

SEMI S6-0707^E

半導體製造設備排氣通風基準

本安全基準之技術業經全球環境、衛生及安全委員會技術性核准。目前版本由全球稽核及審查小組委員會於 2007 年 4 月 25 日核准發行。2007 年 6 月於 www.semi.org 發行線上版本，同年 7 月發行光碟版。初版於 1993 年發行。

E 這個標準是 2009 年 6 月編輯修改以糾正一項錯誤。變更如§A1-4.2.3.2

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：本文件於 2007 年全面重新編寫。

注意：本基準中使用「應」字之條款，表示必須聲明符合本文件所述之內容。使用「可」、「建議」、「優先」、「提議」、「註」或「相關資訊」之條款，表示並非必須聲明符合本文件所述之內容。

1 目的

1.1 本安全基準係在提供半導體製造設備（Semiconductor Manufacturing Equipment, SME）之排氣通風安全性能標準，以及評估此類標準的測試方法。

1.2 在現今強調能源效益及實體限制的趨勢下，使用者設施中排氣通風設備的最佳化越顯重要。採用高效益設計的排氣通風設施可防止人員、財產及環境之健康與安全受到傷害。本安全基準之目的係在提供排氣通風的效能、設計原理、測試方法及標準。

2 範圍

2.1 本基準適用於連接至使用者設施排氣通風系統之可排氣通風的半導體製造設備。

2.2 本文件之標準應適用於（全部或部分）人員保護、設備保護及降低火災風險之排氣通風系統。

2.3 本文件所述之效能與評估標準適用於所有由供應商提供予使用者或其他供應商的設備，或是由供應商提供給其他供應商、再由其他供應商提供給使用者的部分設備。

2.4 本文件旨在協助半導體設備供應商依共同的性能標準來設計設備排氣通風系統，並協助使用者與供應商瞭解設備系統的各項排氣通風需求。但本文件非在建立設計之規範。

註 1：「相關資訊」中列有數項排氣通風應用設備的設計建議。

2.5 測試方法詳見第 8 節及數項附錄。

2.6 本文件並未限制供應商或使用者所採用的危險評量方法或控制策略（即設計原理）。若已提供充分程度之保護，亦可採用多項不同方法。

2.7 目錄

1. 目的
2. 範圍
3. 限制
4. 參考標準及文件
5. 名詞解釋
6. 設計標準
7. 性能標準
8. 確效方法及報告

9. 提供給終端使用者之基本資訊

10. 相關文件

附錄 1 — 氣體與蒸氣產生及釋放率之測定

附錄 2 — 使用追蹤氣體測定逸散性排放之測試方法

附錄 3 — 氣膠可視化之測試方式

附錄 4 — 易燃性氣體與蒸氣源空氣散布模式之測試方法

附錄 5 — 面速度量測之測試方法

附錄 6 — 流量與壓力之測試方式

註 2：SEMI S6-0707 文件發行時已包含下列「相關資訊」章節：

- 相關資訊 1 — 排氣通風參數範例
- 相關資訊 2 — 與設施排氣通風系統間之關係
- 相關資訊 3 — 一般設計建議
- 相關資訊 4 — 製程設施異味控制
- 相關資訊 5 — 報告排氣通風之建議
- 相關資訊 6 — 相關製程氣體流量與追蹤氣體釋放率一般方程式
- 相關資訊 7 — 以排氣通風作為煙霧控制

3 限制

3.1 本文件提供的標準非在決定排氣通風是否用於降低半導體製程設備（SME）中物質所產生的風險，而是在以排氣通風方式降低上述風險時提供 SME 之排氣通風功能標準。

3.2 本文件並未涵蓋環保標準廢氣取樣，且不包含環境特性質量平衡取樣。

註 3：半導體設備環境特性基準 TT# 01104197A-XRF¹ 中列有環境特性之資訊。

3.3 本安全基準並未納入與產品品質相關之微粒控制通風（非安全目的）。

3.4 本安全基準並未納入煙霧控制通風。

註 4：本文件相關資訊 8 及 SEMI S14 的相關資訊中有針對煙霧控制通風之討論。

3.5 本安全基準未包含排熱通風。

註 5：因為空調（尤指無塵室）採用排氣通風設施排除熱量的成本會大幅增加資金與營運之成本。

3.6 本文件之撰寫係假設使用者排氣通風分配系統的設計乃採中央風機、風管及可能安裝之減量設備。供應商應注意可能發生衝突的其他類型排氣通風系統。終端使用者應就其排氣通風系統之相關細節與其供應商充分溝通，尤其是設備與預定型式不同之情況。

3.7 現有型式與子系統應繼續維持 SEMI S6-93 各項條款之符合性。經過重新設計且明顯影響設備通風 EHS 方面之型式則應符合最新版的 SEMI S6。本安全基準非用於溯及既往。

註 6：在設備通風 EHS 方面，可能會因通風變更以及藉由通風以降低危害風險程度的變更而有所影響。

注意：本文件中出現的國際單位制（SI）測量單位、符號及縮寫（如 IEEE/ASTM SI-10 或美國國家標準與技術研究院(NIST)特刊 330(SP 330, 「國際單位制(SI)」)中所述)均係 SEMI 標準發行所採用的官方單位。國際單位後方可能出現美國慣用單位，但標準仍以 SI 單位為準。

¹ SEMATECH, 2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA. 電話：512.356.3500; <http://www.semtech.org>; 本文件網址：<http://www.semtech.org/public/docubase/abstracts/4197axfr.htm>

注意：本基準非在討論與本基準使用有關的任何安全議題。本安全基準的使用者應自行建立適當的安全衛生實務，並在使用前確定法規或其他限制的適用性。

4 參考標準與文件

4.1 SEMI 標準及安全基準

SEMI F5 — 廢氣處理指南

SEMI S2 — 半導體製造設備的環境、衛生與安全基準

SEMI S14 — 半導體製造設備火災風險評估與降低之安全基準

SEMI S22 — 半導體製造設備電機設計安全基準

4.2 ACGIH®²

化學物質、物理因子及生物暴露指標之恕限值

4.3 ASHRAE³

標準 110-1995 — 實驗室排氣櫃效能測試方法

4.4 ASTM 標準⁴

ASTM E697 — 氣相層析中電子捕獲檢測器之運用實務

IEEE/ASTM SI 10 — 國際單位制 (SI) 於美國國家標準之運用：現代公制

4.5 CGA 標準⁵

CGA P20 — 毒性氣體混合物之分類標準

CGA P23 — 含易燃性與非易燃性成分之氣體混合物的歸類標準

4.6 歐洲標準⁶

EN 1127-1 — 爆炸性氣體 - 爆炸之預防與防護。第 1 部分。基本概念與方法論。

4.7 歐洲指令⁷

94/9/EC — 歐洲議會指令 94/9/EC 及 1994 年 3 月 23 日會議，通過所屬會員國有關潛在性爆炸危險環境中所使用設備及防護系統之規定。

4.8 NFPA 標準⁸

NFPA 1 — 消防法規

NFPA 497 — 化學處理區危險(已分類)場所之易燃性液體、氣體、蒸氣電氣安裝建議實務

NFPA 704 — 危險品緊急處理鑑別標準系統

² ACGIH (美國政府工業衛生師協會), 6500 Glenway Ave., Building D -7, Cincinnati, OH 45211-4438, USA。電話: 513-661-7881

³ ASHRAE (美國冷凍空調學會) 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329 USA。電話: (404)636-8400; 傳真: (404)321-5478; <http://www.ashrae.org>

⁴ American Society of Mechanical Engineers (美國機械工程學會) Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, USA。電話: 800.843.2763 (美國/加拿大), 95.800.843.2763 (墨西哥), 973.882.1167 (北美以外地區); **Error! Hyperlink reference not valid.**

⁵ CGA (Compressed Gas Association) 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151, USA。電話: 703.788.2700; 傳真: 703.961.1831; <http://www.cganet.com>

⁶ European Committee for Standardization (歐洲標準委員會), Central Secretariat, rue de Stassart 35, B-1050 Brussels, Belgium

⁷ http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!CELEXnumdoc&lg=en&numdoc=31994L0009

⁸ National Fire Protection Association (美國消防協會) 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269, USA。電話: 617.770.3000; 傳真: 617.770.0700; <http://www.nfpa.org>

