



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201545457 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：103127413

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 11 日

(51) Int. Cl. : *H02M5/22 (2006.01)*

(30) 優先權：2014/05/30 中國大陸 201410241036.9

(71) 申請人：台達電子企業管理（上海）有限公司（中國大陸）DELTA ELECTRONICS  
(SHANGHAI) CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72) 發明人：劉斌 LIU, BIN (CN)；王正 WANG, ZHENG (CN)；張怡 ZHANG, YI (CN)；甘鴻  
堅 GAN, HONGJIAN (CN)；應建平 YING, JIANPING (CN)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 28 頁

(54) 名稱

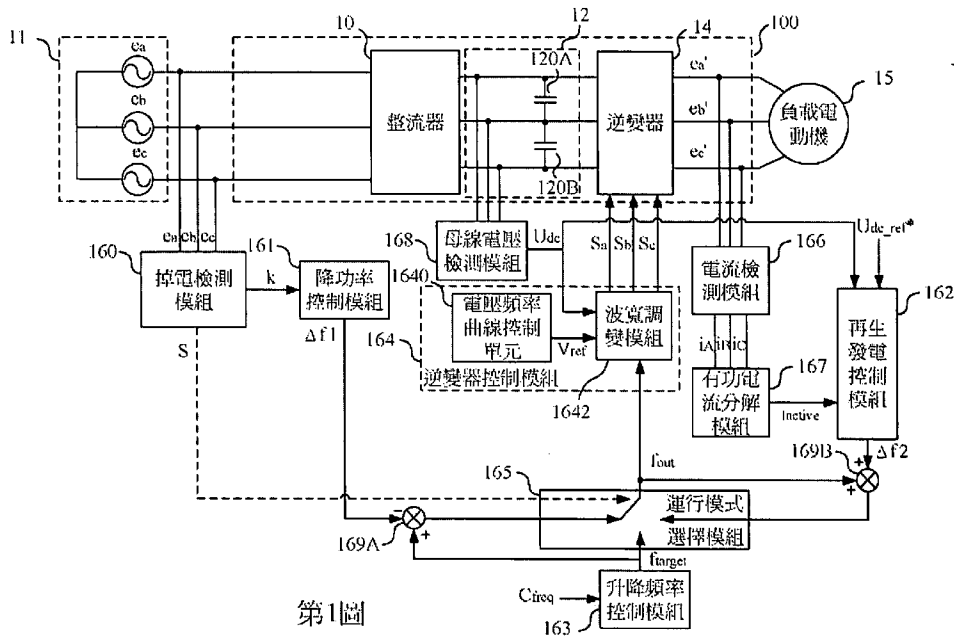
變頻調速系統及方法

FREQUENCY-CONVERTING AND SPEED REGULATING SYSTEM AND METHOD OF THE SAME

(57) 摘要

一種具低電壓穿越功能的變頻調速系統，包括具有整流器、直流母線以及逆變器之變頻器。變頻調速系統更包含：掉電檢測模組、升降頻率控制模組、逆變器控制模組以及運行模式選擇模組。掉電檢測模組根據電網電壓與額定饋電電壓產生掉電係數，進而產生相應的運作模式切換信號。運行模式選擇模組接收升降頻率控制模組的目標頻率信號及降頻量，根據運作模式切換信號產生輸出頻率信號。逆變器控制模組根據輸出頻率信號產生三相調製信號控制逆變器之運作。

A frequency-converting and speed-regulating system having a low voltage ride through function that includes a frequency converter including a rectifier, a DC bus and an inverter is provided. The frequency-converting and speed-regulating system includes a voltage drop detecting module, a frequency control module, an inverter control module and an operation mode selecting module. The voltage drop detecting module generates a voltage drop coefficient according to a grid voltage and a rated feedback voltage to further generate an operation mode switching signal. The operation mode selecting module receives a target frequency signal from the frequency control module and a frequency decreasing amount to generate an output frequency signal according to the operation mode switching signal. The inverter control module controls the operation of the inverter according to the output frequency signal.



第1圖

- 1 . . . 變頻調速系統
- 100 . . . 變頻器
- 12 . . . 直流母線
- 14 . . . 逆變器
- 160 . . . 掉電檢測模組
- 162 . . . 再生發電控制模組
- 164 . . . 逆變器控制模組
- 1642 . . . 波寬調變單元
- 166 . . . 電流檢測模組
- 168 . . . 母線電壓檢測模組
- 10 . . . 整流器
- 11 . . . 電網
- 120A、120B . . . 直流母線電容
- 15 . . . 負載電動機
- 161 . . . 降功率控制模組
- 163 . . . 升降頻率控制模組
- 1640 . . . 電壓頻率曲線控制單元
- 165 . . . 運行模式選擇模組
- 167 . . . 有功電流分解模組
- 169A、169B . . . 加法器



申請日: 103. 8. 1 1

IPC分類:

H 28 5/22 (2006.01)

201545457

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 變頻調速系統及方法

【英文發明名稱】 FREQUENCY-CONVERTING AND SPEED REGULATING SYSTEM  
AND METHOD OF THE SAME

## 【中文】

一種具低電壓穿越功能的變頻調速系統，包括具有整流器、直流母線以及逆變器之變頻器。變頻調速系統更包含：掉電檢測模組、升降頻率控制模組、逆變器控制模組以及運行模式選擇模組。掉電檢測模組根據電網電壓與額定饋電電壓產生掉電係數，進而產生相應的運作模式切換信號。運行模式選擇模組接收升降頻率控制模組的目標頻率信號及降頻量，根據運作模式切換信號產生輸出頻率信號。逆變器控制模組根據輸出頻率信號產生三相調製信號控制逆變器之運作。

## 【英文】

A frequency-converting and speed-regulating system having a low voltage ride through function that includes a frequency converter including a rectifier, a DC bus and an inverter is provided. The frequency-converting and speed-regulating system includes a voltage drop detecting module, a frequency control module, an inverter control module and an operation mode selecting module. The voltage drop detecting module generates a voltage drop coefficient according to a grid voltage and a rated feedback voltage to further generate an operation mode switching signal. The operation mode selecting module receives a target frequency signal from the frequency control module and a frequency decreasing amount to generate an output frequency signal according to the operation mode switching signal. The inverter control module controls the operation of the inverter according to the output frequency signal.

