

用电安全培训

中稷注册安全工程师事务所（北京）有限公司

2021年6月



目录

1

电器事故案例分析

2

用电安全须知

3

电器事故发生后怎么办

01

电器事故案例分析



4月16日，北京集美家居大红门储能电站发生爆炸事故，造成2名消防员牺牲。









诱因一：储能电池安全质量

锂离子电池发生燃烧爆炸的根源在于电池热失控，热失控的诱因通常有电池内部原因和外部原因两种。

内部原因，比如电池制造过程中引入的电芯内缺陷，或者电池在长期使用过程中由于充放电制度和环境因素使电池老化，电芯内部产生了枝晶锂，它的存在触发了电池内**短路**。

外部原因，如电池外部的电、热冲击，作用到电池本体都会使电池内部出现不可逆的**放热反应**。如果电池储能系统集成过程中，没有严格按照相关标准对储能电池提出门槛性的安全性能要求，出现电池选型不当，电池基本安全质量无法保障，一般滥用条件下极易热失控。

该电站的**储能电池是否按照储能标准**进行检测目前未知，如果没有经过门槛性的安全性能检测，可能存在较大的安全隐患。



诱因二：储能系统电气拓扑

从项目电气拓扑上看，发生事故的项目是直流配网结构，储能电站中的电池簇通过DC/DC变换系统与大功率直流充电桩、光伏发电系统共用直流母线上。与普遍使用的储能电站交流配网拓扑相比，这种拓扑结构有若干安全隐患。

- 如果电池簇之间存在不一致性，在工作时容易造成环流，当环流过大时会造成某个电池簇的过充或者过放，会加剧电池的老化或者衰退。
- 如果直流母线上的负载发生短路，短路电流会通过母线传递给电池簇，瞬间的短路大电流会加剧电池内部急剧升温，引发事故。
- 直流母线的绝缘要求较高，如果存在缺陷可能发生电弧火花，由于直流电流没有过零点，不易熄灭，高温电弧易引发电池、线缆等易燃物的火灾。
- 直流继保系统的开关关断过程由于没有过零点，关断比交流开关复杂，开关内电弧不易熄灭，开关关断时间较长，同时直流开关成本较高，有个别工程存在用交流开关替代直流开关的现象，交流开关用在直流系统中，当发生过流故障时有可能出现开关无法关断，引发持续大电流，存在安全隐患。
- 直流配电网络中电力电子设备缺少足够的电气隔离措施，如果直流配电系统中接地工作处理不当，系统运行时电磁环流问题容易引起漏电流，漏电流在电池机柜、线缆等处累积的热量有可能造成局部高温，会引发电池产生火灾从而造成安全隐患。
- 从现场情况看，南区先发生事故，在处理南区事故时，北区在无征兆情况下发生爆燃，有可能是南北区共用直流母线，在南区发生事故时，南区已经短路，但是由于直流保护系统未检测到，未发生动作，造成北区电池瞬间过放，电流增大，引发事故。



诱因三：电池管理系统

除电芯外，电池储能系统还包含BMS、PCS、变压器以及相关继电保护设备、通信设备等一系列一次、二次设备，这些设备均可能因存在质量缺陷、安装调试过程不规范、设置不合理、绝缘不到位等因素，直接或间接引起储能系统发生安全问题。

从事故现象看，电池管理系统可能存在采集数据周期较长、阈值设置不合理的现象，未在**电池过充、过放或者热失控阶段发生预警**，也未及时关断对电池10充放电进行反应，加剧了电池发生失控的风险。

诱因四：电缆和线束现场布局

从公开的信息来看，事故项目的线缆采用的穿管桥架敷设，与电池柜的安全距离较近，如果线路上发生短路，线缆发生燃烧或者爆炸，极易造成连锁反应，造成电池的着火或者爆炸。

电池模块中的线束也是事故可能发生的根源，所有**线束如果未作防火处理**，或者采集线束和通信线束未明显区分，易造成线束之间的干扰，造成电池管理系统信息不准，当发生事故时，处理不及时，线束不防火，很容易成为易燃源。



