

ICS 27.100
F 23
备案号: 13609-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 863 — 2004

汽轮机启动调试导则

Guide for turbine start-up commissioning test

2004-03-09 发布

2004-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言 ·	· II
1 范围 ·	· 1
2 规范性引用文件 ·	· 1
3 总则 ·	· 1
4 分部试运 ·	· 2
5 汽轮机整套启动 ·	· 11
6 汽轮机停机 ·	· 21
7 机组异常（故障）及处理 ·	· 22
8 调试技术总结报告及技术（记录）文件 ·	· 25
附录 A（资料性附录） 汽轮机调试措施编制内容及编审程序示例 ·	· 26
附录 B（资料性附录） 分部试运调试记录表 ·	· 27
附录 C（资料性附录） 调整试运质量检验及评定 ·	· 31
附录 D（资料性附录） 汽轮机满负荷试运记录示例 ·	· 39

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达 2001 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2001〕44 号文）的要求进行制订的。

本标准是在总结容量为 125MW 及以上汽轮机启动调试工作经验的基础上而制定的推荐性技术标准。本标准提出了汽轮机及其辅助设备分部试运的要点、系统调试的工作内容和步骤、汽轮机整套启动调试的要领及事故处理的原则，并提出了汽轮机调试质量检查和评定的要求，以指导电力工业汽轮机启动调试工作，并提高我国电站汽轮机的启动调试水平。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站汽轮机标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：上海电力建设启动调整试验所。

本标准主要起草人：奚力强、陈咸钧。

汽轮机启动调试导则

1 范围

本标准规定了电力基本建设工程新建、扩建、改建火电机组汽轮机的主机、辅助设备、热力系统的调试及机组整套启动调试的技术要求。

本标准适用于国产 125MW 容量及以上容量的凝汽式汽轮机组，其他类型汽轮机组的启动调试亦可参照执行。进口机组按制造厂说明书的要求进行启动调试，若制造厂无这方面具体说明时，也可以参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修改版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 7596 电厂用运行中汽轮机油质量标准
- DL/T 571 电厂用抗燃油验收、运行监督及维护管理导则
- DL/T 607 汽轮发电机漏水、漏氢的检验
- DL/T 651 氢冷发电机氢气湿度的技术要求
- DL/T 711 汽轮机调节控制系统试验导则

3 总则

3.1 编写目的

火力发电厂汽轮机启动调试是保证汽轮机高质量投运的重要环节，为适应电力工业的发展并规范汽轮机的启动调试工作，按分部试运、整套启动试运两部分制定本标准。

3.2 启动调试组织

- a) 机组启动调试前，由启动验收委员会批准下设试运指挥部，试运指挥部代表启动验收委员会主持整套启动试运的常务指挥工作。
- b) 机组启动调试工作应由试运指挥部全面协调，汽轮机调试具体项目应由汽轮机调试专业组负责实施。
- c) 汽轮机调试专业组应由调试、建设、生产、施工、监理、设计及制造厂等单位的工程技术人员组成。机组整套启动试运阶段，其组长应由主体调试单位担任。

3.3 调试资质

- a) 承担汽轮机启动调试的主体调试单位必须具备相应的资质。
- b) 汽轮机启动调试的专业负责人由具有汽轮机调试经验的专业调试技术人员担任。
- c) 汽轮机调试人员在调试工作中应具备指导、监督、示范操作、处理和分析问题、编写措施和总结的能力。

3.4 计量管理

汽轮机启动调试中使用的仪器、仪表必须根据有关规定进行管理，并经有资质的计量单位校验合格，在有效期内使用。

3.5 调试措施

“汽轮机整套启动调试措施（方案）”及重要的“分系统调试措施”必须经过建设、生产、施工、监理、设计、制造厂等单位的会审并必须经过试运指挥部的批准后方可实施。

3.6 调试工作程序

- a) 收集、熟悉、掌握汽轮机设备、系统的详细资料。
- b) 负责编制工程“调试大纲”中规定的汽轮机部分的“调试措施（方案）”，明确汽轮机调试项目、调试步骤、试验的方案及工作职责，并制定相应的调试工作计划与质量、职业健康安全和环境管理措施。“调试措施”的主要内容参见附录 A。
- c) 向参与调试的单位进行“调试措施”技术交底。
- d) 做好调试前仪器仪表的准备和参加设备系统的验收及检查启动条件。
- e) 进行分系统调试与汽轮机整套启动调试，并完成全过程的调试记录。
- f) 按汽轮机启动调整试运质量检验及评定要求（参见附录 C）对调试项目的各项质量指标进行检查验收与评定签证，经验收合格后移交试生产。
- g) 汽轮机启动调试工作完成后，调试单位应编写“调试技术总结报告”。

4 分部试运

4.1 通则

4.1.1 分部试运

- a) 分部试运包括单体调试、单机试运和分系统试运两部分。
- b) 单体调试是指各种执行机构、元件、装置的调试，单机试运是指单台辅机的试运。
- c) 分系统试运是指按系统对其动力、电气、热控等所有设备进行空载和带负荷的调整试运。因此，部分分系统项目需要在整套启动阶段继续进行调整试验。

4.1.2 工作分工

汽轮机分部试运的单体调试、单机试运由施工单位技术负责，分系统试运由调试单位技术负责。

4.1.3 分部试运前的准备与条件

- a) 试运区的场地、道路、栏杆、护板、消防、照明、通信等必须符合职业安全健康和环境规定及试运工作要求，并要有明显的警告标志和分界。
- b) 分部试运设备与系统的土建、安装工作已结束，并已办理完竣工验收签证。
- c) 试运现场的系统、设备及阀门已命名挂牌。
- d) 试转设备的保护装置校验合格并可投用。对因调试需要临时解除或变更的保护装置已确认。
- e) 分部试运需要的测试仪器仪表已配备完善并符合计量管理要求。
- f) 编制好“工程调试质量验评项目划分表”、“分系统调试记录”、“分系统调整试运质量检验和评定表”，并经监理、建设、施工单位确认通过和试运指挥部批准。

4.2 分部试运要求

4.2.1 分部试运技术管理要求

- a) 编写“调试措施”。
- b) “调试措施”技术交底。
- c) 由施工单位汇总安装试验记录：
 - 1) 新设备分部试运行前静态检查表；
 - 2) 管道、容器、水压、风压试验检验签证；
 - 3) 设备/电动机联轴器中心校准签证；
 - 4) 润滑油油质状况及记录；
 - 5) 管道水（油）冲洗质量检验记录；

- 6) 电动机及电缆绝缘测量记录;
 - 7) 设备接地电阻测量记录;
 - 8) 电动机试转记录;
 - 9) 连锁保护试验及信号校验项目清单及检查签证;
 - 10) 试运系统仪表、控制器校验汇总表(需由校验单位校验员及负责人签证);
 - 11) DCS(或 PLC)相关功能实现汇总表;
 - 12) 试运系统电动门、气动门校验签证清单;
 - 13) 新设备分部试运行申请单;
 - 14) 试转设备单机静态检查验收;
 - 15) “单机试运”、“单体调试”验收签证;
 - 16) 系统静态检查验收及新设备分部试运申请单。
- d) 由调试单位汇总试运记录:
- 1) 移交生产单位的设备及系统代保管签证书(根据工程需要);
 - 2) 第二种试转申请单——代“新设备分部试运申请单”再次申请单;
 - 3) 试运项目缺陷清单;
 - 4) 启动调试(试运)措施;
 - 5) 启动调试(试运)范围流程图;
 - 6) 分系统试运简要报告;
 - 7) “分系统调整试运质量检验及评定表”及“试运签证验收卡”。
- e) 分部试运调试记录示例参见附录 B。
- #### 4.2.2 单体、单机试运要求
- a) 由施工单位完成单体试验的各项工作,并将 I/O 一次调整校对清单、一次元件调整校对记录清单、一次系统调校记录清单汇总后递交调试单位。
 - b) 校验电动机本体的保护应合格,并能投用。
 - c) 在首次试转时,应进行电动机单机试转,确认转向、事故按钮、轴承振动、温升、摩擦声等正常。
 - d) 电动机试转时间以各轴承温升达到稳定并且定子绕组温度应在限额之内,试运时间应连续运转最少 4h,且温度稳定。
 - e) 试运合格后,由施工单位完成辅机单机试转记录及合格签证。
- #### 4.2.3 分系统试运要求
- a) 由施工单位汇总单体(包括压力容器)、单机试转记录及验收签证,确认工作已完成,并填写“分部试运申请单”经分部试运指挥批准后,才能进行分系统调试。
 - b) 试运前,系统保护经校验必须合格,并能投用。
 - c) 试运前,冷却水系统和润滑油系统、控制油系统、汽源管路必须冲洗,应符合标准。
 - d) 试运前,必须清理辅机本体及其出、入口通道,并检查确认清洁、无任何杂物。
 - e) 试运前,检查确认辅机的进、出口阀门开关方向与控制开度指示、就地开度指示一致。
 - f) 试运前,检查确认分散控制系统(DCS)操作、连锁保护、数据采集的正确性和功能的完整性。
 - g) 试运中电动机电流不应超过额定电流。
 - h) 对配有程控系统的辅机,在试运时程控系统应投运(包括辅机启、停、负载调节)。采用临时措施进行启停和调整,不能认为该辅机试运验收合格。
 - i) 试运时,转动机械轴承温度、轴承振动值均应在验收标准限额之内。试运行时间应连续运行 4h~8h 且轴承温度稳定。
 - j) 试运合格后,完成分系统试运记录及验收签证(调整试运质量检验评定表)。

- k) 质量监督部门对分部试运阶段的单机、分系统试运记录, 验收签证和质量评定表, 连锁保护清单, 二次调校清单及机组整套试运前准备工作进行检查验收, 经验收确认后, 可以进入机组整套试运阶段。

4.3 分系统调试项目及调试要求

4.3.1 闭式冷却水系统

- a) DCS (或 PLC) 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 闭式冷却水泵试运转及系统试运调整:
 - 1) 稳压水箱排放冲洗至水质澄清。
 - 2) 闭式冷却水泵试运转及采取临时措施进行系统母管和冷却器循环冲洗。系统母管和冷却器循环冲洗 2h 后, 停泵放水 (泵必须断电)。重复循环冲洗至水质清洁、无杂物。
 - 3) 系统中各附属机械设备的冷却水在投用前应进行管道排放冲洗。
 - 4) 停机 (应急) 冷却水泵启动调试。
 - 5) 系统投运调整 (冷却器投运, 各附属机械及设备的冷却水投用, 稳压水箱自动补水等)。
 - 6) 闭式冷却水泵连锁保护动态校验。
- c) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.2 开式冷却水系统

- a) 开式冷却水泵试运转及系统试运调整:
 - 1) 开式冷却水泵试运转;
 - 2) 电动滤水器 (旋转滤网) 调试;
 - 3) 开式冷却水泵连锁试验。
- b) DCS (或 PLC) 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- c) 对开式冷却水系统管道及冷却器进行冲洗。
- d) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.3 凝结水泵及凝结水系统

- a) DCS 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 凝结水泵试运转及系统试运调整:
 - 1) 凝结水输送泵试运转 (再循环运行方式)。
 - 2) 凝结水输送系统试运及系统冲洗, 达到系统水质清洁、无杂物。
 - 3) 凝结水泵试运转 (再循环运行方式), 泵连续试运转时间为 8h。
 - 4) 凝结水系统试运及系统冲洗, 达到系统水质清洁、无杂物。
 - 5) 应完成的自动调整: 除氧器水位自动控制动态调整; 凝结水泵最小流量调整; 凝汽器水位调整; 凝结水精处理装置旁路阀调整; 凝结水箱自动补水调节装置调整。
 - 6) 电气连锁保护调试。
 - 7) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.4 胶球清洗系统

- a) DCS (或 PLC) 操作控制功能实现及连锁保护投用;
- b) 胶球清洗装置程控调试, 达到合格收球率:
 - 1) 收球网检查及调整;
 - 2) 胶球清洗泵试运转;
 - 3) 胶球清洗装置调试;
 - 4) 胶球清洗装置收球率测试。
- c) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.5 循环水泵及循环水系统

