



(21) 申請案號：111113776

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 12 日

(51) Int. Cl. : F01K23/02 (2006.01)

F01D13/02 (2006.01)

H02J3/14 (2006.01)

H02J3/38 (2006.01)

(30) 優先權：2021/05/06 美國

17/313,406

(71) 申請人：美商奇異電器公司 (美國) GENERAL ELECTRIC COMPANY (US)
美國(72) 發明人：明托 卡爾迪恩 MINTO, KARL DEAN (US)；休伊 約翰羅傑斯 HUEY, JOHN
ROGERS (US)；羅倫 昆汀 LORRON, QUENTIN (FR)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 40 頁

(54) 名稱

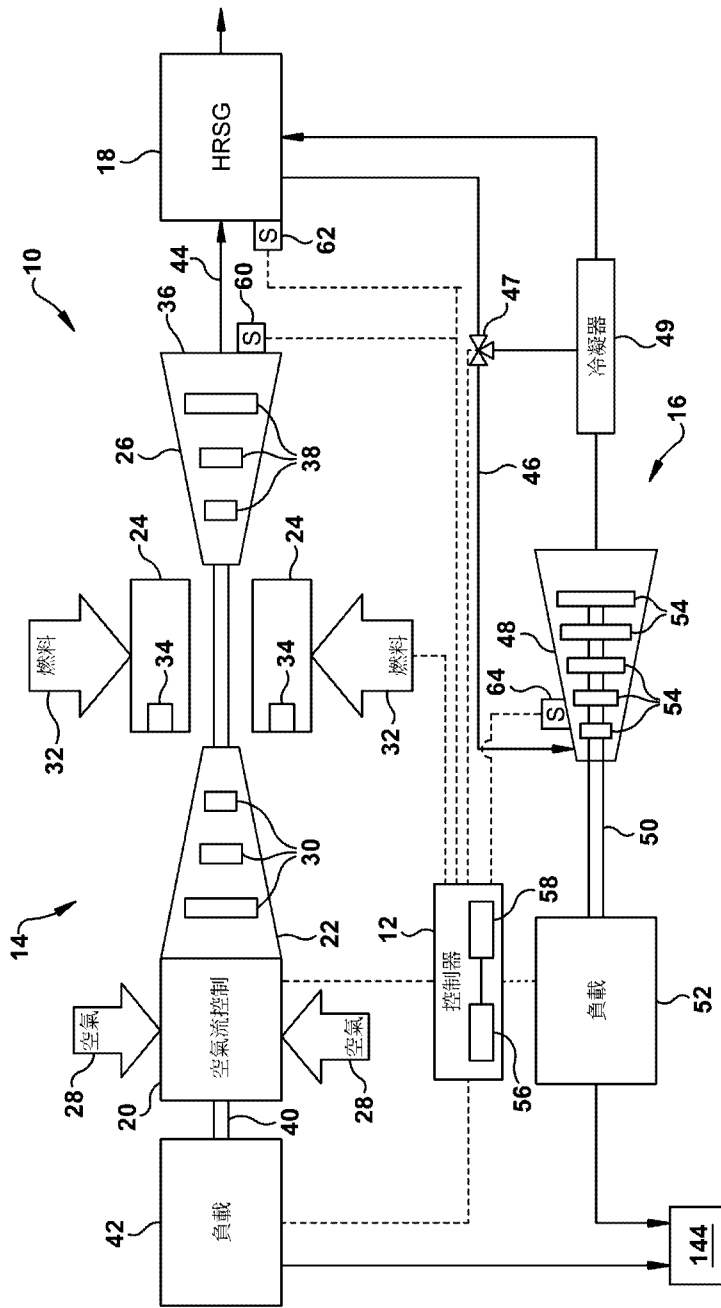
用於在電網恢復中區塊加載的協調複循環發電廠回應

(57) 摘要

一種用於用複循環發電廠(CCPP) (10) 區塊加載電網(144)的方法包括在一孤島模式下操作 CCPP (10) 的燃氣渦輪系統(14)，其中 CCPP (10) 之蒸汽渦輪系統(16) 係離線(46) 狀態，僅使轉動機構旋轉；根據蒸汽渦輪系統(16) 的溫度匹配條件加載蒸汽渦輪系統(16)，蒸汽渦輪系統(16) 的加載包括控制饋入至蒸汽渦輪系統(16) 的燃氣渦輪(26) 排放、及燃氣渦輪(26) 排放溫度加熱蒸汽渦輪系統(16) 並符合蒸汽渦輪系統(16) 的溫度匹配條件；其中控制燃氣渦輪(26) 排放包括控制至燃氣渦輪系統(14) 的燃料(32) 流及氣流；及操作燃氣渦輪系統(14) 及蒸汽渦輪系統(16) 中之至少一者，以自燃氣渦輪系統(14) 及蒸汽渦輪系統(16) 中之至少一者上的負載(52) 區塊加載(52) 電網(144)。

A method for block loading an electrical grid (144) with a combined cycle power plant (CCPP) (10) includes operating a gas turbine system (14) of the CCPP (10) in an islanding mode with a steam turbine system (16) of the CCPP (10) off line (46) with turning gear rotating only; loading the steam turbine system (16) accordingly to temperature matching conditions of the steam turbine system (16), the loading of the steam turbine system (16) includes controlling gas turbine (26) exhaust fed to the steam turbine system (16) and the gas turbine (26) exhaust temperature heats the steam turbine system (16) and to meet temperature matching conditions of the steam turbine system (16); wherein controlling gas turbine (26) exhaust includes controlling fuel (32) flow and air flow to the gas turbine system (14); and operating at least one of the gas turbine system (14) and steam turbine system (16) to block load (52) the electrical grid (144) from a load (52) on at least one of gas turbine system (14) and steam turbine system (16).

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:複循環發電廠
- 12:控制器
- 14:燃氣渦輪系統
- 16:蒸汽渦輪系統
- 18:熱回收蒸汽產生器 (HRSG)
- 20:氣流控制模組
- 22:壓縮機
- 24:燃燒器
- 26:渦輪
- 28:氧化劑、空氣
- 30:轉子盤
- 32:燃料
- 34:燃料噴嘴
- 36:排放出口
- 38:渦輪轉子盤
- 40:軸
- 42:負載或發電機
- 44:排放氣體
- 46:熱加壓蒸汽、管線
- 48:蒸汽渦輪
- 49:冷凝器
- 50:軸
- 52:負載
- 54:渦輪轉子盤
- 56:記憶體
- 58:處理器
- 60:排放氣體溫度感測器
- 62:HRSG 蒸汽溫度感測器
- 64:蒸汽渦輪金屬溫度感測器
- 144:電網



【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於在電網恢復中區塊加載的協調複循環發電廠回應

【英文發明名稱】 COORDINATED COMBINED CYCLE POWER PLANT
RESPONSE FOR BLOCK LOADING IN GRID
RESTORATION

【中文】

一種用於用複循環發電廠(CCPP) (10)區塊加載電網(144)的方法包括在一孤島模式下操作CCPP (10)的燃氣渦輪系統(14)，其中CCPP (10)之蒸汽渦輪系統(16)係離線(46)狀態，僅使轉動機構旋轉；根據蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件加載蒸汽渦輪系統(16)，蒸汽渦輪系統(16)的加載包括控制饋入至蒸汽渦輪系統(16)的燃氣渦輪(26)排放、及燃氣渦輪(26)排放溫度加熱蒸汽渦輪系統(16)並符合蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件；其中控制燃氣渦輪(26)排放包括控制至燃氣渦輪系統(14)的燃料(32)流及氣流；及操作燃氣渦輪系統(14)及蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者，以自燃氣渦輪系統(14)及蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者上的負載(52)區塊加載(52)電網(144)。

【英文】

A method for block loading an electrical grid (144) with a combined cycle power plant (CCPP) (10) includes operating a gas turbine system (14) of the CCPP (10) in an islanding mode with a steam turbine system (16) of the CCPP (10) off line (46) with turning gear rotating only; loading the steam turbine system (16) accordingly to temperature matching conditions of the steam turbine system (16), the loading of the

steam turbine system (16) includes controlling gas turbine (26) exhaust fed to the steam turbine system (16) and the gas turbine (26) exhaust temperature heats the steam turbine system (16) and to meet temperature matching conditions of the steam turbine system (16); wherein controlling gas turbine (26) exhaust includes controlling fuel (32) flow and air flow to the gas turbine system (14); and operating at least one of the gas turbine system (14) and steam turbine system (16) to block load (52) the electrical grid (144) from a load (52) on at least one of gas turbine system (14) and steam turbine system (16).

