

华龙一号重要泵组设备安装监督管理改进

陈家炜

中广核惠州核电有限公司, 广东 惠州 516300

摘 要： 华龙一号重要泵组是给核电关键工艺系统提供能量的水泵及驱动机构的设备，重要泵组对机组安全稳定运行及正常发电至关重要。研究表明，重要泵组在机组调试和商运阶段能否安全稳定运行，取决于安装阶段的管控。根据核安全法，核电厂营运单位对核安全承担全面责任，为保证安装工作合法、安全和质量，营运单位需通过管理改进，建立重要泵安装监督管理体系，消除安装阶段的隐患或缺陷，确保安装工作高质量开展，助力机组安全稳定运行。

关 键 词： 华龙一号；重要泵组；安装监督管理

Improvement Of The Installation, Supervision And Management Of Hualong 1 Important Pump Group Equipment

Chen Jiawei

CGN Huizhou Nuclear Power Co., LTD., Guangdong , Huizhou 516300

Abstract： The important pump group of Hualong 1 is the water pump and driving mechanism equipment that provide energy to the key process system of nuclear power. The important pump set is crucial to the safe and stable operation of the unit and the normal power generation. The study shows that whether the important pump group can operate safely and stably in the unit commissioning and commercial operation stage depends on the control in the installation stage. According to the nuclear safety, nuclear plant operators take overall responsibility for nuclear safety, in order to ensure the installation work legal, safety and quality, operating units need to through management improvement, establish important pump installation supervision and management system, eliminate the hidden trouble or defects of installation stage, to ensure installation quality, the safe and stable operation of power unit.

Keywords： Hualong 1; important pump group; installation supervision and management

引言

重要泵组安装监督管理通过建立制度、标准和深度参与，在设备安装质量、进度等各环节创新机制，优化系统工具，极大提升管理效能。

一、华龙一号重要泵组设备和安装介绍

（一）重要泵组设备介绍

通常重要泵组是指给核电关键工艺系统介质提供能量、保障核电机组发电率、保证核电机组安全稳定运行的水泵及其驱动设备。某华龙一号核电厂重要泵组包括、反应堆冷却剂泵、化学和容积控制系统上充泵、应急硼化泵、安全注入系统低压安注泵和中压安注泵、应急给水泵、设备冷却水泵、重要厂用水泵、电动给水泵、海水循环泵、凝结水泵。

（二）重要泵组安装介绍

通常泵组安装流程主要包括从设备到货至安装完工的全过程，主要工作和安装流程如下：

- 技术准备，安装前设备厂家、安装单位、监理单位及监管单位进行充分技术交底，明确安装关键点，答疑解惑^[1]；
- 环境准备，安装前对设备所在房间条件、基础条件和基础公差等进行检查和复测^[2]；
- 设备准备，严格按安装文件完成设备的运输吊装；
- 设备就位，按安装进度进行调整并满足位置公差^[3]；
- 按安装文件和公差要求调整对中^[4]；
- 设备的固定（螺栓的紧固与润滑等）；
- 附件安装，安装后的调节、补漆、标识等；
- 设备就位和安装后的保护、保养等；
- 设备接管前的清洁度检查及接管后的清洁度检查；
- 安装完工文件的出版。

作者简介：陈家炜出生年月：1991年12月，男，汉，广东省揭阳市，中广核惠州核电有限公司，辅机维修高级主管工程师，本科，研究方向：机械维修项目管理。

二、二代核电项目重要泵组安装阶段管控模式及存在的问题及影响

根据二代核电项目管理模式，设备安装阶段是由工程管理部门负责；重要泵日常的运行维修的工作则是生产部门负责。工程管理部门主要按关注按工程节点完成设备安装工作；生产部门则关注设备安装质量对机组、设备的长期安全稳定运行的影响。因此前期项目对重要泵的安装工作缺少体系、有力的质量管控抓手，无法及早发现并消除设备质量缺陷，导致设备在机组商运阶段故障频发。

（一）未能识别未建立安装参与工作体系、零散参与安装工作

部分项目业主单位参与重要泵安装工作的主要目的是熟悉设备、培养运维能力，参与的主要方式是现场旁站等，相关工作是零散开展的。业主单位未与承建单位建立安装参与体系，导致安装参与工作缺乏上游依据，发现的重要问题推动处理困难。部分项目业主单位未制定安装监督见证计划，且未提前与承建单位就见证设备安装质量达成一致意见，易导致遗漏重要设备的安装节点。

