

CNIC-01557
SINRE-0093

**HFETR 仪表与控制保护系统安全改造
的质量控制与组织管理**

**THE QUALITY CONTROL AND MANAGEMENT OF
THE UPDATING OF THE PROCESS MEASUREMENT
AND PROTECTION SYSTEM OF HFETR**

(In Chinese)

中国核情报中心
China Nuclear Information Centre

CNIC-01557
SINRE-0093

HFETR 仪表与控制保护系统安全改造 的质量控制与组织管理

曹俊如 段天元 赵增侨 邢如军 夏光华 蒋毅群
(中国核动力研究设计院, 成都, 610005)

摘 要

介绍了该项目实施全过程的质量控制与组织管理, 尤其是在现场实施过程中严密、科学的组织, 使项目现场工程实施仅用 4 个月的时间完成了全部任务, 反应堆运行综合试验一次成功, 达到了安全、高效、高质、一次成功的目标。

**The Quality Control and Management of
the Updating of the Process Measurement and
Protection System of HFETR**
(In Chinese)

CAO Junru DUAN Tianyuan ZHAO Zengqiao XING Rujun
XIA Guanghua JIANG Yiqun
(Nuclear Power Institute of China, 610005, Chengdu)

ABSTRACT

The article emphasizes the presentation of the quality control and management of implement process. Owing to the strict and scientific organizing, the field implement was completed only in 4 months, and comprehensive operation test of reactor was successful at one go. The management target that is safety, high efficiency and high quality, success at one go, was hit.

高通量工程试验堆 (以下简称 HFETR) 仪表与控制保护系统安全改造项目实施的主要内容与范围包括:

- (1) 全部核测量系统(除好的探测器及其电缆)、控制保护系统及信号系统全部进行更新;
- (2) 主控室、机柜间原一路可靠供电改为三路供电(二路可靠电源、一路为外电源);
- (3) 主控室操纵台及 6~8 号仪表屏更新, 9 号仪表屏更换屏面;
- (4) 新增 6 个参与保护的过程测量系统;
- (5) 反应堆各类报警信号(共 138 个)重新调理, 使之与新系统相匹配。对三路保护信号电缆分别设置铝制电缆槽进行隔离;
- (6) 安全参数显示系统重新布局, 需重新安装、调试;
- (7) 新增和原非阻燃电缆均分别采用和更换成阻燃电缆 (含供电系统电缆)。

该项目的现场实施任务重、期限短、技术性强是其突出特点, 要在不足 4 个月的时间内完成有很大难度。本文详细描述了 HFETR 仪表与控制保护系统改造的现场实施情况。

