

Industry and Electricity.

VOL. I. ELECTRIC POWER.

西陽盧南生編輯

工業與電氣

電氣動力篇

嚴修題



電

氣

動

力

篇

廣東省電氣公司廣告

出售電氣運動機

MOTOR

無論何項工業需用運動機器者當用電動機
為最合宜最簡易凡大小車牀機器自首飾舖之車牀至
船務廠所用之長行機器均能應用合大之電動機且定
律簡易費用極廉其特色

廣東省電氣公司廣告

刊誤表

	誤	正	頁數	行數
使	便	三六	一	
一三	一三	三八	六	
已	已	五八	五	
已	已	七八	九	
據	處	八六	二二	
達愛	愛達	二二〇	二〇	
者碼	碼者	二二二	一	
瓦時	瓦特	二二五		欄上

叙

智者之知、非悉爲愚者所不知、巧者之能、非悉爲拙者所不能、歐美列強既賴工商富國、而吾詎不知不能乎、抑聖人所謂非不能也是不爲也之類歟、顧吾所有製造工業概假人工、鮮有採原動力者、良有不知而不用、有不能而不用者也、然兩者咸有背於工業之發達也明矣、東游肄業中、時與同學論求拯濟我工業之策、議之所歸、莫不以促用原動力爲第一要義、然選擇動力則主張各殊、機械學者咸推汽力、而吾輩則敢謂電力之長遠逾乎其他、故不自揣其愚、妄欲殫精竭慮、爲推行電力利用、普及中國、搜羅彙輯、卒成此書、固未敢謂是篇出而國中遂無不利用電力之工廠、然必謂夫我實業家藉之猶有不瞭於動力優劣者乎、吾不信也、編輯微忱、別條紀之、丙辰春日沔陽盧南生。



叙



二

例言

一 本書爲普及電氣之利用。以謀我工業發達。故解述咸求近乎實際。未敢稍涉於專門學術。務希簡易通俗。庶不離乎本旨。

一 本書既不涉專門。凡專門名詞之難了解者。咸避而不用。使閱者爽目易解。

一 凡屬專門名詞。而世人已通悉者。例如發電機、電線之類。或雖未通悉。而字義不難了解者。

例如起重搬運機、發電所之類。

咸取而用之。並未另加註釋。若徒據字義不能透徹了解。且非

用不可者。則添加解釋於眉端。例如容量、汽罐之類。

一 凡書中所用專門名詞。必加一直線於字旁。以促閱者注意。而一頁中數見者。略之。

一 凡已載之專門名詞。復見者。多略其解釋。惟字義較難記憶者。必數註其釋。簡免閱者翻檢之煩。

一 本書固極求簡易通俗矣。然終恐句意有難了解處。故多加按語於上方。或字句之下。參以註釋。以省閱者心力。且易得要領。

- 一 本書乃編輯中外電學書籍雜誌，暨關於電業之調查報告，兼參酌管見而成。彙雜失律，良所不免，閱者諒而教之，幸甚。
- 一 本書完成，尙有電氣熱力，光力二篇，陸續付梓待教。

工業與電氣目次 （電氣動力篇）

總論

第一章 大工業採用電氣動力之利益

第一節 節省費用

〔一〕 設備費

一 動力設備之集中

二 預備機關

三 電線及工廠建築上之利益

四 動力發生所與使用所之隔離

〔二〕 經常費

一 節省動力

二 除去虛運轉之利益

三 節省維持費

目次

四 布置機械上之利益

五 捷速運輸

第二節 發展工業

一 電動機運轉之靜肅均勻及無間斷

二 改良工作

三 增進安全之度

第三章 購用電氣動力與設置他種動力之得失比較概論

第一節 比較動力得失之要點

一 運轉費

1 汽力及瓦斯力之運轉費

2 石炭之價格

二 設備費及償還費

三 負重率、效率與電氣動力

- 1 負重率與運轉費
 - 2 各種原動機之負重與效率
 - 3 容量與效率
 - 4 汽機、瓦斯機、電動機之運轉費及負重率之影響
 - 四 動力輸送之便否及其損失
 - 五 設備動力所需地基
 - 六 動力與工廠內外之影響
 - 1 工廠選擇位置之便否
 - 2 運轉之難易
 - 3 工廠之潔污
- ### 第三章 我國電氣動力不發達之原因
- 第一節 關於電氣公司方面
 - 一 經營方針之錯誤

二 信賴程度之不足

三 經營者之少熱忱

四 電力價格之昂貴

五 未施供給電動機之法

六 資本家少監督之能力

第二節 關於使用者方面

一 機械技術者之偏見

二 電氣學識之不足

第四章 電力利用普及策

第一節 對於大工業普及電力法

一 多培養電氣技術之職工

二 立相互應急送電之規約

第二節 對於小工業普及電力法

一 通融電動機

二 慎訂供給電力之契約條件

1 送電之安定

2 送電時刻

3 契約之有效期限

4 電力價格核算法

三 工廠與電氣公司之協力進行

第三節 市政上普及電氣之方策

第五章 論各種工業與電氣動力之適否

第一節 機械工業與電氣動力

一 紡績工業

二 機械工業 附捲絲業

三 鐵工業

目次

四 鑄鐵工業

五 製冰業 附冰青林業

第二節 窯業與電氣動力

一 洋灰工業

二 瓷器業

三 煉磚業

第三節 化學工業與電氣動力

一 製紙工業

二 製油工業

三 染色工業

四 橡皮製造加工業

五 肥料工業

第四節 農業與電氣動力

一 灌溉

二 耕作

三 栽培

四 碾米業

第五節 建築工業與電氣動力

一 製材業

第六節 鑛業與電氣動力

第六章 各國電氣事業之盛況

第一節 美洲

一 美國

二 英領加那大

第二節 歐洲

一 德國

目次

二 英國

三 意國

四 瑞典及挪威

五 俄國

六 瑞士

七 法國

八 丹麥

九 奧國

第三節 亞洲

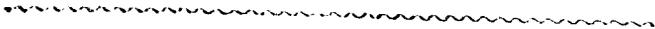
一 日本及朝鮮

二 英領印度

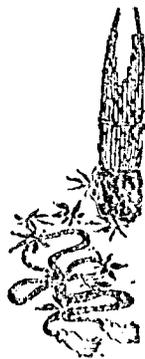
第四節 中國

附錄

-
- 一 採用電動機須加研究之專門事項
 - 二 各國電氣公司熱心經營之實例
 - 1 營業者之禮節
 - 2 營業者之教育
 - 三 日人之電力利用增進策



目次



工業與電氣 電氣動力篇

總論

西人有諺云。二十世紀者。電氣之世界也。一國利用電氣之多寡。可卜其文。勢咸首重電氣動力。而用電量實以此項爲最鉅。蓋電力概利用於工業製造。或交通運輸機關。富有贏利及生產力耳。

電力未發達之初。工業動力咸用蒸汽。數十年間。歐美機械製造術之進步。悉賴之。是蒸汽之裨益於機械。厥功匪細。今則歐美形勢。電力功用更凌駕汽力以上。且其應用之廣。遠逾蒸汽。大者動輒數十萬馬力。小者如風扇。震動器之屬。咸可藉之。其有裨人羣。鮮與倫比。論者恒謂吾國工業製造概假人工。卽以汽力論。亦尙未多見。足證機械技術之幼稚。遑論普及電力。非過分之求乎。志雖美而行之難矣。不知電

震動器者一種醫療器。其用以捶肢體者也。



氣動力之特長適在於茲，設備簡而工作易，損耗量寡而經濟費廉。抑我國今日工商之困，難艱阻者，電力而外更難求其匹矣。況人方由汽力而進用電力，紆迴曲折，經營慘淡，以底於成功。我則運師新法，事半功倍，人處其勞，我享其逸，捨此不圖，而日憂貧乏，不亦悞乎。

工業之與電氣，今日恰似形影相隨，凡製造所需動力，幾無不可利用而用之。發生電氣之法，昔多取諸火力，今則水力學與機械製造之術兼程並進。各國有水利者，漸捨火力而趨用水力發電矣。惟利用水力，須經專門家多年測量，不能凡有瀑布急流，皆可取而利用。且此舉屬於國家事業，民力殊難精究，因水流匪特冬夏量差，且經年每有變遷，或因洪水，或因大旱，水量漲落，尤所不免。再則水力發電固廉，而創設發電所資本頗鉅，惟瑞典、挪威、水力既富，地勢復宜，故其建設殊易，費用極廉。是爲例外耳。我國除南數省外，咸少水力。且國家無經營餘力，民間復難籌鉅資，惟富於鐵產，炭量豐饒，故宜取法英國，悉用火力發電。是書僅論火力未兼及水力者，實原於此。雖然，吾國土地廣大，水力固非絕無，惟未經切實調查耳。果有可取之水力。

及建設資金。自以利用之爲上。

吾鄰島國。電業頗稱發達矣。然較諸美德。猶不啻霄壤之殊。發電量較少。固無待論。而各種電氣利用之中。電燈用量。獨占巨額。電氣動力尙在其次。實原於電力價格較昂。致阻發達。試展閱該國電氣書籍雜誌。莫不指摘其弊。學者大聲疾呼。促進利用者。比比皆然。數年前日本電氣局長曾謂其國中公營電氣公司（名爲中興發電所）出售電氣。多從定額制度。如電燈則以燭光計。電力則以馬力數計。不拘用量多少。月取定額之資。在營業方法固稱簡便。而浪費電量殊鉅。日本瀧澤博士曾建議宜採從量制度。免暴棄有用之電氣爲日人戒。我國幸多用從量之制。似無浪耗電量之杞憂。然價格之不廉。殆有倍焉。且舉我通國今日所用電氣動力能及日本一大工廠否。日之不能及美。人民土地財力有所不足也。不能及德國勢尙相若也。而吾以數十倍之衆。遠遜三島。其程度之懸殊。自不勝計矣。

我國電氣既未普及。而利用電氣動力者尤罕。除少數大工廠外。餘僅限於電燈。考

按美國以五十萬人

口之率。通用電氣逾

二十六萬。皆羅瓦特

（約合三十五萬馬

力）。日本以垂三百

萬人之率。通用羅瓦

十三萬。皆羅瓦特。

約合十七萬四千馬

力。然我以四萬萬

之衆。所利用電量不

過七八萬馬力。三者

之比例。不其詳矣。

費羅瓦特者。電力之

單位。原略譯爲瓦。

約合一三三四馬力。

按我國所利用電氣

動力。約計四萬五千

馬力耳。

按發電所。皆發電燈

方歐美三十餘年前
舊式營程之法因運
用固定資金徒限於
夜間爲時僅半耳

容量者發電所能發
生之總電量也

*按我國惟小電氣公
司有已滿全容量者

其所由。工業幼稚。民智未開。固其本因。然公司經營失策。啓導無方。且售電價格之昂。各國鮮有。人民生活程度之低。又非他可比。喻如是而欲求電氣利用發達。斯難矣。夫經營之法。務求低廉。啓導之術。首重廣告。是亦營商之通則。贏利之本源。然我適逆溯而行。宜乎普及之無日也。

統計我國今日能發生之電量。不足十二萬馬力。且除外人經營者外。我國人所設大發電所。售出電氣。遠其容量之半數者。全國殆無。而經營歲月。非云淺也。恒有營業十年。尙未滿其容量三分之一者。公司之不肯輕減價格。固非無由。而利用之難普及。尤屬當然。試檢閱各國電業歷史。價格無不年年遞減。而利用莫不相隨遞增。且電氣動力用量。莫不年逾其他。每有較電燈增至數倍者。電燈用量增加之率。已不復有昔日之勢。而電力則惟有增無已。宜乎各國工業之日趨於盛。而益鞏固其富國之基。故望我國人利用電氣。而尤置望於普及電氣動力也。

工業與電氣 電氣動力篇

第一章 大工業採用電氣動力之利益

第一節 節省費用

電氣動力之發達，固出於二十世紀科學文明之進步，然細究其由，實原於採用電氣。其經濟上之利益，有出乎世人意想之外者。故歐美諸先進國，莫不爭先利用，而各種大運輸器械，及需大動力之機械，幾盡捨蒸汽力，而仰電氣動力之供給矣。凡生產之設備，恆須施以改革者，要之為節儉其費用，或增加其工作能力耳。故當以純益之增減為研究之目的，不能徒作皮相之比較，遽定其優劣也。

(一) 設備費

何以謂能節省費用耶？電氣動力之設備，須添設發電機、電動機等較蒸汽動力不更增加若干之費用乎？世之使用蒸汽動力者，多謂電氣動力較蒸汽為價過昂，吾人固不能全否定其說。然足僅出於表面上複雜之觀察耳。茲不得不為使用蒸汽之工業家一言者，當比較斯二者之際，果否實就其經濟上及技術上之得失，精細考究之結果，而

*茲僅以電氣動力設備與蒸汽力比較，而不及其他種動力者，因各種製造工業均

首用蒸汽故僅與之比較以爲簡便計耳

製作機者製造物品之機械也

汽機俗稱鍋爐

汽機者蒸汽機關也

* 是即表面上之觀察

* 按歐美日本各國之小工業如毫無障礙

能自由利用天然之原動力如瀑布等亦間有能設電氣動力者是僅爲罕有之例外耳

第一章 大工業採用電氣動力之利益

立斯論斷是吾人所懷疑而不敢遽信者也故敢細陳採用電氣之利益用解經營工業者之惑而勉其利用焉

蓋自表面觀之以蒸汽之力運轉製作機械乃由汽罐將石炭所含之熱力化爲蒸汽壓力復由汽機變之爲運轉製作機之動力是發生此種動力只經二次選轉即蒸汽之於石炭動力之於蒸汽是也

然用電氣動力則此種關係當益嫌複雜初由汽罐化石炭熱力爲蒸汽壓力遂諸汽機一如前者惟更由汽機運轉發電機而生電由電線導其電流入電動機於是方發生機械力而轉運製作機械故力之選易須經幾次變化是石炭熱力轉而爲蒸汽壓力蒸汽壓力轉而爲機械力（運動發電機之機械力也）機械力轉而爲電氣動力自電力而復化爲機械力故習於汽力或五斯力者徒以爲如是則力之變遷必依次遞減且較用汽力等更須增加設備費用（發電機及電動機等）而不知電力之更有多少特色故資本薄弱之小工業不欲設備電氣動力者實原於此（小工業設備電氣動力向不相宜然購用電力爲利亦大俟後章詳述之）

然在大工業則其狀態純然各殊當電氣動力利用未普及之初使用蒸汽者之方

按如第一法乃極舊之方式現今所謂蒸汽機一設備者固已大加改良然仍遠遜於電氣俟後詳述之

按所謂透極變化者即蒸汽放散熱量多則其一部分凝結為水其少則已結之水復化為蒸汽是也

電力能節儉費用之第一要件

容量者工學上謂機關之大小即曰其容量若干

式略分為二 (一) 統一設備 乃以所需之蒸汽動力在一處發生之而由汽管配給於工廠內各使用之所始於該處轉動蒸汽機關而運轉各製造機械採用是法則輸送蒸汽之管必甚長由管內之磨擦力所生汽壓力也之弛緩及輸送途中熱量之放散當因之亦多且汽力疊經變化所生壓力之損耗頗鉅是為其最大缺點 (二) 散置設備 乃於各工作處所各備汽罐汽機使各自發生其所需動力由工業之性質或工廠地基極大間架極多則非如是不可是固可補前法之缺憾而設備費則因之益鉅故兩者究以孰為得失惟須顧慮實際損耗力量之多寡而後可決此問題而電氣動力則不然

一 動力設備之集中

電力由輸送距離之遠近所生損耗之差殊微故動力之設備任工廠大小僅設一處極足以濟用是為採用電氣能節儉費用之第一要件

凡製造工廠設備少數之大動力較用多數小汽機汽罐散置各處者其影響于工業上之利益實出人意料之外動力採用電氣使其設備集合一處則可減汽機

*按同一容量則一大者較數小者為價自廉

機關者即蒸汽瓦斯石油等機關之總稱

*按馬力者動力之單位馬力時者動力量之單位也

*按由機關之大小每馬力之運轉費實有殊異至如山運轉時間之多少有影響於運轉費當不待解述而自明

一九七分者一角
九分七也

罐汽管及工廠建築之費用。且如同一容量若集中之為少數之大機關。運轉電機發電較散置之多數小動力設備。既節省閑冗之職工。減縮工廠之地畝。更可聘置良技師。咸為汽力散置設備所不能及者也。

動力統一之能如何節儉費用。據左表德國某高等技術學校教授薩氏之計算。當自瞭然。

第一表 蒸汽機關一馬力時一馬力二運轉費 但所用石炭之價格每噸作為八元五角

一 散置設備

蒸汽機關之馬力數 二五^{馬力} 五 一〇 二五 五〇 一〇〇

一年間之運轉時間(每馬力時) 約計一千小時者(之費用) 一九七 一五八 二三八 六三 五〇

一年間之運轉時間(同上) 約計三千小時者 二二三 九七 七七 五三 四〇 三四

二 統一設備

蒸汽機關之馬力數 五〇^{馬力} 一〇〇 二〇〇 五〇〇 一〇〇〇

一年間之運轉時間(每馬力時) 約計一千小時者(之費用) 四一^分 三五 三三 二八 二五

其機關之效率也
其機關之效率也

效率見第二章第一節

按發電設備用汽機
即火力發電機之謂
即通稱火力發電機
之一種也

一年間之運轉時間
約計三千小時者 (同上) 二五 二五 二三 一九 一六

據該統計。例如總計動力千馬力之製造所。用散置方式。假定用百馬力之蒸汽機關。則須設十架。而每小時計用五十元之燃料。若採用電氣。其所需動力可由千馬力蒸汽機關一架供給。故所需燃料費用。可減至三十五元。約三分之二且大抵統一設備一年間平均運轉時刻較散置設備為多。故一小時之費用其實僅二十三元。即是。其他尙可減少。吸水唧筒。剷絲裝置。及拭油器等之補助設備。綜合計算。所省頗多。

二 預備機關

工廠之工作能否終日繼續。或有時中輟。於工業經濟上之影響實多。然欲其不輟。必須有預備機關。否則在散置設備。須停止工作之一部分。在統一設備。則因之全體停滯。而預備機關在統一設備較散置方式可節少費用。當不待贅論。而自明。假使發電設備為大蒸汽機關。若偶生故障。而無相當之預備機關。則工作固亦不免有停滯。然在電力若用直流電氣。則可兼備蓄電池。預為貯蓄剩餘之電流。以備

不時之需。或卽用交流電氣。此則不能蓄諸蓄電池內者。亦可及時與他發電所相連結。當不難圖其供給。故雖木工廠之設備不能發電時。而工作因之中輟者蓋少。

三 電線及工廠建築上之利益

傳動軸者工廠內保
間或地下所設傳送
動力之軸也。
傳動輪者傳動軸上
所載用以傳送動力
於他機械之輪也。

輸送電力可僅由電線。較汽力運轉須裝設蒸汽管及架設傳動軸。並若干傳動輪。傳動帶等所需費用。爲價殊廉。故工廠設備動力如採用電氣。於動力輸送上極可節省費用。卽添設電動機一節。若以設置蒸汽管之相當費用。亦易於購得。據某國二三技師測算。咸謂電氣動力之媒介裝置。雖施設極其完備。卽每製造機皆一一設備傳動機之謂。而所需費用與蒸汽動力之輸送裝置及梁間敷設之傳動裝置相較。實無大懸殊云。况以較爲簡便之電線。而代梁間或柱上架設之傳動軸。僅此一端。亦大有節省。工廠建設費之利益。且電線爲物極輕微。無關乎建築之堅否。均可裝諸壁上。或梁間。然川蒸汽傳動軸。則建築恒受極大震動。故其梁棟壁柱。咸須特別堅牢。電氣施設於經濟上。有莫大價值者。其重大理由之一。實原於此。機械力運轉。卽蒸汽力運轉及瓦斯力運轉石油。須大傳動裝置。故工廠務須建築平房。而電機運轉僅用一輕小傳動電線。

逆轉等之總稱

購買土地之利益

*按使石炭變形爲電氣即汽力發電所之謂瓦斯變形爲電氣即瓦斯發電所也

且電機之動作極爲靜肅。故工廠之建築。在指定範圍以內。可任意築二層樓房。或更作多層建築。故採用電氣。於製造所建設之際。購求地基。亦可節省費用。當今土地價格日漸昂貴。則此點之長。於工業前途殊有所裨益。而愈可增其利用也。

四 動力之發生所與使用所之隔離

動力發生所與其使用所。可得任意分離。是惟電氣之所獨有。此所以具有特殊之價值。而因之較他種設備價廉而利大也。遠方發生之動力。如在該地不克完全利用。多有餘裕。即可輸送諸他方。此時電氣之能力。當尤稱卓著。試例證之。稱爲天然原動力之瀑布。昔時僅爲一小部分工業家所利用。而今日科學發達。則以水力化爲電力。成一大規模之動力。輸送於數千百里外之大都市。而繫於工業界矣。且如石炭、瓦斯即煤等尚有他種瓦斯氣等。亦可變其形爲電氣。而成重要之原動力。概而言之。電氣長途輸送之成功。匪特於發電所附近可經營相當事業。兼可輸送其殘餘電力於距離遠隔之地。發電所與工商界可通其脈絡。互相依輔。或如鑛鐵所發生之電氣。配給於鑛鋼所等。爲今日通行之事實也。再則各工廠或個人之電

高壓者電氣壓力之高者俾能節諸遠方也。

按我國警察法規或向無此條然工業發達後當亦仿各國成例也。

結論電氣設備費並非較昂於他種動力也。

變壓器者交流電氣用以高低其電壓者也原交流電流能高低其電壓是為特長電壓高則輸送可遠而在使用之處則又須變之為低壓因免生危險也。

第二章 大工業採用電氣動力之利益

一一一

氣設備可聯結於大公立發電所。購求高壓電力。因之亦能多減設備費用。更如大電氣工廠。為備不時多量之需。或概為減省預備機關計。或即不然。亦預為種種意外準備。而與公立發電所相聯結者。匪鮮也。

然石炭價格若不廉。或警察對於使用蒸汽汽罐有一定限制。或資本虧損。或工廠地基無餘裕。創設或擴充時凡具此種情形之營業。則所需動力。如仰公立發電所之供給。即章所發購用電力之利益也。當較為有利。

要而言之。凡大電氣動力設備。除一切必需之媒介裝置。如發電機及電動機外。尚有特別設備。

如蓄電池。直電電氣用之或變壓器。交流電氣用之等。似較蒸汽動力須多額費用。然以視蒸汽之

須諸所分設動力。則所省又不啻倍蓰。在大工業上。此點之大足以節省費用。尤為昭著矣。

(二) 經常費

此固間有例外。不能概論。然大抵電氣動力設備中自機械之價格論。較蒸汽為昂。然動力之輸送設備上。電氣殊單簡。故敢斷論電氣運轉於大工業上。終較蒸汽力。

節省多。

一 節省動力

電氣動力概由金屬線傳導（或中途一部分間由傳動帶、鐵索、蒸汽管、壓搾水管、或空氣管、而傳導者。惟此等傳動裝置皆不常用。偶於特別工作使用耳。故當比較研究動力設備。是等咸無注意之價值。且普通電氣設備。概無上列諸裝置。原可置諸設備度外者也。）故由原動機傳送於製作機械之動力。僅粗其電線。則任為千百馬力。咸可輸送。故較機械傳動裝置。可得增大其量。是為以電氣運轉代機械運轉之一重大要素。

電力代機械力之一重大要素
* 按用機械力傳動如粗其傳動軸寬其傳動帶固亦可增加傳送力量然終有限制不能如電線也
* 按所謂平均計算者連轉全體或一部分均值也
* 因機運轉中途損失之大

原動機發生之動力一小部分必由原動機自身吸收。一大部分多消失於中途。為所消費。至如製造機實際所用者。僅其殘餘之量耳。而此實際使用之量。若在電氣動力平均計算。可得總動力百分之七十三。此固亦由電動機之大小。略有增縮。然在機械動力則傳送中途有傳動帶之磨擦力。傳動軸之抵抗力等。實際所用動力因之大為減少。據西歷千八百九十年。自今二十五年。前。德國發刊之某電氣雜誌中載。一

