

ICS 27.140

P 55

备案号: 42662-2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1302 — 2013

抽水蓄能机组静止变频装置运行规程

Code of operation for static frequency converter of pumped-storage unit

2013-11-28 发布

2014-04-01 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 术语和定义	1
4 运行技术条件	1
4.1 一般要求	1
4.2 变频单元	2
4.3 输入/输出单元	2
4.4 控制保护单元	2
4.5 冷却单元	3
5 运行操作	3
5.1 一般要求	3
5.2 基本启动条件	3
5.3 远方自动运行	3
5.4 现地手动运行	3
5.5 隔离操作	3
5.6 恢复操作	4
6 巡视检查、运行监视和运行分析	4
6.1 巡视检查	4
6.2 运行监视	5
6.3 运行分析	5
7 不正常运行和故障的处理	5
7.1 一般要求	5
7.2 不正常运行的处理	5
7.3 故障处理	6
附录 A (资料性附录) 机组静止变频装置方式启动流程范例	8

前 言

本标准根据《国家能源局关于下达 2011 年第二批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2011〕252 号）的要求编制。

本标准编写格式和规则符合 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的规定。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水轮发电机及电气设备标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国网新源控股有限公司。

本标准参加起草单位：华东桐柏抽水蓄能发电有限责任公司、北京十三陵蓄能电厂、华东天荒坪抽水蓄能有限责任公司、国网新源控股有限公司电力检修分公司、中国南方电网调峰调频发电公司。

本标准主要起草人：李华、张亚武、李国和、常玉红、郭海峰、周婷、施美霖、黄彦庆、李红伟。

本标准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）。

抽水蓄能机组静止变频装置运行规程

1 范围

本标准规定了抽水蓄能机组静止变频装置运行技术条件、运行操作、巡视检查、运行监视、运行分析、不正常运行和故障处理等要求。

本标准适用于抽水蓄能机组抽水方向启动的静止变频装置。

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/T 18482 可逆式抽水蓄能机组启动试运行规程

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 572 电力变压器运行规程

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

静止变频装置 static frequency converter

由换流装置及直流电抗器等设备组成的具有一定功率的静止式频率变换设备，一般由变频单元、输入/输出单元、控制保护单元、冷却单元组成。

注：改写 GB/T 18482—2010，定义 3.1。

3.2

冷备用 static frequency converter standby

指静止变频装置处于“输入断路器断开、变频单元晶闸管关断、触发脉冲闭锁、输出断路器和输出隔离开关断开、冷却单元等辅助设备停运”，一经收到启动命令即可运行的状态。

3.3

热备用 static frequency converter hot standby

指静止变频装置处于“输入断路器合上、变频单元晶闸管关断、触发脉冲闭锁、输出断路器和输出隔离开关断开、冷却单元等辅助设备运行”，一经收到启动命令即可运行的状态。

4 运行技术条件

4.1 一般要求

4.1.1 静止变频装置应能在额定铭牌参数下可靠运行。

4.1.2 静止变频装置投运前应完成相关的试验，试验内容及结果应符合 GB/T 18482、GB 50150 的规定。

4.1.3 静止变频装置应按期进行电气预防性试验，试验内容及结果应符合 DL/T 596 的规定及产品技术要求。

4.1.4 静止变频装置应能满足机组频繁启停的要求，并能连续逐一启动电站所有机组，其连续运行时间及运行间隔时间符合产品技术要求。

4.1.5 配备单台静止变频装置时，其两路独立输入电源的断路器应相互闭锁。

4.1.6 配备两台静止变频装置时，单台静止变频装置应能启动电站任一机组，两台静止变频装置应能同时工作。

4.1.7 变频单元、输入/输出单元、控制保护单元、冷却单元等主、辅设备完好，保护装置、测量仪表和信号装置等应可靠、准确。

4.1.8 静止变频装置运行中功率柜门禁止打开。

4.2 变频单元

4.2.1 运行环境应满足：

——周围空气温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 。

——湿度：相对湿度日平均值不大于 95%，月平均值不大于 90%。

——周围空气应不受腐蚀性或可燃性²气体、水蒸气等明显污染。

4.2.2 变频单元功率柜及控制回路的绝缘电阻应满足产品技术要求。

4.2.3 静止变频装置运行产生的谐波应不影响电站继电保护、励磁、调速器、同期装置、监控系统等设备正常运行，不引起相关回路的谐波放大和谐振。

4.2.4 变频单元的脉冲分配卡和光电转换卡运行正常。

4.2.5 桥臂中的晶闸管应采用 $n+1$ 配置。每桥臂中单个晶闸管故障，静止变频装置应能继续运行，并报警；多个晶闸管故障时，静止变频装置应按产品技术要求退出运行。

