



\*A213670\*



國立政治大學圖書館典藏  
由國家圖書館數位化



64612  
308

實 用 汽 車 學



(理論與實習)

柳克聰編



中華書局印行

213670





汽車學出版紀念

鉤深致遠

林森題







## 自序

因汽車對於陸路交通上之便利也，故歐、美各國幾皆棄火車、電車而從事於汽車之發展，計世界汽車路在一九二九年時僅有六千五百萬里，至一九三三年僅四年間，而驟增至九千一百萬里，汽車廠由四千二百餘所而驟增至三萬四千九百餘所，製造汽車數量，竟達三千五百一十萬輛之多，此種驚人邁進數字，足可見各國努力之未或須臾而稍懈。

因汽車對於軍事之重要也，故在一九一六年二月至三月之世界大戰中，其戰場上軍士、糧秣、輜重等之輸送，動員汽車至萬輛以上，一九一八年七月十五日之法國空前勝利，尤為得力於戰車、汽車之優越，而近今意大利之併吞阿比西尼亞，亦莫不特有飛機、戰車、汽車之威力始克成功。

自今以往，汽車之對於軍事，當更有甚於曩昔者，如蘇俄有獨立機械化部隊十數隊，獨立坦克車大隊二十；美國有坦克車十七中隊，鐵甲汽車隊二隊；英國有坦克車旅團一，坦克車大隊二，輕坦克車中隊八；法國有坦克車聯隊十，殖民地坦克車中隊三，鐵甲汽車中隊二十；此歐、美各國，固皆競尚於軍隊之機械化，而求軍事勝利於汽車者也。

我國對於公路之建築，與軍隊之機械化，亦日有進展，計全國可通汽車道已達九萬公里，共有汽車四萬七千三百五十六輛，繼茲以往，自有進展更速之勢；然非設立汽車製造廠，則公路之愈發達，即車輛之需仰給於外人者愈多，漏卮之損失愈巨，非廣設汽車學校，以訓練專才，則汽車終無由製造，公路無由發展，軍隊無從機械化，其難於與人抗衡者必矣，我政

府有見及此，故於各省職業學校及大學工學院，多設有汽車科，於軍事學校亦多設有汽車訓練班，以訓練汽車專才，此項人才最近將來，不難輩出。願人才之訓練，固賴有高明之教師，而資完備之書籍者則尤為重要。考國中對於汽車專門書籍之出版者無多，抑有之而又語焉不詳，述焉不精，欲求一可以作為完善教本者，不可亟得。余於軍事交通研究所及中央軍校教授自動車班之汽車學時，尤深感此種困難，余故採擇西文汽車書籍數十種，費時二年有餘，編成汽車學一冊，舉凡汽油汽車、機器腳踏車、柴油汽車、木炭汽車、坦克車等，莫不詳為闡述，務使學者讀之能貫通各種汽車之原理，以之服務於商營交通與軍事交通，雖非萬能專著，而一般之困難，當可迎刃而解矣。

至於汽油發動機與柴油發動機，則不僅用之於汽車，亦且用之於飛機，是本書又可為航空機械人員之一助。

書中對於最重要而又繁難之處，如汽化、發火、潤滑諸章，則言之尤詳，更附以明晰之機械圖形，而避免照相之模糊；務使學者能一目瞭然。但機械圖形亦頗複雜，如學者感覺困難時，可參讀中華書局出版余所編之實用機械製圖學。

又書中對於汽車上較易製造之件，如活塞之類，則附以製造之公式，及其材料之成分，俾學者在小規模之廠內修理汽車，略有改造時，亦能自造零件，而不必購諸外商或仰人設計也。此外則對於構造上之原理，多採用算式解釋，以增學者之興趣，及培其研究汽車製造之根基。

編者為應各友朋與本人授課各校同學之要求，以應社會之需要，在課餘整理，付梓匆忙，又以本人學識淺陋，掛漏之



---

處,或有不免,倘承海內高明,不吝指正,則毋任感激矣。

二十五年六月柳克聰序於南京中央陸軍軍官學校。

---

此項試驗係指在行駛中，將發動機之轉速，由低轉速，逐漸增加至高轉速，以觀察發動機之工作狀況，及各項機件之損耗情形。此項試驗，應在平坦之道路，及良好之氣候條件下，進行之。試驗時，應注意發動機之溫度，油壓，及各項機件之聲音等。試驗後，應將試驗結果，詳細記錄之。



# 實用汽車學

## 目次

### 自序

第一章	緒論	1
第二章	熱力學概要	3
	1. 能力之界說	3
	2. 能力之變換	3
	3. 變熱爲工作	4
	4. 熱量之單位	4
	5. 燃燒熱	5
	6. 當量之原理	5
	7. 氣體之壓縮	6
	8. 氣體之膨脹	6
	9. 氣體之收縮與絕對溫度	7
	10. 實際氣體	7
	11. 比熱	9
	12. 等溫的變換	10
	13. 絕熱的變換	11
	14. 熱力機之動作	11
	15. 熱效率	12
	16. 加洛週期	13
第三章	爆炸發動機	16
	第一節 行動之原理	16

17. 概要	16
18. 動作	19
第二節 四時期爆炸發動機之圖解	23
19. 圖解之定義	23
20. 圖解之畫法	23
21. 圖解之用途	28
22. 圖解之研究	28
第三節 機件之敘述	34
A. 固定機件	34
23. 汽缸	34
24. 機箱或機座	42
B. 活動機件	44
25. 活塞	44
26. 活塞環	48
27. 活塞軸	49
28. 連桿	50
29. 曲軸	53
30. 飛輪	65
C. 分配機件	72
31. 氣門	72
32. 偏輪軸	77
D. 起動機件	81
33. 用人力之起動	82
34. 用冷氣之起動	83
35. 用電力之起動	83



---

第四章 氣化	86
第一節 燃料之選擇	86
36. 液體燃料	86
37. 氣體燃料	90
第二節 爆炸混合氣之能力	91
38. 爆炸混合氣之體積	91
39. 碳之燃燒	91
40. 氫之燃燒	91
41. 燃燒所需要之空氣	91
42. 汽油	92
43. 苯或安息油	93
44. 酒精	94
45. 燈光瓦斯	95
46. 稀瓦斯	95
第三節 汽化之理論	96
47. 汽化之目的	96
48. 化油器之主要結構	96
49. 化油器之性質	98
50. 化油器應成就之問題	99
51. 簡單化油器之缺點	101
第四節 化油器之種類	104
52. 凱白化油器	104
53. 赫羅化油器	106
54. 用鋼珠以調整混合之化油器	107
55. 查理士化油器	108

56. 克勞德化油器.....	120
57. R 式斯開勃勒化油器.....	122
58. S 式斯開勃勒化油器.....	124
59. 福特化油器.....	126
60. 索勒克斯化油器.....	128
<b>第五節 化油器之加熱.....</b>	<b>131</b>
61. 熱水之循環.....	132
62. 排泄氣體之循環.....	133
63. 直接熱氣之吸收.....	133
<b>第六節 汽油化油器之改用他種燃料.....</b>	<b>134</b>
64. 安息油及碳化酒精.....	134
<b>第七節 化油器之附件.....</b>	<b>135</b>
65. 油箱.....	135
66. 油管.....	135
67. 濾網.....	135
68. 真空筒或升油器.....	136
69. 濾氣筒.....	138
70. 節氣門之驅動.....	139
71. 氣管.....	140
72. 靜音器.....	140
<b>第五章 發火.....</b>	<b>142</b>
<b>第一節 發火之概要.....</b>	<b>142</b>
73. 爆炸之迅速.....	142
74. 自動發火.....	142
75. 發火之熱量.....	142



---

76. 爆炸體	143
77. 發火提前	143
第二節 發火之種類	143
78. 燃燒器發火	143
79. 白熱泡發火	143
80. 壓力發火	144
81. 電氣發火	144
第三節 電氣發火	144
A. 電源	144
82. 電池	144
83. 蓄電池	145
84. 發電機	145
85. 磁電機	145
B. 低壓磁電機發火之研究	146
86. 電的原理之回顧	146
87. 低壓磁電機之構造	156
88. 低壓磁電機之動作	157
89. 高壓電流之需要	162
90. 以急猝割斷法之升高電壓	163
91. 以感應線圈之升高電壓	164
92. 感應線圈上正電流之開關	171
C. 高壓磁電機發火之研究	177
93. 高壓磁電機之原始	177
94. 高壓磁電機之種類	178
第四節 磁電機之旋轉速率	196

95. 電樞轉動之磁電機	196
96. 旋套磁電機	197
第五節 發火之提前	197
97. 發火提前之測計	197
98. 提前度隨發動機之速率以變遷	198
99. 提前過度之弊	199
100. 提前不足之弊	199
101. 提前固定之磁電機	199
102. 提前活動之磁電機	200
第六節 磁電機之裝置法	200
103. 提前固定之磁電機	200
104. 提前活動之磁電機	201
第七節 發火之次序	201
105. 四汽缸之發火次序	201
106. 六汽缸之發火次序	203
107. 八汽缸之發火次序	205
108. 發火次序之辨別法	206
第八節 火花塞	207
第九節 德賴戈式之發火	208
109. 德賴戈式之原理	208
110. 德賴戈式之結構	208
111. 德賴戈式之動作	222
第六章 潤滑	224
第一節 潤滑之效用與潤滑油	224



---

112. 效用	224
113. 潤滑油之選擇	225
114. 礦物油	225
115. 植物油	225
116. 膏結油	226
117. 潤滑面之研究	226
118. 接觸面之形式	226
119. 應潤滑之機件	227
第二節 潤滑之種類	228
120. 搏擊式	228
121. 壓力式	229
122. 混合式	232
第三節 抽油機	234
123. 齒輪抽油機	234
124. 旋板抽油機	234
125. 活塞抽油機	235
第四節 鋼珠盤或彈子盤	235
126. 功用	235
127. 構造	236
第五節 機油之散熱	238
第七章 散熱	239
第一節 散熱概要	239
128. 散熱之需要	239
129. 傳達於汽缸壁之熱	239

130. 散熱之機械.....	240
第二節 散熱之種類.....	240
131. 空氣散熱.....	240
132. 水散熱.....	241
第三節 散熱器與風扇.....	244
133. 散熱器.....	244
134. 風扇.....	248
第四節 抽水機.....	248
135. 離心力抽水機.....	248
136. 水流之中斷.....	248
137. 離心力抽水機之構造.....	249
138. 離心力抽水機之動作.....	249
第五節 散熱應注意之點.....	249
139. 用水之選擇.....	249
140. 積垢之消除.....	250
141. 結冰之防止.....	250
第六節 散熱不良之結果.....	250
第七節 水之循環之檢查.....	251
142. 虹吸式之檢查.....	251
143. 抽水機式之檢查.....	251
第八章 離合器.....	252
第一節 離合器概要.....	252
144. 離合器之功用.....	252
145. 離合器之原理.....	252



---

146. 離合器之性質	253
147. 離合器之種類	253
第二節 圓錐離合器	253
148. 順圓錐離合器	254
149. 逆圓錐離合器	256
150. 圓錐離合器之優劣點	257
第三節 圓盤離合器	257
151. 圓盤離合器之優劣點	259
第四節 圓片離合器	259
152. 圓片離合器之優劣點	260
第五節 離合器之檢查	261
153. 當發動機在未行動時	261
154. 當發動機在行動時	261
155. 當車輛在行動並在第一速率時	261
第六節 離合器之計算	261
156. 圓錐離合器	261
157. 圓片離合器	263
158. 離合器離脫之力	264
第九章 變速箱	266
第一節 變速箱概要	266
159. 變速箱之功用	266
160. 齒輪運動之原理	267
第二節 變速箱之主要構造	267
第三節 變速箱之種類	268

161. 單一滑輪之變速箱	268
162. 多數滑輪之變速箱	271
第四節 滑輪之驅動	273
163. 縱橫移動之槓桿	273
164. 擺動之槓桿	274
第五節 變速箱之潤滑	274
第十章 運動之傳達	275
第一節 萬向軸之傳動	275
165. 縱式萬向軸	275
166. 橫式萬向軸	276
167. 縱橫二式之比較	277
第二節 鋼鏈之傳動	277
168. 鋼鏈之優劣點	279
第十一章 差速器	281
第一節 差速器之功用	281
第二節 差速器之原理	281
169. 特種情形	283
170. 應用	283
第三節 差速器之構造	283
第四節 差速器之動作	285
171. 當車行直線時	285
172. 當車行轉彎時	285
第十二章 車樑	287
第一節 車樑之功用與性質	287



---

第二節 後樑	287
第三節 前樑	289
第十三章 車輪	291
173. 車輪之概要	291
174. 木輪	292
175. 鋼絲輪	293
176. 鋼盤輪	294
177. 鑄鋼輪	294
178. 後輪輪殼	294
179. 輪斜	294
第十四章 輪胎	298
第一節 輪胎之概要	298
180. 功用	298
181. 輪胎之種類	298
第二節 實心胎	298
第三節 空心胎	299
182. 外胎	299
183. 內胎	299
184. 輪胎之尺度	300
185. 輪胎之裝置	300
186. 輪胎之載重與打氣	301
187. 普通輪胎與氣球輪胎	302
188. 輪胎之保護	304
第十五章 煞車	305

第一節 煞車之概要與性質	305
189. 概要	305
190. 性質	305
第二節 煞車之種類	306
191. 內煞車	306
192. 外煞車	307
193. 油壓煞車	307
194. 利用發動機之爲煞車	311
第三節 煞車力	315
第十六章 方向機	317
第一節 方向機之概要	317
195. 性質	317
第二節 方向機之重要結構及其原理	317
196. 前樑分節之方向機	317
197. 方向槓桿應完備之條件	319
第三節 方向機之驅動	323
198. 不反轉之機關	324
第四節 方向機之檢查	325
第十七章 車架	326
第一節 定義與構造	326
199. 定義	326
200. 構造	326
第二節 車架之性質	327
201. 優良車架之性質	328



---

第十八章	彈簧	329
第一節	功用	329
第二節	構造	329
202.	概要	329
203.	彈簧支掌與彈簧套	330
204.	前彈簧	331
205.	後彈簧	332
第十九章	減震器	333
第一節	原理與功用	333
第二節	構造	333
第二十章	車之推動	334
第一節	概要	334
第二節	推動裝置	335
第三節	反動裝置	337
第二十一章	車燈與喇叭	339
第一節	車燈	339
206.	燈光之實際計算	339
第二節	喇叭	341
第二十二章	無氣門之爆炸機	343
207.	進氣	344
208.	排氣	344
209.	無氣門發動機之優劣點	346
第二十三章	二行程爆炸機	347

第一節	二行程發動機之週期	347
第二節	二行程發動機之種類	347
	210. 有氣門之發動機	347
	211. 無氣門之發動機	349
	212. 二行程與四行程發動機之比較	350
第三節	二行程發動機之應用於機器腳踏車	352
第二十四章	狄賽爾式內燃機	354
第一節	狄賽爾內燃機概要	354
	213. 狄賽爾發動機之原理	354
	214. 狄賽爾內燃機與汽油發動機之比較	355
第二節	四行程狄賽爾內燃機	355
	215. 週期與圖解	355
第三節	二行程狄賽爾內燃機	357
	216. 構造	357
	217. 週期與圖解	358
	218. 二行程內燃機與二行程爆炸機之比較	359
第四節	燃料之供給	360
	219. 壓油機	360
	220. 噴油器	365
	221. 升油機	369
第五節	分配之調整	371
	222. 四行程週期之調整	371
	223. 二行程週期之調整	372
第六節	用於汽車上之狄賽爾內燃機	373



---

第二十五章	半狄賽爾式內燃機	375
第一節	半狄賽爾內燃機概要	375
第二節	二行程半狄賽爾內燃機	375
224.	第一行程(活塞之上行衝程)	377
225.	第二行程(活塞之下行衝程)	377
第三節	狄賽爾及半狄賽爾內燃機之燃料	377
第四節	燃料消耗之比較及柴油汽車之優劣	378
第二十六章	用木炭爲燃料之發動機	379
第一節	瓦斯發生爐所產生之瓦斯	379
226.	水瓦斯	379
227.	混合瓦斯或稀瓦斯	380
第二節	湯仲民式之瓦斯發生器	381
228.	構造	381
229.	動作	384
第三節	用汽油與稀瓦斯之比較	385
附錄	集成式木炭代油爐說明書	385
第二十七章	戰車或坦克車	398
第一節	坦克車之構造與動作	398
230.	車身	398
231.	車輪	398
232.	方向機	398
233.	倒車	401
第二節	坦克車之駕駛	405

234. 在優良地域之駕駛	405
235. 在惡劣區域之駕駛	406
<b>第二十八章 發動機之試驗</b>	<b>410</b>
<b>第一節 各種工率之概論</b>	<b>410</b>
236. 工率之定義	410
237. 工率之種類	410
<b>第二節 試驗之目的</b>	<b>411</b>
<b>第三節 發動機之磨光</b>	<b>412</b>
<b>第四節 試驗之裝置</b>	<b>413</b>
<b>第五節 理論工率之確定</b>	<b>414</b>
<b>第六節 指示工率之確定</b>	<b>414</b>
238. 指示器與圖解之畫成	414
239. 借圖解之確定指示工率	416
<b>第七節 實用工率之確定</b>	<b>423</b>
240. 制輪測驗器	424
231. 電機測驗器	425
242. 電機制輪測驗器	427
243. 水力測驗器	428
<b>第八節 消耗之試驗</b>	<b>430</b>
244. 汽油之消耗	430
245. 機油之消耗	431
<b>第九節 發動機之性能曲線</b>	<b>432</b>
<b>第十節 發動機之效率</b>	<b>433</b>
246. 效率之種類	433



---

247. 發動機效率之改善	473
附錄一 汽車各部病症之檢查表	439
附錄二 中英法名詞對照表	443
插頁1 第317圖	342 後
插頁2 第353圖	400 後
插頁3 第355圖	402 後
插頁4 發動機之檢查表	440 後





# 實用汽車學

## 第一章 緒論

自 1769 年 法人 顧玉 (Cugnot) 本 瓦特 之原理，製造蒸汽汽車後，由是應用蒸汽與電力以相繼製造汽車者不知凡幾，但此二種之發動機，或因效力過小，或因價值過昂，已皆舍棄不用，其能為今日汽車上唯一之發動機者，僅爆炸發動機而已。

爆炸發動機之發明，始自 1860 年 法人 波多霍氏 (Beau de Rochas) 之發明“四時週期” (four-stroke-cycle)，及工程師 賴洛 (Lenoir) 之應用此週期以製造煤氣之爆炸發動機。

其後 1872 年有 英人 霍克 及 白桐 (Hock and Brayton) 者，發明以煤油為燃料之發動機，其實此種發動機猶為燃燒機，直至 1890 年始改造為爆炸機。

卒至 1883 年 法人 佛赫司特 (Forest) 始發明汽油爆炸機，而為今日汽車發動機之鼻祖。

由是多數製造家乃依其發明作實際之製造，但在 1890 年以前尚為始創時代，其機械之構造猶極幼稚，嗣後經多方之改良，始漸趨於完善。

至於附屬機件，如發火 (ignition) 與汽化 (carburetion) 及彈簧 (spring)、輪胎 (tyre)、方向機 (steering) 諸問題，又不知經過多少發明家之研究與困難也，由是而日新月異未有已焉，然而 波佛 二氏之原理，則無所變更也。

汽車之製造，既日有進步，故其推行亦以日廣，乃有所謂載客車、運貨車、農事車、救火車、清道車以及軍用車等之區別。

載客車可分兩種：一爲輕車，車身短小，坐位多者可容八人，此種車輛私人多購置之；一爲長途車，可容數十人，規定時間行於一定路線，沿途設站，計程取費，一如火車。

運貨車較客車大，載重較多，通常貨車可載一噸至五噸。

農事車之構造與載客車略異，車之後方能拖犁鋤、播種及割禾機等，大概此項車輛每小時可耕五畝之地，且放下犁鋤，又可載運農作物一如貨車，非常便利；更有於車上裝置皮帶輪，可借以牽動發電機或磨麥機以代替原動機之用者。

救火車，消防隊必備之物也，車上設有抽水機、雲梯等一切救火器具，運用無不便利。

清道車爲市鎮上掃除街道之用，車上裝有水箱，箱內之水由噴水管噴出，可噴至二、三丈寬，下裝一軸狀之掃帚，可起落自如。當使用時，駛車者放下掃帚，即行掃地之工作矣。

軍用車在歐戰時得力不少，除供運輸外，尚有專爲戰鬥所造之裝甲車及坦克車，在各國軍隊中均編有此種車隊。此種車輛製造精密，車架車身均極堅固，周身裝有鋼板，車內裝有旋盤，盤上裝置大砲及機關槍，能向四方射擊，車架甚低，兩旁借鱗甲轉動以代車輪，無論山地平原皆可行動自如，爲衝鋒陷陣之利器。

要之，汽車種類雖多，但其原理則一，所不同者，僅各因用途之異而略變其機械之構造耳。故以同一之研究，可推而及於各種車輛無不準確焉。



## 第二章 熱力學概要

**1.能力之界說** 凡物體產生工作之本能,即謂之能力(energy),如言某物體具有能力,即言其在某種條件中,能產生一種力及能用之以產生工作之謂也。

茲將工作一語,解釋之如後:

設一物體受一力之作用而移動,例如馬之在路上拖曳馬車,吾人可見其由力以產生工作;及此工作將由力(此處為馬之力)與物體之移動(此處為馬車前進之距離)之積以計之。若  $F$  為馬力,  $l$  為馬車之行程,則其工作  $W$  將等於此二數相乘之積:

$$W = F \times l.$$

又如舉鐵錘至相當高度,即為一能力之源,以其下降時,可以產生工作也。

當一氣體,受熱及被壓縮時,則其彈力遂增,如是此氣體亦含蓄一種能力,而可變為工作,此即汽車發動機所根據之原理。

工作之單位為公斤尺(kilogram-metre),即一公斤重之物,將其支點依外力之方向移動一公尺時,所顯之工作。

在單位時間內所成就之工作,稱為工率,工率之單位為馬力,一馬力等於75公斤尺/秒。

**2.能力之變換** 茲將變換能力之基本原理述之如次:

所謂發動機者,係能產生工作之器具也,其實一發動機並不能產生工作,不過就其所受之能力以變換為異態之工作而已,例如一電力機,係收受電的形式之能力以變之為機

械工作是也。

在自然界中，能力之變換“無所生亦無所滅”，是之謂能量不滅原理。

**3.變熱爲工作** 凡變熱爲工作之發動機，吾人統稱之曰熱力機，如蒸汽機與汽車上之爆炸機是也。

在此種發動機中，其熱量係由於燃燒燃料時，與空氣中之氧氣化合，在高溫中產生之熱量所供給。

高山上之水注射於輪機(turbine)中，所具之機械能力，若於輪機上裝置一發電機，則此能力幾完全變換爲電能，但於熱力機中則否，由燃料所產生之熱能，絕不能全部變換爲工作之機械能。

熱能之變換爲工作，從不能無所損失，故此能力之變換爲最難成就；反之，如欲將機械能、電能、化學能之變換爲熱能則甚易。

茲試舉蒸汽機以爲例，當燃燒煤炭時，即產生一相當量之蒸汽壓力，施於活塞上，而產生一相當之機械工作。

但吾人所供給於汽鍋之熱，大部份排入空氣中，或排入冷凝器(condenser)內，而未能完全變換爲工作。

同時所已產生之機械能，又爲摩擦之阻力工作吸去一部份，而變換爲熱；故又有能力之損失。

又如在一汽車上之爆炸機中，其由混合氣爆炸所供給之熱能，耗於散熱器者占35%，耗於摩擦者占7%，耗於排氣管者占30%，其能變換爲機械工作者僅26%而已。

**4.熱量之單位** 一物體之溫度可因輻射、傳導、衝擊、加熱以及化學反應等之相異效果而生變遷；雖其作用各有不



同,然均可以同一大度之熱量表其性能。

工業上熱量之單位爲大卡路里 (great calorie), 簡稱爲卡, 即將一公斤水加熱  $1^{\circ}\text{C}$  所需之熱量也。

5. 燃燒熱 凡燃燒一公斤燃料所產生之熱量, 即名爲此燃料之燃燒熱 (heat of combustion)。

6. 當量之原理 當量之原理 (principle of the equivalence) 爲馬以 (Mayer) 及焦耳 (Joule) 二氏所確立。其言曰: “當一物體膨脹時, 遂產生一工作於外體之上, 而有一相當熱量之損失; 反之, 若物體受外界之一工作而收縮時, 遂有一相當熱量之產生。” 由上兩種情形, 於工作量之產生或吸收, 與熱量之損失或發生之間, 乃得一常等之比。

若變熱爲機械工作, 則其比名爲熱之功當量, 通常以  $E$  表之;  $E=427$ , 此即言 1 卡之熱量變換爲工作時, 產生 427 公斤尺也。反之, 若變工作爲熱時, 則其比名爲工作之熱當量, 通常以  $A$  表之;  $A=\frac{1}{E}=0.00234$ , 此即言 1 公斤尺之工作變換爲熱時, 產生  $\frac{1}{427}$  卡也。

故在一熱力機中, 如有一卡之損失, 即有 427 公斤尺工作之產生, 由此可證:

$$1 \text{ 馬力時} = 632 \text{ 卡,}$$

$$\text{因} \quad 1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 公斤尺/秒,}$$

$$\text{故} \quad 1 \text{ 馬力時} = 75 \times 3,600 = 270,000 \text{ 公斤尺.}$$

$$\text{以卡計} \quad 1 \text{ 馬力時} = \frac{270,000}{427} = 632 \text{ 卡.}$$

通常以  $A=\frac{1}{427}$  表 1 公斤尺之熱當量, 以  $W$  表工作之公斤尺, 以  $Q$  表其所對應之熱量, 吾人可得當量之方程式爲:

$$Q = AW.$$

熱之變換爲工作,非其本身爲之,而必需採擇一變換之代理物。

此代理物,在蒸汽機中,爲水蒸氣,在汽車之爆炸機中,爲汽油與安息油等液體燃料在其燃燒時所得之氣體。

對於一代理物之氣體,在其特性上以選擇之,須其在氣態時,可爲無限的壓縮及膨脹;當變更溫度時,其所占之容積或施於壁面之壓力,應能極敏銳的隨之變遷;或則其容積與壓力能同時變遷。

**7. 氣體之壓縮** 當氣體之容積減小時,則其彈力增大,此彈力即表氣體所受之壓力。

馬利歐定律 (Law of Mariotte) 若溫度不變,氣體之容積與其所受之壓力成反比。

設  $V$  及  $V_1$  爲氣體受壓力  $P$  及  $P_1$  時所有之容積,則依馬利歐定律可以等式表之:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{P_1}{P},$$

或  $P \times V = P_1 \times V_1 = \text{常數}.$

即於定溫時,對於一同質量之氣體,其壓力與其所對應之容積之乘積,等於一常數。

**8. 氣體之膨脹** 當吾人加熱一占有相當容積之氣體時,可有二種現象產生:

(1) 若其容積不變,則其壓力增加;

(2) 若其壓力不變,則其容積增加。

故欲測計一氣體之膨脹時,應保持其壓力,使爲不變。

給呂薩定律 (Law of Gay-Lussac) 若於定壓中,加熱氣



體 $1^\circ$ ，則此氣體將膨脹，而增加其容積為 $0^\circ$ 時所占者 $\frac{1}{273}$ 。

設氣體在 $0^\circ$ 時所占之容積為 $V_0$ ，在 $t^\circ$ 時為 $V$ ，並假定其壓力不變，則依給呂薩定律：

$$\begin{aligned} V_{t^\circ} &= V_0 + \left( \frac{V_0}{273} \times t \right) \\ &= V_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \times t \right), \end{aligned}$$

以  $a$  代  $\frac{1}{273}$ ，則得

$$V_{t^\circ} = V_0(1 + at).$$

**9. 氣體之收縮與絕對溫度** 若從 $0^\circ$ 起將氣體之溫度減低 $1^\circ$ ，則其容積將收縮為

$$V_{-1^\circ} = V_0 - \frac{V_0}{273} = V_0 \left( 1 - \frac{1}{273} \right).$$

若能繼續減低至 $-273^\circ$ ，則其容積將收縮為

$$V_{-273^\circ} = V_0 \left( \frac{273 - 273}{273} \right) = V_0 \left( \frac{0}{273} \right).$$

此即言其容積將縮至烏有。

此 $-273^\circ$ 為吾人所不能達到之溫度，及於該溫度時，氣體之容積將縮至烏有；因取作氣體之基礎溫度，故稱氣體之絕對溫度者，即其溫度係從 $-273^\circ$ 所起算者也。

通常以  $T$  表絕對溫度，以  $t$  表百度表溫度，故

$$T = t + 273^\circ.$$

例如一氣體之溫度以百度表計之為 $15^\circ$ ，則其絕對溫度為

$$15^\circ + 273^\circ = 288^\circ.$$

**10. 實際氣體** 凡離其液化點甚遠之氣體，謂之實際氣體 (gas perfect)；如空氣、氧氣、氫氣、煤氣等是也。至接近於其液

化點之水蒸氣，則為非實際氣體。

汽油蒸氣，雖為汽車發動機上構成混合燃料之一成分，然以便利計，在此種發動機中，吾人仍假定其為一實際氣體。

此種氣體之性能以容積、壓力、溫度三量表之。當此氣體之容積，於其壓力與溫度同時變遷之下，發生變換時，則此變換乃為馬利歐與給呂薩二定律之組合。

設一氣體在  $0^\circ$  時，其壓力為  $P_0$ ，其容積為  $V_0$ ，求此同質量之氣體，在溫度  $t$ ，壓力  $P$  時之容積。

吾人可將此氣體作二次之變換，以獲得其終結狀態。

(1) 首先依馬利歐定律，變遷其壓力使為  $P$ ，但不變遷其溫度，使維持於  $0^\circ$ ，遂得一相當之容積  $V'$  為

$$V' \times P = V_0 \times P_0,$$

由是

$$V' = \frac{P_0 V_0}{P}.$$

(2) 其次依給呂薩定律，增加其溫度使為  $t$ ，但維持其於第一次變換後之壓力  $P$  不變，如是前此所獲得之容積  $V'$ ，將膨脹而為  $V$ ，如：

$$V = V'(1 + at),$$

及以  $V'$  之值代入，遂得

$$V = \frac{P_0 V_0}{P} (1 + at).$$

是即為所求之終結容積。

此公式  $V = \frac{V_0 P_0}{P} (1 + at)$ ，可依絕對溫度簡略書之於後：

$$PV = P_0 V_0 (1 + at),$$

或

$$PV = P_0 V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right),$$

或

$$PV = P_0 V_0 \left(\frac{273 + t}{273}\right),$$



更或

$$PV = \frac{P_0 V_0}{273} (273 + t).$$

但  $(273 + t)$  爲氣體之絕對溫度  $T$ , 及  $\frac{P_0 V_0}{273}$  爲一常數, 可以  $R$  表之; 故前之公式遂變爲

$$PV = RT.$$

此式爲實際氣體之方程式, 得適用於氣體在一汽車發動機內之變換; 及能使吾人已知其容積  $V$  (以立方公尺計) 及其溫度  $T$  (以絕對溫度之度數計) 時, 以求得其壓力  $P$  (以每平方公尺之公斤計).

此公式指示一氣體之壓力與其絕對溫度  $T$  成正比, 與其容積  $V$  成反比, 及與其初始壓力  $P_0$  初始容積  $V_0$  成正比.

$$P = \frac{RT}{V} = \frac{P_0 V_0}{273 \times V} \times (273 + t).$$

故欲於發動機之活塞上獲得最大之壓力時, 須使:

- (1) 氣體之初始容積巨大, 此即言須進氣最充足;
- (2) 初始之壓力最大, 此即言須壓縮率最大;
- (3) 氣體之溫度最高, 此即言須發火迅速及汽化均勻;
- (4) 爆炸時之容積縮小, 此即言須於高死點時發火.

11. 比熱 各種物質其質量爲一公斤其溫度升降  $1^\circ\text{C}$ . 時, 所收入或放出之熱量之卡數, 稱爲此物質之比熱 (specific heat).

對於 1 公斤之水, 若從  $0^\circ$  升高至  $1^\circ$  其所需之熱量爲 1 卡, 故水之比熱爲 1.

至對於增加氣體之溫度, 以計其比熱時, 則應視其所隨同增加者爲壓力或爲容積以區別之.

- (1) 若於定容中升高氣體之溫度 (此時氣體包容於一不

變形之容積內,其壓力與溫度同增),則其比熱稱為定容的比熱,而以  $c$  字表之。

(2)若於定壓中升高氣體之溫度(此時氣體包容於一可以變形之容積內,但容積之全部壁面其所受之外壓常相同,氣體之壓力,平衡其所受之外壓,故其壓力為一定),則其比熱稱為定壓的比熱,而以  $C$  字表之。

定壓的比熱較之定容的比熱為大,此因在定容之變換中,其壓力雖增,但不工作,以其並無任何之移動也;在定壓之變換中,既有容積之變遷,故即有工作,此其所以應供給較多之熱量,由其變換以供給工作也。

空氣之定壓比熱  $C=0.238$  卡,

空氣之定容比熱  $c=0.169$  卡。

上值由實驗所確定。

對於任何氣體二種比熱之比  $\frac{C}{c}$  恆等於一常數。

$$r = \frac{C}{c} = 1.41.$$

**12.等溫的變換** 凡氣體容積增大時,即對應於一相當工作之產生,且吸收一部份供給於氣體之熱。假設在一種之變換中,其所供給之熱,雖全部變換為工作,而氣體之溫度仍未變者,吾人稱之曰等溫的變換 (isothermal transformation); 其公式為

$$PV = \text{常數}.$$

此種變換又可作如次之設想:即假設於氣體上,加以一外界之工作,則此工作將變換為熱。若吾人於此熱量之產生,隨時以一冷源吸收之,使其溫度無由增高,如是吾人即成就一等溫的變換矣。



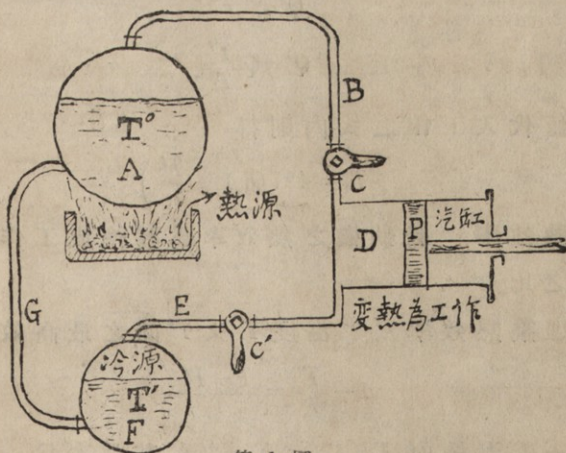
**13. 絕熱的變換** 在一種變換中,吾人若不加入亦不取去氣體之熱量時,此種變換,吾人稱之曰絕熱的變換 (adiabatic transformation).

每於容積增大(膨脹)時,即有工作之產生,此工作非耗去氣體之熱,則無由產生,今吾人既不加入熱量,是故其溫度遂因之而減低.反之,每於容積減小(壓縮)時,即對應於一熱量之產生而溫度增加.氣體受絕熱的變換,其在各時之壓力  $P$  與其容積  $V$  之關係,可以下列方程式表之:

$$PV^\gamma = \text{常數}.$$

**14. 熱力機之動作** 凡熱力機,必需具備一熱源,以升高動力代理物之溫度至  $T$ , 及一冷源,以降低其溫度至  $T'$ . 例如一蒸汽機必具備(第 1 圖):

- (1) 一構成熱源之火爐與汽鍋  $A$ ;
- (2) 一利用熱能之汽缸  $D$ ;
- (3) 一構成冷源之冷凝器  $F$ .



第 1 圖

蒸汽於熱源之汽鍋  $A$  內，升高其溫度至  $T$ ，經汽管  $B$ ，經過開關  $C$ ，而至汽缸  $D$ ，以其膨脹之力推動活塞  $P$ ；由是遂變熱為工作，以一卡之損失而獲 427 公斤尺工作之產生。此後始由汽管  $E$  而至冷源之冷凝器  $F$  內，降其溫度為  $T'$ ；於是蒸汽遂在冷凝器內而仍變為液體，然後借一壓水機復經水管  $G$  而回至汽鍋內。開關  $C$  及  $C'$  係交互開閉。

此足證明，水之於蒸汽機內，乃如一載熱之車，故水蒸氣之成就工作由於溫度之下降。

成就工作之熱量  $C$  等於由熱源所供給之熱量  $Q$  與散於冷源之熱量  $Q'$  之差。

$$C = Q - Q' \text{ 卡。}$$

所生之工作以公斤尺計之，為

$$T_r(\text{工作}) = 427C = 427(Q - Q').$$

熱量  $Q$  及  $Q'$  與其所對應之絕對溫度  $T$  及  $T'$  成正比，故

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{T}{T'},$$

或

$$Q' = Q \frac{T'}{T}.$$

若以此值代入工作之式內，則得

$$T_r = 427Q \left(1 - \frac{T'}{T}\right).$$

**15. 熱效率** 發動機之熱效率，為變換成工作之熱與供給之熱之比。

(1) 理論熱效率 二溫度  $T$  及  $T'$  間之最高效率為

$$1 - \frac{T'}{T} = \frac{T - T'}{T}.$$

在一蒸汽機內， $T = 473^\circ$ ， $T' = 308^\circ$ ，其效率為



$$1 - \frac{308}{473} = 0.349.$$

在一爆炸機內,  $T = 1950^\circ$ ,  $T' = 293^\circ$ , 其效率為

$$1 - \frac{293}{1950} = 0.85.$$

(2) 實際熱效率 例如一汽油發動機, 每馬力時消耗汽油 0.230 公斤, 汽油每公斤之燃燒熱為 10,500 卡, 此即言

$$0.230 \times 10,500 = 2,415 \text{ 卡.}$$

吾人已知一馬力時對應於 632 卡, 其效率將為

$$\frac{632}{2,415} = 0.26.$$

有時一優良之發動機, 其每馬力時僅消耗 200 克之汽油, 則其效率為

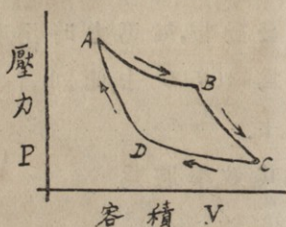
$$\frac{632}{2,100} = 0.30.$$

就熱效率之公式  $\frac{Q-Q'}{Q}$  觀之, 可以指示吾人, 凡一精良之熱力機, 須能將所有供給之熱完全變換為工作; 但實際上則不然, 絕不能全部利用, 其變換之熱常小於所供給之熱  $Q$ . 因接受自汽鍋之熱量  $Q$  應散射其一部  $Q'$  於冷凝器內, 其結果僅  $Q-Q'$  之數, 得以利用故也。

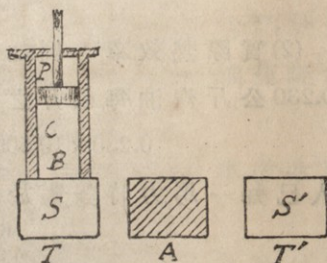
在若干時間前, 吾人相信  $Q'$  之熱量可免損失而求利用全部之熱以變換為工作, 但此為絕對不可能, 因吾人決不能將冷源之溫度降至  $-273^\circ$  也, 故吾人雖不可得一極精良之機器, 以變換全部之熱為工作; 但須減低  $Q'$  之值至最小為止, 務使  $Q-Q'$  之值為最大。

**16. 加洛週期** 凡物體感受一依次之變換, 其終結時仍回復初始之狀態者, 吾人稱之曰週期 (cycle); 一週期可以一閉合之曲綫表之。

加洛週期(cycle of Carnot)包含兩步等溫的動作,及兩步絕熱的動作,如第 2 圖所示,  $AB$  與  $CD$  二曲綫,表等溫動作時  $BC$  及  $DA$  二曲綫表絕熱動作時,氣體壓力與容積之關係。



第 2 圖



第 3 圖

假定氣體貯於一汽缸  $C$  之中(第 3 圖),汽缸之四週,除  $B$  端外,其餘均不透熱,其活塞  $P$  可作毫無摩擦之移動,此外則更備一溫度  $T$  之熱源  $S$  及一溫度  $T'$  之冷源  $S'$ ,並一絕熱之墊  $A$ ,當實施加洛週期時,其動作如下:

(1) 等溫的膨脹 假設氣體之初始狀況與圖中(第 2 圖)  $A$  點所示者相同,其溫度較熱源  $S$  之溫度  $T$  略低少許,若將汽缸之  $B$  端與熱源  $S$  接觸,則氣體將自熱源  $S$  取得熱量  $Q$  而作等溫的膨脹,待其膨脹達至  $B$  點所示之狀況時,始令其離開熱源,是為週期之第一步。

(2) 絕熱的膨脹 既離開熱源後,乃令  $B$  端與絕熱墊  $A$  接觸,而任氣體作絕熱的膨脹,當其膨脹時,氣體所具熱量之一部份遂變為工作,故其溫度漸次降低,及其膨脹達至  $C$  點所示之狀況時,令其不復膨脹,並將汽缸之  $B$  端使與冷源  $S'$  接觸,是為週期之第二步。

(3) 等溫的壓縮 此時汽缸內所餘之熱量  $Q'$ ,遂放散於



冷源內，而作等溫的壓縮，待至  $D$  點所示之狀況時，乃移汽缸  $C$  使與絕熱墊  $A$  接觸，是為週期之第三步。

(4) 絕熱的壓縮 此後氣體乃停止溫度之散射，而作絕熱的壓縮，於是溫度又增，而仍回至  $A$  點所示之初始狀況，遂完成一閉合之週期，是為週期之第四步。



### 第三章 爆炸發動機

#### 第一節 行動之原理

17.概要 當吾人在一比例適當之汽油 (gasoline) 與空氣混合之蒸氣中射以一火花,斯時必得一活躍之燃燒,且隨之以氣體(瓦斯)之劇烈膨脹,混合氣體之初始壓力,例如每平方公分爲 5 公斤,遂猛猝的升高至 25 公斤左右。

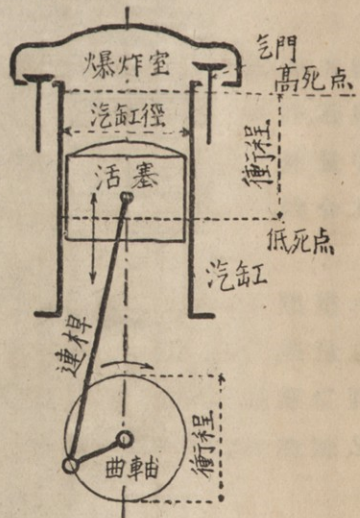
於是吾人於此間獲得一能力之源,爆炸發動機 (explosion engine) 之目的,即將此種熱能變換爲機械能或工作。

吾人所採取變換此種能力之方法,乃使混合氣體在一圓柱體之容積內發生爆炸以成就之,此圓柱體因名爲汽缸 (cylinder, 第 4 圖及第 5 圖)。

汽缸常借一實心的物體以固定之形式蓋蔽其一端,此物體名爲汽缸蓋 (cylinder head)。其他一端則以一活動之機件滑動於汽缸內以填塞之,名之爲活塞 (piston)。

活塞與汽缸間之密合乃借數件彈性環裝於活塞之周圍以保持之,此環謂之活塞環 (piston ring)。

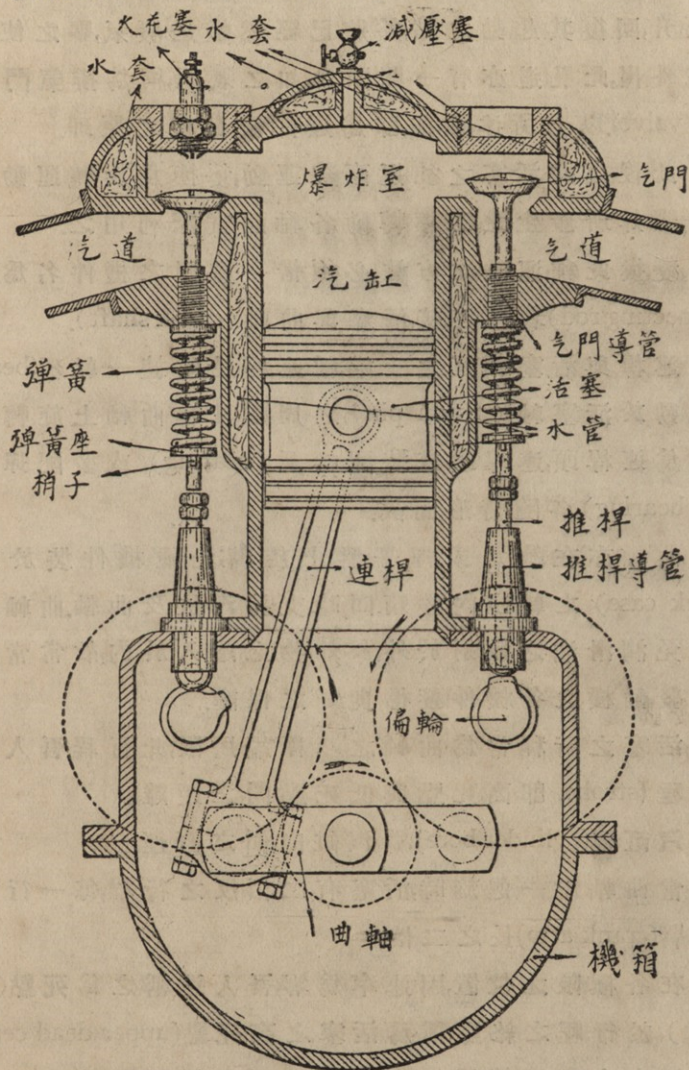
汽油與空氣之混合蒸氣由一孔道進入汽缸,此孔道常借一氣門以資開閉,謂之進氣門 (inlet valve)。此蒸氣藉電花



第 4 圖



之引燃,在汽缸底與活塞上端所包含之空間內燃燒,此空間名爲爆炸室(combustion chamber).



第 5 圖 發動機之橫切面

由爆炸而產生之氣體之劇烈膨脹，成爲活塞上之一種壓力，並推之使其行動，吾人旋又施以一相反之力量，以使活塞上升，回復其起動之點，并將已經燃燼之廢氣，驅之使由一孔道外出，此孔道亦有一開閉自如之氣門，稱爲**排氣門**(exhaust valve)，以上所述種種，即爲爆炸發動機之原理。

此後復將活塞之往返直線運動，變換爲旋轉運動，并將此由爆炸所產生之工率轉動各軸而實際利用之。

變換此種運動之方法，必須借一堅固之機件名爲**連桿**(connecting rod)者，以連接活塞與曲軸(crank shaft)。

連桿與活塞相連之一端，稱連桿足，附裝一軸環(bearing)，以擺動於活塞軸(piston pin)之周圍，其在曲軸上旋轉之一端稱爲連桿頭，連桿頭或裝配軸瓦(bearing)，或裝配彈子盤(ball bearing)，各隨情形而異。

曲軸亦在軸瓦或彈子盤上旋轉；此種機件裝於機箱(crank case)之軸座內，機箱同時支持汽缸及曲軸，曲軸之裝置，爲免潤滑油之散射於外，及外物之透入於內，故常常關閉，以使發動機之各機件獲得良好之保護。

活塞之行程常爲曲軸之二極端所限，此行程吾人稱之爲**衝程**(stroke，即高死點與低死點間之距離)。

**汽缸徑**(cylinder bore)，爲汽缸內面之直徑。

當曲軸作一迴旋時，活塞有二相反之行程，每一行程爲曲軸臂(crank arm)長之二倍。

在各極限之位置，因速率爲零，吾人遂稱之爲**死點**(dead centre)，於行程之終點，稱爲**高死點**(upper dead center)，即言活塞上部正接近於汽缸之底；反之，**低死點**(lower dead



center) 即言活塞在相反之位置,在活塞兩死點間汽缸所包含之容積,稱為汽缸容量(cylinder volume).

**18.動作** 為欲利用爆炸發動機之能力起見,應驅出已燃燼之廢氣而吸收新鮮者,於是必須校正發動機之全部運動與確定週期之動作。

(1)週期 發動機之動作週期,以在每次動力現象中,每一活塞所成就之行程次數表之,活塞之每行程構成一時期,吾人視發動機之活塞,在每二行程,或四行程,產生一爆炸,稱之為二時期或四時期(二行程或四行程)發動機。

(2)四時(或四行程)週期(four stroke cycle) 在爆炸發動機上通常所採用之週期,為法人波多霍氏所擬之四時週期;首先指示吾人對於混合氣體,在使之爆炸以前,宜加以壓縮為佳。

此週期所需之依次四時期為:

第一時期(或第一行程):進氣(admission).

第二時期(或第二行程):壓氣(compression).

第三時期(或第三行程):爆炸及膨脹(explosion).

第四時期(或第四行程):排氣(exhaust).

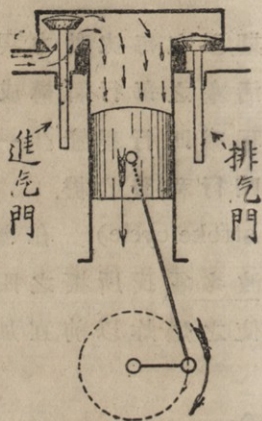
(a)第一時期——進氣 凡發動機不論其汽缸數目之多寡,為四汽缸或六汽缸,其每汽缸內,四時期之動作皆同。

今假定一汽缸其活塞在高死點(第6圖),二氣門(valve)均關閉,吾人若將曲軸轉動之,則活塞漸與其高死點相離,爆炸室內所含之空氣或氣體乃漸稀薄;換言之,即爆炸室內構成一部份真空而產生一極強之低壓。

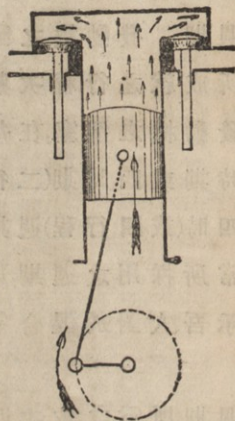
若吾人於此時將進氣門開啓,以與混合燃料相通,於是

混合氣體以大氣壓力(或簡稱氣壓)之作用遂猛猝的進入汽缸內,而充滿一活塞行程之容積,是之謂進氣時期。

就學理而論,此時期之經歷,為活塞下行之全部衝程,其進入氣體之溫度由15至20度,其壓力約等於大氣壓。



第 6 圖 進 氣  
進氣門開啓, 活塞下降。



第 7 圖 壓 氣  
二氣門關閉, 活塞上升。

(b) 第二時期——壓氣 在進氣行程終止,進氣門關閉,活塞向汽缸底回轉之全部時間內,二機件間所包含之容積,漸漸減小,於是進入之氣受其壓縮,是謂壓氣時期(第 7 圖)。

當活塞至高死點時,氣體受壓縮,其容積為初始所占容積之  $\frac{1}{3}$  或  $\frac{1}{5}$ , 此即言其壓力由一氣壓增至三氣壓或五氣壓。

在未發火以前壓縮氣體,其目的如次:

在發火之際,氣體立即達於甚高之溫度及甚高之壓力。

以其壓力之故,氣體施之於活塞,且變換其熱能而成為機械能。



斯時，因氣體與爆炸室之冷壁接觸之故，遂有一部份熱量之損失。

此種熱之損失，自然即代表一種能力之損失，因氣體冷後必喪失其壓力與機械能之產生力也。

此熱之損失，與氣體所接觸之冷壁之面積成比例。

故在未發火前壓縮氣體，其利有三：

1. 氣體在燃燒時能減少與冷壁接觸之面積，即能減少熱之損失與得一良好之效率。
2. 同時，氣體之壓力較高，發動機之工率因之增大。
3. 氣體之混合較為均勻，因之易於爆炸。

總之，壓縮氣體能增加熱效率及減少發動機之笨重。

[對於壓縮之附記] 在壓氣時期之始，氣體所占之容積，等於汽缸之全部容積。在壓氣時期之末，氣體所占之容積等於爆炸室之容積。若  $V$  為活塞所生之容積，或汽缸容量，則

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

若  $v$  為爆炸室之容積，則

$$\text{汽缸之全部容積} = V + v$$

若吾人以  $P$  代起始壓縮時之氣體壓力， $p$  代終止壓縮時之氣體壓力，則根據波義耳定律 (Law of Boyle)，應得

$$\frac{P}{p} = \frac{v}{V+v}$$

若  $P=1$  氣壓，則

$$p = \frac{V+v}{v}$$

但此係假定當全部壓氣時期氣體之溫度為絕對不變者，在實際上，氣體受壓縮時，溫度亦必為之增加，故壓力於壓氣時期之末

$$p = \left( \frac{V+v}{v} \right)^{1.41}$$

$\frac{V+v}{v}$  稱為壓縮率 (compression ratio)，或體積壓縮， $\left( \frac{V+v}{v} \right)^{1.41}$  稱為

實際壓縮;故實際壓縮大於體積壓縮。

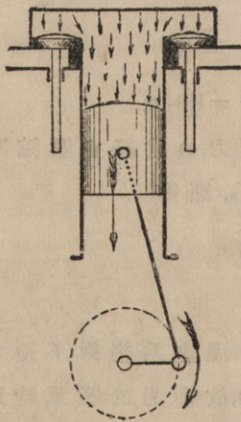
在爆炸發動機中,對於採用汽油者,其壓縮率約為 4.5, 若散熱良好,并可加高至 7. 用酒精者可至 8, 用燈油者可至 5.

