

年

第

4

卷

第

1-12

期

4-APR 1955



工業



第四卷第一號。中國牛頓社月刊雜誌

目次

頁

汽力發電所發生之現狀.....	浩然.....	(283)
1. 緒言	2. 汽力發電所發達之沿革	3. 發電用之熱cycle
4. 蒸氣壓力溫度之上昇	5. 石炭燃機裝置	6. 蒸氣發生裝置
7. 蒸氣輪機	8. 復水器	9. 發電所之熱計算
10. 補助機用動力源	11. 工場作業用蒸氣之廢熱利用發電所	12. 發電所之事故
13. 結言		
鋼之氮氣表面硬化法.....	王毅之.....	(286)
鋼之表面硬化	脆性表面檢出法	
氮素硬化法	氮素硬化鋼之熱時硬度	
氮素硬化鋼之利點	氮素硬化之鋼之製型及鍛造	
適於施行氮素硬化之鋼類	氮素硬化鋼之現況	
表面硬化之層厚及硬度測定法	世界最大硬化爐	
氮素硬化鋼之硬度分布		
以天然瓦斯爲原料乙炔(Acetylene)之製法.....	陳華洲.....	(292)
機雷方面之兵器概要.....	尹懷莘.....	(296)

汽力發電所發達之現狀

內 容

1. 緒言 2. 汽力發電所發達之沿革 3. 發電用之熱 cycle 4. 蒸氣壓力、溫度之上升 5. 石炭燃燒裝置
6. 蒸氣發生裝置 7. 蒸氣輪機 8. 復水器 9. 發電所之熱計算 10. 補助機用動力源 11. 工場作業用
蒸氣之廢熱利用發電所 12. 發電所之事故 13. 結言

1. 緒 言

汽力發電所內諸設備中，主要者為用於燃料之燃燒，蒸氣之發生等之設備，及原動機，發電機，及其他諸多之附設裝置。此類機械器具，相互間有極密切之關係，如任一部分之機械作用稍不完全，或其接連方法有不適當處對於發電所全体均有莫大之影響，故發電所之全設備恰可視為有機的組織之結合。

欲試為汽力發電所之設計者，對於此等設備之特性及其相互間之關係，須要徹底瞭解，故對於機械，電氣，土木，建築，化學等廣汎之諸部門，亦須有深刻之研究，發電機設計之要諦，為在力求廉宜發電事，詳述之即須具下列諸點始為完善：

1. 信用度大。
2. 燃料消費量小即熱效率增高。
3. 建設費低廉。
4. 便於運轉。
5. 耐久度高。

對以上諸點，於技術上及經濟上均有充分之考察後，始堪稱為優秀之設計，然近十數年來，汽力發電所使用之機械器具發達極速，且煤價，金利及電力需要等之經濟情況亦與年俱變，故現時被視為最優秀之發電所，逾數年後究仍能維持其原有之地位與否，自技術及經濟上觀之，均屬疑問。而從事於發電所之設計及運轉者之難點，亦在此。

本文僅就汽力發電之重要事項，發電所發達之現狀及諸工業國之實情，略為紹介，且於必要時，更將發達之經過亦隨處附加說明之。為便於參考，本文所載資料中，採用 C. G. S. 單位及英單位兩種。

2. 汽力發電所發達之沿革

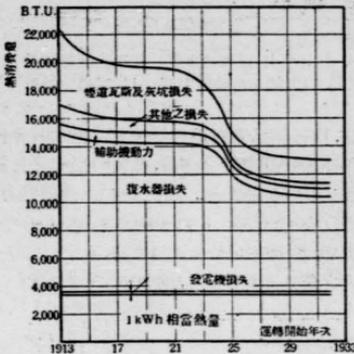
1767 James Watt 氏發明蒸氣機關以來，1800 年代為往復機關之全盛時期，其後 1824 年 Sadi Carnot 氏續出，遂有 Carnot cycle 之發明，繼之 Joule, Rankin 等諸學者，關於蒸氣原動機理論，努

力研究，機械製造者更將此等研究之結果具體化，遂益促蒸氣機關急劇之進步，然當時機械之材料，設計及工具等尚極幼稚，故實用上之蒸氣壓力及蒸氣溫度亦甚低。1876 年北美合眾國獨立百年紀念博覽會，在 Philadelphia 開辦時，首屈一指之世界最大之蒸氣機關僅為 2,000 馬力，其蒸氣壓力僅 2.1 kg/cm^2 。然當時為謀使用高壓高溫蒸氣之 cycle 效率之增進，多數之先覺者，已曾犧牲多大之努力矣。

蒸氣輪機 (turbine) 之用為發電用之原動機者，係始自英國。先英之 C. A. Parsons 氏成功反動多段膨脹式低速輪機之設計，1884 年更將 4KW 之發電機直結於蒸氣壓力 4.2 kg/cm^2 ，溫度 153°C 之不凝氣式輪機上，而行運轉，其後瑞典之 De Laval 美之 C. G. Curtis。法之 A. Rateau。瑞士之 Y. H. Zoelly。瑞典 B. & F. Ljungström 兄弟諸氏，繼續發明新式之輪機，其後由使用材料及設計工作之進步，輪機之製造技術亦益發達，遂開動力界之新紀元，尤以近數年來，電氣之需要額日漸增多，發電所之單位容量亦益加大，因之對於發電之熱效率之增進上，更為努力，即由蒸氣壓力及溫度之上升再生 cycle 再熱 cycle 之應用與二流体 cycle 之實現等，足使熱力學的 cycle 效率增高，同時由於構成蒸氣輪機，發電機，汽鍋及燃料燃燒裝置等機械器具之發達，亦足促各效率增進日甚。

回顧發電所熱效率之變遷，其進步極為顯著，1906 年英之代表的發電所首推 Carville，其長期運轉之平均熱效率為 8.72%，1918 年之代表者之平均熱效率則為 11.5%，又 1923 年 Carville 發電所之熱效率已增至 17.8%。其後 8 年間 (即 1931 年) 美之 Deep water 發電所之運轉實績，每年平均之熱效率竟達 28.8% 之高。

第 1 圖 美國出力60,000kw以上之代表的發電所之熱消費量



第1圖係美國式代表的發電所之最近 20 年間每 kwh 之熱消費量如圖所示，知歐戰期中，技術上之進步幾陷於停頓狀態，大戰後更驟然猛進以 1923 年為最甚，熱消費益急劇減少，因當時應用蒸氣壓力及溫度之上昇等，使每單位重量之蒸氣工作量增加，同時更利用粉煤 (pulverized coal) 燃燒裝置，水冷炉壁 (water cooling wall) 及空氣預熱器 (air preheater) 等，而能使各種損失減少故也。

3. 發電用之熱 Cycle

茲列舉汽力發電所使用之熱 cycle 各種如次：

- ii) Rankine cycle ii) 再生 cycle
- iii) 再熱 cycle iv) 二流体併用 cycle

i) Rankine Cycle: 此 cycle 最近除極小容量之發電所外，幾均不用之，構式簡單，自高壓側流入之蒸氣，於膨脹之中途，無抽出，再過熱等之裝置，全部以至低壓側均能作工，建設費之低廉及易於運轉為其特長，但其熱效率低故多不用之。

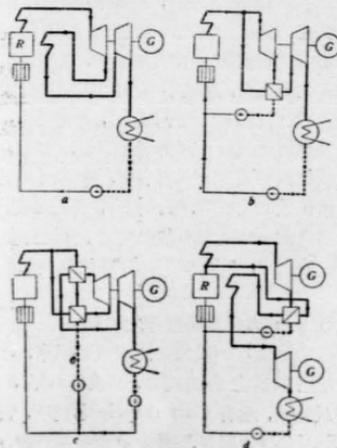
ii) 再生 Cycle: 此 cycle 由 Rankine cycle 之改造而得，係將輪機中正行膨脹之蒸氣之一部抽出，用之使復水 (return-water) 加熱後，再行添送於汽鍋內，因之抽出蒸氣之潛熱可由蒸氣之給水 (feed-water) 收回之，使不外逸，本 cycle 為 1890 年 James Weir 氏所提倡者，數年後由 S. Z. Ferranti 氏之研究，更利用之於蒸氣輪機方面。此

cycle 非僅能使理論上之 cycle 效率增加，因在輪機之低壓部可將溫度增大之蒸氣一部利用之，故於輪機之內部效率亦能增進，即能使輪機之單位出力加大為其特點，最近十餘年來，大規模之發電所多使用之。蒸氣抽出段數普通為 2~4，壓力高時，有用 5 段者，此抽出蒸氣之利用主要者為用於汽鍋用水之清淨蒸餾器及放氣機之熱源。

iii) 再熱 Cycle 輪機中之蒸氣膨脹時，其過熱度 (superheating) 漸次減少，凝氣式輪機，在低壓部即成為濕蒸氣，此蒸氣之溫度與蒸氣壓力之上昇並增，但由蒸氣溫度之加高而遞減，輪機中之濕氣非僅能使效率減低，更能腐蝕 blade，使運轉生障礙，廢氣中濕分之含有量雖由 blade 之材料之適應與否而異，普通不宜超過 10~12%。故知蒸氣之溫度及廢氣中之濕分均有一定界限，而蒸氣壓力亦具適度之限制如欲使用此壓力限制以上之壓力以求 cycle 之效率增高時，須將輪機內膨脹中之蒸氣抽出，更用燃燒瓦斯 (burnt gas) 或蒸氣使之再行過熱 (super-heat)，而後送還輪機內使之繼續膨脹方可，此 cycle 名之為再熱 cycle 再熱法於 1852 年即被應用於往復機關，最近採取高蒸氣壓力之發電所，多與再生 cycle 併同使用。

