

壓縮機安全需求

1. 使用範圍

本安全資料表針對各種壓縮機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。本安全資料表僅就壓縮機一般性安全需求加以討論，特殊用途的壓縮機，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軸輸入功率小於 0.5 千瓦，使用特殊氣體其最大容許工作壓力小於 0.5 巴，和使用於冷凍系統等的壓縮機。

2. 名詞解釋

(1) 壓縮機：壓縮空氣、氣體或蒸氣，使得被壓縮的流體壓力大於入口壓力的機械。壓縮機包含壓縮機本體及為了安全操作所需的各項附屬裝置和元件。

(2) 壓力：本安全資料表中的壓力指有效的表壓。

(3) 公稱釋放壓力：製造商所規範的壓縮機出口壓力。

(4) 最大容許工作壓力：製造商所規範的最大操作壓力。

(5) 最大容許工作溫度：製造商所規範的最大操作壓溫度。

(6) 危害性氣體或蒸氣：具有化學性、輻射性或生物性(如可燃性、爆炸性、不穩定性、發火性、腐蝕性、酸鹼性、毒性、或致癌性等)等特性的氣體或蒸氣，在壓縮機內反應、廢棄時或與外界環境反應時會產生危害性。危害性氣體或蒸氣可以是單一的純物質或是數種氣體或蒸氣的混合物。

(7) 跳脫：由限制裝置所啟動，自動將壓縮機停止。

(8) 空氣壓縮機：專為壓縮空氣使用的壓縮機。

- (9) 無油式空氣壓縮機：壓縮空氣時不與油接觸的壓縮機。
- (10) 油潤滑式空氣壓縮機：壓縮空氣時空氣與油接觸的壓縮機，但不包括注油式空氣壓縮機。
- (11) 注油式空氣壓縮機：壓縮空氣時空氣與油混合的壓縮機。
- (12) 氣體壓縮機：處理和壓縮危害性氣體的壓縮機。
- (13) 氧氣壓縮機：處理和壓縮純氧或含氧量高(每百分比 70 摩耳以上) 的混合氣體的壓縮機。
- (14) 乙炔壓縮機：處理和壓縮乙炔的壓縮機。
- (15) 高壓壓縮機：最大容許工作壓力超過 40 巴(1 巴 BAR=100KPa) 的壓縮機。
- (16) 低溫壓縮機：連續處理和壓縮除了空氣以外的流體，其入口溫度在 0°C 以下的壓縮機。
- (17) 大型壓縮機：輸入軸功率大於 1000 千瓦(kW) 的壓縮機。
- (18) 攜帶型壓縮機：附加輪子可以拖動的壓縮機。
- (19) 制輪壓縮機：安裝在制輪上可以做短距離拖動或運輸的壓縮機。

3. 構造、形式種類、優點

壓縮機為壓縮流體、空氣、或氣體的機械設備，使得出口端的壓力高於入口端的壓力，以達到傳送或作功的目的。壓縮機的本體至少包括入口端，容器(如外殼)，擠壓裝置(如氣缸、活塞、連桿等)，出口端，閥門，動力裝置，控制器等。壓縮機的型式很多，依據其使用的對象和目的而不同，其優點在於利用流體或氣體的可壓縮性，增加其壓力，以達到運送或作功的目的。

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

壓縮機的使用場所主要在將流體或氣體傳送，或將能量轉換成壓力能，再以壓力能達到做功的目的。使用壓縮機的行業很多，石化工業、製造業、甚至醫療業都會使用壓縮機，因此其職種及作業環境也相對的不同。

危害

壓縮機的潛在危害包括：機械性危害、電氣性危害、熱危害、噪音危害、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：

機械性危害：

1. 切割、捲入、陷入或纏繞、磨擦、擦傷、高壓流體噴射、零件或物體彈出或飛射，應使用護罩或護蓋加以防護。
2. 滑倒、絆倒或跌倒，應注意壓縮機使用的環境，避免地面濕滑，或壓縮機漏油，同時應避免電線任意棄置地面引起絆倒。
3. 為避免壓縮機操作時的不穩定倒塌，應注意壓縮機的安裝和基座錨定。

電氣性危害：

1. 直接或間接與帶電部位接觸，應使用絕緣物質或護蓋防護。
2. 靜電現象，應加以接地。
3. 外在電氣設備的干擾和電磁干擾，應加以遮蔽防護。
4. 若為氣體壓縮機，應防止火花的產生，尤其是處理易燃性或易爆性物質的氣體壓縮機。
5. 若為攜帶型或制輪壓縮機應注意電線的連接，以避免拖動時絆倒或損壞電線的絕緣被覆層。

