自动调整臂在重型载货汽车上的应用

□ 中国兵器东北工业集团山东蓬翔汽车有限公司 / 张艳娥　张泽杰　王海龙　丁仙礼

本文概述了重型载货汽车批量切换自动调整臂后市场上存在的主要故障模式，简要介绍了自动调整臂的工作原理，详细论述了故障产生的原因，并从制动系统匹配，制动过程中的热胀冷缩等方面提出了自动调整臂的设计思路。

相对手动调整臂，自动调整臂能自动保持摩擦片与制动鼓之间间隙恒定，所有车轮的制动效果一致、稳定，因而制动迅速、安全可靠。在欧美发达国家，自动调整臂在载货汽车上已得到广泛应用，随着我国经济的发展，对车辆安全的要求也在不断提升。GB7258《机动车运行技术条件》要求自2018年1月1日起，总质量超过3 500kg的货车、半挂车都应装备制动间隙自动调整装置。

自调臂售后主要故障模式

重型载货汽车批量切换自调臂后并未达到预期效果，制动系统故障率明显提升，达到手调臂故障的两倍以上。从而导致终端客户、服务站对自调臂的使用抱怨很大，自调臂并未被国内市场认可。针对该情况，对市场故障进行调研，目前存在的主要故障模式有以下几种：

（1）摩擦片早磨，大部分摩擦片在3万km内磨至铆钉，有的寿命甚至低至1万km左右。

（2）制动鼓异常发热，制动时冒青烟。

（3）制动鼓内部被铆钉拉伤，制动鼓开裂。

（4）车辆行驶时存在点刹现象。

分析认为，导致这些故障的根本原因为自调臂制动系统中刹车片与制动鼓间的间隙（简称：制动间隙）偏小。对河北市场的故障桥进行测量，制动间隙在0.3～0.5mm，目前重型车辆要求车桥出厂制动间隙为0.7～1.0mm，实际运行中制动间隙低于目标值是目前自调臂制动系统故障率偏高的主要原因。下面将从自调臂的自调原理着手，分析导致车辆实际运行过程中制动间隙偏小的原因。

自动调整臂制动过程及自调原理

自动调整臂与手动调整臂一样，制动角行程由三部分组成，如图1所示。正常间隙角C：初始设定的间隙角，自动调整臂在该角度范围内不调整制动器的间隙；超量间隙角Ce：摩擦片磨损等原因产生的间隙角，自动调整臂识别该间隙角，对该间隙角进行调整直至消除；弹性间隙角E：制动鼓等零部件在制动过程中发生弹性变形产生的，自

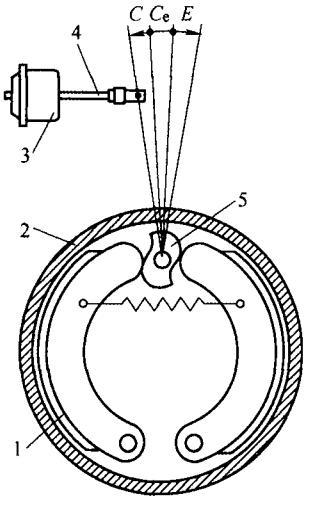

图1　制动角行程

1. 制动蹄 2. 制动鼓 3. 制动气室 4. 气室推杆 5. 凸轮

动调整臂不调整该间隙角。

制动器制动一次可看作一次循环，由制动过程和回复过程两个阶段组成。制动过程，自调臂依次转过初始间隙角、超量间隙角、弹性间隙角，制动器开始制动，该过程不进行自调；回复过程，制动力消失，自调臂依次转过弹性间隙角、初始间隙角，在回复的最后阶段对超量间隙角进行调整，实现自调功能。制动过程中，制动角行程与制动间隙一一对应，见表1。

