

大型火电机组启动调试丛书

启动调试的组织和管理

上海电力建设启动调整试验所 曹立峰



621
502

水利电力出版社

大型火电机组启动调试丛书

启动调试的组织和管理

上海电力建设启动调整试验所 曹立峰

水利电力出版社

大型火电机组启动调试丛书

启动调试的组织和管理

上海电力建设启动调整试验所 曹立峰

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 2.625印张 66千字 1插页

1991年1月第一版 1991年1月北京第一次印刷

印数 0001—3570 册

ISBN 7-120-01277-0/TK·209

定价2.70元

内 容 提 要

本书是介绍火力发电厂基本建设启动调整试验的组织、分工、计划、管理、项目内容以及质量要求等方面内容的著作，是启动调试丛书的总则部分。本书以国产125、200、300MW机组为基础，内容仅限于锅炉机组和汽轮机机组的启动调试，对于发电机电气设备、热控装置以及化学水处理装置等的调试，只讲述与机组整套启动有关的内容。

对近年来锅炉机组及汽轮机机组启动调试工作的质量管理和新技术的采用，以及引进机组的启动调试技术，也作了一般介绍。

本书适用于从事火力发电厂建设施工的工程技术人员、调试专业技术人员使用，也可供热能动力专业的师生参考。

前 言

大型火力发电机组安装后的启动调试是电力建设施工的最后道工序，其质量的优、劣是直接关系到机组的安全启动、顺利投产、充分发挥生产效益的一个关键。由于机组各项设备及系统的启动调试工艺复杂，因此必须对安装、验收和调试工作提出较高的要求，并给予发电厂的安装、调试和运行人员赋予更大的责任，才能保证设备及系统的初次启动安全可靠地进行。

我们总结了三十多年启动调试工作，认为搞好启动调试工作极为重要的经验是：及早组织调试力量，做好启动调试前的准备工作，尽早发现设计、设备和施工中存在的问题，采取相应的措施，及时改正和消除。调试时，要“精心指挥、精心操作、精心调试”，才能准点、优质、安全、高效地完成启动调试任务。因此，调试人员的素质、技术业务水平和严谨细致的工作作风，也是极重要的因素。

为满足当前大型火力发电机组建设的需要，在原水利电力部基建司和上海电力建设启动调整试验所的支持下，水利电力出版社组织了这套《大型火电机组启动调试丛书》。

本书系统地介绍了大型火电机组启动调试的组织和管理，包括：调试人员应当掌握的启动调试项目和内容，启动调试应具备的条件和主要顺序，质量标准和管理，以及启动调试大纲、措施、调试报告、技术总结的编写等。

本书在编写过程中，除参考所列文献外，还参考了上海电力建设启动调整试验所125MW和300MW机组启动调试的综合技术资料，同时也参阅了有关发电厂的运行规程和制造厂的技术说明书等。

上海电力建设局程履中同志在审阅本书原稿时提出很多宝贵意见，为此谨表谢意。

由于本书内容涉及专业技术范围较广，书中难免存在错误和缺点，欢迎读者提出宝贵意见。

编者

1990.5.

目 录

前 言

第一章 机组的启动调整试验	1
第一节 综述	1
第二节 启动调试的基本任务	2
第三节 启动调试的组织机构和职责范围	3
第四节 启动调试的项目和内容	7
第二章 启动调试的准备和分部试转	18
第一节 启动调试的准备	18
第二节 分部试转	19
第三节 分部试转的方案选择	22
第四节 分部试转的质量要求	23
第三章 机组整套启动调试和试运行	25
第一节 机组整套启动调试	25
第二节 整套启动的顺序及调试项目	27
第三节 整套启动调试方案的确定及工期安排	30
第四节 启动调试新技术的采用	35
第五节 启动调试质量评定	37
第四章 启动调试大纲和方案的编写	39
第一节 启动调试大纲的编写	39
第二节 启动调试大纲的示例一（125MW机组）	39
第三节 启动调试大纲的示例二（300MW机组）	47
第四节 启动调试方案（或措施）的编写	61
第五章 启动调试的全面质量管理	64
第一节 概述	64
第二节 启动调试全面质量管理的办法	64
第三节 启动调试的技术监督和计量管理	68
第六章 启动调试技术总结报告	70
参考文献	76

