

中等专业学校教学用书

电工基础

张洪让 编



中国工业出版社

本书是基本按照中等专业学校电厂电力网及电力系统专业“电工基础”教学大纲编写的。内容分路和场两大部分；路的部分介绍了电路和磁路的有关概念和计算方法，场的部分则以概念为主。

全书共分十四章；第一篇十章，阐述线性和非线性直流电路、正弦和非正弦交流电路、非线性交流电路、恒定磁通的磁路以及电路中的过渡过程等；第二篇四章，介绍静电场、恒定电流的电场和磁场以及交变电磁场。

本书初稿系由南京电力学校张洪让同志编写，后由该校及西安电力学校电工教研組的部分教师与编者一起作了修订。

电 工 基 础

張洪让編

* *

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修德园路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本850×1168 $\frac{1}{2}$ ·印張10·插頁1·字數264,000

1963年9月北京第一版·1963年9月北京第一次印刷

印數0001—3,545·定价(9-4)1.25元

*

統一書號：K15165·2440(水电-322)

目 录

緒論	1
----------	---

第一篇 电路和磁路

第一章 直流电路的基本概念	5
1-1 电压和电位	5
1-2 电流	8
1-3 电势	9
1-4 电路	11
1-5 欧姆定律。电阻和电导	12
1-6 有源支路的欧姆定律	17
1-7 克希荷夫定律	18
1-8 电功率和电能。楞次-焦耳定律	21
1-9 无分支电路	24
第二章 线性直流电路的计算	28
2-1 电阻的串联	28
2-2 电阻的并联	30
2-3 电阻的混联。简单电路的计算	32
2-4 简单直流输电綫	35
2-5 复杂电路。支路电流法	38
2-6 重迭原理	41
2-7 回路电流法	43
2-8 結点电压法	47
2-9 有源二端网络定理及其应用	50
2-10 星形和三角形电阻联接的等值变换	54
2-11 四端网络法	58
2-12 关于各种计算方法的使用	66
第三章 正弦交流电路的基本概念	67
3-1 交变量和周期性交变量	67

3-2	正弦交变量	69
3-3	交变量的有效值	73
3-4	用向量表示正弦量	74
3-5	用复数表示正弦量	75
3-6	同频正弦量的加减	79
3-7	电阻中的正弦电流	81
3-8	自感及其中的正弦电流	83
3-9	电容及其中的正弦电流	89
3-10	交流电路中的克希荷夫定律	94
3-11	电阻、自感和电容的串联	94
3-12	无源电路的阻抗、导纳和功率	100
3-13	串联谐振	106
3-14	并联谐振	108
3-15	交流电路中的实际元件	110
第四章	正弦交流电路的计算	113
4-1	正弦交流电路的计算方法	113
4-2	关于静电电路的计算	122
4-3	简单交流输电线路	124
4-4	有互感的正弦交流电路的计算	127
第五章	三相正弦交流电路	135
5-1	三相电势的产生	135
5-2	三相电路的联接	138
5-3	三相电路中的电压和电流	141
5-4	三相电路中的功率	144
5-5	对称三相电路的计算	146
5-6	不对称三相电路的计算	151
5-7	三相电流的旋转磁场	156
5-8	对称分量和对称分量法大意	161
第六章	非正弦交流电路	171
6-1	周期性非正弦函数分解为傅立叶级数	171
6-2	表示周期性非正弦量的大小及波形的一些量	176
6-3	非正弦交流电路的计算	178
6-4	非正弦交流电路中的功率	180

