

介紹

1. 使用範圍

本安全資料表針對各種真空泵浦指出其生命週期間可能的危害，並說明設計、安裝、操作、維修等層面的安全衛生需求。本安全資料表僅就真空泵浦一般性安全需求加以討論，特殊用途的真空泵浦，應依其對象增加安全衛生的特殊需求。本安全資料表不適用於在開放空間連續運轉且其入口端壓力高於**750毫巴(750mbar)**的泵浦如真空吸塵器、通風風扇等。

2. 名詞解釋

- (1) 真空：總壓力低於大氣壓力的環境，真空度通常以氣體的絕對壓力表示，單位為巴斯卡(Pa)或毫巴(millibar)，1毫巴=100巴斯卡。
- (2) 真空泵浦：創造、增進、或維持真空環境的裝置。
- (3) 泵浦輸入端：氣體被壓縮進入泵浦的開口。
- (4) 泵浦輸出端：泵浦的出口或排放口。
- (5) 最大啟動壓力：真空泵浦可以啟動的最大入口壓力。
- (6) 最大出口壓力：製造商所規範的泵浦出口端的最大壓力。
- (7) 真空泵浦效能：經過真空泵浦入口端的氣體流量，通常以單位時間內壓力下的流量表示。
- (8) 泵浦介質：進入真空泵浦的所有物質，包括氣體、蒸氣、液體、霧滴、和固體微粒等。
- (9) 泵浦流體：操作真空泵浦所需要的基本流體。
- (10) 主泵浦：最大出口端壓力大於或等於外界環境壓力的泵浦。
- (11) 輔助泵浦：最大起始壓力或是最大出口端壓力小於大氣壓力，或是只有在低壓時才能有效的操作，並且必須結合主泵浦操作的泵浦，以產生較主泵浦單獨操作時更低壓力的泵浦。
- (12) 泵浦系統：純粹為了產生真空的泵浦或一系列的泵浦及其附屬設備；此附屬設備包括管線、閥、過濾器、冷卻器、控制裝置、和其他為達到功能需求所需要的設備。
- (13) 正向位移泵浦：真空泵浦內的一個充滿氣體的空間，循環性的與

入口端隔離，並將氣體傳送至出口端的泵浦。

- (14) 蒸氣泵浦：氣體由分子碰撞而被壓縮，並由高速且具有方向性的蒸氣包圍，並推向泵浦的出口端的泵浦。
- (15) 冷凝泵浦：被壓縮的介質凝結在非常低溫(低於 1200K) 的冷凍表面上，或是以大的有效面積的多孔性材料，在低溫冷凝的狀態下吸附介質的泵浦。
- (16) 氣體吸附泵浦：氣體主要被化學品及吸附劑的混合物質吸附的泵浦，吸附劑為金屬或合金，有一體成型式、昇華式、或陰級潑濺式等型式。
- (17) 分子泵浦：泵浦的動作是由高速轉子將動量傳送到氣體分子，使氣體分子向泵浦出口運動的真空泵浦，如渦輪泵浦等。
- (18) 最大允許工作壓力：製造商所規範的最大操作壓力。
- (19) 最低允許工作壓力：製造商所規範的最低操作壓力。
- (20) 熱烤：加熱真空系統的過程，加速從系統表面將不要的物質去除，以達到所要求的低壓。

3. 構造、形式種類、優點

真空泵浦是爲了創造總壓力低於大氣壓力的真空環境，將系統內的氣體或空氣壓至系統之外，使得系統內之壓力低於大氣壓力。真空泵浦的種類很多，包括正向位移泵浦、蒸氣泵浦、冷凝泵浦、氣體吸附泵浦、和分子泵浦等，各類型真空泵浦又有不同的型式如渦輪真空泵浦等，依據真空程度要求的不同，採用不同的真空泵浦。

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

真空泵浦主要的目的在創造低於大氣壓力的真空環境，以創造潔淨的環境及良好的製程和產品品質。使用真空泵浦的行業很多，石化工業、製造業、甚至醫療業都會使用真空泵浦，因此其職種及作業環境也相對的不同。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策

真空泵浦的潛在危害包括：機械性危害，電氣性危害、熱危害、噪音危害、輻射危害、使用或排放物質的危害、忽略人體工學的危害、電源供應異常或零件失效的危害、和誤用安全相關裝置的危害。其危害類型如下：

