**第六章 包封容器系統**

1. 設置目的

包封容器為BWR的特殊安全設施(ESF)之一，應用一次包封壓力抑制原理，把爐心失水事故(LOCA)時的洩漏水汽、分裂產物和放射性物質，予以包容隔離，防止其外洩，確保廠界外輻射劑量(Off Site Dose)不超過10CFR100規定。

1. 設備概述

**一、反應爐廠房**

* + 1. 反應爐廠房包括下列主要設備

⮚包封容器(Containment)

⮚乾井(Drywell)

⮚壓力抑制池及通洩口(Suppression Pool and Vent System)

⮚反應爐基座及生物屏蔽(Reactor Pedestal and Biological Shield)

* + 1. 設計標準

（1）溫度及壓力標準：包封容器須有足夠的強度，能夠承受發生設計基準事故(Design Basis Accident ,DBA)時，產生的暫態尖峰壓力和溫度變化，以維持系統的完整性，包封容器的DBA，是以一支主蒸汽管完全斷裂為設計基準(ECCS之DBA，則以再循環泵進口管路完全斷裂為設計基準)。

（2）整體性：發生DBA後，包封容器和乾井須有保持包封功能完整性的能力。

（3）灌水：發生LOCA後，容許乾井灌水至爐心頂部。

（4）飛射體保護：包封容器須能防備來自廠房內部或外來飛射物(Missile)的撞擊，或激烈的管路震動。

（5）噴射力保護：包封容器及乾井應能承受包封容器內任何管路斷裂後，洩出流體的噴射力量。(Jet Force)

（6）漏洩：發生DBA時和事故後，包封容器應限制放射性物質和分裂產物外洩，以確保廠界外輻射劑量(Off Site Dose)不超過10CFR100規定。

（7）定期測試特性：包封容器須能定期測試洩漏率，藉以證實DBA尖峰壓力下，包封容器的完整性。

（8）沖放冷凝特性：發生DBA時，洩漏至乾井內的蒸汽和爐水混合物排入抑壓池，應能迅速冷凝而吸收，俾消除尖峰暫態壓力，包封容器及乾井設計壓力方不致超過。

（9）導引水流：在假想管路斷裂事故時，須能提供路徑使水流入抑壓池，也能限制事故後採取各種冷卻方式的乾井與包封容器間差壓。

（10）隔離性：事故發生時，穿越包封容器各種管路或通口須能夠迅速關閉或隔離，使包封容器屏障(Containment Barrier)能有效保持洩漏率在容許限值內。

（11）管路小破：包封容器須能承受管路小破所引起的尖峰暫態壓力及溫度變化。

* + 1. 包封容器(Containment)

（1）包封容器指圓屋頂式的圓筒形混凝土結構，內襯鋼板，主要功用為萬一LOCA時，作為防止分裂產物外洩的包容界限。

地面層以上部份之內徑為124呎。

地面層以下部份之內徑為114呎。

總容積為2.2 ×106立方呎，而淨容積為1.67 ×106立方呎(內含乾井之淨容積)。

（2）進出包封容器

兩個供給人員進出的雙重氣鎖門(Double Air-Lock Door)，一個通至燃料裝填樓，另一個在地面下第一層，係相互間有連鎖的雙重門，防止同時開啟破壞包封容器界限的密封；可由兩個門間加壓試驗定期檢驗其密封程度。

兩個20呎機件通口(Equipment Hatch)一個通至燃料裝填樓，另一個在地面下第一層，是以鋼蓋板加雙道封圈栓鎖(兩封圈間也可作加壓試驗)，另以混凝土作為輻射屏蔽，此通口可滑退，使機件能通過屏蔽體。

（3）穿越器(Penetration)

各種管路及電纜穿越器，是以焊接方式或伸縮膨脹密封於包封容器。各種穿越器之設計，以減少包封容器負荷為原則，不用包封容器作為任何管路的固定點(小管路例外)。

（4）包封容器設計準則：

內部壓力：15psig

溫度：200℉

* + 1. 頂部水池(Upper Pool)

