

CNIC-00763
SNERDI-0020

CN9401698

中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

秦山核电站的调试准备和实施

THE PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF THE
COMMISSIONING OF QINSHAN NUCLEAR POWER PLANT

(In Chinese)



原子能出版社

中國核情報中心

China Nuclear Information Centre



黄近元：上海核工程研究设计院高级工程师，
1963年毕业于西安交通大学。

Huang Jinyuan, Senior engineer of Shanghai Nuclear Engineering Research and Design Institute.
Graduated from Xian Jiaotong University in 1963.

CNIC-00763

SNERDI-0020

秦山核电站的调试准备和实施

黄近元

(上海核工程研究设计院)

摘 要

对秦山核电站调试工作进行了总结。调试的准备工作包括调试工作的组织机构、调试大纲和调试项目表、管理程序、网络计划、调试的接口与分工、物资和器材准备、人员培训、质量保证和国家核安全局对调试的审评和监督。调试的实施工作包括系统和设备的中间交工验收,调试计划的制定、调试试验条件的检查、调试的组织实施和调试向运行的移交。最后介绍了调试过程中的经验和体会。

**THE PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF
THE COMMISSIONING OF QINSHAN
NUCLEAR POWER PLANT**

(In Chinese)

Huang Jinyuan

(SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING
RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE)

ABSTRACT

The commissioning test of Qinshan Nuclear Power Plant is summarized. The preparation stage includes the organizations, commissioning programme, network planning, commissioning items, management procedures, responsibilities and interfaces between divisions, products ordering and supplying, personal training, quality assurance and the review and supervision by National Nuclear Safety Administration etc. The implementation stage includes the commissioning programme planning, intermediate hand-over inspection of the system and equipments, inspecting conditions and setting organizations for commissioning, the transition from commissioning to operating. Finally, some experiences in the commissioning test are presented in the article.

秦山核电站是我国自行设计、自己建造、自己调试、运行、管理的第一座核电站。反应堆热功率为 966MW,电功率为 300MWe。

秦山核电站的调试于 90 年 7 月 4 日正式开始,同年 11 月 5 日完成了主系统水压试验。在通过冷热态性能试验、装料、装料后的冷热态性能试验、初始临界、低功率试验等阶段后,历时 13 个月,于 91 年 12 月 15 日首次并网发电。从 92 年 1 月 22 日起进入功率试验阶段。经过 30%、50%、75%、100%功率台阶的试验后,于 92 年 7 月 17 日电站达到 100%功率运行。8 月 5 日顺利完成了 100%功率下的甩负荷试验后,秦山核电站的调试工作已基本结束,电站经系统设备整治后,将进入试运行阶段。

1 调试的准备

1.1 调试的组织机构

调试的组织机构对不同的国家,不同的核电站都有不同的模式,有的是由专业公司的调试队来承担,有的是由安装公司承包商所属的调试部门承担,也有的是由业主生产部门组织力量来进行调试。秦山核电站与国内以往的生产堆、动力堆相比,有其自身的特点。

(1)秦山核电站是我国自行设计、自己建造的第一座核电站,国内没有专业的核电站调试单位,势必要有业主来组织力量调试。众所周知,核电站工艺系统复杂,技术要求高,调试周期长;其次难度都是与以往国内建造的核反应堆所不能相比拟的。

(2)根据《中华人民共和国民用核设施安全监督条例》的规定,整个核电站的调试工作要接受国家核安全局的监督,要确保安全第一,质量第一。

(3)调试是对设计、制造、安装质量的最后检验,涉及单位多,有设计院,制造厂,土建,安装公司,国家核安全监督部门以及二回路调试的外委单位等,因此,调试过程中接口复杂,对组织管理要求严。

(4)秦山核电站是原型堆,国内在设计、安装、调试、运行、管理方面都缺乏经验,因此设计、安装中都不可避免存在一些问题,这些问题在调试过程中都将会陆续暴露出来,将给调试又增加难度。

针对秦山核电站的这些特点,结合我国的国情和秦山核电公司的实际情况,为完成秦山核电站的调试任务,核工业总公司决定由上海核工程研究设计院和秦山核电公司组成联合调试队。联合调试队接受秦山核电公司的领导,对核电站的调试全面负责。秦山核电公司作为业主,依据经国家核安全局批准的调试大纲全面组织领导核电站的调试启动工作,其主要职责是:

(1)有效地控制、审查、协调设计,设备制造,采购,安装,调试,检修,运行部门之间的接口关系,保证调试工作能按计划实施。

(2)按国家核安全局的要求,做好调试过程中有关文件的主报、申报,组织国家核安全局对调试监督项目的会同检查,记录确认以及各调试阶段总结报告和控制点释放申请报告的送审工作。

