

人才 · 创新 · 战略

趋势的力量

Talent · Innovation · Strategy  
— The Power of Trend

2017 项目管理大会

Project Management Congress 2017

2017年9月23-24日 中国 · 上海

23-24 SEP. 2017 Shanghai · China



# 核电发展和核电项目管理

张良辰

国核工程有限公司/计划和项目管理部主任

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

# 全球核电发展趋势

## 1. 世界核电地图



- 世界上已有**30多个**国家或地区建有核电站，主要分布在北美，欧洲的法国、英国、俄罗斯、德国和亚洲的中国、日本、韩国等一些工业化国家。

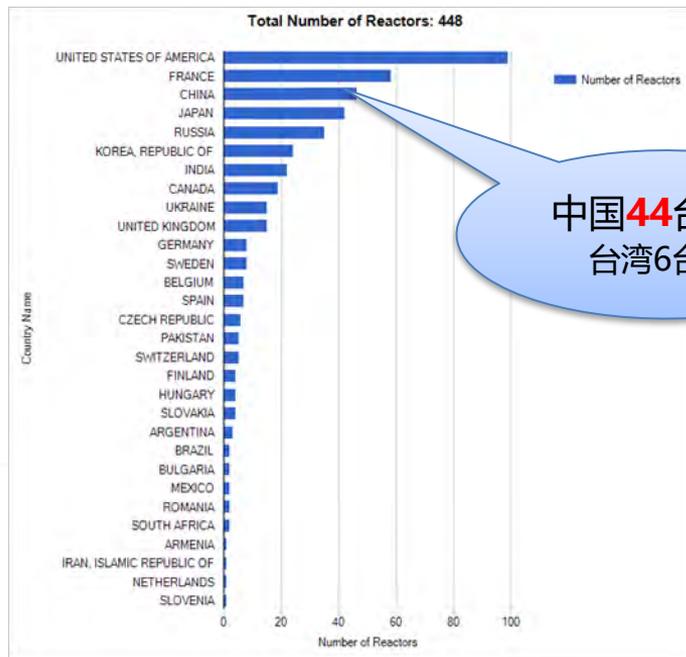
- 截至2017年9月，全世界共有**448台**核电机组在运行，总装机容量约**3.92亿**千瓦。

- 2016年核电发电量约占全球总发电量**12%**。

# 全球核电发展趋势

## 2. 世界核电在运机组分布

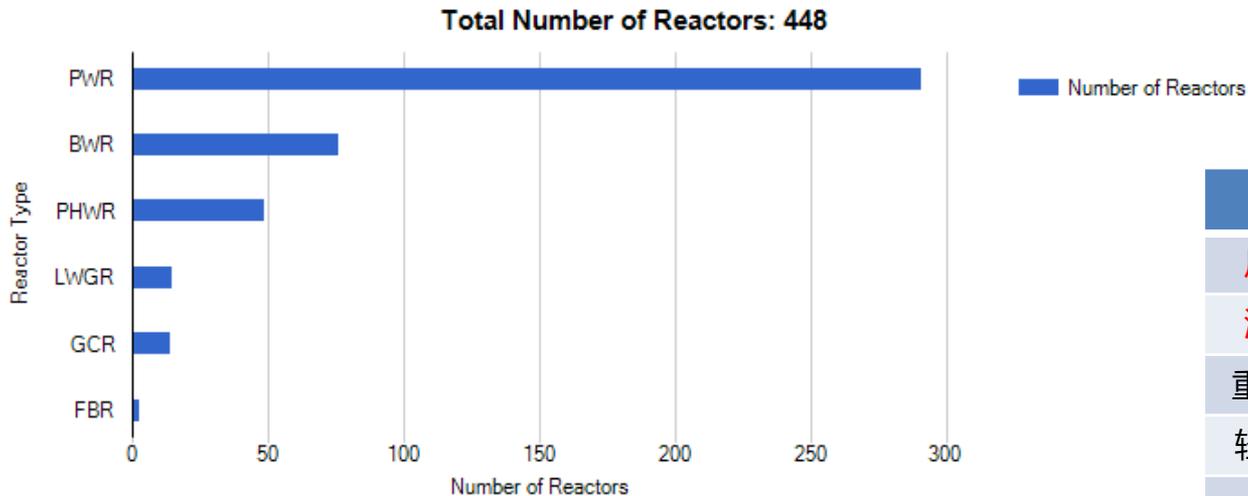
国家	运行机组	排名
美国	99	1
法国	58	2
中国	44	3
日本	42	4
俄罗斯	35	5
韩国	24	6
印度	22	7
加拿大	19	8
乌克兰	15	9
英国	15	9



截至2017年9月，全球总计**448**台

# 全球核电发展趋势

## 3. 世界核电在运反应堆类型分布



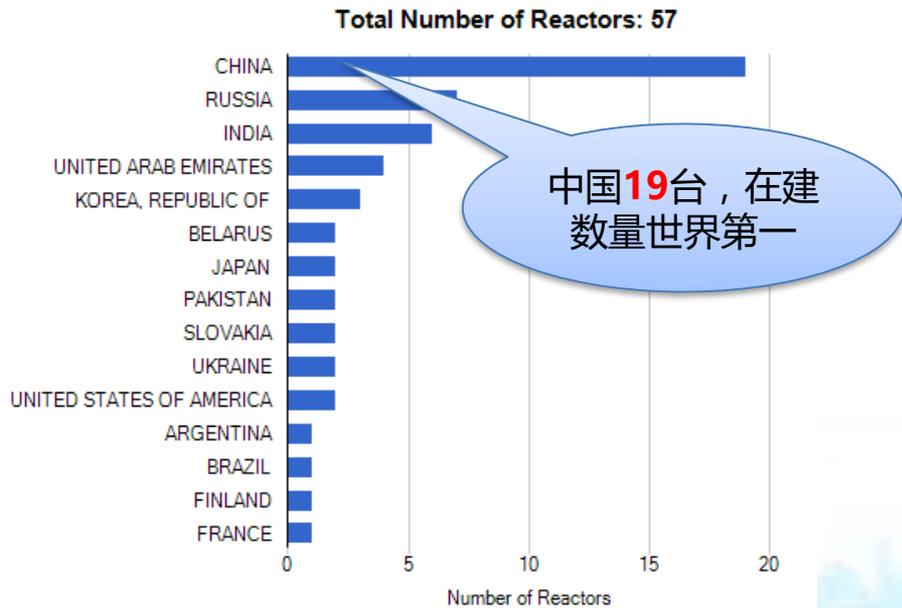
类型	数量
压水堆PWR	291
沸水堆BWR	76
重水堆PHWR	49
轻水堆LWGR	15
气冷堆GCR	14
快堆FBR	3

自1950年世界第一台核电站投运至今，已有31个国家拥有核电站。截止2017年9月，全球在运机组**448台**，总装机容量约391,744 MW，其中**PWR (占65%)**和**BWR (占17.0%)**是最为常见的机型。

# 全球核电发展趋势

## 4. 世界核电在建机组分布

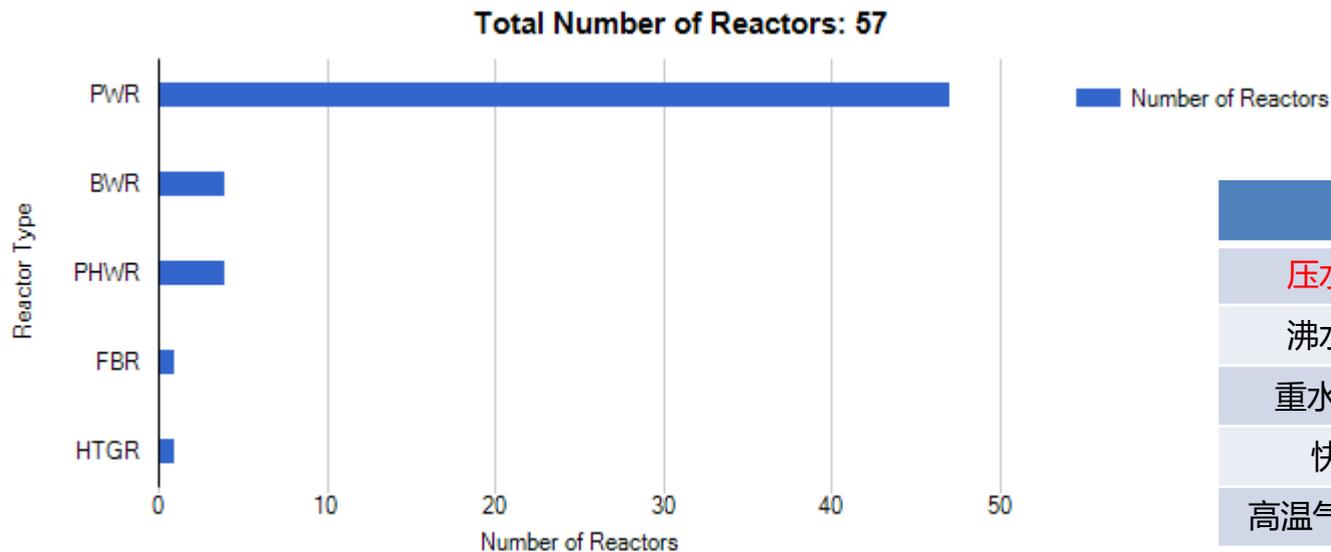
国家	在建机组	排名
中国	19	1
俄罗斯	7	2
印度	6	3
阿联酋	4	4
韩国	3	5
美国	2	6
白俄罗斯	2	6
日本	2	6
巴基斯坦	2	6
乌克兰	2	6
斯洛伐克	2	6



