

# 實驗室生物安全手冊

第三版



世界衛生組織

日內瓦

2004

# 目錄

序 .....	vi
<b>第一章 總則 .....</b>	<b>1</b>
簡介 .....	1
<b>第一部分 生物安全指引</b>	
<b>第二章 微生物風險評估 .....</b>	<b>7</b>
有限資訊之檢體 .....	7
風險評估與遺傳修飾微生物 .....	8
<b>第三章 基礎實驗室—生物安全第一及第二等級 .....</b>	<b>9</b>
操作規範 .....	9
實驗室設計及設施 .....	11
實驗室設備 .....	13
健康及醫學監視 .....	15
訓練 .....	15
廢棄物處理 .....	16
化學、用火、電氣、輻射以及設備安全 .....	17
<b>第四章 防護實驗室—生物安全第三等級 .....</b>	<b>18</b>
操作規範 .....	18
實驗室設計及設施 .....	18
實驗室設備 .....	19
健康及醫學監視 .....	19
<b>第五章 最高防護實驗室—生物安全第四等級 .....</b>	<b>22</b>
操作規範 .....	22
實驗室設計及設施 .....	22
<b>第六章 實驗室動物設施 .....</b>	<b>25</b>
動物設施—生物安全第一等級 .....	26
動物設施—生物安全第二等級 .....	26
動物設施—生物安全第三等級 .....	27
動物設施—生物安全第四等級 .....	27
無脊椎動物 .....	28

<b>第七章 實驗室 / 動物設施測試運行指引</b> .....	<b>29</b>
<b>第八章 實驗室 / 動物設施查驗指引</b> .....	<b>31</b>
<b>第二部分 實驗室生物保全</b>	
<b>第九章 實驗室生物保全概論</b> .....	<b>41</b>
<b>第三部分 實驗室設備</b>	
<b>第十章 生物安全櫃</b> .....	<b>45</b>
I 級生物安全櫃 .....	46
II 級生物安全櫃 .....	46
III 級生物安全櫃 .....	49
生物安全櫃之通風連接 .....	49
生物安全櫃之選擇 .....	49
實驗室中生物安全櫃之使用 .....	50
<b>第十一章 安全設備</b> .....	<b>53</b>
負壓軟膜隔離裝置 .....	54
移液輔助器 .....	54
均質機、震動器、攪拌器及超音波振盪器 .....	55
拋棄式接種環 .....	55
微型焚化爐 .....	55
個人防護裝備及衣物 .....	55
<b>第四部分 優良微生物操作技術</b>	
<b>第十二章 實驗室技術</b> .....	<b>61</b>
實驗室中檢體之安全操作 .....	61
移液管及移液輔助器之使用 .....	61
避免感染性物質之散佈 .....	62
生物安全櫃之使用 .....	62
避免感染性物質之食入以及與皮膚及眼睛之接觸 .....	62
避免感染性物質之注射 .....	63
血清之分離 .....	63
離心機之使用 .....	63
均質機、震動器、攪拌器及超音波振盪器之使用 .....	64
組織研磨器之使用 .....	64
冰箱與冷凍櫃之維護及使用 .....	64
裝有冷凍乾燥感染性物質安瓿瓶之開啓 .....	64
裝有感染性物質安瓿瓶之儲存 .....	65

---

對血液及其他體液、組織及排泄物之標準防護方法 .....	65
對可能含有普粒子蛋白物質之預防措施 .....	66
<b>第十三章 意外事故應對計畫及緊急應變程序 .....</b>	<b>68</b>
意外事故應對計畫 .....	68
微生物實驗室緊急應變程序 .....	68
<b>第十四章 消毒及滅菌 .....</b>	<b>71</b>
定義 .....	71
實驗室材料之清潔 .....	71
化學殺菌劑 .....	72
局部環境之除污 .....	75
生物安全櫃之除污 .....	76
洗手 / 手部除污 .....	76
加熱消毒法及滅菌法 .....	76
焚化 .....	78
處理 .....	78
<b>第十五章 感染性物質運輸之簡介 .....</b>	<b>79</b>
國際運輸規定 .....	79
基本之三層包裝系統 .....	79
溢出物清除程序 .....	81
<b>第五部分 生物技術簡介</b>	
<hr/>	
<b>第十六章 生物安全及重組 DNA 技術 .....</b>	<b>85</b>
生物表現系統之生物安全考量 .....	85
表現載體之生物安全考量 .....	85
用於基因轉移之病毒載體 .....	85
基因轉植動物及“基因剔除”動物 .....	86
基因轉植植物 .....	86
基因修飾生物體之風險評估 .....	86
進一步考量 .....	87
<b>第六部分 化學品、用火及電氣之安全</b>	
<hr/>	
<b>第十七章 危害性化學品 .....</b>	<b>91</b>
暴露途徑 .....	91
化學品之儲存 .....	91
關於不相容化學品之一般原則 .....	91
化學品之毒性作用 .....	91
爆炸性化學品 .....	92
化學品溢出物 .....	92

壓縮及液化氣體 .....	92
<b>第十八章 其他實驗室危害 .....</b>	<b>94</b>
火之危害 .....	94
電之危害 .....	95
噪音 .....	95
游離輻射 .....	95
<b>第七部分 安全組織及訓練</b>	
<hr/>	
<b>第十九章 生物安全官及生物安全委員會 .....</b>	<b>101</b>
生物安全官 .....	101
生物安全委員會 .....	101
<b>第二十章 後勤維護人員之安全 .....</b>	<b>103</b>
工程及建築物之維護服務 .....	103
清潔(內務)服務 .....	103
<b>第二十一章 訓練計畫 .....</b>	<b>104</b>
<b>第八部分 安全檢查表</b>	
<hr/>	
<b>第二十二章 安全檢查表 .....</b>	<b>109</b>
實驗室建築 .....	109
儲存設施 .....	109
環境衛生及工作人員設施 .....	109
暖氣及通風 .....	110
照明 .....	110
服務 .....	110
實驗室生物保全 .....	110
防火與消防 .....	111
易燃液體之儲存 .....	111
壓縮及液化氣體 .....	111
電之危害 .....	112
個人防護 .....	112
工作人員之健康及安全 .....	112
實驗室設備 .....	113
感染性物質 .....	113
化學品及放射性物質 .....	114
<b>第九部分 參考文獻、附錄及索引</b>	
<hr/>	
<b>參考文獻 .....</b>	<b>117</b>

---

附錄一 急救 .....	121
附錄二 工作人員之免疫接種 .....	122
附錄三 WHO 生物安全合作中心 .....	123
附錄四 設備安全 .....	124
可能產生危害之設備 .....	124
附錄五 化學品：危害及預防措施 .....	127
索引 .....	150

# 序

在二〇〇三年二月至六月間，台灣爆發嚴重急性呼吸道症候群（Severe Acute Respiratory Syndrome，簡稱SARS）疫情。當時國內僅有本局、國立台灣大學醫學院及國防大學預防醫學研究所等單位，具備高等級安全防護實驗室進行SARS冠狀病毒（SARS-CoV）之病原體培養鑑定。為因應下一波SARS疫情及各種新興感染症之來襲，政府機關、醫療機構、學術機構及產業界，紛紛於二〇〇四年間設立生物安全第三等級（Biosafety Level 3, 簡稱BSL-3）實驗室。預計二〇〇五年上半年，我國將有二十多間BSL-3實驗室啓用運作。

然而，在二〇〇三年十二月，國內發生首例實驗室感染SARS事件，突顯出國人對實驗室生物安全防護觀念及訓練之不足。本局除於二〇〇四年訂頒「生物安全第三等級實驗室安全規範」，供各界遵循外，並陸續安排生物安全第三等級實驗室相關人員之教育訓練。在訓練過程中，多數學員希望本局能夠提供國際通用之實驗室生物安全手冊，作為自行建立實驗室生物安全手冊之指引。

世界衛生組織（WHO）在二〇〇四年所出版之「實驗室生物安全手冊」（Laboratory Biosafety Manual）第三版，目前已有法文、葡萄牙文、西班牙文、俄文及中文簡體之譯本，可謂全世界所公認之生物安全指引。本局於今年五月著手翻譯為中文譯本，並寫信向WHO報備在案。隨及印製成冊，除免費提供相關實驗室參閱外，並將其電子檔連結至本局全球資訊網，供各界下載參考。期望實驗室生物安全管理及防護之正確觀念，擴散到全國每個實驗室，避免實驗室感染事件再發生。

在此，感謝本手冊之審稿專家：國家衛生研究院周文祥副主任、食品工業研究所黃效民資深研究員、國防醫學院動物中心梁善居主任、勞工安全衛生研究所張振平組長、陸軍化學兵實驗所賴政國主任、明志科技大學劉昭麟助理教授、工業技術研究院鄭詠仁博士等人，所付出之辛勞，另對於本局參與本手冊編排及校稿同仁，亦一併申謝。

局長



謹識

中華民國九十四年六月

# 第一章 總則

## 簡介

在本手冊中，以危險群（WHO 之第一級、第二級、第三級及第四級危險群）感染性微生物之相對危害程度作為參考資料。此危險群之分類僅適用於實驗室工作。表一為危險群之說明。

表一、感染性微生物危險群之分類

---

### 第一級危險群（對個人及社區無或產生極低危險性）

極少對人類或動物引發疾病之微生物。

### 第二級危險群（對個人產生中度危險性，引發社區感染性低）

病原體能夠對人類或動物致病，但不致對實驗室工作人員、社區、牲畜或環境導致嚴重危害。實驗室暴露也許會引起嚴重感染，但可利用有效之治療及預防方法，限制疾病傳播之危險性。

### 第三級危險群（對個人產生高度危險性，引發社區感染性低）

病原體通常能引起人類或動物之嚴重疾病，但通常不會由感染個人傳染給其他個人，可利用有效之治療及預防方法。

### 第四級危險群（對個人及社區造成高度危險性）

病原體通常能引起人類或動物之嚴重疾病，並易於發生個人之間直接或間接傳染，通常無有效之治療及預防方法。

---

實驗室設施被指定為基礎實驗室—生物安全第一等級，基礎實驗室—生物安全第二等級，防護實驗室—生物安全第三等級及最高防護實驗室—生物安全第四等級。生物安全等級係根據因應來自不同危險群微生物所需之實驗室設計特點、建築構造、防護設施、設備、操作及實驗過程等綜合因素指定之。表二敘述相對應危險群之（非“等同的”）危險等級微生物所需要之生物安全等級實驗室。

表二、危險群相對應之生物安全等級、操作及設備

危險群等級	生物安全等級	實驗室型態	實驗室操作	安全裝置
第一級	基礎實驗室—生物安全第一等級	基礎教學、研究	GMT	不需要；開放式實驗台
第二級	基礎實驗室—生物安全第二等級	初級衛生服務；診斷服務、研究	GMT 加防護衣、生物危害標識	開放式實驗台，此外需 BSC 用於防護可能生成之氣膠
第三級	防護實驗室—生物安全第三等級	特殊診斷服務、研究	於生物安全第二等級防護上增加特殊防護衣、入口管制、定向氣流	BSC 及 / 或其他所有實驗室工作需要之基本設備
第四級	最高防護實驗室—生物安全第四等級	危險病原體單位	於生物安全第三等級防護上增加氣鎖入口、出口淋浴、污染物品之特殊處理	III 級 BSC 或配合 II 級 BSC 並穿著正壓連身衣、雙門高壓滅菌器（穿牆式）、經過濾之空氣

BSC：生物安全櫃；GMT：優良微生物操作技術（見本手冊第四部分）。

每個國家（地區）應該依照危險群等級，並考慮以下因素來制訂該國（該地區）微生物分類：

- 1、微生物之致病性。
- 2、微生物之傳播方式及宿主範圍。微生物可能會受到當地人口已存在之群體免疫程度、宿主人口密度及活動、適當媒介之出現及環境衛生標準等因素而影響之。
- 3、當地可使用之有效預防方法。這些方法包括：接種疫苗或給予抗血清（被動免疫）之預防措施；清潔衛生措施，例如食品及飲水衛生；動物宿主或節肢動物媒介之管控。
- 4、當地可使用之有效治療方法。這些方法包括：被動免疫、暴露後疫苗接種以及使用抗生素、抗病毒及化學治療藥物，必須考慮耐藥性菌株出現之可能機率。

必須根據風險評估結果來指定微生物病原於某一生物安全等級實驗室為之。如此風險評估必須考慮危險群及其他因素來建立適當之生物安全等級。例如，納入第二級危險群之微生物，基於安全操作通常需要生物安全第二等級之設施、設備、操作及程序。然而，如果特定實驗會產生高濃度之氣膠時，此時生物安全第三等級可能比較適合提供所需之安全程度，因為它確保實驗工作場所內更高等級之氣膠防護。因此，指定特殊實驗工作之生物安全等級時，應根據風險評估結果來進行專業判斷，而不是單純根據所使用病原微生物所屬之某一危險群，想當然地指定所需之實驗室生物安全等級（參考第二章）。

表三總結四種生物安全等級之防護要求。

表三、生物安全等級之設施需求總結

	生物安全等級			
	一	二	三	四
實驗室隔離 <sup>a</sup>	不需要	不需要	需要	需要
房間可密閉消毒	不需要	不需要	需要	需要
通風				
—向內之氣流	不需要	最好有	需要	需要
—管控之通風設備	不需要	最好有	需要	需要
—HEPA 過濾排氣	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>b</sup>	需要
雙門入口	不需要	不需要	需要	需要
氣鎖	不需要	不需要	不需要	需要
附淋浴設施之氣鎖	不需要	不需要	不需要	需要
前室	不需要	不需要	需要	—
附淋浴設施之前室	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>c</sup>	不需要
污水處理	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>c</sup>	需要
高壓滅菌器				
—現場	不需要	最好有	需要	需要
—實驗室內	不需要	不需要	最好有	需要
—雙門	不需要	不需要	最好有	需要
生物安全櫃	不需要	最好有	需要	需要
人員安全監控功能 <sup>d</sup>	不需要	不需要	最好有	需要

<sup>a</sup> 與一般人員進出，作環境及功能上之隔離

<sup>b</sup> 取決於排氣位置（見第四章）

<sup>c</sup> 取決於實驗室中所使用之微生物種類

<sup>d</sup> 例如：觀察窗、閉路電視、雙向通訊設備

因此，在選定生物安全等級時，要考慮所使用之微生物（病原）、可利用之設施及實驗室內從事安全工作所需要設備之操作及程序。



# 第一部分

## 生物安全指引



## 第二章 微生物風險評估

生物安全操作之核心是風險評估。可以借助許多方法來對某一個特定之操作步驟或實驗進行風險評估，其中最重要成份是專業判斷。風險評估應當由那些對所涉及微生物特性、使用設備及實驗步驟、可能採行動物實驗模式及防護設備及設施最為熟悉之人員為之。實驗室主管或主要研究人員要負責確認已進行適當與及時之風險評估，同時也有責任與機構之安全委員會及生物安全人員密切合作，以確保具有適當設備及設施可供進行相關研究工作。一旦從事風險評估，必須定期檢討及修訂，必要時，考慮收集與危險程度相關連之新數據及科學文獻之其他相關新資訊。

從事微生物風險評估最佳工具之一就是列出微生物之危險群等級（參考第一章）。然而對於一個特定之微生物來講，在進行風險評估時，僅參考其危險群等級是不夠的，適時還應考慮其他因素，包括：

- 1、微生物之致病性及感染劑量
- 2、暴露之潛在後果
- 3、自然感染途徑
- 4、實驗室操作所致之其他感染途徑（非口服途徑、空氣傳播、食入）
- 5、微生物在環境中之安定性
- 6、所操作微生物之濃度及濃縮材料之體積
- 7、適當宿主（人類或動物）之存在
- 8、從動物研究及實驗室感染報告或臨床報告中取得之資訊
- 9、規劃之實驗室操作（如超音波處理、氣膠化反應、離心等）
- 10、可能會擴大微生物之宿主範圍或改變微生物對已知有效治療方法之敏感性等任一基因技術（參考第十六章）
- 11、當地是否可取得有效之預防或治療之介入。

根據風險評估中所探查之資訊，可以指定所規劃研究工作之生物安全等級，選擇合適之個人防護裝備，並結合其他安全措施制訂標準操作程序（standard operating procedure, SOP），以確保最安全研究工作之可能行為。

### 有限資訊之檢體

在獲得足夠之資訊，就能充分進行上述風險評估工作。但是，也有在資訊不足時，從事一項適當風險評估之情形發生（如從野外收集之臨床檢體或流行病學樣本），這些案例下應當小心採取一些較為謹慎途徑來處理檢體。

- 1、只要檢體取自病人，均應遵循標準防護方法<sup>[2]</sup>，並採取隔離防護措施（如手套、防護衣、眼罩）。
- 2、基礎防護—處理此類檢體時，最低需求是生物安全第二等級之操作及程序。
- 3、檢體之運送應遵循國家及 / 或國際規章及規定。

下列資訊可能有助於確定處理這些檢體之危險等級：

- 1、病人之醫學數據

- 2、流行病學數據（發病率及死亡率數據、可疑之傳播途徑、其他疾病爆發之調查資料）
- 3、有關檢體來源地之資訊。

在爆發不明病因疾病時，可能由國家主管機構及 / 或 WHO 制訂並在World Wide Web上公佈適當之專門指引（如 2003 年發生嚴重急性呼吸症候群（Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS）時之情況），指導檢體應如何交付運送以及應於何種生物安全等級下進行檢體分析工作。

## 風險評估與遺傳修飾生物體

第十六章將提供關於風險評估以及基因修飾生物體（genetically modified organisms, GMOs）之詳細討論。

# 第三章 基礎實驗室— 生物安全第一及第二等級

本手冊旨在針對第一至第四級危險群微生物提出不同生物安全等級實驗室所應具備最低要求之指引及建議。雖然其中一些建議對於某些第一級危險群生物體來說可能沒有必要，但是這些建議對於訓練工作人員掌握優良微生物操作技術（GMT）來說是必要的。

診斷及衛生保健實驗室（以公共衛生、臨床或醫院為基礎）必須設計成生物安全第二等級或第二等級以上。由於沒有一個實驗室能夠完全控制所接收之檢體，故實驗室操作人員可能會接觸比預期更高等級之危險群微生物，因此，在制訂生物安全計畫及政策時要注意到這種可能性。在某些國家，臨床實驗室必須經過認證。全世界都應採納並實行生物安全標準防護<sup>[2]</sup>。

關於生物安全第一及第二等級之基礎實驗室指引，本手冊介紹得較為全面及詳盡，因為這些指引對於各等級生物安全實驗室都是最基本的。後面介紹（第四章及第五章）生物安全第三等級之防護實驗室及生物安全第四等級之最高防護實驗室所應遵循指引，則是對上述指引之修改及補充，用於操作更危險之病原體。

## 操作規範

本規範中列出了最基本之實驗室操作及程序，其為優良微生物操作技術之基礎。在規劃實驗室及國家級實驗室專案時，可以根據這些規範來制訂實驗室安全操作之書面程序。

每個實驗室都應採用“安全手冊”或“操作手冊”，其中定義已知及潛在危害，並規定特殊操作程序來避免或儘量減少這種危害。優良微生物操作技術是實驗室安全之基礎，而專門之實驗設備僅是一種補充，絕不能替代正確之操作規範。下面列出一些最重要之概念。

## 進入規定

- 1、在處理第二級危險群或更高等級危險群微生物時，實驗室門上應標有國際通用之生物危害警告標誌（圖一）。
- 2、只有經核准之人員，方可進入實驗室工作區域。
- 3、實驗室門口應保持關閉。
- 4、兒童不應被核准或允許進入實驗室工作區域。
- 5、進入動物房應當經過特別核准。
- 6、與實驗室工作無關之動物不得帶入實驗室。

## 人員防護

- 1、在實驗室工作時，任何時候都必須穿著連身衣、隔離衣或工作服。
- 2、在進行可能直接或意外接觸到血液、體液以及其他具有潛在感染性材料或感染性動物之操作時，應戴上合適之手套。手套用完後，應注意脫除手套程序，隨後必須洗手。

- 3、在處理完感染性實驗材料及動物後，以及在離開實驗室工作區域前，都必須洗手。
- 4、爲了防止眼睛或臉部受到潑濺物、碰撞物或人工紫外線輻射之傷害，必須戴安全眼鏡、面罩（面具）或其他防護設備。
- 5、嚴禁穿著實驗室防護衣離開實驗室，（如去餐廳、咖啡廳、辦公室、圖書館、員工休息室及廁所）。
- 6、不得在實驗室內穿露出腳趾之鞋子。
- 7、禁止在實驗室工作區域進食、飲水、抽煙、化妝及處理隱形眼鏡。
- 8、禁止在實驗室工作區域儲存食品及飲料。
- 9、在實驗室內用過之防護衣不得與日常服裝放在同一櫃子內。



僅授權人員方可進入

生物安全等級：\_\_\_\_\_

負責人員：\_\_\_\_\_

緊急聯絡電話：\_\_\_\_\_

單位電話：\_\_\_\_\_ 住家電話：\_\_\_\_\_

必須獲得上述負責人員  
之授權方可進入

圖一、張貼於實驗室門上之生物危害警告標誌

## 操作程序

- 1、嚴禁以口吸移液管。
- 2、嚴禁將實驗材料置於口中。嚴禁舔標籤。
- 3、所有技術操作要依儘量減少氣膠及微小液滴形成之方式來進行。
- 4、應限制使用皮下注射針頭及注射器。除了進行腸道外注射或抽取實驗動物體液，皮下注射針頭及注射器不能用於替代移液管或用作其他用途。
- 5、出現溢出、意外事故以及明顯或可能暴露於感染性物質時，必須向實驗室主管報告。實驗室應保存這些事件或事故之書面報告。
- 6、必須制訂關於如何處理溢出物之書面操作程序，並予以遵守執行。

- 7、污染液體在排放到生活污水管道以前必須清除污染源（採用化學或物理方法）。根據所處理之微生物風險評估結果，可能需要準備污水處理系統。
- 8、需要帶出實驗室之手寫稿件，必須保證在實驗室內未受到污染。

### 實驗室工作區

- 1、實驗室應保持整齊清潔，嚴禁擺放與實驗無關之物品。
- 2、發生具有潛在危害性材料溢出以及在每日工作結束之後，都必須清除工作台面之污染。
- 3、所有受到污染之材料、檢體及培養物在廢棄或清潔再利用之前，必須除污。
- 4、在進行包裝及運送時，必須遵循國家及 / 或國際相關規定。
- 5、如果窗戶可以打開，則應安裝防止節肢動物進入之紗窗。

### 生物安全管理

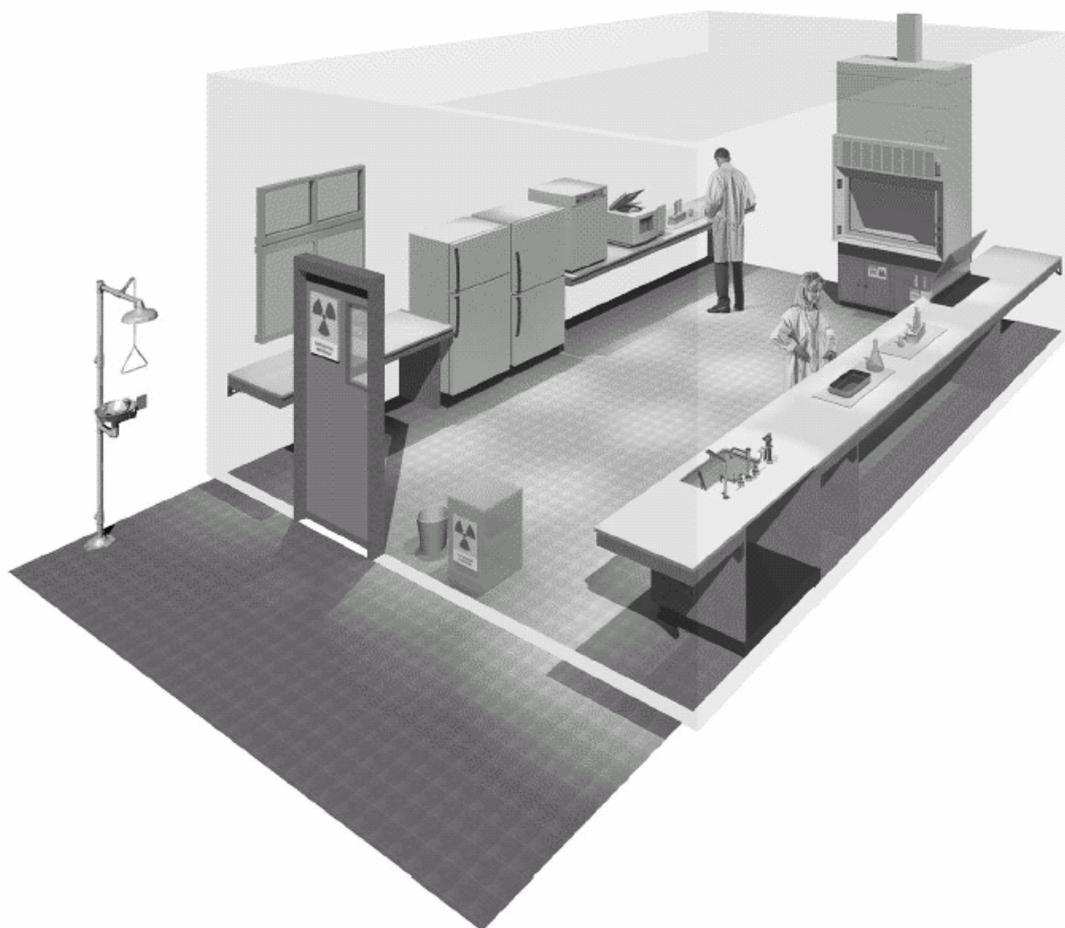
- 1、實驗室主任（對實驗室直接負責之人員）負責制訂及採用生物安全管理計畫以及安全或操作手冊。
- 2、實驗室主管（向實驗室主任彙報）應當保證提供常規之實驗室安全訓練。
- 3、要將生物安全實驗室之特殊危害告知實驗室人員，同時要求他們閱讀生物安全或操作手冊，並遵循標準操作及規章。實驗室主管應確保所有實驗室人員都瞭解這些要求。實驗室內應備有可供取閱之安全或操作手冊。
- 4、應制訂節肢動物及齧齒動物控制計畫。
- 5、如有必要，應為所有實驗室人員提供適合之醫學評估、監測及治療，並應妥善保存相應醫學紀錄。

### 實驗室設計及設施

在設計實驗室及安排某些類型之實驗工作時，對於那些可能造成安全問題之情況，要加以特別注意，這些情況包括：

- 1、氣膠之形成
- 2、處理大量及 / 或高濃度微生物
- 3、設備過度擁擠及過多
- 4、齧齒動物及節肢動物之侵擾
- 5、未經許可人員進入實驗室
- 6、工作流程：一些特殊檢體及試劑之使用。

生物安全第一及第二等級實驗室設計實例，分別見圖二及圖三。



圖二、典型之生物安全第一等級實驗室（圖片由 *CUH2A, Princeton, NJ, USA* 提供）

### 設計特徵

- 1、必須為實驗室之安全運作、清潔及維護提供足夠空間。
- 2、實驗室牆壁、天花板及地板應當光滑、易清潔、防滲漏並耐化學品及消毒劑之腐蝕。地板應防滑。
- 3、實驗台面應防水，並可耐消毒劑、酸、鹼、有機溶劑及中等熱度之作用。
- 4、應保證實驗室內所有活動之照明，避免不必要之反光及閃光。
- 5、實驗室器具應堅固耐用，在實驗台、生物安全櫃及其他設備之間及其下面，需有足夠空間以便進行清潔。
- 6、應有足夠儲存空間以擺放隨時使用之物品，以免實驗台及走廊內混亂。在實驗室工作區外，應提供另外可長期使用之儲存空間。
- 7、應當為安全操作及儲存溶劑、放射性物質、壓縮及液化氣體，提供足夠空間及設施。
- 8、在實驗室工作區外，應有存放外衣及私人物品之設施。
- 9、在實驗室工作區外，應當有進食、飲水及休息之場所。
- 10、每間實驗室應有洗手槽，最好設置在出口處，盡可能使用自來水。

- 11、實驗室門口應有可視窗，並達到適當之防火等級，最好能自動關閉。
- 12、生物安全第二等級時，應在靠近實驗室之位置配備高壓滅菌器或其他除污工具。
- 13、安全系統應包括消防、緊急供電、緊急淋浴以及洗眼設施。
- 14、應配備具有適當裝備並易於進入之急救區或急救室（見附錄一）。
- 15、在設計新設施時，應考慮設置機械通風系統，以使空氣向內單向流動。如無機械通風系統，則實驗室窗戶應能夠打開，同時應安裝防蟲紗窗。
- 16、必須為實驗室提供可靠及高品質之用水。要保證實驗室水源及飲用水源之供應管道之間無交叉連接。應當安裝防止逆流裝置，以保護公共飲水系統。
- 17、應有可靠及充足之電力供應及緊急照明，以保證人員安全離開實驗室。備用發電機對於保障重要設備之正常運轉（如培養箱、生物安全櫃、冷凍櫃等）以及動物籠具之通風都是必要的。
- 18、應有可靠及充足之燃氣供應。供氣設施必須良好維護。
- 19、實驗室及動物房可能成爲某些人惡意破壞之目標。必須考慮物理及防火安全措施。必須使用堅固之門、紗窗以及門禁系統。適當時，還應使用其他措施來加強保全（見第九章）。

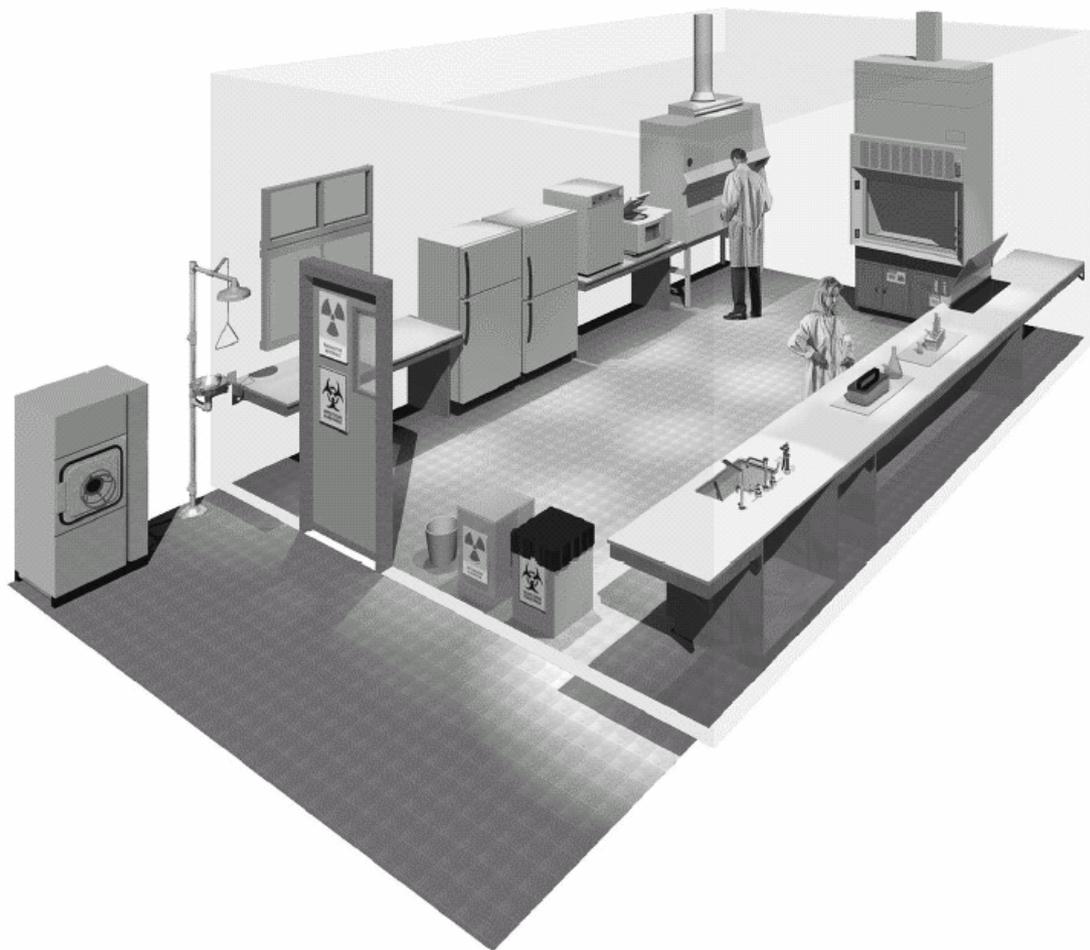
## 實驗室設備

處理生物安全危害時，使用安全設施並結合優良操作程序，將有助於降低危險。本節闡述適用於所有生物安全實驗室相關設備之基本原則。有關高等級生物安全實驗室設備之要求將在相關章節中闡述。

實驗室主任應諮詢生物安全官及生物安全委員會（如果有），確保配備足量設備，並能正確使用。選擇設備時，應符合一些基本原則，即：

- 1、在設計上應能防止或控制操作人員與感染性物質間之接觸
- 2、建築材料應防水、耐腐蝕並符合結構要求
- 3、設備裝配後，應無毛邊、銳角以及易於鬆動之部分
- 4、設備之設計、建造與安裝應便於操作、易於維護、清潔、除污及進行查驗。應儘量避免使用玻璃及其他易碎物品。

需要詳細諮詢設備性能及結構規格，以確保設施具備必要之安全特性（參見第十及第十一章）。



圖三、典型之生物安全第二等級實驗室（圖片由 *CUH2A, Princeton, NJ, USA* 提供）。在生物安全櫃中進行可能產生氣膠之操作程序。門口保持關閉並貼上適當之危險標誌。潛在被污染之廢棄物必須與普通廢棄物分開。

### 基本生物安全設備

- 1、移液輔助器—避免以口吸之方式移液。有不同設計之多種產品可供使用。
- 2、生物安全櫃，在以下情況使用：
  - 處理感染性物質；如果使用密封之安全離心杯，並在生物安全櫃內裝樣、取樣，則這類材料可在開放式實驗室離心
  - 空氣傳播感染之危險增大時
  - 進行極有可能產生氣膠之操作時（包括離心、研磨、均質、劇烈搖動、超音波破碎、打開內部壓力及周圍環境壓力不同之盛放有感染性物質容器、動物鼻腔接種以及從動物或卵胚採集感染性組織）。
- 3、拋棄式塑膠接種環，也可在生物安全櫃內使用電加熱接種環，以減少產生氣膠。
- 4、螺口蓋試管及瓶子。

- 5、用於清除感染性材料污染之高壓滅菌器或其他適當工具。
- 6、拋棄式巴斯德塑膠移液管，儘量避免使用玻璃製品。
- 7、在進行使用前，如高壓滅菌器及生物安全櫃等設備，必須用正確方法進行驗收。應參照製造商之說明書定期檢測（見第七章）。

## 健康及醫學監視

主管機構有責任透過實驗室主任來確保實驗室全體工作人員接受適當之健康監視。監視之目的是監控因工作造成之疾病。為達到這些目的，應進行如下工作：

- 1、根據需要提供主動或被動免疫（見附錄二）
- 2、促進實驗室感染之早期檢測
- 3、應禁止高度易受感染人群（如孕婦或免疫傷害人員）在高危險實驗室中工作
- 4、提供有效之個人防護裝備及程序。

## 生物安全第一等級實驗室工作人員操作微生物之監視指引

歷史證據顯示，在生物安全第一等級操作之微生物極少引起人類疾病或獸醫學意義之動物疾病。但理想之作法是，所有實驗室工作人員應進行任用前體檢，並記錄其病史。疾病及實驗室意外事故應立即報告，所有工作人員都應意識到應用優良實驗室操作技術之重要性。

## 生物安全第二等級實驗室工作人員操作微生物之監視指引

- 1、必須有錄用前或任用前體檢。記錄個人病史，並進行一次有目的之職業健康評估。
- 2、實驗室管理人員要保存工作人員之疾病及請假紀錄。
- 3、育齡期婦女應知道某些微生物（如德國麻疹病毒）之職業暴露，對胎兒之危害。保護胎兒之正確措施，因婦女可能接觸之微生物而異。

## 訓練

人為失誤及不正確之操作，均會降低安全設備對實驗室人員之防護效果。因此，有安全意識之工作人員及熟悉如何識別與控制實驗室危害，是預防實驗室感染、差錯及事故之關鍵。基於此原因，不斷進行安全措施方面之在職訓練是非常必要的。一個有效之安全程序，首先始於實驗室管理者。管理者應確保將安全之實驗室操作及程序融合到工作人員之基本訓練中。安全措施方面之訓練是新進工作人員職前訓練之一部分，且應向工作人員介紹生物安全操作規範及實驗室操作指引，包括安全手冊或操作手冊。應採用諸如簽名傳閱之方法，來確保工作人員閱讀並理解這些規範。實驗室主管對屬下工作人員進行優良實驗室操作技術訓練時，扮演關鍵角色。生物安全官可以幫助進行人員訓練，並研製教具及教案（參見第二十一章）。

人員訓練之內容應包括如何採用安全方法，來進行下列所有實驗室工作人員都會經常遇到之高危險操作，包括：

- 1、吸入危險物質（氣膠產物），如使用接種環、劃線接種瓊脂平板、移液、製作抹片、打開培養物、採集血液 / 血清檢體、離心等
- 2、食入危險物質，如處理檢體、抹片以及培養物
- 3、在使用注射器及針頭時，刺傷皮膚之危險
- 4、處理動物時，被咬傷、抓傷
- 5、處理血液以及其他有潛在病理學危害之材料
- 6、感染性材料之除污及處理。

## 廢棄物處理

廢棄物是指將丟棄之所有物品。

在實驗室內，廢棄物最終處理方式與其污染被清除之情況是緊密相關的。對於每日使用而言，很少有污染材料需要真正清除出實驗室或銷毀。大多數之玻璃器皿、儀器以及實驗衣都可以再使用或回收。廢棄物處理之首要原則是所有感染性材料必須在實驗室內除污、高壓滅菌或焚化。

用以處理潛在感染性微生物或動物組織之所有實驗室物品，在被丟棄前應考慮之主要問題有：

- 1、是否已採取規定程序，對這些物品進行有效除污或消毒？
- 2、如果沒有，是否以規定之方式包裹，以便就地焚化或運送到其他設有焚化設施之地方進行處理？
- 3、丟棄已除污之物品時，是否會對直接參與丟棄之人員，或在設施外可能接觸到丟棄物之人員，造成任何潛在之生物性或其他方面之危害？

## 除污

高壓蒸氣滅菌是除污時之首選方法。需要除污並丟棄之物品應裝在容器中（如根據內容物是否需要進行高壓滅菌及 / 或焚化而採用不同顏色標記之可高壓滅菌塑膠袋）。也可採用其他可以除去及 / 或消滅微生物之替代方法（詳見第十四章）。

## 污染性材料及廢棄物之處理與丟棄程序

要對感染性物質及其包裝物進行鑑別並分別進行處理，相關工作要遵守國家及國際規定。廢棄物可以分成以下幾類：

- 1、可回收或再使用，或依一般“家庭”廢棄物丟棄之非污染（非感染性）廢棄物
- 2、污染（感染性）尖銳物—皮下注射用針頭、手術刀、刀子及破碎玻璃；這些廢棄物應收集在有蓋、不易刺破之容器內，並依感染性物質處理
- 3、通過高壓滅菌及清洗，除污後，可回收或再使用之污染材料
- 4、高壓滅菌後丟棄之污染材料
- 5、直接焚化之污染材料。

## 尖銳物

皮下注射針頭使用過後不應再重複使用，包括不能從注射器上取下、回套針頭護套、截斷等，應將其完整地置於盛放尖銳物之拋棄式容器中。單獨使用或帶針頭使用之拋棄式注射器，應放在盛放尖銳物之拋棄式容器內焚化，如需要可先高壓滅菌。

盛放尖銳物之拋棄式容器必須是不易刺破的，而且不能將容器裝得過滿。當達到容量之四分之三時，應將其放入“感染性廢棄物”之容器中進行焚化，如果實驗室規定需要，可以先進行高壓滅菌處理。盛放尖銳物之拋棄式容器絕對不能丟棄於垃圾場。

## 高壓滅菌後重複使用之污染（有潛在感染性）材料

任何高壓滅菌後可重複使用之污染（有潛在感染性）材料在未滅菌前不應事先清洗，任何必要之清洗、修復必須在高壓滅菌或消毒後進行。

## 廢棄之污染（有潛在感染性）材料

除了尖銳物依上面方法進行處理以外，所有其他污染（有潛在感染性）材料在丟棄前，應放置在防滲漏之容器（如有顏色標記之可高壓滅菌塑膠袋）中高壓滅菌。高壓滅菌後，物品可以放在運輸容器中，運送至焚化爐。如果可能，即使在除污後，衛生保健單位之廢棄物也不應丟棄到垃圾場。如果實驗室中設有焚化爐，則可以免去高壓滅菌：污染材料應放在指定之容器（如有顏色標記之袋子）內直接運送到焚化爐中。可重複使用之運輸容器應防滲漏，有密閉蓋子。這些容器在送回實驗室再次使用前，應進行消毒清潔。

