

R744在汽车行业推广应用的 痛点及解决方案

应雪汽车科技（常熟）有限公司

2023年3月29日

行业的疑虑

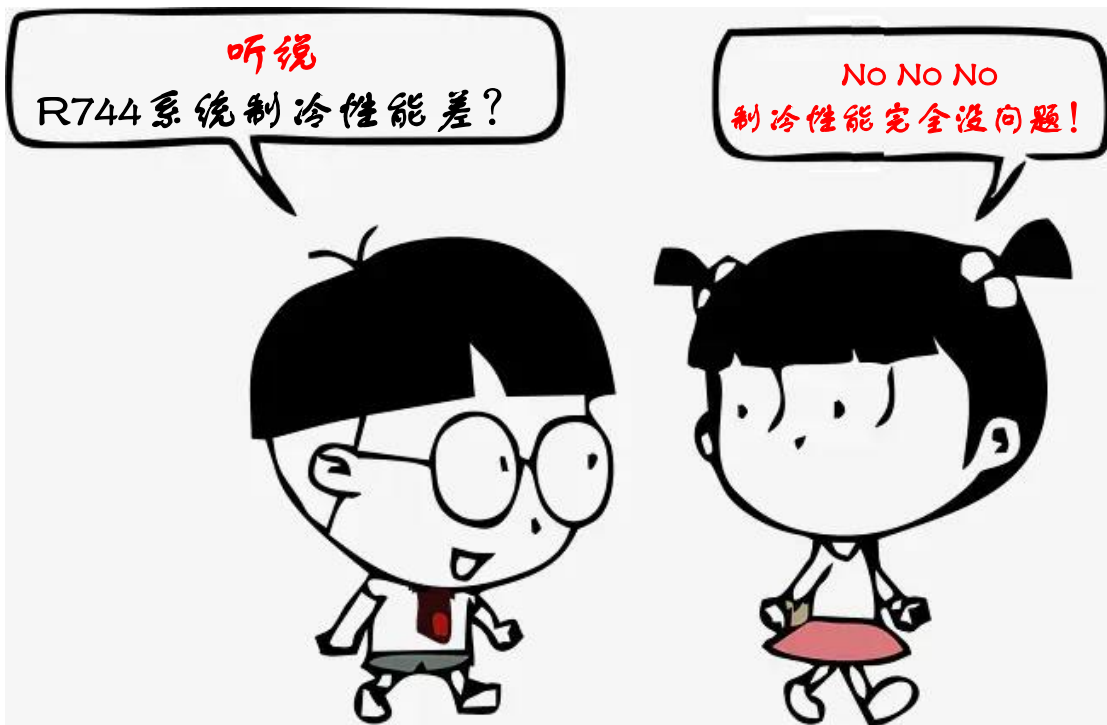
性能和能耗

泄漏

成本



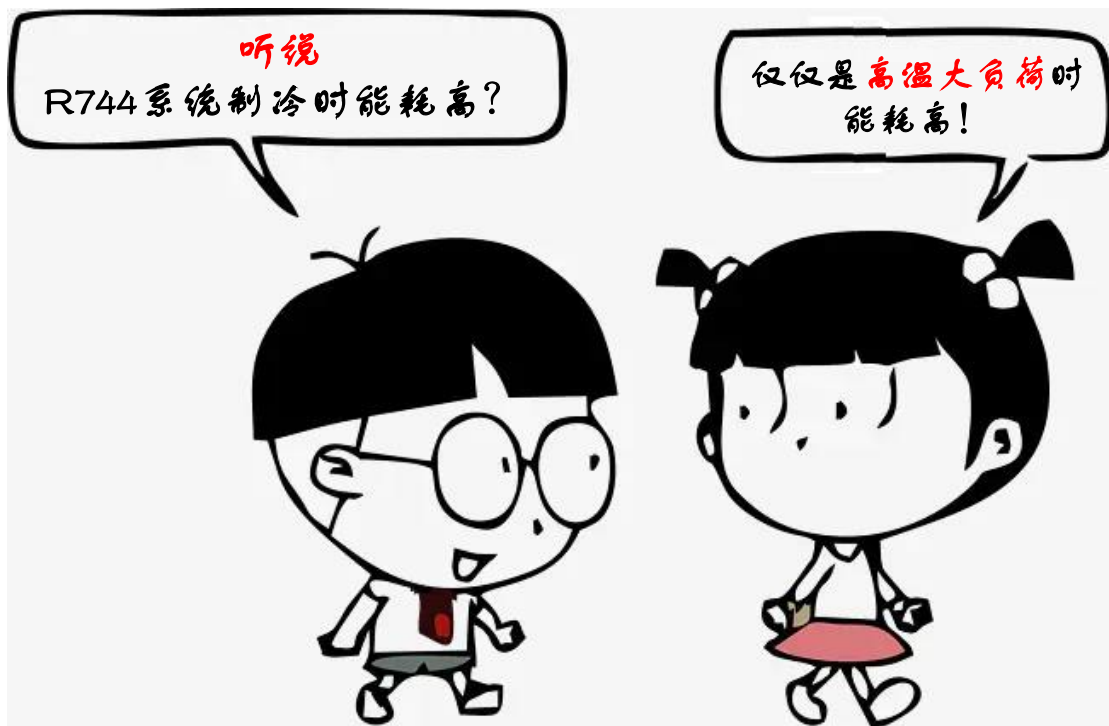
性能和能耗



某车型整车制冷性能

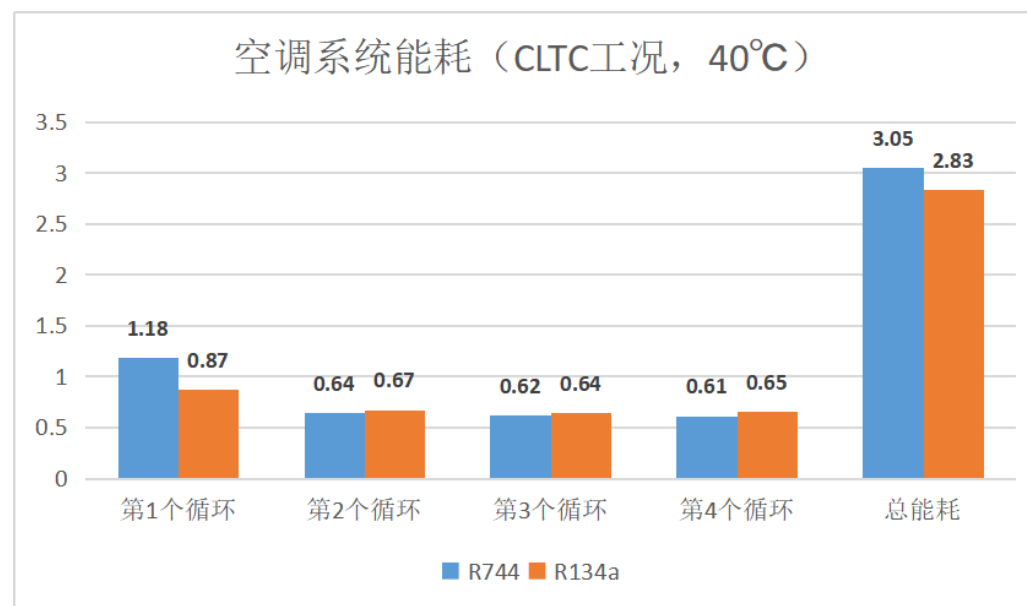
测试条件	车速 km/h	时间 min	性能目标					
			温度点	要求	R744	温度点	要求	R744
环境温度: 45 °C 湿度: 40% 日照: 1000W/m ² 全冷、吹面、内循环 持续65min	45	10	第一排 呼吸点 平均温度	≤ 36 °C	33.0	第二排 呼吸点 平均温度	≤ 39 °C	36.8
	45	20		≤ 26 °C	24.7		≤ 30 °C	28.3
	90	20		≤ 26 °C	21		≤ 27 °C	24
	Idle	15		≤ 26 °C	22.7		≤ 27 °C	24.5
	45	10	第一排 出风口 平均温度	≤ 18 °C	18.0	第二排 出风口 平均温度	≤ 20 °C	18.6
	45	20		≤ 13 °C	12.2		≤ 15 °C	13.0
	90	20		≤ 13 °C	7.6		≤ 15 °C	8.3
	Idle	15		≤ 13 °C	10.7		≤ 15 °C	11.4

