

機車自动信号及 自动停車裝置

С.И.梅叶拉松 著

人民鐵道出版社

序 言

苏联共产党和苏联政府对鉄路上采用保証行車安全、提高通过能力和減輕工作人員劳动强度的新技术装备給予很大的关怀。

所以，近年来，鉄路最新式的自动控制和远距离控制中的自动停車装置和机車自动信号，在苏联鉄路上得到了推广。

如果司机、指导司机及机务段工作人員沒有这方面的初步知識，那末，就不能正确地运用自动停車装置和机車自动信号。

若了解到极复杂的自动化設備，势必要通曉关于电工学方面的常識。因此，本書第一章內叙述了有关电工学的基本問題。同时，注意到利用机械作比拟來說明現象的物理性質。闡明电流、电流定律和磁学、振盪电路、諧振、电子管的动作及其运用的概念。

第二章叙述自动停車装置和机車信号的用途和类型。

关于唐秋尔工程师的自动停車装置和苏联交通部中央科学研究院的机車自动信号的动作原理、結構、运用及維修等方面，分別地闡述于第三和四章內。

目 录

第一章 电工学的一般知識	1
第1节 电荷	1
第2节 原子結構	2
第3节 电流的概念	6
第4节 电路	10
第5节 电阻	11
第6节 电路的定律	12
第7节 磁学	17
第8节 电磁鉄。继电器动作原理	19
第9节 磁場中的通电导綫	25
第10节 电磁感应。发电机的动作原理	26
第11节 交流电的概念	28
第12节 两个綫圈的电感耦合。变压器	31
第13节 振盪电路	32
第14节 电子管	34
第15节 电子管振盪器	37
第16节 諧振的概念	38
第二章 自动停車裝置及机車自动信号	40
第17节 自动停車裝置和机車信号的用途	40
第18节 自动停車裝置的分类	41
第三章 A·A·唐秋尔工程师的点式感应諧振自动停車裝置的 动作原理	45
第19节 概論	45
第20节 自动停車裝置的动作电路图	49
第21节 綫路設備	51
第22节 机車設備	53

第四章 交通部中央科學研究院機車自動信號和連續式自動停

車裝置	55
第23節 概論	55
第24節 自動閉塞的動作原理	60
第25節 機車信號設備和自動停車裝置的總圖	66
第26節 綫路設備	70
第27節 機車設備	77
第28節 機車上機車信號器具的布置和安裝	128
第29節 檢查站	132
第30節 機車信號和連續式自動停車裝置的使用	134
第31節 機車設備的故障特征及其消除在綫路上機車信號的故障	137
第32節 機車信號和自動停車裝置的維護和管理	138

第一章 电工学的一般知識

第1节 电 荷

远在古代的时候，人們就已經知道現在所謂的电現象。

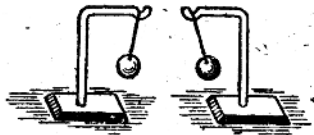
2500多年以前，希腊人发现了用呢絨摩擦过的琥珀（属于硬化树脂类），有吸引輕小物体的性能，例如，碎紙、稻草及軟木等。此后发现了玻璃、火漆、硫黃、硬橡胶及其他物质也具有琥珀的这个性能。

希腊語把琥珀叫做电子。因此，凡是物体像最初在琥珀上所发现的那种性质者都叫做带电体。由此，而得出电的名詞（电現象）。

但是在那时候，誰也未能闡明这些現象的本質。人們說，当物体摩擦时出現“电荷”，但尚不了解电的特性。尽管如此，但还积蓄了有关电的一些知識。其中可注意的是发现了电荷能从一个物体移至另一个物体，以及存在有两种电荷，作下面的实验以后，就易于証明此点。

用呢絨摩擦硬橡胶做的小棒（代替琥珀小棒），将摩擦过的硬橡胶棒接近挂在絲綫上的軟木塞小球。首先小球被小棒吸引，然后又被推开——一部分电荷由小棒跑到小球上。用同样方法作第二个小球。将两个由硬橡胶而带电的小球互相接近，我們就看出它們相互排斥（第1图）。