截至2017年9月，全球总计**57**台

# 全球核电发展趋势

## 5. 世界核电在建反应堆类型分布

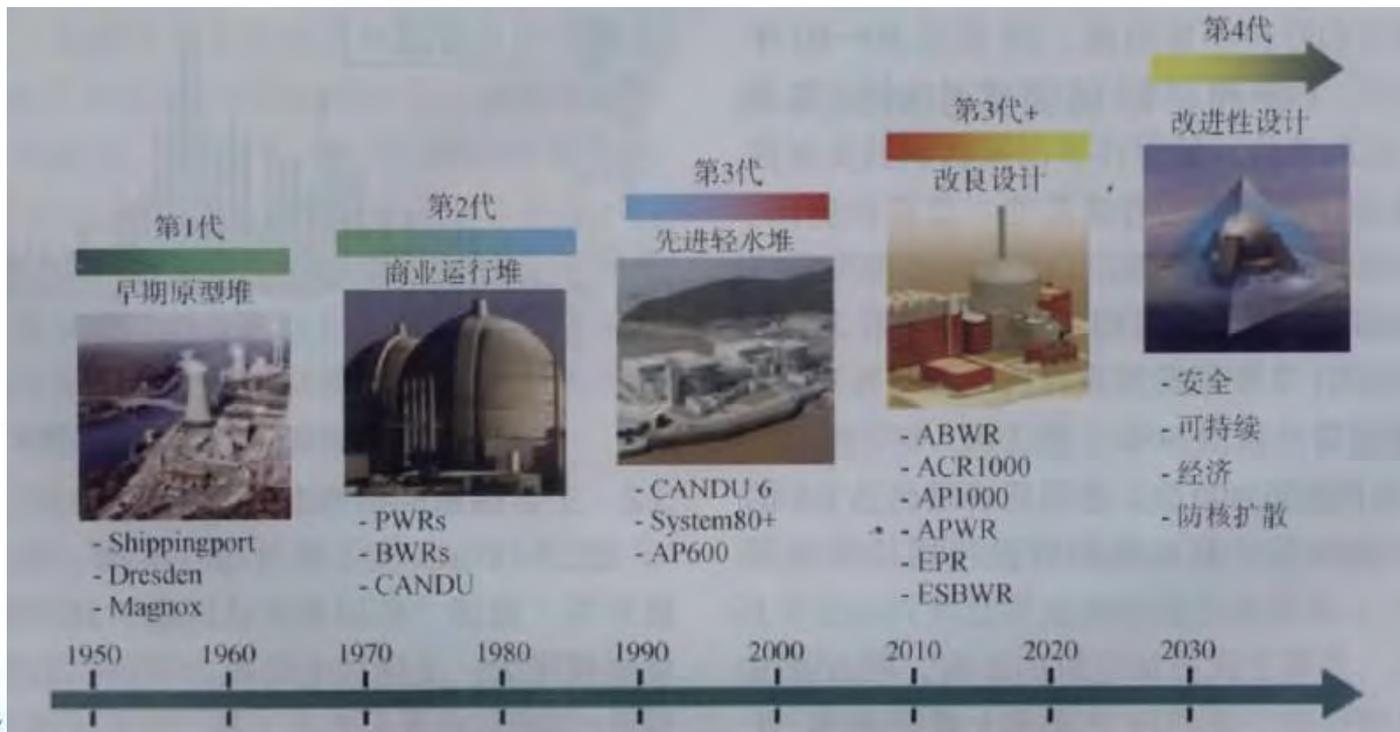


类型	数量
压水堆PWR	47
沸水堆BWR	4
重水堆PHWR	4
快堆FBR	1
高温气冷堆HTGR	1

- 截止2017年9月，在建机组类型绝大多数为压水堆PWR。

# 全球核电发展趋势

## 6. 核电技术的发展



# 全球核电发展趋势

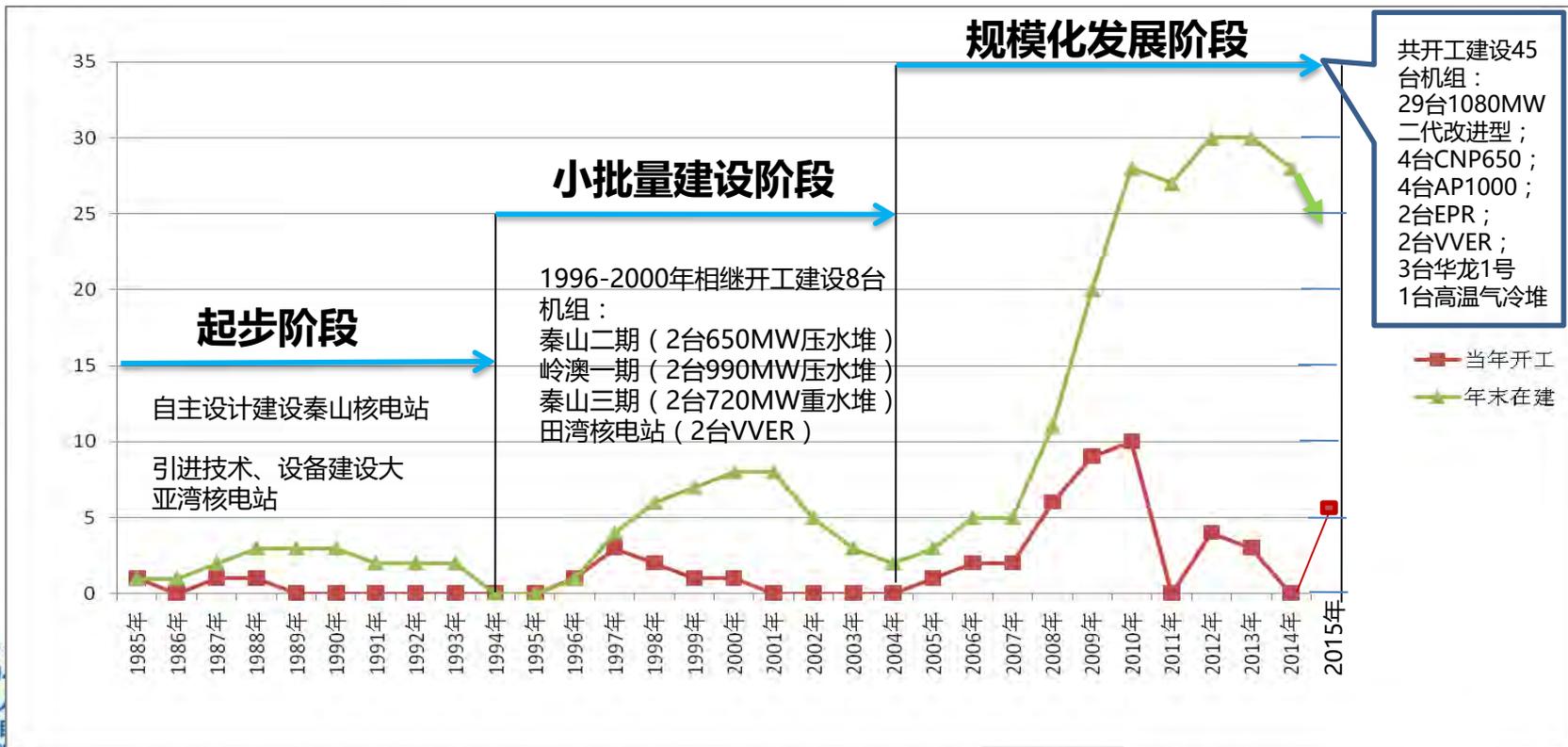
## 7. 世界核电发展趋势

- ✓ 世界核电发展从发达国家（欧美）向发展中国家和新兴经济体（亚非拉）转移，亚洲国家核电增长迅速；
- ✓ 世界核电市场竞争由单纯技术竞争向技术、资本、服务等综合实力竞争转变，核电建设、营运风险由一方承担风险向共担风险转变。

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电发展状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