應在每個工作台上放置盛放廢棄物之容器、盤子或廣口瓶，最好是不易破碎之容器（如塑膠製品）。當使用消毒劑時，應使廢棄物充分接觸消毒劑（即不能有氣泡阻隔），並根據所使用消毒劑之不同（見第十四章）保持適當浸泡時間。盛放廢棄物之容器在重新使用前，應高壓滅菌並清洗。

污染材料之焚化必須得到公共衛生、環保部門以及實驗室生物安全官之核准（見第十四章中“焚化”部分）。

## 化學、用火、電氣、輻射以及設備安全

化學、用火、電氣或輻射事故可以間接導致病原微生物防護系統之破壞。因此，所有微生物實驗室在這些方面必須堅持較高安全標準。國家或地方之主管部門通常會制訂相關法規及條例，必要時可以向其尋求協助。在本手冊之第六部分（第十七章及第十八章）將更詳細討論化學、用火、電氣及輻射之危害。

有關安全設施之其他資料參見第十一章。

# 第四章 防護實驗室—

## 生物安全第三等級

生物安全第三等級之防護實驗室是為處理第三級危險群微生物及大量或高濃度、具有高度氣膠擴散危險之第二級危險群微生物之工作而設計。生物安全第三等級需要比生物安全第一及第二等級之基礎實驗室（見第三章）更嚴格之操作及安全程序。

在本章中所列出之指標是在生物安全第一及第二等級之基礎實驗室標準之上所需增加部分，因此，生物安全第三等級之防護實驗室首先必須應用基礎實驗室之指標。主要增加及修改部分為：

- 1、操作規範
- 2、實驗室設計及設施
- 3、健康及醫學監視。

第三級生物安全實驗室應在國家或其他有關之衛生主管部門登記或列入名單。

### 操作規範

除下列修改以外，應採用生物安全第一及第二等級之基礎實驗室操作規範：

- 1、張貼在實驗室入口門上之國際生物危害警告標誌（見圖一）應註明生物安全等級以及管理實驗室出入之負責人員姓名，並說明進入該區域之所有特殊條件，如免疫接種狀況。
- 2、實驗室防護衣必須是正面不開口式或反背式之隔離衣、清潔服、連身衣、帶帽之隔離衣，必要時，穿著鞋套或專用鞋。前扣式之標準實驗衣不適用，因為不能完全罩住前臂。實驗室防護衣不能穿出實驗室，且必須在除污後再清洗。當操作某些微生物檢體時（如農業或動物感染性檢體），可以允許脫下日常服裝換上專用之實驗衣。
- 3、開始各種潛在感染性物質之操作，均必須在生物安全櫃或其他基本防護設施（參見第十章）中進行。
- 4、有些實驗室操作，或在進行已感染某些病原體之動物操作時，必須配備呼吸防護裝備（見第十一章）。

### 實驗室設計及設施

除下列修改以外，應採用生物安全第一及第二等級之基礎實驗室設計及設施：

- 1、實驗室應與同一建築內自由活動區域分隔開，具體可將實驗室置於走廊末端，或設隔離區及隔離門，或經前室（即雙門通過間或生物安全第二等級之基礎實驗室）進入。前室是一個在實驗室及鄰近空間保持壓差之專門區域，其中應設有分別放置乾淨衣物及骯髒衣物之設施，而且也可能需要淋浴設施。
- 2、前室門可自動關閉且互鎖，以確保同一時間只有一扇門能打開。應配備能緊急逃生之窗戶或門，以供緊急撤離時使用。
- 3、實驗室牆面、地面及天花板必須防水，並易於清潔。所有表面開口（如管道通過處）必須密

封，以便於房間除污。

- 4、爲了便於除污，實驗室應密封。需建造空氣管道通風系統以進行氣體消毒。
- 5、窗戶應關閉、密封、防碎。
- 6、在每個出口附近安裝不需以手控制之洗手槽。
- 7、必須建立可使空氣定向流動之可控通風系統。應安裝可目視之監測系統，以便工作人員可以隨時確保實驗室內維持正確之定向氣流，該監測系統可包括或不包括警報系統。
- 8、在構建通風系統時，應保證從生物安全第三等級實驗室內所排出之空氣不會逆流至該建築物內之其他區域。空氣經高效率空氣微粒（High-efficiency particulate air, HEPA）過濾器過濾後，可在實驗室內再循環使用。當實驗室空氣（來自生物安全櫃除外）排出到建築物以外時，必須在遠離該建築及進氣口之地方擴散。根據所操作之微生物病原不同，空氣可以經 HEPA 過濾器過濾後排放。可以安裝暖氣、通風及空調（HVAC）控制系統來防止實驗室出現持續正壓。應考慮安裝監視警報器，向工作人員發出 HVAC 系統故障信號。
- 9、所有 HEPA 過濾器必須安裝成可以進行氣體消毒及檢測之方式。
- 10、生物安全櫃之安裝位置應遠離人員活動區，且避開門及通風系統之交叉區（見第十章）。
- 11、從 I 級及 II 級生物安全櫃（見第十章）排出之空氣，在通過 HEPA 過濾器後排出時，必須避免干擾安全櫃之空氣平衡以及建築物排氣系統。
- 12、防護實驗室中應配置用於消毒污染廢棄物之高壓滅菌器。如果感染性廢棄物需運出實驗室處理，則必須根據國家或國際之相應規定，密封於不易破裂、防滲漏之容器中。
- 13、供水管必須安裝防逆流裝置。真空管道應採用裝有液體消毒劑之防氣閥及 HEPA 過濾器或相當產品進行保護。備用真空幫浦也應以防氣閥及過濾器進行適當保護。
- 14、生物安全第三等級之防護實驗室，其設施設計及操作規範應予以文件化。

生物安全第三等級實驗室設計實例，見圖四。

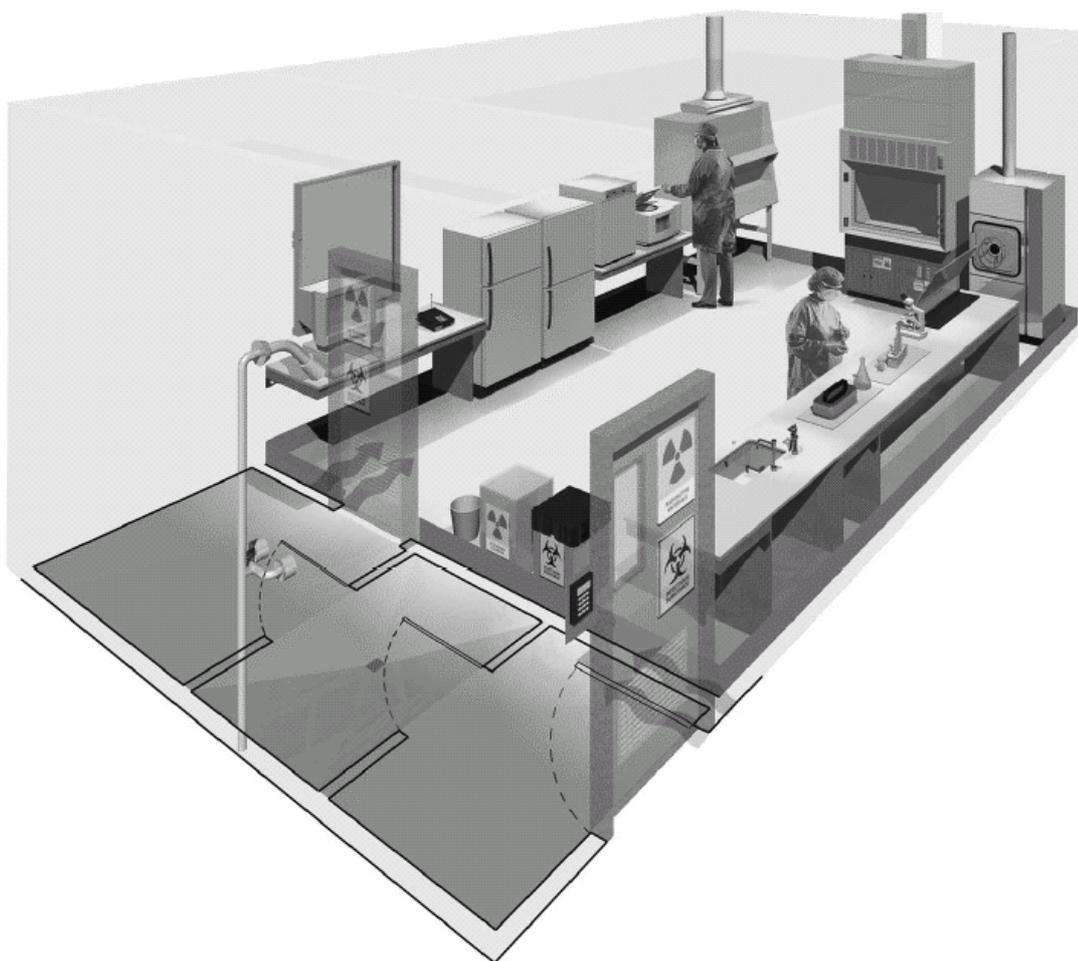
## 實驗室設備

在生物安全第三等級實驗室中選擇設備（包括生物安全櫃（見第十章）等）之原則，與生物安全第二等級之基礎實驗室一樣。但在生物安全第三等級所有與感染性物質有關之操作均需在生物安全櫃或其他基本防護設施中進行。像離心機等需要另外配置防護用附件（如安全離心桶或防護轉子）之需要進行特別考慮。有些離心機或其他設備，如用於感染性細胞之分類儀器，可能需要在局部另外安裝具有 HEPA 過濾器之排氣系統以達到有效之防護效果。

## 健康及醫學監視

生物安全第一及第二等級之基礎實驗室之健康及醫學監視目的，也適用於生物安全第三等級之防護實驗室，但需作下列修改：

- 1、對在生物安全第三等級之防護實驗室內工作之所有人員，要強制進行醫學檢查。內容包括一份詳細之病史紀錄及針對具體職業之體檢報告。
- 2、臨床檢查合格後，給予受檢者分發一張醫療聯繫卡（如圖五所示），說明他或她受雇於生物安全第三等級之防護實驗室。卡片上應有持卡者之照片，卡片應作成皮夾大小，並由持卡者隨身攜帶。所填寫之聯繫人姓名需經所屬機構同意，應包括實驗室主任、醫學顧問及 / 或生物安全官。



圖四、典型之生物安全第三等級實驗室（圖片由 *CUH2A, Princeton, NJ, USA* 提供）。實驗室與公共通道分開並通過前室（雙門入口或生物安全第二等級之基礎實驗室）或氣鎖室進入。處理廢棄物前，在實驗室內先進行高壓滅菌以除污。應有非手控式水槽。形成向內氣流而且涉及感染性材料之全部工作應在生物安全櫃中進行。

**A、卡片正面**

疾病監視通知	持卡者照片
姓名：_____	
此致工作人員： 由本人持有本卡片。當出現未明發燒症狀時，請將本 卡片送交醫生，並依所列順序通知下列人員中之任一 位。	
醫生姓名：_____	
單位電話：_____	
住家電話：_____	
醫生姓名：_____	
單位電話：_____	
住家電話：_____	

**B、卡片背面**

此致醫生：
該持卡人於_____工作，工作環境 中存在致病性病毒、立克次體、細菌、原生動物或寄生 蟲。當出現不明發燒症狀時，請與該單位聯繫，以瞭解 該工作人員可能接觸之致病病原相關資訊。
實驗室名稱：_____
地址：_____
_____
_____
電話：_____

圖五、醫療聯繫卡之建議格式

# 第五章 最高防護實驗室—

## 生物安全第四等級

生物安全第四等級之最高防護實驗室是為進行與第四級危險群微生物相關之工作而設計的，這種實驗室在建設及進行使用前，應充分諮詢有運作類似設施經驗之機構。生物安全第四等級之最高防護實驗室之運作，應在國家或其他有關之衛生主管機構管理下進行。下列資料僅作為介紹性教材，有關生物安全第四等級實驗室發展之實質性工作，應與 WHO 之生物安全規劃處<sup>1</sup> 聯繫相關資料。

### 操作規範

除下列修改以外，應採用生物安全第三等級之操作規範：

- 1、實行雙人工作制度，任何情況下嚴禁個人單獨在實驗室內工作。這一點在第四等級生物安全等級實驗室中工作時，尤其重要。
- 2、在進入實驗室之前以及離開實驗室時，要求更換全部衣物及鞋子。
- 3、工作人員要接受人員受傷或疾病狀態下緊急撤離程序之訓練。
- 4、在生物安全第四等級之最高防護實驗室中之工作人員與實驗室外面之後勤維護人員之間，必須建立常規及緊急情況下之聯繫方法。

### 實驗室設計及設施

生物安全第三等級之防護實驗室之要求也適用於生物安全第四等級之最高防護實驗室，但需增加下列幾點：

**I、基本防護。**必須配備由下列之一或幾種組合而成、有效之基本防護系統。

- III 級生物安全櫃型實驗室：在進入有 III 級生物安全櫃之房間（安全櫃房間）前，要先通過至少有兩道門之通道。在該類實驗室結構中，由 III 級生物安全櫃來提供基本防護。實驗室必須配備帶有內外更衣間之個人淋浴室。對於不能從更衣室攜帶進出安全櫃型實驗室之材料、物品，應通過雙門結構之高壓滅菌器或燻蒸室送入。只有在外門安全鎖閉後，實驗室內之工作人員才可以打開內門取出物品。高壓滅菌器或燻蒸室之門採用互鎖結構，除非高壓滅菌器運行了一個完整滅菌周期操作，或已清除燻蒸室之污染，否則外門無法打開（見第十章）。
- 防護衣型實驗室：攜帶呼吸設備之防護衣型實驗室，在設計及設施上與配備 III 級生物安全櫃之生物安全第四等級實驗室有明顯不同。防護衣型實驗室之房間佈局設計成人員可以由更衣室及清潔區直接進入操作感染性物質之區域。必須配備清除防護衣污染之淋浴室，以供人員離開實驗室時使用。還需另外配備有內外更衣室之獨立

---

1 Biosafety programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>).

之個人淋浴室。進入實驗室之人員需穿著一套正壓、經 HEPA 過濾供氣之連身防護衣。防護衣之空氣必須由雙倍用氣量之獨立氣源系統供給，以備緊急情況下使用。人員通過裝有密封門之氣鎖室進入防護衣型實驗室。必須為在防護衣型實驗室內工作之人員安裝適當之警報系統，以備發生機械系統或空氣供給故障時使用（見第十章）。

2、**進入管制**。生物安全第四等級之最高防護實驗室必須位於獨立之建築內，或是在一個安全可靠建築中，明確劃分之區域內。人員或物品之進出必須經過氣鎖室或傳遞系統。人員進入時，需更換全部衣物，而離開時，於穿上自己日常服裝前應淋浴。

3、**通風系統控制**。設施內應保持負壓。供氣及排氣均需經 HEPA 過濾。Ⅲ 級安全櫃型實驗室及防護衣型實驗室之通風系統有顯著差異：

- Ⅲ 級安全櫃型實驗室：通入 Ⅲ 級生物安全櫃之氣體可以來自室內，或者由供氣系統直接提供，並經過安裝在生物安全櫃上之 HEPA 過濾器進入。從 Ⅲ 級生物安全櫃內排出之氣體在排到室外前需經兩道 HEPA 過濾。工作中，安全櫃內相對於周圍環境應始終保持負壓。應為安全櫃型實驗室安裝專用之非循環通風系統。
- 防護衣型實驗室：需要配備專用之室內供氣及排氣系統。通風系統中之供氣及排氣部分相互平衡，以在實驗室內產生由最低危險區流向最高潛在危險區之定向氣流。應配備更強之排氣風扇，以確保設施內始終處於負壓。必須監視防護衣型實驗室內部不同區域之間及實驗室與毗連區域間之壓力差。必須監視通風系統中供氣及排氣部分之氣流，同時安裝適當之控制系統，以防止防護衣型實驗室壓力上升。供氣經 HEPA 過濾後輸送至防護衣型實驗室、用於除污之浴室以及用於除污之氣鎖室或傳遞室內。防護衣型實驗室之排氣必須通過兩道串連 HEPA 過濾器過濾後釋放至室外，或者在經過兩道 HEPA 過濾後循環使用，但僅限於防護衣型實驗室內。在任何情況下，生物安全第四等級實驗室所排出之氣體均不能循環使用於其他區域。如果選擇在防護衣型實驗室內循環使用空氣，那麼在操作中要極度謹慎，必須要考慮所進行研究之類型、在防護衣型實驗室中所使用之儀器、化學品及其他材料，以及研究中所使用之動物種類。

所有 HEPA 過濾器必須每年進行檢查、查驗。HEPA 過濾器支架之設計應允許過濾網在拆除前，可以原地除污。也可以將過濾網裝入密封、氣鎖之原裝容器中，以備隨後進行滅菌及 / 或焚化處理。

4、**污水之除污**。所有源自防護衣型實驗室、用於除污之傳遞間、用於除污之浴室或 Ⅲ 級生物安全櫃之污水，在最終排往下水道之前，必須經過除污處理。首推加熱消毒（高壓滅菌）法。污水在排出前，還需將 pH 值調至中性。個人淋浴室及廁所之污水可不經任何處理直接排到下水道中。

5、**廢棄物及物品之滅菌**。實驗室內必須配備雙門、傳遞型高壓滅菌器。對於不能進行蒸氣滅菌之儀器、物品，應提供其他除污方法。

6、必須要有供檢體、實驗用品以及動物**進入之氣鎖室**。

7、必須配備**緊急電源**及專用供電線路。

8、必須安裝**安全防護排水管**。

由於安全櫃型或防護衣型生物安全第四等級設施在工程、設計及結構方面之高度複雜性，這裡未給予此類設施之代表性圖片。

因為生物安全第四等級實驗室中工作之高度複雜性，應單獨制訂詳細之工作手冊，並在訓練

中進行檢查。此外還應制訂緊急應變計畫（見第十三章）。在制訂緊急應變計畫之準備過程中，應與國家及地方之衛生主管機構積極合作。同時，也要包括消防、警察、定點收治醫院等其他緊急應變服務機構。

## 第六章 實驗室動物設施

因實驗或診斷目的而使用動物之實驗人員要有道德上之職責，儘量照顧好動物，應儘量避免帶給動物不必要之痛苦或傷害。同時必須為動物提供舒適、衛生之籠具及足量、衛生之食物、飲水。實驗結束時，必須以仁慈方式處死動物。

由於保全方面之原因，動物室應是一個獨立分開之部分。如果與實驗室毗連，則設計上應與實驗室之公共部分分開，並便於除污與消滅蟲害。

表四、動物設施之防護等級：實驗操作及安全設備總結

危險群等級	防護等級	實驗室操作及安全設施
第一級	ABSL-1	限制出入，穿戴防護衣及手套
第二級	ABSL-2	ABSL-1 之操作加上：危險警告標誌。可產生氣膠之操作應使用 I 級 或 II 級 BSC。廢棄物及飼養籠具在清洗前先除污。
第三級	ABSL-3	ABSL-2 之操作加上：出入管制。所有操作均在 BSC 內進行，並穿著特殊防護衣。
第四級	ABSL-4	ABSL-3 之操作加上：嚴格限制出入。進入前更衣。配備 III 級 BSC 或正壓防護衣。離開時淋浴。所有廢棄物在清除出設施前需先除污。

ABSL：動物設施生物安全等級；BSC：生物安全櫃

及實驗室一樣，動物設施主要根據所研究微生物之風險評估結果及危險群等級命名為生物安全第一等級、第二等級、第三等級或第四等級動物設施。

關於動物實驗室中使用之微生物，需要考慮之因素包括：

- 1、傳播途徑
- 2、使用之容量及濃度
- 3、接種途徑
- 4、能否及以何種途徑被排出。

關於動物實驗室中使用之動物，需要考慮之因素包括：

- 1、動物之自然特性，亦即動物之攻擊性及抓咬傾向性
- 2、自然存在之體內外寄生蟲
- 3、易感受之人畜共同傳染病
- 4、播散過敏原之可能性。

與對實驗室之要求一樣，根據動物生物安全等級，在設計特徵、設備、防範措施方面之要求嚴格程度也逐漸增加，表四介紹並總結有關要求，其所有指標具有累加性，即高等級標準中包括低等級之標準。

## 動物設施—生物安全第一等級

生物安全第一等級之動物設施適用於飼養大多數經過檢疫之實驗動物（靈長類除外，關於這類動物應向國家權威機構諮詢），以及專門已接種第一級危險群微生物之動物。要求應用優良微生物操作技術（GMT）。動物設施之主管必須制訂動物操作及進入飼養場所應遵循之政策、程序及計畫，為工作人員制訂適宜之醫學監視計畫，制訂並執行安全或操作手冊。

## 動物設施—生物安全第二等級

生物安全第二等級之動物設施適用於專門已接種第二級危險群微生物之動物，需要進行下列安全防護：

- 1、必須符合生物安全第一等級動物設施之所有要求。
- 2、在門口及其他適當地方張貼生物危害警告標誌（見圖一）。
- 3、設施之設計必須易於清潔及管理。
- 4、門必須向內開，並可以自動關閉。
- 5、要有適宜之溫度、通風及照明。
- 6、如果採用機械通風，則氣流之方向必須向內。排出之空氣要排到室外，不得再循環回建築物內任何部份。
- 7、授權人員方可進入。
- 8、僅接納實驗用動物。
- 9、應制訂節肢動物及齧齒類動物之控制計畫。
- 10、如有窗戶，必須是安全、不易碎裂。如果窗戶可以打開，則必須安裝防止節肢動物之紗網。
- 11、使用後，工作台面應以有效之消毒劑來除污（見第十四章）。
- 12、可能產生氣膠之工作必須使用生物安全櫃（I 級或 II 級）或隔離籠具，隔離籠具要具有專用之供氣及經 HEPA 過濾之排氣裝置。
- 13、動物設施之現場或附近備有高壓滅菌器。
- 14、清理動物之墊料時，必須儘量減少氣膠及灰塵之產生。
- 15、所有廢料及墊料在丟棄前，必須先除污。
- 16、盡可能限制尖銳器具之使用。尖銳物應始終收集在含蓋之防刺破容器中，並依感染性物質處理。
- 17、進行高壓滅菌、焚化之物品，應裝在密閉容器中安全運輸。
- 18、動物籠具在使用後，必須除污。
- 19、動物屍體必須焚化。
- 20、在設施內必須穿著防護衣及其他裝備，離去時脫下。
- 21、必須有洗手設施。人員離開動物設施前，必須洗手。
- 22、如發生傷害，無論程度輕重，必須進行適當之治療，並且要報告及記錄。
- 23、禁止在設施內進食、飲水、抽煙及化妝。
- 24、所有人員必須接受適當之訓練。

## 動物設施—生物安全第三等級

生物安全第三等級之動物設施適用於專門已接種第三級危險群微生物之動物，或根據風險評估結果來確定。所有系統、操作及程序，每年都需要重新檢查及查驗。需要執行下列安全防護措施：

- 1、必須符合生物安全第一等級及第二等級動物設施之所有要求。
- 2、嚴格控制進入。
- 3、設施必須通過由雙門入口構成之前室，以便與實驗室之其他部分及動物房隔開。
- 4、前室內必須配備洗手設施。
- 5、前室內必須配備淋浴設施。
- 6、必須採用機械通風，以確保連續之氣流通過每個房間。室內空氣排出到室外前，必須經 HEPA 過濾，且不得再循環使用。系統之設計必須可以防止意外逆流及動物室內出現正壓。
- 7、於存在生物性危害之動物室內，必須在方便之位置安裝高壓滅菌器。感染性廢棄物在移至設施之其他區域前，需高壓滅菌。
- 8、現場應當就近備有焚化爐，或由主管部門另作安排。
- 9、感染第三級危險群微生物之動物飼養籠具，必須置於隔離箱或在籠具後接有通風系統之房間中。
- 10、墊料應儘量無塵。
- 11、所有之防護衣在洗燙前，必須先除污。
- 12、窗戶必須關閉、密封、不易碎。
- 13、工作人員應進行適當之免疫接種。

## 動物設施—生物安全第四等級

正常情況下，此類設施中之工作及生物安全第四等級之最高防護實驗室中之工作有關，國家及地方之法規及規定必須協調以同時適用於這兩種實驗室。在防護衣型實驗室內工作時，除了這裏所說明之要求外，還應符合其他規定（見第五章）。

- 1、必須符合生物安全第一、第二及第三等級動物設施之所有要求。
- 2、嚴格限制進入，只有主管指定之工作人員，方有權進入。
- 3、禁止單獨工作，必須遵守雙人工作制度。
- 4、工作人員必須已經接受過最高階之微生物學訓練，熟悉其工作中所涉及之危險以及必要之預防措施。
- 5、飼養感染第四級危險群微生物病原動物之區域，必須遵照生物安全第四等級最高防護實驗室之防護標準。
- 6、必須通過氣鎖前室才能進入設施，氣鎖前室之潔淨端及限制端之間，必須由更衣室、淋浴室分開。
- 7、進入設施時，工作人員必須脫下日常服裝，並換上專用防護衣。工作結束後，必須脫下防護衣進行高壓滅菌，淋浴後再離去。
- 8、設施必須安裝具有 HEPA 過濾之排氣系統進行通風，以確保室內負壓（向內氣流）。
- 9、通風系統必須能防止氣體逆流及出現正壓。
- 10、必須配備雙門高壓滅菌器來傳遞物品，潔淨端在防護室外之房間內。

- 11、必須配備傳遞氣密艙以供傳遞不能高壓滅菌之物品，其潔淨端在防護室外之房間內。
- 12、在進行感染第四級危險群微生物之動物操作時，均必須在生物安全第四等級之最高防護實驗室中進行。
- 13、所有動物必須飼養在隔離箱內。
- 14、所有墊料及廢棄物在清除出設施前，必須經高壓滅菌處理。
- 15、工作人員必須進行醫學監視。

## 無脊椎動物

與脊椎動物一樣，動物設施之生物安全等級由所研究或自然存在之微生物危險群等級決定，或根據風險評估結果來確定。對於某些節肢動物，尤其是飛行昆蟲，必須另外採取如下之預防措施：

- 1、已感染及未感染之無脊椎動物應分開房間飼養。
- 2、房間能密閉進行燻蒸消毒。
- 3、備有噴霧式殺蟲劑。
- 4、應配備製冷設施，以備必要時，降低無脊椎動物之活動性。
- 5、進入設施之前室內應安裝捕蟲器，並在門上安裝防止節肢動物之紗網。
- 6、所有通風管道及可開啓之窗戶，均要安裝防止節肢動物之紗網。
- 7、水槽及排水管上之存水彎管內不可乾涸。
- 8、所有廢棄物應高壓滅菌，因對於某些無脊椎動物，任何消毒劑均無法將其殺死。
- 9、對會飛行、爬行、跳躍之節肢動物幼蟲及成蟲，應持續計數檢查。
- 10、放置蟬、螞之容器，應豎立置於油碟中。
- 11、已感染或可能感染之飛行性昆蟲，必須收集在有雙層網之籠子中。
- 12、必須在生物安全櫃或隔離箱中操作已感染或可能感染之節肢動物。
- 13、已感染或可能感染之節肢動物可以在冷卻盤上操作。

詳細資料見參考文獻 3~6。

## 第七章 實驗室 / 動物設施測試運行指引

實驗室 / 動物設施之測試運行可以定義為：對已經完成安裝、檢查、功能測試之指定實驗室結構部分、系統及 / 或系統之組成部分所進行之系統性檢查，然後形成檔案，證明其符合國家或國際標準。測試運行合格之要求根據每一套建築系統之設計標準及設計功能之不同而不同。換言之，那些指定達到生物安全第一至第四等級之實驗室，其測試運行要求也可能各有不同，並逐漸變得複雜。地質斷層帶以及極端熱、冷或潮濕等地理及氣候條件，也可能影響實驗室之設計，並因此影響測試運行要求。在完成測試運行以後，有關結構部分及後勤維護系統應能滿足可正常預期、各種不同之操作條件及故障模式，這樣方能得到核准。

應儘早建立測試運程序及驗收標準，最好是在建造或改建計畫之規劃階段就建立好。在計畫早期確認了測試運程序後，建築師、工程師、安全衛生人員以及實驗室最終使用人員就能瞭解特定實驗室之性能要求，並為實驗室及 / 或動物設施之性能指標設定統一之期望值。測試運程序為實驗室所在機構及周遭社區提供一項高度可信任之保證，即實驗室之結構、電力、機械及管道系統、防護及淨化系統，以及保全與警報系統，將依設計要求運行，可以確保對特定實驗室或動物設施中，所操作之所有潛在危險性微生物提供有效之防護。

測試運行工作通常在實驗室或動物設施之項目計畫階段就開始，並貫穿於整個施工過程及隨後之保固期。保固期通常在設施啟用後持續一年。一般推薦那些與參與該實驗室設施之建築及設計之建築工程公司無關之單位，作為測試運行機構。測試運行機構作為實驗室建造或改建單位之支持者，可以認為是設計隊伍中之成員；他們必須在計畫早期參與工作。某些情況下，實驗室所在單位也可以擔任自己實驗室之測試運行機構。對於更為複雜之實驗室設施（生物安全第三或第四等級），實驗室所在機構可能希望從外面聘請那些對測試運行複雜生物安全實驗室及動物設施方面具有成功經驗之測試運行機構。在選擇使用獨立之測試運行機構時，實驗室所在機構仍然可以作為測試運行隊伍之一部分。除了測試運行機構以外，實驗室所在機構之安全主管、項目主管、計畫經理以及操作與維護工作人員代表，也推薦作為測試運行隊伍中之成員。

下列各項雖然並非實驗室系統及組成部分之全面內容，但在根據改建或建造之實驗設施之防護等級來進行功能測試時，這些內容可能包括在該測試運行計畫中。明顯地，實際之測試運行計畫將反映出正在計畫中實驗室之複雜性。

- 1、包括與遠端監視及控制點相連接之建築自動化系統
- 2、電子監控及檢測系統
- 3、電子安全鎖及接近裝置閱讀器
- 4、暖氣、通風（供氣及排氣）及空調（HVAC）系統
- 5、高效率空氣微粒（HEPA）過濾系統
- 6、HEPA除污系統
- 7、HVAC及排氣系統控制以及互鎖控制
- 8、密封隔離調節閥
- 9、實驗室製冷系統
- 10、鍋爐及蒸氣系統

- 11、火警偵測、撲滅及警報系統
- 12、自產用水回流阻止裝置
- 13、水處理系統（例如逆滲透水、蒸餾水）
- 14、廢水處理及中和系統
- 15、管道排水引流系統
- 16、化學除污系統
- 17、醫學實驗室供氣系統
- 18、呼吸供氣系統
- 19、設備供氣系統
- 20、實驗室及支援區域不同級別壓力差之查驗
- 21、區域網路（LAN）及電腦資料系統
- 22、正常電源系統
- 23、緊急電源系統
- 24、不斷電系統
- 25、緊急照明系統
- 26、照明固定裝置之穿透密封
- 27、電氣及機械設施之穿透密封
- 28、電話系統
- 29、氣鎖門互鎖控制
- 30、氣鎖門密封
- 31、窗戶及可視面板之穿透密封
- 32、屏障傳遞口穿透
- 33、結構完整性查核：混凝土地板、牆壁及天花板
- 34、屏障塗層之查核：地板、牆壁及天花板
- 35、BSL-4防護外殼之加壓及隔離功能
- 36、生物安全櫃
- 37、高壓滅菌器
- 38、液態氮系統及警報器
- 39、滲水監測系統（例如流入防護區）
- 40、除污淋浴及化學添加劑系統
- 41、籠具之洗滌及中和系統
- 42、廢棄物處理。

## 第八章 實驗室 / 動物設施查驗指引

實驗室是一個複雜而動態之環境。當今之生物醫學研究及臨床實驗室必須能夠快速適應不斷發展之公共衛生需求及壓力。一個典型例子為實驗室需要調整重點以應付新浮現或新興傳染病之挑戰。為確保這些動態實驗室之環境能適應並維持在適當及安全之狀態，所有生物研究實驗室及臨床實驗室都應該定期進行“查驗”。實驗室查驗工作有助於確保：

- 1、採用正確之工程控制並能依設計正常運行
- 2、適當之現場及專門管理控制程序就定位
- 3、個人防護裝備能滿足所進行工作之要求
- 4、充分考慮對廢棄物及材料之除污，適當之廢棄物管理程序就定位
- 5、包括物理、電氣及化學安全之常規實驗室安全程序就定位。

實驗室查驗與實驗室測試運行工作（第七章）在一些重要方面有所不同。實驗室查驗是對實驗室內部之所有安全特徵及過程（工程控制、個人防護裝備以及管理控制）進行系統性檢查。對生物安全操作及程序也要進行檢查。實驗室查驗應定期進行，是一種不斷進行之保證及安全之活動。

受過充分訓練之安全衛生或生物安全專業人員可以進行實驗室查驗工作。實驗室所在機構也可以雇用一些人員，他們有查驗程序所需要之熟練稽查、監視及檢查（這些名詞術語可互用）之技能。但實驗室所在機構也可以考慮或可能被要求讓第三者來進行查驗工作。

生物醫學研究實驗室機構及臨床實驗室機構可以制訂各種檢查表格，以利於確保查驗過程之一致性。這些表格應該有足夠之彈性，以適應不同實驗室結構及程序上之差異，這些實驗室需要同一時間，於實驗室所在機構內部，以統一之方法進行各種類型之工作。必須注意的是，只有經過適當訓練之工作人員才允許使用這些表格，以使這些表格不會用來替代可靠之生物安全專業評估。表五～表七列出這些表格之範例。

檢查結果應與實驗室人員及管理者一起討論。對於在檢查過程中，發現所有不足之處，實驗室應指派專人負責採取改善措施。於所有不足之處妥善處理之後，實驗室查驗才算完成，實驗室才能允許運行。

生物安全第四等級實驗室操作之複雜性超出本手冊範圍。有關這方面詳細資料，請與世界衛生組織之生物安全規劃處聯絡（見附錄三）。

---

<sup>1</sup> WHO Biosafety programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>).

表五、基礎實驗室—生物安全第一等級：實驗室安全檢查

地點_____		日期_____		
實驗室管理人員_____				
檢查項目（填寫檢查日期）	是	否	不適用	備註
<b>實驗室</b>				
適當之警告標誌：紫外線、雷射、放射性物質等.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	生物安全等級： 附上適當之生物 安全檢查表
具可供取閱及遵循之生物安全指引...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室儀器正確標記（生物危害性、放射性、有毒等）.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>實驗室設計</b>				
設計易於清潔.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
房間之紫外燈安裝互鎖開關.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
所有架子都固定.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗台面防水，能耐酸、鹼、有機溶劑及耐熱.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
提供足夠之照明.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有足夠之儲存空間並適當使用.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>氣體鋼瓶</b>				
所有氣體鋼瓶均固定.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
備用氣體鋼瓶均套上安全帽.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
窒息性氣體及有毒氣體之氣體鋼瓶置於通風良好之空間.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有多餘氣體鋼瓶或空之氣體鋼瓶.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>化學品</b>				
易燃物品儲放在易燃物品專用儲存櫃中.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
過氧化物記錄兩組日期（購入及開封日期）.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
化學品之間正確區隔.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
危害性化學品儲放在目視水平線上方.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
化學品放在地板上.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
化學品容器開口放置.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
所有溶液均正確加以標記.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
使用水銀溫度計.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

檢查項目 (填寫檢查日期)	是	否	不適用	備註
<b>冰箱 / 冷凍櫃 / 冷藏室</b>				
存放人類食用之食物·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
易燃物品置於防爆 / 安全裝備中·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
致癌性、放射性及 / 或生物危害性物質之包裝 外有標籤·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
冷藏室有緊急通道·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>電器設備</b>				
有延長線·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
插座接地，極性正確·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在洗手槽旁、淋浴器下方等處接線·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
儀器電線有磨損或損壞·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
超載之插座或接線板·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
電源接線板架設在地板上·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
線路有合適之保險絲·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
靠近水源之插座符合地方規定·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
電源線有接地·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
攜帶型空間加熱器·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>個人防護裝備</b>				
實驗室內有洗眼設施·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有安全淋浴設施·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有個人 防護 裝備 ( 手套 、 隔離 衣、 護目鏡 等 ) ·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
操作者正確著裝·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
未將實驗外套、隔離衣、工作服、手套及其他 個人防護衣穿離實驗室·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有低溫保存所需之個人防護裝備·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>廢棄物處理</b>				
廢棄物不適當處理之證據·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
廢棄物隔離放置在正確之容器中·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
化學品廢棄物之容器標註名稱及日期並保持關 閉·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
化學品廢棄物之容器適當處理並儲放·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
正確使用及處理盛放尖銳物之容器·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
地板上無垃圾·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室內張貼廢棄物處理程序·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

檢查項目（填寫檢查日期）	是	否	不適用	備註
<b>可使用之職業健康及安全計畫</b>				
危害資訊之交流·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
呼吸保護·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
聽力保護·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
甲醛監視·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
環氧乙烷監視·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
麻醉性氣體監視·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>一般工程控制</b>				
實驗室相對於一般地區、走廊及辦公區為負壓·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
洗手槽或排水槽用作排氣口·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有洗手槽·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
暴露之機器零件（滑輪、齒輪）·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室工作台上之真空管路裝有過濾網及防洩閥·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
供水系統存在逆流危險·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
蒸餾水系統狀況良好·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
積極有效之蟲害控制計畫·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>一般操作規範及程序</b>				
人類食用食物儲存在實驗室外·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
微波爐上顯著標記“不得用於處理食品，僅供實驗使用”·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在實驗室內進食、飲水、抽煙及 / 或化妝·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
壓力玻璃容器封貼或加以防護（如使用真空氣閥）·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
禁止以口吸液·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有機械吸液裝置可供使用·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室防護衣與日常服裝分開存放·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>一般實驗室維護</b>				
玻璃容器存放在地板上·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
明顯錯誤事故·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
工作台面有抗污紙墊·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
破碎玻璃器皿以機械方法處理（掃帚及畚箕、鉗子等）·····	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

檢查項目 (填寫檢查日期)	是	否	不適用	備註
<b>消防</b>				
噴水龍頭可以移動，無阻塞.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
牆壁、天花板、地板等有貫穿開口.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
線路或管道從門口穿過.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室通道至少寬一公尺.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在管道系統或燈固定架上有物品存放.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室中儲存過量易燃物品.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>加熱式恆溫槽</b>				
裝置有水位過低及過熱斷電保護.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
以不可燃材質製造.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

安全檢查員簽名： \_\_\_\_\_ 完成檢查日期： \_\_\_\_\_

表六、**基礎實驗室—生物安全第二等級：實驗室安全檢查。**  
此表及生物安全第一等級實驗室安全檢查表一起使用

地點 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

實驗室管理人員 \_\_\_\_\_

檢查項目（填寫檢查日期）	是	否	不適用	備註
<b>生物安全櫃（BSC）</b>				日期：
去年已進行查驗.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	位置：
每次使用前後均以適當之消毒劑擦拭 BSC 台面.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	廠牌：
前格氣柵及排氣過濾網無阻塞.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	機型：
安全櫃內使用明火.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	序列號碼：
真空管道有內置過濾網及消毒水水封.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
房間氣流及設置位置對 BSC 有影響.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
當可能產生氣膠時使用 BSC.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>實驗室</b>				
只有得到授權之人員方可進入.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
只有告知了所有潛在危險之人員才能進入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在實驗室門上張貼生物危害標誌.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• 使用現行、正確之標誌.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• 標誌清晰，外表無破損.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
所有門保持關閉.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>除污</b>				
專門針對所使用之微生物除污.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
所有涉及感染性材料之溢出及意外事件均向實驗室主管報告.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在清理溢出物時使用適當之除污劑.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在每次操作前後、每日以及發生溢出之後，均清除工作表面之污染.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>污染廢棄物之處理</b>				
正確使用感染性廢棄物之容器.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
容器裝得過滿.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
容器正確標記並關閉.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
培養物及其他管制之廢棄物在丟棄前正確除污.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在實驗室外除污之材料依照當地法規及規定採用封閉、耐用、防漏之容器運輸.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