4.9 美國國家標準與技術研究院⁹

特刊 330 (SP 330)，「國際單位制 (SI)」

5 名詞解釋

5.1 縮寫與縮略字

5.1.1 *AEV* — 額外排氣通風

5.1.2 *ATL* — 認證測試實驗室

5.1.3 *C* — 最高容許濃度

5.1.4 *ERC* — 等量釋放濃度

5.1.5 *FEV* — 設施排氣通風

5.1.6 *HEI* — 危險能源隔離

5.1.7 *IDLH* — 立即危害生命及健康之濃度

5.1.8 *LFL* — 可燃範圍下限

5.1.9 *OEL* — 職業暴露限值

5.1.10 *PEV* — 主要排氣通風

5.1.11 *SEV* — 次要排氣通風

5.1.12 *SME* — 半導體製造設備

5.1.13 *SOC* — 相關物質

5.1.14 *STEL* — 短期暴露限值

5.1.15 *TWA* — 時量平均濃度

5.1.16 *UFL* — 可燃範圍上限

5.2 定義

5.2.1 **通道口** — 用於插入工具或是容許部分人身進入封閉箱體之通道或孔道。

5.2.2 **通道** — 設備允許人員通過、進入之設計。此詞含意包括提供通過、進入封閉箱體（例如機門或可拆式外蓋）以及通過、進入非封閉箱體區域之方式。

5.2.3 **額外排氣通風 (AEV)** — 係指正常運作下不使用，但於保養或異常排放主污染物時可排出相關物質的氣流。

註 7：額外排氣通風可自動啟動（例如偵測出外洩時之處理）或手動啟動，且可藉由主要排氣通風或次要排氣通風管道排出（提高流量），或藉由不同管道排出（例如用於清理無塵室之撓性風管(象鼻軟管)）。

5.2.4 **平衡** — 排氣通風需求設備與排氣通風系統安裝後對空氣流量之調整（例如設定風量閘門位置），以利各排氣通風需求設備的流量均能符合設計規範。

5.2.5 **捕獲** — 排氣通風氣流抽出不良成分（氣體、煙霧、蒸氣、微粒）並予以排除的能力。

5.2.6 **最高容許濃度 (C)** — 工作人員於任何時間可容許的職業暴露限值(OEL)最高濃度。

5.2.7 **封閉型製程設備** — 以內部組件執行製程與化學處理且組件內之空氣不與環境空氣接觸的設備。排氣通風需求封閉箱體(enclosures)內的元件可包含密閉式混合、測量容器與貯留槽、封閉循環設施及處理室。此類型設備內，一般不會在排氣通風需求封閉箱體內或次要污染物中運作，以避免暴露於化學物質中。

⁹ National Institute of Standards and Technology (美國國家標準與技術研究院)，100 Bureau Drive, Stop 3460, Gaithersburg, MD 20899-3460, USA. 電話: 301.975.6478; <http://www.nist.gov>; 刊物網址: <http://physics.nist.gov/Pubs/SP330/sp330.pdf>

5.2.8 連續空氣取樣 — 以低於 15 分鐘之間隔執行連續性空氣取樣。

5.2.9 稀釋 — 加入非相關物質以降低特定物質濃度之方式。

5.2.10 抽出物 — 利用排氣通風設備自 SME 中排出之空氣，包含任何混入或夾雜於其內的空氣。

5.2.11 封閉箱體(enclosure) — 實體的結構物，用以區隔具有排氣通風設施的空間與其他有或無排氣通風設施的空間。

5.2.12 等量釋放濃度(ERC) — 相關物質於主要區隔設施失效時，封閉箱體內外測量之理論濃度。ERC 係透過計算溢出氣體濃度計算而得，以利執行測試。ERC 可以相關物質之 OEL 或 LFL 的百分比表示。

5.2.13 排氣通風 — 係指本文內所述任何主要、次要或額外排氣通風（例如 PEV、SEV 或 AEV）。

5.2.14 設施排氣通風(FEV) — 用於排出 SME 或其鄰近區域之空氣或可能的污染物。FEV 係指設施所安裝的排氣通風設備，通常經由風管排出。

5.2.15 易燃性氣體 — 於 20°C (68°F) 及 101.3 kPa (14.7 psia) 條件下空氣中任何可形成可燃混合物的氣體，包含任何已定義為具發火性的氣體（如此定義中所述，「含空氣之可燃性混合物」係指可點燃的混合物）。

註 8：某些法規中將發火性物質視為不同於其他易燃性物質。

5.2.16 易燃性液體 — 閃點低於 37.8°C (100°F) 之液體。

5.2.17 可燃範圍 — 在化學物逸散空氣中且具有點火源的情況下，可造成火焰散布的化學物濃度。濃度範圍介於可燃範圍上限(UFL)與可燃範圍下限(LFL)之間。

註 9：下列成組的專用術語通常可互換使用：

- 「爆炸範圍下限(LEL)」與「可燃範圍下限(LFL)」
- 「爆炸範圍上限(UEL)」與「可燃範圍上限(UFL)」
- 「爆炸範圍」與「可燃範圍」。

某些文件內，用於指定濃度的「LEL」、「UEL」或「爆炸範圍」均具有較嚴謹的條件標準（例如既定的壓力上升或燃燒焰面速率），而不僅止於火焰擴散能力。為避免混淆，本文件採用「可燃範圍」一詞，用以區分「爆炸範圍」。

5.2.18 閃點 — 液體產生足夠蒸氣並與液體表面附近或所使用容器內空氣混合後，形成可燃性混合物之最低溫度（如此定義中所述，「含空氣之可燃性混合物」係指可點燃之混合物）。

5.2.19 流動感測器 — 用以測量流體流動狀況之裝置。流動感測器係利用壓力對比或其他方式進行測量。

5.2.20 流速 V — 抽出氣體流經排氣通風風管的平均速率。通常以公尺／秒(m/s)表示。美國慣用單位為英尺／分鐘(fpm)。

5.2.21 流量 Q — 單位時間內，抽出氣體流經通風系統既定位置之氣量。通常以立方公尺／小時(m³/hr)表示。美國慣用單位為立方英尺／分鐘(cfm)。

5.2.22 逸散 — 係指從受控制的排氣通風需求封閉箱體逸出至工作區域。

5.2.23 氣體 — 以流體形式自某項物質自由擴散並完全充滿容器；此形式非為液體或固體。[SEMI S4, SEMI F78, SEMI F81]

5.2.24 氣罩 — 經設計成型的空氣入口，用以捕捉空氣並導入設施排氣通風管道系統。

5.2.25 立即危害生命及健康之濃度(IDLH) — 對生命具有立即性威脅之環境濃度，或可造成健康不可逆的不良影響或使人員喪失脫離危險區域能力之環境濃度。[29CFR1910.134b]

5.2.26 英吋水柱("w.g.以 in. w.g.或 i.w.g.表示) — 維持水柱一英吋高所需的壓力。此為美國慣用之壓力單位，非國際單位制單位（另請參閱靜壓定義部分）。

5.2.27 **集成式空氣取樣** — 於既定流量、既定取樣間隔條件下，移動可能受污染空氣並利用適當容器收集、保留相關污染物，以利進行後續化學物分析。集成式取樣用於提供取樣時段內測量空氣中污染物時間性平均濃度之方式。

5.2.28 **短時間空氣取樣** — 依收集方式所訂時間，快速收集可能受污染的空氣，以利進行後續化學物分析。一般而言，每次取樣時間將低於一分鐘。短時間取樣係用於提供短暫取樣時段內測量空氣中污染物濃度之方式。

5.2.29 **可燃範圍下限** — 可燃物質逸散空氣中且可造成火焰散布之最低濃度（另請參閱可燃範圍之定義）。

5.2.30 **長徑肘管** — 中心線半徑為其風管直徑 1.5 倍或 1.5 倍以上的通風肘管。

5.2.31 **保養** — 計畫或非計畫性作業，用以維護設備之正常運作（另請參閱維修之定義部分）。[SEMI S2]

註 10：「非計畫性」係指非排定之作業，亦即該類作業係依觀察所得而執行。「非計畫性」並非意指未能預見或供應商未提供相關資訊之作業。

5.2.32 **毫米水柱 mm. w.g.** — 維持水柱一毫米高所需之壓力。此為常用之壓力單位，非國際單位制單位（亦可用 mm Aq. 表示）。請參閱靜壓定義的部分。

5.2.33 **不燃性材質** — 於使用或預期使用條件下，遇火遇熱時，不點燃、不燃燒或釋放易燃性蒸氣之材質。

5.2.34 **職業暴露限值 (OEL)** — 指定時間內，工作人員可暴露於空氣中某物質之最大濃度。OELs，包含 TWAs、STELs 及最高容許濃度，其時間長度將依指定濃度而有所不同。OEL 亦可以其他術語表示，例如：容許暴露值、恕限值®、最大容許濃度、最大暴露限值及職業暴露標準。用於決定 OELs 之標準將視已建立相關限值之國家、地區而異（Threshold Limit Value(恕限值)是美國政府工業衛生師協會之註冊商標）。

5.2.35 **開放型製程設備** — 以內部組件執行製程及化學處理且部分組件內之空氣將與環境空氣接觸的設備。此類型設備中，主要容納空間均具有通風的設計或設施。

5.2.36 **氣袋** — 積存於釋放相關物質之通風需求封閉箱體某處的氣體，其濃度高於經由封閉箱體正常流量排出空氣中所含相關物質之濃度。若線性流速及封閉箱體內氣流混合不均，便可能形成氣袋。

5.2.37 **主要容納空間** — 正常運作、保養及維修條件下，其內部表面將與內容物質直接接觸之第一級容納空間（例如容器、管路或其他組件）。主要容納空間不含排氣通風處理組件（風管、排氣通風封閉箱體等）。

