

介紹

1. 使用範圍

本安全資料表之目的，在說明使用於工作場所及公共道路上的地面移動機械，其剎車系統之最低功能需求及測試基準，以提供此機械之剎車容量的標準評估程序。本安全資料表的適用範圍包括自行驅動之橡膠輪胎的傾卸卡車、刮運機、挖土機、裝料機、平路機、推土機和輪胎式挖溝機。

2. 名詞解釋

- (1) 地面移動機械：在工作場所操作或在公共道路上運動的橡膠輪胎的機械。
- (2) 剎車系統：由控制器、剎車啟動裝置、剎車和減速器等元件組成的系統，當所有元件結合時，能停止和固持機械。
- (3) 主剎車系統：用以停止和固持機械的主要系統。
- (4) 輔助剎車系統：當主剎車系統發生單一失效時，用以停止和固持機械的系統。
- (5) 停車剎車系統：將已經停止的機械固持在穩定停止位置的系統。
- (6) 剎車控制器：由操作人員直接啟動的元件，當啟動此元件時會產生力量，並將力量傳遞至剎車。
- (7) 剎車啟動系統：介於剎車控制器和剎車之間的所有元件，並將剎車控制器和剎車做有效的功能連結。
- (8) 剎車：直接施加力量以抗拒機械動作的元件；剎車可以是磨擦式、電子式、靜液壓式或是其他的流體型式。
- (9) 減速器：吸收能量的元件，通常用以控制或降低機械的速度。
- (10) 共同元件：在兩個或兩個以上的剎車系統中作動的元件。
- (11) 機械質量：機械的操作質量，包括機械本體、外殼、頂蓬及其所有元件和固定物(如基座、螺栓等)，和製造商認可的儀器設備，依據ISO6016還包括操作人員和完整的流體系統的最重組合的質量。
- (12) 停止距離(s)：機械在測試車道上從機械的剎車控制器啟動開始，到機械在測試車道上完全停止所經過的距離。

(13) 平均減速度(a)：機械從剎車控制器啓動開始，到機械完全停止的時間內，機械速度變化率的平均值。此平均減速度可以用下式表示：

$$a=V^2/2S$$

其中：a爲平均減速度，以m/sec²表示；

V爲機械在剎車控制器啓動之前瞬間的速度，以m/sec表示；

S爲停車距離，以m表示；

m爲公尺；

sec爲秒。

(14) 磨光：將機械剎車的磨擦面加以處理的程序。

(15) 剎車系統壓力：施加於剎車系統的流體壓力。

(16) 剎車施加壓力：在剎車處量測的流體壓力。

(17) 調節剎車：操作剎車控制器以連續的增加和降低剎車力量的能力。

(18) 測試車道：機場進行測試的平面。

(19) 冷剎車：剎車的條件爲

A. 剎車在前一小時內未經啓動過，或

B. 在剎車碟或剎車鼓外量測時，剎車溫度已冷卻至100℃或低於100℃，或

C. 若爲完全密閉式的剎車或是油浸式剎車，在最接近剎車的外殼上量測的溫度低於50℃。

3. 構造、形式種類、優點

地面移動機械的種類，依其作業內容與對象之不同，而有多種不同形式的變化。本安全資料表主要針對自行驅動之橡膠輪胎的傾卸卡車、刮運機、挖土機、裝料機、平路機、推土機和輪胎式挖溝機。其構造爲自行驅動的車體，配合作業需要的附屬設備，如挖斗、裝料斗等，以遂行相關的作業。一般而言，此類機械多具體重心低、質量重、速度低的特點，然而其操作環境及視角多不甚佳。

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

本安全資料表所包含的機械，多使用於建築工地和公共道路上載運，作業環境多屬地面崎嶇不平、多風沙、多水、和日晒的惡劣之環境。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策

本安全資料表所包含的機械，多於惡劣環境下使用，且具備大質量，和大的慣性力，因此危害多由上述原因所造成。此類機械的潛在危害包括：傾覆、撞擊、碾壓、捲入和陷入等，因此必須裝設傾覆防止裝置(如反平衡裝置等)，速度限制裝置(以防止高速行進時所產生的高慣性力)，並加強操作人員的教育訓練，熟悉操作技巧，同時需配置指揮人員，以配合操作人員的作業，管制作業的危險區域，防止危害發生。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

