

严重事故管理工作实践及计划

2020.7.7

知识产权声明

本文件的知识产权属国家电力投资集团公司及其相关产权人所有，并含有其保密信息。对本文件的使用及处置应严格遵循获取本文件的合同及约定的条件和要求。未经国家电力投资集团公司事先书面同意，不得对外披露、复制。

Intellectual Property Rights Statement

This document is the property of and contains proprietary information owned by SPIC and/or its related proprietor. You agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you. No disclosure or copy of this document is permitted without the prior written permission of SPIC.

一、严重事故管理工作实践

二、CAP1400严重事故预防和缓解措施

三、CAP1400 全范围SAMG和EDMG开发

一、严重事故管理工作实践—发展历程



一、严重事故管理工作实践—业务范围

严重事故机理现象研究

- 熔融物行为
- 氢气风险
- 蒸汽爆炸
- 安全壳升压
-

严重事故缓解研究

- 熔融物滞留
- 氢气控制
- 快速降压
- 安全壳排气
-

严重事故应用研究

- 设备可用性评估
- 设备可达性评估
- 设计分析器开发
-

严重事故 技术能力

其它

- 标准规范
- 新堆型开发
-

软件自主化开发

- 一体化分析软件
- 机理现象分析软件
-

严重事故管理研究

- 全范围SAMG开发
- EDMG开发
- 专家决策支持系统开发
-

一、严重事故管理工作实践——项目业绩



立足高学历人才队伍
开展跨学科专业建设
取得多元化工作业绩



工程项目严重事故对策设计及分析评价

- ✓ 秦山一厂、秦山三厂
- ✓ 恰希玛核电厂（1-4号机组）
- ✓ 三门一期&二期、海阳一期&二期
- ✓ 国核示范工程等

核电厂技术服务

- ✓ 秦山一厂、依托项目、国核示范等全范围SAMG开发
- ✓ 秦山一厂、秦山三厂、恰希玛电厂等氢控系统设计改造
- ✓ 秦山三厂设备可用性评估
- ✓ 海阳核电厂EDMG开发等