6-5	滤波器的概念	181
6-6	对称三相电路中的高次谐波	184
第七章	非线性直流电路	188
7-1	非线性电阻和非线性直流电路的概念	188
7-2	简单非线性直流电路的图解法	191
7-3	只有一个非线性电阻的复杂直流电路的计算	195
第八章	恒定磁通的磁路	197
8-1	磁路的物理基础	197
8-2	磁路和磁路的定律	204
8-3	无分支的软磁性材料的磁路计算	208
8-4	分支的软磁性材料的磁路计算	211
8-5	永久磁铁	214
第九章	非线性交流电路	216
9-1	交流电路中的非线性元件	216
9-2	铁心线圈中的电压、电流和磁通	217
9-3	铁心的损耗	221
9-4	铁心线圈的向量图和等值电路	224
9-5	铁心线圈的几种应用	227
第十章	电路中的过渡过程	232
10-1	过渡过程	232
10-2	经典法概述	233
10-3	电阻、自感串联电路的过渡过程	236
10-4	电阻、电容串联电路的过渡过程	245
10-5	只有一个储能元件的电路的过渡过程计算	252
10-6	电容器对电阻、自感放电的概念	254

第二篇 电 磁 场

第十一章	静电场	258
11-1	电场强度和电通	258
11-2	库仑定律。点电荷的电场	261
11-3	电位移。高斯定理	265
11-4	电压和电位	267

11-5	电場强度和电位的关系	269
11-6	电力綫和等位面	270
11-7	介质的极化	272
11-8	电場中的导体	274
11-9	平板电容器的电場和电容	275
11-10	同軸电綫的电場和电容	277
11-11	双綫輸电綫的电容	279
11-12	电場的能量密度	280
11-13	电容器极板間的靜电力	281
第十二章	导体中恒定电流的电場	282
12-1	电流密度	282
12-2	导体中恒流电場的一些定律	284
12-3	靜电比拟法	286
第十三章	恒定电流的磁場	287
13-1	磁感应强度和磁通	287
13-2	比奥-沙瓦定律	290
13-3	磁場强度。全电流定律	292
13-4	磁压	295
13-5	环形綫圈的自感	296
13-6	双綫輸电綫的自感	297
13-7	磁場的能量密度	298
13-8	磁場对运动电荷的作用力	299
13-9	載流回路在磁場中的趋向	300
13-10	平行載流导綫間的磁場力	301
13-11	磁极間的磁場力	303
第十四章	交变电場的概念	303
14-1	全电流及其連續性	303
14-2	麦克斯韦第一方程式	308
14-3	电磁感应	309
14-4	麦克斯韦第二方程式	312
14-5	电磁場的基本方程式	312
附录	实用絕对单位制和絕对单位制(高斯制)单位間的关系	314

緒 論

1. 电能的应用及其优越性

电能是大規模机器生产的基础之一，在工业、农业及运输业中作为动力来源，用途极广，例如軋鋼机、碾米机及电气火車等都要用电动机；通訊、自动化和远动化設備中以及其他許多科学技术部門內，也都少不了电；在生活方面，也广泛地应用着电能，例如电灯、电影、无綫电等。

对于社会主义和共产主义建設事业，电能更起着巨大作用。有了电，才能使工业生产机械化、自动化，大大地提高劳动生产率，从而促进生产的迅速发展。

从人們开始利用电能到現在，不过一百多年，电能的应用就这样蓬勃地发展，是因为它具有下列优越性：

(1) 轉換簡便。电能可以簡便地从热能（火力发电）、水能（水力发电）、化学能（电池）、光能（光电池）及原子能（原子能发电）等轉換而得，尤其是从热能和水的轉換，使电能成为廉价的动力来源。它又能簡便地轉換为其他形式的能量，包括：机械能（如电动机）、热能（如电炉）、光能（如电灯）、化学能（如电镀）及声能（如揚声器）等等。

(2) 輸送容易，而且經濟。我們能够方便地把电能輸送到远距离的地方，方便地进行分配，而且因为損失小，所以很經濟。这就解决了动力基地与工业基地的位置不同的矛盾，而能大規模利用各种自然能源。