诱因五：电站防火设计

锂离子电池在热失控后，一方面会对周围的电池产生强烈的热冲击，另一方面，会生成大量烷烃类可燃气体，在外部负载短路形成的外部电冲击、电池热失控后的热冲击等作用下，如果储能系统缺乏有效的防护措施，就可能造成电池事故的扩大。若储能装置布置在室内，当可燃气体达到一定浓度时，遇明火会发生爆炸，更严重的是发生连锁性爆炸事故。

根据媒体描述，事故项目有两个变电站，一主一分，并网端应该在低压侧380的母联那短路之后从电缆过去。而这个时间段消防救援已经来了，由于储能电池没有隔离，所以消防队员一进去(13:30左右正是储能放电的时间)就“毫无征兆”的爆炸了。

由此推测，该电站的防火设计存在不足，现场的防火设计中未见有防火墙的设计，缺乏隔离吸能设施，没有在储能电池发生爆炸的情况起到有效的防护作用。



诱因六：电站配套的监控预警灭火系统及消防用水

依据现场情况，北区突然发生爆炸，根据该现象推测可能是由于南区火灾产生高温，北区储能系统的电池泄压阀打开释放电解液分解产生的可燃气体（烷烃类），在密闭空间形成聚集，容易形成闪爆。现场可能缺乏可燃气体探测装置或者探测装置失灵，没有有效检测出可燃气体，没有做出及时预警，导致发生爆炸。

储能站火势蔓延较大，说明现场消防系统未第一时间控制住火势，现场设置的手持式灭火装置不能发挥作用，不满足锂离子电池储能电站的消防灭火需要。

从事故图片来看，消防指战员使用消防用水去扑灭南区储能系统火灾时，北区突然发生爆炸，由于南区、北区距离较近，消防用水在喷淋南区时可能接触到了北区的储能系统，由于储能系统是高压带电体，水喷淋可能引起带电体及其线路短路诱发火灾或扩大电气事故。因此，在储能系统火灾前期，有大量储能电池还未受到影响的情况下，采用水作为消防灭火介质，还是需要慎重考虑的。



诱因七：气象环境因素

此次事故发生在4月16日下午，而在4月15日北京发布了大风黄色，沙尘蓝色和森林火险橙色预警信号。

大风、沙尘的气象环境可能造成**储能系统内部灰尘积聚**，一方面不利于储能系统的散热，提高储能系统运行温度，另一方面沙尘的存在，对系统的绝缘造成不利影响，而绝缘失效容易造成电气设备电击穿、局部高温，都会诱发储能电池热失控。

诱因八：**人员现场操作和管理制度**

据媒体报道，储能电站事故发生时，现场有工作人员正在对储能系统进行调试。储能系统属于高电压、高能量的带电系统，施工现场、调试运行现场有很多的线路，如果操作失误或者现场处置不当，很容易出现安全问题。

