

SEMI S2-0818^E

半導體製造設備環境、衛生及安全基準

本安全基準是由全球環保、衛生及安全委員會技術核准。此版本在 2018 年 8 月 17 日由全球稽核與檢討次委員會認可及發行。可於 2018 年 8 月後經由 www.semiviews.org 和 www.semi.org 網站得到資訊。此版本初版於 1991 年發行，前一次版本於 2017 年 3 月發行。

^E This Standard was editorially modified in December 2018 to correct errors. A change was made to § 4 to remove an obsolete reference, and to § 5 to restore the missing definition of gas panel enclosure.

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

注意：這個翻譯是一個參考版本。如果您在使用上，發現中文翻譯版本與英文原文版本產生任何差異或是不確定之處，請務必參考英文原文版本，並以英文原文版本為主，英文原文版本屬於正式和權威的版本。

注意：標示“註”的章節並不是此安全基準之正式條文，且沒有意圖要修改或取代正式標準或安全基準。這些由全球技術委員會提出的章節是用來強化標準或安全基準之應用。

Table of Contents 目錄

1 目的	3
2 範圍	3
3 限制	3
4 參考標準與文件	3
5 名詞解釋	5
6 安全理念	11
7 一般條款	12
8 評估程序	13
9 提供給使用者的資料	15
10 危害警告標示	17
11 安全連鎖系統	17
12 緊急停機	18
13 電氣設計	20
14 火災防護	22
15 製程液體加熱系統	27
16 人體工學及人因工程	27
17 危害性能量的隔離	27
18 機械設計	28
19 地震保護	34
20 自動物料搬運設備	36
21 環境考量	36

22 排氣通風	38
23 化學物質	39
24 游離輻射	42
25 非游離輻射及電磁場	43
26 雷射	44
27 音壓位準	45
28 相關文件	46
APPENDIX 1 使用液體化學物質的設備設計基準 — 設計及測試方法之補充做為內部及第三者評估使用	47
APPENDIX 2 游離輻射測試方法的確認 — 設計及測試方法之補充做為內部及第三者評估使用	48
APPENDIX 3 非游離輻射(非雷射)及電磁場的暴露標準和測試方法	49
APPENDIX 4 消防：結構材質選用流程	55
APPENDIX 5 雷射安全資料表 — SEMI S2	56
RELATED INFORMATION 1 設備/產品的安全方案	58
RELATED INFORMATION 2 也許有幫助的額外標準	62
RELATED INFORMATION 3 EMO 到達的考量	65
RELATED INFORMATION 4 地震保護	66
RELATED INFORMATION 5 連續監測危害性物質的監測器	76
RELATED INFORMATION 6 游離輻射的文件（第 24 章和附件 2），包括變更的理由	78
RELATED INFORMATION 7 非游離輻射(第 25 章及附件 5)，包括變更的理由	80
RELATED INFORMATION 8 雷射設備安全特性	82
RELATED INFORMATION 9 使用地區雷射認證需求	84
RELATED INFORMATION 10 使用地區其它需求	86
RELATED INFORMATION 11 訊號塔及以聽到的警示(蜂鳴器)法令	87
RELATED INFORMATION 12 表面溫度文件	88
RELATED INFORMATION 13 設計及選擇失效安全設備控制系統（FECS）含固態互鎖與緊急停止裝置之建議	90
RELATED INFORMATION 14 滅火系統之其它考量	103
RELATED INFORMATION 15 遠端遙控	105
RELATED INFORMATION 16 評估設備排氣量之設計原則與測試方法—設計與測試方法提供給公司內部或是第三認證機構評估使用	107
RELATED INFORMATION 17 安全性能附加指引	114
RELATED INFORMATION 18 平台、踏板、梯子設計標準	122

1 目的

1.1 本安全基準意在建立一套以功能性為基礎的半導體製造設備的環保、健康及安全基準考量。

2 範圍

2.1 適用性 — 本基準應用於製造、量測、封裝及測試半導體產品之設備。

註 1：The list of section numbers and their titles that were shown in ¶ 2.2 in previous revisions of SEMI S2 have been relocated to the front of the main part of the Document into the Table of Contents.

2.2 各章節需求的優先順序 — 如果在本基準各章節間的條款內容有所衝突，則提出特定技術問題的主次章節優先於一般概述性的主次章節。

注意：本標準并非着重于处理使用方面的相关安全问题，本標準的使用者必須負責建立適當的安全與健康作法，并于使用前決定法規或其他限制的適用性。

3 限制

3.1 本基準的目的是在提供設備製造者及使用者安全、衛生及環保考量上的參考。並不在驗證是否符合當地法規。

3.2 本基準的理念不是要提供半導體製造設備所有詳細的安全、衛生與環保上的設計規範。本基準提供工業規格的標準，並且參考許多國際性的法規、規章、標準及規格，以供在設計半導體製造設備時納入考量。

3.3 本基準的應用不追溯既往。

3.3.1 重新設計的設備型式如果對安全衛生及環保有顯著影響，其設備應該符合最新版的 SEMI S2 條款。

3.3.2 既有的設備型式及次系統，若已經用先前版本的 SEMI S2 評估過，應繼續符合該先前的版本或符合較近發行的版本，而不受此版本規定的約束。

3.4 在許多例子裡，某些其它標準被參考引用在本基準中。這並不意味著參考引用其整個標準，而只是參考引用該章節。

4 參考標準與文件

4.1 SEMI 標準和安全指引

SEMI E6 — 半導體設備安裝文件指南

SEMI F5 — 尾氣處理指南

SEMI F14 — 氣源設備箱體設計指南

SEMI S1 — 設備安全標示安全基準

SEMI S3 — 製程液體加熱系統安全基準

SEMI S6 — 半導體製造設備排氣通風 EHS 基準

SEMI S7 — 半導體製造設備 EHS 評估的安全基準

SEMI S8 — 半導體製造設備人因工程安全基準

SEMI S10 — 風險評估與風險評估過程安全基準

SEMI S12 — 設備除污基準

SEMI S13 — 半導體製造設備操作及維護手冊的安全基準

SEMI S14 — 半導體製造設備火災風險評估與減輕安全基準

SEMI S22 — 半導體製造設備的電氣設計安全基準

4.2 ANSI 標準¹

ANSI/RIA R15.06 — 工業機器人與其系統之安全需求

ANSI/ISA 84.00.01 — 製程工業系統安全之功能性安全

4.3 CEN/CENELEC 標準²

CEN EN 775 — 手操作工業用機器人—安全部份

CEN EN 1050 — 機械安全—風險評估原則

CEN EN 1127-1 — 爆炸性的環境—爆炸的預防及保護—第一部份：基本觀念與方法

4.4 DIN 標準³

DIN V VDE 0801 — 電腦在安全相關系統中之原則

4.5 IEC 標準⁴

IEC 60825-1 — 雷射設備安全，第一部份：設備分級，需求

IEC 61010-1 — 用於量測、控制及實驗室設備的電氣安全需求，第一部份：一般通則

IEC 61508 — 電氣/電子/可程式電子類設備之安全相關系統的功能性安全

4.6 IEEE 標準⁵

IEEE C95.1 — 關於人類暴露於無線電頻率電磁場(3 kHz to 300 GHz)的安全水平標準

4.7 ISO 標準⁶

ISO 2415 — 一般起重用 D 形和弓形鍛造卸扣

ISO 10218-1 — 機器人與機器人裝置—工業用機器人安全要求—第 1 部：機器人

ISO 13849-1 — 機器安全—控制系統之安全相關零件—第 1 部：設計基本原則

4.8 NFPA 標準⁷

NFPA 12 — 二氧化碳滅火系統標準

NFPA 13 — 灑水系統安裝標準

NFPA 72 — 國家火災警報法規

NFPA 497 — 實務建議：易燃性液體、氣體或蒸氣之分類；安裝電氣設備於化學製程區域的危害分類

NFPA 704 — 用於識別緊急響應材料危害的標準系統

¹ American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036, USA; Telephone: +1.212.642.4900, Fax: +1.212.398.0023, <http://www.ansi.org>

² European Committee for Standardization, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels; Telephone: +32.2.550.08.11, Fax: +32.2.550.08.19, <http://www.cen.eu>

³ Deutsches Institut für Normung e.V., Available from Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 4-10, D-10787 Berlin, Germany; <http://www.din.de>

⁴ International Electrotechnical Commission, 3 rue de Varembe, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: +41.22.919.02.11, Fax: +41.22.919.03.00, <http://www.iec.ch>

⁵ Institute of Electrical and Electronics Engineers, 3 Park Avenue, 17th Floor, New York, NY 10016-5997, USA; Telephone: +1.212.419.7900, Fax: +1.212.752.4929, <http://www.ieee.org>

⁶ International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, BIBC II, Chemin de Blandonnet 8, CP 401, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland; Telephone: +41.22.749.01.11, <http://www.iso.org>

⁷ National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269, USA; Telephone: +1.617.770.3000, Fax: +1.617.770.0700, <http://www.nfpa.org>

NFPA 2001 — 潔淨滅火藥劑系統標準

4.9 保險業者實驗室標準(UL)⁸

UL 508A — 工業控制盤

4.10 美國聯邦法規⁹

21 CFR Parts 1000-1050 — 美國食物藥物管理署/元件與放射線健康中心，聯邦法規第 21 章節，1000-1050 部份

4.11 其它標準及文件

ACGIH, 工業通風手冊¹⁰

ASHRAE 標準 110 — 實驗室排風櫃效率的測試方法¹¹

半導體排氣通風指導手冊¹²

UBC 建築法規(Uniform Building Code™)¹³

UFC 消防法規(Uniform Fire Code™)¹⁴

注意：除非另外說明，否則所有引用的文件必須是最新的版本。

5 名詞解釋

5.1 縮寫及字首組合名詞

5.1.1 ACGIH® — 美國政府的工業衛生會議(ACGIH 是美國政府工業衛生會議的登記商標)

5.1.2 ASHRAE — 美國加熱、冷凍及空調工程師協會

5.1.3 IOHA — 國際職業衛生協會

5.1.4 LFL — 可燃性 燃燒下限

5.1.5 MPE — 最大容許暴露量

5.1.6 NIOSH — 國家職業安全與健康研究所 — 美國疾病預防控制中心的一部分

5.1.7 NOHD — 標稱眼睛危害距離 (nominal ocular hazard distance)

5.1.8 OSHA — 職業安全與健康管理局 - 美國勞工部的一個機構

5.1.9 SOC — 關注的實質

5.2 定義

註 2：製作以先前 SEMI S2 與 SEMI S10 為基礎的報告，可能需要瞭解 SEMI S2-0703 或 SEMI S10-1296 中有關危害、機率、災難、嚴重度與風險等詞彙的定義。

5.2.1 中止程序開關 — 是一種開關，當被啟動時可以中止火警偵測或滅火系統的連續啟動程序。

⁸ Underwriters Laboratory, 2600 N.W. Lake Road, Camas, WA 98607-8542, USA; Telephone: +1.877.854.3577, Fax: +1.360.817.6278, <http://www.ul.com>

⁹ United States Food and Drug Administration/ Center for Devices and Radiological Health (FDA/CDRH). Available from FDA/CDRH; <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm>

¹⁰ ACGIH, 1330 Kemper Meadow Road, Cincinnati, OH 45240, USA. <http://www.acgih.org>

¹¹ ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GE 30329, USA. <http://www.ashrae.org>

¹² IVE, Inc., 2974 South Oakwood, Bountiful, UT 84010, USA. <http://www.eburton.com>

¹³ International Conference of Building Officials, 5360 Workman Mill Road, Whittier, CA 90601-2298, USA. <http://www.icbo.org>

¹⁴ International Fire Code Institute, 5360 Workman Mill Road, Whittier, CA 90601-2298, USA. <http://www.ifci.org>

5.2.2 認可測試實驗室 — 一個獨立的組織，專業於測試零件、元件或是系統；具有與能力可以依照已經建立的安全標準來執行評估；並且受到政府機構或是執法單位的認可。

5.2.3 錨固點 — 在墜落制動或抑制系統中接收負載並且該系統的其他部件連接到的某一位置或裝置。

5.2.4 基準線 — 使用在本文件時，基準線一詞係指設備的原始設計及製造操作條件，包含其化學製程在內。

5.2.5 呼吸區域 — 環繞著頭部，以 600 毫米(兩呎長度)為直徑的想像中的球型空間。

5.2.6 捕集速度 — 在排氣風罩的前方或是排氣風罩的開口處任何位置，需要克服相反的空气氣流並捕捉污染的空氣，而使其流向排氣風罩內的空氣流速。

5.2.7 致癌物 — 被國際癌症研究機構(IARC)或是其它被認可的組織列為已經確定或是懷疑會引起人類癌症的化學物質。

5.2.8 認證過的錨點 — 一個經合格人員認證過其能支撐通過防墜落或墜落約束系統可預期之力量的錨點。

5.2.9 化學物質供應系統 — 一種使用在半導體製造工廠的次系統及組件的總稱，其被用來由源頭控制及傳輸製程用化學物質至晶圓製造的製程使用點。

5.2.10 潔淨室 — 是一個房間，其內部空氣中粒狀物質的數目被控制在特定的限值內。

5.2.11 可燃性材料 — 依本基準的目的，一個可燃性的材料是指任何可以讓火勢蔓延的材料(指已超出發火點外，而且無論是否持續點火都會延燒)，它也須不符合本節關於不可燃性材料的定義 (見不可燃性材料的定義)。

5.2.12 高處(升高的位置) — 用於行走或工作表面佔用，導致雙腳在相鄰的表上方 500 毫米 (19.7 英寸) 或更高。

5.2.13 設備 — 設備是指一種特用的機器、設備、製程模組或是元件，其用來執行一種操作。“設備”一詞非指任何可能因為設備故障而造成損害的產品(例如：基底晶圓及半導體)。

5.2.14 面速度 — 在排氣罩的進口截面所量測到的速度。

5.2.15 廠務系統 — 廠務系統供應或提供相關服務。

5.2.16 失效安全 — 設計上使得在失效情形下亦不會造成額外的危害。

註 3：例如，一個“失效安全”的溫度控制元件，如果失效時其指示會落到某‘失控區’。在這種情況下將可能使製程中斷。但是較好的溫度指示方式是在元件失效狀況時，不論真實溫度如何，其指示仍然落在‘正常控制區’內。

5.2.17 失效但安全的設備控制系統(FECS) — 一種應用於與安全相關之功能，而且依據 ISO 13849-1 (EN 954-1) 或 IEC 61508, ANSI/ISA 84.00.01 等標準的之可程式控制系統控制電路設計。這些系統會(例如可程式邏輯控制、PLC; 安全相關的輸入與輸出模組)診斷內部與外部的缺陷，並透過控制的方式使設備到達安全的狀態。