是採用電力可節省動力之一要件

按該說雖未申明樓房之高，低，樓普通工樓房一次六、七、三尺，層樓高三、二、三尺，當無大差。

按動力之效率者，問按有影響於動力費，效率低即需昂也。

電力之又一特色

運轉全體機械時，消耗動力百分之二十五。例如製糖機全體本只需動力一層，然運轉半數則多耗其應需動力百分之五十。例如運轉半數之製糖機本應需動力一層，然須有七分五之原動力方可。機械單獨運轉時，其他機械則道百分之九十盡為中途消滅。云。例如運轉一合機械本需一分九不可全行停止。轉則不然，電動機一旦靜止，其附屬電線概不吸收動力，故機械運轉之數減，則其輸送中動力損耗之量亦必相隨而遞減。又據西歷千八百九十三年，二十二年德國技術協會雜誌中載：「某技師試將蒸汽輸送諸二層樓上時，其效率減至百分之五十二，乃至七十。即十層力量只剩五（效率見後章）平均得百分之六十四。復送諸三層樓上，則更減至百分之二十，乃至六十，平均僅得百分之四十六云。」可見汽力匪特不能輸諸遠，且難輸諸高，因蒸汽上昇則汽壓亦大為弛緩，如目的在利用其熱，如蒸汽暖管則可，如利用目的在動力，則殊不宜也。關於此點，亦可見汽力不宜樓房也。機械傳動裝置中，凡有轉角與隔離之處，即用傳動器或齒輪之處。與動力輸送上之損耗，咸有莫大關係。而在電氣動力，則任通路之曲折錯雜於傳動上，毫不見有損失。是亦技術界所首肯，而嘉許者也。

集團運轉

獨立運轉

按傳動軸一具則轉
則所聯結全體機械
之傳動輪齒皆被其
運轉惟各機械皆備
有傳動輪齒只其一
為作虛迴轉者即不

茲為解述簡便計。暫就集團運轉與獨立運轉略解述之。考究兩者之關係。須由技
術及科學兩方面著手。蓋工業上利用電氣運轉最初之法。乃工廠每棟設一大電
動機。以代從來之鉅大機械力傳動裝置。大傳動軸 傳動輪等由發電所用覆覆電線輸送電
力。運轉電動機。使發生機械力。復由小傳動裝置。小傳動 輪等也運轉棟內各機械。一如從
來方式。是稱為工場運轉。或名為場內運轉後因技術進步。使動力各分統系。關乎一種製
造之一機械團。採用一電動機之方法矣。是稱為集團運轉。此法在擴充工廠之際。
若新設之機械所需動力過鉅。不能與原設之電動機相連結。須另設電動機時。亦
多採用。然工廠內機械種類不一。或以僅少動力。或須鉅量動力。或須其動力
永永繼續。或更須時時間斷。故電動機與製造機。須互相定其所屬。于是動力需用
上各劃區分。而所謂獨立運轉者。遂見用于實地矣。
工場運轉時。蓄節省動力之量。皆較為僅少。故此法幾未見諸實用。反之。傳動帶之
遺跡。所謂集團運轉者。不得遠以其設備為過昂而排斥之。該法於現時諸傳動設
備中。猶為必要之一。集團運轉所生動力之有效度。固由電動機之大小而有增減。

用該機時即將其傳
動帶架於虛轉之輪
使無礙於傳動軸全
體之運轉而虛轉之
輪因架有傳動帶亦
不免生磨擦及抵抗
力

*按電動機小其動力
之有效度自較小故
謂恰可與集團運轉
兼有間歇者相平衡

*按理論上則謂集團
運轉乃集合製造機
成一團而運轉故動
力當略可節省

如使用一馬力之電動機。約為百分之八十。十馬力者。則可為百分之九十。故集團運轉者。於無間斷之運轉。即連續或若干小機械互相聯結。而各自成爲短小時之間歇運轉。停歇者則運轉間所生動力之損失恰與獨立運轉所用小電動機之動力有效度相稱平衡實無大損。苟使用大電動機所生動力之有效度大。則宜採用之。

然據西歷千九百年十五年前德國技術協會雜誌三十號及千九百八年同誌二十號所載

法翠葉秋步納兩氏之說。則斷論施設完備之獨立運轉極爲有益。而當時電動機

價格殊低廉。故大電動機並一切附屬與同一容量之若干小電動機價格之差。幾可

置諸不計。且集團運轉者。不問有否停止之機。均須同時運轉全體機械。且其迴轉

數多。故電流之消費頗鉅。兼之理論上雖謂集團運轉所需動力較少。且在獨立運

轉者本數理上而論。電動機之迴轉數恆大。而製造機恆緩慢。其間迴轉數遞減之

徑路。及各機械之媒介裝置。當較集團運轉須多耗動力云云之假定。並不合乎實

際云。

故從兩氏之說。則運轉方式究以孰爲可否。當不外乎實地選擇。然以工廠原有設

備則任更之爲集團運轉或獨立運轉。通常皆無須幾許費用。惟改換運轉時。須顧慮技術上之得失。若新設工廠。則當以注重經濟爲本務。

二 除去虛運轉之利益

動力虛耗之量。能減至極小限度。方爲近學理之設備。而採用電氣若爲集團運轉。雖運轉其所屬機械之一部分。動力之虛耗亦僅限于該傳動軸所聯結數機械耳。若爲獨立運轉。則靜止之電動機。全然不需電流。毫不消耗動力。而一旦與以動力。則即能運轉。且止動之際。於動力亦毫無損失。故即在間歇運轉。荷電動機供給動力之有效度不減於機械力時。猶以電氣爲宜也。蓋電動機當開始運轉及停止運轉之間。不耗動力。而在機械動力。製作機雖應爲間歇運動。然其傳動裝置則仍須連續迴轉。蓋是由原動機制御上不能間接使之時時停止。作間歇之運轉。故尙浪費動力也。

電氣運轉能貯蓄動力之量。固由運傳之如何永續或而有增減。然據西歷千九百七年八月德國葉思別爾製造所之報告云。由電氣運轉。贏得動力之貯蓄。每一小

除去虛運轉之一點
在大工業處得之利
益亦可云鉅矣

第二章 大工業採用電氣動力之利益

一八

時約可得二十一元。設一日之運轉時間作爲二十小時。一年間運轉日數作爲三百日。約可達十二萬六千元云。

三 節省維持費

採用電氣設備可節省維持經費亦爲大工業上不可蔑視之一大利益。如用蒸汽動力則須時時注意汽管之洩漏及毀損之有無。而常施以試驗。且傳動軸不可不常事磨刷。施注滑油於冬期尤然。傳動帶爲價既昂。且時有毀損。或漸行伸長。須時加修補。諸如此類。若在電氣動力則全然無之。間有亦爲數極罕耳。

四 布置機械上之利益

電氣設備對於製造工業尤爲適當。且從來機械傳動裝置於各製作機械配置上每有不便。而用電氣動力概可聽其自由選擇。則此點獲益之大亦足與前節所論貯蓄動力之利益相伯仲。蓋電線易於屈曲。爲物極細小。他種動力裝置不能施設之處。或人體不能通過不便設置之狹隘處所。殊稱利便。且蒸汽管更不可不置。諸易於檢點之所。再則機械傳動裝置已如前所述。轉角愈多。則動力損耗愈大。然在

按大工廠之起重機皆設在樓上。更在傳動軸之上方。可前後左右上下運用。即一種運輸器械也。調動桿者付於傳動軸之旁。移動傳動帶者也。因傳動帶着分數段者。由傳動帶之位置。可任調製作機之速度。又一重要特色。

電氣運轉。任機械在工作場何處。概有同一運轉之便。在機械傳動裝置。即傳動凡布置機械。概由傳動帶之方向。及其強弱而為所強制。且機械行列間留備運用起重機之空隙。亦為採開傳動軸及調動桿等所限制。故欲使其自由運輸整理製作之材料。則須備寬綽之餘地。而在電氣運轉。此點亦為便殊多。工作場之位置及製作機相互之配置。單由其運轉之如何而定。無庸併置于一處。與電動機作直線排列。或以現在位置為可。或更擇處理製作品較便利之處。任由何種理由。而機械之布置。咸有隨意選擇指揮如意之便。更如改換運轉方式之際。機械任在何處。皆可簡單與電動機相連結。故無庸停止全體運轉。而易于轉置。且增設新機械時。此點尤為重要。在機械動力設備。至少亦有影響于傳動裝置工事之煩。且同時若干機械之運轉。必因之俱被停止。或即不然。若新設之機。需動力過大。則聯結該機之傳動裝置。猶須全體改築。然在電氣則可免停止工作。而徒耗時間。設工廠為多層樓房。而施設機械傳動裝置。則動力損失尤大。費用亦鉅。故捨利用電氣此項特色外。無更能駕乎其右者矣。

五 捷速運輸

節省時間之利益

*按我國工廠採用此者尙少人或未之通悉然各地電燈公司大多有之惟架設或修理機械時偶用耳

以上概論電氣動力之便於配置及轉置機械。並關於除去虛運轉之利益矣。更當知時間上所得利益亦殊足以節儉運輸費用。電氣之能捷速運輸。當今短縮工作時間而更求多量製造之際。實爲增進運輸經濟不可缺少之一要素。姑舉一最切適之例。就新式大起重機爲解述之。吾人偶身臨工廠。最易映入眼簾者。當必爲搬運敏速之起重運輸機。昔時固亦有與此相類之器。用索或鏈運輸者。然其構造殊不完全。搬運亦不敏速。近時大工廠所用新式起重機。可操三種動作。上下豎進退於前後左右。而其迅速之度。例如以達鎔解度之鋼鐵運諸鐵道軌條上。仍可保其同一溫度。蒸汽起重機搬運最高速度。每秒可四丈乃至五丈。然電氣起重機則可達六丈五尺。試觀德國埋屑之工業監督官年報中謂。據古列巴鐵工廠報告。從來使搬運夫役四人。每日搬運鐵塊二萬零七百五十斤。于熔鐵爐八次。平均曾費三小時。自千八百九十六年。使搬運夫一人及電氣起重機四架。而運同量之鐵。所需時間僅以前十分之一云。該監督猶特謂。如斯敏捷之運輸器械。爲今日極圖改良

*僅須十八分鐘也

運輸不可不注重者云云。蓋今日此種搬運機，各國凡須運輸重量之工廠，殆無不備。

第二節 發展工業

前節概論電氣動力之如何能節省費用矣。茲更就設備動力如採用電氣，可改善工作及其製作品，且對於工廠火災及工人災害等，可增進其安全。因之關於工業發展上所奏功效如何，詳解述之。

一 電動機運轉之靜肅均勻而無間斷

*按蒸汽機關等亦皆設有勻力之輪，然迴轉難免有不均勻處。

茲論動力之特質，不可不再由技術上區別之。機械傳動裝置輸送動力，恒難期其均勻而毫無間斷。是又為電動機一大特色。蓋原動機供給動力，若時有高低，則纏繞於傳動軸上，為動力媒介之傳動帶運轉，不能放速均勻。因之時有轉滑，是不惟有影響於製作機之運轉及其製作品之品質，且時及於機械全體。電動機則不然，任其所需動力之大小，一旦與製作機相連結，其運轉速度，即毫無更易，且負擔動力雖略有超逾，在電動機並無庸慮。殊為特長，故通常與製作機締結，堅實而製

造物品自可遵守規律，且運轉之均勻，於製紙及紡織工業等尤爲重要。蓋動力不定，其品質之良窳，實有重大之關係也。

二 改良工作

採用電氣對於工作上之影響更爲顯著。電氣工廠之業務，與使用機械傳動裝置兼無數傳動帶之舊式工廠，大有殊異。無庸專門知識，亦極易了解。蓋運轉在電氣極爲靜肅，在機械則騷擾聒耳。施設電氣之利益，雖已縷述，然對於工業家及勞動者工作上，更有不可不爲一言者。蓋用傳動帶傳動軸等之工場，目力多被其阻隔，不能通覽。如施設電氣，則此等障碍物可全然芟除。於工場中央設一較高之台，即可通覽場內監督全場而無餘。日擊工作之進行，其爲益之大，亦可設想矣。

復爲勞動者計，施設電氣動力更可得莫大之益。蓋用電氣動力，工廠牆壁可不必求其過於堅固，自可開設極大之窗戶，因之光線毫無阻碍，可反射於全體工作場所。兼之，從來採用傳動帶之舊式運轉，多發散塵埃，混和油臭於空氣中，而用電氣動力，則可使之清潔，且可除去騷擾音響，使言語得以明白了解，免有妨於指揮，實由

工場者工作之場也

利。用。電。氣。使。場。內。清。潔。匪。特。足。以。保。護。勞。動。者。之。健。康。且。保。護。機。械。用。年。限。也。上。亦。可。奏。極。大。之。功。效。

三 增進安全之度

世人每謂電氣爲物固極利便。然殊多危險。不可不謂之一大缺點云云。斯論之出。恒不免爲識者所譏。蓋電氣關於火災及災害保安之利益。就其最少者而論。其效果之一部分。因電氣施設已實踐于世。其他部分。逐漸遞推於廣大範圍之中。蓋由電氣自身之作用。亦可得理解。而關於火災保安一節。日下歐美各國多數學者。精力加考究。期更達其完境。且顯然有將電氣設備置諸國家特別監督下之籌畫。以杜世人之杞憂。徵諸從來之經驗。謂由電氣設備該物之特性。致增加火災云云之說。試與他諸動力設備相比較。則決不難否定。電氣之爲危險物。乃原於電線之木質。更詳言之。例如電線架設粗雜。或電線偶遭毀損。電氣生熱而致失火。苟電線施以適當網線裝置。則預防如斯災害殊易。德國電氣工學同盟關於施設高壓電線。偷送高電壓。曾頒布一保安規則。今世已通行之。而起因于電氣設備粗雜之火災。歐

樹線裝置者。杜絕電氣使不致溢於電線或電機之外者也。按吾國利用電力者。

除三二大工廠及鐵
山外尚未普及故由
高壓電流所生火災
極爲罕見幸我之經
營斯業者有鑒諸歐
美前辦責任監督設
備電線之責則電力
之利用當有一日千
里之勢不知其所以
止矣

第三表

按此統計雖仍然爲
德國利用電氣初普
及全國時代所調查
者恰可供我國今日
參考故特錄之

第二章 大工業採用電氣動力之利益

美殆絕其跡，至若電線偶被毀損，致失火災，則由工廠監督者注意周到與否，更無他法，足以預防，且此偶然之發生，匪特電氣始然也，初，高壓電流之使用于工廠，火災保險公司曾以爲該線之電氣設備較其他電燈用線，或動力用線，低壓電線無大危害，故特低減保險金百分之五，然事實則大謬，時發生火災，意見因之一變，今日對于該設備均特別預防，且須每年檢點，方許以相當之減額。

電氣發生火災爲數之少，試舉德國統計局火災統計表証之如左

德國火災統計表

年次	西歷	華曆	伯	林	其他	諸大	都市
總計次數	一八九五	(百今二)	一八六	一八九七	一八九六	七三三	八二七
電氣火災	六九四	大	一三	一九	二	一三	一三
總計次數	二〇八五	大	二三五	二二〇九	二三五〇	一六	三
電氣火災	一六	大	二五	三	六		

全	總計次數	三五四	三二七	二八六	二九九
國	電氣火災	三	四	四	五

據統計局云起因于電氣之火災數中百分之十七並非確知其源為電氣不過推定耳云云德國電氣火災總數雖覺逐年漸增然試以前表計數與電氣發展統計相對照當知起因于電氣之火災數與發電所增加之數未曾作同一比例姑再舉該數年間德國統計局發電所統計與電氣火災數比較如左。

第四表

年次 (西歷)	一八九五	一九〇〇	一九〇七	一九一六
起因于電氣之火災數	三	四	五	五
發電所數	一四	二〇	二五	三七
兩數之比 (%)	三三	三九	二六	二六

前者百分率也三三
·三〇者即百分之
三十三

復由個人之調查，可作參考者亦殊多。例如西歷千九百零五年，于伯林電氣工學協會會議席上，某博士謂起因于電氣之火災，多不足據信。曾例証如左。

德國火災保險公司同盟左計數年間關於起因于電氣之火災數，及損害賠償額統計如左。

第五表

按每馬克約合我國幣五角

年次	(西歷)	電氣失火次數	賠償額
一九〇二年	一九〇二	二六五	一七三,〇〇〇
一九〇三年	一九〇三	二二六	一七三,〇〇〇
一九〇四年	一九〇四	二〇六	一四五,〇〇〇

第六表

以下者電力之單位
譯稱齊羅瓦特約合
一三四馬力(為羅
者千之意也)
我國用電表皆稱為
碼者電學上稱為齊
羅瓦特時每齊羅瓦
特每小時之謂電量
之單位也

試更與該四年間電力及電燈用電比較如下。

電燈用電	電氣動力用電	總計
二〇三,二九〇 k.w.	二七,三三三 k.w.	三九,五五三 k.w.
二五,三四六	一七,三八五	四三,五五九
二九,三三七	一九,〇〇六	四八,二六四
三九,七九七	三六,七三三	五六,五三〇

據以上兩表觀之，德國電氣利用雖年年作長足進步，而該數年間火災數並無大

若謂由電氣致失火
則其設備必有不周

增減。且比較其賠償之額。反減至約三分之一。

更據德國某大火災保險公司之報告。謂自西歷千八百九十四年。迄千九百年。計七年間。火災總數。共四萬二千三百五十九次。其中起原于電氣者。凡百六十九次。即僅總數百分之〇。四。爲數之少。實出乎意外云。據以上所述。可知電氣設備。有火災危險之說。而反不得不謂之。可增進火災保安。從來製造所固有損害。自電線能架設安全以來。殆絕其跡。

電氣之發生火災。縱未盡絕。苟設備依法施設適當。則電氣可絕對維持火災之保安。是電氣學者所公認。而毫無疑慮者也。

電氣動力利用日多。則機械傳動裝置。日可減少。對於災害之保安。自日漸增進而無疑。實諸已往事實。凡工業上災害。多原于當事者之粗忽。或輕率耳。苟力之所及。務須剪除其源。而關於是種法制。雖曾制定嚴重章程。及切適之保安規則等。而仍不見有何功效者。即徵諸該規則所設之傳動裝置發生幾多災害之事實。當亦瞭然。然在電氣設備。已如前所述。毫無碍於監視。無喧嘩之音。號令指揮。易於傳達。凡

由粗忽輕率等所生災害。咸易於防範。故自可減少。試翻閱千八百九十年以降德國工業監督官之年報。莫不謂電氣於動力輸送上。有無窮利益。而特於保安及防禦災害上。尤不可不獎勵電氣動力使之普及發展。苟以電氣發生災害之數。與所賜工業上之進步。及增進保安之度相較。當知其爲數之微。

世人多不詳於工業災害統計。而關於工業災害每傳聞其原爲電氣者。因電氣發生災害爲事特新奇。故各國報紙恆喜傳載。至若他種災害。人多習以爲常。故傳報者較少。茲據千八百九十七年中。德國保險監督所編纂工業災害統計。亦足証其爲數固非較多於他種原動機也。

第七表

各種原動機 災害總數	437	蒸汽機關	336	水力發 動機	33	瓦斯及風 力原動機	48	發電機及 電動機	9	動物發 動機	13
---------------	-----	------	-----	-----------	----	--------------	----	-------------	---	-----------	----

按上列統計。該一年中災害總數四百三十七人中。起原於電氣者只九人。僅百分之二。〇六耳。且其中起因於電動機被電流傷害者實僅一人（火傷手指）他八

按臨時執業原非工
 格制定故工人多易
 輕率從事且或無監
 督之員故死傷較多
 意周則自可免然注
 統計該一年間由電
 氣受傷者併臨時
 執業亦僅四十七人
 耳與下述由機械所
 生災害數相較當知
 其為數之少

第八表

人其原雖發於電機，而或由蒸汽鍋爐墜挫傷，或相類之火傷，故尚不得謂其原為電氣。

再則由電線發生災害十九件中，死亡者一人，電線近傍臨時執業中，出傷害者八人，內六人死亡。又電線臨時修繕中，被傷者九人，再由他人之惡意，使觸高壓電流，因之被傷者二人。

凡工廠定章執業中，工人之觸電線，或電氣機械，因之殞其生命及害其健康者，極為罕有。而大多數之災害，咸由機械傳動裝置及製作機發生。試將一八九七年與更十年後（即一九〇七年）之各一年間，由機械傳動裝置所生災害數，並列如左。

機械傳動裝置發生災害統計表

年次	災害數	其中死亡數	兩者之比（即死亡率也）
一九〇七	七五	二六	百分之二六·三
一九〇七	二五九	一五	百分之五·八

茲更將上記一八九七年中災害總數七百一十五件，詳細區別如左。

按下記死傷之數概
為工廠規定工作中
所發生

傳動軸百三十五人 死者三十八

齒車及磨擦車六十人 死者五

傳動輪、索車及鏈車四十八人 死者八

傳動帶四百五十六人 死者六十四

索及鏈十六人 死者一

據是觀之，傳動帶與傳動軸在機械傳動諸裝置中尤多危險，殊足以促吾人注目。茲于傳動裝置災害以外，更將德國工廠各種災害統計如左，亦可想見利用電力減少傳動裝置于工人之死亡率，亦有莫大影響。

傳動裝置以外各種災害統計表

年次	災害總數	死亡總數	兩者之比 <small>死亡率</small>
一九〇七	七,九六六 <small>次</small>	一三一人	百分之二·五
一九〇七	一三,九六六 <small>次</small>	一,七二一人	百分之二·三

據第九表一般災害死亡率之率，一九〇七年較十年前幾減至半數，而第八表之死亡率，十年前後並無大更易，是原於德國製造工業利用電力日趨於盛，一九〇七年較更十年前電力已增加五六倍，工業一般災害雖亦見增加，見第九表而死亡率之數。

並未加多死亡之率。殊為減少。且機械傳動裝置。自興用電力以後。即未多增設。其災害數。固亦未見多增。然工人死亡之率。則未見減少。見第八表。亦是。區機械傳動裝置。概多危險。故採用電氣運轉。廢機械傳動裝置。則因之所生。幾多災害死亡。咸當絕滅。蓋如前所述。電氣規定執業中。一年間被電擊。身死者。僅一人耳。再則電氣災害。實多由工人粗忽及輕率而發生。據數年前德國鑛山災害統計。當可想見其概。且其為數之僅少。及其增加之率。遠遜于鑛山利用電氣增加之度。可一覽而知也。

第十表

年次	鑛山死亡總數	電氣災害數	由電氣死亡數	(原因) 絕緣不完全 粗忽
一九〇四年	四九人	四六次	五人	三人
一九〇六年	五二四人	三九次	二人	三人

據右統計。一九〇六年間鑛山死亡共五百一十四人。其中由電氣死者僅十一人。而原於工人粗忽者。達九人。愈可知電氣固非多危險矣。要之如上所述。起原于電氣之災害。若施設絕緣裝置。嚴按規定。及從事慎重。即不

絕緣裝置者。杜絕電氣之物。如橡皮絲布等之總稱也。

難預防。而用電氣運轉。可悉除傳動裝置之危險。能增進工業及勞動者之保安。想識者當能領略其概矣。

所謂防其性質上云云者。原電氣其物固稱危險。吾人取而利用。則萬不可不先備其險。而後利其長。譬諸飲熱湯以金屬之器。又焉可者。

按上所論。更有不得不略加解述者有二端。一、電氣災害。惟施設完備。從事慎重。即可杜絕。然機械傳動裝置。獨不然乎。是當為世人所指。擴而懷疑不決者也。然所謂施設完備之意義。在電氣方面。為防其性質上。所應有萬不可缺。而技術者注意未周。或故意減省經費。致設備不足。有時加人以傷害。在機械傳動裝置。應備之防禦。似今日機械學之發達。料無不盡備。以機械學發達之年限。論當亦知其已達完備。而災害為數。反如斯之多。亦可概見其為物之多危險矣。縱謂其防禦設備。尙未完全。致多生災害。然以歐美今日科學之文明。工廠規模之宏偉。且人人尊重技術。階好發明。苟不為節省經費。蔑視生命。則對於機械傳動裝置。何不多設防禦。可知是等設備。不能逾一定限度。蓋過多則防禦固稱完備。不至有危險。而工作及整理上。則必障礙迭出。致弛緩工作之速度。耗費整理時間。故在機械學上。雖不為經費計。亦實有所不能。設為經濟計。則如斯施設。亦當為傳動裝置之一大遜色。蓋為過分之求。因之所受影響莫

按當時德國火力電氣動力統計約二十萬馬力機械動力則有三百五十餘萬馬力之譜
 火力電氣者即以蒸汽或瓦斯石油等為原動力而發生電氣也

大也。再所謂須從事謹慎云云者。要知工人之謹慎。自亦有限度。在電氣惟對於自己操作之器械。或其附近之儀器慎重周密。即可無慮。是亦分內所應如斯。然在機械傳動裝置。則每由他動或自然之結果。致遭不幸。所謂不勝其防者也。