（1）位置：位於乾井上方

（2）功用：

a.燃料添換操作時，供作蒸汽乾燥器及分離器等機件之貯存，也供作傳送用過燃料至燃料廠房之用。

b.反應爐運轉中，供作乾井頂蓋上方區域的輻射屏蔽，減少燃料裝填樓(Refueling Floor)的輻射劑量。

c. LOCA後，供作乾井下方(抑壓池)的補充水。頂部水池之門牆設計，允許22,020ft3補充水至抑壓池。

（3）結構─頂部水池的全部重量(包括結構本身與池水重量)，藉乾井牆將重量傳至反應爐廠房基座。水池內層附加不鏽鋼襯裡，正常儲水量70,800ft3。水池區域包括有反應爐穴(Reactor Cavity)、汽水分離器儲存池、乾燥器儲存池、燃料儲存池及燃料傳送池等。

（4）汽水分離器貯存池和乾燥器儲存池，位於反應爐穴相反兩側，都有3呎厚屏蔽牆，藉以減少RPV凸緣附近工作人員所受的輻射劑量。

（5）燃料池(Fuel Pools)

燃料池分為「燃料儲存池」及「燃料傳送池」兩部份。

燃料儲存池是提供暫時性儲存燃料元件、控制棒、LPRM等機件，裝有齒軌設備，燃料傳送池供作傳送燃料進出燃料廠房之用。

燃料儲存池與燃料傳送池間，置有一牆，以閘門隔離燃料傳送機構。

圖 1(a) 反應爐廠房

（6）燃料儲存池與反應爐穴間設有閘門，可單獨降低反應爐穴水位，以便RPV頂蓋拆除或安裝工作。

（7）頂部水池的冷卻、過濾及除礦，由燃料池冷卻淨化系統處理之。

（8）反應爐燃料添換時，池水的冷卻，另有RHR系統支援。

* + 1. 壓力抑制池(Suppression Pool)

（1）抑壓池是360°環狀水池，位於反應爐廠房底部，堰牆(Weir Wall)與包封容器牆(Containment Wall)之間。抑壓池與水各接觸面，如乾井、堰牆，及水平通洩口(Horizontal Vents)等，均以不鏽鋼作內襯，在空氣與池水界面另加保護塗層(Protective Coating)，以防止腐蝕。

（2）功用：1、作為RCIC汽機排汽或安全洩壓閥的熱沉。

2、 LOCA發生時，把一次系統漏洩於乾井內的蒸汽凝結。

3、作為緊急爐心冷卻系統(ECCS)水源。

* + 1. 乾井(Drywell)

（1）乾井為第一類防震標準設計，平頂直立圓筒式鋼筋混凝土結構。乾井內層除─16呎4吋以下外並無襯裡，主要作為壓力圍阻用。

（2）功用：

⮚作為輻射屏蔽，減少包封容器內的輻射劑量，俾容許人員正常進出。

⮚為支持頂部水池之結構體。

⮚支持裝置在乾井與包封容器環狀區的工作台、單軌吊車及管架等。

⮚支持包封容器及乾井內各種設備(RPV本體和125噸燃料裝填樓起重機除外)。

⮚發生LOCA時，導引洩漏蒸汽，經水平通洩口至抑壓池冷卻。

⮚保護包封容器的完整，以防止內部飛射物及管路衝擊。

（3）乾井上方平面，即為頂部水池的池底。

（4）自由空間容積為238,000ft3。

（5）乾井牆供作各種穿越管路的固定點或錨栓。

⮚主蒸汽管路穿越器

⮚電纜穿越器

電纜裝置於金屬管內，此管傾斜地埋置，以矽質橡膠或其他充填物密封，減少中子通量照射。

（6）進出乾井

⮚一個機件通口，供再循環泵馬達拆除搬運用(在地面下第一層)。

⮚一個雙重氣鎖門，供檢修人員在停機或熱爐待機時進入乾井。

（7）設計準則

⮚內部壓力：27.5psig。

⮚外部壓力：21.0psig。

⮚溫度：330℉。

* + 1. 反應爐基座(Reactor Pedestal)

（1）第一類防震設計，直立圓筒式鋼結構體，豎立於反應爐廠房底層基座上。

（2）功用：支持反應爐壓力槽，承受垂直及橫向負荷(後者為LOCA引起的噴射力)。

* + 1. 生物屏蔽(Biological Shield)

