

# Introduction to Emergency Response Organization for Multi-Unit Events in Ningde Nuclear Power Plant

Bing Wang, Wei Hong

Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd, Fuding  
Email: [wangbing@cgnpc.com.cn](mailto:wangbing@cgnpc.com.cn)

Received: Jun. 9<sup>th</sup>, 2014; revised: Jul. 1<sup>st</sup>, 2014; accepted: Jul. 9<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

After the astonishing Fukushima disaster, the global governments reevaluated both the operating and building nuclear power units. National Nuclear Safety Administration (NNSA) of China issued the General Technical Criteria of Improvements for nuclear power plant on June 12, 2012. According to the general criteria, the tactics of emergency response for multi-unit events, which is one of the 14 improvements in Ningde NPP post the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, is described in this paper.

## Keywords

Nuclear Power Plant, Multi-Unit Events, Emergency Response, Introduction

---

# 宁德核电厂多机组应急响应组织初步探讨

王兵, 洪蔚

福建宁德核电有限公司, 福鼎  
Email: [wangbing@cgnpc.com.cn](mailto:wangbing@cgnpc.com.cn)

收稿日期: 2014年6月9日; 修回日期: 2014年7月1日; 录用日期: 2014年7月9日

## 摘要

日本福岛核事故在全球范围的核电行业引起了深刻的影响和反思，我国国家核安全局也于2012年6月12日发出了《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求(试行)》文件，宁德核电厂按要求开展了多机组应急响应方案研究，本文就多机组应急响应人员需求进行分析，供兄弟电站参考。

## 关键词

核电厂，多机组，应急组织，探讨

## 1. 引言

宁德核电厂厂址位于福建省福鼎市秦屿镇牛郎岗的备湾自然村，为岛链型厂址。厂址 NE 方向距离闽浙省界最近距离约 20 km，距离福鼎市区约 32 km。

宁德核电厂项目采用改进型压水堆核电技术 CPR1000，一期建设四台百万千瓦级压水堆核电机组。首台机组于 2008 年 2 月 18 日开工，2013 年 4 月 15 日商业运行。

福岛核事故的经验教训表明，在极端外部自然灾害的威胁下，同一厂址的多个机组有可能同时进入应急状态，也有可能由于同一厂址内的某一台机组的超设计基准事故和/或严重事故条件下造成其他机组也同时进入应急状态。

宁德核电厂根据自查情况，结合福岛核事故后的相应改进建议及措施，拟定针对两台机同时发生事故的应急响应方案，并充分考虑应急组织和工作人员、应急设施和设备、场外资源等几个方面准备的充分性。以进一步提升核电厂在严重事故缓解、应急准备与响应方面的有效性。

## 2. 福岛核事故后国家对多机组事故应急准备和响应的要求

国家核安全局于 2012 年 1 月 19 日发出“关于报送在建核电厂核安全改进措施的函”，要求“研究制定核电基地多机组同时进入应急状态后电厂的应急响应方案，并评估应急指挥能力及应急抢险人员和物资的配备、协调方案” [1]。

## 3. 宁德核电厂多机组应急响应初步分析

### 3.1. 典型事故情景考虑

多机组应急状态一般可由以下几种情况导致：

(1) 严重自然灾害和多重极端自然灾害叠加引起的一个甚至多个核电厂址两台机组同时进入严重事故应急状态的情况，典型的如福岛核事故中地震加海啸的情况导致了福岛第一、第二核电厂等多台机组在短时间内几乎同时进入应急状态，且福岛第一核电厂 1~4 号机组发生了严重的放射性物质释放(最后定为最严重的 7 级事故)。

(2) 核电厂址一台机组发生严重事故，放射性物质的释放导致相邻机组进入应急状态。

(3) 恐怖事件，恐怖组织对核电厂多个机组同时袭击，或某处袭击造成多个机组同时进入应急状态。鉴于核电厂为民用核设施，暂不考虑战争情况。

(4) 偶然组合，两台核电机组独立运行，由各自内部初始事件引发本台机组进入应急状态，两台机组进入应急状态之间无相互关系。

根据上述基本假定和宁德核电厂在严重自然灾害叠加时的多机组应急情形，宁德核电厂多机组应急状态需要考虑如下典型情景，并针对典型情景进行应急抢险人员、设施和物资的分析[2]。

