

SEMI S8-0307E

半導體製造設備人因工程之安全基準

本安全基準之技術業經全球環境、衛生與安全委員會核准。本版本係由全球稽核及審查小組委員會於 2006 年 11 月 21 日核准出版，並於 2007 年 2 月於 www.semi.org 發行線上版本，同年 3 月發行光碟版。本基準原始版本於 1995 年發行，2005 年 7 月再版。E 本版本於 2007 年 10 月修正表 R7-1 中圖 9.2.1 內錯誤。

注意：本基準中的正式數值皆以國際單位制（SI）表示。下列數值並非正式數值，僅供參考：

- 以吋-磅（美規或英規）單位表示的數值
- 括弧內的數值
- SI 制數值後的數值

SI 制經單位轉換後的數值可能與實際 SI 數值不同。

注意：本安全基準中以「註」為標題的段落並非正式內容，不得以此修改或取代正式的安全基準。委員會提供註解內容係為方便本安全基準的使用。

1 目的

- 1.1 本基準係在提供半導體製造設備人因工程的設計原理及考量事項。
- 1.2 本基準的用意在於增進製造環境中使用者與設備之間的相容性。下列一般原理係人因工程設計及設備考量中不可或缺的一部分：
 - 1.2.1 設備應採分工設計，以發揮最大的安全效果。分工應包含硬體、軟體及使用者的分工，以發揮個別最大能力，並將限制及危險降至最低。適當的分工也可讓效能最佳化。
 - 1.2.2 設備在設計上應符合使用者預期的操作方式，以期將錯誤及事故機率降至最低。
 - 1.2.3 設備的設計應符合使用者族群的體型、力量及活動範圍等特性，以減少疲乏及傷害，且此類設計亦可增進任務效能。

2 範圍

- 2.1 本基準著重於半導體製造設備的人因工程安全層面。請注意，為確保完整涵蓋所有可能的危險，本基準部分內容亦將強調一般性的設計目標，以確保人機效能。本基準適用於半導體製造設備的設計、操作、保養及維修，少部分內容適用於設備安裝（請參閱 7.3）。

注意：本安全基準之目的非在於討論與使用本手冊有關的所有安全議題。本安全基準的使用者應在使用前自行負責採取適當的安全衛生實務，並確定法令的適用性或其他限制。

3 限制

- 3.1 請參照國際、國內及地方標準、守則和規範，確保設備符合法律規定。
- 3.2 編列在參考資料及規範書中的人因資料會因所選取的族群對象及選取原因的不同而有差異。人因設計標準有時是依據少數研究對象或特定背景制訂而成，在開發或需要解讀資料時，應諮詢人因工程專家。
- 3.3 設備的設計應合理搭配使用者的特殊需求，如左撇子及色盲等。在可行的情況下，設備在設計上應要能配合聽障、視障或行動不便的使用者。針對目標使用族群進行的設計雖可配合某些使用者的特殊需求，但請注意，本基準並無法預期或完全配合這些使用者。

- 3.4 現有符合 SEMI S8 前版本標準的機型及子系統應在設計階段繼續符合現行的 SEMI S8 版本。機型的重新修改如有影響設備的人因工程設計，則應在重新設計時符合最新版本的 SEMI S8 標準。

備註 1：符合本文件標準即可視為符合本文件之先前版本的標準。

- 3.5 符合本基準的附錄 1 (SESC) 規定即可視為符合 SEMI S8 標準。

4 參考標準及文件

4.1 SEMI 標準

SEMI E95 – 半導體製造設備的人機介面規範

SEMI S1 – 設備安全標籤的安全基準

SEMI S2 – 半導體製造設備的環境、衛生及安全基準

4.2 CEN/CENELEC 標準¹

- 4.2.1 使用於歐盟 (EU) 國家的半導體製造設備適用本文件所列的歐洲統一規格 (EN) 標準。由於 EN 標準廣泛地使用在工業及消費產品上，因此可能會與 SEMI 安全基準抵觸。此外，EN 暫訂標準 (prEN) 在正式生效前可能會進行修改。

EN 894-2 – 顯示器的安全／人因工程

EN 894-3 – 控制觸動器的安全／人因工程

EN 60204-1 – 機器安全 – 機器內的電氣設備，第一部，一般需求的規範。

4.3 軍事標準²

MIL-STD-1472 – 軍事系統、設備及設施的人因工程設計標準

4.4 NFPA 標準³

NFPA 79 – 工業機械電氣標準

4.5 ISO 標準⁴

ISO 9241 – 辦公室影像顯示終端機的人因工程需求

4.6 其他標準及文件

Humanscale, The MIT Press, 麻省理工學院，劍橋，MA 02142，1974 年

ANSI/IES RP7⁵ – 工業照明實務

Waters, Tomas et.al., *NOISH 舉升方程式修正版使用手冊*，美國衛生暨人道服務部 (NIOSH)，辛辛那提市，俄州，1994 年。

A. Mital, A.S. Nicholson, M.M. Ayoub: *人工搬運材料指南*，Taylor and Francis, 倫敦，1993 年。

注意：除另有特別註明外，以上所有列出的文件皆為最新版文件。

¹ 歐洲標準化委員會 (CEN)／歐洲電子技術標準化委員會 (CENELEC)。中央秘書處地址：rue de Stassart 35, B-1050 Brussels, Belgium。網址：<http://www.cenelec.org>

² 美國軍事標準，可自美國海軍出版物及表格中心取得。地址：5801 Tabor Avenue, Philadelphia, PA 19120-50099, USA。電話：2156973321。

³ 國家消防保護協會。地址：1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269。網址：<http://www.nfpa.org>

⁴ 國際標準組織。ISO 中央秘書處地址：1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland。電話：41227490111。傳真：41227333430。網址：<http://www.iso.ch>

⁵ 美國國家標準局。總部地址：1819 L Street, NW, Washington DC 20036, USA。電話：2022938020。傳真：2022939287。紐約辦公室地址：11 West 42nd Street, New York, NY, 10036, USA。電話：2126424900。傳真：2123980023。網址：<http://www.ansi.org>

