ICS 29.240
CCS K21

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2122—2020

大型同步调相机调试技术规范

Engineering commissioning technical specification for large capacity synchronous condenser

2020-10-23 发布　　2021-02-01 实施

国家能源局　发布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语定义 2
4 调相机组调试的主要工作 2
5 电气调试项目和技术要求 3
6 机务调试项目和技术要求 8
7 热控调试项目和技术要求 11
8 化学调试项目和技术要求 14
附录 A （资料性附录） 调相机调试的基本规定和原则 16
附录 B （资料性附录） 调相机调试工作基本程序 18
附录 C （资料性附录） 调相机励磁建模静态测试试验 32
附录 D （资料性附录） 调相机参数测试试验 33
附录 E （资料性附录） 调相机 AVC 试验 34
附录 F （资料性附录） 调相机动态特性验证试验 35
附录 G （资料性附录） 电气试运行技术指标 36
附录 H （资料性附录） 机务试运行技术指标 38
附录 I （资料性附录） 热控试运行技术指标 39
附录 J （资料性附录） 化学试运行技术指标 42

前　言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电机标准化技术委员会(DL/TC 09)归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网四川省综合能源服务公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、江苏方天、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司电力科学研究院

本标准主要起草人：李志强、陈默、何凤军、王庆、杨鹏程、郭艳霞、金一丁、夏潮、武朝强、王东阳、蒋维勇、陈非、刘国强、濮钧、肖洋、周成、徐钢、曹志伟、李鹏里、李明、汤明俊、刘睿、孙戈、李理、阎迎、拜润卿、刘亚南、蒋琛、岳雷、王青、冀鲁豫。

本标准为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

大型同步调相机调试技术规范

1 范围

本规范规定了调相机单体调试、分系统调试、整套启动及涉网试验的技术内容及要求。
本规范适用于单机容量为300Mvar及以上调相机组的调试工作， 300Mvar以下可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26164.1 电业安全工作规程（第1部分：热力和机械）
GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB/T 6075.1 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第1部分：总则
GB/T 6075.2 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第2部分：50MW以上，额定转速1500r/min、1800r/min、3000r/min、3600r/min陆地安装的汽轮机和发电机
GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法
GB/T 7409.3 大、中型同步发电机励磁系统技术要求
GB/T 7596 电厂运行中矿物涡轮机油质量
GB/T 11348.1 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第1部分：总则
GB/T 11348.2 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第2部分：功率大于50MW,额定工作转速1500r/min、1800r/min、3000r/min、3600r/min陆地安装的汽轮机和发电机
GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准
GB/T 18482 可逆式抽水蓄能机组启动试运行规程
GB/T 19873.1 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则
GB/T 19873.2 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第2部分：振动数据处理、分析与描述
GB/T 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
DL/T 607 汽轮发电机漏水、漏氢的检验
DL/T 657 火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程
DL/T 658 火力发电厂开关量控制系统验收测试规程
DL/T 659 火力发电厂DCS系统验收测试规程
DL/T 801 大型发电机内冷却水质及系统技术要求
DL/T 843 大型汽轮发电机励磁系统技术条件
DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
DL/T 1012 火力发电厂汽轮机监视和保护系统验收测试规程
DL/T 1031 运行中发电机用油质量标准
DL/T 1083 火力发电厂DCS系统技术条件
DL/T 1166 大型发电机励磁系统现场试验导则
DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件
DL 5009.1 电力建设安全工作规程（第1部分：火力发电厂）
DL/T 5190.4 电力建设施工及验收技术规范第四部分：热工仪表及控制装置
DL/T 5294 火力发电建设工程机组调试技术规范
DL/T 5295 火力发电建设工程机组调试质量验收及评价规程
DL/T 5437 火力发电建设工程启动试运及验收规程

3 术语定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分部试运 sub-system commissioning

从站用电受电至整套启动开始前的调试阶段，包括单体调试和分系统调试两部分。

注：单体调试是为检验设备状态和性能是否满足其设计要求的单台设备的试运行；分系统调试是为了检验设备和系统是否满足设计要求的联合试运行。

3.2

整套启动试运 overall start-up commissioning

调相机分系统调试结束后，从主变倒送电或调相机第一次升速至完成168小时试运行为止的调试阶段。

注：为了对调相机系统主设备、二次控制回路及自动装置，测量仪表等设备进行全面考验，检验系统的完整性和可靠性，及时发现并消除可能存在的缺陷，保证设备的正常投入运行。

3.3

静止变频器 static frequency converter；SFC

由晶闸管换流桥、直流平波电抗器、冷却系统及控制保护等单元组成，具有变频功率输出能力的设备。

4 调相机组调试的主要工作

4.1 大型同步调相机组由调相机本体、励磁系统、主变压器、静止变频启动系统、冷却系统、油系统、控制保护系统组成。调相机组调试包括电气、机务、热控、化学等专业，基本规定和原则参见附录A。调相机组的调试流程分为分部试运和整套启动试运两个阶段，调试工作基本程序参见附录B,调试过程中相关的交底表、记录表、申请表等见附录B表B.1~B.10。

4.2 电气专业的分部试运从站用电受电开始至电气整套启动试运开始为止，包括电气单体试验和电气分系统调试两部分。电气分系统调试是为检验电气设备和系统是否满足设计要求的联合试运行。整套启动试运从主变倒送电或调相机第一次升速开始，包括调相机升速试验、主变倒送电、空载试验、假同期及并网试验、并网带负荷试验、无功调整及温升试验、甩负荷试验等项目，在具备条件后完成168小时试运行。

4.3 机务专业的分部试运从站用电受电开始至机务整套启动试运开始为止，包括机务单机调试和机务分系统调试两部分。机务单机调试是指为检验该设备状态和性能是否满足其设计和制造要求的单台辅机试运及相关试验；机务分系统调试是为检验机务设备和系统是否满足设计要求的联合试运行。机务整套启动试运从调相机第一次升速开始，分为以下阶段：空负荷试运阶段、带负荷试运阶段、168小时试运行阶段。在整套启动试运阶段，机务专业同时进行调相机启停及带负荷振动测试分析。

4.4 热控专业的分部试运从站用电受电开始至热控整套启动试运开始为止，包括热控单体试验和热控分系统调试两部分。热控分系统调试是为检验热控系统是否满足设计要求的联合试运行。热控整套启动试运从调相机第一次启动开始，根据运行条件和需要逐步投入热控设备与系统，包括调相机组自

启停顺序控制投入、模拟量控制系统投入及参数动态整定、168 小时试运行等阶段。

4.5 化学专业的分部试运从设备安装完成，工业水管道冲洗完成开始，至机务整套启动试运开始为止，包括单体调试和分系统调试。化学分系统调试包括外冷水处理系统调试，超滤、反渗透系统及其辅助系统调试，电除盐（EDI）系统调试，内冷水处理系统调试和取样分析仪表系统调试。整套启动试运从各分系统调试结束开始，化学分析仪表运行正常和润滑油、绝缘油油质、内冷水水质符合相关要求，在具备条件后完成 168 小时试运行。

4.6 调相机组调试的总览图参见附录 B 的图 B.1,启动流程图参见附录 B 的图 B.2。

5 电气调试项目和技术要求

5.1 电气调试范围和准备工作

5.1.1 电气调试包括电气单体试验、电气分系统调试、电气整套启动试验和涉网试验。

5.1.2 调试前的准备工作包括：准备和校验调试所需要的仪器、仪表、工具及材料；了解电气设备及一、二次系统的安装情况，并对设计、制造和安装等方面存在的问题和缺陷提出改进建议；编制电气专业相关调试项目的措施或方案，配合其他专业编制调相机组联锁、保护试验措施。

5.2 电气单体试验项目

5.2.1 调相机本体试验

调相机本体的试验项目，应包括下列内容：

a) 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数；
b) 测量定子绕组的直流电阻；
c) 定子绕组直流耐压及泄漏电流试验；
d) 定子绕组交流耐压试验；
e) 定子水压及流量试验（双水内冷调相机）；
f) 转子通风孔检查试验（空冷调相机）；
g) 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量；
h) 定子绕组端部固有频率测试及模态分析；
i) 测量转子绕组的绝缘电阻；
j) 测量转子绕组的直流电阻；
k) 进行转子绕组交流耐压试验；
l) 调相机转子流量试验（双水内冷调相机）；
m) 测量埋入式测温计的绝缘电阻；
n) 测量调相机励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻，不包括调相机转子；
o) 调相机励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验，不包括调相机转子；
p) 测量调相机轴承的绝缘电阻；
q) 测量转子进水支座绝缘电阻（双水内冷调相机）；
r) 励磁回路的自动灭磁装置试验。