註 4：FECS 在 IEC 61508-4 定義中屬於 PES (Programmable Electronic System) 的次系統。

註 5：相關訊息 13 將提供 PECS 的其他應用訊息。

5.2.18 失效 — 某元件執行所需有功能的能力中斷。‘失效’是指一個事件，與‘缺陷’不同的是後者表示一種狀態。

5.2.19 墜落制動 — 讓墜落人員停止墜落。

5.2.20 墜落保護 — 降低墜落風險的工程或行政控制措施。

5.2.21 墜落抑制 — 通過使用安全帶、掛繩和連接器，以防止人的重心達到墜落危險。

5.2.22 缺陷 — 某元件無法執行其應有功能的狀態。不包括在維護保養期間或是其它計劃性作業時的失能狀態，或是其因缺乏外在資源而造成無法運作之狀態。

- 5.2.23 容錯——指在設計上，使其在可以合理預見的單點失效狀態下，不會造成不安全的狀況。
- 5.2.24 易燃性氣體——任何氣體在 20°C 及 101.3 kPa (14.7 psia) 下與空氣混合，形成可以燃燒的混合物者。
- 5.2.25 燃性液體——一種液體其閃火點在 37.8°C (100°F) 以下者。
- 5.2.26 閃火點——能讓液體釋放出足量蒸氣，並在與空氣的接觸面或在使用的測試容器內部形成可被引燃的混合物質之最小溫度。
- 5.2.27 氣瓶櫃——是一種櫃子，用來盛裝氣體鋼瓶，及連接至氣體供應管路或是使用該氣體的設備。同義詞：gas cabinet。
- 5.2.28 氣體盤(面)——是一種裝置。將操控氣體流動的零組件(例如，閥件，過濾器，流量控制器)等組合安排，使可以調控氣體流入製程系統中。同義字：gas jungle、jungle、gas control valve、jungle enclosure、gas box、valve manifold box。
- 5.2.29 氣體盤箱體——一種箱體，其設計目的為將內部氣體盤的洩漏包圍在其中。同義字：jungle enclosure、gas box、valve manifold box。
- 5.2.30 護欄系統——位於規定高度的物理屏障，以防止從高處墜落。它包括柱子（垂直支撐）、頂部軌道、中軌，以及在某些情況下的腳趾板。同義詞：jungle enclosure, gas box, valve manifold box。
- 5.2.31 扶手——一種水平或傾斜的構件，設計來用手抓住以便支撐。
- 註 6：與護欄系統不同，扶手不是為了防止人員從高處墜落。
- 5.2.32 傷(損)害——對人身健康、設備、建築與環境等之實質傷害或毀損。
- 5.2.33 危害——一種可能導致災害的狀態。
- 5.2.34 危害電力——功率等於或大於 240 VA。
- 5.2.35 危害性生產用物質(HPM)——一種固體、液體或是氣體，當其在 NFPA 704 表列之健康、易燃或是反應性之危害的等級在 3 及 4 以上。直接用於研究、實驗室或是生產的製程，但其產出物質可能不具危害性。
- 5.2.36 危害性電壓——除非其它合適的國際性設備標準另有定義，則均方根電壓大於 30 伏特、尖峰電壓大於 42.4 伏特，或是直流電壓大於 60 伏特，在本文件被定義為危害性電壓。
- 註 7：本條所定義者乃是在乾燥區的正常狀態環境。
- 5.2.37 鉸鏈負載——通過鉸鏈支持的負載，其鉸鏈軸不垂直。
- 5.2.38 排氣罩——在本基準的 22 節及附件二提到，排氣罩是一種外形有吸氣口，可以捕集受污染的空氣並且導入排氣風管系統的設備。
- 5.2.39 不相容——此詞彙應用於化學物質：在本基準的第 23 節敘述，指化學物質經由非故意的結合，可能會產生劇烈的反應或是無法控制的狀況，其釋放的能量可能引起危險。
- 5.2.40 預期的反應物——為提供半導體製造的製程中某種功能，而生產的化學物質。
- 5.2.41 連鎖裝置——是一種機械、電氣或是其它型式的元件或系統，其目的是在特定狀況下防止或是中斷特定機器組件的運作。
- 5.2.42 游離輻射—— α 、 β 、 γ 、X 射線、中子、高速電子、高速中子及其它可以在人體組織內產生離子的粒子。
- 5.2.43 爬梯——一種固定或便攜的裝置，其傾斜度大於 75° 但不大於 90°，其水平元件為踏板或橫檔。
- 5.2.44 階梯平台——在一系列階梯的末端水平之高處，供應商不將它當成工作的場所。
- 5.2.45 雷射(激光)——任何以有控制的氣體激發放散程序，而能產生或是增大 180 nm 至 1 mm 波長範圍的電磁輻射的設備。

5.2.46 雷射(激光)產品 — 任何產品或是零件的組合，專門用來構成雷射、合併或併入雷射系統(包括雷射二極體)。它並且不是被售予其它製造商做為一種電子產品的零件(或是做為該零件的替代物質)。

5.2.47 雷射(激光)來源 — 任何元件與雷射系統連結，用來供應能量以激發電子、離子、或分子者。例如主要的電力供應設施等一般的能量來源，不能做為雷射的能量來源。

5.2.48 雷射(激光)系統 — 一個雷射主體設備與合適的雷射能量源之組合，不論有無其它附屬組件皆稱之。

5.2.49 提舉配件 — 是一種元件 (如掛鉤、吊環、纜索、鏈條等)，它是提舉裝置的局部組件或是被直接裝置在提舉元件與荷重之間以提舉之。

5.2.50 提舉元件 — 是一種機械或機電的構件，此構件用以在維修或服務工作時提升或垂降荷重，也可能具有單向或多向水平移動的功能。

5.2.51 提舉設備 — 提舉元件、提舉裝置與提舉配件。

5.2.52 提舉裝置 — 為了銜接提舉物與被提舉物而放置於其中間的機械元件或是組合裝置(如掛鉤、鋼索鉤、帶鉤、或鍊條組)。

5.2.53 可能性 — 預期損害將會發生的頻率。通常用數比率表示(例如，每年的事件數、每件產品的事件數、或是歷經製程的每片晶圓之事件數)。

5.2.54 局部排氣通風 — 局部排氣通風系統的運作原理是在污染源或其鄰近處捕集污染物，並將其移排至外界環境，通常會通過空氣清淨或污染物破壞處理裝置。其不應與層流排氣設備混淆。同義字：LEV、local exhaust、main exhaust、extraction system、module exhaust、individual exhaust。

5.2.55 燃燒下限(LFL) — 當有引火源時，能使得某種存在於空氣中的蒸氣產生延燒火燄的最低濃度。同義字：LEL

5.2.56 維護 — 指計劃性或是非計劃性的活動，其目的在使設備處於良好的工作狀態(見‘服務’的定義)。

5.2.57 質量平衡 — 一種定性的質量流程表示法，如果有可能應足夠詳細地標明各進出流體的量與規格(包括化學物質、氣體、水、去離子水、壓縮空氣、氮氣及附產物)，以決定流體的特性及可能的處理方法。

5.2.58 物質安全資料表(MSDS) — 是一份寫下或是列印的資料，關注包括危害性物質在內之化學元素及組成物，係依照各適用之標準而準備。

5.2.59 最大容許暴露量(MPE) — 在正常狀況下，對人體不會造成有害結果的最大雷射暴露程度。

5.2.60 中間護欄 — 護欄系統的線性元件，大致位於頂部和行走或工作表面之間的中間位置。

5.2.61 標稱眼睛危害距離(NOHD) — 某個距離，在其處的非輻射或輻射線暴露量等於合適的最大目視容許暴露量。

註 8：相關標準之範例為美國政府法規 29 CFR 1910.1200 與加拿大的法規 WHMIS (危害性物質工作場所資訊系統)。

5.2.62 不可燃性物質 — 是一種物質，其在可預期的使用狀態下，當施以火及熱時，不會引燃、燃燒、助燃、或是釋放出易燃性蒸氣。典型的不可燃性物質有金屬、陶瓷、及含矽的物質(例如玻璃或是石英)。請見可燃性物質的定義。

5.2.63 非游離輻射 — 指電磁能量的形式。其不具備足夠的能量，不會使人體的組織經由與任何既定射頻的單一中子反應而離子化。非游離輻射通常被定義為頻率在 0 赫茲到 3×10^{15} 赫茲。(波長範圍由無限大至 100 nm)這包括靜電磁場(波長為無限大，頻率是零)與極低頻的電磁場(ELF)。包括動力頻率、次無線電頻率、無線電波/微波的能量、紅外線、可見光及紫外線。

5.2.64 無法回收/失能中止開關 — 是一種形式的中止開關。它必須持續閉鎖以將火警偵測或滅火系統置於中止的狀態。此外，當火警偵測及滅火系統啟動時，此中止開關不會重新啟動或中斷偵測或滅火的時間延遲程序。

5.2.65 職業暴露限值(OELs) — 為了本基準的目的，OELs 一般是以每日工作八小時為基準。有各種名詞被用來指示職業暴露限值，例如允許暴露程度、恕限值，最大可接受濃度，最大暴露限值，與職業暴露標準。無論如何，決定 OELs 的規範在不同的國家可能有所不同。請參考各國的標準來建立 OELs。(恕限值是美國政府工業衛生會議的註冊商標)。

5.2.66 操作人員 — 指一個與機器互動的人，但他只讓機器執行所欲功能的事。

5.2.67 零件清洗排氣櫃 — 具有排氣功能的排氣櫃，使用於清潔零件或是設備。同義字：設備清洗排氣櫃。

5.2.68 投入市場 — 指可以從市場取得實物，而不論該轉移(借貸、贈送、銷售、僱用)的法律定義為何。

5.2.69 平台 — 指一水平高處，供應商打算在工作時支撐人員，工具和設備重量。

5.2.70 站立平台 — 一種固定高度、自我支撐、可移動的單元，由一個或多個平台組成，位於剛性基座上(帶或不帶輪子或腳輪)，以及在各層之間上升或下降的裝置。

5.2.71 正向開路 — 應用在電子機械式的控制元件：開關動作器經過非彈性桿件的特定移位，造成其接觸部位分離的直接結果。(例如，接觸部位分離非藉彈簧之力)。

5.2.72 潛在危害性之非游離輻射放射 — 為本基準的目的，非游離輻射之放射超過附件四的限制值，就被認定具有潛在危害性。

5.2.73 自燃性物質 — 在 54.5°C (130°F) 或更低溫度，一種化學物質在空氣中會自然引火燃燒者稱之。

5.2.74 合格人員(防墜落或墜落約束系統) — 指在設計、分析、評估和指定防墜落和墜落約束系統擁有廣泛知識、培訓和經驗個人。

5.2.75 無線電頻率(rf) — 指電磁能量的輻射頻率範圍在 3 赫茲至 300G 赫茲者。微波則是無線電頻率的一部份，範圍由 300M 赫茲至 300G 赫茲。

5.2.76 已經可以進入 — 不需要攀爬或是移除障礙物，或是使用手扶梯、椅子等，就可以快速的接近去操作或是檢查。

5.2.77 認可 — 指符合標準規定；被一種國際具體共識所同意、接受及付諸執行者。

5.2.78 侖目 — 劑量的等值單位。大部份的儀器用之為量測游離輻射之等值劑量讀值(侖目或是西弗)。1 侖目 = 0.01 西弗。

5.2.79 生殖性毒物 — 化學物質已經確定或是統計上疑似會引起大幅增加致畸胎、幼兒發展風險者，或是會影響胚胎生存力、或是雄性與雌性的生殖功能，而其劑量不被認為會對母體或父體具有毒性者。

5.2.80 殘餘風險 — 在執行工程控制、管理及工作實務控制等措施後，尚遺留的風險或危害。

5.2.81 風險 — 危害所會造成預期損失的量度，以嚴重度及發生機率來表示。

5.2.82 橫檔 — 梯子的水平構件，既可用於支撐腳，也可用於手握。

5.2.83 安全停機狀況 — 指一種狀況：除非會造成新的危險狀況，所有的危害能量源已被移除或是妥善地封堵住，危害性生產物質也已被移除或是封納住的狀態。

5.2.84 安全用關鍵零件 — 分開的元件或是零件，例如使用在動力或是安全電路者。這些零件的適當操作對系統或電路安全屬絕對必要。

5.2.85 服務 — 一種非計劃中的活動，其目的是將失效的設備回復至先前良好的工作狀況(見維護的定義)。

5.2.86 重度 — 潛在且可信的損害程度。

5.2.87 短路電流容量 — 由設備製造商設計提供的設備電源電路的最大可能電流值。

註 9：電氣系統的短路電流容量，一般是藉由分析系統內各組件的短路電流容量而得。參考 UL 508A 短路電流容量和 SEMI S22 相關資訊 2 決定短路電流的方法。

5.2.88 西弗(Sv) — 劑量的等值單位。大部份的儀器用之為量測游離輻射之等值劑量讀值(倫目或是西弗)。1 西弗=100 倫目。

5.2.89 階梯 — 固定或便攜式通道，其傾斜度大於 45°但不大於 75°，其水平元件為台階或梯級。5.2.89 階梯 — 固定或便攜式通道，其傾斜度大於 45°但不大於 75°，其水平元件為踏板或橫檔。

5.2.90 階梯 — 固定或便攜式通道，其傾斜度不超過 45°，其水平元件為踏板。

5.2.91 標準溫度與壓力 — 對於通風的量測言，指乾燥空氣溫度在 21°C (70°F)及氣壓在 760 毫米(29.92 吋)汞柱；或是空氣在 50%相對濕度，溫度 20°C (68°F)，及氣壓 760 毫米(29.92 吋)汞柱。

5.2.92 踏板 — 供應商打算用於支撐人員上升或下降的水平表面，而不是橫檔、平台或階梯平台。

5.2.93 監控警告 — 應用在火警監測及滅火系統上；此種警報指示監控到的狀況。

5.2.94 監控狀況 — 應用在火警偵測及滅火系統上；此種‘監控狀況’顯示需要某些行動或是維護作業以復歸或是維持妥適的系統功能。

5.2.95 補充排氣 — 一種局部排氣：間歇性地使用在有限時間內需要完成的特定工作。

5.2.96 供應商 — 提供設備並且直接與使用者溝通的一方。一個供應商可能是製造者、設備分銷商或是設備的業務代表。(見‘使用者’定義)

5.2.97 任務 — 針對特定目標的一組相關工作要素。

5.2.98 任務分析 — 確定使用者在操作、維護或維修設備時所需的具體操作。在每項任務中，根據感知、決策、記憶、姿勢和生物力學要求以及預期誤差來描述步驟。

5.2.99 腳趾板 — 沿行走或工作表面邊緣豎立的垂直屏障，用以減少物品的掉落。

5.2.100 測試 — ‘測試’一詞用以描述量測或是觀察，用以辨識並文件化與設計規範的符合程度。

5.2.101 頂端護欄 — 護欄系統的線性元件，距其距離行走或工作表面是最遠的。

5.2.102 故障警報 — 一種應用在火警偵測及滅火系統上；此種警報指示故障的狀況。

5.2.103 故障狀況 — 應用在火警偵測及滅火系統上；故障狀況係指某系統、副系統或是組件已功能異常。

5.2.104 使用者 — 取得設備之目的在於製造半導體之一方。(見‘供應商’的定義)

5.2.105 經過驗證的方法 — 用於工業衛生化學暴露試驗的目的，是用於收集和分析樣品且經審查的書面協議(例如，NIOSH 取樣方法 1300)。經驗證的方法包括有關收集(介質、效率、體積、流速等)、樣品處理、分析方法、較低靈敏度和方法錯誤統計的說明。經驗證的方法由 NIOSH，OSHA，IOHA 或 ACGIH 等機構或工業衛生組織公佈。

5.2.106 速度壓力(VP) — 將空氣加速使得由零速度增加至某速度 V 所需要的壓力。速度壓力與空氣流動的動能成正比。相關公式：

$$VP = (V/4.043)^2 \quad (1)$$

其中：

V = 空氣流動速度，單位是米/秒

VP = 速度壓力，單位是毫米(mm)水柱

$$\text{美國制單位：} VP = (V/4005)^2 \quad (2)$$

其中：

V = 速度，單位是呎/秒

VP = 速度壓力，單位是吋(in.)水柱

5.2.107 體積流率(Q) — 在本基準的第 22 節, Q = 每單位時間被排出的空氣容積。相關公式:

$$Q = VA \quad (3)$$

其中:

V = 空氣流動速度, 單位是米/秒

A = 排氣管或設備開口部位的截面積, 空氣係在標準狀況下流動。

5.2.108 行走或工作表面 — 供應商打算讓人員走路、站立、下蹲、跪下、坐下或躺下來工作的表面。

5.2.109 濕式清洗台 — 一種表面開放的槽體。它被封閉於機台外殼內, 內存半導體製造所需要的化學物質。
同義字: wet sink, wet bench, wet deck。

5.2.110 屈服強度 — 讓某種材料的受力點呈現特定永久變形的壓力值。此指當形變從‘壓力對形變的線性關聯區’偏離達 0.002¹⁵單位時的壓力。

6 安全理念

6.1 本產業首要的目標是希望將設備的生命週期中(即: 設備的安裝、操作、維護、服務及棄置)所產生的危害加以控制或是消除。

6.2 其假設是操作人員、維護保養人員及服務人員對於其欲執行的任務都已接受訓練。

6.3 在設計及組裝設備時應該考量以下各項:

- 法規的要求;
- 工業標準;
- 本基準內容; 與
- 良好的工程及製造實務。

6.4 為了減少重新設計及重新組裝的費用及進度受阻的問題, 應該在設計、組裝、及評估半導體設備時即引用本基準。

6.5 在合理預見的單點失效的狀況或是人為操作錯誤, 不得使人員、設施或社區暴露於會造成死亡、嚴重傷害、或是嚴重設備損害的危害中。

註 10: 目的是在控制單點失誤的狀況造成高度風險(即指用 SEMI S10 風險評估表為基準所判定的非常高、高或中度風險)。

註 11: ‘非常高’的風險等級等同於之前 SEMI 文件(例如 SEMI S10-1296, SEMI S2, and SEMI S14)的‘關鍵’風險等級。改變此名詞係用以有助英文翻譯。

6.6 設備的安全特性必須是失效安全型, 或具有容錯特性的設計及構裝。

6.7 使用元件及組件應該依據其製造商所做的分級及規格, 如果超越該等分級使用將可能產生安全危害。

6.8 應該執行危害分析以鑑別及評估危害。應該在設計初期階段就啟動危害分析, 並在各設計成熟階段更新之。

6.8.1 危害分析應該包括以下的考量:

- 應用或是製程;
- 每項工作可能附帶的風險;
- 預期的失效模式;

¹⁵ Roark's Formulas for Stress and Strain, Seventh Edition, McGraw-Hill, 2002, p. 826.