性能和能耗



某车型R744系统与R134a系统能耗对比

- 第1个CLTC循环 能耗高36%
- 第2~4个CLTC循环 能耗低3%~6%
- 全部4个循环, 能耗高7.8%

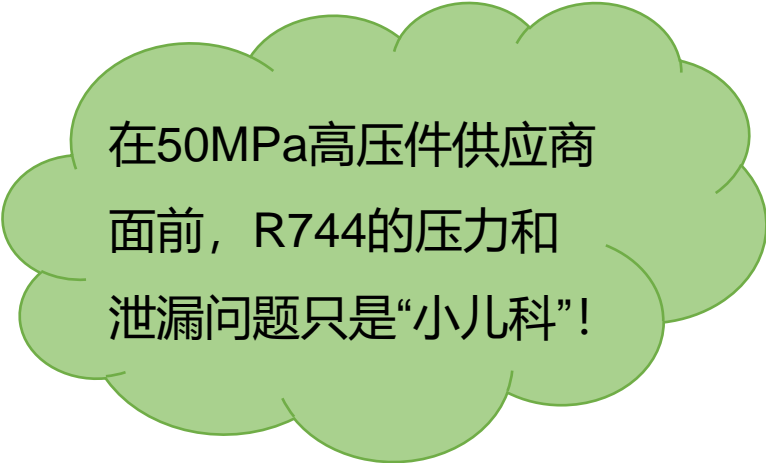


进一步优化方案:

- 优化控制策略, 平衡降温速度 (舒适性) 和能效比;
- 更大排量的压缩机 (降低压缩机转速)。

泄漏解决方案

- 整车安装：大众MEB现有结构的安装工艺方法优化；
- 管路总成：“与车同寿命”的管路设计；
- 管路接口：新型管路接口，更简单，更可靠。
- 充注阀：新型密封结构和材料
- 制冷剂控制阀（膨胀阀、截止阀、泄压阀）：硬密封



在50MPa高压件供应商
面前，R744的压力和
泄漏问题只是“小儿科”！

泄漏解决方案

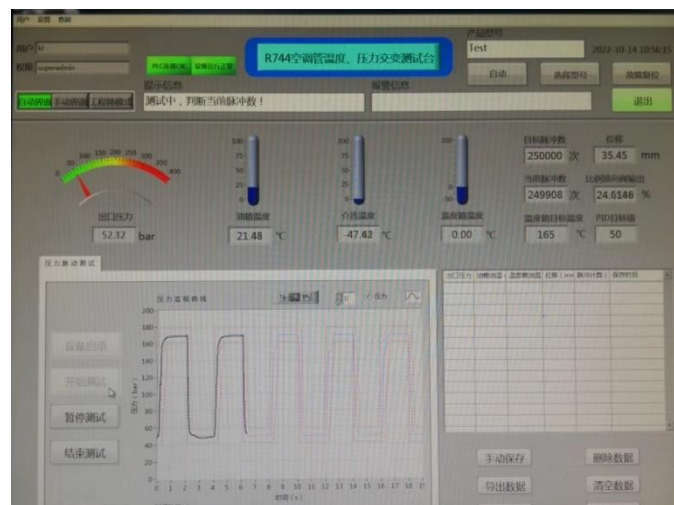
R744管路总成:

- “与车同寿命”的管路设计;

疲劳测试



抗拉强度测试



-28°C~+165°C温度循环，176bar压力脉冲25万次后未出现泄漏。

常温下			温度循环压力脉冲试验后		
管路规格	样品编号	测试结果/N	管路规格	样品编号	测试结果/N
DN6	A/05-02-1	6544	DN6	A/06-02-1	6433
	A/05-02-2	6759		A/06-02-2	6802
	A/05-02-3	6616		A/06-02-3	6516
	A/05-02-4	6554		A/06-02-4	6591
	平均值	6618		平均值	6585
DN8	A/05-02-5	6062	DN8	A/06-02-5	6272
	A/05-02-6	6301		A/06-02-6	6455
	A/05-02-7	6439		A/06-02-7	6194
	A/05-02-8	6084		A/06-02-8	6115
	平均值	6222		平均值	6259
DN10	A/05-02-9	7145	DN10	A/06-02-9	7425
	A/05-02-10	7835		A/06-02-10	7783
	A/05-02-11	7900		A/06-02-11	7639
	A/05-02-12	7548		A/06-02-12	7471
	平均值	7607		平均值	7579