02

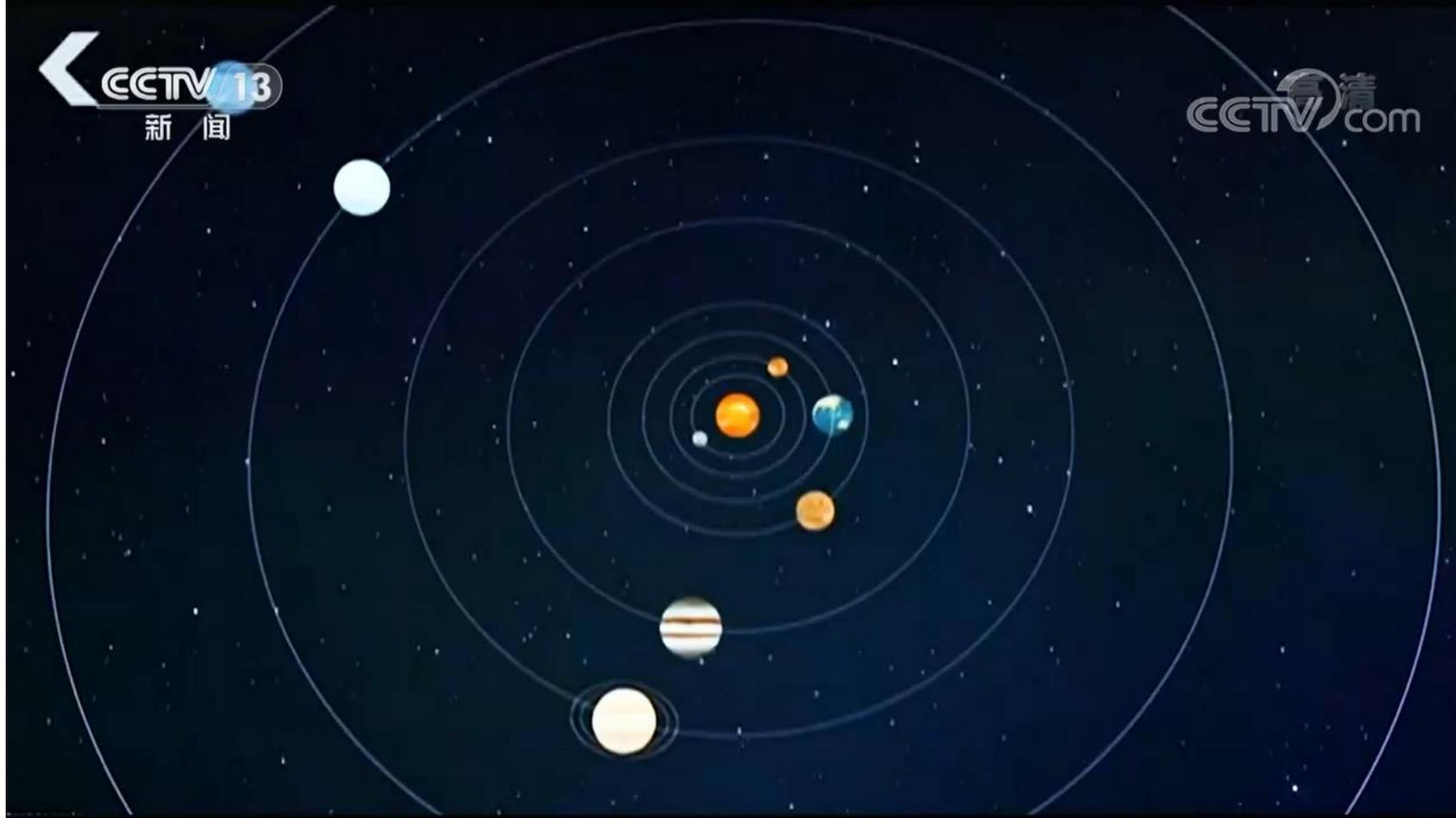
用电安全须知





今日内容

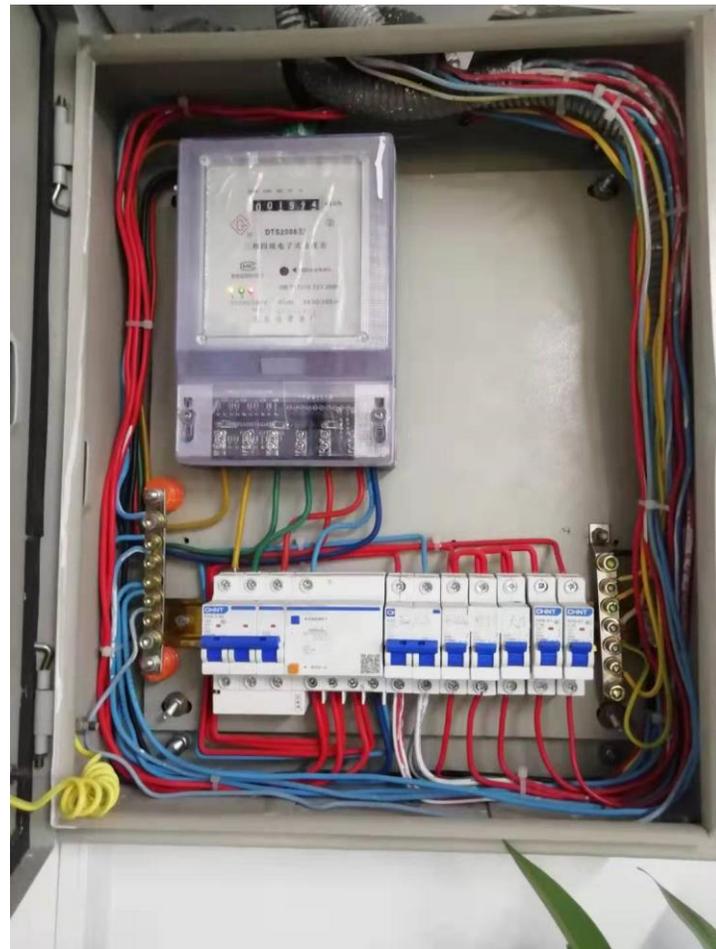