# 中国核电发展状况

## 1. 中国核电发展历程



# 中国核电发展状况

## 2. 中国大陆商运/在建机组分布

截止2017年8月，中国大陆商运**核电机组37台**，装机容量3473万千瓦，占全国总装机容量**2%**。

中国**在建核电机组19台**，总装机容量2403万千瓦。

2017年1-6月全国累计发电量为29598.30亿千瓦时，商运核电机组累计发电量为1155.33亿千瓦时，约占**全国累计发电量的3.90%**。



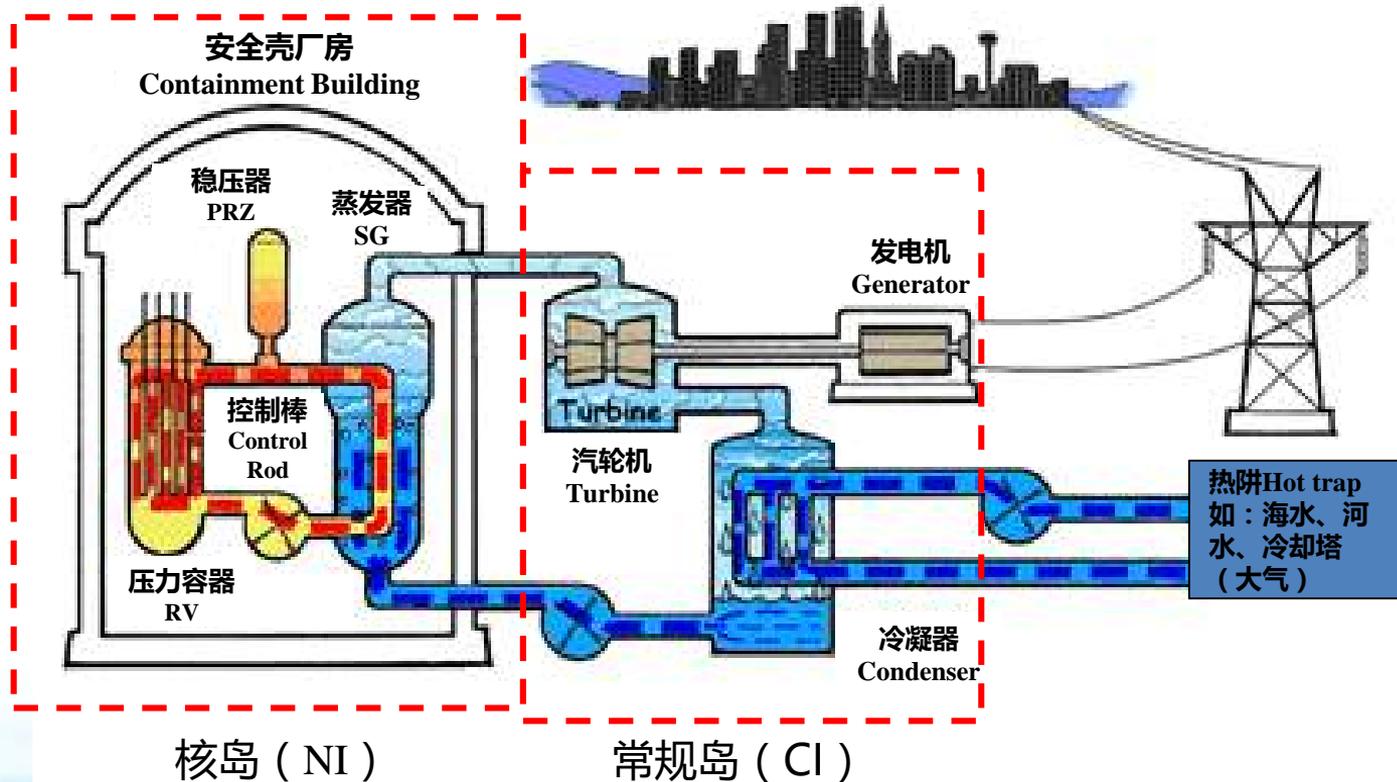
# 中国核电发展状况

## 3. 中国核电三巨头

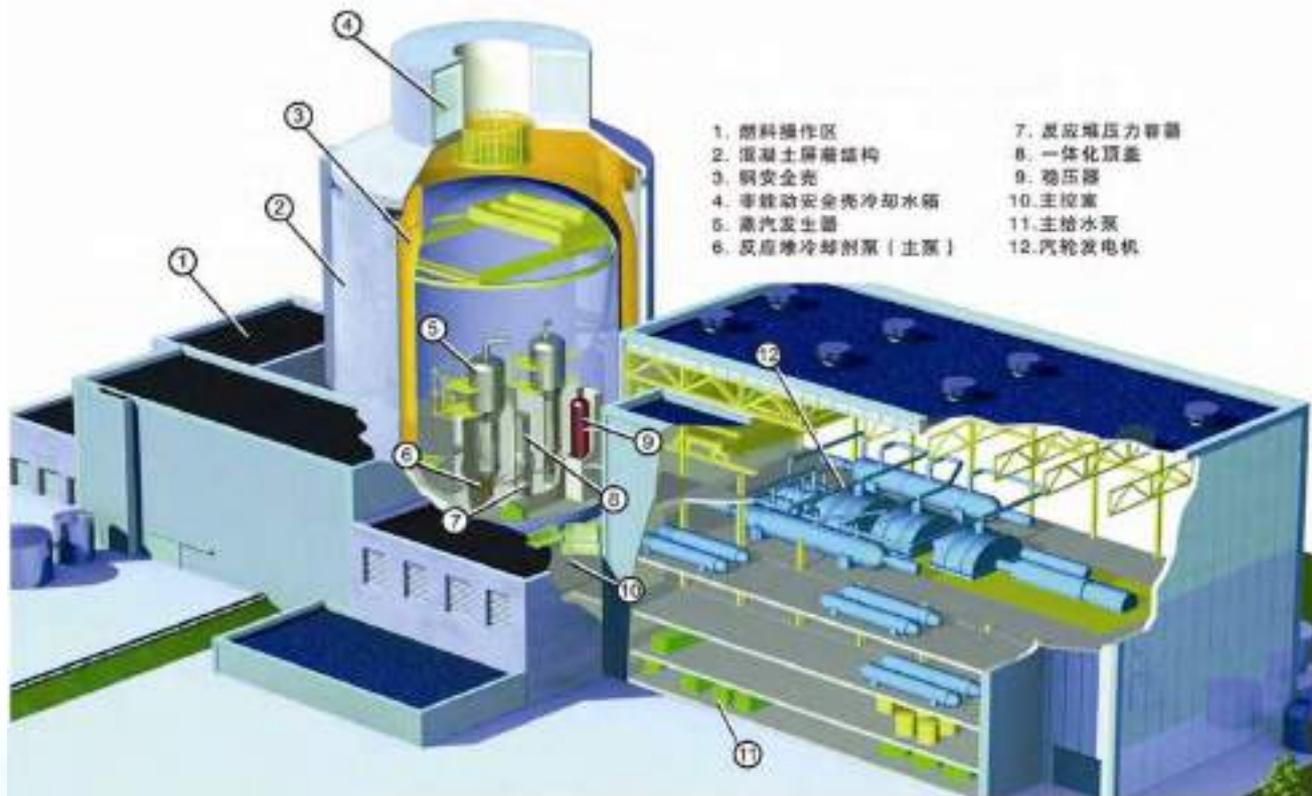


- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

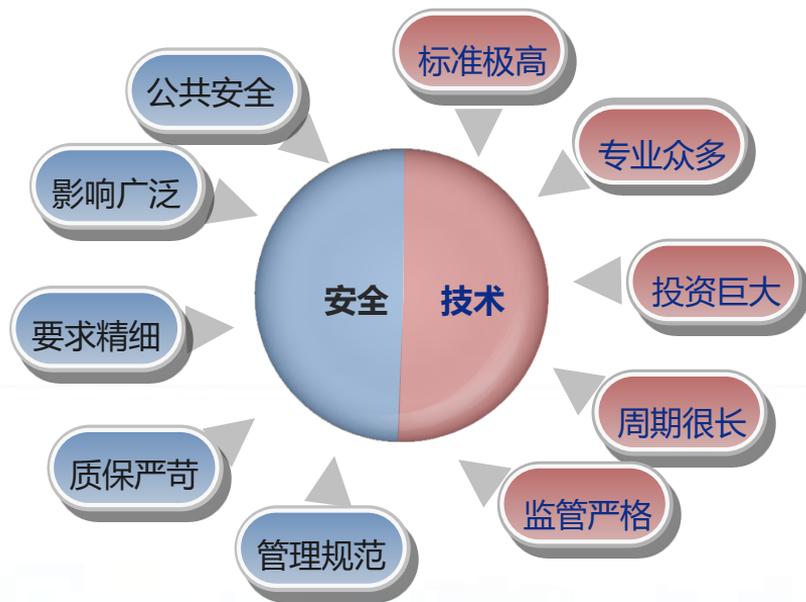
# 1. 压水堆核电站工作原理



## 2. 核电站厂房布置



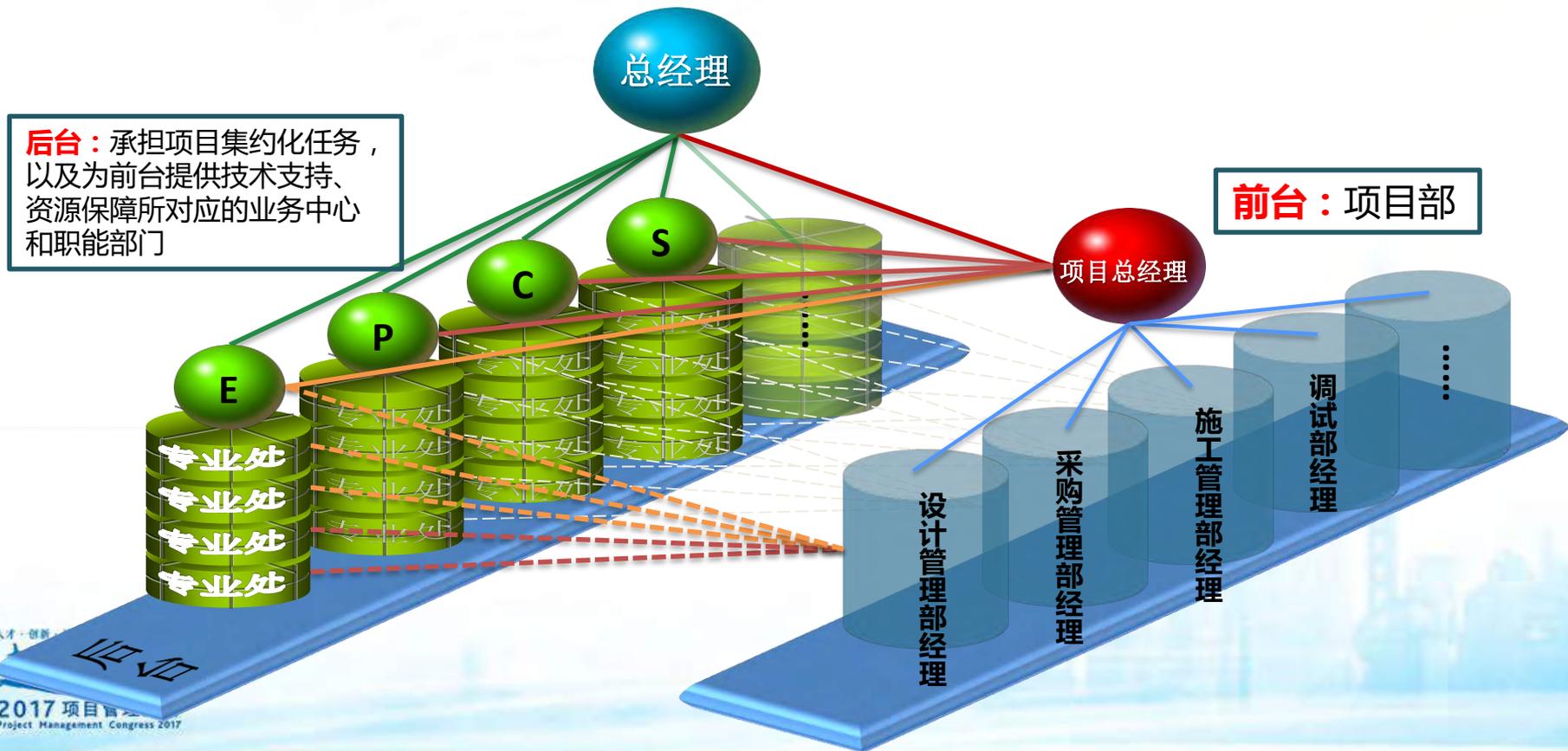
### 3. 核电工程特点



### 技术要求高

- 从涵盖核技术以及地质、水文、土木、机械、电气、仪控、辐射防护等众多专业
- 系统复杂，涉及**100多个**工程系统，**30多万份**技术文件
- 设备制造、材料采购、施工及调试活动等均必须有可**追溯性**，对项目实施过程的文档管理要求高
- 设备、材料的**规格要求高**，甚至许多设备与材料需专门研制
- 质量分级、严格管控

