

防爆電氣設備之風險管理

損害防阻暨職業安全衛生部 李欣鵬
消防設備師、環工技師
2026/05/19

 富邦產險

1

大綱

- 一、從事故案例切入：為什麼這件事會發生？
- 二、危險區域劃分：防爆的起點
- 三、風險管理者視角：我們真正要控制的是什麼？
- 四、防爆電氣風險的四大支柱
- 五、制度落地：如何真正做好
- 六、結論



2

一、從事故案例切入：為什麼這件事會發生？

案例一： 矽橡膠工廠爆炸事故

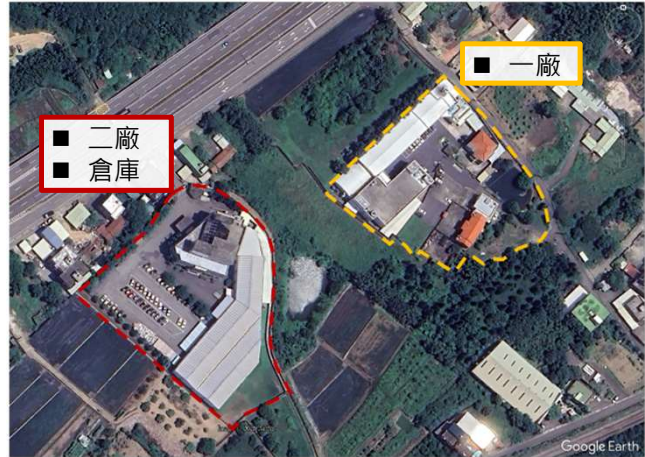
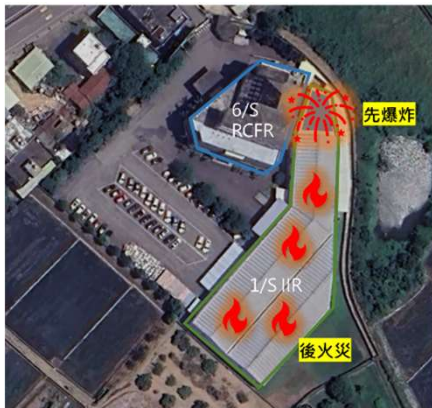
2025年2月 台灣新竹



製程區及倉庫
幾乎全損

公司簡介

創立：1970年成立，於新竹設有兩廠及倉庫
 核心業務：「矽橡膠」原料買賣及產品製造



製程操作



配方



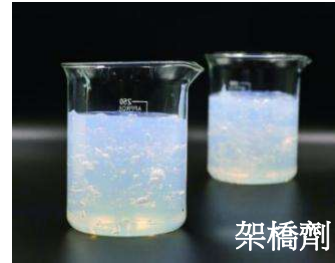
2X kg / 固態粉狀

+



2X kg / 液態

+



3X kg / 液態



事故經過





事故調查-矽粉特性

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance: powder/ granule
 Odor threshold: none
pH: 4.5-9.0 (5% suspension)
 Flammability (solid, gas): none
 Decomposition temperature: no data available
 Auto-ignition temperature: not combustible
 Vapor pressure: approx 0 mm Hg
 Density: 2.0(water=1)
 Partition coefficient (n-octanol /water, log know): no data available

Odor: none.
 Melting point: 1700°C,
 Boiling point/boiling point range: not applicable
 Flash point: not applicable for solids
 Explosion limits: not applicable
 Vapor density: not applicable
 Solubility: essentially insoluble in water
 Evaporation rate: none

10. STABILITY AND REACTIVITY

Stability:
Stable at normal conditions. Hazardous polymerization does not occur.
 Conditions to avoid:
Do not expose to temperatures above 800°C

Materials to avoid:
 None

Hazardous decomposition products:
None.

- 二氧化矽
- pH 4.5-9.0 (5% suspension)
- 相對穩定
- 不要暴露於800°C以上
- 分解時不產出其他物質

OSG
OSG

SAFETY DATA SHEET
According to the Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)

Review date: January 19, 2024
 Version no. 9.1

1. IDENTIFICATION

Product Name: Hydrated, Synthetic amorphous silica
 OSC Series
 TOKUSIL Series
 OSCMATT Series
 FINESIL Series
 OSC AS Series
 OSC CS Series
 EECOSIL Series

Other Name: Silicon Dioxide
 Recommended use and restriction on use:
 OSC® Series: Rheological control, polishing agent, absorbent of active ingredient, plastics & Micro-porous membrane.
 TOKUSIL® Series: Reinforcing agent in natural/synthetic polymers for tires and non-tire rubber.
 OSCMATT® Series: Multifunctional matting agent designed for paint, ink, adhesive, and fabrics.
 Manufacturer/Supplier name: Oriental Silicon Corporation
 99, Li-Yu Kou, Li-Yu Village Sanyi, Miaoli, 367, Taiwan, R.O.C.
 Contact e-mail address: osg-sales@osgsilica.com
 24hour-emergency telephone/fax number: +886-37-881316 / +886-37-881255

2. HAZARDS IDENTIFICATION







GHS Classification: This product has no classification.
 Oral / Skin / Eye inhalation
 Skin sensitization
 Hazard symbols: Not applicable
 Signal word: Not applicable
 Hazard statements:
 May cause oral irritation if inhaled
 May cause respiratory irritation
 May cause skin irritation
 May cause eye irritation.
 Precautionary statements:
 Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed.
 Take measures to prevent the build up of electrostatic charge.
 Other hazards:

3. COMPOSITION INFORMATION ON INGREDIENTS

Hazardous impurities: no contain the crystalline silica (detection limit <0.01% by weight).
 Chemical Name: Silicon dioxide Hydrated
 Synonyms: Synthetic Precipitated Silica

富邦產險

事故調查-矽油特性

- 甲基氫化聚矽氧烷
- 在酸或鹼的存在下與水或酒精反應會釋放氫氣 
- 閃火點176°C
- 自燃點450°C
- 相對穩定
- 避免水分及引火源
- 避免高溫及接觸鹼性物質分解會釋放氫氣 
- 分解物：二氧化碳、二氧化矽、氫氣 、、、

MOMENTIVE
Version: 2.1
Revision Date: 2021/04/29

TSF 484 EX - drum (200L/200kg)

SAFETY DATA SHEET

1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name: TSF 484 EX
Intended Use: Paper release product

Manufacturer/Importer/Distributor information:
Momentive Performance Materials
No. 227 Liang Road Shanghai
201203 Shanghai
China

Contact person: commercial.services@momentive.com
Telephone: +86-21-2090-4100
Telefax: +86-21-2079-9707
Emergency telephone number: +86-633-8388-9750 (MRC/CH)
Responsible Department: Product Stewardship & Compliance

2 HAZARDS IDENTIFICATION

GHS classification: Not classified
GHS label elements: Not applicable

Symbol(s):
Signal Word: Not applicable
Hazard Statement(s): Not applicable
Precautionary Statement Prevention: Not applicable
Response: Not applicable
Storage: Not applicable
Dispose: Not applicable

Other hazards which do not result in classification:
Primary hazards: No data available.

MSDS_TW

MOMENTIVE
Version: 2.1
Revision Date: 2021/04/29

TSF 484 EX - drum (200L/200kg)

Specific hazards: No data available.

3 COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical nature: Methylhydrogenopolysiloxane

Substances
Composition Comments: No hazardous ingredients.

4 FIRST AID MEASURES

Inhalation: Move to fresh air. Get medical attention.
Eye contact: In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.
Skin Contact: Wash skin thoroughly with soap and water. Get medical attention promptly if symptoms occur after washing.
Ingestion: Do NOT induce vomiting. If conscious, drink plenty of water. Do not give MCM anything to drink if he is unconscious.
Likely Acute or Delayed Symptoms/Effects: Treatment is symptomatic and supportive.
Notes to the physician: No data available.

5 FIRE-FIGHTING MEASURES

Extinguishing media: Carbon Dioxide, Alcohol resistant foam, Water fog.
Unsuitable extinguishing media: Avoid water in straight hose stream; will scatter and spread fire.
Unusual Fire & Explosion Hazards: Reacts with water or alcohol in presence of acids or bases to release hydrogen (flammable gas). Use water spray to keep fire-exposed containers cool in case of fire; hydrogen fluoride may be formed. Vapours may form explosive mixture with air. Vapours may travel considerable distance to a source of ignition and flash back. Ground container and transfer equipment to eliminate static electric sparks.
Special fire fighting procedures: Remove sources of combustion. Extinguish the fire using fire-fighting media listed above. Cool surrounding tanks, buildings and so on by spraying with water to prevent the fire extension. The fire fighting should be done from the windward side, with suitable respiratory protective device, if necessary.

Protective Measures: Self-contained breathing apparatus. Wear appropriate personal protective equipment. Wear suitable protective clothing.

6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions: Keep up-wind to avoid fumes. Keep unprotected persons away. Use personal protective equipment. Keep up-wind.

MSDS_TW

事故調查-架橋劑特性

有機過氧化物分類

A	任何有機過氧化物，其包裝品可能爆轟或迅速爆燃
B	任何具有爆炸性質的有機過氧化物，其包裝品在運輸中時不會爆轟或迅速爆燃，但在包裝中可能發生熱爆炸
C	任何 具有爆炸性質 的有機過氧化物，其包裝品時不會爆轟、迅速爆燃或發生熱爆炸
D	任何有機過氧化物，在實驗測試時： (i) 部分爆轟，但不迅速爆燃且在密閉條件下受熱不呈現任何劇烈反應；或 (ii) 不會爆轟，但可緩慢爆燃且在密閉條件下受熱不呈現劇烈反應；或 (iii) 不會爆轟或爆燃且在密閉條件下受熱呈現中等反應。
E	任何有機過氧化物，在實驗測試中，不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應
F	任何有機過氧化物，在實驗測試中，在空化狀態下不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應且爆炸力弱或無爆炸力
G	既絕不在空化狀態下爆轟也絕不爆燃，在密閉條件下加熱時無反應，而且無任何爆炸力。若該物質或混合物是熱穩定的，對於液體混合物，所用脫敏稀釋劑的沸點不低於 150°C。

Safety Data Sheet
According to Regulation (EU) No. 1907/2006 (REACH), Annex II

Revision date: 01/03/2024

Enox 101-94

SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY UNDERTAKING

易燃性液體分類

	閃點	沸點
1	< 23°C	≤ 35°C (95°F)
2	< 23°C	> 35°C (95°F)
3	23°C ≤ FP ≤ 60°C	不限
4	60°C < FP ≤ 93°C	不限

SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP/GHS)

Hazard classes and hazard categories (H) → Hazard Statements Code(s)

Organic peroxide Category 2 → H242

Self-heating Category 3 → H252



Flammable liquids Category 4 → H227

Additional information
Full text of H-statements(s): see section 9.

2.2 Label elements

Labeling according to Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP/GHS)

Product identifier:
Chemical name: 2,5-Dimethyl-2,5-Bis(4-tert-butylphenyl)-2,5-dimethylhexane-3,3-diol

Hazard pictogram(s):  

Signal word: Danger

Hazard statement(s):

■ 有機過氧化物 (C型)
■ 易燃性液體 (4型)

- Page 1 / 9 -

Safety Data Sheet

According to Regulation (EU) No. 1907/2006 (REACH), Annex II



Revision date: 01/03/2024

H242 Heating may cause a fire.
H315 Causes skin irritation.
H227 Flammable liquids.

Precautionary statements:

Prevention: P210 Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking.
P234 Keep only in original packaging.
P240 Ground and bond container and receiving equipment.
P264 Wash hands thoroughly after handling.
P280 Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection/hearing protection.
Response: P302+P352 IF ON SKIN: Wash with plenty of water.
P321 Specific treatment.
P332+P317 If skin irritation occurs: Get medical help.
P362+P364 Take off contaminated clothing and wash it before reuse.
Storage: P270+P273 In case of fire: Use water spray, foam, sand, dry chemical powder, CO₂ to extinguish.
P403+P235 Store in a well-ventilated place. Keep cool.
P410 Protect from sunlight.
P411 Store at temperatures not exceeding 40°C.
P420 Store separately.

Disposal: P501 Dispose of contents/container in accordance with local/regional/national/international regulations.

Supplemental Hazard information (EU):

No information available.

Special rules for supplemental label elements for certain mixtures:

No information available.

2.3 Other hazards

No information available.

