

Cleanfire® 純氧燃燒技術

整體燃燒解決方案

為玻璃熔融工序，達至環保
效益，並降低生產成本

[tell me more](#)





純氧燃燒技術熔融的玻璃液

摘要

本文根據純氧燃燒技術在玻璃窯爐中的實際應用及其經濟和社會效益進行了詳盡闡述和評估，並介紹了純氧燃燒的發展歷程及現狀，指出純氧燃燒技術是以提高玻璃產量，減少燃料消耗，改善玻璃質量，降低污染排放以及延長窯爐壽命為目的的最有效的方式之一。

前言

純氧燃燒技術在玻璃窯爐中最早主要被應用於窯齡較長的玻璃窯上助熔以維持產量或延長窯的壽命，解決蓄熱室或換熱室的故障或臨時滿足高出料率的要求，但到了80年代末隨著制氧技術的發展及電力成本的降低，由氧氣-燃料組成的純氧燃燒技術在玻璃熔窯中成為取代由空氣-燃料組成的常規燃燒系統的更好的選擇方案，這是因為純氧燃燒在環保、節能、增產和質量改善、減少固定成本投資和節省廠房地等諸多方面均有優異的表現。因此，在過去幾年中，在歐美等發達國家將空氣-燃料燃燒系統逐漸轉換成為氧氣-燃料燃燒系統幾乎成為一種運動，這種運動的最初動力主要是環境和經濟兩方面的因素，近來，質量因素也成為推動純氧燃燒技術應用的原因之一。

儘管純氧燃燒最強的推動力源自美國，但是由於純氧燃燒在玻璃窯上應用的優勢日益明顯，對純氧燃燒技術研究和應用已逐步在國際範圍內展開。在中國隨著經濟的發展，能源和環境保護的問題將更加突出，因此純氧燃燒技術被公認為是最經濟有效的解決方案。

純氧燃燒在玻璃窯爐中的應用方式

整個熔化部使用純氧燃燒，純氧燃燒池爐的優點如下：

- 改善燃燒效率，節省25-50%的燃料消耗
- 提高生產率（單位面積出料量）約10-25%
- 大幅度減少NOx排放量，降低達80%以上
- 減少粉塵的排放 / 配合料的飛料—節省配合料
- 節省電力消耗（電助熔，鼓風機）
- 目前實際經驗預估：窯爐壽命會更長
- 節省投資成本（EP、蓄熱室、deNOx系統、燃燒空氣鼓風機等）
- 窯爐出料量變化範圍可更靈活
- 燃燒無需換向，溫度分佈更加穩定
- 窯爐因燃燒穩定，工藝更加穩定—提高成品率，改善品質
 - 減少不熔物
 - 減少微小氣泡量
 - 燃燒Redox更加穩定控制

純氧燃燒器助熔技術，玻璃窯爐純氧燃燒器助熔技術的優點：

- 提高生產率：5-25%提升出料量
- 延長窯爐壽命：減少配合料的飛料
- 克服格子體的限制
- 改善品質：減少氣泡 / 夾雜
- 提高熱效率：2-10%燃料節省
- 減少污染排放：5-20%

Air Products 的純氧燃燒技術

作為世界領先的工業氣體及相關技術供應商之一，二十多年來，Air Products 一直致力於開發與改進玻璃熔化純氧燃燒技術。Air Products 始終承諾幫助客戶高效低成本地生產最高質量的玻璃產品。Air Products 擁有許多燃燒及燃燒器設計方面的專利，並且提供充足的技術資源以更好地服務客戶，包括四座世界級的燃燒實驗室。

Cleanfire® HRi™ 扁平火焰燃燒器

此系列燃燒器是 Air Products 最新研製的新型的燃燒設備，於2005年投入市場。它的扁平火焰的設計和氧氣分段燃燒的專利技術使傳熱速度更佳、火焰覆蓋面積更廣並能夠降低喧頂和胸牆溫度，這意味著對玻璃熔液有更好的熱傳遞效果，與其他市場同類的燃燒器相比，節能效果可以達到5%。另外，降低NOx排放，維護方便（不積碳），燃燒範圍廣等優點，受到了玻璃使用者的高度讚揚。