秦山核电站的设计单位,设备制造厂是联合调试队的技术后援单位。核电站的安装、施工单位又是联合调试队调试条件的创造和保证单位。

联合调试队负责调试的准备和实施工作。

调试的组织机构详见附录 A。联合调试队下设三个管理部门,即调试管理组,调试技术组,

调试办公室。调试管理组负责调试网络计划、调试阶段计划、周计划和调试工作单的编制，对调试准备工作和调试试验项目的实施进行组织、协调，并对调试计划的实施进行监督、控制；调试技术组负责对调试结果的评审，组织对调试异常事件的分析，编写调试阶段报告，负责国家核安全局对调试监督项目的现场汇同检查和记录确认；调试办公室负责调试队的行政事务和调试文件的归档、分管理。

根据调试所覆盖的范围，在联合调试队下设立了 17 个调试专业组。它们是：辅助 I 组、辅助 II 组、二回路组、热测热控组、核测核控组、化学工艺和三废组、电气组、装换料工艺和机械组、化水组、给排水组、通风空调动力组、辐射防护组、物理组、保养组、振动测量组、燃料组件组、安全壳密封试验组。每个专业组负责承担本组专业范围内调试项目的调试准备、人员培训和试验的实施，并对每个调试项目提出调试总结报告。

调试的运行、操作和机、电、仪的维修由秦山核电公司运行部、检修部、化学动力部、安防处的人员承担。

1.2 调试大纲和调试项目表

调试是核电站工程建设过程中对核电站设计、制造、安装质量检验的一道必不可少的工序。为了保证核电站能安全、有效地进行调试，首先要编制一份满足 IAEA 导则要求的调试大纲，并经国家核安全局批准。秦山核电站的调试大纲是根据上海核工程研究设计院提出的 19 份系统调试大纲，按照安全导则 HAF0300(核电厂运行安全规定)和 HAF0304(核电厂调试程序)的要求编写的，并于调试开始前按规定时间提交国家核安全局审查批准。调试大纲是指导核电站调试的纲领性文件，内容包括：(1)调试的目的和阶段划分。(2)调试项目，调试概要、预期结果和审查点。(3)调试计划和进度。(4)调试组织机构，职责分工和人员培训。(5)调试管理和程序和安防措施。

按照 IAEA 的做法，将秦山核电站调分为三个阶段。

A 阶段：预运行试验。A₁:冷态性能试验

A₂:热态性能试验

B 阶段：装料、初始临界、低功率试验。

B₁:装料和装料后冷态试验

B₂:初始临界

B₃:低功率试验

C 阶段：功率试验。

调试项目除按照安全导则 HAF0304 的要求外，在参考国外核电站的调试项目和标准启动大纲的基础上，结合秦山核电站的设计特点编制而成，并随调试大纲一并报送国家核安全局审批。

秦山核电站的调试项目共有 251 项。其中 A₁:147 项，B₁:21 项，B₂:1 项，B₃:17 项，C:33 项。在此基础上，编写了每项调试项目的实施试验程序即调试细则，共 297 项。其中 A₁:174 项，A₂:33 项，B₁:27 项，B₂:1 项，B₃:17 项，C:45 项。

1.3 调试管理程序

根据国家核安全局发布的安全导则 HAF0304(核电厂调试程序)、HAF0405(核电厂调试和运行期间的质量保证)和秦山核电公司颁发的(秦山核电公司质量保证大纲)的要求，对调试的组织、管理、准备、质量保证、实施的全过程必须制订相应的管理程序，核电站的所有调试活

动必须遵照经过批准的有关调试管理程序执行。

为适应调试的特点和需要,泰山核电站在调试活动开展前制订了 21 项调试管理程序。凡调试管理程序中未涉及的有关生产管理上的要求,均遵照泰山核电公司的有关生产管理程序。当生产管理程序与调试管理程序出现矛盾时,按调试管理程序执行。这些调试管理程序对调试过程中发生的与调试有关的一切活动,根据性质和内容的不同,分别作了具体的规定,使整个调试活动做到制度化,规范化。

