



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I617108 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：105140610

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 08 日

(51) Int. Cl. : H02J13/00 (2006.01)

G01R31/34 (2006.01)

G06Q50/06 (2012.01)

(71) 申請人：國立高雄應用科技大學 (中華民國) (TW)

高雄市三民區建工路 415 號

(72) 發明人：卓明遠 (TW)；蘇俊連 (TW)

(74) 代理人：盧信智

(56) 參考文獻：

CN 102866377B

CN 103398769B

CN 104280071B

CN 204228368U

CN 204578211U

CN 205210176U

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：1 共 13 頁

(54) 名稱

供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統

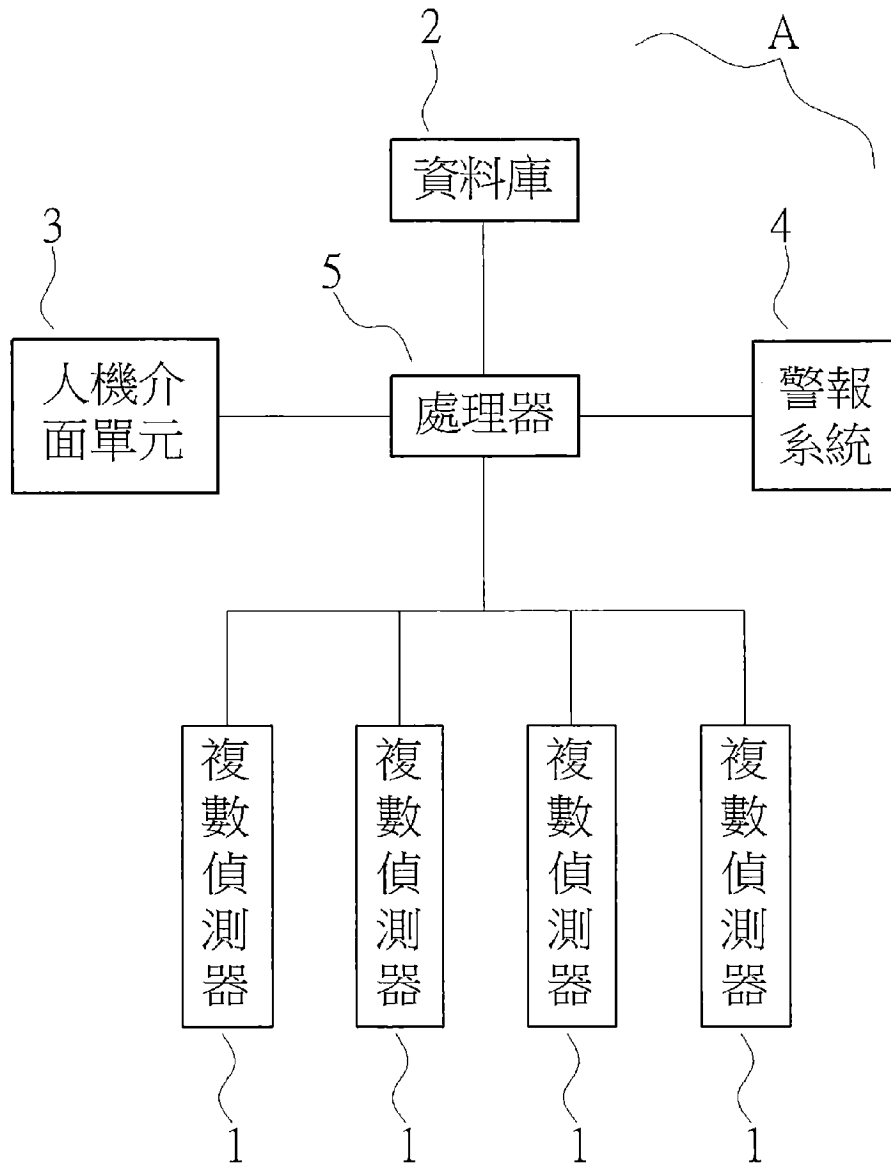
(57) 摘要

本發明創作係關於一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，主要根據用戶端之用電資料來進行負載之粗略估測。再根據該粗略估測之結果以狀態估計進行精鍊估測，以提升整體之估測準確度，再根據最後估測之結果來判斷該處理器之狀態，以令操作者得以作相對應之處理手段。爰此，本案可有效降低負載調查量測成本，同時緊急對有問題之變壓器作相對應之處理，以提昇供電網絡之供電安全性。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- (A) . . . 判斷系統
- (1) . . . 複數偵測器
- (2) . . . 資料庫
- (3) . . . 人機介面單元
- (4) . . . 警報系統
- (5) . . . 處理器