(3) 控制便利，而且准确。电子几乎没有慣性，利用电的动作来控制及調节机器，远胜于其他各种方法。

由于这些，現在电已經是各方面不可缺少的东西，电力工业已經成为重要的工业。

2. 电工理論的发展

和各种知識一样，有关电工理論的知識是人們长期劳动的成果。

磁現象是我国最早发现的。远在紀元前二百余年，呂氏春秋一书中就有了“慈石召鉄”的記載，韓非子一书中也記載着“以端朝夕”的“司南”已在应用。靜电現象在汉初已經发现，王充“論衡”一书中就提到了“頓牟掇芥”。

关于电磁方面的正式研究，是从罗蒙洛索夫在1753年創立有关天电的理論开始的。随后又有了不少发现。1785年，庫侖发现了庫侖定律。1800年，伏特发明了电池，便能得到連續的电流。1819年，奥斯特发现了电流对磁針的作用力。1820年，安培确定了电流与电流之間的相互作用力，并由此得出結論：产生磁作用的原因就是电流。同在1820年，比奥和沙瓦又确定了电流与磁鉄間相互作用力的关系。1827年，欧姆确立了欧姆定律。这些发现，解决了不少人們在和自然作斗争中提出的有关电和磁的問題。

1831年，法拉第发现电磁感应現象，証实了电可以由磁产生。1833年，楞次創立了楞次定律。这些，除了对发展有关电磁学說有着很大的作用外，也刺激了电机的发明。

实际的应用又推动了理論的发展。楞次和焦耳在1844~1845年間分別发现了关于电流通过导体产生热量的定律。1845年，克希荷夫发表了关于分支电路的克希荷夫定律。这些定律是解决电工問題的根本，对电工的理論和实践的发展都有着极大的意义。

以后，白熾灯、电焊和电镀的发明，交流电的应用，变压器的发明，三相交流电的发明，三相交流輸电的完成，这些实践上的成就，对理論的完善提出了要求，同时也提供了条件。

1873年，麦克斯韦发表了“論电与磁”的經典著作，他用数学形式闡明了电磁場的基本关系，发展了法拉第关于場的理論。1874年，烏莫夫創立了电磁能量傳輸的理論。1887年~1889年間，赫芝进行的电磁波的发生和傳播的試驗，列別捷夫对光波压力的証明以及1895年波波夫发明的无綫电，証明并又发展了麦克斯韦

的理論，完整了电磁場理論。

另外，十九世紀后期，斯托列托夫关于鉄磁物质的研究，对磁路計算方面的貢獻很大。二十世紀初叶，史坦美茲引用复数計算正弦交流电路，使交流电的理論得到了很大的发展。

理論是从生产斗争中发展出来的，理論的完善又推动了生产的发展，从以上介紹的情况，可以明显地看到这一点。

3. 我国的电气事业

我国人民很早就电磁方面有所发现。我国的发展电气事业的自然资源——煤和水力的蘊藏量——都非常丰富，鉄、銅、鋁等电机和电器制造材料的蘊藏量也很多。但是，长期的封建統治和近百年来帝国主义侵略，使我国在解放前的电力事业远落在世界先进水平之后。解放前，我国的发电厂分布不均，而且有不少操纵在帝国主义手里，解放前夕，全国的总容量只有184.9万瓩，年发电量仅是43亿度；电机和电器制造工业則几乎没有。

解放后，在党的正确领导下，全国人民积极努力，加上兄弟国家的帮助，我国的电气事业得到了很大的发展。1957年的总容量是463.5万瓩，年发电量是193亿度。这样的发展速度，不仅超过了旧中国的任何时期，也超过了各个主要资本主义国家同期的增长速度。1958年大跃进以来，电力工业更得到了飞跃的发展。

解放后的十多年来，我国在輸电方面和电机、电器制造方面的成就也是很大的。22万伏的超高压綫路已在許多地方建立起来。大容量的汽輪发电机、水輪发电机、变压器、高压开关，以及多种多样的精密仪表都已制成。有現代化装备的制造厂日益增加，中、小型的制造厂也增加了很多。

