



勞動部補助職業災害預防計畫

金屬打磨、拋光作業火災爆炸
危害評估與改善

報告人：謝明宏 博士

日期：民國113年04月17日

大綱

一. 前言

二. 金屬製造業案例

三. 粉體火災爆炸實驗

四. 金屬打磨、拋光作業安全與衛生缺失

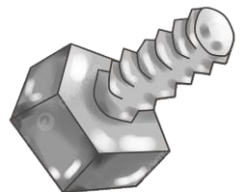
五. 金屬打磨、拋光作業安全管理手冊

六. 結論與建議



前言 (1/2)

- 我國經濟部統計處發表，金屬製品業生產技術成熟，並有健全的中上游加工體系，其中，螺絲螺帽、手工具在國際上具高度競爭力。
- 金屬製品業從業人員有39.3萬人，僅次於電子零組件業。營業收入為新台幣1.4兆元，位居第3，排行第1的電子零組件業，第2為化學原材料業。
- 以金屬加工處理、螺絲螺帽與金屬手工具業為推升成長主要動力，金屬加工處理108年營業收入較99年增加479億最多，平均年成長1.5%。



前言 (2/2)

- 金屬加工簡稱金工，是一種把金屬物料加工生成獨立零件、組件、或大型結構的工藝技術，金屬加工業為各種產品、用材的上游，主要製造電子與半導體、運輸工具、家電產品及其他五金等相關產品之基本組件。
- 現代金屬加工過程雖然種類繁多和具有專業性，可被分類為成型，切割或連接加工，其中研磨拋光是使工件產生平滑鏡面的超精密研磨技術，其目的在於使表面粗糙度及平坦度到達一定的可容許範圍，常被廣泛的使用在硬脆金屬、陶瓷、玻璃及晶圓等材料表面的精密加工。



案例 (1/3)

時間	地點	案發情形
2008/02/28	中國浙江省台州	某工廠疑似該廠砂光機於研磨產生火花，點燃除塵管道中之鋁粉，而引起局部自燃，又金屬粉塵遇水則會產生更劇烈燃燒，而當時該公司以水來滅火，不料火勢更大而產生爆炸，造成1人死亡、31人受傷。
2008/03/04	桃園市	某一勞工於研磨作業後進行吹除身上沾黏之鎂鋁金屬粉末中，發現工作台上之縫隙有火花產生，而此火花經過集塵口被吸入集塵幹管，引燃了積存於集塵幹管底部之鎂鋁合金粉末，接著大量燃燒之粉末被吸入集塵機內，造成機內瞬間壓力增加而引起爆炸，造成4人受傷。
2008/05/13	中國浙江省溫州	某廠因廠內沒有除塵系統，而又當時環境之粉塵濃度已達爆炸濃度，遇火花而引起粉塵爆炸，造成10人受傷。
2010/01/27	台中市	某一勞工進行拋光研磨作業時，發現在該研磨機之底座內出現火光，並由底座竄出隨即引發火災，造成5人受傷
2011/02/10	桃園市	某間工廠疑似因放置在廠房旁之10噸鎂粉因受潮而產生化學作用，進而引發爆炸，所幸無人傷亡。
2011/05	中國四川	爆炸事發地點是生產iPad一個拋光車間，工人渾身都是粉塵，手上沾滿鋁粉，車間發生意外爆炸，兩人當場死亡，十數人受傷。

案例 (2/3)

時間	地點	案發情形
2012/05/09	台中市	某工廠因研磨用之砂紙與鎂合金摩擦產生火花，引燃研磨作業場所及某一勞工身上之鎂合金粉末，造成1人死亡
2012/08/05	中國浙江省溫州	某工廠疑似鋁門把手於進行拋光過程中，已累積大量之鋁粉塵，遇火源而導致粉塵爆炸，造成13人死亡、15人受傷。
2014/04/30	美國	南加州一家金屬拋光廠的灰塵過度堆積可能導致工作場所爆炸和隨後的火災造成至少11人受傷。據事故現場官員稱，至少有兩名男子因火災燒傷而受重傷，這兩名嚴重燒傷的男子被送往當地一家醫院，目前被列為危急狀態，至少有90%的身體有3級燒傷。
2014/08/02	中國江蘇 崑山	2014年8月2日，位於中國大陸崑山中榮工廠，爆炸原因係廠房內空氣中瀰漫製程區拋光研磨作業產生的鋁鎂合金粉塵，於啟動集塵器後，大量粉塵送入集塵器儲桶時遇水氣發生氧化放熱，放熱高溫瞬間引燃懸浮於空氣中之粉塵逕而發生嚴重粉塵爆炸，造成了164人死亡，114人受傷。
2014/11/01	彰化市	某一工廠於研磨作業時研磨到含鐵質之自行車鎂鋁合金前叉而產生火花，引燃蓄積於旁之鎂鋁合金粉末，造成粉塵爆炸引起火災，又該爆炸將累積於牆壁之鎂鋁合金粉末揚至空氣中，引起多次爆炸，造成6人受傷。

案例 (3/3)

