



(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 201425717 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102145849

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 12 日

(51)Int. Cl. : **F02B11/00 (2006.01)**

(30)優先權：2012/12/13 中國大陸

201210537438.4

(71)申請人：周向進(中國大陸) (CN)

中國大陸

(72)發明人：周向進(CN)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：0 共 19 頁

(54)名稱

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機

(57)摘要

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機，為每一個汽缸配備一個節氣門，或者採用多聯節氣門分別為不同汽缸或者汽缸組供氣，使得不同汽缸的進氣壓力和進氣流量不同，控制各汽缸內火花塞的點火時間(相位角)不同、噴油時間(相位角)不同、噴油量不同，使得內燃機可以在一個完整的工作週期內既有汽缸處於壓燃工作模式，又有汽缸處於點燃工作模式。在具備壓燃工作模式所需要的條件下，各汽缸儘量採用壓燃工作模式，以提高內燃機熱功效率。採用這種控制方法的內燃機或者汽車，對燃點不同的燃料的適應性得到強化，可以使用各種辛烷值的汽油。



(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 201425717 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102145849

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 12 日

(51)Int. Cl. : **F02B11/00 (2006.01)**

(30)優先權：2012/12/13 中國大陸

201210537438.4

(71)申請人：周向進(中國大陸) (CN)

中國大陸

(72)發明人：周向進(CN)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：0 共 19 頁

(54)名稱

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機

(57)摘要

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機，為每一個汽缸配備一個節氣門，或者採用多聯節氣門分別為不同汽缸或者汽缸組供氣，使得不同汽缸的進氣壓力和進氣流量不同，控制各汽缸內火花塞的點火時間(相位角)不同、噴油時間(相位角)不同、噴油量不同，使得內燃機可以在一個完整的工作週期內既有汽缸處於壓燃工作模式，又有汽缸處於點燃工作模式。在具備壓燃工作模式所需要的條件下，各汽缸儘量採用壓燃工作模式，以提高內燃機熱功效率。採用這種控制方法的內燃機或者汽車，對燃點不同的燃料的適應性得到強化，可以使用各種辛烷值的汽油。

發明摘要

※申請案號：102145849

※申請日：102 年 12 月 12 日

※IPC 分類：F02B1/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機

【中文】

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機，為每一個汽缸配備一個節氣門，或者採用多聯節氣門分別為不同汽缸或者汽缸組供氣，使得不同汽缸的進氣壓力和進氣流量不同，控制各汽缸內火花塞的點火時間（相位角）不同、噴油時間（相位角）不同、噴油量不同，使得內燃機可以在一個完整的工作週期內既有汽缸處於壓燃工作模式，又有汽缸處於點燃工作模式。在具備壓燃工作模式所需要的條件下，各汽缸儘量採用壓燃工作模式，以提高內燃機熱效率。採用這種控制方法的內燃機或者汽車，對燃點不同的燃料的適應性得到強化，可以使用各種辛烷值的汽油。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

分別控制各汽缸燃燒要素的方法和內燃機

【技術領域】

本發明係關於汽車和內燃機。

【先前技術】

內燃機一般分為點燃式汽油機和壓燃式柴油機。點燃式汽油機一般採用節氣門控制空氣與燃料比例（空燃比），理想的空燃比一般認為在 14.7 左右。柴油機一般不採用節氣門，最大限度地提高充氣效率。

一般的內燃機只有一種燃燒控制模式，要麼點燃式，要麼壓燃式。

現在的內燃機，一般只有一個節氣門，或者沒有節氣門。柴油機沒有火花塞，汽油機有火花塞，但是各個汽缸的火花塞的控制（點火相位角、點火時間）相同。同一台內燃機各個汽缸的噴油量、噴油相位角、噴油次數相同。一般的內燃機汽缸不配備壓力感測器和（或者）溫度感測器，只是在進氣總管檢測空氣壓力。

