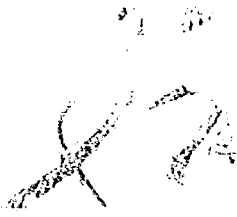


電機叢書
線路工程手冊前集

國二十三年八月一日初版



中國聯合工程師 股份有限公司

CHINA UNITED ENGINEERS, LTD.

上海南京路大陸商場五三六號 536 CONTINENTAL EMPORIUM

NANKING ROAD

電話九三七一一

TEL: 93711

電報掛號零三四二

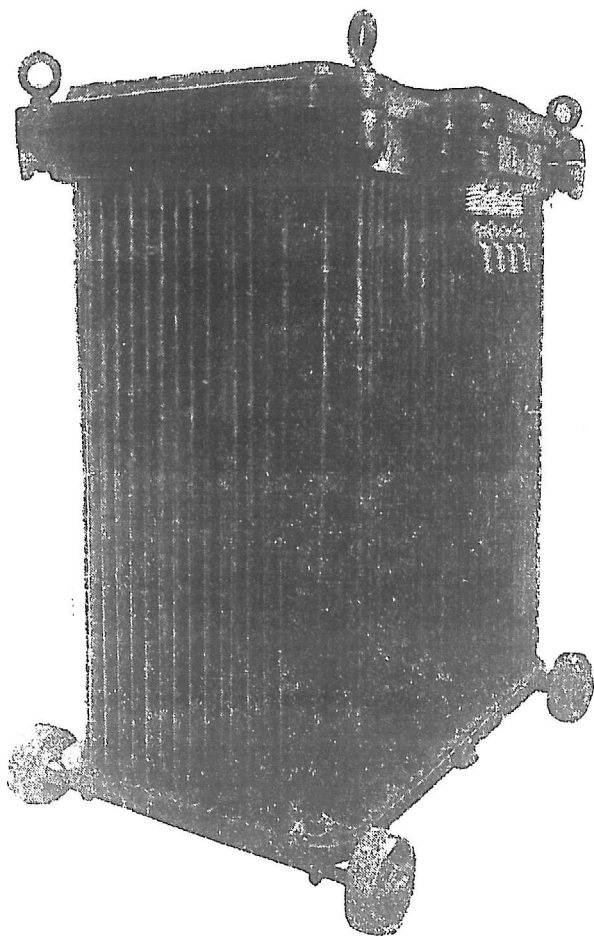
RADIO ADDRESS: UNITEDENGS

宗旨 集中工程學識與經驗
促進工業 服務社會

承辦

- (1) 工程顧問
- (2) 工程設計
- (3) 工程承包
- (4) 代辦機料
- (5) 經售機料
- (6) 轉售舊機
- (7) 代修機件
- (8) 代辦註冊領照
- (9) 介紹工程人材
- (10) 及其他一切工程業務

華生電氣變壓器



本廠製造之變壓器原料優良構造精密全國大小城市電廠無不採用

蓋貨真價實非一般低價之品或泊來品所可頡頏如蒙惠顧無任歡迎

上海華生電器製造廠

事務所南京路日新里電話⁹²⁶⁹⁶₉₁₇₀₁電報掛號22251

益中福記機器瓷電公司

(原名益中)
(機器公司)

全國馳名最有效率之

↓
國貨變壓器

工 電 事
廠 話 務 所

第 一 一 上海漢口路七號
二 一 六 四
霍 浦 七 四
必 東 〇 〇
蘭 洋 六 八
路 涇 號 號

民國二十年份重要用戶表							
電 氣 廠							
用 戶 名 稱		供 給 最 大 容 量	接 數	KVA			
上海	華都	商電	氣電	公	司	2	700
上鎮	江州	大武	照進	電氣	公	32	100
常	州	州	電	公	司	1	600
常	州	州	電	公	司	2	200
上	海	州	壘	電	廠	9	100
常	州	州	北	水	廠	5	100
上	海	州	電	氣	廠	1	200
九	江	熱	電	燈	公	3	50
上	海	映	東	氣	公	1	100
長	海	浦	明	燈	公	4	30
廣	興	長	電	力	公	6	25
松	州	電	燈	公	司	3	30
金	江	電	燈	公	司	2	50
吳	華	電	燈	公	司	1	50
興	盛	澤	復	新	電	1	50
海	門	恆	和	泰	電	1	50
福	建	浦	田	電	公	2	30
徐	州	耀	華	電	公	3	20
真	茹	電	燈	公	司	1	35
餘	姚	正	電	燈	公	1	30
開	封	普	大	臨	公	1	30
河	北	通	縣	電	公	1	20
瑞	安	南	堤	電	公	1	20
吉	林	大	興	電	公	3	10
工 廠							
長	興	煤	礦	公	司	4	100
柳	江	煤	礦	公	司	1	150
上	海	水	安	紗	廠	2	100
四	川	成	都	業	力	7	10
紹	敦	電	機	水	公	1	20

德商 上海 禪臣洋行

分行 天津 漢口 北平 香港 太原 瀋陽 廣東 青島

敝行創立垂九十載專營進口出口及各項工程機械茲將經售德國名廠各種機器摘要臚列於後
 經理：(一)奧倫斯登科伯爾廠 各種標

準鐵路及輕便鐵道應用一切材料及機車客貨車等

(一)葛益吉電機廠 各種電汽機件
 用具及電料

(一)普達鋼廠 各種鋼料

經理：(一)各種動力機器及用具

(二)各種自來水廠機器及用具

(二)各種實業應用機器

(二)各種工具機器

除上述各項機器外本行並專門供給各省路市及水利工程應用之一切機器

樣本及價目單函索即寄

SIEMSEN & CO.
 Importers-Engineers-Exporters
 451 Kiangse Road
 SHANGHAI

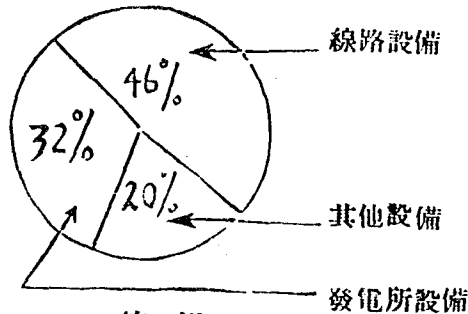
震泰豐木行廣告

敝行開設惠農橋南首已歷十載貨精價廉向蒙各界稱許今庚爲推廣營業加添姓記另於北新橋右首特設震泰豐錫記並派妥友往贛杭寧滬常鎮各埠採辦廣木西木龍南瑞金雙桐丈五丈三西營平毛松各桐花旗洋松柳安柚木紅白板企口板條子板松板杉板以及各種分板洲桐材板花色齊備選貨精良並承辦各種長短電桿威墅堰電廠無錫電話公司所用之長短大小電桿皆曾經手夙有年所並荷贊許合式茲爲酬答多年顧客起見抱定薄利主義倘蒙光顧無任歡迎屆時敝行所言非虛也

無錫 惠農橋南首震泰豐姓記木行（電話五百九十二號）
北新橋右首震泰豐錫記木行（電話一千〇十九號）謹啓

序

溯於去年不揣鳩拙、懇編電機工程簡易手冊一書、其時材料缺乏、且以匆促付梓、未計簡陋、第出版甫經數月、銷售已逾其半、近者不計、遠如閩粵川漢各電廠、亦都先後函購探閱、此非該書內容之優長、實以我國電氣工程專書、尚未多覩所致、容當加以補充、增添電燈電力電熱各章以期完善、聊供研討、至於其他專書有待於我電機工程界之努力者為數猶多、

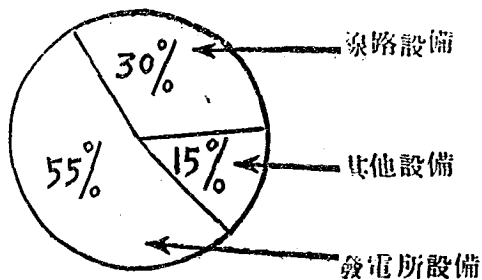


第一圖

查電氣工程約可分為發電設備及線路設備兩種、據最近統計、特製圖表二種、如圖 1 圖 2 所示、圖 1 係美國電廠設備之分拆表、圖 2 係我國電廠設備之分拆表、由此可知國內各電廠對於發電設備大都尚能重視、延用技術人員、負建造管理之責、惟對於平均占每電廠全部資產幾及半數之線路工程、類多漠然視之、委由毫無電氣學識之匠目辦理、一若無足輕重者、此則大惑不解、綜觀國內多數電廠、線路設備工程簡陋不堪應用者實為多數、言念及此、殊堪痛心、

考我國電氣事業難以發達之原因雖多、而經營不得法、致極多數之電度均無代價損失於線路之消耗、實為其尤者、然必欲各廠均以較大之報酬延用富有學識之技術員、不惟各廠之所不欲為

、且人材亦有不敷支配之慨、洵有鑒於此、爰有線路工程手冊之輯、以服務線路工程十年之經驗、獻諸我電氣工程同志之前、非敢以言先知先覺、特作歷年經驗之報告而已、



第三圖

本書內容分爲十四篇、1.電氣大意、2.輸電系統、3.配電線路、4.線路材料、5.線路用具、6.保護線路器具、7.管理線路用器、8.線路設計之初步略述、9.架空線路之設施、10.電塔線路之設施、11.線路之檢查試驗及管理、12.危險防止法、13.急救法、14.其他雜錄、都五百餘頁、圖表凡六百餘種、爲刊印經濟計、爲出版迅速計、特將前八篇先行付梓、名曰線路工程手冊前集、其餘六章、則爲後集、擬於明年春季刊行、以備我全國電廠之購閱、自維不才、深愧窮陋、說明之欠完善、討論之欠詳盡、自所難免、倘蒙工程界同志加以指正、不勝歡迎、

繼曾李 湘識 二十二年七月

- 附則(一)本書取材於美國梅格魯喜爾書店出版之線路工程手冊、
 (二)本書承皇甫紫君詳爲校閱、馮潤芝君繪圖、誌此感謝、
 (三)本書專門名詞除遵用建委會訂定電機工程應用名詞外、其餘均係通用者、尙恐不能明晰、特附以西文原字、

線路工程手冊前集目錄

第一篇 電氣原理大意

電氣之應用 電路 電流 電壓
 電力 電氣通路 電流方向
 交流發電機 直流發電機 變壓器

第二篇 電氣系統

發電所 輸電線路 配電所 配電系
 統

第三篇 配電線路

第四篇 線路材料

架空線路支持物 橫担 礙子柄 電
 桿鐵器 礙子 線路用導線 頂頭箱

第五篇 線路用具

配電變壓器 儲電電壓調整器 屋外式表箱
 變流器 電壓用變壓器 最大指量表

第六篇 保護線路器具

擋雷圈 避雷器 普通避雷器之種類

第七篇 管理線路用具

開關 保險絲

第八篇 線路設計之初步略述

34366

相數	電壓之選擇	電流之計算法	
線路用導體大小之解決法		礙子之選擇	導
線間之間隔	桿距	導線與地面之垂直間隔	
	弧垂	木電桿或鋼塔之長度	交換
放線	盡頭		

附 錄

首都電廠配電所彙條及導線間各相之標識	首都電
廠屋外導線位置	首都電廠桿線佈置規則
換算表	

線路工程手冊

第一篇

電氣原理大意

何謂電氣 在西曆1753年之前、世尚無人能知電氣者、自佛蘭克林氏發表雷雨交作時紫紙鳶之鑰匙上發生火花奇蹟徵求答案後、一時之學者都注意及此、但當時仍無人能了解電氣之爲何物、後經學者之一再研究、始能應用其功能、再更進而討論其使用及管理之方法、則係愈加研究愈有趣味之所致也、夫電之爲物、目不能見、耳不能聞、吾人如能知其原理、何由而發生、何由而輸送、與夫何處能適用、何地可使用、則無庸知其究爲何物、要不若液體中之水、又不若氣體中之空氣、而實爲機械之原動力、亦即係振興實業之必須品也、

電氣之應用

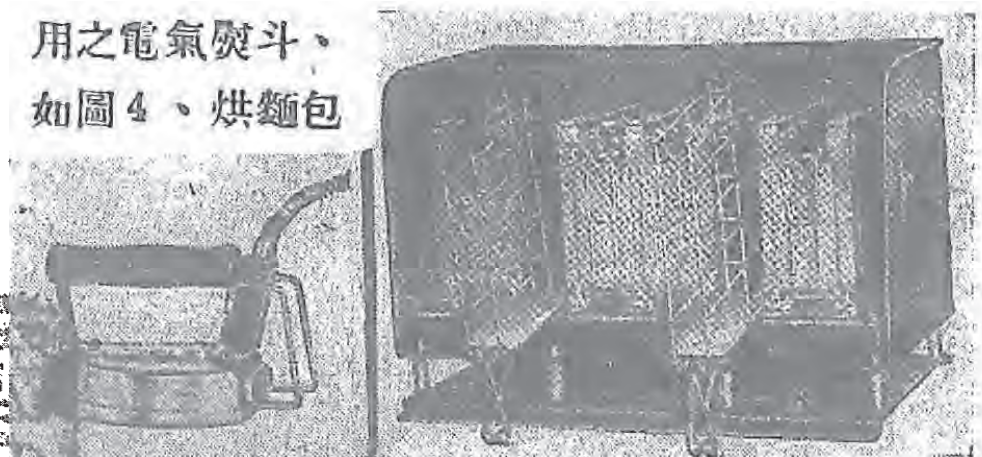
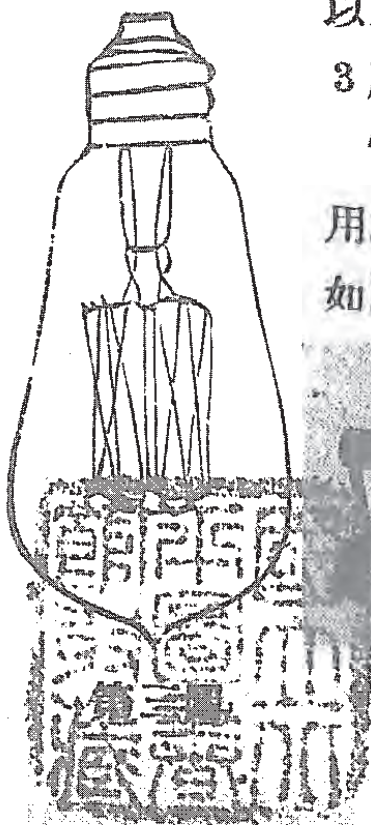
電之爲用至廣、就事實而言、不勝枚舉、茲就常人所深悉之電氣器具、列舉於下、

電光 (Electricity furnishes light) 通都大邑之居家工廠商店

以及街道里巷、無處不用電光以供給光明、如圖3所示即由電變爲光之小白熱光電燈也、

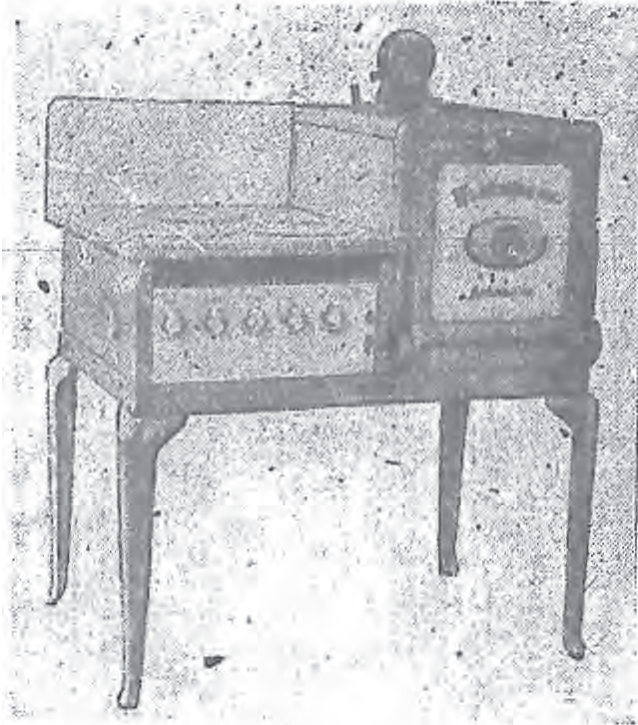
電熱 (Electricity furnishes heat) 家居常

用之電氣熨斗、
如圖4、烘麵包



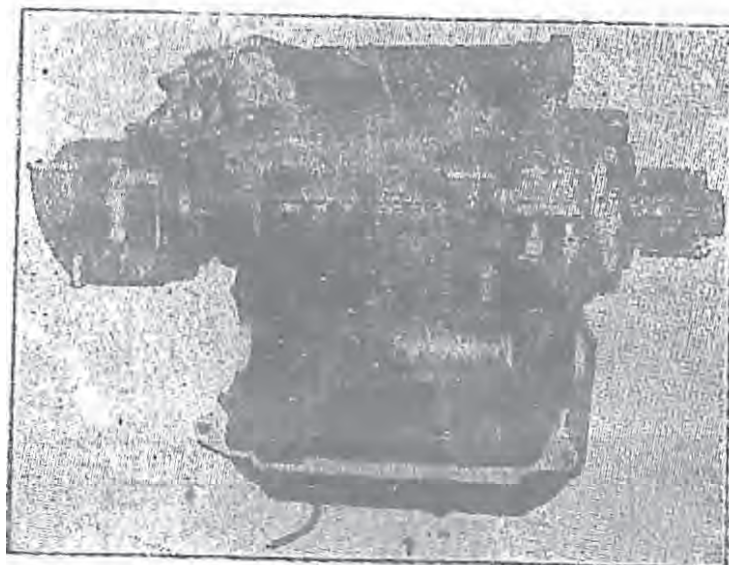
第四圖

第五圖



第六圖个

第十圖↓



第八圖

器如圖 5、均係由電氣變熱之器具、圖 6 所示之電灶、能煮辦全家之膳食、可謂便利極矣、

電氣用途之分類

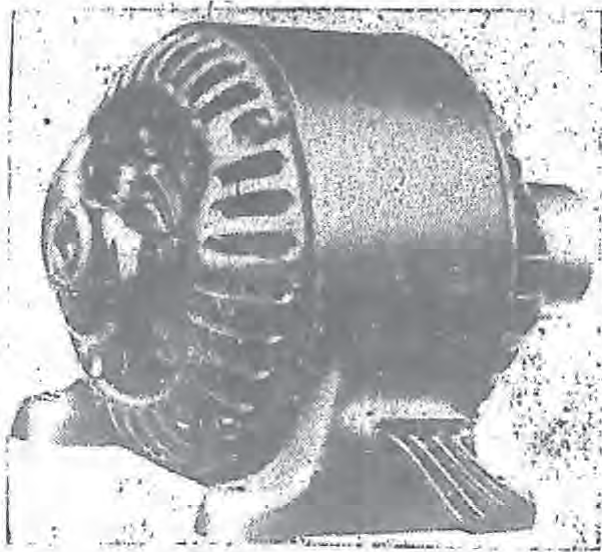
光之作用		熱之作用		力之作用	
電	燈	電	灶	電	車
路	燈	熨	斗	工	廠
弧	光	電	焊	升	降
廣	告	發	熱	冰	箱
		捲	髮	洗	衣
		烘	麵	清	潔
		烘	餅	風	扇
		熱	水	其	他
		其	他		

電力 (Electricity furnishes power) 電氣之最大功用、在能供給電力、其最顯明者、即電車是也、電車行駛於軌道上、其動力即取諸於電氣馬達、此種馬達、如圖 7, 8, 所示、一般乘客、每不能見到、實則裝於車之底部、用齒輪以轉動車軸、如圖 9 所示也、現今之大機器廠、均用電



第九圖

氣馬達轉動車床 (Lathes) 洗床 (millers) 鉋床 (planers) 鑽床 (drills) 充床 (Punch presses) 及其他各種機械、其大者裝數百部馬達於一廠、如圖10所示、圖11即示馬達之各部也、



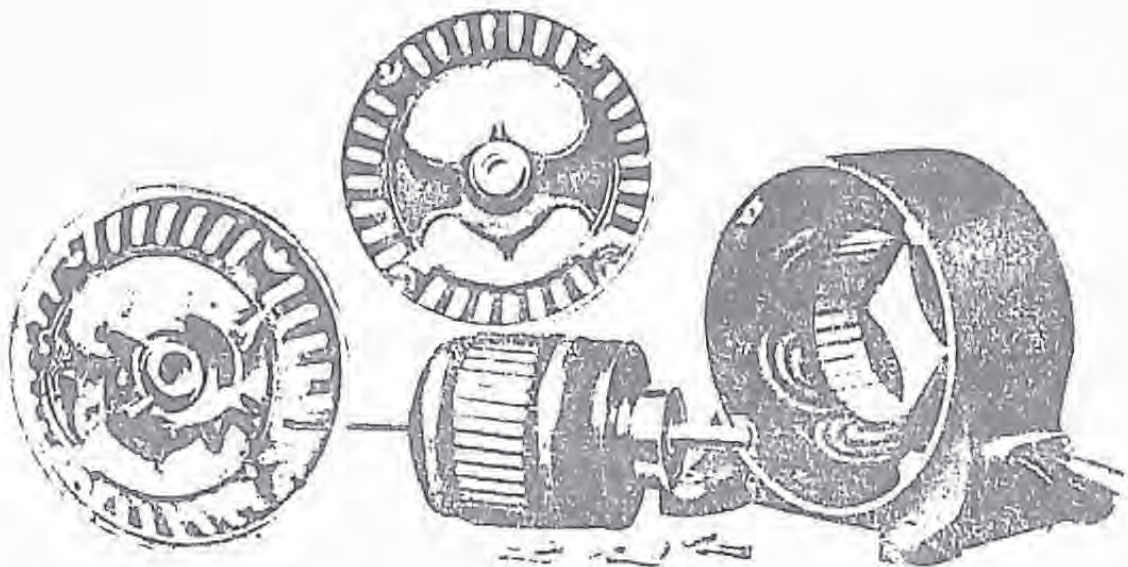
第十圖

電氣之用於農村者、利益更大、如美國之農家應用電氣者、在在皆是、如穀倉打水間牛乳場及戽水等均用多數之小馬達以為原動、現今所謂農村電化者、即如是也、

電路 (Electric circuit)

與水路之比較 上篇所述電氣

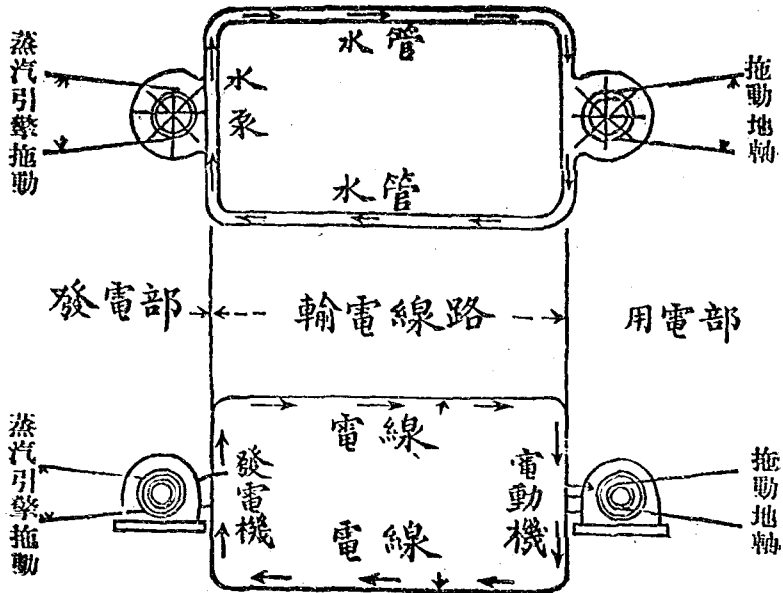
究係何物、無從說明、亦有學者認為電係物質之一、為輕微之無重量液體、但反對者極多、認為



第十一圖

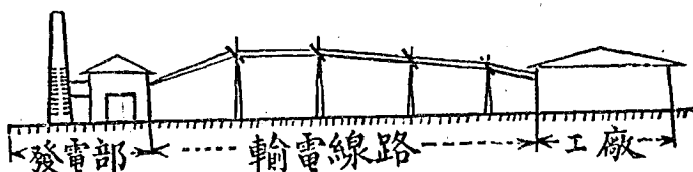
電係力之一種、執爲正論、實難斷言、然可假定電氣爲輕微之流質、此種流質之個性及其動作、與水無異、電之由銅線而傳送、猶水之循水管而流動也、吾人深知管中之流水可多可少、電氣亦然、今繪水路圖、如圖12所示、此管中之水路、實與圖13所示之電路相同、由此譬說、想能了解一切矣、

圖12所示、水沿水管依矢頭而流動、其流動之水路、實起自A端之壓力、至於壓力則係由蒸汽機拖動之離心力式水泵(centrifugal pump)提水上升所生、B端裝一水動機、(water motor)水必循水路經過水動機、水動機受水流之壓力而能轉動、此動力即可供給其他機械、依同一作用、電氣因電壓之關係、可由銅線而輸送、如圖13所示、一端之直流或交流發電機、被蒸汽機拖動、



第十二圖,第十三圖

而發生電壓，此電壓能使電流由銅線而流動，當電流經過馬達時、馬達因感應作用而轉動，此種動力，即可由機軸以供應用、
電路之三部份 就上述之電路，可分為三部、一曰發電部、(Generator section.) 即裝有引擎、拖動發電機而發生電壓之處、一曰輸送部、(Transmission section) 即自發電部輸送電流之部份、一曰用電部、(Consumption or conversion division) 即係消耗電氣之部份、簡言之、即用電變為光熱及力之處也、實際之



第十四圖

電路、如圖14所示、由發電所(Generating station.) 經輸送線路 (Transmission line.) 至工廠 (Factory) 消耗電力之處、合電路之三部成一系統、此即謂電氣系統、(Electric system.)

水用回管而循環、電流亦然、輸送線路或各電流通路、亦必有回路、如圖12所示、水由管流動而成水路、經過水動機工作後、由回管再到水泵、同式如圖13所示、電流由線通入馬達工作後、再由其他一線回至發電機、

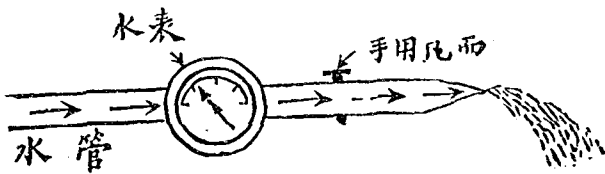
電流 (Electric current.)

如上所述、電氣由銅線而流動、與水在管中流動相同、水之在管中流動名謂水流、電氣之由銅線流動名謂電流、

安倍(ampere) 一般說明水流之數量用每秒加倫計算、如10加倫1秒、說明電流之數量、則用安倍計算、如25安倍、所謂安倍者、即電流之單位也、故就電氣工作之大小、即可知安倍之多寡、如圖3所示之20華脫 110伏白熱燈泡、約計壹安倍、即始終發熱所用之電流、均係壹安倍也、路燈所用之弧光燈、須 6,6安倍

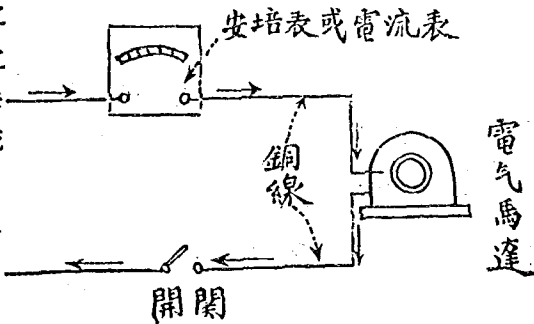
較普通家用之小電燈、約增十倍、電熨斗約計 5 安倍、檯風扇約計 1 安倍、電車則計 200 安倍、工廠之較大者須用千餘安倍、至於大發電所或配電所其電流之總安倍、竟有至 10000 安倍以上者、以上所述、即用安倍以表明電流之大小也、

安倍表或名電流表 (Ammeter) 量水管中之水流、須裝表於其中、此表名曰水表、(Flow meter,) 水表裝在水路之中、如圖 15 所



第十圖

示、此水路每秒鐘當表插入管中時、則全管所流之水量、即可測出、流通若干加倫之水量、欲知電路中之電量、亦可依照上法連接安倍表或名電流表於電路之中、如圖 16 所示、當此表接入電路後、即可測出馬達用電為若干安倍、圖 17 所示者、裝於電壁上之安倍表也、



第十六圖

電壓 (Electric pressure)

發電機發生電壓 上述管中之水因有壓力而能流動、非水泵之能生水也、電路中之電流亦然、發電機非創生電流、實為發生電壓而使電流流動也、故無電壓、電流即不能流動、



第十七圖

設於水路中裝置手用凡而、則水流停止、不

能流入水動機及其他水管、但水壓則仍在、電流亦同 如裝開關於電路之中、如圖16所示、若啓開關則電流之通路中斷、而電壓仍然存在、與發電機相始終、換言之、若閉開關則祇有電壓而無電流矣、

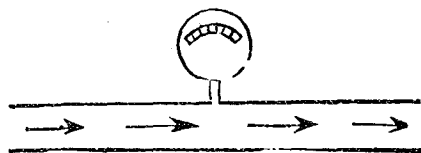
伏而脫 (Volt.) 伏而脫者電壓之單位也、或簡稱伏、吾人欲知1伏爾脫之力究係若干、即能使1安倍之電流、通過電阻一歐姆之力也、普通門鈴電燈電熨斗洗衣機小工場馬達以及大工廠之馬達等究需若干伏而脫能使電流流動、亦有定數、列表如下：

- 電氣門鈴自2—6伏
- 電燈為110伏或220伏
- 電氣熨斗為110伏或220伏
- 洗衣機馬達為110伏或220伏
- 電焊器為220伏或380伏
- 電車馬達為660伏
- 小工場馬達為220伏或380伏
- 大工廠馬達多數為2300伏

由上所述、凡使電流通入各項工作之器具或機械所用之力量、即伏而脫數也、

吾人以手觸於通電流之兩導線上、即覺酸麻、若電壓在50伏以內尚覺舒服、如110伏已覺無樂趣、至220伏則有危險、至於1100—2300伏觸之立刻斃命、是故電壓愈高、吾人當愈留心、高壓裝置之善為保護、防人接近、即此理也、

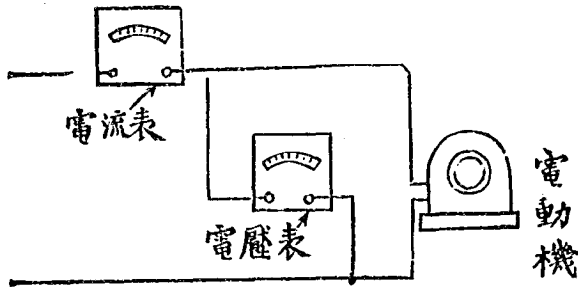
水壓表



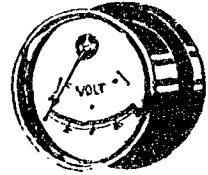
水管

第十八圖

電壓表 (Voltmeter) 吾人欲測水管中之壓力、當於管上裝置水壓表、如圖18所示、欲測定電壓、亦應於兩線上裝置電壓表、如圖19所示、電壓表



第十九圖

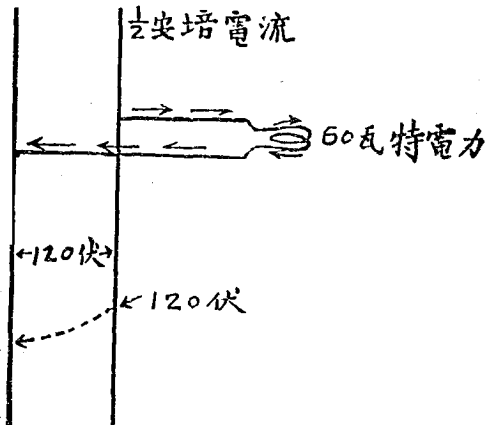


第二十圖

電阻甚大，故經過電流甚少，只須指示電壓，流入馬達之電流未必盡入電壓表，因非若電流表須全部經過，圖19即示電流表及電壓表之連接方法，總之電流表量電流之量，而電壓表則量其壓力也，圖20即示裝於電壁上之電壓表也。

電力(Electric power.)

水壓水量與水力之關係 吾人已知電流與水流情形相同，由圖12可知，水流使水動機工作之力量與水流之數量及水流之壓力有關係，設每分鐘有50加倫水量流入水動機，當較每分鐘有25加倫



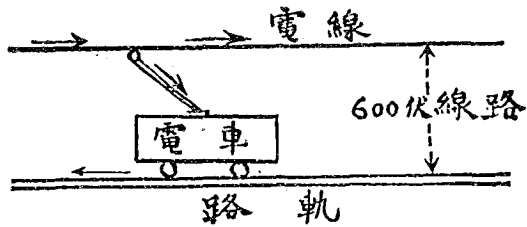
第二十一圖

之力為大，同樣 100磅壓力當較50磅壓力所生之力為大，由此觀之，水動機工作之力量，與水流之加倫數及壓力之磅數為正比例也。

電壓電流與電力之關係 電力之總數亦與電路中之電流安倍數及電壓之伏數成正比例，電流愈大，電力亦愈大，電壓愈高，則電力亦愈

大、故於直流電方面
其電力之總數、即為
伏與安培之積、

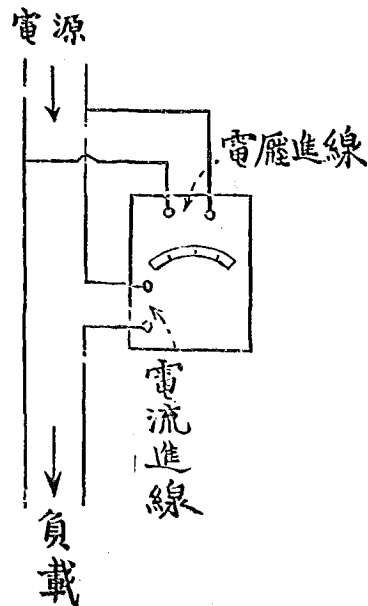
電力 = 伏 × 安培、
華脫 (watt.) 電
力之單位、曰華脫、
普通所用之白熱電燈



第二十二圖

、如圖21所示、每盞約計60華脫、若接以電熨斗於電路中、則需
550華脫、至於電車(如圖22)則需120,000華脫、由此可見機
器愈大、則華脫數愈大、吾人為簡便計、定1000華脫為1基羅華
脫、(Kilowatt) 縮寫為K.W.、1基羅華脫約等於1吉馬力、前
述之電車電力、計120基羅華脫、即等於160馬力、

電力表(Wattmeter.) 電力表者
用之以測線路中任何器具消耗電力
之數量也、是表指示華脫或基羅華
脫、一目了然、甚為便利、因電力
與電流及電壓均有關係、故電力表
裝置、除使電路中之電流完全通過
外、又接入以電壓、其連接法如圖
23所示、是表實為電流表及電壓表
之混合表、其中之電流線圈電阻小
、與電流表同、電壓線圈電阻甚高
、與電壓表同、故有出線頭子4個
、其二接通電流、其二接通電壓、

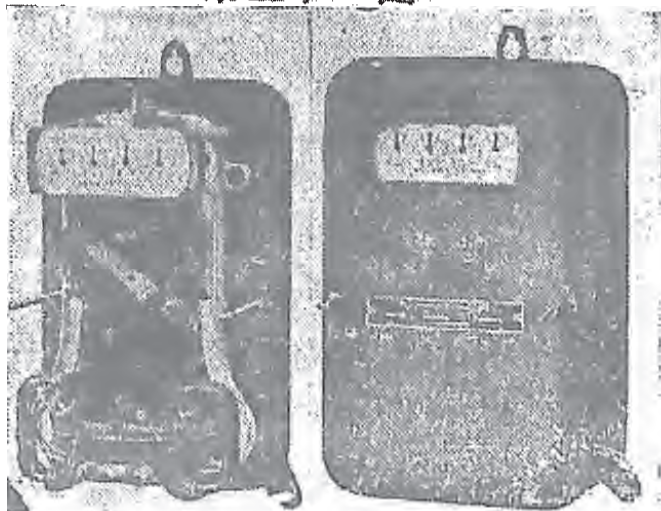


第二十三圖

電度表(Watthour meter.) 測
一定時間內(一日一月或一年不等)
之電力總數者、名謂電度表、電燈
用戶所裝電度表、即其一例、可以

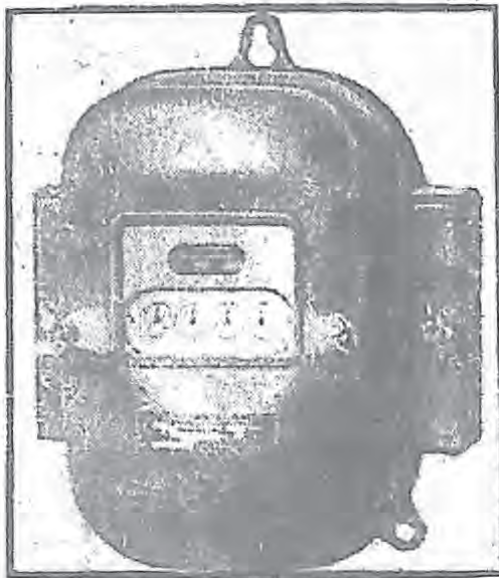


第二十四圖



第廿五圖个

第廿六圖↓



指示一月來用戶所用之電力、消耗於電燈電熨斗烘麵包器以及洗衣機等之總度數、如圖24及25、至若測大馬達所用之電度、則需三相電度表、如圖26所示。

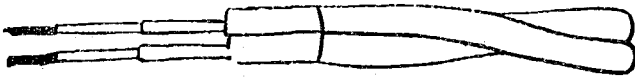
電氣通路(The electric path)

導體(Conductors) 水在管中流動、則水管為水之通路、電流在導體內輸送、則導體為電之通

路、凡金屬體均可為導體、其中以銀為最佳、然因價貴、不見常用、銅次之、傳導性雖不若銀、但價較廉、一般電氣公司都用之、鋁更次之、因其價更廉、比重又輕、雖傳導性祇有銅之一半、而一般長桿距之輸電線多有之、是三者、都名之為良導

體、鐵為非良導體、但電車上用作回路、此係利用鐵軌為電路、一作二用之故也、

礙子(Insulators) 前述管子為水之通路、則管殼似無效用、實則不然、要知管殼頗為重要、蓋此無不可以防止水流之洩漏、限止水流之方向、電路亦然、亦當有物以防其漏電、此種防禦物、應以非傳導體為之、如象



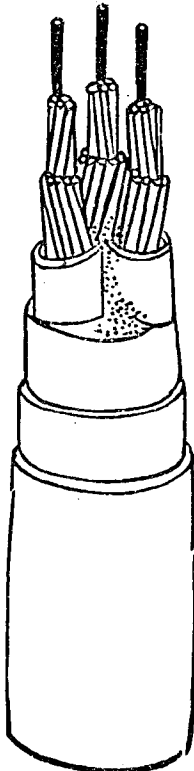
皮絲紙拍或
棉織物等、

第二十七圖

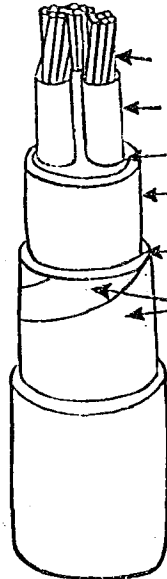
此種象皮絲

棉織物包帶或袋布等統名之曰絕電體、凡線包有絕電體者、名曰包線、圖27及28所示、為以各種絕電體所包之電線、絲棉織物絕電體用於低壓電路者、例如裝置電鈴用之棉包線、亦有5伏、屋

內裝燈用之象皮線、有110或220伏、若用數層棉織物及象皮絕電體所包者、則其電壓在1100或2300伏之上、較高電壓之絕電體、除包以數層之象皮袋布棉織物及包布外、尚有鋼皮為外殼以保護之、一般地下電纜、及海洋電話用電纜均用之、蓋防野獸及其他之破壞也、例如圖29所示、包線放在地下、實不妥善、應用架空式線路、電桿上之支持點、用玻璃或磁礙子為



第二十八圖



第二十九圖

銅導體
絕電體
填物
鉛包
隔層
鋼包皮
← 蔴包皮

之、如圖30及31所示、玻璃及磁為電氣上之最良絕電體、自發電所通線至用電處、如純用完好之礙子支持之、則電依線而輸送、決不致電流漏入他處、在特別高壓線路、則用數個礙子連接、如圖32所示、蓋礙子數愈多、則抵抗電壓之力愈大也、

電阻(Rosistance) 按圖19所示、可知水管一端之壓力不變、



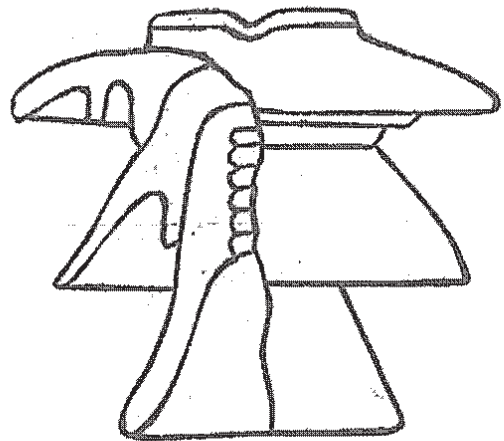
第三十圖

若管長而口小、其流出之水量較小、反之則其量較大、此無他、即管長多磨擦、口小易擁擠故也、換言之、亦即管長口小水管之抵抗力較管短口大者為多也、

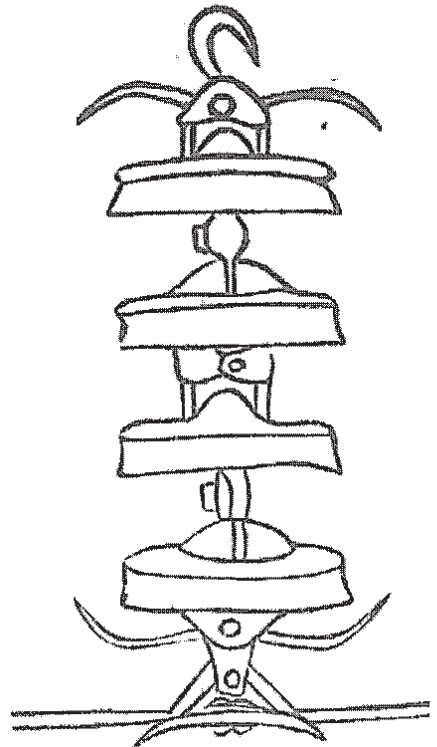
導體之電流量、與導體之電阻為反比例、而電阻則與其長度成正比例、與面積成反比例、在細長之導體、則有多量之電阻發生、短粗之導體者反少、即此故也、

歐(Ohm) 電線中電阻之單位、名曰歐、吾人可由歐數計算線之長短粗細、市場之銅線、以對徑之大小為號數、第十號銅線之對徑、約計十分之一英吋、其電阻每1000呎為一歐、故5000呎之線、則其電阻為5歐、如線為對徑之半吋者、則每1000呎之電阻為0,2歐、

歐氏定律(Ohm's law) 由前節所述、可知電阻足以消耗電流、故電路中電流之安倍數、非獨與電壓有關係、實與線內之電阻亦有關係也、設電壓為定數、則電路中之電阻愈大、而電流愈少



第三十一圖



第三十二圖

·若電阻愈小、則電流愈大、發明此定律者為歐氏、故名曰歐氏定律、此律於任何方式均可適用、其式如下：

$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}} \quad \text{或安培} = \frac{\text{伏}}{\text{歐}},$$

$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \quad \text{或歐} = \frac{\text{伏}}{\text{安培}},$$

$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{電阻} \quad \text{或伏} = \text{安培} \times \text{歐},$$

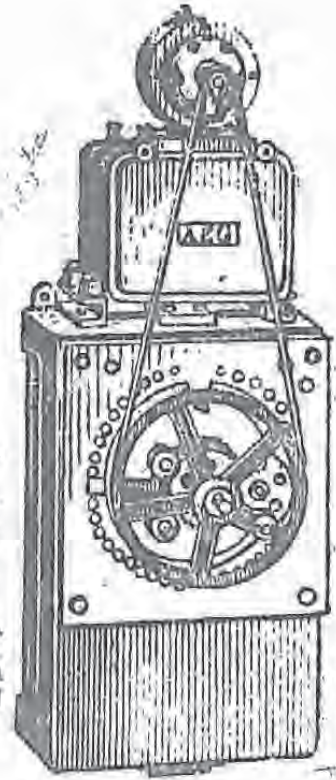
上式專用於直流電路、因線中之電流永久為一方向也、

電阻器 (Rheostats) 電阻器者、接於電路中、可任意增減電阻、用以管理電流之器具也、其構造如圖33及34所示、用手柄可以增減內部電阻、而使電路中之電流亦可隨之增減、電動機上常用之、

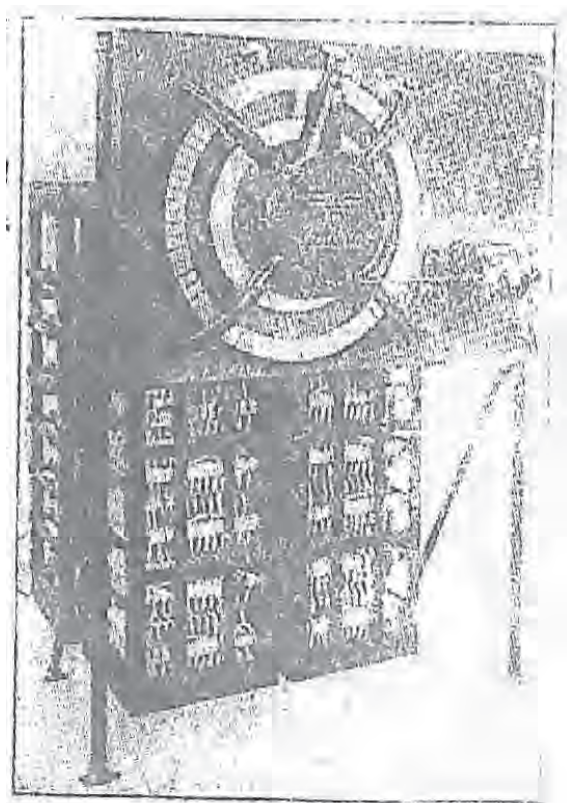
電流方向 (Current direction)

直流水力 如前圖12所示、原動機回轉方向不變、則水流之方向不變、於是水動機回轉方向亦不變、始終如一、此謂直流水力、電流亦是如此者名之曰直流電機、一般電車起重機電氣鎔爐以及電焊機等均用之、

交流水力 設將上述回轉水泵、換以往復水泵、如圖35所示、則水流方向時時變更、設水泵之活塞向上、則水流如圖中矢頭所指、若活塞向下、則水流之方向相反、而原動機之回轉方向、始終未變、由此可知、變易水泵、即可使水流方向更易、方向時變



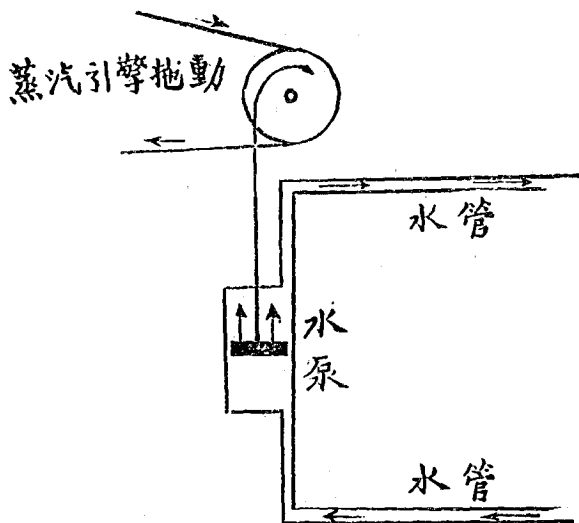
第三十三圖



第三十四圖

之水流謂交流水力、電流如此一正一負而流動者、即名之曰交流電流、

週波 (Cycle)
若水泵之活塞向上則水流為正鐘向、若活塞向下、則水流為反鐘向、活塞再向上、則水流與第一次正鐘方向相同、故水泵之一回轉則活塞一往復、即變更水流方向二次、此水泵之一回轉、(水



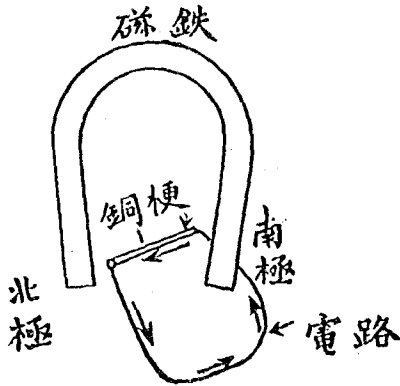
第三十五圖

流方向變更二次) 即名之曰一週波、

週率 (Frequency.) 週率者、每秒週波之數也、若水泵每秒轉動25行程、即此泵能有每秒25週波之週率、若水泵每秒轉動60行程、則此水泵能有每秒60週波之週率、

60週波交流 (Sixty-cycle alternating current) 世上之發電機、大都係屬交流、(約有百分之九十五、) 其線中電流之方向、時正時負、與圖35所示水流相同、家用之電燈烘麵包機電灶及電風扇之電流、均於極短時間、變更其方向、繼續往復、成一定次數、大都為每秒120次或每分7200次、此即每秒60週率、或每分3600週率也、因其往復甚速、故吾人不覺其振動、美國交流電之標準週率為60週波、吾國則定為50週波、

25週波交流 (Twenty-five-cycle alternating current) 大工廠中所用大馬達拖動之大宗動力、宜用少於60週波之週率、因電

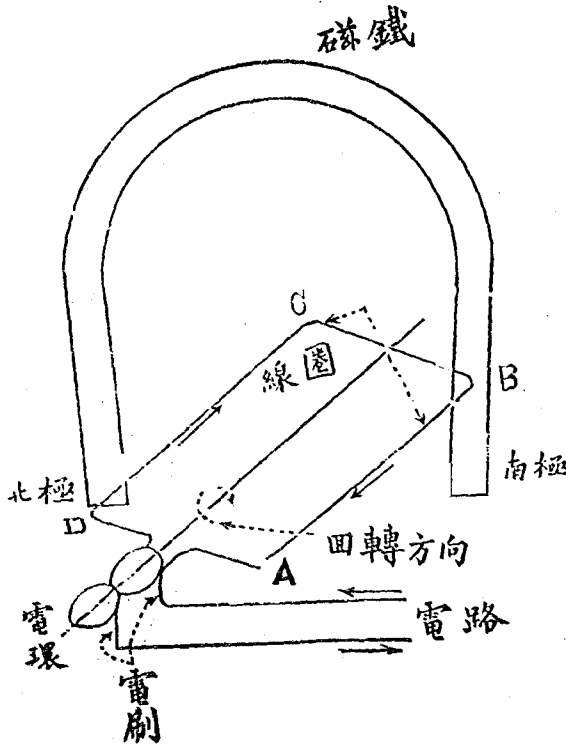


流如此迅速變換方向、每秒有一百二十次之多、實屬不合、改用25週波之週率為宜、故大工廠均用25週波之交流馬達、

交流發電機 (Alternating-current generator.)