4.3.5.1 调试内容

- a) DCS（或 PLC）操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 循环水泵试运转及系统投运：
 - 1) 循环水泵试运转及系统试运调整；
 - 2) 循环水泵及系统报警信号、连锁保护校验；
 - 3) 循环水泵停运。
- c) 冲洗水泵及旋转滤网试运转：
 - 1) 旋转滤网、冲洗水泵试运转及系统调试；
 - 2) 系统冲洗。
- d) 冷水塔投运：
 - 1) 水池自动补水系统调试。
 - 2) 冷水塔淋水槽、填料检查及淋水均布调整。
 - 3) 冷水塔风机试运转：风机润滑油油站及油系统投运调整；电动机试转；风机试运转。
- e) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.5.2 调试注意事项

- a) 首次启动循环水泵时，应先启动循环水泵几秒钟，以检查其动态效应情况，如有无异常响声、振动情况、仪表功能、系统及泵有无泄漏点等。
- b) 循环水泵首次启动前应解除泵出口电动蝶阀联动开启的控制功能，阀门开启改为手动控制，防止循环水管道水冲击。当循环水母管在空管状态下启动循环水泵时，也应执行以上操作方式。
- c) 循环水管充水驱赶空气，必须待系统管道空气放尽后关闭凝汽器水侧空气门。

4.3.6 电动给水泵及除氧给水系统

4.3.6.1 调试内容

- a) DCS（或 PLC）操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 电动给水泵进口管静压冲洗。
- c) 电动给水泵试运转及润滑油、工作油系统调整：
 - 1) 辅助油泵试运转及润滑油系统调整；
 - 2) 电动给水泵的监测设备、仪表和连锁保护静态试验；
 - 3) 电动机带耦合器试运转；
 - 4) 前置泵试运转（通过电动给水泵再循环）；
 - 5) 电动给水泵组试运转（再循环）；
 - 6) 润滑油、工作油系统调整及连锁保护校验。
- d) 电动给水泵停运。
- e) 除氧给水系统试运。
- f) 管道系统冲洗。
- g) 除氧器投用调试：
 - 1) 除氧器水冲洗及清理；
 - 2) 除氧器安全门动作检验；
 - 3) 除氧器水位、压力连锁保护校验；
 - 4) 除氧器投运及停运；
 - 5) 除氧给水系统报警信号、连锁保护校验。
- h) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.6.2 调试注意事项

- a) 电动给水泵试运转应在油系统冲洗完毕和油质经化验合格后进行。
- b) 除氧器汽、水系统的设备和管道安装完毕后应冲洗合格。
- c) 给水系统上的安全阀安装前应经水压校验合格。
- d) 电动机带耦合器试运转时间一般为 4h, 前置泵试运转时间一般为 4h, 电动给水泵试运转时间一般为 8h。

4.3.7 主机润滑油、顶轴油系统及盘车装置调试

4.3.7.1 调试内容

- a) DCS (或 PLC) 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 润滑油、顶轴油系统及盘车装置调试:
 - 1) 交流、直流辅助油泵试运转。
 - 2) 确认油系统管道 (包括顶轴油管道) 冲洗验收合格, 并且油箱清理后已换上合格的润滑油, 汽轮机润滑油质量标准见 GB/T 7596。
 - 3) 润滑油系统、顶轴油系统及盘车装置的监测仪表和连锁保护等静态校验合格。
 - 4) 润滑油泵及系统调试: 油箱低油位跳闸校验, 交流辅助油泵启动及系统油压调整, 直流辅助油泵启动, 交流辅助油泵、直流辅助油泵自启动连锁校验。
 - 5) 顶轴油系统调试: 顶轴油泵试转及出口压力调整, 顶轴油压分配调整及轴颈顶起高度调整。
 - 6) 盘车装置调试: 盘车装置投运, 盘车装置自动投用和停用连锁校验。
 - 7) 连锁保护项目调试: 润滑油压达 I 值低油压, 联动交流润滑油泵自启动; 润滑油压达 II 值低油压, 联动直流润滑油泵 (事故油泵) 自启动, 同时机组跳闸停机; 润滑油压达 III 值低油压, 联动盘车停止。
- c) 完成调试记录及调试质量验收评定签证。

4.3.7.2 调试注意事项

- a) 润滑油系统油循环冲洗合格后, 油箱应重新充入合格的汽轮机润滑油。汽轮机润滑油质量标准见 GB/T 7596。
- b) 润滑油系统应做超压试验, 保证管道及接口无泄漏。
- c) 调整汽轮发电机组各轴承顶轴油进口阀, 按制造厂要求分配顶轴油, 使高压油把轴颈顶离轴瓦, 一般轴颈顶起高度需不小于 0.02mm。
- d) 盘车装置啮合和脱开时应与转子应无碰撞和振动, 转子转动应平稳。
- e) 盘车投运应监视电动机电流和转子偏心度指示不超过限值。
- f) 润滑油压调整应符合制造厂的要求。
- g) 润滑油事故排油系统应能随时投运。

4.3.8 润滑油净化系统

4.3.8.1 调试内容

- a) 系统操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 油净化装置调试:
 - 1) 润滑油输送泵试运转及管道冲洗。
 - 2) 油净化装置投用: 真空室真空泵试运转及管道冲洗, 加热器投用调整, 装置脱水、脱色、除酸、除杂质调整。
 - 3) 油净化装置停用。
 - 4) 净化油质化验。
- c) 完成调试记录整理及调试质量检验评定签证。

4.3.8.2 调试注意事项

- a) 试运区域严禁危及试运转的作业。若要进行工作应严格执行工作票制度。
- b) 试运区域禁止动火操作。

4.3.9 汽轮机调节保安系统及控制油系统

4.3.9.1 调试内容

- a) DEH 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 安全油系统调整。
- c) 控制油（调节油）系统调试：
 - 1) 油泵出口溢流阀调整。
 - 2) 高压蓄能器调整。
 - 3) 低压蓄能器调整。
 - 4) 连锁保护调整：油箱油位保护，控制油（调节油）油泵启动条件、跳泵条件调整。
- d) 高、中压主汽阀和调节汽阀油动机位移调整。
- e) 高、中压主汽阀和调节汽阀油动机关闭时间静态测定。
- f) 调节保安系统静态调整。
- g) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.9.2 调试注意事项

- a) 高、中压主汽阀和调节汽阀油动机总关闭时间静态测定中，应注意关闭连锁抽汽逆止门。
- b) 配合热工 DEH 调整油动机位置。
- c) 125MW 至 200MW（包括 200MW）机组主汽阀总关闭时间小于 0.4s（包括延迟时间），200MW 至 600MW 以上机组主汽阀总关闭时间小于 0.3s（包括延迟时间）。125MW~200MW（包括 200MW）机组调节汽阀总关闭时间小于 0.5s（包括延迟时间），200MW~600MW（包括 600MW）机组调节汽阀总关闭时间小于 0.4s（包括延迟时间）；600MW 以上机组调节汽阀总关闭时间小于 0.3s（包括延迟时间）。

4.3.10 汽动给水泵汽轮机润滑油系统及调节保安系统

4.3.10.1 调试内容

- a) 润滑油系统调整。
- b) 给水泵汽轮机控制油系统调整。
- c) 主汽阀、调节汽阀油动机调整及关闭时间测定。
- d) 盘车装置调整。
- e) 当用辅助蒸汽汽源启动调试汽动给水泵汽轮机时，可进行给水泵汽轮机危急遮断器充油试验及机械超速试验。
- f) 汽动给水泵汽轮机跳闸保护模拟试验及给水泵汽轮机控制动态模拟试验。
- g) MEH 操作控制功能实现及连锁保护校验。
- h) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.10.2 调试注意事项

给水泵汽轮机充油试验及机械超速保护试验应符合制造厂的规定要求。在没有制造厂说明时，机械超速保护动作转速一般为额定转速的 109%~111%。

4.3.11 发电机水冷系统

4.3.11.1 调试内容

- a) DCS（或 PLC）操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 发电机水冷系统冷却水泵试运转（外循环运行方式）。
- c) 发电机水冷系统管道水冲洗（内外部水管道冲洗）。

- d) 发电机水冷系统调整及试运：
 - 1) 发电机水冷系统驱赶空气和充水；
 - 2) 发电机水冷系统水箱充氮；
 - 3) 发电机水冷系统冷却器投运；
 - 4) 发电机水冷系统水处理装置投运。
- e) 发电机水冷系统连锁保护调试。
- f) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.11.2 调试注意事项

- a) 管道冲洗时应装设临时滤网。
- b) 发电机水冷系统冲洗时，应先冲洗发电机外部管路，至取样水质达到要求后，再进行发电机外、内部整套水冷系统冲洗，直到出口取样水质达到质量标准为止。

4.3.12 发电机密封油系统

4.3.12.1 调试内容

- a) DCS（或 PLC）操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 密封油泵试运转。
- c) 密封油系统（装置）调整：
 - 1) 空侧油路调整（调整空侧密封油泵出口压力和密封油压差调节阀至设计值）；
 - 2) 氢侧油路调整（调整氢侧密封油泵出口压力和平衡阀至设计值，使氢侧与空侧密封油压差符合要求）；
 - 3) 高压备用油路调整；
 - 4) 调整密封油调节阀，使空侧密封油压高于发电机氢压至设计值；
 - 5) 连锁保护及信号系统校验和试验。
- d) 发电机运转时密封油系统调整（冷油器投运，排油烟风机试转及油箱真空调整）。
- e) 发电机密封油系统连锁保护调整。
- f) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.12.2 调试注意事项

- a) 当发电机机壳内无氢压时，氢侧油箱油位会满到空侧油箱油位的相平高度，此时应注意消泡箱油位正常，以防止密封油从消泡箱进入发电机，因此要确认消泡箱高液位报警信号正确。
- b) 密封油系统运行时，汽轮发电机润滑油系统应投运。
- c) 密封油系统运行期间，应保持空侧油箱风机连续运行。

4.3.13 发电机氢冷系统

4.3.13.1 调试内容

- a) 氢系统严密性试验。
- b) 氢系统指示仪表调整（纯度计、湿度计）。
- c) 氢纯度风机试运转。
- d) 气体干燥器试运及投运。
- e) 氢系统连锁保护及信号调整。
- f) 发电机充氢置换：
 - 1) 投氢前准备；
 - 2) 二氧化碳置换空气；
 - 3) 氢置换二氧化碳；
 - 4) 氢气压力控制装置调整。
- g) 发电机排氢置换：

- 1) 二氧化碳置换氢气;
- 2) 空气置换二氧化碳。

h) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.13.2 调试注意事项

a) 氢系统严密性试验:

- 1) 试验时间应 24h 连续测量;
- 2) 试验后经计算的发电机氢冷系统最大允许氢气泄漏量, 应符合制造厂要求或满足 DL/T 607 提出的要求;
- 3) 氢系统严密性试验所用的压缩空气应经过净化处理, 除去油雾、水雾和杂质, 保证空气干燥清洁;
- 4) 氢系统严密性试验时, 应对氢冷却器通一定压力的水, 以减少冷却管束胀口处的内外压差, 通水压力应低于试验气体压力 0.1MPa~0.15MPa。

b) 置换气体二氧化碳的纯度不小于 95%, 含氧量不大于 2%, 氢气纯度应为 99.5%, 最低不小于 98%。氢气湿度应满足 DL/T 651 提出的要求。

c) 发电机置换气体应在转子静止或盘车状态下进行。

d) 发电机内部二氧化碳存留不允许超过 24h, 最好在 6h 内结束置换工作。

e) 搬运二氧化碳容器时应使用防护用具, 防止漏气处将手冻伤。

f) 根据施工现场的具体情况, 也可用氮气代替二氧化碳作氢气置换介质使用。

4.3.14 高、低压旁路系统

4.3.14.1 调试内容

- a) DCS (或 PLC) 操作控制功能实现及连锁保护投用。
- b) 高、低压旁路管道蒸汽吹扫 (在锅炉蒸汽吹管阶段中, 配合吹扫高、低压旁路管道)。
- c) 高压旁路减温水管道水冲洗。
- d) 低压旁路减温水管道水冲洗。
- e) 旁路控制装置油系统油冲洗。
- f) 高、低压旁路功能调整。
- g) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.14.2 调试注意事项

