

淺談車輛煞車安全系統及機制

A Brief Discussion on Vehicular Braking Systems and Mechanisms

圖・文：新竹縣政府消防局 黃健原

一、案件狀況

某某縣消防局隊員於 2 月 26 日支援公墓火警任務，據報載當時他開著水箱車抵達，並拉起手煞車準備置放輪擋，當下他沒想到車子突然向前滑動，接著反應不及，瞬間被壓進右前輪，旁人發現後趕緊協助將他救出，並火速將人送醫。隊員臟器受損嚴重，另有多處骨折，原本要送往高雄長庚，但途中一度沒有心跳，才緊急改送枋寮醫院，並裝上葉克膜搶救，雖然一度心跳恢復，但狀況持續惡化，直到最後家屬忍痛放棄急救。

縣長臉書表達遺憾心痛，「一個正值壯年的生命殞落，我的心情沉痛，除了家屬失去最心愛的家人，社會更失去一位優秀的消防弟兄，在此致上最深的哀悼，願逝者安息，家屬節哀保重。」

為避免憾事再次發生，製作案例分析，提醒同仁注意相關車輛安全事項，以預防類似災害發生。

二、車輛煞車系統分析

（一）煞車系統之基本功能或主要目的，即為用來降低車速、下坡時保持車速穩定及車輛停止時維持靜止狀態。

（二）故按照其功能可定義為

1. 正常行駛中一般使用之車輛主煞車 (Service Brakes)
2. 部分煞車系統失效或降低、減少主煞車系統使用時之副（輔助）煞車 (Secondary Brakes)
3. 車輛停止後維持靜止狀態之駐煞車 (Parking Brakes)

以下將針對此 3 部分進行說明：

1. 主要煞車動作方式

（1）氣壓式：利用壓縮空氣將能量傳送至制動器，然後再由制動器的氣密室透過機械裝置：如推桿、轉軸、凸輪和滾輪等…，轉換能量至煞車來令片以推擠煞車輪鼓完成車輪制動效果。

（2）液壓式：煞車踏板踩下時，煞車總泵將煞車油壓出，經煞車油管送至各煞車分缸，使分缸內的活塞向外移動，經推桿將煞車蹄片壓緊，隨車輪一起旋轉的煞車鼓，因摩擦作用，使煞車鼓減速或停止轉動，進而產生煞車作用。

（3）空氣油壓複合式：以消防車為主，

雙迴路液壓制動系統利用相互獨立的雙控制動主缸，通過 2 套獨立管路，分別控制兩橋或三輪的車輪制動器。其特點是若其中一套管路發生故障而失效時，另一套管路仍能繼續起制動作用，從而提高了車輛制動的可靠性和行車安全性。

- (4) 油壓：當煞車踏板被踩下時，利用帕司卡原理，煞車總泵之活塞會將油壓送到各輪之分泵，推動煞車蹄片緊壓於煞車鼓或碟片而產生煞車作用。煞車踏板放鬆時，彈簧將煞車踏板推回，總泵活塞被彈簧推回，油管中之壓力降低。
- (5) 說明手煞車原理及使用時機主煞車系統設計目的為將行駛中車輛減速並完全停止的制動裝置，它最終必需透過煞車來令片和轉動的輪鼓相互抗衡的摩擦力量，以達成制動的效果。因此在制動的過程中，它會產生極大的高熱，尤其車輛在載重、下坡、高速..等路況行駛時，若長時間持續使用主煞車來制動時，容易產生制動輪鼓間過度使用產生高溫現象，而使煞車來令片摩擦力降低，可能導致失靈之情況。

2. 輔助煞車（低速檔）

- (1) 引擎煞車：引擎在各工作循環中加上各運動元件摩擦阻力，在油門踏板放開時，其阻力會使引擎轉速變慢，再經傳動系統的作用（齒輪減速比效益）使車輛減速。
- (2) 排氣煞車：利用裝置於排氣歧管