调试管理程序目录清单见附件 2。

1.4 调试网络计划

泰山核电站有 52 个子项,200 多个系统。调试涉及面广且配合工种多,加之核电站本身系统复杂。所以,对核电站的调试加以周密的计划和实施,对核电站以后的安全运行是十分重要的。在这方面,国外有许多成功的经验,但也有不少教训。特别是在预运行试验阶段,许多调试项目与安装工作交叉进行;调试的试验项目之间有一定的逻辑关系。为此,对核电站的整个调试过程必须编制一份调试的逻辑网络计划。正确的逻辑程序可以对设备提供有效的保护,并且可以缩短调试时间,压缩整个工程的建造周期。

依靠自己的技术力量进行核电站的调试在国内尚属首次,在这方面同样缺乏经验,在参考国外核电站调试经验的基础上,结合泰山核电站的实际情况,我们在编制泰山核电站调试网络计划时考虑了以下原则。

(1)进入调试阶段后,现场工作应以调试为中心,系统、设备的安装计划进度和交工验收程序应满足调试网络计划的进度要求,以保证调试的连续性。

(2)调试项目由简到繁,先做模拟试验,再做分系统试验,然后做整体试验。

(3)独立的调试项目尽量平行进行,涉及后续试验条件的项目要预先安排。

(4)对重要的与安全有关的试验项目先安排预备性试验,以保证下一阶段的试验和安全运行。特别是瞬态试验,要尽可能先在模拟机上进行预演。

(5)对专设安全系统部分,必须在反应堆开盖条件下进行的冷态试验放到主系统冷态水压试验之前进行,以减少一次开盖次序。

(6)根据安全壳强度和密封试验条件保证要求以及现场施工进度实际情况,决定将此项试验安排在预运行试验之后,装料之前进行。

各阶段调试要点如下。

1.4.1 外围工号调试

外围工号调试是使一些公用设施系统能较早地投入运行,供其他系统冲洗、试压、单机试车和试验中使用。主要包括供电、供水,气体生产和供应,备用供热站,冷冻站,通风空调,热工测量仪表和通讯联络等。

此阶段调试完成的标志是可以提供合格的除盐水,辅助蒸汽,压缩空气和冷冻水等,并为全面开展调试准备好必要的条件。

1.4.2 辅助系统调试

辅助系统调试是使一些辅助系统能较早的投入运行,以满足主系统水压试验的要求,包括化学和容积控制系统、主泵轴封水系统、硼回收系统、停堆冷却系统、安全注射系统、喷淋系统、疏排水系统、取样系统、设备冷却水系统、设冷海水系统等。

此阶段调试完成的标志是压力壳可以合盖,具备主系统态水压试验的条件。

1.4.3 主系统冷热态试验

该试验主要内容为一回路主系统及辅助系统的冷热态性能试验。

此阶段调试完成的标志是用非核蒸汽完成汽轮机初次冲转,装料所要求的系统已处于良好的备用状态。

1.4.4 安全壳试验、投前检查和设备整治

主要包括安全壳强度和密封试验:压力壳、蒸汽发生器等主要设备和管道的投前检查;对两运行试验中一、二回路暴露出来的系统和设备缺陷进行整治。

此阶段调试完成的标志是核电站装料准备工作等已完成,并取得了国家核安全局批准颁发的首次装料批准书。

1.4.5 装料、初始临界和低功率试验

试验包括初次装料,装料后冷热态性能试验、初始临界及物理试验、低功率试验。

此阶段调试完成的标志是核电站已顺利并网运行,并具备提升功率运行的条件。

1.4.6 功率运行试验

试验包括分阶段(30%、50%、75%、100%)提升功率,在各功率台阶上进行正常工况和模拟工况的试验(瞬态试验)。

此阶段调试完成的标志是电站已满意地完成了调试大纲所承诺的各项试验,各项参数已达到设计技术要求,具备了稳定工况运行的条件。

1.5 调试的接口与分工

秦山核电站调试与安装接口及分工,根据秦山核电公司与安装承包单位合同的职责和联合调试队的实际情况,采用了核工业系统以往建造核反应堆的一般做法:核岛部分由安装单位负责核岛分系统的冲洗、试压、仪表开通、单机试车,在安装单位消除了单机试车中发现的缺陷和在安装上满足了设计要求和施工验收规范要求后,将整个系统向业主办理中间交工验收手续。中间交工验收后的系统、设备由业主负责操作、保管。联合调试队负责对已办理中间交工验收的系统、设备进行调试。

