

中國工程師學會主編  
中國電機工程師學會主稿

一年來各項工程之進展

電 機 工 程

民國三十二年十月

電機工程師學會  
小組會議  
電氣事業報告

召集人

參加研究者

陳中熙〔單基乾代〕

單基乾 黃輝

盧鏡章 王鄂韓

陳琦

# 目 錄

- 一、抗戰時期發展情形
- 二、對於一般工業之貢獻
- 三、現在電氣事業困難問題
- 四、戰後計劃
- 五、人才訓練
- 六、電氣標準

# 抗戰時期發展情形

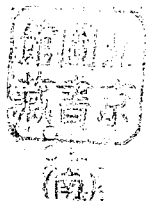
## 一 原有電廠之擴充

吾國電氣事業集中於沿海各省，內地電廠，原極稀少，且大都容量甚小，設備簡陋。抗戰前夕，後方湘、桂、黔、滇、川、康、陝、甘等八省電氣事業，其標準大者，僅重慶電力公司一，〇〇〇瓩，成都啓明電氣公司二，〇〇〇瓩，昆明耀龍電力公司三，六九〇瓩，西京電氣公司二，二七五瓩，梧州電力廠一，二四〇瓩而已。至長沙，下攝司，常德各地電廠，因地近戰區，抗戰發生後，即相繼停電，故抗戰以後後方八省電氣事業總容量不過二萬瓩。

二十七年三月，國營電氣事業原由建設委員會主辦者，經中央調整行政機構，移交資源委員會辦理。當時實際移交之電廠，僅一西京電氣公司。資源委員會於接辦之後，應事實之需要，先後與四川省政府合辦萬縣水電廠，與貴州省政府合辦貴陽電廠，與甘肅省政府合辦蘭州電廠，與廣西省政府合辦柳州電廠，加以整理擴充。西京電廠，則增設寶雞分廠。復在宜賓接收原有民營電廠，建設新發電所。上列各廠原有容量總計三二〇三瓩，經整理擴充後，現有容量已達五八四五瓩，即將完成容量，尚有五一五〇瓩。此項擴充容量，所需設備，大都於戰事緊急時拆自戰區附近，益以後方交通不便，拆運工作，至為困難。據統計，此項拆遷設備容量佔總數之百分之五十以上。至原有民營各電廠，在抗戰期內，因機器來源困難，並無重要擴充。

## 二 新電廠之建設

抗戰以來，新電廠之建設，亦以公營者為多。現已完成發電者，計有瀘溪河，岷江，自流井，瀘縣，昆湖瀾西浙東漢中天水西甯西昌等各電廠，共計容量八，二二六瓩，即將完成容量包括衡陽電廠在內，尚有五八三〇瓩。上列各電廠內，自流井電廠係由資源委員會與川康鹽務管理局合辦，浙東電力廠係該會與浙江省政府合辦，天水西甯兩廠亦由該會分別與甘肅青海省政府合辦，衡陽電廠由該會與商股合辦。此外各廠，均係資源委員會獨資創設。所裝發電設備，亦以拆運舊機為多。瀘溪河水力發電廠為吾國自建水力發電廠之嚆矢。西寧、西昌兩廠之完成為邊遠地方電氣事業開發之先聲。至民營方面巴縣新裝一千瓩設備，即將完成。此外湘桂鐵路在桂林建設一千瓩新廠，業已發電。再抗戰後內遷工廠有自備發電設備者，大都一併內遷，此項自備發電所



總計容量亦有一萬餘瓩。又兵工署各工廠自備電廠亦有若干瓩。增加後方動力，裨益生產，實非淺鮮。

### 三 水力開發之準備與實施

吾國水力資源，分佈於西南各省。抗戰以還，後方動力需要增加，水力之開發，頗引起各界之注意。推開發之先，必須施以勘測與研究，方能推行盡利。資源委員會於二十四年四月派黃質君入川勘察，認為長壽龍溪河極有開發之價值。二十六年一月，復由黃君率隊詳測。嗣成立工程處，籌備進行。中間因原計劃獅子灘水力電廠需費過鉅，曾變更計劃先進行桃花溪水力電廠。三十年八月桃花溪八七六瓩水力發電廠完成發電。案吾國原有水力電廠僅昆明龍潭公司石龍壩一處，係西門子公司設計代辦者，故龍溪河桃花溪水力發電廠，實為吾國自建水力電廠之肇始。桃花溪水力電廠完成後，即繼續進行下清洞洞工程，現正配製機件，即可完成發電。

此外資源委員復組隊勘測大渡河馬邊河水力，進行鑽探地質。曾請美國顧問工程師費法實地勘察，認為條件優越，如能適當開發，可與俄國尼泊河水力計劃相埒。資源委員會復曾與清華大學合作勘測滇省水力，與華北水利委員會合作勘測柳江水力。並為吾國勘測水力起見，於二十九年一月成立水力勘測總隊，積極進行勘測後方重要河流，並研究設計，擬具開發計劃，擇要實施工程。

關於實施工程，除上述龍溪河水力發電廠外，已完成之水力電廠，尚有西昌三處。即將完成者，有萬縣瀘渡河一處。在進行工程中者，有貴州修文河，天水藉河及西甯瀉水三處。至螳螂川水力之開發，因工程較鉅，在抗戰期間，擬先進行初步土木工程，以作戰後大規模開發之準備。

### 四 高壓線路之敷設

電氣網之建設，可使發電廠互相聯絡，收持續與經濟供電之效，為近代電氣事業之新趨勢。吾國川西，滇北各區，資源極富，實為將來工業中心，自應實行區域供電，以利發展。資源委員會除於重要地點設立電廠外，復就事實需要，敷設長距離高壓輸電線路，以為將來建設電氣網之張本。此項線路，業已完成者，計有：昆明至可保村線路，長五十四公里，電壓二二〇〇伏，容量二〇〇〇千伏安。昆明至安甯線路，長二十五公里，電壓二二〇〇伏，容量一〇〇〇千伏安。可保村至噴水洞線路，長三〇公里，電壓二二〇〇伏，容量二〇〇〇千伏安。五通橋至樂山線路，長二十五公里，電壓六六〇伏，容量三〇〇千伏安。在進行中即將完成者有：萬縣至瀘渡河線路，長二十五公里，電壓三三〇〇伏，容量五〇〇千伏安。自流井至宜賓線路，長