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10:複循環發電廠

12:控制器

14:燃氣渦輪系統

16:蒸汽渦輪系統

18:熱回收蒸汽產生器(HRSG)

20:氣流控制模組

22:壓縮機

24:燃燒器

26:渦輪

28:氧化劑、空氣

30:轉子盤

32:燃料

34:燃料噴嘴

36:排放出口

38:渦輪轉子盤

40:軸

42:負載或發電機

44:排放氣體

46:熱加壓蒸汽、管線

48:蒸汽渦輪

49:冷凝器

50:軸

52:負載

54:渦輪轉子盤

56:記憶體

58:處理器

60:排放氣體溫度感測器

62:HRSG蒸汽溫度感測器

64:蒸汽渦輪金屬溫度感測器

144:電網

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於在電網恢復中區塊加載的協調複循環發電廠回應

【英文發明名稱】 COORDINATED COMBINED CYCLE POWER PLANT
RESPONSE FOR BLOCK LOADING IN GRID
RESTORATION

【技術領域】

【0001】 本文所揭示之標的係關於複循環發電廠，且更具體而言係關於用於自複循環發電廠加載電網的系統、控制、及方法。

【先前技術】

【0002】 複循環發電廠組合燃氣渦輪系統與蒸汽渦輪系統，以在產生電力的同時降低能源浪費。在操作中，燃氣渦輪系統燃燒燃料空氣混合物，以形成驅動負載（諸如發電機）的扭矩。為了降低能源浪費，複循環發電廠將燃氣渦輪系統排放氣體中的熱能用來形成蒸汽。蒸汽行進通過蒸汽渦輪系統且可形成驅動負載（諸如但不限於發電機）的動力。電網可能接收來自各種來源的電力，從而增加複循環發電廠必須按需求調整其至電網之電力輸出的次數。

【發明內容】

【0003】 下文所提及之所有態樣、實例及特徵可依任何技術上可行方式來組合。

【0004】 本揭露之一態樣提供一種用一複循環發電廠區塊加載一電網的方法。該方法包含：在一孤島模式下操作該複循環發電廠的一燃氣渦輪系統，其中該複循環發電廠之一蒸汽渦輪系統係離線狀態，僅使轉動機構(turning gear)旋轉；根據該蒸汽渦輪系統的溫度匹配條件加載該蒸汽渦輪系統，該蒸汽渦輪系統的該加載包括如控制饋入至該蒸汽渦輪系統的燃氣渦輪排放、及燃氣渦輪排放溫度加熱該蒸汽渦輪系統並符合該蒸汽渦輪系統的溫度匹配條件；其中控制燃氣渦輪排放包括控制至該燃氣渦輪系統的燃料流及氣流；及操作該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統中之至少一者，以自該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統中之至少一者上的一負載區塊加載該電網。

【0005】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一態樣，且其中當該燃氣渦輪系統處於該孤島模式時，僅該複循環發電廠的該燃氣渦輪系統提供電力至該電網。

【0006】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一進一步態樣，且其中當符合該蒸汽渦輪系統的該等溫度匹配條件時，該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統兩者提供電力至該電網。

【0007】 如前述態樣中任一項之本揭露的進一步態樣，且其中控制燃氣渦輪排放溫度包括控制至該燃氣渦輪系統的燃料流。

【0008】 如前述態樣中任一項之本揭露的又再進一步態樣，且其中控制燃氣渦輪排放溫度包括控制至該燃氣渦輪系統的氣流。

【0009】 如前述態樣中任一項之本揭露的又一態樣，且其中該蒸汽渦輪系統包括一熱回收蒸汽產生器，該方法進一步包括將燃氣渦輪排放氣體流動至該蒸汽渦輪系統的該熱回收蒸汽產生器，且進一步控制提供至該熱回收蒸汽產

生器之該燃氣渦輪排放的溫度，以用於控制至該燃氣渦輪系統之燃料流的溫度匹配條件。

【0010】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一態樣，且其中該電網的該區塊加載係藉由跟隨可變加載路徑，該等可變加載路徑係取決於下列中之至少一者：至該燃氣渦輪系統之燃料流的控制；至該燃氣渦輪系統之氣流的控制；及燃氣渦輪排放與該蒸汽渦輪系統之溫度匹配條件之間的溫度匹配。

【0011】 如前述態樣中任一項之本揭露的一態樣，且其中該蒸汽渦輪系統包括一熱回收蒸汽產生器，該方法進一步包括將燃氣渦輪排放氣體流動至該蒸汽渦輪系統的該熱回收蒸汽產生器，且進一步控制提供至該熱回收蒸汽產生器之該燃氣渦輪排放的溫度，以用於控制至該燃氣渦輪系統之燃料流的溫度匹配條件。

【0012】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一進一步態樣，且其中在該燃氣渦輪排放溫度與該等蒸汽渦輪系統溫度匹配條件之間的該等溫度匹配條件已符合一臨限對應值之後，該蒸汽渦輪系統可區塊加載該電網。

【0013】 如前述態樣中任一項之本揭露的又另進一步態樣，且其中在該孤島模式下操作該燃氣渦輪系統進一步包括預熱蒸汽渦輪系統組件；該方法進一步包括在一中間負載條件下操作該燃氣渦輪系統，直至該蒸汽渦輪系統的一蒸汽渦輪開始加速至全速為止。

【0014】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一態樣，且其中蒸汽渦輪系統的加載繼續，直至該蒸汽渦輪系統的一蒸汽渦輪進入入口壓力控制且燃氣渦輪排放氣體符合蒸汽渦輪系統的溫度匹配條件為止。

【0015】 如前述態樣中任一項之本揭露的又另一態樣，且其中一旦符合溫度匹配條件，則該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統的加載同時繼續直至該區塊加載完成為止，且該電網的後續加載可自連接至該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統的負載繼續。

【0016】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一額外態樣，且其中藉由該燃氣渦輪系統之該電網的加載經控制以確保該蒸汽渦輪系統加載不會導致該燃氣渦輪系統卸載至該電網到危害對於該複循環發電廠之輔助負載的支援的程度。

【0017】 本揭露之一態樣提供一種用於用一複循環發電廠區塊加載一電網的控制器，該控制使得該複循環發電廠能夠靈活地操作並加載該複循環發電廠的一燃氣渦輪系統，該控制器實現在一孤島模式下操作該複循環發電廠的一燃氣渦輪系統，其中該複循環發電廠之一蒸汽渦輪系統係離線狀態，僅使轉動機構旋轉；根據該蒸汽渦輪系統的溫度匹配條件加載該蒸汽渦輪系統，該蒸汽渦輪系統的該加載包括如控制饋入至該蒸汽渦輪系統的燃氣渦輪排放、及燃氣渦輪排放溫度加熱該蒸汽渦輪系統並符合該蒸汽渦輪系統的溫度匹配條件；其中控制燃氣渦輪排放包括控制至該燃氣渦輪系統的燃料流及氣流；及操作該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統中之至少一者，以自該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統中之至少一者上的一負載區塊加載該電網。

【0018】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一態樣，且其中該控制器進一步管理：當該燃氣渦輪系統處於該孤島模式時，僅該複循環發電廠的該燃氣渦輪系統提供電力至該電網。

【0019】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一進一步態樣，且其中當符合該蒸汽渦輪系統的該等溫度匹配條件時，該燃氣渦輪系統及該蒸汽渦輪系統兩者提供電力至該電網。

【0020】 如前述態樣中任一項之本揭露的又另一態樣，且其中該控制器進一步藉由控制至該燃氣渦輪系統的燃料流來管理燃氣渦輪排放溫度。

【0021】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一額外態樣，且其中該控制器進一步藉由控制至該燃氣渦輪系統的氣流來管理燃氣渦輪排放溫度。

【0022】 如前述態樣中任一項之本揭露的另一態樣，且其中該蒸汽渦輪系統包括一熱回收蒸汽產生器，該控制器進一步引導將該燃氣渦輪排放氣體流動至該蒸汽渦輪系統的該熱回收蒸汽產生器，且進一步控制提供至該熱回收蒸汽產生器之該燃氣渦輪排放的溫度，以用於控制至該燃氣渦輪系統之燃料流的溫度匹配條件。

【0023】 如前述態樣中任一項之本揭露的一態樣，且其中該控制器係回應於藉由跟隨可變加載路徑之該電網的區塊加載，該等可變加載路徑係取決於下列中之至少一者：至該燃氣渦輪系統之燃料流的控制；至該燃氣渦輪系統之氣流的控制；及燃氣渦輪排放與該蒸汽渦輪系統之溫度匹配條件之間的溫度匹配。

【0024】 本揭露中所描述之二或更多個態樣，包括本[發明內容]段落中所述之彼等態樣，可經組合以形成未具體描述於本文中之實施方案。

【0025】 在隨附附圖及下文描述中闡述一或多個實施方案之細節。其他特徵、目的及優點將從實施方式及圖式以及申請專利範圍而顯而易見。

【0026】 本揭露之說明性態樣經設計以解決本文所述的問題及/或未討論之其他問題。

【圖式簡單說明】

【0027】 從下文本揭露之各種態樣的詳細說明連同描繪本揭露之各種實施例之附圖，將更容易理解本揭露之這些及其他特徵，其中：

〔圖1〕係根據本揭露之實施例的具有實現沿不同負載路徑之加載之控制器的複循環發電廠之實施例的示意圖；

〔圖2〕係根據本揭露之實施例的顯示可變負載路徑之在停電發生後藉由複循環發電廠之電網區塊加載的非限制性說明圖示；及

〔圖3〕係根據本揭露之實施例的繪示區1、區2、及區3之在停電發生後藉由複循環發電廠之電網區塊加載的非限制性說明圖示；及

〔圖4〕係在停電發生後藉由複循環發電廠之電網區塊加載的流程圖。

【0028】 請注意，本揭露的圖式並未按比例。圖式意欲僅描繪本揭露的一般態樣，且因此不應被視為限制本揭露的範圍。在圖式中，圖式之間類似編號表示類似元件。

【實施方式】

【0029】 首先，為清楚地描述本技術，當提及並描述在複循環發電廠內用以加載電力網的相關機器組件時，將有必要選擇特定用語。在可能的情況下，常見業界用語將以與其被接受的含義一致的方式使用及採用。除非另有說明，此類用語應給出與本申請案之上下文及隨附申請專利範圍之範圍一致的廣

義解釋。所屬技術領域中具有通常知識者將理解，一特定組件常可使用數種不同或重疊的用語來指稱。本文中可描述為一單一部件者可包括及可係在另一上下文中參考為由多個組件所組成。替代地，本文中可描述為包括多個組件者可於其他處稱為一單一部件。