Autospontaneous ignition can never be excluded. Wash hands thoroughly after handling or contact. Keep working clothing separately and do not take them home.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Store in accordance with local/national regulations. Keep away from food, drink and animal feeding stuffs. Store in a dry well ventilated place away from sources of heat and direct sunlight. Store separate from other chemicals. Keep only in the original container. Keep container upright to prevent leakage.

For maximum quality store between 10 and 40 °C. If product freezes or separates, contact QSCHEM.

7.3 Specific end use(s)

Not available.

SDS詳細記載危害性

- 遠離任何形式引火源
- 僅得以原包材包裝
- 容器應接地
- 保存於通風良好且陰涼處
- 保存溫度不超過40°C
- 獨立存放

■ 分解物/可燃性產物：

二氧化碳、一氧化碳、丙酮、叔丁醇、甲烷、叔戊醇、乙烷

- 蒸氣與空氣混和產生爆炸混合物
- 建議使用T3溫度組別的電氣設備
- 無法完全排除自燃的可能性

SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1 Information on basic physical and chemical properties

Appearance: Liquid
Colour: slightly yellow
Odour: Characteristic
pH: No data available.
Melting point/freezing point: 8 °C
Boiling point: Not applicable (Decomposes)
Flash point: 80 °C
Vapour pressure: 0.0029 kPa at 20 °C
Density: 0.870 g/ml at 20 °C
Refraction index: 1.420 at 20 °C
Solubility(ies): Immiscible in water, soluble in most organic solvents.
Partition coefficient (n -octanol/water): Log Kow = 6.55 (EPI SUITE) (PBT screening)
Explosive properties: No data available.
Viscosity: 8 mPa.s at 20 °C
Active oxygen content: 10.36-11.02%

Self-accelerating decomposition temperature(SADT): 80 °C

9.2 Other information

No data available.

SECTION 10: STABILITY AND REACTIVITY

10.1 Reactivity

Polymerization does not occur.

10.2 Chemical stability

A dangerous self-accelerating decomposition reaction and, under certain circumstances, explosion or fire can be caused by thermal decomposition at and above the following temperature: 80 °C.

10.3 Possibility of hazardous reactions

A dangerous self-accelerating decomposition reaction and, under certain circumstances, explosion or fire can be caused by direct contact with incompatible substances or by thermal decomposition at and above the SADT.

10.4 Conditions to avoid

Avoid temperatures below 10 °C. To maintain quality store in original closed container below: 40 °C.
Avoid shock and friction. Confinement must be avoided.

10.5 Incompatible materials

Avoid contact with rust, iron and Copper. Contact with incompatible materials such as acids, alkalies, heavy metals and reducing agents will result in hazardous decomposition. Do not mix with peroxide accelerators. Use only Stainless steel 316, PVC, polyethylene or glass-lined equipment.

10.6 Hazardous decomposition products

Hazardous decomposition products, Acetone, tert-Butanol, Methane, tert-Amyl alcohol, Ethane.

10.7 Other information

- 閃火點80°C
- 自加速分解溫度80°C
- 除了溫度以外，與不相容物質接觸也可能引發自加速分解
- 避免溫度低於10°C
- 避免碰撞和摩擦
- 避免與鏽、鐵、銅、還原劑、酸、鹼和重金屬化合物接觸，不然會發生危害性分解。
- 僅使用不銹鋼316、PVC、聚乙烯或玻璃內襯的設備

調查結論

- 攪拌槽噴出白煙原因無深入探究 (也不易探究)



秤料錯誤造成配方比例出錯的可能性?
攪拌機轉速設定錯誤的可能性?
雜質參入的可能性?
設備材質產生鏽蝕可能性?



- 綜合各項資料 (SDS、設備、CCTV)，白煙應存在可燃性氣體，發生**有機過氧化物**自加速分解機率較大，並接近UEL濃度，故爆炸強度及火勢較大
- 由於作業區內非屬防爆區域，亦無有效通風，因此引火源可能來自**電氣設備**或是**靜電**

致命缺陷：使用有機過氧化物，未能辨識風險做好適當防護，未依SDS建議劃分**危險區域**，電氣設備**並非防爆設計**。



案例二：

Watson Grinding 爆炸事故

2020年1月24日凌晨4:24 德州休士頓



3 人死亡 (2名員工，1名居民)

>450 棟建築物受損

~2600磅 丙烯洩漏

破產永久停業

公司簡介

擁有60年歷史的專業精密製造廠

創立：Watson Grinding and Manufacturing 於1960年創立。

核心業務：從精密研磨工坊，發展為專精於**熱噴塗塗層技術 (thermal spray coatings)**的製造廠。

關鍵技術：**高速氧燃燒噴塗(HVOF)**，為高腐蝕性環境中的金屬零件延長壽命。

客戶產業：化工廠、礦業、石油煉製、發電、航太等多個高階工業領域。

設施規模

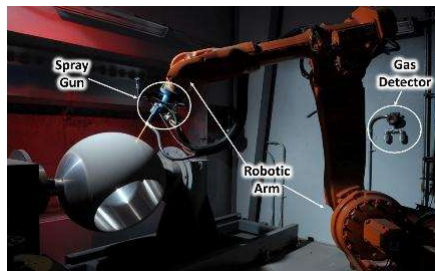
事故發生時約有130名員工

廠區內設有塗裝棟、閥門修復廠(二樓設有健身房)



HVOF噴塗製程

1. 混合與燃燒：丙烯和氧氣在壓力下混合燃燒。
2. 高速噴射：產生高溫高壓火焰經由水冷噴嘴高速噴出
3. 塗層沉積：金屬或陶瓷粉末由氮氣載送，被火焰高速撞擊並沉積於工作表面

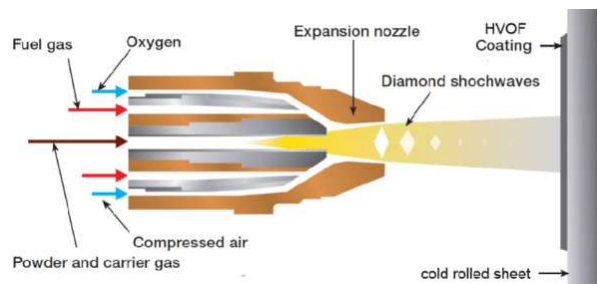


關鍵危害物質-丙烯(Propylene)

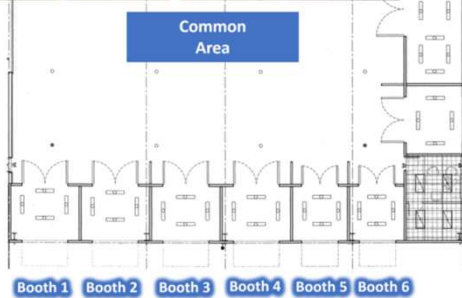
高度易燃

蒸氣比重高於空氣，不易擴散

液化形式儲存及輸送



塗裝棟內配置



塗裝間配置

- 第 1 號與第 2 號塗裝間：用於電漿噴塗(plasma spray coating)作業。
- 第 3 號至第 8 號塗裝間：這六間為 **HVOF 高速氧燃燒噴塗作業區**，配備完整的燃氣與控制系統。
- Common Area**: 用於其他金屬加工作業

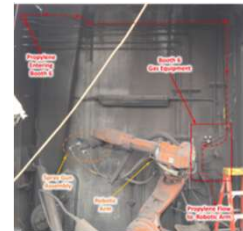
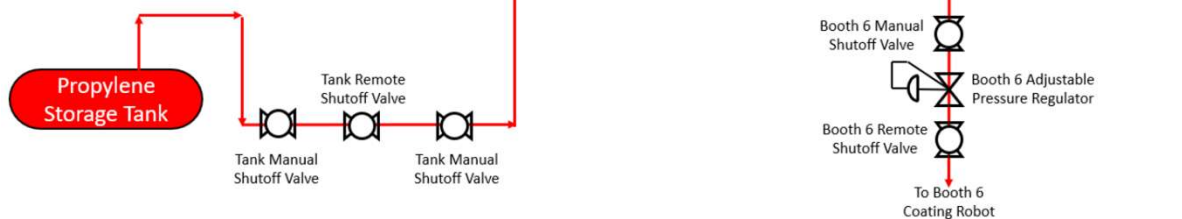
塗裝間結構特性

- 前方設有藍色雙開門，便於物料與設備進出；
- 牆體為混凝土結構，厚度約 10-15 公分，用以提供防火與防爆的基本結構防護能力。

丙烯供應系統

2000加侖儲槽到8個HVOF噴塗間

- 液態丙烯經汽化器後，氣態丙烯經由架設在15英尺高的主管線，分配至各個噴塗間。
- 進入噴塗間後，經過壓力調節器，最終連至機械手臂上的噴槍。



事故經過-一連串錯失的反應時機

前一天 (1/23) 晚上	塗裝主管未關閉丙烯儲槽手動關斷閥 → 丙烯仍持續供應整個系統
03:37 (1/24)	員工一到達健身房運動
03:55	員工二抵達公司，在建築外聞到化學味
04:00	員工二與員工一走到塗裝建築後方，聞到強烈丙烯氣味並聽到巨大洩氣聲。兩名員工回到健身房(未撤離、未報警)
04:04	員工二傳簡訊給塗裝主管：「Booth 4 可能有漏氣，可以聞到也聽得到。」
04:07	員工二打電話給廠長。→ 廠長說「我快到了」→ 但未要求撤離、未通知 911
04:19	主管群組訊息：「Booth 4 可能漏氣，不要啟動作業」
04:23	員工三(塗裝作業員)抵達，停車於塗裝棟旁。員工三使用鑰匙 打開塗裝建築西側門並進入 → 建築內已累積高濃度丙烯氣雲
04:24	員工四抵達公司，看到員工三的車輛停在塗裝棟西側入口，就在員工四停車時，員工三進入後某電氣設備被啟動→ 非防爆電氣產生電火花 → 氣雲爆炸

致命關鍵點

最可能的引火源

- 員工三進入建築後，開啟了靠近主要出入口的室內照明開關。
- 塗裝間被劃分為Class I, Division 2危險場所，但公用區域被視為「非危險區」



致命缺陷：該區域的照明與電氣設備並非防爆設計(not explosion-proof)，任何一個簡單的開關動作，都足以成為引燃聚積很久的易燃氣體的火花。

關鍵失誤



- 未立即撤離現場
- 未阻止他人進入危險區域
- 未立即聯絡緊急應變單位

看似層層的防護？

Waston Grinding建立了多道安全措施，構成一道看似堅強的安全防線。然而....



氣體偵測與自動連鎖

6間HVOF噴塗間設有氣體偵測器。偵測到氣體超標時，應自動發出警報、啟動排風扇，並切斷氣體供應。



火焰偵測與自動關斷

噴槍設有火焰感測器，若火焰熄滅，系統會自動關閉閥門，防止丙烯持續釋放。



門禁安全連鎖

塗裝室的藍色雙開門若未關閉，HVOF系統無法啟動。



緊急停止開關(E-stops)

建築出入口旁設有緊急按鈕，可遠端關閉儲槽的總閥門。



每日人工檢查

操作員每日上班前須用肥皂水進行洩漏檢查。

第一層失誤：劣化的軟管及不當的維修

CSB調查確認，丙烯洩漏源自第4號塗裝間的一條紅色橡膠焊接軟管 (Grade R flexible red rubber welding hose)，該軟管自接頭處脫落。

缺少變更管理(MOC)制度

舊做法：使用原廠壓接(factory-crimped)的軟管總成。

新做法：幾年前公司改為由塗裝操作員自行壓接的替換軟管。

結果：缺少標準化程序與品質控制，導致壓接瑕疵。



第二層失誤：失效的安全連鎖功能

事故發生時，第4號塗裝間的自動化氣體偵測、警報和關斷系統完全沒有運作。

系統應有功能(但未發生)

- ⚠ 偵測與警報：氣體偵測器應偵測到丙烯蓄積，並觸發聲光警報。
- ⚠ 啟動通風：PLC應自動啟動排風扇，將洩漏的氣體排出。
- ⚠ 遠端遮斷：PLC應自動關閉丙烯儲槽的遠端關斷閥，從源頭切斷洩漏。