（二）安装质量计划及安装施工方案审查深度不足

部分项目的业主单位未参与重要泵安装质量计划及施工方案的评审工作，或未嵌入正式审查流程中，未能提前识别质量计划缺少关键质量管控点、施工方案不全面等重大质量隐患和安全隐患等问题，导致设备安装后无法正常运行或缺陷频发。如2013年1月某核电项目1号机组1SEC004PO重要厂用水泵因未在安装阶段发现泵壳排气管线设计不合理，无法完全排除泵壳积气，导致在启动该泵时，泵出口无法建立稳定压力值，泵组保护跳闸。

（三）安装阶段防异物管控不足

部分项目因重要泵安装阶段防异物工作管控不足，异物进入设备内部，影响设备正常运行，甚至导致重大设备损坏。具体有不按标准要求建立防异物控制区、作业过程未做好防异物封堵等。

（四）安装阶段成品保护不足

设备引入现场后至设备调试启动前，将会在现场存放较长时且大部分项目安装阶段现场存放条件较差，不满足存放要求。同时安装现场存在大量的交叉作业，引入的设备如未做好防护措施，也易被其他工作影响，导致设备损坏。如2014年4月某核电项目3RRA002PO余热排出泵因在安装阶段未做好成品防护，导致设备被水淋，泵轴承室进水，轴承锈蚀并与泵轴抱死，泵轴无法盘动，导致该泵不可用。

（五）设备的重要部件安装错误

设备安装阶段零部件等物料领用流程存在质量隐患，将错误型号的零部件领用安装至现场，导致设备损坏等异常事件时有发生。如2024年2月某核电项目4RRI3210PO设备冷却水泵因未正确按文件要求安装正常型号的泵入口金属缠绕垫片，导致缠绕垫片被泵内介质冲刷溃烂，且相关垫片材料成为异物进入该泵的下游用户，影响RRI泵组安全稳定运行。

三、某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理改进

核安全法规定核设施营运单位对核安全负全面责任，即上游法律法规要求业主单位对核电机组的设计、安装和运维负核安全责任，因此为提高重要泵安装安全、质量和进度管控水平，某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理分别从建立体系机制、制定安装见证计划、创新介入方式、完善不符合项管理、严控异物和造假等方面进行管理改进，全面提高重要泵安装监督管理效能。

（一）建立重要泵安装监督管理体系

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理依托设备安装监督管理体系，搭建了覆盖安装阶段安全、质量和进度的安装监督管理体系，包括建立了会议接口及制度、文件接口，明确了各相关单位的职责、监督管理的原则标准、具体工作开展方式和异常事件的处理方式。

通过建立制度，确保安装监督工作有据可依，各项工作均可有序开展，极大提高了工作效率。

（二）重要泵组安装安全管控

重要泵组安装过程涉及大件吊装和运输、密闭空间作业、高空作业、切割打磨和氩弧焊接等特殊作业，存在较大的安全隐患。

重要泵安装监督管理重视安全隐患管理和消除，从施工方案审查阶段开始介入，包括大件吊装等作业方案和人员资质审查等，并指导施工单位进行风险分析和预防措施制定。安装过程中，重点检查特种设备安全状态、作业规范性、人员行为规范和安全保障措施落实情况等。安装后进行总结，梳理整个工作过程的良好实践，并制定改进措施。通过对重要泵安装全过程安全管控，确保工作顺利开展，零人员伤亡及设备损坏等安全事件。

（三）重要泵组安装质量管控

1. 编制重要泵组设备安装监督见证点计划

为保证重要泵安装过程可控，安装质量可靠，某华龙一号核电厂收集大量相关的经验反馈，识别可在安装阶段落实的重点内容，结合设备结构原理，制定了重要泵安装监督见证点清单，并通过发函等正式渠道将见证要求落实在设备安装质量计划中，确保关键安装工艺点不遗漏，质量管理无死角。

建议设置如下见证点：机座或底板水平度测量、联轴对中、转子分中、口环间隙测量、密封部件安装、轴承定位调整、力矩校验、防异物控制、泵进出口管道连接等^[9]。

2. 重要安装节点实行嵌入式管理

对于现场安装工作，除了常规的定期检查、飞行检查和见证点检查外，某华龙一号核电厂创造性实现了重要安装节点嵌入式管理模式，即业主单位安排专人全程跟踪关键节点安装工作，协助安装单位及时处理各项制约项。通过嵌入式管理，不仅可提高安装工作效率和质量，也提高了参与人员的技术能力。

3. 重要不符合项审查

某华龙一号核电厂对不符合项实行分级管理，重要不符合项项目业主方将嵌入审查流程，重要泵相关安装重要不符合项处理方案需经业主单位审批后流转至总承包单位和安装单位，通过技