【0030】 此外，可在本文中規則地使用數個描述性用語，並且應證明在此區段開始定義這些用語係有幫助的。除非另有說明，否則這些用語及其等之定義如下。如本文中所使用，「下游(downstream)」及「上游(upstream)」係指示相對於流體（諸如通過渦輪引擎的工作流體，或例如流動通過燃燒器的氣體，或通過渦輪的組件系統之一者的冷卻劑）流動的方向之用語。用語「下游(downstream)」對應於流體之流動方向，而用語「上游(upstream)」係指相對於該流動的方向。用語「前(forward)」及「尾(aft)」在沒有任何進一步特定性的情況中係指方向，其中「前(forward)」係指在引擎之前方或壓縮機端，而「尾(aft)」係指引擎之後方或渦輪端。

【0031】 常常需要描述相對於中心軸設置在不同的徑向位置的部件。用語「徑向(radial)」係指垂直於一軸的移動或位置。例如，若第一組件的駐留處比第二組件更靠近軸，在本文中將陳述為第一組件係在第二組件的「徑向向內」處或在第二組件的「內側」。另一方面，若第一組件駐留在比第二組件更遠離該軸，將於本文中敘述第一組件「徑向向外」於第二組件或在第二組件「外側」。用語「軸向(axial)」係指平行於一軸的移動或位置。最後，用語「周向(circumferential)」係指繞著一軸的移動或位置。應理解此類用語可相關於渦輪的中心軸應用。

【0032】 另外，數個描述性用語可經常使用在本文中，如下文所描述者。用語「第一(first)」、「第二(second)」、及「第三(third)」可互換地使用以區分一組件與另一組件，且未意圖表示個別組件的地點或重要性。

【0033】 本文中使用的術語僅係為了描述特定實施例之目的，並且不意欲限制本揭露。如本文中所使用的，除非上下文另有明確指示，單數形式「一(a/an)」及「該(the)」亦意圖包括複數形式。應進一步瞭解，當用於本說明書中時，用語「包含(comprise)」及/或「包含(comprising)」指定所陳述之特徵、整數、步驟、操作、元件、及/或組件的存在，但不排除存在或添加一或更多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件、組件、及/或其群組。「可選的(optional)」或「可選地(optionally)」意指後續描述的事件或情形可能發生或可能不發生，且該說明包括該事件發生的情況及該事件不發生的情況。

【0034】 如藉由本揭露所體現，「區塊加載(block loading)」意指在網路恢復期間用各種大小的負載提供電力至區塊。網路恢復可在電網失效（諸如但不限於，停電）後發生。例如，待恢復之電網中的一個區塊可包括任何數目個單元，諸如1個至約100個「單元」（例如，但不對實施例具限制性，其中「單元」係一房子、至儀表的單獨饋入、及類似者）。後續區塊可包括比「一個」區塊更多或更少的單元，例如5個單元、75個單元、250個單元、500個單元、1000個單元、或任何數目個單元。本文所述之單元及區塊的數目對本揭露僅係例示性，且不意欲以任何方式限制實施例。

【0035】 本發明之一或多個具體實施例將於下文描述。為了提供這些實施例的簡潔敘述，實際實施方案的所有特徵可能未描述於本說明書中。應瞭解，在任何此類實際實施方案的發展中，如任何工程設計或設計項目中，必須

作出數個實施方案具體決策以達成開發商的特定目標，諸如遵守可能隨著不同實施方案而變化的系統相關及商業相關的約束。此外，應理解，此一發展努力可能係複雜且耗費時間的，但仍將係受益於本揭露之所屬技術領域中具有通常知識者所從事之設計、加工、及製造的常規工作。

【0036】 當介紹本發明之各種實施例的元件時，冠詞「一(a)」、「一(an)」、「該(the)」、及「所述(said)」係意欲指出存在著元件的一或多者。用語「包含(comprising)」、「包括(including)」、及「具有(having)」係意欲為包含性，且意指可存在除了所列元件之外的額外元件。

【0037】 本揭露之實施例包括用於協調配置在複循環發電廠中之燃氣渦輪及蒸汽渦輪在回應於停電電網的恢復中發生的區塊負載時的動作之控制、系統、及方法。實施例之一態樣提供恢復停電電網的複循環發電廠，而不添加新的硬體。換言之，複循環發電廠僅具有控制系統或僅限軟體的升級。據此，實施例之態樣亦使燃氣渦輪及蒸汽渦輪能夠恢復停電電網，因此提供增加的複循環發電廠輸出且縮短電網恢復時間。

【0038】 本揭露之另一態樣實現在一複循環發電廠(CCPP)中對於燃氣及蒸汽渦輪回應的協調，以在一停電事件後的恢復期間對電網進行區塊加載。複循環發電廠中之燃氣渦輪及蒸汽渦輪的運算控制可調節複循環發電廠中的燃料及氣流。如藉由本揭露所體現，燃氣渦輪的燃料流經控制以按100%之燃氣渦輪額定速度維持燃氣渦輪速度，以用於增強的電網加載。因此，複循環發電廠中的燃氣渦輪燃料流量可維持電網頻率。當電負載的區塊經添加至電網時，發電機的速度可暫時下降。此下降發生是因為燃氣渦輪系統14的機械電力輸出無法回應地如同負載或發電機42上的電力需求般快。在燃氣渦輪系統14及軸40上所

得的扭矩不平衡導致減緩或「下降(drooping)」。下降可在區塊加載期間繼續，直至機械輸出增加以平衡電力需求為止。在此情況下，複循環發電廠10的頻率回應可視為兩個不同部分。一個部分可定義為起始、快速作動部分，其係由於加載中的正常下降，後續係第二較慢作動部分，其係由於「偽同步」控制迴路。燃氣渦輪燃料流將如藉由本揭露所體現藉由控制綱領及程序而調整，以恢復複循環發電廠的燃氣渦輪速度及其輸出以重新加載電網。

【0039】 同時，且協同於燃氣渦輪的燃料流，燃氣渦輪氣流經調節及控制以維持穩定且實質上恆定的燃氣渦輪排放溫度。恆定的燃氣渦輪排放溫度提供用於複循環發電廠之蒸汽渦輪的恆定蒸汽操作條件。如藉由本揭露所體現，燃氣渦輪燃料及氣流的獨立控制允許燃氣渦輪操作以承擔至電網之添加的負載區塊，同時維持用於電網恢復之基本上恆定的電網頻率及電網加載。如藉由本揭露所體現，燃氣渦輪燃料及氣流的獨立控制亦支援複循環發電廠蒸汽渦輪的起動、及蒸汽渦輪饋入動力至複循環發電廠發電機，且最終恢復電網。

【0040】 在停電後的電網區塊加載係意欲儘可能快地恢復電網。電網恢復應使各種大小之電負載的區塊能夠在網路恢復期間饋入至電網。例如，如上文所述，待恢復之電網中的一個區塊可包括任何數目個單元，諸如1個至100個「單元」（例如，但不對實施例具限制性，房子、至儀表的單獨饋入、及類似者），而後續的區塊可包括250個單元、500個單元、1000個單元或更多、或比第一區塊更多或更少的任何數目個單元。在一些情況下，可能存在對區塊之大小的限制；然而，本文中的實施例設想到可利用於不同大小之區塊上。本文所述之單元的數目對本揭露僅係例示性，且不意欲以任何方式限制實施例。當然，恢復的及時性及立即性係恢復至電網之電力的重要因素。複循環發電廠係

非常適合於電網恢復，因為其等展現操作的快速回應及靈活性（特別是燃氣渦輪的操作），只要燃氣渦輪在停電下的加載不會不利地影響蒸汽渦輪的操作。

【0041】 因此，如藉由本揭露所體現，複循環發電廠燃氣渦輪的控制及管理複循環發電廠燃氣渦輪使其能夠提供電網加載的顯著百分比，諸如在停電後。複循環發電廠燃氣渦輪的控制及管理複循環發電廠燃氣渦輪亦提供用於後續包括電網之蒸汽渦輪區塊加載的條件，這在一些複循環發電廠方法論及控制中可能不可行。

【0042】 在過去，蒸汽渦輪在複循環發電廠中已被依賴作為一級區塊加載特徵，蒸汽渦輪及蒸汽系統通常需要顯著的實體修改。實體修改可包括對蒸汽渦輪控制綱領及程序以及蒸汽系統硬體的改變，該蒸汽系統硬體包括但不限於蒸汽渦輪管路及控制閥。此外，蒸汽渦輪修改可導致在區塊加載中之來自熱回收蒸汽產生器(HRSG)的較慢回應及蒸汽生產。

【0043】 據此，實施例之態樣提供用於複循環發電廠的機制、控制、及方法論，以實現對停電電網的電恢復。此外，實施例之態樣提供用於複循環發電廠的機制、控制、及方法論，以自停電電網的電網恢復轉變至正常操作。

【0044】 一些複循環發電廠如上文所提及可能無法實現停電電網的恢復，因為其燃氣渦輪無法獨立於其蒸汽渦輪而操作。在彼等複循環發電廠中，燃氣渦輪控制係緊密地協同於複循環發電廠中的燃氣渦輪的燃料流及氣流。此緊密的協調可生成單一預定負載路徑。單一負載路徑可能無法提供來自複循環發電廠足夠的區塊加載，特別是在停電發生後之複循環發電廠的區塊加載。