## 4. 前后台矩阵运作



## 5. 项目四大控制

### HSE管理

- 控制
- 纠正
- 改进



### 质量管理

- 质量保证
- 质量控制
- 质量监督

### 进度管理

- 基准计划
- 计划控制
- 计划更新

### 费用管理

- 费用编码
- 费用控制
- 赢得值

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

### 项目四大控制

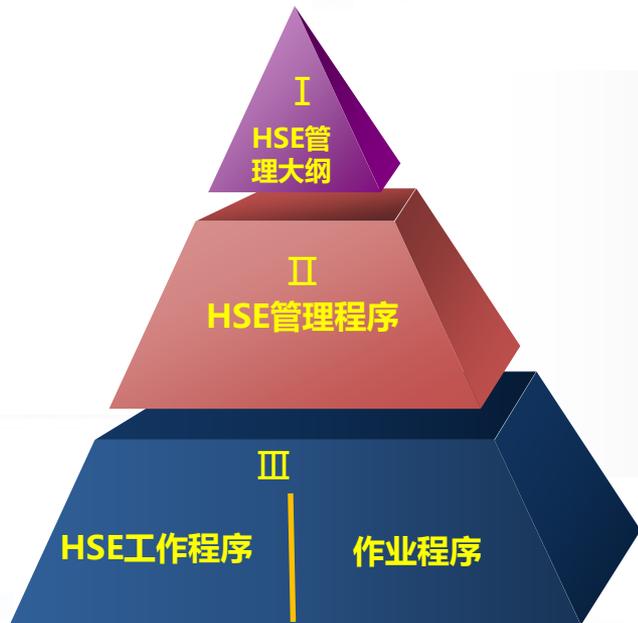
HSE管理

质量管理

进度管理

费用管理

# (1) HSE管理—核电工程总承包企业标准化HSE管理体系



“凡事有章可循，凡事有人负责，凡事有据可查，凡事有人监督”

## 1 管理类表单 (85份)

- 承包商安全费用使用台账
- HSE停工令
- 危险化学品出入许可证
- 危险化学品登记台账
- 吊装许可证
- HSE管理人员安全资质台账
- HSE培训台账
- .....

## 2 工具类表单 (82份)

- HSE管理体系检查表
- 受限空间风险评估表
- 临时用电安全检查表
- 高处作业安全检查表
- 爆破作业安全检查表
- 闭锁/挂牌安全检查表
- 文明施工检查表
- .....