重大专项科研课题

- ✓ CAP1400熔融物堆内滞留（IVR）研究及试验
- ✓ 大型非能动核电厂熔融物滞留深化研究
- ✓ 先进非能动压水堆安全壳内氢气安全优化研究
- ✓

核能行业协会

- 创新团队奖
- 一等奖1项
- 二等奖2项
- 三等奖1项

集团公司科技进步奖二等奖2项

一、严重事故管理工作实践—IVR研究

- IVR (In-Vessel Retention) 是重要的严重事故缓解措施，正获得越来越广的应用
- 牵头实施两项重大专项课题
- 完整的分析体系

堆内
研究

瞬态过程研究

熔池传热研究

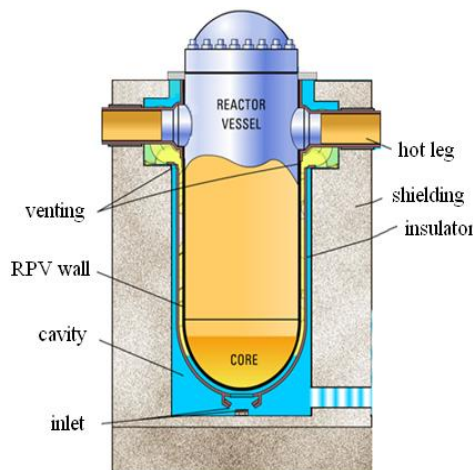
熔池分层机理研究

热力学特性分析及数据库建立

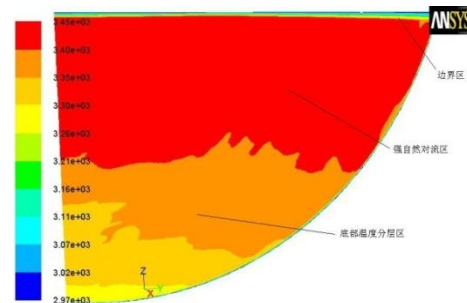
堆内注水措施研究

建立完整IVR有效性分析体系

IVR分析程序开发及验证



IVR原理



熔池CFD分析

一、严重事故管理工作实践—IVR研究

堆外研究

CHF工程验证试验研究

- 全尺寸，原型材料加热表面

CHF影响因素研究

- 流道结构、入口水温、压力等

CHF增强措施研究

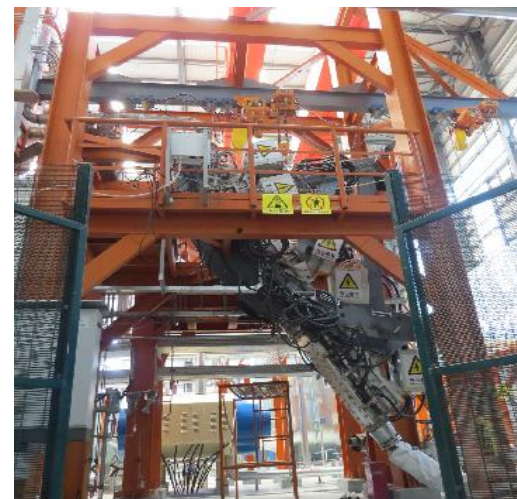
- 涂层、翅片等

RPV外壁面沸腾换热机理研究

- 格子Boltzmann方法



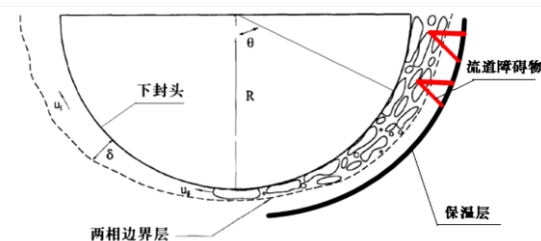
ERVC工程验证试验



提高CHF关键因素试验



原型材料加热表面



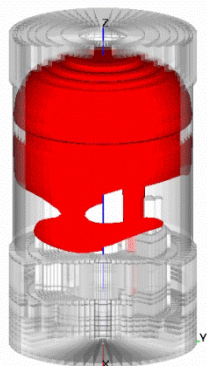
CHF增强措施-翅片

一、严重事故管理工作实践—氢气控制

■ 氢气风险评估和缓解措施研究

37921

380.18



氢气三维分析

氢控系统消氢效果评估
程序模型二次开发 (PCS等)

试验研究

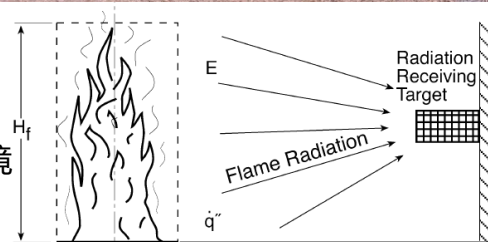
设备可用性评估
验证试验



技术创新

氢气燃烧研究

扩散火焰
开发先进的氢气燃烧环境
条件分析方法



集总参数

采用集总参数法程序开展电厂氢气风险分析

- 氢气分布分析
- 氢气控制系统设计

集总参数+CFD

建立一套全面的氢气风险分析与评估体系:

- 氢气源项
- 释放扩散行为
- 局部燃爆风险
- 氢控系统有效性评估



一、严重事故管理工作实践—管理导则开发

功率运行SAMG

WOG SAMG

仅覆盖功率运行工况

需要针对特定电厂“本土化”

