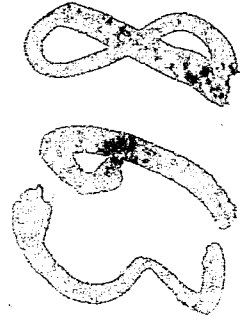


44  
37/249  
(2)

7.15

17104

# 煤汽車研究報告



湖南省建設廳印行

民國二十一年雙十節

宣傳部圖書室

碼

登記號 03593

官  
447.15  
06  
2

# 煤汽車研究報告書

湖南省建設廳印行

民國二十一年雙十節

9804



83

# 目次

## 弁言

第一章 理論及設計	頁
第一節 研究之動機	1
第二節 研究之目的	1
第三節 設計及所根據之理論	3
甲—煤氣之來源及其發生之理論 乙—煤氣發生爐 丙—清潔器 丁—調節器 戊—管件	
己—發動機之動力 庚—燃料	
第二章 機械製作	
第四節 基本資料	31
第五節 發生爐之製作	31
第六節 清潔器之製作	40
第七節 調節器之製作	48
第三章 化學分析	
第八節 分析方法	63
甲—煤氣之分析 乙—煤灰之分析	
第九節 化學計算	65
甲—煤之成份估計 乙—煤之熱力估計 丙—煤氣分析計算 丁—煤氣燃燒計算	
第十節 分析紀錄	72
第四章 實驗紀錄及結論	
第十一節 實驗紀錄	75
甲—重量 乙—溫度及壓力 丙—氣體成份 丁—速率重量及燃料消耗量 戊—管理	
己—修理	
第十二節 結論	79

## 插 圖

		頁
第一圖	煤氣拖車 .....	2
第二圖	二養化炭與一養化炭之成份變化 .....	5
第三圖	發生爐通氣夾層圖 .....	14
第四圖	散熱系數 .....	19
第五圖	混合氣中含燃料氣之量 .....	20
第六圖	煤氣空氣混合爆發時間 .....	20
第七圖	炭在各種溫度接觸所成一養化炭百分數 .....	29
第八圖	二一五型發生爐圖 .....	33
第九圖	二一六型發生爐圖 .....	35
第十圖	二一七型發生爐圖 .....	37
第十一圖	二一八型發生爐圖 .....	39
第十二圖	圓筒式清潔器圖 .....	41
第十三圖	鋼皮方箱式清潔器圖 .....	43
第十四圖	第二種圓筒式及方筒式清潔器圖 .....	45
第十五圖	長管式清潔器圖 .....	47
第十六圖	生鐵方箱式清潔器圖 .....	47
第十七圖	過供器圖 .....	48
第十八圖	調節器圖 .....	50
第十九圖	調節器裝置圖 .....	51
第二十圖	二一五型裝置圖 .....	52
第二一圖	二一六型裝置圖 .....	53
第二二圖	二一七型裝置圖 .....	54
第二三圖	二一八型裝置圖 .....	55
第二四圖	新一七型裝置圖 .....	56
第二五圖	排氣管接頭及考克裝置圖 .....	57
第二六圖	橡皮管連接頭裝置圖 .....	58
第二七圖	小型手搖鼓風機圖 .....	59
第二八圖	手搖鼓風機圖 .....	60
第二九圖	二一八型分圖 .....	61
第三十圖	二一八型分圖之二 .....	62
第三一圖	重量分佈圖 .....	77
第三二圖	壓力及溫度測驗圖 .....	78

## 弁 言

近世陸上交通，求其用費省而施工易者，莫如汽車路。故今日各國交通政策，於完成鐵路網之外，無不再輔以汽車路網之設置。總理所著建國方略，關於物質建設，亦有百萬英里碎石路之計劃，所謂碎石路者，即汽車路也。

夫在物質先進之國，其交通固以鐵路為主，以汽車路為輔；而在我國則不然，生產落後，國力貧瘠如今日，而侈言完成全國鐵路網，談何容易！惟有努力從事汽車路，儘量修築以濟其窮。至於鐵路，除數大幹線必須提前建造者外，其餘暫置為後圖可也。

顧於此又有一問題焉：蓋汽車之行駛，必賴汽油以為動力。我國油田尚無大鐵區之發現，即陝西延長油鐵，前此曾喧動一時者，然迭經鑽探，產量尚不甚豐；而世界產油區域，亦極有限制，除美洲外，僅俄領中亞細亞有豐富之鐵區。汽車路網成矣，而動力原料，純仰給舶來，一旦海疆有封鎖之虞，輸入之來源告絕，路網雖成，等於虛設。周身之血脈不能運行，即四肢五官之活動，亦將隨之消失，束手待斃，險何可言！歐戰期中，法國以汽油缺乏，軍除調度，極感困難，首相克禮孟梭曾致書美前總統威爾遜乞援，至謂汽油與戰士之赤血有同樣之價值，當時傳誦，以為名言。且非特戰時為然也，即在平時，漏卮所耗，亦不可思議；而供求之際，任人牽鼻，尤為事理之所必然。此德法諸國科學家所為汲汲於汽油代用物質之試驗也。

湖南汽車路年來力圖孟晉，斷自今日，通車者凡二千餘里，年耗汽油不下百萬金；且常受外商之操縱把持，有識者時切隱憂。常愷委命本廳科長柳敏技正向德根據事理，試行研究，初以石炭着手試驗，經過數月，頗有成績；而以石炭成分，至不一致，未免事倍功半，乃改用木炭。又經數月之努力，及無數次之改良，幸有今日之結果。柳向兩君

欲然不以自足，且謂科學爲世界公物，不當有所隱秘，願以苦心所得，公諸全國，以求是正，其意甚盛。政府採納其議，於是本年雙十節公開試車之舉，敬迓各方代表蒞臨指導，並將試驗經過，編成此冊，附以圖表，用爲蒸餾。柳君從事化學試驗，向君從事機械試驗，報告書草創之責，卽由二君分負；而潤色之核訂之者則爲本廳技正謝世基，此亦分工合作之精神也。柳君告余曰，“試驗初告完成之日，在事者咸以爲毫無遺漏，乃頃因裝設多數車輛，則又發現尙可改良之點甚多”。從可知科學世界之進步，永無盡期，而沾沾一得者之無謂矣。湖南現籌備設立工業試驗所，對於本問題，仍懸爲正鵠，作繼續不斷之探索，尙望國內科學賢達，匡其不及，細愆糾謬，或引起興趣，分道揚鑣，殊途同歸；俾精益求精，異日達於至善盡美之域；則今日之所努力者，雖被目爲大輅椎輪，亦不辭也。

中華民國二十一年雙十節

湖南省建設廳廳長譚常愷識



# 煤汽車研究報告書

## 第一章 理論及設計

### 第一節 研究之動機

年來全國築路建設，呈突飛猛進之勢，隨此為正比例進展之事業，即汽車運輸工作。就其便利交通一面觀之，誠為可喜之象；然因此增加汽油之銷耗額，使漏卮日大，則慮者莫不抱為隱憂。就吾湘公路而論，以二噸汽車為準，每一加侖之汽油，約可行二十華里。每小時平均行六十里，約需汽油三加侖。現有汽車達二百餘輛，統計全年銷耗，約在六十萬加侖以上。其價格復隨金價與年俱進，計民國十九年每十加侖僅售價五元八角餘，今則需洋一十四元餘矣。以公路局十九年八月至二十年七月營業收支統計之，營業材料支出之總值，約當營業收入二分之一，汽油銷耗之總值，又當材料支出總值二分之一而強；是汽油銷耗之值約當營業總收入四分之一，關係之重，可概見焉。然此尚係僅就經濟方面言之，若一旦國際有變，來源斷絕，則雖百倍其價，亦將無法求得；而國內所有之汽車將盡停諸道旁，頓成無用之物，於交通國防之影響，將更無有等其嚴重者矣。

考汽車之發動機，為 Otto 內燃機式，其燃料固不以液體之汽油為限，氣體燃料亦可應用。我國煤油之蘊藏情況及將來開發之希望如何，雖俱尚待研討；然固體燃料，如木炭石炭之屬，則固出產甚豐。若能設法用為原料，使變成氣體以作汽油之代用物，殊為解決汽車燃料問題一最便捷之途徑——此研究煤氣車之動機也。

### 第二節 研究之目的

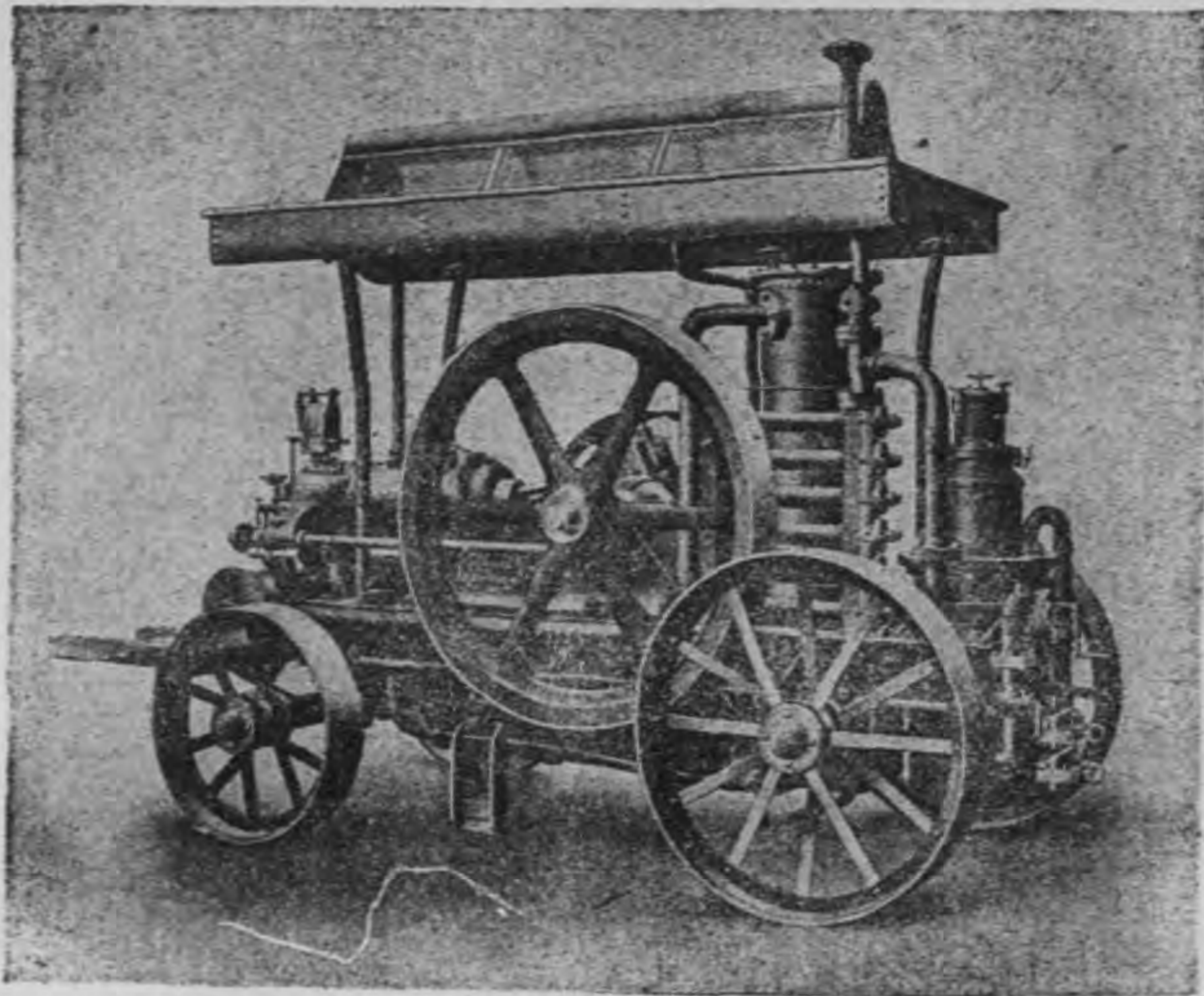
用固體燃料以發生煤氣供內燃發動機之用，其事本甚平易，現時採用煤氣為動力之工



廠，亦已不少。今欲造一煤氣汽車發動機以代汽油發動機，其事之可能，可無疑義。如 P. W. Robson 所著之 Power Gas Producers，載稱在 1908 年以前，即有煤氣拖車 (Gas Tractor) 之製造，其形如第一圖所示。惟此種拖車之速率既低，重量亦大，而

第一圖

煤氣拖車



機械構造方面，困難尤多，致其用途未能推廣。抑自距今六十餘年以前，鑛油工業發達，汽油煤油之產量豐，價格廉，世界文化日進，對於運輸速率之要求日高，煤氣拖車原已不能應其需要；其極，乃使汽油汽車成為數十年來惟一之輕捷交通器械。迄 1914 年，歐戰發生，凡不產鑛油諸國，以來源斷絕，感覺極度之不便，始瞭然於汽油汽車之利弊，相率從事於本國固體燃料（如煤及木炭等）代替汽油之研究。雖其方法有‘固體氣化法’與‘低溫蒸溜法’（亦稱‘低溫炭化法’）之不同，要皆在求利用本國所產燃料以圖自給。我國鑛油之開採，既苦迫不及待，而汽油之需要量，又屬與日俱增，則急起直追，步武各國炭代汽油之研究，實一刻不容緩之工作也。顧今茲之研究目的，初未譚於整個汽車之製造；蓋其關連之問題過多：如設備，如材料，皆非有鉅額之經費與長期之試驗不為功。爰就吾人現時財力之所及，環境之所許，先定研究之目的如次——

- (一) 就現有之汽油汽車，改造其動力部份，使能採用煤氣為燃料；
- (二) 利用本省出產之木炭及石炭等為燃料，以圖便利與經濟；



- (三) 動力燃料改換後，汽車之載量重及座位數須不減少，車行速率，須能保持本省規定之最高速率(即每小時卅五英里)，以維持原車之效用；
- (四) 動力燃料改換後，汽車之駕駛方法，須與用汽油時無異，以適合於一般司機之習慣，無庸另加訓練；
- (五) 雖當開始發動時，亦須絕對不用一滴汽油，以求澈底解決；
- (六) 燃料之裝添，須極簡便，每裝添一次，須能供給行駛至少一百二十華里之用，以免添置站所，或增延停車時間；
- (七) 開車所需預備時間，最長須在十分鐘以內，中途停車未逾三十分鐘時，須能隨時開動，無須再專預備，以期便捷；
- (八) 所生煤氣，須無發生爆炸或逸入空氣中使人中毒之危險；
- (九) 煤氣發生器須勿散熱過多，以免增高空氣溫度影響乘客之舒適；
- (十) 管理須甚簡易，構造須極堅實，以免時需修理，增加銷耗。

### 第三節 設計及所根據之理論

研究之鵠的既已確定，亟應檢討可資根據之理論，以證釋設計之可能。茲分述如次。

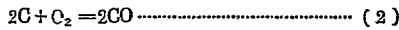
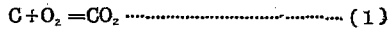
#### (甲) 煤氣之抉擇及其發生之理論

氣體燃料，可大別為天然與人造二類。天然氣體燃料不能隨處皆有，應置不論。人造氣體燃料，復可分為四種；即

- 一，燃光煤氣 ( Coal or Illuminating Gas )，係將烟煤或油料乾溜而生，其主要成分為 $\text{CH}_4$ 及 $\text{H}_2$ ；
- 二，水煤氣 ( Water Gas )，係將水蒸氣通過白熱炭層與炭化合而生，其主要成份首為 $\text{H}_2$ 次為 $\text{CO}$ ；
- 三，熔鐵爐煤氣 ( Blast-furnace Gas )，係熔鐵爐中熔鐵時所發生之氣體，其主要成份為 $\text{CO}$ ；
- 四，發生爐煤氣 ( Producer Gas )，即普通煤氣發生爐所發生之氣體，其主要成份為 $\text{H}_2$ 及 $\text{CO}$ 。

現時工廠中煤氣發動機所用之煤氣，多係第四種，茲就此種煤氣略論之。

無論何種動力煤氣發生爐，其作用均在變化固體燃料為可燃性之氣體。此種變化須在一定限度以上之溫度始能發生，其所需之熱力即取之於燃料本身之部份燃燒。固體燃料變為氣體燃料最簡便之法，即為與空氣相化合。查空氣約為一分體積之氧氣及四分體積之淡氣所組成，而淡氣恆不與炭素起作用，故空氣與炭素之化合，可簡視為氧氣與炭素之化合，其反應式有二，如下：



(1)式即炭之完全燃燒，其所成之 $CO_2$ ，為不可燃之氣體，非吾人之所需。(2)式為炭之部份燃燒，其所成之 $CO$ ，為可燃之氣體，在上述之水煤氣熔鐵爐煤氣及發生爐煤氣中，均占請要成份。煤氣發生爐中之化學作用，可用(2)式代表之，其熱力方面之變化則如下表。

反應方程式	2C	+	O <sub>2</sub>	=	2CO
分子重量(磅)	24		31.93		55.93
分子體積(立方呎)			357.5O <sub>2</sub> (+1430N)		715CO(+1430N)
熱力值(英制熱單位)	351,600				244,816
每磅C之熱力值=14,650英制熱單位					
附註：每磅CO之熱力值=342.4英制熱單位					

由上表觀之，24磅之炭，原可發351,600英制熱單位之熱，而所得715立方呎之 $CO$ 僅有熱244,816英制熱單位，計損失熱力106,784英制熱單位，約當炭之總熱力百分之三十；即由固體燃料變為氣體燃料時，僅可利用其固體燃料熱力百分之七十，其餘百分之三十，盡放散於發生爐內。自經濟方面觀之，其損失固大；自發生爐之本身而言，此百分之三十之熱力，若任其聚集，則其物理的效果，將使發生爐達最高之溫度，在攝氏1500度以上。其發出之煤氣溫度亦過高，不便以供動力之用。又爐內燃料所含之灰質，將盡熔為爐渣，而影響通風作用，皆不利也。故設計發生爐時，除求能使固體燃料變為氣體燃料外，尚須注意下列二點：

- 一，爐內之溫度須保持在一定限度以內，
- 二，須設法充分利用放散於發生爐內之熱力。

所需乎一定限度之溫度者，因 CO 氣體之生成，可由前列 (1) 式之反應，轉變而得如下式：



上式為可逆反應，其化學平衡之計算如次，

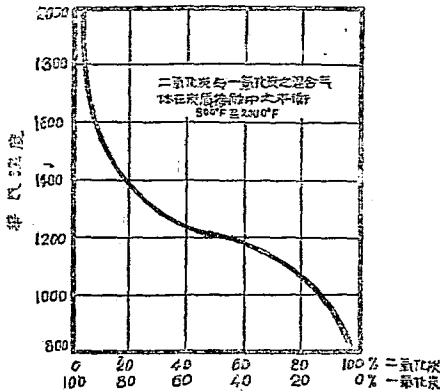
命 K 為  $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$  之化學平衡常數，

$$\text{則 } K = \frac{(\text{CO})^2}{\text{CO}_2} \text{。}$$

但此平衡常數係隨溫度而變化，

$$\text{Log}_{10} K = -\frac{6560}{T} + 2.46 \text{Log} T - 6.0 \times 10^{-7} T + 3.43 \times 10^{-10} T^2 + 2.15$$

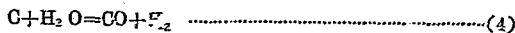
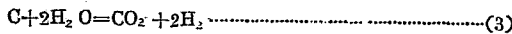
T 為華氏表之絕對溫度度數。在 800 度至 2000 度之間，此二氣體之變化情形如第二圖。



第二圖

觀此可知在 800 度時，大量之 CO<sub>2</sub> 得以存在；溫度漸高，量亦漸減。至 1750 度時，僅得百分之一又三分之一，而 CO 之量則極豐富。故發生爐內之溫度不宜在此界限以下。高於此限度時，益可增進發生煤氣之效率；惟過高則有如上述發生熔結渣滓之弊。其最高限度如何，應視所用燃料之性質定之。

Dowson 氏對於上述節制溫度與利用熱力兩問題之解決，為於供給燃燒之空氣內，配以適量之蒸汽。此方法為今日一般發生爐所採用。當水蒸汽與爐內白熱炭層相遇時，發生下列二種之反應：



此二反應亦隨溫度而轉移，初不同時存在。在攝氏 600 度以下時為(3)式反應，在 900 度以上時，則為(4)式。(3)式中所生之 $\text{CO}_2$ ，為不合用之氣體，故以使能照(4)式進行為宜。茲研究其熱力變化如下表。

反應方程式	$\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$	
分以重量(磅)	12	18
分子體積(立方呎)		357.5
熱力值 (英制熱單位)	$12 \times 14650$ =175800	$-18 \times 1118$ =-20100
		$342.4 \times 357.5$ =122400
		$292.3 \times 357.5$ =104500
	155700	
	237000	
附註	(一)每磅炭之熱力=14650(二)將60°F之水變為蒸汽所需之熱力=1118(三)每立方呎CO之熱力=342.4(四)每立方呎 $\text{H}_2$ 之熱力=292.3	

由上表知照(4)式反應所生之 $\text{CO}$ 及 $\text{H}_2$ 所有之熱力，比由炭及蒸汽所能供給之熱力，多出227,000-155,700=71,300英制熱單位。此相差之數，即係取給於由(2)式反應所放散之熱。如此，則發生爐內之溫度不至十分增高，且可由其配入蒸汽之量以隨意節制之。

(4)式反應所生之 $\text{H}_2$ ，亦為可燃氣體。每立方呎可發生熱力292英制熱單位。以與(2)式所生之煤氣成份較，就其熱力方面言之，實更為優良。故於供給發生爐之空氣中配以蒸汽，其效用不僅在以調制其溫度，且足以增高其煤氣之熱力值。換言之，即提高發生爐之熱效率，對於前述設計發生爐時所應注意之二點，可完全達到也。