第一章 机组的启动调整试验

第一节 综 述

发电机组的启动调整试验（以下简称启动调试），根据启动的方式和目的可分为两类。第一类是新建机组在安装工作结束之后的启动调试，目的是使发电设备最终投入运行。第二类是运行机组在正常大修之后的启动调试，目的是鉴定检修质量和调整运行工况，以达到机组的正常运行。

对于新建机组的启动调试，作为整套机组的初次启动，是使机组设备从静到动、从分部到整套的过程，其调试的项目要求完整齐全，内容全面，具有验收、试验、考核、试运行及移交生产的目的，它不同于运行机组在正常大修之后的启动调试以及机组正常停机后的启动。

新建机组的启动调试大致可划分为分部试转、整套启动以及试运行三个阶段。

分部试转主要是指全厂各类辅机及其系统的单项调试和试转。对于主要的转动辅机，都需先进行原动机的单体试转，然后与辅机连接进行调试和试转。辅机试转的同时，其有关设备及其系统，如工业水系统、冷却器、过滤器、润滑油系统等，一般也要及时投运，成为单项系统分部试转，必要时还需包括风门挡板、操作阀门、电气联锁保护及自动控制系统等的操作试验及投入运行。

分部试转全部项目合格后，才允许进行机组的整套启动。

经调整试验，机组并网发电，带负荷试验，机组稳定在额定负荷连续72小时及24小时试运行，机组即报投产并移交生产。

机组在启动调试过程中，还需对主要辅机进行必要的特性试验及系统的动态特性试验，并进行热控自动调节系统的调试及投入。

机组的启动调试和投入运行，应符合以下法规、规范和规程。

等的有关规定:

- (1) 电力工业技术管理法规。
- (2) 电力建设施工及验收技术规范。
- (3) 火力发电厂基本建设工程启动验收规程。
- (4) 电力设备全过程管理规定。
- (5) 火电工程启动调试工作条例。
- (6) 电业安全工作规程(热力和机械部分)。
- (7) 国家和部颁的技术标准(国家标准和行业标准)。
- (8) 各制造厂提供的说明书。
- (9) 工程设计图纸。
- (10) 上级部、局下达的有关技术文件等。

第二节 启动调试的基本任务

启动调试是在工程安装结束之后,使发电机组最终投入运行的一个重要阶段,是通过分部试转、整套启动、调整试验、试运行的全过程,对机组的设计、制造及安装质量的最后鉴定。通过启动调试,使机组达到各项技术指标,做到稳定运行,完成机组投产移交,形成生产能力。下面分述启动调试各阶段的任务。

1. 分部试转

辅机设备及其系统的单项分部试转,确认各辅机具备参加系统或整套试转的条件,并完成主机、辅机设备及其系统的各项调试工作。

2. 整套启动试运行

完成主机启动前的各项检查试验和联锁保护模拟动作试验,机组整套启动调试,并网发电,带负荷,投自动,投高加(即高压加热器投入),然后,机组保持额定负荷,燃煤锅炉要做到断油、全烧煤连续72小时满负荷试运行。

3. 试运行移交

72小时试运行完成后,处理试运行中发现的各项设备缺陷。

缺陷消除后，机组再次启动，带满负荷连续运行24小时后，机组可移交生产。如72小时试运行完成后，因生产需要不能停机时，则整套机组即正式移交生产。

鉴于火力发电厂机组容量（指单机容量）日益增大，技术要求高，系统较复杂，在机组分部试运转阶段，就要着手对主、辅机设备的自动控制装置进行调试投入工作。在机组带负荷情况下，需进行各项调试及自动调节系统的投入运行。这些工作均应列入试运行计划。