5.2.38 **主要排氣通風 (PEV)** — 正常運作下，自設備中排出相關物質之氣流。

註 11：例如正常運作下，液體表面蒸發出相關物質時，用於收集並抽出開放式容器內液體表面蒸氣之排氣通風即視為主要排氣通風。

5.2.39 **處理容器** — 使基材可暴露於化學物、熱、輻射或振動的主要容納空間。

5.2.40 **發火性材質** — 可於空氣中自燃或燃點低於 54.4°C (130°F) 的化學物。

5.2.41 **安全狀況** — 設備呈現對人員、設備本身或設施並無任何有害風險之狀態。安全狀況係取決於設備之人員以及設計中固有的風險。

5.2.42 **次要容納空間** — 第二級容納空間，其目的在於設備失效、保養或維修作業時可容納由主要容納空間所釋放的相關物質。相關物質可為液體或氣體。

5.2.43 **次要排氣通風 (SEV)** — 設備正常運作下不抽取相關物質之氣流，但於設備失效、保養或維修作業時可連續抽出由主要容納空間所釋放的相關物質。

註 12：例如，由氣體控制面板操作的排氣通風即視為 SEV，因為在正常運作時，危險氣體均位於管路內，僅會在設備失效、保養、維修作業時利用此排氣通風移除危險氣體。

5.2.44 **半導體製造設備 (SME)** — 用於製造、測量、組裝或測試半導體產品之設備。其中包括處理基板（例如矽晶圓、光罩）的設備，以及其組件、附件、支援或周邊等設備（例如化學物控制器、化學物運送系統、真空泵浦等）。SME 亦包括提供前述特定設備之其他項目（例如結構體、管路、風道、廢氣處理系統、歧管控制箱、過濾器及加熱器等），但不包含設施內可供一部以上 SME 使用之項目。[SEMI S3]

5.2.45 **維修** — 非計畫性作業，目的在使已失效或故障之設備恢復正常運作（另請參閱保養之定義部分）。[SEMI S2]

5.2.46 短期暴露限值 (STEL) — 屬職業暴露限值 (OEL)，惟其暴露時間遠低於一次輪班工作時間，通常為 15 分鐘。時間長短亦視為 STEL 一部分。

5.2.47 靜壓 SP — 風管或封閉箱體內外兩側之壓差。亦即風管環境壓力（風管所處室內或空間之壓力）與風管內部壓力之間的差異。此壓力通常以「巴」(Pa) 或英吋水柱表示。

註 13：1 英吋水柱 ("w.g.) 等於 249 Pa。1 巴等於每平方公尺 1 牛頓 (N/m²)。

5.2.48 靜壓感測器 — 用於測量靜壓之裝置。

5.2.49 相關物質 (SOC) (名詞) — 設備仰賴排氣通風排出以保護人員避免過度暴露之物質；暴露限值係指已在 SEMI S2 中建立，或於正常運作、保養、設備失效時避免物質與空氣混合而達 LFL 25% 以上之混合物。相關物質包括符合製程定義中所用之物質、計畫中或可預見反應下的產品或副產品、非直接用於製程的物質（例如冷卻劑），以及僅用於保養或維修之物質（例如用於清潔製程室的溶液）。

註 14：溶液或混合物是否為相關物質，端視其供應至 SME 時之特性而定，並非以其本身之成分論定，除非合理可預見溶液或混合物將分解為其成分狀態。例如：N₂ 中含有 5% H₂ 之混合物並非易燃性氣體，即使 H₂ 本身或含有 5% H₂ 之氮氣為易燃性氣體。CGA P23 及 P20 分別列有內含易燃性與毒性成分之氣體混合物特性測定基準。

5.2.50 相關物質 (形容詞或副詞) — 用於指明相關物質。

5.2.51 進氣 — 將空氣送入 SME 或工作場所。

5.2.52 時量平均濃度 (TWA) — 屬職業暴露限值 (OEL)，其暴露時間為一次輪班工作時間，通常為 8 小時。時間長短亦視為 TWA 的一部分。

5.2.53 橫向 (traverse) 測量 — 沿通風風管截面或通風封閉箱體開口面，以矩陣型態均分面積後，在各均分點測量氣流的方式。

5.2.54 可燃範圍上限 — 可燃物質逸散空氣中且可造成火焰散布的最高濃度（另請參閱可燃範圍之定義）。

5.2.55 蒸氣 — 物質之氣體型態，此處所謂的物質通常被視為液體。

5.2.56 縮流 — 位於孔口板下游（例如風管之開口），此處的靜壓降至最低，動壓則升至最高。

5.3 符號

5.3.1 ¶ — 用以指明文件內特定段落之符號。指明之部分包含符號後方段落編號所代表的段落，以及段落內例外部分、表列部分（項目符號或編號），但不包含其後續之副標題及段落。若以雙 ¶¶ 標示，則代表一個段落以上。例如：¶ 8.5.3 代表此編號後之文字、表列項目及例外部分。而 ¶¶ 8.5.1 僅代表該單一段落，不包含¶ 8.5.1.1、8.5.1.2 或 8.5.1.2.1 等子段落。

5.3.2 § — 用以指明文件內特定章節或子章節之符號。指明之部分包含符號後方編號所代表之段落或標題、所有副標題及段落，以及例外部分、表列部分（項目符號或編號）。若以雙 §§ 標示，則代表包含一章節或子章節以上。例如：§ 8.5 代表 ¶¶ 8.5、8.5.1、8.5.1.1、8.5.1.2、8.5.1.2.1、8.5.2 及 8.5.3（包含表列項目及例外部分）。

6 設計標準

6.1 本文件 § 6 所含資訊係用於確認現況是否符合本文件。

6.2 各組件應予分級，且用於其應有之用途（基本考量包括壓力、溫度及化學相容性）。

註 15：SEMI S2 內含各組件適用性與應用之其他標準。

註 16：相關資訊 3 列有設備通風設計之建議事項。

6.3 材質與組件相容性

6.3.1 所有主要與次要容納空間組件及排氣通風系統組件，包括封閉箱體與連結風管材質，均應相容於可能接觸的 SME 供應商指明之處理用化學物或所有合理可預見的製程副產品。若設備中採用不同排氣通風系統排出不同的化學物，則設備各位置亦應採用適用之材質。

6.3.2 與廢氣接觸的風管及其他組件其構成材質應能耐受廢氣所產生之影響（例如鏽蝕、軟化或脆化）。

註 17：SEMI S2 中之可燃性標準可能對風管材質的選用有所限制。相關資訊請參閱 ¶7.5.4。

6.4 安裝(setup)與平衡

6.4.1 § 6.4 所述條款不適用於自動型風量閘門。

6.4.2 供應商可能於連接點處或鄰近連接點處提供風量閘門，且僅用作為調節裝置，以符合設備之流量與壓力規範。

註 18：平衡風量閘門位於幾近關閉位置時，可能因廢氣中所含物質而阻塞；此類物質係指容易積存於排氣通風系統表面之物質。

6.4.3 應以工具或鎖具將擋板(gates)及風量閘門(dampers)安全固定，以避免不當或未獲授權之調整。

6.5 保養程序所需之排氣通風應納入系統設計，或應分別指定系統 PEV 與 SEV 所採用之 AEV 標準。若保養程序所需之排氣通風是設備之一部分，則設施所提供的流量與靜壓亦為 SME 指定需求之一部分。如需 AEV，設備供應商應指明：

- 進氣口尺寸與形狀
- 最小與最大流量
- 最小與最大靜壓

註 19：靜壓與流量必須先行指明，以確保 AEV 設備內之壓降不致降低排除 SOC 所需之流量。

註 20：建議排除處應盡可能接近 SOC 源，以利控制人員或產品之暴露量。

註 21：此項標準旨在說明提供保養用排氣通風之方式，並非說明該類通風可適用於所有 SME 或所有作業。

6.6 與設施連接之處，SME 應不需由設施提供低於 -375 Pa ($-38\text{ mm H}_2\text{O}$ 或 -1.5 i.w.g) 之靜壓，以利符合本文件內的其他效能標準。

例外：若設備（例如塗佈機）之設計需使用低於 -375 Pa 之壓力，則應提供終端使用者額外的靜壓技術需求。此外，應描述達到必要靜壓之方法，以及說明避免排氣通風管線任何部分形成正壓的方式（例如聯鎖）。此項資訊應包含於提供給終端使用者之文件內。

6.7 與設施排氣通風系統之連接處，其尺寸、形狀與材質均應相容於一般可取得之風管材質。

7 性能標準

7.1 本文件 § 7 所含資訊應用於確認現況是否符合本文件。相關標準僅適用於風險接受度視通風效能而定時。

註 22：由於發展本版 SEMI S6 時 SEMI S2 中並未指明維修期間的暴露標準，故本文件內未包含維修時的排氣通風系統效能。然而，若暴露標準已確立，則用於決定保養時排氣通風系統適用與否之方式亦可用於維修時機。尚無相關標準前，維修時必須對濃度與可能暴露量進行評估，且應給予維修人員適當之防護。