5 詞彙

5.1 縮寫字及縮略字

5.1.1 MAWL – 最大可接受的舉升重量

5.1.2 MMH – 人工搬運材料

5.1.3 SESC – 供應商人因工程符合標準（請參閱附錄 1）

5.2 定義

5.2.1 **行政管理** – 行政管理會變更執行工作的方法，但不會變動設備的設計。行政管理並非工程上的控制，其範圍包含：工作輪班、工時延長、工作休息排程、短暫休息及伸展運動。較常使用工程控制而非行政管理。

5.2.2 **人體測量學考量** – 設計上的考量著重於使用者在人體測量學上的限制（如體型及力氣）。

5.2.3 **人體測量學** – 提供人體生理測量值的說明資訊（如體型及力氣）。

5.2.4 **認知** – 與人體的資訊處理、感受及注意力有關。

5.2.5 **重要控制器與顯示器** – 防止人員進入設備或指示設備進入不安全狀態、可能危害人員或使設備受損的控制器或顯示器。重要控制器及顯示器包括緊急停止（EMO）開關、聯鎖失敗指示燈以及故障警報。

5.2.6 **累積性傷害病症** – 壓力持續累積（如力量、重複性動作等）在身體部位所造成的病症。

5.2.7 **持續時間** – 整體任務或一個工作循環的時間長度，亦代表暴露在單一或多重危險因素下的時間。

5.2.8 **緊急停止（EMO）** – 此控制電路啟動後會讓設備進入安全關機狀態。

5.2.9 **工程控制** – 透過設備的設計來消除或降低危險的方法。

5.2.10 **人因工程相關危險** – 設備或工作環境會對使用者產生應力，進而發展成立即性傷害或累積性傷害病症的危險。

5.2.11 **人因工程問題** – 涉及使用者的身體和認知需求、能力及人因績效極限，且與機器設計、任務及人員工作環境其他特性有關的問題。

5.2.12 **人體工學** – 人類面對工作環境與操控設備時相關的生理與心理能力研究。

5.2.13 **過度伸取** – 可能會對使用者產生生物力學或其他應力的伸取。

5.2.14 **延展伸取** – 需要伸長、屈身、蹲下、向前彎腰超過 20 度或是肩膀屈曲或外展超過 45 度的伸取動作。

5.2.15 **力量** – 完成某動作或施力所需的機械力量，包括靜態施力（不移動但持續時間較長）以及動態施力（包括舉升、推、拉）與接觸壓力（外力施加在皮膚上的局部壓力）

5.2.16 **頻率** – 多久執行一次任務。

5.2.17 **經常使用** – 處理過程或工作循環中每小時至少使用 1 次。本文件亦包括一名操作員同時操作多台設備的情形。

5.2.18 **人為錯誤** – 人為錯誤包括無法執行必要的功能、執行功能後發生意料外的後果、無法辨識和修正危險情況，或是面對偶發事件的反應不足或不正確。

5.2.19 **意外觸發** – 意外或非故意的啟動或關閉控制器。

5.2.20 **不常使用** – 處理過程或工作循環中每小時使用不到 1 次。本文件亦包括一名操作員同時操作多台設備的情形。

5.2.21 **安裝** – 設備到達使用者場地後進行初次作業前的準備活動，包括運送、舉升、拆箱、放置、校平及設施整合。

5.2.22 **指側夾** – 用大拇指及食指的側面夾住物體（又稱為指狀夾[Key Grip]）。

5.2.23 **保養** – 使設備保持在良好運作狀態的計畫性或非計畫性活動

5.2.24 **模型** – 用來進行人因評估的設備原尺寸實體模型，通常以較不昂貴的材質製成。

- 5.2.25 **正常姿勢** – 人體關節承受最小壓力的位置。一般而言，人體的正常姿勢為站直且向前看、手臂自然垂放在身體兩旁的姿勢。
- 5.2.26 **非正常（不良）姿勢** – 關節在非正常姿勢或承受的壓力大於最小壓力的位置。
- 5.2.27 **正常視線** – 自眼睛延伸的假想線，與兩眼間的假想線垂直且低於眼睛水平位置 15 度。
- 5.2.28 **操作** – 操作員讓設備發揮符合其預定用途的所有功能，包括載入產品、設定或操作外部控制器。
- 5.2.29 **操作員** – 與設備互動的人員，負責執行必要的動作使設備發揮預定的功能。
- 5.2.30 **覆蓋** – 取得目前控制系統狀態的優先權。
- 5.2.31 **掌面夾** – 手指貼近手掌，將物體握住在手指與掌心之間。未使用大拇指（例如抓起一塊夾板）。
- 5.2.32 **個人防護裝備 (PPE)** – 穿戴在身上的裝備與衣物（如化學手套、呼吸器、護目鏡等），以便於執行任務時減少相關危險所造成的人身傷害。在本文件中，無塵室衣物（如手套、無塵衣、無塵靴、無塵帽等）不被視為個人防護設備。
- 5.2.33 **穩固地握住** – 手指及大拇指完全包住把手，且大拇指碰觸或疊放在食指上。
- 5.2.34 **姿勢應力** – 身體姿勢在肌肉、肌腱、神經以及身體血管上產生的過度負荷，或對關節造成的壓力。
- 5.2.35 **主要檢視區域** – 正常視線 30 度內的錐形區域（視線上、下、兩側各 15 度）。
- 5.2.36 **問題任務** – 確定為違反人因工程的任務，可能會造成人體力學上的壓力或人身傷害、不當操作或設備損壞。
- 5.2.37 **風險因素** – 會使人員受傷／生病，或提高設備、環境或產品衝擊機率的設計因素。
- 5.2.38 **半導體製造設備** – 用在半導體設計、開發、製造、組裝、測量及測試，且和半導體支援製程相關聯的設備。
- 5.2.39 **維修** – 使設備由失效轉為良好工作狀態的非計畫性活動。
- 5.2.40 **靜態姿勢** – 身體特定部位做最小動作的固定姿勢。
- 5.2.41 **屈身** – 頭、肩、身體從站立姿勢往前或往下傾斜。
- 5.2.42 **任務** – 在一個工作循環中，為達到一特定目標而從事的一組相關作業。
- 5.2.43 **任務分析** – 此分析過程之目的係在確定使用者於操作、保養或維修設備或利用單一或多種工具工作時必須進行的動作。任務分析必須針對每項任務的步驟進行闡釋，包括感受、決策、記憶儲存、姿勢與人體力學需求以及預期的錯誤等。
- 5.2.44 **指尖夾** – 以大拇指與食指的指尖夾住物品。
- 5.2.45 **使用者** – 與設備互動的人員。使用者包括操作員、保養及維修人員和其他人。
- 5.2.46 **使用者族群** – 可合理預期會使用設備進行操作、保養或維修任務的一群具代表性之人員。
- 5.2.47 **驗證測試** – 確認設計有效性的測試。在 SEMI S8 標準中，「有效性」乃是從機能設計的觀點考量。
- 5.2.48 **WIP 巢** – WIP（在製品）的貯存架構。
- 5.2.49 **工作環境** – 設計、開發、製造、組裝、測量及測量半導體元件及相關支援製程的地點。
- 5.2.50 **工作地點的陳設** – 設備在廠房中的實際配置。
- 5.2.51 **工作空間** – 預期使用者將進行設備操作、保養及維修的可用空間。
- 5.2.52 **工作站** – 設備控制器及顯示器的所在位置，或載入／卸載材料的位置。
- 5.2.53 **工作台** – 座式或站式工作站上用來放置輸入裝置、寫字或進行組裝作業的平面（通常為水平面）。

