

73.11
378
13

电 工 学 及 内 外 线 工 程

前东北铁路总局机务参考书编委会编

王 治 民 修 订 胡 玉 声 重 订

1122.1
人 民 铁 道 出 版 社

一 九 五 九 年 北 京

102259.

本書着重實際应用技术，內容分为電工学、內綫工程及外綫工程三編。第一編電工学闡述電工基本理論及电机原理；第二編內綫工程着重室內配電綫路、电器的安裝及施工方法；第三編外綫工程对支柱、送配電綫路、变压器及地綫工程的架設与安裝等叙述頗詳。

本書可供高小文化程度的電工学习和参考之用。

本書系由電力工业部北京電力学校胡玉声同志重訂，对原修訂本中的名詞术语均改为現通用者，对較旧的施工方法及标准刪去，并增添了部分新的标准，故本書对現場应用方面，較前更为实际。

D-667/22

電工学及內外綫工程

前东北鐵路总局机务参考書編委会編

王治民 修訂 胡玉声 重訂

責任編輯 周士鍾

人民鐵道出版社出版

(北京市露公府17号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第010号

新华書店發行

农業雜誌社印刷厂印

書号134 开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印張 $18 \frac{7}{16}$ 插頁3 字數445千

1953年12月第1版

1959年7月第2版第11次印刷

印數35,010〔果〕123,395册 定价(10) 2.60元

目 录

第一編 电 工 学

第一章 基本常識	1
第一节 能（能量）及功	1
第二节 功率	3
第三节 計算功、功率及力的单位	3
第四节 能的传递	4
第二章 电流及电压	5
第一节 通 論	5
第二节 简单的电力设备	6
第三节 并 联	10
第四节 串 联	12
第五节 电阻及欧姆定律	14
第六节 电綫的电阻	18
第七节 电流之热作用及楞次—焦耳定律	19
第八节 短絡及保險絲	21
第九节 热綫式安培計及伏特計的构造	23
第十节 电流的方向和其化学作用	24
第十一节 蓄電池及干電池	25
第十二节 电导	26
第十三节 混联（串并联）电路的电流	29
第十四节 电势及电压降	31
第十五节 功率損失及效率	32

第十六节	两个发电机的回路	33
第十七节	三 綫	34
第十八节	克希荷夫定律	38
第十九节	选择电綫及保險絲	39
第三章	电 磁 学	42
第一节	电磁性質	42
第二节	磁 場	43
第三节	磁 力 綫	44
第四节	环状电流及磁铁	45
第五节	左手定則	47
第六节	磁感应强度及磁通	48
第七节	二电流互相間的作用	50
第八节	电动式电表	52
第九节	鉄内磁場	54
第十节	电磁式及磁电式电表	56
第十一节	电磁感应	56
第四章	交流理論	61
第一节	交流电是怎样得来的	61
第二节	交流发电机	63
第三节	交流电表	64
第四节	交流电压及电流曲綫	65
第五节	交流回路的感抗及功率因数	67
第六节	交流回路中的电容及相位差的补偿法	74
第七节	交流回路的計算	77
第八节	送电綫路	81
第九节	三相交流电及星形联接法	86
第十节	三角形联接法	91
第十一节	三相交流电的功率	92
第十二节	三相綫路的功率損失	93
第十三节	三相交流功率的測量法	95

第十四节 三相交流水銀整流器	96
第五章 直 流 机	99
第一节 电机的用途	99
第二节 直流机的励磁	100
第三节 换向器	101
第四节 电枢绕组	103
第五节 直流机的运转	105
第六节 励磁方法	107
第七节 电动机的运转	109
第八节 串激及分激电动机的特性	110
第六章 变 压 器	113
第一节 变压器的构造及原理	113
第二节 变压器的使用	117
第三节 三相变压器	118
第四节 变压器的损失	119
第五节 自耦变压器	121
第六节 仪用变压器及变流器	121
第七章 交 流 机	124
第一节 交流发电机	124
第二节 交流同步电动机	125
第三节 三相交流机	127
第四节 同步机的运转	130
第五节 同步发电机的并列运行	132
第六节 旋轉磁場	135
第七节 异步电动机	135
第八节 异步电动机的起动	137
第九节 交流瓦时計 (电度表)	138
第十节 銅損鉄損及电机的效率	139