# (1) HSE管理—十大HSE管理工具



HSE管理工具箱

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

### 项目四大控制

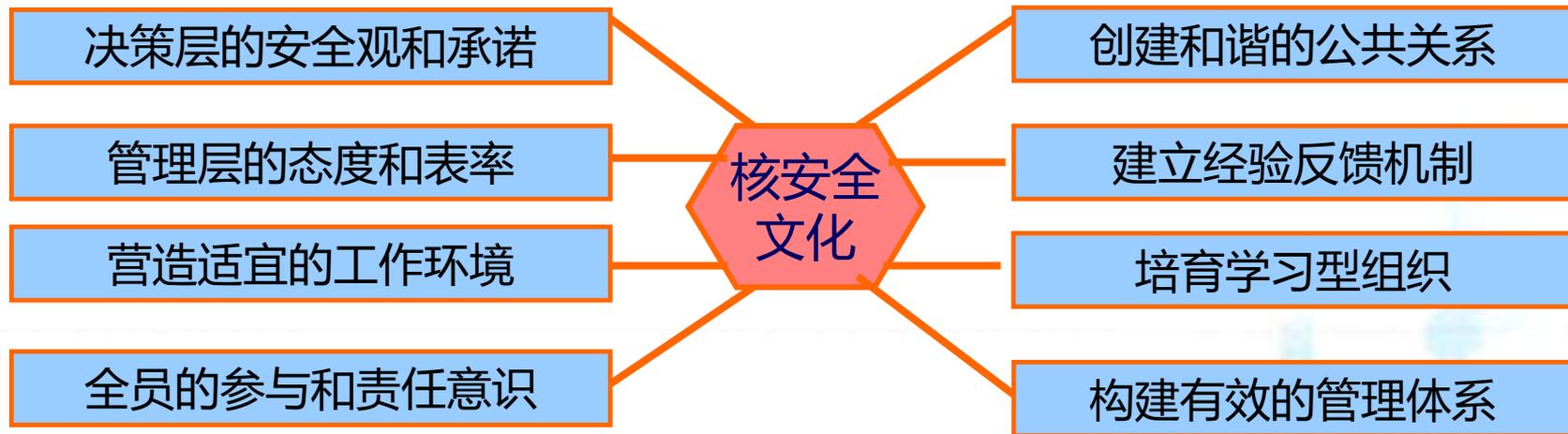
HSE管理

质量管理

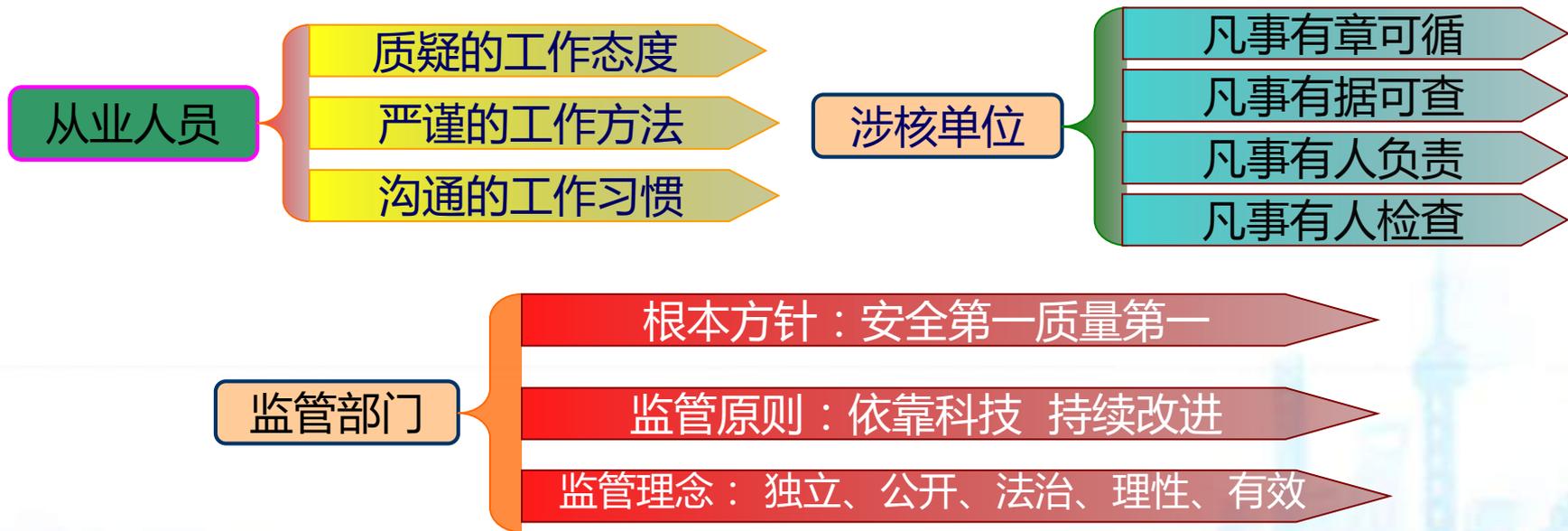
进度管理

费用管理

## (2) 质量管理—核安全文化八项原则

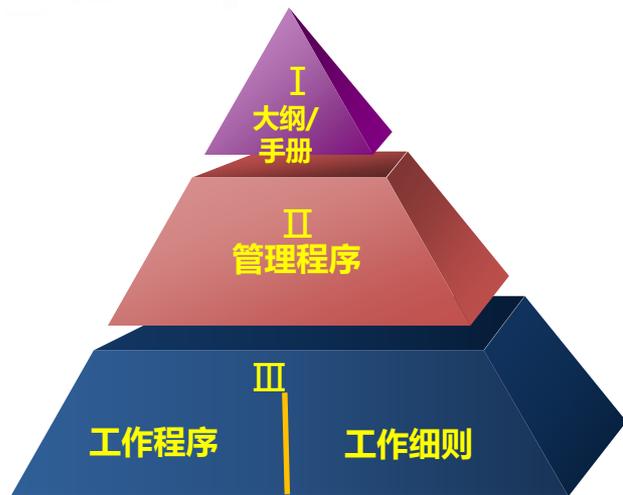


## (2) 质量管理—核安全文化持续改进



## (2) 质量管理—项目质量保证体系

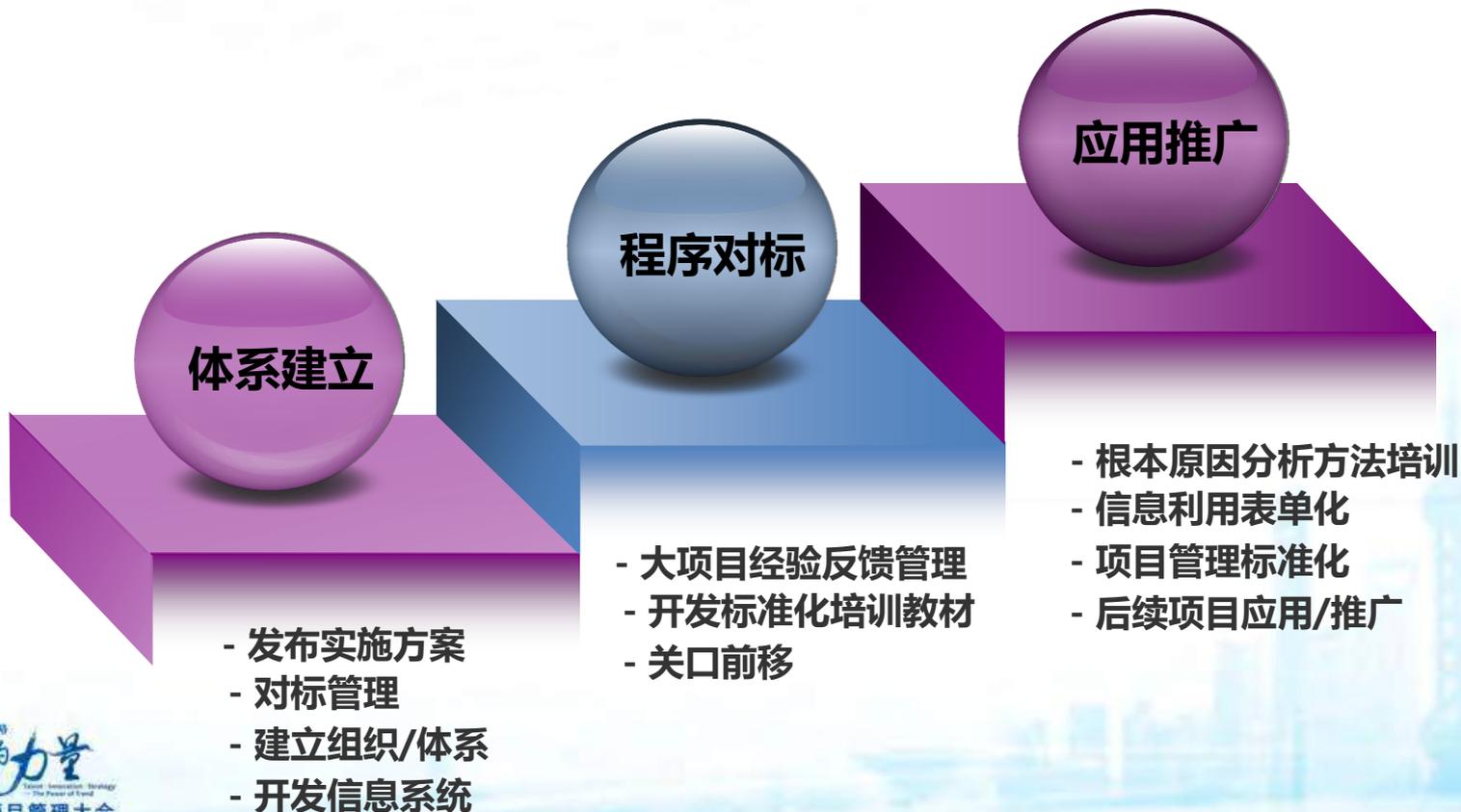
### 总包单位 程序体系



### 承包商程序体 系



## (2) 质量管理—经验反馈管理



- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

### 项目四大控制

HSE管理

质量管理

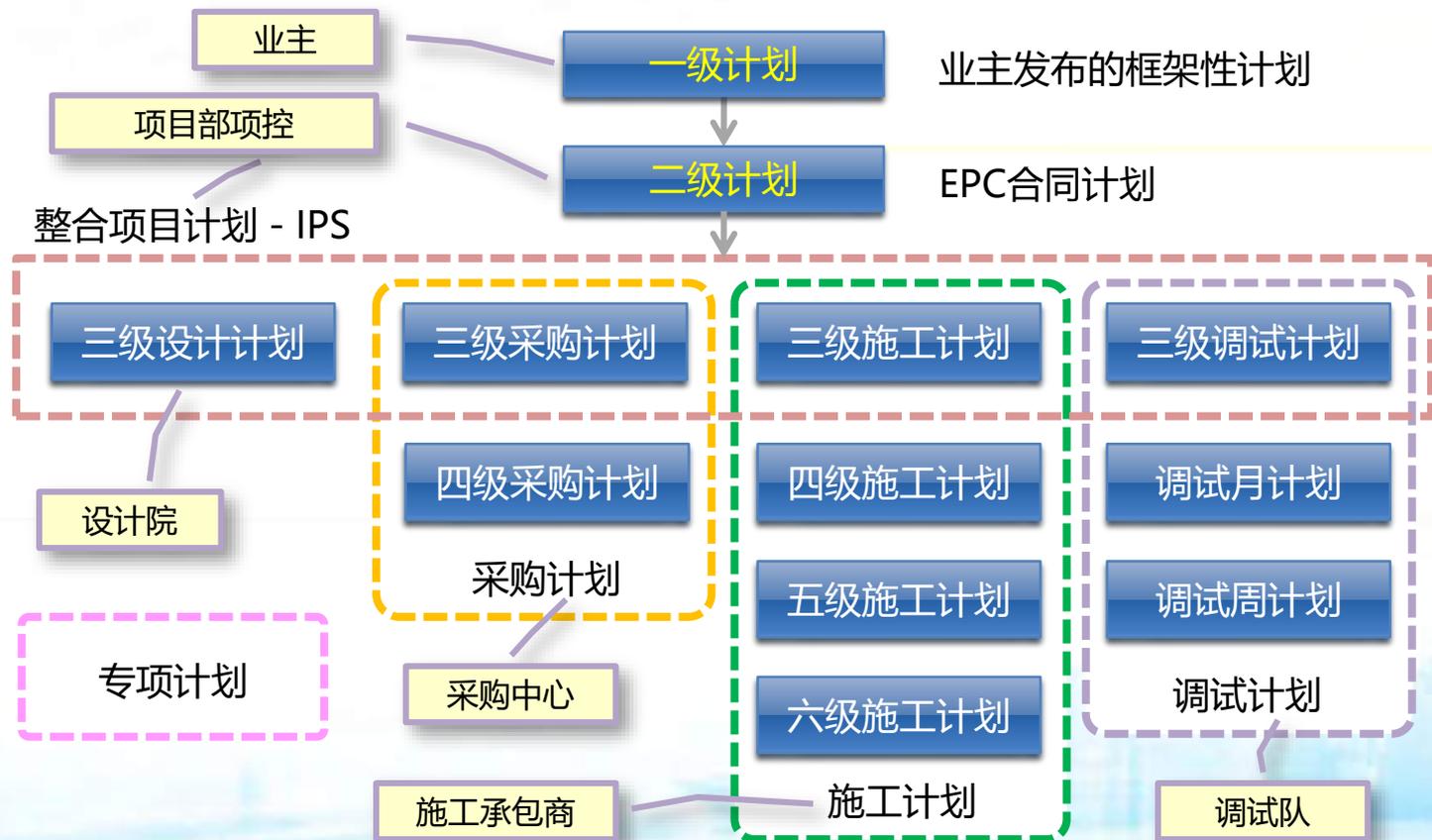
进度管理

费用管理

### (3) 进度管理—核电进度管理特点

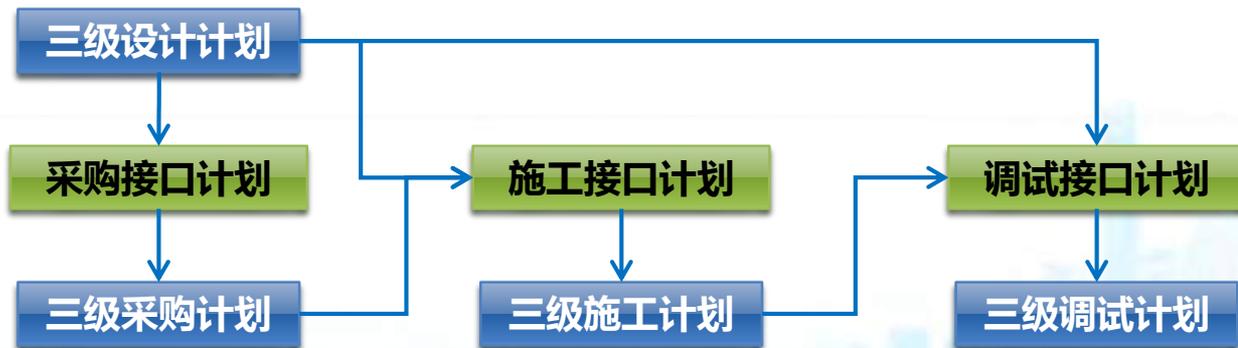
- 进度计划受监管部门影响大
- 工厂化预制，模块化施工，土建安装平行施工、深度交叉影响
- 上下游统一进度管理平台
- 三级计划多达14个，计划条目2万余条，接口极其复杂
- 影响进度关键路径的因素较多

