盖板、托板组成。

在托板上开单道矩形槽，槽深 3.0mm，槽宽 3.0mm；

试验步骤：同上。

3.9 试验九

试验对象：80±5A 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型圈外径 φ 150×4mm；

试验工装：试验工装共 1 套，主要由盖板、托板组成。

在托板上开单道矩形槽，槽深 3.0mm，槽宽 3.0mm；

试验步骤：同上。

3.10 试验十

试验对象：60±5A 硬度级带燕尾槽工装的单道 O 型

圈外径 φ 25×2.65mm；

试验工装：试验工装共 1 套，主要由盖板、托板组成。

在托板上开单道矩形槽，槽深 1.9mm，槽宽 3.0mm；

试验步骤：同上。

4 试验结果

(1) 外径 φ 180×5.3mm O 型密封圈；工装沟槽为单道燕尾槽，槽深 4.2mm，槽宽 5.0mm；硬度级别为 60±5A、70±5A、80±5A，在不同压缩量下所需要的压紧力如表 1 所示。

(2) 外径 φ 180×5.3 不同硬度级别下压缩量与压紧力的关系图如下图 2 所示。

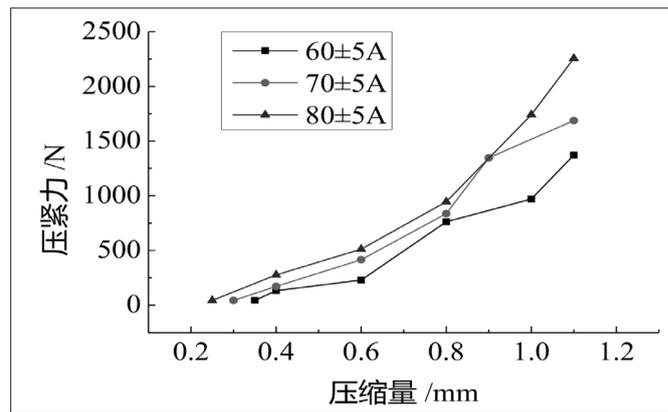


图 2 外径 φ 180×5.3 不同压缩量与压紧力关系

表 1 外径 φ 180×5.3mm 压缩量与压紧力结果

试验项目	产品尺寸	沟槽类型	沟槽尺寸	硬度级别	压缩率	压缩量	间隙	压紧力 (N)	备注
试验一	外径 φ 180×5.3 (mm)	燕尾槽	B=5.0, H=4.2 (mm)	60±5A	6.6%	0.35mm	0.75mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45kg
					7.5%	0.40mm	0.70mm	132.52	
					11.32%	0.60mm	0.5mm	229.32	
					15.09%	0.80mm	0.3mm	762.44	
					18.87%	1.00mm	0.1mm	970.20	
试验二	外径 φ 180×5.3 (mm)	燕尾槽	B=5.0, H=4.2 (mm)	70±5A	5.66%	0.30mm	0.8mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45kg
					7.55%	0.40mm	0.7mm	171.01	
					11.32%	0.60mm	0.5mm	415.68	
					15.09%	0.80mm	0.3mm	836.79	
					16.98%	0.90mm	0.1mm	1346.63	
试验三	外径 φ 180×5.3 (mm)	燕尾槽	B=5.0, H=4.2 (mm)	80±5A	4.72%	0.25mm	0.85mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45Kg
					7.55%	0.40mm	0.7mm	276.85	
					11.32%	0.60mm	0.5mm	512.05	
					15.09%	0.80mm	0.3mm	945.20	
					18.87%	1.00mm	0.1mm	1741.46	
20.75%	1.10mm	0	2256.45						

外径 φ 155×5.3mm O 型密封圈；工装沟槽为单道燕尾槽，槽深 4.0mm，槽宽 4.9mm；硬度级别为 60±5A、70±5A、80±5A，在不同压缩量下所需要的压紧力如表 2 所示。