於壓氣時期之末,氣體之溫度常達 $200^{\circ}$ 至 $300^{\circ}$ ,因之吾人不可超越上列壓縮率之值,以免氣體之自動發火。

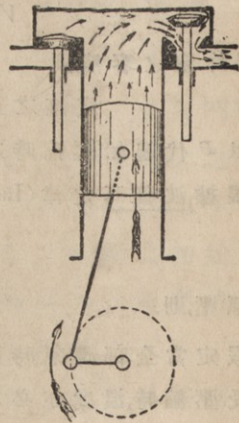
(c) 第三時期—爆炸及膨脹 此時所包含之現象有二:

1. 爆炸 當壓氣時期之末活塞已抵高死點,二氣門關閉,由一電花之引燃,以促成混合氣體之爆炸(約經千分之一秒),而產生 $1800^{\circ}$ 至 $2000^{\circ}$ 之高溫。

2. 膨脹 氣體因其分解之結果容積增大,遂發生巨大之壓力,約 25 至 30 公斤,而猛烈的將活塞向汽缸之下部推動(第 8 圖),此時壓力迅速的降低,一因活塞移動使氣體之容積增大,一因氣體與冷面接觸,熱量損失。是謂爆炸時期,乃為惟一之動力時期。



第 8 圖 爆炸  
二氣門關閉, 活塞下降。



第 9 圖 排氣  
排氣門開啓, 活塞上升。



(d)第四時期—排氣 在爆炸時期之末,活塞已抵低死點,吾人將排氣門開啓,令汽缸與大氣相通。

自排氣門開啓後,初時汽缸內氣體之壓力約爲 4 公斤,仍高於大氣壓,故廢氣得向大氣中排洩,其排出時之溫度約爲 700 至 900 度,繼而復受活塞之上推向外驅散。

但活塞不能至汽缸底之極部,故不能將爆炸室之氣體完全廓清,此空間乃常充滿以前之廢氣,因此吾人遂稱之爲死室。

就學理而論,排氣時期之經過爲活塞上升之全部行程。當活塞歸返高死點後,復將排氣門關閉,將進氣門開啓,於是又重行進氣工作,而壓氣,而爆炸,而排氣,依次循環不已。

[附記] 每一時期,對應於一行程,曲軸適迴旋半轉,故每週期之完成,適當曲軸迴旋二轉;曲軸迴旋二轉適成就一動力時期。

## 第二節 四時期爆炸發動機之圖解

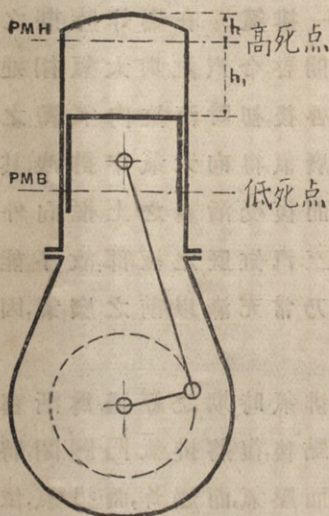
19.圖解之定義 在一熱力發動機之汽缸內,其氣體於每時刻時間,常變更其壓力與容積及其溫度。

若吾人於週期之相異時期,尋覓氣體之壓力及容積,作圖形以表示此氣體之各種變態,吾人可得一曲線,此種曲線,吾人稱之爲圖解(diagram)

故一熱力發動機之圖解,乃用一曲線,以圖形表示混合氣體在週期內相異時期所受壓力及容積之各種變換形態。

### 20.圖解之畫法

[附記] 氣體在一發動機之汽缸內所占之容積,如第 10 圖之所示



第 10 圖 氣體在汽缸內所占之容積

$PMH$ . 高死點  $PMB$ . 低死點  $h$ . 爆炸室之高度

混合氣體於汽缸內所占之容積  $V$ , 在每瞬刻時間等於爆炸室之容積  $v$  加活塞頂至高死點之容積  $v_1$ , 即

$$V = v + v_1 = v + s \times h_1.$$

$s$  為活塞頂之面積,  $h_1$  為活塞頂至高死點之距離,

$s$  為常數, 爆炸室之容積亦為常數, 故  $V$  隨  $h_1$  以變遷, 即言以活塞之移動為變遷。

故吾人可將易於計量之活塞移動以代容積之變遷, 而不致變更圖解之形式。

**畫法** 橫坐標  $OX$  表活塞之移動, 稱為行程軸, 或容積軸 (第 11 至 14 圖), 縱坐標  $OY$  表壓力, 稱為壓力軸, 縱橫兩坐標既定然後分取比例長度。

(1) 行程之比例長度 在圖解上之長度以表行程之單



位長度(例如以 300 公釐表 1 公尺之行程)。

(2) 壓力之比例長度 在圖解上之長度以表壓力之單位(例如以 2 公釐表每平方公分 1 公斤之壓力)。

爲使圖解易於明瞭起見,故(a)於  $OY$  軸上取長度  $OB$  表每平方公分 35 公斤之壓力,並分之爲 35 等份,即每一份表每平方公分 1 公斤之壓力;(b)於  $OX$  軸上取長度  $OA_1$  以表活塞在高死點之位置(爆炸室之高度),又取長度  $OA_2$  以表活塞在低死點之位置。

$A_1, A_2$  表活塞之行程,所有各時期之動作分述如次:

(1) 進氣時期(第 11 圖) 當起始進氣時,活塞位於高死點,氣體所占之容積等於爆炸室之容積,進氣門洞開,其壓力等於氣壓(1.033 公斤)。

活塞下降,氣體之容積增大;但氣門開啓時,其壓力不變,仍等於氣壓。

在進氣之末,活塞在低死點,氣體所占之容積爲汽缸之全部容積,其壓力常等於氣壓,因氣門適於活塞在低死點時關閉,故氣體之容積雖增其壓力不變。

於是第一時期將以平行於  $OX$  之直綫  $ab$  表之,此直綫  $ab$  稱爲大氣綫;畫圖解時常同時作出,用作比較。

(2) 壓氣時期(第 12 圖) 當壓氣時期之始,活塞在低死點,氣體所占之容積等於汽缸之全部容積,其壓力等於氣壓,故曲綫從  $b$  點起。

氣門全部關閉後,活塞漸由低死點升至高死點,氣體被其壓縮,容積減小,壓力增大。

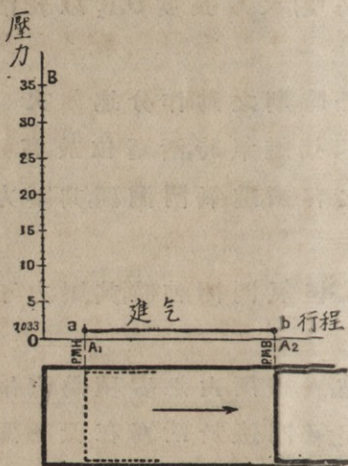
若於活塞之相異位置,計量汽缸內之壓力並以圖形表

示之，得向左漸升之相異諸點，聯接諸點遂得一曲線。

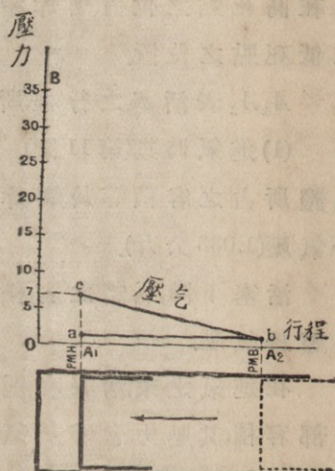
壓氣之末，活塞在高死點，氣體所占之容積等於爆炸室之容積，其壓力每平方公分約為 5 至 7 公斤。

故第二時期以曲線  $bc$  表示之。

壓氣之成就，既不與外界通熱，故壓氣謂之壓氣不通熱，其圖形之表示線，稱為絕熱線。



第 11 圖 進 氣



第 12 圖 壓 氣

(3) 動力時期 有二現象：

(a) 爆炸(第 13 圖) 當活塞抵高死點時，火花放射，混合氣體燃燒，其溫度與壓力驟增；氣體所占之容積不變，等於爆炸室之容積，即當壓力增高時，其容積仍與前同。

於爆炸之末，壓力約為 25 公斤，故爆炸力以平行於  $OY$  軸之直線  $cd$  表之。

(b) 膨脹 當起始膨脹時，活塞常在高死點，其壓力與爆

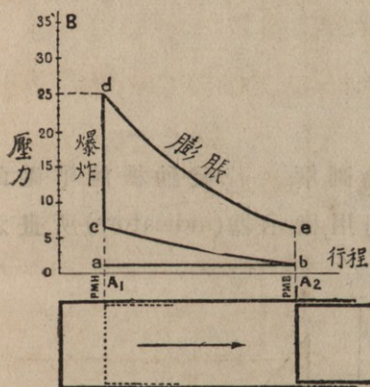


炸末時之壓力同，故其曲線從  $d$  點起。

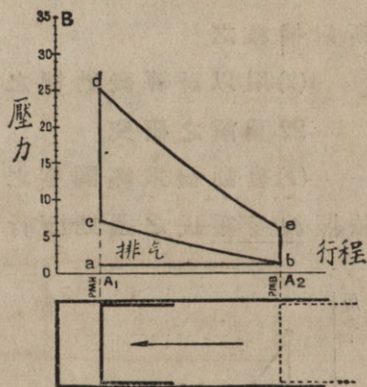
隨活塞下降，氣體所占之容積乃漸漸增多，其壓力則漸漸減少。

於活塞之相異位置，以求其所對應之壓力，可得相異諸點，向右下降聯結諸點即得曲線。

當膨脹之末，活塞抵低死點，氣體所占之容積等於汽缸之全部容積；其壓力每平方公分約為 4 公斤；故膨脹之曲線以  $de$  表之。如前，膨脹之成就亦不與外界通熱，故謂之膨脹絕熱線。



第 13 圖 爆炸



第 14 圖 排氣

(4) 排氣時期 於起始排氣之時，活塞在低死點，氣體所占之容積等於汽缸之全部容積，其壓力約等於 4 公斤，故曲線從  $e$  點起(第 14 圖)。

此時排氣門開啓，汽缸與大氣相通，大氣之壓力瞬刻間即實現於汽缸之內，此壓力在容積不變之情形內發生變遷，以直線  $eb$  表之。

受壓力後活塞復上升而氣體排洩於外，汽缸既與空氣

相通,所有汽缸內之氣體常為大氣之壓力,隨活塞之漸升至高死點而漸減其容積。

即壓力不變而容積變遷,表示此變遷之曲綫為一平行於  $OX$  軸之直線。

因此可知其壓力與第一時期之大氣壓力相同,故表示排氣時期氣體變換之直線,將與  $ab$  疊合,而為直線  $ba$ 。

此為四時期發動機之理論圖解。

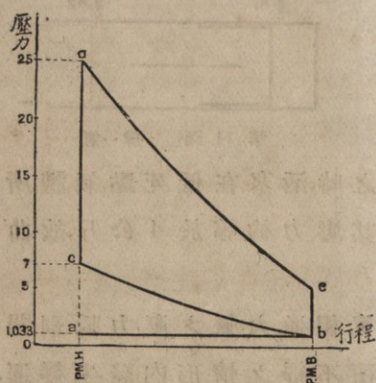
### 21.圖解之用途

(1)用以指示發動機之內部動作,如遇缺點之所在,能知所以補救之。

(2)用以計算發動機之工率。

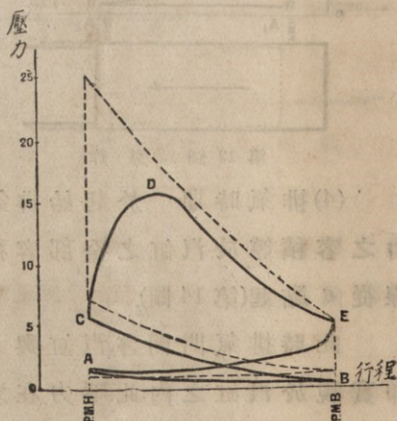
### 22.圖解之研究

(1)發動機未經調整之理論圖解 若發動機能準確的依照波多霍氏之週期而行動,則用指示器(indicators)所畫之



第 15 圖 四時期發動機之理論圖解(未調整)

PMH. 高死點 PMB. 低死點



第 16 圖 四時期發動機之實際圖解(未調整)

實綫:實際圖解 虛綫:理論圖解



圖解，將爲一理論的圖解如第15圖。

(2)發動機未經調整之實際圖解 在實際上，發動機裝置指示器所畫之圖解，絕對不能如吾人之所謂理論者相符，而顯然有所差異，故所得之圖解，乃表示發動機之實際行動，而稱爲實際圖解或指示圖解，如第16圖。

#### (a)進氣

1. 當進氣之始，汽缸內之壓力高於氣壓，此足證實，汽缸內燃燒後之氣體未能完全排出。

2. 在進氣之末，氣體之壓力低於氣壓，此足證實，當進氣門關閉時，汽缸內之氣體亦未充滿。

(b)壓氣 壓氣之曲線，不能完全與絕熱線相符。

1. 當壓氣之始，其壓力低於氣壓；此種缺點由於汽缸之進氣不完全。

2. 在壓氣之末，其壓力低於理論之壓力；此種缺點與上同。

#### (c)動力時期

##### 1. 爆炸

爆炸非瞬刻的 在此時期氣體之容積增大，而與前所假設者不同，蓋當氣體全部燃燒以前，活塞得有時問下降。

爆炸之最高壓力低於理論壓力 此種不規則之現象由於爆炸之不够速，及壓縮之不充分。

2. 膨脹 不能完全與絕熱線相符。

#### (d)排氣

1. 當排氣門開啓時，氣體之壓力不能立刻的下降，與

大氣之壓力相同，此足證實氣體排出之速率不足。

2. 當排氣之全部經歷，其壓力常高於大氣之壓力(氣壓)，故活塞上升時，應制勝此反壓。

3. 當排氣之末，其壓力仍高於大氣之壓力，此足證實排洩之不完全；當排氣門關閉時，汽缸內仍存有燃燒後之氣體。

總之根據以上所述，發動機因不能依照理論之週期，故行動惡劣。

行動反常之原因有二：

(a) 因氣門或氣體過道所呈現之阻力 當氣門起始洞開時，其開度甚小，對於氣體之通過，常因位置不足，而有停滯之現象。

(b) 因活塞之高大速率 在爆炸發動機內活塞之速率甚高，以一簡單之計算，即足以知之。

例如一 200 公釐行程之發動機，若每分鐘迴旋 1,500 轉，則每秒鐘為  $\frac{1,500}{60} = 25$  轉，曲軸每轉活塞作二行程，則每秒鐘移動  $2 \times 25 \times 200 = 10,000$  公釐或 10 公尺，在現今之發動機，其速率更高，有至 4,000 或 5,000 轉者，氣體具有相當之惰性，不能追隨活塞以如此之高速，乃不無遲緩之弊，當發火時，縱令氣體全部燃燒之經歷為極速，可達  $\frac{1}{1,000}$  至  $\frac{2}{1,000}$  秒，但活塞仍有時間，在氣體全部燃燒之前，移動數公釐。

(3) 發動機調整後之圖解

(a) 行動反常之調整方法 為避免氣門之阻滯氣體通過，其法以提早啓開氣門，使其洞開甚大，及任其洞開甚久，予氣體以必需之時間，俾得盡量排出之為愈。



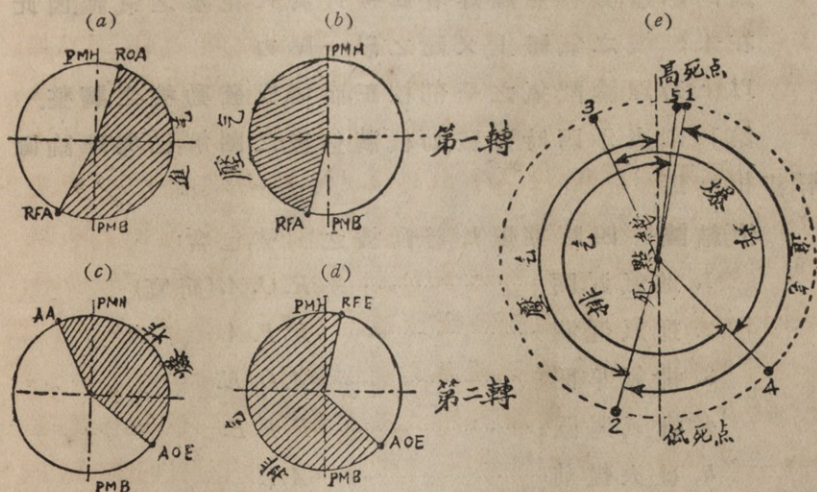
### 1. 排氣之調整方法

**使排氣早開** 當活塞未抵低死點前約 $45^\circ$ 至 $50^\circ$ 時，即啓開排氣門，以使：(一)當活塞適抵低死點時，此氣門已洞開甚大，使氣體於排出時觸遇最小阻力；(二)於排氣時期，活塞上之反壓力爲之減小，當排氣門在膨脹尙未完畢之前開啓，彼時氣體仍具有一巨大壓力，故得以一高大之速率由汽缸內排出，於是汽缸內之壓力猝然減低。

**使排氣遲關** 當活塞已過高死點之後約 $4^\circ$ (第17圖d)時，關閉排氣門，以使：(一)當活塞將抵高死點之際，排氣門仍洞開甚大；(二)憑其既有之速率，活塞縱下行，其燃燒後之氣體，仍能繼續外出。

### 2. 進氣之調整法

**使進氣遲開** 當活塞已過高死點後約 $15^\circ$ 時(第17



第 17 圖 各時期之經歷

圖 a), 啓開進氣門, 此係於進氣之始, 給予新鮮氣體以一急猝之吸入。

使進氣遲關 當活塞已過低死點後約  $4^{\circ}$  至  $6^{\circ}$  時 (第 17 圖 b), 關閉進氣門, 以使: (一) 汽缸內所吸入之新鮮氣體, 較爲充滿, 實際, 當活塞至低死點之附近, 其速度極弱, 但新鮮氣體進入之速率則否, 憑其惰性之故, 縱令活塞上升少許, 氣體仍得繼續進入, 而團集於活塞之上; (二) 當活塞在低死點時, 進氣門仍洞開甚大。

### 3. 發火之調整法 (第 17 圖 c)

使發火提前 當活塞未抵高死點前約  $25^{\circ}$  時引燃混合氣體, 以使: (一) 當活塞抵高死點時, 氣體完全燃燒, 俾得於下降行程之起點, 獲得最大之壓力; (二) 將此種燃燒提前, 俾產生一增大之壓縮, 而易於爆炸, 因氣體不能瞬刻的燃燒, 其初始爆炸者爲接近於火花塞之氣體, 因此在未燃燒之氣體上又隨之以一壓力。

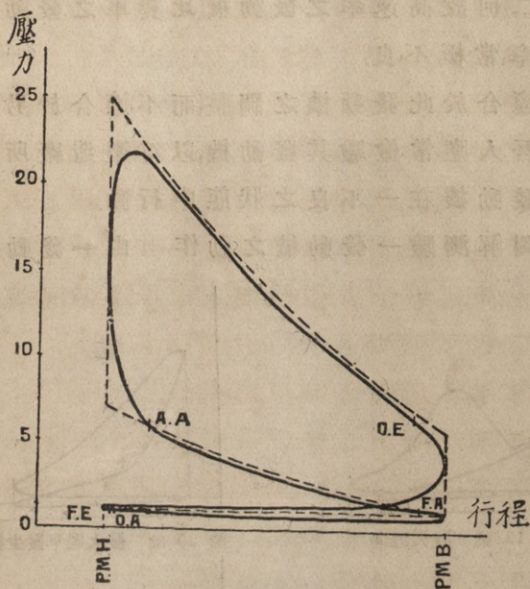
以上乃理論配氣之全部校正, 而構成發動機之調整, 第 18 圖表示四時期發動機調整後之圖解, 已與理論圖解甚相接近。

(b) 結論 四時期爆炸發動機之調整, 包含:

1. 進氣遲開..... *R. O. A.* (簡寫)
2. 進氣遲關..... *R. F. A.*
3. 排氣早開..... *A. O. E.*
4. 排氣遲關..... *R. F. E.*
5. 發火提前..... *A. A.*

[附記] 由上之所述, 吾人可作一結論, 即發動機之調整:





第 18 圖 調整後四時期發動機之圖解

O.A. 進氣開啓

F.A. 進氣關閉

O.E. 排氣開啓

F.E. 排氣關閉

A.A. 發火提前

1. 隨其旋轉速率以變遷;
2. 隨其機件之形式與尺度以變遷(如汽缸及氣門等).

### (c) 推論

1. 發動機之旋轉速率愈高則調整時校正之值亦愈大。如排氣之須更提早，發火之須更提前是也。

2. 對於發動機一確定之速率所施之調整，則對於其他之速率概不相宜。

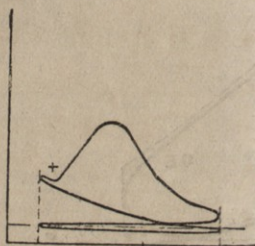
因此足以解釋：

(一)何故爆炸發動機應常採用規定速率；

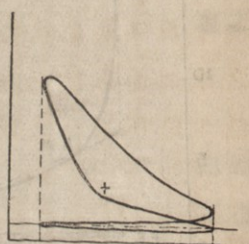
(二)何故高速率之發動機(比賽車之發動機),對於緩行速率,常極不良.

3. 適合於此發動機之調整,而不適合於另一相異之發動機,吾人應常檢驗其發動機,以符製造廠所規定之調整,而免發動機在一不良之狀態中行動.

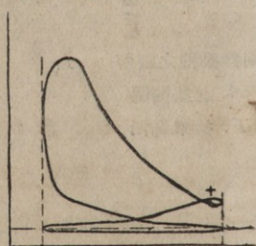
(4)以圖解測驗一發動機之動作 由一發動機行動時



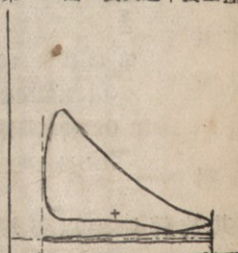
第 19 圖 發火過遲



第 20 圖 發火過早發生撞擊



第 21 圖 排氣開啓過遲發生反壓



第 22 圖 壓縮漏氣

所獲之圖解,可以確定其所發現之缺點,及其所以醫治之方.故圖解能迅速的置發動機於精確之行動.例如第19至22各圖,為行動欠缺之圖解.

### 第三節 機件之敘述

#### A. 固定機件

##### 23. 汽缸



(1) 汽缸之作用 汽缸 (cylinder) 之重要部份為爆炸室, 具有出入氣孔, 以氣門司其開閉, 及一裝置火花塞之眼孔, 以司爆炸, 同時汽缸用以引導活塞。

(2) 散熱 在週期中, 有發生極高溫度之行程, 故汽缸必需散熱, 通常為避免膨脹之現象, 吾人於所有之交角處作成圓形, 及給以均勻之厚度, 其製造之材料, 在汽車上為灰色生鐵, 在飛機上為鋼, 灰色生鐵較白生鐵易於工作, 含碳較多, 呈獻極好之摩擦面, 以便活塞之滑動。

灰色生鐵所組合之成分如下:

碳.....	3.25%
矽.....	2.00%
磷.....	0.75%
錳.....	0.50%
硫.....	0.10%

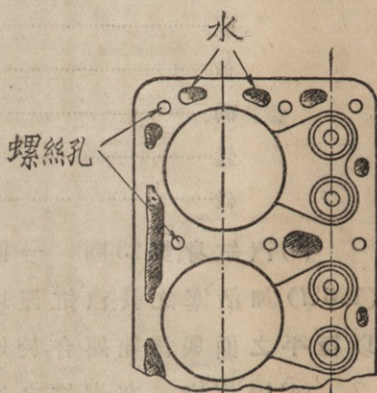
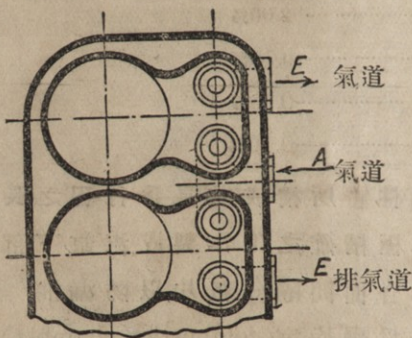
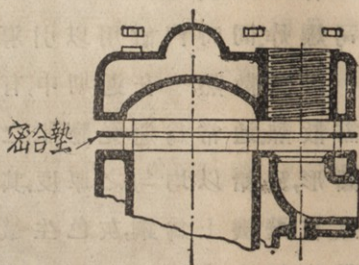
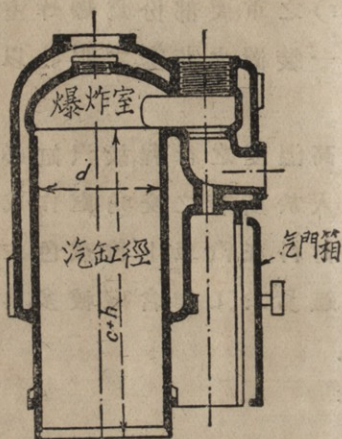
(3) 汽缸身(第 23 圖) 一圓柱體所構成, 其長為行程之長 (1.5  $d$ ) 加活塞之長, 汽缸徑以極精確之工作製成, 汽缸下部, 以極平之面與機箱連合, 於連合面間隔一紙片, 以防漏油。

(4) 爆炸室 在汽缸之底為爆炸室 (combustion chamber), 為避免爆炸時熱之損失起見, 其形式以成半圓形者為最完善, 因其能以一相同之容積而具最小之面積也。

(5) 汽缸蓋 為使易於翻砂及製作起見, 吾人常將汽缸蓋 (cylinder head) 與汽缸身分開之 (第 24 圖), 而以一金屬的密合墊 (gasket) 裝於二者之間以防漏氣。

(6) 氣門之位置

(a) 位於汽缸之兩旁者 氣門之裝置, 隨其同在汽缸之



第 23 圖 氣門同邊之汽缸

第 24 圖 氣缸蓋

一 旁(第 23 圖)或兩旁(第 25 圖),以作成一線或二線之室道。第一種為現今應用最廣之裝置。

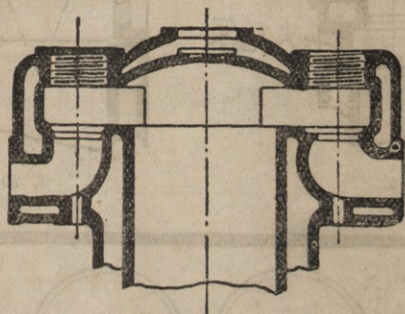
於此室之下部,具有氣門座(valve seat),座成截斷之圓錐形,通常為  $90^\circ$ ,間有作成  $120^\circ$ 者。於氣門室之上部,具有一孔,以便汽門由此裝入,此孔以一氣門蓋蓋蔽之,其蓋於進氣門之上者用以裝置火花塞(spark plug),蓋於排氣門之上者用以裝



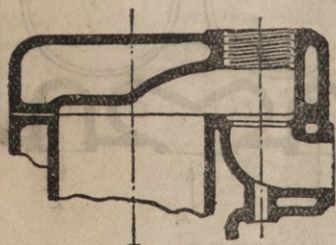
## 置減壓塞。

通常氣門推桿均閉裝於一箱之內，以防機油之從推桿漏出，並以保護此推桿以避免氣門之沾附灰屑。

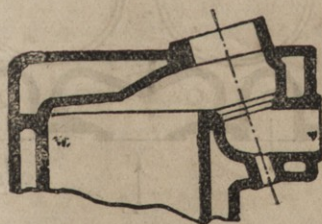
此種在旁面之氣門裝置，其弊端在於其爆炸室之成爲扁平形，而不能爲球形；散熱之面積因此增大，及爆炸時傳播之路程亦因此加長，吾人可採下列二法之裝置以消除之。



第 25 圖



第 26 圖

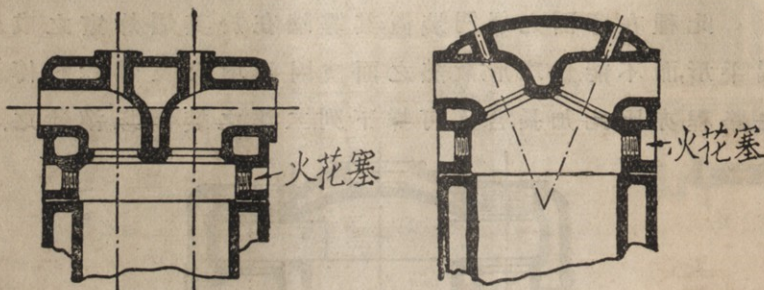


第 27 圖

1. 如圖 26 之裝置 將半圓球形部份作於氣門之上。
2. 如圖 27 之裝置 (因排氣道與汽缸間之必須設立水套，如是遂將氣門離遠，而使爆炸室之形式成爲扁平形，以傾斜氣門之位置而得免除。

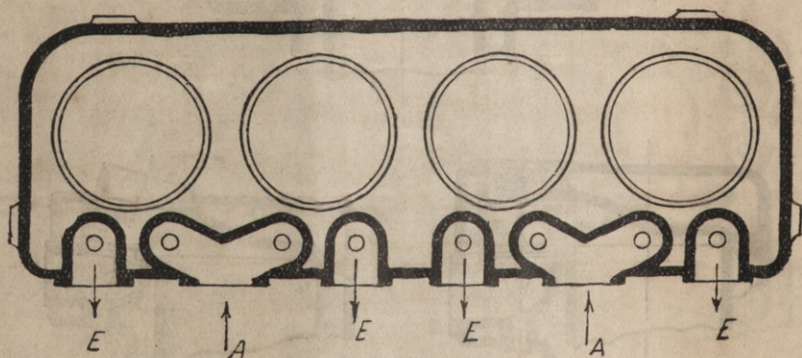
(b) 位於汽缸之上方者 氣門位置在汽缸上方者，能使爆炸室之形式成爲半圓球形而獲得良好之充滿，此式對於

氣門之牽動支配較為複雜，及發動機之上部重量為之增加。  
此式之裝置又分二類：一為直立式(第28圖)，一為斜立式(第29圖)。



第 28 圖

第 29 圖



第 30 圖 四只汽缸之進氣道及排氣道

A. 進氣道 E. 排氣道

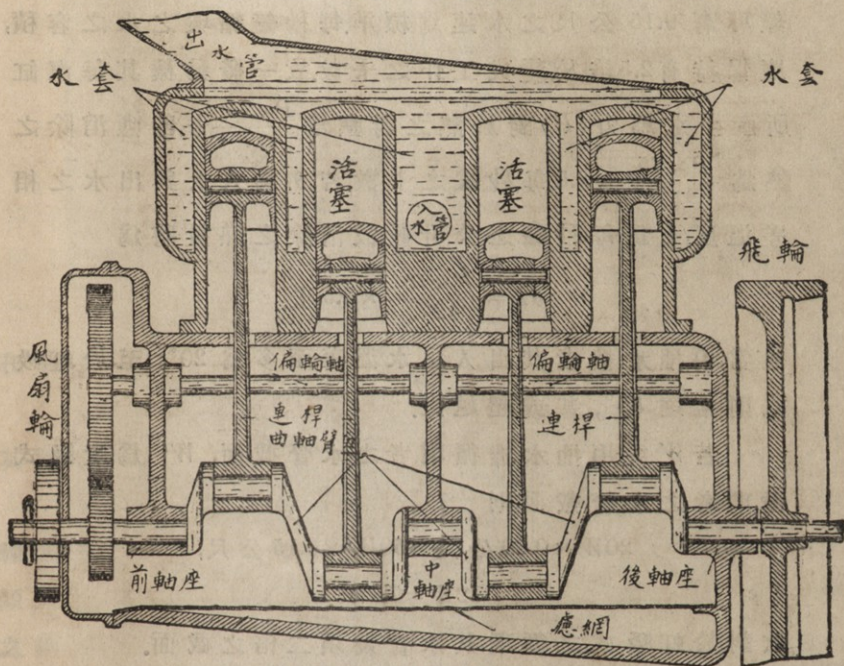
(7)進氣道及排氣道(第30圖) 通常彎曲於氣門之旁，及具一突起之圓筒，以固定氣門導管。進氣及排氣管，則以螺旋或抵板接於各對應道之極端。

進氣道(inlet valve chamber)常淹於水套(water jacket)之內，並雙雙連結，通過整個汽缸。排氣道(exhaust valve chamber)



應設於汽缸之外邊,以避免無益的燒熱水箱之水;又此氣道應各個分立,以免汽缸內彼此發生推撞。

(8)水套(第31圖) 水套與汽缸同時鑄成,於汽缸之周圍



第 31 圖 發動機之縱切面

應有 10 至 15 公釐之水,不僅水之容積為極重要,而同時對於翻砂之核,亦須有相當之厚度。

水套內水之循環,應普達各處,而尤以排氣門及發火道為極重要。

水套之內,應純潔的除去砂粒並洗滌之;因此在汽缸上具有多數去砂孔;結果則以鉛條閉塞之。

水之入內,通常由汽缸之下部,其出外則由上部,於冬季

停車時須完全放空,以免結冰。

出入水管之截面 截面之計算以使對於用抽水機循環者,每秒鐘可有 0.60 公尺之水速,用虹吸循環者,每秒鐘可有 0.15 公尺之水速為標準,每秒鐘循環之水之容積,應保持有 2.5 倍於變成工作之卡數,故一發動機其每汽缸所產生之馬力 ( $P$ ) 對於熱之對應為  $\frac{P \times 75}{427}$  卡,即應消除之熱為  $\frac{P \times 75}{427} \times 2.5$  每秒鐘之卡數,若  $\theta$  為入水與出水之相差溫度,  $L$  為每秒鐘之公升數,故消除之熱量將為

$$\theta L = \frac{P \times 75}{427} \times 2.5 \text{ 卡.}$$

通常,用抽水機者,其出入之水溫差至多為  $20^\circ$ ; 至於虹吸式則常達  $50^\circ$ , 甚或超越之。

若  $W$  為用抽水機循環者之水管截面,  $W'$  為虹吸式循環者之水管截面,則

$$20W \times 0.60 \text{ 公尺} = 50W' \times 0.15 \text{ 公尺,}$$

$$12W = 7.5W',$$

故對於虹吸式之循環,其水管幾須二倍之截面。

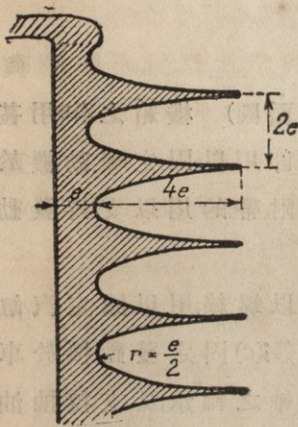
(9) 葉片之散熱(第 32 圖) 此式係借空氣之與葉片(cooling rib)接觸而吸收其熱,故必須注意空氣之流通。

有若干裝置,設立氣套,借一風扇以驅使空氣之循環,尤須注意排氣門之散熱。

若  $e$  為汽缸之厚度,則葉片之長應為  $4e$ , 葉片之距離為  $2e$ , 葉片末端之厚度以最小為宜(約 1.5 公釐)。

(10) 自動發火 自動發火(self ignition) 於溫度  $550^\circ$  中產生; 又汽缸上之某點,若散熱不善,亦足以使其自燃,避免之法,





第 32 圖

應特別注意排氣門之散熱，因其溫度常較他處為高也，必須避免突起之物體，如螺絲紋之類。

(11) 汽缸之連結 在現今之製造，凡發動機具有數汽缸者，多由一整個或分組鑄成，如六汽缸之發動機，其結合或由二組或由三組，於二汽缸之間，須留有相當空地，以使水之循環而為公共水套。

在汽車上，其汽缸為生鐵鑄成；

在飛機上，常有用鋁以製水套之外層，用鋼以製水套之內層。

(12) 爆炸室之檢驗 吾人須作有益於爆炸室之檢驗，尤其對於數只汽缸之發動機，欲其壓縮相同者，更宜施行之。

檢驗之法：置活塞於高死點及關閉兩氣門之後，用一記線之器皿，盛以機油與石油各半之混合液體，或肥皂水亦可，傾入爆炸室內以充滿之，但須注意，勿使產生氣泡致有分量之訛誤，用第一種液體較善，因其可於發動機行動時洗滌之而不必拆卸汽缸也。

對於傾入汽缸內液體之計量，吾人可以根據壓縮率，

$$\frac{V+v}{v} = p.$$

$v$  表爆炸室之容積， $V$  表汽缸容量。

經檢驗後若各汽缸之壓縮不同，應即校正之，例如增加氣門蓋之長度以校準之。

故每於裝置汽缸時，應復置氣門蓋於原始位置，以免增

加壓縮之差異。

## 24. 機箱或機座

(1) 機箱之作用(觀各發動機之切面圖) 機箱之作用甚多,首先支持由連桿所傳達之爆炸,次即用以固定發動機於車架之上,及支持發動機之反動力,並附帶的用以支持發動機之所有機件。

要之,機箱包含:(a)一極平之面,附以螺絲,用以固定汽缸;(b)一障蔽連桿及曲軸全部動作之外殼;(c)固定發動機於車架之支板上;(d)支持傳動機件(齒輪及軸之軸承,及支持抽水機、抽水機、磁電機、發電機等之托板);(e)此箱同時用以儲藏機油,及附設對於潤滑之油道。

機箱隨發動機之類別,以製成相異之式樣。

通常機箱之製造,多以鋁鑄成之,以鋁之比重(由2.5至2.7)為甚小也,實際吾人並非全用純鋁,而係參以3%之紅銅,或參以3%之紅銅與15%之鋅以合鑄之,而增加其拉力(每平方公釐之負重限度約為15公斤)。

至於為工業用之發動機,則以生鐵製之,因鋁雖較生鐵為輕,然其價值亦因之增高矣。

(2) 支板 機箱借支板(arm on crank chamber)以固定汽缸於車架,其方法隨各製造家之意而異,但不外下列之二種:

(a) 四點固定法 箱之每旁各二點。

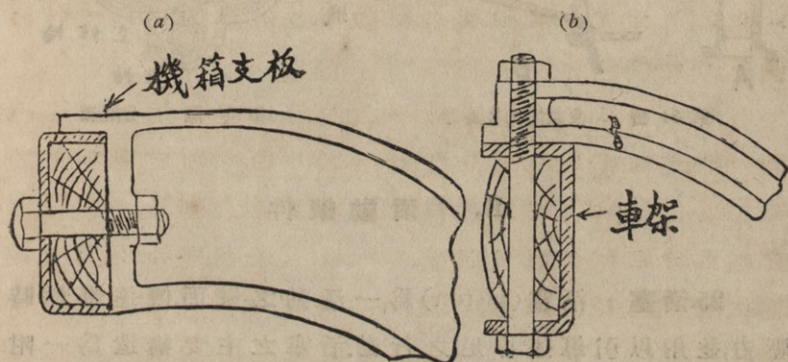
(b) 三點固定法 二點在箱之前方,第三點在發動機之後端;或則二點在發動機之後端,其第三點在前方之軸心。

三點法之裝置,最便於車架之變形,因三點常在同一之平面也。



支板之截面，應為“U”字或“工”字形，及成等抗力之物質，與圓式之交角。

其固定於車架之上，或為水平的固定如第33圖(a)，或為直立的固定如第33圖(b)。



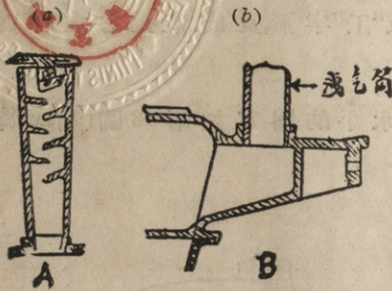
第33圖 機箱之固定

(3) 洩氣筒 於支板之附近，常附設一洩氣筒 (snifting valve, 第34圖); 以使機箱內之空氣，因活塞之行動而影響其容積之縮小時，得以由此筒向外逃洩。否則於機箱之內，因壓力增高，將驅逐機油由軸承或密合墊之間漏出。

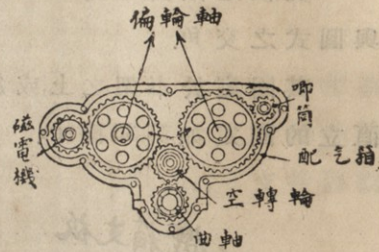
此筒其所以裝於支板之附近者(第34圖b)以是處機油之散射較少，可免其隨空氣之逃洩而同時外出。

筒之形式如第34圖(a)，成一管形，內附多數斜隔，俾油之觸此，沾附於其上，結果仍流入機箱之下，筒蓋之作用亦同，至於空氣則由筒蓋周圍洩出。

(4) 分配箱 關於驅動分配之齒輪，在新式發動機中，均位於機之前方，此項齒輪應完全關閉於一箱之中，以保持其潤滑，及灰屑之防止，第35圖為一分配箱之形式。



第 34 圖 洩氣筒及其裝置



第 35 圖 分配箱

## B. 活動機件

**25. 活塞** 活塞 (piston) 為一活動之壁面，傳達爆炸時之壓力，並用以引導連桿足之行動。活塞之主要構造為一附有底之圓柱體，其密合借活塞環以獲得之，其內面突出之二軸承用以傳達爆炸之壓力於連桿足。

活塞之製造或用生鐵，或用鋁，且有試驗用鎂以製造之者。鋁之成分為鋁 90%，紅銅 3 至 9%，錫 1%；用生鐵者其成分與汽缸同。

(1) 熱之效果 爆炸時氣體之溫度為  $1800^{\circ}$ ，活塞上部較下部為熱，故必須作成截斷之圓錐形，以便膨脹，生鐵在  $100^{\circ}$  時每公尺之膨脹為 1 公釐，鋼為 1.5 公釐，鋁為 2.6 公釐。

當汽缸用水冷式散熱，冷溫為  $40^{\circ}$  至  $50^{\circ}$ ，熱溫為  $70^{\circ}$  至  $80^{\circ}$  時，則汽缸壁之溫度約為  $100^{\circ}$ ；若汽缸用風冷式散熱，則其溫度約為  $200^{\circ}$ 。

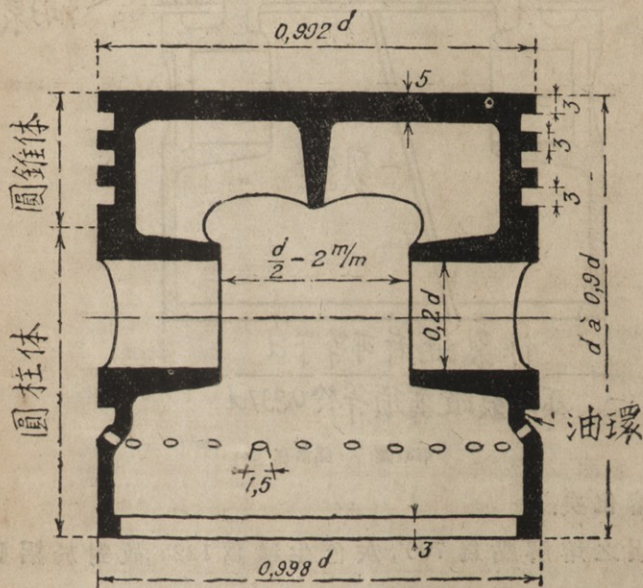
活塞與氣體接觸之上部為  $500^{\circ}$ ，其下部為  $300^{\circ}$ ，被汽缸壁散熱之活塞環則為  $250^{\circ}$ 。



因膨脹之差異,結果必須給活塞以充分之間隙,通常對於 100 公釐之汽缸徑,其應給予活塞之間隙為:

(a)生鐵製者,其上部應給 0.75 至 0.80 公釐,其下部應給 0.4 公釐.

(b)鋁製者,其應給之間隙須較生鐵製者略多(約 1%),但

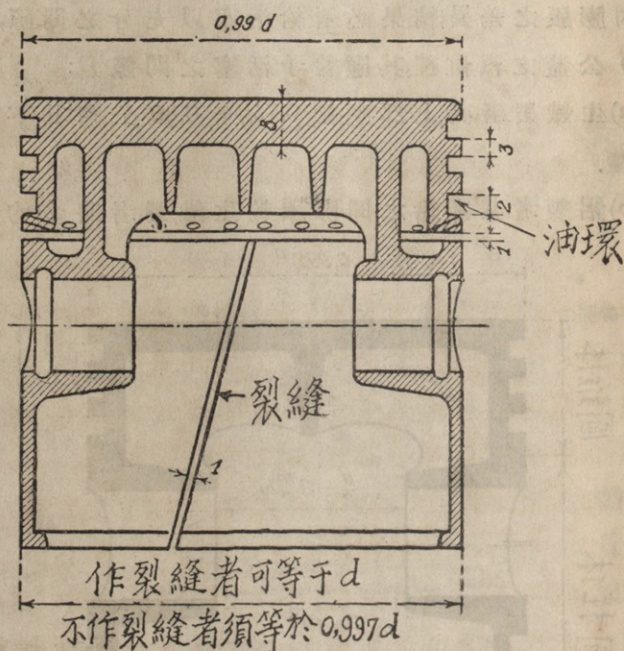


第 36 圖 生鐵活塞

間隙過多,在冷時發生響聲;故不得不採下法以避免之.

於活塞之上部裝置活塞環,並以一圓切口與下部隔絕(第 37 圖),於其下部則車光之,而不給間隙,但借一斜開之裂縫,以作膨脹之餘地,斜開之意係避免汽缸為裂縫所擦毀.

活塞頂應具有充分之厚度,尤其於鋁製活塞,更為重要;不僅為求抗力之增加,且須為鬆性之避免,因氣體與氧氣以 1800° 之高溫通過活塞,有似吹管之燒鐵,而活塞之砂眼處乃



第37圖 鋁活塞

被其熔化矣。

鋁之熔解點為  $700^{\circ}$ ，灰色生鐵為  $1225^{\circ}$ ，故對於鋁製機件應極注意。

吾人可於翻砂時，用壓力以減縮其鬆性，此為新創之法，將來必居優越地位。

(2) 活塞之密合 為求活塞與汽缸間之密合起見，吾人乃用活塞環裝於活塞之上部以成就之，活塞環係裝於活塞之環槽內，環槽之距離從 3 至 4 公釐，環槽之深度等於活塞環之寬度，再加少許間隙。

活塞油環，則常裝於活塞下部，用以驅逐機油，吾人並於



油環之近處，鑽以2至3公釐之小孔，使上升之機油 (lubrication oil)，得以會集於環槽內，而從此小孔流入機箱，以免其升至爆炸室內燃燒。

(3) 活塞頂 活塞頂之形式，有平面、凸面及凹面三種，依理論凹面活塞能使爆炸室接近於球形，合於爆炸之條件，但凹形之脆性大，且不易製造；復次則其與熱氣體接觸之面積較多，而需一過度之排洩，其為凸面者，則與此相反，活塞頂之抗力增加，及爆炸室之壓力亦因之增加，但其與氣體之接觸面積則與凹面者相同亦甚大，而使活塞加熱過甚，故吾人多喜採用平面活塞，以其製造較易，及受熱較輕也。

(4) 活塞頂之厚度 活塞頂之厚度依下之公式以得之：

$$e = \frac{Pd}{400R}$$

$P$  為爆炸時每平方公分之壓力以公斤計， $d$  為汽缸徑以公釐計， $e$  為厚度以公釐計， $R$  為每平方公釐之剪力係數以公斤計。

(5) 活塞軸承 活塞軸承，通常位於活塞之重心處，若以  $d$  表汽缸徑，則軸承之長度通常為  $\frac{d}{4}$ 。

此軸承為圓柱體，以一突條與活塞頂相連，若活塞軸係固定於連桿足之上者，則於此軸承之內，須加一銅環以便活塞軸之在內旋轉。

(6) 活塞之速率與惰性 活塞之速率，隨發動機之不同，而有變遷；但吾人惟日見其有增無已，其平均速率，即為每秒鐘之行程；若令  $L$  表行程之公釐數， $n$  表每分鐘之轉數，則每秒鐘平均速率為

$$V_m = \frac{2Ln}{60} = \frac{Ln}{30}$$

或以公尺計 
$$V_m = \frac{Ln}{30,000}$$

此速率隨發動機之種類而有變移，約由 6 至 18 公尺。

發動機之工率 (power)，與每秒鐘爆炸之次數成比例，故增加發動機之轉數，即所以增加發動機之工率。

然欲得此，必須減少活塞之惰性或重量；其實對於活塞之惰力，最難作精確之平均，以此種運動為往返之運動，在死點時，其速率為零，祇能以相同之運動平均之而不能以旋轉運動平均之也。其最好之平均方法，惟有減輕活塞之重量。

**26. 活塞環** 吾人如欲製造一活塞，不論其在冷溫或熱溫時必須精確的與汽缸密合，實為一不可能之事，故吾人乃採用活塞環 (piston ring) 以解決之。

活塞環為生鐵製成之彈性環，裝於活塞槽內，借其彈性以保持活塞與汽缸間之密合。此環用生鐵製成，未有用鋼者，恐其擦毀汽缸也。所用之生鐵為灰色生鐵，與鑄汽缸及活塞者同。

每活塞採用 3 只或 4 只活塞環，及於其下部更設一油環，以驅逐過多之機油。

活塞環應具有充分之抗力，以便張開由活塞頂裝入槽內，其高度與厚度以汽缸徑為轉移。

$$\text{高度} = 0.05 d, \quad \text{厚度} = 0.04 d.$$

$d$  為汽缸徑。

(1) 活塞環之切口 汽缸壁之溫度，不應超越  $350^\circ$  以上，以避免機油之分解，若吾人假定活塞環之溫度為  $300^\circ$ ，則每公尺之膨脹為 3 公釐，其切口將為

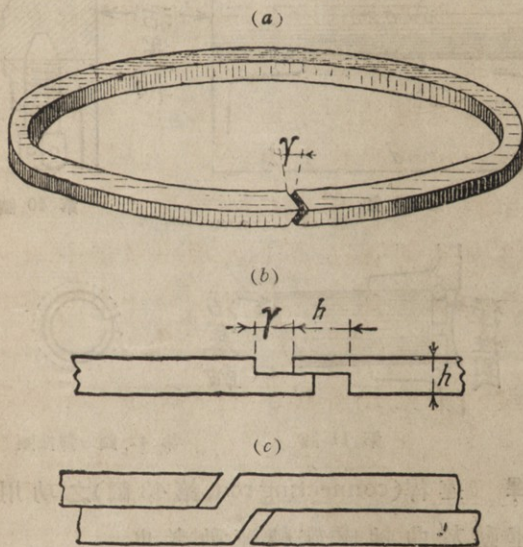
$$r = \frac{3\pi d}{1,000} = \frac{d}{100} \text{ (約).}$$



$d$  爲汽缸徑。

此切口有作成 $45^\circ$ 之斜切口者(第38圖a),有作成直切口者(第38圖b)。第一種較易製作,惰性亦較小,第二種則較爲密合;尚有雙層之活塞環(第38圖c),其密合較第二種更有加焉。

爲增加其張力起見,於製造完結時之直徑,應增加之約爲 $1.035d$ ( $d$ 爲汽缸徑),使略大於汽缸之直徑,至於切口之厚度應於工程完結時作之。



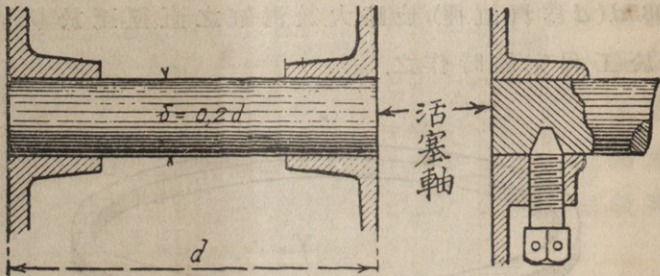
第38圖 活塞環及其切口

(2) 切口之佈置 當吾人裝置活塞環時,應注意勿使切口同位於活塞之一母線上,而須分列之;以免氣體之依次由切口逃出,致失密合,有時於切口處,固定一螺絲,以保持其分配位置。

27. 活塞軸 活塞軸 (piston pin, 第39圖) 爲傳達活塞

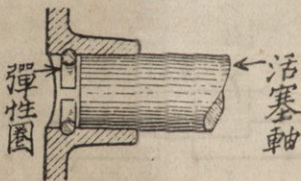
之壓力以至連桿之機件,多係嵌碳鋼(或稱塞門特鋼, cement steel)製成,或固定於活塞軸承之內,或固定於連桿足之內。

用第一法者以螺絲固定之,如第40圖之所示,或以彈性圈固定之如第41圖所示,用第二法者,則將連桿足鋸開,以一通管螺絲扭緊之,活塞軸乃在活塞之銅軸承內旋轉。



第 39 圖

第 40 圖



第 41 圖



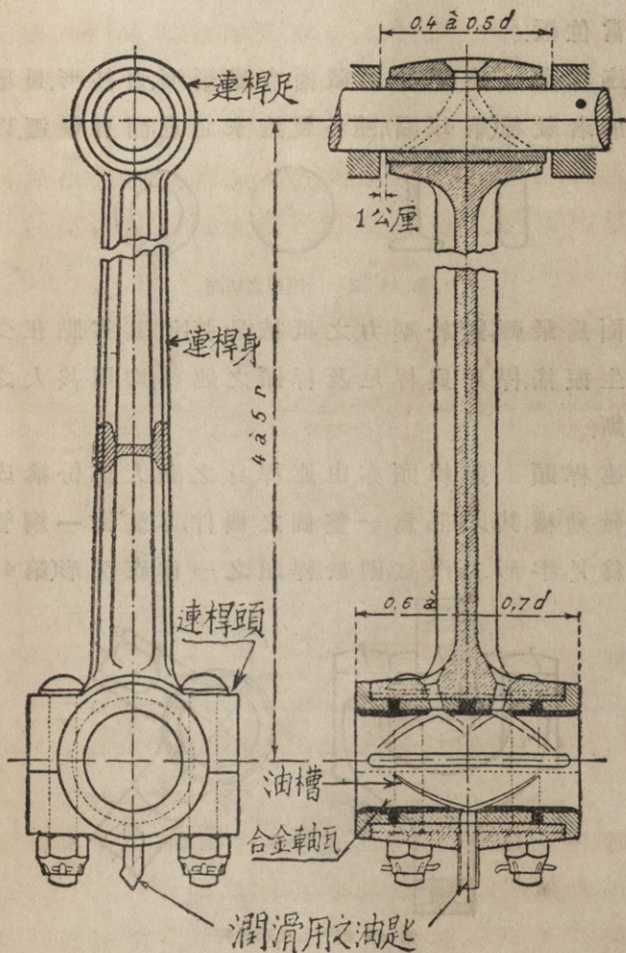
第 42 圖 彈性圈

**28. 連桿** 連桿(connecting rod, 第43圖)之功用,係連接活塞之往返運動於曲軸成旋轉運動者也。

其製造有用鑄鋼者,價值頗廉,有用半硬鋼者,則抗力較大,通常分之為足、身、頭三部。

(1) 連桿足 連桿足由連桿身之漲大部份所構成,在通常情形,係繞活塞軸旋轉,若係固定於此軸之上者,則將桿足鋸開,借一螺絲以扭緊之,前者另須以壓力套入一銅管於桿足與活塞軸間,以減少二者之摩擦;並於管之內面雕刻油槽





第 43 圖 連桿

(oil groove)以便潤滑,復次則於足之上部鑽一漏斗形之眼孔,以接受由活塞上部所流下之機油,而增加潤滑。

銅管之長,約出連桿足 1 公釐,通常於管與軸承之間,留出 1 至 2 公釐之間隙,使連桿能稍移動,以遷就汽缸之偏斜,

而居適當位置。

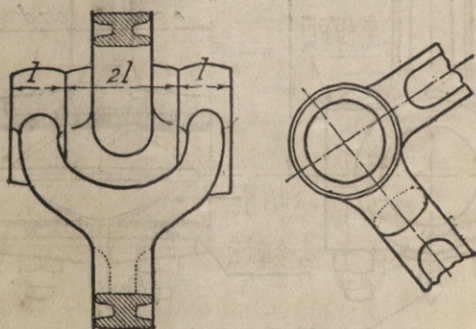
(2) 連桿身 連桿身之截面,有成矩形、圓柱形、圓環形以及工字形者數種(第44圖),隨各製造家之意,而有變遷,以圓環