(1) 防水淹。需关注内部与外部水淹情况下核电厂可能采用的应对措施。对海啸、极端风暴潮等洪水情境，结合宁德核电厂防洪应急预案，分析抗洪抢险所需人员、设备及物资；需关注应急情况下设施设备的防水检查，以及临时应对措施及所需要的抢险人员与设备、物资的配备。

(2) 紧急状态下的最终余热排出与乏燃料池冷却。需关注应急情况下其他储备水源及预备水泵，保障所需抢险人员与设备、物资配备。包括必要的预备泵和软管。水源枯竭并采用海水供给时，所需的抢险人员与设备、物资配备，包括消防车调运、水管连接、水泵启动(全长断电情况下需接备用电源)等过程。设备的保管场所设置高台，其中有一个设备调用和运输过程，这也需要配备相应人员和交通工具。

(3) 需关注移动电源设备的使用。移动电源设备在应急时发挥关键作用。而其存放场所和运送场所应设置在不受海啸影响的高台上。需关注移动发电机使用过程中操作移动发电机所需抢险人员与设备、物资配备。

### 3.2. 总体进程假设

对典型情景，应进行应急抢险人员、设施和物资的分析，根据《改进行动通用技术要求(征求意见稿)》的要求，图 1 以全厂断电情况为例，给出了全厂断电情况下多机组应急响应行动的简单框架[3]。

《改进行动通用技术要求》第二项“移动泵和注水管线设置的技术要求”中对二回路临时补水或注水的功能要求：(1) 能够长时间的通过二回路“充-排”方式排出堆芯热量，其临时补水或注水流量应能满足停堆后 6 小时堆芯余热排出的需要，需保证采取了二回路临时补水或注水措施后可以维持事故后至少 72 小时的冷却需求；(2) 需在事故后 6 小时内完成临时注水措施的所有准备工作，保证其处于可用状态。