檢查項目 (填寫檢查日期)	是	否	不適用	備註
混合性廢棄物在依化學及放射性廢棄物一樣處理之前, 先進行生物性除污處理……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>個人防護</b>				
提醒實驗室人員對所處理之微生物病原進行相關之免疫接種 / 檢查 ……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
聯繫適當之醫學機構對職業暴露進行醫學評估、監視及治療……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
操作感染性材料或污染設備時戴手套……	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
在 BSC 外處理感染性材料時進行面部保護	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
脫除手套之後、操作完感染性微生物病原之後以及在離開實驗室之前洗手……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
有可以用於急救之抗菌藥物……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>操作規範</b>				
在可能產生感染性氣膠或發生潑濺時使用 BSC……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
制訂並採用生物安全手冊……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
工作人員閱讀、複習關於操作規範及程序說明 (包括安全 手冊及操作 手冊) 並遵照執行 (所有工作人員每年進行一次)……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
依程序操作以減少產生氣膠或發生潑濺……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
操作感染性微生物病原時使用針頭鎖閉注射器或拋棄式針頭注射器 ……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
只在 BSC 中打開離心杯及轉子……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
依照核准之運輸規定採用核准之容器將感染性檢體運出 BSC……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>設施</b>				
在靠近實驗室出口處有洗手槽……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

安全檢查員簽名： \_\_\_\_\_ 完成檢查日期： \_\_\_\_\_

表七、防護實驗室—生物安全第三等級：實驗室安全檢查。

此表及生物安全第一及第二等級之安全檢查表一起使用

地點 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

實驗室管理人員 \_\_\_\_\_

檢查項目（填寫檢查日期）	是	否	不適用	備註
<b>設施</b>				
實驗室與建築物中之非限制區域分開……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
通過設有自動關閉門之前室進出實驗室	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
實驗室內所有貫穿處均以密封或可封閉以便除污……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
房間為單向路徑排氣，並排離實驗區域……	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
具可控式通風系統以監視氣流方向……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>個人保護</b>				
在實驗室內穿著正面無接縫工作服……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
只在實驗室區域穿著實驗室防護衣……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
洗手槽為腳動式、肘動式或自動式控制……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>手部保護</b>				
處理感染性材料、可能污染之設備以及工作台面時，戴兩層手套……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>呼吸保護</b>				
當生物安全櫃無法安全控制氣膠時，實驗室中所有工作人員均要配戴呼吸保護裝置……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>操作規範</b>				
在生物安全櫃外進行感染性材料之工作時，提供黏膜保護……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
將有關病原微生物之特定危害告知工作人員……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
要求工作人員閱讀所有操作及程序之說明（包括安全手冊或操作手冊）並遵照執行……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
工作人員每年接受對程序變更部分之更新 / 繼續訓練……………	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
所有污染廢棄物在處理之前先高壓滅菌…	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

安全檢查員簽名： \_\_\_\_\_ 完成檢查日期： \_\_\_\_\_

## 第二部分

# 實驗室生物保全



## 第九章 實驗室生物保全概論

「實驗室生物安全手冊」過去一直把重點放在傳統實驗室生物安全指導上。手冊在強調微生物操作技術規範之應用，適當之防護設備，正確之實驗室設計、操作及維護，以及透過行政管理來減少工作人員傷害或染病。遵行這些建議事項，對環境以及周圍較大範圍社區所造成之危險也可降到最低。目前必須引進實驗室生物保全措施來擴展針對生物安全之傳統方法。最近全球發生一些事件強調有必要保護實驗室及其所擁有材料，避免可能因蓄意行為而危害人類、牲畜、農業或環境。在界定一個設施需要實驗室生物保全之前，必須首先了解“實驗室生物安全（laboratory biosafety）”及“實驗室生物保全（laboratory biosecurity）”間之差異。

“實驗室生物安全”一詞用來描述那些用以防止發生病原體或毒素無意中暴露及意外釋出之防護原則、技術以及操作。“實驗室生物保全”則是指研究機構及個人用來防範病原體或毒素遺失、被竊、濫用、轉移或有意釋出而採取之安全措施。

有效之生物安全規範是實驗室生物保全活動之根源。透過風險評估當作實驗室生物安全計畫中組成要素之一部份來實施，收集關於所使用生物體之類型、其物理位置、需要接觸這些生物體之人員以及負責這些生物體之人員身份等資訊。這些資訊可以用於評估一個研究機構是否擁有生物材料對於那些企圖不當使用之人員具有誘惑力。應研訂國家標準來明訂國家及研究機構對防護檢體、病原體及毒素被濫用方面應負之責任。

每個研究機構都必須根據設施需要、實驗室工作類型以及當地狀況等來制定及實施特殊實驗室生物保全計畫。因此，實驗室生物保全活動應能代表研究機構之不同需求，必要時應由科技主任、主要研究人員、生物安全官、實驗室工作人員、後勤維護人員、行政人員、資訊技術人員，以及執法機構與安全工作人員來參與。

實驗室生物保全措施應對病原體及毒素負責任之綜合計畫為依據，包括對物品清單及儲存位置、進入人員之識別資料、使用敘述、設施內及設施間進行內部或外部運送之記錄文件，以及對材料進行任何無活化及 / 或丟棄等情況之最新紀錄。同樣地，應制定一個研究機構之實驗室生物保全計畫來鑑別、報告、調查及矯正實驗室生物保全之違規情況，包括物品清單結果之差異。應明確規定公共衛生及保全當局在違反保全事件發生時之介入程度、角色及責任。

與實驗室生物安全訓練截然不同，所有人員都應接受實驗室生物保全訓練。這種訓練協助工作人員理解保護這些材料之必要性以及有關生物保全措施之原理，應包括複習有關國家標準及研究機構特殊規定。訓練中，要呈現發生違反保全事件時，闡釋人員所擔負責任及角色之規定。

對於所有擁有權限接觸敏感材料之人員，其專業及道德方面是否能勝任危險性病原體之工作，也是有效之實驗室生物保全活動之核心議題。

總之，保全防範應該像無菌操作技術及其他微生物安全操作技術一樣，成為實驗室常規工作的一部分。實驗室保全措施不應阻礙參考物質、臨床及流行病檢體，以及臨床或公共衛生調查中所需資料之有效共用。稱職之保全管理不應過度干涉工作人員之日常活動，也不應干擾其研究工

作。合法使用於重要之研究及臨床材料，必須予以維護。評估人員之可靠性，進行專門保全訓練以及針對病原體制訂嚴格保護措施等，都是強化實驗室生物保全之合理方法。所有這些努力必須透過對危險及威脅之定期評估，以及對相關措施之定期檢查及更新，加以維持。查核這些措施之遵循情況，檢查對有關規則、責任及糾正措施之解釋是否清楚，這些都應該整合於實驗室生物保全計畫以及實驗室生物保全之國家標準內。

## 第三部分

# 實驗室設備



# 第十章 生物安全櫃

生物安全櫃 (Biological safety cabinets, BSCs) 為操作原生培養物、菌株以及診斷檢體等具感染性之實驗材料時，用來保護操作者、實驗室環境以及實驗材料，使其避免暴露於上述操作過程中可能產生之感染性氣膠及濺出物而設計的。當操作液體或膠體，例如搖動、傾注、攪拌，或將液體加到固體表面上或另一種液體中時，均有可能產生氣膠。其他之實驗室操作，如劃線法、吸管接種於細胞培養瓶、採用多管微量吸管將感染性試劑之混懸液轉移到微量培養皿中、對感染性物質進行均質處理及攪拌、對感染性液體進行離心，以及進行動物操作時，都可能產生感染性氣膠。由於肉眼無法看見直徑小於 5 μm 之氣膠以及直徑為 5~100 μm 之微小液滴，因此實驗室工作人員通常意識不到如此大小之顆粒在產生，並可能吸入或交叉污染工作台面之其他材料。因此，正確使用生物安全櫃可以有效減少因氣膠暴露所造成之實驗室感染，以及培養物交叉污染，同時生物安全櫃也能保護環境。

多年以來，生物安全櫃之基本設計已經歷多次改進，主要之變化是在排氣系統，增加了 HEPA 過濾器。對於直徑 0.3 μm 之顆粒，HEPA 過濾器可以攔截 99.97%，而對於更大或更小之顆粒，則可以攔截 99.99%。HEPA 過濾器之這種特性使其能夠有效地攔截所有已知傳染媒介，並確保從安全櫃中排出是完全不含微生物之空氣。生物安全櫃設計中之第二個改進，則是將經 HEPA 過濾之空氣輸送到工作台面上，從而保護工作台面上之實驗物品不受污染。這一特點通常被稱為產物保護 (product protection)。這些基本設計上之變化使得三種等級之生物安全櫃都得到改進，表八列出各種安全櫃所能提供之防護。

備註：水平及垂直外吹氣流工作櫃 (潔淨工作台) 不屬於生物安全櫃，也不能應用於生物安全操作。

表八、不同保護類型及生物安全櫃 (BSC) 之選擇

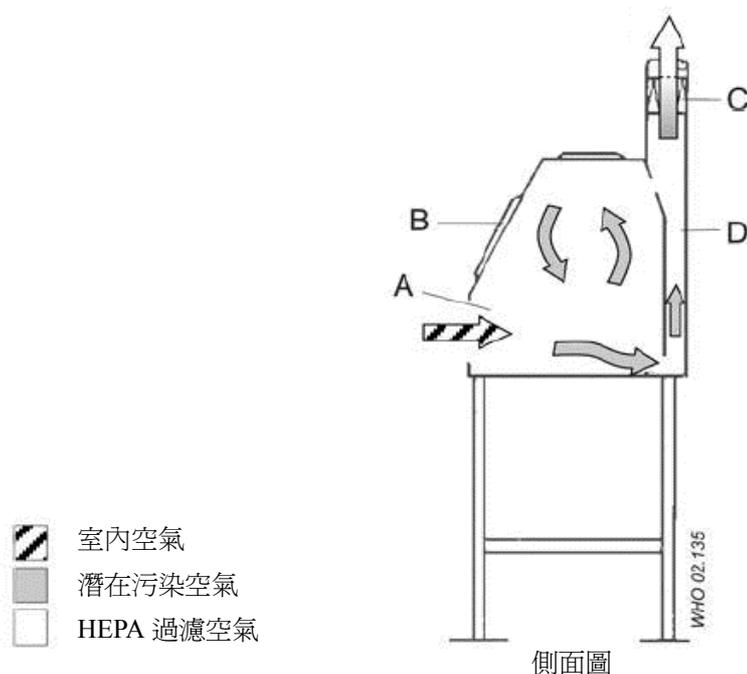
防護類型	生物安全櫃之選擇
個人防護，針對第一至第三級危險群微生物	I 級、II 級、III 級生物安全櫃
個人防護，針對第四級危險群微生物，手套式箱型實驗室	III 級生物安全櫃
個人防護，針對第四級危險群微生物，防護衣型實驗室	I 級、II 級生物安全櫃
產物防護	II 級生物安全櫃，櫃內氣流是層流之 III 級生物安全櫃
揮發性放射性同位素 / 化學品之防護，微量	II 級 B1 型生物安全櫃，外排氣式 II 級 A2 型生物安全櫃
揮發性放射性同位素 / 化學品之防護	I 級、II 級 B2 型、III 級生物安全櫃

## I 級生物安全櫃

圖六為 I 級生物安全櫃之原理圖，室內空氣從前面之開口處以 0.38 m/s 之低速進入安全櫃，空氣經過工作台表面，並經排氣管排出安全櫃。定向流動之空氣可以將工作台上可能形成之氣膠迅速帶離實驗室工作人員而被送入排氣管內。操作者之雙臂可以從前面之開口伸到安全櫃內之工作台上，並可以通過玻璃窗觀察工作台面之情況。安全櫃之玻璃窗也能完全拉起，以便清潔工作台面或進行其他處理。

安全櫃內之空氣可以通過 HEPA 過濾器並依下列方式排出：(a) 排到實驗室中，然後再通過實驗室排氣系統排到建築物外面；(b) 通過建築物之整體排氣系統排到建築物外面；(c) 直接排到建築物外面。HEPA 過濾器可以裝在生物安全櫃之排氣室 (exhaust plenum) 內，也可以裝在建築物之排氣系統裏。有些 I 級生物安全櫃與風機整合，而其他則借助建築物排氣系統之排氣機。

I 級生物安全櫃是最早為人熟悉，並且由於其設計簡單，目前仍在世界各地廣泛使用。I 級生物安全櫃能夠為人員及環境提供保護，也可用於操作放射性同位素及揮發性有毒化學品。但因未滅菌之室內空氣通過生物安全櫃正面之開口處，直接吹經過工作台上，因此，I 級生物安全櫃對產物無法提供確實可靠之保護。



圖六、I 級生物安全櫃原理圖

A：前開口；B：觀察窗；C：排氣 HEPA 過濾器；D：排氣室

## II 級生物安全櫃

在應用細胞及組織培養物來進行病毒繁殖或其他培養時，未經滅菌之室內空氣通過工作台面是不符合需求，因此，II 級生物安全櫃在設計上不但能提供個人防護，而且能保護工作台面之產物不受室內空氣之污染。II 級生物安全櫃有四種不同之類型（分別為 A1、A2、B1 及 B2 型），

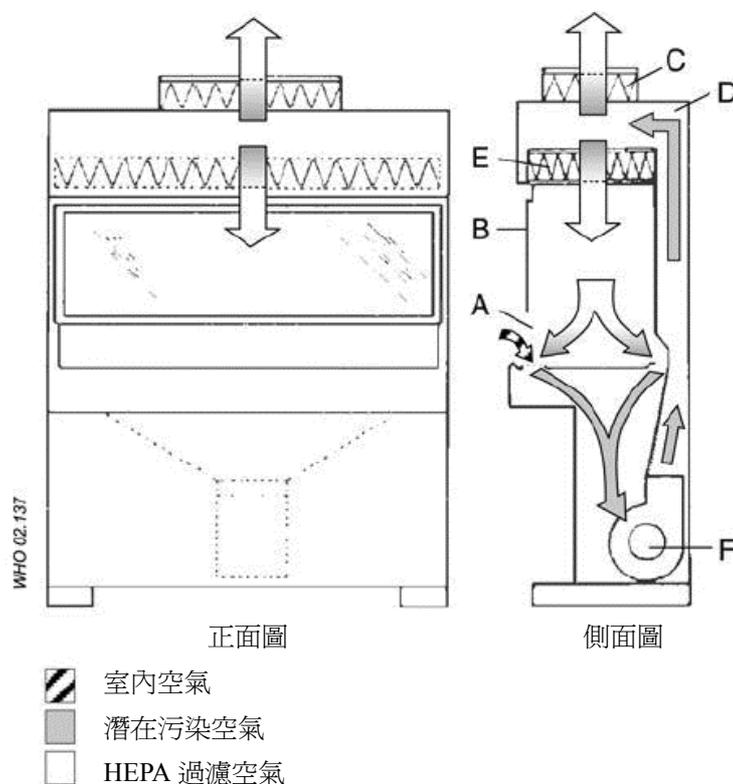
其不同於 I 級生物安全櫃之處，是只讓經 HEPA 過濾之（無菌）空氣流過工作台面。II 級生物安全櫃可用於操作第二及第三級危險群之感染性物質。另在使用正壓防護衣之條件下，II 級生物安全櫃也可用於操作第四級危險群之感染性物質。

## II 級 A1 型生物安全櫃

II 級 A1 型生物安全櫃如圖七所示，內置風機將室內空氣，經前面開口引入安全櫃內，由前端之格網抽走，在正面開口處之空氣流入速度至少應達 0.38 m/s，之後供應之空氣，先通過供氣 HEPA 過濾器，再向下流動通過工作台面。空氣在向下流動到距工作台面大約 6~18 cm 高度處分開，其中一半會通過前面之抽氣格網，而另一半則通過後面之抽氣格網排出。所有在工作台面形成之氣膠，立刻被向下之氣流帶走，並經兩道抽氣格網排出，而為產物提供最好之保護。氣流接著通過背氣室到達位於安全櫃頂部，介於供氣及排氣過濾器之間之空間。由於過濾器尺寸不同，大約 70% 之空氣將經過供氣 HEPA 過濾器，重新返回到生物安全櫃內之操作區域，而剩餘之 30% 則經過排氣過濾器進入室內或被排到外面。

II 級 A1 型生物安全櫃排出之空氣可以重新排入室內，也可以通過連接到專用通風管道上之套管，或通過建築物之排氣系統排到建築物外面。

安全櫃所排出經過加熱 / 冷卻之空氣重新排入室內使用時，與直接排到外面環境相比，具有降低能源消耗之優點。部分生物安全櫃通過與排氣系統之通風管道連接，還可以進行揮發性放射性同位素以及揮發性有毒化學品之操作（表八）。



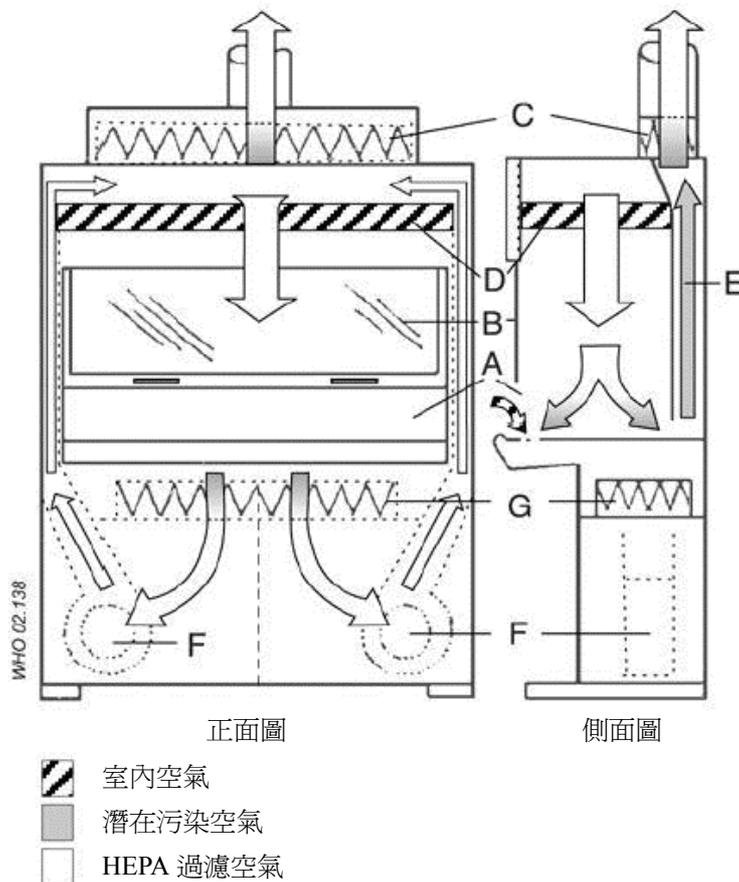
圖七、II 級 A1 型生物安全櫃原理圖

A：前開口；B：觀察窗；C：排氣 HEPA 過濾器；D：背氣室；  
E：供氣 HEPA 過濾器；F：風機

## 外排氣式 II 級 A2 型、II 級 B1 型及 II 級 B2 型生物安全櫃

外排氣式 II 級 A2 型以及 B1 型（圖八）及 B2 型生物安全櫃都是由 II 級 A1 型生物安全櫃演變而來，這些不同類型之 II 級生物安全櫃，連同 I 級及 III 級生物安全櫃之特點，見表九。生物安全櫃設計上之每一種變化，可以使不同之型式可適用於特定之目的（參見表八）。這些生物安全櫃相互間都有一定之差異，包括從前面之開口吸入空氣速度、在工作台面上再循環之空氣量，以及從安全櫃中排出之空氣量、安全櫃之排氣系統（是通過專用之排氣系統或是通過建築物之排氣系統？是排到室內，還是排到建築物外面？）以及差壓設置（安全櫃之生物污染管道及氣室是處於負壓狀態？或由負壓管道及氣室所包圍？）。

不同類型之 II 級 A 型及 B 型生物安全櫃之詳細介紹，見參考文獻 7 及 8，也可參考製造商之說明手冊。



圖八、II 級 B1 型生物安全櫃原理圖

A：前開口；B：觀察窗；C：排氣 HEPA 過濾器；D：供氣 HEPA 過濾器；E：負壓排氣室；F：風機；G：循環氣體 HEPA 過濾器。安全櫃需要有與建築物排氣系統相連接之排氣介面。

表九、I 級、II 級以及 III 級生物安全櫃 (BSC) 之差異

生物安全櫃	面速度 (m/s)	流量 (%)		排氣系統
		循環	排出	
I 級 <sup>a</sup>	0.36	0	100	硬管
II 級 A1 型	0.38~0.51	70	30	排到室內或套管連接
外排氣式 II 級 A2 型 <sup>a</sup>	0.51	70	30	排到室內或套管連接
II 級 B1 型 <sup>a</sup>	0.51	30	70	硬管
II 級 B2 型 <sup>a</sup>	0.51	0	100	硬管
III 級 <sup>a</sup>	NA	0	100	硬管

NA, 不適用。

<sup>a</sup> 所有微生物污染之管道均為負壓狀態, 或由負壓之管道及氣室圍繞。

### III 級生物安全櫃

III 級生物安全櫃 (圖九) 用於操作第四級危險群微生物之生物材料, 可以提供最好之個人防護。III 級生物安全櫃之所有面都是密閉, 其供氣經 HEPA 過濾, 排氣則經過兩道 HEPA 過濾器。III 級生物安全櫃由一個外置之專用排氣系統來控制氣流, 使安全櫃內部始終處於負壓狀態 (大約 124.5 Pa)。只有通過連接在安全櫃之橡膠手套, 手臂才能伸到工作台面。III 級生物安全櫃配備一個可以滅菌且設有 HEPA 過濾器之傳遞箱。III 級生物安全櫃可以與一個雙開門之滅菌器相連接, 並用清除進出安全櫃之所有物品之污染。其可以將幾組手套箱連在一起以增大工作面積。III 級生物安全櫃適用於生物安全第三及第四等級之實驗室。

### 生物安全櫃之通風連接

A1 型及外排氣式 A2 型 II 級生物安全櫃之設計使用“套管 (thimble)”或“氣罩 (canopy hood)”連接。套管安裝在安全櫃之排氣口上, 將安全櫃中需要排出之空氣引入建築物之排氣管中, 在套管及安全櫃排氣管之間保留一個直徑差通常為 2.5 cm 之小開口, 以便讓室內之空氣也可以吸入到建築物之排氣系統中, 建築物排氣系統之排氣能力必須能滿足室內排氣及安全櫃排氣之要求。其套管必須是可拆卸, 或者設計成可以對安全櫃進行操作測試之類型, 一般而言, 建築物氣流之擾動, 對套管連接型生物安全櫃之功能不會有太大影響。

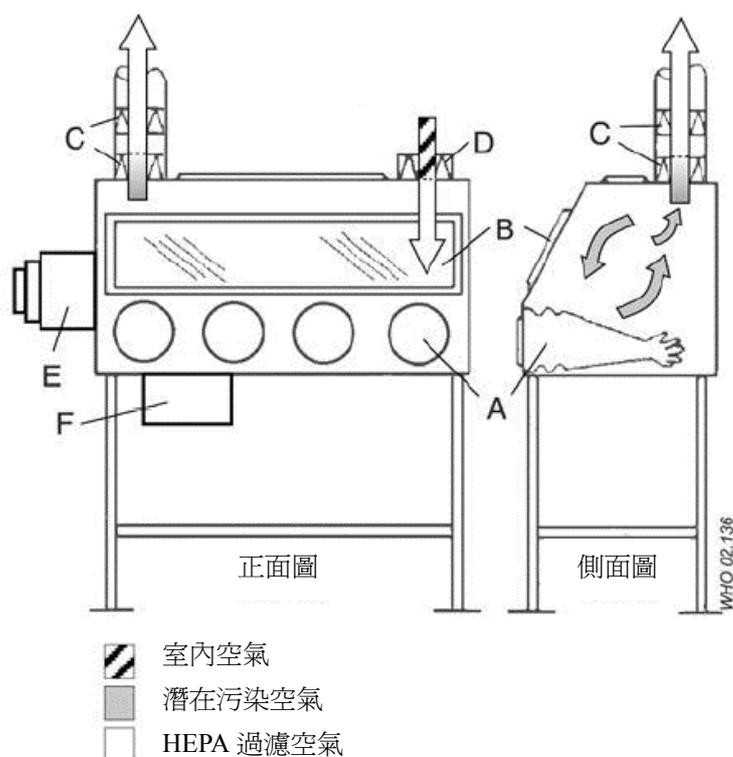
II 級 B1 型及 B2 型生物安全櫃通過硬管, 亦即沒有任何間隙, 且牢固地連接到建築物之排氣系統, 或者最好是連接到專門之排氣系統。建築物排氣系統之排氣量及靜壓必須與製造商所指定之要求一致。對硬管連接之生物安全櫃進行查驗時, 要比將空氣再循環送回室內或採用套管連接之生物安全櫃更費時。

### 生物安全櫃之選擇

主要根據下列所需保護之類型來選擇適當之生物安全櫃: 產物保護; 操作第一至第四級危險群微生物時之個人防護; 暴露於放射性同位素及揮發性有毒化學品時之個人防護; 或上述各種防護之不同組合。表八列出各種防護類型所推薦使用之生物安全櫃。

操作揮發性物質或有毒化學品時, 不應使用將空氣重新循環排入室內之生物安全櫃, 即不與建築物排氣系統相連接之 I 級生物安全櫃, 或 II 級 A1 型及 A2 型生物安全櫃。II 級 B1 型安全櫃可用於操作少量揮發性化學品及放射性同位素。II 級 B2 型安全櫃也稱為全排氣式安全櫃,

在需要操作大量放射性同位素及揮發性化學品時，必須使用這一類型之安全櫃。



圖九、Ⅲ級生物安全櫃（手套箱）示意圖

A：用於連接等臂長手套之艙孔；B：觀察窗；C：兩道排氣 HEPA 過濾器；D：供氣 HEPA 過濾器；E：雙開門高壓滅菌器或傳遞箱；F：化學浸泡槽。安全櫃需要有與獨立之建築物排氣系統相連接之排氣介面。

## 實驗室中生物安全櫃之使用

### 位置

空氣通過前方開口進入生物安全櫃之速度大約為 0.45 m/s，此速度之定向氣流極易受到干擾，包括人員走經生物安全櫃所形成之氣流、打開窗戶、空調系統調整以及開關門等，都可能造成影響，因此，最理想之生物安全櫃位置，應位於遠離人員活動、物品流動以及可能會擾亂氣流之地方。在安全櫃之後方以及每一個側面要盡可能留有 30 cm 之空間，以利於對安全櫃之維護，在安全櫃上面應留有 30~35 cm 之空間，以便準確測量空氣通過排氣過濾器之速度，並便於過濾器之更換。

### 操作者

生物安全櫃如果使用不當，其防護作用就可能大受影響，操作者在移動雙臂進出安全櫃時，需要小心維持前面開口處氣流之完整性，雙臂應該垂直地緩慢進出前面之開口。兩手及雙臂伸入到生物安全櫃中等待大約一分鐘，以使安全櫃之氣流調整妥適並且使內部之空氣“掃過”兩手及雙臂之表面以後，才可以開始對產物進行處理。要在開始操作之前，將所有必需之物品置於安全櫃內，

以盡可能減少雙臂進出前面開口之次數。

### 物品放置

II 級生物安全櫃前面之抽氣格網不能被紙類、設備或其他物品阻擋。放入安全櫃內之物品應採用 70% 酒精來清除表面污染。可以在消毒劑浸濕之毛巾上進行操作，以吸收可能濺出之液滴。所有物品應盡可能放在工作台後部靠近工作台後緣之位置，並使其在操作中不會阻擋後方格網。可產生氣膠之設備（例如混合器、離心機等）應靠近安全櫃之後方放置。像有生物危害性專用袋、盛放廢棄吸管之盤子，以及抽吸收級瓶等體積較大之物品，應該放在安全櫃內之某側。在工作台面上之操作，應該依照從清潔區到污染區之方向進行。

耐高壓滅菌之生物危害性專用袋以及吸管盛放盤，不應放在安全櫃外面，否則在使用這些物品時，雙臂就必須頻繁進出安全櫃，這樣會干擾安全櫃空氣屏障之完整性，從而影響對人員及物品之防護。

### 操作及維護

大多數生物安全櫃之設計允許整天 24 小時工作。研究人員也發現，連續運作有助於控制實驗室中之潔淨度等級。向室內中排氣或通過套管與專門之排氣管相連接之 II 級 A1 型及 A2 型生物安全櫃，不使用時可以關閉。其他如 II 級 B1 型及 B2 型生物安全櫃，是通過硬管安裝，就必須始終保持空氣流動，以維持室內空氣平衡。在開始工作之前及完成工作以後，至少應使安全櫃工作運作 5 分鐘來完成“淨化”過程，亦即應保留將污染之空氣排出安全櫃之時間。

生物安全櫃之所有維修工作應該由有資格之專業人員來進行，在生物安全櫃操作中出現之任何故障都應該報告，並應於再次使用前，進行維修。

### 紫外燈

生物安全櫃中不需要紫外燈，如使用紫外燈，應每週進行清潔，以除去可能影響其殺菌效果之灰塵及污垢。在安全櫃再查驗時，要檢查紫外線之強度，以確保有適當之發射光量。室內有人員時，務必關閉紫外燈，以保護眼睛及皮膚，避免因不慎暴露而造成傷害。

### 明火

在生物安全櫃內所形成幾乎無微生物之環境中，應避免使用明火。使用明火會對氣流產生影響，並且在處理揮發性物品及易燃性物品時，也易造成危險。在對接種環進行滅菌時，可以使用微型燃燒器或電熱爐，而不應使用明火。

### 溢出

實驗室中要張貼如何處理溢出物之實驗室流程，每位使用實驗室之人員都要閱讀並理解這些程序。一旦在生物安全櫃中發生生物危害之物品溢出時，應在安全櫃處於工作狀態下立即進行清理，要使用有效之消毒劑，並在處理過程中，盡可能減少氣膠之產生。所有接觸溢出之材料都要進行消毒及 / 或高壓滅菌。

### 查驗

在安裝時以及每隔一定時間以後，應由有資格之專業人員依照製造商之說明，對每台生物安全櫃之運行性能以及完整性進行檢測，以檢查其是否符合國家及國際標準。安全櫃防護效果之評估應該包括對安全櫃之完整性、HEPA 過濾器之洩漏、向下氣流之速度、面速度、負壓換氣次數、氣流煙霧型態，以及警報與互鎖系統進行測試。還可以選擇進行漏電、照明強度、紫外線

強度、噪音及振動性之測試。在進行這些測試時，檢測人員要經過專門之訓練，採用專門之技術及設備，強烈建議由有資格之專業人員來進行測試。

## 清潔及消毒

由於剩餘之培養基可能會使微生物生長繁殖，因此在實驗結束時，包括設備在內之生物安全櫃內之所有物品，都應清除表面污染，並移出安全櫃。

在每次使用前後，要清除生物安全櫃內表面之污染，工作台面及內壁以消毒劑進行擦拭，所用之消毒劑應能夠殺死安全櫃內可能發現之任何微生物。在每日工作結束時，應擦拭生物安全櫃之工作台面、四周以及玻璃之內外側等部位，來清除表面之污染。可以採用漂白水溶液或 70 % 酒精來對目標生物體消毒，在使用如漂白水等腐蝕性消毒劑後，還必須用無菌水再次進行擦拭。

建議將安全櫃一直維持運行狀態，如要關閉時，則應在關機前運行 5 分鐘，以淨化內部之氣體。

## 除污

生物安全櫃在移動以及更換過濾器之前必須除污，最常使用之方法是採用甲醛蒸氣燻蒸，應由有資格之專業人員來執行生物安全櫃之除污工作。

## 個人防護裝備

在使用生物安全櫃時，應穿著個人防護衣，在進行生物安全第一及第二等級之操作時，可穿著一般實驗衣。前面無接縫之反背式實驗隔離衣具有更好之防護效果，應在進行生物安全第三及第四等級（防護衣型實驗室除外）之操作時使用。手套應套在隔離衣之外面，可以戴上有鬆緊帶之袖套來保護研究人員之手腕。有些程序可能還需戴口罩及安全眼鏡。

## 警報器

可以在兩種警報器中選擇一種裝置於生物安全櫃。觀察窗警報器只能裝在帶有滑動窗之安全櫃上，發出警報時表示操作者將滑動窗移到不當之位置，處理這種警報時，只要將滑動窗移到適當之高度即可。氣流警報器響起時，表示安全櫃之正常氣流模式受到干擾，操作者或物品即處於危險狀態。當氣流警報響起時，應立刻停止工作，並通知實驗室主管。製造商之說明手冊中，將提供更詳細之資料，在生物安全櫃之使用訓練中，也應包括這方面之內容。

## 補充資料

選擇正確類型之生物安全櫃進行安裝並使用，同時每年進行查驗，這是一項複雜之程序，強烈建議在經過良好訓練並具有豐富生物安全操作經驗之專家監督下來進行上述工作。該專家應非常熟悉“參考文獻”部分中所列出之相關文獻，並且經過有關生物安全櫃各方面之訓練。操作者應接受生物安全櫃操作及使用之正規訓練。

詳細資料見參考文獻 5 及 7~16，以及第十一章。

# 第十一章 安全設備

氣膠是一種重要之傳染源，應小心操作以減少氣膠之形成及擴散。許多實驗室操作都可能產生有害之氣膠，例如在對感染性物質進行摻雜、混合、研磨、搖動、攪拌、超音波處理以及離心之時候。因此，即使使用安全設備，可能時最好也在經認可之生物安全櫃中進行這些操作。有關生物安全櫃及其使用及測試之問題，在第十章中已進行討論。只有訓練有素之操作者在採用正確之技術時，才能保證安全設備具保護作用。同時應該定期對安全設備進行測試，以確保其持續安全運作。

表十列出設計用來消除或減少某些危害之安全設備名稱及其安全特徵之簡要說明。關於這些設備更多更詳細之資料在下面介紹，另外在第十二章也介紹如何正確使用這些設備。

有關可能造成危害之設備與操作之資料見附錄 4。

表十、生物安全設備

設備	避免之危害	安全性特徵
生物安全櫃		
— I 級	氣膠及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少工作入口處向內之氣流（面速度）。排氣經充分過濾</li> <li>• 不能保護產物</li> </ul>
— II 級	氣膠及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少工作入口處向內之氣流（面速度）。排氣經充分過濾</li> <li>• 可以保護產物</li> </ul>
— III 級	氣膠及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最高防護</li> <li>• 如果內部為層流氣流，則可以保護產物</li> </ul>
負壓軟膜隔離裝置	氣膠及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最高防護</li> </ul>
防濺罩	化學品噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在操作人員及工作區之間形成屏障</li> </ul>
移液輔助器	由於口吸產生之危害，例如病原體之吸入、吸入，以口抽吸吸管時所產生之氣膠、從吸管中吹出或滴出液體、吸管吸入端之污染等	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 便於使用</li> <li>• 控制吸管吸入端之污染，保護移液輔助器、操作者及真空管道</li> <li>• 可以滅菌</li> <li>• 可控制吸管尖端之洩漏</li> </ul>
微型接種環加熱器、拋棄式接種環	移動接種環時造成之噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 遮住玻璃管或陶瓷管之開口端，採用氣體或電加熱</li> <li>• 拋棄式，無需加熱</li> </ul>

設備	避免之危害	安全性特徵
設施內用於收集並運送感染性物質進行滅菌之防漏容器	產生氣膠、溢出及洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有罩或蓋子之防漏結構</li> <li>• 耐用</li> <li>• 耐高壓滅菌</li> </ul>
盛放尖銳物之拋棄式容器	意外刺傷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐高壓滅菌</li> <li>• 堅固，不易刺破</li> </ul>
實驗室及單位間運送物品之容器	微生物洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 堅固</li> <li>• 能盛放溢出物之防水性一級及二級容器</li> <li>• 用於吸收溢出物之材料</li> </ul>
手動或自動之高壓滅菌器	感染性物質（以保證丟棄或重複使用時之安全）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經批准之設計</li> <li>• 有效之加熱滅菌</li> </ul>
螺口蓋之瓶子	產生氣膠及洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有效之防護</li> </ul>
真空管道保護裝置	氣膠及溢出液體對實驗室真空系統之污染	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可以阻止氣膠通過之濾筒式過濾器（顆粒大小 0.45 μm）</li> <li>• 裝有適當消毒劑之防溢燒瓶。在儲存瓶盛滿時，橡皮球閥可自動關閉真空系統</li> <li>• 整體系統耐高壓滅菌</li> </ul>

## 負壓軟膜隔離裝置

負壓軟膜隔離裝置是一種對生物危害性材料提供最佳阻隔之基本防護裝置。該裝置可以裝在移動架上，將工作空間用透明聚氯乙烯（PVC）完全包裹起來並懸掛在鋼架結構上，並使隔離裝置內之內壓始終維持在低於大氣壓力。該裝置入口處之空氣要經一道 HEPA 過濾器過濾，而出口處之空氣則要通過兩道 HEPA 過濾器過濾，因此，不必再用管道將空氣排到建築物外面。該隔離裝置可以配備培養箱、顯微鏡及其他實驗室設備，例如離心機、動物籠、加熱器等。物品可以通過傳遞口運入或運出隔離裝置，而不影響其微生物安全性。操作時戴袖套，外加拋棄式手套。需安裝壓力計來監測隔離裝置內之壓力。

在一般之生物安全櫃不能或不適合安裝或維護之現場，可以採用軟膜隔離裝置來進行高危險微生物（第三級或第四級危險群）之操作。

## 移液輔助器

在吸取操作時，通常必須使用移液輔助器，嚴禁以口吸取液體，移液輔助器之重要性，無論怎麼強調都不為過。最常見之移液操作危害，都是以口吸取液體所造成，許多與實驗室有關之感染，都是經口吸入及食入危險性物質所造成。如果使用已污染之手指放到吸管吸入端，以口吸液時，可能將病原體傳播到口中，但不太為人所知的是，以口吸液時會有形成氣膠之危險。在負壓或正壓條件下，棉花塞子並不能有效過濾微生物，顆粒仍有可能通過而被吸入，當塞子塞得很緊時，吸取時候可能要更用力，反而會導致塞子、氣膠，甚至液體被吸出。採用移液輔助器可以避免操作人員吸入病原體。

當液體從吸管掉落到工作台面上或交替地吹吸培養物，以及從吸管中將最後一滴液體吹出時，也都能夠產生氣膠。在生物安全櫃中進行上述操作，可以防止吸入吸液時，不可避免產生之氣膠。

選擇移液輔助器時應格外注意，移液輔助器之設計及使用，不應該產生其他之感染性危害，同時還要易於滅菌及清潔。在操作微生物及細胞培養物時，應使用塞緊（防氣膠）之吸頭。

由於末端破碎或有裂口之吸管會影響與移液輔助器底座之密封，並因此產生危害，故不應使用這樣之吸管。

### 均質機、震動器、攪拌器及超音波振盪器

家用（廚房用）均質機之密封不佳，會釋放氣膠，應使用專為實驗室設計、結構上可以最大限度減少或避免氣膠釋放之設備。現在已有不同大小之鐵胃均質器可供使用，但仍有產生氣膠之危險性。

當使用均質機處理第三級危險群之微生物時，通常應該在生物安全櫃中進行裝樣及重新開啓。超音波振盪器可能釋放氣膠，應該在生物安全櫃中進行操作，或者在使用時使用防濺罩蓋住，在使用後應清除防濺罩及超音波振盪器之表面污染。

### 拋棄式接種環

拋棄式接種環之優點是無需滅菌，因此可以在生物安全櫃中使用，否則，使用本生燈及微型焚化爐會擾亂氣流。拋棄式接種環使用後，應置於消毒劑中，並依污染性廢棄物處理（見第三章）。

### 微型焚化爐

氣體及電加熱式之微型焚化爐配有硼矽酸玻璃或陶瓷保護罩，從而減少接種環滅菌時，感染性物質之飛濺及散佈。但微型焚化爐會擾亂氣流，因此應置於生物安全櫃中鄰近工作台面後緣處。

### 個人防護裝備及衣物

個人防護裝備及衣物是減少操作人員暴露於氣膠、噴濺物以及接種意外等危險之一種屏障，可根據所進行工作之性質來選擇著裝及裝備。在實驗室中工作時，必須穿著防護衣，在離開實驗室前，要脫下防護衣並洗手。表十一總結在實驗室中使用之一些個人防護裝備及其所能提供之保護。