【指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1：變頻調速系統

100：變頻器

12：直流母線

14：逆變器

160：掉電檢測模組

162：再生發電控制模組

164：逆變器控制模組

1642：波寬調變單元

166：電流檢測模組

168：母線電壓檢測模組

10：整流器

11：電網

120A、120B：直流母線電容

15：負載電動機

161：降功率控制模組

163：升降頻率控制模組

1640：電壓頻率曲線控制單元

165：運行模式選擇模組

167：有功電流分解模組

169A、169B：加法器

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 變頻調速系統及方法

【英文發明名稱】 FREQUENCY-CONVERTING AND SPEED REGULATING SYSTEM  
AND METHOD OF THE SAME

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種變頻調速技術，且特別是有關於一種變頻調速系統及方法。

### 【先前技術】

【0002】 隨著節能減碳、綠色環保的要求，在工業系統中，變頻調速的電機應用愈來愈廣泛。近年來，高壓變頻系統需求大量增加，對性能的要求也愈來愈嚴格。許多的電網系統在設計上均希望能長時間維持變頻系統的穩定運作，盡量減少停機的時間，以提升效率。尤其大容量的變頻系統往往因為轉動慣量大，一旦電網短暫掉電使得變頻系統中斷運作，在電網恢復後需要長時間讓變頻系統回到運作的狀態。如果變頻調速系統無法穩定運作，或是讓變頻調速系統從中斷狀態恢復到運作狀態耗時過長，將大幅影響變頻調速系統的效能。

【0003】 因此，如何設計一個新的變頻調速系統及其方法，以解決上述的問題，乃為此一業界亟待解決的問題。

### 【發明內容】

【0004】 因此，本發明之一態樣是在提供一種具有低電壓穿越功能（Low Voltage Ride Through；LVRT）的變頻調速系統，包括變頻器。

變頻器包含整流器、一直流母線以及逆變器，其中整流器轉換電網電壓為直流母線電壓，逆變器藉由該直流母線與整流器電性連接，以根據該直流母線將直流母線電壓轉換為三相交流信號。變頻調速系統包含：掉電檢測模組、升降頻率控制模組、運行模式選擇模組以及逆變器控制模組。掉電檢測模組電性連接至電網，以採樣電網電壓，俾根據電網電壓與額定饋電電壓產生掉電係數，根據掉電係數產生相應的運作模式切換信號。升降頻率控制模組根據頻率給定控制信號產生目標頻率信號。運行模式選擇模組接收目標頻率信號以及降頻量，根據來自掉電檢測模組的運作模式切換信號產生輸出頻率信號。逆變器控制模組根據輸出頻率信號產生三相調製信號控制逆變器之運作。

【0005】本發明之又一態樣是在提供一種變頻調速方法，應用於一種具有低電壓穿越功能的變頻調速系統中，變頻調速系統包括變頻器。變頻器具有整流器、直流母線以及逆變器，其中整流器轉換電網電壓為直流母線電壓，逆變器藉由該直流母線將直流母線電壓轉換為三相交流信號。變頻調速方法包含：藉由變頻調速系統中，電性連接至電網之掉電檢測模組採樣電網電壓，俾根據電網電壓與額定饋電電壓值產生掉電係數，根據掉電係數產生相應的運作模式切換信號。藉由變頻調速系統之升降頻率控制模組，根據頻率給定控制信號產生目標頻率信號。藉由變頻調速系統之運行模式選擇模組，接收目標頻率信號以及降頻量，根據來自掉電檢測模組的運作模式切換信號產生輸出頻率信號。藉由變頻調速系統之逆變器控制模組，根據輸出頻率信號產生三相調製信號控制該逆變器之運作。

【0006】 應用本發明之優點在於藉由變頻調速系統的設計，依據與電網電壓相關的掉電係數決定運作模式切換信號，進而依變頻調速系統中變頻器的運作情形決定變頻量，在不同的運作模式中依相應的變頻量對變頻器進行調整，以維持整個變頻調速系統的穩定，而輕易地達到上述之目的。

【圖式簡單說明】

【0007】 第1圖為本發明一實施例中，變頻調速系統之方塊圖；

第2圖為本發明一實施例中，掉電檢測模組更詳細的方塊圖；

第3圖為本發明一實施例中，電網電壓有效值以及額定饋電電壓值之比例與掉電係數的關係圖；

第4圖為本發明一實施例中，掉電係數與運作模式切換信號之關係圖；

第5圖為本發明一實施例中，降功率控制模組更詳細的方塊圖；

第6圖為本發明一實施例中，再生發電控制模組更詳細的方塊圖；以及

第7圖為本發明一實施例中，一種變頻調速方法之流程圖。

【實施方式】

【0008】 請參照第1圖。第1圖為本發明一實施例中，變頻調速系統1之方塊圖。

【0009】 變頻調速系統1包含變頻器100、掉電檢測模組160、升降頻率控制模組163、逆變器控制模組164、運行模式選擇模組165、電流檢測模組166、有功電流分解模組167及母線電壓檢測模組168。

