



上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

# 核电设备制造质量管理良好实践

陆金琪 2022年11月4日





## 汇报人简介



陆金琪  
高级工程师

上海交通大学在读工程博士

上海阿波罗机械股份有限公司 董事长 2010年国家能源局科技进步一等奖

中国核能行业协会副理事长  
上海市国防教育基金会理事  
国家能源核电站核级设备研发中心学术委员会委员  
2020年上海市工匠  
2009年全国机械工业劳动模范  
2009年上海市科学技术三等奖  
2010年、2011年、2015年中国核能行业协会科  
学技术三等奖  
2010年中华全国工商业联合会科技进步奖  
2010年国家能源局科技进步一等奖





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

# 目录 CONTENTS



PART.1

**核安全文化体系建立** 01

PART.2

**核安全文化实践** 02

PART.3

**核电设备质量管理成果** 03

PART.4

**核电制造业未来展望** 04



上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

PART 01

# 核安全文化体系建立





## 01 理念



2014年3月24日，在荷兰海牙第三届核安全峰会上，习近平主席提出要坚持**理性、协调、并进的核安全观**，把核安全进程纳入健康持续发展的轨道。

国家核安全局发布了核安全文化的推进方案，全面系统推进核安全进程。

公司建立了核安全文化体系。





## 01 硬件投入

公司从事各类**高端核电用泵**及核燃料循环、后处理相关设备，集成研发、设计、生产制造、供应链管理以及数字化电控系统延伸服务，在上海奉贤有两个核电设备制造工厂，在宁夏盐池有国家级低温设备实验中心，**累计投入20亿**。自2006年，开始核电站海水循环泵、辅助给水电动泵、辅助给水汽动泵的样机研制工作。