八十七公里電壓三三〇〇伏，容量一〇〇〇千伏安。川滇爲山岳地帶，上述各線，所經之處，均林巒起伏，施工至爲困難。就中尤以自流井至宜賓一線，跨山越水沿綫陡峻，野獸出沒，工程最爲艱巨。且以電壓與長度而言，除戰前南京至龍溪綫路外，非宜線亦爲國內惟一之線路，茲將該線敷設工程簡述如下。該線設置之起線，以自流井煤價奇昂，當地發電殊不經濟，同時宜賓電廠新發掘所完成後頗多餘量，可供自流井之需要，故有非宜線路之計劃。該路因地形關係，必須採用長桿及低桿兩種，而川地產木細小，屢經設計試驗，始成高可踰五十呎之木塔，及桿距達三五〇呎之「A」式桿兩種，最爲經濟可靠。木桿所費僅及Overhead Pole之七份之一，各線採用「A」式桿，較用短距單桿又可省去二分之一。川地山路崎嶇，運輸不便，故設法利用水路運桿，或依山築壩，引泉成溪，然後將木桿結筏順流而下。又植桿整洞，因地多石質，工作費時，幸經在事員工之努力，各種困難均能克服。該線工程由王平洋君主持，現王君奉派赴美後由曾苗君繼續負責完成。

## 五、發電所防空之設施

自抗戰發生以來，敵機到處肆虐，後方之危險性，幾不減前方。電廠爲供給國防民生工業動力之源，自應妥慎保護，以避損害，發電所之避難建築，乃應運而生。此類建築，大都係傍山築洞，安裝機器，或有廠房用特殊鋼骨水泥建築者，然因費用浩大，究不多見。此類避難建築之最著者，有重慶電力公司四五〇〇伏發電所及昆明電廠二〇〇〇伏發電所。茲將其梗概分述如下。

重慶電力公司，四五〇〇伏發電所，設於公岩。一機一爐，分裝於高五十五呎，寬三十五呎深一百呎之兩岩洞內。兩洞間，有深洞相連，以供管綫之聯絡與員工之出入。昇高變壓器及油開關，則另置一小洞內。循環冷水塔，設洞口。該機爲 Diesel Engine 式，故連平與凝汽器同在一層。洞內均經檢修，頗爲整潔。該發電所所在空襲頻仍，物資困難情形中完成，可謂難能可貴。

昆明電廠噴水制發電所工程，全係利用天然地勢而造成理想上完美之避難電廠。其發電所無冷水塔之結構，而煤源即在左近，經濟安全均能顧及。此不特在吾國爲僅見，即現在世界各國亦所罕見，無怪英國遠東公司具楊兩代表參觀後，歎爲觀止。該發電所係開鑿於巖山深處，與外界聯絡有百呎以上之交通洞四道。主洞高十二、三五公尺，寬七公尺，長四十餘公尺，裝二千伏一機一爐。山洞初次開鑿，因遇沖積層，水多岩鬆，不能利用，乃另擇新址施工，費時數月，始告完成。該洞正處水源下游，乃利用天然岩縫，設計築壩，引水以供凝汽器循環水之用。用後溫水，復引至灰間作爲排除灰屑之用。且該處水流量頗多，餘水尚可利用於小型水力發電，以供廠用電流，可謂地盡其利矣。噴水洞工程係在劉廠長首銜指導下由陶立中君負責籌備，於三十二年六月完成發電。

## 六 技術方面之貢獻

在此次抗戰過程中，電氣專業技術方面之貢獻，除上述自流井之宜賓綫路及噴水洞發電所兩偉大工程外，其他關於舊發電設備之整改善，水輪機之自行設計製造，舊發電機之改造利用，電力汲汲機之研究設計等，亦多貢獻。此類貢獻，大都因抗戰時期，後方器材，運轉人力，經濟等種種困難，不得不因地制宜，加以特殊之研究。如井宜綫路，因鋼料缺乏，不得不採用木製桿塔，且為節省鐵綫起見，全部採用 *Self supported* 式木桿，不用拔線。又測量不用經緯儀，測驗導綫拉力，亦無 *Dynamometer* 等設備，俱用他法代替，均為抗戰時期困難而寶貴之經驗。

噴水洞發電所設計之特點，一為上述取消鍋爐下之灰間，利用凝結器放出之冷卻水排灰出洞。如此即將山洞高度減低十英尺，山洞建築費估計因此節省百分之十。鍋爐底脚之鋼骨水泥亦省去八十立方公尺。此項材料及建築費，以當時物價計算，節省十三萬元不為不巨。二為將送風機改裝在鍋爐後省煤器上，位在洞之中央，吸收洞中之熱空氣，頗收效果，發電以來，洞中通風，頗為滿意。

關於改善舊發電設備方面，如岷江二百瓩發電所鍋爐燃煤方法改善後，節省燃煤，成績頗著。宜賓電廠二百瓩發電設備，於拆裝時，利用舊有材料，添配改良，該機原來發電每度煤耗在八公斤左右，改善後減低至二、八公斤。此外如貴陽電廠五百瓩發電所加裝自行設計製造之引風機後，增加效率亦復不少。

至水輪機方面，設計自製者，有萬縣三百馬力水輪機及西昌六十五馬力水輪機，均由上海機器廠承製。又萬縣二二〇馬力水輪機，則由中央電工器材廠承製。

發電機之改造，則有龍溪河下游泗洞水輪發電機，其發電機部份，因仰光失陷，未及內運，乃利用舊變週率機，加以改造。因性能及速度之不同，改造時亦頗費研究，幸經多方計劃，技術方面，已無問題，現正在趕工修配中。