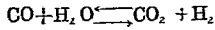
用此法所設計之發生爐，以無煙煤為燃料所發生之煤氣，其成份約如下(以體積為準)：

$\text{CO}_2$ .....	4.6%	$\text{CO}$ .....	23.8%
$\text{O}_2$ .....	0.5%	$\text{H}_2$ .....	15.5%
$\text{CH}_4$ .....	1.1%	$\text{N}$ .....	54.5%

其熱力每立方呎約為139英制熱單位，可視為上等之煤氣焉。

炭與空氣及炭與水蒸汽之化合反應作用與溫度之關係，已如上述；在事實上，煤氣中

之 CO 與水蒸汽及 CO<sub>2</sub> 與 H<sub>2</sub> 亦有化合作用，其變化程度視溫度而異。其式如 1-1。



此種可逆反應之真確情形如何，姑不詳論；惟其溫度若在攝氏 1000 度以上時，則所得悉為 CO。

由此觀之，用 Dowson 法所發生之煤氣，其成份實無一定，一視其發生爐內之溫度而殊，今試預以此種煤氣為供動力之用，進而研究其變動情形，視其是否適用於汽車發動機，即決其是否可引為設計之根據。

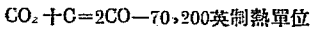
查發生爐內之溫度，係隨燃料燃燒之遲速而定；而燃燒之遲速，則視供給燃燒之氣流之強弱而定。在吸入式煤氣發生爐 (Suction Gas Producer) 中，此供給燃燒之氣流之強弱，係由發動機之速率決定之。發動機之速率如發生變動，其吸氣力即隨之變動，因是影響於經過發生爐內燃料層之氣流，而使火床之溫度發生變化。當吸氣力最大時，火床熱帶之溫度，達攝氏一千度；供給燃燒之氣流所含之蒸汽，可完全被分解。若速率甚低，則溫度將降至七百度之譜，僅能分解所含蒸汽量十分之一；其效果乃影響於所生煤氣之成份。就實驗所知，當發動機在四分之一之負荷時，煤氣成份內所含輕氣之量，僅為百分之五至百分之八；而在全負荷時，則可高至百分之十八以上。由其負荷之不同，致其成份變異若是，而其熱力亦復大有變更，由最低 125 英制熱單位可至最高 145 英制熱單位，實使發動機發生時須調整之要求。然此雖屬一不良之點，但若煤氣之成份不隨之變易時，尚可運用發動機上節氣門妥為調節之。所不幸者，煤氣之主要活動成份為 CO 與 H<sub>2</sub>，二者在發動機之汽缸 (Cylinder) 內，各有其活動性。最著者為燃燒速率之不同，H<sub>2</sub> 比 CO 幾快一倍；其發火點及壓縮抵抗力亦各殊，H<sub>2</sub> 均較 CO 為低。故發動機汽缸壓縮比之設計及發火裝置，常須以 H<sub>2</sub> 為準。然發動機負荷有變動時煤氣成份中變動最大者即為 H<sub>2</sub>，已如前述，則是發動機之發火裝置，因在輕負荷時煤氣之活動成份係以 CO 為主，又必嫌其過遲，而不能盡用其力。欲免除此顯著之缺陷，非使發火裝置隨發動機之負荷變動不可。然此恐尙未能認為根本解決之法。欲求使用便利，則待改良之點，殆不在發動機，而須求諸發生爐中煤氣發生方法之改革——務使所生之煤氣無論在何種負荷其成份常不變，庶發動機之調節問題趨於簡單。設此亦難辦到，則務求得煤氣僅含一個主要活動分子，在輕負荷時煤氣組成分子與全負荷時相同，或許稍淡而已。能

如是，夫然後發火時間一項，可無問題。

近代汽油汽車發動機之製造，趨於採用高度壓縮力。吾人既以就原發動機改造為鍋的，則預備採用之煤氣，自以能受高壓力者為宜。準此以繩，則於普通煤氣所含CO與H<sub>2</sub>二活動份子欲去其一時，自以留CO而去H<sub>2</sub>為得計。抑尤有進者；欲使煤氣僅含H<sub>2</sub>而無CO求之發生爐，其事亦不可能也。請再進言有CO而無H<sub>2</sub>之煤氣發生方法。

欲求除去煤氣中之H<sub>2</sub>，當先明瞭H<sub>2</sub>之來源。由(3)(4)兩反應方程式觀之，知H<sub>2</sub>分子係由水蒸汽分解而生。若供給發生爐燃燒氣化之氣流純為空氣，而不混以水蒸汽，則所生之煤氣自含CO多而含H<sub>2</sub>少（因燃料及空氣俱含有少許之水份及炭化輕等，故發生之煤氣內不能絕無輕氣）。惟由此又引起另一困難問題，即爐內之溫度逐漸增高，使渣灰熔為渣液，阻礙爐之通風作用。又熱力損失亦大，得此其彼，殊未得為經濟之道也。

前言可由(1)式之反應轉變而得CO，其反應實含有熱力變化，如下式：



此言由CO<sub>2</sub>變為CO時，曾發生吸熱作用。設於供給發生爐燃燒之空氣內混以相當成份之CO<sub>2</sub>，則吸熱作用無殊於空氣內混以水蒸汽，而所發生之煤氣中，却僅含CO而無H<sub>2</sub>，此為吾人迫切要求唯恐不得者。此法所需之CO<sub>2</sub>不論如何取得，作用均同；惟吾人尚有一極經濟之來源，即得自煤氣在發動機汽缸內爆發後所成之廢氣。下列係分析廢氣所得之結果，可見CO<sub>2</sub>之成份焉。

CO <sub>2</sub> .....	5.4%	CO .....	0.9%
O <sub>2</sub> .....	5.0%	N及其他 .....	88.7%

廢物利用，適應所需，以之加入於供給爐內燃燒之氣流中，一面減低氧氣之成份，免除過度高溫之弊，一面變CO<sub>2</sub>為CO增加CO之濃度。由此所生之煤氣，其成份平均約如次：

CO <sub>2</sub> .....	1.8%	CO .....	26.5%
O <sub>2</sub> .....	0.2%	H <sub>2</sub> .....	0.4%
CH <sub>4</sub> .....	1.7%	N .....	69.7%

其發熱力每立方呎約為103英制熱單位。查普通用水蒸汽之發生爐所生煤氣之發熱力，



約為 139 英制熱單位。兩者相較，自發生動力方面觀之，似乎前者不及後者之優良；然前者因不含  $H_2$  可受較高之壓縮壓力（有使達每平方吋二百磅者），實使發動機之效率大為增高（比用含輕氣之煤氣時，約高十分之一），故前後兩者如用等大汽缸之發動機，仍可發生等大之發動力。

又普通用水蒸汽之發生爐，其灰室或爐蓋下部各處須密閉不洩氣，否則吸氣力減少，足使混合蒸汽之量減低。當開啓灰室以整理爐火時，亦有同樣之影響。其結果使煤氣之成份發生變異，發動機必感供給不勻。若用  $CO_2$  為吸熱物，則無此弊，雖將灰室門長時啓開，亦不至損及煤氣之品質，不過因  $O_2$  供給過多，增高爐內之溫度而已。

抑更有進者，普通用水蒸汽之發生爐，其爐內之溫度可由蒸汽之供給量節制之。蒸汽供給愈多，則其吸熱力愈大，溫度遂愈降低。據一般之規定，以一磅重之燃料，配 0.8 磅重之水，即可得適當之溫度。此比例約與一磅重之空氣配以 0.24 磅重之水（即華氏 85 度之空氣飽含水量）相當。惟欲增高發生爐之熱效率，須將供給爐內燃燒之空氣，先時利用各部放散之熱以預熱之。其溫度常超過 85 度甚遠，含水量亦可超過上述規定之量甚遠。設計時，於供給燃燒之空氣之溫度務求其高，而含水量之量則須不超過規定。在此兩個條件之下，常足使發生爐之構造複雜，而管理亦不簡易。今改用  $CO_2$  以代蒸汽時，則無此弊。普通發動機之廢氣，當初離非氣總管時，其溫度高達華氏 850 度，以與供給燃燒之空氣相混合，顯無困難。若構造得法，廢氣出口距發生爐近，則廢氣可將上項空氣熱之使達華氏 500 度左右。至爐內火床之溫度，則仍可由  $CO_2$  之供給量節制之，如用蒸汽然，其空氣中所含  $CO_2$  之限度，約為千分之五至千分之四十五，此又  $CO_2$  替代蒸汽之另一優點也。

總括以上所述，雖於燃光煤氣水煤氣熔鐵爐煤氣三者均無若何之直接研討，而就發生爐煤氣之詳細論述，於其主要成份之性質及作用與對於汽車發動機之應用關係各方面，參以吾人所習知各種煤氣之化學特性物理特性，實足判斷唯以利用廢氣中之  $CO_2$  為燃燒氣流混合劑之發生爐煤氣為最適於氣體汽車發動機燃料之用，可無疑義。茲煤氣之選擇既以獲得理論上之根據而可決定，請得進為發生爐之實際設計討論焉。

### (乙) 煤氣發生爐

煤氣發生爐之功用，即在將固體燃料氣化為氣體燃料。與氣化工作關係最切者，照以前所述為供固體燃料燃燒之氣流，故煤氣發生爐常以氣流流動之不同，分為吸力式與壓力式二類。吸力式係藉發動機活塞(Piston)吸氣之力，使發生爐起氣流作用。壓力式則係用鼓風機或噴氣機等，將氣流鼓入發生爐中。二者各有其優劣之點。惟在汽車上，則因載重關係，構造務求簡單；又煤氣之發生量須適應發動機之需要，故以用吸力式為佳。然吸力式發生爐須待發動機開動後始有氣流流動。在發動機未開動時，爐中既無氣流，即不能發生煤氣而開動發動機。為解決此問題，可裝一鼓風機於發生爐側，與發生爐灰室相聯。當發生爐初升火時，將此鼓風機轉動，由此發生壓力作用，使煤氣得以繼續發生。至鼓風機之發動，原可用汽油開動發動機以傳動之。此在機構方面固無困難，即在使用方面亦至簡便；惟吾人前已確定絕對不用一滴汽油為研究時之一，不應即行健忘。於是，儘可改用人力為之，即以手柄搖動，以每分鐘搖轉四十次為準，再藉齒輪傳遞以增高其速率。其鼓風壓力，須以在五分鐘內能使發生爐發生煤氣為度。此法雖較笨拙，然極簡易而可靠。如車站車場備有供修理打輪胎等用之壓氣機，自可引用壓氣空氣以鼓風，而手搖鼓風機即可除省。或於車上加一電動機，將其鼓風葉輪直接固定於起電子之軸桿上，藉蓄電池之力發動電機以作鼓風工作，則手搖機亦可省去。惟此項裝置較複雜，設備價值較高昂，而所需管理技術亦較高深，僅便於行駛都市之汽車耳，長途汽車固無此需要也。

發生爐又以爐內氣流方向之不同，而分為上行式，下行式，與中行式三種，一以煤氣發出所行方向決之。上行式發生爐煤氣之輸動方向與物體燃燒所生之自然氣流之方向相同，使用最為便利。惟就爐內煤氣之發生情形而論，則尚有缺點。蓋當煤氣發生時，爐內所貯燃料可視作分為三層。下層為灰層，燃料經過燃燒或氣化所成之灰聚集於此，有保護爐橋使不受過度之熱力及預熱供燃燒用空氣之作用。中層為氧化層，亦稱燃燒層，空氣在此與白熱之燃料遇合，起燃燒及氣化作用。上層為蒸溜層，凡新添入之燃料，均先經過此層始達氣化時期。氣化層發生之煤氣上升，上層燃料被其通過，常受高度之熱力，遂發生蒸溜作用。凡燃料中所含之揮發物，概避驅逐而隨煤氣一同外流。此

項揮發物多屬不穩定狀態之炭化輕質，由發生爐流出後，溫度逐漸降低，乃成爲煤膠物 (Tar)，凝結於各氣管中，爲煤氣流通之障礙。下行式則無此弊。此式氣流之方向與上行式適相反。供給燃燒之空氣，不通過爐橋上之灰層以上升，而經蒸溜層之新燃料中以下降：如此則新添燃料所含之揮發物被蒸溜作用驅出後，盡隨空氣以入氧化層，此種不穩定狀態之炭化輕質一經高溫，即成爲固定狀態之氣體；而自發生爐發出後，雖其溫度降低，亦不結爲煤膠物。故凡含揮發質較高之燃料，均用此式發生爐爲宜。然就其燃燒之情形而言，則亦尚有缺點。即爐內燃料之燃燒程度，從氧化層頂上起，漸下而漸深，燃燒程度愈深，灰即愈多，而皆被覆於燃料表面，乃使氧化速率大爲減低。又所發生之高溫煤氣既不新燃料層經過，則上列式中高溫煤氣預熱新添燃料之利，亦不可得。中行式爲上行與下行二式之合併體，其優點爲能適用含揮發物成份較高之燃料，惟構造多較複雜，似不適於汽車之用。

由上以觀，顯見三式各有優劣，何去何從，應能有以決之。決擇之法，要視若者之缺點可得改革之道。上述上行式發生爐，煤膠阻塞氣管爲煤氣流通之障礙，係因燃料含有揮發物質。設吾人能將此項揮發物質之成份減低，使氣管無結塞之患，則上行式固極優良。查吾人習用之木炭，原含揮發物質不多，即揮發物成份低微之無煙煤，亦復所在多有；若再嚴加選擇，酌定限制，則安全程度，當更增高矣。如此，請即採用吸力上行式之煤氣發生爐。

發生爐煤氣之成份與供給燃燒之氣流有密切之關係，已如前述，而煤氣之發生量亦係由此氣流定之。以燃燒言，凡供給燃燒之氣流愈多，氣流經過燃料表面之速率愈大，則所生集於燃料表面之CO<sub>2</sub>愈得迅速爲新空氣所驅逐而代之，而新空氣則繼續與燃料起燃燒作用。故燃燒之速率增大，爐內燃料之氧化作用亦劇。此氣流流動之速率(即供給率)，在壓力式發生爐中，可由氣流本身之壓力定之；在吸力式之發生爐，則因吸力以發動機之吸氣程度爲準，而吸氣以達完全真空爲極度，即吸力亦止於與大氣壓力相等。在事實上，完全真空不易達到，故通常設計發生爐時，關於煤氣發生量之計算，恆以發生爐之燃燒層橫斷面積定之。據 1906 年英格蘭皇家農學會 (The Royal Agricultural Society of England) 吸力式煤氣發動機測驗會所得之結果，每匹實效馬力約須爐體橫斷

面積八平方呎；若發動機在一百匹馬力以上時，則可減為七平方呎。蓋發動機之吸氣力既有定限，則氣流速率之節制，端由氣流經過地之面積為之。面積小則流速大，面積大則流速小。惟上述之數，係測驗低速式發動機之紀錄，其平均最高迴轉數不過 240 次。汽車發動機之速率常十倍於此，即其排氣速率較大，汽缸內之真空度較高，吸氣力乃亦較強，發生爐之橫斷面積，因可小於上述之比例。不過橫斷面積之實際設計，尙未可全由此點定之。據法國 Boudouard 氏之實驗，謂空氣流過白熱炭之速率愈高，則發生  $\text{CO}_2$  愈多。又凡應用於長途汽車上之發生爐，須能支持四小時以上之繼續工作而無整理爐火、清除爐渣之需要者，方便使用。若爐體之橫斷面積過小，則設有灰渣等物滯留爐內，必使爐中氧化面積愈行減少，而致影響於煤氣之發生量。又或燃料之品質稍異，如含灰份較多，則將影響其氧化效率。近來發生爐製造廠家對於爐體橫斷面積之設計，在可能範圍之內務求其大，即係此故。但裝用於汽車上者，因其重量與體積均須受嚴格之限制，則又須於可能範圍之內力求其小。茲請暫定以六平方呎之氧化層橫斷面積為產生發動機一匹實效馬力之比。若所用燃料之品質甚良，成份固定，顆粒勻小（不宜小於 4 吋），管理得法，則減至每四平方呎比一實效馬力，亦無不妥。

發生爐之橫斷面積既可算定，請再研究其高度。吾人當憶發生爐之功用，在以燃燒方法將固體燃料變為氣體燃料。爐內所貯藏者即為固體燃料；發生爐之體積愈小，則燃料之貯藏量愈少，是體積之決定自應以所擬貯藏之量為準。但在燃料氧化作用方面言之，爐內燃料層積之厚薄有一最低限度。如低於此限度，則燃料層積過薄，空氣流過之速率增高，而成完全燃燒。其所生之氣體，含  $\text{CO}_2$  之成份甚高而含  $\text{CO}$  極少，甚且含有未經燃燒之原體空氣，完全失去發生爐之功用。此燃料層積之最低限度，與所用燃料顆粒之大小有密切關係。據多數製造廠家之測驗結果，燃料顆粒在一呎以下八分之三吋以上者，其層積不可少於十八吋；若顆粒大達二吋，則不宜少於三十六吋。汽車上發生爐所採用之燃料，應不超過一吋，故可決取十八吋為最低限度。至層積之最高限度，則應以能供長途汽車繼續行駛二小時為準。發動機每馬力小時所需無煙煤或木炭之量，可酌定為 1.2 磅。如再求得各種燃料之比重，即可計算發生爐貯炭部應有之高度矣。茲將實測無煙煤、焦煤與木炭之比重，列表於下，以便計算。

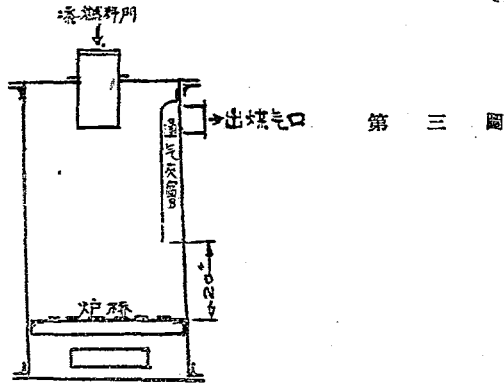
種類	1 呎 顆 粒	1/2 呎 顆 粒	3/4 呎 顆 粒
無 烟 煤	54.5	57.0	62.0
焦 煤	35.5	38.0	40.0
木 炭	21.0	24.0	26.0

若汽車不必繼續開行二小時(即於二小時中,尚有停車添炭機會),則發生爐之高度固可減少,即其重量亦可因之減少也。

關於發生爐重要之主要構造設計,可分添炭裝置及預熱空氣裝置二部。茲分別論述如次。

(一)添炭裝置 普通工廠所用之發生爐,其添炭裝置係一添炭斗。其設計要點,須使隨時可以加添燃料,無煤氣逸出或空氣侵入之弊。此斗同時又作貯蓄燃料之用,其容量通常亦以能供發動機全負荷二小時之用為準。前段所稱之燃料層積,於此即為斗底至爐橋面之高。斗內所儲燃料須常裝滿爐身而有餘,即爐內所裝燃料須常高出斗之底口。其防止洩氣之構造,係一雙重蓋門。裝添燃料時,先閉下門,將燃料由上門深入斗中,再閉上門而啓下門,燃料即源源下落爐內。此種構造頗為複雜,若用於汽車上之發生爐,恐嫌太重。所幸汽車過站皆須停留些時,而車站距離則不甚遠,炭之裝添,儘可改於車抵車站發動機停動時行之。蓋發動機已經停動,則吸氣作用已完全停止,此時將燃料入口啓開,因爐橋下面與燃料層積上面同受一個大氣氣壓,本可不生氣流,雖因爐體尚熱,有如煙窗之起自然通風作用,致煤氣稍有向上昇逸之勢,然適有深入之燃料下落阻礙之。故逸出之量仍屬極少。如此則無採用雙重蓋門添炭斗之必要,而添炭裝置之構造,得較簡單。於爐之頂部設一可以密閉之蓋門,即已足用。惟此法尚有一須謀補救之缺點。用添炭斗之發生爐,其煤氣出口係在添炭斗底口之上,爐內燃料之厚,既恆保持不低於斗底,則煤氣經過燃料層積以至出口所受之阻力,無論何時均為一定;即氣流之速率推而至於煤氣之成份,均能保持一定。若如上述之簡便裝置,爐中貯蓄燃料之作用既與添炭裝置無關,而當最初生火時,爐內燃料層積為最厚,即氣流所受之阻力為最大;燃燒漸久,燃料銷耗漸多,其層積乃漸薄,即氣流所受之阻力漸減小。如此所發生之煤氣,其成份

必稍有差異。補救之法，為於煤氣出口處裝一通氣夾層。其底口應距爐橋面二十吋，如第三圖所示。如此則氣流所受之阻力，恆為此通氣夾層底下二十吋厚之燃料層積所給予



，而不與爐內燃料之總厚相干。抑有進者，此種裝置頗具下行式發生爐之功用，蓋爐內上部燃料如受蒸溜作用而有氣體發生時，須轉折向下以與通氣夾層底口相通，而當經過下部白熱燃料層時，即被分解而成為固定性之煤氣矣。

(二)預熱空氣裝置 發生爐內化學反應與溫度之關係，前已略言之，茲再申論如次。大凡爐中溫度愈高，則煤氣之發生量愈大，而質亦愈佳。溫度之高低決於供給燃燒氣流之速率，已如前述。如速率為一定，則煤氣之發生情況乃以氣流之原有溫度為樞紐。就氧化一磅之炭盡成  $CO$  而言，計需空氣 1.33 磅。空氣之比熱為 0.237。如空氣之原有溫度為華氏 65 度，則欲昇至氧化層之 1900 度，需用熱力約 578 英制熱單位。此種銷耗關係頗大。故欲防止炭之熱力耗於空氣溫度之升高，必須先將空氣預熱之。吾人知發生爐內之溫度高達華氏 2000 度以上，爐壁雖有耐火層襯設，而熱力之放散仍不少，尤以爐體小者為甚。此放散之熱力，在計算熱力平衡表上位於借方，即表示此乃一種損失。如能設法利用，自足增進爐之熱效率。又由發生爐發出之煤氣，其溫度亦高，達華氏 860 至 900 度。依 Charles 定律，凡氣體壓力不變時，每定重氣體之體積與其絕對溫度成正比例。今假由發生爐內發出供發動機吸取之煤氣，其壓力為一定，則定重氣體在華氏 65 度與 900 度時體積之比，為 1 與 2.6 之比。發動機之吸氣量，係以其活塞之排氣量定之，而煤氣