時間	地點	案發情形
2018/05/02	彰化縣	某工廠因於作業間場域內已瀰漫鎂、鋁粉塵，又因於研磨到含鐵之自行車前叉而產生火花，導致空氣中發生閃燃，造成1人死亡、8人受傷。
2021/12/29	台中水湳	漢翔水湳廠區8號棚廠鉗工作業區集塵區上午10時15分發生粉塵氣爆，當時正進行民用飛機零組件加工研磨，加工過程中產生的金屬粉末，意外引燃造成氣爆起火，消防隊抵達前已自行撲滅，1死6傷。
2022/03/01	桃園平鎮	桃園市平鎮工業區今晚發生火警，佳鎂科技公司廠房發生爆炸，現場囤有大量易燃鎂金屬，不明原因爆炸，火勢迅速四竄，約300坪廠房陷入一片火海，現場不時傳出爆炸聲。消防局趕赴現場救援，傳有1名員工疑似受困，尚待釐清。
2022/04/05	廣東省清遠市	一間鋁業加工廠房於周日發生爆炸，意外共造成4人死亡、1人重傷，當局初步調查顯示意外源於鋁棒在拉鑄過程中，鋁水洩漏到冷卻水池所致，事後已啟動救援應急預案，並進行善後工作。
2022/07/25	苗栗縣苑裡鎮	苗栗縣苑裡鎮一家磨製腳踏車架的小型加工廠，今天下午3點左右因回收鋁粉管線竄煙，消防人員切割輸送帶、準備用紅土滅火時，疑似有水流進輸送帶，瞬間引發高溫氣爆，有5名消防隊員反應不及被波及，其中3人臉部1到2度的灼傷，送往台中榮總治療，另2名消防員臉部稍為紅腫也送醫檢查，所幸暫無生命危險。

重大案例



發生地點：臺中市

發生時間：2021年12月29日

發生概述：某公司台中工廠，廠內集塵區，上午10時許發生粉塵燃燒爆炸，造成7位員工灼傷送醫，其中1人命危6人輕傷。初步調查起火現場為一樓RC建築物，起火燃燒的物品為鋁合金與粉塵，廠方事發後立刻疏散人員，並進行滅火。

人員損傷：1死6傷。

財物損失狀況：粉塵作業區牆面損毀。

打磨程序：使用氣動打磨機（材質為氧化鋁砂之砂布環帶及模料材質為陶瓷氧化鋁砂、外徑2吋之砂輪片）進行打磨作業。

作業條件：打磨作業與打磨物件本身溫度皆為常溫。

桃園市工廠火警連發！疑鋁粉閃燃新屋3移工遭火吻



桃園市新屋區昨晚（1日）7點多發生一起工廠火警，疑金屬鋁粉閃燃，引發粉塵爆炸起火，3名在集塵機台前的移工遭受2度60至80%不等的燒燙傷，在醫院救治中，起火原因尚待調查。

業者表示此作業已委外處理(問題就解決了?)

苗栗苑裡工廠火警鋁粉遇水爆炸 3消防員受傷送中榮



苗栗縣苑裡鎮玉田里一處工廠今天下午發生火警，因工廠從事自行車加工業，當中滿是鋁粉，苗栗縣政府消防局派出苑裡、三義消防分隊前往救援，但有3名消防人員於救災過程中因水碰到鋁粉發生爆炸，目前已送至台中榮總治療，其中一人為一度燒傷，所幸意識皆清楚，因起火工廠為自行車加工廠，使用原料為鋁合金，應該是切割過程中，導致鋁粉逸散於空氣中，加上空氣中本來就有水分，而弟兄當時為了救災，在工廠邊鋸開出口，導致所有氣流往出口衝，當時在出口旁的同仁因而受傷。 **已關廠**

鋁粉SDS (1/3)

二、危害辨識資料

化學品危害分類：禁水性物質第2級

標示內容：

圖式符號：火焰

警示語：危險

危害警告訊息：遇水放出易燃氣體

危害防範措施：勿把水加入此產品、容器保持乾燥

其他危害：-

五、滅火措施

適用滅火劑：小火：砂、滑石、氯化鈉，大火：隔離火場並允許其繼續燃燒至完

滅火時可能遭遇之特殊危害：1.粉塵於空氣中會形成爆炸性混合物。2.堆積的鋁粉，若潮濕時會自熱；粒子減小，危害性增加。

特殊滅火程序：

1.勿用水滅火。2.安全情況下將容器搬離火場。3.自安全距離或受保護區域滅火。4.燃燒中的鋁粉末會與二氧化碳、鹵素滅火劑。5.可能的話，利用窒息法滅火。6.大火可能需隔離災區，任其燃燒。

消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須配戴消防衣、空氣呼吸器、防護手套

鋁粉SDS (2/3)

九、物理及化學性質

外觀：無味亮銀白色之軟質金屬粉末	氣味：無味
自燃溫度：760°C	閃火點：粉塵會爆炸
沸點/沸點範圍：1107°C	密度：2.698@25°C (水=1)
蒸氣壓：1 mmHg@1284°C	爆炸界限：-
溶解度：不溶於水	熔點：660°C
沸點/沸點範圍：2,467°C	爆炸界限：-

鋁粉SDS (3/3)

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定

特殊狀況下可能之危害反應：

1. 強鹼（如氫氧化鈉）：釋出易燃性氫氣。
2. 強酸（如硫酸、鹽酸）：形成可溶性鹽類並放出氫氣。
3. 金屬（如鐵、鋅）：潮濕時會迅速腐蝕。
4. 金屬氧化物（如氧化鐵）：與鋁粉之混合物（鋁熱劑），當著火時會起激烈反應，溫度會達2200°C。
5. 鹵素（如溴、氯、碘、氯化碘等）：會起火。
6. 氧化劑（氧、過氧化鈉、鉻酸）：起激烈反應或起火。
7. 醇（如丙醇、丁醇）：加熱時會起反應，生成 alkoxide。
8. 鹵化碳氫化合物（四氯化碳），加熱或磨擦會起爆炸性反應。
9. 水：堆積的鋁粉潮濕時會自熱，產生氫氣；鋁粉與水之混合物若引爆會爆炸