表十一、個人防護裝備

裝備	避免之危害	安全性特徵
實驗衣、隔離衣、連身衣	污染衣物	<ul style="list-style-type: none"> <li>背面開口</li> <li>罩在日常服裝外</li> </ul>
塑膠圍裙	污染衣物	<ul style="list-style-type: none"> <li>防水</li> </ul>
鞋套	碰撞及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>密封腳趾</li> </ul>
護目鏡	碰撞及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>防碰撞鏡片（必須有視力矯正或外戴視力矯正眼鏡）</li> <li>側面有護罩</li> </ul>
安全眼鏡	碰撞	<ul style="list-style-type: none"> <li>防碰撞鏡片（必須有視力矯正）</li> <li>側面有護罩</li> </ul>
面罩	碰撞及噴濺	<ul style="list-style-type: none"> <li>罩住整個臉部</li> <li>發生意外時易於取下</li> </ul>
防毒面具	吸入氣膠	<ul style="list-style-type: none"> <li>在設計上包括一次使用型、空氣淨化型式（整個臉部或半臉）、動力濾淨（powered air purifying, PAPR）型式（有整個臉部或加面罩），以及有供應空氣之防毒面具</li> </ul>
手套	直接接觸微生物 劃破	<ul style="list-style-type: none"> <li>通過微生物查驗之一次用乳膠、乙稀樹脂或聚脲類材料</li> <li>保護手部</li> <li>網孔結構</li> </ul>

### 實驗衣、隔離衣、連身衣、圍裙

實驗衣最好應能完全扣住，而長袖、背面開口之隔離衣、連身衣之防護效果比實驗衣佳，因此，更適用於在微生物實驗室以及生物安全櫃中之工作。在必須對血液或培養液等化學或生物物質之溢出提供進一步防護時，應該在實驗衣或隔離衣外面穿上圍裙。衣物洗燙工作應在實驗室內或就近進行之。

實驗衣、隔離衣、連身衣或圍裙不得穿離實驗室區域。

### 護目鏡、安全眼鏡及面罩

要根據所進行之操作來選擇對應之裝備，從而避免因操作物品飛濺對眼睛及臉部造成之危害。眼鏡或平光眼鏡配以專門鏡框，將鏡片從鏡框前面裝上，這種鏡框用可彎曲或側面有護罩之防碎材料製成（安全眼鏡）。安全眼鏡即使側面帶有護罩也不能對噴濺提供充分之保護。護目鏡應該戴在近視眼鏡或隱形眼鏡（其對生物危害無保護作用）之外面來對飛濺及撞擊提供保護。面罩（面具）採用防碎塑膠製成，形狀與臉型相配，通過頭帶或帽子配戴。

護目鏡、安全眼鏡或面罩均不得戴離實驗室區域。

### 防毒面具

當進行高度危險性之操作（如清理溢出之感染性物質）時，可以採用防毒面具來進行防護。應根據危險類型來選擇防毒面具，防毒面具中裝有一種可更換之過濾器，可以保護配戴者免受氣體、蒸氣、顆粒及微生物之影響。過濾器必須適用於防毒面具之正確類型。為達到理想之防護效果，每一種防毒面具都應可配合操作者之臉部並經過測試。具有整合供氣系統之防毒面具可提供徹底保護。在選擇正確之防毒面具時，要聽從專業衛生工作者等有相關資格人員之意見。外科手術面罩在設計上只能保護病人，而不能對工作人員提供呼吸保護。有些單次使用之拋棄式防毒面具（ISO 13.340.30）設計亦可用來保護工作人員避免暴露於生物媒介。

防毒面具不得戴離實驗室區域。

## 手套

當進行實驗室操作時，手部可能被污染，也容易受到“尖銳物”傷害。在進行實驗室一般性工作以及在處理感染性物質、血液及體液時，應廣泛地使用拋棄式乳膠、乙烯樹脂或聚脲類材料之手術手套。可重複使用之手套雖然也可使用，但必須注意一定要正確沖洗、脫除、清潔並消毒。

在操作完感染性物質、結束生物安全櫃中工作以及離開實驗室之前，均應該脫除手套並徹底洗手。使用過之拋棄式手套，應該與實驗室之感染性廢棄物一起丟棄。

對於添加粉末之手套，曾有在其他實驗室之工作人員發生皮膚炎及過敏反應等報告，因此，應準備可替代之型式。在進行屍體解剖等可能接觸尖銳器械之情況下，應該穿戴不銹鋼網孔手套。但此類手套只能防止切割傷害，而不能防止針刺傷害。

手套不得戴離實驗室區域。

詳細資料見參考文獻 12、17 及 18。



## 第四部分

# 優良微生物操作技術



## 第十二章 實驗室技術

實驗室傷害以及與工作有關之感染主要是由於人為失誤、不良實驗技術以及設備使用不當所造成。本章概要介紹避免或儘量減少這類常見問題之技術及方法。

### 實驗室中檢體之安全操作

實驗室檢體之收集、運輸及處理不當，會造成相關人員感染之危險。

#### 檢體容器

檢體容器可以是玻璃，但最好使用塑膠製品。檢體容器應當堅固，正確使用蓋子或塞子，蓋好後應無洩漏。在容器外部不能有殘留物。容器上應正確黏貼標籤，以便於識別。檢體之申請單或說明表不能夠捲在容器外面，而要分開放置，最好放置在防水之夾鏈袋裏。

#### 檢體在設施內之傳遞

為了避免意外洩漏或溢出，應使用箱子等第二層容器，並將其固定在架子上使裝有檢體之容器保持直立。第二層容器可以是金屬或塑膠製品，應可耐高壓滅菌或耐化學消毒劑之作用。密封口最好有墊圈，並定期除污。

#### 檢體接收

需要接收大量檢體之實驗室，應當安排專用房間或空間。

#### 打開包裝

接收及打開檢體之人員應當瞭解檢體對人體健康潛在之危害性，並需已接受採用標準防護方法<sup>[3]</sup>之訓練，尤其是處理破碎或洩漏之容器時更應如此。檢體之內層容器要在生物安全櫃內打開，並準備好消毒劑。

#### 移液管及移液輔助器之使用

- 1、應使用移液輔助器，嚴禁以口吸取。
- 2、所有移液管應帶有棉塞，以減少移液器具之污染。
- 3、不能向含有感染性物質之溶液中吹入氣體。
- 4、感染性物質不能使用移液管反覆吹吸混合。
- 5、不能將液體從移液管內用力吹出。
- 6、最好使用不需要排出最後一滴液體之刻度對應（Mark-to-mark）移液管。
- 7、污染之移液管應完全浸泡在盛有適當消毒液之防碎容器中。移液管應在消毒劑中浸泡適當時間後，再進行處理。
- 8、盛放廢棄移液管之容器應置於生物安全櫃內，不可放在外面。
- 9、有固定皮下注射針頭之注射器不能夠使用於移液。
- 10、在打開隔膜封口瓶子時，應使用移液管之工具，而避免使用皮下注射針頭及注射器。

- 11、爲了避免感染性物質從移液管中滴出而散佈，在工作台面應放置一片吸收性物質，使用後將之依感染性廢棄物處理。

## 避免感染性物質之散佈

- 1、爲避免被接種物灑落，微生物接種環之直徑應爲 2~3 mm 並完全封閉，握柄長度應小於 6 cm 以減少抖動。
- 2、使用封閉式微型電加熱器消毒接種環，能夠避免於本生燈之明火上加熱所引起之感染性物質飛濺。最好使用無需再進行消毒之拋棄式接種環。
- 3、乾燥痰液檢體時，要注意避免生成氣膠。
- 4、準備高壓滅菌及 / 或將被處理之廢棄檢體及培養物，應當放置於防漏之容器內（如實驗室廢棄袋）。在丟棄到廢棄物容器之前，開口端要固定好（如使用高壓滅菌膠帶）。
- 5、在每一階段工作結束後，必須採用適當之消毒劑清除工作區之污染。詳細資料見參考文獻 12。

## 生物安全櫃之使用

- 1、應參考國家標準及相關文獻，對所有可能之使用者介紹生物安全櫃之使用方法及侷限性（參見第十章）。應發給工作人員書面之流程、安全手冊或操作手冊。特別重要的是，當出現溢出、破損或不良操作時，安全櫃就不再能保護操作者。
- 2、生物安全櫃運行正常時，才能使用。
- 3、生物安全櫃在使用中不可打開玻璃觀察擋板。
- 4、安全櫃內應儘量少放置器材或物品，不能影響後部壓力排氣系統之氣流循環。
- 5、安全櫃內不能使用本生燈，否則燃燒產生之熱能會干擾氣流並可能損壞過濾器。可使用微型電加熱器，但最好使用拋棄式無菌接種環。
- 6、所有工作必須在工作台面之中後部進行，並能夠經玻璃觀察擋板看到。
- 7、儘量減少操作者身後之人員活動。
- 8、操作者不應反覆移出及伸進手臂，以免干擾氣流。
- 9、勿使實驗紀錄本、移液管以及其他物品阻擋空氣格柵，因爲這將干擾氣體流動，引起物品之潛在污染及操作者之暴露。
- 10、工作完成後以及每日下班前，應使用適當之消毒劑對生物安全櫃之台面進行擦拭。
- 11、在安全櫃內之工作開始前及結束後，安全櫃之風機應至少運行 5 分鐘。
- 12、勿於安全櫃內進行文書工作。安全櫃之詳細介紹見第十章。

## 避免感染性物質之食入以及與皮膚與眼睛之接觸

- 1、微生物操作中釋放之較大顆粒及液滴（直徑大於 5  $\mu$ m）會迅速沉降到工作台面及操作者之雙手上。實驗室人員在操作時，應戴拋棄式手套，並避免觸摸口、眼及臉部。
- 2、勿於實驗室內飲食及儲存食品。
- 3、在實驗室內，口中不應含有東西—鋼筆、鉛筆、口香糖。

- 4、不應於實驗室化妝。
- 5、在所有可能產生潛在感染性物質噴濺之操作過程中，操作人員應保護臉部、口及眼或採取其他防護措施。

### 避免感染性物質之注射

- 1、經過謹慎練習及程序，可避免破碎玻璃器皿之刺傷所引起之接種意外。應盡可能使用塑膠製品代替玻璃製品。
- 2、尖銳物傷害（如經由皮下注射針頭、巴斯德玻璃吸管以及破碎之玻璃）可能引起意外注入感染性物質。
- 3、以下兩點可減少針刺傷害：（a）減少使用注射器及針頭（可使用一些簡易工具開啓瓶塞，然後使用吸管取樣而不使用注射器及針頭）；（b）必須使用注射器及針頭時，採用尖銳物安全裝置。
- 4、勿將使用過之注射器針頭戴上護套。拋棄式物品應丟棄於防 / 耐穿透之有蓋容器中。
- 5、應使用巴斯德塑膠吸管代替玻璃吸管。

### 血清之分離

- 1、只有經過適當訓練之人員才能進行這項工作。
- 2、操作時應穿戴手套以及眼睛及黏膜之保護裝置。
- 3、遵循優良實驗室操作技術可以避免或減少噴濺及氣膠之產生。血液及血清應小心吸取，避免傾倒。嚴禁以口吸液。
- 4、移液管使用後應完全浸入適當之消毒液中。移液管應在消毒液中浸泡適當之時間，再丟棄或滅菌清洗後重複使用。
- 5、帶有血液凝塊等廢棄檢體管，於加蓋後應放在適當之防漏容器內，高壓滅菌及 / 或焚化。
- 6、應備有適當之消毒劑來清洗噴濺及溢出檢體（見第十四章）。

### 離心機之使用

- 1、在使用實驗室離心機時，良好之機械性能是保障微生物安全之前提。
- 2、應依照操作手冊操作離心機。
- 3、離心機放置之高度，應使所有操作人員皆能看見離心機內部，以正確放置轉子及離心桶。
- 4、離心管及盛放離心檢體之容器應由厚壁玻璃製成，或最好為塑膠製品，並於使用前應檢查是否破損。
- 5、用於離心之試管及檢體容器，應始終牢固蓋緊（最好使用螺旋蓋）。
- 6、離心桶之裝載、平衡、封閉及打開，必須在生物安全櫃內進行。
- 7、離心桶及十字軸應依重量配對，並在裝載離心管後正確平衡。
- 8、操作手冊中應提供離心物液面距離離心管管口所需之空間高度。
- 9、應使用蒸餾水或乙醇（異丙醇，70%）來平衡空離心桶。生理食鹽水或次氯酸鹽溶液對金屬具有腐蝕作用，因此不能使用。
- 10、對於第三級及第四級危險群微生物，必須使用可封口之離心桶（安全杯）。

- 11、當使用固定角度離心轉子時，必須小心勿將離心管裝得過滿，否則易導致漏液。
- 12、應每日檢查離心機內轉子部位之腔壁是否被污染或髒污。如污染明顯，應重新評估離心機操作規範。
- 13、應每日檢查離心機轉子及離心桶是否有腐蝕或細微裂痕。
- 14、每次使用後，應清除離心桶、轉子及離心機腔壁之污染。
- 15、使用後應將離心桶倒置擺放，使平衡液流乾。
- 16、當使用離心機時，可能噴出可於空氣中傳播之感染性微粒。如果將離心機放置於傳統之前開式之 I 級或 II 級生物安全櫃內，這些微粒由於移動過快而無法被安全櫃內之氣流截留。而於 III 級生物安全櫃內封閉離心時，可以防止產生氣膠之廣泛擴散。無論如何，良好離心機操作技術及牢固加蓋之離心管可以提供足夠之保護，以防止感染性氣膠及可擴散微粒之產生。

### 均質機、震動器、攪拌器及超音波振盪器之使用

- 1、實驗室勿使用家用（廚房）均質機，因其可能洩漏或釋放氣膠。使用實驗室專用攪拌器及消化器更為安全。
- 2、蓋子、杯子或瓶子應保持良好狀態，無裂縫或變形。蓋子應能密封良好，襯墊也應處於良好狀態。
- 3、使用均質機、震動器及超音波振盪器時，容器內會產生壓力，含有感染性物質之氣膠可能從蓋子及容器間隙逸出。由於玻璃可能破碎而釋放感染性物質並傷害操作者，建議使用塑膠容器，尤其是聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene, PTFE）容器。
- 4、使用均質機、震動器及超音波振盪器時，應使用一個堅固透明之塑膠箱覆蓋設備，並在使用完畢後消毒。如果可能，這些機器可於生物安全櫃內覆蓋塑膠罩進行操作。
- 5、操作結束後，應在生物安全櫃內打開容器。
- 6、應對使用超音波振盪器之人員提供聽力保護。

### 組織研磨器之使用

- 1、拿取玻璃研磨器時，應戴上手套並以吸收性材料包裹。塑膠（聚四氟乙烯）研磨器更加安全。
- 2、操作及打開組織研磨器時，應於生物安全櫃內進行。

### 冰箱與冷凍櫃之維護及使用

- 1、冰箱、低溫冷凍櫃及乾冰儲存容器冷凍櫃應當定期除霜及清潔，應清出所有儲存過程中破碎之安瓿瓶及試管等物品。清理時應戴厚橡膠手套並進行臉部防護，清理後要對內部表面進行消毒。
- 2、儲存於冰箱內之所有容器應當清楚標明內容物品之科學名稱、儲存日期及儲存人員之姓名。未標明或廢棄物品，應高壓滅菌並丟棄。
- 3、應保存一份凍存物品之清單。
- 4、除非有防爆功能，否則冰箱內不能放置易燃性溶液。冰箱門上應註明這一點。

### 裝有冷凍乾燥感染性物質安瓿瓶之開啓

應小心打開裝有冷凍乾燥物之安瓿瓶，因其內部可能處於負壓，突然衝入之空氣可能使一些

物質擴散到空氣中。安瓿瓶應於生物安全櫃內打開，建議依下列步驟打開安瓿瓶：

- 1、首先清除安瓿瓶外表之污染。
- 2、如管內有棉花或纖維塞，可於管壁上靠近棉花或纖維塞之中部銼一痕跡。
- 3、使用一團酒精浸泡之棉花將安瓿瓶包起來以保護雙手，然後手持安瓿瓶從標記之銼痕處打開。
- 4、將頂部小心移去並依污染材料處理。
- 5、如果塞子仍然在安瓿瓶上，使用消毒鑷子除去。
- 6、緩慢向安瓿瓶內加入液體以重新懸浮冷凍乾燥物，避免出現泡沫。

### 裝有感染性物質安瓿瓶之儲存

裝有感染性物質之安瓿瓶不能浸入液態氮中，因為這樣會造成安瓿瓶之裂痕或密封不完全，於取出時可能破碎或爆裂。如果需要低溫保存，安瓿瓶應當儲存在液態氮上面之氣相中。此外，感染性物質應儲存於低溫冷凍櫃或乾冰中。當從冷藏處取出安瓿瓶時，實驗室工作人員應進行眼睛及手部之防護。

以這種方式儲存之安瓿瓶，於取出時應對外表進行消毒。

### 對血液及其他體液、組織及排泄物之標準防護方法

設計標準防護方法（其中包括“常規防護方法<sup>[19]</sup>”）以降低從已知或未知感染源之微生物傳播危險<sup>[2]</sup>。

#### 檢體之採集、標記及運輸

- 1、始終遵循標準防護方法<sup>[2]</sup>；所有程序均需穿戴手套。
- 2、應由受過訓練之人員來採集病人或動物之血液檢體。
- 3、於靜脈抽血時，應使用拋棄式之安全真空採血管取代傳統之針頭及注射器，因可使血液直接採集到具有塞子之運輸管及 / 或培養管中。使用完後，自動廢棄針頭。
- 4、裝有檢體之試管應置於適當容器中運至實驗室（運輸要求見第十五章），在實驗室內部轉運亦應如此（見本章關於“檢體在設施內之傳遞”部分）。檢驗申請單應分開放置在防水夾鏈袋或封套內。
- 5、接收人員不應打開這些袋子。

#### 打開檢體管及取樣

- 1、應於生物安全櫃內打開檢體管。
- 2、必須穿戴手套，並建議對眼睛及黏膜進行保護（護目鏡或面罩）。
- 3、在防護衣外面要再穿上塑膠圍裙。
- 4、打開檢體管時，應使用紙巾或紗布包住塞子，以防止噴濺。

#### 玻璃器皿及“尖銳物”

- 1、盡可能使用塑膠製品代替玻璃製品。只能使用實驗室等級（硼矽酸鹽）之玻璃，任何破碎或有裂痕之玻璃製品，均應丟棄。
- 2、勿將皮下注射針作為移液管使用（參見本章“避免感染性物質之注射”部分）。

#### 用於顯微鏡觀察之蓋玻片及抹片

用於顯微鏡觀察之血液、唾液及糞便檢體，在固定及染色時，無需殺死抹片上之所有微生物及病毒。應使用鑷子拿取這些東西，妥善儲存，並經除污及 / 或高壓滅菌後再丟棄。

### 自動化儀器（超音波振盪器、渦旋混合器）

- 1、爲了避免液滴及氣膠之散佈，這些設備應採用封閉型式。
- 2、排出物應收集在封閉之容器內，進一步高壓滅菌及 / 或廢棄。
- 3、在每一階段完成後，應根據使用手冊對設備進行消毒。

### 組織

- 1、組織檢體應使用福馬林固定。
- 2、應避免冰凍切片。如果必須進行冰凍切片，應罩住冰凍機，操作者要穿戴安全防護面罩。除污時，儀器之溫度至少升至 20℃。

### 除污

建議使用次氯酸鹽及高等級之消毒劑來除污。一般情況可使用新鮮配製之含有效氯 1 g/L 之次氯酸鹽溶液。處理溢出之血液時，有效氯濃度應達到 5 g/L。戊二醛可以用於清除表面污染（見第十四章）。

### 對可能含有普粒子蛋白質物質之預防措施

普粒子蛋白（亦稱爲蛋白質體、病原素）與多種疾病相關，包括某些傳染性海綿狀腦病（transmissible spongiform encephalopathies, TSEs）、庫賈氏症（Creutzfeldt-Jakob disease, CJD; 包括新變異型）、格斯特曼氏綜合症候群（Gerstmann-Sträussler-Scheinker syndrome）、人類致死性家族性失眠症及庫魯病、綿羊與山羊之瘙癢病、家畜之牛海綿狀腦病（bovine spongiform encephalopathy, BSE），以及鹿、麋鹿及貂類之傳染性腦病。儘管庫賈氏症已經傳播到人類，但是還沒有證據證實發生由這些病原體所引起之實驗室感染。不過，在操作已感染或潛在感染之人類或動物材料時，還是應謹慎注意防護。

當進行與傳染性海綿狀腦病有關材料之工作時，應根據微生物病原及所研究檢體之特徵來選擇生物安全等級，並向國內權威機構諮詢後進行。在中樞神經系統組織中發現最高濃度之普粒子蛋白，動物研究還顯示在脾臟、胸腺、淋巴結及肺臟內，可能也有高濃度之普粒子蛋白。最近之研究顯示，舌頭及骨骼肌組織也存在潛在普粒子蛋白感染之危險<sup>[21-24]</sup>。

由於很難徹底使普粒子蛋白失去活性，因此盡可能使用拋棄式器具，在生物安全櫃之工作台面使用一次性防護罩，這些措施都非常重要。

主要應預防避免污染材料之食入或實驗室工作人員之皮膚刺傷。由於普粒子蛋白不能被一般之實驗室消毒及滅菌方法所滅活，故應遵循以下防護措施：

- 1、強烈建議使用專用設備，亦即不與其他實驗室共用設備。
- 2、必須穿戴拋棄式防護衣（隔離衣及圍裙）及手套（對病理學家而言，要在兩層橡膠手套間穿戴鋼絲網手套）。
- 3、強烈建議使用拋棄式塑膠製品，依廢棄物處理並丟棄。
- 4、由於滅菌之問題不能使用組織處理機（tissue processors），應使用廣口瓶或燒杯（塑膠材質）替代。
- 5、所有操作必須在生物安全櫃中進行。
- 6、必須特別小心以避免產生氣膠、意外食入、割傷或刺傷皮膚。

- 7、福馬林固定之組織，即使在長時間浸泡福馬林後，仍應視為具有感染性。
  - 8、含有普粒子蛋白之組織檢體暴露於 96 % 甲酸 1 小時可以基本失活<sup>[24-25]</sup>。
  - 9、實驗台垃圾，包括拋棄式手套、隔離衣及圍裙，均應採用多孔負荷蒸氣滅菌器在 134~137 °C 高壓滅菌 18 分鐘一個循環，或高壓滅菌 3 分鐘六個循環，然後再焚化。
  - 10、鋼絲網手套或 Kevlar 手套等非拋棄式用具，均必須收集起來除污。
  - 11、污染有普粒子蛋白之感染性廢液，應使用含 20 g/L (2 %) 有效氯之次氯酸鈉 (最終濃度) 處理 1 小時。
  - 12、多聚甲醛燻蒸之方法無法降低普粒子蛋白之濃度，普粒子蛋白對紫外線照射也具有抵抗力。然而，安全櫃仍必須以標準方法來除污 (如甲醛蒸氣)，以滅活可能存在之其他微生物病原。
  - 13、受普粒子蛋白污染之生物安全櫃及其他表面，可採用含 20 g/L (2 %) 有效氯之次氯酸鈉處理 1 小時來除污。
  - 14、HEPA 過濾器摘除後，需在至少 1000 °C 之溫度下焚化。在焚化之前，建議進行下述處理：
    - a. 在摘除前，使用噴漆噴頭給過濾器之裸露表面噴霧，
    - b. 在摘除過程中，將過濾器“裝袋”，以及
    - c. 從工作櫃中除去 HEPA 過濾器，可避免污染到難以接近之安全櫃壓力排氣系統。
  - 15、器具應使用含 20 g/L (2 %) 有效氯之次氯酸鈉浸泡 1 小時，然後使用水徹底清洗後，再進行高壓滅菌。
  - 16、不能高壓滅菌之器具可以反覆使用含 20 g/L (2 %) 有效氯之次氯酸鈉潤濕超過 1 小時，以進行清潔，並要求使用水沖洗，以清除殘留之次氯酸鈉。
- 有關特殊微生物病原處理之詳細資料，見參考文獻 12、26 及 27。

## 第十三章 意外事故應對計畫及緊急應變程序

每一個從事感染性微生物工作之實驗室都應制訂針對所操作微生物及動物危害之安全防護措施。

在任何涉及處理或儲存第三級及第四級危險群微生物之實驗室（生物安全第三等級之防護實驗室及生物安全第四等級之最高防護實驗室），都必須有一份關於處理實驗室及動物設施意外事故之書面計畫。國家及 / 或當地之衛生部門應參與制訂緊急應變計畫。

### 意外事故應對計畫

意外事故應對計畫應提供下列操作程序：

- 1、預防天然災害，如火災、洪水、地震及爆炸
- 2、生物危害風險評估
- 3、意外暴露處理及除污
- 4、人員及動物從現場之緊急撤離
- 5、人員暴露及受傷之緊急醫療處理
- 6、暴露人員之醫療監視
- 7、暴露人員之臨床處理
- 8、流行病學調查
- 9、事故後復原事項。

在訂定意外事故應對計畫時，應考慮以下幾個方面問題：

- 1、高危險性微生物之鑑定
- 2、高危險性區域之位置，如實驗室、儲藏室及動物房
- 3、具感染危險之工作人員及群眾
- 4、瞭解負責團隊及其責任，如生物安全官、安全人員、地方衛生部門、臨床醫生、微生物學家、獸醫、流行病學家以及消防及警務部門
- 5、列出能安置暴露或感染人員進行治療及隔離之設施
- 6、暴露或感染人員之運送
- 7、列出免疫血清、疫苗、藥品、特殊設備及供應品等資源狀況
- 8、緊急裝備之供應，如防護衣、消毒劑、化學及生物溢出物處理套組、除污器具及其他供應品。

### 微生物實驗室緊急應變程序

#### 刺傷、割傷及擦傷

受傷人員應脫除防護衣，清洗雙手及受傷部位，使用適當之皮膚消毒劑，必要時，尋求醫療照護。要記錄受傷原因及相關之微生物，並應保留完整適當之醫療紀錄。

#### 潛在感染性物質之食入

應脫下受害人之防護衣並尋求醫療照護。要報告可能食入物質及事故發生之細節，並保留

完整適當之醫療紀錄。

### 潛在危害性氣膠之釋放（在生物安全櫃外面）

所有人員必須立即撤離相關區域，任何暴露人員都應接受醫學諮詢。應立即通知實驗室主管及生物安全官。為使氣膠排出及使較大之微粒沉降，於一定時間內（例如 1 小時內）嚴禁人員進入。如實驗室無中央排氣系統，則應延遲進入實驗室時間（例如 24 小時後）。

應張貼“禁止進入”之標誌。經適當隔離後，在生物安全官之指導下除污。應穿戴適當之防護衣及呼吸保護裝備。

### 容器破碎及感染性物質溢出物

應立即用抹布或紙巾覆蓋溢出之感染性物質或遭污染之破碎容器。然後在上面倒上消毒劑，並使其作用適當時間。然後將抹布、紙巾以及破碎物品清理掉；玻璃碎片應使用鑷子清理。然後再使用消毒劑擦拭污染區域。如果使用畚箕清理破碎物，應對其進行高壓滅菌或置入有效之消毒液內浸泡。用於清理之抹布、紙巾及拭子等應放在盛裝污染性廢棄物之容器內。所有操作過程中，都應穿戴手套。

如實驗表格或其他列印或書寫物質被污染，應將這些資訊複製，並將原件置入感染性廢棄物容器內。

### 在未封閉式離心桶之離心機內盛裝具潛在感染性物質之離心管發生破裂

如機器正在運行時發生破裂或疑似發生破裂，應關閉機器電源，讓機器密閉（例如 30 分鐘）使氣膠沉積。如果機器停止後發現破裂，應立即將蓋子蓋上，並密閉（例如 30 分鐘）。發生這兩種情況時，都應通知生物安全官。

隨後之所有操作都應戴厚實之手套（如厚橡膠手套），必要時可在外面穿戴適當之拋棄式手套。當清理玻璃碎片時應使用鑷子，或使用鑷子夾棉花來進行。

所有破碎之離心管、玻璃碎片、離心桶、十字軸及轉子都應放在無腐蝕性、已知對相關微生物具有滅活之消毒劑內（見第十四章）。未破損之有蓋離心管應放在另一個有消毒劑之容器中，然後回收。

離心機內腔應使用適當濃度之同種消毒劑擦拭，並再次擦拭，然後使用水沖洗並乾燥。清理時所使用之全部物質，都應依感染性廢棄物處理。

### 在封閉式離心桶（安全杯）內離心管發生破裂

所有密封離心桶都應在生物安全櫃內裝卸。如懷疑在安全杯內發生破損，應該鬆開安全杯之蓋子並將離心桶高壓滅菌。另一種方法是，安全杯可以採用化學消毒。

### 火災及天然災害

制定之應變計畫應包括消防及其他應變部門。應事先告知他們哪些房間有潛在之感染性物質。平時安排其他部門人員參觀實驗室，使其熟悉實驗室之設計及設備，這都是十分有益的。發生天然災害時，應就實驗室建築物內及附近建築物之潛在危險，向當地或國家緊急救助人員提出警告。只有在受過訓練之實驗室工作人員之陪同下，他們才能進入這些地區。感染性物質應收集在防漏之箱子內或厚實之拋棄式袋子中。由生物安全人員依據當地之規定決定繼續利用或是最終丟棄。

### 緊急救助：聯繫對象

在設施內應顯著張貼以下之電話號碼及地址：

- 1、研究機構及實驗室本身之電話及位置（打電話者或呼叫之服務人員可能不知道詳細地址或位置）
- 2、研究機構或實驗室主任
- 3、實驗室主管
- 4、生物安全官
- 5、消防隊
- 6、醫院 / 急救機構 / 醫務人員（如果可能，提供各個診所、科室及 / 或醫務人員之名稱）
- 7、員警
- 8、醫務官員
- 9、負責之技術人員
- 10、水源、氣體及電氣之維修部門

### 急救裝備

必須配備以下緊急裝備：

- 1、急救箱，包括常用及特殊之解毒劑
- 2、合適之滅火器及滅火毯

建議配備以下設備，但可根據具體情況有所不同：

- 1、全套防護衣（連身式防護衣、手套及頭套—用於涉及第三級及第四級危險群微生物之事故）
- 2、全罩式防毒面具（full-face respirator）搭配有效防護化學物質及微粒之濾毒罐
- 3、房間消毒設備，如噴霧器及甲醛燻蒸器
- 4、擔架
- 5、工具，如錘子、斧頭、扳手、螺絲起子、梯子及繩子
- 6、劃分危險區域界限之器材及警告標示。

詳細資料見參考文獻 12 及 28。

## 第十四章 消毒及滅菌

消毒及滅菌之基本常識對於實驗室生物安全非常重要。由於嚴重污染之物品不能迅速地消毒或滅菌，瞭解預先清潔之基本原理亦同等重要。關於消毒及滅菌，以下基本原則適用於所有已知不同等級之微生物病原體。

關於除污之特殊要求，要根據實驗工作之類型以及所操作之感染性物質之特性來決定。這裏所提供之一般性資料，有助於建立標準化及更專業之程序以處理特定實驗室中所涉及之生物性危害。

消毒劑之作用時間因特定之物質及製造商而不同。因此，所有消毒劑之使用，必須遵照製造商說明書中建議事項。

### 定義

關於消毒及滅菌有許多不同之術語，以下是生物安全中較常使用：

<b>抗菌劑 (antimicrobial)</b>	能夠殺死微生物或抑制其生長及繁殖之製劑。
<b>防腐劑 (antiseptic)</b>	能夠抑制微生物生長及繁殖但不足將其殺滅之物質。防腐劑經常使用於體表。
<b>生物殺蟲劑 (biocide)</b>	所有能夠殺死生物體之製劑統稱。
<b>化學殺菌劑 (chemical germicide)</b>	用於殺死微生物之化學品或化學混合物。
<b>除污 (decontamination)</b>	去除及 / 或殺死微生物之任何過程。該名詞也用於去除或中和有危害之化學品及放射性物質。
<b>消毒劑 (disinfectant)</b>	用於殺死微生物之化學品或化學混合物，但不一定殺死其孢子。消毒劑常用於非生物體或其表面。
<b>消毒 (disinfection)</b>	殺死微生物之物理或化學手段，但不一定殺死其孢子。
<b>滅菌劑 (microbicide)</b>	能夠殺死微生物之化學品或化學混合物。該名詞常常可以代替“生物殺蟲劑”、“化學殺菌劑”或“抗菌劑”。
<b>殺孢子劑 (sporocide)</b>	用於殺死微生物及孢子之化學品或化學混合物。
<b>滅菌 (sterilization)</b>	殺死及 / 或去除所有微生物及其孢子之過程。

### 實驗室物質之清潔

清潔是指去除污垢、有機物及污漬。清潔方法包括刷、吸、乾擦、洗滌或使用浸泡肥皂水或清潔劑之濕抹布拖擦。灰塵、污物以及有機物是微生物棲身之所，並可能影響除污劑（抗菌劑、化學殺菌劑以及消毒劑）之殺菌作用。

必須經過預先清潔才能實現消毒及滅菌之目的。許多防腐劑只對經過預先清潔之物品才具有殺

菌活性。預先清潔時必須小心，以避免暴露於感染性物質。

預先清潔時必須使用與以後使用之防腐劑化學上相容之物質。非常普遍的是採用相同之化學殺菌劑進行預先清潔及消毒。

## 化學殺菌劑

多種化學品可以用作消毒劑及 / 或防腐劑。由於其數量與種類還在不斷增加，因此，要根據實際之用途仔細選擇。

許多化學品在較高溫度時，其殺菌效果更快也更好。但同時，較高之溫度能夠加速其揮發及降解。因此在熱帶地區，由於室溫較高，可能縮短化學殺菌劑之有效期限，在使用及儲存這些化學品時，要特別注意。

許多殺菌劑對人體或環境有害，應依製造商之說明小心選擇、儲存、操作、使用及丟棄。為了個安全，建議在稀釋化學殺菌劑時，應穿戴手套、圍裙及保護眼睛之器具。

化學殺菌劑一般不使用於地面、牆壁、設備及傢俱之常規清潔。但是，在控制疾病爆發時，可以使用。

正確使用化學殺菌劑可確保實驗場所之安全，減少來自感染性物質之風險。基於經濟理由、控制庫存及限制環境污染等之考量，應盡可能控制化學殺菌劑之用量。

下面介紹一些常規使用之化學殺菌劑，並列出其一般用途及安全特徵。除非另外標註，防腐劑之濃度以重量 / 體積 (w/v) 來表示。表十二彙整含氯消毒劑之建議使用濃度。

表十二、含氯消毒劑之建議使用濃度

	“清潔”情況下 <sup>a</sup>	“污染”情況下 <sup>b</sup>
所需之有效氯濃度	0.1 % (1 g/L)	0.5 % (5 g/L)
次氯酸鈉溶液 (含有 5 % 之有效氯)	20 mL/L	100 mL/L
次氯酸鈣 (含有 70 % 之有效氯)	1.4 g/L	7.0 g/L
二氯異氰尿酸鈉粉劑 (含 60% 之有效氯)	1.7 g/L	8.5 g/L
二氯異氰尿酸鈉片劑 (每片含 1.5 g 有效氯)	每升 1 片	每升 4 片
氯胺 (含有 25% 之有效氯) <sup>c</sup>	20 g/L	20 g/L

<sup>a</sup> 去除大部分污染材料後

<sup>b</sup> 溢流情況 (如血液) 或大量污染材料沒有除去時

<sup>c</sup> 參見正文

## 氯 (次氯酸鈉)

氯屬於快速作用之氧化劑，是一種普遍且廣效型之化學殺菌劑。一般以次氯酸鈉 (NaOCl) 溶液作成漂白水銷售，使用時可以用水稀釋成各種不同之有效氯濃度。

氯 (尤其用作漂白水時) 為強鹼性，能腐蝕金屬。有機物 (蛋白質) 會顯著減弱其活性。漂白水在儲存或使用中，尤其在高溫條件下，會釋放氯氣而減弱其殺菌能力。要根據使用漂白水之初始濃度、容器類型 (如有無蓋子) 及大小、使用之頻率及特性以及室內條件，以確定其更換頻

率。一般而言，對於那些需一天多次浸泡處理含有高濃度有機物材料之漂白水溶液，每日應至少更換一次，而那些使用頻率較低之漂白水溶液，則可以維持一周時間。

常規實驗室消毒劑之有效氯濃度應為 1 g/L。建議使用含有 5 g/L 有效氯之更強作用之溶液，處理生物危害性物質之溢出物以及含有大量有機物之情況。家用漂白水之次氯酸鈉溶液含有 50 g/L 之有效氯，因此需要稀釋 50 倍或 10 倍來達到最終濃度 1 g/L 及 5 g/L。工業用漂白水之次氯酸鈉溶液含有約 120 g/L 之有效氯，必須進行相應之稀釋達到上述濃度。

次氯酸鈣 [Ca(ClO)<sub>2</sub>] 之顆粒或片劑一般含有 70% 之有效氯。用顆粒或片劑配製濃度 1.4 g/L 或 7.0 g/L 之溶液，其有效氯濃度分別為 1.0 g/L 之 5 g/L。不建議將漂白水當作防腐劑使用，但可以用作一般性消毒劑以及用於浸泡非金屬類之污染物質。在緊急情況下，也可以使用最終濃度含 1~2 mg/L 有效氯之漂白水來消毒飲用水。氯氣具有強毒性。因此漂白水只能在通風良好之地方儲存及使用。另外，漂白水也不能與酸混合，以避免氯氣快速釋放。氯之許多副產物可能對人體及環境有害，應該避免濫用含氯消毒劑，特別是漂白水。

### 二氯異氰尿酸鈉

二氯異氰尿酸鈉 (NaDCC) 之粉劑含有 60% 之有效氯。以 NaDCC 粉劑配製之濃度為 1.7 g/L 及 8.5 g/L 之溶液將分別含有 1 g/L 及 5 g/L 之有效氯。NaDCC 片劑一般每片含有 1.5 g 之有效氯，將 1 片或 4 片溶於 1 升水將分別獲得濃度約為 1 g/L 及 5 g/L 之溶液。粉劑或片劑之 NaDCC 儲存既方便又安全。血液或其他生物危害性液體溢出物時，可以使用固體 NaDCC，並使其作用至少 10 分鐘後再除去，然後對污染區域進行進一步之清理。

### 氯胺

氯胺粉劑含有大約 25% 之有效氯。氯胺釋放氯之速度比次氯酸慢，因此如果需要獲得與次氯酸相同之效力，就需要較高之初始濃度。另一方面，有機物對氯胺溶液之影響沒有次氯酸溶液那麼大，在“清潔”及“污染”情況下，都建議使用 20 g/L 之濃度。

氯胺溶液實際上無臭味。但是，浸泡在氯胺中之物品必須要徹底清洗，以除去加入到氯胺-T (甲苯磺酰氯胺鈉) 粉劑中之填充劑殘留物。

### 二氧化氯

二氧化氯是一種高效且快速防腐劑、消毒劑及氧化劑。經常有報導，認為其濃度在低於漂白水之含氯濃度時，即具活性。二氧化氯作為氣體是不穩定的，將分解為氯氣 (Cl<sub>2</sub>) 及氧氣 (O<sub>2</sub>)，並放熱。然而，二氧化氯溶於水，並在水溶液中穩定。有兩種方法可獲得二氧化氯：(1) 將鹽酸 (HCl) 及亞氯酸鈉 (NaClO<sub>2</sub>) 兩種單獨成分混合時，即可生成；(2) 訂購其穩定態，然後需要時，隨時活化生成。

就氧化生物殺蟲劑而言，二氧化氯是高選擇性之氧化劑。臭氧及氯比二氧化氯有更高之反應活性，能氧化大多數之有機物。然而，二氧化氯僅與還原性硫化物、二級或三級胺以及其他強還原性及反應活性之有機物作用。因此，與使用氯及臭氧相比，二氧化氯在含量低得多之情況下，能得到更穩定之反應產物。在有機物較多之情況下，由於其選擇性，使用適量之二氧化氯比臭氧及氯更有效。

### 甲醛

在溫度高於 20 °C 時，甲醛 (HCHO) 是一種能夠殺死所有微生物及其孢子之氣體。但甲醛

對普粒子蛋白沒有滅活作用。

甲醛反應相對較慢，並需要相對濕度達 70 % 左右。市場上出售之產品為多聚甲醛——一種固體多聚體，呈薄片狀或小块狀，或為福馬林——一種濃度約為 370 g/L (37 %) 之氣體水溶液，其中含甲醇 (100 mL/L) 作為穩定劑。兩種形式加熱都可以產生氣體，用於封閉空間 (如生物安全櫃及房間) 之除污及消毒 (見本章“局部環境之除污”部分)。甲醛 (5 % 福馬林水溶液) 可以作為液體消毒劑。