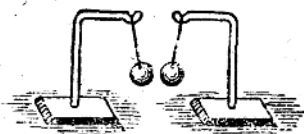
現在取两个另外的小球，用毛皮摩擦过的玻璃棒使其带



第1图 带电小球的排斥

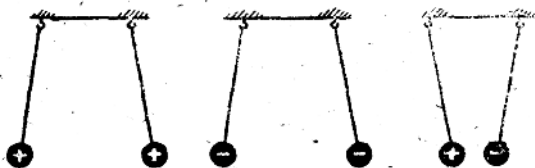
电。当这两个小球接近时，我們也会发现它們相互排斥。如果，取由硬橡胶带电的一个小球，再把由玻璃带电的另一个小球接近它，那末两个小球相互吸引（第2图）。

由此，可作出硬橡胶上的电荷与玻璃上的电荷有差别的結論。所有其他物体所带的电荷都与这两种电荷中的某一种相同。因此可以肯定說有两种



第2图 带电小球的吸引

电荷存在。与玻璃所带的电荷相同的称正电荷（+），与硬橡胶所带的电荷相同的称负电荷（-）。值得注意的是根据这条件及实验，可以說同性电荷（+和+、-和-）互相排斥，而异性电荷（+和-）互相吸引（第3图）。



第3图 同性及异性电荷的互相作用

怎样說明物体內出現异性电荷呢？虽然很早就提出这个問題，但仅在二十世紀发现原子結構的时候才得到解决。

第2节 原子結構

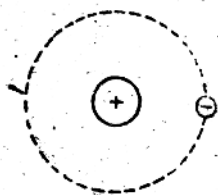
所有的物体都是由物質組成的。而每一个物質又由极小微粒組成，該极小微粒叫做分子。分子很小，甚至用最高倍的显微镜也看不見。但是，經实验証明了分子的存在，并且分子是在不停頓地运动着。

每一个物質的分子具有物質在完整状态时的那些性質。例如，水的分子具有水的所有一切性質，硫酸的分子仍有酸

的一切性質等等。分子是極小微粒，不能把它機械地分割。但是，用化學方法能將分子分割成更小的微粒——原子。分子成份內所包含的原子種類和個數由物質不同而有差別。例如，水的分子是由兩個氫原子和一個氧原子組成，將電流通過水，就會證明出來的，因為這樣會發生化學反應，從而分離出氫和氧的小氣泡。硫酸的分子含有兩個氫原子，一個硫原子和四個氧原子。

氫、氧、硫、銅的原子及其他元素的原子，用任何化學反應也不能分割成更小的微粒。人們長期認為原子是不能分割的，由此產生原子的名稱。二十世紀初期，人們證明出原子具有電的結構。結果，研究出物質結構的電子學說。根據這個學說，每一個原子是由幾乎集中全部質量的原子核及較輕微部份電子組成，這些電子在原子核周圍高速度地旋轉。原子核具有正電荷，而電子具有負電荷。

氫原子有最簡單的結構(第4圖)，其原子核與其他元素比較，正電荷最少，這個正電荷叫作質子。換句話說，氫原子的原子核含有一個質子。原子核

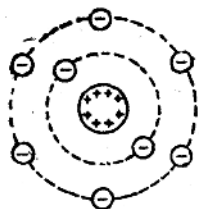


第4圖 氫原子的結構

的周圍有帶負電荷的極微小的電子在旋轉，類似地球在太陽周圍旋轉一樣。一個電子所有的電荷與一個質子所有的電荷大小相等而符號相反。原子核和電子具有異性的電荷，因之它們相互吸引，然而，電子是落不到原子核上，因為在其上有離心力作用。該離心力是跟吸引力的方向相反。

如果我們觀察其他任何一個原子的結構，那末，在這些原子中就能夠發現與氫原子相同的組成部份。但是，發現其他元素原子內的原子核電荷及電子的數量比氫多。例如，氫原子(第5圖)在原子核內的電荷比氫多到8倍。換一句話