- 【0010】 其中，變頻器100包含整流器10、直流母線12以及逆變器14。
- 【0011】 整流器10電性連接於電網11，於一實施例中，整流器10包含複數個開關元件（未繪示），例如但不限於絕緣柵雙極電晶體（Insulated Gate Bipolar Transistor；IGBT），並藉由開關元件的導通與關閉，轉換電網11之電網電壓 $e_a$ 、 $e_b$ 及 $e_c$ 為直流母線電壓 $U_{dc}$ 。
- 【0012】 於一實施例中，變頻調速系統1可更包含濾波器，整流器10可透過濾波器接收電網電壓 $e_a$ 、 $e_b$ 及 $e_c$ 。濾波器可提供抑制流入電網11的諧波電流的作用。
- 【0013】 直流母線12用以傳遞直流母線電壓 $U_{dc}$ 。於一實施例中，直流母線12可包含直流母線電容120A及120B，提供直流母線電壓 $U_{dc}$ 的支撐和濾波作用。
- 【0014】 逆變器14藉由直流母線12與整流器10電性連接，以藉由直流母線12將直流母線電壓 $U_{dc}$ 轉換為三相交流信號 $e'_a$ 、 $e'_b$ 及 $e'_c$ 。於一實施例中，逆變器14更電性連接於負載電動機15，以藉由三相交流信號 $e'_a$ 、 $e'_b$ 及 $e'_c$ 驅動負載電動機15。
- 【0015】 掉電檢測模組160電性連接至電網11，以採樣電網電壓，並根據電網電壓與額定饋電電壓產生掉電係數 $k$ ，然後根據掉電係數 $k$ 產生對應的運作模式切換信號 $S$ 。升降頻率控制模組163根據頻率給定控制信號 $C_{freq}$ 產生目標頻率信號 $f_{target}$ 。運行模式選擇模組165接收該目標頻率信號 $f_{target}$ 以及降頻量，並根據來自掉電檢測模組160的運作模式切換信號 $S$ 產生一輸出頻率信號 $f_{out}$ 。
- 【0016】 在一具體實施例中，運行模式選擇模組165所接收的降頻量為一

動態降頻量，該動態降頻量來自一降功率控制模組161。如此一來，本發明的變頻調速系統可在正常運行模式與降功率運行模式之間切換。

【0017】 在一具體實施例中，運行模式選擇模組165所接收的降頻量為一電機再生發電降頻量，該電機再生發電降頻量來自一再生發電控制模組162。如此一來，本發明的變頻調速系統可在正常運行模式與電機再生發電運行模式之間切換。

【0018】 本領域的技術人員應當理解，在其他的實施例中，本發明的變頻調速系統可同時配置降功率控制模組161和再生發電控制模組162，從而根據掉電檢測模組160產生的實時掉電係數在正常運行模式、降功率運行模式與電機再生發電運行模式之間予以切換。換言之，掉電檢測模組160、降功率控制模組161、再生發電控制模組162、升降頻率控制模組163、逆變器控制模組164及運行模式選擇模組165可依據電網11及變頻器100的運作狀況，對變頻器100進行適應性的調整，以維持變頻調速系統1的穩定。以下將就上述各元件更詳細的結構及運作方式進行說明。

【0019】 請參照第2圖。第2圖為本發明一實施例中，掉電檢測模組160更詳細的方塊圖。

【0020】 掉電檢測模組160電性連接至電網11，並包含：檢測單元20、掉電計算單元22及運行模式計算單元24。

【0021】 檢測單元20接收電網電壓 $e_a$ 、 $e_b$ 及 $e_c$ ，以根據電網電壓 $e_a$ 、 $e_b$ 及 $e_c$ 計算產生電網電壓有效值 $e_{rms}$ 。於一實施例中，此電網電壓有效值 $e_{rms}$ 可根據例如，但不限於電網電壓 $e_a$ 、 $e_b$ 及 $e_c$ 的均方根（

root mean square) 計算產生。

- 【0022】 掉電計算單元22根據電網電壓有效值 $e_{rms}$ 以及額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 之比例計算掉電係數k。此掉電係數k係表示電網11實際運作中掉電的狀況。
- 【0023】 運行模式計算單元24根據掉電係數k產生相應的運作模式切換信號S。
- 【0024】 請同時參照第3圖及第4圖。第3圖為本發明一實施例中，電網電壓有效值 $e_{rms}$ 以及額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 之比例與掉電係數k的關係圖。第4圖為本發明一實施例中，掉電係數k與運作模式切換信號S之關係圖。
- 【0025】 於一實施例中，當電網電壓有效值 $e_{rms}$ 位於正常運行電壓下限值以上，例如90%的額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 以上，則掉電計算單元22將使掉電係數k輸出為1。此時，運行模式計算單元24判斷電網11為正常未掉電的狀況，並使運作模式切換信號S輸出為0以對應於系統的正常運行模式。
- 【0026】 當電網電壓有效值 $e_{rms}$ 位於正常運行電壓下限值以下以及降功率運行下限值以上，例如90%的額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 以下及70%的額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 以上，則掉電計算單元22將使掉電係數k輸出為電網電壓有效值 $e_{rms}$ 以及額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 之比例的值，亦即0.7~0.9範圍內的數值。運行模式計算單元24判斷電網11為輕微掉電的狀況，並使運作模式切換信號S輸出為1以對應於系統

的降功率運行模式。

【0027】 而當電網電壓有效值 $e_{rms}$ 位於降功率運行下限值以下，例如70%的額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 以下，則掉電計算單元22將使掉電係數 $k$ 輸出為0。運行模式計算單元24判斷電網11為嚴重掉電的狀況，並使運作模式切換信號 $S$ 輸出為2以對應於系統的電機再生發電運行模式。