4.2.6 直流电抗器应能限制直流回路中电压和电流的谐波分量及直流电流上升速度，其绕组温升应满足产品技术要求。

4.2.7 整流桥和逆变桥交流侧应设暂态过电压保护装置。

4.3 输入/输出单元

4.3.1 在低频运行等情况下发生故障时，输入/输出断路器应能迅速、可靠断开。若断路器不具备低频开断能力，应采取相应保证措施。

4.3.2 输出变压器旁路隔离开关应在 10% 额定频率范围内可靠断开。

4.3.3 输出断路器远方控制应具备与启动回路相关隔离开关和机组出口断路器的联动闭锁功能。

4.3.4 输入/输出变压器、电抗器运行中温度应满足产品技术要求。

4.3.5 输入/输出变压器检修或长时间停运后，投运前应按 DL/T 572 的规定进行检查和试验。

4.4 控制保护单元

4.4.1 控制保护单元应能满足机组从静止升速至 110% 额定转速的时间和频率变化的要求，机组升速时间应符合产品技术要求。

4.4.2 在正常工作及各种故障情况下，控制保护单元应能保证晶闸管元件不因过电压或过电流而损坏。

4.4.3 控制保护单元应具备对晶闸管元件温度、工作状态、触发脉冲等进行监测、控制与保护的功能，整定值应符合产品技术要求。

4.4.4 控制保护单元应配备两路独立可靠的控制电源，故障时可自动切换并报警。

4.4.5 控制保护单元与电站监控系统、励磁系统、同期装置、继电保护等的信息传递（通信或硬接线）正常，满足机组启动要求。

4.4.6 在机组启动过程中，控制保护单元应具备以下功能：

——机组启动初始阶段，正确检测转子初始位置。

——机组低速运行阶段，控制晶闸管实现强迫换相。

——机组高速运行阶段，控制晶闸管平滑过渡至自然换相。

——机组同期调整阶段，控制机组转速稳定，并能根据同期装置命令调节机组转速，使频率满足并网条件。

——同期装置发出机组出口断路器合闸命令时，立即关断晶闸管，闭锁触发脉冲，并断开输出断路器。

4.5 冷却单元

- 4.5.1 静止变频装置冷却方式采用强迫风冷、水/水冷却或水/风冷却方式。
- 4.5.2 冷却单元风压和风量应符合产品技术要求，风机及其交流电源宜冗余配置并可自动切换。
- 4.5.3 冷却单元去离子水温度、水压、流量和电导率应符合产品技术要求，去离子水泵及其交流电源应冗余配置并可自动切换。运行中，外循环冷却水流量应根据去离子水温度变化自动调整。变频装置停运时，外循环水冷却单元应停运，避免因冷却水温过低而使晶闸管表面凝露，损坏阀体绝缘。
- 4.5.4 冷却水管路应装设控制阀门及测量、控制元件，并采取防结露措施。

5 运行操作

5.1 一般要求

- 5.1.1 机组抽水方向启动宜优先选择静止变频装置启动方式。
- 5.1.2 正常情况下，静止变频装置应选择远方自动方式启动机组。
- 5.1.3 静止变频装置调试应采用现地手动方式。

5.2 基本启动条件

- 5.2.1 静止变频装置隔离措施已解除，电气回路上所有接地线、短路线已全部拆除，所有接地开关已拉开，输入隔离开关合上，输入/输出断路器及启动回路各隔离开关处于断开位置，各断路器及隔离开关操作电源、控制电源投入正常。
- 5.2.2 控制保护单元的控制电源投入正常，无运行闭锁报警信号。
- 5.2.3 静止变频装置所有保护投入正确，保护控制面板无报警信号。
- 5.2.4 冷却单元水泵、风机等设备交流电源投入正常，水泵或风机控制方式处于“自动”状态，外循环冷却水电动阀处于“远方自动”方式。

5.3 远方自动运行

- 5.3.1 检查静止变频装置满足远方自动启动条件，控制方式处于“远方自动”。
- 5.3.2 通过电站监控系统选择机组抽水方向启动方式为“静止变频装置启动”，并预设机组启动完成后静止变频装置的状态为“冷备用”或“热备用”。
- 5.3.3 向电站监控系统下达机组抽水方向启动命令。
- 5.3.4 监视静止变频装置按自动控制流程正常动作（启动流程范例参见附录 A）。
- 5.3.5 机组出口断路器合闸后，检查输出断路器断开，监视静止变频装置运行至预设状态。

