

铁路专用产品质量监督抽查检验实施细则

编 号：GTCC-030-2021

铁路车辆空气弹簧

2021 年 12 月 09 日发布

2021 年 12 月 09 日实施

国 家 铁 路 局

铁路车辆空气弹簧产品质量监督抽查检验实施细则

1 适用范围

本细则规定了铁路车辆空气弹簧产品质量监督抽查（以下简称监督抽查）检验的全部项目。适用于铁路客车、货车及动车组用新造空气弹簧的监督抽查检验，具体检验项目根据监督抽查计划确定。

2 检验依据

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本细则必不可少的条款，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本细则。

TB/T 2841—2019 铁路车辆空气弹簧

3 抽样

3.1 抽样方案

采用一次抽样检验，根据铁路专用产品质量监督抽查计划检验内容，按照表 1 随机抽取一定数量的样品，随机数一般可使用随机数表等方法产生。

表 1 抽样数量及要求

抽样数量	抽样基数	备注
2 套（含备用样品 1 套）	大于等于 8 套 （胶料不做基数要求）	1 套样品含 1 件空气弹簧成品、 2 组辅助弹簧及 1 组胶料
说明： 1. 备用样品封存于生产企业或用户； 2. 在用户抽样时，不作基数要求； 3. 抽查计划包含本细则规定的全部项目时，按本表规定的抽样数量抽取样品（含备用样品）；当仅包含部分项目时，根据实际需求抽取样品（含备用样品），抽样基数不变； 4. 当进行胶料的性能检验时，被抽样企业应单独提供胶料试样 1 组：气囊外胶层、上盖（适用时）、支座（适用时）、橡胶堆胶料分别抽取试片 3 件（每边长>120mm，厚 2mm±0.2mm）。		

3.2 抽样地点

在生产企业或用户抽取。

3.3 抽样要求

由国家铁路局委托的检验机构组织抽样，具体抽样要求按《铁路专用产品质量监督抽查管理办法》（国铁设备监规〔2020〕63 号）执行。

抽查的样品应是两年内生产、经生产企业检验合格且未经使用的产品。

4 检验条件

4.1 检验环境条件

检验环境条件按所依据的标准规定的试验条件执行。

4.2 检验用主要仪器仪表及设备

检验用仪器仪表及设备的量程、精度应满足标准要求，具有计量检定/校准证书且状态良好。检验用主要仪器仪表及设备要求见表 2。

表 2 检验用主要仪器仪表及设备

序号	仪器仪表及设备名称	规 格		备注
		量 程	准确度/分度值	
1	空气弹簧性能试验台	0~200kN -200mm~200mm 0~1MPa	示值的 1%	—
2	空气弹簧刚度试验台	0~200kN -200mm~200mm 0~1MPa	示值的 1%	—
3	耐压试验台	0~1MPa	示值的 1%	—
4	高低温试验箱	-50℃~70℃	温度均匀度：±2℃	—
5	疲劳试验台	0~200kN -200mm~200mm 0~1MPa	示值的 1%	—
6	蠕变试验台	200kN	示值的 1%	—
7	爆破试验台	不小于 2.5MPa	1%	—
8	直角尺	0~300mm	0.1mm	—
9	游标卡尺	0~300mm	0.02mm	—
10	静刚度试验机	0~300kN	示值的 1%	—
11	臭氧老化试验箱	0~300pphm	±5pphm	—
12	热空气老化箱	室温~200℃	±1℃	—
13	辊筒式磨耗机	(40±1)r/min	—	—
14	邵氏 A 硬度计	0~100Shore A	1 Shore A	—
15	分析天平	0~200g	1mg	—
16	橡胶脆性温度试验仪	-70℃~室温	1℃	—
17	脆化试验机	-70℃~室温	1℃	—
18	低温回缩试验机	—	±1%	—

4.3 使用现场的检测仪器仪表及设备

使用现场的检测仪器仪表及设备前，应检查其是否处于正常的工作状态，是否具有计量检定/校准证书，满足规定要求方可使用。

5 检验内容及检验方法

检验内容、检验方法、执行标准条款及不合格类别划分见表 3。

6 检验程序

6.1 检验前准备工作

6.1.1 检验机构应当依据国家标准、铁路行业标准及相关技术规范和产品抽查检验实施细则等方面要求制定样品接收、入库、领用、检验、保存及处理的程序规定，并严格执行，避免出现可能对检验结果产生影响的情况。

6.1.2 检验人员收到样品后，应当通过拍照或者录像的方式检查记录样品的外观、状态、封条有无破损以及其他可能对检验结论产生影响的情形，并核对样品与《抽样单》的记录是否相符。

6.1.3 产品检验使用的仪器设备应当符合有关标准规范要求，并在计量检定/校准周期内保证正常运行。

6.1.4 对需要现场检验的产品，检验机构应当制定现场检验规程，并保证对同一产品的所有现场检验遵守相同的检验规程。

6.2 项目检验顺序

检验项目按下列顺序进行：

空气弹簧成品样品：标志、外观检查→极限垂向工作载荷下的外观检查→压力载荷特性试验→常温气密性试验→新品时的外形尺寸、充排气扭转变形尺寸、压力载荷稳定性试验、垂向静态刚度试验→垂向动态刚度试验→垂向阻尼系数特性试验→水平静态刚度试验→最大水平位移下的外观检查→水平动态刚度试验→扭转静态刚度试验→扭转动态刚度试验→低温气密性试验→疲劳试验→疲劳后气密性试验→疲劳后压力载荷特性试验→疲劳后垂向静态刚度试验→疲劳后水平静态刚度试验→疲劳试验后的外形尺寸→爆破试验→耐磨耗性能→摩擦系数→摩擦疲劳性能。