【0028】 於注意的是，上述的運作模式切換信號 $S$ 之數值僅為一範例，於其他實施例中，亦可採用其他可做區別的數值實現。

【0029】 請參照第5圖。第5圖為本發明一實施例中，降功率控制模組161更詳細的方塊圖。

【0030】 降功率控制模組161包含參考電流計算單元50、電流差計算單元52、降頻量調節單元54、致能單元56及輸出單元58。

【0031】 參考電流計算單元50根據逆變器14之額定有功電流 $I_{rate}^*$ 及掉電係數 $k$ ，產生最大有功參考電流 $I_{ref}$ 。其中，額定有功電流 $I_{rate}^*$ 為額定頻率下，允許輸出的最大電流量。因此，最大有功參考電流 $I_{ref}$ 為根據掉電係數 $k$ 考慮電網11實際運作狀況後，所允許輸出的最大電流量。於一實施例中，參考電流計算單元50為一乘法器，以依照掉電係數 $k$ 反映的掉電比例計算最大有功參考電流 $I_{ref}$ 。

【0032】 電流差計算單元52根據最大有功參考電流 $I_{ref}$ 以及負載有功電流分量 $I_{active}$ 產生電流差 $\Delta I_{active}$ 。其中，負載有功電流分量 $I_{active}$ 的擷取，可先由第1圖所示的電流檢測模組166對逆變器14產生的三相交流信號 $e'_a$ 、 $e'_b$ 及 $e'_c$ 擷取三相電流信號 $i_A$ 、 $i_B$ 及 $i_C$ 後，

再由有功電流分解模組167自三相電流信號 $i_A$ 、 $i_B$ 及 $i_C$ 中擷取出負載有功電流分量 $I_{active}$ 。其中，負載有功電流分量 $I_{active}$ 係可用以反映逆變器14的輸出功率的大小。本領域的技術人員應當理解，在其他的示意性實施例中，除負載有功電流分量之外的、其他可反映逆變器的輸出功率的大小的電學參數也可與掉電係數相結合，以產生降頻量。於一實施例中，電流差計算單元52為例如，但不限於加法器，其一端為正輸入端，另一端負輸入端，以達到使最大有功參考電流 $I_{ref}$ 以及負載有功電流分量 $I_{active}$ 相減之功效。

【0033】降頻量調節單元54進一步根據電流差 $\Delta I_{active}$ 產生降頻量 $\Delta f1$ 。於一實施例中，降頻量調節單元54為比例積分（proportional-integral；PI）控制器或比例積分微分（proportional-integral-derivative；PID）控制器，以產生使負載有功電流分量 $I_{active}$ 追蹤最大有功參考電流 $I_{ref}$ 的降頻量 $\Delta f1$ 。

【0034】致能單元56根據電流差 $\Delta I_{active}$ 判斷負載有功電流分量 $I_{active}$ 是否大於該最大有功參考電流 $I_{ref}$ ，亦即電流差 $\Delta I_{active}$ 是否大於0。致能單元56依據此判斷結果產生訊號c。其中，當電流差 $\Delta I_{active}$ 大於0，即負載有功電流分量 $I_{active}$ 大於最大有功參考電流 $I_{ref}$ 時，訊號c輸出為高態。而當電流差 $\Delta I_{active}$ 不大於0時，訊號c係輸出為低態。

【0035】輸出單元58接收降頻量 $\Delta f1$ ，並於接收到高態的訊號c時致能，以輸出降頻量 $\Delta f1$ 。因此，輸出為高態的訊號c係為用以致能輸出單元58的致能訊號。

- 【0036】 請參照第6圖。第6圖為本發明一實施例中，再生發電控制模組162更詳細的方塊圖。
- 【0037】 再生發電控制模組162包含電壓差計算單元60、第一調節單元62、電流差計算單元64及第二調節單元66。
- 【0038】 電壓差計算單元60根據直流母線電壓 $U_{dc}$ 及維持指令電壓 $U_{dc\_ref}^*$ 計算電壓差 $\Delta U_{dc}$ 。於一實施例中，電壓差計算單元60所接收的直流母線電壓 $U_{dc}$ 的數值，係由第1圖所示的母線電壓檢測模組168所擷取。於一實施例中，電壓差計算單元60為例如，但不限於加法器，其一端為正輸入端，另一端負輸入端，以達到使直流母線電壓 $U_{dc}$ 及維持指令電壓 $U_{dc\_ref}^*$ 相減之功效。
- 【0039】 第一調節單元62根據電壓差 $\Delta U_{dc}$ 產生再生發電參考電流 $I_{active}^*$ 。於一實施例中，第一調節單元62為比例積分控制器或比例積分微分控制器，以產生使直流母線電壓 $U_{dc}$ 追蹤維持指令電壓 $U_{dc\_ref}^*$ 的再生發電參考電流 $I_{active}^*$ 。
- 【0040】 電流差計算單元64根據負載有功電流分量 $I_{active}$ 以及再生發電參考電流 $I_{active}^*$ 計算電流差 $\Delta I$ 。於一實施例中，電流差計算單元64為例如，但不限於加法器，其一端為正輸入端，另一端負輸入端，以達到使負載有功電流分量 $I_{active}$ 及再生發電參考電流 $I_{active}^*$ 相減之功效。
- 【0041】 第二調節單元66根據電流差 $\Delta I$ 產生降頻量 $\Delta f2$ 。於一實施例中，第二調節單元66為比例積分控制器或比例積分微分控制器，以產生使負載有功電流分量 $I_{active}$ 追蹤再生發電參考電流 $I_{active}^*$ 的降頻量 $\Delta f2$ 。