第 44 圖 連桿之切面

形之切面為最輕,對於壓力之抵抗最強;但其劣點在受惰力之故,發生振搖,桿身與桿足及桿頭之連結,均用甚大之圓角以免折斷。

(3) 連桿頭 連桿頭亦由連桿身之漲大部份構成,對於單汽缸發動機,其頭部為一整個之機件,亦裝置一銅管與桿足同;如為V字形二汽缸,則於桿頭之一作成叉形(第45圖)以



第 45 圖 叉形連桿

包於他一桿頭之兩端。

凡四及六汽缸之發動機,其連桿頭常為二部所組成,與桿身連成一體者為軸座,其他部為桿帽,借通管螺絲以固定於軸座之上,在桿帽與軸座間,裝以銅或合金軸瓦 (bearing lining); 以減少曲軸之摩擦。



合金(alloy)爲一種易熔之金屬,其熔解點約在 $350^{\circ}$ 至 $400^{\circ}$ 。當機油欠缺時,此合金因摩擦過甚,產生高熱,以致熔解;於是桿頭與曲軸間乃發生巨大之間隙,及連桿以惰性之故,從上至下作有力之衝擊,司機者聞衝擊聲,即知停機修理及更換軸瓦,但曲軸則仍得保全,不致損壞,故合金軸瓦者,乃係曲軸之保護物也。

合金之組合成分,常有變遷,茲舉三種如次:

錫	紅銅	鎳	鉛
88%	5.5%	6.5%	——
16%	6%	78%	——
50%	6%	8%	36%

(4)連桿頭之潤滑 連桿頭之潤滑,極爲重要,其法有二:

(a)壓力潤滑(forced lubrication) 機油首先受抽油機之壓力,次即受離心力,從曲軸之軸座以透入桿頭之軸瓦內而潤滑之。

(b)浸擊潤滑(splash lubrication) 用此式潤滑者,於桿頭之軸瓦上裝一匙形之銅管,以浸擊機油(第43圖),而潤滑之。

(5)連桿足之潤滑 機油從桿頭之軸瓦流出,以離心力散射於汽缸壁及活塞底,復由活塞底之突條導引以至桿足之油孔內,此種潤滑雖不甚大,然已充足,因連桿足之運動本甚微弱也。

## 29. 曲軸

(1)功用 曲軸(crank shaft)或稱動力軸,其功用頗多:

(a)受活塞之力,以飛輪爲媒介傳達運動於受動機關。

(b)在非動力時期,以保持活塞之運動。

(c)直接或間接的驅動附帶之機件。

故曲軸為發動機上最重要之關節，及昂貴之機件，其所受之力甚大，必須以高抗力之金屬，及甚精確之機器製造之。

(2)製造曲軸之質料 在單汽缸發動機之曲軸，多係採用軟鋼以嵌碳法煉硬之，對於多汽缸發動機之曲軸則常喜採用鎳鋼，其組合成分為：

碳.....	0.25%
鎳.....	3.50%
錳.....	0.60%
矽.....	0.18%
硫.....	0.04%
磷.....	0.04%

(3)單汽缸發動機之曲軸 此軸為一彎曲之機件所構成(第46圖)，包含一連桿軸(crank pin) *A*及二軸臂(crank arm) *C*以連接在軸承內旋轉之二枕軸(main journals) *D*及 *E*。

*D*軸用以傳達運動，故於其極端作有牽動之裝置，如圓錐軸、梢子以及牽動盤(fly wheel flange)是。

*E*軸則通常裝置一齒輪，用作分配(distribution)之驅動。

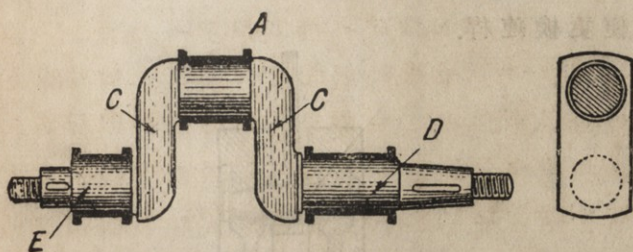
對於軸臂 *C*，吾人常延長之配置重量(balance weight)於其極端，以為連桿軸及連桿頭之平衡(第47圖)。

於 *A*軸上，則裝置連桿，故稱連桿軸，其製法有二：

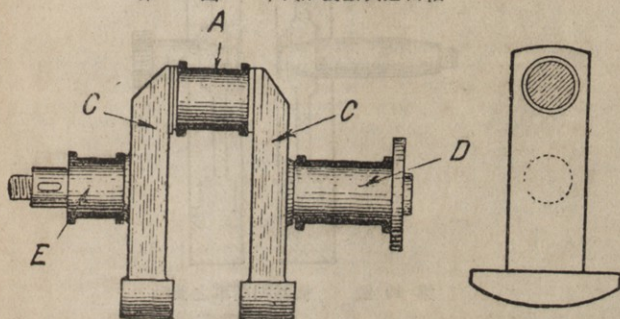
(a)若曲軸之構造為一整個機件，則連桿頭須分成二部，以便裝置。

(b)若係連桿頭為一整個機件，則曲軸須能拆散，即言軸臂之一，例如軸臂 *C*，應作成圓錐形之眼孔及借一螺絲帽以

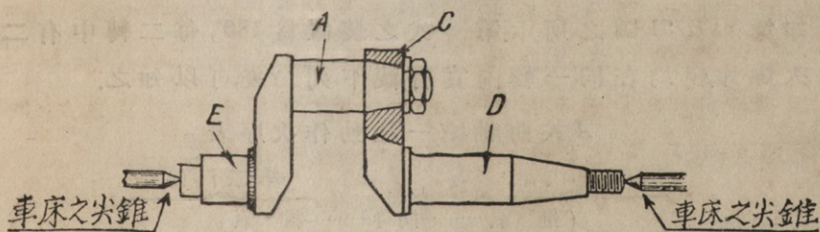




第 46 圖 單汽缸發動機之曲軸



第 47 圖 平均之曲軸

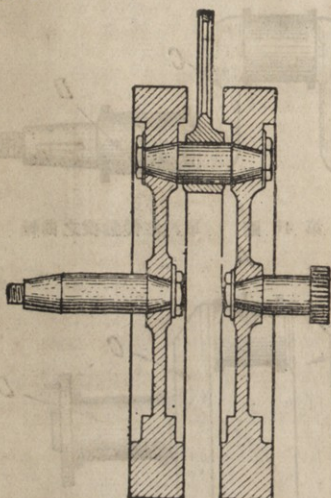


第 48 圖 可拆卸之曲軸

與曲軸相連結(第48圖),但須注意 D 及 E 兩軸,應極準確的同在一延長線上,以免行動惡劣,如欲察其是否準確,可裝於車床上以檢驗之,如第48圖之所示。

在機器腳踏車上之曲軸,其軸臂常作成飛輪狀之圓形,至於平衡之法則係於連桿軸之對方,增加圓周之厚度,以爲配重(第49圖);連桿軸兩端,借螺絲帽以與軸臂連結,且可隨時

拆卸,以便更換連桿。



第 49 圖 機器腳踏車之曲軸

(4) 二汽缸發動機之曲軸 此軸之形式,可有 A、B 二種,如第 50 及 51 圖之所示,第一式之裝置為 180°,每二轉中有二次爆炸,但均在同一轉內實行,觀下列二表,可以知之。

A 式曲軸第一種動作次序表

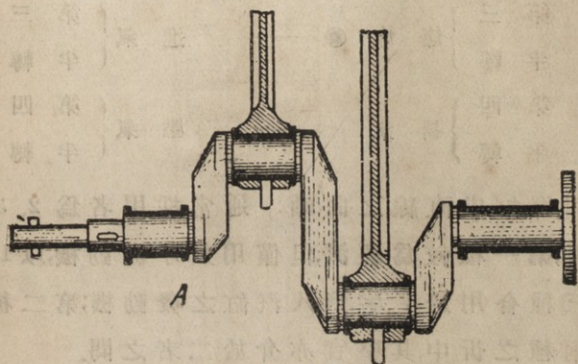
第一汽缸		第二汽缸		
第一轉	進 氣	……同時……	排 氣	} 第一轉
	壓 氣	—	進 氣	
第二轉	爆 炸 ●	—	壓 氣	} 第二轉
	排 氣	— ●	爆 炸	

A 式曲軸第二種動作次序表

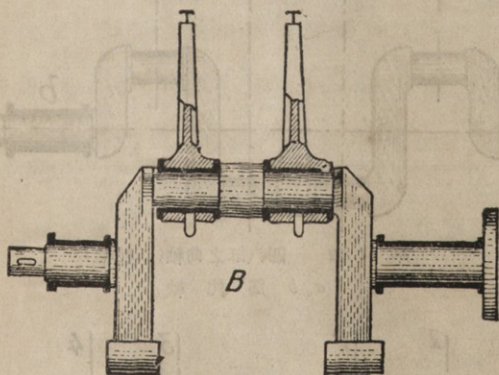
第一汽缸		第二汽缸		
第一轉	壓 氣	……同時……●	爆 炸	} 第一轉
	爆 炸 ●	—	排 氣	



第二轉 { 排氣 ——— 進氣 } 第二轉  
 { 進氣 ——— 壓氣 }



第 50 圖 二汽缸之曲軸(成 180° 之裝置)



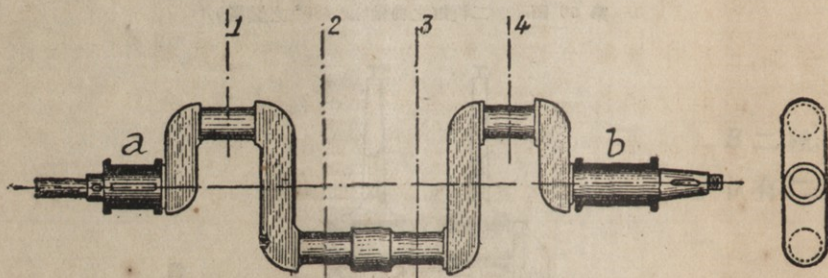
第 51 圖 二汽缸之曲軸(成 360° 之裝置)

B 式曲軸為 360° 之裝置,在每二轉中有二次爆炸,其相隔常為半轉,故為爆炸最善之裝置,其動作如下表:

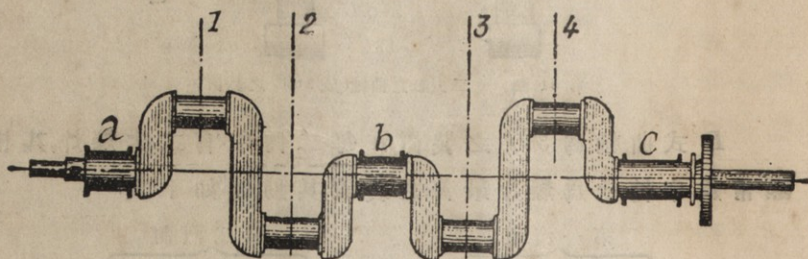
第一汽缸			第二汽缸	
第一	} 進氣	.....同時.....	● 爆炸	} 第一
半轉				半轉



(5)四汽缸成直線之曲軸 通常採用者為 2、3 或 5 枕軸之曲軸,第一種較為經濟,但僅用於小發動機,以 10 匹馬力為限;第三種合用於 V 字形八汽缸之發動機;第二種為第一及第三兩種之折中,其堅實亦介於二者之間。

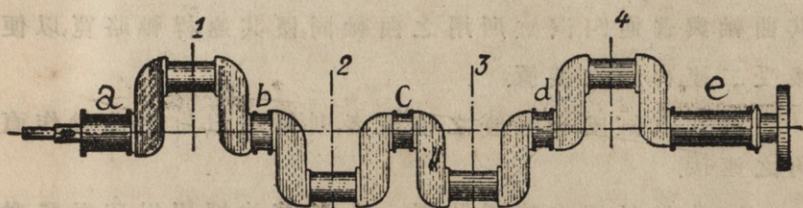


第 52 圖 四汽缸之曲軸(二枕軸)  
a、b 為 枕 軸



第 53 圖 四汽缸之曲軸(三枕軸)  
a、b、c 為 枕 軸





第 54 圖 四汽缸之曲軸(五枕軸)

a、b、c、d、e 爲 枕 軸

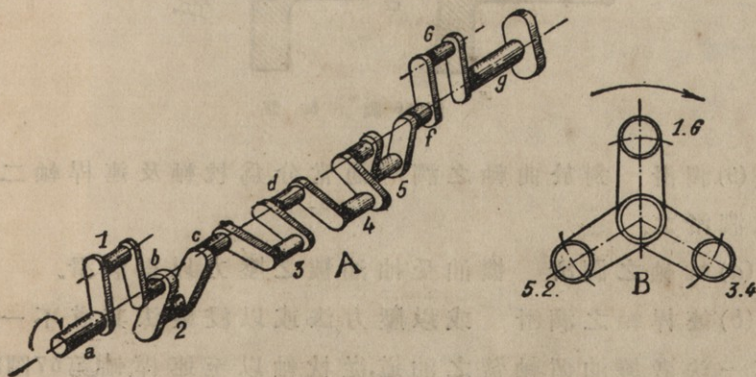
曲軸上之枕軸及連桿軸自然爲圓柱體,至於軸臂則爲矩形,且常較前者爲寬,及有作成圓盤形者,以減少空氣之逆流也。

(6)六汽缸之曲軸 連桿軸每二個成行排列於  $120^\circ$  之平面上,其中枕軸有爲 1, 2 或 5 隻者,其連結法爲:

(a)中枕軸爲一隻者,其連結法如 a—d—g.

(b)中枕軸爲二隻者,其連結法如 a—c—e—g.

(c)中枕軸爲五隻者,其連結法如 a—b—c—d—e—f—g.



第 55 圖 六汽缸之曲軸

(7)八汽缸之曲軸 當八汽缸分二組排列成 V 字形者,

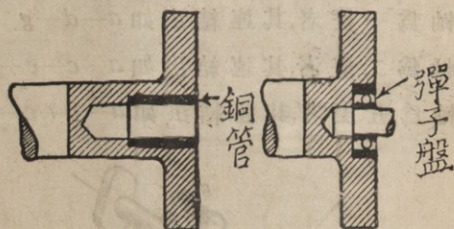
其曲軸與普通四汽缸所用之曲軸同，僅其連桿軸略寬，以便接受二連桿頭之裝置。

若八汽缸成一直綫之佈置者，則每四汽缸之曲軸作直角之連接。

(8) 曲軸軸端之特種裝置 曲軸之前端用以起動發動機，以爪齒(claw)或梢子之裝置，借搖手以人力起動之，同時於軸之前端固定一齒輪用作分配之驅動。

於軸之後端，裝置飛輪，以傳達運動；及於輪之圓周上雕刻齒輪，借電動機之力以代人工之起動。

此外則於軸盤之中心處作一眼孔，裝套銅管或彈子盤一隻(第56圖)，以備承接傳動離合器之軸，使其有所倚附。



第 56 圖 軸 盤

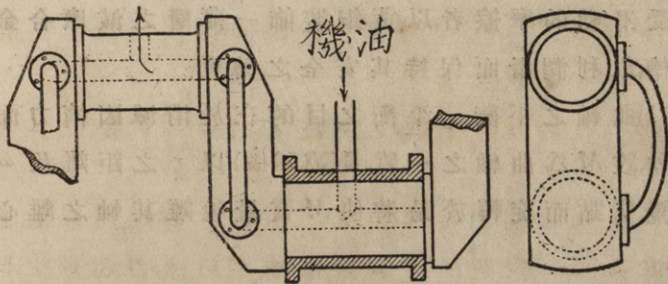
(9) 潤滑 對於曲軸之潤滑，通常分為枕軸及連桿軸二部以潤滑之。

(a) 枕軸之潤滑 機油受抽油機之壓力以得潤滑。

(b) 連桿軸之潤滑 或以壓力法或以浸擊法其道不一，用第一法者機油循軸臂之油道，從枕軸以至連桿軸(第57圖)；用第二法者，則於連桿之頭部裝置一匙形之油管以潤滑之。

總之吾人為便於壓迫油之循環，以求充分之潤滑，為避

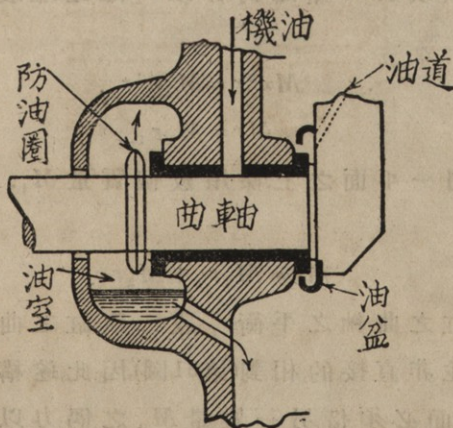




第 57 圖 借外油道之潤滑

免機油之從曲軸而流出機箱之外，乃於軸端裝置一防油圈，使油投射於軸端之一油室內，復從一油道而仍流入機箱(第 58 圖)。

更有一種特別之裝置，以一圓形之油盆，代替連桿頭之匙形油管，此油盆接受軸座之機油，受離心力之作用從軸臂之油道而壓至連桿軸，以得潤滑。

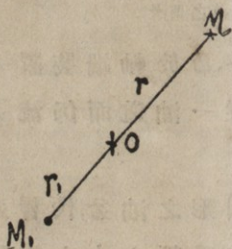


第 58 圖

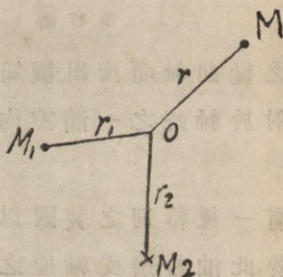
(10)軸座 軸座(bearing)或受滑動的摩擦,或受轉動的摩

擦,其受滑動的摩擦者,以黃銅裝飾一薄層之減摩合金,及雕刻油槽,以利潤滑而保持其安全之轉動。

(11)曲軸之平衡 平衡之目的,在於消滅因惰力而產生之振動,設  $M$  為曲軸之一質量(第59圖),以  $r$  之距離及  $\omega$  之角速率,繞  $O$  點而旋轉,於是將使  $M$  質量脫離其軸之離心力為  $M\omega^2 r$ 。



第 59 圖



第 60 圖

平衡之法,須於  $M$  點之對方以  $r_1$  之距離裝配一質量  $M_1$ , 如:

$$M\omega^2 r = M_1\omega^2 r_1,$$

或

$$Mr = M_1 r_1.$$

並可於同一平面之上,採用數個質量  $M_1, M_2$  以平均之(第60圖),如:

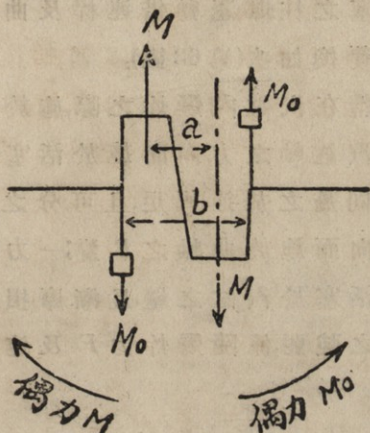
$$Mr = M_1 r_1 + M_2 r_2.$$

(12)二汽缸之曲軸之平衡 設二汽缸之曲軸成  $180^\circ$  之裝置,質量  $M$  並非直接的相對(第61圖),因此遂構成一種偶力(couple, 力偶),而必須借另一質量  $M_0$  之偶力以消滅之,如:

$$M_0 b = Ma.$$

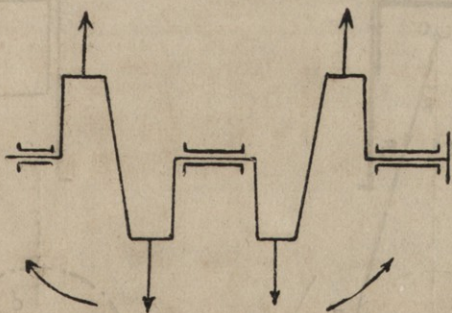
(13)四汽缸,六汽缸及八汽缸之曲軸之平衡 多汽缸之





第 61 圖

曲軸之平衡法，須以通過軸之中點之一平面為標準，平面兩邊之連桿軸應兩兩對稱，方能獲得良好之效果，即右邊之偶力，應等於左邊之偶力，且為相反之方向(第 62 圖)。



第 62 圖

有時對於高速度發動機之曲軸，吾人宜作每半軸之平衡，以減輕中枕軸之工作。

(14)變換動力之研究 吾人已知實際爆炸機之成就係

建築在變換活塞之往返運動，借連桿及曲軸以爲旋轉運動，今試研究此種變換如次(第63圖)。

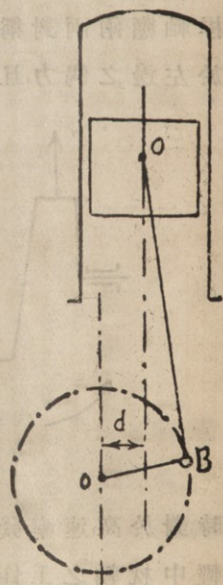
當混合氣體在汽缸內爆炸之際，施於活塞上之壓力，組成一合力  $F$ ，依汽缸軸之方向而施於活塞之中心，吾人可以假定此力  $F$  如同施之於連桿足，且可分之爲二力：一力爲  $F_1$ ，隨連桿軸之方向而施於曲軸之  $B$  點；一力爲  $F_2$ ，隨汽缸軸之正交方向緊壓活塞於汽缸之壁，且漸磨損汽缸而使之趨近於橢圓形，此力之強弱，係隨爆炸力  $F$  及連桿與汽缸軸所成之  $\beta$  角爲轉移。

$$F_2 = F \times \tan \beta.$$

如欲減少活塞與汽缸之摩擦，須減小壓力  $F$  及交角  $\beta$ ，



第 63 圖



第 64 圖



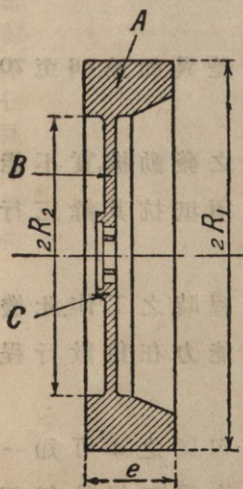
但  $F$  為爆炸力,不宜減小,今惟有縮小  $\beta$  角以求之,其法將曲軸向左移動少許即得,是謂偏軸發動機,其所偏之值  $d$  約等於軸臂之  $\frac{1}{4}$  (第 64 圖).

復次則施於曲軸  $B$  點之力  $F_1$ ,亦可分解之為二:一力為  $F_t$ ,為實際力,用以牽動曲軸,吾人稱之為切線力;一力為  $F_r$ ,為緊壓曲軸於軸座之力,為軸座之反應力所抵消.

### 30. 飛輪

(1) 構造 飛輪 (fly wheel) 為一圓盤  $A$  及中心一穀  $C$  以輪輻  $B$  連接而成 (第 65 圖).

圓盤用以裝置傳動離合器 (或簡稱離合器),此器俟於第八章中詳述之.飛輪借多數之通管螺絲以與曲軸盤 (fly wheel flange) 連結輪與盤之間,不應含有若何之間隙;而必須極準確的對正中心.



第 65 圖 飛輪

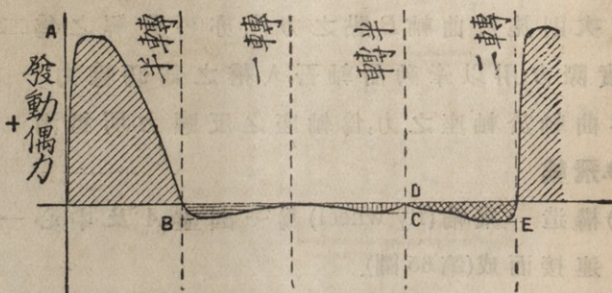
輪之製造通常採用生鐵,但若為極大之圓周速率,則有採用鑄鋼者.

有時於輪之周圍,裝置葉片以代風扇,及於圓周上雕刻齒輪,以接受電動機 (starting) 之起動.

#### (2) 功用

(a) 未裝配飛輪時不規則之發動偶力 觀第 66 至 72 圖,可知發動偶力 (motor couple)  $F_1 \times OA$  之值係隨  $F_1$  及  $OA$  之值以變遷.  $F_1$  為動力,其變遷以汽缸內之壓力為轉移;  $OA$  為力臂,其變遷以曲軸之位置為轉移.

今試觀在每一週期內各時期發動偶力  $F_1 \times OA$  之變遷如次：



第 60 圖 在一週期內發動偶力之變遷

1. 當動力時期則  $F_1 \times OA$  為正,因其已有工作之產生也;在其餘之三時期則為負,因其已有工作之吸收也(第 66 圖).

2. 同在一時期內,  $F_1 \times OA$  之值亦有差異,如第 66 至 70 各圖之所示.

由此曲綫之研究,明示吾人以一如是之發動機,實不能行動,因其發動偶力僅在一行程中為正,且須抵抗其餘三行程中之負數偶力.

如是必須增加一機件,以供給在三行程時之工作.此機件,即為飛輪,在動力行程中貯藏一部份之能力,在負數行程中,則復還出之.

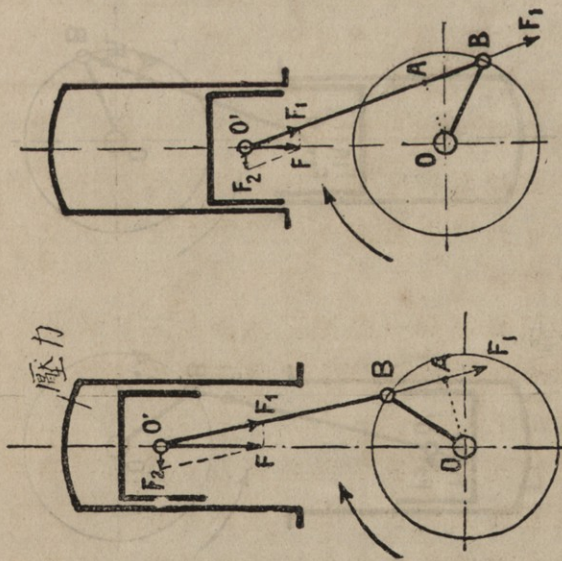
(b) 已裝配飛輪後之發動偶力 觀第 71 圖之 a 可知一四汽缸發動機之終結偶力,雖在每行程中均為正,但於每個死點時,則又為零,故發動機行動半轉之後,仍將停止.



在每週期中發動偶力與抵抗偶力之變遷

第 67 圖 動力時期 (產生工作:  $F_1 \times OA$  正數)

起 始



$F_1$  增加,  $F_1$  增大,  $OA$  增長, 故  $F_1 \times OA$  增大。

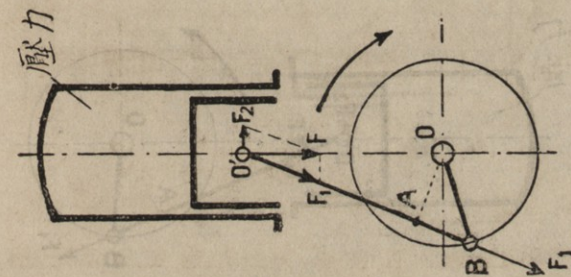
$F$  減小,  $F_1$  減小,  $OA$  減小, 故  $F_1 \times OA$  減小, 當  $OA=0$ , 則  $F_1 \times OA=0$ 。

$F$  緩慢的減小,  $F_1$  減小,  $OA$  迅速的增長, 故  $F_1 \times OA$  增大。

$F$  繼續減小,  $F_1$  減小,  $OA$  減小, 故  $F_1 \times OA$  減小, 當  $OA=0$ , 則  $F_1 \times OA=0$ 。

第 68 圖 排氣時期 (吸收工作:  $F_1 \times OA$  負數)

起 始



$F_1$  增加,  $F_1$  增大,  $OA$  增長, 故  $F_1 \times OA$  增大。

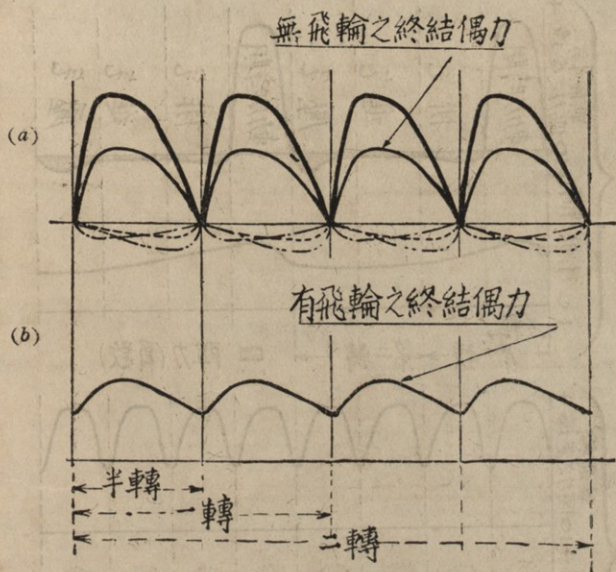
$F$  減小,  $F_1$  減小,  $OA$  減小, 故  $F_1 \times OA$  減小, 當  $OA=0$ , 則  $F_1 \times OA=0$ 。

$F$  緩慢的減小,  $F_1$  減小,  $OA$  迅速的增長, 故  $F_1 \times OA$  增大。

$F$  繼續減小,  $F_1$  減小,  $OA$  減小, 故  $F_1 \times OA$  減小, 當  $OA=0$ , 則  $F_1 \times OA=0$ 。







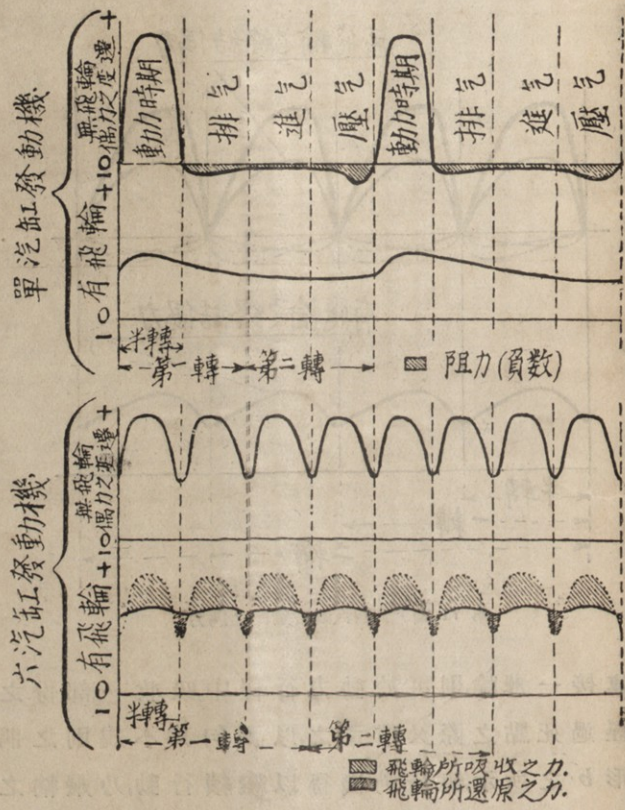
第 71 圖 四汽缸發動機之偶力

若連接一飛輪，則可於動力行程中，吸收一部份之能力於曲軸經過死點之際又償還之，以調勻其不規則之偶力，如第 71 圖形 b 之所示，使發動機得以繼續行動，乃飛輪之效用也。

又如第 72 圖之曲綫，係表示在一週期內實際發動偶力之變遷。

上圖為單汽缸附有飛輪之發動機之曲綫，下圖為六汽缸附有飛輪之發動機之曲綫。

後者之曲綫，表示各汽缸於每一瞬刻時間，由正數及負數偶力疊合所歸結之實際發動偶力，及由飛輪所增減而得之大略恆等偶力。



第 72 圖 裝配飛輪之單汽缸及六汽缸發動機

[附記]

1. 惰性對於發動偶力之影響 依上所述之發動偶力,吾人並未將活塞與連桿之惰力計算入內,若同時計算之,則發動力偶之變遷曲綫,將不能精確的與前相同。

在低速率之旋轉,此種惰力之影響甚微,可以忽略不計,其發動偶力之曲綫,固與吾人所表者無所差異,但在高速率時則不然;惰力係隨速率之平方以增加。



對於中等速率之發動機，活塞與連桿之作用，幾與飛輪相同，其惰力足以輔助發動偶力以相當之數量及調勻之。

對於高大速率，此惰力之影響遂轉重要，於是發動偶力之變遷曲綫，乃隨速率之愈增而愈變形，以致更不整齊，而發動機之各機件，乃亦感受非常之力焉。

故吾人應常遵用規定速率，以求惰力在是種速度時之得有良好影響與調勻也。

(3) 飛輪所給工作之確定 當動力行程，飛輪以  $V_1$  之速率旋轉，其所貯藏之力為

$$\frac{1}{2}mV_1^2.$$

此中一部份之力，用以牽動發動機之旋轉，直至第二動力行程開始之際為止。

若  $V_2$  為此時發動機之速率，則飛輪所供給之工作將為

$$\begin{aligned} Tr(\text{工作}) &= \frac{1}{2}mV_1^2 - \frac{1}{2}mV_2^2 \\ &= \frac{1}{2}m(V_1^2 - V_2^2), \end{aligned}$$

此式若以平均速率  $V = \frac{V_1 + V_2}{2}$  代入之，則得

$$Tr(\text{工作}) = mV(V_1 - V_2).$$

對於同一工作，如欲速率  $V_1 - V_2$  之變遷小，則應質量  $m$  及平均速率  $V$  為甚大；換言之，即須一重而且速之飛輪也。

發動機之調勻係數為下列之比：

$$\frac{V_1 - V_2}{\frac{V_1 + V_2}{2}} = K.$$

此係數愈小則發動機旋轉愈均勻，在汽車發動機上之變遷，約由  $\frac{1}{20}$  至  $\frac{1}{40}$ 。

## C. 分配機件

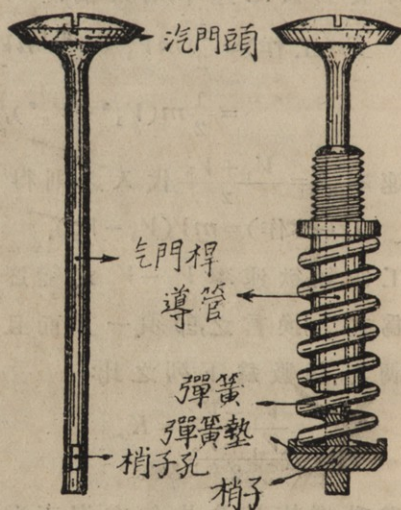
所謂分配機件(distribution)者,係指充滿及排空汽缸之諸機件也,此種機件可分為:(1)氣門及其彈簧,梢子與導管;(2)推桿與其導管;(3)偏輪軸及其驅動齒輪。

## 31. 氣門

(1) 功用與構造 氣門(valve, 第73圖)之功用,在於密合的蓋蔽汽缸之出入氣道;當其開啓時,應有充分之位置,以使氣體能暢達的通過,而不致發生反壓之弊。

氣門之構成常以極大之圓角與氣門桿連接。

在氣門之頭部作有鋸縫一條,以便磨準時套入一起子,



第 73 圖 氣 門



驅之使其旋轉。

於桿之末端，則鑽一眼孔，用以通過一梢子，使能保持彈簧之位置。

氣門座(valve seat)通常作成 $45^\circ$ 之傾斜，亦有作成 $60^\circ$ 者，座之內外部份，應寬敞無阻，如第74圖之1及2，以便氣體之通過，及氣門不宜沒入汽缸之內，如第74圖之3。

進氣門與排氣門，製作略異，不便互換，但有時亦不盡然。

排氣門常處高溫之中，必須能耐高溫( $700^\circ$ )之金屬，及不易氧化者以製造之。通常多係採用 $\frac{25}{100}$ 之鎳鋼，或鎢鈳鋼：

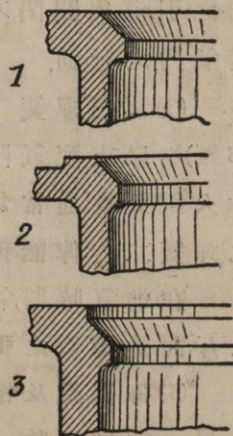
碳.....	0.55—0.65%
鈳.....	0.30—0.40%
鎢.....	1.00—2.00%
鎳.....	13.0—14.0%

或鉻錳鋼：

碳.....	0.25—0.35%
鉻.....	12.0—14.0%
錳.....	2.00%
鎳.....	0.10%

(2)氣門導管(valve guide, 第75圖) 導管為鋼製之光滑機件；或以微小壓力壓入汽缸之內，或於導管上作成螺絲以扭入汽缸之內。

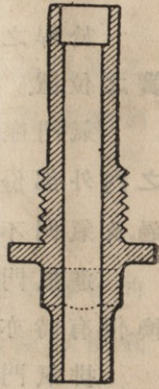
無論其裝置之形式若何，但導管之軸線，應極正確的疊合於氣門座之中心。



第74圖 氣門座

導管最長應以能接近氣門之頭部為善，以防排氣時氣體之從此導管通過。

現今新式裝置，將導管關閉於一室之內，以充分潤滑之；此外須注意導管之銹損，因其結果足使空氣有機會透入進氣管內，而能擾亂化油器之校正。導管之間隙過多，則對於氣門之引導與關閉不良；若其間隙不足，則又阻滯氣門之行動。



第75圖 氣門導管

(3) 氣門彈簧 氣門彈簧 (valve spring, 第73圖) 用以支配氣門，使其回復關閉之位置，為炸火鋼製成，通常為圓柱形，接受壓力工作，有時裝置同圓心之彈簧二隻，俾能獲得較大之彈性。

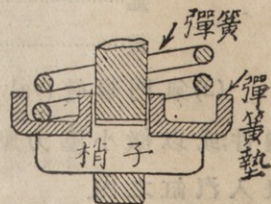
在進氣時期，氣門頭部每平方公分所受之壓力，約為1公斤，對於彈簧之彈性，應使其不致為進氣之低壓所開啓。

(4) 彈簧墊及梢子 彈簧之一端，壓於氣門導管之上部，其另一端，則壓於一鋼製圓圈上，此圈稱為彈簧墊 (washer, 第76圖)。

氣門桿下端所鑽之眼孔，用以通過梢子 (key)，而保持彈簧及彈簧墊之位置。

(5) 自動氣門 (第77圖) 此氣門在曩昔汽車始創時代，常用為進氣門，然已不作於今日矣。

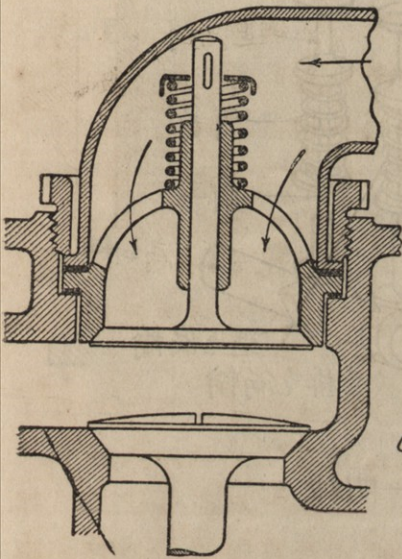
其開啓也賴進氣時之低壓以實行之，無須機械力之驅動，故謂之自動氣門 (automatic valve)。



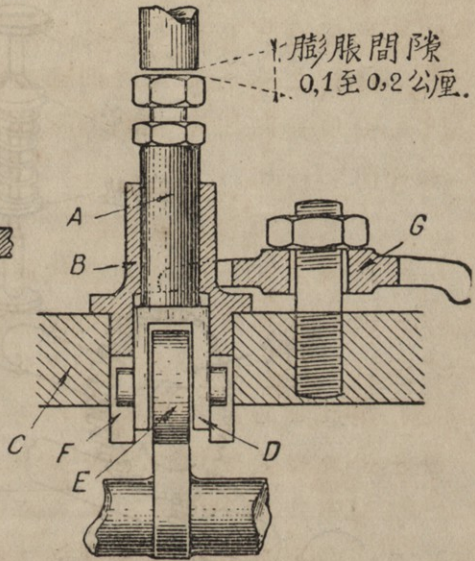
第76圖 彈簧墊及梢子



在低速之發動機,用之尙屬適宜,若速率增高,則其效用漸失,而欠缺甚多,其優點則在於可以裝置於排氣門之上,能減縮氣道之容積,及散去排氣門之熱度也。



第 77 圖 自動氣門



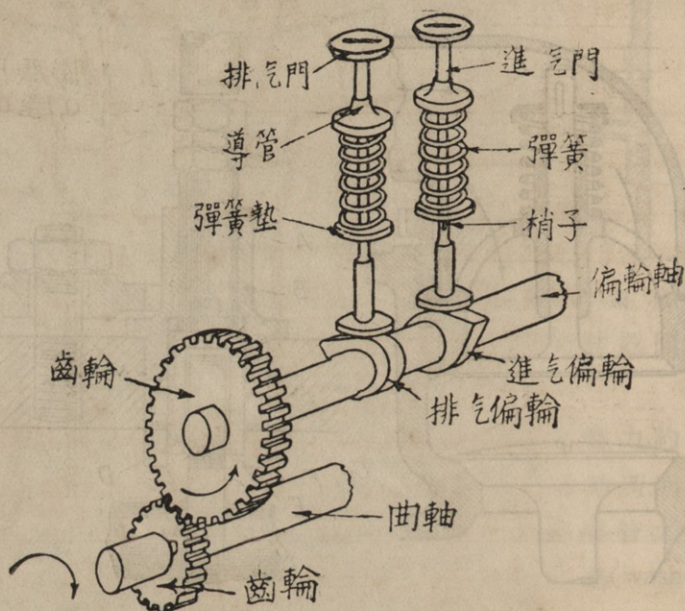
第 78 圖 滑輪推桿

(6)氣門之驅動 吾人已於研究汽缸時,曾述氣門之佈置,有在汽缸之上方者,有在汽缸之兩旁者;其驅動法亦隨之而異。

(a)在旁面之氣門

氣門推桿 (valve lifter) 推桿為氣門及偏輪軸之中間機件,其主要構造為一直柱A(第78圖),在推桿導管(valve lifter guide)B之內滑動,下部為一軸套D裝置一焠火之滑輪(cam roller)E,繞其輪軸以旋轉,導管B或以壓力嵌入,或

以壓板 G 壓緊之；通常每壓板壓緊二導管，另有一種裝置（第 79 圖），較為簡單，僅以一圓柱連結一圓盤以代滑輪，偏輪則直接推動圓盤。



第 79 圖 圓盤推桿

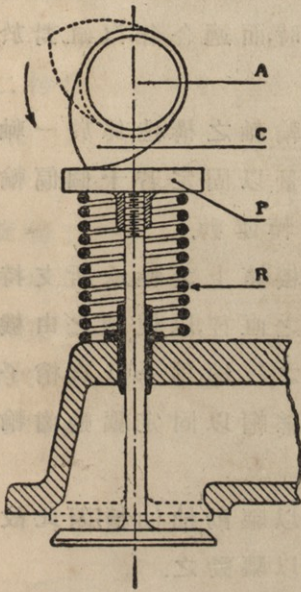
(b) 在上方之氣門 此式之驅動法，可有三種：

1. 偏輪直接推動氣門者，於氣門桿之末端，附製一鋼質之圓盤（第 80 圖）。

2. 偏輪之推動氣門借一槓桿以間接行之者，此桿稱為搖臂（rocker arm），臂端裝置一滑輪，安放於偏輪之上，其他端則裝一可以調節之抵壓螺絲，以推動氣門（第 81 圖）。

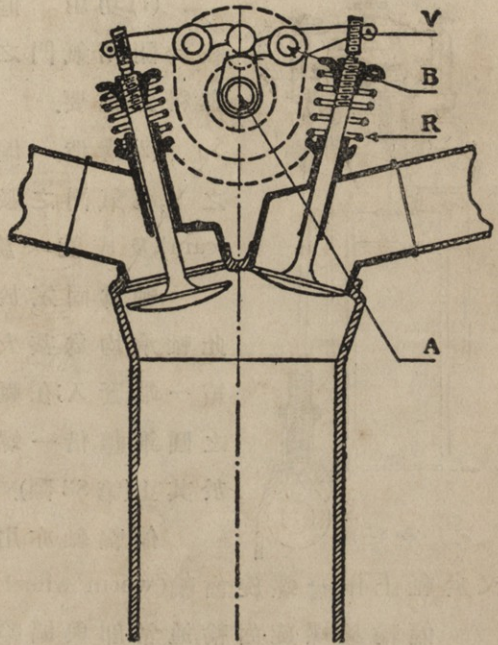
3. 多數製造家，不欲增加汽缸上部之重量，乃節省偏輪軸之驅動，仍將此軸裝於機箱之內，而以一連桿（valve





第 80 圖

- A. 偏輪軸    C. 偏輪  
P. 圓盤    R. 彈簧



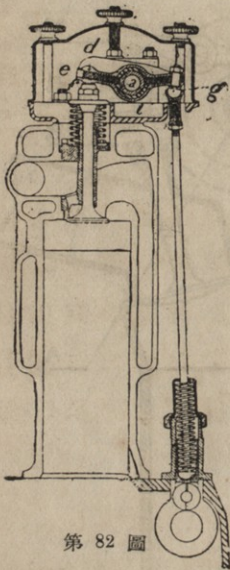
第 81 圖

- A. 偏輪軸    B. 搖臂  
R. 彈簧    V. 制動螺絲

rod) 推動搖臂以成就之(第 82 圖)。

(7) 膨脹之間隙 氣門所受之溫度既甚高,故應將驅動氣門之機件與氣門桿(valve stem)間,留出適宜間隙 (clearance) 以備膨脹,否則將不能關閉密合,通常係留出以 0.1 至 0.3 公釐之間隙,各製造廠對於此數量,均有精確之指示,若間隙過多,則發生聲響,是又不宜,但排氣門受熱,較進氣門為多,其所留之間隙,亦應增加。

### 32. 偏輪軸



第 82 圖

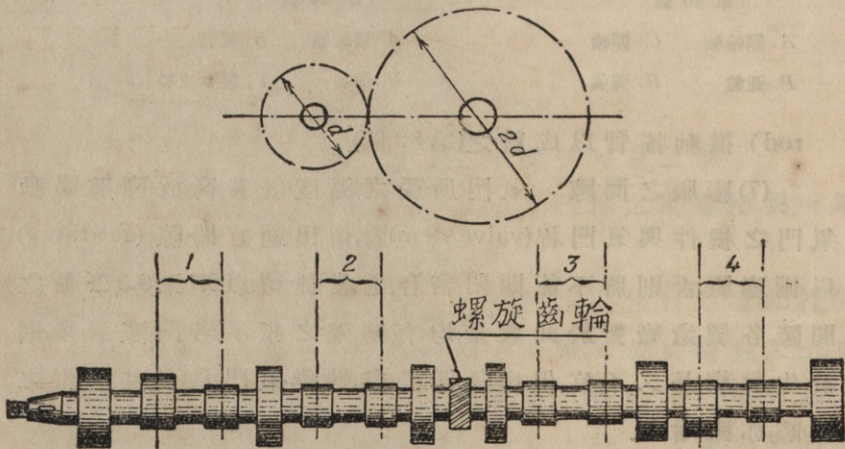
(1) 功用 偏輪軸(cam shaft)之功用,在於關閉氣門之時,而適合各汽缸對於燃料之需要。

(2) 構造 偏輪軸之構造,係於一軸之上,視氣門之數量,以固定若干個偏輪(cam),及成就一旋轉運動。

軸為固定於機箱上之軸承所支持,此軸承均為甚大之直徑,以便軸之由機箱一端套入;在軸之一端,為一具有梢子之圓錐體,借一螺絲帽以固定驅動齒輪於其上(第83圖)。

偏輪軸亦用以驅動抽油機;因此故又於軸上作一螺旋齒輪(worm wheel)以驅動之。

偏輪及螺旋齒輪,通常即與偏輪軸整塊鑄成,亦有另外



第 83 圖 偏輪軸(四缸六枕軸)



作成,用梢子以裝於軸之上者。

(3) 偏輪軸之驅動 在四行程之發動機,各氣門僅於每二轉中開啓一次,故偏輪軸之旋轉速率,應小於曲軸者之二倍。

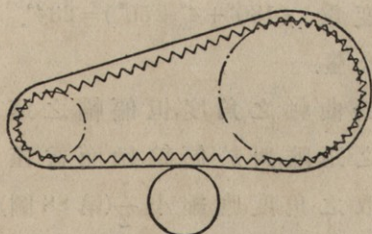
偏輪軸對於曲軸及連桿應具有適當之距離,以期各得旋轉自如,而不致互相衝撞,由是吾人乃必須於二者之間,裝一中間齒輪 (idler gear, 第84圖),以爲運動之傳達,亦有用鏈條(第85圖)以爲驅動者,此法可以避免齒輪之聲響;但鏈條易於伸長,又必須借一伸縮器 (turnbuckle) 以校正之,如第86圖之所示。



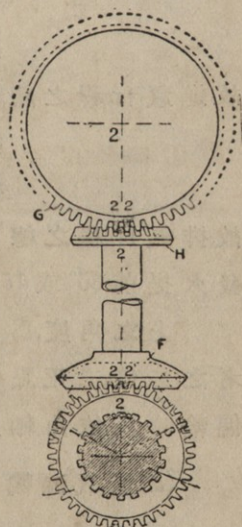
第 84 圖



第 85 圖 鏈條之驅動



第 86 圖 滑輪伸縮器



第 87 圖

如偏輪軸在汽缸之上方者,其驅動法係用二隻角齒輪以成就之(第87圖)。

(4) 特種裝置 當進氣門及排氣門分裝於汽缸之兩旁

者，勢須具備二偏輪軸及二驅動齒輪，方能行動。若用鏈條驅動，則對於驅動齒輪，又應倍增其寬度，以便二鏈條作平列之裝置。

(5) 材料 偏輪軸為嵌碳鋼炸火製成，但於炸火時，易生彎曲，必須置於壓力機上以壓直之。

(6) 偏輪之畫法(第88圖) 設  $O$  為偏輪之中心，首先取三倍或四倍於氣門之開度為直徑畫第一圓(即偏輪之圓柱體部份)，次取大於第一圓之半徑  $\varepsilon$  公釐為半徑畫第二圓， $\varepsilon$  等於 0.1 至 0.4 公釐，為偏輪與推桿間應留之膨脹間隙，今假定(第88圖)：

進氣遲開 =  $2^\circ$  或 0.5 公釐；

進氣遲關 =  $50^\circ$  或 24 公釐。

故進氣行程之總角度為  $(180^\circ + 50^\circ - 2^\circ) = 228^\circ$ 。

排氣早開 =  $50^\circ$ ，或 24 公釐；

排氣遲關 =  $4^\circ$ ，或 1 公釐。

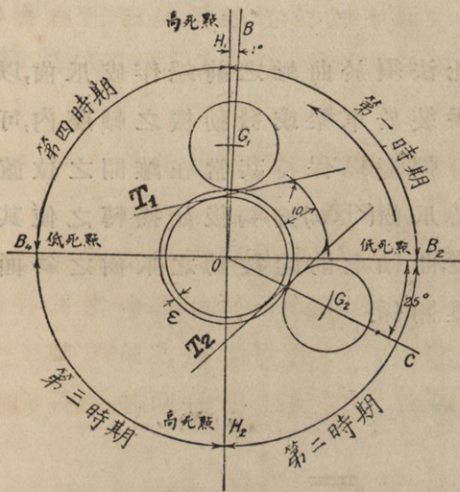
故排氣行程之總角度為  $(180^\circ + 4^\circ + 50^\circ) = 234^\circ$ 。

發火提前  $30^\circ$  或 15.5 公釐。

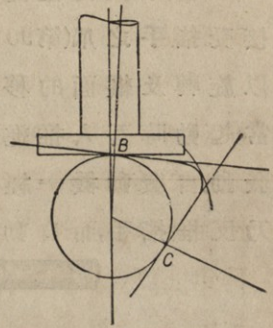
上之角度，為取於曲軸之角度，但偏輪之速率，慢於曲軸者之二倍，二死點間之距離，對於偏輪軸而言僅為  $90^\circ$ ，故於畫偏輪時，凡依曲軸所取之角度，應縮小  $\frac{1}{2}$ (第88圖)。

(a) 進氣偏輪 距垂線(即高死點)  $\frac{2^\circ}{2} = 1^\circ$  畫  $OB$  直線，及距水平線(即低死點)  $\frac{50^\circ}{2} = 25^\circ$  畫  $OC$  線，其次於  $OB$  及  $OC$  線上，以二倍或三倍於氣門之開度為直徑，切於第二圓以畫  $G_1$  及  $G_2$  二滑輪，復畫第一圓與二滑輪之公切線  $T_1$  及  $T_2$ ，即為偏輪之面，最後畫氣門開度圓，假設開度為 10 公釐，則其半徑將為





第 88 圖



第 89 圖

$(R + \varepsilon + 10)$  公釐, 及以圓角連接此圓與切線  $T_1$  及  $T_2$ , 遂得偏輪之全部形狀。對於圓盤推桿, 所用之偏輪, 其畫法同, 但切線  $T_1$  及  $T_2$  應為  $B$  及  $C$  點之法線(第 89 圖)。

(b) 排氣偏輪 其畫法與進氣偏輪全同。

(c) 發動機之轉向 若立於發動機之前方觀察, 則可見機之轉向係常依時針之趨向以旋轉, 其目的僅在於用手轉動發動機時, 此向較為便利也。

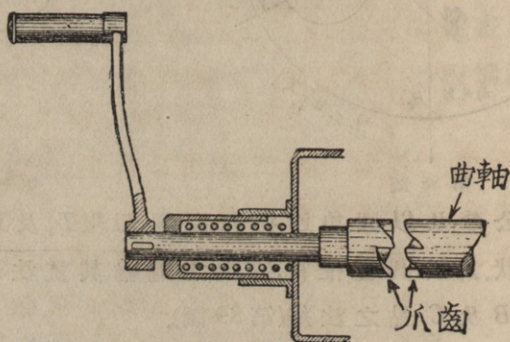
當畫偏輪時, 應注意牽動齒輪之數量為 2 隻或 3 隻, 以定偏輪之轉向。

#### D. 起動機件

對於一蒸汽機之起動(starting), 祇須啓開一氣門, 其壓力隨即施於汽缸之內, 而開始轉動。至於起動一爆炸機, 則必須先借外力轉動之, 使其吸入混合燃料, 繼而壓縮之及引燃之, 然後始能行動。起動之法, 或用人力, 或用冷氣, 或用電力, 其法