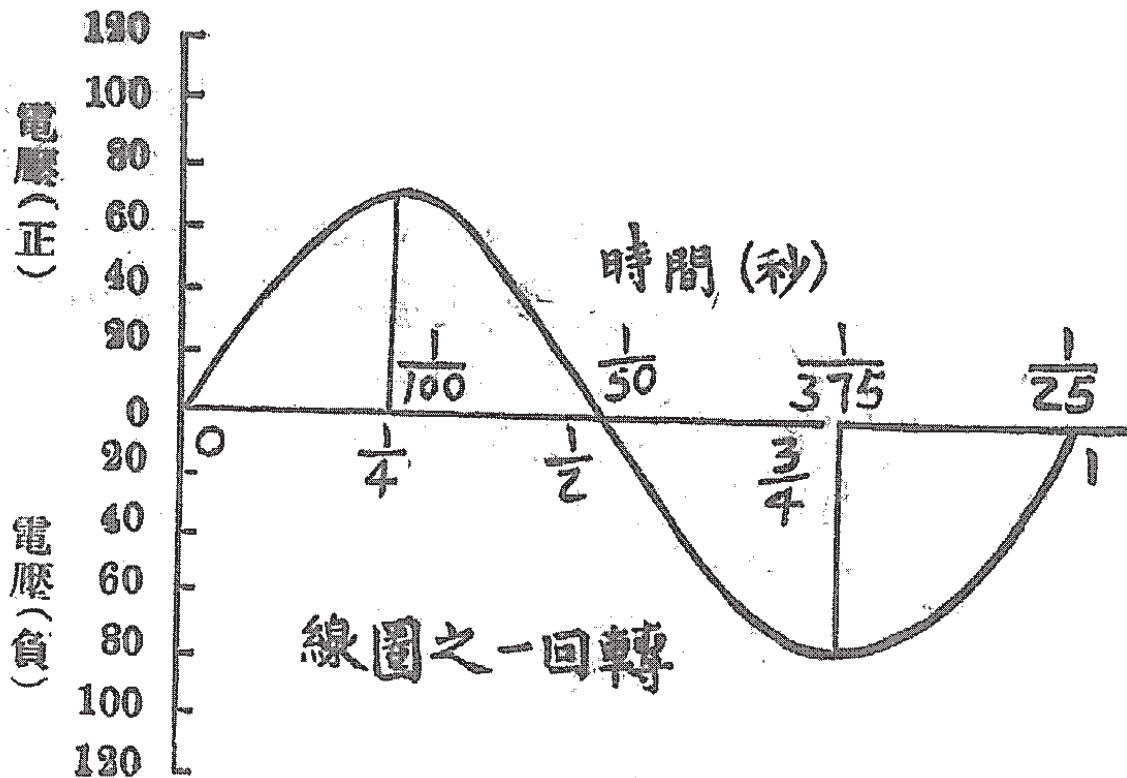
發電機 發生電壓後、能使電流流動、此種所用能力、即係電壓之消耗也、需用交流電流者較

第三十六圖个 第三十七圖↓ 多、故有各式之交流機發明、而



使發生適用之交流電壓、如電壓為交流、則電流亦當為交流矣、

原理略述 交流電壓之發生、最簡說明如圖36所示、只需馬蹄形磁鐵及兩端接以銅線之銅梗各一、設將此銅梗在磁鐵之兩端內上下移動、則線中即有電壓發生、若銅梗在磁場內、由下向上移動、則銅線中又生電壓、但其方向相反、是故有某種機械、能使



第三十八圖

電線移動於磁場內、互相反向者、即能發生交流、另加裝置接通此活動電線之線頭、而成電路、如圖37所示、即交流發電機也、適合於此種磁場之電線、必須捲成線圈、(Loop or coil)可使回轉方向一定、而電線仍有上下之別、此線圈之兩端、在磁場中可以互相交替、由正而負、再由負而正、設此線圈如圖示矢頭而回轉、則線圈 AB 一面發生電壓、其方向係自



第三十九圖

B 至 A、同時線圈之其他 CD 一面發生電壓、其方向係自 D 至 C、再於線圈上裝以電環、另用電刷 (brushes) 接磨於環上、使成電路、

設回轉四分之一方向、即線圈在垂直位置時、則線圈兩面均不在磁場之中、此時既無電壓、又無電流、照最初方向若回轉二分之一方向時、則線圈重入磁場、再生電壓、重使電流通於電路之中、但此時之電流、為反對方向、因線在反向之磁場中也、至於收集交流之電流、則用電環、另用電刷接磨於其上、而與線圈

上之電流接通、其電壓之值、依綫圈之地位而變易、如圖38所示之曲線相同、名之謂電壓波形、亦無不可、

線圈之電壓、在每一回轉中相反二次、猶之水泵中之水、在一行程中變易二向也、每秒之週波率、即每秒線圈之回轉數也、倘使線圈於每秒中回轉25次、則電壓之週波率、為每秒25週波率也、以每一回轉及每一週波之時間而言為廿五分之一秒也、

單相發電機 (Single-phase Generator) 如圖 39 所示、即係單相發電機、此機只有電環二個、連接二線、成一單電路、故名單相發電機、簡言之、因其電路只有二線也、商用交流機、如

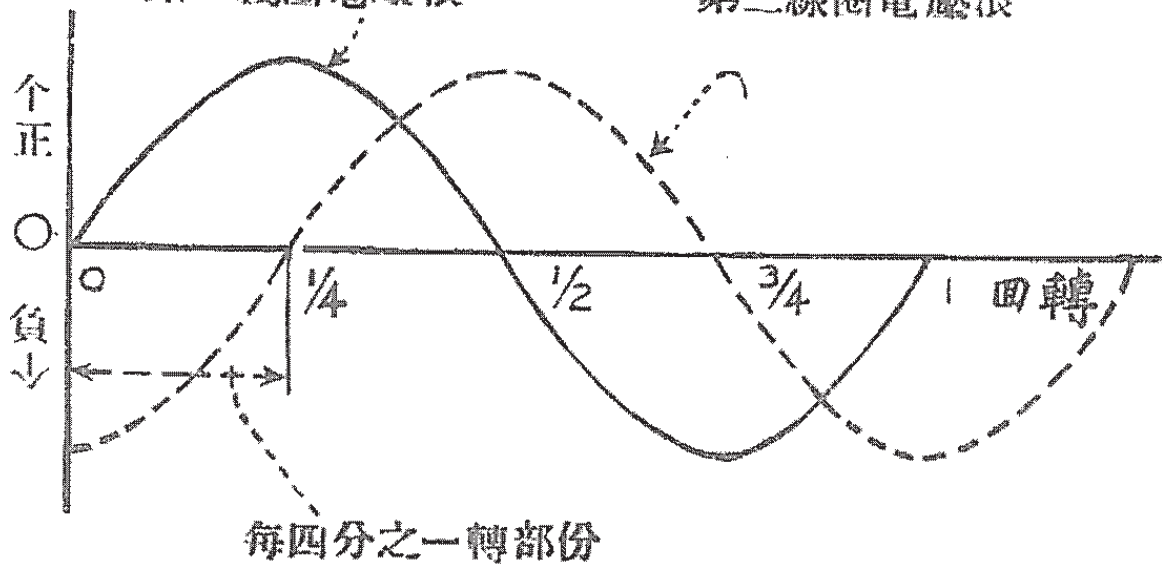


圖40所示、

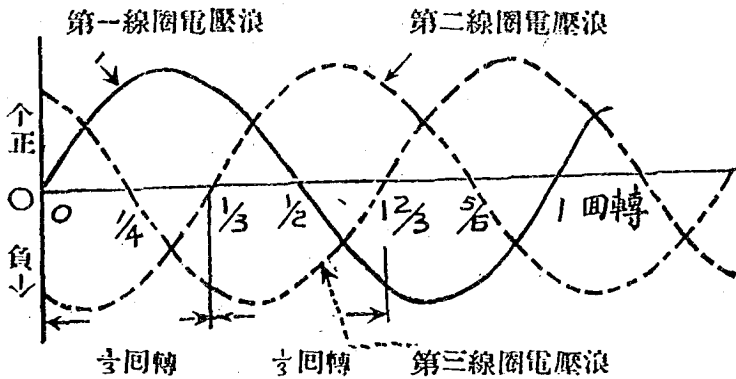
二相發電機 (Two-phase Generator) 如上所述、若回轉軸上之線圈、分為二個、末端另裝一對電環、如是則一機可以發生二路電壓、即每一線圈生一路也、其一線圈在磁場中、則其他線圈適在二極之中間、故其發生之電壓、一為最

第四十圖
第一綫圈電壓浪

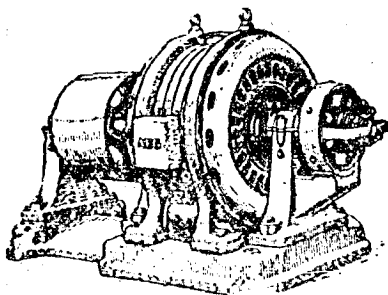
第二綫圈電壓浪



第四十一圖



第四十二圖



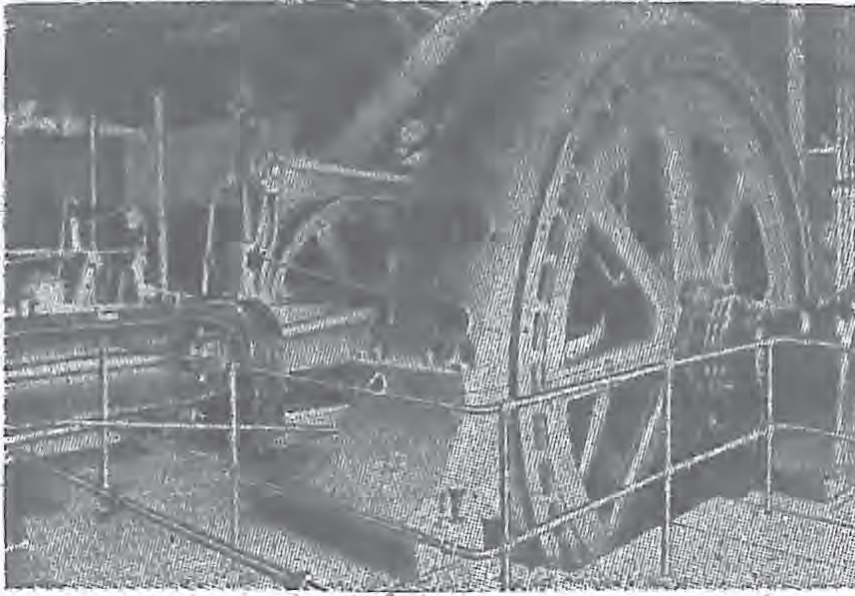
第四十三圖

高、一為零也、每一線圈之電壓、以其回轉部份之時間為起訖、如圖41所示、為四分之一轉之電壓圖、此種發電機、發生二路電壓、用四線而成二個電路者、名曰二相發電機、

三相發電機、(Three-phase Generator) 此機有三個線圈、猶之二相機之有二個線圈、各個

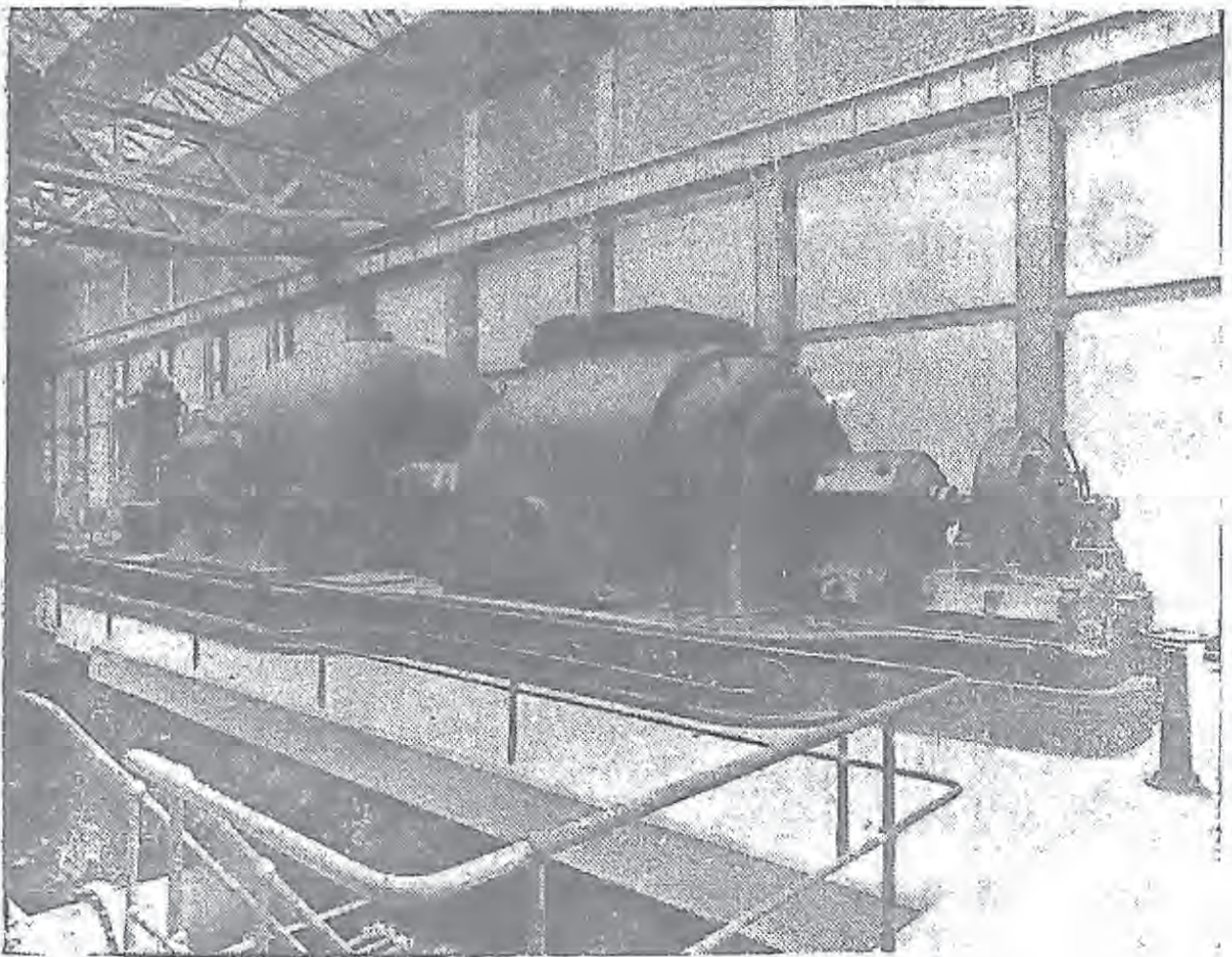
線圈、均有電環、用以發生三路電壓、而成三個電路、如圖42所示、若為最簡易之二極式、則交流之週波率、(每秒之週波數)、等於每秒之回轉數、此機有六個電環、六根電線、而成三個電路、但因在同一時期、六根電線中有三根線上、均無電流、蓋因發電機一面送出電流、同時亦有電流送入、而結果適得為零也、故三相線路、可以除去三線、如圖43所示、即祇用三個電環、而用三線連接至其他機械之三相三線發電機也、

運磁發電機 (Revolving-field alternators) 一般電機之磁場



第四十四圖

。係固定不動、發
電子則回轉於磁場
之內、但大容量之
交流機、為製造便
利起見、改為發電
子係固定、而運轉
其磁極、此種發電
機、名之曰運磁發
電機、圖44所示、
用引擎拖動之發電
機、圖45所示、用



第四十五圖

汽輪拖動之發電機。此種發電機之優點有二，其一、發電子之導線較堅隱、而絕電良好，其二、回轉部份之重量可以減輕。

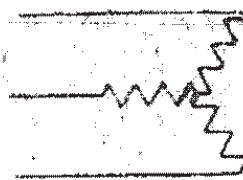
三相接線法 (Three-phase connections) 交流三相三線圈之連接法有二、其一為星形

連接法、(Y connection

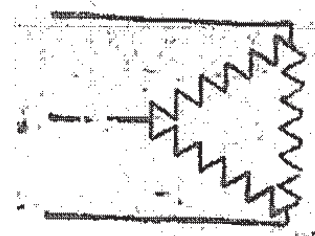
) 其二為三角形連接法

、(Delta connection

) Y連接法者、即每一



第四十六圖



第四十七圖

線圈之末端、併合一起、其他一端、則連接三線而為三相線路、如圖 46 如示、其名Y者、因其接法與Y字形相同也、 Δ 連接法者、即三個線圈、直列連接之、每二線頭合併之處、即連接三線而為三相線路、如圖 47 所示、亦因其形似 Δ 、故名之曰 Δ 連接法也。

三相輸電線路 (Three-phase transmission lines) 世間應用之電氣大都為交流、因三相交流電較為經濟、故常用鐵塔或木

桿頂上裝置三線為遠距離之輸送、如圖 48 即其一例、又因電廠求安全計

、須裝二道三線電路、以防斷線或其他窒礙之虞、如圖 49 所示、若一線

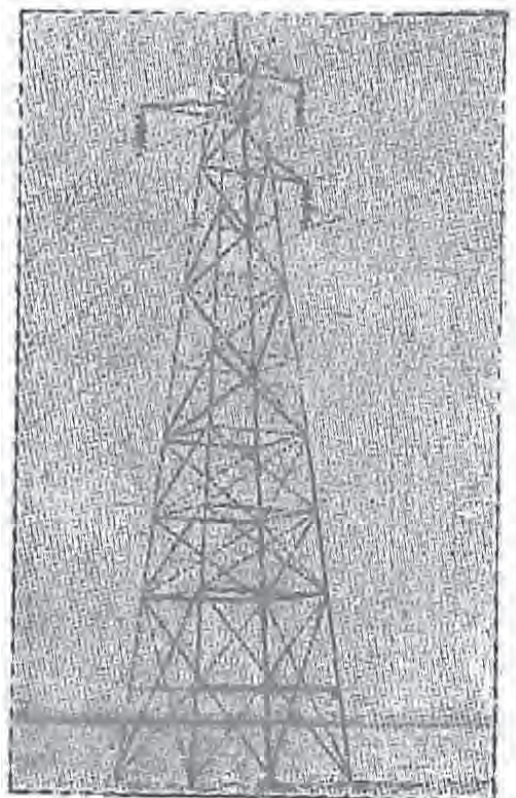
遇有意外、則尚有他線可以代替、蓋因輸電線路、如遇暴風疾雨雷電交加

時、常有損壞桿木斷線或礙子破裂之患、設計時預為設備、則一切可免矣

、

電力因數 (Power factor) 凡交流電壓、與電流起落而在任何瞬時間

變換方向相同者、名謂同相 (in phase) 、此電力因數為一、如圖50所示、



第四十八圖

其電力與直流計算法相同、即電力（瓦特）= 伏 × 安。

然大都電流與電壓之波形、其相常不能一致、電流較電壓為落後、如圖 51 所示、在輸電綫路或配電綫路中、常有如是情形、此電流與電壓、可謂之不同相、（Out of phase）一般感應電動機（Induction motors）變壓器（Transformers）或弱勵磁式同期馬達（Under-excited synchronous motors）在運轉時多消耗電



流、亦因如圖示之不同相故也。

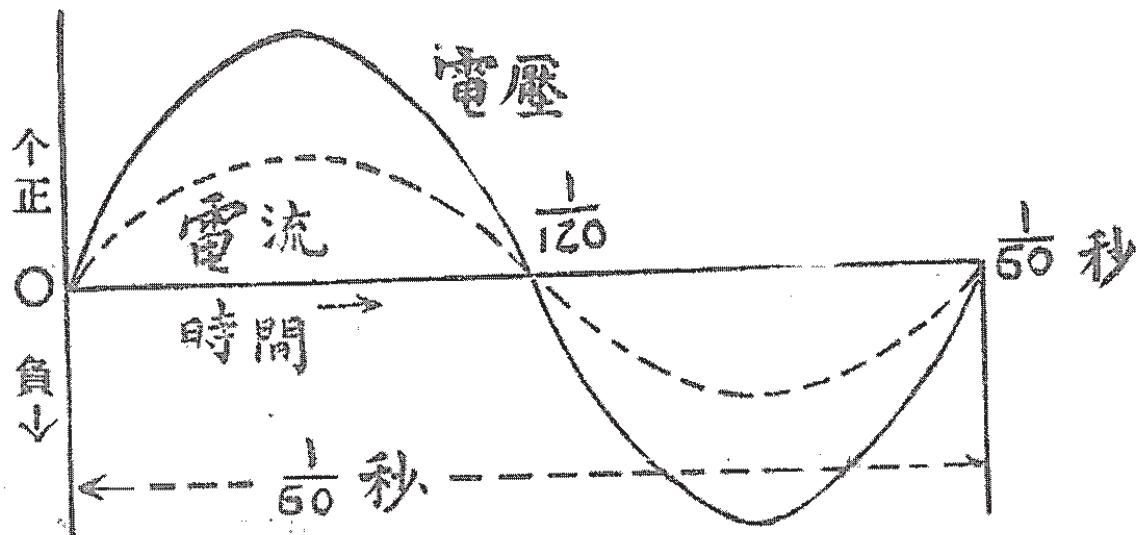
但有時電流亦較電壓為前進者、如無負載饋電綫路、強勵磁式同期馬達或電容器、均能於綫路中吸儲前進電流、由此言之、電流之不論其較電壓為前進、或後進、綫路中之電力均非等於伏安之積、實等於下式、

$$\text{電力} = \text{伏} \times \text{安} \times \text{電力因數}$$

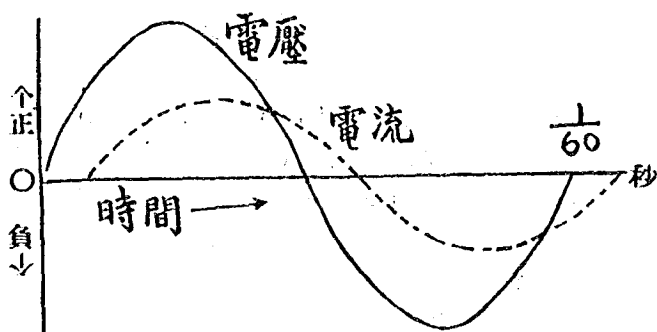
$$\text{由上式、可知電力因數} = \frac{\text{電力}}{\text{伏} \times \text{安}}$$

換言之、電力因數即係實在電力與伏安乘積之比例率、故電力因數之值與電流較電壓前進或後進之角度、大有關係、若前進或後進之角度大則電力因數反小、若電流與電壓為同相、

第四十九圖



第五十圖

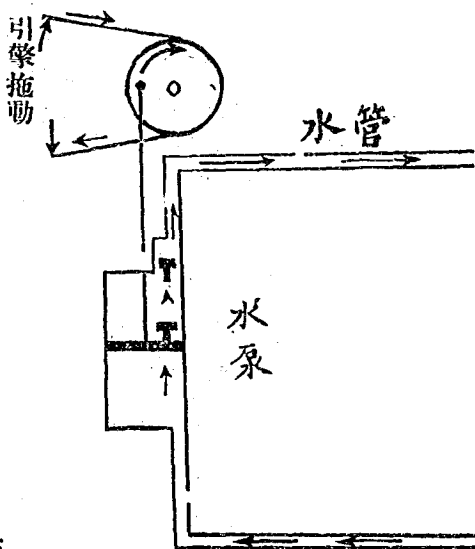


第五十一圖

非前進或後進時則電力因數爲一、普通電力因數常在0,70至1之間、計算時取其平均值爲0,80、

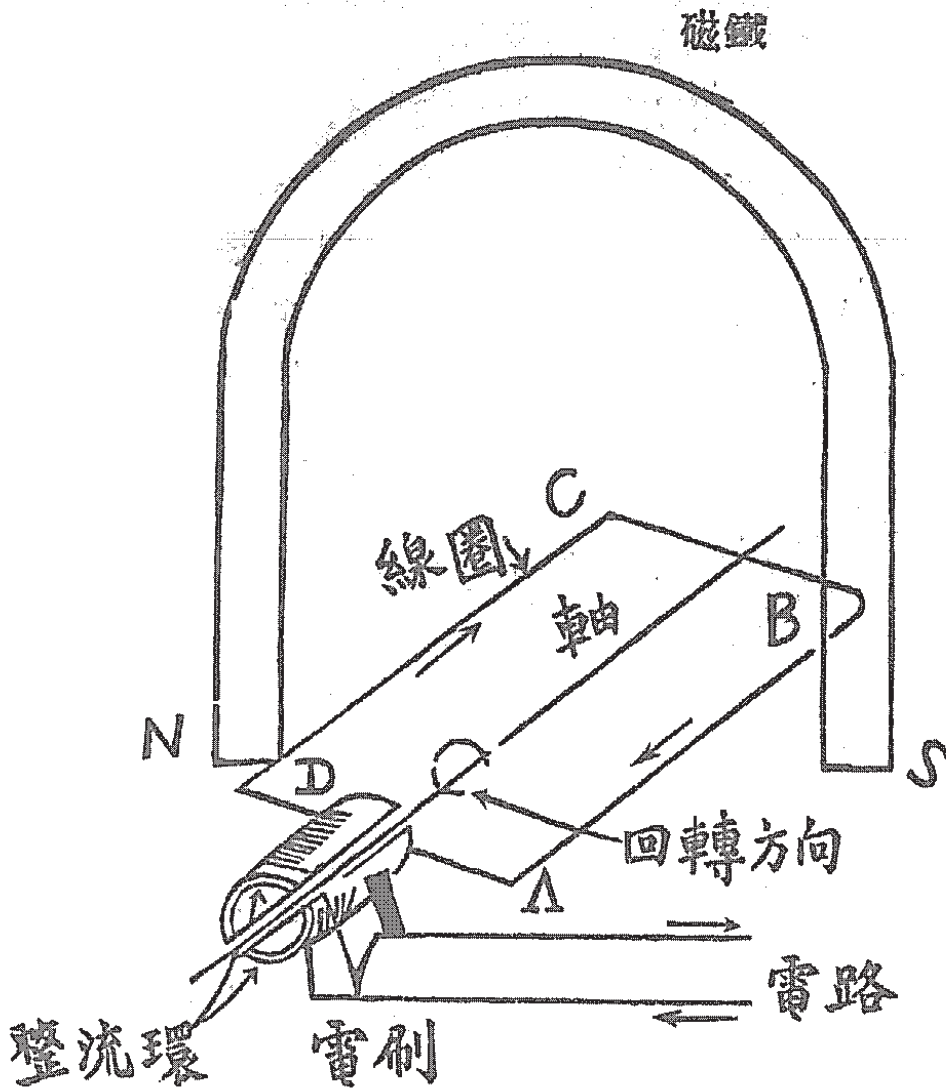
直流發電機 (Direct-current generator)

前節圖示35、即係水泵之水流互易方向、初正後反、在一行程中變易方向二次也、喻之電氣亦然、直流與交流之分、其原理即基於此、將線圈上發生之交流電流用滑環收集之、另裝電刷接通電流至电路中、



第五十二圖

直流水泵 (Direct-current water pump) 水泵之直流者、即於水泵中裝置活門、使水流方向永久不變、如圖52所示、當活塞向上以水力而使開上活門讓水流出、活塞向下、則上活門閉、而

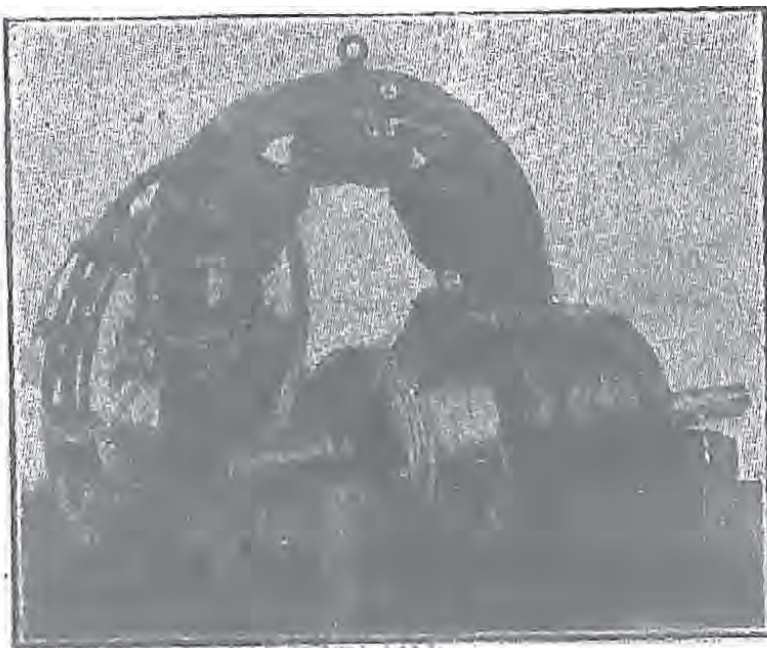


第五十三圖

下活門開、水即滿儲汽缸中、活塞再向上時、則水即流水、如是循環不已、水流之方向不變、謂之直流水泵、初步式樣 收集直流電流之法、大都用整流環 (Commutator) 以代電環、此環之效用、猶水泵中之活門也、其作用謂之整

流作用 (Commutation)、其法即於每線圈之兩端、接二銅片、此銅片緊裝於地軸上、另用炭刷導電流至電路中、

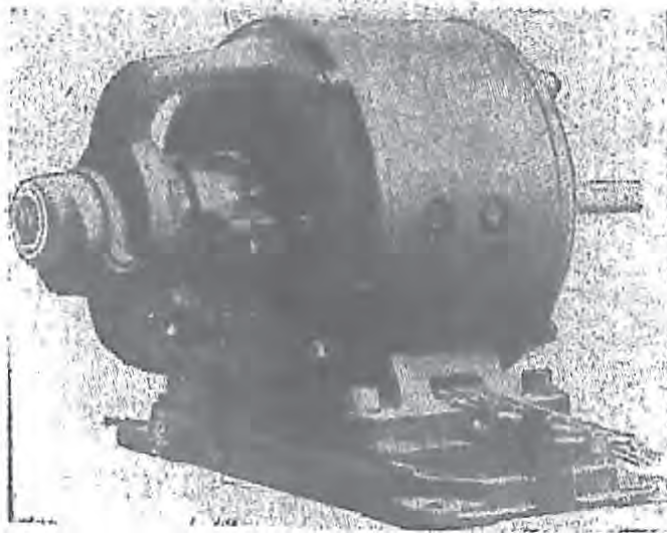
整流作用 (Commutation) 圖35即示整流環之作用、蓋此環接通線圈、另用電刷接入電路、若地軸回轉、如線圈之A邊經過南極時、



第五十四圖

其電壓使電流流入電刷 B_1 、同時D邊之電流流入電刷 B_2 、若線圈回轉至中性地位時、則起電壓之方向變換、同時線圈兩端所接之電環與電路亦同時更易、故線圈雖回轉不已、隨時變更其電壓、而流入電路中之電壓與前相同、如是之機械即名謂直流電機、

商業上直流電機 (Commercial direct-current generator) 商業上直流電機、如圖 54 所示、是機包括底座 (Frame) 磁極 (Poles) 發電子 (armature) 整流環 (Commutator) 及電刷 (Brushes) 底座者、南北極之支持物也、發電子者導線之捲繞處也、整流環者實係多數之銅片接於發電子之器具也、電刷者、實係電刷及刷柄之混合物也、圖 55 示各部之集合一起形狀圖、56 係裝有底脚承軸及連接器之直流電機、



第五十五圖

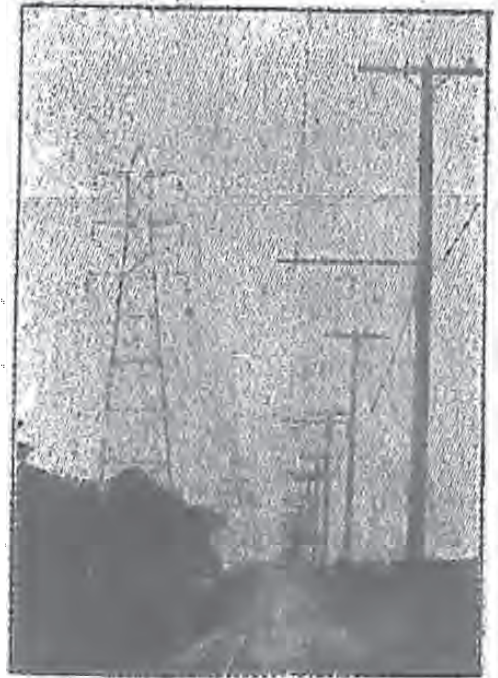


第五十六圖

直流電路 (Direct-current circuits) 為流電路只有二綫、一直電流去路、一為電流回路、故除愛狄生氏之三線外(詳載第三篇)、均用二線架空式線路以饋送電流、在電車方面、利用路軌為回路、只用一線懸掛空中、此線名曰溝輪式導線 (Trolley wire)、用以緊接送電

直流電路 (Direct-current circuits) 為流電路只有二綫、一直電流去路、一為電流回路、故除愛狄生氏之三線外(詳載第三篇)、均用二線架空式線路以饋送電流、在電車方面、利用路軌為回路、只用一線懸掛空中、此線名曰溝輪式導線 (Trolley wire)、用以緊接送電

、不致電路中斷、圖57即示溝輪式導線、其旁即饋電線路、與之並行對面之鐵塔、係二道三相輸電線路。



第五十七圖

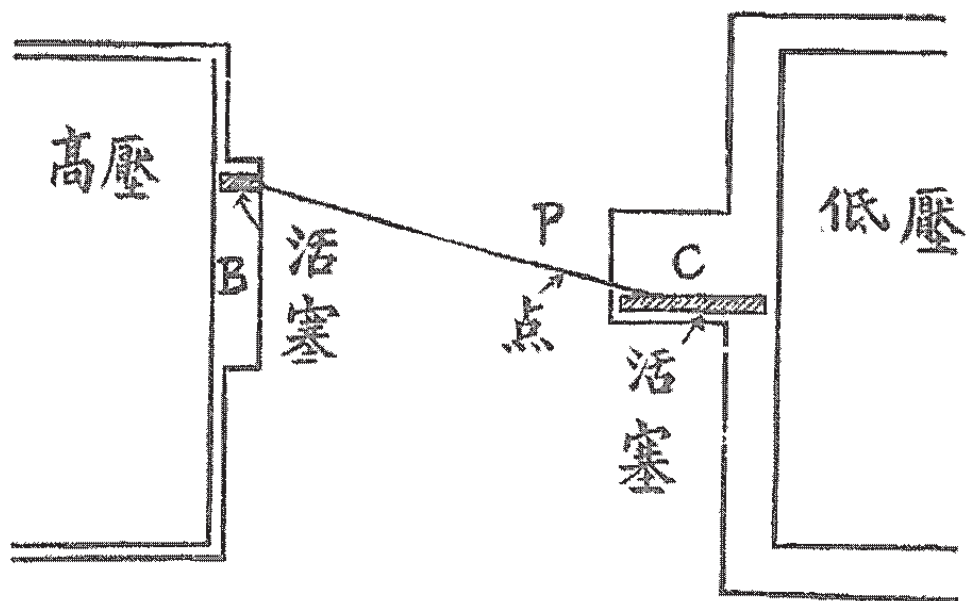
變壓器(Transformers)

變壓器之用途 長距離輸送電流、須用高電壓交流電方能經濟、然因電力之用於電動機及燈熱者、其電壓較發電機及輸電線路為低、故在發電所應將電壓升高、以供長距離之輸送、達到用戶之區、必須降低、以供力燈熱之用、前者名曰升高 (Stepped up)、後者名曰降

低 (Stepped down) 變壓器即變更電壓之器具也。

水力變壓器 (Hydraulic transformer)

上述之理由、可就圖58所示水流說明之



第五十八圖

、此圖上之交流水路、互相往復、如活塞B上下運動時、因活塞B用槓桿接於P點、則活塞C亦應之上下活動、但B之壓力甚高、而水流量甚小、C則因水缸大而壓力甚低、故水流量甚大、由此裝置、即可將水流容量及壓力、互相變化、此即水力變壓器、

就上而言、此種裝置、只變化其容量與壓力、至於速力及其全部之動力、均無變更、蓋因動力係水量及壓力之積數、如一方變大、而一方變小、而其積仍然不變也、

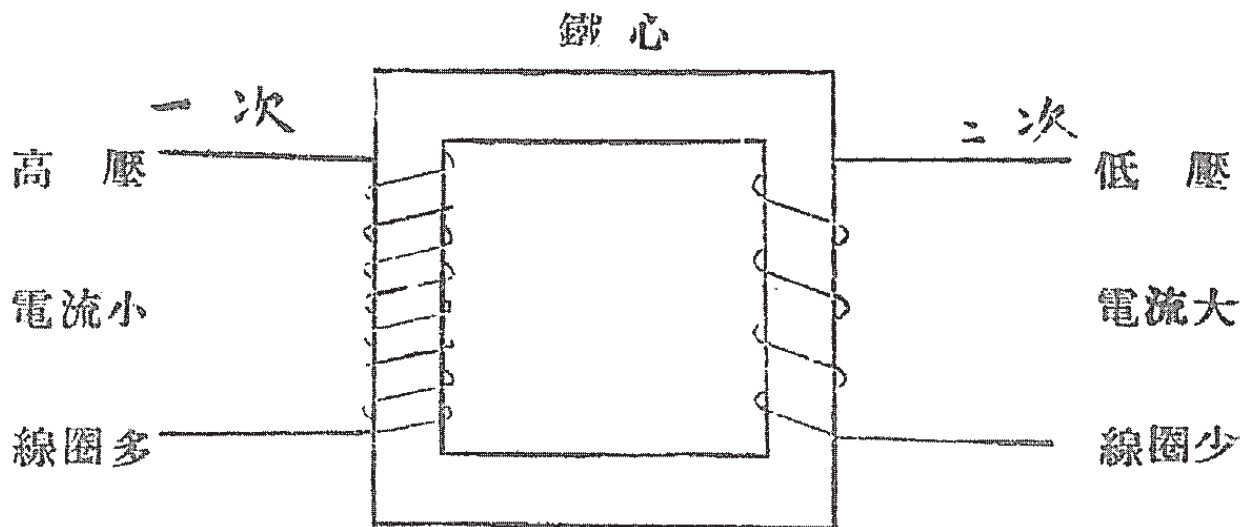
變壓器 (Electric transformer) 電氣變壓器、其原理與作用、實與水力變壓器相同、高壓方面電壓高而電流小、低壓方面電壓低而電流大、就外面頂上礙子之大小、亦可以分別之、高壓方面之礙子較低壓方面者為大、質量較良、至礙子之外、另有護圈 (Bushing) 以保護之、礙子及護圈聯合者亦有、圖59所示者、極為明晰、後面高大之護圈礙子、即是高壓進線、前面垂下之皮線、即是低壓出線、



第五十九圖

圖60示變壓器之各部、將磁鐵片排列成磁路、在鐵片上捲繞兩種包線線圈、其一捲數較多、其一較少、捲數多者、在降低變壓器、為一次線圈、又名高壓線圈、捲數少者、為二次線圈、又名低壓線圈、因捲繞數之不同、產生不同之電壓電流、電氣變壓器之線圈、猶水力變壓器之活塞、而磁鐵心之功用、猶兩活塞之連接器也、

一般實用之變壓器、其一次二次線圈、非如圖 60 所示、分開捲繞、不過分組裝置而已、如圖 61 所示、外殼已拆除、所有磁鐵心線圈進出線及護圈礙子等、均可一目了然

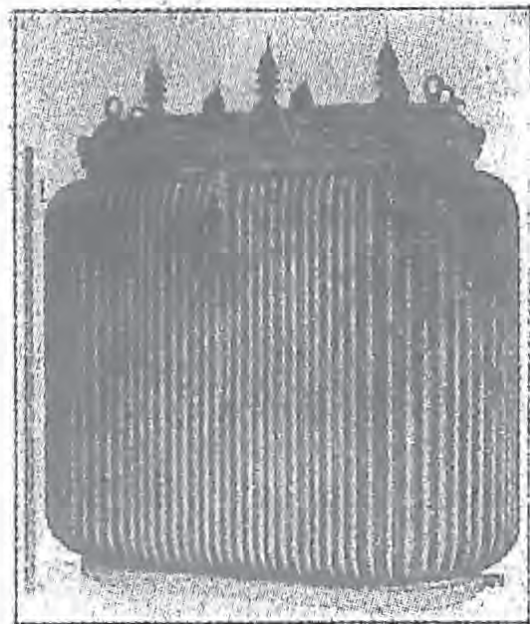




第六十一圖



第六十二圖



第六十三圖

冷却 (Cooling) 若一次與二次線圈中之電壓均不甚高、而其容量較小之變壓器、不過裝一鐵殼以免塵垢及潮溼、如電壓超過2000伏而容量較大者、則當滿貯油類、以增加其導體間之電阻、同時使其易于冷却、當電流在變壓器線圈中經過時、因

電阻而生熱、如常用之電熨斗及烘麵包器等一樣、若不設法除去、勢必熱至過度、燒壞絕電物、甚至變壓器全部燒壞、亦所常見、

冷油法 變壓器內儲油、是冷却之一法、此外如增加外殼之面積、亦可使油冷却較易、如圖62所示、則將外殼摺成瓦倫形、或如圖63所示、另裝管子接通上下二端、均是增加外殼面積使油之熱易於散放之法、此法頗似自動的放熱器、

最大之變壓器、於其頂部另裝冷水管、用水泵循環打水、利用水管將油速冷、蓋上升熱度、至頂部遇冷水管、即可減低、如圖64所示、即裝冷水管冷却之變壓器

變壓器熱度之限度 (Transformer temperature limits) 普通一般絕電體、如棉花絲葛布絨帶以及其他織物等其最高耐熱度為 105°C 或 221°F 、但變壓器之內部熱度、較高不易量出、故即



第六十四圖



第六十五圖



第六十六圖

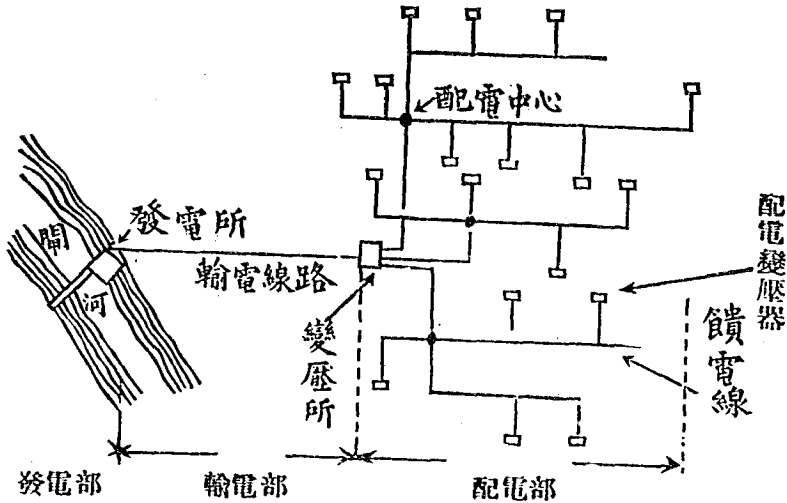
就油之熱度上、再加 $10-15^{\circ}$ 、以作內部之熱度、較大之變壓器、則為安全起見、裝就熱度表、可以隨時測量內部之熱度、如圖 59 所示、現今製造日精、竟有裝就特種熱度表、可以表示該器之現用負載之百分數、如圖 65, 66 所示、有此裝置、則變壓器之測驗當較便利多矣、

第二篇

電氣系統(The electric system)

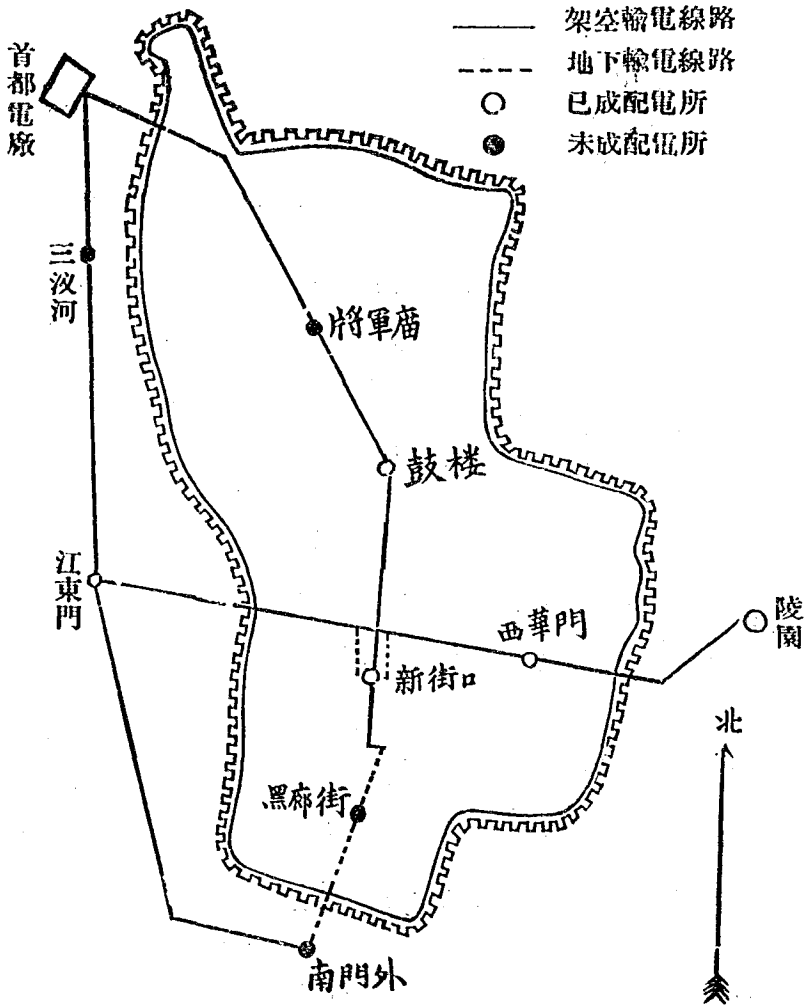
大意 在研究線路之前、先當明瞭電氣系統、本篇即示其綱要、簡言之、即明晰其產生及作用也、

所謂電氣系統者、實包括發電所 (Generating stations) 輸電線路 (Transmission lines) 配電所 (Substations) 饋電線路 (Feeders) 高壓線路 (Primary mains) 配電變壓器 (Distribution transformers) 低壓線路 (Secondary mains) 及接戶線 (Services)



第六十七圖

等、圖 67 即示簡單之各部組織、其系統只包括發電所輸電線路及配電所各一而已、歐美大電廠之電氣系統、有數個發電所、及數十個配電所、(俗稱變壓所)此種系統有極複雜而奧妙之電線網、如圖 68 所示、係我國首都電廠整理後輸電系統圖、電氣系統之大小、就送電面積之大小及用戶之多少而分別之也、



第六十八圖

發電所(Generating stations)

中央發電所 (Central stations) 發電所者、用煤力油力或水力變為電氣能力之地方也。

凡使用動力之工廠、如各自備原動機、殊不經濟、故求動力集中起見、事實上各處均有中央發電所之設立、不論大小用戶之動力、均取給於此。

發電所之種類 發電所有下列各種：

1. 水力(Hydro)

2. 汽力(Steam)

a. 引擎(Engine)

b. 汽輪(Turbine)

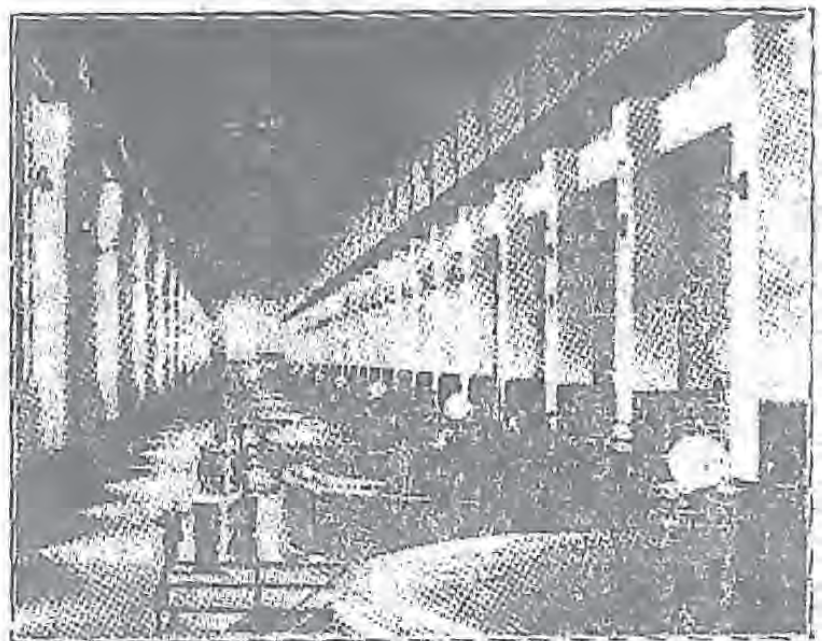
3. 內燃機(Internal combustion)

水力發電所、必擇有一天然瀑波之處、方可設立、大都離開用電之區甚遠、如圖69及70所示、即其內外景也、因其設備大投資重、故其年息地租均較汽力發電所為多、但以其不費燃料、故經常開支極省、在美國之水力發電所、約占全數三分之一、歐洲之瑞士全國動力、均用水力發電之電力、

汽力發電所、則有用汽機者、有用汽輪者、



第六十九圖

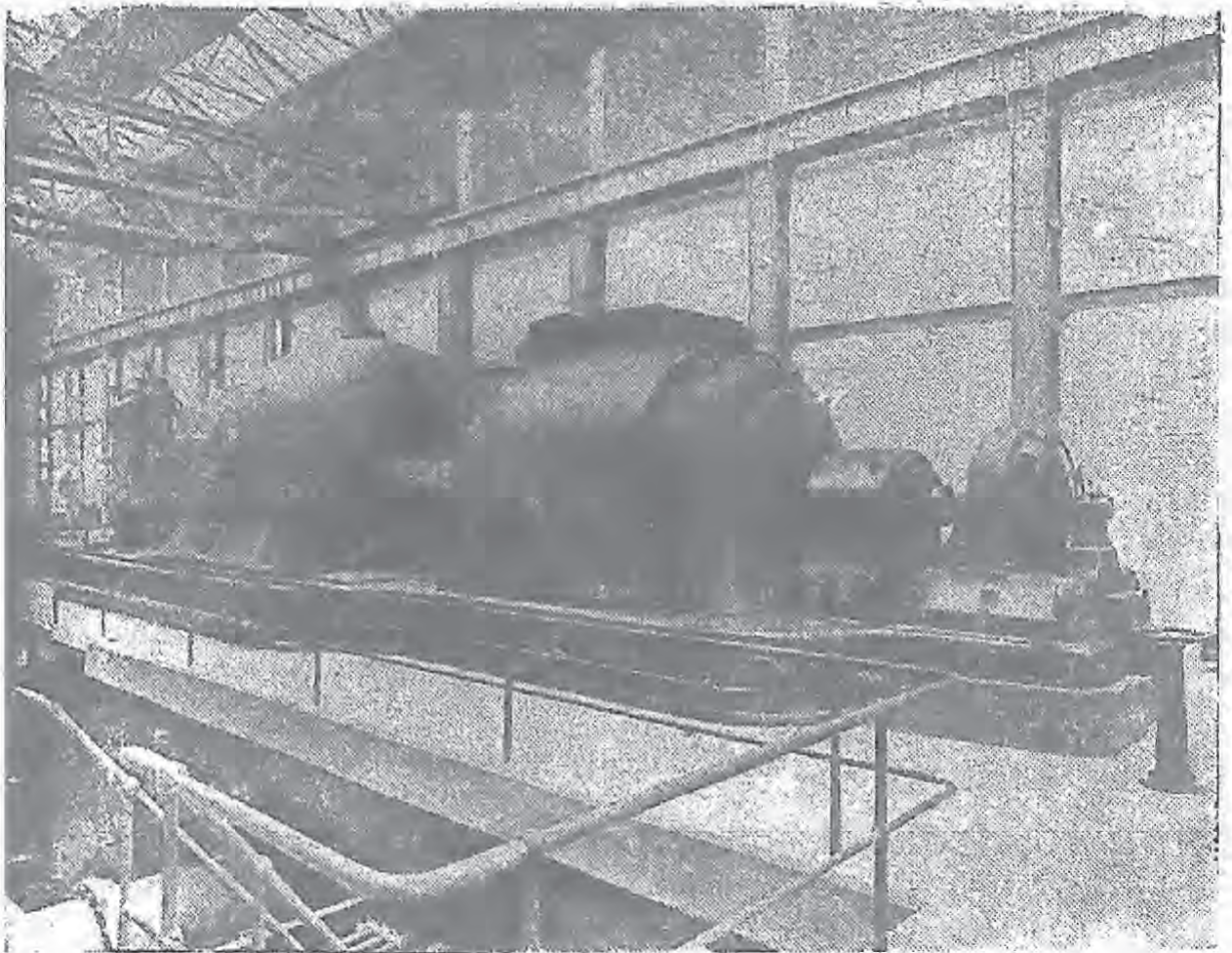


第七十圖



第七十一圖

圖71所示、即汽機發電所、數千居戶之小鎮均用此小範圍之汽機發電所、圖72所示即汽輪發電所、能發生極大電力、現世之最大汽輪、有75000馬力者、不過為數無幾、至其容量之單位、常以1000, 2500, 5000, 10000,