6 一般基準

- 6.1 人因工程相關安全問題 – 當設備設計、安裝、操作、維修或保養等因素致使受過相關訓練的使用者在資訊處理或身體能力上無法滿足任務需求時，便會造成人因工程相關的安全問題，其產生原因包括：
 - 6.1.1 靜態或不良姿勢；
 - 6.1.2 重複性動作；
 - 6.1.3 檢修不方便、裕度不足以及伸取距離過遠；
 - 6.1.4 提起粗重或大量元件；
 - 6.1.5 顯示器上的資訊難以判讀或瞭解；
 - 6.1.6 控制器造成混淆難以操作，或需要施加強力才能操作；以及
 - 6.1.7 警告或故障訊息不明確，以致無法正確反映機器問題。
- 6.2 設計上的安全相關問題應在生產前即予排除，或是將發生機率降至可接受的程度。應將人因工程原理納入設計，並以人因績效能力（HPC）和極限為中心建構工作需求，藉以降低人因工程相關安全問題。
- 6.3 設備在設計上應可降低或消除可能由人機或人員與任務間的不協調所導致的錯誤（例如意外觸發、忽略或委託他人代勞所造成的錯誤）。
- 6.4 一般較建議使用工程控制來降低危險。若無法使用工程方法來控制人因工程危險，則應藉由降低持續時間、頻率或暴露程度等行政管理措施來降低危險。
- 6.5 應優先考量可能導致人員受傷的問題；可能導致設備嚴重受損的問題則應屬第二優先考量事項。
- 6.6 建議使用者與設備供應商應在設備開發、實機測試、全量產後以及設備整體生命週期期間，針對人機介面的問題進行資訊交流。
- 6.7 在構想、設計、建構及安裝的各階段應進行人因工程評估，以判定是否達到人因工程基準的要求，並在評估過程中製作一份完整的 SESC 文件（請參閱附錄 1）。
 - 6.7.1 設備評估應判定設備在設計上可能影響操作、訓練、安裝、維修或保養任務的各項相關風險因素。
 - 6.7.2 在設計階段正式結束前使用模型及模擬作業可幫助判定並解決人因工程問題。應從使用者族群中挑選具代表性的人員於預期的工作條件下進行測試。
 - 6.7.3 評估內容應包含單一人員因操作多組設備而需連續重複進行一項操作的情形。供應商應說明此一情況的符合標準，並將其列入評估報告中。
- 6.8 整體目標在於設備的有效性，以及工作人員在操作及保養設備時的安全、便利及舒適。
- 6.9 設備的旋鈕、開關及其他控制器不可造成工作服或個人防護裝置的損壞或不當變質。控制器在設計上應與使用者穿戴的手套相容，以發揮手套防止污染或保護人員的功能。例如，無塵室手套通常會降低 15% 的緊握力。設備的顯示器應考量到使用無塵帽、化學眼罩或面罩時可能會阻礙視力及聽力等情形。
- 6.10 技術文件（例如手冊等）以及設備上的指示（例如標籤、指示燈、畫面上的功能表等）在動作、術語、符號及格式上均應一致。
- 6.11 滿足客戶特殊需求的客製化設備不可加重人因工程的風險等級。
- 6.12 請參閱 SEMI E95 中更多有關人機介面設計的建議。
註 2：SEMI E95 列有人機介面的相關資訊。SEMI S8 雖是參考 SEMI E95 的資訊，但並不表示亦會將其納入本文件。

7 文件化

- 7.1 供應商應利用附錄 1 中的「供應商人因工程符合標準」來評估設備中的可測量項目是否符合 SEMI S8 標準。評估中也應包括判定未達標準項目的相關風險等級。風險評估

應與 SEMI S10 的嚴重性分類相容（災難、嚴重、中度及輕度四種分類）。

- 7.1.1 對於附錄 1 中每個未達標準的項目，應在評估報告中加註實際尺寸的測量值以及未達標準的理由，例如可提供測試資料或工程決議等書面資料，說明不符合的理由。
例外：無論第 1 節「人工搬運材料分析」的分析結果為何，評估報告都應提供計算書。
- 7.1.2 評估報告亦應包含以下資訊：製造商的型號、受評估設備的序號、設備評估的日期、分析過程中所有受評估任務的清單，以及評估人員的姓名。
- 7.2 供應商提供的文件應包含為降低人因工程風險所採取的行政管理措施。
- 7.3 供應商提供的文件應以圖解方式說明為符合 SEMI S8 基準所需的所有安裝需求（例如應在圖說中指明打開絞接板所需的裕度空間、操作員工作區域以及垂直腳架的可調範圍，以將人因工程測量值保持在 SESC 可接受的範圍內）。
- 7.4 評估報告應指明設備上每個獨立可調區域的安裝參考點，以利垂直測量。若供應商已建議安裝高度，評估報告中亦應使用相同的高度參考值。此安裝高度應註明在供應商的安裝文件中。
註 3：安裝文件可納入安裝手冊與供應商就安裝考量所提出的其他資訊中。