自国外引进机组的启动调试应按合同规定进行，必须在性能考核试验合格、进行连续额定负荷的商业运行后，才能签证移交。其性能考核试验，一般要求在机组各种运行工况下进行，通常应包括机组特性试验，出力、效率、甩负荷试验等。

第三节 启动调试的组织机构和职责范围

目前，由于国内电力施工队伍及技术力量配备的情况不同，启动调试的组织机构和启动调试方式也不完全统一。鉴于大型机组的施工质量及投产要求的不断提高，搞好启动调试工作是电力基本建设的一个重要方面。为保证启动调试的质量，在确定工程施工单位的同时，应明确规定有资格的启动调试单位成为整个工程施工管理的一个组成部分。因此，加强电力基本建设启动调试机构的组织很有必要，在电力建设局或电力建设安装公司的所属基层，应设置专业的启动调整试验所或调试队，承担整套机组的启动调试工作。启动调整试验所（以下简称调试所）设有锅炉、汽轮机、电气、热控及化学五个专业室。各专业室设置有热力试验室、上等级的电测及热工仪表计量室、机组动态模拟室及化学试验室等。还设有生产技术科、经营科及办公室等职能科室，图1-1为典型的调试所组织机构图。

根据地区电站基本建设任务情况，调试所应配备能在一年内同时承担两套大型机组（300MW及以上机组）启动调试任务的

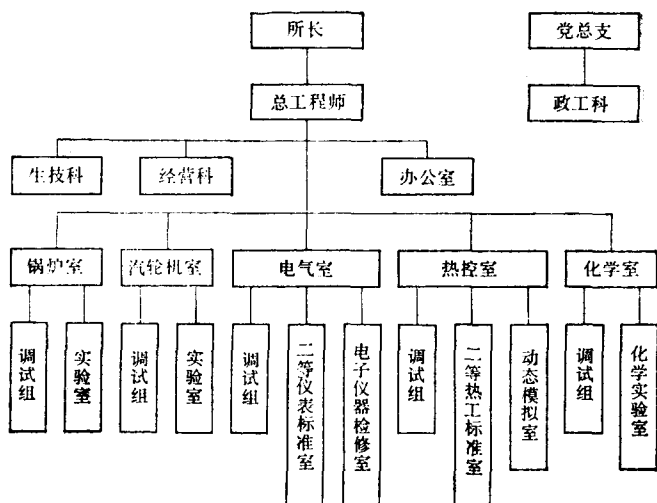


图 1-1 典型的调试所组织机构图

专业人员，应建立能进行化学清洗小型试验、自动调节系统工程实时仿真工作的实验室，必要时应设置二级仪表计量标准室，进行电力基建系统的电测和热工仪表计量量值传递、试验用仪器仪表检修等仪表技术监督管理工作。

因目前国内电力基本建设体制各有不同，调试所的组织机构应按实际情况组成。

电站启动调试是一个系统工程，它还涉及到施工、电厂、设计院、制造厂等单位，工作内容包括启动、调整、试验、运行、验收、交接，以及制造厂现场技术服务、机组的性能考核试验等。因此，在新建电站的启动验收组织结构中，应规定明确的职责范围。

根据原水利电力部颁发的“火力发电厂基本建设工程启动验收规程”规定，火力发电厂基本建设工程在每台机组投产前（或全部工程竣工后），必须及时进行启动（或竣工）验收。因此，启动验收是全面检查投产机组以及相应的建筑安装工程的设计、制造、施工质量和生产准备的重要环节，是保证机组能安全、经济、迅速、可靠地投入运行，形成生产能力，发挥投资效果的最后一道工序。