再熱之方式有多種其代表者如次圖：

第2圖 各種之再熱 cycle

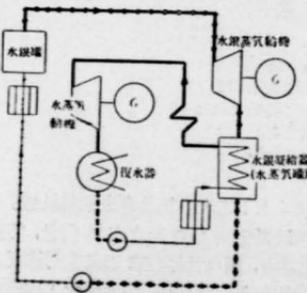


- a. 高壓輪機——煙道瓦斯再熱器——低壓輪機
- b. 高壓輪機——蒸氣再熱器——低壓蒸機
- c. 高壓輪機——2段之輪氣再熱器——低壓輪機
- d. 高壓輪機——蒸氣再熱器——煙道瓦斯再熱器——低壓輪機

a之設備複雜建設費大，處理亦甚困難，美國之 *Edgar, Philo* 等發電所最初用之甚廣，b則雖便於處理但不能得高溫之再熱為其缺點，美之 *Crawford Avenue* 發電所之一部為此式。c多使用於特高壓力之發電所，例如德之 *Mannheim* 及美之 *state Line* 兩發電所現用之，d則應用於 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 級之特高壓力發電所如 *Gilbert, Amboy* 等均採用之。

iv) 二流体 Cycle: 此為將二種蒸氣同時使用之輪機，第一次為將蒸發及凝縮溫度較高之流体(fluid)蒸發，使輪機運轉，其廢氣凝縮之際，將此凝縮器作為第二次流体之蒸發器，更用由第一次流体之潛熱所發生之第二次流体之蒸氣，使他輪機運轉。供本 cycle 用之蒸氣為水銀及水蒸氣。用於 Carnot cycle 物質中最困難之點為在斷熱壓縮行程中，多少必行之熱吸收，水銀之熱吸收作用甚少，且於低壓力時，蒸氣溫度亦能昇高，故多用為第一次，水則作為第二次流体使用之，第3圖為示此 cycle 之線圖。

第3圖 由於水銀及水之蒸氣之二流体

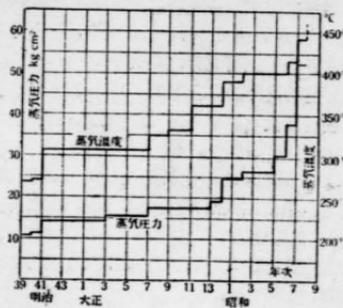


le 之效率增高，其理論上之利益，可由蒸氣之全熱量 entropy 線圖簡單判得之，即於蒸氣之溫度一

定時，如使壓力增高除特高壓之一部外，似理論上均能使熱效率增進，但實際此時因廢氣中之濕分增加，非僅能使輪機之效率減低，同時更有將在低壓部之 blade 漸次腐蝕之虞，故蒸氣溫度之上升既能使熱效率增大，同時更能使內壓力增高而起之低壓部之濕分減低，於經濟上保守上均極有益。

最近歐美諸國之各大發電所，均努力於高壓高溫蒸氣之施設，現今蒸氣溫度 450°C 以上之發電所實例見本誌 Vol. 3, No. 1, p.128. 毛君所著最近之蒸氣原動機所載，茲將現時日本發電所之蒸氣壓力及溫度之變遷圖示之以資參考：

第4圖 日本發電所之蒸氣壓力及蒸氣溫度



由上圖知最近數年間日本發電所之壓力及溫度顯然增高，目下建設中及計畫中之發電所，均有漸次向高壓高溫方面進展之趨勢。

今更將使用高壓高溫蒸氣時，應注意之主要事項列舉如次：

i) 發電所效率之增進 使用高壓高溫蒸氣時，對於實際上燃料消費量減少之程度，須有徹底的調查。

ii) 發電所建設費之增加 使用耐高溫之特殊材料時，設計製造上多生困難，建設費因之增加，但就發電所各個設備論之，汽鍋 (boiler), 過熱器 (super heater), 節炭機 (economizer), 爐壁之冷卻水管 (water cooling pipe), 蒸氣輪機 (steam turbine), 給水管 (feeding water pipe) 及溫水裝置等之建造費雖稍增加，但因效率增加之結

果，石炭及灰爐運送設備，石炭燃燒裝置，復水器及其附屬設備等之建造費則均減少。

iii) 蒸氣輪機之單位容量 小容量之高壓凝氣式輪機中高壓部之 blade 甚短故，blade 之洩漏損失增加，因之效率減低。然於高壓之排壓輪機，其蒸氣消費益較多，雖小容量之輪機其效率亦不稍低減。

iv) 高壓高溫部分之膨脹及收縮 運轉時與休止時溫度之差甚大，因而膨脹及收縮之量亦大，故運轉開始時，由溫度之不平衡而起之歪之程度亦甚。

v) 再熱器之有無，形式及個數與再熱壓力及再熱溫度之選定 再熱時之蒸氣壓力及再熱後之蒸氣溫度，對於熱之計算，影響頗大，故於再熱器之形式及個數須有充分之研究。

vi) 補助機用効力之增加 效率之增進雖能使燃燒裝置及復水裝置用之動力減少，但於給水唧筒 (feed pump) 所用之動力，反能使之增加。

vii) 汽鍋給水之淨化與加熱 使用高壓高溫蒸氣之汽鍋及輪機由給水之不良而起之腐蝕現象，較諸低壓低溫者為激烈，故給水須要特別清淨且於送入汽鍋前，須預先加熱之，使與鍋內水之溫度相近，然後送入。

viii) 使用材料之選定 鋼於高溫時易起匍匐 (creep) 之現象，即於高溫時，材料自身，有內

力不斷作用之，經過長時間，材料即向此力之方向伸延，即於內力去除後亦能恢復原有之尺寸，且其伸延之速度，雖在同一材料，由溫度及內力之關係而異。 420°C 以上之高溫時，材料匍匐之速度甚大，故於使用材料上須注意擇選之，最近高溫用之特殊合金鋼已出現多種，須按溫度之高低選用適應之材料。

ix) 故障之程度 對於高壓高溫之事故之影響與其修理之難易等，須預先留意考慮之。

山上所述，知蒸氣之壓力及溫度與技術之進步，及材料之發達俱增，最近之趨勢，各國均在向此方面力圖進展中。

欲使用高壓高溫蒸氣時，於蒸氣之性質須具充分之理解，關於是點從來多數學者研究之結果，已發表多種之蒸氣表及蒸氣線圖等，但以其研究頗難，其結果亦均各具多少之差異。故欲為熱量及效率等之計算時，因使用蒸氣表之不同，其結果亦異，購置機械或試驗之時，究以何表為根據等，須事前規定後始可，為免去此等不便起見，1929年曾在倫敦開國際蒸氣表會議，翌年更於柏林舉行之，遂有國際蒸氣表之完成。最近日本京都帝國大學教授菅原省雄博士，根據國際會議之決定事項，苦心研究，結果發表新蒸氣表及線圖，並已由日本工業界權威者之機械學會刊行云。(未完)

鋼之氮素表面硬化法

內 容

鋼之表面硬化

氮素硬化法

氮素硬化鋼之利點

適於施行氮素硬化之鋼類

表面硬化之層厚及硬度測定法

氮素硬化鋼之硬度分布

脆性表面檢出法

氮素硬化鋼之熱時硬度

氮素硬化鋼之製型及鍛造

氮素硬化鋼之現況

世界最大之硬化炉

鋼之表面硬化——鋼製機械品多受磨擦之表面，從來皆依滲炭法 (cementation) 處理之以增硬度而減磨耗。即於定時定溫之下將製品加熱，由外部供給炭素，使之滲入製品表面內層而增其炭素含有量也。此時供給炭素之液，固或氣體名為與炭劑 (carburization materials)，製品以靛鋼

或含炭 0.20% 上下之炭素鋼及合金鋼為最適。

最近有以氮硬化鋼品表面之方法問世，即所謂氮素硬化法者，頗為世界製造工業家所注視。歐美各製造廠爭獲製造權利，頃此硬化工作法亦漸趨工業化矣。

氮素硬化法——密封製品於氮化箱 (nitriding

box) 中，箱壁開二出入口以通氣。再置全休於炉中加熱。氮化時間以硬化之層厚而定，為四小時至九十小時。硬化表面之最大層厚為約 0.9mm，此上雖如何延長時間亦不增厚。一般工業用品以 0.5mm 為最適，相當時間為二十至二十四小時。箱中通以氮加熱至定時定溫後，熄火冷卻之，至 370°C 時再行遮斷瓦斯通路，如此漸冷至 93°C ~ 150°C。

氮素硬化鋼之利點——氮素硬化鋼有數利點優於滲炭鋼，第一，能得非他方法所得之硬度，易於切斷玻璃，以銼或其他任何硬物亦難傷之生痕跡。一般使用之硬度測定機不能應用，Herbert 氏特為製造一振子硬度測定機 (Herbert pendulum hardness tester) 以供其硬度測定。將此機測定之數值換算為 Brinell 硬度指數，以示其硬度。如此則氮素硬化鋼之硬度為 900~1100 Brinell no. 最近更有高至 1242 之報告發表。以此比較其他硬化鋼，Co-V 鋼滲炭後為 740，特殊工具鋼為 630，觀此則知其硬度之高。第二，氮化溫度較滲炭鋼之滲炭溫度頗為低下，絕無因熱其內外而變形及生龜裂等現象之缺點。故於硬化前將製品預先研磨完畢，可省去硬化後之一切 finishing。硬化後金屬之表面雖不失其本來光澤，但有時因空氣洩漏故表面微含褐色，此時僅以皮輪磨擦之，立即脫去。行氮化時必須顧慮者為鋼之表面因氮化而膨脹一事，據 Raymond 氏研究之結果，硬化層厚 1cm 時所生膨脹為 $\frac{3}{1000}$ cm，故於製造 gauge 等精密製品，此項膨脹必須算入。其硬化表面之硬度分佈，表面稍低而由表面向內 0.12mm 處最大，再內則驟然降低，故於硬化後最須避免研磨。第三，氮化而對於金屬互相磨擦消耗之抵抗較其他金屬皆強大，此性質於汽車發動機蒸汽機及其他機械製造上最為重要。例如按裝內面施行氮素硬化及鑄鐵製氣缸之二汽車，駛行 18630 哩後比較其磨耗程度，則前者為 0.02mm 而後者為 7mm。又如測定飛行 100 時間後航空機氣缸之磨耗程度，氮素硬化鋼氣缸之磨耗毫無，普通氣缸則為 1.5~2mm。此外，並對鹽類水及空中濕氣等銹蝕