熱危害：

燃燒或爆炸時造成灼傷或燙傷，人員接觸高溫或低溫的表面或物質。

噪音危害：

1. 聽力損失，交談干擾，或環境噪音。
2. 使用或排放物質的危害：
3. 接觸或吸入有害的液體、氣體、霧滴、煙煙、蒸氣、和粉塵。
4. 易燃性或易爆性物質引起的火災或爆炸。
5. 使用生物性或微生物性物質所產生的危害。
6. 氣體壓縮機內氣體反應、爆炸或分解；或是發生洩漏時，氣體與外界環境氣體反應造成的危害。
7. 氣體壓縮機排放的氣體，與外界環境氣體反應造成的危害；或直接排放至大氣造成環境保護的危害。
8. 氧氣壓縮機內氧氣與其他氣體反應，或氧氣與壓縮機的零件材料和閥件反應。
9. 高壓壓縮機在高壓狀態時引起氣體、潤滑油、和不純物的反應。

忽略人體工學的危害：

1. 不使用個人防護具。
2. 控制裝置和儀器安裝位置不恰當。
3. 攜帶型或制輪壓縮機的拖動把手設計不當或安裝位置不當，引起過大的下垂力。

能源供應異常或零件失效的危害：

1. 能源供應異常或控制系統異常，引起誤動作或誤啟動。
2. 零組件配合不當。
3. 由於動態應力、機械疲勞、和反覆性壓力變化，導致機械零件的損壞。
4. 氣體洩漏或排放引起的危害。

5. 高壓壓縮機在高壓狀態時，因失效引起的洩漏。
6. 攜帶型或制輪壓縮機的輪子失去制車功能；移動或搬運時傾覆或掉落；或出口軟管破壞、劣化、或高壓噴出。

誤用安全相關裝置的危害：

1. 未配置或錯誤安裝安全防護罩及安全防護裝置，安全標示、警告訊息和警告標識。
2. 未使用或安裝能源供應斷路裝置，緊急停止裝置，安全維修和調整時所需的基本安全防護裝置、設備和附屬零組件。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

依據壓縮機不同的危害，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。



圖 1 壓縮機

安全需求與對策

機械性安全防護

1. 對壓縮機可能產生的機械性危害，如切割夾捲、陷入、磨擦等，應儘量予以最小化，壓縮機的移動件部份應配置護罩，以防止人員接觸所產生的危害。
2. 壓縮機在大氣壓狀態下的入口及檢測開口等應裝設安全防護裝置，以防止人員或外來的異物進入或捲入。
3. 大型壓縮機爲了人員進入管線內部進行維修和檢測所設計的開口部位、空氣或氣體의入口管線，應裝設互鎖裝置或系統，以防止此開口位置尚未完全和適當的關閉之前即啓動壓縮機。此開口位置的門應在開啓位置爲可鎖住的型式。
4. 爲防止流體噴射對人員所產生的危害，壓縮機和其附屬設備如管線、冷卻器、分離器、補捉器、消音器等，都應依據相關的指令設計和製造之外，壓縮機本體及附屬設備同時應能承受其本身的重量、振動、熱膨脹、可預見的外力負荷、外在化學物質和污染物的影響等內在及外在因素的影響，而不會產生危害。
5. 壓縮機的整體管線應有適當的支撐，尤其是在管線易於損壞的位置，如彎曲處、接縫處、管線尺寸改變處、法蘭或閥連接處等位置，更應有足夠的防護，強健性和足夠的支撐強度。
6. 壓縮機應防止卸載及不操作狀態下低溫凍結的現象，且應配置排洩裝置，以確保管線及附屬設備內(如套筒、冷卻器、氣水分離器、氣鏈閘門等)的流體能夠順利的排出。
7. 對於高壓壓縮機的壓力釋放裝置和排氣裝置的位置，在設計時應考量其排放氣體的特性和其排放速度。