### (3) 进度管理—分级管理体系



### (3) 进度管理—接口计划

➤ 整合项目计划（IPS – Integrated Project Schedule），将P6中项目的设计、采购、施工及调试等相互独立的三级计划通过接口计划连接成一个完整的网络计划，确保设计、采购、施工和调试活动相互匹配，准确反映项目的实际执行状态及最可靠的预测。



### (3) 进度管理—进度管理平台



- 运用统一的P6进度管理平台实现计划编制、优化、跟踪、分析、协调的信息化
- 各项目统一使用P6作为进度管理系统
- 设计、采购、施工和调制在**统一平台**上管理
- 各项目根据相关程序规定，进行计划的编制、更新、分析和维护

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

### 项目四大控制

HSE管理

质量管理

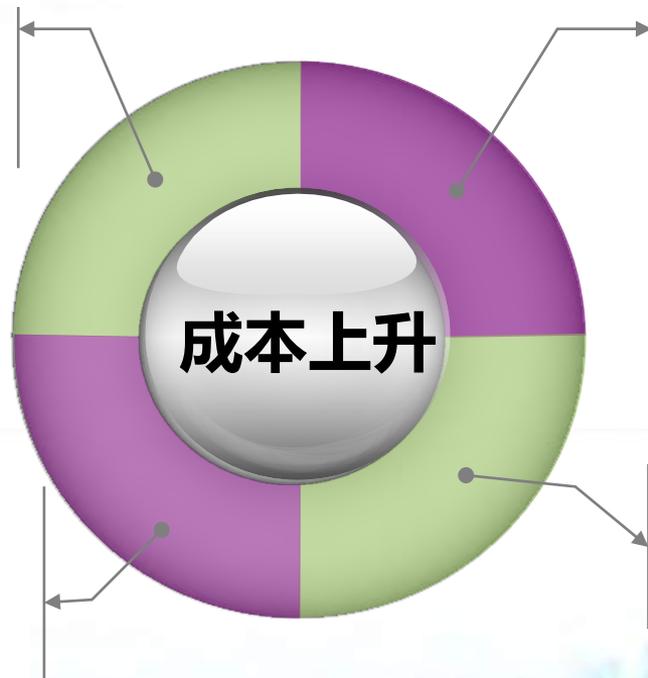
进度管理

费用管理

## (4) 项目费用管理—核电成本总体呈现上升趋势

新机组的高安全性要求促使电厂的系统更完善，关键设备的制造难度加大、成本提高

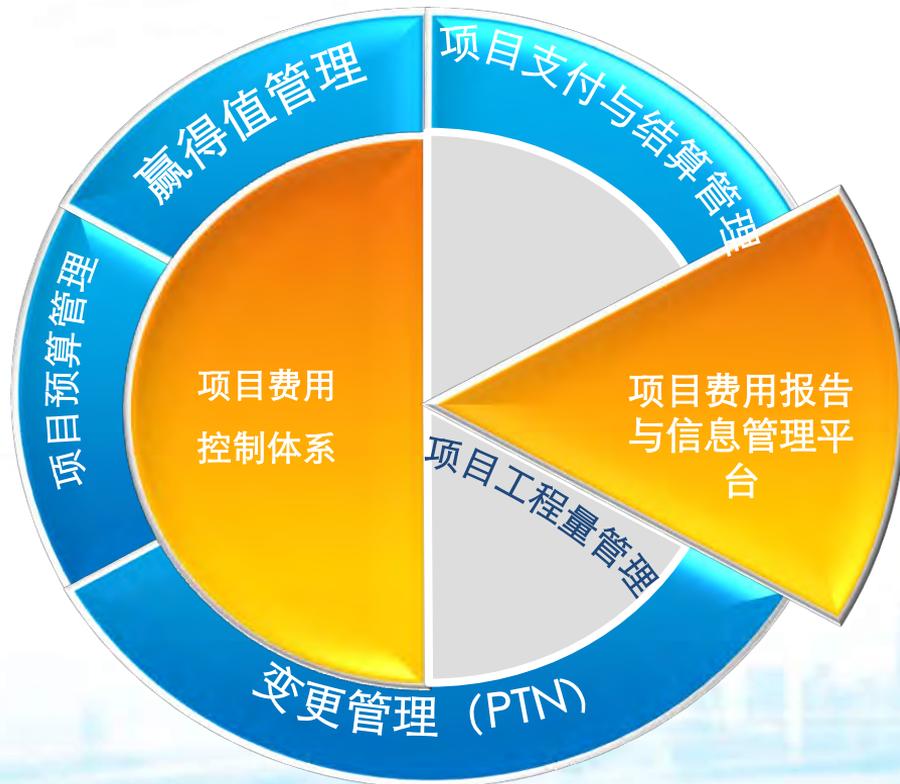
人工成本和原材料价格大幅度上升，约占增量的22%



没有形成批量化建设，研发设计费没有摊薄、设备制造的学习效应没有发挥、建设经验没有反馈应用、群堆效应没有体现

工程建设周期增加导致财务费用大幅度增加

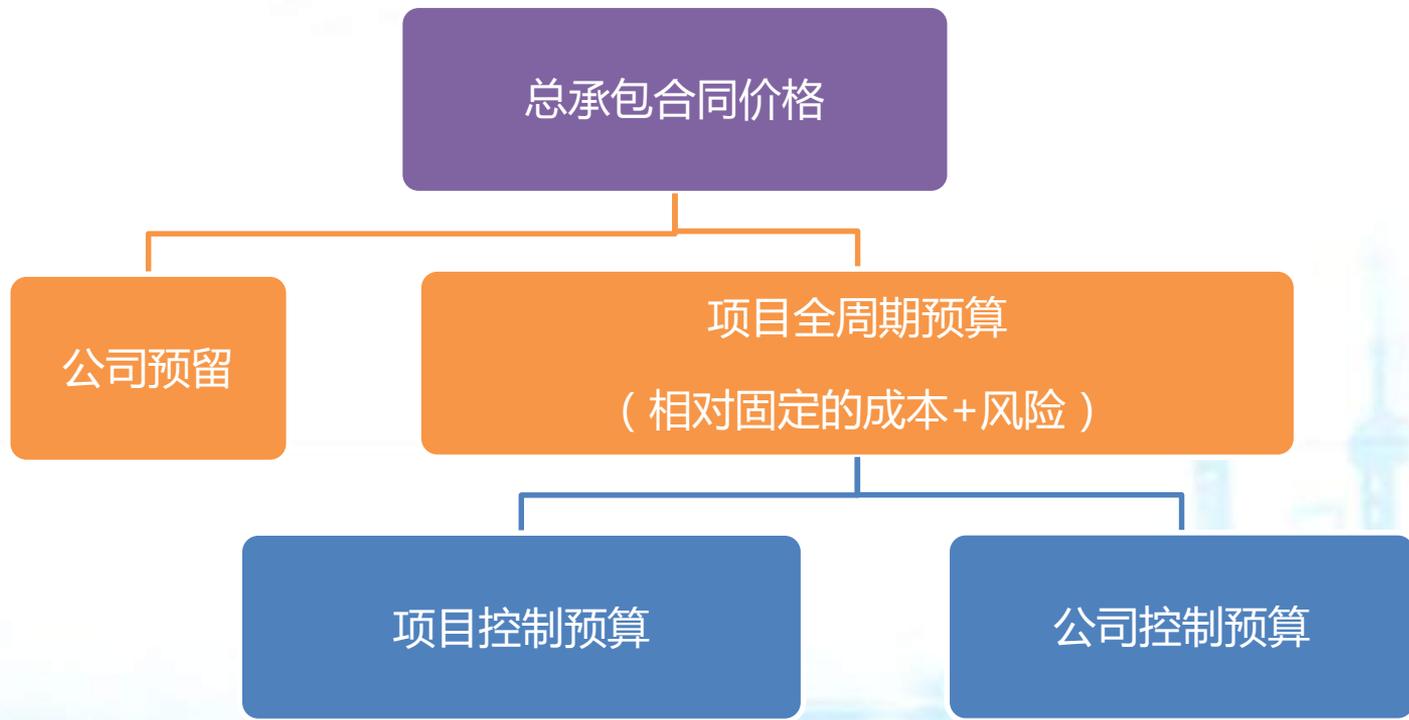
## (4) 项目费用管理—总体工作



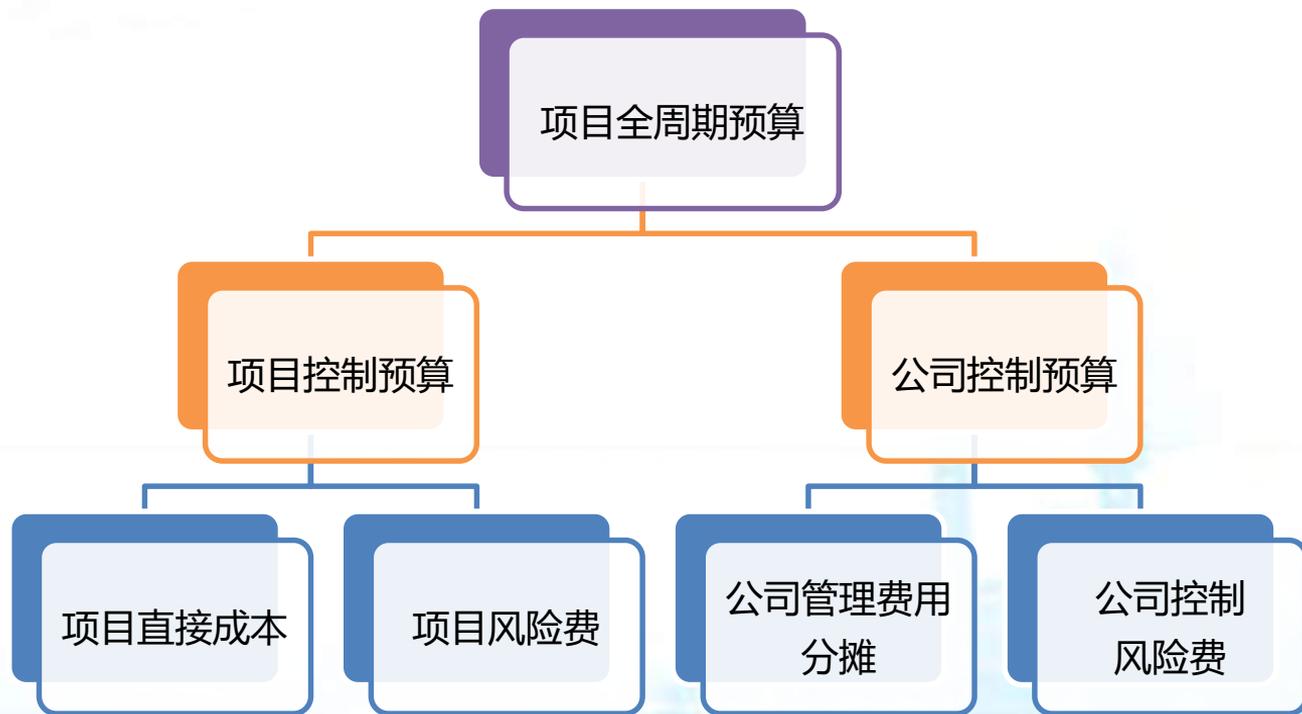
## (4) 项目费用管理—流程



## (4) 项目费用管理—分解

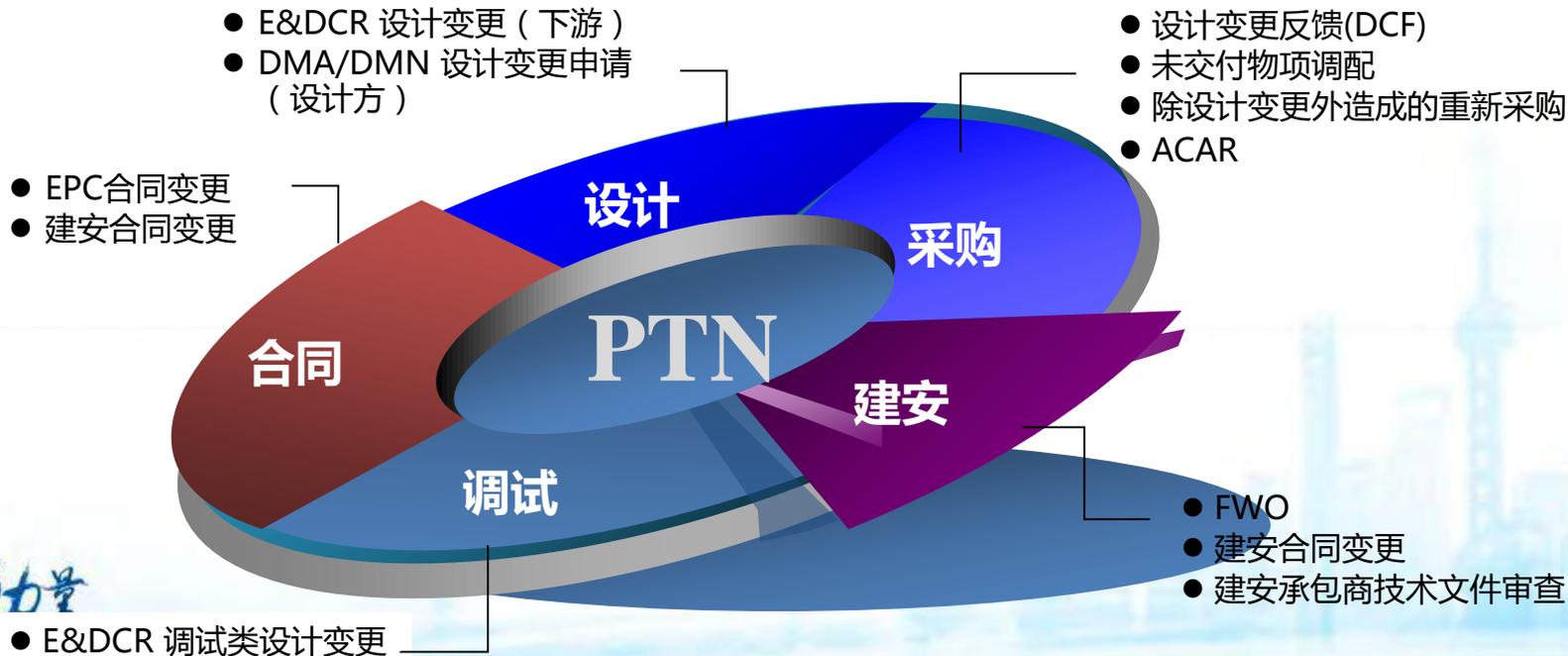


## (4) 项目费用管理—全周期预算

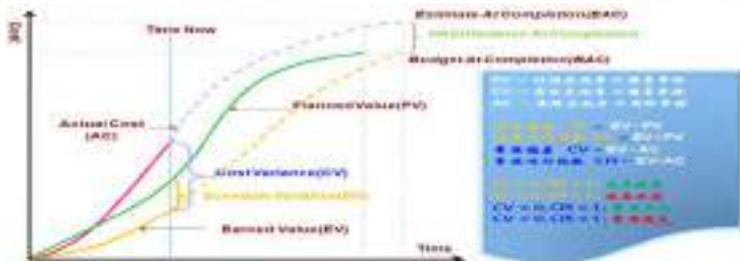


## (4) 项目费用管理—变更控制

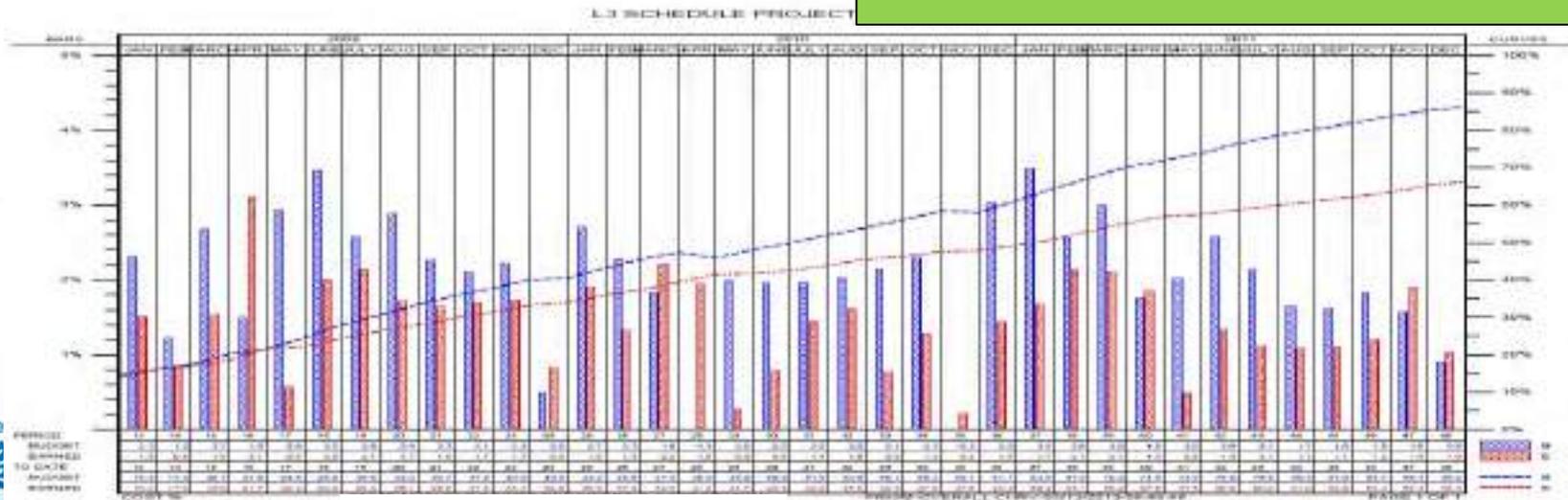