5.2.2 静止变频启动系统单体试验

静止变频启动系统单体试验项目，见表1。

表1　静止变频启动系统单体试验

序号	试验名称	试验类型
1	绝缘电阻和直流电阻试验	单体
2	网桥和机桥试验	单体
3	冷却装置功能性试验	单体
4	静止变频启动系统功率单元、测量、控制、保护部分试验	单体

5.2.3　励磁系统单体试验

励磁系统单体试验项目，见表2。

表2　励磁系统单体试验

序号	试验名称	试验类型
1	励磁系统各部件绝缘试验	单体
2	操作、保护、限制及信号回路动作试验	单体
3	自动电压调节器各单元特性检查	单体
4	模拟量、开关量单元检查	单体
5	低励限制单元试验	单体
6	过励限制单元试验	单体
7	定子电流限制单元试验	单体
8	U/f 限制单元试验	单体
9	同步信号及移相回路检查试验	单体
10	开环小电流负载试验	单体

5.2.4　主变、励磁变、站用电系统、静止变频启动系统等一次设备的单体试验

一次设备的单体试验在GB/T 50150涵盖的按GB/T 50150执行。

5.2.5　调相机变压器组保护装置、同期装置、故障录波等自动装置的单体试验。

保护及自动装置的单体试验项目应按GB 7261、DL/T 1348、DL/T 5294的有关规定执行。

5.3　电气分系统调试项目及内容

5.3.1　电气分系统调试项目

电气分系统调试，应包括下列内容：

a)　调相机同期系统调试；
b)　调相机变压器组保护系统调试；
c)　主变压器、励磁变压器、隔离变压器本体系统调试；
d)　故障录波系统调试；
e)　励磁系统调试；
f)　静止变频启动系统调试；
g)　站用电系统调试；
h)　直流电源系统调试；
i)　中央信号系统调试；
j)　事故照明系统调试；

k) 不停电电源(UPS)系统调试；

l) 全站辅机电气系统调试；

m) 调相机 AVC 子站调试。

5.3.2 电气分系统调试内容

5.3.2.1 调相机同期系统调试，应按 DL/T 1348 的有关规定执行。

5.3.2.2 调相机变压器组保护系统调试，应按 GB 7261 和 DL/T 995 的有关规定执行。

5.3.2.3 主变压器、励磁变压器、隔离变压器本体系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.4 故障录波系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.5 励磁系统调试，应按 GB/T 7409.3、DL/T 843 和 DL/T 1166 的有关规定执行。完成励磁系统静态参数校核试验(选做)，试验项目附录 C 表 C.1。

5.3.2.6 静止变频启动系统调试，应包括以下内容：

a) 调试前应进行不带电状态确认，包括：静止变频启动系统一次设备完好；盘柜柜体可靠接地，各个盘柜间接地铜排应相连，并与地网可靠连接；隔离变压器本体试验合格；盘柜间一次、二次接线与供货商图纸和设计图纸相符，隔离变压器一次、二次相序正确，TA 极性和变比正确；整流器电源与逆变器输出相序一致；整流柜、逆变柜内可控硅容量及一次快熔保险或过电压抑制回路符合设计要求，确认整流柜、逆变柜交直流刀闸分、合位置良好，就地指示正确；静止变频启动系统硬件设计符合要求；整流器、逆变器冷却系统运行正常；

b) 检查静止变频启动系统工作电源、内部软件、参数设置版本符合要求；检查静止变频启动系统调相机转速、机端电压、机端电流、有功、无功、转子电流等模拟量准确；

c) 检查静止变频启动系统与 DCS、调相机变压器组保护、励磁等系统之间的接口、信号和接线正确，并完成相关传动试验；

d) 检查静止变频启动系统启动逻辑流程；

e) 静止变频启动系统用于其他机组启动的切换试验；

f) 静止变频启动系统动态试验项目，见表 3；

表3 静止变频启动系统动态试验

序号	试验名称	试验类型
1	转子通流试验	分系统
2	转子初始位置一致性检测试验	分系统
3	定子通流试验	分系统
4	调相机初转试验	分系统

g) 静止变频启动系统试验参照 GB/T 18482 执行。

5.3.2.7 站用电系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.8 直流电源系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.9 中央信号系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.10 事故照明系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.11 不停电电源(UPS)系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.12 全站辅机电气系统调试，应按 DL/T 5294 的有关规定执行。

5.3.2.13 调相机 AVC 子站调试，应包括以下内容：

a) AVC 调控和限制功能试验，确认控制功能与设计图纸相符，动作值在整定值允许范围、逻辑功能正确；AVC 调控速度整定满足设计与调度要求；AVC 就地自动模式运行满足设计与调

度要求；

b) 调试时，须以模拟试验方式校验逻辑完整性和正确性，报告中需列明详细试验步骤和操作方法；

c) 调试时，分别对主机、备机进行单机动态调试，确保双机配置保持一致；

d) 就地联合调试应在厂站内所有机组完成单机静态调试工作后统一组织实施；

e) 调试单位按照调度要求整定 AVC 子站现场运行参数；

f) 就地联合调试采用 AVC 就地自动模式运行，考核 AVC 子站对无功资源的管理能力，在主控母线切换、母线分裂运行等工况下能够按照既定策略协同厂站内所有机组稳定跟踪母线电压目标。

5.4 电气整套启动和涉网试验项目及内容

5.4.1 试验阶段划分

电气整套启动和涉网试验从主变倒送电或调相机第一次升速开始，分为：空负荷试运阶段、带负荷试运阶段（含涉网试验）、168 小时试运行阶段。

5.4.2 电气整套启动前应具备的条件

电气整套启动前应具备下列条件：

a) 检查一次设备绝缘电阻合格；启动前测量调相机定、转子绕组绝缘电阻合格；

b) 检查 TV、TA 二次极性及接地符合设计要求；TV 无短路、TA 无开路，测量 TA 二次直流电阻符合要求；

c) 检查调相机变压器组（含 GIS 开关）控制、信号、保护传动试验；

d) 确认调变组一次通流试验已完成；

e) 确认调相机组大联锁试验已完成；

f) 确认静止变频启动系统动态试验已完成；

g) 进行整套启动调试措施交底，组织整套启动前电气专业应具备的条件检查和签证。

5.4.3 空负荷试运阶段

空负荷试运阶段调试，应完成下列试验项目：

a) 主变压器、励磁变压器、隔离变压器受电试验，主要内容包括：调相机变压器组与系统侧 TV 二次定相；检查电压回路、保护动作及测量显示正确；保护、同期回路检查，冲击合闸试验；

b) 盘车状态下及转子惰转时，测量调相机转子绕组的绝缘电阻、交流阻抗及功率损耗；

c) 调相机拖动试验：检查静止变频启动系统启动流程的正确性，主要内容包括手动控制 SFC 拖动至不同转速 、SFC 顺控试验、调相机惰转中的快速再启动试验；在试验过程中，完成谐波测量，起动电流、电压、转矩-时间曲线测量，启动过程中差动保护极性校验；

d) 调相机空载励磁调节器试验，主要内容包括惰转期间，励磁起励试验、切换试验、自并励下的励磁阶跃试验；依据启动过程中的调相机电流、励磁电压、励磁电流、升速曲线，优化启动系统与励磁系统参数，检查励磁与启动系统配合关系；

e) 空载阶段的励磁建模试验，试验项目说明见表 4 中的第 3、4、5 项；

表4　调相机励磁建模试验

序号	试验名称	试验地点
1	空载特性试验	电机厂（首台调相机做）
2	励磁系统静态测试试验	调相机站
3	调相机空载大阶跃试验	调相机站
4	励磁绕组空载时间常数T'_{do}测试试验	调相机站
5	空载 5%阶跃响应试验	调相机站
6	负载 5%阶跃响应试验	调相机站
7	调差系数校核试验	调相机站
8	强励试验（负载大阶跃 15%持续 500ms，选做）	调相机站

f）调相机灭磁试验：检查调相机在调节器逆变灭磁和跳磁场断路器灭磁等方式下的灭磁性能；在空载额定电压下测量灭磁时间常数和转子过电压倍数；

g）在调相机惰转期间，测量调相机残压及相序；

h）空负荷保护检查：调相机升压后检查各组 TV 二次幅值、相序、变比符合设计要求，确认保护装置采样及监控点指示正确，对调相机差动保护进行检查；

i）假同期试验：检查增、减磁回路是否正确，进行自动假同期试验，同时录波，根据波形调节并网断路器导前时间；

j）自动准同期并网试验。

5.4.4　带负荷试运阶段

带负荷试运阶段调试，应完成下列试验项目：

a）带负荷保护检查，主要内容包括：检查保护及测量 TV、TA 回路，确认各保护、自动装置运行正常，监控测点显示正确；测量不同负荷下 TA 回路相位及差动保护差流；测量不同负荷下 TV 二次回路的三次谐波电压，根据所测量的数据对定子接地保护装置进行定值校核；