Cleanfire® HR™ 扁平火焰燃燒器

這系列的燃燒器誕生於90年代，是上述最新一代的 Cleanfire® HRi™ 扁平火焰燃燒器的雛形。它具有較高的熱傳導效率，較大的火焰覆蓋面積，能夠使喧頂和胸牆溫度較低等，並降低 NOx 排放等優點。

Cleanfire® Gen 1 圓形火焰燃燒器

此類燃燒器是 Air Products 最早研發的圓形火焰燃燒器，它的特點是火焰動量較高。



a) Cleanfire® HRj™ 扁平火焰燃燒器

燃燒器類型	燃料種類	燃燒範圍 (MM Btu/hr)
迷你型 Cleanfire® HRj™	氣態燃料	0.25 - 4
小型 Cleanfire® HRj™	氣態燃料	0.75 - 8
大型 Cleanfire® HRj™	氣態燃料	4 - 20
先進的助燃 Cleanfire® HRj™	氣態燃料	4 - 12+
迷你型 Cleanfire® HRj™	液態燃料	0.25 - 5
小型 Cleanfire® HRj™	液態燃料	0.75 - 8
大型 Cleanfire® HRj™	液態燃料	4 - 20
先進的助燃 Cleanfire® HRj™	液態燃料	4 - 12+



10 MMBtu/hr, 70% 分段燃燒狀況的燃燒試驗 Cleanfire® HRj™ 扁平火焰燃燒器

b) Cleanfire® HR™ 扁平火焰燃燒器

燃燒器類型	燃料種類	燃燒範圍 (MM Btu/hr)
小型 Cleanfire® HR™	氣態燃料	0.75 - 4
大型 Cleanfire® HR™	氣態燃料	4 - 12
特大型 Cleanfire® HR™	氣態燃料	7 - 20
大型 Cleanfire® HR™	液態燃料	2 - 12



Cleanfire® HR™ 扁平火焰燃燒器

c) Cleanfire® Gen 1 圓形火焰燃燒器

燃燒器類型	燃料種類	燃燒範圍 (MM Btu/hr)
迷你型 Cleanfire® Gen 1	氣態燃料	0.25 - 1
小型 Cleanfire® Gen 1	氣態燃料	0.75 - 3
大型 Cleanfire® Gen 1	氣態燃料	3 - 8
特大型 Cleanfire® Gen 1	氣態燃料	5 - 20
小型 Cleanfire® Gen 1	液態燃料	0.75 - 4
大型 Cleanfire® Gen 1	液態燃料	3 - 8



Cleanfire® Gen 1 圓形火焰燃燒器

純氧燃燒窯爐的耐火材料

窯爐轉成純氧燃燒後，爐內水蒸氣含量增加了將近三倍。同時鹼性揮發物含量增加了將近3-6倍，會造成窯爐上部矽磚的侵蝕。由於高水蒸氣在高分壓的作用下，會加速矽磚的侵蝕速度。根據實際經驗和資料模型技術，爐內上部的水蒸氣分佈均不同，喧頂附近的水蒸氣濃度含量最高。因此高鋁磚 (High Alumina)、電熔剛玉 (Electro Fused Alumina Material) 和電熔鋯剛玉 (AZS:Alumina-Zirconia-Silica) 耐火材料是純氧窯爐的最佳選擇。



Air Products 為某巴西浮法玻璃客戶建造的現場制氮工廠

Air Products 純氧燃燒技術在亞洲應用的事例

a) 某電子玻璃窯爐案例

燃料：天然氣	普通空氣助燃池爐	純氧燃燒池爐	變化
出料量	260TPD	272TPD	4.6%
池爐面積	240 M ²	210 M ²	-12.5%
燃料用量	2,950Nm ³ /hr	1,595Nm ³ /hr	-46%
NOx	10.2 lb/ton	2.4 lb/ton	-76%
玻璃質量		改善	
燃料單耗	272.3Nm ³ /噸玻璃	140.7Nm ³ /噸玻璃	-48.3%
碎玻璃率	52%	32%	-38%