常规岛部分由安装单位在完成安装的基础上进行分部调试,二回路整组启动调试委托西安热工所负责,一、二回路的整组启动由联合调试队负责。

系统、设备在交工验收前的缺陷由安装单位负责处理,交工验收后,进入调试阶段发现的设备缺陷由业主秦山核电公司检修部门负责。

1.6 调试物资、器材的准备

调试物资、器材准备包括了调试专用仪器仪表、专用工具和备品备件的准备。由于设计只考虑了正常运行工况的要求,而对调试的特点要求未加考虑。因此,为了进行各系统性能试验和主系统水压试验,在系统上必须增设调试的临时设施。秦山核电站调试增加的临时设施包括图纸 131 份,各种型号的流量计 17 只,温度计 5 只,压力表 19 只,截止阀 30 只以及差压变送器、法兰、管接头、节流柱等。这些临时设施的加工、采购、安装均要在调试前一一加以落实。

在对设计提出的备品备件清单进行核对后,对其不足部分应予以增订。用于调试的临设仪表和携带仪表经统一标定后并附有检定证书方可使用。

另外对各种调试管理程序中规定的记录纸、表格、标签等均在调试前准备就绪。

调试物资、器材准备得充足与否,将直接影响到调试的实际进度,故在调试活动开展前,必须予以高度重视。

1.7 调试人员的培训

调试人员包括调试试验人员、运行操作人员、检修人员三部分。首先注重各类调试人员素质和资格的选择。根据我国国情和秦山核电公司及上海核工程研究设计院的实际情况,对联合调试队的正副队长的资格要求是必须有 10 年电站或核工程工作经验,其中至少具有 5 年从事运行、工程或维修工作经验,调试管理组、技术组组长、试验负责人的资格是必须具有 5 年电站或核工程工作经验,其中至少 3 年从事运行、工程或维修经验。

对调试队三种不同的调试人员采用以下四种不同的培训方式。

(1) 国外长期培训和短期培训相结合。

对调试队中负主要技术责任工作的人员采用国外长期培训方法。对主要调试人员和试验负责人采用短期国外培训方法。

运行操作人员除在国内模拟机上培训外,组织他们赴国外的核电站进行短期培训,回国后在现场实地培训,进行机、电、仪、核工程课程授课理论培训,调试上岗前经核工业总公司考试委员会命题考试,取得合格证后方可上岗。

(2) 国际原子能机构派员来华举办研讨班。

请外国专家重点介绍核电站管道冲洗,调试项目,安全壳密封试验,物理试验,二回路试验,功率试验,调试质保的要领。在此基础上,根据实际工作需要,有针对性地再组织专项试验(如安全壳密封试验、管道冲洗等)的考察组赴国外的核电站进行实地考察学习。

(3) 工程知识介绍和调试研讨班

充分利用设计单位在核电站设计方面的技术优势,搞好调试人员素质培训,通过设计人员对核电站各工艺系统、电气、仪控等方面的介绍和研讨,使调试人员了解设计意图,系统的功能和作用,明确运行方式,运行限值,控制保护联锁关系和调试项目的验收准则,通过这种方式的研讨还进一步深化和完善了各项调试细则。

(4) 组织检修人员参加设备监造和验收活动,以熟悉设备性能,在安装阶段,组织检修人员参加机、电、仪的安装工作,从图纸到现场,以提高和掌握机、电、仪检修操作能力和水平,另外,组织三部分调试人员直接参加系统、设备的中间交工验收,了解系统、设备的交付状态和存在的问题,为调试创造条件作好技术准备。

1.8 调试的质量保证

调试的质量保证工作是搞好核电站调试必不可少的一道工序。联合调试队中专门设立了调试质保组,调试质保组根据核安全法规的要求,对调试的质量保证工作内容、方法和要求编制出相应的管理程序。负责检查调试管理程序的执行情况,并对与核安全有关的调试项目的调试过程进行质保监督。

调试的实施单位和人员自始至终都要贯彻质量保证要求,质保组对全部调试项目分级质保管理,对三种级别的调试项目的监督方式各有所别。详见表 1。

表 1 调试项目质保分级管理表

类别	质保质保要求	细则审核	过程监督	结果评价	记录和文件	质保监督	项目数
I	全部项目	全部项目	全部项目	全部项目	全部项目	部分项目	46
II	全部项目	全部项目	部分项目		全部项目	部分项目	59
III	全部项目				全部项目	部分项目	146

1.9 国家核安全局对调试的审评和监督

根据核安全法规定的要求,国家核安全局必须对秦山核电站的调试文件和调试过程进行审评、监督。这对保证调试安全是十分有益的,而且也是必要的。对调试文件和调试过程进行审评和监督主要分三个方面进行。

