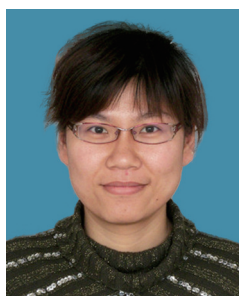


核电厂应急通信设计

应急通信是指挥、管理和协调场内应急响应以及保持核电厂应急组织与场外应急组织联系的一个极其重要的方面。主要阐述了核电厂应急通信的主要功能、设计原则及系统组成，并介绍了近年新建核电厂新增的应急通信手段。

吴银伟 张 晨 李 晟/中国核电工程有限公司



吴银伟/工程师

核电厂的安全问题一直是核电设计人员和社会公众最为关心的问题之一。在核电厂发生事故时，核电厂的应急组织应能及时、准确地响应，有效地采取应急响应措施，控制事故事态发展，防止或最大限度地减少事故的后果和危害，保护环境，保障工作人员和公众的安全。应急通信作为核电厂应急设施的重要组成部分，需提供可靠的厂内和厂外通信，特别是核电厂与上级各主管部门的通信。随着通信技术的不断发展，核电厂应急通信中陆续增加了多种通信技术，以更好地保证应急通信的多样性，提高应急通信的可靠性，并提高应急响应速度。

应急通信的主要功能

关键词/Keywords

核电 ·
应急 ·
通信 ·

应急通信是核电厂在核事故应急期间，各应急设施、应急组织之间传递信息的主要工具，是实施应急计划的重要组成部分，主要实现以下功能：

- 1) 保障核电厂有关应急设施、应急组织之间的通信联络和数据信息传输。
- 2) 保证核电厂与场外有关应急组织之间的通信联络。
- 3) 按有关规定，保证核电厂向规定的国家有关部门和场外应急组织传输数

据信息。

应急通信的设计原则

核电厂应急通信设计遵循以下基本原则：

- 1) 积极兼容，少许专设的原则。核电厂通信系统并非专为应急目的而设计，常规通信系统与应急通信是兼容的。少许专为应急目的而补充设置的应急通信系统和设备，平时也可用于非应急目的，但应随时可用于应急响应。
- 2) 为了保障可靠地实现应急通信的功能，系统设计应具有足够的冗余性、多样性，并防干扰、防阻塞及防非法截取信息。
- 3) 应急通信系统的设置应考虑各个应急设施的位置和功能、当地的地形条件、地形障碍、场外应急组织的设置以及核电厂应急组织和应急人员的设置等因素。

应急通信的组成

核电厂设置了多种类型的通信子系统，并且各通信子系统之间相互独立。其中，直通电话、安全电话系统、警报系统、寻呼系统和卫星电话为专设应急通信系统，但也可用于常规通信；行政电话系统、电力调度电话系统、有线广播系统、对讲电话系统、声力电话系统、无线电话系统和综合布线系统为常规通信系统，兼具应急通信的功能。以上这些通信子系统在应急状态下均可发挥各自的作用，保证应急通信的多样性和可靠性。

根据核事故的特征、性质、规模、后果及严重程度,核事故的应急状态依次分为应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急4个等级。按照核安全导则的要求,在应急待命状态下,只需通知厂内有关工作人员进入戒备状态;在厂房应急、场区应急和场外应急状态下,除通知厂内人员按照应急计划要求实施应急响应行动外,还需通知场外应急响应组织,采取相应的应急响应行动。应急通信可据此分为厂内应急通信(核电厂内部应急组织之间的应急通信)和对外应急通信(核电厂与外界应急组织之间的应急通信)。

核电厂专设应急通信系统包括以下几个子系统。

(1) 直通电话

为满足核机组安全运行要求,尤其是执行核事故应急计划时对通信的要求,建立对外直拨用户,直接作为市话局的终端用户,为厂内重要部门和岗位的管理人员和运行人员提供直接的国内外通信。直通电话为录音电话。直通电话不通过核电厂电话交换机而直接与公网相连,在执行应急计划时上级指挥部门可直接与核机组有关用户进行通信联系。

直通电话是应急状态下核电厂对外通信的主要有线通信手段。在应急状态下,核电厂应急组织可通过直通电话直接向国家和省(自治区、直辖市)核应急组织、主管部门和国家核安全监管部及规定的部门报告事故情况,并保持在整个过程中的紧密联系。