不一。

**33.用人力之起動** 此法須於曲軸之前端作成爪齒，以接受搖手之爪(第90圖)。搖手裝於車架或發動機之軸座內，可以旋轉及縱面的移動，借 彈簧以保持其常在離開之位置。當起動時吾人推進搖手，待爪齒(claw)接觸後始搖轉之使其發動。自發動機一經行動後，曲軸上前端被動之爪齒之斜面，乃反推搖手，而自動的脫離關係。



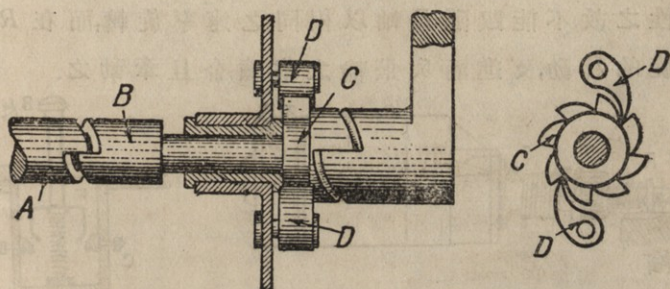
第 90 圖 起動之搖手

(1)用人力起動之劣點 發動機當在冷溫時，其惰力甚大，有時應從減壓塞(petcock)傾入少許石油，以解脫活塞環之膠結。復次則因汽油之蒸發不良，與用磁電機(magneto)為發火之電源，需要相當之旋轉速率，方能起動。

(2)安全搖手 發動機之發火，常有相當之提前，以故活塞在未達高死點時，即已被爆炸之力推其反轉。如為一四汽缸發動機，其反轉之產生，尚可賴其餘三汽缸以消滅之，但單汽缸發動機則無任何緩衝之機件，如是多數之危險由是產生；倘無發火調節機關者，則其危險更甚。安全之設置，係於曲軸搖手之間，裝置一鈎閘輪(ratchet wheel, 第91圖) C, 其鈎閘



(latch) *D* 則固定於車架之上,當遇反轉產生時,鉤閘乃制止鉤閘輪之齒,使其不能轉動。



第 91 圖 安全搖手

A. 動力軸 B. 搖手軸 C. 鉤閘輪 D. 鉤閘

**34. 用冷氣之起動** 此法曾用於汽車上,但現以用於飛機之發動機者為最多,其原理如次:

在多汽缸之發動機,其中必有一汽缸在膨脹之位置,若借一分配器之裝置,則必可令此汽缸與冷氣相通,冷氣既與各汽缸先後相通,則其所施於活塞上端之壓力,足使發動機旋轉及吸入混合氣以爆炸之。

亦有若干起動機,以碳化空氣代冷氣者,則其起動更易。冷氣之預備,有儲於壓氣瓶者,有裝置一壓器機,借發動機之轉動,先得壓縮之熱氣,然後散冷之者。

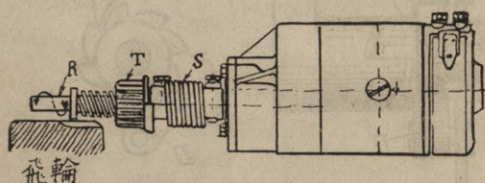
**35. 用電力之起動** 此種起動機 (starter) 為一高速率之電動機 (electro motor), 於其軸上裝置一齒輪 *T* (第 92 圖) 以與飛輪圓周上之齒輪接合而驅動之。

其電流係由蓄電池供給,當吾人踏下起動柄(第 93 圖)時,電流遂得通過。

起動機與發動機之連接,應能自動的分離,即當發動機

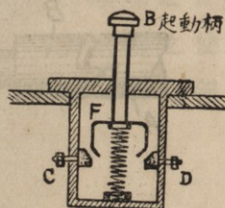
一經行動之後，此起動機應能即時離開也，其動作如次：

當起動時，電動機之軸  $R$  首先旋轉；不平均之齒輪  $T$  因其惰性之故，不能跟隨  $R$  軸以相同之速率旋轉，而在  $R$  軸上作螺旋的移動，及進而與飛輪之齒啮合且牽動之。



第 92 圖 電力起動機

$R$ . 起動機軸  $S$ . 彈簧  $T$ . 齒輪



第 93 圖 起動柄

$B$ . 起動柄  $F, C, D$ . 電路接觸

當發動機已發動之後，齒輪  $T$  之速率較低於飛輪，及受彈簧  $S$  之作用，遂被推返原始位置，而解脫其連接之關係矣。

通常由電動機以牽動一  $80 \times 130$  四汽缸之發動機，使其在空轉時能旋 150 轉，至少需要一 4.5 公斤尺之偶力 (couple)，方能達到。以此偶力數計之約對應於 1 馬力之工率 (power)，或

$$1 \text{ 馬力} = 763 \text{ 瓦特 (watt).}$$

尋常起動一發動機時，約需 10 至 12 秒鐘之經歷，吾人已知工率為每秒鐘之工作 (work)，即電的總工作為

$$736 \times 12 = 8832 \text{ 瓦特.}$$

此巨大工率，須在瞬刻間產生，即對於一 12 伏特 (volts) 之蓄電池，其所排出之電流為

$$I \text{ (電流)} = \frac{P}{U} = \frac{736 \text{ 瓦特}}{12 \text{ 伏特}} = 61 \text{ 安培 (ampere).}$$

由是可見在起動時，需電之驚人也，此猶在平常良好狀態時所需之數，若因冬季溫度之降低或潤滑之失常，則發動





## 第 四 章 汽 化

### 第 一 節 燃 料 之 選 擇

汽車上所用之燃料多為液體燃料，鮮有用氣體燃料者。液體燃料之優點在於以微小之體積，而能具有高大之熱量（從 8,000 至 11,000 卡），至於稀瓦斯每立方公尺僅具有 1,200 卡，但其價值甚廉（經濟 75%），對於重車已多採用之，故吾人對於輕車用液體燃料，對於重車則用氣體燃料。

**36. 液體燃料** 液體燃料可分為四種：(1) 從石油 (petroleum) 所提出之燃料，(2) 從煤炭 (coal) 所提出之燃料，(3) 碳化酒精 (alcohol)，(4) 植物油。

(1) 從石油所提出之燃料 此種燃料為碳化氫之混合物而非單體，每種均由相當數量之碳化氫構成，而於各確定之溫度中蒸餾得之。

(a) 以脫 (ether) 或醇精 從溫度 45° 至 75° 中蒸餾而得，此種燃料之危險性極大，人少用之，其實在 10° 以內並不能燃燒，其比重從 0.635 至 0.680。

(b) 汽油 (gasoline) 從 75° 至 160° 所蒸餾而得，比重為 0.680 至 0.760，每公斤之燃燒熱為 10,500 至 11,000 卡，汽油蒸氣在 20° 之漲力為 296 公釐，或每平方公分為 0.4 公斤，爆炸發動機上實際混合重量之比為

$$\frac{\text{汽油}}{\text{空氣}} = \frac{1}{20}$$

汽油蒸氣對於空氣之比重為 3，每馬力時之消耗可以縮至 225 克，汽油為今日通用之燃料，且正在增加溫度以提煉之。

(c) 燈油或石油 從 160° 至 180° 蒸餾而得，比重為 0.760 至



0.850, 在 $35^{\circ}$ 以下不能燃燒, 每公斤之燃燒熱為10,500至11,000卡。

燈油之蒸氣張力在 $20^{\circ}$ 時僅為25公釐或0.034公斤, 故欲應用此種燃料時必需預先加熱之方可。

燈油既較廉於汽油, 發火之危險又較少, 於是有人曾加以長期之研究, 結果以之應用於狄賽爾(Diesel)及半狄賽爾(half Diesel)之發動機為最佳, 用之於爆炸發動機則次之。

燈油之中含氫多, 氫在汽缸內爆炸猛烈, 故須減低壓縮率以防自動發火, 但壓縮率之減低又有損於熱效率。

優良之石油發動機每馬力時消耗僅300克, 於低速時用燈油最難行動, 但用於規律之發動機則極善, 在汽車之發動機上, 其速率常多變換, 故不適用。

(d)重油 從 $280^{\circ}$ 至 $320^{\circ}$ 蒸餾而得, 比重為0.850至0.885, 每公斤之燃燒熱為11,000卡, 此油用於狄賽爾及半狄賽爾之發動機, 前者每馬力時消耗180克, 後者消耗225克。

(2)從煤炭中所提出之燃料

(a)焦油腦(naphthalene, 萘  $C_{10}H_8$ ) 此為固體燃料, 於熔解後使用之, 提自重油, 製造燈光瓦斯時焦炭爐中之殘滓也, 在溫度 $15^{\circ}$ 時其比重為1.15, 在 $80^{\circ}$ 時為0.98, 後者即為其熔解點, 每公斤之燃燒熱為9,700卡, 其沸點為 $218^{\circ}$ , 此種燃料易於轉運, 因其為固體及無發火之危險也。

用此種燃料時, 應熱至其熔解點( $80^{\circ}$ ), 及保持化油器與油管高於此種溫度之熱度, 否則焦油腦凝結而阻塞氣體之通過, 因此必須兩化油器: 一為用於起動之汽油化油器(carburetor), 當其達 $80^{\circ}$ 之溫度以上, 始用焦油腦之化油器, 亦有人在試驗分解焦油腦於其他之燃料中, 如汽油、安息油以及酒

精等。

焦油腦之與酒精等混合，可以避免單用焦油腦之劣點。

(b)安息油(benzole) 爲製造焦炭之副產物，於 $150^{\circ}$ 以內分餾煤焦油(coal tar)而得者也。比重爲0.885；在溫度 $20^{\circ}$ 時其蒸氣之張力爲122公釐，每馬力時之消耗爲300克。每公斤之燃燒熱爲10,000卡，若以容積計算，則每公升之汽油約可產生7,500卡(於0.680之比重)，每公升之安息油可產生8,800卡。故安息油之利益較優，但須提煉極其清潔，以其中含有硫化碳，於熱溫時足以侵蝕金屬機件，而其中之瀝青與重油，亦皆足以垢塞發動機之行動。

用此油者當起動發動機之時，較用汽油稍難，於冬季嚴寒之際，則更甚。

若用汽油之化油器，改用安息油時，應計二者之比重不同，以校正浮筒(float)之重量，且於可能範圍內以增加熱之溫度，方可使用。

(c)石炭重油 於 $250^{\circ}$ 及 $360^{\circ}$ 中蒸餾瀝青而得，比重爲0.900至0.950，在 $65^{\circ}$ 或 $85^{\circ}$ 時不起燃燒，每公斤之燃燒熱爲9,000卡，其用途僅限於狄賽爾機之發動機。

### (3)酒精

(a)純質酒精 比重爲0.835，每公斤之燃燒熱爲5,954卡，沸點爲 $78.4^{\circ}$ ，在 $20^{\circ}$ 時蒸氣之張力爲51公釐。此微小之張力，對於發動機之起動，甚感困難；因必需一極強之加熱方能使用。每馬力時之消耗爲500克，壓縮時可達8至10公斤，尙不致發生自動發火(自動發火約在12公斤之壓力產生)。

在爆炸發動機上未有用純質酒精者，以其使用之難及



價值之昂貴也，故吾人乃試驗參以其他之碳化物以混合之。

(b) 參以安息油之碳化酒精

	百分比	燃燒熱
酒精	50%	2,977卡
安息油	50%	4,825卡
		<hr/> 7,802卡

沸點為67°，在溫度20°時蒸氣之張力為106公釐。

此種混合，其結果甚佳，能以微小之加熱使用之，及以汽油之化油器行動之，在此種混合中，碳化物應能於各種常溫時分解於酒精內，及其揮發性應接近於酒精之揮發性。

(c) 參以汽油之碳化酒精 因安息油之昂貴，於是有改用此種混合者，但95°之酒精，不能與汽油混合。

	百分比	燃燒熱
酒精	50%	2,977卡
汽油	50%	5,250卡
		<hr/> 8,227卡

亦有如次之混合者：

	百分比	燃燒熱
酒精	50%	2,977卡
安息油	25%	2,413卡
汽油	25%	2,625卡
		<hr/> 8,015卡

(4) 植物油 直至今日，此種燃料僅用於狄賽爾及半狄賽爾之發動機，然亦有人正在試驗擬用之於高速率發動機，如汽車之發動機是，此種燃料約分菜油、葵油、蓖麻子油、椰子

油、花生油、棉油等，上列諸油之比重約為 0.920，其燃燒熱近於 9,350 卡，需要 15 至 20 公斤之壓力及預先之加熱，直至 40° 尚保持其粘性 (viscosity)，每馬力時之消耗達 290 至 325 克之間。

### 37. 氣體燃料

(1) 稀瓦斯 為減低燃料之價值起見，吾人乃製造稀瓦斯以代之，法以空氣與水蒸氣之混合氣體，在燃燒之燃料上反應而得。所得之瓦斯組成分隨燃料(焦炭、無烟煤、烟煤)之種類及水蒸氣之比例以變遷。

稀 瓦 斯 之 組 合 成 分

瓦 斯	百分比	燃 燒 熱	在混合中之燃燒熱
H .....	16%	2600	416卡
CO .....	23%	3026	696卡
CO <sub>2</sub> .....	9%	0	0卡
N .....	51%	0	0卡
CH <sub>4</sub> .....	$\frac{1\%}{100\%}$	8531	$\frac{85\text{卡}}{1197\text{卡}}$

對於油燃料，則瓦斯發生爐應有特別之裝置以燒去瀝青或消除之。

現今中等工率之發動機，尚多採用稀瓦斯者，但於製造時宜摒斥多灰塵之燃料。此種稀瓦斯每立方公尺之燃燒熱從 1,100 至 1,500 卡，及吾人計算一公斤之燃料可獲 4 至 5 立方公尺之瓦斯。有人測計每馬力時之消耗，約需 350 至 500 克之燃料及 15 至 20 公升之水，含 1,300 卡之稀瓦斯每馬力時之消耗為 1,900 至 2,000 公升，其比重為 0.830，如使用此瓦斯，必需



一高大之壓縮，及注意洗滌清潔，並冷却之。

當燃料為木柴時，其 1 公斤之木柴可獲燃燒熱 1,250 卡之瓦斯 3 立方公尺；1 公斤之木炭可獲燃燒熱 1,100 卡之瓦斯 3.5 立方公尺。

## 第二節 爆炸混合氣之能力

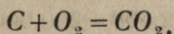
**38. 爆炸混合氣之體積** 爆炸混合氣為一相當分量之燃料與其燃燒時所必需之空氣量相混合而成。

每公升所包含之燃料之重隨溫度及壓力以變遷，吾人之所測計者係假定其在  $0^{\circ}$  及 760 公釐之氣壓，與測計空氣同，其所產生之公斤尺之能力將為

$$W_0 = p \times c \times 427.$$

$p$  為每公升混合氣體中所含之燃料之重， $c$  為其燃燒熱， $pc$  之積乃為所產生之卡數。

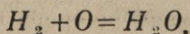
**39. 碳之燃燒** 碳與氧氣化合而生一氧化碳 ( $CO$ ) 及碳酸氣 ( $CO_2$ )，此後者之化合，即為發動機上所唯一要求者：



碳之原子量為 12，氧為 16，故須準備 32 克之氧與 12 克之碳，及此種化合能產生 97 卡之熱，其對於機械之功當量為

$$97 \times 427 = 41419 \text{ 公斤尺.}$$

**40. 氫之燃燒** 氫與氧化合而生水蒸氣。



及此種化合，能產生 59 卡之熱，此即言每個氫所產生之熱為 29.5 卡或 12596.5 公斤尺。

**41. 燃燒所需要之空氣** 空氣為氧氣與氮氣之混合物，

及包含無定量之水蒸氣，若忽略此水蒸氣而不計，則於 100 克之空氣中可得 23 克之氧氣。

對於一克之氧氣，故需  $\frac{100}{23} = 4.35$  克之乾燥空氣(含水蒸氣時則需 4.5 克)，氧氣之符號為 O，其所表者為 16 克，故其對應之空氣為

$$16 \times 4.35 = 69.6 \text{ 克。}$$

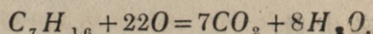
其容積之比為 4.8 至 5 公升之空氣。

他方面，符號 O 在溫度 0° 氣壓 760 公釐時表 11.15 公升之氧氣，故其所對應之容積為

$$11.15 \times 4.80 = 53.6 \text{ 公升之空氣。}$$

若計入水蒸氣，則為 54.65 公升，平均之重約為 71 克。

**42. 汽油** 汽油通常為庚烷 ( $C_7H_{16}$ )，為  $C_nH_{2n+2}$  之形式所產生，其化學反應為



燃燒時所生之能力為

由碳..... $7 \times 41,400 = 289,800$  公斤尺

由氫..... $16 \times 12,500 = 200,000$  公斤尺

489,800 公斤尺

此 489,800 公斤尺由下列之混合氣所得：

1 體積  $C_7H_{16}$ .....22.3 公升

$22 \times 54.65$  公升之空氣.....1202.3 公升

15% 之補加空氣.....180.3 公升

1404.9 公升

氣體在標準狀態時其一克分子之體積常為 22.3 公升，對於一克之汽油，故須 14 公升或 17 克之空氣。



在溫度  $0^{\circ}$  氣壓 760 公釐時所量每公升之混合氣所生之能力  $W_0$  爲

$$W_0 = \frac{489800}{1409.9} = 348.4 \text{ 公斤尺.}$$

因不能完全燃燒,所損失之卡若計算在內,則得

$$W = 0.77 W_0.$$

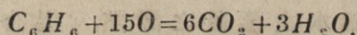
或每公升之能力爲

$$W = 0.77 \times 348.4 = 268.4 \text{ 公斤尺.}$$

通常取每公升之能力爲

$$W = 260 \text{ 公斤尺.}$$

**43. 苯或安息油** 安息油 ( $C_6H_6$ ) 從煤炭中蒸餾而得,其化學反應爲



因燃燒所產生之能力爲

由碳.....  $6 \times 41,400 = 248,400$  公斤尺

由氫.....  $6 \times 12,500 = 75,000$  公斤尺

323,400 公斤尺

此 323,400 公斤尺由如下之混合氣所得:

1 體積  $C_6H_6$ ..... 22.3 公升

15  $\times$  54.65 公升之空氣..... 819.7 公升

15% 之補加空氣..... 123.0 公升

965.0 公升

對於一克之安息油必須 12 公升或 15.4 克之空氣,在溫度  $0^{\circ}$  氣壓 760 公釐時,其每公升所產生之能力爲

$$W_0 = \frac{323400}{965} = 335 \text{ 公斤尺.}$$

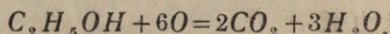
如前,燃燒不完全之損失計算在內,可得每公升之能力爲

$$W = 0.77 W_0 = 0.77 \times 335 = 258 \text{ 公斤尺。}$$

對於發動機之設計，吾人取每公升之能力為

$$W = 240 \text{ 公斤尺。}$$

**44. 酒精** 酒精( $C_2H_5OH$ )為一發酵之產生物，吾人以蒸餾法而得純潔之酒精，其化學反應為



由燃燒所產生之能力為

由碳..... $2 \times 41,400 = 82,800$  公斤尺

由氫..... $4 \times 12,500 = 50,000$  公斤尺

$$\underline{132,800 \text{ 公斤尺}}$$

已減去當構成酒精之熱度時， $C_2H_5O$ 內包含一次 $H_2O$ 蒸發後所失氫之能。水之蒸發之潛熱，常混合於酒精之中，對於 $90^\circ$ 之酒精，結果應減去5,800公斤尺，故所餘之燃燒能力為

$$132,800 - 5,800 = 127,000 \text{ 公斤尺。}$$

在溫度 $0^\circ$ 氣壓760公釐時，此混合氣所包含者為

1 體積  $C_2H_5OH$ .....22.3 公升

$6 \times 54.65$  之空氣.....327.9 公升

水蒸氣約為.....6.3 公升

$$\underline{356.5 \text{ 公升}}$$

15% 之補加空氣.....53.5 公升

$$\underline{410.0 \text{ 公升}}$$

對於1克之酒精約須9公升或11.6克之空氣，每公升混合氣體所產生之能力故為

$$W_0 = \frac{127000}{410} = 309.8 \text{ 公斤尺。}$$

吾人亦如前假定：



$$W = 0.77 W_0,$$

$$W = 239 \text{ 公斤尺.}$$

實際對於設計上則縮小之為

$$W = 230 \text{ 公斤尺.}$$

#### 45. 燈光瓦斯 其組合成分為

氫氣 $H$ .....	550 公升
一氧化碳 $CO$ .....	60 公升
沼氣(甲烷) $CH_4$ .....	310 公升
乙烯 $C_2H_4$ .....	30 公升
氮氣 $N$ .....	50 公升
	1,000 公升

理論上燃燒 1,000 公升之燈光瓦斯,需要 4,872 公升之空氣,實際上常取 6,000 公升之空氣.此 7 立方公尺之混合,可供給 4,128 卡之熱力,及 1 立方公尺約可供 590 卡,故燈光瓦斯每公升所供給之能力為

$$W = 190 \text{ 公斤尺.}$$

#### 46. 稀瓦斯 其組合成分為

氫氣 $H$ .....	160 公升
一氧化碳 $CO$ .....	230 公升
二氧化碳 $CO_2$ .....	90 公升
氮氣 $N$ .....	510 公升
甲烷 $CH_4$ .....	10 公升
	1,000 公升

理論上一立方公尺之稀瓦斯需要一立方公尺之空氣,實際上常取 1.65 立方公尺之空氣.在每立方公尺之混合可供給

490 卡之熱力，故稀瓦斯每公升所供給之能力為

$$W=160 \text{ 公斤尺.}$$

### 第三節 汽化之理論

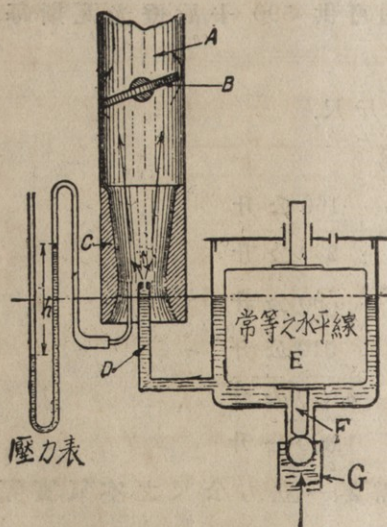
**47. 汽化之目的** 汽化(carburetion)之目的在於將一相當容積之空氣，與一確定數量之燃料，稱為碳化物者，相混合，以供給之於發動機者也。成就此混合之器具，稱化油器(carburetor)。在汽車上所用之燃料為汽油或稀瓦斯。

一良善之燃燒，汽油對於空氣之比為  $\frac{1}{20}$ ，但各種不同之混合亦有爆炸之可能，如濃混合，8 克之空氣與 1 克之汽油；稀混合，28 克之空氣與 1 克之汽油，亦能爆炸是也。然過濃與過稀之混合，均難獲得良好之燃燒。故重要問題為於所有相異之速率中，均應保持以適當之混合。

當化油器能自動的供給此混合者，吾人稱之為自動的化油器(automatic carburetor)。

對於富有揮發性之汽油，其合於此種條件之問題，在今日之汽車界中已能獲得解決，但對於重油之石油則尚在探求中。

**48. 化油器之主要結構**(第 94 圖) 現今所唯一採用之化油器其主要之結構如次：(1) 油池或浮筒室(float chamber)，(2)



第 94 圖 化油器



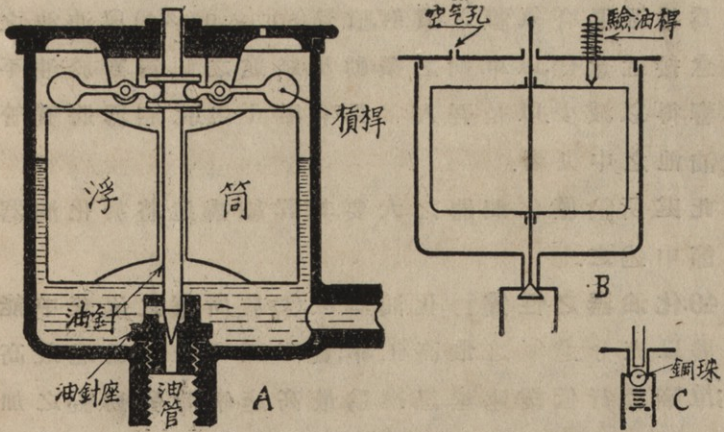
混合室(mixing chamber).

(1)油池 以常等之水平綫保持油量於不變,池之下部,一油管 G 與汽油箱相通,汽油由此管入內,其進入量之多寡,視油針 (float needle valve, 浮筒塞) F 之開閉而變遷,油針之開閉,借浮筒(float) E 之升降以成就之。

當油量漸增時,浮筒乃隨油上升,推動槓桿,油針遂受槓桿之抵壓漸下降,關塞油管而減少油量之進入(第 95 圖之 A)。若油量漸減時,則動作與前相反,油針上升,油管開啓,而增加油量之進入,於是不論消耗之多寡,浮筒室內得以保持常等水平綫之汽油,以供給之於汽缸。

油針之構造,通常爲尖錐形,亦有用鋼珠及彈簧以代之者(第 95 圖之 C)。

油池之上部用一薄蓋以蓋蔽之,有時於蓋之上裝一驗油桿,用手按壓時以驗浮筒是否位於水平線,及以充滿池內之油量(第 95 圖之 B)。



第 95 圖

又於蓋上常作有一孔，使油池內部得與大氣相通，否則油池形成一閉塞之圓鐘，當汽油上升時壓縮油面上部之空氣，若空氣不能逃洩，則汽油不能達其水平面而浮筒失其作用，使油之吸入過多而從噴管處流出。

(2) 混合室 室之上部以氣管  $A$  與汽缸相通，下部則與大氣相通(第94圖)。一噴管  $D$  位於此室之中央，與油池相通，故汽油可從油池入管內，而與油池之水平面相齊，於管之上部略高於水平線之處為噴油管之噴孔，以甚小之直徑噴射汽油。孔之直徑，須極精確，其製造不能相差  $\frac{1}{100}$  公釐。以活塞移動之影響，汽缸內產生一吸力，及汽缸內之壓力低於大氣之壓力。在化油器內，二壓力之差為低壓  $h$ ，空氣與汽油即受此低壓唯一之影響以噴射。

一節氣門(throttle valve)  $B$  裝於  $A$  管之中，於變換速度時，以增減混合氣體之吸入。

一擴散管(venturi tube)  $C$  位於  $A$  管之下部。

為增強混合氣體之噴射，噴管(spray nozzle)與油池之位置以愈接近愈佳，以車輛之振動及路途之傾斜，對於油平面之影響，得以減少，以是吾人常見有若干之化油器將噴管裝置於油池之中央者。

此處所論僅化油器之大要，其詳細構造將於化油器之種類節中述之。

**49. 化油器之性質** 化油器應：(1) 於所有之速率中，能給發動機以充分進氣之最高工率，實際至 500 轉已達最高之工率；車輛於行低緩速率忽換為最高速率時，發動機之加速應能毫無遲滯之弊，此為充分進氣之加速(或再快速)，(2) 從最



低至最高之所有速率，能以縮小之進氣，給發動機以最優之工率，即吸收最少之汽油能給予以最優之工率。(3)能使冷時起動容易。

**50.化油器應成就之問題** 化油器應成就之問題有下列三項：(1)混合氣體之狀態，應完全蒸發；(2)混合氣體之成分應為適當之比例；(3)混合氣體之品質應極均勻。

(1)混合氣體之蒸發 欲使混合氣體燃燒完全而且迅速，必須其為蒸氣之狀態，如以此種完全蒸發之混合氣體充滿於汽缸之內，則其進氣量自必完全，若所吸入之混合氣體為未經蒸發之油點，則汽缸之進氣量與其燃燒，將均不完全，因液體之燃燒需時較氣體為多，故進氣量為之減少，熱度為之損失，且燃燒延長至膨脹時期，其工作之減少自亦隨之。

甚至於膨脹之末，其燃燒仍未完燼，如是於排氣門開啓之時，乃被排洩於大氣內，而有燃料之損失。

此種蒸發之欠缺，乃為發動機之一不良效率，及其燃燒傳播之緩慢，致使發動機之諸機件，在開始次週期以前，無時以資冷却，於是遂有“發動機發熱”之病症。

欲期蒸發之良好，須予化油器以充分之熱度，以汽油之蒸發，在變換時，依通常定律，須吸收熱量以行之，1公斤之汽油蒸氣約需 120 卡之熱，他方面 1 公斤汽油與 20 公斤空氣混合之比熱為 5.6 卡，故蒸發此混合氣體之溫度將降低  $\frac{120}{5.6} = 21^\circ$  左右。

吾人已察覺能使此混合氣體迅速蒸發之最宜溫度為  $15^\circ$ ，因此對於化油器之混合室，應加以適當之溫度，使其蒸發迅速，但加熱亦不可過甚，吾人已知氣體每被加熱 1 度，則其

體積之膨脹較在 $0^{\circ}$ 時增大 $\frac{1}{273}$ ，故加熱過甚則空氣與混合之氣體其膨脹亦過甚，足以減少進氣量而有工作之損失。

同時此種蒸發須於極短之經歷中成就：例如一四行程發動機，其成就蒸發之經歷為進氣與壓氣行程，此即言對於：

發動機每分鐘之轉數      蒸發之經歷

$$n = 240 \text{ 轉} \qquad \frac{1}{4} \text{ 秒}$$

$$n = 1800 \text{ 轉} \qquad \frac{1}{30} \text{ 秒}$$

$$n = 3000 \text{ 轉} \qquad \frac{1}{50} \text{ 秒}$$

故對於所有之液體燃料，其蒸氣之張力雖同而蒸發之速度不相同者（因蒸發之潛熱不同），採用時不可不注意選擇之也。

(2) 混合成分之適當 根據本章第42節之所述，吾人已知燃燒1克之汽油需要17克（或20克）之空氣，如空氣之成分少於此數者，吾人稱之為濃混合，如空氣之成分多於此數者，吾人稱之為稀混合，二種之混合，皆有害於發動機之工率。

在汽油蒸氣與空氣混合之活躍燃燒中，氫及碳與空氣中之氧化合而為水蒸氣（ $H_2O$ ），與碳酸氣（ $CO_2$ ）。

欲期獲得優良之效力，則必須將吸入汽缸內之汽油全體變換為水蒸氣及碳酸氣。因汽油蒸氣與空氣混合所構成之進氣量，若為濃混合，則僅汽油中之氫得以燃燒，而所餘之碳素當其排出與空氣接觸時復又燃燒（紅火焰）；反之若為稀混合則氫與碳雖得變換，但於汽缸內又留存一多餘無益之空氣。

就第一項之濃混合而論，吾人首先即有燃料之損失，其次為害更甚者則為未經燃燼之炭滓，膠結於汽缸之周圍，污



損汽缸，及增加摩擦，並污及氣門使其不能密合，同時此種紅燃之炭滓，於每一爆炸時期產生一異常之熱度，燒焦機油而膠滯活塞於汽缸內。

就第二項之稀混合而論，不能將進氣之全量完全利用，乃有發動機之效率之減少，及此多餘之空氣，若為量過甚，更足以使發動機之行動不勻（一個或數個汽缸爆炸不勻或完全不爆炸），與火焰之易於回至化油器，而謂之回火（back fire）。

若所用之汽油，品質不純，即言密度不全相同所組合之汽油，其較輕之部份，雖得蒸發，而較重之部份，仍為液體，結果對於混合之比例亦難適當。

(3) 混合之均勻 混合之均勻，其意蓋謂在所有之各部份，其汽油蒸氣與空氣混合之成分，無處不相同也。此種均勻之混合，全隨攪拌之形式以變遷，如噴管及擴散管之直徑，混合室之形式與溫度，氣管之形式與位置，發動機之速率，氣門之形式與直徑，對於混合之均勻上，均有重要影響。其混合之次序首先為油點與空氣，其次為霧狀混合，最後乃為氣體混合。要之汽油由噴管噴霧於先，擴散及於全部吸入之空氣於後，以達於汽缸也。

一均勻之混合，其重要可見之點為：(a) 燃燒之完全；(b) 火焰傳播之加速，使爆炸能迅速的達到最高之結果，火焰傳播之速率，其利益實不可忽視，例如一雙火花塞之發動機，若斷絕其一則在 1200 轉內將損失 20 轉。

**51. 簡單化油器之缺點** 如前第 94 圖所述之化油器，為一簡單化油器，其構造僅合於一確定速度及同一溫度與壓力之用，以最高效率之取得，實為一極複雜之問題，如須：

(1) 混合成分之不變  $\left\{ \begin{array}{l} (a) \text{ 不論發動機之在何種速度;} \\ (b) \text{ 不論地點之在何種高度。} \end{array} \right.$

(2) 混合之均勻——(c) 不論氣候之變遷。

此乃汽化之問題也，吾人試觀其解決之方法如後：

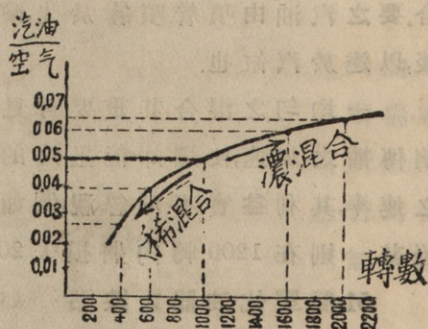
(1) 混合成分之不變

(a) 發動機速度之影響 吾人試觀簡單化油器，其各機件之構造，僅為一種確定之速度所設計，其混合之比例，自屬甚善，然發動機之速度若生變遷，則其良好之混合，將亦隨之而喪失。當發動機之速率增加或減少，混合氣之重量在單位之時間內，亦應增加或減少，但前述之化油器，因經驗之所示，汽油與空氣之變遷，雖係同向，然其速率各不相同，如化油器之校正以 1000 轉為準者，若增加為 1000 轉以上之速率時，則氣體將變為濃厚之混合；減少為 1000 轉以下之速率時，則氣體將變為稀薄之混合，其原因由於：

1. 空氣與汽油之密度各不相同，故其流動之速率亦不同。

2. 空氣之密度隨低壓而減小，但汽油之密度則不變，吾人可用一如第 96 圖之曲線以表示“汽油/空氣”之變遷。

(一) 於橫坐標上以比例長度表發動機之旋轉速率。



第 96 圖

校正於 1000 轉時， $\frac{\text{汽油}}{\text{空氣}} = 0.05 = \frac{1}{20}$ ，其混合為最優



(二)於縱坐標上以比例長度表“汽油/空氣”之值。將相異速率之各相對應值連接之，乃得一曲線；此曲線明示吾人以發動機之速率，若增加時則變為濃混合，反之則變為稀混合。

(b)高地之影響 當車行高山，或飛機飛行高空之時，遂又多一因高地而生之汽化問題。在高空時，汽缸之低壓未變，汽油之吸入當亦未變，但空氣之密度隨高度而漸減，故所吸入空氣之重量亦減而為濃厚之混合。

查理士(Zenith)工廠曾發覺在2000公尺之高地，汽油吸收之增多超過20%。

欲使“汽油/空氣”為不變之比，則必須吸入空氣與汽油之重，以相同之比例增加或減少。

吾人試觀其解決之方法如次：設於單位時間內以 $Q$ 表汽油流出之量，以 $Q'$ 表空氣流出之量，無論機之情形若何，均應保持 $\frac{Q}{Q'}$ 為不變之比。復次則以 $h$ 表低壓，及以 $S$ 表噴油孔之面積，以 $S'$ 表空氣進入孔之面積，於是吾人有

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{S}{S'} \sqrt{h} \dots\dots\dots(1)$$

此問題在於保持(1)式第二項於不變，若

$$\frac{S}{S'} \sqrt{h} = \text{常數} \dots\dots\dots(2)$$

則  $\frac{Q}{Q'} = \text{常數}$ 。

於是混合比例之不變得以保持。

在(2)式中 $h$ 之值，即進氣之吸力，隨發動機之速率以變遷，若速率增大，則 $h$ 及 $\sqrt{h}$ 亦同時增大；欲 $\frac{S}{S'} \sqrt{h}$ 之值不變，則宜增大 $S'$ 即增大空氣之進入以維持之，如此之化油器謂

之調整空氣之化油器，爲解決之第一法，同時吾人亦可減小  $S$ ，即減少汽油之進入以維持之，如此之化油器謂之調整汽油之化油器，爲解決之第二法，最後又可增加空氣與減少汽油二法同時並進，以維持之，如此之化油器謂之調整空氣與汽油之化油器，爲解決之第三法。

任取三法之一，吾人均可獲得混合比例之大約不變。

(2) 混合之均勻 欲混合之均勻，則汽油之良好蒸發，爲必須具備之條件，在今日新式化油器中，均以機械的方法，用噴管分油爲微小點滴，以使其易於蒸發，就他方面觀之，汽油在常溫中已爲一種易於揮發之液體，然而在冬季嚴寒之時，或夏季駛車於高山，飛機之飛行於高空，其所遇之空氣，則溫度較低，甚不利於汽油之蒸發，且汽油之凝結於進氣管，對於化油器之調整，實爲一繁雜問題；故此汽油之凝結，應先避免之，然後方便於緩行及加速之調整，使發動機得有如常之行動也。

對於蒸發之補助，以增加熱度爲最佳之方法，加熱之法有下列三種：

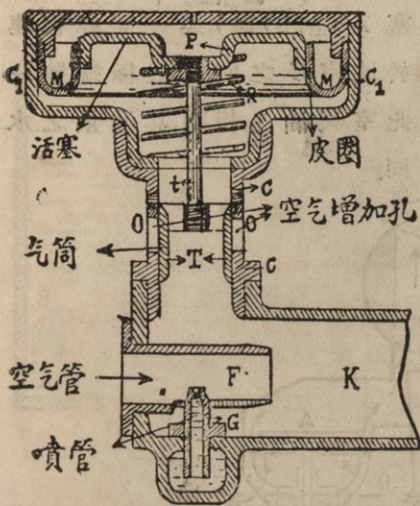
- (a) 熱水之循環；
- (b) 排泄氣體之循環；
- (c) 直接熱氣之吸收。

#### 第四節 化油器之種類

**52. 凱白化油器** 在1903年有軍官名凱白(Krebs)者設計一種增加空氣之自動化油器(第97圖)，其機器之構造僅具噴管一隻，在混合室內，有空氣入孔二處，一在下部可受人工



之調整，以備緩行之用；一在擴散管之上部，可自動加入空氣，以備速度增加時，隨混合成分之所需要而增加。



第 97 圖 凱白化油器

(1) 構造 空氣自動之加入，以一中空之氣筒  $T$ ，在氣筒室  $C$  內移動，氣筒室之周圍，鑽有眼孔  $O$ ，可借氣筒之下降以與空氣相通，而得補助之空氣，筒之升降係受圓桿  $t$  之推動， $t$  之一端，固定於一活塞  $P$  之上，而在活塞室  $C_1$  內移動，在活塞  $P$  與活塞室  $C_1$  之間裝一柔軟之皮圈  $M$ ，以保持二者之密合，一彈簧  $R$ ，以一定之壓力，於

緩行時以維持氣筒於閉塞  $O$  孔之位置，噴管  $G$  之管口，裝於空氣入管  $F$  之中，與混合室  $K$  相通。

(2) 動作 當發動機在低速 (low speed) 時，彈簧  $R$  維持活塞  $P$  在活塞室  $C_1$  內之上部，此時空氣孔  $O$  乃被氣筒塞閉，在第一行程之進氣時期， $K$  室內所生之低壓，係吸收噴管  $G$  之汽油，與空氣管  $F$  之空氣，兩相混合而供給之於發動機。

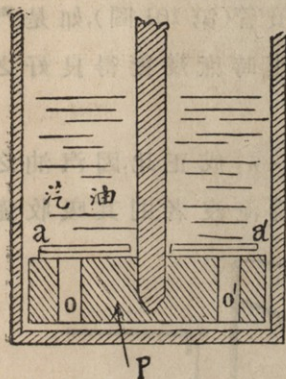
若吾人壓下油踏板 (即加速板，accelerator pedal) 洞開節氣門時，則混合室內之低壓增加，而  $P$  活塞乃受大氣之壓力，將彈簧  $R$  壓縮，於是氣筒乃下降，而將空氣孔  $O$  啓開，以讓入一部份之空氣，如氣筒下降之位置愈低；換言之，即發動機之速度愈大 (high speed) 時，則由  $O$  孔增入之空氣亦愈多，而得調





進而有規律的，但在速度減低時，其增加空氣之氣塞 (auxiliary air valve)，則應關閉迅速，而使氣體之配合，仍又如常。

因此對於圓筒  $P$  之製造，應如下之所述，以助成空氣增加



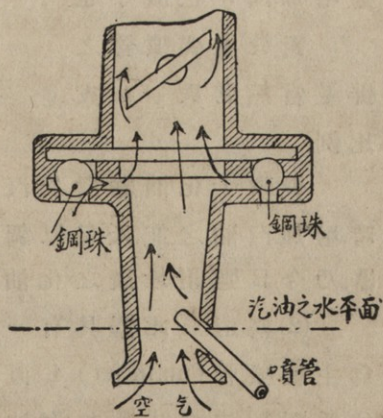
第 99 圖

氣塞之功用，在圓筒  $P$  (第 99 圖) 之本身上，鑽有  $O$  及  $O'$  之孔道，在孔道之上部，蓋有皮製之薄片  $a$  及  $a'$ 。若圓筒  $P$  隨氣塞  $A$  上升時，則皮片將受液體之作用，以掩閉  $O$  及  $O'$  孔道，圓筒上部之液體，乃難於流至下部，而氣塞之運動乃亦被其制緩矣。若圓筒在下降之時則否，皮片  $a, a'$  受液體之作用，將被升起，使  $O, O'$  孔道洞開，而液體之通過上升，

當然較其向下流動時為易，故氣塞之下降，亦較其上升時為速，如是氣體之配合，遂得以保持其不變也。

#### 54. 用鋼珠以調整混合之

**化油器** 此種設置，對於增加空氣之氣塞，以多數相異直徑之鋼珠代之。鋼珠以够大之惰性得隨汽油之惰性以漸漸開啓空氣孔，使空氣之增加勿太迅速而免稀混合之弊。吾人用壓力表以測計其所對應之低壓，而確定鋼珠之重，如第 100 圖為一用鋼珠調整混合之化油器。



第 100 圖

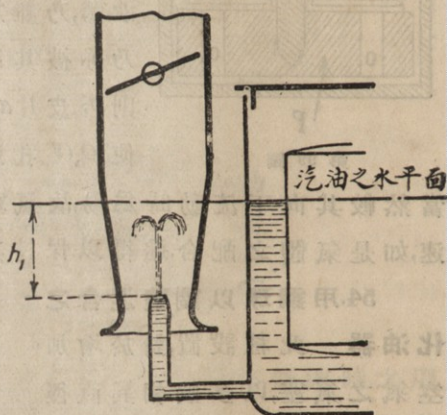
### 55 查理士化油器 (Zenith carburetor)

(1) 淹沒噴管之原理 在低速時之低壓甚弱,如欲增加汽油之吸收,則宜於常等水平面之下以  $h_1$  之值,降低噴管之位置,使其沒入汽油之內,是之謂淹沒噴管(第 101 圖),如是汽油乃受  $h+h_1$  之壓力以噴出,而於低速時庶幾獲得良好之行動,其原理如次:

在充分行動時,汽油之吸入與  $\sqrt{h+h_1}$  成正比,因汽油之速率  $V = \sqrt{2g(h+h_1)}$  故也,若噴管非為淹沒者則其吸收僅與低壓  $\sqrt{h}$  成比例。

二種噴管之排量之比為  $\sqrt{\frac{h+h_1}{h}}$ , 今  $h_1$  既為不變;故  $h$  愈小則此比值愈大,即於低速時汽油之吸收將致自動增加,因  $h$  已減小也。

對於主要噴管之排量當然常與  $\sqrt{h}$  成比例。

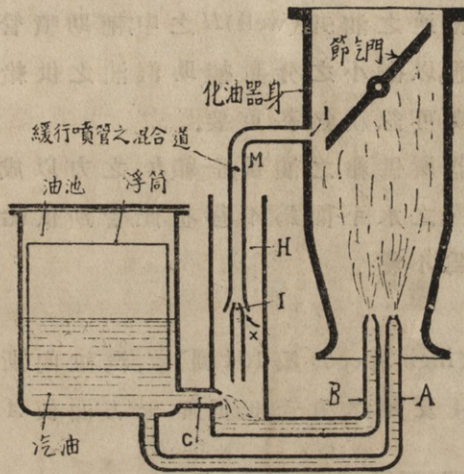


第 101 圖 淹沒噴管

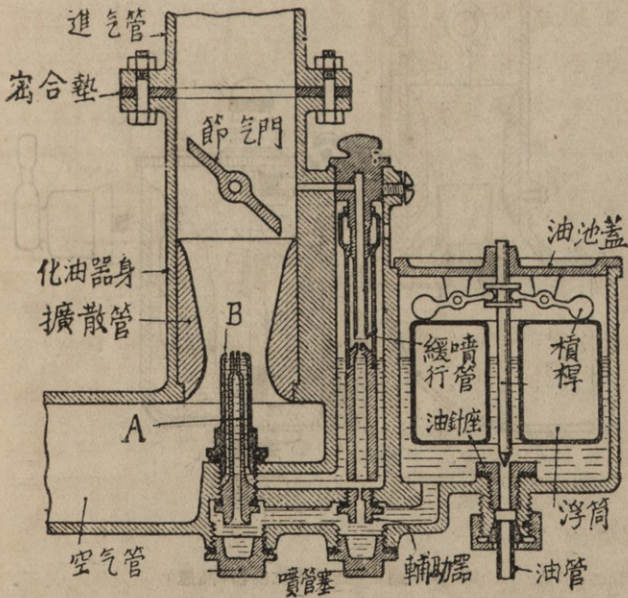
查理士化油器對於汽油之校正,即係根據此理,於低速時,增加汽油之進入量以調整之者也,故為調整汽油之化油器,乃今日應用最廣之化油器。

(2) 構造 此器具有一油池(第 102 及 103 圖)及二噴管:一為主要噴管(main jet) A,直接通於擴散管之中;其確定也,使於低壓最強之時,對於汽油之供給略為不足;另一為輔助器(compensator) C,同於淹沒噴管之原理,位於油池之下部,通





第 102 圖 查士化油器之草圖



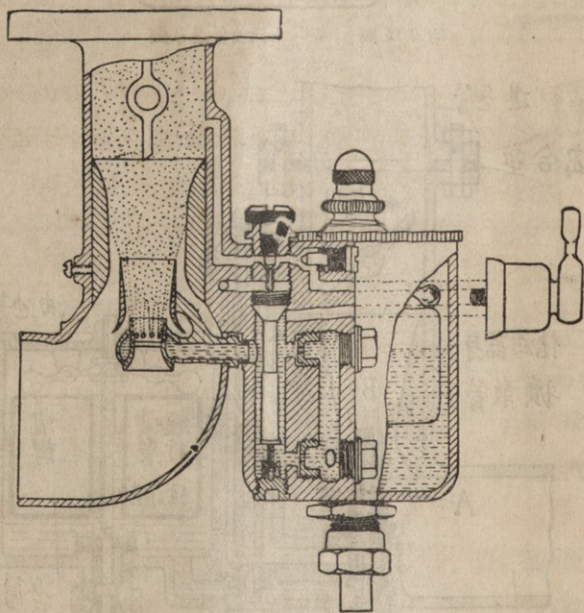
第 103 圖 查理士化油器

於一與大氣相通之油井(well) $H$ 之中;輔助噴管(cap jet) $B$ ,亦與擴散管相通,以微小之分量補助汽油之供給,對於高速度時,其作用幾可忽視,無甚重要。

由輔助器所供給之油量,全賴 $h_1$ 之力以成就之, $h_1$ 為不變者,因油池內之水平面為不變也,此管所供給之油量,在單位時間內亦為不變。

### (3) 動作

(a) 高速 (high speed, 第 104 圖) 汽缸內所生之低壓,同時感覺及於  $A$  及  $B$  二噴管,此低壓一方面使  $A$  管噴出汽油,



第 104 圖 查理士化油器(高速)

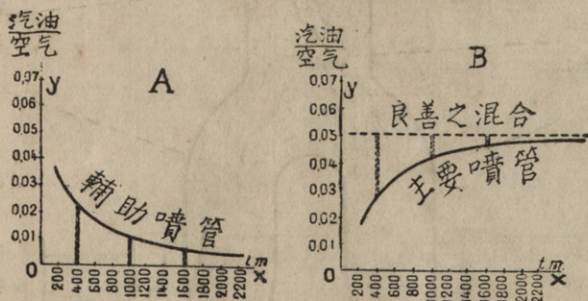
此時節氣門全開,緩行噴管失作用,惟主要噴管及輔助噴管供給汽油。



他方面使  $B$  管隨油井之空竭漸漸噴出汽油與空氣之混合物，當速率最高時，可以說  $A$  管為唯一之噴油管，而  $B$  管之所供給者若與  $A$  管相較則實甚少，故輔助噴管之排量，對於高速而論，其影響甚小，且為造就一極輕之稀混合者也。

(b) 低速 (low speed) 當發動機之速率減低時，其施於  $A$  及  $B$  二管之低壓亦同時減小， $A$  管既調整為適宜於高速之用，故在低速時其所排之油量當然不足，但由  $B$  管所供給之油量則無變遷，由  $B$  管所供給之空氣則隨低壓而減少，於是  $B$  管所排之油量遂較濃於前，而輔助  $A$  管之稀混合以調整之，故查理士化油器在各種速率時，其對於氣體之全部排量等於二噴管之排量之和。

二噴管供給“汽油/空氣”之比之圖解 由輔助噴管所供給者如第 105 圖之  $A$ ，由主要噴管所供給者如第 105 圖之  $B$ 。若將  $A$ 、 $B$  二曲線之縱距相加，吾人可得一橫線(第 105 圖之  $B$ )，即為各種速率時之優良混合也。

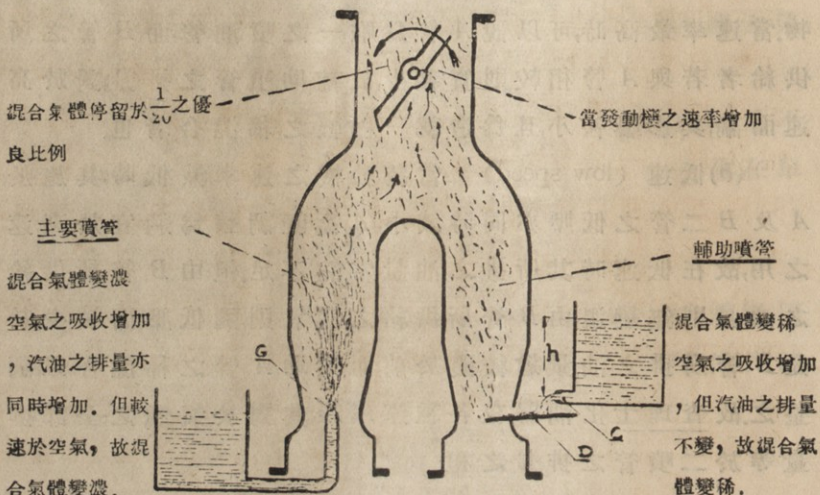


第 105 圖

用圖形以解釋查理士化油器之原理：

[原理] 於排量變遷之主要噴管之側，增加一排量不變之輔助噴管。

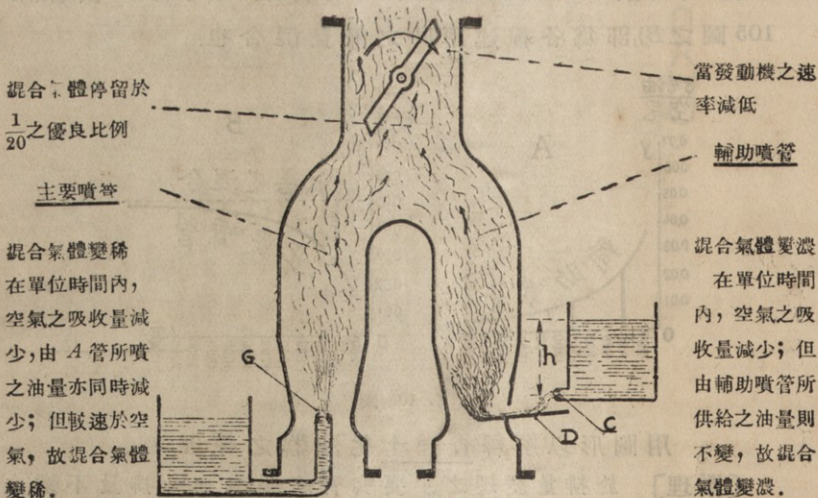
發動機速率增高時之現象



第 106 圖

〔結論〕 結果混合氣體之比例適當。

發動機速率減低時之現象



第 107 圖

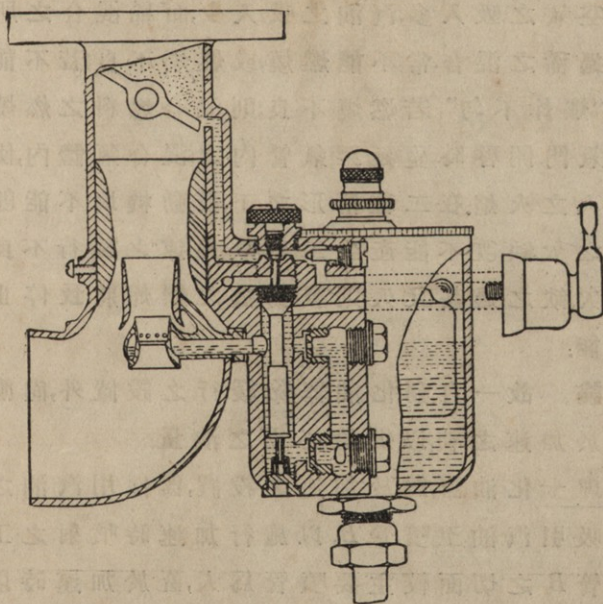


〔結論〕 結果混合氣體之比例適當。

(c) 緩行 (idle speed) 在空車時之緩行 (200 至 300 轉), 節氣門幾完全關閉, 其施於 *A* 及 *B* 二噴管之低壓, 僅數公釐之水高, 甚為微弱, 以此微弱之低壓乃不足以使其噴射汽油, 是故有設立一緩行噴管 (idling jet) 之必要。

吾人利用節氣門上方之低壓, 使由 *O* 孔與大氣相通之緩行噴管 *I* 由緩行混合道 (idling tube) *M*, 以噴射汽油。

在微弱之速率時, 油井內之汽油得以充滿, 在高速時, 油井空竭, 緩行噴管失其作用, 而無影響於汽化之工作。



第 108 圖 查理士化油器 (緩行)