所含之能力則係以重量為準。於是，若發動機所吸氣體之溫度為華氏 900 度，則每一吸氣衝程 (Suction Stroke) 所吸取之重量，僅當 65 度之氣體之 2.6 分之一。而所能發生之能力，亦僅 2.6 分之一。如欲使所發生之動力與用 65 度之氣體相等，則須將活塞排氣量加大，即汽缸之直徑與活塞之衝程均須加大。否則須將煤氣之溫度減低，以增加其密度。如此辦法，於汽車之發動機無需改造，實甚便利。即就氣體之清潔傳達及在汽缸內壓縮着火諸問題而言，亦皆利於採用低溫度。至此則上述空氣須先預熱者，正可於此取給其所需之熱力焉。此外則發生爐之輻射熱，亦可利用之。其裝置方法，可於煤氣管或發生爐外，加一套層。凡供給燃燒氣化之空氣，統由此套層經過，即被灼熱矣。又前述供給燃燒之空氣中須混以  $\text{CO}_2$ ，而此  $\text{CO}_2$  係取給於發動機之廢氣，其溫度可高至華氏 850 度；被混合之空氣，得此高溫，可熱至 500 度，亦正熱力之利用方法也。

於添炭裝置預熱空氣裝置二者之外，發生爐尚有其他部份須加研究者，為鬆炭裝置及耐火層之敷設。鬆炭裝置與爐橋構造有關。汽車發生爐灰渣之鬆動比用於工廠者，較為便利，因汽車行駛時之震動作用足使灰渣自行下落，無須如廠用式之時需人力或特別裝置以鬆動整理之。至爐橋之構造，則須視所用燃料之品質定之。含灰份少者，爐橋可用固定式；如含灰份較多，則須用轉動式。轉動式爐橋，係裝於一鋼珠座承之上，左右搖轉之，灰即下落。此外亦有不用爐橋者，其燃料即盛於爐底，供給燃燒之氣流，由爐之側壁輸入，於其對側壁設一灰門，集落爐底之灰渣，即由此門鬆出之。用爐橋時，其通風間隙應以所用燃料顆粒之大小為準。間隙大於燃料之顆粒，固易使未經完全燃燒之燃料落下，產生損失；而過小時，亦足阻礙氣流並妨礙灰渣之鬆落。通常以與所用燃料之最小顆粒等大為宜。至空隙總面積對於爐體內空橫斷面積之比，亦須有相當之限制，方便燃燒。其最高限度，以一比二為準。爐內耐火層之敷設目的，係在保護爐體，使勿受高溫之熔蝕；同時亦可減少熱力之放散。關於耐火材料之選擇，以能使受華氏三千度以上之熱為度。廠用式發生爐內所鑲襯者，為普通之耐火磚。惟以之用於汽車上，則當嫌過重。須視發生爐之形狀，製成特種薄磚，而嵌砌之。為求減輕重量起見，則取砂礫和以已經燒過之耐火磚渣，火泥，及鉛等敷築爐內，表面再塗以火泥漿及食鹽水，亦可合用。敷設之面積不必及於全爐爐壁，高達氣化層上一呎即足，以免增加重量。至爐之形狀，就發生煤氣方面言，不論其為圓形或方形均無不可。就汽車上之裝置言，則在

指定之地位中，以能充分利用其面積為得計。設將汽車之底架向後延長二十吋以為安裝發生爐地位，又設車寬為80吋。如將發生爐製為圓形，其橫斷面積僅得314平方吋，若作矩形則最大可達1600平方吋，而作正方形，亦可達400平方吋。故就利用地位之面積而言，則以採用矩形為最經濟。若裝置地位不受限制（例如可裝於車前司機之側）則爐之形狀當根據其他有關各方面之總便利而定之，固不必有一定之限制也。

### (丙) 清潔器

由發生爐發出之煤氣，常含有些許之灰質及他種固體物微粒，有時因燃料品質之偶殊或發生爐構造之略異，且含有若干成份之煤膠與水份。若不除去，即將集結於氣管及汽缸內，妨礙煤氣之流通，並損害有磨擦面之機件。其極，足使汽缸之進出氣門被膠塞而不能密閉，致發動機之效率，大為減低，或竟失其作用。故須特設裝置以清潔之。其清潔之程度，常有規定。大抵在華氏62度之溫度及三十吋水銀柱之氣壓時，每立方呎煤氣所含固體物之度，不得超過0.02格林；所含水份，不得超過10格林。清潔器之種類頗多，以其清潔方法分之，通用者有五；即（一）乾式清潔法，其作用係將煤氣流速急轉變其方向，或急促降低其速率，或使成旋渦之運動，皆利用由此所生之離心力，使一切雜質與煤氣分離；（二）過濾法；（三）電氣沉落法，於一鐵管中心置一絕緣鐵線，通以電流，使鐵管與鐵線間電壓之差，高達35000弗打，則氣流由此通過時（其速率不得高於每秒鐘15呎），灰質被高壓之電流所吸而附着於鐵管及鐵線上；（四）塔式水洗法，將氣流與水流相接觸，因比重之不同，雜質即隨水滴落下；（五）帶水風扇分洗法，用離心力式之風扇使煤氣與水成極濃密之混和狀態，雜質即與水之分子附着而與煤氣分離。上述五種各有優劣。就汽車之需要言，自當擇其構造簡單重量較小者。吾人知汽車上發生爐所用之燃料，其品質須較普通工場之發生爐所用者為良，常有一定限制，故揮發物之成份少，而煤氣所含之煤膠質為甚常微。此項便利，足使清潔方法之選擇，得一合乎上述需要之決定，即採用過濾法與改變氣流速率及方向之組合裝置是也。惟有當注意者，工廠中所用之清潔器，恆為固定不動，凡由氣流速率減低或氣流方向改變所分離之雜質，一經落下粘着於隔板，即少再度混入煤氣氣流之機會。在汽車上則不然。發動機之開動，汽車之行駛，其震動皆足使業已沉落之灰份仍得飛揚。此種情形，尤以灰份沉積甚多之時為甚。救濟之法，可於清潔器中沉集灰份之處，貯積或塗布少許富有粘性之油質，



使灰份一經粘着，無由再起。此項油質須擇其溫度抵抗力甚大者，裝置清潔器時，並須避免油與高溫煤氣有直接之接觸。蓋發生爐發出之煤氣溫度甚高，若與油質相遇，即能將油分解或揮發，不僅失去油之粘着作用，且足使夾含油霧或油質分解物之煤氣吸入汽缸爆發燃燒後，變為炭素，集結成層，反生障礙也。

減低氣流速率之方法，係將清潔器中氣流經過處之橫斷面積加大，使氣流速率減低至每秒鐘一呎半以下。轉變氣流流動方向之法，係於空箱中，每隔相當距離，裝一穿有多數花孔之隔板。各隔板上花孔之位置，彼此交錯。氣流通過此箱時，即分為多數之小氣流，屈折循環，衝擊隔板。氣流所挾帶之雜質，即為隔板所留阻，而附着於其上。過濾裝置，係用細木絲為過濾物。氣流過濾之速率，以每平方呎面積每秒鐘通過二立方呎為限。此種組合清潔裝置之次序，依氣流經過途徑，首為減低速率裝置，次為轉變方向裝置，末為過濾裝置。氣流通過前兩種裝置後，如尚含有油質或水份，則於過濾部份過濾之。

清潔器之功用，固為除去煤氣氣流中之灰份雜質，然尚有一重要任務，即煤氣之冷卻，得併在此行之。前言由發生爐發出之煤氣，其溫度常達華氏 900 度，而用預熱空氣裝置，可消用其熱之一部，使其溫度減低；然當煤氣初入清潔器時，其溫度實尚高達華氏 600 度以上。必須更設他法以冷卻之，而後始能適於供給發動機之用。此項冷卻，又與其清潔問題有密切之關係。凡煤氣含水之量，係與其溫度成正比例。水份常為灰質及煤膠質等雜物之依附體。是以含水份愈多，則其不潔之程度益甚。欲將水份除去，惟有將其溫度降低，使之凝結為水。當水滴與煤氣分離時，不僅其所附着之雜質隨之落下，且能吸取游離於氣流中之雜質。故謂冷卻為清潔之一法，亦無不可。工廠所用清潔器，通常皆以水為冷卻劑。今試計算其需水量如次，以視其是否適於長途汽車之用焉。

設： 煤氣進清潔器時之溫度 = 600 度華氏；

煤氣出清潔器時之溫度 = 65 度華氏；

水進清潔器時之溫度 = 62 度華氏；

水出清潔器時之溫度 = 120 度華氏。

知： 煤氣在定壓下之比熱 = 0.235；

煤氣比重 = 0.0803；

每匹實效馬力每小時所需煤氣之量 = 65立方呎，

$$= 65 \times 0.0803$$

$$= 5.22 \text{ 磅。}$$

煤氣溫度之降低 = 600 - 65，

$$= 535 \text{ 度華氏；}$$

水之溫度之升高 = 120 - 62，

$$= 58 \text{ 度華氏。}$$

則煤氣溫度降低 535 度所放散之熱 =  $5.22 \times 535 \times 0.235$ ，

$$= 656 \text{ 英制熱單位每匹馬力每小時；}$$

吸收上項熱力所需之水 =  $656 \div 58$ ，

$$= 11.3 \text{ 磅，}$$

$$= 1.36 \text{ 加侖。}$$

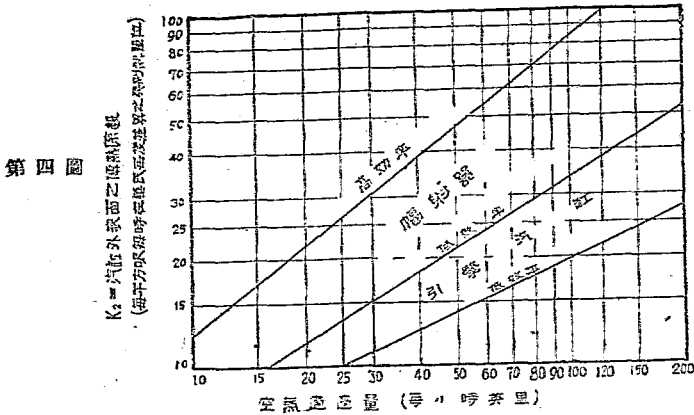
據一般實驗紀錄，此項水量消耗雖力謀減低，亦常在一加侖以上。長途汽車發動機之馬力，最小為三十四<sub>匹</sub>，即每小時需水在三百磅以上。車上貯水之量至低應以供用一小時為準，則車上貯此三百磅水所需之體積至少在五立方呎以上。此為事實上所難許可者也。其次，吾人似可仿用汽油汽車發動部之散熱裝置，以定量之水，於車上裝一唧水機使之循環往復，而將水所吸取之熱力，再放散於空氣中。如此則貯水之量得以減少，然增加機件設備，其困難問題殊多未易解決者。故對此導熱方法，非另闢解決途徑不可。其道為何？言之實最平易，即利用汽車之高速行駛，清潔器恆與車外之冷空氣相接，由此冷空氣以傳散其熱是也。依 C. L. Norton 氏之試驗及 Combustion Engineering Corporation 之規定，於預熱空氣器之計算公式，每平方呎之面積每小時內每相差華氏溫度一度時空氣對於煤氣之傳熱量為 2 至 3 英制熱單位。就上述計算結果，每馬力小時放散之熱約為 660 英制熱單位，設空氣溫度與煤氣溫度相差 150 度，約需散熱面積 1.5 至 2 平方呎。以三十馬力計算，共需散熱面積 45 至 60 平方呎，此在構造上尙屬易於為力者也。

計算上項散熱面積，亦可用下式求之：

$$Q = K_2 A (t_1 - t_2)$$

Q 為散熱量（英制熱單位），A 為散熱面積（平方呎）， $t_1 - t_2$  為清潔器與空氣溫度之

差 (華氏),  $K_2$  為金屬至空氣之傳熱係數, 其數值視空氣流動之速率而異, 如第四圖。



(丁) 調節器

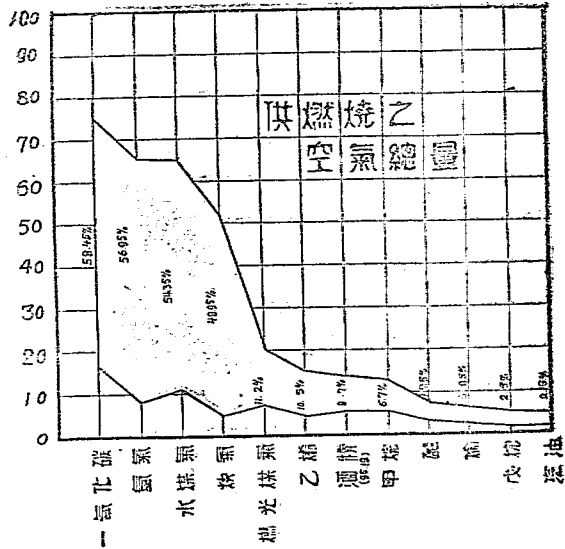
煤氣自發生爐發出, 經清潔器而除去其雜質, 並冷卻至相當之溫度後, 即可應用於發動機。惟凡氣體燃料, 欲使之起燃燒作用, 須與相當之空氣相混合。若與空氣混合之比例有變動, 則由燃燒所生之壓力溫度及燃燒之速率, 均生變動。且如超過一定之限度, 則將失其爆發作用, 成為不完全或遲緩之燃燒; 甚至不能發生燃燒現象, 亦屬常見之事。茲將各種氣體燃料所需混合之適當空氣量列表於下。

氣體燃料	每立方呎燃料所需適當量之空氣以成爆發性混合氣	氣體燃料	每立方呎燃料所需適當量之空氣以成爆發性混合氣
CO	2.35立方呎	燃光煤氣	5.25立方呎
H	2.35立方呎	水煤氣	2.30立方呎
CH <sub>4</sub>	9.60立方呎	用焦炭所發生之發生爐煤氣	1.00立方呎
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	11.75立方呎	用無煙煤所發生之發生爐煤氣	1.15立方呎
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	14.10立方呎	煉焦爐煤氣	5.00立方呎
天然氣體	9.00立方呎	熔鐵爐煤氣	0.70立方呎

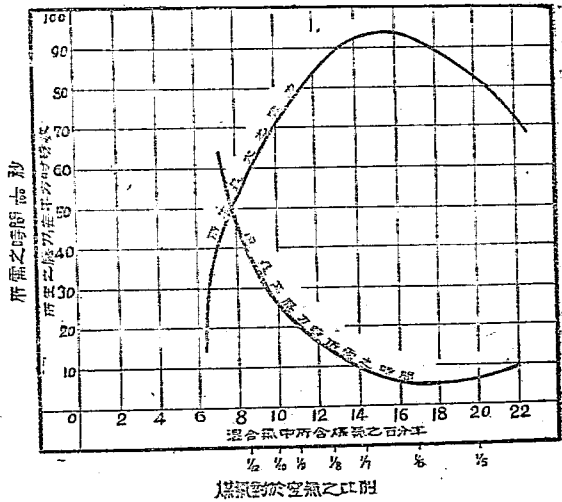
混合氣中含燃料氣之量(%)

F. E. Junge在Power雜誌上發表一圖如右，以表示各種燃料與空氣混合之限度。

第五圖



第六圖  
此圖表示發溜煤氣與空氣成各種成份之配合在密閉器中(其壓力等於大氣壓力)爆發時所需之時間。



下表係G. T. Felbeck 所計算，表示氣體燃料在各種混合成份時爆發所達之最高溫度（華氏絕對溫度）。

燃 料	過 量 空 氣 百 分 數				
	0	10	20	30	40
一氧化炭氣	4710	4640	4560	4460	4360
輕 氣	4700	4570	4420	4260	4100
水 煤 氣	4580	4460	4330	4180	4020
蒸 溜 煤 氣	4530	4410	4260	4100	3950
天 然 氣	4450	4330	4170	4000	3840
發生爐煤氣	3810	3720	3620	3510	3410
化鐵爐煤氣	3560	3500	3420	3340	3250

由以上各圖表觀之，可知煤氣與空氣之混合比例對於發動機之作用，影響甚大。其混合比例之範圍，亦甚寬廣。然此不過就煤氣之成份不變時而言，若在實用上則不然。因發動機負荷之變動，及發生爐初開與已開行時情形之不同，其所生煤氣之成份，殊不一律；故與空氣混合之比例，將更擴大其範圍，此為設計時所當注意者也。

抑有進者，在汽車上之應用，不僅須將混合之比例隨時變更，以應發動機及發生爐各種變動之需要；且須進而求節制機之方法。如行車時，其速率須忽快忽慢，此快慢之程度，當盡如駕駛者之意，始合實用，此又設計時所當注意者。

為注意於以上二點而圖設計上之縝密起見，特用下列兩種節制方法。（一）混合氣質的節制；即調節煤氣與空氣混合之比例。此調節方法，原可以空氣為常數，而變更煤氣之量；或以煤氣為常數，而變更空氣之量；或將二者之量同時變更。惟當發生爐初開時，其所生之煤氣常不良，須設法將此不良之煤氣，及存於氣管與清潔器中之空氣，一併排除。此項工作，惟有利用發動機用電動機起動之機會以完成之；故於進空氣之管中裝一

氣門。當發動機起動時，將此氣門關閉，則發動機不啻一抽氣機，將上頂不良煤氣及空氣等悉數吸入汽缸中，而由排氣管排出。俟有合用之煤氣供給時，即徐徐將進空氣之門開放，以吸入空氣，而與煤氣配成適當之比例。(二)混合氣量的節制；煤氣與空氣混合之比例一經較準，雖即可將發動機發動，然欲節制發動機之動力，尚有未便之處。如欲由高速變為低速則須增加空氣之量，以稀薄其混合氣中所含煤氣之成。份此種變動與發動機汽缸內發火時間有關，勢須將其發火裝置同時加以調節。否則煤氣之力，不能盡量利用，甚至在汽缸內不能爆發；而當排至排氣管中時，又被引燃，發生爆炸。此種現象，以當混合比例變更最急而又最大時為尤甚。又如用低速度開行較久，則發生爐所受吸氣之力甚微，其溫度將漸降低；若忽欲加速，其所生煤氣常有不能應其需要之勢。凡此皆屬缺點，故節制發動機之動力，宜使煤氣與空氣混合之比例不變，但將供給之量加以節制。其法即於混合氣進發動機之總氣管中，裝一節制門。由此門啓閉之程度，以定混合氣供給量之多寡。若開啓甚微，則發動機每一吸入衝程所吸入之氣必甚少；由此所發生之動力亦甚小，其速度乃降低。反之，若將節制門開啓之程度加大，則速度可以增高。至於混合氣之成份，因高速與低速時所吸入者無甚差異，故發動機發火之時間，無庸加以調節。總之，上述二法，第一法在適應煤氣成份之差異，第二法在適應發動機負荷之變更；至於構造方法，則以就用汽車上原有之調節機件，以適合司機生已成之習慣為目的。查汽車上原有之調節機件，為手動節氣桿足踏增速器，電火時規桿三種。茲定電火時規桿暫仍舊制，足踏增速器使與調節混合氣之舌門相聯，足踏則舌門啓，足起則畧閉，其功用與用諸汽油車上者無異。手動節氣桿在汽油車上，係與足踏增速器之功用相同，惟其調節之程度則較低。現既應用煤氣，則須將此桿之機構，稍加變更，使與進空氣管中之舌門相聯。移動此桿，則使進空氣之舌門隨之啓閉，即使空氣與煤氣混合之量隨之變更。一俟混合成爲適當之比例時，即無須移動矣。一般開駛汽油車之司機，常移動此桿以調節速度，若於煤氣車上使用，則其功用微有不同，當此桿移動至適當程度時，煤氣車之速度亦至適當限度；若再移動，則無論係何方向，均足以減少發動機之動力，而使車之速度降低。至欲使其速度再行增高，則非使用足踏增速器不可。故此桿雖有時亦可利用以調節速率，惟祇能將一定之速率減低，而不能增高，司機者一經試用，即可知其特性矣。

汽車自改用煤氣為燃料後，應即不再使用一滴汽油，前已言之矣。故於設計發生爐時，決定採用手搖或電動鼓風機，使發生爐得迅速發生煤氣。煤氣發生後，即用電動機將發動機起動。至車上原有之化油器，可以拆去。與此化油器相聯之總進氣管，自化油器拆去後，其所留之進氣孔，可即使與煤氣及空氣混合器之氣管相聯。惟裝置時尚須注意者，近代汽車上汽缸部份之構造，以世界所產汽油之品質日劣，其揮發點頗高，多利用發動機排氣之熱力，以加熱汽油霧，使成蒸汽，得與空氣成密切之混合狀態，而易着火。故將進氣管與排氣管互相貼近，且有使進氣管由排氣管中通過者。若改用煤氣時，則燃料本身已為氣體，固無須再行加熱。若冒昧行之，則煤氣因溫度之增高，其體積隨之增大，密度因而減小，反足以影響發動機之吸氣效率，而減少其動力。其理與前述清潔器之冷卻問題，正復相同。故此種裝置，亦宜改變，其法即移動進氣管與排氣管之位置，使彼此分離。至煤氣與空氣混合器之構造，其注意之點，首在二者混合須極均勻。煤氣較空氣稍輕，其進口宜較空氣進口稍低，使有自然混合之利。又二者經混合後，宜更使由一窄口管經過，則可使均勻混合矣。又此混合氣常因發動機有氣門不克密閉等弊而生回火現象，即在混合器管中發生爆炸，故空氣及煤氣進口之上宜分別加一金屬絲網，以防火焰反燃，而策安全。