7.2 釋放及產生率(Release and Generation Rates)

7.2.1 以模擬釋放方式測試排氣通風的適用性時，必須針對正常運作、保養、失效（例如化學池過熱或主容納空間洩漏）等情況，提供合理可預見且內含相關物質氣體（包括蒸氣）及懸浮物之足量氣流。其決定因素包括相關物質之物理狀態（例如固態、液態或氣態），以及於 SME 中處理與使用之條件（例如溫度、壓力）。

7.2.2 需使用設備排氣通風之液體源可用數種方式歸類：液體是否於正常運作下接觸環境空氣（例如開放性濕式工作槽），或是僅於保養情形下（例如濕洗 CVD 處理室），或是僅在異常狀況下（例如至 CVD 處理室之液體供應管線洩漏）。液體亦可依其本身之危險性加以歸類：毒性、易燃性或兩者。

7.2.2.1 由於液體之管理不屬於本文件涵蓋的範圍，且液體與氣體釋放的差異僅在於其釋放率及位置，而液體之釋放量又在於轉換為蒸氣之比例，因此可使用氣體釋放部分所述之方式。

7.2.3 封閉型製程設備

7.2.3.1 正常運作下，其相關物質不會釋放至排氣通風需求設備或工作環境，或不在排氣通風需求設備或工作環境內產生。

7.2.3.2 保養時的釋放率或產生率視設備、用途及保養項目而定。若保養項目包含開啟相關物質主要容納空間，請參閱以下有關開放型製程設備之章節 (§ 7.2.4)。若保養項目不含開啟相關物質主要容納空間，則可視為無相關物質釋放至或產生於排氣通風需求封閉箱體。

7.2.3.3 任何合理可預見、單一故障狀況 (例如過熱、過壓) 均應納入考量。此外，對液體及氣體管路系統而言，所有非焊接式連接處的脫離無論如何均視為「合理可預見」之情形，且都應納入考量。因失效而造成的釋放應依下列方式評估：

註 23：建議 SME 供應商應指明 SME 在設施故障情形下適用的最大進口壓力。

7.2.3.3.1 於氣體及液體管路系統之可預見失效點方面 (包括非焊接式連接處)，此處所述的釋放率係指主要容納空間與失效點脫離處所流出的相關物質，且視相關物質、壓力以及於液體源與主要容納空間所採用之工程控制型流動限制 (以過濾器等裝置刻意限制流動，或附帶性之限制流動) 而定。附錄 1 列有數項傳統式模型，用以估算由脫離管線所釋放之氣體，以及估算釋放液體之蒸氣產生率。若未測量釋放率或產生率，則應使用此類模型。

7.2.3.3.2 SME 或設備中可採用工程控制，但供應商可在提供給使用者的文件內指明以工程控制方式限制從設施流至 SME 之流量的特定值。在判定是否符合本安全基準時使用的釋放率，不可受到行政管理 (例如組裝及洩漏檢查程序) 的影響。

註 24：發展本文件之工作小組雖未墨守成規，但仍無法於相關物質總流量以外之一般適用性釋放率達成共識。排氣通風需求將依供應商與使用者所選擇的流量而定。工程控制，例如過流量閥(excess flow valves)、流量開關(flow switches)與限流孔等，可用於限制流量，但亦相對降低排氣通風需求。

7.2.3.3.3 容器中的可預見失效點其釋放率視失效模式而定。

註 25：容器之失效範圍可自小孔 (流體釋放率低於每小時 1 公升) 至大口徑破孔 (1 秒內釋放所有體積)。

7.2.3.3.4 釋放量或釋放時間乃受限於適用之相關物質；若無外在供應源，則受限於設備內之相關物質總量。

7.2.3.3.5 若同時符合下列兩項條件，則自動中斷作業亦將限制相關物質供至失效點的釋放量或釋放時間：

- 偵測釋放之方式已由 ATL 認定，藉以符合相關之性能標準 (例如 FM6320、ANSI-ISA 12.13.01 或可燃氣體偵測器之 CSA 22.9 No. 152)。就符合此項標準之目的，「性能標準」係指偵測器偵測出 SOC 之能力。
- 該方式意指由偵測氣所發出的信號可停止流體流動，且符合 SEMI S2 所述之安全聯鎖功能。

7.2.3.3.6 相關物質若以液體或懸浮狀態釋放出，則請參閱附錄 1 所述蒸氣產生率之決定方式。

7.2.4 開放型製程設備

7.2.4.1 正常運作

7.2.4.1.1 系統中開放部分 (例如相關物質與排氣通風需求空間接觸之部分) 相關物質釋放至排氣通風需求空間的釋放率或產生率，係依相關物質本身與暴露之物理條件而定。以模擬釋放方式測試排氣通風之適用性時，應使用附錄 1 所述蒸氣產生率的決定方式。

7.2.4.1.2 相關物質並未從主要容納空間的密閉部分釋放至排氣通風需求封閉箱體或工作環境。

7.2.4.2 保養期間

7.2.4.2.1 保養時之釋放率或產生率須視設備、用途及保養項目而定。

7.2.4.2.2 若保養項目包含系統之開放部分，釋放至排氣通風需求空間之相關物質釋放率或產生率係依相關物質本身與暴露之物理條件而定。以模擬釋放方式測試排氣通風之適用性時，應使用附錄 1 所述蒸氣產生率之決定方式。

註 26：開啟通道可能造成排氣通風狀況變化，包括空氣通過已暴露相關物質時的流速與流量。

註 27：於多數的設備組態中，保養執行人員可能佔用的位置並非一般作業人員的操作位置。

7.2.4.2.3 若保養項目包含開啟相關物質主要容納空間之封閉部分，應將系統該部分視為開放型而決定其釋放率或產生率。

7.2.4.2.4 若保養項目包含系統封閉部分但不開啟主要容納空間，則應無相關物質釋放至或產生於排氣通風需求封閉箱體。

7.2.4.3 故障狀況下

7.2.4.3.1 任何合理可預見、單一故障狀況均應納入考量。因失效而造成之釋放應依下列項目評估：

7.2.4.3.2 因主要容納空間失效所造成之釋放量應依上述封閉型製程系統之方式決定。

7.2.4.3.3 因其他失效原因（例如開放式液體容器異常高溫）而造成的釋放率應以正常運作之方式決定，而非依正常運作下之失效狀況決定。

7.3 一般標準

7.3.1 SME 之設計應包含可在設施排氣通風完全喪失或設施排氣通風降至設備運作所需排氣通風之標準以下時降低其風險之方式。此類方式之選擇應依危險分析與風險評估的結果為之，並提供自動化作業（例如排放化學物、關閉來源、覆蓋開放式容器），以使設備處於安全狀態。不同的風險降低方式可能需採用不同的設備組態（例如局部環境）或設施組態（例如設施間的層流變化）。

7.3.2 若設備供應商提供書面程序以利執行各保養項目（例如關閉手動閥、調整調節器等），且無需隔離相關物質對封閉箱體之供應，則通道的設計不可造成排氣通風效能不足之情形。此標準僅限用於執行的保養項目之風險接受度係依排氣通風性能而定。

註 28：程序本身可能需加以評估，以確保未違反相關危險能源控制的各項法規。

7.3.2.1 進入次要容納空間執行保養作業時，僅得於進入時不造成釋放（亦即進入時未造成釋放，且進入期間未開始釋放）之情形下視為保養作業。若進入次要容納空間將造成釋放時，即不屬保養作業範圍，而應視為維修作業，因為釋放已屬失效狀況，而不是正常運作狀況。

註 29：例如，封閉箱體內 SOC 濃度對保養人員而言若低於暴露限值，則進入氣體控制封閉箱體執行 HEI 即視為「保養」（依據定義，正常運作下之濃度極低）。然而，若通道開啟而使封閉箱體內洩露出的濃度高於暴露限值，則因洩漏為故障狀況，故開啟通道即不屬「保養」範圍之內。

註 30：評估是否符合 SEMI S2 時，可考量保養項目造成釋放之風險（例如用於執行 HEI 的閥門已損糟），並可考量採用適當的排氣通風設計、封閉箱體設計或其他方式以利降低釋放風險。

7.4 人員暴露量管理

7.4.1 相關物質之排氣通風設計應確保於正常運作下危險氣體、微粒及蒸氣均受適當控制，使工作區內空氣中的相關物質濃度符合 SEMI S2 所述之正常運作呼吸空氣標準。

7.4.2 相關物質之排氣通風設計應確保危險氣體、微粒及蒸氣於保養作業時均受適當控制，使保養人員工作區內空氣中之相關物質濃度符合 SEMI S2 所述的呼吸空氣標準。保養期間的暴露風險應加以說明，並提供保養期間有關排氣通風流量之建議及可行的排氣通風方式。

7.4.3 相關物質的排氣通風設計應確保危險氣體、微粒及蒸氣於失效狀況下均受適當控制，使工作區內空氣中之相關物質濃度符合 SEMI S2 所述的失效狀況呼吸空氣標準。