現代的內燃機技術有汽缸分組的做法，通過控制進氣門的開關時間和控制噴油嘴的電磁閥，控制其中一組汽缸不工作，針對不工作的汽缸組，不噴油也不進氣。

最現代的內燃機可以在不同時間段分別採用點燃式燃燒控制模式，或者壓燃式燃燒控制模式。這裏的壓燃，指的是非均質壓燃。這種同時具有壓燃式點火和火花塞點火的兩種點火控制方法的新型汽油機（冷車啓動階段採用火花塞點火，熱車運行階段以及熱車啓動階段採用壓燃點火，使用低辛烷值汽油），需要採用節氣門控制適當的空燃比（一般在 14.7 左右），使得發動機在點燃運行階段運行穩定。在進氣壓力、進氣流量、環境溫度、水箱溫度、壓縮比等條件滿足燃料可以被壓燃點火的條件時，盡可能採用壓燃燃燒控制模式，以提高內燃機的充氣效率，提高內燃機效率，節能減排。

到現在，沒有內燃機可以在一個完整運行週期，既有汽缸採用點燃式燃燒控制模式，又有汽缸採用壓燃式燃燒控制模式。

【發明內容】

本發明實現了這樣一種內燃機的控制模式，即，內燃機可以在一個完整的運行週期內（以四衝程內燃機為例，曲軸轉動兩周），既有汽缸採用點燃式燃燒控制模式，又有汽缸採用壓燃式燃燒控制模式。

針對汽缸數量在 2 以上的內燃機，在同一台內燃機採用兩個或者多個節氣門，分別控制不同汽缸（或者不同汽缸組）的進氣壓力，即，採用一個節氣門為一個汽缸供氣（每 1 個汽缸對應 1 個節氣門），或者採用一個節氣門為

兩個汽缸供氣（例如：汽缸數為 4、6、8、10、12，採用 2、3、4、5、6 個節氣門，等等，依此類推），或者採用一個節氣門為多個汽缸供氣（例如：汽缸數為 4、6、8、10、12，採用 2 個節氣門；汽缸數為 12，採用 3 個或者 4 個節氣門，等等，各種排列組合，依此類推。每兩個汽缸或者多個汽缸為一組），但是同一台內燃機至少具有兩組以上的汽缸，彼此進氣壓力不同。換句話說，一台具有兩缸或者多缸的內燃機至少配備兩個或者兩個以上節氣門，不同節氣門採用不同控制方法（即相同時間，不同節氣門的開度不同），根據燃燒控制方法不同的需要，可以使得不同汽缸的進氣壓力不同。

每一個汽缸配備一套火花塞電子點火系統，同時，每一個汽缸所對應的火花塞電子點火系統（控制回路）彼此獨立，控制指令和點火操作情況不同，即，電子點火相位角（點火時間）和點火延長時間獨立，即，內燃機在一個完整的工作週期內，每一個火花塞的點火相位角和點火延長時間可以彼此不同，也可以相同，可以根據燃燒控制的需要任意和獨立設定。

汽缸與汽缸之間，每一個汽缸的噴油量、噴油相位角、噴油延長時間彼此獨立。這些控制參數可以不同，也可以相同。

現在的內燃機，雖然點火時間（相位角）、噴油量、噴油相位角、進氣壓力、進氣量等參數不完全相同（有少量差異），在一個完整的工作週期，每一個汽缸的各種控

制參數也是不同的，但是其控制主觀是相同的，沒有獨立控制的主觀意圖，這種不同只是隨內燃機工況的波動產生的小幅度差異，或者是機械和電子器件品質、性能差異造成的小的差異（偏差）。這種“不同”或者“差異”區別于本發明主觀發出的、目的明確的差別化控制，其參數的差異性幅度也很大。根據本發明控制方法，汽缸之間，各種類型的控制參數，多數情況下（多數時間）是不同的，但是，根據內燃機工作狀態控制的需要，少數時間是可以相同的。例如，各個汽缸全部處於點燃燃燒控制模式，或者全部處於壓燃燃燒控制模式。

舉例說明：現在的內燃機，在負荷變化時，各個汽缸的噴油量是變化的，當行車電腦要求單缸噴油量從 8 千微克/次增加到 12 千微克/次時，內燃機各個汽缸的噴油量會伴隨指令到達的時間產生變化和不同，輪到哪個汽缸就從哪個汽缸開始採用新的參數，或者按照汽缸工作的先後順序依次按照新指令執行。本發明的控制方法與上述控制方法的不同之處在於：對各個汽缸噴油量多少的控制是針對具體汽缸的，是根據各個汽缸的燃燒控制方法不同，有目的控制的。

