

# 100-105 年校園實驗室重大事故災害分析

前勞動部勞動及職業安全衛生研究所組長 李聯雄

所謂重大事故災害係指: A.發生死亡事故，B.發生災害之罹災人數在三人以上，C.發生災害之罹災人數在一人以上，且須住院治療，D.該校園實驗室災害案件媒體播報。重大事故災害訊息係由各級學校校安通報及學校安全衛生資訊網通報統計，大專校院、高中職發生之重大事故災害，100 年 8 件；101 年 16 件；102 年 14 件；103 年 9 件；104 年 14 件；105 年 16 件；總計 77 件。

由 100-105 年校園實驗(習)場所重大事故，以災害類型分析(如圖 1)，發現最常發生之災害分別為，1.火災 2.被切、割、擦傷 3. 被夾、被捲 4.與高溫、低溫之接觸。

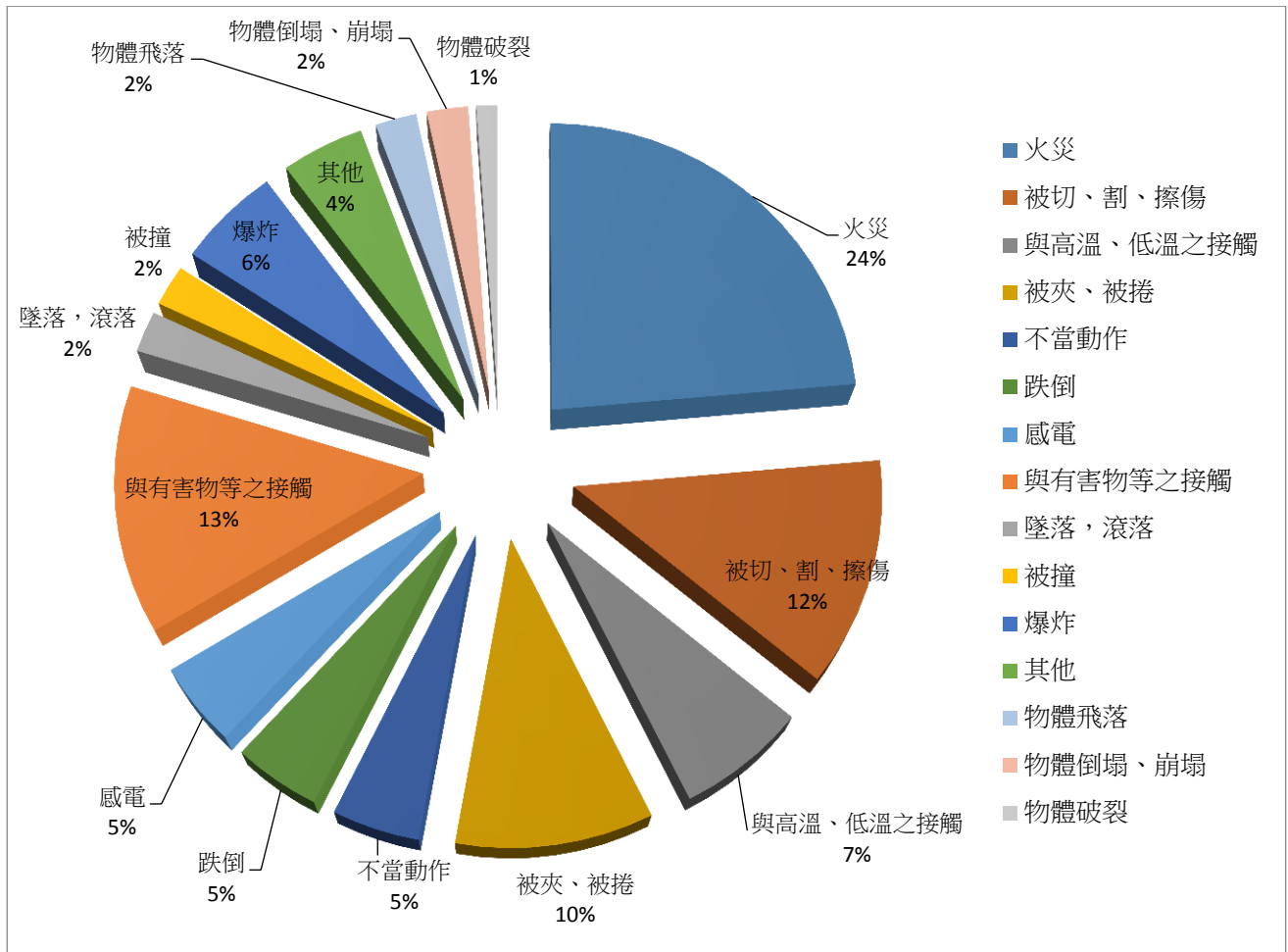


圖 1、重大事故災害類型分析

## 一、重大事故災害案例

### (一) 火災意外災害

#### ➤ 發生經過描述

兩位學生(分別為A同學與B同學)進行專題實驗(改質沸石相關研究)，使用電子式加熱板利用矽油進行油浴加熱實驗用反應器(如圖1、圖2)。當天實驗研究結束後正在清理實驗室，此時已關閉排氣櫃動力且室內窗戶關閉未開冷氣，兩位學生未穿著實驗衣及防護具。A同學進行設備檢查時，實驗室反應器蓋子(如圖3)因未妥善固定不慎掉入高溫之矽油鍋(如圖3，溫度約120-150°C)，鍋內高溫矽油濺及A同學，A同學先以實驗室內水龍頭沖水降溫除汗，但因矽油黏著性較強，無法完全清除，轉向B同學尋求協助，B同學使用正己烷洗瓶直接噴灑於A同學身上矽油汗(如圖4)，此時突然起火，殘存於A同學身上之正己烷起火延燒到B同學，造成兩位學生受到灼傷。

#### ➤ 現場概況

現場環境略顯擁擠(室內約65平方公尺、經常進出學生6名，設備占據2/3空間)，室內屋頂及角落有許多蜘蛛網，實驗室外設置緊急沖淋裝置，使用加壓馬達(如圖5)，但未裝設漏電防止設備，維護狀況不佳(如圖6)。

