

「水泥業低碳綠色製程技術示範觀摩會」



亞洲水泥股份有限公司花蓮製造廠

冷卻機節能改善案例介紹



日期：2017年11月9日

水泥製程溫室氣體主要排放源比例

生產製程	溫室氣體主要排放源比例 (%)			
	製程	燃料	電力	其他
原料採掘	X	X	0.06	0.5
生料研磨	X	X	1.04	
熟料煅燒	59.0	35.5	1.96	
水泥研磨	X	X	1.90	
包裝發貨	X	X	0.04	
合計	59.0	35.5	5.0	0.5

製程排放：
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$

旋窯燒成反應熱平衡

Table 3.1.3. Summarized Data on a Typical Kiln Heat Balance

Endothermic reactions	kJ/kg	kcal/kg
Dehydration of clays	170	40
Calcination	1990	475
Heat of melting	105	25
Heating raw mats (1450°C)	2050	490
Sub total	4315	1050
Exothermic reactions	kJ/kg	kcal/kg
Crystallization dehydrated clay	40	10
Heat of formation, clinker minerals	420	100
Crystallization of melt	105	25
Cooling of clinker	1400	335
Cooling of CO ₂	500	120
Cooling of water	85	20
Sub total	2550	610
Net heat for clinker formation (endothermic heat – exothermic heat)	1765	420

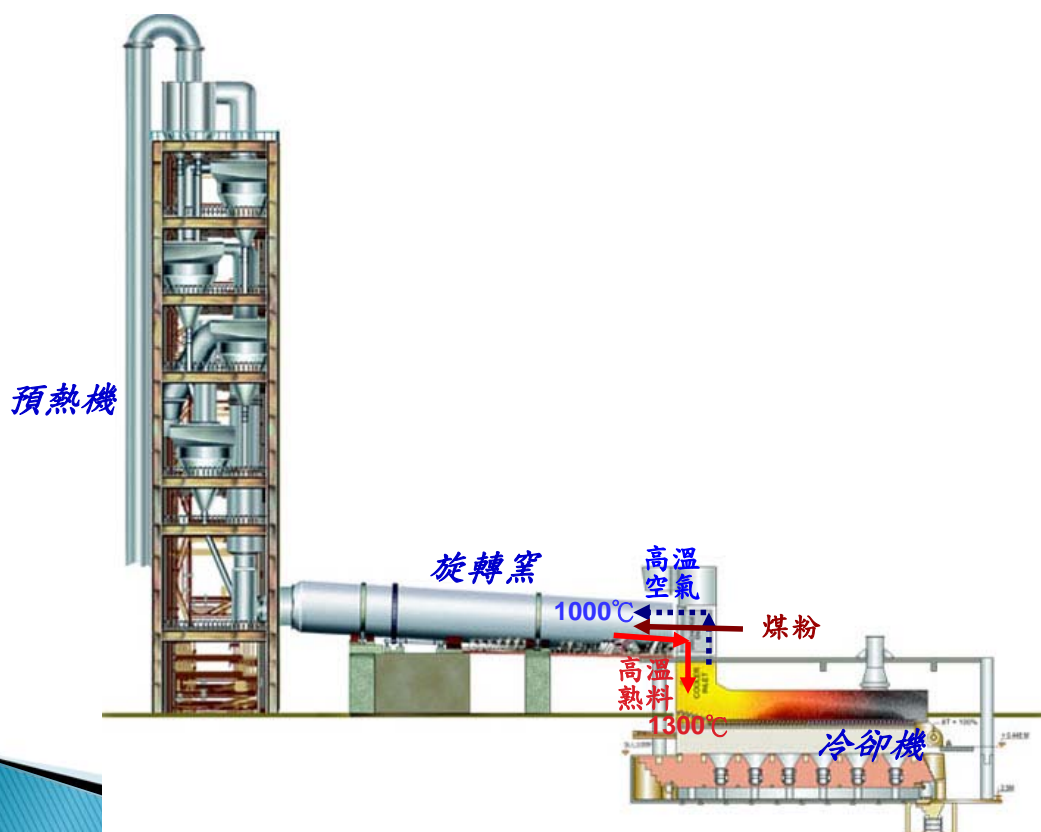
Add Inefficiencies

Heat losses related to inefficiencies during the kiln operation	kJ/kg		kcal/kg	
	Dry process	Wet process	Dry process	Wet process
Evaporation of water	20	2100	5	502
Heat losses, gas, clinker, dust	840	1250	201	299
Radiation, convection loss	650	360	156	86
Total heat consumption = (endothermic heat – exothermic heat) + heat losses due to inefficiencies	3275	5475	782	1307