甲醛被懷疑是一種致癌劑。它具有刺鼻氣味，其氣體能夠刺激眼睛及黏膜，因此必須在排氣櫃或通風良好之地方儲存及使用。必須遵守國家化學品安全規定。

## 戊二醛

如同甲醛一樣，戊二醛 [OHC(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CHO] 具活性可對抗繁殖之細菌、孢子、真菌及含脂質或不含脂質之病毒。它不具有腐蝕性，比甲醛作用迅速，但也需要幾個小時才能殺死細菌孢子。

通常所供應之戊二醛濃度約 20 g/L (2 %) 之溶液，絕大部分產品使用前需要加入與產品一同提供之碳酸氫鹽混合物進行“活化”(變成鹼性)。活化之溶液根據其配方設計、應用類型及使用頻率等情況可以重複使用 1~4 週。與有些產品一同提供之指示計 (dipstick) 僅用於粗略指示溶液中之活性戊二醛等級。如果戊二醛溶液變混濁，就應將其廢棄。

戊二醛具有毒性，並對皮膚及黏膜具有刺激性，應避免與其接觸。必須在排氣櫃或通風良好之地方使用。不建議採用其噴霧劑或溶液來清除環境表面之污染。必須遵守化學品安全之國家規定。

## 酚類化合物

酚類化合物是一大類最早使用之防腐劑。但是，最近基於安全考量而限制其使用。它們對繁殖之細菌及含脂病毒具有活性，適當配製後，對分枝桿菌也有活性。它們對孢子沒有活性，而對於非含脂質病毒之活性則不確定。許多酚類產品可用於清除環境表面之污染，有些 (如三氯生及氯二甲酚) 是最常用之防腐劑。

三氯生常作為洗手用品。它主要對繁殖之細菌有活性，並且對皮膚及黏膜是安全的。但是，實驗研究發現，對低濃度三氯生具有耐受性之細菌對某些抗生素也有耐受性。該領域中這一發現之意義尚不清楚。

有些酚類化合物對水之硬度敏感，並可能導致喪失活性，因此必須使用蒸餾水或去離子水來進行稀釋。

不建議在食物接觸之表面及幼兒活動場所使用酚類化合物。它們可能被橡膠吸收，也可能滲透皮膚。必須遵守國家化學品安全規定。

## 四級銨鹽類化合物

四級銨鹽類化合物大多混合使用，也經常與醇類等其他殺菌劑聯合使用。四級銨鹽類化合物對繁殖之細菌及含脂質病毒具有良好活性。某些類型 (如氯化苯二甲銨) 也用作防腐劑。

有些四級銨鹽類化合物之殺菌作用會受有機質、水質硬度以及陰離子去污劑之顯著影響，因此當使用四級銨鹽化合物進行消毒時，要謹慎選擇預先清潔所使用之媒介。有些具有潛在危害性之細菌能夠在四級銨鹽化合物溶液中生長。由於其生物降解能力較低，這些化合物也可能在環境中蓄積。

## 乙醇

乙醇 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 及異丙醇 [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHOH] 具有相似之滅菌特性。它們對於繁殖之細菌、

真菌及含脂質病毒具有活性，但不能殺滅活孢子，而對非含脂質病毒之作用則不確定。其水溶液最有效之使用濃度約為 70 % (v/v)；更高或更低之濃度均不適宜殺菌。醇類溶液之主要優點是處理後物品不會留下任何殘留物。

將乙醇與其他試劑混合使用比單獨使用更有效，如 70 % (v/v) 乙醇及 100 g/L 之甲醛混合使用，以及使用含有 2 g/L 有效氯之乙醇。70 % (v/v) 乙醇溶液可以用於消毒皮膚、實驗台及生物安全櫃之工作台面，以及浸泡小型外科手術器械。由於乙醇可以使皮膚乾燥，所以經常與潤膚液混合使用。在不便於或不可能進行徹底洗手之情況下，建議使用含乙醇之擦手液對輕度污染之手部進行消毒。但是必須記住，乙醇對孢子無效，而且不能殺死所有類型之非含脂質病毒。

乙醇具易揮發性及易燃性，不能在明火附近使用。其溶液應儲存在適當之容器內，以避免醇類揮發。乙醇可以硬化橡膠並溶解某些膠質。為了避免乙醇使用於其他非滅菌目的，在實驗室裏對乙醇進行專門之清點及儲存是非常重要的。含有乙醇溶液之瓶子必須清楚標記，以避免被意外高壓滅菌。

### 碘及碘仿

這類消毒劑之作用與氯類似，只是有機物對它們之抑制作用略弱。碘可以使纖維及環境表面著色，一般不適合作為消毒劑。但是，碘仿及碘酊是很好之抗菌劑。多聚碘 (polyvidone iodine) 是一種安全可靠之外科手術擦手劑及手術前皮膚抗菌劑。碘類抗菌劑一般不適於醫療 / 牙醫器械之消毒。碘不可使用在鋁或銅上。

碘有毒性。含有有機碘之產品必須於 4~10 °C 儲存，以避免有潛在危害性之細菌在裏面生長。

### 過氧化氫及過酸類

像氯一樣，過氧化氫 ( $H_2O_2$ ) 及過酸類是強氧化劑，是一種廣效型殺菌劑。對人體及環境較氯更為安全。

通常供應之過氧化氫是可以立即使用之 3 % 溶液，或是以無菌水稀釋 5~10 倍體積後使用之 30 % 水溶液。但是，那種單獨含有 3~6 % 過氧化氫之溶液殺菌作用緩慢而有限。現有產品中含有其他成分來穩定過氧化氫，加速其殺菌作用並降低其腐蝕性。

過氧化氫能夠用於清除實驗台及生物安全櫃工作台面之污染，較高濃度之溶液適於清除對熱敏感之醫療 / 牙醫器械之污染。採用過氧化氫或過氧醋酸燻蒸來消毒對熱敏感之醫療 / 牙醫器械時，需要特殊之設備。

過氧化氫及過氧醋酸能腐蝕鋁、銅、黃銅及鋅等金屬，也能使纖維、頭髮、皮膚及黏膜褪色。經它們處理之物品必須經過徹底之漂洗後，才能接觸眼睛及黏膜。它們應當儲存在避熱及避光之地方。

## 局部環境之除污

需要聯合應用液體及氣體消毒劑來清除實驗室空間、用具及設備之污染。清除表面污染時，可以使用次氯酸鈉 (NaOCl) 溶液；含有 1 g/L 有效氯之溶液適於一般之環境衛生設備，但是當處理高危險性環境時，建議使用高濃度 (5 g/L) 溶液。用於清除環境污染時，含有 3 % 過氧化氫之溶液也可以作為漂白水之代用品。

可以通過加熱多聚甲醛或煮沸福馬林所產生之甲醛蒸氣燻蒸清除房間及設備之污染。此高危險性過程項需要由專門訓練之專業人員來進行。產生甲醛蒸氣前，房間之所有出口（如門窗等）都應以密封膠帶或類似物加以密封。燻蒸應在室溫不低於 21 °C 且相對濕度 70 % 之條件下進行（見本章“生物安全櫃之除污”部分）。

除污時氣體需要與物體表面至少接觸 8 小時。燻蒸後，該區域必須徹底通風後，才允許人員進入。在通風之前，需要進入房間時，必須戴適當之防毒面具。可以採用氣態之碳酸氫銨來中及甲醛。

採用過氧化氫溶液對小空間進行燻蒸消毒同樣有效，但需要專門之蒸氣產生設備。

## 生物安全櫃之除污

清除 I 級及 II 級生物安全櫃之污染時，要使用能讓甲醛氣體獨立發生、循環及中和之設備。應將適量之多聚甲醛（空氣中之最終濃度達到 0.8 %）放在電熱板上面之長柄平鍋中（在生物安全櫃外進行控制）。然後將含有比多聚甲醛多 10 % 之碳酸氫銨置於另一個長柄平鍋中（在生物安全櫃外進行控制）。在櫃外將該平鍋放置到第二個加熱板上，在安全櫃外將電熱板接上插頭通電，以便需要時在櫃外通過開關電源插頭控制盤子之操作。如果相對濕度低於 70 %，在使用強力膠帶（如管道膠帶（duct tape））密封前部封閉板前，還要在安全櫃內部放置一個開口之盛有熱水之容器。如果前面沒有封閉板，則可以用大塊塑膠布粘貼覆蓋在前部開口及排氣口以保證氣體不會洩漏進入房間。同時供電線穿過前封閉板之穿透孔，須使用管道膠帶密封。

將放有多聚甲醛平鍋之加熱板插上插頭接通電源。在多聚甲醛完全蒸發時，拔掉插頭以斷電。使生物安全櫃靜置至少 6 小時。然後將放有第二個平鍋之加熱板插上插頭通電，使碳酸氫銨蒸發。然後拔掉電插頭，接通生物安全櫃電源兩次，每次啟動約 2 秒鐘使碳酸氫銨氣體循環。在移去前封閉板（或塑膠布）及排氣罩板之前，應使生物安全櫃靜置 30 分鐘。使用前應擦掉生物安全櫃表面上之殘渣。

## 洗手 / 手部除污

處理生物危害性物質時，儘可能穿戴合適之手套。但這並不能代替實驗室人員需要經常地、徹底地洗手。處理完生物危害性物質及動物後以及離開實驗室前，均必須洗手。

大多數情況下，用普通之肥皂及清水徹底沖洗對手部除污已足夠。但在高度危險之情況下，建議使用殺菌肥皂。手部要完全抹上肥皂，搓揉至少 10 秒鐘，以乾淨清水沖洗後，再使用乾淨之紙巾或毛巾擦乾（如果有設置，可以使用暖風乾手機）。

建議使用腳控式或肘控式之水龍頭。如果沒有安裝，應使用紙巾或毛巾來關上水龍頭，以防止再度污染洗淨之雙手。

如上所述，如果沒有條件徹底洗手或洗手不方便，應該以酒精擦手來清除雙手之輕度污染。

## 加熱消毒及滅菌

加熱是最常用之清除病原體污染之物理手段。“乾”熱沒有腐蝕性，可用來處理實驗器材中許多可耐受 160 °C 或更高溫度 2~4 小時之物品。燃燒或焚化（如下）也是一種乾熱方式。濕熱法高壓滅菌，則最為有效。

煮沸並不一定能殺死所有之微生物或病原體，但如果其他方法（化學殺菌、除污、高壓滅菌）不可行或沒有條件時，也可以作為一種最起碼之消毒措施。

滅菌後之物品必須小心操作並保存，以保證在使用之前不再被污染。

### 高壓滅菌

高壓滅菌對實驗器材進行滅菌是最有效及最可靠之方法。對於大多數滅菌目的，下列條件可以確保高壓滅菌器之滅菌效果：

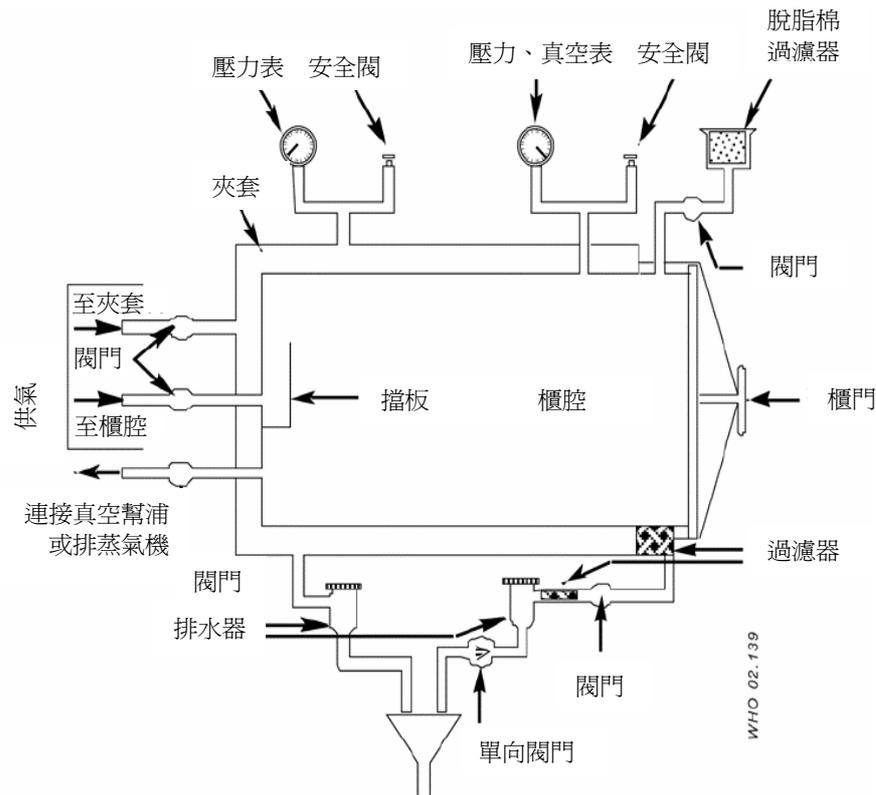
- 1、134 °C、保持 3 分鐘以上
- 2、126 °C、保持 10 分鐘以上
- 3、121 °C、保持 15 分鐘以上
- 4、115 °C、保持 25 分鐘以上

下面是不同高壓滅菌器之例子。

**重力置換式（“下排氣式”）高壓滅菌器：**圖十是重力置換式高壓滅菌器之整體構造。蒸氣在壓力作用下進入滅菌器，由上而下置換較重之空氣並通過滅菌器之排氣閥（裝有高效率空氣微粒過濾器）排出。

**預真空式高壓滅菌器：**此滅菌器可以在蒸氣進入前，使空氣從滅菌器排出。氣體是通過一個裝有高效率空氣過濾器之排氣閥排出。在滅菌結束時，蒸氣自動排出。這種高壓滅菌可以在 134 °C 下進行，因此滅菌週期可以縮短至 3 分鐘。預真空式高壓滅菌器非常適合多孔性物品之滅菌，但由於要抽真空而不能用於液體之高壓滅菌。

**燃料加熱壓力鍋式高壓滅菌器：**只有在沒有重力置換式高壓滅菌器之情況下，才使用這一種滅菌器。從其頂部裝載物品，通過燃氣、電力或其他燃料來加熱。通過加熱容器底部之水來產生蒸氣，由下而上置換空氣並經排氣孔排出。當所有之空氣排出後，關閉排氣孔之閥門，緩慢加熱使壓力及溫度上升到安全閥預設之等級。此時記為滅菌開始時間。滅菌結束後停止加熱，使溫度下降到 80 °C 以下再打開蓋子。



圖十、重力置換式高壓滅菌器

### 高壓滅菌器之裝載

為了利於蒸氣之滲透及空氣排出，高壓滅菌物品應鬆散包裝放置在滅菌器內。要使蒸氣能夠

作用到其內容物。

### 高壓滅菌器使用注意事項

下列規定能夠減少操作壓力容器時發生之危險：

- 1、應由受過良好訓練之人員負責高壓滅菌器之操作及日常維護。
- 2、預防保養週期應由有具備資格人員定期檢查滅菌器櫃腔、櫃門之密封性以及所有儀錶及控制器。
- 3、應使用飽和蒸氣，並且其中不含腐蝕抑制劑或其他化學品，這些物質可能污染正在滅菌之物品。
- 4、所有要高壓滅菌之物品都應放在空氣能夠排出，並具有良好熱滲透性之容器中；滅菌器櫃腔裝載要鬆散，以便蒸氣可以均勻作用於裝載物。
- 5、當滅菌器內部加壓時，互鎖安全裝置可以防止櫃門被打開，而沒有互鎖裝置之高壓滅菌器，應當關閉主蒸氣閥並待溫度下降到 80 °C 以下時再打開門。
- 6、當高壓滅菌液體時，由於取出液體時可能因過熱而沸騰，故應採用慢排式設置。
- 7、即使溫度下降到 80 °C 以下，操作者打開門時，也應穿戴適當之手套及眼罩來進行防護。
- 8、在進行高壓滅菌效果之常規監視中，生物指示劑或熱電偶計應置於每件高壓滅菌物品之中心。最好在“最大”裝載時，使用熱電偶計及記錄儀進行定時監視，以確定滅菌程序是否適當。
- 9、滅菌器如果有排水濾網，應每日拆下清洗。
- 10、應注意保證高壓滅菌器之安全閥，沒有被高壓滅菌物品中之紙屑等堵塞。

### 焚化

在處理那些經過或事先未經除污之動物屍體以及解剖組織或其他實驗室廢棄物時，焚化是一種有效之方法（見第三章）。只有在實驗室可以控制焚化爐之條件下，才能用焚化代替高壓滅菌來處理感染性物質。

需要有效控制溫度，並配備二次焚化室時才能實現徹底焚化。許多焚化爐，尤其是那些只有單座焚化室者，不能滿足處理感染性物質、動物屍體及塑膠製品之要求。這些材料可能不能完全銷燬，微生物、有毒化學品及煙塵還是可能經由煙囪排放而污染空氣。但也有許多結構令人滿意之焚化室。理想之第一次焚化室之溫度至少應達到 800 °C，二次焚化室之溫度至少應達到 1000 °C。需要焚化之物質（即使事先已除污）應使用袋子運送到焚化室，最好使用塑膠袋。負責焚化之工作人員應接受關於如何裝載及控制溫度等之正確指導。還需要註明的是，焚化爐之操作是否有效，主要取決於對需要處理之廢棄物中物品之正確混合。人們已經關注到現有或計畫製造中之焚化爐，可能對環境造成之負面影響，並努力使焚化爐對環境之影響更小，也更節約能源。

### 處理

實驗室及醫療廢棄物之處理，要遵守各地區、國家及國際之規定，在設計及執行關於生物危害性廢棄物處理、運輸及廢棄之規劃前，必須參考最新版之相關規定。一般情況下，焚化爐內之灰燼可作為一般家庭廢棄物處理並由地方有關部門清運。已高壓滅菌之廢棄物可以在其他地方焚化後處理，或在指定垃圾場掩埋處理（見第三章）。

詳細資料見參考文獻 13 及 29~39。

# 第十五章 感染性物質運輸之簡介

感染性及潛在感染性物質之運輸應嚴格遵守國家及國際規定。這些規定說明如何正確使用包裝材料，以及其他之運輸要求。

實驗室人員必須依照可適用之運輸規定來運送感染性物質。依照規定執行可以實現：

- 1、減少包裝損壞及洩漏之可能性，因此
- 2、減少可能造成傳染之暴露；
- 3、提高運輸效率。

## 國際運輸規定

感染性物質運輸規定（依各種運輸方式）以聯合國“危險性貨物運輸”之規範<sup>[40]</sup>為基礎。聯合國之這些建議是由危險性貨物運輸聯合國專家委員會(United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods, UNCETDG)制定。要成為法律上之規章合法之一部分，必須由具資格之權威機構將聯合國規範應用到國家規定及國際規範中（例如國際民用航空組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）針對危險性貨物運輸制訂之「危險性貨物安全空運之技術說明」（Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air<sup>[41]</sup>）及「國際危險性貨物陸運歐洲協議」（the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)<sup>[42]</sup>））。

國際空運協會（International Air Transport Association, IATA）每年發佈「感染性物質運輸指引」（Infectious Substances Shipping Guidelines）<sup>[43]</sup>。IATA 指引必須遵守 ICAO 之技術說明作為最低標準，但可增加其他要求。如果 IATA 成員運輸上述物品，則必須遵守 IATA 指引。由於聯合國關於危險性貨物運輸之規範每兩年修訂一次，讀者應參照國家及國際規範之最新版本。世界衛生組織為 UNCETDG 提供諮詢。運輸規定中之主要修訂部分，參考聯合國關於感染性物質運輸規範第十三版（2003）<sup>[40]</sup>。可以從 WHO<sup>[44]</sup>得到關於修正案採納之有關背景說明。國際規範並非要取代各地方或國家要求。但在有些還無國家要求之情況下，就應遵守國際規範。注意以下一點非常重要：感染性物質之國際運輸，還必須依據並遵守國家輸出 / 入之規定。

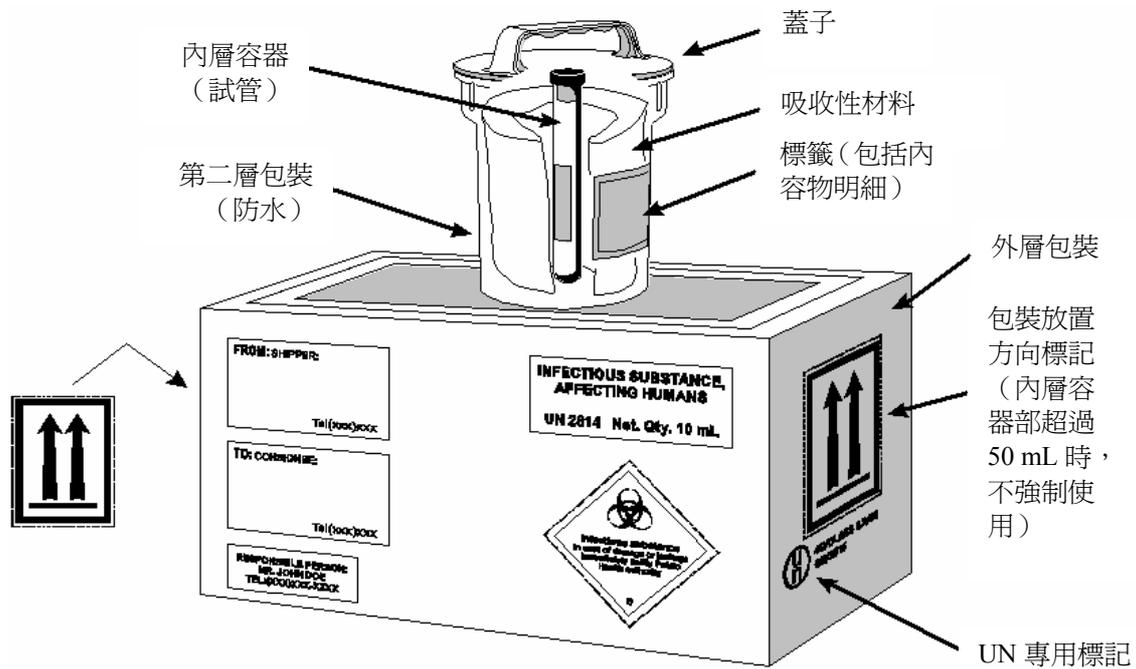
## 基本之三層包裝系統

在感染性及潛在感染性物質運輸中選擇使用之三層包裝系統，其示意圖見圖十一。此一包裝系統由三層組成：內層容器，第二層包裝以及外層包裝。

裝載檢體之內層容器必須防水、防漏並貼上指示內容物之適當標籤。內層容器外面要包裹足量之吸收性材料，以便內層容器打破或洩漏時，能吸收溢出物之所有液體。

防水、防漏之第二層包裝用來包裹並保護內層容器。有些包裝好之內層容器可以放在獨立之第二層包裝中。有些規定中包括了感染性物質包裝之體積及重量限制。

### A 類感染性物質之包裝與標籤



### B 類感染性物質之包裝與標籤

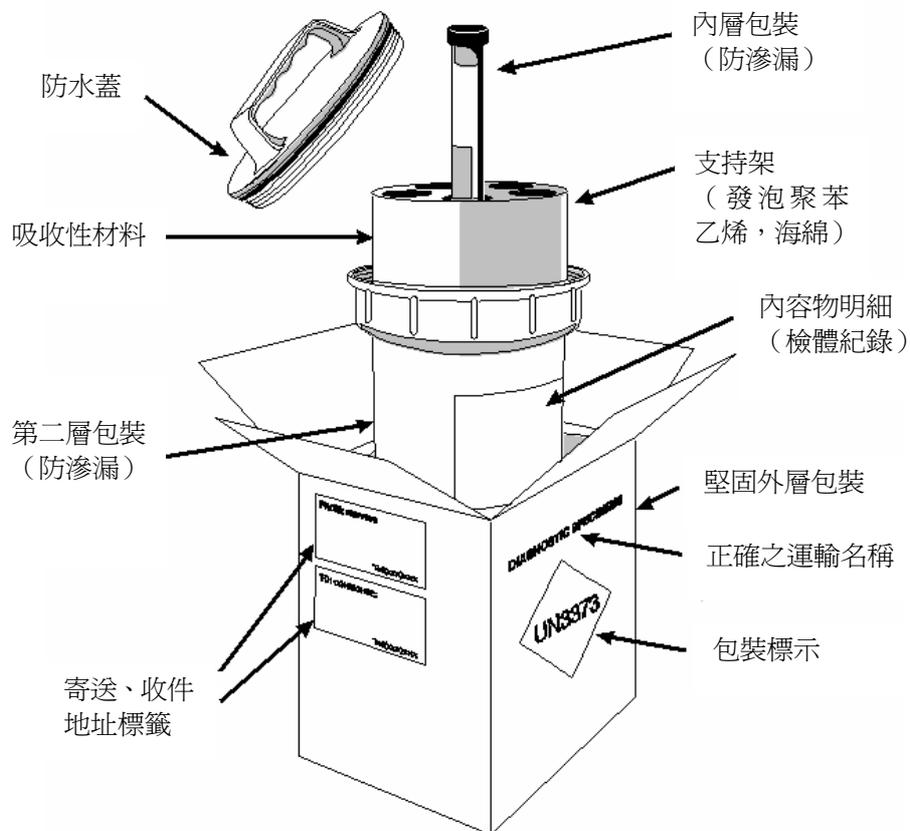


圖11 三層包裝系統範例 (圖片由 IATA, Montreal, Canada 提供)

第三層包裝用於保護第二層包裝在運輸過程中免受物理性損壞。依照最新規定之要求，還應提供能夠識別或描述檢體之特性，以及能夠識別寄件人及收件人之檢體資料單、信件及其他各種資料，以及其他任何所需要之文件。

聯合國規範規定使用兩種不同之三層包裝系統。基本之三層包裝系統使用於運輸多數感染性物質；但那些高危險群之生物體則必須依更嚴格之要求進行運輸。關於如何根據運輸材料來選用不同包裝之詳細資料，建議讀者參考國家及 / 或國際之規範。

## 溢出物清除程序

當發生感染性或潛在感染性物質溢出時，應採用下列溢出物清除程序：

- 1、戴手套，穿防護衣，必要時需進行臉部及眼睛防護。
- 2、使用抹布或紙巾覆蓋並吸收溢出物。
- 3、向紙巾上傾倒適當之消毒劑，並立即覆蓋周圍區域（通常可以使用 5% 漂白水溶液；但在飛機上發生溢出時，則應該使用四級銨類消毒劑）。
- 4、使用消毒劑時，從溢出區域之周圍開始，朝向中心進行處理。
- 5、作用適當時間後（例如 30 分鐘），將所處理物質清理掉。如含有碎玻璃或其他尖銳物，則要使用畚箕或硬厚紙板來收集處理過之物品，並將其置於可防刺穿之容器中以待處理。
- 6、對溢出區域再次清潔並消毒（如有必要，重複第 2~5 步）。
- 7、將污染材料置於防漏、防穿透之廢棄物處理容器中。
- 8、在成功消毒後，通知主管部門目前溢出區域之除污工作已經完成。



## 第五部分

# 生物技術簡介



## 第十六章 生物安全及重組 DNA 技術

重組 DNA 技術涉及組合不同來源之遺傳訊息，從而創造自然界以前可能從未存在過之基因修飾生物體（genetically modified organisms, GMOs）。最初，在分子生物學家中有有人擔心這些生物體可能具有不可預測之不良性狀，一旦從實驗室流出將帶來生物危害。這種擔心在 1975 年美國加利福尼亞州阿西洛馬市召開之科學會議<sup>[45]</sup>上成爲焦點。在那次會議上討論重組 DNA 技術之安全問題並提出第一件重組 DNA 技術指引。接下來 25 年多之研究經驗證實，在進行適當之風險評估並採取適當之安全措施後，可以安全進行基因工程工作。

重組 DNA 技術或基因工程最初是用來將 DNA 片段選殖到微生物宿主中，以表現特定之基因產物，用以進一步研究。重組 DNA 分子也已經用於獲得基因修飾生物體，如基因轉殖、“基因剔除”動物以及基因轉殖植物。

重組 DNA 技術已經對生物學及醫學產生重大影響，並且由於整個人類基因體之核酸序列已被瞭解，極可能會產生更大之影響。成千上萬種未知功能之基因將採用重組 DNA 技術來進行研究。基因治療可能成爲某些疾病之常規療法，採用基因工程技術將可以設計出許多新基因轉殖載體。同樣地，採用重組 DNA 技術獲得之基因轉殖植物，將可能在現代農業中扮演日益重要之角色。

涉及到構築或使用 GMOs 之實驗，首先應進行生物安全評估。與該生物體有關之病原特性及所有潛在危害可能都是新型與不確定性。基因供體之生物特性、將要轉殖之 DNA 序列性質、受體生物特性以及環境特性等，都需要進行評估。這些因素將有助於決定安全操作目標基因修飾生物體所要求之生物安全等級，並確定應該使用之生物性及物理性防護系統。

### 生物表現系統之生物安全考量

生物表現系統由載體及宿主細胞組成。必須滿足許多標準使其能有效、安全使用。質體 pUC18 是這種生物表現系統之實例。質體 pUC18 經常與大腸桿菌 K12 細胞一起使用作爲選殖載體，其完整核酸定序已經完成。所有需要在其他細菌表現之基因，已經從它之前版質體 pBR322 中刪除。大腸桿菌 K12 是一種非致病性菌株，它無法在健康人體及動物之消化道中持久選殖。如果所要插入之外源 DNA 表現產物不要求更高之生物安全等級，那麼大腸桿菌 K12/pUC18 可以在生物安全第一等級下，依常規之基因工程實驗進行。

### 表現載體之生物安全考量

下列情況需要較高之生物安全等級：

- 1、來源爲病原生物體 DNA 序列之表現，可能增加 GMO 之危險性
- 2、插入之 DNA 序列性質不確定，例如在製備病原微生物基因體 DNA 資料庫之過程中
- 3、基因產物具有潛在之藥理學活性
- 4、毒素之基因產物編碼。

### 用於基因轉移之病毒載體

病毒載體（腺病毒載體）可以用於將基因有效轉移到其他細胞。此載體缺少病毒複製之某些基因，可於能夠補充這些缺陷之細胞株內繁殖。

這類病毒載體之儲存液中可能污染了可複製病毒，它們是由繁殖細胞株中極少發生之自發性重組所產生。這些載體操作時，應採用與用於獲得這些載體之母體腺病毒相同之生物安全等級。

## 基因轉殖動物及“基因剔除”動物

攜帶外源性遺傳訊息之動物（基因轉殖動物）應當在適合外源性基因產物特性之防護等級下進行操作。特定基因被有目的刪除之動物（“基因剔除”動物），一般不表現特殊之生物危害。

包括那些表現病毒受體之基因轉殖動物，一般不會感染該種系病毒。如果這種動物從實驗室逃離並將轉殖基因傳給野生動物群體，那麼理論上可以產生儲存這些病毒之動物宿主。

目前已經就脊髓灰質炎病毒，特別是與根除脊髓灰質炎相關之問題，討論上述可能性。由不同實驗室獲得之表現人類脊髓灰質炎病毒受體之基因轉殖小鼠，它們對不同接種途徑之脊髓灰質炎病毒之感染都很敏感，所產生之疾病在臨床及組織病理學上，也與人類脊髓灰質炎相類似。但小鼠模型與人體不同的是，在口腔接種脊髓灰質炎病毒後，腸道內之病毒複製不充分或未發生。因此，如果這種基因轉殖小鼠脫逃到野外，幾乎不可能產生脊髓灰質炎病毒新之宿主動物。但是，這個例子顯示，對於每一種新基因轉殖動物，應當經過詳細研究來確定動物之感染途徑、感染所需之病毒接種量以及感染動物傳播病毒之範圍。此外，應當採取一切措施以確保對受體基因轉殖小鼠之嚴密防護。

## 基因轉殖植物

那些表現能夠耐受除草劑或抵抗昆蟲能力等基因之基因轉殖植物，目前在世界許多地區，都引起相當之爭議。這些爭議之焦點是這類植物作為食物之安全性，以及種植後之長期生態後果。

表現動物或人源性基因之基因轉殖植物用於研發醫學產品及營養物品。經過風險評估可以確定這些基因轉殖植物產品所需之生物安全等級。

## 基因修飾生物體之風險評估

對與基因修飾生物體（GMOs）有關之工作進行風險評估時，應考慮基因供體及受體 / 宿主生物體之特性。

所需考慮之特性包括以下幾方面：

### 插入基因（供體生物）所直接引起之危害

當已知插入基因產物具有可能造成危害之生物學或藥理學活性時，則必須進行風險評估，例如：

- 1、毒素
- 2、細胞因子
- 3、激素
- 4、基因表現調節子
- 5、毒力因子或增強子
- 6、致癌基因序列
- 7、抗生素耐藥性
- 8、變態反應原。

在考慮上述因素時，應包括達到生物學或藥理學活性所需表現等級之評估。

### 與受體 / 宿主有關之危害

- 1、宿主之易感性
- 2、宿主菌株之致病性，包括毒力、感染性及毒素產物
- 3、宿主範圍之變化
- 4、接受免疫狀況
- 5、暴露後果。

### 現有病原體性狀改變引起之危害

許多基因修飾並不涉及那些產物本身有害之基因，但由於現有非致病性或致病性特徵發生變化，導致可能出現不利之反應。正常之基因修飾可能改變生物體之致病性。爲了識別這些潛在之危害，應考慮下列幾點（但不限於以下幾點）：

- 1、感染性或致病性是否增高？
- 2、受體之任何失能性突變是否可以因插入外源基因而克服？
- 3、外源基因是否可以編碼其他生物體之致病決定部位？
- 4、如果外源 DNA 確實含有致病決定部位，那麼是否可以預知該基因能否造成 GMO 之致病性？
- 5、是否可以得到治療？
- 6、GMO 對於抗生素或其他治療形式之敏感性，是否會受遺傳修飾結果之影響？
- 7、是否可以完全清除 GMO？

### 進一步考量

採用動物或植物整體進行實驗研究時，也需要小心考慮。研究工作要遵守所在國家及單位從事 GMOs 工作之有關規定、限制及要求。

各國都有自己之專家，他們制訂從事 GMOs 工作準則，並幫助科學家將他們之工作依適當之生物安全等級進行分類。有些情況下，不同國家間之分類可能不同，或者當知道某些載體 / 宿主系統之新資訊時，會將相關工作歸入更高或更低之生物安全等級。風險評估是一種動態發展之工作，它必須考慮到科學之最新進展。進行適當之風險評估可以確保人類在未來繼續得益於重組體 DNA 技術。

詳細資料見參考文獻 17 及 46~48。



## 第六部分

# 化學品、用火及電氣之安全



# 第十七章 危害性化學品

在微生物實驗室中之工作人員不僅會接觸致病微生物，也會接觸化學品，因此使其充分瞭解這些化學品之毒性作用、暴露途徑以及可能與操作及儲存這些化學品有關之危害（見附錄五）是至關重要的。可以從化學品製造商及 / 或供應商得到有關之物質安全資料表（material safety data sheets, MSDS）或其他有關化學危害之資料。在使用這些化學品之實驗室中，應可方便查閱上述資料，例如可以將其作為安全手冊或操作手冊之一部分。

## 暴露途徑

人們可能通過下列方式暴露於危險性化學品：

- 1、吸入
- 2、接觸
- 3、食入
- 4、針刺
- 5、經過破損皮膚。

## 化學品之儲存

實驗室應只保存足夠日常使用量之化學品。大量之化學品應儲存在專門指定之房間或建築物內。

化學品不應依英文字母順序存放，而須考量其相容性。

## 關於不相容化學品之一般原則

為了避免發生火災及 / 或爆炸，表十三左邊一欄之物質在儲存及操作中，應避免接觸表十三相對應右邊一欄之物質。

表十三、關於不相容化學品之一般原則

化學物質類別	不相容化學品
鹼金屬，如鈉、鉀、銫以及鋰	二氧化碳、氯代烴、水
鹵素	氨、乙炔、烴
醋酸、硫化氫、苯胺、烴、硫酸	氧化劑，如鉻酸、硝酸、過氧化物、高錳酸鹽

## 化學品之毒性作用

在操作某些化學品或吸入其蒸氣時，會對人體健康造成不良影響。除眾所周知之毒性物質以外，已知許多化學品都有不同之毒性作用，可能對呼吸系統、血液、肺臟、肝臟、腎臟及腸

胃道系統以及其他器官及組織，造成不良影響或嚴重損害，而有些化學品具有致癌性或致畸胎性。

有些蒸氣在吸入後，具有毒性作用。除了上面所提到之許多嚴重影響外，人員在暴露時還可能導致一些不能被立即識別之健康傷害，其中可能包括協調性變差、嗜睡及類似之症狀，並使得出現事故之可能性增大。

長期反覆接觸許多液態有機溶劑可能造成皮膚損害，這可能是由於有機溶劑之去脂效果，另外還可能出現過敏及腐蝕現象。

關於化學品毒性作用之詳細情況，見附錄五。

## 爆炸性化學品

疊氮化物通常用作溶液中之抗菌劑，由於輕微碰撞就可能造成疊氮化銅之強烈爆炸，因此疊氮化物不應該與銅或鉛（如污水管以及管道設施）接觸。

乙醚老化及乾燥形成結晶後，極不穩定，可能會爆炸。過氯酸如果在木製品、砌磚或纖維性物質上乾燥時，一旦碰撞會發生爆炸並引起火災。苦味酸及苦味酸鹽在加熱及撞擊時，會發生爆炸。

## 化學品溢出物

實驗室化學品之大多數製造商都會發行說明化學品溢出物處理之示意圖，溢出處理之示意圖及處理工具都能買到。應該將適當之示意圖張貼在實驗室中明顯位置，並應配備下列物品：

- 1、化學品溢出物處理工具箱
- 2、防護衣，例如耐用橡膠手套、鞋套或橡膠靴、防毒面具
- 3、鏟子及畚箕
- 4、用於夾取碎玻璃之鑷子
- 5、拖把、擦拭用之抹布及紙巾
- 6、桶子
- 7、用於中和酸性及腐蝕性化學品之蘇打（碳酸鈉， $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）或碳酸氫鈉（ $\text{NaHCO}_3$ ）
- 8、沙子（用於覆蓋鹼性溢出物）
- 9、不可燃之清潔劑。

當發生大量化學品溢出時，應該採取下列措施：

- 1、通知有關之安全官員
- 2、疏散現場之閒雜人員
- 3、密切關注可能受到污染之人員
- 4、如果溢出物是易燃性，則應熄滅所有明火，關閉該房間中以及相鄰區域之瓦斯，打開窗戶（可能時），並關閉那些可能產生電氣火花之電器
- 5、避免吸入溢出物品所產生之蒸氣
- 6、如果安全允許，啟動排氣設備
- 7、提供清理溢出物之必要物品（參見本節前段）。

## 壓縮及液化氣體

關於壓縮及液化氣體之情況，見表十四。

表十四、壓縮及液化氣體之儲存

容器	儲存要求
壓縮氣體鋼瓶及液化氣體容器 <sup>a, b</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 應該安全地固定（例如用鐵鏈鎖住）在牆上或堅固之實驗台上，以確保鋼瓶不會因天然災害而移動。</li> <li>• 運輸時必須蓋好蓋帽，並以手推車運送。</li> <li>• 大量鋼瓶應存放在與實驗室有一定距離之適當設施內。存放地點應上鎖並適當標識。</li> <li>• 不應放置在散熱器、明火或其他熱源或會產生電氣火花之電器附近，也不應置於陽光下直曬。</li> </ul>
小型、單次使用之氣體鋼瓶 <sup>a, b</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不得焚化。</li> </ul>

<sup>a</sup> 當這些設備及房間不使用時，應該關閉主高壓閥門。

<sup>b</sup> 使用及 / 或存放易燃氣體鋼瓶之房間應在門上用警示標誌標明。

詳細資料見參考文獻 1 及 49~51 以及附錄五。

## 第十八章 其他實驗室危害

實驗室人員可能要面對與能量形式有關之危害，包括火災、電氣、輻射以及噪音。本章分別介紹這些危害之基本情況。

### 火之危害

實驗室安全官員與地方消防官員間之緊密合作是極為必要的。除了化學危害以外，也必須考慮火對感染性物質播散之可能影響。這將可能決定滅火或控制火災何為最佳。

最好由地方消防官員協助對實驗室成員進行火災發生時之緊急應變行動及如何使用消防器材等方面之消防訓練。

在每個房間、走廊以及通道中，應設置顯著之火警標誌、說明以及緊急通道標誌。

在實驗室中引起火災之通常原因包括：

- 1、超負荷用電
- 2、電器保養不良，例如電纜之絕緣層破舊或損壞
- 3、供氣管或電線過長
- 4、設備在不使用時，未關閉電源
- 5、使用不是專為實驗室環境設計之設備
- 6、明火
- 7、供氣管老化銹蝕
- 8、易燃、易爆品處理、保存不當
- 9、不相容化學品未正確隔離
- 10、在易燃物品及蒸氣附近有可能產生火花之設備
- 11、通風系統不適當或不充分。