- 危害事件的發生機率與嚴重度；
- 暴露人員的專業程度及暴露的頻率；
- 操作、服務及維護工作的頻率及複雜度；與
- 安全關鍵零件。

註 12：CEN EN 1050 包含危害分析方法的範例。

註 13：在 SEMI S10-1103 版中，以 harm 一詞取代 mishap。

註 14：相關資料 15 中規定一些相關設備遠程控制的安全注意事項及討論。

6.8.2 須以 SEMI S10 將各危害性事務附帶的風險定性。

6.9 解決被鑑別出之危害的方法依序如下：

6.9.1 設計上消除危害 — 由最初的觀念設計階段起，設備供應商就應該在設計面消除危害。

註 15：建議設備供應商持續致力於消除被鑑別出的危害。

6.9.2 併入安全元件 — 如果不能消除被辨識出的危害，或是經由選擇性設計可以妥善控制附帶的風險，則應該使用固定式的、自動化的或是其它安全防護設計或是元件來降低風險。

註 16：建議制訂對安全元件定期實施功能性檢查的條文。

6.9.3 提供警告裝置 — 如果設計或是安全元件無法有效地消除被鑑別出的危害，或是不能有效的降低附帶的風險，應該使用一種方法來偵測該危害的狀況，並產生一個警告信號以告知人員該危害。

6.9.4 提供危害警告標示 — 當實務上無法經由選擇性設計來消除危害，或是以安全或警示元件來妥當地降低附帶風險時，就應該提供危害警告標示。見第 10 節的標示資訊。

6.9.5 建立管制程序及訓練 — 當無法經由選擇性設計來消除危害，或是使用安全、警告裝置或警告標示來妥善控制危害時，就應該建立程序及訓練。程序應該包括使用個人防護用具。

6.9.6 可能需要合併以上這些做法。

7 一般條款

7.1 本基準應該併為設備採購規範的參考。與本基準的差異應由設備使用者及供應商共同同意。本基準的目的是讓使用者採購符合 SEMI S2 的設備，而不是用來設計設備。

7.2 設備必須符合使用所在當地的有效法律及規章。所有政府部門法定所需的設備認證與核准皆仍需要。

註 17：建議設備供應商要求使用者提供當地相關法規資訊。

7.3 設備製造者應該維持設備/產品安全計劃，依據優先順序去鑑別並消除危害或是控制風險(見 6.9 節)。

7.3.1 供應商應該提供使用者指定之代表人員，及有關描述設備安全相關之升級或是最近鑑別出的主要風險之公告。

7.4 安全操作、維護和維修設備所需的型號專用工具和附件，應隨設備提供或由供應商指定。

註 18：本基準中正式的數值使用國際單位系統(SI)。如果數值：

- 以以吋-磅為表示單位(一般也稱為美國習慣或是英制)，
- 則將其放在圓括號內，
- 置於 SI 數值之後，
- 此為非正式數據，僅供參考，而且由國際單位系統之轉換可能不是很精確。

8 評估程序

8.1 本節敘述依照本基準的設備評估、評估報告的內容、及支持執行評估所需要的附帶資訊。

8.2 通則—執行評估的單位(見次節 8.4)應該依照本基準的方式來評估設備，並且完成一份書面評估報告。

註 19：‘應該(Should)’條文在此基準中的意圖是做為一致性評估的基準。這種意圖也用於‘可以(may)’、‘提議(suggested)’、‘最好是(preferred)’、‘建議(recommended)’。‘註’(Note)在此基準中並不是被用來做為一致性評估的基準。

8.2.1 SEMI S2 特定段落的符合性，可以通過供應商設備安裝說明(參考 SEMI E6)或其它文件中的說明實現。

8.3 評估報告內容：通則—評估報告應該包括只有手冊(次節 9.6)及設計專屬章節(第 10 節至 27 節)。應僅在與特定應用有關時，才在評估中使用附錄，並在報告中引用。

8.3.1 對於每一已編碼的章節，評估報告應根據 §§ 8.3.3 至 8.3.5 的標準，做成下方陳述之一，以及提供支持性的意見：

- 不適用
- 符合陳述規範
- 符合功能目標
- 不符合

例外 1：如果一特定章節全部是‘不適用’，則報告可以陳述此章節是‘不適用’，而不是陳述每一所屬的段落‘不適用’。

例外 2：如果設備方面，一段落被發現是‘符合陳述規範’和‘符合功能目標’的混合，那麼這兩個結果應該在報告中被指出（並有適當的支持理由），而不是僅列一個或另一個。

註 20：‘符合陳述規範’和‘符合功能目標’指出一致性的結果。當結果是有區別的，針對不同結果提出適當的支持理由。

8.3.2 在次節 8.3 中，‘設備’指的是評估下的設備，或是適當時伴隨設備所提供的相關最終用戶的文件。（見請參閱 SEMI S13 最終用戶文件意義。）

8.3.3 不適用—假如評估者總結設備沒有任何方面屬於本段落，則應判定為‘不適用’。

8.3.4 符合性結果（‘符合陳述規範’和‘符合功能目標’）

8.3.4.1 假如評估者總結設備方面與段落內容陳述的標準一致，則應判定為‘符合陳述規範’。

8.3.4.2 ‘符合陳述規範’的支持理由應包括設備方面的描述，和證明每個標準符合性的客觀資訊（例如，測試、測量、觀察）。

8.3.4.3 假如評估者總結設備方面與段落內容陳述的標準不一致，但其符合本段落功能目標且依據 SEMI S10 的風險評估方法呈現低或非常低的風險，則應判定為‘符合功能目標’。

8.3.4.4 支持‘符合功能目標’的理由應包括：

8.3.4.4.1 設備方面的描述，

8.3.4.4.2 支持滿足功能目標的結論；

- 評估者所了解之功能目標的聲明，
- 表明功能目標的邏輯論證為相符，
- 客觀證據支持這樣的論點，
- 引用參考書目資訊（例如，文件的標題、網站、參考編號、作者、出版日期、修訂版）。

8.3.4.4.3 支持風險評估；

- 設備方面特定的危害，
- 可預見造成傷害的危害情境，
- 每個情境可預見的傷害，
- 每個情境嚴重性與可能性分析。

8.3.4.5 如果一個標準的全部或部分用於支持功能目標的論證，支持的理由應包括證明標準為何適用，用來評估的章節和相關的章節。本段落的目的，假如在考量下設備方面適用在此範圍內，一個標準是適用的；假如其包含顯而易見可承受設備方面的標準(例如，解決類似的設計考慮)，這些章節是相關的。

8.3.5 不符合

8.3.5.1 假如評估者總結設備方面一個或多個以下內容，則應判定為‘不符合’：

- 不符合陳述規範和功能目標；或
- 評估者缺少足夠的資訊來判定結論或給出‘不適用’的結論。

8.3.5.2 適當時，支持這一結果的理由應包括：不符合設備方面的說明，不符合特性的描述，每一個 SEMI S10 確定相關聯之風險，或說明所需要的一致性結果，或‘N/A 不適用’的發現。

註 21：例如，‘斷路器 42’為設備方面；‘斷路器 42’是一個補充過電流保護，而不是電路斷路器是一個特性。

8.3.5.3 評估者可加入任何他們希望有關設備方面符合陳述規範或符合功能目標的訊息。儘管如此，在報告中應該清楚的表明，整體結果是‘不符合’。

8.4 評估報告的內容：其它資訊 — 評估報告應該也包括：

- 製造商的機型號碼；
- 被評估單元的序號；
- 設備評估的日期；
- 一個系統/設備的描述包括組構圖示、選擇項目及基本的圖面；以及
- 一個執行評估單位資格的陳述。滿足 SEMI S7 條件的內部團體、獨立的實驗室、或是產品安全的顧問公司(第三者團體)可以用來提供測試或是評估對本文件的符合度。

8.5 提供給評估者的資訊 — 當需要證明符合本基準條文時，應該提供以下的資料給評估者或是由評估者建立之。

註 22：針對評估之目的，建議使用設備製造商的基本組構設計與製程。或者是，使用者及製造者雙方同意可能使用的製程。

註 23：特別的選配件或是組構設計可能引起新增的危害，且未包含在最初的評估中，則可能需要分開檢討之。對於升級、改造及其它的改變會影響到設備的安全設計時，建議評估其規範符合性。

8.5.1 一般資訊

- 書面的系統描述，包括硬體組構圖示及其功能、電力需求、電力輸出及其它需要的資訊以瞭解設備的設計及操作。
- 對於設備及其附屬組件的防震設計應該提供書面的耐震錨固原理與計算滿足其設計負載(見第 19 節，地震防護)。
- 安全元件的目的及功能的描述，例如：緊急關斷元件(EMO)、連鎖裝置、壓力釋放元件，及限值控制。
- 一份危害分析(見第 6.8 節)。

- 人體工學評估(見第 16 節)。
- 一份具安全關鍵性的零件的清單，及針對每個零件提供驗證的證據或是文件以顯示元件適合該用途。
- 一份火災殘餘風險的分析，如 14.2 節。
- 需要提供設備火災安全相關的測試結果、驗證、及設計規範。亦應提供記載火警偵測器及滅火設備及控制的文件。

8.5.2 工業衛生資訊

8.5.2.1 一份工業衛生報告，當適用時，應該包括：

- 通風評估(見第 22 節)；
- 化學物質盤點及危害分析(見 23 節)；
- 游離輻射評估(見第 24 節)；
- 非游離輻射評估(見第 25 節)；
- 雷射評估(見第 26 節)；
- 音壓位準評估(見第 27 節)。

8.5.3 環境資訊(見第 21 節) — 資料應該包括以下條件：

- 考量或包含節約資源(能源、水、去離子水、壓縮氣體、化學物質及包裝材料)；
- 考量或包含多使用可以回收及整修的設備及零件，或是在除役後可以回收的材料；
- 考量或包含資源回收或是再利用；
- 化學物質選擇的方法及規範(見次節 21.2.3)；
- 考量由設備整合控制其液態放流及氣體排放；
- 努力減少廢棄物、放流水、排放物及副產物。

註 24：為了達到第 8.5.3 節的目的，文件可以包括設計注意事項、各種計量(不論是否使常態化)、會議記錄、柏拉圖分析或是它種分析。

9 提供給使用者的資料

9.1 本節說明設備供應商提供給使用者的文件。

9.2 評估報告 — 當使用者提出要求時，供應商應該提供給使用者 SEMI S2 總結評估報告(見第 8 節)或是整份評估報告。

9.2.1 在評估報告中所標列出之不符合事項，供應商應該提出說明，提供改善計劃或是標明申辯理由供驗收之需。申辯理由應該包括已有之對策，與依據 SEMI S10 的風險辨識。

9.3 地震資訊 — 參考本文件第 19 節。

9.4 環保文件 — 當適用時，製造商應該提供以下環保文件給使用者：

9.4.1 能源消耗資訊，包含製造商最具代表性製程(基準線)的空轉、平均、及尖峰操作狀況等。

9.4.2 質量平衡，包含製造商最具有代表性製程(基準線)的空轉、平均、及尖峰操作狀況等。

註 25：質量平衡可能包括資源消耗速率、化學物質製程效率、廢水的放流及空氣排放的特性、產生之固體及有害廢棄物(定性及定量)及副產物。

9.4.3 關於意外洩漏(放流水、廢棄物、氣體排放及副產品)的路徑資訊，及監測與控制洩漏的方法及元件。這應該包括監測、預防及控制意外洩漏的資訊(見 21.2.4 節)。

9.4.4 關於正常排放(放流水、廢棄物、氣體排放)路徑的資訊，及監測與控制排放的方法及元件(見次節 21.2.5)。

9.4.5 一張清單，項目包含設備在操作、維護及服務的過程中所產生的固體廢棄物，與拋棄其構造或是所包含的物質將受到法規的限制者。(例如，含鉍零件、蒸氣燈、含汞開關、電池、受到污染的零件、維修產生的廢棄物)。

9.5 工業衛生和排氣通風資訊 — 參考本資料之 22-27 章節和 SEMI S6。

註 26：文件化標準出現在 SEMI S6 不同的位置。包括在 SEMI S6-0707 中¶ 7.2.3.3.2, ¶ 7.7.3.4.1, § 8, § 9, 附件 2, 附件 3, 附件 4, 附件 5, 和附件 6。

9.6 手冊

9.6.1 設備供應商應該提供使用者關於設備原本使用目的之手冊。該等手冊應該說明設備的正常使用方法及範圍，並且提供設備的安全安裝、操作、維護及服務所需的資訊。

9.6.2 手冊應該符合 SEMI S13 的規定。

註 27：應隨設備提供資訊：滅火藥劑、及使用做為測試火警偵測或是滅火系統的化學物質，併入 SEMI S13 規定之物質安全資料表。

註 28：應隨火警偵測或是滅火系統設備提供資訊 - 伴隨火警偵測或是滅火系統存在的危害性能量，其應符合 SEMI S13 的危害能量控制條文。

9.6.3 除了 SEMI S13 各項條款外，手冊應該包含：

- 對於第四類型的特定日常工作，不包括故障排除。(參考次節 13.3);
- 能量隔離的說明(上鎖/標示)(參考 17.2 節);
- 緊急關斷按鈕及連鎖功能的說明;
- 一張危害性物質清單：維護、附屬設備或是周邊作業所需者(例如潤滑劑、清潔劑、冷媒)，包括預期的更換頻率、數量及過程上潛在的污染;
- 一張清單，項目包含設備在操作、維護及服務的過程中所產生的固體廢棄物，與拋棄其構造或是所包含的物質將受到法規的限制者。(例如，含鉍零件、蒸氣燈、含汞開關、電池、受到污染的零件、維修產生的廢棄物);
- 維護及故障排除所需的程序以維持安全設計功能和裝置的有效性(即工程控制);及
- 基準：供適當使用、維護與檢查 SME 設備商所提供的昇降設備之用，包含任何特定檢查期間的規範。對於那些非 SME 設備商所提供但係其指定或建議的昇降設備，應於 SME 的文件中確認使用者已從該原昇降設備商取得相關基準。

9.6.4 應該提供包括潛在意外洩漏途徑的資訊(見 21.2.4 節)。

9.6.5 應提供依據 SEMI S12 文件建議之除污及除役程序，且應該包括以下的資訊：

- 確認構造的元件及材料，其資訊應足夠詳細得可以供作回收、整修及再使用的決定(見 8.5.3 節);及
- 除役前可能存在於設備內部之殘餘危害性物質，或是可能受到危害性物質污染的零件。

註 29：建議在手冊上應該述明基本製程化學或是設備的改變可能會改變原先預期之環境影響。

9.6.6 對環境有潛在影響的維護程序 — 設備供應商所建議的維護程序應該：

- 指出維護程序中可能發生洩漏的步驟，及洩漏物的性質；及
- 指出維護過程中會產生的廢棄物的特性，及減少放流水、廢棄物或是氣體排放物質的方法。

9.7 消防資料— 設備商應該提供：

- 一份如 14.3 節說明的消防保護報告；
- 供買方選配的火災風險減輕方案之敘述(見 14.3.2 節)；

註 30：建議應該在採購前提供。

- 火警偵測系統的操作、維護及測試手冊；
- 滅火系統的操作、維護及測試手冊；
- 由有執照的設計者及安裝者所提供的驗收文件(見 14.5.1.12 及 14.5.2.16 節)；以及
- 一份清單：測試設備之火警偵測及滅火系統所需要的任何特殊裝置。這份清單應該明示這些設備是否包含在主要設備內或是分開販售。

10 危害警告標示

10.1 當實務上無法以選擇性設計來消除危害，或是妥當地使用安全與警告裝置來降低附帶風險時，應該提供危害警告標示來辨識與警告該危害。

10.2 標示應該具有耐久性並且適用於該環境。

10.3 標示應該符合 SEMI S1 所訂的標準。

例外：某些危害標示的格式及內容受到法令的約束(例如：在一些國家的雷射標示及化學物質危害溝通標示)可以不符合 SEMI S1 的標準。

11 安全連鎖系統

11.1 本節包括安全連鎖及安全連鎖系統。

註 31：如果設備已安裝了火警偵測或是滅火系統，參考 14 節以得到更多的資訊。

11.2 在洽當之處，設備應該使用安全連鎖系統以保護人員、設施以及社區以避免操作設備時的固有危害。

註 32：其主要功能為保護設備的安全關鍵元件，例如電路開關及保險絲，通常不被視為安全連鎖。

11.3 安全連鎖系統的設計應能：在啟動連鎖、設備或是設備之相關零件時，會自動將其置於安全狀況。

註 33：時間和風險是相關的；一個安全狀態包含人員接觸危害前使設備置於安全狀態。

11.4 安全連鎖系統啟動時，應立即向操作人員告警。

例外：如一個安全連鎖觸發 EMO 電路(見 12 節)或者移除使用者介面電力，警告操作者是不被預期的。

註 34：安全連鎖裝置啟動時，最好有其原因解釋。

11.5 安全連鎖應能容錯，而且除非拆卸、改造實體或破壞該元件，不能改變其系統元件的設計功能或設定值。

例外：假如進入被限制需藉由謹慎的動作，安全連鎖系統可使用具有可調整的設定點或使用跳閘功能的元件或電路，例如使用一個工具或者特殊的排序號碼來進入此可調式裝置或者調整此裝置，互鎖元件或電路可調整的正當理由應包含在評估報告和設備文件中。