第七十二圖

及 20000馬力為標準數。

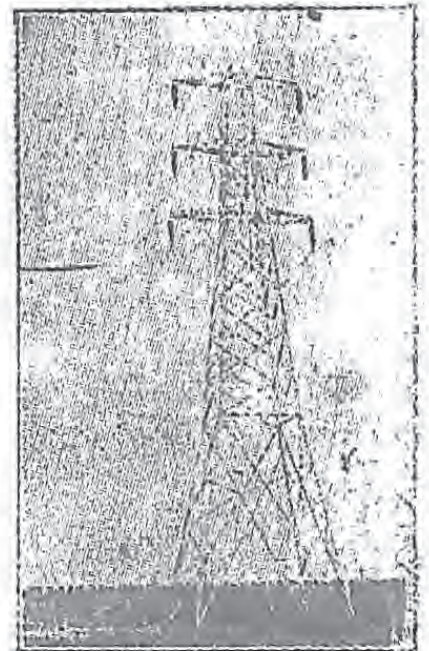
較小之發電所、有採用內燃機者、如狄氏油機等、圖73所示、即其一也、

交流發電所 (Alternating-current plants) 發電所以交流發電所為多數、約佔百分之95、即或使用直流、亦須由交流變化而成也、

發電之週率 (Frequencies generated) 凡汽機煤氣機之交流發電機、均採用60週波、蓋此等發電所、大都接近用電區域、無須遠距離之輸送、故用60週波之電流於線路上、亦無多量之損失、至於水力發電所、則輸電線路有百餘公里或更有遠者、則60週波太高、故水力發電所、大都採用低週波、就美國而言、太平洋沿岸則採用50週波、其中部及東部、則用25週波、因其水力發電所大都用低水位所致、現今我國標準週波則為50週波、



第七十三圖

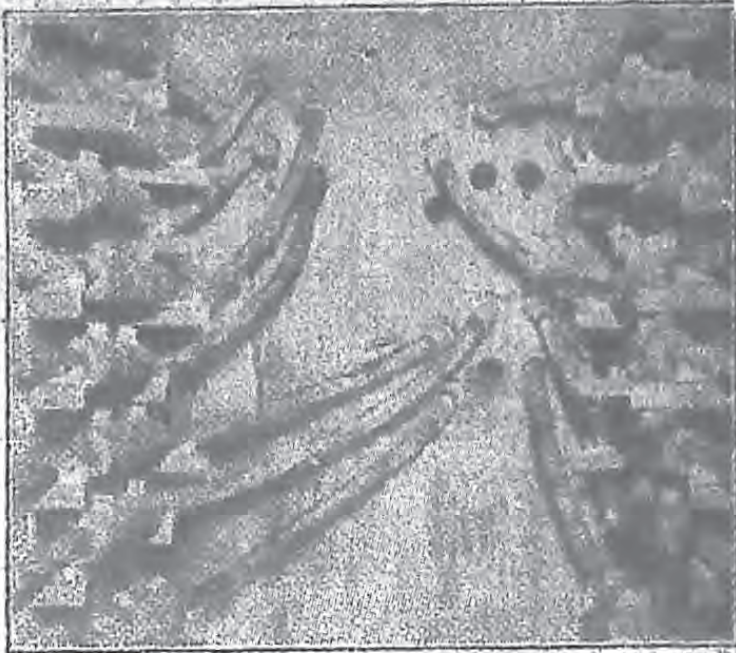


第七十四圖

輸電線路 (Transmission lines)

架空線路 (Overhead lines) 輸電線路者、即自發電所接通配電所之電線也、有架空及地下電纜二種、凡電壓極高距離極遠之輸電線路、均用架空式、圖74所示、即係歐洲某發電所送110000

伏電流至某城之輸電線路、其距離為 145 公里、上有三相三線電路兩道、兩塔之距離為 800 呎、所載電流計 90000 K V A、週率為 25 週波、



第七十五圖

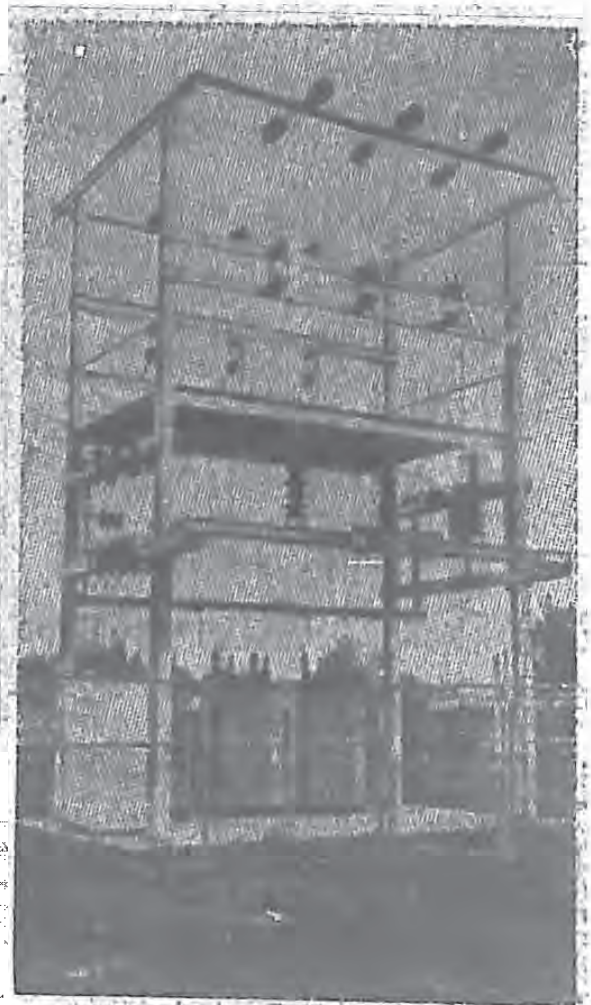
地下電纜 (Underground cables)

繁盛之都市、不便建築高壓架空線路者、乃改用地下電纜、圖 75 所示、係地下電纜之一種、由發電所送電流至

配電所、散播於城市之各處、此種電纜、可耐極高之電壓、常用者為 13200, 26400, 或 33000 伏、目下製造進步、最高可至 132000 伏、此種電纜、名曰輸電電纜、(Transmission cables) 專用於輸送電流至配電所所用者也、

輸電線路分爲長短距離二種 (Short and long transmission lines)

輸電線路可以分爲長短距離二種、短距離者、輸電在 3 公里以內、其電壓係 2200—13200 伏、此種線路之電壓即係發電所之電壓、無庸裝用昇高變壓器、長距離者、輸電在 3 公里以上、其電壓自 13200 至 220000 伏、此種高電壓大都裝用昇高變壓器、預爲昇高、



第七十六圖

配電所(Substations)

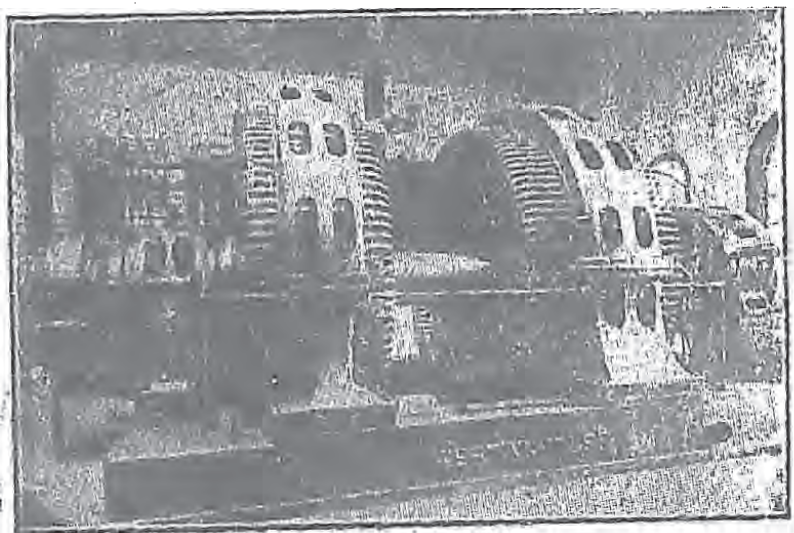


功用 配電所之(或名變壓所)作用、係變更交流電之電壓週率或由交流變為直流之處所也、經過此所後、再用配電線路、分送至各用戶。

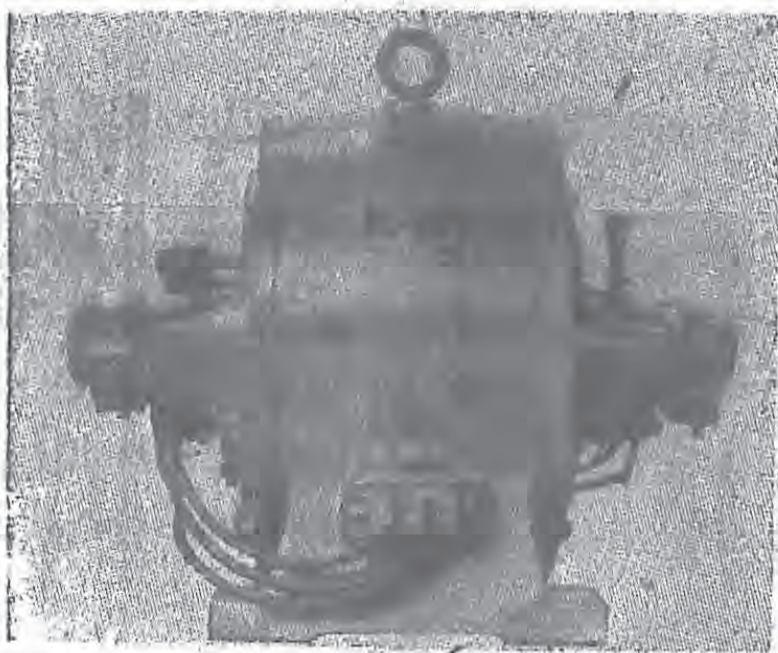
第七十七圖

1. 變壓器室 (Transformer substation)
 - a. 屋外式 (Outdoor)
 - b. 屋內式 (Indoor)
2. 變週率機室 (Frequency-changer Substation)
3. 交流機室 (Converter substation)
 - a. 電動發電機 (Motor-generator)
 - b. 回轉交流機 (Rotary-converter)

變壓器室大都降壓至 2300 伏、圖 76 示屋外式、圖 77 示屋內式、變週率機室係變換週率、週波數大都自 25 至 60 週波、圖 78 所示、即其一也、變流機室係變交流為直流之處、裝置電動發電機、或



第七十八圖



第七十九圖

配電系統 (Distribution system)

配電系統之各部 配電系統、即示電氣能力供給實用之分佈線

路、其分部如下：

1. 饋電線 (Feeders)
2. 配電中心 (Distribution centers)
3. 高壓線路 (Primary mains)
4. 配電變壓器 (Dis-
tribution trans-
formers)
5. 低壓線 (Secondary
mains)
6. 接戶線 (Services)

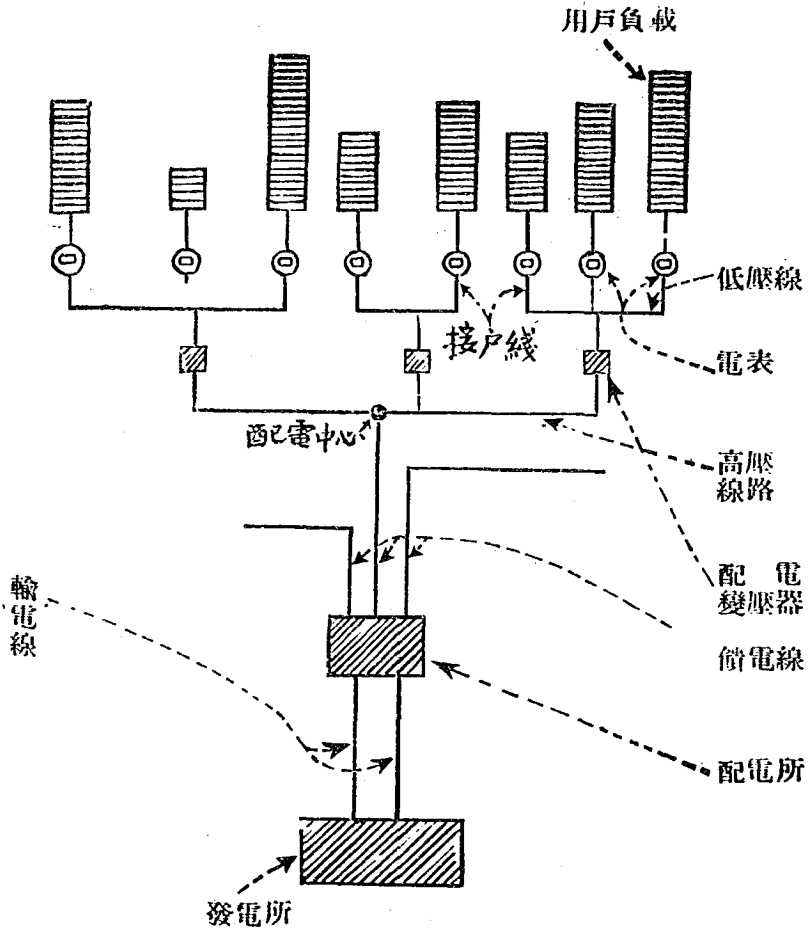
圖81、即自用戶總開關以外、至配電所止、所有各部互相連接之顯明表示、

饋電線 (Feeders) 饋電線者係配電所 (或小電

回轉變流機均可、惟後者較為普通、同時亦可改變電壓、圖 79 所示、即由交流變為 600 伏直流、作城市電車所用之變流室、圖 80 所示、即用交流變為 30,000 伏直流、作為電氣鐵道所用之電動變流機、



第八十圖



第八十一圖

廠之發電所)與配電中心接通之總線也、架空或地下電纜均可、
圖 89 即示某發電所發出之 4000 伏架空式饋電線、

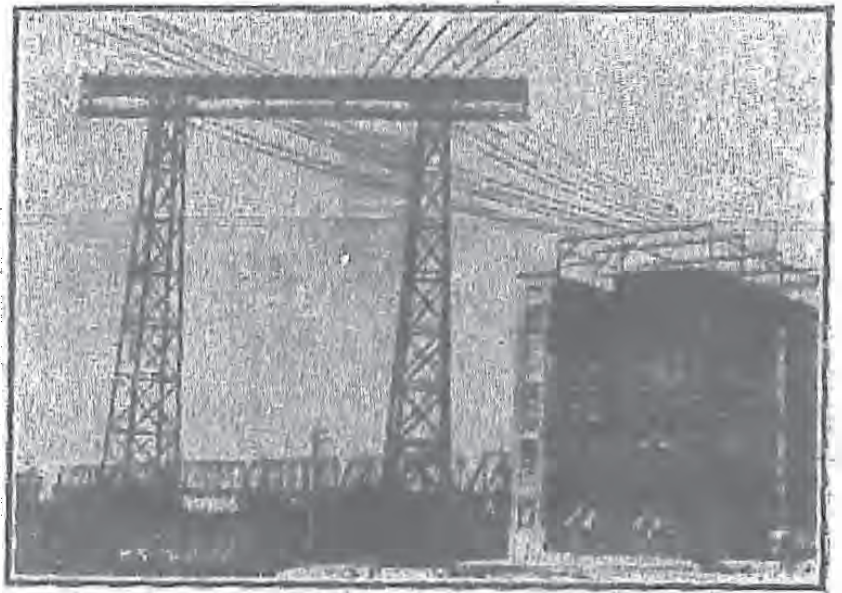
配電中心 (Distribution center) 配電中心者即就高壓總線之

負載重心點、接連饋電線之點也（如圖83）、大都於此點裝置開關及自動斷路開關、以便管理及保護高壓總線。此點之電壓不論負載之重輕、當維持其定數、其法可於配電所裝置電壓調整器、以調整之、（於第五篇詳細說明）因此負載雖有變更、而配電中心之電壓、仍可維持原狀也、

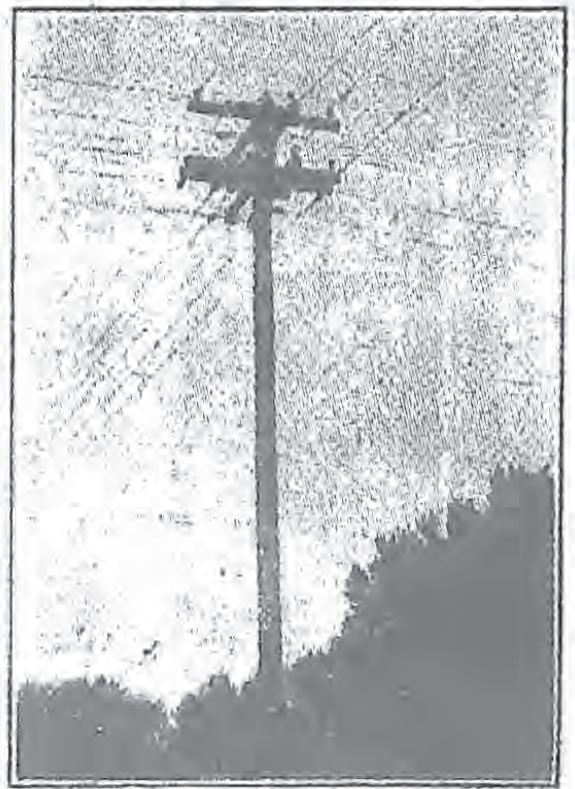
高壓總線 (Primary mains) 高壓總線、係自配電中心起、至配電變壓器高壓線圈止之一段線路。此線路電壓、當與饋電線同、路中裝置自動斷路開關或保險絲、如圖84所示、即高壓總線至變壓器之一段、變壓器上之野人頭、(Cutouts) 每線上裝一只、內有保險絲、以防過負載及短接之患、

設計配電線路系統時、當先就用戶之稀密、分用電區域為若干區、同時注意高壓總數之距離、以愈短為愈好、可以減少線路損失、否則當用較粗之銅線、以減少電壓之降落、

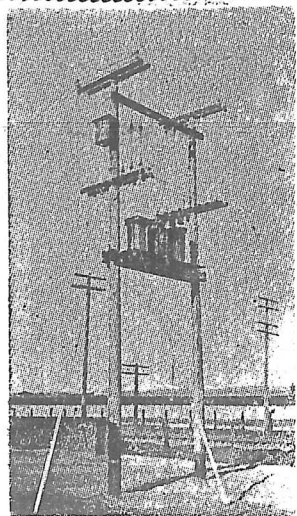
配電變壓器 (Distribution transformers) 配電變壓器之功用、係由高壓線之電壓（一般為 2300 伏）變為燈、力、熱用戶之須要電壓、（一般為 115 或 230 伏）其原理除第一篇已略述外



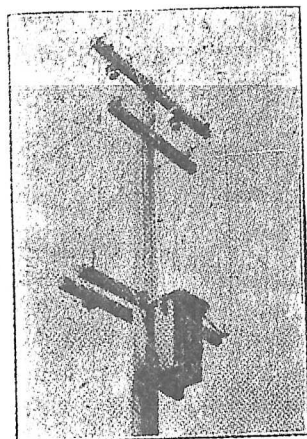
第八十二圖



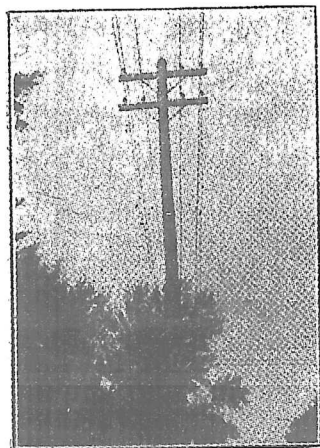
第八十三圖



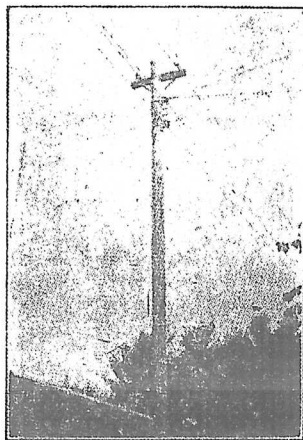
第八十四圖



第八十五圖



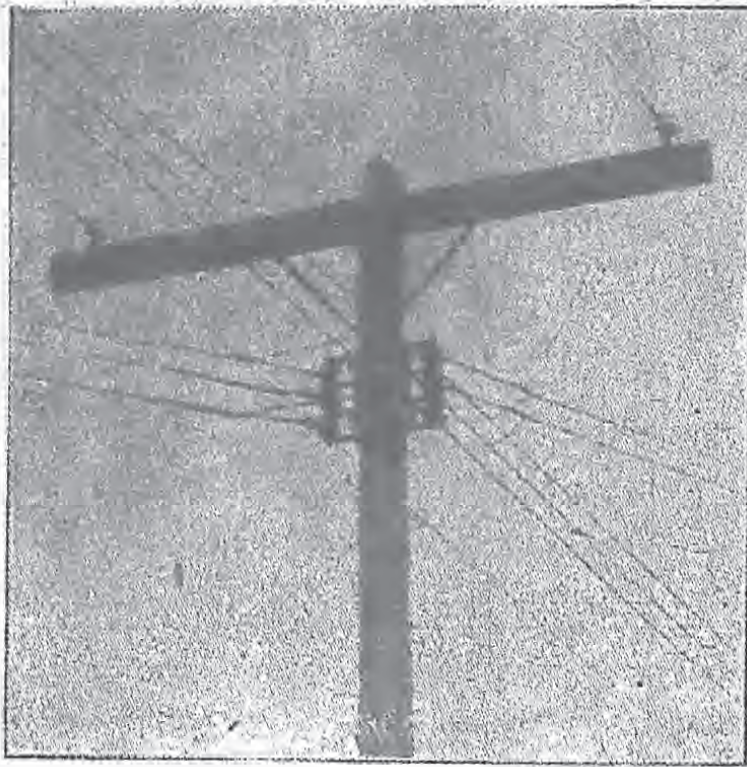
第八十六圖



第八十七圖

。第五篇又當詳述之。凡接連於高壓線者為高壓線圈。接連於低壓線者、為低壓線圈。圖85所示、即接通低壓線之低壓線圈也。

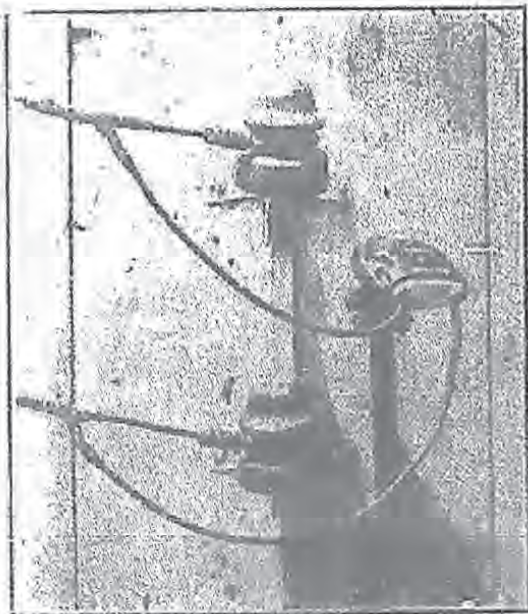
低壓線 (Secondary mains) 低壓線者、即起自變壓器之低壓線圈、分佈於大街小巷接通用戶之電線也。圖 86, 87 即其一也、



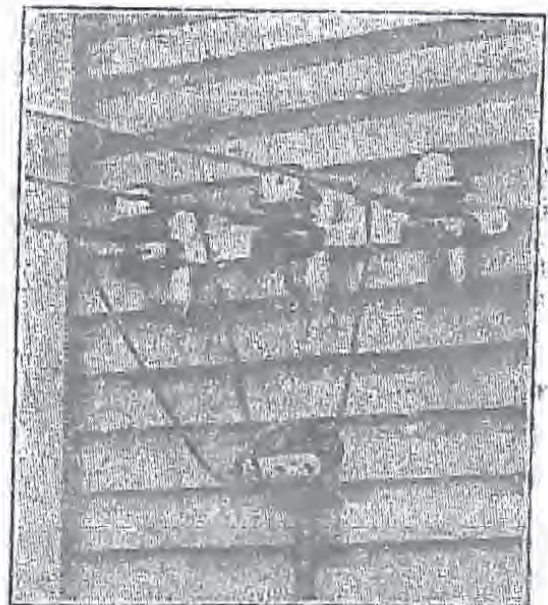
第八十八圖

其線之數目不同、有二線或三線四線、於第三篇當詳述之。此種線常放在高壓線之下面、或平放、或直放、以其電壓為 115 伏或 230 伏、故其兩線之距離可以縮小。

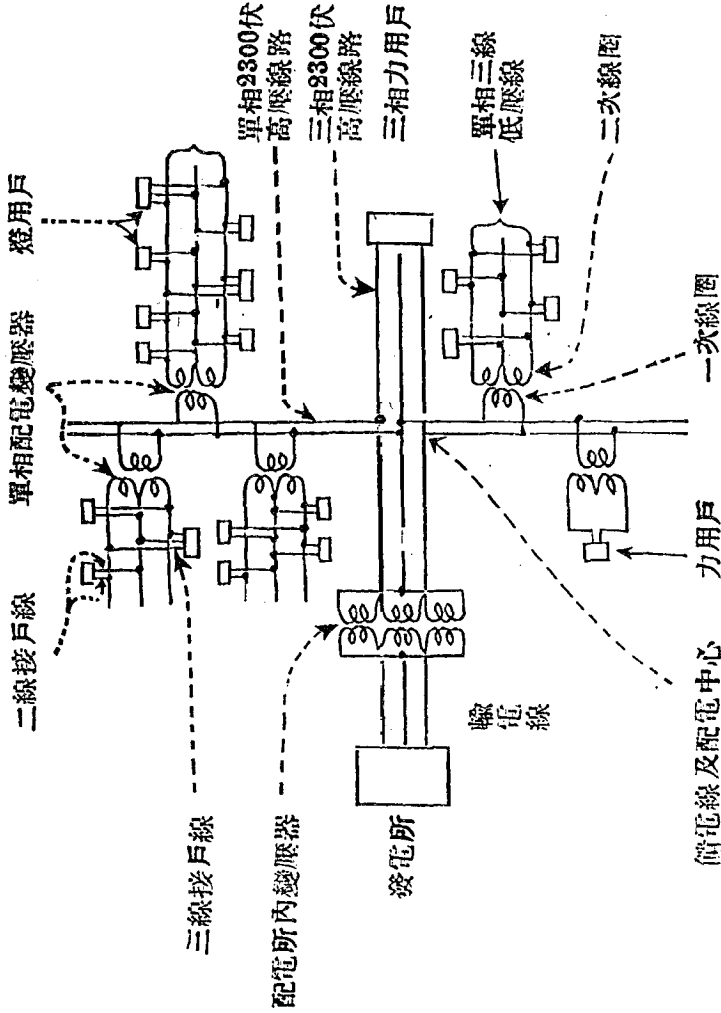
接戶線 (Customers' services) 接戶線者、自低壓線接至用戶電表間之線也、此線下垂式居多、圖 88 中有三線



第八十九圖



第九十圖



第九十一圖

者係供力戶之用、有二線者係供燈戶或熱戶之用、圖 89 及 90 卽示接戶線進用戶建築物之地位、

總論 圖 91 示上述配電系統之各部互相關係、一目了然、最初自發電所起、用高壓輸電線路接通配電所、此種輸電線路、長短不一、在 5 公里以上者、常用架空式、若發電所接近城市、則改用地下電纜亦可、由配電所發出之饋電線、可以分散各處、電壓常爲 2300 伏、或 4000 伏、將此線接至配電中心、然後再分佈四方、此線之電壓、與饋電線同、但有三相及單相之別、燈力混用之區域及較大用戶、均用三相高壓線、祇有燈戶之區域、則用單相高壓線、將此線接入配電變壓器、變爲 115 及 230 伏、再用低壓線接通用戶之接戶線、爲一系統、上述種種、卽配電系統之概況也、

第三篇

配電線路(Distribution circuits)

分類 配電線路可分為直流交流二種、事實上二相交流無人採用、故分類如下：

1. 交流電流 (Alternating current)

a. 三相 (Three-phase)

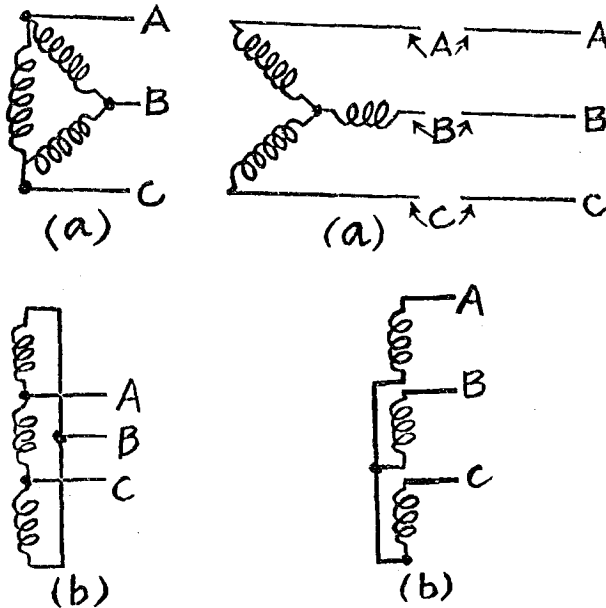
(1) 三線 (Three-wire)

(2) 四線 (Four-wire)

b. 單相 (Single-phase)

(1) 二線 (Two-wire)

(2) 三線 (Three-wire)



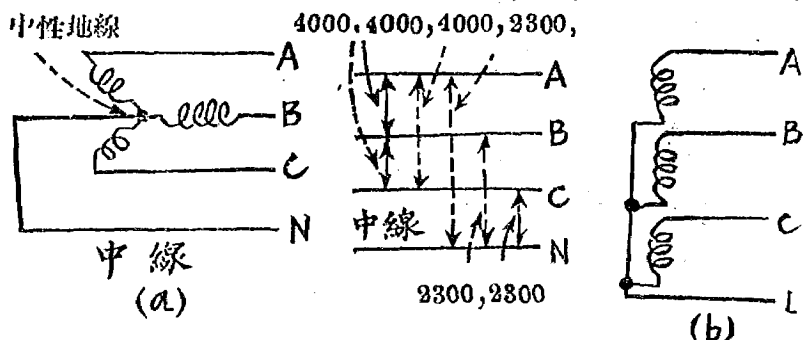
第九十二圖

2. 直流電流 (Direct-current)

a. 二線 (Two-wire)

b. 三線 (Three-wire)

三相三線式電路 (Three-phase, three-wire circuits) 交流配電系統中之饋電線、大都採用三相三線式、凡交流發電機、不論其線圈為星形連接法、或三角連接法、均能接成三相三線式電路、同樣配電所之變壓後之低壓線路、不論其為星形或三角形連接法亦可接成三相三線式電路、圖 93 即示饋電線採用三相三線中性地線



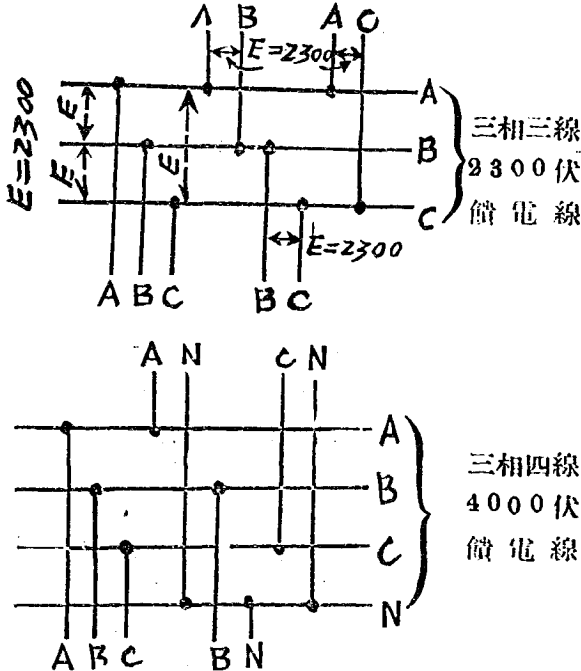
第九十三圖

式者、至變壓器之低壓線方式亦同、高壓線圈採用星形連接法者較少、六篇當詳述之、此種連接法其中任何二線、電壓相同、即 A 與 B, B 與 C 及 C 與 A 均相等、蓋三角形連接法則線圈電壓與線路電壓相同、若改為星形連接法、則線路電壓等於 $\sqrt{3} \times$ 線圈電壓、配電系統中饋電線之電壓、有 2300 伏及 4000 伏者、亦即此理也、

三相四線式電路 (Three-phase, four-wire circuits) 較大城市均用三相四線式、變壓器之高壓線圈為星形連接法者亦可、圖 93 所示、即此方式、其第四線、名謂中性地線、因連接星形之中心點而通地者也、

此式兩線間之電壓等於 $\sqrt{3} \times$ 變壓器高壓線圈電壓、故三相中每二線等於4000伏、若為四線式、則每線與中性線等於 4000 伏、此式較三相三線式為經濟、蓋其容量既可增至1.73倍、即同一負載、此式電流只有百分之 58 、而又可為一種電壓、故現今採用此式者漸多、

單相雙線電路 (Single-phase, two-wire circuits) 單相雙線電路、三相電路之支路用之、如發電所為單相發電機亦用之、現世採用單相機極少、圖 94 即示三相三線式及三相四線式中分出



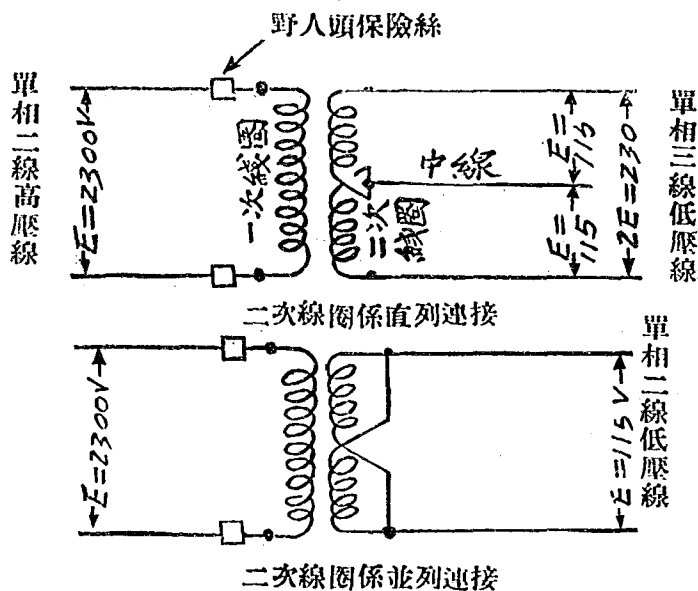
第九十四圖

之單相兩線電路、即在配電中心點、分出高壓線二根、其電壓與三相四線式中之任何一線與中性線之電壓相同、大都為 2300 伏

、此種電壓、爲一般高壓線之標準電壓、

凡由三相式接出單相二線電路、當使其每相之負載平均、卽於接出時、當視其負載之多少平均依次接出、

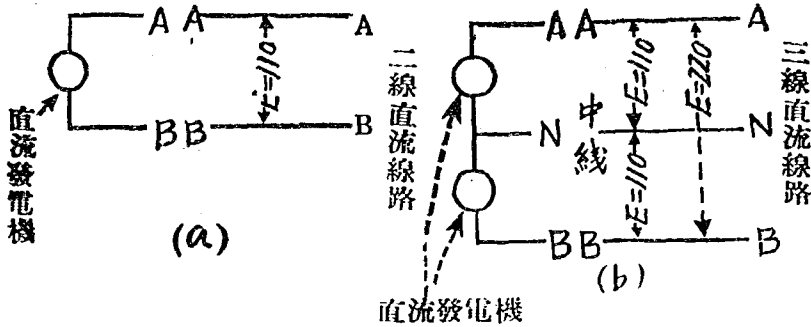
單相三線電路 (Single-phase three-wire circuits) 低壓線路、大都採用單相三線電路、如圖 95 所示、配電變壓器之低壓



第九十五圖

線圈、可分爲二組、直列連接或並列連接均可、大都爲直列連接、若除去中線、則外邊線間之電壓爲 230 伏、若用中線則邊線與中線之電壓爲 115 伏、一般用戶之燈熱容量在半馬力以內者、均用此式、如用較高電壓、可以減少線路損失、使電壓不致降落、故公署行棧及較大用戶則用 2300 伏、

直流之二線三線電路 (Direct-current-two-and Three-wire circuits) 其電源爲直流者、如直流發電機或電池等均用二線直



第九十六圖

流系統、直流電不能用變壓器、圖 96a 卽示二線之直流電線路、
 96b 卽示三綫之直流電路、此式與交流電之單相三線式同、又名
 曰愛狄生氏式 (Edison system)、現下美國首都之一部仍用此式

第四篇

線路材料(Line materials)

大意 本篇及以下三篇所述、均係解說輸電線路之各種材料、及用具之概要、用以完成配電系統之工作、其材料及用具、係包括線路支持物 (Line supports) 橫担 (Cross-arms) 線路鐵器 (Line hardware) 礙子 (Insulators) 導線 (Conductors) 變壓器 (Transformers) 調整器 (Regulators) 電表 (Meters) 避雷圈 (Choke coils) 避雷器 (Lightning arrestors) 斷路開關 (Disconnect switches) 保險絲 (Fuses) 等、茲特分別詳述於下、俾應用者易於選擇、

架空線路支持物(Overhead line supports)

架空線路支持物之分類 架空線路支持物、可分為二大類、一為電桿、二為電塔、電桿又分木、鋼、三合土三種、電塔分硬性柔性二種、

線路支持物(Line supports)

1. 電桿 (Pole)

a. 木質電桿簡名木桿、

- (1) 杉木電桿 (Cedar)
- (2) 栗木電桿 (Chestnut)
- (3) 松木電桿 (Pine)

b. 鋼質電桿簡名鋼桿、

- (1) 元管式鋼電桿 (Tubular)
- (2) 開展式鋼電桿 (Patented)
- (3) 房屋式鋼電桿 (Structural)

c. 三合土電桿 (Concrete) 又稱水泥桿、

- (1) 無孔三合土電桿 (Solid)
- (2) 有孔三合土電桿 (Hollow)

2. 電塔 (Towers)

a. 硬性電塔 (Rigid)

(1) 三脚硬性電塔 (Three-leg)

(2) 四脚硬性電塔 (Four-leg)

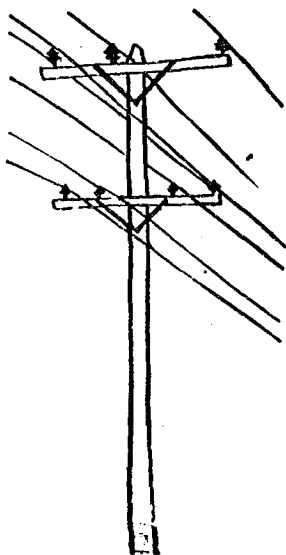
b. 柔性電塔 (Flexible)

(1) 二脚柔性電塔 (Two-leg)

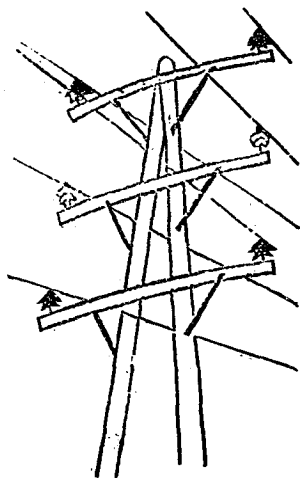
木桿之採用 配電方面、大都採用木桿、輸電線路及電氣鐵道用之者亦不少、蓋木桿既爲絕電體、且開辦費亦較省也、

圖 97 卽示單桿式、此外尙有二桿連接如 A 字形者、如圖 98、連接如 H 字形者、如圖 99、二桿式較單桿式強力爲大、

木桿之種類 各電廠之木桿、常就當地所出或採購較便之種類用之、如產白杉則用白杉木桿、此種木桿、因根段較粗、梢徑較



第九十七圖



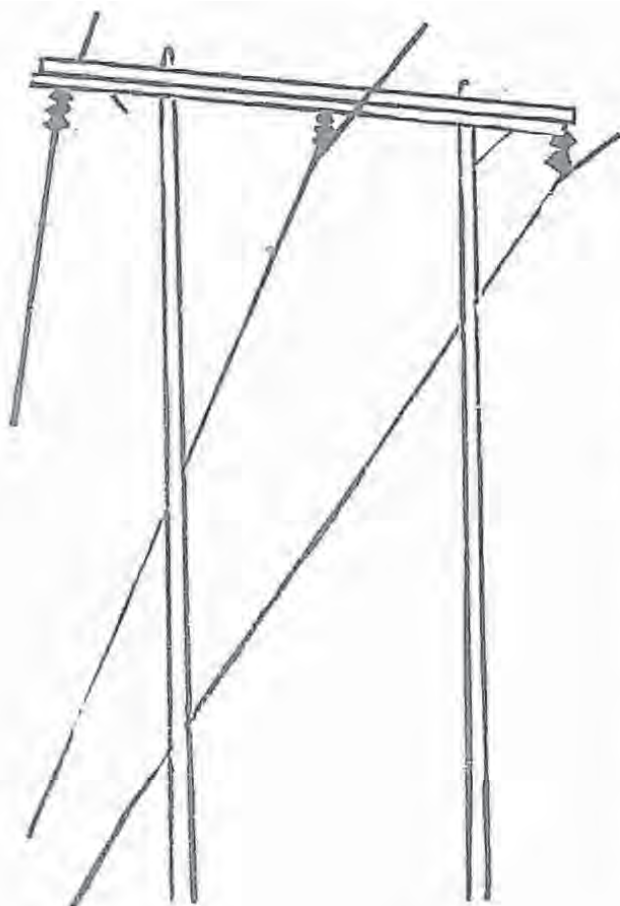
第九十八圖

小、故易識別、如產紅杉則用紅杉木桿、此種木桿上下兩端之大小、相差較少、如產栗木、則用栗木木桿、甚至如產柏及黃松者、則用柏或黃松木桿、圖 100即示首都電廠 13500伏木桿輸電線路也、

我國各電廠所用木桿中百分之 60 爲杉木、25 爲廣木、故杉木及廣木用之較爲廣大也、

如將木桿之根部、先施以防腐作用、而後植立、則木桿之生命可以延長、最好者能加倍其生命、

木桿之分別 普通分別木桿之大小、即自根端量上 5 呎之長度及依其頂端梢徑之圓周而分別之、如 20, 25, 30, 35 呎等至 [60] 呎長、及 18 吋, 22, 25, 至 28 吋梢徑、以上圓周數實與 6, 7, 8, 9 吋對徑數不相上下、故電話公司等、常就其兩端之圓周、分爲 A, B, C 及 D 等、因其便利、故普通採用者極多、A 種用於輸電線路及



第九十九圖



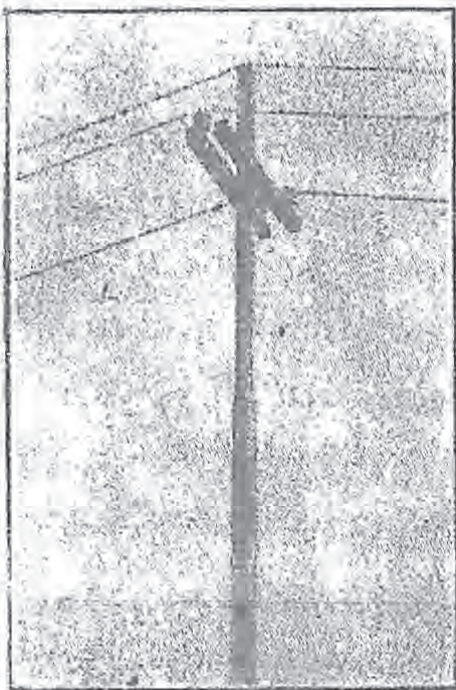
第一百圖

極重大之配電線路、B種用於較輕之輸電線路及配電線路、C種用於配電線路及其他低壓線路、表1示我國首都電廠之木電桿標準表、

表1.我國首都電廠規定之杉木電桿尺寸標準表

長 度	梢 徑	根 徑
30'	4½'' 以上	8'' 以上
35'	5'' ,,	9'' 以上
40'	5'' ,,	9½'' 以上
45'	5½'' 以上	10 '' 以上
50'	''	10 '' 以上
55'	''	11 '' 以上
60'	''	11 '' 以上

普通應用之木桿尺寸 木桿之大小、依其使用所在地之土性電壓之大小及橫担之多少而定之、普通輸電線路、常用40—60呎長之木桿、配電線路則用30,35或40呎長之木桿、至於30呎長者、則祇用於城市之外居民較少之區域、35呎長者、可裝橫担一二副、40呎長者、則可裝橫担三四副、35呎以上之木桿、可用於城市之中、



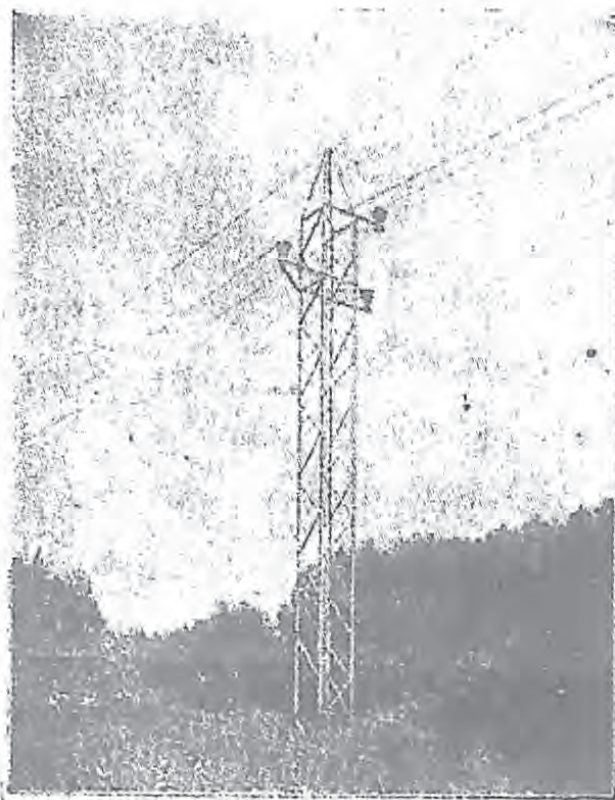
第一百零一圖

再者小於4吋梢徑之木桿、極少應用、即4吋梢徑約等於12吋圓周、凡轉角或吊掛變壓器即強力較大之處、當採用梢徑6,7,8,及9吋之木桿、即圓周等於18吋,22,25,28吋也、

鋼桿 (Steel poles) 木桿生命甚短

亦非經濟之策、故改用鋼桿者漸多。鋼桿現有三式、即元管式開展式及房屋式是也、元管式者、如圖 101 所示、即將對經不同之元鋼管、連接而成、底下之對經較大、頂上較小、其連接處係銜接而又焊緊者、開展式者、如圖 102 所示、用工字鐵二根、中間另用鐵條交叉焊接如開展狀、根端較寬、以作底座、房屋式者、如圖 103 所示、用鋼條連接如架屋形、連接處原用帽釘或電焊均可。

三合土桿 (Concrete poles) 輸送電流、採用三合土桿者、亦復不少、蓋木桿生命太短、或特殊情形不適用木桿者、均用三合土桿、但因其價昂、故不能普遍、三



第一百零三圖



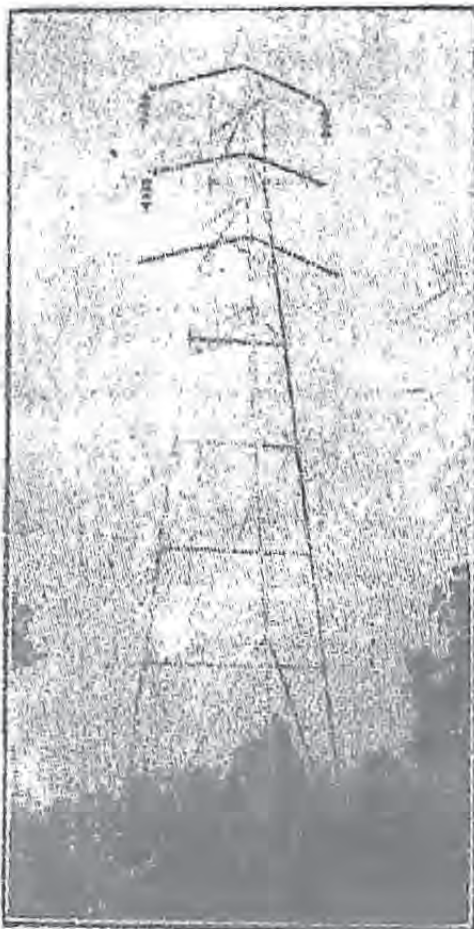
第一百零二圖

合土桿分爲二種、即有孔及無孔是也、二種製造法亦異

、無孔者如圖 104 所示、係用鋼骨及三合土置於模型中即成、有孔者、係用鋼骨及三合土置於一長短上下粗細相合之圓筒模型中、再將此圓筒置於旋轉機上轉動十分鐘至十五分鐘之久、筒內三合土因受離心力之關係、被迫向外、故成有孔、其重量較無孔者