7.4.4 若運作、保養或維修時合理可預見的人員呼吸區域包含封閉箱體內空間，則排氣通風作業應避免該類空間中出現氣袋之情形。

註 31：若人員維修作業的保護需仰賴排氣通風（例如設備失效後進行之工作），建議排氣通風之設計應能確保封閉箱體內無任何合理可預見之人員呼吸區域其濃度超出 IDLH 之 50%。此項措施可藉由多種方式達成，包括以充分之空氣稀釋濃度至標準以下，或是在釋放情形已停止且經充分時間由排氣通風將濃度降至限值以下後再行進入封閉箱體。

註 32：利用排氣通風以外方式控制對人員之保護（例如工程控制、管理控制、個人防護器具（PPE））不屬於本文件涵蓋之範圍。

7.5 火災風險之管理

7.5.1 降低點燃氣體風險的共同方式有二：降低該類空氣出現的風險，以及降低該類空氣中出現點火源的風險。設備供應商可於設備各處選用上述方式之一。本安全基準並非暗示何者為較佳之方式。

註 33：空氣中同時含有 25% LFL 的 SOC、氧化劑與潛在點火源之風險，該風險可利用控制各要素的方式降低。然而，有

關氧化劑與潛在點火源之控制則不屬本文件涵蓋範圍內。

註 34：點火源可能不影響發火性物質封閉箱體的設計與運作，因為發火性材質本身具有與空氣接觸即可能引燃之特性。然而，由於發火性材質的自然溫度可能高達 54.4°C (130°F)，所以，並非所有釋放至封閉箱體內的發火性材質都可能自燃。基於某些不明因素，部分釋放的發火性氣體高於自然溫度時將形成累積與延遲點燃。部分材質的 LFL 低於最低自燃濃度，因此，考量點火源時亦應考量其濃度範圍。較強的點火源可造成爆炸升壓之增加。

註 35：已指定高於一般的空氣速度（可高達 1 m/s(200 fpm)），以確保發火性氣體不致積存達到爆炸程度。研究顯示¹⁰，空氣速度並不影響矽甲烷釋放點的點燃機率。準備此版本的 SEMI S6 工作小組並未發現空氣速度可影響其他發火性氣體點燃機率的實驗證據。矽甲烷釋放點之壓力顯然是決定其點燃與否的主要因素。

註 36：使用者與法定需求可作為發火性物質排氣通風系統設計標準之一部分。

7.5.2 於正常運作、保養及 § 7.2 中所有釋放的狀況下，若存在氧化劑，則設備排風之設計應能避免內含潛在點火源之封閉箱體累積濃度至 LFL 的 25%。

7.5.2.1 排氣通風可用於捕獲及排除易燃性氣體或蒸氣。

7.5.2.2 排氣通風亦可用於提供未污染空氣進行稀釋，如此可使潛在點火源處易燃性氣體或蒸氣的濃度維持在 LFL 的 25% 以下。

7.5.2.2.1 易燃性 SOC 之封閉箱體在設計上應能透過排氣通風而提供整個封閉箱體適度的稀釋（例如避免形成「氣袋」）。

註 37：電氣組件若位於可能含有 25% LFL 之封閉箱體內，則可能需依相關法規提供符合類別需求的電氣組件（例如 NFPA 電氣法規或統一防火規範之 Class I、Division 2）。此類法規中對分類與危險位置之要求僅限於電力點火源。若相關位置中並無電氣設備，則不適用於此一要求。有關是否須採用特殊電氣設計的資訊，詳見 EN1127、NFPA 497 及 94/9/EC 等文件。NFPA 497 中標明「通常不需分類」之處，即表示通常無需採用特殊電氣設計：

- 具有適當排氣通風，且可燃材質均已「內含於適當、保養良好之封閉式管路系統內」
- 無適當排氣通風，但管路內並未使用可能造成洩漏之組件
- 以「適當容器」儲放可燃材質者

7.5.3 若稀釋方式是限制易燃性 SOC 濃度 25% LFL 以下的主要方式，應提供充分的風量將設備與設施連結處易燃性 SOC 濃度稀釋至 25% LFL 以下（保養或故障情形下(如 § 7.2 中所述)）。

7.5.4 若於正常運作或保養時產生以下任一情形，設備內的風管便應採用不燃性材質製造（例如鐵質或鎳合金）：

- 易燃性氣體（包括易燃性液體之蒸氣）高於其 LFLs 之 25%，或
- 易燃性或可燃性殘留物積存於風管內

例外：合理可預見之情形下，若風管內含高於 25% LFL 的濃度，但可預見不含有固體或液體的易燃或可燃殘留物、可燃風管、風管組件或 ATL 認定之材質，且符合適切之標準（例如 UL 181 — 廠製空氣風管及空氣接頭之安全標準、FM 4922 — 排氣通風風管或排氣通風排煙風管），則可使用此類風管。

註 38：部分法規要求於風管截面尺寸高於一定程度時需安裝消防撒水裝置。可燃性風管或內含濃度高於 25% LFL 的風管可能需安裝消防撒水裝置。

註 39：部分法令禁止或另行限制使用含有高於 LFL 濃度 10% 以上易燃材質的風管。

7.6 效益／最佳化

7.6.1 對設施排氣通風系統之要求應降至最低，且應符合安全與製程需求，包括將誤警降至最低。設備製造商於設計設備時，應要求達到最低可行的排氣通風需求，以利符合健康與安全之目的（控制暴露量及降低火災風險）。

7.6.1.1 若氣流並未超出下列條件較高者，此項標準即視為符合需求：

¹⁰ Tamanini, F., Chaffee J., "Ignition Characteristics of Releases of 100% Silane, FMRC J.I.0Z0R7.RK, December 14, 1995, Factory Mutual Research Corporation, 1151 Providence Hwy., Norwood, MA 0262

- 必要氣流之 2 倍，以利將設備與設施連接處的易燃性相關物質稀釋至 LFL 之 25% 以下（保養或故障情形下（如 § 7.2 中所述））
- 每分鐘可提供 10 倍於封閉箱體體積的必要氣流

註 40：每分鐘 5 次的空氣交換可視為足供封閉箱體內良好的空氣混合，但仍不得以此省去對封閉箱體效能的實際評估。此外，某些地區仍訂有較高空氣交換率的法規要求。

7.6.1.2 若符合健康與安全目的所需的氣流超出 ¶ 7.6.1.1 中所述事項，設備製造商應向使用者提供書面說明，解釋無法符合要求標準的原因。

7.6.2 由於排氣通風氣流需求係依潛在性釋放量而定，設備製造商應考慮限制相關物質的流量，例如裝設限流器或溢流閥以作為降低排氣通風所需氣流量之方式。

註 41：現今所使用的眾多設備中，主要容納空間之可用氣流遠高於設計用途與可預見製程所需，亦即遠高於主要容納空間失效時的相關物質釋放量。

7.7 聯鎖與監測

7.7.1 相關物質之偵測

7.7.1.1 使用相關物質或氣味不佳或刺激性化學物之設備應配備感測器，以利偵測主要容納空間的釋放情形。設備供應商亦可不裝設感測器，但需指明其位置與感測器的性能，以供使用者整合設備與設施的偵測功能。替代方案應由供應商與使用者自行協商。

註 42：此處無需針對每一項化學物裝設不同的感測器來偵測所有化學物。例如，一款浮子開關即可偵測多種試劑的洩漏情形；一款氫化物氣體感測器即可偵測磷化氫、三氯化砷及二硼烷。

7.7.1.2 偵測之方式應為 ATL 認定之方式，以符合相關之性能標準（例如 FM6320、ANSI-ISA 12.13.01 或 CSA 22.9 No. 152 所述之可燃性氣體感測器）。為符合此項標準之目的，「性能標準」係指偵測器偵測出 SOC 之能力。

7.7.1.3 氣體感測器應妥善設置，以利偵測並反應主要容納空間的釋放情形，使工作空間中相關氣體的濃度不致超出 SEMI S2 所述之呼吸空氣標準，或不致使封閉箱體內部、外部潛在性點火源處之易燃性氣體濃度高於 LFL 之 25%。

7.7.1.4 洩漏偵測感測器及系統所需之靈敏度可於控制裝置設計時決定，且應以可能洩漏材質的危險特性為基準。

7.7.1.5 氣體及蒸氣感測器應妥善設置，以利偵測出自專屬封閉箱體釋放之特定材質於氣流內的濃度。

例外：感測器之安裝位置可為單一 SME 內多個封閉箱體氣流匯集之處，用於測量濃度，但僅限於該感測器的靈敏度可充分符合 ¶ 7.7.1.3 所述之使用標準。

7.7.1.6 若液體感測器可偵測出因相關物質蒸氣所造成的液體洩漏，則可用以取代氣體感測器。液體感測器應妥善設置，以利偵測並反應洩漏情形，使暴露量不致超出容許範圍（如 SEMI S2 中所定義），或在具有氧化劑的情形下，點火源處之易燃性氣體濃度不致高於 LFL 的 25%。

