

# 爆炸性環境的國際規範與公共安全管理

## 一、前言、爆炸性環境定義

現代化工業生產、加工、運輸、儲存等過程，產生各種具有爆炸性的物質，以氣體、液體、粉塵的形式充斥在環境周遭。這些危險性物質，對於公共安全影響巨大而民眾無所知覺。台灣近年發生高雄氣爆事件、昆山台商中榮鋼鐵的鋁鎂合金粉末爆炸事件，以及近期的八仙樂園玉米彩粉爆炸燃燒，都顯示台灣民眾對於這些潛在物質的危險性有錯誤的認知，與政策規範的不完全性。

鋼鐵、石化、製程自動化、船舶、食品製程、製藥製程、儲倉自動化、平面顯示器、半導體、紙漿業、再生電池等產業，這些都是具有爆炸性危險的製程，也是防爆認證強制性要求的重點產業。先進國家不斷以立法形成安全的強烈要求，並且藉此規範阻絕其他國家的競爭，形成除了關稅以外的最大貿易障礙。想要進入國際市場，從產品設計、產品認證、規範熟悉、產業評估，皆是一個重大的挑戰。本文嘗試以概念引導，讓初進者能快速理解相關規範。

## 二、爆炸性環境定義

造成連鎖性的化學反應(稱為爆炸)，需要有三個要素，**引爆源(Ignition Source)**、**Oxygen (氧氣)**與**物質(Material)**。最被普遍忽視的是引爆源與物質，民眾習於錯誤定義只有“火源”方為引爆源，汽油、柴油等化學品方為危險的物質物。此錯誤的認知釀成重大災害。

引爆源的正確定義，應該定義為“**具有高能量密度**”的源點，從這樣的觀點，不論是火焰、高熱氣體、高溫物體表面、機械加工、電弧、電流、腐蝕、靜電、光源、電磁波、離子束、超音波、放熱反應過程、光照射、熱輻射、震波、絕熱壓縮過程，都可視為一種危險的“**引爆源**”，起始物質**動態化學反應過程(Kinetic Chemical Reaction)**，終至爆炸的產生。

一般民眾的理解，物質的危險性，**燃油燃氣 (汽油、瓦斯) > 化學品(溶劑、化纖品) > 民生用品(例如: 蔗糖、玉米粉)**的思維，也造成民眾對於物質的危險性有錯誤的認知，認為**民生用品是絕對的安全(蔗糖、玉米粉的爆炸威力超過一般人的想像)**。從爆炸產生的化學反應過程來說，物質的危險性牽涉的要素是，與“**引爆源**”和 **Oxygen (氧氣)**間的**相對濃度(氣體、液體)**，物質本身的**反應面積(粉塵)**、以及物質本身的**能量躍遷(Energy Transition)**而定。當在時間與空間條件達到，則

會引起連串的化學反應產生爆炸，通常爆炸環境的時間尺度為 ns ( $10^{-9}$  sec)，一旦形成正向的連鎖反應，則只有等到**引爆源(Ignition Source)**、**Oxygen (氧氣)**與**物質(Material)**其中一個條件的耗盡，才能產生逆向反應，終止爆炸。

### 三、**防爆認證的基礎概念**

理解了爆炸的產生與中止條件就可以從哲學條理，理解**防爆認證**的思維與規定。**防爆認證**的概念來源，在於使爆炸的三個產生要素，**引爆源(Ignition Source)**、**Oxygen (氧氣)**或**物質(Material)**其中一項消失，那麼就不能引起爆炸行為。第一種基本控制方法為**引爆源**的控制，通常稱為**本質安全(IS, Intrinsic Safety)**設計，以電路設計來說，規範了所有電子元件在最惡劣條件下，都不能引起有過高的能量聚集的可能。特別是電源電路，會限制整個等效電容值(Equivalent Capacity)，避免能量蓄積；或者限制最大電壓、最大電流、最大功率、最大表面溫度可能等。這方面的規範，都根源於 IEC 60079-11，並依各洲際的認證規定(ATEX, FM, UL, CSA, NEPSI 等)，而有些許不同的加嚴條件產生。