（1）直立圓筒式混凝土及鋼結構(第一類防震設計)，由RPV基座支持，高度超過爐心頂部。屏蔽牆本身是Ｈ柱型結構，內外層表面均為碳鋼板，中間層再充填混凝土。

（2）功用：

⮚減少乾井內的輻射劑量，使檢修人員能在停機中進入乾井工作。

⮚減少乾井內設備的伽瑪(Gamma)及中子暴露劑量。

（3）RPV與生物屏蔽牆內壁，大約有5呎寬間隙，其目的為：

⮚容許個別安裝生物屏蔽與RPV，互不干擾。

⮚容許屏蔽建妥後，仍能安裝RPV附屬管路。

⮚容許進入檢查壓力槽噴嘴及焊口。

* + 1. 水平通洩口(Horizontal Vents)

（1）乾井下端部份，有三排水平通洩管貫穿乾井，每排34支管，每支管內徑27.5吋，總共102支水平通洩管。

（2）功用：LOCA時，引導漏洩蒸汽排入抑壓池冷卻。

（3）在乾井底部，抑壓池內側表面，為圓柱形鋼筋混凝土堰牆(Weir Wall)，用以保持正常抑壓池水位。堰牆與乾井牆間的環狀空間，叫做通洩環溝(Vent Annulus)。

（4）堰牆高出抑壓池高水位頂部約4呎3吋，理由是保證包封容器內儀器管路破裂時，冷水不致溢流回到乾井內，濺及再循環系統。

（5）27.5吋直徑的通洩孔，不可能安置旋塞，故此環狀通洩口區無轉向裝置(Deflector)。

1. 核蒸汽供給關斷系統(Nuclear Steam Supply Shutoff System，簡稱NS4)

一、功用：

* + 1. 自動隔離穿越包封容器各主要管路，防止由燃料護套及核能系統屏障外洩。
		2. 在反應爐異常狀況，防止爐心冷卻水不足。

二、定義：

1.關斷閥(Shutoff Valve)

此閥接受自動信號即行關閉，以防止反應爐爐心冷卻水不足。通常有兩只串聯的關斷閥，例如主蒸汽管隔離閥(MSIV)：

2.內圍閥(Inboard Valve)

管路離開RPV或一次系統後的第一只關斷閥。通常此閥位於乾井內，故稱為內圍閥。

3.外圍閥(Outboard Valve)

管路離開RPV或一次系統後的第二只關斷閥。通常此閥位於屏蔽廠房之外，故稱為外圍閥。

三、設計標準(Design Bases)：

1.內圍閥與外圍閥，應該分開，分別具有獨立的感測元件(Sensor)和邏輯電路等。

2.接受自動關閉信號，閥即能立即確實地關閉。即使信號已清除，如未復歸則關閉動作無法中斷。

3.此系統必須具有雙重控道(Dual Channel)，且有故障時安全(Fail Safe)特性(即失去電源就跳脫)。

4.包封容器的內、外圍閥，均需有可靠的AC電源。

5.運轉中可測試

四、自動隔離信號及作用(限NS4系統)

1.反應爐低水位(第一階水位，-330cm或-130in)

隔離：

a.全部主蒸汽管(4支)

b.主蒸汽管洩水系統

c.用過燃料池冷卻及淨化系統

d.起動包封容器易燃氣體控制系統

e.乾井空氣冷卻器

f.反應爐廠房冷卻器

g.乾井放射性偵測系統

h.起動乾井及反應爐廠房氫氣偵測器

i.控制廠房正常通風系統

j.正常冷凍水系統(Normal Water Chiller)

k.空氣壓縮機

l.核機冷卻水泵

m.備用柴油發電機起動

n.上池洩放閥開啟信號動作

2.反應爐低水位(第二階水位，-76cm或-30in)

隔離：

a.爐水取樣管

b.爐水淨化系統

c.包封容器正常沖淨供氣與排氣系統

d.乾井通氣管

e.反應爐輔助廠房供氣與排氣系統

f.乾井、反應爐廠房及反應爐輔助廠房洩水至廢料處理系統

g.CST及DST至反應爐輔助廠房

h.消防水至反應爐廠房、乾井、反應爐輔助廠房

i.二氧化碳至反應爐輔助廠房

j.反應爐廠房、反應爐輔助廠房之正常冷凍水供水及回水管

k.上燃料池DST補水管及溢流管

l.反應爐廠房及輔助廠房廠用空氣供給管

m.RHR停機冷卻排水至廢料處理系統

n.爐水淨化系統取樣管

o.爐水淨化系統過濾除礦器至廢料處理系統

p.HPCS至CST試驗管

q.反應爐廠房及乾井穿越器氮氣(N2)供給管

r.MSL洩水至抑壓池隔離閥。

3.反應爐低水位(第三階水位，＋12"或＋30.5cm)

