

實驗室安全需知與案例分享 - 火災爆炸

勞委會勞工安全衛生研究所

工業爆炸實驗室

前研究員 吳鴻鈞

wuhongchun094@gmail.com

經歷

- 31年300工業爆炸鑑定 -1999台塑大火、2014高雄氣爆、2015八仙樂園塵燃、2016桃園保齡球館PU泡綿爆燃6消防員死亡案、2016陸客巴士自燃等
- 70個工業爆炸研究計畫案
- 工安警訊-化學爆炸類30篇-”滾輪式輸送紙張或塑膠薄膜等作業，注意靜電危害”，”請注意有機溶劑管線輸送時靜電爆炸風險”
- 世界第一篇奈米粒子爆炸科學論文(2009, 引用數65次)-奈米金屬最低發火能量小於1mJ。
 - ✓ H. C Wu*, R. C. Chang, H. C. Hsiao, 2009, ” Research of Minimum Ignition Energy for Nano Titanium Powder and Nano Iron Powder” , Journal of Loss Prevention in the Process Industries 22 ,21-24. (SCI) (拓展研究新領域)
- 二本含奈米爆炸大學教科書
 - ✓ CRC Concise Encyclopedia of Nanotechnology - Ignition and explosion risk of nanopowders ,2016 , “ (Taylor&Francis publish group,1792)
 - ✓ Advanced Environmental Analysis :Application of Nanomaterial-,2017 (Royal Society of chemistry,1845)

各種爆炸類型特徵

- 一、核子反應器爆炸
- 二、物理爆炸(無燃燒痕跡)
 - (1)高壓容器洩漏
 - (2)熔融金屬掉入水中之水蒸氣爆炸



1997/9/24

高雄鋒安金屬公司熔融鋁掉入水中
之水蒸氣爆炸2死20傷



- 三、化學性爆炸(燃燒痕跡)
- (1)高爆炸性爆裂物爆炸 (爆坑)



2015/8/12
天津爆炸165人死亡

- (2)氣相爆炸
- (a)霧滴、蒸氣爆炸(爆炸僅一聲,燃料在洩漏點繼續燃燒)
- (b)氣體爆炸

2014/7/31高雄氣爆
6公里地下箱涵爆開
32人死321傷



- (c) 粉塵爆炸 (起火點與爆炸點不同且多次爆炸, 例如八仙樂園玉米粉塵爆燃14死485傷)



• (3) 反應器失控爆炸

(反應器溫度壓力升高後，洩出有機蒸氣，經一段時間引爆)



2012/05/17 台灣彰化 策新公司 甲苯磺化反應器爆炸2死14傷
硫酸滴入甲苯反應槽速度過快，造成甲苯沸騰外洩，遇火源爆炸

• 四、物理化學性爆炸-

沸騰液體蒸發氣體爆炸BLEVE

(燃燒一段時間後，液體沸騰膨脹1500倍衝出，形成大火球及破片四射)