現在也有少量內燃機的控制方法會在一定條件下要求個別汽缸停止噴油，而另外一些汽缸繼續工作。例如技術背景中介紹到的汽缸分組和分別控制的技術。本發明的控制方法與這種控制方法的不同之處在於：現有的這種控制方法只是本發明控制方法眾多控制方案中的一種情況，僅

僅是一組汽缸工作和另外一組汽缸不工作，這樣一種控制狀態。本發明除了汽缸分組，一部分汽缸工作另外一部分汽缸不工作外，汽缸的工作方式有壓燃式燃燒控制模式和點燃式燃燒控制模式的區別，汽缸有不分組單獨控制的區別，以及節氣門的區別，等等。一般情況下本發明控制方法在控制各個汽缸噴油量不同的同時，控制噴油相位角相對不同。

為每一個汽缸配備一個壓力感測器和（或者）一個溫度感測器，通過檢測汽缸在各個行程（尤其是在做功行程）活塞所處不同位置所對應的溫度、壓力及其變化規律，分析燃料的燃點、燃燒速度等資料，作為優化和選擇內燃機燃燒控制參數的依據。

這種控制方法，使得個別汽缸可以採用燃料與空氣預混合，然後採用火花塞點火的點燃式燃燒控制方法；同時，另外的一些汽缸進氣壓力很高，待空氣經過充分壓縮後，再噴射燃料進入汽缸，利用壓縮空氣的高溫去點燃燃料（即，壓燃式燃燒控制方法；又稱為：壓燃式燃燒控制模式；或者：壓燃式點火方法）；這種壓燃式燃燒控制方法還包括部分燃料與空氣預混合（在進氣行程噴入少量燃料，使燃料充分與空氣混合，這部分燃料會在做功行程的高溫高壓條件下與氮氣爭奪氧氣，減少氮氧化化合物的生成量。這部分燃料會產生少量碳氫組分，這部分碳氫組分可以在尾氣處理系統的三元催化系統與氮氧化化合物和一氧化碳一起反應，生成二氧化碳、氮氣和水，放出熱量），大

部分燃料然後噴射入高壓壓縮空氣的壓燃式燃燒控制方法。這樣控制的結果是，在內燃機的一個完整工作週期內，既有汽缸處於壓燃燃燒工作模式，又有汽缸處於點燃燃燒工作模式，內燃機對燃料的適應性得到充分強化。不論辛烷值高低，任何汽油都可以在本發明這種內燃機使用。即，採用這種控制方法的內燃機可以適應任何辛烷值指標的輕質油。哪怕是使用石腦油（或者直溜汽油），這種內燃機也可以順利工作，並且提供所使用燃料的最高的熱功轉換效率。

在內燃機啓動階段，各汽缸可以全部採用點燃式工作模式，以試探燃料的燃點，負荷提升之後，依據進氣壓力和產生爆震的情況，判斷這種燃料在特定的工作條件下（水箱溫度、環境溫度、進氣壓力、進氣溫度、壓縮比等）是否具備壓燃點火工作條件；或者，減小部分節氣門的開度，讓這些節氣門對應的汽缸採用點燃工作模式，增加另外一些節氣門的開度（這些節氣門的開度可以到達最大，全開的程度），使得這些節氣門所對應的汽缸進氣壓力更高，可能具備壓燃工作模式所需要的進氣壓力條件。

在發動機被預熱後（熱車），即使具備壓燃點火啓動的條件，採用點燃燃燒控制模式啓動或者點燃模式低負荷運行，發動機也不會出現爆震，因為空燃比被嚴格控制在14.7左右，進氣壓力較低，進氣量較少如果出現爆震或者出現嚴重的爆震，則及時將燃燒控制模式轉變為壓燃模式。

進氣壓力低的汽缸一般採用均質油氣混合氣點燃的燃燒控制方法，空燃比按照 14.7 或者 14.6 執行，進氣壓力高的汽缸一般採用非均質壓燃燃燒控制方法，實現分層燃燒和稀薄燃燒。

針對燃料辛烷值的不確定的情況，壓燃控制模式增加採用火花塞輔助點火的燃燒控制方法。在壓燃燃燒控制模式運行階段，火花塞在壓縮行程活塞到達上止點之前 2°C 點火，防備壓燃燃燒控制模式失火（壓燃點火不成功），如果汽缸檢測到爆震，則按照點燃燃燒控制模式的控制方法，逐步推遲火花塞點火時間。