機械洩危害：

與真空泵浦的移動件(如驅動皮帶、冷卻風扇、連軸器、軸、轉子等)接觸，造成切割夾捲的危害；

與真空泵浦及其零組件的尖角/銳角(如鐵板、彎管、渦輪葉片等)接觸，造成切割夾捲的危害；

被真空泵浦系統吸入；

真空泵浦或其系統的零件破裂，造成零件噴射的危害；

因為排氣口堵塞或縮小、或是真空泵浦轉動方向錯誤、或是輸入真空系統的氣體操作錯誤、或是零組件失效損壞、或是在真空時將泵浦關機導致泵浦逆轉，使得真空系統壓力過高，造成零件噴射的危害；

搬運真空系統時，或對系統增加或拆除附屬設備時，造成真空系統不穩定的危害；

漏油後造成滑倒、絆倒、或跌倒的危害；

在大氣壓力下操作蒸氣泵浦，未使用冷卻系統，也未將出口端及入口端的閥打開，導致蒸氣壓力過高，造成零件噴射的危害；

操作冷凝泵浦時，將高壓冷凝介質輸入密封系統中，或是冷凝劑失效，或是高壓低溫的介質突然接觸高溫或爆炸，導致壓力急遽升高，造成零件噴射的危害；

操作氣體吸附泵浦時，因磁性過強造成手指陷入夾住；

操作分子泵浦時，因不平衡或突然減速停機，造成不穩定的危害；

操作渦輪泵浦時，因高速旋轉或零件未適當固定，造成零件噴射的危害。

電氣性危害：

直接或間接與接點接觸；

靜電累積與放電；

受外在因素如電磁干擾的影響；

操作蒸氣泵浦時，加熱器元件吸附過多的水氣，導致高壓漏電；

操作氣體吸附泵浦時，因為熱烤溫度過高或機械損壞，導致絕緣破壞，造成高壓感電的危害。

熱危害：

與高溫表面接觸造成燙傷；

與低溫表面、低溫泵浦介質、或是低溫冷凝氣體接觸，造成凍傷；

與高溫泵浦流體或潤滑劑接觸，造成灼傷。

噪音危害：

由於真空泵浦操作時的高噪音位準，導致人員聽力損失。

輻射危害：

操作氣體吸附泵浦時，人員曝露於離子輻射環境下。

使用或排放物質的危害

排放製程使用的有毒性或有害性氣體或蒸氣所引起的危害；

吸入從油封泵浦排放的高濃度的油霧所引起的危害；

維修泵浦時與泵浦使用的有毒性或有害性的介質、流體、或潤滑油接觸所引起的危害；

處理或排放易燃性或易爆性氣體或蒸氣或氧化物或發火性物質，引起火災或爆炸的危害；

潤滑油在高溫下分解，引起火災的危害；

泵浦氣體分解時，造成瞬間壓力驟增所引起的危害。



圖1 真空幫浦

忽略人體工學的危害

未使用個人防護具所引起的危害；

控制器或儀器位置不當，造成人為失誤的危害；

泵浦與其相關系統連接錯誤所引起的危害。

電源供應異常或零件失效的危害

動力源供應異常，造成泵浦或其控制器誤動作的危害；

停機後重新啓動時，忽略安全衛生要求所引起的危害；
控制系統失效或故障所引起的危害(如誤啓動或誤動作)；
泵浦零組件配合不良所引起的危害。

誤用安全相關裝置的危害

泵浦操作程序錯誤所引起的危害；

控制器或操作軟體錯誤所引起的危害；

電腦、計算機、或其他電子元件失效或故障所引起的危害。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

依據真空泵浦不同的危害，其安全裝置的構造、作動、功用也不相同，詳細內容請參照"安全需求與對策"的內容"。

3. 相關作業環境之危害

略。

安全需求與對策

機械性危害防止

1. 真空泵浦的移動件部份應以適當的護圍加以防護，以防止人員接觸。
2. 真空泵浦的尖角和銳角應實施導角或加以防護，以避免人員的傷害。
3. 真空泵浦的低壓真空部份的零組件應具備足夠的強度，以防止設備破裂損壞；若是設備仍然有破裂的顧慮時，應提供適當的護圍，以防止設備破裂時零組件噴射的危害。
4. 真空泵浦介質的雜質累積不可以造成危害，因此排放口的過濾器應具備足夠的容量使得真空泵浦能夠在最大的效能下安全的操作，同時此過濾器堵塞或飽和時，不會引起真空泵浦超過最大允許工作壓力。若是仍然有安全的顧慮時應在泵浦的出口端，裝設壓力監視裝置或壓力釋放閥。
5. 真空泵浦應具備足夠的穩定性，因此設計真空泵浦時除了泵浦本體之外，應將泵浦可能連接的附屬設備都納入考量。若是泵浦或泵浦系統的穩定性不足時，應使用牢固的裝置增加泵浦或泵浦系統的穩定性。
6. 真空泵浦安全搬運及安裝的方式應詳細的說明，包括把手，吊掛環，吊鉤，安裝環/孔，輪子，使用工具等。
7. 真空泵浦應具備防止漏油的設計與裝置。
8. 蒸氣泵浦的設計應使得入口端及出口端關閉時，泵浦在大氣壓力下運轉也不會引起危害。