b) 某玻璃保溫棉窯爐案例

燃料：液化石油氣	普通空氣助燃池爐	氧槍助熔改造後池爐	變化
出料量	40TPD	60TPD	50%
池爐面積	28.6 M ²	28.6 M ²	0%
燃料用量	120Nm ³ /hr	67+35Nm ³ /hr	-15%
氧氣用量	N/A	210Nm ³ /hr	N/A
玻璃質量		改善	
燃料單耗	72Nm ³ /噸玻璃	40.8Nm ³ /噸玻璃	-42%
碎玻璃率	80%	80%	0%

c) 某特種玻璃窯爐案例

燃料：天然氣	普通空氣助燃池爐	氧槍助熔改造後池爐	變化
出料量	16TPD	17TPD	+6.3%
燃料用量	6.5T/day (重油) +80Nm ³ /hr (天然氣)	178Nm ³ /hr(天然氣)	-63%
燃料單耗	4,989Kcal/kg.玻璃	2,110Kcal/kg.玻璃	-57.7%
玻璃質量		改善	

d) 某高檔陶瓷釉料窯爐案例

燃料：液化石油氣	普通空氣助燃池爐	純氧燃燒池爐	變化
出料量	24TPD	24TPD	0%
池爐面積	9M ²	9M ²	0%
燃料用量	71Nm ³ /hr	35Nm ³ /hr	-51%
氧氣用量	N/A	210Nm ³ /hr	N/A
NOx	10.2 lb/ton	2.4lb/ton	-76%
玻璃質量		改善	
燃料單耗	71Nm ³ /噸玻璃	35Nm ³ /噸玻璃	-51%

e) 某高檔器皿窯爐案例

燃料：液體燃料	普通空氣助燃池爐	氧槍助熔改造後池爐	變化
出料量	130TPD	160TPD	23%
池爐面積	55 M ²	55 M ²	-
燃料用量	750kg/hr	700+14kg/hr	+12%
氧氣用量	N/A	290 Nm ³ /hr	N/A
玻璃質量		改善	
燃料單耗	138.5公斤/噸玻璃	126公斤/噸玻璃	-9%

Air Products 純氧燃燒 在業內的優勢

a) 節能：Air Products 提供的燃燒設備在節能方面均為業內的佼佼者。尤其，Cleanfire® HRI™ 扁平火焰燃燒器系列經實踐檢驗，比其他純氧燃燒設備可節能5%。

b) 安全：Air Products 是業內所有的同行安全紀錄最好的其中一家公司。

c) 服務：Air Products 擁有本領域中最優秀的人員。Air Products 專業的玻璃團隊擁有豐富的玻璃生產應用經驗及20年以上的純氧燃燒經驗。無論是新的窯爐專案還是舊窯爐的改造專案，Air Products 的專業人員將為您設計理想的系統來改善玻璃質量及/或降低熔化成本。

Air Products 純氧燃燒服務範圍

Air Products 作為世界領先的工業氣體及相關技術供應商之一，不僅能採用多種業務方式為客戶供應氧氣、氮氣和氬氣等氣體，還能提供先進的純氧燃燒器 (Cleanfire® 系列)、流量控制系統和豐富的純氧燃燒經驗。在純氧燃燒池爐 (Oxy-Fuel)、純氧助燃 (Oxy-Boost) 和純氧底吹等方面，Air Products 可以提供以下服務：



為中國太陽能玻璃客戶提供的VSA系統



Cleanfire® HR/™ 扁平火焰燃燒器

a) 安全論證：當客戶的專案實施時，Air Products 會為您進行正式的安全評估以辨識、記錄並傳達在現場所有的風險及與純氧燃燒應用相關的操作問題。Air Products 與您合作以評估窯爐，流量控制設備。隨著專案的進展，Air Products 將在專案執行的每個關鍵點為您進行另外的評估。

b) 設備選購：Air Products 的 Cleanfire® 燃燒器系統在全球已經成功安裝超過 200 台窯爐。Air Products 的 Cleanfire® 燃燒器創造了具優勢的熱傳遞及較低的污染排放的紀錄。Air Products 能單獨供應燃燒器及其他部件或者提供整套系統包括流量控制組、配管、燃燒器耐火磚並提供所有安裝技術服務。