第八章 电气测量140

第一节 电气标准单位140

第二节 简单电气测量140

第三节 功率的测量143

第九章 高电压的危险144

第一节 概 論144

第二节 危险的来源147

第二編 內綫工程

第一章 概 論151

第一节 配綫施工前应考虑的事项151

第二节 配綫施工时应注意的事项151

第三节 用 語152

第二章 屋內配电154

第一节 配电方式154

第二节 电压損失和安全电流162

第三节 回路的分支163

第四节 負荷和容量185

第五节 电 綫186

第六节 电綫的连接法199

第三章 保安設備211

第一节 开关設備和电灯开关211

第二节 保險絲和遮断器224

第三节 地綫的种类228

第四章 工程施工方法230

第一节 配綫方法及种类230

第 二 节	瓷夹工程	231
第 三 节	瓷瓶工程	233
第 四 节	綫槽工程	239
第 五 节	电綫管工程	248
第 六 节	电纜工程	293
第 七 节	鉛皮綫工程	303
第五章	按房屋环境特点的施工方法	304
第 一 节	总 論	304
第 二 节	施工方法	307
第 三 节	特別潮湿房屋施工法	310
第 四 节	多尘房屋施工法	312
第 五 节	有侵蚀性蒸汽或气体的房屋施工法	313
第 六 节	有爆炸性危险及有著火危险的房屋施工法	314
第 七 节	汽車庫內施工法	316
第 八 节	汽油倉庫內施工法	317
第 九 节	集会場所的施工法	317
第 十 节	建筑物本身外部施工法	319
第六章	特殊工程	321
第 一 节	霓虹管灯工程	321
第 二 节	信号及小型电灯工程	323
第 三 节	临时配綫工程	326
第 四 节	室內高压配綫工程	327
第 五 节	高压电动机工程	338
第 六 节	低压电动机工程	342
第 七 节	电热配綫工程	349
第 八 节	电度表(时時計)施工法	351
第 九 节	避雷針工程	356
第七章	試 驗	360
第 一 节	試驗的种类	360

— 6 —

第二节 检 查	360
第三节 导通試驗	361
第四节 絕緣电阻試驗	362
第五节 絕緣耐压試驗	363
第六节 接地电阻試驗	367
第七节 其他試驗	370

第八章 施工中的注意事項

371

第一节 与主体工程的联系	371
第二节 施工处所的点灯設備	371
第三节 材料搬运及人員配备	372
第四节 一般注意事項	372
第五节 事 故	378
第六节 触电后的急救法与火灾时紧急措施	379

第三編 外綫工程

第一章 概 論

383

第一节 送电及配电	383
第二节 送配电方式	385
第三节 电綫截面的决定	388
第四节 直流配电	389
第五节 交流配电	402

第二章 用語的解釋

418

第三章 架空电綫路位置的选定

419

第四章 材料及支持物

420

第一节 电 綫	420
第二节 支 柱	432
第三节 横 担	435
第四节 絕 緣 子	436

第五章 电力器具 437

第一节 柱上用变压器 437

第二节 开关设备 450

第三节 避雷器 453

第四节 塞流線卷 455

第六章 線路建設与其他設備的关系 456

第一节 市街內線路建設的限制 456

第二节 線路与建筑物的关系及其高度 457

第三节 架空線路与弱电流線路的关系 458

第四节 架空線路与其他線路的关系 460

第七章 支柱(电桿)建設 461

第一节 裝 柱 461

第二节 建 柱 476

第三节 拉線及撐木 483

第八章 电線架設 499

第一节 电 線 499

第二节 电線連接 499

第三节 电線和絕緣子的綁法 502

第四节 架 線 法 503

第五节 电線弧垂 504

第九章 柱上变压器裝設 513

第一节 柱上变压器裝設位置 513

第二节 变压器的裝設 513

第三节 变压器的保安装置 519

第十章 架空引入線 520

第一节 低压引入線 520

第二节 联結引入線 523

第 三 节	高压引入線	523
第十一章	地線工程	523
第十二章	保护设备	528
第 一 节	保护線、保护網	528
第 二 节	避雷器裝設	531
第 三 节	架空地線(避雷地線)	531
第 四 节	开关設備裝設	533
第十三章	隧道內工程及屋外灯工程	535
第 一 节	隧道內工程	535
第 二 节	屋外灯工程	535
第十四章	6,000 伏特架空电線路工程	536
第 一 节	通 則	536
第 二 节	裝 柱	536
第 三 节	建柱、拉線	540
第 四 节	架 線	540
第 五 节	变压器裝置	540
第 六 节	保安裝置	541
第十五章	地下电纜線路	542
第 一 节	地下电纜線路埋設位置的選擇	542
第 二 节	电力用电纜	543
第 三 节	电纜的埋設法	556
第 四 节	电纜的連接法	562
第十六章	試 驗	570
第 一 节	架空線路試驗	570
第 二 节	变压器試驗	571
第 三 节	地下电纜線路試驗	573
第 四 节	試驗方法	573