直通电话示意图如图1所示。

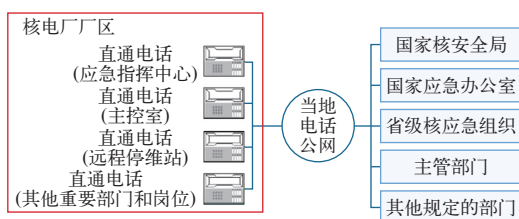


图1 直通电话示意图

(2) 安全电话系统

安全自动电话系统连接核电厂内各个重要岗位,使之在事故和应急状态下保持专用可靠和有效的通信联系。安全电话系统执行事故处理的

调度指挥通信功能并接入公网,实现对外通信。安全电话系统具有录音功能。安全电话系统与行政电话系统相互独立,电缆不能同沟、同路由敷设,以保证应急状态下,核电厂至少有一种电话系统可实现对外通信。

安全电话系统是核电厂应急状态下重要的厂内应急通信手段。在应急指挥中心、主控室、远程停堆站、技术支持中心、网控楼、应急抢修组、治安保卫和消防组等重要岗位设置有安全电话机,在应急状态下,核电厂重要岗位之间可通过安全电话实现双向语音通信。

另外,安全电话系统可接入公网,实现厂内应急组织的对外通信。

安全电话系统示意图如图2所示。

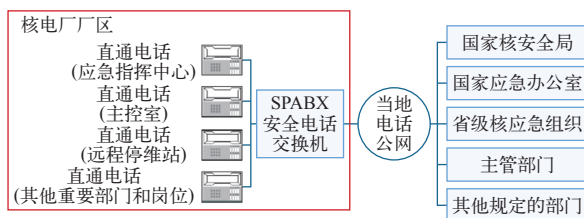


图2 安全电话系统示意图

(3) 警报系统

警报系统用于在事故和应急工况下发出警报信号。警报系统属于厂内应急通信,范围覆盖整个核电厂厂区,将厂区划分为若干警报区域,可发出单一警报、分组警报和全厂警报。

警报信号按优先级顺序有以下4种:①紧急撤离警报;②火灾警报;③撤离警报;④解除信号。

同时根据不同的警报方式(警报发送范围)有以下各级优先顺序:①全厂警报;②分组警报:相应机组警报;③单一警报:相应厂房警报。

警报系统包括声警报装置和光警报装置。在噪声电平高于90 dB时,除发出声音警报信号外,还应增加光显示信号。

在应急指挥中心、主控室和远程停堆站均设有控制台,根据应急状态的等级,可发出相应的警报信号。

下表给出了控制台、警报方式和警报信号之

间的相互关系。

表 警报方式和警报信号之间的关系

警报站	警报方式	警报信号			
		紧急撤离	火灾	撤离	解除
应急指挥中心	C	✓	✓	✓	✓
	G	✓	—	✓	✓
	I	✓	—	✓	✓
主控室	C	—	—	—	—
	G	✓	✓	✓	✓
	I	✓	—	✓	✓
远程停堆站	C	—	—	—	—
	G	✓	✓	✓	✓
	I	✓	—	✓	✓

注：1) ✓表示能发该种警报信号；—表示不能发该种警报信号。

2) C：全厂警报；G：分组警报；I：单一警报。

警报系统示意图如图3所示。

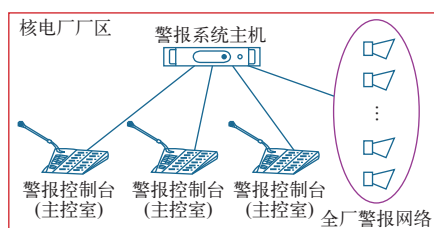


图3 警报系统示意图

(4) 寻呼系统

寻呼系统用于向核电厂运行管理人员及应急人员准确地发送寻呼信息，利用当地移动电话公网实现寻呼功能。寻呼系统属于内部应急通信，在应急指挥中心、主控室和远程停堆站设有移动电话信息平台管理终端，在应急状态下，利用这些管理终端，可对核电厂所有应急人员进行单个寻呼或集群寻呼。

此系统是随着移动电话公网的普及在核电厂新增的专设应急通信手段，其利用无线通信技术实现应急通信，增加了应急通信的多样性，进一步提高了应急通信的及时性。

寻呼系统示意图如图4所示。

(5) 卫星电话

卫星通信不受外界自然环境的影响，可以快速高效地响应各种突发情况，及时与外界取得联系，近年来越来越多地应用于核电厂应急通信，

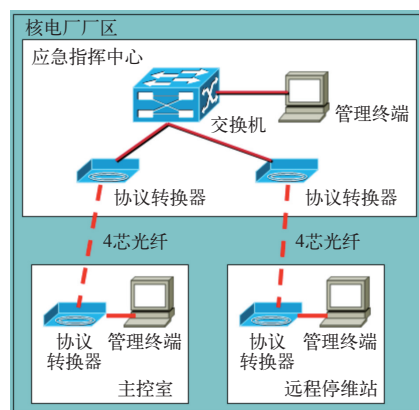


图4 寻呼系统示意图

成为核电厂专设应急通信手段。

卫星通信是应急状态下核电厂对外通信的主要无线通信手段，与有线通信互为补充，使对外应急通信更加可靠、有效。在核电厂应急指挥中心、主控室和远程停堆站设置卫星电话，在应急状态下，可保证厂内应急组织与国家和省（自治区、直辖市）核应急组织、主管部门和国家核安全监管部及规定的部门进行通信联系。