【0045】 因此，如藉由本揭露所體現用複循環發電廠燃氣渦輪提供一適應性負載路徑，特別是在停電發生後之複循環發電廠的區塊加載。適應性負載

路徑闡述一可變負載路徑(VLP)，諸如由Schenectady, NY的General Electric Company所提供的OpFlex®燃氣渦輪控制。燃氣渦輪控制中的OpFlex或可變負載路徑提供具有舒緩緊密協同之燃氣渦輪燃料流及氣流的可變負載路徑及靈活性，這可在一些現有的燃氣渦輪控制綱領中發現。

【0046】 如藉由本揭露所體現，具有適應性負載路徑及可變負載路徑的燃氣渦輪控制併入一控制綱領，該控制綱領支援具有燃料流及氣流之獨立控制的燃氣渦輪操作。實施例之進一步態樣提供協同於燃氣渦輪速度及電網頻率中之至少一者、或與燃氣渦輪速度及電網頻率中之至少一者成比例的至燃氣渦輪之燃料流。另外，如藉由本揭露所體現，至燃氣渦輪的氣流係協同於（多個）蒸汽渦輪，或與（多個）蒸汽渦輪成比例。

【0047】 因此，實施例係基於蒸汽渦輪操作條件提供燃氣渦輪排放溫度的參考或目標值。因此，基於蒸汽渦輪操作條件的燃氣渦輪排放溫度支援及協調彼等複循環發電廠操作態樣。此外，如藉由本揭露所體現，複循環發電廠中之燃氣渦輪排放溫度的調整係與蒸汽渦輪的操作狀態條件成比例，諸如蒸汽渦輪操作條件對於起動而言有著「溫」、「熱」、或「冷」。

【0048】 如藉由本揭露所體現之控制、系統、及方法實現複循環發電廠較短的起動時間，特別是在停電條件下加載電網。換言之，控制、系統、及方法實現複循環發電廠中之燃氣渦輪及蒸汽渦輪自一無負載情境（諸如在停電或第一負載狀態後）升級至一基本負載或第二負載狀態的操作，以提供至電網所欲的加載。本文中之控制、系統、及方法可透過藉由燃氣渦輪可變加載之增加的蒸氣生產來加快複循環發電廠起動時間。此外，實施例之進一步態樣提供用於實現燃氣渦輪排放溫度及燃氣渦輪加載之控制的系統及方法，以增強複循環

發電廠之熱回收蒸汽產生器(HRSG)中的蒸汽生產。因此，複循環發電廠的HRSG可生產具有足夠溫度及壓力的蒸氣以用於複循環發電廠的蒸汽渦輪，以有助於在區塊負載情境中加載電網。區塊負載情境係可操作的以加速蒸汽渦輪起動，以用於複循環發電廠區塊加載電網。

【0049】 圖1係具有一控制器12之一複循環發電廠10的實施例的方塊圖，該控制器實現沿不同負載路徑的加載。如藉由本揭露所體現，控制器12使複循環發電廠10能夠自非作用狀態（亦即，無電輸出）至作用狀態（亦即，經請求用於電網的電輸出）快速增加電輸出。換言之，控制器12使複循環發電廠10能夠起始加載至電網的步驟。更具體而言，控制器12使複循環發電廠10透過增加及加速的蒸汽生產，能夠增加來自複循環發電廠10之燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16的電力輸出。

【0050】 複循環發電廠10包括控制器12、燃氣渦輪系統14、蒸汽渦輪系統16、及一熱回收蒸汽產生器(HRSG) 18。在操作中，燃氣渦輪系統14燃燒燃料空氣混合物，以形成驅動負載42及/或52（例如且不限於發電機）的機械動力（如下文所述）。為了降低能源浪費，複循環發電廠10將燃氣渦輪系統14排放氣體中的熱能用來加熱流體並在HRSG 18中形成蒸汽。蒸汽自HRSG 18通過蒸汽渦輪系統16行進，從而形成亦可經施加以驅動負載42的扭矩。儘管未繪示，但在HRSG 18中之蒸汽的產生及蒸汽渦輪系統16中之扭矩的後續發展可提供於具有單一軸之單一軸複循環發電廠10中，其中扭矩可自燃氣渦輪及蒸汽渦輪兩者獨立地施加。因此，複循環發電廠10可組合燃氣渦輪系統14與蒸汽渦輪系統16，以在增加電力生產的同時降低能源浪費。

【0051】 燃氣渦輪系統14包括氣流控制模組20、壓縮機22、燃燒器24、及渦輪26。在操作中，氧化劑28（例如且不限於空氣、氧氣、富氧空氣(oxygen enriched air)、或氧還原空氣(oxygen reduced air)）透過氣流控制模組20進入燃氣渦輪系統14，該氣流控制模組控制至燃氣渦輪系統14的氧化劑流量（下文稱為「氣流」）。氣流控制模組20可藉由加熱氧化劑流、冷卻氧化劑流、自壓縮機22提取氣流、使用入口限制、使用入口導葉(inlet guide vane, IGV)、或其組合來控制氣流。為了簡化論述，本揭露之實施例將稱IGV為用以控制至燃氣渦輪系統14之氣流的裝置。隨著氣流通過氣流控制模組20，空氣進入壓縮機22。壓縮機22在一系列具有壓縮機葉片的壓縮機級或轉子盤30中加壓空氣28。隨著壓縮空氣離開壓縮機22，氣流進入燃燒器24並與燃料32混合。

【0052】 燃氣渦輪系統14可使用液體或氣體燃料（諸如天然氣及/或富氫合成氣體），以操作燃氣渦輪系統14。例如，燃料噴嘴34可按合適比例將燃料空氣混合物注入至燃燒器24中，以用於增強的燃燒、排出(emission)、燃料消耗、及電力輸出。如所描繪，複數個燃料噴嘴34自燃料流攝入燃料32、將燃料32與空氣混合、並將空氣燃料混合物分布至燃燒器24中。空氣燃料混合物在燃燒器24內的燃燒腔室中燃燒，從而形成熱加壓的排放氣體。燃燒器24可引導排放氣體通過燃氣渦輪26朝向排放出口36。隨著排放氣體流動並通過燃氣渦輪26，氣體接觸到附接至渦輪轉子盤38或渦輪級的渦輪葉片。隨著排放氣體行進通過燃氣渦輪26，排放氣體流可迫使渦輪葉片旋轉轉子盤38。轉子盤38的旋轉引起在壓縮機22中之軸40及轉子盤30的旋轉。負載42（諸如但不限於發電機）係直接連接至軸40，且將軸40的旋轉能用來產生供電網144使用的電力。電網

144指示用於將來自複循環發電廠10的能源攜帶至其客戶的任何電基礎設施（例如，變電所、配電線等）。

【0053】 如上文所解釋，複循環發電廠10自離開燃氣渦輪系統14的熱排放氣體收集能量，以供蒸汽渦輪系統16使用。如藉由本揭露所體現，複循環發電廠10將熱排放氣體44自燃氣渦輪系統14導向至熱回收蒸汽產生器(HRSG) 18中。在HRSG 18中，燃燒排放氣體中的熱能將水轉換成熱加壓蒸汽46。HRSG 18接著使管線46中經釋放的蒸汽能夠用於蒸汽渦輪系統16中。

【0054】 蒸汽渦輪系統16包括蒸汽渦輪48、軸50、及負載52（諸如但不限於發電機）。隨著在管線46中的熱加壓蒸汽進入蒸汽渦輪48，蒸汽接觸到附接至渦輪轉子盤54（諸如但不限於渦輪級）的渦輪葉片。隨著蒸汽通過蒸汽渦輪48中的渦輪級，蒸汽使得渦輪葉片將轉子盤54旋轉。

【0055】 轉子盤54的旋轉使軸50旋轉。如所繪示，負載52（例如發電機）連接至軸50。因此，隨著軸50旋轉，負載52將旋轉能用來產生用於電網144的電力。隨著管線46中之加壓蒸汽通過蒸汽渦輪48，蒸汽失去能量，換言之，蒸汽膨脹並冷卻。在離開蒸汽渦輪48之後，蒸汽在被導引回HRSG 18作為給水之前進入冷凝器49，其中其可轉換回蒸汽以在渦輪系統16中再使用。

【0056】 如上文所解釋，控制器12使複循環發電廠10能夠自非作用狀態或無負載至產生電力並提供至電網144的作用狀態快速增加輸出（亦稱為加載）。作用狀態係提供一指定負載並遞送負載。換言之，控制器12使得複循環發電廠能夠靈活地操作並加載燃氣渦輪系統14。燃氣渦輪系統14的適應性加載可實現HRSG 18中增加的蒸汽生產，且因此實現蒸汽渦輪系統16相對快速的起動。快速起動複循環發電廠10及增加來自燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16之

複合式加載或電輸出的能力，增加了複循環發電廠10的效率。當然，複循環發電廠10的效率可導致節省時間及金錢。

【0057】 複循環發電廠10本身可包括多於一個燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16，而僅在圖1中顯示一個燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16，單單係為了說明。壓縮機22在氣流控制模組20中可包括一組入口導葉(IGV)。IGV（為了理解簡易性而未繪示）係一種可調整壓縮機入口葉，其等經特別結構化以將操作流體的進入流引導至壓縮機20的旋轉葉片上。IGV可在數個位置之間調整以影響流體進入壓縮機20的流動率、入射角、及/或其他性質。IGV因此可能能夠影響壓縮機20的溫度、來自燃氣渦輪系統14的電力輸出及排放氣體溫度、及/或其他性質。