第一編 電工學

第一章 基本常識

第一節 能（能量）及功

1 能（能量）

能够作功的力叫做「能」或称「能量」。例如：

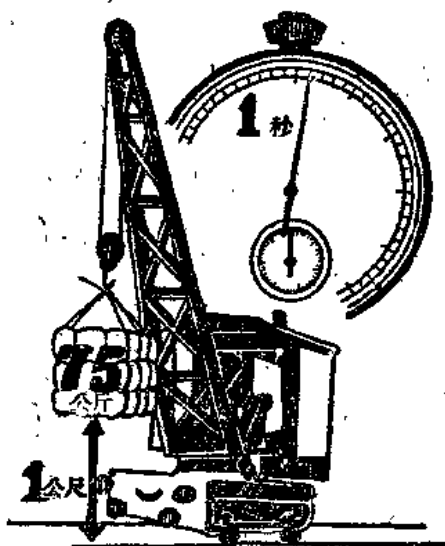
（1）打开电灯开关，电灯就發出光来，这就是电灯發出了「光能」。

（2）鍋炉里面燃燒着煤，把水蒸發成汽，是因为煤的燃燒結果發出来「热能」所致；蒸汽的压力，使原动机迴轉，發出来「机械能」；繼又帶动着發电机迴轉，發出来「电能」。

（3）起重机之所以能够举起貨物，是因为它具有一种起重能（第1圖）。

某种能可以变为另一种能。例如：

起重机由於蒸汽机帶动着它，才能举起貨物，而蒸汽机的汽缸內又須供給足够压力的蒸汽，但蒸汽却由於鍋炉里面的煤燃燒而將水蒸發成的，这样說明了煤的热能变为蒸汽能，又变为汽缸

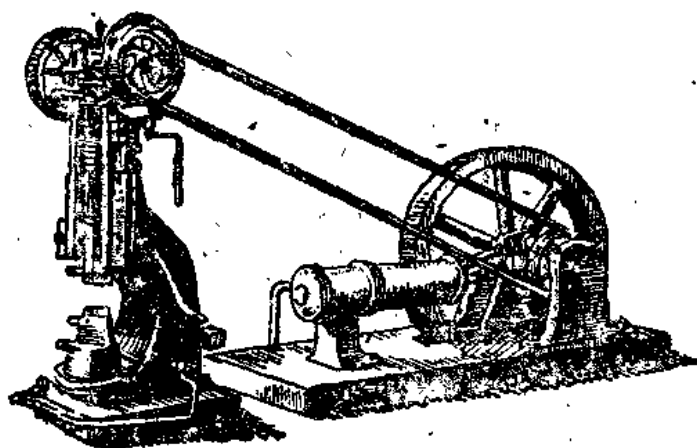


第1圖

轉動的移動能，飛輪的迴轉能，最後變為起重能。

能量不滅，也不能復原，它有各種不同的形態，可由這種形態的能轉變為另一種形態的能。

由上述的例子，我們知道「能」是由煤、水傳到蒸汽機，再傳到起重機，並非在某一階段上消失了，一直到舉起了貨物，到此也並非消失，乃是作了功。如果是汽錘，則被舉起的錘有一種「位置能」，還可以打各種鐵製品（第2圖）。



第2圖

2. 功

在上述簡單例子里，我們遇到了熱工學上很重要的問題，就是「能」可以使物體在一定的距離上移動，這個移動所用的力、乘上移動距離，所得的積，就叫做「功」。即：

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距離}。$$

例如第1圖75公斤的貨物，起高1公尺，所作的功即為75公斤公尺。

第二节 功 率

人或机器所作的功，不能决定其工作的性能，同是一个工作可在各种不同的時間內完成之，兩個人作了同一的工作，都很好，我們表揚做的快的那个人。一个人3小时作了20个零件，另一个人4小时作了30个零件，誰的工作好呢？为了解答这个问题，有两个方法：或者是1个人做1个零件需要的时间（得9及8分鐘），或者是在單位時間內（1小时）能作几个零件（得6.67及7.5个），很明显，第二个人比第一个人作的好。同样方法我們可以計算兩個或兩個以上机器的功率。