說，氧原子的原子核含有 8 个質子。在原子核周圍的适当位置有 8 个电子旋轉，其中有两个靠近原子核，六个在距原子核較远的軌道上。



第五图 氧原子的結構

所有元素的原子所含的質子数与所含的电子数相等。在这些原子内部，質子作用被电子作用平衡，而且这些原子通常不出現带电性質。因此，电子数量与質子数量相等的原子叫做中性原子。

这样一来，如果物体是由中性原子組成的，那末，在其內就找不到电荷。在一定的条件下，原子可能失去电子，或得到多余电子。我們假定电子得到了补充能量（例如，由于摩擦）。在这种情况下，电子速度增加，离心力也增加，并比吸引力大。結果，电子脫离开原子核，跑出原子系統。

与原子的原子核失去联系的这种电子，叫做自由电子。自由电子在原子中間作无規律地运动。

失去一个或几个电子的原子，就不再是中性原子。实际上，这个原子內質子与电子数相等条件已被破坏，并且得到正电荷。电子缺少愈多，原子的正电荷出現愈甚。

可見，物体中出現正电荷，是因为这些物体的原子失去一部分电子。

如果一些自由电子在中性原子附近通过，并且它們走近原子核附近，那末，可能把这些自由电子拖入原子內。在这种情况下，也会破坏原子的平衡，这是由于多余負电荷造成的。这个原子便出現負电荷，負电荷出現愈多，其多余电子也愈多。

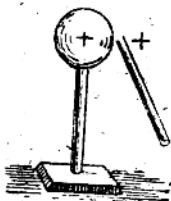
由此可見，物体的电荷是决定于原子中电子的数量：如果电子的数量比質子少，电荷是正的；如果电子的数量超过

质子数量，其电荷为负。

根据上述情况，不难说明摩擦时物体带电。用毛皮摩擦玻璃时，电子便从玻璃转移到毛皮上。同时玻璃带有正电荷，而毛皮由于出现多余电子带负电荷。以呢絨摩擦硬橡胶时，能得到与此相反的现象：硬橡胶得到由呢絨傳給的电子。因此，硬橡胶上带负电荷，而呢絨带正电荷。

不是所有物体对电子的傳送或获得能力都一样的。例如，金属原子甚至沒有外部作用也容易失去电子，由此金属內通常有一部分数量的自由电子。但是，通常在金属內是发现不到电荷。因为在失去电子的时候，原子不間断的恢复原状。如果从金属外部补充一部分电子，或者从它那里拿走一部分电子，此时它能够带电。

如果把带正电的玻璃小棒拿近金属球（第6图），那末，自由电子从球上移至小棒。同时，玻璃小棒的原子得到缺少电子，它便放电，而失去一部分电子的金属球带正电。当把带负电的小棒拿近球体时，得到相反的现象（第7图）。在这种情况下，小棒給球体多余电子，則小球带负电。我們想像的电荷移动就是电子移动，在第一种情况下它們由球体移至小棒，在第二种情况下由小棒移至球体。移至球上的电荷均匀地分布其表面上。在球上每一点电荷集中的愈多，就



第6图 球体电荷与带正电的小棒



第7图 球体电荷与带负电的小棒

是說，球体的电位愈高。电位能說明带电物体的带电状态。可見，給球体更多的电荷，我們充电就能使它达到高电位。

如果两个物体由充电而达到不同的电位，那末，它們之間有所謂电位差。当这两个物体接触时，在两电位未平衡之前，电荷从电位較高的物体移至电位較低的物体。仅在有电位差的情况下，电荷才能由一个物体移至另一个物体。将带正、負电荷的物体互相接触时，会引起电荷由带負电的物体移至带正电物体。在带有正、負电荷的物体之間，通常有电位差存在。

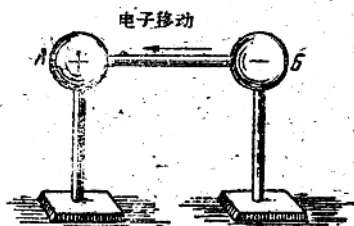
在結束电荷的討論时，再講一講电場的概念。有电力作用的空間称电場。在任何带电物体的周圍都有电場。如果将带电試驗小球拿近这个带电物体，就不难証明这一点。因为，在一定距离的地方就发现推斥力或吸引力的作用。使小球逐渐接近构成电場的物体时，其推斥力或吸引力便增加。距离这个物体远的地方电場弱，距这个物体更远的地方，是不容易发现电場的。