(1) 调试大纲的审评

通过对调试大纲目录、内容以及调试管理程序、试验项目、验收准则等审评和在对话的基础上,通过修改完善,最终由国家核安全局审批通过调试大纲,作为核电站调试活动的依据。

(2)确定调试的监督项目,对试验过程采用会同检查或记录确认的方式进行监督。国家核安全局对秦山核电站调试各阶段的监督项目数量和监督方式见表2。

表2 国家核安全局监督项目和监督方式统计表

调试阶段	监督方式	
	会同检查	记录确认
A ₁	41	44
A ₂	6	2
B ₁	6	6
B ₂	0	0
B ₃	2	3
C	4	3

(3)调试阶段审查

对调试大纲中规定的几个调试阶段,每个阶段调试完成后都要向国家核安全局提交阶段调试报告,内容包括该阶段所承诺的调试项目实际完成情况,该阶段中发生的重要事件和事件报告;在事件报告中要详细说明事件的过程,事件的原因检查和处理,事件分析的结论和措施。经国家核安全局审查通过、获得批准书方可进行下一阶段调试。

遵照《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》及其实施细则之一《核电厂安全许可证的申请和颁发》(核安全法规 HAF0501)的规定,在首次装料前,核电站业主必须向国家核安全局提交首次装料申请书和有关附件——秦山核电站最终安全分析报告、环境影响报告(装料阶段)和预运行试验阶段报告,国家核安全局立项审查,对秦山核电站整个建造过程、预运行调试阶段及其它各项核安全要求的执行情况进行监督检查。经国家核安全局核安全审评通过后,正式下达秦山核电站首次装料批准书。秦山核电公司在装料现场的其他安全条件满足后,方可实施核电站的首次装料。

国家核安全局对秦山核电站首次装料后调试阶段的监控点确定为:(1)初始临界;(2)5%额定功率(热);(3)50%额定功率(热);(4)100%额定功率。只有在完成了每一阶段的调试项目,并向国家核安全局提交调试阶段报告并获得下一阶段调试的许可证件后,才可开始下一功率台阶的调试试验工作。

上述五个许可证件中,首次装料批准书是一个重要的许可证件,它包含了为取得其余4个许可证应具备的条件,而其余4个许可证实际上是核安全的控制点,只要核电厂达到了应具备的条件,国家核安全局经审查后对该控制点就予释放,秦山核电站在调试过程中执行情况来看是顺利的。

2 调试的实施

2.1 系统、设备的中间交工验收

系统、设备的中间交工验收是核电站建造过程中安装向调试移交的一道工序,在核电站部分系统完成安装、冲洗、试压、单机试车合格后,为使系统、设备提前进行调试工作,可以按系统或子项分批进行中间交工验收。

建筑单位和安装单位作为交工方,由营运单位泰山核电公司作为验收方进行中间交工验收,营运单位代表在系统中间交工验收证书上签字后,系统或子项的操作、保管、维护的责任全部转移给泰山核电公司。但在中间交工验收后直到满功率稳定工况运行以后的一年保修期内,发现因施工而造成的质量问题仍由施工单位负责处理;因设计原因造成的质量问题,由营运单位委托施工单位处理;由设备原因造成的质量问题,由设备管理部门联系设备制造厂家负责解决。

由泰山核电公司和施工单位共同组成中间交工验收领导小组全面负责核电厂中间交工验收的组织领导工作,组织编制中间交工验收程序,系统或子项移交次序及范围,组建各个系统或子项的中间验收小组,协调解决中间交工验收过程中出现的重大问题。

中间交工验收小组由使用部门(生产、调试)、工程质监处、设计单位、施工单位、设备处、质保处的代表组成,由使用部门的人员任组长,施工单位的人员任副组长。其职责主要是组织该系统或子项的中间交工验收,包括确定验收范围,制订验收计划,明确验收标准,组织实施中间交工验收程序,办理中间交工验收手续等工作。

按照中间交工验收程序,在预定中间交工验收日期前约1~3个月,中间交工验收小组应召开首次会议,落实组织机构和明确职责分工,按预定中间交工验收日期制订验收工作计划,在完成首次会议确定事项的准备工作后,中间验收小组组长将召集验收范围审查会议,以确定该系统的验收范围和验收边界;明确验收的技术标准和中间交工验收的条件及程序;讨论和审定中间交工验收时必须移交的文件清单;确定系统现场初步检查的时间和内容。

现场初次检查安排在系统或子项预定中间交工验收日期前2~4周进行,首先由施工单位提出未完工程清单以及验收范围内的不符合验收要求的工程清单,验收小组按设计要求和系统初步检查表的内容进行检查,并将检查中发现的缺陷和存在问题补充进未完工程清单,由负责该系统调试的工程师审查未完工程清单,并在必须交工验收时完成的项目上加以确认,验收小组根据调试计划和施工实际情况再次明确未完工程的完工日期,并由工程质量监督处负责督促施工单位按期实施完成。