- a) 应将“高、低压旁路管道蒸汽吹扫”编进锅炉蒸汽吹管分系统调试措施中; 吹扫质量应符合设计要求。
- b) 旁路控制装置油系统油冲洗, 由施工单位编写冲洗措施及技术要求。
- c) 应由热控专业负责旁路系统的控制系统调试 (与 DEH 的关系) 及编写热控调试措施。

4.3.15 辅助蒸汽系统

4.3.15.1 调试内容

- a) 辅助蒸汽母管管道蒸汽吹管 (用辅助锅炉汽源或外来汽源经减温减压装置后进行冲管):
 - 1) 减温减压装置调整;
 - 2) 辅助蒸汽母管蒸汽吹管。
- b) 辅助蒸汽母管安全阀整定。
- c) 用辅助蒸汽母管汽源吹扫:
 - 1) 除氧器加热用蒸汽管;
 - 2) 给水泵汽轮机调试用蒸汽管;
 - 3) 汽轮机轴封蒸汽管;
 - 4) 发电机定子水箱加热蒸汽管;

- 5) 化学水处理加热蒸汽管;
- 6) 采暖加热蒸汽管;
- 7) 暖风器加热蒸汽管;
- 8) 空气预热器辅助吹灰蒸汽管;
- 9) 锅炉燃油雾化蒸汽管;
- 10) 锅炉防冻用蒸汽管;
- 11) 抽汽至辅助蒸汽母管管道(在锅炉蒸汽吹管后阶段,通过临时管排放进行吹管);
- 12) 冷再热蒸汽管道至辅助蒸汽管道(在锅炉蒸汽冲管后阶段,通过临时管排放进行冲管)。

d) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.15.2 调试注意事项

- a) 根据管道系统运行参数决定的吹管参数蒸汽,应汽源可靠,蒸汽清洁,并要求有足够的流量与过热度。
- b) 吹管过程中要加强管道疏水,防止水冲击。
- c) 一般采用稳压吹管,每次吹管时间控制在 5min~10min 之内,两次冲管的间隔时间宜为 10min~15min 之间,直至排汽清洁为止,且冲洗次数不应少于 3 次。

4.3.16 抽汽回热系统

4.3.16.1 调试内容

- a) 抽汽逆止门调整及防进水连锁保护校验。
- b) 加热器连锁保护校验及投用:
 - 1) 加热器水位连锁保护校验;
 - 2) 水位保护投用(应与加热器投用同时进行)。
- c) 加热器汽侧冲洗与投运:
 - 1) 低压加热器解除连锁开启危急疏水阀,待水质合格后恢复连锁,再切回到逐级自流至凝汽器;
 - 2) 高压加热器解除连锁开启危急疏水阀,在机组带负荷约 30%时微开加热器进汽阀对加热器进行暖管,当温度稳定后再开大加热器进汽阀直到开足,待水质合格后恢复连锁,切到逐级自流至除氧器;
 - 3) 加热器汽侧投运应按低压到高压的顺序进行。
- d) 完成调试记录及调试质量检验评定签证。

4.3.16.2 调试注意事项

- a) 加热器汽侧安全门应在安装前校验好。
- b) 在不采用随机启动方式时,加热器汽侧投运应按低压到高压的顺序进行,停运时应按高压至低压的顺序进行。投运时应充分暖管放疏水。
- c) 机组首次整套启动调试时,高压加热器宜在机组并列后带低负荷时由低压至高压逐台投用。
- d) 加热器水侧清洗应在炉前系统化学清洗中完成。
- e) 高压加热器高水位Ⅲ值的连锁动作应报警并同时打开汽侧危急疏水阀及水侧旁路阀,关闭加热器水侧进出口阀和抽汽隔离阀、逆止阀、上级疏水阀。
- f) 低压加热器高水位Ⅱ值的连锁动作应报警并同时打开汽侧危急疏水阀及水侧旁路阀,关闭加热器水侧进出口阀和抽汽隔离阀、逆止阀、上级疏水阀。

4.3.17 真空系统

4.3.17.1 调试内容

- a) 真空系统灌水严密性检查,灌水要求应按制造厂的规定。
- b) 真空泵试运转:电动机试转,泵组试运转。
- c) 真空泵连锁保护校验。

- d) 真空系统试拉真空。
- e) 完成调试记录和调试质量检验评定签证。

4.3.17.2 调试注意事项

- a) 真空系统严密性检查范围：凝汽器汽侧、低压缸的排汽部分，以及当空负荷时处于真空状态下的辅助设备与管道。
- b) 真空泵试运转时，试运转 30min 内的系统真空值应大于 40kPa。

4.3.18 轴封系统

4.3.18.1 调试内容

- a) 轴封系统蒸汽供汽管道吹扫：
 - 1) 辅助蒸汽至轴封系统的蒸汽供汽管用辅助蒸汽进行吹扫；
 - 2) 冷再热蒸汽至轴封系统的蒸汽供汽管在锅炉蒸汽吹扫阶段进行吹扫；
 - 3) 主蒸汽至轴封系统的蒸汽供汽管用主蒸汽进行吹扫。
- b) 轴封系统减温水管道水冲洗。启动凝结水泵，用除盐水冲洗管道直到冲洗水质清洁为止。
- c) 轴封系统投运：
 - 1) 轴封系统蒸汽供汽减温装置调整；
 - 2) 轴封系统蒸汽供汽减压装置调整及安全门校验；
 - 3) 轴封蒸汽压力调整装置调整；
 - 4) 轴封冷却器投运及轴冷风机试运转调整；
 - 5) 轴封系统投用。
- d) 完成调试记录和调试质量检验评定签证。

4.3.18.2 调试注意事项

- a) 禁止向静止的汽轮机转子供轴封汽，以避免转子产生热弯曲。
- b) 汽轮机热态启动投用轴封汽时，高、中、低压轴封供汽温度与转子轴封区间金属表面温度应匹配，不应超过制造厂允许的偏差值。
- c) 机组停机惰走期间，在主凝汽器的抽气设备停用和主凝汽器真空值到零之前，不应停用轴封蒸汽。

4.3.19 所有分系统调试项目的调整试运质量检验及评定要求

见附录 C。

5 汽轮机整套启动

5.1 通则

5.1.1 任务与要求

- a) 汽轮机整套启动是通过对汽轮机组参数调整试验来检验设备的设计、制造、安装的质量和性能，并在动态运转过程中及时发现问题，消除设备和系统中存在的缺陷，逐步使主机、辅助设备、系统达到设计的额定工况和出力，完成汽轮机满负荷考核试运行。
- b) 汽轮机整套启动是指设备和系统在汽轮机分系统调试合格后，炉、机、电第一次联合启动并以锅炉第一次点火、汽轮机第一次冲转为目的的机组启动。汽轮机整套启动调试工作应至机组完成满负荷试运行考核为止。
- c) 汽轮机整套启动分为汽轮机空负荷整套试运、带负荷整套试运及满负荷整套试运三个阶段。
- d) 汽轮机首次启动应准备好汽轮机有关连锁保护及超限报警定值，冲转、升速、并网、带负荷曲线，机组升温、升压曲线，停机措施。
- e) 汽轮机首次整套启动及满负荷整套试运行前必须由上级质量监督部门组织设计、施工、调试、监理、生产单位共同进行质量监督检查，经验收合格后才能进行启动调试的下阶段工作或移交生产。

- f) 在汽轮机整套启动前应确认分系统调试项目已结束，分系统调试记录与质量验收评定合格，汽轮机整套启动试运条件已满足。另外，与机组配套的输变电工程应保证汽轮发电机组试运满负荷发电输出的要求。

5.1.2 启动前必须具备的现场条件

- a) 试运行场地基本平整，设有明显的标志与分界，危险区设有围栏和警告标志，并消防设施完备
- b) 供水及厂内、外排水设施能正常投运，现场的沟道与孔洞的盖板齐全。
- c) 试运现场具有充足可靠的照明，事故照明能及时、自动投入。各运行岗位已有正常的通信装置，试运增设的临时岗位，亦应设有可靠的通信联络设施。
- d) 试运区的空调装置及通风采暖设施已按设计要求能正常投入使用。
- e) 在严寒季节试运，现场设备、管道及仪表管道应有防冻措施；在酷暑季节试运或高温岗位，应有防暑降温措施。
- f) 职业健康安全管理体系和环境管理体系已按规范要求实施。

5.1.3 启动调试前组织机构、人员配备和技术文件的准备

- a) 工程建立启动验收委员会及下设试运指挥部。
- b) 试运指挥部应组织设计、建设、施工、调试、生产、监理单位进行汽轮机整套启动调试前准备工作的检查。提出启动申请报告并由上级质监部门检查、批准同意进行汽轮机整套启动试运。
- c) 调试单位已配备足够的、合格的调试人员。
- d) “汽轮机整套启动措施（方案）”在试运前应由调试单位向参与试运的各有关单位人员交底。
- e) 生产单位已按“汽轮机整套启动调试措施（方案）”要求，配备好各岗位的试运行人员与试验人员，并备齐有关运行的技术文件。

5.2 机组启动前要投用的系统与要求

5.2.1 补给水系统

5.2.2 循环水系统

5.2.3 闭式冷却水系统（不设计闭式冷却水系统的机组，则投用工业水系统）

- a) 闭式冷却水系统正常，投用一台闭式冷却水泵，另一台作备用，并投用一组热交换器。
- b) 闭式冷却水系统投用时，若冷却水用户不足时，则需开启再循环阀，以防止打闷泵。
- c) 停机（应急）冷却水泵作连锁备用。

5.2.4 开式冷却水系统

开式冷却水泵正常运行时投用一台，另一台作备用。根据开式冷却水泵进口滤网压差情况定时投用开式泵旋转滤网的冲洗装置。

5.2.5 凝结水泵及凝结水系统

- a) 启动前凝结水泵先投用一台，另一台按系统负荷的增加而投用。
- b) 机组初始启动调试阶段当凝结水水质不合格时，应根据凝汽器水位打开凝结水排放阀排放，除氧器进水由化学补给水直接供给，凝结水水质合格后进除氧器回水。

5.2.6 辅助蒸汽系统

- a) 在机组负荷小于 25% 额定负荷前辅助蒸汽系统采用启动锅炉供汽或其他汽源作辅助蒸汽（再热蒸汽冷段）。
- b) 在机组负荷大于 25% 额定负荷后，当抽汽压力大于辅助蒸汽母管压力时，辅助蒸汽改由相应压力的抽汽提供。
- c) 当机组事故状态时应保证辅助蒸汽至轴封汽的供汽。

5.2.7 除氧器、给水系统

- a) 在启动前，除氧器压力、温度由辅助蒸汽母管供汽维持，当负荷增至 20%~25% 额定负荷后可改用抽汽加热除氧器，除氧器压力、温度随负荷滑升至额定参数。

- b) 启动前锅炉给水由电动给水泵供水, 对配置两台汽动给水泵的机组, 当负荷增至 30% 额定负荷时启动第一台汽动给水泵, 负荷增至 50%~70% 额定负荷时启动第二台汽动给水泵。在第二台汽动给水泵启动正常后, 逐步将电动给水泵负荷转移给汽动给水泵负担, 然后停用电动给水泵, 并使电动给水泵处于热备用状态。
- c) 对于全部配置电动给水泵的机组, 则按负荷要求启动电动给水泵。但应备有一台电动给水泵处于热备用状态。

5.2.8 高、低压加热器及抽汽系统

- a) 高、低压加热器一般随机启动, 但在机组首次启动时高压加热器不随机投用。
- b) 发电机并网带负荷后, 高压加热器疏水经化学取样合格后才能回收。
- c) 在疏水水质合格后, 才可将高压加热器疏水切至除氧器。
- d) 高压加热器旁路保护连锁动作正常。