泄漏解决方案

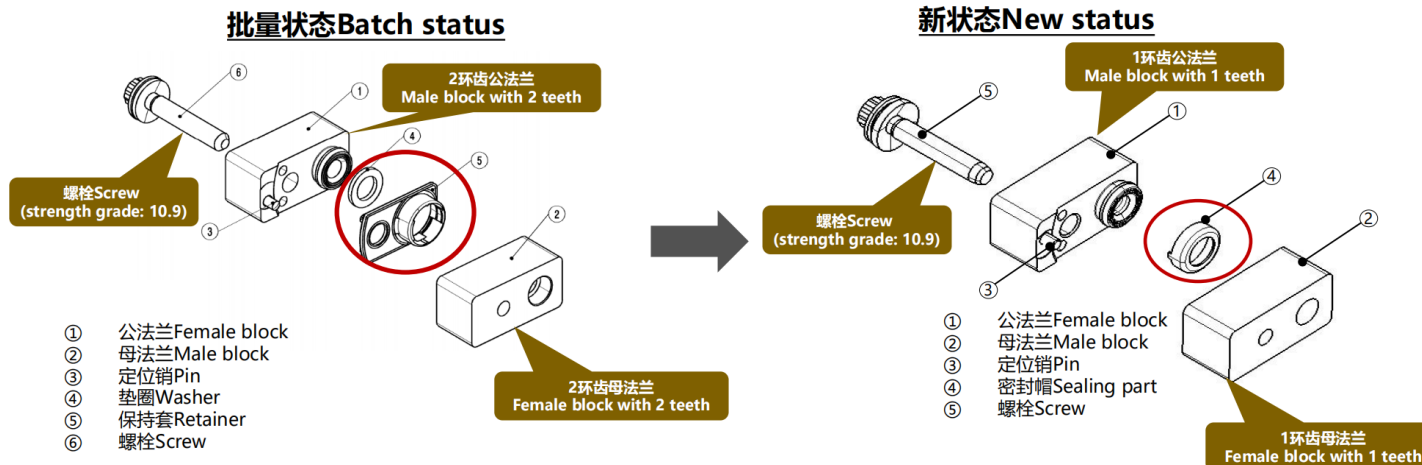
管路连接结构:

➤ 更简单、更可靠的新结构。

批量状态 (双环密封齿)

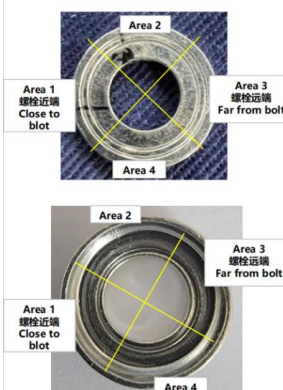


新状态 (单环密封齿)