作用有相當抗力。

氮素硬化鋼之利點已如上述，但於經費一項，則最為一般所誤慮。氮之高價，氮化箱之壽命短促及效率微小(施行滲炭法時，用畢之排氣尚能收回再行使用，而目下之氮化法則不可)諸缺點雖為浪用經費之主問題，但加諸上述利點而計算，結果乃較滲炭法低廉。

適於施行氮素硬化之鋼類(steel for case nitriding)——今日之氮素硬化表面法向未能普及於任何鋼鐵，其能施行硬化者僅限於第一第二表所示數種特殊配合鋼材。此即所謂 nitrolloy，今且以氮化合金鋼譯名之。

第 1 表

化學成分 (%)	A級	B級	C級	G級	H級
炭	0.45	0.32	0.10	0.36	0.23
錳	0.60	0.60	0.60	0.51	0.51
矽	0.25	0.25	0.25	0.27	0.20
鋁	1.00	1.00	1.00	1.23	1.24
鎳	1.60	1.70	1.65	1.49	1.58
鎳	—	1.0	—	—	—
鉻	—	—	—	0.08	0.20
硫黃	0.02	0.02	0.02	0.010	0.01
磷	0.02	0.02	0.02	0.018	0.01

第 2 表

化學成分 (%)	第一級品	第二級品	第三級品	第四級品
炭	0.46~0.55	0.36~0.55	0.26~0.35	0.20~0.96
矽	0.35	0.35	0.35	0.35
錳	0.65	0.65	0.65	0.65
鋁	0.9~1.3	0.9~1.3	0.9~1.3	0.0~1.3
鈦	1.4~1.8	1.1~1.8	1.4~1.8	1.4~1.8
鎳	0.25	0.25	0.25	0.25
鉻	0.1~0.25	0.1~0.25	0.1~0.25	0.1~0.25
硫黃	0.05	0.05	0.05	0.05
磷	0.05	0.05	0.05	0.05

第二表示英法德國所採用之氮素合金鋼標準組成，第一表主為美國所採用。

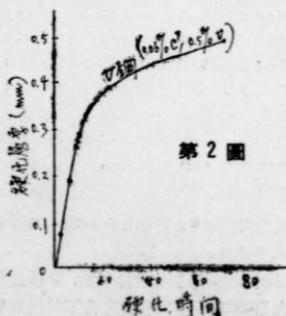
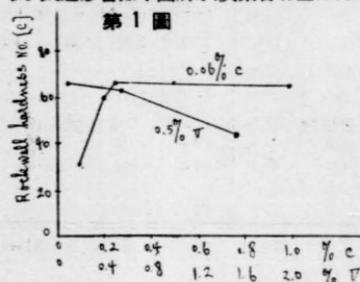
1. 炭素 氮素合金鋼之炭素含有量，甚少影響於氮素硬化之硬度及層厚，單為應合鋼材內部堅

強及finishing之難易計通常約含0.2%~0.4%。

2. 鋁 德人Fry氏將bearing用鋁合金長時間加熱(500°C上下)於氮中, 偶而獲得硬表面而成功氮素硬化法。鋼材必須含鋁問題, 至今尚未得明確解答。按鋁之影響於鋼材, 頗為一般冶金學者所爭執, 其多數則主張鋁鋼材品質低劣。但鋁素又為施行氮素硬化時所不可缺, 故僅含鋁素於表面外層之鋼材最適於施行硬化。此項鋼材多以下法製成之而施硬化。浸普通低炭素鋼於鋁溶液中加熱至550°C, 則表面生成鋁合金層, (苟於此時立施硬化, 因含鋁過多, 其所得硬度甚低) 再置1000°C 坩中加熱二小時後施行硬化, 得極硬之表面。

3. 其他元素之影響 加砒砒錳等元素少量於炭素鋼, 雖能增加其硬度, 而不及鋁之影響多大。此外鎢錳之影響, 皆可略視無妨。

4. 鈦 鈦之影響如下圖所示, 炭素含有量保持一



定時, V 量增加則硬度亦增加。V 量一定時, 炭素量加增則硬度減少。V 0.40% 時硬度最大(第三表)。

鎢錳之存

第三表 510°C 氮硬化15小時之結果

鎢	錳	砒	炭	鈦	Rockwell 硬度 °C	Brinell 硬度
			0.06	0.4	35	300
			0.06	0.4	60	650
			0.06	0.5	67	900
			0.06	1.0	67	900
			0.06	2.0	67	900
			0.3	0.5	63	700
			0.6	0.5	50	500
			1.0	0.5	45	400
1.0	0.6		1.0	15.0	67	900
			0.3	0.4	67	900
1.0			0.3	0.1	45	400
0.3	1.00	1.00	0.3	0.3	67	900
			1.0	0.5	67	900
			1.0		67	900

在助長V之效果。例如含鎢0.3%, 砒1%, 錳3.0% 炭0.3%之V合金鋼中之V含有量未及0.4%時其硬度即達最高點。

5. 脫炭及鈦 炭及V之影響於氮素硬化既如上述, 今將炭及V之相互關係述下。炭素限制熔解為固熔體之V素量, 同時減弱V之氮素硬化能力, 故炭與V之含有量當同時增減始能硬化。V之最適量為0.4%, 對應此值之含炭量為0.3~0.4%, 施行硬化之表面以此為最優條件。然鋼材內部之含炭量如為0.3%~0.4%, 則其材質之強度過小而不堪用, 故取高炭素V鋼而行以表面脫炭作用, 減脫其表面含炭量至0.3%~0.4%, 而後施以氮素硬化, 則可得最大硬度。換言之, 施氮素硬化表面於高炭素時, 不增加其V含有量而操作, a. 脫炭 b. 氮素硬化亦少。(脫炭之操作行於氮氣中) 例: 炭素1%, V0.5 鋼施行氮素硬化時所得硬度甚低, 若先於700°C之氮氣中加熱二小時, 冷卻至510°C再通以氮15小時則可得Rockwell °C 67之最大硬度。

表面硬化之層厚及硬度測定法——硬化表面之層厚及硬度究為幾何一事, 乃關心此項製造者急思確知之問題。吾人日常檢查金屬表面之硬度時,

多以鋼絲擦金屬表面，依其殘跡之形狀大小而目測之。此法雖幼稚而為構成此種硬度概念之簡便手段。Rinell 及 Rockwell 硬度測定機之原理，乃將鋼球或金鋼石靜壓金屬表面，以所生凹陷之大小而規定被壓物之硬度，以此測定內外同質物之硬度當無異意，然用於極薄表面時則不適當。上述硬化表面既薄而脆，測定未至終了時即將破碎而傳外壓 (load) 之一部於內方軟部 (soft core)，故此等測定機測定之結果，實為內方軟部所影響而難明硬化表面之正確硬度。

硬化表面之層厚，雖可由製品採取試驗片檢查其斷面狀況而判斷，然製品及試驗片二者之層厚是否相同則大有疑問餘地。此外，若於硬化後施行 finishing，所餘之硬化層厚更難明曉矣。

上述二項，實為研究氮素硬化之重要要素而難得正確解決之問題。氮素硬化之硬度分佈狀況各部不同，而硬化層厚則較滲炭鋼者略為一致。然此硬度範圍高出銹硬度 (file hard) 甚大，故此種富於脆性之表面受衝擊時是否破裂一事則又為難解之第三問題矣。

Herbert, Whitaker 二氏發表一同時測定氮素硬化表面之層厚及硬度之差測定法 (differential process)，大意如下。

於試驗片之同一個所測定二種硬度而求其差。第一測定以 Herbert pendulum hardness tester 行之，所得數字與硬化層厚無關係而示真硬度。第二測定以 Brinell hardness tester 行之，此時所得數字受硬化表面之層厚及硬度之影響而非真硬度，以外見硬度名之。以上二種硬度之差與硬化層厚成逆比，並 Herbert pendulum hardness tester 所示數字單位為 diamond time hardness 以此乘 13.5 則換算為 Brinell 硬度數。此換算為 Brinell no. 之硬度數及上述真硬度數之差名曰示差數。依二氏之發表，硬化表面層厚及示差數有下式所示關係：

$$t = M \left(1 - \frac{d}{C-c} \right)$$

t = 硬化表面層厚

M = 基於 Brinell hardness tester 之係數

d = 示差數

C = 完全硬化時表面之真硬度數 (Brinell)

c = 未受硬化作用之內部硬度數 (Brinell)

