

## 奈米技術實驗室奈米物質暴露控制手冊

奈米科技技術逐漸成熟，也受到世界各國之重視，紛紛投入研發與採取獎勵措施發展奈米產業，台灣也成立奈米國家型科技計畫，設立各種研究中心，產業界也投入相當多之研發能量，台灣奈米產業步入發展期，預期相關從業人員將陸續增加。雖然奈米科技可能衍生的安全衛生問題仍不確定，但仍應該採取適當措施，透過實驗室自我評估管理，於奈米科技發展中一併考量相關議題，包括評估奈米科技可能產生之奈米物質暴露及危害，控制與防護策略降低暴露，避免對於研發及生產人員產生可能之健康衝擊。因此勞工委員會勞工安全衛生研究所與交通大學環境工程研究所蔡春進教授合作，就現階段奈米物質安全衛生知識與技術提出此手冊，供奈米技術研發單位及事業單位參考，而對於應用奈米科技所延伸之物理及人因危害風險，建議可參考一般安全衛生評估預防技術手冊。

希望透過本手冊能協助降低奈米物質的可能暴露，建議奈米技術實驗室透過自我評估是否會產生奈米物質，若會產生奈米物質，原則必須採取謹慎的奈米物質作業方法，將奈米物質的暴露降至最低可能的濃度。特別是對於開發階段之奈米技術實驗室中可能第一線接觸奈米物質之作業人員，應該特別注意。

由於奈米物質毒性的未知數很多，且沒有暴露的安全閾值，本手冊假設奈米物質為有害物，若是已有研究指出所暴露之奈米物質為無害，則所採取措施可以放寬。而奈米物質的毒性、測量方法、暴露控制技術的資訊日新月異，所採取之措施也應在適當期間定期更新。本手冊就下列章節分別說明，

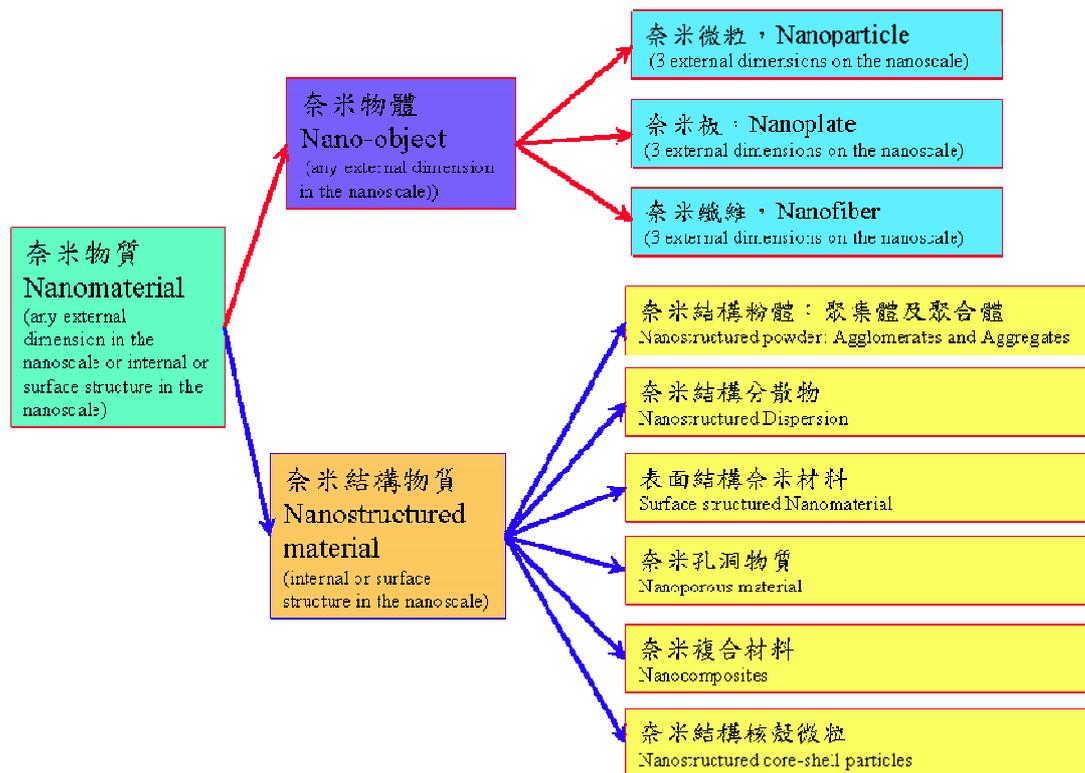
- 壹. 簡介
- 貳. 奈米物質作業人員管理
- 參. 奈米物質暴露評估
- 肆. 奈米物質暴露控制
- 伍. 火災及爆炸預防
- 陸. 奈米物質及奈米廢棄物管理
- 柒. 奈米物質意外釋出管理