註 35：此目的是限制進入可調整設定點給適當受訓的維護和維修人員。

註 36：本節沒有提出安全連鎖的可破壞性，其它訊息見 11.7 節。

11.5.1 安全連鎖和 EMO 電路應藉由去能移除危害能量而不是加能，並聯跳閘是藉由去能無法操作的元件範例。

例外 1：假如 a)一個備援電路的一部分藉由去能操作且第二部分藉由加能操作，b)監視中的電路藉由加能操作只要被監視的電路藉由去能操作，前述設計被視為符合這標準要求。

例外 2：接地漏電(接地故障)感測元件(如接地故障遮斷器 GFI，接地故障迴路遮斷器 GFCI，殘餘電流裝置 RCD 和接地漏電斷電器 ELB)經常藉由內部元件加能作動，如果 a) 接地漏電感測元件符合 13.4.3 節及 b) 藉由去能停止互鎖和 EMO 電路的接地漏電也可接受。

11.6 安全連鎖系統以使用電子機械元組件較佳，也可以使用或提供固態元件與固態組件，藉此可用洽當的工業標準評估安全連鎖系統、或是相關系統零件的適用性。當評估其適用性時，必須考慮各種異常狀況，諸如過電壓、欠電壓、電力供應中斷、短暫的過電壓、燥動電壓、電磁耐受性、靜電釋放、熱循環、濕度、粉塵、振動及刺耳噪音等。

例外：SEMI S10 評估時，凡合理可預見事故的嚴重性被認為是輕度的，一個以軟體為基礎的安全連鎖可考慮為適當的。

註 37：如果依照 SEMI S10，當一個安全連鎖裝置供做人員防護以避免嚴重或巨大危害事故，則建議使用正向-開啟式的開關。

註 38：適用性評估也可能包含可靠度、自我監測與備用設計。(如 NEMA ICS 1.1 and UL 991 標準內所述)。

註 39：固態元件包含作業用放大器、電晶體、積體電路。

11.6.1 如果使用可編程安全控制器或 FECS，則設計應符合 SEMI S22 中的安全連鎖設計標準。

註 40：¶ 13.4.3 規定了與安全相關的部件和組件的附加評估標準。

註 41：FECS 是 (PES) 可編程電子系統的子系統。IEC 61508 是複雜 PES 的首選標準。

註 42：相關資訊 13 提供 FECS 設計更多的應用資訊。

註 43：安全連鎖設計標準見 SEMI S22-0715 版的 13.7.3 節。

11.7 安全連鎖系統在設計上，應該減少當維護保養時需要蓋過安全連鎖的需求。

11.7.1 用以保護人員工作的安全連鎖，在無工具的情形下不應該能使其失能或破壞。

11.7.2 當需要進入被連鎖裝置防護的處所進行維護工作時，可以使用可被破壞的安全連鎖，但必須經由刻意操作才能進入旁路。

11.7.2.1 一旦正在離開或已完成了維護模式，所有的安全連鎖應該自動復歸。

11.7.2.2 如果一個安全連鎖裝置已失能或被破壞，則維護手冊應該說明其管控措施以保護人員或是盡量減輕危害。

11.8 若會肇致危害狀況，安全連鎖的復歸應該不能啟動設備操作或引起零件移位。

11.9 開關或是其它接觸式的控制元件應該連接到線路的非接地側，以便接地短路發生時不會導致連鎖被滿足。

11.10 如果使用箱體來控制對人體的危害時，該箱體應該設計成需要工具才得以進入且需標示外殼對人員防護有關的危害，或是設置連鎖裝置。除了安全箱體以外，在可能會因疏忽而接觸到危害之處，應該設有實物隔離。

註 44：當移開蓋子就會暴露於危害時，考慮再加上標示。見第 10 節的指引。

12 緊急停機

12.1 設備應該具備緊急停機電路(EMO)。當 EMO 啟動器(例如按鈕)啟動時，應該將設備置於安全的停機狀況，不會產生對人及廠房設施任何更多的危害。

例外 1：一個 2.4 kVA 等級或以下之設備，如果主電力斷路器符合 12.5.2 節的可近接規定，及若啟動斷路器之效果同於啟動 EMO 電路，則不需要設置 EMO 電路，因其只有電氣危害性。

例外 2：非獨立機台而是整個整合系統的一部份的設備，而且係由設備使用者供電，則不需要有緊急停機電路。在其組裝手冊上應該提供設備安裝者明確的指示，說明如何連接這些設備到整合系統的緊急停機電路。

註 45：建議緊急停機功能不應該減少安全元件或是安全相關功能元件的有效性，安全相關功能元件(例如,電磁吸盤或是煞車裝置)需要將設備有效地置於安全關機狀態。

註 46：如果設備提供火警偵測或是滅火系統，見 14 節的更多的資訊。

12.1.1 如果設備商提供在設備外部的 EMO 介面，設備商應該包括提供銜接至該介面的指示。

12.2 緊急停機電路啟動時，除了主電氣箱外，應該中斷設備所有的危害性電壓與所有超過 240 VA 的電力。

例外 1：使用非危害性電壓的 EMO 電路(基本是 24 V)與其電源，可以維持通電。

例外 2：安全相關的元件(例如；偵煙器、氣體/漏水偵測器、壓力量測元件等)使用非危害性電源者，可以保持通電狀況。

例外 3：當按下 EMO 鈕之後，如果是通電的斷路器、插座、與每個通電的導體端子都清楚標示通電中，則執行資料/警報輸入及錯誤回復功能的電腦系統可以保持在供電狀況。EMO 啟動後，通電中的危害部份在應該有絕緣隔離或保護，以防止維護人員不經意的接觸。

例外 4：無共同危害且分開安裝之數個單元，並且不和具危害電壓、能階或是其它潛在危害狀況的電路相連，如果標示明確，則可以有：

- 分開之電源、與分開之電路阻斷方式，
- 或是分離的 EMO 電路。

12.2.1 EMO 線路不應該包含意圖可以使其失能或旁路的特徵。

12.2.2 EMO 線路應該以電子機械元件組成。

例外 1：也可以使用或提供固態元件與固態組件，藉此以令安全連鎖系統或是相關系統零件，都能以恰當的工業標準評估為合宜於使用。當評估其適用性時，必須考慮異常狀況，諸如過電壓、欠電壓、電力供應中斷、短暫的過電壓、燥動電壓、電磁式敏感性、靜電釋放、熱循環、濕度、粉塵、振動及刺耳噪音等。最終移除電源需由電子機械元件達成。只要系統或系統的相關部件被評估過適合使用，則可以使用固態元件和組件。零件應評估過適合於異常情況下操作，例如過電壓，欠電壓，電源中斷，瞬態過電壓，斜坡電壓，電磁耐受性，靜電放電，熱循環，濕度，粉塵，振動和晃動。最終的電力去除應通過機電組件完成。

例外 2：如果 FECS 符合 SEMI S22 中的安全連鎖設計標準，則 FECS 可與機電或固態元件和零件結合使用。最終的電力去除應通過機電組件完成。

註 47：¶ 13.4.3 節規定了與安全相關的部件和組件的附加評估標準。

註 48：FECS 是可程式電子系統(PES)的子系統。IEC 61508 是複雜 PES 的首選標準。

12.2.3 所有 EMO 電路應該具容錯設計。

12.2.4 復歸 EMO 開關不應該使得電路、設備或是附屬設施重新通電。

12.2.5 EMO 電路應該藉由控制元件的去能而不是加能，以停止機器運作。

12.2.6 EMO 電路應該需要手動復歸，因此使得電源不能自動復歸。

12.3 緊急關閉按鈕應為紅色、蘑菇形和自鎖。應提供 EMO 黃色的背景。

12.4 所有的緊急停機按鈕均應明確標示 'EMO'、'Emergency Off'、或是其它同義字眼，並且在探看位置應清楚易讀。標示可以張貼在按鈕或其黃色背景上。

12.5 緊急停機按鈕應易於從操作和定期維護的位置來接近，並且尺寸適當，以便能夠通過手掌的後跟來啟動。

12.5.1 緊急停機按鈕應該位置適當或是受到保護以減輕意外啟動的機會。

12.5.2 不得有操作或定期維護的位置，其距離 EMO 按鈕需要經過大於 3 米（10 英尺）。

12.5.3 人員啟動或檢查 EMO 開關組件不應該暴露在 SEMI S10 中度(含)以上風險的危害，有此風險的危害例子如：

- 接觸通電部位，
- 接觸移動中的機械，
- 接觸過高或過低溫度的表面，和
- 在緊急情況下快速移動期間導致撞擊，絆倒或跌落的有限或不良通道。

12.6 當 EMO 使用不斷電系統時，見§ 13.5 節額外的 EMO 準則。

13 電氣設計

13.1 本節涵蓋使用危險電壓的電機及電子設備。

13.2 電氣作業的型態 — 本安全基準定義以下四種電氣作業型態：

- 型態 1 — 設備完全去能。
- 型態 2 — 設備已加能。帶電電路已被遮蔽或絕緣。

註 49：型態 2 的工作包括將探棒放入蓋子或絕緣體之合適的開口，以測量通電電路的任務。

- 型態 3 — 設備已加能，但通電電路暴露而且可能意外觸及未絕緣的帶電部件，在乾燥位置暴露電壓不大於 30 Vrms，42.4 Vpeak，60 Vdc 或 240 VA。
- 型態 4 — 設備已加能。通電電路暴露而且可能意外觸及未絕緣的帶電部件，在乾燥位置可能之暴露電壓大於 30 Vrms，42.4 Vpeak，60 Vdc 或 240 VA。潛在暴露於射頻電流，不論其是誘導或是經由接觸，超過附件 3 表 A3-1 的限制者。

13.3 活電作業 — 供應商之設備設計應最大限度地減少設備於帶電中之校正、修改、修理、測試、調整或是維護等需求，並最大限度地減少必須對暴露的通電電路附近的元件進行工作。設備供應商應該盡可能地將型態 4 的作業改為型態 1，2 或 3 的作業。常規型態 4 的任務（不包括故障排除）應在維護手冊中具有特定的書面說明。應提供包括型態 4 工作的一般安全程序（例如，穿戴適當的個人防護裝備和設置障礙物）以進行故障排除。

13.4 電氣設計 — 設備應該符合合適的國際、區域、國家或是工業界的產品安全標準。

13.4.1 應該提供非導電性的或導電性但有接地的實體屏蔽如下：

- 若有必要接近危險區域的上方、下方、周圍或附近。
- 若掉落物會引起短路或電弧之處。
- 若設備中任何帶液體的元件發生故障，將導致液體進入電氣部件。
- 位在主斷路器的帶電側。
- 在乾燥地點的設備上進行維護或維修任務時，可能會無意中接觸到未絕緣的帶電部件，這些部件包含：電壓大於 30 Vrms，42.4 Vpeak，60 Vdc 或功率大於 240 VA。

註 50：乾燥地點係指通常無濕氣或水濕之處。

註 51：建議使用非導電性及非可燃性的可移除式蓋子。

13.4.2 如果屏蔽物上方提供測試用探針開口，應該規劃屏蔽物的位置及探針開口的尺寸，使得以避免與相鄰之通電零件發生不經意的接觸，這包括探針的通電部份。

13.4.3 如果元件或是組件故障可能會造成電擊、火災或是人員受傷的風險，這些元件或是組件應該經由認可的測試實驗室認證，及依照製造商的規格使用，否則應該依據適當的標準進行評估。

13.4.4 電力迴路、控制迴路、控制電路、接地及接地導體(中性線)的電氣配線應該依照適用的標準(13.4 節)所規定顏色，或是在線的兩端施加易於辨識的標示。當使用顏色供辨識時，可接受在導線端部纏繞合適的色帶或是套管；色帶或套管應該牢靠的固定在導體上。

例外 1：個別零件內部的線材，(例如，馬達、變壓器、儀錶、電磁閥、及電源供應器等)。

例外 2：撓性電線。

例外 3：非危險性電壓之多導線纜線(例如，帶狀纜線)。

例外 4：當沒有合適的顏色供特殊用途的導體設計時(例如用於爐管及烤箱的高溫導體)。

13.4.5 依據§ 13.4 節相應的標準，接地導體和連接器的尺寸應與其相關的未接地導體的電流額定值相匹配。

13.4.6 電氣設備的外殼應該適用於其安裝的環境。

13.4.7 外殼的開孔應該設置安全屏蔽，以防止人員與未絕緣的危險電壓或危險電力部件接觸。應遵守 SEMI S22 外殼開孔標準以符合本條文要求。

13.4.8 電氣外殼的頂蓋在設計與結構上，應該顯著減低物件掉入外殼內的風險。應遵守 SEMI S22 外殼開孔標準以符合本條文要求。

13.4.9 對於從設施到設備的每個供電電路，該設備或其工業控制面板的短路電流額定值，應在設備安裝說明中標明。

13.4.10 設備應該提供主過電流保護元件及主要斷路元件，其額定至少 10000 A (均方根值的對稱安培斷路容量 AIC)。

註 52：基於電力輸配系統設計，某些設施可能需要較高的 AIC 等級。

例外：以電線或是插頭連接的單相設備，其電壓等級不大於 240 V 線對線/150 V 線對地，及視在功率不大於 2.4 kVA，可以用斷路容量至少 5000 AIC 之過電流保護元件。

13.4.11 設備應設計成接收來自單個饋電位置的輸入電力設施，該饋電位置終止於第 13.4.10 節中規定的主斷開裝置。該斷開裝置在打開時應從斷開裝置的負載側移除設備中的所有輸入電源。斷開裝置還應具有第 17 節中規定的能量隔離（‘鎖定 lockout’）功能。

例外 1：具有多個饋入的設備應為每個饋入提供能量隔離（鎖定 lockout）的規定，並在每個斷開裝置標記以下文字或等效內容：‘警告：存在電擊或燒傷風險。在維修之前斷開所有[幾個地方的]饋入電源’。最好將設備的所有斷開裝置聚合在一個位置。

例外 2：多個裝置分開安裝而沒有共用危險，也沒有帶危險電壓、能階或其它潛在危險條件的互連電路，可以具有：

- 如果明確標識，單獨的電源和獨立的供電電路斷開裝置；或
- 單獨的 EMO 電路，如果它們被清楚地識別。

13.4.12 一個永久性的銘牌，詳列製造商的名字、機器的序號、供電電壓、相數、頻率、設備或其工業控制盤的短路電流容量、及全載電流，於設備安裝完成後貼在清楚可見之處。如果設備提供超過一個饋電迴路，銘牌上應該敘述每個迴路的上述資訊。

註 53：依照使用的位置，可能需要更多的銘牌資訊。

13.5 不斷電供應(UPS) — 本次節適用於不斷電供應設備，其輸出大於 30 Vrms, 42.2 Vpeak, 60 Vdc 或是 240 VA。

13.5.1 當設備提供不斷電供應系統時，在安裝及維護手冊內應該明確的描述其位置及線路。

13.5.2 當任何一個以下事件發生時，應該中斷從不斷電供應系統輸出的電力：

- 緊急停機按鈕被押下；或是

- 設備的主斷開裝置被打開；或是
- 主要電路的斷路器被打開。

例外：在 EMO 啟動時，不斷電供應系統可能提供電力給如次節§ 12.2 之排除條款所述的緊急停機按鈕電路、安全相關元件、資料/警報輸入的電腦系統。

13.5.3 不斷電供應系統可以置放在設備的佔地面積內，前提是該不斷電供應系統在其自己的外殼內並且被清楚地識別。

13.5.4 不斷電供應系統應該由合格的測試實驗室認證，並且適合於其所處環境。(例如：潮濕位置、暴露於腐蝕性環境)。

13.5.5 不斷電供應系統的接線應在每個可斷開的終端點處標識為‘UPS 電源輸出’或其等效文字。

13.6 電氣安全測試

13.6.1 使用電線和插頭連接到設施分支電路的設備不應出現大於 3.5 mA 的表面洩漏電流，這是根據 SEMI S2 中“電線和插頭設備的漏電流測試”完成測試認定。

例外：若能提供文件證實該設備完全符合於合適的產品安全標準，而其明確地允許較高的洩漏電流，則可以接受高於 3.5 mA 的洩漏電流。

13.6.2 設備之保護接地迴路的電阻量測值，依據 SEMI S22 之接地連續性與保護搭接電路測試之規定，應等於或小於 0.1 Ω 。

13.7 使用易燃性氣體或是液體的設備，應該在做電氣設計時評估決定是否需要額外的預防措施(例如，氣體吹趨)。

註 54：NFPA 497 及 EN 1127-1 提供這類評估的方法。

14 火災防護

14.1 概述 — 本節適用於設備內部的火災危險。

14.1.1 本節提供設備防火設計和控制的最低安全考量。

14.1.2 本節還提供隨設備提供的火災偵測和抑制系統的最低要求。

註 55：SEMI S14 提供了有關半導體製造設備火災風險評估和緩解的詳細指導。

14.2 風險評估

14.2.1 書面的風險評估應該由合格的單位來執行或接受，以決定及評估火災危害與控制的潛在需求。風險評估應該考量設備內部的正常操作及可合理預見的單點故障，不應考慮不在規定的使用環境中接觸火源或外部點火源。