#### ➤ 災害原因

直接原因：正己烷燃燒，造成兩位學生皮膚灼傷

間接原因

不安全狀況：實驗室通風不良(實驗室內尚有人員不宜關閉排氣櫃及窗戶)，可燃性液體使用場所附近有電器設備及插座。

不安全行為：直接使用正己烷(可燃性液體)作為除汗溶劑，未穿著實驗衣及個人防護具。







基本原因：未建立適當之標準作業程序(實驗操作、緊急應變)、未嚴格要求實驗人員全程穿著實驗衣及個人防護具，缺乏查核機制。

#### ➤ 防災對策及建議事項

1. 各項實驗進行前應進行風險評估並設置標準作業程序(需包含實驗完成後各實驗設備儲放要求)。(職業安全衛生法第5條)
2. 實驗室之緊急應變程序應依照實際狀況建立(至少增設人員被矽油噴濺之處理程序)提供適當搶救設備，並進行演練。(設施規則 286 條)

3. 嚴格要求進入實驗室之人員在離開時驗室前須全程穿著實驗衣及個人防護具。  
(設施規則 277 條)
4. 實驗室人員未完全離開實驗室前不得關閉通風系統，應訂定於工作守則中，並加以宣導。(設施規則 188 條)
5. 建立實驗室定期安全衛生查核機制。(職業安全衛生管理辦法第 72 條)
6. 緊急沖淋裝置所設的加壓馬達應裝設漏電防止裝置。(設施規則 243 條)
7. 強化實驗室 5S(清潔、整齊、整理、整頓、教育)，確保實驗室內環境品質。

➤ 照片

		
<p>圖片簡述： 反應器上蓋墜落砂油盆中，濺起砂油。</p>	<p>圖片簡述： 油浴加熱實驗用反應器</p>	<p>圖片簡述： 反應器之上蓋(未妥善固定)</p>
<p>圖 1</p>	<p>圖 2</p>	<p>圖 3</p>
		
<p>圖片簡述： 裝有正己烷之洗瓶、砂油鍋</p>	<p>圖片簡述： 設有加壓設備之緊急沖淋裝置，未設置漏電斷路器，維護狀態不佳。</p>	
<p>圖 4</p>	<p>圖 5</p>	<p>圖 6</p>