1998/2/27 台灣高雄北宜興業液
化石油氣油罐車爆炸4死44傷

爆炸鑑定分析邏輯

- 目擊證人證詞
- 工廠製造流程
- 現場爆炸特徵(現場爆炸種類)
- 實驗室爆炸模擬數據

目的:爆炸原因(物質、引火源)。

二、解讀爆炸現場各種現象

找出爆炸物質、引火源

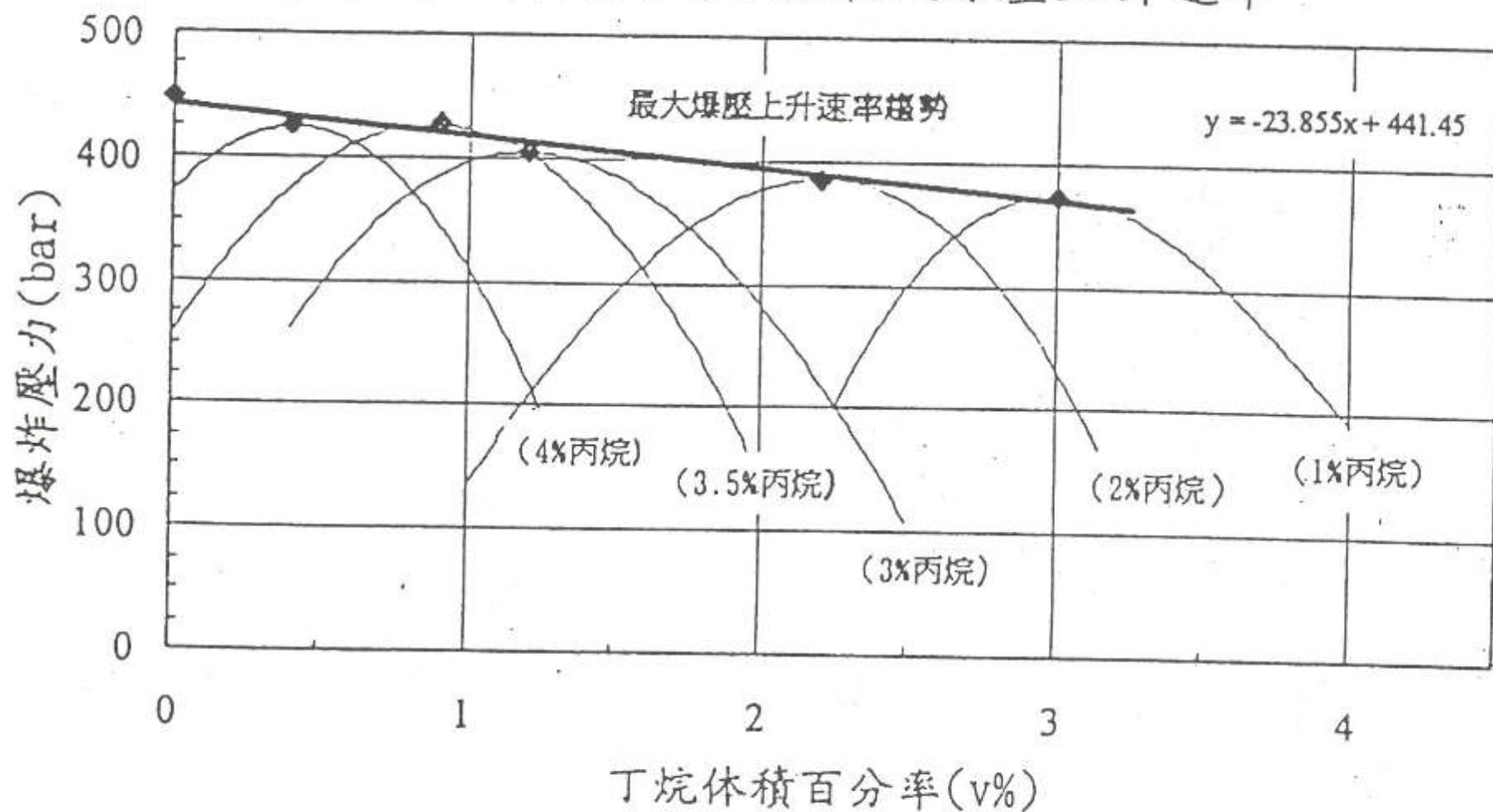
(靜電、明火、撞擊、電

火花、自燃等)

三、實驗室分析爆炸物質性質

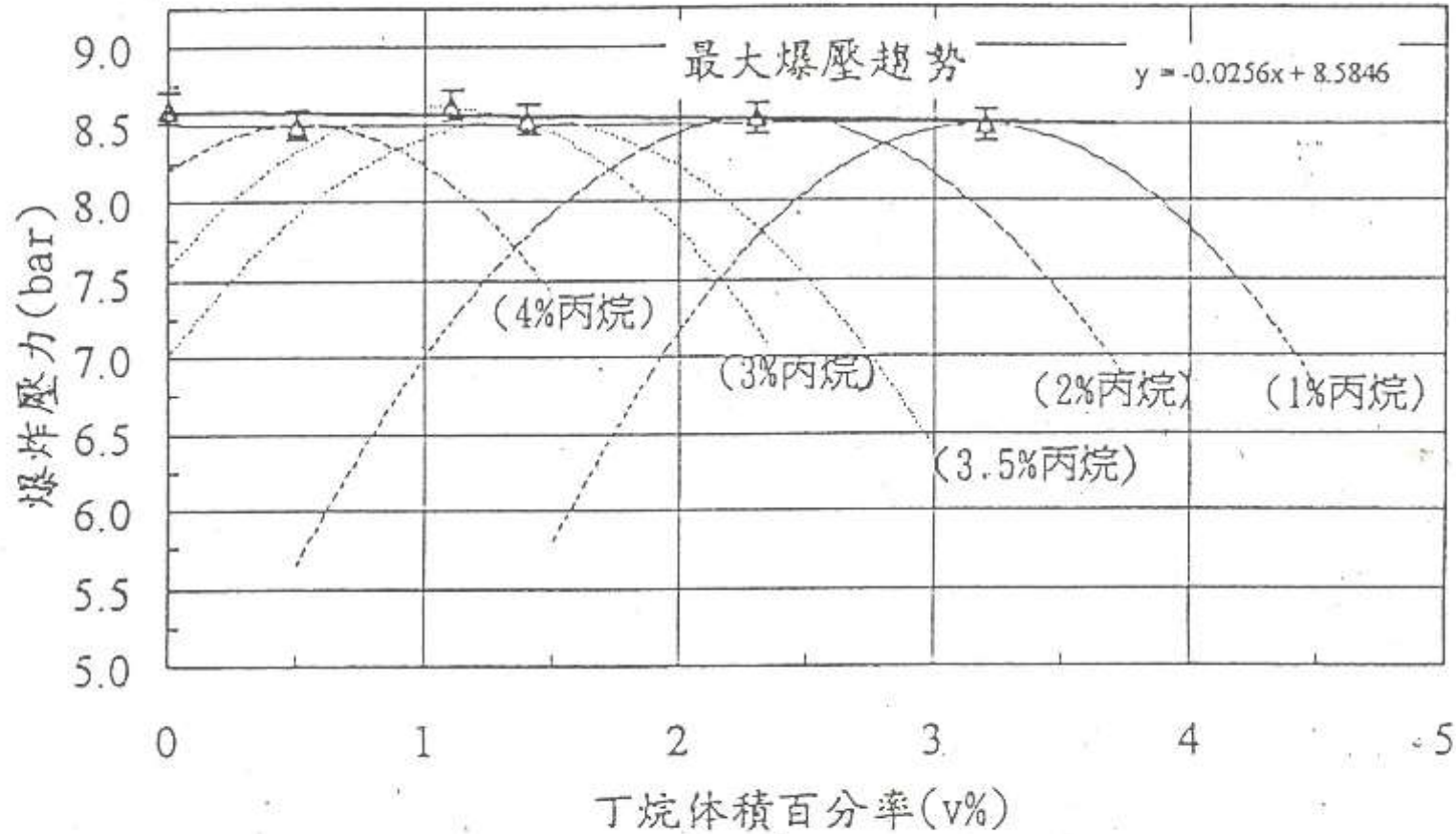
爆炸上下限、最低發火能量、自燃點、引火點、化學物質分解時最低起始溫度、爆炸壓力、及爆壓上昇速度