第二種基本的控制方法，則是假設爆炸是會產生的，例如在一個隔離的產品內部，產生爆炸。**防爆認證**的控制觀點則是，在最惡劣的條件下，這些爆炸只能侷限在產品內部，不能有任何火焰途徑(Flame Path)，造成火焰傳遞(Flame Propagation)的可能。在這樣的觀點下，任何結構性的元件，如果有腐蝕、可靠性不足、耐候性因素(例如 O Ring)都被視為不存在的物質。從這樣的觀點引申出來的，就是所謂的**結構防爆**，符合 IEC 60079-1, 60079-2 & IEC 60079-13 的陳述規定。Table 列出了 IEC 相關的標準其引用定義和 CNS 的對照，可以發現台灣落後先進國家十多年，並且沒有相關的 IECEx 80079 & IEC01-IEC05 的引用承認。Table-1 列出 IEC 相關的**防爆規範一覽**(<http://www.iecex.com/standards.htm>)。

第三種基本的控制方法，則是以**惰性物質**，將**引爆源**與**物質**隔離，避免接觸氧氣環境的可能，這樣缺氧的環境下，自然不會引起爆炸，例如將**引爆源**用**惰性粉末(IEC 60079-5)**、**惰性油體(高燃點不易引燃脂 IEC 60079-6)**、**電路板塗層(IEC 60079-15)**、**電子設備注膠硬化(IEC 60079-18)**等，都是基於這樣的概念產生。

有了從邏輯的控制觀念，就不難理解其他分節的規範要求配合，IEC 60079-7 所謂的**增安(Increased Safety)**，是指電子設備(例如馬達)，在毀損的情況下(例如緊急軸心偏擺停機)，也不能引起任何火花造成爆炸。IEC 60079-19 則規範了相關的產品維護與修復準則。IEC 60079-25 則要求連結電子設備的系統需要的規定等。整個 IEC 60079 各章節，基本規範了**防爆電子設備產品**的設計規範。

Table.1 IEC 相關防爆法歸速覽與台灣目前 CNS 引用標準

Code	Cited from	CNS	Issue Date	IEC Latest Ed.
	<i>60079-0</i>	3376-0	2008.9.30	2013
d	<i>60079-1</i>	3376-1	2008.9.30	2014
p	<i>60079-2</i>	3376-2	2008.9.30	2014
q	<i>60079-5</i>	3376-5	2002.10.30	2007
o	<i>60079-6</i>	3376-6	2008.9.30	2007
e	<i>60079-7</i>	3376-7	2008.9.30	2006
i	<i>60079-11</i>	3376-11	2002.10.30	2011
	<i>60079-12</i>	3376-12	2002.10.30	1996
p	<i>60079-13</i>	3376-13	2002.10.30	2010
n	<i>60079-15</i>	3376-15	2002.10.30	2010
	<i>60079-16</i>	3376-16	2002.12.05	1990
	<i>60079-18</i>	3376-18	2002.12.05	2009
	<i>60079-19</i>	3376-19	2002.12.05	2010
	<i>60079-25</i>	N/A	N/A	2006
	~ <i>60079-35</i>			~ 2013
	<i>80079</i>	N/A	N/A	2013
	<i>IECEx01</i>	N/A	N/A	2013
	<i>IECEx02</i>			2013
	<i>IECEx03</i>			2013
	<i>IECEx04</i>			2007
	<i>IECEx05</i>			2013
Definition				
60079-0 Explosive atmospheres - Part 0: Equipment - General requirements				

60079-1 Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures 'd'

60079-2 Explosive atmospheres - Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures 'p'

60079-5 Explosive atmospheres - Part 5: Equipment protection by powder filling 'q'

60079-6 Explosive atmospheres - Part 6: Equipment protection by oil immersion 'o'

60079-7 Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety 'e'

60079-11 Explosive atmospheres - Part 11: Equipment protection by intrinsic safety 'i'

60079-13 Explosive atmospheres - Part 13: Equipment protection by pressurized room 'p'

60079-15 Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection 'n'

60079-16 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyser (s) houses

60079-18 Explosive atmospheres - Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"

60079-19 Explosive atmospheres - Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

60079-25 Explosive atmospheres - Part 25: Intrinsically safe systems

60079-26 Explosive atmospheres - Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL)

Ga

60079-27 Explosive atmospheres - Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO)

60079-28 Explosive atmospheres - Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation

60079-29-1 Explosive atmospheres - Part 29-1: Gas detectors - Performance requirements of detectors for flammable gases

60079-29-4 Explosive atmospheres - Part 29-4: Gas detectors - Performance requirements of open path detectors for flammable gases