7.7.2 排氣通風之監測（排氣通風聯鎖）

7.7.2.1 SME 採用安全性之 PEV 及 AEV 系統時，若排氣通風降低至本文件前述的容許範圍以下，則應提供安全聯鎖功能，以利關閉設備內的化學物流動與供應至設備的化學物，以及任何與排氣通風相關之危險。

7.7.2.2 SME 採用安全性 SEV 但未依 § 7.7.1 所述提供 SOC 偵測器 — 若排氣通風降低至本文件前述之容許範圍以下，則應提供安全聯鎖功能，以利關閉設備內的化學物流動與供應至設備的化學物，以及任何與排氣通風相關之危險。

7.7.2.3 SME 採用安全性 SEV 且依 § 7.7.1 所述提供 SOC 偵測器。

7.7.2.3.1 若排氣通風降低至本文件前述之容許範圍以下，但 SOC 偵測器並未指示 SOC 已從主要容納空間釋放，且 SOC 偵測器之安裝是以無排氣通風時偵測洩漏情形為目的時，SME 可繼續處理已進入製程之產品。然而，未進入製程之產品應於偵測出具有充分排氣通風量與壓力後，始能進入製程。

7.7.2.3.2 若排氣通風降低至本文件前述之容許範圍以下，且 SOC 偵測器指示 SOC 已自主要容納空間釋放，

則 SME 應透過安全聯鎖功能關閉設備內的化學物流動與供應至設備的化學物，以及任何與排氣通風相關之危險。

註 43：此作法目的在於，含有聯鎖功能感測器的設備將利用聯鎖信號關閉設備內第一道自動操作閥（用於管制流量）。若相關物質是經由管路供應至設備，聯鎖功能亦應傳送信號至外部供應系統（例如大型充填系統），以利停止相關物質之供應。

7.7.2.4 排氣通風監測功能應能偵測出排氣通風完全喪失，或是設施排氣通風降至設備運作所需排氣通風之標準以下等情形。偵測出排氣通風受損情形後，設備應能自動進入安全狀態，如以上各條款所述（請參閱 7.7.2.2 及 § 7.7.2.3）。

註 44：為符合使用者與法規需求，可能必須採用其他反應功能。

7.7.2.5 排氣通風監測及聯鎖功能所使用之組件應為 SEMI S2 評估認定之安全關鍵性組件。

註 45：SEMI S2 內包含安全關鍵性組件之標準，以及評估考量方式之說明。

7.7.2.6 若氣流之流量是控制風險的排氣通風特性，用以稀釋易燃性氣體，則建議採用流量感測器來取代靜壓感測器。

註 46：流量感測器較不易受開啟封閉箱體而觸發，但確實可於進氣受阻時觸發。

7.7.2.7 使用靜壓感測器同時監測流量與靜壓時，感測器應能於靜壓過高或不足時偵測並觸發聯鎖功能。

註 47：若空氣進口受阻（氣流降低），感測器將指出較為負向之靜壓（較高之絕對值）。若僅為偵測靜壓不足之情況，則進氣受阻時，感測器不觸發聯鎖功能。

7.7.2.8 若靜壓是控制風險的排氣通風特性，則應使用靜壓感測器，用以防止自 SEV 封閉箱體內釋放之毒性氣體外洩。

7.7.2.9 若需同時監測流量與靜壓，則可使用具有流量及壓力測量能力的單一感測器。

7.7.2.10 S 全聯鎖功能所使用的靜壓或流量感測器其性能應足以偵測出有效排氣通風範圍以外之流量與靜壓。相關的性能特性應包含：

- 靈敏度
- 精確度
- 重複性
- 遲滯性
- 無感帶
- 反應時間

7.7.2.11 靜壓與流量偵測器量測點位置應位於閘門上游（設備側）。

註 48：部分流量感應裝置需仰賴特定的風管特性始能作用（例如風管平直部分）。排氣通風感應裝置用作為聯鎖功能時，應能適切符合設備所需。若流量感測器無法適用於排氣通風組態，則建議使用可偵測靜壓過大或不足的靜壓感測裝置。

7.7.2.12 觸發關閉之作業可運用時間延遲功能，以利設備於轉換至設施靜壓及流量時仍能繼續運作。用於延遲關閉時間之裝置應符合 SEMI S2 的安全聯鎖標準。

7.7.2.12.1 PEV 及 AEV 之時間延遲僅適用於經測試確效其延遲不致使暴露量超出容許範圍，亦不致使點火源處之易燃性氣體濃度高於 LFL 之 25%。

7.7.2.12.2 適用於 SEV 之情形僅限於：

- 經測試確效，相關物質釋放至次要容納空間時，延遲不致使暴露量超出容許範圍，亦不致使點火源處之易燃性氣體濃度高於 LFL 之 25%，或
- 藉由風險評估，考量相關物質釋放至次要容納空間的後果及頻率、排氣通風不足等之嚴重性，以及是否具有其他造成釋放事件之共同原因，進而證實其時間延遲屬於可接受範圍內。

7.7.3 警報與遠端信號發送

7.7.3.1 所有 SOC 偵測及排氣通風感測器與監視器均應提供現場視覺警報（設置於設備上或設備內）。若使用警示裝置（閃光燈號）或於設備操作台顯示相關訊息，即符合此項要求標準。警報裝置應妥善設置，俾便處於可能產生過高暴露量位置之工作人員能在偵測到釋放時接獲警示。

7.7.3.2 如在偵測 PEV 或 AEV 流量／靜壓上有喪失／不足之處，應提供現場音響警報。

7.7.3.3 如在偵測封閉型製程系統釋放情形且該釋放造成 SEV 流量／靜壓上有喪失／不足之處，應提供現場音響警報。

7.7.3.4 設備本身應有能力可將來自 SOC 偵測與排氣通風感測器、監視器之信號提供至設施警報系統。

7.7.3.4.1 來自 SOC 偵測器的信號應能確認 SOC（若用於偵測多種 SOC，則應確認 SOC 類型）及其測得之位置。信號本身可帶有測得濃度之資訊。若信號中無測得濃度之資訊，則設備供應商應以書面資料提供使用者有關偵測器可測得之最低濃度。若偵測器可測得之最低濃度可交由使用者自行調整，則設備供應商應提供調整說明及符合 SEMI S2 暴露量標準之濃度上下限。

7.7.3.4.2 來自排氣通風感測器及監視器之信號應能提供測得排氣通風不足處的位置資訊。若靜壓及流量採用不同方式感測或監視，則信號應能提供所測得之狀況。

7.7.4 設備反應 — 若封閉型製程系統發生釋放情形或測得 PEV 或 AEV 不足，設備應關閉對主要容納空間相關部位之化學物輸送作業（例如關閉內部閥門、關閉內部泵浦、釋放壓力型系統內之壓力）。

8 確效(validation)方法及報告

8.1 本章節之目的

8.1.1 本文件 § 8 所含資訊應用於確認現況是否符合本文件。

8.1.2 設備供應商或其代理商應運用本章節中適當的確效測試，藉以證明其排氣通風部分可於正常運作、保養作業、設備失效時符合 § 7 所述之標準。設備供應商或其代理商亦應藉本章節之確效建立相關特性之數值（例如靜壓），以確認設備內所安裝之排氣通風部分是否正常運作。

8.1.3 本章節所述之確效可由包括使用者之第三方運用，以利進行確效相同項目或用於確效設備安裝後之性能。

8.1.4 若使用者設施內之系統或設施排風設備與製造商所指定者不符，本章節所述之確效測試則可由使用者或其代理商運用，以證明其排氣通風部分可於正常運作、保養作業、設備失效時符合 § 7 之標準。使用者或其代理商亦應運用本章節所述之確效測試（針對相關系統）建立相關特性之數值（例如靜壓），以確認設備內所安裝之排氣通風部分是否運作正常。

8.2 測試條件與位置

8.2.1 由於 SEMI S2 中針對不同作業與設備已訂立不同的毒性材質暴露標準，因此有其必要依不同標準及不同之釋放率進行排氣通風的性能測試。例如，可能有必要根據正常運作狀況及暴露標準，於指定操作溫度下進行濕式刻蝕站之測試，或是根據故障狀況及暴露標準，於最大操作溫度下進行單一故障狀況之測試。

8.2.2 測試作業應於設備組件均組裝完成後執行。

8.2.3 測試物質之選擇層級

8.2.3.1 可行狀況下，測試作業應以設備所用之相關物質及製程作為樣本。

8.2.3.2 測試後如出現無法接受之風險，則可執行以下之測試，以利降低測試之偏向性：

- 在相關運作狀況下，針對氣態相關物質，使用設備代表樣品內的追蹤氣體在釋放點以工程分析決定的釋放率釋放（請參閱附錄 1）。
- 在相關運作狀況下，針對液態相關物質，使用設備代表樣品內其蒸發率於近似溫度下不低於相關物質之替代液體（請參閱附錄 1 中決定蒸發率之方式）。
- 於相關運作狀況下，針對液態相關物質，使用設備代表樣品內的追蹤氣體，其釋放率是以附錄 1 所述之蒸發率而決定。