5.2.9 发电机冷却系统

- a) 对空冷系统机组, 必须保证风压与风温符合设计要求。
- b) 对水冷系统机组, 必须保证水质导电度及进水温度符合设计要求。
- c) 对氢、油、水系统机组:
 - 1) 正常运行时, 保证氢压、氢温、氢纯度及氢湿度符合设计要求, 并氢压必须大于定子水压;
 - 2) 密封油系统运行正常, 符合设计要求, 并密封油压力高于氢压符合设计要求;
 - 3) 发电机冷却水系统应保证水质、导电度及进水温度符合设计要求, 并定子冷却水压力应小于氢压力。

5.2.10 主机及汽动给水泵汽轮机控制油系统

- a) 控制油(调节油)油泵启动时应注意油箱的油温, 若达不到要求油温, 则应投用电加热器, 使油温达到要求。
- b) 油泵运转应正常, 压力、流量符合设计要求。

5.2.11 润滑油系统、盘车及顶轴油系统

- a) 在汽轮机启动前投用主机润滑油泵及高压密封油泵, 直流事故油泵处于备用状态。在汽轮机转速达 3000r/min 及主油泵出口压力正常后, 停用主机润滑油泵和高压密封油泵, 然后投自动作备用。
- b) 盘车前投用顶轴油泵, 监测顶轴油泵出口压力及顶轴油压分配符合调整记录值。
- c) 首次启动汽轮机, 转子盘车应大于 24h。

5.2.12 汽轮机轴封汽系统

- a) 冷态启动时, 轴封汽汽源采用辅助蒸汽母管汽源。
- b) 根据汽缸温度选择供汽汽源, 以使供汽温度与转子金属温度相匹配。投用轴封汽源应注意保证轴封汽与转子金属温差小于 110℃。
- c) 汽机负荷大于 25% 额定负荷后, 轴封汽用汽轮机自身蒸汽密封, 此时轴封汽系统应处于热备用状态。
- d) 当轴封汽投用, 同时应投用轴封加热器风机, 保证轴封加热器呈微真空。
- e) 转子静止时禁止向轴封供汽。
- f) 机组热态启动投轴封汽时, 应确认盘车装置运行正常, 并先向轴封供汽, 后抽真空。停机阶段, 凝汽器真空到零, 方可停止轴封供汽。

5.2.13 真空泵及真空系统

汽轮机冲转前真空应达到 70kPa 以上。

5.2.14 主机疏水系统

主蒸汽、再热汽及汽轮机本体各疏水门确认开启, 确认本体疏水自动控制动作正常。确认防进水

系统正常。

5.2.15 热控控制、监视系统及连锁保护

- a) 模拟量控制系统 (CCS) 自动控制回路静态调整完成, 并具备试投条件。
- b) 数字采集系统 (DAS) 所采集的数据应完整并正确。
- c) 顺序控制系统 (SCS) 及防进水保护的连锁保护功能全部投运。
- d) 汽轮机监测仪表 (TSI) 系统调整完毕, 具备投运条件。
- e) 电液控制系统 (DEH) 全部功能试验调整完成, 高、中压主汽阀和调节汽阀开关特性连锁试验正常。
- f) 应急跳闸系统 (ETS) 各保护跳闸回路调试完毕, 并能投用。
- g) 润滑油系统, 控制油系统连锁功能及保护功能调试完成, 并能投用。
- h) 高、低压旁路控制系统调试完毕, 具备投运条件。
- i) 汽动给水泵汽轮机调节控制系统 (MEH) 静态调整完毕, 可试投用。
- j) 机、炉、电大连锁试验正常, 并可投入。
- k) 热工监测仪表及信号装置确认正常。

5.3 汽轮机冲转前的检查

5.3.1 冲转前检查

- a) 汽轮机遥控脱扣和就地脱扣各一次, 确认高压主汽阀、中压主汽阀、高压调节汽阀、中压调节汽阀、排汽逆止阀等连锁关闭, 动作正常。
- b) 低压缸喷水系统试验确认正常。
- c) 汽轮机超速限制保护 (OPC) 动作正常。
- d) 润滑油压力、温度及控制油 (调节油) 油压符合启动要求, 并油压连锁保护动作正常。
- e) 机组在盘车状态下转子偏心值不得偏离原始数值 0.02mm, 并注意高点相位有无变化。
- f) 凝汽器真空大于 70kPa。
- g) 汽轮机高、中压内缸上下温差不超过制造厂规定的限值。
- h) 主蒸汽、再热汽进汽轮机的温度必须具有 56℃ 以上的过热度。
- i) 热控仪表、声光报警、设备状态的参数显示正常。
- j) 采用旁路控制时, 必须调整好高、低压旁路控制装置。

5.3.2 汽轮机冲转参数的选择

5.3.2.1 汽轮机启动状态划分

- a) 高压缸启动时按调节级处的金属温度划分, 中压缸启动时按中压缸第一级处金属温度划分, 具体划分温度应按制造厂的规定。
- b) 一般划分为:
 - 1) 冷态: 高压汽缸内缸内下壁调节级处金属温度在 150℃ 以下时的状态。
 - 2) 温态: 高压汽缸内缸内下壁调节级处金属温度在 150℃ ~ 300℃ 之间的状态。
 - 3) 热态: 高压汽缸内缸内下壁调节级处金属温度在 300℃ ~ 400℃ 之间的状态。
 - 4) 极热态: 高压汽缸内缸内下壁调节级处金属温度在 400℃ 以上时的状态。

5.3.2.2 启动参数的选择

- a) 主蒸汽温度应具有 56℃ 以上的过热度。
- b) 主蒸汽压力的选择主要取决于主蒸汽温度。它既要与蒸汽温度的要求相对应, 又要满足迅速通过临界转速并达到额定转速的能量要求。
- c) 再热蒸汽过热度应不小于 56℃, 若高、中压为合缸布置时, 再热蒸汽与主蒸汽温度相差不大于 30℃。
- d) 对单元机组一般采用压力法滑参数启动。

5.4 汽轮机组空负荷整套试运调试

5.4.1 汽轮机首次冷态启动步骤

- a) 汽轮机冲转，盘车装置正常脱开。
- b) 汽轮机冲转至 600r/min，手动按脱扣进行摩擦检查，确认通流部分、轴封内部及发电机内部无摩擦，各轴承回油正常后，方可升速。升速数值按启动曲线要求选择，一般升速速值为每分钟 100r/min。并确认在启动过程中顶轴油系统停运。
- c) 汽轮机暖机转速按制造厂提供的汽轮机转速保持曲线及实际轴承振动情况进行控制。
- d) 转速升至机组转子轴系一阶临界转速前，对机组进行检查和暖机，暖机时间应满足制造厂规定的要求。若发现异常，应立即停机检查。
- e) 汽轮机再次升速通过转子轴系临界转速时，升速速值宜选择为每分钟不小于 200r/min，转速上升应迅速平稳，不能滞留，轴振动值应小于 250 μ m。
- f) 机组升速至 2000r/min 左右进行暖机，暖机转速或暖机时间应符合制造厂的规定要求。
- g) 在升速到 2900r/min 左右，检查确认蒸汽室内壁金属温度达到要求，允许进行阀切换，切换时间应不大于 3min。
- h) 当汽轮机升速到 3000r/min 额定转速后应进行手动脱扣试验和充油试验，确认超速跳闸机构功能正常。
- i) 达额定转速后必须对各项技术指标进行常规性检查并记录。

5.4.2 热态启动步骤

- a) 热态启动时的冲转参数选择，应根据汽缸温度按制造厂提供的启动曲线确定。
- b) 热态启动冲转、升速、并网要求：
 - 1) 主蒸汽、再热汽管道疏水充分，汽缸本体疏水充分；
 - 2) 冲转后应经摩擦检查，确认无异常后方可升速，要求升速速值每分钟不小于 200r/min；
 - 3) 通过临界转速时的轴振动值应小于 250 μ m；
 - 4) 定速时检查确认机组正常后尽快并网。

5.4.3 启动过程中主机技术标准控制

- a) 高、中压内、外缸上、下温差不得超过制造厂规定的限值。
- b) 高、中、低压缸胀差在制造厂规定范围内，并具有一定的裕度。
- c) 通过临界转速时轴振动不大于 250 μ m。
- d) 额定转速（3000r/min）时，轴振动值不大于 120 μ m 合格，不大于 76 μ m 优良。
- e) 轴向位移应符合制造厂规定的范围。
- f) 推力轴承金属温度符合设计要求。
- g) 汽轮机、发电机轴承金属温度不大于 95℃。
- h) 高压缸排汽温度不大于 390℃。
- i) 低压缸排汽温度应符合设计要求。
- j) 凝汽器真空达到规定数值。

5.4.4 空负荷试运时的汽轮机试验

- a) 危急保安器就地及远方打闸试验。连锁高、中压主汽阀和调节汽阀关闭，抽汽逆止阀关闭，并信号指示正确。
- b) 主汽阀、调节汽阀严密性试验。对制造厂有试验标准的应执行制造厂的标准，对没有明确要求时，则按以下步骤进行试验。
 - 1) 应在额定汽压、正常真空和汽轮机空负荷运行时进行。
 - 2) 高、中压主汽阀或高、中压调节汽阀分别全关而另一汽阀全开时，应保证汽轮机转速降至 1000r/min 以下。

3) 当主(再热)蒸汽压力偏低, 但不低于 50% 额定压力时, 汽轮机转速下降值 n 按下式修正:

$$n = (p/p_0) \times 1000 \text{ r/min} \quad (1)$$

式中:

p ——试验时的主蒸汽压力或再热蒸汽压力, MPa;

p_0 ——额定主蒸汽压力或再热蒸汽压力, MPa。

- c) 危急保安器充油试验。应在汽轮机额定转速时进行, 两只危急保安器应分别试验, 危急保安器动作的声光信号指示应正确。
- d) 低真空跳闸试验。
- e) 低润滑油压跳闸试验。
- f) 其他信号跳闸试验。
- g) 调节控制系统空负荷特性检查。

5.5 汽轮机带负荷整套试运调试

5.5.1 汽轮机带负荷试运行前应具备的条件

- a) 汽轮发电机组空负荷试运行正常。
- b) 调节系统工作正常。
- c) 发电机空载电气试验完毕。
- d) 发电机冷却系统。氢冷系统完成密封油调整及投氢工作, 水冷系统完成水循环投运。

5.5.2 汽轮机带负荷调试程序

- a) 发电机并网带初负荷(不小于 5% 额定负荷), 保持运行 30min 暖机, 并检查汽轮机组运行参数及系统运行应正常(包括发电机冷却系统)。
- b) 发电机带低负荷(10%~25% 额定负荷)运行 4h 以上, 使转子温度达到脆性转变温度, 随后减负荷与电网解列, 进行超速试验。
 - 1) 当空负荷电气试验结束后, 发电机并网并带上 10% 额定负荷稳定运行 4h~6h。
 - 2) 带负荷过程中必须加强汽水品质监督, 品质不合格的疏水, 不得回收。
 - 3) 发电机解列后汽轮机维持额定转速进行超速试验。
 - 4) 超速试验完成后, 发电机重新并网带负荷试运。
 - 5) 制造厂不要求先暖机而直接在空负荷试运中进行超速保护试验的机组, 可按制造厂规定执行。
- c) 汽轮机超速试验, 按以下要求进行:
 - 1) 汽轮机冷态启动时, 试验前汽轮机带 10%~25% 额定负荷运行 4h 以上, 并此间保持蒸汽参数稳定, 随后减负荷解列, 汽轮机稳定在额定转速。若制造厂另有试验说明, 可按制造厂的要求不带负荷直接进行超速试验。
 - 2) 机械超速保护试验应与电气附加超速保护试验分别进行。
 - 3) 机械超速保护试验危急保安器动作转速值应设定为额定转速的 109%~111%, 每个飞锤或飞环应试验两次, 两次动作转速之差不大于 0.6%。当机组为初次投运时, 应进行三次试验, 第三次动作转速与前两次动作转速平均值之差不大于 1% 额定转速。
 - 4) 电气附加超速保护动作试验, 同上步骤。一般动作整定值比危急机械超速的危急保安器动作转速高 1%~2%, 最高不得大于额定转速的 114%。当电气附加超速保护装置动作时, 超速指示灯应亮。
 - 5) 对于 OPC 超速限制保护装置试验, 装置整定值为 103%~105%。
 - 6) 对于只设有电气超速保护装置(不设机械超速保护装置)的汽轮机机组, 其电气超速试验的动作转速值及试验步骤与机械超速试验要求相同。
- d) 发电机再并网至带额定负荷。
 - 1) 在超速试验结束后, 发电机重新并网带负荷。

