

NFPA 855 固定式儲能系統 國際安全標準



NFPA 855 是目前國際上針對固定式儲能系統（Energy Storage Systems, ESS）最權威的安全標準。它不僅涵蓋了我們常見的鋰電池，也包含了鉛酸電池、流體電池以及燃料電池等技術。

NFPA 855 的核心重點

這部標準的初衷是為了降低儲能系統在安裝、運行及維護過程中的火災與爆炸風險。

1. 系統分類與規模限制:

NFPA 855 根據電池類型規定了單個儲存單元的最大能量容量（例如鋰電池通常限制在 50 kWh）以及單元之間的最小間距（通常為 3 feet 或 0.9 m），旨在防止「熱失控」在單元間連鎖反應。

2. 場所與位置要求:

標準詳細規範了儲能系統可以安裝在哪裡，包括室外、室內、屋頂或地下室。針對不同的安裝環境，有不同的耐火等級要求（通常要求牆壁、天花板具有 2 小時的耐火時效）。

3. 火災抑制與通風:

自動噴水滅火系統：大多數室內安裝都被要求的配備。

排煙與防爆通風：這是為了處理電池失效時產生的可燃氣體，防止壓力瞬間積聚導致建築物毀損。

關於「氫氣洩漏」與氣體偵測的條文

在儲能系統中，氫氣的產生主要來自兩大來源：鉛酸電池充電過程中的電解，以及鋰電池熱失控初期產生的排氣（排氣中含有大量氫氣、一氧化碳及碳氫化合物）。

1. 通風要求 (Ventilation)

根據 Section 4.9（通風部分），對於會產生氫氣的電池系統（如鉛酸電池或鎳鎘電池），必須提供機械通風，以確保氫氣濃度維持在爆炸下限 (LFL) 的 25% 以下。

氫氣的 LFL 約為體積比 4%，因此系統必須確保濃度不超過 1%。

2. 氣體偵測系統 (Gas Detection)

Section 4.10 規定了在特定情況下必須安裝可燃氣體偵測：

觸發閾值：當偵測到氣體濃度達到 LFL 的 25%時，偵測系統必須發出警報並啟動緊急通風。

連動機制：偵測系統需與建築物的火警系統連線，並在必要時切斷充電電源。

對於涉及氫氣的燃料電池儲能，除了 NFPA 855，通常還需要同時參考 NFPA 2（氫氣技術標準），那裡有更專門針對氫氣儲存壓力與洩漏預防的規定。

相較於 NFPA 855 側重於「儲能系統」的整體安全性，NFPA 2 (Hydrogen Technologies Code) 則是全球最完整的氫氣專屬安全規範。它涵蓋了氫氣的生產、儲存、輸送以及使用（如加氫站、燃料電池）。

FPA 2 的核心架構與重點

NFPA 2 採用了「基本要求 + 特定用途」的結構。其中 Chapter 6 (General Fire Safety) 是所有氫氣設施都必須遵守的通則。

1. 系統分類與危害等級

標準將氫氣分為兩種型態管理：

GH2 (Gaseous Hydrogen)：氣態氫，重點在於高壓（通常為 35 MPa 或 70 MPa

70 MPa）與擴散性。

LH2 (Liquefied Hydrogen)：液態氫，重點在於極低溫（-253° C）與高體積能量密度。

2. 安全間距 (MAQ & Separation Distances)

這是 NFPA 2 最常被查閱的部分。

3. 氫氣洩漏偵測與通風條文:

3.1. 氣體偵測系統 (Gas Detection - Section 6.10)

NFPA 2 嚴格規定了在室內或封閉空間使用氫氣時，必須安裝氣體偵測器：

安裝位置：由於氫氣極輕（密度僅為空氣的 1/14），偵測器必須安裝在空間的最高點或可能積聚氫氣的頂棚處。

警報設定點 (Set Points)：

當濃度達到 25% LFL (即體積比 1%) 時：必須啟動通風系統、發出聲光警報，並向監控中心傳送訊號。

當濃度達到 50%LFL (即體積比 2%) 時：必須自動切斷氫氣供應（關閉緊急切斷閥 ESD）。

3.2. 通風要求 (Ventilation - Section 6.17)

針對室內氫氣設施，通風是防止爆炸的首要防線：

自然通風：僅適用於特定小型設施，且需計算開口面積。

機械通風：排氣量必須足以處理預期的最大洩漏量。標準通常要求排氣口位於高處，且進氣口位於低處，形成由下而上的氣流。

3.2. 防爆電氣等級 (Electrical Classification)

在氫氣設備周圍的一定範圍內（通常稱為 Class I, Division 1 或 2），所有電氣設備必須具備防爆等級（如 Group B 氣體防爆），以防止電火花引燃洩漏的氫氣。

別要注意的是，氫氣火焰在白天幾乎是肉眼不可見的。因此，NFPA 2 通常會要求在大型設施安裝光學火焰偵測器 (UV/IR)，而不僅僅是傳統的煙霧或溫度偵測器。