## (二) 被切、割、擦傷意外災害

### ➤ 發生經過描述

多名學生位於實習工廠共同協力趕製畢業展架(如照片一)，罹災之A生在木材加工用圓盤鋸仍通電轉動情況下擬鋸切合板材料(如照片二)，可能因持握材料之右手太靠近鋸片且不知自己大拇指首節已進入鋸片(直徑約21公分，如照片三)鋸齒鋸切範圍內，致在切割時切斷右手大拇指第一指節，即發聲呼救，經在工坊附近之同學緊急救助並撥打119電話。

### ➤ 災害原因

直接原因：A生右手大拇指第一指節接觸圓盤鋸鋸片並被切斷

間接原因：

不安全狀況：木材加工用圓盤鋸，工作台上鋸片鋸切工作點未設置鋸齒接觸預防或反撥預防等裝置。

不安全行為：罹災A生使用木材加工用圓盤鋸在工作台上鋸切大面積合板，未注意手部要遠離鋸片及使用推進引導裝置作業。

基本原因：

1. 實驗(習)場所對於機械、設備、器具、手工具之使用及管理欠妥當，致該場所在無教職員工管理或指導情況下，學生使用未依規定設置安全裝置之木材加工用圓盤鋸而發生本災害。
2. 學校對學生在實驗(習)場所之實作學習，未有完整周延之訓練紀錄可考，及未將操作機械風險之認知、分析及管理控制列為教育訓練內容。



### ➤ 防災對策及建議事項

本次事故造成學生A生右手大拇指指節切斷，雖不屬於職業安全衛生法所稱工作者之職業災害，但場所設施亦為教職員工得自行使用或管理使用者，屬於職業安全衛生法第五條、第六條及第七條等規定範圍，為避免類似災害發生及衍生負責人或該當行為人遭受民法賠償與刑法傷害告訴責任，擬提建議事項如次：

1. 建議學校建置(購置或租借或受贈)機械、設備、器具，提供工作者或學生使用時，需檢討是否符合相關法令之安全規範並納入使用單位之維護管理與檢查檢點範圍。
2. 建議學校選購加工用線鋸機等加工或選擇實驗用機具專供鋸切非直線型材料之實驗機具並納入使用單位之維護管理與檢查檢點範圍(如照片六)。


3. 建議學校對於圓盤鋸等機械之高速迴轉部份且易發生危險者，嚴格規定使用單位應裝置符合法規之護罩，護蓋或其他適當之安全裝置(如照片七、八)。
4. 建議學校對學校學生在實驗(習)場所從事實作研習時，能參照學校安全衛生規範執行管理並派指導老師或技術人員在場指導管制。
5. 建議學校對於實驗(習)場所之工作者，應依其工作性質及身分別（如：學生）以及其實習時使用設備、措施及學習內容，落實施以必要安全衛生教育訓練並記錄之。

➤ 照片

	<p>圖形簡述：照片一</p> <p>災害時學生趕製作之畢業展架</p>
<p>照片一</p>	
	<p>圖形簡述：照片二</p> <p>肇事圓盤鋸工作檯面與鋸片。</p> <p>鋸片突出工作檯面約調整在 3 公分</p>
<p>照片二</p>	

	<p>圖形簡述：照片三</p> <p>事故時 A 生鋸切之合板</p>
---	-------------------------------------

照片三

	<p>圖形簡述：照片四</p> <p>事故時，僅露出鋸齒及裝於鋸切檯面下方之圓盤鋸，鐵質鋸片直徑約 21 公分。</p>
--	--

照片四

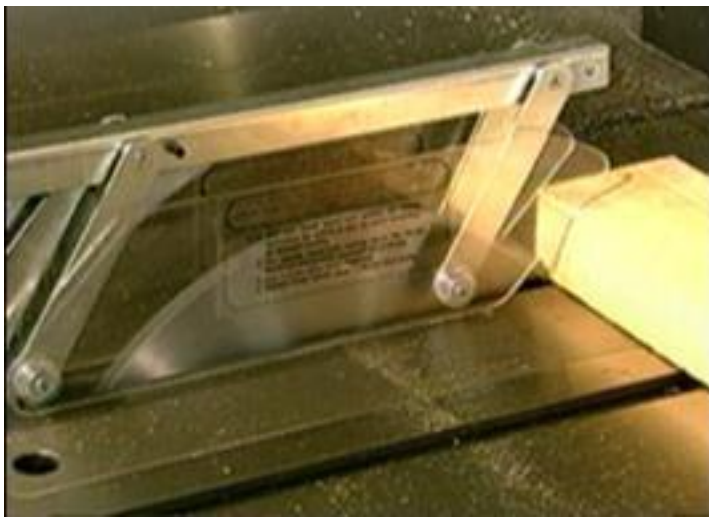
	<p>圖形簡述：照片五</p> <p>肇事之圓盤鋸未接地線，反撥預防安全裝置則反裝於檯面下，而造成該生在操作時，無安全的預防裝置，造成意外發生，正確裝置請參考照片十一。</p>
---	--

