

# Vacuum Leakage Problem of Vacuum Booster and Its Countermeasures

Aiguo Zhang

Wenzhou Ruicomi Automotive Electronics Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

## Abstract

With the continuous development of the automobile industry, the vacuum booster is widely used in the automobile braking system, through the use of negative pressure to increase the braking force, to achieve better braking performance. Once there is a vacuum leakage problem, it may cause the braking without power, pedal hard, etc. On the basis of reducing the braking performance, it may also cause safety accidents, so it is necessary to strengthen the analysis and treatment of the vacuum booster vacuum leakage problem. The paper first expounds the main composition and working principle of the vacuum booster, and then analyzes the adverse effects of the vacuum leakage problem and the main reasons. Finally, it starts from the aspects of strengthening the design of the vacuum booster, paying attention to the inspection and maintenance of the components, and puts forward several effective response measures for reference.

## Keywords

vacuum booster; vacuum leakage problem; response measures

## 真空助力器真空泄漏问题与应对思考

张爱国

温州瑞立科密汽车电子有限公司, 中国·浙江温州 325000

## 摘要

随着汽车行业不断发展,真空助力器被广泛应用于汽车制动系统中,通过利用负压增加制动力,实现更好的制动性能。一旦出现真空泄漏问题,就可能引发制动无助力、踏板发硬等情况,在降低制动性能的基础上,还可能引发安全事故,必须加强真空助力器真空泄漏问题分析与处理。论文首先阐述了真空助力器的主要构成与工作原理,然后分析真空泄漏问题带来的不利影响和出现的主要原因,最后从加强真空助力器设计、重视构成部件检查维护等方面入手,提出几点有效应对措施,以供参考。

## 关键词

真空助力器;真空泄漏问题;应对措施

## 1 引言

真空助力器是汽车制动系统的重要构成部件,可以起到增加制动力、减轻疲劳程度等的作用。然而在受到操作不当、元器件损坏、保养不足等因素影响以后,就极易出现真空泄漏的问题,不利于真空助力器工作性能得到正常发挥。应加强真空助力器工作原理分析,并围绕引发真空泄漏问题的主要原因,采取极具针对性措施进行应对处理,确保所有部件处于良好状态,保持系统正常运作和安全性<sup>[1]</sup>。

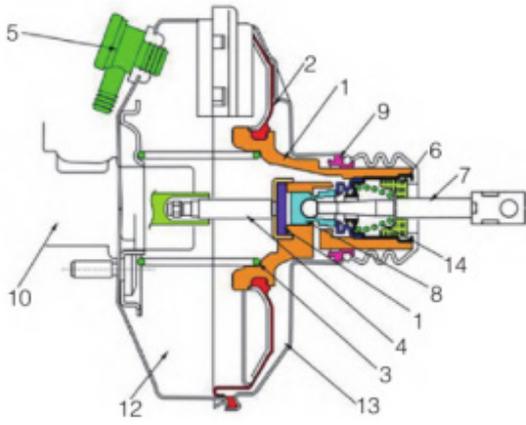
## 2 真空助力器的主要构成与工作原理

### 2.1 主要构成

真空助力器由以下几个关键部件构成:①真空伺服气

室。主要由前、后壳体组成,中间夹装伺服气室膜片,将整个气室分成了前、后两腔。前腔经真空单向阀通向发动机进气歧管,后腔通过空气滤清装置与外界大气相通。②控制阀。主要包括空气阀和真空阀,通过控制阀推杆与制动踏板机构相互连接。同时,控制阀开启或关闭状态,直接决定了真空伺服气室内前后两腔的真空度。③推杆与操纵杆。推杆是连接制动主缸推杆的,可以将产生的推力有效传递给制动主缸。操纵杆则与控制阀推杆相互连接,实现对制动踏板操作力的有效传递。④膜片与膜片座。膜片在两侧产生压力差时会产生推力,同时还可用于支撑膜片,保证其拥有良好的密封性能。⑤回位弹簧。通过其可解除制动时使膜片和控制阀部件有效复位。⑥其他辅助部件。这些部件包括维持弹簧、过滤器等,有了这些部件从旁发挥协作作用,可以保证真空助力器正常工作,如图1所示<sup>[2]</sup>。

【作者简介】张爱国(1970-),男,中国河北廊坊人,硕士,工程师,从事ABS、助力器、真空泵等研究。



1—活塞；2—膜片；3—回位弹簧；4—主缸推动杆；5—控制阀；6—过滤器；7—传动杆；8—柱塞；9—连接器；10—主缸；11—反应盘；12—前室；13—后室；14—维持弹