應避免之狀況：粉塵產生、濕氣、熱、火花、引火源

應避免之物質：醇（如丙醇、丁醇）、強鹼（如氫氧化鈉）、強酸（如硫酸、鹽酸）、金屬（如鐵、鋅）、金屬氧化物（如氧化鐵）、鹵素（如溴、氯、碘、氯化碘等）、氧化劑（氧、過氧化鈉、鉻酸）、鹵化碳氫化合物（四氯化碳）、水

危害分解物：-

鎂粉SDS (1/2)

二、危害辨識資料

化學品危害分類：禁水性物質第1級、發火性固體第1級

標示內容：

圖式符號：火焰

警示語：危險

危害警告訊息：遇水放出可能自燃的易燃氣體、暴露在空氣中會自燃

危害防範措施：勿把水加入此產品、勿吸入粉塵、避免與皮膚接觸、容器保持乾燥

其他危害：-

五、滅火措施

適用滅火劑：砂土、化學乾粉、禁止用水、泡沫、二氧化碳。

滅火時可能遭遇之特殊危害：1.其粉末化學活性較高，遇明火、高熱或與氧化劑接觸，有引起燃燒爆炸的危險。

2.燃燒時會產生強烈的白光並放出高熱，救火人員須有保護眼睛及皮膚的設備。

特殊滅火程序：

1.滅火需穿戴個人防護具。2.此物不燃，可以水噴灑暴露於火場中的容器及建築物。

消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

鎂粉SDS (2/2)

九、物理及化學性質

外觀：銀白色有金屬光澤粉末	氣味：無
自燃溫度：482°C (粉塵)	閃火點：-
沸點/沸點範圍：1107°C	密度：1.74 (水=1)
蒸氣壓：-	爆炸界限：-
溶解度：與水有反應	熔點：650°C

十、安定性及反應性

安定性：與水或濕氣可能形成易燃蒸氣。

特殊狀況下可能之危害反應：

1. 鹵素：會起劇烈反應。
2. 酸類、水：會起作用釋出易燃氫氣。
3. 強氧化劑、氯化烴類為不相容物。

應避免之狀況：產生粉塵、熱、火花。

應避免之物質：鹵素、酸類、氯化烴類

危害分解物：-

發火性液體/固體



定義：指即使量小也能在與空氣接觸5分鐘內引燃之液體。

圖示	警示語	危害警告訊息
火燄	危險	暴露空氣中會自燃

禁水性物質



定義：禁水性物質或混合物是與水作用後，可具有自燃性或產生達到危險量的易燃氣體的固態或液態物質或混合物。

	第1級	第2級	第3級
圖示	火燄	火燄	火燄
警示語	危險	危險	警告
危害警告訊息	遇水放出可能自燃的 易燃氣體	遇水放出易燃氣體	遇水放出易燃氣體

粉體試驗樣品

鋁粉 (環境粉塵)
打磨拋光作業區



鋁粉 (集塵機)
打磨拋光作業區



鈦合金 (集塵機)
打磨拋光作業區



鎂鋁粒
切削作業區



鐵粉 (集塵機)
打磨拋光作業區








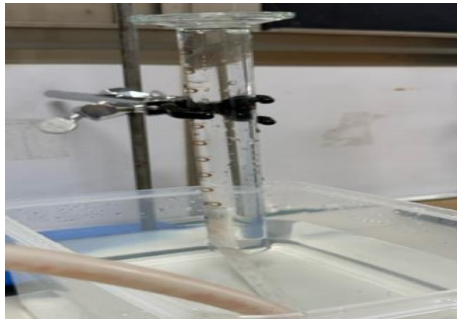
鎂鋰粒(含切削油+水)
切削作業區



一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

1. 與水反應性試驗

倒入鋁粉(環境粉塵)	恆溫水槽靜置	無氣體
		

倒入鋁粉(集塵機)	恆溫水槽靜置	無氣體
		

一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

1. 與水反應性試驗

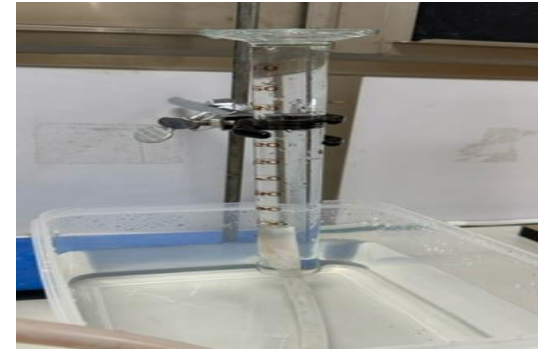
倒入鈦合金(集塵機)