關於電力汲汲機之創造，因自流井貫井一帶，以前提汲所需動力，咸取給於牛力及汽機兩種，效率既低，維持極繁。自流井電廠成立後，即亟謀改善，以電力汲汲。惟提汲之功，超過一百馬力時，即將產生起動電流過大之影響，及空負荷突至過負荷之衝擊，而致損傷機件。經王平洋朱天更兩君，悉心研究，前後已發明回方式電動汲汲機及借重啓動式電力推汲機兩種，迭經各井試用後，極為滿意，業已呈請經濟部專利矣。

## 對於一般工業之貢獻

電氣事業，為現代國家工業建設之動脈，已無可諱言，因其為生產工業動力之源泉，物質文明之先導，一國之強弱，恆可視其電氣事業發展之程度而判斷，考諸世界各國情形，足資左證，我國電氣事業落後，已非一朝一夕，查統計數字，與列強相比較，實堪驚心，抗戰以來，近海區域，相繼淪陷，電氣事業，更受莫大之打擊，我政府為適應長期抗戰，鞏固後方工業生產起見，在艱難困苦之中，對於電氣事業，仍極力以赴，在抗戰期中，先後在川康區建設涪溪河、高縣、氾江、宜賓、自流井、瀘縣、及西昌諸電廠，在西北區建設西京、蘭州、天水、漢中、及西甯諸電廠，在西南區建設昆明湖、貴陽、柳州、湘西、及衡陽諸電廠，對於舊有電廠，或加以擴充，或加以整理，其於抗戰時期後方工業之貢獻，不可謂不大，茲擇其較顯著者，列舉於左：

一、四川長壽附近，原無工商業之可言，自涪溪河水力發電廠成立後，以現行每度僅二元二角之低廉電力，供應工業用電需要，兩年之間，長壽工廠林立一變而為陪都附近之工業區，其中較大者，有中國火柴原料廠，中國工業煉氣公司，及中國電化廠，在接洽設廠中者，尚有渝雲鋼鐵廠，及渝新電燈廠等。

二、四川犍為五通橋一帶，原為荒僻之區，自氾江電廠成立發電後，工廠相繼設立，成為優越之工業區域，目前電力已成供不應求，如永利化學工業公司，嘉樂紙廠，正中紙廠，嘉華水泥廠，美亞織綢廠，川康毛織廠，勉為焦油廠，木材乾溜廠，及大業印刷公司等，皆在三數年內成立者也，最近嘉陽煤礦，亦在要求供電中。

三、四川宜賓雄為長江上游商業區之一，他工業蓬萊萌芽，自宜賓電廠設立後，工廠亦隨之突興，二三年間，已有中元造紙廠，中央機器廠四川分廠，中央電燈廠，及航空委員會機廠等之設立，在接洽申請者尚有漢氣廠，而中英電工器材廠亦在進行籌算設立分廠中。

四、我國西北工業，素不發達，自蘭州電廠成立，擴充設備後，新興工業，亦在突飛猛進，其規模較大者，有西北洗毛廠，西北麵粉廠，蘭州麵粉廠，甘肅機器廠，蘭州機器廠，蘭州製藥廠等，皆於數年間所創設者也。

五、雲南工業，以前極為落後，自昆明電廠成立發電後，數年之內，一躍而為西南工業發達地，計有中央電工器材廠，中央機器廠，大成實業公司，茶滇紗廠，雲南銅粉廠，汲昆湖煉銅廠等六大工業，據估計其規模頗大。

六、貴陽雖為貴州省府所在地，但工業極不發達，自貴陽電廠成立，擴充發電設備後，工業亦相繼勃興，其規模較大者，有中國



火柴原料廠，熔鉛電熔廠，及貴州油脂工業廠等。

七、湘西一帶，素稱荒僻，自湘西電廠成立發電後，工業亦逐漸發達，現在較大工業，計有辰溪煤礦等。

八、四川爲產鹽之區，以自流井及五通橋樂山一帶爲中心，自流井電廠成立發電後，對於電化鹽井工作之提倡，不遺餘力，以前用舊式蒸汽機或獸力以吸滷者，現逐漸改用電力，希冀能普遍採用，則非特產量增加，管理便利，而成本亦大可減低，岷江電廠亦正在橋樂一帶鹽區，推進此項工作。

以上所述電氣事業對於工業之貢獻，僅就其聲望較大者而言，此外直接或間接有助於工業之發展者，尙不勝枚舉，總而言之，電氣事業與工業建設之有密切關係，已成爲自然之定律，我國工業落後，抗戰勝利後，應如何迅速發展電氣事業，使國家儼於工業化現代化之列，裕民生，固國防，皆有賴於此焉。

## 現在電氣事業困難問題

抗戰以來，後方電力之需要，增加甚多，但原有發電容量，管數有限，不得不貯已有電廠加以擴充整理，并再設新廠，以應此迫切之需要，數年以來，經各方面之努力，稍具成效，惟在此非常時期，運輸困難，物價工價高漲，經營者困難殊多，舉其舉要者，分述如左：

一、主要設備之供應 電廠主要機器設備，大多笨重之件，自海運不通之後，國外進口之新機器，為數甚少，大多利用國內原有者加以調整修配，儘量利用，或自淪陷區域及接近淪陷區域之地拆遷內運，然限於公路運輸能力，過於笨重之件，往往無法轉運，祇得就地設法添配製造，或將其拆散分運，此種費用，頗為浩大，加以建築人工均較戰前為貴，所以在此時期舉辦新廠，其資本之支出，較之戰前增加至二百倍以上。