图1 真空助力器主要构成

## 2.2 工作原理

真空助力器的工作原理是利用真空增加驾驶员施加于踏板上的力，从而减轻踩踏板的力度，使汽车制动变得更加轻便。当发动机启动后，真空助力器就会通过真空管，有效与发动机进气管连接起来，形成真空的状态。在驾驶员踩刹车踏板时，真空助力器中的推杆和控制阀构件就会发生移动，促使伺服气室前后两腔产生压力差，有效推动制动主缸活塞，实现快速稳定刹车。整个过程有了真空助力器发挥辅助作用，使汽车的制动系统更高效地工作，甚至真空助力器还能根据不同工况，自动调整助力大小，确保在不同驾驶条件下都能提供足够的制动力，极大提高了驾驶的安全性。

## 3 真空助力器真空泄漏问题、带来影响及引发原因

### 3.1 真空泄漏问题

真空助力器真空泄漏问题包括：①壳体泄漏。作为真空助力器真空泄漏问题常见表现之一，主要与壳体自身质量、安装作业、车辆发生碰撞等密切相关，会直接关系到车辆制动性能和行车安全。②密封泄漏。由于密封不严引发真空助力器漏气问题时，要先考虑密封圈是否有磨损和弹性不足的情况，同时检查真空助力器接口部位，及时进行处理，避免对制动系统作业及效果带来不利影响。③阀体动作泄漏。真空助力器阀体动作泄漏问题，通常是制动系统缺乏必要维护、操作不当导致机械故障等引起，检修解决要将重点放在管路、接口、控制器及相关的部件动作和位置等上面。

### 3.2 带来影响

真空助力器真空泄漏问题的出现，可能会带来以下影响：①故障灯亮起。真空助力器发生真空泄漏，车辆故障灯会立马亮起，提示驾驶员系统存在问题，需要及时进行处理。②踏板异常。由于真空助力器可使汽车制动更为轻便，因此真空泄漏问题发生后，驾驶员做出刹车动作会有明显的异常

感受，如刹车软弱无力、刹车异常坚硬等。③发动机运转异常。在真空助力器真空泄漏的情况下，汽车发动机运转可能会发出异响，究其原因与真空泄漏导致泵体内产生不正常的气流声有关。④制动失效。若真空泄漏问题较为严重，可能会导致完全失去刹车效果，严重威胁到汽车行驶的安全性。

### 3.3 引发原因

引发真空助力器真空泄漏问题出现的原因有很多（表1），具体包括：①部件问题。真空助力器构成部件非常多，只有保证这些部件质量，才能促进真空助力器工作性能得到有效的发挥。一旦出现分布结构不合理、相关部件质量不过关等情况，就极易引发真空泄漏问题，严重影响汽车制动系统安全可靠运行。②保养不足。在真空助力器发生密封件损坏老化、管路连接处松动等情况后，没有及时开展检查维护工作，会导致真空泄漏问题发生，影响到汽车刹车的安全性。③操作不当。汽车驾驶员不正确的操作也可能导致真空助力器真空泄漏问题，特别是在长时间使用刹车、汽车严重超载等情况下，可能直接导致刹车失灵，甚至发生汽车安全事故<sup>[3]</sup>。

表1 真空助力器真空泄漏问题出现的原因分析

引发原因	主要表现
部件问题	真空助力器中有关部件质量不达标或是发生损坏
保养不当	没有定期检查维护汽车制动系统，存在杂质过多、密封不严等问题无法得到及时解决
操作习惯	驾驶员不正确的操作也会导致真空助力器真空泄漏，如重力加速度会增加车辆运动惯性、长时间使用刹车导致刹车片过热等

## 4 真空助力器真空泄漏问题有效应对措施分析

### 4.1 优化真空助力器设计

要防范真空助力器真空泄漏问题，可以通过加强真空助力器设计，优化其内部结构体系，提高系统密封性能和整体效率。相关措施包括：①合理设计真空系统结构。在全面细致了解当前真空助力器真空系统结构情况后，从确保系统的密封性和降低泄漏率角度入手，对真空系统结构进行优化设计。通过采用避免设计曲率半径过小、开展平滑过渡检查、关键部件精细化打磨等措施，可提高真空系统结构科学性水平。②采用适合密封形式。若真空助力器相关部件或连接密封性较差，实际使用也可以引发真空泄漏问题。这时开展真空助力器设计工作，就要选择合适密封形式进行操作，如磁性流体的密封结构，具有结构简单和维护方便的优势，实际使用也不需要过高的制造精度，就能很好地满足转轴启动和停止方便的需求。③减少各种连接器结构。一方面可以考虑缩短管路系统，减少气体泄漏发生的可能性，并有效降低系统的整体体积；另一方面是对室内各种连接器结构进行综合考虑和精心设计，通过保证气路畅通、管道器件分布合理等，避免气路堵塞，提高系统整体效率。