- 於相關運作狀況下，針對液態相關物質，使用設備代表樣品內的追蹤氣體，其釋放率是以附錄 1 所述自相關物質特性所估算之蒸氣產生率而決定。

8.2.3.3 相關物質測量設備的靈敏度不足或無相關物質測量設備時，可使用追蹤氣體逸散測試法（請參閱附錄 2）。相關物質測試若呈現無法接受之風險（例如系統失效模擬可能將危險氣體釋放至大氣），則應使用追蹤氣體進行測試。請參閱附錄 1 中決定追蹤氣體釋放率之方式。

8.2.4 測量懸浮物濃度之取樣時間——與 OEL 一致的取樣時間應於運作、保養或模擬失效狀況下執行。

8.2.4.1 對 TWA 及 STEL 而言，使用 OEL 暴露時間的集成式取樣較佳；或可採用暴露時間連續取樣，再從資料中計算其平均濃度。平均濃度應與 § 7 中所述性能標準直接比對，以決定是否符合本文件所述之條款。

例外：若 SME 之製程週期小於 TWA 暴露時間，則可執行完整週期之取樣，再以週期平均值比對 TWA，以決定其符合性。

8.2.4.2 對最高容許濃度及 IDLH 限值而言，應於作業期間執行連續取樣。最高測得濃度應與 § 7 中所述性能標準直接比對，以顯示其與本文件之符合性。

註 49：各 OEL 均具有其指定之暴露時間。例如，ACGIH 指定時量平均濃度（TWA）為 8 小時暴露時間，短時間暴露限值則以 15 分鐘為暴露時間。比對測得濃度與 OEL 時，測量時間必須與 OEL 指定時間一致。例如，取得空氣 HCl 樣本時，應使用立即空氣取樣法或使用直讀式儀器，以決定逸散峰值是否超出 TLV 最高容許濃度之 25%。若化學物已具有時量平均濃度及短時間暴露限值，則應選用適當之取樣方式，以利與各 OEL 值進行比對。

註 50：若物質之 TWA 已指定，而 STEL 或最高容許濃度限值未指定，則通常可接受之簡算法應予限制：以 5 倍 TWA 作為瞬間峰值，以 3 倍 TWA 作為每一輪班最大 30 分鐘之限值。

8.2.4.3 若瞬時取樣法無法提供適切的靈敏度或不適用於相關物質，則可使用集成式取樣法。採用集成式空氣取樣法時，取樣之時間及地點應能代表最差狀況、真實、可預期之暴露時間與地點。

8.2.4.4 取得之濃度結果應與 § 7 所述性能標準直接比對，以顯示其與本文件之符合性。

8.2.5 重要排氣通風位置之確認——設備供應商應確認設備之任何重要排氣通風位置，以及各位置之排氣通風量數值，且應進行各項測量，以取得最佳排氣通風值並確認符合安全標準要求。此時可能需採用多種確效與測量方法。

註 51：製程效能可能會受排氣通風值影響。

8.3 取樣與測量位置

8.3.1 取樣位置應能代表最糟狀況、實際呼吸區（以排氣通風保護人員避免暴露的區域）以及潛在點火源的位置（以排氣通風降低火災風險的區域）。

註 52：空氣或掃清取樣可用於確認相關物質並未傳輸至設備之非必要區域。

8.3.2 設備使用者通常會於設備連接至其他排氣通風系統處使用節流風量閘門來調節平衡。壓力及流量之測量處應位於平衡風量閘門之設備側。

8.4 測試程序及方法

8.4.1 排除排氣通風氣袋用之通風設計評估標準的確效

8.4.1.1 含有或可能含有相關物質之封閉箱體可用目視評估方式測定是否具有良好之氣流，或測定出低風速或靜止之區域。

註 53：某些情況下，合格的專業人員可利用目視檢查方式測定氣流是否提供適當的排氣通風功能，以防止形成污染物濃度不符規定之氣袋。至於其他較複雜之情況，則應使用經驗法則方式進行此項測定（例如速度分布或氣膠可視化）。

8.4.1.2 透過解算流體力學能量與質量守恆方程式，電腦模型可用於預測設備內排氣通風氣流及相關物質運送的有效性。於設備的設計階段及改善現有設備時，均可使用電腦模型協助作業。電腦模型應使用下列一或多項方法進行實驗性驗證。

註 54：電腦模型係可取得之商用服務。

8.4.1.3 設備內之速度分布可用於確認預期的氣流、捕捉速度、氣流方向，以及自排氣通風入口處起算不同距離

的速度。亦可用於確認封閉箱體內有無氣流不當之處。

8.4.1.3.1 測試方法 — 有多種測量值需使用速度測量裝置（如熱線風速計）進行測量與記錄，並測定其最小值與平均值。

8.4.1.3.2 氣膠可視化 — 利用去離子水噴霧產生機產生的可見氣體可用於觀察氣流模式、氣流方向、捕捉污染物之有效距離，以及確認是否具有滯留區（空氣動力「死角」）。氣膠可視化亦可用於評估開放性工作槽、通風槽、蒸鍍槽及類似之開放性／局部開放性系統的蒸氣捕捉能力。

8.4.2 SEMI S2 容許濃度標準之符合性確效

8.4.2.1 直接測量空中相關物質時，應使用經國內或國際認可的測試方法。

註 55：NIOSH 測試法（可自 <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html> 下載）可用於測試部分毒性材質。

8.4.2.2 追蹤氣體逸散測試（測試方法請參閱附錄 2）是一種利用氣體排放並測量控制有效性之針對封閉箱體完整性所進行的測試。測試時會先使設備失效，然後逐步提高排氣通風流量，直至測試通過，如此可協助降低氣流之基本規格。

8.5 用於確效已安裝設備的各項測量值

8.5.1 如本安全基準所述，逸散測試是設計驗證的必要測試項目。設計驗證期間若已確立封閉箱體需求，則可於設備安裝完成後利用測量氣流流量之方式（例如利用熱線風速計）確認排氣通風是否充分。

8.5.2 利用散逸之測量值（設計確效期間）確認捕捉能力後，測量值應於特定之開口取得（補充空氣開槽、通道、窗戶等），以建立上述開口於控制逸散情形時的最低流速。應記錄排氣通風測試時各外蓋、門扇、風量開門、閘盤開口以及限流裝置（例如容器內之液位，排氣通風將用於或流經該容器）等的位置，以利後續進行相同之測試。

註 56：各項速度測量值是提供排氣通風性能驗證的必要項目，此需求較為嚴苛，並非單純將設備的排氣通風依供應商之規範盡可能貼近連接點即可。

註 57：此處應特別注意，所取得的讀數必須為排氣通風氣流讀數，而非一般的室內空氣亂流讀數。氣膠可視化法可協助決定速度讀數是否屬空氣亂流，或亂流是否對捕捉污染物具有不良影響。

8.6 修正因子

8.6.1 各項規格應以標準空氣密度（ kg/m^3 或 lb/ft^3 ）表示，如 *Industrial Ventilation (工業通風)*¹¹ 所述。若測量值為非標準空氣，則應說明密度的修正因子。若測量值取自海拔 600 公尺（2000 英尺）以上，則在比對供應商規格資料前，使用者應先修正現場平衡測量值。此外，若提供之資料取自海拔 600 公尺以上，則供應商應將資料修正至海平面適用之資料。

8.6.2 若流量測量值係取自非標準溫度（ 21.1°C （ 70°F ））的風管內，則應修正至標準數據。

8.6.3 海拔高度與溫度之修正應使用下列關係：

$$M^3/hr = (m^3/hr)(294.3/T_K)(D) \text{ or } CFM = (cfm)(530/T_R)(D)$$

其中：

M^3/hr = 標準立方公尺／小時

m^3/hr = 測量值立方公尺／小時

T_K = 測量值絕對溫度 K ($T_K = T_C + 273.2$)

T_C = 測量值溫度 C

D = 海拔高度之密度修正因子（見表 1）

CFM = 標準立方英尺／分鐘

¹¹ ACGIH, *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice*. 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240-1634, USA. <http://www.acgih.org> ; Library of Congress Catalog Card Number : 62-12929.

cfm = 測量值立方英尺／分鐘

T_R = 測量值絕對溫度 R ($T_R = T_F + 459.7$)

T_F = 測量值溫度 F

表 1 密度修正因子

海拔高度	密度修正因子
海平面	1.00
300 m (1000 ft)	0.96
600 m (2000 ft)	0.93
900 m (3000 ft)	0.89
1200 m (4000 ft)	0.86
1500 m (5000 ft)	0.83

8.6.3.1 若空氣溫度低於 37.8°C (100°F)，則無需修正濕度。若溫度高於 37.8°C (100°F)，且含水量高於 2% 水／乾空氣，則需修正濕度。如需修正濕度，請參閱 *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice* (工業通風，建議實務手冊)。

