

第 5.4 節 火山

第 5.4.1 節 危害與設計基準評估

依據標準審查規範(SRP)第 2.2 節，應說明廠址附近的潛在危害。因此台電公司需於安全分析報告(SAR)中說明任何火山可能造成的潛在危害。

1. 台灣的火山分布

台灣位於東方菲律賓海板塊與西方歐亞大陸板塊的碰撞帶。從更新世晚期到現代，台灣一直處於顯著的垂直抬升。台灣北部因大地構造活動較不活躍，因此抬升速率較低；而台灣東部與南部則因前述兩個板塊之碰撞，抬升速率較高且地震頻繁。更新世早期之間及後來的頻繁地震、一些火山爆發、以及少數外海火山爆發，據推測均與歐亞大陸板塊向東隱沒於菲律賓海板塊之下有關。台灣的三個主要火山區如下：

a. 北部火山區：

主要為大屯火山群與基隆火山群。由於緊鄰金山核能電廠(即核一廠)與國聖核能電廠(即核二廠)，因此在此二電廠的終期安全分析報告(FSAR)中有詳細說明。

b. 東部火山區：

海岸山脈、綠島與蘭嶼。

c. 西部火山區：

包括澎湖群島與台灣西部麓山帶。

台灣北部大屯火山在更新世發生兩階段火山爆發。最後一階段爆發約距今 80 萬年前，跟第一階段爆發相距約 170 萬年。雖然這些火山從地熱徵兆顯示可能尚未完全死亡，但從歷史紀錄研判台灣本島並無活火山。唯一的可能活火山是近海的龜山島，其最後一次爆發距今約 7 千年前，該島距龍門核能電廠(即核四廠)約 20 公里。

就海底火山而言，歷史文獻上有 5 次外海地區海底火山爆發的紀錄。但僅有 1867 年爆發所伴隨海嘯造成基隆港損害的紀錄。

2. 台灣北部火山堆積物

大屯火山群位於台灣北端由一系列的安山岩質火山組成。距離台北市北面最近處約 15 公里。距離龍門核能電廠(即核四廠)約 44 公里。大屯火山群共有 20 餘個火山與火山錐。火山錐的頂部留存有火山口。少數因侵蝕使火山口不明顯或噴發形成高黏滯性的鐘狀火山。大屯火山群的產生是一系列安山岩熔岩流、火山灰、粗粒火山碎屑物反覆爆發的結果。主要是建構在中新世基盤上的層狀火山。大屯火山群最常見的安山岩熔岩是輝石安山岩、角閃石安山岩、紫蘇輝石安山岩、或者上述礦物成分的混合。

基隆火山群散佈在台灣東北部海岸與基隆港東部的中新世岩層中，距離鹽寮廠址約 10 公里。基隆火山群主要為石英質安山岩或石英安山岩的熔岩與少數火山碎屑岩組成。富含礦液的熔岩流伴隨石英安山岩侵入圍岩，在交界

處形成具經濟價值的金礦與銅礦，此即知名的金瓜石、九份、武丹坑金礦與銅礦產區。基隆火山群的年代約為更新世。

3. 大屯火山爆發紀錄

依據陽明山國家公園資料指出，大屯火山群主要分二階段噴發。在第一階段噴發之後，大屯火山群沉寂了約 170 萬年，直至 80 萬年前，才開始第二階段的噴發。

4. 台灣南部火山堆積物

台灣南部並無火山。但是美國地質調查所(USGS)網站的世界火山紀錄顯示在 1854 年有小規模海底火山爆發，約位於距馬鞍山核能電廠(即核三廠)45 公里處的外海。

5. 火山爆發的預測

地震監測網已經布設於大屯火山地區以偵測地震發生時的震央分布、時間及變化頻率等。地形的變化也是火山爆發的徵兆之一；火山附近噴氣孔也是很好的指標。火山在噴發前的徵兆要比地震明顯許多，前兆顯現的時間由數日到數月，足可讓人們從容及早應變免於火山爆發之危害。

6. 台灣核能電廠火山設計基準

如前所述，台灣本島並無活火山，唯一可能影響核能電廠的是伴隨海底火山爆發所引起的海嘯。金山核能電廠(即核一廠)、國聖核能電廠(即核二廠)與龍門核能電廠(即核四廠)即以 1867 年台灣東北部外海距離基隆港東北方約 134 公里的海底火山爆發作為設計海嘯。

7. 龜山島火山危害的評估

雖然龜山島(位於龍門核能電廠(即核四廠)南方約 20 公里)從定義上為活火山，該島為沖繩海槽向西延伸的一部分，且最近的爆發約距今 7 千年前。但根據 2001 年的研究顯示，並未發現該火山有活動的跡象或徵兆，且風向與三貂角將對龍門核能電廠(即核四廠)提供有利的天然障壁。近期在龜山島東方 50~100 公里區域發現多處海底火山。但研判對龍門核能電廠(即核四廠)並無潛在的安全威脅。該區域水深小於 200 公尺，因此即使發生海底火山爆發，亦不致於造成重大海嘯。

第 5.4.2 節 評估超越設計基準的核能電廠健全性

火山危害係考慮火山相關現象對廠址適宜性或核能設施設計的影響。進行特定廠址的火山危害評估時，根據國際原子能總署(IAEA)最新火山安全指引 SSG-21 所考量之火山危害因子/現象與台灣核能電廠因應措施如下：