#### (戊) 管件

上述之發生爐，清潔器，及調節器等，均須用氣管聯結，始可應用。吾人所採用發生煤氣之方法為吸力式，故當發動機之吸入衝程時，由發生爐之爐橋下起，至發動機之汽缸止，其間壓力均低於大氣壓力。各部份之煤氣，雖無散入空氣中妨害呼吸之危險，而空氣則有滲入煤氣中之可能。此種現象，其害有二：(一)滲入之空氣與煤氣混合後，即成為爆發性之氣體，有發生爆炸之危險；(二)空氣滲入後，發動機對於煤氣之吸力減小，發生爐發生煤氣之作用因而降低。故裝用管件之要點，在密閉而不漏氣，此為設計及裝置各機件時所當特別注意者。各廠之煤氣動力場，因各部均為靜止體，此類問題尚易解決；若裝用於汽車上，則行車時震動之力甚大，易使氣管鬆脫而生漏氣之弊。救濟之法，惟有將各機件均裝於車架上，以車架為固定體；所有震動及於車架者，即以同一之程度傳於各機件，而各機件對於車架及其相互之間，均無運動現象發生，則各聯結之管件不至因受衝動而鬆脫漏氣矣。其次，則為各氣管直徑之決定。此項計算須視所規定各

部之壓力如何而定。普通習慣，發生爐出氣管之直徑，約等於發生爐內徑五分之一或六分之一；其他各氣管直徑之大小，以使氣流流過之速率每秒鐘不超過三十呎為準。

#### (己) 發動機之動力

計算發動機動力之公式如下

$$\text{馬力} = \frac{PLAN}{33000}$$

上式P—汽缸內平均有效壓力，單每平方呎若干磅；

L—活塞行程，單位呎；

A—活塞面積，單位平方呎；

N—發動機每分鐘之迴轉數。

由上式研究，若發動機之構造不變，則其動力之大小將全由燃料爆發所生之壓力而定。此次研究改造煤氣車，係以就用汽車原有之發動機為主。原有之發動機既係用汽油為燃料，今改由煤氣，則其所生之動力，自有差異。此差異之程度，可即由二者爆發所生之平均有效壓力定之。茲將內燃發動機所用各種燃料爆發所生之平均有效壓力列表於下。

燃 料	平均有效壓力 (每平方呎磅數)	燃 料	平均有效壓力 (每平方呎磅數)
天 然 氣	85.0	汽 油	75.0
燃 光 煤 氣	77.5	洋 油	55.0
煉 焦 爐 煤 氣	77.5	酒 精	55.0
發 生 爐 煤 氣	62.5	黑 油	100.0
熔 鐵 爐 煤 氣	57.5		

由上表可知以發生爐煤氣為燃料，其所生之平均有效壓力，與以汽油為燃料所發生者，為62.5與75之比；即前者較後者減小無百分之十七。而吾人所採用之煤氣，其成份與普通發生爐之煤氣，又有不同。其發熱力較低，其平均有效壓力，大約不過60磅，僅及汽油壓力百分之八十，則其所生動力之減小可知也。

上述動力之減小，當非吾人所願。如欲救濟，可用二法。(一)加大汽缸之直徑。依計



算動力之公式，可知發動機之馬力與其活塞之面積成正比，則加大汽缸之直徑，以增加活塞之面積，即可增大發動機之動力，其理甚明。蓋如汽缸之直徑加大，其活塞排氣量因之加大，在一定迴轉速率之單位時間內所吸入之燃料亦必加多。其供給之力源加多，則效力自必加大。若欲使吸入燃料之量，增至足以補償因改用煤氣後所減小之平均有效壓力之損失，則須將活塞面積加大百分之二十，約當於加大汽缸直徑十分之一。(二)裝用燃料過供器。上述第一法係加大活塞之排氣量，使發動機吸氣增多。若就原有發動機改造，其汽缸不宜加大時，則就一定之活塞排氣量以增加汽缸吸入燃料之量，其惟一方法，須將供給汽缸吸入之氣體壓縮之，使當發動機吸氣時得以充分供給，以增加汽缸體積效率。汽缸吸入之燃料既多，其結果即不啻增大活塞之排氣量也。

#### (庚) 燃料

在理論上，凡固體燃料皆可用諸發生爐以發生煤氣，惟所生煤氣之成份各有不同，及發生爐與清潔器之構造須各異耳。通常所用之固體燃料為木材，煤，木炭，焦炭四種。

木材之含水率最大，且因氣候而變更，約自百分之二十五至百分之六十不等。以全乾之木材為準，其化學成份如下：

炭50%， 養42%， 灰份1%， 輕6%， 澱1%；

其比重以全乾而含有空氣時為準，因木材之種類不同，而相差甚鉅。如軟木之比重為0.24，而櫟則為0.93。至其熱力值，亦彼此相差甚遠，每磅由2700至6300英侖熱單位。著火點約在攝氏280度左右，發熱度約為攝氏900至1200度。

煤之種類甚多，以其含炭之量為準，可分為七種如下表。

種 類	含 炭 之 量	種 類	含 炭 之 重
無 烟 煤	93%以上	褐 煤	35至47%
半 無 烟 煤	83至93%	褐 煤	30至55%
半 烟 煤	73至83%	泥 煤	50%以下
烟 煤	47至73%		

無烟煤含炭之成份甚高，多係供家用，即俗所稱為白塊者。其比重為1.45至1.75，熱力值為10800至14500英制熱單位，著火點為攝氏700度。烟煤多供工業上之用，比重為1.25至1.35，熱力值為10200至15150英制熱單位，著火點為攝氏326度。燭煤與烟煤略同，燃燒時發長焰，故以此名。褐煤比重為0.5至1.3，熱力值為6350至8900英制熱單位，燃燒時有炸裂為碎末之現象。泥煤比重為0.213至1.04，熱力值為5200至9300英制熱單位，著火點為攝氏220度。

以上所言，木材與煤均為天然燃料，至木炭與焦炭則為人造燃料。

木炭係將木材乾溜而成，其比重最低者僅0.106，高者達0.5；至化學成份則視煙燒時之溫度而異，如下表。

煙燒溫度	成份			
	炭	氫	養及澱	灰分
攝氏 160度	47.61%	6.06%	46.27%	0.09%
270度	69.89%	5.04%	26.49%	0.56%
280度	72.64%	4.71%	22.10%	0.57%
350度	75.20%	4.41%	19.96%	0.48%
430度	76.64%	4.14%	18.44%	0.61%
1100度	81.97%	2.30%	14.15%	1.60%
1500度	90.81%	1.58%	6.49%	1.15%

其著火點亦與煙燒溫度有關，如下表。

煙燒溫度	攝氏260度至280度	290度至432度	1000度至1500度	1760度
著火點	攝氏340度至360度	360度至370度	600度至800度	1250度

熱力值約為13000英制熱單位。

焦炭係將烟煤乾溜而成，比重為0.713至0.935，成份視所用之烟煤及其製法而異，約如下表：

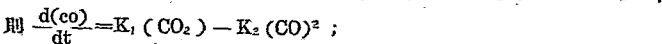
炭 75.45至95.47%， 水份0.07至1.2%， 灰分4至21%，

揮發物0.29至2.94%， 硫0.52至2%，

熱力值約為12600英制熱單位，著火點為攝氏700度。

凡應用於汽車發生爐之燃料，應備具下列各條件。(一)宜少含揮發質，燃料中所含之揮發質，多被蒸溜成一種蒸汽，隨煤氣發出。俟溫度稍低，即成煤膠，凝結於氣管氣門及汽缸等處而生障礙，故宜設法清除。惟車之地位及重量均有限制，則清除之機構，不能不力求簡單；而使用簡單之機構以生極高之清潔效力，事所難能，故惟有採用少含揮發物質之燃料，以為根本解決之法。(二)宜少含灰分。發生爐發生煤氣，不論所用燃料之種類如何，要皆以使燃料中所含之炭起氣化作用為原則。如燃料含灰分過多，則因此多含之灰分足以減少一定面積與一定體積中所含之炭；若使之與少含灰分之燃料發生同量之煤氣或支持同久之氣化時間，勢非將發生爐之橫斷面積或體積增大不可。且其已燃燒部份之殘灰被覆於未燃燒部份，又足以減低氣化進行之速率也。此外如鬆爐及出灰等手續亦較繁重，影響於發生爐之構造問題，故燃料以少含灰分為宜。(三)灰分之溶解點宜高。前述發生爐發生煤氣之效率，與溫度大有關係，溫度愈高而愈佳；普通用蒸汽為吸熱劑之發生爐，其溫度約在攝氏1000度左右。改用二養化炭為吸熱劑時，則溫度較高。若僅用空氣為供燃燒氣流時，其溫度常達攝氏1500至1800度。燃料之灰分，若不能受此高溫度，溶解成渣或結大塊，則阻塞風路，或使氣流集於一點，均足影響發生爐之作用，而使所生煤氣之成份及量均生變動。(四)含硫之量宜低。硫在燃料中多為與鐵或鈣等之化合物，以硫化鐵為害最大，可增加燃料之結爐性。(五)著火點宜低。燃料著火點高，則燃燒或氣化作用不易發生，發生爐之起動較難。

此外關於燃料氣化作用之進行情形，亦有值得研究者。根據氣體分子運動學說，發生爐燃料氣化時，其所生之一養化炭與二養化炭，實常在互相消長之情況中。而吾人理想，則以能使二養化炭減至極低一養化炭增至極高為最圓滿之結果。由李德斐爾二氏之試驗結果，知在華氏1562度（攝氏850度）時，變成一養化炭之速率，較之變成二養化炭之速率，高至一百六十六倍；今根據化學方程式，



$$\text{則 } \frac{d(\text{CO})}{dt} = K_1 (\text{CO}_2) - K_2 (\text{CO})^2;$$

$K_1$ 之值如下。

溫 度	K <sub>2</sub> (五托直徑之小管)		
	木 炭	烟 煤	無 烟 煤
1470°華氏 (800°攝氏)	0.021		
1650°華氏 (900°攝氏)	0.159	0.0023	
1830°華氏 (1000°攝氏)	0.629	0.023	
2010°華氏 (1100°攝氏)	1.530	0.134	0.119
2190°華氏 (1200°攝氏)		0.410	0.237
2370°華氏 (1300°攝氏)		1.48	0.579

今如有二養化炭於華氏2190度 (即攝氏1200度) 與5立方公釐之炭接觸二秒鐘, 則在此高溫度由一養化炭變成二養化炭之速率極小, 故 K<sub>2</sub> 可以省去, 上式可寫如:

$$\frac{d(\text{CO})}{dt} = K_1 (\text{CO}_2)。$$

再應用氣體之公式, 即得

$$2.3 \log K_1 = \frac{A}{T} + B T + C \quad (T \text{係華氏絕對溫度}),$$

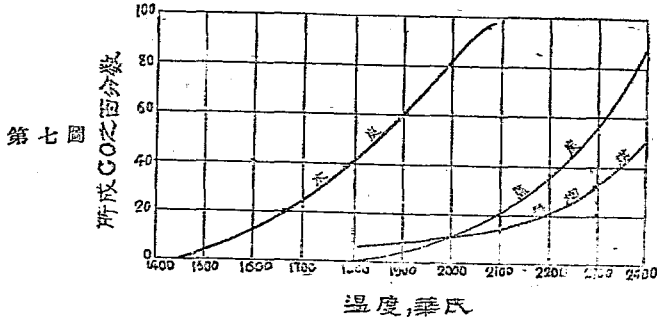
茲將 C + CO<sub>2</sub> = 2CO 式在與5立方公釐之炭接觸時, 其化合進行之速率在各種溫度之常數列表如下。

常 數	木 炭	焦 炭	無 烟 煤
A	-91700	-85100	+57400
B	-0.0113	-0.00539	+0.0126
C	+35.38	+45.60	-56.61

由上表得知炭在各種形式不同之燃料中, 於化學進行上發生差異; 此差異更可由下表表明表示之。

	比較速率 (由二養化炭還原為一養化炭)	
	1750°華氏 (950°攝氏)	2000°華氏 (1094°攝氏)
焦 炭	1	1
無 烟 煤	29	1
木 炭	69	12

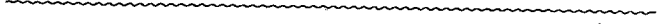
又可圖表如下（接觸時間為一秒鐘）。



由上列之一表一圖，可知各種燃料中以木炭之還原力為最大，即其所產生之一氧化碳為最多。

綜觀以上所述，在汽車上之煤氣發生爐中所適用之燃料頗不易得；若就上舉四種中選擇之，則無煙煤與木炭尚屬相宜，而木炭所產生之一氧化碳既多，則尤便於使用也。

燃料化學成份之重要，固如上述，而其物體之大小，在應用時，自亦須有相當之限制。凡燃料發生燃燒或氣化作用之速率，與其發生作用之面積以及通風之程度均成正比。設以一定體積之燃料為準，燃料單體小者，其發生作用之面積必比大者為多。若堆積之，則其通風之程度又較大者為弱。故在此兩種相反條件之中，須將燃料之大小求得一適當之數目，始能使用便利。前述發生爐設計時，其爐體之直徑及高度，均與此點有關。就實驗所得，應用於汽車上發生爐中之燃料，以在至五吋為宜。若用於工廠中之發生爐，則因爐之構造不受地位之限制，即大至2呎，亦無不可。



## 第二章 機械製作

此次從事於煤氣車之研究試造，為期甚促。計自本年一月着手設計，三月底方開始試造，至九月中旬告一段落。其間因所有儀器機械及工具等之設備既均簡陋，各項材料之購辦又極困難，致有多數研究工作，如發動機汽缸之車大，過供器之實用，發生爐熱效力之計算，煤氣中膠質灰質水份等之測定，及發動機之動力測驗等項，未能一一舉行，即製作各件亦復不能盡如所期，深為缺憾。茲將製作經過，試用結果，附具縮圖，分別紀述於次。

### 第四節 基本資料

在分節紀述製作經過之前，有須鄭重聲叙者，即關於製作之基本資料是也。吾湘現時使用之長途汽車，計有福時，達極，萬國，通用，惠白脫及雪佛蘭六種牌號。各種發動機之構造既不相同，則煤氣發生爐及其附件之製作自須隨之而異。此次試驗，係從A.A.式福特車着手，所用燃料及由燃燒發生之煤氣，其成份均有限制。若不依此限制，或將此種發生爐及其附件裝於福特以外之汽車，而不斟酌加以改變，則成績偶殊，當非意外。至所需改變之處，端以進氣管與調節器之結構及發生爐之容量二者為主要，其設計製作固不繁複也。A.A.式福特車之特徵及燃料煤氣之限制如下表。

車輛特徵	燃料(木炭)		煤氣	
(A.A.式福特車)	成	炭..... 90%以上	成	CO..... 28%以上
汽缸直徑...3寸		灰分..... 3%以下		CO <sub>2</sub> ..... 1%以下
活塞衝程...4寸	份	水分..... 7%以下	份	O <sub>2</sub> ..... 1.8%以下
迴轉數2200R.P.M.		顆粒大小..... 4分至5分		H <sub>2</sub> ..... 1.5%以下
實效馬力(用煤氣為燃料時)..... 30匹				熱力值...100至103英制熱單位

### 第五節 發生爐之製作

發生爐前後製作共四型；即(1)二一五型，(2)二一六型，(3)二一七型，(4)二一八型。因係分於民國二十一年五月，六月，七月，八月造成，故名。其重要紀載及附圖號碼如次。

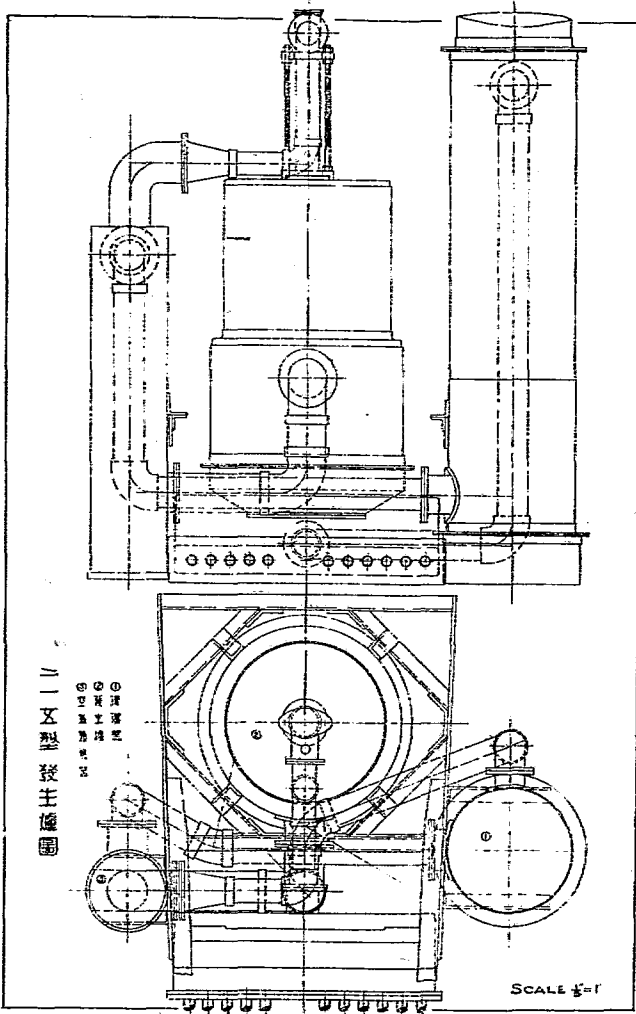
### (甲) 二一五型煤氣發生爐

(一)形式	圓形吸力下行式
(二)內直徑	22英寸
(三)外直徑	31英寸
(四)爐內燃料層高度	38英寸
(五)爐身總高度	75英寸
(六)進氣管直徑	3.5英寸
(七)出氣管直徑	5英寸
(八)爐橋	轉板式
(九)重量	433公斤
(十)圖樣	第八圖

試用結果——燃火甚緩，且太笨重，不能適用。



# 第八圖

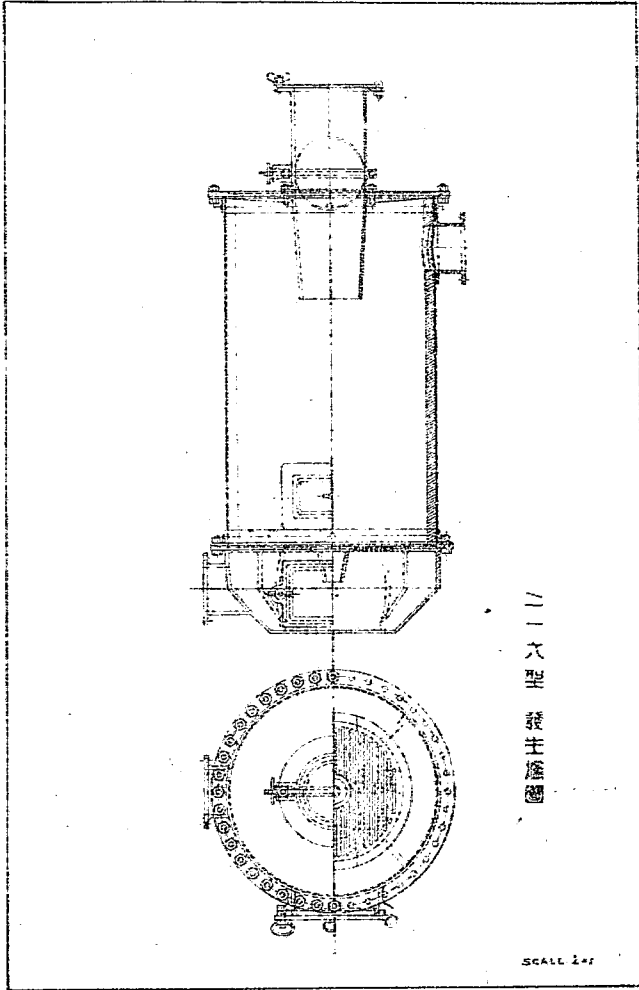


## (乙) 二一六型煤氣發生爐

(一)形式	圓形吸力上行式
(二)內直徑	22英寸
(三)外直徑	27英寸
(四)爐內燃料層高度	28英寸
(五)爐身總高度	62英寸
(六)進氣管直徑	5英寸
(七)出氣管直徑	5英寸
(八)爐橋	固定爐格式
(九)重量	342公斤
(十)圖樣	第九圖

試用結果——煤氣發生量甚充足，惟仍嫌笨重，難於適用。

第九圖



二一六型 發生機圖

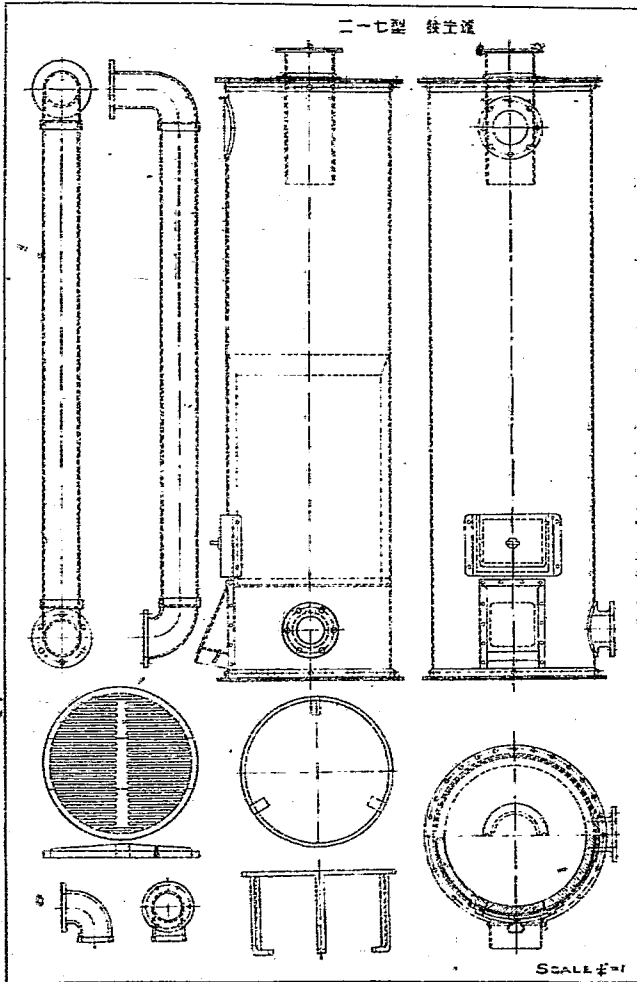
SCALE 1/2

### (丙) 二一七型煤氣發生爐

(一)形式	圓形吸力上行式
(二)內直徑	16英寸
(三)外直徑	20英寸
(四)爐內燃料層高度	46英寸
(五)爐身總高度	72英寸
(六)進氣管	花孔板式，過氣面積共七平方英寸
(七)出氣管直徑	4英寸
(八)爐橋	固定爐格式
(九)重量	210公斤
(十)圖樣	第十圖