西渡厂区70亩

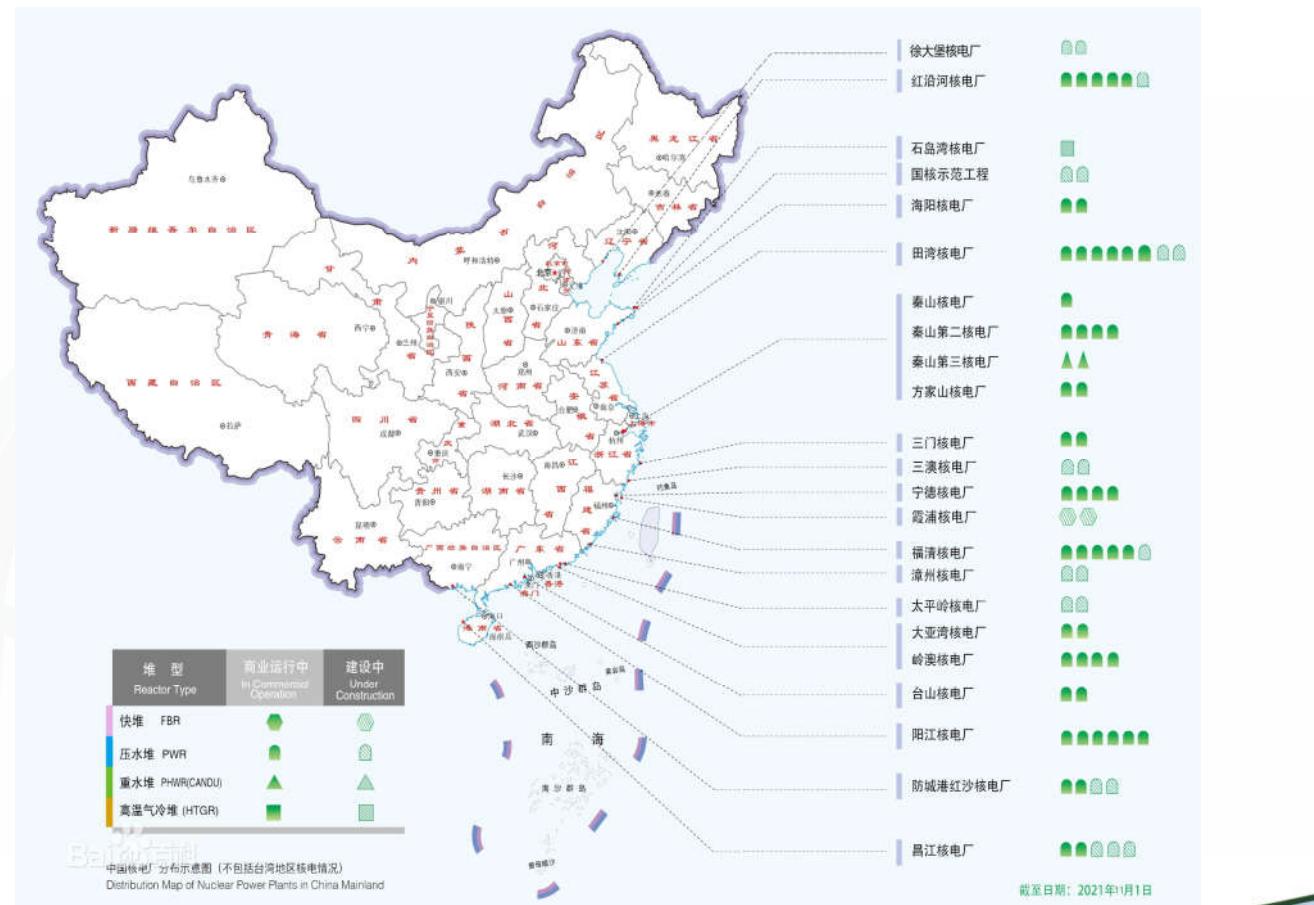
江海厂区60亩

盐池国家实验中心150亩

## 01 主营业务 业务板块及分布

- 01 核电站用泵
- 02 核燃料循环处理设备
- 03 核军工、军转民
- 04 LNG、石油石化产品
- 05 数字化转型增值服务

➤ 国内在运核电机组54个,在建核电机组23个,公司均提供了产品及服务,核电业务占到总业务的99.85%

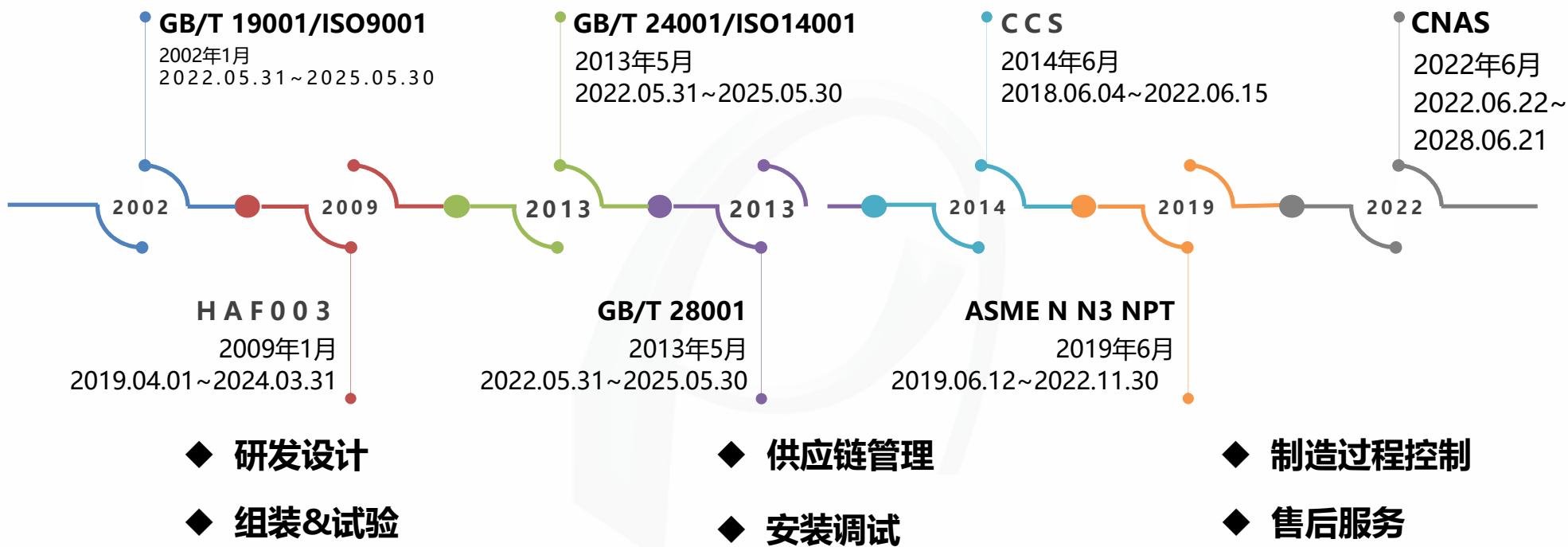


截至2022年10月





## 01 公司质量保证体系



80多位质量工程师负责产品质量控制





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 01 持证情况

**持有核2、3级泵设计/制造资格许可、一类放射性物品运输容器制造许可证  
(CNFC-HTR、ANT-12A型)，正在申请乏燃料运输容器 (CNSC、TC-24P)  
制造许可**

2009年，国家核安全局首次颁发了民用核安全设计、制造许可证，之后经历了2次换证、5次扩项等资格许可审查



民用核安全设备设计/制造许可证 (核2、3级)

