

顧毓琇全集

16

辽 宁 教 育 出 版 社





©顾毓琇先生获电机及电子工程师学会（IEEE）千禧奖章（二〇〇〇年一月）





◎参加国际理论物理及流体力学会议（一九九二年）

左起：顾毓琇、朱光亚



◎在东南大学建校九十周年庆祝大会主席台上（一九九二年六月）

左起：顾毓琇、吴健雄、袁家骝



美国麻省理工大学副校长兼工学院院长

白 煦博士

Dean Vannevar Bush

BR22/62

译
著

003



美国麻省理工大学教授

丁 弼先生

Prof. William H. Timbie

原著者为中译本特撰序文

拙著《电工原理》一书，行将译成中文，余等闻之甚为欣喜。翻译工作，由学者顾博士担任，尤为感慰。余等与顾博士相处数年，于其品学，均深敬仰，想该书之中文版，必获无上之成功也。

白 煦 Vannevar Bush

丁 弼 William H. Timbie

麻省理工大学

剑桥

麻省 美国

1931 年 3 月 27 日

FOREWORD

We are pleased to learn that our book "The Principles of Electrical Engineering" is to be translated into the Chinese language, and we are particularly gratified that the translation is to be done by so distinguished a scholar as Dr. Ku. We have known Dr. Ku for several years and have the deepest respect for him personally and great admiration for his scholarly attainments. We feel sure that the Chinese edition could come out under no more promising auspices.

Vannevar Bush

William H. Timbie.

Massachusetts Institute of Technology

Cambridge

Massachusetts, U. S. A.

March 27, 1931.

译者序

丁弼白煦二教授所著《电工原理》一书，初版于 1922，再版于 1930，为电机工程基本原理之名著，国内外各大学电机工程系多用为二年级课本，说理清晰，例证详尽，初学者得益良多。兹为便利国人起见，特商得原著者同意译成中文。付印之前，蒙二氏惠赐序文，实深欣幸。

本书初译始于民国十九（1930）。时余任教国立浙江大学工学院电机科，因鉴于中文电工课本之缺乏，特嘱诸同学于课余之暇分任译事。民二十级（四年级）同学首译《直流电机原理》，民二十一级（三年级）同学次担任《交流电原理》，而民二十二级（二年级）同学方读《电工原理》，亦欣然分任之。是书初译稿既成，乃嘱范崇武君先加整理。但初译是书时，再版尚未问世，及整理粗完，而再版书到，而余又赴国立中央大学主持工学院务，而不久又有“一二八”之变，校正付印之计划遂暂中止。

民国二十一年秋余来清华创办电机工程系，二十二年冬始嘱民二十五级同学数人，依照新版将初译稿加以增改，并就余新译《电工名词》校订译名。后浙大民十九级旧同学沈尚贤、范崇武二君自德、英返国，先后来归，乃嘱再度整理。二十四

年春余既校译《直流电机原理》竣事，交商务印书馆付印，乃得亲自从事于此书之校译，历时一年余，至今始告完成。

按之实际经验，校译及改译所费之时间，有时或反较径自缮译所费为多。但余深感诸同学之热忱努力，实为此书中译本得以完成之重大因素，否则余恐余虽有志译书，而年来世事纷纭，万般栗六，正不知几时完成也。虽然，自始业至此，忽忽六七年矣，稽迟延误，余不能无咎焉。兹于付印之前，敬记译事之经过，所以谢参加工作之诸同学，亦所以志余过也。至于译文疏陋之处，自恐诚有未免，尚祈国内电工同志不吝赐正，实不胜盼祷之至。

顾毓琇

国立清华大学工学院

民国二十五年五月

目 录

第一章	电机工程师	011
第二章	电单位与电周路	025
第三章	电功率与电能	062
第四章	电阻之计算	087
第五章	电解传导	121
第六章	磁路	148
第七章	磁场	193
第八章	铁与钢之磁性	256
第九章	感应电势	287
第十章	发生电势	338
第十一章	导体所受之力	386
第十二章	热游子传导与气体传导	416
第十三章	介体	456

第一章 电机工程师

(The Electrical Engineer)

凡国家现代文明之程度如何，可以其所利用天然动力或功率 (power) 之多寡断之。此于工业国家自不待证实，即于今日农业社会中，亦何独不然。盖农业发达，得力于人造肥料者甚多，人造肥料之产生，有赖于水力发电，而此天然水力，即为昔日所弃而不用者。