第一圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】

供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統

【技術領域】

本發明創作係關於一種故障判斷系統，尤指一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統。

【先前技術】

按，保護電力公司資產以確保投資回收是每個電力公司追求的目標。由於變壓器數量龐大且是供電網絡中重要的部分，最佳化變壓器資產的利用及使用壽命是每個電力公司不可缺少的基本工作之一。目前許多電力公司正面臨電力設備的老化，以變壓器來說，其平均壽命約為 37 年最多至 40 年。根據台電公司的統計，至 102 年 9 月底，配電系統在饋線上之亭置式變壓器約 470,437 台，地下變壓器約 1980 台，桿上變壓器約 806,448 台，合計約 127 萬 8 千餘台，二次變壓器佔電力公司資產的最大部分。

由於，變壓器於使用過程中會因為內部元件老化、損毀等影響，造成電壓轉換效率下降，進而造成電源的損耗，電力公司為維持數量眾多之變壓器，必須對變壓器進行監測以增加供電可靠度、規劃及維修，同時也可做變壓器汰換時程規劃。然而，針對變壓器之監測，目前電力公司大多採取要求現場維修人員每年或固定周期至現場察看變壓器是否發生異常運轉，此種傳統資產管理方式不僅浪費時間、效率較差、且無法即時查出異常變壓器，再者，變壓器內部元件老化無法透過一般管道、或外觀得知。

爰此，針對上述之問題，本發明創作者認為應有一種手段可以得知變壓器是否老化、損毀、或故障等，不僅可確保供電系統之供電品質及安全性，同時可令電力公司兼固降低維修、保養之成本。

【發明內容】

有鑑於先前技術所述不足之處，本發明創作者提出一種解決之手段，該手段係關於一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，包括：

複數偵測器：

該複數偵測器可供偵測供電網絡中各負載之用電量而得到複數用電資料。

一資料庫：

該資料庫包括一變壓器平均損失資料、一平均功率因數資料、一測量值函數常數矩陣、一測量值互變異數矩陣、一匯流排注入功率與系統狀態解之函數資料、及一系統導納矩陣資料。

一警報系統。

一處理器：

該處理器電性連接各偵測器、該資料庫、及該警報系統，該處理器寫有一第一匯排流功率運算程式、一第二匯排流功率運算程式、第三匯排流功率運算程式、一狀態估計程式、及一判斷程式。

該第一匯排流功率運算程式可供該處理器執行：根據該複數用電資料、及該變壓器平均損失資料運算出一變壓器之實功率粗估資料，該處理器再根據該實功率粗估資料、及該平均功率因數資料運算出一變壓器之虛功率粗估資料。

該第二匯排流功率運算程式可供該處理器執行：設定一匯流排之電壓相位角初始值資料、及一匯流排之電壓初始值資料，根據該複數用電資料、該電壓相位角初始值資料、該電壓初始值資料、及該測量值函數常數矩陣運算出一測量值矩陣資料。

該狀態估計程式可供該處理器執行：根據該測量值矩陣、該測量值互變異數矩陣、該實功率粗估資料、該虛功率粗估資料、及該函數資料進行狀態估計，當狀態估計之結果為未收斂時，則將該電壓相位角初始值資料、該電壓初始值資料進行疊代重新依序執行該第二匯排流功率運算程式、及該狀態估計程式；

當狀態估計之結果為收斂時，則得到一電壓相位角精鍊值資料、一電壓精鍊值資料。

該第三匯排流功率運算程式可供該處理器執行：根據該電壓相位角精鍊值資料、該電壓精鍊值資料、及該系統導納矩陣資料進行運算而得到一實功率精鍊資料、及一虛功率精鍊資料。

該判斷程式可供該處理器執行：當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率超載預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率超載預設值時、或該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率故障預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率故障預設值時，則該處理器控制該警報系統作動。

本發明創作主要係以提升經濟效益、及提升供電網絡變壓器管理效率為目標，充分利用變壓器下游供電用戶端之智慧電錶資訊，對變壓器同一時段進行負載之粗略估測、及精鍊估測等二階段估測，藉以提升整體估測之準確度，並透過該估測之結果，可判斷該變壓器是否過載、或損毀等。爰此，本案可有效降低負載調查量測成本，同時緊急對有問題之變壓器作相對應之處理，以提昇供電網絡之供電安全性。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明創作之各元件連結示意圖