9. 為防止冷凝泵浦的介質流入密封的泵浦系統內產生爆炸的危險，泵浦本體上應裝設壓力釋放裝置，此壓力釋放裝置須符合冷凝泵浦操作溫度的範圍。
10. 為防止冷凝泵浦低溫循環操作產生的溫度應力或脆化，導致泵浦材料失效，冷凝泵浦所使用的材料需具備足夠的機械性能，以符合其操作的條件。
11. 冷凝泵浦內儲存或處理加壓氣體的容器，應符合相關的壓力容器規範。
12. 若是將冷凝泵浦的冷凍壓縮機與冷凍泵浦脫離時會造成壓力的危險時，應裝設適當的裝置使得壓力系統能夠將壓力排洩至安全的壓力狀態。
13. 分子泵浦轉子的安裝應具備足夠的強度，以防止轉子高速運轉時從泵浦內甩出。
14. 分子泵浦的外殼應具備足夠的強度，以防止轉子零組件噴射的危險。
15. 分子泵浦的安裝需穩固，並能夠抗拒轉子突然卡住時的瞬間力量而不會造成危險。

電氣性危害防止

16. 真空泵浦所有的配電及電氣安裝，應符合相關指令(如EN60204)的規定。
17. 所有安全防護裝置及開關的設計及安裝，必須符合失效安全的要求。
18. 真空泵浦電源的過電流保護裝置可以裝設在泵浦的內部或外部的密閉箱內；若裝設在泵浦外部時，應在泵浦安裝說明書內詳細的說明。
19. 若是真空泵浦本身未裝設電路斷路裝置，則在泵浦安裝說明書內應清楚的規定使用者必須安裝斷路裝置。
20. 真空泵浦所有電氣配線必須適當的保護，不可以和熱的高溫表面接觸，同時應具備足夠的絕緣性。
21. 安裝在易燃易爆環境下使用的真空泵浦，必須符合相關防爆的規定(如EN50014)。
22. 真空泵浦應採取適當的措施(如將所有的固定導體接地)，以避免靜電的累積和放電，尤其是在人員可能受傷或產生引火源的環境。
23. 真空泵浦及其安全裝置不可以受到外在環境或因素的干擾，如短路、外力撞擊、供應電壓不穩定或品質不良、電磁干擾、或接地錯誤等，引起危險。

24. 蒸氣泵浦的加熱器應具備良好的保護，使得加熱器元件和泵浦之間保持適當的溫度，不會因為過高的溫度導致元件的絕緣劣化。
25. 為了防止氣體吸附泵浦的高電壓元件接觸，所有平常能夠接近的泵浦元件及導體，都應加以接地，此接地迴路必須能夠承受最大的故障電流。

熱危害防止

26. 如果真空泵浦所使用、處理的製程介質、潤滑油、或冷卻介質，因高溫或低溫會對人員產生危害，則應連續監視此類物質的溫度；若溫度超過真空泵浦所規範的極限值時，應將真空泵浦安全的停止運轉。
27. 真空泵浦所有零組件的外表面在正常操作時，有接觸的可能，且其表面溫度高於70°C或低於-10°C時，應以護圍、絕緣物質加以保護，同時應以標示警告。
28. 所有管線應保留溫度變化的裕度，高溫管線不可以和木材或易燃性物質接觸。
29. 安裝在易燃易爆環境下的真空泵浦，其表面溫度不可以過高，並應避免引火源的產生。
30. 蒸氣泵浦因為介質不足、冷卻系統失效、或電氣故障，會導致鍋爐過高的溫度，或是使得泵浦流體分解劣化，因而引起危害，則應裝設過溫跳脫裝置，避免泵浦達到危險的溫度。