若系統正常運作，即可能避免丙烯危險濃度的形成與隨後的爆炸

被忽視的警訊



2013、2016、2019：多次有報告指出，該安全系統未連接至控制電腦



2020年1月初(爆炸前兩周)：再次有報告反映同樣問題

結論：長達數年知道一關鍵安全系統處於**失效狀態**，卻未採取積極有效的修復措施

第三層失誤：不一致的操作程序及被合理化的捷徑

事故前一晚作業結束後，塗裝主管並未關閉位於丙烯儲槽的兩個手動關斷閥。

程序的演變與鬆懈



原始規定(2010年)：規定下班前應隔離丙烯儲槽



後來的實務：隨著時間的推移，此規定執行變得一致



主管的理由：若每天關閉閥門，會導致隔天早班啟動延遲。只有**預期停機超過24小時**時，才會關閉閥門。

後果

由於儲槽未被隔離，當第4號塗裝間的軟管在夜間脫落時，**2000加侖儲槽內的丙烯持續洩漏**至塗裝棟內數小時，提供爆炸充足的燃料。

公司在操作程序與安全文化有嚴重缺陷。



二、危險區域劃分：防爆的起點

從上述案例中~

檢討危險區域劃分

「該區域是否在任何合理情境下，可能出現可燃氣體達爆炸下限（LEL）？」

危險區域劃分及防爆電氣使用法源依據

職業安全衛生設施規則

第177條：雇主對於作業場所有**易燃液體之蒸氣、可燃性氣體**或爆燃性粉塵以外之**可燃性粉塵滯留**，而有爆炸、火災之虞者，應依危險特性採取通風、換氣、除塵等措施外，並依下列規定辦理：

- 一、指定專人對於前述蒸氣、氣體之濃度，於作業前測定之。
- 二、**蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十以上**時，應即刻使勞工退避至安全場所，並停止使用煙火及其他為點火源之虞之機具，並應加強通風。
- 三、使用之電氣機械、器具或設備，應具有**適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造**。

前項第三款所稱電氣機械、器具或設備，係指包括**電動機、變壓器、連接裝置、開關、分電盤、配電盤等電流通之機械、器具或設備及非屬配線或移動電線之其他類似設備**。

職業安全衛生設施規則

第177-1條：雇主對於有爆燃性粉塵存在，而有爆炸、火災之虞之場所，**使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造**。

第177-2條：雇主對於前二條所定應有防爆性能構造之電氣機械、器具、設備，於中央主管機關公告後新安裝或換裝者，應使用**符合中央主管機關指定之國家標準、國際標準或團體標準規定之合格品**。

前項合格品，指經中央主管機關認可公告之機構**實施型式認證合格，並張貼認證合格標識者**。

第177-3條：雇主對於具防爆性能構造之移動式或攜帶式電氣機械、器具、設備，應於每次使用前檢查外部結構狀況、連接之移動電線情況及防爆結構與移動電線連接狀態等；遇有損壞，應即修復。

第188條：雇主對於存在易燃液體之蒸氣、可燃性氣體或可燃性粉塵，致有引起爆炸、火災之虞之工作場所，應有**通風、換氣、除塵、去除靜電等必要設施**。

雇主依前項規定所採設施，不得裝置或使用有發生明火、電弧、火花及其他可能引起爆炸、火災危險之機械、器具或設備。

職業安全衛生設施規則

第13條：本規則所稱**易燃液體**，指下列危險物：

- 一、乙醚、汽油、乙醛、環氧丙烷、二硫化碳及其他閃火點未滿攝氏零下三十度之物質。
- 二、正己烷、環氧乙烷、丙酮、苯、丁酮及其他閃火點在攝氏零下三十度以上，未滿攝氏零度之物質。
- 三、乙醇、甲醇、二甲苯、乙酸戊酯及其他閃火點在攝氏零度以上，未滿攝氏三十度之物質。
- 四、煤油、輕油、松節油、異戊醇、醋酸及其他閃火點在攝氏三十度以上，未滿攝氏**六十五度**之物質。

第15條：本規則所稱**可燃性氣體**，指下列危險物：

- 一、氫。
- 二、乙炔、乙烯。
- 三、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷。
- 四、其他於**一大氣壓下、攝氏十五度時，具有可燃性之氣體**。

用戶用電設備裝置規則 (經濟部能源署)

第464條 前條所稱**危險場所**為存在下列危險物質之場所：

- 一、存在易燃性氣體、易燃性或可燃性液體揮發氣（以下簡稱爆炸性氣體）之危險場所，包括第一類第一種場所、第二種場所，或0區、1區、2區之場所。
- 二、存在可燃性粉塵之危險場所，包括第二類第一種場所、第二種場所，或20區、21區、22區之場所。
- 三、存在可燃性纖維或飛絮之危險場所，包括第三類第一種場所、第二種場所或20區、21區、22區之場所。

第466條

- 一、**易燃性液體**：指閃火點低於攝氏**37.8度**（華氏100度），且在攝氏37.8度時其雷氏揮發氣壓力（Reid vapor pressure）為二百七十六千帕斯卡（四十磅力每平方英寸）絕對壓力以下之液體。
- 二、**可燃性液體**：指閃火點在攝氏**37.8度**（華氏100度）以上，且低於攝氏**93.3度**（華氏200度）之液體。
- 三、**可燃性粉塵**：指任何直徑小於四百二十微米之微細固體粉末，且當擴散於空氣中並被點火時，有火災或爆炸性危險者。

工業用機器人危害預防標準

第 15 條

雇主設置之機器人，應具有適應環境之下列性能：

- 一、不受設置場所之溫度、溼度、粉塵、振動等影響。
- 二、於易燃液體之蒸氣、可燃性氣體、可燃性粉塵等滯留或爆燃性粉塵積存之場所，而有火災爆炸之虞者，其使用之電氣設備，應依危險區域劃分，具有適合該區域之防爆性能構造。



危險區域等級分類

日本 (JIS)	美國 (NEC 500)	美國 (NEC 505)	歐洲 (IEC60079) 台灣 (CNS3376)
0種	Class 1 Division 1	Zone 0	Zone 0
1種		Zone 1	Zone 1
2種	Class 1 Division 2	Zone 2	Zone 2

JIS : Japanese Industrial Standards (日本工業標準)

NEC : National Electrical Code (美國國家電工規則)

IEC : International Electro-technical Commission (國際電工委員會)

定義

Zone 0	Zone 1	Zone 2
指爆炸性氣體環境持續存在、長時間存在，或經常出現的區域。	指在正常操作情況下，爆炸性氣體可能偶爾出現的區域。	指在正常操作情況下不太可能出現爆炸性氣體環境，但一旦發生，其存在時間僅為短暫期間的區域。

Zone 0

設備環境中充滿爆炸性氣(液)體，該場所已隨時處於危險狀態下，只要稍微有微小火花即可能爆炸起火，**此區域通常不使用電氣設備。**

- 裝有揮發性易燃液體之通氣儲槽或容器內部
- 使用揮發性易燃液體調漆時，不充足通風之噴漆室或塗裝室內部
- 揮發性易燃液體儲存用之浮頂槽，內部及外部槽頂之間
- 揮發性易燃液體存在之開放式容器、桶槽和窪地內部
- 揮發性溶劑之排氣風管(管道)內部
- 通風不足之箱體內，如分析易燃性氣體之儀器。

Zone 1

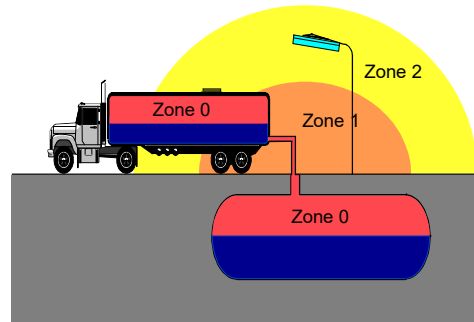
設備環境中，在正常操作下，爆炸性氣體已具危險性，在修理或維護時之洩漏即形成危險的場所謂之。

- 揮發性易燃液體或液化易燃性氣體從一個容器倒入另一個容器的場所，或使用溶劑進行噴灑或上漆作業之鄰近場所。
- 進行易燃性溶劑蒸發作業的乾燥室或隔間內部，其具充足通風。
- 使用揮發性溶劑進行油脂或油萃取作業設備之通風場所。
- 清洗或印染工廠中，使用易燃性溶劑之場所。
- 易燃性氣體可能洩漏之充足通風氣體產生室或氣體製造工廠之部分場所。
- 不充足通風的易燃性氣體或液體泵室。
- 放置儲存揮發溶劑之開口、輕旋塞或易破損容器之冰箱或冷凍內部。
- 爆炸性氣體場所環境在正常作業下可能存在之場所，但未劃分為0區之場所。

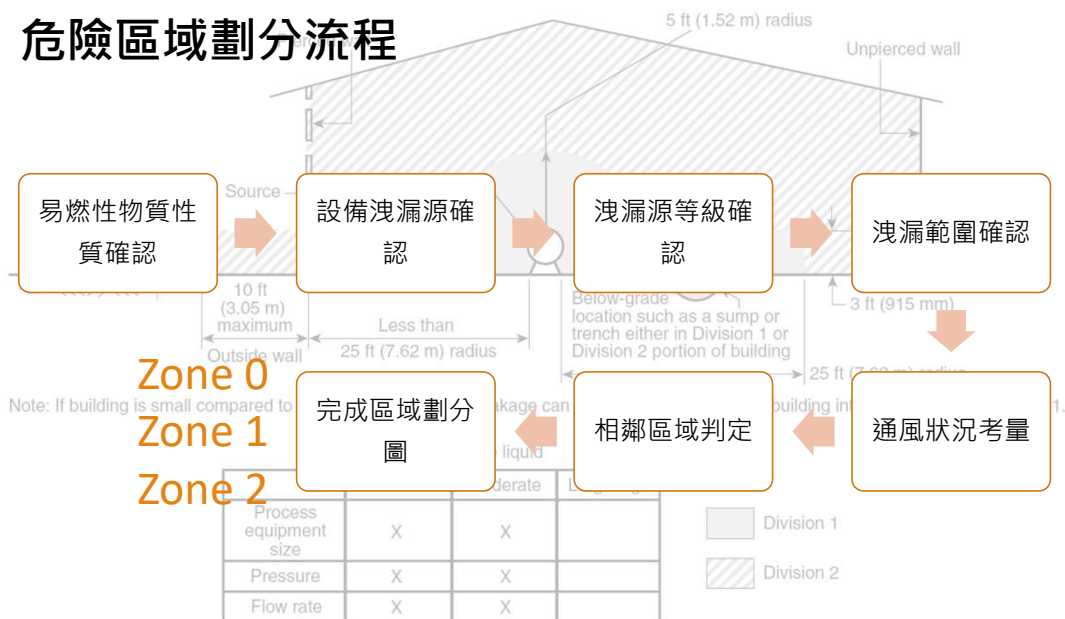
Zone 2

設備環境中，爆炸性氣(液)體已被控制住而使用，但若異常撞擊破壞結構，可能使危險氣(液)體溢出而發生危險的場所謂之。

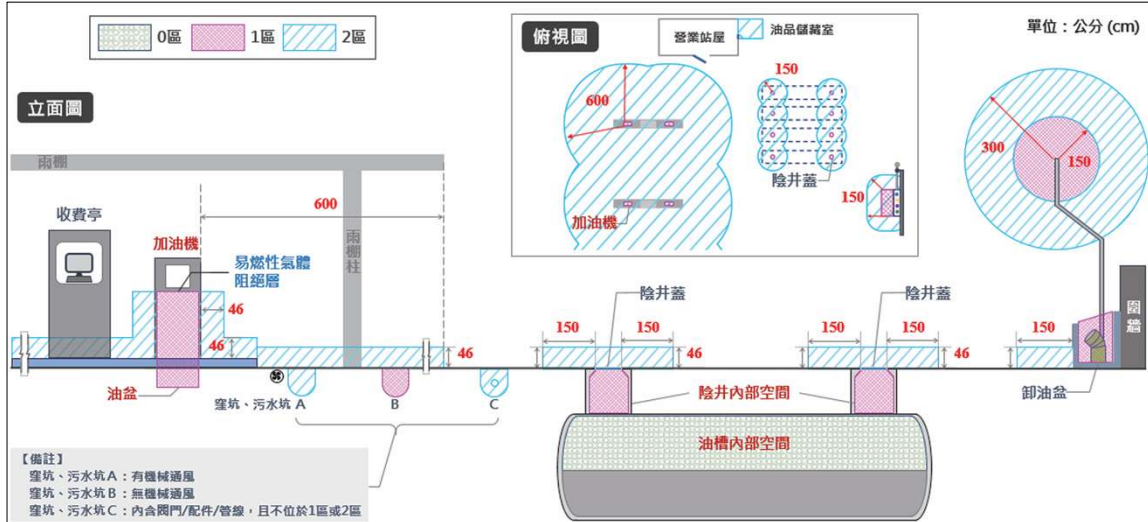
- 經常被劃為2區之場所，為使用易燃性液體或易燃性氣體或蒸氣之場所，並且該場所僅於意外或某些不經常作業情況下才會變成危險區。