試用結果——發生煤氣甚易，且極充足，每次添炭後可行一百華里，尚屬適用。

# 第十圖

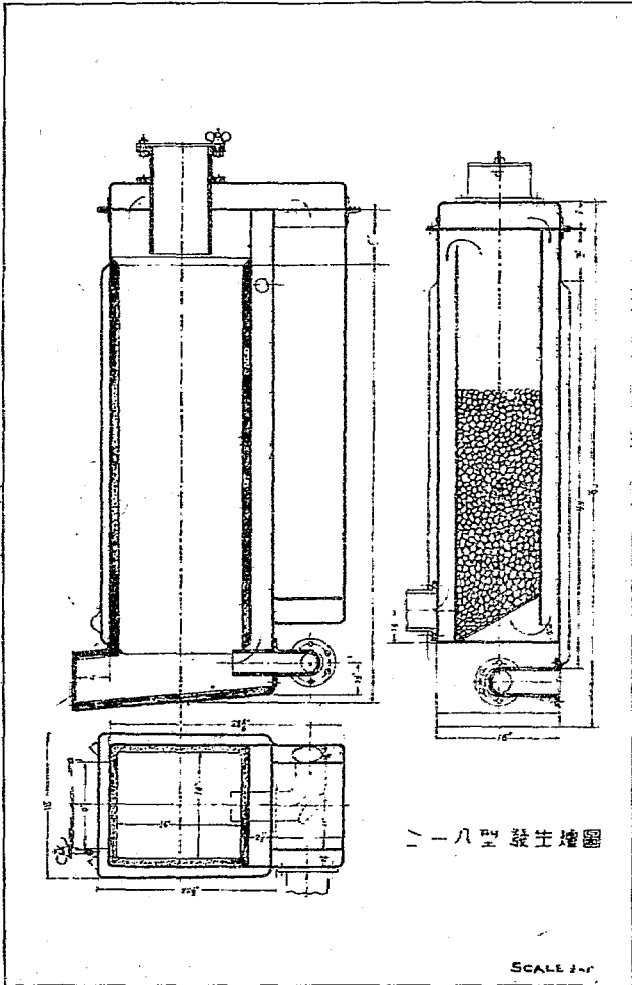


### (丁) 二一八型煤氣發生爐

(一)形式	方形吸力上行式
(二)內空	14英寸×16英寸
(三)外廓	18英寸×32英寸
(四)爐內燃料層高度	50英寸
(五)爐身總高度	66英寸
(六)進氣孔直徑	2英寸
(七)出氣孔直徑	4英寸
(八)爐橋	不用爐橋
(九)重量	195公斤
(十)圖樣	第十一圖

試用結果——煤氣發生量尚充足，惟清潔器之散熱率不高，尚須改良。

第十一圖



## 第六節 清潔器之製作

清潔器係合數種構造組織而成，共設計四式；每式又有曾經數次之改變者，茲分述如次。

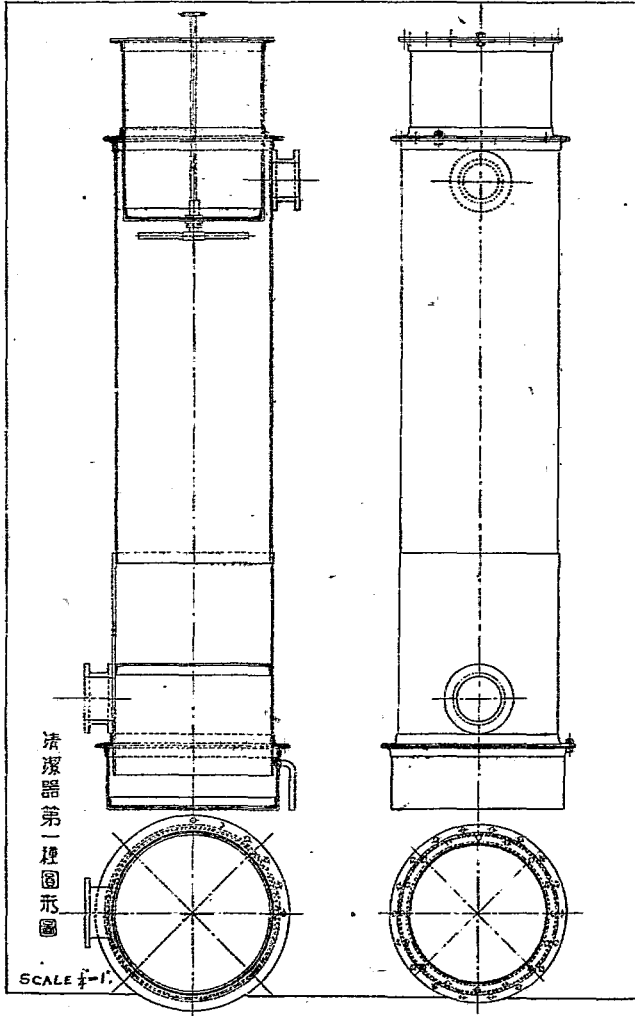
### (甲) 圓筒式清潔器——其一

(一)總直徑	18英寸
(二)總高度	86英寸
(三)總面積	37平方呎
(四)進氣孔直徑	5英寸
(五)出氣孔直徑	4英寸
(六)重量	120公斤
(七)清潔方法	降低氣流速率，並用焦炭爲隔 濾物，而以冷水淋下冷却之。
(八)圖樣	第十二圖

試用結果——清潔與冷却效力甚佳；惟過於笨重，又氣內含水分太多，故不適用。



第十二圖

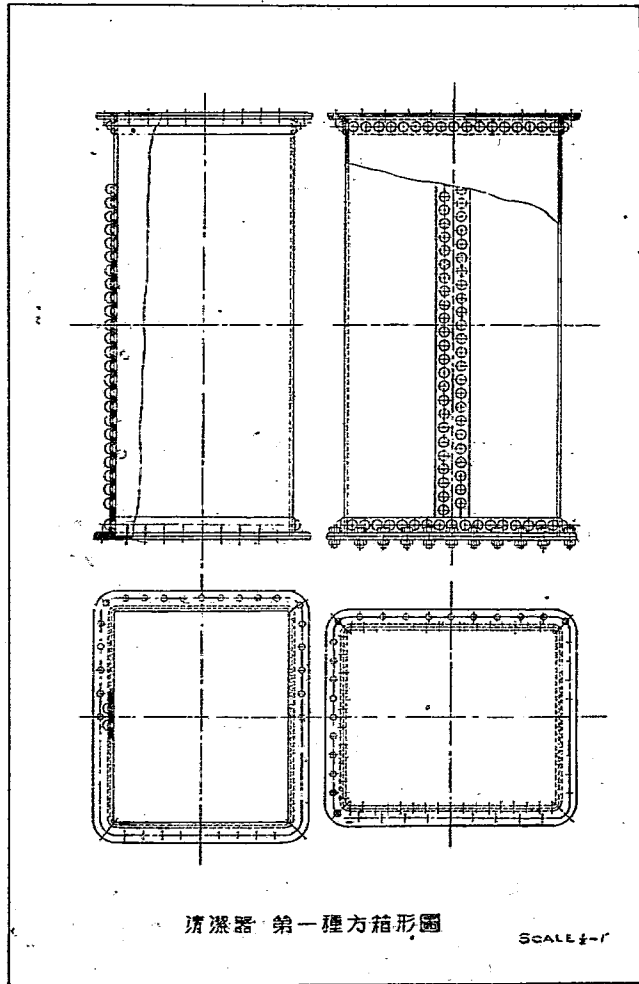


## (乙) 鋼皮方箱式清潔器——其一

- |           |  |
|-----------|--|
| (一) 尺度    | 10英寸×12英寸×24英寸                         |
| (二) 總面積   | 8.6平方呎                                 |
| (三) 進氣孔直徑 | 4英寸                                    |
| (四) 出氣孔直徑 | 3英寸                                    |
| (五) 重量    | 34公斤                                   |
| (六) 清潔方法  | 降低氣流速率，及裝置花孔隔板以改變氣流方向，並用木絲作濾隔物，以空氣冷卻之。 |
| (七) 圖樣    | 第十三圖                                   |

試用結果——清潔與冷卻效力尚良。

### 第十三圖



清潔器 第一種方形圖

SCALE 1/2"=1'

### (甲) 圓筒式清潔器——其二

- |          |  |
|----------|--|
| (一)總直徑   | 15英寸                                       |
| (二)總高度   | 65英寸                                       |
| (三)總面積   | 32平方呎                                      |
| (四)進氣孔直徑 | 4英寸  |
| (五)出氣孔直徑 | 4英寸  |
| (六)重量    | 90公斤                                       |
| (七)清潔方法  | 降低氣流速率，並用木炭鋸屑木絲，分爲三層裝置，作隔濾物；以空氣冷卻；用油料作吸塵劑。 |
| (八)圖樣    | 第十四圖                                       |

試用結果——清潔及冷卻效力均佳，可稱適用。

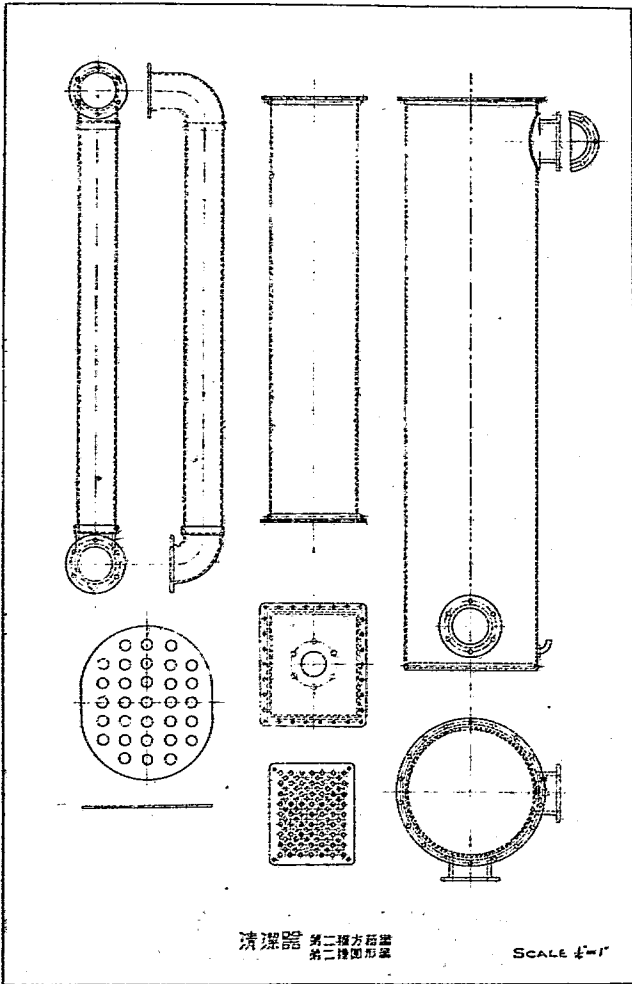
### (乙) 鋼皮方箱式清潔器——其二

- |          |                |
|----------|----------------|
| (一)尺度    | 10英寸×12英寸×48英寸 |
| (二)總面積   | 17.2平方呎        |
| (三)進氣管直徑 | 4英寸            |
| (四)出氣管直徑 | 3英寸            |
| (五)重量    | 25公斤           |
| (六)清潔方法  | 與其一同。          |
| (七)圖樣    | 第十四圖           |

試用結果——清潔與冷卻效力均優，可稱適用。

「附註」此式第二號與其一同，惟改用較薄之鋼皮，以減輕其重量。

# 第十四圖



### (丙) 長管式清潔器

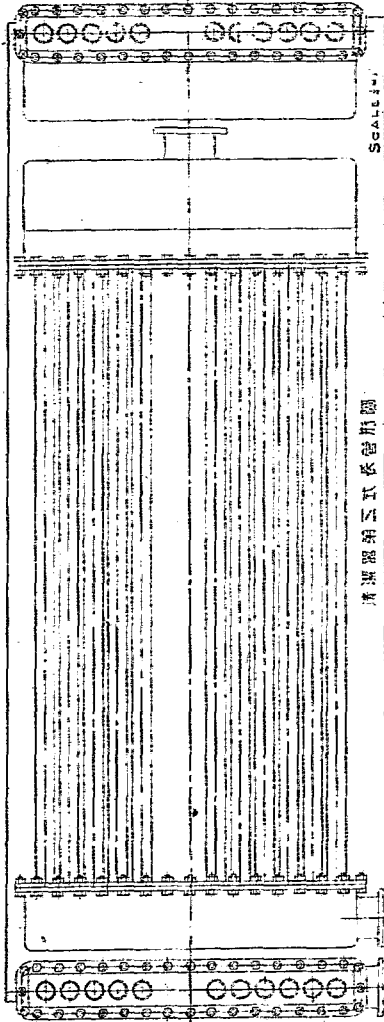
(一)管內直徑	1.75英寸
(二)管身長度	80英寸
(三)管之數目	11道
(四)進氣孔直徑	5英寸
(五)出氣孔直徑	4英寸
(六)重量	156公斤
(七)圖樣	第十五圖

「附註」 此式因過於笨重，且其清潔效力難望良好，故未作試驗。又曾試造一短管式，其形狀與第十五圖所示略同，亦未試用。

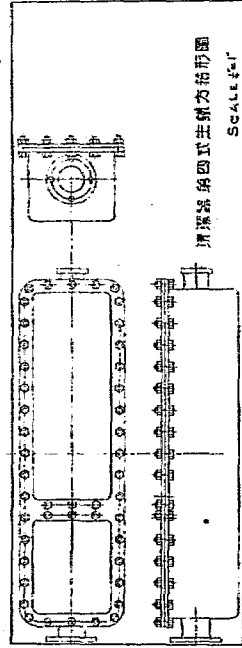
### (丁) 生鐵方箱式清潔器

(一)尺度	39.75英寸×8.75英寸×12英寸
(二)進氣孔直徑	3英寸
(三)出氣孔直徑	2英寸
(四)重量	120公斤
(五)清潔方法	改變氣流方向，並以鋸屑作濾隔物。
(六)圖樣	第十六圖

「附註」 此式亦因過於笨重，且恐散熱力不良，故未試用。



第五圖

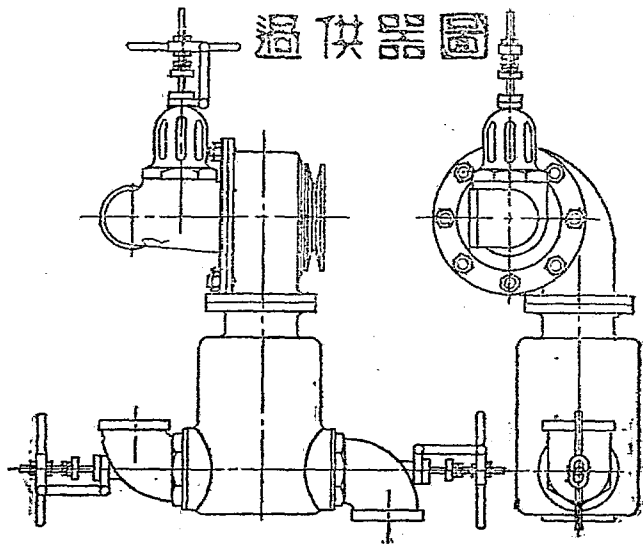


第十六圖

### 第三節 調節器之製作

此器曾經設計二次。第一次係與過供器相合，開車之初，仍須用汽油將發動機開動，於車上原有之風扇心子上加一繩輪，以爲傳動過供器之用。過供器爲離心力壓氣機式，其進氣管與清潔器相聯；另裝有一氣門，以備進空氣之用。其出氣管有二：一與發動機之總進氣管相聯，位於化油器之上，中裝一氣門，可以開閉；一則爲敞口，與大氣相通，亦裝有一氣門，可以開閉。如初開車時，用汽油將發動機開動，使過供器旋轉，即將進氣管中之氣門及通發動機之出氣管氣門關閉，而將出氣管之敞口管開放，使對於發生爐發生吸力作用。此時之過供器，即等於一吸力式風扇，發生爐之火乃得迅速燃起。惟所吸來之氣體，含有 $CO_2$ ，不適於發動機之用；故須使由敞口管排除之。俟發生爐之火燃起，有合用之煤氣發生後，即將過供器進氣管中之氣門及通發動機之出氣管氣門均行開放，並較準其程度，而將敞口管之氣門關閉。同時化油器之油管，亦須關閉，於是發動機即可以煤氣爲燃料矣。

由化油器上增進氣門及過供器上空氣氣門之啓閉程度，均可節制煤氣與空氣配合之成份。至過供器上與發動機相聯之出氣管氣門，則可用以調節煤氣與空氣之混合氣所應供給之量。過供器之構造如第十七圖。



第十七圖



試用結果，發生以下三弊。(一)開車時仍須用汽油為燃料，與原定研究之鵠的相左。(二)因過供器係由發動機傳動，若發動機旋轉之速率高，則過供器之速率亦隨之而高，同時氣體供給之量因之增加，而發動機之速率則愈高；因果相乘，繼漲無已；反是則發動機之速率降低，又將至繼低不已。(三)調節機構造複雜，不便駕駛。故結果認為不能適用。

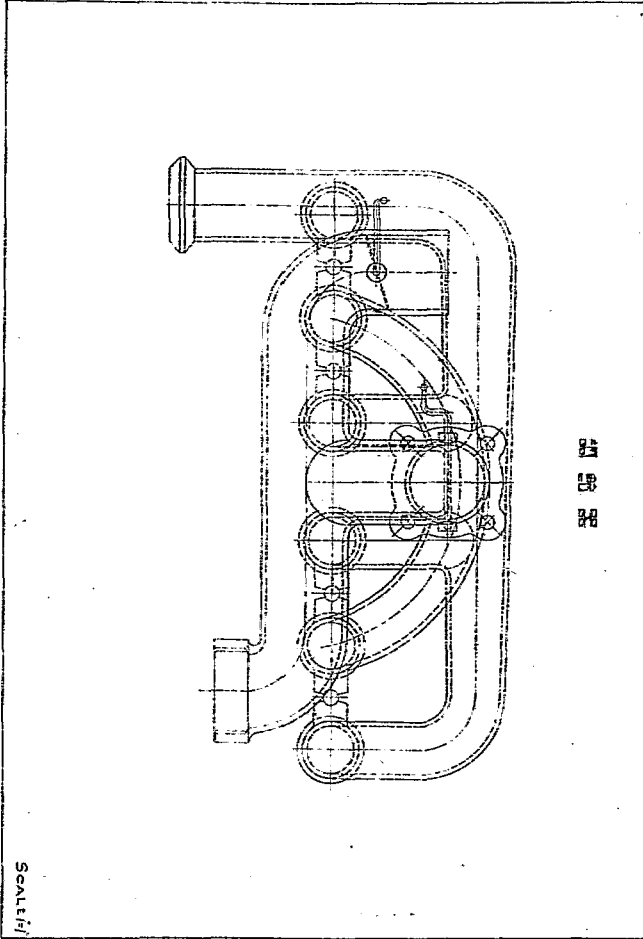
第二次設計時，乃決將過供器取消，另裝一手搖鼓風機，以作最初發生煤氣之用。至調節器亦力求簡單。同時既已不再需用汽油，則化油器及汽油管等亦即一併取消；將發動機上之總進氣管改造，使與調節器相聯，並與排氣管距離較遠，以免被排氣灼熱。與化油器相聯之接口仍予留存，以便萬一欲改用汽油或其他液體燃料時，仍可裝用也。

此調節器上裝有二節制門：一為節制空氣門，與汽車駕駛盤上原有之手動節氣桿相聯；一為節制混合氣門，與原有足踏增速桿相聯。其構造及裝置如第十八圖及第十九圖。試用結果，甚稱便利。

以上所述之發生爐，清潔器，及調節器，依發生爐製作型次第，其裝置如第二十圖至第二十三圖。

依試驗結果，發生爐之合用者為二一七及二一八兩型。二一七型之構造，近復稍加改變，爰字曰二一七新型，如第二十四圖所示。各型之分圖，為第二十五圖至第三十圖，其構造相同部份則從略。

