



# 华龙一号工程建设调试专题汇报

中国核电工程有限公司华东分公司

2022.09



# CONTENTS

01

华龙一号工程调试概述

02

华龙一号工程调试良好实践

03

华龙一号工程调试总结与创新



# 01 华龙一号工程 调试概述



# 01 华龙一号工程调试概述

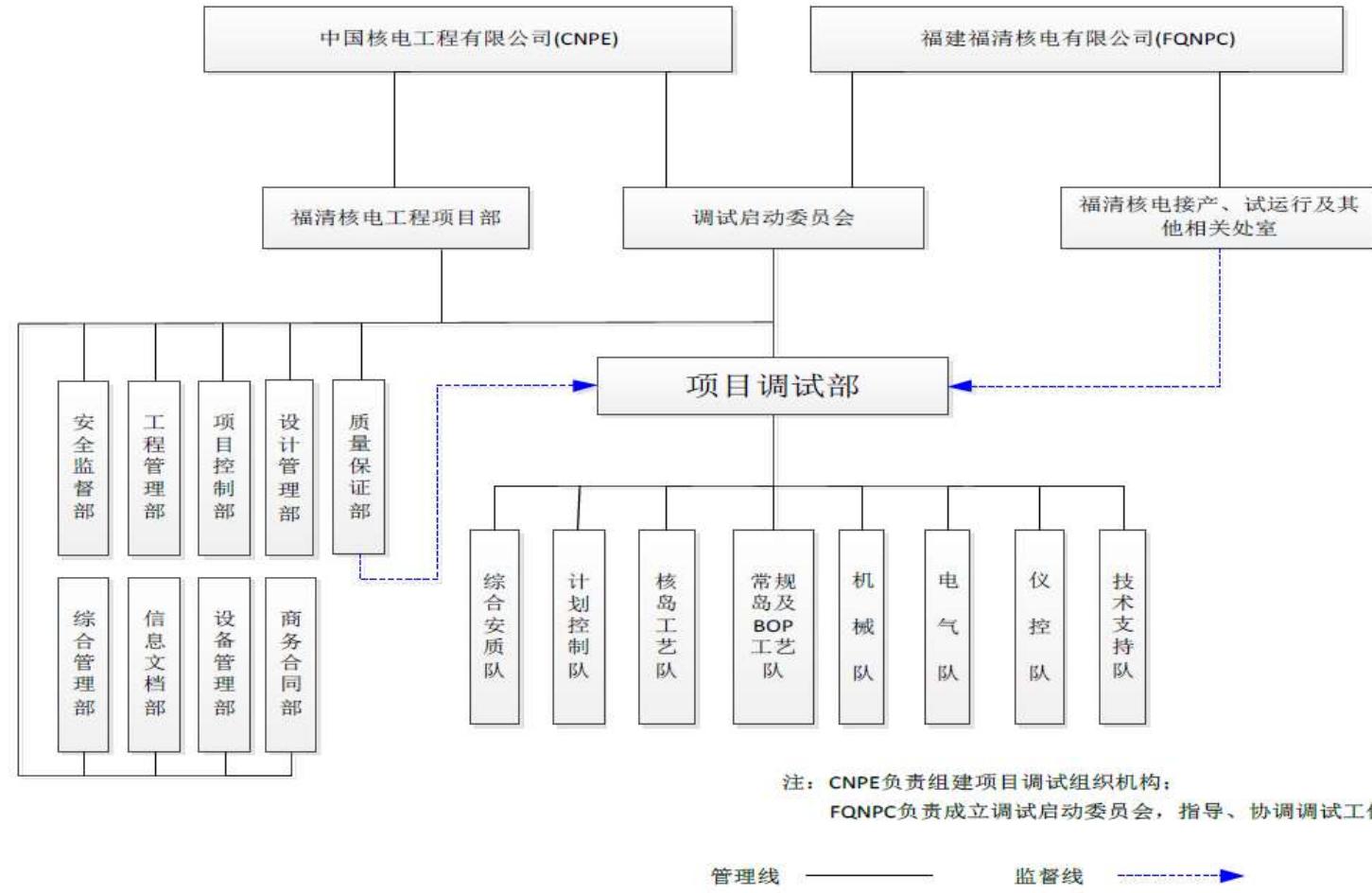
## 华龙一号工程调试总体构架

### 调试组织机构与管理

中核工程项目总承包项目由CNPE组建项目部，全面负责项目的工程设计、设备采购、施工管理、工程调试等工作。

项目调试部由工程公司华东分公司派驻人员组建，接受项目部的统一领导，全面负责项目的调试准备、组织与实施工作。

业主派遣人员在参与项目调试工作，接受项目调试部的统一管理。负责牵头成立调试启动委员会；负责调试期间涉核、涉网等工作。



# 01 华龙一号工程调试概述

## 华龙一号工程调试项目进展



2021年1月30日，“华龙一号”全球首堆中核集团福建福清核电5号机组投入商业运行



2021年5月20日，K2机组满功率试验顺利完成



2022年7月31日，漳州1号机组220kV倒送电完成



2022年3月25日，福清6号机组具备商运条件



2022年4月18日，K3机组临时验收证书签署完成



2022年8月20日，漳州1号机组除盐水可用



## 02 华龙一号工程 调试良好实践

## 02 华龙一号工程调试良好实践

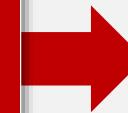
### 华龙一号工程调试良好实践

针对华龙一号机组特点，中国核电工程有限公司华东分公司依托M310调试经验，**从6大方面着手，从顶层设计，到资源优化，注重过程落实与管控**，形成华龙一号机组工程调试良好实践。

- 1 调试党建联建
- 2 调试安全质量
- 3 调试技术管理
- 4 调试进度管理
- 5 调试隔离和移交管理
- 6 调试经验反馈

## 1、调试党建联建

支部共建促  
联合调试



CNPE调试党支部与业主党支部携手共建，实现资源共享、经验共享、以支部共建促联合调试，**以党建联建构筑在“核”与“和”上的同频共振、互信双赢。**

依托党建联建  
聚焦“四个一起”