第3节 电流的概念

我們已經提到在金属中有大量的自由电子。这些电子在原子与原子之間作无規律地运动，寻找缺少电子的原子。同时，由于原子內部电子的推斥力的作用下，使自由电子經常改变运动方向，它們将移到反作用較小的原子上。自由电子——是不停頓运动着的物質微粒。由此产生关于把它們利用到有利工作上的思想。但是，为了使自由电子能完成有利工作，应把它們的无規律运动变成有規律的运动。为此，用外力——电場作用到自由电子上。

取一根金属导綫，将其一端接在带正电的球体A上，另一端接在带負电的球体B上（第8图）。这时，导綫上的自

由电子不作无规律地运动，却开始作有一定方向地运动，其方向是从有剩余电子的负端到缺少电子的正端。球体A和B



第8图 电流的产生

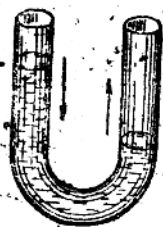
的电场力，强制电子作有规律地运动。但是，电子的这种运动是短时的；因为带负电球体摆脱多余电子，而带正电球体得到它所缺少的电子，则球体放电。同时，推动电子的力

便消失。为了使电子不间断持续有规律的运动，在球体B上必须总保持有多余的电子（负），而在球体A上，总保持缺少电子（正）。

我们所研究之自由电子的有规律运动叫做电流。

然而，为了得到电流，第一，在导体中，即在材料中必须有自由电子；第二，导体上应有电位差，也就是正极和负极。有电位差时电流就流动。由电源产生并保持电位差或电压。由化学反应作用（一次电池，蓄电池），或磁场（电机）作用到导体上的结果，电源产生电位差。

由电位差作用下所产生的电流与连通容器中的液体移动相似，该容器中有液位差（第9图），或与从压力大的锅炉



第9图：在液位差作用下液体的移动

向压力小的锅炉移动的蒸汽相似（第10图）。像这样的相似情况，可以继续讲下去。例如，为了使连接容器中的液体



第10图 在压力差作用下蒸汽的移动

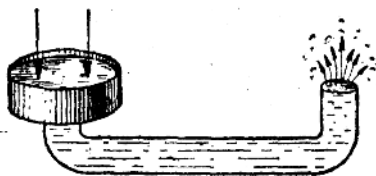
不斷地移動，應向一個彎管內倒入液體，再從另一個彎管內取出液體，也就是，保持液位差。液位相等時，液體就停止移動。

可見，“電位”的概念和容器中的水位有相似的地方。而“電位差”的概念和液位差有相似的地方。

電源產生電位差，該電位差是產生電流和電子移動的因素。因此，說電源是具有電動勢的。

發電廠對用戶的作用，並非向用戶傳送電子，而是供給電壓。如果以發電廠的電子向用戶供電，那末，轉動開關時不能立刻使燈亮。

實際上，經試驗電子與導線內原子碰撞，它們係以每秒1公分或1公厘的速度移動，所以它們需要很長的時間才能走過由電源到用戶的路程。其實電流是以光速（每秒300000公里）瞬時地就達到用戶。



第11圖 由管子傳輸液體壓力

這是因為導線內的自由電子與電源無關，但電源接在用戶上時，電壓使電源附近的電子衝動，該衝動瞬時傳送給整個導線上的電子，

使它們作有規律地移動。這種現象可與盛水長管的水運動相比較，水泵作用到管子的一端（第11圖）。當水泵工作時，雖然由水泵而增加的水不能很快的達到管子的終端，但水壓由充滿水的管子中很快的傳送下去，並且水由管子的開口端立即流出去。

不是在任何物質里面電流都能流動。電流能通過的物質，叫做導體。在這種物質里面有大量的自由電子，它們在原子之間容易移動。自由電子甚少且不能作上述移動的物

質，就不能通过电流，这样的物質称为非导体、絕緣体或称电介質。

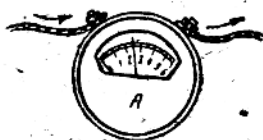
所有金属、礫、盐类溶液、酸、礆、大地等都是导体。空气、玻璃、瓷料、胶皮、电木、树脂、干木头等都是非导体。