含不同比例丙烷之丁烷最大爆壓上升速率



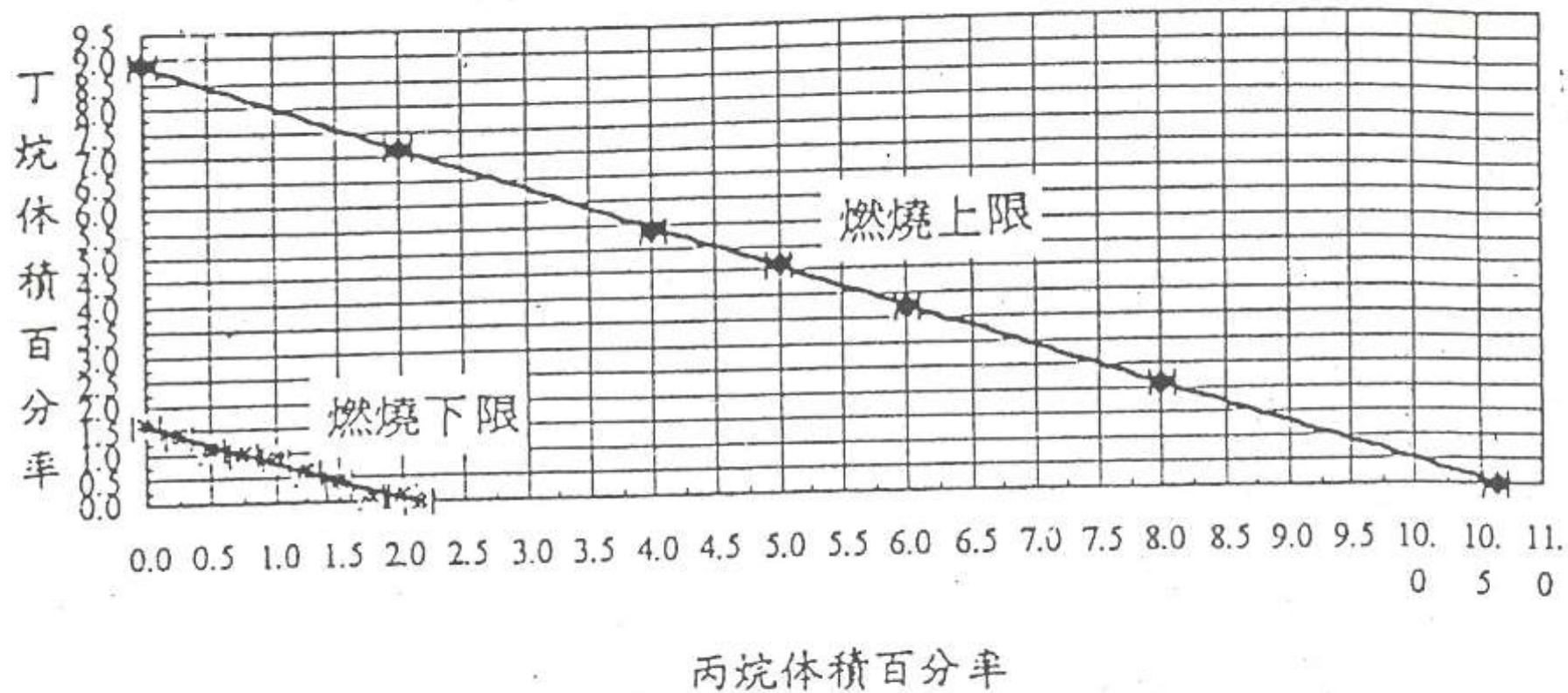
丙烷及丁烷混合氣體之爆炸壓力上升速率曲線圖

含不同丙烷比例之丁烷最大爆炸壓力(P_{ex})圖



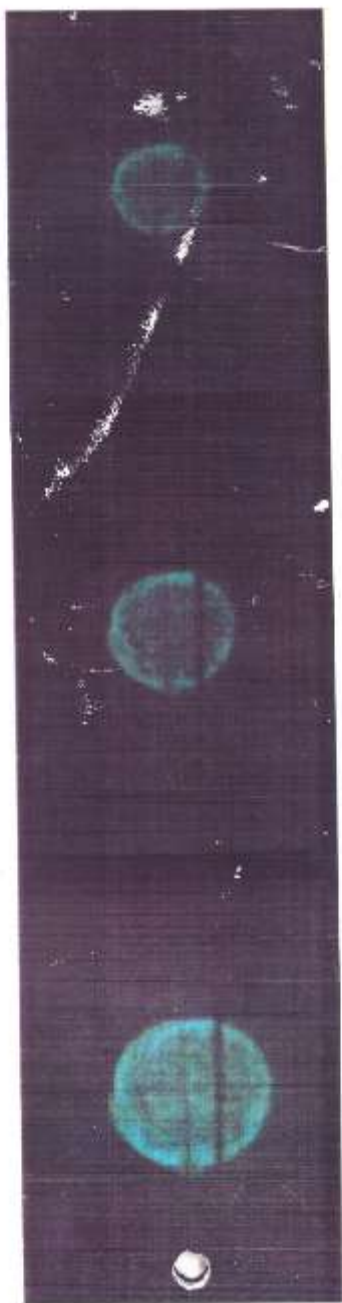