b）带负荷测量系统检查，检查功率显示正确；

c）测量不同负荷下轴电压；

d）励磁系统带负荷试验；

e）带负荷阶段的励磁建模试验，试验项目说明见表 4 中的第 6-8 项；

f）无功调整试验、进相试验，具体试验项目见表 5；

表5　调相机无功调整试验、进相试验

序号	试验名称	试验地点
1	0Mvar 无功稳定试验	调相机站
2	50%无功稳定试验	调相机站
3	100%无功稳定试验	调相机站
4	过励限制环节静态校核	调相机站
5	过励限制环节动态校核	调相机站

g）调相机温升试验；

h）甩负荷试验，调相机参数测试试验，试验项目参见附录 D 表 D.1；

i）AVC 动态试验，具体试验项目参见附录 E 表 E.1；

j) 调相机动态特性验证试验（选做），具体试验项目参见附录 F 表 F.1；
k) 调相机性能考核试验（选做），包括调相机额定出力、站用电率、损耗测试、噪声测试、污染物排放测试、机械通风冷却塔性能试验。

5.4.5 168 小时试运行阶段

168 小时试运行电气调试，应符合以下要求：
a) 记录电气试运行主要参数；
b) 处理与调试有关的缺陷及异常情况，配合施工单位消除试运缺陷；
c) 统计电气试运行技术指标，具体技术指标参见附录 G 表 G.1~G.8；
d) 168 小时试运行期间，最大迟相负荷宜连续运行不低于 24 小时，最大进相负荷宜连续运行不低于 24 小时。

6 机务调试项目和技术要求

6.1 机务调试范围和准备工作

6.1.1 机务调试包括机务单机调试、机务分系统调试、机务整套启动调试。
6.1.2 调试前的准备工作包括：收集设计图纸和有关调试技术资料，准备和校验调试所需要的仪器、仪表；了解调相机本体及机务专业辅助设备的安装情况，并对设计、制造和安装等方面存在的问题和缺陷提出改进建议；编制机务专业相关调试项目的措施或方案，配合热控专业编制调相机组联锁、保护试验措施。

6.2 机务单机调试项目

机务单机调试，应包括下列内容：
a) 电机及其驱动设备试运；
b) 阀门、开关等单体调试及联合传动；
c) 润滑油泵试运及油管路冲洗；
d) 顶轴油泵试运及油管路冲洗；
e) 润滑油系统排烟风机、加热器试运；
f) 冷却器的冲洗及水压试验；
g) 就地控制装置静态试验 ；
h) 盘车装置试运；
i) 油净化装置、输送泵试运及油管路冲洗；
j) 定、转子冷却水泵试运及冷却水管路冲洗，定子内冷水箱充氮（双水内冷调相机）；
k) 循环冷却水泵试运及管路冲洗；
l) 外冷水系统冷却风机、电动滤水器、补水泵试运（开式冷却水系统）；
m) 外冷水系统空冷器冷却风机、闭式冷却塔冷却风机及喷淋泵、电加热器、过滤器、补水泵试运，膨胀水箱充氮（闭式冷却水系统）；
n) 设备试转期间参数应满足 GB 50275 的要求。

6.3 机务分系统调试项目及内容

6.3.1 机务分系统调试项目

机务分系统调试，应包括下列内容：

a) 润滑油系统调试；
b) 顶轴油系统调试；
c) 盘车装置调试；
d) 润滑油净化系统调试；
e) 内冷水系统调试（双水内冷调相机）；
f) 外冷水系统调试。

6.3.2 机务分系统调试内容

6.3.2.1 润滑油系统调试，应按 DL/T 5294 中的有关规定执行。

6.3.2.2 顶轴油系统调试，应包括下列内容：

a) 确认机组顶轴油系统单体调试、单机试运已完成验收签证；
b) 机组顶轴油系统阀门、联锁、报警、保护、启停等传动试验；
c) 确认油系统循环冲洗完成，油质化验合格；拆除循环冲洗时加装的所有临时滤网；
d) 调试措施交底，组织系统试运条件检查和签证；
e) 组织和指导运行人员进行启动前设备及系统状态检查和调整；
f) 顶轴油系统试运：交流顶轴油泵启动及系统油压调整，直流顶轴油泵启动及系统油压调整，各轴瓦顶轴油压分配调整及轴颈顶起高度测量；交、直流顶轴油泵联锁启停试验；顶轴油压低保护开关动作试验。

6.3.2.3 盘车装置调试，应按 DL/T 5294 中的有关规定执行。

6.3.2.4 润滑油净化系统调试，应按 DL/T 5294 中的有关规定执行。

6.3.2.5 内冷水系统调试，应包括下列内容：

a) 确认调相机内冷水系统单体调试、单机试运已完成验收签证；
b) 调相机内冷水系统阀门、联锁、报警、保护、启停等传动试验；
c) 确认调相机定子冷却水系统循环正冲洗和反冲洗完成，转子冷却水系统循环冲洗完成，水质化验合格；
d) 确认调相机温度测点全部投运，指示正确；
e) 调试措施交底，组织系统试运条件检查和签证；
f) 组织和指导运行人员进行启动前设备及系统状态检查和调整；
g) 内冷水系统试运：系统充水；定子内冷水箱充氮，调整压力；定、转子冷却水泵试运，调整系统压力和流量；定子冷却水流量与调相机进出水压差测试，确定保护定值；水处理装置投运；加热装置及冷却器试运；定、转子冷却水泵联锁启动试验；定、转子冷却水系统流量低保护动作试验。

6.3.2.6 外冷水系统调试，应包括下列内容：

a) 确认调相机外冷水系统单体调试、单机试运已完成验收签证；
b) 调相机外冷水系统阀门、联锁、报警、保护、启停等传动试验；
c) 调试措施交底，组织系统试运条件检查和签证；
d) 组织和指导运行人员进行启动前设备及系统状态检查和调整；
e) 循环冷却水泵试运，系统冲洗；
f) 冲洗合格后，开式冷却水系统试运：循环冷却水泵启动及系统压力调整；循环冷却水泵联锁启动试验；电动滤水器投运；冷却塔水池自动补水系统调试；冷却风机试运；

g) 冲洗合格后，闭式冷却水系统试运：循环冷却水泵启动及系统压力调整；循环冷却水泵联锁启动试验；膨胀水箱充氮，压力调整；空冷器冷却风机试运；闭式冷却塔冷却风机及喷淋泵试运；过滤器试运；电加热器试运；补水泵试运。

6.4 机务整套启动调试项目及内容

6.4.1 试验阶段划分

机务整套启动试运从调相机第一次升速开始，分为：空负荷试运阶段、带负荷试运阶段、168 小时试运行阶段。在整套启动试运阶段，机务专业应进行调相机启停及带负荷振动测试分析。

6.4.2 机务整套启动前应具备的条件

机务整套启动前应具备下列条件：

a) 整套启动调试措施交底，组织整套启动前机务专业应具备的条件检查和签证；
b) 调相机紧急跳闸试验，确认机组动作正常；
c) 外冷水系统已投运，压力、温度、流量及水位符合启动要求，联锁保护动作正确；
d) 调相机空冷器投入运行，空冷器进出风温符合启动要求；
e) 润滑油、顶轴油系统已投运，润滑油压力、温度，顶轴油压力及主油箱油位符合启动要求，联锁保护动作正确；
f) 内冷水系统已投运，压力、温度、流量及水箱水位符合启动要求，联锁保护动作正确（双水内冷调相机）；
g) 机组监视测点、声光报警正常；
h) 润滑油油质化验合格，油质应符合 GB/T 7596 及 DL/T 1031 的要求；
i) 内冷水水质化验合格，水质应符合 DL/T 801 的要求；内冷水系统无泄漏，其密封性检验应符合 DL/T 607 的要求；
j) 调相机首次启动前连续盘车时间宜至少连续盘车 2h-4h；
k) 在盘车阶段，检查调相机转动机械部分无摩擦现象，重点检查调相机本体、各轴承及轴承座油挡等处。