## 壹. 簡介

奈米技術實驗室仍應遵守一般安全衛生工作要求，根據過去的經驗應該特別注意以下事項，

- 高能設備之安全與防護(如雷射、電弧等)。
- 特殊設備的人因工程問題(如大型機台、大型晶圓搬運等)。
- 特殊化學品之控制防護(特殊酸鹼、特殊膠體等)。

除此之外，奈米技術實驗室應該自我評估，所採用之奈米技術是否會產生奈米物質？根據國際標準組織(ISO/WD TS 80004-5(2009))之定義，奈米物質分成奈米物體及奈米結構材料，其中的奈米物體又分成奈米微粒、奈米片及奈米纖維，為現階段奈米技術實驗室暴露控制的重點。奈米物質的分類方式如圖所示：



若有可能接觸奈米物質，就應該採取適當措施，參考本手冊制定適合的奈米物質暴露評估控制策略，盡可能降低作業人員奈米物質暴露至合理可行的濃度。

評估的內容可參考附表一，應該包括，

1. 作業內容的描述。
2. 參與作業規劃及危害評估的人員。
3. 辨識已知及疑似的狀況及不確定性。
4. 所採用之奈米技術是否會產生奈米物質？
5. 含所產生奈米物質之物品(包括產品、中間產物、廢水、廢氣及廢棄物等)是否會與作業人員接觸？奈米物質是否會分離？
6. 奈米物質是否會懸浮於空氣中？是否會逸散至作業環境空氣中？
7. 所採取控制空氣中奈米物質措施是否恰當？

根據過去的經驗，危害物空氣中或溶液中性質類似，可採用類似的危害預防方法，因此若奈米物質性質與粉塵或化學物質類似，應該可採工業衛生習知之暴露評估與控制方法，降低奈米物質可能造成之風險，因此 ISO 奈米物質分類上之奈米結構物質，應該可採取習知的安全衛生措施來預防危害。

對於可能分離之奈米物質，也就是 ISO 分類之奈米物體，若奈米技術實驗室製造、使用和處理奈米物質時，會產生獨立存在之奈米物體(包括奈米微粒、奈米板、及奈米纖維，一般泛稱奈米微粒)，由於奈米物體特性可能異於一般粉體，因此應該特別謹慎，應該評估所產生之奈米物體之流佈，判斷所應該採取之環保、安全與衛生(ES&H, Environment, Safety, and Health)管理策略。

若評估屬於溼式或乾式奈米物質作業場所，就現階段發現而言，奈米物質作業的 ES&H 管理人員應考慮下列事項：

1. 奈米物質可經由吸入、皮膚接觸及食入而進入人體，動物實驗顯示低溶解度的奈米物質可能比同一質量的微粒的毒性強，它們可以穿透到肺部深層並轉移至其他器官。
2. 奈米物質的反應性高，常被當作觸媒使用，以降低反應所需溫度，但也容易引起火災及爆炸的風險。特別是金屬奈米粉體的爆炸預防，應該特別謹慎。
3. 有許多的研究指出，傳統的實驗室所用的一些控制方法對於奈米物質也有控制的效果，如通風控制及高效率空氣過濾均為可行的工程控制方法。