(二)或謂機械傳動裝置災害較多于電氣者。因德國利用電力之度。尚未如前者之普及。雖多不亦宜乎。或有然其說者。然就前列統計之年限而論。當亦知是說之謬。當千八百九十七年。德國火力電氣。雖尚不及機械動力十二分之一。而災害之數。已如前表所列。一僅四十七。則為七百二十五。則不僅十二倍于電氣。將及十六倍。死亡之數亦多至十六倍有餘。一僅七人。則為二百十六。且以上所計。僅以火力電氣與機械動力作比較耳。而德國水力發電。亦早已作長驅之進步。于千八百八十八年。更十年已設有全國水力調查局。遍查通國可利用發電之地點。漸行設立水力發電所。當十年之後。其成績亦自有可觀。而此尚不在比較之列。可知前說之不足據矣。

按第七表以後所載電氣災害之數。係水力與火力電氣總計。若從中減去水力電氣災害數。則機械動力災害之多于火力電氣。固不僅十六倍矣。

第一章 大工業採用電氣動力之利益

三四

再○則○機○械○動○力○之○多○危○險○非○僅○限○於○傳○動○裝○置○即○用○鍋○爐○每○歲○破○裂○之○數○據○美○國○最○近○調○查○全○國○凡○一○千○四○百○次○死○傷○一○千○四○百○餘○名○損○害○逾○一○百○二○十○萬○元○當○知○採○用○電○力○減○少○鍋○爐○所○益○亦○匪○少○也○



按大工業雖購用電氣亦甚爲利惟資本既厚仍以自設電力爲便也

負重率者機械所負

第二章 購用電氣動力與設置他種動力之得失比較概論

第一節 比較動力得失之要點

大工業宜採用電氣動力。前章已詳加解述。然工廠全然不設備原動力。概由中央發電所即公營發電所購用電氣。若在小工業。此法亦爲利極大。故特與設置他種動力比較其得失。原我國工業尙極幼稚。所謂大工業者。通國無幾。而此少數之大工業。多已利用電氣。小工業隨處固不乏其數。第不唯電氣。卽利用機械者亦殊寥寥。我工業動力之不發達。機械學者固乏提倡之功。然鑿之動力。失於繁劇。我國民復無技術教育。故小工業欲用動力匪易。今也電氣動力輸送如意。小大由之。且取用毫無煩瑣。故敢謂能拯我國工業之衰頹者。惟利用電力耳。故不計瑣復。再爲我工業家解述之。大旨雖如前章。解述略有殊異。比較工業動力得失要點概列如左。

一 運轉費

二 設備費及償還費。

三 動力與負重率及原動機使用中效率之更易。

第二章 購用電氣動力與設置他種動力之得失比較概論

馬力數（運轉製造機械之馬力數）與固有馬力數之比也

效率者機關之實馬力數與指示馬力數之比也

指示馬力者機關運轉機械固須動力而空自運轉亦須相當動力是二者之和者為機關指示馬力

實馬力者純為運轉他機械之馬力故較指示馬力數略小而機關效率之良否純由其實馬力之大小也

單位出力者每發生一馬力也
負重率者現用之馬力數與機關總馬力數之比也

四 動力輸送之使否及所生之損失。

五 設備動力所需地基之大小。

六 動力與工廠周圍之影響。

七 設置工廠選擇位置之使否。

八 運轉之難易及工廠經營上之利害。

九 工廠清潔之程度及從事者之利便。

以下就各項逐次比較之。

一 運轉費

1 汽力及瓦斯力之運轉費

蒸汽、瓦斯等機關之運轉費。咸由使用地、石炭之價格各有殊異，自不待論，即就其單位出力而言，亦由負重率大小有懸殊之差異。然運轉中之負重率，在此等機械實難測定。故對於單位出力之運轉費頗不易求。然除燃料以外各項費用，如工資、油費、拭布其他修繕費及雜費等，概無關乎負重率之如何。僅由運轉時間而異。茲

容量者工學上謂機械若干馬力即謂其容量幾何

按下表未合燃料在內須將炭價算入方能知究竟需運轉費若干惟此處未論負重相故不能妄算請于第十十一十二表詳論之

就使用蒸汽或瓦斯力者之調查大略如左

按左表所記乃除去石炭費以外其他一切運轉費用與機關容量間之關係耳每馬力應需石炭之多寡固由炭質及汽罐效率不一最良者約計需四磅許約合我衡制三斤餘通常概需五斤上下

第一表 蒸汽機關一月間之運轉費但每日運轉時間作爲二十四小時燃料費在外

馬力數	一〇	二〇	三〇	四〇	五〇	六〇	七〇	八〇	九〇	一〇〇
一月間之運轉費	壹元	二元	三元	四元	五元	六元	七元	八元	九元	十元

第二表 瓦斯機關一月間之運轉費(同上)

馬力數	一〇	二〇	三〇	四〇	五〇
一月間之運轉費	三元	五元	七元	九元	十二元

但右二表對於設備費之償還費及其利子俱未合其內表中所示數目固非據極精細之調查然爲各地調查平均之值當能領其大略據此可知除燃料以外之運轉費用蒸汽較瓦斯爲價概昂究其理由似小蒸汽罐室內所需費用較瓦斯發生

所稍多也。

2 石炭之價格

燃料之價格。固由石炭之種類各有殊異。姑就通常汽罐及發生瓦斯用炭價格列記如左。

石炭種類	末煤	煙煤	焦煤	無烟炭
每噸價格	四五元 <small>乃至七元</small>	六五元 <small>乃至九元</small>	一三元 <small>乃至一八元</small>	一三五元 <small>乃至一七五元</small>

按由購用分量之多寡及運輸之便否。價格當更有增縮。固難概論也。

二 設備費及償還費

蒸汽機關之償還費。每年約百分之六。六。五。即六厘。約可用十五年。然電動機則百分之五。即足。約可用二十年。故較蒸汽及瓦斯機關等使用經久。且蒸汽機關新設之際。運轉雖較為良好。一經久用。消費蒸汽之量必驟增。且蒸汽罐內多生渣滓。或由他種原因。其效率必漸低減。新設汽罐之效率。每可達百分之七十乃至八十五。上下。稍經時日。即行降落。欲求得百分之六十以上。殊難。甚有降至四十以下者。亦非罕見。關

按此後本應解述電機之運轉費。惟因與負重相關。甚重。故於後節論及。並與電氣動力時再與汽力比較為便也。

於此點亦足以証蒸汽機關之較劣于電機而實際攷究蒸汽動力之經濟尤不可輕忽者也。

第三表所示乃蒸汽機關設備費與其容量之關係係就蒸汽動力設備費用二三實例所得之數原動機附屬品及安裝費皆包括其中惟動力所地基之價值及建築費未行算入。

第三表 蒸汽動力所設備費

動力所容量 _{馬力}	10	20	30	40	50	60	80
設備費(元)	2,300	5,170	7,700	9,500	13,100	16,100	21,000
動力所容量 _{馬力}	100	130	140	160	180	200	220
設備費(元)	19,000	23,800	24,400	26,700	28,750	30,600	33,600

第四表乃示吸入瓦斯機關及其發生瓦斯裝置之設備費。

第四表 瓦斯動力所設備費

動力所容量 _{馬力}	20	30	40	50	60
設備費(元)	2,300	5,170	7,700	9,500	13,100

suction Gas Engine
 吸入瓦斯機關者瓦斯機關之一種通常工廠用此者甚多

設備費(元) 三,四〇〇 五,七五〇 七,七〇〇 九,四〇〇 一〇,九〇〇

然購用電氣則無建設動力所之必要。工業經濟上自可省此鉅額費用。至如購置電動機。其價格固隨時有更易。然歐美及日本各國電機製造所供給之時價。大略如第五表。而電氣營業者電氣公司對於需用者販賣價格。則略如第六表。各地平均數目較電機時價約昂二層。

第五表 電機製造所出售價格表

Induction Motor
誘導電動機者交流電動機之一種。通常工廠電力多用此種電機。

誘導電動機容量(馬力) 五 一〇 二〇 三〇 四〇 五〇

平均價格(元) 三三〇 四六〇 六九〇 九二〇 一二五〇 一四八〇

交流變壓器 k.w. 二.五 五 一〇 一五 二〇 三〇

平均價格(元) 六九 一〇四 一六〇 二二〇 二七五 三三五

第六表 電氣公司販賣價格表

交流變壓器者交流電氣機用以調其電氣壓力者也。其電氣壓力者。謂原電氣機之大小。電學上概以不為機學上之單位。然電動機則以

電動機(馬力) 一 二 四 五 一〇 一六

馬力數計是爲例外
耳(舊羅者千之意
也)
按每馬力合七百四
十六瓦特 每千瓦
特即每匹合一三
四馬力

負重者機所負
馬力數即製作機
械所需馬力數與
固有馬力數即表
面容量之比也
按蒸汽馬力油諸
機開表而容量雖
有若干馬力而運
轉極難使其負重
達容量之數也

圖示馬力測定法者
乃求機關指示馬力

平均價格	電機(元) 一三	元	一六	二四	二六	五四	六五
平均總價格	電機(元) 二四	元	二九	四〇	四六	七五	八五

但兩表中價格一切附屬品皆含其內。

三 負重率效率與電氣動力

1. 負重率與運轉費

使用汽力或瓦斯力之工業家對其所用動力負重率之概念殊覺稀薄更而言之其所用動力由工業之性質時有爲極低負重率性之運轉者即所負馬力數較固計其單位出力之運轉費則恆以最大負重或表面容量爲標準如是而與電氣動力運轉費比較殊爲不當蓋電力最大之利點實存乎此若不精細推測則幾沒其所長矣使用汽力者對於負重率感念薄弱之主要原因不外乎下列二點。

- 一 因測定蒸汽機關負重率不能如電動機之單簡。
- 二 兼之蒸汽機關之機械的效率不易測定且通常所用圖示馬力測定法頗

之法、指示馬力者、機關自身所耗馬力、數與所用總馬力數之和也。由一種汽壓表示器所繪蒸汽馬力數也。馬力者、工學上謂機關所負動力若干、即謂其出力為若干馬力。

*按動力既為低負重率、性何不採用較小動力、而高其負重率、製然是有不可者、因製造工業之性質、所當動力之量、有須增減者、或須等速、或須大動力、而用低負重率、性力也。

第三章 購用電氣動力與設置各種動力之得失比較概論

難保確實。故出力不易測定完全。

置負重率于度外、而作電氣動力與他種動力經濟上之比較、實為皮相的研究。凡輕負重率性之工業、如利用電氣、獲益尤為卓著。蓋電動機、由其負重之變更、所生效率之增減極微、然在蒸汽機關、其效率之變化極大、更而言之、即其影響于石炭消費量殊多也。

或有謂電動機即具有上述特色、於購用電力者固極相宜、而於販賣電氣之發電所、發電費上獨無影響乎、然在水力發電所、無關乎使用者負重率之如何、自不待論、即就火力發電所而論、多數低負重率動力之集中、亦正所以增高發電所之負重率、且需用者非同時、概為低負重率之運轉、發電所亦自得均衡、故供給電力雖採用從量制、亦非無利益、而使用低負重率動力之工業家、由從量制度購用電力所得利益、實不得謂之鮮也。

2 各種原動機之負重與效率

第七表乃比較蒸汽機關與電動機、由其負重之更易、所生效率之變化、但為簡易

全負重者機關發負
 其所看之馬力也
 按無論何種機械且
 無一其重之如何
 至一〇〇%因不能
 自身多少總須吸收
 消耗動力不能將所
 得力量全行付出也
 負重一〇〇%以
 上者即過負重即
 負動力逾其容量之
 附
 %者百分中也
 按效率者有影響于
 石炭消費額也效率
 高則可節省燃料故
 輪機學標榜不能
 離效率也

計。姑以全負重之效率成作為二〇%。百分之一也。而較其他。

第七表 電動機與蒸汽機關效率比較表

負重率(%)	三	四	五	六	七	八	九	一〇
(甲) 十五馬力電機之效率(%)	六	七	八	九	一〇	一一	一二	一三
(乙) 三百馬力蒸汽機關之效率(%)	五	六	七	八	九	一〇	一一	一二
(丙) 上說汽機所用蒸汽機之效率(%)	五	六	七	八	九	一〇	一一	一二
(丁) 上說汽機汽機合成之效率(%)	五	六	七	八	九	一〇	一一	一二

據右表各種原動機容量雖不一律然是不過比較之一例以證明用汽力在各種
 負重其效率成遠遜電動機耳果電動機與汽機同一容量其差尙未止此因電機
 容量若大其效率尙較高也茲更據表說明如下。

甲表為十五馬力交流誘導電動機由其負重率變更之度示其效率之變化。但以
 全負重時即電機發出其所有馬力也。之效率作為百分之一。而觀其輕負重及過負重
 即所

力未滿及超越其容量時時效率之變化也。

乙表為三百指馬力蒸汽機關同前負重率之變更。所生效率之增減。

丙表為該汽機所用汽罐之效率增減狀況。

丁表為該汽機與汽罐併用時之合成效率。乃就汽機之一負重求其汽罐同時負重之數。而以之合成兩者之效率也。

3 容量與效率

蒸汽機關由其容量所生效率之變化，亦較電動機為大。容量愈小，則消費蒸汽之量比較益多。第八表乃示汽機之容量與蒸汽消費量之關係。第九表為電動機容量與效率之關係。

第八表 汽機容量與蒸汽消費量比較表

汽機容量(馬力)	每馬力每小時消費蒸汽量(磅)
10	33
20	33
30	33
40	33
50	33
60	33
70	33
80	33
90	33
100	33
120	33
150	33
200	33
250	33
300	33

第九表 電動機容量與效率之關係

*機關之容量即其大小之謂

電 動 機	機力	三	五	十	二十	三〇	五〇	七〇	九〇	一〇〇
全負重之效率(%)	七	八	八	七	九	九	九	九	九	九

據上兩表之比較，可知電動機由容量大小所生效率（但全負重時之效率）之變化，不似蒸汽機關消費蒸汽量變化之劇，更而言之，即電動機容量小者與大者每馬力所需電量之差，不似汽機消費蒸汽量所差之甚。即川電動機之小者較汽機之同。一。小。者。為。廉。也。試就兩表中十馬力與百馬力兩容量比較，第八表汽機消費蒸汽量之比為三十二與二十，而第九表電動機效率之比為八七五與九三・六。故前者為一・六與一，而後者之反比僅一・一與一也。

4 汽機、瓦斯機、電動機之運轉費及負重率之影響

試據以上所述，而計算汽機、瓦斯機及電動機之動力費如下。第十表乃示蒸汽機關之容量及負重率與動力費之關係。機關設備費之償還費及利子並運轉費等俱包含其中。利子及償還費合計每年作為百分之一・一・六。利子作為百分之五，但容量逾五十馬力者，一日之運轉時間假定為十二小時。五十馬力以上者，則作為二

十二小時而算計者也。

R.T.U. 者熱量之單位

按此處解述近於專門如閱者嫌煩只記石炭之價格以下皆略之是不過略指其假定條件耳

石炭價格取較良者之平均值，作為每萬斤四十八元五角。每噸八元上下 每磅所含熱

量作為一萬二千 B.T.U. 汽罐之效率六五%。蒸汽壓力每平方吋一二〇磅壓力計

示之原 汽罐用水溫度作為華氏六十度。

第十表 蒸汽機每馬力每小時之動力費一覽表

汽機容量(馬力)	每馬力	每小時	之動力	費(分)					
20%	一三	一三〇	九〇	七五	六三	五八	五五	五四	
40%	六九	六二	五四	四八	四〇	三四	三六	三二	二九
60%	四九	四四	三八	三四	二八	二五	二四	二三	二二
80%	五八	五五	三二	二九	二三	二〇	一八	一八	一七
100%	三三	三〇	二六	二四	二〇	一八	一七	一六	一六

每百分作一元

千瓦特即一三即啓
 羅瓦特也
 *按電力每千瓦特每
 小時原價通常不過
 一分乃至四分上下
 煤水工資利子運費
 俱含其內

據右表亦可知蒸汽機關由負重率之變更。有影響于動力費殊大也。

第十一表乃關於電動機同一之計算。電力價格每千瓦特每小時（即俗稱每碼也）。假定爲二分五厘與六分之兩種。且于前列第五表電動機價格外加一層。作爲安裝費。復加設備費百分之三。作爲運輸中修繕費及其他一切雜費等而計算之。且假定汽罐全負重之效率無關乎容量大小咸爲一定。

第十一表(甲) 電動機每馬力每小時之動力費一覽表 但每碼之價格作爲六分五厘

電動機容量	一	二	三	四	五	六
每馬力	20%	25%	30%	35%	40%	45%
每小時	40%	50%	60%	70%	80%	90%
之動力	60%	75%	90%	105%	120%	135%
費(分)	100%	125%	150%	175%	200%	225%

第十一表(乙) 電動機每馬力每小時之動力費一覽表 但每碼之價格作爲六分

按電力所以作兩種價格者因通常各國電力電氣公司出價力大約不出此範圍故其最廉及最昂數與瓦斯力作比較其

按瓦斯機關之效率亦由其負重而生變更也
按石炭每噸價格或煤稍昂茲姑取其較高之價格

電動機容量 馬力數 一 馬力 二五 五 一〇 一五 二〇 二五 三〇 四〇 六〇

每馬力 負重半 二〇 分 八九 八三 七五 七三 六九 六五 六七

每小時 負重半 四〇 分 八三 七四 六八 六三 五九 五八 五六 五三

之動力 負重半 六〇 分 七五 六六 六三 五七 五五 五四 五三 五三

費(分) 負重半 一〇〇 分 六五 六三 五九 五三 五三 五三 五三 五三

據上二表可知電動機由負重率之變更動力費所生之差。不似前表蒸汽機關之甚。

第十二表乃關於瓦斯機關運轉費之計算。假定使用焦炭價格每噸作為十四元。機關之償還費作為每年百分之十。約可用十年 利子百分之五。而計算之。

第十二表 瓦斯機關每馬力每小時動力費一覽表

瓦斯機容量 馬力 一〇 馬力 二〇 三〇 四〇 五〇

*按負重不能達容量者即複雜使其負重半負重也通常瓦斯機關負重中約在六〇%以上諸負重載徒為計表上數目耳按第十表乃以汽機之指示馬力數作標準除汽機之總動力費而得每馬力之動力費也若以其質馬

每馬力 每小時 之動力 費(分)	20% 負重率	40% 負重率	60% 負重率	80% 負重率	100% 負重率
六五	六四	六三	六二	六一	六〇
三五	三五	三四	三三	三二	三一
二五	二五	二四	二三	二二	二一
一七	一六	一五	一五	一五	一五

據上列數表之計算。自表面觀之。瓦斯機關之動力費。似乎較廉。然由製造工業之性質。多難使負重達其容量之數。更不堪于過負重之使用。兼之轉運之際。須多手續。且時易發生故障。迴轉數之變動亦劇。故於低負重率工業所用動力較為不甚相適。

第十表所示動力費數目。乃就蒸汽機關指示馬力數計算者也。見第十表。故欲求其關於有效出力之值。則更須以該機關之效率除表中數目方可。考蒸汽機關之效率。容量自一十至二十。指示馬力之間者。為百分之八十。乃至八十五。二十馬力以上。

力數作標準計算時
則每馬力之費用必
較前記數為大故以
其效率除之方得
有效出力者即有效
馬力即實馬力也

者。則逾百分之八十五。最大者逾百分之九十三。且用傳動軸及傳動帶輸送動力之效率。恒在百分之八十以下。故欲與第十表使用電動機時相比較。則不可不將第十表蒸汽機關動力費先以上記效率除之。由是觀之。雖以在良好運轉狀態之蒸汽機關與電動機比較。荷電力價格每千瓦特每小時即每碼也為二分五厘上下。在低負重率自不待論。雖于一〇〇%之負重率。亦以購用電力較蒸汽力概為有益。且更細觀第十一兩表。則在低負重率而容量復極小之汽機與電動機比較。尤足以證明電力為利之如何矣。對於蒸汽機關所以特稱在良好運轉狀態者。蓋計算第十表所設假定。僅於汽罐新設置間可得之值。稍經久用。則其效率即大為退減。果處理不得其法。則尤甚。且在蒸汽動力設備。其附屬汽罐之效率。由焚炭技量巧拙。可生莫大之差。故長年運轉中之平均效率。必多少降落。因之費用亦必稍為增加。此點則為電氣動力之特色。因電力之效率。關係于外部所生影響殊少也。

四 動力輸送之便否及其損失

以電氣動力與他種動力比較其得失。關於輸送動力利便之點。不能不為電氣獨

特之長。是固已詳述於前章。似無贅述之必要。然更作比較表解述。俾我實業家益可洞悉動力之得失。愈足以符普及電力利用之夙望耳。使用蒸汽力或瓦斯力之工廠。輸送動力之法。惟用傳動帶或細及傳動軸耳。因之輸送中損失良鉅。且用此種原動機。雖極大動力。亦概爲設一大容量之機關。由此輸送動力于各處。故工廠廣大。則傳動帶益多。傳動軸益長。而輸送中損失益鉅。在紡績工廠等。此項損失。實不下動力百分之二十。甚有達半數者。汽力或瓦斯力機關容量之所以不能分配于各所。更而言之。卽所以不宜用多數小容量之機關。配置于工廠內使用動力。諸所以代一大容量機關者。今試舉其理由。

一 小容量之機關較大者效率頗低。

二 用小機關散置各處。不惟其效率僅小。運轉中殊多周折。且運轉費亦概較昂。並增設備費用。不利莫大也。請參照第一表

然在電氣動力輸送自極利便。絕無第二項所載缺點。可任意散置。關於第一項缺點。較蒸汽及瓦斯機關尤少。亦不難以明曉。試以第八第九兩表導成第十三表。則

兩者關於此點之比較當自可明瞭。但表中以容量五十馬力者假定其效率成爲一〇〇%。即以五〇馬力爲標準也。而比較其他容量之效率也。

第十三表 電動機與蒸汽機關效率比較表

馬力數	五 ^{馬力}	一〇	二〇	三〇	四〇	五〇	六〇	八〇	一〇〇
電動機全負頂之效率(%)	七〇	九二	九七	九七	九五	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇
蒸汽機關全負頂之效率(%)	六五	七〇	七六	八五	九三	一〇〇	一〇四	一一二	一二五

據上表觀之。電動機雖以小容量者設置各所。而效率上損失較少。且所占面積極小。設置簡單。運轉停止亦甚簡易。是爲電氣動力惟一之特色。而因之可大減傳動帶之損失也。故吾人對於使用汽力或瓦斯力之工業家希望不已者。當其以所用動力與電氣動力比較經濟。則幸勿忘採用電力可減其所用動力之幾分。而徒據表面上出力作計較也。歐美各國咸善用電力此項特色。故動力工程賴之蒸蒸日上。其數不遑枚舉。我國工業因之亦當有所利益。人或未之察也。至如傳動軸。傳動

傳動帶損耗之額

動力所者置原動機之所也

變壓所者設變壓器之所也

工廠外之影響

帶所生損失測定殊難。由負重之輕重固有懸殊。若據無負重之運轉即空運轉測定。亦為大謬。自不待論。雖極完全之運轉。而一傳動帶所生損失。實不下所輸動力百分之五。但非傳動帶之總動力。該傳動帶所輸動力也。且運轉鉅量之長軸。損失亦匪少。我國使用蒸汽動力之技術家。或將擇定動力之工業家。果注目此點。而與電力作比較。當於其利益上有所覺悟。而電力之利用於大小諸工廠。自能別開面目而無疑。

五 設備動力所需地基

前第十表及第十一表所示運轉費中。動力所地價之利子未含其內。然大都市中地價昂貴。固須深加審慮者也。探用電氣設備此點所利殊大。已如前述。而購用電氣此點之利益尤稱顯著。電動機散置於工廠。無須特備地基。或機械間空隙。或附近柱上。咸可任意選擇位置。故僅於大工廠動力有時使用變壓所。須備相當處所外。無庸更設動力所之地基。