8 相關文件

8.1 SEMI 標準

SEMI S13 – 半導體製造設備操作及維修手冊的安全基準

8.2 ANSI 文件

ANSI Z535.4 – 產品安全標示及標籤

8.3 CEN/CENELEC 標準⁶

EN 614-1 – 機械安全 – 人因工程設計原理，第一篇，詞彙及一般原理

EN 894-1 – 操作員的互動安全／人因工程

EN 50099-2 – 安全／標示原則

8.4 NIOSH 文件⁷

NIOSH 出版編號 81-122 – 手動舉升的工作實務指南，美國國家職業安全衛生研究院，1981 年。

NOISH 方程式修正版，人體工學，第 36 冊，No.7，1993 年。

8.5 SAE 文件⁸

SAE J833 – 人體尺寸

8.6 SEMATECH 文件⁹

預防 IC 製造設備中的非人性化介面 – 預防十大介面問題的人因工程方法，Miller、Dwight P.及 Whitehurst，Hugh，SEMATECH Technology Transfer #92091299NA-ENG，1992 年 11 月

SEMATECH SCC 使用者介面樣式指南，1.0.92061179A-ENG，1992 年 8 月 21 日

8.7 其他文件

8.7.1 Bailey、Robert W.，人因績效工程 (HPE)，Prentice Hall，1989 年。

8.7.2 Eastman Kodak Company，人員工作之人因工程設計，第一、二冊，Van

⁶ 歐洲標準委員會 (CEN)／歐洲電子技術標準會員會 (CENELEC) 中央秘書處地址：rue de Stassart 35, B-1050 Brussels, Belgium。網址：<http://www.cenelec.com>

⁷ 美國國家職業安全衛生研究院，技術資訊院地址：4676 Columbia Pkwy, Cincinnati, OH 45226, USA。網址：<http://www.niosh.com.my>

⁸ 美國汽車工程師協會，地址：400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096 USA。網址：<http://www.sae.org>

⁹ International SEMATECH，地址：2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA。網址：<http://www.semtech.org>

Nostrand-Reinhold，1983 年。

- 8.7.3 EN ISO 7250 – 科技設計的基礎人體測量法
- 8.7.4 EN ISO 14738 – 機械安全，機械工作站設計的人體測量學需求
- 8.7.5 Grandjean, E., 使任務符合人力：職業人因工程教材（第四版），Taylor & Francis，1988 年。
- 8.7.6 Grether W.F.及 Baker C.A.，1972 年，Van Cott 與 Kincade 設備設計的人性工程中的資訊視覺展示，華盛頓特區，美國政府出版品辦公室。
- 8.7.7 Konz, S.，工作設計：工業人因工程（第三版），Publishing Horizons，1990 年。
- 8.7.8 Pheasant、Stephen、Bodyspace — 人體測量學、人因工程與設計，Taylor & Francis，1988 年。
- 8.7.9 Salvendy、Gavriel（編），人為因素手冊，Wiley，1987 年。
- 8.7.10 Sanders、Mark S.及 McCormick、Ernest，工程與設計中的人為因素（第七版），McGraw-Hill Book Company，1993 年。
- 8.7.11 Snook、Stover 及 V. Ciriello，手動搬運任務的設計 — 最大可接受重量與力量表格修正版，人因工程，第 34 冊，No. 9，1991 年
- 8.7.12 VanCott、Harold P.及 Kinkade、Robert（編），設備設計的人性工程指南，美國政府出版品辦公室，1972 年。

注意：除非有特別註明，否則以上所列文件應皆為最新出版的版本。

附錄 1

供應商人因工程符合標準 (SESC)