5.4 现地手动运行

- 5.4.1 将控制方式切换至“现地手动”，检查静止变频装置满足现地手动启动条件。
- 5.4.2 检查机组换相隔离开关合于抽水方向，启动母线相应隔离开关、机组被拖动隔离开关合上，励磁系统运行在“静止变频装置启动”模式。
- 5.4.3 启动冷却单元，监视各部分运行正常。
- 5.4.4 合上输入断路器，检查静止变频装置处于“热备用”状态。
- 5.4.5 启动静止变频装置，监视输出断路器合上，变频单元投入运行。
- 5.4.6 调整并监视机组转速逐步上升至额定值。
- 5.4.7 投入机组同期装置，机组出口断路器合闸后，检查输出断路器断开，监视静止变频装置转为“热备用”状态。
- 5.4.8 断开输入断路器，停止冷却单元，监视静止变频装置转为“冷备用”状态。

5.5 隔离操作

- 5.5.1 检查静止变频装置处于“冷备用”状态。
- 5.5.2 断开输入/输出断路器的控制电源和操作电源。
- 5.5.3 拉开输入隔离开关，检查输出隔离开关在断开位置，断开输入/输出隔离开关控制电源和操作电源。

5.5.4 断开电压互感器二次侧开关。

5.5.5 在各可能来电侧验明无电压后，合上相应接地开关或装设接地线。

5.5.6 变频单元维护和检修应按照产品维护要求装设接地线和短路线，在未进行电气隔离的情况下，禁止对晶闸管功率单元进行维护和检修。

5.6 恢复操作

5.6.1 拉开各侧接地开关，拆除接地线和短路线。

5.6.2 合上电压互感器二次侧开关。

5.6.3 合上输入/输出隔离开关控制电源和操作电源，合上输入隔离开关。

5.6.4 合上输入/输出断路器控制电源和操作电源。

5.6.5 检查静止变频装置处于“冷备用”状态，确认满足基本启动条件。

6 巡视检查、运行监视和运行分析

6.1 巡视检查

6.1.1 巡视检查应按照规定的时间、内容和路线进行，发现设备异常应及时记录和处理。

6.1.2 巡视检查应结合当前运行状况，确定重点巡视部位和重点巡视内容。

6.1.3 下列情况应加强巡视检查：

- 设备新投运或检修后恢复运行。
- 设备运行参数异常变化。
- 静止变频装置故障跳闸后或运行中发现异常现象。

6.1.4 巡视检查项目和技术要求应符合表1的规定。

表1 巡视检查项目和技术要求

序号	单元	巡视检查项目	技术要求
1	变频单元	盘柜	柜门正常关闭，且上锁； 指示灯完好，信号正确，无异常告警信号； 无异音，无异味
2		电气元件	无过热
3	输入/ 输出单元	断路器	状态正确
4		变压器	按 DL/T 572 的规定执行
5		电抗器	表面清洁，外观完好，连接牢固，运行中无异声、异味，无振动、 过热，接头无氧化、腐蚀和放电痕迹； 外壳及金属支架接地牢固，接地线完好，接地端无氧化、腐蚀及放 电痕迹
6		绝缘子、连接导体	表面清洁，外观完好，连接牢固，运行中无异声、异味，无振动、 过热，接头无氧化、腐蚀和放电痕迹
7	控制保护 单元	盘柜	柜门正常关闭，且上锁； 电源投入正常，控制方式正确； 指示灯完好，信号正确，无异常告警信号； 无异声、异味
8		电气元件	无过热
9	冷却单元	外循环水冷却设备	管路无渗漏，阀门位置正确，冷却水流量、压力满足规定的要求
10		去离子水冷却设备	水泵工作正常，管路无渗漏，阀门位置正确，去离子水温度、流量、 压力和电导率满足规定的要求
11		风冷设备	风机工作正常，风量、风压满足规定的要求

6.2 运行监视

6.2.1 监视输入/输出断路器及启动回路各隔离开关状态正确，静止变频装置无报警信号。

6.2.2 静止变频装置启动机组过程中应监视：

- 输入/输出断路器及启动回路各隔离开关动作正确。
- 机组启动瞬间转向正确。
- 启动回路电流正常，机组转速上升均匀、连续。
- 同期调整阶段，监视机组转速、电压调节稳定。
- 同期装置发出机组出口断路器合闸命令后，监视机组出口断路器合闸、输出断路器断开。