《改进行动通用技术要求》第三项“移动电源及设置的技术要求”中提到：“移动式柴油发电机组

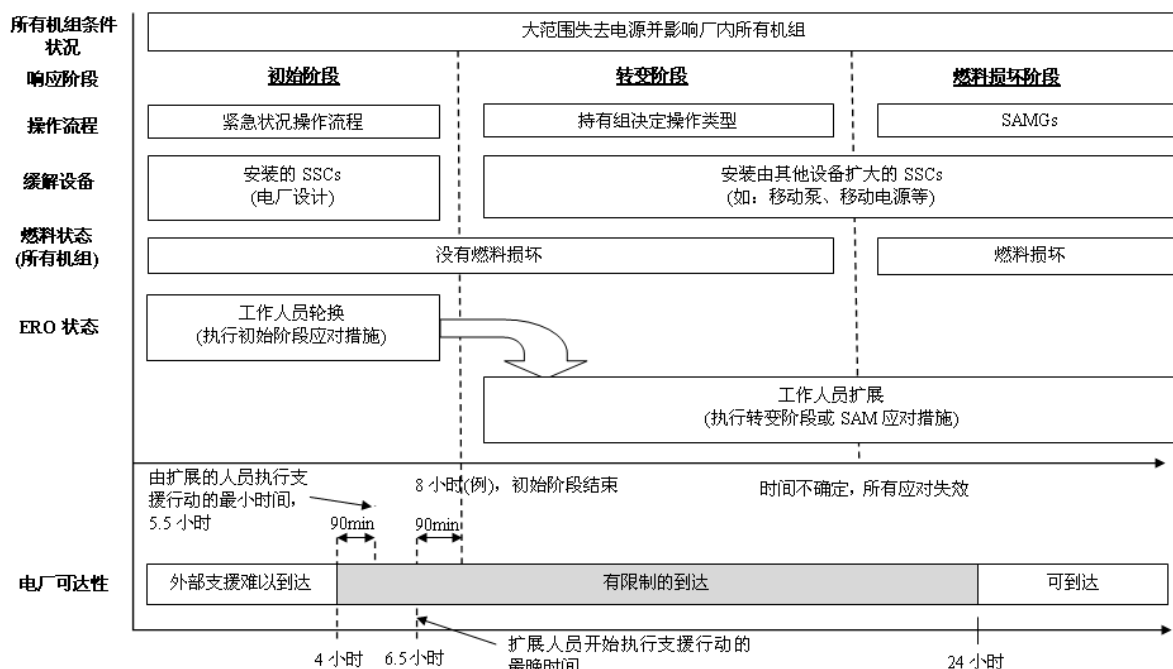


Figure 1. Emergency response actions in loss of power situation

图 1. 全厂断电情况下响应行动简单框架

容量应至少满足机组事故监测、控制、辅助设备以及维持主泵轴封的负荷需求，必要时还应具备为一台辅助给水泵供电，或者为一台低压安注泵和一台安全壳喷淋泵供电的能力；移动式柴油发电机组自身所带燃油量应保证柴油发电机组满功率连续运行不少于 8 小时，并可通过在线补油功能实现后续补油。”

进程和时间假定[4]：

(1) 自然灾害发生导致多机组应急响应状态确定后 4 小时内，由核电厂现有应急组织按照现有应急计划及执行程序开展应急响应工作。特别需注意为 6.6 kV 移动电源补充燃油。

(2) 多机组应急响应状态确定后 4~8 小时内，针对多机组应急响应的第一批人员与设备、物资按要求依次到位。其中，要求在事故后 6 小时内完成临时注水措施的所有准备工作。

(3) 多机组应急响应状态确定后 8~24 小时内，针对多机组应急响应的人员与设备、物资按要求依次全部到位。其中，要求对移动式柴油发电机组及时补充燃油。第一批场外应急支援人员与便携式应急设备与物资到位。

(4) 多机组应急响应状态确定 24 小时后，场外应急支援人员与应急设备与物资按要求到位。

#### 4. 宁德核电厂多机组应急响应人员考虑

根据《宁德核电厂一、二号机组场内应急计划》中的核应急组织，结合多机组改进项增加的项目及实施的内容，主要包括：一次侧临时注水及安全壳喷淋改进、二次侧临时补水改进、LLS 系统增设在线补油改进、乏燃料水池应急补水改进、移动应急电源改进、防水淹改进、环境监测改进等，再考虑扩展响应功能人员考虑见表 1[5] [6]，拟调整的应急组织和应急人员如下：

(1) 应急总指挥增加应对多机组响应时单一机组协调人员职能，并设置专门的技术秘书岗位。

(2) 增加设置应急协调、运行、机械、电气、仪控和保障等专业人员值班。

(3) 为移动式应急电源需配备应急人员 4~15 人(其中 4 人包括司机 1 人需在短时间内到达，其余人员视情况由其他岗位兼任)。

(4) 核应急值班周轮换的上一个值的核应急组织成员为应急成员的补充。

(5) 增配人员在事故后 4~24 小时时间内进入应急岗位。24 小时后需继续补充的应急支援人员拟通过外部应急支援等方式实现。

Table 1. Extended emergency response ability and personnel

表 1. 扩展响应功能人员考虑

扩展响应功能	主要部分和工作人员考虑
机组响应协调	-全面认识与维修与补救行动相关的活动，专门处理该机组转变为多机组应急和严重事故管理(SAM)的措施；每台机组配备一名专职的机组响应协调人员
机械组维修与补救行动	-每台机组配备两人执行机械维修与补救行动；工作人员可以包括一个轮换的人员
电气维修与补救行动	-每台机组配备两人执行电气维修与补救行动；工作人员可以包括一个轮换的人员
仪控(I&C)维修与补救	-每台机组配备执行仪控维修与补救行动；工作人员可以包括一个轮换的人员
工程协调	-每台机组配备一名专职的工程协调人员
非授权操作人员 - 非轮班	-每台机组配备两人协助执行维修与补救行动；不包括参与轮班的工作人员
SAM 策略的执行	-每台机组人员的数量及组合能够同时执行任意 2 个 SAM 策略 -不应包括分配到其他岗位的人员(例：应急维修与补救行动)；但可以包括轮换工作人员及负责执行转变阶段策略的人员