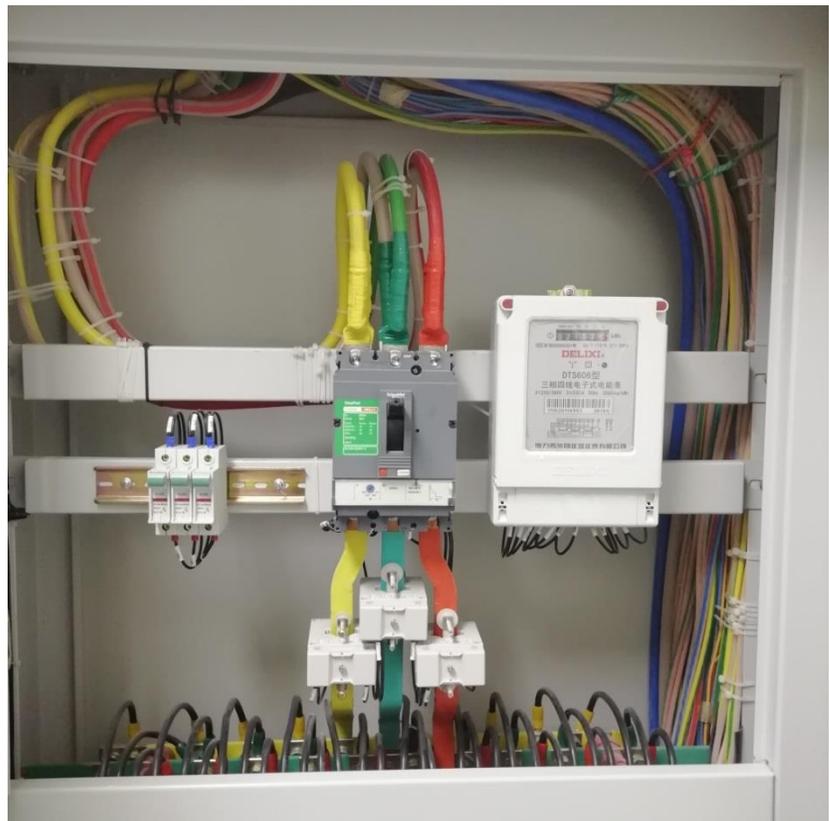
家用电器内部老化引起火灾，这个短片记录了其过程