1 组织机构及其职责

1.1 组织机构

该项目实施的组织机构隶属于中国核动力研究设计院 HFETR 改造工程的组织管理机构, 针对该项目专设的现场实施组织机构见图 1。

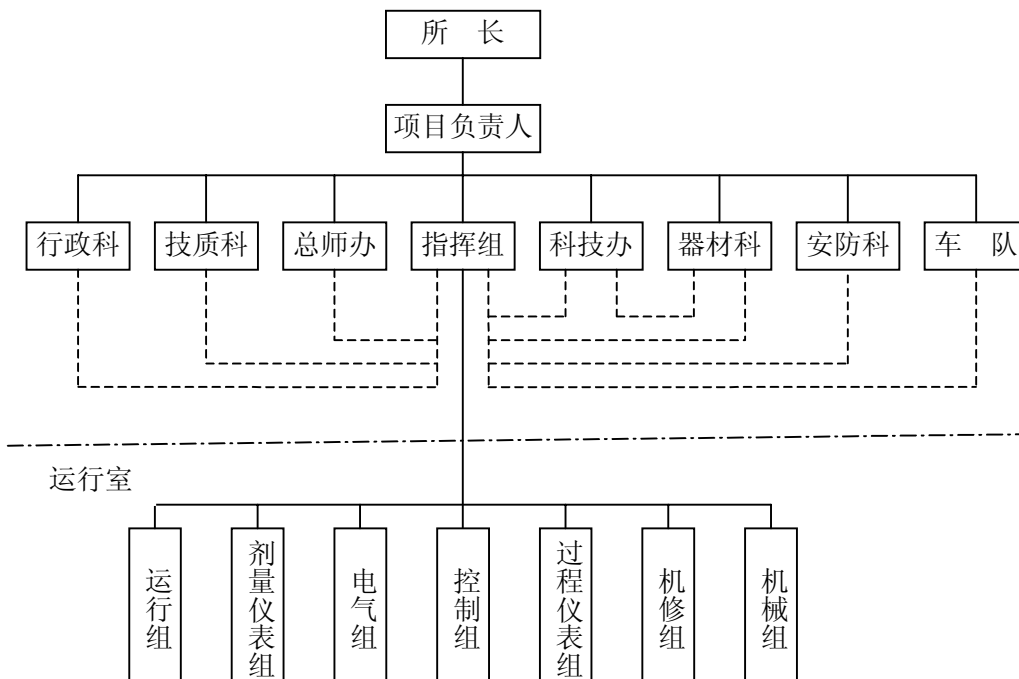


图 1 现场实施组织机构

注: ———— 行政隶属 - - - - - 业务联系

图 1 中现场指挥组是该项目现场实施的临时专设机构，由施工单位（中国核动力研究设计院一所）领导成员及技管组组长、控制组组长和一所科技办、安防科、技质科、总师办等代表 10 人组成。另专设器材员一名。

承担改造实施单位是一所有关运行室，该室曾承担过 HFETR 500 kW 考验回路、柴油机房搬迁、第二套可靠电源供电系统设置、安全参数显示系统设置、各类仪表更新改造等安装调试工作，具有较丰富的中小型工程实施经验，另外对实施现场非常熟悉，完全可胜任本项目的现场实施任务。

1.2 职责及分工

1.2.1 所长

所长对该项目现场实施负全面的领导责任。

1.2.2 项目负责人

总体负责技术、行政、进度、经费、外部协调等工作，并处理实施中遇到的各类较重大问题。

1.2.3 现场指挥组

现场组职责如下：

- (1) 对现场实施负直接的组织管理责任；
- (2) 编制退役、安装及调试总体计划，并按此计划编制每周工作计划与程序，以工作单形式下达任务；
- (3) 对现场施工质量及安全进行监督，处理实施中遇到的一般技术问题，协助项目负责人处理较重大问题；
- (4) 器材的领取与发放，对急件可直接派人采购；
- (5) 组织编制和发放实施中产生的各类文件，及时准备各阶段验收所需文件；
- (6) 组织运行人员培训，组织修订和完善相关运行规程；
- (7) 合理安排实施人员生活，使他们保持旺盛的工作精力。

1.2.4 器材科

负责实施中材料、工具的及时供应及退役设备的处理。

1.2.5 行政科

根据现场组的安排负责实施人员的膳食管理。

1.2.6 车队

保证现场用车。

1.2.7 技质科

技质科职责如下：

- (1) 负责组织施工及调试文件的审查；
- (2) 负责现场实施的质量监督；
- (3) 负责实施过程的计量器具管理。

1.2.8 总师办

负责改造项目技术管理及组织技术文件的审查。

1.2.9 安防科

负责改造中对反应堆安全、管理的监督及对现场实施的安全监督。

1.2.10 科技办

负责现场实施所内协调、项目管理。

1.2.11 运行室有关班组

运行室有关班组职责如下：

(1) 控制组

承担控制保护系统施工设计及其图册绘制，配合安装，编制相应调试程序，承担相应单系统调试，在综合调试中负技术责任。

(2) 过程仪表组

负责新增参与保护的过程测量及其信号系统的安装、调试，参与综合调试。

(3) 机修组

承担控制保护系统的设备退役、拆除需更换的电缆、安装信号电缆槽及新控制保护系统的设备安装、电缆敷设、新仪表屏安装及旧仪表屏开孔改造。

(4) 电气组

承担主控室、控制机柜间的原供电设施的拆除、新供电系统的安装调试、新控制保护系统的全部线路连接、两条考验回路及电气报警信号调理装置安装调试、两套远传数字热功率表安装。