危險區域劃分流程



加油站危險區域劃分指引



洩漏等級

連續洩漏 Zone 0

- 洩漏是連續性的或預期長時間發生者

主要洩漏 Zone 1

- 洩漏預期周期性發生或在正常時偶而會發生者

次要洩漏 Zone 2

- 洩漏不預期在正常時會發生，發生亦不頻繁且時間很短者

■洩漏等級決定於洩漏之**頻率和期間**，與洩漏之速率、量、通風等級、流體特性無關。

■石油協會(IP, Institute of Petroleum)建議量化參考數據：

- 連續洩漏：1000(時/年)以上
- 主要洩漏：10~1000 (時/年)間
- 次要洩漏：10 (時/年)以下

通風程度

- **高度通風**-可使洩漏源釋出之爆炸性氣體馬上減少並保持在爆炸下限以下。(通常為室外環境)
- **中度通風**-可控制氣體集中情況，使其邊界區域形成濃度低於LEL的穩定情況，並且當洩漏停止後之過渡期間，爆炸性氣體也不會殘留。
- **低度通風**-當洩漏時，並不能對釋出的氣體加以控制。

通風有效度

- **良好**-可穩定持續的運轉(具備份設計)。戶外最小風速0.5m/s持續出現。
- **中等**-正常狀況下運轉，但允許短暫時段不連續運轉(具連鎖功能)。
- **差**-通風不如良好與中等況狀，但是不能長時間發生不連續運轉。

		通風程度					
		高 理想		中 實務		低	
洩漏等級	有效性 基準						
	良好	中等	差	良好	中等	差	良好、中等或差
連續	(0區 NE) 非危險區 ¹⁾	(0區 NE) 2區 ¹⁾	(0區 NE) 1區 ¹⁾	0區	0區 + 2區	0區 + 1區	0區
主要	(1區 NE) 非危險區 ¹⁾	(1區 NE) 2區 ¹⁾	(1區 NE) 2區 ¹⁾	1區	1區 + 2區	1區 + 2區	1區或 0區 ³⁾
次要 ²⁾	(2區 NE) 非危險區 ¹⁾	(2區 NE) 非危險區 ¹⁾	2區	2區	2區	2區	1區 甚至0區 ³⁾
1)(0區 NE)，(1區 NE)或(2區 NE)表示在正常操作的情況下，理論上正常狀況危險區域幾乎是能被忽略的。 2)由次要洩漏源造成的2區有可能累積超過其一般分佈而成為主要或連續性的洩漏，在這些例子中，將需要考慮更大的距離。 3)當通風不良時，實際上爆炸性氣體環境近似是連續性存在的。(接近不通風狀態)，則為0區。							
備註：“+”代表“被圍繞”							

開口類型

開口分類_開口分為A、B、C、D四類，具有以下特徵：

- **A型** – 不符合B型、C型或D型指定特徵的開口
 - 用於通道或公用設施的開放式通道，例如穿過牆壁、天花板和地板的風管和管道；
 - 房間、建築物中的固定通風口，以及經常或長期開啟的類似B型、C型和D型開口。
 - **B型** – 正常情況下關閉（例如：自動關閉）且不常開啟，且密封良好的開口。
 - **C型** – 正常情況下關閉且不常開啟的開口，符合B型，且沿整個周邊也配有密封裝置（例如：墊片）；或兩個串聯的B型開口，具有獨立的自動關閉裝置。
 - **D型** – 正常情況下關閉，符合C型，且只能通過特殊手段或在緊急情況下開啟的開口。
- D型開口被有效密封，例如在公用設施通道中（例如：風管、管道），或可以是一個靠近危險區域的C型開口與一個串聯的B型開口的組合。

相鄰開口之洩漏等級判定

開口上游的區域	開口類型	考慮為釋放源的開口 釋放等級
0 區	A	連續
	B	(連續)/主要
	C	次要
	D	無釋放
1 區	A	主要
	B	(主要)/次要
	C	(次要)/無釋放
	D	無釋放
2 區	A	次要
	B	(次要)/無釋放
	C	無釋放
	D	無釋放

註：對於括號中顯示的釋放等級，在設計中應考慮開口的運行頻率。

未妥善規劃案例層出不窮



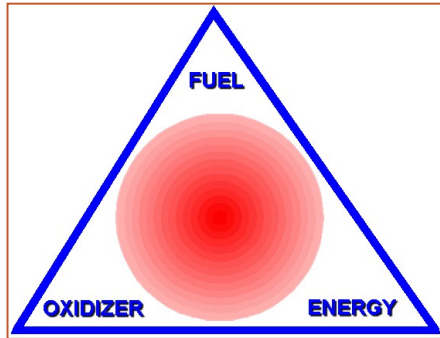
鐵件以去漬油清洗場所，未劃分防爆區域



室內溶劑儲存(無強制通風環境)未劃分防爆區域，同區域內電氣使用情況

三、風險管理者視角：我們真正要控制的是什麼？

火災爆炸的條件



濃度條件

爆炸上下限(UEL, LEL)

足夠濃度之危險物質(危險氣體,蒸氣,粉塵)

最低需氧濃度 (Minimum Oxygen Concentration, MOC)

足夠濃度之助燃物(氧氣)

能量條件

最小著火能量 (Minimum Ignition Energy, MIE)

足夠能量之點火源(火花、熱能)

在可能充滿易燃氣體或粉塵的環境中，為了避免火災爆炸事故發生...

我們能控制的是什麼



2025年11月19日，安徽黃山化工廠發生爆炸



2025年8月12日，福建廈門市海滄區新陽工業區一化工廠發生爆炸

洩漏 → 引燃



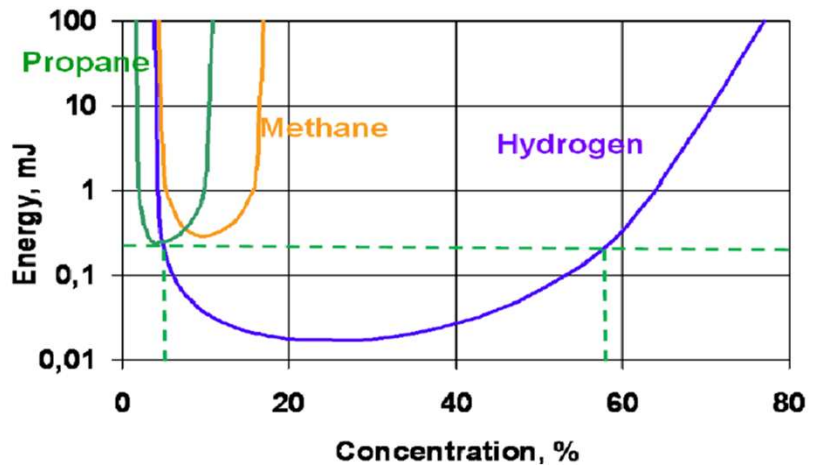
2025年9月21日下午，山西省運城河津市一化工廠發生爆炸

2025年5月27日，中國山東省高密市傳出重大工安事故，一間化工廠突然發生爆炸

點火源

- 熱表面
- 明火
- 機械性火花
- 電氣性火花
- 雜散電流
- 陰極防蝕
- 靜電、閃電
- 無線射頻
- 電磁輻射
- 電離輻射
- 超聲波
- 化學放熱反應
- 絕熱壓縮、震波

可燃性氣體特性



為何防爆電氣受保險業關注？

防爆電氣是點火源控制的最後一道防線



從保險觀點來看

- 這類事故屬於低頻率X高嚴重度
- 常伴隨爆炸、嚴重火災、長期停工

財產損失



營業中斷

四、防爆電氣風險的四大支柱

風險評估的四大關鍵支柱



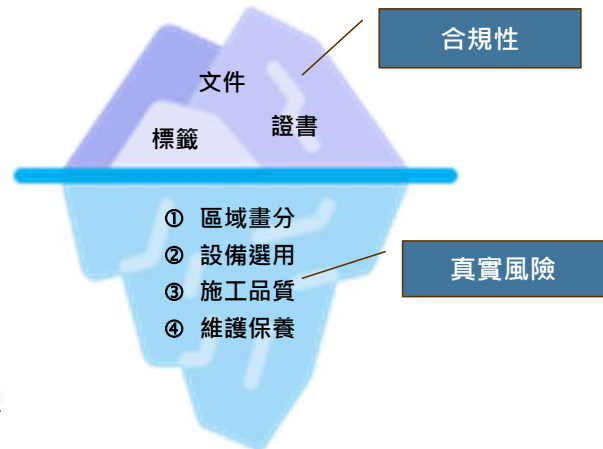
支柱一：
危險區域劃分可信度



支柱三：
安裝與施工品質

支柱二：
設備選型與設計正確性

支柱四：
隨時間劣化的完整性



任何一個支柱出現缺失，都足以
使整個防爆安全系統失效

合不合规是一回事，保險業更關
切冰山下的風險

支柱一：危險區域劃分

您的危險區域劃分圖，真實反映現場風險嗎？

分區是否真實反映：

- 實際的製程條件
- 所有可能的洩漏情境
- 現場的通風條件

圖面是否隨著變更管理或製程調整而即時更新

常見高風險樣態



- 設計與現實不符：實際為Zone1環境，但設計為Zone2標準。
- 管理漏洞：臨時設備、維修用電氣工具未被納入分區考量。
- 紙上作業：區域分類僅存在於設計文件，為落實於現場標示及管理。



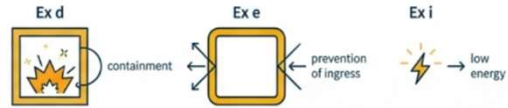
區域分類錯誤，等同於全廠防爆設計基礎全面失效

支柱二：設備選用正確性

您的防爆設備選型，是基於真實風險還是預算考量？

防爆 \neq 絕對安全

- 常見防爆類型：Ex d(耐壓防爆)、Ex e(增安防爆)、Ex i(本質安全)、Ex p(正壓防爆)
- 選型是否為成本考量
- 在更種失效狀態下，哪一形式的後果最重