的活門，當啟動排氣煞車時，將排氣活門關閉，以阻止引擎汽缸內燃燒汽體排出，阻擾引擎汽缸活塞移動的速度，達到降低引擎轉速，並間接降低車輪轉速。

- (3) 電磁煞車：利用電流作為介質將能量傳送至車軸輪制動器（類似電磁鐵原理），車軸制動器位於中間傳動軸前或後方，主要功能係為阻止或減緩傳動軸轉動，以達到車輪減速目的。
- (4) 油壓減速器：油壓減速器係採用油壓反向的原理，設計原理同為阻止或減緩傳動軸的轉動，用以降低車速。
- (5) 減速器（retarder）降低傳動軸的速度：控制排氣門開關時間，使引擎動力遲滯，利用引擎燃燒室內產生真空（負壓），阻擾引擎活塞移動的速度，達到降低引擎轉速。因此，引擎減速器亦是增加引擎煞車的效果。
- (6) 離合器：傳遞引擎動力到變速箱的媒介物。離合器片的材質與剎車片有相似，其摩擦片具有一定的耐高溫性能。在汽車行駛過程中，踩下離合器踏板，離合器片便與發動機飛輪分離，在由高檔位切換至低檔位時，當離合器片與發動機飛輪連接，隨著發動機轉速的降低，汽車被迫降到和發動機轉速相匹配的行駛速度，其自身的慣性動能被自動消耗。

3. 電子駐煞車

- (1) 第一種是檔位在換至「P 檔」，在按下「P」按鍵進行駐煞車。
- (2) 第二種為當檔位換至「P」檔的

同時，車輛會自動開啟駐煞車裝置。電子駐煞車會由感應器讀取車速、排檔桿的位置、安全帶的使用狀態等資訊，來判斷電子駐煞車的開關。多半碟煞裡的煞車卡鉗裡設有開關裝置，但近年也能夠用於鼓煞，從豪華車到輕型車，眾多車款都開始採用電子駐煞車，因此採用 ACC 系統的車款增加了，都和電子駐煞車有很大的關聯。

(三) 車輛常見煞車系統運作裝置可分為碟式與鼓式對於煞車系統之運作，其最主要仍係以透過一個最基本的能量轉換過程，將輪胎旋轉的動能，透過來令片與煞車碟盤間之摩擦轉換為熱能，藉此達到減速效果之物理特性。

1. 何謂碟式：以煞車卡鉗控制兩片「來令片」去夾住輪子上的煞車碟盤。
2. 何謂鼓式：在車輪轂裡面裝設二個半圓型的「來令片」，利用「槓桿原理」推動「來令片」使「來令片」與輪鼓內面接觸而發生摩擦。
3. 說明兩者優缺點（資料來源：U-CAR 汽車教室）

碟式煞車的優點：

1. 碟式煞車散熱性較鼓式煞車佳，在連續踩踏煞車時比較不會造成煞車衰退而使煞車失靈的現象。
2. 煞車盤在受熱之後尺寸的改變並不使踩煞車踏板的行程增加。
3. 碟式煞車系統的反應快速，可做高頻率的煞車動作，因而較為符合 ABS 系統的需求。
4. 碟式煞車沒有鼓式煞車的自動煞緊作用，因此左右車輪的煞車力量比較平

均。

5. 因煞車盤的排水性較佳，可以降低因為水或泥沙造成煞車不良的情形。
6. 與鼓式煞車相比較下，碟式煞車的構造簡單，且容易維修。

碟式煞車的缺點：

1. 因為沒有鼓式煞車的自動煞緊作用，使碟式煞車的煞車力較鼓式煞車為低。
2. 碟式煞車的來令片與煞車盤之間的摩擦面積較鼓式煞車的小，使煞車的力量也比較小。
3. 為改善上述碟式煞車的缺點，因此需較大的踩踏力量或是油壓。因而必須使用直徑較大的煞車盤，或是提高煞車系統的油壓，以提高煞車的力量。
4. 手煞車裝置不易安裝，有些後輪使用碟式煞車的車型為此而加設一組鼓式煞車的手煞車機構。
5. 來令片之磨損較大，致更換頻率可能較高。

鼓式煞車之優點：

1. 有自動煞緊的作用，使煞車系統可以使用較低的油壓，或是使用直徑比煞車碟小很多的煞車鼓。
2. 手煞車機構的安裝容易。有些後輪裝置碟式煞車的車型，會在煞車碟中心部位安裝鼓式煞車的手煞車機構。
3. 零件的加工與組成較為簡單，而有較為低廉的製造成本。

鼓式煞車的缺點：

1. 鼓式煞車的煞車鼓在受熱後直徑會增大，而造成踩下煞車踏板的行程加大，容易發生煞車反應不如預期的情況。因此在駕駛採用鼓式煞車的車輛時，要盡量避免連續煞車造成來令片因高溫而產生衰退現象。
2. 煞車系統反應較慢，煞車的踩踏力道