- 【0042】 升降頻率控制模組163根據頻率給定控制信號 $C_{freq}$ 產生目標頻率信號 $f_{target}$ 。於一實施例中，此頻率給定控制信號 $C_{freq}$ 係由使用者經由輸入模組（未繪示）所產生。
- 【0043】 運行模式選擇模組165根據前述之運行模式計算單元24由掉電係數 $k$ 產生的運作模式切換信號 $S$ 進行運行模式的選擇，以產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。於一實施例中，運行模式選擇模組165為一切換開關，以切換信號來源來產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。
- 【0044】 當運作模式切換信號 $S$ 輸出為0，即對應至變頻調速系統1的正常運行模式時，運行模式選擇模組165將選擇升降頻率控制模組163做為信號源，以直接輸出目標頻率信號 $f_{target}$ 做為輸出頻率信號 $f_{out}$ 。
- 【0045】 當運作模式切換信號 $S$ 輸出為1，即對應至變頻調速系統1的降功率運行模式時，運行模式選擇模組165將根據目標頻率信號 $f_{target}$ 以及降頻量 $\Delta f1$ 之差產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。於一實施例中，變頻調速系統1更包含加法器169A，其一端為正輸入端，另一端負輸入端，以達到使目標頻率信號 $f_{target}$ 以及降頻量 $\Delta f1$ 相減之功效。運行模式選擇模組165係選擇加法器169A做為信號源，以輸出目標頻率信號 $f_{target}$ 以及降頻量 $\Delta f1$ 之差做為輸出頻率信號 $f_{out}$ 。
- 【0046】 當運作模式切換信號 $S$ 輸出為2，即對應至變頻調速系統1的電機再生發電運行模式時，運行模式選擇模組165將根據回饋之輸出頻率信號 $f_{out}$ 以及降頻量 $\Delta f2$ 之和產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。於一實施例中，變頻調速系統1更包含加法器169B，其兩端為正輸入端

，以達到使回饋之輸出頻率信號 $f_{out}$ 以及降頻量 $\Delta f2$ 相加之功效。  
 運行模式選擇模組165係選擇加法器169B做為信號源，以回饋之輸出頻率信號 $f_{out}$ 以及降頻量 $\Delta f2$ 之和做為輸出頻率信號 $f_{out}$ 。

【0047】 逆變器控制模組164進一步根據輸出頻率信號 $f_{out}$ 產生一組調製信號 $S_A$ 、 $S_B$ 及 $S_C$ 控制逆變器14之運作。於本實施例中，逆變器控制模組164包含：電壓頻率曲線控制單元1640及波寬調變單元1642。  
 其中，電壓頻率曲線控制單元1640根據輸出頻率信號 $f_{out}$ 產生參考電壓 $V_{ref}$ ，波寬調變單元1642則根據參考電壓 $V_{ref}$ 、直流母線電壓 $U_{dc}$ 以及輸出頻率 $f_{out}$ 產生三相調製信號 $S_A$ 、 $S_B$ 及 $S_C$ ，以控制逆變器14包含的開關元件。

【0048】 需注意的是，第1圖所繪示的逆變器控制模組164僅為一範例，於其他實施例中，亦可能由其他架構實現逆變器控制模組164。

【0049】 由於電網11發生輕微掉電時，如變頻調速系統1輸出功率不變，將導致輸入功率不變而產生大輸入電流。因此，藉由降頻量 $\Delta f1$ 的調整，電壓調變裝置將可在電網11輕微掉電時，使逆變器11與其驅動的負載電動機15降低消耗的功率，避免大輸入電流的產生觸發過電流保護機制，而維持變頻調速系統1的穩定運作。

【0050】 而當電網11發生嚴重掉電時，變頻調速系統1將暫停運作。此時，藉由降頻量 $\Delta f2$ 的調變，逆變器14將可使其驅動的負載電動機15進行再生發電，以維持住母線直流電壓 $U_{dc}$ ，以在電網11的電力回復使變頻調速系統1再次運作時，縮減甚至消除其中斷運作的時間。

【0051】 請參照第7圖。第7圖為本發明一實施例中，一種變頻調速方法

700之流程圖。變頻調速方法700可應用於如第1圖所示的變頻調速系統1中。變頻調速方法700包含下列步驟。

- 【0052】 於步驟701，藉由掉電檢測模組160採樣電網電壓有效值 $e_{rms}$ ，俾根據電網電壓有效值 $e_{rm}$ 與額定饋電電壓值 $U_{ACV}$ 產生掉電係數 $k$ ，並根據掉電係數 $k$ 產生相應的運作模式切換信號 $S$ 。
- 【0053】 於步驟702，藉由降功率控制模組161，根據掉電係數 $k$ 以及逆變器14輸出之輸出功率相關的負載有功電流分量 $I_{active}$ 產生降頻量 $\Delta f1$ 。其中，負載有功電流分量 $I_{active}$ 係可用以反映逆變器14的輸出功率的大小。
- 【0054】 於步驟703，藉由再生發電控制模組162，根據直流母線電壓 $U_{dc}$ 及負載有功電流分量 $I_{active}$ 產生降頻量 $\Delta f2$ 。
- 【0055】 於步驟704，藉由升降頻率控制模組163，根據頻率給定控制信號 $C_{freq}$ 產生目標頻率信號 $f_{target}$ 。
- 【0056】 於步驟705，判斷變頻調速系統1是否為正常運行模式。當變頻調速系統1為正常運行模式，運作模式切換信號 $S$ 使運行模式選擇模組165於步驟706根據目標頻率信號 $f_{target}$ 產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。
- 【0057】 當變頻調速系統1不為正常運行模式，流程於步驟707判斷變頻調速系統1是否為降功率運行模式。當變頻調速系統1為降功率運行模式時，運作模式切換信號 $S$ 使運行模式選擇模組165於步驟708根據目標頻率信號 $f_{target}$ 以及降頻量 $\Delta f1$ 之差產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。

【0058】 當變頻調速系統1不為降功率運行模式，流程於步驟709判斷變頻調速系統1為電機再生發電運行模式，運作模式切換信號S使運行模式選擇模組165根據回饋之輸出頻率信號 $f_{out}$ 以及降頻量 $\Delta f_2$ 之和產生輸出頻率信號 $f_{out}$ 。

【0059】 接著，在步驟706、708或709完成後，流程將於步驟710，藉由逆變器控制模組164，根據輸出頻率信號 $f_{out}$ 產生三相調製信號 $S_A$ 、 $S_B$ 及 $S_C$ 控制逆變器14之運作。