在單位時間內，任何机器所能作出来的功叫做功率，可列公式如下：

$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{時間}}$$

$$\text{或者 功} = \text{功率} \times \text{時間}$$

在同一時間內功率大的机器所作的功也多。

第三节 計算功、功率及力的單位

电度表可以表示出来我們用的电能量，数字盤上有瓦小时的数字，瓦小时就是1,000瓦特小时。功可以用瓦特小时計算之。

在技术計算上，時間常以秒为單位，而不以小时为單位，1小时等於3,600秒，1瓦特小时是3,600瓦特秒，功的單位是瓦特秒。

所謂瓦特秒就是容量1瓦特的机器，經過時間1秒所作的功、功率的單位是瓦特。

人在梯子上登高一步，其所作的功近於100瓦特秒。起重機举起1个火車头1公尺高，其所作的功近於1,500,000瓦特秒。举起兩個火車头高0.5公尺，或者举起四个火車头高0.25公尺，其所作的功与举起1个火車头高1公尺相同。

一人体重70公斤，3秒間在梯子上升高5公尺，其功率近於1,000瓦特时或称1瓩。近代發電机的容量在50,000瓩以下。1瓩等於1,000瓦特。

在科学上普通以公分为長的單位，功的單位是瓦特秒，則力的單位为瓦特秒每公分，另外無其他專名詞，因为在电工学上很少时候測量力的数值。

重量的單位最普遍用公斤，这是地面上物体的重量，而不是力量，虽然兩者皆以公斤計算，但實質上是有区别的。

功的單位普通用公斤公尺，1公斤公尺，是1公斤的力量移动1公尺的距离所作的功。1瓦特秒 = 0.102公斤公尺。

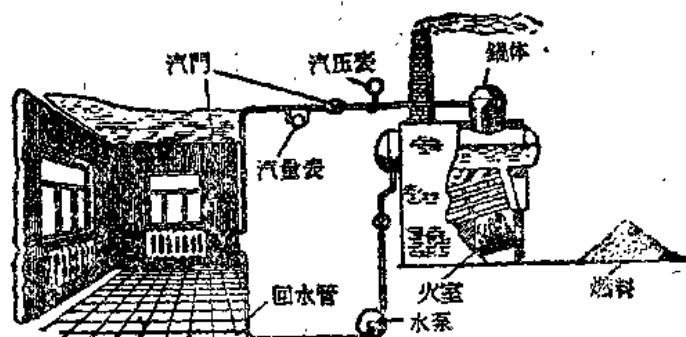
另外我們常見的一种功率單位就是馬力。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 馬力} &= 0.746 \text{ 瓩 (英制)} \\ &= 0.7359 \text{ 瓩 (公制)} \end{aligned}$$

面这种單位在現在已不常用。

第四节 能的傳送

能的傳送有各种方法：如第3圖，鍋炉火箱內燃燒着的燃料使水加熱而蒸發为蒸汽。随着蒸汽温度增高其压力亦随之增高。蒸汽送入汽管中，汽管長可达数百公尺，高汽压时可达數公里之長。蒸汽經由汽包放出其热能，凝結的水再經由水泵送回鍋炉去，



第3圖 鍋爐內燃燒着的燃料，其热能供給用戶，蒸汽就是傳送热能的

成为循环的状态。

蒸汽的流动，是因为在汽管中各点的压力不同，由高压方面往低压方面流动。在管子的各处有汽門，以便停止蒸汽的流通。

汽管不但是导蒸汽至汽包，同时也是防止蒸汽的热量向外放散。管壁是防止蒸汽与空气的混合，因为蒸汽与空气混合，热能虽然沒消灭，可是他的热量放散了。为了加强热量不放散，在管子的外边更加一層石棉或其他保温裝置。

由这个简单的例子我們可以知道，能可以应用於任何地方，只是利用什么方法来傳送它，傳送到一定的方向和距离。我們举的例子是利用蒸汽傳送热能。

但是我們也須考虑到技术和經濟上的条件如何。运送燃料也是热能的傳送，我們就須考虑利用蒸汽傳送热能經濟呢？还是运送燃料經濟呢？

利用蒸汽傳送热能，只可在数量比較少，距离比較短时採用之，供給远距离較大的工厂用戶則不經濟，因为热的損失太大了。利用电力是最經濟的。

利用电力傳送給用戶，較用蒸汽傳送設備簡單而經濟。电力的使用如电灯、电动机、化学方面的电解等既簡單又方便，且能傳送到数百公里，而損失也少。

第二章 电流及电压

第一节 通 論

为了使电灯發光，我們就得把电灯上的線与發電裝置之發電機所引出来的电線联結上，經由电線將电能傳送过来使灯泡的鎢絲發生自热状态。由發電機經由电線再供給电动机、起重机、电焊机及电影院等等电力設備。