照片五



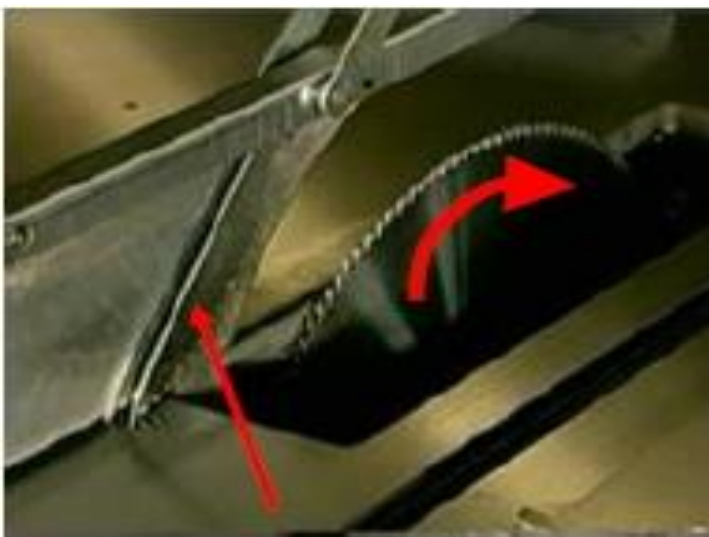
圖形簡述：照片六  
建議學校選購加工用  
線鋸機(示意圖)。

照片六



圖形簡述：照片七  
圓盤鋸應設置圓盤鋸  
之鋸齒接觸預防裝置。

照片七



圖形簡述：照片八  
圓盤鋸應設置圓盤鋸  
之反撥預防裝置。

照片八

### (三) 被夾、被捲意外災害

#### ➤ 發生經過描述

土木系學生使用水管欲清洗雙軸拌合機（水泥攪拌機如圖一）葉片，將防護網移開放置地面，關機後將手伸入清理，因攪拌機尚未完全停止轉動，在無防護下右手掌被轉軸之葉片(如圖二)捲入，導致粉碎性骨折。