### “1+5”的项目整体变更管控模式



## (4) 项目费用管理—赢得值管理



通过对时间与成本的集成管理，将“干完再算”变为“边干边算边改进”，在保证质量的情况下，寻找进度和成本的最优解决方案。



- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

项目四大控制

项目风险管理

项目相关方管理

## 6. 项目风险管理

- **程序文件**

公司级：《项目风险管理程序》  
各项目项目风险管理程序

- **基准风险库**

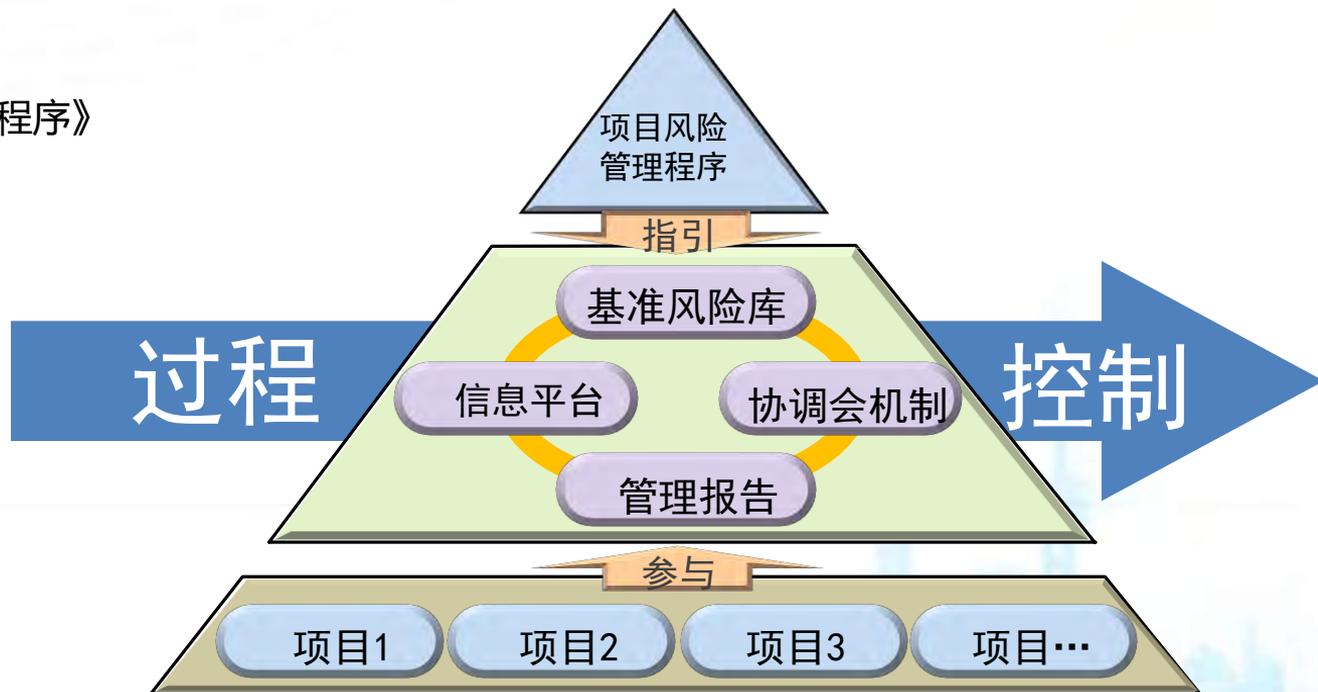
项目参考风险清单

- **管理工具应用**

PIP项目风险数据库平台

- **沟通管理**

项目风险管理协调会  
项目风险管理分析报告



# 7. 项目风险管理

## 项目集风险管理：项目风险管理委员会

### 自身的风险管理

- 职能部门/  
业务中心

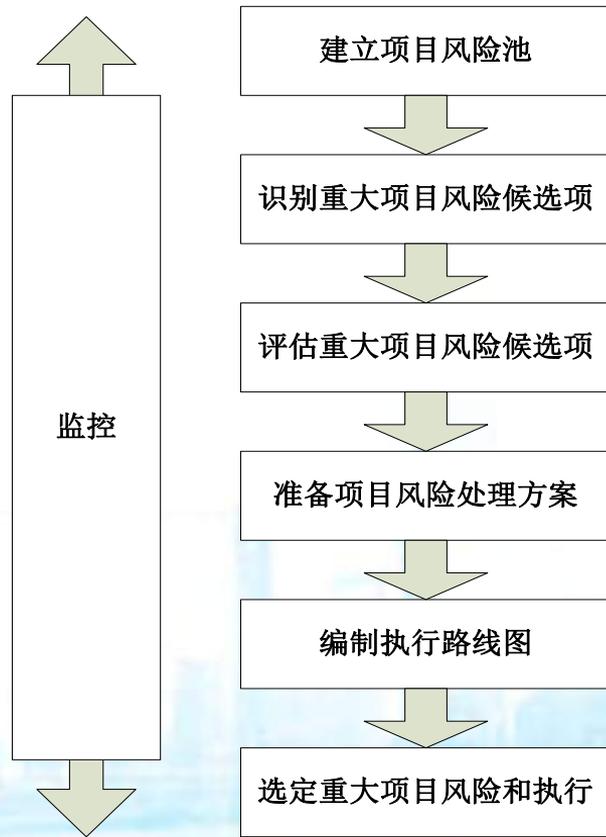
### 项目全生命周期风险管理

#### 项目前期风险管理

项目前期经理或公司项目管理部

#### 项目执行阶段的风险管理

项目部



# 项目风险管理—全周期风险管理

建立全周期风险管理模型，开展项目前期与项目执行期的两阶段风险管理工作，重点加强项目前期的风险管理。开展了重大风险识别、分析、评估、应对、监控全过程管理。



## 工作内容

- 信息收集和文档审查
- 假设分析和核对分析
- 干系人和专家判断

- 分析各项风险的可能性
- 分析各项风险的影响力

- 消除，缓解或接受风险
- 管理风险费和进度裕量

## 使用工具方法

- 头脑风暴
- 历史数据分析

- 风险等级矩阵
- 进度、费用测算

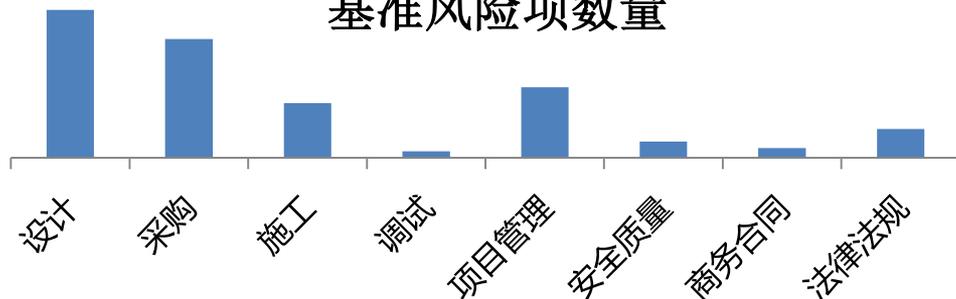
# 项目风险管理—项目基准风险清单

识别核电工程项目建造风险的主要因素，从风险来源上进行归类，结合风险管理矩阵，建立标准化项目风险结构和项目风险清单。

基准风险库



基准风险项数量



基准风险共分为8类——设计、采购、施工、调试、项目管理、安全质量、商务合同、法律法规。

- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电市场状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