4. ES&H 的管理人員必需注視奈米物質的研究近況，審視本手冊內容是否夠用，必要時應採取更嚴格的控制方法。
5. 實驗室的人員均需將奈米物質視為具有急毒性的及長期毒性，而謹慎的管理作業人員的暴露，使奈米物質的濃度盡可能降低至合理可行的濃度，並避免奈米物質在環境的逸散。若有文獻或學術測試報告證實所暴露之工程奈米物質為無害，所採取之策略可放寬。
6. 對於奈米物質之前趨物質、中間產物及最終產物的危害均須考慮。
7. 針對乾式粉體的作業應投入更多時間並較嚴格的方法作控制，懸浮在液體中或嵌入在固體中之奈米物質的控制優先順序則較低。

## 貳. 奈米物質作業人員管理

有可能接觸奈米物質之人員都屬於奈米物質作業人員，建議可採用以下的準則來辨識奈米物質作業人員，包括：

- (1) 處理可能含有奈米物質溶液人員。
- (2) 處理可能逸散至空氣中的奈米物質人員。
- (3) 經常處於奈米物質逸散區域人員。
- (4) 操作、維修或保養受奈米物質污染或可能逸散奈米物質機器之人員。

對於奈米物質作業人員管理，建議至少應包括紀錄奈米物質作業人員身分、告知可能接觸奈米物質情形、基本健康狀況掌握。

更進一步，建議以下列方式進行奈米物質作業人員管理：

1. 紀錄符合上述奈米物質作業人員的身分，接觸奈米物質種類、狀況、時間。
2. 進行作業人員的訓練，內容可包括：
  - (1) 奈米物質物理化學特性訓練
  - (2) 奈米物質危害認知訓練，特別是金屬奈米粉體的爆炸預防
  - (3) 工程控制的使用

- (4) 個人防護具 (PPE, Personal Protective Equipment) 的使用
  - (5) 污損防護衣的處置
  - (6) 污染表面的清潔
  - (7) 意外釋出奈米物質的處置
3. 至少必需對職員及訪客施以奈米物質的健康與安全危害的認知介紹。
  4. 作業人員的健康檢查，應考慮：
    - (1) 奈米物質作業人員之基線及週期性檢查，如尿液、血液及肺功能。
    - (2) 異常洩露時受到大量奈米物質暴露人員的健康檢查。

### 參. 空氣中奈米物質暴露評估

透過空氣中奈米物質暴露評估，了解奈米物質逸散於空氣中情形，採取不同的控制策略。目前可以使用的儀器含數目、質量和表面積的直接測量儀器。在數目方面有凝結微粒計數器(CPC, condensation particle counter)，掃描式電動式粒徑分析儀(SMPS, scanning mobility particle size)，電子顯微鏡(SEM, TEM)；在質量方面有固定點分徑採樣器(大都為多階衝擊器可採集奈米物質，尚無個人的奈米物質採樣器)、錐狀元件振盪天平(TEOM, Taper element oscillating microbalance)及貝他計(beta gauge)等；在表面積方面有擴散充電器(diffusion charger)作成的表面積分析儀，靜電低壓衝擊器(ELPI, electrical low pressure impact or)及電子顯微鏡等。以上 SMPS 及 ELPI 得到的數據可藉由微粒密度及形貌資料間接轉換成不同量度單位的奈米物質濃度。

建議至少利用手提式 CPC，量測奈米物質生產或處理時微粒濃度高於背景情形，辨識奈米物質來源，建議若超過背景濃度一倍，就應該視為有奈米物質逸散。

進一步，可採下列策略進行暴露評估，第一步驟為污染源的辨識，可以利用手提式 CPC 為之，但須先量測背景之奈米物質濃度，再比較奈米物質生產或處

理時的微粒濃度，才能測出人造奈米物質的污染來源。對於特殊的奈米物質物種，如 TiO<sub>2</sub>，則須以濾紙採樣，再以 SEM 及 TEM 決定微粒是否存在，並定性分析微粒之粒徑大小。當污染源決定之後，再以表面積分析儀決定粒徑的表面積，及利用 SMPS 量測微粒的粒徑分布，目前市面上有表面積分析儀可以使用。最後可使用個人的可呼吸性旋風式或衝擊式粉塵採樣器採集微粒，以便於化學分析，也可進一步再利用 SEM 及 TEM 辨識微粒的形貌及量測奈米物質的粒徑分布。以上這些多面向的方法可以決定工作場所奈米物質之暴露特性及濃度，但是由於這些方法以固定點採樣為主，與個人的實際暴露量之間會有差異。