执行效率较低

全范围SAMG

全范围：功率运行、停堆低功率、乏燃料水池

全堆型：传统能动电厂、三代非能动电厂

设备可用性、可达性评价

工程运用：AP1000、CAP1400、秦山一厂

EDMG

应对场景：主控室、远距离停堆室丧失；丧失主控室所在厂房内所有的人员及设备；丧失核电厂的交直流电源

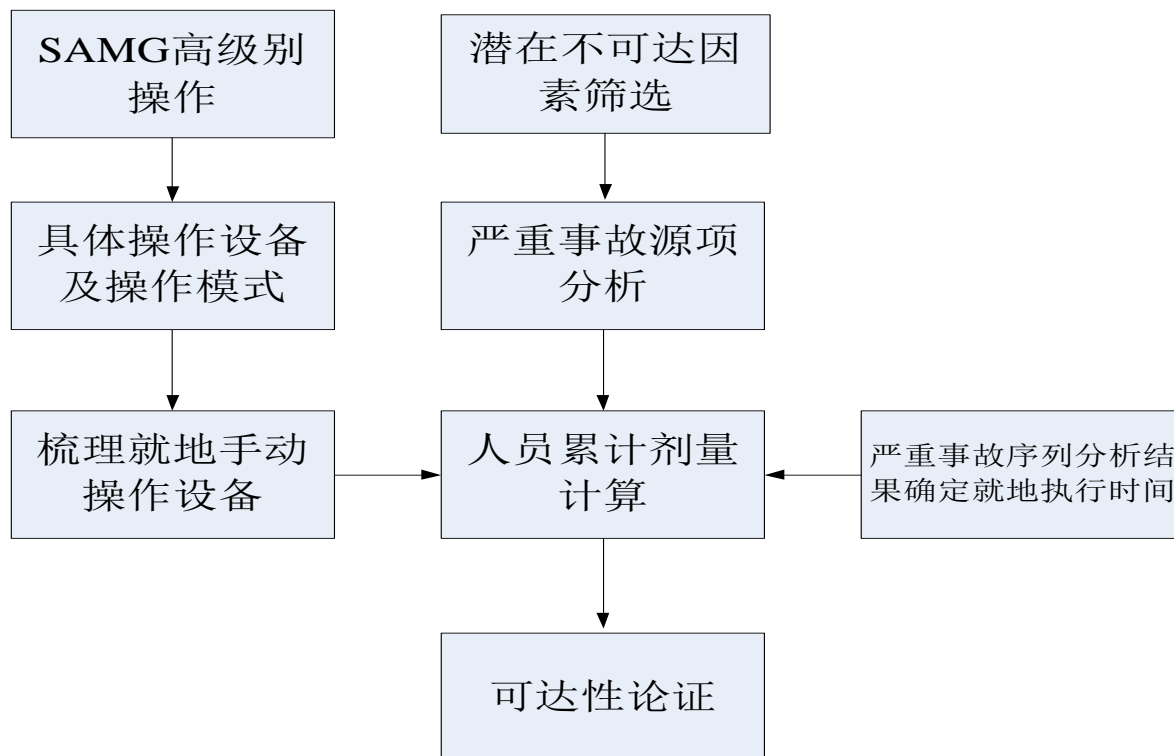
工程运用：海阳AP1000项目