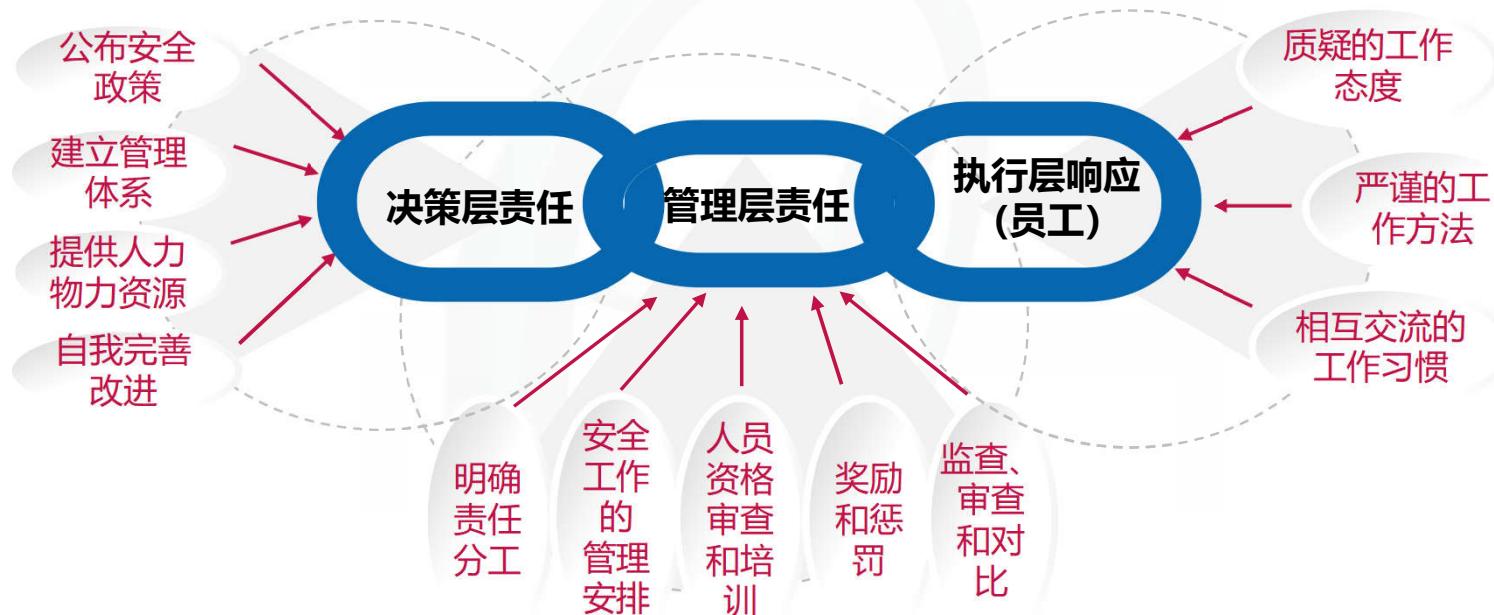


## 一类放射性物品运输容器制造许可



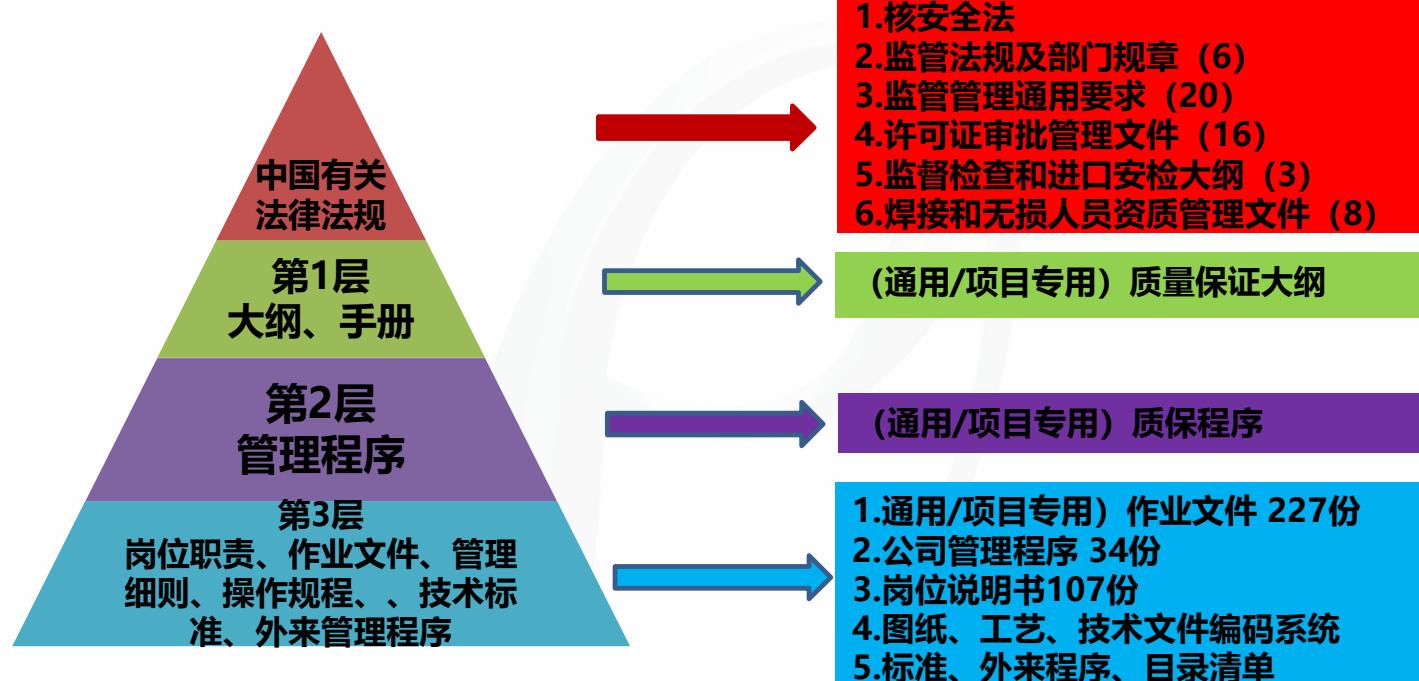
## 01 核安全文化体系

发布和规范了决策层、管理层、执行层的核安全管理与核设备相关活动的行为准则



## 01 文件体系

### 构建了公司核电质量保证体系的文件架构





## 01 培训体系

建立了公司核安全文化的**三级培训体系**

- 1. 入职培训、企业文化
  - 2. 核安全文化应知应会
  - 3. 上岗前岗位要求培训
  - 4. 操作规范培训及考核
  - 5. 两个零容忍宣贯教育
  - 6. 国内外核事故震撼教育
- 
- 1. 每季度滚动的核安全文化考试
  - 2. 设备制造NCR举一反三的经验反馈活动
  - 3. 内审和外部监查发现的不符合作为管理评审的输入
  - 4. 防造假、主包管分包、客户管理程序等培训及考核
  - 5. 核安全文化的文件体系可操作性



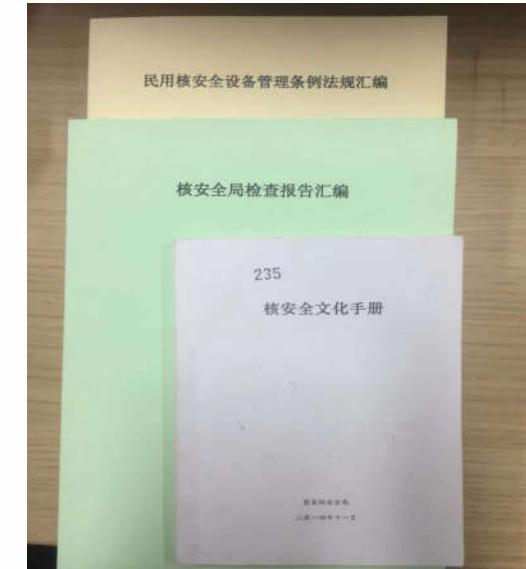
- 1. 操作规程的滚动培训及考核
- 2. 每季度滚动的核安全文化考试
- 3. 设备制造NCR经验反馈活动
- 4. 外部监查和不符合项整改培训
- 5. 防造假制度、两个零容忍宣贯
- 6. 班组建设活动：早会、工前会、技术交底、交接班台账、师带徒等
- 7. 监管机构、工程公司经验反馈活动



## 01 培训体系

### 核安全文化知识 制作成宣传册、文件汇编

- ◆ 全员印发核安全文化手册
- ◆ 中高层管理人员印发法规汇编、案例汇编学习
- ◆ 落实两个“零容忍”，将企业文化与核安全文化相融合



## 01 培训体系 “诚信、透明”的核安全文化观



**建立了核安全文化考试试题库，  
将设备制造NCR及经验反馈纳入  
题库的开放题目，每年按季度组  
织全员参加4次核安全文化闭卷  
考试，两个“零容忍”，常年强  
抓不懈。**





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 配置了满足核电泵、乏燃料运输容器、格架等产品制造的高精度数控加工中心

德国恒轮五轴加工中心



PAMA 镗铣加工中心



SNK 数控龙门镗铣床



PAMA HP7 镗铣加工中心



德国Starrag车铣复合加工中心



SPEED HP7 五轴卧式加工中心





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 配置了满足核电泵、乏燃料运输容器、格架等产品制造的设备能力

ESAB埋弧自动焊



等离子自动焊机



KUKA电阻焊机器人



数控水切割机



数激光切割机



线切割机





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 配置了满足核电泵、乏燃料运输容器、格架等产品制造的检验、检测能力

德国65通道光谱分析仪



海克斯康三坐标扫描仪



ICP光谱仪



无损探伤检测系统



无损检测(6MeV加速器和100居里钴源)

