

电力科普手册



电能是现代社会最基本的能源，与人类的生活息息相关，人们几乎时时刻刻都离不开它。

电能作为一种二次能源，便于从多种途径获得（如水力发电、火力发电、核能发电、太阳能发电及其他各种新能源发电等），同时又便于转换为其他能量形式以满足社会生产和生活的种种需要（如电动力、电热、电化学能、电光源等）。与其他能源相比，电能在生产、传送、使用中更易于调控。这一系列优点，使电能成为最理想的二次能源，格外受到人们关注。

为了让大家更好的了解和使用电能，中国能源研究会电能技术专业委员会特编印《电力科普手册》，旨在通过文字和图片的形式，了解电能的发展及来源，提高大家节约用电、安全用电的意识。

目录

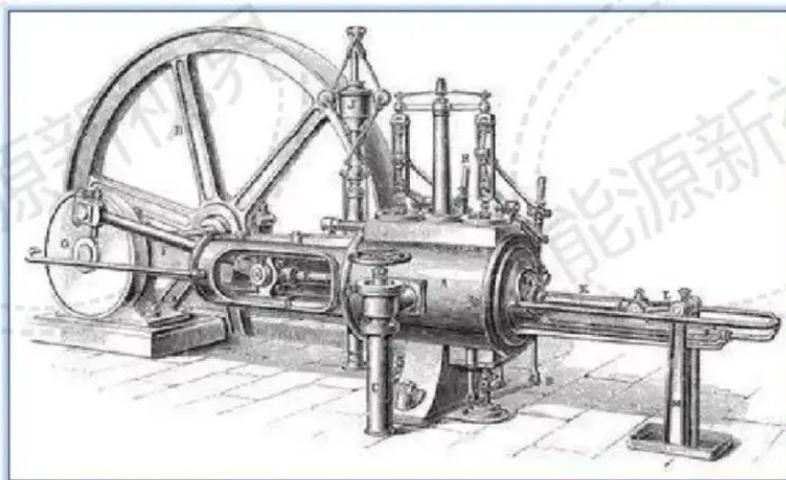
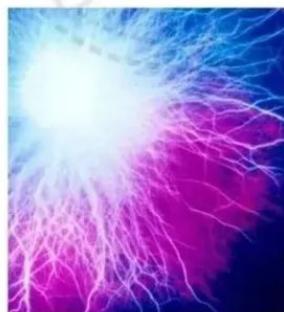
| | |
|-----------------|----|
| 1. 电能的发展历程..... | 01 |
| 2. 我国电力发展..... | 03 |
| 3. 火力发电..... | 04 |
| 4. 水力发电..... | 05 |
| 5. 风力发电..... | 06 |
| 6. 光伏发电..... | 07 |
| 7. 核能发电..... | 08 |
| 8. 生物质发电..... | 09 |
| 9. 电能的传输速度..... | 10 |
| 10. 电能的传输..... | 12 |

| | |
|----------------------|----|
| 11. 电能的辐射..... | 13 |
| 12. 工业用电..... | 14 |
| 13. 商业用电..... | 14 |
| 14. 居民用电..... | 15 |
| 15. 农业用电..... | 16 |
| 16. 智能电能表与反窃电..... | 17 |
| 17. 节约用电，人人有责..... | 18 |
| 18. 企业安全用电原则..... | 19 |
| 19. 农村安全用电..... | 21 |
| 20. 家庭用电防火措施..... | 24 |
| 21. 装修时如何布置电气线路..... | 25 |
| 22. 触电急救，珍爱生命..... | 26 |