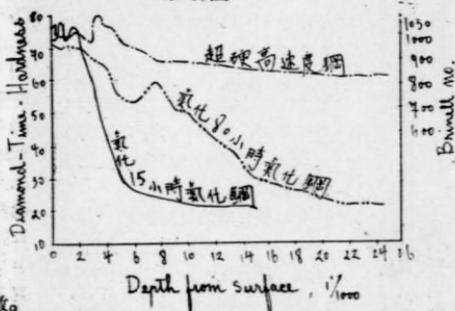
式中 M, C, c 三數對於同一試驗片恒一定，故測定真硬度及外見硬度而求其差，可由上式算出硬化表面之層厚。

鋁鋼發明者 Adolf. Fry 氏言其鋁鋼之層厚為可能硬化之最大值，他學者對此皆抱疑問。A. F. Kinzel 氏則指謫 Fry 氏之硬度測定法不確，即以 Brinell 硬度測定機測定硬度時，外壓雖低而硬薄之表面亦破碎，外壓加大則裂紋擴張以至 Brinell 鋼球直觸內方軟部測得數值非真硬度。Rockwell 硬度測定機亦與此同理，然其鋼球較小，所示數值比較近於真硬度。

A. F. Kinzel 氏主張顯微鏡測定法為最精確。此法乃搔 0.001 吋深之細痕於硬化表面上，以顯微鏡放大 1,000 倍再行測定。

Tinken-Detroit 公司則以銹及小尖頭鎚測定。氮素硬化鋼之硬度分布——第三圖略示硬化表

第 3 圖



面之硬度分布狀態。即表皮之硬度較低，此種較低硬度於氮化 15 小時時，持續至皮下 0.0002 吋處，氮化 80 小時間者則持續至皮下 0.0008 吋處。氮化時間愈長其硬度愈低而低硬度之持續愈久。較

硬表皮之內層即現最大硬度，在此附近硬度呈現交互層狀。氮化15小時者，由0.002吋處至0.012吋處硬度驟減，幾與內部之硬度相同，然氮化80小時者則於0.002吋處徐減硬度，至0.007吋處復現最大值，0.022吋以後之硬度則與內部相同。

脆性表面檢出法——滲炭鋼之表面時有較軟斑點或因磨研熱而生之脆弱部分，此種硬化雖不見於氮素硬化鋼，然以瓦斯孔或氮循環不良諸原因，有時亦生局部之脆弱及表面較薄等現象。並氣化處理處前脫炭部分又復易於變脆。此等缺點皆可以 Cloud-burst 法檢出之，此乃1928年 E. G. Herbert 氏所提倡之硬度測定法，以此並能再行增加滲炭及氮素硬化表面之硬度。試驗機之大概，如第四圖所示，A箱內而過貼橡皮，其中有四柱支持一試驗臺，F管突出於A箱，上部有B漏斗。中置直徑3~5mm之鋼球數萬乃至數十萬。R及P之

第4圖



境界處有開閉瓣，開瓣則球下墜於A中試驗片上。鋼球之落下數量以P上端螺旋狀調節器調節。落下範圍之直徑2~8吋，落下高度由零至4m，此等皆可以附屬裝置調節。此機於19~30秒間有20,000~1000,000個鋼球雨 (shower of balls) 之降落能力。

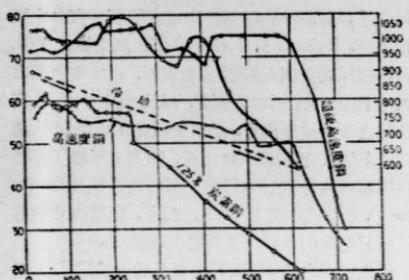
優良氮化之表面無脆性，故雖受 Cloud-burst 法激烈鋼球之彈擊而無傷，反能增其表面之平滑及硬度。脆弱部分遇此彈擊立即損傷凹陷，極易檢出。

氮素硬化鋼之熱時硬度 (hot hardness)——氮素硬化鋼之熱時硬度如第五圖，並列滲炭鋼1300°

C 硬化高速度鋼，及以 Cloud-burst 時再增硬度之高速度鋼之熱時硬度以便比較。此種曲線乃將試驗片置電氣爐中以振子硬度計測其時間硬度 (time hardness)，由3~4個測定值之平均值所作成試驗片由試驗開始至終了共置爐中5小時。

氮素硬化鋼之熱時硬度 225°C 時較常溫為大，

第5圖



此後溫度上升硬度漸減，至390°C時再現最大值。過此再減少。由600°C冷卻此試驗片至常溫時再測其硬度，而與加熱之值略等，即氮素硬化鋼幾不受 annealing 之影響也。此為應用上最有價值之點，其他金屬遠不及之。

同圖下方二曲線示工具鋼中最上等之炭素鋼及高速度鋼之熱時硬度，觀圖則知其不及氮素硬化鋼也。然圖中上方所示以 Cloud-burst 法時增硬度之高速度鋼，熱時硬度甚高，由室溫至600°C之間硬度並不低落。由室溫至400°C與氮素硬化鋼無大差異，400°C以上反較氮素硬化鋼高大。

並圖中所示高速度鋼之 Taylor 及 White 之發明，今於工具鋼中佔最上地位。溫度增至時700°C時硬度幾乎消滅。反之，硬度較此高大，雖達700°C時亦有相當硬度之氮素硬化鋼，將來於高速度切削工具方面亦有發達餘地也。

氮素硬化鋼之製型及鍛造 Transue & Willam 公司從事於氮素硬化鋼之製型及鍛造而獲成功。其使用 G 級及 H 級鋼之化學成分如次頁之表。此中 G 級鋼之抗張力強大。二者氮素硬化表面硬度為1000~1500 Brinnell no. 加熱至650°C亦保持銼硬度。並有大耐蝕力。

H 級氮化合金鋼 Transue & Willam 公司將 H 級氮化合金鋼以製型法 (stamping) 製成 hammer mill (碾穀機械) 用 1.25mm 薄之 hammer blade。其工作為 blanking, punching 之外再施 10 小時

之氮素硬化。硬化表面層厚 0.3mm, 硬度為 Brinell 1050~1125。下為 G 級及 H 級鋼化學成分表:

成分	G 級	H 級
炭 (%)	0.36	0.23
錳 (%)	0.51	0.51
矽 (%)	0.27	0.20
鋁 (%)	1.23	1.24
銻 (%)	1.49	1.58
硫黃 (%)	0.010	0.011
磷 (%)	0.013	0.011
錳 (%)	0.18	0.210

其所施行之氮素硬化法大要如次。硬化溫度 510°C~538°C, 硬化時間 10~90 小時(自開始氮化至熄滅爐火)。時間之長短以硬化表面層厚及氮熱分解之程度而異。

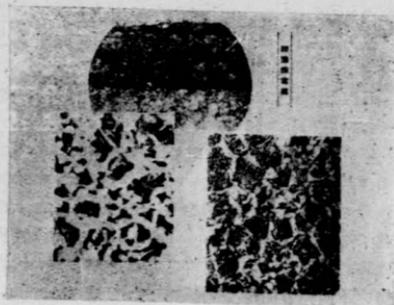
又此公司現時使用之氮化爐內積為 214cm×91cm×61cm, 送入此爐中之氮化箱為 180cm×76cm×51cm。氮化箱能容 2000~3000 磅工作物。此箱加熱至工作溫度, 需 7 小時。此外更有一設備中之大爐, 能容 5000 磅工作物之二氮化箱交互轉動於爐中, 工作能率當更有增進矣。

G 級氮化合金鋼 G 級氮化合金鋼應用於載重汽車之 crank shaft 及類此之火造品。製此必須需靜充分加熱, 以其適於鍛鍊之溫度範圍狹小 (1220°C~1245°C), 若加熱過急則內外部之溫度差激增鍛鍊時易生裂紋。最近施氮素硬化於 G 級氮化合金鋼鍛造之 crank shaft 而行耐久試驗, 900 小時後尚未發現裂紋。同時, 普通製品於 70 小時時即折斷。可知 G 級氮化合金鋼已有普通鋼 13 倍之耐久力矣。

模範火造品為汽油唧筒之小形偏心軸, 先將直徑 28.6mm 圓棒原料以蒸氣錘製型, 再施 0.5~0.6 mm 層厚之氮素硬化。此軸轉動鑄鐵製軸瓦上, 吸上 1,500,000 加倫汽油後檢其表面, 磨耗量僅為 0.0125 克。鍛造後先行 840°C 之 annealing 及二次 finishing 再施氮素硬化, 則得優良之表面硬度及耐久力, 並機械工作亦較易。

一般機械工作之先, 必須除去熱處理時所生脫

第 6 圖

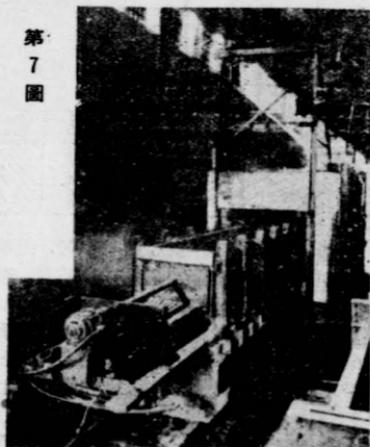


炭表面 0.25~0.3mm finishing 及磨研後再行硬化。

第 6 圖之顯微鏡寫真示 G 級氮化合金鋼之鍛造組織。左下為鍛造後之 G 合金 (200 倍), 右下為其 anneal 後之組織, 上方為氮化層厚 0.4mm 之硬化表面。