注意：本附錄中之資料為 SEMI S8 正式文件的一部分，且已於 2006 年 11 月 21 日經正式通信投票程序核准。

表 A1-1：供應商人因工程符合標準檢查表

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符合／不適用
1	人工搬運材料			
1.1	依據相關程序書，對操作、保養或維修中潛藏危險的人工原物料搬運作業進行分析。 註：應分析雙手舉升或降下作業： 若搬運的物品重量超過 44.5N (10lbf)； 或若搬運的物品重量超過 22.2N (5lbf)， 且搬運頻率預計超過每 5 分鐘舉升一次。 請參閱附錄 2 的詳細說明。	分析及結果的文件。 應依據附錄 2 的表 A2-2 或其他類似文件 記錄雙手舉升／降下 分析。		
2	站姿載入產品 (除晶舟盒、JEDEC 盤、晶圓匣及光罩盒外，適用於所有載體)。			
2.1	指幅寬度的裕度。	最小 38mm (1.5in.)		
2.2	手掌寬度的裕度。	最小 76mm (3in.)		
2.3	從設備或障礙物前緣量至手與產品結合點的伸取距離。	最大 330mm (13in.)		
2.4	手與產品在裝載位置的垂直結合點。	最大 1010mm (40in.) 最小 890mm (35in.)		
3	載入晶舟盒			
3.1	載入晶舟盒時，任一軸所需的晶舟盒旋轉角度不可大於 10 度。 註：除另有規定外，應假設 200mm 或以下晶圓是以垂直方向運送，300mm 晶圓是以水平方向運送。	任一軸的旋轉角度小於 10 度		
3.2	承載介面的高度，從立面量起的垂直距離。(150-200mm 晶圓)	最大 960mm (38in.) 最小 890mm (35in.)		
3.3	晶圓盒承載介面 (晶圓盒將舉高越過此介面上方) 前方的最大邊緣高度 (150-200mm 晶舟盒)。以承載表面為起點測量邊緣高度。	最大 30mm (1.2in.)		
3.4	從設備或障礙物前緣量至產品抓握點或旋轉裝置上耦合點的伸取距離。	最大 330mm (13in.)		
3.5	晶舟盒任一側的最大手部裕度 (從晶舟盒側邊量至附近最近的物體)。	最小 76mm (3in.)		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
4	在製品的貯存 (晶舟盒特有的製程)			
4.1	晶舟盒／批盒 (Lot Box) 貯存架的整體高度 (僅適用於 150-200mm 晶舟盒／批盒)。	最大 (1 個盒子的深度) 1520mm (60in.) 最大 (2 個盒子的深度) 1220mm (48in.) 最小 460mm (18in.)		
5	人工晶舟盒旋轉裝置的設計			
5.1	把手高度 (亦即從立面量起的手部結合點)。	最大 1206mm (47.5in.) 最小 838mm (33in.)		
5.2	手把應可讓手掌如同握持梯子的橫木或槍柄般, 能夠完全「穩固地握住」。	無論手掌為內轉 (手掌向下) 或正常 (手掌向內) 姿勢, 都可完全穩固地握住。		
5.3	單手舉升力。	最大 37.8N (8.5 lb.)。 此值包括因在無塵室使用手套而減少的 15% 抓握力。 腕部偏移再減少 15% 的抓握力。		
5.4	雙手舉升力。	最大 64.5N (14.5 lb.)。此值包括因在無塵室使用手套而減少的 15% 抓握力。 腕部偏移再減少 15% 的抓握力。		
6	把手的設計 (把手的尺寸適用於未戴手套或無塵室使用標準手套的情形)。 註: 請參閱附錄 3 有關把手類型的說明。			
6.1	把手的表面處理	所有邊緣皆倒圓		
6.2	圓柱形把手			
6.2.1	圓柱形把手的直徑 (D)	最大 38mm (1.5in.) 最小 25mm (1 in.)		
6.2.2	圓柱形把手的長度 (L)	最大 127mm (5in.)		
6.3	圓形或三角形把手			
6.3.1	圓形或三角形把手的直徑 (D)	最大 90mm (3.5in.) 最小 50mm (2 in.)		
6.3.2	圓形或三角形把手的高度 (厚度) (H)	最大 25mm (1 in.) 最小 19mm (0.75 in.)		
6.4	球形把手			

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
6.4.1	球形把手的直徑	最大 63mm (2.5in.) 最小 38mm (1.5 in.)		
6.5	鉗形把手			
6.5.1	鉗形把手的握距 (S)	最大 89mm (3.5in.) 張開 最小 38mm (1.5in.) 閉合		
6.5.2	鉗形把手的長度 (L)	最小 127mm (5in.)		
6.6	槍柄式把手			
6.6.1	槍柄式把手的直徑 (D)	最大 63mm (2.5in.) 最小 38mm (1.5in.)		
6.6.2	槍柄式把手的長度 (L)	最小 127mm (5in.)		
6.7	封閉式把手 註：把手直徑是指彎曲手指內側與把手表面接觸的部分。除了圓柱形托柄外，封閉式把手亦可製造成其他形狀。			
6.7.1	封閉式把手，整隻手緊握（手提箱把手） 寬度 (W) 深度 (D) 直徑 (d)	最小 127mm (5in.) 最小 45mm (1.75in.) 最大 25mm (1in.)		
6.7.1.1	直徑(不需要超過 71N(16 lbf)的力量)(d)	最小 6.3mm (0.25in.)		
6.7.1.2	直徑（不需要超過 89N(20 lbf)力量）(d)	最小 13mm (0.5in.)		
6.7.1.3	直徑（不需要超過 180N(40 lbf)力量）(d)	最小 19mm (0.75in.)		
6.7.2	封閉式把手，3 隻手指 寬度 (W) 深度 (D) 直徑 (d) 力量	最小 90mm (3.5in.) 最小 38mm (1.5in.) 最小 6.3mm (0.25in.) 最大 71N (16 lbf)		
6.7.3	封閉式把手，2 隻手指 寬度 (W) 深度 (D) 直徑 (d) 力量	最小 60mm (2.5in.) 最小 38mm (1.5in.) 最小 6.3mm (0.25in.) 最大 51N (11.5 lbf)		
6.7.4	封閉式把手，1 隻手指 寬度 (W) 深度 (D) 直徑 (d) 力量	最小 38mm (1.5in.) 最小 38mm (1.5in.) 最小 3.2mm (0.13in.) 最大 27N (6 lbf)		
6.8	鉤握式把手			