一起谋划，达到目标融合；一起部署，促进责任融合；  
一起落实，促进管理融合；一起检查，达到考核融合。

推进开展多活动、  
多机制



开展调试领域党员进班组活动；  
建立调试领域党建联建评先评优办法；  
建立月度优秀党员/季度优秀党员/半年度优秀党员/年度优秀党员评选规则。

重宣传质量，打造  
“华龙一号”国家  
名片

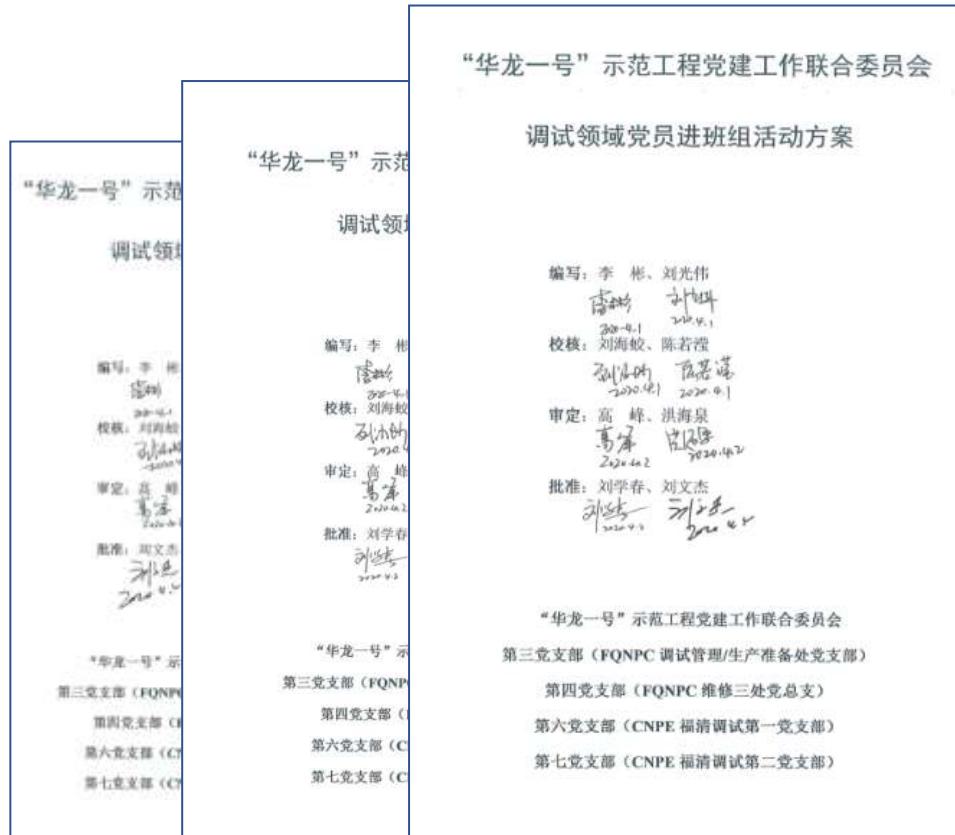


坚持“典型在一线树立、力量在基层凝聚”，加大急难险重工作岗位上发现典型、培养典型、宣传典型力度；加强高质量宣传，采用文稿、微信推广、宣传视频、漫画等多形式，部分稿件被集团公司、核工业报、学习强国转发；达到良好宣传效果。

## 02 华龙一号工程调试良好实践

### 调试党建联建掠影

#### 华龙一号党建联建相关方案



### 月度优秀党员



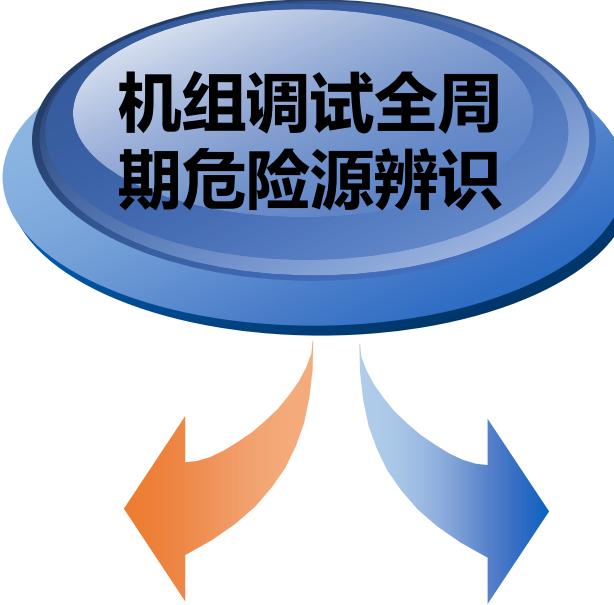
### 开展“党建引领、联筑和谐、共建华龙”党建联建展板和点赞活动



## 2、调试安全质量

1、项目调试部组织各专业运用**作业安全分析法 (JSA法)**，对辨识出的危险源进行风险评估、风险等级确定，制定降低或者消除风险的方法和措施。形成核电调试全周期的危险源辨识总清单**500余项**。

2、**每周**组织项目调试部各专业队讨论下周相关的危险源及管控措施，动态更新并发布危险源清单，及时有效得提醒现场工作人员。



## 机组调试全周期危险源辨识

参照《企业职工伤亡事故分类标准》(GB6441—1986)，综合考虑引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，结合核电调试活动的实际情况以及调试现场发生或经验反馈的安全事件，总结适用调试活动的危险、危害因素主要有物体打击、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、中毒和窒息等**9类**，并针对各危险/危害因素给出指导性预防措施。

### 2、调试安全质量

#### 质量管理良好实践

##### 核安全文化建设

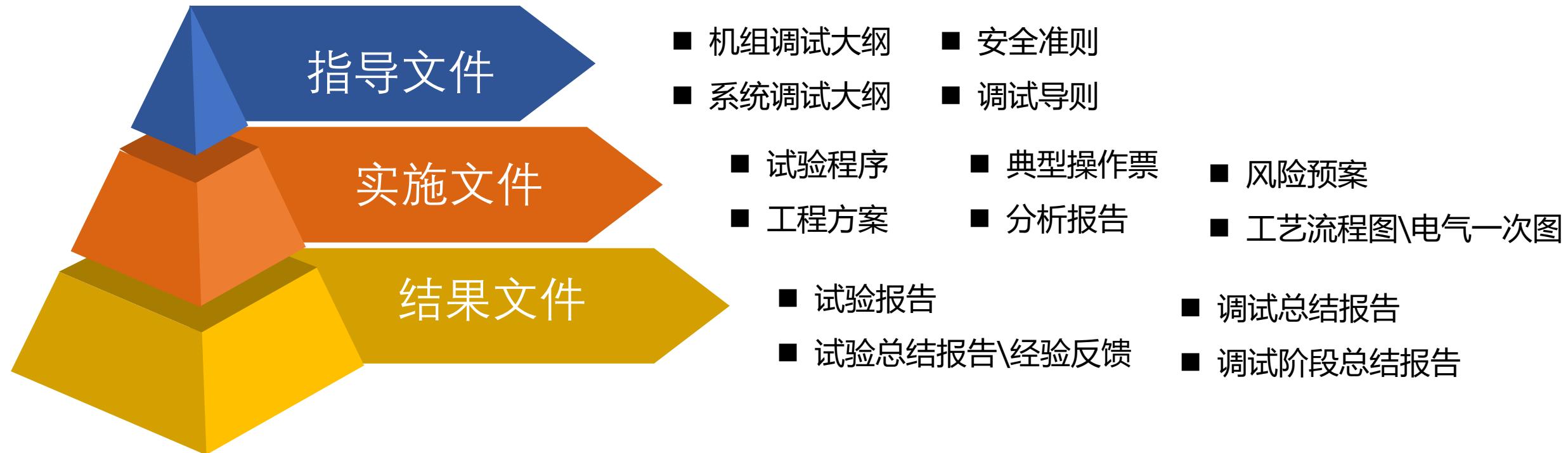
项目调试部始终坚持“凡事有章可循、凡事有据可查、凡事有人负责、凡事有人监督”的工作理念。