1. 电能的发展历程

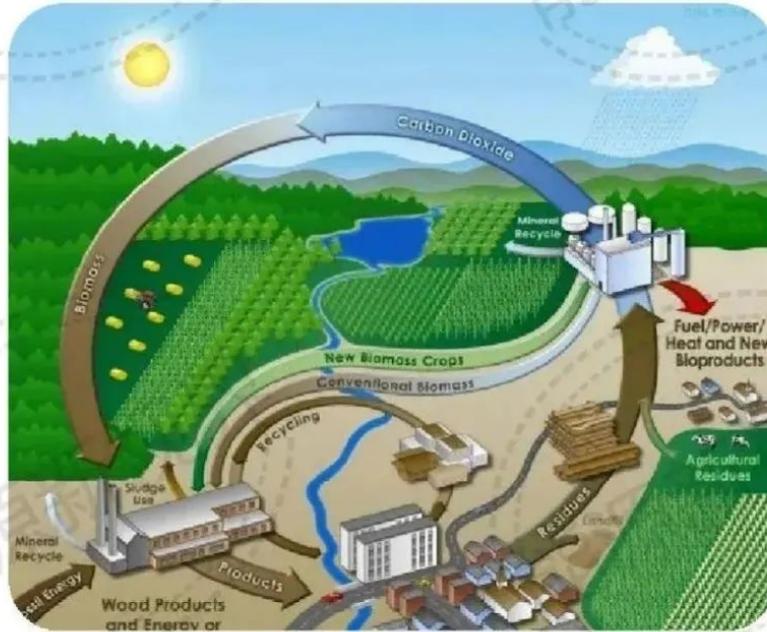
电能，是指电以各种形式做功（即产生能量）的能力。

19世纪中期，电能的利用是第二次工业革命的主要标志，从此人类社会进入电气时代。



日常生活中使用的电能主要来自其他形式能量的转换，包括水能（水力发电）、热能（火力发电）、原子能（原子能发电）、风能（风力发电）、化学能（电池）及光能（光电池、太阳能电池等）等。电能

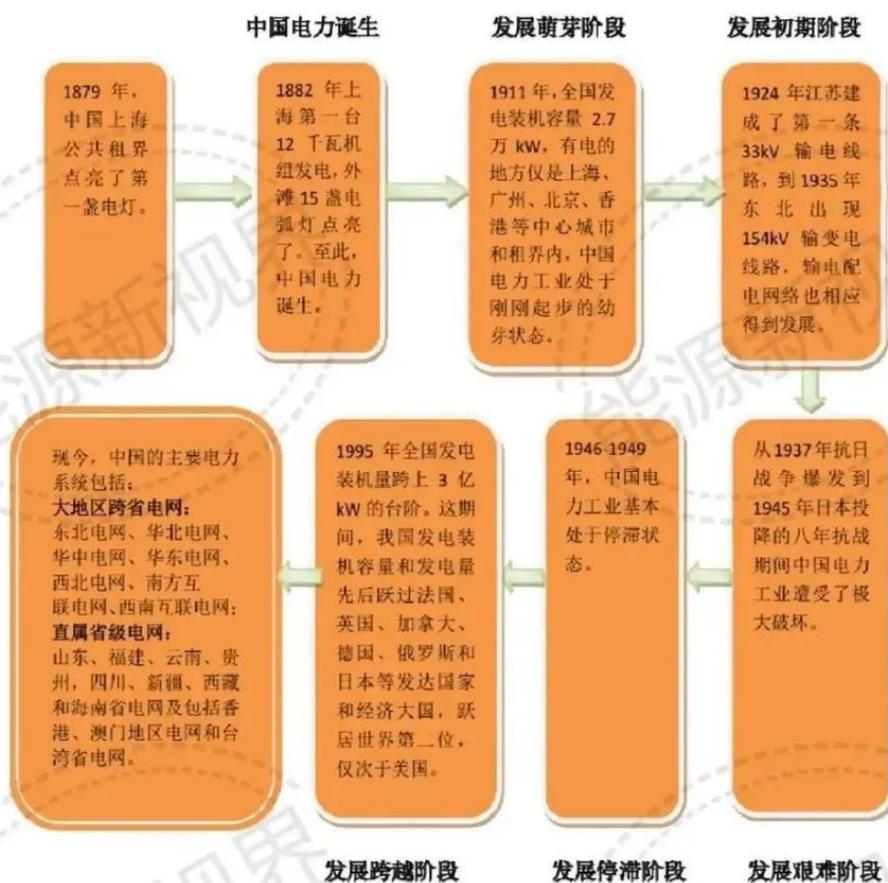
也可转换成其他所需能量形式。它可以有线或无线的形式作远距离的传输。



电能被广泛应用在动力、照明、冶金、化学、纺织、通信、广播等各个领域，是科学技术发展、国民经济飞跃的主要动力。电能的单位是“焦耳”，简称“焦”，以英文字母J表示。电能等于有功功率对时间的积分。