六 動力與工廠內外之影響

1 選擇工廠位置之便否

第三章 購用電氣動力與設置他種動力之得失比較概論

動力之所也

按歐美諸大都市初

無不以煤烟為苦近

改用電氣發力于

所于郊外或多利用

水力發力于民衛生

大工廠於市內衛生

上神氣莫大也

按所謂設備上必要

條件者例如某地于

經營上雖極相宜然

成地甚過或不適于

建築或因可以設機

械等因亦不宜更過

作地甚然或需費過

昂于經濟不宜更如

不近水源無從取水

蓋汽力瓦斯力等需

水量殊多也

工廠內之影響

調整器者調合力
大小之器也

第三章 購用電氣動力與設置他種動力之得失比較統論

使用汽力或瓦斯力之工廠及一般動力所。由機械之音響及震動。殊有影響于四鄰。且煙筒放散煤煙。極碍公益。以此點論。亦可知購用電氣為利之大。且無傷都市之美觀。亦較他為優秀。各國當局對於工廠周圍所受影響。莫不深為注意。凡有欲用電力者。無不允諾。而對於汽力瓦斯力等。非實不得已。概不輕許。我國固未有是傾向。然凡利用小動力之工業家。若購用電氣。此點利便尤為卓著。蓋大工廠多設於都市近郊。而小工廠則每經營于烟稠密之所。故為公益計。亦以採用電氣較勝於蒸汽及瓦斯機關。更如新設工廠。選擇位置。若動力用蒸汽或瓦斯。則屢為設備上必要之條件所牽制。雖對於營業上覺有不便。亦不得已。而每聽之。然購用電氣動力。則工廠位置悉從營業者之便利。可任擇適當之地點。

2 運轉之難易

原動力既仰給於他。則運轉自極簡便。且其安全之點。於工業經營上直接間接利益匪少。然已詳諸前章。茲不再贅。所謂運轉簡便者。即起動不需時間。不耗勞力。僅將電線聯結。而掌其調整器之柄。則電力輒源源而來。任吾所需力量大小。莫不運

按是亦於前章詳述矣

機械的傳動即傳動軸等傳動之謂

轉如意。是舉手之勞。而坐享其至。今日文明利器。無能駕乎其右。假使吾國小工業家。悉知製造工業。非僅使役人工所能達其完境。終須藉他種原動力。方克求技術上之進步。則素乏習練機械技術。似我國工人之流者。工業家尤宜極求簡易安定的原動力。當無待聒聒煩言。苟更捨電力而不用。則不知何所求矣。且設備需費極廉。已如前述。設購用自畫廉價電力。則尤爲利便。俟後章詳述之。

3 工廠之潔污

工廠購用電力與用汽力、瓦斯力、石油力者相較。其清潔之程度、秩序之整肅、當大有懸殊。廢機械的傳動無燃火裝置。爰除騷擾音響。便于光線反射。且免放散油臭塵埃。可清人耳目。宜於衛生。吾人每參觀鐵工廠之用汽力者。偶臨使用蒸汽鐘之室。必恒霧汽彌漫。捉影模糊。咫尺莫能辨物。而愈感電力之便于工作也。

按本章所述。可知購用電氣動力。綜合全體。互證參觀。莫不較他種動力爲優。可謂諸原動力中最近乎理想者矣。

第三章 我國電氣動力不發達之原因

第一節 關於電氣公司方面

一 經營方針之錯誤

電氣發達之源，首自歐美，漸及亞東。其經營之方策，自優先於吾數十年矣。而吾國經營斯業者，徒知利其器，而不精其法。是又非僅我國然也。徵諸日本電工現狀，亦多如斯。然近數年來，彼國學者著述講演，無不極力啓導警勵，以求近乎歐美理想之經營。而啓電力發達之機，宜其工業進步倍蓰於吾也。

所謂經營方針之錯誤者，卽概置重於電燈，而不知注目於電力。是固爲經營斯業者之通弊。然試檢歐美諸大電氣公司發達之歷史，未有僅由電燈而能成今日之盛者也。原利用電燈，概有一定限度，逾之則近裝飾，成奢耗之費，而電氣動力之利用，則浩浩無際。誠工業發達之主腦，國家財政之淵源。且電燈概限於夜間，故如我國電氣公司之不知出售電力者，自書恆停止其電機，當爲固定資本上莫大損失。我實業家之明於利害者，當不待瑣述而自領之矣。或有謂自書不用，亦可延機械

按發生電氣費用殊
廉前章已爲解述故
白費雖微價出傳電
力在公用尚可贏利
而工廠亦可兼收其
益也

使用年限。於固定資金似無大損。然是僅一隅之見耳。雖半置半用。亦難增其年限。幾分之一。晝夜兼用並不見有若干短縮。且於公司經營上有種種利益。歐美各國書間出售電力價格特較夜間爲廉者。實原於此。

二 信賴程度之不足

我國之購用電力。除少數小動力外。例如煤氣風扇或大

廠館之升降機等

全國工廠用量當爲數無幾。

或謂絕無。亦非過論。其所以微微不振者。固由公司經營失策。然更究其由。乃使用者對於公司供給電力信賴程度有所未足。即公司負責有所不周也。工廠動力之中。較實爲經營工業最足憂慮者之一。微諸十餘年前各國工廠購用電力者之意見。似咸謂電力較自己專屬動力即蒸汽或瓦恒易生故障。且動力之源。屬諸他人。故經營之基礎。由電氣公司之興敗及聽其電力價格之漲落。所受影響殊非鮮少云云。僅此一端。雖表面經濟上電力時顯其利。猶不足以招徠人之購用。況電力之特長。非皮相所及。故每使人渴望於專屬動力也。然詳察各電氣公司之供給電力。固不盡如使用汽力者之所懸揣。然果具有完全設備及責任技師之電氣公司。則發

生故障。停電等事。其實爲數殊鮮。然就我國今日普通狀況而論。或較劣于專屬動力。亦未可知也。

譬諸某電氣公司。創設目的。不在經營電燈。然其初電量殊有餘剩。因之欲兼售電力。且對於需用者供給規約極爲美滿。故曩之使用蒸汽或擬用他種動力之工業家。多欣然改用電力。其後電氣公司徒爲一己之利。增加燈數。而發電設備並不施以擴張。致電力無復餘裕。因之欲謀增加電力價格。或停售夜間電氣動力等。果有如斯行爲。而墮公司信用。當益增購用電力者之疑念。而愈塞利用之途矣。

三 經營者之少熱忱

各國電氣公司對於需用者。無不爭先計其便宜。互相較其優劣。角謀競智。不惜鉅資。窮其廣告之術。時惟恐後于人。而謀營業之發展。故不待數年。而電力之利用。輒可普及全國。然轉顧我國現狀。雖間有一二公司。微有電力銷路。然規約極不完全。爲人設備亦殊粗陋。使用者固缺。電學知識。然經營者亦無乃太乏熱忱。如安設電機。各國咸由公司委專門工役。或遣技師特別監督。爲之試驗運轉等事。兼顧彼我。

按各國公司每有探
用三重價格制度以
限制夜間電力之量
者然有碍工業電力
之發達學者咸攻其
非故多有晝夜從一
廉價者矣

之利害。幾無微不至。至若我國。吾恐聽人僱工設備而毫不施以檢點者。當不知凡幾。甚至十數馬力之電動機。毫未施基石。輒聽其運轉。任其震動。爲人所目擊者。屢矣。使用者既不得其法。則必謂電力較遜于他。是當爲普及電力一大阻碍。質諸經營電氣者。有然是說者否。吾國已設電氣公司。尙僅限於數大都市。顧我工業固尙幼稚。然舉我今日製造工業之精華。當悉陳於都市。所需動力幾盡可電化。而我之經營電業者。得無有不欲濶以電力者乎。試檢各地電氣公司營業章程。關於供給電氣動力契約條件及出售價格。未曾制訂適宜。甚至付諸缺如者。爲數亦匪少。轉顧各國之經營電業。匪特投鉅資登廣告以提倡。間有訓練專門勸誘之員。或陳列利用電器之法。表示大眾或個人試用。以博歡忻。而廣招徠。我則採是法者。絕無是。皆乏熱忱之結果。而其影響於斯業之發達。更幾何歟。

四 電力價格之昂貴

電力固較優於他。而有種種特長。假使價格昂貴。人又何樂而取。是爲經濟根本問題。不可不首先解決者也。電力固爲極廉動力。且取用極便。惟我國售價太昂。雖有

*按電力每千瓦特每

小時(俗稱每點也)只須資金一分乃至四分之三其水工資利子雜費俱合其內前已言之矣茲未詳述其所以價廉之理由者因理近專門簡易速之便易俟後另編詳述

按機械固自外輸入須加運費對於固定資本之利子當少鉅然日常費用若能減少則電力售價亦決不致較昂也

第三章 我國電氣動力不發達之原因

六〇

明知其利欲採用者而每為所阻。良稱遺憾。然初亦未嘗不為我國電氣公司計。以為技或未熟。經驗未足。未深得經濟計算之法。故價值無從使之低廉。因而售價自較他國為昂也。及問滬上某電氣公司出售電力價格極廉。始驚我國內亦有如斯廉價之電力。該公司固為外人所設。然我國各地公司又何獨非備外人技師。則謂其技之未熟。法之未精。經驗未足者。當不難否定。且發電同為火力。機械咸為新式。煤水相若。設備相似。然則售價之不克從廉。是誰之責歟。故望我國經營是業者。為其公司發達計。亦應取薄利廣銷主義。而苟為振興國家之工業。啓發人民之利源。則從廉之法。猶當取為準程。而不可一日緩者也。且我國煤水非較他為昂也。工資非較人為多也。惟生活程度較低。國民知識較淺。售價從廉。猶恐人之不知取。而現價昂可乎。所幸者吾國多採用從量制度。故惟低減價格。則經營工業與電氣之兩方面。俱可完全利用。前章所述電力之長矣。

五 未施供給電動機之法

欲改良製造振興工業。須注重電力。繼述之矣。既欲普及電力。則授人以問津之道。

按日本自歐戰以來
輸入杜絕獨立勿仰
主。持。製。造。其。國。人
是。見。不。求。製。造。之
然。彼。我。今。日。狀。况。又
雖。同。口。面。論。待。我。之
學。者。技。術。家。須。究。數
十。年。後。方。能。作。日。人
今日語也。

月賦者分月償價之謂

使人易得電動機之法不可不首爲之謀。務使欲用者求之不難。然後人必相繼而試取。果用得其法。必益感其利。則我國電氣工業之發展。庶能有步歐美後塵之一日。或有恐吾科學知識較後於人數十年。而電學尤無萌芽。電氣利用雖可期。其發展。然學智不足。終無製造電器之工廠。則機械材料等。徒仰給於人。可乎。要知工廠所用機械。感備生產之力。雖出多金。購求。果利用得法於我。仍有益多多。我國固無製造電機之工廠。設有而不精。猶不如求他人之精者爲宜。試徵諸日本現況。當知是論之非謬。因一般製造機械及原動力機械等。非似他種日用品。可固守國貨主義。雖較粗惡。亦可屈從。且製造電器之業。其需學識經驗。尤須時日。非數十年之工。無能奏效。試察我國之時勢。鑑諸已往諸事實。欲待製造電業之技精。而後求電力利用普及之法。恐終無日矣。然論者之說。固非盡屬杞憂。實與普及電力之道。不可不求其並進。惟事有難易。時有先後。吾人今日之力。有不逮耳。

各國電氣公司關於普及電力。咸極端講求供給電機方法。或代人選擇購取。或資本豐厚。則多治電機。俾廉價租賃。或與電機製造所訂立月賦契約。以圖需用者之

便或對於使用者自購之電動機，務期以僅少費用爲之試驗，而認其使用等，諸如此類，不遑枚舉。可謂極其智而窮其法，然願我國電氣公司，從是法者有幾，每聞公司，有謂使用電力者殆無，雖設斯法復何用之有。然不設法提倡廣告，徒責人之不知來，是無乃逆於營商之本旨歟。

六 資。本。家。少。監。督。之。能。力

凡。欲。求。工。商。發。達。資。本。家。自。身。須。有。經。營。能。力。不。仰。求。於。人。庶。可。繁。盛。或。智。力。有。所。不。足。假。諸。他。人。而。已。有。監。督。進。行。之。能。力。亦。必。能。達。完。境。詳。察。我。國。電。氣。公。司。經。營。性。質。概。爲。熱。心。實。業。之。資。本。家。招。股。集。資。延。聘。外。國。技。師。執。掌。動。力。全。務。而。資。本。家。徒。以。通。常。商。業。經。驗。立。於。監。督。經。營。地。位。至。如。動。力。廉。貴。之。本。源。多。未。暇。研。究。改。良。且。關。于。市。上。經。營。之。法。非。概。有。專。門。家。爲。之。經。理。外。國。技。師。即。謂。其。咸。具。有。專。門。學。識。經。驗。之。流。不。過。掌。理。公。司。動。力。內。務。耳。且。質。而。言。之。機。械。不。生。障。碍。彼。之。職。務。盡。矣。又。何。勞。關。涉。我。公。司。經。濟。電。氣。利。用。之。普。及。耶。果。資。本。家。有。監。督。動。力。經。濟。能。力。有。經。營。電。業。專。門。學。識。經。驗。動。力。之。費。用。自。廉。而。電。力。出。售。價。格。自。可。低。減。電。力。利。

用之普及其庶幾乎。故望我資本家幸勿徒以動力之事悉委諸外國技師，俯賴依從。唯命是聽也。務時時監督其進行，籌畫改良普及之方策，而爲我工業前途計。爲公司發達計也。然是匪特僱聘外國技師始然，招我國技師亦須如是，又何得徒責人之不負責任耶。

第二節 關於需用者方面

一 機械技術者之偏見

我國電力利用不發達之原因，關於電氣公司方面，固已指擗其不備矣。然轉顧我國經營製造工業，使用他種原動力之實業家，對於電力亦多缺憾。苟能顧及下列諸點，則電力之較優於家，當爽然自覺，而不疑慮踟躕，爭相更易矣。

一 關於第二章所述諸點，加以斟酌。且對於電氣動力勿徒據表面上之比較，而試以精細調查考完。

二 免除電氣動力之誤會，而以公平見解觀察。

凡機械學者關於電氣與機械動力經濟上之比較，每存偏見，僅以運轉費論，概取

汽機或瓦斯機表面的容量與電動機比較，然是等原動機表面容量雖有若干馬力，而臨使用之際，由製造工業之性質多難使負重達其容量八成以上，甚至僅能用其容量之半數，且假定其運轉中所負動力為一定不易爲一定之負重也，而計算者皆然也。蓋負重率易直接有影響於是等原動機之效率，而間接有影響於動力費也。見第二章第七節第十表如是而恒稱電力需資過昂，豈非皮相之觀察，而盡沒電力之特長歟。

二 電氣學識之不足

機械技術家之所以恆作如前比較者，固多由其偏見所致。然關於電氣學識有所未足，實一重大原因，而每因其不足，輒故捨電氣動力而取其他，誠爲我工業遺憾。且缺少電氣動力知識，不悉電氣事業內務，則對於電力多懷恐怖之心，致生種種謬見。據各國統計觀之，如停電之類，並非常見，而是等技術家恆過大視之。更如一般使用電力者，電氣公司對其工業所用電力雖施以適當設備，而臨運轉或故逾其負重使電動機之負加重也，或任意增設機械等，致使用不得其宜，卒成故障原因者，亦爲數匪少。

按各國發達經濟上
 例如分析石炭研究
 熱量汽壓國機效
 率並講求配電經濟
 等我國尙無研究者

以上所述，成爲工業採用電氣動力之莫大阻碍。其他理由固尙有數端，惟理涉專門，茲不贅述。望我國實業家俯心察納，則我工商業之前途，庶乎如日之升。高視闊步於二十世紀之舞台矣。綜而言之，關於將來他種原動力之電化，最爲有影響者，莫過於普及電氣技術上之知識耳。



第四章 電力利用普及策

第一節 對於大工業普及電力法

一 多培養電氣技術之職工

製造工業之難發達。首苦無良職工。而歐美諸先進國之大工廠。職工爲數概以萬計。察其職工所自來。固由其國家教育所賜。及人民好學立志獨力之心切。有以致之。然凡大工廠對於專門技術職工。莫不特加培植。或以備擴充工廠之需。或授以日新月進之術。力謀改良製造之品。以圖爭衡於世。我國職工對於機械知識。既屬模糊。而於電氣機械。猶莫由問津。故欲採用電力。則培養電氣技術職工。當爲第一要務。然是等職工之培養。固非多耗時日。需鉅額經費。不過于機械技術之外。略授以電氣大要。俾知防範其危險足矣。非如製造電機之業。無多年專門經驗不可者也。前章亦曾謂製造電業之難。且實不可不與普及電氣利用圖其並進。養成職工。又需時日。亦不可不早爲之備。然教養此類職工。則首須有專心精研斯道之學者。技熟智達之電氣技術家。而後可謀其進行。施以訓練。決非如運用電機之易也。

按茲稱爲電氣技術
職工者能運用電氣
機械製造他種工業
之職工也

二 立相互應急送電之規約

電氣動力固非不安定之物。而機械技術家對之。每好生疑慮。是誠爲工業上採用電力之一大阻碍。前章已解述矣。故欲謀普及電力。則惟有盡掃其情弊。杜絕其杞憂。使確信而不疑。方爲第一捷徑。電氣機械若使用失常。或電線聯結偶未合法。致生障礙停電。固亦不免動力中輟。而爲工廠莫大損失。然芟除是等疑慮。正可利用電氣之特長。各大工廠相互間。或工廠與電氣公司間。訂相互應急送電規約。彼此接濟援助。且可備不時之需。製造之需。是一舉而兼收其利。電氣動力安定之度。當更逾乎汽力及瓦斯力等之上矣。歐美先進國大工業動力利用電氣。而發達之。所以能極其速者。非電力具有獨特之長。何克臻此。我國熱心毅力之實業家。夙謀改良製造挽回利權者。能有鑑於此乎。

第二節 對於小工業普及電力法

一 通融電動機

凡大工業資本豐饒。故所需電氣動力雖施設發電設備。其設備費用概無庸慮。

* 按歐美大工業近亦頗有願購用電力之傾向。因電氣公司設備及契約成達完境且售電力極廉。故大工業購之亦可利其股。設發電所之費多治製作機械也。

力率。亦求交流電氣之電量時。須以力率乘電流與電壓之積。方可得之。若在直流電氣。則僅以電流與電壓之積。即為電力之量也。

利用效率者。即利用之經濟也。

* 所謂負重性質者。以其有輕重及通常負重之分也。

設自他購用電氣。則財力更綽綽有餘。至如購電動機。瑣瑣之需。自勿庸慮其所自出。然小工業。概乏資本。設備電力。固缺其資。且所需容量甚小。殊與經濟難合。故欲利用電力。則惟有購用之道為最宜。是亦僅為電力獨具之特長。而他無由效驗者也。購用電力。固宜。而設置電動機。非有相當經費。亦有所不能。且電氣公司對於購用電力者。所用電動機。須試驗其輸送電力之力率。及其絕緣力。以防送電有生障礙。然後方諾其使用。然對於此項試驗費。每有過分之求。殊為不當。至令需用者對於電氣機械。生意外之恐怖心。而阻碍小工業家之利用電力。莫是過也。

通常由電氣公司購用電力之量。概於牽入電線之日測定。而購用者之能全部有效利用與否。均須償其電力全量之價。故電氣公司無強制驗其利用效率之必要。至如交流電動機之力率。凡市售同種之電動機。殆相彷彿。且謂為主由負重狀態之如何。而有變遷。亦無不可。故察其負重之性質。及電氣機械之容量。即可算定。惟送電之絕緣力。則非由試驗無從而知。

然間有由電氣機械之出力測定。其所需電力之量者。則斯時電氣供給者對於所

用電氣機械，必須試驗其特性及效率。然綜而言之，電氣供給者，惟由出售電力可享福利。至如一切所要設備、器具、安裝、試驗等，不問其電力之測定方法及機械所屬之如何，決不可逾乎實費。方為至當。否則反致阻礙營業發達之途。使欲用者避而不敢近。誠為電氣公司不取也。果欲計兩全，則莫如沿諸先進國之法，試列舉如左。

一 電氣公司對於小工業家自購之電氣機械試驗費，特別減價。從廉使人易於使用。則利用者自多。而出售電力之量益鉅。公司亦必不至僅由試驗費低減，致生虧損。

二 果電氣公司資本豐足，則可多治小電動機，俾租賃於小工業家或其他一般需用者。租價克己，從廉。且對於安裝及試驗，毫不取資於用者。惟立相當之契約，由機械之容量訂其最短使用期限。且使不至有傷損或偶損毀，則須酬以相當之賠償。是為最近理想之經營法。而成效最速。蓋能雙收其益者，莫是過也。

三 如電燈公司資金無餘裕，亦可由公司與電機製造所立特別契約。凡欲探用電機者，概託公司自彼購取，使得專營之利。惟訂以少額按月攤費之條件，則三者皆可共享其利。電氣公司與製造所當無樂而不為。我國實業未稱發達，資金餘裕者殊少，如第一法或有疑為未妥，第二法猶難為準程，則惟此法，願我時勢其為最上之策歟。

二 慎訂供給電力之契約條件

小工業既宜購用電力矣，然關於公司送電上不可不締結適當契約，否則必互相疑慮，各自難安其業，則電力之利用又烏得普及。是不可不善為之謀。當不待智者而自明也。今試舉其主要條件如下。

1 送電之安定

2 送電之時刻

3 契約之有效期限

4 電力價格核算法

1 送電之安定

假使需用者對於公司送電之安否稍懷疑念，亦足以阻碍電力之銷路。當不待論，而原動力實爲工業家活動之筋髓，製造之淵源，力之中樞，猶脈之停滯，其爲工廠損害自極重大。然購用電力在諸原動力中最爲安定，是亦各國所共認。宜乎其利用之駁駁不知所底止。然溯其發達之初，未嘗無二三設備失宜之電氣公司，欲行全容量以上之送電。（即行過負重也）因之事故頻生，卒不得已而停電，致使需用者懷疑購用電力之安否。每爲斯業史上之遺憾。殊堪痛惜。我國除少數大工廠已設電氣動力外，購用電力者固屬罕有。果漸能發達，而以他國之往轍爲殷鑑，則裨益於斯業前途無際矣。且電氣公司之所以停電，固非盡由不可抗力所致，其大部分概由設備及維持方法之不完全。據各國統計觀之，亦自明曉。苟其停電原於設備不足，或管理失方，致需用者受損害，則供給者須全負其責。工業家可將停電次數及時間確爲測定。計所蒙損害，而要求相當之賠償，是爲至當。

然則不停電輒謂之可乎，猶未也。更不能不爲剖述者，電壓之高低，及電流周波數。

每秒順逆其方向
之次數也。

Watt-Meter, Frequency-
Meter

*可用電壓計及周波
數計測定

第四章 電力利用普及策

七二

之變化亦大足以減其安定之率且電壓之變化恆以自乘影響於電力例如一般工業家所用誘導電動機電壓微降則其週轉數必大減故如紡績機織工業等所需動力必須一定週轉速度者該工業家雖未能每次咸察其異而不知不覺之中使其製造粗惡卒致斷行改廢其原動機捨電力而不用是咸由公司發電送電及配電之設備未得其宜所致而為電力利用莫大阻碍也若果為增進其安定率而施以特殊設備則應使需用者負擔其設備費幾分之一或增加設備補償費惟決不可高其電力價格。

查各國電氣規定公司送電周波數及電壓之增縮概以無碍于電力之實用為限度供給者須恆作如斯準備以應送電之責我國法規當亦不外乎此故工業家可據相宜之方法測定公司所送電氣之電壓及周波數若其變化有逾限度則對於供給者嚴催改廢其不完全之設備且要求所蒙損害之賠償果如斯訂立契約方為至當。

2 送電時刻

吾人對於時限，每乏遵守之心，少尊重之念，是爲我國通弊。恆爲外人所不齒。然則經營電氣，欲杜絕需用者對於購用電力之疑惑，而求鞏固公司信用，以普及電力，振興工業，則嚴守送電停電時刻於間接直接上，咸有莫大影響，當不待識者而自明。且果用後述之特種價格制，則時刻之規定，猶不可不遵守也。

3 契約之有效期限

凡小工業家新設工廠，或改廢原有之小動力而購用電氣，必須預審其契約條件，假使原動力仰給於他，果否不致招損失，而有贏利之確信，方可將設備全行電化。然一旦以購取電氣爲我原動力，則於一定期限內，決不可使任意停止供給，或變更契約條件。若公司偶生變更條件之必要，則對於需用者之損害，須任賠償之責。

4 電力價格核算法

電力售受之關係，與普通商品全同其性質。其價格自與電氣之量作正比例，而單位電力之價，概由需用供給兩者之關係制定。例如日暮燃燈之際，電氣需量頗鉅，各國電氣公司多高其價格之率，晝間及更深，咸定低廉之制。然計量電氣，不能如