- 1、基层员工到领导层，开展经验反馈、管理层观察指导、防人因失误工具使用等相关活动，提高员工核安全文化意识。
- 2、为便于调试人员在日常工作中做到“随手学、随时学”，制作《防人因失误工具手册》发放给全体调试人员；
- 3、借鉴良好行业经验，将主控操纵员防人因工具使用视频进行全员宣贯培训。

##### 调试质量控制

- 1、项目调试部内部组织培训考试，给予相关人员质量控制（QC）授权。QC人员依据管理程序要求对相关调试工作进行选点，分为停工待检点（H点）、见证点（W点）和记录审查点（R点），对调试工作进行事前、事中、事后控制，保证调试活动质量；
- 2、工程公司、华东分公司及项目部对调试活动进行定期质保监督监查；
- 3、业主单位对调试活动开展独立的质保监督，并对调试活动进行选点见证。

## 3、调试技术管理-文件体系



## 3、调试技术管理-机组调试大纲

**总体思路**

**“自上而下、自下而上”  
双向递归的系统工程方法**

**自上而下**

- ✓ 国家法规、标准、公文等顶层要求
- ✓ 总包合同、管理程序

**自下而上**

- ✓ 同行电厂历次审评问题
- ✓ 大纲变更/修订经验反馈

**总体方法**

**“依据、基准、参照”三大原则**

**依据**

- 现行有效法规、公文：完整性必须严格覆盖、内容、用词、用语保持一致。不能有冲突或歧义

**基准**

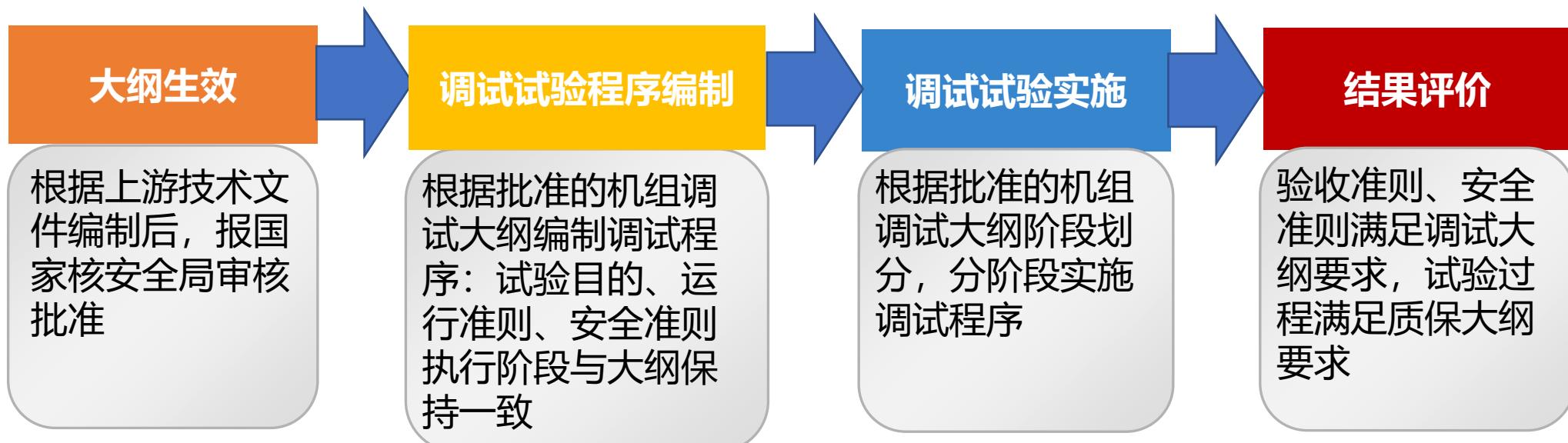
- **有效的执照申请文件和审评时提交的支撑性材料：**内容、描述必须与之对应、保持一致
- **有效的调试指导文件（系统当、系统手册等）：**大纲引用的内容
- **安全准则：**描述必须完全相同

**参照**

- **非执照申请文件，但是是项目必须遵循的管理大纲、管理程序：**在保证内容准确的前提下，可根据大纲行文的需要调整、总结、归纳
- **同行电厂调试大纲的可借鉴描述：**在符合相应项目的情况下，满足大纲编制依据和基准的前提下，可借鉴精炼、经过审评的语言描述
- **同行电厂调试大纲曾经提出的审评问题：**编制过程中的查缺补漏、经验反馈