虽然取得了这些人們在解放前所不敢設想的成就，但是由于旧中国遗留下来的基础太薄弱，要滿足国民經济发展的需要，要赶上世界先进水平，摆在我們面前的任务还是十分艰巨的。但从各方面来看，我国电气事业的前途确是无限美好，因为我們有着党的領導，在三面紅旗的光輝照耀下，凭着广大劳动人民的智慧

和辛劳，利用丰富的资源，一定能够以更快的步伐向前迈进。

4. 本课程的任务与学习方法

电工技术发展到现在，已经分成为许多专业部门。这些专业部门有着相互的联系，它们建立在共同的理论基础之上。这个共同的理论基础就构成了电工基础这门课程的内容。通过电工基础的学习，将使我们掌握电工设备中所发生的电磁现象和电磁过程的基本原理、基本计算方法和基本实验技能。

这门课的内容可以分为“路”和“场”两大部分。路是场的特殊情况，路之中又有直流和交流之分，是一般电工设备中离不开的问题，在实用上很是重要。场是路的基础，实用上也有些问题要通过场的计算来解决。有关路和场的知识都是我们不可缺少的。为了符合从特殊到一般、从简单到复杂的认识过程，和一般的书籍一样，本书采取的体系是先路后场，在路中又是先线性后非线性、先直流后交流。

这门课是由物理学中的电磁学过渡到专业课的桥梁，它与专业课的关系很密切。这门课的内容是引人入胜的，但也须有信心、决心、耐心和细心，才能学好。为了学好一门功课，必须了解它的特点，明确努力的方向。电工基础这门课的特点之一是系统性很强，学习时应该深入思考，前后联系，相互对比，融会贯通。另一特点是“它既不同于物理学，也不同于各专业电工课程。从理论方面来看，它利用着物理学方面的基本理论，按照工程学上的需要加以适当的发展，更多地偏重于工程计算。但从实际方面来看，它并不细致地分析一种具体的电工设备，而只分析多种电工设备中所共有的电磁部分。因此，学习这门课程应以掌握方法为主（常用的方法并需熟练掌握）；这里所指的方法是工程分析的方法，不同于纯理论分析，但又有赖于理论分析。换句话说，就是要物理概念、数学概念和工程概念三方面并重，而不能强调一方面，忽视了其他方面。”^①

① 引自俞大光编：电工基础，人民教育出版社出版，上册，第8页。

第一篇 电路和磁路

第一章 直流电路的基本概念

1-1 电压和电位

1-1-1 电压

我們在物理学中学过：电荷在电场中要受到力。

如果电荷在电场力的作用下移动了一段距离，电场力就做了功，分布在电场中的能量便表现出来了。反过来，如果使电荷逆着它所受电场力的方向移动，就需要由外力克服电场力做功，而外界能量源便把能量储藏到电场之中。我們引用电压这个量来表示电场移动电荷而做功的情况，并用字母 U 代表它。設电场把正电荷 q_0 从 A 点移到 B 点所做的功为 W_{AB} ，则电场中 A 点至 B 点間的电压

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q_0} \quad (1-1)$$

根据上述定义， A 点至 B 点間的电压也就是电场将单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功。

在第11-4节中将会証明：电场中两点間的电压只和这两点的位置有关，而和移动电荷的路徑无关。

現在，在工程上都采用“合理化的电磁实用绝对单位制”、即“合理化的 $MKSA$ 单位制”（以后简称“实用单位制”）。这种单位制以米(M)为长度的基本单位、千克(K)为质量的基本单位、秒(S)为时间的基本单位及安培(A)为电流强度的基本单位^①。在这样的单位制中，功的单位是焦耳，电量的单位是庫侖，于是电