二、燃料之供應 目前後方煤炭柴油，（代柴油）等燃料，因生產有限，供求不敷，加以成本及運費之高漲，以致價格昂貴，據九月份統計，自流井煤價每噸二千二百元，昆明每噸三千三百餘元，其他各地每噸價至千元以上者，亦頗不少，較之戰前，計漲二三百倍之多，西昌九月份木炭價每噸六千餘元，柳州四月份木炭價每噸六千餘元，天水五月份木炭價每噸六千餘元，較之戰前漲四百多倍，柴油原係植來品，自海運不通之後，價格更為飛漲，且因存貨不多，購買困難，即植物油提煉之代柴油，其價格亦為驚人，甘肅油礦局雖有出品，惟因運輸困難，無法普遍利用，柳州九月份代柴油每噸二萬六千餘元，萬縣每噸二萬四千餘元，較之戰前增加五百多倍，至於運輸困難更多，除利用火車及水運外，或用板車，或用汽車，或用人力馬力駝運，往往燃料一噸之運費，達二三元之鉅，且時因人工之缺乏，致燃料發生恐慌，為救之策，除電廠自備運輸設備以補不足外，儘量開發水力，以維供電之安全，及節省燃料之消耗。

三、潤滑油之供應 現在國內各工廠所用之潤滑油，除少數之紅車油可以植物油提煉替代外，其他如高溫汽缸油、透平油、內燃機用汽缸油，及變壓器油等，仍多仰給於舶來之礦物質油，自仰光淪陷之後，潤滑油進口困難，市面存貨日少，價格飛漲，最近每加侖達千元以上，較之戰前增加五六百倍之多，且提煉極難，補救之策，除儘量設法向國外訂購內運外，只有研究及改進植物油提煉之提煉方法，以應付此非常時期急切之需要。

四、其他物料之供應 機器配件五金材料，以及流氣器材之供應，自國際運輸阻梗之後來源困難，以致供過於求，價格飛漲。

，且不易購得，雖近幾年來，國內製造者日多，具有多種均有代用品可用，然供求尚難相符，加以受其他物料人工高漲之影響，價格仍屬高昂，如電綫變壓器電動機及大小五金器材工具等，較戰前漲至數百倍至千餘倍者，為數頗多。

五、電價之調整 電價向由中央主管機關根據電廠發電成本加以法定之利潤，核定之所謂發電成本者，包括新工燃料物料修繕折舊利息等一切費用，當此抗戰時期，燃料之飛漲，既如上述，薪工亦日見高漲，後方各電廠除少數設備較新效率較高者外，其餘大都機件陳舊，效率低微，以致燃料消耗較大，且新辦之電廠，因資本支出較多，致利息折舊之分担亦鉅，加以電價之更變，須按照規定呈請，費時較多，而燃料之價格隨時變更，照最近統計，燃料價格，較之戰前增加百餘倍，甚至數百倍，而電燈價格之增高，僅有三四十倍，相差甚遠，即電力價格，與燃料價格相較其增加數亦甚懸殊，以致年來各電廠經濟情形，大都拮据，以致機器窳敗，無力修理，材料燃料，無法存儲，對於整個事業前途之維持，殊為危險，故對於電價之調整，不得不予以注意也。

六、竊電之取締 竊電為電廠直接損失，在戰前已訂有專章，并經軍政機關三令五申，嚴為取締，然仍所難免，希望地方軍政等機關協助電廠，切實稽查，而電廠方面對於竊電之防禦，亦應詳為研究妥籌辦法，以減少此直接之損失。

以上為電力事業當前最感困難之問題，惟有隨時設法解決，勉渡難關，以維持事業之基礎，而應付各方面之需要而已。

# 戰後計劃

電國以工業爲先，無待贅言，而建設工業之先決條件，又端賴電力之供給，戰後城市之復興，農村經濟之改進，無一不與電力供給有極密切之關係，故戰後電氣事業建設計劃實爲一切計劃之先驅，本計劃經數年來之縝密檢討，復經今年三月間全國工業建設會議之討論修正，認爲大體尙屬可行，茲將（甲）計劃容量（乙）區域電網（丙）設計大綱（丁）準備工作等分述如次：

（甲）計劃容量 估計抗戰結束時我國已有容量約爲：一、三〇〇、〇〇〇瓩，抗戰結束後先期五年建設容量約二、三〇〇、〇〇〇瓩（內三分之一爲水力），後期五年建設容量約三、五〇〇、〇〇〇瓩（內半數爲水力），共計容量約七、一〇〇、〇〇〇瓩，「中國之命運」所載十年內應完成六、二〇〇、〇〇〇瓩。

上述計劃容量與蘇聯建設成績比較如下：

本計劃前期五年建設量	二、三〇〇、〇〇〇瓩
蘇聯初期建設量（一九二一、一九二八年）	六八四、〇〇〇瓩
本計劃後期五年建設量	三、五〇〇、〇〇〇瓩
蘇聯第一五年建設量	二、七七二、〇〇〇瓩

由上比較可知此計劃實較蘇聯爲巨，雖以我國職員之廣，資源之富，欲盡量開發，電力之供給，非達上述數量不可，然以我國工業之落後，人才之缺乏，非羣策羣力，無以實現也。

（乙）區域電網 本計劃擬於五年內建築電力網十六區：

- （一）冀東 此區包括北平、天津、唐山、漢州、秦皇島一帶，應添容量約八〇、〇〇〇瓩。
- （二）魯中 此區包括青島濟南等地，利用當地蘆煤，建築電廠，以供沿膠濟鐵路一帶工業之用，應添容量約一四〇、〇〇〇瓩。