【0060】 同樣地，本領域的技術人員應當理解，上述變頻調速方法700僅為本發明的一示意性實施例。在其他的一些實施例中，變頻調速系統可僅包含正常運行模式與降功率運行模式，則對應的變頻調速方法只需判斷系統是否處於上述兩種模式。在其他的另一些實施例中，變頻調速系統可僅包含正常運行模式與電機再生發電運行模式，則對應的變頻調速方法也只需判斷系統是否處於這兩種模式。

【0061】 雖然本揭示內容已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本揭示內容，任何熟習此技藝者，在不脫離本揭示內容之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本揭示內容之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

#### 【符號說明】

【0062】 1：變頻調速系統

11：電網

120A、120B：直流母線電容

- 15：負載電動機
- 160：掉電檢測模組
- 162：再生發電控制模組
- 164：逆變器控制模組
- 1642：波寬調變單元
- 166：電流檢測模組
- 168：母線電壓檢測模組
- 20：檢測單元
- 24：運行模式計算單元
- 52：電流差計算單元
- 56：致能單元
- 60：電壓差計算單元
- 64：電流差計算單元
- 700：變頻調速方法
- 10：整流器
- 12：直流母線
- 14：逆變器
- 100：變頻器
- 161：降功率控制模組

- 163：升降頻率控制模組
- 1640：電壓頻率曲線控制單元
- 165：運行模式選擇模組
- 167：有功電流分解模組
- 169A、169B：加法器
- 22：掉電計算單元
- 50：參考電流計算單元
- 54：降頻量調節單元
- 58：輸出單元
- 62：第一調節單元
- 66：第二調節單元
- 701-710：步驟

## 【發明申請專利範圍】

- 【第1項】** 一種具有低電壓穿越功能（Low Voltage Ride Through，LVRT）的變頻調速系統，包括一變頻器，該變頻器具有一整流器、一直流母線以及一逆變器，其中該整流器轉換一電網電壓為一直流母線電壓，該逆變器藉由該直流母線將該直流母線電壓轉換為一三相交流信號，該變頻調速系統還包含：
- 一掉電檢測模組，電性連接至電網，以採樣該電網電壓，俾根據該電網電壓與一額定饋電電壓產生一掉電係數，根據該掉電係數產生一相應的運作模式切換信號；
  - 一升降頻率控制模組，用以根據一頻率給定控制信號產生一目標頻率信號；
  - 一運行模式選擇模組，用以接收該目標頻率信號以及一降頻量，根據來自該掉電檢測模組的該運作模式切換信號產生一輸出頻率信號；以及
  - 一逆變器控制模組，用以根據該輸出頻率信號產生一三相調製信號控制該逆變器之運作。
- 【第2項】** 如請求項1所述之變頻調速系統，更包含一降功率控制模組，用以根據該掉電係數以及反映該逆變器之輸出功率的一電學參數，產生該降頻量。
- 【第3項】** 如請求項2所述之變頻調速系統，其中該降功率控制模組更包含：
- 一參考電流計算單元，用以根據該逆變器之一額定有功電流以及

該掉電係數產生一最大有功參考電流；

一電流差計算單元，用以根據該最大有功參考電流以及該電學參數產生一電流差，其中該電學參數為該逆變器之一負載有功電流分量；

一降頻量調節單元，用以根據該電流差產生該降頻量；

一致能單元，用以根據該電流差判斷該負載有功電流分量是否大於該最大有功參考電流，以於該負載有功電流分量大於該最大有功參考電流時，產生一致能訊號；以及

一輸出單元，用以接收該致能訊號時輸出該降頻量。

**【第4項】** 如請求項2所述之變頻調速系統，其中，當該變頻調速系統為一降功率運行模式時，該運作模式切換信號使該運行模式選擇模組根據該目標頻率信號以及該降頻量之差產生該輸出頻率信號。

**【第5項】** 如請求項1所述之變頻調速系統，更包含一再生發電控制模組，用以接收該直流母線電壓、一維持指令電壓以及反映該逆變器之輸出功率的一電學參數，產生該降頻量。

**【第6項】** 如請求項5所述之變頻調速系統，其中，當該變頻調速系統為一電機再生發電運行模式時，該運作模式切換信號使該運行模式選擇模組根據回饋之該輸出頻率信號以及該降頻量之和產生該輸出頻率信號。

**【第7項】** 如請求項5所述之變頻調速系統，其中該再生發電控制模組更包含：

一電壓差計算單元，用以根據該直流母線電壓及該維持指令電壓計算一電壓差；

一第一調節單元，用以根據該電壓差產生一再生發電參考電流；

一電流差計算單元，用以根據該電學參數以及該再生發電參考電

流計算一電流差，其中該電學參數為該逆變器之一負載有功電流分量；以及

一第二調節單元，用以根據該電流差產生該降頻量。

**【第8項】** 如請求項1所述之變頻調速系統，更包含：

一電流檢測模組，電性連接於該逆變器，以採樣該逆變器輸出之該三相交流信號中的一三相電流信號；

一有功電流分解模組，俾自該三相電流信號擷取該逆變器之一負載有功電流分量；以及

一母線電壓檢測模組，電性連接於該直流母線，以採樣產生該直流母線電壓。

**【第9項】** 如請求項1所述之變頻調速系統，其中該掉電檢測

模組更包含：

一檢測單元，用以接收該電網電壓，以根據該電網電壓計算產生一電網電壓有效值；

一掉電計算單元，用以根據該電網電壓有效值以及該額定饋電電壓值之比例計算該掉電係數；以及

一運行模式計算單元，用以根據該掉電係數產生相應的該運作模式切換信號。

**【第10項】** 如請求項9所述之變頻調速系統，其中當該掉電係數介於0.7~0.9時，該運作模式切換信號對應於系統的降功率運行模式。

**【第11項】** 一種變頻調速方法，應用於一種具有低電壓穿越功能的變頻調速系統中，該變頻調速系統包括一變頻器，該變頻器具有一整流器、一直流母線以及一逆變器，其中該整流器轉換一電網電壓為一直流母線電壓，該逆變器藉由該直流母線將該直流母線電壓轉換為一三相交流信號，該變頻調速方法包含：