此時節氣門幾完全關閉, 主要噴管停止噴油, 僅緩行噴管供給於此速率時所必需之汽油。

(d) 加速 (accelerate) 所謂加速者, 即當吾人猝將節氣

門開啓，增加混合氣體，以猝然增加發動機之速率之義也。在一化油器上，若無加速之特別設置，則每當猝開節氣門之際，吾人常見發動機之爆炸發生不勻，而不能獲得優良之加速，有時且使化油器發生回火，凡此諸弊，皆係稀混合之所致也，然在加速時何故發生稀混合，吾人可究其理如次：

當發動機緩行時，節氣門未曾開啓，主要噴管內之汽油在靜止狀態，若猝將節氣門開啓，則擴散管內之低壓猝增，空氣亦隨之猛猝進入，然而汽油則否，以其惰性之故（汽油之比重約高於空氣600倍以上），使主要噴管，不能即時發生動作，故當此時，空氣之吸入多，汽油之吸入少，而稀混合之所由生也。

一過稀之混合，常不能燃燒，或燃燒不良；若不能燃燒，則發動機“爆炸不勻”；若燃燒不良，則混合燃料之燃燒緩慢，於次回節氣門開啓時，蔓延至氣管內之混合氣體內，使化油器產生回火之火焰，在二種情形之下，發動機均不能即時加速，因混合之欠缺，既不能產生工率，故加速之施行不良。

若欠缺之過甚且久，則發動機之爆炸將致停止；而加速爲不可能。

**結論** 故一自動化油器，除緩行之設置外，尚應具有一種設置，於加速之初，以供給必需之油量。

查理士化油器，對於加速之設置，爲採用汽油之儲藏法，由油井吸引汽油至噴管B，以施行加速時噴射之工作。

噴管B之切面較主要噴管爲大，蓋於加速時以使汽油之易於噴射也。其所用儲藏之油量爲蓄於緩行油井中之汽油，當加速之際，此井中之油活躍的排出，以調整主要噴管之不良混合，及油井空竭之時，輔助噴管之工作乃止，而主要噴



管遂繼之以實行其充分之作用。

此種工作，間接由於輔助器之供給油量於油井，若器之直徑過小，則油井內之水平面降低甚速，若其直徑過大，則相反之情形將致實現；在第一種情形則有油量之欠缺，輔助噴管之加速作用將停止太早；在第二種情形，則輔助噴管將侵越主要噴管之工作，而有油量之過剩，二種情形，對於加速皆為不良。

(e) 慢車節油器 (ralenti-stop) 行車費用以汽油之消耗為最大，故節省汽油，亦為化油器所應成就之問題，其節省之法，如妥為裝置油管接口之密合墊，及於停車時留意關閉油管以防汽油漏出等，雖亦為浪費汽油之制止，然此外尚有浪費汽油甚大者，即為化油器之緩行噴管，在車身牽動發動機時之無益噴射巨量之汽油也。

若吾人於發動機之進氣管，裝置一真空指示器，以測計各時之低壓，則每於司機減緩速率放鬆加速板(脚風門)車身牽動發動機時，將見進氣管內之低壓特別增大，以影響於汽油之浪費，欲知其浪費之數量，須先知在各種情狀時低壓之數值，其值如次：

當吾人借起動機以起動發動機之際，在氣管內之低壓，以每平方公分之面積計約從 100 至 150 克，其測計法通常以此低壓所能升高之水表之；吾人已知每平方公分之底面積所盛 1 公尺高之水，其對應之重為 100 克，故此際 100 及 150 克之低壓，又常以 1 或 1.5 公尺代之。

及發動機已起始其第一次爆炸之後，進氣管內之低壓猝然增高約至 3 公尺之水，如發動機繼續行動，則機油因熱

度漸增之故，其流動性漸增，活塞環之潤滑及密合亦漸完善，如是氣管內之低壓亦漸升高，一密合完善，壓縮率接近於 6 之發動機，在慢車時之低壓可升高至 5 或 6 公尺之水。

當洞開節氣門，開行車輛之時，其低壓反猝然降落，常停留於 3 至 4 公尺之水，如改行慢車，司機者放鬆加速板任車以“動能” (kinetic energy) 自馳之際，吾人將又見低壓之猝增至 8 公尺或 9 公尺之水，而接近於真空之值(真空對應之水為 10.33 公尺)。

此種強大之低壓，施之及於化油器之緩行噴管，乃使噴射之油量大增，而為燃料浪費之主因。

苟吾人能設計一種裝置，以根本消除此項過分油量之噴射，則所節省之汽油，實大有可觀也。

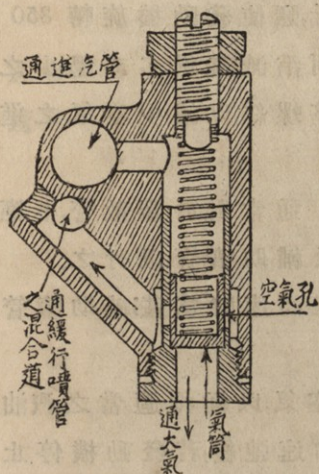
查理士化油器上所附設之慢車節油器，即以制止汽油之浪費者，其構造如次：

在上述之觀測中，當車身牽動發動機時，其進氣管之低壓，強於發動機本身慢車時之低壓，即發動機本身慢車時之低壓，常為 6 公尺之水高，而從未有超越之時。至於改行慢車之際，車身以其所含蓄之“動能”反而牽動發動機之低壓，則常為 7 公尺之水高，而從未有較弱之時。慢車節油器即根據此項低壓相差原理以製造，裝於緩行噴管之旁以行其工作。

器之構造，為一小而直立之圓管(第 109 圖)，於管之中部裝一氣筒，筒之上部與汽缸之進氣管相通，筒之下部與大氣相通，筒之位置借一彈簧之力使其常居於管之下部，以關閉通化油器緩行混合道之空氣孔。

當發動機行動時，氣筒感受二相反之力：一為彈簧之壓





第 109 圖 慢車節油器

力，使筒常居於管之下部，一為進氣管之低壓力，使筒常有向上移動之勢，當低壓小於 6 公尺以下時，則彈簧壓筒之力較強；若低壓大於 7 公尺時，則較勝於彈簧壓筒之力，而氣筒上升，其功用亦易明瞭，即當發動機在尋常之狀態行動，其低壓小於 6 公尺水高之時，節油器不生影響；緩行噴管由其混合道供給混合氣，發動機以低小之速率行動如常。

但於改行慢車，當車身牽動發動機低壓增高時，氣筒乃上升，空氣孔為之開啓，緩行噴管之混合遂與大氣相同，管道中之壓力因與大氣中之壓力相等，如是緩行噴管之汽油遂停止噴射，化油器之所吸入者乃為空氣，而非汽油之混合物，發動機之速率由是迅速的降低；進氣之低壓亦迅速的減少，彈簧之力漸強，推氣筒下降，關閉空氣孔，如是常規之低壓，仍又復活於緩行噴管之混合道，而發動機之行動，遂得恢復其常態。

考中等之發動機，每小時由慢車所浪費之汽油約為 300 克，假設在一不良之道路上行駛，或如城市中之阻礙多，車行忽緩忽速，其浪費之汽油更可增至 500 克，如每日行車以十小時計，則將浪費至 5 公斤約合一加侖半；反之亦即節油器所能節省之數。

#### (4) 查理士化油器之校正

(a) 緩行之校正 緩行之校正應於 350 至 450 轉之內獲

得均勻之旋轉，爲保持校正之精確計，應使發動機旋轉 350 至 700 轉之間以施行校正之工作，而消滅其過多或過少之油量，若汽油不足，則應扭緊緩行調整螺絲，以減少空氣之進入，使低壓增強而增加汽油。

(b) 擴散管(venturi tube)之選擇 通常對於擴散管，不應時常更換，其校正應根據主要噴管及輔助噴管以行之。

吾人尙憶及主要噴管之影響，在高速時爲甚；輔助噴管之影響則於低速時爲甚。

擴散管之功用爲保持適當之空氣，以維持適當之汽油。

1. 擴散管過大 發動機之加速弛緩，若發動機停止爆炸，應試換一較大之輔助器；苟加速之情形不能更善，則應換一較小之擴散管。吾人可以安置一 1 至 2 公釐較小直徑之擴散管，及更換輔助器以試驗之，直至加速迅速及無爆炸不勻之弊而止。

2. 擴散管過小 對於加速雖善，但於最高之速率時又爲不足。吾人可以安置一較大之擴散管，及更換主要噴管以試驗之，直至擴散管過大之現象產生時爲止，且立即採用一較小號碼之擴散管。

(c) 主要噴管之選擇 對於主要噴管之校正，應於高速率時施行之。

1. 噴管過大 發動機之行動不清晰，或爲一均勻之躍跳與奔騰，結果油量之消耗過甚。

2. 噴管過小 發動機之增速甚難，及於加速時回火至化油器，縱令其無空氣之加入，然終有缺少汽油之現象。吾人可更換一較大之噴管直至爆炸優良時爲止。



(d)輔助器之選擇 輔助器之影響,在於發動機之低速之時,若為飛機用之化油器,吾人應於加速時校正之,倘於加速時發生:

1. 油量欠缺(回火,力弱) 可取一較大之輔助器;

2. 油量過甚(奔騰) 可取一較小之輔助器。

若為汽車用之化油器,則應於高速與低速時校正之。

1. 輔助器過大 發動機發生一均勻之躍跳,其奔騰情形與主要噴管過大者相同,吾人可以減小輔助器,直至爆炸之力量相同,及排氣均勻而止。

2. 輔助器過小 發動機“爆炸不勻”,回火至化油器卒至停止不動,吾人應安置一較大之輔助器,直至行動如常而止。

[附記] 吾人如何以識別油之過多及過少,其法如次:

1. 油量過多 於排氣管作尖銳聲,及排氣管之火焰長而且藍,若藍之火焰厚,且時熄滅,此為油量極多之表現。

若為黑色之火焰,則油量更為一異常之過多;且產生一可厭之惡臭,為燃燒不完全之表示。

2. 油量欠缺 發動機於行動數分鐘後即發熱,且工率漸次減低,排氣管之火焰短而且紅,化油器內發生回火,混合氣體不爆炸而延燒,於進氣管開啓時引燃新鮮氣體,且於最高速率時其熱度影響及於排氣管,使氣門桿之一部份燒成櫻紅色,同時進氣管亦發熱。

吾人應增加汽油之排量,直至最高速率時,氣門桿所受之熱度僅成暗紅色而止。

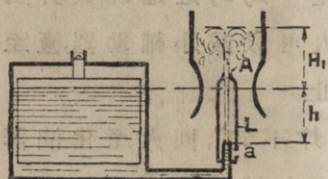
3. 良好之混合 若混合為有規律時,則排氣管之火焰,將成一美好之橘紅色,且無若何臭氣。

## 56. 克勞德化油器

(1) 原理 克勞德化油器(Claudel carburetor)爲一調整汽油與空氣之自動化油器,其調整法爲借淹沒噴管及分歧噴管之作用,以維持汽油之適當排量。

何謂淹沒噴管?其原理已於查理士化油器中述之。

何謂分歧噴管?所謂分歧噴管者,即管之一部與混合室相通,其他一部則以  $a$  孔又與大氣相通之謂也,如第 110 圖之所示。



第 110 圖 淹沒及分歧噴管

此管之性質係依  $a$  孔開閉之多寡,以增減噴管所受之低壓,而調整其噴出之混合氣體。如  $a$  孔小,空氣進入少,則施於管口之低壓  $H_1$  約

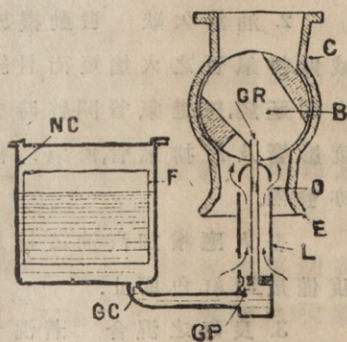
等於氣管中之低壓  $H$ , 而汽油之吸收大,如  $a$  孔大,則空氣之進入增多,而低壓  $H_1$  之值減小,如是汽油之吸收亦減小。

故當發動機之速率增高發生濃混合時,惟有增加孔之截面以期獲得自動之調整。

(2) 構造 分上下二部:

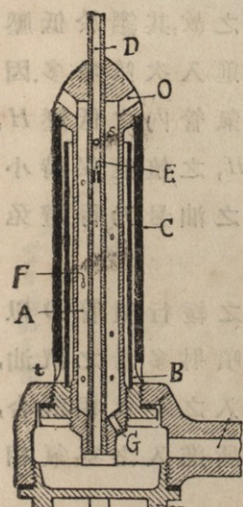
(a) 上部 上部爲混合室,室中具有一圓筒,爲節氣門,同時又司擴散管之作用(第 111 及 113 圖);此門之構造,可隨發動機速率之需要,以開啓其一小部或全部。

(b) 下部 下部具有: 1. 油池及進油之設置, 2. 噴油之自動噴管, 噴管包含主要噴管  $G$  (第 112



第 111 圖 克勞德化油器之草圖





第 112 圖 吉勞德化油器之噴管

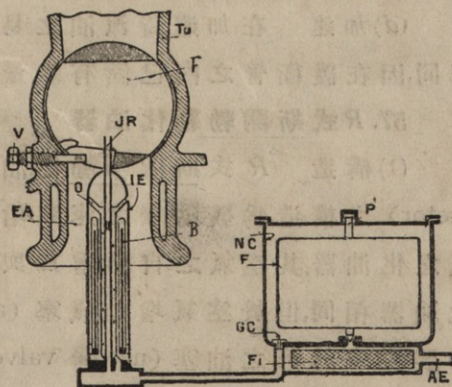
圖)為淹沒及分歧噴管,與低壓管(diffusor) A 之內相通,此管之上端具有眼孔(nozzle holes) O,為混合氣體之出道,及於其全身隨一螺旋線向管之下部鑽有漸大之低壓眼孔,或輔助孔(compensating holes) F,於低壓管之周圍為護衛管(guard tube) B,在停車時用以保持汽油,使不致向外流出,於護衛管之外又包以一外管或空氣管(air tube) C,於其下部鑽有副空氣孔 t,此管之作用即為間接的於無低壓之處,以吸取大氣中之空氣,緩行噴管 D,則裝於低壓管之中心,而固定於主要噴管之上,其噴孔則開於 E 之處,空氣進管 X 及節氣門 P 均司擴散管之作用。

(3) 動作

(a) 低速 在低速時,護衛管內之汽油與池內之水平面

同高,借  $H_1$  之壓力,噴管乃能保持其充足之排量,以與空氣混合而得適當之比例,吾人已論於前;若發動機之速率增高時,可加大副空氣孔以調整之。

(b) 高速 當速率增高時,存於護衛管內



第 113 圖 吉勞德化油器

之汽油，其水平面漸低，因油之水平面漸低之故，其鑽於低壓管上之諸眼孔乃得次第開啓，而使空氣之進入次第增多，因此，低壓管內所受之低壓 $H_1$ ，其值乃小於進氣管內之低壓 $H$ ，當速率增高時， $H_1$ 雖與 $H$ 以同向增大，但 $H_1$ 之值能保持小於 $H$ 之值，故汽油之比例得以減少，及過甚之油量乃得避免而為一優良之混合。

(c) 緩行 於緩行時借透入節氣門內之緩行噴管 $D$ 以成就之。低壓之施於此管也甚為重大，故得噴射多量之汽油，第一步以與管之上部之副空氣孔 $s$ 所進入之空氣相混合，混合略為濃厚，第二步又與由節氣門裂口所進入之空氣相混合，如是遂得適當之混合。

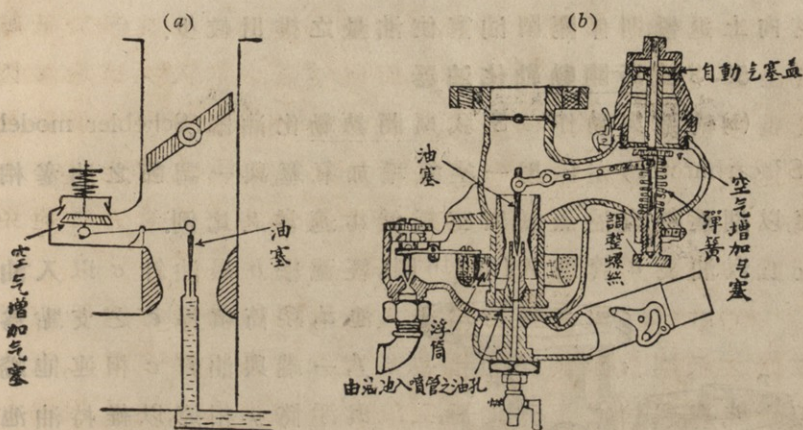
緩行之校正 由節氣門裂口所進入之空氣，係借一調整螺絲透入此裂口內以校正之。當扭緊此螺絲時，即所以減少空氣之進入，於是對於噴管上之低壓得以增大，而校正油量之欠缺；反之，若有油量之過甚，則宜退鬆此螺絲以增加空氣。

(d) 加速 在加速時汽油之易於噴射，亦與查理士化油器同，因在護衛管之內已儲有多量之汽油也。

### 57. R式斯開勃勒化油器

(1) 構造 R式斯開勃勒化油器(Schebler model "R" carburetor)之構造，為發動機之速率增高時，同時調整汽油與空氣之化油器，其空氣之自動增加，與以前所述之凱白及赫羅化油器相同，但於空氣增加氣塞 (auxiliary air valve) 上，更連帶裝置一針形之油塞 (needle valve)，二者同時動作，油塞隨發動機之速率，以增減噴管之截面(第114圖之 $a$ 及 $b$ )。





第 114 圖 R 式斯開勃勒化油器

## (2) 動作

(a) 低速 在低速時，氣塞關閉，油塞亦將噴管之管口關閉一部份；以適當之比例供給混合氣體於汽缸。

(b) 高速 當速率增高時，氣塞開啓，同時使油塞升起，以增加汽油之進入，故吾人可見此式之化油器，其汽油之增加或減少，係與空氣之增加或減少同時成就，使在各種速率時皆得適當之混合也。

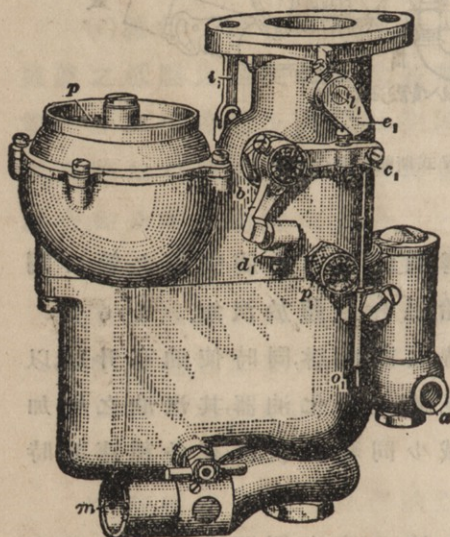
(3) 校正 此種化油器之校正，首先須將自動氣塞蓋，先向下方扭緊，至不能再轉為止，然後從新向上方退鬆，至一全轉為度；其次即將節氣門開啓，約為全量八分之一至四分之一，以發動引擎，待其全部業已溫煖時，再將自動氣塞蓋略向上轉，直至混合適當為止（同時將發火時間提早），若於速率增高時，於化油器發生回火之現象，則應扭緊調整螺絲以增加彈簧之壓力，使空氣之加入略少，不致為稀混合，至於自動氣塞蓋之用法，若向下扭緊，即係提高油塞，使油量之排出較多，

若向上退鬆，則係關閉油塞，使油量之排出較少。

### 58. S 式斯開勃勒化油器

(1) 構造與動作 S 式斯開勃勒化油器 (Schebler model "S" carburetor) 亦係用一空氣增加氣塞與一調節之油塞相連，以期獲得汽油蒸氣與空氣常為適當之比例。

汽油從 *a* 管進入 (第 116 圖)，經濾網 *b* 過油針 *c* 以入油池 *d*，浮筒槓桿 *e* 之支點為 *f*，一端與油針 *c* 相連，他端與浮筒 *g* 相連，以維持油池內之汽油得有常等之水平面。

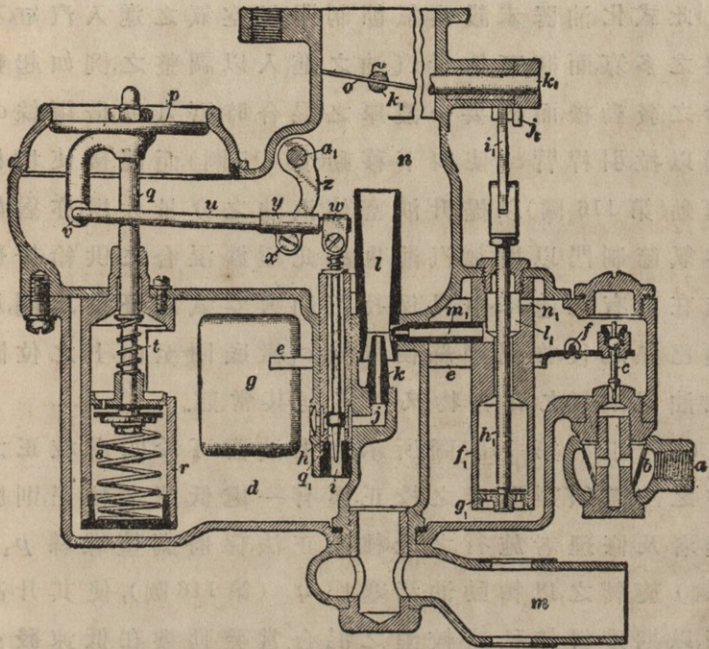


第 115 圖

油塞 *h* 之功用，在節制汽油之通過過道 *i* 及 *j*，經噴管 *k* 以入擴散管 *l* 之內者也。其空氣增加氣塞 *p* 與赫羅化油器之所具者相同。對於校正汽油與空氣之比，係借槓桿 *u* 以維持之 (第 116 圖)，此桿於 *v* 處與氣塞 *p* 相連，於 *w* 處與油塞 *h* 相連，其支點 *x* 非固定的，可隨氣塞 *p* 以移動，及於支點槓桿 *z* 轉動時，隨 *y* 滑筒，以向左移動。此槓桿與 *a*<sub>1</sub> 軸相連，於軸之外端又裝置一節制槓桿，其桿臂為 *b*<sub>1</sub> 及 *c*<sub>1</sub>，如第 115 圖之所示。當節氣門關閉時，桿臂 *b*<sub>1</sub> 與停阻螺絲 *d*<sub>1</sub> 相抵觸，於是槓桿 *z* 保持如第 116 圖所示之地位，而不能向右移動。

當節氣門開啓時，桿臂 *e*<sub>1</sub> (第 115 圖) 有欲向左方移動之





第 116 圖

勢，且驅使桿臂  $c_1$  向下，因之  $a_1$  軸（第 116 圖）乃隨時鐘之針向轉動。同時此種動作又影響及於滑筒  $y$ ，使其向左之上方移動，如是使油塞  $h$  升起，而增加汽油之向  $l$  管進入。若在此種情形之下，氣塞  $p$  壓平不動，則汽油之進入將有多量之增加。

加速壓油筒  $f_1$ （第 116 圖），用於猝將節氣門開啓時（加速）能迅速的增加濃厚之混合者也。壓油筒之構造為一活塞  $g_1$ ，借油桿  $h_1$  及連接桿  $i_1$  以與節氣門之槓桿  $j_1$  相連接， $j_1$  係固定於節氣門之軸  $k$  之上，當節氣門開啓時，活塞  $g_1$  升起，壓油上升入  $l_1$  室以應發動機之所需要，若油量過滿時則由油孔  $n_1$  而流入油池。

此式化油器未設空氣節制門；但空氣之進入汽缸，不論需要之多寡，而概可估量汽油之進入以調整之，例如起動一寒冷之發動機，而需要一濃厚之混合時，吾人可借鋼絲  $o_1$  之作用以拉引桿臂  $c_1$  使向下移動（第 115 圖），而間接使槓桿向左轉動（第 116 圖）以提升油塞，使汽油之分量大增，亦猶如關閉空氣節制門以增加汽油也；故此種濃混合之供給於發動機，能在所有之速率中以保持汽油與空氣之優良比例，及發動機已熱之後，推返鋼絲使桿臂  $c_1$  徹底回至向上之位置，如是汽油與空氣之混合物又得恢復其常態。

(2) 校正 第 115 圖所示之化油器可於四處校正之，但其中之三處須製造者之校正，僅有一處低速之校正，則應由司機者及修理者施行之。此種校正法，係將調整螺絲  $p_1$ （第 115 圖）旋轉之，以轉動油活塞座  $q_1$ （第 116 圖），使其升高或降下，以期獲得較稀或較濃之混合。當發動機在低速發火較遲之情形中行動，氣塞  $p$  開啓  $\frac{1}{32}$  至  $\frac{1}{16}$  英寸，若在起動時發動機之爆炸略有不勻或中斷之情況，則對於低速之校正，仍不失為合宜之混合。苟其過稀，則當氣塞僅開啓上述之開度時，發動機將已停止；苟其過濃，則在爆炸中斷之前將見氣塞之開啓甚多。

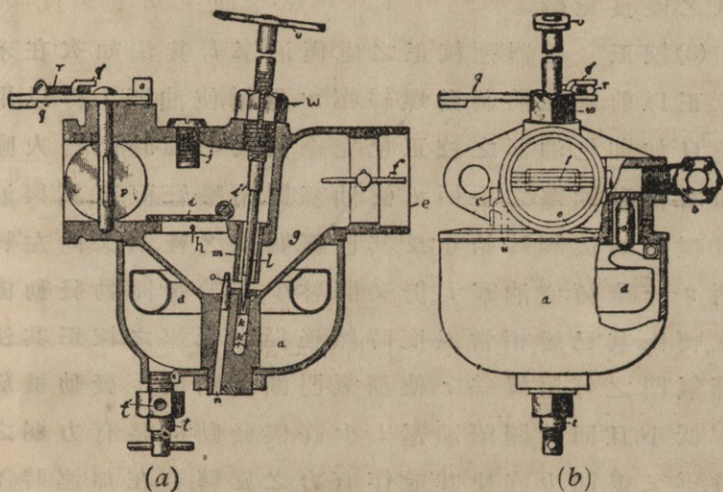
### 59. 福特化油器

(1) 構造 X 式福特化油器 (Ford model "X" carburetor) 為一調整空氣之化油器，如第 117 圖之 (a) 為此器之縱切面，第 117 圖之 (b) 為此器斷碎一部份之側面。汽油從油管經油針  $c$  以入油池  $a$ ，空氣進管  $e$  借一空氣節制門  $f$  以為調節，空氣之進入係經過 "V" 字形之混合室  $g$  而達空氣孔  $h$ ，空氣



門  $i$  固定於  $i'$  之上以關閉此孔,此門之開度借停阻螺絲  $j$  以限制之。

第 117 圖 (a) 之汽油噴管  $k$  與  $k'$  管道相通而受油塞  $l$  之調節,當發動機在高速時,噴管  $k$  之上部略在油池之水平面之下,管道  $n$  之下部與大氣相通,其上部裝置一  $o$  管使略高於油之水平面之上,當發動機在停止時俾過多油量之得以由此管道向外溢出;但非借此管道以補足空氣之進入也。



第 117 圖

(2)動作 當發動機在停止時,其狀態如次:混合室  $g$  之底部充滿汽油且將低速管  $m$  之下部封閉,空氣門  $i$  亦在關閉位置,若吾人轉動發動機時,則混合室  $g$  底部之油將漸漸升入  $m$  管之中而至於空竭,如是進入之空氣遂與由  $k$  管所流出之汽油成爲一濃厚之混合,以供給之於發動機,使能獲得優良之起動,旋即着火以低小之速率行動,所有之爆炸氣

體由低速噴管  $m$  以供給之，當空氣由混合室  $g$  以入  $m$  管之時，將超越噴管  $k$  之上部吸取一充分之油量，以構成一爆炸之混合氣體。

當發動機以高速行動時，空氣門  $i$  遂離開氣門座而升起，使混合氣通過  $h$  孔以達汽缸，亦猶如經過  $m$  管以達汽缸者相同。空氣門  $i$  之開啓，隨速率之增大而漸高，以增多空氣之進入，及充分吸取  $k$  管上部之油量，以維持各種速率時混合氣之優良比例。

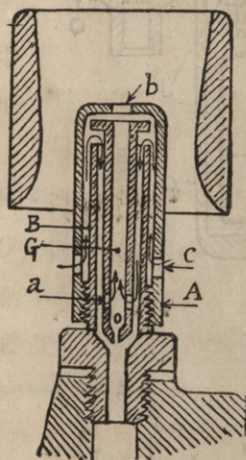
(3)校正 此器應校正之處僅油塞  $l$ ，其法如次：在未施行校正以前，應先將制動螺絲帽  $w$  退鬆，使油塞  $l$  得以用手旋轉自如。如化油器之校正已完全失其準確時，則吾人應首先向右轉動油塞之手柄  $v$ ，使油塞關閉噴管，直至其與油塞座有輕微的接觸時始止；及其已經關閉之後，則又向左轉動手柄  $v$  一全轉，使油塞  $l$  仍又開啓少許，於是開動發動機，讓其旋轉，俟其已達相當溫度時，然後從事低速之校正。其法退鬆節氣門之停阻螺絲  $r$  使節氣門漸漸關閉至發動機旋轉速率低小，且同時關閉油塞  $l$  少許，俟發動機略有力弱之表現時，再又退回少許，使其能作有力之旋轉。若在加速時不能良好，亦即混合氣有不足之表現，則吾人應再向左轉動手柄  $v$ ，使油塞更能開啓少許，以增加油量。如是此器之校正，遂告完竣，仍將制動螺絲帽  $w$  扭緊，俾油塞  $l$  得以保持在此校正之位置而不致移動也。

**60. 索勒克斯化油器** 索勒克斯化油器 (Solex carburetor) 亦與查理士化油器相同，為今日應用最廣之化油器，以其便於修理之故，尤多用於軍用汽車，其優點有三：(1)製造簡



單;(2)拆卸便利;(3)緩行良好。

(1)構造 索勒克斯化油器之調整,在於汽油之排量,故其噴油管亦為淹沒之噴管,在主要噴管 G 底部之 o 為噴油孔(第 118 圖),其下端作有二空氣增加孔 a,此管裝於另一圓管 B 之中央,B 稱為噴管座,復以一噴管帽 A 將此管固定於噴管座之中,在噴管帽 A 之上端鑽有一孔 b,為油之出道,在其下部亦鑽有空氣增加孔 c,當發動機



第 118 圖

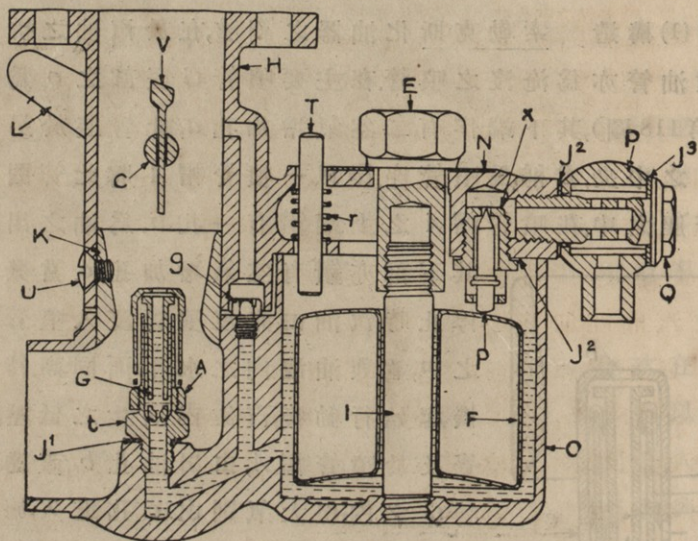
停止時,汽油由淹沒噴管浸入噴管座 B 之中,並與油池內之水平面同高,待發動機起始行動後,汽缸內所生之低壓,乃感覺及於噴管帽 A,由出油孔 b 直達於噴管 G 之內;但大氣則由 c 孔進入,施其壓力於 B 管中之汽油上,故 B 管內之汽油乃漸降,而 G 管內之汽油則漸升,最後 G 管內之汽油亦至於空竭而使噴孔 o 露出,此時噴管 G 之動作,乃係依照淹沒噴管之原理,以供給汽油,主要噴管 G 之下

部既可由 a 孔透入一部份之空氣,故管內之低壓實較擴散管內之低壓為弱,若 a 孔所透入之空氣愈多,則在 G 管內之低壓較之擴散管內之低壓相差愈遠,因此對於空氣入孔 a 之直徑,須精確確定,俾能隨發動機之所需而供給汽油。

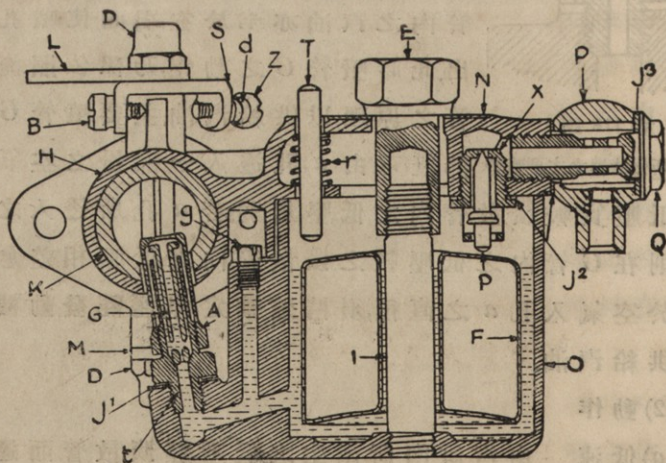
## (2)動作

(a)低速 由汽缸內所產生之低壓,經擴散管而達噴管 G,如是由油之出道 b 所噴出之油遂與擴散管所吸入之空

(a) MV 式



(b) MH 式



第 119 圖 麥勒克斯化油器



- G. 主要噴管    g. 緩行噴管    l. 噴管座    K. 擴散管    A. 噴管帽  
 J<sub>1</sub>. 噴管座之密合墊    J<sub>2</sub>. 進油管之密合墊    J<sub>3</sub>. 濾油管之密合墊  
 U. 擴散管之固定螺絲    P. 濾油管    Q. 濾油管之接口    P. 油針  
 X. 油針座    L. 節氣門之驅動桿    V. 節氣門    C. 節氣門之軸  
 E. 拆卸化油器之螺絲帽    F. 浮筒    H. 化油器之身    O. 油池  
 T. 驗油桿    r. 驗油桿之彈簧    I. 固定油池之螺絲桿    N. 油池蓋

氣相混合，以供給之於汽缸。但此時低壓並不甚強，B管內仍充滿汽油。

(b) 高速 待速率增高時，低壓亦驟增，於是G及B二管中之汽油，隨即空竭，a孔透入一部份空氣，乃使噴孔o不致噴射過量之汽油，而為適當之混合。

(c) 緩行 當緩行速率在200或300轉之空轉時，節氣門V幾完全關閉，在擴散管內之低壓甚弱，不足以使主要噴管G噴射燃料，故汽油得從淹沒噴管o流入G與B二管之中，而與油池內之水平面同高，因此乃有設備一緩行噴管g之必要，此管直接與油池相通，當發動機施行吸收時，此管遂供給適當之混合氣體，由緩行混合道以達汽缸。

(d) 加速 在加速時不致有稀混合之弊，因在o孔之上及管中，已蓄有少許之汽油，可在短驟時間內，使其汽化良好，以待噴口o之發生作用也。

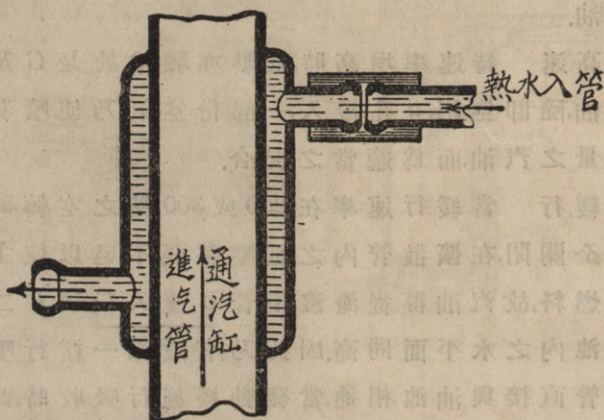
### 第五節 化油器之加熱

倘欲避免汽缸內產生污垢及求良好之蒸發起見，吾人對於進氣管及化油器應維持相當之溫度，但最高以達50度或60度為限。

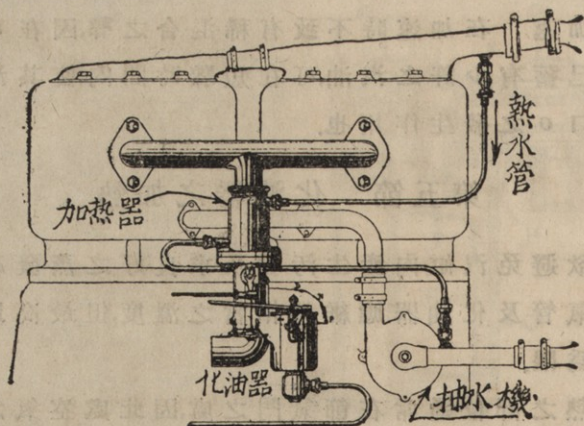
加熱之部位通常在節氣門之處，因此處空氣之速率為最大，汽油之蒸發亦最大，因此在節氣門之上往往產生一種

冰狀之結晶。加熱之法有三：

**61.熱水之循環** 此法僅用於機械循環散熱之發動機，加熱之構造，係以一圓管包於進氣管之週圍(第120及121圖)，利用汽缸內一部份之熱水循環其內以加熱之。在加熱器(heater)之前後，各設一開關，用以隔絕水之循環，於拆卸化油



第 120 圖 氣管之加熱

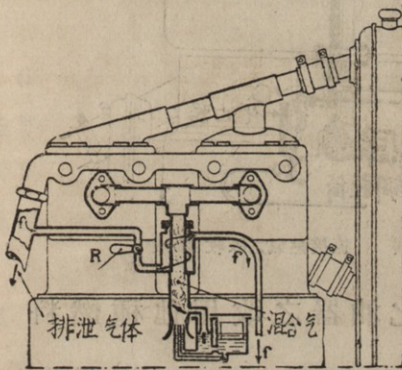


第 121 圖 熱水之循環



器時,可免放乾水箱內之水,同時其中開關之一用以調整加熱器之熱度。

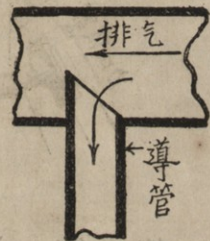
**62.排泄氣體之循環** 此種設置與用熱水之加熱法同,排泄氣體之吸取,以愈熱為佳,故氣管之裝置宜接近於發動機(第122圖),導管之內徑約須10公釐,至於長度則以最短為適宜,並須透入排氣管內,以當氣體流出之衝道(第123圖)。



第 122 圖 排泄氣體之循環

f 排泄氣體循環之路向

R 加熱調整開關



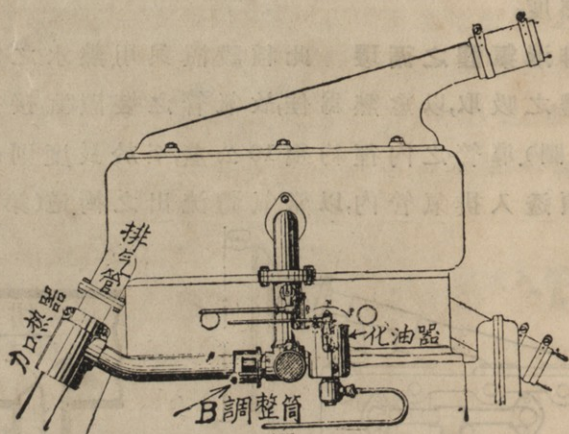
第 123 圖

**63.直接熱氣之吸收** 此法之加熱,以一圓管包於排氣管之週圍,以另一小管通於化油器之空氣管,於是所吸入化油器內之空氣,須先經過排氣管之鄰近,乃變而為溫熱之空氣矣。一調整筒 B,裝置於化油器之空氣管附近,若將此筒旋轉之,可以調整吸入空氣之冷熱。

用水之加熱較用排泄氣體者為佳,因在低速時,水之溫度仍保持不變,至於排泄氣體則易迅速變冷,此外則導管之裝置,常有阻礙於氣體之排泄,致有工率之損失。

**加熱之影響** 加熱亦不可過甚;混合氣體之溫度如加

熱至 50° 時，則工率有 25% 之損失。



第 124 圖 直接熱氣之吸收

## 第六節 汽油化油器之改用他種燃料

**64.安息油及碳化酒精** 汽油化油器之改用此種燃料，其應更改之點甚少，如：

(1) 首先應用熱水循環，以加熱化油器之溫度，而避免結冰之產生。

(2) 其次應依密度之比，以更易浮筒之重：

汽油之密度.....0.760

安息油之密度.....0.880

碳化酒精之密度.....0.857

故對於改用安息油時所應增加之重量為  $\frac{0.880}{0.760} = 1.16$ ,

對於改用碳化酒精時所應增加之重量為  $\frac{0.857}{0.760} = 1.13$ .

(3) 最末對於噴管之截面亦應增大：



用汽油每馬力時之消耗.....250 克

用安息油每馬力時之消耗.....300 克

用碳化酒精每馬力時之消耗.....425 克

故對於用安息油應增加之截面爲  $\frac{300}{250} = 1.12,$

對於用碳化酒精應增加之截面爲  $\frac{425}{250} = 1.7.$

### 第七節 化油器之附件

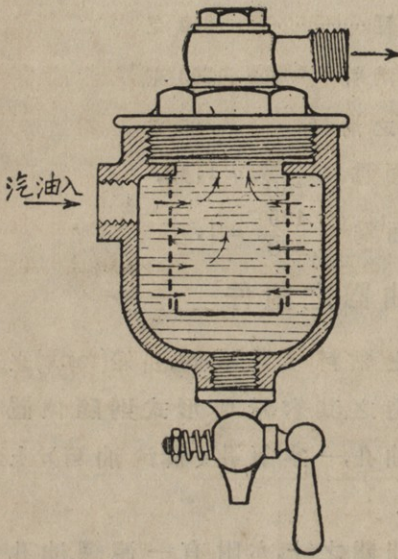
**65. 油箱** 在汽車上所用之燃料,多爲液體,油箱(tank)之構造應極密合,通常用鋼皮製造之.其容量與形式則隨位置之不同而略有變更.具有一上油孔,一空氣孔(順流油箱),上油孔之處並附有一濾網(filter).

油之出管,裝有一開關,於開關之上,亦附有一濾網.油孔蓋之上恆裝有一油量表,使油箱所含之油量得以隨時覺察.

**66. 油管** 油之從油箱以入化油器,係以一紅銅管導引之.於二管之相接處用銅銲法以固定之,須避免用錫銲接,因受相當時間之震動後常易破裂而漏油也.

**67. 濾網** 汽油中所含之不潔物質,首先卽爲不能與汽油混合之水,停留於低下之部份,如油池及噴管之底部;此水漸漸升入噴管之上部,使油之噴射減少,成爲稀混合.其他不潔之物質卽濾過燃料時所遺下之氈料,當其黏附於濾網之上時,可以阻塞汽油之流通,此外則可流至噴管之內者爲銅管氧化後之灰末等.

所有上列之諸物質,概可阻塞噴管,而使發動機停止爆炸,或爲一部份之停止,或成一種稀混合之不良行動.故吾人於化油器接近之管或卽在化油器之內,裝置一濾網,以避免



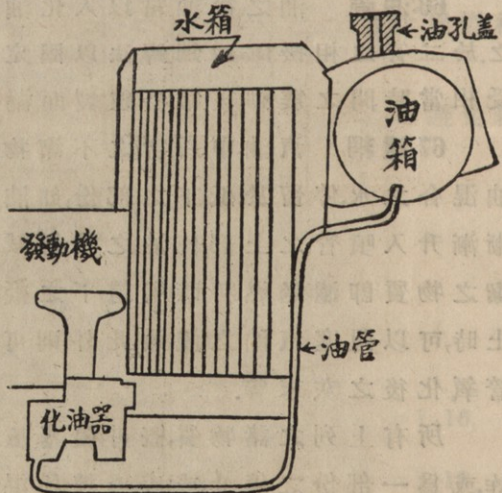
第 125 圖 濾網

此種事件之產生，一優良之濾網，應不致阻塞油料之通過，及須有够大之直徑，以便儲存不潔物質(第 125 圖)。濾網之製造或為一種金屬之絲網，或為羚羊之皮革，均足以阻止水之通過。濾網之下，附有一開關，以便將不潔之物質完全放出。

**68. 真空筒或升油器** 有多數之汽車，借油之重以流入化油器，油箱底之負重從 20 至 40 公分，箱之位置在車之前方(第 126 圖)。

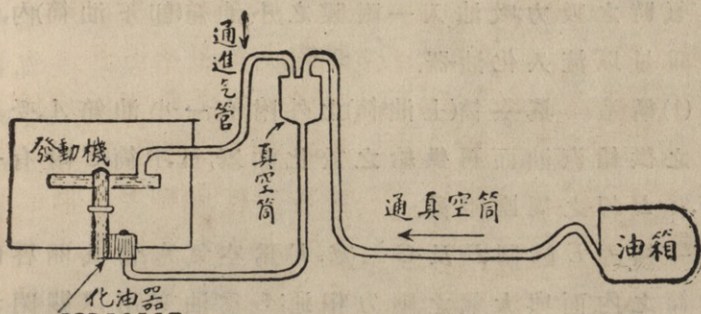
此種油箱之容量約為 15 至 20 公升(約四加侖)；為增加其容量起見，吾人改裝於車之後面車身之下；而低於化油器之油池，於是須用抽油機，或真空筒(vacuum tank)壓油上升，以供給之(第 127 圖)。

真空筒(第 128 圖)之作用係借發動

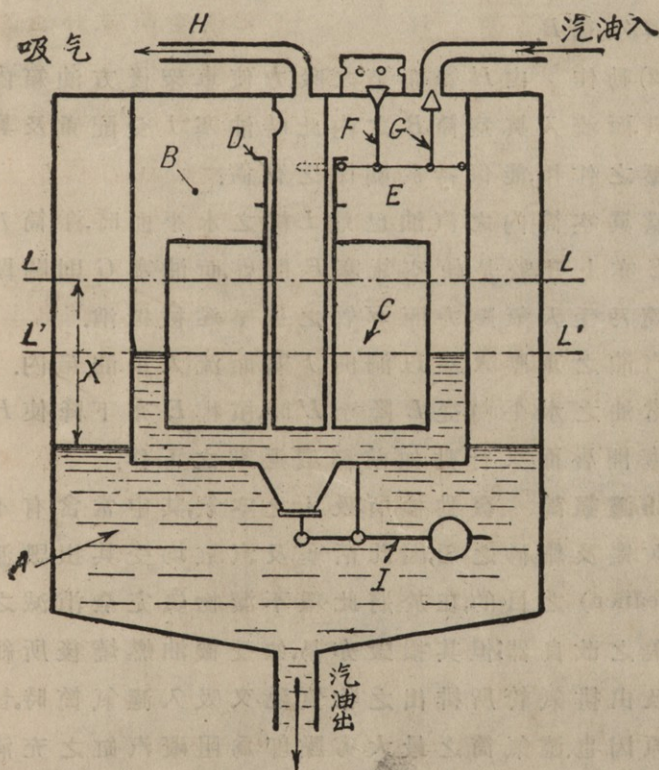


第 126 圖 借重量之供給汽油





第 127 圖 借真空筒之供給汽油



第 128 圖 真空筒

機進氣時之吸力，吸油入一附設之小油箱(即下油筒)內，仍借油之重量以流入化油器。

(1)構造 真空筒(上油筒)之外附有一小油箱  $A$ ，受真空筒  $B$  之供給汽油而再供給之於化油器；一浮筒  $C$  附有一中心管，在  $D$  桿之周圍滑動。

一槓桿  $E$  節制  $F$  及  $G$  二塞， $F$  為空氣塞，當其開啓時使真空筒之內面與大氣之壓力相通； $G$  為油塞用以關閉汽油之進入，借  $H$  管以通發動機之進氣管。一配重之油塞  $I$ ，用以開關真空筒  $B$ 。

(2)動作 由  $H$  管而來之吸力使車架後方油箱內之汽油上升，而流入真空筒  $B$  之內，此時油塞  $I$  受配重及真空筒內低壓之作用，能保持於關閉之位置。

當真空筒內之汽油已達  $L$  線之水平面時，浮筒乃上升，槓桿  $E$  亦上升，於是使空氣塞  $F$  開啓，而油塞  $G$  則關閉，此時真空筒乃受大氣壓力而  $H$  管之低壓遂被抵消。

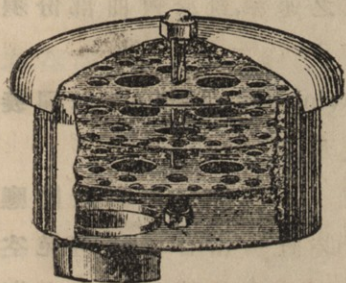
汽油之重壓  $X$  足以洞開  $I$  塞而流入小油箱內。

當油之水平面從  $L$  降至  $L'$  時，槓桿  $E$  亦下降使  $F$  塞關閉， $G$  塞開啓而又行動如前，循環週期之工作。

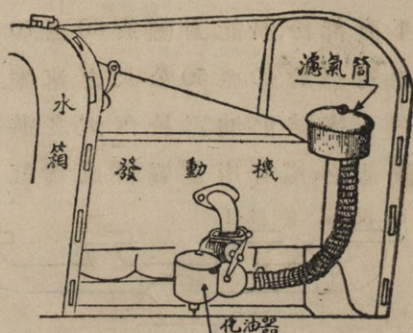
**69. 濾氣筒** 發動機所吸入之空氣，其中常含有不潔物質，如灰塵及細砂之類，因此活塞及汽缸均受其損毀。濾氣筒 (air cleaner) 之目的，在於將此種不潔物質完全消滅之，而為一優美之改良器；但其損毀亦易，如受機油燃燒後所組成之炭粒，及由排氣管所排出之物質，隨又吸入濾氣筒時，皆為損毀之原因也。濾氣筒之最大劣點，即為阻礙汽缸之充滿，故須採用一巨大之尺度。



第 129 圖爲濾氣筒之一種，空氣經過多數交錯眼孔之圓片，圓片之上附有浸油之布，當空氣透過時，其中所含之不潔物質，則與油布相遇而黏結於其上，於是清潔之空氣遂得由一柔軟之管而入汽缸(第 130 圖)。



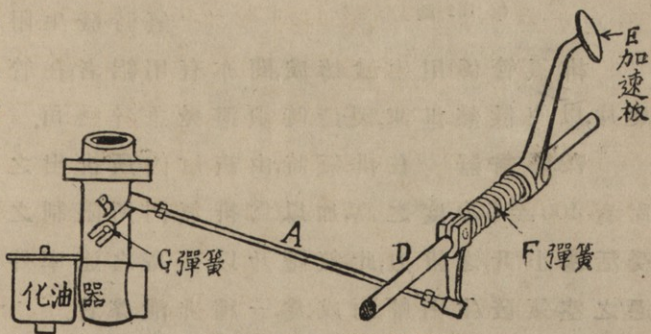
第 129 圖 濾氣筒



第 130 圖 濾氣筒之裝置

**70. 節氣門之驅動** 化油器之節氣門，係借一彈簧之力，使其常在關閉位置，即常在緩行位置，其開啓之法，吾人多用一足踏板以驅動之，而稱爲加速板 (acceleration pedal)。第 131 圖爲一節氣門用足驅動法之表示，其構造爲一連桿 A，一端與裝置於節氣門軸上之槓桿 B 相連接，一端與裝置於 D 軸上之一槓桿相連接，而以一加速板 E 相連接，而以一加速板 E 驅動之。

彈簧 F 係保持加速板及節氣門於關閉位置，



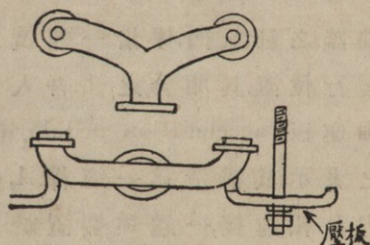
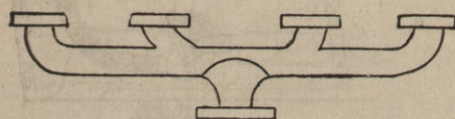
第 131 圖 節氣門之驅動

另一彈簧G,裝於節氣門軸B之上,以挽緊各關節,避免產生間隙,每彈簧之力,應約等於2公斤。

## 71. 氣管

(1) 進氣管 汽缸內部,進氣路道所應給與之尺寸,對於平直部份,須能對應於60至70公尺之速率,對於彎曲部份須能對應於40至50公尺之速率。

連結化油器於汽缸之進氣管(inlet manifold),亦以同義製造之,其所用之質料或為紅銅,或為鋁。



第 132 圖 氣管

於管與汽缸之間應裝置一密合墊,以避免空氣之進入;管之接口處,概須用“銅銲法”而不可用“錫銲法”。

(2) 排氣管 排氣管(exhaust manifold)之製造,應每秒鐘能有80公尺之速率,以避免對於汽缸排氣時發生阻力。

排氣管係用生鐵鑄成,間亦有用鋁者,在管之外部作有葉片,以使散熱迅速,製造時須避免急狹轉角。

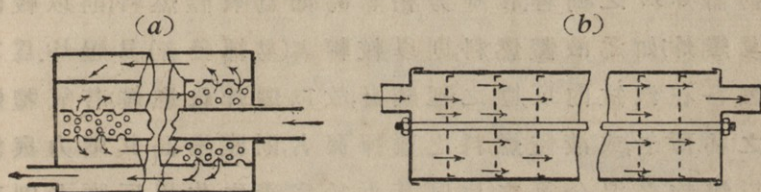
72. 靜音器 在排氣時,由汽缸內所排出之氣體,其溫度尚有400至500度之高,加以為排氣門所限制之窄狹出道,及受活塞上升之排力,此氣體乃以甚高之速率外出,於是與外遇之空氣發生衝擊,而成為一種排泄聲音。

靜音器(silencer)之目的,即在於減緩氣體之速率,以減小



排泄之聲音，其法或漸次增大管道之截面(第133圖之a)，或交錯設置出氣之眼孔(第133圖之b)，以摧毀氣體之急行。故對於一靜音器，一方面應避免阻力之產生勿使汽缸感受反壓，他方又應強迫間斷之排泄氣體，變為持續而緩慢之排出。