註 56：若風險評估者需具有所需的專業來從事火災危害的風險分析，本基準的風險評估可以與整體風險分析的執行相結合。SEMI S7 有說明此評估者需要的資格。

14.2.2 如果正確的風險評估有賴於使用者遵循特定的程序或是使用的狀況，則設備供應商應該說明該等程序或是狀況，並陳述其重要性。

14.2.3 應該使用 SEMI S14 來評估與報告關於財產與環境的風險。

14.3 報告

14.3.1 應該提供一份摘要報告給使用者。依據 SEMI S10，關於每項辨認出的殘存火災危險，這份摘要報告應該包括下列特徵：

- 被指出的嚴重度；
- 被指出的可能性；與

- 風險分類的結果。

14.3.2 減輕火災風險的選配方案，應該在採購前提供給使用者的資訊中說明之。

14.3.3 還應確定和報告減少火災風險的範圍和有效性，包括預期的風險降低(如§ 14.3.1 節所述)。

14.3.4 如果由於設備內部火災危害，可能導致設備外之熱損害或非熱損害(例如煙)，則應該對使用者報告其可能性。此報告應該包含定性描述可預知之情境。

14.4 火災風險降低(非指偵測與抑制)

14.4.1 結構的材料 — 在合理的情況下，設備應由不燃性材料製成。如果製程化學物質不允許使用不燃性結構，那麼設備應由適合用途並與所用製程化學物質相容並對火災風險影響最小的材料構成。

註 57：某些地區性的法規(例如美國建築消防法規)可能要求結構需要用不可燃性材料。

14.4.1.1 附件 4 的流程圖可以用來選擇設備的結構材料。

14.4.1.2 設備有任何部份落在 SEMI F14 範圍(氣源設備箱體設計規範)，應該依照該基準設計之。

14.4.2 製程化學物質危害的消除 — 應該考量以非易燃性製程化學物質來替代易燃性化學物質。

14.4.3 工程控制

14.4.3.1 導因於製程化學物質的火災風險，可以藉由工程控制來減輕它(例如預防不適當的化學物質混合、避免溫度達到閃火點)。

14.4.3.2 導因於結構材料的火災風險可以用工程控制來減輕它(例如，用不可燃性的屏蔽將可燃性的結構材料與引火源隔離)。

14.4.3.3 若設備電源和化學物質源存在不可接受的火災風險，則其應與火災偵測和抑制系統連鎖，以防止在火災偵測或抑制系統失效時啟動設備或運送化學物質。

註 58：某些轄區要求連鎖裝置。

註 59：參考§ 6.5 節可接受標準。

14.4.3.4 利用潔淨室排煙(使用設備商所指定規格的排煙器)來控制煙霧可以減少燃燒產物所產生的火災風險。

註 60：如果使用排氣來控制煙霧的風險並且存在火焰傳播的風險，請參閱§ 14.5 節相關將風險降低方法與檢測或抑制互相結合。

註 61：當煙霧是唯一的後果時，控制煙流可能已足夠(例如悶燒的元件引起煙霧)。

註 62：為了有效控制煙霧，除了必須將煙霧由設備移除，也須由潔淨室移除之。這通常以風管排煙系統達成之。

註 63：使用排煙設備去移除煙霧可能須要遵照法規，例如建築與消防規章。

註 64：使用排煙設備去移除煙霧可能會產生風管系統內部之危害。因此，進入排氣系統的預期排放(即預期空氣流速、溫度和煙霧產生速率)的描述可能是設備安裝的重要訊息。

14.5 火警偵測與抑制系統

14.5.1 火警偵測 — 以下的規範適用於任何風險評估後判定為適用的火災偵測系統。

註 65：熱感知器、偵煙裝置、及其它僅用來監測設備狀態的裝置，可以無須滿足這些需求。然而，某些轄區可能要求所有的偵煙感知器要連接至建築物的系統，並且要符合所有的適用的火警警報的法規。

14.5.1.1 火災警報系統，包含偵測器、警報與其相關控制，應由被認可的測試實驗室認證過，並且適合於其使用場所的用途與環境。

註 66：此驗證通常要求火警偵測系統的元件須易於辨識並與設備內其它元件區別。

14.5.1.2 火警偵測、警報及控制系統之安裝，應該依照§ 14.5.1.1 節之認證要求，及依據適當的國際標準或是國家法規(如 NFPA 72)。

14.5.1.3 火災偵測系統應該能與廠房設施的警報系統介面相連接。最好由設備商指定銜接位置與偵測器的功能但無需提供偵測器，因此使用者可以較好地整合設備內部與廠房設施的偵測系統。這種替代方案應該由設備商與使用者明確地協商之。

14.5.1.4 火災偵測系統應在設備上以聲音和視覺方式啟動報警。

14.5.1.4.1 聲音警報應能從每個操作或維護/維修地點聽到，其中包括人員在設備的內部或部分設備的 2 米範圍內，若含有火災偵測的話。這可能需要多個音響設備。

14.5.1.4.1.1 在警報開始之前，聲音警報應至少為 90 dB 並且超過最大設備噪音水平 5 dB。可以通過測量代表性位置處的聲級(噪音度)來確定對該標準的符合性。

註 67：各種標準和法規警強制規定了警報聲級的上限。在本文件發佈時，原專案小組所知道的最低值為 110 dBA，由 NFPA 72-2013 國家火警和信號編碼第 18.4.1.2 段所強制規定。

註 68：某些防火法規要求此聲音警報應能與建築物火災警報聲音系統區分開來並且有所不同。

註 69：建議提供給最終用戶的文件應包括驗證聲音警報要高於最終使用環境噪聲的說明。

14.5.1.4.2 在所有通往裝有火災探測的場所其入口處，應能夠從設備外部看到視覺警報。這可能需要多個視覺設備。

註 70：對於人員可以完全進入的受保護設備空間，可考慮設置設備內的視覺報警。

14.5.1.5 應考慮火災探測系統的手動激活能力，以便向持續項經常有人駐守的地點提供通知。

14.5.1.5.1 建議不要有操作或定期維護的位置其與激活裝置距離超過 15 公尺（50 呎）的行程。可能需要一個以上的手動激活設備來實現這一點。

14.5.1.6 故障或監督條件的激活應導致以下所有情況：

- 通知操作人員；
- 允許完成在設備內的晶片製程；
- 不允許下一批晶片製程，直到故障或是監督條件解除為止；以及
- 經由外部介面，將訊號送到廠房設施監測系統或是一個經常有人駐守的場所。

註 71：某些當地轄區要求將這種警報訊號送至建築或廠房設施的火災警報系統。

14.5.1.7 火災偵測系統應該在任何時刻都可以動作，包括設備無法操作時(例如設備控制器有問題)或在維修模式下(例如部份或是全部設備的危害性能源都已被隔離時)。就本節而言，‘無法操作’包括 EMO 激活後和設備危險能量已被隔離後(即已被‘鎖定’)的設備狀態。因此，除了位於偵測系統的控制機殼內之設備以外，偵測系統不應該有需求危險電壓(例如交流市電)來操作任何東西。偵測系統控制機櫃外的傳感器和其它元件不應有危險電壓之需求。

例外：在火災探測系統的維護期間不需要可操作性。

14.5.1.7.1 當設備之 EMO 被激活後或設備之危險能量已被隔離後，只有當提供危險電壓的線路與其它線路已被分離並已被適當標示時，才能向偵測系統控制器機櫃提供帶有危險電壓的電力。

14.5.1.7.2 如果供應檢測系統控制器的危險電壓不是由能量隔離方法斷開從而消除設備中的其它危險電壓，則必須為檢測系統控制器機櫃的危險電壓提供單獨的危險能量隔離能力。

14.5.1.8 應該提供可以維持偵測系統操作 24 小時的電池或是其它法規允許的緊急備用電源。

註 72：應該依據當地法規提供備用電源。備用電源的需求依照轄區不同而異。

14.5.1.9 火警偵測系統應該在 EMO 啟動時仍然維持功能。

14.5.1.10 可能存在某些情形，偵測系統內部電力無法供應整個延長的維修時程(即指維修時程長於預期的備用電力持續時間)。在這種情況下，設備商應該提供書面程序給使用者，用以移除火災危害或是安全地供電給火災偵測系統。

14.5.1.11 激活火災偵測系統時應在允許安全停機的最短時間內關閉設備。這包括關閉任何可能對受影響的模組或零件造成額外火災風險的火災相關危險來源。

註 73：見 14.4.3.3 及 14.4.3.4 節相關的條文。

例外 1：不能回收型、安全停機開關可被接受使用於將設備停機的偵測系統，但是不能用於激活抑制系統。

例外 2：火災偵測系統的激活不能移除消防與安全系統的電源。

14.5.1.12 火災偵測或抑制系統的關閉或故障，不需要立即關閉設備來中斷設備內的產品處理，但是應該防止額外的處理一直到火災檢測或抑制恢復為止。此功能可使用軟體或硬體。

14.5.1.13 設備的設計與配置不應該造成讓有證照的第三者無法驗證火災偵測系統的設計與安裝。

註 74：這並不意謂著建議由有證照者去安裝；然而，有些轄區要求火災偵測與抑制系統的安裝者須擁有轄區指定的證照。

14.5.2 火災滅火 — 以下條文適用於任何經由風險評估判定為合適的火災滅火系統。

註 75：由於火災探測系統通常需要提供滅火系統的啟動順序，本指南的目的是使其與第 14.5.1 節中描述的火災偵測系統相同。

14.5.2.1 滅火系統包括噴嘴，啟動器及其相關控制裝置，應由經過認證的測試實驗室進行認證，並且適合於其應用及使用環境。

註 76：這種認證通常要求滅火系統的部件易於識別並且可與設備中的其它部件區分開，這包括管道的適當標籤。

14.5.2.2 滅火劑的應用應該是認可測試實驗室可以接受的。滅火劑的選擇過程應包括評估滅火劑的量和儲存位置以及對潔淨室和環境的潛在破壞。應選擇破壞性最小的有效藥劑，如果有多個藥劑有效果，則選項應該要對用戶具體說明，以便用戶可以指定設備該配置哪個藥劑。供應商還應具體說明是否用戶可以提供藥劑。

14.5.2.3 滅火劑和輸送系統的設計和安裝應符合相應的國際或國家標準（例如，NFPA 12，NFPA 13，NFPA 2001）。最好由設備商確定滅火系統元件的位置與性能但不提供它們，以便用戶可以更好地將設備的滅火系統整合到廠房設施的滅火系統中。應與用戶明確協商此替代方案。

14.5.2.4 以 SEMI S2 執行設備評估，應包括與滅火系統相關的風險。

註 77：這包含裝設滅火系統所引起的風險(例如，化學暴露、噪音、與窒息)。

14.5.2.5 當滅火系統激活時，應該在設備處有聲音的和視覺的警報。這可以通過啟動激活的相同系統來完成。

14.5.2.5.1 聲音警報應該能夠從每個操作或維護/維修的位置，其中人員在會釋放滅火劑的部分設備之內部或 2 米範圍內要聽得到。這可能需要多個音響設備。

14.5.2.5.1.1 在滅火劑釋放開始之前，聲響報警應至少 90 dB 以上且比最大設備噪聲水平還高 5 dB。可以通過測量代表性位置處的聲級來確定對該標準的符合性。

註 78：各種標準和法規強制規定警報聲級的上限。在本文件發佈時，原本專案小組所知道的最低值為 110 dBA，由 NFPA 72-2013，國家火警和信號編碼第 18.4.1.2 段規定。

註 79：某些防火法規要求此聲音警報應能與建築物火災警報聲音系統區分開來並且有所不同。

註 80：建議提供給最終用戶的文件應包括驗證聲音警報要高於最終使用環境噪聲的說明。

14.5.2.5.2 在滅火劑釋放的所有受保護空間入口處，應能從設備外部看到視覺警報。這可能需要多個可視設備。

註 81：對於可以完全進入的受保護設備空間，可以考慮設備內部的可視報警。

14.5.2.6 如果滅火劑的釋放可能對人員造成危險，警報應提供足夠的時間讓人員避免滅火劑釋放的危險。

14.5.2.6.1 如果設備中存在密閉空間，則應評估滅火系統造成的窒息危險。

14.5.2.7 火災滅火系統應該在任何時刻都可以運作，包括設備在不可操作時期及維修期間。

註 82：為了本節的目的，設備“不可操作”的狀況包括當 EMO 被激活之後。

例外：大部份的滅火系統含有具危害性的能量源，這些能量源應能被隔離(例如已被‘鎖定’)以保護人員。

14.5.2.8 在 EMO 被激活後，火災滅火系統應保持通電待用的狀況。

14.5.2.9 可能會有一些情形，設備內部電力無法供應至延長的全部維修時程(即指維修時程長於預期的備用電力容量)，在這種情況下，設備商應該提供給使用者消除火災危害或安全供電給滅火系統之書面程序。

14.5.2.10 當處於維護模式時，允許將滅火系統的自動釋放功能解除，這種解除開關應該受到監看(亦即，如果滅火系統被解除釋放功能時，應該給予使用者告示，並且應該避免設備重新開始生產作業)。

註 83：在維修設備時，可以使用能量隔離程序(亦即‘上鎖’，見 17 節)將滅火設備的危害性能量加以隔離。

註 84：對於解除滅火系統功能的許可與否，不同轄區見解不同。

14.5.2.11 當運作滅火設備的電源需要獨立於火災偵測器時，滅火設備應該有可以支持滅火系統運作 24 小時的備用電源。

註 85：對備用電源的要求因轄區而異。

14.5.2.12 滅火系統應該能與廠房設施的警報系統介面銜接。此可經由火災偵測系統達成。

14.5.2.13 滅火系統激活後應該使設備在可以安全的停機的最短時間內停機。

註 86：見 14.4.3.3 節及 14.4.3.4 節的相關條文。

例外：滅火系統的激活不應該中斷對火警及安全系統的電力供應。

14.5.2.14 滅火系統應能以手動激活，其應使設備停機，並且啟動現場以及經常有人駐守的地點之警報。

14.5.2.14.1 操作或定期安排的維護的位置，該位置可以看見其保護的滅火系統，不得有需要超過 15 米（50 呎）的行程到手動激活裝置。可能需要一個以上的手動激活設備來實現這一點。

14.5.2.15 滅火系統應該以具代表性的設備樣品做測試，除非受限於健康或環保理由，測試的程序應該包括滅火藥劑的釋放測試。這個測試可以在設備製造商或是其它相似的廠房設施進行，但是應該在模擬任何可能降低滅火效率的參數下進行(例如，設備排氣)。這個代表性樣品無須功能完全，但是應該模擬任何可能降低滅火效率的參數(例如，設備排氣、空氣流動)。

14.5.2.16 應該提供管制接觸滅火藥劑源的程序(例如，保護藥劑鋼筒以避免被未獲授權的人員關斷)。

14.5.2.17 設備的設計與配置規劃不應該讓有證照的第三者無法驗證滅火系統的設計與安裝。

註 87：這並非意在建議由有證照者去安裝；然而，有些轄區要求火災偵測與滅火系統的安裝者須擁有轄區指定的證照。

14.5.2.18 滅火藥劑管線的安裝——滅火藥劑管線的安裝應該：

- 由防蝕元件構成，
- 設計上盡量減少水分在元件附近累積，並且控制其它促進腐蝕的條件，以及
- 設計成容易執行機械檢查。

14.5.2.19 管線的設計、安裝及測試應該確認其能夠承受滅火藥劑釋放所產生的高壓。

14.5.2.20 設備供應商應該提供所需要的資訊以便恰當地執行現場管線安裝。

14.6 警示與安全作業實務—關於設備火災偵測及滅火系統的警告及工作安全實務要求，應該做為設備供應商所提供文件的一部份。(例如，限制在火警偵測系統的偵測運作範圍內使用明火，或儲存在加壓滅火設備之危害性能量)。

14.7 火災偵測與滅火系統的維護及測試—設備供應商應該提供每個設備之滅火系統的詳細維護與測試程序。這些程序應該包括測試頻率與測試所需要的特殊設備的詳細訊息。

14.7.1 在無塵室內應該避免使用會產生化學物質的測試裝置(例如，罐裝的生煙器)。

註 88：關於測試火災偵測系統所使用的 UV/IR 產生源的資訊，可能需要參考第 25 節(非游離輻射)。

14.7.2 維護測試程序應該包括與廠房設施介面的測試以及確認所有設備的火災偵測及滅火系統功能均正常。

14.7.3 偵測及滅火系統應該在設計上使得零件的預防維護保養不致於降低其性能(例如，移動或破壞感應器的後果)。

14.7.4 如果有執行測試，設備供應商應該將藥劑釋放時產生的音壓位準紀錄於文件。

14.7.5 用為火災偵測及滅火系統測試及維護的材料或程序不得降低設備執行預期功能的能力。

14.7.6 設備供應商應該說明火災偵測及滅火系統存在的危害性能量，並且提供其恰當隔離的操作指南(見 17.2 節)。

14.8 環境—供應商應向用戶提供指導有關設備中使用的任何滅火劑其噴發對環境的影響。

15 製程液體加熱系統

15.1 參考 SEMI S3 對製程液體加熱系統的最低安全設計考量。

註 89：SEMI S3 將“製程液體”定義為在液態下參與基板表面化學或物理反應的物質，作為半導體或平板裝置製造的一部分；而“製程液體加熱”系統作為加熱系統，其包括加熱器、其動力和控制系統、加熱液體化學品的容器，以及熱轉換液體與其相關管道(如果適用)。

註 90：See § 14 for fire protection risk assessment considerations for baths using combustible or flammable chemicals.