消防器材應放置在靠近實驗室之門邊，以及走廊及通道之適當位置。這些器材應包括軟管、桶子（用於裝水及沙子）以及滅火器。滅火器要定期進行檢查及維護，使其維持在有效期限內。不同類型及用途之滅火器，見表十五。

表十五、滅火器之類型及用途

種類	可應用於	不能應用於
水	紙類、木質纖維	電路及電器火災、易燃液體、金屬燃燒
CO <sub>2</sub> 氣體滅火器	易燃液體及氣體、電氣火災	鹼金屬、紙
乾粉	易燃液體及氣體、鹼金屬、電路及電氣火災	可重複使用之儀器及設備，因為其殘渣難以清除乾淨
泡沫	易燃液體	電氣火災

詳細資料見參考文獻 49。

## 電之危害

對所有電器設備都必須定期進行檢查及測試，包括接地系統。在實驗室電路中要配置斷路器及漏電斷路保護器。斷路器不能保護人體，只是用來保護線路不發生電流超負荷，從而避免火災。漏電斷路保護器用於保護人員避免觸電。實驗室之所有電器均應接地，最好採用三相插頭。實驗室之所有電器設備及線路，均必須符合國家電氣安全標準及規範。

## 噪音

長期受過度噪音影響對人體是一種隱患。有些類型之實驗室儀器（例如某些雷射系統以及飼養動物之設施）能產生顯著噪音，造成工作人員之暴露。可以經過噪音檢測來確定噪音之危害。資料顯示在噪音能控制達標準之地方，可以考慮採用工程控制（例如在吵雜儀器周圍或在吵雜區域與其他工作區域之間，採用隔音罩或屏障之方法）。在不能控制噪音等級之地方，以及在依常規實驗室工作人員會有過度噪音暴露之地方，就要制訂聽力保護計畫（包括在噪音危害區域工作時之聽力保護）以及用於確定噪音對工作人員影響之醫學監視計畫。

## 游離輻射

輻射保護可以保護人員免受游離輻射傷害作用，包括：

- 1、對身體之影響，例如暴露人員可以觀察到臨床症狀。輻射對身體之影響包括癌症（例如白血病、骨癌、肺癌以及皮膚癌），並可能在輻射暴露後許多年才發生。對身體不很嚴重之影響，還包括輕度之皮膚傷害、掉髮、貧血、腸胃系統傷害以及白內障。
- 2、對遺傳之影響，例如可以在暴露人員之後代中觀察到症狀。生殖器輻射暴露對遺傳之影響，包括染色體損害或基因突變。生殖器之生殖細胞在受到高劑量輻射時，能引起細胞死亡，從而對人體造成生育能力之損害，對女性還會造成月經改變。發育期胎兒（特別是 8~15 週胎兒）暴露時，可能增加先天性畸形之危險，或增加以後發生精神損害或輻射誘發之癌症危險。

### 游離輻射保護原則

為限制游離輻射對人體之有害影響，應該控制使用放射性同位素，並遵守相應之國家標準。輻射防護之管理需要遵循以下四項原則：

- 1、盡可能減少輻射暴露之時間
- 2、盡可能增加與輻射源之間之距離
- 3、隔離輻射源
- 4、使用非放射性測量技術來取代放射性同位素。

保護性措施包括以下幾方面。

- 1、時間。可以通過下列方法來減少放射性物質操作過程中，實驗暴露之時間：
  - 不使用放射性同位素來進行新技術及不熟悉之技術工作，直到操作熟練為止
  - 操作放射性同位素要謹慎、適時，不急躁
  - 確認在使用完畢後，立即將所有放射源回收並儲藏好
  - 清除實驗室內放射性廢棄物之週期要短
  - 盡可能減少在輻射區或實驗室停留之時間

- 進行必要之訓練以最有效安排時間，並對與放射性材料有關之實驗操作進行適當計畫  
根據下述公式，在輻射區域所花之時間愈少，個人受照射劑量就愈小：

$$\text{劑量} = \text{劑量率} \times \text{時間}$$

- 2、距離。對於大多數 $\gamma$ -及 $\chi$ -射線來講，劑量率與同輻射源之間之距離平方成反比：

$$\text{劑量率} = \text{常數} / \text{距離}^2$$

與輻射源之間之距離增大一倍，相同時間內之暴露將減少為四分之一。採用各種不同之裝置及機械方法來增加操作人員與輻射源之間之距離，例如長柄鉗、鑷子、螺絲鉗以及遠端移液器。要注意距離之少量增加，就可能造成劑量率之顯著降低。

- 3、遮罩。在輻射源與實驗室之操作人員或其他人員之間放置用於吸收或減弱輻射能量之防輻射遮罩，有助於控制人員之輻射暴露。防輻射裝置材料及厚度之選擇，取決於輻射之穿透能力（類型及能量）。1.3~1.5 cm 厚之丙烯酸樹脂屏障、木板或輕金屬可以對高能量之 $\beta$ 粒子提供屏障保護，而高能量之 $\gamma$ -射線及 $\chi$ -射線，則需要高密度鉛塊才能提供保護。
- 4、替代方法。當有其他技術可用時，不應使用放射性同位素物質。如果沒有替代方法，則應使用穿透力或能量最低之放射性同位素。

### 放射性同位素工作之安全操作規範

從事放射性物質工作之規則，應包括以下四個方面之考量：

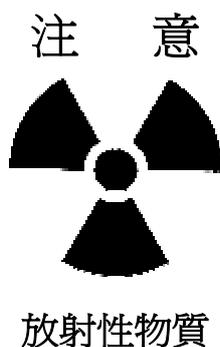
- 1、輻射區域
- 2、實驗區域
- 3、放射性廢棄物區域
- 4、記錄及緊急應變反應

一些最重要之規則，包括以下幾方面：

#### 1、輻射區域

- 只能在指定區域使用放射活性物質，
- 只允許必要之工作人員參與，
- 使用個人防護裝備（包括實驗室工作服、安全眼鏡以及拋棄式手套），
- 監測實驗人員之輻射暴露

使用放射性同位素之實驗室，應設計成便於防護、清潔及除污。放射性同位素之操作區域應位於與主實驗室連接之小房間裏，或位於遠離其他設施之實驗室指定區域。輻射區域之入口處，應張貼國際輻射危害標誌（圖十二）。



圖十二、國際輻射危害標誌

## 2、實驗區域

- 使用溢出盤，內襯拋棄式吸收材料。
- 限制放射性同位素之用量。
- 在輻射區域、工作區域以及放射性廢棄物區域設置輻射源之隔離防護裝置。
- 輻射容器使用輻射危害標誌標示（包括放射性核種、活性及檢測日期）。
- 工作結束後，用輻射計測量工作區域、防護衣及手部之輻射情況。
- 使用經適當保護之運輸容器。

## 3、放射性廢棄物區域

- 要經常從工作區域清除放射性廢棄物。
- 要正確記錄放射性物質之使用及處理情況。
- 要篩檢超過劑量限度物質之劑量測定記錄。
- 要制訂並經常性演練緊急應變反應計畫。
- 緊急應變中，首先要幫助受傷人員。
- 要徹底清潔受污染區域。
- 如果可能，從安全衛生單位請求協助。
- 書寫並保存事故報告。



## 第七部分

# 安全組織及訓練



## 第十九章 生物安全官及生物安全委員會

本質上每個實驗機構都必須有完整之安全政策、安全手冊以及執行上之維護計畫。實驗室之安全責任通常歸屬於研究所或實驗機構主任或首長身上，他們可委派某些職責給生物安全官或其他適當人員。

實驗室安全也是所有指導者及實驗室工作人員之職責，每個工作人員都應對自己及他們同事之安全負責任。要求實驗工作人員安全從事實驗，並向他們之指導者報告所有不安全行為、情況或事故。應由內部或外部人員作定期安全查核。

### 生物安全官

無論任何情況下儘可能任命一位生物安全官，以確保整個實驗室始終遵守生物安全政策及計畫。由生物安全官代表研究機構或實驗室之首長執行這些職責。在小單位裡，生物安全官可能是微生物學家或一名專業人員，他們可能以兼職之形式來執行這些職責。不管其參與安全工作之程度如何，所任命之生物安全官應該具備必要之專業能力，能夠對某些符合適當生物防護及生物安全步驟之活動提出建議、檢討與認可。生物安全官應採用相關之國家及國際規章、規定及指導方針，此外還應協助實驗室制定標準操作程序。被指派人員須具備微生物學、生物化學、基礎物理學及生物科學之技術背景。實驗室、臨床操作及安全等知識，包括防護設備以及與實驗室設施之設計、操作及維護有關之工程原理方面之知識，這些學識對生物安全官都是極為必要的。生物安全官還應具備與行政、技術與後勤維護人員作有效溝通之能力。

生物安全官員之工作應該包括以下各項：

- 1、生物安全、生物保全以及技術規章方面之諮詢工作。
- 2、就技術方法、程序及流程、病原、材料及設備，進行定期之內部安全檢查。
- 3、與有關人員討論違反生物安全流程或程序之情節。
- 4、確認所有工作人員都接受適當之生物安全訓練。
- 5、提供生物安全繼續教育。
- 6、對於所有牽涉到潛在感染性物質或有毒物品洩漏等意外事故之調查，並將調查結果及建議事項向實驗室主管及生物安全委員會報告。
- 7、就可能之實驗室感染與醫務人員進行溝通協調。
- 8、當涉及感染性物質溢出或其他事故時，要確保除污消毒過程。
- 9、確保正確廢棄物管理。
- 10、確保對所有設備在修理或維護之前，已完成適當消毒處理。
- 11、持續瞭解社區對衛生及環境問題考慮之態度。
- 12、根據國家規定，制訂針對病原體輸入／輸出實驗室之適當程序。
- 13、對所有涉及感染性物質研究工作之計畫、流程以及操作程序，均於實驗前作生物安全方面審查。
- 14、建立單位緊急應變系統。

### 生物安全委員會

應組成生物安全委員會來研訂所在研究單位之生物安全政策及操作規範。生物安全委員會也應

進行審查涉及感染性致病原、使用動物、重組 DNA 以及基因修飾物質時之研究計畫。生物安全委員會之其他功能還包括風險評估、制訂新安全政策以及仲裁安全事故糾紛。

生物安全委員會之成員應能反映其機構內不同職業領域與科學專業。委員會基本組成可包括：

- 1、生物安全官
- 2、科學家
- 3、醫務人員
- 4、獸醫（如果進行動物試驗）
- 5、技術人員代表
- 6、實驗室管理人員代表。

生物安全委員會需要聽取不同部門及專家安全官員（例如在輻射防護、工業安全、防火等領域）之建議，並可能隨時需要不同相關領域之獨立專家、地方主管單位以及國家管理機構之協助。在討論特別有爭議性或敏感性研究流程時，社區成員之參與也是有幫助的。

## 第二十章 後勤維護人員之安全

實驗室之安全及適當操作很大程度上取決於後勤維護人員，因此對後勤維護人員也有必要進行適當之安全訓練。

### 工程及建築物之維護服務

熟練工程技術人員應瞭解實驗室之結構、設施及設備之保養維護、工作性質以及安全規定及程序。

對設備進行維修服務後之測試工作（例如生物安全櫃在更換新過濾器（filter）後之過濾效率檢查）應在生物安全官之監督下進行測試。

那些無內部工程及維護保養人員之實驗室或研究機構，應該與當地之維護人員建立良好關係，使他們熟悉該實驗室之設備及實驗工作。

只有在經過清消之後，並在生物安全官及 / 或實驗室主管之監督下，工程師及維修人員才可以進入生物安全第三或第四等級實驗室。

### 清潔（內務）服務

生物安全第三及第四等級實驗室應由實驗室成員進行清潔。清潔人員只有在生物安全官及 / 或實驗室主管之監督下，才能進入業已完成清消作業之生物安全第三及第四等級實驗室，進行清潔工作。

## 第二十一章 訓練計畫

連續進行在職安全教育訓練計畫是實驗室工作與後勤維護等人員保持安全意識之所需。實驗室主管在生物安全官與其他部門人員協助下，於人員訓練工作中扮演關鍵角色。生物安全訓練甚至所有安全衛生訓練之效果取決於管理面實施、激勵性因素、足夠之最初職務訓練、良好溝通及最終機構目標及方針。

以下各項是一個有效之生物安全訓練計畫之必備要素：

- 1、**需求評估**。此過程包括確定相關任務、重要性順序（就頻率、關鍵性、複雜性來論）以及完成此任務之必要步驟等細節。
- 2、**建立訓練目的**。受訓者於在職訓練後，期望表現出一些顯著之行爲。訓練目的是確定某些條件下，表現出行爲或活動與所需熟練程度之事實。
- 3、**詳列訓練內容及工具**。訓練內容是受訓者要能符合行爲目的，所必須精通之知識或技術。經常由那些對職務及工作需求最瞭解人員來界定生物安全訓練計畫內容。其他採取途徑可能集中於解決工作問題演練產物，或設計如何學習方法來改正某些人於技巧使用上所犯錯誤。還不能確定某種教學方法（專題講座、視訊授課、電腦輔助教學、互動式影像方式等）是優於另一種。大部份取決於特定訓需求、受訓者群之組成等。
- 4、**考慮個人學習能力之差異**。有效訓練一定要考慮受訓者之性格或屬性。個人及群體可能於資質、讀寫能力、文化、口頭語文以及訓練前技術程度有所差異。受訓者就改善他們職務表現或個人安全方面，對訓練計畫如何看待可能支配所採用之方法。某些人是需要較多視覺或動手方式之學習者；其他人則以書面文字方面學習更佳。工作人員如有任何特別需求時也應提出，例如對聽力缺陷而調整課程。除了考慮這些因素外，建議制定安全訓練計畫之人員，要熟悉瞭解成人教育之基本原則。
- 5、**詳列學習狀況**。教學項目（例如訓練課程、錄影帶、書面教材等）不該與所教授之技巧熟練或主題產生相衝突、抵制或沒有關聯。例如，如果訓練企圖提昇問題之解決能力，那麼教授途徑就應該強調思維 / 推理方法而非死記硬背。所提供之教導應該需要創造性之行爲及 / 或相稱之回饋（肯定 / 正確 / 可靠）。此外，提供與實際工作條件相似之實習機會，強化技轉應用於實際工作中。
- 6、**訓練評估**。這些信息有助於判斷訓練是否達到了預期效果。訓練評估通常包括下列四種方式：
  - 估量受訓者對所提供教導之反應
  - 測試受訓者之記憶力及 / 或操作表現
  - 評估受訓者在工作中之行爲變化
  - 就機構目的或目標來評量有形之效果。

訓練效果最徹底之評估應包括全部上述四個方面之個別評估。僅考慮受訓者對教導之反應是一種最無效之評估方法，有如與實際學習範疇關聯性很少，它不應作為評估訓練效果之唯一方法。

7、**訓練調整**。因為採用眾多標準衡量結果使得訓練評估很少指出訓練計畫是完全成功或失敗。數據通常表示課程內容之某些部分與其他比較具有更佳理解、記憶或應用。來自訓練成果所造成知識或能力上之不同或差異，可能反映出需要更長之訓練時間、採用其他訓練方法或聘請更有能力之講師。

WHO 提供微生物安全訓練之各種教具。



## 第八部分

# 安全檢查表



## 第二十二章 安全檢查表

本安全檢查表用以協助對微生物實驗室（生物醫學實驗室）之安全及保全狀態進行評估。

### 實驗室建築

- 1、是否已經完成設施本身或建成後之運作評估報告及查驗指引？
- 2、實驗室建築是否符合國家及地方之建築要求（包括與天然災害預防有關之必需要求）？
- 3、實驗室建築整體是否整齊，並且周圍沒有障礙物？
- 4、實驗室建築是否清潔？
- 5、地板是否有任何結構性缺陷？
- 6、地板及樓梯是否裝修統一並能防滑？
- 7、工作空間能否滿足安全操作之需要？
- 8、活動空間及走廊是否能夠滿足人員通行及大型設備之搬運？
- 9、實驗台、傢俱及配件等能否正常使用？
- 10、實驗台表面能否耐溶劑及腐蝕性化學品之侵蝕？
- 11、是否每個實驗室房間都有洗手槽？
- 12、實驗室建築在構造及維護中，能否避免齧齒動物及節肢動物進入與滯留？
- 13、所有暴露在外之蒸氣管道及熱水管道，是否採取隔熱或防護來保護人員安全？
- 14、是否配備有斷電時使用之獨立供電系統？
- 15、是否只有授權人員方可進出實驗室？
- 16、是否已經完成風險評估，確保相關設備及設施足以執行未來工作？

### 儲存設施

- 1、是否安排儲存設施、儲存架，確保儲存物品不會滑動、倒塌或掉落？
- 2、儲存設施是否堆積易造成人員絆倒、火災、爆炸及昆蟲藏匿之垃圾、閒雜材料及物品？
- 3、冷凍櫃及儲存區域是否上鎖？

### 環境衛生及工作人員設施

- 1、建築物是否處於清潔、有序及衛生之狀態？
- 2、是否有飲用水？
- 3、是否分別給男、女性工作人員準備清潔、足夠空間之廁所及洗澡設施？
- 4、是否提供冷熱水、肥皂及毛巾？
- 5、是否分別給男、女性工作人員提供更衣間？

- 6、實驗室每位成員是否都配備存放日常服裝之設施（如帶鎖之櫥櫃）？
- 7、是否有實驗室成員進行午餐等活動之房間？
- 8、噪音等級是否在可接受範圍內？
- 9、是否有適當之機構來收集及處理一般生活垃圾？

## 暖氣及通風

- 1、工作溫度是否舒適？
- 2、對於直接暴露在日光下之窗戶是否裝有遮光窗簾？
- 3、是否有足夠之通風，例如每小時至少換氣六次（尤其是有機械通風裝置之房間內）？
- 4、通風系統是否裝有 HEPA 過濾器？
- 5、機械通風系統是否會影響生物安全櫃及排氣櫃內部及周圍之氣流？

## 照明

- 1、一般照明是否充分（例如 300~400 lx）？
- 2、實驗台上是否有工作（局部）照明？
- 3、是否所有區域之光線都良好，房間及走廊是否有黑暗或光照不良之角落？
- 4、日光燈是否與實驗台平行？
- 5、日光燈色彩是否和諧？

## 服務

- 1、每間實驗室房間是否有足夠之水槽及水源、電力、氣體之介面，以保證工作之安全？
- 2、對於保險絲、燈管、電纜、管道等是否有適當之檢查及維護措施？
- 3、故障是否可在合理時間內排除？
- 4、實驗室之內部工程及維護服務是否由瞭解實驗室工作性質之熟練工程師及技工來完成？
- 5、工程及維護保養人員進出不同之實驗室是否進行控制並經核准？
- 6、如果無實驗室內部之工程及維護保養人員，是否已經聯繫當地工程師及施工人員並讓他們熟悉實驗室設備及工作？
- 7、是否有清潔服務？
- 8、清潔人員進出不同之實驗室是否進行控制並經核准？
- 9、是否有資訊技術服務且有安全措施？

## 實驗室生物保全

- 1、是否已經進行了定性之風險評估且保全系統足以消弭確定風險？
- 2、是否已經明確規定可接受之風險及影響範圍之應變計畫參數？
- 3、不使用時，整個建築物是否可安全鎖上？
- 4、是否為防破碎門窗？
- 5、裝有危害性物品以及貴重設備之房間是否上鎖？

6、使用此類房間、儀器及物品是否進行管制並經核准？

## 防火與消防

- 1、是否有火警系統？
- 2、防火門是否完好？
- 3、火災監測系統是否運行正常並定期進行測試？
- 4、火災警報站是否可以使用？
- 5、所有出口是否採用適當標示並具備緊急照明？
- 6、無法直接看見通往出口之通道是否有標誌？
- 7、建築物內有人員時，所有出口是否都未被裝飾品、傢俱及設備阻礙且未上鎖？
- 8、是否安排通往出口之通道，以便逃生時不必經過高危險區域？
- 9、所有出口是否通往開闊地帶？
- 10、走廊、通道及活動區域是否清潔、暢通無阻，可供實驗室成員通行及消防器材之搬運？
- 11、所有消防器材是否採用適當顏色加以標識以便識別？
- 12、移動式滅火器是否已經滿載並處於可用狀態，且始終置於指定地點？
- 13、具有潛在火災危險之實驗室房間內是否裝備緊急使用之滅火器及 / 或滅火毯？
- 14、如果在房間中使用易燃性液體及氣體，機械通風系統能否足以將易燃性蒸氣達到危害濃度前，有效排出？
- 15、工作人員是否接受處理火災應變訓練？

## 易燃液體之儲存

- 1、易燃液體之儲存設施是否與主體建築分開？
- 2、火災風險區域有無明確標示？
- 3、是否有獨立於主體建築物系統之自然通風或機械通風系統？
- 4、照明開關是否裝有密封盒或安裝在室外？
- 5、室內之照明器材是否密封，以防止電氣火花點燃蒸氣？
- 6、易燃液體是否保存在合適及通風之不可燃性容器中？
- 7、所有容器之標籤是否正確描述所裝之物品？
- 8、在室外但靠近易燃液體儲存之地方是否放置適當之滅火器及 / 或滅火毯？
- 9、在儲存易燃液體建築之內外是否有明顯之“禁止吸煙”標示？
- 10、在實驗室房間內是否僅儲存最低量之易燃物品？
- 11、是否採用結構合理之儲存櫃來儲存易燃物品？
- 12、這些儲存櫃是否有“易燃液體—火災危害”之標示？
- 13、工作人員是否經過正確使用及運送易燃液體之訓練？

## 壓縮及液化氣體

- 1、每個移動式氣罐是否清楚標示內容物之種類，並使用適當之顏色進行標識？

- 2、壓縮氣體鋼瓶及其高壓閥及減壓閥是否定期進行檢查？
- 3、減壓閥是否定期進行維護？
- 4、鋼瓶在使用時是否連接減壓裝置？
- 5、鋼瓶在不使用或運輸時，是否裝有保護帽？
- 6、是否對所有壓縮氣體鋼瓶進行固定，以防止其傾倒，特別是在天然災害時？
- 7、鋼瓶及液化石油氣罐是否遠離熱源？
- 8、工作人員是否經過正確使用與運送壓縮及液化氣體之訓練？

## 電氣危害

- 1、是否依照國家電氣安全規範來進行新購電器之安裝以及所有電器之更換、調整或維修？
- 2、室內電路是否有接地線（亦即採用三相線路系統）？
- 3、實驗室線路中是否安裝斷路器及漏電斷路保護器？
- 4、所有電器設備是否經測試實驗室之品質認可？
- 5、所有設備之連接軟線是否在滿足使用條件下，已經盡可能縮短，使用良好，無磨損、損壞及連接？
- 6、每個電源插座是否僅供一台設備使用（未使用轉接頭）？

## 個人防護

- 1、實驗室人員進行正常工作時，是否配備設計規範之防護衣，如隔離衣、連身工作服、圍裙、手套？
- 2、在操作危害性化學品以及放射性及致癌性物質時，是否另外配備防護衣？例如在處理化學品及溢出物時，是否配備橡膠圍裙及手套，在高壓滅菌器及焚化爐卸載物品時，是否穿戴隔熱手套？
- 3、是否配備安全眼鏡、護目鏡及防護罩（眼罩）？
- 4、是否有洗眼裝置？
- 5、是否有緊急淋浴設備（洗滌設施）？
- 6、是否有符合國家及國際標準之輻射防護，包括輻射劑量測定儀？
- 7、是否配備防毒面具，並定期清潔、除污、儲存在清潔衛生之地方？
- 8、是否使用正確類型呼吸防護具並配置適當之濾材？例如針對微生物配置 HEPA 過濾罐，針對氣體或微粒，則配置適當濾毒罐？
- 9、防毒面具是否經密合度測試？

## 工作人員之健康及安全

- 1、是否有職業衛生部門？
- 2、在重要地點是否放置急救箱？
- 3、是否具備合格之急救人員？
- 4、急救人員是否經過實驗室緊急應變訓練，包括接觸腐蝕性化學品、意外食入有毒物品及感染性物質等情況？

- 5、是否向內勤人員及辦事員（domestic and clerical staff）等非實驗室工作人員說明有關實驗室及其所操作物品之潛在危害？
- 6、是否在顯著位置張貼通告，清楚說明急救人員之位置以及急救服務之電話號碼等資訊？
- 7、是否警告育齡婦女操作某些微生物以及致癌、致突變及致畸胎可能造成之不良後果？
- 8、是否告知育齡婦女，如其已經或是可能懷孕時，應通知相關之醫療 / 研究人員，以便必要時，為她們安排其他工作？
- 9、是否有與實驗室工作有關之免疫計畫？
- 10、是否為處理結核菌材料或其他需要進行皮膚試驗及 / 或輻射檢查之實驗室人員，提供了該項檢查？
- 11、是否妥善保存疾病及事故紀錄？
- 12、是否使用警告及預防事故之標誌，盡可能減少工作危害？
- 13、人員是否經過適當之生物安全操作訓練？
- 14、是否鼓勵實驗室成員報告潛在之暴露事件？

## 實驗室設備

- 1、所有設備是否都經過安全使用查驗？
- 2、在對設備進行維護之前，是否進行除污工作？
- 3、生物安全櫃及排氣櫃是否進行定期檢測及保養？
- 4、高壓滅菌器及其他壓力容器是否定期檢查？
- 5、離心機之離心桶及轉子是否定期檢查？
- 6、是否定期更換 HEPA 濾材？
- 7、是否使用吸管替代皮下注射用針頭？
- 8、破碎或有缺口之玻璃器皿，是否丟棄而不重複使用？
- 9、是否有盛放碎玻璃之安全容器？
- 10、在可行時，是否採用塑膠製品來代替玻璃製品？
- 11、是否配備並使用供丟棄尖銳物之容器？

## 感染性物質

- 1、能否在安全條件下接收檢體？
- 2、對送入實驗室之物品是否進行登記？
- 3、是否小心在生物安全櫃中打開檢體，以避免破損及滲漏？
- 4、打開檢體時，是否戴手套及穿著防護衣物？
- 5、人員是否依現行之國家及 / 或國際規定進行感染性物質運送之訓練？
- 6、實驗台是否保持清潔整齊？
- 7、是否每日或更頻繁清除丟棄之感染性物質，並安全地進行處理？
- 8、是否所有實驗室成員都知道培養物及感染性物質破損或溢出時之處理程序？
- 9、滅菌器之性能是否採用適當之化學、物理及生物指示劑進行檢查？

- 10、是否有定期離心機除污之程序？
- 11、離心機是否使用密封之離心桶？
- 12、是否使用適當之消毒劑？消毒劑使用方法是否正確？
- 13、在生物安全第三等級之防護實驗室及生物安全第四等級之最高防護實驗室中工作之人員，是否都經過專業訓練？

## 化學品及放射性物質

- 1、不相容化學品在儲存及操作中能否有效分開？
- 2、所有化學品是否都貼上正確名稱及警告標籤？
- 3、是否在顯著位置張貼化學危害警告圖示？
- 4、是否備有溢出物處理工具盒？
- 5、是否對實驗室成員進行溢出事故處理訓練？
- 6、易燃物質是否已盡可能少量、正確安全儲存於適當儲存櫃中？
- 7、是否提供運輸物之瓶子？
- 8、是否有輻射防護官或適當之參考手冊可供諮詢？
- 9、實驗室成員是否經過安全操作放射性材料之適當訓練？
- 10、是否對放射性物質之儲存及使用進行適當記錄？
- 11、是否配備放射線屏蔽？
- 12、是否監測工作人員輻射暴露情況？

## 第九部分

### 參考文獻、附錄及索引



## 參考文獻

1. Safety in health-care laboratories. Geneva, World Health Organization, 1997, ([http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO\\_LAB\\_97.1.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_LAB_97.1.pdf)) .
2. Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. American Journal of Infection Control, 1996, 24:24-52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>) .
3. Hunt GJ, Tabachnick WJ. Handling small arbovirus vectors safely during biosafety level 3 containment: *Culicoides variipennis sonorensis* (Diptera: Ceratopogonidae) and exotic bluetongue viruses. Journal of Medical Entomology, 1996, 33:271-277.
4. National Research Council. Occupational health and safety in the care and use of research animals. Washington, DC, National Academy Press, 1997.
5. Richmond JY, Quimby F. Considerations for working safely with infectious disease agents in research animals. In: Zak O, Sande MA, eds. Handbook of animal models of infection. London, Academic Press, 1999:69-74.
6. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/National Institutes of Health, 1999.
7. Class II (laminar flow) biohazard cabinetry. Ann Arbor, MI, National Sanitation Foundation, 2002 (NSF/ANSI 49-2002) .
8. Richmond JY, McKinney RW. Primary containment for biohazards: selection, installation and use of biological safety cabinets, 2nd ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/National Institutes of Health, 2000.
9. Microbiological safety cabinets. Recommendations for information to be exchanged between purchaser, vendor and installer and recommendations for installation. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726-2:1992) .
10. Microbiological safety cabinets. Recommendations for selection, use and maintenance. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726-4:1992) .
11. Biological containment cabinets (Class I and II) : installation and field testing. Toronto, Canadian Standards Association, 1995 (Standard Z316.3-95 (R2000)) .
12. Collins CH, Kennedy DA. Laboratory acquired infections: history, incidence, causes and prevention, 4th ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1999.
13. Health Canada. Laboratory biosafety manual, 2nd ed. Ottawa, Minister of Supply and Services Canada, 1996.
14. Biological safety cabinets - biological safety cabinets (Class I) for personnel and environment protection. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.1-1994) .

15. Biological safety cabinets - laminar flow biological safety cabinets (Class II) for personnel, environment and product protection. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.2-1994) .
16. Standards Australia/Standards New Zealand. Biological safety cabinets - installation and use. Sydney, Standards Australia International, 2000 (Standard AS/NZS 2647:2000) .
17. Advisory Committee on Dangerous Pathogens. Guidance on the use, testing and maintenance of laboratory and animal flexible film isolators. London, Health and Safety Executive, 1990.
18. Standards Australia/Standards New Zealand. Safety in laboratories - microbiological aspects and containment facilities. Sydney, Standards Australia International, 2002 ( Standard AS/NZS 2243.3:2002 ) .
19. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for prevention of HIV transmission in health-care settings. Morbidity and Mortality Weekly Report, 1987, 36 ( Suppl. 2 ) :1S-18S.
20. Bosque PJ et al. Prions in skeletal muscle. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2002, 99:3812-3817.
21. Bartz JC, Kincaid AE, Bessen RA. Rapid prion neuroinvasion following tongue infection. Journal of Virology, 2003, 77:583-591.
22. Thomzig A et al. Widespread PrPSc accumulation in muscles of hamsters orally infected with scrapie. EMBO Reports, 2003, 4:530-533.
23. Glatzel M et al. Extraneural pathologic prion protein in sporadic Creutzfeld-Jakob disease. New England Journal of Medicine, 2003, 349:1812-1820.
24. Brown P, Wolff A, Gajdusek DC. A simple and effective method for inactivating virus infectivity in formalin-fixed tissue samples from patients with Creutzfeld-Jakob disease. Neurology, 1990, 40:887-890.
25. Taylor DM et al. The effect of formic acid on BSE and scrapie infectivity in fixed and unfixed brain-tissue. Veterinary Microbiology, 1997, 58:167-174.
26. Safar J et al. Prions. In: Richmond JY, McKinney RW, eds. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services, 1999:134-143.
27. Bellinger-Kawahara C et al. Purified scrapie prions resist inactivation by UV irradiation. Journal of Virology, 1987, 61:159-166.
28. Health Services Advisory Committee. Safe working and the prevention of infection in clinical laboratories. London, HSE Books, 1991.
29. Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ. Disinfection, preservation and sterilization, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999.
30. Ascenzi JM. Handbook of disinfectants and antiseptics. New York, NY, Marcel Dekker, 1996.
31. Block SS. Disinfection, sterilization & preservation, 5th ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
32. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, INC. American Journal of Infection Control, 1996, 24:313-342.

33. Sattar SA, Springthorpe VS, Rochon M. A product based on accelerated and stabilized hydrogen peroxide: evidence for broad-spectrum germicidal activity. *Canadian Journal of Infection Control*, 1998, 13:123-130.
34. Schneider PM. Emerging low temperature sterilization technologies. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:79-92.
35. Springthorpe VS. New chemical germicides. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:273-280.
36. Steelman VM. Activity of sterilization processes and disinfectants against prions. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:255-271.
37. Taylor DM. Transmissible degenerative encephalopathies: inactivation of the unconventional causal agents. In: Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ, eds. *Disinfection, preservation and sterilization*, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999:222-236.
38. *Infection control guidelines for hand washing, cleaning, disinfection and sterilization in health care*, 2nd ed. Ottawa, Laboratory Centre for Disease Control, Health Canada, 1998.
39. Springthorpe VS, Sattar SA. Chemical disinfection of virus-contaminated surfaces. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, 1990, 20:169-229.
40. Recommendations on the transport of dangerous goods, 13th revised edition, New York and Geneva, United Nations, 2003, ([http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13files_e.html)) .
41. Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air, 2003-2004 Edition. Montreal, International Civil Aviation Organization, 2002.
42. Economic Commission for Europe Inland Transport Committee. Restructured ADR applicable as from 1 January 2003. New York and Geneva, United Nations, 2002, (<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2003/ContentsE.html>) .
43. Infectious substances shipping guidelines. Montreal, International Air Transport Association, 2003, (<http://www.iata.org/ads/issg.htm>) .
44. Transport of Infectious Substances. Geneva, World Health Organization, 2004, [http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO\\_CDS\\_CSR\\_LYO\\_2004\\_9/en/](http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_9/en/)) .
45. Berg P et al. Asilomar conference on recombinant DNA molecules. *Science*, 1975, 188:991-994.
46. European Council. Council Directive 98/81/EC of 26 October 1998 amending Directive 90/219/EEC on the contained use of genetically modified microorganisms. *Official Journal*, 1998, L330:13-31.
47. O'Malley BW Jr et al. Limitations of adenovirus-mediated interleukin-2 gene therapy for oral cancer. *Laryngoscope*, 1999, 109:389-395.
48. World Health Organization. Maintenance and distribution of transgenic mice susceptible to human viruses: memorandum from a WHO meeting. *Bulletin of the World Health Organization*, 1993, 71:497-502.
49. Furr AK. *CRC handbook of laboratory safety*, 5th ed. Boca Raton, FL, CRC Press, 2000.
50. Lenga RE. *The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data*, 2nd ed. Milwaukee, WI, Aldrich Chemical Company, 1988.

51. Lewis RJ. Sax's dangerous properties of industrial materials, 10th ed. Toronto, John Wiley and Sons, 1999.

## 附錄一

# 急救

急救是指在事故發生之時間及地點，熟練運用醫學處理原則。在傷患得到醫生最終治療之前，急救是處理意外事件之公認作法。

急救裝備至少應包括一個急救箱，急救人員所需要之防護衣、安全設施以及洗眼設備。

### 急救箱

急救箱從結構上應能防塵、防濕。急救箱應置於明顯位置並易於識別。根據國際慣例，急救箱用綠色背景之白色十字加以標識。

急救箱內應裝有下列物品：

- 1、一般性指引之說明書
- 2、單獨包裝之不同尺寸無菌包紮敷料
- 3、帶有繃帶之無菌眼墊
- 4、三角繃帶
- 5、無菌創傷敷料
- 6、安全別針
- 7、可選擇之無菌非醫用創傷敷料
- 8、權威性之急救手冊，如國際紅十字會出版之急救手冊。

參與急救人員之防護裝備包括：

- 1、用於口對口復甦術之介面管
- 2、用於防止接觸血液之手套及其他屏障性防護物品<sup>1</sup>，以及
- 3、用於止血之清潔盒（見手冊第十四章）。

應常備眼部清洗設備且訓練工作人員能夠正確使用。

---

<sup>1</sup> Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24: 24–52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>).

## 附錄二

# 工作人員之免疫接種

應與每位研究人員充分討論所操作特殊微生物病原之危險。在開始操作這些微生物病原之前，應先評估若發生暴露時可能之疫苗及 / 或治療藥物（例如抗生素治療），在當地之應用情形、註冊狀況及效用。有些工作人員可能在以前曾接種或受感染，因而已經獲得免疫。

如果特定之疫苗或類毒素已在當地註冊並可以取得，則在對可能之暴露並經風險評估與個人作出臨床健康評估後，就應提供使用。

還應提供意外感染後，用於臨床處理之設備。

## 附錄三

# WHO 生物安全合作中心

寫信給下列任何地址，均可得到有關生物安全之訓練課程、協助及資料等方面之有用資訊：

- Biosafety programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>) .
- WHO Collaborating Centre for Biological Safety, Swedish Institute for Infectious Disease Control, Nobels Väg 18, S-171 82 Solna, Sweden(<http://www.smittskyddsinstitutet.se/English/english.htm>) .
- WHO Collaborating Centre on Biosafety Technology and Consultative Services, Office of Laboratory Security, Health Canada, 100 Colonnade Road, Loc.: 6201A, Ottawa, Ontario, Canada K1A0K9 (<http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/ols-bsl>) .
- WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Training, Office of Health and Safety, Centers for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Road, Mailstop F05, Atlanta, GA 30333, USA (<http://www.cdc.gov/>) .
- WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Research, Division of Occupational Health and Safety, Office of Research Services, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, 13/3K04 13 South Drive MSC 5760, Bethesda, MD 20892-5760, USA (<http://www.nih.gov/>) .
- WHO Collaborating Centre for Biosafety, Victorian Infectious Diseases Reference Laboratory, 10 Wreckyn St, Nth Melbourne, Victoria 3051, Australia. Postal address: Locked Bag 815, PO Carlton Sth, Victoria 3053, Australia (<http://www.vidrl.org.au/>) .