丙烷及丁烷混合氣體之爆炸壓力曲線圖

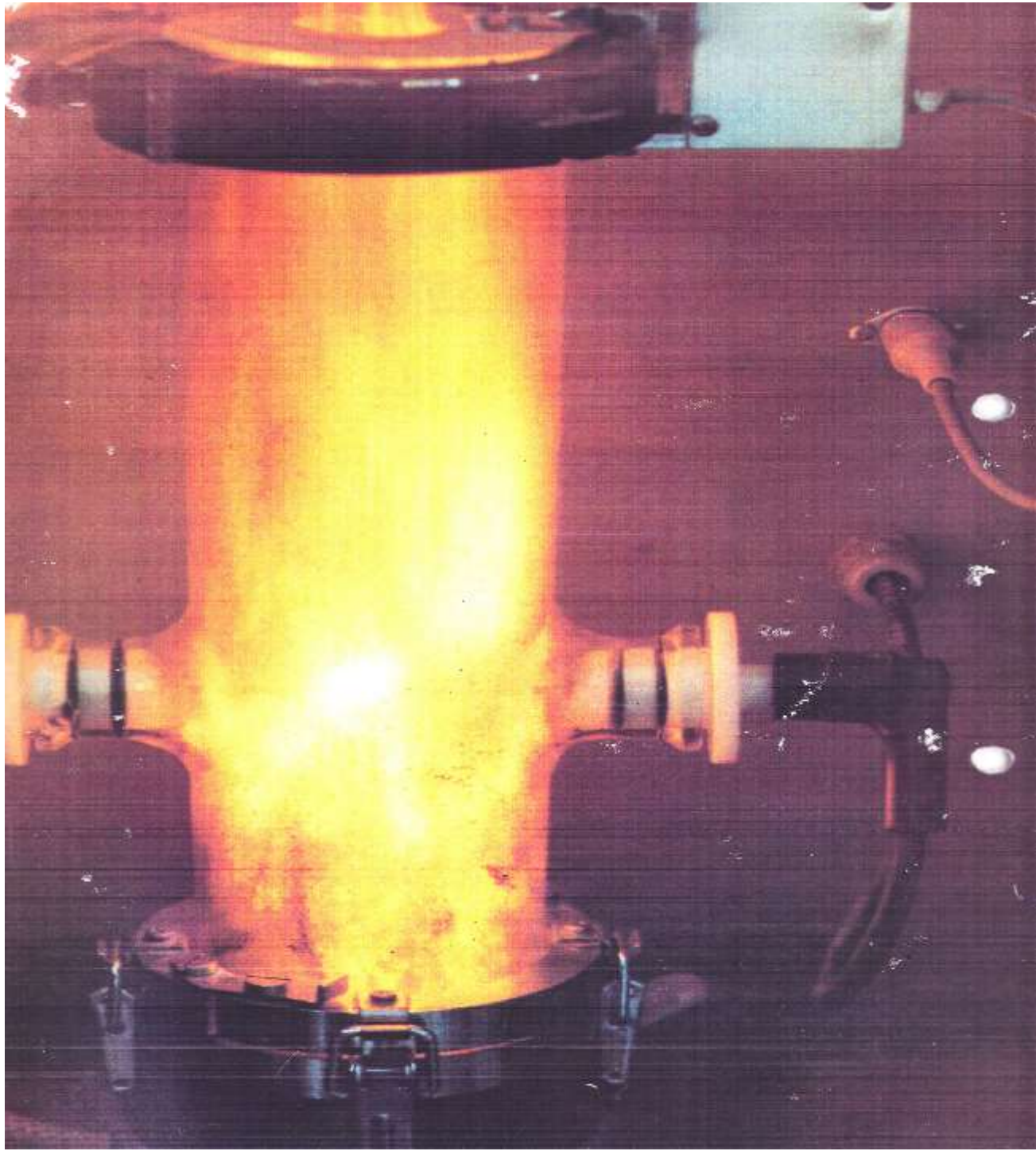
丙烷\丁烷混合燃燒界限

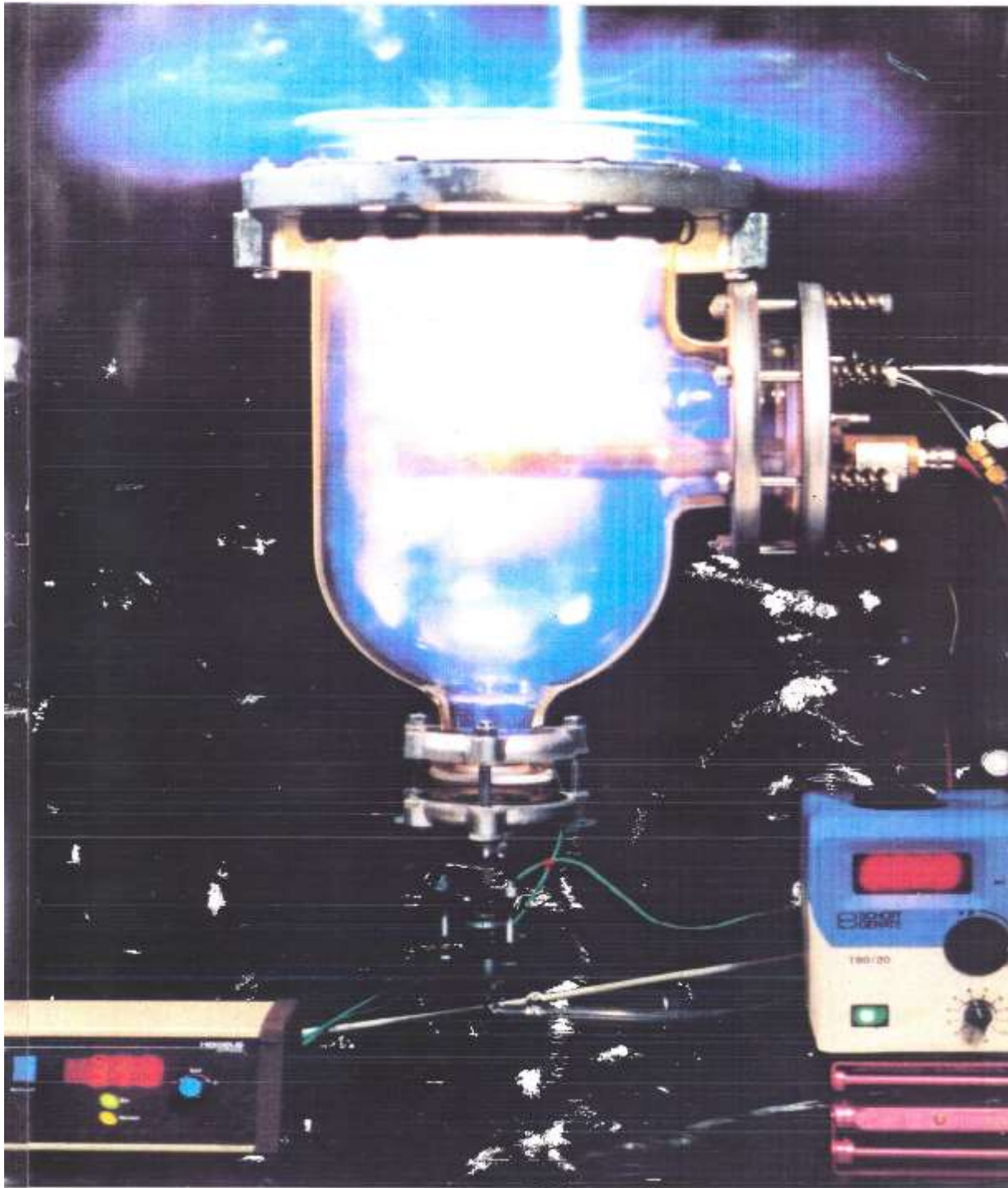


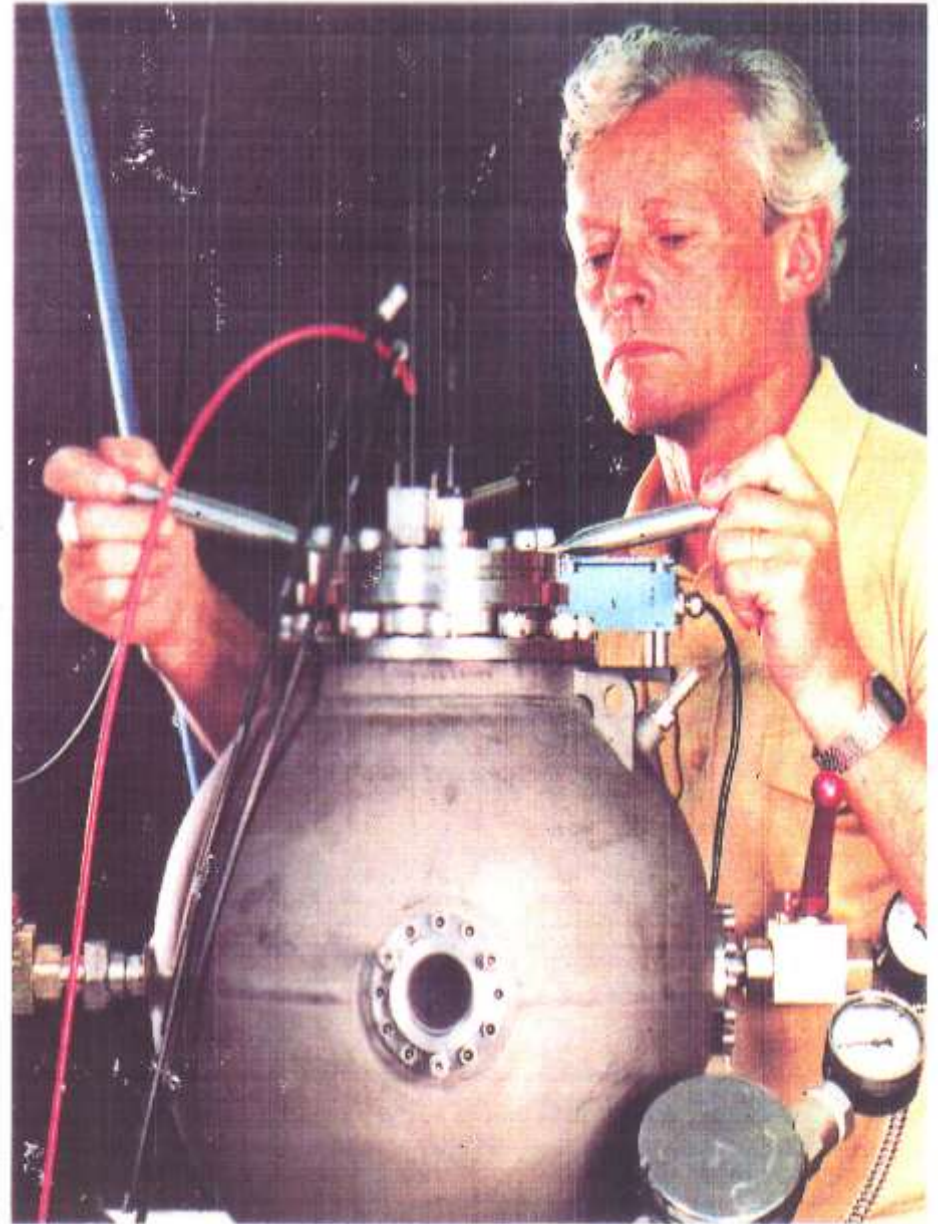