## 3、调试技术管理-机组调试大纲

调试大纲实施批准生效后指导试验程序的编制，根据调试阶段划分，分阶段实施调试程序，并进行结果评价。



## 3、调试技术管理-调试规程

制定通用类调试规程标准，提升同类规程编制质量及效率。

识别项目差异，编制系统差异化分析报告，并落实至调试规程。

### 调试规程质量提升

建立调试高风险试验推演制度，做好全面风险及技术分析。

深刻吸取并落实前序机组调试试验期间重要经验反馈。

在“分级分类、突出重点、全员参与、价值优先”的总原则下，开展调试规程编制精细化管理工作，采取措施切实提升调试规程质量。

## 3、调试技术管理-调试实施

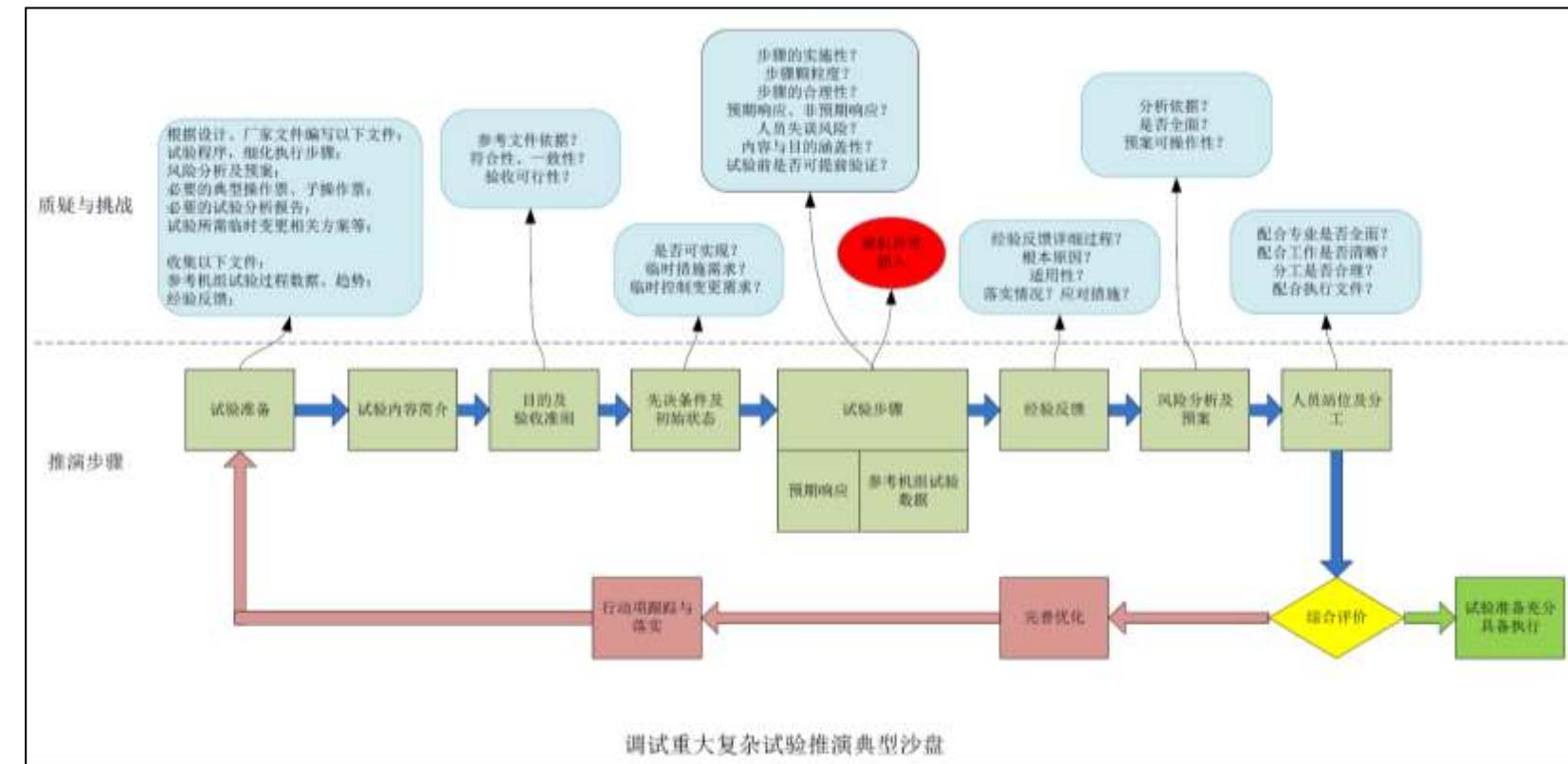
- 执行文件编制

- 多轮次沙盘推演

- 交底会\预工前会

- 调试\业主双QC监督

- 工后会\经验总结



## 3、调试技术管理-调试报告

质量管控

- 建立三级内审+设计审查机制
- 报告管理工程师进行形式审查；调试工程师重点审查安全准则、验收准则；计划控制队队长对调试报告内容总体技术把控
- 带安全准则的试验由设计进行针对性审查确认

编制水平提升

- 报告管理工作持续收集多项目、多机组调试报告审查经验反馈，编制《调试报告经验反馈》总结，定期发布，持续提升报告编制规范性

长效审查机制

- 业主调试管理处室建立报告独立监督机制，对调试报告进行定期审查，有问题下发“白卡”反馈审查意见。通过多部门协作，避免审查盲区

## 4、调试进度管理-调试计划体系



## 4、调试进度管理-调试计划协调体系

- 关键路径及工作进展
- 行动项梳理、通报
- 统筹、协调、安排

专项日协调会

- 安排调试各项工作
- 督促调试工作进展
- 纠正调试执行偏差

周/月例会

调试计划早会

调试消缺会

- 过去24h工作进展及重大制约
- 明确未来三日滚动工作计划
- 重要事项快速决策

- 责任到部门和人
- 明确窗口及工期
- 高风险提醒

同步开展，相辅相成、互相协作

## 4、调试进度管理-专项管理

**淡水厂调试专项****220KV倒送电调试专项****YA调试除盐水专项****DCS调试专项**

.....