6.4.3 空负荷试运阶段

6.4.3.1 调相机升速试验，应完成下列试验项目：

a) 调相机升速过程中，确认调相机内部无摩擦，各轴承回油正常；
b) 调相机转速升至转子一阶临界转速前，应对机组运行状态进行检查；通过转子临界转速时，升速率选择为不小于 200r/min/min，转速上升应迅速平稳，不能滞留，轴振幅值应小于 250μm；
c) 调相机升速过程中，监视调相机各轴承的振动值、轴承金属温度，出现异常时及时进行调整；调相机各轴承振动参数的测量评价应符合 GB/T 6075.1、GB/T 6075.2、GB/T 11348.1、GB/T 11348.2 的要求；
d) 振动监测人员应连续监测调相机各轴承的振动值及变化趋势，根据 GB/T 19873.1 及 GB/T 19873.2 的要求，测取绘制调相机升速过程中各轴承轴振和瓦振的波德图，测取记录转子各阶临界转速；
e) 调相机升速至规定转速时，顶轴油泵应联锁停运，此时应检查确认调相机各轴承运行参数正常，包括振动、瓦温、回油温度等；

f） 调相机升速至额定转速后，检查调整润滑油压、油温及空冷器出口风温至厂家规定值；对于水冷机组，应检查调整调相机内冷水进水压力、流量及温度至厂家规定值；调整完毕后记录各参数；

g） 调相机升速过程中，应检查各轴承座油挡是否存在渗油、甩油现象；对于水冷机组，在调相机升速过程中还应检查内冷水系统是否存在漏水现象。

6.4.3.2 调相机停机过程中，应完成下列试验项目：

a） 调相机停机前，应试转未运行的润滑油泵、顶轴油泵，确保油泵工作正常；

b） 调相机降速至规定转速时，顶轴油泵应联锁启动；

c） 停机过程中，测取调相机转子惰走曲线；

d） 调相机转子惰走到零转速后，应尽快投入盘车装置。

6.4.4 带负荷试运阶段

带负荷试运阶段，应完成下列试验项目：

a） 调相机升负荷过程中，机务专业应监视调相机润滑油压、油温、各轴承的振动值、轴承金属温度、空冷器进出口风温及调相机本体温度等参数，对于水冷机组，还应监视调相机内冷水进水压力、流量及温度，出现异常时及时进行调整，满足机组带负荷要求；

b） 振动监测人员应连续监测调相机各轴承的振动值及变化趋势，根据 GB/T 19873.1 及 GB/T 19873.2 的要求，测取绘制调相机升负荷过程中各轴承轴振和瓦振的趋势图；

c） 辅机运行设备与备用设备切换试验；

d） 配合热控专业投入自动控制系统及其调整试验；

e） 配合电气专业进行试验。

6.4.5 168 小时试运行阶段

168 小时试运行机务调试，应符合以下要求：

a） 处理与调试有关的缺陷及异常情况，配合施工单位消除试运缺陷；

b） 统计机务试运行技术指标，具体技术指标参见附录 H 表 H.1；

c） 记录调相机 168 小时试运行主要参数；

d） 记录调相机 168 小时试运行阶段机组振动数据；调相机各轴承振动参数的测量评价应符合 GB/T 6075.1、GB/T 6075.2、GB/T 11348.1、GB/T 11348.2 的要求；

e） 调整调相机及其机务专业附属系统使其符合 168 小时试运行要求。

7 热控调试项目和技术要求

7.1 热控调试范围和准备工作

7.1.1 热控调试包括热控单体调试、热控分系统调试、热控整套启动调试。

7.1.2 调试前的准备工作包括：准备和校验调试所需要的仪器、仪表；收集设计图纸和有关调试技术资料；了解电气、机务设备及一、二次系统的安装情况，并对设计、制造和安装等方面存在的问题和缺陷提出改进建议；编制热控专业相关调试项目的措施或方案，准备热控专业调试检查、记录表格，配合其他专业编制调相机组联锁、保护试验措施。

7.2 热控单体调试项目

热控单体调试，应包括下列内容：

a) 埋入式测温计的检查 ；
b) 温度测量仪表调校；
c) 压力测量仪表调校；
d) 差压测量仪表调校；
e) 流量测量仪表调校；
f) 显示仪表调校；
g) 分析仪调校；
h) 执行器调校；
i) 调相机及辅机监视仪表调校；
j) I/O 现场送点校验；
k) 热控专业单体调试工作，热工仪表调校应满足 DL/T 5190.4 的要求，其中调相机监视仪表应满足 DL/T 1012 的要求。

7.3 热控分系统调试项目

7.3.1 热控分系统调试项目

热控分系统调试，应包括下列内容：
a) DCS 系统受电和复原调试；
b) 数据采集系统(DAS)及 SOE 功能的组态检查、参数和定值核查；
c) 顺序控制系统（SCS）调试；
d) 模拟量控制系统（MCS）调试；
e) 调相机监视仪表和保护系统调试；
f) 调相机组附属及外围设备监控系统调试。

7.3.2 热控分系统调试的技术内容

7.3.2.1 DCS 系统受电和复原调试，应包括下列内容：
a) DCS 系统受电和复原调试，应满足 DL/T 659 和 DL/T 1083 的要求；
b) 检查 DCS 受电条件，包括机柜安装完成、电源接线完成、外部环境满足受电条件、为 DCS 供电的保安段及 UPS 电源调试完成；
c) 控制机柜、工程师站、历史站、操作员站、打印机及外围设备受电；
d) 配合厂家完成软件恢复，核查系统配置完整，工作正常；
e) 核查 I/O 卡件配置，完成通道测试；
f) 完成电源切换试验，记录电源初始数值及切换波形；
g) 进行网络切换和控制器冗余切换试验；
h) 进行事件记录（SOE）性能测试试验；
i) 检查历史追忆功能和趋势功能满足要求；
j) 检查报警、打印功能及声光报警功能满足要求；
k) 控制器运算周期测试试验；
l) 各通信接口功能及网络负荷率静态测试试验。

7.3.2.2 计算机监视及控制系统组态检查、参数设置及定值复核，应包括下列内容：
a) 根据 I/O 清单，核查 I/O 点分配应符合 DL/T 1083 的要求；

b) 根据 PID 图(管道仪表图)检查完善操作画面，检查显示功能应符合 DL/T 1083 的要求；
c) 根据控制逻辑图或功能要求说明书，检查控制逻辑组态；
d) 根据正式发布的定值和量程清单，核查组态量程及整定值。

7.3.2.3 顺序控制系统调试，应包括下列内容：
a) 顺序控制系统调试应满足 DL/T 658 的要求；
b) 检查单体调试记录，包括信号接线正确、开关和执行机构、变送器等调试完成情况；
c) 配合安装单位进行执行机构的远方传动试验；安装单位配合调试单位进行联锁、保护逻辑传动试验；
d) 顺控及顺控功能组静态试验，调相机自启停功能静态试验；
e) 顺控系统与其他控制系统之间的联动试验；
f) 配合其他专业进行分系统调试。

7.3.2.4 模拟量控制系统调试，应包括下列内容：
a) 模拟量控制系统调试应满足 DL/T 657 的要求；
b) 检查单体调试记录，包括信号接线正确、开关和执行机构、变送器等调试完成情况；
c) 配合安装单位完成执行机构远方传动试验，检查记录执行机构动作方向、线性度、死区、定位误差及全行程时间；
d) 检查模拟量控制回路的参数计算，确认计算公式及量程符合设计要求；
e) 对控制回路进行静态模拟试验，初步整定调节参数及调节器作用方向，检查手自动方式切换、设定值回路、跟踪信号以及超驰、闭锁、限幅等功能；
f) 与其他控制系统联调；
g) 配合其他专业进行分系统试验；
h) 在分系统调试期间试投入自动回路，进行定值扰动试验。

7.3.2.5 调相机监视系统调试，应包括下列内容：
a) 调相机监视仪表和保护系统调试，应满足 DL/T 1012 的要求；
b) 检查单体调试记录，包括信号接线正确、开关和执行机构、变送器等调试完成情况；
c) 与厂家及安装单位共同确认转子测量零位；
d) 检查电源回路，测量装置完成通电及软件恢复；
e) 配合安装单位安装调整传感器；
f) 设置量程及保护报警定值，完成传动及联锁保护试验，检查报警信号及记录正确性；
g) 配合其他专业进行分系统调试及主机保护试验。

7.3.2.6 填写调试记录表。

7.3.2.7 调试质量验收签证。

7.4 热控整套启动调试项目及技术要求

7.4.1 调相机组空负荷、带负荷、168 小时试运行等阶段,根据运行条件和需要逐步投入热控设备与系统。

7.4.2 模拟量监控系统调整试验应符合下列要求：
a) 根据被控对象的动态特性，整定自动控制系统动态参数；
b) 根据运行条件和需要，逐步投运各项自动控制系统；
c) 自动控制系统定值扰动试验，调整动态参数，调节品质应满足要求。