16 人體工學及人因工程

16.1 一般通則—設備設計發展過程應該納入人體工學及人因工程設計的原則，目的在確認並消除或減輕人因相關的危害。

16.2 符合的條件—應該依照 SEMI S8 建置的基準去評估設備。應使用設備製造商人體工學成功規則 (SESC; 見 SEMI S8)或其等效標準來記錄評估。

17 危害性能量的隔離

17.1 一般通則

17.1.1 對於可能造成人員接觸危害性能量來源的工作，應該提供可以上鎖的能量隔離裝置。

17.1.2 為了在子設備安全地執行工作，可以提供能量隔離元件(例如，斷路器、隔離開關、手動閥) 予以設備，作為將全部設備系統停機的替代方案。此隔離元件應該隔離所有送往子設備的危害性能量，並且能夠在危害性能量被隔離的位置上鎖。

17.1.3 啟動或是檢查能量隔離裝置的人員不應該暴露在跌倒、墜落或接觸到通電部位、移動中的機械、高溫的表面或是物件、或是其它危險性設備的高風險中。

註 91：危害性能量包括電氣、電力儲存(例如，電容、電池)、化學物質、熱/冷凍、儲存壓力(例如，加壓容器)、懸掛重物、儲存的機械能(例如，彈簧)、壓力產生(例如，水力及氣動)，及其它可能引起受傷風險的來源。

註 92：為了縮短設備停機時間及易於使用，最好是將能量隔離裝置設置於進行維護保養之區域。

註 93：建議將不相容的危害性能量來源(例如，電力及水、不相容性氣體)加以區隔。

註 94：區隔危害性能量可能包括：將危害性電壓去能；中斷危害性生產物質(HPM)之流通；圍護 HPM 的槽體、釋壓或圍護 HPM 及氣壓管線；關斷游離輻射能量源或是完全圍護它、釋放電容器殘餘能量、停止危害的移動組件、及關閉危害性溫度源。

註 95：最好是使用結合上鎖功能的能量隔離元件，但那可能是不可行的或是仍未商品化，在這種情形下，可以考量使用分離式上鎖用接合器。

註 96：見 14 節火災防護危害能源相關資訊。

17.2 安裝與維護手冊

17.2.1 安裝與維護手冊應該確認設備內部的各種危害性能量。

17.2.2 安裝與維護手冊應該提供關於設備的特定指示，如何：

- 次序性地將設備停機；
- 定址及操作所有設備的能量隔離元件；
- 貼附能量隔離元件(上鎖/標示)標示；
- 釋放所有儲存的能量；
- 驗證設備確實已經被隔離及去能；
- 適當地將設備從被隔離的狀態解除。

17.2.3 當製造商提供子設備工作中所需要的書面維護程序，並且打算執行這些工作時無需控制整台設備的危害性能量，則安裝及維護手冊上應該提供合適的子設備能量隔離程序。

17.3 電氣能量之隔離

17.3.1 主要能量隔離功能(設備供應切斷)應該位在易於接近的地方，並且僅能在無電的位置上鎖。

註 97：對於具有多重供電的設備，建議將所有的能量隔離裝置設置在同一地點。

17.4 非電氣能量之隔離

17.4.1 設備應該提供相關條款與程序，讓如加壓系統與蓄能等危害性能量來源，在維護及服務工作前能被隔離或是降低至無能量狀態。

17.4.2 危害性能量的隔離元件應該在易於接近的地方。

17.4.3 危害性能量隔離元件應該能夠在危害性能量已被隔離之處上鎖。

18 機械設計

18.1 本節包括設備的機械原因而產生的危害。

註 98：此與歐盟指令的重要基求類似。供應商可以選擇適用於該機械與用途的各種標準來證明其符合性。

註 99：壓力容器必須符合適用的規範及法令。

18.2 人員合理預期可接觸的所有外露之表面，應不能有鋒利的邊緣和毛邊。

18.3 機械的穩定性 — 設計與組裝應該讓設備、元件及配件在合理預期的運送、安裝及操作情況下均為穩定的。特殊搬運裝置和錨固的需求應該在手冊中註明。在設備於安裝條件下尚未錨固前，從正常位置向任何方向傾斜 10 度角時，不應使其失衡。

註 100：見 IEC 61010-1 穩定度測試範例。

18.4 操作時破壞 — 設備的各部位及其銜接處應該能承受如原設計用途之應力。應該預先注意控制風險，避免墜落或是飛落物。

18.4.1 操作環境的潛在材料疲勞、老化、腐蝕及磨損效應，應該當成機械危害風險評估的一部份來考量。

18.4.2 當雖已採取措施，但是仍存在破裂或是解離的風險時(例如晶片夾盤喪失真空度)時，則可動組件的安放與定位，應該使得在發生破裂情況下碎片可被圍堵住。

18.4.3 輸送液體或氣體的剛性及彈性管路，應該能承受可預見的內外部應力，並應牢加固定或保護，以抵抗外部應力與張力。依照其用途，應該包含適當的安全係數。

18.5 移動部件 — 設備的移動部件其設計、建造及定位應避免危害。當危害持續存在時，設備應該裝設圍欄或是防護裝置，以降低會導致傷害的接觸機率。

18.5.1 當設備的設計可以在不同的狀況下操作時(例如，不同的速度或是能量供應)，其設計及組裝應使得選擇及調整該操作狀況可以被安全地執行。

18.5.2 防護移動部件相關危害的選擇 — 依照風險評估的結果，應選擇安全圍欄或是防護元件，以防止移動部件相關之危害，包含：

- 需加安全圍欄的危害項目；
- 每種危害情境的發生機率與傷害嚴重度；及
- 移開安全圍欄的頻率。

18.5.3 安全圍欄與防護元件。安全圍欄應該：

- 減少人員接觸機械危害的風險至可以接受的程度；並且
- 不會引致額外風險。

18.6 提舉設備 — 用來維護與服務半導體製造設備 SME 的提舉設備應該符合第 18.6 節與其次章節之各適用規範。

註 101：本節的目的在於鼓勵當設計與發展半導體製造設備 SME 時，適當地考量提舉作業相關的風險(例如重物墜落、碰撞、傾倒)與潛在後果。

例外：提舉設備已經有文件顯示符合標準、法規則僅需再符合第 18.6.3 節、第 18.6.4 節及其次章節即可。

18.6.1 提舉設備設計基準

18.6.1.1 機械強度 — 提舉設備的設計應使其安全係數至少為 3。此係數是指在最不利的條件下，每一個元件的降伏強度與對設備的(作業)應力的比值。在 18.6 節所提之最不利的條件(least favorable condition)乃指固定與移動元件的位置和方向讓提舉設備元件受到最大應力之情況。可能需要測試超過一種條件以使得對每一元件在最不利條件下測試。這些測試應包括：

- 固定式或可卸式吊桿，
- 聯結在固定式或可卸式吊桿上的末端受動器及夾具，及
- 設計來聯結吊掛物和提舉裝置的配件，但不含吊帶。

註 102：最低安全係數 3 出現在多個標準內(如 ASME B30.20 Below-the-hook Lifting Device subparagraph 20-1.2.2 General Construction¹⁶)。

註 103：若其它標準、法律、規章、規定有對其它提舉設備有安全係數規定時，也應從其規定(如 EN 1492 對網狀吊帶有安全係數 7 的規定；MIL-STD-1365 B 對吊環有安全係數 5 的規定；ASME B18.15M 對吊眼有安全係數 5 的規定)。除了提舉設備外，通常對其它 SME 附屬物件分開做法規符合性評估。

18.6.1.2 材料的選擇應適當合用。材料選擇應特殊考量到腐蝕、磨損、撞擊和老化等效應。

18.6.2 設計驗證 — 應該針對考量中的特用提舉設備或有代表性的樣品，驗證這些規範的符合性。

¹⁶ American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, USA; Telephone: +1.973.882.1170, Fax: +1.973.882.1717, <https://www.asme.org>

18.6.2.1 提舉設備應該進行測試與驗證，包含下列：

- 傳統工程計算；
- 風險評估，例如失效模式與結果分析(FMEA)，以及
- 物理性測試給後續生產之提舉設備如下。

18.6.2.2 應該準備書面報告，其中包含如何測試的照片和圖面與書面的所有測試規格與結果。

18.6.2.3 在設備銷售到市場後，應該準備如第 18.6.1 至 18.6.2.2 節和第 9.6.3 節(使用者文件)的文件來支援使用中的設備，並須在設備服役後保存足夠長的時間(通常最少 10 年)。證明符合此標準，可以通過向評審員提供設計驗證的文件，並向評審員提供證據，證明設備供應商有既定的程序將記錄保留適當的期間。

註 104：某些標準與法規(如：ISO 2415 (forged shackles)，與 98/37/EC (Machinery Directive)要求在製造、測試及運送最末個產品後，其記錄應保存 10 年以上。

18.6.3 隨後生產的提舉設備 — 每一件個別的提舉設備都應依據規範進行靜態與動態荷重測試並記錄之。測試證明書應與貨物一同送交。設備供應商應自貨物運出之日起，保存一份測試記錄副本至少 10 年以上。

例外：提舉配件若是永久性的聯結在提舉設備上，且已被一併測試過，則無需單獨測試。

18.6.3.1 靜態荷重測試

18.6.3.1.1 每個提舉元件應以 150%額定荷重進行靜態荷重測試，而且設備結構部件在最不利條件下測試之。(見第 18.6.1.1 節最不利條件的定義。)

註 105：新設計的靜態荷重測試是確認其最大設計工作荷重之過程的一部份。

18.6.3.1.2 靜態測試應在測試負載穩定(停止移動)之後至少進行 2 分鐘。

18.6.3.1.3 如果在移除測試負載並檢查設備後，未發現永久變形或其它物理損壞，則應認為靜態測試結果是可接受的。導致損壞或異常的靜態測試，應被視為測試結果失敗。

18.6.3.2 動態荷重測試

18.6.3.2.1 本文件所定義的動態荷重測試，須針對每一個提舉元件進行。

註 106：進行動態負載測試的目的在確認提舉設備已正確組裝，操作時已考慮到起重設備的動態特性以及所有操作特徵，包括機械擋塊、限位開關、制動器(如果有安裝)和所有安全相關功能都已經完全調整過並且是可運作的。

18.6.3.2.2 動態負載試驗應在提舉裝置或提舉附件上進行，但前提是它們預計承受的負載循環次數須足以使這項試驗有適當性。

註 107：美國焊接協會(AWS)標準 D14.1 表 3 的標準有提到 20,000 次以下循環加載測試與靜態荷重測試相當。因此，若預期的負載循環次數小於 20,000 次，則無需考慮焊接金屬型提舉裝置和附屬配件的動態荷重測試。

18.6.3.2.3 動態荷重測試應執行如下；

- 使用 110%額定荷重，
- 及機械結構元件處在最不利條件下，
- 在每個移動軸上至少以最大標定速度完成至少兩次循環，及
- 若控制線路允許多動向同時運轉(如負載之轉動與位移)，則需合併各個動向狀況。

註 108：對於使用曲柄的手動操作提舉設備，建議供應商和評審員根據起重裝置和起動機構共同商定曲柄旋轉速度。手動曲柄通常不是設計成最大旋轉速度。該測試的目的是驗證當裝置在其整個操作運動範圍內運動時起動力不足以損壞提升裝置。建議使用商定的典型人員進行此評估。

18.6.3.2.4 驗收標準

18.6.3.2.4.1 不得有明顯的不當組裝。

18.6.3.2.4.2 不得有明顯的過度磨損。

18.6.3.2.4.3 在操作部件上不得有明顯的不適當操作或不正確調整的痕跡，包括機械式停止器、限位開關、與煞車(若有安裝)。

18.6.3.2.4.4 不得有顯示有問題的噪音，不包含只需一些簡單調整即可解決的噪音。

18.6.3.2.4.5 所有安全設施都應能夠操作且達到原設計功能。

18.6.3.2.4.6 不得有機械性或結構之部件永久性變形。

18.6.4 標示標準

18.6.4.1 提舉設備應該以耐久、易讀的方式被清楚地標示在設備上不能被移除的部份。

例外：永久固定在提舉裝置上而且和提舉裝置一起被測試過的配件不需要個別標示。

註 109：裝置內的元件(如由個別元件組成大型提舉裝置者)若有可能被獨立於其母裝置來使用時，應該個別標示。

18.6.4.1.1 提舉設備上任何組件的標示不應互相衝突。從地板或作業位置應該能看到與讀取額定荷重標示。

18.6.4.1.2 至少應包括以下訊息；

- 製造商的名稱與地址或註冊商標，
- 作業(額定)荷重，
- 該裝置的組裝與初次測試日期，及
- 序號(若有)

註 110：各種標準和法規強制規定，針對設備形式(如捲揚機、吊帶機和附件)有額外的標示要求。設備商應確保這些額外的資訊需求有考慮到並且提供。這包括任何法規或地區性的標示需求(如歐盟的 CE mark)。

18.6.5 人體工學考量

18.6.5.1 提舉設備應遵循 SME 適用的人體工學設計和評估規範在本安全基準的他處描述。因此，在設計提舉設備時需考慮人因參數。

18.6.5.2 需要手動定位的提舉設備應提供手把或耦合點。手把或耦合點之位置安排須不會造成不方便的操作姿勢。在提舉設備移動時之人員姿勢和所需空間需當做 SME 整體人體工學評估的一部份。

18.6.5.3 建議為手動驅動軸提供或識別手把或耦合點，以阻止使用者抓住負載本身或提升繩索以在水平面上操縱負載。某些狀況下需抓住荷重本身，以將負載置於特定位置或方向，這是可接受的但是對超過 5 公分(2 吋)之移動建議使用手把或專用的耦合點合適設備。

18.7 支撐和移動鉸鏈負載的機制

18.7.1 18.7 節的適用性

18.7.1.1 建構成為 SME 的一部分的鉸鍊和機構建，其打算用於支撐和舉起相關鉸鏈負載外沒有其它任何東西，應符合 18.7 節每個適用的標準。

例外：鉸鏈負載總重量未超過 5 Kg (11 lb.)

