

叶高洛夫、伊万諾夫、洛扎諾夫著

汽車及其机构 試驗方法

第六册



机械工业出版社

汽車及其机构試驗方法

第六册

叶高洛夫、伊万諾夫、洛扎諾夫著

拖拉机研究所譯



机械工业出版社

1960

出版者的話

本书是苏联国立机器制造书籍出版社(Машигиз)出版[汽車及其机构試驗方法]的第六册——制动机构。第一、四、五、七册已經分期出版,其內容分別为汽車离合器、汽車的轉向机构、汽車滾動軸承、動力性能和經濟性的試驗。第六册是我社选定出版的最后一册。

本书研究了汽車制动器总成及其各部件和零件的現有室內試驗方法。对各种試驗台及附件也作了詳細叙述,并指出了选择典型試驗方法的途徑。书中引用了各汽車厂、科研单位和高等工业学校汽車实验室的經驗。

本书的讀者对象是汽車工业及汽車修理业方面的工程技术人员,也可供高等工业学校和中等技术学校汽車专业的师生参考。

本书譯稿承刘鑒校同志审校。

苏联Л. А. Егоров, Ю. Б. Иванов, В. Г. Розанов著 'Методы испытания автомобиля и его механизмов' (Машигиз 1955 年第一版)

* * *

NO. 3165

1960年6月第一版 1960年6月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 137 千字 印張 5 $1/2$ 0,001—3,531册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(10-7) 0.99 元

目 次

原序	4
緒論	7
汽車制动机构的工作条件	10
摩擦付的試驗	16
摩擦付的工作条件	17
汽車制动器的摩擦付	19
摩擦付的檢查試驗	26
摩擦付的科学研究試驗	61
摩擦付檢查試驗和科学研究試驗方法的分析	70
結論	82
制动机构的試驗台試驗	83
制动机构在慣性式試驗台上的試驗	84
制动机构在經常制动式試驗台上的試驗	121
結論	148
制动机构零件的試驗	152
制动衬面与制动蹄总成的試驗	152
制动鼓的試驗	159
制动器支承盘的試驗	169
制动器拉力彈簧的試驗	170
制动蹄与制动鼓之間間隙自动調整机构的試驗	171
結論	173
總結	174

原 序

苏联发展国民经济的第五个五年计划，除了增加汽车及其它运输机器的产量外，对它们的进一步改善，以及提高它们的使用性能方面也作了规定。

提高汽车和运输机器使用性能的主要方法之一是提高行驶速度，而提高行驶速度则与制动系统的改善密切相关。没有全面的试验研究，就不可能制出最有效而工作可靠的制动系统。这些研究必须按照一定的而有充分科学根据的方法在现代设备上进行的。

可是，各试验工作者、工厂和科学研究实验室所拟定的制动系统及其元件的现代试验方法以及所采用的试验设备，在文献中介绍得不够详尽，以致在使用、改进和统一化方面造成很大的困难。各单位用不同方法和设备对同一机构所作的试验，得出不可互相比较的结果，这就是经常发生争执的症结所在，特别在交付验收试验中尤其如此。

在本分册中，作者试图把制动机构及其元件试验方面的资料加以系统整理和概括。

本书的目的是：

1) 向读者介绍制动机构及其个别零件以及制动机构中所采用的摩擦材料的现有试验方法，并介绍所采用的试验设备；

2) 根据优缺点的分析，帮助选择最合理的试验方法和设备；

3) 指出改进试验方法和改善试验设备的途径。

在本书的编写工作中「汽车制动机构的工作条件」和「制动机构的试验台试验」两章是由叶高洛夫(Л. А. Егоров)执笔；「摩擦付的试验」和「制动机构零件的试验」是由伊万诺夫(Ю. Б.

Иванов) 执笔; 所有图表資料也均由伊万諾夫編制; 汽車制動系統的工作条件和摩擦材料的試驗方面的个别小节是由洛扎諾夫 (В.Г. Розанов) 执笔; 此外, 由洛扎諾夫担任本书主編。

著者誠懇地欢迎一切批評, 来信請寄: 莫斯科 K-12, 特列嘉科夫斯基 (Третьяковский) 大街 1 号苏联国立机器制造書籍出版社 (Машигиз)。