氮素硬化鋼之現況——德國製造五種路鎖及鋁鋼以供氮素硬化之使用, 其含炭量為 0.12%~0.5

第 7 圖



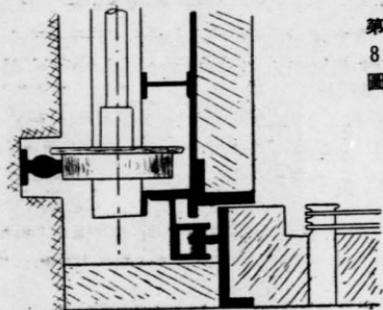
5%, 高炭素鋼則少應用。蓋高炭素鋼於硬化溫度

加熱所得硬度較低炭素鋼之硬度為低故也。

美國使用三種氮合金鋼，炭素含有量為 0.15%，0.2%，~0.3%，及 0.3%~0.4%，矽錳硫黃磷之含有量與普通鋼無異。此外，三者皆含銘 0.8%，~1.3%，鉬 0.15%~2.0%，鉍 0.7%~1.1%。此等皆以鹽基性爐製造之。

氮素硬化鋼於數年前現於歐洲而應用於各種工業，輸入美國後其工作及用途皆生變動。如法國汽車工業用之於 crank shaft, pinion ring gear, 高等內燃機及航空機之 cylinder liner, 而得優良成績。美國汽車工業則用之於揚水唧筒軸，代高值之不銹鋼等而獲益。此外 steering segment, timing gear 及高壓蒸汽瓣，瓣座，高溫高壓液體輸送唧筒等亦多用之。

世界最大之氮化爐——此爐於 1930 年築成於美國之 Central alloy steel corporation, 爐為長方形之 double-end car-type resistance electric furnace

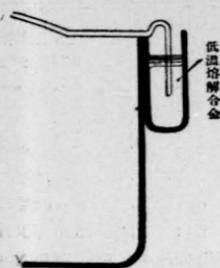


第 8 圖

nace, 爐內為隧道，長 25 呎，寬 5 呎 9 吋，隧道內按裝電氣抵抗線，電氣容量為 580 KWH。第七圖乃其外觀。爐之火床為車架，爐內敷設軌道，以電動機移動車架於軌道上，車架各有八車輪。車架上遍敷火磚為火床。第八圖。移動火床上置有 22 呎×34 吋×30 吋之氮化箱，箱內復置 1 1/2 吋×

4 吋之格子 (grate) 以妨製品之受熱彎曲。箱壁

第 9 圖



及箱如第九圖所示，利用錫鉛鎳之合金保持緊密。此種低溫熔解合金之配合如下表。

氮化箱以不銹鋼銲接製成。瓦斯入口為直徑 1/2 吋之五管，列於箱之底面。氮瓦斯則存貯於五槽中。爐內及箱內

錫	鉛	鎳	鉍	融解點
50%	25%	12.5%	10%	65°C
50.1	26.6	13.3		40
50	31.2	18.8		94
40	40	20		113
28.5	43	28.5		132
22.2	44.4	33.4		143
19	38	43		148
10.5	42	47.5		160
13.3	46.6	40.1		165

有二高溫計，其一連於自動調節機以保持 523°C 50~90 小時。

送氮化箱入爐後，以磚瓦封閉爐之兩端，通電流於爐。第一小時排除空氣，以後次第增加電流 5~6 小時而達所要溫度。熱處理完畢後靜冷至 420°C 取出氮化箱，再冷卻至 150°C 遮斷瓦斯，終冷至常溫。

硬化表面之層厚為 0.035 吋。

此爐之容量 2 噸，現在主要製作物為飛機汽車火車之零件及 cross head guide, valve tappet, wrist pin, gear, steering sector, crank, cam, piston rod, piston pin 等。

以天然瓦斯為原料乙炔 (Acetylene) 之製法

1) 乙炔之合成

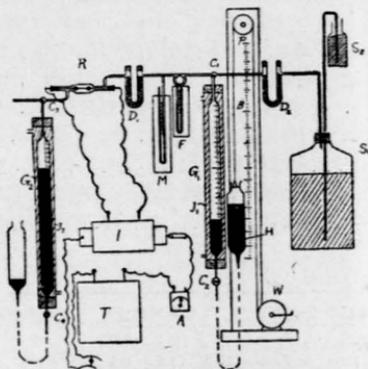
Berthelot 及 Bone & Coward 等研究高溫度時

甲烷之變化，實驗的證明其分解之方程式如次：



近年 Fischer & Pichler (Brenn, chem, 13, 193 2, 381) 氏等又作精密之研究，有種重要之報告氏以直徑 1.6cm 之石英管，加熱至 1,600°C，在常壓之下，甲烷 0.004m/sec 之速度通過時，甲烷之 75% 起分解，生成乙炔，若壓力為 0.1 氣壓時乙炔之生成，更為良好。又 Peter & meyer (Brenn, chem, 10, 1929, 324) 用 3,000°C 以上之溫度分解甲烷得 45.6% 容積比之乙炔。然實際上此種高溫度本屬不易，且一旦生成之乙炔，在此高溫度之下又復有分解之虞，為使極短時間內反應完結，且將其反應生成之瓦斯急速除去，日本海軍燃料廠用電氣火花分解甲烷，得良好之結果，其實驗時所使用之甲烷為極純粹品，濃度約 96~98%，其他為微量之氮。

實驗使用裝置略如次圖。



反應管為玻璃管，其膨脹部裝入真鍮製之電極球，火花依應線圈而發生，電源為 110volt 之直流，瓦斯容器 G_1 及 G_2 乃以水銀為境界液具有 150cc 正確刻度之玻璃圓筒，反應時在一定壓力下通入速度一定之瓦斯，故用瓦斯流計 F 及瓦斯壓力計 M 調節之，瓦斯乾燥用 CaCl_2 充於 V 字管 D_1 及 D_2 施行之。為使反應瓦斯與送入瓦斯之壓力

差極少起見，用滑車 P 保持瓦斯容器 G_1 之水銀面，與水銀槽 H 之水銀面之差，在實驗中為一定。先將全裝置內之空氣，用試料瓦斯完全置換後，採取試料 130~150cc，於瓦斯容器 G_1 內，轉動活栓 C_1 ，使反應管內之電氣火花連續發生，用 C_2 調節所定之瓦斯速度，達正 100cc 時，轉動活栓 C_3 ，使反應瓦斯流入容器 G_2 中，同時送入瓦斯 100cc 所需要之時間用錶測定之。

反應瓦斯之分析依一般方法，乙炔用精化水銀之苛性曹達溶液，又次乙基 (ethylene) 則用硝酸曹達飽和後硝酸水銀之硝酸溶液，重疊則以發煙硫酸吸收後定量之。又實驗結果中所示之以火花電壓乃 hydweiller & algermissen (Fleming: the wireless telegraphist's pocket book) 所選定之真鍮製電極球間之空氣之火花電壓，並非甲炔中實際之火花電壓。

瓦斯速度 1l/h，電極球之直徑及火花間隙，即變更電壓甲烷分解之成績時依試驗此結果， CH_4 之分解率，火花電壓之增加比火花間隙增加時之分解率更高，例如火花間隙為 2cm 火花電壓為 23,000 volt 時為 45% 者，若改為 47,000volt 時變成 77%，其分解率之增加極為顯著。又 CH_4 分解生成物之收量，則使用低電壓時 C_2H_2 之生成多， H_2 生成少，高電壓時測 C_2H_2 少， H_2 多。即電壓 20,000volt 時 C_2H_2 之收量僅 3% H_2 之收量達 167% 因此可想見依電壓之高低 CH_4 分解樣式之相異，然 C_2H_2 之收量，則電壓之高低無多大影響，平均生成率為 32.3%。

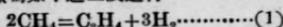
其次電極球之直徑，火花間隙及火花電壓一定時，變更瓦斯速度試驗之結果如次表

瓦斯速度 cc/hr	CH_4 分 解率%	對於分解 CH_4 之生成物					
		容積	H^2	C_2H_2	C_2H_4	C_2H_6	$\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_2$
552	75.0	203.2	164.6	32.9	2.8	1.5	5.00
806	71.7	206.8	167.1	33.6	2.3	1.9	5.00
902	74.1	202.3	162.8	33.1	2.4	1.5	4.92
1,233	66.2	187.2	163.3	32.9	2.4	—	5.07
1,916	62.1	200.4	164.7	33.0	2.0	—	4.99
平均值		199.9	161.6	33.1	2.4	—	5.00

依上記之結果 CH_4 用強電壓電氣火花分解時，反應生成物對於 CH_4 之生成率 H_2 為 164.6%， C_2H_4 為 2.4%，為其總和為 200%，且依 H_2 與 C_2H_4 之生成比為 5，可知 CH_4 之分解反應依實驗結果當為：



即 CH_4 之分解，除瓦斯內，尚生成炭，故實驗中有多量之炭附着於反應管壁及電極上。本反應可想像為如下之二段進行：



此兩種反應，有多數學者之研究，若瓦斯速度極度增加時，(2)式之反應極少，即能防止炭之析出，然 CH_4 之分解率亦隨之減少，故不合實用。

要之電氣火花分解 CH_4 ，若分解率達 80% 時，則 C_2H_2 之收量對原料 CH_4 ，為 26.7% (43.4 重量%)

2) 乙炔之濃縮

前述用電氣火花所得之 C_2H_2 瓦斯，依反應式可知尚含有多量之 H_2 及未分解之 CH_4 ，假定 CH_4 分解率為 80% 時，其生成瓦斯之成分為 C_2H_2 15%， H_2 74% CH_4 11% 之組成，然此稀薄之瓦斯要用以供製造 benzol 之原料。依 *fischer* 之報告 (*brenn, chem; 10, 1929, 279*) 知收量極少，且 H_2 之比熱極大，加熱時需要多量之燃料，為不經濟，故分解生成之 C_2H_2 有再事濃縮之必要。