較不易控制，不利於做高頻率的煞車動作。

3. 構造複雜零件多，煞車間隙須做調整，使得維修不易

(三) 車輛常見煞車系統運作裝置可分為碟式與鼓式對於煞車系統之運作，其最主要仍係以透過一個最基本的能量轉換過程，將輪胎旋轉的動能，透過來令片與煞車碟盤間之摩擦轉換為熱能，藉此達到減速效果之物理特性

1. 大型車：車重之 50% 以上。
2. 小型車及其附掛之拖車：車重之 50% 以上。
3. 平衡度：左右輪之煞車力兩者相差不超過 30%。
4. 手煞車：車重之 16% 以上（拖車不適用）。
5. 前輪側滑度：每公里正負 5.0 公尺以下。

三、煞車系統保養與檢查（依原廠技術手冊上的汽車保養項目和詳細建議）

- (一) 每日裝備檢查前，車輛試動前踩踏煞車 3 次，確認氣壓式總煞車儀表板是否正

常，車輛停妥後將輪檔置放好，保持一點距離，若有異狀可以觀察是否位移，氣壓式應每日排水氣箱。

- (二) 每一年或每 2 萬公里更換煞車油。
- (三) 每 3 個月或每 5,000 公里檢查煞車皮及其油量。
- (四) 煞車油位明顯下降。
- (五) 長時間行駛山路。
- (六) 防範車輛停駐滑動措施。
- (七) 煞車油壺非漏油而明顯下降，表示碟式來令片磨耗相當程度。
- (八) 來令片厚度 00MM 以下須更換。
- (九) 手煞車拉起聲響數明顯增加，需換來令片。
- (十) 踏煞車時踏板抖動，前煞車盤需更換。
- (十一) 踏煞車時，踏板不正常下降應檢查總泵系統。
- (十二) 2 人操作流程：駕駛拉手煞車及腳踏車，副手下車放輪檔阻器，駕駛放開腳剎車，打 PTO 或熄火。
- (十三) 1 人操作流程：駕駛拉手剎車及腳踏

