

行政院原子能委員會
委託研究計畫研究報告

NFPA-805 衍生設備標準對國內核能電廠之適用性評估(3/3)
The Assessment of Applicability of NFPA 805 Related Regulations
for Taiwan Nuclear Power Plants(3/3)

計畫編號：992001INER001

受委託機關(構)：中央警察大學

計畫主持人：簡賢文

核研所聯絡人員：林家德

聯絡電話：03-4711400-6075

E-mail address：jdlin@iner.gov.tw

報告日期：99 年 11 月

目 錄

目 錄.....	I
中文摘要.....	1
ABSTRACT.....	2
壹、緒論.....	3
一、研究背景與目的.....	3
(一)研究背景.....	3
(二)研究目的.....	4
二、研究範圍與方法.....	4
(一)研究範圍.....	4
(二)研究方法.....	5
三、研究步驟與流程.....	6
貳、本年度相關 NFPA 805 重要條文介紹.....	7
一、本年度相關 NFPA 805 重要條文介紹.....	7
(一)大量易燃性與可燃性液體之儲存.....	7
(二)大量易燃性氣體儲存.....	7
(三)引火源控制.....	8
(四)火警警報和探測系統.....	8
(五)核電廠消防隊.....	9
參、NFPA 30, FLAMMABLE AND COMBUSTIBLE LIQUIDS CODE, 2000 EDITION 介紹與適用性評估.....	13
一、標準內容介紹.....	13
(一)總則.....	13
(二)儲槽儲存.....	13
(三)管線系統.....	25
(四)容器與可攜式儲槽.....	27
(五)操作.....	39

(六)電氣設備及裝置	41
二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估	41
(一)國內外法規競合	41
(二)國內核能電廠適用性評估	59
三、小結	64
肆、NFPA 50A, STANDARD FOR GASEOUS HYDROGEN	
SYSTEMS AT CONSUMER SITES, 1999 EDITION 介紹與適用性評估	66
一、標準內容介紹	66
(一)一般訊息	66
(二)氣態氫氣系統設計	66
(三)氣態氫氣系統的位置	67
(四)設計考慮的特定地點	72
(五)操作和維護	72
(六)火災保護	73
(七)參考刊物	73
二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估	74
(一)國內外法規競合	74
(二)國內核能電廠適用性評估	80
三、小結	80
伍、NFPA 51B, STANDARD FOR FIRE PREVENTION DURING	
WELDING, CUTTING, AND OTHER HOT WORK, 1999	
EDITION 介紹與適用性評估	82
一、標準內容介紹	82
(一)總則	82
(二)動火作業之責任	82
(三)火災預防措施	83
(四)公開場合之示範演練	84
(五)參考刊物	85

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估	85
(一)國內外法規競合	85
(二)國內核能電廠適用性評估	86
三、小結	87
陸、NFPA 72 NATIONAL FIRE ALARM CODE®, 1999 EDITION	
介紹與適用性評估	89
一、標準設備介紹	89
(一)火警系統基礎	89
(二)偵測裝置	90
(三)火警系統的保護前提	96
(四)火警系統通報設備	97
(五)監視站的火警系統	100
(六)公用型火警通報系統	101
(七)檢驗測試和維修	101
(八)住宅單元火災警報設備	102
二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估	102
(一)國內外法規競合	102
(二)國內核能電廠適用性評估	103
三、小結	106
柒、NFPA 600, STANDARD ON INDUSTRIAL FIRE BRIGADES,	
2000 EDITION 介紹與適用性評估	107
一、標準設備介紹	107
(一)總則	107
(二)廠區消防隊之相關需求規定	108
(三)廠區消防隊執行初期滅火	111
(四)廠區消防隊執行進一步外部滅火	111
(五)廠區消防隊執行建築物內部火災滅火	112
(六)廠區消防隊執行建築火災進一步內外部滅火	112
(七)參考刊物	113

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估	113
(一)國內外法規競合	113
(二)國內核能電廠適用性評估	115
三、小結	116
捌、結論與建議.....	117
一、結論	117
二、建議	117
(一)相關消防設備的設置應重新檢視其空間用途是否相符	117
(二)加強檢視國內核能電廠是否與 NFPA 法規相符	118
拾壹、參考文獻.....	119

中文摘要

國內之核能電廠火災防護設計部分依循美國聯邦法規及核管會規範，部份則依國內法規設計，然而美國 NRC 新的政策，提出允許電廠自願性地採用 NFPA 805 進行轉換。若台灣要依循美國 NRC 的規範，進行 NFPA 805 轉換，則需要以防火區劃為單位，逐一檢討消防安全系統或設備是否符合 NFPA 805 標準所衍生之消防安全相關設備標準，其中包括水系統 8 項、氣體系統 3 項、工安 3 項、消防隊、空調及警報系統各 1 項，共計 17 項。本年度針對警報系統、工安及廠區消防隊在內等 5 項標準，比對我國核能電廠內重要運轉之廠房空間，以系統為單位分階段評估其消防安全系統或設備與 NFPA 805 衍生設備標準之差異，並對於其未能符合 NFPA 805 所衍生標準規定者，提出對策與建議，以供未來國內核能電廠轉換 NFPA 805 時，提供相關單位參考應用。

Abstract

Taiwan's domestic nuclear power plant's(NPPs) fire protection design uses a combination of U.S. Federal Nuclear Regulator Commission (NRC) regulations and domestic regulations. In their new policy, the USNRC proposes to allow all nuclear power plants to voluntarily adopt and convert to NFPA 805. If Taiwan follows the USNRC standards and converts to using NFPA 805, the plant will need to be compartmentalized into sections in order to review each section individually on whether its fire safety system and/or equipments meet NFPA 805 standards. This include, 8 items under water system, 3 items under gas system, 3 items under industrial safety, and 1 item for fire brigades, air conditioning and alarm system, with a total of 17 items. This year's project will focus on 5 standard criterions, including alarm system, industrial safety and plant fire brigade, and assess the fire safety equipments and installations in each unit (system) for their deviation from NFPA 805. This study will also provide recommendations for those do not meet NFPA 805 standards and serve as references for related personnel and possible future conversions of domestic NPPs to NFPA 805.

壹、緒論

一、研究背景與目的

(一)研究背景

核能發電具有高經濟效益且低污染之優點，因此 1957 年世界第一座商業用核能電廠的運轉成功及能源危機等因素驅使下，造就核能發電之興盛。然核子事故於輻射物外洩卻為核能電廠之隱憂，加上若發生重大危害以至於停機，此時對國家經濟上的影響甚鉅。有鑑於此，核能電廠的安全設計應能夠達到確保核能安全、防止放射性物質外洩以及營運中斷的影響控制在可接受的範圍之內。以維護環境與保障民眾安全。

自 Browns Ferry 電廠火災事件之後，因火災造成無法安全停機之事件讓美國將火災危害考慮為造成災害的重要因素之一，並相繼制定許多防火法規。美國核管會相關防火法規皆為規格式法規，在設計上缺乏彈性，同時既有電廠也產生不易改善之相關困擾。直到美國核管會修訂 10CFR 50.48，增訂 50.48 (C) 允許核能電廠自願性地引用 NFPA 805 作為符合 50.48 (B) 之替代規定。NFPA 805 為性能式標準，利用性能的方式達到與規格式法規同等或同等以上之標準。此一方案始得核能電廠的設計跳脫硬性的規格設計，改以更具彈性的方式進行核能電廠的防火設計，以達到真正的合理有效的防火性能。

如第一年研究所提，我國核能電廠之設計，以美國聯邦法規及核能管制委員會(NRC)之相關規定為主，消防安全設計亦不例外。但國內核能電廠為能通過國內消防及建管單位之審核作業，取得使用運轉許可，部份的消防安全設備及系統並未完

全採取美國之標準。未來進行 NFPA 805 轉換時，勢必產生相關規定之適用落差。因此，本研究案針對 NFPA 805 相關衍生設備與國內條文逐一探究，以確保核能電廠所使用之消防安全設備性能可符合 NFPA 805 與美國核管會之標準，並在未來進行轉換時，本研究成果可提供科學之依據佐證。

(二)研究目的

為達進行 NFPA 805 轉換時，能夠讓相關單位了解本土法規與相關衍生法規之間的落差，達成設計者與審查者之間的共識，本年度研究之目的如下：

1. 針對包含警報系統、工安及廠區消防隊在內 5 項 NFPA 805 衍生法規進行翻譯、評析，作為本研究之基礎，並將譯本作為附件，供日後參考使用。
2. 分析本年度 5 項衍生設備相關之國內法規進行評析，就兩個法規體系之落差進行分析，於本文提出適用性評估。

二、研究範圍與方法

(一)研究範圍

本研究以消防設備為單位，針對 NFPA 805 中所衍生之各項消防安全設備標準，與國內核能電廠重要運轉空間之消防安全設備標準進行分析比對，針對其間差異分別提出適用對策與建議，提供委託單位應用參考。由於 10CFR 50.48(C)所認可之 NFPA 805 為 2001 年版本，故本研究分析之各項 NFPA 設備標準，係依據 2001 年版之 NFPA 805 衍生設備標準進行分析。本研究為期三年，本年度之探討重點係以警報系統、工安及消防隊等相關標準為主，其範圍如下。

- 1.NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2000 edition.
- 2.NFPA 50A, Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 edition.
- 3.NFPA 51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, 1999 edition.
- 4.NFPA 72, National Fire Alarm Code®, 1999 edition.
- 5.NFPA 600, Standard on Industrial Fire Brigades, 2000 edition.

其他衍生設備標準：如水系統、空調系統及氣體系統，已在 97 及 98 年度執行。

(二)研究方法

1.文獻評析法

針對 NFPA 805 中所規定衍生之 17 項相關系統設備標準中，對本年度的 5 項進行系統性整理與分析探討，以做為現場比對之基礎資料與立論。由於 10CFR 50.48 (C) 所認可之 NFPA 805 為 2001 年版，故本研究依照 2001 年版之 NFPA 805 所規定之衍生設備進行評析。

2.實地調查法

以國內核能電廠為調查對象，查核檔案資料中主要營運空間所記載之消防安全設計標準依據，若該空間無檔案記載或資料不全者，則需進行現場勘查，由現場消防安全設備之配置，評估其是否符合現行 NFPA 標準。

3.比較研究法

以國內核能電廠重要運轉空間之消防安全系統設備之調查結果與 NFPA 805 所衍生之 5 項消防安全相關系統設備

標準進行比較分析，針對其差異提出改善對策與建議。

三、研究步驟與流程

經由上述研究範圍與方法，可以整理出本研究之架構如圖 1-3.1 所示。本案為第三年計畫，研究範圍為以警報系統、工安及廠區消防隊等相關標準為主。

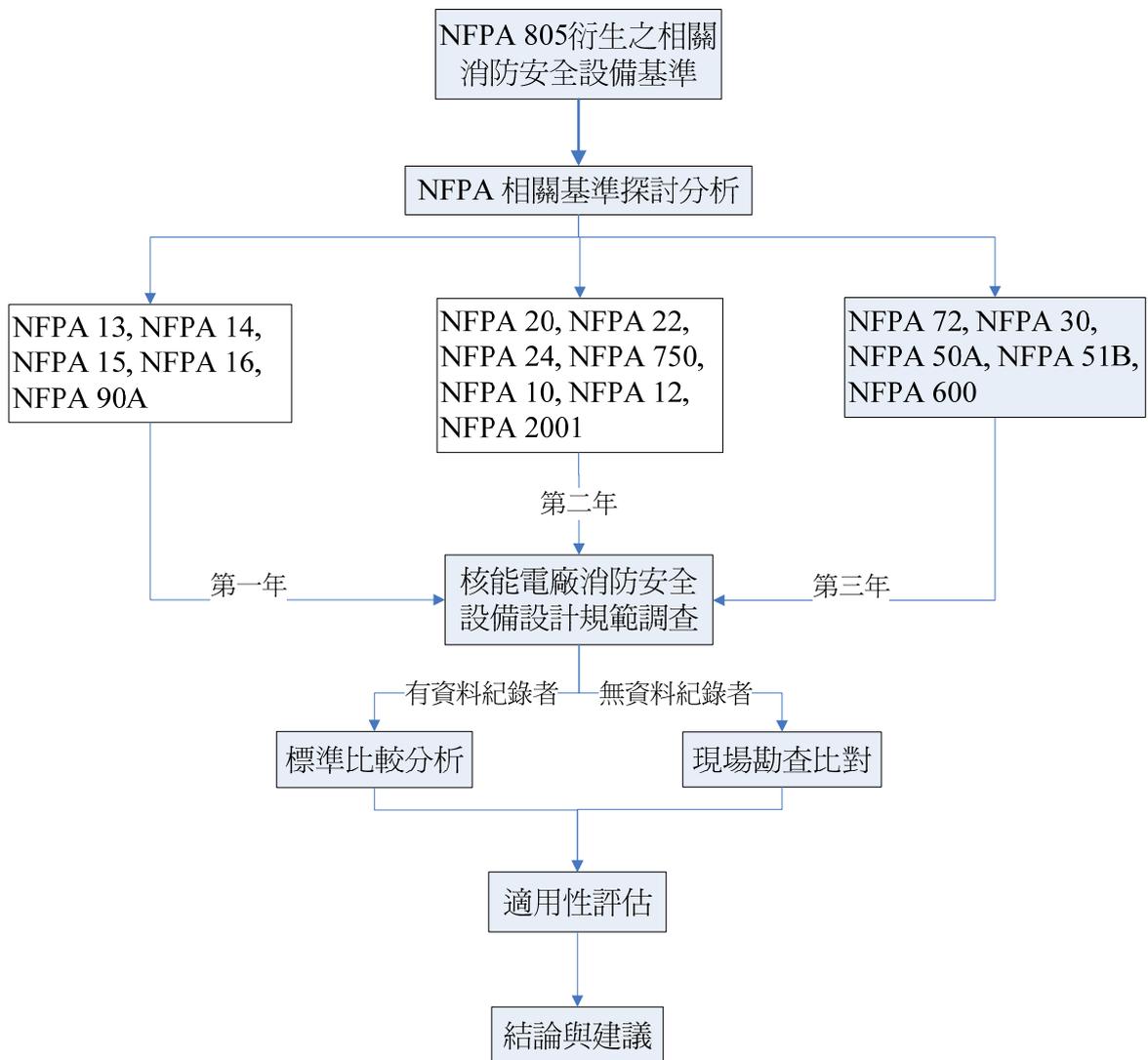


圖 1-3.1 研究流程圖(資料來源：本研究整理)

貳、本年度相關 NFPA 805 重要條文介紹

一、本年度相關 NFPA 805 重要條文介紹

NFPA 805 為輕水式核能電廠消防安全的性能式法規，目的在於彌補規格式法規之不足，或者以等價的概念，以性能的方式達到與規格式法規要求相等之性能標準。NFPA 805 的法規內容為性能式設計方法論、基本火災防護方案和設計要件、消防安全系統和設施之設立及除役階段及永久停機時的火災防護標準。目前美國核管會在 2004 年 6 月修訂 10CFR 50.48 條文中，增列了 10CFR 50.48(C)規定，允許電廠持照人能自願採用 2001 年版之 NFPA 805。為符合 NFPA 805 之規範，其相關衍生標準共 17 項。茲將本年度研究中相關的 5 項衍生標準中，NFPA 805 規範部分說明如下：

(一)大量易燃性與可燃性液體之儲存

大量易燃性與可燃性液體之儲存不可位於具有與核能安全有關係統、設備或組件的區域。至少，其儲存與使用必須符合 NFPA30, Flammable and Combustible Liquids Code。

(二)大量易燃性氣體儲存

大量壓縮或低溫易燃性氣體之儲存不可位於具有與核能安全有關係統、設備或組件的區域。

1. 易燃性氣體之儲存必須位於戶外，或在相分離之獨立建築物，以免發生火災或爆炸時危害到與核能安全有關之重要系統、組件或設備。氫氣之儲存必須符合 NFPA50A, Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites。
2. 戶外高壓易燃性氣體儲存槽之長軸方向不可正對建築物。

3.非正常運轉所需之易燃性氣體儲筒必須與系統相隔離。

(三)引火源控制

- 1.一套用火性工作安全操作程序必須加以建立、實施以及必要時定期更新，並須依據 NFPA51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work，和 NFPA241, Standard for Safeguarding Construction, Alteration, and Demolition Operations 等標準。
- 2.抽煙和其他可能引火源須限制於電廠內適當指定並加以監視之安全區域。
- 3.明火或燃燒產生之煙不可用於洩漏或氣流之檢測。
- 4.電廠行政程序必須管制攜帶型電暖器之使用，攜帶型電暖器不可使用於含有與核能安全有關設備之區域，或具有會因火災導致輻射外洩之虞的區域。

(四)火警警報和探測系統

1.火災警報

警報啟動裝置須符合 NFPA72,National Fire Alarm Code，該專用系統須傳送火災有關警報、監視訊號和故障訊號至控制室或其他經常有人之區域，相關人員在此處接到火警訊號後即可採取必要行動。負責火警受信總機之人員可同時擔負其他的工作。所傳送之火災相關訊號必須包括：

- (1)任何火災探測裝置之啟動。
- (2)任何固定式自動滅火系統之啟動。
- (3)任何手動報警裝置之啟動。
- (4)任何消防幫浦之啟動。

(5)任何火災防護監視裝置之啟動。

(6)警報系統故障狀況之指示。

a.當人員在核電廠內任一位置發現火災時，必須提供措施，使其快速且可靠地將火警訊號傳送至控制室或其他經常有人之適當所在。

b.在火警發生時，必須提供適當方法通知下列人員，以使其採取必要之行動：

(a)全核電廠所有有人員活動之區域。

(b)核電廠消防隊成員以及其他支援團體。

(c)廠外消防單位，並須具有兩種不同之通知方式(例如電話和無線電)。

2.火災探測

如果核電廠為達到第四章性能式或決定性途徑之要求而選用自動探測系統，其裝置必須符合 NFPA 72, National Fire Alarm Code，以及其適當的附錄。

(五)核電廠消防隊

1.廠內消防滅火能力

應符合下列所有之要求：

(1)核電廠在任何時間均應具有一支能控制和熄滅所有火災，並經充分編組、訓練和配備的消防力量。此消防力量至少須有五人執勤，且必須符合以下之標準：

a.NFPA 600，Standard on Industrial Fire Brigades(室內火災搶救)。

b.NFPA 1500，Standard on Fire Department

Occupational Safety and Health program。

c.NFPA 1582，Standard on Medical Requirements for Fire Fighters and Information for Fire Department Physicians。