为搞好机组的启动验收工作，应按规定组成启动验收委员会。启动验收委员会由电网局或省（市、自治区）电力局主持，成员由建设单位、生产单位、承包公司、施工单位、调试单位的负责人，设计院、制造厂的总代表，工会代表以及地方有关部门的代表组成。根据现场工作的需要，一般应在分部试转开始前成立现场启动领导小组，以行使启动验收委员会的日常工作。启动领导小组由省（市、自治区）电力局主持，其成员除了安装、运行和调试三方外，尚应有设计单位的代表和制造厂的代表参加。

启动验收委员会下设试运行指挥组和验收工作组。试运行指挥组和验收工作组下分设若干专业组。

试运行指挥组负责启动调试及试运行工作，负责对启动调试的方案和措施的审批，领导有关人员进行整套设备启动前的准备工作，以及组织协调和指挥启动试运行工作。试运行指挥组的指挥由安装单位总工程师担任，副指挥由电厂和调试单位总工程师担任。试运行指挥组下设炉、机、电、热、化等专业启动调试组，其组长由调试人员担任，副组长由安装及电厂人员担任。专业启动调试组的成员分别由调试、安装、运行以及设计和制造等方面人员组成。

验收工作组负责工程的验收工作，负责对工程质量检查记录、设备试验记录、图纸资料和技术文件等的审查和移交，并办理设备、材料、备品、工具等移交工作。验收工作组的组长由电厂人员担任，副组长由安装人员担任。验收工作组下设炉、机、电、热、化、输煤及建筑等专业验收组，其组长由电厂人员担任，副组长由安装人员担任。专业验收工作组并有设计代表和制造厂代表人员参加。

机组分部试转由安装单位负责，调试和电厂单位应派人参加并密切配合。

分部试转的方案和措施，由安装单位负责编写，调试和运行人员参加讨论，经安装单位总工程师审批，交有关部门执行，在安装单位组织指挥进行分部试转，由运行人员负责操作，并作好试运转技术记录。

在分部试转阶段，化学水处理、锅炉化学清洗、锅炉炉膛冷

态空气动力场、锅炉冲管等试验项目，则由调试单位负责提出方案和措施。

设备、系统经分部试转合格及调试正常，没有影响安全的缺陷，具备运行条件并能与其它设备、系统可靠隔离，以及由于试转需要继续运行时，均可由安装与运行双方协商签订“设备代保管协议”委托电厂代保管，在整套机组启动验收后再作移交。设备、系统在代保管期间，由电厂运行人员负责保管、运行、操作、巡查工作，如发现设备缺陷及需要维修的工作，由运行人员通知安装单位消除。为确保人身和设备安全，安装单位不得任意在已由电厂代保管的设备或系统上进行作业。如因工作需要，可按电厂制度办理工作票手续。

设计单位和制造厂的代表在工程施工、验收、启动、调试各个过程及层次中均应参加。

设计人员将设计意图灌注在工程的全过程，尤其在启动调试阶段更为重要。

设备制造单位应向安装（或调试）单位提供设备的技术说明书、出厂试验报告、启动调试要领和有关技术图纸、资料，并负责向安装、调试和运行人员进行技术交底。制造单位在启动调试过程中，应有代表人员参加。如果机组主、辅设备的单项调试项目，是根据制造厂合同的供货范围及技术服务内容确定的，则应由制造厂负责现场有关设备的调试项目。有关设备的科研试验项目，在启动调试过程中，可由研究所或学校等单位参加并负责完成，但必须由试运行指挥组负责组织协调和全面指挥。

机组整套启动试运行在启动验收委员会和试运行指挥组的直接领导下由调试单位负责进行。调试人员应根据图纸、资料、有关规程和现场实际情况，提出各项启动调试方案和措施，经有关方面讨论后，报启动验收委员会（现场领导小组）审批，并向参加调试的有关人员交底。