藤尾氏曾以 CH_3COCH_3 (acetone) 為 C_2H_2

之溶劑，謀 C_2H_2 之濃縮，於 15°C 時 CH_3COCH_3 能溶解 25 倍容積之 C_2H_2 ，加壓至 12 氣壓時，則溶解度增加 300 倍。又冷卻至零下 80°C 時，增加至 2,000 倍。關於 C_2H_2 、 H_2 及 CH_4 等於各種溶劑常溫常壓時之溶解度，依堀內氏 (scientific papers of institute of phys. and chem. research, 17 1931, 125) 其結果如次：

溫度 20°C 之溶解度 (oswald)

溶劑	CCl_4	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	C_6H_6	CH_3COCH_3	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
C_2H_2	3.102	3.800	5.202	24.47	28.82
H_2	0.079	0.040	0.070	0.097	0.089
CH_4	0.727	0.482	0.568	0.617	0.603

又依庄野及小林氏 (臺灣總督府中央研究所工業部報告 73) 所測定之 CH_4 於常溫常壓時之溶解度如次：

CH_4 之溶解度 (20°C)

溶劑	CCl_4	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	C_6H_6	CH_3COCH_3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}$
	0.737	0.490	0.515	0.544	0.502	0.393

依上記結果，如此等溶劑對於 CH_4 、 CH_2 及 C_2H_2 之溶解度皆不相同， C_2H_2 最大， CH_4 次之， H_2 最小，故可想見用此等溶劑能使 C_2H_2 濃縮，然 CH_3COCH_3 之蒸氣張力極大，若以此為溶劑，則操作中損失極大，藤尾氏為得 C_2H_2 吸收力大，蒸氣張力小之溶劑，作多數之試驗：試料為 CH_4 18%， H_2 59.8%， C_2H_2 15% 之混合瓦斯，所得結果如次：

條件——15atm. 20°C. 溶劑 25cc. 反應時間 10 分

溶劑	溶劑之 B.P(°C)	回收瓦斯成分			發瓦斯成分			瓦斯回收率
		CH_4	H_2	C_2H_2	CH_4	H_2	C_2H_2	
Acetone(CH_3COCH_3)	56.5	15.3	12.8	67.9	15.9	71.5	6.1	10.5
Ethyl ketone($\text{C}_2\text{H}_5\text{COC}_2\text{H}_5$)	101.0	19.4	10.6	67.2	16.6	68.9	6.8	8.8
Benzaldehyde($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$)	179.5	12.5	6.7	79.0	12.0	66.4	9.3	7.0
Paraldehyde($(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_3$)	124.0	17.2	8.0	72.1	16.6	69.4	8.5	8.0
Ethyl alcohol($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	78.4	14.3	10.9	72.8	16.0	65.8	9.7	8.0
n-Propylalcohol($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)	79.4	15.5	11.3	70.3	14.2	67.8	10.9	7.0
iso-Propylalcohol($\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$)	82.4	17.6	11.0	68.8	16.0	65.0	10.5	7.4
n-Butylalcohol($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$)	117.0	16.0	10.7	69.5	15.8	65.0	11.5	6.0
Isobutyl alcohol($(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$)	108.0	21.8	11.5	63.8	16.6	63.7	11.5	6.7
Benzene(C_6H_6)	80.0	20.4	8.7	65.0	15.7	60.5	9.5	7.0
Tetraline($\text{C}_{10}\text{H}_{12}$)	205~207	19.3	5.9	68.8	16.5	63.9	12.2	4.1

依上記結果，可知用高壓溶劑抽出法，由低濃度之 C_2H_2 瓦斯，容易得高濃度之 C_2H_2 ，即每一次處理，能使濃度 15% 之 C_2H_2 變成濃度 10% 以上，且回收瓦斯對於溶劑之量，約為 7~10 倍，此等溶劑中， C_2H_2 瓦斯濃縮用最良者為 ketone 類，aldehyde 類及 alcohol 類次之，Hydrocarbon 類多不適用，同氏又再研究上述反應與溫度，壓力，及反應時間等之影響，其結果如次：

a) 反應溫度之影響

反應溫度降下時，瓦斯之溶解度增加，已如前述，然能否增高回收 C_2H_2 之濃度，尙未可斷言，氏以 alcohol 及 acetone 於壓力 15atm，溶劑量 25 cc 時作濃縮試驗，範圍為自 30°C 至零下 15°C 其結果如次：

溶劑	反應溫度	回收瓦斯成分			廢瓦斯成分			瓦斯回收率
		CH_4	H_2	C_2H_2	CH_4	H_2	C_2H_2	
alcohol	30°C	18.2	10.3	69.1	17.3	68.4	9.1	6.3
	20	14.1	12.7	67.4	16.9	64.1	9.3	7.0
	10	19.9	6.7	71.1	18.0	65.4	9.3	7.5
	-15	16.2	2.2	78.8	18.4	67.6	6.4	11.7
acetone	30	24.9	11.6	57.8	18.7	68.5	5.9	8.8
	20	15.3	12.8	67.9	15.9	71.5	6.1	10.5
	10	20.1	8.0	68.6	18.0	67.6	4.6	10.0
	-15	16.7	3.8	76.6	20.4	70.1	2.3	13.7

依上表可知溫度愈降低，瓦斯之回收率愈增加，至零下 15°C 時，Alcohol 約為 12 倍，Acetone 約 14 倍。又回收瓦斯之成分亦有顯著之變化，溫度低時 C_2H_2 之濃度增加， CH_4 及 H_2 減少。反之廢瓦斯成分則 H_2 及 CH_4 之成分增加， C_2H_2 減少即使使用低溫時非特能增加回收瓦斯內 C_2H_2 之濃度，且增加其回收率，故回收 C_2H_2 時使用低溫為一確定條件。

b) 壓力之影響

壓力增加時，瓦斯之溶解度亦隨之增加已如前述，為決定其回收瓦斯之成分起見，於反應溫度 20°C，溶劑量 25cc，壓力變成 24atm，15atm 及 6atm 作濃縮之試驗，其結果如次：

溶劑 壓力 回收瓦斯之成分 廢瓦斯之成分 瓦斯回收率

	壓力	回收瓦斯成分			廢瓦斯成分			瓦斯回收率
		CH_4	H_2	C_2H_2	CH_4	H_2	C_2H_2	
alcohol	24	10.9	7.1	79.8	16.9	66.9	10.7	13.4
	15	14.1	12.7	67.4	16.9	64.1	9.3	7.0
	6	19.4	6.5	53.6	16.7	63.9	10.0	2.0

依上表可知反應壓力愈增加，則瓦斯之回收量亦愈增加，15atm 時即增至 7 倍，24atm 時為 13 倍且回收瓦斯之成分 C_2H_2 之濃度亦隨氣壓而增加 24atm 時達 80%， CH_4 ， H_2 ，則減少，廢瓦斯中則 H_2 量有顯著之減少，故知本方法加壓為有效。

c) 反應時間之影響

為決定回收瓦斯之量及瓦斯之成分，於反應溫度 20°C 壓力 15atm 溶劑 25cc 時，變更反應時間，其結果如次：

溶劑	反應時間(分)	回收瓦斯成分			廢瓦斯成分			瓦斯回收率
		CH_4	H_2	C_2H_2	CH_4	H_2	C_2H_2	
alcohol	5	12.2	8.4	74.4	15.9	60.2	10.7	6.8
	10	14.1	12.7	67.4	16.9	64.1	9.3	7.0
	20	18.0	18.0	58.2	16.0	66.9	10.5	7.2

依上表可知瓦斯之回收量，瓦斯與溶劑之比例以上接觸時，無大變化，惟因回收瓦斯成分中 C_2H_2 之濃度，則逐漸減少， H_2 量愈增加，然廢瓦斯之成分則僅 H_2 之量增加， CH_4 及 C_2H_2 之量則無變化，故本方法當注意時間，過長時反使成績低下。

d) 溶劑量之影響

決定溶劑量瓦斯回收量之影響，於溫度 20°C，壓力 15atm，反應時間 10 分，變更溶劑量為 25cc，50cc，及 100cc 實驗之結果如次：

溶劑	溶劑量(cc)	回收瓦斯成分			廢瓦斯成分			瓦斯回收率
		CH_4	H_2	C_2H_2	CH_4	H_2	C_2H_2	
alcohol	25	14.1	12.7	67.4	16.9	64.1	9.3	7.0
	50	15.8	13.3	64.8	16.5	61.0	7.7	5.3
	100	24.6	26.0	64.2	16.0	71.7	5.0	3.0

上表明示溶劑量之增加，非特使回收瓦斯量減少，且使回收瓦斯成分 C_2H_2 減少， CH_4 與 H_2 之量增加，然於廢瓦斯成分中，則 C_2H_2 減少， H_2 增加，此蓋因溶劑增加時，壓力雖減少，然吸收瓦斯，尤其是 C_2H_2 之放出亦少，即過多溶劑亦使成績不良，故本法之實施，此亦一重要之條件。

機雷方面之兵器概要

1. 緒言
2. 機雷之分類
3. 機雷
4. 掃海具及防雷具

- A. 繫維機雷
 - a. 管制繫維機雷
 - b. 觸發繫維機雷
- B. 浮游機雷

1. 緒言

機雷為海上作戰之重要兵器，且其破壞力之猛烈實可驚人。如過往船隻觸於一或一以上之觸角時，即可使其受致命之打擊，世界大戰中，各國沉沒艦數如下表所示：

國別	因砲火之攻擊而沈沒之艦數	因魚雷之攻擊而沈沒之艦數	因機雷之攻擊而沈沒之艦數
英	42	62	44
美	0	2	1
法	2	16	13
日	0	1	1
意	0	10	3
俄	1	3	7
德	27	7	29
澳	5	7	13
土	3	6	11
計	80(25%)	114(36%)	122(39%)