不同型式的防爆電氣，伴隨不同的風險輪廓及維護方式。



錯誤的設備選型，形同無效的防護及低估事故後果

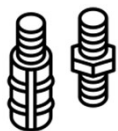
支柱三：施工品質及正確性



使用未經認證，或安裝方式錯誤的電纜接頭、Y型接頭。



外殼蓋或螺栓未鎖緊，導致耐壓防爆等級失效。



螺紋圈數不足。



零組件、防爆粉等未確實使用。



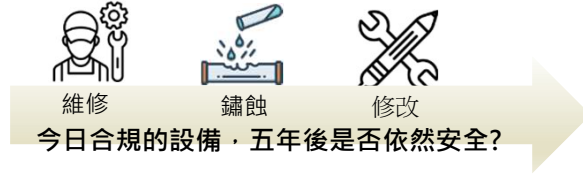
錯誤的安裝方式無法發揮作用，形同一般電氣設備。

支柱四：維護與保養

防爆不是一個一次性的「狀態」，而是一個需要持續維持的「完整性」。



常見高風險樣態



- 使用非原廠零件更換。
- 外殼或零件出現鏽蝕、損傷或變形
- 擅自改造、新增零件或缺件



防爆電氣安全屬於狀態性風險，而非文件型合規。

評估觀念的轉換

文件型合規



設計、採購、認證文件



狀態性風險



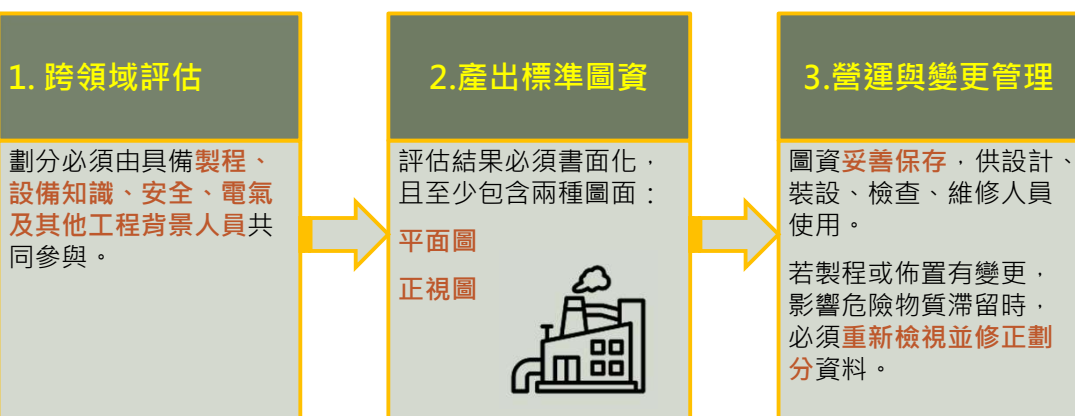
管理方式、物理性狀態、劣化等實際情況

五、制度落地：如何真正做好

主題一：危險區域劃分

CNS 3376-10

IEC 60079-10



主題二：防爆電氣設備選用

機械器具安全防護標準

第110條

用於氣體類之防爆電氣設備，其性能、構造、試驗、標示及危險區域劃分等，應符合國家標準CNS 3376系列、國際標準IEC 60079系列或與其同等之標準規定。

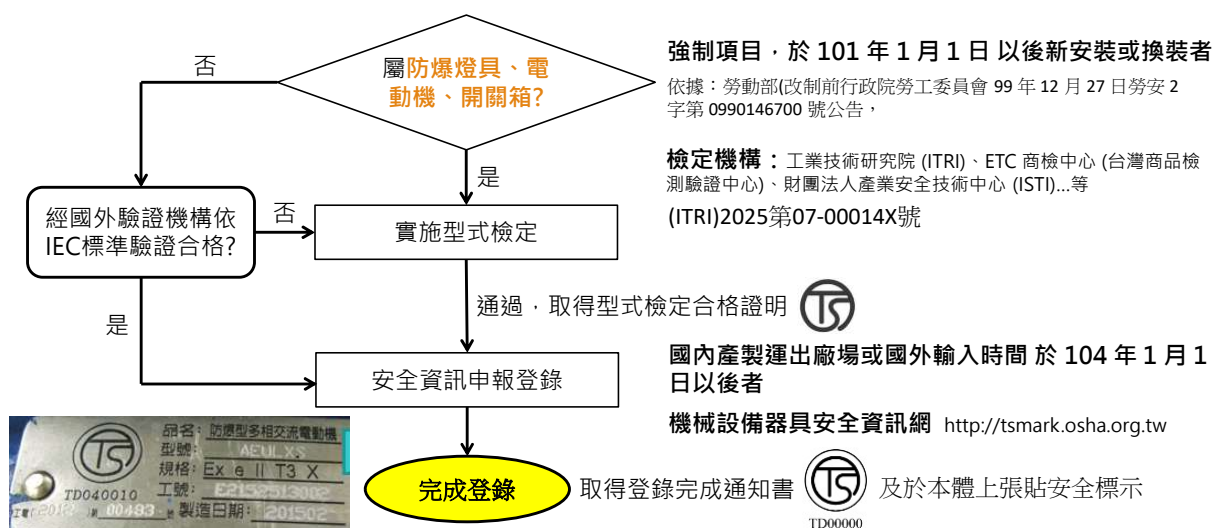
前項國家標準CNS 3376系列與國際標準IEC 60079系列有不一致者，以國際標準IEC 60079系列規定為準。

第111條

用於粉塵類之防爆電氣設備，其性能、構造、試驗、標示及塵爆場所區域劃分等，應符合國家標準CNS 3376、CNS 15591 系列、國際標準IEC 60079、IEC 61241系列或與其同等之標準相關規定。

前項國家標準CNS 3376、CNS 15591系列與國際標準IEC 60079、IEC 61241系列有不一致者，以國際標準IEC 60079、IEC 61241系列規定為準。

防爆電氣設備目前採型式檢定+安全資訊申報登錄



防爆電氣設備合格驗證標章

認證標章	國家	認證機構	認證標章	國家	認證機構
	台灣	工業技術研究院(ITRI) 財團法人產業安全技術中心(ISTI) 財團法人台灣大電力研究試驗中心 (TERTEC)		加拿大	Canadian Standard Association (CSA)
	美國	Underwriter Laboratories (UL)		國際電工 委員會	
	美國	Factory Mutual (FM)		中國	國家儀器儀表防爆安全監督檢驗站 (NEPSI)
	歐盟 ATEX	德國PTB、EXAM、TUV CERT 法國LCIE、INERIS 荷蘭KEMA 丹麥DEMKO 挪威NEMKO 義大利CESI 西班牙LOM		南韓	Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA)
				俄羅斯	GOST-R



國家標準CNS3376 (對應IEC60079)

CNS 3376-0設備 - 一般要求

CNS 3376-1耐壓防爆外殼構造"d"之設備保護

CNS 3376-2正壓外殼構造"p"之設備保護

CNS 3376-4引燃溫度測試方法

CNS 3376-5填粉防爆構造"q "

CNS 3376-6油浸構造"O"之設備保護

CNS 3376-7增加安全構造"e"之設備保護

CNS 3376-10 危險區域劃分

CNS 3376-10-2區域劃分 - 可燃性粉塵環境

CNS 3376-11本質安全"i "

CNS 3376-12依據最大實驗安全間隙及最小引燃電
流對混合氣體或蒸氣之分類

CNS 3376-13設備保護用之正壓室"p "

CNS 3376-14危險區域之電機設備裝置 (不包含
礦坑用)

CNS 3376-15 保護型式 "n"

CNS 3376-16分析室機械通風防爆構造

CNS 3376-17安裝於危險區域電機設備之檢查和
維護 (不包含礦坑用)

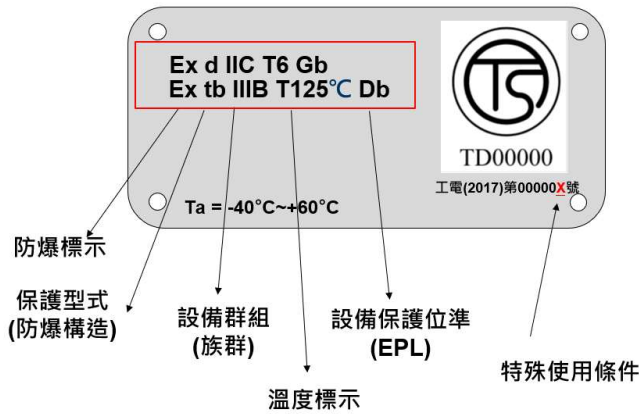
CNS 3376-18 模鑄防爆構造 "m"

CNS 3376-19設備之修理、澈底檢修及再製

CNS 3376-20 與使用電機設備有關之可燃性氣
體與蒸氣之資料

防爆電氣銘牌標示

IEC規格 (與我國方式相同)



- **Ex**** (防爆代號)
- **d**** (防護型式，如耐壓防爆)
- **IIB**** (設備群組，氣體族群)
- **T4**** (溫度分類，最高表面溫度 135°C)
- **Gb**** (設備保護位準 EPL)
- **X**** (表示設備使用有特殊條件)
- **Ta = -40°C ~ +50°C**** (適用的環境溫度範圍)

常見標示要素與對應分類



防護型式(防爆構造)

- **d**** : ** 耐壓防爆外殼 (flameproof)
- **p**** : ** 正壓外殼 (pressurized)
- **q**** : ** 填粉 (powder filled)
- **o**** : ** 油浸 (oil immersion)
- **e**** : ** 增安 (increased safety)
- **i**** : ** 本質安全 (intrinsic safety)
- **n**** : ** 保護型 (type n)
- **m**** : ** 模鑄防爆 (encapsulated)
- **ta / tb / tc**** : ** 粉塵環境使用 (Zone 20 / 21 / 22)



適用群組

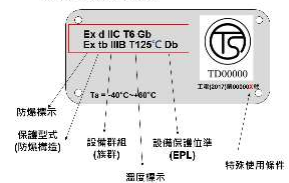
氣體類 :

- **I**** : ** 礦坑專用
- **IIA**** : ** 最弱爆炸性 (如丙烷)
- **IIB**** : ** 中等 (如乙烯)
- **IIC**** : ** 最強 (如氫氣、乙炔)

粉塵類 :

- **IIIA**** : ** 可燃飛絮
- **IIIB**** : ** 非導電性粉塵
- **IIIC**** : ** 導電性粉塵

IEC規格 (與我國方式相同)



各類防爆結構原理 (摘自用戶用電設備裝置規則)：

模鑄構造「m」：指一種能將產生火花或熱量可能點燃周遭爆炸性氣體之電氣組件，以模鑄用複合物封裝使其不會點燃爆炸性氣體之保護型式。

耐壓防爆「d」：指一種封閉箱體可承受進入內部之易燃性混合物爆炸而不致於損壞，且經由接縫或開口處逸出之熱氣，亦不會引燃外部易燃性氣體或揮發氣之封閉箱體保護型式。

增加安全「e」：指一種使用附加之措施提高安全性，防止產生高溫、電弧或火花之保護型式，適用於保護在正常使用或特定不正常情況下不會產生電弧或火花之用電設備或器具。

本質安全「i」：指一種在規定測試條件下產生之火花或熱效應，不會引燃空氣中易燃性或可燃性混合物之保護型式。

油浸「o」：指一種將用電設備或器具浸入保護用之液體中，以防止引燃周遭可能存在之爆炸性混合氣之保護型式。

粉末填充「q」：指一種將可點燃爆炸性混合氣之電氣組件固定，且在其周圍填滿如玻璃或石英之粉末狀填充物，以防止引燃外部爆炸性氣體之保護型式。

正壓「p」：指一種具有維持封閉箱體內保護性氣體之壓力超過外部氣壓，以防止可能存在其外部之爆炸性氣體進入封閉箱體內之保護型式。

保護型式「n」：指一種在正常運轉下，無法引燃周遭爆炸性氣體及降低因故障導致引燃機率之保護型式。

設備保護等級EPL

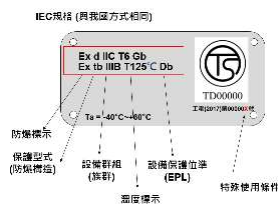


氣體類：

- **Ga：** Zone 0
- **Gb：** Zone 1
- **Gc：** Zone 2

粉塵類：

- **Da：** Zone 20
- **Db：** Zone 21
- **Dc：** Zone 22



溫度分類



- **T1：** 最高 450°C
- **T2：** 最高 300°C
- **T3：** 最高 200°C
- **T4：** 最高 135°C
- **T5：** 最高 100°C
- **T6：** 最高 85°C

特殊條件標示與其他



- **X：** 須依製造商額外說明使用
- **U：** 僅為元件，需搭配系統整體認證
- **IP66：** 防塵、防水保護能力
- **Ta = -40°C ~ +50°C：** 設備適用的環境溫度範圍

氣體\蒸氣族群分類

分類依據 可於CNS3376-20查詢

■ MESG, Maximum Experimental Safe Gap(最大實驗安全間距)

量測易燃性氣體或蒸氣於特定具間隙之密室內引燃爆炸後，不致引燃外部易燃性氣體或蒸氣之最大間隙。

■ MIC ratio, Minimum Ignition Current Ratio(最小引火電流比)

可以點燃最易引燃之氣體/蒸氣與空氣混合物之最小電感性火花電電流，與相同測試條件下，可以點燃最易引燃之甲烷與空氣混合物之最小電感性火花放電電流之比值。

代表氣體	NEC 500	NEC 505 or IEC/CENELEC
丙烷、甲烷、石油、丙酮、乙醇、己烷、丁烷、氨	D $0.75\text{mm} < \text{MESG}$ or $0.80 < \text{MIC ratio}$	IIA $0.9\text{mm} < \text{MESG}$ or $0.8 < \text{MIC ratio}$
乙烯、乙醚、二乙醚、環氧乙烷	C $0.45\text{mm} < \text{MESG} \leq 0.75 \text{ mm}$ or $0.40 < \text{MIC ratio} \leq 0.80$	IIB $0.5\text{mm} < \text{MESG} \leq 0.90 \text{ mm}$ or $0.45 < \text{MIC ratio} \leq 0.8$
氫	B $\text{MESG} \leq 0.45 \text{ mm}$ or $\text{MIC ratio} \leq 0.4$	IIC $\text{MESG} \leq 0.50 \text{ mm}$ or $\text{MIC ratio} \leq 0.45$
乙炔	A	