（三）豫北 此區包括鄭州洛陽等地，亦擬利用當地，燃煤，建築電廠，應添容量約八〇、〇〇〇瓩

（四）陝甘 此區包括西安、寶雞等地，利用當地燃煤，以建電廠，並利用水力發電，應添容量約七〇、〇〇〇瓩。

（五）閩中 此區包括閩州及附近地點，亦擬利用當地燃煤及水力發電，應添容量約五〇、〇〇〇瓩。

(六)川西 此區中有宜賓、瀘縣、犍爲等地，主要係利用水力發電，除川西本區外，尚可供給自流井及川中一帶用電，應添容量約一七〇、〇〇〇瓩。

(七)川東 此區有長壽、重慶等地，主要仍係利用川東水力發電，并擬輸電至自流井以與川西聯絡，總計應添容量約一三〇、〇〇〇瓩。

(八)鄂西 此區包括宜昌、沙市等地，擬水力及火力並舉，應添容量約五〇、〇〇〇瓩。

(九)鄂東 此區包括九江、南昌、武昌、漢口、等地，爲將來我國工商業之中心，故應添容量亦較大，約二三〇、〇〇〇瓩。

(十)湖中 此區包括長沙、湘潭、邵陽、衡陽一帶，俱爲將來工業重要城市，區中煤礦亦多，實爲建設電廠之理想區域，應添容量約一六〇、〇〇〇瓩。

(十一)贛南 此區應添容量約三〇、〇〇〇瓩，贛省各礦所需電力，亦可供給。

(十二)蘇浙 此區包括南京上海直至杭州一帶，爲江南富庶之區，因原料運輸便利，上海又具有工業基礎，故此區將來仍不次爲一工業中心，應添容量約一六〇、〇〇〇瓩。

(十三)閩東 此區包括福州及閩海一帶，木材及紙業都可電氣化，擬利用一部份水力發電，應添容量約三〇、〇〇〇瓩。

(十四)粵東 此區包括廣州、曲江等地，俱爲南方交通及工業重鎮，粵北至贛南一帶礦產尤多，區中亦有水力，可供利用，應添容量約一〇〇、〇〇〇瓩。

(十五)桂北 此區以桂林及柳州爲中心，亦爲將來交通及工業中心之一，柳州附近又有水力可供利用，應添容量約六〇、〇〇〇瓩。

(十六)滇北 此區以昆明爲中心，區中水力發電將佔大部份，應添容量約一九〇、〇〇〇瓩。

以上十六區共約一、七四〇、〇〇〇瓩，佔先期建設容量四分之三，每區中估計各地之需要及線路之長短，定輸電線之電壓及容量，最高之電壓爲二二〇、〇〇〇伏。

其餘各地因政治軍事工業交通之需要，分別估計容量審察其動力資源建築單獨電廠。總計各點之容量，約合先期設計計劃容量四分之一。

(丙)設計大綱 擬先建設爲工業建設及計劃經濟之先決條件，自應儘先舉辦，并即進行準備工作。上述發電總容量及其區域之分配，以估計工業及城市用電之需要爲根據，於可能範圍內，計劃達到之發電容量，應超過本計劃完成時用電之需要，以促進工業之發展，并供給農村電化及鑛道電化之需要。惟銅鐵廠等適宜於自備動力，其動力需要，未估計在本計劃內。

重要工商業區，儘量建設電力網，根據各地經濟需要，水力及燃料之動力資源，規劃五年中設電力網十六區。電力網以外之重要城市，各擬設單獨發電所，而發電所相距不遠者，敷設高壓線以資聯絡。

水力資源應儘量開發，但因開發水力，需資金較鉅，需時較久，故前五年所計劃之水力發電所總容量約合全部計劃總容量三分之一，後期五年內約合全部計劃半數以上。

火力發電所應儘量利用當地劣質燃料，並於可能範圍內，建於煤礦附近，以求運輸之便利。且初期建設，應以設備簡單，管理便利及建造迅速為原則，故擬儘量採用單節發電所 (Unit Power Plant)，輸電系統之建造，亦擬於可能範圍內儘量採用單節式。

為適應國防起見，重要地點一部份發電設備，採用防空措施。上述之單節式發電及輸電設備亦為便於隔離供電及便於拆裝之善法。至於採用何種防空辦法，則視當地之地形，分別設計。

發電輸電設備，依暫擬之標準 (見本報告另頁) 力求簡單化，庶戰後訂購時易於製造并減少儲備材料，如各地之水位高低對火力發電中凝冷器用水有莫大之關係，計劃中將水位情形分為數種，每種研究一標準裝置辦法，其他如鍋爐之設計，則將燃料分為數種，其用意亦同。

(丁) 準備工作 收集燃料及河水分析之詳細資料，詳細測量各地地質及採集水文紀錄。擬訂水力火力發電主要設備規範，庶可進行訂購手續。

勘測各電力網幹線，并製造仿真線路，以試驗電網之各種特性，為初步設計之用，并先進行一部份電網以獲得管理及技術上之經驗。

擬訂主要設備之標準，如溫度，電壓，汽壓汽溫等，以求簡單經濟并擬增訂電氣事業法規，以促進本計劃之實施。

聘請對於水力火力發電及電網工程富有經驗之外籍顧問以備諮詢，并訓練各級工程事務人員及技工，以備計劃實施時，担任工作。

## 人才訓練

照總戡所著「中國之命運」規定戰後十年內發電容量，應達六百廿萬瓩，所需專門員工為數頗巨，即就戰後最初五年之建設而論，電業專業方面，估計需要專門訓練之員工七萬餘人，內中包括工程及事務人員四萬餘人，技工三萬餘人，普通員工尚不在內，此大量之專門人員，不得不立即着手準備，以應戰後建設之需要，訓練之方，擬分下列數則：

(一) 幹部人員之訓練，似可分為三途，一、在現有各電廠內招收有志及可造之青年，設班訓練，同時即在該廠內實地見習，或將廠內現有之低級人員，擇其優秀者，施以深造，使將來事業發達時，能分發他處獨負一部份之責任，二、由中央主管機關或主辦事業之機關設立電業人員訓練所，集中訓練，分派各廠實習，所有畢業人員由該所統籌支配，三、編製講義，或各種手冊，以適合各種電業人之實際特殊需要為原則，以準備戰後在短時期內可以訓練大批幹部人員，分派工作，毋須臨渴掘井，荒耗時日。