**冷试专项****热试专项****三废专项**

根据调试阶段，  
适时成立调试专项组

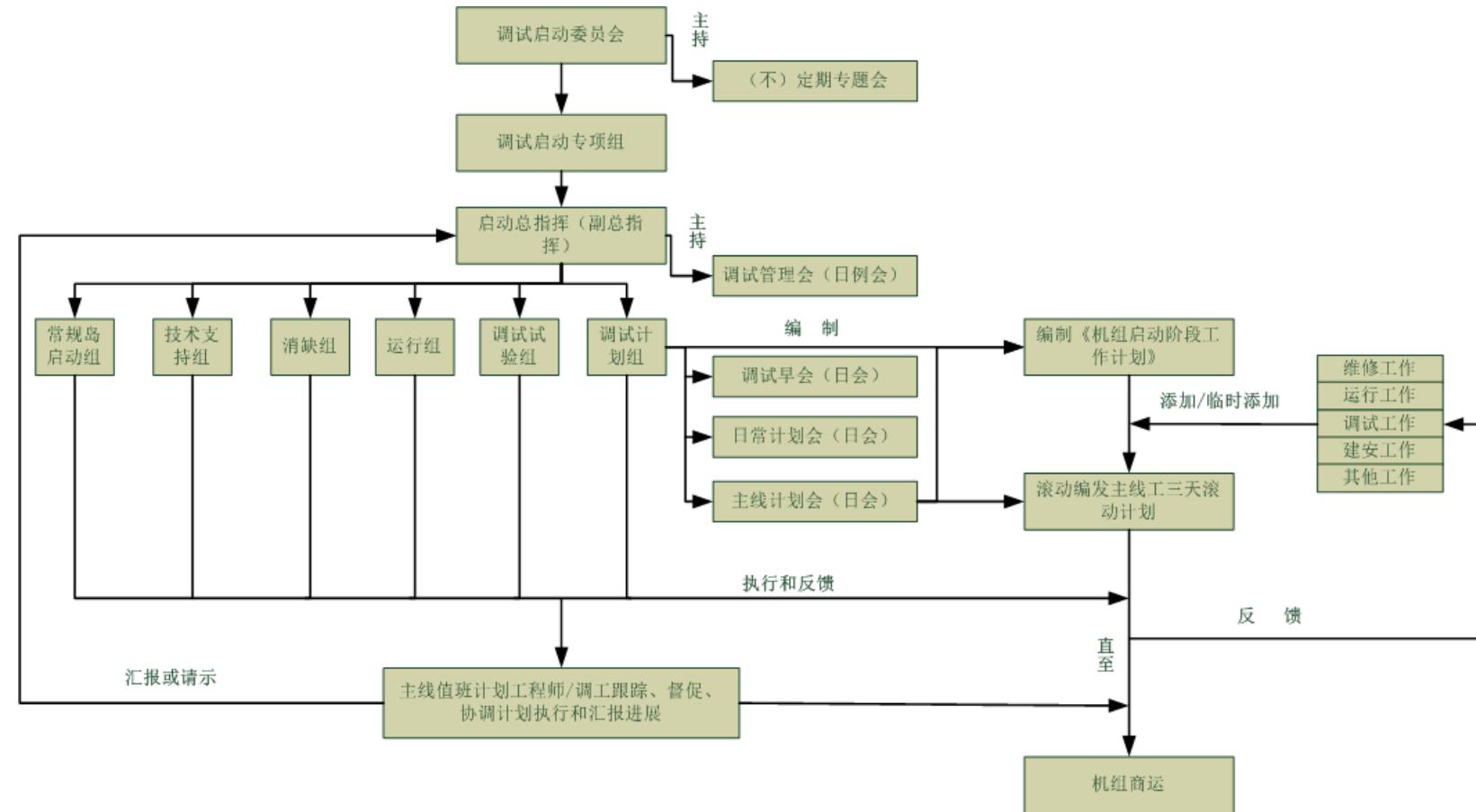
**专项组模式：**

- 1、分解细化任务，每条工作落实到个人；
- 2、任务日期管控，限定关门时间；
- 3、效果评价，评估对调试工作的影响

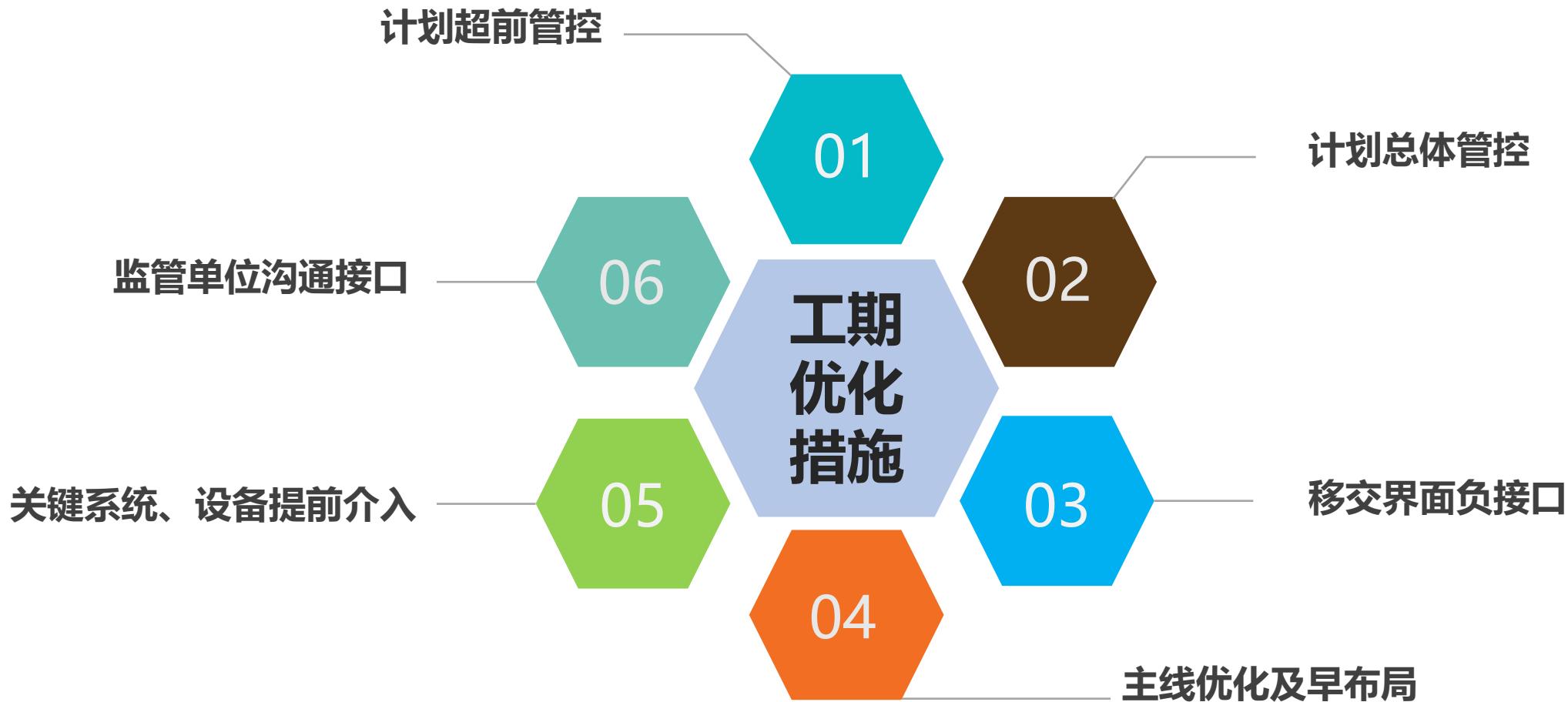
## 4、调试进度管理-启动调试生产一体化运作

**高效决策：**启动阶段调试专项组每天以生产早会、调试管理晚会、主线计划会、日常计划会的形式进行运作，确保重大问题可以第一时间汇报至领导层，重要信息及重要指令可以高效地上传下达。

**协同作战：**形成建安、调试、生产一体化的指挥体系，以运行、调试、维修三个部门为核心，调动指挥全项目各个参建单位、业主各个生产部门的全部资源，取得较好的协同作战效果。



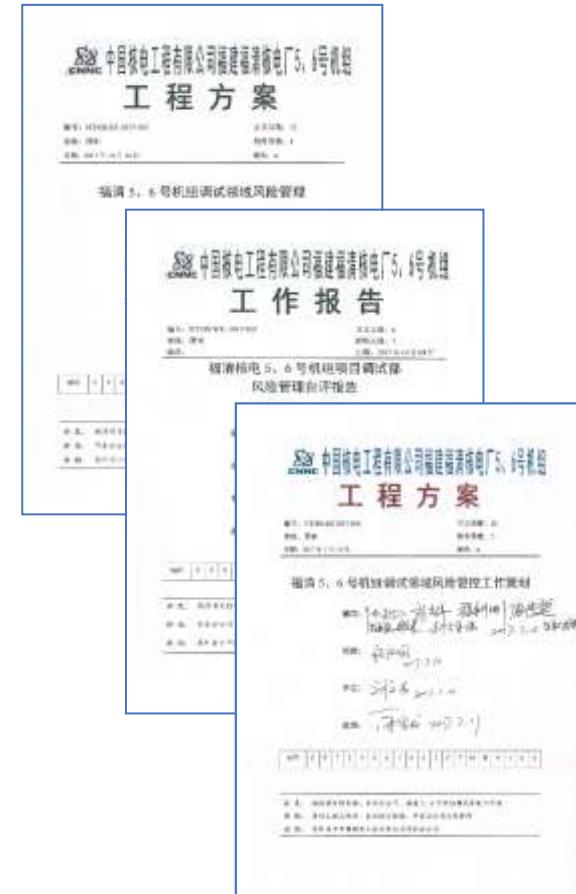
## 4、调试进度管理-调试工期控制



#### 4、调试进度管理-风险管理



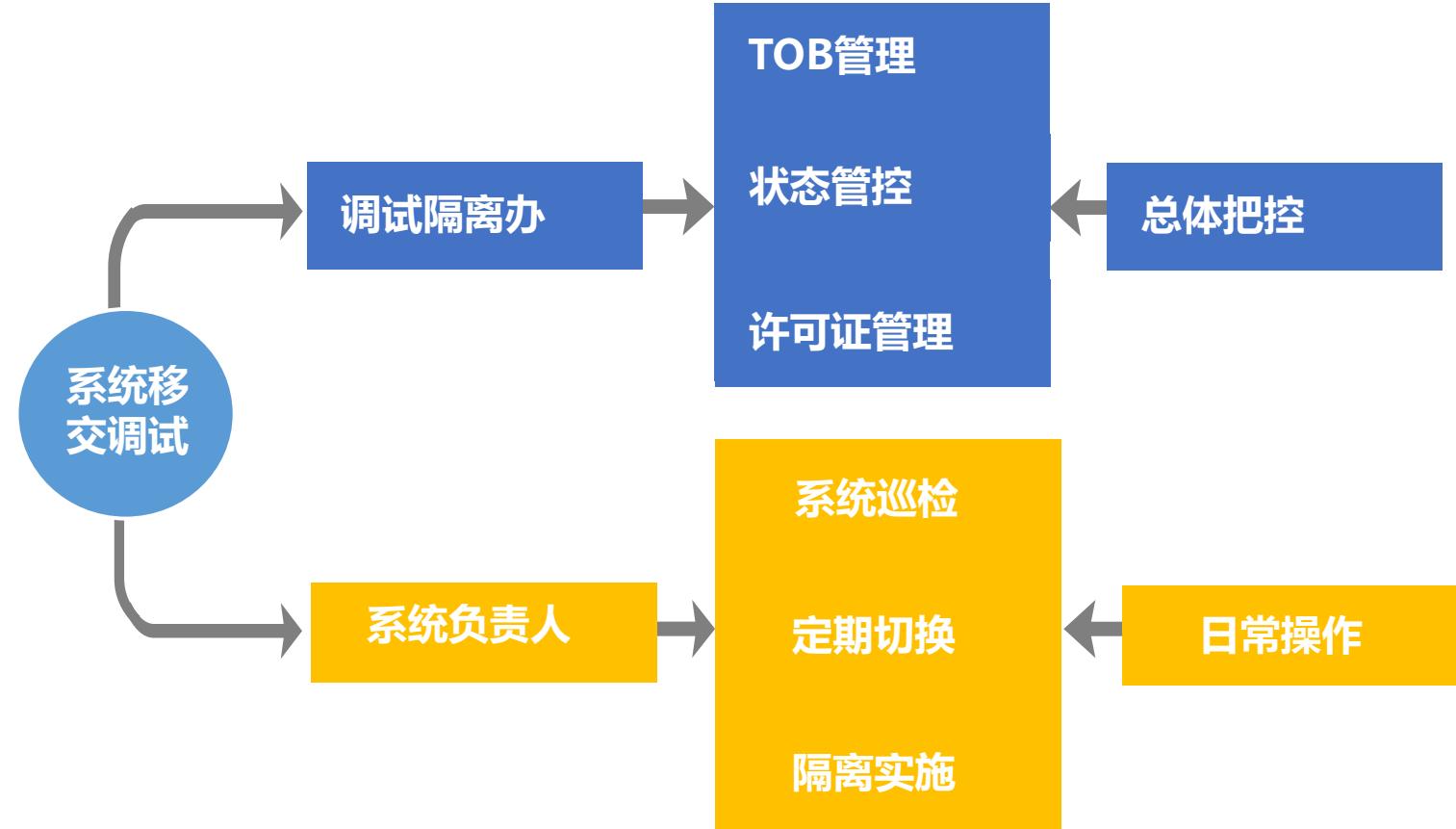
- 各板块共同组建项目风险管理委员会
- 每月召开项目风管会协调管控跨领域风险
  
- 建立风险数据库及进度预警机制
- 制定纠偏措施直至预警解除
  
- 建立调试风险协调会制度
- 建立调试风险月度定期报告制度
  
- 成立调试风险管理小组，营造风险管理文化氛围
- 一把手负责，落实风险责任担当