藉由該變頻調速系統中，電性連接至一電網之一掉電檢測模組採樣該電網電壓，俾根據該電網電壓與一額定饋電電壓值產生一掉電係數，根據該掉電係數產生一相應的運作模式切換信號；

藉由該變頻調速系統之一升降頻率控制模組，根據一頻率給定控制信號產生一目標頻率信號；

藉由該變頻調速系統之一運行模式選擇模組，接收該目標頻率信號以及一降頻量，根據來自該掉電檢測模組的該運作模式切換信號產生一輸出頻率信號；以及

藉由該變頻調速系統之一逆變器控制模組，根據該輸出頻率信號產生一三相調製信號控制該逆變器之運作。

**【第12項】** 如請求項11所述之變頻調速方法，更包含藉由該變頻調速系統之一降功率控制模組，根據該掉電係數以及反映該逆變器之輸出功率的一電學參數產生該降頻量。

**【第13項】** 如請求項12所述之變頻調速方法，更包含：

藉由該降功率控制模組之一參考電流計算單元，該逆變器之一額定有功電流以及該掉電係數產生一最大有功參考電流；

藉由該降功率控制模組之一電流差計算單元，根據該最大有功參考電流以及該電學參數產生一電流差，其中該電學參數為該逆變器之一負載有功電流分量；

藉由該降功率控制模組之一降頻量調節單元，根據該電流差產生該降頻量；

藉由該降功率控制模組之一致能單元，根據該電流差判斷該負載有功電流分量是否大於該最大有功參考電流，以於該負載有功電流分量大於該最大有功參考電流時，產生一致能訊號；以及

藉由該降功率控制模組之一輸出單元，在接收到該致能訊號時輸

出該降頻量。

【第14項】 如請求項12所述之變頻調速方法，更包含：

當該變頻調速系統為一降功率運行模式時，該運作模式切換信號使該運行模式選擇模組根據該目標頻率信號以及該動態降頻量之差產生該輸出頻率信號。

【第15項】 如請求項11所述之變頻調速方法，更包含：

藉由該變頻調速系統之一再生發電控制模組，接收該直流母線電壓、一維持指令電壓以及反映該逆變器之輸出功率之一電學參數，產生該降頻量。

【第16項】 如請求項15所述之變頻調速方法，更包含：

當該變頻調速系統為一電機再生發電運行模式時，該運作模式切換信號使該運行模式選擇模組根據回饋之該輸出頻率信號以及該降頻量之和產生該輸出頻率信號。

【第17項】 如請求項15所述之變頻調速方法，更包含：

藉由該再生發電控制模組之一電壓差計算單元，根據該直流母線電壓及一維持指令電壓計算一電壓差；

藉由該再生發電控制模組之一第一調節單元，根據該電壓差產生一再生發電參考電流；

藉由該再生發電控制模組之一電流差計算單元，根據該電學參數以及該再生發電參考電流計算一電流差，其中該電學參數為該逆變器之一負載有功電流分量；以及

藉由該再生發電控制模組之一第二調節單元，根據該電流差產生該降頻量。

【第18項】 如請求項11所述之變頻調速方法，更包含：

藉由該變頻調速系統中，電性連接於該逆變器之一電流檢測模組

，採樣該逆變器輸出之該三相交流信號中的一三相電流信號；  
藉由該變頻調速系統之一有功電流分解模組自該三相電流信號擷取該逆變器之一負載有功電流分量；以及  
藉由該變頻調速系統中，電性連接於該直流母線之一母線電壓檢測模組，採樣產生該直流母線電壓。

【第19項】 如請求項11所述之變頻調速方法，更包含：

藉由該掉電檢測模組之一檢測單元，接收該電網電壓，以根據該電網電壓計算產生一電網電壓有效值；

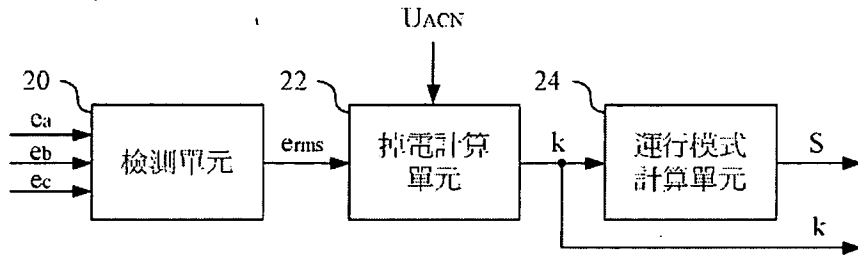
藉由該掉電檢測模組之一掉電計算單元，根據該電網電壓有效值以及一額定饋電電壓值之比例計算該掉電係數；以及

藉由該掉電檢測模組之一運行模式計算單元，根據該掉電係數產生相應的該運作模式切換信號。

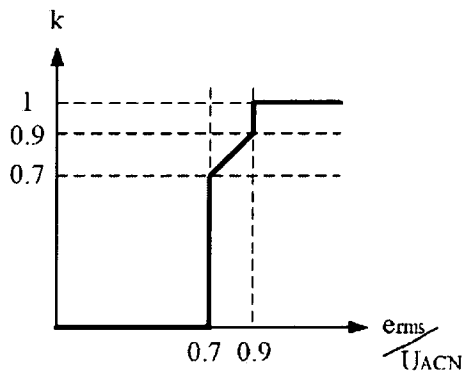
【第20項】 如請求項19所述之變頻調速方法，其中當該掉電係數介於0.7~0.9時，該運作模式切換信號對應於系統的降功率運行模式。