(2)電廠消防隊成員不可被指派會防礙火災應變和其他緊急應變之正式職務。

(3)每班值勤人員中，帶班人員和另外至少兩名成員須具備充足的核能安全系統訓練和知識，了解火災和滅火劑對核能安全性能基準的影響。

例外：可由專責支援消防隊的運轉顧問提供充足的相關知識與訓練。

(4)在確認發生火災時，必須迅速通知消防隊。

(5)每一消防隊成員須通過年度體能測驗，以決定其是否勝任滅火攻擊時各種挑戰，體能測驗須判斷每一成員使用呼吸防護裝備的能力。

2.火前計劃

在所有可能發生危害到第一章所定性能基準之火災的區域，電廠消防隊均須有一份詳細的火災計劃。

(1)火前計劃即消防隊針對每一防火區劃所做的作戰計劃，其內容為每一防火區劃空間型態和潛在的火災危害，重要核能安全系統設備，消防安全系統和防火設施和其使用方法。

(2)火前計劃於必要時須加以審查和更新。

(3)火前計劃應置於控制室且電廠消防隊隨時可取得。

(4)火前計劃須記載在火警時與電廠其他組織之溝通協調事宜。

3.訓練與演練

電廠消防隊成員和其他可能會參與火災應變之人員均須依照其在緊急應變時的責任加以訓練。

(1)電廠消防隊成員之訓練。須符合下列規定：

(a)電廠消防隊成員之訓練須符合 NFPA 600, Standard on Industrial Fire Brigades, 或 NFPA 1500, Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program。

(b)電廠消防隊成員須每季接受訓練一次訓練和實際滅火操作，包括輻射防護和身體健康之防護考量事項，以確保每一成員徹底熟悉火災應變之每一步驟。

(c)須有一份書面計劃，詳載電廠消防隊之訓練課目。

(d)每一電廠消防隊成員須有一份書面記錄，其內容包括但不限於最初訓練地點、操作訓練、複習、所參加之特種訓練學校、所參與之演習以及電廠消防隊領導訓練。

(2)非消防隊成員之訓練。與電廠消防隊共同參與火災應變之人員必須依照其所負責任、可能遭遇之危害、與消防隊之關係加以訓練。

(3)演練。須符合以下之要求：

(a)每班每季須辦理一次演練，以測試消防隊的火災應變能力。

(b)在演練中必須測試電廠消防隊應變能力，包括其團隊能力、設備操作、火前計劃之使用、以及與其他團體之

合作等。這些演練必須評估電廠消防隊之反應，以及驗證其控制、熄滅演練情境所模擬火煙之滅火攻擊能力。

(c)消防演練必須在廠內不同區域辦理，尤其在電廠運轉重要區域和含有重大火災危害之區域。

(d)必須保持演練紀錄，並詳載演練情境、消防隊之反應，以及其團隊能力。

(e)在每次演練後應舉辦檢討會並加以記錄。

4.救災裝備

電廠消防隊須具備防護衣、呼吸防護裝備、輻射監視裝備、個人放射量測定器，和瞄子、滅火器等滅火裝備，以及其他必要之裝備。這些裝備必須符合適當的 NFPA 標準。

5.與廠外消防隊之連係

(1)互相支援協定

必須提供廠外消防權責單位一份計劃，述明在發生火災或其他緊急事故時其所扮演之任務。

(2)廠內訓練

可能會參與廠內火災搶救之廠外消防單位消防人員，必須接受廠內特定之訓練，以及必須至少每年參與廠內演練一次。

(3)安全與輻射防護

電廠安全與輻射防護計劃必須包括廠外消防單位應變部份。

6.通訊

電廠消防隊必須具備有效的緊急通訊能力。

參、NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2000 edition 介紹與適用性評估

一、標準內容介紹

NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code 為易燃性和可燃性液體法規。從 1913 年到 1957 年，此為儲存，處理和使用易燃性液體的建議條例，雖然技術要求和規定保持不變，但於 1957 年更改為一個法規。從 1984 至 1996 年共經歷五次大變動，於 2000 年 08 月 18 日發佈此版本法規。

於 2000 年版之 NFPA 30 主要為規範易燃性液體及可燃性液體範圍、儲槽儲存、管線系統、容器與可攜式儲槽儲存、操作以及電氣設備和裝置等，提供易燃性和可燃性液體安全儲存和處理之要求。本標準概略說明如下：

(一)總則

第一章總則，說明本法規之範圍，及相關專有名詞解釋定義，定義和分類適用於儲存、處理和使用易燃性，可燃性液體，包括廢液。並說明列舉出不適用之範圍，如熔點等於或大於 100°F (37.8°C) 及受美國運輸部 (U.S. Department of Transportation) 指示的易燃性、可燃性液體之運輸。並針對其適用性、同義性、追溯效力做相關性之說明，第 6 節針對此法規之術語做出定義，第 7 節部分則針對液體的定義與分類之專有名詞做定義性的描述。

(二)儲槽儲存

第二章為儲槽儲存，其適用範圍如下：

1. 地面上和地面下儲存易燃性或可燃性液體的固定儲槽。
2. 容量超過 793gal (3000L) 儲存易燃性或可燃性液體之適合的儲槽及巨大容器。
3. 儲槽、可攜式儲槽和巨大容器之設計、安裝、測試、操作和維護。

主要為規範儲槽設計與施工、安裝儲槽及儲槽附屬配件、儲槽測試要求、火災預防與控制、儲槽操作與維修等。

1. 儲槽設計與施工包含如下

- (1) 一般要求：包含形狀、大小、焊接類型之等方式建造。
- (2) 結構材料：依據標準工程設計及使用經認可之不燃材料。
- (3) 設計標準：包含常壓儲槽、低壓儲槽及壓力容器等設計標準。
- (4) 儲槽支撐設計：主要說明須依據公認標準或等值之認可設計建造，其支撐應防止過度集中負載，且於地震區域應有耐震衝擊設計。
- (5) 儲槽通風設計：包含規範儲槽常態通風口、地上儲槽緊急應變通風口、地下儲槽常態通風口及通風管道等。地上儲槽緊急應變的總排氣能力的正常通風量和緊急通風量，應不低於表 3-1 所定義數值，暴露面積大於 2800 ft³ 緊急應變總排氣能力之通風量應不低於表 3-2 數值或下面公式 (1)，地下儲槽常態通風口應提供足夠預防蒸氣或液體回流填充儲槽，若其儲槽通風裝置在管線內，其應符合表 3-3 之規定。

$$CFH = 1107 A^{0.82} \quad (1)$$

CFH = 通風要求 (free air ft.³/hour)

A = 濕潤暴露表面 (ft²)

表 3-1 濕潤區每小時立方英尺的自由空氣[14.7 psig 和 60°F (101.3 kPa 和 15.6°C)]

ft ²	CFH	ft ²	CFH	ft ²	CFH
20	21,100	160	168,000	900	493,000
30	31,600	180	190,000	1,000	524,000
40	42,100	200	211,000	1,200	557,000
50	52,700	250	239,000	1,400	587,000
60	63,200	300	265,000	1,600	614,000
70	73,700	350	288,000	1,800	639,000
80	84,200	400	312,000	2,000	662,000
90	94,800	500	354,000	2,400	704,000
100	105,000	600	392,000	2,800 以上	742,000
120	126,000	700	428,000		
140	147,000	800	462,000		

表 3-2 濕潤區域面積超過 2800 ft² (260 m²) , 超過 1 psig 的壓力 (表壓 6.9kPa)

ft ²	CFH	ft ²	CFH
2,800	742,000	9,000	1,930,000

3,000	786,000	10,000	2,110,000
3,500	892,000	15,000	2,940,000
4,000	995,000	20,000	3,720,000
4,500	1,100,000	25,000	4,470,000
5,000	1,250,000	30,000	5,190,000
6,000	1,390,000	35,000	5,900,000
7,000	1,570,000	40,000	6,570,000
8,000	1,760,000		

表 3-3 通風管線直徑

最大流率 (gpm)	管道長度		
	50ft(in.)	100ft(in.)	200ft(in.)
100	1¼	1¼	1¼
200	1¼	1¼	1¼
300	1¼	1¼	1½
400	1¼	1½	2
500	1½	1½	2
600	1½	2	2
700	2	2	2
800	2	2	3

900	2	2	3
1000	2	2	3

(6)儲槽系統腐蝕防護設計：為說明地下儲槽外部腐蝕防護以及所有儲槽的內部腐蝕防護。

(7)地上儲槽頂拱：包含一般規定、閥門設計與施工、儲槽的選擇和安排、儲槽配件、排氣通風系統、蒸氣和液體檢測系統及頂拱安裝

(8)儲槽防護：儲槽防護應被列出，且依據 UL 2085 Standard for Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids 的規定測試。

2.安裝儲槽和儲槽附屬配件：說明須注意儲槽的基礎和支撐、地上儲槽安裝、地下儲槽安裝及儲存儲槽之建築物。

(1)地上儲槽安裝距離分為穩態液體或非穩態液體，如表 3-4 及表 3-5，穩態液體還區分操作壓力低於 2.5 psig 或高於 2.5 psig，如表 3-4 及表 3-6，另外表 3-7 為表 3-4 及表 3-5 補充說明。另外亦針對突沸液體 (Boil-Over Liquids) 及 III B 液體儲槽安裝距離，如表 3-8 及表 3-9。至於儲槽儲存 I 類、II 類和 III 類的穩態液體其相隔距離應依照表 3-10 之規定。

表 3-4 穩態液體[操作壓力低於 2.5 psig 的 (表壓力 17.2kPa)]

儲槽的形式	防護	與境界線之最小距離 (ft)，包括對面	與公共道路，或者相同境界線之鄰近重
-------	----	---------------------	-------------------

		的公共道路，並不得少於 5ft	要建築物最小距離 (ft)，並不得少於 5ft
浮頂	暴露防護	儲槽直徑的 1/2 倍	儲槽直徑的 1/2 倍
	無	儲槽的直徑，但不得超過 175ft	儲槽直徑的 1/6 倍
弱焊之豎形儲槽	直徑不超過 150 ft 儲槽，使用經核准泡沫或惰性氣體系統。	儲槽直徑的 1/2 倍	儲槽直徑的 1/6 倍
	暴露防護	儲槽的直徑	儲槽直徑的 1/3 倍
	無	儲槽直徑的 2 倍但不超過 350ft	儲槽直徑的 1/3 倍
具有緊急應變通風及其壓力界線在 2.5psig (表壓 17.2kPa) 之臥形和豎形儲槽	儲槽使用經核准之惰性氣體系統或豎形儲槽使用經核准之泡沫滅火系統	0 表 3-7 的 1/2 倍	0 表 3-7 的 1/2 倍
	暴露防護	表 3-7	表 3-7
	無	表 3-7 的 2 倍	表 3-7

表 3-5 非穩態液體

儲槽形式	防護	與境界線之最小距離 (ft)，包括對面的公共道路	與公共道路，或者相同境界線之鄰近重要建築物最小距離 (ft)
允許緊急應變排氣未超過 250 psig 的壓力 (表壓力 17.2kPa) 之臥形和豎形儲槽	儲槽防護根據以下內容：經核准水霧，核准惰性氣體，核准隔離和冷凍，核准隔板	表 3-7，但不能低於 25 ft	不能低於 25 ft
	暴露防護	表 3-7 的 2.5 倍但不能低於 50ft	不能低於 50 ft
	無	表 3-7 的 5 倍但不能低於 100ft	不能低於 100 ft
允許緊急應變排氣超過 250 psig 的壓力 (表壓力 17.2kPa) 之	儲槽防護根據以下內容：經核准水霧，核准惰性氣體，核准隔離和冷凍，核准隔板	表 3-7 的 2 倍但不能低於 50ft	不能低於 50 ft

臥形和豎形 儲槽	暴露防護	表 3-7 的 4 倍但不 低於 100ft	不能低於 100 ft
	無	表 3-7 的 8 倍但不 低於 150ft	不能低於 150 ft

表 3-6 穩態液體[工作壓力高於 2.5 psig 的 (表壓 17.2kPa)]

儲槽形式	防護	與境界線之最小 距離 (ft) , 包括 對面的公共道路	與公共道路, 或 者相同境界線 之鄰近重要建 築物最小距離 (ft)
任何類型	暴露防護	表 3-7 的 1.5 倍但 不得低於 25ft	表 3-7 的 1.5 倍 但不得低於 25ft
	無	表 3-7 的 3 倍但 不得低於 50ft	表 3-7 的 1.5 倍 但不得低於 25ft

表 3-7 表 3-4、表 3-5 和表 3-6 補充文件

儲槽容量	與境界線之最小距離 (ft) , 包括對面的公 共道路	與公共道路, 或者相 同境界線之鄰近重要 建築物最小距離 (ft)
275 or less	5	5

276 to 750	10	5
751 to 12,000	15	5
12,001 to 30,000	20	5
30,001 to 50,000	30	10
50,001 to 100,000	50	15
100,001 to 500,000	80	25
500,001 to 1,000,000	100	35
1,000,001 to 2,000,000	135	45
2,000,001 to 3,000,000	165	55
3,000,001 or more	175	60

表 3-8 沸溢液體

儲槽形式	防護	與境界線之最小距離 (ft) ，包括對面的公共道路，並不得少於 5ft	與公共道路，或者相同境界線之鄰近重要建築物最小距離 (ft) ，並不得少於 5ft
浮頂 參閱表 4	暴露防護	儲槽直徑的 1/2 倍	儲槽直徑的 1/6 倍
	無	儲槽直徑	儲槽直徑的 1/6

			倍
固定屋頂	經核准泡沫或惰性氣體系統	儲槽直徑	儲槽直徑的 1/3 倍
	暴露防護	儲槽直徑的 2 倍	儲槽直徑的 2/3 倍
	無	儲槽直徑的 4 倍，但不超過 350ft	儲槽直徑的 2/3 倍

表 3-9 III B 類液體

儲槽容量	與境界線之最小距離 (ft)，包括對面的公共道路	與公共道路，或者相同境界線之鄰近重要建築物最小距離 (ft)
12,000 or less	5	5
12,001 to 30,000	10	5
30,001 to 50,000	10	10
50,001 to 100,000	15	10
100,001 or more	15	15

表 3-10 儲槽最小間隔 (相鄰的)

	浮頂儲槽	固定或臥形儲槽
--	------	---------

		I 類或 II 類液體	III A 類液體
其直徑沒有超過 150ft 所有的儲槽	相鄰儲槽直徑總和的 1/6，但是少於 3ft	相鄰槽體直徑總和的 1/6，但是不可少於 3ft	相鄰槽體直徑總和的 1/6，但是不可少於 3ft
儲槽直徑超過 150ft			
如果提供遠端貯水則根據 2.3.2.3.2 之規定	相鄰儲槽直徑總和的 1/6	相鄰儲槽直徑總和的 1/4	相鄰儲槽直徑總和的 1/6
如果提供防護欄則根據 2.3.2.3.2 之規定	相鄰儲槽直徑總和的 1/4	相鄰儲槽直徑總和的 1/3	相鄰儲槽直徑總和的 1/4

(2)地下儲槽安裝則須符合儲存 I 類液體之儲槽，與地下室或地窖鄰近牆至少 1ft (0.3m)，以及任何境界線 (property line) 至少 3ft (0.9m)，並且與地下室、地窖或境界線儲存 II 類或 III 類液體儲槽之牆至少 1ft (0.3m)。另外亦須考量埋藏深度和覆蓋程度、通風風管、地下儲槽通風口之其他開口及淹水區之地下儲槽要求。

(3)儲存儲槽建築物適用於儲存 I 類、II 類或 III 類液體建築物，當境界線和儲存儲槽建築物牆，其防火時效低於 2

小時，最小暴露距離應符合表 3-11。除建築位置外亦須考量儲存儲槽建築物結構、通風、排水、電氣系統、檢查和維修、探測和警報、可攜式消防控制設備以及固定式消防控制設備等。

表 3-11 儲存儲槽建築物的位置與境界線，公共道路及位於同一境界線之鄰近的重要建築距離

最大儲槽 – 操作液體容 量(gal)	與境界線之最小距離 (ft)，包括 對面的公共道路				與公共道路，或者相同境界線之鄰 近重要建築物最小距離 (ft)			
	穩態液體緊急應 變		非穩態液體緊急 應變		穩態液體緊急應 變		非穩態液體緊急 應變	
	不高於 2.5psig	高 於 2.5psig	不高於 2.5psig	高 於 2.5psig	不高於 2.5psig	高 於 2.5psig	不高於 2.5psig	高 於 2.5psig
高於 12000	15	25	40	60	5	10	15	20
12001-3000	20	30	50	80	5	10	15	20
30001-5000	30	45	75	120	10	15	25	40
50001-100000	50	75	125	200	15	25	40	60

3. 儲槽測試要求須有興建完成之初步測試、密閉性測試以及搬遷後或整修後疑似洩漏之額外測試等。

4. 火災預防與控制包含範圍、一般要求、控制火源、火災危害管理、火災控制、緊急計畫和訓練以及檢查和維護等要求。

5. 儲槽操作和維護包含防止儲槽溢流、鑑定和保全、位於淹水

區儲槽、暫時使用或永久移除之地上儲槽及地下儲槽、地下儲槽洩漏偵測與庫存清單以及儲槽維護等。

(三)管線系統

第三章關於管線系統之說明，其範圍包含了管路 (pipe)、套管 (tubing)、法蘭 (flanges)、螺栓 (bolting)、墊圈 (gaskets)、閘件 (valves)、配件 (fittings)、彈性接頭 (flexible connectors)、其他元件含壓力的零件，例如膨脹點及伸張器、及作為混合、分離、減震、分佈、計量、控制流動、或液體與二次圍阻的液體及蒸汽裝置，其說明如下：

- 1.通則：其性能標準之管線系統的設計、建構、組裝、測試與檢查，應適合的預期操作壓力與結構壓力，並符合 ASME B31，Pressure Piping 相關章節及 NFPA 30 第三章規定，且需考量其管線的密合度，管線系統應保持防水，對於已洩漏造成危害之管線系統應排空液體，或以主管機關能接受的方式修復。
- 2.管線系統的材質：其材質規格可分為管線、閘件、水龍頭 (faucet)、管接頭 (coupling)、彈性接頭、配件、及其他含壓力的零件，應符合 ASME B31，Code for Pressure Piping 中的材質規格與壓力及溫度限值。其亦說明延展鐵、閘件、低熔點材質、內襯材質及非金屬性管線之材質要求。
- 3.管線接點需考量接點密合性、彈性接頭安裝及摩擦接點。
- 4.管線系統之安裝，應有具體的支撐，且能防止實際上損壞，及因沉降、振動、膨脹或收縮所造成的過高壓力。位於火災暴露高風險區的軸承負載管線支撐，應以下列一種或以上方

式防護：

- (1) 排放至安全地點，以防止液體在管線內累積。
- (2) 防火的結構。
- (3) 依 NFPA 15，Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection 設計與安裝的撒水系統。
- (4) 主管機關接受的其他替代方式。

管線安裝亦須注意抗腐蝕防護、管線穿透、地下管線、閥件及一般裝卸管線等。

5. 管線測試方面，可分為：

(1) 初步測試：測試應在流體靜力為系統最大預期壓力的 150% 時，或氣動至系統最大預期壓力的 110% 下進行，且測試壓力要能維持夠長的時間，使能對所有接點與連接處完成目視檢查。

(2) 二次圍阻管線的初步測試：二次圍阻管線的間隙空間應在流體靜力下測試、以 5 psig(表壓 34.5 kPa) 的大氣壓力進行測試、或依表單或製造商的說明進行測試。壓力源應未與間隙空間連接，以確保測試是在密閉系統內進行。壓力應維持至少 1 小時。