辅助弹簧样品 1：定载荷 F_1 下的高度试验→载荷位移特性试验→垂向动态刚度试验→低温性能试验→高温老化试验。

辅助弹簧样品 2：定载荷 F_1 下的高度试验→载荷位移特性试验→垂向动态刚度试验→粘接强度试验→静态蠕变试验。

胶料样品：耐低温性能试验、耐臭氧性能试验、耐清洗剂性能试验。

6.3 检验操作程序

6.3.1 检验人员应当熟悉相关产品的国家标准、铁路行业标准和产品抽查检验实施细则有关规定，经培训考核合格，具有相应的专业技术职称和能力。

6.3.2 检验机构应当按规定的检验方法和检验条件进行产品检验。

6.3.3 检验过程中遇有样品失效或检验仪器设备故障等情况致使检验无法进行时，应当如实记录即时情况，并留存充分的证实材料。

6.3.4 检验原始记录应当如实填写，保证真实、准确、清楚，不得随意涂改，并妥善保留备查。

6.4 检验结束后的处理

样品应当在监督抽查结果公布后退还生产企业。生产企业提出样品可不退还的，由双方协商处置。

7 数据处理

检验结果有效值截取的规定见表 4。

表 4 检验结果的有效值

序号	检验项目	检验结果		备注
		有效值位数	单位	
1	空气弹簧：刚度检测	□或□.□	N/mm	—
2	几何尺寸	□或□.□	mm	—
3	气密性	□	kPa	—
4	辅助弹簧：载荷位移特性试验	□或□.□	kN/mm	—
5	摩擦系数	□.□或□.□□	—	—
6	爆破试验	□.□	MPa	—
7	耐清洗剂性能	□	H _A	—
8	耐磨耗性能	□	mm ³	—

8 检验结果的判定

按表 3 中的项目对样品进行检验，以其中的技术指标进行判定。

8.1 单项判定

A、B 类不合格判定方案为[n；Ac，Re]；其中“n”为 A、B 类检验项目的样品数量，“Ac”

为合格判定数，“Re”为不合格判定数，当检验项目满足其判定方案时，该项目为合格，否则为不合格，其判定方案见表5。

表5 铁路车辆空气弹簧检验项目及单项判定方案

序号	检验项目	不合格类别	样品数量	判定方案		备注
				合格判定数 Ac	不合格判定数 Re	
空气弹簧成品						
1	标志	A	1	0	1	—
2	外观检查	B	1	0	1	—
3	极限垂向工作载荷下的外观检查	A	1	0	1	—
4	压力载荷特性试验	A	1	0	1	—
5	常温气密性试验	A	1	0	1	—
6	低温气密性试验	A	1	0	1	—
7	新品时的外形尺寸	B	1	0	1	—
8	充排气扭转变形尺寸	A	1	0	1	—
9	压力载荷稳定性试验	B	1	0	1	适用时
10	垂向静态刚度试验	A	1	0	1	—
11	垂向动态刚度试验	B	1	0	1	适用时
12	垂向阻尼系数特性试验	B	1	0	1	适用时
13	水平静态刚度试验	A	1	0	1	—
14	最大水平位移下的外观检查	A	1	0	1	—
15	水平动态刚度试验	B	1	0	1	适用时
16	扭转静态刚度试验	B	1	0	1	适用时
17	扭转动态刚度试验	B	1	0	1	适用时
18	疲劳试验	A	1	0	1	—
19	疲劳后气密性试验	A	1	0	1	—
20	疲劳后压力载荷特性	B	1	0	1	适用时
21	疲劳后垂向静态刚度试验	A	1	0	1	—
22	疲劳后水平静态刚度试验	A	1	0	1	—
23	疲劳试验后的外形尺寸	B	1	0	1	—
24	爆破试验	A	1	0	1	—

序号	检验项目	不合格类别	样品数量	判定方案		备注
				合格判定数 Ac	不合格判定数 Re	
25	耐磨耗性能	A	1	0	1	—
26	摩擦系数	A	1	0	1	适用时
27	摩擦疲劳性能	A	1	0	1	适用时
辅助弹簧						
28	辅助弹簧定载荷下 F_1 的高度试验	A	2	0	1	适用时
29	辅助弹簧载荷位移特性试验	A	2	0	1	—
30	辅助弹簧垂向动态刚度试验	B	2	0	1	适用时
31	辅助弹簧静态蠕变试验	B	1	0	1	适用时
32	辅助弹簧粘接强度试验	A	1	0	1	锥形橡胶堆和沙漏橡胶堆：适用时；平板橡胶堆不进行该项试验
33	辅助弹簧高温老化试验	B	1	0	1	适用时
34	辅助弹簧低温性能试验	B	1	0	1	适用时
胶料						
35	耐低温性能试验	A	1	0	1	—
36	耐臭氧性能试验	A	1	0	1	—
37	耐清洗剂性能试验	A	1	0	1	—
说明	备注中“适用时”是指用户的技术协议/技术条件有明确判定依据时应进行该项目试验，如无明确判定依据，可不进行该项试验。					

8.2 综合判定

当 A、B 类不合格满足表 6 所示判定方案时，所检样品合格，判本次监督检查产品检验合格，否则为不合格。

表 6 综合判定方案

不合格类别	检验项目数量	判定方案	
		合格判定数 Ac	不合格判定数 Re
A 类 (空气弹簧成品、辅助弹簧、胶料)	n	0	1

不合格类别	检验项目数量	判 定 方 案	
		合格判定数 Ac	不合格判定数 Re
B 类 (空气弹簧成品)	9~10	4	5
	8	3	4
	5~7	2	3
	2~4	1	2
	1	0	1
B 类 (辅助弹簧)	2~4	1	2
	1	0	1

9 异议处理

对判定不合格产品进行异议处理时，按以下方式进行：

- 9.1 核查不合格项目相关证据，能够以记录（纸质记录或电子记录或影像记录）或与不合格项目相关联的其它质量数据等检验证据证明。
- 9.2 对需要复检并具备检验条件的，按原监督抽查方案对留存的样品或抽取的备用样品进行复检，并出具检验报告。复检结论为最终结论。