隔離：

a.RHR停機冷卻供水管及回水管

b.RHR反應爐蓋噴洒管

c.RHR停機冷卻排水至廢料處理系統

d.RHR取樣管

e.抑壓池淨化隔離閥

4.主蒸汽管高輻射量(3倍正常滿載輻射量)

隔離：

##### 反應爐水取樣管

##### b.主蒸汽管洩水閥

5.主蒸汽管隧道高溫(65.5℃或150℉)∕主蒸汽管隧道冷卻器進口高溫度(65.5℃或150 ℉)∕主蒸汽管汽機間高溫度(71.6℃或161℉)＋2秒T.D

隔離：(主蒸汽管汽機間高溫度不隔離)

a.全部主蒸汽管

b.主蒸汽管洩水系統

c.爐水淨化系統

d.爐心隔離冷卻系統(30分鐘延遲)

6.主蒸汽管高流量(11.79kg/cm2或167.7psid)

 隔離：

a.全部主蒸汽管

b.主蒸汽管洩水系統

7.汽機進汽壓力低(60.24kg/ cm2或856.6psig)

隔離：

a.全部主蒸汽管

b.主蒸汽管洩水系統

c.主蒸汽至MSR管路

d.主蒸汽至 RFPT 管路

8.乾井高壓力(0.122kg/ cm2或1.74psig)

隔離：

a.反應爐廠房及乾井正常沖淨供氣與排氣

b.反應爐廠房及乾井事故後沖淨供氣與排氣(可旁路)

c.乾井真空釋放系統

d.乾井起動通氣管

e.反應爐輔助廠房供氣與排氣

f.乾井、反應爐廠房及反應爐輔助廠房洩水至廢料處理系統

g.CST及DST至反應爐輔助廠房供水管

h.乾井、反應爐廠房及反應爐輔助廠房消防水供水管及CO2至輔助廠房隔離閥。

i.反應爐廠房及反應爐輔助廠房正常冷卻水供水與回水管

j.上燃料池之DST供水管溢流管

k.反應爐廠房及反應爐輔助廠房廠用空氣供給管

l.HPCS至CST試驗管

m.RHR通往廢料處理系統排水管

n.爐水淨化系統取樣管

o.爐水淨化系統除礦器通往廢料系統逆洗管

p.反應爐廠房及乾井穿越氮氣供給系統

q.主蒸汽管洩水至抑壓池隔離閥

r.開啟上燃料池至抑壓池洩放閥

s.用過燃料池冷卻與淨化系統

t.啟動包封容器易燃氣體控制系統

u.乾井及反應爐廠房空氣冷卻機組

v.乾井輻射偵測管

w.啟動乾井及反應爐廠房氫氣偵測系統

x.控制廠房正常空氣調節風管

y.正常冷凍水機

z.空氣壓縮機

aa.核機冷卻水泵

bb.D1VI/Ⅱ柴油機起動

cc.主蒸汽管隧道冷卻器跳脫

dd.RHR通往廢料系統排水管

ee.RHR取樣管

ff.RHR通往上燃料池供水管

gg.抑壓池淨化隔離閥

hh.RCIC真空破壞閥

9.反應爐廠房正常排氣高輻射量(15mR/hr)

隔離：

a.反應爐廠房正常充氣及排氣管上之隔離風門及相關風扇

b.反應爐輔機廠房進氣及排氣管上之隔離風門及相關風扇

c.起動備用氣體處理系統(SGTS)

10.反應爐水淨化系統高流量差(3.47 lps或55gpm＋45Sec TD)

隔離：淨化系統的內圍閥和外圍閥。

11.反應爐水淨化系統泵間區域高溫∕泵間區域冷卻器進口高溫(43.3℃

或110℉) ∕其他設備區域高溫度(57.2℃或135℉) ∕其他設備區域

高溫差19.4℃或35℉) ∕輔助廠房主蒸汽區域高溫(19.4℃或35℉；

65.5℃或150℉)

隔離：淨化系統內、外圍閥。

12.RHR系統區域高溫及冷卻進口高溫(43.3℃或120℉)