表1中：正常间隙δ，自动调整臂能够自动识别摩擦片磨损导致的超量间隙，并在每次制动过程中对超量间隙进行补偿，使正常间隙稳定在初始设定的间隙值上，理论上正常间隙就是初始设定间隙，初始间隙用δ_0表示,即$\delta=\delta_0$，如图2所示。手动调整臂不能自动消除摩擦片磨损产生的超量间隙，随着摩擦片的磨损，正常间隙不断增大，即$\delta=\delta_0+n\delta_{em}$，式中$\delta_{em}$为制动一次摩擦片的磨损量，n为制动次数。假定每次制动摩擦片磨损量一致，当正常间隙增大到极限间隙时，重新人工调整至初始间隙，如图2所示。

自动调整臂制动间隙偏小原因分析

1. 自调臂初始间隙角设定偏小

手调臂制动系统初始制动间隙是手动调出来的，与手调臂无关。而自调臂制动系统，初始制动间隙是由自调臂自身设定好的。虽然国外自调臂在重型车上已得到广泛使用，但国内前期应用并不多，2018年初才开始大批量切换。导致自调臂初始间隙角的设定偏小，不能适应目前国内重型载货汽车对制动间隙的需要。后续需要重型车桥厂商与自调臂厂商联合开发确定适合市场需求的初始间隙角。

2. 制动时制件热胀冷缩的影响

制动过程中的超量间隙δ_e由两部分组成：一是摩擦片磨损产生的超量间隙δ_{em}，二是因制动系统长时间制动时，温度升高，制动鼓涨大，制件热胀冷缩产生的超量间隙δ_{er}。我们希望自调臂只对超量间隙δ_{em}进行调整，但自调臂无法正确识别这两种超量间隙，导致出现过调，使车辆运行一段时间后制动间隙变小。目前针对该问题有两种解决方案，一是整车增加淋水装置，尽量降低制动时制动系统的温升；二是研究制动时δ_{em}与δ_{er}的关系，设置合理自调臂调整速率，自调臂调整只调整δ_{em}。

3. 制动系统刚度的影响

制动系统刚度越好，自调臂调整的间隙越准确，而一旦制动系统刚度不足，弹性角行程偏大，自调臂自身结构决定了将会将一部分弹性间隙角误判为超量间隙角，导致系统过调。针对该问题，车桥制动系统设计时要尽量提升其刚度。

结语

本文对重型货车切换自调臂后主要故障模式进行研究，对造成故障的原因进行深入分析，并探讨了解决方案：

（1）重型车桥厂商与自调臂厂商联合开发适合重型车桥市场需求的初始间隙角。

（2）研究制动时摩擦片磨损产生的超量间隙与热胀冷缩产生的超量间隙之间的关系，从而更好地设计自调臂的调整速率。

（3）尽量提高制动系统刚度。

自调臂在制动迅速、安全方面具有很大的优势，不能因为目前自调臂在使用中还存在很多问题，就否认自调臂本身的优势。我们需要积极的进行试验研究，完善自调臂与制动系统的匹配以及制动系统的设计，尽快发挥出其优越性，保证车辆运行的安全性。AUTO1950

表1 制动间隙与制动角行程对照表

制动角行程	正常间隙角C	超量间隙角C_e	弹性间隙角E
制动间隙	正常间隙δ	超量间隙δ_e	–

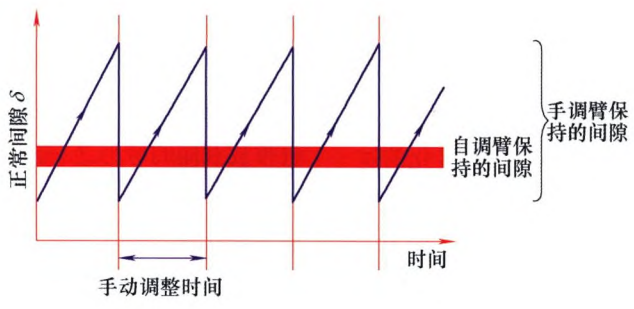

图2 自调臂与手调臂间隙调整对比