## 5、调试隔离和移交管理-调试隔离办

移交调试后的系统(EESR)采用调试隔离办集中管理，系统负责人管辖的双重管控方式。

调试隔离办负责人系统的总体状态把控，系统负责人负责系统日常管理与操作。



## 5、调试隔离和移交管理-调试隔离办

## 调试隔离办

结合多项目的调试经验反馈，调试阶段在调试期间需要融入一批对电厂全局控制意识较强、专业水平更高的队伍来共同完成此阶段的工作管理。

## 人员资格

经过内部考核选拔，通过2年委托或内部培训形式，完成电站操纵员理论、模拟机培训，考核通过后方可具备开展隔离管理工作资格。

## 隔离管理

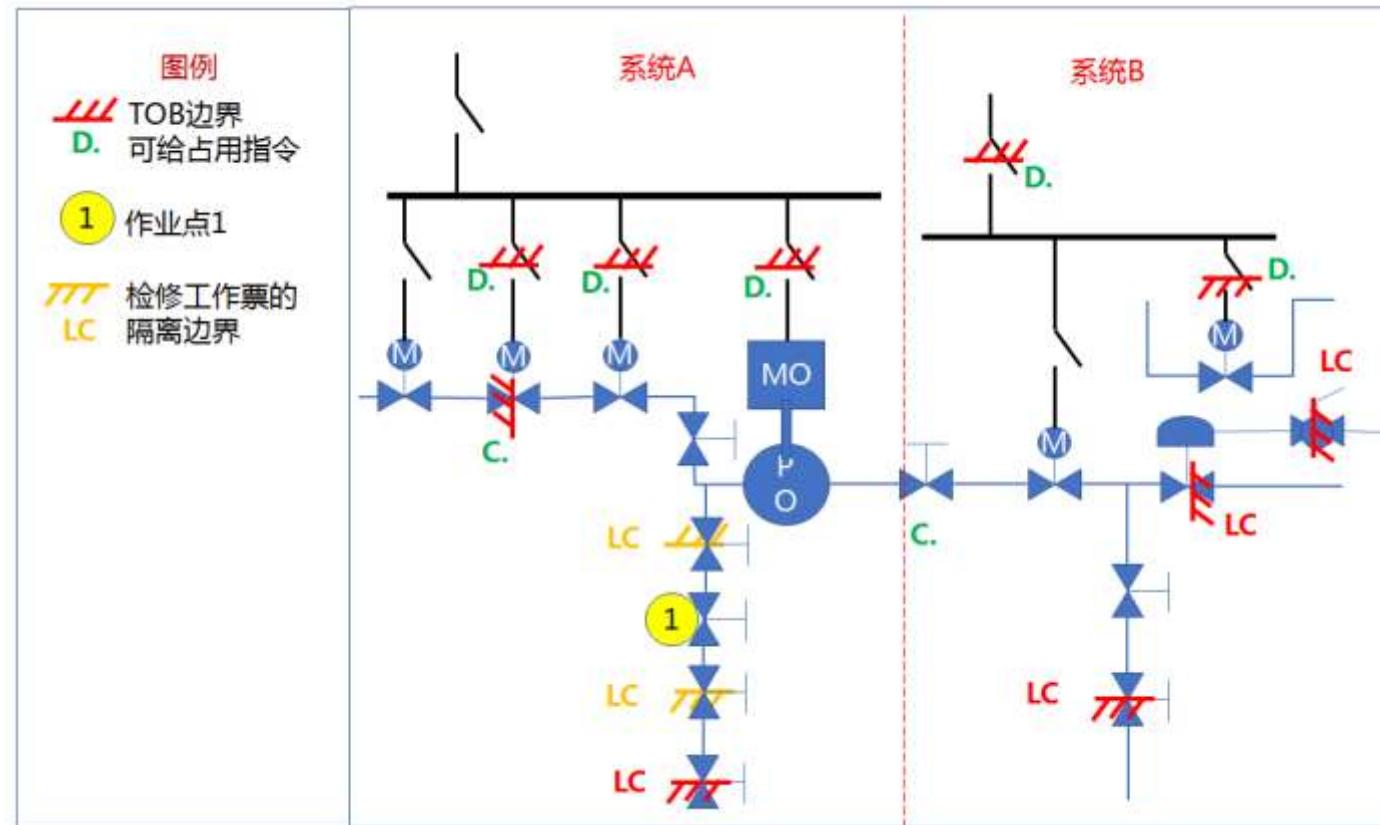
完成隔离经理、调试工程师授权后，开展隔离管理工作，管控调试期间系统、机组状态。

## 综合试验

组织冷态功能、热态功能试验，担任ETO失电试验、RRC大瞬态试验负责人，负责冷试、热试、装料启动阶段值班，统一技术决策

## 5、调试隔离和移交管理-隔离良好实践

系统建安向调试移交(EESR)后，隔离移交(TOB)边界指令可给占用，作为主票挂调试试验工作许可证，开展调试试验，体现系统负责人系统管辖职责。



## 5、调试隔离和移交管理-EESR

以解决问题为先原则，调试采取“**提前梳理、提前发现、提前解决**”措施，在EESR前期组织召开**施工调试日协调会**，并采取**TOB检查与EESR联检同时进行**，推动EESR移交同时为系统边界完整性、安全性增加保障。