## 附錄四

# 設備安全

設備在使用時，有些操作可能造成微生物性危害，而另外一些操作或處理則是專門設計用來避免或減少生物性危害（參見本手冊第十一章）。

### 可能產生危害之設備

表附四之一列出了可能產生危害之設備及其操作，並對消除或減少這些危害提出了建議。

表附四之一、可能產生危害之設備及其操作

儀器	危害	如何消除或減少危害
皮下注射針頭	意外接種、產生氣膠或有害物質溢出	<ul style="list-style-type: none"><li>• 勿將已使用針頭回套或截斷針頭。</li><li>• 使用針頭鎖定型注射器以避免針頭及注射器之分離，或使用針頭及注射器為一體之拋棄式注射器。</li><li>• 採用規範之實驗室技術，例如：<ul style="list-style-type: none"><li>— 注射器吸液時要小心，盡可能減少形成氣泡及接種物泡沫。</li><li>— 避免使用注射器混合感染性液體；否則，要確保針頭之尖端伸達容器中液面之下，並避免用力過度。</li><li>— 從具橡皮塞之瓶子中取下針頭之前，應使用經適當消毒劑浸濕之脫脂棉包裹針頭及塞子。</li><li>— 豎直向上將注射器中過量之液體及氣泡排到經適當消毒劑浸濕之脫脂棉或裝有棉花之小瓶中。</li></ul></li><li>• 操作感染性物質時，均應在生物安全櫃中進行。</li><li>• 在對動物進行接種時，要進行固定。在進行鼻腔或口腔接種時，要使用鈍針頭或插管。操作應在生物安全櫃中進行。</li><li>• 使用後要進行高壓滅菌並確保進行妥善處理。如果使用拋棄式針頭及注射器，只有在高壓滅菌後才能拆卸。</li></ul>

儀器	危害	如何消除或減少危害
離心機	產生氣膠、噴濺及離心管破裂	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用可封閉性之容器（安全杯）或密封轉子。於氣膠沉降後（30 分鐘）再打開容器或轉子，或在生物安全櫃中操作。</li> </ul>
超高速離心機	產生氣膠、噴濺及離心管破裂	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在離心機及真空幫浦之間安裝 HEPA 過濾器。</li> <li>• 每個轉子均有運轉時間之紀錄，並應制訂預防性維修保養措施以減少發生機械故障之風險。</li> <li>• 在生物安全櫃中裝卸容器或轉子。</li> </ul>
厭氧罐	爆炸、感染性物質擴散	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 確保催化劑周圍電線盒之完整性。</li> </ul>
乾燥器	內爆、玻璃碎片及感染性物質擴散	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 置於堅固之金屬絲籠中。</li> </ul>
均質機、組織研磨機	產生氣膠、洩漏及容器破裂	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在生物安全櫃中操作及打開設備。</li> <li>• 使用專門設計之儀器型號可避免在轉子軸承及 O 形墊圈處洩漏，或使用鐵胃。</li> <li>• 在打開均質機以前先等候 30 分鐘，以使氣膠沉積。冷卻以使氣膠凝聚。</li> <li>• 如果使以手動組織研磨器，管外使用可吸收物質包裹。</li> </ul>
超音波振盪器、超音波清洗機	產生氣膠、聽力傷害、皮膚炎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在生物安全櫃或密封單元中操作及打開設備。</li> <li>• 確保隔離以免受倍頻諧波之傷害。</li> <li>• 戴手套以保護清潔劑對皮膚造成之化學危害。</li> </ul>
培養攪拌器、振盪器、攪拌器	產生氣膠、噴濺及洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在生物安全櫃或專門設計之初級屏障內操作。</li> <li>• 使用耐用之有螺口蓋培養瓶，必要時安裝有過濾器保護之排氣口，並固定良好。</li> </ul>
冷凍乾燥機	產生氣膠及直接接觸污染材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用 O 形連接器來密封單元。</li> <li>• 使用空氣過濾器來保護真空管。</li> <li>• 使用有效之除污方法，例如化學法。</li> <li>• 配備全金屬脫水器及蒸氣冷凝器。</li> <li>• 仔細檢查所有玻璃真空管表面是否有刮痕。僅限使用於真空作業之專用玻璃器具。</li> </ul>
水浴器	微生物生長。疊氮化鈉與有些金屬形成爆炸性混合物。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 確保定期清潔及消毒。</li> <li>• 不使用疊氮化鈉作為抑菌劑。</li> </ul>

除了微生物危害以外，還必須預測並預防與設備相關之其他安全危害。表附四之二列出一些發生事故之原因。

表附四之二、設備相關事故之原因

事故	事故原因	減少或消除危害
<b>設計或建造有缺陷</b>		
培養箱有電氣火花電擊	無溫度過高斷路裝置 未提供可靠之接地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 符合國家標準</li> </ul>
<b>不當使用</b>		
離心事故	轉軸上之離心桶吊籃未平衡	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 訓練及監督工作人員</li> </ul>
厭氧培養箱爆炸	不正確使用氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 訓練及監督工作人員</li> </ul>
<b>不正確配用</b>		
家用保溫瓶爆炸	液態氮運輸不當	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用專門設計之設備</li> </ul>
家用型冰箱爆炸	危險性化學品未儲存在防火或防爆容器中，如使用滲漏之螺旋瓶蓋儲存乙醚。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低閃火點溶劑及萃取物僅儲存在具有火花 / 爆炸保護裝置之冰箱或安全櫃中。</li> </ul>
<b>缺乏適當維護</b>		
火焰光度計產生之火焰	維護過程中各配件之重新組裝不正確。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 訓練及監督工作人員</li> </ul>

## 附錄五

# 化學品：危害及預防措施

本附錄所列為在衛生照護及研究實驗室中，經常遇到之化學品基本健康及安全資訊、數據及適用之安全預防措施。未列入本表之化學品並不意味無危害。所有實驗室之化學品應謹慎處理，儘量減少暴露。

表附五之一、化學品：危害及預防

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
2,4-二硝基苯肼 $C_6H_3(NO_2)_2-NHNH_2$ 1-肼-2,4-二硝基苯	橙紅色結晶粉末； 熔點：200°C； 微溶於水。	對皮膚及眼睛具有刺激性；經食入、吸入及皮膚接觸引起傷害。		保持濕潤以減少爆炸風險；配戴防塵呼吸面罩，橡膠或塑膠手套及化學等級之護目鏡。	可與氧化劑、還原劑產生劇烈反應。	
2-羥基丙烷醇 $(CH_3)_2CHOH$ 異丙醇	帶有乙醇氣味之無色液體。 熔點：-89°C 沸點：82°C； 與水混溶。	刺激眼睛及呼吸道。能作用於中樞神經系統，導致頭痛、頭暈、噁心、嘔吐及昏迷。	高度易燃。 閃火點：112°C 燃燒範圍：2.3~12.7%	容器嚴格密封並存放在遠離火源之地方；在通風櫥中操作；穿戴丁腈橡膠手套及眼部保護裝置。	長時間接觸空氣及光線時，可與氧化劑劇烈反應產生不穩定過氧化物。	用作噴霧消毒劑之 70~85% 異丙醇水溶液具有燃燒危險，勿於火源附近使用。
<i>o</i> -聯甲苯胺 $(C_6H_3-(3-CH_3)-(4-NH_2))_2HCl$ 3,3'-二甲基-(1,1'-二苯基)-4,4'-聯銹二胺	無色結晶。 熔點：131°C 沸點：200°C； 略溶於水。	皮膚接觸或食入會造成傷害；粉塵刺激呼吸道及眼睛。 可能為人類致癌物。	易燃。 燃燒釋放刺激性或有毒煙霧（或氣體）。	避免接觸；使用眼部保護罩及手套。	氧化劑。	
氨水	帶有刺激性氣味之無色液體。 氣體： 熔點：-78°C 沸點：-33°C； 25% 溶液： 熔點：-58°C 沸點：38°C； 與水混溶。	食入對眼睛、呼吸系統及皮膚具有腐蝕作用。 接觸高濃度氣體或蒸氣可引起肺水腫。	與氨氣相同； 燃燒範圍： 15~28%	儲備容器須蓋緊。 如果眼睛接觸，立即用水清洗並進行醫學諮詢；在通風櫥中使用，使用橡膠或塑膠手套及配戴化學等級護目鏡。	與重金屬（如汞及汞鹽）劇烈反應生成爆炸性產物。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
苯 C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	帶特有芳香氣味之無色揮發性液體。 熔點：6°C 沸點：80°C。	蒸氣吸入後作用於中樞神經系統，導致眩暈及頭痛，高濃度苯會導致意識喪失及死亡；長期或慢性接觸，可發生再生不良性貧血、白血病、肝功能損害；可經由皮膚吸收。	高度易燃。 閃火點：-11°C 燃燒範圍：1.3~8%	將容器放置在通風良好之區域，遠離火源；在適當通風之通風櫥或排氣櫃內使用；使用護眼罩及丁腈或聚氯乙烯手套。經由接地來防止產生靜電。	能與氧化劑（包括鉻酸、過錳酸鉀及液態氧）劇烈反應。	
苯胺 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	具有類似芳香胺味之無色至棕色油狀液體。 熔點：-6°C 沸點：185°C。	變性血色蛋白血症發紺；對眼睛及皮膚有刺激作用。 可經由皮膚吸收。 反覆或長時間接觸可能導致過敏。	易燃。 閃火點：70°C 燃燒範圍：1.2~11%	儲存於緊密封之容器中，遠離氧化劑。 防止與皮膚及眼睛接觸。 使用局部排氣通風設備或呼吸保護裝置，使用防護手套、防護衣及面罩。	強氧化劑，強酸。	
苯酚 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	帶有特殊氣味之無色或淡粉紅色結晶。 熔點：41°C 沸點：182°C； 溶於水。	固體及蒸氣對眼睛、皮膚及呼吸道具有腐蝕性，造成嚴重灼傷；經皮膚吸收； 干擾中樞神經系統，昏迷；腎臟、肝臟受損。 症狀包括腹痛、嘔吐、腹瀉、皮膚刺激、眼睛疼痛；長時間接觸稀溶液可引起皮膚炎。	閃火點：80°C 燃燒範圍：1.7~6%	勿吸入蒸氣；使用呼吸面罩；避免與皮膚及眼睛接觸；在通風櫥內使用，使用丁腈橡膠手套及眼部保護裝置；如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；如果皮膚接觸，脫去所有被污染之衣物，使用甘油、聚乙烯二醇 300 或 70 % 聚乙烯二醇液體與 30 % 甲基化乙醇之	與氧化劑反應，引起火災及爆炸危害。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
吡啶 C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	帶有特殊氣味之無色液體。 熔點：42°C 沸點：115°C。	作用於中樞神經系統，導致頭暈、頭痛、噁心、氣短、意識喪失。 可經皮膚吸收引起紅腫、灼燒感。 食入引起腹痛、腹瀉、嘔吐、虛弱。 反覆暴露影響肝臟及腎臟功能。	高度易燃。 閃火點：20°C 燃燒範圍：1.8~12.4%。 燃燒釋放刺激性或有毒煙霧（或氣體）；蒸氣/混合物具有爆炸性。	混合物擦拭污染區域，然後使用水沖洗。 於通風、局部排氣或呼吸保護裝置下使用，穿戴手套及防護衣。	與強氧化劑及強酸劇烈反應。	
丙酮 CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	帶有甜味之無色揮發性液體。 熔點：-95°C 沸點：56°C； 易與水混合。	對眼睛、鼻子及喉嚨具微弱刺激性。 吸入後可引起頭昏、昏睡及昏迷。	高度易燃。 閃火點：-18°C 燃燒範圍：2.2~12.8%	容器放置在通風良好區域；遠離火源；勿吸入蒸氣，使用呼吸保護裝置以及穿戴眼部保護裝置。	在鹼性條件下，與氧化劑（如鉻酸及硝酸）、氯仿反應劇烈。不能與濃硫酸及濃硝酸之混合物共存。	大型容器要接地以防靜電。
丙烯醛 CH <sub>2</sub> =CHCHO	帶有特殊難聞氣味之無色或黃色液體。 熔點：-87°C 沸點：53°C	引起流淚；嚴重呼吸道刺激症狀。 接觸高濃度丙烯醛可引起肺水腫；作用可能延後發生。	高度易燃。 閃火點：-26°C 燃燒範圍：2.8~31%	防止與皮膚及眼睛接觸；在通風櫥或良好通風情況下使用。	不能與氧化劑、酸、鹼、氨、胺類共存。容易聚合，除非使用對苯二酚進行抑制。長時間可形成撞擊敏感性過氧化物。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
草酸 HO <sub>2</sub> CCO <sub>2</sub> H	無色結晶；溶於水 熔點：190℃； 分解。	皮膚接觸或食入會產生傷害；粉塵會刺激呼吸道及眼睛；溶液刺激眼睛，可造成皮膚灼傷。	易燃。 燃燒時釋放刺激性或有毒煙霧(或氣體)。	避免與皮膚及眼睛接觸；使用眼部保護裝置及手套。	氧化劑；銀、汞及其化合物。	
次氯酸鈉溶液 (含有 10~14 % 之有效氯) NaOCl	具有氯氣味之無色或淡黃色溶液；與水混溶。	對眼睛及皮膚有腐蝕性；腐蝕消化道及呼吸道。 吸入可引起肺水腫。反覆暴露可產生皮膚過敏。	強氧化劑。 燃燒時可產生有毒煙霧。	如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；如果皮膚接觸，立即用水清洗；勿吸入蒸氣；使用呼吸防護裝置。在良好通風之區域使用；穿戴橡膠或塑膠手套與化學等級之眼部保護裝置。	與酸接觸釋放出劇毒氣體；與易燃物及還原性物質劇烈反應；與含氮化合物生成具有爆炸性之含氯化合物；可與甲醇劇烈反應。	儲存過程中逐漸釋放氯；用作消毒劑之稀溶液快速變質；存放在遠離酸之陰暗、涼爽及通風良好區域。
醋酸亞鉍 TlC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	白色溶解性結晶。 熔點：110℃； 極易溶於水。	食入後可能由於累積作用而產生劇毒；作用於神經及心血管系統；經由與眼睛及皮膚之接觸造成傷害。		容器應緊密封；在通風櫥、排氣櫃或排氣通風系統內使用；穿戴防護衣，包括粉塵呼吸保護裝置、化學等級之護目鏡、橡膠或塑膠手套、眼部保護裝置。		
碘 I <sub>2</sub>	帶有特殊氣味之藍黑色鱗片狀結晶。 熔點：114℃ 沸點：184℃； 幾乎不溶於水。	對眼睛、呼吸系統及皮膚有刺激作用；反覆暴露可引起皮膚過敏。可能會影響甲狀腺。	不易燃，但有助於其他物質之燃燒。許多反應可引起火災及爆炸。燃燒後釋放刺激性或有毒煙霧(或氣體)。	勿吸入蒸氣。避免與眼睛接觸；穿戴丁腈手套。	與鋁、鉀及鈉等金屬以及乙醇/磷之混合物、乙炔與氨劇烈反應。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
疊氮化鈉 N <sub>3</sub> Na	無色結晶固體。 熔點：300°C； 溶於水。	食入、吸入及皮膚接觸產生劇毒；可引起灼傷。粉塵及溶液刺激眼睛及皮膚；可經皮膚吸收。	加熱至高於熔點時，發生強烈分解；加熱時釋放有毒煙霧。 不能使用水滅火。	如果皮膚接觸，立即用水清洗；勿吸入粉塵；穿戴橡膠或塑膠手套及配戴眼部保護裝置。	與溴、二硫化碳或二氯化鉻醯發生爆炸性反應；固體與包括銅、鉛及汞之重金屬反應產生爆炸性之金屬疊氮化鹽；與酸接觸產生劇毒及爆炸性氣體。	
聯苯胺 1,1'-二苯基 -4,4'-聯胺	淡黃色粉末。 熔點：128°C 沸點：400°C； 微溶於水，極易溶於酸及有機溶劑。	可經由皮膚吸收，可引起膀胱癌；應避免所有接觸。	易燃，燃燒產生有毒煙霧（氣體）。	避免所有接觸；穿戴眼睛及皮膚保護裝置；在有排氣通風裝置之通風櫥內使用。	許多國家禁止或限制使用。	
二噁烷 C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> 二乙烷化二氧	帶有特殊氣味之無色液體 熔點：12°C 沸點：101°C。	對眼睛及呼吸道有刺激作用，可影響中樞神經系統，導致頭痛、噁心、咳嗽、喉嚨痛、腹痛、頭昏、嗜睡、嘔吐、意識喪失；可經由皮膚吸收。肝臟及腎臟功能傷害，可能為人類致癌物。	高度易燃。儘可能遠離火源。 流動、攪動時，會產生靜電。	於通風、局部排氣裝置下使用。 不能有明火、火花，不能抽煙；不能與強氧化劑或熱之表面接觸；不能使用壓縮空氣來裝卸及處理，應使用不會產生火花之工具。 穿戴防護手套及防護衣、面罩或眼部保護裝置，同時兼具呼吸保護裝置。	能產生具有爆炸性之過氧化物，與強氧化劑、濃強酸劇烈反應。與某些催化劑能發生爆炸性之反應。 腐蝕多種塑膠。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
二甲胺 (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	帶有刺激性氣味之無色揮發性液化氣體； 熔點：-93℃ 沸點：7℃； 與水混溶。	對眼睛及呼吸系統有嚴重刺激性。 吸入可引起肺水腫。 快速蒸發可導致凍傷。 溶液對眼睛及皮膚具有腐蝕性。	極易燃。 閃火點：-26℃ 燃燒限制：2.8~14 % 溶液高度易燃。 閃火點：-18℃。	遠離火源；如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；在通風櫥內使用；穿戴丁腈手套及化學等級之護目鏡。	能與氧化劑、汞起反應。	
二甲苯（混合異構體） C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	具有芳香味之無色液體。 熔點：-95~-13℃ 沸點：136~145℃ 不溶與水。	可影響中樞神經系統，導致頭痛、頭昏、疲勞，噁心。液體及蒸氣刺激眼睛、皮膚、黏膜及呼吸道； 食入有害；長期皮膚接觸可造成皮膚脫脂。非特異性神經系統傷害。暴露後可加重噪音引起之聽力傷害。動物實驗顯示具有人類生殖器或發育之毒性。	易燃液體。 閃火點：27~32℃。	避免眼睛接觸；使用丁腈手套及眼部保護裝置；容器應緊密封； 遠離火源存放。		可能含有乙苯之雜質。 乙苯可能是一種人類致癌物。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
二氧化氯 ClO <sub>2</sub>	黃至紅色氣體或紅棕色液體。 熔點：-59°C 沸點：10°C。	對眼睛、皮膚及呼吸道具有嚴重刺激性。吸入氣體可引起肺水腫。作用可能延後。需要醫學觀察。	不易燃，但有助於其他物質燃燒。加熱、光照、受到震動或火花能引起爆炸。	在具有通風設備之密閉系統中使用；穿戴防護手套及防護衣、安全護目鏡或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	強氧化劑。與易燃之還原性物質激烈反應。與磷、氫氧化鉀、硫、氨、甲烷、磷化氫及硫化氫反應劇烈。	
二氧化碳 (固體，“乾冰”) CO <sub>2</sub>	-79°C時為半透明白色固體；環境溫度下昇華成氣體。	在狹窄或通風不良區域有窒息危險；接觸固體“乾冰”會引起凍傷。		穿戴隔溫手套；只能存放在開口容器中，放置在通風之房間或區域。	鹼金屬，強鹼。	
過氯酸 HClO <sub>4</sub>	無色液體；與水混溶。	具有腐蝕性，如果食入引起嚴重之眼睛及皮膚灼傷；蒸氣腐蝕眼睛、皮膚及呼吸道。吸入蒸氣可引起肺水腫。	強氧化劑。 不易燃，但有助於其他物質之燃燒。	避免吸入蒸氣及其他途徑之暴露；穿著防護衣，包括丁腈手套、眼睛及臉部保護裝置；使用熱溶液時，須在通風櫥或排氣櫃內進行。	易燃物及還原劑：醋酸酐、鉍及其合金、乙醇、金屬、紙張、木材及其他有機物質。	強氧化劑，與許多無機物及有機物接觸可形成爆炸性產物；可污染木製地板、實驗台等物品。撞擊可能發生爆炸。
過錳酸鉀 KMnO <sub>4</sub>	紫色結晶。 熔點：240°C（分解） 易溶於水	吞嚥或吸入粉塵具有腐蝕性；對眼睛及呼吸道具有極度之刺激性；吸入粉塵可引起肺水腫。	強氧化劑；可點燃易燃物質。	穿著防護衣、眼部保護裝置，如果會產生粉塵，要穿戴防微粒呼吸裝置。	與多種無機及有機化合物或金屬粉末混合發生劇烈反應或爆炸。	
鉻酸 CrO <sub>3</sub> 六價鉻氧化物	暗紅色無臭之薄片或粉末，經常使用其水溶液。 熔點：197°C	對眼睛、皮膚及呼吸道具有刺激作用。皮膚反覆及長時間接觸能引起皮膚炎及鉻潰瘍、	250°C以上分解生成三價氧化鉻及氧氣，增加火之危害。	防止與皮膚及眼睛接觸。避免吸入細小粉塵及薄霧。於通風、局部排氣或呼吸保護裝置下使用。	在水溶液中是能與鹼反應之強酸，具有腐蝕性。強氧化劑，與可燃物質、有機物或其他易	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
		皮膚過敏。 吸入可引起哮喘狀反應。可造成鼻中隔穿孔。人類致癌物。	許多反應可導致危害。		氧化物質（紙張、木材、硫、鋁、塑膠等）起反應。 對金屬有腐蝕性。	
汞 Hg (水銀)	比重大之銀色液體。 熔點：-39℃ 沸點：357℃； 不溶於水。	可經由皮膚吸收。反覆暴露可作用腎臟及中樞神經系統，導致嘔吐、腹瀉、頭痛、噁心、齒齦腫脹、牙齒脫落。	不易燃，燃燒後釋放刺激性或有毒煙霧。	包持容器緊密封；於通風櫥或通風良好之區域使用；防止溢出；遵守嚴格之衛生措施；穿戴丁腈手套。	不能與乙炔、雷酸共存。能與氨、疊氮化物、環氧乙烷反應產生爆炸性產物；與溴強烈反應；與多種金屬形成汞齊。	在能容納溢出液之存水盤上儲存容器或進行操作；用一個毛細管連接之小吸氣瓶經由幫浦吸走溢出液體；用鋅粉來處理溢出區域以形成汞齊。
過氧化氫 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	無色液體 熔點：-39℃ (70%) 沸點：125℃ (70%) 與水混溶，能配製成不同濃度之水溶液。	高濃度(60%)及皮膚長時間接觸低濃度(6%)皆有腐蝕性；稀溶液對眼睛、呼吸系統及皮膚有刺激作用。	氧化劑；與易燃物質接觸能引起火災。	如果皮膚接觸，立即用大量清水清洗；如果接觸濃度超過 20% 之溶液，須穿戴丁腈手套及眼部保護裝置。	與多種化學試劑（包括氧化劑、鹼）起劇烈反應；腐蝕大部分金屬及其他鹽類、易燃液體以及其他易燃物質（紙張、紡織品）、苯胺及硝基甲烷。	能分解釋放氧氣，導致容器內壓力上升。儲存在陰暗及涼爽處；勿使用金屬（如黃銅、銅、鐵）容器及設備。
甲苯 C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> 甲基苯	帶有特殊氣味之無色液體。 熔點：-95℃ 沸點：111℃； 不能與水混合。	中樞神經系統鎮靜劑，對眼睛、黏膜及皮膚具有刺激作用。反覆暴露能引起人體生殖器、發育之毒性。	高度易燃。 蒸氣可造成閃火。 閃火點：4℃ 燃燒範圍：1.4~7%。	容器應緊密封；遠離火源儲存；容器接地以防止靜電；勿吸入蒸氣；使用呼吸保護裝置；在通風櫥或通風良好之區域使用。	能與氧化劑反應。 強酸、鹼及氧化劑。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
			小型火災滅火材料：使用乾燥化學品、二氧化碳、泡沫、水霧或惰性氣體（氮氣）。	穿戴丁腈手套。		
甲醇 CH <sub>3</sub> OH	帶有特殊氣味之無色揮發性液體。 熔點：-98℃ 沸點：65℃； 與水混溶。	影響中樞神經系統，導致意識喪失、黏膜刺激。 慢性暴露可引起視網膜及視神經傷害。長期皮膚接觸可造成皮膚炎。 可經由皮膚吸收。	高易燃性。 閃火點：-16℃ 燃燒範圍：7~37%	儲存容器緊密封，遠離火源存放；避免吸入蒸氣及皮膚接觸；在通風櫥或通風良好之區域使用；穿戴橡膠或塑膠手套及眼部保護裝置。	能與氧化劑劇烈反應；與鎂或溴反應劇烈，與強氧化劑、氯仿及鈉之反應會發生爆炸。	
甲醛溶液： （37~41% 甲醛，含有11 ~14% 甲醇） HCHO	具有刺激性氣味之無色液體。 熔點：96℃； 與水混溶。	對眼睛及皮膚具有強烈之刺激作用；對呼吸道有刺激作用；長時間暴露於甲醛蒸氣會出現哮喘樣症狀、結膜炎、支氣管炎或支氣管肺炎；皮膚接觸可引起皮膚過敏；可能產生不可恢復之健康問題；可能為致癌物。	閃火點：50℃	穿防護衣（如塑膠圍裙、橡膠或塑膠手套及化學等級護目鏡）；在通風櫥或良好通風情況下使用。	能與氧化劑、硝基甲烷激烈反應生成爆炸性產物，與鹽酸反應產生強致癌物二氯甲基醚。	濃甲醛溶液在低於21℃儲存時會變混濁，故應於21~25℃保存；稀溶液（1~5%）及中等濃度溶液（5~25%）仍存在許多同濃溶液之危害。
金胺 4,4'- 碳亞胺 - 二（N,N-二甲 基苯胺）	黃色薄片或粉末。 熔點：136℃； 不溶於水。	食入、吸入及皮膚接觸可造成傷害；可刺激眼睛及皮膚；可能為致癌物。		避免皮膚接觸及粉塵吸入；穿戴橡膠或塑膠手套及化學等級護目鏡。在通風櫥或配戴防塵呼吸裝置下使用。	強氧化劑。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
苦味酸 C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH 2,4,6-三硝基苯 酚	會被帶水潤濕狀之黃色結晶或溶於乙醇。熔點：122℃；微溶於水。	經食入、吸入或皮膚接觸具毒性。食入可引起頭痛、噁心；刺激眼睛。	乾燥時爆炸。	始終用水保持濕潤或僅在乙醇溶液中使用。	與多種金屬形成比酸本身更具爆炸性之鹽類；與混凝土接觸可形成磨擦敏感、具爆炸性之苦味酸鈣；能與還原劑激烈反應。	黃色皮膚斑點。
磷酸 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	無色黏稠液體或吸濕性白色結晶。熔點：42℃在低於沸點 213℃時分解。溶於水。	具有腐蝕性；引起皮膚及眼睛灼傷。	侵蝕多種金屬，產生氫氣；火焰加熱時釋放出有毒煙霧。	如果眼睛接觸到，立即用水沖洗並進行醫學諮詢；使用丁腈橡膠手套及眼部保護裝置。		
硫化氫 H <sub>2</sub> S	帶有強烈臭雞蛋味之無色氣體；熔點：-85℃沸點：-60℃。	能影響中樞神經系統，導致頭痛、頭昏、咳嗽、喉嚨痛、噁心、呼吸困難、意識喪失及死亡；吸入可引起肺水腫。能引起眼睛紅腫、疼痛、深度灼傷。	極易燃燒。爆炸限制：4.3~46%。	於通風設備、局部排氣下使用。穿戴安全護目鏡或眼部兼呼吸保護裝置。	不能與強氧化劑及濃硝酸共存。腐蝕多種金屬及塑膠。	氣體持續作用下會迅速造成嗅覺疲勞，進而不能引起警覺。
硫酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	無色、無味之黏稠液體；與水混溶。熔點：10℃	濃度為 15 % 之濃硫酸具有腐蝕性，可引起嚴重灼傷；吸入霧滴及蒸氣具有強腐蝕性；	燃燒產生有毒煙霧。不易燃。許多反應能引起燃	如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；如果皮膚接觸，立即用水清洗脫去污染之	是一種強氧化乾燥劑，與許多試劑包括有機氮化物、過錳酸鉀、鹼金屬及過氧酸	如果將濃硫酸加入水中會引起局部突沸。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
	沸點（分解）： 340°C。	稀溶液刺激眼睛及皮膚；能引起灼傷及皮膚炎。	燒及爆炸。 用水稀釋產生熱，可能造成液滴飛濺或突沸。 總是將酸加入水中， <b>勿將水加入酸中</b> 。	衣物；穿戴丁腈手套、眼部及臉部保護裝置。 <b>勿接觸易燃物質</b> 。	鹽劇烈反應。與易燃物質、氧化劑、胺類、鹼、水及大部分金屬不相容，不能過度加熱。	
氯氣 Cl <sub>2</sub>	帶有刺激性氣味之黃綠色氣體。 熔點：-101°C 沸點：-34°C。	對眼睛、皮膚及呼吸道有腐蝕作用。 吸入氣體可引起肺炎及肺水腫，並導致反應性氣道病症候群（RADS）。 液體之快速蒸發可導致凍傷。 高濃度暴露可導致死亡。可能有延後發生之作用；需要醫學觀察。	不易燃，但有助於其他物質燃燒。	於密閉系統及通風裝置下使用；穿戴隔溫手套、防護衣、安全護目鏡或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	水溶液為強酸，與鹼及許多有機物（乙炔、丁二烯、苯及其他石油成分、氨、氫、碳化鈉、松節油）以及金屬細粉劇烈反應，引起火災及爆炸。	在有水存在條件下可腐蝕許多金屬。可腐蝕塑膠、橡膠及塗料。
萘胺（α 及 β） C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> N N- 苯基 -α- 萘胺及 N- 苯基 -β- 萘胺	帶有特殊氣味之白色至粉紅色結晶。 α 之熔點： 50°C α 之沸點： 301°C	兩者經由食入、吸入及皮膚接觸，毒性都很強；為引起膀胱癌之人類致癌物；實驗證實為致突變劑、致畸胎物。經皮膚吸收。	易燃。	避免所有暴露。穿著適當之防護衣；於通風櫥、排氣櫃或排氣通風裝置下使用。		在許多國家禁止或需依法使用。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
	<p><math>\beta</math> 之熔點： 113°C，</p> <p><math>\beta</math> 之沸點： 306°C</p> <p>略溶於水，而其鹽 酸鹽類溶於水。</p>					
氫氧化鉀 KOH	<p>白色薄片、粉末、 小丸或柱狀物。</p> <p>熔點：360°C 沸點：1320°C； 極易溶於水。</p>	<p>腐蝕呼吸系統、眼睛 及皮膚；吸入粉塵導 致肺水腫。</p>		<p>如果眼睛接觸，立即用 水清洗並尋求醫學諮 詢；如果皮膚接觸，立 即清洗；脫去污染之衣 物，穿戴橡膠或塑膠手 套及眼部保護裝置（即 使是稀溶液）。</p>	<p>與酸、硝基苯及許多 其他清潔劑起劇烈反 應；與水混合時釋放 大量熱；儲存在密封 良好之容器中。</p>	<p>於存在濕氣之條 件下可腐蝕許多 金屬（鋁、鋅、 錫）。</p>
氫氧化鈉 NaOH	<p>無色薄片、粉末、 小丸或柱狀物。</p> <p>熔點：318°C 沸點：1390°C； 溶於水。</p>	<p>固體及濃溶液。吸入 粉塵造成呼吸到損害 及肺水腫；食入具有 腐蝕性；稀溶液刺激 眼睛，如果眼睛長期 接觸，可引起嚴重傷 害。</p>	<p>不易燃。 接觸濕氣或水可 產生足量熱，點燃 易燃物。</p>	<p>如果眼睛接觸，立即用 水清洗並尋求醫學諮 詢；如果皮膚接觸，立 即清洗；脫去污染之衣 物，穿戴橡膠或塑膠手 套及眼部保護裝置（即 使是稀溶液）。</p>	<p>與水反應釋放大量 熱；與氯仿-甲醇混合 物以及強酸劇烈反 應。</p>	<p>以密封良好之容 器儲存於乾燥 處。</p>
氰化鈉 NaCN	<p>帶有杏仁味之白 色結晶粉末。</p> <p>熔點：563°C 沸點：1496°C； 極易溶於水。</p>	<p>食入、吸入及皮膚接 觸有劇毒。對眼睛有 嚴重之刺激作用。 可經由皮膚吸收。反 覆暴露可影響甲狀 腺。</p>	<p>燃燒時可產生有 毒煙霧。</p>	<p>勿吸入粉塵，使用呼吸保 護裝置；避免眼睛及皮膚 接觸；如果皮膚接觸，立 即清洗；脫去污染之衣 物；穿戴橡膠或塑膠手 套；配戴眼罩；放置在安</p>	<p>與酸或與溶解二氧化 碳之水釋放劇毒之氫 氰酸（HCN）氣體； 能與亞硝酸鹽形成爆 炸性之混合物。</p>	<p>用漂白粉（次氯 酸鈉）來處理溢 出液並使之作用 24 小時；小心清 理溢出固體至加 有漂白粉之水中</p>

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
				全上鎖及通風之儲藏室。		；在丟棄前，使其作用 24 小時；實驗室內應備有氰化物解毒劑。
氯仿 CHCl <sub>3</sub>	帶有特殊氣味之無色揮發性液體。 熔點：-63°C 沸點：61°C 微溶於水。	吸入、食入及皮膚接觸可造成傷害；刺激皮膚；可影響肝臟、腎臟及中樞神經系統，導致頭痛、噁心、輕微黃疸、食慾不振、昏迷；長期及慢性暴露可引起動物致癌。可能為人類致癌物。		穿著防護衣、丁腈手套及眼部保護裝置；在通風櫥內使用。	強鹼；某些金屬（如鋁、鎂、鋅）粉末；強氧化劑。	加熱降解時形成光氣。 可腐蝕塑膠及橡膠。
三氯醋酸 CCl <sub>3</sub> COOH	帶有刺激性氣味之白色潮解性結晶。 熔點：58°C 沸點：197.5°C； 溶於水、乙醇及乙醚。	具有腐蝕性；引起眼睛、皮膚及呼吸道嚴重灼傷。	不易燃。燃燒後可產生有毒煙霧。	避免與眼睛、皮膚接觸。穿戴橡膠或塑膠手套及化學等級之護目鏡或面罩兼具呼吸保護裝置；如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢。	與銅/二甲基亞楓混合物以及在與鹼、強氧化劑、金屬（如鐵、鋅及鋁）接觸時，會發生劇烈反應。	存放於乾燥處。 濃水溶液會劇烈分解。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
三氯乙烯 CHClCCl <sub>2</sub>	具有特殊氣味之無色液體。 熔點：-73°C 沸點：87°C。	對眼睛、皮膚具有刺激作用；長期暴露可引起皮膚炎及影響中樞神經系統，導致記憶力喪失；可影響肝臟及腎臟，可能是一種人類致癌物。	特殊條件下可燃。	於通風設備、局部排氣下使用；穿戴手套、安全眼鏡或其他眼部保護兼呼吸保護裝置。	接觸熱表面或火焰時，分解產生有毒及腐蝕性氣體（光氣、氯化氫）；接觸強鹼時分解產生二氯乙烯；與金屬粉末（如鎂、鈦及鋇）劇烈反應；潮濕情況下見光緩慢分解產生鹽酸。	
四氯化碳 CCl <sub>4</sub>	帶有特殊性醚類氣味之無色液體。 熔點：-23°C 沸點：76.5°C。	可經由皮膚吸收，長時間暴露可引起皮膚炎；對眼睛有刺激作用，可引起肝臟、腎臟損害及干擾中樞神經系統；導致頭痛、噁心、輕微黃疸；食慾不振、昏迷；是一種動物致癌物。	不易燃，在燃燒時釋放刺激性或有毒煙霧或氣體。	避免所有接觸；於通風、局部排氣或呼吸保護裝置下使用；使用丁腈手套及防護衣、面罩或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	接觸熱表面或火焰時，分解形成有毒具有腐蝕性之煙霧或氣體（氯化氫，氯氣及光氣）。與某些金屬（如鋁、鎂及鋅）反應。	
四氫呋喃 C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O 二乙烯化氧 四甲烯化氧	有特殊氣味之無色液體。 熔點：-108.5°C 沸點：66°C。	中樞神經系統鎮靜劑，引起昏迷以及眼睛、皮膚及呼吸道之刺激。	高度易燃。可形成爆炸性過氧化物。閃火點：-14°C；涉及四氫呋喃之火災用水滅火無效，但可使用水冷卻被火災中烤熱之容器。	於通風、局部排氣，或穿戴呼吸保護裝置、防護手套、安全眼鏡下使用、。	與強氧化劑、強鹼、以及一些金屬鹵化物劇烈反應，發生燃燒及爆炸危險。 腐蝕某些塑膠、橡膠及塗料。 四氫呋喃在陽離子引發劑作用下聚合。與氫氧化鈣回流發生爆炸。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
四氧化鉍 OsO <sub>4</sub>	帶有刺激性氣味之淡黃色結晶。 熔點：40°C 沸點：130°C； 低於沸點時昇華；溶於水。	吸入、食入及皮膚接觸毒性很強，導致嚴重灼傷及刺激；蒸氣、固體及溶液對皮膚及呼吸道具有腐蝕性；吸入會引起肺水腫。	強氧化劑。不易燃，但有助於其他物質之燃燒。	容器密封良好並存放於通風良好之區域；在通風櫥或排氣櫃中使用固體及溶液；穿戴化學等級之護目鏡及防護手套；溶液之配置方法：將未開封裝有試劑之安瓿瓶放入一定量體積之水中，加塞子、振搖使安瓿瓶破裂。		
銅 Cu	微紅色、有光澤及延展性、可煨性之無臭固體。暴露在潮濕空氣中，紅色粉末可變為綠色。 熔點：1083°C 沸點：2567°C。	吸入銅之煙霧能引起金屬燻煙熱。	易燃。	於局部排氣或呼吸保護裝置、防護手套及護目鏡下使用。	與乙炔化合物、環氧乙烷、疊氮化物及過氧化氫可形成對振動敏感之化合物。 與強氧化劑（如氯酸鹽、溴酸鹽及碘酸鹽）反應產生爆炸危險。	
五氧化二磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	吸濕性白色結晶或粉末。 熔點：340°C 昇華點：360°C。	對眼睛、皮膚及呼吸道有腐蝕性，導致喉嚨痛、咳嗽、灼燒感、疼痛、水泡、眼睛灼傷。吸入可導致肺水腫。食入可引起腹絞痛、灼燒感、腹瀉、喉嚨痛、嘔吐。	不易燃，但有助於其他物質之燃燒。有很多反應能引發火災及爆炸，燃燒釋放刺激性或有毒煙霧（或氣體）。	於局部排氣下使用；穿戴防護手套及防護衣、面罩或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	水溶液是一種強酸；與鹼劇烈反應；具有腐蝕性。 與過氯酸激烈反應，引起燃燒及爆炸；與水反應激烈，形成磷酸。 於水存在情況下，腐蝕多種金屬。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
戊二醛 OHC(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CHO	帶有刺激性氣味之無色或淡黃色液體。 熔點：-14℃ 沸點：189℃ 與水混溶	對眼睛及上呼吸道有強烈刺激性；長時間吸入暴露或皮膚接觸可導致過敏。		在通風櫥或通風良好之區域使用。 穿戴橡膠或塑膠手套，及眼部保護裝置。	能與強氧化劑劇烈反應。	通常製成不同濃度之水溶液。濃溶液加入穩定劑以加強其穩定性。
硒 Se	各種形式之無嗅固體，深紅棕色至藍黑色之無定形固體，或紅色透明結晶，或金屬灰至黑色結晶。 熔點：170~217℃ 沸點：685℃。	對皮膚及眼睛具有刺激作用；吸入粉塵可引起肺水腫。 反覆暴露可導致指甲脫落及胃腸影響。	易燃。燃燒釋放刺激性或有毒煙霧（或氣體）。	防止粉塵擴散；遵守嚴格之衛生措施；於局部排氣下使用；穿戴防護手套、防護衣及安全眼鏡。	與氧化劑及強酸劇烈反應。 50℃與水反應形成易燃之氫氣及亞硒酸。溫和加熱情況下，與磷及金屬（如鎳、鉀、鉑、鈉、鋅）起熱光反應。	
細胞鬆弛素 (A~J)	白色粉末。 熔點：可變化。	食入、吸入或經由皮膚吸收引起中毒；可引起先天性胎兒畸形。		避免與眼睛、皮膚及衣物接觸；穿戴化學等級之護目鏡及橡膠或塑膠手套。	強氧化劑。	
硝基苯 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	帶有特殊氣味之淡黃色油性液體。 熔點：6℃ 沸點：211℃。	發紺之變性血色蛋白血症，肝臟傷害。症狀包括：藍唇或藍指甲、藍皮膚、頭暈、噁心、虛弱、意識喪失。 經由皮膚吸收。	易燃。存在燃燒及爆炸危險 閃火點：88℃。	於通風、局部排氣或呼吸保護裝置下使用；穿戴防護手套、防護衣、安全護目鏡。	燃燒產生包括氮氧化物之腐蝕性煙霧。能與強氧化劑及還原劑劇烈反應，可引起燃燒及爆炸之危險。腐蝕多種塑膠。與多種有機及無機化合物形成爆炸性（熱不穩定）物質或混合物。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
硝酸 (50~70%) HNO <sub>3</sub>	無色或淡黃色冒煙液體。 熔點：-42℃ 沸點：83~121℃； 能與水混溶。	具有腐蝕性。對眼睛及皮膚能引起嚴重之灼燒。 吸入蒸氣能導致肺水腫。	氧化劑；與易燃物質接觸可引起火災。燃燒釋放有毒之煙霧。	勿吸入蒸氣；使用呼吸保護裝置；如果眼睛接觸，立即用水清洗及尋求醫療處理；如果皮膚接觸，立即用水清洗，脫去污染之防護衣；穿戴聚氯乙烯手套、塑膠圍裙及化學等級之護目鏡；在通風櫥內使用。	醋酸、鉻酸、氫氰酸、苯胺、碳、硫化氫、鹼、金屬及其他多種物質。	與其他化學試劑相比，濃硝酸會發生更危險之反應。
硝酸銀 AgNO <sub>3</sub>	白色結晶。 熔點：212℃ 沸點：444℃； 溶於水。	可引起眼睛及皮膚之嚴重刺激及灼傷；食入具有腐蝕性；長期或反覆暴露引起皮膚出現灰藍色斑點（銀中毒）。	不易燃，但有助於其他物質之燃燒。	防止粉塵擴散；遵守嚴格之衛生措施；穿戴橡膠或塑膠手套、面罩或眼部保護兼具呼吸保護裝置。 如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢。	在鹼或葡萄糖存在下，氨溶液能沉澱產生具有爆炸性之氮化銀。與乙醇生成爆炸性產物；與丙烯腈能發生爆炸性聚合反應；與木炭、鎂、磷或硫混合，導致起火爆炸。	
溴 Br <sub>2</sub>	帶有刺激性氣味之深紅棕色煙狀液體。 熔點：-7.2℃ 沸點：58.8℃。	具有腐蝕性。 蒸氣對眼睛及呼吸道有腐蝕作用；吸入可引起肺水腫並影響中樞神經系統。 與眼睛接觸，可引起視力模糊、紅腫、疼痛及嚴重組織灼傷。	不易燃，但有助於其他物質之燃燒。 許多反應可以引起火災及爆炸。 加熱將引起具有燃燒危險之壓力升高。	在具有通風設備之密閉系統中使用。穿戴防護手套及防護衣、安全護目鏡、面罩或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	強氧化劑，與易燃之還原性物質激烈反應。 與氨水、氧化劑、金屬、有機化合物及磷激烈反應。	會腐蝕某些形式之塑膠、橡膠及塗料。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
溴化氰 BrCN	帶有刺激性氣味之無色或白色結晶。 熔點：52°C 沸點：61°C。	對眼睛、皮膚及呼吸道具有嚴重作用。吸入蒸氣可引起延發性之肺水腫，可導致抽搐、意識喪失、呼吸衰竭及死亡。	不易燃，但加熱後生成可燃性氣體。燃燒後，產生刺激性有毒煙霧或氣體。	在具有通風設備之密閉系統中使用。 穿戴防護手套及防護衣、安全護目鏡、面罩或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	在加熱以及與酸接觸時會分解，產生劇毒及易燃之氰化氫及腐蝕性之溴化氫。 能與強氧化劑反應。緩慢與水及濕氣反應產生溴化氫及氫氰酸。於有水存在下，腐蝕多種金屬。	
亞碲酸鉀 K <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	白色潮解性結晶。 極易溶於水。	經食入及吸入粉塵具有毒性；刺激皮膚及眼睛。		穿著防護衣。		
亞硒酸氫鈉 NaHSeO <sub>3</sub>	無色、白色結晶粉末；溶於水。	食入及吸入粉塵具有毒性；具累積效應之危險；實驗證實為致畸劑；長期皮膚接觸可引起皮膚炎。		穿著防護衣。	氧化劑。	
鹽酸（10~37% HCl） 氯化氫	帶有刺激性氣味之無色煙霧狀液體； 沸點：-121°C 與水混溶。	對眼睛、呼吸系統及皮膚具有腐蝕性，反覆吸入蒸氣能引起慢性支氣管炎。		勿吸入煙霧；使用呼吸保護裝置；如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；如果皮膚接觸，立即用大量之清水清洗；在通風櫥內使用；穿戴橡膠或塑膠手套及眼部保護裝置（眼鏡或護目鏡）。	與鹼（固體或濃溶液）發生劇烈反應，與固體過錳酸鉀可發生爆炸；與許多金屬接觸產生毒性及具有爆炸性之氣體。	燃燒釋放高毒性煙霧。