緒 論

苏联汽車技术发展的特征是增加汽車、公共汽車和供国民經济各部門应用的其它車輛的型号。汽車各部件和机构正日趋完善。

苏联发展国民經济的第五个五年計劃指出了苏联汽車制造业及汽車运输业进一步发展的途徑。

此外，还規定了大力扩充硬质路面的公路网。这样，就能大大地提高汽車和汽車列車的行駛速度。

当提高汽車行駛速度及增加汽車和汽車列車的載重量时，除了增加汽車运输行車密度外，制动系統及其进一步的改善就具有特殊重要的意义。

由于汽車或汽車列車行駛时的儲备动能不断增长，引起制动方法逐步改善，陈旧的制动系統被淘汰，而作用效率和可靠性很高、使用寿命很长的新式先进制动系統得到了发展。

汽車和汽車列車的制动方法基本上可以分为两种：

- 1) 利用摩擦元件，例如蹄式、帶式和盘式制动器来制动。
- 2) 利用非摩擦元件，例如液态电磁制动器和电动制动器来制动，或者用发动机或空气吸收器能量（風車和螺旋桨）来制动。

操纵制动器的傳动机构，种类极其繁多；可分为机械傳动、液压傳动、气压傳动、电力傳动以及它們的許多配合方式。

采用最广泛的是用机械傳动、液压傳动、气压傳动、气-液傳动及电-气傳动的蹄式、帶式和圓盘式制动器。这种具有把汽車行駛时的动能轉变为热能的摩擦付的制动机构的試驗，就要在本分册中予以研究。

在創制制动器和傳动机构的結構时，在改善制动系統性能及其使用性能（使用方便性、調整簡便性、使用寿命等等）的同时，必須考虑到用以制造这些汽車部件的材料的最合理使用問題。在

8
汽車工業中，在提高工作性能的同時，為了節約材料和降低各個部件和零件的重量所展開的鬥爭，對科學研究組織和汽車工廠的工作人員提出了修改制動系統結構和制動機構零件的重大任務。

不言而喻，正確地解決汽車和汽車列車的制動問題以及設計高效率和作用可靠的、使用材料最合理而經濟的制動系統，只有對制動系統進行了全面的試驗後才有可能，這種試驗能仔細地檢查制動器的使用性能和制動機構及制動傳動的計算資料。

不仔細地研究制動器在汽車上使用時的工作情況，不在實驗室條件下對其進行全面的研究分析，就不可能製造出有效的、可靠的、等強度的和耐磨的制動器。這時，在實驗室試驗時所應用的試驗台，必須保證尽可能符合制動器在不同使用條件下的汽車上的實際工作條件。從汽車制動器試驗的實際經驗中可以肯定，使用條件對制動系統的工作及其各個零件（特別是摩擦付）的使用壽命發生極大的影響。

必須指出，制動系統具有很多種不同的結構形式，並且在極其多樣的使用條件下工作，但是僅在不久以前，當汽車運輸的行人車密度大大增大，因而要求非常認真地解決必要的行駛安全性問題時，才開始對制動系統予以應有的注意。保證制動系統高度作用效率的更加完善的制動傳動（液壓傳動和氣壓傳動等等）只是在最近才被廣泛採用。

在技術文獻中，有關制動機構試驗方法的材料很少，而關於現代制動傳動的試驗和研究的資料幾乎完全沒有。

可是，由於對現代汽車制動系統提出了很高的要求，因而就需要制定新的試驗方法，製造更加完善的試驗台以及其它設備，以便對制動系統的工作進行深入的科學研究，對制動器各個元件，特別是摩擦付面進行檢查（交付—驗收）試驗。

本書是系統整理制動系統及其元件試驗的零散報導，總結有關制動器試驗的實際經驗的初步嘗試。本書中敘述了現在最通用的試驗方法和試驗裝置（試驗台）、設備及附件，並且對其優缺點

也作了扼要的分析；每章之后还指明了进一步改善試驗方法及試驗設備的途徑。

本冊內載有有關制動機構主要元件——摩擦付——的試驗、制動機構總成的試驗台試驗和制動機構某些零件的試驗等方面的資料。

汽車制動機構的工作條件

現代汽車的制動機構在極端困難的條件下工作：在汽車緊急制動時，制動機構的很多零件受到很大載荷的作用，頻繁而強烈的制動會把制動機構加熱到很高的溫度，落到制動機構工作表面的灰塵、泥垢、水分等等會大大惡化其工作條件。