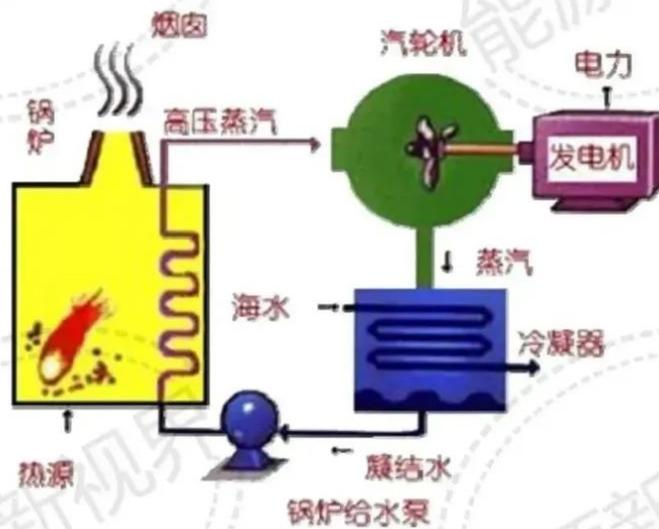
2. 我国电力发展

中国电力工业从1882年有电以来，至今走过了137年的光辉历程。



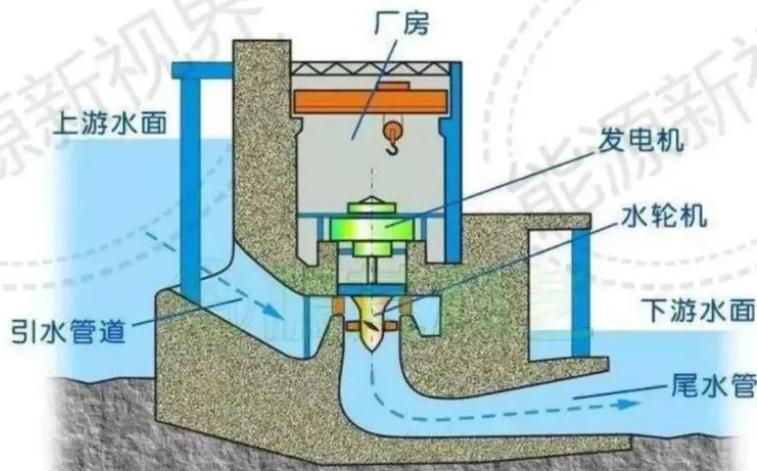
3. 火力发电

火力发电 (thermal power , thermoelectricity power generation) 是我国主要的发电方式，一般是指利用可燃物燃烧时产生的热能来加热水，使水变成高温、高压水蒸气，然后再由水蒸气推动发电机来发电的方式的总称。



4. 水力发电

水力发电的基本原理是利用水位落差，配合水轮发电机产生电力，也就是利用水的位能转为水轮的机械能，再以机械能推动发电机，而得到电力。



在我国电力需求的强力拉动下，我国水轮机及辅机制造行业进入快速发展期，其经济规模及技术水平都有显著提高，我国水轮机制造技术已达世界先进水平。

5. 风力发电

风力发电原理是把风的动能转变成机械动能，再把机械能转化为电力动能，利用风力带动风车叶片旋转，再透过增速机将旋转的速度提升，来促使发电机发电。



风力发电正在世界上形成一股热潮，因为风力发电不需要使用燃料，也不会产生辐射或空气污染。



6. 光伏发电



光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。

光伏发电的主要原理是半导体的光电效应。光子照射到金属上时，它的能量可以被金属中某个电子全部吸收，电子吸收的能量足够大，能克服金属内部引力做功，离开金属表面逃逸出来，成为光电子。