#### ➤ 災害原因

直接原因：右手被轉軸之葉片捲入

間接原因：未使用工具清洗拌合機

基本原因：拌合機防護網被移開時，無強制斷電措施功能。

#### ➤ 防災對策及建議事項

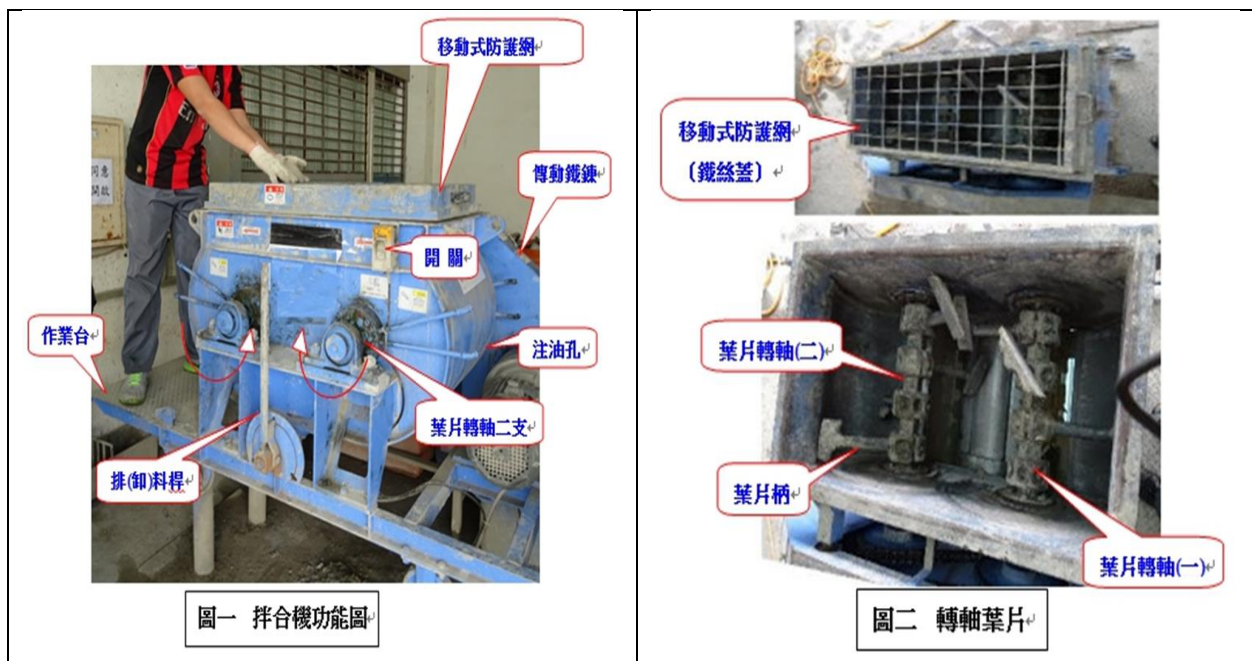
設備部分：

1. 當防護網（鐵絲蓋）被掀起時，應有安全連鎖裝置，立即遮斷電源。
2. 作業台應加裝上下梯階。
3. 潮濕場所用電設備請加裝漏電斷路器。

管理方面：

應於機台上明顯標示「拌合機運轉中禁止掀開防護網」，並俟機器完全停止運轉後，才可從事清洗作業。

#### ➤ 照片





#### (四) 高、低溫接觸意外災害

##### ➤ 發生經過描述

學生準備實驗器材時，需將實驗器材先進行滅菌而使用滅菌鍋，該生未依照規定穿戴防護用具(耐熱手套、實驗衣及護面罩)且未依照標準作業流程操作滅菌鍋，實驗器材滅菌完成後，該生就直接開起滅菌鍋門，未完全降至室溫及1大氣壓下開啓滅菌鍋，導致被高溫蒸氣噴濺造成腹部以下二度燙傷。

##### ➤ 災害原因

直接原因：於未確認溫度及壓力下開啓滅菌鍋，導致被高溫蒸氣噴濺造成腹部以下二度燙傷。

間接原因：

不安全狀況:滅菌鍋未有防止誤開啓之安全連鎖裝置。

不安全行為：

1. 於未確認溫度及壓力下開啓滅菌鍋。
2. 學生未穿戴安全衛生防護具(實驗衣、耐熱手套、護面罩)

基本原因：職業安全衛生管理制度並未落實管理。

##### ➤ 防災對策及建議事項

1. 實驗室應具備與人數相同以上的安全衛生防護具並使人員確實使用(職業安全衛生設施規則第 277 條、第 287 條)。
2. 要求各級主管及負責指揮、監督有關人員執行職業安全衛生管理制度並落實管理(職業安全衛生管理辦法第 12 條之 1)。
3. 建議採用具有安全連鎖裝置之滅菌鍋(壓力容器安全檢查構造標準第 69 條)。
4. 本次災害主因為未依照滅菌鍋使用標準作業程序，建議各校加強教育訓練確實遵守標準作業流程(如：須待壓力降至當時大氣壓力後再開啓門蓋)，並於滅菌鍋門外加註如「操作手動排氣閥時管路高溫，請注意防止燙傷」、「操作人員請配戴耐熱手套」、「注意蒸氣冒出致燙傷危險」警語字樣，避免類似案例一再發生。

➤ 照片

	<p>圖片簡述：照片一</p> <p>發生事故之滅菌鍋 型號： EYELA-MAC-501</p>
<p>照片一</p>	
	<p>圖片簡述：照片二</p> <p>廠商提供滅菌鍋型錄 型號： EYELA-MAC-501</p>
<p>照片二</p>	