## 4.2 强化部件检查工作

为及时发现真空助力器真空泄漏问题,还要高度重视检查维护工作,以便第一时间发现和处理。具体包括:①检查真空助力器的密封性。通过用力踩住汽车的制动踏板,然后启动发动机,这时候保持踩住制动踏板30s左右,仔细观察踏板是否能够往上抬,若出现制动踏板无上抬的情况,表示真空助力器中真空压力无泄漏,反之表示存在密封性问题,需要进行更为仔细的检查分析。②检查单向阀功能。通过对单向阀进行吹气、吸气测试,有效判断单向阀的通透性情况。如果操作过程中发现单向阀的密封效果不佳,可能需要替换整个真空管组件,实现对真空泄漏问题的有效防控。③拆卸真空助力器检查。真空助力器位于制动踏板与制动总泵之间,通过螺栓固定于车身隔板与制动总泵上,拆卸时需先移除制动总泵及其相连的制动管路,再卸下真空助力器及其管路接头。通过对真空助力器所有部件及元件进行仔细检查和性能测试后,就能完整掌握真空助力器功能状态,对于引发真空泄漏问题的具体原因也能准确了解,并采取极具针对性的措施进行解决<sup>[4]</sup>。

## 4.3 保证操作科学规范

由于操作不当也是引发真空助力器真空泄漏问题的主要原因,因此要应对真空助力器真空泄漏问题,还要保证实际操作科学规范性。具体措施包括:①养成良好用车习惯。当驾驶员频繁使用刹车时,会出现刹车片过热的情况,从而引发真空助力器真空泄漏的问题,严重情况下还可能会引起安全事故。要防范这一情况出现,就要引导驾驶员养成良好的用车习惯,通过尽量少用刹车,防止刹车片过热,诱发真空泄漏问题。②防范超载情况发生。在车辆超载严重情况下,容易受到重力加速度的影响,导致车辆运动惯性增大,从而导致制动失效。为防范这一问题,必须禁止车辆超载,从而影响真空助力器正常性能发挥,增加安全行驶的风险性。

## 4.4 及时采取措施处理

考虑到引发真空助力器真空泄漏问题的原因有很多,在仔细完成排查工作确定真正原因后,就需要及时采取有效措施进行应对解决,确保真空助力器相关功能得到正常的发挥。具体包括:①更换新的密封圈。在发生真空助力器真空泄漏问题后,及时开展原因检查分析工作,发现是因为真空助力器密封圈发生磨损或弹性不良所导致,这时候就可采取

更换新的密封圈措施进行处理。②检测漏气部位。通过将真空助力器与管道相互分离,使用真空计对真空助力器进气口或者管道进行直接测量和检测,可以对泄漏点进行精准定位。在明确是焊缝起焊及收焊部位、两条焊缝交叉点、管接头焊缝等引起泄漏问题后,就可采取及时补焊措施进行应对与解决。如果检查出来是管道漏气,就需要更换或修理管道,保证真空助力器性能正常发挥。③修复更换新的零件。真空管助力器构成内容较多,当这些部件零件出现磨损情况后,也可能引发真空泄漏问题。因此,在确定是零部件发生磨损原因后,就需要进行修复或更换新的零件。④及时保养刹车系统。通过定期保养汽车制动系统,就能及时发现和处理存在的真空泄漏问题,并通过有效开展制动总泵存在杂质清理、确保密封严密等工作,防范真空助力器其他故障问题发生。

## 5 结语

论文是对真空助力器真空泄漏问题与应对的分析和讨论。真空助力器在汽车制动系统中扮演了十分重要的角色,直接关系到行驶舒适性和安全性,必须对真空助力器出现的真空泄漏问题引起高度重视。实践中,要全面细致了解真空助力器的主要构成,并在明确引发真空泄漏问题的各种原因后,通过定期开展真空助力器检查维护、及时更换磨损部件、引导驾驶员养成良好习惯等,保证真空助力器性能得到正常稳定的发挥,涉及的泄漏问题也能有效应对解决。未来,还要从设计和技术两个角度入手,加强真空助力器真空泄漏问题应对研究与分析,通过引入现代先进技术和提高设计科学性,优化真空助力器工作、预警等功能,促使发生真空泄漏问题得到更快、更有效的解决。

## 参考文献

- [1] 王金.真空助力器的结构原理与故障检修[J].时代汽车,2023(8):165-167.
- [2] 刘海波.制动系统中汽车真空助力器的性能优化与创新设计[J].汽车画刊,2024(4):104-106.
- [3] 杨平,程小强,程教育.真空助力器失效分析及密封检测方法[J].汽车实用技术,2020,45(19):157-160.
- [4] 韦忠劲,李嘉锋,杨浩.电子真空助力器在新能源汽车制造中的应用[J].汽车测试报告,2024(7):76-78.