- 2) 发电机并网至带额定负荷阶段, 汽轮机进汽参数按启动曲线要求进行滑升。滑升过程中应严格控制升压率、升温率。
- 3) 严格按启动曲线控制负荷变化、升负荷。
- 4) 负荷达到 10% 额定负荷后, 中压主汽阀前各级疏水阀应自动关闭。
- 5) 高压加热器不随机启动时, 当负荷升到 20% 额定负荷后, 可开始对高压加热器进行汽侧冲洗, 疏水品质不合格不得逐级自流至除氧器。
- 6) 负荷升到 20% 额定负荷时, 高压主汽阀后各级疏水阀应自动关闭。
- 7) 负荷达到 20% 额定负荷后, 确认电气及汽轮发电机组运转正常可进行厂用电切换。
- 8) 升负荷到达 30% 额定负荷后, 投入汽动给水泵运行。
- 9) 负荷达到 70% 额定负荷时, 投运另一台汽动给水泵并入给水系统, 同时将电动给水泵退出运行, 作热备用。
- 10) 负荷达到 80% 额定负荷后, 主蒸汽压力、温度及再热蒸汽温度应都稳定在额定范围内。对汽轮机组进行全面检查后可进行真空严密性试验。
- 11) 负荷升到额定负荷后, 需确认汽轮机组运行正常和运行指标符合要求。汽轮机组在额定负荷工况下应连续运行 24h 以上。
- 12) 汽轮机组条件具备后可进行甩 50%、100% 额定负荷试验。

5.5.3 带负荷运行过程中汽轮机重要控制项目

- a) 额定负荷工况的轴振动或轴承振动。
- b) 轴承进油温度。
- c) 推力轴承、支持轴承及发电机轴承金属温度。
- d) 汽缸膨胀。
- e) 轴向位移。
- f) 高压缸、中压缸、低压缸胀差。
- g) 主蒸汽、再热蒸汽压力和温度。
- h) 高、中压内、外缸上、下温差。
- i) 凝汽器压力。
- j) 高压缸排汽温度。
- k) 低压缸排汽温度。
- l) 升负荷速率。

5.5.4 带负荷试运阶段的汽轮机试验项目与要求

- a) 汽轮机真空严密性试验。
 - 1) 汽轮机真空严密性试验时, 汽轮机负荷应稳定在 80% 额定负荷以上, 真空稳定, 关闭抽气阀 (最好停真空泵), 30s 后开始每 0.5min 记录机组真空值一次, 共记录 8min, 取其中后 5min 内的真空下降值计算每分钟的真空平均下降值。
 - 2) 真空值应使用标准级的就地真空表读取, 不能直接从 CRT 中的 DAS 数据读取。
 - 3) 真空平均下降值应不大于 0.40kPa/min 为合格。
- b) 汽轮机调节系统负荷试验。
- c) 甩负荷试验应分别在 50%、100% 额定负荷两级进行 (按 DL/T 711 的要求执行)。对已取得该型机组用常规法甩负荷实测的转子转动惯量, 或制造厂提供了该型试验机组的转子设计转动惯量, 该启动调试机组可选用测功法进行汽轮机甩负荷试验。
- d) 汽轮机主汽阀、调节汽阀启闭试验。
- e) 汽轮机旁路控制方式试验。

5.5.5 汽轮机辅助设备调试要求

- a) 低压加热器、高压加热器：
 - 1) 自动疏水装置投运及动作正确；
 - 2) 主要运行参数符合设计要求；
 - 3) 端差符合设计要求；
 - 4) 高压加热器自动旁路装置动作正常。
- b) 凝汽器：
 - 1) 冷却水进、出口压力及温度符合设计要求；
 - 2) 端差符合设计要求；
 - 3) 真空值符合设计要求；
 - 4) 自动补水装置投运正常；
 - 5) 排汽缸喷水投运正常。
- c) 除氧器：
 - 1) 主要运行参数符合设计要求；
 - 2) 出口给水溶解氧值符合试运要求。

5.5.6 汽轮机组附属机械调试要求

- a) 凝结水泵：
 - 1) 轴承振动不大于 $80\mu\text{m}$ 为合格，不大于 $60\mu\text{m}$ 为优良；
 - 2) 轴承温度不大于 85°C ；
 - 3) 连锁保护全部投入，动作指示准确；
 - 4) 性能及容量符合机组运行和设计要求；
 - 5) 再循环系统投运正常。
- b) 电动给水泵：
 - 1) 润滑油油压、油温符合设计要求；
 - 2) 轴承金属温度不大于 90°C 合格，不大于 80°C 优良；
 - 3) 连锁保护及报警全部投入，动作正确；
 - 4) 泵性能及容量符合机组运行和设计要求；
 - 5) 再循环系统投运正常；
 - 6) 对具有液力耦合器的电动给水泵，转速调节应灵敏。工作油温度符合设计要求。
- c) 汽动给水泵汽轮机及给水泵：
 - 1) 轴振动不大于 $90\mu\text{m}$ ；
 - 2) 轴向位移符合设计要求；
 - 3) 轴承金属温度不大于 90°C 为合格，不大于 80°C 为优良；
 - 4) 疏水系统阀门自控动作正确，系统正常；
 - 5) 润滑油系统油压、油温正常；
 - 6) 控制油（调节油）系统油压、油温正常；
 - 7) 调节系统控制正常，灵活；
 - 8) 高、低压汽源切换正常；
 - 9) 小汽轮机工作性能满足给水调节要求；
 - 10) 给水泵性能及容量符合机组运行和设计要求；
 - 11) 再循环系统投运正常。
- d) 循环水泵：
 - 1) 轴承金属温度不大于 80°C 。

- 2) 动叶调节灵活、调节指示准确。
- 3) 出口蝶阀调节灵活, 阀位指示正确。当循环水泵停止时, 出口蝶阀应同时关闭, 但应防止水锤效应。
- 4) 循环水泵工作性能符合机组运行和设计要求。
- 5) 循环水泵连锁保护全部投入, 保护动作正确, 信号指示准确。

5.5.7 汽轮机组热力系统调试要求

a) 真空系统:

- 1) 真空系统严密性试验值不大于 0.40kPa/min;
- 2) 额定负荷时凝汽器真空值符合设计要求。

b) 凝结水及疏水系统:

- 1) 凝结水压力、温度符合设计要求;
- 2) 凝汽器水位自动调节投运正常;
- 3) 疏水系统管道畅通并无泄漏;
- 4) 疏水系统保护全部投入、动作正确;
- 5) 确认低压加热器旁路投运正常, 动作正确。

c) 轴封系统:

- 1) 轴封系统供汽压力符合设计要求;
- 2) 轴封系统供汽温度符合设计要求;
- 3) 温度调节装置投运正常。

d) 除氧、给水系统:

- 1) 给水溶解氧值符合试运要求;
- 2) 给水温度符合设计要求;
- 3) 给水滤网差压符合设计要求;
- 4) 高压加热器旁路投运正常, 动作正确。

e) 主、再热蒸汽及旁路:

- 1) 主(再热)蒸汽参数, 符合设计要求;
- 2) 旁路系统投运符合设计要求, 蒸汽压力、温度调节正常, 阀门动作灵活, 关闭严密;
- 3) 管道膨胀自如, 无异常振动及泄漏。

f) 抽汽系统:

- 1) 汽轮机各级抽汽参数符合设计要求;
- 2) 连锁保护全部投入, 动作正确, 信号报警正常;
- 3) 疏水系统畅通并无泄漏;
- 4) 管道膨胀自如, 阀门无卡涩、无泄漏。

5.6 汽轮机满负荷整套试运

5.6.1 汽轮机进入满负荷整套试运的条件

- a) 汽轮发电机组负荷达到额定功率, 并能稳定运行。
- b) 电网已满足机组满负荷连续运行条件。
- c) 高压加热器正常投运。
- d) 汽轮机组的热控自动投入率符合汽轮机满负荷试运标准。
- e) 汽轮机组的保护装置投入率为 100%。
- f) 其他条件: 汽水品质满足正常运行要求且汽轮机润滑油、控制油(调节油)及发电机冷却水质量符合要求; 锅炉切断助燃油(气)及投运电除尘、投吹灰系统; 厂用电切换正常。

5.6.2 汽轮机满负荷整套试运要求及标准

5.6.2.1 满负荷试运的要求

- a) 按“汽轮机整套启动调试措施”及电厂“运行规程”进行汽轮机满负荷整套试运。
- b) 当机组达到满负荷、断助燃油（气）、投高压加热器、投电除尘器、投自动控制装置后，机组即可进入满负荷整套试运。
- c) 机组满负荷试运期间，汽水品质应符合生产试运标准，自动控制装置投入符合满负荷试运标准（当个别自动控制装置由于设计或设备性能、系统等不属于施工原因而暂不能投入时，则须经试运总指挥批准，并由建设单位负责在试生产阶段组织完成），机组负荷调节品质达到设计要求和运行正常，负荷率指标符合汽轮机满负荷试运标准，则机组满负荷整套连续试运即告完成。

5.6.2.2 汽轮机满负荷试运标准

- a) 连续运行时间：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组的满负荷试运连续运行时间不少于 168h；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组的满负荷试运分为 72h 和 24h 两阶段进行。连续完成 72h 满负荷试运后，停机进行全面的检查、消缺，消缺后再启动机组带负荷连续 24h 满负荷试运。
- b) 按预定负荷曲线连续稳定带负荷。
- c) 连续平均负荷率：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组的连续平均负荷率不小于 85% 为合格，不小于 90% 为优良；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组的连续平均负荷率不小于 80% 为合格，不小于 90% 为优良。
- d) 连续满负荷时间：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组（执行 168h 满负荷试运）的连续满负荷时间不小于 72h 为合格，不小于 96h 为优良；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组（执行 72h+24h 满负荷试运）的连续满负荷时间不小于 24h 为合格，不小于 36h 为优良。
- e) 热控自动投入率：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组的热控自动投入率不小于 80% 为合格，不小于 90% 为优良；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组的热控自动投入率不小于 60% 为合格，不小于 70% 为优良。
- f) 保护装置投入率：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组的保护装置投入率 100%；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组的保护装置投入率 100%。

5.6.2.3 汽轮机满负荷整套调整试运质量检验与评定要求

见附录 C。

5.6.3 其他要求

- a) 汽轮机满负荷试运的设备及系统应全部投入。当个别设备未及时投入应得到指挥部批准同意，但要求不影响机组负荷和安全。
- b) 完成满负荷试运的启动次数大于 3 次为合格，3 次及以下为优良。
- c) 完成首次汽轮机组冲转至满负荷试运的天数：
 - 1) 300MW 及 300MW 以上机组的满负荷试运天数大于 90 天为合格，90 天及以下为优良；
 - 2) 125MW~300MW 以下机组的满负荷试运天数大于 60 天为合格，60 天及以下为优良。
- d) 机组及管道保温层外壁温度不大于 50℃（室温 25℃ 时）。
- e) 发电机冷却系统：
 - 1) 内冷水电导率不大于 2μs/cm（25℃），内冷水 pH 值为 6.5~8.0；
 - 2) 漏氢率不大于 5%/d。
- f) 汽轮机调节控制系统正常可靠，调节汽门动作无卡涩及振动。