【0058】 控制器12包括一記憶體56及一處理器58。記憶體56儲存指令及步驟，諸如以軟體碼寫入的指令及步驟。處理器58回應於來自複循環發電廠10的回饋而執行所儲存的指令。更具體而言，如藉由本揭露所體現，控制器12控制複循環發電廠10中的各種組件並與該複循環發電廠中的各種組件通訊，以靈活地控制燃氣渦輪系統14的加載。加載燃氣渦輪系統14的控制，從而實現蒸汽渦輪系統16之受控的加載。如所繪示，控制器12控制氣流控制模組20、燃料32的攝入及流。此外，控制器12與負載42、排放氣體溫度感測器60、HRSG蒸汽溫度感測器62、及蒸汽渦輪金屬溫度感測器64通訊，以沿不同加載路徑加載複循環發電廠10。

【0059】 如所屬技術領域中具有通常知識者應瞭解，本揭露可體現為系統、方法或、電腦程式產品。據此，如藉由本揭露所體現，控制器12可採取完全硬體實施例、完全軟體實施例（包括韌體、駐存軟體、微指令(micro-code)

等)、或組合軟體及硬體態樣的實施例之形式,其等在本文中通常稱為「電路(circuit)」、「模組(module)」、或「系統(system)」。再者,本揭露可採取體現在任何有形表達媒體之電腦程式產品的形式,其具有體現在該媒體的電腦可用程式碼。

【0060】 一或多個電腦可用或電腦可讀媒體的任何組合可用於控制器12中或作為該控制器。電腦可用或電腦可讀媒體可係例如但不限於電子、磁性、光學、電磁、紅外線、或半導體系統、設備、裝置、或傳播媒體。電腦可讀媒體的更具體實例(非窮盡性清單)將包括下列者:具有一或多條電線的電連接件、可攜式電腦磁片、硬碟、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、抹除式可程式化唯讀記憶體(EPROM或快閃記憶體)、光纖、可攜式光碟唯讀記憶體(CD-ROM)、光學儲存裝置、傳輸媒介(諸如支援網際網路或內部網路者)、或磁性儲存裝置。應注意,電腦可用或電腦可讀媒體甚至可係程式經印刷於其上的紙或其他合適的媒體,因為該程式可經由下列方式以電子的方式擷取:經由例如紙或其他媒體的光學掃描,接著經編譯、解譯、或用合適的方法以其他方式處理,且接著儲存在電腦記憶體中。在本文件的上下文中,電腦可用或電腦可讀媒體可係可含有、儲存、通訊、傳播、或傳送程式的任何媒體,以由指令執行系統、設備、或裝置使用,或者與指令執行系統、設備、或裝置連接使用。記憶體及/或儲存系統可包含各種類型之非暫時性電腦可讀儲存媒體的任何組合,該非暫時性電腦可讀儲存媒體包括磁性媒體、光學媒體、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)等。電腦可用媒體可包括在基頻中或作為載波的一部分之電腦可用程式碼體現於其中的傳播資料信號。可使用任何適當的媒體傳輸電腦可用程式碼,包括但不限於無線、有線、光纖電纜、RF等。

【0061】 如藉由本揭露所體現，執行控制器12之操作的電腦程式碼可以一或多個程式設計語言的任何組合寫入，包括物件導向程式設計語言（諸如Java、Smalltalk、C++、或類似者）及習知程序程式設計語言（諸如「C」程式設計語言、或類似程式設計語言）。程式碼可完全在使用者的電腦上執行、部分地在使用者的電腦上執行、作為獨立的套裝軟體執行、部分地在使用者的電腦上且部分地在遠端電腦上執行、或完全在遠端電腦或伺服器上執行。在後面的情境中，遠端電腦可透過任何類型之網路連接至使用者的電腦，包括區域網路(LAN)或廣域網路(WAN)，或者可對外部電腦進行連接（例如，透過使用網際網路服務提供商的網際網路）。

【0062】 這些電腦程式指令亦可儲存在電腦可讀媒體中，該等電腦程式指令可引導電腦或其他可程式化資料處理設備以特定方式作用，使得儲存在電腦可讀媒體中的指令生產包括實施流程圖及/或方塊圖或區塊中指定之功能/動作的指令手段的製造物品。

【0063】 電腦程式指令亦可經加載至電腦或其他可程式化資料處理設備上以使一系列操作步驟在電腦或其他可程式化設備在電腦或其他可程式化設備上執行，以生產經電腦實施之程序，使得在電腦或其他可程式化設備上執行的指令提供用於實施流程圖及/或方塊圖或區塊中指定之功能/動作的程序。

【0064】 在操作中，控制器12管理氣流控制模組20及燃料32的消耗，以改變燃氣渦輪系統14的加載。氣流控制模組20及燃料32之消耗的控制因而控制了燃氣渦輪系統14的加載。繼而，氣流控制模組20及燃料32之消耗的控制因而控制了複循環發電廠10的加載。換言之，如藉由本揭露所體現，氣流控制模組

20及燃料32之消耗的控制控制了且可改變燃氣渦輪系統14的加載，從而控制複循環發電廠10如何提供電力輸出至電網144。

【0065】 在實施例之另一態樣中，控制器12調整燃氣渦輪排放氣體44的質量流率及溫度，這控制了HRSG 18產生用於蒸汽渦輪系統16的蒸汽時有多快。調整排放氣體44的質量流率及溫度控制了複循環發電廠10使用負載42及52產生電力時可有多快。例如，但非意欲以任何方式限制實施例，當控制器12用氣流控制模組20增加氣流時，一增加量的氣流可流動通過壓縮機22、流動通過燃燒器24、並流動通過燃氣渦輪26。因此，氣流的增加對應地增加了排放氣體的質量流率，且因此增加軸40上的扭矩。

【0066】 此外，排放氣體44之質量流率的增加增加了可用於HRSG 18之熱能的量以產生蒸汽，或藉由致使更多的排放氣體44能夠流動至HRSG 18及通過該HRSG。HRSG 18蒸汽生產的增加可加快蒸汽渦輪系統16的起動時間。因此，HRSG 18蒸氣生產的增加可更快地起動蒸汽渦輪系統16，且據此降低自負載52至電網144之電輸出的時間。

【0067】 如上文所提及，控制器12藉由燃氣渦輪系統14控制燃料流及消耗。燃料32流的控制影響了通過燃氣渦輪系統14的質量流率及可用於HRSG 18的熱能。因此，如藉由本揭露所體現，當控制器12增加燃氣渦輪燃料消耗時，排放氣體44的溫度增加。排放氣體44溫度的增加使得HRSG 18能夠對應地產生較高溫度及壓力的蒸汽。較高的蒸汽溫度及壓力可增加藉由蒸汽渦輪系統16的電力生產。然而，當控制器12減少燃料消耗時，可發生排放氣體44溫度對應的降低。若排放氣體44溫度降低，則其可減少可用於驅動負載42的機械能。因此，可用的熱能較少，較難以產生供蒸汽渦輪系統16驅動負載52的蒸汽。

【0068】 控制器12經組態以在一停電情況後經由複循環發電廠10的不同加載路徑實現可變區塊操作。控制器12在區中調節/控制複循環發電廠10的加載及操作以用於區塊加載，如本文所闡述。參考圖1及圖3，第一區（區1）或在停電情況後區塊加載操作的一部分係由燃氣渦輪系統14獨自作動而提供電至電網144的情況。在區塊加載電網144的此區處，汽渦輪系統16呈離線狀態，僅啟動轉動機構。當各種大小的負載區塊經添加或甚至自電網144移除時，燃氣渦輪系統14將支援每電網144需求的區塊加載，從而維持在電網144之預定範圍內的頻率。

【0069】 為了確保頻率維持在電網144的預定範圍內，在區1中，燃氣渦輪系統14在已知為「偽同步(pseudo-isochronous)」的模式下操作。此偽同步模式係當燃氣渦輪在一孤島模式下操作時所使用的標準控制模式，且控制至電網144的負載或發電機42，其明確目的在於調節電網144之電頻率。

【0070】 在停電情況後之區塊加載的特性包括在複循環發電廠10之負載或發電機42的電輸出上立即的增加。然而，當燃氣渦輪系統14的機械電力輸出無法如負載或發電機42的電力需求般地回應，則燃氣渦輪系統14及軸40上所得的扭矩不平衡可能導致減緩或「下降」，如上文論述。該下降可在區塊加載期間繼續，直至機械輸出增加以平衡電力需求為止。複循環發電廠10頻率回應可看作兩個不同部分。一個部分可定義為起始、快速作動部分，其係由於加載中的正常下降，後續係較慢的作動部分，其係由於「偽同步」控制迴路。「偽同步」控制迴路作動以使負載速度傾斜返回一標稱值，例如，若負載係發電機，則為50 Hz或60 HZ的標稱值。

【0071】 在正常的孤島/偽同步操作中，燃氣渦輪系統14入口導葉(IGV)取決於燃氣渦輪26加載需求而控制排放溫度及/或燃燒溫度。大致上，燃氣渦輪26排放氣體44溫度或燃燒溫度的控制係沿一傳統負載路徑。然而，在複循環發電廠10的區塊加載情境中（具體而言係在停電後），燃氣渦輪排放氣體44溫度必須根據蒸汽渦輪48溫度需求（且具體而言係蒸汽渦輪48溫度匹配需求）來控制。此控制發生（特別是但不限於在區塊加載的初始階段中）可確保蒸汽渦輪系統16可有效率地且有效地呈上線狀態，其中排放氣體溫度係匹配於蒸汽渦輪起動的蒸汽溫度需求。

【0072】 如藉由本揭露所體現，根據一個態樣的區塊加載包括燃氣渦輪加載對於速度或電網頻率控制的獨立控制。此外，如藉由本揭露所體現，複循環發電廠10的加載包括用於蒸汽循環起動之排放氣體44溫度的獨立控制。存在著用於達成此類區塊加載獨立控制排放氣體44溫度的兩個常用控制方法。第一個係溫度匹配控制，且第二個係可變負載路徑(VLP)控制。