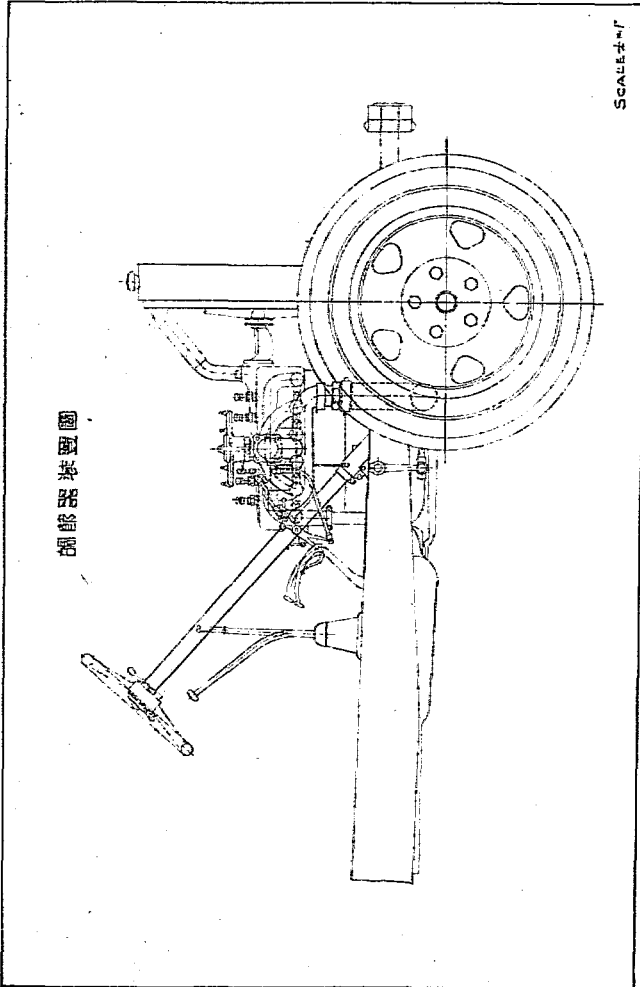
第十八圖



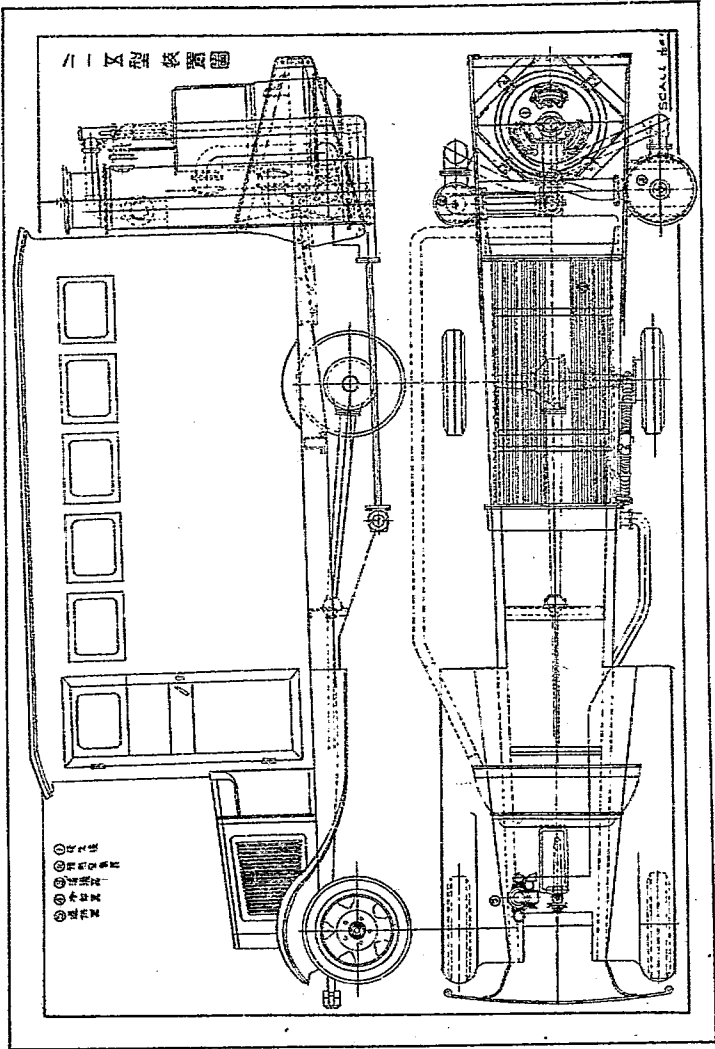
汽機圖

Scaletti

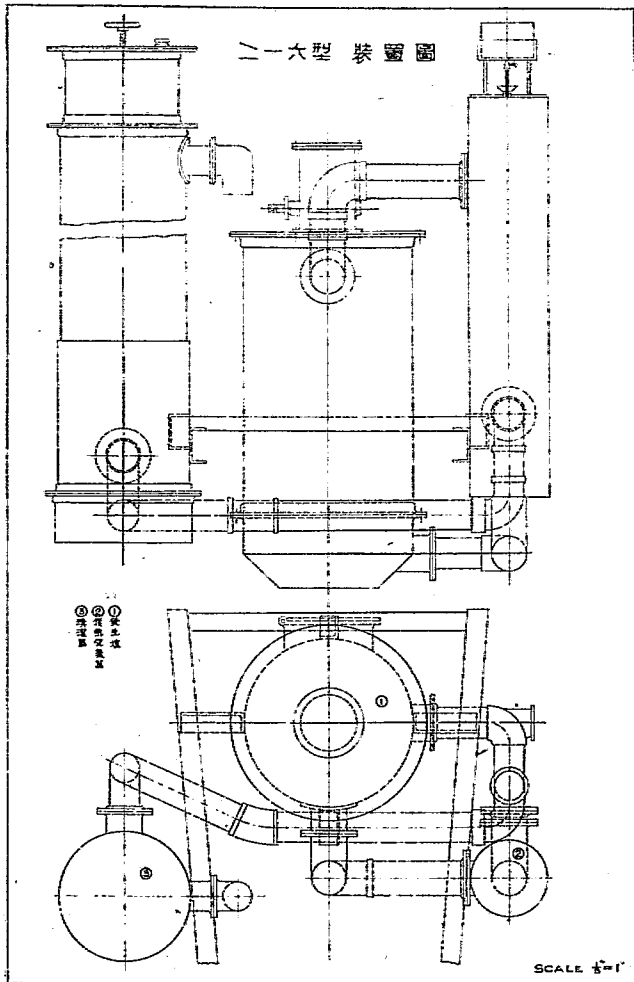
第十九圖



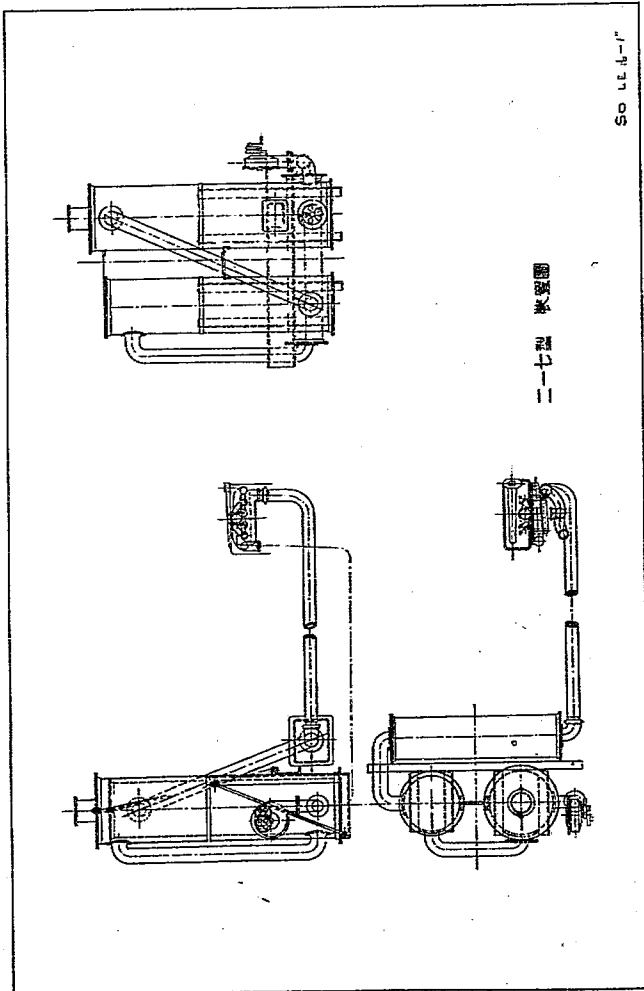
# 第二十圖



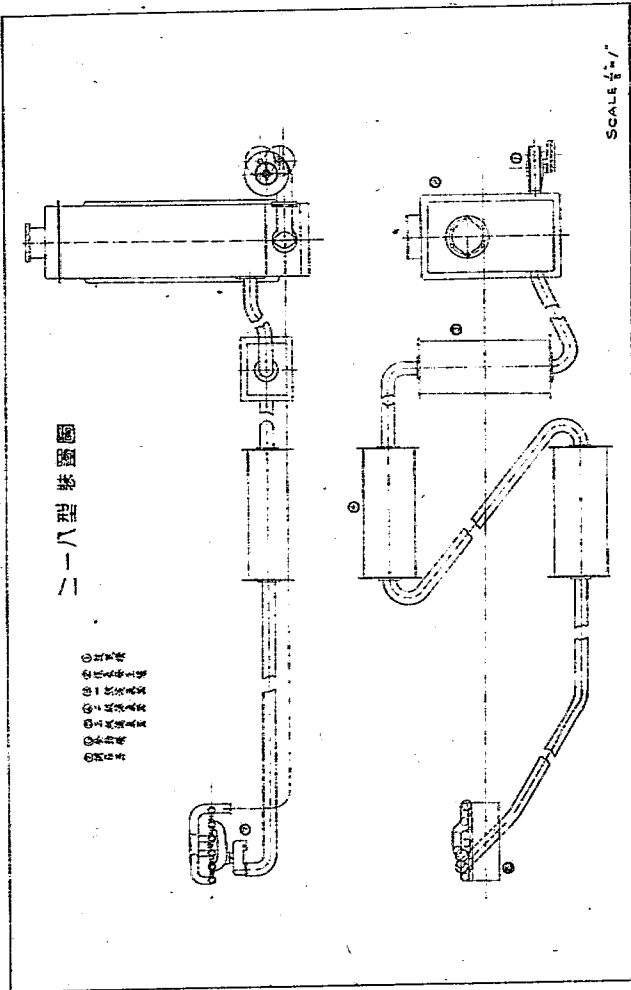
# 第二十一圖



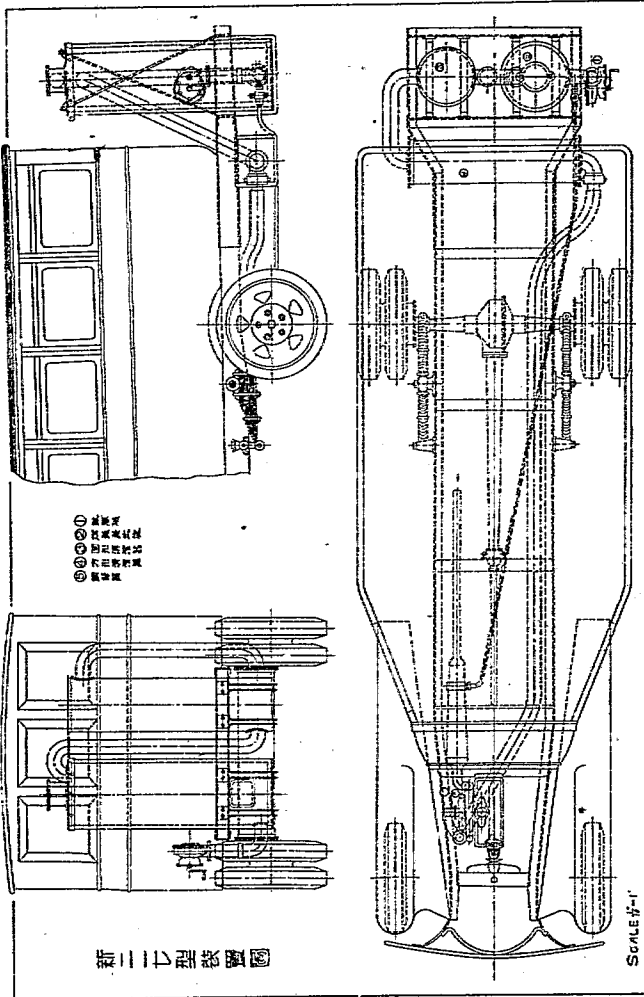
第二十二圖



第二十三圖

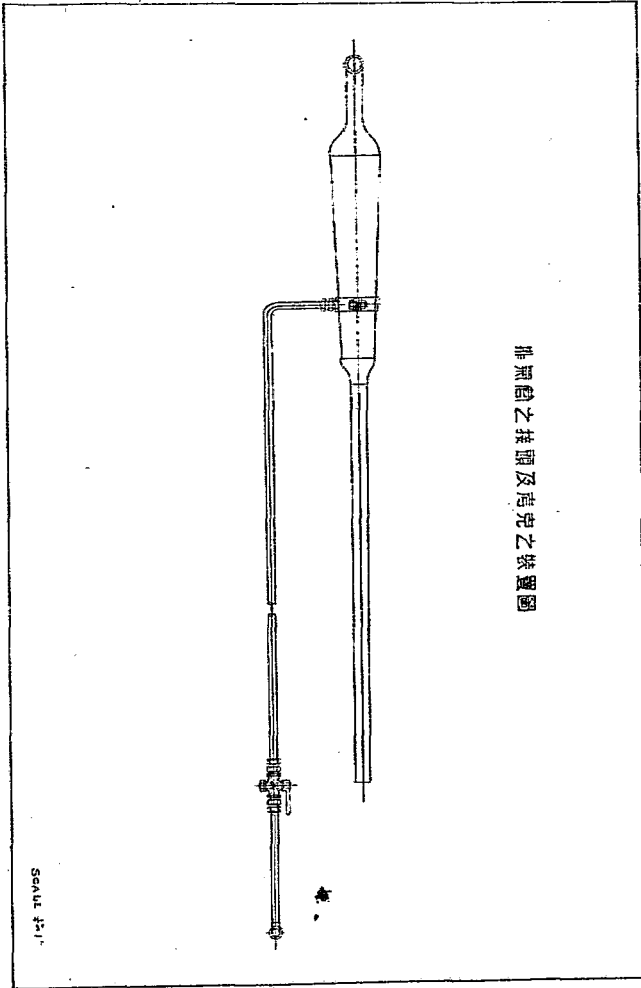


### 第二十四圖

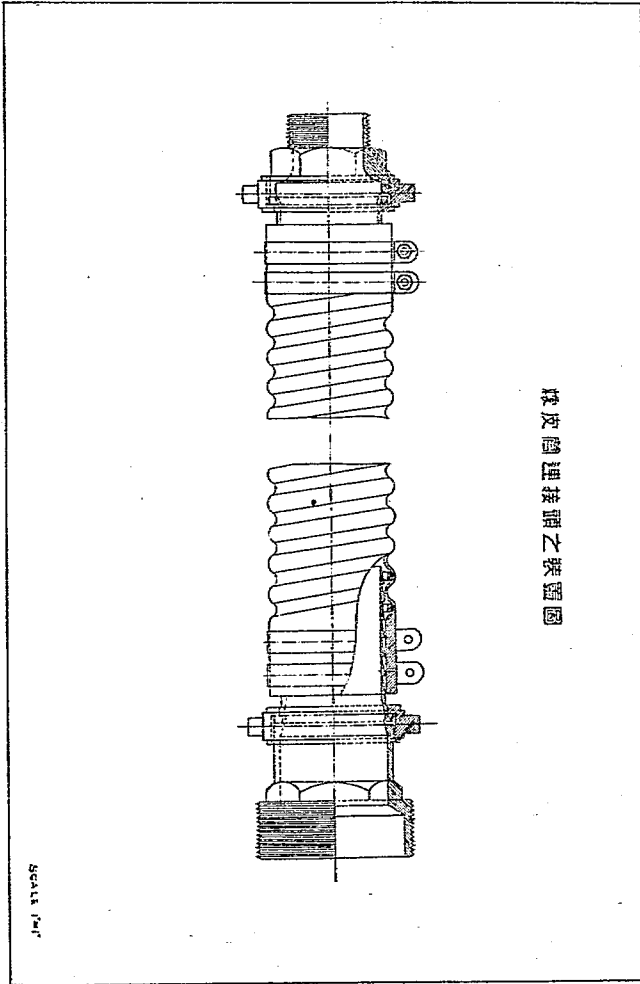




# 第二十五圖



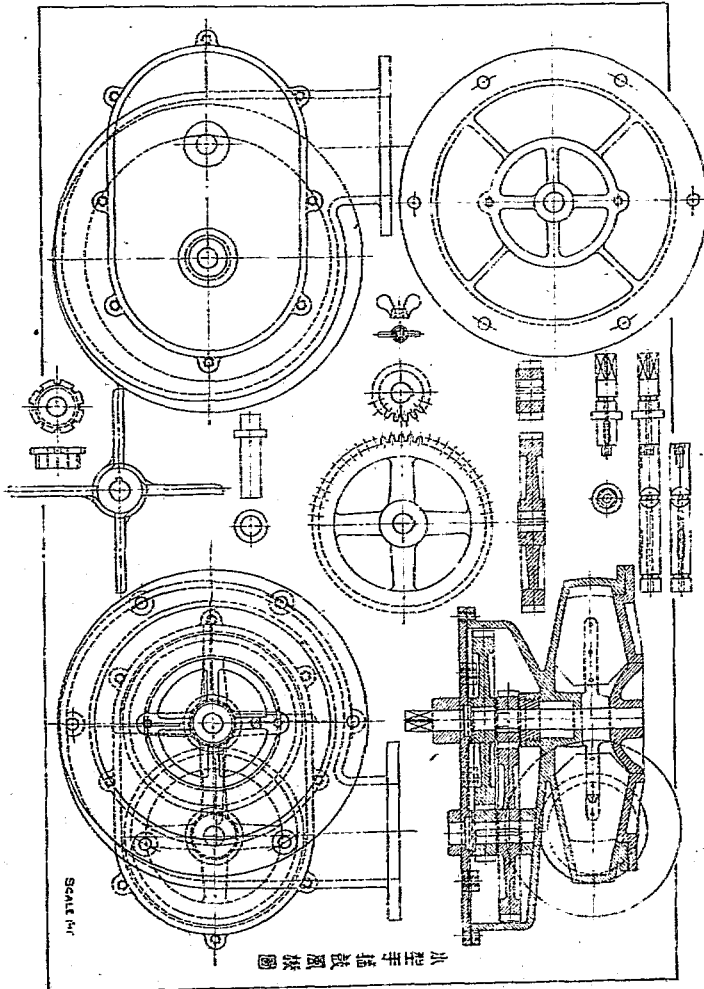
第二十六圖



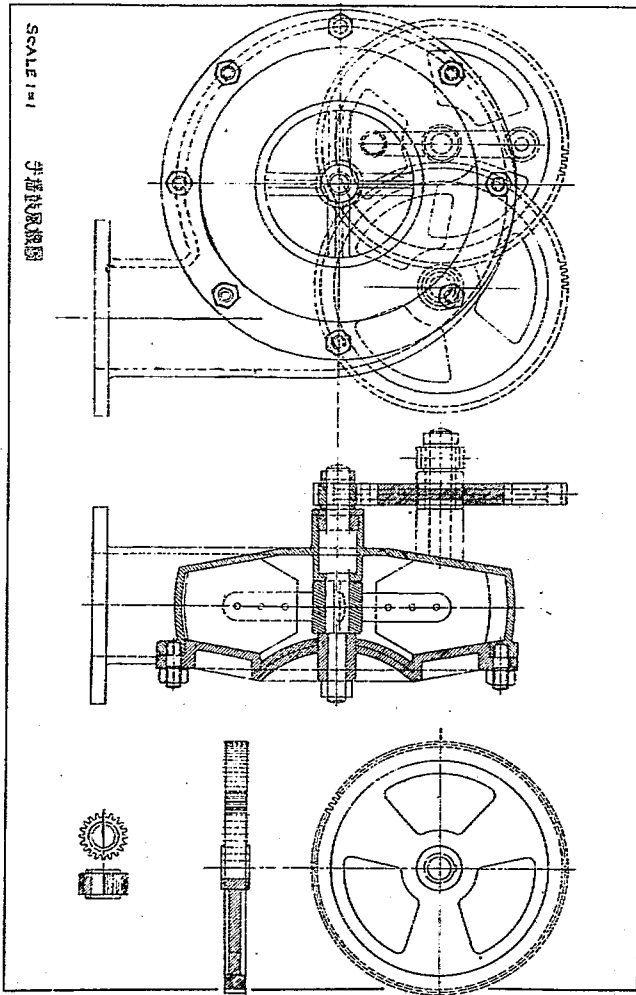
橡皮筒連接頭之裝置圖

SCALE 1/4"