7.4.3 应配合其他专业进行下列试运和试验：

a) 配合机务专业进行设备和系统的投入、试运和试验；
b) 配合电气专业进行设备和系统的投入、试运和试验。

7.4.4 监视热控系统运行状态，参加事故分析，协助解决试运中出现的问题。

7.4.5 处理与调试有关的缺陷，配合施工单位消除试运缺陷。

7.4.6 DCS 系统性能测试、指标考核、验收试验（选做）。包括 SOE 测试、接地测试、实时性测试、抗干扰能力测试、电源切换测试、总线网络性能测试，应用软件功能测试，配合厂家做 DCS 系统硬件及系统软件的测试等内容；

7.4.7 统计热控试运行技术指标，具体技术指标参见附录 I 表 I.1~I.3。

8 化学调试项目和技术要求

8.1 化学调试范围和准备工作

8.1.1 化学调试包括化学单体调试、化学分系统调试、化学整套启动调试。

8.1.2 调试前的准备工作包括：准备和校验调试所需要的仪器、仪表、工具及材料；了解除盐水系统、内冷水系统和外冷水系统化学设备的安装情况，并对设计、制造和安装等方面存在的问题和缺陷提出改进建议；编制化学专业相关调试项目的措施或方案、检查和记录表格。

8.2 化学单体调试项目

调相机内冷水系统、外冷水系统和除盐水系统的化学试验项目，应包括下列内容：

a) 温度测量仪表调校；
b) 就地压力表、压力变送器调校；
c) 流量变送器调校；
d) 电机试转；
e) 水泵试运；
f) 加药泵试转；
g) 阀门、开关的传动试验；
h) 化学仪表通电检验；
i) 水箱、压力容器、管路冲洗、超滤、反渗透装置冲洗时应在每个膜柱入口前解开并排水并冲洗干净，防止固体硬颗粒进入膜柱；
j) 过滤填料、膜元件装填；
k) 系统主管路、加药管路、清洗管路严密性试验；
l) 热控连锁、保护逻辑试验；
m) 安全阀整定。

8.3 化学分系统调试项目及技术要求

8.3.1 化学分系统调试项目

化学分系统调试，应包括下列内容：

a) 外冷水处理系统调试；
b) 超滤、反渗透系统及其辅助系统调试；
c) 电除盐（EDI）系统调试；
d) 内冷水处理系统调试；

e） 取样分析仪表系统调试。

8.3.2 化学分系统调试的技术要求

化学分系统调试的技术要求如下：

a） 外冷水加药处理系统调试参照 DL/T 5294 的有关规定执行；

b） 超滤、反渗透系统调试参照 DL/T 5294 的有关规定执行；

c） 电除盐系统调试参照 DL/T 5294 的有关规定执行；

d） 内冷水处理系统调试参照 DL/T 5294 的有关规定执行；

e） 取样分析仪表系统调试参照 DL/T 5294 的有关规定执行。

8.4 化学整套启动调试项目及技术要求

8.4.1 整套启动试运阶段

整套启动试运阶段化学调试，应符合下列要求：

a） 化学各系统已完成分部试运，具备整套启动条件；

b） 投入化学分析仪表，根据水质检验结果提出改善水质建议；

c） 监督润滑油、绝缘油油质、内冷水水质，根据油质和水质检验结果，提出处理建议，使其符合要求；相关数据应满足 GB／T 7596、DL/T 801、GB/T 12145 的要求；

d） 监控机组设备噪音和厂界噪音。

8.4.2 168 小时试运行阶段

168 小时试运行化学调试，应符合下列要求：

a） 监视和调整化学相关设备运行参数，处理与调试有关的缺陷及异常情况，配合施工单位消除试运缺陷；

b） 监督润滑油、绝缘油油质、外冷水水质、除盐水水质、内冷水水质，调整和控制各项指标满足 GB／T 7596、DL/T 801、GB/T 12145 的要求；

c） 监控机组设备噪音和厂界噪音，应满足设备的技术指标和 GB 3096 的要求；

d） 统计化学试运行技术指标，具体技术指标参见附录 J 表 J.1。

附 录 A
（资料性附录）
调相机调试的基本规定和原则

A.1 调相机调试的基本规定

A.1.1 工程初步设计审查、设备招投标等与工程建设有关的前期工作,宜有调试人员参加,调试人员对系统设计、设备选型、机组启动调试设施提出意见和建议。

A.1.2 大型调相机组调试工作应按照国家和行业现行的相关标准、设计和设备技术文件要求，以及经审批的调试、试验措施进行。

A.1.3 调相机组调试工作应由具有相应调试资质的单位承担，多单位参与调试的工程,应明确一个主体调试单位，主体调试单位应对调试进度进行总体安排和协调,并对结合部位的系统完整性、安全可靠性进行检查。

A.1.4 调试单位编制调试大纲，由监理单位负责组织建设、生产、设计、监理、施工、调试、主要设备供货商等单位现场主要负责人进行审查，并形成审查会议纪要。调试单位按照会议纪要完成修改，经调试单位负责人审核，报试运指挥部批准后执行。

A.1.5 调相机组调试工作的组织机构和工程各参建单位的职责，参照 DL/T 5437 的有关规定执行。

A.1.6 调相机组调试质量的验收及评价, 参照 DL/T 5295 的有关规定执行。

A.2 调试工作的基本原则

A.2.1 在试运指挥部的统一领导下，分部试运组组长和整套启动试运组组长在相对应阶段，全面组织和协调各专业组进行机组的分部试运和整套启动试运工作，各专业组组长对本专业的试运工作全面负责，重点做好本专业调试工作的组织及与其它专业的协调配合工作。

A.2.2 在调试现场，参建各单位参加试运的人员，在分部试运阶段或整套启动试运阶段，必须服从分部试运组组长或整套试运组组长的统一指挥。

A.2.3 调试期间严格执行调度纪律，与电网调度的联系工作由生产单位负责，生产单位按照调试计划和试运要求，提前向电网调度提出申请。

A.2.4 试运机组值班的运行值长，在机组不同的试运阶段，接受各试运组试运负责人的指令，安排和指挥本值运行人员进行操作和监视。运行值班操作人员有明确分工，试运中发现异常，及时向运行值长或试运负责人汇报，在试运负责人的指导下进行处理；如危及设备和人身安全，可直接处理并及时报告试运负责人。

A.2.5 调试工作前，调试人员向参加人员进行调试措施交底并做好记录。

A.2.6 在进行调试项目工作时，运行人员按照有关调试措施遵照专业调试人员的要求进行操作。在正常运行情况下，按照运行规程进行操作。

A.2.7 试运期间，设备的送、停电等操作，严格按照操作票执行。在配电间代保管前，设备及系统的动力电源送、停电工作由施工单位负责；在配电间代保管后，由生产单位负责。

A.2.8 试运期间，在对试运设备或系统有关的部位进行消缺和工作时，按照工作票制度执行。

A.2.9 在分部试运和整套启动试运期间,定期召开试运调度会，试运指挥部、建设和生产单位相关部门、监理、设计、施工、调试、主要设备制造厂等单位现场负责人出席试运调度会。试运调度会落实需要解决问题的责任单位、责任人、计划安排等,形成会议纪要并跟踪落实。

附 录 B
（资料性附录）
调相机调试工作基本程序

B.1 调试措施审批程序

B.1.1 调试单位编制调试大纲，由监理单位负责组织建设、生产、设计、监理、施工、调试、主要设备供货商等单位现场主要负责人进行审查，并形成审查会议纪要。调试单位按照会议纪要完成修改，经调试单位负责人审核，报试运指挥部批准后执行。

B.1.2 施工单位负责编写单机试运技术方案或措施，报监理单位审查。编写人按照审查意见修改后，由施工单位项目负责人批准，发放各相关单位执行。

B.1.3 调试单位编制的分系统调试措施，重要的调试、试验措施等报监理单位组织审查，并形成会议纪要，由调试单位负责人审批，报试运指挥部总指挥批准后执行；涉及电网的试验措施由生产单位报送电网公司批准后执行；一般的调试、试验措施报监理单位审查，调试单位项目负责人批准后执行。