汽車制動器中所發生的現象及其工作條件的特徵，決定於很多因素：制動器的結構，製造其零件時所採用材料的性能及其製造工藝。其中每一項因素在所有其它條件相同時，對制動器工作條件都發生重大的影響。制動器摩擦付的主要元件——摩擦衬面——的性能對制動器的工作條件影響尤其大。

各種缺陷，如設計上的缺陷、工藝上的缺陷和使用上的缺陷等，對制動器工作條件的影響都很大。結構剛度不夠的制動器，在工作時會引起比壓的局部增高，因而發熱加劇，磨損增加。如在製造摩擦衬面時違反了工藝規程（未遵守型成規範），摩擦付的摩擦系數便降低了，所以為了有效的制動起見，必須大大地增加傳動力，因而縮短了衬面的使用壽命；在汽車使用過程中對制動器的調整不夠及時的話，能夠引起蹄片支承銷的加劇磨損，結果制動器會發生楔住現象，而使其各別零件損壞。

根據汽車及汽車發動機科學研究所（НАМИ）於1953年在小客車上對各種制動衬面的實驗室-道路試驗，以及莫斯科第一公共汽車場於1949~1950年間進行使用試驗的資料，確定了制動情況、摩擦付的性能和多種缺陷對制動機構工作條件的影響。

型成衬面（第一和第二方案）和織物衬面（第三方案）都會在小客車上作過試驗。

第一方案衬面在M-20〔勝利〕和ЗИМ汽車的制動器內進行了試驗，而第二方案和第三方案分別在ЗИС-110和〔莫斯科人〕汽

車的制動器內進行試驗。

在公共汽車（ГАЗ和ЗИС）上試驗了型成衬面，這種衬面專供在載重車的制動器中工作之用。

摩擦付的滑動速度、比壓和溫度以及制動的效率和頻率等決定於制動情況。這些參數按制動性質（緊急制動或一般制動）的不同而有不同的值。

制動情況取決於很多因素：汽車的型式、重量和高速性，制動器的結構，摩擦付的性能和使用條件（道路條件和氣候條件，行車密度和司機的技術熟練程度）等等。

制動情況對制動器溫度應力的影響特別強烈。

在ЗИМ和М-20〔勝利〕汽車上進行試驗時，第一方案衬面的溫度在緊張的市內交通條件下，相應地沒有超過 165° 和 130°C 。當時，衬面的發熱沒有引起制動效率的降低。

М-20〔勝利〕汽車在克里木山區的条件下，在長距離斜坡上試驗時所測定的制動衬面最高溫度達到 $160\sim 185^{\circ}\text{C}$ ，但制動效率沒有顯著降低。

在這種條件下，為了降低衬面的溫度應力，建議不單純利用制動器，而且也利用發動機來制動。

同樣那些制動衬面裝在ЗИМ汽車上工作時，溫度情況更加嚴重：在山區中行駛時，最高溫度達 280°C ，而平均溫度為 200°C 。在如此高的溫度下，這些衬面所保證的制動力矩降低到幾分之一，同時制動效率不再恢復。然而，除了發熱到 200°C 或者更高一些溫度的衬面以外，其它制動器的衬面，由於受熱不均勻而具有較低的溫度，因而保持了必要的摩擦性能。

在公路的平坦路段上進行的試驗表明，這種衬面摩擦性能的顯著差別，會破壞各車輪之間制動力矩的合理分配，因而在強烈制動時汽車可能產生側滑。

這樣，對第一方案制動衬面來說，當ЗИМ汽車通過山區的山坡時，由於制動衬面的發熱，摩擦性能大為降低，以致不能

保証在这种条件下的行車安全。

当 ЗИС-110 汽車在緊張的市內交通条件下进行試驗时，第二方案制动衬面的温度变化在 $60\sim 160^{\circ}\text{C}$ 范围内，仅在很少的情况下，个别衬面的温度达到了 180°C 。

因此，在緊張的市內交通条件下，ЗИС-110 汽車制动效率不应因衬面发热而降低。

ЗИС-110 汽車在克里木山区的长坡道上行駛时，制动衬面的最高温度达 250°C 。当时其余衬面的温度在 $150\sim 225^{\circ}\text{C}$ 范围内。最热的衬面在这样高的温度下，摩擦性能就大大降低，因此显著增大制动距离。

[莫斯科人] 汽車在緊張的市內交通条件下进行的試驗表明，第三方案衬面的温度不超过 70°C ，而在克里木山区的长坡道上不超过 140°C 。这些制动衬面，不論在緊張的市內交通条件下，还是在山区长坡道上，通常都不致因发热而降低制动效率。