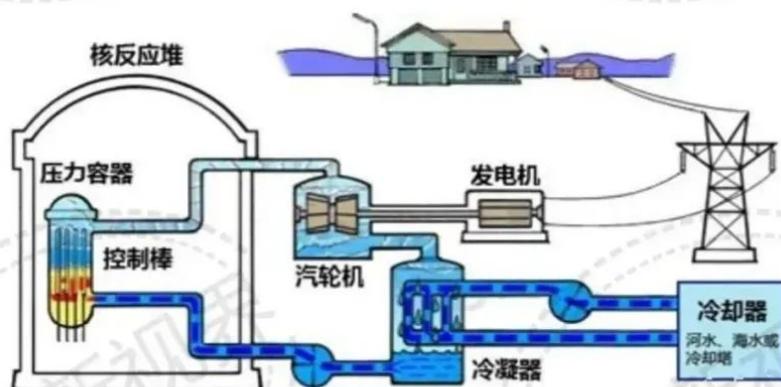


硅原子有4个外层电子，如果在纯硅中掺入有5个外层电子的原子如磷原子，就成为N型半导体；

若在纯硅中掺入有3个外层电子的原子如硼原子，形成P型半导体。当P型和N型结合在一起时，接触面就会形成电势差，成为太阳能电池。当太阳光照射到P - N结后，空穴由P极区往N极区移动，电子由N极区向P极区移动，形成电流。

7. 核能发电

核能发电是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能，用以产生供汽轮机用的蒸汽，汽轮机再带动发电机，从而发电的方式。



8. 生物质发电

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行的发电，是可再生能源发电的一种。



包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋气发电、沼气发电。



9. 电能的传输速度

“电能的速度”大约是30万公里/秒。电能传播10000公里也就只要花大约0.03秒。

电为什么可以跑那么快呢？

1. 首先说一下电线是怎么把电从几米、几百米甚至是几千公里外送过来的：

电线等导体之所以能够导电，是因为其中存在电子，在接通电路前，他们是自由的，在导体中无规则地运动。电路一接通，这些电子就会像听到命令一样开始有序流动，形成电流。这个电子有序流动速度的平均值就叫做“**电子漂移速度**”。这可不是赛车手的漂移啊，这个速度一点都不快！

电子在导体中的漂移速度与导体质量、长度等因素有关，总体而言是非常非常慢的，很多时候都不到1毫米/秒。简直比蜗牛爬得还慢！这么算的话发电厂那端的电子要漂到我家，得多少个世纪啊.....

电子的漂移速度这么慢，当然不可能是我们平常说的约等于光速的“电的速度”。

2. 其实，电的传输中还存在另外一种速度：

电路接通后，导线的周围各处会形成电场推动电子有序流动，从而形成电流，而形成电场的信息会很快地以电磁波的形式，在导体周围传播出去，**这个电磁波传递的速度接近光速。这才是真正的“电的速度”。**

没有看明白的同学，举手。咱们还可以这样理解：



有一支很长很长的学生队伍，准备排队进入体育馆。一开始老师还没来，队伍松松散散地堵在体育馆门口，大家要么三五成群地追逐打闹，要么一个个像无头苍蝇一样乱窜。突然，严厉的老师来了！他看见队伍这么无组织无纪律特别生气，大喝一声：“赶紧给我集合，走起来！”大家特别怕老师，一听到命令就赶紧有序地开始走进体育馆了……

上述情节，可以与电传播的过程一一对应。

电的速度凭什么和光速一样呢？

从前面的分析中我们可以得出结论：我们所说的电的速度，基本上也就是**电磁波传播的速度**。

关键就在这了：常年占据速度排行榜第一位的光，**正是一种电磁波**，只不过它可以被我们看到。

现在是不是明白了~

所以，目前我们还不用担心电线那么长，发出的电不能及时传输过来的问题。我们知道，地球赤道周长也就4万多公里，按照电的速度，绕一圈都不要1秒.....

10. 电能的传输

电能输送指由发电厂或电源由某处输送到另一处的一种方式，由于早期技术不成熟电能输送多



采用直流输电，而后逐渐演变成交流传送，交流传送有很多优势，减少了电力输送中的损耗，提高了速度和传送长度。

11. 电能的辐射



自然界的一切物体都在时刻不停地辐射。我们作为物体也有辐射，变电站、输电铁塔、高压线作为物体也有辐射，那么电能的辐射对人体是否有危害呢？

2006年世界卫生组织(WHO)输变电设施电磁场健康风险研究结果表明，在电力线路和用电设备周围存在的是极低频电磁场，这种工频电磁场空间传输能力很差，在几十米的范围内其能量几乎全部衰耗，对周围的环境影响微乎其微。因此我们日常见到的高压线、变电站、输电铁塔等产生的工频电磁场强度远远低于世卫组织推荐的电磁场暴露限制标准，不存在实际健康问题，可以保证包括儿童与孕妇在内的公共健康与安全。