(5) 机械组

承担实施准备中的堆芯装载调整操作及新装载操作，负责过程仪表变送器脉冲管安装，配合控制组对控制棒传动机构进行拆卸、维护和恢复。

(6) 运行组

承担改造中堆的安全监督与控制，配合现场实施，并负责冷热态综合调试的操作，具体组织运行人员的培训及相应规程的修订；

(7) 剂量仪表组

承担辐射监测仪表报警信号调理，在控制组的配合下对新仪表屏、操纵台的内部接线进行检查与纠错，承担核测量系统留用电缆的检查与更换，参与综合调试。

2 质量控制

2.1 设计评审

组织运行室有关人员对改造的设计方案进行讨论。根据现场实际情况及有关核安全法规拟定初稿，分别经室、所、院三级评审并修改后报送原国家核安全局评审，获得通过后定稿。

2.2 编制质量计划

根据改造的设计方案(初步设计)编制改造全过程的质量控制计划，并通过所级评审，计划中的内容全部一一得到落实。

2.3 设备生产加工

该项目主要设备都是委托合格的供货方提供。对供货方提供的非标产品进行了设计验证与确认(含设计更改)，派驻厂代表进行质量监督。对最终产品全部(含标准与非标准产品)都按出厂验收程序进行了出厂检验和试验。

3 现场实施

3.1 现场实施的准备

现场实施的准备工作关系到该项目能否按时顺利完成，还关系到反应堆及设备、人身安全，必须充分做好准备。

3.1.1 加强组织管理

为加强现场实施的组织管理，所里专门成立该改造项目的现场管理临时组织机构，即现场指挥组，见图 1。现场组成立后多次研讨安全及质量的策划工作，并在每一具体工作中落实。确保改造实施的质量和反应堆、设备及人身安全，使改造任务按时完成。

3.1.2 确保反应堆的安全

为确保反应堆的安全，采取了如下措施：

(1) 制定“仪表与控制保护系统改造中的反应堆安全规定”，在原系统退役之前全部得到落实，并包括了在改造中如何加强对反应堆进行监督与记录；

(2) 调整堆芯临时装载，并通过临界试验，在 18 根控制棒都提到顶部时反应堆 k_{eff} 为 0.883，使反应堆在改造中控制棒作任何操作时均不会超临界；

(3) 主控室接临时电源，可启动事故泵、补给水泵，使事故流量、堆内液位及堆内元件出入口水温测量系统可显示记录；加装生产水箱及保存水池就地水位显示，可确保改造中反应堆堆芯冷却及其液位控制。

3.1.3 制定现场实施管理制度

为规范实施现场管理，制定了“仪表与控制保护系统改造现场管理程序”，该程序规定了实施人员进入现场工作所必须遵循的管理制度及安全措施，确保改造中设备及人身安全，也可确保改造工作的有序进行。

3.1.4 编制现场实施计划

院、所领导要求该项目现场实施任务能在 1999 年 1 月 4 日至 1999 年 5 月 8 日约 4 个月内完成，同年 5 月能投入试运行。这就要求编制周密的实施计划，计划应有很强的可操作性，并按质量计划设置质量监控点。

3.1.5 编制各类实施程序文件

为保证原系统退役、新系统的安装与调试有序、合理、有效地进行，必须编制相应的程序文件，并按所“质发 1998—71 号”文进行；共编制 22 份实施程序文件。

3.1.6 器材准备

现场实施所需的工具、材料、测试仪器作了充分准备，实施前已全部到位，测试仪器全部在周期检定有效期内。

3.2 现场实施的组织管理

在四个月内要完成如此艰巨而繁重的任务是非常困难的，只有通过科学的管理、严密的组织，充分发挥实施人员的积极性、创造性才有可能完成。

3.2.1 制订组织管理的目标

为保证在上级规定的期限完成现场实施任务，现场组制定的组织管理目标是：

(1) 安全与质量第一，整个实施过程工作质量优良，使反应堆、各类设施及人身均在安全状态，而无任何事故；

(2) 实施计划和程序编制合理, 避免矛盾与冲突, 不待工、不返工, 确保做到现场实施的连续性;