隔離:

a.RHR停機冷卻供水及回水閥。

b.抑壓池淨化隔離閥。

c.RHR系統取樣閥。

d.RHR排放至廢料隔離閥。

13.RHR系統反應爐壓力(9.34 kg/cm2或133psig)

隔離:

a.RHR停機冷卻供水及回水閥。

b.抑壓池淨化隔離閥。

d.RHR系統取樣閥。

e.RHR排放至廢料隔離閥。

1. 備用氣體處理系統

(Standby Gas Treatment System(SGTS)

一、功用：

* + 1. 在LOCA事故發生後，過濾並排除一次圍阻體漏出之空氣，以免未經過濾的空氣漏到外界，確保廠界外輻射劑量小於10 CFR100之之規定。
		2. LOCA事故發生後保持反應爐輔助廠房負壓(＜-0.25"H2O)
		3. 供二次圍阻體完整之洩漏試驗。

二、系統說明：

1.此系統能處理下列區域之空氣：

（1）包封容器

（2）密封廠房(Enclosure Building)

（3）反應爐輔機廠房走廊區

（4）反應爐輔機廠房各穿越器室

2.二列100％過濾排氣系統並聯設置，每列SGTS由下列設備串聯組成：

（1）去濕器(Demister)：移除氣流中的飄浮水粒及霧，預防下游前置過濾器及活性炭吸附器被水阻塞。

（2）電加熱器(Electric Heater)：降低氣流之相對濕度小於70％，確保活性炭吸附器的吸附能力。電加熱器與排氣扇有連鎖性，當排氣扇關閉時，防止繼續加熱。

（3）預濾器(Prefilter)：移除氣流中之顆粒物質。

（4）高效率前置過濾器(High Efficiency

Pre-filter)：移除氣流中至少99.97％以

上大於0.03微粒物質。

（5）活性炭吸附器(Charcoal Absorber)：移除氣流中放射性碘及甲基碘(CH3I)，同時接有冷卻空氣管將衰變熱移去。

（6）高效率後置過濾器(High Efficiency Post filter)：防止吸附放射性碘的炭粒隨氣流排出。

（7）風扇：容量10000SCFM，一台風扇運轉時，可於90秒內，使二次圍阻體達0.25"水柱之負壓(二次圍阻體正常時，不維持負壓)。

3.自動運轉操作

SGTS自動起動信號：

（1）GN-HS 342(341)於"OFF"位置時，接受下列信號自動起動：

a.反應爐廠房正常排氣高輻射＋無所屬D/G Sequencer Block Signal。

b.所屬D/G Sequencer Initial Signal。

⮚D/W高壓力。

⮚反應爐第一階水位。

⮚ECCS DIVI及DIVⅡ手動起動。

（2）GN-HS342(341)於"ON"位置時，接受下列信號自動起動：

⮚反應爐輔助廠房充氣通道低差壓

⮚西南(東南)側穿越器室低差壓

⮚西北(東北)側穿越器室低差壓

⮚密封廠房低差壓

1. 包封容器偵測系統

(Containment Atmosphere Monitoring System,CAMS)

一、目的

* + 1. CAMS洩漏偵檢 (R-32)

（1）特別用於分裂產物的偵檢，以補充通風排氣系統輻射偵測的不足。

（2）偵測反應爐正常運轉中乾井內空氣。LOCA時，此系統被隔離。

* + 1. CAMS事故後偵測 (S-23/24/25/26)

（1）LOCA發生後，偵測乾井及包封容器內空氣中H2含量。

（2）雙重控道防震設計及電源分離標準。

（3）能夠手動或自動(LOCA)時啟用，但只能手動停止。

二、系統說明

1.CAMS洩漏偵檢(R-32)