整套启动过程，由调试人员具体负责指挥机组的启动试运行。电厂负责设备分部试转的运行操作以及整套启动的全部运行

操作和生产调度，并执行已批准的调试方案和措施中的规定。检修工作由安装单位负责。图1-2为火力发电厂机组启动验收组织结构图。

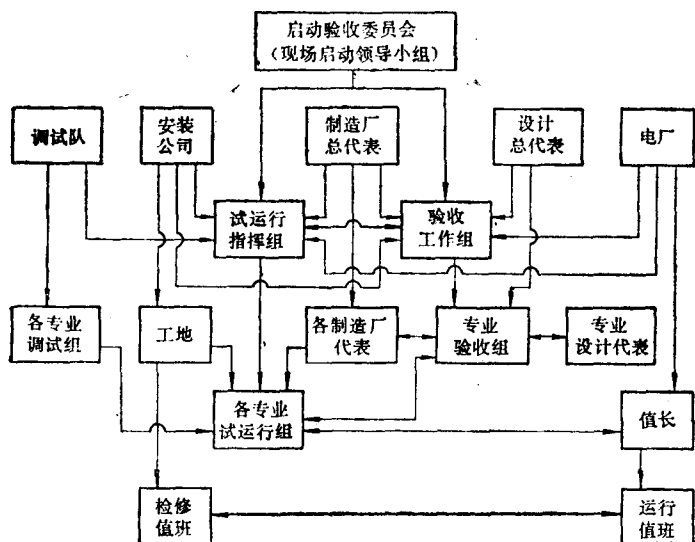


图 1-2 火力发电厂机组启动验收组织结构图

第四节 启动调试的项目和内容

火力发电设备机组启动调试的项目和内容，根据机组型式、容量和设计方案等不同各有区别。但是，为了确保新建机组在初次启动过程及试运行期间的设备安全，结合目前国内机组的实情，必须有一整套的启动调试的项目，以作为各工程套用。

由于机组设备的改进及新型设备的试制，新建机组在现场启动时的试验项目可有所增减。

机组启动调试的项目按专业划分一般可分为五个部分，即锅炉部分、汽轮机部分、电气部分、热控部分和化学水处理部分。表1-1的启动调试项目表是火力发电设备通用的启动调试项目和内容，表1-2（见插页）为典型启动调试进度表。

表 1-1

启动调试项目表

项 目	内 容
一、锅炉部分 1. 各类辅机及其系统分部试转 (1) 燃油泵及其系统试转; (2) 厂用水泵试转; (3) 控制用气和杂用气的空压机试转; (4) 空气预热器试转; (5) 送风机试转; (6) 吸风机试转; (7) 给煤机试转; (8) 磨煤机试转; (9) 排粉机试转; (10) 给粉机试转; (11) 输煤系统试转; (12) 冲灰泵及其系统试转; (13) 锅炉房排水系统试转; (14) 电梯试转投运	(1) 电源投运; (2) 辅机冷却水投入; (3) 烟、风系统风门挡板操作试验; (4) 风机润滑油站试转正常; (5) 电气、热工联锁保护试验投入
2. 启动锅炉调试 (1) 辅机试转; (2) 锅炉本体煮炉; (3) 锅炉冲管; (4) 锅炉蒸汽严密性试验; (5) 安全门校验; (6) 整套启动	(1) 烟、风系统风门挡板操作试验; (2) 电气、热工联锁保护试验投入; (3) 锅炉点火燃烧调整; (4) 锅炉供汽
3. 锅炉炉膛冷态空气动力场试验 (1) 风速管流量系数标定; (2) 一、二次风风速调平; (3) 二次风风门挡板特性测定; (4) 炉内工况测定	(1) 风机具备投运条件; (2) 各风门挡板操作灵活; (3) 燃烧器倾角核对; (4) 炉膛风压试验; (5) 炉膛切圆带观察
4. 锅炉水冷壁水动力试验(直流锅炉) (1) 70%额定负荷各片水冷壁流量基准调整; (2) 100%额定负荷各片水冷壁流量测定;	(1) 锅炉给水系统投运正常; (2) 额定负荷时, 下辐射入口调节门全开测定原始流量偏差;