① 关于这种单位制与绝对单位制(高斯制)单位間的关系，参阅附录。

压的单位是

$$[U] = \frac{\text{焦耳}}{\text{庫侖}} = \text{伏特},$$

简称“伏”。1 伏相当于移动 1 庫侖的电量所作的功为 1 焦耳时的电压。有时伏特这个单位嫌小，则用千伏 (10^3 伏)，例如超高压输电綫的电压使用千伏为单位。有时伏特这个单位嫌大，则用毫伏 (10^{-3} 伏) 或微伏 (10^{-6} 伏)，例如热电偶产生的接触电势一般都用微伏来計量。

因为功是代数量，所以电压是代数量，有正負之分。如果正电荷 q_0 是沿电场力方向移动的，则做功的是电场力；如果 q_0 是逆电场力方向移动的，则做功的是外力。凡是代数量，只有先规定了正負的条件，才能确定哪个量是正哪个量是負。电压的正負决定于我們規定电场力所作的功为正或为負。我們規定电场力移动正电荷所作的功为正，于是电场力做功的方向便是电压的正方向；并且采用双下标来表示，如 U_{AB} 是正，就表示正电荷由 A 移至 B 时是电场力作功，如 U_{AB} 是負，就表示正电荷由 A 移至 B 时是外力做功。这样，就有着

$$U_{AB} = -U_{BA}$$

的关系。在图形中，电压的正方向一般不用双下标表示，而用箭头表示，以箭头所指的方向为电压的正方向。

显然，在沒有規定正方向的情况下，說某两点間的电压是正是負，是沒有意义的。說明某两点的电压的量值时，必須同时說明所选定的正方向。这一点，初学时常易忽略，应加以注意并养成习惯。

在一些問題中，常需先設定电压的正方向来进行計算，如果計算結果为正，就表示真实方向和所設的相符；如果結果为負，就表示真实方向和所設的相反。

1-1-2 电位

定义了电压后，又可以規定电场中一点 O 的电位为零，并称之为“参考点”或“零电位点”，而将 A 点至 O 点間的电压称为 A 点

的电位，即

$$\varphi_A = U_{AO}.$$

参考点的选择是任意的，在处理一个问题时，我们有选择任意一点为参考点的权利；但这个权利只有一次。参考点的选择应该能使问题处理起来方便些。在计算电路时，常取电路中的某一点为参考点，以便计算；在实际问题中，因为一般设备常与大地相接，所以常取大地为参考点，以便比较。

现在求电场中 A 、 B 两点的电位 φ_A 、 φ_B 与两点间电压 U_{AB} 的关系。因为

$$\varphi_A = U_{AO}, \varphi_B = U_{BO};$$

而

$$\varphi_A - \varphi_B = U_{AO} - U_{BO} = U_{AO} + U_{OB}.$$

这 $U_{AO} + U_{OB}$ 便是电场将单位正电荷从 A 点经过 O 点移至 B 点所做的功。前面已经指出过，电场中两点间的电压是和移动电荷的路径无关的，所以 $U_{AO} + U_{OB}$ 便是 U_{AB} ，即

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B, \quad (1-2)$$

亦即电场中 A 至 B 间的电压等于 A 、 B 两点电位的差。所以电压又有“电位差”之称。

电位的单位也是伏。电位也是代数量。某点的电位为正，表示该点至参考点间的电压为正；某点的电位为负，表示该点至参考点间的电压为负。如 U_{AB} 为正，则 φ_A 高于 φ_B ，这种从高电位点到低电位点的电压又称为“电位降”（习惯上常常称为“电压降”），正电荷沿电位降的路径移动时电场力做功。如 U_{AB} 为负，则 φ_A 低于 φ_B ，这种从低电位点到高电位点的电压又称为“电位升”，正电荷沿电位升的路径移动时外力做功。

不选定参考点，而说某点的电位是多少，是没有意义的。选定了参考点，电场中各点的电位是一定的。参考点选择得不同，同一点的电位便不同，但不管参考点如何选，两点间的电压总是一定的。