噪音危害防止

31. 真空泵浦的設計應考量在最高的環境溫度下全負載連續運轉操作時，符合相關噪音防止/噪音降低的規定(如ISO11688)。

輻射危害防止

32. 距離氣體吸附泵浦外表面50mm的等效輻射劑量不得超過50微西弗/小時。

使用或排放物質的危害防止

33. 真空泵浦的設計應防止毒性氣體/有害氣體洩漏至大氣或泵浦系統中，泵浦系統安裝後應進行保壓洩漏測試。
34. 真空泵浦應對任何危害性的流體或固體微粒，以適當的捕捉器或分離器防止其進入泵浦系統內。
35. 真空泵浦應以設計及選用適當的物質降低引火源的產生，選用適當的物質和材料與適當的接地，防止靜電的累積，避免外來的固體微粒與轉動件磨擦產生引火源等方式，避免火災的發生。

36. 真空泵浦若使用水做為製程用流體，則應裝設流量計以防止水位過低造成的危害。
37. 真空泵浦為防止有毒有害性氣體外洩，可裝設稀釋裝置，以惰性氣體稀釋排放或洩漏的氣體。
38. 若是真空泵浦使用的氣體有分解或爆炸的可能時，泵浦系統應能承受此壓力，且泵浦系統需進行此過壓測試。
39. 使用冷凝泵浦時，為防止累積的易燃性泵浦介質被引燃，除非泵浦壓力小於10-4巴以下，高溫燈絲或放電裝置不可以打開或啟動。

忽略人體工學的危害防止

40. 真空泵浦啟動和停止的按鈕必須容易操作並清楚的標示。
41. 常用的手動控制或其他的裝置應適當的安排，使得按鈕能夠容易的辨識與操作。
42. 使用說明書或操作指引應放置在操作位置，使得操作人員容易取用與參考。
43. 真空泵浦的設計應使得操作、維修、檢測、保養等各作業都能容易的執行，尤其是泵浦流體的添加、排放、回收等作業。

電源供應異常或零件失效的危害防止

44. 當泵浦的主電源或輔助電源失效時，泵浦或泵浦系統應能夠安全的停機。
45. 泵浦或泵浦系統(包括整體系統如泵浦本體、潤滑系統、水供應系統、閥位置、控制迴路等)的設計應使得電源失效或重新供電時，都不會造成危害。
46. 泵浦及泵浦系統所使用的材料應具備足夠的強度，尤其是考量其耐久性如機械疲勞、時效劣化、脆化、腐蝕性、磨擦性、化學反應、高溫或靜電的影響等。
47. 泵浦所使用的材料應與泵浦的製程介質、潤滑油、和其他泵浦流體相容。
48. 泵浦所使用的潤滑油、潤滑劑、和其他泵浦流體應能承受泵浦所規範的溫度和壓力。

誤用安全相關裝置的危害防止

49. 真空泵浦因安全裝置作動而停止之後，只有在操作人員有意的手動啟動下，才能重新啟動運轉。
50. 真空泵浦的安全不可以單獨依賴軟體操作，應裝設硬體的安全防護裝

置如互鎖裝置或其他的安全裝置，以防止軟體失效時造成危害。

51. 真空泵浦應裝設緊急停機裝置，以防止危害的發生，此緊急停機裝置應為手動啟動型式。

標示、符號與警告標識

52. 真空泵浦所有的標示、警告標識、符號等，都應清楚易懂，且牢固的固定於明顯的位置。
53. 真空泵浦的銘板內容應至少包括製造商的名稱、住址、製造時間、泵浦型式、序號、及軸旋轉速度、軸轉動方向、泵浦出口/入口、最高/最低流體液位、泵浦所使用的流體、和流體的注入/排放口。
54. 真空泵浦的附屬設備應標示製造商的名稱、住址、設備的型式、序號、額定電壓、頻率、和電流。