【0073】 當溫度匹配控制發生時一般係在複循環發電廠10的運轉儲備(spinning reserve)的情況下，其中一參考或目標溫度係低於排放氣體44的目前溫度。在溫度匹配控制下，燃氣渦輪系統14首先沿最小IGV氣流位置加載，直至達到實現溫度匹配所需的最小排放氣體44溫度為止。在此時間點，燃氣渦輪系統14之氣流控制20中的IGV係自最小氣流位置打開，以降低排放氣體44溫度至與匹配於參考排放溫度目標的持續排放溫度。在正常起動程序中，燃氣渦輪26負載在此時間點維持固定，直至排放氣體44溫度參考目標逐漸增加朝向等溫為止，其中IGV返回朝向最小氣流位置。當IGV達到其等最小氣流位置時，若需要，則燃氣渦輪系統14負載可接著增加以繼續追蹤氣體44溫度參考溫度。在溫

度匹配控制期間，燃氣渦輪系統14負載遵循著所需氣體44溫度，且因此獨立負載控制不可行。據此，此「標準」排放溫度匹配控制方法與區塊加載操作不相容。

【0074】 因此，如藉由本揭露所體現的可變負載路徑(VLP)係用於複循環發電廠10的區塊加載操作。VLP提供一靈活方法，用以在區塊加載中獨立控制排放氣體44溫度。VLP提供燃氣渦輪系統14加載及排放溫度的並行且獨立控制。VLP中之燃氣渦輪加載及排放溫度的並行且獨立控制係透過獨立地調變至燃氣渦輪系統14的燃料流及氣流來達到。受由燃氣渦輪系統14及複循環發電廠10操作邊界施加之限制影響的結果係不受單一加載或操作「路徑」約束的一「操作空間」。

【0075】 如藉由本揭露所體現，VLP負載路徑用「負載優先」模式及停用複循環發電廠10的排出邊界來支援區塊加載操作。根據實施例，使用偽同步控制的區塊加載係與具有控制氣體排放44溫度之IGV的VLP相容。

【0076】 圖2繪示關於蒸汽渦輪系統操作約束的可能GT區塊加載路徑。如藉由本揭露所體現，考慮到在垂直軸上之燃氣渦輪排放溫度相對於在水平軸上之燃氣渦輪上的負載，圖2中的實外線繪示可變區塊加載路徑的操作邊界。因為燃氣渦輪排放溫度係依據至燃氣渦輪系統的燃料流及氣流而變動，且燃氣渦輪排放溫度應係處於匹配用於加載蒸汽渦輪系統之條件的某些蒸汽渦輪系統溫度下（且因此實現電網144的區塊加載），所以實線上的區域係提供複循環發電廠10在區塊加載電網144中的可變加載路徑。

【0077】 如藉由本揭露所體現，操作的不同區域或「區(zone)」係定義在VLP中，用於區塊加載複循環發電廠以提供電至電網144。該等區基本上係由

在複循環發電廠起動之區塊加載期間之蒸汽渦輪的操作狀態判定。圖3繪示具有3個不同區（區1、區2、及區3）的代表性「溫」起動區塊加載。

【0078】 參考包括圖4之流程圖的圖式，在Z1.1處，區1係其中僅複循環發電廠10的燃氣渦輪系統14上線起動完成，按FSNL調節速度的區塊加載區。蒸汽渦輪系統16呈離線狀態，或換言之，在區1中僅啟動轉動機構。此外，在區1中的Z1.2處，HRSG 18及相關聯的水蒸汽循環(WSC)吸收GT排放並預熱。區1的Z1.3處，燃氣渦輪斷路器閉路，且燃氣渦輪自中間操作進展並承擔單元輔助負載。燃氣渦輪燃料增加以平衡負載並維持速度控制，且燃氣渦輪IGV作出回應以將燃氣渦輪排放溫度維持為與蒸汽渦輪相容。在Z1.4處，燃氣渦輪回應於數量不等的可變大小的負載區塊，增加燃料流以維持頻率（或速度）的控制，並打開IGV以將排放溫度維持為與蒸汽渦輪相容。在Z1.5處，燃氣渦輪保持在目前位準下，直至HRSG及WSC中的條件適合讓蒸汽進入至蒸汽渦輪為止。

【0079】 區2係複循環發電廠10的區塊加載。蒸汽條件係適用於蒸汽渦輪起動。在Z2.1處，蒸汽渦輪加速至全速，且呈上線狀態。在Z2.2處，隨著蒸汽渦輪上線，由蒸汽渦輪產生的電力藉由燃氣渦輪產生的電力降低而達到平衡。在Z2.3處，添加了電網負載的額外區塊，現在由來自燃氣渦輪及蒸汽渦輪兩者之增加的發電來承擔。燃氣渦輪繼續維持適用於蒸汽渦輪操作的排放溫度控制。

【0080】 區3係複循環發電廠10的區塊加載週期。在Z3.1處，蒸汽渦輪熱狀態達到不再需要對燃氣渦輪操作之限制的程度。在Z3.2處，燃氣及蒸汽渦輪不受限制的區塊加載恢復，具有較大及更頻繁的負載區塊。

【0081】 根據本揭露之另一態樣，區塊加載VLP週期之第四區係將複循環發電廠10及燃氣渦輪系統14返回至「正常」全加載操作（圖4中的最後一步驟）。此處，可藉由恢復的電網144提供調節。電網144的進一步區塊加載係藉由在標準下降控制下的調度命令提供。

【0082】 在區1中，燃氣渦輪系統14必須調節其排放氣體44溫度，以與用於起動蒸汽渦輪系統16所需的溫度相容（或如上所提及的溫度匹配條件）。在區1中，如藉由本揭露所體現，在燃氣渦輪系統14提供區塊加載至電網144且調節其排放氣體44溫度的同時，HRSG 18可預熱。蒸汽生產正成形中且開始加壓在HRSG 18中的高壓(HP)管集箱（HRSG 18的閥、密封件、管集箱、管路、及其他具體組件為了易於理解而未繪示）。

【0083】 在偵測燃氣渦輪系統14中的火焰時，HRSG 18可視為「作用」或「在服役中(in service)」。在區1中的此「作用」條件中，如藉由本揭露所體現，HP旁通閥打開以允許發展中的HP管集箱蒸汽的控制，以加壓HRSG 18的再加熱管路系統。隨著HRSG 18的再加熱管路系統中的壓力升高，HRSG洩氣閥被打開以調節HRSG再加熱管路系統壓力。此開啟亦實現在HRSG 18中至環境壓力的壓力路徑。在穩定的再加熱管路蒸汽壓力下，可起用填函蒸氣系統及蒸汽渦輪密封件，且可起始蒸汽渦輪系統16冷凝器抽空或「占用(hogging)」。當冷凝器壓力已降下以接納蒸汽時，（多個）HRSG 18旁通閥可打開以調節再加熱管路系統壓力以準備用於起動蒸汽渦輪48。

【0084】 如藉由本揭露所體現，隨著蒸汽渦輪系統16在區2中上線，蒸汽渦輪系統16的輸出電力將有助於支援區塊加載。因此，燃氣渦輪系統14可卸載以致使由蒸汽渦輪系統16添加的負載來加載。

【0085】 本揭露之實施例的態樣包括燃氣渦輪系統14的卸載，但燃氣渦輪系統14受控的卸載確保蒸汽渦輪系統16的任何加載不會導致燃氣渦輪系統14卸載太多，以使燃氣渦輪系統14進入可能不發生加載的一逆向操作。另外，在區2中，如藉由本揭露所體現，燃氣渦輪系統14卸載至電網144的控制可確保任何蒸汽渦輪系統16加載不導致燃氣渦輪系統14卸載過多電力至電網144，以危害對於可能需要之複循環發電廠10輔助負載的支援。因此，如藉由本揭露所體現，在區1中接受合適數目的區塊負載至燃氣渦輪系統14中可確保燃氣渦輪系統14在區2中不過度卸載至電網144，且不會不利於複循環發電廠10操作。

【0086】 在進入區2時，燃氣渦輪系統14可能已經承擔數個負載區塊，以及提供區塊加載至電網144，如藉由本揭露所體現。取決於蒸汽渦輪系統16的熱狀態，複循環發電廠10可產生顯著負載以用於額外地區塊加載電網144。燃氣渦輪系統14調節所產生之複循環發電廠10的電，且排放氣體44溫度根據由蒸汽渦輪系統16產生的溫度匹配來調節。

【0087】 區3係由「不受限制的」加載所表徵，特別是用於溫及熱的複循環發電廠。然而，對於冷的複循環發電廠熱狀態而言，可有利的是釋出更小的區塊至電網144並在時間上大大地間隔開，因為蒸汽渦輪系統16可能係壓力敏感的。在燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16在區3中上線的情況下，可提供較大的電負載區塊至電網144，因為燃氣渦輪系統14及蒸汽渦輪系統16的組合慣性可減緩電網144的低速下降區塊加載。

【0088】 如整份本說明書及申請專利範圍中所使用，近似語言可應用於修改可允許變化的任何定量表示，而不會導致與其相關之基本功能變化。據此，藉由一或多個用語（諸如「約(about)」、「大約(approximately)」、及「實

質上(substantially)」) 修飾的值不限於所指定的精確值。在至少一些例項中，近似語言可對應於用於測量值的儀器之精確度。在本說明書及申請專利範圍的此處或各處，範圍限制可組合及/或互換；除非上下文或語言另外指示，否則此類範圍經識別並包括所有含於其中的子範圍。「大約(approximately)」在施用於特定值範圍時施用於二端值，且除非另外取決於測量該值之儀器的精確度，否則其可指示(多個)所述值的 $\pm 10\%$ 。