B.2 调试工作程序

B.2.1 单机试运程序

单机调试运行程序应符合以下要求：

a) 施工单位按照生产单位提供的联锁保护定值清单组织相关人员完成试运设备和系统的一次元件校验及阀门、挡板、开关等单体调试及联合传动，并向调试单位提供已具备验收项目清单。

b) 调试单位依据建设单位提供的技术资料完成 DCS 系统组态检查，按照生产单位提供的联锁保护定值清单完成报警、联锁保护定值设定检查，参加单机试运条件检查、配合完成相关报警及联锁保护逻辑传动。

c) 单机首次试运开始前，施工单位提供单机试运条件检查表，并组织监理、调试、生产、建设等单位对试运条件进行检查确认和签证。

d) 重要设备首次启动制造厂家代表在场。

e) 施工单位负责组织、指挥生产运行人员在主控室进行操作，按规定要求完成单机试运，并做好试运记录。单机试运必须在主控室进行操作，并投入相应保护。

f) 单机试运结束后，施工单位负责填写单机试运质量验收表，监理单位组织施工、调试、建设、生产等单位完成五方验收签证。

B.2.2 分系统调试程序

分系统调试程序应符合以下要求：

a) 调试单位负责组织试运系统各测点、阀门、开关验收及联锁保护逻辑传动试验，参见附表 B.6-B.10。施工单位完成被传动设备的电源停送、解线和恢复、施加信号等工作。

b) 分系统首次试运前，调试单位进行调试措施交底并做好记录，参见附表 B.1。

c) 调试单位按分系统调试条件检查表组织调试、施工、监理、建设、生产等单位对试运条件进行检查确认签证，参见附表 B.2- B.5。

d) 调试单位负责组织、指导生产运行人员完成试运系统的状态检查、运行操作和调整，做好试运记录。

e) 分系统试运结束后，调试单位负责填写分系统调试质量验收表，监理单位组织调试、施工、监理、建设、生产单位完成验收签证。

f) 分系统试运完成后，由施工单位参照 DL/T 5437 的有关规定办理设备和系统代保管手续。

B.2.3 整套启动调试程序

整套启动调试程序应符合以下要求：

a) 在试运指挥部的领导下，建设单位质量监督分站负责组织建设、监理、设计、施工、调试、生产，对整套启动试运条件进行全面检查，并报请上级质量监督机构，到现场进行整套启动前质量监督检查。

b) 试运指挥部向启动验收委员会申请召开首次会议，听取整套启动试运前工作情况汇报和整套启动试运前质量监督检查报告，对整套启动条件进行审查和确认，作出启委会决议。

c) 调试单位负责提供整套启动试运条件检查确认表，组织监理、施工、调试、建设、生产等单位进行检查确认和签证，报请试运指挥部总指挥批准。

d) 调试单位编制的整套启动试运计划经试运指挥部总指挥批准后，由生产单位向电网调度提出申请。得到电网调度批准后，整套试运组负责组织和指挥参建各单位，按照整套启动计划和调试措施实施整套启动试运和试验。

e) 在完成整套启动空负荷、带负荷全部试验项目后，调试单位提供进入调相机 168 小时试运行条件检查确认表，调试、施工、监理、生产、建设等单位进行检查确认和签证，报请试运指挥部总指挥批准。生产单位负责向电网调度提出调相机组进入 168 小时试运行申请，得到电网调度同意后，机组进入调相机 168 小时试运行。

f) 调相机 168 小时试运行结束前，调试单位提供 168 小时试运行结束条件检查确认表，各方检查确认签证，报请试运指挥部总指挥批准，由总指挥宣布调相机 168 小时试运行结束，机组移交生产。由生产单位报告电网调度部门。

g) 调试单位负责提供机组整套启动试运空负荷、带负荷、168 小时试运行调试质量验收表，监理单位组织调试、施工、监理、生产、建设等单位在相应阶段完成确认签证。

h) 调试单位负责完成调试质量评价表填写，监理单位组织建设单位、生产单位、监理单位、施工单位、调试单位完成调试质量评价表检查和签证。

i) 建设单位质量监督分站负责组织建设、监理、设计、施工、调试、生产等单位，对整套启动试运结果进行全面检查，并报请上级质量监督机构进行整套启动后质量监督检查。

j) 试运指挥部申请启委会召开末次会议，听取整套启动试运工作情况汇报和整套启动试运后质量监督检查报告，作出启委会决议，办理机组移交生产签字手续。

B.3 热工和电气保护定值修改审批程序

B.3.1 机组分部试运前，生产单位负责提供机组热工和电气保护定值，建设单位负责组织设计、生产、调试、施工、监理等单位相关人员，进行一次全面审查，形成正式定值清单。

B.3.2 生产单位将此清单以正式文件形式发给施工和调试等单位。

B.3.3 机组试运期间，如需修改热工或电气保护定值，履行报批手续。由提出修改单位申请，说明修改原因，经生产单位批准后方可实施。

B.4 DCS 控制逻辑修改审批程序

B.4.1 调相机组分部试运前，由 DCS 组态单位提供控制逻辑组态方案，建设单位负责组织设计、调试、生产、DCS 组态等单位进行会审，DCS 组态单位依据会审结果修改并形成正式控制逻辑方案，报建设单位负责人批准，DCS 组态单位根据此方案完成对 DCS 控制逻辑组态的修改。

B.4.2 试运过程中，需要对控制逻辑修改时，履行报批手续。由提出单位以调试联络单的形式提出修改原因和建议，经建设、设计、调试、生产等单位联合审批后，由 DCS 组态单位进行修改。

B.4.3 对已经完成传动试验的 DCS 控制逻辑进行修改，经调试和生产单位同意后方可实施。

B.5 临时退出热工和电气保护审批程序

B.5.1 调相机组试运期间，如需临时退出热工或电气保护，需要履行审批手续。

B.5.2 由专业人员提出保护退出申请，并填写保护临时退出审批单，由调试专业负责人审核、调试总工程师批准，通知运行当班值长后，热工或电气专业人员一人监护、一人操作执行。

B.5.3 在保护退出期间密切监视相关运行参数，及时进行调整，一旦达到保护动作值时立即采取手动措施，确保设备安全。

B.5.4 设备或系统正常后，经调试总工程师同意，通知运行当班值长，热工或电气专业人员一人监护、一人操作恢复投入该项保护，并在审批单上记录。

表B.1 调试措施技术交底记录表

工程名称：XXX调相机工程　　编号：

<table>
<tr><td>单位名称</td><td colspan="3"></td><td>专业名称</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">调试措施技术交底记录</td><td>调试措施名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>交底日期</td><td colspan="2">年　月　日</td><td colspan="2">第 1 页 共 1 页</td></tr>
<tr><td colspan="6">交底内容：
1.试验方案的完整性和有效性：
① 试验方案中技术措施、组织措施、安全措施内容完整、准确　[　]
② 试验方案审批签字认可手续齐全　[　]
③ 应具备的试验条件逐一落实并确认　[　]
2.试验工作内容及步骤简述

3.试验现场安全、环境及技术关键点：
4. 组织措施

5. 其他说明

结论：（参考：经过本次安全、技术、组织措施交底，试验单位人员及施工、建设、运行、监理、厂家等单位配合试验人员已了解本次试验工作的安全、技术、组织、环境要点，可以开展本次现场工作。）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">签字栏</td><td>交底技术人员</td><td colspan="4">签字：</td></tr>
<tr><td>接受交底人</td><td colspan="4">签字：</td></tr>
</table>

表B.2 单机试运条件检查确认表

XXX 调相机工程 #X 机组　　编　　号:

专业：_____　　设备名称：_____

序号	检　查　内　容	检查结果	备注
1			
2			
3			
4			
5			
6			
	以下空白		
结论	（参考：经检查确认，该设备已具备试运条件，可以进行单机试运工作）		
施工单位代表（签字）：　　年　月　日			
调试单位代表（签字）：　　年　月　日			
监理单位代表（签字）：　　年　月　日			
建设单位代表（签字）：　　年　月　日			
生产单位代表（签字）：　　年　月　日			

表B.3 单机试运申请单

申请单位：　　编号：

序号	工程名称	XXX 调相机工程	机组系统名称	/
1	设备名称		申请试运日期	
2	申请人		试运负责人	
3	设备简况			
4	试运具备条件确认签证（试运现场、设备、文件资料）	各单位相关负责人确认具备试运条件签字		
	施工单位			
	调试单位			
	监理单位			
	生产单位			
	建设单位			
5	批准			
	分部试运负责人			

表B.4 分系统试运前条件检查确认表

XXX 调相机工程 #X 机组　　编　　号:

专业：_____　　系统名称：_____

序号	检　查　内　容	检查结果	备注
1			
2			
3			
4			
5			
6			
	以下空白		
结论	（参考：经检查确认，该系统已具备试运条件，可以进行系统试运工作）		
施工单位代表（签字）：　　年　月　日			
调试单位代表（签字）：　　年　月　日			
监理单位代表（签字）：　　年　月　日			
建设单位代表（签字）：　　年　月　日			
生产单位代表（签字）：　　年　月　日			