【實施方式】

以下藉由圖式之輔助，說明本發明創作之構造、特點與實施例，俾使貴審查人員對於本發明創作有更進一步之瞭解。

請參閱第一圖所示，本發明創作係關於一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，該判斷系統包括：

複數偵測器(1)：

請參閱第一圖所示，該複數偵測器(1)可供偵測供電網絡中各負載之用電量，得到複數用電資料($P_{j,k}^i$)，以本發明創作為例，該偵測器(1)較佳為家用之智慧型電錶。

一資料庫(2)：

請參閱第一圖所示，該資料庫(2)係包括一變壓器平均損失資料($P_{loss,k}^i$)、一平均功率因數資料($pf_{i,k}$)、一測量值函數常數矩陣、一測量值互變異數矩陣($[R]$)、一匯流排注入功率與系統狀態解之函數資料($f_i(x)$)、及一系統導納矩陣資料。其中， k 表示一時間點。

一人機介面單元(3)：

請參閱第一圖所示，該人機介面單元(3)可供呈現該判斷系統(A)之各種判斷結果、以及各項資料或設定等等，透過視覺化之呈現，以便操作者了解各變壓器之運作狀況、或對系統之參數進行設定。

一警報系統(4)：

請參閱第一圖所示，該警報系統(4)係電性連接該人機介面單元(3)，一旦該警報系統(4)啟動時可供以鳴叫或警示等方式提醒該供電系統(A)中有變壓器出現問題，以本發明創作為例，該警報系統(4)可供於該人機介面單元(3)呈現一變壓器之圖案，並以改變該變壓器圖案之顏色來表示變壓器之狀態。

一處理器(5)：

請參閱第一圖所示，該處理器(5)係電性連接各偵測器(1)、該資料庫(2)、該人機介面單元(3)、及該警報系統(4)，該處理器(5)分別寫有一第一匯排流功率運算程式、一第二匯排流功率運算程式、第三匯排流功率運算程式、一狀態估計程式、及一判斷程式。

以下係一一介紹各程式之作動：

首先，本發明創作利用變壓器二次測負載量與其下游用戶各匯流排用電量之間的數學關係，先求出變壓器二次測匯流排上的注入功率。不論在哪個時間點，各匯流排的注入功率總和必須符合功率平衡方程式，即變壓器的功率量測

值等於各匯流排注入功率總和，再加上線路損失。該第一匯排流功率運算程式主要係提供該變壓器於時間點k的實功率粗估值、及虛功率粗估值，爰此，該第一匯排流功率運算程式可供該處理器(5)執行：根據該複數用電資料($P_{j,k}^i$)、該變壓器平均損失資料($P_{loss,k}^i$)以 $P'_{i,k} = \sum_{j=1}^n P_{j,k}^i + P_{loss,k}^i$ 為基礎運算出一變壓器之實功率粗估資料($P'_{i,k}$)，接著該處理器(5)再根據該實功率粗估資料($P'_{i,k}$)、及該平均功率因數資料($pf_{i,k}$)以 $Q'_{i,k} = P'_{i,k} \times \frac{\sqrt{1-(pf_{i,k})^2}}{pf_{i,k}}$ 為基礎運算出一變壓器之虛功率粗估資料($Q'_{i,k}$)。

由於上述粗略估測階段中，該判斷系統(A)已取得供電網絡中所有匯流排的功率注入量，為了改善上述實功率粗估資料、及該虛功率粗估資料之精確度，該判斷系統利用狀態估計之手段來改善該實功率粗估資料、及該虛功率粗估資料之精確度。首先，本發明創作較佳係建立量測值誤差矩陣及賈可比(Jacobian)矩陣之數學模型，然後利用權值最小平方法(Weighting Least Square,WLS)的計算，求出系統各匯流排之電壓大小及角度。

為達成上述之目的，該第二匯排流功率運算程式可供該處理器(5)執行：設定一匯流排之電壓相位角初始值資料(θ_i)、及一匯流排之電壓初始值資料(E_i)，根據該複數用電資料($P_{j,k}^i$)、該電壓相位角初始值資料(θ_i)、該電壓初始值資料(E_i)、及該測量值函數常數矩陣運算出一測量值矩陣資料([H])。其中，該測量值

函數常數矩陣可表示為：
$$[H] = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial P_1}{\left(\frac{\partial |E_1|}{|E_1|}\right)} & \cdots \\ \frac{\partial Q_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial Q_1}{\left(\frac{\partial |E_1|}{|E_1|}\right)} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}。$$