【0089】 下文申請專利範圍中之所有構件或步驟加上功能元件之對應結構、材料、動作、及均等者意欲包括任何結構、材料、或動作以與如具體主張之其他所主張元件組合地作用。為了說明及敘述之目的，已呈現本揭露之敘述，但不意欲在所揭示之形式中窮舉或限制本揭露。許多修改及變化對所屬技術領域中具有通常知識者將係顯而易見，而不脫離本揭露之範圍及精神。實施例經選擇及描述以最佳解釋本揭露之原理及實際應用，並且使所屬技術領域中具有通常知識者能夠針對具有適用於所設想的特定用途之各種修改之各種實施例來理解本揭露。

【符號說明】

【0090】

10:複循環發電廠

12:控制器

14:燃氣渦輪系統

16:蒸汽渦輪系統

18:熱回收蒸汽產生器(HRSG)

- 20:氣流控制模組
- 22:壓縮機
- 24:燃燒器
- 26:渦輪
- 28:氧化劑、空氣
- 30:轉子盤
- 32:燃料
- 34:燃料噴嘴
- 36:排放出口
- 38:渦輪轉子盤
- 40:軸
- 42:負載或發電機
- 44:排放氣體
- 46:熱加壓蒸汽、管線
- 48:蒸汽渦輪
- 49:冷凝器
- 50:軸
- 52:負載
- 54:渦輪轉子盤
- 56:記憶體
- 58:處理器
- 60:排放氣體溫度感測器

62:HRSG蒸汽溫度感測器

64:蒸汽渦輪金屬溫度感測器

144:電網

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用一複循環發電廠(10)區塊加載一電網(144)的方法，該方法包含：

在一孤島模式下操作該複循環發電廠(10)的一燃氣渦輪系統(14)，其中該複循環發電廠(10)之一蒸汽渦輪系統(16)係離線(46)狀態，僅使轉動機構(turning gear)旋轉；

根據該蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件加載該蒸汽渦輪系統(16)，其中該蒸汽渦輪系統(16)的該加載包括控制饋入至該蒸汽渦輪系統(16)的燃氣渦輪(26)排放、及控制一燃氣渦輪(26)排放溫度加熱該蒸汽渦輪系統(16)並符合該蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件；

其中控制燃氣渦輪(26)排放包括控制至該燃氣渦輪系統(14)的燃料(32)流及氣流；及

操作該燃氣渦輪系統(14)及該蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者，以自燃氣渦輪系統(14)及蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者上的一負載(52)區塊加載(52)該電網(144)。

【請求項2】 如請求項1之方法，其中當該燃氣渦輪系統(14)處於該孤島模式時，僅該複循環發電廠(10)的該燃氣渦輪系統(14)提供電力至該電網(144)。

【請求項3】 如請求項1之方法，其中當符合該蒸汽渦輪系統(16)的該等溫度匹配條件時，該燃氣渦輪系統(14)及該蒸汽渦輪系統(16)兩者提供電力至該電網(144)。

【請求項4】 如請求項3之方法，其中控制燃氣渦輪(26)排放溫度包括控制至該燃氣渦輪系統(14)的燃料(32)流。

【請求項5】 如請求項3之方法，其中控制燃氣渦輪(26)排放溫度包括控制至該燃氣渦輪系統(14)的氣流。

【請求項6】 如請求項1之方法，其中該蒸汽渦輪系統(16)包括一熱回收蒸汽產生器(42)，該方法進一步包括：致使該燃氣渦輪(26)排放氣體(44)流動至該蒸汽渦輪系統(16)的該熱回收蒸汽產生器(42)；及進一步控制提供至該熱回收蒸汽產生器(42)之該燃氣渦輪(26)排放的溫度，以用於控制至該燃氣渦輪系統(14)之燃料(32)流的溫度匹配條件。

【請求項7】 如請求項1之方法，其中該等可變加載路徑係回應於下列中之至少一者：

至該燃氣渦輪系統(14)之氣流的控制；

至該燃氣渦輪系統(14)之燃料(32)流的控制；及

燃氣渦輪(26)排放與該蒸汽渦輪系統(16)之溫度匹配條件之間的溫度匹配。

【請求項8】 如請求項7之方法，其中該蒸汽渦輪系統(16)包括一熱回收蒸汽產生器(42)，該方法進一步包括：致使該燃氣渦輪(26)排放氣體(44)流動至該蒸汽渦輪系統(16)的該熱回收蒸汽產生器(42)；及進一步控制提供至該熱回收蒸汽產生器(42)之該燃氣渦輪(26)排放的溫度，以用於控制至該燃氣渦輪系統(14)之燃料(32)流的溫度匹配條件。

【請求項9】 如請求項8之方法，其中該蒸汽渦輪系統(16)可結合藉由該燃氣渦輪系統(14)之該電網(144)的區塊加載來區塊加載(52)該電網(144)，藉由該

燃氣渦輪系統(14)之該電網(144)的該區塊加載經組態以在該燃氣渦輪(26)排放溫度與該等蒸汽渦輪系統(16)溫度匹配條件之間的溫度匹配條件已符合一臨限對應值之後發生。

【請求項10】 如請求項1之方法，其中在該孤島模式下操作該燃氣渦輪系統(14)進一步包括預熱蒸汽渦輪系統(16)組件；該方法進一步包括在一中間負載(52)條件下操作該燃氣渦輪系統(14)，直至該蒸汽渦輪系統(16)的一蒸汽渦輪(48)開始加速至全速為止。

【請求項11】 如請求項1之方法，其中蒸汽渦輪系統(16)的加載繼續，直至該蒸汽渦輪系統(16)的一蒸汽渦輪(48)進入入口壓力控制且燃氣渦輪(26)排放氣體(44)符合蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件為止。

【請求項12】 如請求項1之方法，其中一旦符合溫度匹配條件，則該燃氣渦輪系統(14)及該蒸汽渦輪系統(16)的加載繼續直至該加載完成為止，且該電網(144)的區塊加載可自連接至該燃氣渦輪系統(14)及該蒸汽渦輪系統(16)的負載(52)繼續。

【請求項13】 如請求項1之方法，其中藉由該燃氣渦輪系統(14)之該電網(144)的加載經控制以確保該蒸汽渦輪系統(16)加載不會導致該燃氣渦輪系統(14)卸載至該電網(144)到危害對於該複循環發電廠(10)之輔助負載(52)的支援的程度。

【請求項14】 一種用於用一複循環發電廠(10)區塊加載一電網(144)的控制器(12)，該控制致使該複循環發電廠(10)靈活地操作並加載(52)該複循環發電廠(10)的一燃氣渦輪系統(14)，該控制器(12)實現：

在一孤島模式下操作該複循環發電廠(10)的一燃氣渦輪系統(14)，其中該複循環發電廠(10)之一蒸汽渦輪系統(16)係離線(46)狀態，僅使轉動機構旋轉；

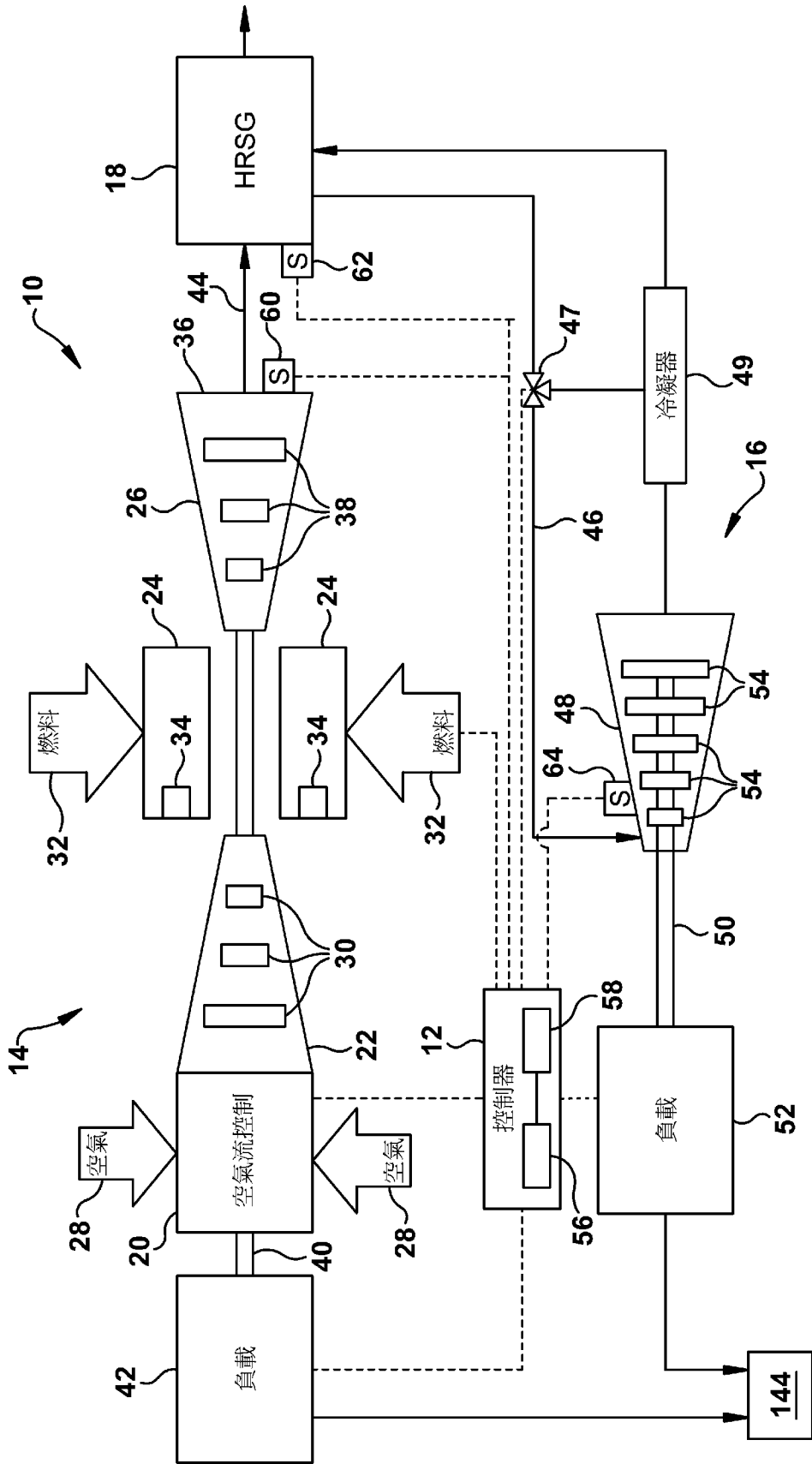
根據該蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件加載該蒸汽渦輪系統(16)，該蒸汽渦輪系統(16)的該加載包括如控制饋入至該蒸汽渦輪系統(16)的燃氣渦輪(26)排放、及控制一燃氣渦輪(26)排放溫度加熱該蒸汽渦輪系統(16)並符合該蒸汽渦輪系統(16)的溫度匹配條件；