## 二、重大事故災害因應對策

為使各級學校了解實驗室與實習場所主要災害類型之危害特性，以及所需的相關安全衛生設施事項，以下對火災、被切、割、擦傷及被夾、被捲、與高溫低溫之接觸簡要說明如下：

## (一) 火災

火災發生之原因，多數是肇因於儀器溫度過高導致燃燒，其次是電器火災，再次者為化學品火災，可由以下建議著手改善：

1. 設備、器具應予接地，除可避免累積靜電。
2. 場所內之插座應標示電壓
3. 設備、器具應定期執行絕緣檢查。
4. 儲存危險物之場所，應加強通風換氣及使用防爆電器。
5. 延長線不可跨接使用及重複插接，使用時亦不可超過電器安全負載量。
6. 實驗用之設備或器具插座應避免長時間高負載使用。
7. 場所中之電線迴路應定期檢查。
8. 儀器設備應定期維護，故障時應由專業人員維修或選擇汰換。
9. 落實全校教職員工生消防安全意識。
10. 確實檢驗消防安全設備。
11. 訂定實驗室相關安全標準作業程序。
12. 應注意老舊儀器與電路之維護、汰換，加強電線、電路之安全防護。
13. 避免使用非正規之加熱裝置，如電湯匙等。
14. 相關電氣安全規範，應列入安全衛生教育訓練及安全工作守則。
15. 運轉之機台，應有人在旁監控。
16. 分類、分級有火災、爆炸及毒氣外洩之虞的化學品與原物料，並裝設警報系統。
17. 應訂有化學實驗操作之標準安全 SOP，並訂定實驗室守則，以及落實實驗室安全衛生教育訓練。

## (二) 被切、割、擦傷及被夾、被捲

被切、割、擦傷的意外事故發生之原因，主要以操作銑床、剪床、圓盤鋸等工具所引起之的手部切割傷為主，可由以下建議著手改善：

1. 有危害操作者之虞之部分，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。
2. 應於每一具機械分別設置開關、離合器、移帶裝置等動力遮斷裝置。
3. 具有顯著危險動力運轉之機械，應於適當位置設置有明顯標誌之緊急制動裝置
4. 落實實驗室環境、機械、設備、器具、手工具等檢點之自動檢查制度。
5. 對於機械運轉，手指有觸及之虞者，應明確告知並標示操作者不得使用手套。
6. 使用前，應詳細閱讀標準作業程序，講解操作步驟。

7. 汰換老舊機械，以符合具安全標章的機械。
8. 人工操作機械設備時，應避免身體與機械設備接觸。
9. 機械應定期維護保養。
10. 對於操作或接近運轉中之原動機、動力傳動裝置等機械，操作人員之頭髮或衣服有被捲入危險之虞時，應使其確實著用適當之衣帽。
11. 進行實實驗室作業活動或機械設備之危害辨識與風險評估。
12. 建立實驗室安全衛生工作守則，並融入教職員工生安全衛生教育訓練課程。
13. 有破損的玻璃器皿應拋棄並避免誤用。
14. 落實實驗室「5S」管理。
15. 必要時要求人員確實穿帶適當的個人防護器具。

### (三) 與高溫、低溫之接觸

與高溫低溫之接觸的部分主要是餐飲科之操作過程與機械或滾熱之液體接觸而造成，或是不慎直接接觸高熱物體，少數是實驗用化學品。可由以下建議著手改善：

1. 使用易燃物，應避免接觸周遭火源。
2. 進行油炸作業時，應說明操作注意事項。
3. 高溫或低溫表面之設備，應予適當之危害預防標示。
4. 若以手拿取處理完成之工件，應佩戴隔熱手套。
5. 有接觸機械、器具或設備之高溫熱表面引起灼燙傷之虞時，應設置警示標誌、適當之隔熱等必要之安全設施。
6. 校方對於操作者有暴露於高溫、低溫之虞者，應置備安全衛生防護具，如安全面罩、防護眼鏡、防護衣等適當之防護具，且使勞工安全確實配戴。
7. 可能引起燙傷或凍傷之機械設備或作業活動，應融入安全衛生教育訓練課程中。
8. 落實實驗室「5S」管理。

學校實驗室的安全衛生工作之推動，需全體教職員工生共同努力來完成，以增進學校教職員工生的安全及健康。實驗室的安全衛生不僅是保護自己免於在實驗室受到傷害，更是保護他人免於實驗室的危害。