外径 φ 155×5.3mm 不同硬度级别下压缩量与压紧力的关系图如图 3 所示。

(3) 外径 φ 150×4 (mm) O 型密封圈；工装沟槽为单道燕尾槽，槽

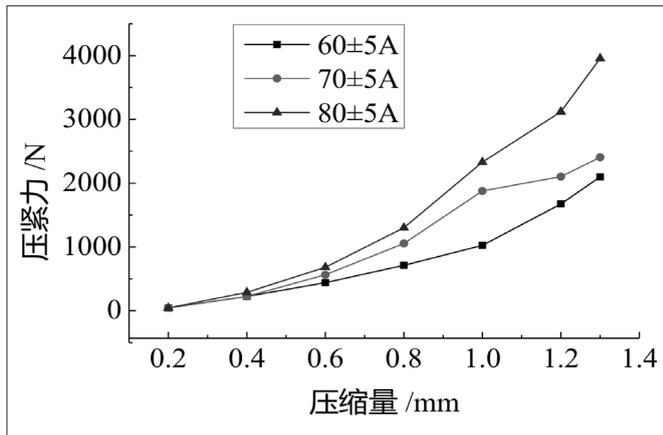


图3 外径 $\phi 155 \times 5.3\text{mm}$ 不同压缩量与压紧力关系

表2 外径 $\phi 155 \times 5.3$ (mm) 压缩量与压紧力结果

试验项目	产品尺寸	沟槽类型	沟槽尺寸	硬度级别	压缩率	压缩量	间隙	压紧力(N)	备注
试验四	外径 $\phi 155 \times 5.3$ (mm)	燕尾槽	B=4.9, H=4.0 (mm)	60±5A	3.77%	0.20mm	1.10mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45Kg
					7.55%	0.40mm	0.9mm	223.93	
					11.32%	0.60mm	0.7mm	440.51	
					15.09%	0.80mm	0.5mm	711.48	
					18.87%	1.00mm	0.3mm	1025.1	
					22.64%	1.20mm	0.1mm	1673.84	
试验五	外径 $\phi 155 \times 5.3$ (mm)	燕尾槽	B=4.9, H=4.0 (mm)	70±5A	3.77%	0.20mm	1.10mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45Kg
					7.55%	0.40mm	0.9mm	223.93	
					11.32%	0.60mm	0.7mm	563.50	
					15.09%	0.80mm	0.5mm	1053.5	
					18.87%	1.00mm	0.3mm	1878.66	
					22.64%	1.20mm	0.1mm	2103.32	
试验六	外径 $\phi 155 \times 5.3$ (mm)	燕尾槽	B=4.9, H=4.0 (mm)	80±5A	3.77%	0.20mm	1.15mm	/	盖板自重状态, 盖板自重 4.45Kg
					7.55%	0.40mm	0.9mm	287.63	
					11.32%	0.60mm	0.7mm	681.59	
					15.09%	0.80mm	0.5mm	1300.95	
					18.87%	1.00mm	0.3mm	2328.87	
					22.64%	1.20mm	0.1mm	3119.83	
			24.53%	1.30mm	0	3956.32			

深 3.0mm, 槽宽 3.0mm; 硬度级别为 60±5A、70±5A、80±5A。

(4) 外径 $\phi 150 \times 4$ 不同硬度级别下压缩量与压紧力的关系。

(5) 外径 $\phi 25 \times 2.65\text{mm}$ O 型密封圈; 工装沟槽为单道燕尾槽, 槽深 1.9mm, 槽宽 3.0mm; 硬度级别为 60±5A、70±5A、80±5A。

5 结语

综上所述, 真空对接胶圈压缩量与压紧力关系经过本实验得到了初步的验证, 尤其是不同硬度级别与压缩量关系上, 经过实验验证出两种呈现正比例关系, 这对于后期实践与应用提供了理论指导, 具有重要价值。

参考文献:

[1] 刘伟, 王冠, 闫杰, 张磊, 李雪梨. 长线列红外探测器真空密封结构设计[J]. 激光与红外, 2020, 50(08): 970-974.

[2] 张璐, 廉龙飞, 黎妹. 模腔密封性的真空辅助检测方法[J]. 内江科技, 2020, 41(02): 37-38.

[3] 初永春, 刁立全, 吴增顺, 于运宝. 加工板式产品的真空吸附工装设计加工[J]. 品牌研究, 2018(06): 280+292.

[4] 李岚. S 公司真空镀膜车间扩产项目风险管理研究[D]. 华南理工大学, 2017.

[5] 何佳丽. 短波发射机可调水冷真空电容自封接头的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(12): 241.

[6] 王华宾, 田彩兰, 刘敏, 迟宏波, 马超, 李纯. 真空电子束焊机的维护与故障修复方法[J]. 航天制造技术, 2015(04): 68-70.

[7] 宋健, 何方, 毕飞. 高真空蒸发系统检漏技术浅析[J]. 电源技术, 2015, 39(03): 644-646.

[8] 张一鸣, 舒友清, 余桂林. 真空辉光离子辐射无涂料胶辊的探讨[J]. 纺织器材, 1996(05): 6-8.

作者简介: 郭志伟(1989-), 男, 汉族, 河南安阳人, 硕士, 工程师, 研究方向: 真空设计、电子枪设计及磁性材料。