按照本發明的控制方法，發動機具有對燃料辛烷值指標的檢測功能。通過台架試驗，檢測某種確定型號發動機使用各種不同辛烷值燃料時，在各種工作狀態發生爆震的條件、環境、爆震烈度得參數，建立資料庫存放在發動機控制器（或者被稱為行車電腦、ECU）。當內燃機實際應用的運行過程中，某一個或者某一組汽缸按照點燃燃燒控制模式運行時，如果檢測到爆震，則按照常規控制方法推遲火花塞點火時間，同時根據爆震出現時該汽缸的工作負荷：噴油量、進氣壓力、進氣溫度（環境溫度）、轉速、火花塞點火相位角（點火時間）、扭矩輸出等參數，對照資料庫資料，可以初步判斷發動機所使用燃料的辛烷值，並在後續的使用過程中指導發動機的某些汽缸選擇壓燃或者點燃的燃燒控制模式。同時，繼續通過對點燃燃燒控制模式運行的汽缸進行檢測（檢測爆震，以及點火相位、進

氣壓力、進氣溫度、環境溫度、水箱溫度、機油溫度、噴油量、轉速、扭矩輸出，等），增加判斷燃料辛烷值的依據的參數的統計概率。

內燃機具有自我學習功能，在工作狀態相對平穩（一般為噴油量保持不變）的階段，點燃燃燒控制模式的汽缸，火花塞點火時間（嘗試）逐步前移，以提高內燃機功率輸出和扭矩輸出，提高熱功轉換效率。產生爆震則逐步後移（推遲）火花塞點火時間。然後選定相對穩定的熱功轉換效率較高的與噴油量和負荷相適應的點火時間。這個嘗試和學習過程，以台架試驗得出的資料庫參數為基礎和依據，進行小幅度控制參數調整。至於具體調整的頻度和幅度，根據不同的控制理念有所不同，是業內人士所掌握的現有技術。

對於汽缸數為單數的內燃機，控制原理（方法）也是一樣的，例如，3 缸內燃機可以採用 3 個節氣門，分別採取 3 種（或者 2 種）不同的控制策略；或者採用兩個節氣門，對一個汽缸單獨控制它的燃燒（點火）控制模式，另外兩個汽缸作為一組採用相同的燃燒（點火）控制模式；例如，對單一的汽缸採用壓燃燃燒控制模式，另外兩個汽缸採用點燃燃燒控制模式，或者根據條件（進氣壓力、進氣流量、環境溫度、水箱溫度等）採用相反的控制策略。對於汽缸數為 5、7、9、11 等等情況，按照排列組合的方法，可以設計出不同的壓燃和點燃控制模式組合。

本發明採用並聯或者多聯節氣門的控制方法，即在一

隻節氣門產品上並聯兩個彼此獨立的節氣門，或者在一隻節氣門產品上並聯多個彼此獨立的節氣門，這些節氣門的開關和開度是獨立控制的，分別操作和控制不同汽缸（或者不同汽缸組）的進氣壓力和進氣量。

並聯的或者多聯的節氣門產品，每一台節氣門產品具有兩個或者多個彼此獨立控制和動作的節氣門。這些節氣門的入口，可以從同一根管道分配進來，空氣壓力相同；出口則通向各自的汽缸或者汽缸組，通過節氣門的開度變化，調節這些汽缸的進氣壓力和進氣流量。

內燃機的壓縮比可以在 9~22 範圍內選擇，對於進氣壓力比較高內燃機，例如，配備了機械增壓裝置和（或者）渦輪增壓裝置的內燃機，壓縮比可以適當降低，比較好的壓縮比範圍在 12~20 之間，典型壓縮比為 15。

對於壓縮比為 15 的內燃機，當進氣壓力為 200 千帕（相當於 2 個大氣壓）時，壓縮行程末端燃燒室溫度，與壓縮比為 25~28 的內燃機採用自然吸氣方式進氣時壓縮行程末端的燃燒室溫度相當。這個溫度可以比較容易地點燃燃點相對較高的燃料。尤其是在發動機經過預熱（熱車）的情況下，壓縮比在 19-21 的情況下，進氣壓力在 240-300 千帕的情況下，汽缸壓縮行程末端的壓縮空氣幾乎可以將辛烷值在 90-95 以下的所有輕質油（研究法，RON）點燃，實現壓燃。無法壓燃的高辛烷值汽油，則採用點燃燃燒的控制模式。