## 5、调试隔离和移交管理-TOTO

## TOTO/TOM线上流程

## 运维支持

形成移交基础业务数据，为机组全周期运维提供数据支持

## 精准控制

精准查找制约点，提高受控程度，从而提高效率

## 信息化数据

移交资料上传至华龙信息管理系统，线上保存，避免丢失

## 精简流程

设置绿色通道，提高流程推动效率

## 高效管理

流程线上流转，提高文件包流转效率，能够快速准确的查找文件，提高工作效率

## 6、调试经验反馈管理

### 促进融合注重实效

- 全面推进经验反馈与业务流程相融合；
- 推动经验反馈改进行动成果固化；
- 全面推广即时经验反馈机制的落地实施；
- 全面推广跨项目经验反馈信息的有效运用；
- 持续优化管理：改进线上经验反馈流程、  
编制经验反馈“小手册”、建立安全培训  
视频库。

### 经验汇总持续改进

- 编制华龙一号机组调试管理经验汇编；
- 开展华龙一号经验反馈会议，收集相关议题，持续  
跟踪落实；
- 形成华龙一号相关经验反馈清单，跟踪落实至后续  
项目；
- 开展重发管控经验反馈；
- 开展即时经验反馈须知活动；
- 进行根本原因分析。



# 03 华龙一号工程 调试总结与创新

03

## 华龙一号调试管理总结与创新

### 标准化

项目标准调试管理体系

### 信息化

CNPE多项目调试系统、数字化移交...

### 精细化

调试微管理提升、调试专项管理质量提升...

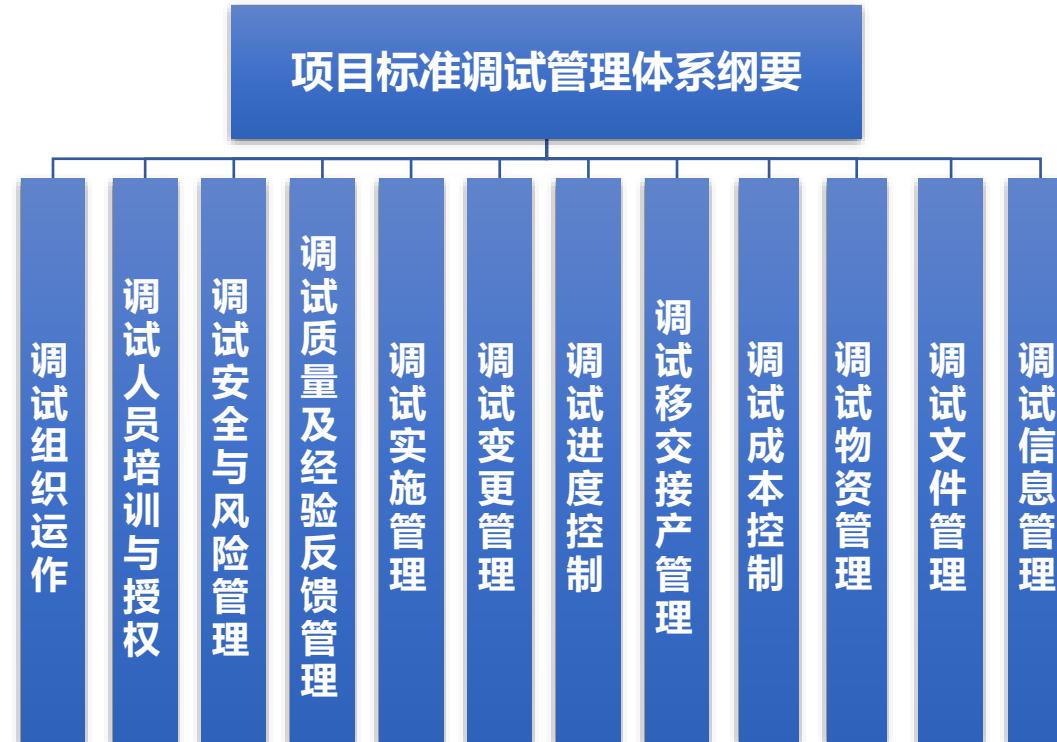
### 科研解决问题能力

主控室内漏、主泵故障诊断专家系统...