8. 爲防止壓縮機零件的噴射危害，所有移動件的設計和安裝應使得壓縮機在所有可預見的操作模式下，皆能防止移動件的噴射。
9. 爲防止壓縮機不穩定所造成的傾覆等危害，壓縮機應適當的安裝與固定，攜帶型和制輪型壓縮機的質量中心應儘量放低，使得壓縮機在製造商所規範的限制範圍內(此限制範圍應於使用說明書中詳述)操作時，不會發生傾倒或滑動。同時攜帶型和制輪型壓縮機的輪胎，應足以承受壓縮機的最大質量(即壓縮機本體、工具、附屬設備和燃料等的最大總重量)在製造商所規範的最大拖曳速度，且所有的輪胎應具備相同的構造。每個輪胎應具備可鎖式剎車裝置，使得輪胎在拖曳及停止狀態皆能穩固的支撐。
10. 若是平台、樓梯、或行進導軌是壓縮機整體的一部份時，其位置應使得進行定期維修保養和操作人員檢測時，人員能夠有足夠的空間和通道，到達壓縮機的任何位置，而不會造成人員的滑倒、絆倒、或跌倒，且其位置不會影響人員正常的操作、維修保養、或檢測。若是平台高度大於 1 公尺時，平台的開放部位應在 60 公分及 105 公分的位置裝設護欄，並在 100 公分處裝設腳踏板；若是樓梯多於 4 級階梯時，應在樓梯的兩側裝設護欄。

電氣性安全防護

11. 壓縮機的電氣安裝時，應符合相關電氣安全的規定，安全防護裝置及開關的設計和連接，皆應符合失效安全的需求。
12. 壓縮機電源線路的過電流保護裝置，可安裝在壓縮機外部的密閉開關箱內，此時應在安裝說明書內明確的規範使用者必須安裝此過電流保護裝置。
13. 壓縮機應具備電路斷路裝置，若製造商無法安裝此裝置時，應於安裝說明書中明確的規範使用者安裝此裝置。

14. 接線裝置應穩固並適當的防護，同時應避免與高溫表面接觸，且具備適當的絕緣性。

15. 在易燃易爆的環境下使用的壓縮機，應符合防爆的要求。

16. 攜帶型和制輪型壓縮機所使用的電池，應穩固的固定並配置更換點，以利於電池的更換。電池的安裝應使得電解液不會噴出，危害操作人員或鄰近的設備，同時電極需具有足夠的絕緣性。除了啟動器和電池充電迴路之外，電路的安裝應具備過電流保護裝置。

17. 壓縮機的導體部份都應加以適當的接地，以防止靜電累積和放電造成的危害。

18. 壓縮機所有電氣設備和安全裝置的設計和安裝，應避免內在和外在的因素如短路、外來的衝擊、供應電壓變化、電磁場干擾、或接地不良等因素，造成危害的狀態。

熱危害安全防護

19. 如果壓縮機使用的製程流體、冷卻媒體、或潤滑劑在高溫或低溫的狀態時，會對人員產生危害，則溫度的狀態需隨時監測。當此溫度超過製造商所規範的極限值時，壓縮機應自動處於安全的狀態下。

20. 壓縮機的任何零件或管線，其表面溫度高於 70°C 或低於 -10°C，且在正常操作狀態時人員有接觸之虞時，應使用護罩、絕熱材料、或適當的標示加以防護。

21. 管線應具備足夠的裕度以承受溫度的變化，高溫管線不可以接觸木材或易燃性物質。

22. 安裝在易燃易爆環境下的壓縮機，應限制其表面溫度，且避免任何可能的引火源。

噪音危害安全防護

23. 壓縮機的設計應加入噪音降低的考量，並在所有門和通道關閉及規範之最高環境溫度的狀態下，連續的全速運轉而不致產生過高的噪音。

處理、使用和排放物質危害的安全防護

24. 如果壓縮機使用的流體，會因為噴射、注入、或凝結導致淤塞，則應裝設適當的分離器、補捉器、或排放裝置。若這些裝置不是壓縮機的一部份，則製造商應於安裝說明書內詳細說明，並要求使用者將這些裝置加裝在壓縮機外部。

25. 壓縮機所使用的流體、冷卻劑、或潤滑劑在低溫操作或低溫環境下，於啟動、停止、或卸載時，可能造成得結凍或黏滯性增加等影響，應以適當的方法加以避免。

26. 氣體壓縮機為避免其內部氣體反應所造成的危害，應：

- (1) 以設計限制壓縮機的溫度，並在每一個氣缸排放時安裝跳脫裝置；
- (2) 避免引火源，即高溫表面或磨擦；
- (3) 使用適當的潤滑劑，並在可能產生磨擦的部位和零件，使用不會產生火花的材料；
- (4) 使用不會被製程氣體腐蝕的材料；
- (5) 配管方式應能夠使用輸入的氣體進行壓縮機系統的迫清(purging)；
- (6) 使用過濾器或適當的方式，使得製程氣體不受固體雜質的污染；
- (7) 壓縮機在安裝完成使用前，應進行保壓洩漏測試。