接著，該狀態估計程式可供該處理器(5)執行：根據該測量值矩陣資料([H])、該測量值互變異數矩陣([R])、該實功率粗估資料($P'_{i,k}$)、該虛功率粗估資料($Q'_{i,k}$)、及該函數資料($f_i(x)$)以

$$\begin{bmatrix} \Delta\theta_1 \\ \Delta|E_1| \\ |E_1| \\ \Delta|E_2| \\ |E_2| \\ \vdots \end{bmatrix} = \left[[H]^T [R]^{-1} [H] \right]^{-1} [H]^T [R]^{-1} \begin{bmatrix} P'_1 - f_1(x) \\ Q'_1 - f_2(x) \\ P'_1 - f_3(x) \\ Q'_2 - f_4(x) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

為基礎進行狀態估計，當狀態估計之結果為未收斂時，則將該電壓相位角初始值資料(θ_i)、該電壓初始值資料(E_i)進行疊代重新依序執行該第二匯排流功率運算程式、及該狀態估計程式；當狀態估計之結果為收斂時，則得到一電壓相位角精鍊值資料、一電壓精鍊值資料。

其中該測量值互變異數矩陣可表示為： $[R] = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & & \\ & \sigma_2^2 & \\ & & \ddots \end{bmatrix}$ ，其中 σ_i^2 為第

個測量值之變異數。

然後，該第三匯排流功率運算程式可供該處理器(5)執行：根據該電壓相位角精鍊值資料、該電壓精鍊值資料、及該導納矩陣進行運算分別以 $\hat{P}_{i,k} = \sum_{j=1}^n |E_{i,k}| |E_{j,k}| [G_{ij} \cos(\theta_{i,k} - \theta_{j,k}) + B_{ij} \sin(\theta_{i,k} - \theta_{j,k})]$ 、 $\hat{Q}_{i,k} = \sum_{j=1}^n |E_{i,k}| |E_{j,k}| [G_{ij} \sin(\theta_{i,k} - \theta_{j,k}) - B_{ij} \cos(\theta_{i,k} - \theta_{j,k})]$ 為基礎，而得到一實功率精鍊資料($\hat{P}_{i,k}$)、及一虛功率精鍊資料($\hat{Q}_{i,k}$)。

本發明之判斷系統主要流程在於：先在粗略估測階段，設定計算相關參數，包括變壓器負載量功率因數、系統線路損失等，然後讀取用戶之注入功率量測值，並透過該匯排流功率運算程式，來計算變壓器匯流排之注入實功率及虛功率的粗估值。在精確估測階段，是以各用戶匯流排注入功率的量測值及變壓器注入功率的粗估值為量測資料，透過該狀態估計程式來對各匯流排之狀態變數進行遞迴求解。最後，將收斂之結果利用該第三匯排流功率運算程式，即可求得較精確的系統所有匯流排之實功率及虛功率注入量。然後，以變壓器匯流排的注入功率的最後計算結果為基礎，可使用有效的人機介面技術，進行負載量監測及管理。

最後，該判斷程式可供該處理器(5)執行：當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率超載預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率超載

預設值時、或該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率故障預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率故障預設值時，則該處理器(5)控制該警報系統(4)作動。以本發明創作為例，當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率超載預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率超載預設值時，表示該變壓器已經超載，則令該人機介面單元(3)顯示一第一警示圖案。當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率故障預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率故障預設值時，該警報系統(54)可供於該人機介面單元(3)顯示一第二警示圖案。而該第一警示圖案、及該第二警示圖案可以不同顏色之變壓器圖案來呈現。此外，本發明創作亦可根據變壓器之負荷狀況，於該人機介面單元(3)呈現不同顏色之變壓器圖案以作區別。

本發明創作主要係以提升經濟效益、及提升供電網絡變壓器管理效率為目標，充分利用變壓器下游供電用戶端之智慧電錶資訊，對變壓器同一時段進行負載之粗略估測、及精鍊估測等二階段估測，藉以提升整體估測之準確度，並透過該估測之結果，可判斷該變壓器是否過載、或損毀等。爰此，本案可有效降低負載調查量測成本，同時緊急對有問題之變壓器作相對應之處理，以提昇供電網絡之供電安全性。

為令操作者得以了解該供電系統各變壓器之歷史負載狀況，本發明創作更進一步可以實施為：該處理器(5)寫有一儲存程式，該儲存程式可供該處理器(5)執行：儲存該實功率精鍊資料、及該虛功率精鍊資料而得到一功率歷史資料；該人機介面單元(3)可供顯示該功率歷史資料。