(3) 准确估计每个实施子项的工作量与实施人员的技能及其可完成时间, 计划有很强的可实施性;

(4) 安装的一次正确性达 99% 以上;

(5) 统筹安排反应堆大修及其它改造项目的实施。

3.2.2 组织管理措施

该项目现场实施的作业面虽然分布较广, 但大量的工作主要集中在主控室与控制机柜间, 作业面受到限制, 必须做到严密的科学管理、精心策划与组织、实现管理目标方有可能在规定的期限内完成该项目的全部实施内容。所采取的措施是:

(1) 实施的全过程注重现场的过程控制管理和安全与质量监督管理;

(2) 对过程使用的文件, 如程序、设计图纸、工艺文件、施工接线图、外来文件等进行控制, 确保使用现行文件的有效性;

(3) 进一步细化实施计划, 每周的工作任务以工作单的形式下达到有关人员, 并应充分考虑到为做好下一周工作所必须的准备工作;

(4) 合理的人员调配, 最大限度地发挥每一个实施人员的特长, 以达优质、高效、快速;

(5) 运行人员的培训及相应运行规程的修订与改造同步, 以满足综合调试及在 5 月份的可运行条件;

(6) 及时总结(每周一次)、步步有脚印, 质量记录文件收集、整理与实施同步。做到每个阶段工作结束, 各类文件(包括总结报告)资料齐全, 以待上级部门的检查与验收;

(7) 现场组管理人员始终深入现场, 发现问题、解决问题;

(8) 加强与核安全监督部门的联系, 特别对设置的控制点实施监控, 以求得到及时的监督、指导和支持;

(9) 关心和爱护实施人员, 合理安排好生活和加班时间, 保护实施人员的身体健康。

4 实施结果

本项目的改造历经初步设计、施工设计、旧系统退役、新系统安装与调试等阶段, 并包括全过程的人员培训, 至 1999 年 5 月 8 日完成了额定功率下 72 小时连续运行试验无异常, 即标志着完成该项目的全部现场实施内容。本节仅介绍现场实施结果。

4.1 退役与安装

4.1.1 退役

原核测量系统、控制保护系统需要退役, 现场管理组首先向所里提出了退役申请, 经所长签发批准后实施。

(1) 按退役程序拆除所有退役的设备、电源、电缆并存放在指定地点专人保管。对少数留用电缆(无法更换的)做了明显标识。对退役的设备名称、型号、出厂编号、数量进行了逐一登记造册, 以待报废处理。

(2) 按 HFETR 设备停役复役管理规定, 对退役及改造中暂时不用或不宜使用的设备

和系统，由主管专业检修组办理了停役手续，改造结束后办理了复役手续。

4.1.2 安装

(1) 所有新系统设备、电缆都按安装程序及施工图纸、资料进行安装，对主控室所有的仪表屏(含 4 个新屏)都进行了重新喷漆，使主控室的外观得到很大改善，色彩和谐、面目一新。

(2) 对留用电缆进行了全面检查与测试，对性能下降的电缆已由其它合格的备用电缆替代。

(3) 安装中需作设计变更或新增设计及不符合项均已按质保程序进行了处理。

(4) 安装质量记录文件完善，资料收集齐全。

(5) 安装中按计划设置的控制点均进行了相应级别的检查与验收，全部安装结束通过了所级验收。

4.2 调试

调试分为三个阶段。A 阶段为单系统调试，B 阶段为冷态综合调试，C 阶段为热态综合调试。

4.2.1 A 阶段——单系统调试

通过单系统调试达到了如下目的：

(1) 纠正了设计、制造、安装中的错误。经检查与试验，施工设计无错误；

(2) 遇有系统设备性能不合格，由来现场的供货方人员作出设计变更，采取了有效的纠正措施并进行实施，最终满足了指标要求；

(3) 单系统性能完全满足技术规格书要求，且工作可靠；

(4) 运行人员分期分批参与了单系统调试，对新系统已有了了解或熟悉。

单系统调试中院、所技术质量部门一直派人到现场进行质保监督与检查，使现场的质量保证工作做得扎实有序。A 阶段调试通过了所级验收。

4.2.2 B 阶段——冷态综合调试

B 阶段冷态综合调试是在单系统调试完成后进行的。该项调试由当班值班长(或指定值班长)任调试操作负责人，调试程序的编写者(主检修员)任技术负责人，整个调试由运行人员及各专业检修人员共同完成。