华龙一号调试管理总结与创新

## 调试标准化

通过前期项目的实践运用及流程梳理，固化92份管理类程序，近百份配套的流程文件和指导手册，并随着华龙一号、AP1000以及国际化项目调试准备的推进，搭建新技术路线下满足批量化建设要求的技术和管理体系，推进专业化、集约化、规范化发展。



# 03 华龙一号调试管理总结与创新

## 调试信息化

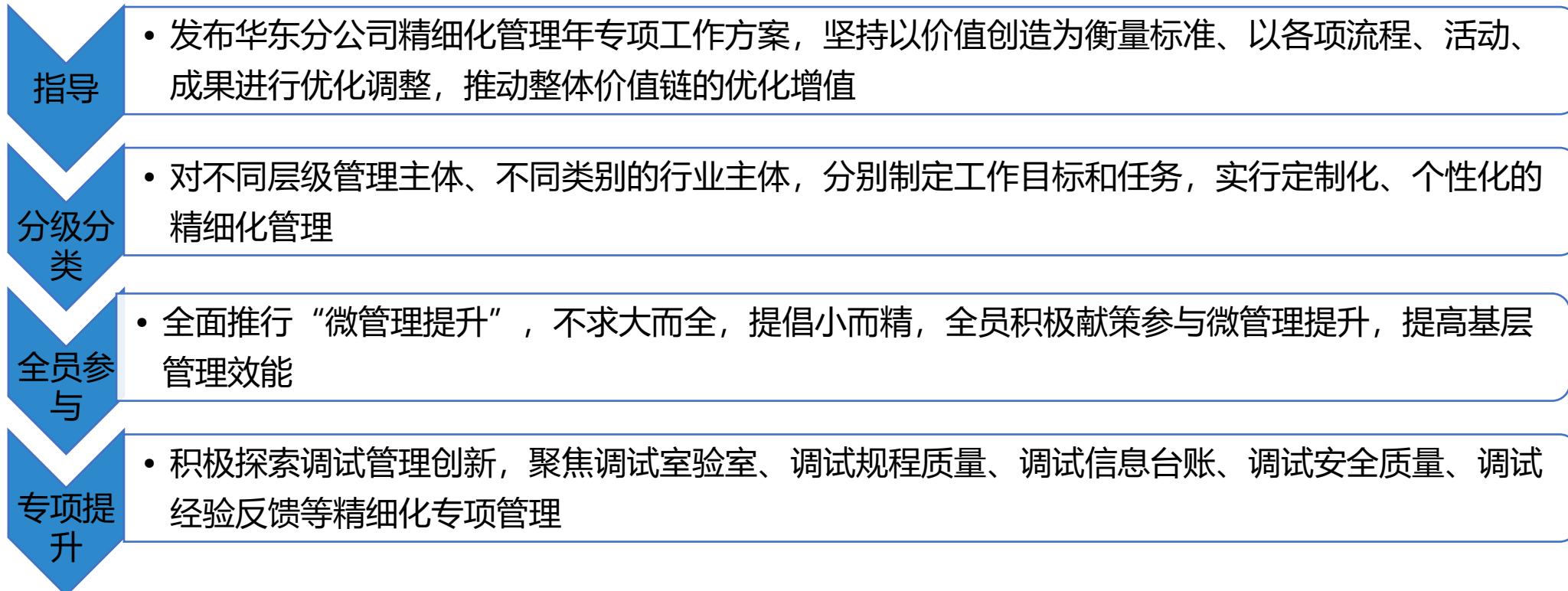
MPCM系统（多项目调试管理系统）实现调试过程信息化、文件电子化、结果可视化、接口流程化。

实现进度、消缺、物资调配等实时进展跟踪，工程量和文件编制报表统计，试验步骤与工单信息的关联，电子挂牌，多语言支持等功能。



## 调试精细化

十四五期间，持续开展精细化管理年、精细化管理提升年和精细化管理巩固年；持续深化作风建设，培育一流文化，通过梳理优化各管理流程，推广应用精益管理方法和工具，让精细化管理理念贯彻到各领域工作中。



## 科研解决问题能力

### 主控室内漏测量科研

确定了主控室内漏量的测量方法；  
确定了主控室正压与内漏量的关系，为主控室正压设计提供试验支撑。

应用：福清5、6号机组

### 除盐水“一键制水”改进

运用故障树分析及模块化运行方法对PLC程序优化，解决了除盐水系统设备、管道“憋压”及“水锤”问题，增加了“一键制水”及“自动制水”功能，提高系统自动化水平，降低运行成本。

应用：福清9YA、8YA、7YA

### 主泵故障诊断专家系统

鉴于启停阶段主泵损坏风险较大，开发一套基于大数据的主控室故障诊断专家系统，可实现主泵故障预警，故障诊断、故障维修建议，运行趋势分析。

应用：福清5、6号、K-2、K-3

### 安全壳整体密封性试验技术

开发出安全壳整体密封性试验数据采集和数据分析系统，其通过计算安全壳整体泄漏率评估安全壳的整体密封性能，验证安全壳在事故下对放射性物质的包容性，确保其核安全屏障作用。

应用：福清3、4、5、6号机组

## 03 华龙一号调试管理总结与创新

### 科研解决问题能力

#### 华龙一号首堆调试试验技术研究

针对华龙一号机组重大设计改进所带来的调试难点，确定了华龙一号177堆芯调试技术、首堆特殊项目调试调试技术、能动与非能动系统调试技术、大自由容积双层安全壳调试技术、先进电气和仪控系统调试技术、常规岛及BOP工艺系统调试技术、放射性剂量防护和控制调试技术及调试关键路径实施方案等技术难点作为重点攻克方向，形成多项调试关键技术，并进行现场验证。

应用：福清5、6号机组

#### 冷试后不开盖调试工期优化

依托福清5号机组工程建设和调试经验，通过研究华龙一号核电机组冷态性能试验后不打开压力容器顶盖对安装和调试工作带来的直接变量，进一步分析变量是否可以接受，以及对整个项目建设造成的影响，通过计划合理安排各项工作，得出最优的方案。为后续核电工程项目建设计划安排提供一个选项。

应用：福清5号机组

# 03 华龙一号调试管理总结与创新

## 科研解决问题能力

### “华龙一号”国家重大工程标准化示范调试领域

通过分析华龙一号调试过程要素，搭建了华龙一号调试标准体系，系统梳理适用于华龙一号调试工作标准清单，制定需要新编修订的标准清单。依托于该项目，完成10余项能源行业核电标准的制定，完善了压水堆核电厂调试标准体系。

应用：福清5、6号、K-2、K-3

### 华龙一号大型试验调试管理系统

开发出一套具有自主知识产权的“华龙一号”机组大型调试试验管理系统，辅助试验负责人进行大型试验的前提条件梳理、行动项跟踪、经验反馈学习、试验风险分析、试验准备及实施流程管理和遗留项跟踪管理等，缩短试验准备时间、提升试验准备质量、提高试验准备效率的目标

应用：福清5、6号、K-2、K-3

## 03 华龙一号调试管理总结与创新

### 发展规划

华东分公司锚定高质量发展指标，以科研创新为驱动，立足调试板块，致力于调试核心能力建设，逐步完善分公司科研管理体系，培养高素质人才队伍，成为行业内不可或缺的专业核工程调试力量。

以调试核心技术能力的延伸应用精准助推分公司关联业务的挖掘、培育和开拓，提前布局先进堆型核电、核化工调试技术研发，更好支撑公司总承包能力和全寿期一体化服务能力，践行强核报国、创新奉献的新时代核工业精神，持续深化作风建设，培育一流文化，争当公司改革探索和实现“国际一流核能工程公司”战略目标排头兵。

謝謝  
THANK YOU