自主开发非能动核电厂全范围SAMG

一、严重事故管理工作实践—设备可用性



一、严重事故管理工作实践—严重事故可达性



可达性开发流程

一、严重事故管理工作实践—设备研发



非能动氢复合器



氢点火器



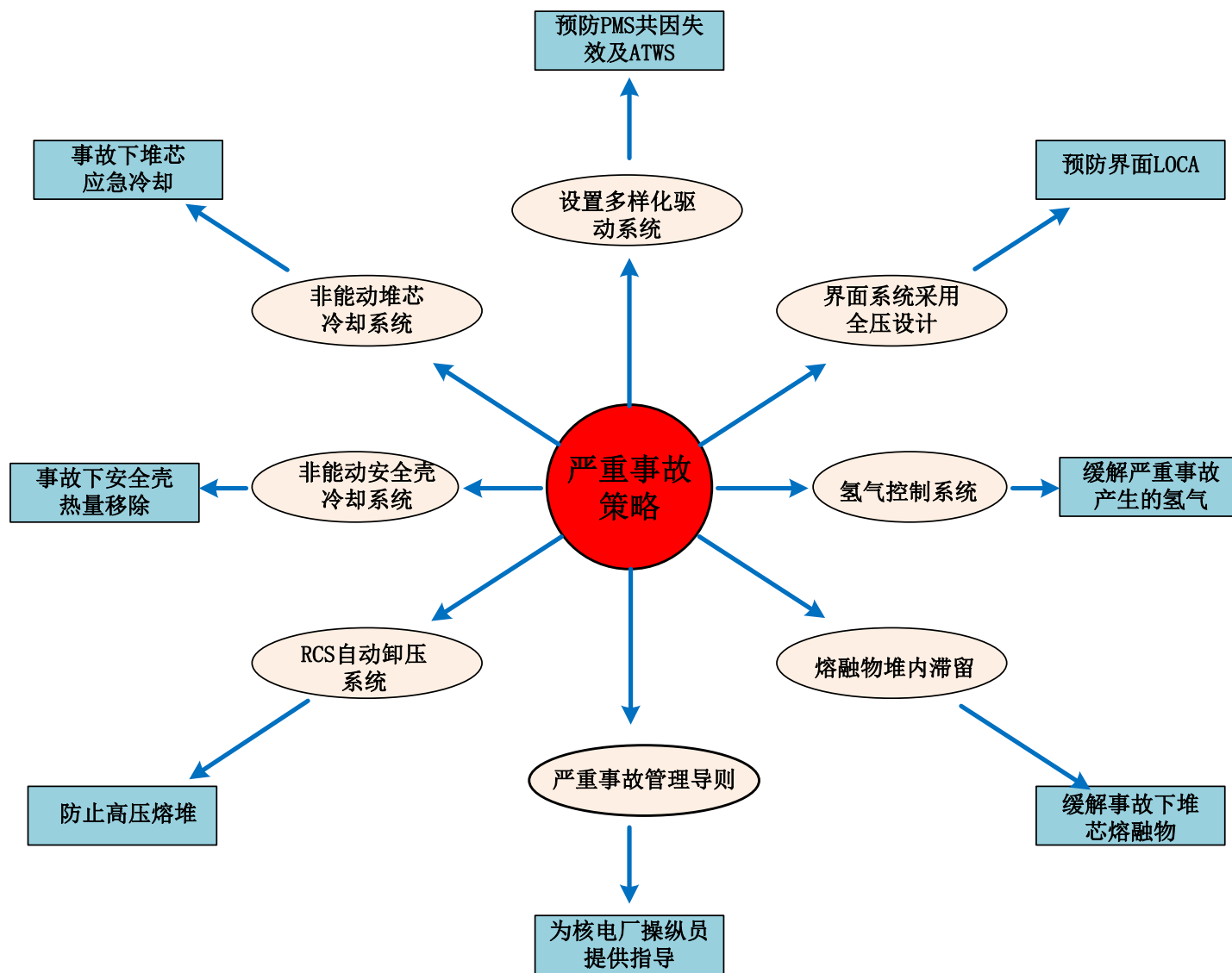
氢气浓度监测仪

一、严重事故管理工作实践

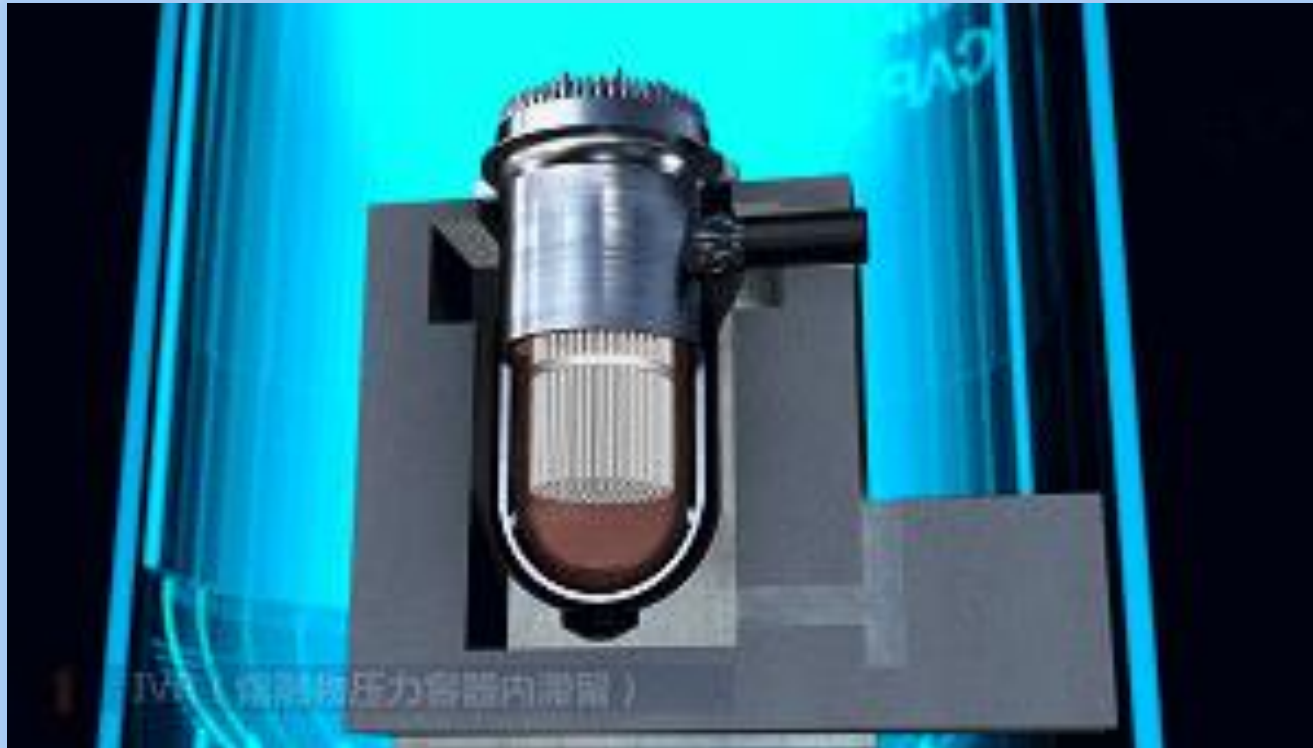