12. 工业用电



工业用电是指主要从事大规模生产加工行业的企业用电。三相380V供电，或者直接高压电线进户。

工业用电价格相对偏高，在用电高峰期，往往会因负荷过大而导致断电，而且工业用电的电压往往高于居民用电，也容易把家中的电器烧坏，存在极大的安全隐患。



13. 商业用电



在流通过程中企业专门从事商品交换（含组织生产资料流转）和为客户提供商业性、金融性、服

务性有偿服务，并以盈利为目的的这些经营活动所需的一切电力，称之为商业用电。

商业用电一般包括：商业企业（百货商店、连锁店、超级商场、信托商店、贸易中心、粮店、货栈、饮食、旅业、照相、理发、洗染、浴池、修理）、物资企业、仓储、储运、旅游、娱乐、金融、房地产业的电力用电及信息业用电。

14. 居民用电

居民用电又称住宅用电，是为城乡居民住宅家庭生活所使用的电力，包括居家照明、家用电器和温度调节等用电



（但兴办家庭商业，其经营性用电执行商业用电价格）；高校学生公寓和学生集体宿舍用电。

现今居民用电阶梯电价采用阶梯电价，一般分三档。具体收费标准各省各有不同。



15. 农业用电

农业用电在我国指排灌、农业生产、农副产品加工用电。



用电范围包括：
排灌、农副业、农
业、林业、畜牧业、
渔业、水利业、农、
林、牧、渔、水利
服务业。在我国，农业用电价格与非农用电有很大
差别，农业用电需要向所在地电管站申请。



16. 智能电能表与反窃电



由测量单元、数据处
理单元、通信单元等组成
具有电能量计量、数据处
理、实时监测、自动控制、
信息交互等功能的电能表
称为智能电能表。

窃电行为包括：在供电企业的供电设施上，擅自
接线用电；绕越供电企业的用电计量装置用电；伪造
或者开启法定的或者授权的计量检定机构加封的用电
计量装置封印用电；故意损坏供电企业用电计量装置；
故意使供电企业的用电计量装置计量不准或者失效；

采用其他方法窃电。

凡违反《电力供应与使用条例》第四十一条条例规定盗窃电能的，由电力管理部门责令停止违法行为，

追缴电费并处应交电费5倍以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。



17. 节约用电，人人有责

如今，一切经济活动、日常生活都离不开电，电与我们的生活息息相关。在我们国家，由于经济的快速发展，用电量与日俱增。可是，浪费电的现象时有发生。节约用电人人有责，我们应该时时把节约用电放在心上。

虽然，我们国家发电量已跃居世界前列，还是不能够满足经济的日益增长需要和广大人民生活的需求，所以我们不能够随心所欲地用电，必须计划用电、节约用电。要怎样才能节约用电呢？这非常简单，请从我们每一个人做起。如果每一个人每个月节约1度电，那么全国人民一个月就可以节约

13亿多度电，一年就可以节约156亿多度电！这是一个不小的数字，你别看小小这1度电，1度电可以做许多事情。比如：1度电可以让家用冰箱运行一天，1度电可以让25瓦的灯泡能连续点亮40小时，1度电可以让普通电风扇连续运行15小时，1度电可以让电视机开10小时。

朋友们，无论是为国还是为家我们都应该节约用电！让节约下来的电用到需要的地方去。



18.企业安全用电原则

➡ 实施安全用电管理是防止电气事故，触电事故的发生，强化安全生产的有力措施。

➡ 电器设备线路的安装符合有关规定和标准，运行、检修、维护必须严格执行《电气安全工作规程》、《电工作业人员安全技术考核标准》的规定。

➡ 从事电气工作的人员必须经过专业技术的培训、考试合格持证方能上岗。

➡ 严格做好电气系统的过载、短路保护装置，在一般的低压系统中，总配电、分配电和电力设备的控制系统中，均需设置过载和短路保护装置。

➡ 电气设备和电气用具，凡规定应接地保护的都应按规规定连接好接地保护线。不能用零借作接地线。并按规定作好接地线的接地电阻定期测定。

➡ 抓住“装、拆、检、修”四个环节：装：即安装电器设备时，要符合安全要求。拆：即对不用的电器设备（如电线、开关等）要彻底拆除。检：即对电器设备要经常的定期检查。要着重检查电器设备无破损，线路是否合理，接线是否正确。修：即对不安全的和有损坏的电器设备要及时修理。