世界上天然动力应用之发展，乃为工程师之天职。或设计精密机件，俾于电话线路费极微之力即可得传讯之效，或驾驭洪水，供给各城市以无穷之力，要皆为工程师之任务。凡一切关于发电、输电，或用电等事，则电机工程师尚矣。

1. 电非天然动力。现在世界上所用能力之大半，均用电的方式，以其输送及使用最为便利而经济，但电之本身，并非天然动力之一种。天然动力之主要来源凡三：

(1) 水——在天然或人工水道中，

(2) 煤——藏于地下，

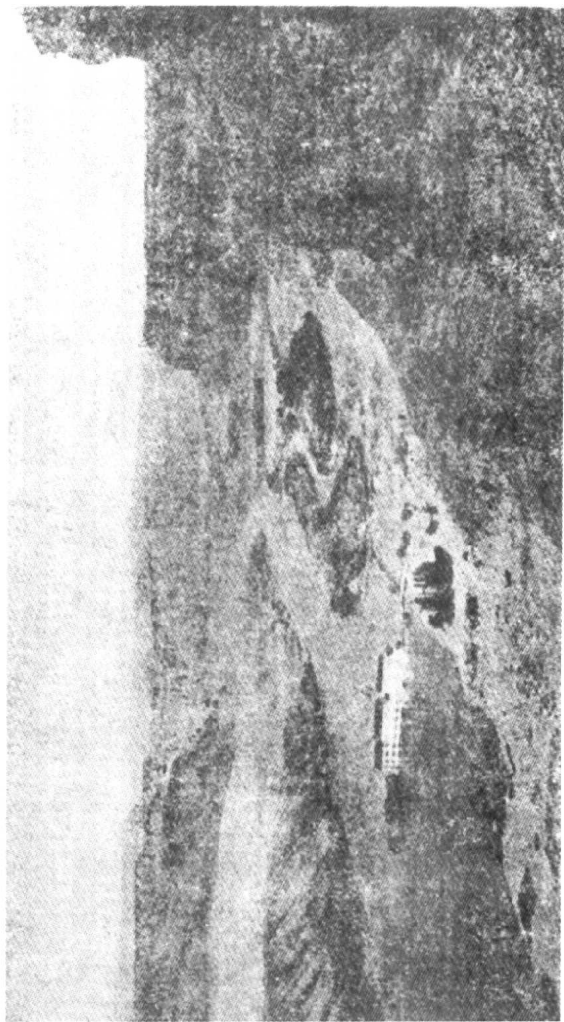
(3) 油及天然气——出自井中。

以水发大量之动力，则过低源必须洪流，高源则细流亦可。如美国阿达霍 (Idaho) 省史璜瀑布 (Swan falls) 地方之电厂 (如图 1)，其水头平均为 19 英尺，故每发一马力，每一小时需水

120 000余磅。又如加利福尼亚 (California) 省之山法兰锡司锡徒 (San Francisco) 电厂 (如图 2), 每一马力, 每小时仅需水 2 600 磅, 但其水头为 938 英尺。同一水力发电厂, 而情形迥异, 故水轮与发电机之设计亦大不相同。在解决此种问题时, 电机工程师之物理学识, 尤其是力学之应用, 最为重要。若以煤或油发电, 则每分钟所需燃料之量更少。例如上述二厂中, 任何一厂, 如每小时燃煤 0.95 磅或油 0.6 磅, 即可发一马力。燃少量之油或煤, 即能发大量之力, 故今日世界上所用之力, 大半均来自油或煤, 虽然此种物质, 不若水之用之无尽。