恆溫水槽靜置



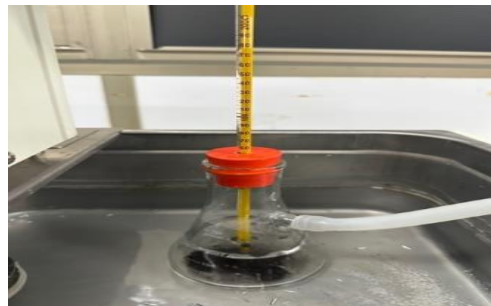
無氣體



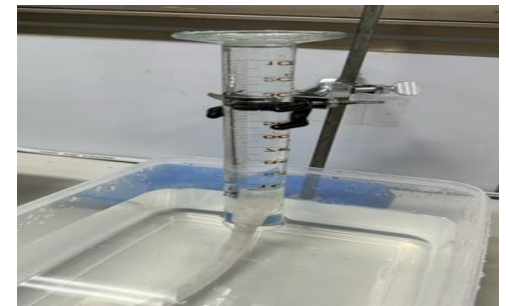
倒入鐵粉



恆溫水槽靜置



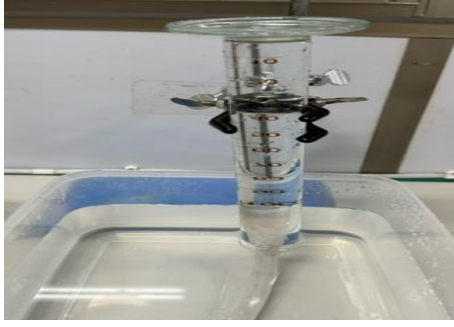





無氣體



一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

1. 與水反應性試驗

倒入鎂鋁粒(乾)	恆溫水槽靜置	無氣體
		
倒入鎂鋰粒 (含切削油+水)	恆溫水槽靜置	觀察有無氣體
		



討論：

實驗粉體皆無氣泡產生，並未有氣體產生，亦即作業所產生之粉體與水接觸並無產生氣體或放熱等化學反應。



一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

2. 燃燒行為

鋁粉(環境粉塵)燃燒行為測試-0.2 m/s

高溫表面接觸	高溫表面移除 不具延燒性
	

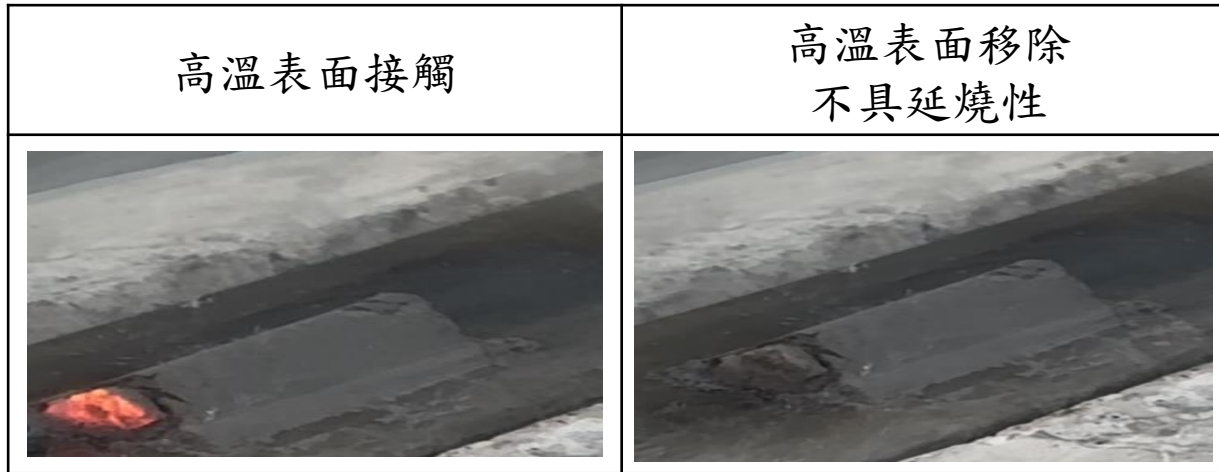
鋁粉(集塵機)燃燒行為測試-0.2 m/s

高溫表面接觸	高溫表面移除 不具延燒性
	

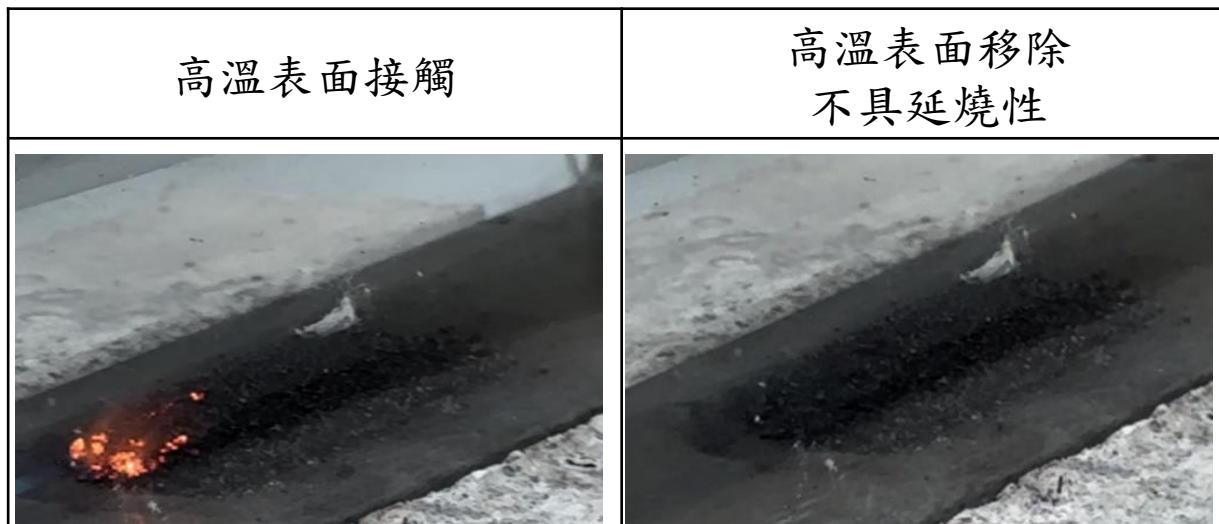
一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