將處於壓燃燃燒工作模式的汽缸與處於點燃燃燒工作

模式的汽缸輪換工作，這種控制方法，可以降低火花塞和汽缸積碳。

低負荷（例如汽車怠速，或者待檔怠速，或者勻速運動時）時，可以關閉部分汽缸（關閉節氣門和停止燃料噴射；或者停止燃料噴射不關閉節氣門或者關小節氣門，利用餘熱做功），降低燃料消耗。

汽缸的燃燒要素包括但是不僅限於：進氣壓力（進氣量）、進氣溫度（環境溫度）、水箱溫度、機油溫度、轉速、火花塞點火相位角（點火時間）、噴油量、噴油壓力、噴油相位角、壓縮比。有些參數是可以控制的，有些是無法控制的。本發明對可以控制的參數，針對不同汽缸，分別控制。

本說明書所述“供氣”，表示供應空氣。一般情況下，四衝程內燃機的一個完整工作週期相當於內燃機曲軸轉動 2 周。二衝程內燃機的一個完整工作週期相當於內燃機曲軸轉動 1 周。六衝程內燃機的一個完整工作週期相當於內燃機曲軸轉動 3 周。

本說明書關於內燃機和汽車的有關控制參數的選擇（根據相關條件的變化情況）和選擇方法，是相關專業技術人員所熟知的，是現有技術，不需要創造性勞動即可獲得。

【實施方式】

以一台汽缸數為 6 的內燃機為例，每 2 個汽缸對應 1

個節氣門，得到 3 組汽缸（比較好的汽缸組合方法是按照汽缸做功的次序，按照序號間隔 2 作組合依據。例如，做功次序 1、4 的汽缸為一組，2、5 為一組，3、6 為一組），其中 1 組汽缸按照點燃燃燒模式控制，行車電腦控制節氣門開度和噴油嘴的噴油量，使得空燃比按照 14.7，燃料與空氣預混合，火花塞點火相位角按照常規，在上止點前 12 度附近，並且根據轉速、爆震檢測結果（以及汽缸內溫度、壓力檢測結果和所對應的活塞位置），在以上止點前 12 度為中心，正負 30 度範圍或者更大範圍內調整（這種更大範圍的具體參數的計算方法，為現在內燃機和汽車行業的專業技術人員所熟知）；另外兩組汽缸按照壓燃燃燒模式控制，噴油相位角在上止點前 16 度附近，並且根據轉速、負荷、進氣壓力等工況，在以上止點前 16 度為中心，正 120 度（提前）負 20 度（推遲）範圍或者更大範圍內調整（這種更大範圍的具體參數的計算方法，為現在內燃機和汽車行業的專業技術人員所熟知），也可以通過台架試驗得到，不需要創造性勞動。

內燃機啓動階段，首先考慮 3 組汽缸全部採用點燃燃燒控制模式，保證內燃機正常啓動和正常運行。隨著內燃機正常啓動，渦輪增壓器利用內燃機尾氣的驅動開始向汽缸（經過節氣門）供應高壓空氣。全開的節氣門將使得與之對應得汽缸的進氣壓力升高，有可能具備壓燃燃燒控制模式所需要的進氣壓力條件。同時，部分開啓的節氣門減少了與之對應的汽缸的進氣流量和進氣壓力，使得更多空

氣進入壓燃工作狀態的汽缸（對應的節氣門全開，或者開度大於 50%）。

此時，可以先考慮 2 組汽缸採用點燃燃燒控制模式，1 組汽缸採用壓燃燃燒控制模式。然後再考慮 1 組汽缸採用點燃燃燒控制模式，2 組汽缸採用壓燃燃燒控制模式。這裏的“考慮”是行車電腦不斷採集有關資料和做出判斷的過程。判斷是否有汽缸（包括有多少汽缸）具備壓燃燃燒控制模式的條件，分配哪幾個（或者那幾組）汽缸按照壓燃式燃燒控制模式運行，而另外一些汽缸按照點燃式燃燒控制模式運行。