1-2 电 流

在电场力的作用下，导体中的带电质点有秩序地移动着。电荷移动的这一物理现象称为**电流**。我们现在所说的电流是指“传导电流”而言的。传导电流是在电场作用下的导体中所生的电流。在金属导体中，移动的带电质点是自由电子（实际上，自由电子除在电场的作用下作有秩序的运动外，还有无秩序的热运动，但后者是杂乱的，对外界不表现电流的作用）。在电解液中，移动的带电质点是正负离子，正负离子在电场的作用下反向移动，向相反方向移动的正负电荷所生的效应是相同的。

用来衡量电流的强弱的量是**电流强度**。如在很短的时间 dt 内穿过导体某截面的电量的代数和为 dq ，则电流强度

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-3)$$

电流强度的单位是“安培”，简称“安”。有时安培这个单位嫌小，则用千安(10^3 安)，电力系统中的短路电流一般都是以千安为单位的。有时安培这个单位嫌大，则用毫安(10^{-3} 安)或微安(10^{-6} 安)；50毫安左右的电流通过人体就可以致人于死。

电流是个现象，电流强度是个量，二者是不同的。但通常都简称电流强度为电流。

因为式(1-3)中的 dq 是代数和，所以电流是代数量。和电压一样，需要先规定了正的，才分得出正负来。我们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。表示的方法也是用双下标，如 i_{AB} 就表示由A至B的电流，而

$$i_{AB} = -i_{BA}$$

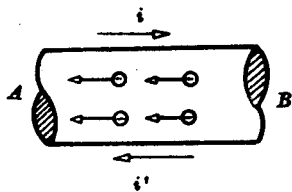


图 1-1

在图形中也是以箭头表示，顺着箭头的方向为电流的正方向，但用的是空心箭头，以区别于电压。如图 1-1 所示的一段导体中，电子（负电荷）是由 B 流向 A 的，如选由 A 到 B 的方向为

电流的正方向，則 i 为正， i' 为負。在一些計算問題中，也往往需要先假定电流的正方向才能算出电流。如計算結果为正，則表示真实方向与所設相符；如結果为負，則真实方向与所設相反。

电流可能是随時間变化的，也可能不随時間变化，按电流的变化情况，我們把电流分成“恒定电流”和“交变电流”两种。如通过导体截面的电流的大小和方向都不变，这样的电流就叫做恒定电流，簡称**直流**，用 I 表示其强度，这

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-4)$$

便相当于一段時間 t 內穿过导体截面的电量的代数和 q 与 t 的比值。方向和大小随時間变化的电流叫做交变电流，簡称**交流**。

1-3 电 势

电场作用于导体能够产生电流，但单凭带电体所生的电场是不能維持电流的存在的，以图 1-2 所示的开关 K 未合上时的情况来说明这一点。設带电体 A 的电位高于带电体 B 的电位，用导体把 A 和 B 联接起来，在 A 、 B 所生电场的作用下，导体中的自由电子就經過导体由 B 移至 A (相当于正电荷由 A 移至 B)。由于电荷的迁移， A 和 B 間的电压渐渐减至零，电流就停止了。归結到事物的根本——能量关系上来，也可以肯定单靠带电体所产生的电场来得到持續的电流是不可能的，因为电场使电荷移动时要付出能量来作功，以有限的能量建立起来的电场当然不能供应出无限的能量来。

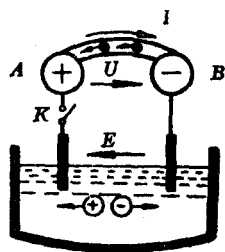


图 1-2

因此，要能得到持續的电流，在与电流流动的同时，还必须有一种另外的电场把正电荷不断地从电位低的地方移到电位高的地方，以維持 A 、 B 間有一定的电压。这另一种电场和由带电体