在汽車上，靜音器之製造，多係採用鋼皮，亦有試用鋁製者，器之容量應大於汽缸容量之3倍或5倍，如第133圖。



第 133 圖 靜音器

## 第五章 發火

### 第一節 發火之概要

**73. 爆炸之迅速** 發火 (ignition) 之目的,在於產生混合氣之爆炸;爆炸以愈速為妙,苟設置不善,則此種爆炸之經歷約需 0.02 之衝程。在壓力相等時如為氣體燃料,則以較濃者易爆炸;如為液體燃料,則以較輕者(易揮發者)易爆炸。為不欲燃料在汽缸內反應之延緩計,故以爆炸代燃燒;若氣體燃料之稀薄者,或液體燃料之難揮發者,則應增高其壓力與溫度以爆炸之。混合氣之比例,其近於完善之化學反應者,則其爆炸為愈活躍。苟或有某項之欠缺,與空氣過多,夾有無益之氣體如氮者,則化學反應亦為之減慢。然在電氣的發火中,壓力愈高,則使火花 (spark) 之噴射亦愈難。

**74. 自動發火** 汽缸內氣體之壓力與溫度同時增加,其反應之速率亦與之同增。如過相當之壓力與溫度,則氣體將自動發火 (self-ignition), 而不待電火之引燃。對於汽油發動機之壓縮率以 5 為最高,如過此數,則產生自動發火。自動發火在停機時之弊愈大,因發動機若不能隨時停止,則在在有產生危險之虞,飛機發動機則更甚。當發動機自動發火時,可令其緩行數秒鐘,比即將節氣門完全洞開,賴其進入冷的混合氣以減低其溫度,而可停止自動發火。

**75. 發火之熱量** 壓縮時所產生之熱量,應極充足以使各元素之易於化合;是即所謂燃燒溫度也。氫之引燃溫度較一氧化碳為低,其反應則快於一氧化碳 30 倍。氫之承受過分



之空氣較之其他氣體為優，所有稀薄氣體，必需包含一相當分量之氫，以增速其爆炸，然亦不可過多，以防自動發火。

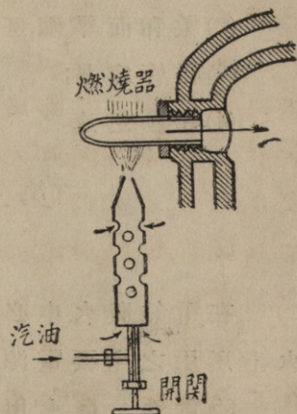
**76. 爆炸體** 發火之經歷為爆炸體之函數，尤以爆炸體至引火點(火花塞, spark plug)之距離為關鍵；故吾人宜將大汽缸徑(例如飛機發動機)之發動機裝置雙重發火器以利發火，由此而得之工率可達 5 %；發火器之位置，以能受新鮮氣體之通過為善。

**77. 發火提前** 發火或爆炸，需要一相當時間以傳播之，通常於高死點之前發火，故謂之發火提前(advanced ignition)。提前度約為 10 % 之衝程，而不可過多，以免發生撞擊，以冀獲得最大之工率。

## 第二節 發火之種類

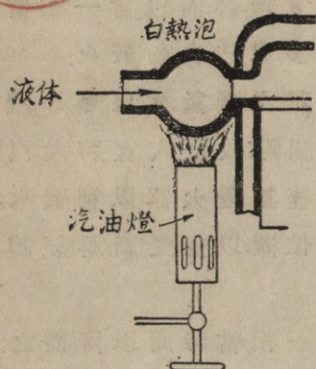
發火之種類可分為(1)燃燒器發火；(2)白熱泡發火；(3)壓力發火；(4)電氣發火四類。

**78. 燃燒器發火** 燃燒器的發火法，係以一磁管或白金管裝入汽缸之上(第 134 圖)，以一汽油燈燒至紅色而引燃氣體。當壓氣時，新鮮氣體壓縮磁管內之廢氣，及其壓至與磁管之紅處相接觸時，遂產生一微小之爆炸於磁管內，其後始傳其火焰於混合氣中而爆炸之。



第 134 圖

**79. 白熱泡發火** 此種發火，



第 135 圖

最適用於半狄賽爾之內燃機 (half Diesel engine), 而甚與前法相同, 於汽缸之上裝一球形的火泡, 液體燃料與微量之空氣, 從球中噴射以入汽缸 (第 135 圖)。當壓氣時空氣壓入球中, 而為可燃之混合氣, 於起動時用一汽油燈燒紅火泡, 以引燃氣體, 嗣後則賴依次之爆炸以維持其溫度而完成爆炸。

**80. 壓力發火** 一高大之壓力, 可以產生充分溫度, 以引燃混合氣, 此即為自動發火, 而用之於狄賽爾內燃機 (Diesel engine)。

**81. 電氣發火** 此式發火, 以一電花射入混合氣中而引燃之。電氣發火為現今所唯一採用之噴火法, 其優點有四:

- (1) 電氣的火花有規律而可靠;
- (2) 柔和而準確, 可依任何規定時間以噴射火花;
- (3) 保管容易;
- (4) 起動迅速。

### 第三節 電氣發火

#### A. 電源

在電氣發火中必需一電源, 以供給其所必需之電量, 發火上所用之主要電源, 為下列數種:

**82. 電池** 發火用之電池 (cell) 概為乾電池, 以其便於轉運與保管也; 但用電池之劣點有二:



(1)笨而且重;

(2)電流漸趨微弱,常須更換,價值昂貴。

**83.蓄電池** 蓄電池 (accumulator) 較優於電池,因有下列數點:

(1)保管較易,當電流不足時,祇需充電而無需更換;

(2)放電時之電流約為常等。

但亦有甚大之劣點:

(1)笨重;

(2)精巧者易於損壞;

(3)需要時常充電。

故用蓄電池之發火,幾已舍棄不用,惟飛機及汽車發動機,既賴蓄電池之供給燈光與起動,則又不妨仍用蓄電池以為電源,此今日“德賴戈”(Delco)式發火之所以通行也。

**84.發電機** 發電機 (dynamo) 之利益,雖能供給常等之電流及有用之不盡之電源,然亦有其重大之劣點:

(1)需要高大之速率,方能產生強大電流,故對於起動時頗為不便,因此用發電機以為電源者,必需具備一蓄電池,以為起動及緩行時之用。

(2)整流器 (commutator) 易於污損,保管繁難。

**85.磁電機** 磁電機 (magneto) 為一小巧之發電機,其母磁流由永久磁石所產生,磁電機無整流器之設置,故其所供給者為交流電 (alternating current)。磁電機之優點甚多:

(1)輕巧;

(2)行動有規律且可靠,即在微弱之速率亦然;

(3)保管容易,熔損少,此點於軍用汽車尤為便利。

以上列優點，故用磁電機以爲發火之電源者甚多。磁電機之發火又可分爲低壓 (low tension) 與高壓 (high tension) 二種：

## B. 低壓磁電機發火之研究

### 86. 電的原理之回顧

(1) 電流 以下列之性能表之：

(a) 電壓(電位差或電動力)  $E$  以伏特(volt)計之。

(b) 電流  $I$  此爲每秒鐘通過電綫內之電流量，以安培(ampere)計之。電流之工率  $W$ ，以電壓乘電流之積計之。

$$W = E \times I \text{ 特瓦 (watts).}$$

電綫阻止電流之通過，此電阻  $R$ ，以歐姆 (ohm) 計之。電阻之值隨電綫之性質，電綫之長度  $l$ ，電綫之截面  $S$  而變遷：

電阻與電綫之長度成正比，與其截面成反比：

$$R = \frac{Kl}{S}.$$

$K$  爲電阻係數，表金屬綫 1 公尺長 1 平方公釐截面之阻力，以歐姆計。銅之電阻係數爲

$$K = \frac{1}{60} = 0.0166 \text{ 歐姆.}$$

1. 歐姆定律 電壓、電流及於電綫中循環之電流之阻力，以下列關係連繫之：

$$I = \frac{E}{R},$$

或

$$E = RI.$$

即電流等於以電阻除電壓之商。

2. 低壓電流與高壓電流 低壓電流之電壓不過 300 至 500 伏特；反之，高壓電流之電壓，則可達數千伏特以上。

3. 電的循環以極體爲回路 普通電路 (electric circuit)



均具備有二電綫；一用以去電，一用以回電。有時若電機裝於金屬板之上者，吾人即可用此金屬板以作回電之電路，此種循環稱為單綫循環，或稱極體回路 (ground return)，此即發火上所採用之循環法也。

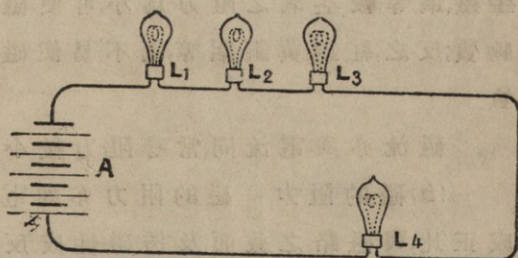
4. 絕緣體 通常完善之絕緣體 (insulator)，絕不能通過電流，但實際上並無絕對完善之絕緣體，僅為極端之不良導體而已。能為100伏特電壓之絕緣體者，未必能為25000伏特電壓之絕緣體。良善之絕緣體如玻璃、瓷器、石臘是也。空氣亦為絕緣體，尤以乾燥時為甚，然亦如前述之條件同，非絕對的絕緣體也。倘二電綫間以短距離之空氣隔開，若有高大之電位差，則仍能產生一火花以跳越此距離而通過之。

在磁電機內之電路，如遇有機油時，其為電之絕緣體亦與空氣同。

5. 串聯與並聯 在一電路中若其所通過者為電路之全部電流，則謂之串聯 (in series, 第136圖)；若僅一部份電流通過者，則謂之並聯 (in parallel, 第137圖)。

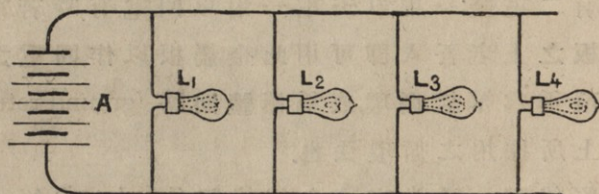
## (2) 磁、磁流、磁石

凡物體對於另一物體具有吸引或排斥之性質者謂之磁 (magnetism)。所謂一物體之磁場 (magnetic field) 者，為該物體在一部份之空間



第 136 圖 串聯之裝置 A. 蓄電池

$L_1, L_2, L_3, L_4$ . 串聯之燈泡



第 137 圖 並聯之裝置 A 蓄電池 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>. 並聯之燈泡

內,施行磁性之作用也。

依理論,一物體之磁場為無限制,在實際上則不然,磁性之作用僅感覺及於一相當距離之內,在較遠之處則極微弱,可不計耳。

在磁場之每點,其磁性作用為等值且同方向者,謂之同質的磁場。

(a) 磁的現象 亦如電流然,吾人可以假定其有一磁流存在,而稱之曰磁流 (flux 或磁通),以希臘字母  $\Phi$  表之。

磁流以綫表之者,稱為磁力綫,磁流愈強,則磁力綫亦愈密。

物體對於磁流之通過,常發生較大或較小之阻力,如鐵、生鐵、鋼等,較空氣之阻力為小,可使磁流易於通過,謂之磁性物質;反之,紅銅、黃銅、鋁等,則不易使磁流通過,謂之非磁性物質。

磁流亦與電流同,常尋阻力較小之處通過。

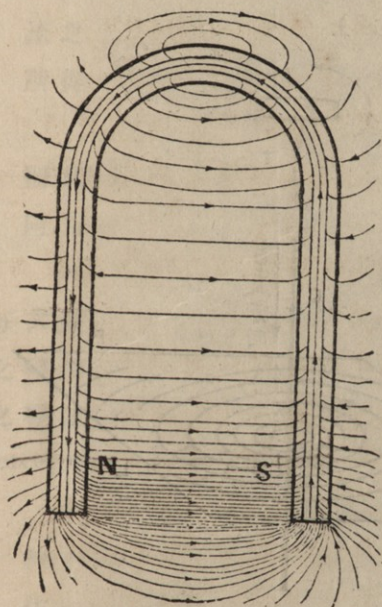
(b) 磁的阻力 磁的阻力亦如電的阻力,與磁路之長度成正比,與磁路之截面及透磁性成反比。

(c) 磁石 磁石 (magnet) 之為物也,具有吸引鐵屑之性質,而產生一磁場,可分為天然磁石 (natural magnet) 及人造磁石



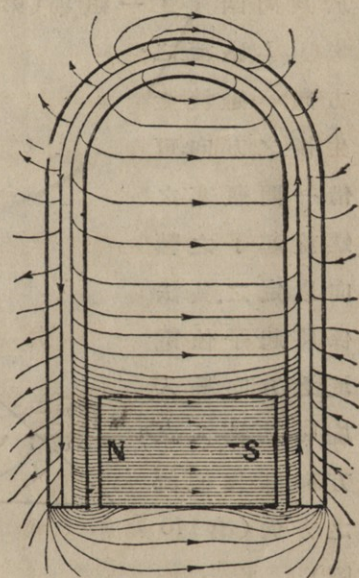
(artificial magnet) 二種,人造磁石或作成棒形,或作成馬蹄鐵形,爲極硬之鋼所製。

磁石有二磁極 (magnetic poles),一爲北極,一爲南極;磁力綫之在磁石外面者係從北極至南極,在磁石之內面者,則係從南極至北極,於是磁流之循環遂得閉合(第138圖)。



第 138 圖 由磁石而產生之磁流

N. 北極 S. 南極



第 139 圖 由透磁鐵心而變形之磁流

N. 北極 S. 南極

若於磁石之磁場中,放置一磁性物質之金屬塊,則其磁流遂立即變形而爭從金屬塊中通過(第139圖),此因金屬塊之磁路,比之空氣,其阻力較小也。

(d) 永久磁石 在磁性物質中如鋼之類,經過磁場誘導之後,能恆久保持其磁性,與磁石同能吸引鐵屑者,謂之永久

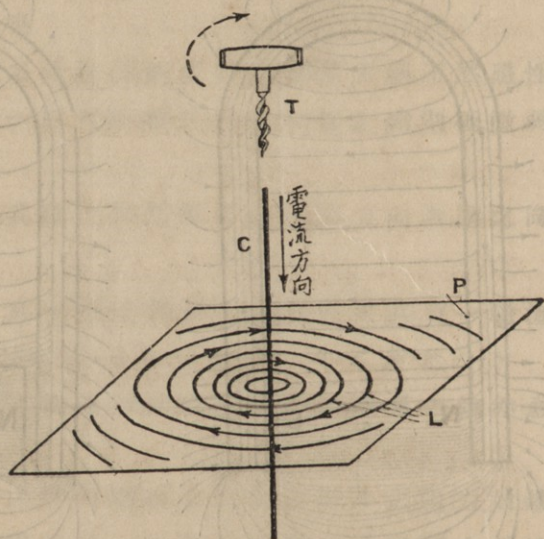
磁石 (permanent magnet).

(e) 暫時磁石 反之,如軟鐵,停止磁場誘導之後,即失其磁性者,謂之暫時磁石 (temporary magnet).

### (3) 感應現象

(a) 由電流之產生磁流 所有電流在一電綫中循環時,則於其周圍,產生一磁場(第 140 圖).

1. 磁流之方向 磁流產生後之方向,可借一開瓶塞之螺旋起子之轉向以定之.其法係將起子依電流之方向插入旋轉,其轉入之方向,即為磁流之方向(第 140 圖).



第 140 圖 由一電流之產生磁流

C. 電綫 T. 開瓶塞之起子 P. 平面 L. 磁力綫

### 2. 綫圈

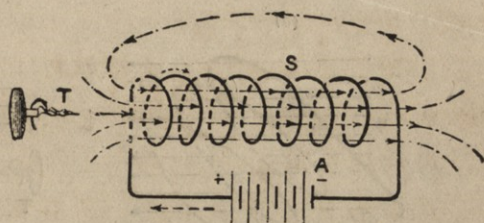
若吾人將電綫捲成彈簧形之圓環,遂成為綫圈 (coil).

3. 綫圈之磁場 若於綫圈中通過一電流,則於綫圈之內外,將產生一磁流(第 141 圖).

磁力綫之方向,在綫圈之內者,以起子依電流之方向轉動,起子進入之方向即為磁力綫之方向;在綫圈之外者,磁力綫之方向與在綫圈之內者相反.



綫圈內磁場之強度：(一)以每長度單位計，若綫圈之數量愈多者，則所得磁場之強度亦愈大；(二)電流之強度愈高者，則所得磁場之強度亦愈大。



第 141 圖 電流通過綫圈內之產生磁場  
S. 綫圈 A. 蓄電池 T. 開瓶塞之起子

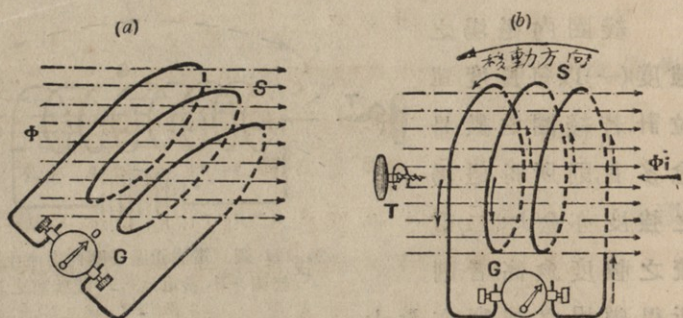
4. 軟鐵心之影響 若吾人插入一軟鐵心於綫圈內，則其所發射之磁流將猝然增強，以軟鐵心對於磁力綫之阻力較之空氣為小也。

(b) 由磁流之產生電流 若以一線圈置入磁場中，及於每次將磁場發生強度之變遷或將綫圈在磁場內發生位置之變遷，以使通過綫圈內之磁流量發生變遷時，則由此磁流之變遷遂於綫圈內產生一感應電動力 (induced electromotive force)，及由此感應電動力而產生一感應電流 (induced current)。

1. 感應電流之方向 由磁流變遷而產生之感應電流，其方向常為反抗磁流變遷之方向，此即言又由電流產生一磁流，以補償磁流之變遷，故：

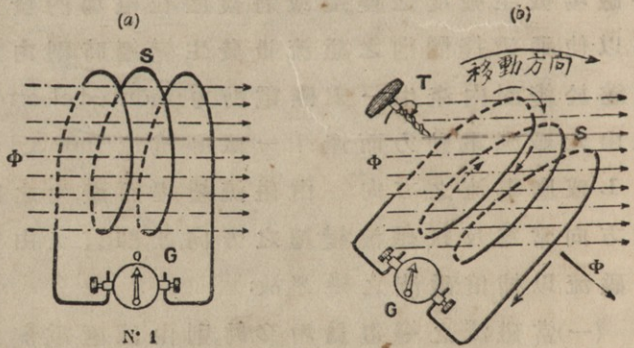
(一) 當磁流之變遷為增多時，則由感應電流所生之磁流，其方向與母磁流之方向相反 (第 142 圖)。至於感應電流之方向，則係於綫圈內依母磁流之方向，插入一螺旋起子，起子退出之方向，即為感應電流之方向。

(二) 當磁流之變遷為減少時，則由感應電流所生之磁流，其方向與母磁流之方向相同 (第 143 圖)。至於感應電流之方向，則係與前相反。



第 142 圖 磁流之變遷增多 (a) 綫圈 S 僅包含一部份之磁流  $\Phi$ ，在綫圈內無任何電流，電表之指針，停於 0 之位置。 (b) 綫圈 S 旋轉，其所包含之磁流  $\Phi$  增多，綫圈內產生感應電流，電表之指針移動。感應電流反抗磁流  $\Phi$  之變遷，而生一磁流  $\Phi_i$ ，其方向與  $\Phi$  之方向相反。

感應電流之方向 其方向為以一起子依母磁流之方向插入旋轉，起子退出之方向，即為感應電流之方向。



第 143 圖 磁流之變遷減少 (a) 綫圈 S 包含全部磁流  $\Phi$ ，在綫圈內無任何電流，電表之指針，停於 0 之位置。 (b) 綫圈 S 旋轉，其所包含之磁流  $\Phi$  減少，綫圈內產生感應電流，電表之指針移動，感應電流反抗磁流  $\Phi$  之變遷而生一磁流  $\Phi_i$ ，其方向與  $\Phi$  同。

感應電流之方向 其方向為以一起子依母磁流之方向插入旋轉，其轉入之方向，即為感應電流之方向。

2. 感應電流之值 感應電流之電動力依下述之情形以愈大：



(一)母磁流之變遷愈大;

(二)母磁流之變遷愈速;

(三)綫圈之數目愈多。

3. 自感之現象 假定於綫圈內,通過一電流,此電流遂產生一磁場,若將電流變遷之,則所生之磁流亦將變遷;但當磁流發生變遷時,又於綫圈內產生一電流,與前此所生之磁流成反抗之勢,故吾人若於綫圈內使電流發生變遷時,則將產生另一電流而反抗磁流之變遷,即反抗原始電流之變遷,此為自感 (self induction) 現象,新生之電流,稱為自感電流。

若電流之變遷為增大之傾向,則自感電流將產生一相反於母磁流之磁流,而與原始電流之方向相反;若電流之變遷為減小之傾向,則自感電流之方向與原始電流之方向相同,總之此種經過,有如電路之呈獻一電的惰性然,而使電流之變遷,成就緩滯。

4. 自感電流之值 自感電流依下述之情形以愈大:

(一)磁流之變遷愈大;

(二)磁流之變遷愈速;

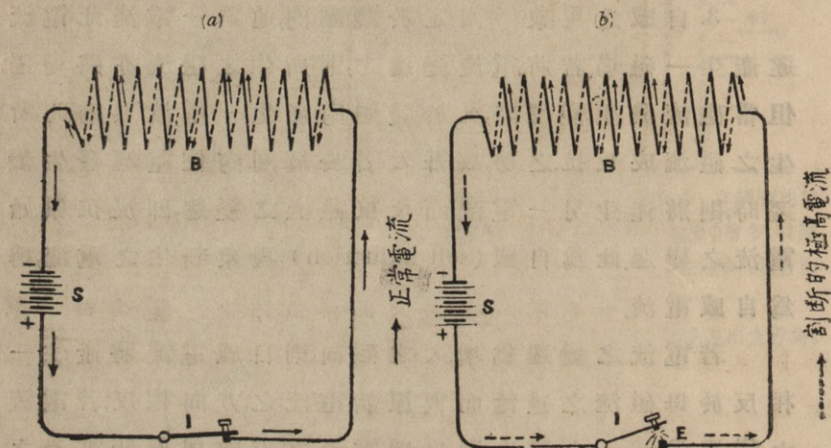
(三)每長度單位之綫圈數愈多。

同時若於綫圈內裝置一軟鐵心,亦可增大磁流之值,及增強自感之現象。

5. 割斷的極高電流及關閉的極高電流 一具有綫圈之電路,當其關閉或割斷時,乃產生一磁流之猝然變遷;如是由自感現象,遂於此時產生一特別強大之電流,以其磁流之變遷同時速且大也(由最高值至最低值,或由最低

值至最高值)。

由割斷時所產生之自感電流,稱為割斷的極高電流,其方向與原始之電流同(第 144 圖)。



第 144 圖 自感現象之割斷極高電流

S. 電源 B. 綫圈 I. 電開關 E. 割斷的火花

(a) 電開關 I 關閉, 電流在綫圈 B 內循環而產生一磁流。

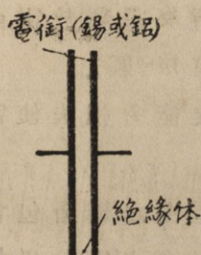
(b) 電開關 I 猝開: 電流變遷, 故綫圈內之磁流亦生變遷, 而產生一割斷之極高電流。

若當產生電流之際, 而割斷其電路, 則此電流將產生一火花, 以重新閉合其電路而循環之; 是為割斷的火花。

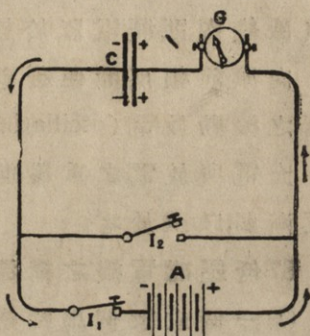
當關閉電路所產生之自感電流, 則為關閉的極高電流, 而與原始電流之方向相反。

(4) 凝電器 凝電器(即容電器, condenser) 為一聚蓄電量之器具。吾人可取二金屬片(錫, 鋁)之電銜(armature), 以製一簡單之凝電器。其法於二金屬片間隔以絕緣體之空氣或雲母片(mica, 第 145 圖)。為凝電器所吸收之電量隨電銜及絕緣體之尺度與性質以變遷。





第 145 圖 凝電器



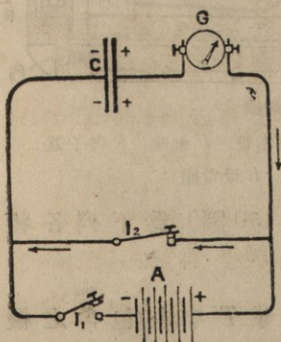
第 146 圖 凝電器之充電

A. 電源 C. 凝電器 G. 電表  $I_1, I_2$ . 電開關

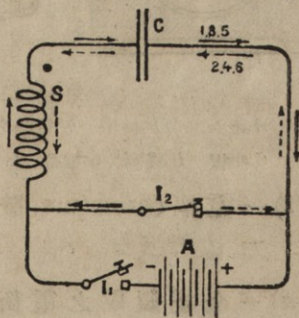
(a) 凝電器之充電 若吾人將凝電器之二電銜與一電源相連接,則於電路之電表上,將見其立即指示一微弱之電流通過,此為凝電器之充電(charge, 第 146 圖)。

(b) 凝電器之放電 若以電開關  $I_1$  隔離電源,以電開關  $I_2$  閉合電路,則將見電表指示一電流之迅速通過,但其方向與前相反,此為凝電器之放電(discharge, 第 147 圖)。

(c) 凝電器之振動放電 若凝電器放電之電路,具備有



第 147 圖 凝電器之放電



第 148 圖 凝電器之振動放電

S. 自感綫圈

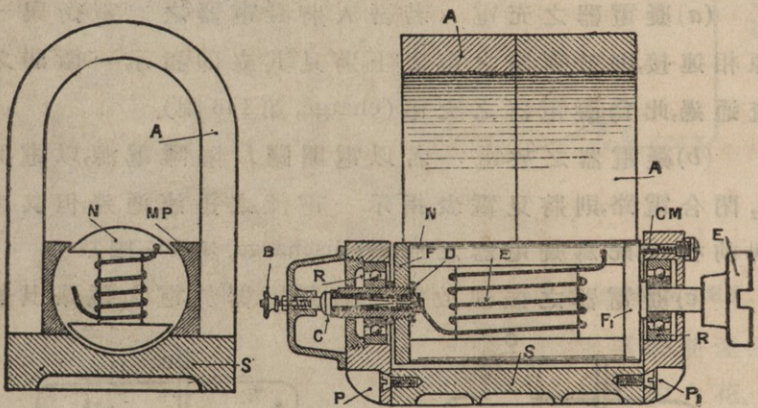
一自感綫圈，則凝電器於放電時在綫圈內產生一自感電流，其方向與前相反，而使凝電器重新充電，又重新放電，此為凝電器之振動放電 (oscillating discharge, 第148圖)。

充電與放電之重覆進行，卒致電之能力損失使電流之強度漸弱，以至於零。

### 87. 低壓磁電機之構造

低壓磁電機之構造包含：

(1) 一個或數個馬蹄鐵形之磁石 *A* (第149圖)，以焯火鋼製成，於磁石之極端，則裝有軟鐵或生鐵所製成之極鐵 (pole pieces) *MP* 二塊。



第149圖 低壓磁電機

*A.* 磁石 *MP.* 極鐵 *N.* 電樞之電銜 *D.* 電木管 *P.* 軸座 *R.* 彈子滾  
*S.* 座板 *E.* 綫圈 *C.* 電帶 *CM.* 極體炭刷 *B.* 接電頭

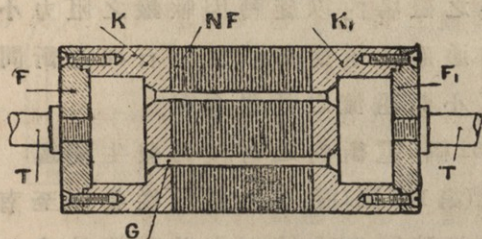
(2) 一電樞 (armature, 發電子, 第150圖), 為下列各物體所組成：

(a) 一金屬製成之電銜 *N.* 形如雙 *T* 字, 其包含之機件, 為：

1 一軟鐵心 (armature core) *NF* (第151圖), 由多數軟鐵薄片所組合而成, 每二片間隔以絕緣體, 蓋以避免干擾電



流 (current antagonist) 之產生,而維持其良好之行動者也。



第 150 圖 電樞之截面

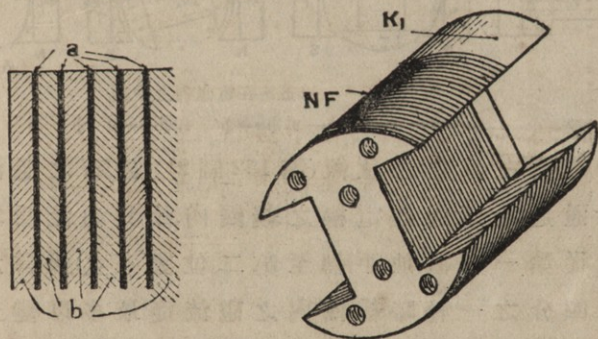
NF.薄片軟鐵心 K, K<sub>1</sub>.夾盤  
F, F<sub>1</sub>.夾片 T.轉軸 G.螺絲

2. 二銅製之夾盤 K 及 K<sub>1</sub>, 用以穩定軟鐵心之位置。

3. 二夾片 F 及 F<sub>1</sub>, 用以支持電樞二端之軸。

(b) 一紅銅絲用絕

緣法製成之綫圈 E, 纏繞於軟鐵心之上, 如第 149 圖之所示, 綫圈之一端與電樞之極體相接, 其另一端則通過一絕緣體之電木管 D, 套入電樞之軸中, 直達於 C 件之上, 而與 B 件之彈性炭刷相接觸。



第 151 圖 軟鐵心

NF.軟鐵心(薄片製) K<sub>1</sub>.夾盤 a.絕緣體 b.軟鐵片

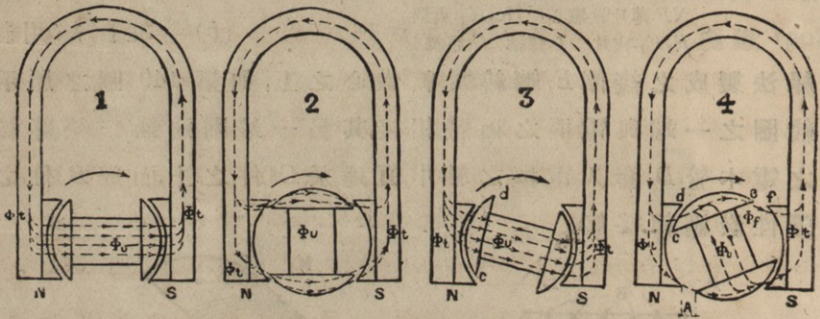
(3) 一座板 (base) S, 為非磁性物質如青銅或鋁所製成, 此座板用以支持磁電機之全身及以支持銅或鋁製之軸座殼 P 及 P<sub>1</sub>. 電樞即以彈子盤裝於此殼內旋轉。

### 88 低壓磁電機之動作

(1)磁流通過電樞之電銜 電樞之電銜為透磁性之軟鐵所構成,而置於磁電機之磁場內以旋轉,因軟鐵之阻力小,故磁石之全部磁流,幾均通過此電銜,加以於磁石與電銜間裝有極鐵,磁路之阻力更小,而磁流之通過愈易。

(2)電樞轉動時(第 152 圖),電銜內之磁流乃發生變遷:

(a)電銜在地平位置(第 152 圖1)磁石之磁流從北極至南極,依電銜之磁路通過,故此時電樞之綫圈內,其磁流最多



第 152 圖 磁流在電樞內之變遷

1.  $\Phi_u = \Phi_t$  2.  $\Phi_u = 0$  3.  $\Phi_u = \Phi_t$  4.  $\Phi_u = \Phi_t - \Phi_f$

(b)電銜在直立之位置(第 152 圖 2) 磁石之磁流,如圖所示之狀通過,而不通過電樞之綫圈內,故其磁流為零。

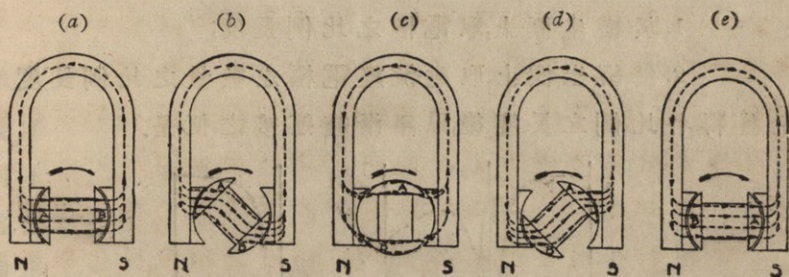
故從第一位置(地平)轉至第二位置(直立)換言之,即當電樞旋轉四分之一轉時,綫圈內之磁流從最多以變至最少,在綫圈內既有磁流之變遷,故即有電流之產生。

所生電流之強弱,視磁流變遷之大小以決之,磁流變遷最大之時,究當電樞在何種位置?此吾人所應研究者。

(c)假設電銜保持在斜立位置(第 153 圖),則有二種不相同之情形如次:

1. 未過直立前之斜立(第 153 圖 b) 此時磁路阻力甚





第 153 圖 母磁流在電樞內之變遷

小，即所通過之磁流為最多，幾與電銜在地平位置時相同。

**結論** 由地平位置將轉至直立位置時，磁流之變遷甚小，幾可視之為零，即所生的感應電流為弱也。

2. 已過直立後之斜立(第 153 圖 *d*) 發電子內所通過之磁流甚多，與上述之斜立位置相同，但磁流透入電銜之方向則已變換，因前者由 *A* 端透入，後者則由 *B* 端透入也。

**結論** 對於電銜已過及未過直立時之位置，其所通過磁流之值如次：

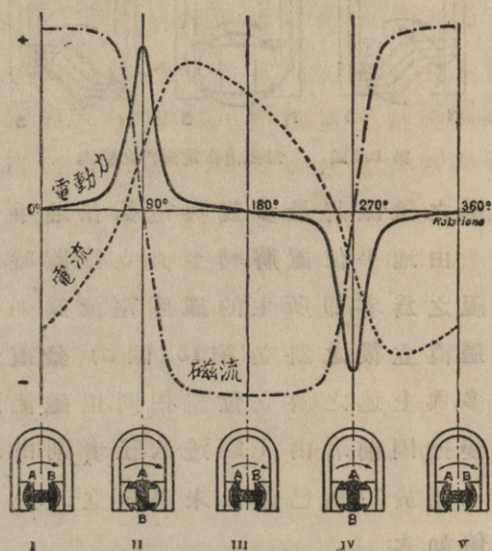
(1) 最大(第 153 圖 *b*)；(2) 零(第 153 圖 *c*)；(3) 最大，但方向相反(第 153 圖 *d*)。即對於：

(一) 電樞之轉動近於地平時，其磁流之變遷為零，即所生之感應電流亦為零也。

(二) 電樞之轉動近於直立時，其磁流之變遷最強，即所生之感應電流亦最強也。

(*d*) 磁流變遷之曲綫 由上之研究，知磁流之通過，在一轉中，有二次最多(地平位置)及二次最少(直立位置)，又每次電銜至直立位置時，磁流之方向更換，對於此相異之變遷，可畫一圖形以表示之；其畫法為(第 154 圖)：

1. 於橫坐標上,取電樞之比例長度;
  2. 於縱坐標上,取磁流經電樞之數量之比例長度.
- 於獲得各比例之長度後,以平滑綫連接之便是.



第 154 圖 低壓磁電機行動之性能曲綫對於電樞之迴旋一轉:

	二次最強	二次最弱	二次更換方向
磁 流	I 及 III	II 及 IV	II 及 IV
電 動 力	II 及 IV	I 及 III	I 及 III 後
電 流	II 及 IV 後	III 及 I 後	

(e) 感應電動力之曲綫 感應電動力之變遷,亦可如磁流之變遷,畫圖形以表示之,於縱坐標上取電動力之值便得.

(f) 感應電流之強度 吾人已見感應電流之電動力,隨磁流之變遷愈速以愈大,磁流之變遷愈大以愈強,其變遷速而且大之時,即當電樞正在直立之位置.



吾人可應用歐姆定律  $I = \frac{E}{R}$  於電樞所組成之電路,此即言電樞之阻力停於常等,其電流  $I$  則隨電動力  $E$  以同時變遷,即當電樞在直立位置,電流  $I$  與電壓  $E$  同為最強,實際則不然,因電樞之綫圈為一自感綫圈 (self coil), 感應電流既常生變遷,則應計算反抗此電流變遷之自感現象,即電流之強度不能與無自感之電路,同其成就之速,故電流強度之成立,較之電動力為遲,其最強之時為於電樞略過直立位置之後,由是吾人可以畫一電流強度之曲綫與畫磁流之曲綫及電動力之曲綫相同(第154圖).

**結論** 在一低壓磁電機中.

1. 磁流之通過電樞常生變遷,於電樞每轉中有二次最強及二次最弱;且於每次經過直立位置時,變換方向.

2. 感應電流為一交流之電流;於電樞每轉中有二次最強及二次最弱,且每於地平位置時,更換方向.

[對於低壓磁電機動作之附記]

1. 由實驗之所得,當吾人以手轉動電樞時,其初電樞在地平位置,斯時並不感覺任何阻力;及轉至直立位置,則阻力猝然增大,而有如電樞之被阻止者然,苟吾人用力令其超越此直立位置後,則發電子又急猝的離去,有如羈絆之得以解脫然,此足以證明磁流與感應電流之變遷,在初始轉動時,幾乎絕少,迨其近於直立位置時,始猝然增大,正如曲綫之所示.

2. 依感應之原理,磁流在綫圈內發生變遷時,其感應電流之電壓隨下述之情形以愈大:

(a) 磁石之力愈大(即母磁流之愈強);

(b) 電樞之旋轉速率愈大(即磁流之變遷愈速);

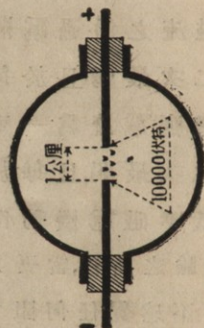
(c) 電樞之綫圈愈長(即綫圈之數目愈多)。

依上之原理,吾人乃可隨所需要製造磁電機之電壓,實際上對於正電流(primary current)之電壓,至多不過 300 至 400 伏特。

**89. 高壓電流之需要** 由實驗所示,在空氣中如欲於 1 公釐之間隔,以噴射一火花,則應於此間隔之二點,產生 1000 伏特之電位差,方克辦到(第 155 圖)。如欲於壓縮之氣體中,獲得相同效果,則所需之電壓較之遠甚,即發動機之壓縮率愈大者,其所需要之電壓亦愈高(第 156 圖)。通常於一爆炸發動機之汽缸內,在壓縮之末,於 1 公釐之間隔中噴射火花,需要 10000 至 20000 伏特之電壓。



第 155 圖 在空氣中之火花



第 156 圖 在壓縮氣體中之火花

前節所述之各種發電機,皆係電壓低電流強之發電機,而不能使其供給高大之電壓,對於電池及蓄電池,若連結多數之組數,可成爲一電流強而又電壓高之發電機,但組數多則笨而且重,實爲不便,至於磁電機(magneto)及發電機(dynamo),若增加其綫圈之長度及旋轉之速率,亦可獲得相同之效果,然亦笨重且製造不易,復次則以採用一電壓高而又電流強之發電機,其危險性甚大,此吾人之所以樂於採用一電



壓低電流強之發電機，而變換之使為電流弱而電壓高之電流以為發火之用也。變換之法有二：(1)以急猝割斷法之升高電壓；(2)以感應綫圈 (induction coil) 之升高電壓。

### 90. 以急猝割斷法之升高電壓

(1) 原理 吾人已知當急猝的割斷一電路時，將於割斷之處，因自感現象，以割斷的極高電流，而產生一強烈之火花。

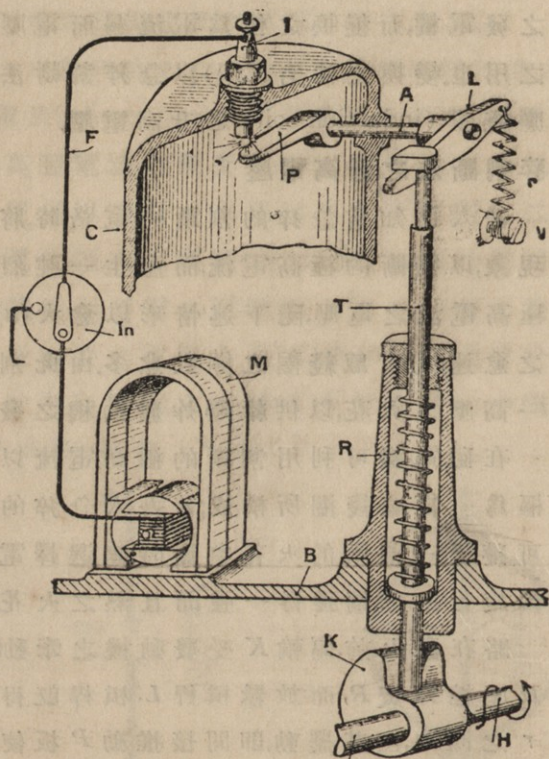
割斷的極高電流之電壓，隨下述情形以愈大：(a)電流之愈強；(b)割斷之愈速；(c)自感綫圈之圈數愈多。由此割斷的結果，可以獲得一高壓之火花，以供給爆炸發動機之發火。

(2) 應用 在磁電機可利用割斷的極高電流以發火，因磁電機之電樞為一自感綫圈所構成，若吾人急猝的將其電路割斷之，則可獲得一割斷的火花。割斷時，應選擇電樞略在直立位置之後施行之，以期獲得一強而且熱之火花。

(3) 動作 略在發火前，偏輪  $K$  受發動機之牽動(第157圖)以升高  $T$  桿及壓縮彈簧  $R$ ，而放鬆槓桿  $L$ ，槓桿既得放鬆後復受一彈簧  $r$  之回力，使其擺動，即間接推動  $P$  板使與引火器  $I$  相接觸，如是電路遂得閉合，而有電流之循環。於發火之際(磁電機之電樞略過直立位置)，偏輪  $K$  放鬆  $T$  桿，借彈簧  $R$  之力壓槓桿  $L$  下降，使  $P$  板脫離引火器之接觸，如是電路又急猝的被其割斷，而有一火花噴射於  $P$  板與引火器之間，以引燃混合氣。

#### [附記]

1. 此種發電機所供給之電壓為 100 至 300 伏特。
2. 發火之提前係於偏輪軸上移動偏輪以獲得之。
3. 若發動機具有數汽缸者，於每一汽缸上皆應設置一斷電



半倍於發動機之速率。

第 157 圖 割斷的極高電流發火裝置之草圖

I.發火器 P.平板 A.平板軸 L.橫桿 r.平板之回力彈簧 V.為r彈簧之固定點  
T.斷電桿 R.斷電器之彈簧 K.偏輪 H.偏輪軸 M.低壓磁電機 In.電開關  
C.發動機之汽缸 B.機座極體

器 (interrupter).

(4) 割斷的極高電流發火之劣點 (a) 斷電器之軸須通入汽缸內, 難於獲得完善的密合; (b) 斷電器之接觸點須極清潔。

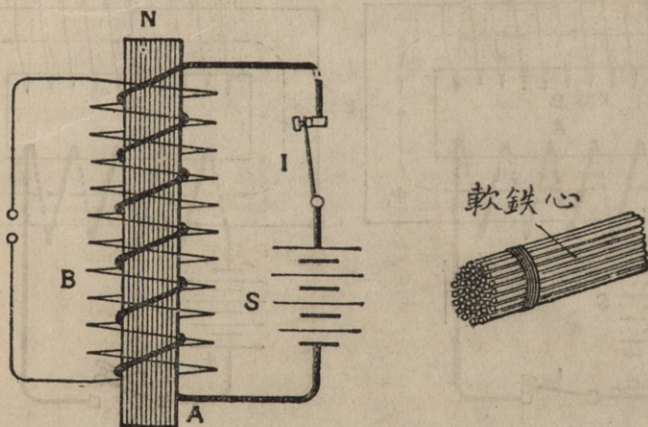
### 91. 以感應綫圈之升高電壓



(1)原理 在綫圈內所有磁流之變遷即產生一感應電流,其電壓隨下述之情形以愈大:

- (a)磁流之變遷愈大;
- (b)磁流之變遷愈速;
- (c)綫圈之圈數愈多。

(2)結構(第158圖) 感應綫圈包含:(a)一軟鐵心  $N$ ; (b)一絕緣之綫圈  $A$ , 具備一少數之圈數  $N_1$ ; (c)一絕緣之綫圈  $B$ , 具備一多數之圈數  $N_2$ ; (d)一電開關 (switch)  $I$ , 用以關閉或開啓  $A$  綫圈至電源  $S$  之電路, 其電源之採用, 或爲電池, 或爲蓄電池, 或爲磁電機。

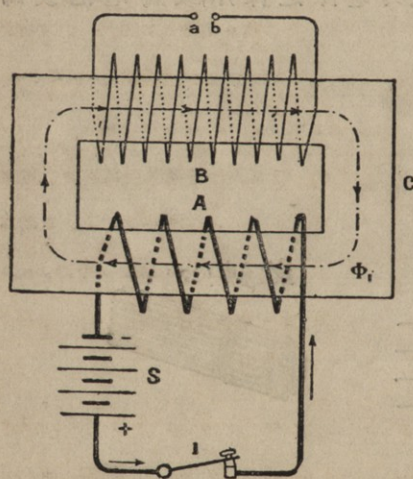


第 158 圖 感應綫圈

$N$ .薄片軟鐵心  $A$ .正綫圈  $B$ .副綫圈  $S$ .電源  $I$ .電開關

(3)動作(第159及160圖) 當電開關  $I$  關閉時,由電源  $S$  所供給之電流,乃在  $A$  綫圈內循環,而產生一磁流於綫圈  $A$  及  $B$  之內.若開啓電開關  $I$ ,則通過綫圈  $A$  內之電流立即停止,及由此電流所產生之磁流,亦同時散失,即於綫圈  $B$  之內,

亦發生磁流之變遷。綫圈  $B$  內既發生磁流之變遷，故即於此綫圈內產生一感應電流。如欲使此電流為一高壓之電流，則宜根據上之原理，令：(a) 綫圈  $A$  內循環一甚強之電流，因電流強則磁流強，磁流強則其變遷大；(b) 電開關  $I$  開啓迅速，則磁流之變遷速；(c)  $B$  綫圈內之圈數多，若吾人重新關閉電開關  $I$ ，則  $A$  綫圈內之電流忽又從 0 以變至最強之值，即兩綫圈內之磁流亦同時發生變遷，故於綫圈  $B$  之內又獲得一新生電流。

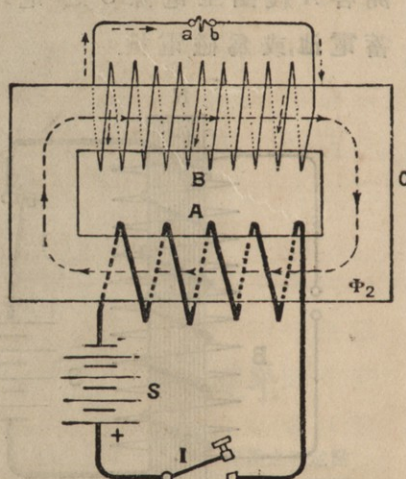


第 159 圖 感應綫圈之動作圖

C. 軟鐵心 A. 正綫圈 B. 副綫圈

S. 電源 I. 電開關

本圖電開關  $I$  關閉，正電流在電路循環，於軟鐵心內產生一磁流  $\Phi_1$ 。



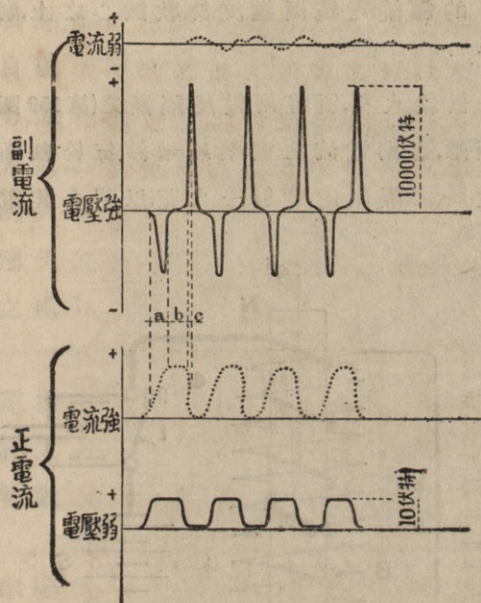
第 160 圖 感應綫圈之動作圖

本圖電開關  $I$  掉開，正電流與磁流  $\Phi_1$  均銷滅，因磁流之迅速變遷，於  $B$  綫圈內產生一感應電流，此電流以一火花於  $ab$  之處閉合其電路，而產生一磁流  $\Phi_2$  與  $\Phi_1$  同向。

接受外界輸入電流之綫圈  $A$ ，稱為正綫圈 (primary winding)，或一次綫圈；在此綫圈內所循環之電流，稱為正電流



(primary current), 或一次電流。綫圈 *B* 則稱為副綫圈 (secondary winding), 或二次綫圈; 在此綫圈內所循環之感應電流, 稱為副電流 (secondary current), 或二次電流。



第 161 圖 感應綫圈動作之曲線

a. 電路關閉時之現象 b. 電路已閉時之現象 c. 電路割斷時之現象

(1) 正電流常為同向;

(2) 當正電流在割斷時, 副電流之方向與正電流同; 當正電流在關閉時, 副電流之方向與正電流相反。

(3) 當正電流關閉時副電流之電壓較之正電流在割斷時副電流之電壓為弱, 因於 *c* 處電流與磁流之變遷, 不及在 *b* 處時變遷之速也。

[附記]

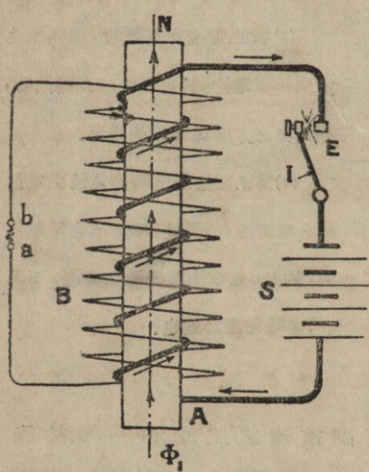
1. 若感應之現象無所損失, 則正副電流之工率必相等, 故副電流之電壓若大於正電流之電壓以 10 倍或 20 倍時, 則副電流之強度遂小於正電流之強度以 10 倍或 20 倍, 故感應綫圈者, 乃為一變換電壓低, 強度大之正電流, 使為一電壓高, 強度小之副電流之器具也。

2. 正電路 (primary circuit) 之綫圈數目既少, 即應為一短綫所構成, 又正電路所循環之正電流既需強大, 即應為一粗綫所構成, 故正電路之電綫粗而短。

3. 副電路(secondary circuit)之綫圈數目既多,即應爲一長綫所構成,又副電路所循環之副電流,既甚微弱,即應爲一細綫所構成,以減小電樞之笨重,而求價值之經濟,故副電路之電綫細而長。

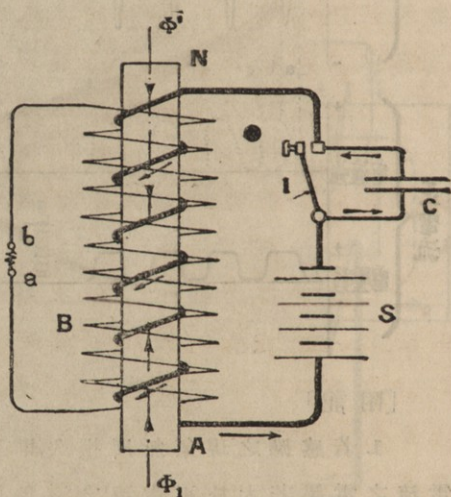
4. 正副兩綫圈係重疊的纏繞:正綫圈纏繞於軟鐵心之上,副綫圈則纏繞於正綫圈之上。

5. 對於以感應綫圈之供給火花,須將副電路隔斷之(第159圖B圈之a,b二點),隔斷之距離,隨副電流之電壓以增減,每於割斷或關閉正電路時,則於副電路之隔斷處,噴射一火花,以閉合其電路。



第 162 圖 自感之影響

N. 薄片軟鐵心 A. 正綫圈 B. 副綫圈  
S. 電源 I. 電開關 割斷的極高電流之火花E在電開關I之接觸處噴射,正電路遂因此火花而得重新閉合,自感電流有延長母磁流 $\Phi_1$ 之勢,如是副綫圈之火花ab乃因此而減弱矣。



第 163 圖 凝電器之利用

C. 凝電器 凝電器阻止火花E之形成,而增進磁流之變遷,於充電時吸收自感電流,於放電時爲一反向之電流,產生一磁流 $\Phi_2$ 以銷滅 $\Phi_1$ ,如是副火花之ab乃爲之增強矣。



(4) 自感之影響與凝電器之利用(第162及163圖) 假定自感綫圈之正電路A, 爲一自感綫圈, 則當電開關I, 急猝開啓之際, 在正電路中, 乃有一割斷的極高電流, 於此開關之接觸點, 產生一割斷的火花, 此火花迅速的將正電路閉合, 斯時自感電流遂得於綫圈內循環, 但此電流有反抗磁流變遷之勢, 而與原始電流同向, 由是磁流在綫圈內之變遷, 不能迅速完成, 即其變遷不能與無自感綫圈之電路同一迅速, 故割斷的火花有延長磁流變遷之弊, 乃使割斷處之金屬燒熔, 而迅速失其作用, 故吾人常須將此火花消滅之, 其法於割斷電路之處, 以並聯法裝置一凝電器, 以減少上之二種影響。