NEC505 不將氫歸類為IIC群，而是另外標示Group IIB + H2

危險

溫度分類

Maximum Surface Temp.	日本(JIS)	NEC 505 & IEC & CENELEC	美國(NEC 500)
450 Deg. C	G1	T1	T1
300 Deg. C	G2	T2	T2
280 Deg. C			T2A
260 Deg. C			T2B
230 Deg. C			T2C
215 Deg. C			T2D
200 Deg. C	G3	T3	T3
180 Deg. C			T3A
165 Deg. C			T3B
160 Deg. C			T3C
135 Deg. C	G4	T4	T4
120 Deg. C			T4A
100 Deg. C	G5	T5	T5
85 Deg. C	G6	T6	T6

70

CNS 3376-20 氣體/蒸氣可燃性資料表

編號	氣體或蒸氣	分子式	密度 ρ	閃點 °C	燃燒極限				引燃 溫度 °C	MESG mm	溫度 等級 T	群
					下限 容積比%	上限 容積比%	下限 mg/l	上限 mg/l				
22	苯甲醛 Benzaldehyde	C ₆ H ₅ CHO	3.66	64	1.40	62		192		T4	IIA	
23	苯 Benzene	C ₆ H ₆	2.70	-11	1.20	8.6	39	280	560	0.99	T1	IIA
24	1-溴丁烷 1-Bromobutane	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Br	4.72	13	2.50	6.6	143	380	265		T3	IIA
25	2-溴-1,1-二乙氧乙烷 2-Bromo-1,1-diethoxyethane	(CH ₃ CH ₂ O) ₂ CHCH ₂ Br	7.34	57				175	1.00	T4	IIA	
26	溴乙烷 Bromoethane	CH ₃ CH ₂ Br	3.75	<-20	6.70	11.3	306	517	511		T1	IIA
27	1,3-丁二烯 Buta-1,3-diene(1,3-Butadiene)	CH ₂ =CHCH=CH ₂	1.87	-85 氣體	1.40	16.3	31	365	430	0.79	T2	IIC
28	丁烷 Butane	C ₄ H ₁₀	2.05	-60 氣體	1.40	9.3	33	225	372	0.98	T2	IIA
29	異丁烷 isoButane	(CH ₃) ₂ CHCH ₃	2.00	氣體	1.3	9.8	31	236	460	0.95	T1	IIB
30	1-丁醇 Butan-1-ol (1-Butanol)	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH {CH ₃ (CH ₂) ₂ OH }	2.55	29	1.70	12.0	52	372	359	0.94	T2	IIB
31	丁酮 Butanone	CH ₃ CH ₂ COCH ₃	2.48	-9	1.80	10.0	50	302	404	0.84	T2	IIA
32	1-丁烯 But-1-ene (1-Butene)	CH ₂ =CHCH ₂ CH ₃	1.95	-80 氣體	1.60	10.0	38	235	440	0.94	T2	IIA
33	二-丁烯(含異構物)But-2-enes (isomer not stated)	CH ₃ CH=CHCH ₃	1.94	氣體	1.60	10.0	40	228	325	0.89	T2	IIA
34	丁烯內酯 But-3-en-3-olide	CH ₂ =CCHO(O)O	2.90	33				262	0.84	T3	IIB	
35	2-(2-丁氧基乙氧基)乙醇 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	CH ₃ (CH ₂) ₂ OCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₂ OH	5.59	78				225	1.11	T3	IIA	
36	乙酸正丁酯 Butyl acetate (n-Butylacetate)	CH ₃ COOCH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₃ {CH ₃ COOC ₄ H ₉ }	4.01	22	1.3	7.5	64	390	370	1.04	T2	IIA
37	丙烯酸正丁酯 n-Butyl acrylate	CH ₂ =CHCOOC ₄ H ₉	4.41	38	1.2	8.0	63	425	268	0.88	T3	IIB
38	丁胺 Butylamine	CH ₃ (CH ₂) ₂ NH ₂ {C ₄ H ₉ NH ₂ }	2.52	-12	1.7	9.8	49	286	312	0.92	T2	IIA
39	異丁胺 isoButylamine	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ NH ₂	2.52	-20	1.47	10.8	44	330	374	1.15	T2	IIA

設備保護位準(EPL)

EPL (Equipment Protection Level) 設備保護位準，是由 IEC (國際電工委員會) 採用的一套評估與分級系統。它用來指示電氣設備在具有潛在爆炸性危險的環境中，於日常運作時所應達到的安全等級。**EPL 的核心概念是表示即使設備發生**最嚴重故障**，仍能防止引發爆炸的保護等級**，確保在危險環境中的最高安全性。

設備保護位準(EPL)	群組	適用危險區域	保護型式
Ga	IIA、IIB、IIC	Zone0、Zone1、Zone2	"i"(ia)、"m"(ma)、"sa"
Gb	IIA、IIB、IIC	Zone1、Zone2	"d"(db)、"e"(eb)、"l"(lb)、"m"(mb)、"o"、"p"(px/pxb,py/pyb)、"q"、"sb"
Gc	IIA、IIB、IIC	Zone2	"i"(ic)、"m"(mc)、"n"(nA,nR,nC,nL)、"p"(pz/pzc)、"e"(ec)、"sc"

多防爆元件組成的設備

IEC 60079-46

再將多個Ex設備組裝後，必須進行一次正式的點火危害評估 (IHA、Ignition Hazard Assessment)

- Ex 認證設備與必要之其他零組件所構成的預製組合，
- 各組件在電氣或機械上彼此連接
- 送達最終使用者現場投入使用前即已完成預先組裝，且可於最終使用者現場進行拆卸並再次重新組裝。

責任移轉

即使所有的組件都擁有個別的Ex證書，設備組合製造商仍需承擔最終責任。



新增危害

設備組合方式可能會產生單一設備原本不存在的危害。



執行IHA，識別組合方式可能產生的非電氣或電氣點火危害

核心概念

- 設備組合必須以最不利情境(worst-case scenario)進行整體評定。
- 設備組合中任何一項的最嚴格(最保守、最具限制性)要求，適用於整個設備組合。

關鍵機制

評估後發現風險無法在設備內完全消除，其Ex證書必須加註“X”標示，代表該設備具有特定的「使用限制條件」。

設備清冊

製造商必須建立一份完整的設備組合清冊，此為認證的基礎。這份清冊定義了該設備組合。

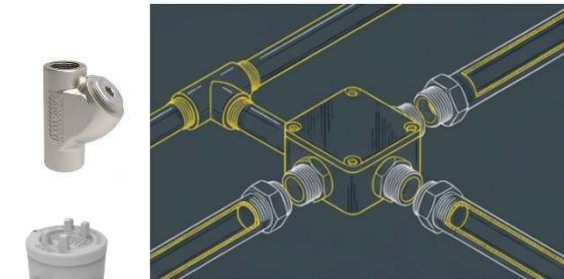
- 所有Ex設備與其組件
- 證書
- Ex標示
- 環境溫度範圍
- 特殊使用條件



Ex 60079-46 IIC T4 Gc (-20°C to +55°C)

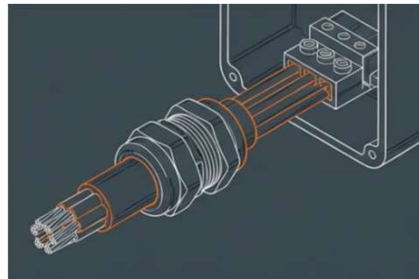
主題三：防爆電氣設備及配線安裝

用戶用電設備裝置規則、CNS 3376-14、IEC 60079-14



導線管施工(Conduit System)

剛性防護，利用金屬管路與密封接頭阻絕爆炸延燒。適用於需要高度機械防護之區域。



電纜施工(Cable System)

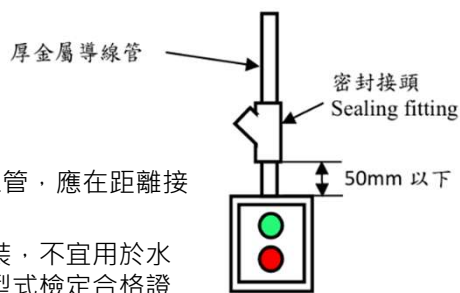
柔性佈線，依賴高規格電纜固定接頭(Cable Gland)維持氣密及防爆性能。適用於佈線複雜或需要彈性移動的設備。



配線重點

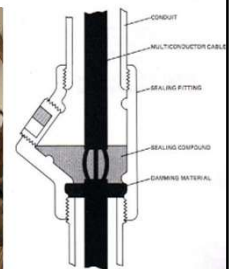
導線管施工

- 進入耐壓防爆「d」型設備之導線管，應在距離接口處**50mm**範圍內裝設密封接頭
- 垂直密封接頭宜用於垂直管線安裝，不宜用於水平管線安裝；另密封接頭應填充型式檢定合格證書載述之**纖維物及密封膏**(sealing compound)，以確保其防爆功能。
- 導線管如安裝在腐蝕性高之區域，其材質應能耐蝕或有足夠之防腐蝕保護。



垂直/水平兩用型

耐壓防爆(d)型開關



密封接頭降低在防火驗外殼內的疊壓效應

- 限制氣體流竄
- 圍堵內部爆炸

電纜施工

- 選用與防爆電氣設備同等級之**電纜封函蓋**(cable gland)·於外殼入口處密封(應注意IP等級)。
- 電纜封函蓋應與電纜**直徑相匹配**
- 電纜自電纜封函蓋引出後·**至少25mm**後始可彎折·且彎折半徑應至少大於**8倍電纜外徑**。
- 自電纜封函蓋後之電纜及管配件：
 - 如中途無電纜接續配線接點者·該**電纜配線於有遭受機械外力損傷之虞時**·如以**金屬保護管等方式保護**·其由任等管配件得無需具備防爆性能。
 - 如中途因電纜配線接續使用**接線盒或端子盒**·該等裝置(包含其入口保護裝置)應具有適當之(防爆)性能構造。
 - 如電纜封函蓋與保護電纜之管配件有連接·屬密閉式系統者·設置於1區之管配件仍應有防爆性能。



電纜的密封要求

電纜安裝同樣需要密封·但策略取決於電纜本身結構。

氣體可流通之電纜 (Gas-Permeable Cables)

對於纜心非密實、氣體可流過的電纜·必須使用經認證的電纜固定頭(Cable Gland)·並在移除外皮後·以密封膏填充每條絕緣導線之間



氣體不可流通之電纜 (Gas-Impermeable Cables)

對於纜心密實、氣體無法流過的電纜(如MI鍍裝電纜或多芯實心導線電纜)·可將其視為單一導線·依導線管密封規則處理。



其他注意事項

防爆電氣設備未使用之開孔

應依設備防爆規格選用對應規格之**防爆盲塞(Plug)**封閉，且耐壓防爆「d」型設備使用防爆盲塞時，**不得使用轉接頭**。



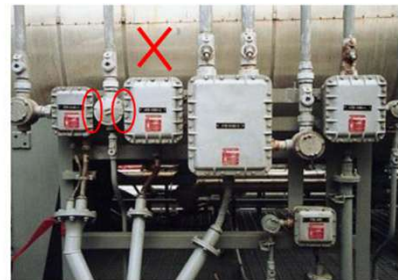
耐壓防爆「d」型設備之管線接合處

不得使用止洩帶，以避免防爆功能失效。

設備群組	最小間距(mm)
IIA	10
IIB	30
IIC	40

具有凸緣(法蘭，flanged)接合面之耐壓防爆「d」型設備

應與外部固體障礙物或其他設備**保持適當間距**，IIA：最小間距10mm、IIB：最小間距30mm、IIC：最小間距40mm



本質安全「i」型設備之電纜線

不應與非本質安全電纜線混合裝設，除非間隔50mm以上距離，且本質安全電纜線宜以淡藍色標示。



螺紋管件銜接

銜接至防爆電氣設備，屬IIA或IIB群環境者，應旋入五個全牙以上，IIC群或含有氫氣之IIB群環境者，應旋入八個全牙以上。

其他

有關上述防爆電氣設備及配線安裝，如用戶用電設備裝置規則有特別規定者，從其規定。



主題四：防爆電氣設備檢查與維護

檢查與維護



外部影響與環境條件



腐蝕

腐蝕性物質會損壞金屬外殼與部件。防腐蝕塗層的完整性至關重要。

極端溫度

在指定溫度範圍使用設備，在未標示溫度範圍時，僅限於-20°C~+40°C。超過此範圍須有文件化評估。

振動

持續的振動可能造成零件鬆動或疲勞。

灰塵與濕氣

灰塵聚積會影響散熱，濕氣會導致腐蝕與電氣故障。必須確保防塵防潮措施功能正常。



➤ 事業單位應依「職業安全衛生管理辦法」第31條之1及第79條規定：

針對廠內特殊場所之防爆電氣機械、器具或設備，研擬**自動檢查計畫**，並**每月**依下列要求定期實施檢查一次：

1. 本體有無損傷、變形。
2. 配管、配線等有無損傷、變形及異常狀況。
3. 其他保持防爆性能之必要事項。

➤ 前項定期自動檢查，事業單位應依「職業安全衛生管理辦法」第80條、第81條及第83條規定：

應指定**具專業知能**或**操作資格**之適當人員執行，並就下列事項記錄，保存至少**3年**：

1. 檢查年月日。
2. 檢查方法。
3. 檢查部分。
4. 檢查結果。
5. 實施檢查者之姓名。
6. 依檢查結果應採取改善措施之內容。

實施檢查、檢點時，發現對勞工有危害之虞者，應即報告上級主管。如發現有異常時，應立即檢修及採取必要措施。

➤ 有關防爆電氣設備之檢查與維護，事業單位應依設備維修保養使用說明書辦理，亦可參考**國家標準CNS 3376-17**表1檢查計畫表所列檢查項目實施檢查。

類別	標準編號	內容概要
國際標準	IEC 60079-17	《Inspection and maintenance of electrical installations in explosive atmospheres》— 防爆電氣檢查與維護主要依據
歐洲標準	EN 60079-17	與 IEC 60079-17 等效，歐洲 ATEX 指令適用
台灣 CNS	CNS 3376 系列 (等同 IEC 60079)	國內認證與檢驗依據