#### 肆. 奈米物質暴露控制

作業場所必須採取適當之措施，降低奈米物質暴露，包括降低奈米物質逸散，接觸奈米物質時的防護等。

若屬溼式奈米物質作業，建議應該於接觸奈米物質溶液時穿戴適當防護具，避免身體任何部位與奈米物質直接接觸。

若屬乾式奈米物質作業，建議至少應該在奈米物質來源處設置局部排氣系統，再利用手提式 CPC，確認氣罩外奈米物質濃度未明顯高於背景濃度。若仍有奈米物質逸散，奈米作業人員應該配戴合格職業衛生防塵口罩。

進一步，透過整體的職業衛生策略思考，進行完善之奈米物質暴露控制，考慮策略可包括：

##### 1. 工程控制：

- (1) 工作區域的設計：工作區應有適當的工程及行政控制以避免作業人員的奈米物質的暴露，奈米物質的製造加工場所或處理場所應與其他場所隔離，二者間應設置除汙區，並防止人員將含有奈米物質的衣物或物品帶出工作區，如使用黏汙的踏墊，緩衝區及作業員去污設備的設置。

- (2) 會產生奈米物質的作業場所應在圍封空間內(enclosure)進行，並保持負壓(針對作業員的呼吸道而言)如手套箱，化學排煙櫃，層流桌上櫃等。若是製程無法圍封，則使用局部通風系統控制奈米物質及前趨物的逸散。
- (3) 勿將含有奈米物質的空氣直接排到大氣中，應使用高效率濾材(HEPA, High Efficiency Particulate Air)過濾後再排放至實驗室外面，而不要再排到實驗室中，也可以使用靜電集塵器、濾袋屋及文氏洗滌器作排氣處理，但奈米物質的處理效率應作確認。尾氣處理設備應有操作性能的監控設備。
- (4) 排氣中奈米物質的濃度應作定期的監測。
- (5) 排氣系統及各部組件應定期檢查及測試。
- (6) 更換奈米物質的操作設備或處理設備時，應使用適當的去污方法(如：溼式擦拭法)，以避免可能的奈米物質污染。

## 2. 行政管理：

### (1) 處理奈米物質的作業計畫及人員訓練

- (i) 處理奈米物質的作業應研擬計畫，免於作業人員暴露於奈米物質。
- (ii) 應對作業人員施以奈米物質的物理化學特性、危害認知及暴露預防的教育訓練。

### (2) 實驗室清潔

- (i) 處理奈米物質的作業場所應保持清潔，尤其針對可分散的奈米粉體作業場所應特別加以重視。保持作業表面清潔免於奈米物質的污染(工作檯、玻璃器皿、設備、排氣櫃等)。使用濕式擦拭法或使用 HEPA 真空吸塵器清潔表面，HEPA 真空吸塵器的濾網必需要經過認證才可使用。
- (ii) 勿使用乾式清掃或使用高壓空氣作清潔工作。
- (iii) 利用有害廢棄物的處理程序，處置擦拭布及清潔物品，以及含有奈米物質的廢棄物。

### (3) 作業方式

- (i) 不同工作台之間奈米物質的傳送應以密閉、有標示的容器為之(如標示好的可密封塑膠袋)。
- (ii) 避免皮膚接觸奈米物質。
- (iii) 若無法使用通風控制時，需評估危害大小並使用別的作業控制方式控制暴露。

### (4) 標示

- (i) 在可分散性的奈米物質作業場所標示危害性，個人呼吸防護具的需求及行政控制的需求，並限制與奈米物質的製造加工或處理作業無關的人員進入奈米物質的作業場所。
- (ii) 奈米物質的儲存容器外面也要作適當的標示。