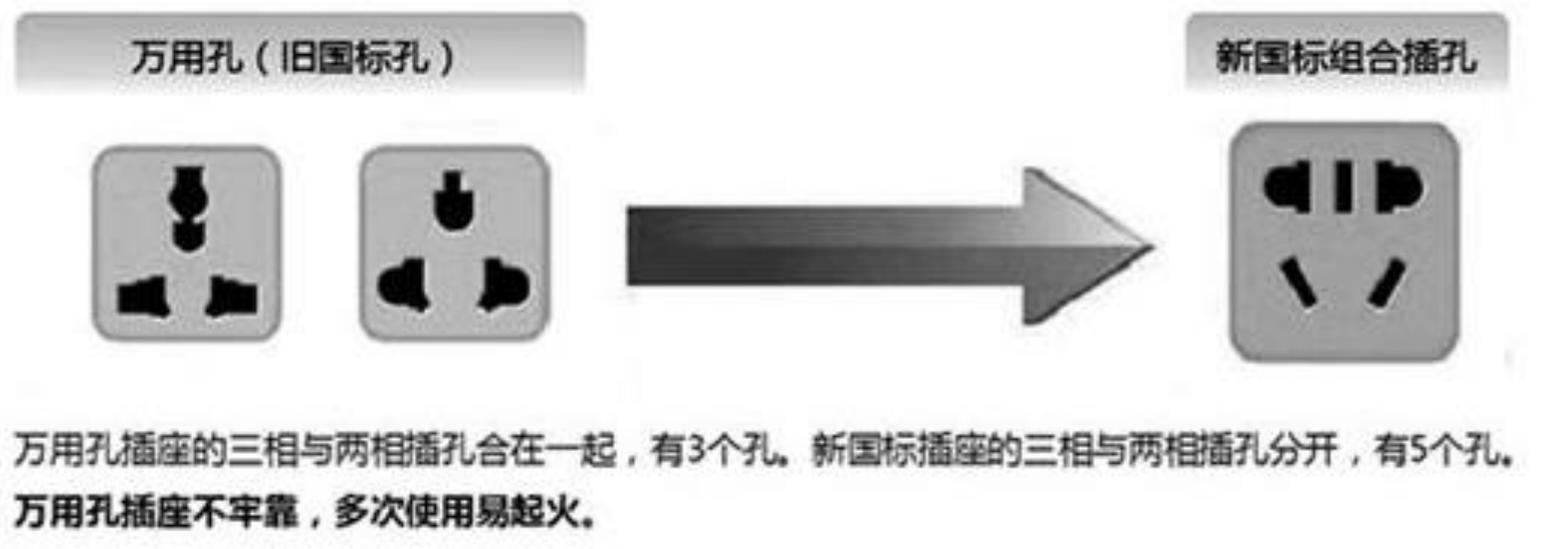


1、认识了解电源总开关，记住电源开关位置，做到能够在紧急情况下关断分电源、总电源。





2、**万能插座不能选。**“万能插座”没有统一的尺寸规范，保护门的设计也很难兼顾。而且，插孔相对较大，“插拔力”容易不达标，即插头容易松动，插座接片与电器插头接触面积过小，容易使接触片过热，存在火灾隐患，特别是像夏季这种用电高峰，特别危险。





3、避免使用不合格电器设备。大家在选购电器产品时就要“多长个心眼”：不合格的电器产品可能价格便宜，但很容易引起短路、火灾和触电事故，还是应该尽量选择规模大、产品质量和服务质量较好的产品。不要使用“三无”假冒伪劣产品，必须使用符合国家标准的电气元器件。





4、禁止私拉乱接电线

私拉乱接电线，任意增加用电设备，使电线超负荷发热，容易造成电线短路，产生火花或发热起火，导致火灾，或引发触电伤亡事故。

例如：电线拖在地上，可能被硬的东西压破或砸伤，损坏电线，会造成不可想象的危险和后果的。





5、电气线路必须安装漏电保护器，触电保护的灵敏度要正确合理，一般启动电流应在15~30毫安范围内。触电保护的動作时间一般情况下不应大于0.1秒。可以防止触电伤人和漏电起火等事故的发生。