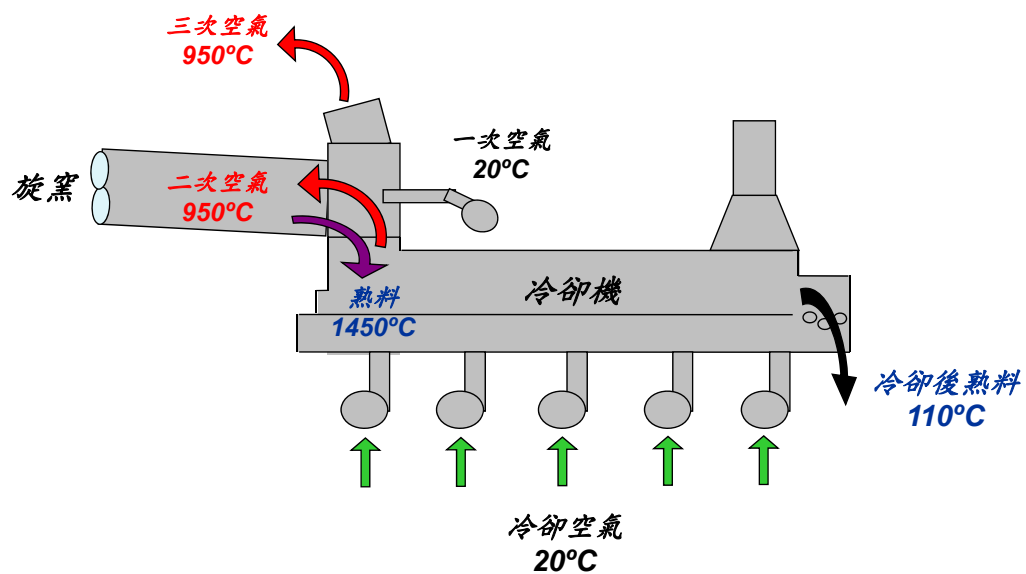
提高冷卻機
熱回收效率

參考資料: Javed I. Bhatti ; F. MacGregor Miller; and Steven H. Kosmatka, Innovations in Portland Cement Manufacturing, CD400, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U.S.A., 2004, (Chapter 2, Section1).