摩擦付的摩擦性能，强烈地影响制动器的工作：随着摩擦付温度的升高和被水分、油料、尘土及污泥等沾污程度的加重，制动效率一般即逐渐降低。

道路試驗和試驗台試驗表明，当第一方案衬面加热到温度低于 $150\sim 160^{\circ}\text{C}$ 时，制动效率实际上没有什么变化，当衬面受热到温度达 200°C 时，制动力矩降低 $10\sim 12\%$ 。当衬面温度到了 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时，制动效率便开始剧烈降低。

当衬面第一次热到 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，随之再冷却到 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之后，制动性能并不能完全恢复，以后只要受热到比較低的温度 ($170\sim 220^{\circ}\text{C}$)，制动效率就开始剧烈降低。

当衬面被热到温度超过 160°C 时，衬面便发出气味。这就表明了衬面已开始暗燒。当衬面的温度热到 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 以后，在其工作表面上可明显地看到燃烧产物和磨損产物的微粒，这些微粒部分地为受热时分泌出的而在冷却时凝固的树脂状物质粘結在一起。

可以設想,磨損產物和燃燒產物同在衬面發熱時所分泌的,把這些產物粘結在一起的樹脂狀物質混合在一起時,好像在工作表面(在足夠高的溫度下)上形成一層薄薄的潤滑油層,因而,摩擦係數顯著地下降了,這就是高溫時制動效率大大降低的原因。

當制動器冷卻時,樹脂狀物質凝固,並与衬面工作表面上存在的磨損產物和燃燒產物微粒粘結在一起。因為這種凝固過程不是像在衬面成型時那樣在壓力下進行的,所以,凝固的表面層的強度面積和耐熱性都要比受熱前的衬面材料差,這一點也就是衬面在制動器機構內加熱到 $200\sim 260^{\circ}\text{C}$ 之後,制動效率不能恢復(所謂「殘余惡化」)的原因。

衬面浸水後,制動效率略有降低,但當衬面加熱到 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ 時,效率又會恢復。

衬面塗油後,制動能力幾乎完全消失。當沾油衬面加熱到 $170\sim 175^{\circ}\text{C}$ 時,制動效率能局部地或完全地得到恢復。

試驗表明,將 ЗИГ-110 汽車所用的第二方案制動衬面加熱到 $150\sim 160^{\circ}\text{C}$ 時,幾乎不影響其摩擦性能。當衬面的加熱溫度超過 170°C 時,制動效率便逐漸下降了,當溫度在 $250\sim 290^{\circ}\text{C}$ 左右時,達到了極小值。當將衬面繼續加熱到比較高的溫度,而達到 $310\sim 380^{\circ}\text{C}$ 時,幾乎又可使制動效率恢復到原先的水平,然而,在這樣高的溫度下,衬面的材料便開始破壞了。

衬面加熱到 $170\sim 200^{\circ}\text{C}$ 溫度時,會引起制動效率的殘余惡化,然而它不是不可改變的:以溫度 200°C 左右為限重複加熱冷卻幾次之後,衬面的摩擦性能能完全恢復。

在這種方案制動衬面加熱到溫度 $310\sim 380^{\circ}\text{C}$,再冷卻到 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之後,由於其摩擦性能的殘余惡化和已開始的材料破壞,這種衬面即不適于繼續工作。

與第一方案的衬面一樣,第二方案衬面受熱時,制動效率的降低是受熱分泌出來的樹脂性物質与磨損產物和燃燒產物混合,似乎在衬面工作表面上形成一層潤滑油膜的緣故。

这种衬面加热到温度超过 $280\sim 300^{\circ}\text{C}$ 时；制动效率的增加，显然是由于衬面工作表面上粘結性的树脂性物质烧掉和汽化的結果。衬面在 200°C 温度限度内重复加热几次时也发生同样的现象。

衬面浸水后，制动效率略有降低（約 $4\sim 5\%$ ）。

这种型式的衬面塗油后，同样会使制动能力几乎完全消失。只有在衬面加热到温度 190°C 时，制动效率始可达到对应于衬面的值，这基本上也可以用油的汽化来解释。

[莫斯科人]汽車用的第三方案衬面的加热到温度 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$ 时，摩擦性能没有什么变化。衬面的温度继续增高时，制动效率便开始逐渐降低，而当温度到了 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时，制动效率即非常剧烈地下降。制动器冷却之后，制动衬面的性能便完全恢复。