2. 機雷之分類

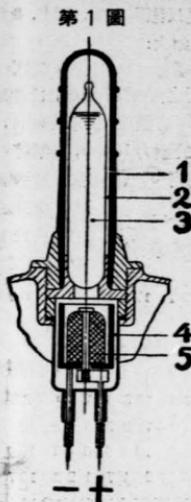
機雷早已發明多種，概分二類：A. 繫維機雷，B. 浮游機雷，前者有根連於水底，後者浮游於水中。繫維機雷又分兩種：a. 管制繫維機雷，b. 觸發繫維機雷。

A. 繫維機雷 a. 管制繫維機雷 敵艦近陸時，陸上之守禦者，能以人力而使預先裝置之管制繫維機雷爆炸，但守禦者與機雷間，用以連絡之電纜及其他裝置甚煩，故使用時受限制，僅在特別地形上防禦潛艦而已。

b. 觸發繫維機雷 此種機雷為機雷中之代表者，機中裝有浮性之機雷罐(特殊的浮標)與水底之繫維器(沈錘)，其間，連以繫維索(鋼索)，而使機雷罐維持一定之深度。大戰中交戰國使用著名之北海機雷艇等之總數，不下 205,000 個，此種機雷之發火裝置現已發表者有機械、電氣、化學之諸方法，略介紹如下：

觸角(horn)式發火裝置 一般皆用此式，如

第一圖，所謂觸角者原為一鉛製之細突起，突起中藏有裝入電解液之玻璃壘，壘之下部有電池之陰陽兩極板，每機罐上裝有數個觸角，如艦船觸於一個或一個以上之觸角時，觸角因此而彎曲，玻璃壘遂破裂，電解液即注入兩極板間，瞬時即變為發火之電源，機雷因之而爆炸。



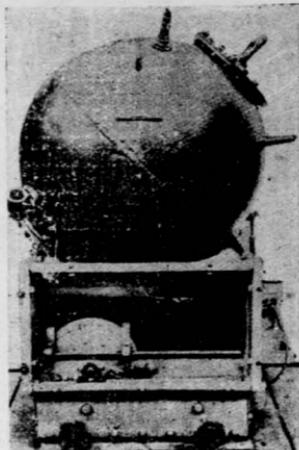
水中線 antenna 式發火裝置：此式以攻擊潛艦為目的，故於機雷罐之上方或上下兩方伸出適當之銅線(即 antenna)，此銅線如接觸船體之鋼時，即生出微弱之電流，此微弱電流動作機雷罐內之繼電器，

由此電磁電器之動作，完成以乾電池為電源之發火電路，機雷因而爆炸。

發火之安全裝置：有以敷設後經過所要之時間方可達發火之可能狀態者，有如機雷罐浮出水面後即成為不可能發火狀態者(因某種原因繫維索切斷)。

觸發機雷之敷設法：此有兩種，1. 由水上艦艇敷設 2. 由潛水艦敷設。此兩者之形狀如第二圖及第三圖。水上艦艇敷設後，深度調解之狀況如第四圖，由艦尾落下之機雷罐與繫維索，初本為一體，尚有若干之浮力，結合時在水面漂浮，數秒鐘後，深度錘由維器脫離而下沉，連深度錘及繫維器之深度索至相當之長時，深度索遂自動停止脫出，在停止

第2圖



索之長)。

用潛艇敷設機雷為最有效方法，機雷罐與繫維器初本為結合體，由敷設筒放出後即下沉，在淺水敷

設時，機雷罐與繫維器同時着底數分鐘後分離器將機雷罐放出，昇至預先指定之深度時，即自動停止上昇；在深水敷設時，沈至指定之深度，則因分離器之作用使機雷罐與繫維器互相分離，中連以繫維索，機雷罐上昇，繫維器先着底後，機雷罐上昇至預先指

之一瞬間，深度索因受深度錘之牽張力，將繫維器由機雷罐曳下，只餘機雷罐殘留水中，深度錘着底時深度索之張力激減，使繫維索停止脫出，機雷罐即沒於水中(沒於水中之深度適等於深度

第3圖

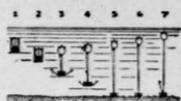


定之深度時，因深度測定器之作用，故停止上昇，其深度之調解如第五圖，因機雷罐不能受大壓力，

第4圖



第5圖



第6圖



第7圖



故不應使其降於水底。

B. 浮游機雷

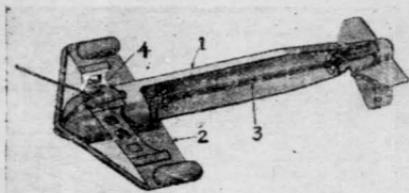
此機雷在水中或水底均可使用，自體內裝有壓縮空氣或電池等，與水之壓力互相維持平恆，罐內有注水及排水之裝置，故能在指定之深度內徐徐浮沈，其發火裝置與發火安全裝置概與觸發繫維機雷相同，本機雖壽命短促，但至今尚無掃除此機雷之法，故亦有有用之者。

4. 掃海具及防雷具

於某區域內使機雷失其效用之工作，名之曰掃海，掃海使用之兵器，名之曰掃海具，防禦機雷之兵器，名之曰掃海具，防禦機雷之兵器，名之曰防雷具。

掃海工作在軍事上占一重要位置，如不施行掃海工作，艦隊幾乎失其作戰之功能。然掃海工作甚困難且又危險，雖世人多有研究掃海具者，但現尚無完全之發明。掃海具由艦尾曳航，分單艦掃海及對艦掃海，前者為切斷式，後者概為曳航排除式及少數之切斷式。曳航排除式者，將機雷曳至無防護之地，而切斷式則將繫維索切斷，使機雷浮出水面而使失其爆炸之功用。掃海索者為一鋼索，對艦掃海及其掃海索、浮標、沈降器等之組織如第六圖。單艦掃海及其掃海索沈降器展開器等之組織如第七圖。大戰末期英國發明單艦掃海用之展開器如第八圖。有翼及胴體為一水中飛機，機體內藏有縱

第8圖



軸方向之水銀管製成之簡單自動昇降舵，機體頭部又裝有切纜繫維用之切斷器，因欲使掃海索之振動減低，故橫斷面採用三角形，此機切斷繫維索亦有相當之效果。

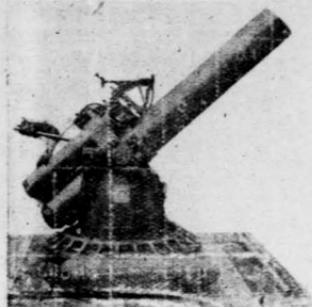
防雷具：防雷具之展開器係由艦首曳航，因曳航速度之高低，有數種之型式，但以現狀而論，不能以防雷具期待絕對之安全。

編 輯

慚愧之至，迄今三月始發行一月號，在責任上實已無向讀者諸賢乞諒之餘地，然敝社同人處境困難，為維持本刊而奮鬥之苦衷，再不藉此餘白披陳恐諸賢誤解益深，或甚至為本刊前途致懸念，則同人等使諸賢所蒙之無形損失更大矣！

本刊承先輩王君德立，湯君大綸及姜君家祥等熱心劃規經營，確立基礎，以燦然之成績博得諸賢之信用與贊助，乃獲今日之進展，同人等榮幸不已。然本刊雖以實費出售，目的非在謀利，得多數讀者賜顧而收入與開銷相差仍鉅，累積之餘，遂成今日受扼於物質之不裕。其間每賴社員同志節食讓俸，得以維持，發行誤期固基於此不得已之原因也。

第9圖



射至指定深度時，其內部包含之機械發火裝置自動點火，危害半徑甚大，雖未接近之潛艦，精神上亦受有相當之威脅，最近英國發明遠距離射之爆雷，如第九圖意大利亦發明一機雷，定名為墨索里尼。

後 記

然則本刊既有此不安狀態，前途豈不危乎？同人等經營之慘澹，絕不諱言，但既獻身於科學戰線，自始至終當堅持奮鬥，有同人等一日，必使本刊永遠繼續！請諸賢信任同人等自創刊迄今之苦悶，予以諒察，並對本刊繼續愛護！

本刊編輯取材，以努力介紹最前線之科學發明，及蒐錄重要工業精粹為主。惟自知識有限，諸賢有偉見賜教，必竭誠接受，期與諸賢同謀本刊之上進。

本期所載各篇，均屬重要工業或與國防有關者，內容由讀者吟味，不待編者贅言。次期主要目次預告，掲載編末尚希留意。主要文外，如編幅容許，當盡量多載理工雜錄。

預 告

第四卷第二號主要目次

汽力發電所發達之現狀〔二續〕	(浩 然)
應用於蒸氣機車方面的蒸汽近似式	(張文林)
極輕金屬及其合金	(新 人)

本月號正誤表

頁	側,行	誤	正
284	左 11	ii)Rankine cycle	i)Rankine cycle
285	左 2	低壓蒸機	低壓輪機
	” 3	2段之輪氣	2段之蒸氣
286	” 19	淨化與加熱	淨化與加熱
	右 10	溫度與技術	溫度與技術
	左 33	硬素硬化	氮素硬化
288	右 18	“e”	“c”
289	左 3	Rrinell	Brinell
290	右 3	加熱之值	加熱前
	” 23	H級度氮化	H級氮化
	” 25	薄	薄
291	左 19	70小後時	70小時後
291	右 9	炭素炭	炭素鋼
292	左 17	electric	electric
293	左 11	且一旦	且一旦
	” 23	字	字
	右 14	wiress	wireless
	” ”	poeket	pocket
	” 18	依實驗此結果	依此實驗結果
	” 23	C ₂ H ₄ 之之生成多, H ₂ 生成少	C ₂ H ₄ 之生成多, H ₂ 之生成少
	” 24	測	則
294	” 6	reserch	research
295	左 8	10%	70%
295	右 7	24 me	24atm
296	左 10	A. 聚維機雷	3. 機雷 A. 聚維機雷
297	右 14	防禦機雷之兵器, 名之曰掃海具	(此二句應刪去)