熟料於冷卻機回收熱量示意圖



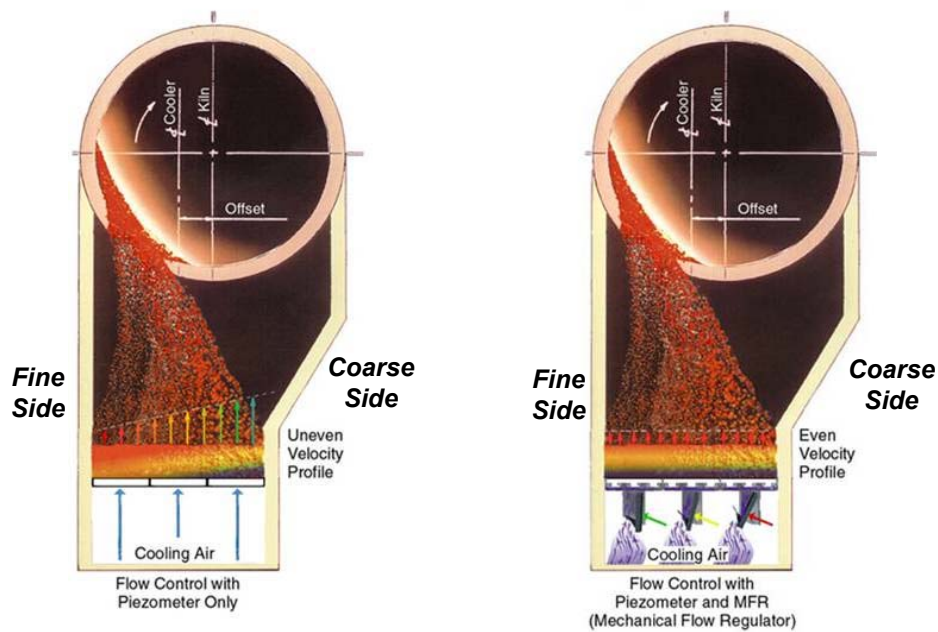
冷卻機氣流及典型的風溫



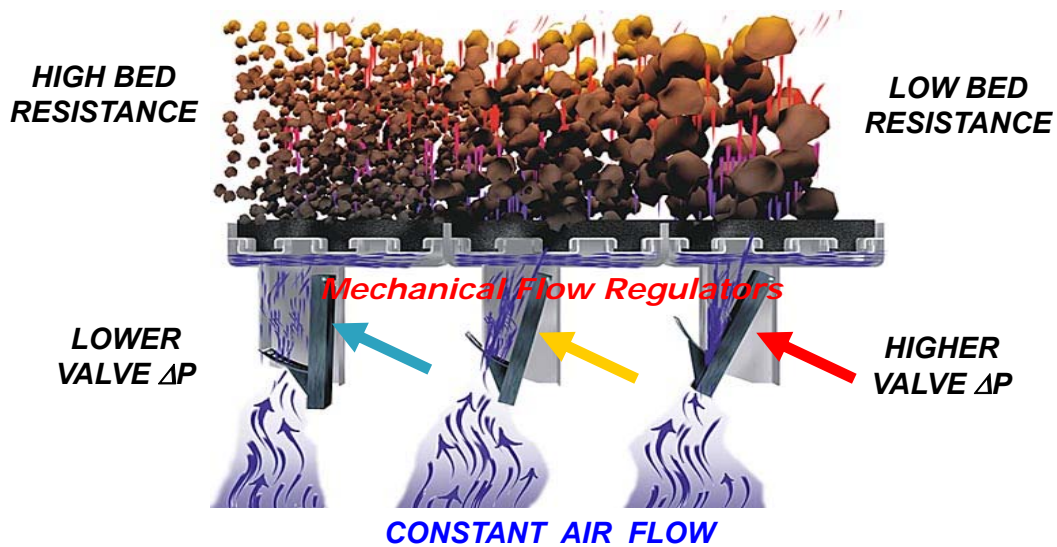
冷卻機改為推棍式固定爐排冷卻機



Mechanical Flow Regulators



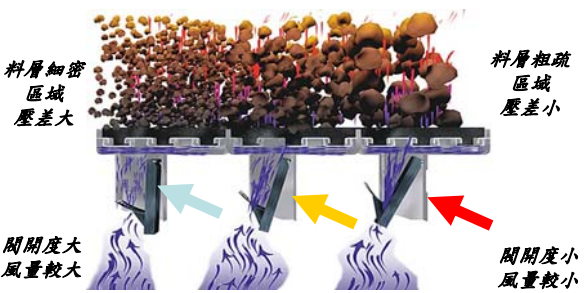
The result of the MFR operation is to even out the airflow across the clinker bed regardless of clinker size distribution.



The MFR will swing closed to restrict airflow thru the coarse side, enabling more air to be forced thru the fine side.



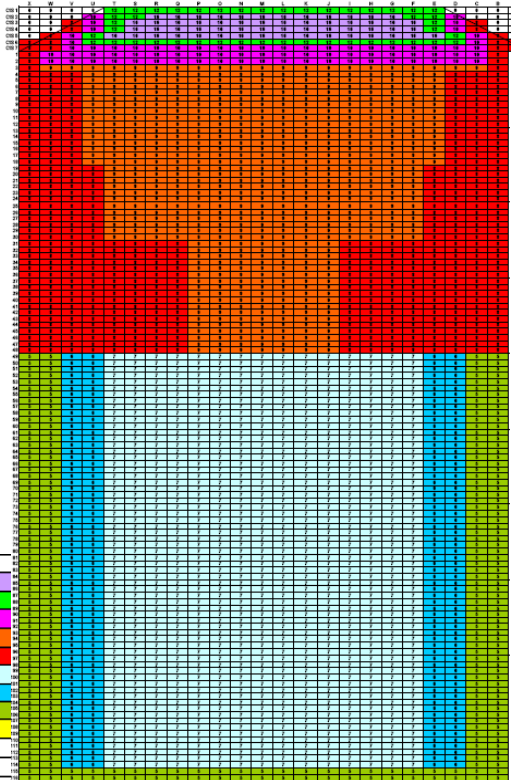
高溫熟料採用最先進冷卻機回收熱量—減量措施

傳統冷卻機	新型冷卻機	
<p>無法調節冷卻風量： 不具有風量調節裝置，導致通過粗疏顆粒熟料層之風量大、細密顆粒熟料層之風量小，冷卻風量無法均勻通過熟料料層，熱回收效率差。</p>	<p>可自動調節冷卻風量： 新型推棍式冷卻機配備機械式流量調節器 (Mechanical Flow Regulator, MFR) 具有感應熟料料層壓差並自動調節風量之裝置，可使冷卻風量均勻通過細密及粗疏熟料層，提高熱交換效率。</p>	

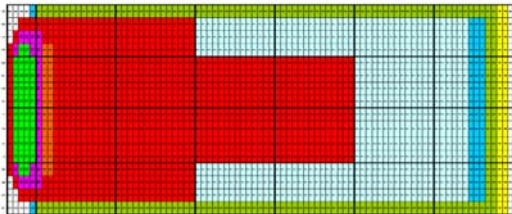
於熟料冷卻機內不同部位，裝置具有不同流動特性之有孔擋板，可使冷卻氣流能有效的通過不同溫度的熟料料層，熱交換效率高及穩定。