## 3. 個人防護具(PPE)：

- (1) 個人防護具配戴的目的在於當防止工程控制失效時避免人員受到奈米物質的嚴重暴露。
- (2) 經過危害評估後再根據防護具選用準則選擇適當的個人防護具，並正確的使用。用於溼式化學作業的防護衣可適用於奈米物質的作業，包括：
  - (i) 低滲透性不露出腳趾的鞋子與可拋棄式的鞋套、
  - (ii) 無袖口的長褲、
  - (iii) 長手套、
  - (iv) 長袖襯衫、
  - (v) 實驗衣。
- (3) 穿戴橡膠材質(如丁腈膠)手套，液體作業時應選用防腐蝕的材質。手套應經常更換，拋棄時應按照奈米廢棄物的管理辦法處置，使用手套的作業之後要洗手。
- (4) 依危害種類選用適當、含有護罩及面罩的安全眼鏡，以及防止化學噴濺之護目眼鏡等。
- (5) 在工業衛生師指導下，進行工程奈米物質的暴露測量，並依需要選擇半面體，及含有高效率濾材(HEPA 或 P-100)濾罐或更高級的呼吸防護具。
- (6) 個人防護具(PPE)之清潔及處置應依實驗室的規定辦理。

## 伍. 火災及爆炸預防

奈米物質有較大的表面積，反應性較強，若有乾式奈米物質(奈米粉體或是乾式奈米結構物質)，應該特別注意火災及爆炸預防。若有額外能量之操作，包括靜電、碰撞、擠壓及加熱，若有額外能量操作，應該特別謹慎。

進一步，應考慮事項說明如下，研究指出奈米金屬粉體之最小點火能量均小於 1mJ，在小於 20% 低濕度下，人體的許多活動均遠超過此能量，容易引起火災；奈米粉體在研磨時或傳輸過程中也十分容易產生火災爆炸的危險。增加空氣中的溼度，降低靜電之產生及清除靜電均為防止火災爆炸之方法。奈米粉體易產生聚集現象，其爆炸特性與微米粉體類似；奈米粉體之表面積濃度愈大及粒徑愈小時，會開始燃燒的初始溫度也愈低，亦即危險性會愈高。奈米粉體達最低爆炸濃度時，遇火源容易產生爆炸，因此，監控空氣中奈米物質的濃度，以避免濃度過高產生爆炸風險十分重要。奈米物質較易分散成懸浮微粒，在空氣中停留時間較久，因此電器設施之設計需考慮防塵措施。為減少火災與爆炸風險，可在製造及儲存過程使用控制的氣體環境，如使用二氧化碳、氮氣或其他惰性氣體等。在奈米物質的處理場所，應使用抗靜電的鞋子以防止靜電的累積。滅火器應考慮奈米物質與水的相容性，有些金屬粉體與水會發生反應產生氫氣易引起火災，此時需使用適當的滅火器。

## 陸. 奈米物質及奈米廢棄物的管理

奈米物質應該適當標示，可作好管理，也可讓奈米作業人員或可能接觸人員了解處理物質。建議應該將任何獨立之奈米物質(包括產品、中間產物、廢水、廢氣及廢棄物等)，妥善包裝避免洩漏，並應於包裝外標示內部奈米物質情形(例如奈米銀液，奈米二氧化鈦粉體等)。

進一步，應該視奈米物質為有害物質，進行適當管理，奈米物質的容器應貼

上下列標籤：

<p><b>注意</b></p> <p>奈米物質(名稱)：</p> <p>容器損害時需連絡：</p> <p>姓名：</p> <p>電話：</p>
--------------------------------------------------------------------------

奈米物質廢棄物的收集及處置建議應與有害廢棄物相同，應遵循各研究單位的程序作適當的處置。

### 1. 奈米物質廢棄物的定義

- (1) 純奈米物質(如奈米碳管)
- (2) 受奈米物質污染的物件(如個人防護具、擦拭布等)
- (3) 含有奈米物質的液體介質(如含有奈米碳管的酸液)
- (4) 含有奈米物質、易碎的固體介質或在固體物件表面黏附易脫落或溶出的奈米物質。本文件不包括含有不易脫落或溶出的奈米物質的固體物件。