說明書

55. 真空泵浦或泵浦系統應提供足夠的說明書，以確保泵浦能夠正確的操作、安裝、使用、維修、和報廢，說明書應包括搬運、儲存、安裝、使用、維修等說明書。
56. 爲了真空泵浦安全的搬運與安裝，說明書內應至少包括泵浦或泵浦系統的重量、吊掛的位置和方式、儲存的限制(如環境、溫度、濕度)等。
57. 安裝說明書中應至少包括固定泵浦的方式與位置、安裝環境的需求、泵浦的出口/入口端、冷卻的需求、管線的連接、安裝後的檢查如檢視軸旋轉方向是否正確、與附屬設備的連接和安裝、泵浦是否穩定、及開機前應注意的項目等。
58. 說明書中應包括泵浦的介紹，其內容應包括泵浦製造商的名稱和住址，泵浦的型式及序號，主要的零組件及其功能，安全防護裝置，操作使用的環境限制，泵浦的主要用途及其限制，操作時最大噪音位準等資訊。
59. 使用說明書中應包括足夠的資訊，使得操作人員能夠安全的操作泵浦，並包括控制器的介紹和操作程序與功能，及緊急停機的程序等。
60. 使用說明書中應詳述泵浦使用的流體和介質，最高工作壓力和溫度，入口壓力及出口壓力，安全防護裝置的位置、功能、及啟動/復歸方式(如安全閥、洩壓閥、互鎖裝置、溫度/壓力監測裝置等)，排放時應注意事項等。
61. 維修說明書中應詳述維修的項目、周期、判定基準、使用工具和維修

程序等各項，如消耗性元件、部位、更換頻率、及更換方式，安全防護裝置的維修和檢測，洩漏測試等。

測試與驗證

62. 真空泵浦應在最大允許工作壓力及溫度時，以全負載狀態進行噪音位準測試，其測試環境及程序應依據相關的噪音量測標準(如ISO4871和EN12076)。
63. 泵浦或泵浦系統使用的介質和流體，若可能發生分解，導致爆炸或壓力急遽升高之虞時，應進行耐壓測試，以確保泵浦或泵浦系統及其零組件能夠承受絕對壓力11巴以上的壓力。此耐壓測試應至少持續1分鐘以上，泵浦的外殼允許微量的變形或洩漏，但是不允許任何型式的破裂或破壞。
64. 泵浦或泵浦系統應進行穩定度測試，將泵浦或泵浦系統向任何方向傾斜10°。不應使得泵浦或泵浦系統傾倒。
65. 泵浦或泵浦系統應進行保壓洩漏測試，此測試過程與結果需與泵浦系統和其處理的流體/氣體一致。
66. 泵浦或泵浦系統保壓洩漏測試應足以測試泵浦的洩漏率，可以使用的�方式包括：
 - (1) 將泵浦關避停機或隔離之後量測壓力的增加量；
 - (2) 以惰性氣體將泵浦或泵浦系統加壓至絕對壓力1.0至2.0巴之間，測試是否有洩漏或壓力降低的現象；
 - (3) 在泵浦或泵浦系統之外以適當的氣體如氮氣加壓至泵浦內，並以質譜分析儀量測被壓入泵浦系統內的氣體量。

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、套洞、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. EN1012-2:1996 "Compressors and vacuum pumps - Safety requirements - Part 2: Vacuum pumps"
5. EN292-1:1991 "Safety of machinery - Basic concepts - General principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology"
6. EN292-2:1991 "Safety of machinery - Basic concepts - General principles for design - Part 2: Technical principles and specifications"
7. EN294 "Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones to be reached by the upper limbs"
8. EN418 "Safety of machinery - Emergency stop equipment - Functional aspects"
9. EN563 "Temperatures of touchable surfaces - Ergonomic data to establish temperature limit values for hot surfaces"
10. EN953 "Safety of machinery - Guarding of machinery - Fixed and moveable guards"
11. EN1070 "Safety of machinery - Terminology"
12. EN1127-1 "Safety of machinery - Fires and explosions - Part 1: Explosion prevention and protection"
13. EN12076 "Acoustics - Noise test code for compressors and vacuum pumps (Grade 2)"
14. EN50014 "Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres - General requirements"

15. EN50081-2 "Electromagnetic compatibility - Generic emission - Part 2: Industrial environment"
16. EN50082-2 "Electromagnetic compatibility - Generic immunity - Part 2: Industrial environment"
17. EN61310-1 "Safety of machinery - Indication, marking and actuation Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals"
18. EN60204-1 "Electrical equipment of industrial machines - Part 1: General requirements"
19. EN60529 "Degrees of protection provided by enclosures"
20. ISO3266 "Eyebolts for lifting purposes"
21. ISO3529 "Vacuum technology - Vocabulary"
22. ISO4126-1 "Safety valves - Part 1: General requirements"
23. ISO4871 "Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment"
24. ISO7000 "Graphical symbols for use on equipment - Index and synopsis"
25. ISO/TR11688-1 "Acoustics - Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment - Part 1: Planning"
26. IEC417 "Graphical symbols for use on equipment"
27. IEC1010-7 "Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use - Part 1: General requirements"