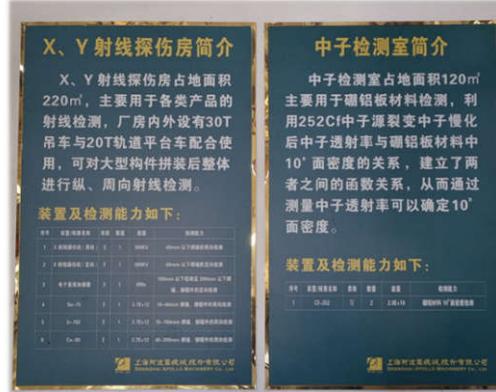


摆锤冲击试验机





# 配置了满足核电泵、乏燃料运输容器、格架等产品制造的无损检测能力



序号	装置/核素名称	类别	数量	能量	检测能力
1	X射线探伤机(周向)	II	1	300KV	60mm以下焊缝的周向检测
2	X射线探伤机(定向)	II	1	300KV	60mm以下焊缝的定向检测
3	电子直线加速器	II	1	6Me	100mm以下铅块及300mm以下焊缝、铸锻件的定向检测
4	Se-75	II	1	3.7E+12	10~40mm焊缝、铸锻件的周向检测
5	Ir-192	II	1	3.7E+12	10~100mm焊缝、铸锻件的周向检测
6	Co-60	II	1	3.7E+12	40~200mm焊缝、铸锻件的周向检测
7	Cf-252	IV	2	2.0E+10	硼铝材料10⁻¹⁰面密度检测

辐射许可证





## 配置了满足核电泵极端工况和极端工况叠加的各项特殊试验能力 国际领先



- 进线电压: 35kV/10kV
- 测试电压: 10kV/6.6kV/6kV/3.3kV/440V/380V
- 开/闭式冷却系统: 12000kW/6000kW
- 水池容积: 13000m<sup>3</sup>
- 水池最大深度: 18m
- 最大测试流量: 25m<sup>3</sup>/s
- 最大测试压力: 40MPa
- 最大测试功率: 12,000kW
- 最大测试转速: 10000r/min
- 特殊考核试验: 热态及耐久试验、冷热冲击试验、杂质试验、全速冷热态试验、变频调速试验、超低气蚀余量性能试验
- 最高测试温度: 300°C
- 最大测试泵长度: 20m
- 最大其中吨位: 100t
- 最大测试管径: DN3000
- 超纯水制备系统: 8t/h, 18mΩ
- 开/闭式试验回路: 4个/8个



**CNAS证书**





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

PART 02

# 核安全文化实践





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 2.1 喜迎党的二十大圆满召开

公司开展“我们这十年”的发展回顾，组织党员集体观看大会现场直播、学习二十大报告等活动，总书记在报告中两次提及了“核电”，提出了“科技是第一生产力，人才是第一资源，创新是第一动力”。





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 2.2 坚持核安全文化长期不懈的科技创新成果



国家级专精特新“小巨人”企业



上海市企业技术中心



高新技术企业



院士专家工作站



上海市科学技术奖



产学研合作奖





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 2.3 公司质量管理能力显著提升



2009年度上海市质量金奖



上海市质量协会质量技术奖  
优秀奖

### 2022年度上海市企业质量领域 数字化转型“优秀案例”名单

序号	案例名称	企业名称
1	葛洲坝“盈云智汇”工业互联网质量管理水平平台	上海电气奥图数据技术有限公司
2	汽车内饰产品数字化质量管理水平平台	上海延锋汽车内饰系统有限公司
3	博利培的消费品质量保障数字化系统	联合利华(中国)投资有限公司
4	传统集装箱码头数字化质量管理水平	上海浦东国际码头有限公司
5	家电生产数字化质量管控	上海阿波罗机械股份有限公司
6	化工项目建设期数据交付质量管控	上海华谊工程有限公司
7	比亚迪大数据质量监控系统	上海机电工程研究所

### 2022年度上海市企业质量 领域数字化转型优秀案例





## 2.4 强化特种工艺人员队伍的建设



在部令第5号、第6号实施后，提高了特种工艺持证人员的月度持证证书津贴，其中无损检测Ⅲ级持证证书津贴调整至1500元/月，比实施前调增1000元/月，从事放射岗位员工，实施年度带薪休假+额外享受14天保健休假+餐补的福利。

增加了考试项目通过率发放一次性奖金等激励措施。



## 2.5 增加了特种工艺人员的精神奖励政策

2019年至今，无损Ⅲ级持证人员张震申报上海市首席技师项目荣誉  
无损Ⅲ级持证人员陈甫旭、周量量申请办理了上海市人才引进落户  
核级焊工孙起飞获得了上海市智能焊接技能大赛三等奖  
核级焊工栾卫虎、孙起飞、于立东分别获得公司2019年、2020年、2021年度先进工作者荣誉，先进班组等荣誉



## 2.6 强化特种工艺人员培训体系的长期建设



**培训效果：非常好，焊工焊缝成形的质量普遍得到提高，减少了日常焊接缺陷的产生；新招聘年轻的焊工考试通过率普遍有了提高。**

- ◆ 培训方式实施多样化：集体面授和单独面授
- ◆ 实操培训分为实操理论和实践操作2个阶段进行，改变了过去单纯实践操作一种模式
- ◆ 实操理论培训老师长期聘请了固定的外部专职老师 - 上海市职业培训机构特聘教师
- ◆ 培训方式：采用非脱产和脱产培训2种
- ◆ 非脱产即定期（每2周）安排培训老师开展集体面授讲课，组织学员平时利用业余时间（如下班后，周六日等时间）进行焊接方法的练习，收集焊工练习过程中发现的问题，培训老师组织进行问题解答和个别辅导
- ◆ 脱产培训即在考试项目报考成功后，组织集中指导和考前进行不低于20天的脱产集中培训和练习，期间培训老师不低于5天指导