为了說明电子在导体上通过的强度如何，說成电流值。每秒內通过导体断面的自由电子数值愈大，其电流值也愈大。电流用安培計算，并以字母 I 表示。

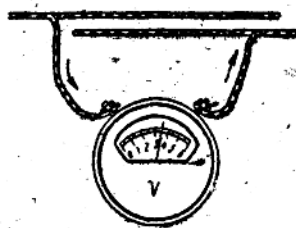
如果 1 秒內通过导体断面的电子为 $6288 \cdot 10^{15}$ ，那末，电流值規定为 1 安培。

用叫做电流表的仪器来测量电流。电流表是测量电流值，不是計算电子数量的，而是以电子所发生的机械的磁的，或热力的作用测量电流值。它們作用的结果，与电流大小有关，用电流表指針偏轉大一些或小一些来表示。

电流表应串联連接在导线的截面上，从而测量电流（第 12 图）。



第12图 电流表的连接



第13图 电压表的连接

电压以字母 U 表示，并以伏特計算之。测量电压用的仪器，叫做伏特表。伏特表是并联連接在应确定电位差的两点上（第 13 图）。

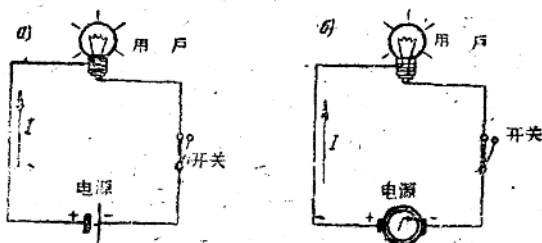
电位差愈大，分流在电压表上的电流愈大，則其指針偏轉的也愈甚。

第4节 电 路

电流可以使各种装置工作，或换句话说，供用户之用，例如，照明电灯的灯丝、电热器及电动机等工作之用。上述的任何用户，其本身都是一根导线，为了在导线上通以电流，必须将电源的电压加在导线上，也就是，为了使电子由电源的负极向正极运动，构成闭合通路。

凡电流通过的路径都称作电路。

最简单的电路，如第14图所示，该电路是由电源、用户（负载）即白炽灯、连接导线及开关组成的。



第14图 电 路：

a——由电池供电；

b——由发电机供电

一次电池、蓄电池（第14图，a）或发电机——电机（第14图，b）均可作为电源。

用开关使电路成为开路及闭路状态，并以此避免或使电子由电源的负极向正极移动。

应考虑到，当电路切断时仅电流中断，而电源电压与电路状态无关，故仍保持不变。为了把问题弄清楚，我们可以把上述情况理解成水管管路，水管在压力作用下，水管有水流流动。将水管龙头关好，则水流就停止流动，但水压仍保持不变。

閉合电路中的电流方向，如第14图箭头所表示的方向，是假設由电源的正极到负极。电流的这个方向其所以为假設的方向，因为实际电子是由负极流到正极。从正极到负极的电流方向，在电流性质还未弄清楚的时候采用的。放弃电流的假設方向是不适当的，因为这样需要改变許多过去规定的应用法则。同时，这种假設并未改变其过程的实质。

第5节 电 阻

我們已經指出，电子在原子之間运动的时候，电子会感受到后者的反作用。在排斥力的作用下，电子被强制在原子之間左右迴轉地运动。因此，人們說所有导綫都有电阻。

电阻的数值大小，决定于导綫的尺寸和材料。断面大的导綫，电阻小，因为分布在整個断面的电子，碰到較少的反作用。导綫愈长，电子要克服的障碍也愈多，也就是电阻愈大。

制造导綫的材料对电阻的影响也很大。例如，銀、銅、鋁的这些材料电阻小，并能很好地傳导电流，但是鉄、鉛及其他材料具有很大的电阻，所以傳导电流也較差。在需要大电阻的情况下，就利用特种合金：鎳、錳鎳銅合金、鎳銅合金、鎳鉻合金及其他等等。