➡ 每年在雨季要对电器设备作一次全面大检查。

➡ 在一般情况下不得任意架设使用临时电源线，特殊情况需要使用，由使用部门向公司申报，并经公司设备管理部门、公司安全领导小组批准后方可架设。



安全用电

19. 农村安全用电

为了安全用电，在农村用电中应做到：

1. 用电要先申请；
安装、修理要找电工；

2. 每个用户都要
自觉遵守安全用电规章制度；

3. 不要在电力线路下面盖房子、打井、栽树、
堆放柴草或易燃易爆物品；不要在电力线路下打场；

4. 不要在电力线路附近架设电视天线、建烟囱、
搭建杆塔架构等；

5. 不要在电力线路附近放风筝、打鸟、钓鱼；

6. 不准在电力线路下面采石、放炮；

7. 不准靠近电杆挖坑、取土，不准破坏拉线，
以防倒杆、断线事故。

8. 电力线、通讯线和广播线要明显分开架设。
晒衣服的铁丝和电线要保持足够距离，不能绕在一起，
更不能在电线上晒挂衣服；

9. 要教育儿童不玩弄电气设备、不爬电杆、不
爬变压器台、不进配电室，不摇晃拉线；



10. 不准往电线、瓷瓶和变压器上扔东西；
11. 不要使用不合格、损坏或老化得电线、灯口、开关、插座等设备；
12. 使用电器时，应先插电源插头，后开电器开关；用完后，应先关电器开关，后拔电源插头；在插、拔插头时，要用手握住插头绝缘部分，不要拉住导线使劲拔；
13. 用电炒锅炒菜时，应使用木柄或塑料柄锅铲；
14. 不要多个大容量家用电器（如电熨斗、热水器、电饭锅、空调、电烤箱、电暖气电吹风）同时使用，不要多个电器同时使用一个插座，防止因线路过载引起火灾；
15. 电熨斗、电梳子等电器使用后应拔掉插头，防止因忘记导致长时间工作，温度过高而发生事故；
16. 家庭用电务必安装接地线，且不要把地线接在自来水管、煤气管等接地不可靠或有引火、爆炸危险的地方；
17. 不得用铜、铁、铝线代替保险丝；保险丝规格应符合规定要求；
18. 家用电器运行一段时间后，如想了解设备外壳是否发热，不要用手掌去摸设备外壳，应用手背轻

轻接触外壳，即使外壳漏电也便于迅速脱离电源；

19. 发现电线断落不要靠近，要派专人看守，并及时通知电工处理；

20. 在家庭用电中，不要用手摸灯头、插座以及其他家用电器金属外壳，有损坏、老化、漏电的要赶快找电工修理或更换。家用设备的金属外壳要可靠的接地；

21. 不要用湿手触摸带电设备，不要用湿毛巾擦带电设备，不要将湿手帕搭在电扇外罩上吹干；

22. 家庭要安装使用剩余电流动作保护器，并保证保护器灵敏可靠；

23. 遇到电器设备冒火，一时无法判明原因时，不要急于用水灭火，要先切断电源但不要用手拔插头、拉闸刀；

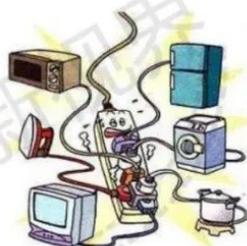
24. 电表自然损坏或烧损得应通知供电所，由供电所专业人员修理，以防触电；

25. 发现有人触电，千万不要用手去拉触电人，应赶快拉断开关、断开电源、或用干燥的木棍、干燥的竹杆挑开电线。断开电源后立即用正确地人工呼吸或胸外心脏挤压法进行现场急救，并拨打急救电话。急救时不能打强心针。