大發電厂供給數万盞电灯及大量的电动机。發電所需要的能是由於煤、柴油、泥炭的燃燒或是水力得来的。电动机及电灯不

只是由發电机供給電力，普通手電筒由干電池供給電力；汽車起動电动机由蓄電池供給電力；旅客列車電燈也是由蓄電池供給電力，但在列車行走中，是由特殊發电机（車的下部）發電供給電力，該發电机由車輪帶着迴轉。

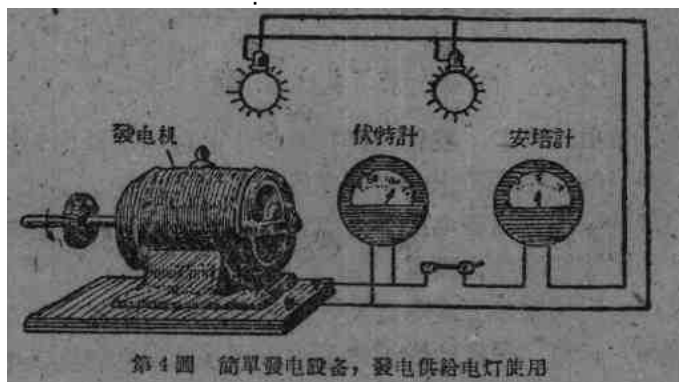
以上所舉的發电机、蓄電池等等，並不是能的源泉，只不過是由供給它的機械能和化學能變為電能而已，再經由電線傳送到遠方以供用戶之用。蓄電池或干電池的能是化學的作用，手電筒的干電池經過一定時間須更換，蓄電池也是一樣，經過一定時間須重新充電，方能保持它的效力。用戶得到的電力或變為光或變為熱或者變為機械能（動力）及化學能（充電）以應用之。

電工學的基本意義，總括來說，是指示最方便的方法，如何變化和傳送電能。

學會電能變化的法則，把這些法則應用到我們工作中或生活中的需要上，這就是我們研究電工學主要的目的。我們先由簡單的電力設備研究起，而逐漸進展。

第二節 簡單的電力設備

發电机 如第4圖是基本電源，它將傳給它的機械能變為電能，發电机與蒸汽設備的鍋爐性質相同，鍋爐變燃料的化學能為蒸汽能，發电机變原动机傳給它的機械能為電能，送到電力網上



第4圖 簡單發電設備，發電供給電燈使用

去。

發電機的構造沒有鍋爐的構造那樣明顯，發電機如何運轉，我們另外單獨研究。為了使發電機供出電流，原動機使發電機迴轉所需的能力愈大，則發電機供出的電流也愈大。

例如小型發電機有兩個端子，以兩條金屬線連結端子與用戶。這種金屬線，我們稱它為電線。

圖上的用戶只是電燈，我們注意看圖的結線，電路是成一個環狀的。與此類似的成一個環狀的圖如蒸汽設備，不過蒸汽設備是以汽管連結成一個環狀的，本圖是以金屬電線連結成一個環狀的。如由發電機右側端子引出之電線經燈泡內的鎢絲，然後經安培計及開閉器回到發電機左側之端子上。

為了電流在電線內流通，把電線結成一個環狀是必要的條件。

如圖所示，如將開閉器打開，電流的通路就切斷了，電流在電線內不能流通，電燈也就滅了。

同樣，燈泡的鎢絲如果燒斷，電流也不流通了，因為電流的通路已不成環狀了（電路的一部分截斷了）。

電流 為了了解電力設備運轉情形，在電力迴路上連結兩個電表，1個是量電流的，叫做安培計。電流的單位是安培，用 A 代表之。

安培計接於迴路的切斷處，將切斷之兩端接於安培計的兩個接續子上，叫做串聯。

電壓 另1個表接於兩線之間叫做伏特計，測量兩線間之電壓，電壓的單位是伏特，用 V 代表之。

電壓及電流是任何電路中的基本特性。

所有電力設備可以分為以下幾個主要部分：（1）電線路；（2）開關裝置；（3）用戶；（4）表類；（5）發電機。

關於發電機及表類的構造以後研究，先研究其他幾部分。

電線路 以電線連結發電機與用戶，它的用途與汽管子相