(3) 洩漏中之管線維修測試

6. 對於地上儲存槽的排氣管線、緊急排氣管線的延伸、地下儲存槽的排氣管線等規定均有說明，且另外對於靜電及鑑定亦有說明其規定。

7. 應依 NFPA 30 第 2.5.3.4 節的規定接地防止靜電。

8. 每個裝卸之立管應標示其產物用途。

(四) 容器與可攜式儲槽

第四章主要為說明容器與可攜式儲槽之範圍、容器設計、建置與容量、儲存櫃設計、建置與容量、室內液體儲存區設計、建置與操作、其他場所液體儲存區的要求、有害物質儲存櫃、室外儲存及室內儲存自動消防防護、手動消防防護及火源控制，其概要說明如下：

1. 範圍：本章的規定應施行於以容量未超過 60 gal (227 L) 的桶槽或其他容器、容量未超過 660gal (2498 L) 的可攜式儲存槽、及容量未超過 793 gal (3000 L) 的中級巨型容器，及另外限制臨時移動。對於容量超過 660 gal (2500 L) 的可攜式儲存槽，應遵循 NFPA 30 第二章的規定。
2. 容器設計、建置與容量：只能允許使用經認可之容器、巨型容器及可攜式儲槽。每種可攜式儲槽及中級巨型容器於頂端應安裝足夠之緊急排氣量，總排氣量應符合 NFPA 30 第 2.2.3.5, 2.3 及 2.2.5.2.5 節的規定。容器或金屬可攜式儲槽最大尺寸不可高於表 3-12 規定。

表 3-12 容器、中級巨型容器與可攜式儲槽的最大允許尺寸

類型	可燃性液體			易燃性液體	
	IA 類	IB 類	IC 類	II 類	III 類
玻璃	1 pt	1 qt	1 gal	1 gal	5 gal
金屬(除 DOT 桶槽外)或經核准的	1 gal	5 gal	5 gal	5 gal	5 gal

塑膠					
安全罐	2 gal	5 gal	5 gal	5 gal	5 gal
金屬桶槽 (DOT 規格)	60 gal				
核准的金屬可攜式儲槽與 IBCs	793 gal				
堅硬的塑膠 IBCs (UN 31H1 或 31H2) 及組合式 IBCs (UN 31HZ1)	NP	NP	NP	793 gal	793 gal
聚乙烯 DOT 規格 34、UN 1H1 或核准免遵守規定的 DOT	1 gal	5 gal	5 gal	60 gal	60 gal
纖維桶槽 NMFC 或 UFC 2A 型；3A、3B-H 或 3B-L 型或 4A 型	NP	NP	NP	60 gal	60 gal

備註：

1.NP 代表不允許

2.對於 IB 類與 IC 類水溶性液體，塑膠容器如依 NFPA 30 表 4.8.2(g)儲存與防護時的最大允許容量為 60 gal (227 L)

3.儲存櫃設計、建置與容量：其規定未超過 120 gal (454 L)的 I 類、II 類與 III A 類液體可存放於儲存櫃內，但任何起火區不可放置三個以上的儲存櫃但於間隔 100ft (30m) 或有自動撒水系統防護者不在此限。

4.室內液體儲存區設計、建置與操作：適用於主要功能為儲存液體的室內區域，此應包括室內房間、自動開關室、緊接建築物、液體倉庫、及於室內儲存區使用的有害物質儲存冷藏櫃。所有儲存區皆應符合表 3-13 防火等級及 NFPA 251 測試規格。內牆至鄰近房間或建築物的開口及具防火等級的外牆開口應提供平常關閉及防火等級符合表 3-14 。針對共同要求如允需數量及儲存高度須符合表 3-15 、室內儲存容器應符合表 3-16 限制以及相關操作說明。

表 3-13 液體儲存區內部的防火等級

儲存區類型	防火等級(小時)		
	內牆、天花板與中間樓層	屋頂	外牆
室內房間			
樓版面積低於 150ft ²	1	—	—

樓版面積大於 150ft ² 且低於 500ft ²	2	—	—
自動開關室及連接建築物			
樓版面積低於 300ft ²	1	1	—
樓版面積大於 300ft ²	2	2	2
液體倉庫	4	—	2 或 4

表 3-14 防火門的防火等類

牆的防火等級(小時)	門的防火等類(小時)
1	3/4
2	1 1/2
4	3

表 3-15 室內無防護之容器、可攜式儲槽與中級巨型容器液體儲存

類別	儲存容器			可攜式儲槽與金屬性 IBC 儲存容器			硬塑膠與組合式 IBC		
	最大堆積高度(ft)	每堆的最大數量(gal)	最大總數量(gal)	最大堆積高度(ft)	每堆的最大數量(gal)	最大總數量(gal)	最大堆積高度(ft)	每堆的最大數量(gal)	最大總數量(gal)
IA	5	600	600	-	NP	-	-	-	-

IB	5	1375	1375	7	2000	2000	-	-	-
IC	5	2750	2750	7	4000	4000	-	-	-
II	10	4125	8250	7	5500	11000	7	4125	8250
III A	15	13750	27500	7	22000	44000	7	13750	27500
III B	15	13750	55000	7	22000	88000	7	13750	55000
備註：									
1.最大總數量只施行於自動開關室與緊鄰建築物，未施行於液體倉庫。									
2.NP 代表不允許									

表 3-16 室內儲存限制

總樓板面積	有無提供自動消防設備	總許可量
低於或等於 150 ft ²	否	2
	是	5
高於或等於 150 ft ² 且 低於 500 低於或等於 150 ft ²	否	4
	是	10
備註：		
此消防系統應是自動撒水、水霧、二氧化碳、乾粉或其他核准的系統(參閱 NFPA 30 第 4.8 節)。		

5.其他場所液體儲存區的要求：其主要為臨時液體存放區，並非原本設置為存放液體之區域，應注意設置為室內時應符合

NFPA 30 第 4.4 節及本節之規定、液體儲存容器不可 住

路徑，以及 I 類液體不可存放於地下室。並且針對不同目的之倉庫訂定其相關儲存標準，如一般倉庫、住宅與不超過 3 間以上住宅、聚集場所及含超過 3 間住宅之建築與業、辦公室、 機構與機關場所及日間照護中 、商業場所等。

- 6.有害物質儲存櫃：於室內房間使用的有害物質的儲存櫃，應視為室內液體儲存室，且應符合 NFPA 30 第 4.4 節的要求事項。應於指定地點存放有害物質儲存櫃，其距離應符合表 3-17 規定，此指定地點的排列需使每個有害物質儲存櫃間、有害物質儲存櫃與境界線間、及有害物質儲存櫃與最近的公共道路間、或同一境界線的重大建築物間有一定距離。

表 3-17 指定地點

指定地點的面積 (ft ²)	每個有害物質儲存櫃間的距離(ft)	有害物質儲存櫃與境界線的距離(ft)	有害物質儲存櫃與最近的公共道路間或同一境界線的重大建築物間的距離(ft)
低於或等於 100	5	10	5
>100 且 ≤ 500	5	20	10
>500 且 ≤1500	5	30	20

- 7.室外儲存：容器、中級巨型容器與可攜式儲槽於室外儲存時，應依表 3-18 或 NFPA 30 第 4.7.1.1 節至第 4.7.1.4 節及第

4.7.2 節至第 4.7.4 節的規定實施。

表 3-18 容器與可攜式儲槽的室外液體儲存

類別	每堆最大容器 容量與高度		硬塑膠與組合 IBC 每堆最大 容器容量與高 度		可攜式儲槽與 金屬 IBC 每堆 最大容器容量 與高度		每堆 或每 架間 的距 離	與境 界線 間的 距離	與 道 或 公共 道路 間的 距離
	(gal)	高度 (ft)	(gal)	高度 (ft)	(gal)	高度 (ft)	(ft)	(ft)	(ft)
IA	1100	10	—	—	2200	7	5	50	10
IB	2200	12	—	—	4400	14	5	50	10
IC	4400	12	—	—	8800	14	5	50	10
II	8800	12	8800	12	17600	14	5	25	5
III	22000	18	22000	18	44000	14	5	10	5

8. 室內儲存場所自動消防防護：為 NFPA 30 第 4.2 節至第 4.5

節所述所有容器與可攜式儲槽液體的儲存。其中有自動撒水與泡水設備、其他自動消防防護系統、圍 和排水及消防防護方案等規定說明。當使用自動撒水設備或低膨脹泡水設備時，應遵守 NFPA 30 表 4.8.2(a)至 4.8.2(j)的標準，如表 3-19，

另外亦有 裝 物或金屬儲存容器撒水防護、單排或 排架子的金屬容器泡沫防護、 裝 物或 板儲存金屬容器泡沫防護、III B 液體之塑膠容器存放於單一、 層或多層開放架撒水防護、塑膠容器存放於 層或多層開放架撒水防護、金屬容器存放於防護欄板撒水防護、I B、I C、II、III A 和 III B 類液體之釋壓型金屬容器存放於至少 7.5ft 之架子和 板撒水防護、 裝 物或 IBC 存放於 板上撒水防護及 IBC 存放於單一、 層或多層開放架撒水防護等規定。根據存放液體不同及撒水設置方法亦不同，其有相關規定，如圖 3-1 單一層架子撒水頭配置，另外亦有 層架子撒水頭配置及多層架子撒水頭配置等。

表 3-19 單一或 層架子的金屬容器的撒水防護裝置(用於非水溶性液體或水溶性液體及可燃性液體 度>50%)

液體等級	容器大小和安排 (gal)	最大儲存高度 (ft)	最大天花板高度 (ft)	天花板撒水頭型式						
				撒水裝置類型		密度 (gp m/ft ³)	設計面積 (ft ²)	架式撒水防護裝置	註記	火災測試參考資料
				指定 K 係數	反應					
非調配型容器										
IB, IC, II, or	≤1	16	30	11.2	QR	0.60	2000	一線於地板上方 8ft	2、5	1

III										
	≤ 1	20	30	8.0 or 11.2	SR or QR	0.60	2000	一線於地板 上方 6ft 及 一線於地板 上方 12ft	2、5	2
IB, IC, II, or III A	≤ 5	25	30	5.6 or 8.0	SR or QR	0.30	3000	每層	2	3
III B	≤ 5	40	50	5.6 or 8.0	SR or QR	0.30	2000	每隔一層一 線、從第一 儲存層上方 開始	2、6	4
IB, IC, II, or III A	5 and ≤ 60	25	30	8.0 or 11.2	SR	0.40	3000	每層	4	5
III B	5 and ≤ 60	40	50	5.6 or 8.0	SR	0.30	3000	每隔一層一 線、從第一 儲存層上方 開始	2、6	6

調配型容器										
IB, IC, II, or III A	≤ 5	14	18	11.2	QR	0.65	2000	無	1、3	7
	≤ 5	25	30	5.6 or 8.0	SR or QR	0.30	3000	每隔一層一 線，從第一 儲存層上方 開始	2、7	9
III B	≤ 5	40	50	5.6 or 8.0	SR or QR	0.30	2000	每隔一層一 線，從第一 儲存層上方 開始	2、6	9
IB,IC, II 或 III A	>5 和 ≤ 60	25	30	8.0 或 11.2	SR	0.60	3000	從第一儲存 層開始每層 一列	2	10
III B	>5 和 ≤ 60	40	50	5.6 或 8.0	SR	0.30	3000	從第一儲存 層開始每層 一列	2、6	11
IB,IC,	可攜式儲	25	30	8.0	SR	0.60	3000	每一層	4	12

II 或 III A	槽			或 11.2						
III B	可攜式儲 槽	40	50	8.0	SR	0.3	3000	從第一儲存 層開始每層 一列	4	13

註記：

1. 層架度最大值 6 ft。

2. 架式撒水頭間隔為中直 9ft。基本設計每撒水頭水量為 30gpm，與每三層以上最遠 6 撒水頭水力之撒水頭動作，或如果只有一層，最遠 8 個撒水頭。架式撒水頭為 K=5.6 或 K=8.0 快速反應，一般作動溫度以防護。

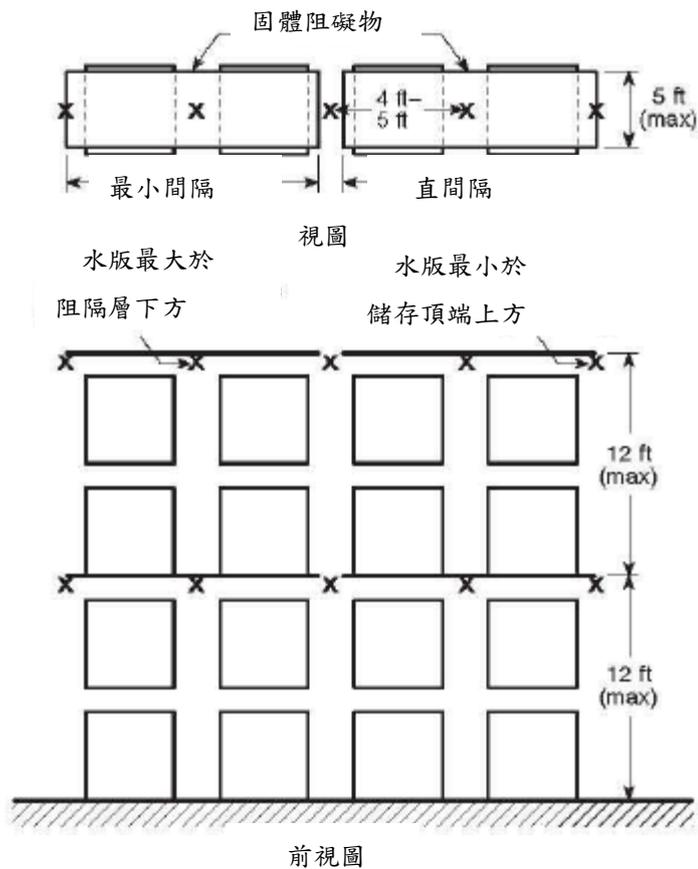
3. 使用向下式天花板撒水頭 K=11.2。

4. 架式撒水頭間隔為中直 9ft，每撒水頭水量為 30 gpm，K=5.6 或 8.0，快速反應型或標準反應型以防護，一般作動溫度，每層(三層以上)最遠 6 個撒水頭水力之撒水頭動作。如果只有一層，最遠 8 個撒水頭。

5. 防護裝或相當於 6½ ft 非固體架展示列架和在架上放置儲存，架材料，開放鐵，或 2 in.×6 in. 板條，分別以最小 2 in.間隔。

6. 如果儲存超過一層，其最頂端上應使用密度 0.60 架式撒水頭。(K=0.8 或 11.2 天花板式撒水頭)

7. 如果儲存超過一層，其最頂端上應使用密度 0.60 /2000 ft² 架式撒水頭。(K=0.8 或 11.2 天花板式撒水頭)



SI 單位，1in=25 ； 1ft=0.3m

架式撒水頭， $1\frac{7}{32}$ in， 般型，快速反應型

圖 3-1 單一層架子撒水頭配置

9. 手動消防防護：液體存放區應放置滅火器或水線（hoselines）。

10. 火源控制：控制火源須採取預防措施防止易燃性氣體

火。來源點火如下，但非 限於以下內容：

- (1) 明火
- (2) 閃電
- (3) 吸煙
- (4) 或焊接

- (5) 高溫表面
- (6) 摩擦
- (7) 靜電
- (8) 電氣或機 火花
- (9) 自然發 ，包括 生成化學反應
- (10) 輻射

且應注意會與水發生反應的物質，不應與其他液體存放於同一區域，以及經常載運 I 類液體電動工業儲槽 ，其選擇、操作、維修應依照 NFPA 505 Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation. 。

(五) 操作

第五章操作是探討設施設計如表 3-20 暴露防護距離及表 3-21 液體處理與操作場所距離，以及通風、排水、電器設備、液體處理、傳送和使用以及防止液體和蒸氣意外洩漏設備等規定。

表 3-20 在境界線和在同境界線之鄰近重要建築處理容器位置之防護暴露

容器最大操作 液體容量(gal)	與境界線之最小距離 (ft) ，包括 對面的公共道路		與公共道路，或者相同境界線之 鄰近重要建築物最小距離 (ft)	
	穩定液體緊急 應變	非穩態液體緊 急應變	穩定液體緊急 應變	非穩態液體緊 急應變

	不超過 2.5psig	超 過 2.5psig						
低於 275	5	10	15	20	5	10	15	20
276-750	10	15	25	40	5	10	15	20
715-12,000	15	25	40	60	5	10	15	20
12,001-30,000	20	30	50	80	5	10	15	20
30,001-50,000	30	45	75	120	10	15	25	40
50,001-100,000	50	75	125	200	15	25	40	60
超過 100,000	80	120	200	300	25	40	65	100
備註： 倍以上距離不須提供防護暴露。								

表 3-21 液體處理和操作場所建築物結構或構造

液體等級	與境界線之 距離 (ft)	距 道、 或公 用道路距離(ft)	最小型式結構
I 類液體，非穩態任 何液體和任何閃火 點以上之液體	50	10	II (000)
	25	5	II (111)
	10	5	II (222)
II 類	25	5	II (000)
	10	5	II (111)
III 類	10	5	II (000)

(六)電氣設備及裝置

第六章是探討電氣設備及裝置，針對電氣區域做相關之分類，依其不同的位置與國家電氣法規之區分做不一區別，並對其不同分類的區域，依其區劃之面積、空間做範圍定義。要求電氣設備的安裝適用於各種分類的化學物質，使用一般的電器設備，包括開關設備，應通風並補充空氣確保不被污染。

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估

(一)國內外法規競合

A.國內法規部分：

國內主要為 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法 及 各類廠所消防安全設備設置標準 規範相關法規，於 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法 規範儲存場所定義、安全距離、圍保 空地及防火牆之防火時效、構造、設備、標示版內容大小等規定及儲存管制量規定等，於 各類廠所消防安全設備設置標準 則說明其場所消防設備設置標準。

公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法 探討如下：

安全距離：主要為規範其外牆或相當於該外牆之設施外，與廠區外鄰近場所之安全距離如下：

- 1.與公共危險物品及可燃性高壓氣體製造、儲存或處理場所之距離，應在二十公尺以上。
- 2.前項安全距離，於製造場所設有 牆防護或具有同等以上防護性能者，得減 計 之。

圍保 空地及防火牆之防火時效：

- 1.六類物品製造場所或一般處理場所四 保 空地 度應在三公尺以上；儲存量達管制量十倍以上者，四 保 空地 度應在五公尺以上。
- 2.前項場所，如因作業流程具有連接性，四 依規定保持距離 會 重 害其作業者，於設有高於屋頂，為不燃材料建造，具二小時以上防火時效之防火牆，並將二者有效隔開者，得不受前項距離規定之限制。

構造：六類物品製造場所或一般處理場所之構造，應符合下列規定：

- 1.不得設於建築物之地下層。
- 2.牆 、 、 、地板及樓 ，應以不燃材料建造；外牆有延燒之虞者，除出 口外，不得設置其他開口，且應採用防火構造。
- 3.建築物之屋頂，應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。但設置設施使該場所無產生爆炸之虞者，得免以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。
4. 戶及出 口應設置三十分 以上防火時效之防火門 ；牆 開口有延燒之虞者，應設置常時關閉式一小時以上防火時效之防火門。
5. 戶及出 口裝有玻璃時，應為 鐵 玻璃或具有同等 以上防護性能者。
- 6.製造或處理液體六類物品之建築物地板，應採用不 透構造，且作適當之 ，並設置集液設施。但設有洩漏承接設