60079-30-1 Explosive atmospheres - Part 30-1: Electrical resistance trace heating - General and testing requirements

60079-31 Explosive atmospheres - Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure "t"

60079-32-1 Explosive atmospheres - art 32-1: Electrostatic hazards, guidance

60079-32-2 Explosive atmospheres -Part 32-2: Electrostatics hazards - Tests

60079-35-1 Explosive atmospheres - Part 35-1: Caplights for use in mines susceptible to firedamp - General requirements - Construction and testing in relation to the risk of explosion

61241-0 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 0: General requirements

61241-1 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 1: Protection by enclosures 'tD'

61241-1-1 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust -Part 1: Electrical apparatus protected by enclosures and surface temperature limitation - Specification for apparatus

61241-4 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 4: Type of protection 'pD'

61241-11 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 11: Protection by intrinsic safety 'iD'

61241-18 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 18: Protection by encapsulation 'mD'

61779-1 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases - Part 1: General requirements and test methods

61779-2 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases - Part 2: Performance requirements for group I apparatus indicating a volume fraction up to 5% methane in air

61779-3 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases - Part 3: Performance requirements for group I apparatus indicating a volume fraction up to 100% methane in air

61779-4 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases - Part 4: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100% lower explosive limit

61779-5 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases - Part 5: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100% gas

62013-1 Caplights for use in mines susceptible to firedamp - Part 1: General requirements - Construction and testing in relation to the risk of explosion

62013-2 Caplights for use in mines susceptible to firedamp - Part 2: Performance and other safety-related matters

62086-1 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Electrical resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements

80079-34 Explosive atmospheres - Part 34: Application of quality systems for equipment manufacture

光僅有 IEC 60079 的產品設計規範，並不足以界定所有的應用環境，也因此 IEC 61241 針對可燃性粉塵環境(Combustible Dust, 例如八仙樂園事件的彩色玉米粉)、IEC61779 針對可燃性氣體環境(Flammable Gases, 例如高雄氣爆的丙烯)；IEC 62013 對礦坑環境，更進一步做了的物質被點燃特性的要求做防爆認證的區隔。更進一步的舉例說明，例如八仙樂園的塵爆事件，引爆源若屬音箱，應屬於在 IEC 61241-11 粉塵環境電路本質安全，其規範了限定的電子設備(音箱)的表面溫度、電壓、電流、粉塵厚度、粉塵型態限制、粉塵的堆積形式等，確保爆炸不能產生。特別值得注意的是，2012 年發布的 IEC 80079-34, 是針對防爆領域，如何維護與建立品質系統的規定，使得品質系統的落實符合防爆認證的要求；IEC 80079-34 最主要是工廠的品質系統的規定，在 ISO 9001:2008 版本架構上，增加了防爆認證產品的管理需求。

#### 四、防爆認證的分類觀點

在有了初步的爆炸概念與規範分類，通常最容易困擾眾生的，是如何看懂不同認證體系間的分類邏輯。這牽涉到歐洲人(ATEX)與美洲人(FM、UL、CSA)對事物的不同看法，但結果異曲同工。亞洲部分(IECEX、NEPSI)，則大致遵循歐洲人的觀點。茲分述如下。

##### (a) 設備與區域用途

一般稱為 EPL(Equipment Protection Level)設備防護等級，以設備防護等級區分，不同的設備等級，和“設備可以放置的區域”做結合，因此有了下列 Table.2 的劃分。這裡區分出歐洲人與美洲人的不同觀點，歐洲人是先劃分危險的區域等級(Zone 0-Zone 2)，再依照區域內區隔物質的型態種類(Ga, Gb, Gc, Da, Db, Dc 等)。美洲人的觀點則是，先清楚了物質的種類(Class I 是氣體、液體；Class II 是粉塵)，再來界定區域的等級(Division & Zone)。在邏輯的概念上可看出人種的差異性