其中控制燃氣渦輪(26)排放包括控制至該燃氣渦輪系統(14)的燃料(32)流及氣流及

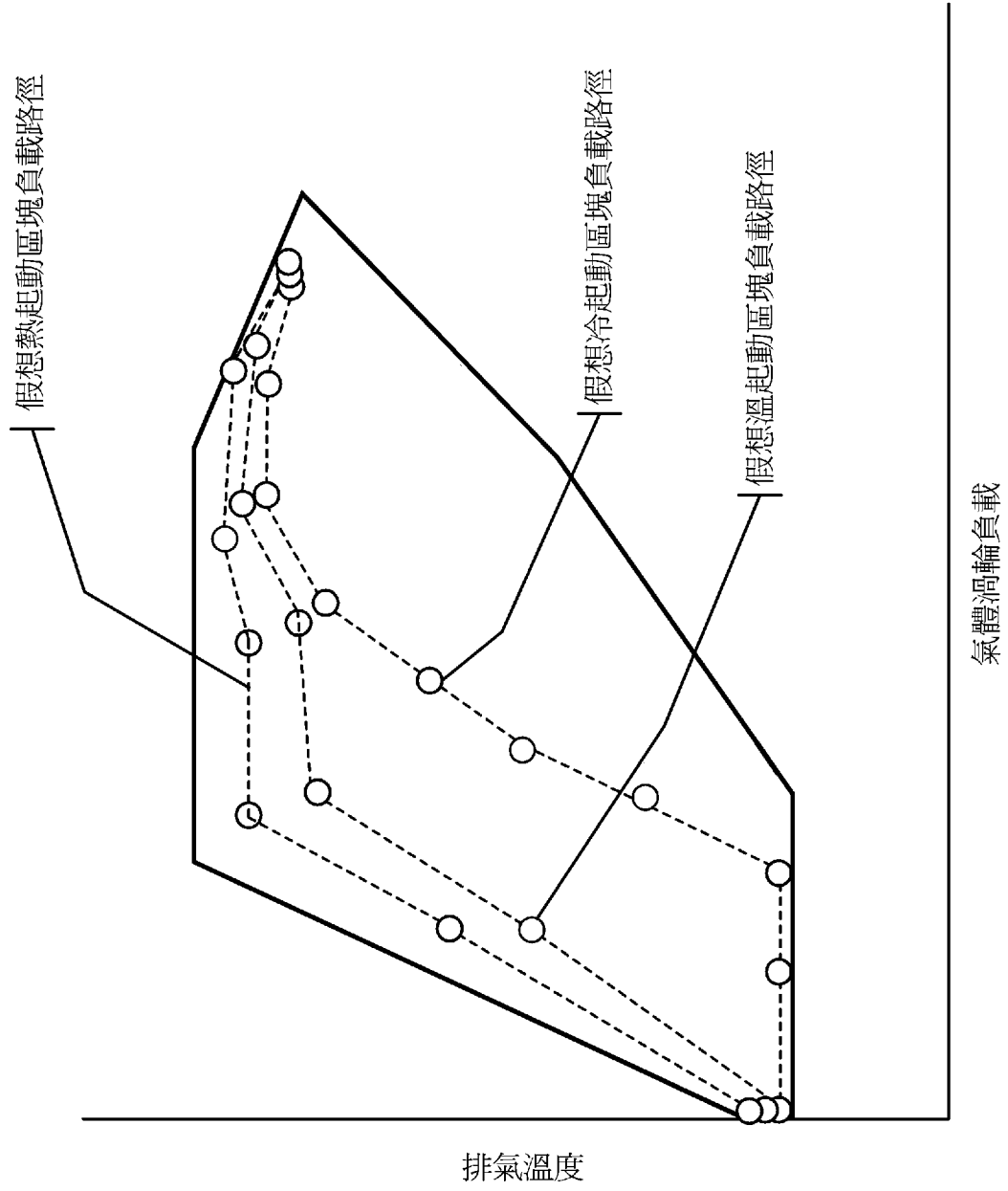
操作該燃氣渦輪系統(14)及該蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者，以自燃氣渦輪系統(14)及蒸汽渦輪系統(16)中之至少一者上的一負載(52)區塊加載(52)該電網(144)。

【請求項15】 如請求項14之控制器(12)，其中該控制器(12)進一步管理：當該燃氣渦輪系統(14)處於該孤島模式時，僅該複循環發電廠(10)的該燃氣渦輪系統(14)提供電力至該電網(144)。

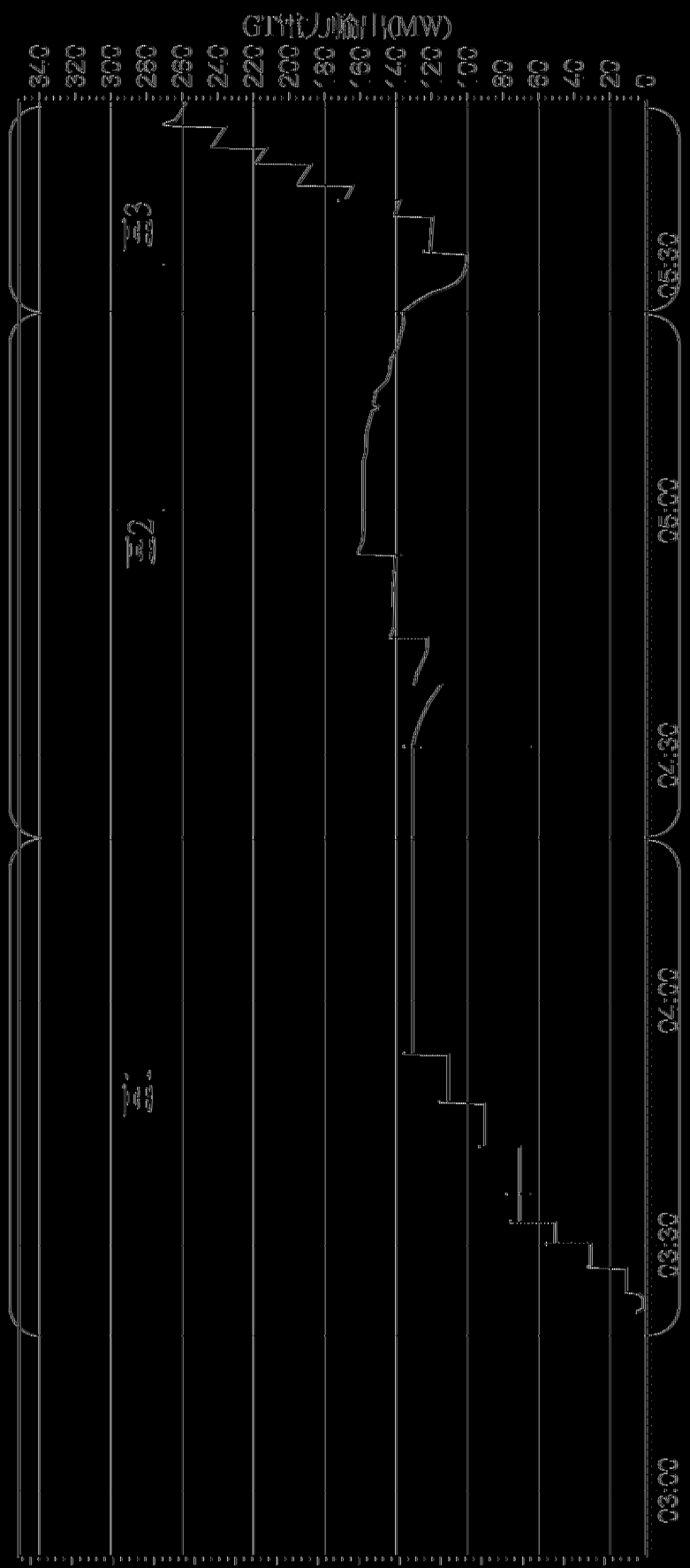
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



(圖3)



(圖4)

第7頁，共4頁(發明圖式)