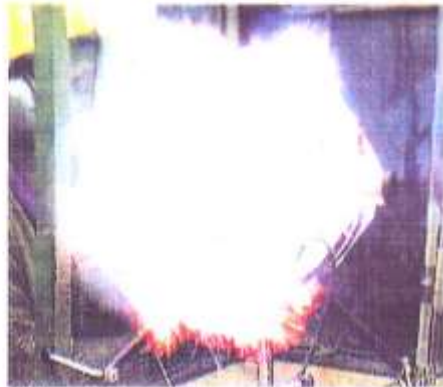
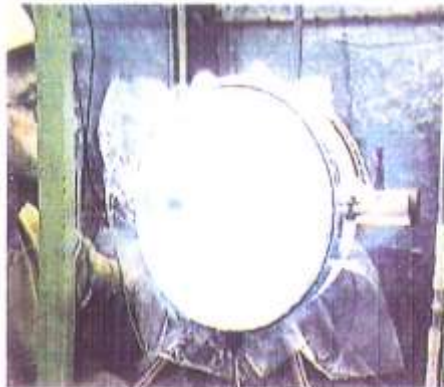
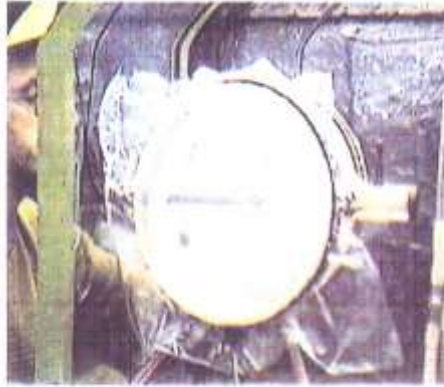
丙烷及丁烷混合氣體之燃燒界限趨勢圖