10 附则

本细则起草单位：国家铁路局装备技术中心、中铁检验认证中心有限公司。

本细则主要起草人：郭树祥、刘霞、郭艺丹、宋玉亮、卢翀、于兆华、王珏、宋瑞。

本细则由国家铁路局管理。

表 3 铁路车辆空气弹簧监督抽查检验项目及方法

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
空气弹簧成品								
1	标志	A	TB/T 2841—2019 第 9.1 条	每一个空气弹簧在外表面容易看到的部位应有清晰持久的标志，标志应至少包括以下内容： a) 供应商标志； b) 如供应商有多个制造工厂，还应有制造工厂代号； c) 产品型号； d) 生产日期（包括年、月或年、周）； e) 唯一的生产序列号； f) 用户要求的其他信息	TB/T 2841—2019 第 9.1 条	目测检查	—	—
2	外观检查	B	TB/T 2841—2019 第 6.2.1 条	气囊帘线不应外露，内外表面均不应有气泡、裂口、损伤或异物掺入胶层，配合面不应有缺胶、气泡、异物混入等缺陷，标识应清晰； 对于有硫化橡胶的上盖、支座、橡胶堆的橡胶表面应光滑，无异物掺人和附着，无伤痕、龟裂、气泡和剥离等缺陷；对于没有硫化橡胶的金属上盖、支座和扣环表面，不应有毛刺或可见的铸造砂孔，可产生锈蚀的金属材质表面应进行防锈处理，标识应清晰	TB/T 2841—2019 第 7.3.1 条	在（23±15）℃温度下，目测检查	—	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
3	极限垂向工作载荷下的外观检查	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.4 条	极限垂向工作载荷充气试验时，气囊不应出现撕裂、裂纹等破坏性的状态，橡胶堆不应出现鼓包、开裂及其他不可恢复的损伤	TB/T 2841—2019 第 7.3.4 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，目测检查，空气弹簧处于静止充气状态且垂直安装，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，内部压力 $P > 1.3P_0$ 且保持 $1 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$ 。然后检查空气弹簧外表面	耐压试验台 / 空气弹簧性能试验台	—
4	压力载荷特性试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.4.2 条	符合用户的规定，压力 P 的公差范围见 TB/T 2841—2019 附录 B	TB/T 2841—2019 第 7.5.2 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，将空气弹簧安装在试验台上，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$，上下底面平行、处于静止充气状态。 a) 如果用户的压力载荷特性要求是以不同载荷下对应的压力值表示，则按照下列方法进行试验：向空气弹簧充气，使垂向载荷达到 $F_1 (1 \pm 0.01)$，待压力稳定后，记录对应的空气弹簧内部压力值，不同载荷之间以降序加载，两相邻载荷之间的试验不宜中断。 b) 如果用户的压力载荷特性要求是以曲线形式表示，则按照下列方法进行试验：先试验对应最大垂向工作载荷 F_0 的压力 P_0，以压力降低顺序进行，与 P_0 最近的压力取整数，步长为 100 kPa，使压力从 P_0 降到 200 kPa，记录每个压力下的垂向载荷，相邻压力之间的试验不宜中断	空气弹簧性能试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
5	常温气密性试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.5.1 条	进行常温气密性试验，压力下降量不应超过 10kPa	TB/T 2841—2019 第 7.3.5.1 条	在 $(23\pm 15)^{\circ}\text{C}$ 温度下，空气弹簧处于静止状态，上盖与底面平行，安装高度为 $H=(H\pm 2)\text{mm}$ ，向空气弹簧充气使压力 $P>1.3P_0$ 并至少保持 30s，然后降低空气弹簧内部压力，使 $P>0.9P_0$ ，关闭充气和排气开关，保持 10min，测量最后 5min 的压力下降量	空气弹簧性能试验台	—
6	低温气密性试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.5.2 条	进行低温气密性试验，压力下降量不应超过 10kPa	TB/T 2841—2019 第 7.3.5.2 条	空气弹簧处于静止状态，上盖与底面平行，安装高度为 $H=(H\pm 2)\text{mm}$ ，向空气弹簧充气使压力 $P>1.3P_0$ 并检查管路确保密封完好，选择试验温度 -25°C 或 -40°C ，保温 24h 后，调整压力使 $P>0.9P_0$ ，关闭充气和排气开关，保持 10min，测量最后 5min 的压力下降量	空气弹簧性能试验台、高低温试验箱	—
7	新品时的外形尺寸	B	TB/T 2841—2019 第 6.3.1 条	空气弹簧气囊最大外径 D 、气囊底部到辅助弹簧底面的间隙 H ，另外加上制造公差，结果应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.4.1 条	在 $(23\pm 15)^{\circ}\text{C}$ 温度下，空气弹簧承受最大垂向工作载荷，待压力稳定后，测量空气弹簧的最大直径 D 和间隙 H	空气弹簧性能试验台、游标卡尺、直角尺	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
8	充排气扭转变形尺寸	A	TB/T 2841—2019 第 6.3.3 条	标记线相对激光线的偏移量应小于 5mm	TB/T 2841—2019 第 7.4.3 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，向空气弹簧内部充入气体，使内压达到 20kPa~50kPa，将空气弹簧保持在标准高度，用激光显线仪在气囊上打出一条竖直的光线（该线扫过的平面应垂直于试验台面），并用记号笔沿激光线从气囊顶部至底部画出一条标记线（粗细不超过 1mm，与激光线应重合），并在标记线底部（靠近橡胶堆一侧）沿水平方向画一条垂直交叉线，以交叉点作为测量点。继续充气，使内部压力达到 500kPa，测量并记录标记线与激光线沿交叉方向的偏移量。也可以在 500kPa 及以上内压下按上述方法画线，排气后测量标记线与激光线的相对偏移量	空气弹簧性能试验台、游标卡尺、直角尺	—
9	压力载荷稳定性试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.3 条	压力载荷稳定性是指在给定的 P_1 下，垂向载荷 F_1 随垂向位移 d 的变化情况，垂向载荷 F_1 随垂向位移 d 的相对变化量应在 TB/T 2841—2019 附录 B 规定的公差范围内	TB/T 2841—2019 第 7.5.3 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，空气弹簧安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，上下底面平行，处于静止充气状态，空气弹簧内部压力 $P_0 (1 \pm 0.05)$ ，对应垂向载荷为 F_0 。在最大压力 P_0 下，进行 5 个从 $-d_0$ 到 $+d_0$ 的垂向振动循环，在安装高度下静态放置 $(15 \pm 2) \text{ min}$ 。测量标准高度 H 下对应内压 P_1 的载荷，然后使空气弹簧分别达到 $H+d_1$ 、 H 、 $H-d_1$ 、 H 的高度，公差为 $\pm 2 \text{ mm}$ ，达到期望的高度后，压力保持在 P_1 ，记录空气弹簧在每个高度时的垂向载荷	空气弹簧性能试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