- g) 汽水品质符合设计要求。
- h) 汽轮机调节控制系统和润滑系统中所用的抗燃油及润滑油油质应符合 GB/T 7596、DL/T571 的规定要求。

5.6.4 汽轮机满负荷试运记录

- a) 汽轮机满负荷试运行主要运行指标记录。
- b) 汽轮机满负荷试运行过程记录。
- c) 汽轮机满负荷试运行阶段汽轮机振动记录。
- d) 汽轮机满负荷试运行阶段自动装置投入统计。
- e) 汽轮机满负荷试运行阶段主要保护投入统计。
- f) 汽轮机满负荷试运行阶段汽、水品质记录。
- g) 记录内容与格式参见附录 D。

6 汽轮机停机

6.1 停机调试

- a) 汽轮机停止是启动的逆过程，启动过程的基本要求原则上适用于停机，但温降变化率要求小于启动时的温升变化率：一般控制在 $10^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
- b) 负荷、蒸汽参数、高中压汽缸金属温度变化率，应始终处于受控状态，并符合停机曲线。
- c) 当滑参数停机时，主蒸汽、再热蒸汽的汽温、汽压应按规定的变化率逐渐降低，并应始终保持足够的过热度。
- d) 随着负荷及主蒸汽参数的降低，胀差、绝对膨胀、各轴承温度、轴向位移等的变化应足够重视。轴封供汽、真空及辅助设备各系统应及时调整和切换。要确保除氧器运行稳定，防止压力和温度失配引起汽化。
- e) 确保汽轮机各部分的疏水阀能在不同工况下开启。
- f) 发电机解列后注意汽轮机的转速变化。当发生不正常升高时，应立即打闸停机。
- g) 打闸后应准确记录汽轮机转子的惰走时间。对启动调试机组，汽轮机首次正常停机应测取转子的惰走曲线，这是判断汽轮机动静部分和轴承工作是否正常的重要依据。
- h) 正常停机惰走过程中一般转速降至设备制造厂技术要求转速值时开启顶轴油泵。
- i) 正常停机时应继续保持真空，直到汽轮机惰走至设备制造厂技术要求转速值时可以破坏真空。真空到零时，停止轴封供汽。惰走曲线中应记录真空的变化情况。

6.2 停机盘车

- a) 转子静止后盘车装置应立即投运。
- b) 盘车运行期间，若发现转子偏心超过允许值或有金属摩擦声，应停止连续盘车，改为间断盘车 180° ，并应迅速查明原因后消除缺陷，待偏心度恢复至正常值后再投入连续盘车运行。
- c) 若电动盘车投运不上，则应设法手动间断盘车 180° 。禁止用机械手段强制盘车。
- d) 汽轮机调节级或中压第一压力级处金属温度在 150°C 以上时，若需要短时间停止连续盘车，应保持轴承供油正常，以防止轴承钨金过热损坏，在此期间应手动间断盘车。
- e) 因工作需要短时间停止盘车运行时，应准确记录盘车停止时间、当时的转子偏心度及相位。待工作结束后，根据转子偏心度的变化值决定是否应经手动盘车 180° 或投入连续盘车。
- f) 当汽轮机调节级或中压第一压力级处金属温度小于 150°C 后，可以停止盘车运行。但仍应继续监视转子偏心度，若偏心度有明显变化，应查明原因并进行间断盘车。

6.3 停机后的强迫冷却

- a) 汽轮机停机后的强迫冷却应特别注意防止大轴弯曲。
- b) 冷却工质的引入和引出，应防止汽轮机本体局部产生过大的热应力，同时防止积水进入管道及

设备中。

- c) 冷却过程中应保证盘车连续正常运转, 禁止在转子静止状态下引入冷却工质。
- d) 在冷却过程中应加强对盘车电流、转子偏心度、汽缸膨胀与胀差、汽缸金属温度等重要参数监视和控制, 若发现异常或超限应立即停止冷却。
- e) 严格控制冷却速度, 汽缸温降变化率应符合制造厂要求, 一般应在 $-8^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim -12^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 范围内。
- f) 强迫冷却工作结束后, 为保证转子及汽缸冷却均匀, 应至少再连续盘车 8h。

7 机组异常(故障)及处理

7.1 启动调整试运中, 机组异常及处理

7.1.1 在汽轮机启动试运中, 当发生下列情况之一时, 应破坏真空打闸紧急停机:

- a) 汽轮机转速上升到 3330r/min, 危急保安器在整定转速值不动作。
- b) 汽轮机突然发生强烈振动, 保护不动作。
- c) 汽轮机内部发生明显的金属摩擦声。
- d) 汽轮机发生水冲击。
- e) 轴封摩擦冒火花。
- f) 汽轮发电机组任何一轴承瓦块金属温度大于 95°C , 或轴承回油温度大于 75°C 。
- g) 轴承润滑油压降低到 0.06MPa, 保护连锁未动作。
- h) 轴向位移超限, 保护未动作。
- i) 任何一块推力瓦块温度大于 105°C 。
- j) 汽轮机油系统着火, 并且不能迅速扑灭, 危及机组安全运行时。
- k) 发电机冒烟着火或氢气爆炸。

7.1.2 在汽轮机启动试运中, 当发生下列异常之一时, 应进行不破坏真空打闸紧急停机:

- a) 主蒸汽或再热蒸汽压力或温度参数异常, 超过制造厂的规定要求时。
- b) 凝汽器真空下降, 达到极限值, 并且不能迅速恢复。
- c) 油系统严重漏油, 无法维持运行时。
- d) 汽轮机高、中、低压汽缸相对膨胀超过限值时。
- e) 发电机冷却水中断, 断水时间超过制造厂的规定。
- f) 发电机漏水或氢系统故障。
- g) 调节控制系统故障, 无法维持运行。
- h) 主蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道的破裂, 无法维持机组运行时。
- i) 炉跳机或电跳机连锁保护拒动。

7.1.3 汽轮机启动调试期间由于热控、电气保护整定值的不合理, 保护逻辑的不合理或误动作引起跳闸事故的频繁出现时, 要及时查找和分析原因, 制定有效的对策, 防止重复发生。

7.2 汽轮机停机过程中异常及处理

- a) 在汽轮机停机过程中, 由于设备缺陷迫使停机工作不能正常进行, 应采取有效的措施确保汽轮机安全。
- b) 在减负荷过程中, 若调节控制系统部套卡涩应设法消除, 必要时应立即打闸停机, 连锁关闭主汽阀和各级抽汽逆止阀, 不得先解列发电机, 以防引起超速。
- c) 当抽汽逆止阀卡涩或不能关严时, 应关闭截止阀, 防止蒸汽倒流入汽轮机造成超速。
- d) 滑参数停机过程中, 若主蒸汽、再热蒸汽参数失控或发生蒸汽带水, 应立即停机。

7.3 汽轮机油系统失火

7.3.1 油系统失火处理

- a) 当油系统着火, 火势不能立即扑灭严重威胁设备安全时, 应手按紧急停机按钮或手动脱扣紧急

停机并破坏真空。

- b) 确认高、中压主汽阀和调节汽阀关闭及给水泵汽轮机高、低压调节汽阀关闭。并立即停用 EH 油泵、启动润滑油泵。
- c) 当火势威胁临近设备时应进行事故放油，但要保证在转子停止前润滑油不能中断。当火扑灭后，立即关闭事故油门。
- d) 转子停止后，应立即停用润滑油泵，同时转子每 15min 间隔盘动 180°。
- e) 若遇高压部件和管道着火时，应用泡沫式或干粉式灭火器，不准使用黄砂和水灭火。

7.3.2 油系统着火预防

- a) 油系统管道法兰、阀门及可能漏油部位附近不准有明火，必须明火作业时要采取有效的措施。附近的热力管道或其他热体的保温应紧固完整，并包好铁皮。
- b) 油系统管道法兰、阀门、轴承及液压调速系统部件等应保持严密不漏油。若有漏油，应及时消除，严禁漏油渗透至汽轮机下部蒸汽管道和阀门保温层。
- c) 油系统管道法兰、阀门的周围及下方，若敷设有热力管道或其他热体，这些热体保温必须齐全，保温外面应包铁皮。
- d) 若发现保温材料内有渗透油时，应消除漏油点，并更换保温材料。
- e) 汽轮机油系统的设备及管道损坏发生漏油，凡不能与系统隔绝处理的或热力管道已渗入油的，应立即停机处理。

7.4 汽轮机超速

7.4.1 汽轮机超速处理

- a) 当调节控制系统控制不良、保护失灵或保护动作但主汽阀或调节汽阀卡涩不动作引起严重超速时，应立即破坏真空紧急停机。
- b) 确认高、中压主汽阀和调节汽阀及各级抽汽阀与逆止阀均关闭，汽轮机转速下降并启动润滑油泵。
- c) 检查高、低压旁路应动作正常。
- d) 倾听汽轮机汽缸内部声音，记录惰走时间。
- e) 对汽轮机组进行全面检查，并查明原因和缺陷消除后，才可重新启动。
- f) 必须进行超速保护试验，合格后才可并网、带负荷。

7.4.2 汽轮机超速的预防

- a) 在额定蒸汽参数下，调节控制系统能维持汽轮机在额定转速下稳定运行，甩负荷后能将转速控制在危急保安器动作转速以下。
- b) 各种超速保护均应正常投入运行，超速保护不能可靠动作时，禁止汽轮机启动和运行。
- c) 汽轮机在无重要运行监视表计（转速表）或仪表显示不正确或失效时，严禁启动。
- d) 润滑油和抗燃油的油质必须合格。在油质及清洁度不合格的情况下，严禁汽轮机启动。
- e) 汽轮机调节控制系统必须进行静态试验或仿真试验，确认启动前调节系统工作正常。在调节部套卡涩或系统工作不正常的情况下，严禁启动。
- f) 正常停机时，在确认功率到零后，再将发电机与系统解列，或采用逆功率保护动作解列。严禁带负荷解列。
- g) 配备旁路的机组应严格按运行规程要求投入旁路系统。在汽轮机甩负荷或事故状态下，旁路系统必须正常投运。
- h) 抽汽逆止阀应严密且连锁动作可靠，并必须设置能快速关闭的抽汽隔截阀，以防止抽汽倒流引起超速。
- i) 汽轮机整套试运阶段应进行危急保安器超速试验、主汽阀和调节汽阀严密性试验、阀门活动试验，各项试验都应符合设计要求。危急保安器的动作转速值应调整在额定转速的 109%~111%。

j) 汽轮机整套试运前应进行高、中压主汽阀和调节汽阀静态关闭时间测定及各级抽汽逆止阀的联动关闭试验, 各项测试数值都应符合设计要求。

k) 严防电液伺服阀(包括电液转换器)等部套卡涩、漏油。

7.5 汽轮机大轴弯曲、轴瓦烧损

7.5.1 汽轮机大轴弯曲的防止

a) 汽轮机启动前必须符合以下条件, 否则禁止启动:

- 1) 大轴晃动、轴向位移、胀差、低油压和振动保护等表计显示正确并正常投入;
- 2) 大轴晃动值不应超过制造厂的规定值;
- 3) 高压内、外缸上、下温差不超过制造厂规定的限值;
- 4) 主蒸汽温度必须高于汽缸最高金属温度 50°C , 但最高温度不得超过制造厂的规定值。蒸汽过热度不小于 56°C 。

b) 启停过程的预防措施:

- 1) 汽轮机启动前连续盘车时间应执行制造厂的有关规定, 首次冷态启动前连续盘车时间应不少于 24h。
- 2) 汽轮机启动过程中因振动异常停机后, 应立即回到盘车状态, 并进行全面检查和认真分析。查明原因并消除缺陷后, 确认汽轮机符合启动条件时, 才能再次启动。
- 3) 停机后应立即投入盘车, 观察偏心度指示器监视转子的偏心度变化。
- 4) 汽轮机热态启动投轴封汽时, 应确认盘车装置运行正常, 并要先向轴封供汽, 后抽真空。停机后凝汽器真空到零, 方可停止轴封供汽。
- 5) 供汽管道应充分暖管、疏水, 严防水或冷汽进入汽轮机。
- 6) 停机后应认真监视凝汽器水位、高压加热器水位和除氧器水位, 防止汽轮机进水。
- 7) 严格按照汽轮机在各种状态下的典型启动曲线和停机曲线进行启停。