6.2.3 静止变频装置启动机组完成后应监视：

- 静止变频装置在预设状态。
- 启动回路各隔离开关状态正确。

6.3 运行分析

6.3.1 应定期进行静止变频装置设备运行分析，内容包括：

- 启动成功率。
- 异常现象和缺陷产生的原因、趋势变化、存在问题和处理对策的有效性。

6.3.2 应对静止变频装置设备检修或技术改进前后的运行状况、重大缺陷和隐患开展专题分析。

6.3.3 根据运行分析结果和处理对策，改进日常运行和维护工作。

7 不正常运行和故障的处理

7.1 一般要求

7.1.1 静止变频装置存在启动闭锁报警时，在原因查明、故障消除、报警信号复归后，方可投入运行。

7.1.2 静止变频装置运行中报警，应加强监视。发现影响设备安全运行的重大缺陷时，应立即停止运行。

7.1.3 机组启动过程中，发生静止变频装置外部故障跳闸时，应查明外部跳闸原因，确认静止变频装置无异常后，方可重新投入运行。

7.1.4 机组启动过程中，发生静止变频装置内部故障跳闸时，应根据控制器或故障记录仪显示信息查找并消除故障原因，必要时进行隔离处理。在原因查明、故障消除、报警信号复归后，方可重新投入运行。

7.1.5 输入/输出变压器不正常运行和事故处理应按照 DL/T 572 的规定执行。

7.2 不正常运行的处理

7.2.1 整流/逆变桥柜内空气温度高

7.2.1.1 检查静止变频装置是否过负荷。

7.2.1.2 采用去离子水冷却方式的，检查去离子冷却水的温度、压力、流量及电导率是否正常。

7.2.1.3 采用风冷方式的，检查风压是否正常、风机是否运行。

7.2.1.4 检查温度传感回路是否正常。

7.2.2 去离子水温度高

7.2.2.1 检查去离子水流量是否正常。

7.2.2.2 检查外循环冷却水的温度、压力及流量是否正常。

7.2.2.3 检查外循环冷却水温控阀是否打开。

7.2.2.4 检查静止变频装置是否过负荷。

7.2.2.5 检查温度传感器回路是否正常。

7.2.2.6 检查管路及水/水热交换器有无漏水。

7.2.3 去离子水压力或流量低

7.2.3.1 检查去离子水泵运行情况是否正常。

7.2.3.2 检查各阀门位置是否正确。

7.2.3.3 检查过滤器是否堵塞。

7.2.3.4 检查管路及水/水热交换器有无漏水。

7.2.3.5 检查传感器回路有无故障。

7.2.3.6 补充去离子水或缓冲罐气体。

7.2.4 去离子水电导率高

7.2.4.1 检查去离子水泵是否启动。

7.2.4.2 检查去离子水电磁阀是否打开。

7.2.4.3 检查水/水热交换器有无渗漏。

7.2.4.4 检查电导率传感器回路是否正常。

7.2.4.5 检查去离子装置内吸附剂是否饱和。

7.3 故障处理

7.3.1 控制器故障

7.3.1.1 查看故障列表。

7.3.1.2 检查控制器模块各指示灯运行情况。

7.3.1.3 断开控制器电源开关。

7.3.1.4 重新合上控制器电源开关。

7.3.1.5 检查控制器重启正常，故障信号复归。

7.3.1.6 若重启无效，更换故障模块。

7.3.2 晶闸管故障

7.3.2.1 检查晶闸管触发回路、监视回路是否正常。

7.3.2.2 隔离输入/输出回路，检查晶闸管是否击穿。

7.3.2.3 更换故障的晶闸管元件或桥臂。

7.3.3 整流/逆变桥电流保护动作

7.3.3.1 检查保护动作是否正确。

7.3.3.2 检查保护范围内一次设备是否存在短路、接地现象。

7.3.3.3 隔离并检修故障设备。

7.3.4 转子初始位置检测故障

7.3.4.1 检查励磁系统是否正常启动，励磁电流上升速率曲线有无异常变化。

7.3.4.2 检查逆变桥电压测量回路是否正常，电压互感器熔丝是否熔断。

7.3.4.3 检查励磁系统参数设定及相关回路是否正常。

7.3.4.4 隔离并检修故障设备。

7.3.5 整流桥低电压保护动作

7.3.5.1 检查保护动作是否正确。

7.3.5.2 检查输入变压器一、二次侧及本体是否存在接地和短路。

7.3.5.3 检查整流桥电压回路是否正常，电压互感器熔丝是否熔断。

7.3.5.4 隔离并检修故障设备。

7.3.6 去离子水泵故障

7.3.6.1 检查备用水泵是否投入。

7.3.6.2 检查主用水泵控制方式是否在“自动”。

7.3.6.3 检查主用水泵操作电源及控制电源是否正常。

7.3.6.4 检查主用水泵本体是否故障。

7.3.6.5 检查主用水泵控制回路是否正常。

7.3.6.6 隔离并检修故障设备。

7.3.7 风机故障

- 7.3.7.1 检查风机电源是否正常。
- 7.3.7.2 检查风机电动机工作是否正常。
- 7.3.7.3 检查风机启动回路是否正常。
- 7.3.7.4 隔离并检修故障设备。

附录 A (资料性附录)

机组静止变频装置方式启动流程范例