18.7.1.2 用來維修和服務 SME 與用來提舉鉸鏈負載的提舉設備，應符合 18.5 節每個適用的標準。

18.7.2 有多種方式可以提供能量給鉸鍊負載的移動：

18.7.2.1 直接人力 — 提舉能量由人來提供，且在一個速率不大於人所供應的情況下。此方式包含簡單的機械（如，在鉸鏈的反向安裝把手）與複雜的機械（如，人力轉動曲柄把手驅動的絞車，經由一系列的齒輪，一個輪鼓藉由電纜縮回，經由一系列的滑輪去提舉一個負載）。

18.7.2.2 儲存的能量 — 至少有一些提舉的能量是由一部份儲存的機械能所提供，例如彈簧（包含氣彈簧）或者配重。

18.7.2.3 外部動力 — 提舉能量是由外部的來源所提供，如一個電動馬達或者氣動式汽缸。

18.7.2.4 結合直接人力與儲存的能量。

18.7.2.5 結合外部動力與儲存的能量。

18.7.3 支撐和移動鉸鏈負載機械裝置的設計標準

18.7.3.1 機械強度 — 支撐鉸鏈負載機械裝置（包含鉸鏈）應設計成最小安全係數為 3，安全係數是指在最不利條件下，降伏強度與元件應力的比值。對應於 18.7 節之用途，‘最不利條件’是指固定或可移動的元件處在對所支撐機械元件施加最大應力的位置與方向。

註 111：支持鉸鏈負載的機械裝置包括鉸鏈；支撐硬體，如彈簧、充氣式衝擊、以及彈簧減震器；安裝硬體；及制衡機械裝置。這並不表示，例如，充氣式衝擊如僅用來做為人體工學的輔助，其大小必須可以支撐鉸鏈組件 3 倍的質量。

註 112：此‘最不利條件’會從組件到組件可能會有所不同。因此，在設計和測試時需考量一個以上的位置以符合此標準。

註 113：如果不按照程序的控制（例如，不使得腔室通氣或拆除硬體），對於這些結構可能有顯著的影響。建議這樣的條件下，使用 18.7.4.2 或其它類似的分析方法以得到充分的探討，以辨識在設計和製程裡的嚴重缺陷。

18.7.3.2 材料的選擇應適當合用。材料選擇應特殊考量到腐蝕、磨損、撞擊和老化等效應。

18.7.4 設計驗證 — 應該針對每項支撐鉸鏈負載的機械裝置或有代表性的樣品，驗證這些規範的符合性。

18.7.4.1 人體工學考量 — 使用‘直接人力’來移動鉸鏈負載的方法（包含或不包含已儲存的能量），應依照 SEMI S8 附件 1 (SESC)適用的章節來評估。

18.7.4.2 支撐和移動鉸鏈負載的機械裝置應執行包含如下的驗證與測試：

- 傳統工程計算；
- 風險評估，例如失效模式與結果分析(FMEA)，以及
- 在靜態與動態下的物理性測試。

註 114：‘傳統的工程計算’是基於機械裝置組件的尺寸和質量、負載的尺寸和質量，以及構造材料的典型特徵來計算。

註 115：有幾個標準和指令（例如，ISO 2415（鍛造鉤環），機械指令 98/37/EC（機械指令））要求保持文件記錄於最後一台設備生產、測試和運送的時間算起要超過 10 年。

18.7.4.3 靜態荷重測試

18.7.4.3.1 每個支撐和移動鉸鏈負載機械裝置應以製造商預定荷重的 150%進行靜態荷重測試，而且設備結構部件在最不利條件下進行。這可於完全整合之前進行，如使用測試夾具，或者在完全整合之後進行。

註 116：術語‘完全整合’是指完成組件組合的水準，其中為了完成 SME 的組件，鉸鏈可移動的部分已依需要連接到其靜態的鉸鏈部分。

18.7.4.3.2 18.6.3.1 節之指引，以決定‘最不利的條件’。

18.7.4.3.3 靜態測試應在施予測試負載穩定後（停止移動），至少進行 2 分鐘。

18.7.4.3.4 如果在移除測試負載並檢查設備後，未發現永久變形或其它物理損壞，則應認為靜態測試結果是可接受的。導致損壞或異常的靜態測試，應被視為測試結果失敗。

註 117：一個新設計的靜負載測試（證據負載測試）是驗證設計最大工作負載過程的一部分。

18.7.4.4 動態負載測試

18.7.4.4.1 動態負載測試應在 100%的製造商預期配置負載下對鉸鏈負載進行測試。

註 118：動態負載測試的進行，是用來確認設備已正確地組裝且所有可操作的功能，包括機械停止、極限開關、剎車（如果有安裝）和所有安全相關功能有充分地調整過而且是可操作的。

18.7.4.4.2 動態負載測試應在每個活動軸的最大操作速度下，執行至少 5 個完整循環。

註 119：在 100% 的製造商預期配置負載下進行鉸鍊負載之動態測試，其與 18.6 節中所指的提舉設備的測試不同。後者有一個比鉸鍊負載更嚴峻的負載狀態，因此，可能會更突出關注的領域在於兩個操作週期內。針對鉸鍊負載的測試，有人認為應該進行額外的操作週期，允許更多的機會讓裝置受操練和充分審查關注的區域。

18.7.4.4.3 利用人力操作的動態測試速度應不會將人置於不可接受的風險當中。

18.7.4.4.4 驗收標準

18.7.4.4.4.1 不得有明顯的不當組裝。

18.7.4.4.4.2 不得有明顯的過度磨損。

18.7.4.4.4.3 在操作部件上不得有明顯的不適當操作或不正確調整的痕跡，包括機械式停止器、限位開關、與煞車(若有安裝)。

18.7.4.4.4.4 不得有顯示有問題的噪音，不包含只需一些簡單調整即可解決的噪音。

18.7.4.4.4.5 所有安全設施都應能夠操作且達到原設計功能。

18.7.4.4.4.6 不得有機械性或結構之部件永久性變形。

18.7.4.5 測試文

18.7.4.5.1 應準備書面報告並包含：

- 記錄測試規格，
- 照片或圖像說明測試如何進行，以及
- 所有的測試結果。

18.7.4.5.2 當設備服役時，應準備包含 18.7.3 – 18.7.4.5.1 節與 9.6.3 節（使用者文件）要素的文件，且於該設備投放於市場之後保存足夠的時間（一般來說至少 10 年）。證明符合此標準，可以通過向評審員提供設計驗證的文件，並向評審員提供證據，證明設備供應商有既定的程序將記錄保留適當的期間。

18.7.5 隨後生產的提舉設備—每個用來支撐和移動鉸鍊負載的鉸鏈負載配件應依據 18.7.4.4 節來做測試，其文件記錄應依照 18.7.4.5 節做保存。測試證書應隨各單元做交付。供應商在交貨之後應保留測試記錄文件的副本至少 10 年。

18.8 在高處工作之條款

註 120：18.8 節和 18 節相關訊息的性能目標是，根據 SEMI S10 的準則評估時，確保在高處進行工作相關的風險是低或非常低的。

18.8.1 如果在高處需要操作、維修或維護，則應進行任務的分析，並對從預定的步行或工作表面以取得通道和工作效能的方法，進行風險評估。

18.8.2 如果根據 SEMI S10 進行評估風險評估，確定風險大於‘低’這等級，則應提供或指定適當的防墜落措施以降低風險到‘低’或‘極低’等級。

18.8.3 防墜落保護，包括步行或工作表面，以及進入的通道，如梯子、階梯、支撐平台、平台，樓梯、護欄系統和扶手，無論是獨立件或是與設備的一體設置，均應按照良好的工程實務。

註 121：良好工程實踐的例子可以在相關訊息 18 以及各種國際標準中找到。良好的工程實務還包括考慮預期用途（例如，通電的電氣工作）。

註 122：有許多區域和國際規範，以及各種國際標準，以及對相關訊息 18 所涵蓋設備有不同要求的規定。選擇納入相關訊息 18 的標準是基於滿足大多數不同的要求，使用最保守的不同要求或使用最適合半導體行業的不同要求。

18.8.4 提供給設備用戶的文件應包括有關下述資訊，其用於執行供應商說明書中有描述，但供應商卻未提供之任務其到達方式（至少包括，工作的高度、所需人數和額定負載）。

18.8.5 跌落保護

18.8.5.1 如果需要防墜落以降低高處所需的工作風險（根據 SEMI S10 評估為低或極低），應指定或提供防墜落保護。

18.8.5.2 可以通過護欄系統、防墜落系統、墜落約束系統或其它同等有效的方法來完成墜落保護（參見 5.2.20 節中的墜落防護的定義）。

註 123：當地或區域要求可能與需要提供防護的高度不同。

- 加州法規，Title 8, Section 3210(b) 要求在 1.2 米（4 呎）或更高的高度提供防護裝置。
- 29CFR1910.23 (c) (1) 要求“每個開放式地板或平台，比其相鄰樓層或地面高度大於 4 呎以上或更高，應由標準欄杆保護。”
- ISO14122-3, Section 7.1.2 要求在超過 500 毫米(19.7 吋) 的墜落危險時要進行防護。
- IBC 2009, Section 1013.1 要求在高度 762 毫米(30 吋) 或更大時要進行防護。

18.8.5.3 如果設備供應商建議採用防墜落或防墜落系統，則應將錨點當成是設備的一部分來提供或指定為廠房設施的一部分。每個錨點應設計或指定，以支持至少 22.24 kN（5,000 lbf.）的靜態附載。

例外：符合‘認證’標準的防墜落或墜落約束系統（由合格人員設計和評估的系統）可使用兩倍制動力或至少 8 kN（1,800 lbf.）的靜態負載。

18.9 極端溫度 — 人員可以接觸的高溫表面（依照表 1 的溫度限制）或非常冷的（-10°C 以下）表面，應該裝設安全圍欄或是含於設計中。

18.9.1 如果以設計避免暴露於極端溫度或是加以保護的方法不可行時，允許溫度超過限制值，假如符合以下條件之一：

- 不會不經意地接觸到該表面；或
- 該部件有警告標示，說明其表面處於危害性溫度

Table 1 潛在危害的表面溫度

操作人員可以接觸到的部件	最大表面溫度 (°C)		
	金屬	玻璃、瓷器、玻璃質的材料	塑膠、橡膠
把手、按(旋)鈕、握把等，在正常使用時只有很短接觸時間（5 秒或是更短）的握持或接觸	60	70	85
把手、按(旋)鈕、握把等，在正常使用時會連續握持	51	56	60
設備外部的表面，或是設備內部可能被接觸的部件	65	80	95

19 地震保護

註 124：用戶的設施位於易受地震活動影響的區域，在地震事件中，一台設備所經歷的特定力量，將很大程度上取決於建築設計，安裝細節和特定的當地地質條件。

註 125：在特定地震事件中防止對設備的所有損壞，通常被認為是不切實際的。儘管如此，如果設備的設計能限制因部件的故障對人員和環境造成不可接受的風險，這將是有用的。這些標準旨在完成兩件事：

1. 指導設備供應商，如果設備受到預期的地震力，識別並正確設計對控制風險至關重要的內部框架和部件；和

2. 確定用戶在其設施內適當保護設備所需的設備資訊。

註 126：用戶可能需要比此處給出的更嚴格的设计標準，因為增加的場地脆弱性（例如，當地土壤條件和建築設計可能產生明顯更高的加速度）、備用安裝方案或當地法規要求。

19.1 一般通則—設備的設計應使其如果按照提供給設備用戶的文件 19.1 中的規定進行錨固，如果經歷預期的地震力，它將不會翻倒，並且任何部件都不會失效或降服，造成如 SEMI S10 所述之中等或更高等級對人員傷害的風險或不利環境的影響。

註 127：19.2 節包含了預期地震力的準則。

19.1.1 確定此類部件應包括考慮潛在的設備移動和傾覆、化學物質洩漏（包括流體管線破裂和液體飛濺）、易碎部件（例如石英器皿、陶瓷）或懸臂部件失效、有害物質釋放、火災和拋射體。

19.1.1.1 這些部件應該可以使用視覺進行損壞的評估。

註 128：SEMI S8 包含了可維護性與可服務性的指引，這些可以用來評估易於接近的程度。

19.1.2 結構獨立的模塊是指獨立地對地震力作出反應，並且不會將力量傳遞到相鄰模塊的模塊。它們應該獨立評估。

例外：當與預期地震力相比可以傳遞到相鄰模塊的任何力量是微不足道時，那些相鄰模塊可被認為是結構獨立的。

19.1.3 結構相關模塊是指將力量相互傳遞的模塊。他們應該一起評估。

註 129：由於集群工具的模塊往往具有複雜的支撐結構，因此建議由合格的工程師對其進行抗震保護和錨固措施的評估。

註 130：SEMI S7 § 8 節強調了能夠審查和驗證計算或測試結果的人員資格。一個人可以以透過下方式取得此類計算的資格：機械、結構、土木、地震或建築工程學方面的教育；獲得許可或認證為 PE（美國）、特許（英國）或 Eur Ing（歐盟）或同等學歷；或者在設計、施工和分析這些結構方面的經驗。

19.1.4 在經歷地震力發生當時和之後，設備應考慮其預期的正常運行條件及所有設施都能正常運行。

19.1.5 設備供應商應在提供給設備用戶的文件中，應註明哪些公共設施是必要的，以便將風險限制在第 19.1 節所述的水平。

19.1.6 應考慮地震力作用於設備的重心。

19.2 預期的地震力—設備預期遇到的地震力（見 19.1 節）應至少為以下：

19.2.1 對於內裝危害性生產物質(HPMs)的設備，在设计上應該能承受其重量之 94%的橫向力量。

19.2.2 對於內裝無危害性生產物質 HPMs 的設備，在设计上應該能承受其重量之 63%的橫向力量。

19.2.3 應在每個 X 軸和 Y 軸上獨立計算橫向力，或者在錨固點上產生最大力的軸上計算橫向力。

19.2.4 在計算傾覆時，應使用含 HPMs 的設備重量的 67%和不含 HPMs 的設備重量的 74%的最大值以抵抗傾覆力矩。

註 131：有關如何選擇值的討論，請參閱相關資訊 4。在計算傾覆力矩時，較輕的有效重量是最差的情況。

註 132：因為設備可能被安裝於全世界各地服役，建議以設計安裝於全世界大部份地區為基準以設計設備之地震防護。建議有興趣的人員諮詢合格的機械、土木或結構工程師，以確定特定地點的建築規範要求。相關資訊 4 包含各個世界區域中的地震力標準的範例。

註 133：上述最小預期地震力，是基於對由高變形性材料構成，並在工廠安裝於中間高度的剛性製造或工藝設備的要求，並且旨在足以滿足 SEMI S2 的基本安全目標。

19.3 設備供應商應該提供以下數據以及程序給使用者。資訊應該做為第 9 節所述文件的部份內容，並包含於安裝說明中。

- 設備之圖面、其支援設備、與其連接處 (例如，排氣、水、真空、氣體)及在 19.4 節所指示的(耐震)錨固位置。

- 使用腳座的形式及其在基礎構架上的位置圖。
- 分配於每支腳座的重量。
- 每個獨立結構模組的實體尺寸，包括寬度、長度及高度。
- 每個獨立結構模組的重量及質量中心位置。
- 設備構架上的可接受的錨固位置。

19.4 供應商在地震事件中限制設備運動的連接點、附件或固定點的位置，應通過設備上專用的永久性標記或標籤（例如符號或文字）清楚地標示，並在給設備用戶的設備安裝文件中提供相關解說。

註 134：SEMI S2 不是意在要求設備供應商提供耐震的硬體配件。此硬體可以在設備供應商及使用者雙方同意後提供。

註 135：設備用戶有責任確認適當的震動隔離、水平校正、地震補強及負載分配。

20 自動物料搬運設備

20.1 本節涵蓋自動物料搬運設備，包括：

- 基板(晶片)搬運設備；
- 工業機器人及工業機器人系統；及
- 無人搬運車輛(UTVs)。

註 136：晶片搬運設備通常是一次搬運單一晶片，因其小負載能力而與工業用機器人區隔。

20.2 一般通則 — 應該依據危害分析的結果，將對人員的安全保護導入自動物料搬運設備。危害分析應該包括其尺寸、設備容量、速度及搬運設備的操作空間區域。

20.2.1 次系統停止 — 如果自動物料搬運設備使用分開的次系統停止按鈕，它應該與 EMO 按鈕有區別。

20.3 基板搬運設備 — 參考 20.2 節一般通則。

20.4 工業機器人及工業機器人系統 — 工業機器人及工業機器人系統應該符合適當的國家及國際標準(例如，ANSI/RIA R15.06, ISO 10218-1，CEN EN 775)。如果因為半導體的機器人應用與這些標準之間有差異，依照風險評估這些差異可能視其可接受的。

20.5 無人搬運車輛 (UTVs)

註 137：有兩種基本型式的 UTVs：(1) 地板運送型(包括軌導式及無軌式) UTV，自動在地板上穿梭於指定地點上貨及卸貨。(2) 空間行走型 UTV，不依附於地板(例如在天花板下方的空間)自動穿梭至指定地點上貨及卸貨。UTV 不包括附屬在設備上的導軌機構(例如濕式清洗槽內部者)。

20.5.1 防撞 — UTVs 一般在寬廣的區域穿梭，並且使用在非單獨的運作的系統上。UTVs 應該裝設非接觸型偵測元件，使其不會有接觸到人或是其它物件的危害。

20.5.2 無人搬運車輛 — 上貨及下貨的設備

20.5.2.1 UTVs 應該與設備連鎖，例如，依據半導體製程設備、自動上貨口、儲貨站、地基輸送帶及自動倉儲系統之需要，以確認負載保持妥善固定，且 UTVs 與各輸送元件不會相互衝突。

20.5.2.2 如果因為裝貨導致不安全的狀況，設備應該偵測出及指示該狀況，並且所有裝貨設備的動作應立即停止。這個系統不得自動復歸或重新啟動。

21 環境考量

21.1 本節涵蓋設備全部生命週期內對環境的影響。

註 138：建議將環境影響與其它參數取得平衡，包括：安全及健康、法令、及規章的要求。

註 139：建議設備製造商經由內部或是經由使用者瞭解相關的環保法規。

註 140：使用者有責任提供設備製造商其所在地的特殊環境限制，以及可能影響設備設計的資訊(例如，累積排放的限制值、許可需求、當地的專案計劃)。

註 141：見 14 節關於滅火排放的問題。

註 142：參考本節製程的意思是指基線製程。(即設備之原始設計製程)