施及洩漏檢測設備，能立即通知相關人員有效處理者，得免作適當之 及設置集液設施。

- 7.設於室外之製造或處理液體六類物品之設備，應在 圍設置距地面高度在十五公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施；其地面應以混 土或六類物品無法 透之不燃材料 設，且作適當之 ，並設置集液設施。處理易燃液體中不溶於水之物質，應於集液設施設置 水分離裝置，以防止直接流 排水溝。

設備：六類物品製造場所或一般處理場所之設備，應符合下列規定：

- 1.應有充分之採 、照明及通風設備。
- 2.有積存可燃性蒸氣或可燃性粉 之虞之建築物，應設置將蒸氣或粉 有效排至屋 以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。
- 3.機 器具或其他設備，應採用可防止六類物品溢漏或 之構造。但設備中設有防止溢漏或 之附屬設備者，不在此限。
- 4.六類物品之加 、冷卻設備或處理六類物品過程會產生溫度變化之設備，應設置適當之測溫裝置。
- 5.六類物品之加 或乾 設備，應採用不直接用火加 之構造。但加 或乾 設備設於防火安全處所或設有預防火災之附屬設備者，不在此限。
- 6.六類物品之加壓設備或於處理中會產生壓力上 之設備，應設置適當之壓力計及安全裝置。

- 7.製造或處理六類物品之設備有發生靜電 積之虞者，應設置有效消除靜電之裝置。
8. 設備應符合中 民國國家標準（以下簡稱 CNS）一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但因 圍環境，無致生危險之虞者，不在此限。
- 9.電動機及六類物品處理設備之幫浦、安全閥、管接頭等，應裝設於不 礙火災之預防及搶救位置。
- 10.電氣設備應符合屋內線路裝置規則相關規定。

儲存管制量規定：公共危險物品之種類、分級及管制量如表 3-22，以此管制量判斷其安全距離等。

表 3-22 公共危險物品之種類、分級及管制量表

分類	名稱	種類	分級	管制量
第四類	易燃液體	一、特 易燃物：指乙 、二硫化碳、乙 、環氧 及其他在一大氣壓時，火溫度在攝氏一 度以下之物品，或閃火點低於攝氏零下二十度，且沸點在攝氏四十度以下之物品。		五十公
		二、第一 類：指 、汽 及其他在一大氣壓時，閃火點未達攝氏二十一度者。	非水溶性液體	二 公
			水溶性液體	四 公

	<p>三、 類：指一個分子的碳原子數在一到三之間，並含有一個 和的 基(含變性)。但下列物品不在此限：</p> <p>(一) 含量未達 分之六十之水溶液。</p> <p>(二) 可燃性液體含量未達 分之六十，其閃火點與燃燒點超過 含量分之六十水溶液之閃火點及燃燒點。</p>		四 公
	<p>四、第二 類：指 、 及其他在一大氣壓時，閃火點在攝氏二十一度以上，未達七十度者。但可燃性液體含量在 分之四十以下，閃火點在攝氏四十度以上，燃燒點在攝氏六十度以上，不在此限。</p>	非水溶性液體	一 公
	<p>五、第三 類：指重 、 及其他在一大氣壓時，閃火點在攝氏七十度以上，未達二 度者。但可燃性液體含量在 分之四十以下者，不在此限。</p>	非水溶性液體	二 公
		水溶性液體	四 公

	<p>六、第四類：指、活及 其他在一大氣壓時，閃火點在攝氏二 度以上，未滿二十五度者。但可燃性 液體含量在百分之四十以下者，不在此 限。</p>		六公
	<p>七、動物類：從動物的、物 的種子或果抽取之，一大氣壓 時，閃火點未滿攝氏二十五度者。但 依中央主管機關指定之方式儲存保管 者，不在此限。</p>		一公

各類場所消防安全設備設置標準 探討如下：

使用場所：公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安
全管理辦法規定之場所

滅火困難場所：

1. 滅火困難場所：

(1)製造或一般處理場所（下列任一成立者）

a.總樓地板面積 1000m^2

b.公共危險物品數量 管制量 100 倍

（除外對象：第一類之類、過類、類；

第二類之硫磺、鐵粉、金屬粉、鎂；第五類之類、

基化合物、高閃火點物品其操作溫度 100°C)

c.製造或處理設備高於 6m 者

(除外：高閃火點物品其操作溫度 100°C)

d.建築物除供一般處理場所外， 有其他用途者

(除外：已無開口防火牆、防火樓板區隔或高閃火點物品其
操作溫度 100°C)

(2)室外儲存場所(下列任一成立者)

a.公共危險物品數量 管制量 150 倍

(除外對象：第一類之 類、過 類、 類；
第二類之硫磺、鐵粉、金屬粉、鎂；第五類之 類、
基化合物、高閃火點物品)

b.儲存第 2 類(易燃性固體)、第 4 類(閃火點 70°C)之
總樓地板面積 150m^2

(除外：每 150m^2 以無開口防火牆、防火樓板區隔者)

c.儲存第 1、2 類(易燃性固體)，3、4 類(閃火點 70°C)，
5、6 類危險物品之室內儲存場所外， 有其他用途者。

(除外：以無開口防火牆、防火樓板區隔者)

d.一層建築，高度 6m 者

(3)室內儲槽(下列任一成立者但不含儲存高閃火點或第 6
類危險物品其操作溫度 100°C 者)

a.儲槽儲存液體液體表面積 40m^2

b.儲槽高度 6m

c.儲存危險物品閃火點在 $40\sim 70^{\circ}\text{C}$ 儲槽位於一樓以外之建築
物(以無開口且具防火構造之牆 樓地板區劃分隔者除
外)

(4)室外儲槽(下列任一成立者但不含儲存高閃火點或第儲槽

6 類危險物品其操作溫度 100°C 者)

a. 儲槽儲存液體液體表面積 40m²

b. 儲槽高度 6m

c. 儲存固體公共危險物品數量 管制數量 100 倍

2. 一般滅火困難場所

(1) 製造或一般處理場所 (下列任一成立者)

a. 總樓地板面積 600m² 以上, 未滿 1000m²

b. 公共危險物品數量-管制量 10 倍以上, 未滿 100 倍

(除外對象: 第一類之 類、過 類、 類;
第二類之硫磺、鐵粉、金屬粉、鎂; 第五類之 類、
基化合物、高閃火點物品其操作溫度 100°C)

(2) 室內儲存場所 (下列任一成立者)

a. 一層建築物以外者

b. 公共危險物品數量-管制量 10 倍以上, 未滿 150 倍

(除外對象: 第一類之 類、過 類、 類;
第二類之硫磺、鐵粉、金屬粉、鎂; 第五類之 類、
基化合物、高閃火點物品)

c. 總樓地板面積 150m²

(3) 室內儲槽-未達 滅火困難場所 (儲存第 6 類或高閃火點除外)

(4) 室外儲槽-未達 滅火困難場所 (儲存第 6 類或高閃火點除外)

(5) 室外儲存場所 (任一成立者)

a. 儲存 狀黃磷其面積-5m² 以上未滿 100m²

b. 儲存上述以外之危險物數量 管制量 100 倍

選用滅火設備：公共危險物品製造、儲存或處理場所應選用之滅火設備如下表 3-23，本研究探討主要為第四類易燃液體。

表 3-23 公共危險物品製造、儲存或處理場所應選用之滅火設備

滅 火 設 備 防 護 對 象		區分														
		建築物及附屬設施	電氣設備	第一類		第二類				第三類		第四類	第五類	第六類	爆竹煙火	
				鹼金屬過氧化物	其他第一類公共危險物品	粉、鎂粉	鐵粉、金屬粉、鎂粉、金屬	硫化磷、赤磷、硫磺	黃磷、硫化磷、赤磷、硫磺	其他可燃性固體	禁水性物質					其他第三類公共危險物品
第一種	室內或室外消防栓	○			○			○		○				○	○	○
第二種	自動撒水設備	○			○			○		○				○	○	○
第三種	水霧滅火設備	○	○		○			○		○			○	○	○	○
	泡沫滅火設備	○			○			○		○			○	○	○	○
	二氧化碳滅火設備		○							○			○			
	乾粉滅火設備	磷類	○	○		○			○		○			○		○
碳類			○	○		○				○			○			
其他		○		○		○										
第四種	滅 狀水滅火器	○			○			○		○			○	○	○	○

		霧狀水滅火器	○	○		○		○	○		○		○	○	○	
		狀強化液滅火器	○			○		○	○		○		○	○	○	
		霧狀強化液滅火器	○	○		○		○	○		○	○	○	○	○	
		泡沫滅火器	○			○		○	○		○	○	○	○	○	
		二氧化碳滅火器		○					○		○					
		乾粉滅火器	磷類	○	○		○		○			○	○		○	
				碳類		○	○		○			○	○	○		
					其他			○		○			○			
第五種	滅火器	狀水滅火器	○			○		○	○		○		○	○	○	
		霧狀水滅火器	○	○		○		○	○		○		○	○	○	
		狀強化液滅火器	○			○		○	○		○		○	○	○	
		霧狀強化液滅火器	○	○		○		○	○		○	○	○	○	○	
		泡沫滅火器	○			○		○	○		○	○	○	○	○	
		二氧化碳滅火器		○						○			○			
		乾粉滅火器	磷類	○	○		○		○			○	○		○	
				碳類		○	○		○			○	○	○		
其他						○		○			○					
水桶或水槽			○			○		○	○		○		○	○	○	

乾			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
膨脹 或膨脹			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

備註：

- 1.本表中 ○ 標示係代表可選設該項滅火設備
- 2.大型滅火器之 劑數量應符合國家標準總號一三八七之規定
- 3.磷 類等之磷 類、硫 類及其他含有防 性 劑。
- 4.碳 類等為碳 類、碳 類和 素反應生成物。

滅火效能值核 ：

1.設置第 5 種滅火設備滅火效能值計

(1)儲存場所建築物

a.外牆為防火構造-總樓地板面積每 150m² (含未滿) 1 個滅火效能值

b.外牆為非防火構造-總樓地板面積每 75m² (含未滿) 1 個滅火效能值

(2)場所之室外附屬設施

a.儲存場所-每 150m² (含未滿) 1 個滅火效能值

b.公共危險物品-每達管制量 10 倍 (含未滿) 1 個滅火效能值

2.滅火器以外之第 5 種滅火設備滅火效能值計

(1)8 公 消防專用水桶-每 3 個 1 個滅火效能值

(2)水槽-每 80 公 1.5 個滅火小能值

(3)乾 -每 50 公 0.5 個滅火效能值

(4)膨脹 或膨脹 -每 160 公 1 個滅火效能值

滅火困 場所應設置之滅火設備

1.其設置標準如下表 3-24

表 3-24 滅火困難場所應設置消防滅火設備

場所類別	室內儲存場所		室外儲存場所			室內儲槽場所		室外儲存場所	
	高度超過六公尺一層建築物	其他	之第四類公共危險物	儲存閃火點攝氏七十度以上	儲存硫磺	其他	之第四類公共危險物品		儲存閃火點攝氏七十度以上
滅火設備	第二種或移動式以外之第三種滅火器	第一種滅火設備之室外消防栓設備、第二種滅火設備、第三種移動式泡沫設備（限設置室外泡沫消防栓者）或移動式以外第三種滅火設備	第三種滅火設備之水霧滅火設備或固定式泡沫滅火設備	第三種滅火設備之水霧滅火設備	第三種滅火設備之固定式泡沫滅火設備	第三種滅火設備之固定式泡沫滅火設備、移動式以外二氧化碳（或乾粉）滅火設備。	第三種滅火設備之水霧滅火設備、固定式泡沫滅火設備或移動式以外二氧化碳（或乾粉）滅火設備	第三種滅火設備之固定式泡沫滅火設備、移動式以外二氧化碳（或乾粉）滅火設備	應設置第一種、第二種或第三種滅火設備，但火災時有充滿煙之虞者，不得使用第一種或第三種移動式滅火設備

2.表列場所除下列情形外，應設置第4、5種滅火設備

(1)製造及處理場所(儲存或處理高閃火點物品其操作溫度未滿 100°C) -第1、2、3種滅火設備有效範圍內免設第4種滅火設備

(2)儲存第4類公共危險物品之室內、外儲存場所-應設置第5種滅火設備2具以上

一般滅火困難場所應設置之滅火設備

1.製造場所、一般處理場所、室內、外儲存場所、室內加壓站及第2種場所

(1)應設置第4種、第5種滅火設備

(2)第5種滅火設備-公共危險物品數量核對之滅火效能值1/5以上

2.室內、外儲槽場所-設置第4種、第5種滅火設備各依據以上。

3.第4種滅火設備免設-在第1、第2或第3種滅火設備有效範圍內

其他滅火困難場所應設置之滅火設備

1.滅火效能值-儲存或處理危險物品數量核對之最低滅火效能值以上

2.第1~4種滅火設備有效範圍內-滅火效能值得減至1/5以上

3.地下儲槽場所-設置第5種滅火設備2具以上

應設置火警自動警報設備場所

1.室內儲存場所(下列任一成立者)

(1)儲存或處理公共危險物品數量達管制量100倍以上者

(高閃火點物品除外)

(2)總樓地板面積 150m²

(例外：每 150m² 以以無開口防火牆、防火樓板區隔者，總樓地板面積 500m² 者，且儲存或處理-易燃性固體第 2 類以外危險物品，閃火點 70°C 之 第 4 類公共危險物品)

(3)建築物之一部份工作室內儲存場所使用者

(例外：以無開口防火牆、防火樓板區隔者，或儲存、處理-易燃性固體第 2 類以外危險物品，閃火點 70°C 之 第 4 類公共危險物品)

(4)樓高 6m 之一層建築物

2.室內儲槽場所-達 滅火困 者

3.前述以外之製造、儲存或處理場所儲存處理公共危險物品達管制量 10 倍以上者-設置手動報警設備或同等功能之緊急通報裝置 (平日無作業人員者免設)

B.NFPA 30 相關規定

NFPA 30 針對存放易燃性及可燃性液體之儲槽/容器不同規範，考量不同液體適用儲槽/容器最大存量、安全距離、通風考量、安裝、設計及設備、存放位置防護 (地上、地下、板及開放架等)，最主要規範不同液體存放地方應設置撒水或泡沫系統要求，以及撒水頭設置位置等。

國內外法規整理後可針對下列項目進行比較，其差異如表 3-25：

表 3-25 國內外法規差異

考量項目	公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法	NFPA 30	各類場所消防安全設備設置標準要求
易燃性液體定義	○	○	X (公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法)
可燃性液體定義	×	○	
安全距離(儲槽間距、儲槽與建築物間距)	○	○	
圍保 空地(與鄰近建築或公共道路距離)	○	○	
儲存場所構造	○ (場所)	○ (場所及儲槽)	
設備	○ (採 照、照明、通風、防溢 防靜電等)	(通風、防溢、防靜電等)	

通風要求	(需有通風設備)	○ (不同液體及儲存區面積,設置不同風量)	
標示版	○	×	
儲槽耐震/風壓考量	○	○	
水地區考量	×	○	
儲槽測試(初步、密閉性、維護測試)	×	○	
火源管理	×	○	
消防/緊急計畫和訓練	○ (需有消防防災計畫及訓練,內容於另外公共危險物品各類事業場所消防防災計畫製作說明 詳細說明)	○ (緊急計畫及訓練內容說明)	

儲槽操作及維護		×	○	
管線系統		×	○	
儲槽/容器最大容量限制		×	○	
儲存場所防火等級		○ (2小時)	○ (不同面積或存放物不同等級)	
存放容量及高度限制		×	○	
液體處理規範		○	○	
自動消防設備要求	自動撒水	×	○	(室內及室外儲存場所)
	水霧	(各類場所消防安全設備設置標準要求)		○
	泡沫	(各類場所消防安全設備設置標準要求)		○
	二氧化碳	(各類場所消防安全設備設置標準要求)		-
	乾粉	(各類場所消防安全設備設置標準要求)		-

手動消防設備要求	滅火器	× (各類場所消防安全設備設置標準要求)	○	○
	室內外消防栓		○	(室內及室外儲存場所，但有煙之虞不得使用)
依據存放液體種類其儲存方式之撒水設置		×	○	
備註 ○：有設置相關規範 ×：無設置相關規範 △：有設置，但內容說明較簡易 ：非應設置，但也非限制不可設置				

由上述可知，國內較針對結構、設備等進行規範，針對管理面說明不多，但針對公共危險物品各類事業場所消防防災計畫，另外有 公共危險物品各類事業場所消防防災計畫製作說明，內容針對消防計畫內容有細部規定，包含目的與適用範圍、管理權人及保安監人之業務及職責、場所安全管理對策、廠區消防安全設備及其他設施檢查與維修、施工安全對策、員工危險物品安全管理訓練、自消防運作對策洩漏、爆炸等意外事故之應變措施、震災預防措施、紀錄之製作

及保存及其他防災必要事項等。

消防設備為各類場所消防安全設備設置標準所訂定，國內針對自動撒水設備及室內外消防栓等，說明於室內儲存場所及室外儲存場所可選用設置，室內外儲槽部分，並無列為應選用滅火設備中，卻無說明不可選用，但 NFPA 30 除針對自動撒水設備則詳細規範內容，亦有泡水（foam-water sprinkler）設備規範，與國內差異較大。另外國內針對存放地點（如室內、室外）有不同規範，但 NFPA 30 針對不同液體及存放型式（如容器-塑膠或金屬/儲槽）或堆方式（單層/層或裝/板）等分別訂定相關防護標準，其針對不同儲存方式之防護性考量更為詳細。

(二)國內核能電廠適用性評估

核電廠為一特空間，為防止輻射外洩及深層防目的，核電廠設計有其獨特性，因此設備其空間較一般建築物複雜，根據國內從 1985 年至 2009 年共集 12 起火災案例進行統計，依火災類型分類，A 類火災共 3 件，B 類火災共 2 件，C 類火災共 7 件，可知國內亦發生過易燃或可燃液體火災，其主要為設備漏遇到高溫零件導致起火；美國從從 1960 年 1978 年年底，美國核設施共發生 214 起火災事故，其統計資料分析依火災類型分類，A 類火災共 105 件，B 類火災共 40 件，C 類火災共 27 件，主要為燃遇火源起火燃燒。由於核電廠設施需使用大量潤，而緊急發電設備則需使用燃料。由於核電廠潤為主要可燃物之一，整理核電廠 B 類之火災情境，如表 3-26 所示。

表 3-26 B 類火災情境

火災種類	燃料	引火源	起火處所
B 類	氫	電	機房或室外 氫氣儲存槽
	過 器中之	濕後受 而引起自燃	主安全過 區
	潤	與高溫配管接	蒸氣驅動幫浦處
	潤	焊接	機房儲存室
	變壓器用	內部電路故障造成變壓器外 ，並引燃洩漏之變壓	室外變壓器
	燃料	與高溫金屬表面接	引 幫浦間
	潤	與高溫金屬表面接	主圍阻體內
	燃料	與高溫金屬表面接	緊急發電機房
機潤	與高溫金屬表面接	發電機房	