中间交工验收现场最后检查安排在预定交工验收日期前一周进行,由验收小组组织最后检查,施工单位介绍未完工程清单中所列项目的处理情况并提出安装完成报告,由施工单位向营运单位移交规定应交的文件和技术资料,验收小组组织审查;验收小组组织现场检查系统的完整性和未完工程项目的完成情况,对存在的缺陷和遗留项目均列入安装完成报告中备查并向施工单位提出限定完成日期;施工单位将专用工具和剩余的备品备件移交给营运单位的检修部门,交工验收中出现的不符合项按泰山核电公司有关质量保证程序处理。

在营运单位的使用部门确认可以中间交工验收后,由工程质监处代表泰山核电公司在中间交工验收证书上签字,自签字之日起,表示该系统或子项的管理责任已由施工单位移交給泰山核电公司,施工单位将取下系统或子项移交范围内的各种施工用的标签,使用部门在已移交

系统的边界和主要设备上加上绿标签。

2.2 调试计划的制订

根据泰山核电站调试网络计划的总体安排和调试全过程中的主要控制节点,在每个调试阶段开展以前,调试管理组依据该阶段调试项目的特点和要求,提出该阶段调试的条件保证要求,经反复协调落实后,制订出切合实际的阶段调试计划,以便统一试验、运行、检修、采购等部门的调试准备工作的步伐,从而可以有效地控制该阶段调试的计划进度。

在此基础上,根据该阶段调试进展的实际情况编制周计划,按照周计划的安排,对每项试验的条件保证要求检查落实后,由调试管理组下达调试的当日工作单,尽管作了大量的组织协调工作,但有时由于试验条件的限制,往往有些试验因试验条件得不到满足而不能如期进行,如安装进度的推迟,致使中间交工验收不能按期进行以及设计修改和设备整治所占用的时间的影响等,所以,工作单实际是三天的滚动计划,工作单是实施调试活动的依据,现在进行的任何一项调试试验工作,都必须反映在当日工作单中,工作单上没有列入的试验项目,值长有权拒绝执行。

2.3 调试试验条件的检查

系统、设备经中间交工验收后就属于调试队管理,使用部门根据负责该系统调试的系统工程师提出的标签清单,对该系统所有边界上的阀门和主要转动设备上加上绿标签,表示该系统或设备处于核电厂管辖之下,操作此设备必须取得核电厂标签签发人的同意,试验负责人根据调试安全要求,对严禁改变状态的设备提出加挂红标签。

试验负责人应组织试验人员对系统的试验条件进行检查确认,特别是调试的临时变更,临时设施安装是否齐全;系统设备的供电的安全隔离措施、联锁信号的闭锁是否实施;检查调试现场的试验条件,如照明、通讯、给排水、清洁度等是否符合要求;消防、工业安全的准备是否合乎要求;测试设备和仪器仪表是否齐全等。

凡因试验需要临时改变系统、设备正常工作状态或闭锁,短接控制,保护线路或改变正常运行方式的,均要在试验前提前一周到调试管理组办理变更通知单,详细填写变更的目的、内容、方法、安全措施及实施时应采取的安全隔离措施,对与安全有密切相关的或涉及面较大的变更,要附有必要的安全分析和安全隔离措施的详细资料,经调试技术组审查后报总工程师批准后方可执行。

在某项试验开始前一天,试验负责人对该项试验条件作全面检查后,须填写《试验准备审查项目清单》,将试验条件最终确认结果报送调试管理组,作为安排次日试验工作单的依据。

2.4 调试的组织实施

当试验条件具备后,按照调试工作单的计划时间开始执行每项试验。试验开始前,首先由试验负责人向主控操作人员、机、电、仪、控配合工种人员进行交底,明确试验的内容、方法、步骤;各工种配合的内容和要求;安全注意事项和应采取的安全隔离措施。单系统的局部试验由值长按照试验条件保证的要求,组织操作人员准备好试验条件后,由值班操作人员按试验细则进行操作;属于跨系统的或综合性的联动试验,由值长统一组织指挥,按调试细则的要求和操作规程做好试验条件准备和制订安全措施,试验前试验负责人提出试验技术要求,试验时由值长统一号令,指挥各试验岗位的试验人员和配合工种人员按调试细则的程序操作,试验人员通过多种测试手段记录试验数据。