二、CAP1400严重事故预防和缓解措施

三、CAP1400 全范围SAMG和EDMG开发

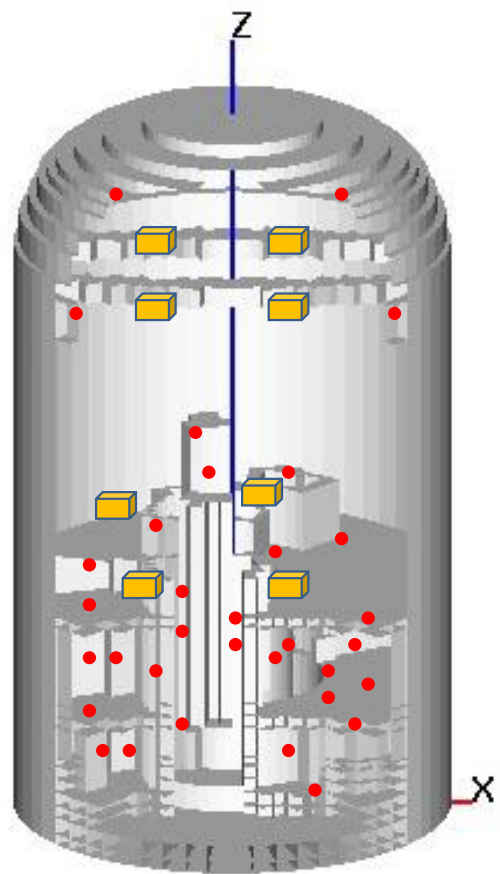
二、CAP1400严重事故预防和缓解措施—概述



二、CAP1400严重事故预防和缓解措施—IVR

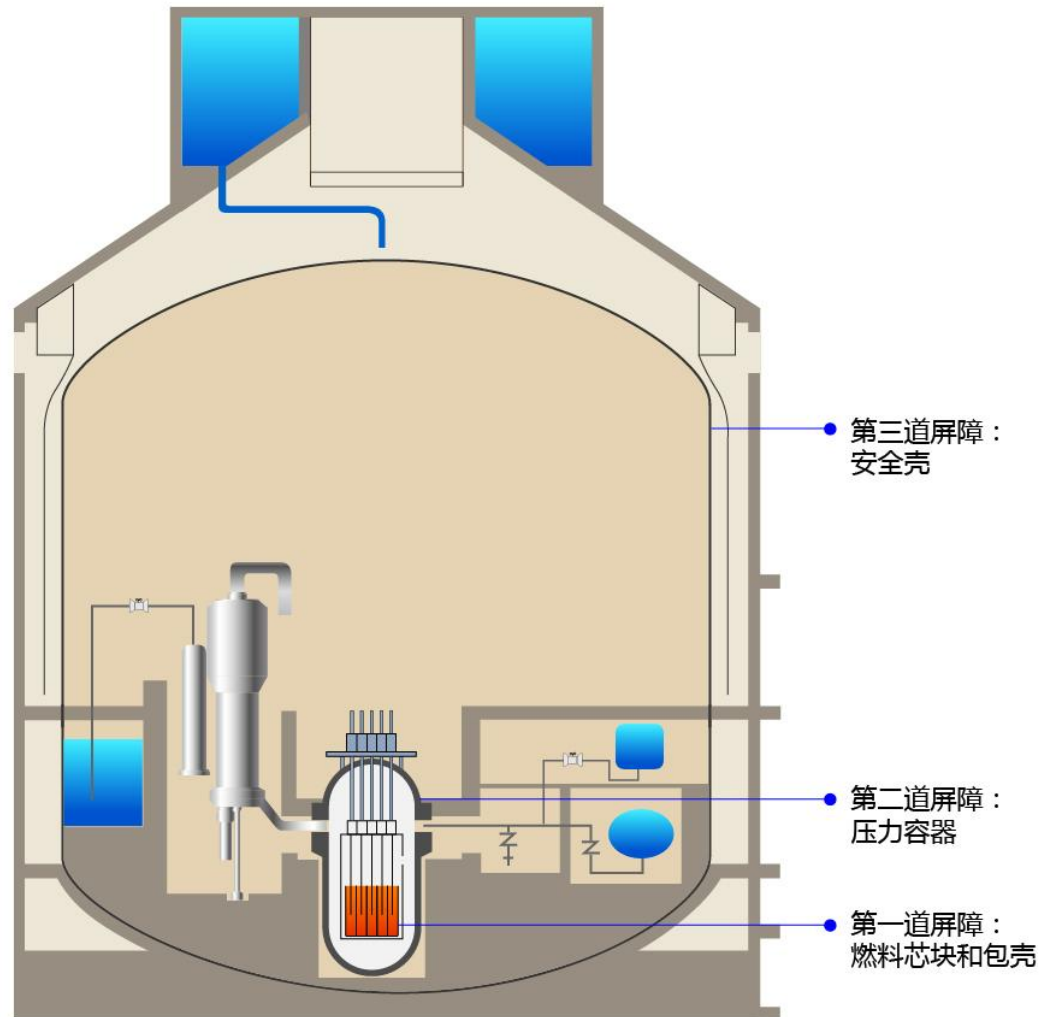


二、CAP1400严重事故预防和缓解措施—氢气控制