本安全資料表所包含的機械，應配置傾覆防止裝置，過速防止裝置，過載防止裝置，迴轉警告裝置等安全裝置。傾覆防止裝置主要以陀螺儀偵測機械的傾斜角度，配合機械的速度，計算機械是否有傾覆的顧慮，並將計算結果顯示或發出警告。過速防止裝置則偵測機械的行進速度，以防止機械的慣性力過大，造成危險。過載防止裝置以負荷感應器偵測機械的負載，以防止機械負載過高，造成機械慣性力過大或機械質量中心過高，發生危害。迴轉警告裝置則在機械附屬設備迴轉時，發出警告，以防止人員進入機械操作的危險區域內。若是機械使用液壓系統時，應配置壓力異常警告及防止裝置。

3. 相關作業環境之危害

本安全資料表所述之機械，多在崎嶇不平的惡劣工作環境下執行作業。因此由作業環境所引發的危害，應特別注意防護。

圖1 土石移動機械

一般需求

1. 橡膠輪胎機械應具備下列剎車系統：

- (1) 主剎車系統；
- (2) 輔助剎車系統；
- (3) 停車剎車系統。

任何一個剎車系統都不可以有脫離裝置(如離合器或可排檔的齒輪

- 箱)，使得剎車系統永久或暫時的失效。
2. 爲了寒冷氣候下啓動機械而設計的動力源脫離裝置，同時也會使得剎車系統失效。在使用此脫離裝置之前，必須先行使用停車剎車系統，以確保機械的靜止。
 3. 剎車系統可以使用共同的元件，但是除了輪胎之外的任何單一元件失效，或是任何單一共同元件失效，都不可以使得機械的剎車停止能力，降低至低於輔助剎車系統的能力，或是不能接受的程度。
 4. 若是機械使用共同的控制裝置(如槓桿、踏板、或開關等)，可同時啓動主剎車系統和輔助剎車系統，同時此機械具備另一套獨立的動態剎車能力，使得機械能夠在原輔助剎車系統的停止距離(動態停止距離的120%)內，將機械停止，則上述(第3項)規定不是必要的。同時此剎車能力可以是自動啓動，並且不需要調節剎車。
 5. 所有機械都必須符合主剎車系統功能的需求(此功能需求將於功能測試中說明)。
 6. 如果機械配置其他的系統，並且由主剎車系統提供這些系統能源，則這些系統造成的失效，應當作如同主剎車系統失效加以考量。
 7. 所有的機械必須有相等的公稱額定容量的剎車，施加於至少在一個輪軸上的每一個輪子上。配置拖車頭的機械必須在拖車頭的至少一個輪軸上及被拖機械的至少一個輪軸上，都配置主剎車系統。
 8. 主剎車系統必須具備調節剎車的能力。
 9. 所有機械都必須符合輔助剎車系統功能的需求(此功能需求將於功能測試中說明)。
 10. 輔助剎車系統必須具備調節剎車的能力。
 11. 除非能夠立即的重新使用，爲了允許失效(拋錨)的機械可以移動的停止剎車系統的脫離(釋放)裝置，應安裝在操作人員的位置之外。
 12. 所有機械都必須符合停車剎車系統功能的需求(此功能需求將於功能測試中說明)。
 13. 當啓動停車剎車系統之後，此系統不可以依靠可排放的能量源來維持其系統的狀態，以避免能量源排放後，機械無法維持停車剎車的靜止狀態
 14. 若是停車剎車系統可以符合其功能需求的情形下，此剎車系統可以與其他的剎車系統使用共同元件。
 15. 若是機械的主剎車系統使用儲存能量，則此系統必須配置警告裝置。