10	垂向静态刚度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.2 条	垂向静态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.2.2 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，空气弹簧安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$，附加气室符合用户的要求，在要求的载荷下：对于 I 类、II 类空气弹簧，试验速度为 $(5 \pm 0.5) \text{ mm/s}$，加载波形为三角波，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的垂向静态刚度，不同振幅应以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 2min~3min。振幅：a=5mm、10mm、15mm、20mm、…、d_0；20mm 以后的增量为 10mm，采用振幅 a=10mm 的结果对垂向静态刚度进行评判，其他振幅下的结果仅供用户参考。如测试不同载荷下的垂向静态刚度，载荷加载应以降序进行，两相邻载荷逐渐测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 12。 对 III 类空气弹簧，充入 100kPa 的压缩空气，确认压力没有下降，切断空气弹簧的供、排气，记录此时的空气弹簧载荷和压力，然后垂向压缩 10mm，在该位置停止 30s 以后，记录空气弹簧的垂向载荷和内压。每进行 10mm 的位移都要做相同的记录，直到接触到辅助弹簧为止，再向上拉伸至规定的最大位移，然后再次压缩至标准高度，根据以上方法继续进行 200kPa、300kPa、400kPa、500kPa 的试验。结果通过 TB/T 2841-2019 公式（4）进行计算	空气弹簧刚度试验台/空气弹簧性能试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
11	垂向动态刚度试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.5 条	垂向动态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.3.2 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$，对于 I 类、II 类空气弹簧，在规定载荷下，测试不同振幅下以及不同频率下的垂向动态刚度；试验频率根据用户的要求确定，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的垂向刚度，不同振幅以升序进行测试，相邻的测试间隔为 $2\text{min} \sim 3\text{min}$。如用户没有指定试验频率，频率宜为 1.0Hz、2.0Hz、3.0Hz，振幅为 5mm、10mm。如测试不同载荷下的垂向刚度，载荷加载以降序进行，两相邻载荷之间测试不中断。垂向动态刚度测试过程见 TB/T 2841—2019 图 15。对于同一垂向载荷在不同频率下的测试，测试频率应以升序进行。 对 III 类空气弹簧，根据共振频率，通过 TB/T 2841—2019 公式 (5) 计算共振频率下的垂向动态刚度	空气弹簧刚度试验台/空气弹簧性能试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
12	垂向阻尼系数特性试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.4 条	垂向阻尼系数特性针对装有节流阻尼装置的空气弹簧，测试给定的垂向载荷 F 下的垂向阻尼系数 C_d ，结果应符合用户的规定。用户应给出任一垂向载荷时的垂向阻尼系数 C_d 的要求，公差限度值应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.4 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，附加气室容积符合用户的要求，对于任一个垂向载荷，测试不同振幅下的垂向阻尼系数，不同激励振幅应以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 $2\text{min} \sim 3\text{min}$ 。如果用户没有指定试验频率范围，频率为 $0.01\text{Hz} \sim 5\text{Hz}$ ，试验以变频扫描的方式进行，振幅为 2.5mm 、 5mm 、 7.5mm 。对于每个振幅进行变频扫描，记录空气弹簧上平面响应位移变化曲线，每个激励振幅下响应振幅最大时对应的频率为共振频率，共振频率时响应振幅与激励振幅的比值为共振倍率，利用 TB/T 2841—2019 公式 (6) 计算得到阻尼系数	空气弹簧性能试验台/空气弹簧振动试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
13	水平静态刚度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.3 条	水平静态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.2.3 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$，对于 I 类、II 类空气弹簧，试验速度为 $(5 \pm 0.5) \text{ mm/s}$，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的水平刚度，不同振幅应以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 $2 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$。当 $d_0 \leq 20 \text{ mm}$ 时，振幅 $a = 5 \text{ mm}$、10 mm、d_0，增量为 5 mm；当 $d_0 > 20 \text{ mm}$ 时，振幅 $a = 5 \text{ mm}$、10 mm、15 mm、20 mm、$\dots$、d_0，20 mm 以后的增量为 10 mm。采用振幅 $a = 10 \text{ mm}$ 的结果对水平静态刚度进行评判，其他振幅下的结果仅供用户参考。如果测试不同垂向载荷下的水平静态刚度，垂向载荷加载应以升序进行，两相邻载荷之间测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 13。 对于 III 类空气弹簧，充入 100 kPa 的压缩空气后，从中心位置沿水平方向加载至最大位移处，然后回到中心位置，沿水平方向反向加载至最大位移处，然后再次回到中心位置。在此过程中，每施加 10 mm 位移，都要在其位置停止 30 s 后再测定该位置的空气弹簧水平载荷，采用振幅 $\pm 10 \text{ mm}$ 的结果对横向静态刚度进行评判，在本试验方法中，将标准高度时的内压依次变为 200 kPa、300 kPa、400 kPa、500 kPa、600 kPa，继续重复进行上述试验过程	空气弹簧刚度试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
14	最大水平位移下的外观检查	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.2 条	各零部件不应出现不可恢复的变形或损伤, 并进行气密性检查, 不应泄漏。恢复至无水平位移状态, 最大水平位移试验前后压力下降量不应超过 10kPa	TB/T 2841—2019 第 7.3.2 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下, 安装高度为 $H_t = (H \pm 2) \text{ mm}$, 对于 I 类、II 类空气弹簧, 垂向载荷不大于 0.7 倍最小垂向工作载荷 (空车时载荷), 当空气弹簧达最大水平位移后保持 1min~3min, 检查整个空气弹簧外观。检查结束后, 恢复至无水平位移状态, 记录压力。 对于 III 类空气弹簧, 空气弹簧保持在标准高度, 依次充入 100kPa、200kPa、300kPa、400kPa、500kPa、600kPa 的内压, 对水平方向上施加最大水平位移	空气弹簧刚度试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