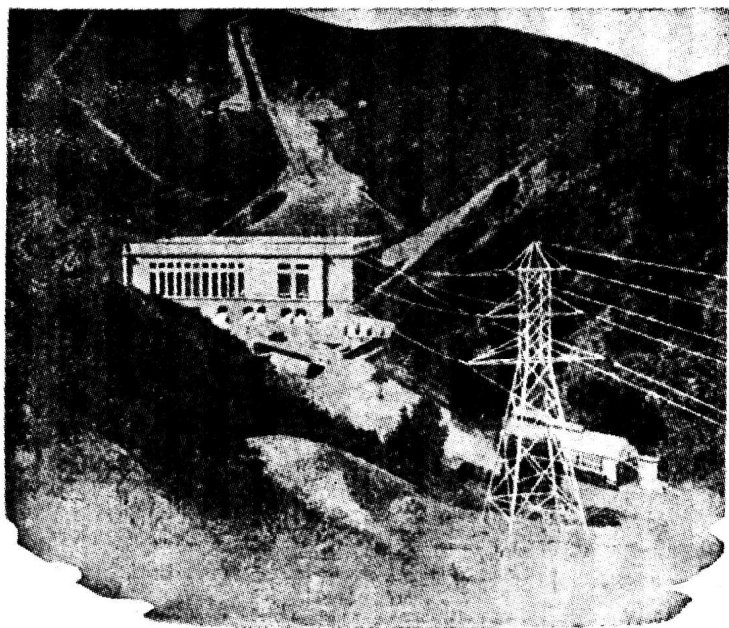
2. 为何有中央动力厂。大量之力, 虽可以少量油或煤发生, 然每遇需用力处, 即装一蒸汽机或煤汽机, 非惟赘事, 且不经济, 如室内所装之白炽电灯, 每盏约需 $\frac{1}{15}$ 马力, 吾人决不能于每盏灯之旁装一较小之汽油发动机及发电机或蒸汽机及发电机。现大工厂中, 事实上少有于各室各装一发动机者, 而辄仰给于一中央动力厂。此种计划更进一步, 即全城市之需要可由一总动力厂供给, 或竟有一厂供给数城者。现在趋势, 每一动力厂之供给区域, 愈趋愈广。工程师中甚且预言将来全国之动力厂, 势将联络一起, 合成一超动力网 (super power system) 者。

3. 为何中央动力厂用电。在上述超动力网中, 如欲输力于远距外, 实际上惟有用电之一法。实则输力于数英尺外, 用电已为最适当之方式。试观旧式工厂中, 皮带轮轴、滑轮等装置, 宛如森林, 何等纷乱。试想在一小镇中, 若由中央发力厂以皮带等输力于各处工厂, 其情形将如何? 于此足见中央发力厂, 应为电的。但电力输送, 亦非随时随地胜于他种输送。输力于



〔第1图 美国阿达霍省史横瀑布之水力发电厂〕

极短距离内,则以皮带轮轴等,常较经济而效率亦佳。如遇临时装置,距离短而需力少,如凿石机、起重机、抽水机等,则



〔第2图 美国加利福尼亚省山法兰锡司锡徒城之水力发电厂〕

可用高压蒸汽比较有利；有时压缩空气，亦可利用。

中央发电厂之利益可总括如下：

(1) 电能可用轻小而价廉之铜线输送。输送线既无须移动，且能折成任何式样，以经过种种屈曲与障碍，且电线比较安全而整洁，一经装就，维持费用亦极省。

(2) 电能可变成各种能力，随各处需用之便；可发灯光，可转电动机，可热火炉及熔炉，可炼金属，可电镀等等。

(3) 经长距离之输送，在电线及其他电器中所消耗之电能极微。

(4) 起动，停止，及控制一切电器用具，可用简单器具，

其工作精确，其构造坚固而耐久。

4. 发电厂之地位。欲求配电之经济，发电厂在可能范围内，当建于所欲供给各处负载之中心。但遇水力发电厂，如此地位，多属不可能之事。因所需水流，须源高而水量多，于是一般厂基，都择邻近水源处，盖输送电力于城市，较之运水至中心地点实为便利。

发电厂地位问题，如用天然气，油，或煤较易解决。盖气、油及煤之重量较小，而所含能力甚多，且气与油可用管子输送，煤之运输亦有便利办法。故发电厂之位置，可在需要区域之中心点。

将来如电力输送效率增高，而天然气、油及煤之运费增高，则设厂近于产天然气、油及煤处当较经济，而电力输送之距离，当或更远矣。^①

近代汽轮交流发电厂，所需凝汽用之水量颇大，因此发电厂之地位，往往以水量足否而定。如芝加哥（Chicago）省爱迪生公司（Common-wealth Edison System）之省线发电厂（State Line Station），其208 000千伏安汽轮交流发电机，每分钟需凝汽水360 000加仑。又纽约爱迪生公司（New York Edision Co.）与联合电气公司（United Electric Light and Power System）之发电厂，当夏季所有发电机共同工作时，每分钟需水1 455 000加仑，约为赫特生河（Hudson River）平均水流之一半。