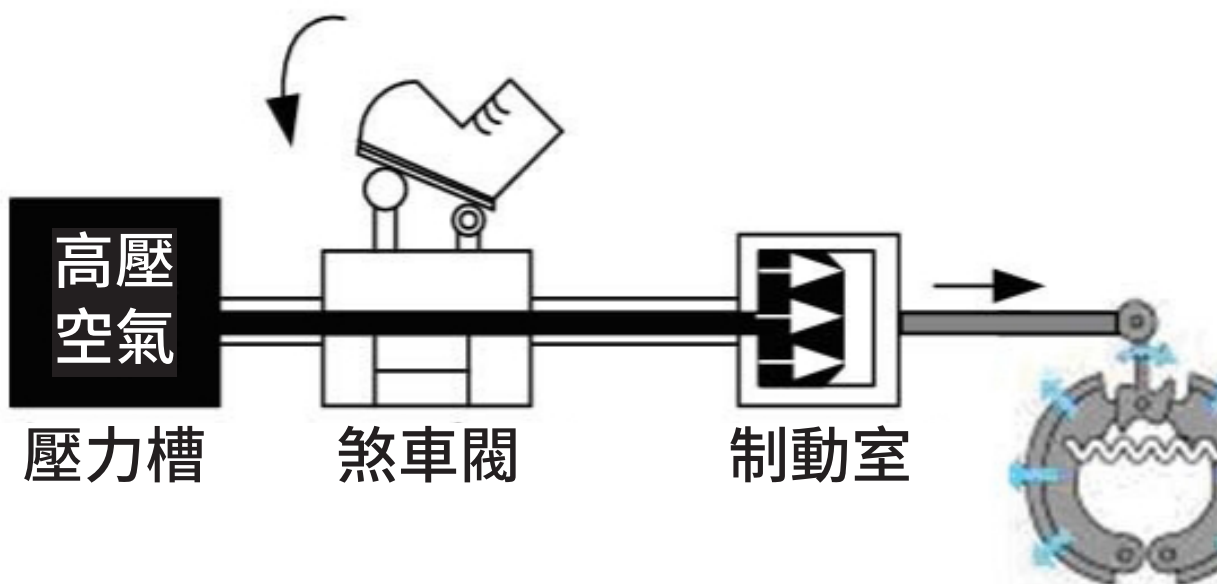


圖 1、氣壓式煞車動作方式

張貼時間	2022/7/28 下午 01:45:37						
主旨	有關 ISUZU 9 噸以下車輛煞車功能及上下坡操作說明。						
內容	一、上坡熄火導致水箱車下滑側翻，本局 ISUZU 9 噸以下消防車輛（小型消防車 -12 車）其煞車系統採機械補助油壓系統，當車輛熄火時僅存有一次踩踏路煞車的制動力，故當下應立即執行拉手煞車、入第 1 檔位及重踩煞車，來減緩車輛滑行。 二、駕駛應注意前方路況，於上坡時應減緩車速變換檔位（1-2 檔）緩慢上坡，忌高速檔位上坡，當馬力不足時易造成車輛熄火。 三、行駛車輛應開啟引擎煞車，下坡時應以低速檔緩慢行駛，勿以高速檔行駛下坡，當踩煞車多次後會造成煞車氣壓不足及煞車片過熱情形。導致煞車失靈。 四、消防車輛停放時應拉手煞車並使用輪檔，放置於後輪防止車輛滑動。確保車輛及人員安全。 五、新聞連結 https://www.ettoday.net/news/20220727/2302975.htm 附件：						
發佈單位	災害搶救科	發佈人		張貼天數	3	等級	重要
張貼時間	2022/7/27 下午 01:42:30						
主旨	有關 ISUZU 9 噸以下車輛煞車功能說明 1 案。						
內容	一、鑒於新北市上坡熄火導致水箱車下滑側翻，提供本局 ISUZU 9 噸以下消防車輛（小型消防車輛 -12 車）其煞車系統採機械補助油壓系統，當車輛熄火時僅存有一次踩踏剎車的制動力，故當下應立即執行拉手煞車、入第 1 檔位及腳重踩煞車，來減緩車輛滑行。 二、新聞連結 https://www.ettoday.net/news/20220727/2302975.htm						
發佈單位	災害搶救科	發佈人		張貼天數	3	等級	重要

佈告欄							
張貼時間	2021/10/8 下午 10:28:32						
主旨	有關氣壓煞車車輛建議維護事項						
內容	邇於有消防車輛因剎車安全機制致車輛無法行駛，經查為手煞車繼動閥未因經常使用，以致於空氣中含水份生鏽造成橡皮皮碗損壞導致漏氣以致車輛無法行動。 建開氣壓快車車 保養如下 1. 平日保養：車輛發動時拉動煞車儲氣桶排除水氣（車底下檢測請注意安全） 2. 年度保養：請車廠針對煞車儲氣桶更換乾燥劑 附件： 1.1101008 損壞情形 jpg 2.1101008 平日保養檢測 jpg 3.1101008 年度保養建議 jpg						
發佈單位	災害搶救科	發佈人		張貼天數	15	等級	重要

■ 圖 3、即時通

車，入檔熄火，放輪阻器，發動引擎打 PTO。

(十四) 本局搶救科即時提醒各單位車輛注意事項。(如圖 3)

四、相關法規：

- (一) 消防人員救災安全手冊：第四章車輛部署安全指導原則及第 22 章搶救山林火災安全指導原則。
- (二) 職業安全衛生設施規則第 186 條。
- (三) 道路交通管理處罰條例第 56 條修正草案 (110 提案，目前未通過)
- (四) 防活動時等における安全管理マニュアル (日本)

五、目前較落實輪檔的單位：

- (一) 國軍
- (二) 科技廠區內
- (三) 槽車業者
- * 輪檔使用注意事項 (參考原文資料)
- (一) 使用時須遵守輪檔之使用說明書。
- (二) 輪檔需成對使用。
- (三) 輪檔須放置穩固並正對輪面中心。
- (四) 放置位置建議事項：

1. 水平面停放時，建議將輪檔置於輪胎前後。
2. 下坡停放時 (車頭朝下坡)，輪檔置於前輪且位置須低於車輛重心。
3. 上坡停放時 (車頭朝上坡)，輪檔置於後輪且位置須低於車輛重心。
4. 若無法確認坡向或現場情況惡劣，可將輪檔置於輪胎前後。

(五) 輪檔種類選擇的變因有很多如下：

1. 輪胎的尺寸：輪檔高度若小於輪胎直徑的四分之一，會降低輪檔效用。
2. 車輛總重量。
3. 坡度及坡向。
4. 子午線輪胎 (radial tire) v.s 斜交輪