瞬态试验项目应先在模拟机上预演,在堆上实施前,试验负责人组织试验人员根据模拟机

上演示结果进行事故预想并制订出相应的安全措施,以保证核电站试验过程中的安全性。

调试管理组在现场组织试验的实施,并对试验过程中出现的问题,如各工种的配合、仪器仪表和设备的检修、辅助系统的配合等进行协调。对试验过程中出现的异常和事件或事故,由调试技术组组织试验人员和有关专业技术人员进行专题讨论,分析原因,制订改进和完善措施,保证试验的顺利进展。

按照调试管理程序,试验过程中如发生与调试准备和实施相关的事件和事故时,分别由当班值长和试验负责人写出事件或事故报告。内容包括对事件发生前的运行工况,事件的过程,事件的原因,采取的善后措施以及事件的教训。

2.5 调试向运行的移交

由于秦山核电站调试一开始就采用了运行、检修人员直接负责系统试验条件的准备和操作以及系统、设备缺陷的整治,所以调试和运行之间没有明显的接口关系。为了使这两者之间能平滑过渡,我们采取了如下措施。

(1)调试开始前,运行、检修人员直接参加系统、设备的中间交工验收,了解系统、设备的状态。

(2)试验时运行、检修人员直接参加试验条件的准备和系统、设备的操作,对系统、设备的性能,试验中发现的问题和试验遗留项目等都比较清楚。

(3)试验完成后调试队及时向运行、检修部门提供试验结果。

(4)调试中发现的设计、安装问题,设计修改变除按设计变更正常渠道执行外,同时将经总工程师批准的临时变更通知单独抄送运行部、主控室。

(5)试验完成后向运行部门提交试验报告和调试阶段总结报告。

经预运行试验后,在装料前所有核电站的系统、设备全部平滑地过渡到生产部门,以保证装料和装料后系统的安全、正常运行。

3 经验和体会

通过调试的检验,证明我国自行设计,自己建造的秦山核电站的设计是成功的,核电站的总体性能满足设计要求,各个系统的功能及设备、仪表经过调试整治后,也都符合设计要求及有关的标准规范。运行试验证明,秦山核电站的安全性、可靠性是有保障的。

秦山核电站的建成,增强了我们自力更生发展我国核电事业的信心。回顾秦山核电站的调试历程,也有不少教训和体会,归纳起来有以下几条。

(1)以调试为中心,安排好安装后期的各项工作,是保证工程和调试进度的关键。

调试本身是项逻辑性很强的系统工程,必须先经单系统一个系统一个系统地调试,而单系统调试先后都有内在的逻辑关系。其次,在单系统调试时要求工艺管道、设备、电气、仪表等同步移交才能调试。施工单位习惯于按施工程序,设备到货时间,技术难易程度,产值和人力来组织施工。这在冷态调试阶段,调试与安装交叉进行的同时就会出现较大的矛盾。

针对这种特点,在这阶段的工程建设必须要以调试为中心来安排好安装后期工作,以保证能一个系统接一个系统地进行调试而不中断。国外标准核电站从主系统水压试验至并网发电一般要用12个月的调试时间。秦山核电站作为国内第一座原型堆从主系统水压试验后只用了13个月的调试时间就实现了并网发电。

(2)搞好中间交工验收工作,保证安装质量是调试工作能否顺利进行的重要保证。

安装质量的好坏将直接影响调试的进度。所以在系统、设备中间交工验收中把好质量关尤为重要。按照设计的验收标准来验收,安装的交工验收资料要齐全,在这方面我们有过教训。如喷淋泵安装严重超差引起振动超标,经复装返修就耽误了 10 天;在热态试验初期曾发生过 5 次失水失压事件,这是由于停冷系统停冷泵和停冷热交换器进出口法兰垫片使用塑料垫而引起的;又如化容系统中间交工验收后,由于冷态调试的基本条件尚不齐全,结果又花了一个月时间整治好后才得以开始调试。