第一百零四圖

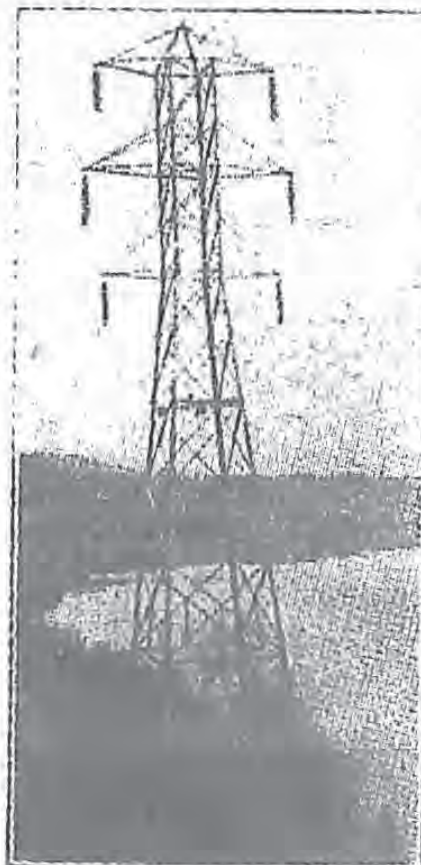


第一百零五圖

爲輕、故如架空線路與地底線路相接處、亦可應用此種電桿、

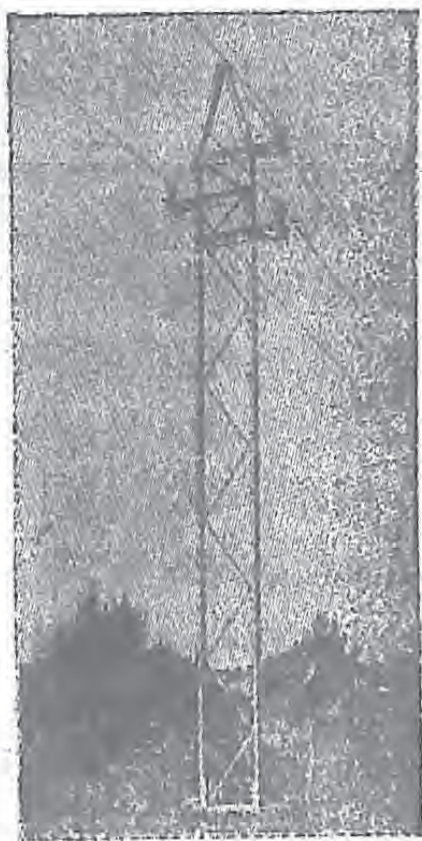
鋼塔之採用 鋼塔專用於輸電線路、因用建築鋼料製造、故較諸任何電桿爲堅固可靠、底脚較大而長度在 35 呎以上者、其形似塔、卽以塔名之、至於底脚小而在 35 呎以下者、則爲鋼電桿、

硬性式及柔性式 (Rigid type and flexible type) 電塔分硬性式及柔性式二種、硬性者、任何方向均甚堅固、柔性式者、則在拉線方向較弱、前者有三脚或三脚以上者、後者只有二脚、圖 105 及 106 卽示三脚四脚硬性式電塔、圖 107 示二脚之柔性式電塔也、前者可以



第一百零六圖

四面受力、後者只可着力於直線上、其他方面力量較弱、故輸電線路採用柔性電塔者、每隔 3000—4000 呎當用硬性者一根、以增加其強力、而免傾側、並可於塔頂裝掛鋼線、作地線之用、如在盡頭之處、亦可用鋼線自此塔拉



至前塔以爲扳線。至柔性電塔之優點即價廉而占地位少也。

橫担 (Cross-arms)

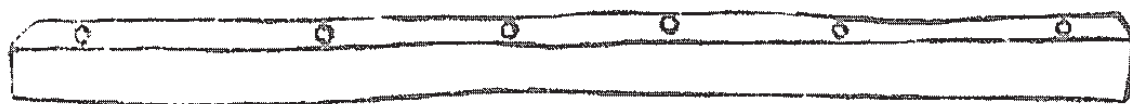
式類 橫担者、電桿或電塔上之橫裝支持物、以支持礙子及線路之導線者也、現分三類：

1. 木類 (Wooden)
2. 鋼類 (Steel)
3. 特製類 (Patented)

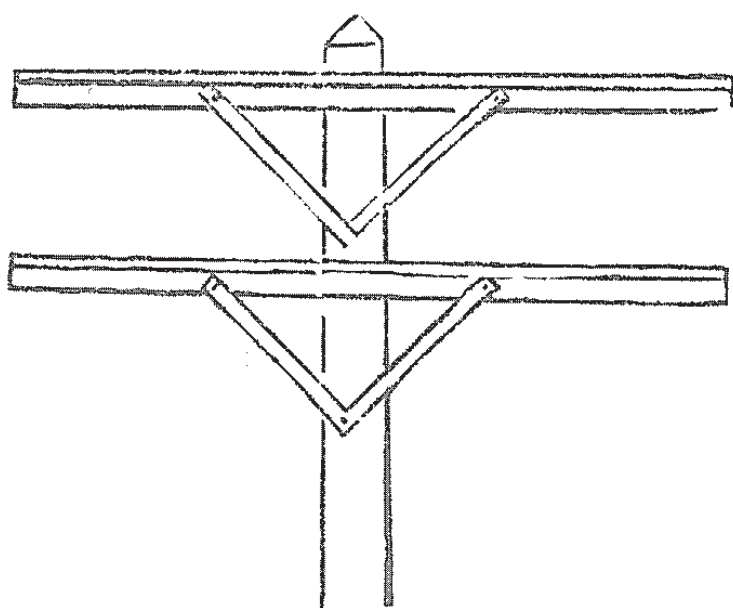
木橫担之用於電話電報及配電線路、既早且廣、如圖 108 所示、圖 97 卽示裝置於木質電桿之情形、其料大都用樅及松、樅木持久而少節、較松爲良、

一般較重饋電線式鋼桿其強力較大、如用木橫担、不甚適宜、

第一百零七圖



第一百零八圖



第一百零九圖

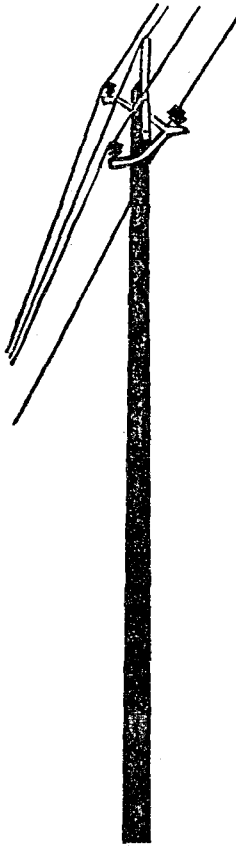
如圖 109 所示、卽用角鐵所製者、用鑄鋁所製之騎馬螺絲釘、裝置於鋼桿上、猶之用木螺絲釘裝置於木桿上也、

特製橫担用於三相輸電線路、造成三角形式、使二線之裝置、亦成三角形、如圖 110 及 111 所示、圖 111 所示、以其形似叉

骨紋、曰叉骨式、圖 112 所示即三角形式也、

橫担大小 一般公認之木橫担即 $3\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$ 吋， $3\frac{3}{4} \times 4\frac{3}{4}$ 吋，及 4×5 吋，標準大小四種、其小者用於配電線路、大者用於輕負載輸電線路、

橫担之長度有一定、以梢釘孔之間隔為分段、依配電線之多少而定梢釘孔、有 2, 4, 6 或 8 只之別、其中 2 及 4 只梢釘孔者、用於小縣城或鄉間、6 只梢釘孔者、用於大城市之配電線路、8 只梢釘孔之橫担、用於重容量線路、兩梢釘孔之間隔、用於配電線者、常為 14 吋、孔與橫担之末端最小為 4 寸、圖 113 及 114 即示低壓線路用之 4 孔及 6 孔橫担、



第一百零十圖



第一百十一圖

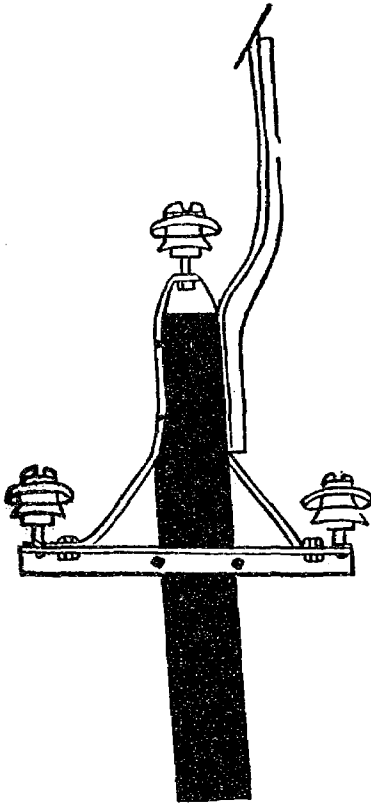
實用上之大小 實際上橫担之斷面、常為 $3\frac{1}{4} \times 4\frac{1}{4}$ 、及 $3\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$ 吋、若其上懸掛變壓器者、則用 4×5 吋橫担、應用於輕負載之輸電線路亦可、

單面橫担 (Side arms)

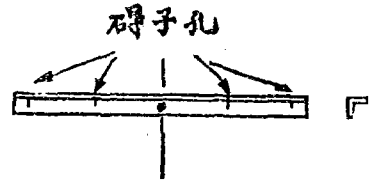
單面橫担者、因電桿之一面、有物障礙、不能敷設電線、祇能用單面橫担、如圖 115 即示其例也、

雙副橫担 (Double cross-arms)

雙副橫担如圖 116 所示、用於較平常之大力量處而非在一直線上者、如轉角盡頭角度曲線



第一百十二圖



第一百十三圖

及交叉等處、雙副式橫担在電桿之兩面各裝一付、用以分其力量於二付、礙子梢釘等因此亦須雙付也、

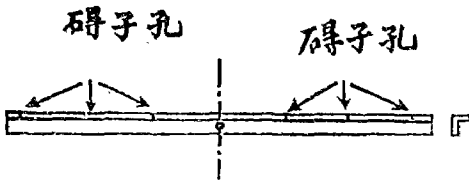
交叉式橫担 (Buck or Reverse Arms) 交叉式橫担 用於直角轉灣之地位、如 117圖所示、用以轉換線路之方向、

礙子柄 (Insulator pins)

式類 礙子柄者、用以支持礙子、使成直立方向之裝置也、

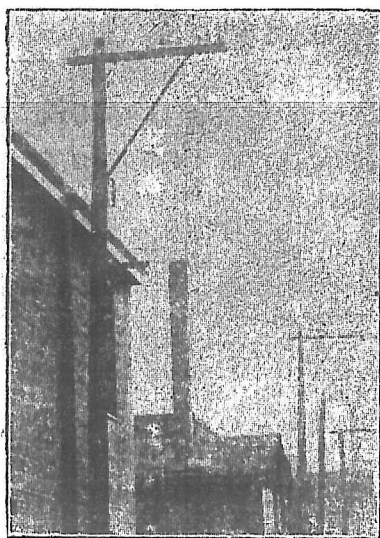
礙子柄有木製及鋸製二種、木製者常用延壽樹、因較其他各樹牢固耐用、鋸或鋼製者、用於粗線或高電壓之線路、有用騎馬釘

(Clamp pin) 將礙子柄包釘於橫担上者、如圖 118—121 所示、凡鐵製者較木製者為小、如 8 磅、5 磅、吋之鋸製者、可以代替吋之木製者、為

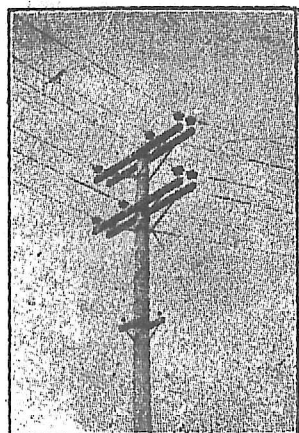


第一百十四圖

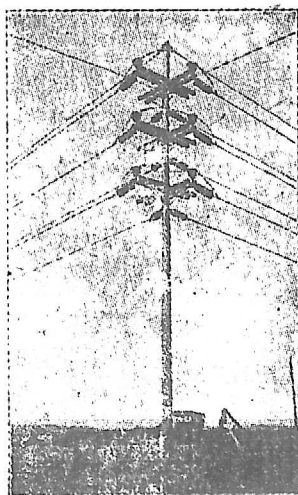
求安全起見、大都採有鐵製礙子柄、



第一百十五圖



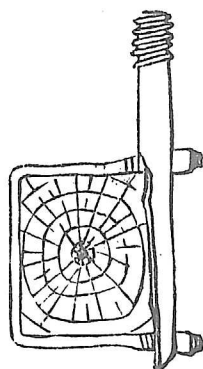
第一百十六圖



第一百十七圖

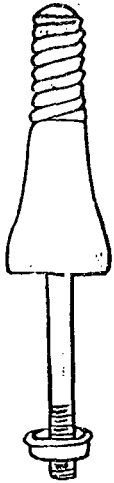


第一百十八圖



第一百十九圖

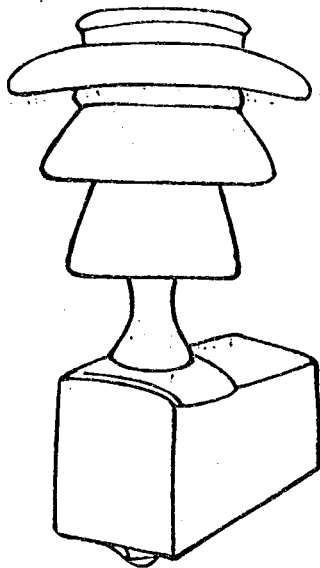
木製柄之大小 (Wood-pin Sizes) 低壓線路中之木製柄 9 吋長者為最普通、設橫担上之孔為 1 吋、則下端之大小必須合符、稍高者對徑為 $1\frac{1}{4}$ 吋、其頂端則為 1 吋之螺絲、以裝磁子、如圖 122 所示、即其詳細尺寸、



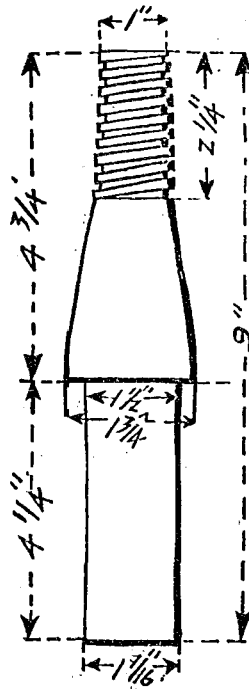
第一百廿圖

電桿鐵器 (Pole hardware)

撐腳 (Braces) 撐脚者、用以分任橫担之力量、而使其愈益堅固也、有以扁鐵板製者、亦有以小角鐵製者、其大小視橫担之大小及導線之粗細而定、於配電線中常用者為 $\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$ 吋之 28 吋長之扁鐵條、其



第一百二十一圖



第一百二十二圖

一端用木螺絲釘釘住於木桿上、其他一端則用對銷螺絲緊接於橫担上、如圖 123 所示、用角鐵者可以磨成 V 字形、如圖 124 所示、此種撐鐵、可以支撐橫担之底部、較扁鐵者愈為堅固、

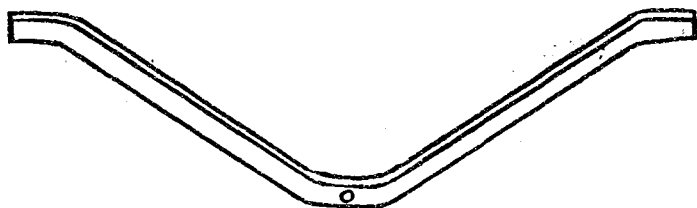
單面橫担、則用特製之單面式撐脚、於配電線中常用

$1\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2} \times 36$ 吋角鐵、長約 5—7 呎、如圖 125 所示、中間做一踏脚、以便線匠之工作、



第一百二十三圖

對銷螺絲及反向螺絲 (Bolts and lag screws) 對銷螺絲及反向螺絲、為線路上最普通之螺絲、圖 126 示其一種、用以為橫担



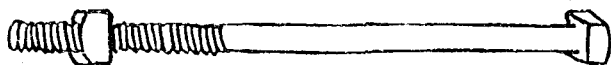
第一百二十四圖

及電桿之接合物、普通為死時間長為 12—16 吋、用於雙付橫担者、如圖 127 所示、圖 128 即示對銷螺絲用作撐脚與橫担之接合物



第一百二十五圖

、普通對徑為 $\frac{7}{8}$ 吋、長為 $4\frac{1}{2}$ 或 5 吋、圖 129 即示反向木螺絲、用作撐脚與電桿之接合物、普通用者為 $\frac{1}{2} \times 4$ 吋、使用時只鑽



第一百二十六圖

小孔、而後以錘擊之、即可打穿木紋而旋入、

總圖 電桿上所用之鐵器、如圖 130 所示、故此圖即各鐵器之

總圖也、

桿扳 (Pole guys) 桿扳者、為支持物或為線纜、用以增加電桿之強力、而維持其原狀者也、凡電線拉動電桿、或線上增加特別之載重、如天寒時之風雪等、均用此力以對抗之、



第一百二十七圖

桿扳之分類如下：

1. 撐扳 (Braces)

a. 單撐 (Single pole)

b. 雙撐 (Double pole)

2. 扳線 (Wire guys)

a. 架空扳 (Span guy)

b. 頂頭扳 (Head guy)

c. 橫担扳 (Arm guy)

d. 地板 (Anchor or "down" guy)

(1) 盡頭 (Terminal)

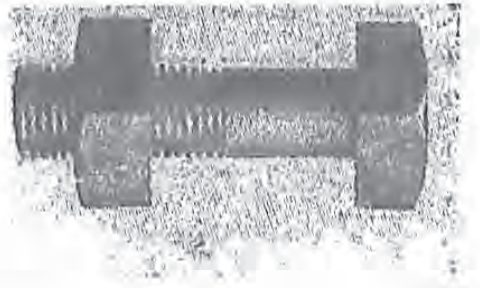
(2) 對角 (Corner)

(3) 直線 (Line)

(4) 邊扳 (Side)

(5) 混扳 (Storn)

e. 過街扳 (Stub guy)



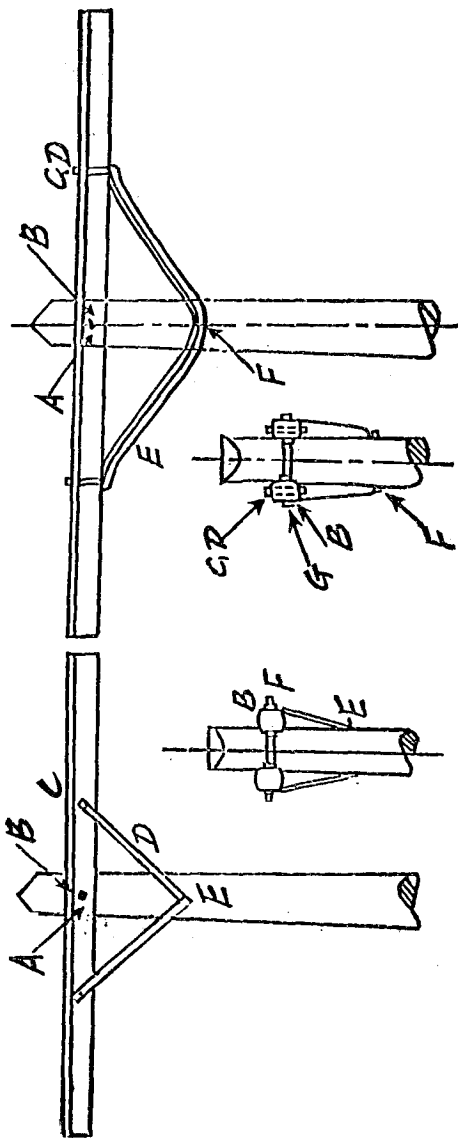
第一百二十八圖

單撐及雙撐、如圖 131 及 139 所示、用於不能做扳線之處、或潮溼之地、撐扳之頂端、當釘入於電桿上、

架空扳者、即在電桿之頂端、連接至扳樁之扳線也、此式大都用於重要之轉角處、用以拉



第一百二十九圖

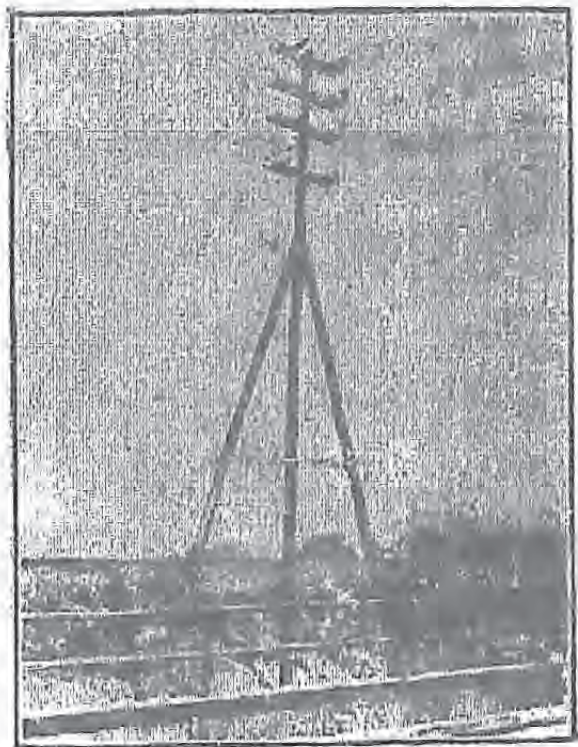


- A— $\frac{5}{8}$ " 螺絲 (Through bolt)
 B— $\frac{3}{4}$ " 方襯圈 (Sq. washer)
 C— $\frac{3}{8}$ " 元襯圈 (Round washer)
 D— $\frac{1}{4}$ " 撐脚 (Brace)
 E— $\frac{1}{2}$ " 反向螺絲 (Lag screw)
 F— $\frac{5}{8}$ " 螺絲帽 (D. A. bolt)

- A— $\frac{5}{8}$ " 螺絲 (Through bolt)
 B— $\frac{3}{4}$ " 方襯圈 (Sq. washer)
 C— $\frac{1}{2}$ " 螺絲 (Mach bolt)
 D— $\frac{1}{2}$ " 元襯圈 (Round washer)
 E—角鐵撐脚 (Angle C. A. brace)
 F— $\frac{5}{8}$ " 反向螺絲 (Lag or through bolt)
 G— $\frac{5}{8}$ " 帽螺絲 (D. A. Bolt)



第一百三十一圖



第一百三十二圖

住導線之力量也、

頂頭扳者、即此桿之頂、用扳線拉至次桿之中部各點、

橫担扳者、即在此桿橫担之一面、拉至其次電桿上、

地板者、即在扳桿之頂端用扳線拉至地下之地柱也、

盡頭扳者、用於線路中之最末電桿、使其力量可以平衡 如圖 133所示、

對角扳者如圖 134所示、亦係平衡線路導線之力量之用也、

直線扳者、如圖 135所示、用於直線上之線路中、以防偶一斷線、則有此扳線、可以抵抗其力量矣、

邊扳者、用於負重不平衡之線 路上



第一百三十三圖



第一百三十四圖

如圖 136所示 於曲線或轉角等處、均用此種拉線、

混扳者、包括一對之直線扳及邊扳、如圖 137所示、均緊接於同樣



第一百三十六圖



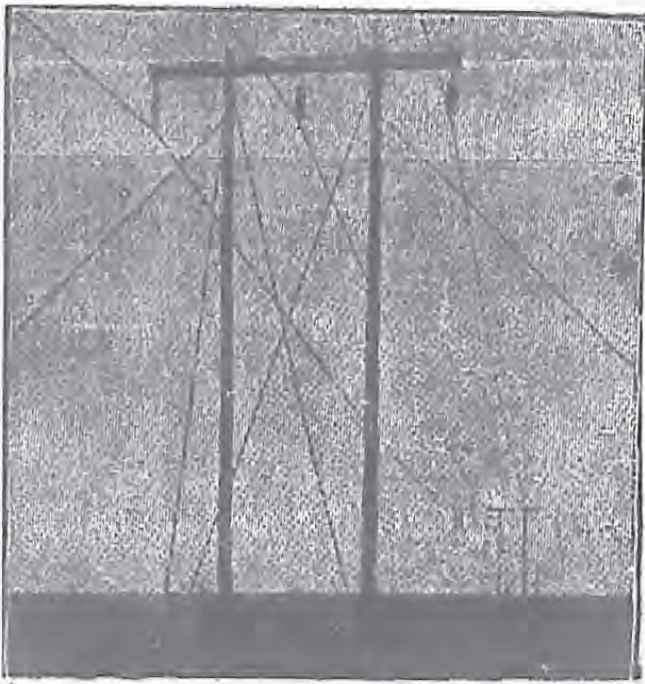
第一百三十五圖

之各點上

、此種扳線、於長距離線路中、每隔 1 公里均用之、蓋防其斷線而可平衡導線之力量也、

過街扳者、如圖 138所示、實係普通之架空扳拉於街道上、因妨礙交通、故於街之對面另植一桿、雙板拉住之、

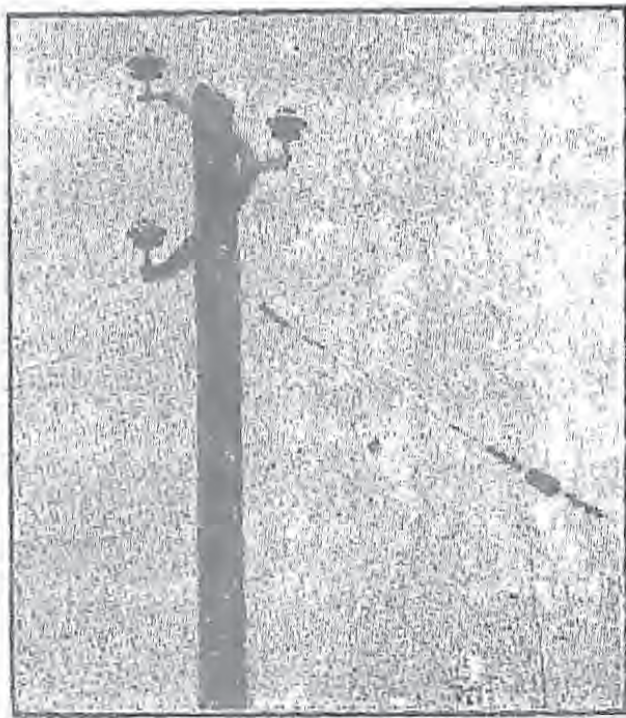
板之材料 板線包括線纜線夾扳線礙子及地柱(如圖 139)而言、線纜之普通者係七根 $\frac{3}{16}$ 吋錳白鉛之鐵線、如圖 140、常用者於桿上繞二轉後、即用線夾夾住、如圖 141所示、夾住板線者、即二



第一百三十七圖



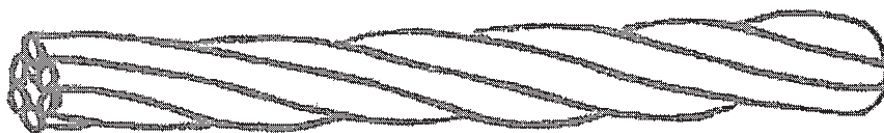
第一百三十八圖



第一百三十九圖

金屬片上用螺絲旋緊之、扳線礙子、如圖 142所示、用一二個不等、以防線匠工作時或行路人之危險也、於狹隘街路上之饋電線輸電線、又必不可少、多潮溼之地、亦不可不用。

地柱 (Anchors) 地板用之地柱種類頗多、常用者為木樁、但因掘洞費時、其代價亦不廉、在美國工貴之處、改用特製之螺絲形地柱、以省工資、如圖 145, 146所示、為特製難爬式地柱、(Never-creep



第一百四十圖

anchor) 即將地柱分為柄座二部、先穿孔於地



第一百四十一圖

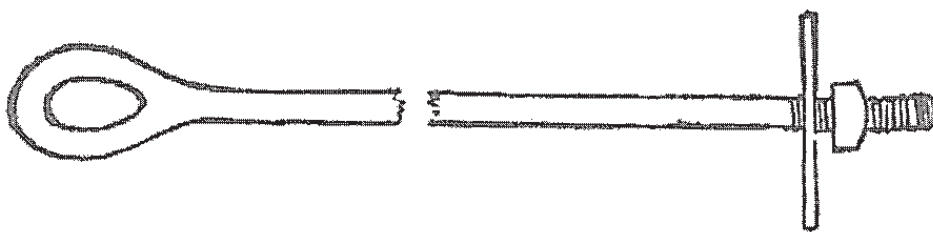
而成斜角度之方向，放置柱座、再將鐵柄另行鑿入，使與柱座成直角方向而接入座內、普通採用者、以木槽地柱為較多、取其價廉也、惟為節省地位或求格外安全起見、則

非特製者不可。

桿釘 (Pole steps) 凡裝掛變壓器保險鉛絲以及裝置多數導線之電桿上、因線匠須隨時上桿檢查、故於桿上釘以桿釘、以備工匠便於上下、常用者、為長 9 吋對徑 8 吋之圓鐵釘、如圖 147 所示、先在桿上開 1/2 吋之小孔、而後旋入之、其根端灣出、為線匠

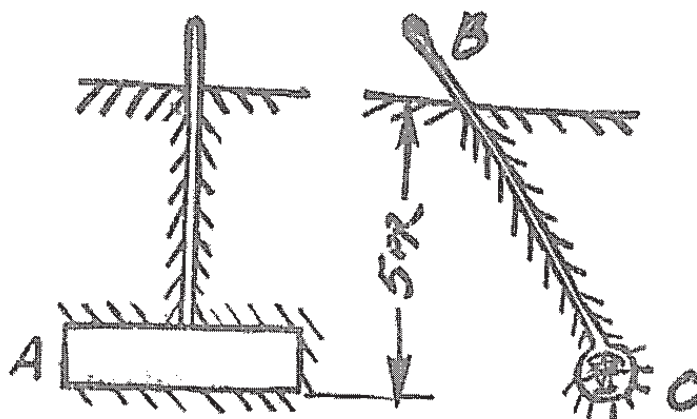


第一百四十二圖



第一百四十三圖

踏足之用、自離地 6 呎呎起、每隔 18 吋為一級



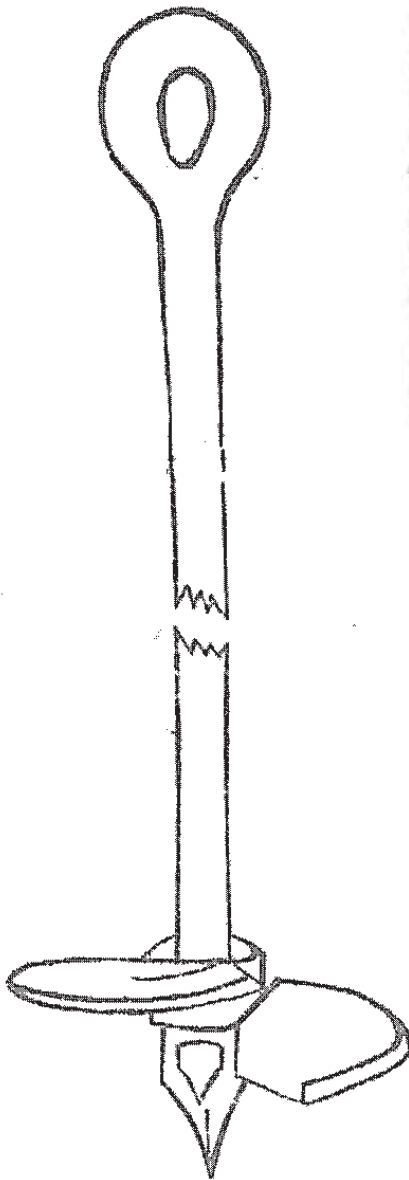
第一百四十四圖

木質桿釘、係用三角形之硬木、用木螺絲或尖頭釘釘於桿上、用者亦極多、

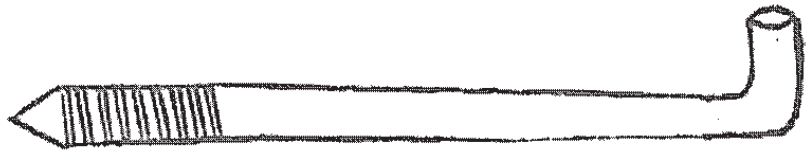
凡遇學校附近、及其他人多之處、常於下部用活落式桿釘、用



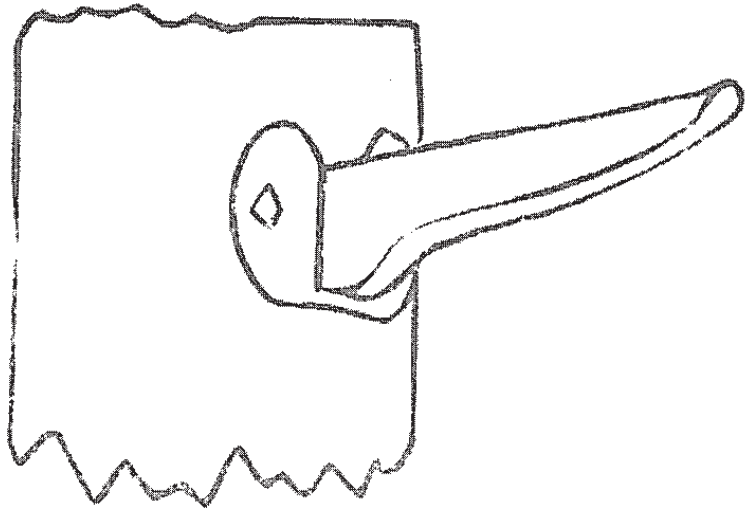
第一百四十六圖



第一百四十五圖



第一百四十七圖



第一百四十八圖

時插上、不用時取去、以防小兒之攀登、而有生命之危險、此式亦名曰分離式桿釘、如圖 148所示、

礙子(Insulators)

分類 礙子之作用、為導線與電桿或電塔間之絕電體也、架空式線路上用之者有三種、

1.直脚(Pin)

a.玻璃(Glass)

- b. 磁料 (Porcelain)
- 2. 掛式 (Suspension)
 - a. 黏接式 (Cemented type)
 - b. 斷連式 (Link type)
- 3. 拉線式 (Strain)
 - a. 線路 (Line)
 - b. 板線 (Guy)

直脚礙子 直脚礙子者即礙子支持於直脚之上也、直脚用以支持礙子、而礙子用以扎住導線也、即如圖 149即示、



第一百四十九圖



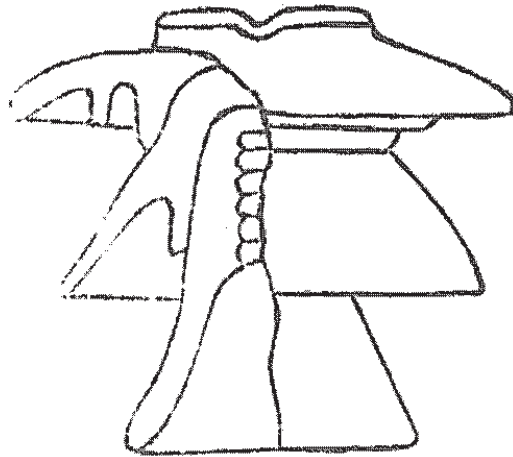
第一百五十圖

直脚礙子有用玻璃製者及磁料製者二種、玻璃礙子、爲一圓椎形玻璃、又名爲塊頭礙子、如圖 150所示、磁料礙子用於低壓方面者均爲塊式礙子、用於高壓線路者、則有 2,3或4層併合而成者、大概電壓在 23000伏以下者爲一層、23000—44000 伏爲二層、44000—66000 伏爲三層、66000—88000 伏爲四層、其用數層者、係使雨水向外流出而免發生長弧、故每層均向外分開狀、又以其每層若裙、故又名曰裙礙子 (Petticoat insulators)、

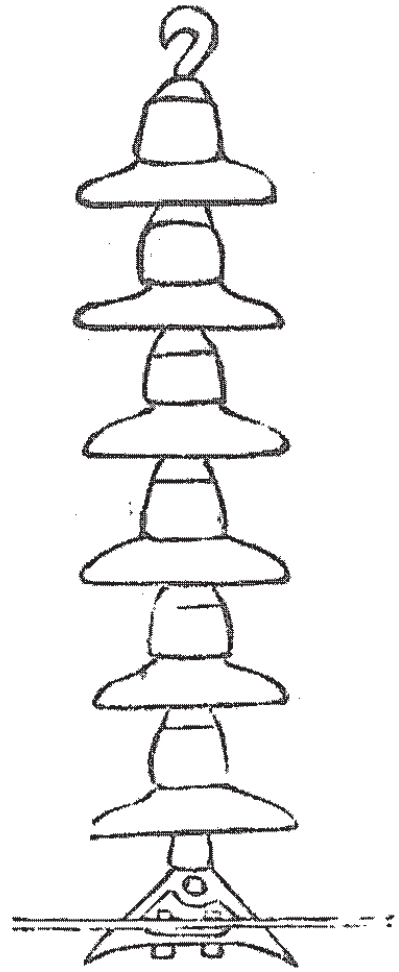
如圖 151所示、在 44000伏以上之輸電線路、鮮有用直脚礙子者、

至玻璃礙子只用於低壓電路、如低壓配電線及接戶線等、在高壓饋電線及輸電線等、則均用磁料礙子、

小礙子之內螺絲適合 1 吋之直脚、其大者則當適合 1 3/8 吋之直脚、裝配時當另用三合土以膠緊其螺絲、



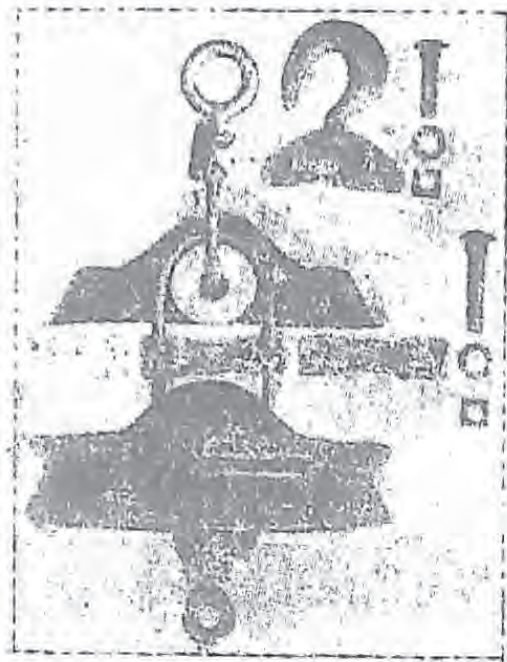
第一百五十一圖



第一百五十二圖

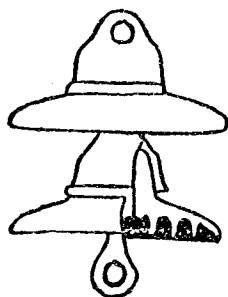
掛式礙子
掛式礙子者、即一端繫於橫担、其末端則拉住線路之導線也、(如圖 152) 用掛式

礙子者、近來日益增加、44000伏以上均用之、蓋因此種高電壓之直脚礙子、重量甚大、無適當強力之直脚、足以支持之、用掛式者、則較為自由、電壓愈高、則礙子只數愈多、



第一百五十三圖

式類 掛式礙子有二種、一為黏接式、如圖 153所示、一為斷連式、如圖 154所示、斷連式者、有拉纜二根、裝於礙子內部、用磁層以絕電、黏接式者不然、在礙子之頂部、連接金屬帽圈、另有金屬直脚、在礙子之下部、兩式均甚適用、其磁盤之對徑、



第一百五十四圖

約 6—10 吋、超過者亦有之、惟以 10 吋最爲普通、

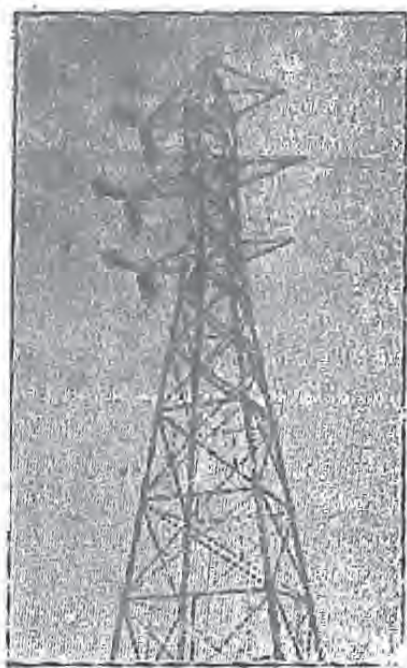
每串之礙子數 (Number of units in String) 每串之礙子數、隨線路電壓之多少而定、此外對於裝置地點之天氣、亦有考慮之必要、表 2 即示輸電線路各種電壓之每串礙子數、

表 2 各種電壓之掛式礙子每串之礙盤數

線 路 電 壓	掛式礙子每串之礙盤數
13,200	2
22,000	2或3
33,000	2或3
44,000	3或4
66,000	4或5
88,000	5或6
110,000	6,7,或8
132,000	8,9,或10
154,000	9,10,或11
220,000	12或16

拉線礙子 (Strain insulators) 拉線礙子者、即富有拉力、而能絕電之礙子也、凡線路之盡頭處、轉角處、極尖曲線、及極大桿距如過河跨山等均須用之、就以上各處情形、礙子不特須有絕電之電氣能力、尙須有機械強力、足以對抗線路中導線之拉力也、

拉線礙子、與掛式礙子相同、不過此種礙子、對於機械強力、



特加注意、若一只拉線礙子不足抵抗拉力時、則二只三只均可增添、裝用法、如圖 155 所示、

拉線礙子、大都用於扳線纜上、以防路人之危險、及求線匠之安全、如前所述、此種拉線礙子、又名扳線礙子、(Guy insulator) 用時在圓椎形礙子二孔中、(互相成爲直角方向者) 其一穿連於電桿上、其一穿連於扳樁或地柱上、如圖 142 所示、穿過之處、礙料較厚、故拉力亦強、

第一百五十五圖 線路用導線 (Line conductors)

原料 電氣導線有電線及電纜之分、所用材料、均係銅、鋁、鋼、銅鋼之混合物及鋁鋼之混合物、茲特分述如下、

銅 (Copper) 線路導線之用銅者、最爲普通、此線傳電性較銀爲次、因世間產量豐裕、故價較廉、對於接頭、亦較便當、

銅線可分爲三種、即硬拉銅、(Hard-drawn copper) 半硬 (Medium-hard-drawn copper) 拉銅、及煨煉銅、(又名軟銅 Annealed) 是也、大都銅線、均用拉機硬拉而成、所謂煨煉銅者、實將硬拉銅再加赤熱而使變軟者也、

若爲輸電線路、則用硬拉銅線最爲適當、因其強力大也、軟銅線則強力較小、約每方吋自 55000 磅減至 35000 磅、硬線接頭、須用接頭管、如接頭而用燒焊、亦能減少其強力、六篇當詳論之、軟線常用於配電線方面、用燒焊接頭、日下趨向、配電線除較小者外、其餘亦均用半硬拉銅線、因軟銅線之強力、等於半硬拉銅線之半數、即祇能對抗輕微風雪之意外載重也、

鋁線 (Aluminum) 鋁線之用於輸電線路者甚多、用於較高電壓線路者更多、其傳電性約等於銅之百分之 62、而其重量只等於銅之百分之 30、故鋁線長 1 呎之重量、較諸同一電阻之相等銅線

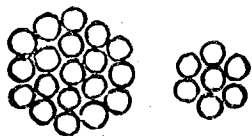
之比率為 $\frac{48}{100}$ 或即百分之48也、其伸長強力、祇有硬拉銅線之半數、約27000磅、故用鋁線者、若欲與銅線同一電阻、則其斷面積當等於銅線之二倍、而其破斷強力、亦即與銅線相等、表面視之、斷面積雖為二倍、但其每尺之重量、仍如前述、為百分之48也、因有此特點、故應用鋁線者日廣、如上述重量減輕、則桿距可增大、而電塔及礙子數目、亦可減少、在多山之國採用長桿距者、最為適宜、

鋁線纜以絞合鋁線而成、其中心常用鋼線、以加其強力、其強力之增加超過於本身重量、故此鋁線纜最宜於長桿距、而弧垂可無庸增大、

鋼線及銅包鋼線 (Steel-and copper-clad steel) 鋼線之應用有限、惟取其價廉、用之者亦有、其強力係每方吋為160000磅、故可用於極長桿距、而減少其支持物、鋼線易生銹、其生命極短、且其傳電性只有銅之百分之10—15也、

因鋼線之生命短、及其傳電性弱、故現有銅包鋼線、即將鋼線之外、包以銅衣、如是既可防銹、又能增加其傳電性、又因其有鋼線、故強力甚大、實為價廉而甚安全之導線、最宜用於鄉間之配電線路、

此種線之傳電性、視其銅衣之厚薄而定、一般常為百分之30—40、



第一百五十六圖



第一百五十七圖

導線之種類 導線又可分為單根 (Solid) 及絞合二種、單根導線者、即一根元形斷面之導線也、絞合導線者、將數根導線合組而成一線之導線也、因單根導線過大後、使用不便、故改用絞合

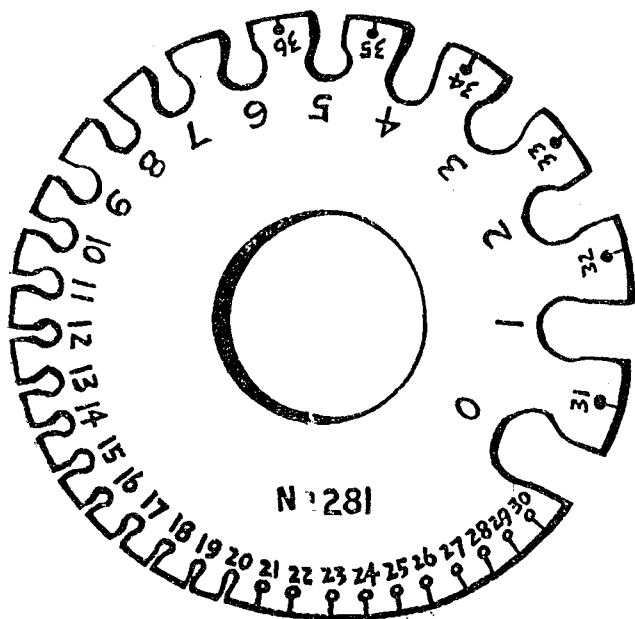
導線、其尤要者、爲單根導線易於拉斷也、最大單根電線爲零號、絞合導線則將數根單根導線、同一中心排列、而絞成之、如圖 156 所示、最少絞數爲 7、此外則爲 19, 37, 61, 91, 127 等均有之、圖 157 所示之絞合導線、爲銅及鋁所絞成者、

導線絕電物 (Conductor insulation) 導線之用於架空輸電線路者、均爲裸體導線、即無絕電物包扎者也、若用於架空配電線














第一百五十八圖

路者、則爲絕電物包扎之導線、其最普通者爲三層的风雨包紗線、此線包以三層紗織物外、浸柏油、如圖 158 所示、此線之絕電





第一百五十九圖

表3 美規數號(裸線)

線號	對經(吋)	大小(頭形)	大小(邊形)
8	0.1285	○	
7	0.1443	○	
6	0.162	○	
5	0.1819	○	
4	0.2043	○	
3	0.2294	○	
2	0.2576	○	
1	0.2893	○	
0	0.3249	○	
00	0.3648	○	
000	0.4096	○	

續表3 美規數號 (裸線)

線 號	對徑(吋)	大小(圓形)	大小(邊形)
0000	0.460		

力極弱、故當支持於礙子之上、事實上與裸體導線無異、不過工作時、不致損傷銅線、斷線落地時不致傷害生命而已、

線之大小 (Wire Sizes) 線之大小、常以號數分別之、號數亦有數種、故表示線之大小、不特說明號數、且必冠以號數之式類、常用者為美規號數、原名為B&S、(Brown and Sharpe gage)

美規量線板 (American Wire gage) 如圖 159所示、此板圓周邊上之開口處、即示綫號之對徑、故將任何號數之線、在此板圓周上量到適合之處、即係美規號數、為顯明起見、可如表3所示、此表示0000至8號導線之大小、即導線對徑之吋數、不論輸電及配電線路上、用之均可量出線之大小、表4備以查明各號銅線之圓米 (Circular mils) 數、千呎之電阻歐數、及千呎之重量磅數、表5備以查明鉛線之圓米、電阻、重量之數目也、

由表4可知線板上每隔三號、則斷面積及重量為一半、而電阻為一倍、若隔十號、則斷面積及重量為十分之一、而電阻為十倍、例如5號線與2號線相隔為3號、則其斷面積為2號線之半數、(66370之半數為33100,) 而電阻為其倍數、(0.1563之倍數為0.3133,) 進言之、即12號之電阻為2號之十倍、(0.1563之十倍為1.563,) 此種常識、如能記憶、實甚利便、

圓米 (The circular mil) 圓米者線之切斷面積之單位也、圓米等於千分之一吋對徑之圓面積、1米則等於千分之一吋、故圓米即係用千分之幾吋表示直徑之自乘數、亦即以直徑之自乘數為

表4 銅線表 (幛銅)

線號	對徑(吋)	面積(元米)	每一千呎阻電 (歐) 68°F.	每一千呎重 量(磅)
14	0.064	4,110	2.525	12.43
13	0.072	5,180	2.003	15.68
12	0.081	6,530	1.588	19.77
11	0.091	8,230	1.260	24.92
10	0.102	10,400	0.9989	31.43
9	0.114	13,100	0.7921	39.63
8	0.1285	16,510	0.6282	49.98
7	0.1443	20,820	0.4983	63.02
6	0.162	26,250	0.3951	79.46
5	0.1819	33,100	0.3133	100.20
4	0.2043	41,700	0.2485	126.4
3	0.2294	52,640	0.1970	159.3
2	0.2576	66,370	0.1563	200.9
1	0.2893	83,690	0.1239	253.3
0	0.3249	105,500	0.09827	319.5
00	0.3648	133,100	0.07793	402.8
000	0.4096	167,800	0.06180	507.9
0000	0.460	211,600	0.04901	640.5

面積、此種面積之單位、名曰圓米、故10號線之圓米為 $102 \times 102 = 10404$ 、2號線之圓米為 $257,6 \times 257,6 = 66370$ 。

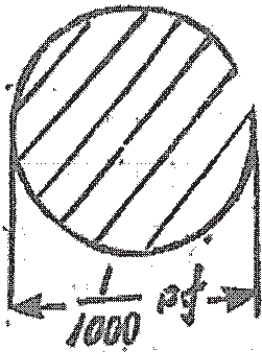
美規之記憶法 (Remembering the brown and sharpe gage)

依照美規定表銅線、10號之電阻、1歐適為1000呎、其對徑為 $\frac{1}{8}$ 吋、其斷面積圓米為 10000、而其重量適為 1000 呎等於81.4

表5 鋁線表 (硬拉鋁線)

線號	對徑(吋)	面積(元米)	每一千呎電阻 (歐) 68°F	每一呎重量 (磅)
14	0.064	4,110	4.14	3.78
13	0.072	5,180	3.29	4.76
12	0.081	6,530	2.61	6.00
11	0.091	8,230	2.07	7.57
10	0.102	10,400	1.64	9.55
9	0.114	13,100	1.30	12.00
8	0.1285	16,510	1.03	15.2
7	0.1443	20,820	0.817	19.1
6	0.162	26,250	0.648	24.1
5	0.1819	33,100	0.514	30.4
4	0.2043	41,700	0.408	38.4
3	0.2294	52,640	0.323	48.4
2	0.2576	66,370	0.256	61.0
1	0.2893	83,690	0.203	76.9
0	0.3249	105,500	0.161	97.0
00	0.3648	133,100	0.128	122.0
000	0.4096	167,800	0.101	154.0
0000	0.460	211,600	0.0804	195.0

磅、均係整數、故記憶此號各種數目後、可以推想其他各號、其定數為每進3號、其斷面積及重量為半數、而電阻為倍數、換言之、即號數愈大、則線愈小、故相隔較大一號之定數為1.25及0.80、相隔較大二號定數為1.60及0.625、例如11號線之電阻等於10號之1.25、即 $1.0\text{歐} \times 1.25 = 1.25\text{歐}$ 、而其斷面積等於



第一百六十圖

$\frac{10000}{1.25} = 8000$ 圓米是也、例如 19 號、其電阻等

於 10 號之 1.60 即 $1.0 \text{ 歐} \times 1.60 = 1.6 \text{ 歐}$ 、而斷面積等於 $10000 \div 1.6 = 6250$ 圓米是也、例如 13 號即可乘以定數 2、如前計算可也、至於 14 號則可由 13 號作為較大 1 號計算、即將 13 號之