當系統的能量低於製造商規範的最大操作能量值的50%，或是低於使得輔助剎車系統發揮正常功能所需要的能量時(取此二者中較高的能量值)，此警告裝置即自行啟動。

16. 當上述警告裝置啟動時，必須以連續性的聽覺的和視覺的警報，吸引操作人員的注意力。顯示壓力或是真空度的壓力計不符合上述的要求。

測試條件

17. 當進行機械所有剎車系統的功能測試時，應仔細遵循製造商的警告和注意事項。
18. 測試車道需具備堅實的基礎，和乾燥的硬表面。地表面的濕度含量，不可以影響剎車測試。
19. 測試車道在與受測機械行進方向垂直的平面，傾斜角度不得大於3%。受測機械測試時在其行進方向的傾斜度應清楚的說明。
20. 到達測試車道的通道必須具有足夠的長度和平坦度，同時具備均勻的傾斜度，以確保受測機械在啟動剎車前，能夠達到需要的測試速度。
21. 除了傾卸卡車及刮運機之外，所有受測機械的測試質量皆為前述定義中不包含配重的總質量，並依據製造商所規範的輪軸負荷分佈。
22. 傾卸卡車及刮運機的測試質量，除了前述定義的測試質量之外，應包含配重。其總測試質量應依製造商所規範的總質量，為機械的質量與配重質量的總和，且依據製造商所規範的輪軸負荷分佈。
23. 製造商應將所有與剎車系統相關的參數，詳細定義與說明。測試時受測機械的所有與剎車系統相關的參數，都必須合於此規範，例如輪胎尺寸、輪胎壓力、剎車調整量、警告啟動值等參數。所有剎車系統的壓力必須合於機械製造商的規範的範圍之內。在任何測試期間，不得對任何剎車系統進行手動的調整。
24. 當受測機械的傳動系統配置可變的齒輪比時，機械的測試速度應對應傳動系統中適當齒輪比所規範的速度。在機械完全停止之前，可以將傳動系統脫離，以保護傳動系統避免損壞。
25. 受測機械進行主剎車系統測試時，不得使用減速器；但是在進行輔助剎車系統測試時，可以使用減速器。
26. 受測機械的附屬設備(如刮板、挖斗、裝料筒等)在進行測試時，應依據製造商的指示，置於運輸的位置。
27. 在測試之前允許將剎車先行調整和處理，調整與處理的程序應遵循製

造商的指示，並應於操作和維修說明書中詳細說明。

28. 在測試之外，受測機械需保持運轉狀態，直到機械的流體(引擎和傳動系統的潤滑油)達到製造商所規範的正常操作溫度。
29. 受測機械的測試速度為機械正要施加剎車系統之前的速度。
30. 測試的結果應詳加記錄，並記載於測試報告中。

功能測試程序

31. 橡膠輪胎機械的剎車系統控制器的控制力量，不可以超過表一內所規範的值。

表一 剎車系統控制器最大的操作力量

剎車控制器的種類	可施加的最大力量(牛頓N)
手指控制(手指翻轉或扭轉開關)	20
手握持控制(向上型)	400
手握持控制(向下型)	300
腳踏板(腿控制型)	700
腳踩板(腳踝控制型)	350

32. 所有剎車系統控制器必須能夠被坐在駕駛座的人員很容易的操作。輔助剎車系統和停車剎車系統控制器的安裝，必須使得一旦使用這些系統後就無法解除，除非這些系統能夠很容易的再次使用。
33. 主剎車系統的回復能力(能量儲存系統)，需具備下述功能：
將引擎轉速控制器設定於最大引擎轉速(RPM)或是最大頻率(min-1)，並從最接近剎車的位置量測剎車的施加壓力。當主剎車系統以下列的方式操作時，第一次使用剎車時，主剎車系統必須能夠傳遞至少量測的剎車壓力的70%。
 - (1) 對傾卸卡車、刮運機、和挖土機：以每分鐘4次的頻率，施加剎車12次。
 - (2) 對裝料機、平路機、推土機和輪胎式挖溝機：以每分鐘6次的頻率，施加剎車20次。
34. 輔助剎車系統容量(能量儲存系統)：
如果主剎車系統的能量儲存裝置是用以驅動輔助剎車系統，則當機械處於靜止狀態並且與能量源脫離時，主剎車系統能量儲存裝置的容量必須使得在使用5次主剎車系統後，能量儲存裝置內剩餘的能量不能低於使輔助剎車系統發揮正常功能所需要的能量。