15	水平动态刚度试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.6 条	水平动态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.3.3 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H_t = (H_f \pm 2) \text{ mm}$，对于 I 类、II 类空气弹簧，试验频率根据用户要求确定，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的水平刚度，不同振幅以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 $2 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$。如用户没有指定试验频率，频率宜为 0.5 Hz、1.0 Hz、2.0 Hz，振幅 5 mm、10 mm。如测试不同垂向载荷 F_1 的水平刚度，垂向载荷加载应以升序进行，两相邻载荷之间测试不中断。水平动态刚度测试过程如 TB/T 2841—2019 图 16。 对于 III 类空气弹簧，空气弹簧保持在标准高度，充入 100 kPa 的压力，按照 $0.5 \text{ Hz} \sim 1.5 \text{ Hz}$ 的任意频率进行 $\pm 10 \text{ mm}$ 振幅下的水平简谐运动。然后调整内压至 200 kPa、300 kPa、400 kPa、500 kPa、600 kPa，重复进行上述试验	空气弹簧刚度试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
16	扭转静态刚度试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.4 条	扭转静态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.2.4 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$ ，如果测试不同扭转振幅下的扭转刚度，不同振幅以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 $2\text{min} \sim 3\text{min}$ 。如测试不同垂向载荷下 F_0 的静态扭转刚度，垂向载荷加载应以升序进行，两相邻载荷之间测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 14	空气弹簧性能试验台/ 空气弹簧刚度试验台	适用时
17	扭转动态刚度	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.7 条	扭转动态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.3.4 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，试验频率根据用户要求确定，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$ ，如果测试不同扭转振幅下的扭转刚度，不同振幅以升序进行测试，相邻的测试间隔为 $2\text{min} \sim 3\text{min}$ 。如测试不同垂向载荷下 F_0 的扭转刚度，垂向载荷加载应以升序进行，两相邻载荷之间测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 17。对于同一垂向载荷在不同频率 f 下的测试，测试频率应以升序进行	空气弹簧刚度试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
18	疲劳试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.6 条	疲劳试验结束后应满足以下要求：a) 气囊内外表面不应出现撕裂、鼓包、帘布脱层、帘线外露和子口钢丝圈断裂现象； b) 完成疲劳循环次数的 1/2 后，气囊外表面不应出现裂纹；完成全部疲劳循环后，内外表面裂纹长度不应超过 10mm； c) 辅助弹簧不应出现金属断裂缺陷； d) 辅助弹簧橡胶与金属的粘接部位剥离深度不应超过 2mm； e) 其他零部件不应出现影响产品正常使用的损伤； f) 空气弹簧的常温气密性应符合 TB/T 2841—2019 第 6.2.5.1 条的规定； g) 空气弹簧的承载力、垂向刚度、水平刚度应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 中表 B.1 的规定，最大外形尺寸应符合用户的规定。 h) 空气弹簧的爆破压力应符合 TB/T 2841—2019 第 6.2.7 条的规定； i) 气囊帘布层粘合强度应符合 TB/T 2841—2019 第 6.2.3 条的规定	TB/T 2841—2019 第 7.3.6 条	疲劳试验应在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下进行，加载波形为正弦波，根据试验分类，分别施加垂向、横向或扭转疲劳试验振幅，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$。 垂向疲劳：正式试验前，在最大垂向工作载荷和最大垂向振幅 d_v 下往复振动 5 个循环，在最大垂向工作载荷和安装高度 H 下静态放置 $(15 \pm 2) \text{ min}$。在最大垂向工作载荷下，以空载时空气弹簧间隙为振幅，频率 $0.5\text{ Hz} \sim 3.0\text{ Hz}$ 范围内，进行垂向振动 1×10^6 次循环。疲劳试验结束后，应进行常温气密性试验，然后拆开空气弹簧，对气囊和辅助弹簧进行目测检查。 水平疲劳：正式实验前，以最大垂向工作载荷和最大水平振幅 d_h 往复振动 20 个循环，在最小垂向工作载荷 $F_0 (1 \pm 0.02)$ 和安装高度下静态放置 $(60 \pm 3) \text{ min}$。在最大垂向工作载荷和安装高度下，以 $\pm 30\text{ mm}$ 为振幅，频率在 $0.5\text{ Hz} \sim 3.0\text{ Hz}$ 范围内，进行水平方向振动 2×10^5 次循环，疲劳试验结束后，应进行常温气密性试验，然后拆开空气弹簧，对气囊内外表面和辅助弹簧进行目视检测。 扭转疲劳：正式试验前，在最小垂向工作载荷 $F_0 (1 \pm 0.02)$ 和安装高度下静态放置 $(15 \pm 2) \text{ min}$。对空气弹簧横向加载，使其产生循环往复运动，以模拟车辆在曲线轨道上运行时，空气弹簧在车体与转向架之间的相对运动。试验原理见 TB/T 2841—2019 图 11，空气弹簧往复运动的振幅应按 TB/T 2841—2019 公式 (2) 计算，进行共计 6×10^5 次疲劳循环，频率 $0.5\text{ Hz} \sim 1.0\text{ Hz}$ 范围内，见 TB/T 2841—2019 表 4，疲劳试验过程中，当气囊表面温度超过 $+40^\circ\text{C}$ 时，可采取风冷处理或降低试验频率的措施。疲劳试验结束后，进行常温气密性试验，然后拆开空气弹簧，对气囊内外表面和辅助弹簧进行目视检测	疲劳试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
19	疲劳后气密性试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.5 条	常温气密性试验，压力下降量不应超过 10kPa	TB/T 2841—2019 第 7.3.5 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，空气弹簧处于静止状态，上盖与底面平行，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，向空气弹簧充气使压力 $P > 1.3 P_0$ ，并至少保持 30s，然后降低空气弹簧内部压力，使 $P > 0.9 P_0$ ，关闭充气 and 排气开关，保持 10min，测量最后 5min 的压力下降量	空气弹簧性能试验台	—
20	疲劳后压力载荷特性试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.4.2 条	符合用户的规定，压力 P 的公差范围见 TB/T 2841—2019 附录 B	TB/T 2841—2019 第 7.5.2 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下，将空气弹簧安装在试验台上，安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$ ，上下底面平行、处于静止充气状态。 a) 如果用户的压力载荷特性要求是以不同载荷下对应的压力值表示，则按照下列方法进行测试：向空气弹簧充气，使垂向载荷达到 $F_1 (1 \pm 0.01)$ ，待压力稳定后，记录对应的空气弹簧内部压力值，不同载荷之间以降序加载，两相邻载荷之间的测试不宜中断。 b) 如果用户的压力载荷特性要求是以曲线形式表示，则按照下列方法进行测试：先测试对应最大垂向工作载荷 F_0 的压力 P_0 ，以压力降低顺序进行，与 P_0 最近的压力取整数，步长为 100kPa，使压力从 P_0 降到 200kPa，记录每个压力下的垂向载荷，相邻压力之间测试不宜中断	空气弹簧性能试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