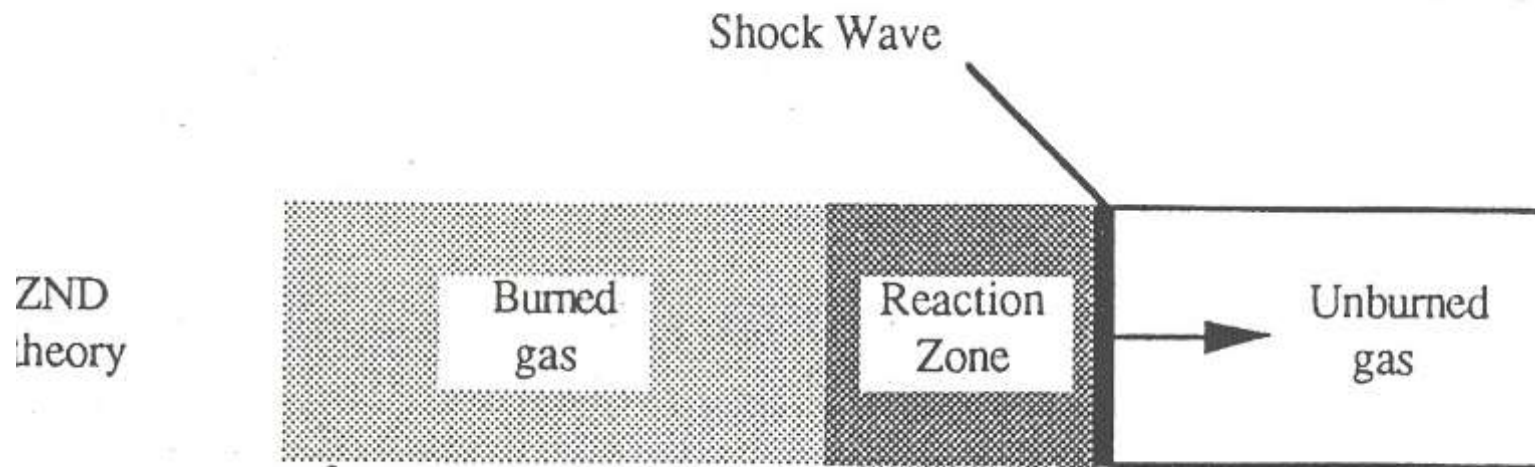








爆炸理論



A detonation wave can be described as a shock wave immediately followed by a flame (ZND theory)

點火時機不同，形成 爆炸與燃燒

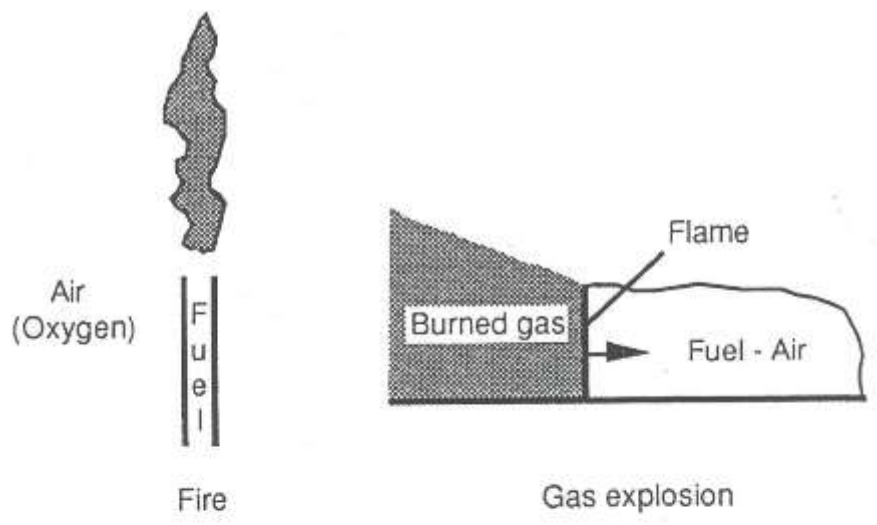
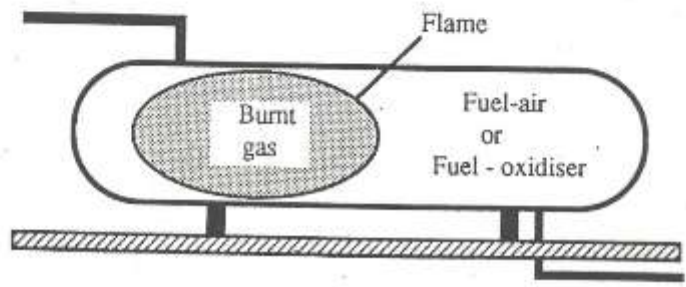
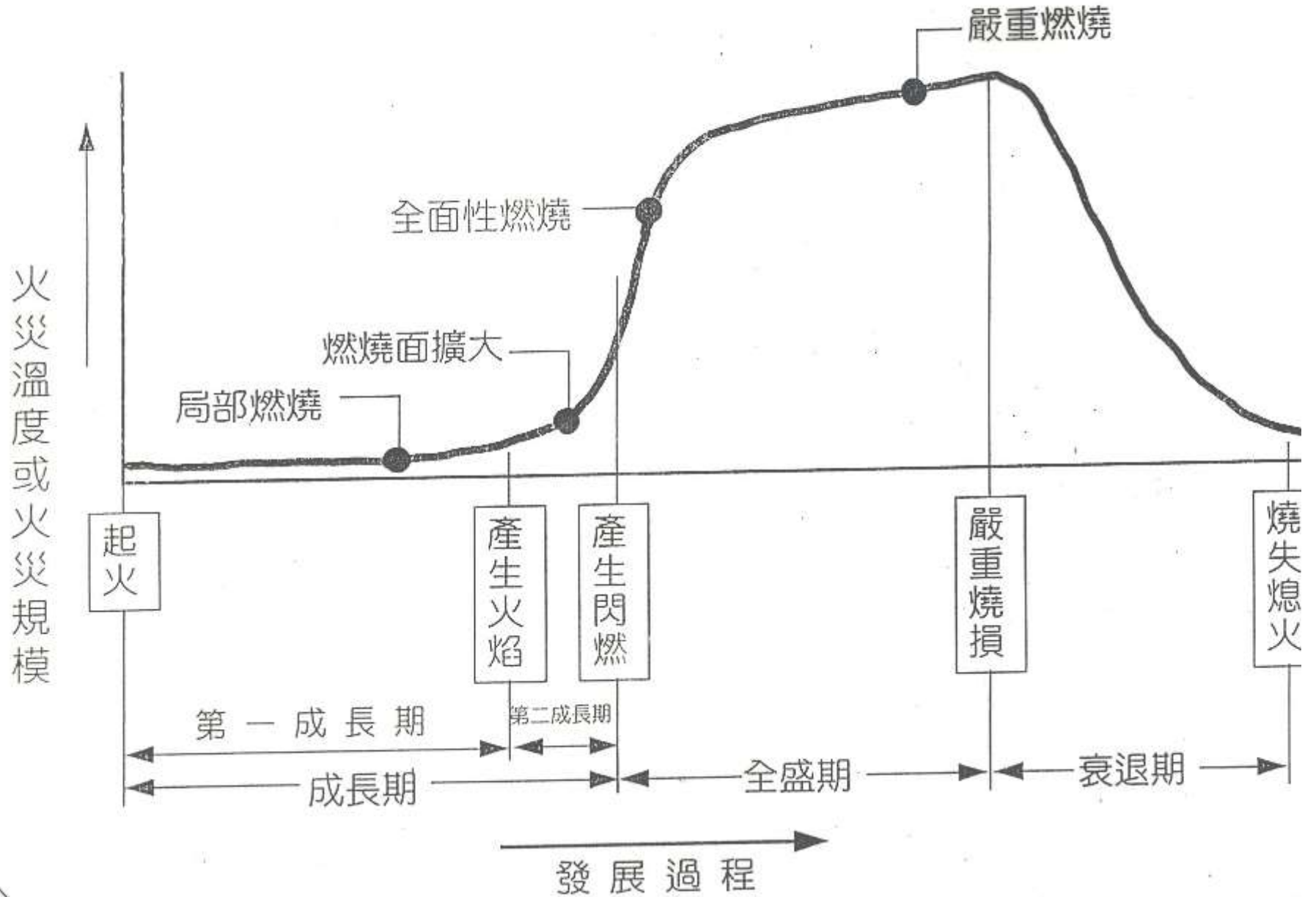