35. 能量儲存系統的警告裝置：
當系統的能量降低至製造商規範的最大操作能量值的**50%** 或是正常操作輔助剎車系統所需的儲存能量兩者之間的較大值之前，警告裝置應立即啓動。此警告裝置應在自動施加輔助剎車系統之前即啓動。
36. 穩定測試：所有受測機械皆應進行行進方向和倒退方向的穩定測試，測試時需符合上述之測試條件。
37. 除非受測機械配備靜液壓系統，當機械停止並與動力傳動系統脫離時，主剎車系統應足以將機械穩定的停止在**25%** 的傾斜坡上。
38. 當機械停止並與動力傳動系統脫離時，停車剎車系統應能夠：
(1) 對於傾卸卡車、分節的傾卸卡車和刮運車，將機械的測試質量(22項所述)穩定的停止在**15%** 的傾斜坡上；
(2) 對於其他的機械，將機械的測試質量(21項所述)穩定的停止在**20%** 的傾斜坡上。
39. 如果無法進行上述(37和38項)的穩定測試時，可以下述的測試替代穩定測試：
(1) 在具有防滑表面的傾斜平台上進行穩定測試；；
(2) 在受測機械行進方向傾斜度低於**1%** 的測試車道上，將靜止的受測機械傳動系統排至空檔，並施加剎車，此時對受測機械施以拉力。此施加的拉力需為靠近地面的水平拉力，以達到37和38項中所述之最小力量，此拉力的大小(以牛頓為單位)為：
A. 對**25%** 的傾斜坡為受測機械質量(以公斤為單位)的**2.38**倍；
B. 對**20%** 的傾斜坡為受測機械質量(以公斤為單位)的**1.92**倍；
C. 對**15%** 的傾斜坡為受測機械質量(以公斤為單位)的**1.46**倍。
- 除了傾卸卡車之外的機械停止功能需求：
40. 受測機械的剎車功能應大於機械的最大平面速度的**80%** 或是**32**公里/小時以上為測試速度，如果機械的最大平面速度小於**32**公里/小時，則以最大平面速度為測試速度，其速度之誤差值應在**3**公里/小時以內。
41. 機械的受測條件應符合前述之測試條件，測試車道在受測機械行進方向的傾斜度不得大於**1%** 。
42. 受測機械開始進行冷剎車時，主剎車系統和輔助剎車系統應在測試車道的兩個方向，以前進排檔各進行一次停止距離測試，兩次測試應至少相隔**10**分鐘以上，並將兩次測試的機械速度和停止距離的平均

值，記錄於測試報告中。

43. 受測機械的主剎車系統和輔助剎車系統應在規範的剎車距離內，將機械穩定的停止。

表二 無配重機械測試時之停止距離功能

主剎車系統停止距離 (m)	輔助剎車系統停止距離 (m)
$(V^2/150)+0.2(v+5)$	$(V^2/75)+0.4(v+5)$
備註：v>0，以公里/小時為單位	

表三 除了傾卸卡車測試質量超過32000公斤之外，有配重機械測試時之停止距離功能

主剎車系統停止距離 (m)	輔助剎車系統停止距離 (m)
$(V^2/44)+0.1(32-v)$	$(V^2/30)+0.1(32-v)$
備註：v>0，以公里/小時為單位 當測試速度超過32公里/小時以上時，將0.1(32-v)項自上述公式中刪除	

44. 若是受測機械配置減速器，在進行冷測試之前和冷測試進行中，可使用減速器。若是機械使用減速器，製造商應在操作說明書中詳細說明，機械在下坡時使用減速器的最大機械速度和傳動系統中的齒輪比(檔數)，此說明應製作成金屬銘板，固定在駕駛艙中操作人員易於看見的位置。

機械熱測試停止功能

45. 受測機械需施加主剎車系統後迅速釋放剎車，並連續四次使得在不造成輪胎滑動的最大(或儘可能接近最大)減速度的狀態之下，完成連續四次停止機械。在每一次機械停止之後，機械應使用最大的加速度使得機械在最快的時間內，回復到原始的測試速度。當第五次連續停止時，其量測的停止距離不得超過表二或表三內停止距離的125%。