2. 燃燒行為

鈦合金粉(集塵機)燃燒行為測試-0.2 m/s



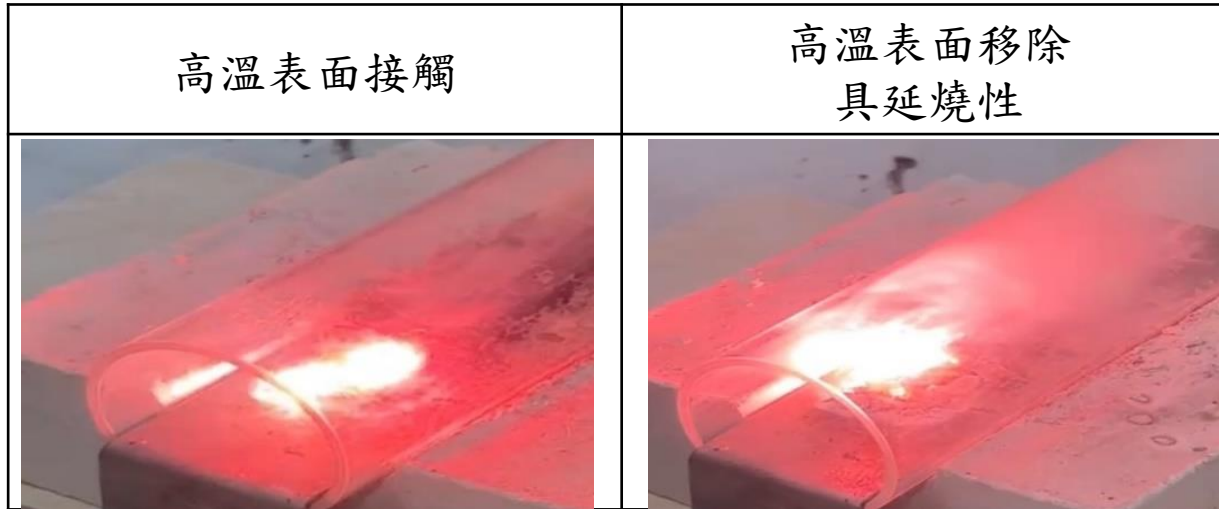
鐵粉燃燒行為測試-0.2 m/s



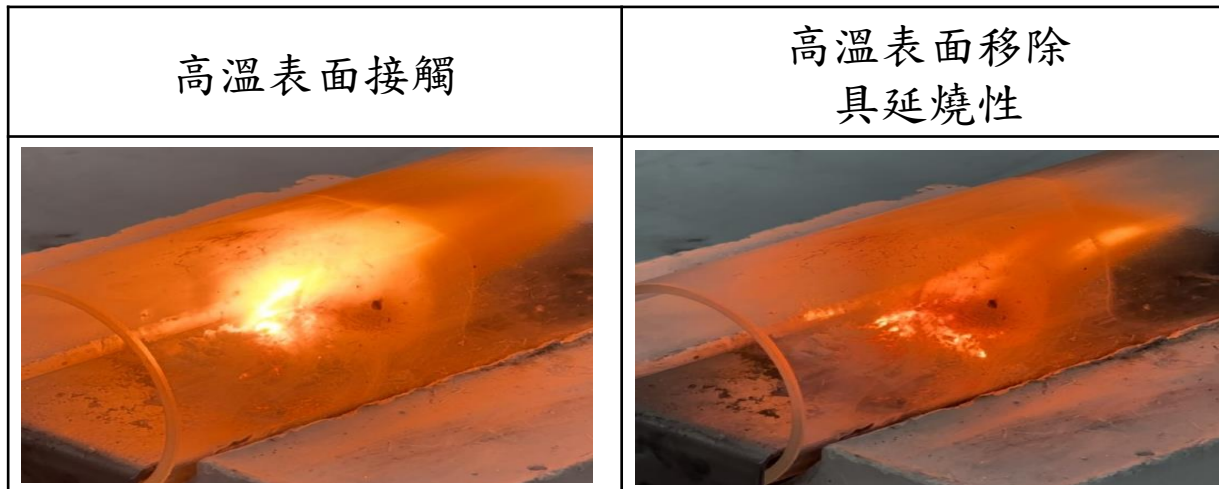
一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

2. 燃燒行為

鋁鎂粒燃燒行為測試-0.2 m/s





鎂鋰粒(含切削油+水)燃燒行為測試-0.2 m/s





一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

1. 粉體浮塵可爆性測試

鋁粉(環境粉塵)粉體可爆性測試情形

粉末噴出後 剛接觸火源	火球消失
	

鋁粉(集塵機)粉體可爆性測試情形

粉末噴出後 剛接觸火源	火球消失
	

一. 粉體火災爆炸特性量測與分析

1. 粉體浮塵可爆性測試

鈦合金(集塵機)粉體可爆性測試情形

鐵粉(集塵機)粉體可爆性測試情形



討論：

由上述結果發現，所提供之鋁粉、鈦合金粉及鐵粉若為粉堆的方式不易燃燒起來，但若是浮塵之狀態，若遇到火源，則會有火球產生並沿著火焰方向擴大其燃燒範圍之情形，顯示該粉體是具有可爆性質的，因此未來在做進一步之風險評估時，建議依循ASTM1226-12a之相關國際標準檢測方式。