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
氧氣 O <sub>2</sub>	無色壓縮氣體 熔點：-218.4℃ 沸點：-183℃。	於很高濃度會刺激呼吸道。	不易燃，但有助於其他物質之燃燒。加熱將引起容器壓力升高，伴隨爆炸之危險性。	不能有明火、火花，不能抽煙；不能與易燃物接觸。	強氧化劑，與易燃之還原物質發生反應，導致燃燒及爆炸。 與油類、油脂、氫及易燃液體、固體及氣體反應。	
乙醇 CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	具有輕微特有氣味之無色揮發性液體。 熔點：-117℃ 沸點：79℃； 與水混溶。	經食入有害。刺激眼睛。可影響中樞神經系統。	高度易燃。 閃火點：12℃ 燃燒範圍：3~19%。	容器須蓋緊；遠離火源。	與強氧化劑起劇烈反應。	
乙醇胺 H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH 2-氨基乙醇	具有氨味之無色非揮發性之黏性液體。 熔點：10℃ 沸點：171℃； 與水混溶。	對眼睛、呼吸系統及皮膚具有腐蝕性。可引起皮膚過敏。	閃火點：85℃。	使用橡膠或塑膠手套及眼部保護裝置。	與強氧化劑反應。	
乙腈 CH <sub>3</sub> CN	具有芳香味之無色液體。 熔點：-46℃ 沸點：82℃。	對呼吸道、眼睛及皮膚具有刺激作用。暴露可引起抽搐、意識喪失以及氰化物中毒。	高度易燃。 閃火點：12.8℃ 爆炸限度：3.0~16%。	不能有明火、火花，不能抽煙，不能與氧化劑接觸。只能在沒有火源情況下使用。容器應密封良好並存放在遠離氧化劑之區域。在排氣通風情況下使用。避免與皮膚、眼睛	與無機酸及鹼反應產生有毒煙霧。與強氧化劑作用，能腐蝕某些種類之塑膠、橡膠及塗料。燃燒後降解生成氫氰酸及氮氧化物。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
乙醚 $C_2H_5OC_2H_5$	帶有特殊性甜味之無色易揮發性液體； 熔點：-116°C 沸點：34°C； 微溶於水。	對眼睛及呼吸道有刺激作用。可影響中樞神經系統，引起嗜睡及意識喪失；反覆吸入可能成癮。	極易燃。 閃火點：-45°C 燃燒範圍：1.7~48%	及黏膜接觸。使用呼吸保護裝置及橡膠手套。 容器放置在良好通風之區域；遠離火源；接地以防止靜電；在通風櫥內使用；穿戴丁腈防止皮膚脫脂。	接觸空氣及光線可形成爆炸性之過氧化物；可與氧化劑及鹵素劇烈反應。	
乙醛 $CH_3CHO$	具有刺激性水果味之無色液體或氣體。 熔點：-121°C 沸點：21°C。	對眼睛及呼吸道有輕微刺激作用；影響中樞神經系統、呼吸道及腎臟；可能為致癌物。	極易燃；蒸氣/空氣之混合物具有爆炸性。 閃火點：-39°C 燃燒範圍：4~57%	不能有明火及火花，不能抽煙，不能與熱表面接觸。應儲存於緊密封之容器中，與氧化劑分開存放。只有穩定時才能儲存。在排氣櫃或良好通風條件下使用。穿戴橡膠手套、安全護目鏡及呼吸保護裝置。	接觸空氣能產生爆炸性之過氧化物。在微量金屬存在時，在酸、鹼性物質之作用下聚合。是一種強還原劑，與氧化劑、多種有機物，如鹵素、硫酸及胺類起劇烈反應。	
乙炔 $HC\equiv CH$	帶有微弱之醚類或大蒜氣味之無色氣體。加壓溶解在丙酮中運輸。 熔點：-81°C 昇華點：-84°C。	單純窒息劑；皮膚接觸會引起凍傷。	極易燃。 燃燒範圍：2.5~100%	使用隔溫手套、安全護目鏡或面罩來保護皮膚。不能有明火、火花，不能抽煙。於局部排氣通風系統下使用，使用防爆之電器設備及照明。	強還原劑；在光之影響下，與氧化劑及與氟或氯劇烈反應。與銅、銀、汞或其鹽類反應形成振動敏感性化合物。	

化學品	物理特性	健康危害	火之危害	安全預防	不相容之化學品	其他危害
醋酸 CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	帶有刺激性之無色液體。 熔點：17°C 沸點：118°C； 與水混溶。	具有腐蝕性；能引起嚴重灼傷；蒸氣具有刺激性。 作用可能會延後發生。	易燃。 閃火點：40°C 燃燒範圍：5.4~16%	勿吸入煙霧；如果眼睛接觸，立即用水清洗並尋求醫學諮詢；使用丁腈手套及眼部保護裝置。	遇到氧化劑發生劇烈或爆炸反應。	
醋酸酐 (CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	帶有強烈刺激性醋味之無色液體。 熔點：-73°C 沸點：139°C。	對眼睛及上呼吸道有強烈刺激性；具腐蝕作用。反應可能會延後發生。	易燃。燃燒後釋放刺激性之有毒煙霧或氣體。 閃火點：49°C 爆炸限度：2.7~10.3%	不能有明火、火花，不能抽煙；防止眼睛及皮膚接觸。	與沸水、蒸汽、強氧化劑、醇類、胺類、強鹼及其他許多化合物反應劇烈。有水存在時，能腐蝕多種金屬。	
銀 Ag	白色金屬；接觸臭氧、硫化氫或硫磺後變為黑色。 熔點：962°C 沸點：2212°C。	吸入大量金屬銀蒸氣可引起肺傷害（肺水腫）。 長期或反覆接觸可能引起眼睛、鼻子、喉嚨及皮膚出現灰藍色斑點（銀中毒）。	除粉末外，不易燃。	於局部排氣裝置下使用；對於粉塵及煙霧，穿戴防護手套及安全眼鏡或眼部保護兼具呼吸保護裝置。	與乙炔、草酸、酒石酸及鉍類化合物不能共存。	
茚三酮 C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	淡黃色固體；在低於 241 °C 熔點時即分解。 製成溶於丁醇之 0.5 % 溶液，置於氣膠噴霧罐中供使用。 溶於水。	食入及吸入皆有害。對眼睛、呼吸系統及皮膚有刺激作用；反覆暴露可引起皮膚過敏。	可燃，易燃固體。 閃火點：39°C。	避免吸入霧滴或蒸氣；避免與眼睛接觸；穿戴橡膠或塑膠手套以及化學等級之護目鏡。		皮膚接觸形成持久性紫斑。



# 索引

註：頁碼字體粗體為重點討論處。

- 1,1'-二苯基-4,4'-聯胺；benzidine 132  
1-胼-2,4-二硝基苯；1-hydrazino-2,4-dinitrobenzene 128  
2,4,6-三硝基苯酚(苦味酸)；2,4,6-trinitrophenol (picric acid) 92, 137  
2,4-二硝基苯胼；2,4-dinitro-phenyl-hydrazine 128  
2-氨基乙醇；2-amino-ethanol 146  
3,3'-二甲基-(1,1'-聯苯基)-4,4'-聯胺二胺；3,3'-dimethyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine 128  
4,4'-碳亞胺-二(N,N-二甲苯胺)；4,4'-carbonimidoylbis (N,N-dimethyl-benzenamine) 136  
III級生物安全櫃型實驗室；class III cabinet laboratory 22-23  
通風控制系統；controlled air system 23  
BSCs 見：生物安全櫃  
GMOs 見：基因修飾生物體  
HEPA 過濾器；HEPA filters 見：高效率空氣微粒過濾器  
大腸桿菌 K12；*Escherichia coli* K12 85  
N-苯基- $\alpha$ -萘胺；N-phenyl- $\alpha$ -naphthylamine 138  
N-苯基- $\beta$ -萘胺；N-phenyl- $\beta$ -naphthylamine 138  
*o*-聯甲苯胺；*o*-tolidine 128  
質體 pUC18；plasmid pUC18 85  
WHO 生物安全合作中心；WHO Biosafety Collaborating Centres 123  
安全檢查表；safety checklist 109-114  
安全設備；safety equipment 見：設備，安全  
安全預防；safety precautions 13, 110  
氨水；ammonia solutions 128  
包裝系統；packaging system 79, 80  
保固期，實驗室/設施；warranty periods, laboratory/facility 29  
爆發，不明病因疾病；outbreaks, diseases of unknown etiology 8  
爆炸性化學品；explosive chemicals 92, 126  
本生燈；bunsen burners 62  
苯；benzene 129  
苯胺；aniline 129  
苯酚；phenol 129  
吡啶；pyridine 130  
檢體；specimens 61  
採集；collection 65  
容器；containers 61, 65, 81  
標記；labelling 65  
有限資訊；with limited information 7  
打開包裝；opening packages 61  
打開檢體管及取樣；opening tubes and sampling contents 65  
接收；receipt 61  
標準防護方法；standard precautions 65  
運輸；transport 61, 65  
三層包裝系統；triple packaging system 79-81  
標記，檢體；labelling, specimen 65  
標準防護方法；standard precautions 65-66  
表現系統，生物；expression systems, biological 85  
表現載體；expression vectors 85  
冷凍櫃；freezers 64  
冰箱；refrigerators 64, 126  
丙酮；acetone 136  
丙烯醛；acrolein 130  
病毒載體；viral vectors 85  
玻璃；glass 65  
破碎處理；handling broken 69, 79  
使用注意事項；precautions in use 62, 65  
擦傷；puncture wounds 68  
擦手液，酒精類；alcohol-based hand-rubs, alcohols 74-75, 76  
操作規範；codes of practice  
生物安全第一及第二等級；；Biosafety Level 1 and 2: 10-11  
生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 18  
生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 22  
草酸；oxalic acid 131  
潔淨工作台；clean-air work stations 45  
超音波清洗機；ultrasonic cleaners 125  
超音波振盪器；sonicators 55, 64, 125

超高速離心機；ultra-centrifuges 125  
抽煙；smoking 10, 26  
儲存；storage  
裝有感染性物質之安瓿瓶；ampoules of infectious materials **65**  
    化學品；chemicals 108  
    壓縮及液化氣體；compressed and liquefied gases 93, **111**  
    設施，檢查表；facilities, checklist **109**  
    易燃液體；flammable liquids **111**  
    空間，實驗室；space, laboratory 12  
傳染性海綿狀腦病；transmissible spongiform encephalopathies (TSEs) 66  
窗戶；windows  
    動物設施；animal facilities 26, 27  
    無脊椎動物設施；invertebrate facilities 28  
    實驗室；laboratory 11, 13, 18  
次氯酸鈣；calcium hypochlorite 72  
次氯酸鈉(漂白水)；sodium hypochlorite (bleach) **72-73, 75, 139**  
醋酸亞鉍；thallium acetate 131  
地板；floors 12, 18  
碘；iodine **75, 131**  
碘仿；iodophores **75**  
電之危害；electrical hazards 17, **92, 126**  
    安全檢查表；safety checklist 111  
電力供應；electricity supply 13, 23  
墊料，動物；bedding, animal 26, 27  
疊氮化鈉；Sodium azide 132  
疊氮化物；azides 92, 142  
動物；animals  
    動物屍體之處理；disposal of carcasses 26  
    非實驗用；non-experimental 25  
    轉殖基因及基因剔除；transgenic and knock-out **86**  
動物設施；animal facilities 25-28  
    生物安全第一等級；；Biosafety Level 1: 26  
    生物安全第二等級；；Biosafety Level 2: 26  
    生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 27  
    生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 27-28  
    防護等級；containment levels 25  
    無脊椎動物；invertebrates 28  
動物設施生物安全等級；animal facility Biosafety Levels (ABSL) 25  
冷凍乾燥感染性物質，打開安瓿瓶；lyophilized infectious materials, opening ampoules **64**  
冷凍乾燥機；lyophilizers 125  
斷路器；circuit-breakers 95  
聯苯胺；benzidine 132  
多聚甲醛；paraformaldehyde 74, 76  
兒童；children 9  
二噁烷；Dioxane 132  
生物安全第二等級；；Biosafety Level 2: 1, 3, **9-17**  
    動物設施；animal facilities 26  
    實驗室設計；laboratory design 11-13, 14  
    實驗室安全檢查表；laboratory safety survey form 36-37  
    健康及醫學監視；health and medical surveillance 15  
    參見：基礎實驗室  
二甲胺；dimethylamine 133  
二甲苯；dimethylbenzene 133  
二氯異氰尿酸鈉；sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) 73  
二氧化氯；Chlorine dioxide **73, 134**  
二氧化碳，固體(乾冰)；carbon dioxide, solid (dry ice) 134  
二乙烯化二氧；diethylene dioxide 132  
二乙烯化氧；diethylene oxide 141  
防毒面具(呼吸防護裝備)；respirators (respiratory protective equipment) 18, **56-57**  
防腐劑；antiseptic 71, 74, 75  
防護，基礎；containment, primary  
    生物安全第四等級；at Biosafety Level 4 22-23  
防護衣；protective suit 22  
    參見：防護衣型實驗室  
防護衣型實驗室；suit laboratory 22  
    通風控制系統；controlled air system 23  
防護實驗室(生物安全第三等級)；containment laboratory (Biosafety Level 3) 1, 3, **18-20**  
    操作規範；code of practice 18  
    設計及設施；design and facilities 18-19, 20  
    設備；equipment 19  
    健康及醫學監視；health and medical surveillance 19, 21  
    安全檢查表；safety survey form 38  
防護等級，動物設施；containment levels, animal facility 25  
    參見：生物安全等級  
防止逆流；backflow prevention 13, 19  
放射性廢棄物；radioactive waste 97  
放射性同位素；radionuclides  
    生物安全櫃；biological safety cabinets 57  
    安全操作規範；safe working practices **96-97**  
    替代；substitution 96

廢棄物；waste **16-17**

動物設施；animal facilities 26, 27, 28

生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 23

除污；decontamination 16, 19

丟棄；disposal 16, 19, 78

無脊椎動物設施；invertebrate facilities 28

普粒子蛋白污染；prion-contaminated 67

放射性；radioactive 97

沸騰；boiling 76

酚類化合物；phenolic compounds **74**

焚化；incineration 17, **78**

焚化爐；incinerators 27, 78

服裝，防護；suit, protective 22

福馬林；formalin 73, 75

輻射，游離；radiation, ionizing 17, **95-97**

傷害作用；harmful effects 95

保護原則；principles of protection 95-96

安全檢查表；safety checklist **114**

實驗區域；work-bench area 97

輻射區域；radiation area 96

輻射危害標誌；radiation hazard symbol 96

負壓軟膜隔離裝置；negative pressure flexible-film isolator **53**, 54

蓋玻片，用於顯微鏡；smears, for microscopy 65

乾燥器；desiccators 125

感染性微生物，危險群等級；infective microorganism, risk groups 見：危險群等級，微生物學之

感染性物質；infectious materials

高壓滅菌及再使用；autoclaving and reuse 16

避免散佈；avoiding dispersal **62**

皮膚及眼睛之接觸；contact with skin and eyes 62

除污；decontamination 見：除污

丟棄；disposal 16, 19

食入；ingestion 62, 68

安全檢查表；safety checklist **113**

溢出物；spills 11, 69, **80-81**

感染性物質之食入；ingestion of infectious material 62, 68

感染性物質散佈，避免；dispersal of infectious materials, avoiding **62**

過氯酸；perchloric acid 92, 134

過錳酸鉀；potassium permanganate 134

過酸類；peracids **75**

高效率空氣微粒過濾器；high-efficiency particulate air (HEPA) filters

動物設施；animal facilities 26

生物安全櫃；biological safety cabinets 46, 49

生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 19

生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 23

普粒子蛋白污染；prion-contaminated 67

高壓滅菌；autoclaving 16, **76-78**

高壓滅菌器；autoclaves 54, **76-78**

動物設施；animal facilities 27

配備；availability 13, 15, 19, 23

雙門傳遞；double-door pass-through 22, 23

燃料加熱壓力鍋；fuel-heated pressure cooker 77

重力置換；gravity displacement 77

裝載；loading 77

使用注意事項；precautions for use 77-78

驗收；recertification 15

隔離籠具；isolator cages 26, 27

隔離衣；gowns 56

隔離裝置，負壓軟膜；isolators, negative-pressure flexible-film **53**, 54

個人防護裝備/衣物；personal protective equipment/clothing **55-57**

動物設施；animal facility 27

基礎實驗室；basic laboratory 9-10

生物安全櫃；biological safety cabinet 52

檢查表；checklist **112**

防護實驗室；containment laboratory 18-19

最高防護實驗室；maximum containment laboratory 22, 23

普粒子蛋白；prions 67

鉻酸；chromic acid 134

工程保養；engineering services **103**

工作台面；work surfaces

動物設施；animal facilities 26

實驗室；laboratory 11, 12

工作區域，實驗室；working areas, laboratory 11

工作人員；staff 見：人員

供氣系統；air systems 30

生物安全櫃；biological safety cabinets 45-50

防護衣；protective suit 22

參見：通風系統

供水；water supply 13, 19

汞；mercury 135

危險性貨物運輸 聯合國專家委員會；United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods (UNCETDG) 79

國際空運協會；International Air Transport

Association (IATA) 79  
 國際民用航空組織；International Civil Aviation Organization (ICAO) 79  
 國際運輸規定；international transport regulations 79  
 過敏，乳膠；allergy, latex 57  
 過氧化物；peroxide 75, 147  
 含乙醇之擦手液；hand rubs, alcohol-based 75, 76  
 後勤維護人員；support staff 103  
 護目鏡；goggles 56  
 化學品（危害性）；chemicals (hazardous) 17, 91-93  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 49  
 爆炸性；explosive 92, 126  
 不相容，一般原則；incompatible, general rules 91  
 暴露途徑；routes of exposure 91  
 預真空；pre-vacuum 77  
 安全檢查表；safety checklist 114  
 特殊之；specific 127-149  
 溢出物；spills 92  
 儲存；storage 91  
 毒性作用；toxic effects 91-92  
 化學殺菌劑；chemical germicides 71, 72-75  
 化妝；cosmetics 10  
 環；loops 見：接種環  
 環境衛生設施；sanitation facilities 109  
 前室；anteroom 18, 29, 37  
 火焰，明火；flames, open 51, 62  
 火焰光度計；flame photometer 126  
 火災；fires 19, 94  
 原因；causes 94, 126  
 緊急應變程序；emergency procedures 69  
 防護檢查表；prevention and protection checklist 111  
 基本防護；primary containment 22-23  
 基礎實驗室（生物安全第一及第二等級）；basic laboratory (Biosafety Levels 1 and 2) 1, 9-17  
 化學、用火、電氣、輻射及儀器安全；chemical, fire, electrical, radiation and equipment safety 17  
 操作規範；code of practice 9-11  
 設計及設施；design and facilities 11-13  
 設備；equipment 13-15  
 健康及醫學監視；health and medical surveillance 15  
 安全檢查表；safety survey forms 32-37  
 訓練；training 15  
 廢棄物處理；waste handling 16-17  
 基因剔除動物；knock-out animals 86  
 基因轉移；gene transfer 85, 86  
 急救；first aid 13, 121  
 急救箱；first-aid box 121  
 急救裝備；emergency equipment 70  
 脊髓灰質炎病毒敏感性小鼠；poliovirus-susceptible mice 86  
 四級銨鹽類化合物；quaternary ammonium compounds 74  
 傢俱，實驗室；furniture, laboratory 12  
 甲苯；toluene 135  
 甲醇；methanol 136  
 甲醛；formaldehyde 73, 75, 136  
 檢查，實驗室；inspection, laboratory 31  
 檢查，實驗室安全；survey, laboratory safety 31  
 表格；forms 32-38  
 建築物維護及服務；building maintenance services 103  
 健康及醫學監視；health and medical surveillance  
 基礎實驗室；basic laboratory 15  
 檢查表；checklist 122  
 防護實驗室；containment laboratory 19, 21  
 攪拌器；blenders 55, 64  
 接種，意外；inoculation, accidental 63  
 節肢動物；arthropods 12  
 蟲害控制；control of verminous 11, 25  
 飼養設施；housing facilities 28  
 金胺；auramine 136  
 緊急救助；emergency services 69-70  
 緊急事件；emergencies 68-70  
 生物安全第四等級；Biosafety level 4: 22, 24  
 意外事故應對計畫；contingency plans 68  
 實驗室程序；laboratory procedures 68-70  
 門禁；access  
 動物設施；animal facilities 26, 27  
 實驗室；laboratory 9-10, 18, 24  
 警報器；alarms 19, 52  
 抗菌劑；antimicrobial 71  
 庫賈氏症；Creutzfeldt-Jakob disease (CJD) 66  
 空氣，排放；air, exhaust 見：排氣  
 空氣過濾器 見：高效微粒空氣過濾器 (HEPA)  
 苦味酸苦味酸鹽；picric acid / picrates 92, 137  
 昆蟲，飛行；insects, flying 28  
 冷凍乾燥機；lyophilizers 125  
 冷卻設施，節肢動物；chilling facilities, arthropods 28

- 離心機；centrifuges **65-66, 125**  
 離心管破裂；breakage of tubes in 69  
 防護配件；containment accessories 19  
 不當使用；improper use 126  
 連身衣；coveralls 55-56  
 臉部防護；face protection 10, 55-56  
 淋浴；showers 22, 27  
 磷酸；phosphoric acid 137  
 靈長目，非人類；primates, non-human 26  
 污水，污染；effluents, containment 11, 23  
 硫化氫；hydrogen sulfide 148  
 硫酸；sulfuric acid 137  
 六價鉻氧化物；chromium VI oxide 134  
 籠具；cages  
 動物；animal 26, 27  
 飛行昆蟲；flying insects 28  
 漏電斷路保護器；earth-fault-interrupters 95  
 氯；chlorine **72-73, 138**  
 氯胺；chloramines 72, **73**  
 氯仿；chloroform 140  
 氯化氫；hydrogen chloride 145  
 螺口蓋瓶子；screw-capped bottles 14, 54  
 門；doors  
 動物設施；animal facilities 25  
 實驗室；laboratory 12, 18, 23  
 醚類；ethers 147  
 免疫，工作人員；immunization, staff **122**  
 面罩（面具）；face shields (visors) 10, 56  
 滅火器；fire extinguishers 94  
 滅菌；sterilization 23, **71-78**  
 預先清潔；cleaning prior to 71, 72  
 定義；definition 71  
 熱；heat **76-78**  
 普粒子蛋白污染物質；prion-contaminated materials 67  
 參見：除污；消毒  
 滅菌劑；microbicide 71  
 萘胺；naphthylamine 138  
 齧齒動物控制；rodent control 11, 26  
 暖氣、通風及空調系統；heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) system 19  
 安全檢查表；safety checklist **110**  
 排氣；exhaust air  
 動物設施；animal facilities 26  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 19, 22, 45-49  
 防護實驗室；containment laboratory 18, 19  
 最高防護實驗室；maximum containment laboratory 23  
 排水溝，防護；drains, containment 23  
 排泄物，標準防護方法；excreta, standard precautions **65-66**  
 訓練；training **104-105**  
 動物設施工作人員；animal facility workers 27, 28  
 生物安全櫃之使用；biological safety cabinet use 52  
 生物保全；biosecurity 41  
 實驗室工作人員；laboratory workers **15**  
 培養攪拌器、振盪器、攪拌器；culture stirrers, shakers, agitators 125  
 防濺罩；spatter shield 53  
 皮膚；skin  
 接觸；contact 62  
 刺傷、割傷及擦傷；puncture wounds, cuts and abrasions 68  
 參見：傷害  
 蟬；mites 28  
 漂白水(次氯酸鈉)；bleach (sodium hypochlorite) **72-73, 75, 139**  
 平光眼鏡，安全；plain eye glasses, safety 56  
 瓶子，螺口蓋；bottles, screw-capped 14, 54  
 氣流，定向之；airflow, directional 2, 19  
 警報器；alarms 19, 52  
 動物設施；animal facilities 26, 27  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 45, 49  
 生物安全第三等級；：Biosafety Level 3: 22  
 生物安全第四等級；：Biosafety Level 4: 22  
 -23  
 氣膠；aerosols 2  
 操作之產生；activities generating 45  
 生物安全櫃及；biological safety cabinets and 14, 45  
 移液操作危害；pipetting hazards 54  
 潛在感染性之釋放；release of potentially infectious 69  
 安全設備及；safety equipment and 53  
 氣鎖；airlocks 23  
 氣體；gas(es)  
 壓縮及液態化；compressed and liquefied 93, **111-112**  
 供實驗室使用；supply to laboratory 13  
 牆壁；walls 12, 18  
 割傷；cuts 68  
 氫氧化鉀；potassium hydroxide 139  
 氫氧化鈉；sodium hydroxide 139  
 清除程序，溢出；clean-up procedure, spills **81**  
 手部除污；hand decontamination **76**

- 除污；decontamination  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 52, **76**  
 血液體液；blood/body fluids 65  
 定義；definition 71  
 污水；effluents 11, 23  
 手；hand **76**  
 局部環境；local environmental **75-76**  
 普粒子蛋白污染材料；prion-contaminated materials 67  
 廢棄材料；waste materials 17, 19  
 參見：清潔；消毒
- 檢查表，安全；checklist, safety **109-114**
- 清潔；cleaning  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 52  
 內務；domestic **103**  
 實驗室材料；laboratory materials **71-72**  
 冰箱及冷凍櫃；refrigerators and freezers 64  
 氰化鈉；sodium cyanide 139  
 全排氣式安全櫃；total exhaust cabinet 49
- 熱；heat  
 消毒及滅菌；disinfection and sterilization **76-78**  
 乾；dry 76  
 濕；moist 76
- 人員；personnel  
 生物安全管理；biosafety management 11  
 生物保全問題；biosecurity issues 41  
 設施，安全檢查表；facilities, safety checklist **109-110**  
 健康及醫學監視；health and medical surveillance 見：健康及醫學監視  
 免疫；immunization **122**  
 個人物品衣物；personal items/clothing 12  
 對自身安全之責任；responsibility for own safety 101  
 支持；support **103**  
 訓練；training 見：訓練
- 查驗；certification  
 生物安全櫃；biological safety cabinets 51-52  
 實驗室設施；laboratory/facility **31**
- 容器；containers  
 破碎；broken 69  
 污染廢棄物；contaminated waste 17  
 防漏；leakproof 54  
 丟棄尖銳物；sharps disposal 16, 54  
 檢體；specimen 61, 65, 79
- 乳膠過敏；latex allergy 57  
 普粒子蛋白；prions 66-67
- 尖銳物；sharps **16**  
 動物設施；animal facilities 26  
 避免傷害；avoiding injuries 57, 63, 65  
 拋棄式容器；disposal containers 16, 54  
 三層包裝系統；triple packaging systems **79, 80**  
 生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 1, 3, **18-20**  
 動物設施；animal facilities 27  
 實驗室設計；laboratory design 18-19  
 實驗室安全檢查表；laboratory safety survey form 38  
 參見：防護實驗室
- 三氯生；triclosan 74  
 三氯醋酸；trichloroacetic acid 140  
 三氯乙烯；trichloroethylene 141  
 殺孢子劑；sporicide 71  
 防腐劑，化學；germicides, chemical 71, **72-75**  
 紗窗，預防節肢動物；screens, arthropod-proof 28  
 設計，實驗室；design, laboratory  
 生物安全第一及第二等級；；Biosafety Level 1 and 2: 11-13  
 生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 18-19, 20  
 生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 22-24  
 測試運行要求及；commissioning requirements and 29
- 設施，實驗室；facilities, laboratory  
 生物安全第一級第二等級；；Biosafety Level 1 and 2: 11-13  
 生物安全第三等級；；Biosafety Level 3: 18-19, 20  
 生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 22-24  
 生物安全等級名稱；biosafety level designations 1
- 生物安全；biosafety  
 管理；management 11  
 對應於 實驗室生物保全 41  
 生物保全；biosecurity **41-42**  
 生物安全官；biosafety officer 15, **101**  
 生物安全櫃；biological safety cabinets (BSCs) **45-52, 53**  
 通風連接；air connections 49  
 動物設施；animal facilities 26  
 查驗；certification 51  
 I 級；class I 46, 49  
 II 級；class II 46-48, 49

- A1 型；type A1 47
- A2、B1 及 B2 型；types A2, B1 and B2 48
- Ⅲ級；class III 49
- 實驗室；laboratory 22-24
- 除污；decontamination 52, 76
- 排氣；exhaust air 見：排氣
- 位置；location 19, 50
- 操作及維護；operation and maintenance 51
- 普粒子蛋白污染；prion contamination 67
- 必需使用；required use 14, 18, 19
- 安全使用；safe use 50-52, 62
- 選擇；selection 45, 49
- 生物安全委員會；biosafety committee 101-102
- 生物表現系統；biological expression systems 85
- 生物殺滅劑；biocide 71
- 生物危害警告標誌；biohazard warning sign 9, 10, 18, 26
- 釋放氯之化合物；chlorine-releasing compounds 72
- 實驗物件防護；product protection 45, 46
- 實驗室；laboratory
- 生物安全等級；biosafety levels 見：生物安全等級
- 生物保全；biosecurity 41-42
- 查驗；certification 31
- 測試運行；commissioning 29-30
- 設施；facilities 見：設施，實驗室
- 允許，安全檢查表；premises, safety checklist 109
- 安全檢查表；safety survey forms 32-38
- 保養，安全檢查表；services, safety checklist 110
- 技術；techniques 61-67
- 工作區域；working areas 11
- 參見：基礎實驗室；防護實驗室；最高防護實驗室
- 實驗室主管；laboratory supervisors 11, 101
- 訓練角色；training role 15, 104
- 實驗室主任；laboratory director 11, 101
- 實驗台；bench tops 12
- 食入；eating 10, 12, 26, 62
- 食物；food 10
- 世界衛生組織；World Health Organization (WHO)
- 生物安全合作中心；Biosafety Collaborating Centres 123
- 生物安全規劃；Biosafety programme 22
- 意外事故；accidents 10
- 設備相關之；equipment-related 126
- 參見：急救；傷害；溢出
- 事件；incidents 見：意外事故；溢出物
- 試管；tubes
- 在離心機中破損；breakage in centrifuges 69
- 螺口蓋；screw-capped 14
- 測試運行，實驗室/設施；commissioning, laboratory / facility 29-30
- 測試運行機構；commissioning agent 29
- 手套；gloves 9, 52, 56, 57
- 雙人工作制度；two-person rule 22, 27
- 水浴器；water baths 125
- 水平及垂直外吹氣流工作櫃；horizontal and vertical outflow cabinets 45
- 生物安全第四等級；；Biosafety Level 4: 1, 3, 22-24
- 動物設施；animal facilities 28-29
- 實驗室設計；laboratory design 22-24
- 參見：最高防護實驗室
- 四亞甲基化氧；tetramethylene oxide 141
- 四氯化碳；carbon tetrachloride 141
- 四氫呋喃；tetrahydrofuran 141
- 四氧化鐵；osmium tetroxide 141-142
- 蘇打灰（碳酸鈉）；soda ash (sodium carbonate) 92
- 傷害；injuries
- 動物設施工作人員；animal facility staff 26
- 緊急應變程序；emergency procedures 68
- 預防；prevention 62-63
- 碳酸氫銨；ammonium bicarbonate 75
- 碳酸氫鈉；sodium bicarbonate 92
- 體液，標準防護方法；body fluids, standard precautions 65-66
- 天花板；ceilings 12, 18
- 聽力保護；hearing protection 95
- 通風系統；ventilation systems
- 動物設施；animal facilities 25, 27
- 基礎實驗室；basic laboratory 14
- 檢查表；checklist 126
- 防護實驗室；containment laboratory 21
- 最高防護實驗室；maximum containment laboratory 23
- 通訊設施；communication facilities 22
- 常規防護方法；universal precautions 65-66
- 銅；copper 142
- 抹片，顯微鏡觀察；smears, for microscopy 65
- 外套，實驗室；coats, laboratory 55, 56

危險群等級，微生物學之；risk groups, microbiological

- 基礎實驗室；basic laboratories 9
- 生物安全等級及；biosafety levels and 2-3
- 分類；classification 1-2

風險評估，微生物學之；risk assessment, microbiological 2, **7-8**

- 動物設施；animal facilities 25
- 基因修飾生物體；genetically modified organisms **86-87**

優良微生物學操作技術；good microbiological technique (GMT) 9-11, **61-67**

微生物學風險評估；microbiological risk assessment 見：風險評估，微生物學之

微型焚化爐；microincinerators 53, **55**

圍裙；aprons 55, 56

維護人員；support staff 103

污染材料；contaminated materials 見：感染性物質

污染之液體/污水；contaminated liquids / effluents 11, 23

無脊椎動物；invertebrates 28

五氧化二磷；phosphorus pentoxide 142

戊二醛；glutaraldehyde **84**, 142-143

硒；selenium 143

洗手；hand washing 10, 57, **76**

- 動物設施工作人員；animal facility staff 26
- 設施；facilities 12, 18, 26

細胞鬆弛素；cytochalasin 143

顯微鏡，蓋玻片及抹片；microscopy, films and smears for 65

消毒；disinfection **71-78**

- 生物安全櫃；biological safety cabinets 52
- 化學之；chemical 72-75
- 預清潔；cleaning prior to 71
- 定義；definition 71
- 熱；heat **76-78**
- 溢出物；spills 81
- 廢棄材料；waste materials 17
- 參見：除污；滅菌

消毒劑；disinfectants 71, **72-75**

硝基苯；nitrobenzene 143

硝酸；nitric acid 144

硝酸銀；silver nitrate 144

蜱；ticks 28

鞋類；footwear 10, 18, 22, 56

鞋子；shoes 見：鞋類

休息設施；rest facilities 12

溴；bromine 144

溴化氰；cyanogen bromide 145

血液，標準防護方法；blood, standard precautions **65-66**

血清，分離；serum, separation 63

燻蒸消毒；fumigation 75

亞碲酸鉀；potassium tellurite 145

亞硒酸氫鈉；sodium biselenite 145

鹽酸；hydrochloric acid 145

眼睛防護；eye protection 10, 55-56, 62

厭氧罐培養箱；anaerobic jars / incubators 125, 126

驗收，設備；validation, equipment 15

氧氣；oxygen 146

震動器；shakers 55, **64**

生物安全第一等級；；Biosafety Level 1: 1, 3, **9-17**

- 動物設施；animal facilities 26
- 實驗室設計；laboratory design 11-13
- 實驗室安全檢查表；laboratory safety survey form 32-35
- 健康及醫學監視；health and medical surveillance 15
- 參見：基礎實驗室

生物安全第一等級；biosafety levels 1

- 動物設施；animal facility (ABSL) 25
- 設施要求；facility requirements 3
- 微生物學危險群等級及；microbiological risk groups and 1-3

醫療聯繫卡；medical contact card 19, 21

醫學監視；medical surveillance 見：健康及醫學監視

設備；equipment

- 基礎實驗室；basic laboratory **13-15**
- 防護實驗室；containment laboratory **19**
- 急救；emergency 70
- 危害；hazards **131-126**
- 個人防護；personal protective 見：個人防護裝備/衣物
- 安全；safety 17, **53-57**
- 檢查表；checklist **113**

接種環；transfer loops

- 拋棄式；disposable 14, 55, **53**
- 微型焚化爐；microincinerators 55, **53**
- 安全使用；safe use 62

移液；pipetting **61**

- 輔助器；aids 14, 53, 54, 61
- 嘴；mouth 10, 54

移液管；pipettes 15, 61

遺傳工程；genetic engineering 85

- 基因修飾生物體；genetically modified organisms (GMOs) **85-87**
- 進一步考量；further considerations 87
  - 風險評估；risk assessments 86-87
  - 類型；types 85-86
- 酒精；alcohols **75**
- 乙醇(酒精)；ethanol (ethyl alcohol) 74-75, 146
- 乙醇胺；ethanolamine 146
- 乙腈；acetonitrile 137
- 乙醚；ethers 147
- 乙醛；acetaldehyde 136
- 乙炔；acetylene 137
- 醋酸；acetic acid 136
- 醋酸酐；acetic anhydride 136
- 異丙醇(異丙基醇)；isopropanol (isopropyl alcohol) 74, 128
- 易燃液體之儲存；flammable liquid storage **111**
- 意外事故應對計畫；contingency plans **68**
- 溢出物；spills
- 在生物安全櫃內；in biological safety cabinets 51
  - 血液；blood 66
  - 化學之；chemical **92**
  - 感染性物質；infectious materials 10, 62, **79-81**
- 銀；silver 148
- 飲水；drinking 10, 12, 26
- 隱形眼鏡；contact lenses 10
- 茚三酮；ninhydrin 148
- 育齡婦女；women of childbearing age 15, 113
- 預清潔；precleaning 71, 72
- 均質機；homogenizers 55, **64, 125**
- 運輸；transport 11, **79-81**
- 感染性廢棄物；infectious waste 17, 19
  - 國際規定；international regulations 79
  - 檢體；specimens 61, 65
  - 三層包裝系統；triple packaging system 79, 80
- 災害，天然；disasters, natural 68, 69
- 載體；vectors 85
- 噪音；noise **95**
- 照明；lighting 12, 13, **110**
- 針，皮下之；needles, hypodermic 10, 65, 124
- 丟棄；disposal 16
- 針刺傷害，避免；needle-stick injuries, avoiding 62-63
- 真空管道；vacuum lines 19, 54
- 真空燒瓶；vacuum flasks 126
- 植物，轉殖基因；plants, transgenic 85, **86**
- 重組 DNA 技術；recombinant DNA technology **85-87**
- 注射器；syringes 10, 16
- 轉殖基因動物；transgenic animals **86**
- 轉殖基因植物；transgenic plants 85, **86**
- 裝有感染性物質之安瓿瓶；ampoules of infectious materials
- 開啓；opening 64
  - 儲存；storage **65**
- 著裝，防護；clothing, protective 見：個人防護裝備/衣物
- 紫外燈；ultraviolet lights 51
- 天然災害；natural disasters 68, 69
- 組織；tissues
- 包含普粒子蛋白；prion-containing 66-67
  - 標準防護方法；standard precautions 66
- 組織研磨器；tissue grinders **64, 125**
- 最高防護實驗室(生物安全第四等級)；maximum containment laboratory(Biosafety Level 4) 1, 3, **22-24**
- 操作規範；code of practice 22
  - 設計及設施；design and facilities 22-24