國內核電廠針對所使用到的可燃性物質與易燃性物質的使用與儲存進行管制限制，並且需填 物料進出管制 錄表的使用 (ex.可燃性固體進場管制、化學品管制等)以 進行管控，另外針對易燃性廢 物，每日 需要填 廢 物處理日 及廢控室指示 記 格 控，使每個區域保持在正常狀況下，以及主控制室 發性易燃物品進出之管制規定辦理，且核一廠已在營運程序書 105 第 27 節明訂 易燃、可燃

物在安全有關區域內之管制程序，由工安課負責審查可燃物、易燃物之性質、數量、可能產生之火災負 和使用地區之狀況及消防設施評估。而核二廠、核三廠對廠房內管制 水、料、潤 、 等之臨時儲放，已在營運程序書規定管制辦法，規定工安課權責，特別加強化學品管制，事前 做防火評估與規劃儲放地點，事後加強 查與管理，使其符合工安規定。由上述可知國內電廠對於易燃性及可燃性液體管理維護十分重視。

國內可燃性與易燃性液體規範於 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法，其中第三條定義第四類為易燃性液體。另外於 委會公 的 危險物及有害物通識規則，第四類易燃性液體為對象，主要分類差如下表 3-27，國內皆以規範易燃性液體，並無分類易燃性與可燃性液體，而 NFPA 30 分別列出易燃性與可燃性液體定義。

表 3-27 以閃火點分類之易燃性

國內		美國
公共危險物品及可燃性 高壓氣體設置標準 安 全管理辦法：	危險物及有害物通識 規則	NFPA 30
易燃性液體： 特 引火物：乙 、二 硫化碳、 化 膠及其	易燃性液體： 乙 、汽 、乙 、 環氧 、二硫化碳	易燃性液體： 閃火點低於 37.8°C 且 蒸氣壓在 37.8°C 時不

<p>他理化性符合下列條件之物質：</p> <p>在一大氣壓，攝氏 20 度時為液體，火溫度在 100 度 C 以下之物質。</p> <p>在一大氣壓，攝氏 20 度時為液體，閃火點在攝氏零下 20 度以下，且沸點在攝氏 40 度以下之物質。</p> <p>在一大氣壓，攝氏 20 度時為固體，超過攝氏 20 度至 40 度之間為液體，且火溫度在 100 度 C 以下之物質。</p> <p>在一大氣壓，攝氏 20 度時為固體，超過攝氏 20 度至 40 度之間為</p>	<p>及其他之閃火點未滿攝氏零下三十度之物質。</p> <p>正、環氧乙、及其他之閃火點在攝氏零下三十度以上，未滿攝氏零度之物質。</p> <p>乙、二、乙及其他之閃火點在攝氏零度以上，未滿攝氏三十度之物質。</p> <p>、輕、節、異、及其他之閃火點在攝氏三十度以上，未滿攝氏六十五度之物質。</p>	<p>超過 40 psi，即 I 級液體，I 級液體可分為：</p> <p>I A 級：閃火點低於 22.8°C 且其沸點低於 37.8°C</p> <p>I B 級：閃火點低於 22.8°C 且沸點等於或高於 37.8°C</p> <p>I C 級：閃火點等於或高於 22.8°C，並低於 37.8°C。</p> <p>可燃性液體：</p> <p>閃火點等於或高於 37.8°C 並低於 93.4°C 分級如下：</p> <p>II 級：閃火點等於或高於 37.8°C 並低於 60°C</p> <p>III A 級：閃火點等於</p>
--	---	---

<p>液體，且沸點低於攝氏 40 度以下之物質。</p> <p>輕質 類，包括 、 汽 、 及其他常溫常壓下為液體，其閃火點未滿攝氏 21 度</p> <p>中質 類，包括二 、 、 及其他在常溫常壓下為液體，閃火點在攝氏 21 度以上；未滿攝氏 70 度</p> <p>重質 類，包括重 (燃料)、 、 及其他在常壓下攝氏 20 度時為液體，閃火點在攝氏 70 度以上；未滿攝氏 200 度以上。</p> <p>、潤 、活</p>		<p>或高於 60°C，並低於 93.4°C。</p> <p>III B：閃火點等於或高於 93.4°C</p>
---	--	--

及其他在常壓下攝氏 20 度時為液狀，閃火點 在攝氏 200 度以上		
--	--	--

三、小結

1. 國內針對場所及設備規範

國內關於易燃性與可燃性液體相關規範由 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法 進行規範，規定易燃性儲存之場所、所需設備、保安距離等，主要為建築硬體之防護標準。消防設備則為 各類場所消防安全設備設置標準 規範，規定其設置消防設備，如室內外消防栓、撒水設備、滅火器等。若 依據國內此兩種法規無法 易燃性與可燃性液體完整安全防護，且其適用性較低，考量面較少，因此 參考國內法規無法完全適用和電廠需求。

2. NFPA 30

(1) 消防設備設置

美國 NFPA 30 針對不同存放地區（地面上、地面下、板或開放架）、存放容器/儲槽及存放液體等，規劃安全距離及撒水/泡水設備設置規範，國內 考量不同存放液體訂定標準，其消防設備則需另外參考 各類場所消防安全設備設置標準，而此規範為針對各類場所，並非針對易燃性與可燃性液體儲存區，因此其消防設備之規範較為簡易。

(2) 行政管制規範

國內於 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準
安全管理辦法 說明須設置消防計畫及相關訓練，針對
消防計畫內容則另外 公共危險物品各類事業場所消
防防災計畫製作說明，NFPA 30 亦有說明消防計畫內容，
除此之外針對暫時停止運作、關閉或移除存放易燃性或可
燃性液體之地下儲槽管理等皆詳細說明，可 其行政管制
面較國內 。建議國內核電廠以 NFPA 30 標準防護易燃
性與可燃性液體儲存較 ，但其消防計畫則可參考國內
說明，以補足 NFPA 30 消防計畫內容。

肆、NFPA 50A, Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 edition 介紹與適用性評估

本法規對於 NFPA 50A 使用場所的氫氣氣體系統的標準 1999 年版(Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 edition.)，此設備標準共分為 7 個章節進行討論，分別為一般訊息、氣態氫氣系統設計、氣態氫氣系統的位置、設計考慮的特定地點、操作和維護、火災保護、引用刊物以下則針對各章節加以介紹。

一、標準內容介紹

(一)一般訊息

本標準的範圍 蓋於在使用場所氣體氫氣系統的安裝。使用場所的氫氣供應起源自外面的使用場所和輸送時之移動式設備。

系統依氫氣的總體積進行分類，其系統包括未連接之設備。

1. 小於 3500 scf (standard cubic foot)(99 m³)，除非 及 1-3.1
2. 3500 scf 到 15000 scf (425m³)
3. 超過 15000 scf (425m³)

(二)氣態氫氣系統設計

此部份則針對氫氣容器所需之洩壓裝置、管道、管路及配件、設備組裝、標記、測試 等各項有關氫氣容器之要求。以下將此部分之重點加以解釋。

在容器規定，氫氣容器應符合下列之一規定：

1.設計、構造和測試應符合 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Rules for the Construction of Pressure Vessels 之需求。

2.設計、建造、測試及維護須依照 49 CFR 171-190 之規定。

永久容器的安裝應使用不燃材料之堅固支撐，並建置在穩固的不燃材質之地基上。每一個 攜式容器應符合 ANSI/CGA C-4,Method of Marking Portable Compressed Gas Containers to Identify 之規定，標示清 易 識之 氫氣 標 ，每一個氫氣供應分支裝置應清 標示出氫氣 或圖例，如 本裝置含有氫氣 。

在洩壓裝置，洩壓裝置應裝設在戶外並向上釋放，以防止氣體外洩時，對容器、相鄰建築物或人員造成影響。洩壓裝置或通風管道應設計或位於不能累積 氣和結凍的地方， 不會 擾設備正常的運行。

在管道、管路及配件，應適用於氫氣系統和壓力、溫度有關。 鐵材質之管路及配備不得使用。管道和管路應由焊接、 焊或使用法蘭、螺 、 座、 動或壓縮的配件來進行連接。使用之墊圈和螺 密 膠應適用於氫氣系統。焊接材料應具有 1000°F 以上之熔點。

在設備組裝，氫氣儲藏櫃、控制 及操作設備應進行通風，以減少氫氣的累積。氫氣系統的可動式氫氣供應裝置應被固定以防止移動。氫氣儲存位置應設置永久性標示。

(三)氣態氫氣系統的位置

氫氣系統應設置於接近方 運輸和專職人員的位置，並應

提供緊急設備(如消防器材)的通道或其他進 的方法。系統不得設置或暴露於電力管線、含有任一類型的可燃或易燃液體之管道、含有其他易燃氣體或氧化性物質之管道。儲存於地上之任何等級的易燃性和可燃性液體 50ft(15m)之範圍內，應設置於較這些儲存物高之位置，除非建立防溢 、轉移流向裝置、 度和或以實 牆將這些設施分隔，以防止液體累積在系統下方。氫氣系統 選地點(表 4-1)

表 4-1 氫氣系統 選地點

	氫氣系統大小		
	少於 3500scf	3500~15000scf	超過 15000scf
自然位置			
戶外	I	I	I
獨立建築物	II	II	II
特 房間	III	III	不允許
(建築物內沒有一個特 的房間或暴露於其他使用)	IV	不允許	不允許

室外、分開的建築物或特 房間之標示容量的氫氣系統至室外任何特定之暴露物的最小距離應符合 (表 4-2) 。

表 4-2 氫氣系統至室外任何特定之暴露物的最小距離

戶外暴露類型	總氣態氫儲存量		
	少於 3500scf	3500 到 15000scf	超過 15000scf

	ft	m	ft	m	ft	m
1.建築物或結構						
(a)系統鄰近的牆以不燃或有限可燃材料建造	0 ^a					
(1)撒水系統建築物或結構物、無撒水系統之建築物或結構物含有不燃物		0	5 ^a	1.5	5 ^a	1.5
(2)無撒水系統建築物或結構物含有可燃物	0 ^c					
相鄰防火時效小於 2 小時的牆 ^b	0	0	10	3.1	25 ^d	7.6
相鄰防火時效大於等於 2 小時的牆 ^b	10	0	5	1.5	5	1.5
(b)鄰近系統的牆以不燃或有限可燃以外之材料建造		3.1	25	7.6	50 ^d	15.2
2.鄰近建築物之牆開口	10					
(a)低於系統任一部分	25	3.1	10	3.1	10	3.1
(b)高於系統任一部分		7.6	25	7.6	25	7.6
3.地面上所有種類的易燃、可燃液體	10					

戶外暴露類型	總氣態氫儲存量					
	少於 3500scf		3500 到 15000scf		超過 15000scf	
	ft	m	ft	m	ft	m
(a)0~1000 gal	25	3.1	25	7.6	25	7.6
(b)超過 1000 gal		7.6	50	15.2	50	15.2
4.儲存於地下所有種類的易燃、可燃液體-0~1000 gal ^e	10					
(a)儲槽	25	3.1	10	3.1	10	3.1
(b)儲槽的排放口或進料口		7.6	25	7.6	25	7.6
5.儲存於地下所有類別的易燃、可燃液體-超過 1000 gal ^e	20					
(a)儲槽	25	6.1	20	6.1	20	6.1
(b)儲槽的排放口或進料口		7.6	25	7.6	25	7.6
6.儲存高壓或低壓之可燃氣體 (氫氣除外)	10					
(a)容量 0-15000 scf	25	3.1	25	7.6	25	7.6
(b)容量超過 15000 scf		7.6	50	15.2	50	15.2
7.氧氣儲存	參考 NFPA51 , Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for					

戶外暴露類型	總氣態氫儲存量					
	少於 3500scf		3500 到 15000scf		超過 15000scf	
	ft	m	ft	m	ft	m
	Welding, Cutting, and Allied Processes					
(a)20000 scf 以下	參考 NFPA 50 , Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites					
(b)超過 20000 scf	50					
8.快速燃燒固體如：通頭、張	25	15.2	50	15.2	50	15.2
9. 燃燒固體：如重材、	25	7.6	25	7.6	25	7.6
10.明火和焊接	50	7.6	25	7.6	25	7.6
11.空氣壓縮機吸量或口通風或空調設備	25	15.2	50	15.2	50	15.2
12.公共場所	15	7.6	50	15.2	50	15.2
13.公共人行道和停車場	5	4.6	15	4.6	15	4.6
14.可建構於其下方之鄰近建物之線	5	1.5	5	1.5	5	1.5

少於 3500 scf 之氫氣系統設置於建築物內部且暴露於其他的場所時，應使建設物內之系統有足夠的通風面積，與所有等級的可燃液體、易燃液體、氧化氣體、易燃材料，如、

張等保持 20ft (6m)距離，與明火、通電器設備、或其他點火源保持 25ft (7.6m)距離，與通風口、空調設備或空氣壓縮機保持 50ft (15m)距離，與由其他儲存易燃氣體位置保持 50ft (15m)距離，保護該區域的危害防止設施或由高空落造成之害或工作活動多個系統體積少於 3500 scf，應允許安裝在同一個房間，所提供的系統相距至少 50ft 或位於兩個系統之間的防火牆具有最少兩個小時的防火時效。

(四)設計考慮的特定地點

此部份則針對氫氣系統設計考慮的特定地點之規定加以描述，獨立建築物規定，應提供戶外通風。口開口應只能設置於外牆附近的地板。出口開口應位於房間的外牆或屋頂的高點。口和出口開口分別於每 1000ft³ 的房間容積時，應有最小的總開口面積 1ft²。從出口開口排放應被控制或被引導至大氣中。外牆或獨立建築物應建造輕型材料或板之設計，以內部最大壓力 25lb/ft²。在特別房間規定，地板、牆和天花板應用不燃材料或有限可燃材料建造。內牆或隔板應至少有 2 小時之防火時效，並從地面延伸到天花板確實固定。至少有一面牆應是建築物外牆。不應容許有開口至建築物的其他部分。戶和門應在外牆上，和門應設置於緊急情況時能夠容易進之位置。

(五)操作和維護

對於裝置，操作說明應放置於操作地點。每個安裝在使用場所之氫氣系統，應讓設備所有人合格代表進行年度檢查與維修保。任何氫氣容器 15ft 內之區域，應無或可燃材料。

(六)火災保護

應提 人員氫氣的火 實際上是 不到的。

(七)參考刊物

下列文件或部分內容引用這一標準作為強制性要求，而這個標準應被視為部分的要求。該版本中所指出的參考文獻之版本是依據現行國家防火協會所 佈標準之日期版本。其中的一些法規文獻參照此標準，因此，並列在附錄 C。

1.NFPA 之刊物。1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101.

(1)NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems,1996 edition.

(2)NFPA 50, Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites,1996 edition.

(3)NFPA 51, Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes, 1997 edition.

(4)NFPA 70, National Electrical Code®, 1999 edition.

(5)NFPA 220, Standard on Types of Building Construction, 1995 edition.

2.其他刊物

(1)ASME Publications.

a.American Society of Mechanical Engineers, 345 East 47th Street, New York, NY 10017. ASME/ANSI B31.3, Process Piping, 1996.

b.ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, “Rules for the Construction of Pressure Vessels,” 1995.

(2)ASTM Publication.

a.American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

b.ASTM E 136-96a, Standard Method of Test for Behavior of Materials in a Vertical Tube Furnace at 750°C, 1998.

(3)CGA Publication.

a.Compressed Gas Association, 1725

b.Jefferson Davis Highway, Arlington, VA 22202-4100.

c.ANSI/CGA C-4, Method of Marking Portable Compressed Gas Containers to Identify the Material Contained, 1990.

(4)U.S. Government Publication.

a.U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

b.Title 49, Code of Federal Regulations, Parts 171–190, U.S. Department of Transportation Specifications and Regulations.

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估

(一)國內外法規競合

經由收集現有之資料與法規面比對，針對目前國內核電廠以核一廠為例，以 NFPA 50A 使用場所的氫氣氣體系統的標準加以比對，以提出針對核電廠轉換 NFPA 805 上，於國內針對氫氣系統相關規定中有公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法，將此部份與 NFPA 50A 理分析。

NFPA 50A 針對總氣態氫儲存量進行分類，分別訂出對室外暴露類型，建築物或結構、牆開口 等與氫氣氣體系統的最小距離。而國內可燃性高壓氣體製造場所則以儲存能力(表 4-3)及儲存面積(表 4-4)來對其外牆或相當於該外牆之設施

外，定義場外第一類保護物及第二類保護物(表 4-5)之使用場所和建築物之安全距離：

表 4-3 儲存能力與使用場所之安全距離對照表

儲存能力或處理能力單位：壓縮氣體為立方公尺、液化氣體為公	第二類保護物	第一類保護物	對象物 / 安全距離單位：公尺 / 儲存能力或處理能力
	$8\sqrt{2}$	$12\sqrt{2}$	
	$0.08\sqrt{X+10000}$	$0.12\sqrt{X+10000}$	
	20 (但低溫儲槽為 $0.08\sqrt{X+10000}$)	30 (但低溫儲槽為 $0.12\sqrt{X+10000}$)	
	但低溫儲槽為	但低溫儲槽為	

表 4-4 儲存面積與使用場所之安全距離對照表

第二類保護物	第一類保護物	對象物 / 安全距離單位：公尺 / 儲存面積單位：平方公尺
$6\sqrt{2}$	$9\sqrt{2}$	
$3\sqrt{Y}$	$4.5\sqrt{Y}$	
15	22.5	

表 4-5 第一類保護物及第二類保護物之分類表

	第一類保護物	第二類保護物
	、所圖書、物、美術、列、資料、紀念及其他類似場所	係指第一類保護物以外供人住或使用之
收容人員在二十人以上者。	院、院、長期照護機構、護機構、安機構、人務機構（限供日間照顧、臨時照顧、期保護及安置者）、中、期機構、安置及機構（限收容未滿二者）、護理之家機構、產後護理機構、身障礙利務機構（限供住護、日間務、臨時及期照顧者）、身障礙者職業訓練機構（限提供住或使用特機具者）、啟明、啟、啟等特學校。學校室、課後中、補習班、訓練班、書中、前第六目以外之安置及機構及身障礙者職業訓練機構。	建築物。但與製造、處理或儲存場所位於同一建築基地者，不屬之。

<p>收容人員 在三 人以上者</p>	<p>電影 演場所 (院、電影院) 、 、 總會、 部、美容院 (理、視 理容等)、指壓 摩場所、錄影節目帶 場所 (等)、視 場所 (等)、 家、 () 。 、 、 及其他類似場所。體 、活動中 。</p>	
<p>每日平均 有二人 以上出 者</p>	<p>站、 機場大 、 室。</p>	
<p>總樓地板 面積在一 平方公 尺以上者。</p>	<p>保 、 場、集會 、健身 中 (含提供指壓、三溫暖等設施之美 容 身場所)、室內 式高 練習 場、 場所、電子 場、資訊 場所。 、 、 所 (限有 室 房者)。商場、 場、 商場、超級 場、零 場、展 場。 、 、 、 。三溫</p>	

	暖、公共 室。	
--	---------	--

國內 對第一類保護物及第二類保護物之使用場所，而 NFPA 50A 對於火源，燃燒固體、明火和焊接皆有最小安全距離，以隔離火源 利防止火災發生的可能性。

NFPA 50A 在特別房間規定，地板、牆 和天花板應用不燃材料或有限可燃材料建造。內牆或隔板應至少有 2 小時之防火時效，並從地面延伸到天花板確實固定。至少有一面牆應是建築物外牆。而國內公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準