### 2. 奈米廢棄物的管理

- (1) 勿將奈米廢棄物棄置於一般的垃圾桶或水槽中。
- (2) 奈米廢棄物需收集於有標示的有害物容器中，且須加蓋封密。標示上需出寫奈米物質的名稱。
- (3) 將廢棄擦拭紙、個人防護具及其他奈米物質污染物品收集於容器或塑膠袋內密封，置於化學排煙櫃內直至裝滿為止。棄置時另以一個塑膠袋作雙層裝袋，加上標示後再棄置。

## 柒. 奈米物質意外釋出管理

處理意外釋出奈米物質，應該僅可能採用溼式處理方式，處理時也應注意作業人員防護，降低可能之暴露。

進一步，建議應該準備個人防護具，以備處理時避免接觸處理之奈米物質，也應準備擦拭紙，溼式處理溢出奈米物質後視為奈米廢棄物處理。每間實驗室需至少有下列的物品，以作為奈米物質溢出時的應變：

1. 圍離膠帶
2. 乳膠手套
3. 可拋棄式 N95 口罩(如一般的奈米物質)或高效率濾材搭配全面體面體(如奈米碳管)
4. 吸附材料
5. 擦拭紙
6. 可密封的塑膠袋
7. 清潔地毯(walk-off mat)

當有意外釋出事件時：

1. 受影響區域以圍離膠帶或適當的方式隔開，限制人員進出。
2. 評估釋出的程度。若有數克重的溢出時視為嚴重意外。
3. 嚴重釋出事件需連絡 ES&H 辦公室，限制負責單位以外人員進入。

少量的乾式粉體物質溢出由實驗室的受訓人員以下列方式清潔奈米物質：

1. 將清潔地氈(walk-off mat)放在清理人員離開管制區的地方。
2. 不要用乾布擦拭乾奈米粉體。少量的粉體可以使用濕布擦拭，大量的溢出粉體需使用 HEPA 真空吸塵器吸除。廢棄的擦拭布須視為奈米廢棄物，以前面介紹的方式作處置。
3. HEPA 真空吸塵器需要專用，並標示「奈米物質專用」字樣。使用後的濾材依前章之方式作處置。

若是意外釋出含奈米物質的液體時，則依奈米物質之危害性啟動一般的危害應變機制，另外在液體移除後考量下列之額外事情：

1. 將清潔地氈放在清理人員離開管制區的地方。
2. 在空氣可能吹過溢出區的地方加上障礙物減少氣流。
3. 使用專用的 HEPA 真空吸塵器清理奈米物質。
4. 釋出清理使用過的物質(地氈、吸收材料、擦拭布等)當作有害廢棄物處理。

所有釋出清理後的物質應依奈米廢棄物的管理程序作適當的處置。

## 參考資料

- 蔡春進，2009，奈米技術實驗室的奈米微粒暴露評估及控制研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所研究報告，IOSH 98-H324。
- American Society for Testing and Materials (ASTM). standard E 2535-07, Standard guide for handling unbound engineered nano-scale particles in occupational settings ; 2008.
- British Standards Institution (BSI). Nanotechnologies-Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials, published document, PD6699-2 ; 2007 a.
- British Standards Institution (BSI), ISO/TR 27628, Workplace atmospheres-Ultrafine, nanoparticle and nanostructured aerosols-Inhalation exposure characterization and assessment ; 2007 b.
- 本勞働災害防防止協會，2007，研究、製造現場奈米科技之確切管理手段之指引，平成 19(2007)年 3 月。
- Department of Energy (DOE). Nano scale Science Research Centers, Approach to Nanomaterial ES&H, Revision2, June 2007. [http://www.sc.doe.gov/bes/DOE\\_NSRC\\_Approach\\_to\\_Nanomaterial\\_ESH.pdf](http://www.sc.doe.gov/bes/DOE_NSRC_Approach_to_Nanomaterial_ESH.pdf)
- International Council on Nanotechnology (ICON). International Council on Nanotechnology: A Review of Current Practices in the Nanotechnology Industry ; 2006.