项目四大控制

项目风险管理

项目相关方管理

## 8. 核电项目相关方(干系人)管理

- 政府主管部门 ( PA )
- 核电业主公司 ( U )
- 总包商 ( MC )
- 工程承包公司 ( AE )
- 设计单位 ( DI )
- 系统供应商 ( SS )
- 普通民众
- 设备制造商 ( EM )
- 建造商 ( CO )
- 监督管理部门 ( RA )
- 社会监理机构 ( SA )
- 核燃料供应商 ( FS )
- 咨询公司 ( C )
- 其他相关方

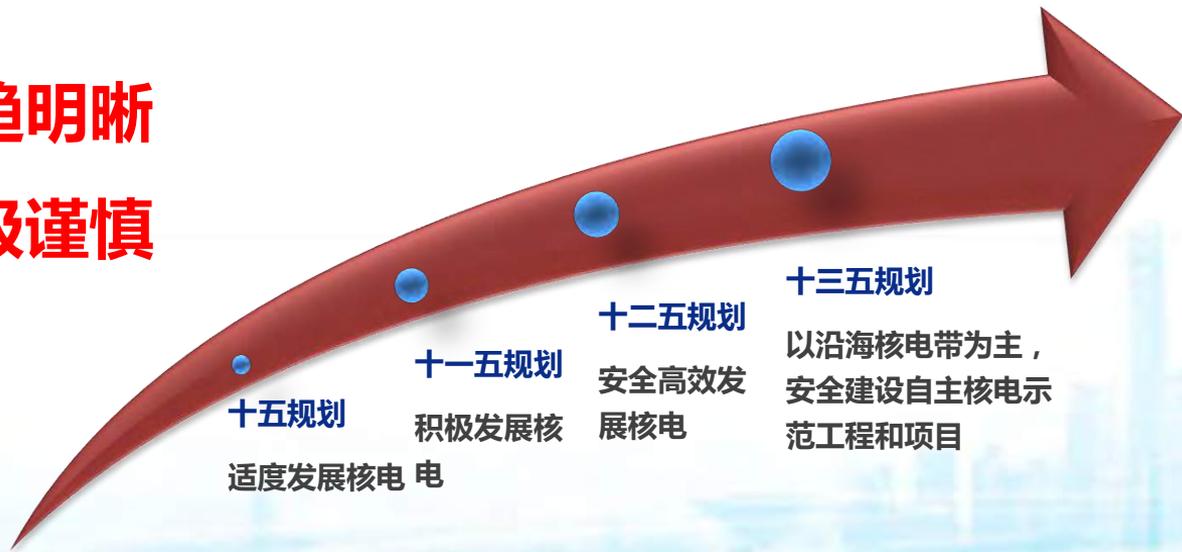
- 一、全球核电发展趋势
- 二、中国核电发展状况
- 三、核电工程项目管理
- 四、发展展望

## 发展展望—2020年规划目标

当前我国核电建设已形成三代核电技术为主（包括AP/CAP、EPR、华龙一号），“二代加”技术为辅的核电建设格局。国家“十三五”规划明确核电到2020年的发展目标：核电运行装机容量要达到**5800万千瓦**，在建达到**3000万千瓦**以上。为达到这一目标，“十三五”期间将保持**每年新建6台**百万千瓦级核电机组的规模。

渐趋明晰

积极谨慎



## 发展展望—2030年发展预测



据有关机构的研究报告预测，为进一步减少温室气体排放，2030年前后，核电装机达到1.2-1.5亿千瓦左右、核电发电量占全部发电量的**10%左右**比较合适。

届时每年可替代发电用煤（以标准煤计）约3.5亿吨，减排效益十分显著。

## 发展展望



中国已正式批准巴黎气候协定，向国际社会承诺：将力争实现温室气体排放量从2030年左右开始减少，2030年非化石燃料占一次能源消费比重提高到20%左右。今后十五年**非化石能源**比重将稳步增长：

- 2020年 **15%**
- 2030年 **20%**

国家把**“绿色发展”** 确定为中国“十三五”经济社会五大发展理念之一；明确“推动低碳循环发展”，强调“提高非化石能源比重”、“加快发展风能、太阳能、生物质能、水能、低热能，**安全高效发展核电**”等。

**— 核电将继续成为中国绿色低碳发展的重要选择！**

# 感谢您的倾听!