(二) 原有電廠從業員中之優秀者，分別派往規模較大之電廠參觀或實習，以廣見聞，而資深造。

(三) 現在電廠工作之高中級幹部人員，應擇其學識較優，能力較強者，分批派赴國外考察或實習業務管理或專門之技術工作，培養專才，以為將來主持較大規模之事業及各種工程之準備。

(四) 技工及藝徒之訓練，可分為二途，一、就現有各電廠設立技工訓練班，招收學徒，及目前在廠內工作之小工或學徒之較為靈敏者，加以實地之工場訓練，同時并加以普通技術學課，及精神訓練，使能造就有朝氣而無惡習之青年技工，為將來大規模建設時之基本技工，二、就各電廠現有技工中選擇優秀者加以精神及學課之訓練，并調往較大規模之電廠實習，以廣見識。

上述各節，僅就原則而言，至於詳細之規劃，經費之籌措，訓練畢業技工在戰事時期之安插問題等，似尚有待于進一步之研討。

## 電氣標準

電氣事業之發展與一國之工業建設有極大之影響，我國在抗戰前數年，雖亦曾努力於電氣事業之建設，惜成效未著，即因戰事而中止，抗戰結束後，各種工業，將突飛猛進，電氣事業之建設，更須迎頭趕上，以求與工業建設相配合。

為求電氣建設之能大規模進行，且須於短期內得見成效，電氣事業主要標準之制定，實屬必需，蓋如是可使全國各種電氣事業之設備，及服務，趨於一律，不致紛繁不堪，器材種類，亦因此減少，各單位電廠易於互連成網，增進供電之效率；或互相調用器材，減少各廠需要儲備之數目，而電工器材以製造，一切製造程序及設計均可簡單化，可以達到大量生產之目的，尤以我國工業落後，一切基礎，尚未確切樹立，苟將標準決定，依此發展，則事半功倍矣。

電氣事業之範圍頗廣，故電氣標準之施行，暫可分為三類：（一）法令，由政府制定，公佈施行，全國各電氣事業均必遵行者，電氣設備之安全標準，電氣事業之服務規格，主要設備標準，標準名稱及記號等均屬之。（二）規範或章程，由政府擬定公佈，以供各電氣事業或製造廠商之參考者，如器材及配件之品質，尺寸大小，等級，機件試驗方法，裝置方法，繪圖標準等均屬之，（三）製造廠商內部之設計及製造標準由各廠自行，毋須政府公佈者。

（一）電氣事業為公用事業，其輸電及配電線路，遍及各處，與人民之生命財產，均有直接之關係，故其安全標準，必嚴格規定施行。電氣事業既為公用事業，其營業性質，亦與一般廠商不同，其服務規格，亦需另行訂定，以免電氣事業與用戶間有所紛爭。倘有糾紛，亦賴有公布之服務規格以為仲裁是非之標準。主要設備標準，標準名稱及記號等，則宜全國統一，使一切設計，製造，及建設，皆能簡單化而加速進行。故凡此各項，均宜由政府制定，公佈施行，全國一律遵守。

（二）關於各種器材及配件之詳細規範，材料品質，尺寸大小等級，機件試驗及裝置之方法，各工業先進國家，均有詳細之規定，但我國產業落後，戰後初期建設，一切少能自給，而電氣事業器材，亦多須仰給於國外，若於此時加以規定，強制使行，徒增建設之困難，減少自國外取得器材之機會，故只能暫由中央擬定規範或章程，提供各界之參考，將來我國工業進步後，一切尚能自給，當再參酌情形，制定法令公佈之。

（三）至於第三類製造商內部之設計及製造標準，雖將因時因地而異，然亦須有一普遍之準則，使本廠內之製造手續及器材趨於簡單化，然此乃各廠內部問題，毋須徵工程界之普遍同意也。



上述之各項電氣標準，除安全標準及服務規格，政府在戰前已製定一部份外，其餘均付缺如，茲以勝利在望，為促進戰後建設起見，故先擬定各項主要設備之標準，以便設廠者有所依歸，其餘之標準，如電纜，及章程，今後當再陸續擬定之，茲將已擬就之電氣事業主要設備標準，分別說明於後。

#### 一、週率規定為五十週波

五十週波為世界各國所普遍採用之週率。美國電制因舊有六十週及二十五週之存在，故祇能局部用五十週供電，然其標準則仍在五十週波，蓋技術上每分鐘三千六百轉之大容量汽輪不易製造，而每分鐘一千八百轉之汽輪實較三千轉之汽輪效率為遜，而以五十週率變換低週如十六又三分之二週及二十五週者，其變換因數 (Conversion Factor) 又為整數，故以五十週波為標準最為適當。我國現有之電氣事業百分之八十五以上為五十週波者，則五十週為我國標準當更無問題。

#### 二、標稱電壓 (Nominal Voltage)

標稱電壓為線路上之一般電壓，線路上任何一點之電壓不得較標稱電壓高或低百分之十以上，直接供給用電之低壓線路，其限制亦同。

#### A 輸電電壓

二二〇，〇〇〇伏 一三二，〇〇〇伏 六六，〇〇〇伏 三三，〇〇〇伏

#### B 配電電壓

三三，〇〇〇伏 一三，二〇〇伏 六，六〇〇伏 三八〇／二二〇伏

上列三三，〇〇〇伏，一三，二〇〇伏為大都市或鄉村之配電電壓，六，六〇〇伏為主要之配電電壓，三八〇／二二〇伏為普通接戶用之電壓。

民國十九年建設委員會公佈之「電氣事業電壓週率標準規則」規定電壓在三萬伏以下用英美制，三萬伏以上用國際制，此種混合制度，應用殊多不便，而全部電壓，繁複不堪，實失規定標準之初衷，經詳細研究，並參考其他先進國之標準電壓，決定將電壓依其性質分作標稱電壓及使用電壓二類，更依其等級，分作輸電電壓及配電電壓二類。且以我國原有之發電設備，其類定電壓，大部分為十一之倍數，而戰後可能供給我國器材最多之國家，如英，美等，其標準電壓，亦均為十一之倍數，我國將來電工製造發達後，電子器材，可能向南洋及印度各地推銷，而該地之標準電壓，亦為十一之倍數，且任以同一級之電壓而論，其以十一為倍數者，在輸電時，較之以十為倍數者為經濟，故決定採用以十一為倍數之電壓為標準電壓。