21	疲劳后垂向静态刚度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.2 条	垂向静态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.2.2 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，，空气弹簧安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$，附加气室符合用户的要求，在要求的载荷下：对于 I 类、II 类空气弹簧，试验速度为 $(5 \pm 0.5) \text{ mm/s}$，加载波形为三角波，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的垂向静态刚度，不同振幅应以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 2min~3min。振幅：a=5mm、10mm、15mm、20mm、…、a_k；20mm 以后的增量为 10mm，采用振幅 a=10mm 的结果对垂向静态刚度进行评判，其他振幅下的结果仅供用户参考。如测试不同载荷下的垂向静态刚度，载荷加载应以降序进行，两相邻载荷逐渐测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 12。 对 III 类空气弹簧，充入 100kPa 的压缩空气，确认压力没有下降，切断空气弹簧的供、排气，记录此时的空气弹簧载荷和压力，然后垂向压缩 10mm，在该位置停止 30s 以后，记录空气弹簧的垂向载荷和内压。每进行 10mm 的位移都要做相同的记录，直到接触到辅助弹簧为止，再向上拉伸至规定的最大位移，然后再次压缩至标准高度，根据以上方法继续进行 200kPa、300kPa、400kPa、500kPa 的试验。结果通过 TB/T 2841—2019 公式（4）进行计算	空气弹簧刚度试验台/空气弹簧性能试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
22	疲劳后水平静态刚度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.4.1.3 条	水平静态刚度应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.5.1.2.3 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下，安装高度为 $H_i = (H_i \pm 2) \text{ mm}$，对于 I 类、II 类空气弹簧，试验速度为 $(5 \pm 0.5) \text{ mm/s}$，对于任一个垂向载荷，加载公差为 $\pm 1\%$，如果测试不同振幅下的水平刚度，不同振幅应以升序进行测试，两相邻的测试间隔为 $2 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$。当 $d_0 \leq 20 \text{ mm}$ 时，振幅 $a = 5 \text{ mm}$、10 mm、d_0，增量为 5 mm；当 $d_0 > 20 \text{ mm}$ 时，振幅 $a = 5 \text{ mm}$、10 mm、15 mm、20 mm、$\dots$、d_0，20 mm 以后的增量为 10 mm。采用振幅 $a = 10 \text{ mm}$ 的结果对水平静态刚度进行评判，其他振幅下的结果仅供用户参考。如果测试不同垂向载荷下的水平静态刚度，垂向载荷加载应以升序进行，两相邻载荷之间测试不中断，测试过程见 TB/T 2841—2019 图 13。 对于 III 类空气弹簧，充入 100 kPa 的压缩空气后，从中心位置沿水平方向加载至最大位移处，然后回到中心位置，沿水平方向反向加载至最大位移处，然后再次回到中心位置。在此过程中，每施加 10 mm 位移，都要在其位置停止 30 s 后再测定该位置的空气弹簧水平载荷，采用振幅 $\pm 10 \text{ mm}$ 的结果对横向静态刚度进行评判，在本试验方法中，将标准高度时的内压依次变为 200 kPa、300 kPa、400 kPa、500 kPa、600 kPa，继续重复进行上述试验过程	空气弹簧刚度试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
23	疲劳试验后的外形尺寸	B	TB/T 2841—2019 第 6.3.2 条	疲劳试验后的外形尺寸指空气弹簧在最大垂向工作载荷 F_0 时, TB/T 2841—2019 图 6 中 R_1 , R_2 , H_1 , H_2 在不同的水平位移 d 下的测量结果, 对应最大水平位移的 R_1 , R_2 , H_1 , H_2 应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.4.2 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下, 安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$, 空气弹簧承受最大垂向工作载荷, 待压力稳定后, 施加水平位移 10mm、20mm、 $\dots$ 、 d_1 , 20mm 以后的增量为 15_0^{+2} mm , 顺序按位移增加的过程进行, 达到每一个位移后保持, 按照 TB/T 2841—2019 图 6 所示测量 R_1 、 R_2 、 H_1 、 H_2 。如需要测量不同载荷 F_1 下的外形尺寸, 加载顺序应按载荷增加的顺序进行。试验前把空气弹簧安装到试验台上时, 如空气弹簧径向设计刚度对称, 则随机安装, 不一定按现车的方向安装; 如空气弹簧径向设计刚度不对称, 则应在多个方向上进行试验, 用户也应明确多个方向试验	空气弹簧性能试验台、游标卡尺、直角尺	—
24	爆破试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.2.7 条	爆破压力不应小于 3 倍的最大工作压力, 且最小值不应小于 2.0MPa	TB/T 2841—2019 第 7.3.7 条	在 $(23 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下, 安装高度为 $H = (H \pm 2) \text{ mm}$, 空气弹簧垂直静态对称放置, 对于 I 类、II 类空气弹簧, 以低于 0.5MPa/min 的速度持续缓慢地向气囊内充入水, 压力上升过程中不应停顿保压, 直到气囊爆破或压力超过 TB/T 2841—2019 第 6.2.7 条规定的最低限度值, 记录爆破压力或最终达到的压力。 对 III 类空气弹簧, 施加 2.0MPa 的水压, 放置 3min 之后, 要求空气弹簧各部位无破损等异常	爆破试验台	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
25	耐磨耗性能试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.1.5 条	样片体积减少量不应超过 200mm ³ ；有防火要求的产品样片体积减少量由供需双方协商确定	TB/T 2841—2019 第 7.2.4 条	试验方法按 GB/T 9867—2008 的规定进行，具体要求见 TB/T 2841—2019 第 7.2.4 条	辊筒式磨耗机	—
26	摩擦系数	A	TB/T 2841—2019 第 6.6.1 条	用户应给出摩擦系数限度值，空气弹簧上盖与磨耗板之间的摩擦系数不应大于用户规定的限度值	TB/T 2841—2019 第 7.7.1 条	在（23±15）℃温度下，施加垂向载荷 F_L ，以 5mm/s 的速度和振幅 a 进行水平振动，先进行 10 个周期的预循环，记录第 11 个循环的载荷位移数据，对两个方向的水平力值取绝对值后平均，平均值与垂向载荷的比值为摩擦系数。垂向载荷和水平振幅的取值按用户的要求，如用户没有明确要求，垂向载荷宜为 F_0 、 F_0 ，水平振幅宜为 ±10mm、±30mm、±50mm 和最大水平位移值 ± α_0 ，此项试验仅对无摇枕转向架的空气弹簧进行	空气弹簧刚度试验台	适用时