所生的电场是不同的。由带电体所生的电场把正电荷从电位高的地方移向电位低的地方，而这另一种电场却是把正电荷由电位低的地方移向电位高的地方。为了区分这两种电场，我们把一般所说的电场——带电体所产生的电场叫做库仑电场，把另一种电场叫做局外电场。局外电场可以由电池、发电机等产生。

能够维持持续电流的具有局外电场的导体叫做电源。图 1-2 中还画了电池这一电源的示意图形。电源的两个引出端的电位是不同的，电位高的一端叫做正极(+)，电位低的一端叫做负极(-)。电源的局外电场使其正、负极之间形成了库仑电场。

局外电场移动电荷也要做功，这功是由其他形式的能量转变而来的，例如：在电池中是由化学能转变而来的；在发电机中是由机械能转变而来的。为了衡量电源产生电流及做功的本领，与电压相仿地采用电势这个量。电源的电势是电源的局外电场把单位正电荷由其负极移至正极所做的功。电势的单位也是伏特。电势也是代数量，规定正电荷在电源中移动的方向为电势的正方向，也用双下标或实心箭头表示，这样的方向是电位升的方向。

电源的电势可能是随时间变化的，也可能是不随时间变化的。不随时间变化的电势叫做恒定电势，用 $\mathcal{E}$ 来表示。

正负极没有用导体联接起来时的电源称为“开路”的，例如如图 1-2 中 K 打开时的情况。电源开路时，电源中没有电荷的移动，形成了平衡状态。可见，方向相反的电场中的局外电场与其正负极间的库仑电场，在电源开路时，对单位正电荷做功的本领是相同的。这样，电源开路时，其两端的电压(简称端电压)与电势的数值是相等的。

把电源的正负极用导体联接起来，就会形成电流。图 1-2 中的 K 合上后，与正电荷由 A 移至 B 的同时，因为正极上的正电荷和负极上的负电荷的减少，库仑电场减弱了，两种电场失去了平衡，所以局外电场占了优势，而不断将负电荷移往负极(或将正电荷移往正极)。如此继续下去，便形成了持续不断的电流。同

时，如果电源的电势不变，那么电流强度也就不变，我們便得到了恆定电流。

根据上述恆定电流的形成情况，可知恆定电流須在由导体組成的閉合路徑中才能流通。

1-4 电 路

电路是电流流通的途徑。

組成电路的主要元件可以分成三类：（1）电源——是持續电流的来源，它把其他形式的能量轉变为电能；（2）負載——如白熾灯、电动机等，它接受电源的电能，并把电能轉变为其他形式的能量，白熾灯就是把电能轉变为热能发光而照明的，电动机就是把电能轉变为机械能而带动其他机械的；（3）联接綫——是联接电源和負載的导体，以用来构成电流的通路。图 1-3 所示是一个最简单的电路，其中有一个电源、一个負載和两根联接綫。

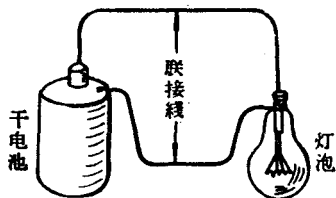


图 1-3

在电路中，电源的局外电场使正电荷从負极移至正极，在两极間建立起庫倫电场，把其他形式的能量轉变成电能。在电源中电流的真实方向是从电位低的方面到电位高的方面。在負載中，作用于其上的庫倫电场把正电荷从电位較高的一端移向电位較低的一端，使电能轉变成其他形式的能量。負載中电流的真实方向是电位降的方向。所以，电路实质上是轉換、傳輸和分配电能的場所，这正是我們构成电路的目的，电流只是达到这个目的的手段而已。电流标志着电能的轉換与傳送；在电流流經的路徑中有着电位的升降，就有着电能的发出或接受。

按照电路中电流的情况，电路分成直流电路和交流电路两种。直流电路中的电势是恆定的，电流和功率也都是恆定的。

为了清楚和方便，电路图中都用一些规定的符号来代替实