c) 控制方案：控制方案決定客戶系統功能及與操作工的操作介面。Air Products 的玻璃團隊能幫助您的工程師從許多方案中作出合理的選擇，包括手動、單回路、PLC、PLC 軟體設計、人機介面及 DCS 介面，是我們提供的基本服務之一。

d) 系統集成：Air Products 的目標是創建理想的系統組態以滿足客戶的成本及性能方面的要求。Air Products 對許多生產商提供的閥門、儀錶及控制部件均有豐富的經驗。這便於 Air Products 向客戶推薦所需要的精密部件並與現有系統相集成。這也有助於 Air Products 對不同控制與介面方案的成本進行準確評估。

e) 特殊考慮：許多客戶傾向於在系統的關鍵部件處配有旁路以便在最少停機時間下檢修。其他客戶要求系統設計允許用掌上型設備來校驗自動讀數。Air Products 將預先考慮您的操作要求並採取積極的措施來滿足您的特殊需要。

Air Products 純氧燃燒技術整套解決方案

- 豐富的純氧燃燒及純氧燃燒器助熔經驗
- 氧氣供應系統，Cleanfire® 純氧燃燒器，流量控制及安全系統
- 協助窯爐設計及方案選擇
 - 燃燒器外形參數
 - 經濟分析，包括不同方案的靈敏度分析
 - 現有運行方式及建議方案的電腦類比
- 啟動支援 / 安全培訓
- 工藝及設備優化跟蹤服務

Air Products 純氧燃燒成功經驗

- 200 台以上的純氧燃燒窯爐改造經驗
- 安裝了 1,500 支以上 Cleanfire® 系列純氧燃燒器
- 第一台純氧窯爐改造：
Schuller fiberglass, 1991



- 目前數座大型純氧(浮法)窯爐由 Air Products 提供技術及燃燒設備 (Cleanfire® HR 燃燒器)
- 純氧燃燒改造遍及各個領域：太陽能玻璃，浮法玻璃，壓延玻璃，玻璃纖維、容器玻璃、照明玻璃、制釉、微晶建材玻璃和電視玻璃
- > 150 純氧助熔客戶 (>40 座浮法玻璃窯爐)

總結

我們通過綠色環保技術促進玻璃行業的發展。在能源日益緊張的今天，正確地採用純氧燃燒技術，不僅可以節約燃料，而且還可以提高產量，改善玻璃質量並減少對環境的污染。如果考慮配合料節約、玻璃質量改善等因素進行更深入的比較，無論是從技術經濟學角度還是從工藝經濟學角度來衡量，在玻璃窯上應用純氧燃燒技術無疑是最佳的。

Air Products 簡介

Air Products 創立於1940年，是一家居世界領先地位的工業氣體、功能材料和相關設備供應商，為很多當今高增長的市場，包括電子、應用材料、能源和醫療護理等領域提供獨特的產品、服務和解決方案，並且長期效力於基礎工業領域，如鋼鐵、玻璃、化工、醫療和食品加工等。

公司總部位於美國賓西法尼亞州阿蘭敦 (Allentown) 附近的 Lehigh Valley，業務遍及40多個國家，擁有18,300多名員工，年營業額超過90億美元。Air Products 居財富500強之列，公司員工在理解、誠信和熱情的基礎上與客戶成為牢固的合作夥伴，並建立持久良好的合作關係。自成立以來，Air Products 一直以創新的企業文化、完善的管理和對環境及安全的承諾得到廣泛的認可。

Air Products 於1987年進入中國，在深圳蛇口設立第一家氣體工廠—中宏工業氣體公司，這在當時是國際性氣體公司在中國成立的第一家合資企業。隨著業務不斷發展，Air Products 在全國的主要城市相繼建立起多家企業，如北京、上海、廣州、天津、唐山、淄博、龍口、煙臺、南京、無錫、桐鄉、寧波、深圳、珠海、福州、莆田、東莞、成都、西安、瀋陽，長沙，香港和臺灣等地。而 Air Products 仍在不斷地尋找新的投資機會，積極地擴張在中國的業務。

tell me more

如需瞭解更多純氧燃燒技術和相關設備資訊，請聯繫：

三福氣體股份有限公司
臺北市104中山北路二段21號5樓
電話：(886) 2 2521 4161 ext. 247
傳真：(886) 2 2581 8359