27	摩擦疲劳性能试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.6.2 条	疲劳试验结束后，摩擦块剩余磨耗厚度不应小于可用磨耗厚度的 1/3；对于上盖上的摩擦副与上盖不是一体的结构，摩擦副与上盖应连接牢靠，不应松动，焊点不脱焊；下摩擦副的磨耗板连接状态良好；疲劳试验后，再进行摩擦系数试验，数值应符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.7.2 条	在（23±15）温度℃下，把空气弹簧上盖和辅助弹簧安装在一起，施加最大垂向工作载荷 F_0 ，以 0.1Hz～0.5Hz 的任一频率，振幅 ±10mm 进行 7.2 万次循环的摩擦疲劳试验；然后再以振幅 ±30mm 进行 1.8 万个循环的摩擦疲劳试验	空气弹簧刚度试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
辅助弹簧								
28	辅助弹簧定载荷 F_j 下的高度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.5.1 条	定载荷下的高度是指辅助弹簧承受静态载荷时的高度，应符合用户的规定。用户应给出载荷值 F_j 及对应高度 h_{AF} 要求，推荐公差应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	TB/T 2841—2019 第 7.6.1 条	在 (23 ± 2) ℃温度下，对辅助弹簧进行 4 个循环的加载试验，载荷从 0 到 $1.25F_M$ ，前 3 个循环时间周期为 30s~60s，第 4 个循环时周期为 60s~120s。从第 4 个循环开始记录数据，在第 4 个循环的载荷卸载阶段或加载阶段，当载荷达到期望的 F_j 时，停留并保持 (10 ± 2) s，测量定载荷 F_j 下的高度 h_{AF} 。TB/T 2841—2019 图 18 为定载荷下的位移量示例。 定载荷下的高度 h_{AF} 应符合用户的规定，推荐公差见 TB/T 2841—2019 附录 B。在最大载荷 $1.25F_M$ 之前，载荷位移曲线不应出现急剧上升的情况	静刚度试验机	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
29	辅助弹簧载荷位移特性试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.5.2 条	辅助弹簧垂向刚度按 TB/T 2841—2019 公式 (1) 计算, 辅助弹簧垂向刚度计算示例见 TB/T 2841—2019 图 9。用户应给出辅助弹簧垂向载荷位移特性要求。用户也可以根据需要, 制定橡胶堆蠕变、高温老化后垂向载荷位移特性要求, 公差限度值应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	TB/T 2841—2019 第 7.6.2 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下, 对辅助弹簧进行 3 个循环的加载试验, 载荷从 0 到 $1.25F_k$, 每个加载循环所需时间在 30s~60s。 从第 3 个循环开始记录数据, 在曲线上升段, 找到期望评价的载荷点, 辅助弹簧在该点的垂向刚度按照 TB/T 2841—2019 公式 (1) 计算, 其中 $F_1=0.95F_j$, $F_2=1.05F_j$, d_1 为曲线上升段对应 F_1 时的位移值, d_2 为曲线上升段对应 F_2 对应的位移值。 挠度试验方法如下: 进行 3 个循环的加载试验, 载荷从 0 到 $1.25F_k$, 每个加载循环所需时间在 30s~60s。记录第 3 个循环载荷-位移上升段 (加载阶段) 曲线, 得出在图样规定载荷范围内辅助弹簧挠度	静刚度试验机	—
30	辅助弹簧垂向动态刚度试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.5.3 条	辅助弹簧垂向动态刚度符合用户的规定	TB/T 2841—2019 第 7.6.3 条	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下, 试验频率和振幅根据用户要求确定, 在期望的载荷 F_k 下, 以确定的频率 f_1 和振幅 a_1 进行动态测试, 记录垂向载荷-位移数据, 并根据 TB/T 2841—2019 公式 (7) 计算垂向动态刚度。如测试不同载荷下的垂向特性, 载荷加载应以升序进行。对于同一垂向载荷在不同频率 f 下的测试, 测试频率也应以升序进行	动刚度试验机	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
31	辅助弹簧静态蠕变试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.5.4 条	辅助弹簧静态蠕变是指在静态载荷 F_c 作用下,辅助弹簧在规定时间内静态位移量,用户应明确以下参数: a) 规定时间内允许的静态蠕变量; b) 静态载荷 F_c 。静态蠕变量应符合用户规定的限度值,蠕变前后垂向刚度的相对变化量应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	TB/T 2841—2019 第 7.6.4 条	蠕变试验的载荷根据用户要求确定。如果没有明确,推荐按照 TB/T 2841—2019 公式 (8) 计算蠕变载荷。硫化与试验之间的间隔最少为 24h, 试验前应进行 24h 环境调节, 环境调节温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, 试验应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境内进行, 试验前先测量在载荷 F_c 的刚度, 按 TB/T 2841—2019 第 7.6.1 条测试 F_c 载荷下的高度, 以此时为时间零点, 始终保持载荷 F_c 为常数, 开始记录辅助弹簧高度随时间的变化过程。蠕变时间取决于蠕变的稳定时间, 当最近 24h 的时间段内的蠕变小于第 1h 到第 24h 蠕变量的 10% 时, 蠕变试验可以结束, 记录结束时的时间和高度, 卸载载荷 F_c 。对所记录的时间取以 10 为底的对数, 结合对应辅助弹簧高度, 绘制如 TB/T 2841—2019 图 21 所示的辅助弹簧高度-时间对数散点图。将数据用最小二乘法进行线性拟合, 见 TB/T 2841—2019 公式 (9), 可推算辅助弹簧在任意时刻及寿命周期的高度, 结果应符合用户的规定	蠕变试验台	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
32	辅助弹簧粘接强度试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.5.5 条	在拉伸或压缩载荷作用下，检验辅助弹簧的表面状态，应满足以下要求： 辅助弹簧橡胶金属之间不应出现撕裂、裂纹等缺陷；橡胶表面不应出现局部拉断现象	TB/T 2841—2019 第 7.6.5 条	非破坏性试验，按照 TB/T 2843—2015 中第 7.3.6.2 条的规定进行	静刚度试验机	锥形橡胶堆和沙漏橡胶堆：适用时；平板橡胶堆不进行该项试验
33	辅助弹簧高温老化试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.5.6 条	把辅助弹簧放置到高温环境中一段时间后，观察表面是否出现破坏，对比高温前后垂向刚度的变化是否超出范围，结果应满足以下要求：a) 辅助弹簧橡胶金属之间不应出现撕裂、脱胶等缺陷；b) 高温老化前后的垂向刚度变化量应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 中规定的限度值	TB/T 2841—2019 第 7.6.6 条	高温老化试验前，按 TB/T 2841—2019 第 7.6.2 条的规定测试 F_0 载荷下的刚度。把辅助弹簧放置到 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境箱中 14d，14d 时间结束后，检查表面状态，结果应符合 TB/T 2841—2019 第 6.5.6 条的规定。检查完毕后，把辅助弹簧放置于 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境内 24h，按 TB/T 2841—2019 第 7.6.2 条的规定测试 F_0 载荷下的刚度，得到高温老化后的刚度结果，高温老化前后的刚度变化量应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	静刚度试验机、高低温试验箱	适用时