Table.2 EPL 分級的標準

Equipment Protection Level	歐規 ATEX	美規 FM、UL	簡要說明
Ga (氣、液體)	Zone 0	Class I Division 1 Zone 0	一個設備可以放在直接、經常性接觸到爆炸物質的場所，例如加油站的汽油儲桶內
Gb(氣、液體)	Zone 1	Class I Division 1 Zone 1	一個設備可以放在間接、經常性接觸到爆炸物質的場所，例如加油站的加油島區
Gc(氣、液體)	Zone 2	Class I Division 2 Zone 2	一個設備可以放在間接、偶發性接觸到爆炸物質的場所，例如加油站的辦公室
Da (粉塵)	Zone 20	Class II Division 1 Zone 20	一個設備可以放在直接、經常性接觸到爆炸物質的場所，例如化學料粉末工廠的儲槽內
Db (粉塵)	Zone 21	Class II Division 1 Zone 21	一個設備可以放在間接、經常性接觸到爆炸物質的場所，例如化學料粉末工廠的儲槽外部
Dc (粉塵)	Zone 22	Class II Division 2 Zone 22	一個設備可以放在間接、偶發性接觸到爆炸物質的場所，例如化學料粉末工廠的廠區
Ma (地表下礦坑)	Energized*	Class III Division 1	基本上地表下的設備，用在礦坑環境，都視為直接接觸可爆炸物質的環境。所以以設備等級來區分，只有兩種，會產生能量的引爆源(例如頭燈)，稱為 Energized 等級。
Mb(地表下礦)	De-Energized*	Class III	基本上地表下的設備，用在礦坑環境，都是為直

坑)		Division 2	接接觸可爆炸物質的環境，所以以設備等級來區分，只有兩種，不會產生能量的引爆源(例如通風管道)，稱為 De-Energized 等級。
----	--	------------	--

### (b) 物質爆炸能力適用性

根據不同的製程需求，設備可接觸到的爆炸性物體，就區分出了不同的 Group 的適用性。所以，針對不同爆炸威力的物質，就有了不同的等級區隔，如 Table.3

Table.3 物質的爆炸能力區隔

物質爆炸能力	歐規 ATEX	美規 FM、UL	說明
氣體、液體	I	Mining	代表性的物質如甲烷(Methane)
氣體、液體	IIA	Class I / Group D	代表性的物質如丙烷(Propane)
氣體、液體	IIB	Class I / Group C	代表性的物質如乙烯烷(Ethylene)
氣體、液體	IIB+H2	Class I / Group B	代表性的物質如氫氣(Hydrogen)
氣體、液體	IIC	Class I / Group A	代表性的物質如 Acetylene
固體、粉塵	IIIA	Class III	可燃燒飛灰(Combustible Flyings)
固體、粉塵	IIIB	Class II, Group G	非導電粉塵(Non-Conductive Dust)
固體、粉塵	IIIB	Class II, Group F	導電粉塵(Carbonaceous Dust)
固體、粉塵	IIIC	Class II, Group E	導電粉塵(Conductive Dust)

### (c) 製程的條件

根據不同的製程需求，通常是溫度為分類等級。這個分類要以越低溫者(例如 T6)，其認證困難度越高。意思是，在當下的製程情況，設備本身在最惡劣條件時，所能允許的最高溫度。因此，若為 T6 等級(85°C)，一般會要求認證時，扣除 5°C 的量測不確定度後，在最惡劣的條件下(例如最高製程溫度、最小的散熱結構展型)，整體裝置任何一個部分均不得有熱點超過 80°C。溫度等級的分類如 Table.4 所示。

Table.4 溫度分級表

溫度分級	歐規 ATEX	美規(NEC 505) FM、UL	美規(NEC 500) FM、UL
T1	450 °C	450 °C	450 °C
T2	300 °C	300 °C	300 °C
T2A	N/A	N/A	280 °C
T2B	N/A	N/A	260 °C
T2C	N/A	N/A	230 °C
T2D	N/A	N/A	215 °C

T3	200 °C	200 °C	200 °C
T3A	N/A	N/A	180 °C
T3B	N/A	N/A	165 °C
T3C	N/A	N/A	160 °C
T4	135 °C	135 °C	135 °C
T4A	N/A	N/A	120 °C
T5	100 °C	100 °C	100 °C
T6	85 °C	85 °C	85 °C

#### (d) 設計保護的概念

設計上的保護概念，散見於 IEC 60079 各章節，茲以 ATEX /IECEx 作為說明範例。依照不同的阻絕三個爆炸要素的方法，可以形成在各種不同區域的使用範圍規定。一般認證申請，越是危險區(0 區)，要求規範越嚴格，例如感測器、直接控制開關之類的；1 區通常是控制系統、電源供應、制動器等；2 區通常是輔助系統如車載、照明。