檢查基本要求

IEC 60079-17

4.4 檢查

在新的廠房或設備投入運轉之前，應進行**初次檢查**。初次檢查的要求載於 **IEC 60079-14**，並提供有關廠房試車與開車程序的其他指導。

為確保在危險區域內的設施保持在滿意的狀況以便持續使用，並在必要時執行相關維護，該等設施應接受下列**其中之一**的管理方式：

- a) 由依據**第 4.2 節**與**附錄 B**具備相應能力的人員進行**定期的週期性檢查**，或
- b) 由**熟練人員(Skilled Personnel)**(見**第 4.6 節**)進行**持續監督(continuous supervision)**。

CNS 3376-17

4.3 檢查 在裝置或設備開始工作前應實施**啟用檢查**。為保證安裝後連續使用於危險區時維持在合乎標準之狀況。應該：

- a) 定期實施檢查，或
- b) **持續由技術人員監督**同時必要時實施保養。

4.4 Inspections

Before a new installation of plant or equipment is commissioned; it shall be given an initial inspection. Requirements for initial inspection are provided in IEC 60079-14, along with other guidance for the plant commissioning and start up procedures.

To ensure that the installations are maintained in a satisfactory condition for continued use within a hazardous area, and where necessary relevant maintenance is performed, they shall be subject to either:

- a) regular periodic inspections by personnel with competence according to 4.2 and Annex B; or
- b) continuous supervision by Skilled Personnel (see 4.6).

檢查人員的資格

IEC 60079-17

4.2 人員能力

本文件所涵蓋之裝置，其檢查與維護工作**熟練人員(Skilled Personnel)**執行。具有“執行職責之技術人員”及“熟練人員”所需之知識、技能與能力，詳見**附錄 B**。

所有相關人員均應定期接受**持續教育或訓練**，且所有訓練證明文件應妥善保存，並可供定期查核。

CNS 3376-17

4.2 檢驗人員之資格

裝置的檢查和保養依規定應由受過各種防爆保護方式和安裝操作法令規章及一般區域分類原則之有經驗人員實施。這些人員應定期的實施適當在職訓練。

4.2 Competence of personnel

The inspection and maintenance of installations covered by this document shall be carried out only by **skilled personnel**. The knowledge, skills, and competencies of Technical Persons with Executive Function and Skilled Personnel are given in Annex B.

Appropriate continuing education or training shall be undertaken by all personnel on a regular basis with all evidence documented and available for regular review.

“本文件並未要求檢查人員必須隸屬於外部獨立機構。”

 抽象描述

人員知識與技能規定 (IEC 60079-17)

B.2.1 具執行職責之技術人員 Technical Persons with Executive Function

凡負責防爆設備檢查與維護相關流程之具執行職責技術人員，至少應具備以下各項能力：

- a) 相關電機工程之一般性理解；
- b) 對防爆原理與技術具有實務層面的理解；
- c) 具備閱讀、理解並評估工程圖說的能力；
- d) 熟悉並理解防爆相關標準，尤其包括 IEC 60079-10-1、IEC 60079-10-2、IEC 60079-14 及 IEC 60079-19；
- e) 具備品質保證的基本知識，包括稽核原則、文件管理、量測追溯性及儀器校正等。

此類人員之參與應限於對執行檢查與維護工作的熟練技術人員進行管理與監督；除非其本身的實務技能至少符合 B.2.2 所規定的要求，否則不應直接從事檢查或維護作業。

B.2.2 熟練技術人員 (檢查與維護) Skilled Personnel (inspection and maintenance)

熟練技術人員在執行其任務所需範圍內，應具備以下各項能力：

- a) 理解危險區域分類或設備保護等級 (EPL) 及防爆的一般原則；
- b) 理解防爆型式 (Types of Protection) 及標示 (Marking) 的一般原則；
- c) 理解影響防爆概念之設備設計相關要素；
- d) 理解設備認證及本文件之相關內容；
- e) 理解工作許可制度 (Permit to Work) 及安全隔離措施在防爆上的額外重要性；
- f) 熟悉本文件所涵蓋設備之檢查與維護所需的特定技術與方法；
- g) 全面理解 IEC 60079-14 中關於**設備選型與安裝 (selection and erection) 之要求；
- h) 對 IEC 60079-19 中關於修理與整復 (repair and reclamation) **的要求具備一般性理解。

此外，對於涉及持續監督 (Continuous Supervision) 之人員，尚應具備下列能力：

- a) 了解製程條件與環境因素對裝置中特定設備劣化 (deterioration) 所造成之影響；
- b) 熟悉持續監督之概念，以及其相關的通報 (reporting) 與分析 (analysis) 功能。

台灣現況

- 雖然目前沒有官方法定的「防爆電氣人員執照」，但有不少實務性訓練課程、研討會、企業內訓與教育單位課程。
- IECEx 防爆人員國際證照班：**IECEx CoPC (Certificate of Personnel Competence)**認可資格將公開登錄在 IECEx 官網



IECEx Personnel Competence Assessment Report Summary		
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION IEC Certification System for Explosive Atmospheres For rules and details of the IECEx Scheme visit www.iecex.com		
PCAS Ref. No:	ASICTEPCAR22-002909	Page 1 of 1
PCAS Free Ref. No:	049	Status Issued
Applicant name:	Applicant Country:	Applicant employer:
Tatsuya Kajimura	Japan	Kobe Steel, Ltd.
Date of Original issue:	Date of issue of this PCAS:	Due Date of re-certification:
2022-09-04	2022-09-04	2027-09-04
Related PCASs:		
Related IECEx Certifications:		
IECEx CP CTE22-0030 issue: 0		
Issuing EACB:	CTE - CTE Australia	
Units of Competency:	Ex 001 - Principles of protection in explosive atmospheres knowledge Ex 003 - Installation - Based on IEC 60079-14 Ex 007 - Visual & Close Inspection - Based on IEC 60079-17 Ex 008 - Detailed Inspection - Based on IEC 60079-17	
(According to CCO)		
State:		
List of standards:	Inspection according to IEC 60079-17 Installations according to IEC 60079-14	
Language used for assessment:	English	
Limitations (According to CCO):	Protection: Ex d, Ex e, Ex n, Ex i, Ex j, Ex m, Ex l, Ex o Responsible Person: Group II Explosive gas atmospheres Group III Explosive dust atmospheres Voltage range: 0-1000V	
Comments:	Tatsuya Kajimura previously completed Ex001 Apply basic principles of protection in explosive atmospheres with DENSA on 2021-06-23 IECEx CP_CEN21-0023_000 No_CEN_CP_CEN202002_00_000	

IECEx 人員能力認證制度 (IECEx Personnel Competency Scheme) 包含 十二項「能力單元 (Units of Competency) 」，各能力單元分別對應並涵蓋其所需的專業分工與專門能力。

Scope of certification:

Unit Ex 000 Basic knowledge and awareness to enter a site that includes a classified hazardous area. 進入包含危險 (分類) 區域之場所所需的基本知識與安全意識

Unit Ex 001 Apply basic principles of protection in explosive atmospheres 應用爆炸性環境中的基本防護原則

Unit Ex 002 Perform classification of hazardous areas 執行危險區域分類

Unit Ex 003 Install explosion-protected equipment and wiring systems 防爆設備與配線系統的安裝

Unit Ex 004 Maintain equipment in explosive atmospheres 爆炸性環境中設備的維護

Unit Ex 005 Overhaul and repair of explosion-protected equipment 防爆設備的拆修與修理

Unit Ex 006 Test electrical installations in or associated with explosive atmospheres 爆炸性環境內或相關電氣裝置之測試

Unit Ex 007 Perform visual and close inspection of electrical installations in or associated with explosive atmospheres 爆炸性環境內或相關電氣裝置之目視檢查與近距離檢查

Unit Ex 008 Perform detailed inspection of electrical installations in or associated with explosive atmospheres 爆炸性環境內或相關電氣裝置之詳細檢查

Unit Ex 009 Design installations in or associated with explosive atmospheres 爆炸性環境內或相關裝置之設計

Unit Ex 010 Perform audit inspection of electrical installations in or associated with explosive atmospheres 爆炸性環境內或相關電氣裝置之稽核檢查

Unit Ex 011 Basic knowledge of the safety of hydrogen systems 氫能系統安全之基礎知識

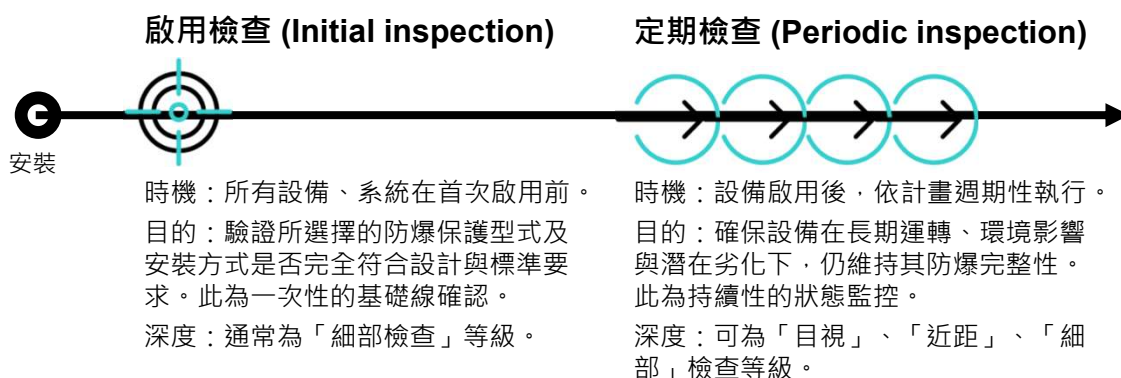
檢查種類

啟用檢查：設備首次投入前。

定期檢查：按預定時間間隔進行。

抽樣檢查：對大量相同設備進行代表性檢查。

持續監督：由現場熟練人員作為日常工作的一部分進行。



檢查種類/等級



目視檢查(Visual inspection)

不需使用工具或接觸設備，即可由外部識別出的明顯缺陷，如螺絲遺失、外殼破損、嚴重腐蝕。

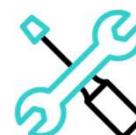
快速、大範圍的狀態確認。



近距檢查(Close inspection)

涵蓋目視檢查，並藉以輔助工具(如梯子)以近距離檢視。可發現較不明顯的缺陷，如：螺絲鬆動、墊圈硬化。通常不開打開外殼或斷電。

更仔細的外部完整性檢查。



詳細檢查(Detailed inspection)

涵蓋近距檢查，但必須打開外殼並使用工具及測試儀器才能發現的缺陷，如：內部接點鬆動、端子腐蝕。此等級檢測通常需要將電源斷開。

深入內部的徹底診斷。

檢查表之使用(表 1 ~ 表 4)