电阻用欧姆計算。当一根导綫內电压为1伏，有1安培电流流动时，这根导綫就有1欧姆的电阻。为了能理解1欧姆的概念，我們指出下面的电阻是一欧姆，例如，一条銅导綫，它的



第15图 电阻符号图

直徑为1毫米、长为43.5米，或者与此直徑相同的长1.9米的鎳导綫。

电路图內电阻的表示，如第15图所示的符号。此外，电

阻用字母 R 或 r (讀作阿尔) 表示。

第 6 节 电路的定律

电流在电路中的流动，受一定的定律来约束的。

欧姆定律是电路的基本定律。它确定电路中的电流、电压及电阻之间的关系。显然，电路上所加的电压（即使电子运动的电势）愈大，每秒通过导线横断面的电子数量愈多，换一句话说，电流愈大。但是，每秒通过的电子数目，不仅决定于电压，而且还决定于电路中的电阻。这个电阻愈大，电流值愈小。

现在让我们谈一谈水流。每秒通过水管横断面的水量，随着压力的上升而增加，当水管阻力增大时（减少直径）便减小。

这样一来，电路中的电流是有一定的，其值决定于电路中的电压及电阻。为了求得电流，必须用电压除以电阻，即

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}}。 \quad (1)$$

上面进行的讨论，可用这一个等式表示。实际上，当电压（分子）增加时，电流就上昇，而当电阻（分母）增加时，电流下降。

用字母 I 表示电流，用字母 U 表示电压，而电阻用 R 表示，则可将式（1）写成下面的公式：

$$I = \frac{U}{R}。 \quad (2)$$

这个公式指出电流、电压及电阻之间的关系，并表示出欧姆定律。欧姆定律可以用文字来说明：电路上任一段的电流与其电压成正比，与这段的电阻成反比。

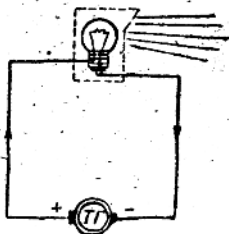
现在我们举一个例子，求一下通过蒸汽機車探照灯的灯

泡的电流，如果已知涡轮发电机的电压为50伏、灯泡的电阻为5欧姆（第16图）。

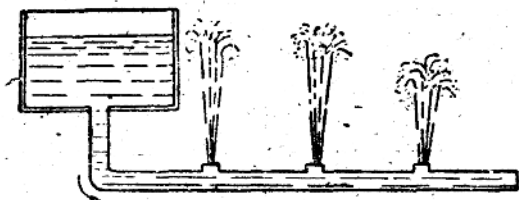
利用欧姆定律公式（2），就得到

$$I = \frac{U}{R} = \frac{50}{5} = 10 \text{ 安培。}$$

电流在电路中通过时，电子损失一部分能量，因此电压便降低。换句话说，电压要沿着电路而减降，结果，距电源远的地方电压降低的愈甚。与此相同的是距水箱愈远的水管，水压也降低的愈甚（第17图）。



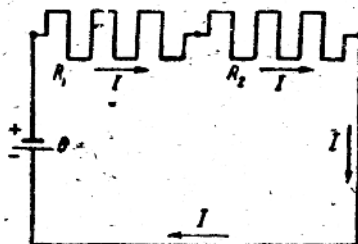
第16图 由涡轮发电机供电的探照灯的灯泡



第17图 水管内水压的降低

电路内的每一个用户，对电流都有一定的电阻，因此把用户接入电路中，与把电阻接入电路中没有区别。

前面我们研究了简单电路，电路内只接有一个用户和一个电阻。但是，实际上通常把几个用户和电阻都接在一个电源上。同时，它们之间可以串联连接及并联连接，或是复合连接。当串联连接时，把第一根导线的终端与第二根导线的始端相连接，把第二根导线的终端与第三根导线的始端相连接等等。



第18图 电阻的串联

可以串联连接及并联连接，或是复合连接。当串联连接时，把第一根导线的终端与第二根导线的始端相连接，把第二根导线的终端与第三根导线的始端相连接等等。