5. 超动力网或大电气网。关于能力价格之减低以及油与煤之节省诸端，在美国地质调查所之超动力网报告中已有惊人之

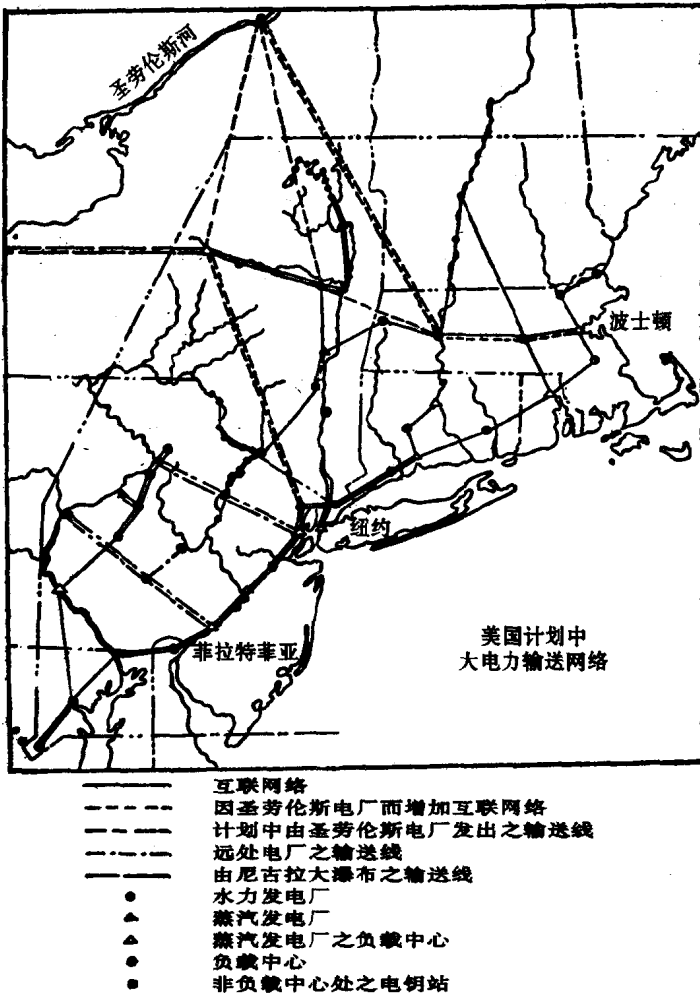
① 参看“Electric Transmission Versus Coal Transportation”，by Harold W. Smith, Electric Journal, September, 1921.

说明。^①

观第3图，此超动力网或大电气网之区域自华盛顿（Washington D. C.）而至朴脱兰（Portland, Me.），自大西洋岸而至哈利司波格（Harrisburg, Pa.），与犹的喀（Utica N. Y.）。此区域内现有居民二千五百万人，制造工厂数占美国全国之40%。供电之公用公司凡315处，线路长1200英里，电压在33000伏以上。如改为大电气网后，拟添之高压线路，计110000伏者约4700英里，220000伏者，4000英里。其发电之原动力，大部虽取给于此区中之油、煤及水力，但尼古拉大瀑布（Niagara Falls）处发电厂扩充后之大宗电力亦可加入。且于圣劳伦斯（St. Lawrence）河旁，可建筑大发电厂。区内水源，将完全利用，如以普罗麦克（Polomac）、刹司黑那（Susquehanna）及得拉瓦（Delaware）等河供给中南二部，而以赫特生及康奈克（Connecticut）河供给北部。但尼古拉大瀑布扩充后，圣劳伦斯河及上述各河新设电厂后所发之电力，亦仅能供给全区需要之20%。尚余80%则惟油与煤是赖。各厂或设于产煤区域如森白来（Sunderbury），奈司辟克（Nescopeck）及辟司登（Pittston, Pa.）等处，或设于沿河交通便利之处，使煤与油之运输容易而经济。

在上述之电气网发展计划中，有几部分已先单独经营，且已互有联络。电气网之实现，实赖环境之需要以及各种电器之进步。例如输电设备，必须能受电压二百万伏而无损，则各种物质对于此电压之影响，必须先求明了。故工程师对于静电学

① Professional Paper No. 123, Department of Interior, U. S. Geological Survey, entitled "A Super Power System for the region between Boston and Washington", by W. S. Murray and Others.



[第3图 超动力网或大电气网计划，拟发展所有水力并联络此区中所有发电厂，此区中工厂总数约占全美国工厂之40%]