傾卸卡車測試質量超過32000公斤之之停止距離功能測試

46. 測試車道應在受測機械的行進方向，具備(9± 1)%的下坡傾斜度。
47. 機械傳動系統的連結齒輪應不會使得引擎超過製造商所規範的最大引擎轉速(r/min)或是頻率(min-1)。
48. 受測機械應以(50± 3)公里/小時或是最大平面速度(如果最大平面速度小於50± 3公里/小時)為測試速度，並在10~20分鐘的時間內，將主剎車系統進行5次的停止剎車測試，使得受測機械從測試速度到完全停止。每一次測試的停止距離不可以超過表四所列的停止距離。

表四 傾卸卡車測試質量超過32000公斤之機械測試時之停止距離功能

主剎車系統停止距離 (m)	輔助剎車系統停止距離 (m)
$V^2/(48-2.6\alpha)$	$V^2/(34-2.6\alpha)$
備註：v>0，以公里/小時為單位 α為下坡傾斜度的百分比之值	

49. 受測機械的輔助剎車系統測試為單一的停止測試，測試速度為(25± 3)公里/小時。如果受測機械配置減速器，則在測試前或是測試進行中，允許使用此減速器。測試後所量測的停止距離，不得超過表四中所規範之停止距離。
50. 傾卸卡車的製造商應在操作說明書中詳細說明傾卸卡車的最大速度和滿載的傾卸卡車在特定下坡傾斜度時的傳動系統的排檔數值，此說明應製作成金屬銘板，固定在駕駛艙中操作人員易於看見的位置。

測試報告

51. 受測機械的測試報告應包含下列資訊：
- (1) 測試時所採用的標準(如本安全資料表)；
 - (2) 受測機械的型式；
 - (3) 受測製造商的名稱、住址、聯絡方式、和電話號碼等相關資訊；
 - (4) 受測機械的型號和製造序號；
 - (5) 剎車系統的狀態(如新的剎車系統、使用100小時的剎車系統等)；
 - (6) 測試質量和質量在機械輪軸上的分佈(以公斤為單位)；
 - (7) 機械製造商所認可的最大測試質量和質量在機械輪軸上的分佈(以公斤為單位)；
 - (8) 輪胎尺寸、輪胎花紋及摺紋等級、輪胎壓力(以MPa單位)；
 - (9) 剎車系統的簡單描述(如碟式或鼓式，手動控制或腳踏板控制等)；
 - (10) 剎車系統的型式(如機械式或液壓式)；
 - (11) 進行何種測試時使用減速器，減速器的型式(如機械式或液壓式)；
 - (12) 測試車道的表面型式(如瀝青、水泥或土壤)；
 - (13) 測試車道的傾斜高度和長度；
 - (14) 所有停止測試和穩定測試的結果；
 - (15) 施加剎車之後主剎車系統儲存能量的百分比，並以下列公式計

算：

$$p = (p_2/p_1) \times 100$$

其中p為殘餘壓力的百分比；

p_1 為第一次施加剎車時的剎車施加壓力；

p_2 為除了第一次剎車之外的數次剎車中，所量測的最低剎車施加壓力。

(16) 施加在剎車控制器上的力量；

(17) 機械最大的平面速度(以公里/小時為單位)；

(18) 儲存能量系統的輔助剎車系統的容量。

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第一款
雇主應有防止機械、器具、設備等引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
2. 勞工安全衛生法第五條第一項第三款
雇主應有防止電、熱及其他之能所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
3. 勞工安全衛生法第五條第一項第八款
雇主應有防止輻射線、高溫、低溫、超音波、噪音、振動、異常氣壓等所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
4. 勞工安全衛生法設施規則第四十三條
雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套胴、跨橋等設備。
5. 勞工安全衛生法設施規則第五十六條
雇主對於鑽孔機、截角機等旋轉刀具作業，勞工有觸及之虞者，應明確告知並標示勞工不得使用手套。

參考資料

1. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法。
2. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法施行細則。
3. 行政院勞工委員會，民國83年，台北，勞工安全衛生設施規則。
4. ISO6014:1986 "Earth-moving machinery - Determination of ground speed"

5. ISO6016:1982 "Earth-moving machinery - Methods of measuring the masses of whole machines, their equipment and components"
6. ISO6165 "Earth-moving machinery - Basic types - Vocabulary"
7. ISO7132:1990 "Earth-moving - Dumpers - Terminology and commercial specifications"
8. ISO9248:1992 "Earth-moving machinery - Units for dimensions, performance and capacities, and their measurement accuracies"