通过冷态综合调试达到如下目的：

(1) 纠正系统间的接线错误。通过检查与试验只有 10 对信号线错接，约占总数的 0.3%；

(2) 初步验证了各系统适配性与可运行性良好；

(3) 系统的全部功能与性能指标满足技术规格书要求；

(4) 培训后的运行人员实际操作适应性强。

在冷态综合调试中核安全局多次到现场进行了调试记录的确认与 7 项重要试验见证，并签发了见证件。

冷态综合调试通过了院级验收。

4.2.3 C 阶段——热态综合调试

热态综合调试试验的重点是反应堆新装载下的临界试验、低功率下的核功率调节试验及 72 小时额定功率运行试验。本阶段调试试验达到的主要目标是：

(1) 验证核功率调节系统的实际性能满足了技术规格书及验收准则的要求；

- (2) 进一步验证各类仪表及各系统的适配性与可运行性;
- (3) 进一步培训运行、检修人员, 使他们更加熟悉系统的操作与检修。

在热态综合调试中核安全局及院安防处、技质处对每个主要试验项目都到现场进行了见证, 并对试验结果表示认可。

热态综合调试通过了所级验收。

5 人员培训与运行规程修订

由于在冷热态综合调试及调试结束后连续试运行中, 都要求运行人员对改造后的仪表与控制保护系统有较深入的全面了解, 并能满足调试与试运行的操作要求。因此对运行人员的培训与相关运行规程的修订必须做到与工程改造同步。我们采取的培训措施是:

- (1) 组织运行人员自学“仪表与控制保护系统”的设计说明书、技术规格书等资料;
- (2) 组织专家给运行人员介绍改造后的仪表与控制保护系统、新系统与原系统的差别, 给运行人员解答所提出的各类问题;
- (3) 在单系统调试中, 也组织运行人员分期分批参加到调试中去, 使他们有感性认识, 并便于理解、掌握;
- (4) 在通过一定培训的基础上组织他们对与该项改造工程相关的运行规程进行修订, 以适应新系统的运行。通过规程的修订, 使运行人员的培训效果得到进一步的提高。

运行人员的培训与相关运行规程的修订适时、效果好, 满足了调试与运行的需要, 也达到预期的目标。

6 结束语

HFETR 仪表与控制保护系统安全改造现场实施工作于 1999 年 5 月 8 日全部完成, 文件资料齐全, 并于 1999 年 5 月 25 日通过了院级验收, 投入正式运行。至今新的仪表与控制保护系统已运行两年多, 证明了新系统性能满足要求、可靠性高、可运行性强, 改造是成功的。

该项目现场实施是从 1999 年 1 月 4 日至 1999 年 5 月 8 日, 约在 4 个月的时间内完成如此繁重、技术难度如此大的改造项目, 且无任何不安全的事件发生, 证明了实施的组织严密、管理得当, 实施中所采取的安全措施有力、监督有效, 施工的安全防患正确无误, 计划的连续性好, 可实施性强, 安装的一次正确性达 99.7%, 整个项目全过程的人、机、料、法、环、测都进行了严格的控制和管理, 完全达到了科学的管理目标。



曹俊如：中国核动力研究设计院高级工程师（正研级）。1966年毕业于天津大学热工仪表及自动装置专业。主要从事反应堆运行管理。

CAO Junru: Professor-senior engineer of Nuclear Power Institute of China. Graduated from Department of Process Measurement and Auto-sets of Tianjin University in 1966, majoring in management of reactor operating and technical updating.