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
34	辅助弹簧低温性能试验	B	TB/T 2841—2019 第 6.5.7 条	辅助弹簧橡胶金属之间不应出现撕裂、脱胶等缺陷；低温前后的垂向刚度变化量应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 中规定的限度值	TB/T 2841—2019 第 7.6.7 条	低温试验前，按 TB/T 2841—2019 第 7.6.2 条的规定测试 F_0 载荷下的刚度。辅助弹簧承受 F_0 载荷，放置到 $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境中 24h，然后按 TB/T 2841—2019 第 7.6.2 条的规定测试空车载荷 F_0 下的刚度，得到低温冷冻后的结果，低温冷冻前后的刚度变化量应符合 TB/T 2841—2019 附录 B 的规定	静刚度试验机、高低温试验箱	适用时
胶料								
35	耐低温性能试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.1.2 条	1) $T \geq -25^\circ\text{C}$ I 类：脆性温度不应高于 -30°C II 类：TR10 温度不应高于 -35°C III 类：脆性温度不应高于 -40°C 2) $-40^\circ\text{C} \leq T < -25^\circ\text{C}$ I 类、II 类、III 类：脆性温度不应高于 -45°C	TB/T 2841—2019 第 7.2.1 条	脆性温度：采用标准中规定的试样，按 GB/T 1682 程序 B 或 GB/T 15256 程序 C 的要求进行试验。 TR10 温度：采用 GB/T 7758 中规定的标准试样，按 GB/T 7758 的要求进行试验	橡胶脆性温度测定仪/脆化试验机/低温回缩试验机	根据产品最低工作温度及空气弹簧类型，选其一
36	耐臭氧性能试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.1.3 条	胶片两面均不应出现裂纹或龟裂	TB/T 2841—2019 第 7.2.2 条	试验方法按 GB/T 13642 的规定进行，采用连续动态拉伸试验，具体要求见 TB/T 2841—2019 第 7.2.2 条	臭氧老化试验箱	—

序号	检验项目	不合格类别	技术指标		检验方法		仪器仪表及设备名称	备注
			执行标准及条款	技术要求	执行标准及条款	检验方法要点说明		
37	耐清洗剂性能试验	A	TB/T 2841—2019 第 6.1.4 条	样片硬度变化量不应超过 ±5H _A	TB/T 2841—2019 第 7.2.3 条	试验方法按 GB/T 1690 的规定进行，具体要求见 TB/T 2841—2019 第 7.2.3 条	热空气老化箱、邵尔 A 硬度计	—
说明	备注中“适用时”是指用户的技术协议/技术条件有明确判定依据时应进行该项目试验，如无明确判定依据，可不进行该项试验。							