二、粉體導電性量測

將業者所提供之粉體與切削油+水溶劑量測其電阻值，由檢測結果並依據IEC

60079-32-1之規定判定是屬於絕緣性、消散性或導電性物質，檢測數據如下所示：

鋁粉(環境粉塵)電阻率量測

化學品： 鋁粉(環境粉塵)	電阻率		
第一組數據	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$
第二組數據	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$
第三組數據	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$
平均±標準差	$1.27 \times 10^5 \Omega \cdot m$		

鋁粉(集塵機)電阻率量測

化學品： 鋁粉(集塵機)	電阻率		
第一組數據	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
第二組數據	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.47 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
第三組數據	$1.43 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.43 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$1.43 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
平均±標準差	$1.46 \pm 0.02 \times 10^{10} \Omega \cdot m$		

二、粉體導電性量測

鈦合金粉(集塵機)電阻率量測

化學品： 鈦合金粉(集塵機)	電阻率		
第一組數據	$3.29 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$3.29 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$3.29 \times 10^7 \Omega \cdot m$
第二組數據	$3.59 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$3.59 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$3.59 \times 10^7 \Omega \cdot m$
第三組數據	$4.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$4.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$4.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$
平均±標準差	$3.82 \pm 0.44 \times 10^7 \Omega \cdot m$		

鐵粉電阻率量測

化學品：鐵粉	電阻率		
第一組數據	$2.60 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.60 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.60 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
第二組數據	$2.52 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.52 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.52 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
第三組數據	$2.46 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.46 \times 10^{10} \Omega \cdot m$	$2.46 \times 10^{10} \Omega \cdot m$
平均±標準差	$2.53 \pm 0.06 \times 10^{10} \Omega \cdot m$		

二、粉體導電性量測

鎂鋁粒(乾)電阻率量測

化學品： 鎂鋁屑(乾)	電阻率		
第一組數據	$2.38 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.38 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.38 \times 10^7 \Omega \cdot m$
第二組數據	$2.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.42 \times 10^7 \Omega \cdot m$
第三組數據	$2.35 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.35 \times 10^7 \Omega \cdot m$	$2.35 \times 10^7 \Omega \cdot m$
平均±標準差	$2.38 \pm 0.03 \times 10^7 \Omega \cdot m$		

鎂鋁粒(含切削油+水)電阻率量測

化學品：鎂鋁粒 (含切削油+水)	電阻率		
第一組數據	$2.88 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$2.88 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$2.88 \times 10^2 \Omega \cdot m$
第二組數據	$3.28 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$3.28 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$3.28 \times 10^2 \Omega \cdot m$
第三組數據	$3.27 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$3.27 \times 10^2 \Omega \cdot m$	$3.27 \times 10^2 \Omega \cdot m$
平均±標準差	$2.94 \pm 0.45 \times 10^2 \Omega \cdot m$		

討論：

由檢測結果得知，鋁粉（環境粉塵）電阻率為 $10^5 \Omega \cdot m$ ，依據國際規範皆屬於導電性粉體。鈦合金粉（集塵機）與鎂鋁屑之電阻率為 $10^7 \Omega \cdot m$ ，依據國際規範皆屬於消散性粉體。而鋁粉（集塵機）與鐵粉之電阻率為 $10^{10} \Omega \cdot m$ ，依據國際規範皆屬於絕緣性粉體。

三、粉體pH值量測

將粉體水溶液進行pH值量測，以瞭解粉體與水會不會產生解離反應，而造成pH值的變化，結果如下所示：

鋁粉(環境粉塵) pH值

化學品：鋁粉(環境粉塵)			
第一組數據	7.87	7.89	7.91
第二組數據	7.98	8.12	8.12
第三組數據	8.12	8.13	8.15
平均±標準差	8.03 ± 0.04		

鋁粉(集塵機)pH值

化學品：鋁粉(集塵機)			
第一組數據	7.50	7.51	7.52
第二組數據	7.36	7.39	7.52
第三組數據	7.27	7.30	7.30
平均±標準差	7.41 ± 0.04		

三、粉體pH值量測

將粉體水溶液進行pH值量測，以瞭解粉體與水會不會產生解離反應，而造成pH值的變化，結果如下所示：

鈦合金粉(集塵機) pH值

化學品：鈦合金粉(集塵機)			
第一組數據	7.94	7.96	8.00
第二組數據	7.85	7.89	7.91
第三組數據	8.02	8.04	8.05
平均±標準差	7.96 ± 0.02		

鐵粉 pH值

化學品：鐵粉			
第一組數據	8.36	8.37	8.38
第二組數據	8.81	8.82	8.82
第三組數據	8.79	8.79	8.79
平均±標準差	8.66 ± 0.07		

三、粉體pH值量測

將粉體水溶液進行pH值量測，以瞭解粉體與水會不會產生解離反應，而造成pH值的變化，結果如下所示：

鎂鋁粒(乾) pH值

化學品：鎂鋁屑(乾)+水			
第一組數據	10.33	10.36	10.37
第二組數據	10.52	10.54	10.54
第三組數據	10.48	10.49	10.49
平均±標準差	10.46 ± 0.03		

鎂鋰粒(含切削油+水) pH值

化學品：鎂鋰屑(含切削油+水)			
第一組數據	10.44	10.47	10.47
第二組數據	10.45	10.45	10.46
第三組數據	10.47	10.48	10.48
平均±標準差	10.46 ± 0.01		

討論：

鋁粉（環境粉塵）、鈦合金粉（集塵機）、鋁粉（集塵機）及鐵粉之pH值介於6~9之間，而鎂鋁合金含有鎂，鎂屬於鹼土族，故pH值為10.46，皆與水無引發非放熱形式的反應。