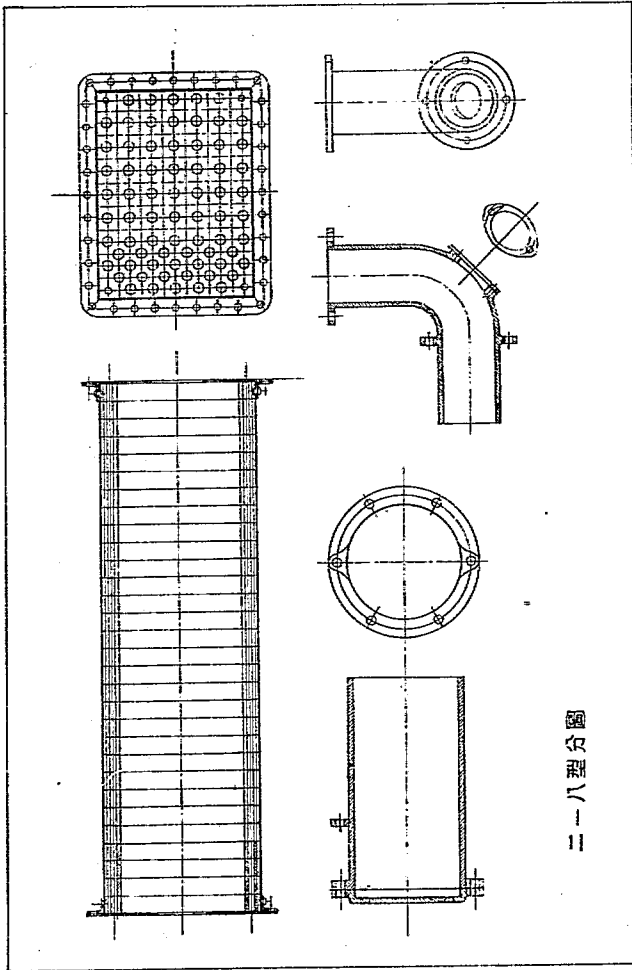
第二十七圖



第二十八圖

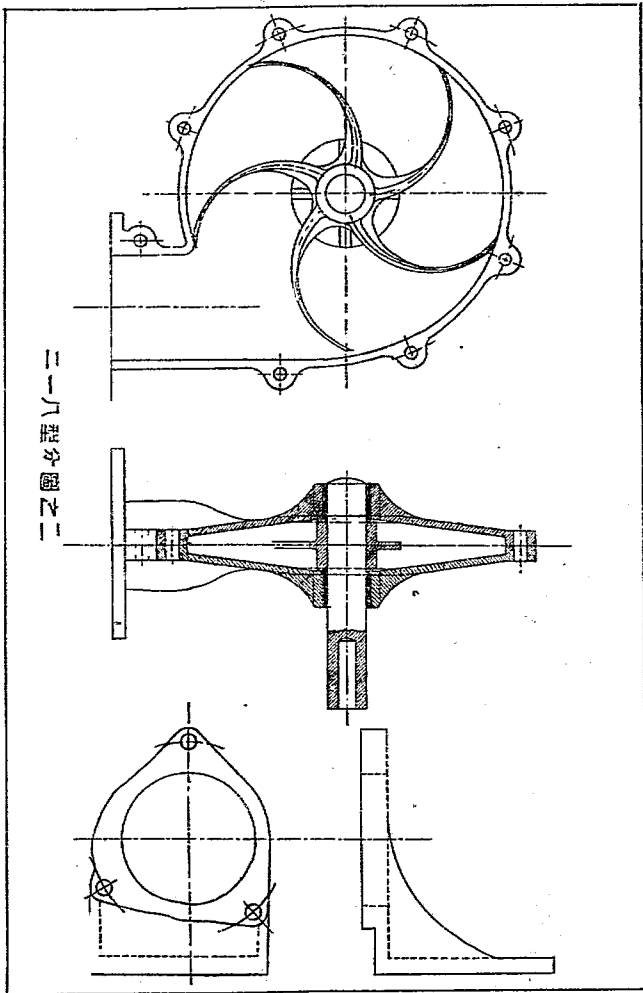


### 第二十九圖



二一八型分圖

第三十圖



## 第三章 化學分析

關於研究煤氣車工作中，化學方面之工作為研究氣體與燃料由試驗煤氣之成份與熱力，以定發生爐及清潔器之構造方法與發生爐動力及各部份之效率。由煤炭之分析，得其炭硫灰等之成分，並測得其熱力以定燃料之選擇及使用方法。茲分別紀述於次。

### 第八節 分析方法

#### (甲) 煤氣之分析

##### (一) 儀器

- (1) 鄂塞氣體分析器(Orsat Apparatus)，此器構造甚簡，而所得之結果，可至千分之二之正確，且需時甚短，為工業上最普通之方法。
- (2) 龍格氏改良器(Lunge's Modification)，此器實由鄂塞氣體分析器所改良，較原氣多一定輕氣之鈹管及移液管。

##### (二) 試藥

- (1) 鄂塞器所用試藥，分別盛入U形移液管中，其次序如下：  
第一管 輕氫化鉀溶液——吸收 $\text{CO}_2$ ；  
第二管 焦性沒食子酸之鹼性液——吸收 $\text{O}_2$ ；  
第三管 綠化低鈹溶液——吸收 $\text{CO}$ 。
- (2) 龍格氏U形移液管中盛清水，外加鈹金石綿管（鈹金石綿管之做法，係用綠化鈹鈉與磺酸鈉之水溶液，以石綿吸取而成）。

##### (三) 實驗方法

- (1) 鄂塞氏分析器，可以依次分析 $\text{CO}_2$ ， $\text{O}_2$ ，及 $\text{CO}$ 三種。其手續從略。
- (2) 龍格氏器分析輕氣法 此氣定法略與以上三種氣體不同，因必引入多量空氣與之混合，成一種混合物，經過燒熱之鈹管，使空氣中之氧與輕化合成水。但鈹管之作用為接觸劑，即促進氧與輕化合成水之反應也。

從以鄂塞氏分析器將三種氣體吸收後，所餘之氣，在刻度管中與空氣混合，使全體積恰為 100 立方公分，再使此混合氣體經過燒熱之鈾管數次，俟至刻度管中量時體積為常數止。鈾管他端與一盛水之 U 形移液管連接，因由此移液管中之水平面，可知吸收後之餘氣是否完全回至刻度管中也。鈾管下以火酒燈之溫度，須在攝氏表 300 度至 400 度之間，不可過高，免使  $\text{CH}_4$  氣之分解，致結果不確。燃燒之進行，可由氣體近鈾粉管石綿絲之變紅察知。若餘氣中尚含有 CO 經過鈾管後，則與輕氣同受養化而成  $\text{CO}_2$ ，此時必使此餘氣引入盛輕養化鉀液之 U 形移液管中，將  $\text{CO}_2$  除去，再量  $\text{CO}_2$  及輕氣被吸去之總體積。

關於氣證之分析，茲舉一例以明之。設有 100 立方公分煤氣，由刻度管所得各氣體被吸收後之數如次：

a. 吸收 $\text{CO}_2$ 後	3.2
b. 吸收 $\text{O}_2$ 後	3.2
c. 吸收 CO 後	24.2
d. 空氣加入後	0.9
e. 燃燒後	10.8
f. 吸收由燃燒所成之 $\text{CO}_2$ 後	11.4

$\text{CO}_2$  及  $\text{O}_2$  之百分體積數，可由上表直接求得之。至於加入空氣後被吸收之總體積為  $11.4 - 0.9 = 10.5$ 。其中  $\text{CO}_2$  所佔者為  $11.4 - 10.8 = 0.6$ ，而因燃燒時 CO 變成  $\text{CO}_2$ ，其體積相同，此即為餘氣中 CO 前未被綠化銅低溶液吸收之體積。故 CO 之總體積為  $24.2 - 3.2 + 0.6 = 21.6$ 。因燃燒時二體積之輕及二體積之 CO 均各需之體積之養氣，則所被減少之體積之三分二為輕及未被吸收之 CO 最後者減去，即可得輕氣之體積為  $(11.4 - 0.9) - 0.6 = 6.4$ 。此氣之成份如下表

$\text{CO}_2$	3.2
$\text{O}_2$	0.0
CO	21.6
$\text{H}_2$	6.4



N 及少許 $\text{GN}_4$ .....	68.8
總計 .....	100.0

## (乙) 煤炭之分析

- (一) 取樣 就省內所徵集之六十餘種煤樣，照四角分割法，取得平均樣煤，以作試驗；
- (二) 水分 以煤樣五克在攝氏 105 度之溫度下供灼一小時後算定之；
- (三) 揮發質 以煤樣一克在攝氏 750 度至 920 度之溫度下於密蓋之白金坩堝中烘灼七分後算定之；
- (四) 固定炭質 於測出灰分後算定之；
- (五) 硫磺定量 用愛司茄法取煤樣，加養化鎳與無水碳酸鈉，混合置於白金坩堝中，加熱，至炭質變灰白色，然後洗於玻璃杯中，加沸水，再熱至沸點，使亞硫酸等變為硫酸鹽，過濾，加鹽酸，使呈酸性，煮沸，將溴質驅去，加氯化鋇，成硫酸鋇，沈澱乾燥後，秤之，乘以 0.1373 則得硫之全量。

## 第九節 化學計算

### (甲) 煤之成分估計

煤質成分中炭，輕，養，淡，硫等質之探尋，須有詳細之分析方得求出，且因設備關係，非普通化驗室所能舉行，惟於氣體計算中關係既大，不得不以普通分析之結果利用計算方法以估計之，而此項結果，於工業設計上已足供應用，茲將其計算方法述之如下：

VM = 揮發質

M = 水分

FC = 固定炭質

A = 灰份

S = 硫磺

如用分析方法求得上述四項之百分數，則可估算各原質如下：

$$C = 0.00512(B.T.U. - 49.5S) + 0.0053 \left( 80 - \frac{100VM}{FC} \right) 1.546 + 5.88 \dots \dots (1)$$

$$O = \frac{8}{9}M + \left[ \frac{D - 0.7 \sqrt{1 - 0.05(D - 9.5)^2}}{1.3 \cdot 9.3} \right]^{1.78} \dots \dots \dots (\text{如 } D < 14 \text{ 用此式}) \quad (2a)$$

$$O = \frac{8}{9}M + \left[ \frac{D - 0.7 \sqrt{1 - 0.05(D - 18.5)^2}}{1.3 \cdot 9.3} \right]^{1.78} \dots \dots \dots (\text{如 } D > 14 \text{ 用此式}) \quad (2b)$$

$$H = 1.02(D - S - O) + 1.018M - 1.65 \quad (3)$$

$$N = D + M - S - O - H \quad (4)$$

$$D = FC + VM - C \quad (5)$$

從上述之估計，求得炭，養，輕，淡 (C, O, H, N) 四質，加以由分析所得之硫磺及灰分，共計六項，應能合成一百整，或近似值。如六項相加不合此數時，可以下列方法糾正之如命糾正之。炭，養，輕，淡為  $C_i, O_i, H_i, N_i$ ，則

$$C_i = C(1 + 0.15d),$$

$$O_i = O(1 + 0.40d),$$

$$H_i = H(1 + 0.21d),$$

$$N_i = N(1 + 0.24d),$$

茲舉一例如下：

M .....	2.86
VM .....	33.83
FC .....	53.11
A .....	10.20
合計 .....	100.00
S .....	1.12
熱力 (以煤一磅計) .....	13217 英制熱單位

將上列已知數代入(1)(2a)(3)(4)公式中

$$C = 0.0052(13217 - 40.5 \times 1.12) + 0.0053(80 - \frac{100 \times 33.83}{53.11})^{1.546} + 5.88$$

$$= 67.38 + 0.40 + 5.88 = 73.66\%$$

$$D = FC + VM - C = 53.11 + 33.83 - 73.66 = 13.28$$

$$C = \frac{8}{9} \times 2.86 + \left[ \frac{13.28 - 0.7 \sqrt{1 - 0.05(13.28 - 9.5)^2}}{1.3 \cdot 9.3} \right]^{1.78} = 2.54 + 6.83 = 9.36\%$$

$$H=1.02(13.28-1.12-9.36)+1.018(2.86)-1.65=2.86+2.91-1.65=4.12\%$$

$$N=13.28+2.86-1.12-9.36-4.12=1.54\%$$

上述之估計結果與實際分析結果甚近似茲列表如下：

化 學 成 分	分 析 結 果 數	計 算 所 得 數
炭 C	73.77	73.66
輕 H	5.25	4.12
淡 N	1.45	1.54
氧 O	8.21	9.36
硫磺 S	1.12	(1.12)
灰分 Ash	10.20	(10.20)
總 計	100.00	100.00

#### (乙) 煤之熱力估計

煤之熱力之測定，應用測熱器 Calorimeter 精密測定，方為正確。然在工業上常用普通分析之結果，而加以計算，雖不如測熱器之準確，然亦不失為公認之法。惟計算之方法甚多，各有優點。比較言之，德盛氏法相為正確，惟須分析求得輕氧二原質後方可應用。而最簡單者，為可燃燒質之總數，以百分數計之，而乘146，即得每磅煤之熱力值。此法當然過於簡陋，此次試驗規定，凡煤樣分析取得輕氧之結果，則用德盛氏法，如未取得此二原質之數，則用根德氏法。因後法有弧綫表明燃燒物質之百分數，懸在試驗室中，對照甚易。茲將此二法並述如下。

(一)德蘭氏法 (Dulong's formula) .

$$\text{每磅熱力值} = 14544C + 6150H\left(H - \frac{O}{8}\right) + 4500S \text{ 英制熱單位}$$

C = 炭質之分數

H = 輕氣之分數

O = 氧氣之分數

S = 硫磺之分數

茲舉一例以明之，設有一煤樣，其成份為

炭質 C = 76.0%，

養氣  $O_2 = 5.8\%$ ,

輕氣  $H_2 = 5.4\%$ ,

灰質 Ash = 9.8%,

淡氣 N = 1.5%,

硫磺 S = 1.5%;

$$\begin{aligned} \text{則每磅熱力值} &= 14544 \times .76 + 61500 \times \left( .054 - \frac{.05S}{8} \right) + 4500 \times .015 \\ &= 14001 \text{ 英制熱單位} \end{aligned}$$

(二) 根德氏法 (Kent's formula)：此法係利用普通分析之結果，由揮發質與燃燒總值，以求得煤之熱力；例如

煤之揮發質 = 30.0%，

固定炭質 = 70.0%，

灰質 = 10.0%；

則  $\frac{30}{30+60} = 33.3\%$  此為揮發質在燃燒總值中之百分數。從弧線上查得 33.3% 之每磅可燃燒質之發熱量為 15300 英制熱單位。每磅煤之熱力 =  $15300 \times (1 - \text{灰質之分數}) = 13500 \times .9 = 13770$  英制熱單位。

### (丙) 煤氣分析計算

(一) 氣體體積之計算。用與薩特分析器所得之結果，即為氣體之百分數，無須另加計算，至為簡便。定輕但氣時較為複雜，已於化驗方法中述之矣。惟有一事當隨時注意者，即試驗時之溫度氣壓及水氣壓力三者是也。在普通工業分析法中，氣體之分析，除有特殊反應不能用水而用水銀外，大都用水為與氣體之接觸液體。此液體雖於初用時須飽和以應分析之氣體，使之不致再有吸收之能力，但於水汽壓力仍有影響。故普通應用之公式，為適用於水汽壓力之氣體；應加以修正，其法如下。

V —— 在  $t^\circ C$  時取得之體積；

$V_0$  —— 計算在標準溫度及壓力時之體積，即  $0^\circ C$  及 760mmHg；

P —— 實驗時氣壓表中水銀柱之高度為 mm；

p —— 在  $t^\circ C$  時水蒸氣之壓力，以 mm 水銀柱表示之。

如係無水蒸汽之氣體，其標準時之體積之求法如下：

$$V_0 = \frac{VP}{(1+0.003665t)760} \text{ 不含水汽之之算法}$$

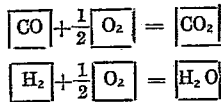
$$V_0 = \frac{V(P-p)}{(1+0.003665t)760} \text{ 水汽飽和之算法}$$

## (二) 煤氣之熱力計算

由分析而得氣體組成之各成份，復由表查得各該成份之熱力，則該氣體之熱力甚易算得。如有煤氣，以體積計算，合百分之三十四又十分之七之 CO，其餘百分之六十五又十分之三皆為淡氣。因淡氣在煤氣爐中不燃燒生熱，故祇 CO 可生熱力。查表得每立方呎之 CO 燃燒之熱力為 317.1 英制熱單位 (60°F, 20'' 飽和水汽)，故該煤氣每立方呎之熱力為 110 英制熱單位。各種氣體之熱力見氣體常數表，附後篇。

## (三) 煤氣燃燒所需空氣之計算

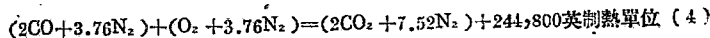
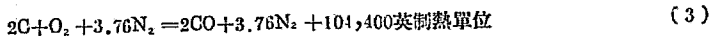
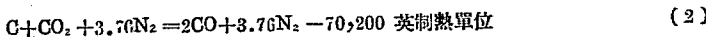
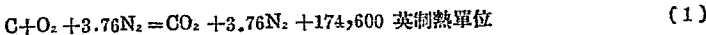
既由分析求得煤氣組成之成份，則可供燃燒者亦已得知。由此推算需養氣若干，再推至空氣若干，亦甚簡易。由化學反應，得知一體積輕氣與一體積之 CO，各需半體積之養氣，即可完成燃燒。其反應式如下。



如此計算雖甚容易，但遇分子複雜者亦費工夫，故氣體常數表，已將氣體燃燒時所需之養氣及空氣列為常數。按照氣體各成份之分數，查表即得。但事實上所用之空氣，較之理論上計算之數，常多一倍以上。此氣體用途與機械設計之關係也。

## (丁) 煤氣燃燒計算

### (一) 理論上之計算法



以上四方程式，皆表熱力之增減。理論已見設計中。今更假定發生爐氣體之溫度為 1600°F，查得其每分子之熱力為 11400，故氣體之顯熱 = (2+3.76)11400 = 65700 英制熱

單位：

面煤氣爐燃燒之熱力平衡如次

	英制熱單位	百分數
<b>熱之生產：</b>		
從兩個分子之炭完全燃燒 .....	349,200	100.0
<b>其分配如次：</b>		
煤氣之潛熱CO .....	244,800	70.1
煤氣附帶之顯熱 .....	65,700	18.8
爐灰，放射等之損失熱 .....	38,700	11.1
合計 .....	349,200	100.0

$$\text{煤氣爐之熱效率} = \frac{\text{潛熱} + \text{顯熱}}{\text{總熱量}} \times 100$$

$$= \frac{244800 + 65700}{349200} \times 100 = 88.9\%$$

$$\text{煤氣爐之冷效率} = \frac{\text{潛熱}}{\text{總熱量}} \times 100 = \frac{244800 \times 100}{349200} = 70.1\%$$

(二) 根據分析結果之計算法

(1) 分析表

煤質分析 (除去水分計) (算之百分數)	煤氣分析 (分析結果) (之百分數)	爐渣分析 (除去水分計) (算之百分數)	廢氣分析 (分析結果) (之百分數)
C ..... 76.0	CO <sub>2</sub> ..... 7.5	C ..... 15.0	CO <sub>2</sub> ..... 10.7
O <sub>2</sub> ..... 5.8	O <sub>2</sub> ..... 0.2	Ash ..... 85.0	O <sub>2</sub> ..... 8.3
H <sub>2</sub> ..... 5.4	CO ..... 20.5	100.0	CO ..... 0.0
N <sub>2</sub> ..... 1.5	H <sub>2</sub> ..... 12.5		N <sub>2</sub> ..... 81.0
S ..... 1.5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ..... 0.5		100.0
Ash ..... 9.8	CH <sub>4</sub> ..... 3.0	每磅煤質熱力值=14400 英制熱單位 每立方呎煤氣熱力值=142.7 英制熱 單位，60°F，30''Hg° 煤氣溫度=1350度華氏	
100.0	N <sub>2</sub> ..... 55.8		
水分 ..... 4%	100.0		

## (2) 每磅煤之煤氣發生量(單位立方呎)

$$1 \times .76 = 0.76 \text{ 磅} \dots\dots \text{每磅煤所含之炭質}$$

$$1 \times .098 \times \frac{100}{85} \times \frac{15}{100} = 0.0173 \dots\dots \text{煤渣中損失之炭質}$$

$$0.76 - 0.0173 = 0.743 \dots\dots \text{每磅煤發生氣體中之炭質}$$

$$0.743 \div 12 = 0.062 \dots\dots \text{煤氣中炭質之分子}$$

$$0.075 + 0.205 + 0.03 + 0.01 = 0.32 \dots\dots \text{從分析算得煤氣中之炭分子}$$

$$0.062 \div 0.32 = 0.194 \dots\dots \text{每磅煤所生煤氣之分子}$$

$$0.194 \times 359 \times \frac{590}{4.2} = 73.6 \text{ 方呎之無水氣體在 } 60^\circ\text{F}, 29.92'' \text{ Hg}$$

$$73.60 \times \frac{29.92}{29.92 - 0.52} = 75.0 \text{ 立方呎含水汽之氣體 } 60^\circ\text{F}, 29.92'' \text{ Hg}$$

$$75 \times \frac{29.92}{30} = 74.8 \text{ 立方呎含水汽之氣體 } 60^\circ\text{F}, 30'' \text{ Hg}$$

## (3) 每磅煤所需空氣量(單位立方呎)

$$0.194 \times .558(\text{N}_2) \frac{140}{79} = 0.137 \text{ 每磅煤所需之空氣之分子}$$

$$0.137 \times 359 \times \frac{520}{492} = 52 \text{ 立方呎無水空氣在 } 60^\circ\text{F} \circ$$

## (4) 每立方呎煤氣燃燒時所需空氣量(單位立方呎)

CO <sub>2</sub>	0.0
CO	10.25
H <sub>2</sub>	6.25
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1.5
CH <sub>4</sub>	6.0
總計	24.0

$$(24.0 - 0.2) \times \frac{100}{21} = 113 \text{ 分子之空氣}$$

即在同一溫度及壓力之下，每一立方呎之煤氣，需要空氣1.13立方呎，以得到完全之燃燒。

## (5) 煤氣燃燒時多用空氣量

$$(\text{CO}_2 + \text{CO} + 2\text{C}_2\text{H}_4 + \text{CH}_4) \times \frac{100}{10.7} = 299 \text{ 無水廢氣之分子}$$

$$299 \times 0.81 = 242 \text{ 廢氣中淡氣之分子}$$

從分析表查出煤氣中所有之淡氣為55.8分子

此兩數之差為186.2乃從空氣中所得之淡氣分子

$$186.2 \times \frac{100}{79} = 236 \text{ 燃燒煤氣之時所用之淡氣分子}$$

$$236 - 113 = 123 \text{ 超過需要之空氣分子}$$

$$\frac{123 \times 100}{113} = 109 \text{ 超過需要之空氣之百分數}$$

(6) 煤氣包含之潛熱力

$$74.8 \times 142.7 = 10670 \text{ 英制熱單位}$$

(7) 每磅煤發出之顯熱

		每分子之熱力 (英制熱單位)	顯熱 (英制熱單位)
CO <sub>2</sub>	0.191 × 0.075	13,700	200
O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CO	0.194 × 0.890	9,200	1590
CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.194 × 0.035	13,700	93
H <sub>2</sub> Ⓞ	0.0184	11,000	203