27. 如果上述的安全需求無法達到，則壓縮機的設計應足以承受氣體分解或氣體爆炸所產生的壓力，且製造商應於使用說明書內限制人員進入危險區域內。

28. 壓縮機排放至環境的氣體，應：

- (1) 避免有害性或易燃性氣體的洩漏；
- (2) 使用雙套管或密封材料；
- (3) 使用優於製程氣體的溫度和壓力材質得墊襯；
- (4) 排放前將氣體中和或稀釋至安全的濃度；
- (5) 排放至安全的區域或場所(如燃燒室)；
- (6) 慎重的處理污染的潤滑劑、排放物、和雜質。

29. 對於氧氣壓縮機和乙炔壓縮機等處理和使用高危害性物質的壓縮機，除了上述的安全需求之外，還需要符合其他相關的規定，如使用材料、管徑尺寸、操作條件如溫度、壓力等的限制，尤其應避免氣體的反應和分解。

火災爆炸危害的安全防護

30. 用以加熱潤滑劑的浸入式加熱器，其功率不得大於 25 千瓦 /平方公尺。

31. 注油式旋轉空氣壓縮機的設計，應使得在正常操作狀態下，油分離器之前的供油法蘭之最高溫度不超過 110°C。

32. 注油式旋轉空氣壓縮機應設置自動停機裝置，當壓縮機的油溫度超過安全限制時自動將壓縮機跳脫，此跳脫裝置的啟動溫度不得大於 120°C。溫度感測器的位置應儘量接近壓縮機的輸出端。

33. 油潤滑式空氣壓縮機在正常操作狀態下，其輸出端的溫度：

- (1) 若為單級的壓縮機且最大容許壓力不超過 10 巴，其溫度不得超過 220°C；
- (2) 若為單級的壓縮機且最大容許壓力超過 10 巴，其溫度不得超過 200°C；
- (3) 若為多級的壓縮機且最大容許壓力不超過 10 巴，其溫度不得超過 180°C；
- (4) 若為多級的壓縮機且最大容許壓力超過 10 巴，其溫度不得超過 160°C。

34. 使用微生物、生物性、或生化性媒介的壓縮機，應具備排放裝置，以避免淤塞的流體累積，造成微生物及有機體的孳生。同時壓縮機應能夠承接凝結的流體，並安全的廢棄此流體。

人體工學的安全防護

- 35. 壓縮機的啟動和停止裝置應很容易的操作，並依規定清楚的標示。
- 36. 手動控制及其他常用的裝置應很容易接近和操作，而不需要複雜的動作。
- 37. 攜帶型和制輪型壓縮機的拖曳桿不應超過 500 牛頓；若超過 500 牛頓則應提供適當的拖曳裝置。

能量供應或零件失效的安全防護

- 38. 若壓縮機失去主能源或附屬能源供應，則應由安全系統將壓縮機保持在安全的狀態下。
- 39. 壓縮機系統的設計應使得能源供應或控制系統失效時不會發生危害，並且在能源重新供應或控制系統重新啟動時也不會發生危害。
- 40. 壓縮機內所使用的材料不可以危害人員的安全及衛生，並且應和壓縮機的製程流體、潤滑油、和其他使用的流體相容。

41. 壓縮機使用的材料應能夠承受可預見的操作狀態下的應力，並具有足夠的延展性及抗疲勞性；在反復性壓力變化下的零件形狀，應避免造成應力集中現象或是高應力。

42. 使用易燃性、毒性、或腐蝕性氣體的氣體壓縮機，應避免此類氣體洩漏，尤其不可以與冷卻管線內的流體混合。

安全相關的防護對策

43. 當壓縮機的安全裝置停止壓縮機的運轉後，只有操作人員有意的手動啟動，才能夠使得壓縮機重新運轉。

44. 氣體壓縮機任何一個氣缸內的主要氣體溫度超過最大容許值，或潤滑油不足，或壓縮機的額定功率超過 20 千瓦且強迫潤滑的壓力低於最小容許值時，壓縮機所配置的安全防護裝置應立即警報，並且立即停止壓縮機的運轉或停止壓縮機氣體的供應。