(3)认真搞好调试、安装、设计人员的三结合,是搞好调试工作的保证。

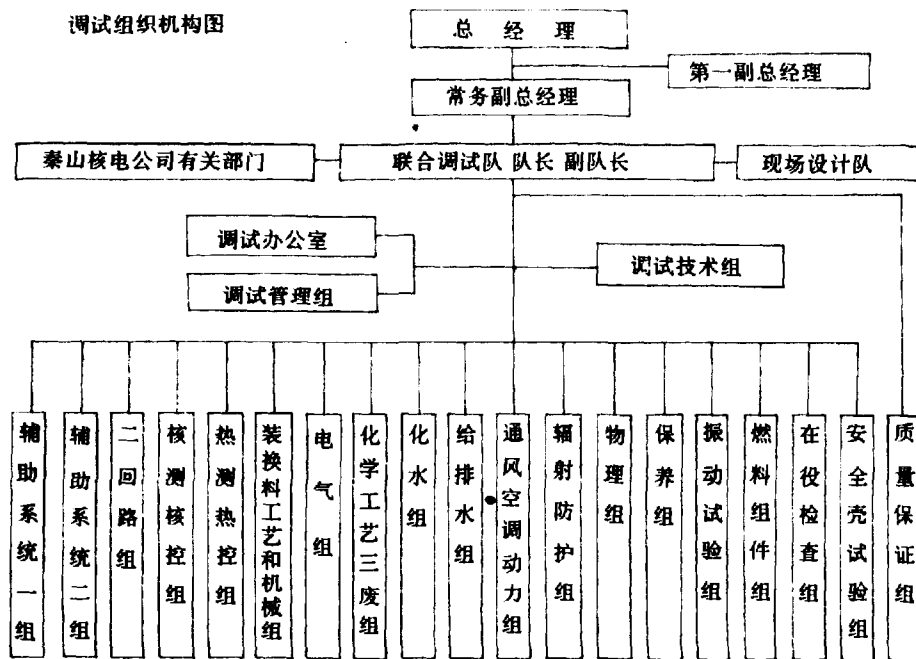
如前所述,我们是第一次承担核电站的调试工作,各方面都缺乏经验。而在调试过程中不可避免地会出现一些异常情况,如联锁动作不正常、测试参数达不到设计要求以及装料后控制棒驱动机构多次出现滑棒和失步现象。由于做好了调试、安装、设计人员的三结合,在调试中发现问题后就能及时查找原因,迅速采取解决问题的措施。

(4)要有一个强有力的调试运行指挥系统。调试工作能否按计划要求进展,特别是冷态性能试验阶段,很大程度上取决于试验条件的创造和保证。而这些工作涉及到运行部门对系统的准备;检修,安装部门对系统、设备缺陷的及时处理,必须要有一个强有力的,能调度指挥现场各方面力量的指挥系统。为此,建立了每日碰头会制度。调试前期,根据当天调试进度情况和存在的问题,每天晚上由工地总指挥长主持碰头会,以协调调试与安装、建筑、设计单位的配合。装料后的调试阶段,每日碰头会由调试队队长主持,以协调调试与运行、检修、辅助系统之间的配合,从而较好地保证了调试工作的正常进行。

本报告在编写过程中得到了孙光弟、范永富同志的指导和帮助,在此表示感谢。

附录 A

调试组织机构图



附件 B 秦山核电站调试管理程序

- QSZ11.01 调试管理程序说明
- QSZ11.02 调试组织机构和职责分工
- QSZ11.03 安装和调试的分工
- QSZ11.04 调试文件管理程序
- QSZ11.05 调试细则编写规定
- QSZ11.06 调试文件编、校、审技术责任制
- QSZ11.07 调试文件编审程序
- QSZ11.08 调试实施管理程序
- QSZ11.09 调试外委项目管理程序
- QSZ11.10 调试期间试验申请审批程序
- QSZ11.11 调试专用仪表管理和检定程序
- QSZ11.12 调试期间运行系统和设备的标签管理程序
- QSZ11.13 调试临时变更及运行方式变更的审批程序
- QSZ11.14 调试期间运行定值、限值变更的审批程序
- QSZ11.15 调试期间缺陷报告和处理程序
- QSZ11.16 重要事件和事件的审查与报告程序
- QSZ11.17 调试结果的审批程序
- QSZ11.18 调试工作单管理程序
- QSZ11.19 调试期间运行指挥调度暂行规定
- QSZ11.20 倒送电管理程序
- QSZ11.21 首次装料管理程序

除此之外,秦山核电公司质量保证程序有以下程序直接涉及到调试活动。

- QZC09.14 调试细则的质保审核
- QZC09.07 调试过程的质保监督
- QZC09.08 调试的质量管理规定
- QZC09.04 调试阶段不符合项的管理

C

秦山核电站的调试准备和实施

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

中国核科技报告编辑部排版

核科学技术情报研究所印刷

☆

开本 787×1092 1/16·印张 1·字数 20 千字

1993 年 5 月北京第一版·1993 年 5 月北京第一次印刷

ISBN 7-5022-0959-X

TL·608

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7-5022-0959-X
TL • 608

P.O.Box 2103
Beijing, China

China Nuclear Information Centre