Table.5 設計保護分類方法

Electrical Equipment for Gases, Vapors and Mists (G)					
Type of Protection	Symbol	Typical IEC EPL	Typical Zones	IEC Standard	Basic Concept of Protection
General Requirements			0,1,2	IEC 60079-0	
Optical Radiation	Op pr	Gb	1,2	IEC 60079-28	Inherently safe protected by shutdown
	Op sh	Ga	0,1,2	IEC 60079-28	
	Op is	Ga	0,1,2	IEC 60079-28	
Increased Safety Type & "n" (non-Sparking)	e	Gb	1,2	IEC 60079-7	No arcs, sparks or hot surfaces, enclosure IP54 or better
	nA	Gc	2	IEC 60079-15	
Flameproof	d	Gb	1,2	IEC 60079-1	Contain the explosion, quench the flame
Type "n" (enclosed break)	nc	Gc	2	IEC 60079-15	
Quartz/Sand Fill	q	Gb	1,2	IEC 60079-5	Quench the flame
Intrinsic Safety	ia	Ga	0,1,2	IEC 60079-11	Limit the energy of
	lb	Gb	1,2	IEC 60079-11	



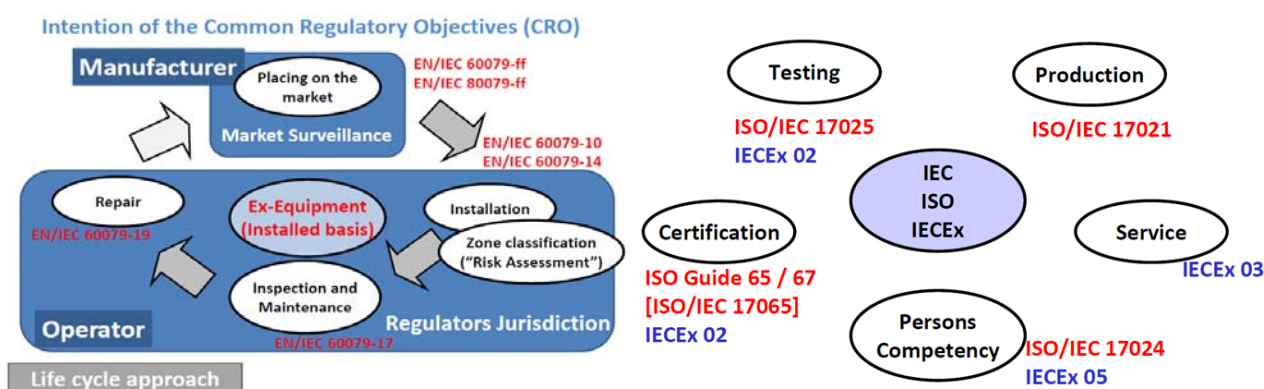
	ic	Gc	2	IEC 60079-11	sparks and surface temperatures
Pressurized	px	Gb	1,2	IEC 60079-2	Keep the flammable gas out
	py	Gb	1,2	IEC 60079-2	
	Pz	Gc	2	IEC 60079-2	
Type "n" sealing & hermetic sealing	nC	Gc	2	IEC 60079-15	
Type "n" (Restricted breathing)	nR	Gc	2	IEC 60079-15	
Encapsulation	ma	Ga	0,1,2	IEC 60079-18	
	mb	Gb	1,2	IEC 60079-18	
	mc	Gc	2	IEC 60079-18	
Oil Immersion	o	Gb	1,2	IEC 60079-6	

Electrical Equipment for Combustible Dusts (D)					
Type of Protection	Symbol	Typical IEC EPL	Typical Zones	IEC Standard	Basic Concept of Protection
General Requirement			20,21,22	IEC 60079-0	
Enclosure	ta	Da	20	IEC 60079-31	Standard protection for dusts, rugged tight enclosure
	tb	Db	21	IEC 60079-31	
	tc	Dc	22	IEC 60079-31	
Intrinsic Safety	iaD	Da	20	IEC 61241-11	Similar to enclosure but with some relaxations if circuit inside is intrinsically safe
	ibD	Db	21	IEC 61241-11	
	icD	Dc	22	IEC 61241-11	
Encapsulation	ma	Da	20	IEC 60079-18	Protection by encapsulation of incensive parts
	mb	Db	21	IEC 60079-18	
	mc	Dc	22	IEC 60079-18	
Pressurized	pD	Db	21	IEC 61241-4	Protection by pressurization of enclosure
	pD	Dc	22	IEC 61241-4	