當進氣壓力、進氣流量、環境溫度不能滿足兩組（4 個）汽缸處於壓燃燃燒控制模式時（壓燃不能正常著火；或者根據條件變化趨勢作出預測部具備壓燃條件的），則改爲 1 組汽缸壓燃，2 組汽缸點燃的燃燒控制模式。或者全部改爲按照點燃式燃燒控制模式運行。

當水箱溫度升高，進氣壓力、環境溫度和進氣流量滿足 6 個汽缸全部採用壓燃燃燒控制模式時，則全部 6 個汽缸全部採用壓燃燃燒控制模式工作。

總體控制策略：以點燃燃燒控制模式作爲內燃機適應不同燃料性能（辛烷值）而能夠正常運行的保底措施；在條件允許的情況下，儘量使得更多的汽缸採用壓燃燃燒控制模式工作，以提高內燃機效率。

爲了減少啓動階段更多汽缸採用點燃燃燒控制模式工作的時間，爲內燃機配備機械增壓裝置是一個方法，這個

方法可以使得內燃機在啓動階段即獲得超過 1 個大氣壓的進氣壓力，有利於內燃機儘快和有儘量多的汽缸採用壓燃燃燒控制模式。機械增壓裝置可以在內燃機工作期間一直工作，也可以僅僅在啓動階段工作。機械增壓裝置可以與渦輪增壓器配合，在渦輪增壓器開始工作之後停止工作。

申請專利範圍

1. 一種針對汽缸數量大於等於 2 的內燃機，在同一台內燃機採用兩個或者多個節氣門，分別控制不同汽缸或者不同汽缸組的進氣壓力和進氣量，即，採用一個節氣門為一個汽缸供氣的方法，各汽缸的進氣壓力和進氣量由不同的節氣門分別控制；或者採用一個節氣門為兩個汽缸供氣，或者一個節氣門為多個汽缸供氣，每兩個汽缸或者多個汽缸為一組，但是同一台內燃機至少具有兩組或者兩組以上的汽缸，各組汽缸的進氣壓力和進氣量由不同的節氣門分別控制；

每一個汽缸配備一套火花塞電子點火系統，並且，每一個汽缸所對應的火花塞電子點火系統彼此獨立，也就是點火線圈的控制回路彼此獨立，控制指令和點火操作情況各不相同，即，各個汽缸或者汽缸組的電子點火相位角，點火時間和點火延長時間獨立，內燃機在一個完整的工作週期內，每一個火花塞的點火相位角和點火延長時間彼此獨立，根據燃燒控制的需要，任意設定，單獨設定；

每一個汽缸的噴油量、噴油相位角、噴油延長時間彼此獨立，操作參數單獨控制；

每一個汽缸配備一個壓力感測器或者一個溫度感測器，或者同時配備一個壓力感測器和一個溫度感測器；如果節氣門的配置已經將汽缸分組，則每組汽缸選擇一個汽缸配備一個壓力感測器或者一個溫度感測器，或者同時配備一個壓力感測器和一個溫度感測器；

根據以上控制方法，個別汽缸採用燃料與空氣預混合，然後採用火花塞點火的點燃式燃燒控制方法；同時，另外的一些汽缸進氣壓力很高，進氣量很大，待空氣在汽缸經過充分壓縮後，再噴射燃料進入汽缸，利用壓縮空氣的高溫點燃燃料，即，採用壓燃式燃燒控制方法；這種壓燃式燃燒控制方法還包括部分燃料在進氣衝程噴射進入汽缸與空氣充分預混合，大部分燃料在壓縮衝程再噴射進入汽缸中的高壓壓縮空氣的壓燃式燃燒控制方法；

根據以上控制方法，在內燃機的一個完整工作週期內，既有汽缸處於壓燃燃燒工作模式，又有汽缸處於點燃燃燒工作模式，內燃機對燃料的適應性得到充分強化，可以使用任何辛烷值的汽油。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的控制方法，一種並聯的或者多聯的節氣門產品，將兩個節氣門或者多個節氣門的物理結構或者機械結構並聯在一起，每一個節氣門的開關和開度是獨立控制的，分別操作和控制不同汽缸或者不同汽缸組的進氣壓力和進氣量。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的控制方法，一種新的內燃機產品，其中在內燃機的一個完整工作週期內，既有汽缸處於壓燃燃燒工作模式，又有汽缸處於點燃燃燒工作模式，這種內燃機可以使用任何辛烷值的汽油。