各數乘以定數 1.25、即等於 14 號之各數也、由此類推、各號之圓米電阻及重量均可求得矣、

總論 美規銅線之記憶定數分錄如下：

相隔較大 3 號之線、其電阻為半數、而重量及面積為兩倍、

相隔較大 10 號之線、其電阻為十分之一、而重量及面積為 10 倍、

10 號之線其對徑為 0.10 吋、其面積為 10000 圓米、而其電阻在



第一百六十一圖



第一百六十二圖

20°C (68°F) 時 1000 呎為 1 歐、其重量 1000 呎為 32 磅、

5 號線 1000 呎之重量為 100 磅、

各號之電阻、重量及面積所用之定數為 0.50, 0.63, 0.80, 1.00, 1.25, 1.60, 2.00、

線之較大者、不用號數表明、而直用圓米表示之、例如 500000 圓米、

750000圓米等、

頂頭箱(Potheads)

功用 在 750伏以上之輸電或配電用之地纜、其出頭處、或電桿之頂上、均當裝用頂頭箱、此箱之功用、為免除溼氣之浸入、以增加電纜之絕電能力、以防導線間發生流電也、故頂頭箱者、即架空之電線與地纜之接合處所用之保護物也、

構造 頂頭箱用鉛兩塊所製、其下有孔、可以插入電纜、其上裝有接頭、可以接連導線 如圖 161所示、上下可用夾板或螺絲



緊合、中間儲滿絕電松香柏油、此油冷後甚堅、可以防溼氣之浸入、若係屋外式、則上蓋磁蓋、配合時當妥善、以防塵垢及雨雪之浸入、

斷路式頂頭箱 (Disconnect-type pothead) 特製頂頭箱、可用作分開線路者、名曰斷路式頂頭箱、如圖 162所示、即在磁料蓋上裝有

第一百六十三圖

銅管、可以作為接頭之用、箱之下座、即將電纜線接通、接通電路時將上蓋裝上、分開時、將上蓋取出、便利異常、故配電線路上用者甚多、(如圖 163)、

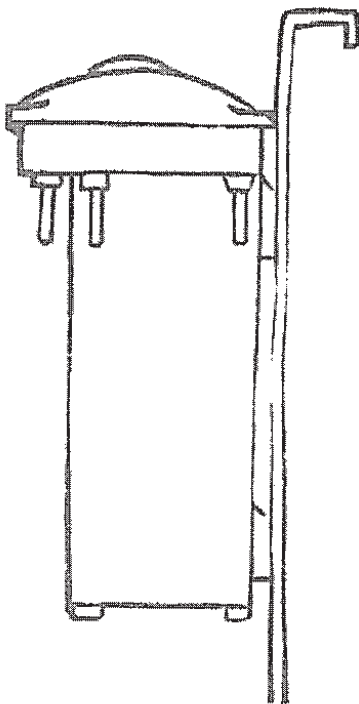
第五篇

線路用具

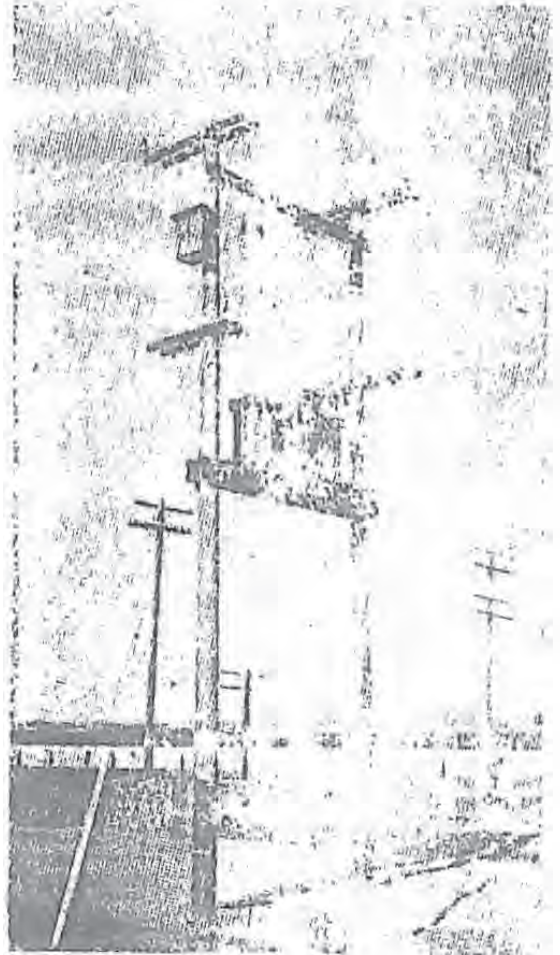
配電變壓器

功用 配電變壓器之功用、即將高壓線之電壓、變低為低壓線之電壓、大都採用 2300 伏變為 380 伏 230 伏或 115 伏、其裝置法、現今採用屋外式者居多、或用橫担、或用木架不一、其容量大者、則單獨設立配電所裝置之、如配電線路採用地下線者、則變壓器裝置於地下者亦有、圖 164 即示用橫担裝置變壓器者、圖 165 即示用木架裝置三個變壓器者、

管理之常識 變壓器之原理、已詳於第一篇、茲不再述、凡配電變壓器

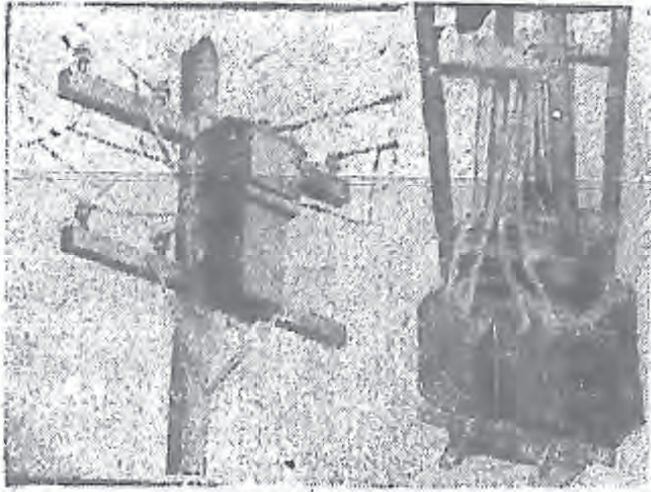


第一百六十四圖



第一百六十五圖

之一次線圈、為高壓線圈、連接於電源上、其二次線圈、則為低壓線圈、接於供電線路、變壓器中有鐵心、外繞線圈、鐵心因一次線圈之電流通過、即生電磁作用、因此繞於鐵心上之二次線圈



第一百六十六圖

、亦感應而生電流、以其轉數較少、故二次線圈之電壓較低於一次線圈、配電變壓器如係 9300 伏變至 230 伏者、則一次線圈之繞轉數、當多於二次方面十倍、換言之、即二次方面電壓為一次方面十分之一也。

變壓器內滿儲油類、用以保護線圈而散放線圈及鐵心所生之熱度、故較大之變壓器、其外殼做成瓦輪摺形、或環以元管、均係散放熱度之用、

變壓器之標準容量 其標準容量、為 $\frac{1}{2}, 1, 1\frac{1}{2}, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 25, 50, 75, 100, 150$ 及 200 開維愛、變壓器之大於 200 開維愛者、大都為電力用、變壓器之單位開維愛、在電力因數 1 時、實與基羅瓦特相等、若電力因數較小、則基羅瓦特較開維愛為小、而等于開維愛及電力因數之積也、

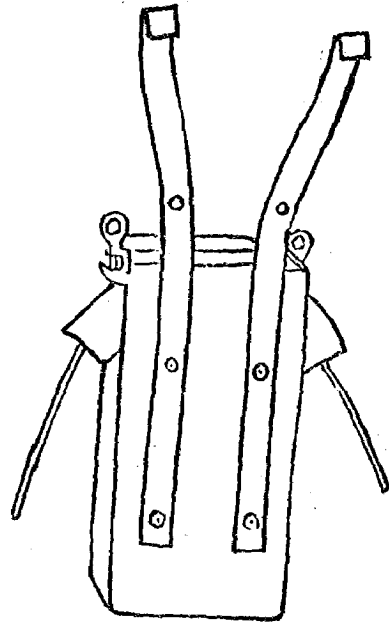
變壓器之構造 製造廠之造變壓器、式樣頗多、大別之可分為二種、一曰鐵心式變壓器(Core type transformer)、一曰鐵甲式變壓器(Shell type transformer)、前者鐵心為長方形、線圈即繞於其兩方鐵心圈上、線圈成圓筒式、其一次二次線圈、分別內外、同繞於鐵圈上、如圖 166 所示、後者則係鐵心包圍線圈、猶前者線圈之包圍鐵心也、其線圈為平扁式、一次二次線圈互相交替放置、如圖 167 所示、



圖 168 即示用橫担懸掛配電變壓器之形式、圖 169 即示光蓋之變壓器、上端為高壓線頭、下為低壓線頭、

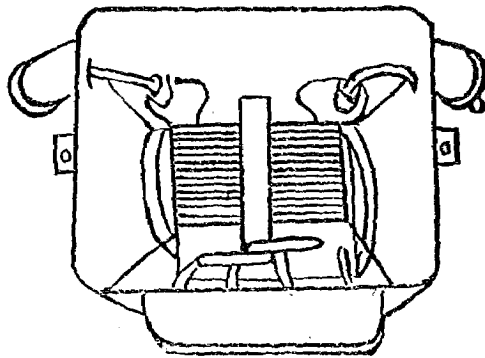
第一百六十七圖 變壓器之連接 單相：常用者如圖 170, 171 及

172所示。前二圖即連接於一相三線式 2300 伏總線上之變壓器、第三圖即示連接於三相四線式 4000伏總線上之變壓器、此圖中高壓總線上之地線、與各相線之電壓、係以 1.73 除之、商數為 2300 伏、($\frac{4000}{1.73}$) 故凡 2300 伏配電變壓器、均可用於此式、二次方面、可以接成 115 伏 2 線式、或 230—115 伏 3 線式、如圖 170 即示接成 115 伏者、圖 171, 172 則示 230 伏者、圖 173 即示二次線圈出線之各種電壓接法也、



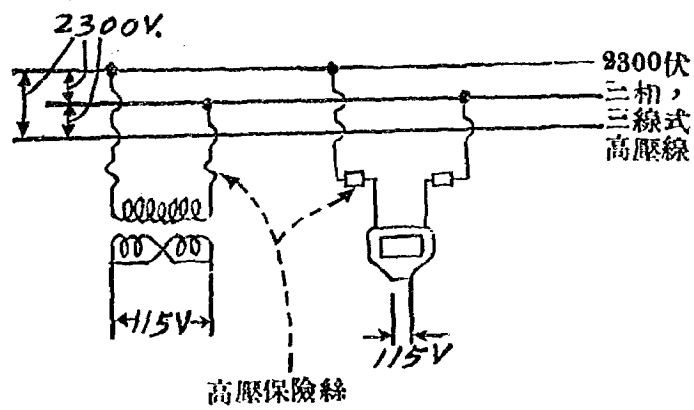
第一百六十八圖

三相三個單相變壓器、即可接成三相、其法有四種、即 $\Delta-\Delta$ 、 $Y-Y$ 、 $\Delta-Y$ 、及 $Y-\Delta$ 、前者表示一次方面、後者表示二次方面、其中常用者為 $\Delta-\Delta$ 及 ΔY 、圖 174 示 $\Delta-\Delta$ 之連接法、圖 175 示 $\Delta-Y$ 之連接法、



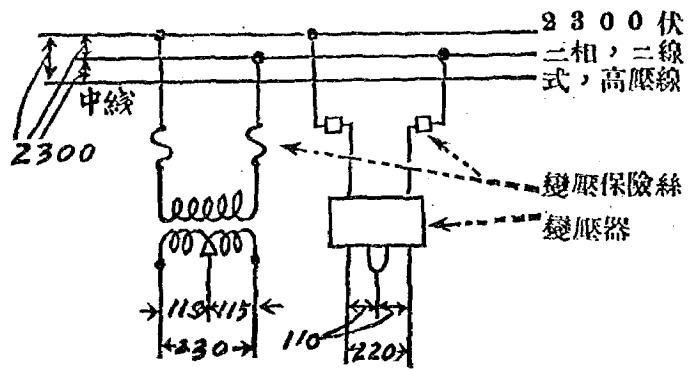
第一百六十九圖

V字連接法 若將三角連接法中單相一個變壓器拆除、即只存二個單相變壓器時、亦能接成三相電壓、其出線仍可供給電力之用、如圖 176 所示、即名之曰 V 字連接法 (Open delta)、此法省變



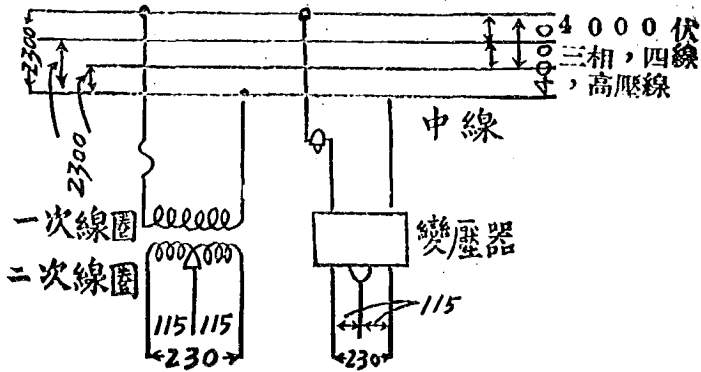
第一百七十圖

壓器一個、並省地位、甚為有益、然電流與電壓有 30 度之相差、故容量上之損失甚大、只有百分之八十六可供實用、



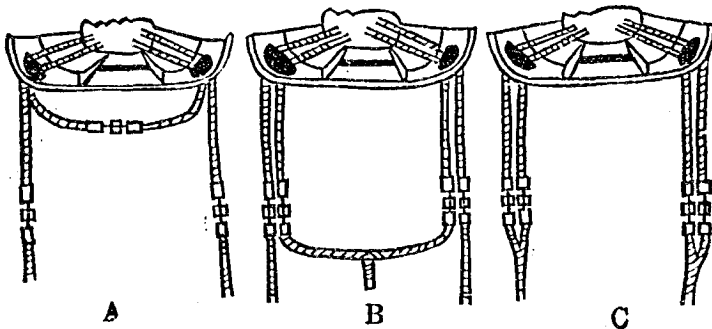
第一百七十一圖

極性 (Polarity) 連接變壓器不論並列連接或三相連接、其最重要者為其進出線之極性、如製造廠之造法各有不同、其一次進線之電流、與二次出線、有相加與相減二種、一次二次之線頭為同方向之電流者、其變壓器之極性謂相減式 (Subtractive)、若為反方向之電流者、其極性謂相加式 (Additive)、



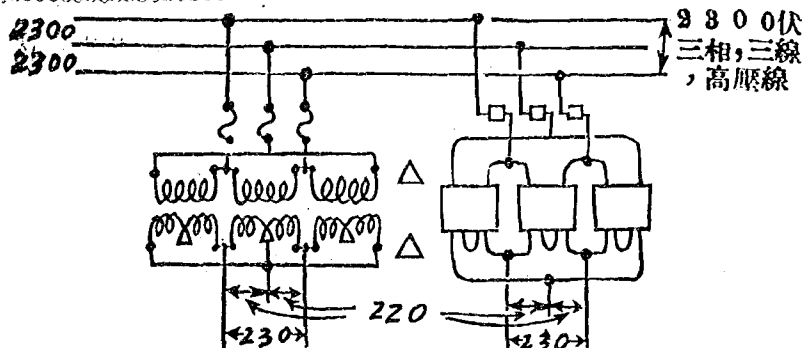
第一百七十二圖

極性又可作下列解說、假設一單相變壓器、高壓低壓方面各有線頭二個、將一高壓線頭、與附近之低壓線頭連接、而後最高壓方面兩線間之電壓、再將對面之高低壓線頭間之電壓、用電壓表測得、如其數較前為少者、則極性為相減式、反之其數較高壓線頭間為大者、則極性為相加式（視圖 177）。

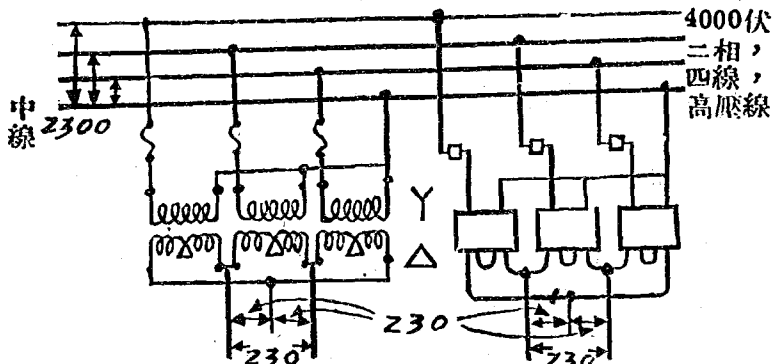


a = 230 伏
 b = 30-115 伏
 c = 115 伏

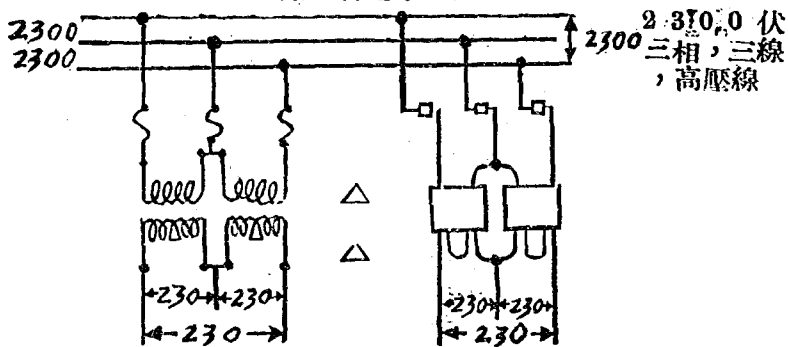
第一百七十三圖



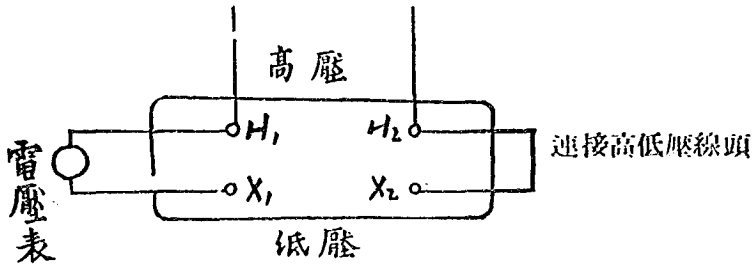
第一百七十四圖



第一百七十五圖



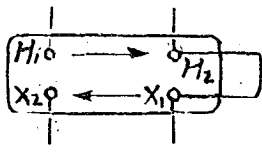
第一百七十六圖



第一百七十七圖

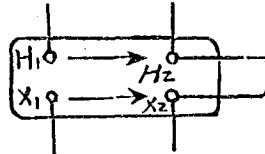
由此觀之、在電壓表上所示之電壓、如較高壓方面所示者為大、則必等於一次二次電壓之和、而兩線圈為反對方向、如圖 178 所示、反之、即電壓表所示電壓較為小者、則必等於一次二次之差、如圖 179 所示、由變壓器進出線之表記字號、亦可分別之、如兩線圈為相減式極性者、則大都寫為 $H_1 H_2$ 及 $X_1 X_2$ 、或 $H_2 H_1$ 及 $X_2 X_1$ 、若為相加式者、則寫為 $H_2 H_1$ 及 $X_1 X_2$ 或 $H_1 H_2$ 及 $X_2 X_1$ 、

配電用變壓器多數為相加式極性、其容量大者、則採用相減式極性、



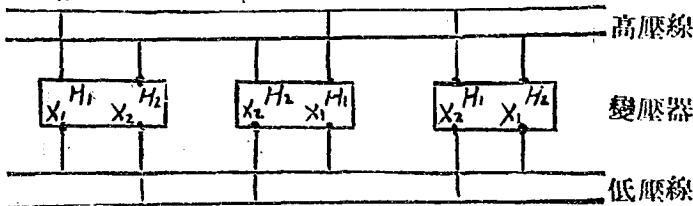
相加式

第一百七十八圖

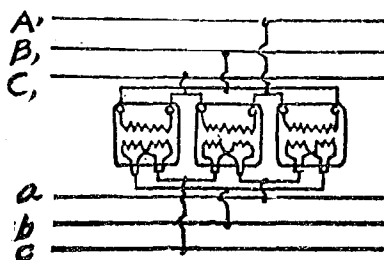


相減式

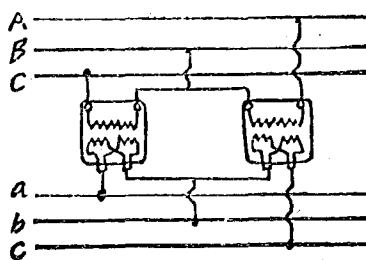
第一百七十九圖



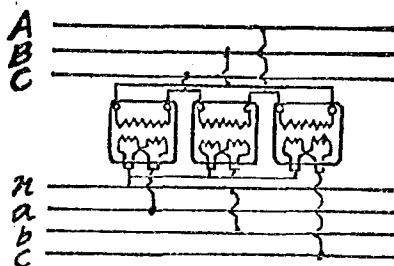
第一百八十圖



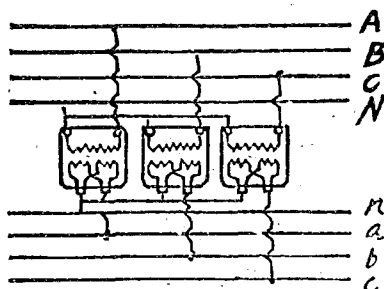
$AB, AC, BC = 2200$ 伏
 $ab, ac, bc = 125$ 伏



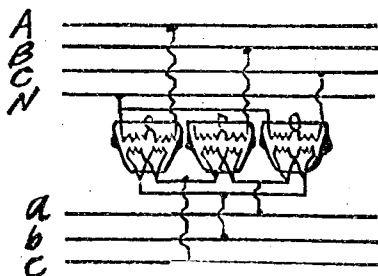
$AB, BC, AC = 2300$ 伏
 $ab, ac, bc = 115$ 伏



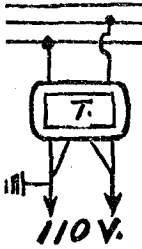
$AB, AC, BC = 2300$ 伏
 $na, nb, nc = 115$ 伏
 $ab, ac, bc = 199$ 伏



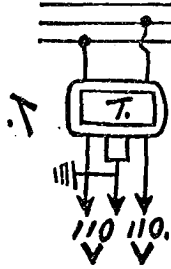
$NA, NB, NC = 2300$ 伏
 $AB, BC, AC = 3985$ 伏
 $na, nb, nc = 115$ 伏
 $ab, bc, ac = 199$ 伏



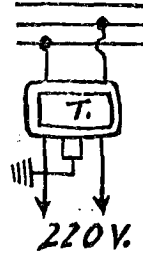
$NA, NB, NC = 2300$ 伏
 $AB, BC, AC = 3800$ 伏
 $ab, bc, ac = 110$ 伏



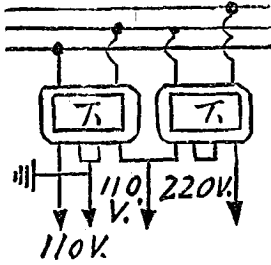
110伏一單相
(燈用)



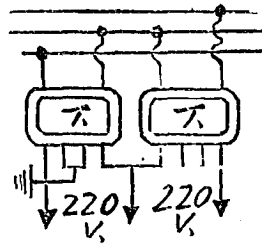
110伏一三線單相
(燈用)



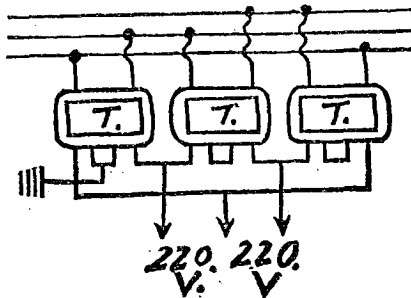
220伏一線單相
(力用)



220伏一三相 V 連接法
(力與燈用)



220伏一三相 V 連接法
(力用)



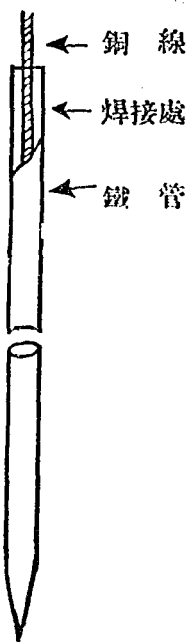
220伏一三相 Δ 連接法
(力用)

第一百八十二圖

就表記字號連接法 單相：凡並列二個以上單相變壓器之連接法、即就同一表記字號連接於一線上、則無庸測試、即可真確、如圖 180 所示、

三相：圖 181 即示普通三相之連接法、其變壓器均為相加式同相、亦可就其表記字號連接之、其測試法、於下集當詳述之、

並列連接之簡易測試法 並列連接、當先測知其同相、而後可以連接、其法可先將高壓方面而連接之、然後將任何低壓線頭之一端接出、乃用電壓表或連同變壓器之電壓表、測試其他二接頭、至出線之電壓若為同相者、則電壓之表示為零、反之、則為二次之變倍數、故校正其連接法、即就變換其二次出線可矣、若為三相變壓器、則變換高壓方面線頭、較為便利、



變壓器二次方面之接地法 接地 (Ground)

者、電氣工作上用以導電至地、使電壓為零也、蓋地為天然之導體、其電阻極少、接地後即成天然電路、為防生命危險起見、大都將變壓器之二次線路接地、其接法甚多、如圖 182 所示、在單相三線式、則將中線接地、單相只有二根出線者、則將任何一線接地、至於三相則將任何一只中線接地、不論其為三角連接或星形連接均可、

接地之法、大都用銅線自桿頂沿桿接至桿根而入土、至少須深八呎、圖 183 即示接地用之鐵管、插入之處、當擇四季潮溼為宜、

接地之作用 低壓線路上、不免時有逾限電壓之流入、最顯明者、如線路上之高低壓電線、同在一電桿上、若高壓線發生斷落、則低壓線上受有高壓電流、萬一有人觸之、則感受不快之麻木、甚之有生命危險、如用接地之法、

則遇逾限電壓之電流、可經接地裝置而入大地、使其逾限電壓之電流、因過大而閉開關、或斷保險絲、而使電源中斷、可不致發生危險、250伏以上之電流、對於生命即有危險也、

估計變壓器之容量 變壓器之容量、依負載之多少而定、雖可由用戶電表之容量而求得、但事實上不甚合符、茲就一般所用各種負載、略述如下、

住宅用電 住宅用電、亦各地不同、就繁盛之都市而言、可以依據表 6 所示、最小住宅、作為 150 瓦特、多至 500 瓦特、是故可將各住宅瓦特數分別錄出、求其總數、而以千數除之、即得基羅瓦特、隨之可以決定變壓器之大小、

商業用電 商業用電與住宅不同、因商業之競爭、其負載亦時常變更、故計算時當將各商店之負載、不論大小、如電燈廣告燈風扇等均須加入、求其總數、因其各業競爭之時間未必為同一時期、故取其百分之四十至六十為其平均負載數、將平均負載數相加、即可作為估計變壓器之容量標準、

表 6 住宅用電標準表 (估計變壓器容量用)

住宅房屋數	每宅之瓦特數	
	平均數	最高數
4間以下.....	150	
5—6	200	250
7—8	250	300
9—10.....	300	400
11—12.....	400	不定

電熱負載 電爐及電灶屬於電熱負載、因其應用時間不一、故其數雖多、計算負載時之折扣可大、例如每具電灶設為 3000 瓦特、則十具只可作為 10000 瓦特、再者連接較大電熱用戶、當至

少距離變壓器有三擋桿線、以免電壓之驟降、其計算標準數如表 7 所示、

表 7 電熱負載標準表（估計變壓器容量用）

電 灶 具 數	計算變壓器之開維愛數
1	3
2-4	5
5-7	7.5
8-11	10

電力負載 電力負載、可就馬達上名稱板所載者相加、並照表 8 所示、可以折扣、而作為估計變壓器之標準、若變壓器為 V 字連接法者 則在估計之前、須乘以定數、

表 8 電力負載標準表（估計變壓器容量用）

馬 力 數	馬達名稱板上馬力數須打折扣之百分數					
	1	2	3-5	6-10	11-12	20只以上
10匹以下.....	83	81	75	73		
10-50.....	78	76	70	68	67	65
50-100.....	74	72	65	62	61	60
100-300.....	72	70	61	59	58	57
300匹以上.....	70	69	58	56	55	54

裝置配電變壓器地點之選擇 變壓器之容量決定後、其次當選擇其裝置地點、其法將該配電區域之電桿、及接戶線之負載、分別詳細作圖表記出、如圖 184 所示、各桿上接戶線之負載、總計 13.7 KW、故 15 KW 變壓器為最近似之標準容量、

簡易計算法 該器之配電區域內各桿之接戶線負載、既如圖示

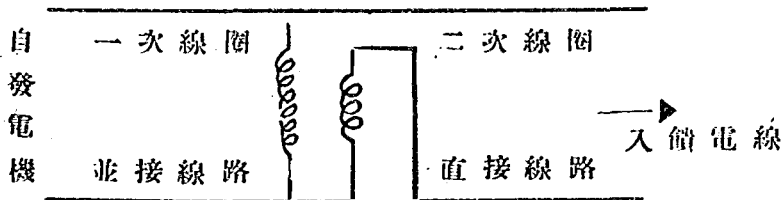
、當先求其負載重心、以備裝置變壓器、今若假定在 T_1 為重心、則將 T_1 之左及右各桿之負載、分別錄出、其右為35.2桿距呎、其左為15桿距呎、如表9a所示、因兩數不等、實非重心、乃向右移動、設在 T_2 重新計算、其右為27.3桿距呎 (Kilowatt spans)其左為20.8桿距呎、如表9b所示、以此二數較為相近、即定此桿為裝置變壓器之地點、若此桿若遇不便裝置者、如拉有路燈線、或為四面拉線等、則可再向右移動、總之此係述其大概、事實上之問題實多、不僅此計算容量及地點而已也、

表9 就 T_1 及 T_2 電桿以定擇地計算表

(a) T_1 電桿右方桿距呎	T_1 左方桿距呎
$0.45 \times 1 = 0.45$	$1.00 \times 1 = 1.00$
$1.35 \times 2 = 2.70$	$0.20 \times 2 = 0.40$
$0.35 \times 3 = 1.05$	$3.15 \times 3 = 9.45$
$2.40 \times 4 = 9.60$	$0.85 \times 4 = 3.40$
$0.60 \times 5 = 3.00$	$0.15 \times 5 = 0.75$
$0.85 \times 6 = 5.10$	15.00
$1.90 \times 7 = 13.30$	
35.20	
(b) T_2 電桿右方桿距呎	T_2 電桿左方桿距呎
$1.35 \times 1 = 1.35$	$0.45 \times 1 = 0.45$
$0.35 \times 2 = 0.70$	$1.00 \times 2 = 2.00$
$2.40 \times 3 = 7.20$	$0.20 \times 3 = 0.60$
$0.60 \times 4 = 2.40$	$3.15 \times 4 = 12.60$
$0.85 \times 5 = 4.25$	$0.85 \times 5 = 4.25$
$1.90 \times 6 = 11.40$	$0.15 \times 6 = 0.90$
27.30	20.80

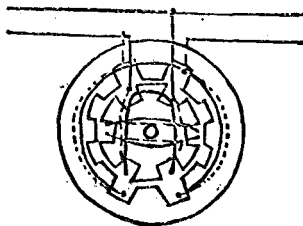
饋電電壓調整器(Feeder voltage regulator)

功用 饋電時之負載較大、則有較大之電流通過線路、因此有較大之損失發生、而使電壓下降、一般線路較遠之處、其電壓較諸近處為低者、即基於此、如用電壓調整器、即可保持線路上於任何時間中各處之電壓均為一定、如圖 185 所示、其裝置地點、常在饋電線之起點、或在發電所、或在變壓所、至於輕負載之分線、另有特製裝在桿上者、如圖 186 所示、裝法與配電變壓器同



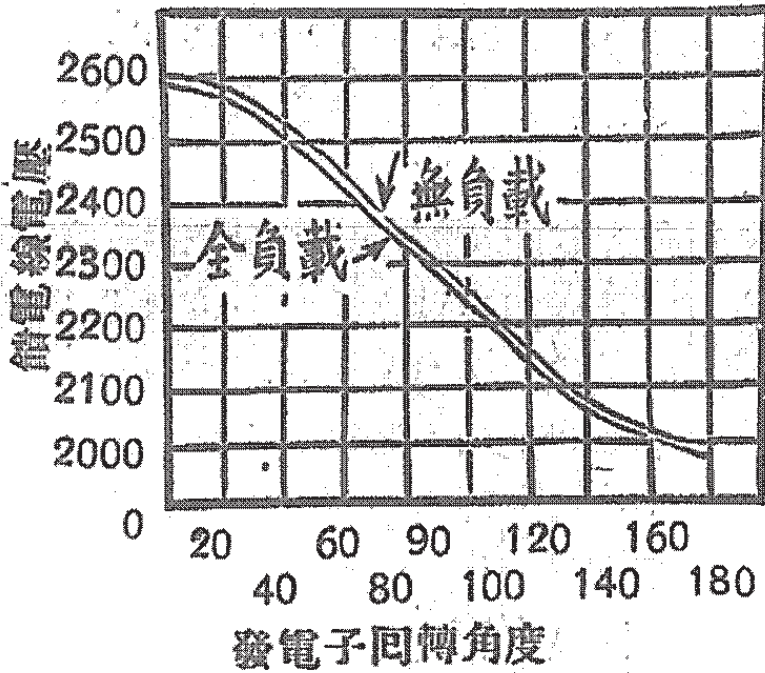
第一百八十七圖

原理之略述 饋電電壓調整器、大體與變壓器相同、可以視圖 187 其一次線圈即高壓線圈、並接於線路中、如同普通之變壓器、至於二次線圈、即低壓線圈、則直接於線路中、但一次線圈上、配以裝置、可用軸回轉之、二次線圈則為固定體、圖 188 即示其詳細連接之圖、二次線圈之電壓隨一次而變易、當一次線圈向某方向回轉時、可以使二次電壓增加、即將線路上之電壓增加
自發電機 入饋電線



第一百八十八圖

減少、兩者之間為適中點、過此則或增或減、圖 189 即示一次線圈欲維持為 2300 伏之曲線、用此調整器、能使升高至 2600 伏、或降落至 2000 伏、以 2300 伏為適中點、大都於重負載時、則回轉至升高電壓方面、在輕負載或無負載時、則反向回轉之、如是則可維持

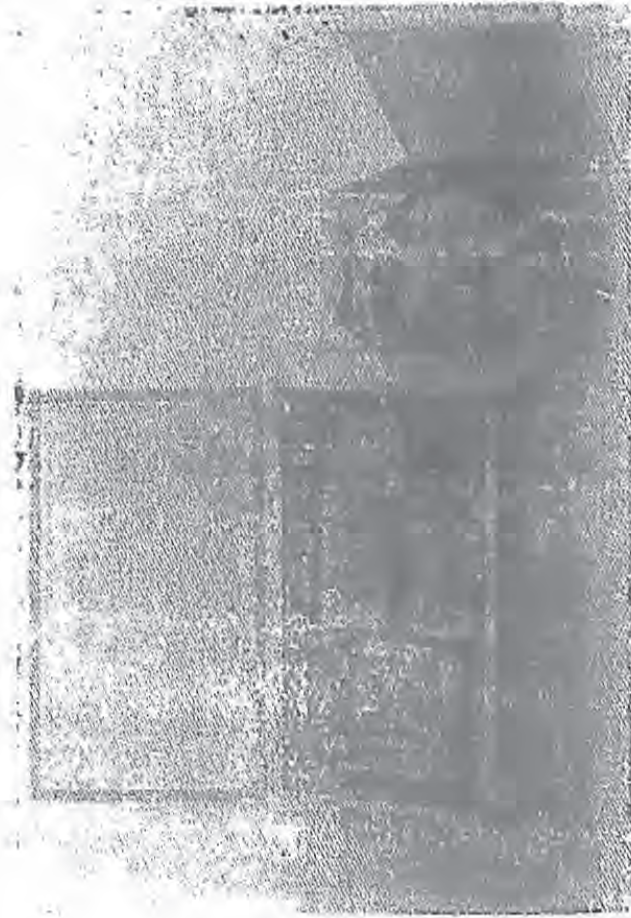


第一百八十九圖

其電壓為一定。

使用之方法 調整器之回轉一次線圈。或用手力或用自動馬達。現今常用者。為自動式。上有繼電器。及一極雙路開關 (Double pole double-throw switch) 馬達裝在器之上面。連接軸承。以回轉線圈。其全部裝置。如圖 190 所示。

自動管理法：饋電線之電壓。適在定數時。則繼電器之柱塞 (Plunger) 在中央地位。而馬達開關開啓。停止回轉。如是調整器既不能升高電壓。亦不能降落電壓。若饋電線電壓下跌。則繼電器之柱塞跳上。而馬達開關亦關閉。轉動馬達使電壓升高。俟繼電器之柱塞。到適當地位。即適合定數電壓時。則馬達停止回轉。若電壓超過定數時。則繼電器之柱塞向上跳過中央地位。亦能使開關關閉。馬達則反方向回轉。滅落電壓至適合定數時為止。如是繼續作用。可維持饋電線之

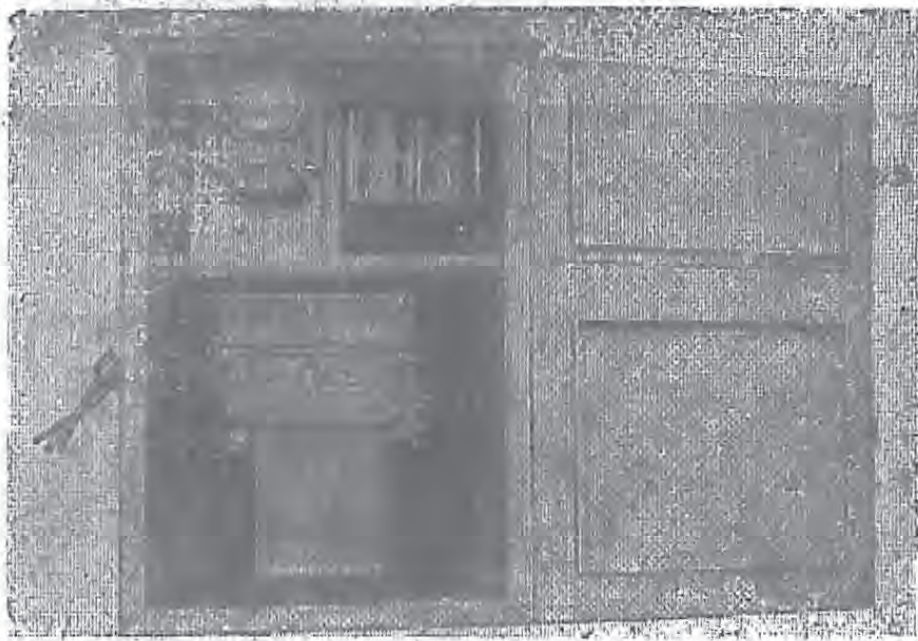


第一百九十圖

電壓為一定矣。

外屋式表箱 (Outdoor metering equipment)

功用 變壓所中常裝高壓電表、以計算輸電後之各饋電線路所



用電度、屋外式表箱者、即用於屋外式變壓器所裝置電表之箱子、專供計算各饋電線路所用之電量也

構造 此種表箱之構造 外殼頗為緊合 用於三相線路者 包

第一百九十一圖

含變壓器 (Potential transformers) 二個、變流器 (Current transformers) 二個、及電表全副、至於電表全副、則係包括電度表 (Watt-hour meter) 記錄表 (Demand meter) 電壓表 (Voetmeters) 電力表 (Wattmeters) 等而言、用以計算各饋電線路之用電量也、如圖 191 及 192 所示、如變壓器及變流器另裝一部、則可減少電表中構造材料、在 15000 伏以下者、可裝在電桿上、如圖 193 所示、形似配電變壓器、圖 194 則係裝於配電架者、至變壓器變流器及記錄器分述於下、電力表及電度表則於第一篇已略述之矣、



第一九二圖

變流器 (Current transformers)

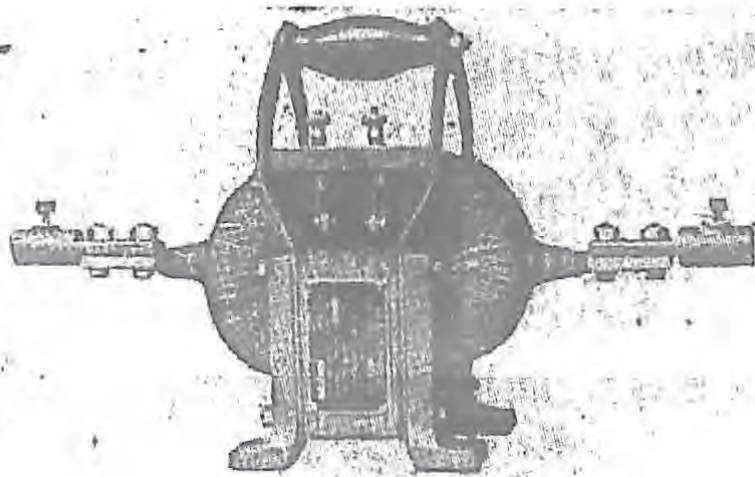
功用 凡測量較大之交流電、直接用電流表、頗覺不便、法在電路中先接變流器、(如圖 195 所示)、由變流器再接電流表、似較便利、在極高電壓線路中、接連電流表、亦用變流器、以其間接連接、較為安全也、用變流器之電流表、其



第一百九十三圖

容量常為 5 安、

原理之略述 變流器實與變壓器相同、惟其一次線圈、直列連接於線路中、如圖 196 所示、現在各廠所製者、其二次方面、均為 5 安、至於一次電流數、則多少不一、例如變流器之一次方面



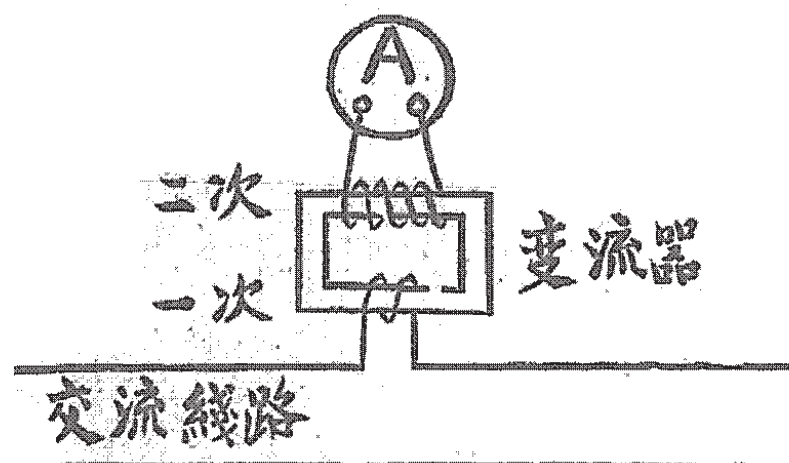
第一百九十五圖



第一百九十四圖

電流為 1000 安、其二次方面為 5 安、則其比例為 1000:5、即 200:1 也、

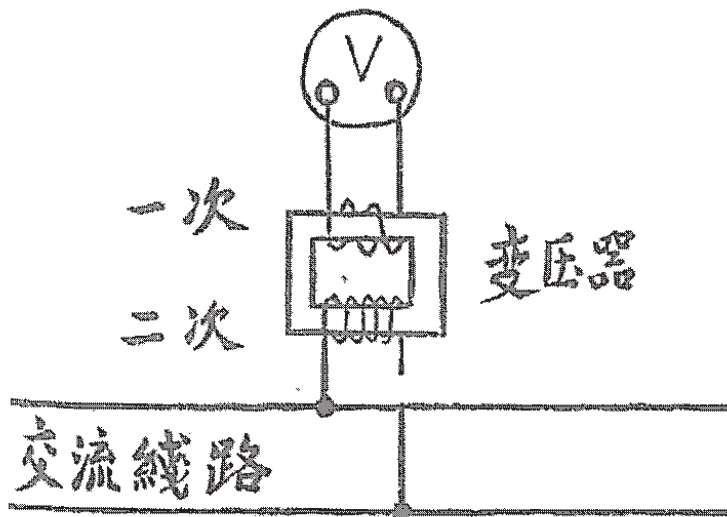
斷電器之應用 變流器亦有用於斷電器者、如油開關之過負載跳線圈 (Overload trip coil of oil switch)



第一百九十六圖



第一百九十七圖



第一百九十八圖

其電流亦多由變流器接入、其接法如圖 234 所示、若線路中通過逾量電流、則變流器之二次方面亦必超過 5 A、或其他定數、亦即通過跳線圈之電流、超過 5 A、

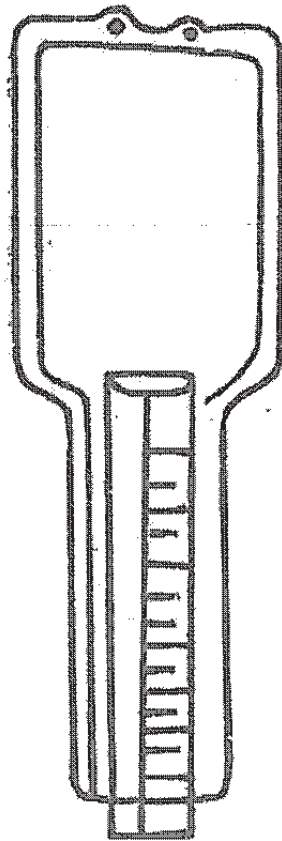
(或其他定數)而使柱塞吸上而藉彈簧之力、將油開關跳開、使電路中斷、以免危險、

電壓用變壓器

功用 電壓用變壓器、實為小容量之變壓器、如圖 197 所示、在 1100 伏以上之線路、均用此器、以連接電壓表、或電度表中之電壓線圈、及油開關之低壓繼電器、蓋若直接連接、則 2300 —

22000 伏之極高電壓、甚為危險、不若用此器變為 110 伏、較為安全故也、

連接法 用變壓器連接電壓表之連接法、如圖 198 所示、變壓器之二次方面電壓標準為 110 伏、實際所測得之數、當再乘以變壓器之一二次方面之比例數、例如表示為 110



第二百圖

伏。若其比例為
300。則線路上電
壓為 110伏 300倍
即 33000伏是也。

最大指量表
(Demand meter)

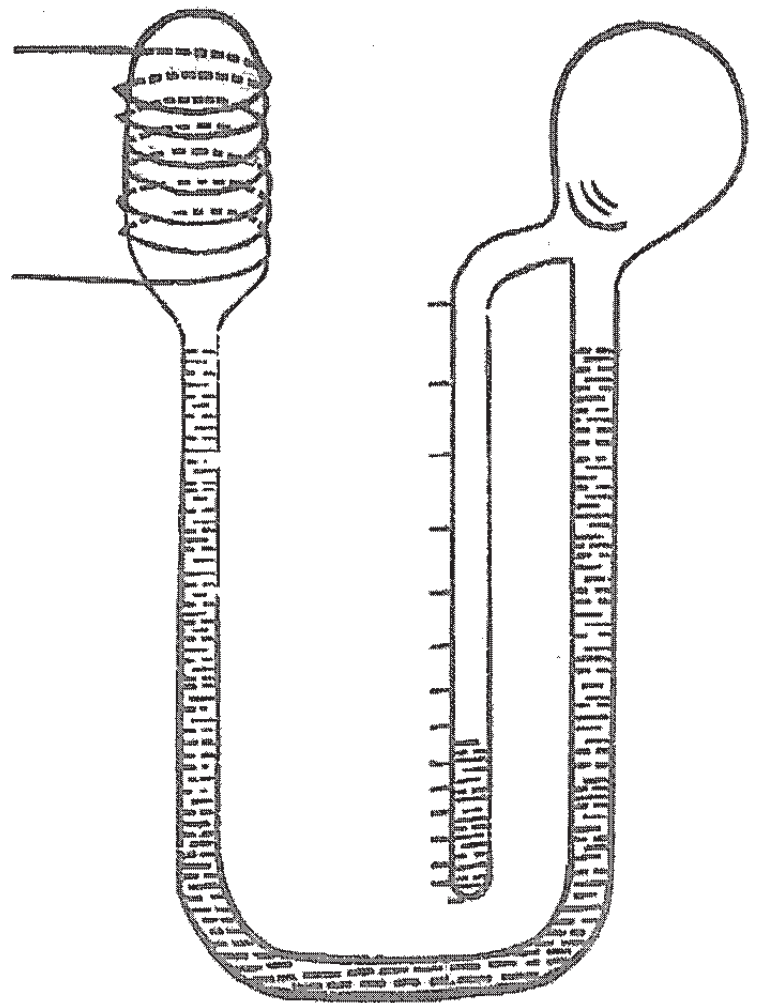
功用 最大指量
表者、用以記錄通
電後規定時間後之
最大電量之表也、
其規定時間則為15
,30或60
分鐘不一



第一百九十九圖

原理之略述 此種指量
表之種類甚多、其理亦不
一、有利用空氣受熱後而
膨脹之作用者、亦有就電
度表加添裝置而造成者、
前者如圖199所示、名曰計
錄式最大指量表 (Wright
demand meter)、後者如
圖 200所示。

計錄式最大指量表 此
表係用兩端漲為球形之U
字形玻璃管、內儲硫酸而
成、如圖 201所示、其一
端之球、外繞以有負載之線圈、能使其中空氣、因電流之熱而膨



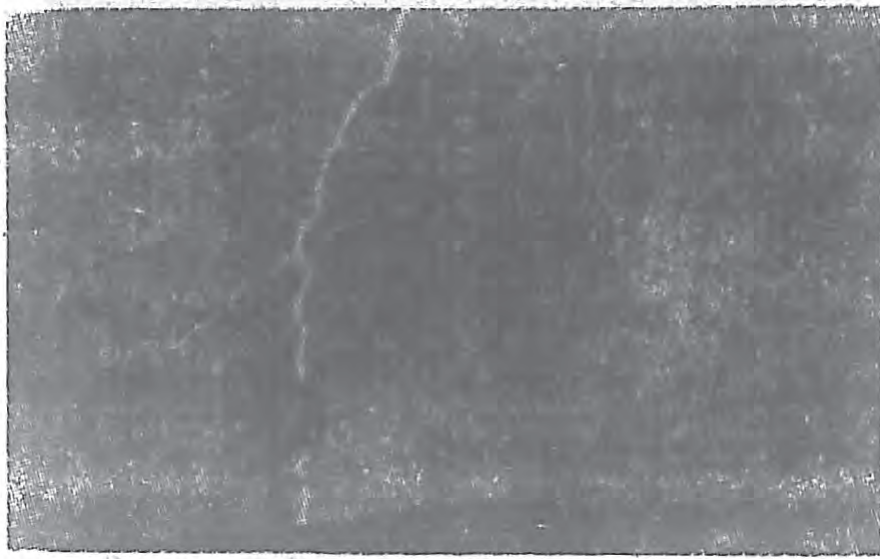
第二百零一圖

漲、將硫酸壓下至某點時、U字管中之硫酸、即可漏入中間之記錄管內、由此可以知其最大電量、蓋電流愈大、則空氣愈熱、壓力亦愈大、而硫酸亦流入較多也、將此表記錄後、即可傾倒其記錄管、而使硫酸回入U字管中、於是再可測用、至於規定時間之多少、則視球形之大小而分別之、即最初時間因發熱未曾普及、其表示記錄、只有百分之九十、須至相當規定時間後、方可確實、

第六篇

保護線路器具 (Line protective equipment)