7.5.2 汽轮机轴瓦烧损的预防

- a) 汽轮机启动前辅助油泵应处于联动状态; 停机前应进行辅助油泵的启动及连锁试验。
- b) 润滑油系统进行冷油器、辅助油泵、滤网切换操作时, 应按操作卡顺序缓慢进行操作, 并监视润滑油压的变化, 严防切换操作过程中断油。
- c) 在汽轮机启动、停机和试运中, 应严密监视推力瓦、轴瓦金属温度和回油温度, 当温度超过标准要求时, 应按规程要求处理。
- d) 在发生可能引起轴瓦损坏(如振动超限、瞬时断油等)的异常情况下, 应在确认轴瓦未损坏之后, 方可重新启动。
- e) 在润滑油油质超标的情况下, 禁止汽轮机启动。
- f) 严禁汽轮发电机组在振动超限的情况下运行。
- g) 在润滑油压低时应能正确、可靠地连锁启动交流、直流润滑油泵, 严防联动过程中瞬间断油。
- h) 检查顶轴油系统及顶轴油泵运行的可靠性。

7.6 汽轮机甩负荷

- a) 在汽轮机甩负荷后应确认汽轮机调节控制系统工作正常, 各调节汽阀关闭, 各抽汽阀关闭, 各疏水阀打开, DEH 甩负荷功能实现, OPC 动作正常, 本体汽缸通风阀开启, 高、低压旁路自动控制正常, 转速先上升(最高转速小于危急保安器动作值)后下降, 逐渐趋于稳定, 否则应立即打闸停机。当危急保安器动作而主汽阀未关严时, 应及时作其他紧急处理。
- b) 润滑油压降低时立即启动辅助油泵。
- c) 检查汽轮机轴承及推力轴承温度、振动、高压缸排汽温度、轴向位移、调节级金属温度、主蒸汽和再热蒸汽压力、排汽缸温度, 并按运行规程调整和处理辅助设备和辅助机械的运行工况。
- d) 必须查明汽轮机甩负荷发生的原因, 在消除缺陷后, 才能重新启动、并网、带负荷。

- e) 有 FCB 功能的机组，在发生甩负荷后，除了检查以上条文内容外，还应检查发电机各运行参数和厂用电运行情况。

8 调试技术总结报告及技术（记录）文件

8.1 调试技术总结报告

- a) 满负荷整套试运结束后，由调试单位汽轮机专业编写“汽轮机启动调试技术总结报告”。
- b) “汽轮机启动调试技术总结报告”应由汽轮机分系统调试技术总结与汽轮机整套启动调试技术总结两部分组成。
- c) 调试技术总结报告内容：
 - 1) 设备概况；
 - 2) 主要调试进度；
 - 3) 分部试运调试总体情况；
 - 4) 汽轮机调节控制系统调整试验；
 - 5) 重要辅助机械及系统调整试运；
 - 6) 凝结水泵及系统调整试运；
 - 7) 给水泵及系统调整试运；
 - 8) 发电机氢、油、水系统调整试验；
 - 9) 汽轮机整套启动调试总体情况；
 - 10) 汽轮机空负荷试运；
 - 11) 汽轮机带负荷试运；
 - 12) 汽轮机满负荷试运；
 - 13) 汽轮机甩负荷试验；
 - 14) 调试结论与评价；
 - 15) 调试中发生的问题与处理改进；
 - 16) 附表（记录数据、图表、曲线）。

8.2 应具备的技术（记录）文件

- a) 汽轮机调节控制系统的整定与试验记录。
- b) 汽轮机自动、保护、连锁装置的整定与试验记录。
- c) 真空严密性试验记录。
- d) 汽轮机整套启停运行记录，包括蒸汽参数、真空、升速、带负荷情况、汽缸热膨胀、胀差、轴承振动、汽缸金属温度、轴承及推力轴承金属温度，以及其他有关参数记录。
- e) 汽轮机惰走时间记录及惰走曲线。
- f) 试运中的设备缺陷、异常情况及其处理情况。
- g) 汽轮机满负荷整套试运期间的连续负荷曲线记录及参数记录。
- h) 汽轮机甩负荷记录。

附 录 A
(资料性附录)

汽轮机调试措施编制内容及编审程序示例

A.1 编制内容

A.1.1 调试项目标题。

A.1.2 概述。

A.1.3 编制依据。

A.1.4 设备规范、特性、参数。

A.1.5 调试前必须具备的条件。

A.1.6 调试项目及工艺程序、技术方案。

A.1.7 控制、验收的技术标准。

A.1.8 质量、职业健康安全 and 环境管理体系实施措施。

A.1.9 组织分工。

A.1.10 仪器、仪表。

A.2 编审程序

A.2.1 专业调试人员编写。

A.2.2 专业负责人审核。

A.2.3 项目总工/项目经理批准。

A.2.4 重要的分部试运“调试技术措施”及“汽轮机整组启动调试措施”应有参建单位参加会审。

A.3 封面格式

A.3.1 工程名称。

A.3.2 调试项目名称。

A.3.3 编制单位。

A.3.4 编写(签名)及日期(年、月、日)。

A.3.5 审核(签名)及日期(年、月、日)。

A.3.6 批准(签名)及日期(年、月、日)。

A.3.7 出版日期(年、月、日)。

A.3.8 会审单位(签名)及日期(年、月、日)。

A.3.9 指挥部(或有关单位)批准(签名)及日期(年、月、日)。

附 录 B
(资料性附录)
分部试运调试记录表

B 1 辅机及辅助系统试运记录见表 B 1。

表 B 1 辅机及辅助系统试运记录

No:

试运单位:										试运日期:														
试运设备名称:																								
试运概况:										转向正确 <input type="checkbox"/>					声音正常 <input type="checkbox"/>					试运时间 ____ h				
评价:										合格 <input type="checkbox"/>					不合格 <input type="checkbox"/>									
试 运 记 录: (振动)																		单位: μm						
时 间	部 位																							
	垂 直	水 平	轴 向	垂 直	水 平	轴 向	垂 直	水 平	轴 向	垂 直	水 平	轴 向	垂 直	水 平	轴 向	垂 直	水 平	轴 向						
	⊥	—	⊙	⊥	—	⊙	⊥	—	⊙	⊥	—	⊙	⊥	—	⊙	⊥	—	⊙						
试 运 记 录: (温度)																		单位: $^{\circ}\text{C}$						
时 间	部 位																							
运 行 工 况:																								
时 间		电 流 A		进 口 压 力 MPa		出 口 压 力 MPa		进 口 温 度 $^{\circ}\text{C}$		出 口 温 度 $^{\circ}\text{C}$														
测 量 仪 表:																								
备 注:																								
调试单位:					施工单位:					运行单位:					监理单位:									

记录人: _____

日期: _____

B.3 新设备分部试运前静态检查见表 B.3。

表 B.3 新设备分部试运前静态检查表

No

电动机电气部分		装置名称:	
铭牌: 制造厂 _____ 型号 _____ 出厂日期 _____ 编号 _____ 电压 _____ V 电流 _____ A 频率 _____ Hz 功率 _____ kW 转速 _____ r/min 连接型式 _____ 防护型式 _____			
转动机械部分		装置名称:	
铭牌: 制造厂 _____ 型号 _____ 出厂日期 _____ 编号 _____ 风压 (或扬程) _____ kPa (m) 转速 _____ r/min 流量 _____ m ³ /h			
不符合 ×		符合 √	
1. 外观检查	设备清洁度 <input type="checkbox"/> 铭牌完整 <input type="checkbox"/> 符合设计 <input type="checkbox"/>	评价:	
2. 接地	搭接片及螺钉检查合格 <input type="checkbox"/> 搭接片对接地连接截面合格 <input type="checkbox"/>		
3. 三相对地绝缘	<input type="checkbox"/>		
4. 设备系统检查	系统完整性 <input type="checkbox"/> 加油点及油位 <input type="checkbox"/> 冷却水及密封水 <input type="checkbox"/> 对轮连接及保护罩 <input type="checkbox"/> 空载盘运灵活无卡 <input type="checkbox"/> 转动机械进出口及内部清洁 <input type="checkbox"/> 调节门或挡板位置正确 <input type="checkbox"/>		
5. 现场条件	照明充足 <input type="checkbox"/> 通道畅通 <input type="checkbox"/> 通信齐全 <input type="checkbox"/> 盖板齐全 <input type="checkbox"/>		
施工单位:		监理单位:	
		调试单位:	

日期: _____

B.4 新设备分部试运行前静态检查表见表 B 4。

申请单位：

表 B.4 新设备分部试运申请单

No:

序号	项 目	一次系统草图(范围、规格等数据)
1	试验设备名称:	
2	要求试运日期: 年 月 日	
3	申请人: 年 月 日	
4	试运负责人: 年 月 日	
5	验收签证: (1) 施 工 单 位 签 名: (2) 监 理 单 位 签 名:	
6	本次试运电气、热工保护投入状态确认	
7	试运专业组确认: 试运指挥部批准:	
8	运行专业组签名: 收到日期: 年 月 日	
申请单传递: 由序号 4 试运负责人送→序号 5 验收签证会签后, 再送→序号 7 试运专业组确认签证, 由试运专业组送→序号 8 运行专业组签证后, 执行试转送电与操作		

附 录 C
(资料性附录)
调整试运质量检验及评定

C 1 分系统调整试运质量检验及评定见表 C 1。

表 C.1 分系统调整试运质量检验及评定

序号	项 目	检 验 项 目		质 量 评 定
1	闭式冷却水系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 闭式水泵	轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根 进口滤网差压 泵性能	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常 符合设计要求 符合设计要求, 带负荷运行正常
		4. 管道系统	严密性 冲洗 阀门	无泄漏 清洁, 无杂物 灵活, 可靠, 符合设计要求
		5. 停机应急冷却水泵	轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常
		6. 水、水热交换器(冷却器)	严密性 投入、切除	无泄漏 投运正常
2	开式冷却水系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 开式冷却水泵	轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根 进口滤网差压 泵性能	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常 符合设计要求 符合设计要求, 带负荷运行正常
		4. 管道系统	严密性 冲洗 阀门	无泄漏 清洁, 无杂物 灵活, 可靠, 符合设计要求
		5. 旋转滤网		运转正常

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目	质 量 评 定
3	凝结水泵及凝结水系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 凝结水泵 轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根 进口滤网差压 泵性能	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常 符合设计要求 符合设计要求, 带负荷运行正常
		4. 再循环系统	投运正常
		5. 管道系统 严密性 冲洗 阀门	无泄漏 清洁, 无杂物 灵活, 可靠, 符合设计要求
		6. 凝结水输送泵 轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常
		7. 凝结水箱自动补水调节器	投运正常
		8. 精处理装置旁通阀	自动控制正常
4	胶球清洗系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 管道系统 严密性 阀门	无泄漏 灵活, 可靠, 符合设计要求
		4. 加球装置	操作灵活
		5. 胶球清洗泵 轴承振动 盘根	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 温度小于 60℃, 泄漏正常
		6. 收球率	≥85% 合格, ≥95% 优良
5	循环水泵及循环水系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 循环水泵 轴承振动 轴承温度 电动机电流 出口压力 盘根 泵性能	符合设计要求 ≤80℃ 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常 符合设计要求
		4. 出口蝶阀及驱动装置	调节灵活, 动作正常

表 C 1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目	质 量 评 定
5	循环水泵及循环水系统	5. 动叶调节	灵活, 全行程调节及指示准确
		6. 管道系统	严密性 清扫、冲洗 阀门
		7. 旋转滤网	投运正常
		8. 旋转滤网冲洗水泵	轴承振动 出口压力 盘根
		9. 冷水塔	水池自动补水 风机轴承振动 进、出水温度差
6	电动给水泵及除氧给水系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 电动给水泵	轴承振动 支持轴承金属温度 推力轴承金属温度 电动机电流 出口压力 润滑油压力 工作油压力 润滑油温度 工作油温度 液力耦合器 泵性能
		4. 密封水压力	符合设计要求
		5. 滤网差压	
		6. 再循环系统	投运正常
		7. 管道系统	严密性 给水管道冲洗 密封水管道冲洗 阀门
		8. 除氧器	水压试验 安全门 再循环泵轴承振动