表：各項火山爆發危害因子之因應措施

危害因子	對設施與人的可能影響	因應措施	相關程序書 (以核一廠為例)
火山灰、落塵	1.能見度降低 2.對人的呼吸系統造成傷害 3.污染蓄水池 4.影響機器引擎運作	1.監視或收集火山灰、落塵的最新資訊 2.控制室通風系統採取緊急過濾床運轉 3.泵室CWP取水若受影響，視真空狀況酌降負載因應 4.加強GT/EDG等相關進排氣通風口之沈積物監視與清除 5.機組重要設備皆位於建築物內，直接影響較不明顯	1.304.6 主控制室、電腦室通風與空氣調節系統 2.504.10 主控制室通風空調系統故障 3.505.8 泵室取水口堵塞
火山塵暴	1.由熱空氣、熱火山灰、碎屑匯集為一團沿地面下衝的氣塵流，破壞力較大 2.沈積下來，所攜帶的灰、塵及岩石碎屑將固結覆蓋在原本的土地上 3.呼吸傷害與身體不適	1.監視或收集火山塵暴的最新資訊 2.若廠外電源因此喪失，則依程序書520喪失廠外電源（345kV和69kV系統故障）因應 3.針對35000公秉、85萬加侖、600公秉油槽進行外部消防水噴灑降溫及清除沈積物 4.進行廠區消防巡視 5.加強GT/EDG等相關進排氣通風口之沈積物監視與清除 6.執行主控室緊急過濾床通風作業	1.520 喪失廠外電源（345kV和69kV系統故障） 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原 5.304.6主控室、電腦室通風與空調系統 6.主控室、電腦室通風與空調系統故障
熔岩流	1.一般流動緩慢 2.廠址內與周圍小溪可減緩對電廠的影響	1.監視或收集熔岩流的最新資訊 2.確認(或及早將)生水、抽水站補滿水並維持滿水狀態 3.儘可能先行將抑壓池冷卻，檢視各項救援設備的可用性及機動性 4.若危害到機組運轉安全或外電有喪失之虞，確認(或及早將)機組置於冷爐停機	1.204 控制停機 2.OPER-05 停機／冷爐核對表 3.520 喪失廠外電源（345kV和69kV系統故障）
泥石流土石滑動邊坡失穩	1.岩漿衝破地表造成的裂隙及地層傾斜、滑動 2.建築物倒塌 3.廠址座落於堅實岩盤，地層滑動對廠房影響較小	1.強化對345kV電力系統監測 2.強化對69kV電力系統監測	1.520 喪失廠外電源（345kV和69kV系統故障） 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原

	4.345kV及69kV電力系統相對影響較大		
火山泥流	1.混雜有岩石碎屑及水的泥流 2.似土石流，主要是鬆散的噴發物堆積在斜坡上，受到大雨沖刷或地震引起的崩場所形成	1.監視或收集火山泥流的最新資訊 2.若農委會土石流防災網發布潛勢溪流紅色警戒或累積日降雨量>500mm，「危機管理及應變小組」成立 3.確認(或及早將)機組置於冷爐停機 4.若廠外電源因高壓電塔倒塌而喪失，則依程序書520喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障)因應	1.106.9.4 危機管理及應變作業程序 2. 520 喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障) 3.207反應爐急停 4.OPER-03急停復原核對表 5.208 急停復原 6.204 控制停機 7.OPER-05 停機/冷爐核對表
新增火山通氣噴孔	1.鄰近原本之火山噴發口 2.影響因子同大屯火山群噴發	1.監視或收集新增火山通氣噴孔的最新資訊 2.若廠外電源因此喪失，則依程序書520喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障)因應	1.520 喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障) 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原
飛射物	1.主要為噴出之岩石 2.核能電廠廠房之設計有防止飛射物之功能，故岩石之飛射物造成的影響不大 3.345kV及69kV電力系統相對影響較大	1.強化對345kV電力系統監測 2.強化對69kV電力系統監測	1.520 喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障) 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原
火山氣體	1.大量的熔岩流為火山氣體的來源 2.經由土壤擴散 3.具有腐蝕性及毒性 4.對人員及機械運轉有影響	1.人員盡量處於屋內 2.啟動備用氣體處理系統 3.控制室通風系統經由過濾系統運轉	1.304.4備用氣體處理系統 2.304.6主控制室、電腦室通風與空氣調節系統 3.主控制室、電腦室通風與空氣調節系統故障
山崩、海嘯	1.山崩影響範圍較小 2.海嘯造成的破壞及範圍較大，但仍有時間可以發布警報	1.若強震急停且中央氣象局發布海嘯警報，立即依斷然處置程序指引因應	1.斷然處置程序指引因應
大氣現象	1.火山爆發後所產生的大氣現象 2.超壓的空氣衝擊且伴有雷電和暴流風，有潛在的危險特性 3.345kV及69kV電力系統相對影響較大	1.強化對345kV電力系統監測 2.強化對69kV電力系統監測	1.520 喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障) 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原
地層滑動	1.岩漿衝破地表造成的裂隙及地層傾斜、滑動 2.核能電廠座落於堅實岩盤，地層滑動對廠	1.強化對345kV電力系統監測 2.強化對69kV電力系統監測	1.520 喪失廠外電源(345kV和69kV系統故障) 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核

	房影響較小 3.345kV及69kV電力系統相對影響較大		對表 4.208 急停復原
火山爆發所引起之地震及相關危害	1.地震之危害 2.相關應力及張力的改變所產生的危害	1.若強震急停且中央氣象局發布海嘯警報，立即依斷然處置程序指引因應	1.斷然處置程序指引因應
熱液及地下水異常	1.熱液產生的蒸氣爆發產生岩石彈出及山體滑坡 2.地下水擾動造成火山泥流、地面沉降和邊坡失穩 3.345kV及69kV電力系統相對影響較大	1.強化對345kV電力系統監測 2.強化對69kV電力系統監測	1.520 喪失廠外電源（345kV和69kV系統故障） 2.207反應爐急停 3.OPER-03急停復原核對表 4.208 急停復原