45. 壓縮機所有的移動件都應以密閉的護罩或護蓋加以防護；如果不切實際時，則對會造成人員危害的轉動件及反復運動件，應提供適當的護圍。此護圍、護罩、或護蓋皆須具備足夠的強度。

46. 壓縮機及其附屬設備的每一個獨立的氣體儲存裝置，若其壓力高於大氣壓且其壓力可能超過最大容許工作壓力時，都需要配置壓力釋放裝置。此壓力釋放裝置的設定不得大於最大容許工作壓力，且應依據最大容許工作壓力來決定壓力釋放裝置的尺寸。

47. 壓力感測裝置應為失效安全型，且最少應有兩具，未經授權不得自行調整。

48. 壓力釋放裝置應安裝在儘可能接近被防護系統的位置，且任何情況下絕對不可以和被保護的系統獨立。

49. 當全流量排放時，壓縮機和壓力釋放裝置之間管線內的壓力差不得超過壓力釋放裝置設定壓力的 3%。

50. 壓縮機的輸出端、最大容許工作壓力超過 3 巴的薄膜式壓縮機的每一級、軸輸入功率大於 20 千瓦的正向位移式壓縮機的每一級、輸入功率大於 75 千瓦壓縮機的泵浦供應潤滑油系統、和非大氣狀態輸入條件的壓縮機輸入端，都應裝設適當的壓力指示裝置，顯示其內之壓力。

51. 當有危害發生之虞時，應裝設緊急停機裝置，並應以手動方式回復原狀態。

標示、符號和警告標識

52. 標示、符號和警告標識等應牢固的固定且清晰易讀。

53. 壓縮機的銘牌應牢固的固定，且清晰易讀，其內容至少應包括：

- (1) 製造商的姓名及住址；
- (2) 製造日期；
- (3) 壓縮機的类型和系列；
- (4) 製造序號或年份及製造批號；
- (5) 壓縮機輸出端的最大工作壓力(以巴為單位)；
- (6) 公稱輸入軸功率(以千瓦為單位)；
- (7) 軸轉速(以 RPM 為單位)。

54. 攜帶式和制輪式壓縮機的銘牌，除了上述的資訊之外，應加入壓縮機的總重量(以公斤為單位)和最大可承受的拖曳力(垂直分力，以牛頓為單位)。

55. 壓縮機上應以符號表示旋轉的方向(以箭頭表示)，異常或危害的溫度(高溫或低溫)，如果可能時，以符號表示"應使用聽力防護具"。

文件

56. 壓縮機製造商應提供足夠的文件，以確保使用者正確使用壓縮機。文件中應詳細說明安全操作及維修的程序，並警告誤用、濫用可能產生的危害，和壓縮機殘存的風險。

57. 製造商所提供的文件至少應包括：操作說明書，維修說明書，零件清單。

58. 操作說明書中至少應包括：銘牌上的資訊，安裝組合圖，電路迴路圖，使用、停用、停機的程序，搬運的資訊(如質量中心、重量、吊掛點位置等)，設定及調整，操作條件(如溫度、最大工作壓力、使用的流體、適用的對象、轉速範圍、壓力釋放裝置等)，安全操作程序，緊急停機裝置，安全注意事項，所需要的教育訓練等資訊。

59. 維修說明書中應至少包括：安全維修程序，故障排除指引，定期維修保養的周期、方式、和判定基準，所需的工具，維修人員所需具備的資格和教育訓練，可能存在的危害及避免危害的方法。

60. 零件清單中除了詳列壓縮機內各項零件及正常損耗品之外，亦應說明獲得這些零件的場所。

測試與驗證

61. 壓縮機在使用前應進行壓力測試、保壓(洩漏)測試及噪音量測等測試驗證。

62. 壓縮機的零件或承受加壓氣體或冷卻劑部份的組零件應進行壓力測試，其測試壓力為：鑄造件不得小於最大容許工作壓力的 1.5 倍；鍛造件和焊接件壓力超過 2000 巴時，測試壓力不得小於最大工作壓力的 1.3 倍。

63. 壓縮機及其管線應以其最大工作壓力的 1.0~1.1 倍壓力，進行保壓(洩漏)測試，測試氣體可以使用惰性氣體、空氣、或操作狀態下的製程氣體。其保壓效能以 24 小時洩漏量小於 3%為原則。

64. 壓縮機應以最大工作壓力正常操作狀態下，進行噪音量測。噪音量測方式應依據 ISO4871 或同級標準進行。

65. 壓縮機應進行目測、量測及功能測試等方式，驗證已將各項危害降至最低。

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。