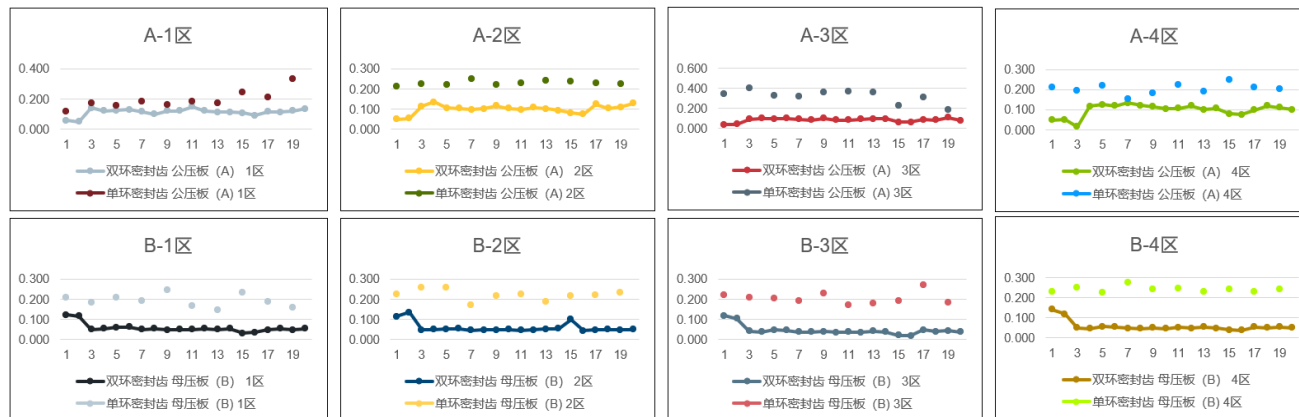


实用新型专利号 (众源) Utility model patent number (Zhongyuan) : 202220379196.X
发明专利号 (众源) Invention patent number (Zhongyuan) : 202210171475.1

相同扭矩下的密封深度 (13Nm) Sealing depth in same torque (13Nm)



压痕深度	公压板 (A)	双环密封齿				单环密封齿			
		1区	2区	3区	4区	1区	2区	3区	4区
1#	内圈	0.056	0.049	0.039	0.049	0.121	0.113	0.118	0.141
	外圈	0.049	0.053	0.043	0.051	0.115	0.134	0.103	0.119
2#	内圈	0.120	0.134	0.099	0.116	0.054	0.050	0.036	0.045
	外圈	0.124	0.105	0.097	0.124	0.059	0.051	0.046	0.056
3#	内圈	0.129	0.104	0.100	0.118	0.061	0.054	0.044	0.054
	外圈	0.116	0.096	0.093	0.133	0.050	0.044	0.036	0.048
4#	内圈	0.099	0.101	0.085	0.121	0.054	0.048	0.036	0.046
	外圈	0.120	0.115	0.100	0.114	0.047	0.047	0.039	0.050
5#	内圈	0.122	0.104	0.085	0.105	0.049	0.050	0.035	0.047
	外圈	0.148	0.097	0.085	0.107	0.050	0.045	0.036	0.053
6#	内圈	0.122	0.108	0.091	0.119	0.054	0.048	0.035	0.049
	外圈	0.112	0.101	0.095	0.100	0.050	0.052	0.041	0.054
7#	内圈	0.112	0.092	0.096	0.106	0.053	0.053	0.037	0.049
	外圈	0.107	0.080	0.065	0.080	0.030	0.098	0.021	0.040
8#	内圈	0.090	0.075	0.063	0.075	0.034	0.042	0.017	0.038
	外圈	0.116	0.124	0.087	0.097	0.048	0.048	0.046	0.055
9#	内圈	0.112	0.104	0.083	0.118	0.053	0.050	0.038	0.050
	外圈	0.121	0.109	0.109	0.111	0.048	0.047	0.042	0.054
10#	内圈	0.134	0.128	0.078	0.100	0.053	0.049	0.037	0.051
	外圈	0.134	0.128	0.078	0.100	0.053	0.049	0.037	0.051



泄漏解决方案

管路连接结构:

- 更简单、更可靠的新结构。

经过温度循环及脉冲压力耐久后，**单环密封齿**的接口结构在17.6MPa的高压密封测试下能够满足密封性要求。

压力脉冲条件

测试压力

- 上脉冲压力: 17MPa±5%;
- 下脉冲压力: 5±0.85MPa;

遵循时间

- 在0.2±0.05s从5MPa上升至上脉冲压力的85%;
- 压力从85%上升至100%所需时间0.4±0.05s;
- 最小/最大压力保持时间1.4±0.1s;
- 从上脉冲压值下降到15%时间0.2±0.05s;

脉冲次数:

负载循环最小次数: 15万次

温度循环条件

- 温度循环间隔:
-28°C至+165°C (±2 K), 加热/冷却速度: 1K/min, 最小/最小保持时间: 每个30分钟
- 循环时间: 450分钟 (30 - 195 - 30 - 195)