（1）兩台抽氣泵，由乾井內抽氣，經偵檢設備後再送回至乾井。

（2）鉛屏蔽：偵測設備的屏蔽，減低γ輻射≦lmr/hr。

（3）微粒控道(Particulate Channel)

a.收集及測定由分裂或活化成為放射性的空浮微粒。

b.可移動式帶型過濾器，可連續性或分段式使用。

c.手動操作開關，使過濾器帶前進。

d.偵測範圍10-9～10-3μCi/cc (CS-137)(alarm/Trip setpoint3.5 ×10-9μCi/cc Cs-137)

e.電磁操作檢查輻射源，以確定控道的完整性。

f.採用β-γ閃爍偵檢器。

g.控制室供有指示器、記錄器及警報器。

（4）稀有氣體控道(Noble Gas Channel)

a.偵測Xe-133之放射性氣體。

b.氣體容積槽。

c.GM管偵檢器。

d.電磁操作檢查輻射源，以確定控道的完整性。

e.偵測範圍 10-6～100μCi/cc (Xe-133)(alarm/Trip Setpoint 2.0 ×10-6μCi/cc Xe- 133)

f.控制室有指示器、記錄器及警報器。

2.CAMS：事故後偵測 (S-23/24/25/26)

（1）H2偵測器

⮚偵測乾井及包封容器內H2容量。

⮚系統啟用後，連續偵測。

⮚偵測範圍0～20％氫氣濃度

（2）CAMS偵測控制盤

有關控制、指示器和記錄器，均在控制室CAMS盤上。

三、運轉模式

1.CAMS洩漏偵檢(1R-32)

（1）連續運轉：連續性取樣，由乾井抽氣，經一只微粒偵測器、及一只稀有氣體偵測器，最後再排回乾井。

（2）LOCA時，此系統隔離。

2.CAMS：事故後偵測。(S-23/24/25/26)

（1）平時備用，各流程閥皆已Line up，但取樣泵未運轉，C50盤記錄器慢速。

（2）LOCA時自動啟用取樣泵，C50盤記錄器由慢速改為快速。

（3）電源由緊急匯流排供給。

（4）LOCA後，連續偵檢乾井及CTMT H2濃度及壓力，於四個Recorder指示，高H2含量時發出警報。

（5）LOCA信號消失後手動停用取樣泵，將C50盤記錄器改為慢速。

1. 乾井真空釋放系統(Drywell Vacuum Relief System)

一、設計準則

* + 1. 限制乾井最大負壓(包封容器對乾井)，防止抑壓池水逆流至乾井內。所謂乾井負壓限制，是指相當於最大堰牆自由板(Freeboard)高度(4'3"-4'9")的靜水頭而言。
		2. 重覆之設計，因此，任何單一故障不影響系統的功能。

二、系統說明及運轉

1.功用：防止抑壓池水高於堰牆，流入乾井內。

2.裝置：

#### a.一個8"氣控乾井正常真空釋放閥。

#### b.二個10"馬達操作乾井緊急真空破壞閥。

#### c.二個10"易燃氣體控制系統出口閥。

3.真空釋放閥之動作

（1）乾井正常真空釋放閥於正常情況下，乾井壓力高於反應爐廠房壓力達-0.5psid時，自動開啟，而差壓低於-0.5psid時，自動關閉，而於LOCA時自動隔離。

（2）乾井緊急真空破壞閥於LOCA後，當乾井與反應爐廠房壓力差達-0.5psid時，自動開啟，而差壓低於-0.5psid 時，自動關閉。

4.易燃氣體控制系統出口閥於正常情況下，或LOCA發生5分鐘後，可於控制室操作開啟、關閉以平衡壓力。

1. 包封容器內易燃氣體控制系統

(Combustible Gas Control System, CGCS)

CGCS系統包括：(1)H2偵測系統

(2) H2沖淡系統

(3) H2再結合系統

(4) H2點火系統。

一、氫氣的產生：

* + 1. 短程H2形成

（1）鋯金屬與水反應產生氫氣。反應作用如下：

>2000℉

　Zr＋2H2O ZrO2＋2H2＋2800BTU/1b

* + 1. 長程H2形成

由於分裂產物的輻射作用，爐水及抑壓池水分解為自由氫與氧，這是水的輻射分解作用。

二、設計準則

1.依據美國1974年8月頒佈的法規指引(Regulatory Guide 1.7；Draft 2)，規定如下：

（1）假定燃料護套最大尖峰溫度為2200℉。

（2）假定23mils厚的鋯(護套)，在鄰近熱燃料處發生鋯與水反應。

（3）兩分鐘就有近似0.7％(重量比，採用1％)的鋯與水作用，H2均勻分佈在乾井內。

（4）爐水經輻射分解，連續產生H2。

2.任何反應爐運轉模式，都可由乾井及包封容器取樣，俾能測定H2濃度。

3.LOCA後，包封容器與乾井空氣可以混合。(見氫沖淡系統)