普通商品之單節，須設特種正確之計量器。故營業者每有不問其需用電力之多寡，而於一定時限內，通常概以月計，推定其使用電力之量，而求定金額。蓋所謂定額價格制者是也。茲將核算電力價額之契約方法主要者列舉如左。

一 單純定額制

二 單純從量制

三 單純二重價格制

四 由最大負重量規定特別價格，或變更電力之單位價值者，

五 由負重而變更電力之單位價值者。

察供給電力所需費用，得區別爲二。由電量之多寡有變化者，及無影響者是也。如發電、送電等全設備資本金之利子及償還費等，無關乎供給電力之如何。概應支出。故屬於後者。若據此設想，則最低定額價格制（即最低定額價格制）爲適宜。如實際發電所需費用，則屬於前者。是又必須準從量價格制方可。然爲需用者計，則電力之價格須定適宜之單位值。概由用量多寡決定者爲至當。故單純定額制者，僅可省測定

製料業者印本廠也

按歐美各國電力價格近來多改為晝夜同一單位之價有殊耳蓋一用電之價所用電量頗能與利且公司數多資本亦成富足竟

電力之設備耳。假使電機之負重性質時有變遷，是當為電氣營業上極不足據之法。然如紡績或機械工業等，需用動力之量恒一定者，雖亦不免略有差誤，然從此法自為簡便，更如需用電量雖有變更，若果從一定規矩，則用是法亦無不可，然如製材業所用動力，變化無規則者，則必須施以適當之設備，用他種價格制度，否則決難期其正確。

單純從量制者，例如我國通常電燈用電表計量之法，有一定之單位價值，而購用之量恆無準則時，採用此法極為便宜，可確算價格。若電力單位值及每日用量俱無一定，則測定電量縱極正確，而各種單位價值之電氣，咸以不規則之量混合於計量器數目之中，當亦不免於價格核算上有所不當矣。

故由任意之單位值，而任購電量時，於送電設備之補償費外，欲確計電力價格，則各種單位值之電力不可不分別計量。例如日本電氣公司，概分兩種價值計算，即有晝夜之殊，晝間需用電氣較少，價格故極從廉，然夜間燃燈需用電量頗鉅，因之電力之單位值亦可倍蓰於前者，故此時核算價格，即可準二重價格從量制，用自

可憐充故也。問亦有電力與電燈俱作同一廉價者。惟尙不多見。

* 按例如水道之管其水量不足供給全市。然瞬息之間。成求相當之量。則必不能應。其需求俟按戶送到。達其供給力量之後。方能源源而來也。

時限者自何時迄何時之制限也。

動二重計量器。逾一定時限。即自以他表計量。設表之際。由公司定章。可任定其時刻也。

然發電所發電及送電設備之容量。既特於公司出售之全電量。有一定限制。更由配送電氣之總線。有有限定也。縱使出售之全電量少。而瞬息之間。咸須配送者。則送電電力必須極鉅。甚至以全設備之過負重。猶不足以應其需。故此際亦應高其單位值。且不可不以適當之計量設備計量其最大需電電力。而制定特種價格也。惟併用二重價格計量器。徒繁其高價之計量設備耳。故為經濟及簡便計。由工業動力之性質。宜區別價格制度如左。

- 一 負重之變遷少。且每日使用時間數及時限。概有一定者。宜從定額價格制。
- 二 電力使用時間數及時限。每日一定。而負重之變化。從一定規準者。亦可取定額價格制。
- 三 負重之量無大變更。且有一定之使用時限。而使用時間數有更易者。可用單純從量制。

四 使用時間數及時限俱有更易，而負重之量無大增縮者，宜用二重價格從量制。

五 如負重增縮之量鉅，而使用時限一定者，可兼用最大電力負重表示器而取從量制。

六 負重增縮之量大，且使用時間數及時限俱無一定者，則須兼用最大負重表示器，而從二重價格從量制。

上記各價格制，咸關於動力費而定，故尙應附加設備之補償費。然公司發電及送電全設備之補償，殆無關乎全負重量之多寡，故對於單位電力量之補償金，由需用電力之量，自有增減，量鉅必可遞減，少必漸昂。然如是計算，則對於單位電力之補償率，更由公司供給之全電力量而生更易，則核算價格當不勝其煩，故補償金由需用者受電設備容量之大小，課以一定金額，而電力價格悉仿前述各法核算，是當爲簡易公正之策。

然細考二重價格制度，未免有阻礙電力利用之途，例如日本自畫電力雖廉，然丁

業家由公司時刻上限制，多有不欲購用電力者。原工業性質多有須晝夜兼工，或兼工實可多贏餘利，故電力雖有種種特色，然夜間售價未免過昂，僅宜於晝間利用。故不如自設他種小原動力為得策。然是又不能速引為我例，不可不為我工業家剖析之。蓋日人利用電力雖較多於我，猶在方興之期，而其利用電燈已將彌漫全國。是兩者之發達非相携並進，有先後之殊。公司於電燈營業上已大收效果，然更求增其利率，且深悉兼售電力之利，故利用自晝閑餘電機，出售廉價電力。至如有因夜間價昂而不之取者，目今多在所不計。是固非能極電業絕盛之法，然彼概未增加設備，而多享自晝餘利，為公司之計已足，且除再行擴張，夜間實多無餘力。故暫安於小康耳。然彼之熱心學者及已覺之當軸，已互相呼應提倡新設，或力促進行擴張，故廢止二重價格制度，從歐美新進之術，實行夜間電力減價之期，當亦在邇。轉顧我國公司營業狀況，創立經年，而售出電氣之量，遠容量半數者，全國殆無。我國小公司及外人經營者不在此例。致公司不肯輕減價格，恐生虧損，然使欲用者購取無由，則公司銷路益難擴充，故望自晝廉售電力者為救濟之策耳。夜間固應留電燈發達餘

按日本工業之發達
已倍遜于吾國
查動力之工廠亦
未見普及故其力
今尚存白晝之電
之略然我之工業
莫不則公司之
業之法突能作同
語哉

地，猶不可不汲汲謀其普及也。

雖然。顧我國現狀。各地電氣公司。夜間亦實有供給電氣動力之餘裕。不妨從歐美新進之法。不分晝夜。以同一廉價出售電力。因後章所述各種工業中。規模大者。固應設備專屬動力。然我國規模小者居多。且其性質上。亦多有宜晝夜兼工者。故公司僅晝間廉售電力。是等工業家未必樂從。購用者之數當難滿公司所欲。故為兩便計。則莫如統一減價。從廉。惟可慮者。設電燈需用日漲。夜間電力無復餘裕。復明知同一售電。而電燈較電力可贏利數倍。故竟斷行謝絕。夜間所售動力。或假此口實。而故增電力價格。仍復三重之制。留備電燈之需。妄蹈他國電史故轍。而墜公司信用。為電氣普及上最大阻碍。則曠臆莫及矣。今故為聒耳之談。而煩人聽聞者。姑列舉其由為解述之。

一 電氣公司固莫不汲汲謀電燈之普及。然觀今日之形勢。進行殊遲。故不如及早謀電力之發達。從兩方面着手。則收效當較速。然亦不可不為需用者計其利害。故謂晝夜以同一廉價出售電氣動力為策之上也。

二 觀各地公司之設備實有餘力，縱公司目的在經營電燈，而姑以廉價出售電力較放置電機難用者終勝一籌耳。

設有謂公司電量過半成售廉價電力於經濟難合，且各國公司之所以自畫減價從廉者，因其電燈已垂滿發電容量，而自畫額之更圖餘利，故可特別從廉，即歐美有晝夜同一廉價售電力者，亦實賴電燈有相當之量為均擔耳。且其資本浩大，故克從廉。云云者，是非誠者之談，各國竟有資本不鉅而專營電力業者，則又將安為佐輔，是在經營之術耳。統一廉價，需用者固極稱便，而薄利多賣，公司亦為利莫大。設恐容量售罄無餘力供給電燈，然果有銷售電燈餘地，公司竟可加以擴充。未嘗聞贏利之業而少擴充之策者也。設公司慮此，非計出萬全，則尚有術焉。公司可酌設夜間電力減價總定量，限以全容量幾分之一，應購用者之需，彌限則概謝絕。留備電燈擴充餘地，俟容量都滿，公司即時能施行擴充，則行，否則亦可暫緩。免及時有進退維谷之慮。我國公司幸能納此乎，再則更為獎勵電力利用，為公司營業計，假使需用者消費之量，與其受電設備容量相較，逾一定限度，擬一減價之率。

按下列說固非僅據各國水力發電所而設說耳。

按我國電氣公司亦多有定多量減價之舉。且惟係關於電燈耳。普通人家用量鮮有能達其所定之數者。故雖有減價之舉。而股概難合乎實際耳。

其一例見本卷卷首

以酬之。則電力利用必油然而興。而電業之發達其庶幾乎。

我國公司對於電力價格制度。雖有極其精奧者。而乏于銷路。法無所施。良在原諒之中。然幸未制定。且以爲非必要之舉。未萌預爲制定之心。不早爲需用者計。不自爲營業計者。匪罕也。我國人士對於電氣之常識。自遠遜他國。無由知電力利便。而當其衝者。不熱心廣告。鼓勵提倡。是豈得經營之法者乎。每觀滬上西人工部局電氣部之廣告。見其出售電力之廉。租賃電器之便。未嘗不作同國異地之感。而每奇預卜人之不知用。而以佈廣告爲迂耶。或顧時之未至。猶以廣告爲早計乎。誠難揣其理由而敢以質諸當局者也。

三 工廠與電氣公司之協力進行

我國工業家關於採用電力。畢竟與自己所需之動力適否。多乏認識。蓋少電氣動力經驗耳。故電氣公司欲謀發達。必須獻其所有電氣知識。爲需用者計。謀得失。方爲利人利己之道。而工業家復將其所需動力之性質。及其運轉費用。精細計

考。謀諸公司。兩相協力。比較電化上之經濟。果察得電氣動力之優長。公司復爲負完全之責。以任送電之務。則電力之利用。當事半而功倍。其庶乎有普及於我版圖之日矣。

再如一地有數電氣公司。則亦應仿前法。訂立相互應急送電之規約。以謀鞏固公共信用。當有資於斯業前途匪鮮也。

第三節 市政上普及電氣之方策

天下事之有進步。莫不賴競爭之力。競爭愈激。進步益速。乃自然之理。然爲一國工商計。對外貿易固須力競。對內營業競爭過於激烈。難以支持。卒致傾覆者。爲國家經濟所不取。蓋凡事戒過也。察各國市政關於振興工業普及電力之法。每有總數公司在同地經營。不使專利。以期自然競爭。易圖普及。待競爭過激。利用殆遍。則以相當規約維持公司。謀其價格統一。或設法調停。使之合併。免有虧損傾覆之慮。蓋先爲利用者計。而後復爲公司援。先爲國家工業計。而後復爲私人經濟援也。前章縷述我國電力利用不發達之原因。關於電氣公司方面諸點括而言之。謂爲缺少

競爭概屬專利因之情弊百出果一般電業咸有競爭則價格自廉雖不克廉亦必力謀其廉矣且所謂少熱忱缺知識之弊亦必掃除殆盡因之公司信用愈篤而利川益汜矣



第五章 論各種工業與電氣動力之適否

第一節 機械工業與電氣動力

一 紡績工業

我國地質多宜植棉。且棉花實然我輸出品之一大宗。農商部與實業當軸目今尤重絲業。故紡績工廠必超羣拔粹爲我工業界中之明星。斯業所用動力。初概假諸蒸汽機關。然自電力學術進步以來。各國新設工廠自不待論。雖既設者亦漸更用電力。蓋於紡績工業之特性上。電氣動力最稱適宜也。

按歐美斯業採用電力者已達七成以上

始動迴轉力率者即起動力量之謂

紡績工業所用動力須備之特性如左。

- 一 迴轉數之變更極少者。
- 二 始動迴轉力率須有相當之量者。
- 三 動力之傳達輸送須輕便簡單。
- 四 運轉中之故障恆小者。

電氣動力對於上列條件咸可滿足。他種原動機則遠遜莫及。故電力之於紡績工

按其他電力諸利益已詳前章茲不重

Enclosed Type: 3 Phase Induction Motor.

閉鎖型三相交流誘導電動機 閉鎖型者密閉式之謂
三相交流者乃交流之一種蓋有單相二

業。誠為動力中之白眉。且於前章所述利益外，更有下記數大特色，尤有裨益於斯業之發達也。

一 如用電力，則紡績機之運轉速度較用汽力可使略為增加，平均約可增百分之十乃至十五，因之可增工廠之製造力。

二 紡績採用電力較使用蒸汽機關時，約可儉省動力百分之二十以上。即原力須二百馬力者如改用電力則僅設八十馬力即可。

再則前述動力須備之特性外，紡績工廠所用動力，若更其下記之要點，尤為適宜。

一 務少故障之機會者。

二 由工廠內發生之綿雲不致有障礙者。

三 運轉及停止極單簡者。

然閉鎖型三相誘導電動機適合此用，故電力之於紡績，益為近理想之動力。惟此種工業多有欲晝夜兼工，資本大者自以專設電力為宜，而資本小者欲購用電力，則非晝夜同一價格，或雖二重價格而相率無多，則電力方可得是項銷路。

相多相之稱也

轉傳電動機者利用電氣轉傳之力而生週轉之電動機也

二 機織工業 附撥絲業

我國機織工業素稱發達。功績卓著。而今日尤形進步。顧吾製造品中足以聲譽天下者。其惟此乎。第科學知識不備。無以圖學理上進步之術爲憾耳。欲求自學理上改良。則原動力之選擇。又奚可輕率者哉。然細考機織工業所用動力必具之特性。略與紡績同。惟要求原動力週轉數之不易。殆有甚焉。因直接有影響於織物之品質。是爲使用蒸汽、瓦斯、石油等機關之技術家。縈謀極智。終難如志之處。然電機誠爲此點上理想之動力。且是等實業我國除少數大規模者外。資金恒小。所需動力小容量者居多。故欲捨人力而探原動力。則更足以發揮電力之特色。各國斯業今日之所以成其隆盛者。莫不賴電氣之力也。

出力者機關所負馬力也

吾隣島國機織之業亦素甲寰宇。而尤於北陸地方爲盛。恰似我蘇杭。亦多爲小規模者。所用動力初概爲瓦斯或石油機關。然今日使用電力者已逾大半數。其未改更者。咸因據電氣公司供給區域以外不得已耳。徵求使用瓦斯力或石油力工業家之意見。咸謂是等機關恆在規定容量以下運轉者居多。甚至出力只能用其半

數。至。高。亦。莫。能。達。容。量。三。分。之。二。蓋。逾。之。則。迴。轉。速。度。益。難。均。勻。深。有。影。響。於。品。質。
 故。雖。設。十。馬。力。之。機。關。而。實。用。僅。限。於。六。七。馬。力。耳。是。誠。莫。大。損。失。
即。百。重。舉。舉。有。影。響。於。效。率。影。響。於。費。也。
 故。以。電。力。為。佳。且。是。等。工。業。多。限。於。白。晝。夜。間。工。作。者。殊。少。復。由。資。本。之。小。尤。以。購。用。白。晝。廉。價。之。電。力。為。得。策。云。

更。為。我。國。機。織。工。業。家。表。示。日。本。織。綢。業。關。於。電。氣。及。瓦。斯。兩。種。動。力。平。均。每。馬。力。之。運。轉。機。數。及。製。產。額。之。調。查。報。告。當。可。資。參。考。
但。每。日。運。轉。時。間。概。為。十。一。小。時。

平均每馬力
運轉機數

平均一日每馬
力之製產額

瓦斯力

六五

三五斤

電力

九五

四七五斤

據此表則益信前說之非謬。而機關負重不能使達全容量。誠為經濟上一大損失。前已詳論之矣。

撚絲業之宜採用電氣動力。其理由亦同紡績機織諸工業。可勿庸更贅。察日本撚絲業之利用電力。亦不亞於機織工業。據其調查報告。亦將及全數之半。且凡新設

而在電氣公司供給區域內者，無不樂取電力。至如歐美尤有甚焉。

三 鐵工業

鐵工業者，製造機械之業也。我國工業之所以衰微莫振者，謂爲機械技術之不精，當非過論。今日文明製造之術，莫不仰精微機械之力以輔成之。至若電氣機械，亦爲其所屬之一部耳。故欲振興我工業，爲富國策，則非解決此根本上之問題無所措手也。然獨於電業前章，曾謂須汲汲圖其普及，而姑緩其製造者，此裏當有所見諒。蓋機械技術未精，烏足以問津於製造電機之術。學有先後次第之殊，詎能躐類而行哉。然即欲興機械製造，則必首爲之擇良動力，而電力之宜於鐵工業，前章已縷述矣。故歐美各國諸鐵工廠，規模大者固勿庸論，雖資金小者，亦無不樂採電力。茲更將是種工業所用動力必具之特性列舉如左。

- 一 雖於低負重率運轉中，而運轉效率仍良好者。
- 二 動力之傳達利便者，及運轉簡單者。
- 三 易得任意之速度者。

Shunt D. C. motor.

分捲直流電動機

分捲電動機者因電

機內繞速電線之法

而省者也外有直捲

捲捲兩種

Ziphrekege, A. C.

Induction Motor.

籠型交流誘導電動

機。籠型者指交流

電機內迴轉子之形

式而名者也

分捲直流電動機及籠型交流誘導電動機能滿以上諸要求，且關於第三項特性，電力殊較勝於他種動力，更為小鐵工業計。如購用電力設備費用較紉，績機織等工廠為廉，因其所需電動機之數不似前二者之多也。然特謂低負重率者，因是等工廠業務非極繁忙，勿庸運轉機械全部不用者，須隨時停止，故謂負重之性低也。據是種工廠之調查報告，使用蒸汽力者之負重率，鮮有能逾百分之五十者，通常概在三十五左右，故更用電力採獨立運轉之法，當益感電力之便。

鐵工廠及機械工廠負重率既如斯之低，故在小工廠尤以購用電力較自設動力為宜。因大工廠動力尚可稍為通融，故能使負重率稍高，然小工廠自設動力，必須備全體機械之運轉方可，故發電所備汽機或他種，恒須為低負重之運轉，即容積須較用而大者方。故對於實際出力之運轉費，當自增加，每有石炭極廉之地，仍不若由從其制購用相當價格之電力為宜也。

電氣動力固極適於鐵工業，然有須注意者，欲使運轉速度調整自在，則在電機之性質上，以用直流為最相適，且是種工廠須備之起重運輸機，尤宜用直流，故大工

變為交流發電機者
即以交流速轉之流
運動因之運轉
直流通電機發生直
流也

Motor Converter

迴轉變流機者即任
變電流之機也或由
直流通電機或逆行
之亦可

附設傳動輪者恰似
大小數傳動輪均成
一體而有數階段也

廠自設電力則已若亦購用電力則須備電動直流通電機或迴轉變流機使交流變為直流通方可因市售電力多為交流蓋交流可高其電壓而輸諸遠為公司經濟計也然則小鐵工廠購用電力又當如何然其規模既小雖用交流亦無大碍因其製造範圍狹小迴轉速度勿庸幾多變更以製作機上附屬之階段傳動輪調其速度即足以濟用故小鐵工廠宜購用電力與否僅與設置小蒸汽或瓦斯機關相比較能得適當價格之電力否也

此種工業極適於白晝惟業務繁忙亦間有晝夜兼營者故電氣公司關於是種銷路當有反顧之值

四 鑄鐵工業

我國固有之鐵工業恆為鑄工大都市巷比櫛林立不遑枚數雖包里通衢亦比比皆然我工業中可謂極盛者矣然咸株守古法疲茶滋甘勞而少益言之惘然我民習之未聞固不學之咎而啓導少術吾人有責焉以我今日狀態論則廢獨電力無施展之地即精工機械亦無所需求然慮列強垂視之中更容我蒙蒙幾年必盡

*按隔日運轉者卽一
日鑄鐵一日作模壓

*按下記之事爲鑄工
廠對於鑄工廠而言
若專論鑄工廠則事
當更低

握我利源而歸他人掌握。吾國機械技術家中。當有怫然而立。慨然首倡。爲鑄工業
負覺先覺後之責。爲實業界樹富民富國之謀。則榮辱與焉。

然察諸先進國。鑄工業所用動力。初概用石油機關。除大規模者外。運轉之性質
概非連續。多者日中數小時。少者恆隔日運轉。其動力用途。主在鑄鐵爐之送風機
及起重運輸機耳。故其負重率性尤極低微。對於鐵工廠運轉時間數之負重率。僅
其百分之四十乃至二十之間耳。

據是種工業家之談。則謂用石油動力。其運轉費對於實際出力。雖覺甚昂。然爲間
歇性之運轉。故以月計算。仍較購用電力從定額制者爲廉。然果有適當之從量制。
則雖爲隔日運轉。亦終以採用電力爲宜。但有時亦須兼操夜工。是不能不預爲周
慮云云。然查各工廠所用石油機關之出力。能逾其規定容量之半數者。殊罕。故更
用電力。僅以原用機關容量二分之一之電動機。卽綽綽有餘。是各國鑄工業家所
共稱許。斯種工廠所用動力雖微。而爲數殊多。在供給者之負重率上。並不低微。正
可發揮薄利博賣之特色。不能不爲我電氣公司計者。也。

五 製冰業 附冰青凌業

我國用冰咸取諸天產。未有假人力製造者。故調製飲食品所需。或直接取爲消夏之劑。殊難適用。不習於衛生。似我國下等社會之流。盛暑恒酷嗜之。且我國市政不興。無上下水路之殊。水無污淨。悉取捨於溪河。而地屬大陸。夏令炎熱。病菌適於殖茂。飲水既瀕危險。而冬日酷寒。水落凝冰。污泥多積其中。輒取而食之。其險狀尤難以言喻。故我之有職責者。應講求製冰之術。而爲吾民謀衛生之道也。

按飲水固有取諸井
或流泉者是爲例外

各國飲食用冰多以蒸溜水製造。故製冰業者咸以用汽力爲便。自濾水之法進步以來。如有適宜水源。引之過濾。水池殺其菌後。即可取以製冰。不必用蒸溜水矣。故電力果低廉。此誠爲製冰最經濟之法。歐美新設工廠。使用蒸汽力者已不多見。除絕無可取之水源。不得已而用蒸溜水外。悉購用電力矣。據製冰業者之言。生水製冰。爲價極廉。果有適當之水源。則銷路實逾乎蒸溜製冰。且購用電力可省設備費用。裝置亦殊簡單。實爲至便。惟是種動力。咸須晝夜繼續。毫不間斷。通常以二十四小時爲一週期除不得已之故障外。停止時間不得逾一小時。然各工廠月中亦概有定期停業數

安摩尼亞者乃一種
瓦斯能吸收熱氣者
也

一〇〇%者百分之
百也

外部抵抗者節制電
流之器也

Compound D. C. Motor
複捲直流電動機者
由電機內精連電線
之法而名者也

啓羅瓦特者電力之
單位即一千瓦特之
謂約一三四馬力

日云。

製冰工廠之動力用途主在運轉安摩尼亞壓縮機茲將其須備之特性列舉如左。

一 迴轉速度固須一定。然由時令及氣候之殊異。可調整速度在百分之十四
內外者為最適宜。

二 負重變更較少。故其負重率可假定為一〇〇%者。

複捲直流電動機及有外部抵抗之交流誘導電動機。咸適於上記之目的。且各國
電力為價復廉。宜乎製冰業採用電氣動力之盛也。

若非用蒸溜水不可者。則自宜用汽力。因此項動力竟可設於一處。勿庸傳遞。故
較無損失。且可利用汽機排洩之汽。再則發生低壓與高壓蒸汽費用並無大差。

故若無可取之良水源。自以採用汽力為宜。

再則製冰且可為電氣公司之副產業。是經營電氣者宜注目要項。茲將美國某地
小電氣公司營業狀況記述之。該公司容量僅四十啓羅瓦特。然為補助其營業計。
設一十噸之製冰機。因之每年總收入三萬餘元中。約二萬元咸賴製冰所獲。除為

製冰多用之燃料、勞力、運輸等費外，尙可餘純益六千元之譜。故該公司對於總資
金年可得利子一分七厘。據其經理之言，則謂該公司若無斯項副業，幾不能維持
云。願我國電業時勢，關於電力利用方法新方面之研究，實爲不可忽略之要務。姑
勿論美國該小公司供給區域內，幸有終年繼續要求製冰之需，然此種新案之法，
多可使電氣價格達其所難達之低廉地步。美國該地電業之幸存，誠斯法所賜。然
則電氣利用方法之考究，宜乎不可不重視。此例尤足以供吾人之參攷耳。