雷電 (Lightning) 吾人常見之雷聲電光、實係空中之靜電、由雲片之相傳、或由雲片傳地之現象、其道路係屈曲形、如圖 202 所示、今設有負極電之雲片、在一輸電線之上空、此線若未



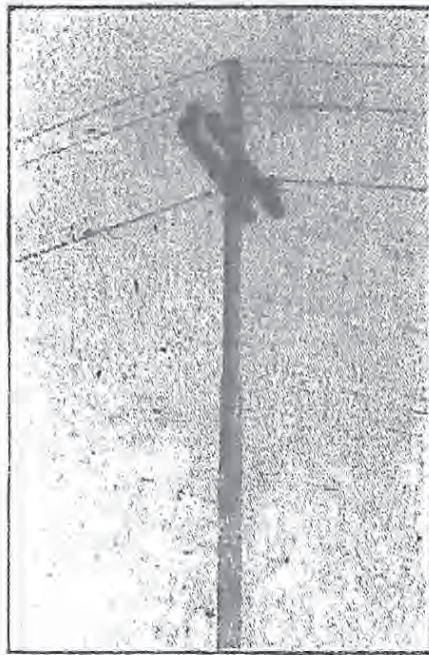
第二百零二圖

有比較極強之絕緣、或原有接地之處、則當雲片漸漸充電而帶負極時、電線因受感應作用、亦將升高其電位、於是線上之電流、得以漸漸

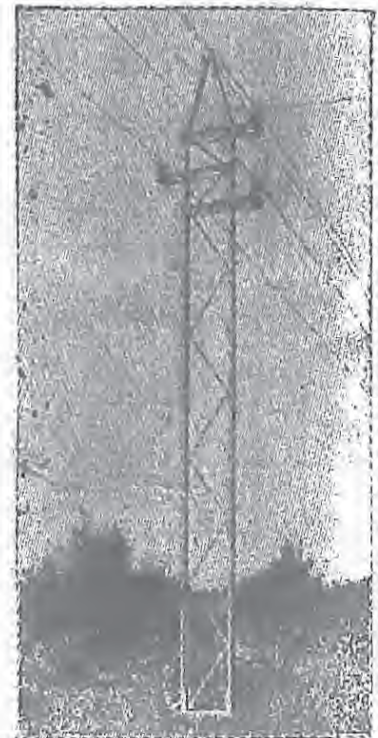
由絕電較弱之處、傳至地中、蓋雲片之電、本以空氣之絕電、而不能傳至地下、故不得不賴高大房屋銅鉛輸電線路或電桿等、較空氣易於傳電之物體、暫作電路、又因雲片充電極緩、故線上之感應電有充分之時間、可以漏出、不致積聚於其上、而使其升至極高之電位、若因特殊情形、雲片忽然放電、線上之固定正極電、亦即刻恢復自由、但放電之時間、極為短促、故線上之電位、即刻升至極高、此電位之正負、適和雲片上者相反、當雲片上等於零時、線上則升至最高點、如此一種突然超壓 (Over voltage) 非但損耗電力、甚或過熱而致損壞礙子或電桿、若因此而將總開關拉開、使發電所與輸電線路暫行不通、殊不妥善、故用接地線 (Ground wires) 擋雷圈 (Choke coils) 及避雷器 (Lightning rresters) 以保護線路、而防一種突然超壓、

接地線 (Ground wire) 在架空線路上、桿頂加放鍍鋅鋼線、或銅包鋼心線、一端接地、此種線路、即謂接地線、如圖 203 及 204 所示、此線非通電線路、故不用礙子、惟每隔 15 桿、須由桿頂沿桿至地另用線接通之、若為鋼塔者、則無庸接通至地、只用夾板緊夾於鋼柱上即可、蓋輸電線路在其下、則天空雷電不

致波及矣、故
接地線實為保護線路礙子而較諸避雷器省費之設備、且避雷器有時自身亦易損壞、不若接地線之可以永久、故接地線為現今費廉効大之避雷器具也、



第二百零三圖



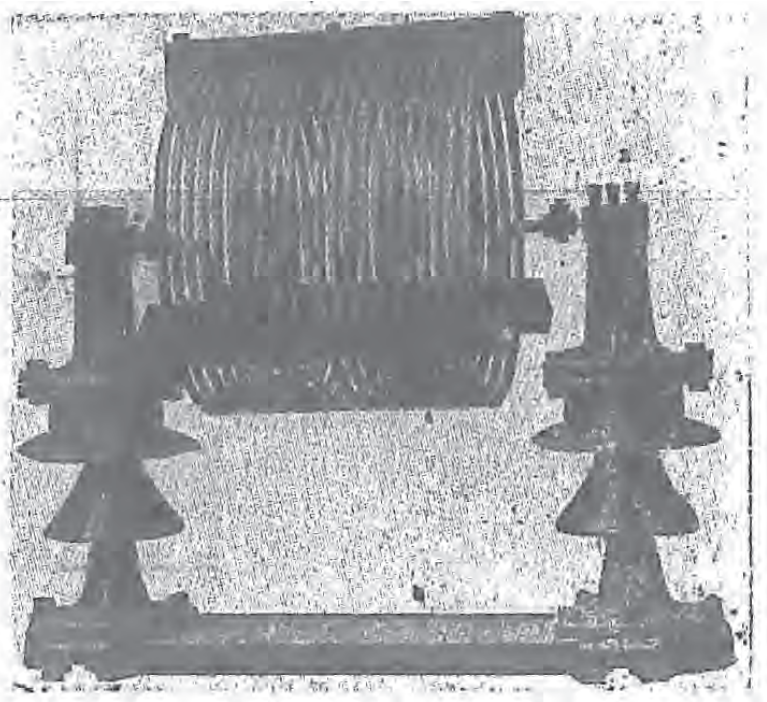
第二百零四圖

擋雷圈 (Choke coils)

功用 進屋之電線、或在裝置電氣器具之前、均裝置擋雷圈、以防雷電、或其他因感應而生一種突然超壓、其作用為阻止突然超壓經過、而改由他路傳入地下、不免損壞絕緣體、此種裝置、亦避雷器之一種也、

原理之略述 擋雷圈實亦一種多圈式之線圈 如圖 205 所示、所有線路上之電流、均須經過、蓋 25, 50, 或 60 週波之電流、如遇曲形之線圈通過雖較困難、但尚能通過、惟雷電週波極高、每秒週波在 100000 至 500000 之間、即以平均數 300000 週波而言、此種電流如遇擋雷圈、實難通過、祇能捨此而逕由避雷器入

地、故擋雷圈之意義、實爲阻止雷電之漏入、而導至避雷器入地、故裝置是器必與擋雷器聯合一起、而其相隔距離以數尺爲是、擋雷圈、又裝於發電所或配電所之進出線上、使雷電到此發生困難、不致漏入而損壞機械、裝在屋外式配電所之擋雷圈、及避雷器、如圖 206 所示、



第二百零五圖

裝置時當注意者、即避雷器須裝在擋雷圈之前、可以使擋雷圈阻止超電壓、而使在避雷器處漏入地下、

避雷器(Lightning arresters)

功用 線路上之避雷器、其功用猶之蒸汽鍋爐上之安全凡而、

蒸汽汽壓過高時、該凡而自能放開以減氣壓、俟至規定汽壓而後止、避雷器亦然、如遇異常之超壓電流、隨即導超壓電流至地下、如是則接於線路上之礙子變壓器及其他器具、均可免除超壓電之衝入、而不致損壞也、

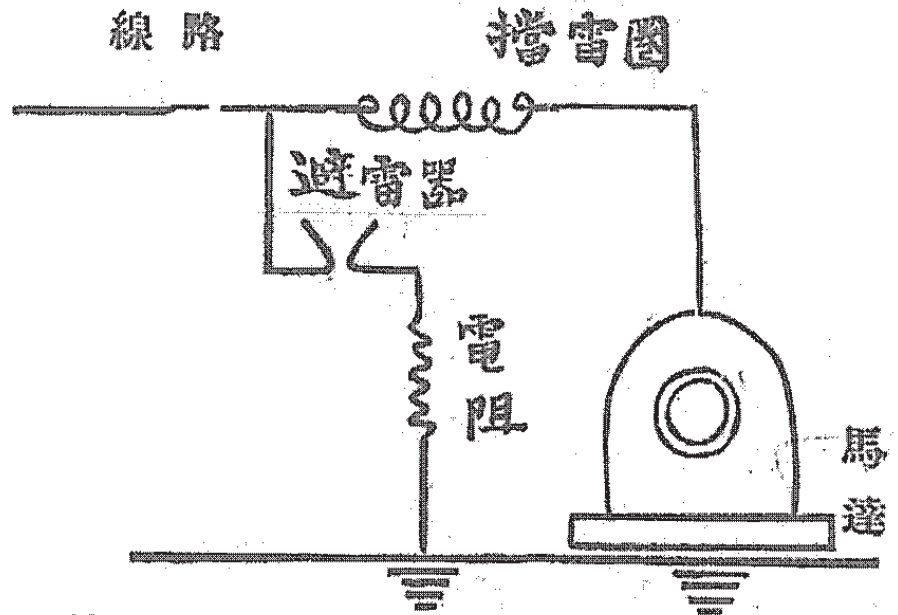
避雷器之沿革 最初之避雷器、因線路上之電流極小、電壓亦極低、故其構造亦極簡單、其法用二炭精小塊、使間成一短隙、(Gap) 將其一端接通線路、一端接地、此種避雷器大都電報電



第二百零六圖

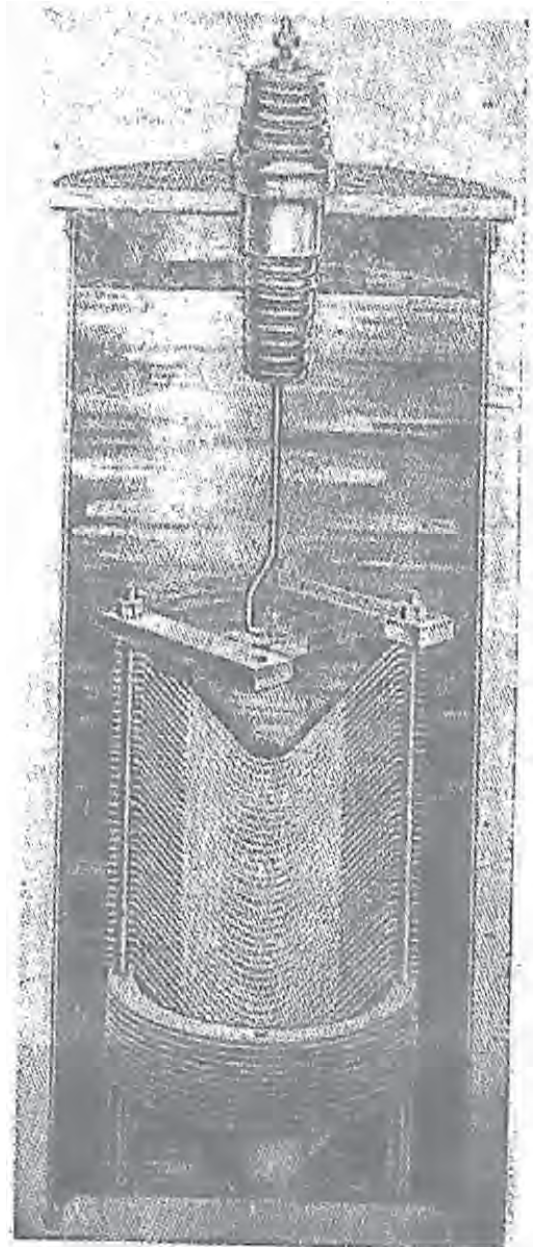
話線等均用之。其後電力應用漸廣、輸電及配電線路、亦漸擴大、但較諸近今、距離尚不甚遠、電壓亦不甚高、故所受雷電之影響、不若近今高壓輸電線路之為甚、然亦非僅一突破小

隙之簡易放電可以解決避雷問題、故有角隙 (Horn gap) 避雷器之發明及應用、此器之主要目的、即使空隙突破後、電弧不致延長過久、因在超壓放畢後、若電弧繼續存在、則多量之電流、將由此電弧導入地中、為害甚大、此器之構造、為一角形之間隙、下小上大、當電弧發生於二極之最小間隙、後受周圍熱空氣之影響、向濶大處漸漸上移、至距離過長之處、即自行熄滅、此等熄滅之法、甚為遲緩而不自然、且因為保護避雷器自身起見、必須直列連接一電阻在接地之前、故其放電容量甚小、如圖 207 所示、即裝置避雷器及擋雷圈以保護馬達也、最近電力用途擴大、輸送愈遠、電壓愈高、角隙避雷器不能適用、故有活塞式避雷器等之發明、蓋此種避



第二百零七圖个

第二百零八圖↓



雷器、對超壓則能放漏於地、而對尋常電壓則不能通過、應用時實較其他避雷器為安全也、

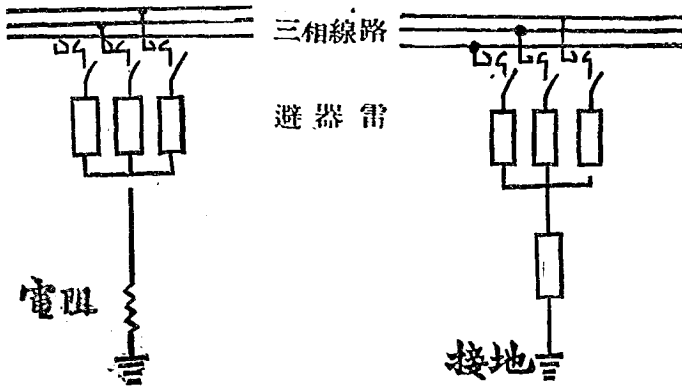
普通避雷器之種類

現今普通採用之避雷器有七種如下、

1. 鋁室避雷器 (Aluminum cell)
2. 氧化膜避雷器 (Oxide film)
3. 自卷避雷器 (Auto-valve)
4. 驅逐式避雷器 (Expulsion)
5. 氣壓式避雷器 (Compression)
6. 多隙避雷器 (Multigap)
7. 自動開關式避雷器 (Garton daniels)

以上各種避雷器均用於輸電及配電線路、分別詳述如下：

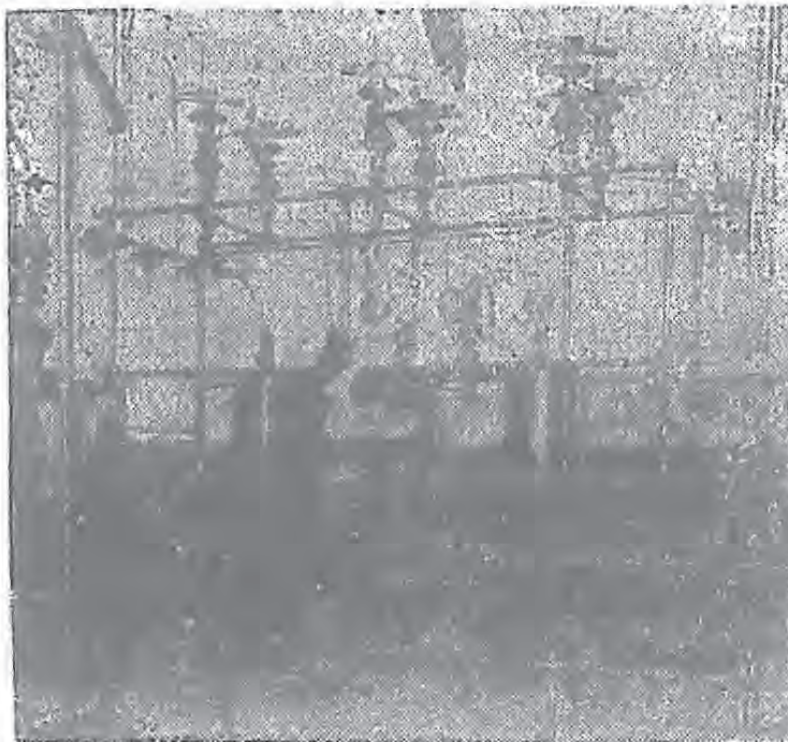
鋁室避雷器 此種避雷器常用於輸電線路中、如圖 208 所示、每只椎形之鋁室、間以磁質之隔條、而連成一串、此串鋁室、用一木架牢固之、其全套之物件、浸於油箱中、上下二端、各經適宜之礙子、而通線至箱外、箱中之變壓器油、用以防止電解質之



第二百零九圖



第二百十圖



第二百十一圖

之電解質而不同、有須每日一次者、有須七日一次者、大凡夏季充電次數宜較冬季為多、充電之法、即將兩角短接、而加線路電

蒸發、而增加該器之受熱容量、三相線路中、裝置此種避雷器之連接法、如圖 209 所示、其一係接地者、避雷器與地之中間、裝有電阻、其二係不接地者、則避雷器與地之中間、加裝此器而接地、合成為四個避雷器、

原理之略述 鋁室避雷器每鋁片上、塗以氧化鋁薄膜、此薄膜作用、與絕緣子同、每片上電壓、如在 300 伏以下、則電流不能通過、當電壓在超過 300 伏時、則薄膜沖破、一變

而為極好之接地線、一旦變壓降落、則薄膜又變為極好之絕緣子、阻止電流通過、此種避雷器、頗如安全凡而、圖 210 即示屋外式標準鋁室避雷器、

充電 (Charging)

此器鋁片充電後、所成之薄膜、能漸漸為電解質所溶化、故常常充電、其間隔由氣候及所用

壓於其上，如充電時間相隔太久、或氣候太熱、則薄膜之全部溶解、或所剩無幾時、如線路電壓加於其上、則將生極大之電流、能使此器燒毀、故為安全起見、大都用一電阻以限制電流、圖 211 即示充電之法也、

氧化膜避雷器 此器聯合數室 避雷器用角隙連接於線路與大地之間、如圖 212 所示、其每片對徑為 7 吋 厚為 $\frac{3}{8}$ 吋之氧化片、圖 213 所示者乃為一單室而將各片分散者、應用時可將任何數目之單室、直列連接一起、蓋每室為 300 伏 若線路上忽來超壓時、即將膜上若干點突破、穿成小孔、超壓即由此小孔通地、若原來電流欲隨超壓入地、則因微孔極細、電流密度激增、微孔四週之溫度亦因之突升 結果將原來電流阻止入地、且其作用極快、雷後 $\frac{4}{1000}$ 秒鐘內即完成、但三四年後、粉末之作用、將漸次完畢、故不能耐久、為其一大缺點、在三相線路中之連接法、如圖 209 所示、圖 214 係屋內式、圖 215 係屋外式、



第二百十二圖



第二百十三圖

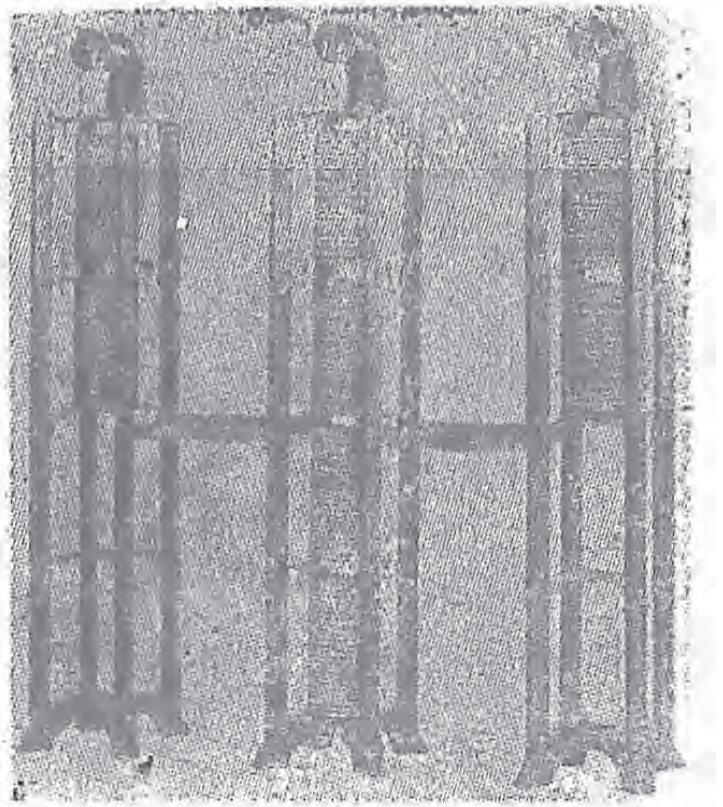
原理淺說 氧化膜避雷器、實由化學作用而完成其避雷作用、設有某種乾性物體、略加熱後、即能從良導體變為不良導體者、即可製造此種避雷器、

二氧化鉛 PbO_2 其電阻甚小、每立方吋不到一歐、但若加溫至 $150^{\circ}C$ 時、二氧化鉛即變成紅鉛、其電阻變大、每立方吋為 24×10^6 歐、若再略加溫度更將變為絕對之不良導體、故有超電壓時絕

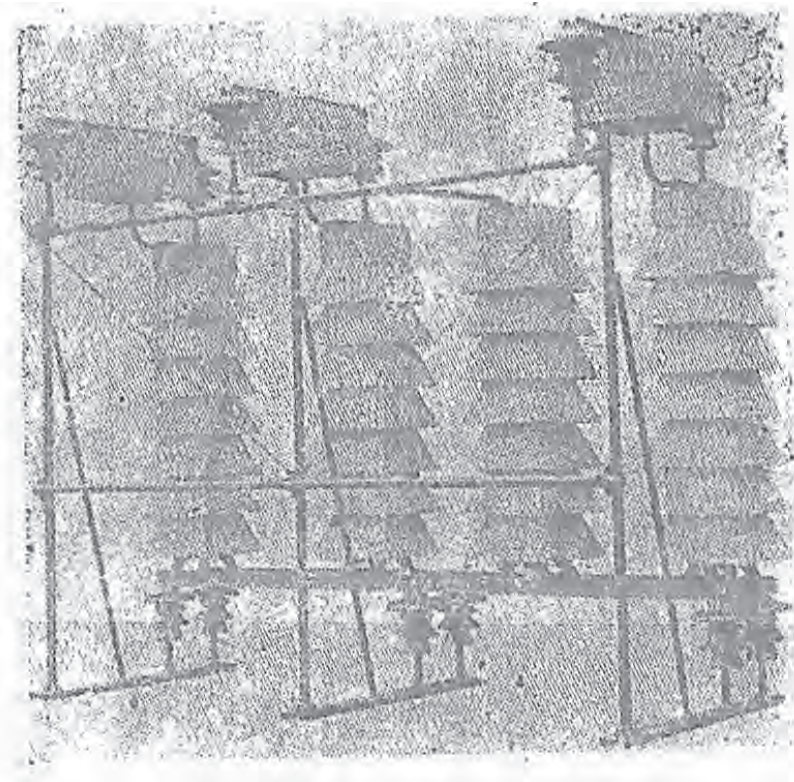
緣膜上首先有若干點突破、此電流經二氧化鉛而入地、同時因電流之通過而生熱、此等突破小孔附近之二氧化鉛、因此熱量而變

化為絕對之不良導體、使小孔仍舊封閉、原來電流不致多量漏出、且其作用靈敏、可稱為良好之避雷器、

檢驗法 氧化膜避雷器、為多數單層直列連接而成、故檢驗其中有無損壞失却效力之方法、亦頗重要、其法如圖 916 所示、用一木製電桿、其一端裝一真空球形、內有適當之空隙、



第二百十四圖



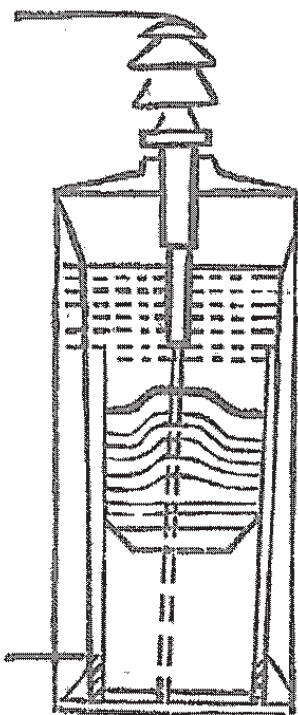
第二百十五圖



第二百十六圖

上有接頭、可以接連各層、當檢驗時、先將此器接通於線路、若有一層損壞、即有極大電阻、而使球形內發生微光、此法甚為簡便、

自卷避雷器 此器又有分配式 (Distribution type) 及廠用式 (Station type) 二種、其構造如鉛室避雷器、亦有一火花空隙在線路及此器之中間、如圖 217 所示、外為磁質之殼、中有多數避雷器極片、兩極片為一層、中間有空氣隙、兩片之間填以雲母隔圈、在火花空隙之上端接通線路、其最末極片接通大地、圖 218 即示單相及三相線路中之連接法也、

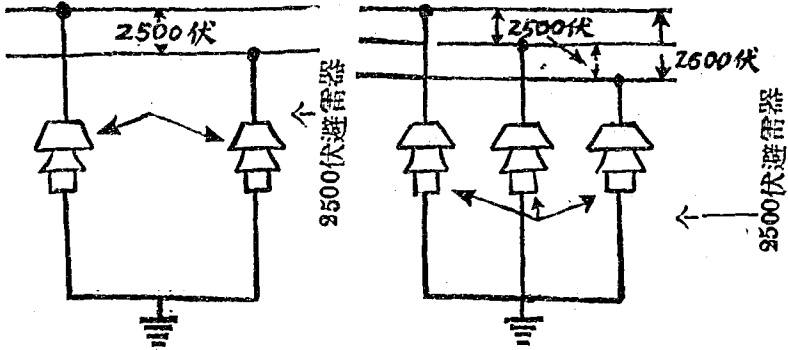


第二百十七圖

原理略述 自卷避雷器為近來應用最廣之一種、其原理與前不同、此器雖有二極片、但其放電、並不靠任何化學藥品所成薄膜之作用、而全賴在陰極表面附近的一層極薄的空氣、若增高極間之電壓至適當數量、此薄層空氣即變高度之遊離化而開始發輝放電作用、但此電壓略為減小後、放電即行停止、此器不須日常管理、製造較為簡單而經濟、生命亦長、故近來應用極廣、

驅逐式避雷器 (Expulsion-type Arrester)

第 219 圖表示此種避雷器之構造法、其內部組織、僅包括一組放電空隙、(Discharge-gap) 及一電阻棒、二者直列連接、裝置於一磁管之內、

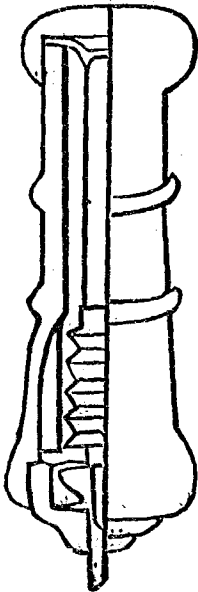


第二百十八圖

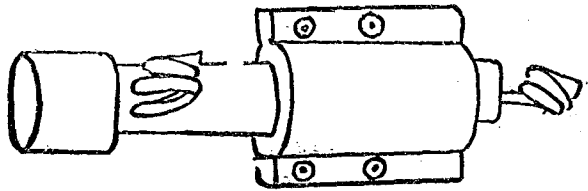
磁管之下端，留一小洞，可與外面流通空氣，其餘部分，均緊閉不通，此種避雷器，大多係保護配電變壓器之用，故附裝有支架、(Bracket) 使用時可直接裝於橫担之上。

原理略述 第 219 圖所表示之放電空隙乃其主要工作部分，當放電之時，所產生之火花，足使附近氣體，燃至極熱，氣體遇熱而澎漲，同時並增加其氣壓力，因氣壓超過外界過甚，故內部氣體勢必被驅而出，此驅出之氣體，足使產生之火花熄滅無餘，返其原來狀態，故此種避雷器名曰驅逐式避雷器。

氣壓式避雷器 (Compression-type Arrester)



第二百十九圖

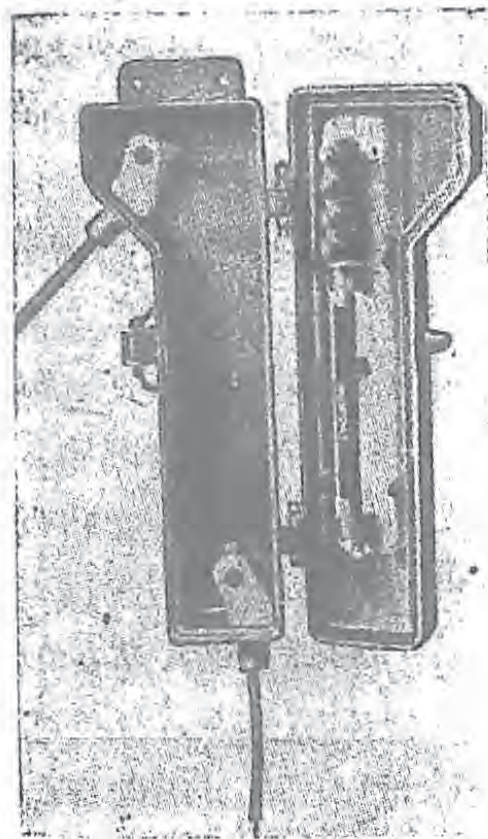


第二百二十圖

）此種避雷器多用以保護配電變壓器及配電線路、其內部組織、亦包括一組放電空隙 (A Series of multi-gaps) 及一電阻棒、二者均裝於一磁管內、第 220 圖係表示此式避雷器之一種、

原理略述 組成放電空隙之金屬 (Metal of gaps) 與磁分離器 (Porcelain separator) 合組而成一不通氣之小密室、(Chamber) 當放電之時、室內之氣體、受熱而澎漲、同時增加其氣壓、壓力增加、能使火花熄滅、返其原狀、故此種避雷器名曰氣壓式避雷器、

多隙避雷器 此器與角隙避雷器、同為常用之避雷器、如圖 221 所示、將多數含鋅質之合金元柱、直列排之、成多數極小之空隙、其一端連接於線路、他端連接於大地、此器之近於線路之空隙、所受電壓為最大、故有超壓通過時其近於線路之第一空隙、最早發生火花而放電、次及第二空隙亦隨之放電、其後由同理依次全行放電、為防止過大電流漏出起見、故另加一電阻直列連



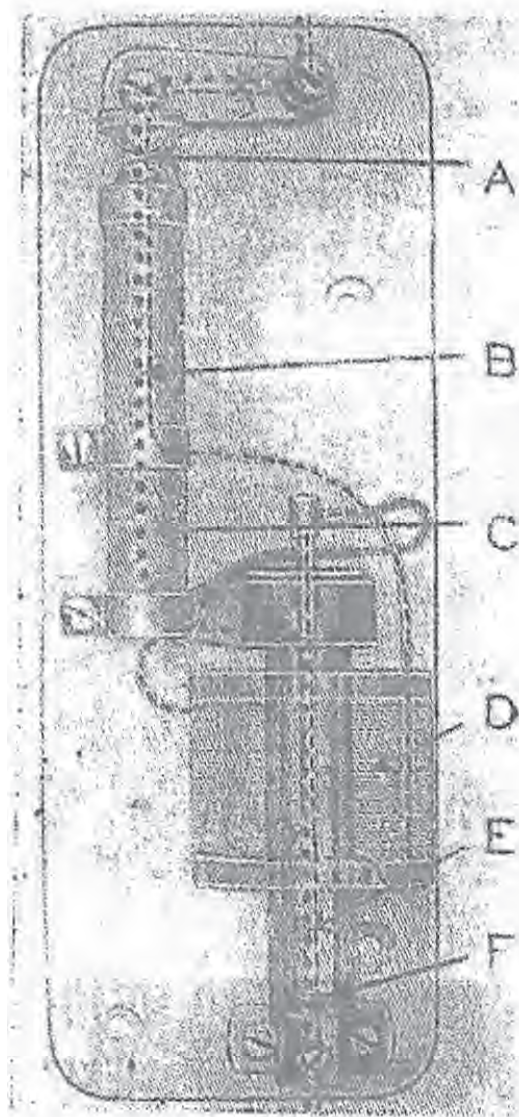
第二百二十一圖

接之、現今所用之多隙避雷器、更有滅弧之法、即將空隙分為數組、每組並列連接一電阻、如是裝置、其全體之弧光消滅較易、

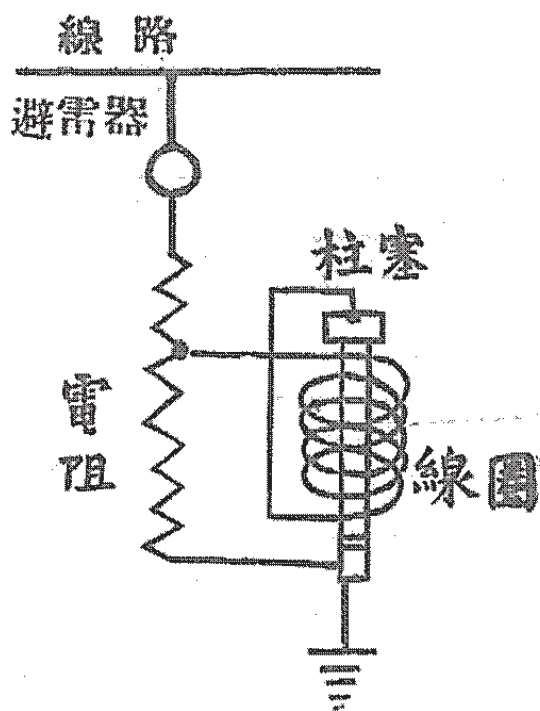
原理略述 多隙避雷器之多數含鋅質之合金元柱、實為滅弧金屬、超壓當由空隙放電後、其鋅質受電流所發之熱量、即生極微量之汽化作用、故在原有電流第一半週波之末尾、電弧即為熄滅、電流亦中止漏地、為妥善起見、更直列連接以電阻、可以減少放電容量、現今且將一部電阻變為並列連接、雷電所生之高週波及電壓、足能將電阻並列連接之一部空隙突破

、而經直列連接之電阻入地、但低週波之原來電流必須通過二重電阻。如是並列連接內一部份空隙之弧光、亦能即速熄滅。

加頓氏吸鐵式避雷器 此器係利用吸鐵跳柱塞之作用而構造、其最簡單者、有小火花空隙、一電阻、及一吸鐵跳柱塞、均直列連接、如圖 222 所示、實際上如圖 223 所示、小空隙在上端、用炭精棒、作為電阻、其線圈及吸鐵跳柱塞則在



第二百二十三圖



第二百二十二圖

下部。

自動開關式避雷器 (Garton-Daniels arrester) 第 222 圖表示此種避雷器之線路組織、其最簡單者、僅包含一放電空隙、一電阻器及一自動開關耳、(Circuit breaker) 三者直列連接、223 圖上端 A 表示放電空隙、B, C 係炭質電阻器、下端即自動開關之線圈與磁鐵、原理略述 在普通

情形之下、線路與大地之間、因小空隙A之阻隔、並不接通、供電流無由流入大地、如遇雷電或電壓驟增、使阻隔之空隙、無抵制此超電壓之能力、則雷電得由此空隙放電而入於大地、第 223 圖所表示之點線、(Dotted line) 即雷電流所經過之線路也、雷電流係屬高週波、不能通過油開關中之線圈、直接經過電阻而入大地、

雷電入地之後、供電每隨之而入地、第 223 中所表示之虛線、即係供電入地之線路也、供電係屬低週波、如 50 或 60 週波等、故甚易流入自動電開關之線圈中、線圈既有電流經過、起磁化作用、推動磁鐵、而使供電入地之路徑啓斷、電流因之而中止、線圈既無電流經過、亦即失其磁化作用、磁鐵返其原位、而避雷器亦即恢復其常態矣、

如圖 223 之自動開關式避雷器、點線係表示雷電流入地路徑、虛線係表示供電流入地路徑、A 放電空隙、僅足阻隔供電流之入地、B 炭質電阻、用以阻制供電入地之電流不超過十安倍、C 炭質電阻、與線圈並行而接雷電流徑此而入地、D 線圈供電經此入地、使起磁化作用、E 爲起磁鐵、F 供電入地之路徑在此啓斷、磁鐵即返其原位、

第七篇

管理線路用具

管理線路用具、最重要者為三種、即開關 (Switches) 保險絲 (Fuses) 及繼電器 (Relays) 是也、無論輸電線路及配電線路均須用之、前二種常裝在電桿上、後者常裝在發電所或配電所、茲特分類詳述如下：

開關 (Switches)

開關可大別之為二大類、

1. 大氣斷電開關 (Air-break switches)

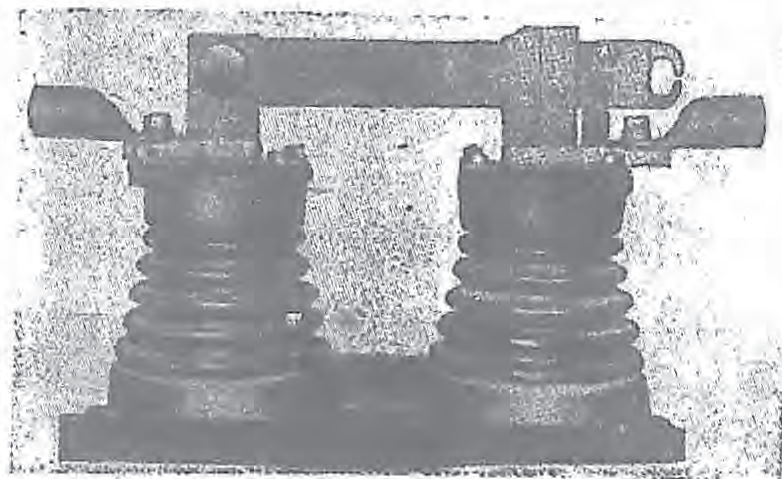
2. 油開關 (Oil switches)

a. 手動油開關 (Non-automatic)

b. 自動油開關 (Automatic)

大氣斷電開關 (Air-break switches) 線路上之分段、饋電線之支線、輸電線路與配電所之間以及配電所與饋電線之間、均須裝用大氣斷電開關、以便隨時拉斷電路、從事修理試驗檢查及改裝等工作、

若電流未至零時即將開關拉開、則閘刀 (Blade) 之接觸處、必生電弧、其電流愈多、則電弧亦愈大、不免延至其他線路、或至



第二百二十四圖

接地而成短接、甚至燒壞接觸點而損害開關、故普通為防止電弧起見、所用開關、除大閘刀外、另裝快斷器、及附屬閘刀等、拉開較易、可免電弧、接觸點上亦附有炭板、以防止銅之熔

化、

類別 大氣斷電開關之種類頗多、圖 225 示單路開刀開關、(Single knife-blade switch) 用於屋外式者、圖 225 示斷路開關 (Disconnect switch)、用於高壓線路者、閉鎖箱內、以限制開閉、圖 226 示屋外桿式斷路開關 (Outdoor pole-type disconnecting switch)、另有三路開刀、用於三相線路者、用以管理配電所外面或高電壓線路之斷連、



第二百二十五圖



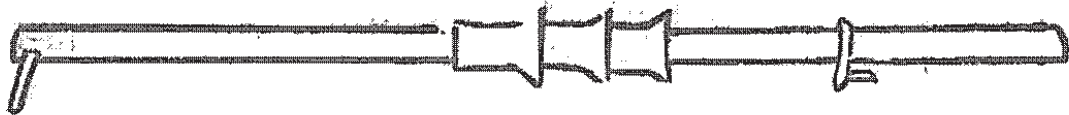
第二百二十六圖

開關棒 (俗名令克棒 Switch hooks) 電壓較高線路、拉推開關、均用開關棒、如圖 227 係用於屋內、圖 228 係用於屋外、中間有特製礙子、以防傳電、下端另有接地棒頭、須用軟銅線接地後、方可拉推屋外式斷路開關、

油開關 (Oil switch) 600 伏以上之高壓交流電路、用大氣



第二百二十七圖



第二百二十八圖

斷電開關者甚少、大都均將開關部份置於油箱中、此種開關、名曰油開關、另有防止過負載及短接之裝置、故又可避免電路中之過負載及短接之虞、

油開關之利點 油開關在油中開關電路、其電弧消滅較易、其利一、電力較大電流較多時、亦可開關其電路、其利二、箱中之油具有電阻能力、故接觸點之電弧、比較為短、其三路開刀之距離、因此可以稍為接近、故其開關所要之體積較小、且光銳之電弧、發生於油內、不致傷害人身、其利三、油之電阻極大、故開關之電阻較大、其利四、至開閉油開關有由人力管理、或由電力管理二種、

三相油開關 (Three-phase oil switch) 三相油開關、用於三

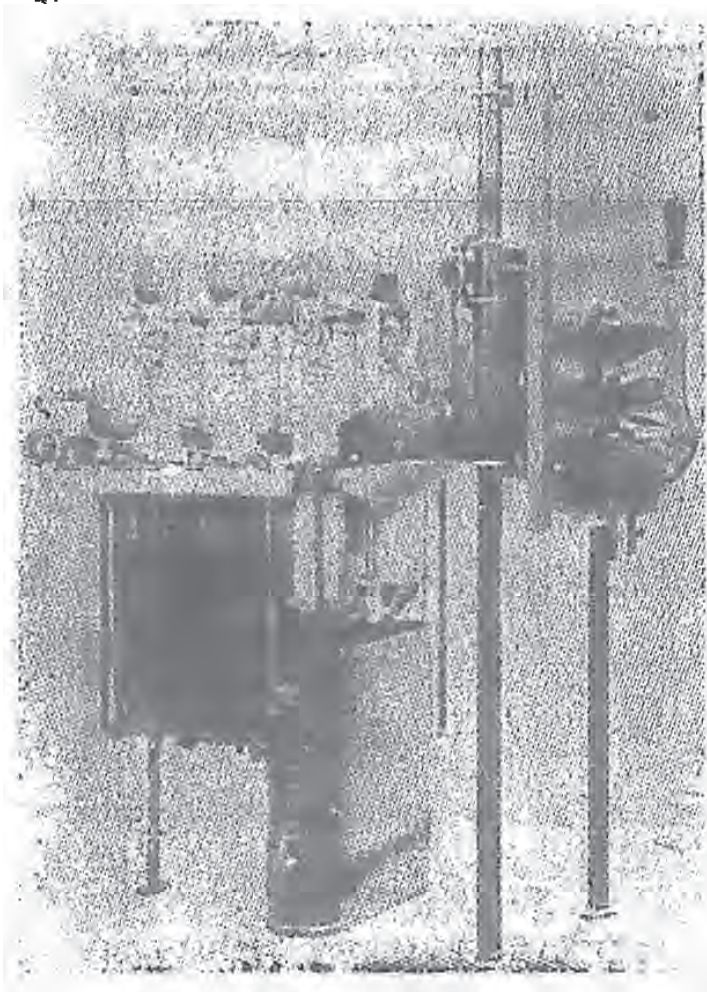


第二百二十九圖

線三相電路中電壓較低者、其三開刀、均置於一個油箱中、如圖 229 所示、電壓極高者、則開關之開刀、分別各置一箱、如圖 230 所示、如是可防免發生電弧時有短接之虞、

桿式開關 (Pole-type oil switch)

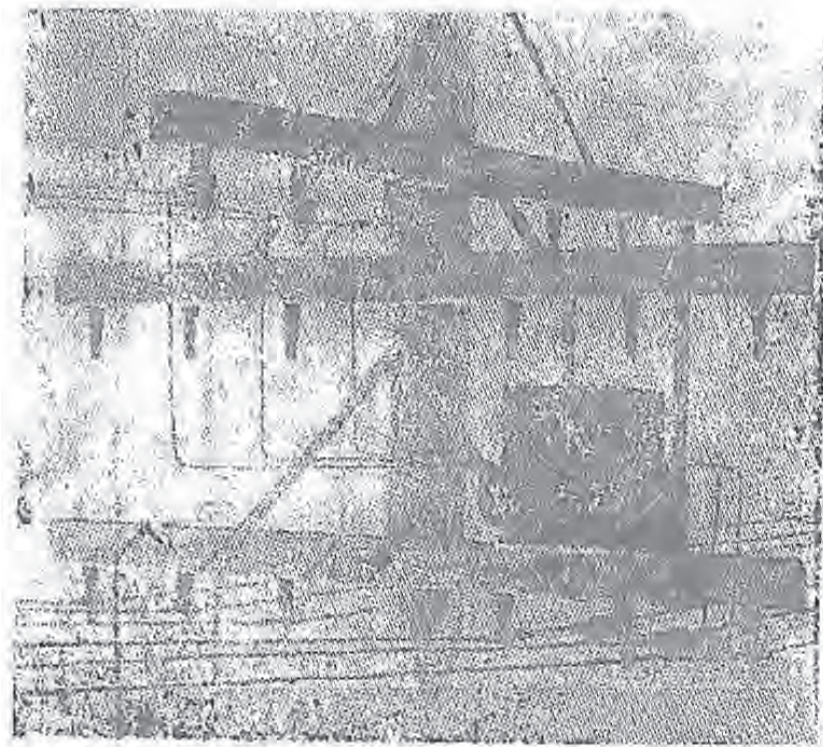
此種開關、用橫担裝置於電桿上、如小變壓器然、如圖 231、其裝法不一、大都在蓋上有支持腳、可以懸掛於橫担上、最須注意者、為其進出線之



第二百三十圖

礙子、不可損壞、此種油開關均用於饋電線之分段及變壓器與線路之間、圖 232 則示其內部之構造、

過負載啓斷電路器俗名磁電鏢 (Overload trip) 線路上如遇過負載或短接之時、油開關賴啓斷電路線圈 (Trip coil) 之作用、可以自動的拉開、所謂啓斷電路器線圈者實包括線圈及活動的柱塞而言、在小電流低電壓之電路中、此種線圈直列連接於線路中、若電路中電流超過規定數時、則線圈拉上柱塞、因機械的作用、有彈簧將開關突然拉開、如圖 233 所示、



第二百三十一圖

流器裝于磁鐵線圈上、當有減少電流及避免高壓之作用也、

若在大電量線路中因電流過大、則須添用變流器 (Current transformer) 連接于線路中、將二次出線接至油開關之磁鐵線圈、如圖 234 所示、蓋變流器之一二次電流、有一定之比例、當可將線路電流配合至線圈電流、故用此變



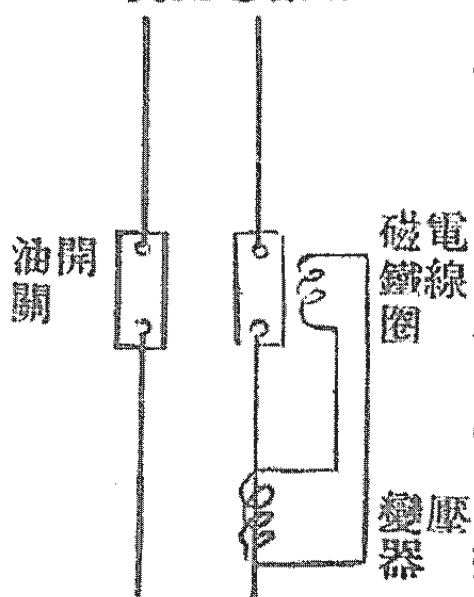
第二百三十二圖

保險絲(Fuses)

功用 凡防止電路中及其他連接電器發生過負載或短接之虞者、均用保險絲。

原理略述 保險絲者、當電路中電流超過定量時、保險絲受熱而溶化、啓斷電路、以免電線及電器之損壞也、保險絲之原料、為鉛錫之混合物、長度極短、受微熱即易熔斷、故電路中如超過定量時、保險絲因電阻而生熱、可立刻熔斷、惟保險絲熔斷時、電流甚大、易致火警、故多用蓋遮閉之。

一次方面所用之野人頭 (Primary cutout) 變壓器一次線路上、常用野人頭以代斷路開關及保險絲、此種保險絲、分為二部交流電線路



、可以拉開、如同開關、拉開之部份上裝保險絲、如圖 236 所示、固定之部、可以裝置于橫担上、又有特製式者、如圖 237 所示、內儲油以為熄滅電弧之用。

變壓器上野人頭之使用 普通野人頭、下端製有元柄、可以用手拉插、如圖 238 所示、惟為防止電路有較大電流時、若用人手拉開、所生電弧有傷人目、故用特製插棒 (Plug puller)、上端另有裝置、可

第二百三十四圖 以套入元柄、因此棒係木製、其電阻極大

第二百三十五圖 ↓



第二百三十六圖

第二百三十三圖

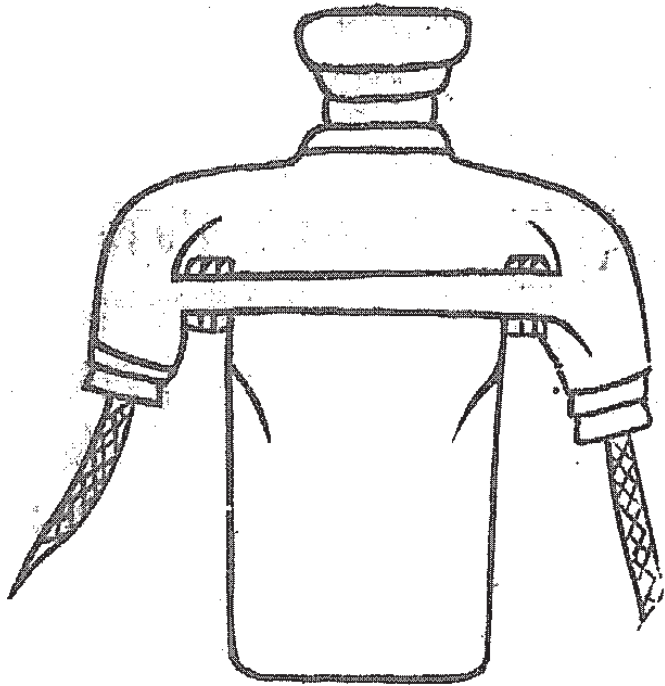
。故使用極便。目下國內各電廠採用者頗多。惟容易損壞。實不經濟。不如採用斷路開關式保險絲為

妥善。

保險絲之容量 表10即示2300伏單相變壓器各種容量應用保險絲之大小表。

表10 2300伏單相變壓器一次方面保險絲容量表

變壓器容量 K V A.	全負載時一次 方面電流安數	應用之保險 絲之安數
1	0.44	1
1½	0.65	2
2	0.87	2
3	1.30	3
5	2.17	5
7½	3.26	8
10	4.35	10
15	6.52	15
25	10.86	20
50	21.72	40