- 提供了作為檢查時應進行的**建議性檢查項目**
- 這些表格並非必須**逐字逐項完全套用**，可依實際情況調整，即**結合、刪除、增加**

表 1 防火焰外殼(Ex"d")；增加安全(Ex"e")和無火花(Ex"n")裝置之檢查計畫表。

檢查項目	Ex"d"			Ex"e"			Ex"n"		
	檢查等級								
	細部	近視	目視	細部	近視	目視	細部	近視	目視
	D	C	V	D	C	V	D	C	V
A. 電機設備									
1. 電機設備適合於區域劃分	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2. 電機設備之分群正確	*	*		*	*		*	*	
3. 電機設備之溫度等級正確	*	*		*	*		*	*	
4. 電機設備之電路標示正確	*			*			*		
5. 電機設備之電路標示完整	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6. 外殼、玻璃和玻璃與金屬之密封墊片或複合物合適	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7. 沒有非授權之修改	*			*			*		
8. 沒有可目視之非授權修改		*	*	*	*		*	*	
9. 螺絲、電纜入口設備(直接和間接)和間隔元件之型式正確且完全緊密。									
— 實體檢查	*	*		*	*		*	*	
— 目視檢查			*			*			*
10. 凸緣面乾淨且無損傷，墊片(如具有時)合格	*								
11. 凸緣間隙尺寸在允許之最大範圍內	*	*							
12. 燈之規格、型式和位置正確	*			*			*		
13. 電氣連接緊密				*			*		
14. 外殼之墊片情況合格									
15. 封閉之斷路裝置和氣密之密封設備無損壞									

製造商的要求或指導應優先適用。

定期檢查間隔

固定設備 (Fixed Installation)

3年 固定設備的檢查間隔不得超過三年


可攜式、個人用與移動式設備 (Transportable, personal and portable equipment)


因使用頻繁且環境多變，需要更嚴格檢查頻率


- 個人用與可攜式設備每次使用前進行目視檢查
- 所有設備應至少每12個月進行近距檢查
- 經常開啟的外殼(如電池盒)應至少每 6 個月進行一次詳細檢查


核心說明

決定定期檢測的間隔時間並非一成不變。標準提供了一個動態調整的邏輯，以平衡安全性及效率。

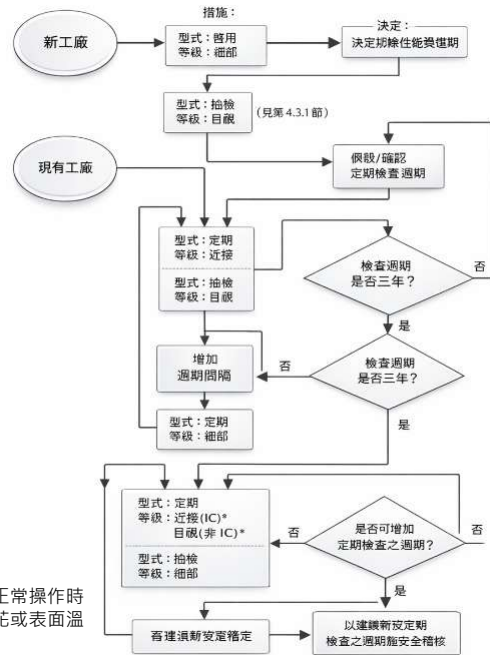
 **初始間隔：**新工廠或新設備從一個較保守的檢測周期開始求。

 **動態調整：**透過「抽樣檢查」的結果來驗證或修正檢察周期及等級。

 **影響因素：**必須綜合考量環境的惡劣程度(腐蝕、化學品、粉塵、濕氣)、機械損壞風險、振動、人員經驗等因素。

 **原則：**一般建議定期檢測間隔**不應超過3年**。

IC：正常操作時具引燃之能力，即正常操作時電機設備內部元件產生的電弧、火花或表面溫度的引燃能力。



持續監督的應用

- 持續間度是由現場的熟練人員(skilled person)在日常巡視設施時，對設備進行持續性觀察與評估，**可做為定期檢查的替代方案**。
- 檢查等級相當於**目視或近距檢查**，所有**檢查結果均應記錄、保存並定期檢討**，以評估是否需採取進一步行動。

優勢

及早偵測

利用現場人員的專業知識，在問題惡化前提早發現異常。

提升效率

可能降低大規模定期檢查所需的時間與成本。

限制與要求

不適用於移動設備

僅適用於固定設施。

嚴格記錄

必須確保人員訓練充足，並維持完整的監督與維護紀錄。

技術人員監督

監督的範圍、頻率與報告方式，需由技術人員界定與管理。

據
執
行
職
能
之
技
術
人
員

職
責

- 評估持續監督概念之可行性
- 界定納入持續監督範圍的設備
- 決定檢查頻率、檢查等級及報告內容
- 確保各項文件資料可供查閱與使用
- 確保熟練人員(Skilled person)技能
- 落實資源配置

持續監督所依賴的巡視與檢查頻率，應依據下列因素決定：

- 設備所處的特定環境條件；
- 預期之設備劣化速度；
- 設備的使用情形與過往經驗。

附加檢查項目要求

耐壓防爆型“d”

承受內部爆炸，並防止火焰傳播至外部

關鍵檢查點：

- 防火焰接合面：**確保接合面完全乾淨、無腐蝕、刮痕或任何損傷。重新裝配時應輕微塗抹合適的非凝固型油脂。
- 鬆緊裝置：**檢查所有螺栓/螺釘的型號、材質與數量是否正確，且以按照規範鎖緊。更換時必須使用與原設計完全相同的零件。

增加安全型“e”

採取額外措施，防止正常或認可的過載條件下產生電弧、火花或過高濃度。

關鍵檢查點：

- 過載保護：**檢查保護裝置的設定電流(IN)是否正確。
- 跳脫時間(tE)：**對於馬達，必須檢查保護裝置的跳脫時間是否小於馬達銘牌上的tE時間(在IA/IN電流筆下)。
- 端子緊固：**確認所有接線端子都已牢固鎖緊，防止因鬆動而產生過熱或火花。

附加檢查項目要求

本質安全型”i”

將電路能量限制在無法點燃爆炸性氣體的水平以下。

關鍵檢查點：

1. **文件一致性**：確保現場設備與電纜參數(電容/電感)符合安全文件寄載，標示清晰正確。
2. **無未經授權修改**：檢查系統是否有任何未經授權的變更或修理，特別是印刷電路板上的元件。
3. **接地與屏蔽**：檢查電纜屏蔽層、安全柵(Safety barrier)是否依文件要求確實接地，接地電阻應定期量測。
4. **電路間隔**：檢查接線盒，確保本質安全與非本質安全電路之間維持規定的物理間隔。

正壓型”p”

利用內部高於外部大氣壓的保護氣體，防止外部爆炸性氣體進入外殼。

關鍵檢查點：

1. **正壓系統**：檢查風管、密封件等是否完好無損，無洩漏。
2. **連鎖與警報**：確認壓力監控、低壓警報與自動斷電連鎖裝置功能是否正常。
3. **保護氣體**：確保保護氣體的來源與品質符合要求。

主題五：設備清冊管理制度

概念

設備清冊管理制度是指企業針對**危險區域內的所有電氣設備**建立一份**完整、可追蹤、可更新的資料庫**（可為紙本/電子表單/系統平台），涵蓋每一個防爆電氣設備的技術資訊、安裝位置、適用等級、認證證書、檢查紀錄與維護歷程等，並由專責單位定期更新與控管。

可達目的功能



法規遵循

符合職安法、消防法、IEC 60079、CNS 3376等要求



風險可視化

明確掌握各設備狀態與合規性，預防風險盲區



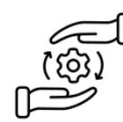
管理效率化

快速調閱設備紀錄、排程維護與年度查驗



稽核準備









面對內外部稽核時有完整資料支持



變更控制依據

協助執行 MOC 流程，確保改裝後仍符合法規

可建立之資訊

<u>類別</u>	<u>欄位說明</u>
 設備資訊	設備名稱、製造商、型號、序號
 防爆標示	Ex 標誌 (如 Ex d IIC T6)、氣體群組、溫度等級
 安裝區域	危險區類型 (Zone 0/1/2)、具體位置代碼或平面圖位置
 認證資料	ATEX / IECEx / CNS 證書號、合格標章影本、認證有效期
 安裝紀錄	安裝日期、施工單位、監工簽名
 維護紀錄	檢查日期、檢查人員、檢查等級 (V/C/D)、異常情形與處置
 更動紀錄	設備更換、搬移、修復紀錄與 MOC 編號
 附件連結	設備圖紙、使用手冊、照片、試車紀錄

主題六：變更管理

MOC啟動判定-只要影響防爆完整性，即須啟動MOC

適用範圍

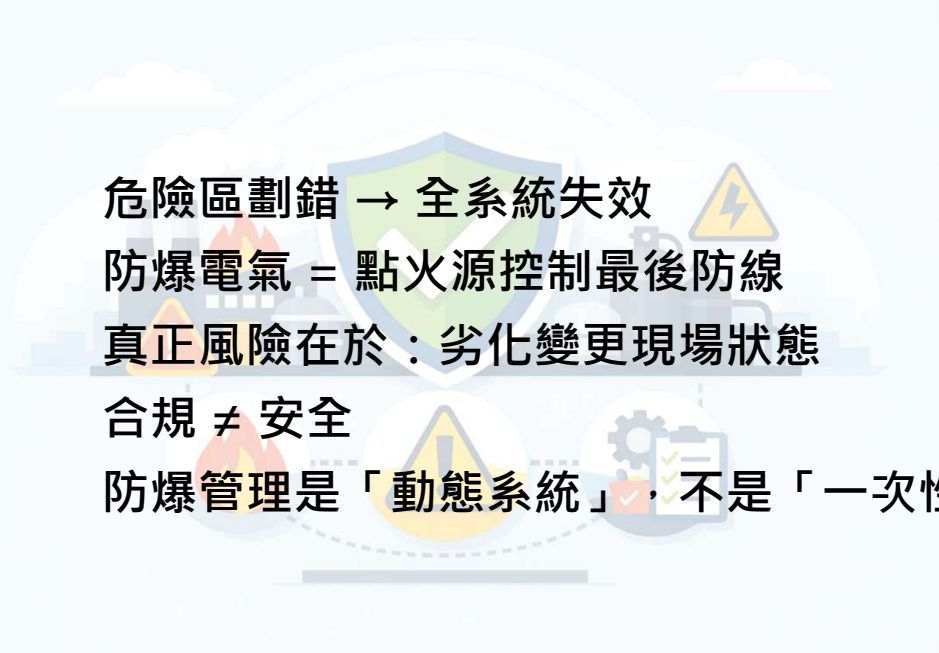
- 防爆電氣設備 (Ex d, Ex e, Ex l, Ex p ...)
- 電纜、接頭、端子、配管
- 防爆接頭(Gland)與密封接頭(Sealing)
- 控制系統、儀表、感測器

涵蓋所有位於危險區域內之變更

啟動情境

- 設備更換 (型號或製造商不同)
- 防爆類型改變
- 危險區域劃分改變
- 電氣負載或迴路設計變更
- 維修涉及「非原設計狀態」

六、結論



危險區劃錯 → 全系統失效
防爆電氣 = 點火源控制最後防線
真正風險在於：劣化變更現場狀態
合規 ≠ 安全
防爆管理是「動態系統」，不是「一次性設計」

常見缺失彙整

✘ 密封接頭問題

- ❖ 未使用防爆密封接頭
- ❖ 防爆密封接頭與防爆設備距離過遠 (> 5cm, 45cm)
- ❖ 防爆密封接頭沒有填充防爆泥

⚡ 電纜與配管

- ❖ 未使用防爆電纜接頭或接頭規格不相符
- ❖ 防爆配管 (線) 穿牆沒有密封填塞
- ❖ 防爆穿線盒當接線盒使用

⚙️ 配件與標示

- ❖ 軟管與管配件 (由令、接頭) 沒有 TS 安全標示
- ❖ 設備未使用之開口塞頭不相符
- ❖ 管配件銜接沒有塗導電膏 (防鏽膏)

✂️ 安裝與施工

- ❖ 塞頭牙數不足 (< 5 牙)
- ❖ 室外配管洩水口無密封
- ❖ 本安型設備沒有安裝防爆隔離柵或隔離器

Thank You!

dapeng.li@fubon.com
(02)66367890#58406