20. 家庭用电防火措施

随着家用电器的普及应用，正确掌握安全用电知识，确保用电安全至关重要。

- 不要购买“三无”的假冒伪劣家用产品；



- 使用家电时应有完整可靠的电源线插头。对金属外壳的家用电器都要采用接地保护；

- 不能在地线上和零线上装设开关和保险丝。禁止将接地线接到自来水、煤气管道上；



- 不要用湿手接触带电设备，不要用湿布擦抹带电设备；

- 不要私拉乱接电线，不要随便移动带电设备；



- 检查和修理家用电器时，必须先断开电源；
- 家用电器的电源线破损时，要立即更换或用绝缘布包扎好；



- 家用电器或电线发生火灾时，应先断开电源再灭火。

21. 装修时如何布置电气线路

1) 工程所需的电器电料的规格型号应符合国家标准，向施工方索要电路布置预案；

2) 所用线管暗合必须是阻燃产品，且用锁母与线合固定，所用线管不得有裂纹折扁现象，如是金属管管口线合要光滑无刺；

3) 电源配线时要考虑到导线截面满足最大输出功率。像厨房，空调等大功率用电器用4平方毫米线，且有单独的回路，其它的电器用2.5平方毫米线且据使用功能分若干个回路；



4) 弱电布线网络线最好用超五类线，电话线也可用网络线，视频线最好用当地有线电视部门提供的。

22. 触电急救，珍爱生命



如果遇到触电情况，要沉着冷静、迅速果断地采取应急措施。针对不同的伤情，采取相应的急救方法，争分夺秒地抢救，直到医护人员到来。

如果遇到触电情况，要沉着冷静、迅速果断地采取应急措施。针对不同的伤情，采取相应的急救方法，争分夺秒地抢救，直到医护人员到来。

脱离电源

→ 如开关箱在附近，可立即拉下闸刀或拔掉插头，断开电源；



➡ 如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的利器（刀、斧、锹等）砍断电线，或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线拨离触电者；



➡ 若现场无任何合适的绝缘物可利用，救护人员亦可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉触电者的衣服，使其脱离电源；

➡ 对高压触电，应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关，或由有经验的人采取特殊措施切断电源。

对症抢救的原则

对于触电者，可按以下三种情况分别处理：

1. 对触电后神志清醒者，要有专人照顾、观察，情况稳定后，方可正常活动；对轻度昏迷或呼吸微弱者，可针刺或掐人中穴位，并送医院救治。



2. 对触电后无呼吸但心脏有跳动者，应立即采用口对口人工呼吸；对有呼吸但心脏停止跳动者，则应立刻进行胸外心脏挤压法进行抢救。

3. 如触电者心跳和呼吸都已停止，则须同时采取人工呼吸和俯卧压背法、仰卧压胸法、心脏挤压法等措施交替进行抢救。

心肺复苏术

触电者心跳停止时，必须立即用胸外心脏挤压法进行抢救，具体方法如下：

1. 将触电者衣服解开，使其仰卧在地板上，头向后仰，姿势与口对口人工呼吸法相同。



2. 救护者跪跨在触电者的腰部两侧，两手相叠，手掌根部放在触电者心口窝上方，胸骨下1/3处。



3. 掌根用力垂直向下，向脊背方向挤压，对成人应压陷3~4cm，每秒钟挤压1次，每分钟挤压60次为宜。

4. 挤压后，掌根迅速全部放松，让触电者胸部自动复原，每次放松时掌根不必完全离开胸部。



上述步骤反复操作。如果触电者的呼吸和心跳都停止了，应同时进行口对口人工呼吸和胸外心脏挤压。如果现场仅一人抢救，两种方法应交替进行：每次吹气2~3次，再挤压10~15次。

《电力科普手册》介绍了电能的发展历程。19世纪中期，电能的利用是第二次工业革命的主要标志，从此人类社会进入电气时代。日常生活中使用的电能主要来自其他形式能量的转换，包括水能（水力发电）、热能（火力发电）、原子能（原子能发电）、风能（风力发电）、化学能（电池）及光能（光电池、太阳能电池等）等。