綜上所述，本發明創作確實符合產業利用性，且未於申請前見於刊物或公開使用，亦未為公眾所知悉，且具有非顯而易知性，符合可專利之要件，爰依法提出專利申請。

惟上述所陳，為本發明創作在產業上一較佳實施例，舉凡依本發明創作申請專利範圍所作之均等變化，皆屬本案訴求標的之範疇。

【符號說明】

(A)判斷系統

(1)複數偵測器

(2)資料庫

(3)人機介面單元

(4)警報系統

(5)處理器



申請日: 105.12.8

IPC分類: H02J 13/00 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統

【中文】

本發明創作係關於一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，主要根據用戶端之用電資料來進行負載之粗略估測。再根據該粗略估測之結果以狀態估計進行精鍊估測，以提升整體之估測準確度，再根據最後估測之結果來判斷該處理器之狀態，以令操作者得以作相對應之處理手段。爰此，本案可有效降低負載調查量測成本，同時緊急對有問題之變壓器作相對應之處理，以提昇供電網絡之供電安全性。

【指定代表圖】

第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

(A)判斷系統

(1)複數偵測器

(2)資料庫

(3)人機介面單元

(4)警報系統

(5)處理器

公告本

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，包括：

複數偵測器：可供偵測供電網絡中各負載之用電量，得到複數用電資料；

一資料庫：包括一變壓器平均損失資料、一平均功率因數資料、一測量值函數常數矩陣、一測量值互變異數矩陣、一匯流排注入功率與系統狀態解之函數資料、及一系統導納矩陣資料；

一警報系統；

一處理器：電性連接各偵測器、該資料庫、及該警報系統，該處理器寫有一第一匯排流功率運算程式、一第二匯排流功率運算程式、第三匯排流功率運算程式、一狀態估計程式、及一判斷程式；

該第一匯排流功率運算程式可供該處理器執行：根據該複數用電資料、及該變壓器平均損失資料運算出一變壓器之實功率粗估資料，該處理器再根據該實功率粗估資料、及該平均功率因數資料運算出一變壓器之虛功率粗估資料；

該第二匯排流功率運算程式可供該處理器執行：設定一匯流排之電壓相位角初始值資料、及一匯流排之電壓初始值資料，根據該複數用電資料、該電壓相位角初始值資料、該電壓初始值資料、及該測量值函數常數矩陣運算出一測量值矩陣資料；

該狀態估計程式可供該處理器執行：根據該測量值矩陣、該測量值互變異數矩陣、該實功率粗估資料、該虛功率粗估資料、及該函數資料進行狀態估計，當狀態估計之結果為未收斂時，則將該電壓相位角初始值資料、該電壓初始值資料進行疊代重新依序執行該第二匯排流功率運算程式、及該狀態估計程式；當狀態估計之結果為收斂時，則得到一電壓相位角精鍊值資料、一電壓精鍊值資料；

該第三匯排流功率運算程式可供該處理器執行：根據該電壓相位角精鍊值資料、該電壓精鍊值資料、及該系統導納矩陣資料進行運算而得到一實功率精鍊資料、及一虛功率精鍊資料；

該判斷程式可供該處理器執行：當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率超載預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率超載預設值時、或該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率故障預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率故障預設值時，則該處理器控制該警報系統作動。

【第2項】

如申請專利範圍第1項所述供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，其中更設一電性連接該處理器之人機介面單元，該人機介面單元可供顯示該實功率精鍊資料、及該虛功率精鍊資料。