安全管理辦法中規定可燃性高壓氣體處理場所之位置、構造及設備，牆 應為防火構造(依建築技術規則應有 1 小時防火時效)或不燃材料建造，但與建築物其他使用部分之隔間牆，應為防火構造、 及天花板應以不燃材料建造。在 NFPA 50A 與公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法中皆規定牆 和天花板應用不燃材料或有限可燃材料建造，但國外內牆或隔板應至少有 2 小時之防火時效。

NFPA 50A 規定應提供戶外通風。 口開口應只能設置於外牆附近的地板。出口開口應位於房間 的外牆或屋頂的高點。 口和出口開口分別於每 1000ft³ 的房間容積時，應有最小的總開口面積 1ft²。從出口開口排放應被控制或被引導至大氣中。則國內可燃性高壓氣體儲存場所，設置防止氣體 之有效通風裝置。NFPA 50A 與國內法規之比較如表 4-6 所示。

表 4-6 NFPA 50A 與國內法規比較表

	NFPA 50A	公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準 安全管理辦法
儲存量 分類	99m ³ 以下	10000m ³ 以下
	99 425m ³	
	425m ³ 以上	
		10000 52500 m ³
		52500 990000 m ³
		990000 m ³ 以上
建築物 構造	<p>1.防火構造</p> <p>(a)有撒水系統</p> <p>(b)無撒水系統</p> <p>(1)2 小時防火時效以下</p> <p>(2)2 小時防火時效以上</p> <p>2.非防火構造</p>	<p>(一) 牆 應為防火構造或不燃材料建造。但與建築物其他使用部分之隔間牆，應為防火構造。</p> <p>(二) 及天花板應以不燃材料建造。</p> <p>(三) 其上有樓層者，上層之地板應為防火構造；其上無樓層者，屋頂應為防火構造或以不燃材料建造。</p> <p>防火構造依建築技術規則至少有 1 小時防火時效</p>

場所	不同儲存物、動火與 焊接作業、停 場等 有不同安全距離	第一類保護物 第二類保護物
通風	規定應提供戶外通風	設置防止氣體 之有效通風裝置

(二)國內核能電廠適用性評估

經由實地探勘與國內外法規資料分析比對，針對目前國內核電廠，提出 NFPA 50A 使用場所的氫氣氣體系統的標準，加以審視國內外針對氫氣氣體系統的標之規定，國內針對氫氣系統相關規定中有公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準安全管理辦法，並由前一章節對於 NFPA 50A 之介紹，本節則對於國內之適用性加以評估。

NFPA 50A 針對氫氣容器所需之洩壓裝置、管道、管路及配件、設備組裝、標記、測試 等各項有關氫氣容器之要求，將此部分之重點加以解釋。

NFPA 50A 提供氫氣系統應設置的 選地點，且接近方運輸和專職人員的位置，並應提供緊急設備(如消防器材)的通道或其他進 的方法。以及氫氣系統至室外任何特定之暴露物的最小距離，系統不得設置或暴露於電力管線、含有任一類型的可燃或易燃液體之管道、含有其他易燃氣體或氧化性物質之管道。

三、小結

由於核電廠為一特 空間，故為符合運轉或是防止輻射外洩並達到深層防護之目的， 因核電廠內的各項設計具有許多

特性，且空間區劃與一般建築物相差甚遠，並具有密閉的空間等特性。因此對於廠區內之氫氣儲存使用，應更加 。
由 NFPA 50A 使用場所的氫氣氣體系統之進行閱 與翻譯，並提出其標準適用於核電廠之評估。

以國內使用場所和建築物之安全距離規定中，第一類保護物最小距離應為 17m，且國內法規並非特別為核電廠訂定規範。以 NFPA 50A 規定中，氫氣系統至室外任何特定之暴露物的最格之最小距離為 15.2m。此部分我國規定符合 NFPA 50A 之規定，如未來於轉換此部分時，參考我國法規標準即可。

在氫氣系統方面，NFPA 50A 在特別房間規定，地板、牆和天花板應用不燃材料或有限可燃材料建造，內牆或隔板應至少有 2 小時之防火時效，而國內 為防火構造或不燃材料建造，並無規定所需之防火時效，因此建議於法規轉換時，加 此部分之規定，以達到深層防護之目的。

NFPA 50A 規定應提供戶外通風，此部分國外法規有規定於房間容積對應應有的最小總開口面積，則國內可燃性高壓氣體儲存場所， 要求設置防止氣體 之有效通風裝置，並無其他規定。因此建議於此法規轉換上參考 NFPA 50A 之規定 或提供通風裝置有效之證明文件。

未來於設立氫氣系統設備，應達成 NFPA 50A 之規定，對於使用場所的氫氣氣體系統的標準規定要求較為完善，以達成核電廠運作與火災防護之目的。因此未來於此部分應以此規定進行加強，以達深度防之概念。

伍、NFPA 51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, 1999 edition 介紹與適用性評估

一、標準內容介紹

本章節對於 NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, 1999 edition.，此設備標準共分為 5 個章節進行討論，分別為總則、動火作業之責任、火災預防措施、公開場合之示範演練、引用刊物，以下則針對各章節加以介紹。

(一)總則

本標準提供 包括從事管理、監 以及執行動火作業之外部承包商和業物管理人員指引。本標準適用條 於防止在機構、商業和工業操作之動火作業引起的生 產損 及火災爆炸。此標準並非規定其應用之系統、方法、相同或更 的設備、強度、耐火性、效能、耐久性以及安全之標準，目的 業者提 技術文件 主管機關審核證明該系統、方法或設備具同等效益之能力，以 取使用核可。

(二)動火作業之責任

管理階層應對執行動火作業活動時之安全操作負起責任，應劃分制定許可之區域、指定許可證，各別核發於作業人員 權許可證、確認將使用之工具為被認可的設備，確保所有參與動火作業的人，包括承包商， 須熟悉本標準之規定。

許可證 權人應負動火作業的安全操作之責任，應確定易燃性液體的位置、可能產生危害的過程，或在工作位置上其他

可能出現的或類似的火災危害，確保可燃性物質已移動到安全的距離或可燃性物質已有防火 覆。動火作業期間若可能產生可燃物暴露而導致引燃之危險時則不應開始動作。操作員如果在不安全的條件下應停止操作，並通知管理者、區域主管或許可證 權人進行重新評估。

監火員應注意固有危險的工作地點及動火作業，如果發現不安全的條件下操作，應有權停止動火作業的操作。

(三)火災預防措施

此章節針對作業許可區域、特定區域、不允許區域和動火作業的許可認證及需有監火員的要求進行說明

若不是專門設計 動火作業的區域， 進行動火作業以前，須具有許可證 權人(PAI)之書面資料。

許可證 權人(PAI)須查證以下項目：該環境若含有、 等可燃性物質時，作業區中 點 圍 徑 35 英 (11 公尺)內之地面必須 乾 。可燃性地板(除了混擬土上的 材)必須保持濕潤、使用濕 覆蓋等措施，或使用不燃或耐火之 覆物等措施。當地面 濕時，從事電焊 之人員與設備必須採取防電擊措施。所有的可燃物須置於距作業區 徑 35 英 (11 公尺)以外之區域。 使該物品有搬移上之困 時，可使用防火材質之覆蓋物或耐火之 子做隔離措施。地上覆蓋物之 必須確保其包覆完整，以 免火花自下方進，如需包覆大面積之物體，可使用多層之覆蓋物確保其包覆完整。當動火作業區 徑 35 英 (11 公尺)內之牆、地面、管線有開口或 時，必須使用防火或耐火之材質覆蓋。作業

區域內應備有 劑足夠之滅火器，並確保其可確實操作使用。該種類滅火器須可應 該區域內可能發生之火災類型。使該動火作業區域存有符合規定之消防栓時，應將其確實安裝與準備，若無必要則不可解開與充填。

動火作業核可的有效期間內，許可證 權人(PAI)應 照當地之作業環境條件，訂定合適之動火作業時間與作業 期。在動火作業許可之有效期限內，該區域每天至少需要被 PAI 檢查一次以上，以確保其為防火安全區域

當動火作業已於特定區域內執行時，該區有火 延燒之可能性或符合下列條件之情況時，PAI 應要求需有監火員：建築結構為可燃性物質或含有可燃性物質，與操作目標距離 35 英 (11 公尺)以內。可燃性物質距離 35 英 (11 公尺)以上，但該物質 輕易地就可以被火花點燃。 徑 35 英 (11 公尺)內牆 、地板開口之鄰近區域存有可燃性物質時(包含牆 或地板之 層)。可燃性物質靠近之隔間、牆 、天花板、屋頂，其對面區域有可能被點燃之時。

(四)公開場合之示範演練

此部分針對氧氣燃料焊接、氧氣燃料 之操作示範與演練(以下簡稱為示範)，這些示範演練是為了 導如何安全地操作壓縮氣體。

示範演練應包含壓縮氣體如何使用與儲存，亦應預 出口以利人員於緊急情況發生時得以 利 生。示範演練之設計規劃應考慮該地點之結構材質、設備以及示範時之人員管理，並可能地將 眾所承受之風險降至最低。示範演練時，應準備

足夠之數量以供持使用。事應評估示範演練之使用量與消耗量，多的應選用合適的地點存放，以戶外為，但不可放置於建築物之出口處。

(五)參考刊物

下列文件或部分內容引用這一標準作為強制性要求，而這個標準應被視為部分的要求。該版本中所指出的參考文獻之版本是依據現行國家防火協會所佈標準之日期版本。其中的一些法規文獻參照此標準，因此，並列在附錄 B。

1.美國國家防火協會相關發行之刊物。

(1)國家防火協會, 1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101.

(2)NFPA 51, 氧氣氣體燃料應用於焊接、等相關作業之設計與安裝作業標準, 1997 年版。

(3)NFPA 241, 建築結構變更、除之防護標準, 1996 年版。

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估

(一)國內外法規競合

本小節將針對 NFPA 51B、焊接及動火工作的火災預防與國內工安全生設施規則、工安全生法、工安全生法施行細則理比較，加以審視國內外針對動火作業之規定，以提供未來核電廠動火作業之規定上及修改上，能更迅速符合 NFPA 805 之規定。

以下則針對各項目之重點部分加以說明：

1.國內工安全生設施規則：

主使工進限空間從事焊接、燃燒及加等

動火作業時，除應主使 工於有危害 工之虞之 限空間從事作業時，其進 許可應由 主、工作場所負責人或現場作業主管 後，始得使 工進 作業。對 工之進出，應 確認、點名 記，並作成紀錄保存一年，應指定專人確認無發生危害之虞，並由 主、工作場所負責人或現場作業主管確認安全， 動火許可後，始得作業。

2. 工安全 生法：

規定事業單位與承 人、 承 人分別 用 工共同作業時，為防止職業災害，設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指 及協調之工作。

3. 工安全 生法施行細則：

規定應由原事業單位 集之，並定期或不定期進行協議。

在國內法規中雖有相關動火作業規定，但卻無詳細的各階層人員權責區分，且並無火災預防之相關措施及進行緊急應變演練，對於 NFPA 51B 較為不足之處。

(二)國內核能電廠適用性評估

經由實地探勘與國內外法規資料分析比對，針對目前國內核電廠，提出焊接、 與動火作業的火災預防進行適用性評估。國內 工安全 生設施規則、 工安全 生法、 工安全 生法施行細則 理比較，加以審視國內外針對動火作業之規定，並 由前一章節對於 NFPA 51B 之介紹，本節則對於國內之適用性加以評估。

在動火作業中，NFPA 51B 針對執行人員細分為管理階層、許可證 權人(PAI)、監火員。

管理階層應負責下列責任：劃分制定許可之區域、指定許可證，各別核發於作業人員 權許可證、確認將使用之工具為被認可的設備，確保所有參與動火作業的人，包括承包商，須熟悉本標準之規定。

許可證 權人應 照當地之作業環境條件，進行各項檢查措施以及各項火災預防措施，並訂定合適之動火作業時間與作業 期。

監火員應注意危險的工作地點及動火作業，如果發現不安全的條件下操作，應有權停止動火作業的操作。以及公開場合之示範演練，以利人員於緊急情況發生時得以 利 生。示範演練之設計規劃應考慮該地點之結構材質、設備以及示範時之人員管理。

三、小結

由於核電廠為一特 空間，故為符合運轉、防止火災發生或是防止輻射外洩並達到深層防護之目的，核電廠內之各項設計具有許多特 性，且空間區劃與一般建築物相差甚遠，對於、焊接及動火工作於作業時，更需考慮防護對象與對策。

NFPA 51B、焊接及動火工作的火災預防與國內 工安全 生設施規則、 工安全 生法、 工安全 生法施行細則 理比較後，雖國內法規對於 限空間進行動火作業，應填 確認動火作業許可書中的各個項目，但內容 有 不足，且作業場所只規定 限空間，使得法規完整度較 NFPA 51B 不完整。而 NFPA 51B 則細分對於動火作業的管理階層、許可證 權人、監火員三個部分，且詳述此三位人員應 之責任及工作，

以及動火作業防止火災發生之各項預防措施與緊急事件演練。
所以 NFPA 51B 對於動火作業上訂定較為完備，此部份於未來法規轉換上應加以修正，以期降低災害發生的可能性。

陸、NFPA 72 National Fire Alarm Code®, 1999 edition 介紹與適用性評估

一、標準設備介紹

本章節對於 NFPA 72 火警警報系統 1999 年版(National Fire Alarm Code, 1999 edition.)，此設備標準共分為 個章節進行討論，分別為火警系統基礎、偵測裝置、火警系統的保護前提、火警系統通報設備、監視站的火警系統、公用型火警通報系統、檢驗測試和維修、住宅單元火災警報設備以下則針對各章節加以介紹：

(一)火警系統基礎

第一章火警系統基礎是為了明確信號起動、傳輸、通知和警示的方式、性能等級，和不同類型的消防警報系統的可靠性。本法規明確了消防警報系統的相關特，以及也為更改或者 級現有的消防警報系統提供必要的參考，以符合特定的系統分類的規定。本標準所規定的範圍，如以下火警系統：

1.家 火警預警系統

2.保護處所火警報警系統

3.監測站火警報警系統

(1) 的火警報警系統

a. 部能量型

b.並聯式電話型

c.分流型

(2)遠端監測站火警報警系統

- (3) 專有監測站系統
- (4) 中央站火警報警系統
- (5) 政火警報警系統

(二) 偵測裝置

第二章為火災探測及火警報警系統設計提供資料，內容包含自動火警探測系統、流水檢知裝置、手動報警機和監測信號啟動裝置等，規範了其性能、選擇、用途和設置位置的最低設置要求。

1. 火警探測系統

火警探測系統包含了偵、偵煙與火式的探測器，分別說明如下：

(1) 偵式探測器

主要規定分為溫度分類與裝設間距，其規定內容如下：

a. 溫度分類

偵式探測器依據探測器不同的溫度偵測範圍與裝設位置天花板最高溫度，而有不同的編，如表 6-1 所示，例如的編代表裝設位置天花板的最高溫度為 66°C，探測器溫度偵測範圍在 80-121°C。

表 6-1 偵探測器的溫度分類

溫度分類	額定溫度範圍		最高的天花板溫度		編
	°F	°C	°F	°C	
低溫*	100 - 134	39 - 57	20 以下	11 以下	不上

通溫度	135 - 174	58 - 79	100	38	不上
中間溫度	175 - 249	80 - 121	150	66	
高溫	250 - 324	122 - 162	225	107	
特別高溫	325 - 399	163 - 204	300	149	
非常高溫	400 - 499	205 - 259	375	191	綠
超高溫	500 - 575	260 - 302	475	246	
* 用於安裝控制的區域。應標識單元指示最高的 圍安裝溫度					

b. 裝設間距

隨天花板高度的增加，氣上至探測器並使其作動不容易，因此需由縮安裝的間距，來維持探測器原有的探測效果，其規定如下表 6-2 所示，例如天花板高度在 11ft 時，根據下表，其天花板高度落在 10ft 到 12ft 間，因此其探測器安裝的間距依其原本間距上係數 0.91，即為其應有的裝設間距，而天花板高度在 10ft 以下時，間距所係數為 1，代表高度在此範圍時，氣使探測器作動的機制，還不致受到多的影響，因此裝設間距與原來設計相同。

表 6-2 根據天花板高度縮減探測器間距表

高度範圍起點		高度範圍 點		間距所 係數
ft	m	ft	m	
0	0	10	3.05	1.00

10	3.05	12	3.66	0.91
12	3.66	14	4.27	0.84
14	4.27	16	4.88	0.77
16	4.88	18	5.49	0.71
18	5.49	20	6.10	0.64
20	6.10	22	6.71	0.58
22	6.71	24	7.32	0.52
24	7.32	26	7.93	0.46
26	7.93	28	8.54	0.40
28	8.54	30	9.14	0.34

(2)偵煙式探測器

偵煙式探測器的裝設環境有特 的標準，不適合設置的環境條件如下所示：

- a.溫度低於 32°F(0°C)
- b.溫度高於 100°F(38°C)
- c.相對濕度在 93%以上
- d.空氣速度大於 300 ft/min (1.5m/sec)

除非探測器特定的使用環境是在上述(1)到(4)的限制條件內，並明確告知溫度、濕度和空氣速度， 能在特環境裝設。

另外在有換氣的環境中，因為換氣次數 多相對帶的煙例子也 多，換氣造成的煙 度降低，會使得偵煙式

探測器不易探測，因此隨 換氣次數增加，探測器裝設的
 間距需 縮小， 能維持原有的偵測性能，其相對應的換
 氣次數與安裝間距的規定如表 6-3 與圖 6-1 所示。

表 6-3 偵煙式探測器根據氣體流動的安裝間距

每換氣次數 最小間距	每小時換氣 次數	安裝間距	
		ft ²	m ²
1	60	125	11.61
2	30	250	23.23
3	20	375	34.84
4	15	500	46.45
5	12	625	58.06
6	10	750	69.68
7	8.6	875	81.29
8	7.5	900	83.61
9	6.7	900	83.61
10	6	900	83.61

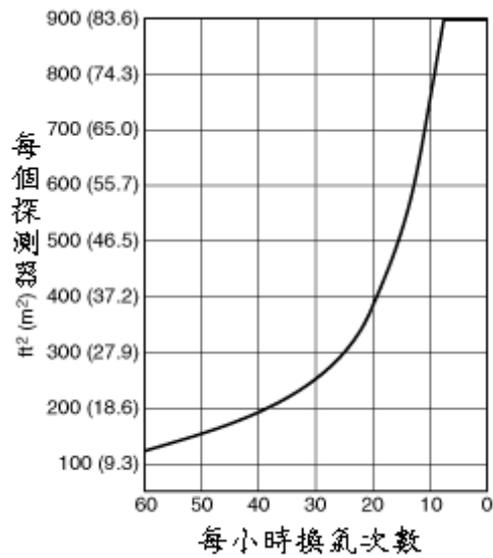


圖 6-1 高氣流流動區（不用於地板下或天花板上的空間）

(3) 輻射 應式探測器

輻射 應式探測器是利用探測物質燃燒所產生的輻射能來 應作動，主要的探測器類型有火 探測器與火花 / 探測器，選擇這類型探測器應是基於要偵測特定火源產生的火災，或是減低無火源危害的區域被 報成危險區域的機率，決定探測器的裝設位置和間距應根據以下的工程評估來設計：