温度循环与压力脉冲试验



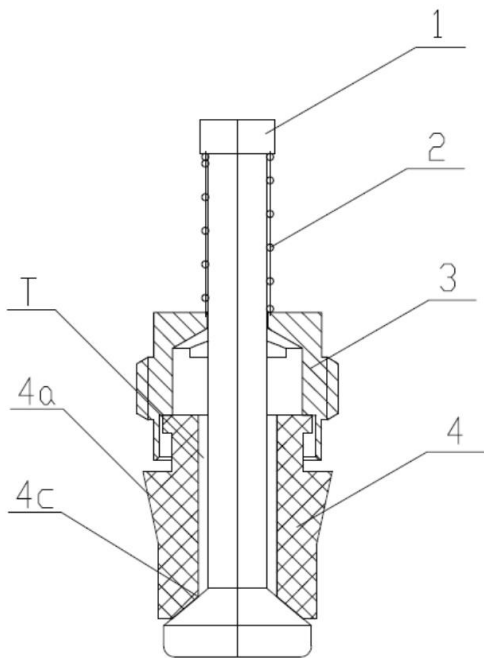
高压氦检



泄漏解决方案

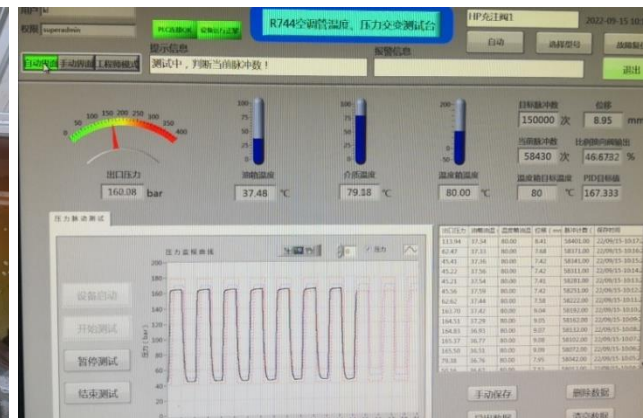
充注阀:

➤ 新结构:



应雪发明专利:CN202210423507.2

压力脉冲耐久测试



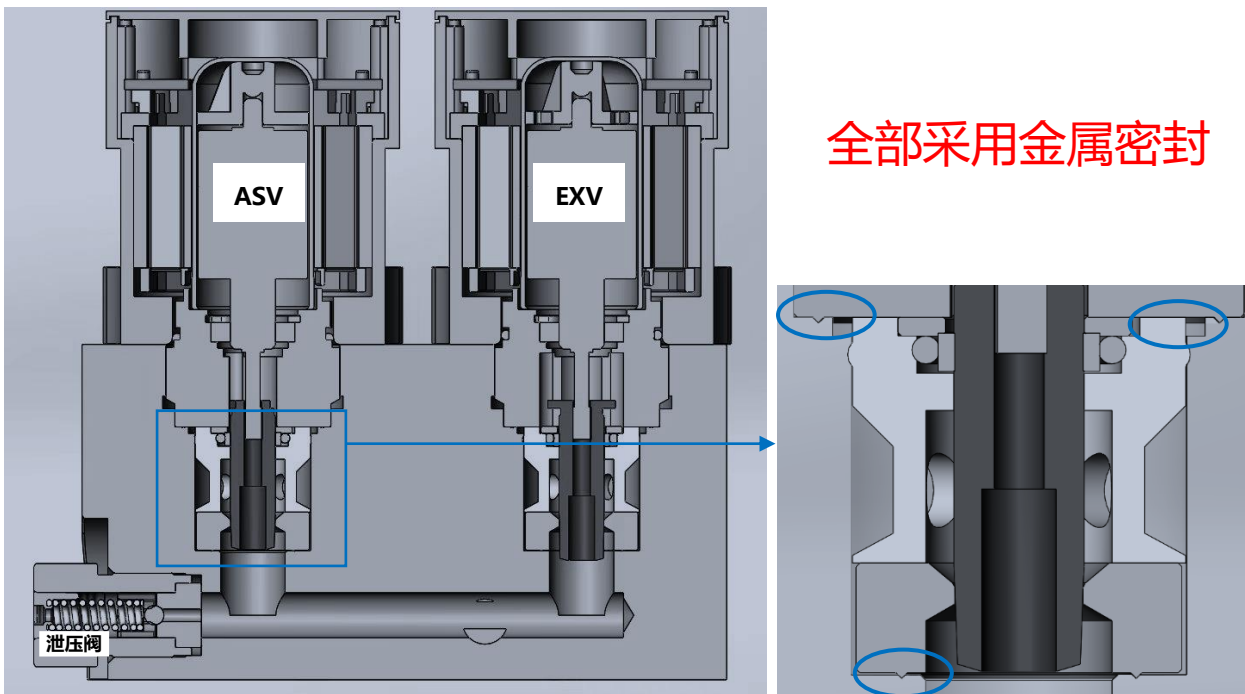
温度循环测试



耐久试验及温度循环试验后, 密封性能完好: <1g/a (R744) ;
试验数据由上海众源燃油分配器有限公司提供

泄漏解决方案

制冷剂阀（电子膨胀阀、电子截止阀、泄压阀）：

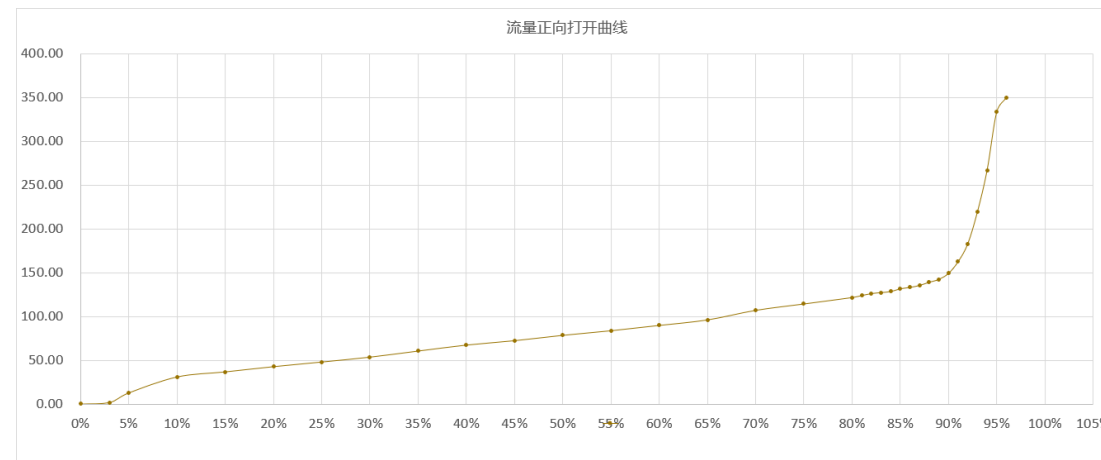


- 内外漏密封方式不采用O型圈密封，金属材料机械硬密封不受高低温和制冷剂影响。
- 众源专利：CN202011397721.2
- 众源专利：CN214743587U
- 众源专利：CN202110476675.3

外漏测试数据

试样类型	测试条件 (温度℃)	测试条件 (压力Mpa)	单项测试结果 (g/a)	权重 (%)	加权结果 (g/a)	综合结果 (g/a)	合格范围
膨胀阀 (4F160629)	-30	1.43	0.10	4	0.004	0.1011	< 2 g/a
	0	3.5	0.08	16	0.0128		
截止阀 (4F040629)	30	7.0	0.074	70	0.0518		
	40	10.0	0.15	5	0.0075		
	100	7.0	0.5	5	0.025		

流量曲线



成本

- 与R134a热泵系统相比，R744热泵系统结构件成本略有上升，但**减少了高压PTC**。规模化后成本基本相当。

	R134a热泵型 热管理系统	R744热泵型 热管理系统	成本差异 (R744热泵)
热管理控制器	1	1	→
电动压缩机	1	1	↑
HVAC	1	1	→
冷凝器/气冷器	1	1	→
Chiller	1	1	→
膨胀阀	若干	若干	↑
截止阀	若干	若干	↑
PT传感器	若干	若干	↑
气液分离器	1	带回热器	↑↑
管路	1套	1套	↑↑
PTC	APT C或WPT C	×	↓↓↓↓



欢迎私聊零部件价格现状及趋势

信心 决心 规模

谢谢!