- 非能动氢气复合器
- 氢气点火器（其中一列）

二、CAP1400严重事故预防和缓解措施—非能动安全壳冷却



一、严重事故管理工作实践

二、CAP1400严重事故预防和缓解措施

三、CAP1400 全范围SAMG和EDMG开发

三、CAP1400 全范围SAMG和EDMG开发

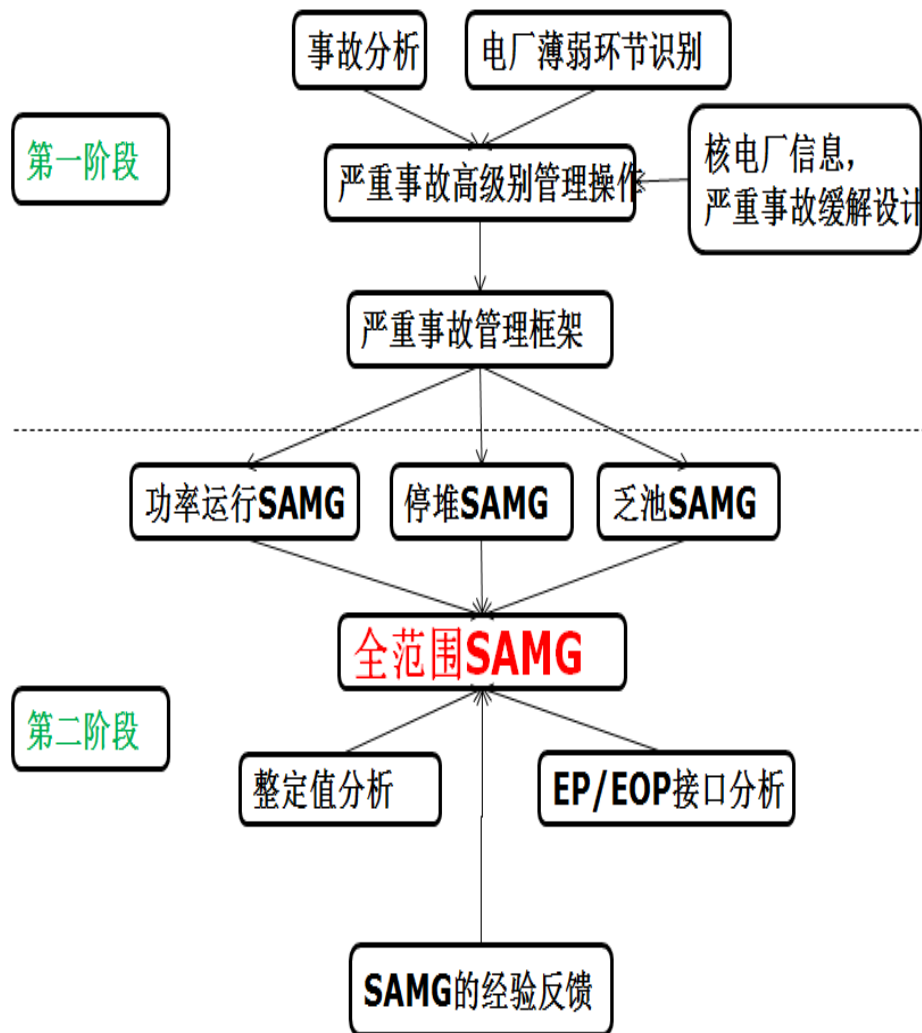
■ 全范围SAMG