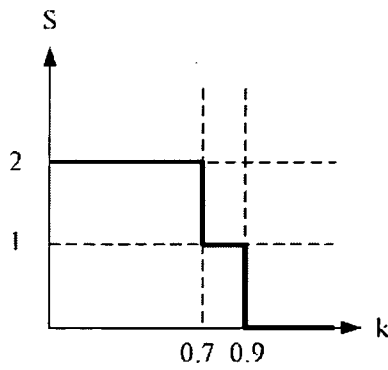
160



第2圖

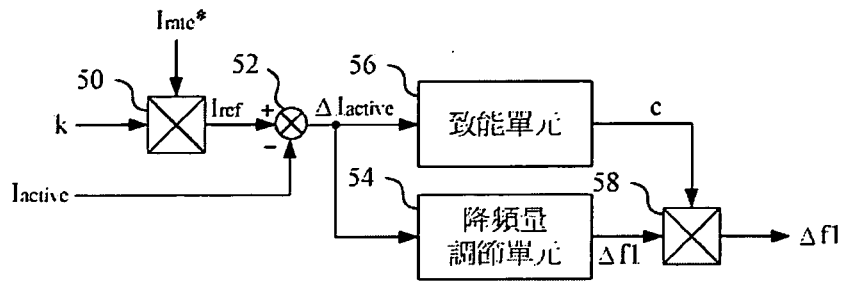


第3圖



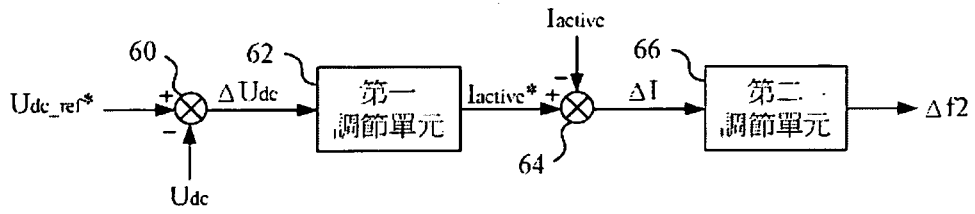
第4圖

161

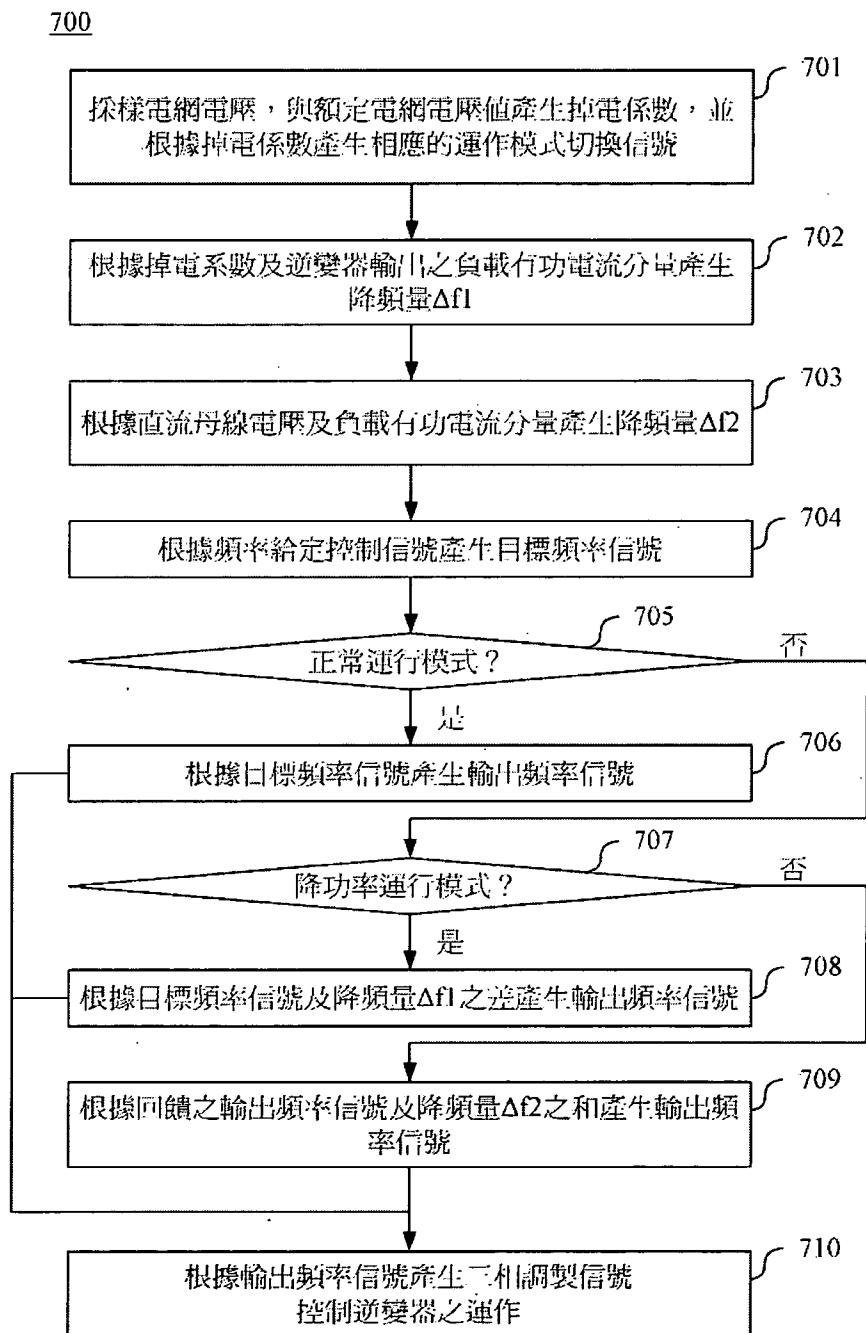


第5圖

162



第6圖



第7圖