## 2.7 建立内部各岗位“师带徒”制度



- 在“师带徒”制度下，新员工在公司内部有企业导师，熟悉和掌握核安全文化及核电行业工作流程制度



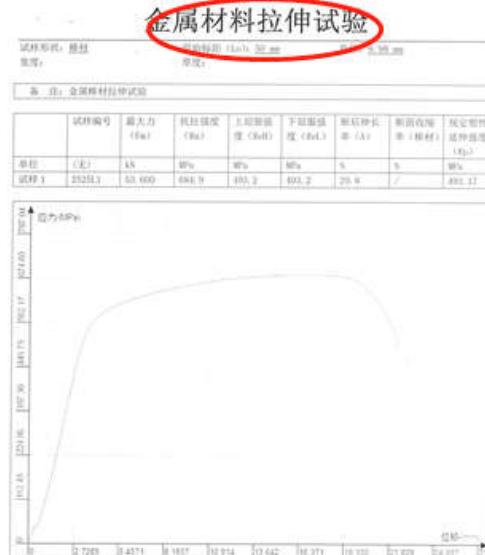
- 促进老员工经常“被迫”检视自身的理论学习和管理能力提升





## 2.8 全面推行开展防造假工作

- 增加内部报告与原始记录的一致性的审签；
  - 核对供应商提供第三方报告的真实性。



**核对后的报告  
写明“真伪已  
核”并签名**

批准(多处盖章):王敬高 审核员:刘伟 2019年3月22日





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 2.9 质量风险防范协调工作实践

**制定项目风险防范表：**

- 以往执行项目的经验
- 产品特点
- 识别项目执行过程的优势环节及薄弱环节



**风险防范月度会制度：**

- 按阶段识别关键路径和风险点，跟踪风险防范措施完成情况
- 项目例会、早会讨论项目质量关注点项





## 2.10 推行“主包管分包”的实践

- 项目执行过程中，消化和转化客户的合同要求和管理要求，在合同文本中传递至分包方。
- 在分包合同执行过程中，每次会议前5分钟，进行核安全文化宣贯，传递和落实、跟踪主包管分包的事项。

### 九、质量诚信保证

- 1、造假是指出卖方及其各级分包方，在资质、数据、记录、报告、证明文件、实物、标识或品牌等方面存在伪造、变造、仿冒、篡改等弄虚作假行为。
- 2、出卖方应严格履行防造假义务，并严格执行买受方除合同其他章节规定外的如下防造假要求：
  - (1) 出卖方应核查完工报告中第三方检测报告的真伪，并记录核查情况。
  - (2) 出卖方应核查完工报告中自身产生的制造和检验报告与原始记录的一致性并记录核查情况；出卖方应推动分包方自行核查与记录由分包方产生的制造和检验报告与原始记录的一致性，视具体情况进行抽检并记录核查情况。
  - (3) 如发现质量证明文件、检测报告等存疑，出卖方应按照程序《设备制造过程中不符合项处理》立即发出 NCR；
  - (4) 出卖方应建立防造假管理制度，加强对关键岗位人员及各级分包商的管理。





## 2.11 核电项目管理提升活动

每季度编制质量趋势分析：

- NCR处置情况
- MEMO/OS统计分析
- 采购产品质量情况分析
- 见证点执行情况
- 顾客意见反馈
- 纠正措施情况跟踪
- 内外部监查执行情况
- 管评行动项执行情况
- 体系文件升版情况
- 重要质量活动执行情况

上海阿波羅機械股份有限公司	质量趋势分析报告	修改状态: 0			
SH-APOLLO	第 1 页 共 18 页				
编号: ATYB0265-2022-0000					
2022 年第二季度质量趋势分析报告					
编制	蒋雪云	审核	吴红	批准	陈金海
日期	2022.07.08	日期	2022.07.08	日期	2022.07.08

上海阿波羅機械股份有限公司	质量趋势分析报告	修改状态: 1						
SH-APOLLO	第 1 页 共 18 页							
一、产品质量状况分析								
1. NCR 情况								
1.1 内部 NCR 处置情况								
发生部门	物项属性	硬件成品件	钢板原材料	工序外协成品件	外购成品件	外购紧固件	铸件钢管原材料	总计
计划与执行部（仓储）		2	1					3
生产制造一部	14	6	3	1	1	5	2	38
生产制造二部	2	30	11	1	1			45
采购中心	3	3		2	20	8	4	47
总计	19	39	16	8	24	9	9	133
1.2 外部 NCR 处置情况								
发生部门	物项属性	硬件成品件	钢板原材料	工序外协半成品件	外购成品件	铸件原材料	总计	
生产制造二部	1	2	2	1	5	1	11	
生产制造一部	1	1	1	1	4	1	7	
计划与执行部（仓储）	1	1	1	1	1	1	5	