Illustration of jet fire and gas explosion.

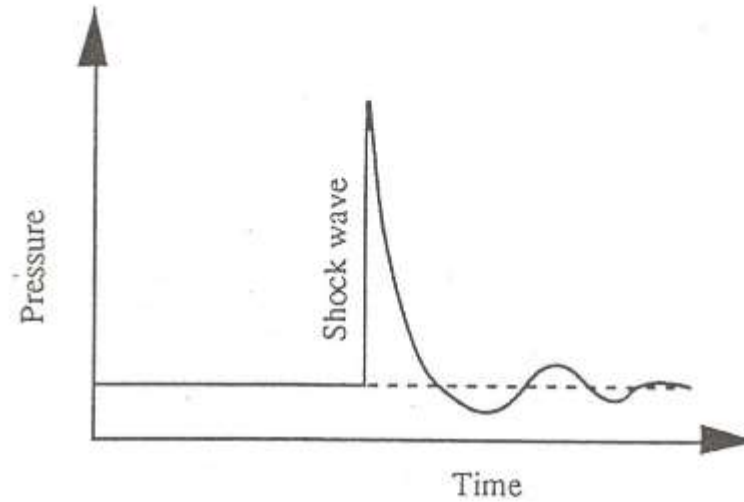


Confined explosion within a tank.

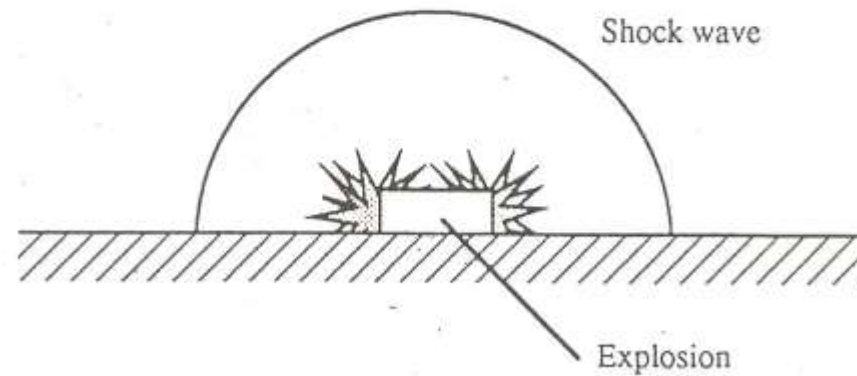
建築物火災發展過程



衝擊波(Shock Wave)



A shock wave followed by a rarefaction wave.



Free field blast wave.

台大有機化學實驗室火災案

93年08月19日



圖1 發生倒塌事故的化學儲藥木櫃位置牆壁



圖2 存放於傾倒木櫃內的化學藥品外包鐵罐
(疑似撞擊火花之起火源)



圖3 位於木櫃傾倒面下方所擺置的有機溶劑儲存鐵桶

起火源分析：鐵器撞擊火花

起火物質：丙酮、甲苯與正己烷等物質

新竹清華大學化學館實驗室失火案

93年8月13日





四公升正己
烷溢流處

圖3. 化學館617 由門往實驗室內看之景象



圖4. 抽風櫃B之位置，抽
風櫃已遭拆除





左圖為置於616室抽風櫃B內之可調式電流控制器



右圖為置於其他實驗室之可調式電流控制器(未受火焰侵襲)