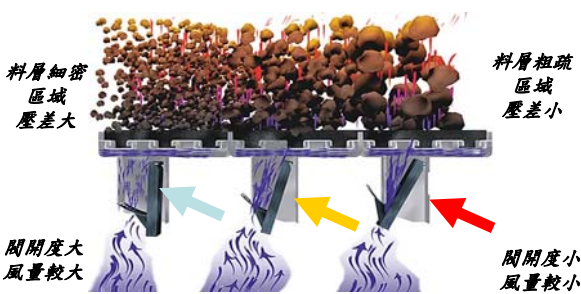
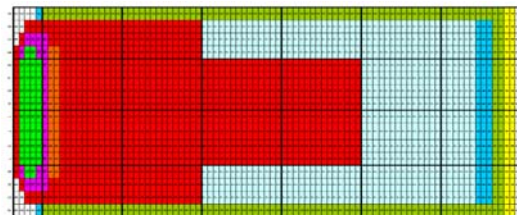
Type	Code
1601604	16
1201204	12
1001004	10
90904	9
80804	8
70704	7
60604	6
50504	5
40404	4
0	0
Total	



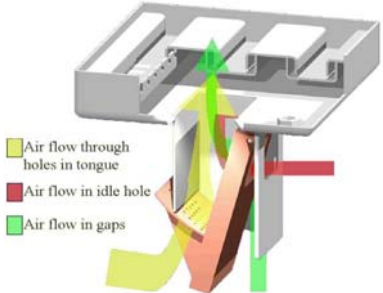
高溫熟料採用最先進冷卻機回收熱量—減量措施

傳統冷卻機		新型冷卻機
<p>未配置有孔擋板： 冷卻風量之分佈僅以數個風車室區分。在冷卻機中間較高溫熟料層之冷卻風量將不足，熱回收效率差。</p>	<p>依料溫配置有孔擋板： 依據冷卻機內各區域熟料料層溫度分布狀況，事先規劃並於不同的溫度區域裝置具有不同孔徑的有孔擋板，因此冷卻氣流能有效的通過不同溫度的熟料料層，提高熱交換效率。</p>	<div></div> <p>冷卻機內不同孔徑擋板之排列位置</p>

高溫熟料採用最先進冷卻機回收熱量—減量措施

傳統冷卻機	新型冷卻機	
<p>無法調節冷卻風量： 不具有風量調節裝置，導致通過粗疏顆粒熟料層之風量大、細密顆粒熟料層之風量小，冷卻風量無法均勻通過熟料料層，熱回收效率差。</p>	<p>可自動調節冷卻風量： 新型推棍式冷卻機配備機械式流量調節器 (Mechanical Flow Regulator, MFR) 具有感應熟料料層壓差並自動調節風量之裝置，可使冷卻風量均勻通過細密及粗疏熟料層，提高熱交換效率。</p>	
<p>未配置有孔擋板： 冷卻風量之分佈僅以數個風車室區分。在冷卻機中間較高溫熟料層之冷卻風量將不足，熱回收效率差。</p>	<p>依料溫配置有孔擋板： 依據冷卻機內各區域熟料料層溫度分布狀況，事先規劃並於不同的溫度區域裝置具有不同孔徑的有孔擋板，因此冷卻氣流能有效的通過不同溫度的熟料料層，提高熱交換效率。</p>	 <p>冷卻機內不同孔徑擋板之排列位置</p>

高溫熟料採用最先進冷卻機回收熱量—減量績效

新型冷卻機之減量績效	
<p>提高熱回收量，減少燃料用量： 新型推棍式冷卻機能使通過熟料層冷卻風量均勻，在較厚、較細密或中間、前端的熟料層回收更多熱量進入燒成系統，可減少燃料用量，年省煤炭用量約1萬公噸，CO₂減排約2.6萬公噸。</p>	<p>燒成系統熱量平衡：</p> $Q_{\text{input}} = Q_{\text{output}}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 煤炭燃燒放熱↓ + 冷卻機回收熱量↑ </div> <div style="font-size: 2em;">=</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 廢氣顯熱(350℃) + 冷卻機之熟料顯熱(1300℃) </div> </div> <p>冷卻機回收熱量增加，即減少煤炭用量。</p>
<p>風車負載小，電能消耗較低： 因氣體分流板壓降大幅降低，所需風車能量較低及冷卻風量能充分利用，所需之冷卻風量降低，年省電量約1250萬度，CO₂減排約7千公噸。</p>	 <p>氣體分流板及MFR</p>

經濟部工業局產業溫室氣體自願減量績效
認定之GHG減量績效

合計共約 25萬公噸CO₂e

簡報結束 敬請指教



背景：花蓮豐年祭