冰吉凌爲物，已風靡我國。滋潤適口，盛夏消暑，缺此大有茫然之勢。吾國固少專門
業此者。然歐美則較有大規模製造之所。據美國某氏之調查，一年平均每製造一
加倫^{合我三升半許}之冰吉凌，需三九〇瓦特時<sup>每碼電合一千五
特一小時之電力</sup>之電力六。川力雖微，是亦
銷售電力之一道歟。

第二節 鹽業與電氣動力

一 洋灰工業

西鈣土我國俗稱洋灰，是種工廠國中無幾，斯業之不發達當可概見。然此項製造

按例如電氣風扇亦
爲相類之電力銷售
法也

按洋灰極易吸收水分附粘於機械上為害也
起動力率者可直作為起動之力量設想

外部抵抗者電機之外有抵抗電流之器用以節制電氣者也
Slipring Induction Motor
滑輪誘導電動機

土木建築等工業中需用極廣。修築房屋道路橋梁堤壩等。莫不賴之始克堅固。是吾人之所深悉。而製造之業不振。利權外溢誠無已時。各國洋灰工廠動力。初本概用蒸汽。然動力傳送上成極感不便。因是種工廠各部概分離建築。是用機械傳動裝置最大缺點。而為電氣傳動所擅長。且需用動力之量恒鉅。負重率亦較大。運轉須終夜繼續。故尤以專設電氣動力為宜。此種動力須備之特性大要如左。

- 一 運轉最忌不時停止。必須晝夜能繼續運轉者。
- 二 由灰塵及濕氣無阻。不妨礙運轉者。
- 三 起動力率極大者。能遠全負重一倍半以上者

關於以上諸點。在電氣動力須加斟酌者。不外乎二。三兩項。然諸原動機中。由灰塵無妨於運轉者。當首推電動機。再則濕氣若非過重。在電機固大碍。且防範亦殊簡易。至如起動力率固未必能凌乎蒸汽機關以上。然稍用容量較大者。決無不便。適於此目的者。以有外部抵抗之滑輪誘導電動機為最宜。然電動機之迴轉速度。較傳動軸應需之速度恆大。故承軸之局部。由飛揚之灰塵較易受磨損。故採用

電力宜從集團運轉之方式，設電動機於適當之室內，以避灰塵爲最得法。

二 瓷器業

此種工業所用動力與洋灰工業殆相彷彿，主爲粉、碎原料耳。原料之性質亦頗似前者。惟所用動力稍單簡，散揚塵埃較少耳。或有以瓦斯機關爲經濟者，然多工作於白晝，故可利用廉價之電力。若電氣公司資本容量咸大，日經營得法，或爲水力發電所，則亦不難供給極低廉之電力。而與斯業之瓦斯力爭衡也。現今歐美日本各國電力低廉之地，營斯業者所用電力實不亞於用石油及瓦斯力之數。徵諸此事實，當知電力之於瓷器業，決非有遜於他種原動力也。

三 煉磚業

煉磚瓦之業，我國雖自古有之，然今所謂普通磚瓦也，煉西磚、土磚、耐火磚等，咸新自海外輸入之技術。吾人營斯業者，亦罕如洋灰工業，殊稱遺憾。各種煉磚工，磨動力之用途，咸極似前二者。惟運轉無須晝夜繼續，蓋多爲粉、碎原料。用耳。昔徒以爲採用汽力，則渣、罐之火煙及汽機之排汽，咸可利用以供乾燥，未成磚瓦之體，稱爲

按動力初用蒸汽每
千枚需費八角上下
而改用電力僅減至
六角矣

不凝縮汽機者無凝
縮蒸汽之裝置者也
（凝縮汽機排洩之蒸
汽也如使之凝縮可
高汽機之效率耳）

一大特色。然今日歐美各大工廠。概有使用電力之趨勢。因其規模宏大。所需器械種類殊多。例如粉碎機、起重機、昇降機、及電氣機關車等。咸以用電氣爲便。且於經濟上實無不合。試例証之。如美國米羅啓市某煉磚公司。廢其從來所用蒸汽動力。改購用電力。而製造費每煉磚千枚。反可省二角餘金。且製造額亦驟漲。從來每年僅出產千九百六十萬枚者。今竟每日可得十二萬枚。原用汽力爲二百五十馬力。不凝縮汽機。今僅用二百馬力。不等速電動機。惟乾燥所需熱氣。另用煤炭耳。然於公司經濟。反可節省多多。是詎非利用電力之一途歟。

第三節 化學工業與電氣動力

一 製紙工業

化學工業中除電氣化學外。一般所謂應用化學工業者。多以用汽力爲便。蓋其製造性質上。咸用鉅量之蒸汽。而以製紙工業爲尤然。此種工廠蒸汽之用途。主爲蒸沸原料耳。計其用量。恆不下全蒸汽量百分之四十五。更如乾燥室。亦兼可利用汽機之排汽。故電力之於製紙工業。似有遜於汽力。然是種工廠。不過其製造上有需

用蒸汽之必要耳。其所需動力究竟宜用汽力與否，須更待比較經濟而後可取決之問題。至若能兼用其排汽，苟非有適宜完全利用之法，則動力上電力之特長，決不能爲所減色。是爲化學工業家所應研究。且果有相宜價格之電力，則是種工業動力上當大有電力發展之途也。

一 由濕氣受損傷較小者。

二 起動力率較大者。且材料工廠所用動力，由負重之變更無大影響於其效率者。

關於第二項特性，當以採用電力爲最適。且此種工廠所需動力恆大。如用汽力，則須用大傳動軸。再則廠內用水量殊多，爲禦防濕汽，傳動概不能用革帶。須代以傳動繩。故動力輸送上損失尤鉅。且工廠因之恆難期整肅。殊有碍工作。至如材料室多濕滯性之塵埃，恐電動機有難以自在應用之虞。則不妨用集團運轉之方式。藏諸電動機室中。或竟用閉鎖型之機。以避塵埃亦無不可。而最適於此種工業之用。

途者。則爲有外部抵抗之誘導電動機。

據日本金澤製紙工廠之調查報告。其所需蒸汽動力費用。與該地電氣公司電力價格相較。若購用電力。略可省動力費之半數云。惟是種製造恆須連續運轉。僅白晝利用。廉價電力頗難適宜。然日本西京近年已設有採用電力一大製紙工廠。則電力之於斯業。固非盡可謂爲不合而排斥者矣。

二 製油工業

製油工業我國到處有之。惟大規模及採用新法者不多見耳。其製造雖亦略用蒸汽。然爲量殊微。不及全蒸汽量十分之一。假定爲使用汽力者也。據此種工廠技術者之意見。則謂所需動力並無必備之條件。故採用電力與否。惟在其價格之如何耳。然電氣動力之於此種工業。極稱利便。滿足。固爲公認云云。大製油工廠設備動力之用途。略分爲二。

一 粉碎原料及榨油使用者。

二 油滓之壓榨成形使用者。

此種工廠動力恒爲間歇性之負重。故負重率殊低。若購用電力準從量制。則實際所用動力之量。必可大爲減少。因之所需費用當意外輕微。且除大工廠之製造恒晝夜兼工外。本工業之性質。決非有連續運轉之必要。故僅以晝間廉價電力。亦未必不克達此製造之目的。故各國此種製造家多樂探電力。而爲我國製油工業家與經營電業者所宜共謀協力以襄並盛之一道歟。

三 色染工業

製造工業中。需用蒸汽量最多者莫過於色染工廠。較動力所需約增至四五倍許。故是種技術家恒謂蒸汽之於此種工業既爲極重要之一。且蒸汽機關所需汽量又極僅少。若反求動力於他。殊不如卽利用蒸汽動力之爲得策。然是說復失於皮相。非精究動力者之論。察此種工廠需用動力之量雖微。然廠內面積極大。故集中動力殊難。若採用汽力。在勢亦不得不用小容量之汽機。散置各處。自汽機室引長汽管以導蒸汽。而排汽又不得不用。是固使用汽力原動機最爲失算者。蓋如是則汽機所需高壓蒸汽。於輸送管中凝縮之量較大。凝縮爲水也故力勢損失殊多。且強以

按蒸汽力不宜遠送
已詳諸第一章第一節矣

不凝縮汽機者凡大
汽機按應以凝縮製
置凝縮其用後排出
之蒸汽以高汽機之
效率然容量小者多
無之
*按負重率低而採用
汽力則動力費昂昂
也

含有水分之蒸汽供給汽機，則弊害繼出，而力勢之損耗益鉅，再則運轉小容量之
不凝縮汽機，消費蒸汽之量恒大，苟更用電氣，則大可節省蒸汽。（假定以汽力發
電也）即僅以發生此項空耗蒸汽之石炭費，亦足以得相當容量之電力，况其負
重之性較易變動，負重率殊低者乎，故為色染工業計，需用蒸汽之處，竟輸送以低
壓蒸汽，使減其凝縮之率，動力則另用電氣，始為最合經濟之法。

各國色染工廠動力，初咸採用蒸汽，然近感電力之利，亦多有更用電氣動力者矣。
願我之色染技術家，有領是說者否。

四 橡皮製造加工業

橡皮製造業所用機械，亦頗類色染工廠，殆無不使用蒸汽，其量雖難準定，然據是
種技術家則謂動力所需不過全蒸汽量百分之四十耳，故每有以利用汽力為便
者。然各機械之負重恒無一定標準，多為間歇之性，故汽機之負重率殊低，且由同
一汽罐而間歇供給多量蒸汽之需，則於機關運轉上殊失其速度之安定，故實際
詳查其經濟狀態，則徒以製造上需多量蒸汽，輒斷論動力亦宜用汽力，殊非的論

也。

與橡皮製造專業同一廠者，間有電線業。查各國製造橡皮工廠，多有試用電力者。效果亦殊良。我國是種製造尙未間有創始。然橡皮用途頗廣，且電業果漸能發達，則電線需用良多。製造電器固難，然電線尙易，亦可爲電業製造之始，不可不作早圖。我國化學工業家盍進而試諸。

五 肥料工業

人工製造肥料之術，自化學及電氣化學工業進步以來，各國莫不多量製造，且於新闢土地尤然。實爲振興農業必需之品。似我國大陸，富有沃野而多未開墾者，則製造肥料培植天然富源之法，更不可一日忽焉者矣。此項工業所用動力，亦主在粉碎原料。其動力特性略與洋灰及瓷器業相彷彿。製造中亦需多量蒸汽。爲製造硫酸用耳。其所需汽量與動力所需相較，約用全量百分之四十上下。除大工廠每日工作爲二十二小時外，小工廠多僅限於白晝。適可利用廉價電力。且雖用多量蒸汽之工業，其所需動力固不能即以汽力爲優。已縷述於前。要在化學技術家之

熟慮耳。

肥料工業中，製造硫酸及磷酸肥料等，早經發明外，更有窒素肥料製造工業，乃晚近十年間新完成之術。創始於諾威，卒極其大盛，銷路已普及寰球。是誠電氣化學工業進步所賜。且其製造拾電氣爐，今日實無能以代用，故必須採用電力。此項工業所需原料，乃取空中無限之窒素，及到處悉產之石灰耳。是於原料固無盡之藏。然要之實在電力價格低廉否也。否則終難抵制輸入。例如諾威硝石公司所用電力，每啓羅瓦特每二千瓦特也一年之價格，僅十二元乃至十七元之間耳。在我內國製造，固可省運輸一切費用。然以日今時價論，製造此種工業之動力，一千瓦特一年不能逾四十八元，即一千瓦特每碼電也不得逾六元。諾威富有水力，固為我所難及。然我苟欲興是種製造，則非預擇水力不可。我國土浩大，固不能謂絕少良水力源，且原料得之匪難。是惟在我工業技術之如何耳。

*按普通購用電力雖為水力電氣亦難得如斯廉價惟自設之水力發電所可能耳

第四節 農業與電氣動力

一 灌溉

按灌溉利用電力近
今日之盛其間不過
八九年耳

收穫之多寡，首在灌溉之如何，當不容異議。我國自古重農，恒在工商以上，要之農業以吾人食品米麥爲大宗耳。數千百年習傳於茲，斷非朝夕所能屏棄。果爾，則吾人習工業者，間接上又烏能無促進改良農業之責歟。而我國農間已多有用蒸汽力施灌溉者，固可謂爲一大進步。然望之愈切，求之益殷，汽力雖較勝於人力，而電力更有勝焉。故近來各國農間多有利用電力者矣。察美國加州附近一帶，多有以電力灌溉極高燥之土地，以繁殖果木豐饒耕作。惟電力概用廉價之水力電氣耳。我國都市除南數省外，雖概須假火力發電，然各地山邑農間，固不乏水力。務農者適可利以發電，第組織農業應用電氣，屬於國家事業，苟非當軸提唱，悉賴諸吾國今日社會之自治殊難耳。

然轉順灌溉動力，僅限於夏時運轉期間，自五月杪迄十月之間耳。故如利用電力，亦全在夏間。且所用動力非有繼續之性，故有炭運輸利便之地，在設備經濟上，自概以汽力爲宜。然宜於耕作不利於運輸之地，殊多。故有以用電力爲利便者。且詳察電氣營業者之狀況，夏間出售電量恒較少於冬期。據日人之調查，甚有差至六

按我國日各各地電氣公司容甚逾千磅，視瓦特者殊少也。

按日本九州地方已有採用數百萬馬力之電機，其板圖秋小，業者惟其板圖秋小，少者原不不久當施，諸朝鮮滿州吾人，不單自極營恐悉委諸他人掌握矣。

七百磅羅瓦特者，故電氣公司夏期供給灌溉動力，亦適可售其餘剩電氣，而對於斯種間歇性之負重，當亦不難售以相當低廉之價格也。

然此種動力每有欲求夜間運轉者，原農家習慣上多有夜間吸水以便自盡耕作，且河流水量若少，夜間停止運轉，未免空失水量，故水量果多，則僅自盡運轉實亦不難濟用，若水量少，則運轉非晝夜繼續不可，再則於農業利用電用上，亦有影響者，我國農家風習，素輕勞力，因雖節省勞力，而直接多不能生相當之功效，故為農家計較運轉經濟，則對於汽力所用火夫及其他勞金，不可不作相當之減額。

察各國農家之用灌溉動力，多協力共設一所，為數十頃公用，故其動力較大，每有數十馬力，或間逾百馬力者，因之使用炭量殊鉅，若少鐵道之便，則運輸費用必登鉅額，故近來多樂用電力，我國農業動力規模大者雖少，然饒有曠野，適於大農，將來果行發達，則必漸用較大動力，故我國經營電業者，苟注目於此新方面之銷路，而圖其利用，與我耕作並進，當有影響於國家經濟匪淺也。

灌溉採用電氣動力之利益大要如左：

一 因電力輸送之便。雖石炭搬運不便。不能使用動力之地。亦極易於利用。

二 運轉電動機較蒸汽機關殊簡易。如我國農家。概無技術知識者。當尤感其便。

三 運轉可少勞力。且較以不熟練之運轉。用手用蒸汽機關爲安定。並於夜間恒可無庸監視。

電力之於灌溉。固具有上述諸特色。然要之在電力價格之如何耳。更而言之。經營電業者。果能以適當範圍內之價格供給電力否也。然既以夏間餘剩之電力。敢信其無故吝減價。而不作利人利己之圖也。

二 耕作

灌溉利用電力。在歐美已視爲常。並無足異。近年農機利用電力以施耕作。各國且多有之。回顧十餘年前。農家之使用電氣。在歐美猶稱爲奢華之舉。然此在荷茂月之間。竟能隨電氣之進步。爰除弊習。雖日本之窮鄉陋巷。今日亦多煥然有電燭之光耀於其間。各國人民進化之速。誠令吾人欽佩驚歎。望塵愧弗及也。

按美國俄海俄州木
 廣農場近來者實
 驗頗獲效果云
 更如歐洲各國實
 之結果則栽培利
 電氣中地質亦
 可增收四成半且
 於收穫中成半且
 效果尤良能使其
 熟且多含糖分云

電力耕作之法。德國率先採用。法意繼之。英國加那大政廳。亦早實行提倡。農家利
 用水力電氣耕作。而美土尤富有沃野。且多為大農。故擬通國農業。悉應用電氣。不
 久當可極其盛觀。日今關於農業應用電器種類。實不下百二十五種。各地中央發
 電所公營者也農戶之需用電力者。咸以萬計。言之壯然。惟吾國今日之狀況。匪能率爾
 效顰者哉。

三 栽培

灌溉耕作採用電力固可謂善。然殊非農業根本上改良之方。而此實存乎電氣栽
 培之法。電氣栽培者。直接以電氣作用於植物也。數十年來。經學者積心鑽究。雖尙
 未達完成之境。然徵諸實驗。終必大成而無疑。考從來實驗方法。略分為二。一為利
 用天然電氣之法。一為利用人工電氣之法。前法雖稱利便。然悉為天然狀態所制
 御。不能必由人力左右。故不克作大規模之經營為憾耳。至如第二法。則漸期成功。
 將來必足為利用電力之一途。然是姑為電力銷路設說耳。果求我國農業能用是
 法。更待幾何年歟。

四 碾米業

精米動力採用電氣殊爲有利。各國咸多利用。且此種動力固無須備何種特性。除大工廠外。亦無晝夜兼工之必要。我國碾米業規模咸小。適可利用白晝廉價電力。且用他種原動機。多有難勝其設備費用者。然購用電力。恰可補此缺憾。所用電氣固可不擇直交流。然爲使用者運轉之便。兼易於購求。則以採用交流籠型誘導電動機爲最相宜。

試取例於日本。碾米業者之在電氣公司供給區域以內者。大半購用電力。亦可見電力之宜於斯業。據該國調查平均碾米之量。電動機每馬力十二小時可碾米合我國量制十一石九斗。而用蒸汽力則僅得四石七斗六升耳。用石油或瓦斯力者。亦不能逾汽力以上。因此等動力之實效出力僅限於容量三分之二者居多。故改用電力。則僅以二分之一。或三分之一。或三分之二之容量者。卽足以敷用。是爲電力之特長耳。各國採用電動機者。雖概用最新式之精米機。而使用汽力者。仍多用木製臼杵。蓋爲未發明新機以前所設。惟用木臼精米。其品質似較用機械者稍優。或物質使然。

也。

第五節 建築工業與電氣動力

一 製材業

吾國製材悉仰人力。假機械力者絕少。固由庸率低廉所致。然若爲大規模之工廠。則自以利用機械爲宜。茲關於是種營業所需動力。以電力與汽力比較其優劣。試舉電力之利點如左。

一 設備單簡。占地基小。

二 少火災之危險。

使用汽力之利點。則爲製材中所生鋸屑之量甚多。運轉各機械所需動力。卽以鋸屑充燃料。足以代石炭之用。

故製材宜用電力或宜於汽力。主由鋸屑之問題而決定。當非過論。察外國製材工廠所生鋸屑。與其設備動力間之關係。大略如左表。

原動機

馬力數

每日運轉時間

鋸屑發生量

誘導電動機

四 馬力

二 小時

四〇〇〇斤

蒸汽機關

三〇

三

二二〇〇

電動機

二

一〇

二四〇〇

實效馬力即實馬力

然乾燥木材一斤約等於石炭〇・四斤。今假定小蒸汽機關一實效馬力一小時需用石炭六斤。則以鋸屑代用當需十五斤。若一日運轉時間為十小時。且概為全負重之運轉則

十馬力蒸汽機關

一日 一五〇〇斤

二十馬力蒸汽機關

一日 三〇〇〇斤

然其實一般木工廠之負重。日中大有變動。其負重率若僅據運轉時間論。平均能逾百分之二十者殊少。故所需燃料。以工廠產出之鋸屑量似恰可敷用。惟蒸汽及瓦斯機關適負重及輕負重之效率較電動機恒低。已詳述於前章。故對於變動性之負重。咸以利用電氣動力為宜。若工廠產出之鋸屑能售以相當價格。則自以採用電力為適宜也。

* 按用交流簡單誘導電動機而規定容量稍大者為最適宜。

按日本大都市中製材業而利用電力者已不少至如歐美則將居大半矣

鋸屑之於製材工廠。既能左右電力利用之適否。若果無相當處置鋸屑之法。則電力之利用於製材工廠當屬空論。故再考各國製材使用電力處置鋸屑之法。大略記之如左。

一 售諸製冰公司者。

二 售諸洗濯業及其他用燃料較少之工業者。

然製冰公司需量有限。殊難爲大宗銷路。其他需用燃料較少之工業。則範圍極廣。然間有警察法規以一般用鋸屑作燃料爲多危險。限制其使用者。若都市中而有此法規。則在市內營製材業者。不得已而用汽力。否則自以電力爲上。且此種工業夜間工作者殊少。尤適於利用白晝廉價之電力也。

第六節 鑛業與電氣動力

近世各種鑛山。莫不以採用電力爲宜。質諸我國當亦無庸喋喋瑣述。然世俗恒有謂大利必伴有**大害**。且於鑛山採用電氣。尤易惹發生火災及爆發慘劇云云。鑛業懼此危險而不採用電氣。固屬萬不得已。然昔日鑛坑內之爆發火災等。固非胥原

於電氣且今日之電氣機械器具經幾重失敗經驗亦若着改良兼之處理方法亦大有進步吾人不能不刮目而視據德國統計電氣災害為數之少已記述於第一章茲更為我國鑛業家剖其疑慮再舉最近英德兩國鑛山之電氣災害報告証之如左。

最近一年間英國鑛山災害統計

總數	1,310 次	死亡數	1,752 人	負傷數	17,289 人
電氣災害數	65 人		16 人		51 人
兩者之比	百分之五三		百分之九		百分之〇・三四

德國鑛山災害統計

年次	電氣災害死亡數	一般鑛山災害死亡總數	電氣災害死亡率
一九〇七年	9 人	694 人	百分之一三
一九〇八年	13 人	946 人	百分之一三

據以上兩國統計。當益知電氣之利用於鑛山。固非多危險矣。

茲關於電氣發生火災爆發等豫防危險方法。固不暇瑣述。然要之以相當之注意設備。且以專門知識監視不懈。則決無不虞。惟恆發生爆發性瓦斯之處。爲慮其萬一。自以不施電氣設備爲宜。宵冒險而設電氣。計之愚者矣。然徒以電氣易發火花。輒絕對排斥其利用。亦謬之甚者也。

若鑛山所需爲單獨動力設備。則汽力之較單簡固難否定。然一般鑛山所用動力多隔離甚遠。則電力之如何單簡經濟。當無庸贅述。世人每對於石炭鑛山復有以採用電力爲迂者。因石炭本已所出。電力雖如何利便。終難如直接使用汽力爲經濟云云。然是又皮相之見。解非洞悉情弊之談。因其以石炭爲已出。未免作價過廉。且以爲所使役火夫直聽技師指定之粗惡石炭。循規取用者。宏也。伊等孰不欲使川良質石炭以省勞力。是人情之常。諸如此點。詳如考究。而作公平見解。當驚其燃料費意外之多也。故近來各國炭鑛。亦無不採用電力。惟發生電氣有使用汽力及石炭瓦斯力之殊耳。

鑛山之使用動力。主在捲揚機、運輸機、排水機、碎鑛機、送風機等。若利用電力。則速度之大。耐重力之鉅。咸逾乎他種原動機以上。宜乎鑛業利用電氣動力之盛也。據是章所述。足見凡所謂工業動力者。幾無不可利用電氣。至如電氣機械、電氣化學兩種工業。尤爲電力直接所賜效果也。



按美國一電氣公司
 用建設費有逾一億
 三千萬元發電總馬
 力數達四十萬馬力
 者其他發電機之大
 有一機而出三萬五
 千啓羅瓦特約合四
 萬七千馬力者我
 全國今日所利用電
 力尙有餘裕嗚呼其
 盛也

啓羅瓦特者即瓦
 之單位也
 億者一萬萬也
 碼者我國通常計
 電量俗稱爲碼電單
 上稱爲啓羅瓦特時
 或寫作瓦特即每
 啓羅瓦特每小時之
 電力也

第六章 各國電氣事業之盛況

第一節 美洲

一 美國

美國利用電氣之盛規模之偉。環球列國無能凌乎其右。固由其版圖浩大。多天然富源。然實出乎人民好強天賦之資。有以致之。吾之土地富藏固不相亞。且爲數千年來文明古國。苟有鑑於美人致富之由。當不待十年自可位於列國之間矣。