## 2.12 顾客满意度提高

### 顾客满意度调查表：

- 交付及时性
- 产品质量
- 服务水平
- 需求响应度

上海阿波羅機械股份有限公司		顾客满意度调查报告	第1页 共1页	
上海阿波羅機械股份有限公司				
顾客满意度调查报告				
ATYR0091-2022-0001				
编 制	签/章:	张军	日期:	2022.6.30
审 核	签/章:	库明	日期:	2022.6.30
批 准	签/章:	王司理伟	日期:	2022.6.30
2021年6月				

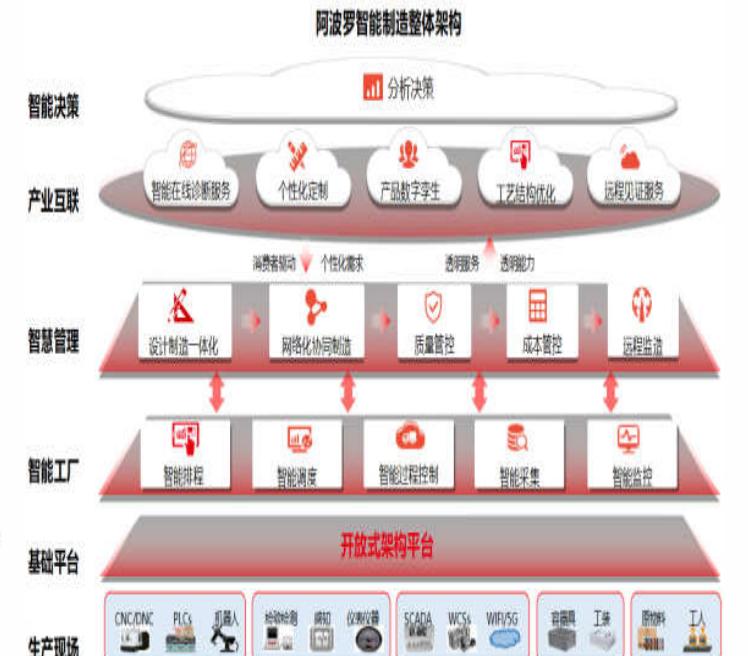
上海阿波羅機械股份有限公司		顾客满意度调查报告	第2页 共3页	
一、概况				
1、顾客满意情况				
公司在2022年上半年（2022年1月—2022年6月）向顾客发出2022年《顾客满意度调查表》计2份，共收到2份。顾客满意程度为99.2%。具体分析如下：				
顾客满意度调查表（总体）				
评价项目/加权比例	很满意 100	满意 90	基本满意 80	不满意 50
产品外观质量 20%	2			
产品开箱包装 20%	2			
竣工文件交付及时性 20%	2			
产品交付及时性 15%	1	1		
顾客需求响应度 15%	2			
竣工文件质量满意度 10%	2			
顾客满意度调查表（销售）				
评价项目/加权比例	很满意 100	满意 90	基本满意 80	不满意 50
交付及时性（产品、文件） 30%				
质量（产品、文件） 30%				
服务水平 20%				
包装情况 20%				
※满意以100分计算，满意以90分计算，基本满意80分计算，不满意50分计算，很不满意0分计算。				
从以上可以看出，基本上所有项目均得到顾客好评也对我公司产品的肯定。但在交付及时性等方面我公司还需继续努力提高和改善。使我公司的满意度能更上一个台阶。				





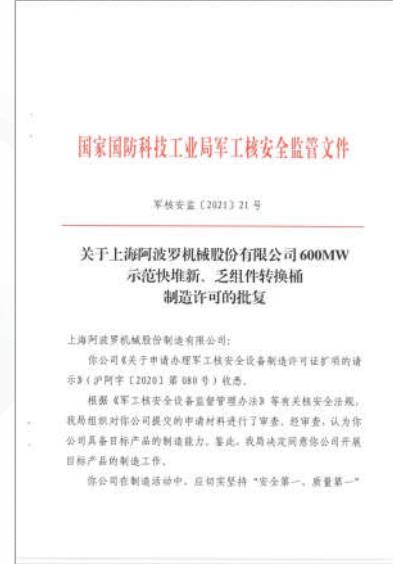
## 2.13 数字化工厂建设实践工作

建立阿波罗数字化制造的各业务系统平台等，包含合同执行活动中设计、工艺、采购、制造、质量、仓储、设备、人员等全过程信息和资源的闭环管理，解决项目质量文档的检索、录入、收集、组卷、滞后等难题，面对疫情长期不退的特殊时期，逐步实现对供应商的远程监造。