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
6.8.1	鉤握式把手 (4 隻手指) 開口長度 (L) 開口寬度 (W) 深度 (d) 嘴緣長度 (l)	最小 90mm (3.5in.) 最小 38mm (1.5in.) 最小 50mm (2in.) 最小 50mm (2in.)		
6.8.2	鉤握式把手的拉力 (4 隻手指)	最大 80N (18 lbf)		
6.9	手指拉持式把手			
6.9.1	手指拉持式把手 (4 隻手指) 開口長度 (L) 開口寬度 (W) 深度 (d) 嘴緣長度 (l)	最小 90mm (3.5in.) 最小 25mm (1in.) 最小 19mm (0.75in.) 最小 19mm (0.75in.)		
6.9.2	手指拉持式把手的拉力 (4 隻手指)	最大 9.8N (2.2 lbf)		
7	保養與維修			
7.1	操作員需有閱讀資訊、使用手工具或進行連接的例行保養區內的最小照度。可提供整體照明設備或攜帶式照明設備 (可暫時配戴無需手持) 來達到此要求。	最小 300 lux (30fc)		
7.2	身體裕度 註：應從任務分析的觀點決定裕度，並應考量在指定區內執行的任務性質。			
7.2.1	任何姿勢：上半身裕度 (肩膀寬度)	最小 610mm (24in.)		
7.2.2	站姿： 頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3}	最小 1980mm (78in.) 最小 690mm (27in.)		
7.2.3	坐在地板上： 頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3} 工作高度	最小 1000mm (39in.) 最小 690mm (27in.) 最小 280mm (11in.)		
7.2.4	蹲姿： 頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3} 工作高度	最小 1220mm (48in.) 最小 790mm (31in.) 最小 460mm (18.1in.)		
7.2.5	跪姿： 頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3} 工作高度	最小 1450mm (57in.) 最小 1220mm (48in.) 最小 640mm (25.2in.)		
7.2.6	膝蓋爬行： 頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3}	最小 740mm (29in.) 最小 1520mm (60in.)		
7.2.7	屈身：	最小 1450mm (57in.)		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符合／不適用
	頭頂裕度 (從地板量起) 前方水平裕度 ^{#3} 工作高度	最小 1020mm (40in.) 最小 640mm (25.2in.)		
7.2.8	仰臥 (背部朝下平躺) 高度 長度	最小 430mm (17in.) 最小 1980mm (78in.)		
7.2.9	俯臥或爬行空間： 高度 長度	最小 510mm (20in.) 最小 2440mm (96in.)		
7.3	手／手臂裕度 (適當時應保留此裕度。 尺寸經過調整適合在無塵室使用手套的情形)			
7.3.1	可讓手指插入的裕度，圓形 (直徑) 或 方形區域： 1 隻手指 2、3 或 4 隻手指彎曲成小球狀	最小 32mm (1.25in.) 最小物體直徑+58mm (2.3in.)		
7.3.2	可讓手掌平放伸入到手腕處的裕度： 高度、手掌厚度 寬度、手掌寬度	最小 89mm (3.5in.) 最小 114mm (4.5in.)		
7.3.3	可讓拳頭伸入到手腕處的裕度： 高度、拳頭厚度 寬度、拳頭寬度	最小高度 89mm (3.5in.) 最小寬度 127mm (5in.)		
7.3.4	可讓雙手臂伸入到肩膀處的裕度 (不確 保可看見內部)： 伸取 寬度 高度	最大 610mm (24in.) 最小 483mm (19in.) 最小 114mm (4.5in.)		
7.3.5	可讓雙手伸入到手腕處的裕度 (不確 保可看見內部)： 伸取 寬度 高度	最大 203mm (8in.) 最小 191mm (7.5in.) 最小 114mm (4.5in.)		
7.3.6	可讓單手伸入到肩膀處的裕度，直徑或 方形區域 (不確保可看見內部)。	最小 132 (5.2in.)		
7.3.7	可讓單手手臂伸入到手肘處的裕度，圓 形或方形區域 (不確保可看見內部)。	最小 119mm (4.7in.)		
7.4	維修或保養出入口			
7.4.1	除非圍欄或護蓋完全拆下，否則保養時 應開啟並自行支撐，無需由人工支撐。 但若為防火或法律另有規定，此支撐要	提供支撐架		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
	件不適用於自關式防火門。			
7.4.2	出入口護蓋應配備可讓整隻手握住的部位或其他裝置來開啟護蓋。	提供把手，請參閱第 6 節的設計標準。		
7.4.3	操作或保養所需活動區域上方的出入口護蓋之把手高度。把手前方不可有超過 254mm (10in.) 深的障礙物。	最大 1700mm (67in.)		
7.5	可替換元件			
7.5.1	可維修的元件應採取模組替換設計，其配置應有助於快速拆解和替換。	可維修元件的配置應如同所述。		
7.5.2	可維修的元件不可彼此堆疊（亦即不可用下一層來支撐上一層）。	應能獨立檢修可維修的元件。		
7.5.3	需要經常拆除／安裝的重型元件（即舉升指數為 0.5 或以上的物件。請參閱 SESC，§1.0）或大型元件（長度大於 36 吋）應配備導引／定位輔助裝置來協助固定。	配備導引／定位梢。		
7.5.4	纜線、接頭、插頭及插座應貼標籤、上鎖、標示顏色，或以其他配置方法讓接線更加簡便並防止交叉連接。只有在未進行 SEMI S2 評估時才需評估此項目。	提供識別標記；視需要上鎖。		
7.5.5	卡籠內的電路板應有夾緊或退出的輔助裝置，以幫助載入及取出。	手指可插入該夾緊或退出輔助裝置。		
8	顯示器的位置			
8.1	站式工作站操作員主介面的位置 ^{#1} 。			
8.1.1	影像顯示終端機（單一監視器）的高度不包含觸控式螢幕。從地板量至螢幕中心。	最大 1470mm (58in.) 最小 1320mm (52in.)		
8.1.2	影像顯示終端機（多台監視器堆疊）的高度不包含觸控式螢幕。從地板量至最上方監視器的頂部。	最大 1680mm (66in.) 底層監視器為堆疊配置中的主監視器。		
8.1.3	不常使用的影像顯示終端機（每 1 小時檢視不到 1 次）高度，量至監視器的頂端。	最大 1680mm (66in.)		
8.1.4	很少使用的影像顯示終端機（每天檢視不到 1 次）高度，量至監視器的頂端。	最大 1880mm (74in.)		
8.1.5	不常檢視的視覺訊號高度，量至訊號的最頂端。此基準不適用於燈塔。	最大 2130mm (84in.)		
8.1.6	觸控式監視器的高度。	最大 1470mm (58in.)，從地板量至螢幕最上方的有效觸控點。		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
		最小 910mm (36in.)， 從地板量至螢幕最下 方的有效觸控點。 請參閱第 9 節的水平 伸取標準。		
8.1.7	高度 41 至 48 吋 (量至螢幕頂端) 觸控式螢幕監視器的傾斜角度。	向上傾斜最小 30 度		
8.1.8	高度小於 41 吋 (量至螢幕頂端) 觸控式螢幕監視器的傾斜角度。	向上傾斜最小 45 度		
8.2	座式工作站 ^{#2} 操作員主介面的位置			
8.2.1	影像顯示終端機 (單一監視器) 的高度， 不包含觸控式螢幕。從工作台下緣 ^{#4} 量至 監視器中心線。	最大 517mm (20.5in.) 最小 267mm (10.5in.)		
8.2.2	影像顯示終端機 (多台監視器堆疊) 的 高度，不包含觸控式螢幕。從工作台下 緣 ^{#4} 量至最上方監視器的頂部。	最大 727mm (28.5in.) 最小 267mm (10.5in.) 底層監視器為堆疊配 置中的主監視器。		
8.2.3	高度大於 55 吋 (量至螢幕頂端) 影像顯 示終端機的傾斜角度。若無法達到最大 高度標準，此項目即特別重要。	向下傾斜最小 15 度		
8.2.4	觸控式監視器的高度。	最 大 397mm (15.5in.)，從工作 台下緣 ^{#4} 量至螢幕最上 方的有效觸控點。 最小 77mm (3.5in.)， 從工作台下緣 ^{#4} 量至 螢幕最下方的有效觸 控點。 請參閱第 9 節的水平 伸取標準。		
8.3	顯示器的特性			
8.3.1	從顯示器中心線至輸入裝置中心線的橫 向距離。請參閱 MIL-STD-1472 中有關此 項目的敘述。	最大 320mm (12.6in.)		
8.3.2	字元高度 (專指中文、韓文及日文字元)	字元高度高於或等於 檢視距離除以 143 後 的數值。建議檢視距 離：457mm (18in.) 到 762mm (30in.)。		
8.3.3	字元高度 (中文、韓文及日文以外的所 有字元)	字元高度大於或等於 檢視距離除以 215 後 的數值。建議的檢視		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
		距離：457mm (18in.) 到 762mm (30in.)。		
9	手部控制位置 (這些標準僅適用於例行生產及保養時所使用的控制器、工具及材料。)			
9.1	站式工作站 ^{#1}			
9.1.1	很少使用的控制器之垂直位置 (每 24 小時使用不到 1 次的控制器)，從站立面量至控制器的中心線。	最大 1640mm (64.5in.) 最小 0mm (0in.)		
9.1.2	不常使用及／或重要控制器的位置。每一高度皆明定最大伸取距離。伸取距離從設備或障礙物的前緣開始量起。控制器不可安裝在高於 1638mm (64.5in.) 或低於 838mm (33in.) 的位置。中間值係採插補法。 1638mm (64.5in.) 高 1524mm (60in.) 高 1422mm (56in.) 高 1321mm (52in.) 高 1219mm (48in.) 高 1118mm (44in.) 高 1016mm (40in.) 高 914mm (36in.) 高 838mm (33in.) 高	伸取距離 254mm (10in.) 伸取距離 368mm (14.5in.) 伸取距離 432mm (17in.) 伸取距離 470mm (18.5in.) 伸取距離 483mm (19in.) 伸取距離 470mm (18.5in.) 伸取距離 394mm (15.5in.) 伸取距離 292mm (11.5in.) 伸取距離 178mm (7in.)		
9.1.3	經常使用的控制器的位置。每一高度皆明定最大伸取距離。伸取距離從設備或障礙物的前緣開始量起。控制器不可位於高於 1270mm (50in.) 或低於 940mm (37in.) 的位置。中間值係採插補法。 1270mm (50in.) 高 1219mm (48in.) 高 1168mm (46in.) 高 1118mm (44in.) 高 1067mm (42in.) 高 1016mm (40in.) 高 940mm (37in.) 高	伸取距離 292mm (11.5in.) 伸取距離 330mm (13in.) 伸取距離 368mm (14.5in.) 伸取距離 394mm (15.5in.) 伸取距離 406mm (16in.) 伸取距離 394mm (15.5in.) 伸取距離 318mm (12.5in.)		
9.2	座式工作站 ^{#2}			
9.2.1	不常使用及／或重要控制器的位置。每一高度皆明定最大伸取距離。伸取距離從工作台或障礙的物前緣開始量起。高度則從工作台下緣 ^{#4} 開始量起。控制器不可安裝在高於 724mm (28.5in.) 或低於 -140mm (-5.5in.) 的位置。中間值係採插補法。			