為求自然動力資源 (Natural Resources) 之有更進步應用及分配，各國皆相率建立所謂電氣網者，其作用無非將電力充裕之

各單位互相連繫共同供電，我國電網亦必須建立，已為必然趨勢，則標稱電壓之規定當以適應此電網為原則。電網之特性及輸電方向因各地負載之增減而變化，例如今日之地負載較重則電力經甲輸之，反之他日甲地負重電力亦經乙輸甲，英國國家電網系 (National Grid System) 之所以規定標稱電壓為綫路上之一般電壓者亦由於此。此標稱電壓既能適合電網之一般情形，宜為我國所採用，規定綫路上任何一點之電壓不得較標稱電壓高或低百分之十者，所以便利電壓之調整，而同時對於負載則無何影響也。

### 三、使用電壓 (Declared Voltage)

使用電壓為電廠担保用戶用電時在綫端之電壓，此項電壓，專為電廠與用戶訂立合同及契約之根據，使用電壓之百分比數，與標稱電壓同，其高低限度，如用合同，另行規定外，亦為上下 10%。

### 四、發電機容量 (最高持續容量) 規定九種如下：(單位一瓩)

一〇〇〇 二〇〇〇 五〇〇〇 一〇〇〇〇 二〇〇〇〇 五〇〇〇〇 一〇〇〇〇〇 二〇〇〇〇〇 五〇〇〇〇〇

上項容量如一百瓩及二百瓩為普通鄉村及其他用電較少區域供電應用，而五萬瓩則為供給大工業區及軍政商業中心等用電較多之城市，此外各級容量為配合其他需電情形者，必要時并可將數個發電單位併合供電。總之電廠容量雖不與上表所述之任何一容量相同，然可自規定容量中組成此電廠之容量。

發電機電力因數規定為百分之八十，此為最經濟及於使用最便利之電力因數。普通電機設計均以此為依據。水力發電機容量須視可利用之水力而定，故不在此規定之例。然以儘量採用上須規定為原則。

### 五、發電機電壓規定四種如下：

三四〇〇伏 一三〇〇〇伏 六〇〇〇伏 二三四〇〇〇伏

上述第一第二及第三種為高壓配電電壓，同時於電機製造設計而言，亦至為經濟故宜取發發電機之規定電壓於輸電時則以升高 (Stack up) 變壓器將此電壓提高使用。

發電機電壓之設計須使其在額定負載時其供電電壓得提高或降低百分之五，以利電壓之調整。

### 六、配電變壓器容量 (最高持續容量) 規定如下：

A 三相變壓器容量規定七種：(單位：千伏安)

一〇〇 二〇〇 五〇〇 一〇〇〇 二〇〇〇 五〇〇〇 一〇〇〇〇

B 單相變壓器容量規定四種：(單位：千伏安)

五〇 一〇〇 二〇〇 五〇〇

配電變壓器分三相與單相二類，所以適應負載之各種性質與衛生情形者，三相變壓器所載之容量較單相者為大，因其主要任務為供給工業用電與普通高壓配電線路需供應較大用電範圍者，戰前大工商業中心除上海外，其三相配電變壓器祇限於二百千伏安，戰後我國工商業更應發達，容量在五百與一千千伏安者，其需要當不待言喻。

七、輸電變壓器及電網變壓器，除與發電機接成一組者外，其容量（最高持續容量）規定如下：（單位：千伏安）  
六〇〇 一，二〇〇 二，四〇〇 六，〇〇〇 一二，〇〇〇 二四，〇〇〇 六〇，〇〇〇

輸電變壓器及電網變壓器之容量，則悉參視發電機容量為依據，輸電線路皆為三相則其變壓器必為三相無疑。惟運輸問題必須時刻顧到。近代化國家若英國，其三萬千伏安以上之變壓器且以三個單相組成三相為原則。交通素不發達之中國，各地運輸情形，又有迥異，採用三相抑三個單相組成三相，不得不視當地情形而有所決定。惟用單相變壓器時以單相三具組成上列容量為原則。

八、變壓器不論容量大小，其原綫圈及次綫圈之額定電壓，與標稱電壓之各級伏數同，變壓器電壓調整頭，應照下列任何一項之規定：

A 電壓調整範圍為士5%——兩個電壓調整頭，每個可調整電壓5%

B 電壓調整範圍為士10%——四個電壓調整頭，每個可調整電壓5%

九、電網變壓器之電壓調整頭規定為十四個，每個可調整電壓10/7%，調整範圍為高或低百分之十，以適應電網中變化無常之情形。（10/7%係根據英國國家電網系之規定）為求電壓調整與供電持續性不相阻礙，電網變壓器應採用全負荷調整電壓之裝置。（On-load tap changer）

十、電氣系統接地之規定如下：

A 三八〇/二二〇伏低壓綫——再接接地。

B 高壓配電電綫——以不接地為準。

C 輸電綫——以直接地或經其他接地設備接地為準。

D 發電機——以不接地為準。

三八〇/二二〇伏低壓綫為直接供給用戶者，當以直接地為妥。高壓配電電綫之接地，往往影響綫路技工及用戶用電之安全故以不予接地為準，輸電綫路當以接地為原則，關於接地方式，各國曾有極審慎之研究與試驗，吾國電氣事業雖比較落後，然可參考先進國家既得結果擇善取長。例如波得遜線（Peterson Coil）之效用已為舉世所承認蓋於時有種地電弧（Arching Ground）

