

基於SMB聯網實踐即時碳排放診斷系統

摘要

- 本團隊開發即時監測多項設備耗電狀況，透過智慧聯網模組(SMB)配合電流感測器，可獨立監控單一設備用電，且可將數據上傳至雲端資料庫，利用演算法進行碳排診斷及分析。
- 電流軌跡追蹤法實時量測單一設備電流軌跡值並轉換為消耗功率，透過排放係數法將使用功率量化為碳排放量，權重搜索方法識別碳排主要來源，對其制定改善策略。建立警報原因分析與權重預測模型，分析加工中常見警報，並建立規則庫(Rule Base)，模型輸出預測結果與決策決議。

SMB碳排放診斷系統之創作說明

- 電流軌跡追蹤法有效分析設備消耗功率：以感測器為基礎開發一套可實時量測追蹤單一設備電流軌跡值，精確統計該設備在待機與運轉時之各狀態消耗功率及總消耗功率。
- 基於權重搜索之碳排放量改善策略：透過排放係數法量化各設備碳排放量，將其進行設備耗能權重比與能耗目標權重值計算，可有效識別機台主要碳排來源，並對其制定優化策略加以改善。
- 警報原因分析與建立權重預測模型：資料庫紀錄警報次數等資訊進行影響因子權重分配並寫入規則庫，其參數進行因子正規化後加權運算並總和，計算各警報發生概率，由模型輸出預測結果。

$$P = \sum_{i=0}^N \frac{Y_i \times V}{3600} \times C$$

待機時： $\begin{cases} C = 1, Y_k - \varepsilon > Y_i > 0 \\ C = 0, Y_i \geq Y_k - \varepsilon \end{cases}$

運轉時： $\begin{cases} C = 1, Y_k - \varepsilon \leq Y_i \leq Y_k + \varepsilon \\ C = 0, Y_i < Y_k - \varepsilon \end{cases}$

P 為單一設備累積消耗功率。
 Y_i 為第 i 秒電流軌跡值。
 Y_k 為設備運轉時之電流值。
 N 為總時間、 V 為電壓值、 C 為指示函數。
 ε 為允許誤差。

電流軌跡追蹤法

排放係數法： $P_i \times C_i = E_i$

設備耗能權重比： $w_i = \alpha \cdot \frac{E_i}{E_{max}} + \beta \cdot \frac{T_i}{T_{max}}$

能耗目標權重值： $w_t = \sum_{i=1}^n w_i \times (1 - R)$

P_i 為第 i 個設備的電力使用量。
 C_i 為第 i 個設備的排放係數。
 E_i 為第 i 個設備的碳排放量。
 w_i 為第 i 個設備的權重。
 E_i 為第 i 個設備的能源消耗量。
 T_i 為第 i 個設備的運行時間。
 α, β 為權重係數。
 E_{max}, T_{max} 為標準化參考值。
 w_t 為能耗目標權重值。
 R 為減排目標比率，根據實際情況，一般設為10~20%。
 n 為設備數量。

基於權重搜索之碳排放量改善策略

數據正規化

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

x ：原始數據
 x_{min} ：數據最小值
 x_{max} ：數據最大值

影響因子加權總合 $S = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x'_i$

n ：影響因子數量 x'_i ：因子參數正規化值
 w_i ：因子權重

$$P_{alarm} = \frac{S + \alpha \left(\frac{N_{alarm}}{N_{total}} \right)}{1 + \alpha}$$

N_{alarm}, N_{total} ：警報發生次數，總加工次數
 α ：警報次數權重

警報概率權重預測模型

實驗成果與討論

- 自行設計之SMB整合碳排放診斷系統介面可即時擷取用電數據，並根據各設備用電數據計算碳排放量，透過NC API獲取機台加工產量與時間，將其搭配即時碳排分析與稼動率計算，可達到精實管理分析，並建立Microsoft SQL Sever雲端資料庫，透過SMB聯網模組將數據上傳至資料庫，可實時更新各項設備用電、碳排放量與產量數據，亦可儲存歷史資料，以利進行警報原因分析。



碳排放診斷系統整合介面



NAME	POWER	CARBON_EMISSION
1 主軸馬達	3.718	50.3311
2 注油馬達	0.000	0.0000
3 排屑馬達	0.000	0.0000

HOUR	WK_HOUR	DAY	WK_DAY	CARBON_EMISSION	
1	0	0	1	2440	33.0000
2	1	0	2	2360	41.0000
3	2	0	3	0	0.0000
4	3	0	4	40	0.0000
5	4	0	5	0	0.0000
6	5	0	6	200	50.0000
7	6	0	7	0	0.0000
8	7	0	8	0	0.0000
9	8	0	9	0	0.0000
10	9	0	10	0	0.0000
11	10	0	11	0	0.0000
12	11	0	12	0	0.0000
13	12	0	13	0	0.0000
14	13	0	14	0	0.0000

雲端資料庫歷史資料儲存

結論

- 整合SMB、電流感測器、碳排放量及診斷分析結果，可即時監視耗電量、碳排放量、稼動率及警報分析等數據。
- 分析介面將數據可視化並顯示於圖表，利於使用者進行監視。