SAMG全面性

- 功率运行
- 停堆低功率
- 乏燃料池

SAMG可实施性

- 验证&确认
- 设备可用
- 人员可达



进度计划:

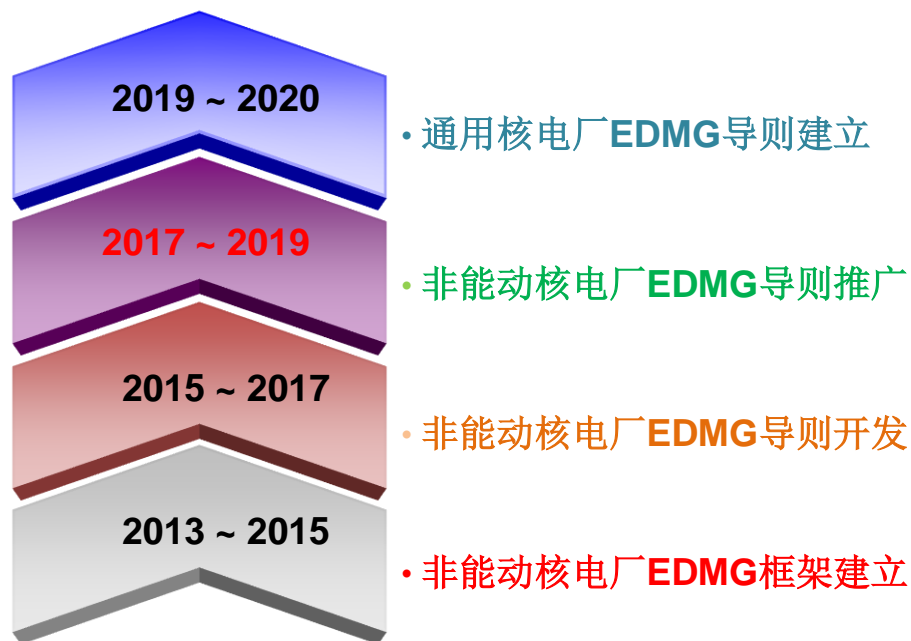
✓ 已完成第一版开发

✓ 2020年根据业主反馈完成升版

三、CAP1400 全范围SAMG和EDMG开发

■ EDMG（大范围损伤缓解导则）

导则开发计划



谢谢！
THANK YOU !