

水泥業製程設備點檢表

設備名稱	項 目	查核情形		指標與節能效益	建議做法
採礦系統	採礦場帶運機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：年發電 136 萬度 註：因個案而異	採礦場帶運機利用位能發電。
能源監測系統 (三選一)	目標管理與監測系統 (Monitoring & Targeting)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	一般 4~17%，平均 8% 註：根據 UK 經驗	各產業通用性技術。
	電腦整合製造(CIM)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	>2%	提升整體製造之經濟效益。 例如：庫存、產能、能源使用。
	製程控制(Process Control)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	一般有 2~18%的節能效果	濕度、氧氣、溫度、空氣流量控制(既有資料庫、模糊控制)。
(生)熟料系統	1.垂直或水平高壓滾軋式研磨機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例 1：節電 6~7 度/Ton 生料 案例 2：垂直滾軋式 10~25.93 度/Ton 熟料 案例 3：高壓滾軋式 8~28 度/Ton 熟料	以垂直或水平高壓滾軋式研磨機搭配(或取代)球磨機。註：適用於低含水率非磨耗性生料。
	2.生料磨磨盤	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少單位耗電 0.5 度/Ton	定期更新生料磨磨盤。
	3.重力式混合機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：節能 0.5~2.3 度/Ton 生料 註：節能，但可能影響生產效率	採用連續重力式混合機複數出料筒倉。
	4.煤灰研磨	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少單位耗電 15.9 度/Ton	煤灰不經生料磨研磨，直接入生料庫。
	5.高效率分選機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例 1：2.5~3.4 度/Ton 生料 案例 2：分選機節電率約 8%	選用高效率分選機，分選效率 80~90%，減少過度研磨。

	6.生料運送	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少耗電 65% 註：印度 2 廠經驗約 0.7~1.3 度/Ton 生料	生料運送採用機械式提運機取代氣送系統。
	7.空壓機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	全廠，節電依運轉型態而定	採用變頻空壓機。
	8.空壓、風管、閥體	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	全廠，節電依洩漏情況而定	定期空壓、風管、閥體洩漏改善。
生(熟)料系統	1.熟料磨	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	參考生料磨案例	定期更新熟料磨磨盤。
	2.刮料器	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節電依運轉型態而定	刮料器改善。加裝 TIMER 控制。
	3.集塵風車	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	全廠，節電依運轉型態而定	集塵風車採變頻控制。
	4.定檢(集塵)管路，防阻塞	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	含研磨機成品管路	定檢(集塵)管路，防阻塞。
	5.收塵輸運機運轉	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節電依運轉型態而定	收塵輸運機改不連續運轉。
	6.風車(馬達)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	>2~5%	採 IE3 以上高效率(馬達)風車。
	7.風車(葉片)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少耗電 20%	採高效率風車(葉片)。
	8.風車採變頻控制	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	全廠，節電依運轉型態而定	風車採變頻控制。
	9.輸送帶變頻	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節電依運轉型態而定	輸送帶加裝變頻。
	10.採用軟啟動	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：2.5 度/Ton 熟料	採用軟啟動。
	11.原料替代	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：10%石灰石以飛灰替代約節能 40,343 kcal/Ton 熟料	以(C 或 F 級)飛灰、高爐渣、電弧爐渣部分替代石灰石。
旋窯系統	1.替代燃料(生質燃料、WDF 等)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節能效果依個案而定	替代燃料混燒。
	2.替代燃料(垃圾等廢棄物、RDF)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節能效果依個案而定	替代燃料混燒。
	3.替代燃料(廢輪胎等)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節能效果依個案而定	替代燃料混燒。
	4.提高功因	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	全廠，節電效果依個案而定	進相電容器提高功因。

5.採 5 段以上懸浮式預熱機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：熟料單位耗能降低約 10% 不同熟料製程的單耗(GJ/Ton)參考值： 濕式窯(無預熱)：5.86~6.28 乾式旋窯(無預熱)：4.6 乾式旋窯(1 段預熱)：4.2 乾式旋窯(2 段預熱)：3.8 乾式旋窯(3 段預熱)：3.3 乾式旋窯(4 段預熱)：3.14 乾式旋窯(5 段預熱)：3.01 乾式旋窯(6 段預熱)：<2.93	採 5 段懸浮式預熱機。 單耗參考值資料來源：「Review on energy conservation and emission reduction approaches for cement industry」,Environmental Development 44(2022)100767。
6.廢熱回收	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例 1：年發電 3,765 萬度 案例 2：節熱 0.21~0.22(GJ/Ton)、節電 17.84~22(度/Ton)	回收旋窯及熟料冷卻系統廢熱，乾燥生料及廢熱發電。
7.冷卻機出風口	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	節電依個案而定	冷卻機出風口洩漏防止。
8.冷卻水回收	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	案例：減少抽水馬達 1/5 運轉時間	冷卻水回收循環使用。
9.採用推棍式冷卻機	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	案例：減少熟料耗熱 42.3kcal/Ton，增加廢熱發電量 1.3 度/Ton	採用推棍式冷卻機(reciprocating grate coolers)。
10.旋窯燃燒區耐火隔熱材料	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	案例：節熱 0.12~0.63(GJ/Ton)	依據生料類型、操作狀態及使用的燃料選用適當的耐火材料，減少燃燒區的散熱損失。
11.旋窯採用單一小齒輪驅動器 (single pinion drive)	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	案例：節電 0.45~3.9(度/Ton)	相較於其他傳動系統。

	12.採用低壓損旋風分離器	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	案例：節省風機用電 0.66~4.4(度/Ton)	相對於傳統高壓損設備。 註：參延伸閱讀。
水泥磨系統	1.水泥磨助磨劑	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：節省水泥磨用電量 10%	水泥磨使用助磨劑。
	2.提升球磨機的效能	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少單位耗電1.8度/Ton水泥	提升耐磨性。例如磨球及內襯採用高鉻鋼(或其他)，並注意磨球尺寸分布及充填率。
	3.使用高效率集塵袋(機)	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	案例：減少單位耗電 0.74 度/Ton	使用高效率集塵袋(機)。
	4.增設滾壓機	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	參考生料磨案例	增設滾壓機定期更換滾輪。
水泥庫	排熱風機自動控制停車	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	節電依操作型態而定	排熱風機自動控制停車。

註 1：1kWh=860 kCal；1 GJ=10¹²J，1J=0.23884×10⁻³ kCal。

註 2：本點檢表內容主要參考(1)US EPA, 「Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Cement Making」, August 2013，及「Review on energy conservation and emission reduction approaches for cement industry」,Environmental Development 44(2022)100767 (2)能源查核網路申報系統。列出與製程及管理相關內容，儘量不包含空壓、空調、照明、鍋爐等個別公用設備。

註 3：節能量化數值出處龐雜，無法適用各種特定狀況，僅供參考。有興趣者可自行參閱文獻後進行延伸閱讀。

註 4：本點檢表應依據及參考技術現況、專家意見或能源用戶申報統計資料不定期更新，以符合實務之需求。