Non-Electrical Equipment					
Type of Protection	Symbol	Typical IEC EPL	Typical Zones	IEC Standard	Basic Concept of Protection
General Requirement			0, 1, 2, 20,21,22	EN 13463-1	Low potential energy
Flow restricted enclosure flameproof enclosure	fr		2,22	EN 13463-2	Relies on tight seals, closely matched joints and tough enclosures to restrict the breathing of the enclosure
	d		1,2,21,22	EN 13463-3	
Constructional Safety	c		0, 1, 2, 20,21,22	EN 13463-5	Ignition hazards eliminated by good engineering methods
Control of ignition sources	b		0, 1, 2, 20,21,22	EN 13463-6	Control equipment fitted to detect malfunctions
Pressurization	p		1, 2, 20,21,22	EN 60079-2 EN 61241-4	Enclosure is purged and pressurized to prevent ignition sources from arising
Liquid Immersion	k		0, 1, 2, 20,21,22	EN 13463-8	Enclosure uses liquid to prevent contact with explosive atmosphere

## 五、IECEx 防爆認證的衝擊

聯合國國際電工委員會 IEC，下轄 **IECEE(電子設備)**、**IECQ(品質)**、**IECEX(防爆認證)**、**IECRE(可再生能源)**四個委員會，對於全球各國的產品設計、工業製程管理、工業安全規範等，具有舉足輕重的影響力與法律的強制性。台灣因為不具有聯合國會員國身分，目前只有 IECQ 以**特別觀察員**身分，參與國際事務。IECEX 是對一個國家的**重工業與工業安全循環、產品生命週期管理、環境管理、人員訓練**，最重要的規範。和傳統的防爆認證體系 FM、ATEX 等不同的是，IECEX 認證的模式，除了要求**產品設計**上的型式認證外，並要求在工廠的**製造品質保證**、認證後的人員**監督管理**、**產品實際運用的維修、安裝、現場檢查循環**；因此，IECEX 可以稱做為是第一個將產品設計結合到工業安全管理的規範，這也是聯合國組織大力推動的緣由。



目前全球已經有 50 多個會員國承認，將是第一個跨越洲際的真正國際標準。台灣應思考及早參與 IECEX 國際事務的推動並派遣專家進入**技術委員會**，發揮實質的技術影響力，這需要行政院推動外交部、勞動部、經濟部等相關部會的共同參與。聯合國組織，將 IECEX 的概念，由單純的防爆產品設計(製造商，IEC 60079 / IEC 80079 各規範)，延伸到現場安裝(IEC 60079-10 / IEC 60079-14)、廠區管理劃分(高雄氣爆事件就是區域不明)、工廠檢查(IEC 60079-17)、設備維修(IEC60079-19)等整個生命周期的管理。此外，和一般防爆認證不同的是，IECEX 更延伸到整個生產、驗證、人員訓練的制度與 ISO 結合，因此更發展了 IECEX 01 (防爆安全管理總章 Logo)、IECEX 02 (IEC 17025, ISO 17065, ILAC / TAF 實驗室制度/認證要求增章)、IECEX 03 服務的要求、IECEX 04 有關 Marking (IEC / IECEx 雙標誌)的要求，以及 IECEX 05 人員訓練(IEC 17024 增章)的要求。

政府在推動許多工業促進、研究發展，思維始終停留在追求“名詞的熱度”，舉凡**工業 4.0**、**Web 4.0**、**無人工廠**等，並沒有洞見到歐美國家提出政策、口號的過程中，都會將**法規、標準與管理**的思維同時置入。舉例來說，目前推動**工業 4.0**與**無人工廠**，最重要的兩個因素，(1) **wireless** 的通訊傳輸標準；例如 LoRa, wirelessHART 等；(2)**IECEX 規範對無人工廠的 impact**。在國際間，這已逐漸形成普世價值，但台灣政策在推動上完全沒有思考這方面的布局。只是將流行的術語

重新組合包裝，而無實際的產業系統架構與思考哲學，對標準的重視與深耕；那並無法帶動一個產業的發展與茁壯。

期望台灣有一個不一樣的思維開始，美好的 Formosa。

鄭兆凱 博士. 2015

轉載經濟部 IECQ 2015 年刊，桓達科技集團 副總經理 鄭兆凱博士