據西歷一九一二年報告。全美國中央發電所即公營者總發電力量總容也約五百一十三萬五千啓羅瓦特約合七百萬馬力。其十分之九成爲交流。該一年間使用電力總量約一百一十五億三千三百萬碼。然翌年一九一三年更增至一百四十億。其每年利用電量增加碼數。實以億計。且電氣鐵道專用及一般私設專用之發電所容量及所用電量。前數咸未算入。噫。可謂盛矣。茲將一九一二年全國各種發電所發電統計錄記如左。當能察其盛況。然近二三年來發達進步遠逾此數。惜未得其最近統計爲吾人告耳。且將來預備擴充者。猶非僅數倍於斯。其電業之前途。誠非吾人所能夢

及也。

一九一二年美國發電所統計表

全國各種發電所總出馬力數

二二,三三九 馬力

一 蒸汽力發電所
總出馬力數

八二,六〇六 馬力

二 水力發電所
總出馬力數

二九,四三三 馬力

三 瓦斯及石油力發
電所總出馬力數

一五,三三五 馬力

一九一二年間全國發生總電量

一七,五五五,六六二,〇一四 k.w.h. (碼也)

試與八年前之統計相較。當知其五年間進步之如何速也。

一九〇七年美國發電所統計表

全國各種發電所總出馬力數

六六,一八〇 馬力

一九〇七年間全國發生總電量

一〇,六三二,四六三 k.w.h. (碼也)

以上兩表相較。美國平均每年增加發電量實不下一百萬馬力。而消耗電量每歲

* 按各種發電所者。有商營市營工廠專設及電氣鐵道專設等也。而以原動力區別之則為下記四種

k.w.h. 者。碼瓦特時也

增加平均亦十四億碼。則其今日電業之盛可概想矣。關於美國電業。吾人尤宜注目者。不惟其發電總量之鉅。而電氣公司規模之大。列國罕有其匹。一九一三年美國經營電業者。中央發電廠也凡五千五百二十一所。其發電總量一年間已逾一百四十億碼。然其十分之七咸爲少數之公司所供給者。即一九一三年中。僅由國中三十六大發電所供給電量達百十二億碼。除其十分之一輸諸英領加那大地方外。美國中用量實不下一百億碼。而諸公司中市加古市耶箇孫電氣公司發生電量尤鉅。一年間供給電量恒逾十億碼。即古諾大公司總數十分之一。更如乃亞嘎拉水電公司之負重率恒達百分之九一七。其營業之繁茂他國鮮有能及者也。

美國水力電氣最盛之地。日今首推加州。水力發電容量已逾百萬馬力。所設貯水之池。州內凡百十處。共可貯水量合我國量制逾三十億石。而用以發電後。復作爲灌溉之需。用電氣吸筒送諸高地。開墾原野。尤爲該地利用水電之一大特長。故相協並進。益成其盛也。

美國電氣利用發達所以如斯之盛者。其理由固不一而足。然最大原因實對於小

需川家極力提倡。且年年遞減價格與有力也。試舉美國聖路易市聖路易士電氣公司營業狀況記述之。該公司於一九一一年供給戶數凡三萬二千。迨去歲一九一五年末已逾五萬六千餘處。該四年間增加之率實百分之七十五。就中住宅電氣增加為數不止一倍。該公司需用雖如斯增加。而反每年遞減其電氣價格。且對於小需用家尤施種種利便。勸勵使用。例如簡便手續。低減安裝費用。且不作一時徵收。更如特派勸誘之員。多設新奇廣告等。種種積極進行方法無所不備。故短時日間能致今日之盛。茲將其一九一一及一九一三兩年各種價格比較如左。

一啓羅瓦特時即一小時平均價格表

年次	住宅燈	商店燈	直流電力	交流電力
一九二一年	二天 ^角	一五	一〇	〇六
一九二三年	一八 ^角	一三	〇七	〇七

該公司匪特遞減價格。且對於舊式電球咸為更換新式。不取價資。對於每戶之收入。費用雖逐次減少。而小需用家之增加。償之優游。而有餘。適與該公司行此果斷。

時之預想結果符合也。

更例如紐約市俄海俄電氣公司一九一四年九月中曾登廣告於美國各地報紙，表示售電之廉，因之紐約市民使用電氣極為踴躍，茲錄記大要如左。

一九一四年九月中紐約市民平均每千名用電費統計表

每人一月 間用電費	自半弗起	自一弗	自二弗	自三弗	自五弗
每千名中 需用者數	一弗者	逾二弗	逾三弗	逾五弗	以上者
	五九人	三三人	六七人	四六人	一五人

右表乃就紐約市民平均每千名中，由每月需用電氣金額之多寡，大略區別五級，而比較人數，且使察其利用電氣之盛也。需用者家庭多有使用電氣熨斗、電氣燒燂器、電氣掃除器及其他電氣各種器具者，而似此異常廣告以示紐約市民利用電氣之踴躍，即所以間接表示所售電氣比較如何低廉，故頗惹美民一時注目。美之生活程度固高，然非紐約獨然，足証廉價始克博賣，而因之益可贏利，亦適足為我之經營電業者警醒耳。

因美國電業發達之盛，故各國雜誌記載尤多，茲更舉一電氣利用繁盛之區為吾

燒燂器者燂賣包點
心之器

按美幣一弗約合我
國幣二元三角

亦多矣
最盛者皆在沿海

因循不進
其第一原因合外

按此為主論電氣動
力故未暇及電燈電
熱是固成同低廉
也

人皆之。美國愛達賀州多新開土地而居民不利用電氣者絕少。該地某學者曾誌其盛曰：電氣、空氣、水、日光、土地五者實為人生進步發達不可缺少之要素。今吾邑之利用電氣雖稱普及而淵吾人之要求所需電量尚不知幾何。距鐵道沿線四十英里以內之偏土利用電氣實無異於大都市附近之農民。而若干農家尚期待應。用電氣以補佃人缺乏。是人民之望電氣猶饑渴之於食水。今舉吾邑著名村居民不用電燈不利用電熱電力有達半數以上者當為新開拓以來未及八年者是故。吾邑之所以稱為電氣之國也。云云。據該氏之說當可想見其繁盛之概。然吾人不睹其電氣營業統計不能知其所用電力如何低廉。故再錄其最近統計報告當益可明斯矣。

一九一五年美國愛達賀州官營電氣公司電力價格表

從批制電力用量 每增羅五特時之價格

每用一瓦特者

二〇分

震動器者用以操股體者也

按日人極藉此以觀其政府萬能主義之非我國同為民主則我之官營者能步美之後塵歟

500 乃至 1000 者碼

C. 三〇

1000 乃至 3000 碼者

C. 一〇

1000 乃至 100000 以上者

C. 二八乃至 C. 三〇

該地電力既如斯低廉故種種設備多令人生意外之感州中某地鄉間新築某中學校電氣設備實不亞於美國第一流學校附近一帶村落雖則懸燃電燈婦女焚炊洗濯村夫擠牛乳製牛油等悉假電力甚至村夫野叟亦用電氣震動器陳電氣坐褥等飽享廉價電氣之幸福雖吾國富翁今日猶多難夢見憶同為人類而懸隔如是是在電業進步發達之如何耳美國該省電業純為官營惟知為民圖福利差未以營業獲利為主義故克如斯低廉因美為民主主義之國政府恆以鐵道電信電話水道下水郵便電燈等為公眾事業以圖國民便益為基礎決未假以營利雖然其國內私營者亦未嘗少有遜色莫不兢兢為公眾計其便安知為民便即自為公司便也我國經營電業者其有鑑於此乎

二 英領加那大

第六章 各國電氣事業之盛況

加那大水力之富，甲於環球。統計可利用之水力，不下一千六百餘萬馬力。今日所利用者，雖尚未及十數分之一，然亦可云盛矣。各國凡富有水源者，近來莫不漸捨火力而利用水力發電。故於此等國內，火力發電所已不多見。而該國所發生電氣大半悉輸出於美國。歲入逾二千三百餘萬元，足見其贏利之鉅。一九一三年中該國水力電氣公司發生總電量為一十五億四千三百餘萬碼，更錄其統計表如下。

一九一三年加那大水電總發電量

一五四四六四〇七碼

輸出美國總電量

七三九七〇四九碼

國內自用總電量

七〇六七〇四八碼

該國水力電氣公司中最大者為翁他略電力公司。一年中發生電量將幾全國總數之半。實不下七億碼。其中二億八千餘萬碼咸輸諸美國。電業規模之宏偉，當可設想矣。

第二節 歐洲

一 德國

歐洲電氣營業及製造之盛。當首推德國。英法遠遜弗及也。而該國中電業現象。私營專用者較多。是與他國有區異處。姑先就其公營電氣事業狀況。據德國電氣學會統計陳述如左。

第一表 德國一九〇〇年以後公營電業統計表

年次	公營電業者數	發電所數也	增加數
一九〇〇年	六五三	五三所	
一九〇五	二七五	五三所	
一九〇九	二九八	八〇三	
一九二一	三五六	五四八	
一九三三	四四〇	一五三四	

據右表當知德國電氣事業發達如何之速。自千九百年迨千九百五年滿五年間。電業者增加數五百餘。每年平均不過一百所。而一九一一迨一九一三僅二年間。電業者之增加實千五百餘。每年平均逾七百五十所。其增加率七倍半於前矣。

德國發電所數增加之激，既如上所述，然固非悉為小容量者也。試更將其大小各種發電所逐年增加狀況表示如左。

第二表 德國公營發電所逐年增加數統計表

年次	發電所容量					容量不明者
	一〇〇 k.w. 以下	一〇〇 k.w. 以下	五〇〇 k.w. 以下	五〇〇 k.w. 以上		
一九〇年	三七八所	三二七	六	五	—	
一九〇五	六七六	四三三	九	二四	—	
一九〇九	七九六	六九五	二四	四〇	—	
一九一	九八五	九二〇	二五	五二	四六	
一九三	一一五	七〇〇	一八四	一〇三	一六四	

據上表可見容量在五千瓦羅瓦特上下者增加最劇，然此僅其公營之統計耳。私營者雖未能悉其統計，然徵諸後列第四表，決其更有勝焉。

德國電氣事業之發達，匪僅限於都市，察其全國町村中利用電燈電力者，距今三年前一九一，已逾一萬一千餘處，則今日之盛可設想矣。茲更舉其數年前發達之

率以觀其普及之如何速也。

第三表 德國利用電氣之市町村數

一九一一年 一萬一千餘處

一九一三年 一萬七千五百餘處

計二年間增加數六千五百餘處。其增加率實百分之六十。可云速矣。然猶未俛此也。上所列者僅公營者。尙未及其私營之數也。茲更比較其公私經營電業統計如左。益可領略其盛。

第四表 一九一〇年德國電業公私經營數比較表

電業者數	發電所總容量	發生電氣總量約數	電燈用量	電力用量
公營者 二二〇所	一三五〇〇〇 kw.	三〇〇〇〇〇〇 k.w.h.	四成	六成
私營者 五〇〇〇所	六五〇〇〇〇 kw.	七〇〇〇〇〇〇 k.w.h.	三三成	七三成

據第四表。當知其私營之盛猶數倍於前者。然此尙爲距今五年前之統計耳。自歐州戰發。其電氣進步。當較遜於昔。惟迨當時距此統計又三年矣。此數年間之進步。

k.w. 者電力單位我國

譯謂啓羅瓦特每 k.w.

約合一三四馬力

者電量之單位即

啓羅瓦時時之謂俗

稱爲碼者也

當更有使吾人驚歎者也。

落差者上下水路地平之差也。
低落差者地平之差極小者也。

按十四億馬克合我國幣七萬萬元上下是見需用之鉅

德國境內水力可利用發電者較少。然多以人工掘大貯水池。或利用低落差水流以發電。此式兼便於舟楫。故近來多採用。是法通國可利用之水力。據水力調查局之報告。約百四十餘萬馬力云。

德國利用電力之盛。各種工廠固不待論。甚至理髮師製菓商店咸置有電動機。多有使吾人難揣其應用之理由者。然不惟此也。其電氣製造業之盛。除英國足與抗衡外。歐洲實無其匹。每年製造總額恒逾十四億馬克。其輸出總額亦逾三億馬克。英俄兩國需用尤多。惟自歐戰以來。此大項輸出多半杜絕矣。

二 英國

英國自古稱為石炭之國。出產異常豐富。故其電業多假火力。電氣工業雖遠遜於德美。而利用電氣之盛。實毫無不及。而有過之。茲錄其數年前之統計表如左。

一九一〇年英國電氣事業統計表

電氣公司數

官私營者 三三九所

地方公共團體經營者

三六所

按英幣一磅約合我
國幣十一元半

電氣鐵道公司數 官私營者 三五 地方公共團體經營者 一二

電氣公司總資本金 約

八九〇〇〇〇〇

電氣鐵道公司總資本金 約

一九〇〇〇〇〇〇

據右表觀之。足知其電業之宏偉。且地方團體組織者。逾總數之半。亦可想見英人之如何注重普及電氣利用。而以電氣事業為公益之舉。其發達悉合乎自然之趨勢也。

遍察各國家庭利用電氣。世界中當以英國為最盛。而尤首推倫敦。其發達之由。實原於電氣之廉也。英國發電所雖概為火力。而出售電氣價格合算。電燈電力平均每碼僅四五分上下。且對於電氣熱力之利用。尤極端提倡。如為熱用。則每碼僅售價二分餘。另詳諸電氣熱力組。足見英國匪特用電氣光力已彌滿全國。即電氣動力亦利用殆遍。更進而圖普及電氣熱力矣。各國之售電氣。惟限於工廠電力。特別減價。對於普通需用。未有如斯廉價供給者。英國發電所規模資金。咸遠遜於美德。加以概採用石炭火力發電。然售價如斯低廉。且贏利莫不年年增多。適與其年年減價成

反比例。其經營電氣之術。可以師天下矣。英人營商。自有天賦擅長。不然。焉足以握世界之商權歟。

英士叢爾島國。版圖不及吾一省。而發電所數。五年前已逾五百五十處。電氣鐵道發電所數。亦將及四百。近數年來。發達猶未止此。與吾相較。不啻有霄壤之別矣。

三 意國

意大利電氣工業。較諸德美。雖有不及。而利用水力電氣之盛。即水力電氣事業也實未有所少遜。且為電氣化學工業。屈指之國。而與法德諸國等。併稱於世。其電氣鐵道之盛。亦不亞於德國瑞士。蓋北境阿爾布斯山麓。富有湖川。多可利用天然水力。國人稱山中所積冰雪。為白石炭。用之不竭。誠無盡藏也。國中出產石炭。為量極少。不敷其工業用量百分之五。故近來極端利用水力發電。以補石炭之需。據數年前統計。石炭輸入之量。歲逾九百萬噸。足知此項出款之鉅矣。茲將其利用電氣發達狀況表。示如左。

意大利近二十年間電氣事業發達統計表

年次 一九一九年 一九二〇 一九二一 一九二五

總發電量
馬力數 二六〇〇〇馬力 七五〇〇〇〇 九七九〇〇 未詳

水力發電
量馬力數 六三〇〇〇馬力 六〇〇〇〇〇 六八五八〇〇 一、一五〇〇〇〇

據上表當知其水力電氣發達較速於火力。茲更將其數年前工業用各種動力與電力量比較如左。

一九二一年意國動力統計表

動力種類	動力所數	動力總 馬力數	電氣動力 馬力數
水 力	三,三三七所	九五二,八三六 <small>馬力</small>	六八五,八三六 <small>馬力</small>
蒸 汽 力	七,三六四	四,〇四五	三,四五六
瓦 斯 力	四,七四三	一,六七五〇一	五二,八九四
石 油 力	一,八三〇	三,〇〇四	一,四六七三
總 計	四六,一九四所	一,六三〇,四〇六 <small>馬力</small>	九七九,九〇六 <small>馬力</small>

據右統計，足見其全國工業所用動力十分之六，咸為電氣。然今日利用電氣程度，猶未僅此耳。除私設專用發電所外，一般電氣公司經濟狀態雖較遜於英美，然亦頗有可觀。更表示之。

一九一四年德國公營電氣公司統計表

電氣公司總數	一五〇所	發電所總數	三〇二所
發電力總數	七三,〇〇〇馬力	總資本金	七三〇,〇〇〇馬克

上記電氣公司中，贏利者一百二十五，最近一年間共獲利三千四百萬里納，得失相償者凡十五，受損失者十一，共賠八百萬里納。察其致損之由，實原於競爭過激之結果。且該國各公司發電所輸送電力距離過遠，線路需費頗鉅，故尤苦於競爭。例如米納諾市電燈用電，初每碼價格僅合我國幣四分五厘，後因營業激爭，今日已減至一分八厘，平均通國電價，每碼亦不過四分上下。一般售價雖如斯低廉，然公司分配利率亦間有逾一分者。實由其資本之大，需用之鉅也。茲舉其最大電氣公司三十平均所配利率如下。

按意金每里納約合我國幣四角五分

按電燈用電如斯低廉者誠屬罕有

年次 一九二二年 一九二三年 一九三三年

平均利率 六厘 六厘 六厘

足見一般公司平均利率固非極低。且動力之廉。適可期工業之發達。電氣公司贏利雖較少。而年年電量增加之鉅。足証其工業之激進無已。是誠利用電氣足以富國裕民之道也。

四 瑞典及 挪威

兩國水力之富。歐洲列國鮮有逾其上者。計其可利用之水力。兩國適相彷彿。共合實逾一千三百萬馬力。且俱乏石炭之產。二十年前工業極為幼稚。然朝野力圖開闢利用此天然富源。故今日之狀況。純異昔日面目。然利用水力之量。尙僅十分之一。前途發達誠無已也。且因土地多為高原。富有湖澤。於水力發電所極為適宜。且易於修築。工程需費極少。故電力價格異常低廉。兩國電力價格每碼僅一分左右。國中市邑未利用電氣者。據最近之統計實僅十分之二三耳。可概想其盛。且瑞典住宅利用電氣尤極其妙。都市住宅門戶幾盡應用電力。按戶外電鈴之鈕。則戶輒

*按下記為國中平均
山價價格耳其自費
專用之電力每碼有
僅合二厘餘者也

自啓而廊下電燈自明，入戶則自閉，啓客室之戶亦然，其他室內電話、電燈、幾無家無之，電氣似已爲生活必需之物，缺之則殊爲不便矣。

諾威發電量據一九一四年統計略如左表。

發電所數 總馬力數 電燈用量 電氣化學工業用量 其他電力用量

一四三^所 表 八七〇〇〇^{馬力} 三六〇〇〇^{馬力} 五七〇〇〇^{馬力}

一九一四年中新設發電所凡一百七十二處，迨去歲末全國總馬力數當已逾八十五萬馬力，而該國可利用發電之水量，據學者調查，可得六百萬馬力，以現今進步推論，迨一九七〇年當能達此數，且預想當時利用狀況大約如左。

迨一九七〇年諾威電氣事業狀況設想表

一般電氣於 電氣化學 製材及其 電氣礦山
 司機容量 工業用量 他諸工業

1750000^{馬力} 1750000^{馬力} 1750000^{馬力} 1750000^{馬力}

瑞典電力雖未詳其統計，然大數與諾威殆相若，現今所有總發電量亦將及七十餘萬馬力，其電氣化學工業之盛實不亞於諾威，僅此項製造所用電力據去歲報

按瑞典諾威兩國電氣化學工業多爲製造氮素肥料、鐵及炭化石灰也。

按瑞典該發電所係全工完竣當為歐洲第一云

告已逾四十五萬餘馬力。其中最大某國立發電所近已擴充至十二萬馬力。可想見其電氣化學工業發達之如何矣。且國中所有鐵道。將盡更用電力。改汽力機關車為電機車。近已着着更易矣。

五 俄國

歐洲列強中。電業發達最緩者莫過於俄。而該國今日之狀況亦頗有可觀。固非與我能同日而語也。據去歲統計。全國公營發電所大數如左。

公營發電所總數	自治團體和標者	公司經營者
一三〇	六	五

自治團體設立發電所八十處。供給五百餘萬人口。公司經營者五十七處。供給九百四十餘萬人口之需。以少數公司而反供多數人民之用者。因公司經營專為贏利。多設於工商業繁盛之都市。或人烟稠密之地。而自治團體所設。咸為公益起見。不必擇地點故也。

俄國電氣工業已往十年間之進步。以其年年機械器具輸入額與電器及電機輸

入額相比較。當知其利用電氣速度之如何也。

俄國十年間電機電器輸入統計表

年 次 一九〇四年 一九〇七年 一九一一年 一九一五年

機械器具輸入額 六六二七〇〇〇俄 二七九八〇〇〇俄 三六八九〇〇〇俄 三五九七二八〇〇俄

電機電器輸入額 四四七三〇〇〇俄 五七五九〇〇〇俄 一四三三〇〇〇俄 二五二四〇〇〇俄

據上表觀之。已往十年間機械器具輸入額約增加二倍半。而電器輸入則增至五倍半。其輸入增進之率。實倍於各項器械。且自一九〇四迨一九〇八該五年間。電器輸入額。平均每年不過五百五十萬盧布。而一九〇九迨一九一三同五年間。平均每歲輸入驟漲至一千五百二十萬盧布。可概想其電氣工業發達程度之如何矣。

六 瑞士

瑞士水力與人數相較。實為世界第一豐富之國。其利用水力發電之盛。世人莫不驚歎。國中都市固無待論。雖山野隙邑。電線亦密布如蛛網。鄉郊農村亦咸知利用

按俄幣每盧布約合我國幣一元一角許

電燈、電力。且富有風光景色。旅客留連。故交通機關諸電氣設備尤絕其妙。宜乎有世界公認之稱。總計其全國可利用發電水力實不下百五十萬馬力。而其版圖之小。吾人所熟知。固天惠其民。以此富源。然亦在人之能利用否也。該國素缺產石炭。故發電悉仰水力。現今利用者已逾五十萬馬力。且其電氣事業尤其特長。爲振興小工業計。力求供給廉價電力。以普及電氣動力之利用。或數小町村以半公半私之資本聯合組織一電氣公司。以供居民之需。或特設電氣動力工廠。租賃於各種手工業者。俾得利用動力。以求改良製造。關於社會政策。上猶特講究各種利用方法。殊足爲吾人模範。

瑞士利用電氣既如斯發達。詳考其由。雖原於水力富豐所致。然以該國一般發電所工程所需費用與他國相較。則其出售電力價格殊覺低廉。對於小工廠售價較昂者。每碼亦不過二分半。至如普通電燈用電。每碼至多亦不過一角。若按月計算。即夜燈十燭光每月僅三角七八分之譜。可概想其廉矣。

七 法國

法國東南境亦聯阿爾布斯山麓。頗富於水力。國中石炭產額爲量固非少。然歲耗數千萬噸。國產難敷其需。約三分之一須仰給於外。然統計全國可利用發電之水力。逾五百八十萬馬力。故該國政府民間咸熱心從事啓發利用。十餘年前已設有調查水力局所。漸廢火力而利用水力發電矣。

法國電氣化學工業之盛。誠爲世界屈指之國。其原因實由於利用廉價電力兼電氣化學技術之擅長也。該國數大製鋼工廠所用電力。每啓羅瓦特一年間價格平均僅合十七元上下。按定額制卽每馬力一年僅需十三元之譜。足見其廉。該國政府亦

仿瑞士政策。極力勸勵小工業家利用電力。且關於農業上應用電氣亦極思圖其普及。惟未得其詳細報告爲憾耳。國都巴黎電力價格素較昂於他國。因悉假火力發電。且工資石炭價格咸昂。然數年前新設一大水力發電所。開鑿法瑞國境倫河之水路。發電力三十六萬馬力。遠輸巴黎。總工程費用一億二千萬佛郎。可謂空前一大計畫。而巴黎市中電力價格卒減至三分三厘上下矣。

按法幣每佛郎約合我國幣四角五分

按億者萬萬之謂

歐美列強。利用電力。咸極其盛。固無足異。而北海叢爾小國之丹麥。人口不過二百七十餘萬。面積較小於瑞士。不足一萬六千方英里。而稱為農業畜牧雞卵之國。歲入恒逾二億餘元。且非有石炭水力之富。而電氣事業之普及。未覺有遜於列強。故特細陳述。用為吾人醒劑耳。

丹麥首重農業畜牧。至如工業。殊為幼稚。然電燈、電力則意外發達。已普及全國。凡人口五千以上之市邑。莫不有發電所之設。據四年前之統計。全國發電所總數已達三百四十六處。茲更分類表示如左。