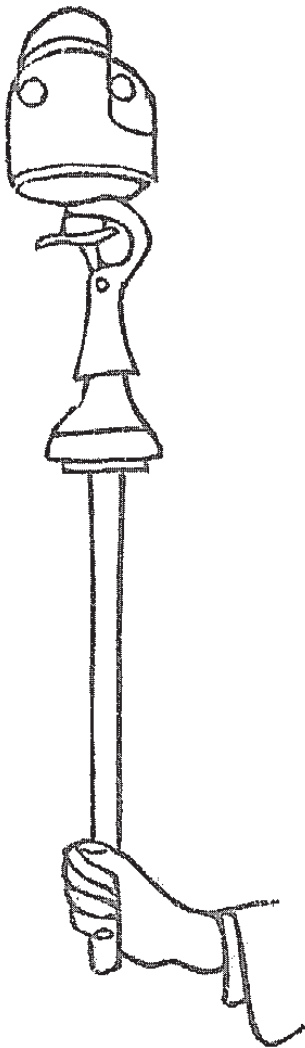
第二百三十七圖

此表係就事實而定、蓋變壓器可以超過負載、故小變壓器之保險絲、其容量可較變壓器之容量放大一倍、

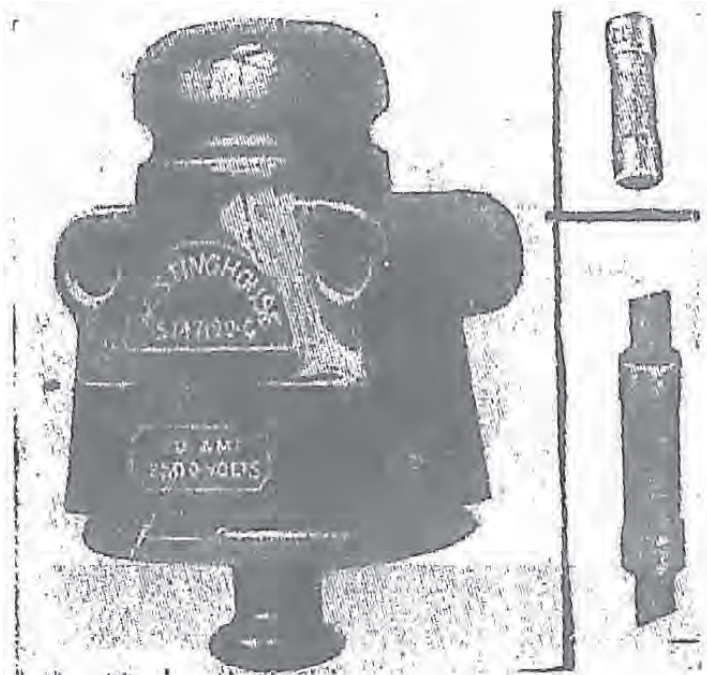
保險絲之標準電流數實較其熔斷之電流為少、其比例依各製造廠而不同、大都相差百分之十、例如 100 安之保險絲、其實際熔解保險絲之電流、為 110 安、又熔解保險絲所要之時間、視超過電流之大小而異

、一般熔解之時間、與超過電流為反比例、又電流增加之時間、為遲緩者、雖超過電流、亦不致即時足以熔解、反之若電流激劇增加時、雖在規定下、亦有熔解之可能也、例如在 75° 溫度時、若保險絲于 4 分鐘可耐受 150 安、如時間縮短為

第二百四十圖



第二百三十九圖



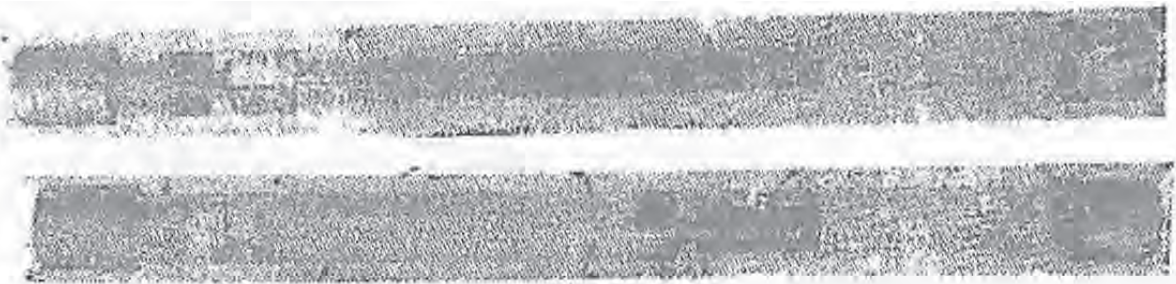
第二百三十八圖 第二百四十一圖



第二百四十二圖

、由此可知夏日熔解、較諸冬日為易也、

閉式保險絲 (Enclosed fuse) 保險絲熔解時、其合金之一部熔解而生電弧、其結果易將附近電路成爲短接、而生其他障害、故非有急速熄滅其電弧之裝置不可、閉式保險絲即附有此種之裝置、分有下列數種、一曰爆筒式保險絲 (Cartridge fuse)、即保險絲外面配有管子、管中塞以石棉、如圖 240 所示、又有特製者可以將其中保險絲更換、如圖 241 所示、二曰速斷式保險絲 (Expulsion fuse)、如圖 242 所示、其管之一端係開口式、用于 7500 伏以上之電路中、如受超過電流時、則保險絲熔解、發生爆發之氣體、使管口之絲遮斷、而熄滅電弧、以斷電路、其作用



第二百四十三圖

較快、三曰化學作用保險絲、如圖 243、玻璃管中之一端、裝有保險絲、其下端裝有彈簧、使保險絲下降、與出線頭相接觸、而管中儲以滅火性之液體、若保險絲受超過電流而熔解時、則彈簧立刻縮短、使管中有 6—12 吋空隙、熔解之保險絲即可落入液體而熄滅、此種保險絲裝置時、當取垂直方向、

於一分鐘、則于同一溫度、可耐受至 200 安、再進而可以耐受至 300 安、惟時間只可 9 秒鐘、是故一分鐘雖受超過電流一倍以上尚不致熔解、惟十分鐘則只可受超過電流百分之 25 至 30

第八篇

線路設計之初步略述

本篇所載、均係計算線路時之應用公式及常數、雖不能完備、然對於線路之建築及維持、如相數電壓線路桿距及桿高等、均可根據而計算、又建設委員會于二十年五月公佈之屋外供電線路規則第六十二條亦可參考。

相數(Number of phases)

三相線路 (Three-phase lines) 日下普通線路、不論其範圍之大小、大都採用三相式、雖城外之農業用電、亦有用三相式者、故除電車或電氣鐵路外、無不採用三相線路、

採用三相線路之原因

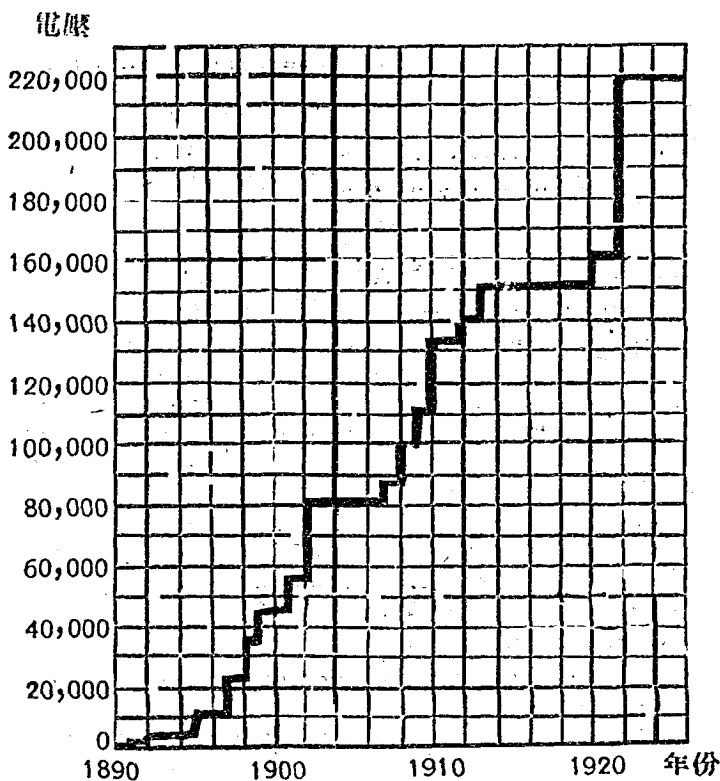
其因有二、分述于下：

(第一)單相二線式輸電線路中之銅線、隨負載而增加其容量、二相二線式線路亦然、惟三相三綫式線路、則可減去四分之一、能減省銅線為其第一原因、(第二)三相馬達、較諸單相或二相者價廉、而管理較為便利、因此須要三相三綫式線路、為其第二原因、後者原因較諸前者尤為重要、

電壓之選擇

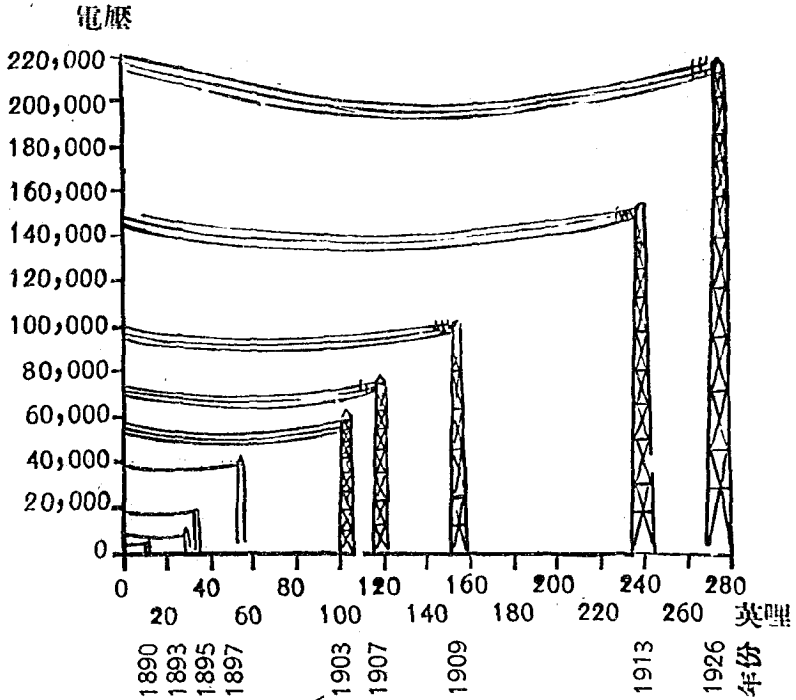
每一英哩採用1000伏之略算 簡單計算法、大都採用每長一英哩線路、須用1000伏電壓、例如65英哩長之線路、當採用 66000 伏、及10英哩長之線路為 13200 伏之電壓是也、此種略算、亦不過示其概要、各國對於電壓選擇均定有專章、計算時可就其近似數、在線路過長者、其電壓可就低者、線路較短者、其電壓可就高者、例如 275 英哩線路之略算為 275000 伏、在實際上祇可採用220000伏電壓、又如 1 英哩之線路略算為1000伏、實際上可採用2300伏之電壓、圖 244 卽示最近三十年來之電壓增進概況、西歷1882年最高電壓為110伏、1902年增加至 8000 伏、如是者五年

、至1913年、增至150000伏、再七年至1922年、達220000伏、現今用之者頗多、圖245示輸電線路長度及所用電壓之比例、由此可知線路愈長、如電壓越高、可得經濟之結果、人口有廿萬以上之都市、當以66000伏為適宜、



第二百四十四圖

輸電線路之標準電壓 表11即示輸電線路各種長度應用電壓之標準數、有星形記號者、為一般通用、即2200, 6600, 13200, 33000, 44000, 66000及110000, 伏是也、其他電氣用具如變壓器油開關避電器及配電應用器具、無不以此為標準、我國管理電



第二百四十五圖

氣事業之建設委員會、特于二十年一月公佈電氣事業電壓週率標準規則、規定交流電之電壓伏數如下：

- 220
- 220—380 三相四線
- 220—440 單相三線
- 2200
- 2200—380 三相四線
- 6600
- 13200
- 30000

60000
100000
150000
200000

嗣後凡新設電廠及電機製造廠、常採用國定標準、即已設立者、亦當續漸改革、以資劃一、我國電氣事業方興未艾、負工程責任者尤當注意、

表11 輸電線路之標準電壓

線路長度 英里	標準電壓 伏
1— 3	550或 2200 ★
3— 5	2200或 6600 ★
5— 10	6600或 13200 ★
10— 15	13200或 22000
15— 20	22000或 33000 ★
20— 30	33000或 44000 ★
30— 50	44000或 66000 ★
50— 75	66000或 88000
75—100	88000或110000 ★
100—150	110000或132000
150—250	132000或154000
250—300	154000或220000

電流之計算法

就負載之大小、線路之遠近、即可計算電流量及銅線之容量如下：

單相 單相二線式線路中之電流、其計算公式如下：

$$\text{電流 (安)} = \frac{\text{電力 (KVA)} \times 1000}{\text{線路電壓 (V)}}$$

$$\text{或電流 (安)} = \frac{\text{電力 (瓩)} \times 1000}{\text{線路電壓 (V)} \times \text{電力因數}}$$

例如單相線路、其負載為100 KVA, 電壓為 2300伏、則就第一公式、

$$\text{電流} = \frac{100 \times 1000}{2300} = 43.5 \text{安}$$

表12即示自 5 至1200開維愛之單相線路合用普通標準電壓表、圖246, 即示單相線路中之開維愛電壓及電流之關係數目、立軸係開維愛數目、平軸係電流安數、就此圖表、可以求知電壓伏數、如已知負載開維愛及電壓伏數、即可求知電流安數、若已知電流及電壓、亦可就此圖表求知負載開維愛數、若已知負載基羅瓦特數電力因數及電壓伏數、則用下列公式可以求知電流安數、例如 50瓩負載、2300伏線路、其電力因數如為 0.8, 求電流安數:

$$\text{電流安數} = \frac{50 \times 1000}{2300 \times 0.8} = 27.2 \text{安}$$

若此負載之電力因數為 1 時、則開維愛與瓩為相等、而電流等于27.74安(此數係在表 7 查得)、

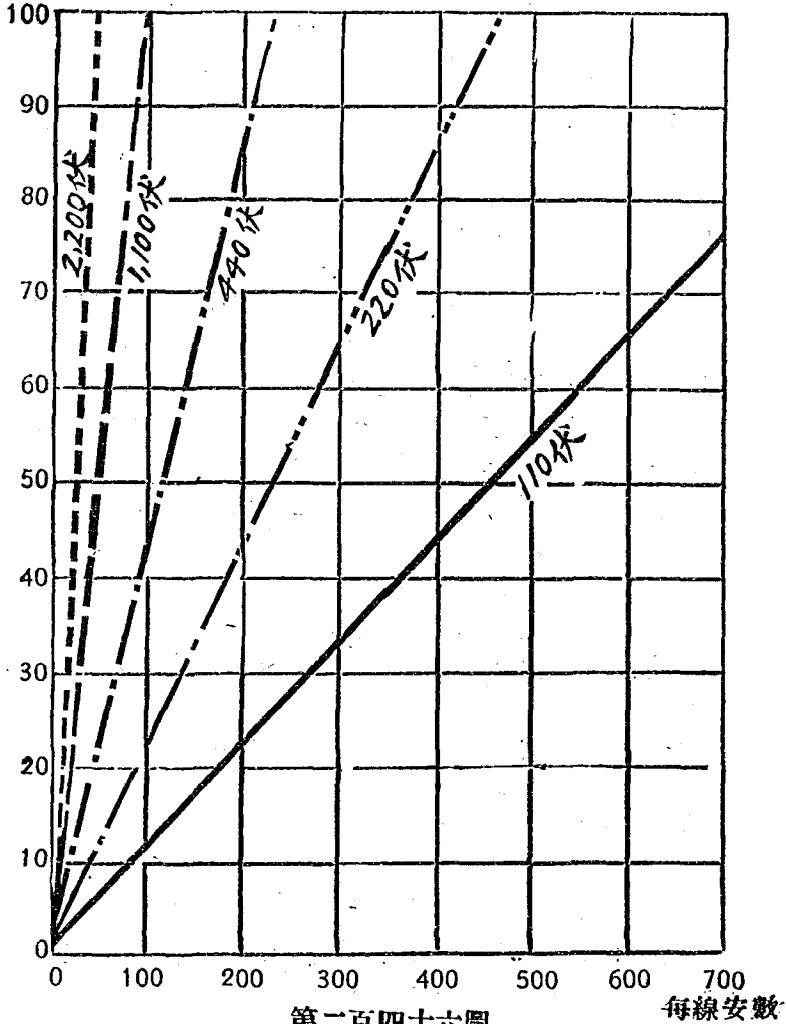
三相 求三相三線式線路中之電流、其公式如下:

$$\text{電流 (安)} = \frac{\text{開維愛} \times 1000}{1.73 \times \text{線路電壓}}$$

$$\text{或電流 (安)} = \frac{\text{瓩} \times 1000}{1.73 \times \text{線路電壓} \times \text{電力因數}}$$

表13即示自 100 — 1500開維愛之三相線路合用標準電壓表、圖247與圖246同理、即示三者之關係數、

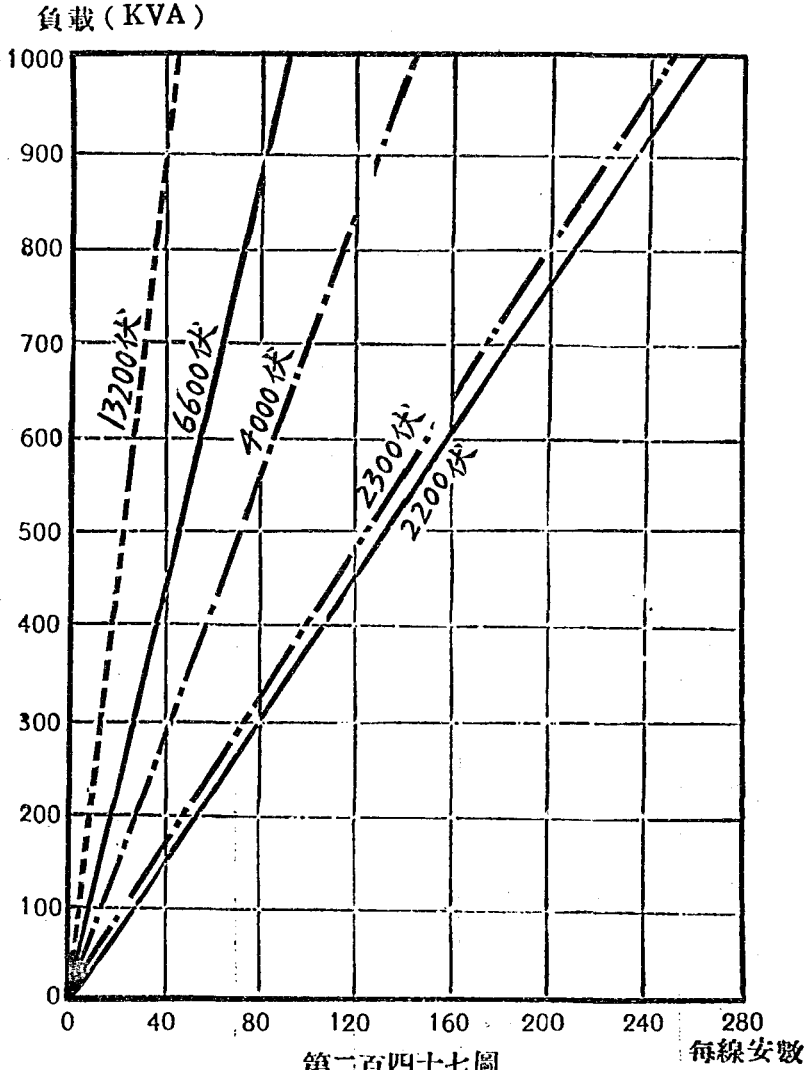
負載 (KVA)



第二百四十六圖

$$\text{安} = \frac{\text{開維愛} \times 1000}{\text{伏}}$$

$$\text{開維愛} = \frac{\text{伏} \times \text{安}}{1000}$$



第二百四十七圖

$$\text{安} = \frac{\text{開維愛} \times 1000}{\sqrt{3} \times \text{伏}}, \quad \text{開維愛} = \frac{\sqrt{3} \times \text{伏} \times \text{安}}{1000}$$

表 12 計 算 單 相

電 壓 伏	負 載					
	5	7.5	15	25	37.5	50
110	45.6	68.2	136.3	227	341	456
115	43.5	65.2	130.4	217	326	435
220	22.7	34.1	68.2	113.6	170.5	227.3
230	21.7	32.6	65.2	108.7	163.0	217.4
440	11.4	17.0	34.1	56.8	85.2	113.6
600	8.3	12.5	25.0	41.7	62.5	83.3
2,200	2.27	3.41	6.82	11.36	17.05	22.7
2,300	2.17	3.26	6.52	10.87	16.30	21.74
4,000	1.25	1.88	3.75	6.25	9.38	12.50
6,600	0.76	1.14	2.27	3.79	5.68	7.58
12,000	0.42	0.63	1.25	2.08	3.12	4.17
13,200	0.38	0.57	1.14	1.89	2.84	3.79

表 13 計 算 三 相

電 壓 伏	負 載					
	100	200	300	400	500	600
200	262	525	787	1,050	1,312	1,575
440	131	262	394	525	656	787
2,200	26.2	52.5	78.7	105	131	158
2,300	25.2	50.3	75.4	100.5	116	151
4,000	14.5	28.9	43.4	57.8	72.3	86.8
6,600	8.75	17.5	26.2	35.0	43.7	52.5
13,200	4.37	8.75	13.1	17.5	21.9	26.2
14,000	4.13	8.26	12.4	16.6	20.7	24.8
22,000	2.62	5.25	7.87	10.5	13.1	15.7
33,000	1.75	3.50	5.25	7.00	8.75	10.5
50,000	1.16	2.32	3.47	4.63	5.78	6.94
60,000	.62	1.93	2.89	3.85	4.82	5.78
66,000	.87	1.75	2.62	3.50	4.36	5.25
110,000	.52	1.05	1.57	2.10	2.62	3.15

電 流 表 (已知負載及電壓)

開 維 愛						
100	200	300	400	600	900	1,200
909	1,818	2,727	3,636	5,454	8,182	10,908
870	1,739	2,609	3,478	5,218	7,826	10,435
454	909	1,364	1,818	2,727	4,091	5,454
435	870	1,304	1,739	2,609	3,913	5,218
227	455	682	909	1,364	2,045	2,727
166.7	333	500	667	1,000	1,500	2,000
45.5	90.0	136.4	181.8	273	409	545
43.5	87.0	130.4	173.9	261	391	522
25.0	50.0	75.0	100.0	150.0	225.0	300.0
15.2	30.3	45.5	60.6	90.9	136.4	181.8
8.33	16.67	25.0	33.3	50.0	75.0	100.0
7.58	15.15	22.7	30.3	45.5	68.2	90.9

電 流 表 (已知負載及電壓)

開 維 愛					
700	800	900	1,000	1,200	1,500
1,838	2,100	2,362	2,624	3,150	3,940
919	1,050	1,181	1,312	1,575	1,970
184	210	236	262	315	394
176	202	227	252	302	377
100.1	116	130	145	174	217
61.2	70.0	78.7	87.5	105.0	131.5
30.6	35.0	39.4	43.7	52.4	65.7
28.9	33.1	37.2	41.3	49.6	62.0
18.4	21.0	23.6	26.2	31.5	39.4
12.2	14.0	15.7	17.5	21.0	26.2
8.10	9.25	10.40	11.58	13.9	17.4
6.73	7.70	8.67	9.64	11.6	14.5
6.12	7.00	7.87	8.75	10.5	13.2
3.67	4.20	4.72	5.25	6.30	7.88

表 14 線路上各種計算公式

項 目	直 流	交 流	
		單 相	三 相
已知開維愛及電壓求電流	$\frac{\text{班} \times 1000}{\text{伏}}$	$\frac{\text{開維愛} \times 1000}{\text{電壓}}$	$\frac{\text{開維愛} \times 1000}{1.73 \times \text{電壓}}$
		$\frac{\text{安培} \times \text{伏}}{1000}$	$\frac{1.73 \times \text{伏} \times \text{安}}{1000}$
已知電流及電壓求開維愛	$\frac{\text{班} \times 1000}{\text{伏}}$	$\frac{\text{班} \times 1000}{\text{伏} \times \text{電力因數}}$	$\frac{\text{班} \times 1000}{1.73 \times \text{伏} \times \text{電力因數}}$
		$\frac{\text{安} \times \text{伏} \times \text{電力因數}}{1000}$	$\frac{1.73 \times \text{安} \times \text{伏} \times \text{電力因數}}{1000}$

例如負載為500開維愛、三相線路電壓為13200伏、則每根線中

之電流、就公式計算、電流安數 = $\frac{500 \times 1000}{1.73 \times 13200} = 21.9$ 安

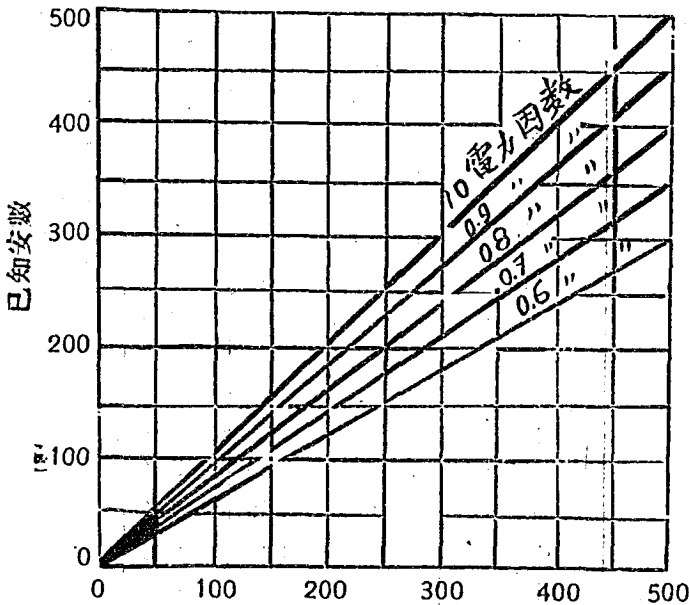
就表13或圖 247亦可求得如上數、

就各種電力因數求電流 設已知電力因數時之電流安數、而求任何電力因數之電流、其公式如下：

$$\text{電流} = \frac{\text{電力因數之1時之電流(安)}}{\text{電力因數}}$$

例如電力因數為1時之電流係100安、求電力因數為0.8時之電流、

$$\text{電流} = \frac{100}{0.80} = 125 \text{安}$$



第二百四十八圖

欲求安數

就248圖亦可求得如上數、

總論 表14即就以上各節之關係公式、重行記出、以便查考、
交流中之電力因數、甚為重要、若無說明時、普通可作為0,80、

線路用導體大小之解決法

關於導體大小之主要常數 解決導體之大小、最要者為線路之

表 15, 銅線及鋁線用於屋外時可載電流表

美規或元米		風 雨 線 (Weatherproof insulation)		裸 線	
鋁 線	銅 線	鋁線	銅線	鋁線	銅 線
1,590,000	1,000,000	2,000	1,870	1,910	1,650
1,431,000	900,000	1,920	1,820	1,780	1,580
1,272,000	800,000	1,800	1,690	1,640	1,430
1,113,000	700,000	1,570	1,575	1,510	1,280
954,000	600,000	1,540	1,515	1,290	1,100
795,000	500,000	1,342	1,210	1,110	1,010
636,000	400,000	1,132	965	930	870
477,000	300,000	867	824	765	685
336,420	No.4/0	688	633	600	550
266,800	No.3/0	569	530	490	460
211,950	No.2/0	489	445	420	400
167,800	No.1/0	430	388	364	344
133,220	No.1	332	325	291	275
105,530	No.2	288	275	255	252
83,640	No.3	263	239	214	206
66,370	No.4	220	212	200	183

電壓、輸電之負載、及其機械的強力、而其中以電壓為最重要、若負載為固定、則電壓愈高、其電流之損失亦愈少、故電壓以較大為宜、電流與負載為正比例、負載愈重、電流愈多、故電壓亦須提高、可以減少損失、至于機械的強力、則以能勝任載重及風雪之重量不致損斷為適宜、其定數有表可稽、至于線路之長度、負載因數及垂弧之呎數、互相均有重要關係、本篇均有圖表詳示、以便計算時而可解決線路所用導體之大小、

電流容量 若已知線路電壓及輸電負載、則其電流容量可就前節公式或圖表求得、又可就表 15 計算、此表詳載用於屋外之銅線 (Copper wires) 鋁線 (Aluminum wires) 之號數、此表所載電流容量、其熱度以不致損壞包皮為度、即在空氣中發熱至 150°F 是也、



北部 (寒帶) 中部 (溫帶) 南部 (熱帶)



第二百五十圖

機械的強力 解決導體之大小、除電流量外、又須負冰雪及風之載重、故先須決定弧垂之呎數、而後導體之大小容易解決、冰雪及風之載重、亦有輕重之別、在寒帶之地域、冰雪有積至1寸者、風力在 0°F 時有每方呎8磅者、圖249示我國氣候之區別、圖250即示導體受過雨雪之後、積有冰雪之形、茲為便利計算起見、不論其載冰雪及風之輕重、以導體之機械強力之半數為標準、

實用上最小線號 普通實用方面、架空線路最小線號、為美規八號、如用電纜其最小者為零號、冰雪較厚之地域、架空線路以四號及六號銅線為最小、否則不甚安全、

實用上最大線號 凡60週波線路中導體之號數超過No.0000。或25週波線路中超過300000元米者、則可改用二道線路、不特適應負載、而可減少電壓之降落、又可作斷線時之預備線路也、

線表 表17及18示週波及0.8電力因數之各種長度電力電壓線路之適用導體大小、表17內載1—20英里之各種線路負載、自50—5000瓩、電壓為2200, 6600, 及13200伏、表18內載10—50英里之線路負載、自50—10000瓩、電壓為22000, 33000, 及44000伏、大都負載電壓及輸電線路之距離為已知數、由此三種已知數、即可查表求得導體之大小矣、例如兩鎮之間距離為30英里、負載為1500瓩、電力因數為0.80、擬用60週波33000伏電壓輸電、求導體之號數、先查表18中33000伏之30英里欄內、次就此欄中向左擇1500瓩之平線一欄、即可求得導線為美規8號銅線、由此可以類推、不論若干、均可推算矣、

表 16. 硬拉銅線及軟銅線之機械強力及特許載重表

線 美 號 規	硬於銅 (Hard-drawn copper)		軟銅 (Annealed copper)	
	機械的強力 (Ultimate strength)	特許載重 (Allowable load)	機械的強力 (俗名拉力)	特許載重
		安全定數 = 2		安全定數 = 2
0000	8,260	4,130	5,320	2,660
000	6,550	3,275	4,220	2,110
00	5,440	2,720	3,340	1,670
0	4,530	2,265	2,650	1,375
1	3,680	1,840	2,100	1,050
2	2,970	1,485	1,670	835
3	2,380	1,190	1,323	661
4	1,900	950	1,050	525
5	1,580	790	884	442
6	1,300	650	700	350
7	1,050	525	556	278
8	843	421	441	220

電力損失百分數 就下線表所載、其電力損失、均不超過百分之十以上、若超過此數、則導體中必發熱而損失電力、實不經濟、計算時當以此表為標準、

電壓損失百分數 就以下線表所載、其電壓損失均不超過百分之十以上、計算時當以此為標準、如是則電壓不致隨負載之增減、而有激烈之變更、

電力因數之變更 以下線路所載、均係就電力因數0.80而言、因此數為平均值也、但遇其他因數時另當乘以常數、如表19所示

表 17 銅

(三相交流・電力因數爲60,週率爲60週波・百分之十以內電
最小線號爲No.0)

負 載		說 明	配號	2200伏 線放平行式線距1呎2寸		
				1哩	3哩	5哩
瓦	馬力					
50	67	美規線號	.....	No. 8	No. 6	No. 3
		線之面積	元米	16,500	29,300	48,800
		電力損失百分數	P	5.9	10.0	10.0
		電壓損失百分數	Y	4.4	8.1	9.3
100	134	美規線號	.....	No. 7	No. 2	No. 00
		線之面積	元米	19,500	58,500	114,000
		電力損失百分數	P	10.0	10.0	8.4
		電壓損失百分數	Y	7.7	9.6	10.0
200	268	美規線號	.....	No. 4	No. 000	.....
		線之面積	元米	39,000	161,000	.....
		電力損失百分數	P	10.0	7.2	.....
		電壓損失百分數	Y	8.6	10.0	.....
300	402	美規線號	.....	No. 2	.....	.....
		線之面積	元米	58,500	.....	.....
		電力損失百分數	P	10.0	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	9.6	.....	.....
400	536	美規線號	.....	No. 1	.....	.....
		線之面積	元米	78,000	.....	.....
		電力損失百分數	P	10.0	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....
500	670	美規線號	.....	No. 00	.....	.....
		線之面積	元米	115,000	.....	.....
		電力損失百分數	P	8.4	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....

線 線 表

力損失 P. 百分之十以內電壓損失 Y. 電線最小線號爲 No. 3, 電纜

6600伏 線放三角形形式線距1呎8寸			13200伏 線放三角形形式線距1呎8			
4哩	8哩	12哩	5哩	10哩	15哩	20哩
No. 8 16,500 2.6 1.9	No. 8 16,500 5.2 3.8	No. 8 16,500 7.8 5.8	No. 8 16,500 0.8 0.6	No. 8 16,500 1.6 1.2	No. 8 16,500 2.5 1.9	No. 8 16,500 3.3 2.4
No. 8 16,500 5.2 3.8	No. 8 17,300 10.0 7.4	No. 6 25,900 10.0 7.9	No. 8 16,500 1.6 1.2	No. 8 16,500 3.2 2.4	No. 8 16,500 4.9 3.6	No. 8 16,500 6.5 4.8
No. 8 17,300 10.0 7.4	No. 5 34,600 10.0 9.3	No. 3 51,900 10.0 9.3	No. 8 16,500 3.3 2.5	No. 8 16,500 6.5 4.8	No. 8 16,500 9.8 7.2	No. 7 21,600 10.0 7.7
No. 6 25,800 10.0 7.9	No. 3 51,800 10.0 9.3	No. 2 77,400 10.0 10.0	No. 8 16,500 4.9 3.6	No. 8 16,500 9.8 7.2	No. 6 24,300 10.0 7.9	No. 5 32,400 10.0 8.3
No. 5 34,400 10.0 8.4	No. 1 68,900 10.0 10.0	No. 00 117,000 8.9 10.0	No. 8 16,500 6.5 4.8	No. 7 21,600 10.0 7.7	No. 5 32,400 10.0 8.3	No. 4 43,200 10.0 8.7
No. 4 43,000 10.0 8.8	No. 0 86,000 9.6 10.0	300,000 280,000 4.6 10.0	No. 8 16,500 8.2 6.1	No. 6 27,000 10.0 8.0	No. 4 40,500 10.0 8.7	No. 3 54,000 10.0 9.3

表 17 銅

(三相交流、電力因數為 80, 週率為 60 週波、百分之十以內電
最小線號為 No. 0)

負 載		說 明	記號	2200伏 線放平行式線距1呎2寸		
				1哩	3哩	5哩
馬力						
600	804	美規線號	.....	No. 000	.....	.....
		線之面積	元米	161,000	.....	.....
		電力損失百分數	P	7.2	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....
800	1,082	美規線號	.....	350,000	.....	.....
		線之面積	元米	320,000	.....	.....
		電力損失百分數	P	4.8	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....
1,000	1,340	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
1,500	2,010	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
2,000	2,680	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
2,500	3,350	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....

線 線 表 (續)

力損失 P. 百分之十以內電壓損失 Y. 電線最小線號爲No.8, 電纜

6600伏 線放三角形形式線距1呎8寸			13200伏 線放三角形形式線距1呎8寸			
4哩	8哩	12哩	5哩	10哩	15哩	20哩
No. 3 51,600 10.0 9.3	No. 00 120,000 8.6 10.0	..... ..... ..... .....	No. 8 16,500 9.8 7.2	No. 5 32,400 10.0 8.3	No. 3 48,600 10.0 9.3	No. 2 64,800 10.0 10.0
No. 2 68,800 10.0 9.8	No.0000 208,000 6.6 10.0	..... ..... ..... .....	No. 7 21,600 10.0 7.7	No. 4 43,200 10.0 8.7	No. 2 64,800 10.0 9.9	No. 1 87,000 9.9 10.0
No. 0 86,000 9.6 10.0	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	No. 6 27,000 10.0 8.0	No. 3 54,000 10.0 9.3	No. 1 87,000 9.3 10.0	No. 00 140,000 7.7 10.0
No.000 181,000 7.0 10.0	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	No. 4 40,500 10.0 8.7	No. 1 87,000 9.3 10.0	No.000 180,000 6.7 10.0	400,000 390,000 4.2 10.0
35,000 360,000 4.7 10.0	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	No. 3 54,000 10.0 9.3	No. 00 140,000 7.7 10.0	400,000 290,000 4.2 10.0	
..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	No. 2 67,500 10.0 9.9	250,000 230,000 5.9 10.0		

表 17 銅

(三相交流、電力因數為 80,週率為60週波、百分之十以內電
最小線號為No.0)

負 載		說 明	記號	2200伏 線放平行式線距1呎2寸		
				1哩	3哩	5哩
瓩	馬力					
3,000	4,020	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
3,500	4,690	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
4,000	5,360	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....
5,000	6,703	美規線號	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....

線 線 表 (續)

力損失 P. 百分之十以內電壓損失 Y. 電線最小線號爲 No. 8, 電纜

6600伏 線放三角形形式線距1呎8寸			13200伏 線放三角形形式線距1呎8寸			
4哩	8哩	12哩	5哩	10哩	15哩	20哩
.....	No. 1	400,000		
.....	87,000	390,000		
.....	9.3	4.2		
.....	10.0	10.0		
.....	No. 0			
.....	110,000			
.....	8.6			
.....	10.0			
.....	No. 00			
.....	140,000			
.....	7.7			
.....	10.0			
.....	250,000			
.....	230,000			
.....	5.0			
.....	10.0			

表 18 銅

(三相交流電、電力因數0.80,週率為60週波、百分之十以內電
小線號數為No.0.)

負 載		說 明	配號	22000伏 放線三角式線距 2 呎半			
甬	馬力			10哩	15哩	20哩	25哩
50	67	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 8	No. 8
		線之面積	元米	16,500	16,500	16,500	16,500
		電力損失百分數	P	0.6	0.9	1.2	1.5
		電壓損失百分數	Y	0.4	0.7	0.9	1.1
100	134	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 8	No. 8
		線之面積	元米	16,500	16,500	16,500	16,500
		電力損失百分數	P	1.2	1.8	2.4	2.9
		電壓損失百分數	Y	0.9	1.3	1.8	2.2
200	268	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 8	No. 8
		線之面積	元米	16,500	16,500	16,500	16,500
		電力損失百分數	P	2.3	3.5	4.7	5.9
		電壓損失百分數	Y	1.8	2.6	3.5	4.4
300	402	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 8	No. 8
		線之面積	元米	16,500	16,500	16,500	16,500
		電力損失百分數	P	3.5	5.3	7.1	8.8
		電壓損失百分數	Y	2.7	4.0	5.3	6.6
400	536	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 8	No. 7
		線之面積	元米	16,500	16,500	16,500	19,400
		電力損失百分數	P	4.7	7.1	9.4	10.0
		電壓損失百分數	Y	3.5	5.3	7.1	7.9
500	670	美規號數	.....	No. 8	No. 8'	No. 7	No. 6
		線之面積	元米	16,500	16,500	19,400	24,200
		電力損失百分數	P	5.9	8.8	10.0	10.0
		電壓損失百分數	Y	4.4	6.6	8.0	8.2

線 線 表

力損失P,百分之十以內電壓損失Y,電線最小線號爲No.8,電纜最

33000伏 放線三角式線距3呎						
30哩	15哩	20哩	25哩	30哩	40哩	50哩
No. 8 16,500 1.8 1.3	No. 8 16,500 0.4 0.3	No. 8 16,500 0.5 0.4	No. 8 16,500 0.7 0.5	No. 8 16,500 0.8 0.6	No. 8 16,500 1.0 0.8	No. 8 16,500 1.3 1.0
No. 8 16,500 3.5 2.7	No. 8 16,500 0.8 0.6	No. 8 16,500 1.0 0.8	No. 8 16,500 1.3 1.0	No. 8 16,500 1.6 1.2	No. 8 16,500 2.1 1.6	No. 8 16,500 2.6 2.0
No. 8 16,500 7.1 5.3	No. 8 16,500 1.6 1.2	No. 8 16,500 2.1 1.6	No. 8 16,500 2.6 2.0	No. 8 16,500 3.1 2.4	No. 8 16,500 4.2 3.2	No. 8 16,500 5.2 4.0
No. 8 16,500 10.0 7.8	No. 8 16,500 2.4 1.8	No. 8 16,500 3.1 2.4	No. 8 16,500 3.9 3.0	No. 8 16,500 4.7 3.6	No. 8 16,500 6.2 4.8	No. 8 16,500 7.9 6.1
No. 8 23,300 10.0 8.2	No. 8 16,500 3.1 2.4	No. 8 16,500 4.2 3.2	No. 8 16,500 5.2 4.0	No. 8 16,500 6.2 4.8	No. 8 16,500 8.3 6.4	No. 8 16,500 10.0 7.8
No. 5 29,100 10.0 8.5	No. 8 16,500 3.9 3.0	No. 8 16,500 5.2 4.0	No. 8 16,500 6.6 5.1	No. 8 16,500 7.8 6.0	No. 8 17,300 10.0 7.8	No. 7 21,600 10.0 8.0

表 18 銅

負 載		說 明	記號	22000伏 放線三角式線距 2 呎半			
				10哩	15哩	20哩	25哩
600	804	美規號數	.....	No. 8	No. 8	No. 6	No. 5
		線之面積	元米	16,500	17,450	23,300	28,000
		電力損失百分數	P	7.1	10.0	10.0	10.0
		電壓損失百分數	Y	5.3	7.8	8.2	8.4
800	1,082	美規號數	.....	No. 8	No. 6	No. 5	No. 4
		線之面積	元米	16,500	23,300	31,000	38,800
		電力損失百分數	P	9.4	10.0	10.0	10.0
		電壓損失百分數	Y	7.1	8.2	8.6	8.8
1,000	1,340	美規號數	.....	No. 7	No. 5	No. 4	No. 3
		線之面積	元米	19,400	29,100	38,800	48,500
		電力損失百分數	P	10.0	10.0	10.0	10.0
		電壓損失百分數	Y	8.0	8.3	8.8	9.3
1,500	2,010	美規號數	.....	No. 5	No. 4	No. 2	No. 1
		線之面積	元米	29,100	43,600	58,300	78,600
		電力損失百分數	P	10.0	10.0	10.0	9.3
		電壓損失百分數	Y	8.3	9.0	9.8	10.0
2,000	2,680	美規號數	.....	No. 4	No. 2	No. 1	No. 00
		線之面積	元米	38,800	58,200	86,900	127,000
		電力損失百分數	P	10.0	10.0	8.9	7.6
		電壓損失百分數	Y	8.8	9.7	10.0	10.0
2,500	3,350	美規號數	.....	No. 3	No. 1	No. 00	No. 0000
		線之面積	元米	48,600	77,900	127,900	206,000
		電力損失百分數	P	10.0	9.4	7.6	5.9
		電壓損失百分數	Y	9.2	10.0	10.0	10.0
3,000	4,020	美規號數	.....	No. 2	No. 0	No. 0000	350,000
		線之面積	元米	58,300	104,700	186,100	344,500
		電力損失百分數	P	10.0	8.3	6.3	4.2
		電壓損失百分數	Y	9.8	10.0	10.0	10.0

線 線 表 (續)

33000伏 放線三角式線距 3 呎						
30哩	15哩	20哩	25哩	30哩	40哩	50哩
No. 5 35,000 10.0 8.6	No. 8 16,500 4.7 3.6	No. 8 61,500 6.3 4.8	No. 8 16,500 7.9 6.1	No. 8 16,500 9.4 7.2	No. 7 20,700 10.0 8.0	No. 6 26,000 10.0 8.3
No. 3 46,500 10.0 9.2	No. 8 16,500 6.3 4.8	No. 8 16,500 8.4 6.4	No. 8 17,300 10.0 7.8	No. 7 20,700 10.0 8.0	No. 6 27,600 10.0 8.3	No. 5 34,500 10.0 8.7
No. 2 58,200 10.0 9.8	No. 8 16,500 7.8 6.1	No. 8 17,300 10.0 7.8	No. 7 21,600 10.0 8.1	No. 6 25,900 10.0 8.4	No. 5 34,500 10.0 8.7	No. 4 43,200 10.0 9.1
No. 0 104,600 8.4 10.0	No. 7 19,500 10.0 7.9	No. 6 26,000 10.0 8.3	No. 5 32,400 10.0 8.5	No. 4 39,000 10.0 9.0	No. 3 51,800 10.0 9.6	No. 2 67,300 9.6 10.0
No.0000 186,000 6.3 10.0	No. 6 25,900 10.0 8.3	No. 5 34,600 10.0 8.7	No. 4 43,200 10.0 9.1	No. 3 51,800 10.0 9.6	No. 1 74,000 9.4 10.0	No. 0 107,000 8.1 10.0
350,000 344,500 4.2 10.0	No. 5 32,400 10.0 8.7	No. 4 43,300 10.0 9.1	No. 3 54,000 10.0 9.7	No. 2 67,300 9.6 10.0	No. 0 107,000 8.1 10.1	No.000 166,000 6.5 10.0
.....	No. 4 38,800 10.0 8.9	No. 3 52,000 10.0 9.6	No. 2 67,300 9.6 10.0	No. 0 88,300 8.7 10.0	No.000 151,500 6.9 10.0	300,000 265,000 4.9 10.0

表 18 銅

負 載		說 明	記號	22000伏 放線三角式線距2呎半			
				10哩	15哩	20哩	25哩
瓦	馬力						
4,000	5,360	美規號數	.....	No. 1	No.0000	.....	.....
		線之面積	元米	77,600	186,100	.....	.....
		電力損失百分數	P	9.4	6.3	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	10.0	.....	.....
5,000	6,703	美規號數	.....	No. 00	350,000	.....	.....
		線之面積	元米	127,000	344,500	.....	.....
		電力損失百分數	P	7.6	4.2	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	10.0	.....	.....
6,000	8,043	美規號數	.....	No.0000	.....	.....	.....
		線之面積	元米	186,000	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	6.3	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....	.....
7,000	9,384	美規號數	.....	300,000	.....	.....	.....
		線之面積	元米	275,000	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	4.9	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10.0	.....	.....	.....
8,000	10,725	美規號數	.....	400,000	.....	.....	.....
		線之面積	元米	400,000	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	3,8	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	10,0	.....	.....	.....
10,000	13,405	美規號數	.....	.....	.....	.....	.....
		線之面積	元米	.....	.....	.....	.....
		電力損失百分數	P	.....	.....	.....	.....
		電壓損失百分數	Y	.....	.....	.....	.....