续表

项 目	内 容
(3) 50% 额定负荷各片水冷壁流量测定; (4) 30% 额定负荷各片水冷壁流量测定	(3) 70% 额定负荷各片流量调平; (4) 核对 100%、50%、30% 额定负荷时流量值
5. 电气除尘器试验 (1) 阴阳极板振打试验; (2) 电气除尘器均布试验; (3) 电场升压试验; (4) 除灰设备系统试验	(1) 机械振打设备运行正常; (2) 测定气流均布性并进行调整; (3) 除灰系统投运正常
6. 锅炉冲管 (1) 燃烧器及其系统调试; (2) 锅炉点火试验; (3) 锅炉燃烧调整; (4) 第一阶段一次汽系统冲管; (5) 第二阶段一、二次汽系统串接冲管	(1) 冲管临时管道系统检查; (2) 阀门及调节门操作试验; (3) 冲管需用的仪表投运; (4) 冲管检验靶板准备; (5) 燃料及除灰系统能正常投运; (6) 备好足够的燃料; (7) 临时管道出口端消声器安装就绪
7. 锅炉蒸汽严密性试验 (1) 锅炉点火升压; (2) 锅炉及其系统严密性检查	(1) 全面检查; (2) 无渗漏现象
8. 安全门校验 (1) 安全门安装前预校验; (2) 安全门热态手动操作试验; (3) 安全门机械动作试验; (4) 安全门电气动作试验	(1) 再热器安全门应在安装前采用汽源进行预校验; (2) 安全门动作后的弹簧高度及初压起座压力测定; (3) 起座压力值的整定
9. 机组整套启动 (1) 机组联锁保护动作试验; (2) 锅炉点火, 升温、升压; (3) 汽轮机空载试验; (4) 发电机电气试验; (5) 机组带负荷试验; (6) 制粉系统调试; (7) 燃烧系统调试;	(1) 机组联锁保护投入; (2) 机组整套启动及系统投运; (3) 配合汽轮机及发电机进行各项试验; (4) 锅炉带负荷, 燃烧调整; (5) 热控自动调节系统调试并投入运行

续表

项 目	内 容
(8) 配合热控自动调节系统进行各项调试; (9) 锅炉燃烧断油试验	
10. 机组试运行移交生产 (1) 机组满负荷试运行; (2) 机组移交生产	(1) 机组带负荷正常达满负荷稳定后进行连续72小时试运行; (2) 72小时试运行结束, 停炉检查并消除设备缺陷; (3) 机组再次启动达满负荷连续24小时试运行; (4) 试运行期间燃煤锅炉做到断油、全烧煤; (5) 试运行结束, 机组移交生产
二、汽轮机部分	
1. 各类辅机及其系统分部试转 (1) 循环水泵及其系统试转; (2) 净化水泵及其系统试转; (3) 工业水泵及其系统试转; (4) 射水泵及其系统试转; (5) 凝结水泵及其系统试转; (6) 凝结水升压泵及其系统试转; (7) 高、低压油泵及其系统试转; (8) 顶轴油泵及其系统试转; (9) 盘车装置试转; (10) 发电机水泵及其系统试转; (11) 发电机氢冷设备及其系统试转; (12) 柴油发电机及其系统试转; (13) 疏水泵及其系统试转; (14) 厂房空调系统试转; (15) 全厂消防水泵及其系统试转	(1) 单机试转; (2) 电气、热工联锁保护试验投入; (3) 阀门、调节门操作试验; (4) 系统、装置及管道冲洗; (5) 系统联合试转
2. 电动给水泵试转 (1) 电动机单机试转; (2) 整组启动调试	(1) 电气、热工联锁保护试验投入; (2) 阀门、调节门操作试验;