- a. 探測的火花或 的大小
- b. 燃料
- c. 探測器的 度
- d. 探測器的視
- e. 火與探測器之間的距離
- f. 大氣吸收的輻射能
- g. 外來的輻射源

h.探測器系統的設定目的

i.需要的反應時間

2.撒水水流警報偵測設備

當水流相當或大於系統內單一個口徑最小的撒水頭的流量時，在流水警報啟動裝置的警報訊號應在 90 內發出。不應 示由 、溢流或不同壓力變化所造成水的動作。

3.手動啟動警報偵測設備

每個手動啟動警報偵測設備應 固地安裝，距離地板的高度不應低於 31/2ft(1.1m)也不應高於 41/2ft(1.37m)，並應裝設在距離門(出口) 5ft(1.5m)的範圍內，若門(出口)的開口度大於 40ft(12.2m)時，則門(出口)的兩 需裝設，在同一樓層中所設的手動報警機，其水平移動距離不能超過 200ft(61m)，若超過此距離則需增設以符合規定。

4.監視信號偵測設備

監視信號偵測設備包含控制閥監測、壓力監測、水位監測、水溫監測與室溫監測訊號啟動裝置等規定如下：

(1)控制閥門監視信號偵測設備

應有兩個獨立啟動的訊號，一個指示閥門移開正常位置，一個指示閥門回到正常位置。

(2)壓力監測訊號啟動裝置

應有兩個獨立啟動的訊號，一個指示壓力增加或降低，一個指示壓力回到正常的值，壓力監測訊號啟動裝置應符合下列要求：

a.提供壓力水 的壓力監測訊號啟動裝置，應同時指

示高壓和低壓，當水壓增加或降低 10psi(70kPa)時，應啟動訊號。

b.提供乾式撒水系統的壓力監測訊號啟動裝置，應同時指示高壓和低壓，當水壓增加或降低 10psi(70kPa)時，應啟動訊號。

c.蒸氣壓力監測訊號啟動裝置，應指示低壓，當壓力減少到最低操作壓力的 110%時，應啟動訊號。

d.提供非上述的壓力監測訊號啟動裝置，應符合主管機關的規定。

(3)水位監視信號偵測設備

應有兩個獨立啟動的訊號，一個指示水位 高或降低，一個指示水位回到正常位置；壓力水 水位監視信號偵測設備，在水位上 或下降 3in(76mm)時，應同時指示高或低水位；其他非壓力水 水位監視信號偵測設備，應在水位降低 12in(300mm)時啟動訊號。

(4)水溫監視信號偵測設備

暴露在結 環境下的儲水設備，應有兩個獨立啟動的訊號，一個指示水溫降低到 40°F(4.4°C)以下，一個指示水溫回到 40°F(4.4°C)以上。

(5)室內溫度監視信號偵測設備

室溫監測訊號啟動裝置，應有兩個獨立啟動的訊號，一個指示水溫降低到 40°F(4.4°C)以下，一個指示水溫回到 40°F(4.4°C)以上。

(三)火警系統的保護前提

第三章應提供火警系統保護前提的使用、安裝和性能的要求，包括火災警報和監視訊號，目的是要由消防安全工程的自動動作來自動引起人的注意，以達到自動指示大樓或火災區域的必要性來保護生安全。

(四)火警系統通報設備

第四章是說明火警系統通報設備的安裝情形及使用目的，主要內容分為響警報設備與緊急照明設備，說明如下：

1. 響警報設備

在一個壓 105dBA 以上的場所必須依照能度特的規定設置緊急照明設備，在使用場所中所有壓總和不得超過 120dBA，緊急系統應視情況重新錄製、合成(以風、電話機和錄機)內容或即時。公共場所、人場所和場所各別的規定如下：

(1)公共場所

公共場所的響警報設備，應在距離警報設備 10ft(3m) 內有 75dBA 以上的壓，或在距離最小可距離內有超過 120dBA 的壓，為確保響能清楚地到，在距離地面 5ft(1.5m)高的地方所測的壓，要至少大於平均壓 15dBA 或超過最大壓 5dBA 以上，並且應持運作 60 以上。

(2) 人場所

人場所的響警報設備，應在距離警報設備 10ft(3m) 內有 45dBA 以上的壓，或在距離最小可距離內有超過 120dBA 的壓，為確保響能清楚地到，在距離

地面 5ft(1.5m)高的地方所測的 壓，要至少大於平均 壓 10dBA 或超過最大 壓 5dBA 以上，並且應持 運作 60 以上。

(3) 場所

場所的 響警報設備，在 頭的地方所測的 壓，要至少大於平均 壓 15dBA 或超過最大 壓 5dBA 以上，或有 70dBA 以上，並且應持 運作 60 以上。

2.可 通報設備

可 通報設備 源的閃動 率應在每 閃動一次 (1Hz)以上，兩次(2Hz)以下， 度不得超過 1000cd，且 須能清 識或為一般 ， 型可 通報設備須 距離地面 80in(2.03m)以上，96in(2.43m)以下，其空間區劃如 表 6-4 所示，另天花板型的空間規劃如表 6-5 所示，若 度大於 20ft(6.1m)則依表與表的規定，若 度小於 20ft(6.1m)，其規定如表 6-6 所示，且裝設在 的緊急照明 設備 度至少要有 15cd。

表 6-4 型可 通報設備之空間區劃

最大區域空間		最小輸出 度(單位 cd)		
		單一 源 度	兩個 源 度 (裝置於相對牆 面)	四個 源 度 (各裝在單面牆上)
ft	m			
20x20	6.1x6.1	15	NA	NA

30x30	9.14x9.14	30	15	NA
40x40	12.2x12.2	60	30	15
50x50	15.2x15.2	95	60	30
60x60	18.3x18.3	135	95	30
70x70	21.3x21.3	185	95	60
80x80	24.4x24.4	240	135	60
90x90	27.4x27.4	305	185	95
100x100	30.5x30.5	375	240	95
110x110	33.5x33.5	455	240	135
120x120	36.6x36.6	540	305	135
130x130	39.6x39.6	635	375	185

表 6-5 天花板型可 通報設備之空間區劃

最大空間規格		最高天花板高度		最小需求 度(單位:cd)
ft	m	ft	m	
20x20	6.1x6.1	10	3.05	15
30x30	9.14x9.14	10	3.05	30
40x4	12.2x12.2	10	3.05	60
50x50	15.2x15.2	10	3.05	95
20x20	6.1x6.1	20	6.1	30

30x30	9.14x9.14	20	6.1	45
40x40	12.2x12.2	20	6.1	80
50x50	15.2x15.2	20	6.1	115
20x20	6.1x6.1	30	9.14	55
30x30	9.14x9.14	30	9.14	75
40x40	12.2x12.2	30	9.14	115
50x50	15.2x15.2	30	9.14	150

表 6-6 可 通報設備與 空間關係

長度		15cd 照明設備最少裝置數量
ft	m	
0-30	0-9.14	1
31-130	9.45-39.6	2
131-230	39.93-70	3
231-330	70.4-100.6	4
331-430	100.9-131.1	5
431-530	131.4-161.5	6

(五)監視站的火警系統

第五章主要是要求監測站和監測站與保護場所間，火警警報系統的性能、安裝和操作，監測站火警警報系統的通訊方法，以主要控制單元是否與監測站合為一體來劃分，如圖 6-2。

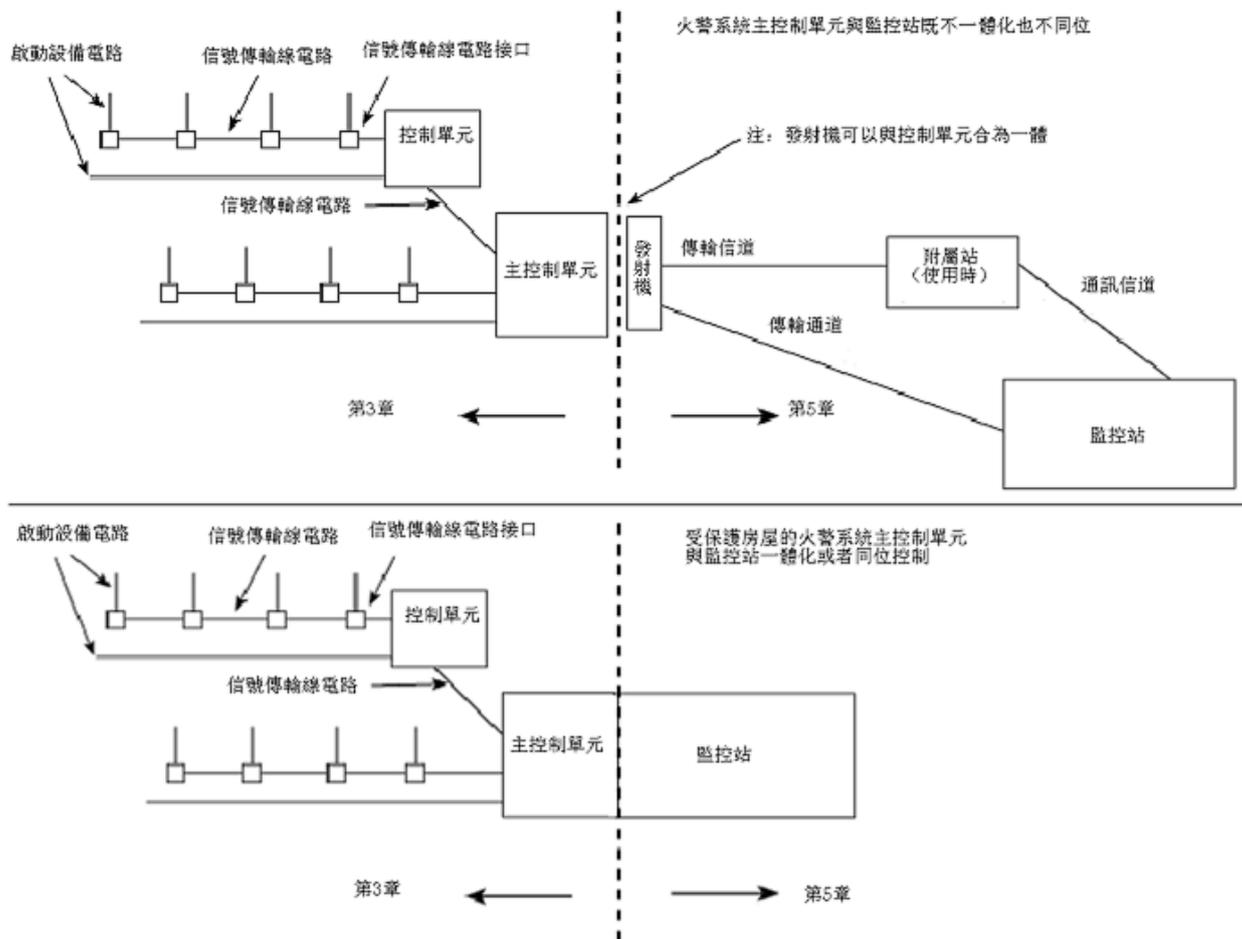


圖 6-2 範圍劃分

(六) 公用型火警通報系統

第六章主要是規定公用型火警通報系統的規範，內容包含一般功能、管理與控制、設備與安裝、火警受信總機、裝設位置、電源供應、金屬系統及金屬管線規範、信號傳輸裝置、電力、接收裝置-接收警 裝置、遠端接收設備-遠端通訊中 警報接收設施、有線編 報告系統、無線編 報告系統、電話報告系統與 火警系統等。

(七) 檢驗測試和維修

第七章包含檢驗測試和維修的最低要求，內容包含測試方法、檢查和測試 率、維護與紀錄等項目，維修、檢查和測試

紀錄應 保 ，直到下次檢修，檢修後紀錄保 一年。

(八)住宅單元火災警報設備

第八章主要是規定住宅單元的火災警報設備，應提供可靠的方法來告知住戶火災的發生， 是火警探測器、警 和緊急指示 等設備 需依照標準來設置，並且要達到一定的可靠度，以確保住宅單元內住戶的安全，但在有 人、小 或行動不 之人員的住宅，雖然提 警報有可能讓他 生，還是需要有就地 或協 生或救援的策略來提供保障。

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估

(一)國內外法規競合

國內火警自動警報設備相關的規定主要規範在各類場所消防安全設備設置標準內，在偵溫型探測器方面，國內法規對探測器有效保護範圍的面積，以 4m 為分界，且高度超過 8m 則不適合設置偵溫型探測器，而 NFPA 72 對探測器有效保護範圍的面積，則是隨 高度增加而減少，國內標準與 NFPA 72 比較如下表 6-7 所示，當要裝設探測器的天花板高度在 3.05m 以下時兩者規定一 ，保護面積的係數 是 1，3.05~3.66m 時 NFPA 72 略為 格，但 3.66~7.32m 則 以國內標準較為 格，由表可知 NFPA 72 的規定較有彈性，國內標準雖 以 4m 為分界，但在高度超過 4m 後的標準是比 NFPA 72 格。

在偵煙式探測器方面，國內同 以高度 4m 為分界，最高可裝設高度為 20m 來規定有效探測範圍，NFPA 72 則是考量換氣對偵測的影響，以室內每小時的換氣次數來規定，隨 換氣次數增加，煙的 度也會被 釋，因此探測範圍需 縮小

來達到探測的目的。

表 6-7 國內外偵溫式探測器保護範圍比較表

國內設置標準		NFPA72	
高度範圍 m	間距所 係數	高度範圍 m	間距所 係數
未滿 4	1.00	0~3.05	1.00
		3.05~3.66	0.91
4~8	45m ² /90m ² =0.5 (防火構造建築物 -差動式一種)	3.66~4.27	0.84
		4.27~4.88	0.77
		4.88~5.49	0.71
		5.49~6.10	0.64
		6.10~6.71	0.58
		6.71~7.32	0.52
		7.32~7.93	0.46
8m 以上不適用		7.93~8.54	0.40
		8.54~9.14	0.34

(二)國內核能電廠適用性評估

根據美國核能電廠火災資料統計，元 1960 年至 1978 年間，美國核能電廠共發生 172 起火災事故，其詳細的地點與次數如下表 6-8 所示，其中 廠房、反應器圍阻體、 發電機房、外部設備、反應器廠房、 機廠房與停 場等地點，

是累計發生火災超過 10 次以上的地方，另外施工建築與臨時建築物也是火災發生次數較多的地點；根據 2004 年火災危害分析技術研究報告中得知，相較國內核電廠火災發生的地點也是汽機廠房發生的次數為多，國內歷年來核電廠火災事故的整理如下表 6-9 所示；從國內與國外核電廠的統計資料顯示，核電廠中的部分地區有較高的火災發生機率，除了加強這些區域的防火設備外，也應針對這些危險性高的區域，設置適當的火警自動警報設備，以及偵知火災的發生，爭取更多的時間來反應及應變，將火災的危害降至最低。

表 6-8 美國核電廠火災統計-以火災地點分類

地點	次數	地點	次數
建築	19	發射性廢物廠房	2
電 分配室	2	反應器廠房	17
施工建築	18	繼電器間	1
反應器圍阻體	14	轉換站	5
控制室	2	臨時建築物	18
冷卻	1	機廠房	19
發電機房	10	倉庫	4
場外	4	停車場	14
外部設備	12	共計	172

表 6-9 國內核電廠火災事故一 表

發生日期	發生地點	內容摘要
1985/07/07	汽機廠房	核三廠一號機汽機廠房發生大火，原因為汽機設計不當，低壓汽機運轉發生共振現象，汽機脫落，引爆氫氣造成大火，經一年兩個月停機修復，始復正常運轉，損重。
1986/06/17	不詳	核二廠一號機的保險。
1987/08/29	模擬中	核三廠模擬中 模板 火。
1989/10/23	施工地區	核二廠一號機大修中，因包商人員及工安人員執行電焊工作，導致一場火災。
1990/01/03	不詳	核二廠二號機因軸承漏，水 台處保溫 煙。
1990/01/26	汽機廠房	核二廠二號機因汽水分離器洩漏導致加器房內蒸汽洩漏使汽機廠房之主蒸汽管路溫度上。
1990/03/03	反應器廠房	核二廠一號機因數位電子液壓控制系統之一保險 燒斷，造成主機調速閥門突然關閉，使反應器壓力上，中子通量上，使偵測器測到壓力過高而急停。

1997/04/21	汽機廠房	核二廠一號機 汽機廠房 進行電 架焊 接補強時，焊 防火 引起燃燒， 總共 94 條電 重燒 。
2001/03/18	不詳	核三廠因 4160 特斷路器 被 穿，造成 電氣火災。
2001/12/18	倉庫	核一廠儲存重機 之獨立倉庫發生火警，由 廠內消防班與台 門消防分隊合力 滅，所有機組均正常運轉，不影響核能安全， 初步判斷可能為冷氣機電線 火。

三、小結

我國核電廠其火警自動警報設備的設置，在各類場所消防安全設備設置標準內，並未特別針對此類場所進行規範，核電廠 是國家重要的設施，其安全的考量更要比一般的建築場所來的 格，且其多數空間的設計 異於一般建築物，NFPA 72 在警報設備的規定方面較國內法規詳細，對於火災發生危險性較高的區域，實需依照該場所的特性，參考 NFPA 72 選擇適當的火警自動警報設備。

柒、NFPA 600, Standard on Industrial Fire Brigades, 2000 edition

介紹與適用性評估

本法規對於 NFPA 600 (Standard on Industrial Fire Brigades, 2000 edition.)，此設備標準共分為 6 個章節進行討論，分別為總則、廠區消防隊之相關需求規定、廠區消防隊執行初期滅火、廠區消防隊執行建築物內部火災滅火、廠區消防隊執行建築物火災進一步內外部滅火、引用刊物，以下則針對各章節加以介紹。

一、標準設備介紹

(一)總則

本標準包含了對於廠區消防隊在組織上、操作上、訓練上和裝備上之最低要求。也包含了廠區消防隊成員於執行消防滅火和相關行動時之職業安全和健康的最低要求。本標準不適用於廠區以外的火災緊急應變行動，其可能 及不熟悉的危害物、密閉結構、空間配置和內容等多種情境，對於工業編組之消防隊而 皆屬未知的危害。

此一標準為了有效地執行已達性能化應用之目標，對於不同產業之運作模式亦將有不同的變化作為因應措施。主管機關應執行審查評定之業務，以核定其組織之運作、訓練、以及職業安全 生等要求是否符合規定，或有提供相同之安全等級之要求規定。若審查核准，則可適用。

在廠區消防隊之行動限制與責任此部分，書面上所載述的廠區消防隊組織編制 明和標準作業程序，應詳細說明這些限制。廠區消防隊一 到達了火災現場則應由其接手負責事故應

變與指 調度。

廠區消防隊之成員面對內部和外部火災，於執行消防滅火勤務時若達以下之情況則應視為 期階段，人員穿 正常之消防工作 裝亦能安全的執行滅火行動、無需採取 行或其他規 之行動，以 免吸 煙和 、無需穿 消防衣或自攜式空氣呼吸器（SCBA）、能夠以手提式滅火器或手持流量達每分 125 加 （473 公 /分 ）的消防水線能有效地 滅火災。