# 台灣奈米技術實驗室奈米物質暴露控制手冊—執行表格

附表一 奈米技術實驗室安全衛生管理策略自我評估表

實驗室名稱	_____ (單位) _____ _____ (研究室、實驗室)
作業內容的描述	→            →            →            → →            →            →            →
評估是否為奈米物質作業？分類等級 → <input type="checkbox"/> 1 (一般奈米物質作業，定期評估) → <input type="checkbox"/> 2 (溼式奈米物質作業，請填附表二) → <input type="checkbox"/> 3 (乾式奈米物質作業，請填附表三)	
奈米物質危害性	<input type="checkbox"/> 已有疑似的危害報告，採保守謹慎措施。 <input type="checkbox"/> 仍無任何危害報告，視為不確定性，採保守措施。
評估內容確定性	<input type="checkbox"/> 確定→於更改作業時再評估。 <input type="checkbox"/> 不確定性→現有儀器可評估，但仍不確定，有更新儀器時再評估。 <input type="checkbox"/> 不確定性→無法評估，有更新技術時再評估。
參與作業規劃及危害評估的人員	單位：_____ 姓名：_____ 日期：_____ 單位：_____ 姓名：_____ 日期：_____

## 附表二 奈米物質作業基本措施建議表(溼式奈米物質作業)

一、奈米物質作業人員管理。

姓名	職務	接觸奈米物質 名稱數量	接觸奈米物 質狀況	接觸時間頻率與 長度	告知 風險	健康 檢查
		名稱：_____ 數量：_____ (公斤(奈米物質)/每月)	<input type="checkbox"/> 奈米物質溶液 <input type="checkbox"/> 廢液	頻率：____次/週 長度：____小時/次	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
			<input type="checkbox"/> 奈米物質溶液 <input type="checkbox"/> 廢液	頻率：____次/週 長度：____小時/次	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無

二、空氣中奈米物質暴露評估

→溼式奈米物質作業，經驗判斷無逸散情形。

儀器測定無逸散情形，儀器型號\_\_\_\_，背景濃度\_\_\_\_(#/ cc)，操作時濃度\_\_\_\_(#/ cc)。

三、奈米物質暴露控制。

人員及奈 米物質	採取措施
	<input type="checkbox"/> 個人防護具→ <input type="checkbox"/> 手套(類型____) <input type="checkbox"/> 防塵口罩(型號____)， <input type="checkbox"/> 其他____
	<input type="checkbox"/> 個人防護具→ <input type="checkbox"/> 手套(類型____) <input type="checkbox"/> 防塵口罩(型號____)， <input type="checkbox"/> 其他____

四、火災及爆炸預防→溼式奈米物質作業，不會有火災及爆炸。

五、奈米物質及奈米廢棄物的管理(標示) →

採用不滲漏之外包裝，且有標示內部奈米物質情形。

採用不滲漏之外包裝，但無標示內部奈米物質情形。

外包裝可能滲漏，正尋求處理方式。

六、奈米物質意外釋出管理 →

已準備個人防護具、擦拭紙、不滲漏包裝，將採溼式處理溢出奈米物質。

已準備個人防護具及附 HEPA 之吸塵器，將採吸塵方式處理。

正研究意外釋出奈米物質管理方式。

評估期間	評估適用期間：自____年____月____日至____年____月____日
評估人員及作業 人員	單位：____姓名：____日期：____ 單位：____姓名：____日期：____

### 附表三 奈米物質作業基本措施建議表(乾式奈米物質作業)

一、奈米物質作業人員管理。

姓名	職務	接觸奈米物質 名稱數量	接觸奈米物 質狀況	接觸時間頻率與 長度	告知 風險	健康 檢查
		名稱：_____ 數量：_____ (公斤(奈米物質)/每月)	<input type="checkbox"/> 乾式奈米物質 <input type="checkbox"/> 奈米物質溶液 <input type="checkbox"/> 乾式廢棄物	頻率：____次/週 長度：____小時/次	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
		名稱：_____ 數量：_____ (公斤(奈米物質)/每月)	<input type="checkbox"/> 乾式奈米物質 <input type="checkbox"/> 奈米物質溶液 <input type="checkbox"/> 乾式廢棄物	頻率：____次/週 長度：____小時/次	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
		名稱：_____ 數量：_____ (公斤(奈米物質)/每月)	<input type="checkbox"/> 乾式奈米物質 <input type="checkbox"/> 奈米物質溶液 <input type="checkbox"/> 乾式廢棄物	頻率：____次/週 長度：____小時/次	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無