一九一二年末丹麥發電所統計表

發電所 總數	都市發 電所數	地方發 電所數	發電所總 馬力數
三五六	六二	二六五	七,二四〇

總發電力雖僅七萬七千餘馬力。而發電所為數逾三百四十處。若更以其面積及人口數目計算。平均每四十五方英里。或平均每八千人必有一發電所。每三百六十人必有一馬力之發電力。然今日猶未止此數。當知其電氣普及程度之如何也。

按我國自行經營之發電所容量據後節所述恐尙未達丹麥國都之數也

且其國都某二大發電所容量共計不下三萬九千七百餘馬力。實逾全國總數之半。以北歐區區數島之國都較普亞洲第一大國所發電量相若。幾何該國電氣之發達。固非有列強之規模。非有天然水力之富源。僅百數十馬力之小火力發電所耳。而自電氣勃興以來。迄今僅數年。已布滿全國。茲將其近十年來發電狀況表示概略如左。

丹麥近十年間電氣事業統計表

年次	發電所數	總馬力數	總工程費
一九〇六	五所	七,〇〇〇馬力	七,九〇〇,〇〇〇馬克
一九〇八	二六〇	一六六,〇〇〇	一六三,〇〇〇,〇〇〇
一九一〇	三二六	五九六,〇〇〇	五五,〇〇〇,〇〇〇
一九一三	四四六所	七三二,〇〇〇馬力	七三,〇〇〇,〇〇〇馬克

按德幣每馬克約合我國幣五角

據上統計觀之。丹麥發電所距今十年前爲數僅七十五處。迨一九〇八年末。僅二。年間發電所數已增加二倍餘。發電量亦增至二倍有半。然自一九一〇年丹麥國

都二大發電所建設以來。總馬力數較二年前即一九〇八年更增至三倍半餘。可謂該國電氣事業勃興時代。自一九一一以後二年間。每歲發電所增加數實達五十餘處。其發達程度之激烈可設想矣。

丹麥發電所雖多為火力。然其售電價格殊廉。故能致今日之盛。茲將其國都二大發電所電燈電力價格表示如左。

電燈用電每碼價格

動力用電每碼價格

至昂二角 至廉一角

至昂一角 至廉二分三厘

據上表可見價格之廉。且按用量多少及使用時限並使用期間等。分定各種價格。以勸勵利用。故事易而功倍也。對於該國電業更有宜注目者。數年前新與瑞典某大水力發電所訂立契約。擬輸送電力二萬馬力於丹麥國都。其間距離二百四英里。相隔海峽三英里有半。用海底電線接續。已從事調查測量。敷設海底電纜實驗矣。果見諸實行。則丹麥國都電氣事業面目當更爲之一新。

然丹麥國都大電氣公司近已有三所。除小者不計外一九〇九及一九一〇兩年間三大

發電所供給國都之總電量及電力消耗總量並其國都人口比較如左。

按發電總量中電氣
鐵道亦含其內
碼者即不計也

年次	三發電所發電總量	一年間消耗電力總量	丹麥國都人口
一九〇九年	二六,五〇〇 <small>萬馬力</small>	二四,六〇〇 <small>碼</small>	五七,四五〇人
一九一〇年	一八,三〇〇 <small>萬馬力</small>	二七,三〇〇 <small>碼</small>	五八,三〇〇人

據上表觀之。一九〇九年丹麥國都居民平均每人一年間消耗電力約四十三碼。而翌年則增至四十七碼之多。近年當已逾六十碼。若與瑞典之契約果行成立。則丹麥國都居民用電更自增多。是豈天福其民歟。抑人力有以致之也。

九 奧國

奧國領域亦富有水力。計其全量不下六百五十萬馬力。國中水力發電所容量馬力數雖已逾五十萬。未及總量十分之一耳。阿爾布斯山麓水力尤富。實逾全國總數四分之一。故擬將其附近一帶鐵道悉更用電力。改用電氣機關車。已設立鐵道專用發電所多處。統計其國中電氣鐵道。三年前已逾八百五十英里矣。奧國公營發電所數。據一九一二年統計凡八百五十四。而翌年一九一三年驟增

購求電力發電所者
不自設原動機發電
惟向他大發電所購
其餘剩電力再用以
釋發公司也

至九百三十三。該一年間增加數凡七十九所。計其增加總容量實五十四萬餘
羅瓦特。約合七十三萬馬力。亦可云偉矣。茲將其一九一三年國中公營發電所統
計如左。

水力發 電所數	火力發 電所數	水力火力併 用發電所數	購求電力 發電所數	總 數
四八所	三六〇	一五三	五三	九三三

關於現國發電所總容量馬力數。惜未詳其統計。然試舉其大發電所之一例。俾資
吾人參考。

一九一〇年維也納第一火力發電所統計表

發電所容量 壹,八五五 k.w. (約合八萬八千三百馬力) 一年間發生電量 1,700,000,000 k.w.h. (即億
七千萬度)
右表所計。尙屬距今六年前之數。自然以一公司一年間發生電量已達一億零七
百萬碼。且一九一三年全國增加電量復如前述之鉅。當可想見其盛。惟未悉其全
國利用電氣盛況爲憾耳。

第三節 亞洲

第六章 各國電氣事業之盛況

一 日本及朝鮮

東亞諸國利用電氣成較後於歐美。今日發達狀況固亦遠遜英及。然俾據亞洲論。最爲進步發達者。當首屈指於日本。英領印度次之。至如我國猶望塵愧弗及耳。日本利用電氣之興。迄今未逾十年。雖非極盛。而普及殆遍全國。其發達之由。實近數十年來科學教育之效果。兼經營得法。且國土多山岳川湖。富於水力。而又能開闢利用。故成其今日之盛也。近八年間該國電氣事業發達狀況。據其統計表示如左。

近八年間日本電氣事業統計表

年次	公營發電所數	私設專用發電所數	電氣事業總馬力數
一九〇九年	一五四所	六一五所	二五八〇〇〇馬力
一九一一年	二四八	九〇五	四三〇〇〇〇
一九一三年	四〇四	一三〇五	八〇七〇〇〇

一九一五年日本私設專用發電所。尙未詳其統計。然公營發電所數已增至六百三十四處。總發電力計一百零一萬餘馬力。惟其中未築成之發電所尙有若干處。

*按電氣鐵道發電所亦在此統計內

按日幣一圓約合我
國幣一元一角五分
上下

除此不計外。去歲末日本公營發電所總發電力實數約六十二萬餘馬力。若加入
私營之數。總計當已逾百萬馬力。公營總資金去歲已達六億一千九百餘萬圓。可
謂盛矣。

察日人利用電氣。首在電燈。據三年前統計。平均合算每人已得一燭光餘。每九人得
十燭光電
燈一。其次則為電力。其需用狀況大略如左。惟私設專用者未在此數耳。

一九一三年末日本公營發電所出售電力統計表

電動機需 用家數	五,〇三〇	電動機數	三,三三六	總馬力數	二,七三五
其他一般電 力需用家數	五,五〇〇	總電力量	二,〇四六	<small>(折合十四 萬馬力)</small>	

以上所計電力之數用途種類不一。茲更將其純為工業所用電量統計類別如左。
可察其工業利用電量。兼比較其各種工業需用電力趨勢之如何也。

飲食物製造用	三,〇〇〇	化學工業	三,三六八
	k.w.		k.w.
織染工業	三,三九三	機械製造	九,九七

*按所謂雜業及其他者紡績織業繅業造船製造烟草藥米等類俱含其中

礦業 一三六 學術醫療用 一二五

雜業及其他 三二〇五 總計 一〇〇,八九九_{k.w.}

右表總計工業所用電力約十萬餘啓羅瓦特。約合十三萬四千馬力。然是僅舉其梗概耳。凡大工業所用電力。多為專設。未列其內。統計其數亦有十二萬餘啓羅瓦特。約合十六萬馬力。此外電軍所用電力統計約十六萬九千馬力。以上咸為三年前之計數。今日尙不僥此也。

日本電氣利用發達之由。要亦不過年年遞減。電力價格為其主因。試將其逐年遞減電價與全國使用電動機數比較對照。當知非謬也。

年次 每馬力一月平均價格(定額制) 電力發電所 水力發電所 電動機數 總馬力數

一九〇七年 二七〇元 九〇元 三三六五_台 二二,四九_{馬力}

一九一〇 一四五 八〇 七九七〇 三三,八九

一九一三 一四四 七五 七三三六 一〇七,三三

日本電力多準分額制度。一定馬力每月即一定價額。馬力數愈大。電力愈較廉然。

按日本可利用發電之水力亦不下五百萬馬力云

亦有用從量制者。亦由每月用量多寡，定相當之減額。雖火力發電所至多，每碼電力亦不過四分廉者，僅二分。上下若為水力發電，則多為一分餘耳。該國電力利用發達之速，公司低減價格固為主因，然關於營業之法，無日不加講求。如勸勵廣告等極其勤懇，務期近乎理想，使人先覺其利，而後樂於用。且關於電機租賃、販賣、安設、試驗等極為從廉，使人求取，故能漸成其盛。大勢雖尚遠遜於歐美，而其前途之發達又詎可限量。現為水力豐富之國，復擁朝鮮、滿洲、台灣之富耶。茲將其經營朝鮮、台灣關於電氣方面略敘述之。

朝鮮都市已設有電氣公司者約計二十處。發電所總容量將及八千啓羅瓦特，約一萬餘馬力。總資金約一千二百萬圓，合我國幣約一千三百八十餘萬元。除元山發電所為利用水力外，其他咸為汽力或瓦斯力。茲列其大略統計如左。

一九一四年朝鮮公營發電所統計

發電所名

京城
新安州

仁川
釜山

平壤
鎮南浦

元山
羣山水浦
及其他數處

發電所容量

三,000 k.w.

六,000 k.w.

三,000 k.w.

1,000 乃至 200 k.w.

茲更就其發電所用原動力種類區別如左。

原動力	瓦斯力	汽力	水力	電力	合計
發電所數	二所	六	一	一	六

都市發電所中。以京城電氣公司為最大。新安州者為鐵山用試將其營業狀況表示如左。

一九一四朝鮮京城發電所統計表

電燈需用戶數	四九〇〇	燈	數	三九〇〇個 <small>(每盞作十燭光核算)</small>
電力需用戶數	八五	電氣鐵道		三回英里

該公司總資金六百萬圓。一年電燈收入約五十六萬圓。電車約十五萬六千圓。年利八厘云。朝鮮京城居民日人約占四分之一。而電燈需用戶數。韓人反不及日人三分之一。是固原於韓民生活程度極低。風化未開之故。然屋宇過於矮小。不適於用。缺少石炭水力。電氣價格不廉。亦為一大原因。然日人殖民漸多。交通日便。則電氣之利用必可逐年增加。日關於朝鮮水力。日人已從事調查。為甚雖匪鉅。當悉由日人利用無或少遺也。

按京城人口約計二十四萬人
按朝鮮通國利用電力戶數約計四百五十萬人
惟未詳其馬力數
耳
按據日人調查朝鮮水力統計可利用發電力者計三十八處約三萬三千餘馬力云

朝鮮私設發電所亦有十六七處。然專為工業用者約居半數。其中以漢城鑛業公司汽力發電所為最大。容量二千啓羅瓦特。約二千七百馬力。東洋金鑛公司水力發電所次之。容量五百啓羅瓦特。約七百馬力。韓地富有鑛山。每年產額逾一千一百萬圓。約合我國五六元。將來利用電力。當以鑛業為最盛也。

台灣地多山脈。水力頗鉅。居民用電氣者雖極少。然富於物產。近來日人經營製造工業殊為發達。歲贏鉅萬。故極力調查水利。俾獲低廉動力。已設水力發電所四處。計一萬三千餘馬力。

二、英領印度

印度電氣事業。經英人經營多年。亦頗見發達。統計其主要發電所總電量。三年前已達十二萬啓羅瓦特。約合十六萬馬力。茲據其統計大略如左。

一九一三年印度主要發電所統計表

發電所種類	水力發電所	火力發電所	私設專用發電所	總計
發電所數	三所	四所	二所	九所

發電馬力數

110,000 馬力

411,000

5,800

1,571,000 馬力

以上統計外，小發電所尚多，咸未加入，僅計其主要大發電所，俾察其電業之盛耳。印度發電所中最大者為塔塔水力發電所，其容量約八萬六千馬力，加爾各答市火力電氣公司次之，約一萬八千五百馬力，哥別利瀑布發電所本居第三位，而逐年擴張，今已達二萬一千馬力，凌乎加爾各答以上矣。印度電氣主要用途，亦多在製造工業，鑛山動力及電氣鐵道等，而其物產豐裕，鑛業富饒，且英人經營不遺餘力，故國中電力逐年增加無已也。

第四節 中國

以上各節，咸述各國利用電氣之盛，雖敘述失律，亦可得其梗概，然轉顧我國今日狀況，雖未詳加調查，且未見可據之確實統計報告，而姑就目睹耳聞及較足據信之調查，略記述之，以作彼我之比較，固難謂的論，然大旨不遠矣。

我國電氣事業統計表

公營發電
所總數

總發電力
量也

總資本金

全國利用總電力
(電氣動力) 量

按下表私設專用電力不其在內

按八十七所中有電氣鎮並發電所三處電燈電車兼營者四

按營日本溪湖兩處係中日合辦否則不天長春兩處發電所容量中含有日人經營之發電所容量在

八所

7,000 k.w.

(約合九萬四千馬力)

4,250,000 元

3,400 馬力

我國內發電所總數雖有八十七所然含有外人經營及參有外人資本者在內故純為我國人經營者實無此數茲更由下表區別之。

發電所種類	官營	民營	民營兼外資者	西人經營	日人經營
發電所數	六	四	三	一	一

發電力	三種共計	2,400 k.w.	5,000 k.w.	2,700 k.w.
-----	------	------------	------------	------------

實本金	3,500,000 元	1,250,000	5,800,000	2,500,000	6,300,000
-----	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------

據上表可見純由我國官商經營者為數僅四十七，不過總數之半，純資本金未足一千四百萬元，不及總數三分之一，而發電力亦僅占五分之一耳。以上統計不過大數之比較，畢竟難察其詳，故更綜合近二三年來中外雜誌所載述者表示如下，以証前表固非不可據信者也。

近年我國經營主要電氣事業統計表

私設專用者不在此數

市名	北京	本溪湖	廣州	漢口	長春	奉天	上海	福州	營口	南京
----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----

內下記乃其總數耳

傅家甸在哈爾濱
按雲南發電所係我
國惟一水力發電所
云

*按前到統計外廣東
某商港有一百五十
萬瓩特又九龍鐵
道沿線某地有四十
萬瓩瓦特其他小發
電所及南昌鎮江發
電所等未悉其詳耳

*按上海英法電車發
電所容量尚在下記
數目以外

按開原在鐵嶺北沿
南滿鐵路

第六章 各國電氣事業之盛況

一五〇

發電所 容量	三,二〇〇 k.w.	三,〇〇〇	一,六〇〇	一,五〇〇	一,三〇〇	一,〇〇〇	九〇〇	六〇〇
市名	杭州	蘇州	濟南	吉林	傅家甸	常州	三水	成都
發電所 容量	六〇〇 k.w.	五〇〇	四〇〇	三〇〇	一七〇	一五〇	八〇	五〇
市名	雲南	蘇州	濟南	吉林	傅家甸	常州	三水	成都
發電所 容量	六〇〇 k.w.	五〇〇	四〇〇	三〇〇	一七〇	一五〇	八〇	五〇

上表為我國各主要地點電氣公司之總容量。然其中或間有稍加擴充者。亦未可
定。且此中遺載者尚有數處。惟未詳其容量耳。此外關於外人經營之主要者。再統
計如下。

外人經營主要電氣事業統計表 私設專用者
不在此數

市名	上海	撫順	天津	大連	香港	九龍	青島	旅順	北京	開原
發電所 容量	三,〇〇〇 k.w.	七,五〇〇	五,〇〇〇	四,〇〇〇	三,五〇〇	一,五〇〇	七〇〇	五〇〇	三〇〇	二〇〇

右表亦不過計其大致。其他哈爾濱俄國私人經營小發電所數處。總計亦不下一
千五百瓩羅瓦特。更如澳門、汕頭、廈門、漢口、安東、鐵嶺、遼陽、海城、五房店等處外人
經營之小規模發電所尚有若干處。未得其詳耳。今姑據前兩表數目比較如左。

中外經營電氣事業比較表

按我若加入私設專用之發電所或可達外人之半數耳

按下表以外漢口揚子機器廠及其他二三紡紗廠等亦有專設發電所之設

我國公共發電所數	三所	總容量	一七九〇kw.	約合	二四〇〇馬力
外人公共發電所數	二〇所	總容量	四三三〇kw.	約合	六二〇〇馬力

右表數目雖不足為全數之比較，然凡主要者敢信無大遺漏。試據此表觀之，我之為數固較多，而規模咸小，外人所設容量恒大，計其總數已逾我二倍有半。足見我電業之幼稚，而利用之不振，惟天津及上海兩地，外人經營之發電所，俱有數處，前表容量數目為各地之總計，耳。然滬上英人電氣局容量實達二萬啓羅瓦特，更如天津北國電氣公司亦四千啓羅瓦特，較昔最大之京師發電所容量猶在以上。固非以數多而成其鉅者也。

我國大工廠自設電機採用電力之主要者，據最近調查表示如左。

我國主要私設發電所統計表

工廠名	開平鑛務局	漢陽鐵廠	藥鑛	唐山洋灰公司
發電所容量	二〇五kw.	一九〇〇	一五五〇	九五〇

右表總計六千四百五十啓羅瓦特，約合八千六百五十馬力耳。開平鑛鑛早經合

併。共用三千六百啓羅瓦特。每年用電量約計二百五十二萬餘碼。當為我國工廠利用電力最鉅之量。是吾人所宜注目者也。

我國電氣公司銷路主為電燈。見本節第一表。至如電力、電熱、惟滬上英人工部局電氣部銷售較廣。他地殆無。而外人經營於各地租界者則概有之。上海英人工部局所售電力電熱之廉。誠為國中第一。其銷售之鉅亦非他所能及。茲將其最近營業狀況記述如左。

一九一四年上海英人工部局電氣部統計表

電燈用電量	電力用電量	電熱用電量	發電所總容量
156,215 k.w.	11,000 k.w.	1,000 k.w.	110,000 k.w. (約合三萬馬力)

*按該公司所供給燈數當一九一四年末已逾五十三萬盞

*電燈租價每月僅取銀五分

該公司經營方法。悉仿歐美新術。夏日出賃電扇。冬日復賃電爐。並出租小電氣器具。租價意外低廉。電力價格匪特對於工廠減價。對於一般居民亦極從廉。每碼不過四分之三。以推廣電氣利用為目的。故能成其今日之盛。滬上我國居民採用電爐個數已逾一千五百。樂用小電動機者為數亦匪少。當知價廉需用自廣。願我國

按我國都市有電氣公司者僅四十餘處耳。

按我國八十七發電所中東三省有二十五其中純由日人經營者有七所之多。

大都市中無電氣設備者爲數尙鉅。我國民教育及生活程度雖低。然非盡不能導之利用。是在經營之如何耳。

試就我東三省而言。自日俄戰後。悉屬於日人勢力範圍。該地風化自較低微。而日人利其鑛產農產之富。汲汲經營。以謀利用電力於居民之製粉、製油業者。及灌漑、鑛山等。且凡屬彼政府或其移民所經營者。固已多採用電力。謀其擴充矣。日人之於滿洲。猶垂涎若是。各國之對我中原沃野。更可知矣。故我之實業家儘可及時奮勵經營。幸勿坐視我利權日外溢也。

電氣動力篇終

第六章 各國電氣事業之盛況



按第三項爲審定起
動影響時所必需

附錄

一 採用電動機須加研究之專門事項

本書既續述工業利用電氣動力之利害適否，且解述極求平易。未涉專門學術，然更爲閱者參考計，略將利用電機須加研究之專門事項記錄如下。惟未施以解釋，因理屬專門，言之匪易，需用者實諸專門技師斟酌可耳。

一 宜用何種電流

交流或
直流

二 如宜用交流，則應取之電壓及周波數如何及可得變動之範圍如何。

三 發電所及送電線之容量，並送電系統中其他負重之如何。

四 運轉機械之種類，運轉之性質，連續或
間斷，速度之極限。

五 運轉方法，集團或單
獨運轉

直結式 固定或可挽
施絕緣否 結合之大小 傳動帶式 傳動輪之大小
傳動帶之裝置
外側承軸之如何
緊瑣

鎖鏈式 小齒輪
之大小 齒輪式 小齒輪
之大小 磨擦力式 速度上昇時能否
用潤滑子靜止之

六 負重狀態

1. 負重連續否。

2. 負重較有規則而從一定周期之運轉。但每周期間有停止者

3. 多少有規則且從一定周期而運轉無停止者。此時須備一周期間之完全負重曲線圖

4. 周期之某部分有不得隨意變更者否。

5. 譬如用離心唧筒因狀況之變遷所生負重之變化如何。防烈此點電動機須備餘地

6. 將來之狀況。負重不久即加增否。能高其速度否。應否要蓄勢

輪之作用。

七 起動狀態。徐緩或急速 停止或逆運轉。加速之時間。負重與速度併增否。

八 速度。須精密調整否。一定速度。能調整之速度如何。變遷速度。多種速度。速度範圍如何。負重與速度併減否。

九 制御。手動或自動。遠隔。制動。機械的或電氣的。 大電動機之停止。

十 地方之狀態。塵井。濕汽。酸霧。易燃物質。高溫度。 通風。安電機法。便於檢修否。 保安裝置。

以上十項全屬專門學術。乍見幾疑利用電動機有不勝其煩然今日所謂文明利器者固非然也。且第四五項本屬機械學術而第七八九諸項適為電氣動力之特

長。固宜預爲審定者也。再則此不過爲大規模利用者所宜講究。至如小工業固無庸如斯煩瑣也。

二 各國電氣公司熱心經營之實例

一 營業者之禮節 某國電氣公司關於營業部員對公眾禮節訓示大要如左。

一 殷勤。己所不欲勿施諸人也。

二 電氣公司事業殊繁複。多需專門知識。在諸君爲日常業務。固深明晰。而世人殊難盡解。如有所質問。須明白解述。不可有自矜口吻。

三 言語僅足表示意思耳。猶須慎重態度。殷勤持已。則言語尤覺美滿。

四 禮節自持者也。莫擇對語者之如何。

五 凡營業上之禮節。公眾對於諸君有要求權利。而諸君有應盡之義務。公司營業圓滿。則諸君於公司可高其地位。而裕生活。且與人爲善。當自滿足。是所以酬諸君也。

二 營業者之教育 各國電氣公司關於營業部員咸施以特別教育。俾知電氣

每星期講演兩日每
日三小時會期共六
星期

附錄

一五八

營業之法，日本亦已仿行，每年開講習會數次，每次講演共三十六小時，招集各公司部員達二百名之衆，講習科目則爲公司沿革及綱領，電氣販賣法，需用增進策，價格計算及徵收法，架線及電線維持法，電氣機械器具大要，工廠衛生及會計法等，講演者悉爲公司之要職，所需費用概由公司分擔，不取諸部員，且講習中亦照付工資，惟每臨講演，則前日所授者必施以考試，答案復加以批評，使部員高其品性知識，對於公衆易融和感情，故公司所收效果殊良云。

歐美各國除教育營業部員外，並有招集貧民兒童作勸誘員者，不僅授以勸導方法及禮儀聲容修辭等，且訓育彼等將來能從事於有爲之職業，並爲貧兒設蓄金之便，凡增一需用家，即酬以相當之資，而代之貯蓄，按一定期日付其父兄，是一舉而兼收其利也。

一 三 日人之電力利用增進策
更減電力價格。

- 二 低減機械器具租價及擦磨費用，或一概免除。
- 三 夜間亦供給電力。
- 四 採用從量制度。
- 五 當初用電氣動力小工業家所難任之鉅額費用不作一時徵收。
- 六 電氣公司對於電力需用者須更加殷勤。
- 七 電氣公司須力圖普及一般利用電氣之知識。
- 八 注意關於利用電力新方面之研究。
- 九 凡使用他種動力者新改用電力時，原設機械多歸無用，殊為不利，恆為普及電力阻碍。故電氣公司關於賣却舊機須盡相當之力。

44

212142

附

錄



170



翻印必究

電氣動力篇
定價大洋五角

中華民國五年七月印刷
中華民國五年八月發行

編輯者 河陽盧南生

印刷所

天津河北元渤海印刷局

發行所

工業電氣社

寄售處 各大書肆

#14
212142