胎 (bias-ply tire)：子午線輪胎滾動阻力較小，會降低輪檔的效用。

5. 不同環境下的胎壓。

6. 地面狀況

(六) 雖然輪檔不易損壞，但仍需定期檢查輪檔是否有裂紋、碎裂或其他劣化現象。

(七) 輪檔種類

1. 礦坑用輪檔：重量輕，採用堅固的聚氨酯結構，可用於雪地和冰面
2. 全地形輪檔：重量較輕採用堅固的聚氨酯結構
3. 橡膠輪檔：兩側皆可靠在輪胎上，適合用於卡車裝 / 卸貨時耐用的橡膠結構
4. 重型輪檔：採用堅固的聚氨酯結構，專為運輸卡車和重型車輛設計，具有繩索或鍊條的安裝孔較鐵製輪檔輕
5. 通用輪檔：專為多功能車輛設計，具有繩索或鍊條的安裝孔耐油及化學物質具有嵌入式把手
6. 航空器用輪檔：專為中大型飛行器設計，耐候、耐磨、耐飛機燃料



圖 2、輪檔示意圖



圖 4、手煞車繼動閥

ISUZU 台北合眾汽車

儲氣桶の定期維護

適用於氣壓制車車型：LT巴士、NQR巴士及卡車、FRR 11噸、FVR 15及17噸

儲氣桶會有水份 | 相關車輛在潮濕的環境中行駛，則空氣中往往會含有水份，因此需要在駕駛前每天檢查一下儲氣桶。

沒適當排除會生鏽





▲ 製作才會增加水份，製水和儲水。

▲ 中繼氣缸及後制動氣缸上，若得及空氣乾氣，以此制動進行車輪操作。

▲ 檢查用制動動力機上，若得及空氣乾氣，檢查內角質，從內角質具能力留內積。

▼ 日常檢查

日常檢查儲氣桶及排除水份

由於儲氣桶中可能含有水份，因此需要拉動儲氣桶的排水拉環以將水份排出。如儲氣桶中有大量的水份排出，則必須立即更換乾燥劑。

何時需要更換乾燥劑

乾燥時間表：每10萬公里或每12個月，若於乾燥環境中運行，則應提前更換。檢查內容：更換乾燥劑、過濾器、乾燥劑。

乾燥時間表：每10萬公里或每12個月，若於乾燥環境中運行，則應提前更換。檢查內容：更換乾燥劑、過濾器、乾燥劑。

此情況下，乾燥劑無法正常工作，應立即更換！

信心就是五十鈴

圖 5、儲氣桶應定期維護

WHEEL CHOCK GUIDELINES

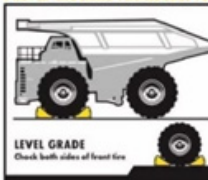
240 噸以上

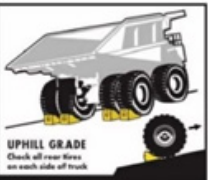
240 噸以下

鉸接式卡車

兩個或多個輪軸

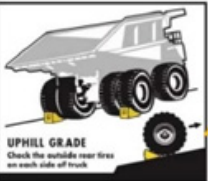
PROPER CHOCKING PROCEDURES FOR PAYLOADS OVER 240 TONS



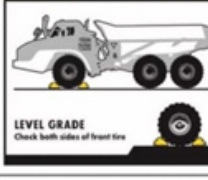
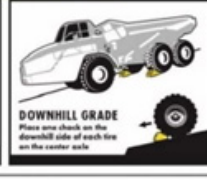
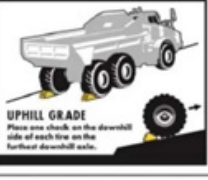


PROPER CHOCKING PROCEDURES FOR PAYLOADS UP TO 240 TONS





PROPER CHOCKING PROCEDURES FOR ARTICULATED TRUCKS

PROPER CHOCKING PROCEDURES FOR VEHICLES WITH TWO OR MORE AXLES





後方所有輪胎皆要放置

僅須放置於後方外側輪胎

NOTE: Diagrams shown are for land vehicle use only. For more detailed information and for aviation chock user guidelines, visit our website at www.checkers-safety.com.

SEN 10018-010

圖 6、車輪檔使用指南