廠區消防隊於內部結構火災消防滅火應變之職責限制，外部增長與內部結構火災應被視為適合對 區做出進攻行動，廠區消防隊隊員對於內部火災已分配指定各別之滅火任務。

(二)廠區消防隊之相關需求規定

此部份則針對 業單位或地方管理組織單位進行說明，應負責項目：評估該地區環境與危害特性，根據其評估結果決定該區廠區消防隊之應變措施職責、分配廠區消防隊專屬之應變作業項目、建立廠區消防隊之組織說明，並持 修改與執行廠區消防隊成員執行該相關工作應具備之體格能力需求書面政策 等各項有關廠區消防隊之組織之要求。

為確使廠區消防隊組織說明完善，管理單位應建立權限與責任配置之相關條目。管理部門應建立廠區消防隊成員於標準作業程序之 門 學、持 執行、強制遵守等相關職責，以確保其安全與 生。應指定負責人管理廠區消防隊之組織說明與 訓練程序。安全程序應包含以下項目：(1)紀錄與管理數據。(2)聯絡管理部門、設備供應商、安全 學 生法人單位。(3)訂定與持 執行標準作業程序。(4)預防意外事故。(5)規範

與維護設備技術。(6)調查意外事故。(7)保障意外現場安全。
(8) 訓練。

在一般操作此部分，意外事故管理系統應確認有無事 評估成員之風險後 採取行動。廠區消防隊成員不可暴露具有高風險之情況中，緊急應變措施亦 限於防守 制災害。無論於何種程度之風險下，行動方案均不可 反組織說明與標準操作程序之規定。應建立、檢查修訂，以及持 執行於特定情況與特定危害之標準操作程序。

在風險管理政策，應例行檢查廠區消防隊成員有無遵循以下公訂規則：(1)若救援之成功性高，可容許廠區消防隊成員承受些許程度之風險。(2)危急狀況時， 若 產搶救之成功性高，可容許廠區消防隊成員在評估過後承受些許程度之風險。(3)若生 或 產之搶救已無 ，在沒有安全上之顧慮後，方可使廠區消防隊成員採取行動。

廠區消防隊成員應建立火災緊急應變時之操作基本安全需求。

在 、 訓與演練，此部分說明 訓練程序應訂定廠區消防隊所有成員職責之相關規定，另外需確認他 均能以安全之方式執行所各自之應變職責，而非引發其他危害 礙自身或其他成員。成員於執行訓練與 程序上應符合技術與知識之基本最低需求。若無參與過相關 訓之廠區消防隊成員，不可執行任何應變作業，若需評估廠區消防隊成員之 訓程序與有無能力執行應變責任之成效，於訓練過程中即應告知。 使成效評估結果低於標準，應增加額外之 訓，課

上之學習應以評估、紀錄，並改善其成效。訓練紀錄項目應包含該課程通過之證明、訓練專長種類、補救課程通過之證明、相關實務操作與知識原理之測驗成績、各演習之出勤紀錄、有無領導經驗、以及其他廠區消防隊相關活動之特殊表現等等，但不限於此。

廠區消防隊管理組織應負責之項目，在廠區消防隊組織說明書中，說明可確實執行組織規定之內容。建立廠區消防隊組織之規模大小。開會討論所有需要經過協調與安排之行程。為廠區消防隊建立消防設備之檢查程序，並持續執行。整合重要報告紀錄，並維護與審查相關文件。與當地消防部門保持聯繫。提供團隊成員暴露於危害物質時，相關處理步驟之安全資訊。訂定廠區消防隊成員從事相關職業之基本體格條件需求。

廠區消防隊成員應自廠區內之員工中挑選。且應符合廠區消防隊之成員規定與需求，以及他處必須要是眾多場區以及單位中所挑選出的成員，應配合、參與以及遵守廠區消防隊組織說明書中訓練程序之相關規定，確保後勤支援成員之訓練得以使他勝任此職務。

廠區消防隊成員其資格認可前，應經過合格醫生之檢查，證明其具備相關工作之必要與體格能力需求的條件，體能狀況應考慮廠區消防隊之應變職責內容，以及應根據該職務所承受之風險與任務內容差異，分別訂定不同等級之體格條件要求。至少每年需檢查評估一次以上，以確保他處可繼續從事該職務。

廠區消防隊組織說明書應制訂提供合適裝備之相關規定，且

應根據其應變職務之差異分別 合適之裝備。考慮其工廠之性質，以及現有可能存在之危害等因素，作為裝備選用之原則。廠區消防隊之裝備儲存區應提供可快速取用之滅火設備。裝備之保 紀錄應 權廠區消防隊使用。廠區消防隊管理組織應確保廠區消防隊之 生與安全，所有 器之考量重點在於其規格、設計、結構、附屬物、操作、保 、維修。已受過正規操作訓練且負責該職務之成員，方可使用廠區消防隊之設備。所有廠區消防隊設備應至少每 和使用後 24 小時內進行檢查，或修復鑑定和改正不安全狀況。

(三)廠區消防隊執行初期滅火

此部份則針對 、訓練和演練之規定重點加以描述。廠區消防隊組織執行初期滅火，應當符合下列要求，此外也適用第一章和第二章的標準。所有廠區消防隊成員應每年至少接受一次訓練和 。所有廠區消防隊成員應每年至少參加一次演練。實際火災演變的訓練和演習應符合公認的安全防範措施。每個廠區消防隊成員應當符合體格檢查和與工作有關的體能要求。

(四)廠區消防隊執行進一步外部滅火

此部份則針對廠區消防隊組織執行進一步外部滅火應符合之規定重點加以描述。所有廠區消防隊成員應每季至少接受一次訓練和 ，廠區消防隊成員應每 年至少接受一次演練，實際火災演練應每年至少一次。實際火災演練的訓練和演習應符合公認的安全防範措施。廠區消防隊成員進 區及暖區時，須提供充足數量及尺寸大小適宜的消防衣和防護設備。

團隊中二個或兩個以上使用 SCBA 的廠區消防隊成員，應透過視、聽、身體狀況、安全指引、電子器材及其他方法等相互溝通，以進行工作協調，並在緊急狀況下互相協助。

廠區消防隊成員參與需要 SCBA 或其他呼吸防護設備的行動時，至少要分派一人於需要使用呼吸防護設備區域之外圍。該成員的責任在於了解使用 SCBA 人員之人數和身分，以及他的位置、工作職責和進入時間。穿 SCBA 的成員應需接受過訓練並且準備，可以執行救援任務。

(五)廠區消防隊執行建築物內部火災滅火

此部份則針對廠區消防隊組織執行建築物內部火災滅火，應當符合之要求。廠區消防隊成員每季至少接受一次訓練和、每一年至少接受一次演練、真實火災訓練每年至少一次。

廠區消防隊成員進入區及暖區時，穿之消防衣及防護裝備須符合下列要求。廠區消防隊成員參與需要 SCBA 或其他呼吸防護設備的行動時，至少要分派二人於需要使用呼吸防護設備區域之外圍。其中一人的責任在於了解使用 SCBA 人員之人數和身分，以及他的位置、工作職責和進入時間。這些使用 SCBA 之成員需接受過及裝備操作訓練，並可以執行救援任務。

每個廠區消防隊成員應當符合體格檢查和與工作有關的生理需求。

(六)廠區消防隊執行建築火災進一步內外部滅火

此部份則針對廠區消防隊計畫執行建築火災進一步內外
部滅火之職責應符合本標準中第 1、2、4、5 章之規定。

(七)參考刊物

1.National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P.O.
Box 9101, Quincy, MA 02269-9101.

(1)NFPA 1403, Standard on Live Fire Training Evolutions,
1997 edition.

(2)NFPA 1911, Standard for Service Tests of Fire Pump
Systems on Fire Apparatus, 1997 edition.

(3)NFPA 1914, Standard for Testing Fire Department Aerial
Devices, 1997 edition.

(4)NFPA 1971, Standard on Protective Ensemble for Structural
Fire Fighting, 2000 edition.

(5)NFPA 1976, Standard on Protective Ensemble for Proximity
Fire Fighting, 2000 edition.

(6)NFPA 1981, Standard on Open-Circuit Self-Contained
Breathing Apparatus for Fire Fighters, 1997 edition.

(7)NFPA 1982, Standard on Personal Alert Safety Systems
(PASS), 1998 edition.

二、國內外法規競合與國內核能電廠之適用性評估

(一)國內外法規競合

國內對於廠區消防隊之規定，並無專法章程規定。在國內
法規中內政部消防 務組織編隊、科學工業 區管理 消防
隊設置辦法、科學工業 區管理 消防隊管理要點 以規定人
員設備配置，並未有如 NFPA 600 以專章之標準規範。本節主
要比對 NFPA 600 與國內法規之規定，並提出適當建議。

廠區消防隊組織於執行工作，NFPA 600 中規定管理部門應建立廠區消防隊成員於標準作業程序之門學、持執行、強制遵守等相關職責。

管理部門應作為廠區消防隊專屬安全程序認可之責任代表單位，紀錄與管理數據、聯絡管理部門、設備供應商、訂定與持執行標準作業程序、預防意外事故、規範與維護設備技術、調查意外事故、保障意外現場安全及訓練。制定緊急應變風險管理政策，例行檢查廠區消防隊成員有無遵循。

廠區消防隊組織執行進一步外部滅火應符合各項訓練規定，且應提供正確規格之器具設備供消防隊員使用。

國內規定：

職前	新進隊員報到後，應施兩以上之專業訓練及實習。
在職	在職隊員不定期分次每年接受兩個月以上之進修。
消防訓練習	每年舉行一次消防訓練習，每次不超過4小時。

國外規定：

執行初期滅火：	每年至少接受一次訓練和。應每年至少參加一次演練。
執行進一步外部滅火	每季至少接受一次訓練和，廠區消防隊成員應每年至少接受一次演練，實際火災演練應每年至少一次。
執行建築物內部滅火	消防隊成員每季至少接受一次訓練和、

	<p>每 年至少接受一次演練、真實火災訓練每 年至少一次。</p>
--	---------------------------------------

NFPA 600 中詳述廠區消防隊組織管理工作執行項目，此套標準對於國內建立廠區消防隊組織提供完整的規範。

(二)國內核能電廠適用性評估

本標準法規在廠區消防隊組織上、操作上、訓練上和裝備上之最低要求。由於國內並無相關於廠區消防隊之規定。在國內法規中內政部消防 務組織編隊、科學工業 區管理 消防隊設置辦法、科學工業 區管理 消防隊管理要點多規定以人員和設備數量進行配置，相較於 NFPA 600 對於廠區消防隊的管理、編組、訓練、滅火行動等規定，此部分國內之規定較為不足，因此對於廠區消防隊編組、訓練、執行任務影響甚鉅。

由前一章節對於 NFPA 600 之介紹，本節對於核電廠消防隊之適用性加以評估。

目前我國六輕、中 、核電廠中皆設有專屬之消防隊，與 NFPA 600 之規定相同，其廠區消防隊為廠區內之應變消防隊， 適用於廠區內，不適用於廠區以外的火災緊急應變行動。

NFPA 600 規定應廠區消防隊負責項目：評估該地區環境與危害特性，根據其評估結果決定該區廠區消防隊之應變措施職責、分配廠區消防隊專屬之應變作業項目、建立廠區消防隊之組織說明，並持 修改與執行廠區消防隊成員執行該相關工作應具備之體格能力需求書面政策 等各項有關廠區消防隊之組織之要求。

三、小結

由於核電廠為一特異空間，故為符合運轉或是防止輻射外洩並達到深層防護及緊急搶救之目的，因核電廠內的各項設計具有許多特殊性，且空間區劃與一般建築物相差甚遠，並具有密閉的空間等特性，因此對此區域較不熟悉之廠外消防隊，在於搶救工作上會較為困難，因此由 NFPA 600 廠區消防隊標準進行閱讀與翻譯，並提出其標準適用於廠區消防隊之評估。

未來於設立廠區消防隊，應達成 NFPA 600 之規定。本標準之規範對於廠區消防隊之組織運作、訓練、以及職業安全衛生等要求，對於廠區消防隊組織功能規定要求較為完善，以達成廠區消防隊運作與火災防護之目的。因此未來於此部分應以此規定進行加強，以達深度防之概念。

捌、結論與建議

一、結論

核能電廠為一特殊場所，其中進行反應的空間更是需要多加防護，以免輻射外洩以達到深層防護之目的，經本研究分析後，在易(可)燃性液體的方面，若依據國內法規無法易燃性與可燃性液體完整安全防護，且其適用性較低，考量面較少，因此參考國內法規無法完全適用和符合電廠需求。在氫氣系統方面，除了使用場所和建築物的安全距離規定與 NFPA 50A 相似外，其設置氫氣系統設備，建議參考 NFPA 50A 之規定，對於使用場所的氫氣氣體系統的標準規定要求較為完善，以達成核電廠運作與火災防護之目的。在、焊接及動火工作的火災預防方面，國內對於限空間動火作業雖然規定應填動火許可文件，但內容與 NFPA 51B 相比有不足。在火警警報系統部分，在偵煙式探測器方面，國內法規是以高度來規定有效偵測範圍，而 NFPA 72 是以空間換氣次數來規定，其考量的因素值得國內法規參考。在廠區消防隊的規定方面，我國核電廠本身設有其專屬的消防隊，但國內並沒有廠區消防隊的相關規定，在廠區消防隊的組織、操作、訓練和裝備上較 NFPA 600 不足。

二、建議

(一)相關消防設備的設置應重新檢視其空間用途是否相符

從本年度核電廠的現場查，可從廠內如探測器、標示與系統等等的消防設備，出核電廠對消防安全的重

視，但美中不足的是在部分區域，探測器裝設的位置無法使其發 探測能力，例如，將偵煙式探測器裝設在 底下，但 的底部距離天花板超過 60cm， 下的探測器勢必比裝在天花板上的較 作動，因此建議電廠多檢視廠區空間內探測器的設置是否合 法規， 在合 法規規定的同時，將該空間的特性 考慮，選擇最適合的條件來設置，以維護核能電廠的安全。

(二)加強檢視國內核能電廠是否與 NFPA 法規相符

關於易燃性和可燃性液體規範，針對通風及消防防護部分，建議採用 NFPA 30 規範，針對不同存放地點、存放容器/儲槽等進行考量消防設備設置。結合國內外法規整合， 以提供易燃性與可燃性液體儲存區安全環境。關於 、焊接及動火工作的火災預防方面，NFPA 51B 細分對於動火作業的管理階層、許可證 權人、監火員三個部分，且詳述此三位人員應 之責任及工作，以及動火作業防止火災發生之各項預防措施與緊急事件演練，因此建議未來法規轉換上，可參考 NFPA 51B 對於動火作業上較為完備的內容，以期增加動火作業管理的可靠度，降低災害發生的可能性。關於廠區消防隊的規範，建議參考 NFPA 600 的規定，以提 廠區消防隊之特 專業能力，提供核能電廠消防救災堅強的後 。

拾壹、參考文獻

一、英文文獻

1. Andrew Kim, and Joseph Su, "Thermal Decomposition Products from Fire Suppression with HFC-227ea in an Electronic Facility," Journal of Fire Protection Engineering, Vol.14, No.4, 2004, pp.265-281.
2. David R. Hague, "Standpipe and Hose Systems," 20th Edition Fire Protection Handbook.
3. "Guide For Post-Firesafe Shutdown Analysis," NEI Circuit Failure Issues Task Force, October, 2002.
4. Liu, Z and Kim, A. K., "A Literature Review of the Impact of thermal decomposition products generated by halon replacements on electronic equipment," NRC, September, 1999.
5. Milosh T. Puchovsky, P.E., "Automatic sprinkler systems handbook 9 edition," National Fire Protection Association, 1999.
6. National Fire Protection Association, "NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code," 2000 edition.
7. National Fire Protection Association, "NFPA 50A, Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites," 2000 edition.
8. National Fire Protection Association, "NFPA 51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work," 1999 edition.
9. National Fire Protection Association, "NFPA 72, National Fire Alarm Code®," 1999 edition.
10. National Fire Protection Association, "NFPA 600, Standard on Industrial Fire Brigades," 2000 edition.
11. National Fire Protection Association, "NFPA 805 Performance-Based Standard for Fire Protection for Light Water Reactor Electric Generating Plants," 2001 edition.

12. National Fire Protection Association, "NFPA 90A Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems," 1999 edition.
13. United States Nuclear Regulatory Commission, NRC Regulation (10 CFR) 50.48 fire protection.
14. Zhigang Liu, Andrew K. Kim, "A Review of Water Mist Fire Suppression Technology: Part II," Journal of Fire Protection Engineering, Vol. 11, No.1, pp.32, 2001.
15. Zhigang Liu, Andrew K. Kim, Joseph Z. Su "Examination of Performance of Water Mist Fire Suppression System under Ventilation Condition," Journal of Fire Protection Engineering, Vol. 11, No.3, pp.179, 2001.

二、中文文獻

1. 內政部，各類場所消防安全設備設置標準，2008。
2. 內政部消防局，各類場所消防安全設備設置標準修正案之研究成果報告書，2000。
3. 消防局，自動撒水設備滅火技術研討會論文集，內政部消防局，2001。
4. 台灣電力公司第一核能發電廠，消防管理計畫，2009。
5. 行政院勞工委員會，勞工安全衛生設施規則，2007。
6. 消防局，我國採用 NFPA 805 適用性探討-以核二場為例，中央警察大學消防科學研究所論文，2007。
7. 林文興譯，核能電廠火災危險性及其可能造成的損害，行政院原子能委員會核能期刊第二十四卷第一期，1998年。
8. 張國華，析撒水設備之有效防護性能，消防與防災科技，第38期，2008。

9. 謝子勝，火災學，2003。
10. 黃子勝，消防撒水系統耐震問題研究，成功大學建築研究所論文，2003。
11. 簡賢文，水系統安全消防設備，華夏圖書出版公司，2003。
12. 簡賢文等，核能電廠消防法規適用性評估，行政院原子能委員會核能研究所委託，2006。
13. 中國大陸公安部上海消防科學研究所 國外核能站消防隊伍技術資料選編，1989年5月
14. 謝子勝，火災危害分析技術研究，行政院原子能委員會委託研究計劃研究報告，2004年
15. 謝子勝，各類場所消防安全設備設置標準表解-第四冊，華夏圖書股份有限公司，2008.04(五版)
16. 謝子勝，我國與美國液燃性液體、運輸、儲存及操作規範之比較，中國成功大學 論文 p.88-p.89,2006
17. 核能電廠火災防護標準之研究第一次工作簡報，2010.03.24
18. 維基百科，核能電廠，全 資訊 路：<http://zh.wikipedia.org/>, Nov.2008.
19. 美 新世界-新核家園，核能發電之歷史，全 資訊 路：<http://www.new.newnuclearhome.com/>, Nov.2008/
20. 中華水電冷凍空調設備資訊網，建築物內消防水管路耐震設計，全 資訊 路：<http://www.tp tube.com.tw/>, Nov.2008.