6、开合电源时操作要规范



错误手势



正确手势



错误手势



正确手势

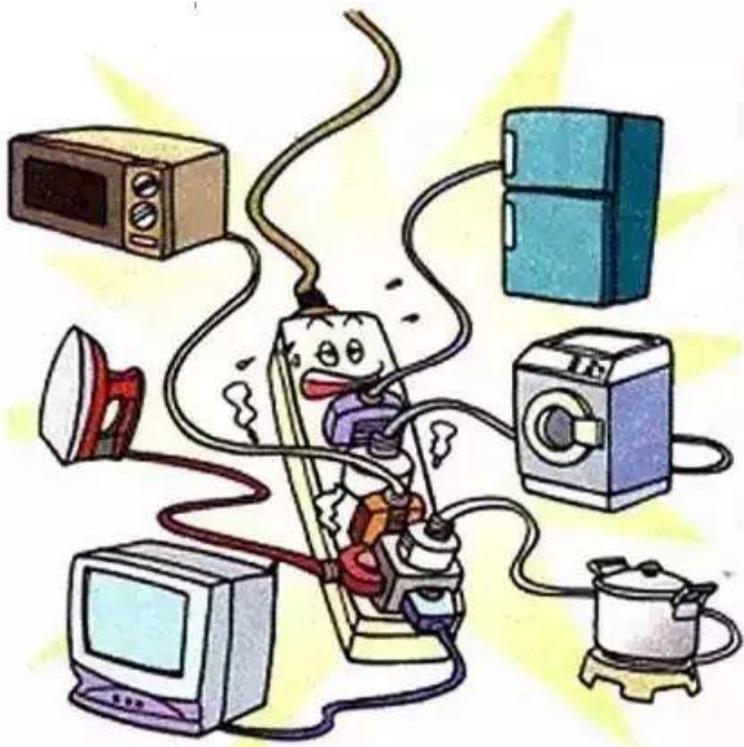
预防触电的措施

7、注意桌下用电





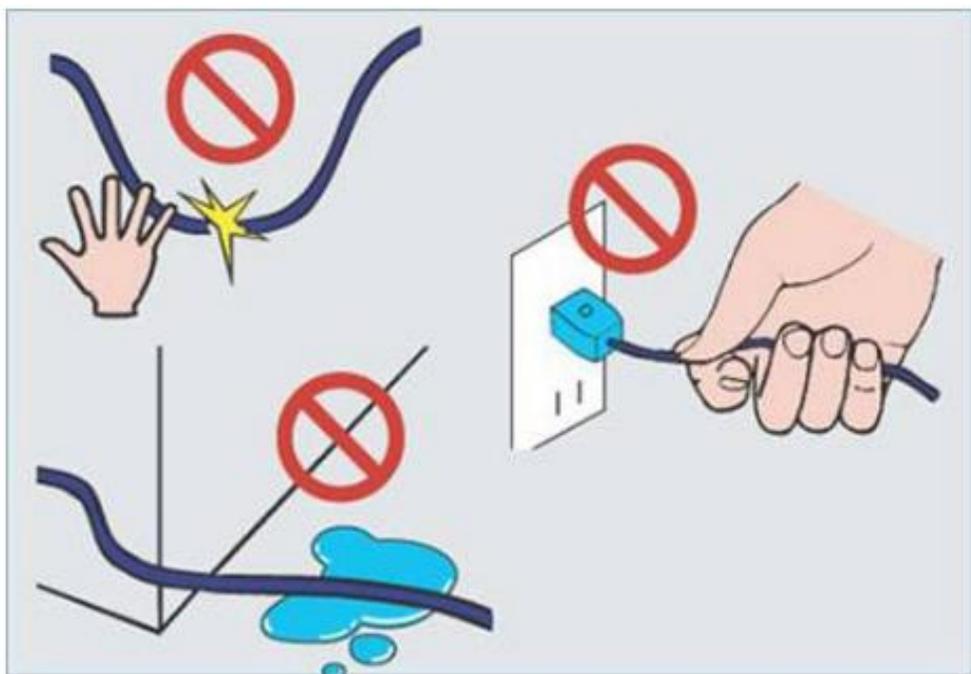
8、电气线路严禁超负荷使用，破旧老化的电源线、元器件应及时更换；电源插板不宜插接过多大功率电器，防止发生过负荷火灾。空调、洗衣机、电冰箱都要使用专用插座。