21.2 Design 設計

21.2.1 以下的設計指引適用於設備生命的各階段，由形成概念至除役及棄置。

註 143：本文件第 8.5.3 節及第 9.4 節所敘述的，可以提供作為本節符合性評估的依據。

21.2.2 資源保育

21.2.2.1 在設備設計時，製造者應該考量資源保育(例如，減量，回收及再利用)，例如：

- 考慮設備使用水的再利用或水回收；
- 減少化學物質消耗、能源使用、及水的消耗(例如，當製程停止時減少資源的使用)；
- 減少維護時資源的使用 零件清洗程序應該包括使沖洗率及時間減至最少)；
- 回收或再使用設備內化學物質而非消耗新物質；
- 減少包裝材料的體積，增加包裝材料的可以回收的部份，及/或設計可以重複使用的包裝材料。

21.2.3 化學物質的選擇

21.2.3.1 製程，維護及公用設施使用的(例如，氣體、蝕刻液、去除液、清洗劑、潤滑劑及冷媒等)化學物質，應該考量其有效性、對環境的衝擊、體積、毒性、副產物、除役、棄置及可以回收性。最好使用危害性最小的化學物質。必須要確認可以執行、公用設備、維護及製程應該設計成以下情況不至發生：

- 蒙特婁公約所列舉的對於臭氧層會產生破壞的物質，例如氯氟碳化物(CFCs)、甲基氯仿、氫氯氟碳化物(HCFCs)及四氯化碳，或
- 全氟化合物(PFCs)，包括四氟化碳(CF₄)，C₂F₆，三氟化氮，C₃F₈ 及六氟化硫及 CHF₃，因為其對於全球溫室效應的影響。

21.2.4 預防及控制不經意的釋放

21.2.4.1 設備設計，包括供給、儲存及廢棄物收集系統，應該可以預防不經意的釋放。至少：

21.2.4.2 對於液體的二次圍堵設備應該可以盛裝至少 110%(見附件 1 表 A1-1 的第一列)的單一最大容量容器，或最大單一點失效時可以洩漏出的體積。

註 144：在某些情況下，二次圍堵設備可以由設備製造商指定，但是由使用者安裝。

21.2.4.3 化學物質儲存容器及二次圍堵容器應該設計成容易接近及容易由收集器具移除。

21.2.4.4 二次圍堵設備應該有合適的警報及氣體偵測或是液體偵測器，或者在設備安裝指導上載明建議的偵測器位置。

21.2.4.5 如果忽視液位的高度可能引起不經意的洩漏，設備的設計上應該允許人員容易在不需打開容器，就可以決定所有設備內部的容器的液位。

21.2.4.6 對於在設備內部的容器，應該有過度充填的液位偵測器及警報。

21.2.4.7 如果混合會產生不經意的洩漏時，二次圍堵設備及其它的控制設備，在設計上應該不使化學物質混合。

21.2.4.8 設備元件應該與使用在製造製程的化學物質相容。化學系統在設計上應該針對指定的操作條件，並對預計的使用有足夠的機械強度及防止腐蝕能力。

21.2.4.9 設備應該能夠接收來自監測元件的訊號，並在第一個受到影響系統的非手動閥件停止化學物質的供應。

21.2.4.10 化學物質分配系統應該能夠自動關閉並由遠端停機。

21.2.5 放流水、廢棄物、及廢氣排放

註 145：建議設備製造商應該文件化其在設備所產生的危害性廢棄物、固體廢棄物、廢水及廢氣排放的減量努力。

註 146：建議 SEMI F5 可以作為氣體處理設備的指引。

21.2.5.1 設備的設計最好允許連接至中央廢棄收集系統，除非在設備內部有機會回收及再使用或是其它可以減輕環保衝擊。

註 147：建議個別的排水及排氣管保持分開的(例如，對於排酸管、排溶劑管、排去離子水管；酸性氣體排氣、溶劑類排氣)。

21.2.5.1.1 使用點收集容器應該在設計上應該易於接近，並且將收集的物質回收或是再使用。

21.2.5.2 設備應該使用有隔間、雙重內裏、或是其它相近的設計以預防不相容的廢液的混合。

21.2.5.3 設備製造商應評估包括廢液和廢氣排放處理整合控制的可行性。

21.2.5.4 超出製程或安全要求的稀釋不應使用來降低污染物排放濃度。

21.2.5.5 如下的情況，應提供放流水、廢棄物及廢氣排放的分流資訊：

- 當化學物質不相容時；
- 當分流對回收或再利用有幫助時；
- 當分開的減緩或處理方法有需要時。

註 148：建議設備設計的資料應該提供證據，顯示有考量設備在操作、清理、維護及修理過程中產生副產物。副產物可能包括殘存在排水或是氣管及可以更換的部件(例如，電池、含蒸氣的燈泡、受到污染的部件)。

21.2.6 除役及棄置

21.2.6.1 設備在設計上應該註明(參考第 8.5.3 節資料要求)其結構材料及零部件的再使用、翻修、及可回收的特性)。

21.2.6.2 設備應設計成方便消除污染及棄置，(例如，使用可以移除的內裏或是可更換的模組)，這包括減少受危害性物質污染零件的數目。

註 149：建議 SEMI S12 設備除污基準應使用於設備除污。

22 排氣通風

22.1 設備的排氣通風設計應該能夠預防員工暴露於潛在的危害性化學物質，如下：

22.1.1 作為主要控制，當正常操作通過無法以其它方式防止或控制擴散性排放（例如，濕式清洗台、旋轉塗佈機）使員工有潛在危險的化學品暴露時。

註 150：在本節範圍中，‘主要控制’意指控制的第一個選擇(例如，優先於個人防護具)。

22.1.2 作為補充控制，當間歇活動（例如，腔室清潔、離子植入機的離子源室清潔）對員工有潛在危險的化學品暴露，其不能通過其它方式合理地控制。補充排氣罩或外殼可以集成到設備設計中，或是完全由設備使用者提供。

22.1.2.1 當設備供應商界定一個需要排氣通風的程序(例如，清潔)時，設備商的程序應該包含此程序的最小排風規範。

22.1.3 作為次要控制用，當一個單點故障存在員工有潛在暴露於危害性物質的狀況，而且這些暴露無法以其它方式控制時(例如，使用全焊接料件)。

例外：非焊接連接的二級排氣控制罩（例如，包圍管道叢林的閥門歧管箱），用於低於大氣壓運輸的危險氣體（例如，通過真空管道系統），如果可以證明提供了等效的防漏保護，則不包括在本安全指南中。等效保護可以包括為真空輸送系統配備由喪失真空壓力自動啟動的故障安全(fail-safe)（例如，關閉）閥門。真空壓力的喪失，還應激活操作員在視覺或聽覺範圍內提供的視覺和聽覺警報。

22.2 應根據第 23.5 節和 SEMI S6 設計設備排氣通風並進行通風評估，以便有效和安全地控制，於潛在的最壞情況下，在正常操作、維護或其它設備組件（硬件或軟件）故障期間，實際員工的化學物質暴露。所有設計標準和測試協議都應基於公認的方法。同時參見 23.3 節。

22.3 文件應該說明設備排氣參數以及相關測試方法，包括：

- 排氣管風速(當需傳輸固態粉粒時)；
- 體積流量 Q；
- 捕集速度(當箱體外部產生空氣夾帶型污染物質時)；
- 面速度(如果適用)；
- 排氣風罩的靜壓力 SP_h ；
- 與廠房設施銜接處的管徑；及
- 所有在風罩或是風管之排氣量測的位置。

22.4 對於所有使用危害性生產物質(HPMs)的設備，如果排氣失效可能會產生危害時，設備製造商應該提供排氣流量的連鎖裝置。流量(例如皮托管計)或是靜壓開關(例如壓力計)是較佳的感測方式。

註 151：通常不建議使用翼板開關(連接至槓桿的開關，依靠空氣速度啟動)。

註 152：建議壓力或是流量的量測點應該位在第一個風門(damper)的上游側。

註 153：11 節條文包含安全連鎖。

22.4.1 當排氣量超出規定限值時(低於最小的或高於最大的設備製造商規定)，應在操作人員的工作範圍內提供可以看到及聽到的警報，並且將製程設備置於安全待機狀態。基於適當的風險評估，可以允許製程設備延時進入待機狀態。此系統應該能夠與廠房設備的警報系統介面銜接。

註 154：如果排氣僅由流量感知裝置所監視，異常的高流量可能指示不能接受的情況。例如，封閉箱體的門開啟，流量會異常高，但差壓會異常的低且流動模式將大幅改變。假如這樣的情況下代表不可接受的風險，設備供應商需指定流量監視的上限設定值。然而，如過流量情況是可接受的，其上限可以是無限的，從而使得流量超過設定值上限為不可能且排除警報的需求。

註 155：建議非 HPM 化學製程排氣僅需要裝設可以看到及聽到的指示器。

22.4.2 排氣流量的連鎖及警報裝置必須是手動復歸。

22.4.3 排氣流量連鎖應具有容錯度。

22.5 設備及設備元件的設計應該運用正確的排氣原理以及實務經驗，以確保化學物質的捕集且最佳化排氣效率。

註 156：建議排氣系統的最佳化，藉由達到全部設備的靜壓力需求的-10 至-375 Pa (在-1 至-38 mm H₂O 或-0.05 至-1.5 inches H₂O)。(見 SEMI S6-0707 第 6.6 節)。

註 157：相關資訊 16 包含設計建議。

23 化學物質

23.1 設備製造商應該準備一份化學物質統計表，以確認設備預期使用或是產生的化學物質。至少，應該包括被用來做設備驗證或是基線製程的配方，以及所要的反應生成物與預期的副產品。在此清單中的化學物質，被區分為危害性製造物質(HPM)或是有臭味(嗅覺限制<1ppm)或是刺激性化學物質(依照物質安全資料表)者，也應該要識別出來。

23.2 應該運用危害分析(見 6.8 節)於初次界定化學物質的風險以及驗證風險已經被控制在合適的程度。

23.2.1 危害分析至少應該標列出以下狀況：

- 潛在的混合不相容化學物質；
- 潛在的氧氣置換；
- 潛在的日常作業時之化學物質排放；
- 潛在的維護作業時之化學物質排放；及
- 潛在的關鍵性固障點及問題位置(例如配件、幫浦)。

23.2.2 所有的暴露途徑(例如呼吸、皮膚)應該納入暴露評估中。

23.3 控制化學物質相關風險的方式如下的優先次序：

23.3.1 使用替代物質或是去除之(見 21.2.2 小節)；

23.3.2 工程控制(例如封閉箱體、通風排氣以及連鎖裝置)；

23.3.3 行政控制(例如書面警語、標準作業程序)；

23.3.4 個人防護具。

23.4 工程控制的設計(例如箱體、排氣、連鎖裝置)應該包括以下的考量(見附件 1)：

- 壓力需求；
- 材料不相容性；
- 設備可維護性；
- 化學物質的污染；及
- 排氣設備的條款(見 22 節)。

23.5 在發展設備的過程中，供應商應該實行評估，並且將符合下述空氣夾帶性化學物質的控制規則文件化。所有的量測應該使用依據 23.5.1 節的方法，並文件記錄其靈敏度及準確性。樣本的採集位置與條件應該要在合理可預期地、最糟的情況及人員呼吸區域具有代表性。應該備妥包括調查方式、設備操作參數、使用儀器、方法偵測極限、校正數據、調查結果、為何實驗室選擇的每個工業衛生都是合適的以及討論事項(discussion)等文件以作為 SEMI S2 報告的一部分。

23.5.1 空氣取樣方法的選擇

23.5.1.1 當可用於評估關注物質(SOC) (也稱為'分析物') 和濃度時，應使用以下方法之一：

- 由通過時間積分採樣裝置(例如，帶有校準流量或被動監測器的隔膜泵)收集的樣品，再依驗證過的方法收集和分析。
- 根據製造商的規格和指南使用的直讀儀器(實時)。
- 收集樣品袋(例如 Tedlar®空氣樣品袋)中的 SOC(分析物)或經校準過的(即，已知的樣品收集率)真空罐，由工業衛生實驗室認可後，以驗證過的方法進行分析。

註 158：第 1 個項目符號中經過驗證的方法可能包含幫浦校準資訊。

註 159：製造商在第 2 個項目符號中的規格和指南中，通常包括有關校準、測量技術、干擾和分析限制的資訊。

註 160：在真空罐或樣品袋(第 3 個項目符號)中收集的 SOC 必須是穩定的(例如，與容器兼容，不會發生化學分解)，以便能夠在不影響樣品的情況下提交給工業衛生實驗室。聯繫工業衛生實驗室以確定 SOC 是否足夠穩定。

23.5.1.2 如果 SOC 具有危險特性或不適當的檢出方法，這使得 SOC 不適合以安全或有效的方式進行測試，則可以使用替代品。替代品的使用應按照 SEMI S6 進行。如果使用替代品，則應將空氣樣本測試的結果與 SOC OEL/LFL（未確定的替代 OEL/LFL）進行比較。解釋為什麼使用替代品且仍然代表 SOC，應包括在 S2 報告內，包括考慮以下因素：

- 針對 SOC 在規定的製程條件下，材料是否具有相同或更高的蒸氣壓或蒸發速率（例如，溫度、壓力、相對濕度、氣流等）；
- 與目標的 SOC 相比，空氣採樣測試條件（適用於材料特性和使用應用）是否具有代表性。與目標的 SOC 相比，所選替代化學物質的特徵可能導致更保守的測試或條件。
- 採樣方法是否降低了替代品的檢測極限，以確保與 SOC OEL 進行比較的能力。

23.5.1.3 如果沒有已知的方法符合次節 23.5.1.1 或 23.5.1.2 中的測試標準，則選擇一種可用的方法，同時考慮檢測下限精度和交叉靈敏度等因素。選擇該方法的原因的解釋應作為 SEMI S2 報告的一部分。本章節適用於測量適度低的偵測水平之能力，以確定是否符合次節 23.5.3 至 23.5.6 中詳述的標準（例如，OEL 的 1% 和 25%）。

23.5.1.4 樣品應根據需要由工業衛生實驗室進行分析。

23.5.2 正常設備運行期間對工作場所環境的化學排放應處於最低實際水平。本章節的符合性，可以通過展示環境 SOC 空氣濃度 SEMI S2-0818E©SEMI 1991, 2018 46 在正常設備操作期間，小於適用的職業接觸限值（OEL(s)）的 1%。測量位置應代表人員呼吸區域中合理可預見的最壞情況之暴露。

例外：不需要在封閉製程設備的正常操作期間進行採樣（參見 SEMI S6 關於封閉製程設備的定義）。

註 161：根據目標 SOC 和暴露持續時間選擇最低適用的 OEL，由專業或政府機構公佈並考慮適當的 OEL 類別（例如，時間加權平均值[TWA]，上限[C] 以及短期暴露限制[STELs]）是建議的方法，以涵蓋所有安裝和最終使用者位置。選擇最低之適用的 OEL 另一種策略是選擇僅適用於將使用該設備的地區或國家的適用 OEL。有助於初步識別全球 OEL 的兩個在線資源是：

- OSHA 註釋允許暴露限值（PEL）表（包括 ACGIH 閾值限值-TLV），可在以下位置找到 <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/>
- GESTIS 國際限制值的資料庫可以在下列位置找到 http://limitvalue.ifa.dguv.de/Webform_gw2.aspx

23.5.3 維護活動期間的化學排放應處於最低實際水平。通過在維護活動期間證明環境 SOC 空氣濃度低於適用 OEL 的 25%，可以顯示對本章節的符合性。測量位置應代表人員呼吸區域中可合理預見的最壞情況暴露。

23.5.4 設備故障期間的化學排放應處於最低實際水平。通過在維護活動期間證明環境 SOC 空氣濃度低於適用 OEL 的 25%，可以顯示對本章節的符合性。測量位置應代表人員呼吸區域中可合理預見的最壞情況暴露。

23.5.5 在正常設備操作、維護活動和合理可預見的最壞情況系統故障條件下，易燃或可燃化學物質的排放，應控制在低於設備外部以及設備內部具有代表性之最差之潛在點火源之較低可燃限值燃燒極限（LFL）（在被確定為火災風險評估的一部分時）的 25% 以下。

例外：排放控制並不禁止使用燃燒模組，其燃燒可燃性混合物作為預定的設備設計和正常操作的一部分（例如，可燃廢水處理設備）。

註 162：將易燃蒸氣控制在可能的點火源低於 25% 的適用的 LFL，在國際防火規範（IFC）中定義。有關易燃和可燃性 SOC 的要求和追蹤氣體測試方法的更多資訊，請參閱 SEMI S6。

註 163：點火源的評估可包括考慮工程控制，如提供惰性氣氛，當按照適當的標準實施時使用本質安全元件或點火源封裝。

23.5.6 以下資訊應包含在與第 23.5 節中上述段落相關的調查結果的支持理由中。

- 考慮進行評估的 SOC，
- 使用的抽樣方法的基本原理，