金屬打磨、拋光作業常見問題

- ▶ 不清楚作業伴隨產生之金屬粉火災爆炸特性。
- ▶ 物料安全資料表安全資訊不完整。
- ▶ 未驗證現有之安定性與反應性內容**準確性**。
- ▶ 傳統工廠未設置局部排氣裝置。
- ▶ 業者多認為金屬粉遇水會有氫氣。(乾式集塵)
- ▶ 局部排氣設備管線採用可燃性塑膠導管。
- ▶ 作業現場未完整對電氣 (防爆電氣與靜電放電)安全進行評估與設置。
- ▶ 未建立認可之廢粉/粒處理標準作業程序(SOP)。
- ▶ 未評估現有之滅火藥劑合宜性。

金屬打磨、拋光作業安全與衛生缺失 (1/4)

- 現場少數打磨機未設置托架，作業人員在作業時與研磨輪距離不足，打磨時鐵削噴濺，可能導致使作業人員受傷。
- 現場少數打磨輪未設置護蓋，作業人員使用研磨輪側磨，研磨輪強度不足，運轉時可能會破裂飛射導致使作業人員受傷。
- 作業現場使用研磨輪/拋光輪等高速轉動之機械設備，作業人員有捲入、割傷等機械傷害之虞，現場機台應在適當位置設置明顯標誌之緊急制動裝置。



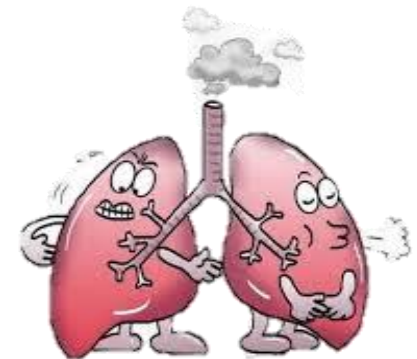
金屬打磨、拋光作業安全與衛生缺失 (2/4)

- ▶ 打磨拋光作業時會產生較大的噪音，作業現場少數作業人員沒有配戴聽力防護具；可能會造成作業人員噪音性聽力受損。
- ▶ 打磨拋光作業時，為使研磨/拋光物件可以穩定固著於工具上，作業時之振動大部分由作業人員的手部接收，可能會造成作業人員白指症（Vibration-induced white finger, VWF）；而局部振動，也會可能導致腕隧道症候群（Carpal tunnel syndrome, CTS）的風險上升。
- ▶ 作業現場少數有長期作業後產生之粉塵大量堆積的情形，建議應落實5S（整理、整頓、清掃、清潔與素養）管理機制。



金屬打磨、拋光作業安全與衛生缺失 (3/4)

- ▶ 在打磨拋光物料的過程中，除了物料本體所產生的粉塵微粒外，
工具磨損亦會有硬金屬的粉塵出現，可能造成作業人員有潛在吸入性危害，但現場少數作業人員未落實配戴合宜之防護器具，長期暴露可能會導致職業性硬金屬肺病（Hard metal lung disease）。
- ▶ 為避免作業環境產生金屬粉塵蓄積，現場皆有設置通風換氣設備，但部分通風換氣設備未設置差壓計，無法有效監控各排氣管之有效性。



金屬打磨、拋光作業安全與衛生缺失 (4/4)

- ▶ 現場通風換氣設備之風管採用可燃性塑膠軟管，但若有粉塵蓄積且遇到火源，可能會有擴大火災爆炸危害之風險，建議軟管材質採用不燃材料。
- ▶ 現場有聘僱外籍作業員，現場時僅有中文之相關標示與資訊，建議作業相關教育訓練、危害標示、操作程序、安全資料表等應建立外籍作業員能閱讀之版本。



金屬打磨、拋光作業安全管理手冊

1. 目的

2. 範圍

3. 風險評估

3.1 危害辨識

3.2 金屬打磨拋光作業風險
評估作法

4. 建議量測項目

5. 危害預防指引

5.1 電氣火源

5.2 靜電危害預防

5.3 通風換氣設備

5.4 粉體收集

5.5 電氣危害預防

5.6 切割及振動危害預防

5.7 粉塵危害預防

5.8 噪音危害預防

5.9 消防安全

結論(1/7)

- 部分業者作業現場仍可發現有粉塵堆積的現象，建議落實5S（整理、整頓、清掃、清潔與素養）管理機制，除能避免伴隨加工作業產生之粉塵及浮塵引起之塵爆危害，亦能確保工作者之健康。
- 目前現有之傳統中小型企業因有成本的考量或工安認知上之落差等問題，部分業者未設置局部排氣設備，致使作業中伴隨產生之粉塵及浮塵滯留於作業區域，具形成可燃性之環境，增加火災爆炸與勞工罹患職業病之潛在風險。
- 打磨拋光作業時會產生較大的噪音，作業現場少數作業人員沒有配戴聽力防護具；可能會造成作業人員噪音性聽力受損。

結論(2/7)

- 現場作業場所環境中有可燃性粉塵滯留，但未定期檢測通風換氣設備之有效性，無法評估作業環境中粉塵之濃度，增加環境火災爆炸潛在風險。
- 部分作業場所具有塵爆之潛在危害，但未進行火災爆炸危險區，故未完整對防爆電氣進行安全評估與設置，因此未能有效防阻電氣火源可能引發之危害。
- 安全資料表（SDS）顯示金屬粉粒與水接觸會產生氫氣，故目前業者集塵方式多以乾式集塵，但作業過程中人員及排氣與附屬設施（如：導管材質、濾袋與濾芯等）皆具有靜電放電潛在危害。