9、电气线路及元器件周围禁止存放易燃易爆物品，禁止在潮湿、有水的地方敷设电线。

10、规范用电，做到人走断电。



上海商学院发生火灾 四名女大学生跳楼身亡



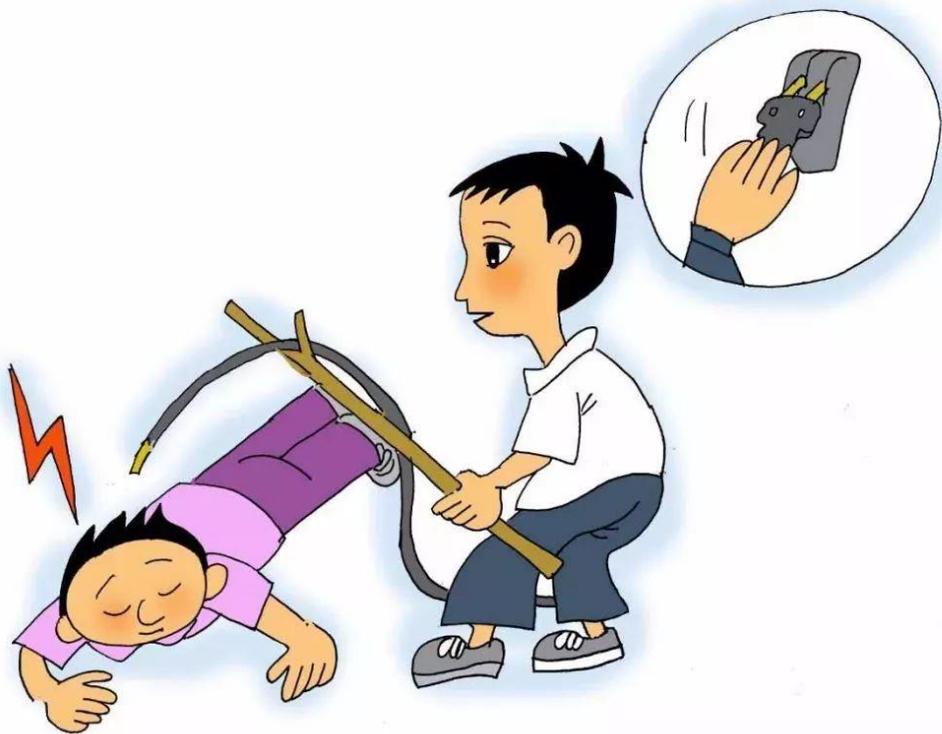


03

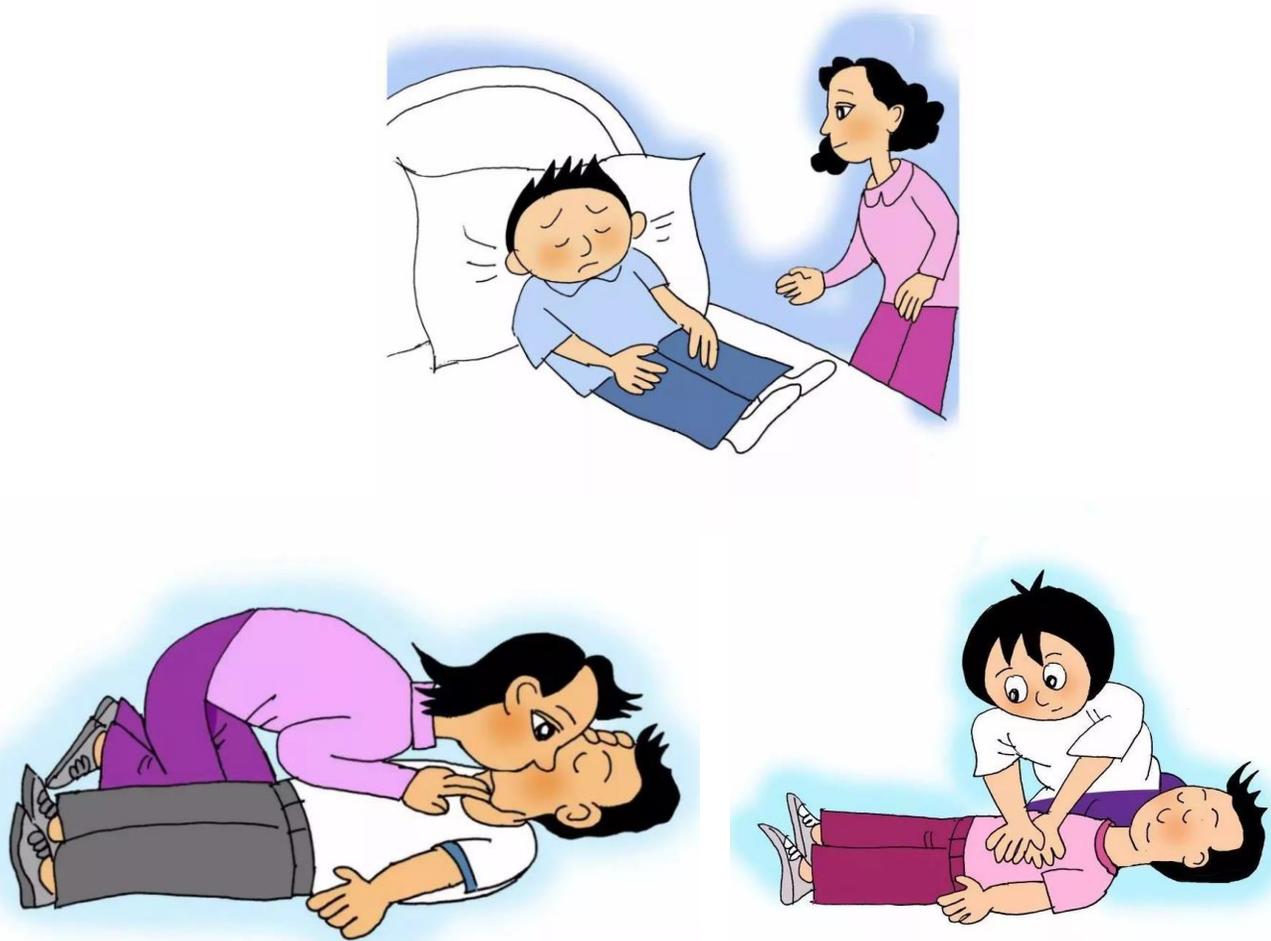
用电事故发生后怎么办

触电（黄金4分钟）

1.立即切断电源，或用不导电物体如干燥的木棍、竹棒或干布等使伤员尽快脱离电源。



2.对人员进行急救，同时拨打120电话。



心肺复苏





电器火灾



火灾联动装置









自动启动、电气手动启动、机械应急手动启动：

1、自动启动状态

气体灭火报警控制器一般配有两种不同类型的火灾探测器。控制主机上有“自动”和“手动”转换功能（也可在防护区外单独设置转换开关），当将其置于“自动”位置时，灭火系统处于自动状态。

当只有一种探测器发出火灾信号时，控制主机启动室内声光报警器，通知火灾发生，但并不启动灭火装置。

当两种探测器发出火灾信号时，控制主机启动室内、外声光报警器，联动关闭防护区开口，进入灭火启动延时，达到设定的延时时间后，自动启动灭火装置。