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目		质 量 评 定
7	主机润滑油、顶轴油系统及盘车装置	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 润滑油泵(交流、直流)	轴承振动 电动机电流 出口压力 轴承温度	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求 符合设计要求
		4. 顶轴油泵	轴承振动 电动机电流 出口压力	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求
		5. 顶油装置	顶轴油压分配 轴颈顶起高度	符合设计要求
		6. 管道系统	严密性 油循环 阀门	无泄漏 符合要求, 验收合格 灵活、可靠、符合设计要求
		7. 排油烟风机		正常投运
		8. 冷油器		无泄漏, 投运正常
		9. 事故排油系统		能随时投运
		10. 润滑油压		符合设计要求
		11. 盘车装置	自动及手动投运 盘车电动机电流	
8	润滑油净化系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表		指示正确
		3. 油净化装置 油泵	轴承振动 出口压力	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求
		4. 油净化效果		符合运行中汽轮机油质量指标 (见 GB/T 7596)
		5. 管道系统	严密性 油冲洗	无泄漏 符合设计要求
9	汽轮机调节保安系统及控制油系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 电液控制油 油泵 (EH 油泵)	轴承振动 电动机电流 出口压力	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目		质 量 评 定
9	汽轮机调节保安系统及控制油系统	4. 电液控制油 (EH 油)	压力 温度	符合设计要求 40℃~60℃
		5. 高压备用密封油泵	轴承振动 电动机电流 出口压力	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求
		6. 管道系统	严密性试验 油冲洗	无泄漏 符合要求, 经验收合格
		7. 主汽阀关闭时间	125MW~200MW (包括 200MW) 机组 200MW~600MW 以上机组	<0.4s (包括延迟时间) <0.3s (包括延迟时间)
		8. 调节汽阀关闭时间	125MW~200MW (包括 200MW) 机组 200MW~600MW (包括 600MW) 机组 600MW 以上机组	<0.5s (包括延迟时间) <0.4s (包括延迟时间) <0.3s (包括延迟时间)
		9. 主汽阀、调节汽阀控制情况	调节汽阀调节 主汽阀开、关	无卡涩、无幌动 动作灵活, 无卡涩
10	汽动给水泵汽轮机润滑油及调节保安系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 控制油泵、润滑油泵	轴承振动 电动机电流 出口压力	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求
		4. 控制油系统	控制油压力 控制油温度	符合设计要求
		5. 关闭时间	主汽阀 调节汽阀	
		6. 调节汽阀与主汽阀	调节汽阀调节 主汽阀开、关	无卡涩、无幌动 动作灵活、无卡涩
		7. 润滑系统	润滑油压力 冷油器	符合设计要求 无泄漏、投运正常
		8. 盘车装置	传动要求 盘车电动机电流	传动平稳无明显撞击和振动 符合设计要求
		9. 管道系统	严密性 油冲洗 阀门	无泄漏 符合设计要求 灵活、可靠, 符合设计要求

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目	质 量 评 定
11	发电机水冷系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 发电机水冷系统冷却水泵	轴承振动 电动机电流 出口压力 盘根 $\leq 80\mu\text{m}$ 合格, $\leq 60\mu\text{m}$ 优良 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60°C , 泄漏正常
		4. 发电机水冷系统	冷却水流量 冷却水温度 符合设计要求
		5. 管道系统	严密性 水冲洗 阀门 无泄漏 电导率 (25°C) $\leq 2\mu\text{S}/\text{cm}$, pH (25°C) 值为 6.5~8 灵活、可靠, 符合设计要求
12	发电机密封油系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 密封油泵 (空侧、氢侧)	轴承振动 电动机电流 $\leq 60\mu\text{m}$ 合格, $\leq 40\mu\text{m}$ 优良 符合设计要求
		4. 密封油箱真空	符合设计要求
		5. 管道系统	严密性 油冲洗 阀门 无泄漏 符合设计要求 灵活、可靠, 符合设计要求
		6. 油/氢差压调节	符合设计要求
13	发电机氢冷系统	1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
		3. 纯度仪、湿度仪	
		H ₂ /CO ₂ 纯度仪 H ₂ 湿度仪	
		4. 系统吹扫	清洁无杂物
		5. 管道严密性	符合设计要求
		6. 发电机漏氢率	$\leq 5\%/d$
		7. 气体干燥器	符合设计要求
14	高、低压旁路系统	8. 阀门	灵活、可靠, 符合设计要求
		1. 连锁保护及信号	项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示	指示正确
14	高、低压旁路系统	3. 管道系统	严密性 主汽、再汽管道吹扫 旁路减温水管道冲洗 无泄漏 符合设计要求 冲洗水质取样清洁、无杂物

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目		质 量 评 定
14	高、低压旁路系统	4. 装置控制油	管道油冲洗 控制油压力 控制油温度 控制油泵振动	符合设计要求 符合设计要求 符合设计要求 ≤60μm 合格, ≤40μm 优良
		5. 旁路系统调节阀	快开时间 调节动作时间	符合设计要求
		6. 旁路系统调节性能		
15	辅助蒸汽系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 管道系统	严密性 吹扫 阀门	无泄漏 符合设计要求 灵活、可靠、无泄漏
		4. 减温减压装置		投运正常
		5. 辅助蒸汽扩容器		
16	抽汽回热系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 管道系统	严密性 冲洗 阀门	无泄漏 清洁、无杂物 灵活、可靠、无泄漏
		4. 低压、高压加热器	严密性 自动疏水装置 危急疏水装置	无泄漏 投运正常 投运正常
		5. 抽汽逆止门控制系统		动作正确
17	真空系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT 显示		指示正确
		3. 真空泵	轴承振动 轴承温度 电动机电流 盘根 泵性能	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求 符合设计要求 温度小于 60℃, 泄漏正常 符合设计要求
		4. 汽水分离箱水位自动调节装置		投运正常
		5. 管道系统	严密性 水冲洗 阀门	无泄漏 清洁、无杂物 灵活、可靠, 符合设计要求
		6. 凝汽器真空系统灌水试验		无泄漏
		7. 系统抽真空		符合设计要求, 一般真空达 40kPa

表 C.1 (续)

序号	项 目	检 验 项 目		质 量 评 定
18	轴封系统	1. 连锁保护及信号		项目齐全, 动作正确
		2. 热控仪表及 CRT-显示		指示正确
		3. 管道系统	严密性 吹扫 阀门	无泄漏 清洁, 无杂物 灵活、可靠, 符合设计要求
		4. 减温装置		投运正常
		5. 轴封压力调整装置		动作正常
		6. 轴凝风机	轴承振动 电动机电流	≤80μm 合格, ≤60μm 优良 符合设计要求

C.2 汽轮机满负荷整套调整试运质量检验及评定见表 C 2。

表 C 2 汽轮机满负荷整套调整试运质量检验及评定

检验项目	质量评定	
	300MW 及 300MW 以上机组	125MW 至 300MW 以下机组
1 连续运行时间	≥168h	72h+24h
2 连续稳定带负荷	按预定负荷曲线	
3 连续平均负荷率	≥85%合格, ≥90%优良	≥80%合格, ≥90%优良
4 连续满负荷时间	≥72h 合格, ≥96h 优良	≥24h 合格, ≥36h 优良
5 热控自动投入率	≥85%合格, ≥90%优良	≥60%合格, ≥70%优良
6 保护装置投入率	100%	
7 主要热控仪表投入率	100%	
8 汽轮发电机组轴振动	≤120μm 合格, ≤76μm 优良	
9 发电机漏氢率 发电机内冷水电导率 pH 值	≤5%/d ≤2μS/cm (25℃) 6.5~8.0	
10 完成满负荷试运的启动次数	>3 次合格, ≤3 次优良	
11 完成首次汽轮机组冲转至满负荷试运的天数	>90 天合格, ≤90 天优良	>60 天合格, ≤60 天优良
12 调节系统	正常、可靠, 调节汽门动作无卡涩及振动	
13 汽水品质	符合设计要求	
14 汽轮机润滑油、抗燃油油质	符合设计要求	
15 机组及管道保温层外壁温度	<50℃ (室温 25℃时)	

附 录 D
(资料性附录)
汽轮机满负荷试运记录示例

D.1 汽轮机满负荷试运主要运行指标记录见表 D.1。

表 D.1 汽轮机满负荷主要运行指标记录表

_____ 发电/ _____ 号汽轮机 _____ MW
汽轮机满负荷主要运行指标记录表

序 号	项 目	单 位	数 值
1	有功功率	MW	
2	主蒸汽流量	t/h	
3	主蒸汽压力	MPa	
4	主蒸汽温度	℃	
5	再热蒸汽流量	t/h	
6	再热蒸汽压力	MPa	
7	再热蒸汽温度	℃	
8	凝结器真空	kPa	
9	凝结水温度	℃	
10	循环水入口温度/出口温度	℃/℃	
11	运行给水泵	台	
12	给水压力	MPa	
13	给水温度	℃	
14	给水流量	t/h	
15	一级抽汽压力/温度	MPa/℃	
16	二级抽汽压力/温度	MPa/℃	
17	三级抽汽压力/温度	MPa/℃	
18	四级抽汽压力/温度	MPa/℃	
19	五级抽汽压力/温度	MPa/℃	
20	六级抽汽压力/温度	MPa/℃	
21	七级抽汽压力/温度	MPa/℃	
22	八级抽汽压力/温度	MPa/℃	
23	主油泵出口油压	MPa	
24	调节压力	MPa	
25	润滑油压力	MPa	
26	润滑油温度	℃	
27	调节级后压力	MPa	
28	凝结水流量	t/h	
29	闭冷水温度	℃	
调试单位:		安装单位:	运行单位: 监理单位:

记录: _____

日期: _____

D.3 满负荷试运行阶段汽轮发电机组振动记录见表 D.3。

表 D.3 汽轮机振动记录表

_____ 电厂 _____ 机组

汽机振动记录表

单位: μm

时间	运行 状态	轴承 方向	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11
		垂直 ⊥											
		水平 —											
		轴向 ⊙											
		轴振 X/Y											
		垂直 ⊥											
		水平 —											
		轴向 ⊙											
		轴振 X/Y											
		垂直 ⊥											
		水平 —											
		轴向 ⊙											
		轴振 X/Y											
		垂直 ⊥											
		水平 —											
		轴向 ⊙											
		轴振 X/Y											
调 试 单 位			安 装 单 位				运 行 单 位				监 理 单 位		

记录: _____

日期: _____

D.4 满负荷试运阶段汽轮机热工自动装置投入统计见表 D.4。

表 D.4 热工自动装置投入统计表

_____ 电厂 _____ 号机组汽轮机满负荷试运

热工自动装置投入统计表

No: _____

序号	自动装置名称	投入时间及最长连续运行时间 h	累计运行时间 h	执行人签字
调试单位		安装单位	运行单位	监理单位

记录: _____

日期: _____

D.6 满负荷试运阶段汽轮机部分汽水品质记录见表 D.6。

表 D.6 汽水品质记录表

_____ 电厂 _____ 号汽轮机组部分
汽水品质记录表

NQ:

名称	项目	单位	标准	下列负荷时的化验值						评价
				启动前	25% 负荷	50% 负荷	75% 负荷	100% 负荷	移交前	
给 水	SiO ₂	μg/L								
	硬度	μmol/L								
	pH 值									
	N ₂ H ₄	mg/L								
	溶氧	μg/L								
蒸 汽	SiO ₂	μg/kg								
	Na ⁺	μg/kg								
	铁含量	μg/kg								
凝 结 水	pH 值									
	SiO ₂	μg/L								
	硬度	μmol/L								
	铁含量	μg/L								
	Na ⁺	μg/L								
调试 单位			安装 单位			运行 单位			监理 单位	

记录: _____

日期: _____

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
汽轮机启动调试导则
DL/T 863 — 2004

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷厂印刷

*

2004年7月第一版 2004年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 3印张 87千字
印数 0001—4000册

*

统一书号 155083·1116 定价 16.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)