更多之奈米物質作業人員管理措施\_\_\_\_\_

二、空氣中奈米物質暴露評估。

測定地點 (含控制措施)	測定情形	判斷逸散情形
	<input type="checkbox"/> 經驗判斷 <input type="checkbox"/> 測定儀器型號_____, 背景濃度_____(#/ cc), 操作時濃度_____(#/ cc)	<input type="checkbox"/> 無逸散 <input type="checkbox"/> 逸散 <input type="checkbox"/> 未確定_____
	<input type="checkbox"/> 經驗判斷 <input type="checkbox"/> 測定儀器型號_____, 背景濃度_____(#/ cc), 操作時濃度_____(#/ cc)	<input type="checkbox"/> 無逸散 <input type="checkbox"/> 逸散 <input type="checkbox"/> 未確定_____
	<input type="checkbox"/> 經驗判斷 <input type="checkbox"/> 測定儀器型號_____, 背景濃度_____(#/ cc), 操作時濃度_____(#/ cc)	<input type="checkbox"/> 無逸散 <input type="checkbox"/> 逸散 <input type="checkbox"/> 未確定_____

更多之空氣中奈米物質暴露評估措施\_\_\_\_\_

三、奈米物質暴露控制。

作業點	採取措施
	<input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。仍要求防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。不需防塵口罩。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後未測定。經驗判斷無逸散。 <input type="checkbox"/> 未採用通風措施(原因____)，只要求防塵口罩____(型號)。
	<input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。仍要求防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。不需防塵口罩。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後未測定。經驗判斷無逸散。 <input type="checkbox"/> 未採用通風措施(原因____)，只要求防塵口罩____(型號)。
	<input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。仍要求防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。不需防塵口罩。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後未測定。經驗判斷無逸散。 <input type="checkbox"/> 未採用通風措施(原因____)，只要求防塵口罩____(型號)。
	<input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。仍要求防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後測定無逸散。不需防塵口罩。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後逸散已改善，搭配防塵口罩____(型號)。 <input type="checkbox"/> 局部排氣，→控制後未測定。經驗判斷無逸散。 <input type="checkbox"/> 未採用通風措施(原因____)，只要求防塵口罩____(型號)。

更多之奈米物質暴露控制措施\_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---

四、火災及爆炸預防。

作業點	採取措施
	<input type="checkbox"/> 奈米粉體量非常少，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 奈米粉體環境溼度很高，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 已採取去除靜電措施。 <input type="checkbox"/> 已採取增加濕度措施。
	<input type="checkbox"/> 奈米粉體量非常少，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 奈米粉體環境溼度很高，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 已採取去除靜電措施。 <input type="checkbox"/> 已採取增加濕度措施。
	<input type="checkbox"/> 奈米粉體量非常少，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 奈米粉體環境溼度很高，經驗判斷不會有火災及爆炸問題。 <input type="checkbox"/> 已採取去除靜電措施。 <input type="checkbox"/> 已採取增加濕度措施。

更多之奈米物質火災及爆炸預防措施\_\_\_\_\_

五、奈米物質及奈米廢棄物的管理(標示) →

- 採用不滲漏之外包裝，且有標示內部奈米物質情形。
- 採用不滲漏之外包裝，但無標示內部奈米物質情形。
- 外包裝可能滲漏，正尋求處理方式。

更多之奈米物質及奈米廢棄物的管理措施\_\_\_\_\_

六、奈米物質意外釋出管理 →

- 已準備個人防護具、擦拭紙、不滲漏包裝，將採溼式處理溢出奈米物質。
- 已準備個人防護具及附 HEPA 之吸塵器，將採吸塵方式處理。
- 正研究意外釋出奈米物質管理方式。

評估期間	評估適用期間：自____年____月____日至____年____月____日
評估人員及作業人員	單位：_____ 姓名：_____ 日期：_____
	單位：_____ 姓名：_____ 日期：_____