煤氣之總顯熱

(8) 煤渣所損失之熱力

2086英制熱單位

$$1 \times 0.098 \times \frac{100}{85} \times \frac{15}{100} = 0.0173 \text{ 每磅煤損失於煤渣之炭質}$$

$$0.0173 \times 14500 = 246 \text{ 英制熱單位}$$

煤氣爐燃燒之熱力平衡表

熱力之生產	英制熱單位	百分數
煤一磅	14400	100.0
<b>熱力之分配</b>		
煤氣之潛熱	10370	
煤氣附帶之顯熱	2086	
煤渣之損熱	246	
其他放射等失熱(差數)	1398	
	14,400	

第十節 分析紀錄



(甲) 煤氣成份表——其一

成 份	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N	合 計
百 分 數	7.00	4.00	9.00	1.00	79.00	100.00
熱力值——每立方呎31.70英制熱單位						
〔附註〕 本表係五月九日第一次分析之紀錄						

(乙) 煤氣成份表——其二

成 份	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N	合 計
百 份 數	0.80	1.80	31.20	1.20	65.00	100.00
熱力值——每立方呎102.72英制熱單位						
〔附註〕 本表係最後三個月內137次分析之平均紀錄						

(丙) 停車時間煤氣成份變化表

時 間 \ 成 份	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO
甫 停 車	0.80	1.20	30.00
停車 5 分鐘後	2.00	2.10	24.60
停車 10 分鐘後	2.00	3.00	19.40
停車 15 分鐘後	2.60	3.60	16.90
停車 30 分鐘後	3.00	3.60	15.20
停車 1 小時後	3.60	2.80	10.80
停車 1.5 小時後	4.40	2.00	8.60
停車 2 小時後	6.20	2.40	7.20
停車 14 小時後	17.00	1.00	4.00
〔附註〕 本表係連續十二次分析之平均紀錄停車後爐未加炭亦未鬆火或搖動鼓風機			

(丁) 煤氣車廢氣成份表

成 份	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	N (及其他)
百 分 數	9.4	5.8	1.2	83.60
[ 附註 ] 本表係二十六次分析之平均紀錄，廢氣係用排水法取集				

(戊) 煤炭成份表

名 稱	產地及公司	重 要 成 分					每磅熱力值 (英制熱單位)
		水 分	揮發質	固定炭質	灰 分	硫 質	
光 炭	岩口站石子坪 福興廠	1.55%	8.90%	86.67%	3.90%	0.35%	14860
虎山煤	岩口站大山冲 永成廠	2.19%	7.25%	84.32%	6.30%	0.43%	13932
白 煤	岩口站洞冲 廣興廠	1.80%	7.16%	86.10%	3.94%	1.28%	14745
塊 煤	永陽大河灘 普生公司	0.98%	8.82%	84.00%	6.20%	0.68%	14241
柴 煤	永興縣銅角灣 三和公司	2.30%	5.60%	85.00%	7.10%	0.45%	13689
塊 煤	福橋站清水橋 東成公司	2.40%	5.40%	84.40%	7.80%	0.75%	13679
塊 煤	斗嶺(常雷)	0.82%	15.00%	81.0%	2.40%	1.12%	14601

(己) 木炭成份表

名 稱	產 地	水 分 %	炭 質 %	灰 質 %	每磅熱力值 (英制熱單位)
栗木炭	辰 州	1.70	96.30	3.00	14301
松木炭	化 安	2.16	96.08	1.76	14512
栗木炭	安 化	5.40	92.10	2.50	14278
栗木炭	寶 慶	3.24	94.56	2.18	14698
木 炭	不 明	7.00	90.00	3.00	13860

## 第四章 實驗紀錄及結論

### 第十一節 實驗紀錄

各型發生爐試用結果，以二一七型為能切合實用，第二章已具述之。茲將關於此型之重量，溫度，壓力，氣體成份，速率，載重量，燃料消費量，及管理修理各項紀錄，列舉於次。

#### (甲) 重量 ——

發生爐部份	467 磅
清潔器部份	257 磅
管件	<u>58 磅</u>
共計	782 磅

新二一七型重量，較此大為減輕，如下，

發生爐部份	326 磅
清潔器部份	151 磅
管件	<u>57 磅</u>
共計	534 磅

二一七型煤氣車 (A.A.式福特車之底盤) 之重量分佈 (車棚在內)，如第三十一圖。總重自尚有縮減餘地，惟欲新增各件得與汽車底盤聯結為一剛體 (Rigid body)，則重量之減少當然仍有限度。如車棚裝置不減輕，同時又不欲增加車之負荷，或減少客座數載貨量，則唯有斟酌運輸道路各項情形，於購車時，增大噸位幾許以抵補之；若求發生爐等全不佔重，固皆知其不可能也。

(乙) 溫度及壓力：——發生爐及清潔器各部之溫度，係由爐內燃料層積厚度決定之；茲測得木炭厚五十吋時及厚二十吋時溫度之變化情形如第三十二圖所示，壓力則以木炭厚五十吋者為準。

(丙) 氣體成份：——由氣體之成份，可知煤氣之發生情形是否適當；茲測得木炭厚48

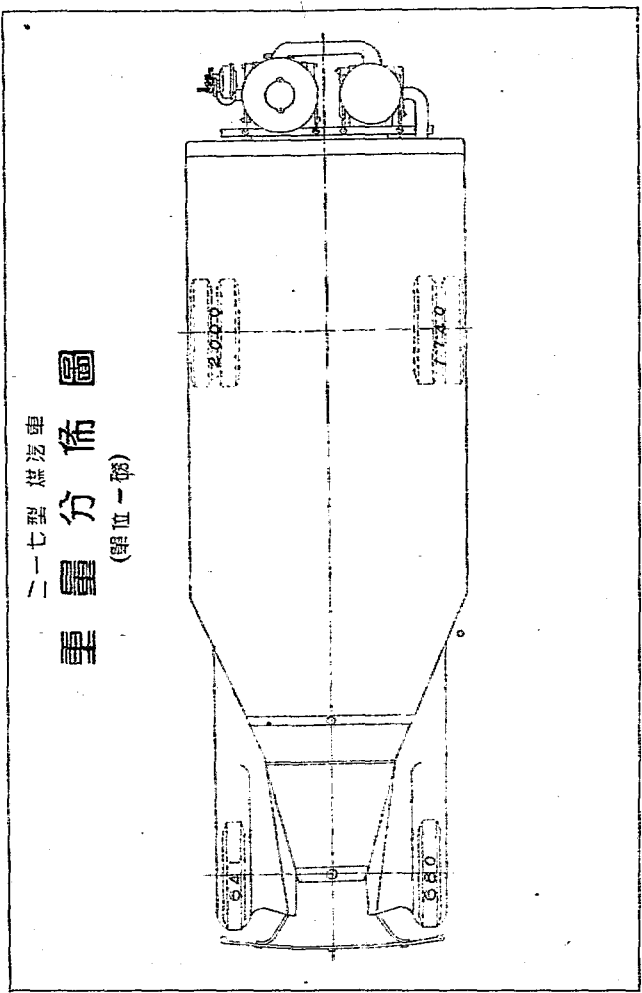
時初開車時之煤氣成份如下：——

CO <sub>2</sub> .....	3.0%	O <sub>2</sub> .....	0.6%
CO .....	29.4%	H <sub>2</sub> .....	1.6%
熱力值……每立方呎163英制熱單位。			

(丁) 速率載重及燃料消費量：——為聽煤氣車之速率載重及燃料消費量，以下鈔錄試車日記之一頁，可代表其在正常情況下之行駛情形。

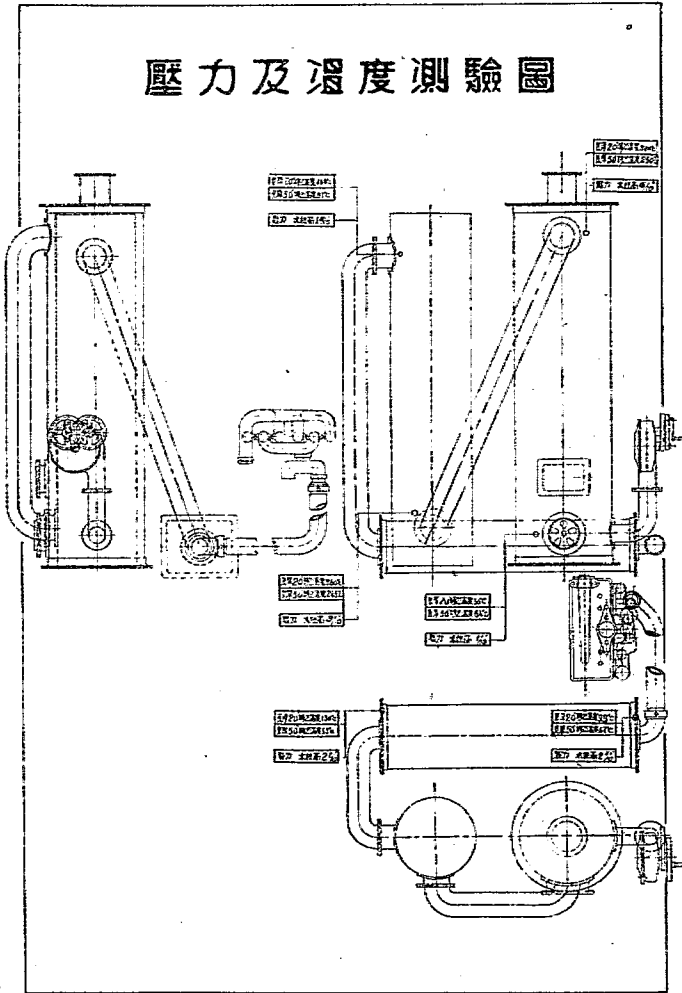
- (一) 試車日期 民國二十一年八月十一日
- (二) 試車地段 車由長沙城內六堆子開出，經中山路，經武路，要塞路，至湘粵綫長衡段之下攝司車站，往返途程共計218部里，合126公里強。
- (三) 去程共載人數 二十一人
- (四) 去程時間 上午九時二十三分由六堆子出發，中在長沙東站停車十分鐘，易家灣站停車九分鐘，湘潭分路口停車五分鐘，於十一時二十四分抵下攝司車站；中途行駛時間實為一小時又三十七分。
- (五) 去程里程 109 部里，合63公里強。
- (六) 去程燃料消費總量 木炭53磅，合26公斤強。
- (七) 去程速率 每小時67部里，合30公里弱。
- (八) 去程燃料消耗率 每小時29磅弱，合13公斤強；或每百部里53磅；或每百公里12公斤弱。
- (九) 回程共載人數 二十二八
- (十) 回程時間 上午十一時三十分由下攝司車站回轉，中在湘潭分路口停車一小時又十四分，易家灣站停車三分鐘；於下午二時十四分抵長沙車站；中途行駛時間實為一小時又二十七分。
- (十一) 回程里程 90部里，合57公里強。
- (十二) 回程燃料消費總量 木炭54磅，合24.5公斤。
- (十三) 回程速率 每小時38.4部里，合41公里強。
- (十四) 回程燃料消耗率 每百部里54磅，或每百公里43公斤強。

第三十一圖



第三十二圖

壓力及溫度測驗圖



(戊) 管理：——以下接鈔上項日記

(壹) 起動時間 在由六堆子出發前，裝添燃料整理爐火費時八分鐘；手搖鼓風費時三分二十秒；湘潭停車中餐後再起動時，手搖鼓風費時二分；此外停車起動，均未費時。

(貳) 裝添燃料 由六堆子出發時，上木炭一次；至易家灣站，添木炭一次；回程在湘潭添木炭一次。

(己) 修理：——從八月八日至十二日連日在湘粵綫長潭間繼續行駛一千部里，合 576 公里，各部機構均未發生障礙，故完全未加修理。

## 第十二節 結論

閱實驗紀錄，知煤氣車之試用結果，與初懸之十項研究目的，大致尙可相合；尤以載客量與行車速率二者均與汽油長途汽車相埒，頗足稱意。惟裝添燃料及初時起動之需用人力搖鼓風，雖於事實無何困難，而較之汽油汽車，究屬費事費時。然此亦係拘束於不用一滴汽油之故，乃不得不如是。再則設吾人不限於就地取材不厭多用外洋貨者，固可採用蓄電池之電力發動以鼓風，而免除手搖之手續也。燃料成本之減低，至爲可觀。動力之供給，汽油一加侖約當木炭十磅。就吾湘言，十磅木炭之價格，低者值洋六分，昂者一角八分。與每加侖需洋一元四角三分之汽油較，低者爲一與二十四之比，昂者爲一與八之比。以全國言，如所有三萬數千輛之汽車，悉數改用炭質爲燃料，而將木炭石炭價格平均估爲每石一元四角三分，則以每年五百萬元之土產，可以抵制每年五千萬元之汽油輸入也。

將汽油車改用煤氣爲燃料後，關於駕駛與管理方法均與用汽油時不同，茲特分別述之，以利實行。

### (甲) 升火

(一) 凡新裝之發生爐，待其所敷之耐火層自然乾燥後，即用木炭火徐徐烘之，達十二小時後，始可升火；若升火太急，則有崩裂之虞。

(二) 升火時，須於爐橋或爐底（無爐橋者）上先置炭灰一層，厚約半吋。再置已燃之木炭（炭之大小宜在 1 至 2 吋之間），厚約二吋。繼將燃料裝入，厚約 14 吋。即搖機鼓風，以每分鐘搖四十次為度。搖三分鐘後，再將燃料裝滿，復鼓風一分鐘，即將添裝燃料之蓋門密閉，搖機二十轉，即可開車。

(三) 如爐內已裝有燃料而其火已熄時，可先開添裝燃料門，再用油棉紗或木材等插入爐橋之引火杯中或由引火管中（無爐橋者）插入，搖機鼓風三分鐘，再將添裝燃料門密閉；復鼓風二十轉，即可開車。若爐火未熄，只須用鬆火條由添裝燃料門插入，將爐內燃料層鬆動，即搖機鼓風二分鐘，再將添裝燃料門密閉，復鼓風二十轉，即可開車。

上述各種升火鼓風時應注意之點有三：（一）鼓風時，凡爐橋下灰室之進氣門或花孔板均須密閉，以免散失風力；（二）停止鼓風後，須將鼓風機之進空氣門密閉，而將灰室之進氣門或花孔板啓閉；（三）爐火已燃，須即停止鼓風，開車時，須將添裝燃料門密閉，以免洩氣。

### (乙) 開車

開車時，除對於變速制動及離接機等之方法均與用汽油時無異外，宜將電火桿推至極早點，將節制空氣桿推至極少點，用右足踏增速器，須踏頻鬆。同時將電動機踏動，並將節制空氣桿徐徐移至開點，俟發動機起動後，即停踏電動機及增速器，仍繼續移置節制空氣桿之位置，使煤氣與空氣混合成適當之比例。再試踏增速器，以驗發動機能否增速。如能增速，即可開行。否則須將空氣門略閉，其由排氣管至發生爐氣管之氣門亦宜略閉或全閉之，繼續開行空車，以引起發生爐之煤氣迅速發生；俟發動機開行合度後，再將通排氣管之氣門啓開。

### (丙) 調速

發動機開行後，其調節器之空氣門須常較準，使煤氣與空氣配合適當。欲增速時，可踏動增速器，同時須試移動節制空氣桿之位置，以驗其是否適當。當減速時亦然。若欲減至極低之速率時，可先將節制空氣桿移至極大位置，或同時將火花桿移至極遲位置。如再欲減低時，則須將節制空氣桿移至極小位置，使混合之氣體不能完全爆發。惟此法



須增加燃料之消耗，提高發生爐之溫度，且常使排氣管發生爆炸之聲，故不宜常用。然亦有其優點，凡發生爐每經此法調速後，其發生煤氣之量可以激增，如車輛由一山坡下駛後又即向一山坡上駛時，於其下坡時將空氣門略閉，俟下坡後，再調節至適當之位置，則上坡時常可得較大之動力也。

#### (丁) 停車

停車之手續與用汽油者無異。惟當停車後，其空氣門須移至極小度；如另有蓋門，可即蓋之。其發生爐上進空氣之門亦宜密閉，以免煤氣外逸。如停車時間較久，或欲經宿而爐火不熄，則須將添裝燃料之蓋門酌量開啓，使有自然通風之作用；惟不可全開，恐燃燒過速也。

#### (戊) 添裝燃料

發生爐之設計，雖有以能支持繼續行駛一百二十華里而後再添燃料之準備，然爐內燃料總以滿裝為宜。其利有三：(一)可利用發出之煤氣，以預熱爐內燃料；(二)可減低發出煤氣之溫度；(三)發出煤氣之成份較良。有此三者，故以每行一小時添裝一次燃料為妥。添燃料時所應注意之點有二：(一)須待發動機（非指汽車）完全停動後，方可將添裝燃料蓋門開啓，否則有空氣混入發生爐或清潔器中而生爆炸之危險；(二)發生爐爐蓋下灰室之進氣門宜關閉，以減少通風之力，使煤氣不至衝出。又凡添裝燃料完畢後，其添裝口蓋門座宜即拭淨，以便能將蓋門密閉。

#### (己) 燃料之限制

燃料顆粒之大小，不可超過規定之限度（ $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{2}$ 吋）；凡夾雜有灰屑或石塊等者均須選出，否則不能應用。又不宜含水過多，以免妨礙燃燒及氣化作用。

#### (庚) 檢查及修理

(一)發生爐之上部，宜注意檢查。如有漏氣現象，則開車時必有空氣竄入，與煤氣混合而起燃燒。其弊有二：(一)減低煤氣之成份，因一部份煤氣已在此處燃燒，致不為發動機所利用，發動機之力因之減小；(二)損壞發生爐及清潔器等之機件，因當空氣與煤

氣混合而發生燃燒時，溫度甚高，各機件均無耐火物被覆，易受傷害。檢查之法有二：(1)當開車時如發生爐上部之溫度甚高，即為有空氣侵入之證；(2)用發烟霧之燃料置爐中，將各爐均行關閉，搖機鼓風，則凡漏氣之處即有烟散出。

(二)由發動機排氣管至發生爐，須檢查其是否通氣；如不通氣，則爐內溫度有過高之虞。

(三)凡各氣管之接口及各器之綴釘或銲接處，須檢查其是否走氣。如果走氣，則有發生爆炸之危險，並足減少發動機對於發生之吸力，甚至發生爐不能發生作用。

(四)發生爐灰室之灰，每日須清除一次。

(五)清潔器及各氣管之表面，宜常使清潔，以免減少散熱之效力。

(六)每月宜將全部清潔器及發動機之汽缸拆洗一次，清潔器中之吸塵物宜更換之；其隔板及濾隔物均宜洗潔，並檢查各氣管內是否清潔；如有油污，宜一併洗淨之。

(七)鼓風機每週須加油一次；其他各部之潤滑，可照汽油車之規定。

(八)如因故須將發生爐之燃料卸出時，以俟發生爐內之火熄滅後行之為宜。否則須將添裝燃料門及通氣門等均行關閉，以減少自然通風之力，再將出炭門啓開，將燃料鬆出。如爐內之耐火層有破裂時，宜即修補。修補時須將粘着該處之灰塵拭去，並以水潤濕之，始以火泥填補。

#### (辛) 停車場

煤氣車之停車場與汽油車之停車場有一最大不同之點，即通風問題是也。發生爐當初升火時，其發出之煤氣不能適用，故須排除之。此項氣體雖較空氣為輕，可以自然飛散；然發出過多，難免不與呼吸有礙，故須通風甚良，以利衛生。此在建築上固有特別之構造，而使用時仍宜切實注意也。

炭代汽油之實驗，既已大致成功，則於固體燃料之選用方法，煤氣發生部分總重之再謀減輕，以及改造各部之益求精巧，自皆尚須繼續研究。竊以為凡此皆可歸納為一燃料問題，推廣言之，於其與一切發動機及熱力工作之連鎖，對於國家國防社會經濟，關係俱極重要而密切，欲求根本解決，須將研究範圍擴大。謹就管見所及，列舉數端如次。

(一) 特種發生爐及固體燃料之製作問題 欲求一能於適用各種燃料之發生爐，或欲求

一能於完全合用之燃料，其事俱不可能。其次為謀使用普及，亦非設計特種發生爐及實行人造燃料不可。於是改變發生爐之氣化燃燒方法與通風方法，選擇各種天然燃料作適當之配合製成煤球，改良木炭之製法增加其採收率，及收集一切副產物以謀經濟等等，皆為題中應有之義。

- (二) 低溫蒸溜煤料問題 適用於汽車煤氣發生爐之燃料，其品質既有規格之限制，而天然出產燃料之品質又不一律，即上等無烟煤之產額近代以來亦日見低減，救濟之法，唯有求諸烟煤與劣等煤之利用。查低溫蒸溜法（攝氏 450 度至 550 度之蒸溜）可將烟煤製為無烟煤，即劣煤亦可利用，又於蒸溜時得以提取石油，其利益尤大。
- (三) 特種汽車製造問題 現時行駛國內之汽車，其發動機之汽缸構造，幾全以用汽油為準，今改用煤氣雖能適用，然其動力及效率，未必已盡臻完善之境。如汽缸之直徑，燃燒室之形狀尺度壓縮比例發火位置等，皆宜分別精密研究之。又為發生爐清潔器之裝置，汽車底盤之構造亦須酌加變改。凡此問題如已俱獲最後之解決，則可製造專以煤氣為燃料之特種汽車。
- (四) 壓縮煤氣應用問題 將煤氣發生爐裝於汽車上，因地位及重量之限制，以致構造裝置使用各方面均感不滿。若將發生爐裝於車廂，而以高壓力將煤氣壓縮於密閉桶中以供汽車之用，如供給問題無多困難，則加於車上之裝置極為簡單，重量將與用汽油者無異；同時，發生爐之構造，燃料之選用，以及煤氣之成份，俱可儘量隨意伸縮矣。

上述數端，願與國人共研究之。