情形下，此線圈可自動將電氣消去，而於供電無片刻之停頓。德國已普遍採用，美國亦局部採用。美國因原有電網設備，不適於裝用波得遜線圈，致未能大量引用。此於吾國當無困難。自各種推論所得，則吾國輸電線之接地方法，儘可依據環境之需要，而採用他國已著成效之接地法。

十一、饋電綫容量規定五種如下：（單位：千伏安）

二〇〇 五〇〇 一，〇〇〇 二，〇〇〇 五，〇〇〇

此項容量仍根據輸電綫容量而規定者其最高數概五千伏安，因饋電綫之供電範圍較輸電綫為小，亦即輸電之一部份供電分綫也。

十二、輸電綫容量規定七種如下：（單位：千伏安）

六〇〇 一，二〇〇 二，四〇〇 六，〇〇〇 一二，〇〇〇 二四，〇〇〇 六〇，〇〇〇

輸電綫容量與輸電變壓器同

十三、電動機除容量暫不規定外，其電壓規定如下：

二二〇/三八〇伏 六，六〇〇伏 一一，二〇〇伏

電動機之設計應使在額定負荷及週波時，仍能適合應用於士<sub>33</sub>額定電壓。

十四、電度表之額定電流規定為單相一、五，五，一五，五〇，三相五，一五，五〇數種，其持續過載容量至少為百分之二百。在一百安培以上之電度表，以加裝電流互感器為原則。

普通用戶裝用四十瓦燈二盞以上時即可應用一，五安之電度表，蓋表在百分之二十負荷時，仍可相當準確也。各級電表均有持續過載容量百分之二百，故自〇、五安至一〇〇安情形，均可準確紀錄。

十五、電壓互感器——高壓方面之額定電壓與標稱電壓同，低壓方面之電壓規定一律為一〇伏，此電壓乃電壓表所普遍應用之最經濟電壓也。其容量規定為一五，三〇，六〇，一二〇伏安（以上單相）五〇，一〇〇，二〇〇，四〇〇伏安（以上三相）數種。

十六、電流互感器原線圈額定電流值規定為五，一〇，五〇，一〇〇，二〇〇，五〇〇，一〇〇〇，二〇〇〇，五〇〇〇安培，係根據發電配電輸電容量與標稱電壓而定者。次綫圈額定為一，及五安培，其容量規定為五，一五及三〇伏安三種。

十七、開關裝置（Switchgear）之額定電壓與標稱電壓同，惟設計時，當使此裝置在額定電流與週波時，仍適用於士<sub>33</sub>額定電壓。

十八、開關裝置之連續額定電流，依電壓分為三類：

二二〇、三八〇 —— 二二〇, 五〇〇, 一〇〇〇, 二〇〇〇, 四〇〇〇, 六〇〇〇, 一〇〇〇〇, 二〇〇〇〇安培

六六〇〇 —— 三三〇〇〇 —— 二〇〇, 五〇〇, 一〇〇〇, 二〇〇〇, 四〇〇〇, 六〇〇〇, 一〇〇〇〇, 二〇〇〇〇, 安培

六六〇〇〇〇 —— 二二〇〇, 〇〇〇〇 —— 五, 一〇, 二〇, 五〇, 一〇〇, 二〇〇, 四〇〇, 六〇〇, 安培

十九、斷路器之斷電容量規定七種如下：(單位：千伏安)

一〇, 〇〇〇, 二〇, 〇〇〇, 五〇, 〇〇〇, 一〇〇, 〇〇〇, 二〇〇, 〇〇〇, 五〇〇, 〇〇〇, 一, 〇〇〇, 〇〇〇

斷路器在電網中為一極重要之保護設備，其容量之大小不能視現有電網設計為依據，亦須預及將來擴充時之需要。其價值既

甚昂貴，若每次擴充即須換大容量之斷路器，殊不經濟。各國已曾咸有此困難，我國電力正在開始擴充，更宜預及此問題。在英國電網系中，最高斷電容量為二百五十萬千伏安，我國取一百萬千伏安為最高斷電容量實非過分。

二十、直流電各項標準，除特殊直流電氣設備外，其額定電壓規定如下：

三三伏 一一〇伏 二二〇伏 四四〇伏

上列三三伏及一一〇伏為發電所控制設備電源之電壓，一一〇伏，二二〇伏及四四〇伏為直流發電機及電動機之電壓。

直流電不供公用，僅為各工廠工業上之用，其輸送距離不遠，電壓降不大，故直流電機規定額定電壓一種，但為應用上方

便起見，發電機須使其在額定負荷時，其供電電壓得提高或降低。電動機則在額定荷載時，能適用於較額定電壓高或低之電

壓。直流電機之容量，原視各該工廠之需要而定，故暫不予規定。其餘各種特殊之直流電氣設備，如電發發電機，電樺機等暫不予規定。

二十一、鍋爐汽壓規定三種如下：

每方公分之公斤數 一七、五 二八、〇 四五、五

(每方英寸之磅數) 七五〇 四〇〇 六五〇

上列汽壓為蒸汽到達汽輪或汽門時之汽壓。

廿二：鍋爐汽溫規定三種如下：

百分度表 三五八 三八六 四四〇

(華氏表) 六七五 七二五 八二五

上列汽溫為蒸汽到達汽輪或汽機總汽門時之汽溫。

上述汽壓與汽溫數字，與現代高壓鍋爐比較，實偏於保守，因使用汽壓高於每方公分四六公斤或汽溫超過百分度表四四〇度者，實例甚多，現姑以較保守之汽壓汽溫，暫作標準，至於更高汽壓及汽溫之使用問題，正在研究中。