这种型式衬面的吸湿性比型成衬面大得多。它們吸收水分的时间可延續24小时以上；这时原始重量增加了 0.22% ；但这种衬面浸湿后，摩擦性能几乎并不恶化。

衬面塗油以后，摩擦性能非常剧烈地下降，只有在温度到了 175°C 时才开始恢复。

制动机构的各种缺陷，同样影响其工作。

在汽車制动器内，常常遇到下列缺陷：

1) 当結構或布置方案与其工作条件或工作状况不相适应时所产生的設計上的缺陷；

2) 在零件制造时，由于几何形状、尺寸、工作表面加工光洁度、材料的成分及其热处理情况、工厂調整等方面不合图纸要求而产生的工艺上的缺陷；

3) 由于维护不良、使用材料质量低劣和采用了零件不允許的工作情况等等而产生的使用上的缺陷。

这些缺陷可能破坏制动系統的工作，即：

1) 作用效率降低，以致制动器受到过大傳动力的作用而超载；

2) 作用不可靠，引起制动器零件磨損增大（由于不完全

制动)；

3) 静荷强度、动荷强度和疲劳强度降低，引起个别零件的损坏以致制动器楔住；

4) 静荷刚度和动荷刚度降低，使摩擦付表面的比压重新分布，并使比压增大；

5) 耐磨性、耐热性和耐蚀性降低，因此改变了摩擦付的工作条件；

6) 密封性不良，使外来杂质落到制动器的工作表面上而改变了摩擦条件；

7) 出现讨厌的噪音(轧轧声、吱吱声、尖啸声等)，这是由制动器中的振动现象引起的；

8) 破坏工作过程进展的正确性，并在相应的道路条件、气候条件及其它条件下产生故障，不能工作。

制动系统的正常工作可能由于发生事故以及出现上述的某一缺陷而受到破坏，因此，在研究和评价制动器时，必须加以区别。

下面引证各种制动机构及其零件的工作正确性受到破坏的若干情况作为实例。

汽车制动机构的零件在其使用过程中经常受热，不断磨损，逐渐损坏。

制动机构零件的使用寿命，按工作表面的状态及摩擦零件之间的间隙来确定。所以摩擦表面和其他零件的磨损和状态的观测，有很大的实际意义。

确定制动机构零件在使用中的工作寿命时，必须把由于正常(自然的)工作和不正常(强化的和紧急的)工作所产生的变化区别开来。

制动衬面在强化情况下工作时，磨损很强烈。例如，根据莫斯科第一公共汽车修理场于1949~1950年间所提供的总结资料，ГАЗ小型公共汽车制动衬面的平均使用寿命，为18679公里行驶里程，ЗИС中型公共汽车为14118公里(前制动器)和12980公

里(后制动器)。

制动鼓的使用寿命，基本上取决于制动时所放出的热量及制动鼓的散热能力。

制动鼓(盘)的工作表面，可能有两种磨损(损坏)形式：

1) 由卡在制动衬面上并刮削制动鼓(盘)的工作表面的外来固体硬粒所引起的机械损坏，即磨削性磨损；

2) 由于制动鼓散热能力不足，在其工作表面上形成热裂纹。

制动鼓工作表面磨削性磨损的强度，取决于制动鼓的刚度、制动鼓的材料、衬面材料以及使用条件。

制动鼓工作表面的开裂，取决于其材料的质量、热导出的正确性以及使用条件。

当高速汽车制动时(吸收大量的动能时)，制动鼓与制动盘和轮毂的铆钉连接、螺栓连接以及其它的连接，有时可能松动和损坏。

摩擦付的試驗

现代汽车及其它车辆制动系统的效率、可靠性和使用寿命，在很大程度上取决于制动机构摩擦付的性能。摩擦付的摩擦性能通常以摩擦系数来表示，它决定了机构的作用效率，各种工作条件下摩擦系数的稳定性决定了制动器的作用可靠性，而摩擦付的良好耐磨性，决定了制动机构的使用寿命以及其不须经常调整的工作能力。

只有进行全面的试验，才能确定摩擦付的摩擦性能。

制动器摩擦付的试验，可分为两大类：检查(交付-验收)试验和科学研究试验。

为了更清楚地阐明对制动器的摩擦付需要提出什么样的要求以及需要在哪些方面进行试验，我们更详细地研究一下摩擦付的