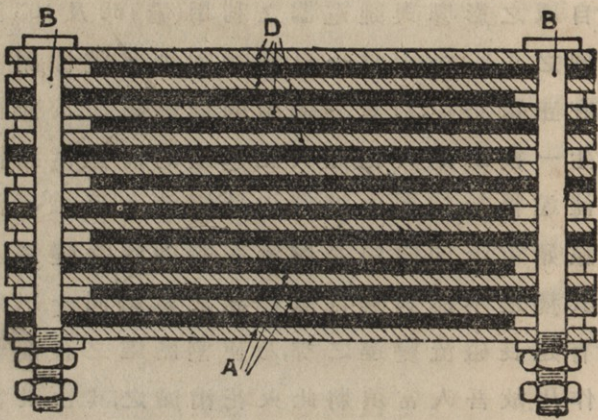
(5) 凝電器之構造 用於感應綫圈之凝電器與用於磁電機者相同, 爲多數之電銜所組成(第164圖), 此電銜爲鋁或錫之金屬片所製, 於每二片間隔以雲母片(mica), 電銜之單雙數各借一電綫相連。

(6) 凝電器之動作 在電路割斷時, 凝電器與正電路爲串聯之裝置, 割斷的極高電流使凝電器充電, 當凝電器已充電時, 自感電流遂完全被其吸收, 使正綫圈內無任何電流而皆聚於凝電器之電銜間, 厥後此器又放電於正綫圈內, 當凝電器放電時, 其電流之方向與充電時電流之方向相反, 故放電時之電流又產生一磁流, 與正電流所生磁流之方向相反。

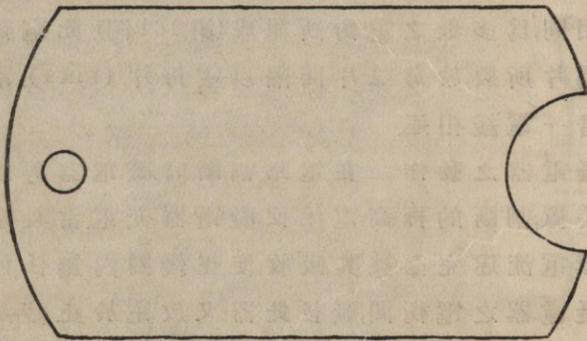
結論 凝電器之功用爲:

(1) 防止火花之產生, 以保護電開關之接電頭。

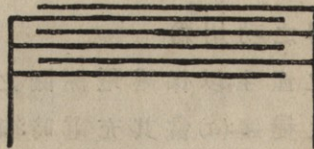
(2) 增速磁流之變遷:(a) 當其充電時: 吸收割斷的電流;(b) 當其放電時: 還出一反向之電流於綫圈內, 以改善綫圈之行動, 而增強副電流之電壓。



電銜之一片



凝電器之簡示



第 164 圖 凝電器之結構(用於感應綫圈或磁電機)

A.電銜 D.絕緣體 B.接電頭



[附記] 凝電器非能絕對的防止火花之產生,不過能減小其強度而已,故於斷電器之白金螺絲處(磁電機或“德賴戈”式之斷電器)產生火花,不可謂凝電器未臻完善也。

**92.感應綫圈上正電流之開關** 吾人已見感應綫圈之行動,對於正電路必需一開關,以使正電流變遷之迅速,開關之方式頗多,大別之可分為三類:(1)磁性開關或磁性振動器(magnetic vibrator); (2)機械開關或機械振動器(mechanical vibrator); (3)機械斷電器(mechanical break)。

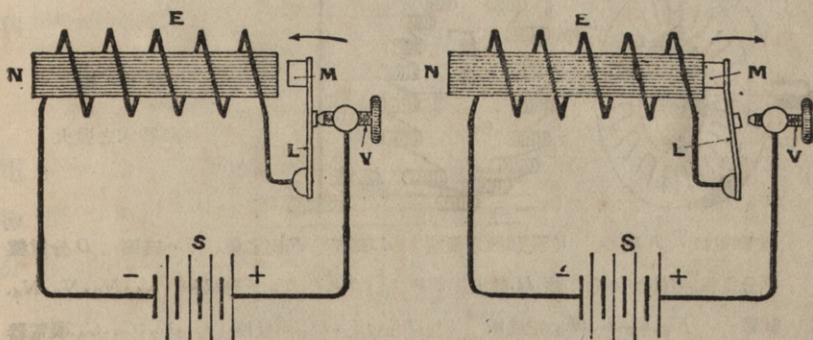
(1) 磁性開關或磁性振動器

(a) 構造 (第 165 圖) 當振動片  $L$  與螺絲  $V$  接觸時,則電磁路閉合;反之,當振動片不與螺絲  $V$  接觸時,則電磁路斷絕。

(b) 動作 在停止時振動片  $L$  與螺絲  $V$  接觸(第 165 圖 a),若閉合之電路內通過電流,電磁遂吸引振動錘  $M$ ,使振動片脫離螺絲  $V$  之接觸,而割斷電路(第 165 圖 b);如是電磁散失,振動錘仍回復其原始位置,使振動片  $L$  與螺絲  $V$  接觸,電

(a) 電路斷斷

(b) 電路閉合

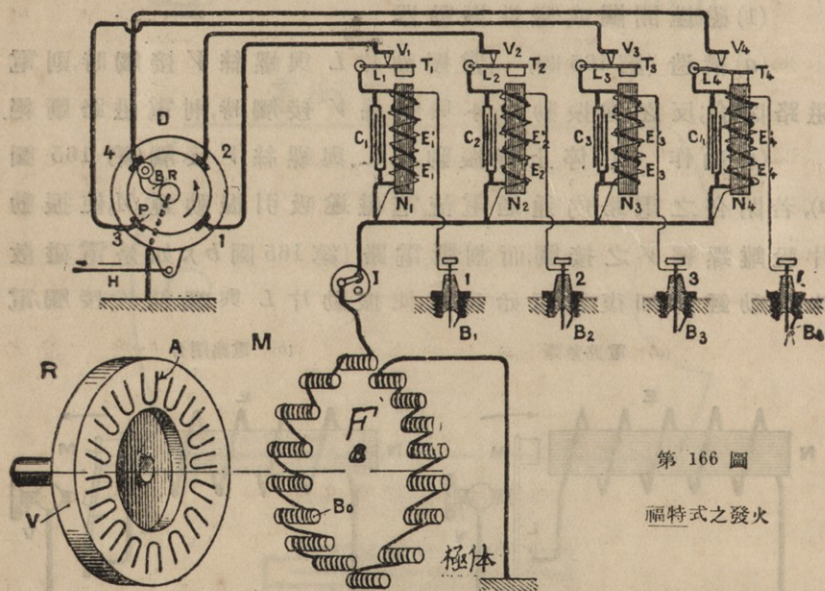


第 165 圖 磁性振動器

$N$ .薄片軟鐵心  $E$ .綫圈  $L$ .振動片  $M$ .振動錘  $V$ .白金螺絲  $S$ .電源

流又重新通過，振動錘又重被吸引，電路又重被割斷，依次循環以至於無窮，由是電路遂得一依次之迅速割斷與閉合，於割斷之處亦如前述，須用並聯法裝備一凝電器，以防止割斷的火花之產生。

(c) 應用 福特式低壓磁電機 (Ford inductor-type low tension magneto) 之發火，即為一磁性振動器的感應綫圈之應用，其法係以一低壓電源(12至16伏特)之磁電機，發生正電流，此電流由感應綫圈次第傳至分電盤 (ignition distributor)，復



第 166 圖  
福特式之發火

M.磁電機 R.轉心 V.發動機之飛輪 A.磁石 F.固定盤 B<sub>0</sub>.綫圈 D.分電盤  
P.分電板 BR.旋轉分電頭 H.發火提前桿 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>.感應綫圈 N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>.  
軟鐵心 E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>.正綫圈 E'<sub>1</sub>, E'<sub>2</sub>, E'<sub>3</sub>, E'<sub>4</sub>.副綫圈 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>.凝電器  
L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>.振動片 V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>.白金螺絲 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>. 火花塞 I. 停火開關  
(粗綫表正電路，細綫表副電路)。



以感應綫圈之關係，乃變為高壓電流，而傳之於火花塞。

此種磁電機之構造為於一固定之圓盤  $F$  上(第 166 圖)裝置綫圈 16 個，各綫圈互相連結成爲一體。在固定圓盤之對面爲發動機之飛輪  $V$ ，在飛輪上則裝置馬蹄鐵形之磁石 16 個。當飛輪旋轉經過各綫圈之前時，在各綫圈內乃發生一低壓之感應電流。

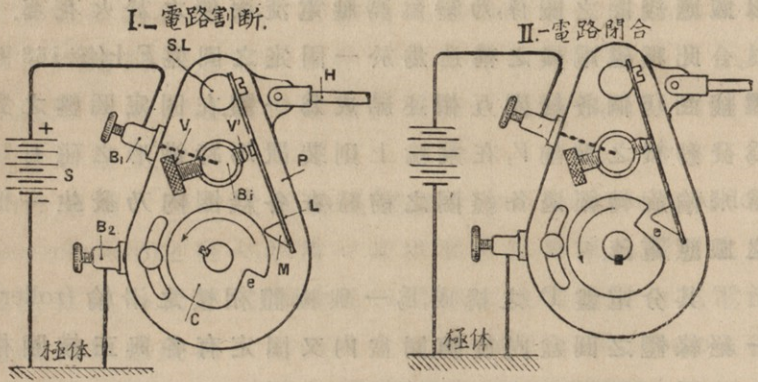
其分電盤  $D$  之構成，爲一與極體相接之滑輪 (roller)，在一絕緣體之圓盒內旋轉。圓盒內又固定有各與正綫圈相連之分電板(鐵板)四塊。當滑輪與四分電板之一，例如與第 2 塊相接觸時，則第二號汽缸之感應綫圈，其正電路得以閉合，磁電機之電流循環於正綫圈內，振動片  $L_2$  遂被吸引，如是正電流忽被割斷，而於副綫圈內產生一高壓之感應電流，傳至第二汽缸之火花塞而噴射火花。當滑輪與分電板接觸時，振動器發生多次之振動，即正電路發生多次之割斷，故在火花塞上，亦能獲得多次之火花，其發火之優良，自不待言矣。

此磁電機除供給發動機之發火外，且供給車燈之燈光與電喇叭之聲號。

## (2) 機械振動器

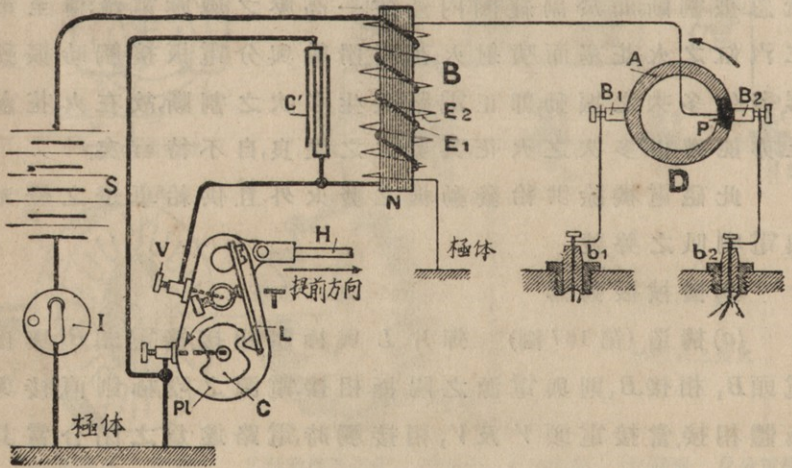
(a) 構造 (第 167 圖) 彈片  $L$  與極體相接，接電頭  $B_2$  與接電頭  $B_1$  相接， $B_1$  則與電源之陽極相接，電源之陰極則直接與極體相接。當接電頭  $V$  及  $V_1$  相接觸時，電路遂爲之閉合，當其分開時，則爲之割斷。

(b) 動作 偏輪  $C$  受發動機之牽動，當彈片  $L$  之摩擦塊  $M$  與偏輪之圓周相接觸時，則接電頭  $V$  與  $V'$  相離，而電路割斷。當偏輪之凹槽  $e$  與摩擦塊相接觸時， $V$  與  $V'$  始相接觸，電



第 167 圖 機械振動器

S. 電源 P. 支板 (正極體) C. 偏輪 SL. 振動片之支柱 L. 振動片 (通極體)  
 M. 振動錘 Bi. 絕緣之接電頭 V, V'. 白金螺絲 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>. 接電頭



第 168 圖 機械振動器的感應綫圈在一兩汽缸發動機上之發火

S. 電源 I. 電開關 T. 機械振動器 Pl. 支板 L. 振動片 C. 偏輪 V. 白金螺絲  
 B. 感應綫圈 E<sub>1</sub>. 正綫圈 E<sub>2</sub>. 副綫圈 N. 軟鐵心 C. 凝電器 D. 分電盤 A. 絕  
 緣環 P. 分電頭 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>. 電刷 b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>. 火花塞 (粗線表正電路, 細線表副電路)



路始閉合，電流乃通過彈片  $L$  因受摩擦塊墜入凹槽之影響，遂賴其彈性而發生振動，使電路產生一連續且迅速之閉合與割斷，即於電路內產生一多次之火花，與磁性振動器同。發火之提前法以轉動支板  $P$  而獲得之。

(c)應用 第 168 圖為機械振動器的感應綫圈在一兩汽缸發動機上發火之應用，其動作可觀圖而知之。

### (3) 機械斷電器

(a)磁性振動器及機械振動器之劣點 磁性振動器及機械振動器，雖其優點能於副電路產生一多次之火花，但其構造精巧，校正困難，與夫高速時之行動惡劣；此今日之所以幾乎全部舍棄不用，而以機械斷電器代之也。

(b)機械斷電器之動作 當偏輪  $C$  (第 169 圖) 受發動機之牽動，摩擦塊  $T$  未與凸輪接觸時，斷電錘  $M$  受彈簧  $R$  之壓力，以使接電螺絲  $V$  及  $V'$  兩相接觸，而閉合電路。當發火時，偏輪之凸輪升起斷電錘  $M$ ，使  $V$  與  $V'$  相離，而急猝的割斷電路。其發火之提前以移動偏輪  $C$  而獲得之。

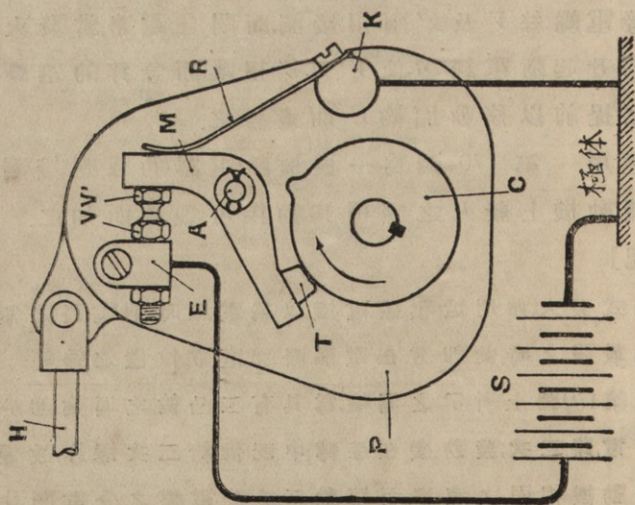
(c)應用 第 170 圖為一機械斷電器的感應綫圈在一四汽缸發動機上發火之應用，其動作可觀圖而知之。

### [附記]

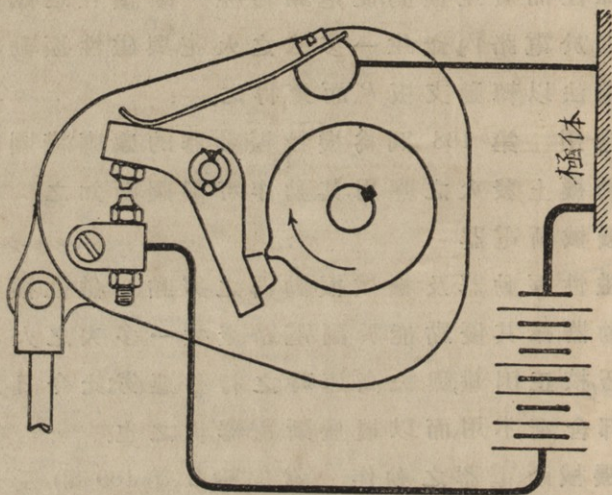
1. 此式發火，如用低壓磁電機以為電源時，則電路之割斷，應在正電流最強之時，此即言在電樞略過直立位置之後。

2. 在第 170 圖上所示之偏輪，為具有二凸輪之偏輪，即於一轉中，可割斷電路二次；發動機在每轉中既供給二次爆炸，故偏輪即需以與發動機相同之速率而轉動。至於分電盤之分電頭 (brush)，則為發動機速率之半。

I. 電路閉合.



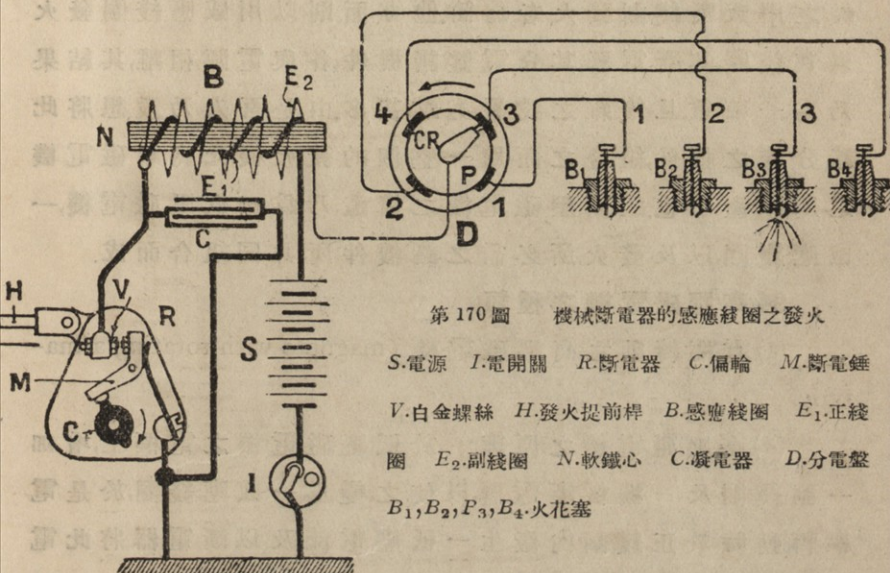
II. 電路割斷.



第 169 圖 機械斷電器

P. 支板 C. 偏輪 M. 斷電錘 R. 斷電錘之彈簧  
 K. 彈簧之支柱 V, V'. 白金螺絲 E. 斷電砒 S. 電源





第 170 圖 機械斷電器的感應綫圈之發火

S.電源 I.電開關 R.斷電器 C.偏輪 M.斷電錘  
 V.白金螺絲 H.發火提前桿 B.感應綫圈 E<sub>1</sub>.正綫  
 圈 E<sub>2</sub>.副綫圈 N.軟鐵心 C.凝電器 D.分電盤  
 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>.火花塞

3. 機械斷電器的感應綫圈，每於割斷電路時僅產生一次火花，而與磁性的及機械的振動器之發生多次火花者不同，但對於引火之效果而言，則熱而且強之一次火花，亦屬甚善，而無遜色。

4. 在本章之末，吾人將再研究“德賴戈”式之發火，亦為機械斷電器的感應綫圈之應用，而為今日發火式中之最優良者。

5. 不論為振動器，或機械斷電器，其接電頭 V 及 V' 均為螺絲製成，以便校正其割斷之距離，更於螺絲上鍍有一薄層之白金，以防火花之燒損，亦有用鎢鋼以代白金者，但其效用則相差良多。

### C. 高壓磁電機發火之研究

93. 高壓磁電機之原始 在各種感應綫圈之發火中，其供給於綫圈之正電流的電源，可為一任何發電機；在高壓磁電機之發火中，其供給電源之發電機則為其本身，故其結構

較之用感應綫圈發火者爲簡。他方面則以用感應綫圈發火者，其綫圈，其斷電器，其分電盤諸機件，各與電源相離，其結果乃爲一笨重且複雜之設置，劣點甚多。由是吾人乃設想將此諸分離之機件，組合之而爲一整個的發火機，此高壓磁電機之所以產生也。故高壓磁電機之構造，乃爲一低壓磁電機，一感應綫圈，以及發火所必需之諸機件所共同組合而成。

#### 94. 高壓磁電機之種類

(1) 電樞轉動之高壓磁電機 (magneto with rotating armature)

(a) 高壓磁電機之原理 於低壓磁電機之電樞上，增加一副綫圈及一機械斷電器，以使之變爲一感應綫圈，於是電樞轉動時於正綫圈內產生一低壓電流，及以斷電器將此電流割斷之，乃於副綫圈內產生一高壓電流。

(b) 高壓磁電機之構造 觀第 171 至 174 圖。

1. 磁石 (magnet) 101 與低壓磁電機同。
2. 極鐵 (pole piece) 102 與低壓磁電機同。
3. 座板 (base) 與低壓磁電機同。
4. 軸座殼 (bearing bracket) 104 與低壓磁電機同。
5. 電樞 (armature) 之本身。

電銜 (armature) 爲數件所製成：(1) 薄片軟鐵心 (armature core) 120 —— 與低壓磁電機同，(2) 夾盤 (armature end) —— 與低壓磁電機同。

綫圈 (1) 正綫圈  $EP$  —— 爲  $\frac{7}{10}$  至  $\frac{20}{10}$  公釐之紅銅絲所構成，約具有綫圈數 200 至 300 捲，其長度爲 90 至 200 公尺；(2) 副綫圈  $ES$  —— 爲  $\frac{1}{100}$  至  $\frac{5}{100}$  公釐之紅銅絲所構成，



約具有綫圈數 1200 捲，其長度為 5000 至 6000 公尺。

電樞軸 (drive shaft) 借青銅所製之二軸座殼以支持其旋轉。

6. 斷電器 (break) 此器借一中央螺絲 (insulated interrupter screw)，固定於電樞之一端 (第 174 圖)。全器包含：

一 斷電盤 (disk) 106 青銅製成，用以支持斷電器。

一 斷電砧 (insulated) 107 亦為青銅所製，裝於斷電盤之上，以雲母圈與極體相隔，而與正電路之中央螺絲相通。

一 斷電錘或斷電槓桿 (contact breaker arm) 111 為鋼所製，具有一軸，當錘之另一端之摩擦塊與斷電輪 (cam block) 相接觸時，此錘遂繞是軸以擺動。

一 斷電彈簧 (spring) 112 為鋼片所製，一端固定於斷電盤之上，一端固定於斷電錘之上，用以穩定斷電錘與斷電砧之接觸。

二 白金螺絲 (platinum point) 110 及 108 一固定於斷電砧之上，為靜止白金螺絲，此螺絲可以調整二白金螺絲之距離，故又稱調整螺絲 (adjust screw)；另一螺絲帽 109，則為此螺絲之制動螺絲帽，於調整距離後以扭緊之。一固定於斷電錘之上，為活動白金螺絲，隨斷電錘以起落。

二 斷電輪 (cam block) 117 為鋼所製，裝於斷電盒 (breaker box) 之上，用以升起斷電錘，使活動白金螺絲之得以分離。

7. 凝電器 (condenser) 121 其構造與用於感應綫圈

者同，裝於電樞之夾盤中。

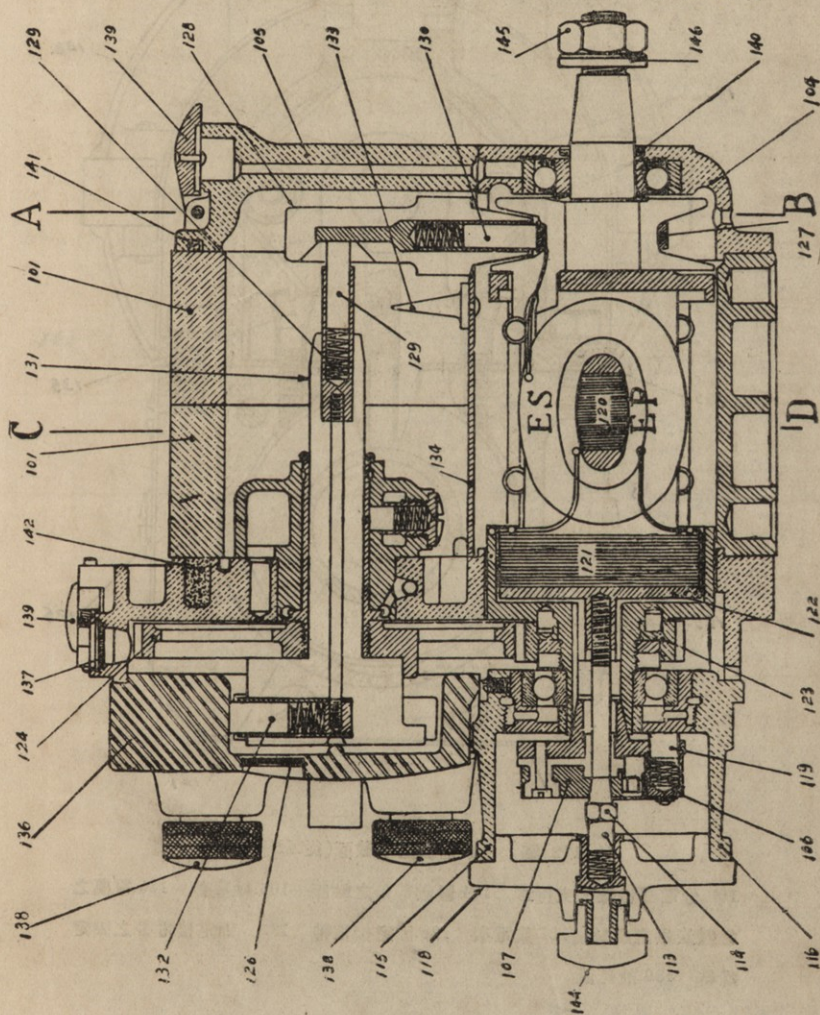
此外電樞尚裝備：一鋼製之分電小齒輪 123；一副電流之集電環 (collector) 127 —— 爲一青銅環所製，裝於一電木 (ebonite) 製之絕緣環中；分電盤 (distributor) 136 —— 爲於一絕緣體之圓盒內，嵌入若干分電板 (segment) S 而成；一旋轉分電帚 (distributor arm) 131 —— 爲電木所製，裝置一分電炭刷 132，及一接電炭刷 129，此帚套入於分電大齒輪 124 之中，接受分電小齒輪之運動而旋轉；安全火隙 (safety gap) 133 —— 爲二金屬針所製成，一針固定於電樞蓋 134 之上，另一針則與炭刷 129 相接；極體炭刷 (ground-brush) 119 —— 裝於斷電盤之後，以維持極體之連接；斷電盒蓋 (breaker-box cover) 118 —— 爲絕緣體之電木製成，裝置一停火炭刷 (ground brush) 113，此炭刷壓於斷電器之中央螺絲上以摩擦，一停火電綫 (ground wire) 借一停火接電頭 (grounding stud) 144，以與此炭刷相連；軸座蓋 (bearing cover) 105 —— 用以蓋覆磁電機之全部機件，而防止灰塵及濕氣之透入。

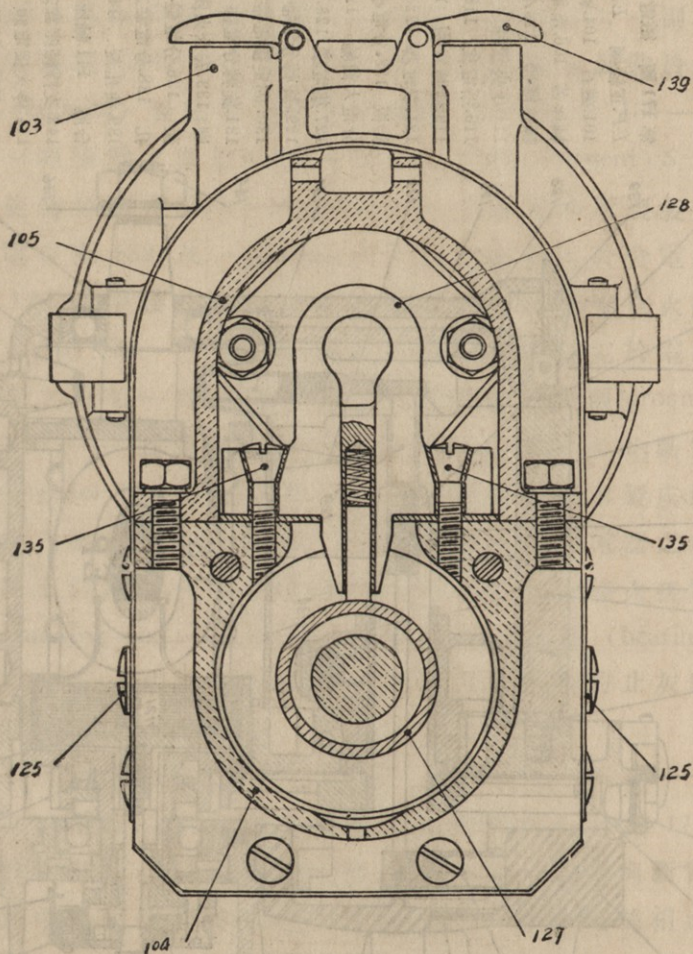
#### 8. 電路之連接

**正電路** 正綫圈之起端，銲接於軟鐵心上 (第 171, 174, 175 圖)，以與磁電機之極體相接；其他一端，則與斷電器之中央螺絲相接，而與斷電砧之靜止白金螺絲相通。斷電錘借彈簧 112 以與極體相通，因此活動白金螺絲亦借此以與極體相通，故正電流所循環之電路如次：由正綫圈至中央螺絲，至斷電砧，至靜止白金螺絲，至活動白金螺絲，至斷電錘，至斷電彈簧，至斷電盤，至極體炭刷



第 171 圖 磁電機之縱剖面  
 E.P. 正綫圈 ES. 副綫圈  
 101. 磁石 104. 軸座殼 105. 軸座蓋 106. 斷電盤 107. 絕緣接觸體 113. 停火炭刷  
 114. 中央螺絲 115. 彈簧 116. 斷電盒 118. 斷電盒蓋 119. 極體炭刷 120. 軟鐵心  
 121. 發電器 122. 發電器之連結板 123. 分電小齒輪 124. 分電大齒輪 126. 雲母窗  
 127. 集電環 128. 固定接電帶 129. 旋轉分電帶之接電刷炭 130. 固定接電帶之接電炭刷  
 131. 旋轉分電帶 132. 分電炭刷 133. 安全火障 134. 電樞蓋 136. 分電盤 137. 察視孔 138. 分電盤之接電頭  
 139. 油孔蓋 140. 軸座之密封圈 141. 軸座蓋之密封墊 142. 支持軸座盒之密封墊  
 144. 停火接電頭 145. 驅動軸之螺絲帽 146. 驅動軸之鐵圈



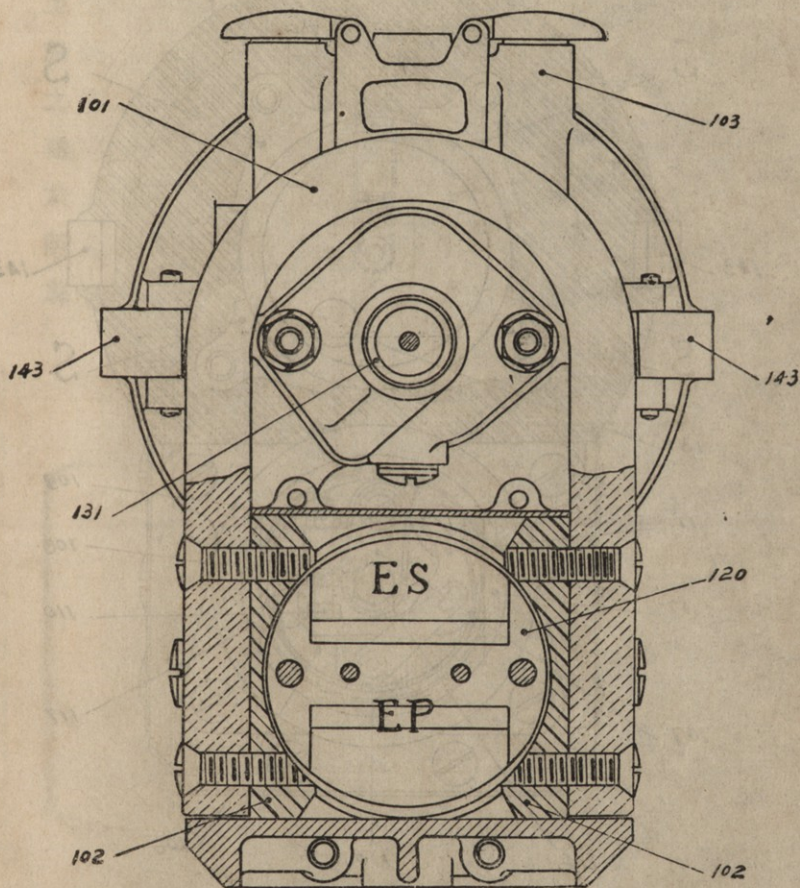


第 172 圖 磁電機之橫截面(從AB綫截開)

103.分電部份軸座支持盒 104.驅動部份之軸座 105.軸座蓋 125.電樞之極體炭刷之螺絲 127.集電環 128.固定接電帶 135 固定接電帶之固定螺絲 139.油孔蓋

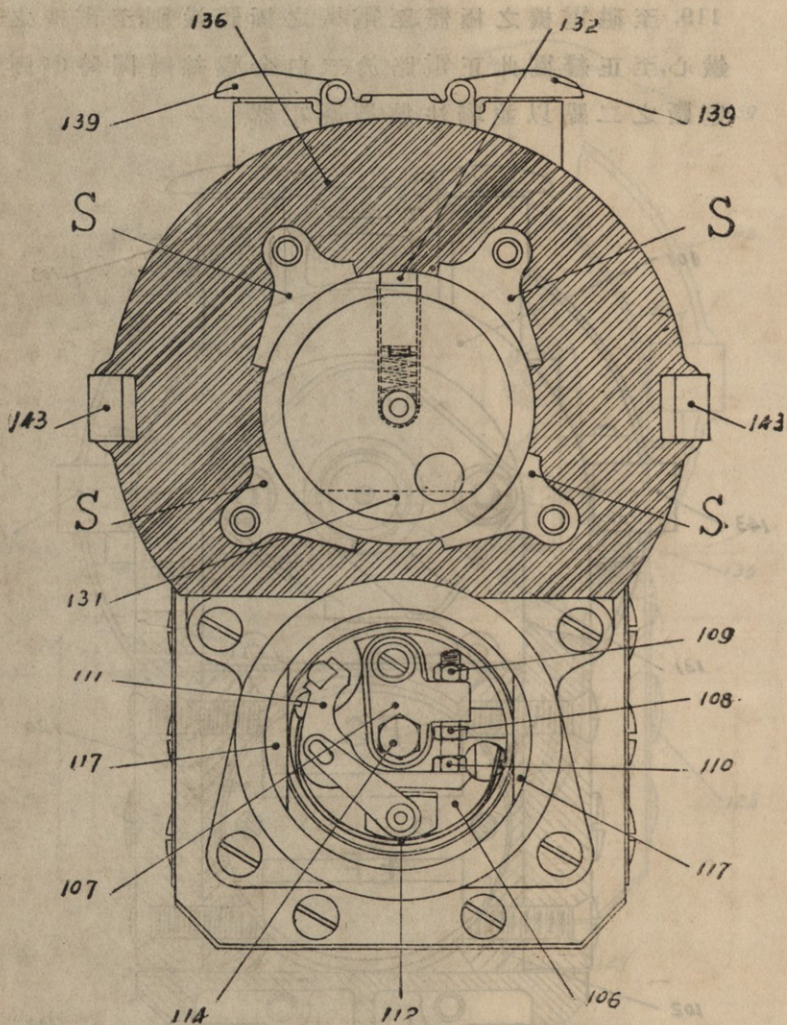


119, 至磁電機之極體,至電樞之極體炭刷,至電樞之軟鐵心,至正綫圈,此正電路於二白金螺絲離開時割斷,於割斷之二點以並聯法裝置凝電器。



第 173 圖 磁電機之橫截面(從CD綫截開)

EP. 正綫圈 ES. 副綫圈 101. 磁石 102. 極鐵 103. 分電部份軸座支持盒  
120. 軟鐵心及其綫圈 131. 旋轉分電帶 143. 分電盤之固定彈簧

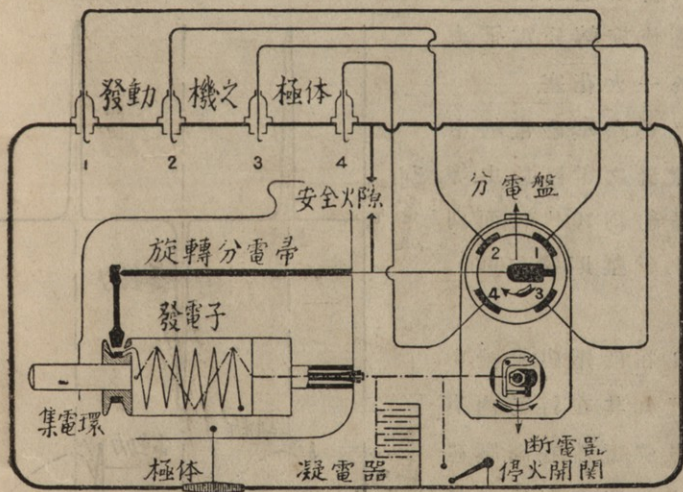


第 174 圖 磁電機之後視(斷電盒蓋取去)

106. 斷電盤 107. 斷電站 108. 靜止白金螺絲 109. 制動螺絲帽 110. 活齒  
 白金螺絲 111. 斷電槓桿 112. 斷電彈簧 114. 中央螺絲 117. 斷電輪 131.  
 旋轉分電帶 132. 分電炭刷 136. 分電盤 139. 油孔蓋 143. 分電盤之固定  
 彈簧 S. 分電板



副電路 副綫圈之起端,亦銲接於軟鐵心上,或即連於正綫圈上以與極體相通,其他一端則接於集電環之上,故副電流所循環之電路如次:由副綫圈至集電環,至固定電帚之接電炭刷,至旋轉分電帚之接電炭刷,至旋轉分電帚之分電板,至分電盤之分電板,至火花塞之電綫,至火花塞,由火花塞之火花至發動機之極體,至磁電機之極體,至電樞之極體炭刷,至副綫圈,此副電路於火花塞之二針間隔斷,而於火花噴射時閉合,安全火隙以並聯法裝於副電路之上:一針與極體相接,一針與旋轉分電帚之接電炭刷相接。



第 175 圖 高壓磁電機電路之連接

(c)高壓磁電機之動作 高壓磁電機之動作適與低壓磁電機採用機械斷電器的感應綫圈者相同,當電樞在磁場內旋轉及斷電器閉合之時,吾人於電樞內乃有磁流之變遷,

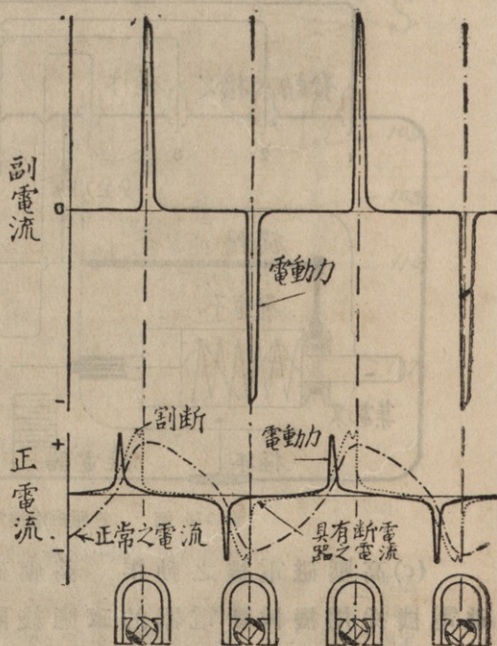
而於正綫圈內產生一交流之感應電流(觀低壓磁電機)。此電流有反抗磁流變遷之勢,而於電樞內產生一干擾的磁流(flux antagonist)。當電樞略過直立位置後,感應電流之強度最大,即干擾磁流之產生於電樞內亦最大,此時斷電錘被斷電輪抵開,而使二白金螺絲猝然分離,於是感應電流遂猝然降低至零,正電流斷絕,干擾磁流亦同時消滅。由磁流變遷之結果,乃於副綫圈內產生一高壓電流,至火花塞上,噴射一火花以閉合其電路。

### [附記]

1. 當斷電器割斷電路,在副綫圈內有產生一感應電流之傾向時,應使旋轉分電帶適對應於一火花塞。

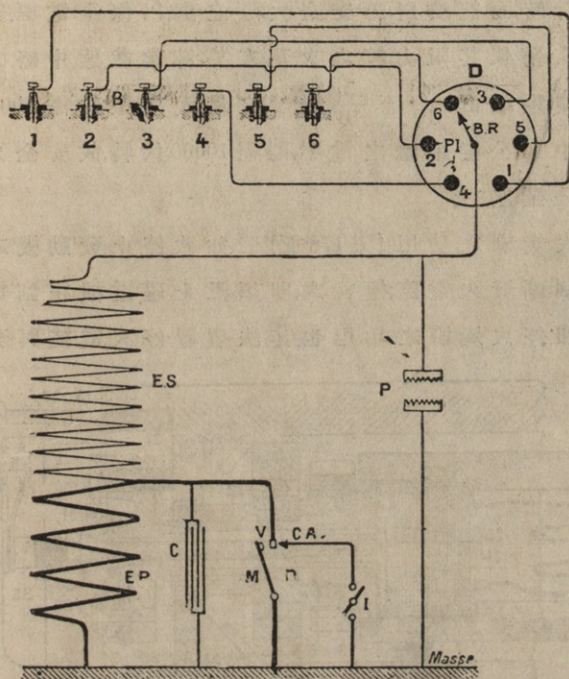
2. 在高壓磁電機中,其正電流之電壓於中等速率時約為10伏特,而副電流之電壓則達10000伏特。

3. 在低壓磁電機中,吾人已知其在每轉內有二次最強電流,在高壓磁電機中亦同。若對應此最強電流而割斷之,則於每轉內可獲二次高壓火花。此磁電機中所以具備斷電輪二塊也。



第 176 圖 電樞旋轉之高壓磁電機之動作





第 177 圖 一六汽缸發動機以高壓磁電機發火之草圖

EP.正綫圈 ES.副綫圈 R.斷電器 M.斷電錘 V.白金螺絲 C.凝電器  
 CA.停火炭刷及停火電綫 I.電開關 P.安全火隙 D.分電盤 PI.分電板  
 BR.旋轉分電帶 B.火花塞

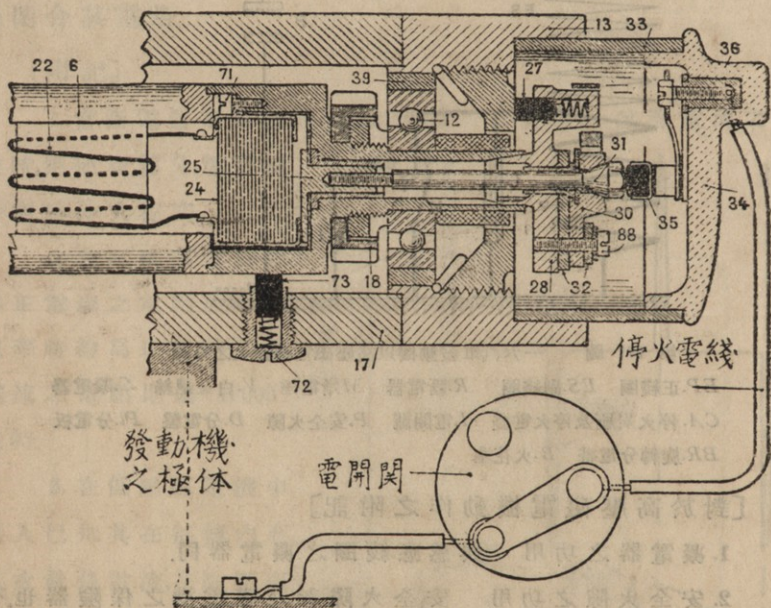
[對於高壓磁電機動作之附記]

1. 凝電器之功用 與感應綫圈之凝電器同。

2. 安全火隙之功用 安全火隙者乃磁電機之保險器也。有時因火花塞之射火針之距離太寬，或電綫之折斷，而產生高大阻力以阻止火花通過時，於是火花乃尋覓阻力較小之處，如綫圈間，或綫圈與極體間以噴射之，而使電樞有摧毀之虞。為避免此危險計，吾人乃裝置一安全火隙於副電路之上，俾火花不能跳越火花

塞之射火針時，而能噴射於安全火隙之處，以保全電樞。安全火隙距離之確定，務使其阻力較之火花塞於尋常狀態中略大，火花跳越射火針間(距離由  $\frac{4}{10}$  至  $\frac{5}{10}$  公釐)之最大電壓約需 8000 伏特，其跳越空氣中 10 公釐距離之電壓，則需 10000 伏特，故安全火隙之距離應為 10 公釐左右。

3. 停火炭刷之功用(第 178 圖) 如欲停止發動機之行動，勢必迅速的割斷發火電路；換言之，即須阻止磁電機在副電路上產生火花，是即停火炭刷之功用也。其法須置停火電綫與發動機之



第 178 圖 停火炭刷與極體炭刷之功用

極體相接，使正電路產生一分流。此分流之電路為：由正綫圈 22，至中央螺絲 31，至停火炭刷 35，至停火電綫，至電開關，至發動機之極體，至極體炭刷 73，至正綫圈 22。故當此分立之電路閉合時，正電流

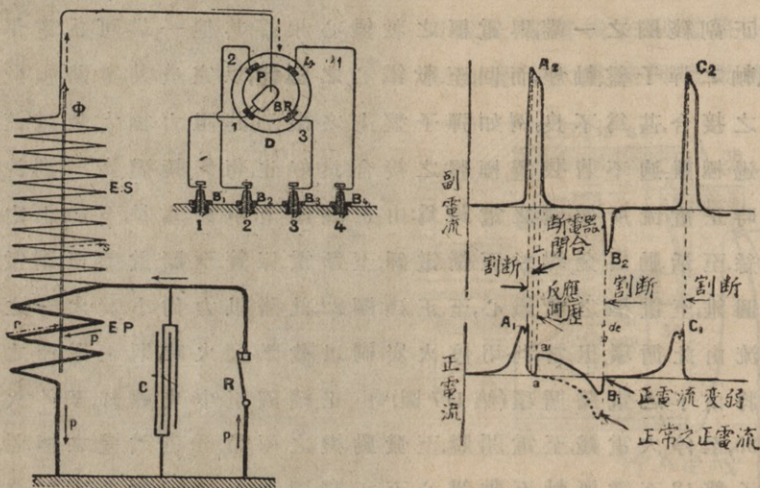


得由此路循環，而斷電器之效用乃失，即在綫圈內無磁流之變遷，亦無副電流之產生，而火花塞處亦無火花之噴射，發動機之能停止行動，自不待言矣。

4. 極體炭刷之功用 (第 178 圖) 極體炭刷 27 及 73 之功用，在於保持磁電機極體之接觸完善，而使正電流之易於由極體以返回磁電機也。或問曰，極體炭刷其為不可免之物乎？對曰然，吾人固知正副綫圈之一端，與電樞之軟鐵心相接，其他一端，可由電樞之軸、軸之彈子盤、軸座，而回至軟鐵心之極體，以完成其電路，但此電路之接合，甚為不良，例如彈子盤上之機油，其阻力極大，使電流之通過極難，迥不若裝置極體之接合良好也。苟無極體炭刷，則於發火時正電流所循環之電路為：由正綫圈至中央螺絲，至靜止白金螺絲，至活動白金螺絲，至斷電錘，至斷電彈簧，至斷電盤，至斷電盤之圓錐，至電樞之軟鐵心，至正綫圈 22；此路阻力尚小，發火時之正電流由此循環，但當利用停火炭刷以截斷發火時，則正電流之分流將由下之電路循環 (第 177 圖)：由正綫圈至中央螺絲，至停火炭刷 35，至停火電綫，至電開關，至發動機之極體，至磁電機之極體，至彈子盤 12，至電樞軸，至軟鐵心，至正綫圈。如上所述，彈子盤處之阻力大，正電流僅有一小部份由此通過；其餘之一部份則仍循發火時阻力較小之電路循環，使磁電機繼續行動，火花塞上之火花繼續供給，而不能熄滅。故無極體炭刷之結果，吾人將無以截斷火花之噴射，而發動機之停止有不可能之勢，繼此以往，其危險之產生，至可畏懼也。由是吾人可以奉告讀者，每當發動機產生此種不良現象時，應速清理磁電機之極體炭刷，使其接觸良好。

5. 副電流對於正電流之影響 (第 179 圖) 副電路之閉合，在於火花噴射之時，火花之噴射，雖為時極短，然其經歷亦切不可忽視。因副電路在閉合之短促時間內，而磁電機之電樞仍有時旋轉

一相當角度。當火花產生時，電樞之軟鐵心近於直立位置，在直立位置後  $\frac{1}{4}$  轉當中，磁石之磁流其通過於軟鐵心者增多，磁流由此增多之變遷，一方面既產生一電流於正電路之內，他方面又產生一感應電流於副電路之內，而以一火花閉合其電路。故副電路乃為二種電流之導綫：一為割斷正電流所生之高壓電流；一為電樞旋轉所生之較低電流。此較低電流有增強及延長高壓電流之火



第 179 圖 磁電機內副電流對於正電流之影響

EP.正綫圈 ES.副綫圈 R.斷電器 C.凝電器 D.分電盤

P.分電板 BR.旋轉分電帶  $B_1, B_2, B_3, B_4$ .火花塞

-----s----- 干擾副電流      p----- 正常之正電流      -----r----- 干擾正電流

左圖：斷電器在火花塞上之火花尚未熄滅時關閉，結果副電流對於正電流發生反應。干擾副電流  $s$  在電樞內產生一磁流  $\Phi$ ，當旋轉分電帶脫離分電板時，干擾電流  $s$  消滅，磁流  $\Phi$  亦消滅，因此種磁流之變遷遂於正電路產生一干擾正電流  $r$  以阻止正常電流  $p$  之成立。

右圖：反應之曲綫  $aa'$  干擾正電流， $A_2$  及  $C_2$  為正常之火花， $B_2$  為由反應現象之滯澀火花。



花之勢，故由電樞旋轉所生之副電流，對於發火上有良好影響，然此後者之副電流，亦大有害於磁電機之行動，而產生一如次之病症：假設正電路與副電路同時閉合（例如當斷電器已關閉而副電流之火花尚未熄滅之時），則由於電樞旋轉所生之磁流之變遷，將於二綫圈內同時產生一感應電流，此二感應電流又有反抗其產生之勢，而每個產生一與母磁流相反之干擾磁流（干擾磁流有反抗母磁流之增加之勢），假設副電路猝然割斷（旋轉分電帶離開分電板之時），則感應之副電流亦猝然消滅，由此電流所生之干擾磁流亦同時猝然消滅，此種磁流之猝然減少，於是於正綫圈內又產生一感應電流，而有反抗磁流之減少之勢，故正綫圈亦為二種電流之導綫：一為通常之感應電流，由於電樞旋轉之所得，而有反抗磁流之增加之勢，一為感應電流，由於猝然割斷副電流之所得，而有反抗磁流之減少之勢，此二電流之方向為相反。

結果感應正電流之產生將遲而弱，且此遲而弱之電流，在第二次斷電時，又賴之以產生高壓副電流以發火者，今正電流既弱，即其產生於火花塞上之火花亦弱，而有發火遲滯之弊，此種現象隨下之情形而產生：

1. 若斷電器之關閉太早（白金螺絲間之距離不足），則正電路閉合時，副電流之火花尚未熄滅而同時閉合。
2. 若火花塞結垢，則副電路在未離開分電板時，常與正電路同時閉合。

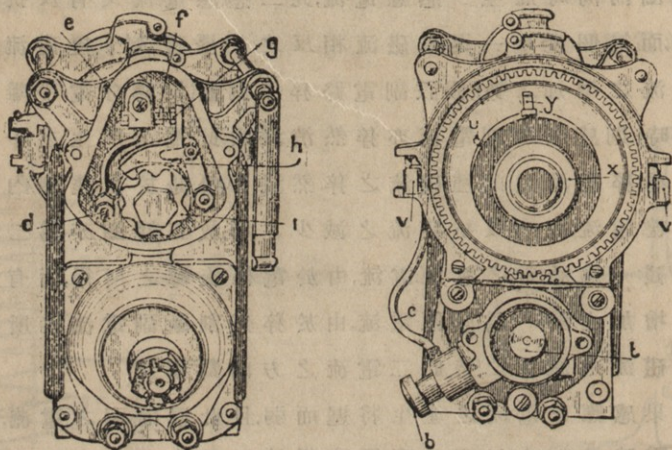
#### 結論

1. 無使白金螺絲之距離太小（在斷電時其離開之最大距離應為  $\frac{4}{10}$  公釐）。

2. 無使用一已結垢之火花塞。

(2) 旋套高壓磁電機 (magneto with iron shield)

(a) 旋套高壓磁電機之原理 此式磁電機具有旋套  $V$  二隻 (第 180 圖及 181), 在磁石中旋轉, 其電樞則固定在直立位置而不動其產生磁流之變遷, 與電樞轉動之磁電機同, 惟加速二倍。



第 180 圖 旋套磁電機

*e.* 斷電磁石 *f, g.* 白金螺絲 *h.* 斷電槓桿 *i.* 斷電輪 *d.* 引正電流至斷電器之接電頭 *b.* 低壓電流接電頭 *c.* 正電流之連接電綫 *t.* 安全火隙 *u.* 起動發火炭刷 *v.* 分電盤之固定彈簧 *x.* 起動發火之接電盤 *y.* 分電炭刷

(b) 旋套磁電機之構造 (第 180 圖) 其構造之各機件, 幾全與電樞轉動之磁電機相同, 茲僅就其相異之點, 略述之如下:

1. 電樞 電樞之軟鐵心, 與電樞旋轉之磁電機相同, 其綫圈亦相同, 其相異之點, 爲於電樞上, 不具有凝電器及斷電器。

2. 旋套 爲一軟鐵或生鐵之圓筒套製成, 以銅製之二夾盤穩定之, 於電樞之二端, 旋套之軸上, 裝置彈子盤二



隻,以接受發動機之運動而旋轉。

3. 斷電器 此種磁電機之斷電器,其斷電輪為轉動的,其斷電砵與斷電錘則為固定不動而與電樞轉動之磁電機相反。

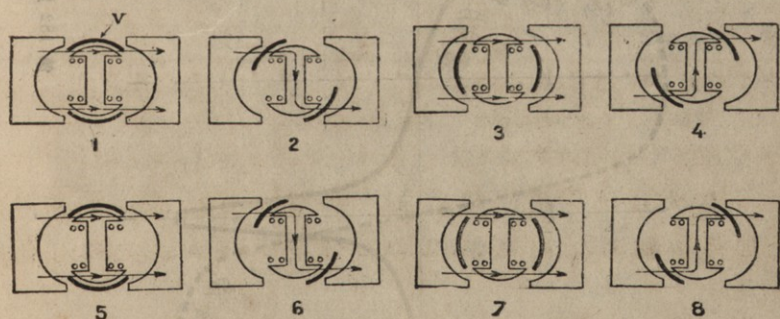
4. 凝電器 固定於斷電器之旁。

5. 安全火隙 為一圓盤  $t$  與圓盒之邊構成(第180圖)。

6. 極體炭刷 此種磁電機之電樞與磁電機之極體,均為靜止之機件,故電之回路接合完善,而無須採用極體炭刷。

(c) 旋套磁電機之動作 此種磁電機之動作,其相異之點,全在於電樞內獲得磁流之變遷之不同。

1. 磁流在電樞內之變遷(第181圖)。

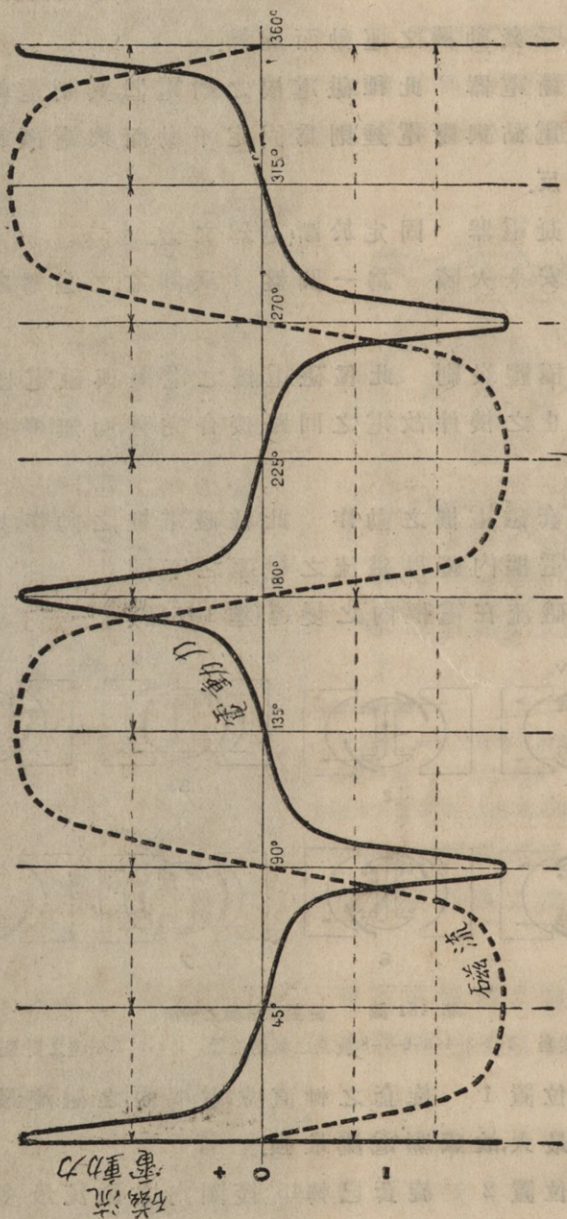


第 181 圖 旋套磁電機之動作

V. 旋套 1-2-3-4-5-6-7-8. 旋套之轉動位置 1, 3, 5, 7. 磁流之變遷最大

位置 1 旋套之軸直立,電樞內之磁流最少,即其變遷最大,故感應電流最強。

位置 2 旋套已轉 $45^\circ$ ,綫圈內之磁流最多,即其變



第 182 圖 旋套磁電機動作之曲綫



遷最小，故感應電流最弱。

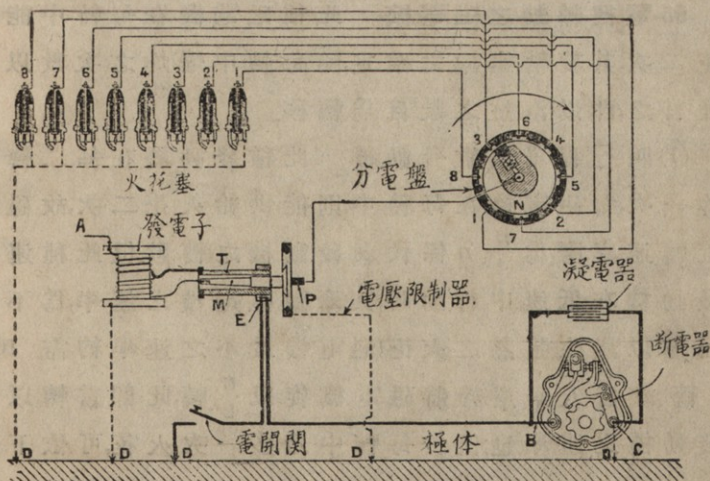
位置 3 旋套之軸成地平，電樞內之磁流最少，即其變遷最大，故感應電流最強。磁流透入之方向變換，故感應電流之方向亦隨同變換。

位置 4 旋套又轉過 $45^\circ$ ，綫圈內之磁流最多，即其變遷最小，故感應電流最弱。

位置 5 與位置 1 同。電樞內之磁流最少，即其變遷最大，故感應電流最強。磁流透入之方向變換，故感應電流之方向亦變換。

位置 6 與位置 2 同。綫圈內之磁流最多，即其變遷最小，故感應電流最弱。

位置 7 與位置 3 同。電樞內之磁流最少，即其變遷最大，故感應電流最強。磁流透入之方向變換，故感應電流之方向亦變換。



第 183 圖 旋套磁電機在一八汽缸發動機上之發火

位置 8 與位置 4 同，綫圈內之磁流最多，即其變遷最小，故感應電流最弱。

## 2. 旋套磁電機與電樞轉動之磁電機之比較

(一)旋套磁電機能以小於電樞轉動之磁電機之速率，而獲得相同數目之火花，而其損壞之機會較少，及副電流對於正電流之反應亦大為之縮減。

(二)在旋套磁電機中，其電樞之綫圈停止不動，於是得以避免離心力之作用，不致損毀精巧之綫圈，其次則對於綫圈之絕緣亦較容易。

(三)旋套磁電機之磁流，損失較多，故其電效率乃較低於電樞轉動之磁電機之效率。

(四)旋套磁電機較之電樞轉動之磁電機為重且大。

## 第四節 磁電機之旋轉速率

**95. 電樞轉動之磁電機** 此種磁電機，在每轉中能產生火花二次，其旋轉速率之確定，隨每轉中爆炸之次數以為轉移；換言之，即以汽缸之數目為轉移。

(1) 四行程單汽缸發動機 此種發動機在每二轉中，僅爆炸一次，而磁電機在每轉中，則能供給火花二次，故磁電機之旋轉速率應為  $\frac{n}{4}$ ， $n$  係代表發動機之轉數，但此種速率，對於發動機在低速中行動時，其牽動磁電機之速率，為不足迅速，而無以產生強熱之火花（磁電機最小之速率約需 100 至 150 轉），故吾人樂意於將磁電機旋以  $\frac{n}{2}$  轉，此即言轉以半倍於發動機之速率也；但於每轉中乃多一次火花，可依下法處理之：



(a) 裝置斷電輪，使其在半轉中完全洞開，以避免此多餘之火花；

(b) 聽任此多餘之火花，在排氣之末噴射，以其於發動機之行動，並無任何妨礙也。

(2) 四行程四汽缸發動機 此種發動機在每轉中應爆炸二次，故磁電機應與發動機轉以相同之速率  $n$ 。

由是不論汽缸數目之多寡，而可得磁電機之速率應為  $\frac{N}{4}n$ ， $N$  為汽缸數目， $n$  為發動機之速率。

【例】 有六汽缸之發動機一座，其旋轉速率為 1600 轉，問磁電機之速率應為若干？

答： $\frac{6}{4} \times 1600 = 2400$  轉。

【附記】 分電盤所具之分電板，既與汽缸數目相同，故旋轉分電帶之速率，常為發動機之速率之半。

96. 旋套磁電機 此種磁電機在每轉中，既能獲得火花四次，故其速率祇需電樞轉動之磁電機之半，於是應為  $\frac{N}{8}n$ 。

### 第五節 發火之提前

若汽缸內氣體之燃燒能於片刻間成就，則發火時間可適於活塞在高死點時以行之，其實不然，因燃燒必占一相當時間，故須於活塞在未低高死點以前發火，使爆炸氣體於活塞正低高死點時已全部燃燒而期獲得最大之壓力，此種提早發火，吾人乃稱之曰“發火提前”。

97. 發火提前之測計 發火提前之測計法，有用公釐者，有用度數者。

(1) 用公釐者 即發火時，活塞在汽缸內之位置與其高

死點之距離，以公釐計之。

(2)用度數者 即發火時，曲軸之位置與汽缸軸線所成之角度，以度數計之。

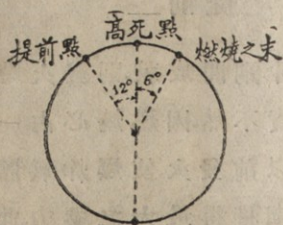
【例】 今有一發動機，其旋轉速率每分鐘為 1200 轉，試求發火提前之值，並假定混合氣體燃燒之速率，每秒鐘為 20 公尺，又火花塞射火針與爆炸室最遠之距離為 5 公分。

由是可知氣體之燃燒僅須  $\frac{5}{2000} = \frac{1}{400}$  秒即可完竣，已知發動機之速率，每分鐘為 1200 轉，則每秒鐘當為 20 轉，則在  $\frac{1}{400}$  秒之時間，可轉之度數為

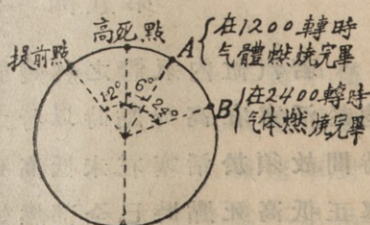
$$\frac{20}{400} \times 360^\circ = 18^\circ.$$

故發火提前之度數應為 18 度。

此為理論上之度數，但實際上僅給 12 度即足矣(第184圖)。所減去之 6 度，係作保險之用，因如此則爆炸最大之力，可於活塞稍過高於死點以後得之，否則曲軸發生反轉，而有損壞發動機之虞，現今發動機通常所用之提前度數約在 20 與 30 度之間。



第 184 圖



第 185 圖

98.提前度隨發動機之速率以變遷 此理可證明之如下，仍取前例以作證明，即當發動機旋轉速率每分鐘為 1800 轉時，其提前度應為 27 度，因



$$\frac{30}{400} \times 360^\circ = 27^\circ.$$

當旋轉速率每分鐘為 2400 轉時，則其提前度應為 36 度。因

$$\frac{40}{400} \times 360^\circ = 36^\circ.$$

由是吾人可以得一結論曰，凡在同一發動機上，若其旋轉速率變遷時，則其發火之提前度亦應隨之變遷。若為提前固定之磁電機，則不能供給是項要求。例如一提前固定之磁電機，若其提前度為調整於適應 1200 轉之速率者，據計算為 18 度，實際為 12 度。若發動機之速率忽然增加至 2400 轉時，則其提前度應為 36 度。但因磁電機之提前度業已固定為 12 度，而不能隨發動機之速率以增加，故氣體之燃燒在高死點以前僅 12 度起始，至少須至高死點以後 24 度（第 85 圖）方能燃燒完燼，而活塞之開始膨脹則為時已甚久矣。

**99. 提前過度之弊** 若提前過度，則爆炸後之膨脹將在活塞未抵高死點以前開始，如是發動機將發生反轉現象，且繼之以一特別聲響。在此種情形之下，吾人名之曰發動機之衝擊。此種提前過度之現象尤其在起動發動機時，應注意避免，因搖手之反轉，對於司機者極為危險故也。

**100. 提前不足之弊** 若提前不足，則爆炸後之膨脹，將在活塞已起始其下降之行程時開始，工率既因之減少，發動機且因之發生異常之熱度。

**101. 提前固定之磁電機** 此種磁電機，一經裝置後，則其發射火花之時間，不能變更。通常對於此種磁電機其提前之固定，常在活塞未達高死點以前  $\frac{8}{100}$  至  $\frac{10}{100}$  之行程。此種磁電機其提前度既已固定不能隨所需要而增加，故在 10 馬力以

上之發動機則鮮用之矣。

**102 提前活動之磁電機** 此種磁電機，可由司機者隨發動機之速率，以更換其提前度，其更換之法有下列二種：

- (1) 移動斷電輪；
- (2) 轉動磁石。

當轉動提前槓桿 (advance lever) 時，宜從容而不可猛猝。

[附記] 當車上坡時，吾人雖增加混合氣，但發動機之速率則並未增加，此時應減少提前度，因混合氣之壓力既增，其燃燒之速率亦自增加矣。

## 第六節 磁電機之裝置法

**103. 提前固定之磁電機** 其提前度已由製造者規定，若不知其度數時，亦可視發動機之速率取行程之  $\frac{1}{10}$  或  $\frac{1}{20}$  以裝置之。若提前度為 10 公釐，其意即言在活塞未到爆炸時之高死點以前 10 公釐，即應發射火花，其裝置之次序如下：

(1) 首先須覓妥第一汽缸爆炸時之高死點(並不限定某一汽缸) 其法取一極直之圓鐵條，從減壓塞或火花塞孔插入汽缸內，然後將發動機用手徐徐轉動，俟進氣門關閉後汽缸已在壓縮時之末，及鐵條停止上升時，吾人始於鐵條上(齊減壓塞之出口處)作一記號，並在此記號之上端相距 10 公釐之處，又另作一第二記號，此後乃反轉發動機，直至第二記號與減壓塞之出口處相平時，始行停止，如是此活塞乃在高死點以前 10 公釐之位置。

(2) 認清磁電機之旋轉方向。

(3) 將電樞旋轉，使分電炭刷恰與第一分電板相對，及二



白金螺絲恰相隔離。

(4)適在白金螺絲起始離開之時，即將磁電機與牽動盤(coupling)接合，並固定之。

#### 104. 提前活動之磁電機

(1)置活塞於爆炸時之高死點以前 2 公釐。

(2)認清磁電機之旋轉方向。

(3)置提前槓桿於最遲燃之位置(向電樞之旋轉方向推動)。

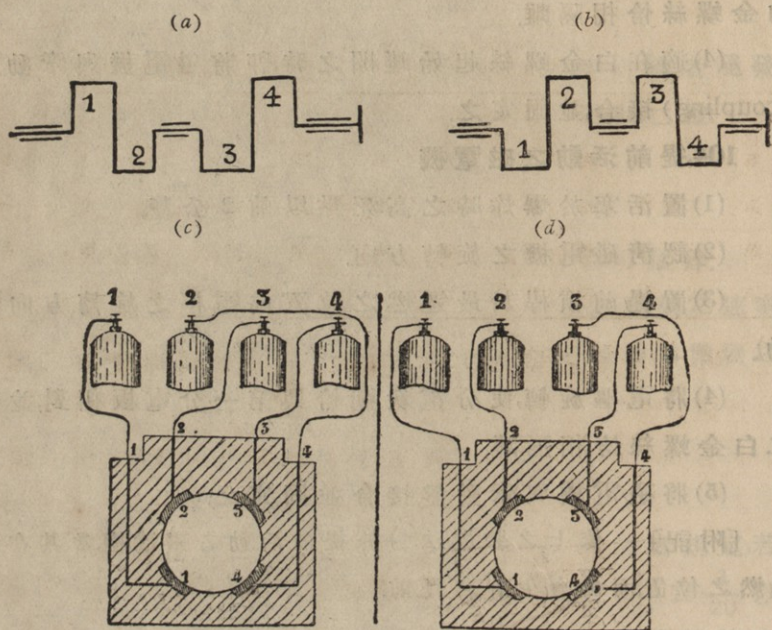
(4)將電樞旋轉，使分電炭刷恰與第一分電板相對，並使二白金螺絲恰相隔離。

(5)將磁電機與牽動盤接合並固定之。

[附記] 依上之裝置法，對於提前活動之磁電機，當其在最遲燃之位置，而仍有少許之提前。

### 第七節 發火之次序

**105. 四汽缸之發火次序** 當活塞在某汽缸內下行時，非進氣行程即為爆炸行程，當其上行時非壓氣即為排氣。假定發動機在行動時，曲軸如第 186 圖 (a) 之位置，則 1 與 4 二活塞將向下行，若第 1 汽缸實行爆炸，則當其爆炸之末曲軸已轉至如 (b) 圖之位置，如是 2, 3 兩汽缸中，有一將爆炸，若其爆炸者為第 3 汽缸，則爆炸之後，曲軸將仍轉至如圖 (a) 之位置，此後若由第 4 汽缸爆炸及繼之以第 2 汽缸爆炸，則曲軸之旋轉行程由 (a) 位置以至 (b) 位置，復由 (b) 位置以仍至 (a) 位置，如此之發火次序乃為 1-3-4-2 之次序。若當第 3 汽缸爆炸時，易之以第 2 汽缸，則其發火次序乃為 1-2-4-3 之次序。



第 186 圖 四汽缸之發火次序

發火次序: c. 1-3-4-2. d. 1-2-4-3.

## 四汽缸爆炸次序表

(a) 發火次序: 1-3-4-2.

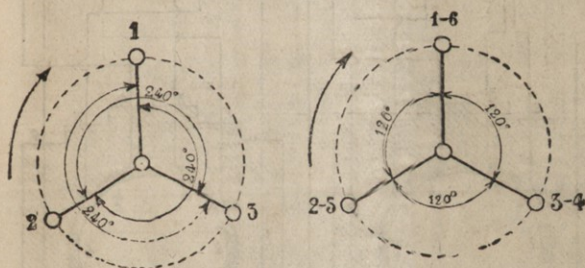
汽缸號數及曲軸轉數	1	2	3	4
第 一 半 轉	爆 炸	排 氣	壓 氣	進 氣
第 二 半 轉	排 氣	進 氣	爆 炸	壓 氣
第 三 半 轉	進 氣	壓 氣	排 氣	爆 炸
第 四 半 轉	壓 氣	爆 炸	進 氣	排 氣



(b)發火次序:1-2-4-3.

汽缸號數及曲軸轉數	1	2	3	4
第一半轉	爆炸	壓縮	排氣	進氣
第二半轉	排氣	爆炸	進氣	壓縮
第三半轉	進氣	排氣	壓縮	爆炸
第四半轉	壓縮	進氣	爆炸	排氣

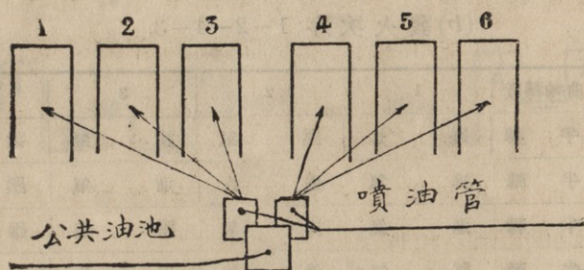
**106.六汽缸之發火次序** 六汽缸之發動機,係由三羣汽缸所組成(每二只汽缸為一羣),其曲軸具有六連桿軸,軸之相對位置為120度,如第187圖.其第1與第6兩軸同在一直線



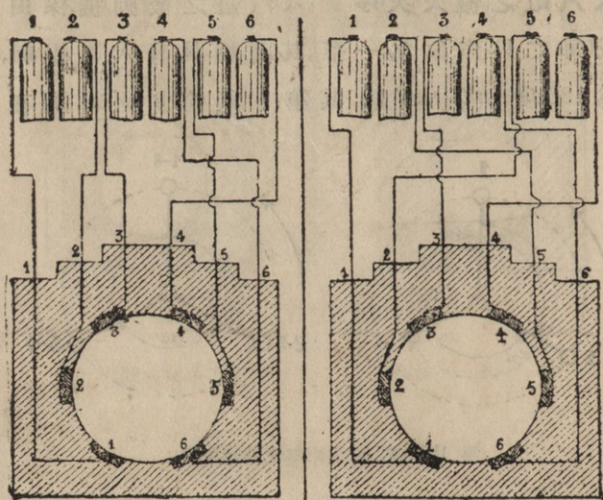
第 187 圖 六汽缸之曲軸位置

上,其第2與第5兩軸同在一直綫上,其第3與第4兩軸同在一直綫上,其爆炸時間,在每120度( $\frac{720^\circ}{6} = 120^\circ$ )中爆炸一次.如此種發動機,僅備有一只化油器時,則其發火次序為1-2-3-6-5-4.以混合氣之流入,較為便利也.

如備有二只化油器時(第188圖),則器之一只供給1-2-3三汽缸,器之另一只,供給4-5-6三汽缸,其發火次序乃為1-5-3-6-2-4.



第 188 圖 六汽缸之發動機



第 189 圖 六汽缸之發火次序

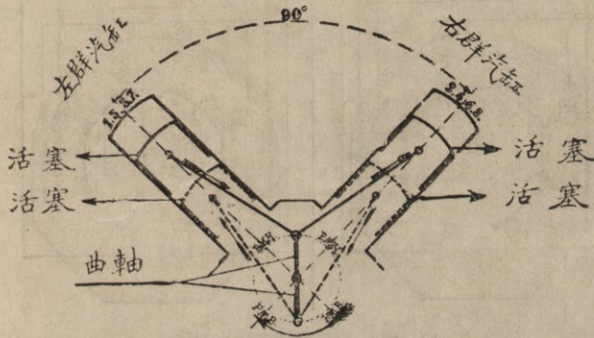
發火次序：左1-2-3-6-5-4，右1-5-3-6-2-4。

六汽缸發動機之磁電機，其分電盤具有六個分電板，當分電炭刷旋轉一週時，磁電機應放射六次火花，吾人已知每當電樞旋轉一週時，僅可供給火花二次，故欲放射六次火花則非電樞旋轉三週不可，即分電炭刷之速率應適為電樞速率之三分之一。



又當曲軸旋轉一週時，發動機須有三汽缸爆炸，即磁電機應轉一週半，方能供給三次火花，故磁電機之速率乃為發動機速率之一倍半。

**107. 八汽缸之發火次序** 八汽缸發動機，係合二羣四汽缸所組合而成，其裝置成一V字形，汽缸軸線與汽缸軸綫間之角度為90度(第190圖)。



第190圖 八汽缸發動機

若吾人立於發動機之前方觀察，則左方之一羣汽缸為1-3-5-7四號，右方之一羣汽缸為2-4-6-8四號。

其發火次序，就左方一羣之汽缸而論，吾人知其不能超越下列二種次序；一為1-3-7-5，一為1-5-7-3；右方之一羣亦然：一為2-4-8-6，一為2-6-8-4。又後列兩種之次序，各與8-6-2-4及8-4-2-6相同。

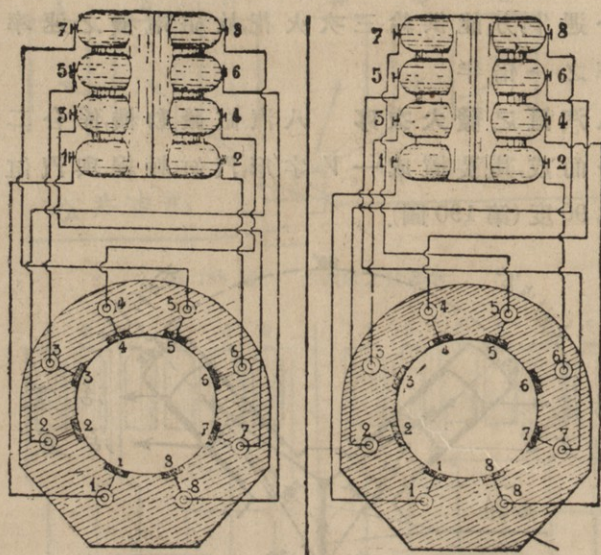
依理以左方之一汽缸爆炸後，應即隨之以右方之一汽缸爆炸，因此可得其次序如下：

(1) 1-8-3-6-7-2-5-4；

(2) 1-8-5-4-7-2-3-6。

上列次序，即與左羣之1-3-7-5及1-5-7-3，右羣之8-6

-2-4 及 8-4-2-6 無異。



第 191 圖 八汽缸之發火次序

發火次序 左: 1-8-5-4-7-2-3-6.  
右: 1-8-3-6-7-2-5-4.

### 108. 發火次序之辨別法

(1) 以減壓塞為標準 將減壓塞開啓,以手指置於塞上,然後轉動曲軸,若此汽缸適在壓氣時期,則手指將感覺推動。例如置手指於 1 與 2 兩汽缸之減壓塞上,若在第一汽缸上之手指最先感覺推動,其次始為第二汽缸推動時,則此發動機之發火次序為 1-2-4-3。

(2) 以氣門為標準 例如取第一與第二兩汽缸之進氣門或排氣門,以手指按住第一汽缸之進氣門,另一手指按住第二汽缸之進氣門,若第一汽缸推動在先,其次始為第二汽缸時,則其發火次序為 1-2-4-3; 反之,若第二汽缸推動在

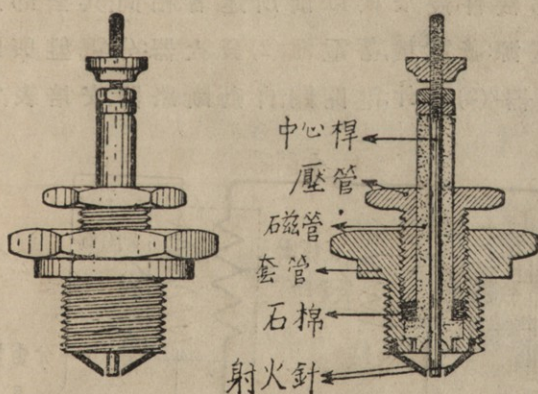


先,第一汽缸推動在後,則其發火次序爲1-3-4-2。

## 第八節 火花塞

吾人已知,如欲在高壓磁電機,或感應綫圈上以獲得一火花時,則需將副電路隔以一相當之距離。當此距離間之電位差充足時,則火花能立即跳過而閉合其電路。

裝於每汽缸上之火花塞(spark plug),即係於壓縮之氣體內,產生火花,以引燃混合氣之器具也。火花塞必需具有一小間隔(gap)之二極(即射火針),一則接受由分電盤而來之電源,一則與發動機之極體相連,火花即於此二極間噴射。



第 192 圖 火花塞

火花塞之構造(第 192 圖)爲:(1)一套管:金屬製,於其下部作成螺絲,以便固定於發動機之上,而爲陰極;(2)一中心桿:金屬製,於其上部作成螺絲,借螺絲帽以固定由分電盤而來之電綫;(3)一瓷管:爲絕緣體,裝於火花塞之二極間,以維持其良好之隔絕;(4)一壓管:金屬製,亦於其下部作成螺絲,以固定瓷



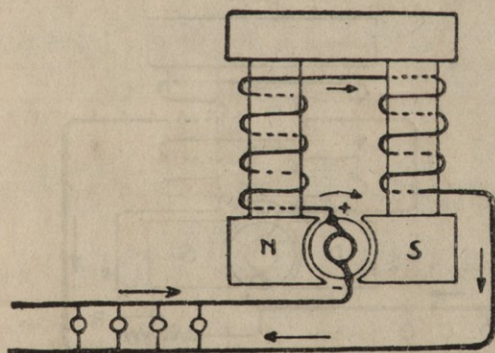


## (1) 電源

(a) 發電機 發電機為一變機械能為電能之機器，其製造原理亦基於感應電流之性質，其包含之主要機件為：1. 一固定之感應體 (inductor, 發電母)，用以產生磁場；2. 一轉動之電樞 (armature)，用以產生電流；3. 一與電樞相連之整流器 (commutator)，將電樞所產生之交流電，矯正為直流電。

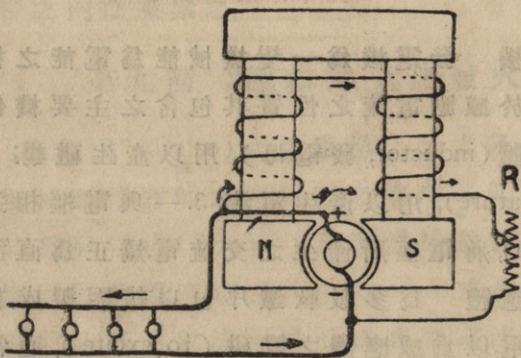
1. 感應體 為多數軟鐵片包以綫圈製成，於綫圈內通過直流電，以為感應體之勵磁 (to excite)，通常即取發電機本身之電以通過之，謂之自勵 (auto-excite)。在發電機中所採用之勵磁法有三種：

串聯勵磁式 發電機所生之全部電流通過感應體之綫圈，而稱為串聯勵磁式之發電機 (第 194 圖)。



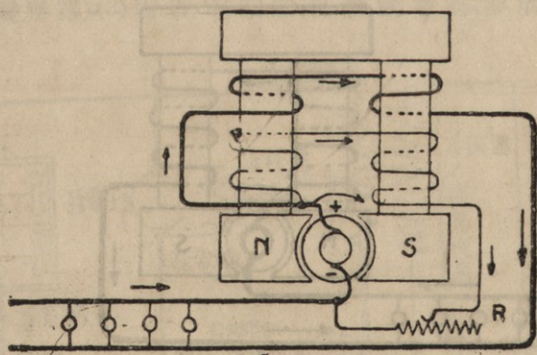
第 194 圖 串聯勵磁式之發電機

並聯勵磁式 僅將發電機所生電流之一部份，通過感應體，而稱為並聯勵磁式之發電機。此式於勵磁之電路上裝置一電阻器 (rheostat)  $R$ ，以調整電樞之電壓 (第 195 圖)。



第 195 圖 並聯勵磁式之發電機

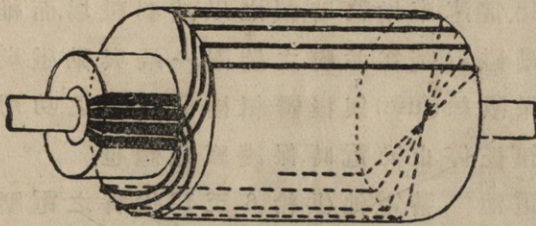
混合勵磁式 將上列二式同時採用者，謂之混合勵磁式之發電機（第 196 圖），此式亦於勵磁之電路中裝置一電阻器  $R$ 。



第 196 圖 混合勵磁式之發電機

2. 電樞 亦為多數軟鐵圓片所組合而成，形如一圓柱體之鐵心，於鐵心上則包以一綫圈，全部形狀有如一鼓之形式，故稱為鼓形電樞（第 204 圖），整流器與牽動盤則裝於電樞之二端。





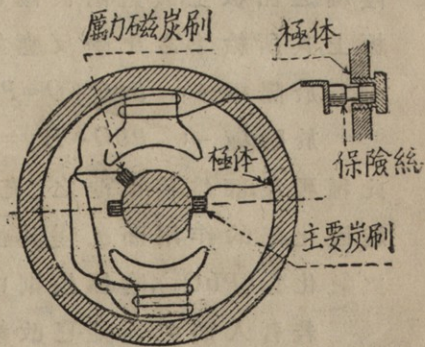
第 197 圖 電 樞

3. 電流常等之發電機 用於“德賴戈”式發火之發電機，概為並聯勵磁式 (shunt field) 及電流常等之發電機。旋轉速率為發動機之 1 倍半，供給 7 至 8 安培，6 至 12 伏特之電流。在發動機 600 轉以上開始供給發火及充電之工作。

汽車發動機之速率既常有變遷，即影響於發電機所生之電流有強弱之別，如欲於相異之速率中以維持其常等之電流，則宜採用下述之方法以節制之。

摩擦牽動法 發電機受一離心力調整器之作用，使於高速時，以減少牽動盤之黏結性而減少發電機之速率以節制之。

勵磁節制法 此法對於電流之調整係借一勵磁炭刷以獲得之(第 198 圖)，而稱為三炭刷發電機，炭刷之裝置須與發電機之中性(neuter)線，偏以一相當之角度，使勵磁與速率

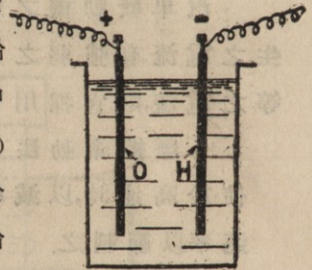


第 198 圖 三炭刷發電機

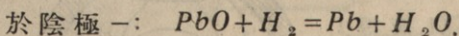
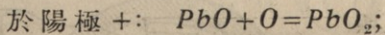
成反比。當速率增高時，賴之以減弱磁場，而維持電流之常等。勵磁電綫爲並聯之裝置，一端與勵磁炭刷連接，一端借保險絲(fuse)與極體相接。保險絲之功用，在於蓄電池拆卸後停止充電時，保護感應體也。

(b)蓄電池 蓄電池供給 6 至 12 伏特之電壓，以維持發動機在 600 轉以內之發火。

1. 蓄電池之理論 若吾人以電解液 (electrolyte)，將水分解爲氫(H)及氧(O)之二氣體後，則當其重行化合時而復能爲水且能生電。此即爲於稀硫酸溶液內裝入若干金屬板而成蓄電池之原理也。此金屬板通常多用鉛板以製之，蓋鉛爲聚蓄化學能而還出電能之最善金屬。設有二板(Pb)因空氣之自然關係，於其表面上包有一薄層之氧，而爲氧化鉛(PbO)。若以之浸入稀硫酸溶液中及通以電流(第199圖)後，則水(H<sub>2</sub>O)漸被分解爲氫、氧二氣體。氫則附於陰極之鉛板上，氧則附於陽極之鉛板上，其所給予之化學反應如次：



第 199 圖

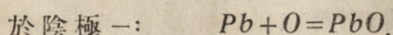
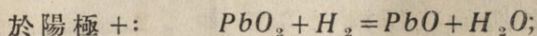


此種現象，即爲蓄電池之“充電”(charge)，於是氧化之極板，遂因化學的作用而改變其性能：陽極板由氧化鉛而變爲二氧化鉛(PbO<sub>2</sub>)，陰極板則由氧化鉛而變爲純鉛(Pb)。

若吾人將此性能已改變之二極，以一電綫連接之，則將感覺其有一電流之通過，且發生一與前相反之化學反



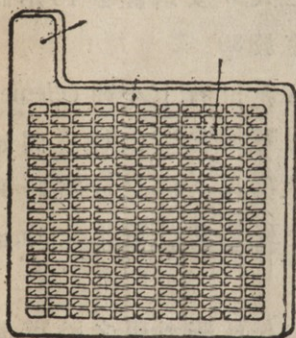
應而有：



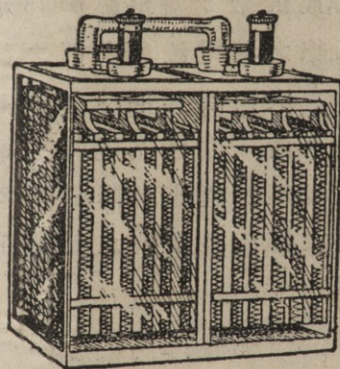
此種現象，即為蓄電池之“放電”（discharge），而改變其鉛板使為原始之結構。

由上之研究，可知以氧化鉛之作用為最大，如欲其效率良好，則須將此種有作用之物質增多之。

苟聽其自然反應，則為時過久，為價過昂；故實際上係塞氧於蜂巢形之鉛板上，由人工以製成之（第200圖）。

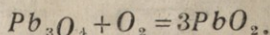


第 200 圖 蓄電池之鉛板

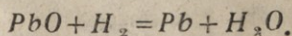


第 201 圖 蓄電池

於陽極板上塞以鉛丹（minium,  $\text{Pb}_3\text{O}_2$ ），其反應為

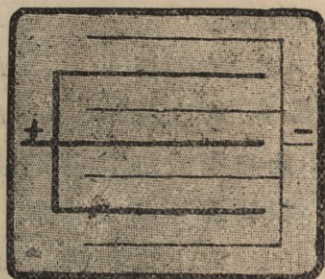


於陰極板上則塞以密陀僧（litharge,  $\text{PbO}$ ），其反應為



各鉛板一經製成後，乃予以一 24 小時之充電，比即放電，隨又充電，於是蓄電池之製造乃成，而可供吾人之應用矣（第 201 圖）。

鉛板於蓄電池內之裝置，如第 202 圖之所示其陽極板為三，而陰極板則為四，此其用意在於能將陽極板之二面皆得應用，因有作用之面積，即賴之以確定蓄電池之容量者也。

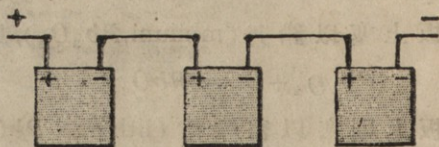


第 202 圖

此種容量 (capacity) 以“安培時”(ampere-hour) 計之。例如一 30 安培時容量之蓄電池，其意即言此蓄電池可以供給 1 安培之電流，經歷 30 小時之久，或供給 2 安培經歷 15 小時之久，3 安培經歷 10 小時之久，總之其電流與時間之積必等於 30。

次則談其電壓，每一蓄電池係由若干小組 (element) 組合而成，在已充電時，每組之電壓約為 2.2 伏特，自開始放電後隨即迅速的降低至 2 伏特，在其全部之放電時間幾能保持此 2 伏特之電壓而勿變，及至其放電之末時，始為 1.8 伏特。

如欲獲得一較大之電壓，吾人可將多組之蓄電池作串聯之連接即得，如第 203 圖之所示。



第 203 圖

例如欲得一 12 伏特之蓄電池，則需具備 6 組；一 6 伏特之蓄電池，則需具備 3 組是也。

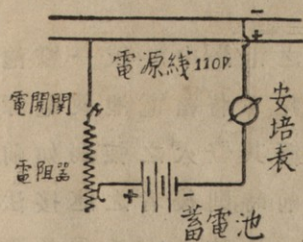
## 2. 蓄電池之充電



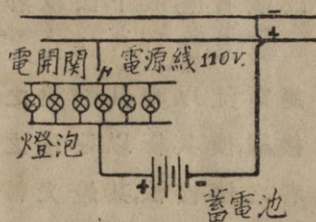
應於何時充電 蓄電池之放電,其每組之電壓不可令其降至1.8伏特以下,例如一具有6小組之蓄電池,苟其電壓已至 $6 \times 1.8 = 11$ 伏特時,應立即重行充電。

應以何法充電 第一,對於充電之電源須為直流電,如為交流電時,則應裝置一整流器,例如裝一 Tungar Rectifier 整流器於電路之中,以變換之為直流電是也,同時亦可採用汽車上之發電機以作充電,但需開動發動機以10小時之久,耗油太多,殊覺不值耳,第二,對於充電之電流,須確定其安培數約為蓄電容量之 $\frac{1}{10}$ ;例如一40安培時之蓄電池,其充電之安培數約為4安培。

充電之實行 假設用一110伏特之直流電以為充電之電源,其法須於電路上裝置一電阻器(rheostat)及一安培表(ammeter),以校正電流之強度,使合乎吾人之所需要(第204圖),苟無電阻器則可改用燈泡作並聯之裝置以代之,燈泡有炭絲及鎢絲二種,炭絲之吸收電力較鎢絲為大,故以採用炭絲燈泡為善,一16枝燭光之



第 204 圖



第 205 圖

炭絲燈泡,於110伏特之電壓之下,約吸收 $\frac{1}{2}$ 安培,一32枝燭光之炭絲燈泡,於110伏特之電壓下,約吸收1安

培；故對於一60安培時之蓄電池，其充電時所需要之電流為6安培者，則吾人可於110伏特之電源上，以並聯法裝置一32枝燭光之炭絲燈泡6個(第205圖)，則其電流可確為

$$I = \frac{P}{U} = \frac{110 \times 1 \times 6}{110} = 6 \text{ 安培.}$$

若電源為220伏特者，則應裝置32枝燭光之炭絲燈泡12個，因在此種情形中，其所吸收之電流僅為 $\frac{1}{2}$ 安培故也。如用鎢絲燈泡時，則其所吸收之電能，每枝燭光約為1瓦特(watt)。例如100枝燭光之燈泡，於110伏特之電壓下，其所吸收之電流約為

$$I = \frac{100}{110} = 1 \text{ 安培.}$$

**電綫之連接法** 充電時應將蓄電池之陽極與電源之陽極相接，蓄電池之陰極以與電源之陰極相接，在蓄電池上之陰陽極通常均作有一及十兩符號以表之，其辨別之法，固甚易易，至於電源之陰陽極，無標記以資認識者，應依下法以辨別之：

其法可於連接蓄電池之電路中，裝置一燈泡；且通過電流以觀其燈光之強弱，比又將蓄電池與電源之連接線，換其極以連接之，而又觀其燈火之強弱如前。苟後者之連接法，其燈光較強於前時，則後者之連接法為非，而前者之連接法為是，因在前法時蓄電池為並聯之裝置，吸收電流，故燈光弱；後法則為串聯之裝置，電壓增高，故燈光強。

**充電之終畢** 約於充電10小時後，電解液發生氣



泡及電壓達至2.2伏特時，即為充電已足之表示，而充電之工作告終。另法，以觀察波美表 (Baumé scale) 探視電解液之度數，以其達至 $26^{\circ}$ 與 $28^{\circ}$ 之間，即為充電之終畢。

3. 蓄電池之電解液 蓄電池之電解液，應為蒸餾水與硫酸：以1容積之硫酸與4至5容積之水相和，混合時應在一玻璃或瓷缸中之行，且須徐徐傾硫酸入水，而不可傾水入硫酸，以免生熱致猝然蒸發而噴射硫酸也。

稀硫酸溶液之注入池中，應當其已冷之後；及於校正其混合之成分時，切不可傾入純硫酸於蓄電池，而須在池外調好之後，始行傾入池中也。

稀硫酸溶液之分量，應常高出鉛板之上10公釐左右，當水蒸發後應重行添入蒸餾水，及每達六個月應將電解液完全更換之。

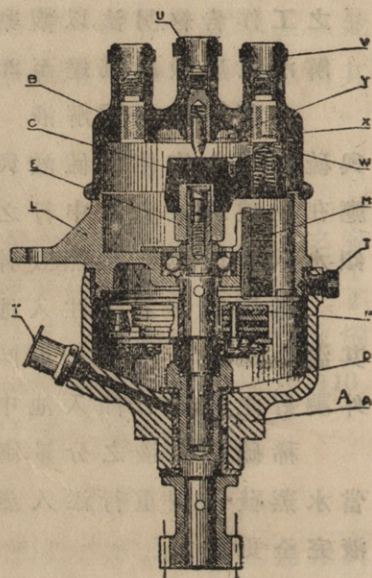
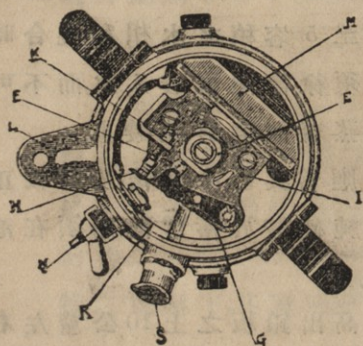
## (2) 發火器

(a) 分電盤與斷電器(第206圖) “德賴戈”式之分電盤，係與正電流之斷電器共同組合於一器之內，此二器裝於同一牽動軸上，而旋轉速率為發動機之半。通常，低壓部份包含一斷電機關、一凝電器及一電阻器(resistance unit)；高壓部份包含一旋轉分電帶及一分電盤，以分送發火電流於火花塞。

斷電機關極為簡單，一斷電槓桿(第206圖a)G受斷電輪E之推動，此輪轉以半倍於發動機之速率。隨發動機汽缸之多少，以具備相同數目之凸輪。凝電器M用以避免白金螺絲間之火花，及電阻器G(第208圖)用以保持電流之常等。電阻器為阻力大之合金，纏繞數轉而成，包於一瓷柱之周圍，與感應綫圈作串聯之裝置。當發電機之速率增大，電流加強時，此

(a) 斷電器

(b) 分電盤與斷電器



第 206 圖 分電盤及斷電器

A.斷電盒 B.分電盤 C.旋轉分電帶 D.驅動軸 E.斷電輪 F.斷電槓桿之摩擦塊 G.斷電槓桿 H.白金螺絲 I.斷電槓桿之支板 K.調整螺絲 L.手用提前機關 M.凝電器 N.低壓電流接綫頭 P.自動提前機關 R.斷電彈簧 S.上部塗油管 T.下部塗油管 U.高壓電流接綫頭 V.通火花塞之接綫頭 W.旋轉分電帶 X.分電板 Y.接電炭刷

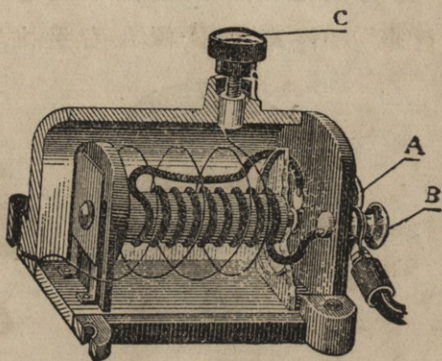
器乃產生高熱,阻止過強之電流通過,以避免感應綫圈之損毀。旋轉分電帶及分電盤,均為絕緣體之電木製成,其質體堅硬,抗力強大。

發火提前機關 “德賴戈”式之分電盤,通常附備有一自動提前機關及一手用提前機關。自動提前機關,以一偏心之質量成之(第206圖b),借離心力之作用,自動的轉動斷電盒,以保持發動機在任何速率時之發火。手用提前機



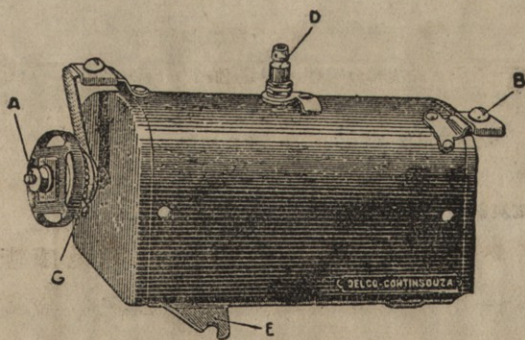
關,由司機者以手推動提前槓桿,使斷電盒於斷電輪之周圍作一相當之轉動,以校正其發火之提前。

(b)感應綫圈(induction coil)或變壓器 此器用於變換由蓄電池或發電機而來之低壓電流為高壓電流,而供給之於發動機,以應發火之所需要者也,其構造為粗細二綫圈纏繞於軟鐵心之上而成,全部關閉於一絕緣體之圓盒內(第207圖)。有時,



第207圖 變壓器之內形  
A.低壓電流之出綫頭 B.低壓電流  
之入綫頭 C.高壓電流之出綫頭

凝電器及電阻器,均裝於此變壓器之上(第208圖)。

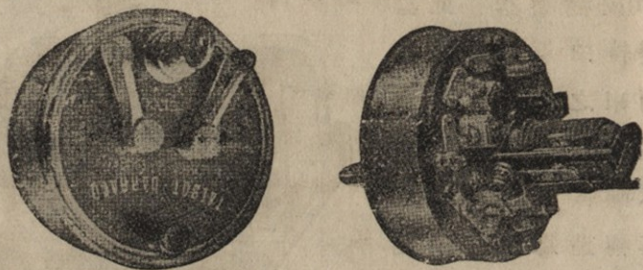


第208圖 變壓器之外形  
A.低壓電流之入綫頭 B.低壓電流之出綫頭 D.高  
壓電流之出綫頭 E.變壓器之支板 G.電阻器

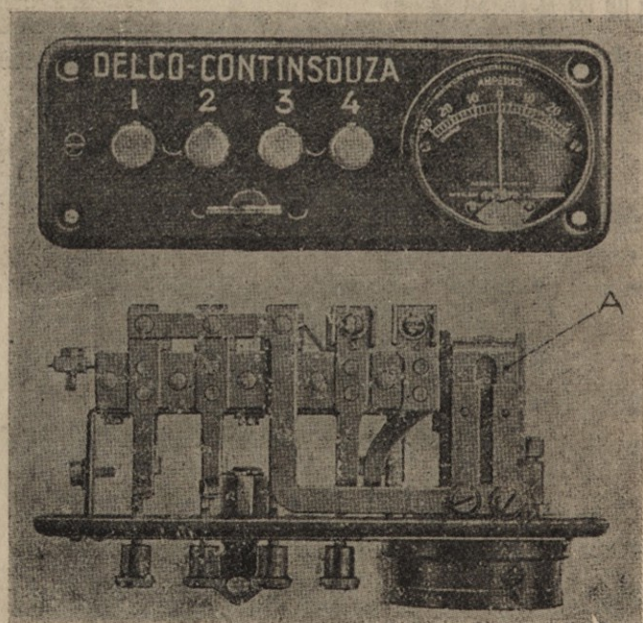
### (3)附件

(a)電開關 電開關(combination switch)通常可別為二

種：一爲圓盒式(第209圖)，一爲方盒式(第210圖)；二式中以圓盒爲最通用，在圓盒式中左邊之電柄爲發火柄，可轉動至“行車”及“停車”二位置；在右邊之電柄爲燈光柄，可有四種位



第 209 圖 圓盒式電開關



第 210 圖 方盒式電開關

1.前大燈開關 2.前小燈開關 3.後小燈開關 4.發火開關 4.自動斷路器



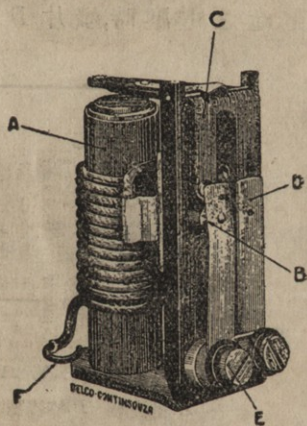
置，爲：“停燈”，“前後小燈”，“前大燈”，“前大燈及前後小燈”。方盒式其功用與圓盒式相同，盒上備有一安全鎖，以管制各電柄之驅動。

此外，尚具有一“自動斷路器”，通常裝於盒之後方，以保持電氣設備之安全。

(b) 自動斷路器 自動斷路器(circuit breaker)用以保護燈光之電路，其作用與保險絲同，但無保險絲所具失火之劣點。此器爲一磁性振動器所構成(第211圖)，裝於開關盒之後方，以防止一非常電流之通過。當其動作時，產生一種特異之聲響，或作連續之聲響，或作間斷之聲響，以隨時報訊於司機者。若其聲響爲連續的，則吾人應立即尋覓短路循環(short circuit)之所在；若其聲響爲間斷的，則司機者應自考慮，或須停車，或可等候以至修理廠，隨聲響間斷之久暫以斷定之也。

(c) 安培表 所有各種汽車上之電氣設備中，均備有一安培表(ammeter)，蓋借其指示，可以檢查發電機及蓄電池所供給之電流。用於汽車上之安培表，係特別製造，極爲精確。

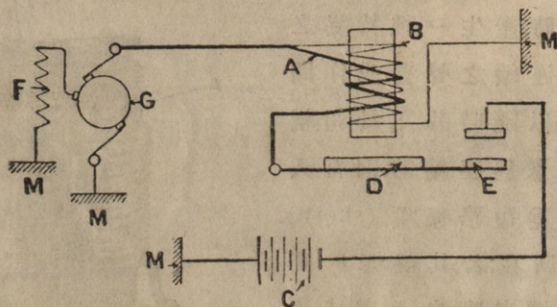
(d) 電壓調整器或制電器 制電器(cut-out relay)之功用，在於自動的割斷發電機與蓄電池之電路者也。當發電機之



第211圖 自動斷路器

A. 電磁石 B. 活動接觸 C. 斷路板  
D. 回力彈簧 E. 電流入綫接頭 F. 電流出綫

電壓不足以充電入蓄電池時，借以避免蓄電池之放電入發電機；反之，當發電機之速率增高，電壓充足，能可充電入蓄電池時，則又借以自動的連絡發電機與蓄電池之電路。此器之構造為：一軟鐵片 *D*，借一回力彈簧以保持其位置，及賴電磁之吸引，借接電頭 *E* 以閉合蓄電池 *C* 與發電機 *G* 之電路（第 212 圖）。電磁為二綫圈所構成：一為細綫圈 *B*，一端與發電機之陽極綫相接，一端與極體 *M* 相接；一粗綫圈 *A*，則與蓄電池相連，以溝通發電機至蓄電池之電路。當發電機之電壓高於蓄電池之電壓時，鐵片 *D* 乃受細綫圈 *B* 所產生之磁流之影



第 212 圖 制電器

A. 粗綫圈 B. 細綫圈 C. 蓄電池 D. 彈片 E. 接電頭  
F. 勵磁綫圈 G. 發電機 M. 極體

響而被吸引，使電路閉合。迨電路已閉合後，由粗線圈所產生之磁流，使吸引 *D* 片之力，更為增大。而加善接電頭 *E* 之接觸。若發電機內之電壓低於蓄電池之電壓時，則粗綫圈內之電流，其方向與前相反（因電流有從蓄電池向發電機放電之勢），而產生一與細綫圈相反之磁流以消滅之，如是電磁消失接電頭 *E* 分離，電路乃斷，遂得避免蓄電池之放電入發電機。

111. “德賴戈”式之動作 觀第 193 及 317 圖即可知其與



機械斷電器的感應綫圈之動作相同。當白金螺絲接觸時，低壓電路遂完整，而通過由發電機或蓄電池所供給之電流，如是綫圈內乃有磁流之產生。當發火時白金螺絲猝然離開，低壓電流斷絕，同時綫圈內之磁流乃降而至於零。此種磁流在綫圈內之劇烈變遷，於是副電路之內，乃產生一高壓之感應電流，此電流於火花塞之射火針間中斷，而以一火花閉合之。

## 第六章 潤滑

### 第一節 潤滑之效用與潤滑油

**112.效用** 在二運動機件之間,必須潤滑(lubrication),否則因摩擦所生之熱足以使其窒澀,及接觸面之熔損,使其膠結成爲一體,而卒至行動阻窒也。凡於二機件間有不足之潤滑,或即潤滑充分,亦皆吸收一部分之工率變換爲熱,而有動力之損失。例如一連桿頭在其曲軸上旋轉所損失之工率如次:對於一輕便汽車其爆炸時之平均壓力,每平方公分約爲5公斤,其汽缸截面積爲28平方公分(汽缸徑爲60公釐),則其總壓力乃爲

$$28 \times 5 = 140 \text{ 公斤.}$$

若不用潤滑油之摩擦係數爲0.3,則欲移動此二面積之一所須之力將爲

$$140 \times 0.3 = 42 \text{ 公斤.}$$

如採用充分之潤滑,則其係數乃降至0.06,其所須之力亦減至

$$140 \times 0.06 = 8.4 \text{ 公斤.}$$

即工率之損失已減少5倍。

對於一實際工率爲25馬力之發動機,及其曲軸之枕軸數爲6,枕軸之直徑爲40公釐,在第一種情形(不潤滑)旋轉速率爲2000轉時,其所損失之工率約爲10馬力;在第二種情形(潤滑),則僅損失二馬力而已。故吾人有利於二運動機件之間,隔以一層之潤滑油(lubricating oil),使其“直接摩擦”變爲“間接摩擦”。