註 58：使用者設施環境內應無上述情形。

8.7 儀器

8.7.1 所用的測量儀器應能以良好運作狀況測得相關範圍，並保持校準狀態（依儀器製造商所訂之規格）。

註 59：用於測量排氣通風壓力與流量之儀器其相關說明、操作、保養及限制請參閱 *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice* (工業通風，建議實務手冊) 第 9 章。另請參閱 Procedural Standards for Testing Adjusting Balancing of Environmental Systems (環境系統調整平衡測試程序標準)。¹²

8.7.2 測量儀器之精確度應包含於測試報告中。

8.8 火災風險之管理

8.8.1 潛在性點火源處 25% 之 LFL 測試應使用附錄 4：「測試方法：易燃性氣體源空氣散布模式評估」所述之測試方法執行。

註 60：建議於封閉箱體開口處，從足以將易燃性氣體或蒸氣稀釋至其 LFL 的 25% 之最低氣流開始測試。

8.8.2 測試及確效易燃性是否低於 LFL 之 25% 時，應依循下列優先順序。

8.8.2.1 於潛在性點火源處進行易燃性氣體／蒸氣測量時，建議使用直讀式測量儀器。

8.8.2.2 若無法取得相關物質的直讀式測量儀器，或無法於潛在性點火源處進行測量，亦可採用追蹤氣體分析法。

8.8.2.2.1 應測定相等的釋放率及釋放速度（請參閱附錄 1）。

8.8.2.2.2 追蹤氣體應由可能洩漏點釋放。

8.8.2.2.3 樣本應集中於潛在性點火源處。

8.8.2.2.4 測量結果之報告應以相關物質的 LFL 百分比表示。

註 61：若缺乏相關測試，或無法使易燃性氣體適度降低，則可能需使用特殊電氣設計或其他控制方式來降低點燃的機率（例如 LFL 偵測器、核可的排出方式）。移除潛在性點火源是降低排氣通風需求的方式之一。

註 62：若對排氣通風是否可將氣體或蒸氣降至 LFL 之 25% 以下有所疑問，亦可安裝監視裝置與聯鎖裝置，藉以關閉潛在性點火源或燃料源。移除燃料源是降低排氣通風需求的方式之一。

¹² National Environmental Balancing Bureau (美國國家環境平衡局), 1385 Piccard Drive, Rockville, MD 20850-4340

註 63：某些法規要求將風管內監視點設為 10% LFL；注意勿與本文件所述潛在性點火源處低於 25% 之標準相混淆。

8.9 效益與最佳化應利用比對 § 7 所述之氣流流量標準進行評估。

8.10 應執行 AEV 之測試，以確效相關物質的濃度是否符合本安全基準所述之標準。

8.10.1 捕捉速度之測量應於距污染物捕捉點（例如蓋板面或排氣通風風管開口）最遠的污染物釋放點執行。測量值應利用測速器取得。

註 64：污染物之捕捉性能可利用氣膠可視化法確認。觀察所得的性能則視觀察處的氣流狀況而定。

8.11 設備確效測試報告 — 決定是否符合 SEMI S2 之排氣通風標準所執行的設備排氣通風測試應依下列指定項目作成報告：

8.11.1 所有測試的測量應依本章節與附錄內所指定之測試方法執行。

8.11.2 測試期間所得的測量結果均應提供其容差值。

8.11.3 設備資訊 — 設備供應商對設備進行測試之說明，以及型號、序號以作為設備之識別。

8.11.4 設備組態 — 用於說明設備之組成型態，包括空氣進口、門扇、面板、出口，以及影響排氣通風氣流之因子。說明中可包含相片或工程圖，以協助讀者了解設備的組態。

8.11.5 設備製程方案與危險資訊 — 提供各受測封閉箱體內各相關物質的製程化學物名稱、供應濃度、最大流量（包括潛在性洩漏點與預期製程所需）、LFL 及 OEL。

8.11.6 排氣通風測試方式及設備狀況資訊

8.11.6.1 提供日期、測試位置及執行測試人員。

8.11.6.2 說明測試方式。

8.11.6.3 提供測試方式通過認證的參考資訊。

8.11.6.4 詳述使用之測試設備及最近校準日期。

8.11.6.5 使用樣本或追蹤氣體時，詳述其使用期限、校準狀態，以及批號等特有之識別資訊與任何適用之資訊。

8.11.6.6 說明任何與核可測試方式相異之處。

8.11.6.7 說明影響結果之測試條件。

8.11.6.8 說明可能影響結果（溫度、濕度、海拔高度、室內氣流）之測試位置環境條件。

8.11.6.9 說明各項測試期間之排氣通風運作狀況。

8.11.6.10 若採用散逸測試，說明取樣點與封閉箱體表面之間封閉箱體外氣流速度、取樣點氣流速度、取樣點位置。

8.11.6.11 說明所有測試點。

8.11.6.12 詳述排氣通風氣流測量位置及使用之測量方式（例如皮托管、壓力表、熱線風速計）。

8.11.7 排氣通風測試結果與結論 — 呈現所有結果並詳述通過／未通過狀態以及用於決定狀態之標準。

9 提供給終端使用者之基本資訊

9.1 本文件 § 9 所含資訊應用於確認現況是否符合本文件。

9.2 設備排氣通風規格與測量值 — 設備供應商應向評估人員及終端使用者提供下列排氣通風規格與資訊之文件。

9.3 排氣通風設計基準之說明

9.3.1 文件內應說明所使用相關物質之釋放率，以作為通風設計之基準。說明中應包含設計人員用於限制流量之工程控制方式（請參閱 § 7.2）。

9.4 確保設備維持安全狀態之作為

9.4.1 說明設備所採取之所有自動化作為，此類作為之目的在於確保設備在喪失排氣通風時能處於安全狀態。

9.4.2 若設備之設定可在喪失排氣通風時採取不同之作為，則應說明決定何者作為適用於系統與設備之方式，以及設定設備採取作為之方式。

9.4.3 說明當設備已將本身置於安全狀態時相關人員的適切反應，包括排氣通風恢復時重新設定設備之方式。

9.4.4 詳述設施排氣通風常時間失效時（例如電力中斷 15 分鐘以上）人員可執行、用以保護人員及避免設備、設施受損之適切反應。

9.5 廢氣說明資訊

9.5.1 若設備與使用者排氣通風系統之運作可符合設計規範，供應商應提供排氣通風氣流中可能出現之製程所需的化學物及副產品清單。此處可利用當量或質量平衡計算方式予以估算，或以符合 SEMI S2 所述標準之排氣通風排放特性測試之結果為基準。一般所提供的資訊包含百分比（重量或體積）及物理狀態（氣態、液態或固態）。

註 65：SEMI F5 中提供有關廢氣處理之資訊。

9.5.2 排氣通風氣流進入設施排氣通風系統時，其正常運作、最高及最低溫度均應記錄於文件內，以作為設備供應商之基線製程。

9.6 說明設施需求之資訊

9.6.1 設備於製程週期中可能需要有別於待機或保養模式的排氣通風氣流或壓力。供應商應提供正常運作模式需求、尖峰需求及其他安全需求之規格。正常、尖峰及其他重要安全需求均應同時考量系統設計及現場平衡。相關資訊應以設備 24 小時連續操作為基準（若使用的方法已完整記錄且可複製，一般可接受時間外插法）。

9.6.2 規格表——相關資訊 6 中所提供的圖表較適合用於文件中表示規格資訊。

9.6.2.1 規格內相關測量值的取得應依附件內所述之測試方法執行。

9.6.2.2 各項規格均應提供其容許誤差之可接受範圍。

9.6.2.3 不適用於系統／設備的規格應納入文件內並標註為「N/A」。

9.6.3 排氣通風規格設計圖。排氣通風規格應以工程圖或圖形格式表示設備排氣通風系統的設計資訊。工程圖中應包含排氣通風之連接處及其重要尺寸、已建立的設置點，以及用於發展規格之測量點位置。

9.6.4 供應商應提供風管尺寸（設備排氣通風接頭之內徑），以及排氣通風系統至設備連接處設計時所需之其他尺寸。

9.6.5 供應商應依化學物釋放測試之結果指定用於控制化學物釋放的最低流量。請參閱與測量排氣通風流量相關之附件。

9.6.6 供應商應依化學物釋放測試之結果指定用於控制化學物釋放的最低靜壓。請參閱與測量排氣通風靜壓相關之附件。

9.6.6.1 供應商應說明靜壓測量的位置。

9.6.6.2 該位置應：

- 可重複進行測量
- 位於 SME 上（例如設施排氣通風接環、排氣通風需求封閉箱體壁面）
- 位於使用者可及之處

註 66：供應商無法保證已安裝 SME 之風管組態可與排氣通風原始測試之狀況完全相同。此處之目的在於提供一適當的測量點，且其測量值不因下游風管所造成之靜壓損而受有影響。若讀數可重複測量，則靜壓測量點可自亂流區內選取。

9.6.7 設備供應商亦可指明非關人員安全的排氣通風需求（例如關鍵性製程規格）。由於非關安全性，此類需求應於文件中明確標註，使設備使用者可決定發生警報時應採取的行動。

註 67：若使用者決定混合原由供應商刻意分離的排氣通風氣流，則其應以混合該類氣流的可能後果為依據。混合的可能後