4.不必依賴沖淨，或釋放放射性物質至周圍環境，能夠控制包封容器內易燃性氣體之濃度。

5.易燃氣體控制的主要設備，包括取樣與測定，其設計、品質保證、重複性、電源及儀器等，必須符合「特殊安全設施(ESF)」規定。

6.此系統不致引起安全問題，影響包封容器的完整。

7.啟動反應爐廠房事故後充氣及排氣系統，並配合備用氣體處理系統，以控制易燃氣體濃度，為易燃氣體控制系統之後備。

8.另一種易燃氣體來源，如塗料或腐蝕析出的易燃氣體，也納入本系統設計容量的考慮因素。

三、H2偵測系統 (與CAMS同)

1連續偵測乾井及包封容器內H2含量。

2.控制室有H2含量指示。

3.高H2含量時在控制室發出警報。

四、氫沖淡系統(Hydrogen Dilution System)

A.簡介

本系統是屬於 CGCS 之一支系統，用以完全地混合乾井內外部的氣體。當 LOCA 時，由於鋯金屬一水反應，以及爐水的輻射分解作用，產生大量的氫氣存在於乾井內而無法控制時，則本系統以反應爐廠房整個空間的氣體去稀釋乾井內氫氣的含量， 以保持氫氣濃度在 4% 以下。本氫氣沖淡支系統，包括兩組各 100% 容量混合系統，每一組混合系統包括一台空氣壓縮機和相關送風管路、閥和儀器。前述設備均屬於防震第一級，兩台全容量空氣壓縮機均自乾井外部區域，抽取反應爐廠房內部的空氣，經一逆止閥和電動閥進入乾井上方。如果空氣壓縮機連續運轉加壓於乾井，而使乾井內含有氫氣的不凝結氣體壓力超過抑壓池水的背壓時，則這些氣體會經抑壓池的水平通洩管到反應爐廠房。依設計此洩放氣體量率，足夠保持乾井內氫氣含量低於 4%。

B.系統說明

（1）兩組各100％容量混合系統。

（2）500scfm離心式吹風機(6 psid)。

（3）氫氣沖淡系統在機組正常運轉期間，氫氣沖淡系統備用中。LOCA後五分鐘，若乾井壓力>4PSID而後再降下至<4PSID，出口閥自動開啟，當其開度>75% 後，則氫氣沖淡系統會自動起動。本系統亦可由操作員手動起動。

五、氫氣再結合系統(Hydrogen Recombiner System)

1、本系統用於將LOCA時滲入包封容器之H2，在再結合器(Recombiner)中與O2結合成水，避免H2超過爆炸濃度。

2、含H2之空氣經再結合器風扇由包封容器抽出，流經加熱線圈(Heater Coil)後進入反應室(Reaction Chamber)，在此H2與O2結合成水蒸汽，然後經熱交換器將蒸汽冷凝後，空氣再回至包封容器。

3、本系統為可移動式，一、二號機可互換使用。

4、氫氣再結合器的組件係可移動式裝置，用以防止 LOCA 後，反應爐廠房的氫氣達到爆炸濃度。其使用時機為氫氣容積濃度達4％或以上時，即須啟用本支系統。本支系統的工作原理，係利利用結合器的風扇自反應爐廠房抽取高 H2 濃度的氣體，流經加熱線圈，後進入反應室，在此氫和氧因高溫產生化學反應形成水蒸汽，然後經熱交換器將水蒸汽冷凝後，空氣再打回反應爐廠房。氫氣再結合器各座落於#1.#2 機輔機廠房貨車進出區。兩個氫氣再結合器均為可移動式，裝有同樣且可移動的可撓性噴嘴，使用氣囊式伸縮接頭，以便利裝設和容許一、二號機交互使用。每一再結合器均有重複而且獨立的電源和控制線路以確保其可用性。在 LOCA 事故後，因輔機廠房可能具有高空浮，操作人員無法進入該區內操作氫氣再結合器， 故已將 #1 S27 控制盤由輔機廠房移至燃料廠房鐵捲門 #72 旁, #2S27 盤移到鐵門 #415 旁，俾便利運轉人員在 LOCA 事故後進行氫氣再結合器之操作。