線 線 表 (續)

33000伏 放線三角式線距3呎						
30哩	15哩	20哩	25哩	30哩	40哩	50哩
.....	No. 3	No. 1	No. 0	No.000	350,000	
.....	51,800	74,000	107,000	151,500	323,000	
.....	10.0	9.4	8.1	6.9	4.3	
.....	9.6	10.0	10.0	10.0	10.0	
.....	No. 2	No. 0	No.000	300,000		
.....	67,300	90,000	166,000	265,000		
.....	9.6	8.7	6.5	4.9		
.....	10.0	10.0	10.0	10.0		
.....	No. 0	No.000	300,000			
.....	88,300	151,500	265,000			
.....	8.7	6.9	4.9			
.....	10.0	10.0	10.0			
.....	No. 00	No.0000				
.....	116,700	222,000				
.....	7.8	5.4				
.....	10.0	10.0				
.....	No.000	350,000				
.....	151,500	323,000				
.....	6.9	4.3				
.....	10.0	10.0				
.....	300,000					
.....	264,000					
.....	4.9					
.....	10.0					

表19 變更電力因數之常數

電力因數	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
變更常數	1.30	1.15	1.00	0.88	0.79	0.71	0.64

、例如 39000 元米線路、將 0.80 因數改 0.90 時、則就 19 表電力因數 0.90 欄中、查得常數為 0.79、故

$$0.79 \times 39000 = 31800 \text{ 元米、}$$

此數適合美規之 5 號、此線較 4 號為小、故知電力因數較大時、其通過之電流為小也、

礙子之選擇

線路之電壓及導線之大小解決後、次即選擇線路所用礙子、在本書第四篇中分別為有柄式 (Pin type) 及掛式 (Suspension type) 二種、

有柄式礙子之用途 配電線路及電壓較低之輸電線路、如 44000 伏以下者均用有柄式礙子、

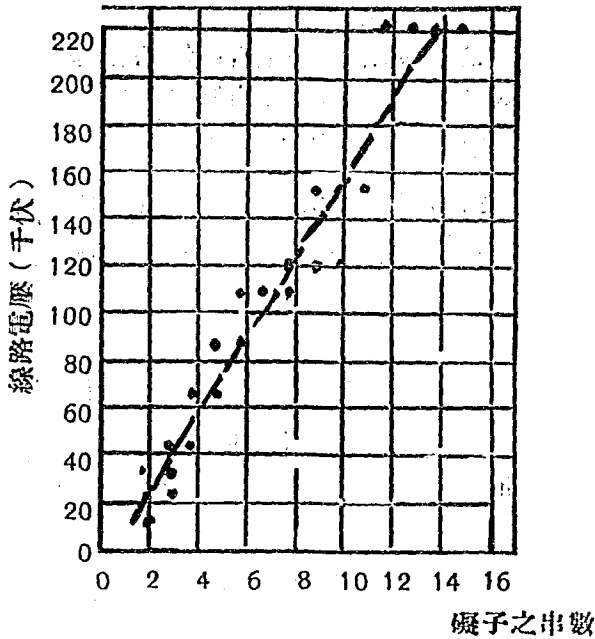
用有柄式礙子之利弊 44000 伏之有柄式礙子、其重量頗大、除須用長柄外、所用橫担亦須堅固、萬一有一層破碎、則全體無用、不若掛式之可以調換其一、仍可應用、惟其造價低廉、及所用電桿或鋼塔之長度較短、非若掛式礙子裝在橫担之下須增加其桿長也、

柄之高度 裝置有柄礙子之橫担、與導線之高度、如表 20 所示、此表在解決電桿或鋼塔之高度時亦須應用、

表 20 裝置有柄式礙子時導線與橫担之平均高度表

電壓	2,300	6,600	13,200	22,000	33,000	44,000	66,000	88,000
高度 (呎)	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7

掛式礙子之用途 44000 伏以上之線路、均用掛式礙子、依電



第二百五十一圖

壓之高低、而定串數之多少、惟至少為 2 串、事實上大都如表 21 或圖 251 所示、

表 21 掛式礙子層數表

線路電壓	掛式礙子之層數
13,200	2
22,000	2或3
33,000	2或3
44,000	3或4
66,000	4或5
88,000	5或6
110,000	6,7,或8
132,000	8,9,或10
154,000	9,10,或11
220,000	12-16

每串之長度 凡3串至8串之平均長度如表22所示、4串之礙子計長4呎、此種礙子因掛式須與地有相當距離、故所用電桿或鋼塔須較高、此表於解決桿長時、亦有深切之關係、

表22 掛式礙子之串數及其長度表

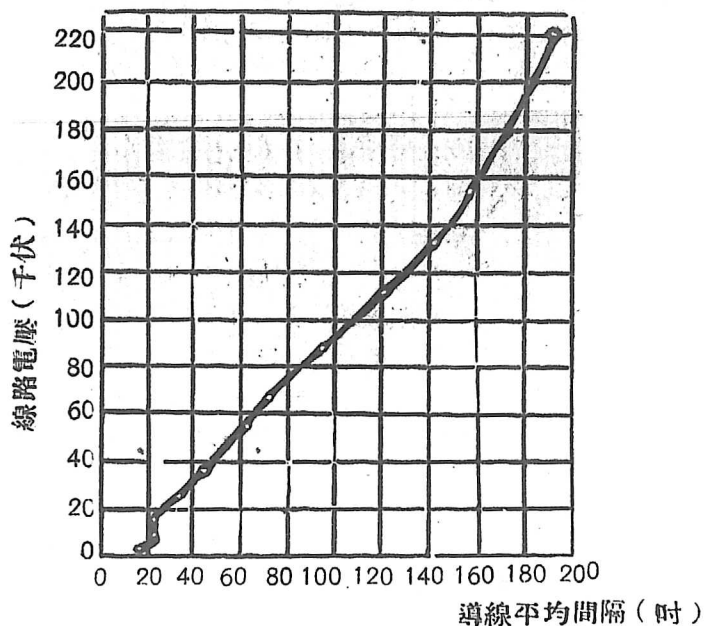
電 壓	33,000 或 44,000	44,000 或 66,000	66,000 或 88,000	88,000 或 110,000	110,000 或 132,000	132,000 或 154,000
串 數	3	4	5	6	7	8
長度(呎)	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.8

導線間之問隔

問隔 (Spacing) 導線間之問隔、隨電壓之高低而解決、就實驗而得之結果、若桿距為適中時、則如表23及圖 252 所示、惟桿距愈大、則問隔亦當增加、蓋防大風之激蕩而致兩線相碰也、例如300呎桿距為4呎問隔、400呎桿距為4呎問隔、500呎桿距為5呎問隔、及600呎桿距為6呎問隔等是也、

表23 普通配電及輸電綫路之導線間之問隔表

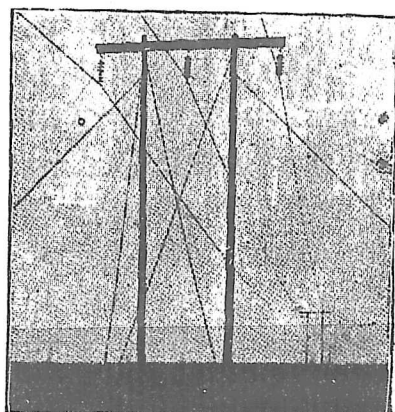
線路電壓 伏	兩線間之問隔 呎
2,300	12—18
6,600	18—24
13,200	18—24
22,000	30—36
33,000	36—48
44,000	48—60
66,000	72
88,000	96
110,000	120
132,000	144
154,000	168
220,000	192



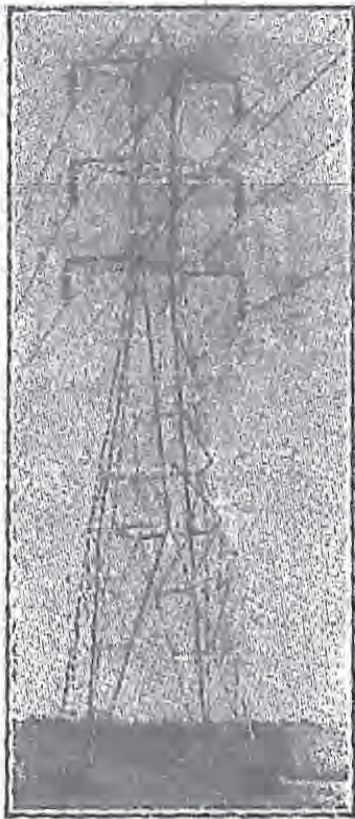
第二百五十二圖



第二百五十三圖



第二百五十四圖



第二百五十五圖

導線排列法 最普通者有三式、其一為三角式、如圖 253 所示、其二為並列式、如圖 254 所示、其三為直列式、如圖 255 所示、在前均採用三角式、現則採用後二式、在直列式之導線、其各線所受之冰雪載重、可以相等、且一邊又可為備線之裝置、

桿距 (Spans)

桿距者線路中二個支持之點距離、即兩桿間之哩離也、距離大則可省桿數及礙子、惟其自身之重量增加、又冰雪之載重及風力亦增大、故放大導綫設計時、當考量其代價能否與所減桿數及礙子之代值相對銷、應用時擇其較廉之一法、

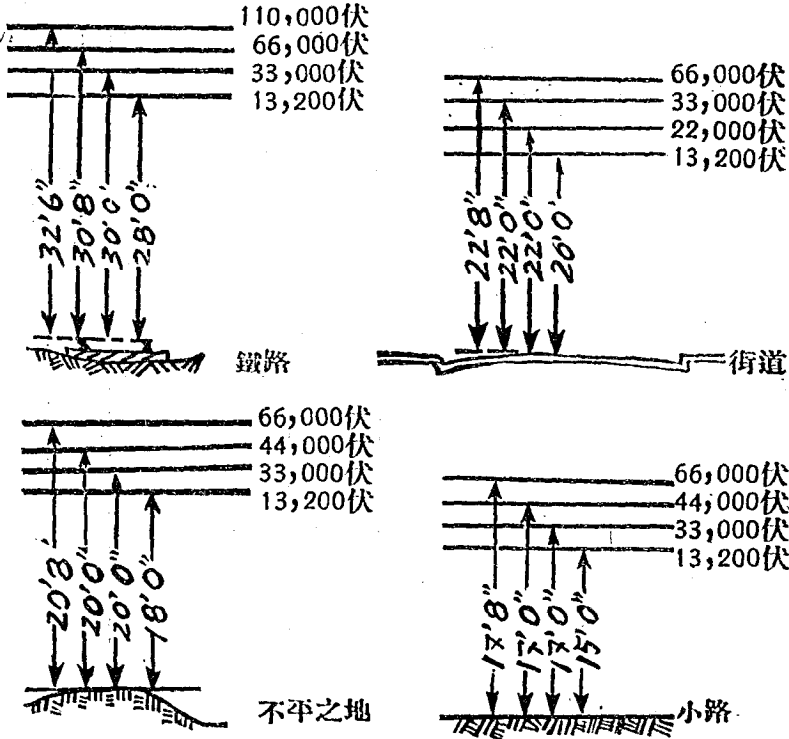
表 24 線路導線與地面之垂直間隔表

地面或軌道性質	其他線：扳線避雷器地線及跨街吊線等	線 路 導 線		
		0—750 伏 (呎)	750—15,000 伏 (呎)	15,000—50,000 伏 (呎)
線 之 跨 越 者				
火車軌道	27	27	28	30
普通道路	18	18	20	22
小路或空地之祇有行人所能達到者	15	15	15	17
線路之沿下列街路裝置者				
城市道路	18	18	20	22
鄉村道路	15	15	18	20

實驗上之結果 就實驗上之結果、兩電桿間之桿距約為 125—350 呎、兩鋼塔之間則為 450—800 呎、若平均言之、則木桿之桿距為 250 呎、鋼塔之桿距為 600 呎、大都輸電線路、均採用鋼桿、取其可減省礙子之數也、其用木桿者、則因產地所在、木桿之開辦費特別價廉也、

導線與地面之垂直間隔 (Ground clearance)

大意 線路導線與地面之垂直間隔、就經過之地形、或線路之電壓而解決、其中以跨越鐵路之間隔為最大、其次為跨越街道、其最小者為鄉村道路旁之線路、間隔之大小於解決電桿之長度時



第二百五十六圖

關係甚大、

間隔 表24所示、即導線跨越或經過各地之最小間隔、圖 256 所示、亦同一原理、以上均就實驗而得之結果、其間隔之範圍、係自15呎至32呎、

電壓超過 50000 伏以上者、每過1000V,增加 $\frac{1}{2}$ 吋之間隔、又桿距如超過 150 呎、則間隔每過10呎增加 $\frac{1}{8}$ 吋、

交叉線之間隔(Wire-crossing clearance)

凡桿線之互相交叉者、則交叉處之間隔、名謂交叉線間隔、其間隔亦有規定、在計算電桿之長度時、亦應注意及此、

間隔 其最小間隔如表25所示、照此工作、則導線雖經大風冰雪亦不致發生障礙、由此表可知導線與話線之間隔為自2呎至6呎、以4呎之間隔為最普通、

表 25 交 叉 線 之 間 隔 表

被跨越線路之性質	話線 (呎)	低壓供電線路 0—750伏		高壓供電線路		其他線： 扳線、避 雷地線、 及跨街吊 線等
		配電線 (呎)	接戶線 (呎)	750— 7500 伏 (呎)	7500— 50000 伏 (呎)	
電話線路(包括電 話纜及其吊線)	2	4	2	4	6	2
供 電 電 纜	4	2	2	2	4	2
供 電 線 路 0— 750伏	4	2	2	2	4	2
750— 7500伏	4	2	4	2	4	4
7500—50000伏	6	4	6	4	4	4
電 車 接 觸 線	4	4	4	6	6	4
扳線、吊線、0— 750 伏接戶線、及 避雷地線	2	2	2	4	4	2

表26 鋼線之弧垂及拉力表 (就熱度0°F, 冰重時, 風力每1方吋8磅而製)

線號 (美規)	桿距 (呎)	機械的 強力 (磅)	無 風				雪 時				
			弧垂 (呎)				拉力 (磅)				
			0	60	80	130	0	60	80	130	
300,000	600	6,900	9.37	11.57	12.40	14.25	14.25	4,560	3,700	3,455	3,010
250,000	600	5,810	9.96	12.22	13.02	14.82	14.82	3,530	2,890	2,705	2,375
0000	600	4,850	11.32	13.58	14.31	16.02	16.02	2,637	2,205	2,090	1,867
000	600	3,870	13.20	15.37	16.18	17.72	17.72	1,795	1,547	1,480	1,337
00	600	3,100	16.03	17.95	18.55	20.05	20.05	1,179	1,049	1,016	941
0	600	2,460	19.63	21.33	21.90	23.30	23.30	764	701	685	645
0	500	2,460	12.10	14.10	14.65	15.95	15.95	837	733	708	652
1	500	1,953	15.60	17.10	17.55	18.75	18.75	527	481	463	440
2	500	1,523	20.20	21.50	21.85	22.85	22.85	325	307	301	288
3	300	1,223	7.02	8.20	8.56	9.36	9.36	266	229	219	200
4	300	972	9.48	10.29	10.56	11.34	11.34	157	143	140	130
5	300	774	12.36	13.12	13.35	13.94	13.94	95	90	88	85
6	200	614	6.00	6.64	6.84	7.34	7.34	69	62	61	56

表27 鉛線之弧垂及拉力表 (就熱度0°F, 冰重時, 風力每1方吋8磅而製)

線號 同銅線	桿距 (呎)	機械的 強力 (磅)	無				風				雪				時			
			弧垂(呎)				拉力(磅)				拉力(磅)				拉力(磅)			
			0	60	80	130	0	60	80	130	0	60	80	130	0	60	80	130
350,000	600	6,120	8.28	11.98	13.12	15.81	2,775	1,923	1,752	1,465	8.28	11.98	13.12	15.81	2,775	1,923	1,752	1,465
300,000	600	5,250	9.63	13.28	14.35	16.86	2,053	1,495	1,383	1,183	9.63	13.28	14.35	16.86	2,053	1,495	1,383	1,183
250,000	600	4,380	11.71	14.95	16.02	18.31	1,412	1,105	1,032	903	11.71	14.95	16.02	18.31	1,412	1,105	1,032	903
0000	600	3,705	13.94	16.87	17.83	20.05	1,006	834	791	709	13.94	16.87	17.83	20.05	1,006	834	791	709
000	600	2,932	17.77	20.40	21.12	23.04	629	551	530	487	17.77	20.40	21.12	23.04	629	551	530	487
00	500	2,330	14.10	16.40	17.12	18.67	435	377	361	331	14.10	16.40	17.12	18.67	435	377	361	331
0	500	1,843	18.45	20.10	20.62	22.15	266	245	238	223	18.45	20.10	20.62	22.15	266	245	238	223
1	500	1,466	22.90	24.50	25.05	26.25	170	160	157	150	22.90	24.50	25.05	26.25	170	160	157	150
1	400	1,466	13.69	15.12	15.60	16.73	183	164	159	149	13.69	15.12	15.60	16.73	183	164	159	149
2	400	1,159	17.32	18.58	19.06	20.12	114	106	104	99	17.32	18.58	19.06	20.12	114	106	104	99
3	400	921	22.00	23.05	23.50	24.30	72	69	68	66	22.00	23.05	23.50	24.30	72	69	68	66
3	300	921	11.40	12.40	12.73	13.51	77	71	69	65	11.40	12.40	12.73	13.51	77	71	69	65
4	300	730	14.78	15.70	15.93	16.68	47	45	44	43	14.78	15.70	15.93	16.68	47	45	44	43

(桿距如超過 100 呎者每過 10 呎其間隔須增方呎、又電壓超過 50000 伏、每過 1000 伏其間隔須增壹吋)

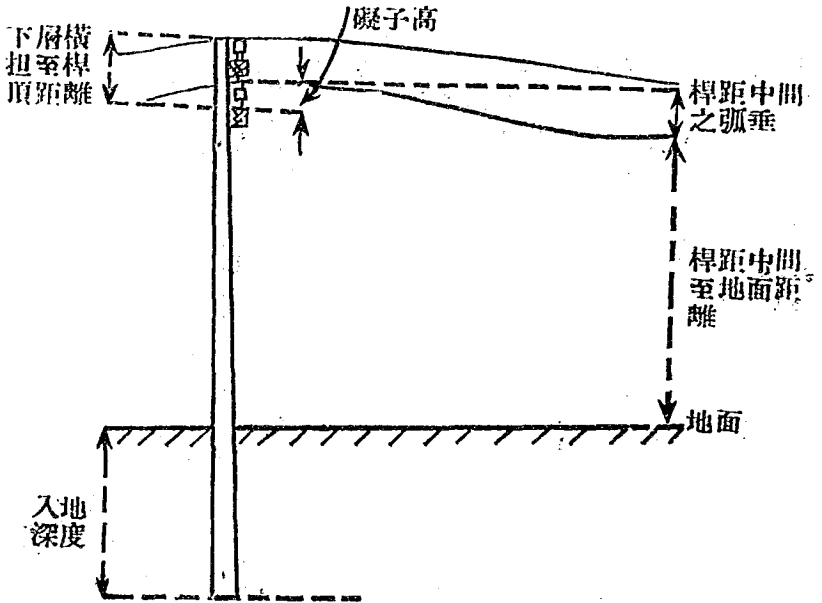
弧垂 (Sag)

導線之弧垂、即兩桿或兩塔間之拉線中間點、與兩線支持點假作水平線之間隔也、弧垂之大小、以桿距之長度、導線之重量、風雪之載重以及天氣之熱度為標準、其中以熱度為最重要、蓋天熱則導線伸漲、致弧垂放大、天冷則縮短而拉緊、故於天熱時若弧垂過小、一至極冷天氣、則導線有拉斷之虞、普通導線熱度自 0°F 至 100°F 則每 1 英里之銅線、須縮 5.06 呎、至於鋁線則須縮至 6.75 呎、

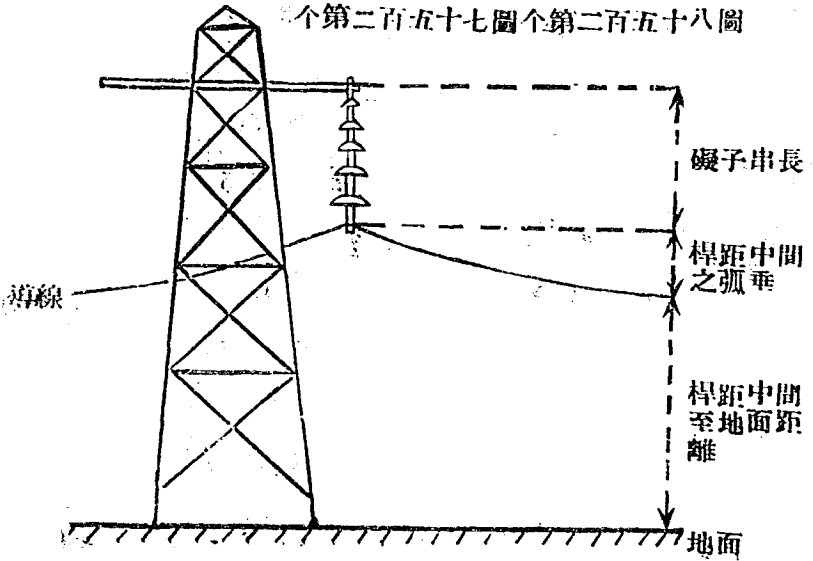
弧垂表 導線之弧垂、在溫度最高時、應維持導線間規定之間隔、而在溫度最低、負載最重時、導線所受之拉力亦能適合規定、表 26 及 27 所示、即銅線及鋁線之弧垂及拉力表也、

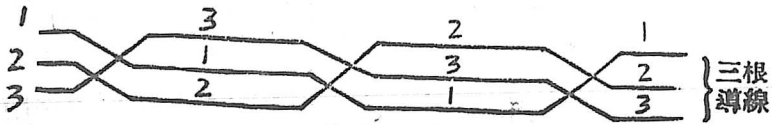
表 28 木桿栽入地中之深度表

桿 長	埋入泥地 之深度 呎	埋入石塊 地之深度 呎
25	5	3.5
30	5.5	3.5
35	6	4
40	6	4
45	6.5	4.5
50	7	4.5
55	7	5
60	7.5	5
65	8	6

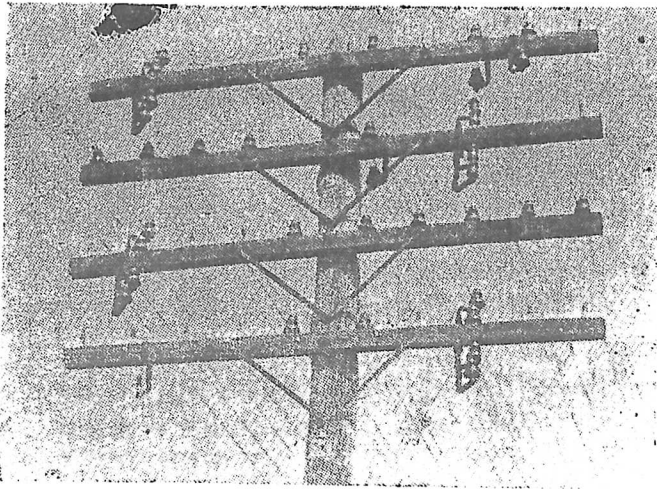


圖二百五十七圖 圖二百五十八圖

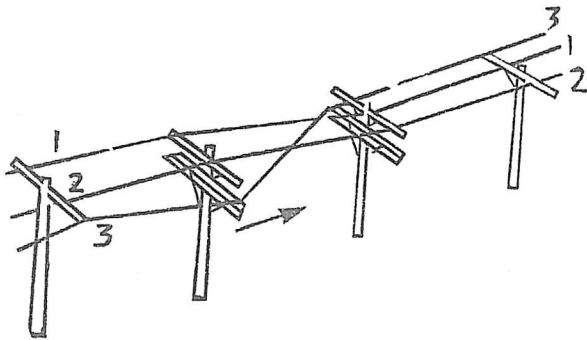




第二百五十九圖



第二百六十圖



第二百六十一圖

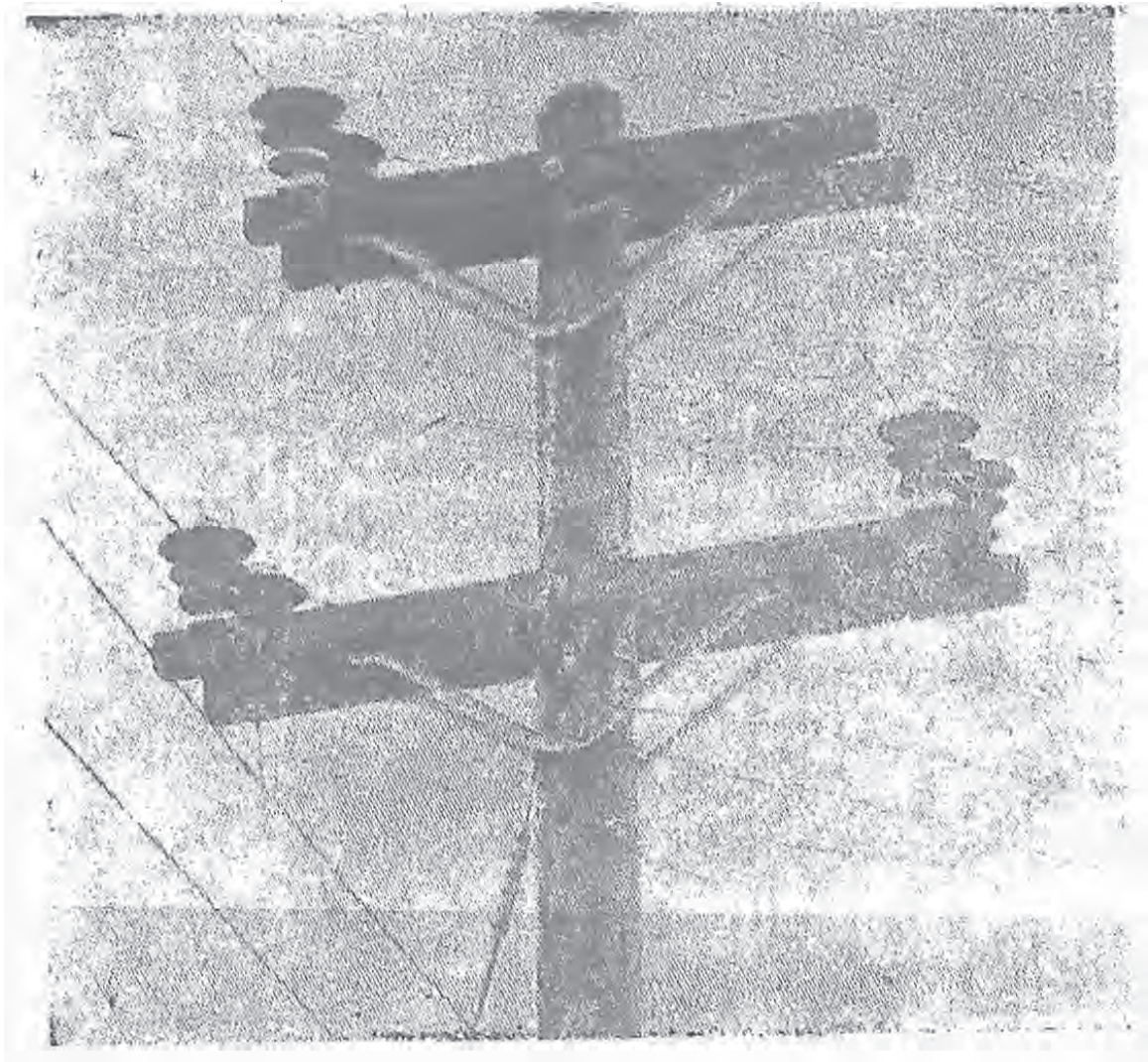
木電桿或鋼塔之長度

解決木桿或鋼塔之長度、必須先就已知線路之電壓及其電流、而決定導線之大小、次選礙子之種類、其次決定桿距及弧垂、而後可以將桿長解決。

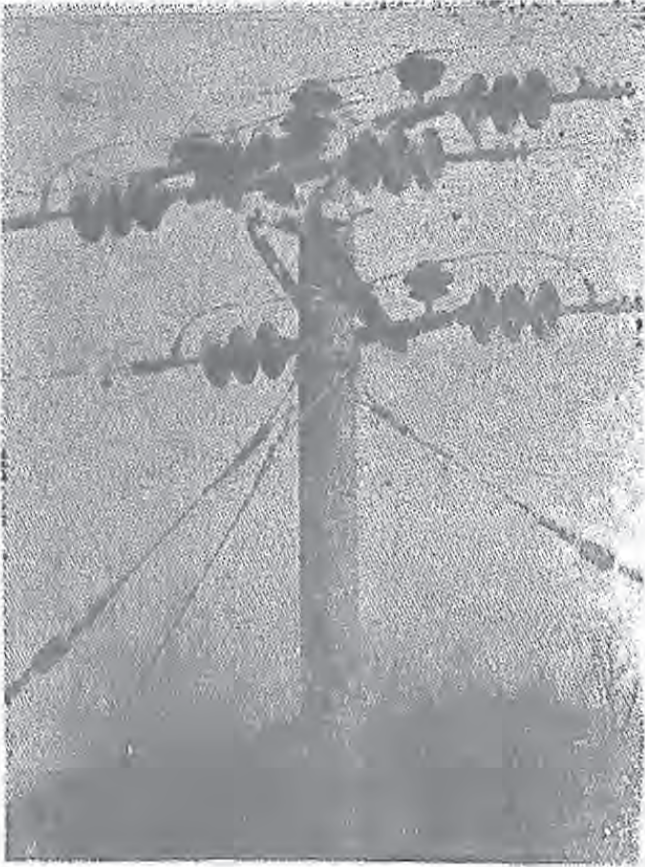
木桿長度 就圖257, 可知下層橫担至地面之長度、= 導線與地面之垂直間隔 + 弧垂 - 礙子高、

下層橫担之上長度 = 下層橫担以上之層數 $\times 2' + 1'$ (另加之長度)

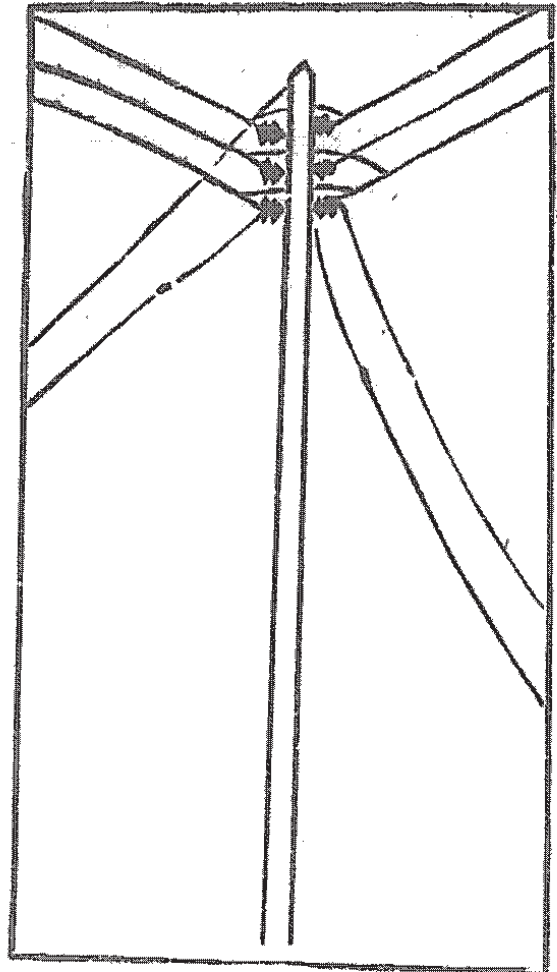
至於木桿栽入地中之深度、則如表 28 所示、故桿之全長 = 導線與地面之間隔 + 弧垂 - 礙子高 + 木桿栽入地中之深度 + $2 \times$ (橫担總數 - 1) + 1、



第二百六十二圖



第二百六十三圖



第二百六十四圖

鋼塔長度 就圖258 可知下層橫担至地面之長度 = 導線與地而之間隔 + 弧垂 + 掛式礙子之串長、其串長可就表22查得、

交換放線 (Transpositions)

輸電線路之工作、尤要者準備導線之位置、當互相交換、如圖259 所示、即第二導線於第二段改換為第三導線之位置、而第三者換為第一、如是互相交換、前後不同、是謂線路之交換放線、其交換分段大約以十英哩或四十英哩不等、

交換放線之原因 輸電線路附近不免有電話線路、為防免話線受障礙起見、故須交換放線、如圖260 所示、惟在輸電線路、則當注意交換放線後之平衡作用、對於直列式放線者尤宜注意、

交換放線之方法 普通交換放線、其法將各線先做盡頭、而後另用連接線、如圖261 所示、則另加橫担使交換線接在上下橫担

、而桿距只可照平常之半數、此宜注意者也、

盡頭(Dead ending)

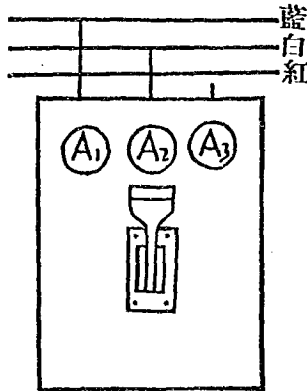
盡頭者、即線路之終點、過此無線路之謂也、凡裝置開關、變更線號、以及較大桿距之線路、均須用此、因其受力較大、故礙子及扎線常用特製者、又轉灣之處、不宜做盡頭、萬一不免、當特別注意、

盡頭建築法 在低壓線路方面、盡頭當做在雙副橫担之上、如圖262所示、或者另用拉式礙子、如圖263所示、至若高壓線路、做盡頭於轉角處者、如圖264所示、

附 錄

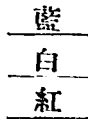
首都電廠配電所彙條(Busbar)及導線間各相之標識

- (一) 藍色代表第一相、或稱A相、白色代表第二相、或稱B相、紅色代表第三相、或稱C相、黑色代表中性線、或稱地氣線、
- (二) 面對配電板之正面時自左而右之次序為藍白紅、
 - (甲) 上下並列時自上而下



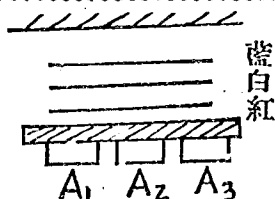
(乙) 面對石板正面時自左而右

- (三) 彙條上下列時自上而下之次序為藍白紅、



- (四) 自牆壁至配電板彙條並列時之次序為藍白紅、

(丙) 前後並列時自後而前



(五) 藍色之A相彙條常接至靠屋之第一線、
 白色之B相彙條常接至靠屋之第二線、
 黑色爲中性線(或稱地氣線)、常接至靠路之第二線、
 紅色之C相彙條常接至靠路之第一線、

首都電廠屋外導線位置

(一) 凡供電線路之屬於三相四線者、其近市房之導線爲第一相、其次近市房者爲第二相、其近街道之導線爲第三相、其次近街道者爲中線、若以顏色表示、則第一相爲藍色、第二相爲白色、第三相爲紅色、中線爲黑色、

(二) 凡供電線路之屬於二相爲三線者、若第一相與第二相、則近市房之導線爲第一相、其近街道者爲第二相、若線爲第一相與第三相、則近市房之導線爲第一相、其近街道者爲第三相、若爲第二相與第三相、則近市房之導線爲第二相、其近街道者爲第三相、其中線位置與三相四線同、(接地線與中線同)

(三) 凡供電線路之屬於單相三線者、其邊線應分置於鐵扁担之兩端、其中線位置與三相四線同、(接地線與中線同)

(四) 凡供電線路之屬於單相二線者、應分置鐵扁担之兩端、其近街道之導線爲接地線、

(五) 凡供電線路之屬於單相二線用曲脚分裝桿木之兩側者、其接地線應置於向街道之一面、並較另一線爲低、

(六) 凡供電線路之屬於單相二線用曲脚裝於桿木之同側者、則其接地線、應較另一線爲低、

首都電廠桿綫佈置通則

- (一)凡屬南北街道、則桿線應置於路東、
- (二)凡屬東西街道、則桿線應置於路北
- (三)凡屬街道係東南偏向南(即西北偏向北)或東北偏向北(即西南偏向南)者、均與南北街同、桿線均應置於路東、
- (四)凡屬街道係東南偏向東(即西北偏向西)或東北偏向東(西南即偏向西)者、均與東西街同、桿線均應置於路北、
- (五)凡遇方向轉變之街道、則桿線位置臨時與電話局會商決定之、
- (六)凡屬街道之正東南(即正西北)或正東北(即正西南)向者、均作南北街論、桿線應置於路東、
- (七)凡鋼桿栽立地位均在距離路牙石六十公分之遊憩道上、木桿均在距離路牙石五十公分之人行道或遊憩道上、(但次要道路得以三十五公分為最小限度)、
- (八)凡電壓不同之線路互相跨越或掛於同一桿塔時、其電壓較高之線路、應佔較高之位置、
- (九)同一桿塔上之橫担、除十字橫担及其他不能平行者外、均應置於桿塔之同一側面、
- (十)凡同一桿線上導線間之垂直間隔、應照下所列之規定、

同一桿塔上線路導線之最小垂直間隔

上面線路電壓 下面線路電壓	0—750伏		751—7500伏		7501—15000伏		15001—40000伏	
	公尺	英尺	公尺	英尺	公尺	英尺	公尺	英尺
0—750伏	0.6	0.2	.75	2.5	1.2	4.0	1.8	6.0
751—7500伏	—	—	.75	2.5	1.2	4.0	1.8	6.0
7501—15000伏	—	—	—	—	1.2	4.0	1.8	6.0

上下層導線 間最高電壓	交叉橫担上導線與平行 橫担上導線之最小間隔	
	公 尺	英 尺
0—750伏	0.30	1.00
751—7500伏	0.37	1.25
7501—15000伏	0.60	2.00
15001—40000伏	0.75	2.50

(二)凡桿線轉角或分枝處之須裝交叉橫担者、該交叉橫担上之導線與平行橫担上之導線之最小間隔應照下列之規定、

(三)點檢電桿之次序均以自北向南自西向東及自西北向東南三項為編列原則

(三)間木電桿最小根徑稍徑及埋地深度、應依下表之規定

長 度		稍 徑		根 徑		埋入泥地深度		埋入石坑 地 深 度	
英 尺	公 尺	英 寸	公 分	英 寸	公 分	英 尺	公 尺	英 尺	公 尺
30	9.1	5.0	12.7	8	20.4	5.5	1.7	3.5	1.1
35	10.7	5.5	14.0	9	22.8	6.0	1.8	4.0	1.2
40	12.2	5.5	14.0	9.5	24.1	6.0	1.8	4.0	1.2
45	13.7	6.0	15.2	10	25.4	6.5	2.0	4.5	1.4
50	15.3	6.0	15.2	10	25.4	7.0	2.2	5.0	1.5
55	16.8	6.5	16.5	11	27.9	7.0	2.2	5.0	1.5
60	18.3	7.0	17.8	11	27.9	7.5	2.3	5.5	1.7

換算表

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數
公厘	0.10	公分	公里	1.736	里 (營)
公分	10	公厘	市尺	0.6214	英里
	0.01	公尺		100/3	公分
	393.7	米耳		1/3	公尺
	0.3937	英寸		1.042	尺 (營)
公尺	100	公分		13.12	英寸
	0.001	公里	1.094	英尺	
	3	市尺	市里	500	公尺
	3.125	尺 (營)		0.5	公里
	39.37	英寸		1500	市尺
	3.281	英尺		1562.5	尺 (營)
	1.094	碼		0.8681	里 (營)
公里	1000	公尺	1640	英尺	
	2	市里	0.3107	英里	

長度

長度

長度

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數
尺(營)	0.3200 0.9600 12.60 1.050	公尺 市尺 英寸 英尺	海里, 航 里, 地理里 方公厘	1.1516 0.01 9 1.973 × 10 ⁸	英里 方公分 方市厘 圓米耳
尺(魯班) (灘尺)	0.3400 1.020 1.063 13.39 1.116	公尺 市尺 尺(營) 英寸 英尺	方公分	10 ⁻⁴ 0.1550 1.973 × 10 ⁵	方公尺 方英寸 圓米耳
里(營)	576.0 1728 1800 1890 0.3579	公尺 市尺 尺(營) 英尺 英里	方公尺	10 ⁴ 0.01 10 ⁻⁶ 9 9.766 0.001628 3 × 10 ⁻⁶	方公分 公畝 方公里 方市尺 方尺(營) 畝(營) 方里(營)
英寸	25.40 2.540	公厘 公分		10.76 1.196	方英尺 方碼

面積

英寸	.07937 1000	尺(營) 米耳	方公里	10 ⁶ 9×10 ⁶ 1500 4 1627.6 3.0141 10.76×10 ⁶ 1.196×10 ⁶ 0.3861	方公尺 方市尺 市畝 方市里 畝(營) 方里(營) 方英尺 方碼 方英里
英尺	30.48 0.3048 0.9144 0.9525 12 1/3	公分 公尺 市尺 尺(營) 英寸 碼	方市尺	1/9 1.085 172.1 1.196	方公尺 方尺(營) 方英寸 方英尺
英里	1.609×10 ³ 1.609 3.218 5029.1 2.794 5280 1760 0.869	公尺 公里 市里 尺(營) 里(營) 英尺 碼 海里 海里航里	市畝	666.7 6.667×10 ⁻⁴ 6.667=20/3 6000	方公尺 方公里 公畝 方市尺
英海里 地理里	1.1507	英里			

長度

面積

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	得下列單位數
市畝	0.002667	方市里	方里(營)	540	畝(營)
	6510	方尺(營)		3570×10^3	方英尺
	1.085	畝(營)		0.1281	方英里
	0.002	方里(營)	方米耳	1.273	圓米耳
	7176	方英尺		6.452×10^{-6}	方公分
	2.507×10^{-4}	方英里		10^{-6}	方英寸
	0.1644	英畝			
方市里	25×10^4	方公尺	圓米耳	0.7854	方米耳
	0.25	方公里		5.067×10^{-6}	方公分
	225×10^4	方市尺		7.854×10^{-7}	方英寸
	375	市畝			
	2441×10^3	方尺(營)	方英寸	6.452	方公分
	406.9	畝(營)		0.5806	方市尺
	2.69×10^6	方英尺		0.6300	方寸(營)
	0.09652	方英里		10^6	方米耳
方尺(營)	7.1024	方公尺		1.273×10^6	圓米耳
				6.944×10^{-3}	方英尺

面積		容積		
畝 (營)	0.9216 1.102	方市尺 方英尺	方英尺	方公尺 方公尺 方市尺 方尺 (營) 方英寸 方碼 方英里
	614.4 6.144 6.144×10^{-4} 5530 0.9216 6000 60 6612 23.72×10^{-5} 0.1518	方公尺 公畝 方公尺 方市尺 市畝 市尺 (營) 方 (營) 方英尺 方英里 英畝	2.590 10.36 7.806 27.88×10^6 3.098×10^6 640	方公尺 方市里 方里 (營) 方英尺 方碼 英畝
方里 (營)	33.18 0.3318 298.62 1.327 3240×10^3	方公尺 方公尺 方市尺 方市里 方尺 (營)	立方公厘 立方公分	立方公分 立方公尺 公升, 市升 (Liter)

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	
立方公分	27×10^{-6}	立方市尺	升(營)	63.1	立方英寸	
	9.66×10^{-4}	升(營)		0.02278	加倫(英)	
	6.102×10^{-2}	立方英寸		16.39	立方公分	
	3.531×10^{-5}	立方英尺		1.639×10^{-5}	立方公尺	
	2.642×10^{-4}	加倫(美)		1.639×10^{-2}	公升, 市升	
立方公尺	10^3	公升	立方英尺	4.425×10^{-4}	立方市尺	
	27	立方市尺		0.5	立方英寸(營)	
	30.52	立方尺(營)		5.787×10^{-4}	立方英尺	
	61023	立方英寸		2.143×10^{-5}	立方碼	
	35.31	立方英尺		4.329×10^{-3}	加倫(美)	
	1.308	立方碼		立方英尺	2.832×10^{-4}	立方公分
	264.2	加倫(美)			0.02832	立方公尺
1	Liter	28.32	公升, 市升			
公升, 市升	1000	立方公分	立方英尺	0.7646	立方市尺	
	0.9657	升(營)		0.8641	立方尺(營)	
	0.2642	加倫(美)		1728	立方英寸	

容積

立方市尺	0.0370	立方公尺	升(營)	0.03704	立方碼
	37.04	公升		7.481	加倫(美)
	35.77	升(營)		144方英寸 ×1英寸	立方英寸
	2260	立方英寸		4.543	公升, 市升
	1308	立方英尺		138.6	立方寸(營)
	9.784	加倫(美)		4.388	升(營)
立方寸(營)	3.277 × 10	立方公分	加倫(美)	277	立方英寸
	0.8847 × 10 ⁻³	立方市尺		1.201	加倫(美)
	1.999	立方英寸		3.785	公升, 市升
	0.007212	加倫(英)		115.4	立方寸(營)
立方尺(營)	0.03277	立方公尺	加倫(美)	3.656	升(營)
	0.8847	立方市尺		231	立方英寸
	1.157	立方英尺		0.8333	加倫(英)
方(營)	100方尺 × 1尺	立方尺(營)	美品 Pint (流質)	0.5682	公升, 市升
	4.286	方碼		美品 Pint (流質)	公升
升(營)	1.0355	公升	美品 Pint (流質)	0.4732	公升
	31.6	立方寸(營)		28.89	立方英寸

容積

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數
英夸 Quart (流質)	1.136	公升, 市升	担(庫)	131.6	磅
美夸 Quart (流質)	0.9463	公升, 市升	盎司	1.174	英担(Cwt)
英桶	57.75	立方英升		28.35×10^{-3}	公斤
	36.37	公升, 市升		0.05671	市斤
美桶 Bushel	35.24	公升		0.76	兩(庫)
	2150	立方英寸		0.0625	磅
	1.244	立方英尺			
公斤	1000	公分		0.4536	公斤
	0.001	公噸		0.9072	市斤
	32	市兩		12.16	兩(庫)
	2	市斤		0.76	斤(庫)
	26.81	兩(庫)		16	盎司
	1.675	斤(庫)			
	2.205	磅		50.80	公斤
	1.102×10^{-3}	美噸		101.6	市斤
				85.12	斤(庫)
				112	磅

容積

重量

市斤	0.5	公斤	公噸 (Metric ton)	1000	公斤
	0.5×10^{-3}	公噸		2000	市斤
	1.102	磅		1675	斤(庫)
	13.4	兩(庫)		2205	磅
	0.8378	斤(庫)		0.9843	英噸
	0.5968	公斤		1.12	美噸
斤(庫)	1.194	市斤	英噸(Long-Ton)	1016	公斤
	1.316	磅		2032	市斤
兩(庫)	0.0373	公斤		1702	斤(庫)
	0.0746	市斤		2240	磅
	1.316	斤		1.016	公噸
	1.199	盎司(常衡)		1.12	美噸
	0.0822	盎司(金衡)	美噸(Short ton)	907.2	公斤
	59.68	磅		1814	市斤
担(庫)	0.05968	公斤		1520	斤(庫)
	119.4	公噸		2000	磅
	100	市斤		0.9072	公噸
		斤(庫)			

重量

力度

下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數
美噸(Short ton)	0.8927	英噸	磅每方英尺 ($\text{Lb.}/\text{ft.}^2$)	0.01602	英尺水高
格林(Grain)	1/24	辨士重量(金衡)	磅每立方英尺 ($\text{Lb.}/\text{ft.}^3$)	4.882	公斤每方公尺
Tray weight	1/480	盎司(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	6.944×10^{-3}	磅每方英寸
格林(金衡)	1/5760	磅(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	0.01602	公分每立方公分 (G/cm^3)
辨士重量(金衡)	24	格林(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	16.02	公斤每立方公尺
(Penny-weight)	1/20	盎司(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	5.787×10^{-4}	磅每立方英寸
盎司(Ounce)	1/240	鎊(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	5.456×10^{-3}	磅每圓米耳英尺 ($\text{Lbs.}/\text{mil ft.}$)
盎司(金衡)	0.8338	兩(庫)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	0.1786	公斤每公分 ($\text{Kg.}/\text{cm}$)
	480	格林(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	0.06804	大氣壓
	20	辨士重量(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	2.307	英尺水高
	1/12	鎊(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	2.036	英寸水銀高
	0.09143	磅(常衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	144	磅每方英尺
磅(Pound)	5760	格林(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	703.1	公斤每方公尺
	240	辨士重量(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)	0.07031	公斤每方公分
	12	盎司(金衡)	磅每英寸 ($\text{Lb.}/\text{in.}$)		

重量

壓力

10.01	兩 (厘)	磅每英尺 (Lb./ft.)	磅每英尺 (Lb./ft.)	磅每立方英寸	27.68	公分每立方公分 公斤每立方公分 磅每圓米耳英尺 磅每立方英尺
0.672		大氣壓 (Atmosphere)	大氣壓 (Atmosphere)	英寸水高 (Inches of water)	2.768×10^4 9.425×10^{-6} 1728	大氣壓 公斤每方公尺 英寸水銀高 磅每方英寸
9.678×10^{-5}		英尺水高 (Ft. of water)	英尺水高 (Ft. of water)	英尺水高	0.002458	大氣壓
3.281×10^{-3}		英寸水銀高 (Inches of mercury)	英寸水銀高 (Inches of mercury)		25.40	公斤每方公尺 英寸水銀高 磅每方英寸
2.896×10^{-3}		磅每方英尺	磅每方英尺		0.01355	大氣壓
0.2048		磅每方英寸	磅每方英寸		0.03613	公斤每方公尺 英寸水銀高 磅每方英寸
1.422×10^{-3}		公分每立方公分 (G./cm^3)	公分每立方公分 (G./cm^3)		0.02950	大氣壓
10^{-3}		磅每立方英尺 (Lb./ft^3)	磅每立方英尺 (Lb./ft^3)		304.8	公斤每方公尺 英寸水銀高 磅每方英寸 磅每方英寸
0.06243		磅每立方英尺 磅每圓米耳英尺	磅每立方英尺 磅每圓米耳英尺	英寸水銀高	0.8826 0.4335 62.43	大氣壓 公斤每方公尺 英寸水銀高 磅每方英寸 磅每方英寸
3.613×10^{-5}		公斤每公尺 (Kg./m^2)	公斤每公尺 (Kg./m^2)		0.03342	大氣壓
3.405×10^{-10}		磅每英尺 (Lb./ft.)	磅每英尺 (Lb./ft.)		345.3 1.133 0.4912	公斤每方公尺 英寸水高 磅每方英寸
1.488						

力度

能力

下列單位數	由下列數乘之	下列單位數	由下列數乘之	即得下列單位數
大氣壓 (Atmos.)	76	公分水銀高 (Cm s of mercury)	56.92	英熱單位每分鐘
	10333	公斤每方公尺	10^3	瓦
	29.92	英寸水銀高	737.6	英尺磅每秒鐘
	33.90	英尺水高	4.425×10^4	英尺磅每分鐘
	14.7	磅每英寸	1.341	馬力
英尺磅 (Ft lbs)	0.1383	公斤公尺 (Kg.m)	8447	公熱單位每小時
	1.286×10^{-3}	公熱單位 (B.T.U.)	33520	英熱單位每小時
	3.766×10^{-7}	瓦時 Kw-hrs	9804	瓦
英熱單位 每磅 (B.T. U./Lb.)	0.556	英熱單位 每分鐘	12.96	英尺磅每秒鐘
公斤公尺	7.233	英熱單位 每小時	0.02356	馬力
瓦時，度	3415	英熱單位 每分鐘	0.01757	瓦
	2.655×10^6	英熱單位每 分鐘	0.2928	瓦
		英熱單位每 分鐘	3.241×10^{-4}	公熱單位每分鐘
		英熱單位	1.286×10^{-8}	英熱單位每分鐘
		英尺磅	0.01667	英尺磅每秒鐘

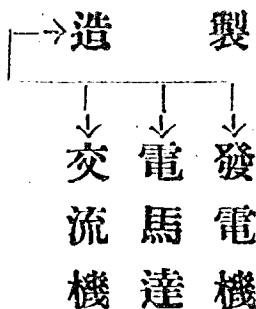
壓力

力與熱

		熱度		面積	
公熱單位	公斤公尺	426.6	英尺磅	2.26 × 10 ⁻⁵	瓩
	瓩時, 度	1.162 × 10 ⁻³	英熱單位	3.03 × 10 ⁻⁵	馬力
英熱單位 (B.T.U.)	公斤公尺	3.968	英尺磅	1.945 × 10 ⁻²	公熱單位每分鐘
	瓩時	3086	英尺磅	7.717 × 10 ⁻²	英熱單位每分鐘
馬力 H.P.	瓦 (Watt)	107.5	瓩	1.356 × 10 ⁻³	攝氏每度 1°C
	公斤公尺每分鐘 (Kg.m./min.)	777.5	瓩	1.818 × 10 ⁻³	攝氏每度 °C
	公斤公尺每秒鐘 (Kg.m./sec.)	2.928 × 10 ⁴	瓩	5/9	華氏每度 1°F
	公熱單位每分鐘 (Kg.cal./min.)	745.7	瓩	5/9(X-32)	攝氏每度 °C
瓩, 啓羅 瓦特	英尺磅每分鐘	4564	瓩	9/5	華氏每度 1°F
	英尺磅每分鐘	76.06	瓩	9/5X+32	華氏每度 °F
	英熱單位每分鐘	10.70	瓩	40.47	公畝
	公熱單位每分鐘	550	瓩	6.083	市畝
	33000	瓩	6.587	畝 (營)	
	42.44	瓩	43560	方英尺	
	14.34	瓩	1/640	方英里	

能力

英 國 華 登 電 機 製 造 廠



已 經 購 用 者

上海振泰紗廠。上海鴻章紗廠
 南通大生一廠。無錫麗新紡織染廠
 上海公益紗廠。上海電力公司
 淮南煤礦。柳江煤礦
 上海華毛織廠。杭州三友實業社
 上海工部局工務處等不及備載

優 點

各馬達於開足馬力連續行動時。其升發之熱度。不超過華氏七十二度。各機均能伸展馬力百分之二十五兩小時。百分之五十數分鐘。承造各機。均經開足馬力六小時之試驗而後離廠。是故極端可靠。

保 用 一 年

各 種 馬 達

如 蒙 垂 詢 無 任 歡 迎

在 華 獨 家 經 理

信 昌 機 器 工 程 有 限 公 司

上 海 博 物 院 路 十 五 號

全國獨一無二之

江蘇省立農具製造所

惟一宗旨

在

增進生產

改良農具

特點

特

構造精良

堅固耐用

定價克己

轉運免稅

出品種類

柴火抽水碾穀打式犁
油機油機水機米機穀機稻機式機耕機播

所址：蘇州胥門外棗市街
電話：一七四六號
電報掛號：三三四六號

西門子



蘇州電燈廠
五平發瓦
德透西子
機由門電
電機裝置
者如欲設
閣下裝設
「電話」及
「無線電」請
賜函上海江
西路二百十
八號西門子
電機廠可也

廣州 (分行)
哈爾濱
南京
重慶
香港
天津
北平
漢口
瀋陽

五 振 金 泰 記 華 料 電 行

專供局廠材料

本號專運各國

五金電料建築

路礦材料並代

客計劃一切電

機工程如蒙賜

顧無不竭誠歡

迎

包辦電機工程

地址 無錫工運路 電話 三九〇



依照出版法規定左列事項

定價 每册大洋一元五角

發行人兼編輯人 李 湘

發行年月日 民國二十二年八月一日初版

發行所 無錫城中大河上下岸十五號業餘工作社

印刷所 無錫城中盛巷口協成印刷公司

瑞典安全電機廠馬達

省電耐用
價廉質佳

中國獨家經理

上海江西路四百五十二號

懋利洋行

華經理

電話

一八三三一

張啓明

無錫經理處

光復門內

大中機器公司

工程師 范谷泉

電話 三七六

新通公司

SINTOON OVERSEAS TRADING CO., LTD
THE CONTINENTAL IMPEIRVM KIUKIANG ROAD, SHANGHAI.

TELEPHONE 91036
91037

CABLE ADD. 4646

敝公司之目標

爲社會服務

本公司係完全華商組織創自民國八年經理各國名廠出品承辦卜朗比廠之透平發電機馬達等克勞司萊廠之各式柴油引擎史德勒廠之各式電梯第巴德廠之庫門保管箱沙狄可各式電表以及鍋爐滾路機及鐵路材料等并備有現貨以供急需倘蒙賜顧無任歡迎

總公司 上海九江路大陸商場
電話九一〇二六一七

分公司 天津法租界六號路
電話三三三三七五號

代理處 漢口 廈門 滬陽
長沙

電報掛號 無線電 四六四六號
有線電 四六四六號

業餘工作社出版電機叢書

電機工程簡易手冊

二十一年七月初版

李湘編

每册定價一元二角

本書爲我國電氣界首創之著作內分電氣機器大意行政及技術法規及電機工程實用圖表等三篇所載不涉空談凡電機之原理圖表及電氣專業之一切規則無不詳爲記載服務電機工程者當宜手執一冊

線路工程手冊後集

本書爲線路工程手冊之後集專載木電桿及鋼塔電桿線路工作之技術正在編輯中約二十三年春季出版

發電所工程手冊

本書專載發電所整個的問題凡閱此書即可貫澈發電所之始末正在編著約二十三年夏季出版