表B.5 分系统试运申请单

申请单位：　　编号：

序号	工程名称	XXX 调相机工程	机组系统名称	
1	设备名称	/	申请试运日期	
2	申请人		试运负责人	
3	设备及系统简况			
4	试运具备条件确认签证（试运现场、设备及系统、文件资料）	各单位相关负责人确认具备试运条件签字		
	施工单位			
	调试单位			
	监理单位			
	生产单位			
	建设单位			
5	批准			
	分部试运负责人			

表B.6 电动阀门传动验收记录表

工程名称：_____ 工艺系统：_____

责任人：_____ 编号：_____

序号	阀门名称	设备编码	开时间	关时间	反馈指示	传动结果

施工单位：_____ 调试单位：_____ 生产单位：_____

监理单位：_____ 建设单位：_____

填表日期：_____年___月 ___日

表B.7 调节阀门传动验收记录表

工程名称：_____ 工艺系统：_____

责任人：_____ 编号：_____

序号	阀门名称	设备编码	传动结果										备注
			指令	反馈	指令	反馈	指令	反馈	指令	反馈	指令	反馈	
			0%		25%		50%		75%		100%		

施工单位：_____ 调试单位：_____ 生产单位：_____

监理单位：_____ 建设单位：_____

填表日期：_____年___月 ___日

表B.8 联锁、保护逻辑传动验收记录表

工程名称：_____ 工艺系统：_____

责任人：_____ 编号：_____

序号	传动项目	传动结果	备注

施工单位：_____ 调试单位：_____ 生产单位：_____

监理单位：_____ 建设单位：_____

填表日期：_____年___月 ___日

表B.9 断路器传动验收记录表

工程名称：_____ 系统：_____

序号	断路器名称	设备编码	就地传动		远方传动		保护传动		联锁传动	备注
			动作情况	信号指示	动作情况	信号指示	动作情况	信号指示		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

施工单位：_____ 调试单位：_____ 生产单位：_____

监理单位：_____ 建设单位：_____

填表日期：_____年___月 ___日

表B.10 保护信号记录表

工程名称：_____ 系统：_____

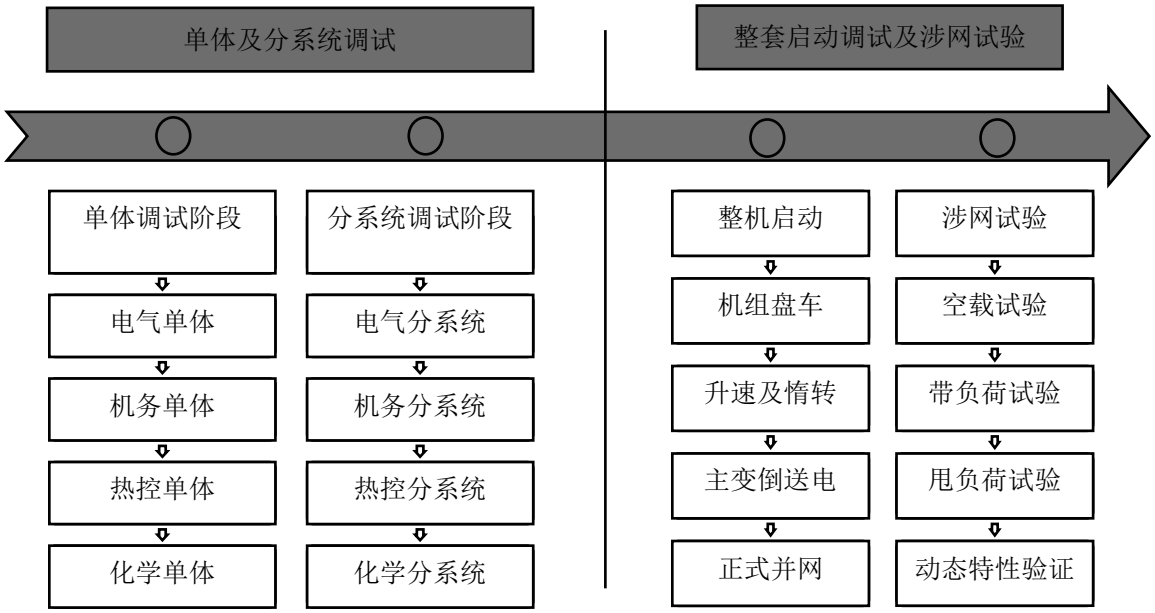
屏柜号：_____

序号	信号	端子号	确认	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

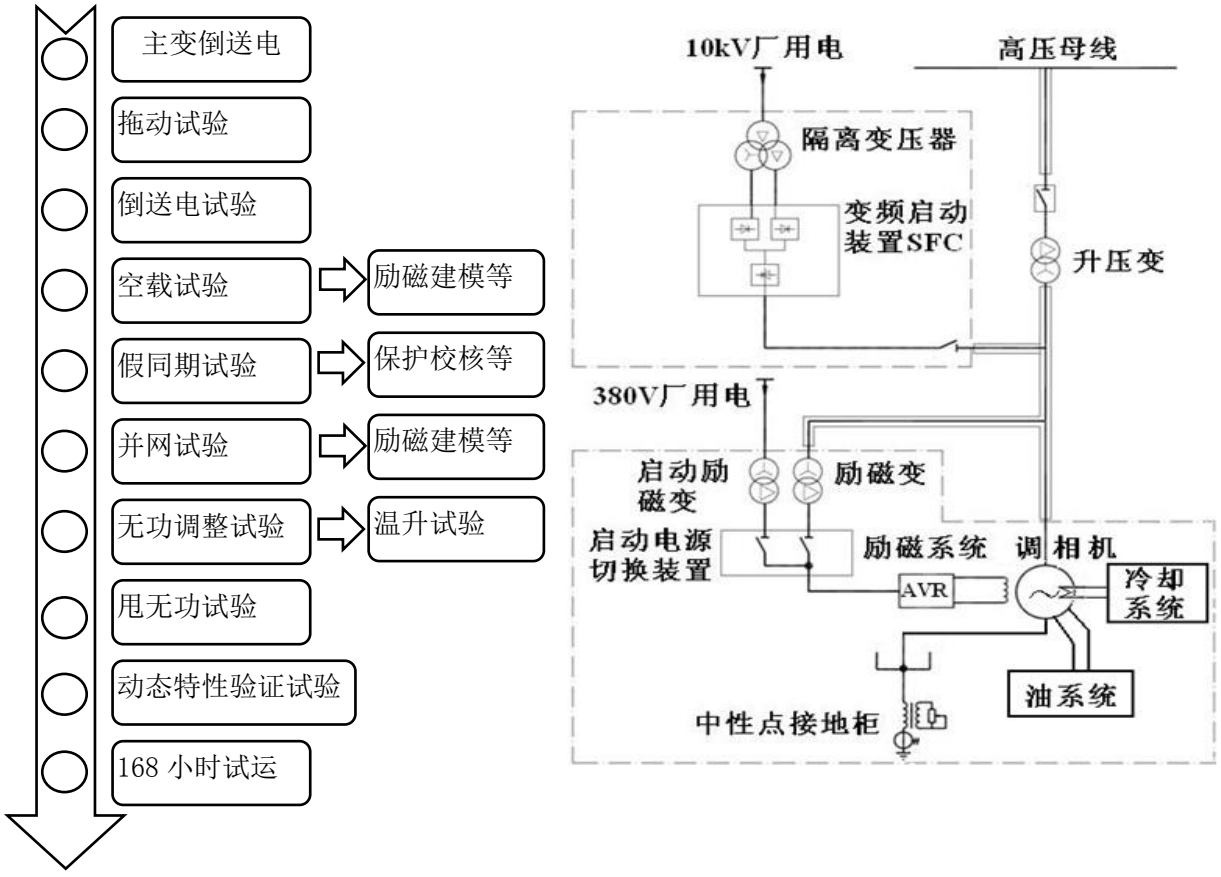
施工单位：_____ 调试单位：_____ 生产单位：_____

监理单位：_____ 建设单位：_____

填表日期：_____年___月 ___日



图B.1 调相机组调试总览图



图B.2 调相机组启动调试流程

附 录 C
（资料性附录）
调相机励磁建模静态测试试验

调相机励磁建模静态测试试验项目见表C.1。

表C.1 调相机励磁建模静态测试试验项目列表

序号	试验名称	备注
1	励磁主环参数调整	选做
2	低励限制参数调整	选做
3	过励限制参数调整	选做
4	调差系数校核	选做
5	低励环节功能验证	选做
6	强励功能验证	选做
7	定子电流流限制功能验证	选做
8	起励过程模拟	选做
9	励磁参数整定	选做