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
	724mm (28.5in.) 高 597mm (23.5in.) 高 495mm (19.5in.) 高 394mm (15.5in.) 高 292mm (11.5in.) 高 191mm (7.5in.) 高 89mm (3.5in.) 高 -13mm (-0.5in.) 高 -140mm (-5.5in.) 高	伸取距離 356mm (14in.) 伸取距離 432mm (17in.) 伸取距離 470mm (18.5in.) 伸取距離 483mm (19in.) 伸取距離 483mm (19in.) 伸取距離 470mm (18.5in.) 伸取距離 445mm (17.5in.) 伸取距離 381mm (15in.) 伸取距離 254mm (10in.)		
9.2.2	經常使用的控制器之位置。每一高度皆 明定最大伸取距離。伸取距離從工作台 或障礙的物前緣開始量起。高度則從工 作台下緣 ^{#4} 開始量起。控制器不可位於高 於 394mm (15.5in.) 或低於 89mm (3.5in.) 的位置。中間值係採插補法。 394mm (15.5in.) 高 343mm (13.5in.) 高 292mm (11.5in.) 高 241mm (9.5in.) 高 191mm (7.5in.) 高 140mm (5.5in.) 高 89mm (3.5in.) 高	伸取距離 330mm (13in.) 伸取距離 368mm (14.5in.) 伸取距離 394mm (15.5in.) 伸取距離 406mm (16in.) 伸取距離 419mm (16.5in.) 伸取距離 419mm (16.5in.) 伸取距離 419mm (16.5in.)		
10	工作站的設計			
10.1	站式工作站 ^{#1}			
10.1.1	操作員能以靜態姿勢接觸的工作台前緣 半徑。	最小 6.4mm (0.25in.)		
10.1.2	鍵盤、軌跡球或滑鼠的高度 (量至 Home 列、球／滑鼠頂端)。 註：若輸入裝置 (鍵盤、軌跡球或滑鼠) 較常用來執行機械控制 (在鍵盤上間歇 單指輸入、間歇短暫使用滑鼠或軌跡球) 而非打字 (連續使用鍵盤輸入長字串、 在圖形環境中連續使用軌跡球或滑鼠) 時，建議適用第 9 項的手部控制位置 (站 式工作站) 的高度及伸取距離。	最大 1020mm (40in.) 最小 970mm (38in.)		
10.1.3	顯微鏡目鏡的高度。必須可在此範圍內 進行調整。	1270mm (50in.) 到 1730mm (68in.)		
10.2	座式工作站 ^{#2}			
10.2.1	鍵盤、軌跡球或滑鼠 (至 Home 列、球 ／滑鼠頂端) 的高度。 註：若輸入裝置 (鍵盤、軌跡球或滑鼠) 較常用來執行機械控制 (在鍵盤上間歇 單指輸入、間歇短暫使用滑鼠或軌跡球)	最大 87mm (3.5in.) 最小 37mm (1.5in.) 高度從工作台下緣 ^{#4} 量起。		