〔附註〕 (1) 285頁第4圖昭和1年爲1926年, 順註以備參考。

(2) 292頁第8圖誤橫植, 右方應居上, 合訂正。

工業月刊雜誌第三卷總目次(1934)

第一號

目次	頁
卷頭言	編者...114
本社週年紀念宣言	...114
技術人材與出路(中華駐日留學生監督)黃霖生	115
最近物理學之發展	王兆業...116
現代化學工業之進步	陳華洲...117
最近之電氣化學	朱光憲...119
砲身的設計	雷春...121
電氣銲接與應用之新傾向	陳鐘達...125
最近之蒸汽原動所	毛達庸...128
德國染色工業概況	馬師尙...130
建築上之新金屬板構造	胡兆輝...132
萌芽時代之牛頓社	陳華洲...135
編輯感言	編者...136

第二號

最近電氣界之發展	姜家祥...137
水門土之學術研究狀態及其機關	湯大綸...140
建築上之新金屬板構造(續)	胡兆輝...142
On the Summability of Fourier Series by Riesz's Logarithmic Means	王顯春...149

第三號

廣州市之市政建設 廣州市工務局★長	袁夢鴻...152
羊毛淺說	馬師尙...154
低溫乾餾工業	陳華洲...158
鍋鋼廠及熔鐵爐	張文林...168
隱極線振盪圖測儀 (Cathode ray Oscillograph)	姜家祥...161

第四號

都市之防空	胡兆輝...165
大砲	蕭達人...169
玻璃儀器之理論與製造法	朱光憲...179
實習無線電機製造廠雜誌	姜家祥...181

第五號

航空發動機	毛達庸...183
赤外線寫真	陳華洲...185
超短波之傳播特性	劉良波...188
都市之防空(二續)	胡兆輝...193

第六號

談★Diesel Engine	王毅之...195
-----------------	-----------

晉及其於軍事上之應用	王浩然...196
應用色彩學	劉熾章...199
羊種改良法	馬師尙...201
航空發動機(二續)	毛達庸...204

第七號

都市之防空(三續)	胡兆輝...209
整色攝影及赤外線攝影	王任之...213
航空發動機(三續)	毛達庸...126
海水中溴之採取	新人...220
蒐集科學精粹之海軍砲偉力	胥日新...221

第八號

都市之防空(四續)	胡兆輝...223
應用色彩學(二續)	劉熾章...227
水銀弧光整流器	陳鍾達...228
輕金屬工業鋁與鎂之製造	彭文...233

第九號

煤炭低溫乾餾之各種影響	陳華洲...237
整色攝影及赤外線攝影(續)	王任之...239
輕金屬工業鋁與鎂之製造(續)	彭文...249

第十號

液體燃料之合成	陳華洲...253
第一章 以CO及H ₂ 之混合物為原料	
應用色彩學(三續)	劉熾章...253
列車電燈	陳鍾達...255
鎂及鋁之合金	新人...260
吋之定義	浩然...260
絕對溫度 0.0°sK	浩然...262

第十一號

試驗流體用恒溫器的試作	王德立...263
液體燃料之合成	陳華洲...266
第二章 以天然瓦斯為原料	
1933年錄工業界之趨勢	浩然...270
水中銅之切斷法	孜勤...272
新電氣絕緣材料—Kerofar	省吾...272
鋁之精製法	省吾...272

第十二號

無線遠方操縱	張世英...273
液體燃料之合	陳華洲...276
第三章 以Acetylene為原料	
應用色彩學(四續)	劉熾章...280
電弧銲接時凹部生成之理由	浩然...282

本 誌 各 埠 代 理 店

南 京

成賢路
花牌樓
中央大學前
大平路

國 際 書 局
正 中 書 局
中 山 書 局
羣 衆 圖 書 局

漢 口

交 通 路
特 三 區 湖 北 街
武 昌

漢 口 書 店
江 漢 印 書 館
漢 口 雜 誌 公 司

上 海

愛 麥 虞 限 路
陶 爾 斐 斯 路
大 西 路
棋 盤 街
福 照 路
四 馬 路
天 津 路 口
四 馬 路
福 州 路

中 報 服 務 部
中 華 學 藝 社 服 務 部
生 活 書 局
東 華 書 店
神 州 國 光 社
中 國 科 學 公 司
現 代 書 店
新 電 界 社
雜 誌 公 司
時 代 圖 書 公 司

橫 街 頭
梧 州
青 島 即 墨 路
濟 南 西 門 大 街
開 封
洛 陽
南 昌 中 山 馬 路
長 沙 正 街
徐 州 大 同 街
福 州

武 昌 武 漢 大 學 售 書 處

新 生 命 書 店
商 務 印 書 館
中 華 書 局
東 方 書 社
河 南 科 學 儀 器 館
商 務 印 書 館
藝 文 書 社
金 城 圖 書 文 具 公 司
商 務 印 書 館
商 印 書 館
新 明 書 館
大 東 書 局
商 務 印 書 館
西 方 科 學 書 報 社
商 務 印 書 館
商 務 印 書 館
商 務 印 書 館
商 務 印 書 館
商 務 印 書 館
商 務 印 書 館

廣 州

永 漢 北 路
文 明 路

共 和 書 局
中 山 大 學 售 書 處

廈 門

成 都 國 立 四 川 大 學

天 津

大 胡 同 南 口
法 租 界
法 租 界 天 增 里
天 祥 商 場 後
天 祥 商 場 二 樓
法 租 界 29 號 路
大 胡 同 中 間

商 務 印 書 館
大 公 報 館 代 理 部
天 津 書 局
佩 文 齋
大 道 書 店
志 恒 書 店
南 洋 書 店

安 慶
蕪 湖
西 安
蘭 州
張 家 口
昆 明
貴 陽

太 原

樓 兒 底 街

覺 民 書 報 社

民國23年12月25日 付 印
民國24年1月1日 發 行
編 輯 者 胡 兆 輝
發 行 者 朱 光 憲
發 行 所 陳 華 洲
牛 頓 社
定價 (每册售洋一角郵費三分) 可用郵
(全年一元二角郵費在內) 票代洋
東 京 市 日 墨 區 大 岡 山 七 一 (山 田 方)
東 京 市 日 墨 區 大 岡 山 七 一 (山 田 方)
東 京 市 日 墨 區 大 岡 山 七 一 (山 田 方)

介紹與本社交換之雜誌

雜誌	發行所	雜誌	發行所
人 文 月 刊	上海霞飛路一四一三號洋房	革 命 空 軍	杭州空軍特別黨部
工 業 中 心	南京下浮橋實業部中央工業試驗所	科 學 世 界	南京山西路國立編輯館
工 業 安 全	上海天廚味精廠	科 學 的 中 國	南京北藍家莊關廟十二號中國科學化運動協會
之 江 學 報	杭州開口龍頭之江大學文理學院	南 洋 研 究	上海真茹暨南大學海外文化事業部
文 化 建 設	上海愛麥虞隄路二三四號	時 事 類 編	上海福州路中山文化教育館
化 學	南京金陵大學化學編輯部中國化學會	通 俗 自 然 科 學	廣州海珠北路倉前街知用中學
中央軍校圖書館月刊	南京黃埔中央軍校	現 代 雜 誌	上海福州路二八六現代書局
中國營造學彙報	北平中山公園內中國營造學社	紡 織 之 友	江蘇南通紡織學院
中華實業季刊	太原小東門街六號	紡 織 時 報	上海愛多亞路二六〇五號華商紗廠聯合會
中 南 情 報	上海國立暨南大學美洲文化事業部	紡 織 週 刊	上海斜橋製造局路餘慶里四號
中國地質學會會誌	北平西四兵場司九號(地質圖書館)	理 科 季 刊	武昌武漢大學理科季刊委員會
日 本 評 論	南京將將巷三三三日本研究會	理 工 雜 誌	上海震旦大學理學院
外 交 評 論	南京土街壽康里三號	國 際 貿 易 導 報	上海商品檢查局國際貿易導報社
光華大學半月刊	上海大西路光華大學	新 蒙 古 月 刊	北平旃壇寺西大街前當歸胡同二號
民 族	上海愛麥虞隄路四五號民族雜誌社	康 藏 前 鋒	南京曉莊會康藏前鋒社
宇 宙	南京鼓樓中國天文學社	勞 工 月 刊	南京大石橋安居里六四
交通研究院季刊	中華實業協會南京軍事委員會	電 機 工 程	浙江大學電機工程學會
江 蘇 學 生	江蘇省教育廳	電 信 雜 誌	上海呂班路一六三街四號交通部電政同人公益會
地 學 季 刊	上海四馬路中市大東書店	獨 立 評 論	北平後門慈惠戲背牙胡同二號
法 醫 月 刊	上海真如司法部法醫研究所	鑽 業 週 報	南京管家橋三十一號(中華礦學社)
杼 聲	南通唐閘南通大學紡織科	教 育 與 職 業	上海中華職業教育社
拓 荒	南京輝復巷二十一號拓荒社		
金 陵 學 報	南京金陵大學及中國文化研究所		