結論(3/6)

- 安全資料表（SDS）之部份火災爆炸特性未標註出或有誤，且多數業者不清楚作業過程中產生之金屬粉火災爆炸特性，故無法有效的將作業過程中潛在危害鑑別出。
- 業者所提供金屬物料之SDS中，其滅火措施皆顯示水為不適宜之滅火藥劑，但現場設置的消防設備幾乎都是以室內消防栓為主，乾燥之金屬粉之滅火藥劑建議可參考NFPA 484。
- 業者未依建築法第73條對於核定之使用類組使用/變更其消防設施，而導致緊急應變所需滅火措施與物料特性有相衝突之危害現象，建議相關主管機關應平行聯繫，適時提醒業者應依法設置合宜之消防設備。

結論(4/6)

- 部分業者作業現場仍可發現有粉塵堆積的現象，建議落實5S（整理、整頓、清掃、清潔與素養）管理機制，除能避免伴隨加工作業產生之粉塵及浮塵引起之塵爆危害，亦能確保工作者之健康。
- 目前現有之傳統中小型企業因有成本的考量或工安認知上之落差等問題，部分業者未設置局部排氣設備，致使作業中伴隨產生之粉塵及浮塵滯留於作業區域，具形成可燃性之環境，增加火災爆炸與勞工罹患職業病之潛在風險。

結論(5/6)

- 部分作業場所具有塵爆之潛在危，但未進行火災爆炸危險區，故未完整對防爆電氣進行安全評估與設置，因此未能有效防阻電氣火源可能引發之危害。
- 安全資料表（SDS）顯示金屬粉粒與水接觸會產生氫氣，故目前業者集塵方式多以乾式集塵，但作業過程中人員及排氣與附屬設施（如：導管材質、濾袋與濾芯等）皆具有靜電放電潛在危害。

結論(6/6)

- 安全資料表（SDS）之部份火災爆炸特性未標註出或有誤，且多數業者不清楚作業過程中產生之金屬粉火災爆炸特性，故無法有效的將作業過程中潛在危害鑑別出。
- 業者所提供金屬物料之SDS中，其滅火措施皆顯示水為不適宜之滅火藥劑，但現場設置的消防設備幾乎都是以室內消防栓為主，針對乾燥之金屬粉之滅火藥劑建議可參考NFPA 484。



建議(1/7)

業者：

- 可參考本計畫所訂定之金屬打磨、拋光作業安全管理手冊，進行製程安全與安全衛生預防和控制措施規畫與改善之依據。
- 可運用研究團隊製作金屬打磨拋光作業風險危害鑑別檢核表，能完整將該作業單元之潛在危害辨識出，並可提升業者風險評估能力與危害預防專業。

建議(2/7)

業者：

- 遵循職業安全衛生設施規則第177條規定及CNS 3376標準，進行火災爆炸危險區域規劃與設置，並依據火災爆炸危險區域劃分結果，檢視現有之防爆電氣規格是否合宜，以有效防阻電氣火源可能引發之危害必要時建議找第三方專家學者針對現場進行火災爆炸危險區域劃分。
- 應盡速完整提供廠內各項物料之安全資料表，若各項欄位資訊不足，建議與國內安全衛生相關研究機構攜手產學合作，將各項火災爆炸特性檢測出，以落實SDS之完整性外。

建議(3/7)

業者：

- 應針對現場進行靜電安全防護應確認地板(含走道及區內作業台)、工作服、鞋等之電阻值，以評估作業人員帶靜電之風險，並據此規劃合宜抗靜電環境，以避免人員產生靜電放電之危害。
- 應加強員工作業環境通風換氣之效能，除應依法定期進行環境測定外，作業環境之整體換氣與局部排氣應定期檢查，並於通風換氣設備應增設差壓計，以有效監控各排氣管之有效性。

建議(4/7)

業者：

- 金屬打磨拋光作業過程中會衍生出噪音危害，當現場噪音場所聲音超過九十分貝時，雇主應採取工程控制、減少作業人員噪音暴露時間。
- 建議未來亦可運用逐步驟(step by step)方式，針對每一階段或步驟執行操作程序之危害與可操作性分析(Procedural HazOp)，協助辨識人為操作錯誤可能衍生的製程危害，以確保評估過程的完整性，作為工作場所分析製程危害及必要預防措施之依據。

建議(5/7)



操作員工：

- 應落實落實個人防護器具之正確選用及穿戴，如：安全眼鏡、安全鞋、耳塞及耳罩等，並妥善將個人防護具定期更換及應有專櫃置放。
- 應定期對作業人員進行教育訓練，並仔細且全面地告知其工作環境的危險性，以及發生火災或爆炸時的相關作業與程序。



建議(6/7)

政府部門：

- 應對安全衛生資源較弱之金屬打磨拋光業者，可透過工業局工安輔導、職安署在各縣市之工安在地紮根等活動，協助與提升金屬打磨拋光業者之安全認知、製程單元風險危害鑑別檢核、製程安全評估與安全衛生防護。

建議(7/7)

政府部門：

- 將本案所訂定之安全衛生查核表提供給業者及安全衛生檢查機關，以有效提升業者之安全衛生自主查核能力，並協助安全檢察機關有效落實金屬打磨拋光之安全衛生查核。
- 將本案所訂定之金屬打磨拋光作業安全管理手冊給金屬打磨拋光業者，協助業者進行安全衛生預防和控制措施時有所依據。



Thank you for your attention!

The End

Q & A