电能可转换成其他所需能量形式。

它可以有线或无线的形式作远距离的传输。

电能被广泛应用在动力、照明、冶金、化学、纺织、通信、广播等各个领域，是科学技术发展、国民经济飞跃的主要动力。电能的单位是“焦耳”，简称“焦”，以英文字母J表示。电能等于有功功率对时间的积分。

中国电力工业从1882年有电以来，至今走过了141年的光辉历程。

【火力发电】是我国主要的发电方式，一般是指利用可燃物燃烧时产生的热能来加热水，使水变成高温、高压水蒸气，然后再由水蒸气推动发电机来发电的方式的总称。

【水力发电】的基本原理是利用水位落差，配合水轮发电机产生电力，也就是利用水的位能转为水轮的机械能，再以机械能推动发电机，而得到电力。

【风力发电】原理是把风的动能转变成机械动能，再把机械能转化为电力动能，利用风力带动风车叶片旋转，再透过增速机将旋转的速度提升，来促使发电机发电。

风力发电正在世界上形成一股热潮，因为风力发电不需要使用燃料，也不会产生辐射或空气污染。

【光伏发电】是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。

光伏发电的主要原理是半导体的光电效应。光子照射到金属上时，它的能量可以被金属中某个电子全部吸收，电子吸收的能量足够大，能克服金属内部引力做功，离开金属表面逃逸出来，成为光电子。硅原子有4个外层电子，如果在纯硅中掺入有5个外层电子的原子如磷原子，就成为N型半导体；若在纯硅中掺入有3个外层电子的原子如硼原子，形成P型半导体。当P型和N型结合在一起时，接触面就会形成电势差，成为太阳能电池。当太阳光照射到P—N结后，空穴由P极区往N极区移动，电子由N极区向P极区移动，形成电流。

【核能发电】是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能，用以产生供汽轮机用的蒸汽，汽轮机再带动发电机，从而发电的方式。

【生物质发电】是利用生物质所具有的生物质能进行的发电，是可再生能源发电的一种。

包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋气发电、沼气发电。

“电能的速度”大约是 30 万公里/秒。电能传播 10000 公里也就只要花大约 0.03 秒。

1. 首先说一下电线是怎么把电从几米、几百米甚至是几千公里外送过来的：

电线等导体之所以能够导电，是因为其中存在电子，在接通电路前，他们是自由的，在导体中无规则地运动。电路一接通，这些电子就会像听到命令一样开始有序流动，形成电流。这个电子有序流动速度的平均值就叫做“电子漂移速度”。这可不是赛车手的漂移啊，这个速度一点都不快！

电子在导体中的漂移速度与导体质量、长度等因素有关，总体而言是非常非常慢的，很多时候都不到 1 毫米/秒。简直比蜗牛爬得还慢！这么算的话发电厂那端的电子要漂到我家，得多少个世纪啊……

电子的漂移速度这么慢，当然不可能是我们平常说的约等于光速的“电的速度”。

2. 其实，电的传输中还存在另外一种速度：

电路接通后，导线的周围各处会形成电场推动电子有序流动，从而形成电流，而形成电场的信息会很快地以电磁波的形式，在导体周围传播出去，这个电磁波传递的速度接近光速。这才是真正的“电的速度”。

没有看明白的同学，举手。咱们还可以这样理解：

有一支很长很长的学生队伍，准备排队进入体育馆。一开始老师还没来，队伍松松散散地堵在体育馆门口，大家要么三五成群地追逐打闹，要么一个个像无头苍蝇一样乱窜。突然，严厉的老师来了！他看见队伍这么无组织无纪律特别生气，大喝一声：“赶紧给我集合，走起来！”

大家特别怕老师，一听到命令就赶紧有序地开始走进体育馆了……

上述情节，可以与电传播的过程一一对应。电的速度凭什么和光速一样呢？

从前面的分析中我们可以得出结论：我们所说的电的速度，基本上也就是电磁波传播的速度。

关键就在这了：常年占据速度排行榜第一位的光，正是一种电磁波，只不过它可以被我们看到。

现在是不是明白了~

所以，目前我们还不用担心电线那么长，发出的电不能及时传输过来的问题。我们知道，地球赤道周长也就4万多公里，按照电的速度，绕一圈都不要1秒……



| 能 源 科 普 | 书 |

电力科普手册



中国能源研究会编著



能源新视界