术审查纵深防御，确保处理方案合理性和合规性^[6]。

4. 防异物

某华龙一号核电厂高度重视设备防异物工作，重要泵安装阶段防异物工作旨在防止设备安装期间设备、辅助系统等开口作业中将异物引入或遗留在系统及设备中，要求安装阶段开口作业的单位及人员需遵守如下要求：

- 重要泵区域开口作业需根据相关防异物管理文件或标准进行管控；
- 建立防异物控制区工具、材料、人员出入登记制度^[7]；
- 设备开口及时封堵，并确保封堵物清洁及不易脱落；设备开口封闭前，需检查内部清洁、无异物并记录。

5. 成品保护

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理成品保护旨在对安装现场的易损部件、关键、重要设备的贮存和维护实施有效的防护措施。避免因防护不当而引起已安装的设备造成损坏，避免由此给安装质量带来风险及影响。要求如下：

- 审查安装单位重要泵相关成品保护文件，对标设备 EOMM 手册及维修大纲要求，提出改进意见和建议；
- 定期或不定期抽安装单位方成品保护执行情况，并记录偏差，形成整改意见；
- 加强对安装单位成品保护工作的宣贯和质量控制，提高成品保护意识^[8]。

6. 防造假

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理防造假检查工作旨在确保重要泵相关安装工作质量真实可靠，避免出现造假事件。防造假工作范围包括作业人员资质、工器具合格证和有效期、耗材、主设备和附属设备及相关文件体系、备件、专用工器具、现场作业文件等^[9]。

（四）重要泵组安装进度管控

为确保重要泵安装监督相关事项得到高效落实，针对不同重要泵，由业主单位牵头，建立包括设备制造商、安装单位、总承包单位、监理单位在内的安装监督小组。小组制定了重要泵设备

制造到货进度、房间移交和泵组安装进度清单，并根据安装进度计划倒推设备制造商加快开展相关工作。经专项推动，某华龙一号核电厂一期工程重要泵到货时间均满足安装计划要求，为高质量安装开创良好局面。

在设备安装高峰期，专项小组着力于推动处理安装过程的制约项，主要聚焦土建房间移交、人力资源、工器具、技术问题、成品保护、防异物和施工安全等，确保安装工作顺利开展，满足工程建设总体进度要求^[10]。

四、未来畅想

当前各项目重要泵安装监督管理模式不尽相同，效果也大相径庭，具体体现在设备运行后故障发生的频率和故障后果不同。业主单位成体系、有计划的介入重要泵安装监督管理过程，可有效提升质量和进度。但是随着核电行业蓬勃发展，参建人力资源愈发短缺，如按照传统施工模式开展施工，则极大影响施工进度和质量。因此需要开发和引入更为高效的施工技术，提高施工效率。同时也需提高管理的智能化水平，提升工作效能，确保各项业务高质量开展，如可引入智能机器人代替员工参加现场见证工作和例行检查工作、建立 AI 知识库进行施工文件审查等。

五、结语

重要泵安装监督管理影响核电工程项目工程建设等具体工作的开展，影响机组商运后系统及设备运行维护水平。

本文通过对重要泵安装监督管理问题进行详细分析，结合实际工作经验，形成较为全面的改进建议和方案。此类管理问题在核电工程项目多有发生，我们需秉持“严、慎、细、实”的工作作风，通过对重要泵安装监督管理过程中所暴露出的问题深挖细究，积极消除并填补管理漏洞，完善管理体系，提高运作效率，为核电机组高质量发展添砖加瓦，贡献绵薄之力！

参考文献

[1] 刘虎鹏. 大型水泵机组设备安装工艺探讨 [J]. 现代工业经济和信息化, 2022.
[2] 韩玲冲, 谢飞. 某内陆核电站循环水泵安装控制要点 [J]. 城市建设理论研究, 2017.
[3] 高安行, 王志东, 刘振. 水泵机组制造与安装质量主要影响因素及对策 [J]. 山东水利, 2023.
[4] 周景连. 大型抽水泵调试安装运行技术要求 [J]. 造纸装备及材料, 2022.
[5] 高思钰, 国祥宏. 核电站大型斜流式循环水泵安装技术 [J]. 2022 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集, 2022.
[6] 张起生. 核电工程中不符合项管理存在问题探讨 [J]. 中国标准化, 2017.
[7] 张小爽. 浅谈“华龙一号”主泵组装防异物管理 [J]. 核标准计量与质量, 2021.
[8] 吴佺. 核电工程安装施工管理优化改进 [J]. 城市建设理论研究, 2023.
[9] 石建华, 纪涛, 王硕. 核电工程防造假管理体系建立与优化 [J]. 核安全, 2024.
[10] 周纪伟, 刘光伟. 如何加强核电工程项目的全面进度管理 [J]. 城市建设理论研究, 2017.