如在喷放延时过程中发现不需要启动灭火装置，可按下防护区外或控制器上的“紧急停止”按钮，终止灭火指令，在设定的延时时间内有效。

2、电气手动启动

当转换开关置于“手动”位置时，灭火系统处于手动状态。

在该状态下，探测器发出火灾信号，控制主机启动室内、外声光报警器，通知火灾发生，但并不启动灭火系统。此时按下防护区外或控制器上的“紧急启动”按钮，可以启动灭火系统。

注意：无论控制主机处于自动或手动状态，按下“紧急启动”按钮，都可启动灭火系统。

3、机械应急手动启动

用于火灾报警控制系统失效时，当自动和手动启动均失效时，当职守人员判断为火灾时，应立即通知现场所有人员撤离现场，在确定所有人员撤离现场后，可按以下步骤实施机械应急操作：

- 1) 手动关闭联动设备，并切断电源；
- 2) 拔出相应防护区启动瓶电磁驱动器上的“机械应急启动保险销”，按下机械应急启动按钮，电磁驱动器打开启动瓶释放启动气体，启动气体灭火系统。



中稷注册安全工程师事务所（北京）有限公司

Certified Safety Engineer Firm Co., Ltd.

电话：010-67893821

手机：18911270620

传真：010-67894461

地址：北京经济技术开发区隆庆街9号

邮编：100176