## 5. 外部支援的需求分析

根据宁德核电厂场内应急计划对外联系的框架图 2，目前宁德核电厂的应急支援主要来自中广核集团、省级核应急组织和军队、地方应急组织和协议单位等。目前，中广核集团正在开展应急体系和能力的建设，主要工作包括：加强各基地应急准备和应急能力维持工作的管理和监督；为各基地提供专业技术支持；建设集团核事故应急中心，在软、硬件平台方面提供专业的管理和支持；统筹规划集团内核事故应急资源，以实现集团内应急资源的有效共享等。更具体的支援方案将在收到国家核安全局要求后进一步细化和逐步实施。

根据宁德核电多机组事故外部救援图 3，各基地到达宁德核电现场的距离及所需时间表 2 和宁德核电厂地理概况图 4，集团应急指挥部支援队出发到宁德集结时间短。所以针对宁德核电厂，早期将依靠电厂本身所配备的较为完善的应急组织、人员、设施设备，在某些极端恶劣工况下，考虑集团公司等外部支援是可行的。

## 6. 结束语

到目前，多机组事故应急准备与响应工作只是起步，文中以 CPR1000 机组事故为研究对象，通过分析同时两台机组发生事故，尤其是超设计基准事故，需同时开展应急补水和应急供电等状况及人员增援计划，并结合现有的应急组织进行人员需求分析评定。为进一步完善应对多机组核事故应急准备和响应工作，在未来还将拟逐步完善以下工作：