圖9. 可調式電流控制器之電源線路處已呈現熔融塊狀

事故前研究生聽到一聲玻璃破裂聲，發現一瓶四公升正己烷溶劑破裂且溢流四處 隨即以拖把進行清理，於清理過程中正己烷便起火燃燒。

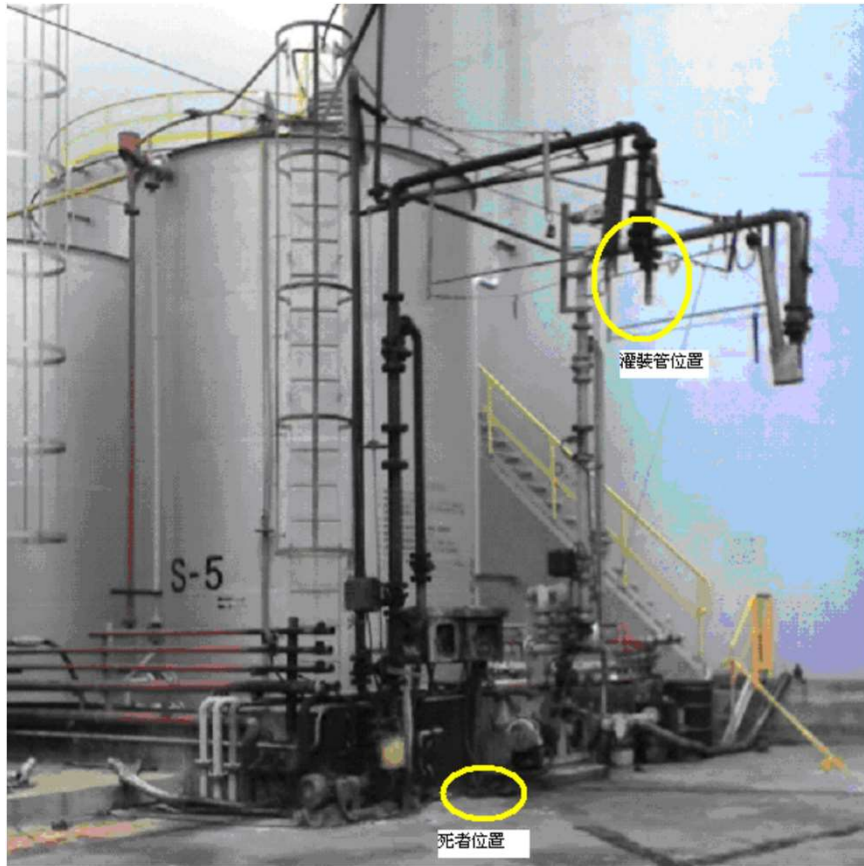
起火源:可調式電流控制器產生之電氣火花引燃

起火物質:正己烷揮發之蒸氣所致

油罐車灌裝意外

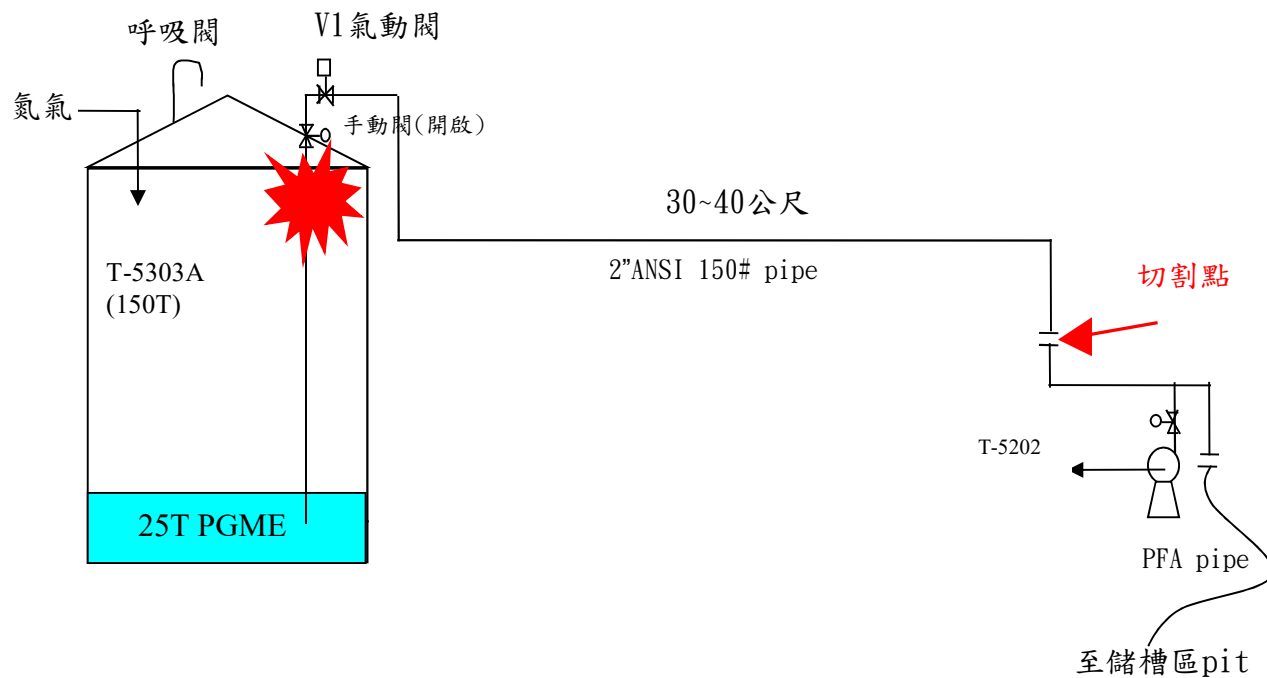
油料無直接接管入油罐中，油料蒸氣雲產生
油品流體流動帶靜電，人員接觸，引發靜電火花





儲槽管線切割 、點焊引起火災爆炸危害

- 事故時間：民國96年6月25日上午09：40
- 地點：某科技有限公司桃園廠
- 事由：
 - 該廠委由承商於二廠儲槽區，進行進料管線切割作業時，管線內易燃性液體遇火源引燃，猛烈火勢引發連串蕈狀雲連鎖爆炸，重達40噸儲槽被震波震飛500公尺。
 - 人員傷亡：造成1人死亡，5人重度灼傷。



於09:30切割一道狹縫後，有液體流出，認為未排空，乃停止切割，以水淋洗流出之溶劑，沖洗了約5-6分鐘。

約09:36去開氣動閥，回到施工點，看到沒有液體流出，再回到槽頂將氣動閥關閉，氣動閥噴出火舌，桶槽搖晃，爆炸彈出，大火竄起。

發生事故現場火球直竄天際