章節	指標	驗收標準 公制單位 (英制單位)	實際值	符合／不符 合／不適用
	而非打字 (連續使用鍵盤輸入長字串、在圖形環境中連續使用軌跡球或滑鼠) 時, 建議適用第 9 項的手部控制位置 (座式工作站) 的高度及伸取距離。			
10.2.2	腿部垂直裕度	最小 673mm (26.5in.)		
10.2.3	腿部水平裕度, 膝蓋位置的深度。	最小 508mm (20in.)		
10.2.4	腿部水平裕度, 足部位置的深度。	最小 660mm (26in.) 深從工作台下緣量起 的最小垂直裕度範圍: 低於工作台下緣 ^{#4} 419mm (16.5in.) 到 673mm (26.5in.) 之間		
10.2.5	腿部水平裕度, 寬度	最小 610mm (24in.)		
10.2.6	設備整合式顯微鏡: 顯微鏡目鏡高度, 從工作台下緣 ^{#4} 量至目 鏡中心。必須可在此範圍內調整。 獨立式 (桌上型) 顯微鏡: 顯微鏡目鏡高度, 從工作台上緣量至目 鏡中心。必須可在此範圍內調整。	範圍 495mm (19.5in.) 到 658mm (25.9in.) 獨立式顯微鏡: 範圍 445 (17.5in.) 到 607 (23.9in.)		
10.2.7	顯微鏡目鏡的位置與工作站前緣的關係。	目鏡與工作站前緣齊 平或突出前緣朝向使 用者 (適用於所有目 鏡高度調整設定值)		
10.2.8	工作台的厚度。	最大 51mm (2in.)		
10.2.9	操作員能以靜態姿勢接觸的工作台前緣 半徑。	最 小 半 徑 6mm (0.25in.)		

#1 站式工作站係指操作員可保持站立姿勢或坐在高腳椅上操作的工作站。操作員坐在高腳椅上的高度必須大約等同其站立的高度。

#2 座式工作站係指使用短背式辦公椅的工作站。

#3 在既定姿勢下, 為確定身體裕度而從設備或障礙物測量的距離。

#4 將原本從地板開始測量改成從工作台下緣測量其目的在於必要時可使用較高的工作台, 並確保在此情況下可適切地決定較高工作台所需的其他設計特性。

附錄 2

舉升、力量與材料搬運

注意：本附錄中的內容為 SEMI S8 正式文件的一部分，並經正式通信投票程序核准。

A2-1 一般考量

- A2-1.1 請參閱相關資訊 1 的表 R1-3 有關執行任務時使用者最大抓握力百分比的建議基準。
- A2-1.2 在設備承載及卸載工作站搬運標準產品或容器時，定向及搬運皆應考量機械化。若需要以人工搬運，設計上應減少伸取距離、舉升高度以及拉動和不良姿勢。應避免同時舉升及扭轉身體。承載、卸載與舉升位置應確保地板至手部保持在 84-107cm (33-42in.) 的高度，最佳的設計目標為 102cm (40in.)。
- A2-1.3 應有把手或挖空的設計以利緊握（例如類似握住手槍的姿勢）。避免需使用手指夾握或以不良姿勢握持的把手。把手應可讓人員將物體靠近身體搬運。
- A2-1.4 應避免屈身舉升或搬運物體。當材料搬運的垂直高度小於 84cm (33in.)，或身體前方的水平伸取距離大於 46cm (18in.) 時，便需要屈身。
- A2-1.5 進行雙手推／拉的動作時，地板至手部高度應為 97cm (38in.) 至 112cm (44in.)。
- A2-1.6 立面應考量降低滑倒及跌倒的危險。
- A2-1.7 應避免不良姿勢。請參閱相關資訊 1 之表 R1-2 中建議避免的不良姿勢清單。
- A2-1.8 進行雙人搬運任務時，應有足夠的結合位置及足夠的身體裕度可進行任務。若參數（如水平伸取距離）有任何改變，必須針對每位人員的舉升工作進行分析並紀錄。

A2-2 選擇並使用正確的 MMH（人工搬運材料）分析工具

- A2-2.1 以下將說明一般常用的三種 MMH 評估工具，分別為「NIOSH 舉升方程式修正版應用手冊」的舉升方程式、生物力學模型，以及心理物理學能力列表資料。可參考表 A2-1 決定某項任務應使用何種分析工具。若分析工具欄位中打勾，即代表可適用此分析工具。若任務的任一層面未在特定的工具欄位中出現打勾標記，則表示該分析工具不適合用來評估此任務。請注意，在許多個案中可同時適用多種工具。若能適用 1991 NIOSH 方程式，評估人員即應使用之，因其可提供最保守的結果。在其他情況下，評估人員亦可使用其他適用的工具。
- A2-2.2 有關 1991 NIOSH 方程式的正確使用方式，請參閱 Waters, Tomas et.al., *NOISH 舉升方程式修正版使用手冊*，美國衛生暨人道服務部 (NIOSH)，辛辛那提市，俄州，1994 年。
- A2-2.3 許多參考文獻皆供有心理物理學資料，例如 A. Mital, A.S. Nicholson, M.M. Ayoub: *人工搬運材料指南*，Taylor and Francis, 倫敦，1993 年。
- A2-2.4 可利用生物力學模型軟體進行生物力學分析。