附 录 D
（资料性附录）
调相机参数测试试验

调相机参数测试试验项目见表D.1。

表D.1 调相机参数测试试验项目列表

序号	试验名称	试验地点
1	空载及短路试验	制造商（首台机做）
2	零序电抗测定	制造商（首台机做）
3	负序电抗测定	制造商（首台机做）
4	T'_{do}测试试验	制造商（首台机做） 换流站，并网前（必做）
5	甩无功试验（四种工况）	换流站，并网后（至少做两种工况）

附 录 E
（资料性附录）
调相机 AVC 试验

调相机AVC试验项目见表E.1。

表E.1 调相机AVC试验项目列表

序号	试验名称	试验地点
1	AVC 系统投退及方式转换试验	调相机站
2	全厂模式闭环控制方式下 AVC 控制能力试验	调相机站
3	全厂模式开环控制方式下 AVC 控制能力试验	调相机站
4	单机模式闭环控制方式下 AVC 控制能力试验	调相机站
5	单机模式开环控制方式下 AVC 控制能力试验	调相机站
6	24 小时长期试验	调相机站

附 录 F
（资料性附录）
调相机动态特性验证试验

调相机动态特性验证试验见表F.1。

表F.1 调相机动态特性验证试验项目列表

序号	试验名称	试验地点
1	有/无调相机，直流功率不转带，模拟单极直流线路短路故障试验	调相机所在换流站内
2	有/无调相机，送端交流线路故障试验	调相机站外交流线路
3	有/无调相机，受端交流线路故障试验	调相机站外交流线路
4	调相机负载大阶跃试验	调相机站
5	有/无调相机，逆变侧丢失多次脉冲故障试验	调相机所在换流站内
6	有/无调相机，直流系统切除大组滤波器试验	调相机所在换流站内
7	单换流器在线投退试验	调相机所在换流站内

附 录 G
（资料性附录）
电气试运行技术指标

电气试运行相关技术指标见表G.1至表G.8

表 G.1 电气专业指标汇总表

序号	单项指标名称	编号	结果	备注
1	调变组保护带负荷试验	1-1		
2	断路器及母差保护带负荷试验	1-2		
3	励磁系统带负荷试验	1-3		
4	变压器试运	1-4		
5	调变组测量及监控系统带负荷试验	1-5		
6	电气控制系统带负荷试验	1-6		
7	电气 168 小时试运行	1-7		

表 G.2 调变组保护带负荷试验表

检验项目	质量标准	检查方法
继电保护装置检查	无异常报警	检查
电流、电压幅值检查	采样值准确	试验
电流、电压相序及相位关系检查	显示正确	试验
零序电流、电压幅值检查	采样值准确	试验
零序电流、电压相位检查	显示正确	试验
失磁保护检查	无异常报警	试验
差动保护电流	符合要求	检查
差动制动电流	符合要求	检查
三次谐波定子接地保护定值校验	符合要求	检查

表 G.3 断路器及母差保护带负荷试验表

检验项目	质量标准	检查方法
继电保护装置检查	无异常报警	检查
电流、电压幅值检查	采样值准确	试验
电流、电压相序及相位关系检查	显示正确	试验
零序电流、电压幅值检查	采样值准确	试验
零序电流、电压相位检查	显示正确	试验
失灵保护检查	无异常报警	试验
母差保护检查	无异常报警	试验
差动保护电流	符合要求	检查
差动制动电流	符合要求	检查

表 G.4 励磁系统带负荷试验表

检验项目	质量标准	检查方法
调节器各模拟量采样，有功、无功量	采样值准确、显示正确	试验
自动通道工作情况	符合要求	检查
风机运行工作情况	符合要求	检查
整流柜均流系数检查	显示正确	检查

表 G.5 变压器试运试验表

检验项目	质量标准	检查方法
运行声音	无杂音	听测
变压器上层油温	符合要求	观测
满负荷时最高油位	符合要求	观测
冷却装置	正常投运、能互切	试验
严密性	无渗漏	试观察
套管、引线连接	无发热现象	观察
风扇、油泵	全部正常投运	试验
温度指示	准确、完整、清晰	观测
绝缘瓷套	无闪络、放电	观察
油中气体监视测定	≤150μL/L	观察记录

表 G.6 调变组测量及监控系统带负荷试验表

检验项目	质量标准	检查方法
测量表计及电能表	指示、记录准确	观测
监控系统	显示准确、逻辑闭锁正确	观测

表 G.7 试运电气控制系统带负荷试验表

检验项目	质量标准	检查方法
已投系统的 I/0 投入率	≥95%	检查记录
已投系统的软操作投入率	≥95%	检查记录
已投系统的连锁保护投入率	100%	检查记录

表 G.8 电气 168 小时试运行统计表

检验项目	质量标准	检查方法
电气测量仪表	显示正确	观测
继电保护	动作正确	运行记录
自动装置	运行正常	观测
电气保护装置投入率	100%	运行记录
电气自动装置投入率	100%	运行记录
电气仪表投入率	100%	运行记录

附 录 H
（资料性附录）
机务试运行技术指标

机务试运行技术指标见表H.1。

表H.1机务专业指标汇总表

项目		指标	检测结果
调相机本体	转速	3000r/min	
	轴振	≤76μm	
	瓦振	≤3.8mm/s	
	轴瓦温度	符合设计要求	
润滑油	母管压力	符合设计要求	
	母管温度	符合设计要求	
内冷水	定子冷却水流量	55t/h	
	定子线圈进水压力	0.2~0.3MPa	
	定子线圈进水温度	35~45℃	
	定子线圈出水温度	≤85℃	
	转子冷却水流量	44t/h	
	转子线圈进水压力	0.2~0.3MPa	
	转子线圈进水温度	35~43℃	
	转子线圈出水温度	≤85℃	
外冷水	流量	符合设计要求	
	母管压力	符合设计要求	
	母管温度	符合设计要求	

附 录 I
（资料性附录）
热控试运行技术指标

热控试运行相关技术指标见表I.1至I.3。

表I.1 机组热控保护投入情况统计表 （168小时前、后分别统计）

工程名称		机组号		阶段	
项目名称	设计套数	投运套数	投入率	备注	
调相机轴瓦温度高高					
调相机超速					
调相机轴振动高高					
调相机油系统故障					
油箱油位低低					
润滑油供油母管压力过低					
顶轴油出口母管压力过低					
调相机冷却水系统故障					
冷却水流量超低且进水压力低					
冷却水流量超低且进水压力高					
合计					
调试单位	年 月 日	生产单位	年 月 日		
监理单位	年 月 日	建设单位	年 月 日		

表I.2　热控自动调节系统投入情况统计表 （168小时前、后分别统计）

工程名称		机组号		阶段		
序号	系统名称	套数	首次投入时间（*yy/mm/dd*）	168h 最大连续投入时间(*h*)	168h 累计投入时间(*h*)	备　注
1	调相机润滑油温度调节					
2	冷却水进水温度调节					
3	冷却水 PH 值调节					
机组进入 168 小时试运行投入情况： 应投套数：　4　投入套数：　4　　投入率：　100 %						
机组结束 168 小时试运行投入情况： 应投套数：　4　投入套数：　4　　投入率：　100 %						
调试单位		年　月　日		生产单位	年　月　日	
监理单位		年　月　日		建设单位	年　月　日	

表 I.3　热控测点投入情况统计表（168 小时前、后分别统计）

工程名称		机组号		阶段	
序号	系统名称	设计点数（个）	实际投入点数（个）	投入率（%）	备注
1	本体系统				
2	油系统				
3	电气系统				
4	外冷水系统				
5	公共系统				
共　　计					
调试单位	年　月　日	生产单位	年　月　日		
监理单位	年　月　日	建设单位	年　月　日		

附 录 J
（资料性附录）
化学试运行技术指标

化学试运行相关技术指标见表J.1

表J.1电气专业指标汇总表

项　　目		指标	检测结果
绝缘油	油中溶解气体	符合要求	
	水份	≤30mg/kg	
润滑油	颗粒度	≤NAS 7 级	
	水份	≤100mg/L	
	酸值	≤0.3mgKOH/g	
	运动粘度（40℃）	不超过新油值的±5%	
内冷水	pH	7.0-9.0	
	电导率	≤5μS/cm	
	铜离子	≤40μg/L	
外冷水	浓缩倍率	设计要求	
	杀菌剂	0.3～0.5mg/L（参考）	
除盐水	电导率	≤0.2μS/cm	