## 2.14 核安全文化良好实践--核军工资质许可



**新取得资质：R项目应急水  
泵设计与制造许可证**

**新取得资质：600MW示范快堆新、  
乏组件转换桶制造许可证**





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 2.14 核安全文化良好实践--核军工资质许可

新取得资质：

● 600MW示范快堆

二回路主循环钠  
泵制造许可证

国家国防科技工业局军工核安全监管文件

军核安监〔2020〕207号

关于上海阿波罗机械股份有限公司 600MW  
示范快堆工程二回路主循环钠泵  
制造许可的批复

上海阿波罗机械股份有限公司：

你公司《关于申请军工核安全设备制造许可证的请示》（沪阿字〔2017〕093号）收悉。

根据《军工核安全设备监督管理办法》等有关核安全法规，我局组织对你公司提交的申请材料进行了审查。经审查，认为你公司具备600MW示范快堆工程二回路主循环钠泵制造要求的技术能力和质量保证能力。鉴此，我局决定同意你公司开展600MW示范快堆工程二回路主循环钠泵制造工作。

你公司在制造活动中，应切实坚持“安全第一、质量第一”的方针，落实安全责任制，严格遵守以下要求：

一、严格遵守国家有关法律、法规、标准和技术规范，认真履行在制造许可申请材料和审评过程中所作的各项承诺，仅限于开展许可活动范围（见表1）规定的相关制造活动。

二、严格执行项目质量保证大纲及程序文件，加强对制造活动的过程控制，确保质量保证大纲有效实施并持续改进。

三、在制造活动开始15个工作日前，向国防科工局军用核设施安全中心报送制造质量计划进行点检。

四、严格执行报告制度，接受核安全监督检查，对影响到核安全的重大变更和重大不符合项必须及时上报国防科工局。

特此批复。

2020年12月9日

（此件不公开）





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

PART 03

# 核电设备质量管理成果





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 自主开发核电关键设备-重点产品，形成批量供货

1. 混凝土蜗壳海水循环泵（三回路“心脏”，86台套供货业绩）
2. 主给水泵（二回路“心脏”，66台套供货业绩）
3. 汽动辅助给水泵（安保系统“心脏”，国内唯一，28台套供货业绩）
4. 第四代核电钠冷快堆主泵（示范快堆心脏，2号机组合同在执行）
5. CNSC-LW废液容器（高放废液运输容器国内首次运输，1台）
6. 乏燃料干式贮存容器（田湾基地、大亚湾基地已完成供货，泰山基地正在交付）
7. 运输容器（石岛湾高温气冷堆，40台已交付）
8. 新/乏燃料转换桶（示范快堆1号机组，2台套已交付）
9. VVER乏燃料贮存格架（田湾3/4号机组，24台套供货）
10. ACPR1000乏燃料贮存格架（红沿河5/6号机组，32台套供货）





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 重点产品-泵类产品

混凝土蜗壳海水循环泵



混凝土蜗壳海水循环泵样机鉴定





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 重点产品-泵类产品



汽动辅助给水泵

### 一回路主循环钠泵



### 主给水泵





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 与福清核电有限公司共同研究的两项专有技术评价活动



2022年3月22日，与福清核电有限公司共同研究的“**超巨节能核电站循环变频自主化技术及运行优化**”和“**核电站主给水泵节能改造技术研究**”两项通过“核能行业协会”专有技术评价活动，评为**核心级专有技术**





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 重点产品-容器类产品



CNSC-LW废液容器



干式贮存容器



新燃料运输容器





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 重点产品-容器类产品



世界首台VVER1000乏燃料干式贮存容器发运仪式



国内首台本地化制造32PTH1乏燃料干式贮存容器发货仪式





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

PART 04

# 核电制造业未来展望





## 总书记报告中提出：

以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战，加快实施一批具有战略性全局性前瞻性的国家重大科技项目，增强自主创新能力：

- ◆ 高能级创新联合体
- ◆ 双碳目标
- ◆ 卡脖子技术攻关
- ◆ 产业链与创新链的耦合
- ◆ 基础研究技术开发及应用
- ◆ 工程实践全生命周期运维寻优





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE

## 公司院士专家工作站聘请的外部院士



鄂维南  
中国科学院院士  
中国工程院院士  
北京大学大数据研究院  
院长

于俊崇  
中国工程院院士  
核动力  
专家

王自力  
中国工程院院士  
可靠性系统工程技术  
专家

张金麟  
中国工程院院士  
船舶总体和动力  
专家

马玉山  
中国工程院院士  
智能制造  
专家





核电制造业应该抓住当下的战略发展机遇，利用国家的政策，结合业主需求，在争分夺秒中解决核电用户的“卡脖子”的技术难题参考Space-X范式分工，建成我国试点**复杂系统**高能级创新联合体  
**上海范式**颠覆性降成本、缩短研发时间





上海阿波羅機械股份有限公司  
SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD

CREATING VALUE  
SHARING FUTURE



# THANKS