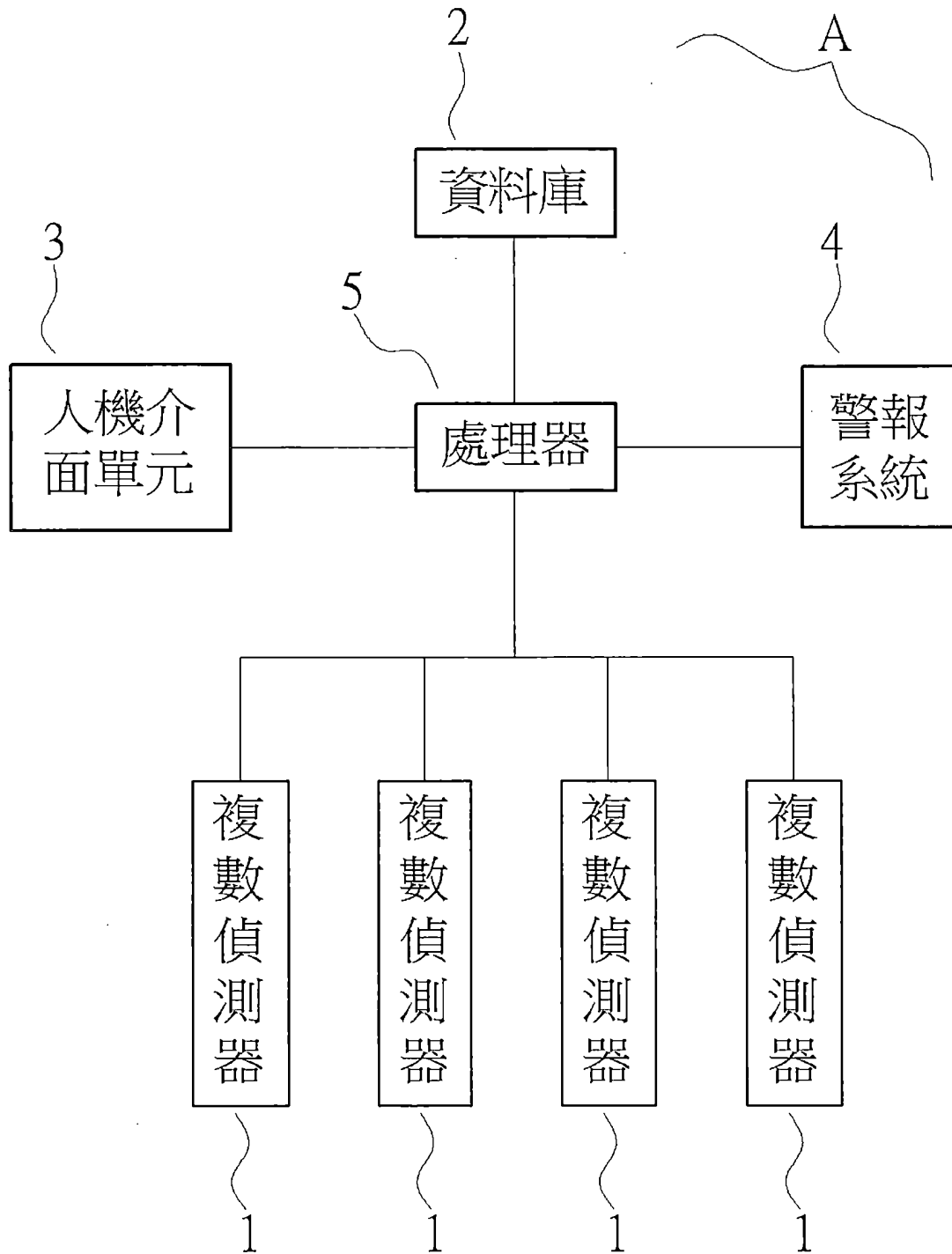
【第3項】

如申請專利範圍第1項或第2項所述供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，其中該警報系統電性連接該人機介面單元，當該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率超載預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率超載預設值時，該警報系統可供於該人機介面單元顯示一第一警示圖案；該實功率精鍊資料所代表的值大於一實功率故障預設值，且該虛功率精鍊資料所代表的值大於一虛功率故障預設值時，該警報系統可供於該人機介面單元顯示一第二警示圖案。

【第4項】

如申請專利範圍第3項所述供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，其中該處理器寫有一儲存程式，該儲存程式可供該處理器執行：儲存該實功率精鍊資料、及該虛功率精鍊資料而得到一功率歷史資料；該人機介面單元可供顯示該功率歷史資料。

【發明圖式】



第一圖



申請日: 105.12.8

IPC分類: H02J 13/00 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統

【中文】

本發明創作係關於一種供電網絡中變壓器運轉狀況之判斷系統，主要根據用戶端之用電資料來進行負載之粗略估測。再根據該粗略估測之結果以狀態估計進行精鍊估測，以提升整體之估測準確度，再根據最後估測之結果來判斷該處理器之狀態，以令操作者得以作相對應之處理手段。爰此，本案可有效降低負載調查量測成本，同時緊急對有問題之變壓器作相對應之處理，以提昇供電網絡之供電安全性。

【指定代表圖】

第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

(A)判斷系統

(1)複數偵測器

(2)資料庫

(3)人機介面單元

(4)警報系統

(5)處理器

公告本