- (1) 参与中广核集团应急支援方案的制定，并积极配合开展所需的工作；

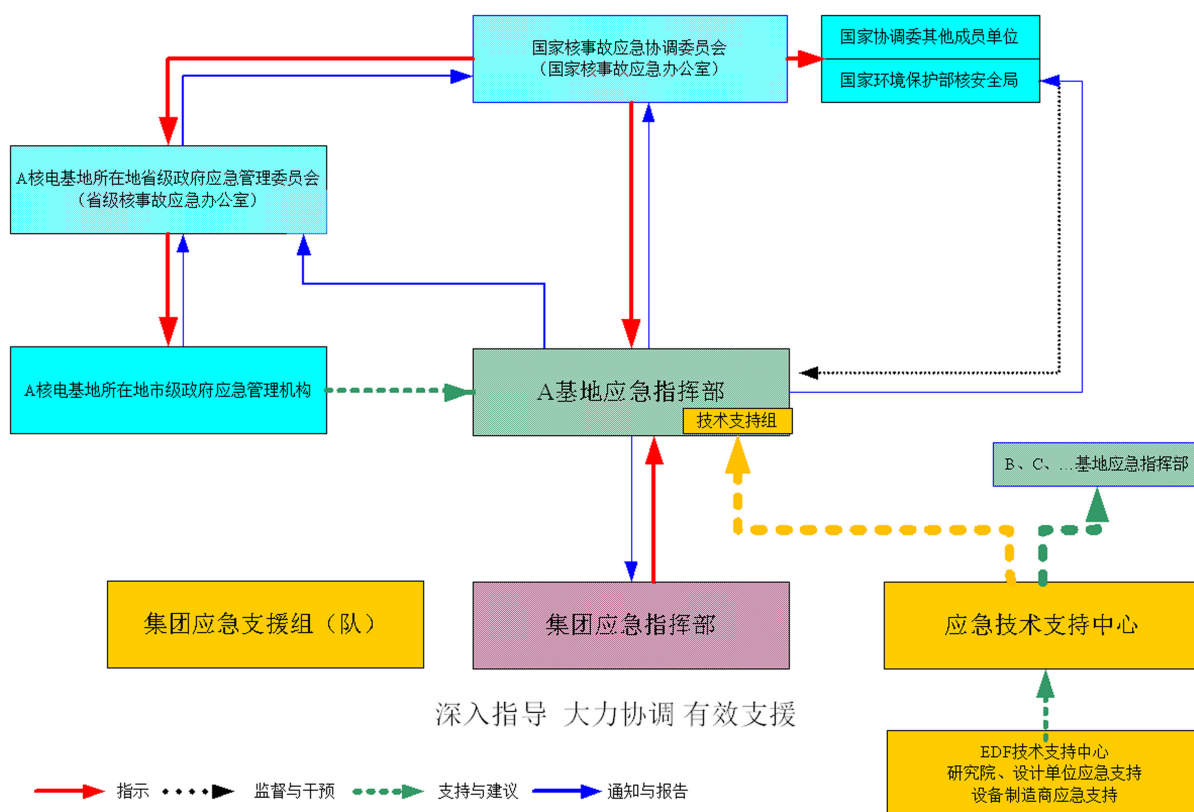


Figure 2. Communication with offsite emergency organizations of Emergency Plan in Ningde NPP  
图 2. 宁德核电厂场内应急计划对外联系的框架

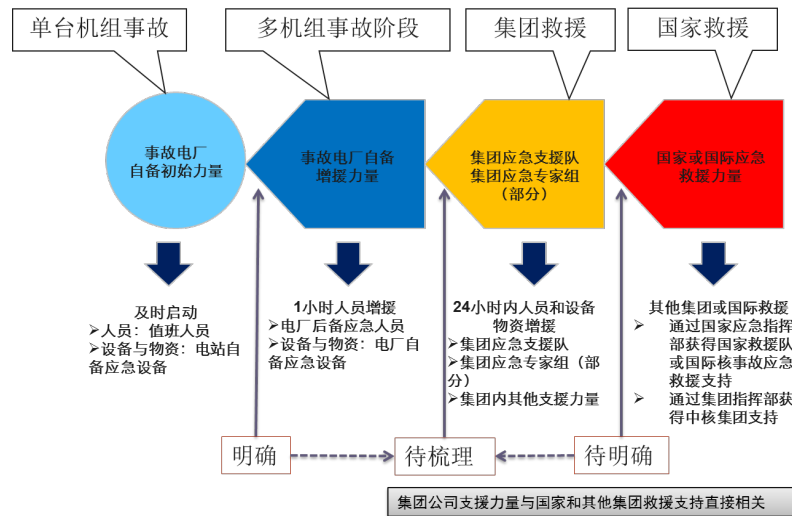


Figure 3. Outside assistance in multi-unit events

图 3. 宁德核电多机组事故外部救援



Figure 4. Geographical position of Ningde NPP

图 4. 宁德核电厂地理概况图

**Table 2.** The distance and time to Ningde NPP from other NPPs

**表 2.** 各基地到达宁德核电的距离及所需时间表

单位	公路里程	公路所需时间	空路所需时间
集团应急指挥部	1000 km	13.3 小时	9 小时
大亚湾核电	990 km	16.2 小时	10 小时
阳江核电	1323 km	20 小时	11 小时
台山核电	1235 km	-	12 小时
防城港核电	1729 km	-	12 小时
红沿河核电	2330 km	29 小时	12 小时
福清核电	290 km	7.6 小时	-

(2) 研究与较近核电厂的双边或多边应急支援合作的可能性和方案。

### 参考文献 (References)

- [1] 国家核安全局 (2012) 关于报送在建核电厂核安全改进措施的函. 国家核安全局, 北京.
- [2] 深圳中广核工程设计有限公司 (2012) 宁德核电厂一期工程 PF 改进项方案设计. 深圳中广核工程设计有限公司, 深圳.
- [3] 国家核安全局 (2012) 改进行动通用技术要求(征求意见稿). 国家核安全局, 北京.
- [4] 苏州热工研究院 (2012) 多机组核应急响应方案专题报告. 苏州热工研究院, 苏州.
- [5] 宁德核电厂一、二、三号机组场内应急计划(报批版, 内部资料). 2012.
- [6] 福建宁德核电有限公司 (2012) 宁德核电站一期工程应急执行程序. 福建宁德核电有限公司, 宁德.