卫星通信示意图如图5所示。

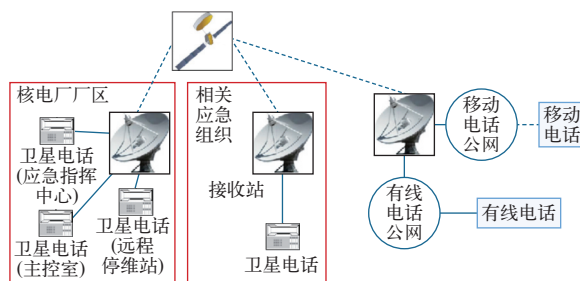


图5 卫星通信示意图

同时，核电厂还设有以下几个常规通信系统，在应急状态下，兼具应急通信的功能，保证应急通信的多样性和可靠性。

1) 行政电话系统。提供核电厂全厂范围内语音通话、传真等功能，用于满足核电厂行政管理和正常运行的通信需要，并且与厂外通信有接口。在应急状态下，行政电话系统也可作为安全电话系统的备用，成为厂内应急通信及对外应急通信的有力补充。

2) 电力调度电话系统。用于厂内电力调度通信并与网调、省调和厂外变电所建立中继通信。

在应急状态下,电力调度电话系统可保证核电厂与电网相关部门之间的通信联络。

3) 有线广播系统。用于发出寻人呼叫、发布指令和应急录音信息等。应急状态下,有线广播系统可作为警报系统的备用,从应急指挥中心、主控室和远程停堆站控制台发布指令和应急录音信息,快速通知厂内有关工作人员进入戒备状态。

4) 对讲电话系统。用于核电厂运行时核岛及技术性BOP厂房的通信联络。在主控室和远程停堆站设置对讲电话主终端,在应急状态下,可提供主控室、远程停堆站、主值办公室、技术支持中心和应急指挥中心等重要岗位之间的快速直接通话。对讲电话具有一触即通、无操作应答和免挂机等特点,应急状态下,可使通话变得更加迅捷、简单。

5) 声力电话系统。用于核电厂工作人员调试和维修时的通信联络。声力电话系统是自供电系统,无需外部供电,是比较可靠的厂房应急通信手段。

6) 无线电话系统。无线通信技术日益成熟,第三代核电AP1000核电站中无线电话已成为主要的通信方式,无线电话系统在核电站应用已成为一种趋势。与寻呼系统不同,无线电话系统要采用先进无线通信技术,实现双向通信,与有线通信互为补充,保证核电厂通信的畅通无阻。在事故工况和实施应急计划时,无线通信系统可作为安全可靠通信手段之一,成为应急通信必要的手段,发挥组织和调度的作用。

7) 综合布线系统。为核电厂内的语音、数据和图像信号的传输及计算机网络提供统一的布线

管理。在应急状态下,核电厂的事故参数可通过此系统适时地传送到主控室、技术支持中心和应急指挥中心等厂内应急相关部门,并可通过此系统将相关数据传送到规定的国家有关部门和场外应急组织。

结束语

核电厂通信系统的冗余性和多样性保证了应急通信的可靠性,可在应急状态的不同阶段(应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急)利用多重的通信手段完成相应的应急响应。

随着通信技术的不断发展,必将会有更多的通信手段应用于核电厂应急通信,核电厂应急通信必将会越来越可靠,以更有效地保障应急响应的实施。

参考文献

- [1] 全国核能标准化技术委员会. GB/T 17680.7—2003 核电厂应急计划与准备准则 场内应急设施功能与特性[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [2] 全国核能标准化技术委员会. GB/T 17680.3—1999 核电厂应急计划与准备准则 场外应急设施功能与特性[S]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [3] 核工业标准化研究所. NB/T 20263—2014核电厂通信设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [4] 孙有伟. 现代移动通信网络技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2012.
- [5] 刘功亮,李辉. 卫星通信网络技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.

(收稿日期:2015-07-08) **EA**

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告