5.備用氣體處理系統(SGTS)(VR-9A/9B)與事故後充氣系統(Post-Accident Purge Supply System)(VR-8A/8B)聯合，做為本系統之後備。

六、氫氣點火系統(Hydrogen Ignition System， HIS)

1.本系統係設計用於減少因爐心事故時水與金屬反應所產生之氫氣釋放至乾井及圍阻體的氫氣濃度。

2.本系統必須在事故後至少能連續運轉168小時(7天)。

3.本系統屬於ESF系統，電源由【1A3、1A4】→【1B3、1B4】→【1C3D、1C4D】供給

4.本系統屬地震第一類設計，並能承受事故環境情況如溫度壓力濕度和輻射等改變。

5.本系統必須能夠執行偵測試驗。

6.單一點火器故障不會影響其他點火器之功能。

7.氫氣點火器在事故後即使圍阻體噴洒系統動作依然能夠維持最低表面溫度1700℉(120VAC)

8.每部機有氫氣點火器86個，其中乾井24個、濕井24個、圍阻體中層26個、圓頂區12個。

9.86個點火器共分16個控制迴路，8個迴路為DIVI，8個迴路為DIVⅡ，每一區均由單一獨立之配電盤供電，電源為IE級，並 Q級之後備柴油發電機。

10.12個迴路供電至濕井，圍阻體中層，圓頂區的62個點火器，其他四個迴路則供給乾井的24個點火器。

11.點火器電源由480VMCC 1C3D19及

1C4D17經過480/120VAC 60Hz單相，15KVA的變壓器降壓後供電至每一點火器，每一點火器約耗電120VA，電流在0.74安培以上可使點火器溫度達1700℉。

12.後備電源為480VAC 60Hz單相的非Ｑ級柴油發電機（在再循環泵之

M-G set房間裡面），在失去1E級電源時可供給DIVI、Ⅱ使用。

13.氫氣點火系統由點火器與其相關之電氣及儀控等設備組成，該裝置用於減少包封容器內，氫氣之濃度，以降低爐心事故，當機組正常運轉時，本系統可不必使用，但事故發生時必須可用，若一時疏忽誤起動本系統，既不影響機組正常運轉，亦不會改變當LOCA發生時圍阻體內之設計基準。

1. 抑壓池補水系統(Suppression Pool Makeup System)

一、簡介

* + 1. LOCA發生時，ECCS系統灌入的水，經破管處流至乾井底部堰牆內部。
		2. 主蒸汽管斷裂時，RPV正常水位以上部份及各主蒸汽管也將灌滿水。
		3. 這些區域的注水，來源是靠ECCS由抑壓池抽水，故抑壓池水位因此下降，這種水位下降叫做"抽低"(Draw Down)。
		4. 為限制抽低水量，頂部水池的水洩至抑壓池補充。

二、設計目的

1.LOCA發生時，補充抑壓池水位下降，使池水至少應在2'通洩口以上。

2.抑壓池補水，須延遲到初期沖放池水膨脹之後，才視需要而定，方不致使池水高漲。

3.上部水池洩水信號動作後，急速洩水使ECCS抽水不致引起抑壓池水位繼續下降。

4.為了防止正常運轉中洩水信號誤動作，導致乾井底部淹水，抑壓池補水量予以限制。

5.提供多重性保護，使單一故障不致影響運轉功能。

6.不計較飼水或HPCS由CST取水注入反應爐的水。

三、系統運轉

1.20"補水管兩支，分別由頂部水池兩側凹槽底部取水，經兩只電動閥(正常關閉)補水至抑壓池。

2.動作條件：

符合下列四種情形，才能動作此系統，由頂部水池補水至抑壓池。

（1）LOCA信號+30分鐘延時(考慮蒸汽管小破)。

（2）LOCA信號+S/P LO-LO (209”)。

（3）LOCA信號+手動引動(ARM)。

（4）LOCA信號+手動開啟閥補水。

3.補水系統動作時，四只電動閥開啟(每一補水管有兩只)。

4.每條補水管路，都有足夠的流量，以符合設計需要。

1. 事故後取樣系統(PASS)

1. 本系統位於反應器輔助廠房之PASS ROOM內(主管制站外)，

在發生LOCA事故後，可在短時間內，取得爐水，爐水溶解氣

體及圍阻體之氣體，使取樣人員所受之輻射劑量減至最低。