

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2022 — 2019

燃气轮发电机静止变频启动系统 运行规程

Operation guidelines of SFC-based starting system for gas turbine generator unit

行业标准信息服务平台

2019-06-04 发布

2019-10-01 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 总则	2
5 运行条件	2
6 运行操作	3
7 运行监视和巡检	4
8 运行异常及故障处理原则	6
附录 A （资料性附录） 静止变频启动系统主要设备	7
附录 B （资料性附录） 静止变频启动系统备件及专用工具	8

行业标准信息服务平台

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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/TC09）归口。

本标准起草单位：中国大唐集团科学技术研究院有限公司华东电力试验研究院、中国电力科学研究院、华北电力科学研究院、国网山东电力科学研究院、国网湖北电力科学研究院、国网河北电力科学研究院、国网浙江电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司、国电科学技术研究院成都电力技术分院、上海漕泾热电有限责任公司、中国人民解放军陆军炮兵防空兵学院、广东大唐国际肇庆热电有限责任公司、浙江大唐国际绍兴江滨热电有限责任公司、南京南瑞继保电气有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、大唐火力发电技术研究院。

本标准主要起草人：陈延云、盛明珺、戴申华、史杨、吴龙、曹志伟、王东阳、张建忠、蔡万里、江建明、吴跨宇、钟磊、郭赆佳、熊鸿韬、王锐、汤伟、石祥建、胡罡、田龙刚、胡静、王劲松。

本标准首次发布。

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）。

行业标准信息服务平台

燃气轮发电机静止变频启动系统运行规程

1 范围

本标准规定了燃气轮发电机静止变频启动系统运行条件、运行操作、运行监视和巡检、运行维护等。本标准适用于燃气轮发电机组静止变频启动系统。

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 3797 电气控制设备

GB/T 15135 燃气轮机词汇

DL/T 572 电力变压器运行规程

3 术语和定义

GB/T 15135 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

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。

3.2

静止变频启动系统 SFC-based starting system

由静止变频器、输入断路器、隔离变压器、滤波器（可选）、输出切换开关等组成，用于将燃气轮发电机组从盘车转速拖动到自持转速的系统。

3.3

输入断路器 input circuit breaker

配置在静止变频器输入侧，连接静止变频启动系统供电电源和隔离变压器的断路器。

3.4

隔离变压器 isolation transformer

配置在输入断路器和静止变频器之间的降压变压器，低压侧绕组可采用单绕组，也可以采用不同相位的双绕组。

3.5

输出切换开关 output transfer switch

配置在静止变频器输出侧，具有切换功能的开关。

3.6

正常启动 **normal starting**

静止变频启动系统将燃气轮发电机组从盘车转速拖动至自持转速后退出运行的工作过程。

3.7

高盘启动 **crank starting**

在燃气轮发电机组进行检查、水洗、吹扫时，静止变频启动系统将燃气轮发电机组从盘车转速拖动至吹扫转速，待检查、水洗、吹扫完成后退出运行的工作过程。

3.8

静止变频启动系统冷备用 **static frequency converter standby**

指静止变频启动系统处于“输入断路器断开、变频单元晶闸管关断、触发脉冲闭锁、输出切换开关断开、冷却单元等辅助设备停运”，一经收到启动命令不能立即运行的状态。

3.9

静止变频启动系统热备用 **static frequency converter hot standby**

指静止变频启动系统处于“输入断路器断开、变频单元晶闸管关断、触发脉冲闭锁、输出切换开关断开、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 总则

4.1 各发电厂（站）应根据所采用的静止变频启动系统性能及特点，制订本厂（站）静止变频启动系统运行规程和静止变频启动系统投入/退出、隔离/恢复操作流程。

4.2 运行人员负责静止变频启动系统的运行操作，并对所管辖的静止变频启动系统设备进行定期巡视、检查，发现异常、故障应及时处理。

4.3 运行人员应及时了解并掌握设备的技术变动情况，并根据技术变动情况及时修改运行规程和相关操作流程。

4.4 对静止变频启动系统的投入/退出、隔离/恢复等操作应有详细记录。

5 运行条件

5.1 运行环境

根据 GB/T 3797 的规定，静止变频启动系统运行环境应满足：

- a) 周围空气温度不超过+40℃，且在 24h 内平均温度不超过+35℃。周围空气温度的下限为+5℃；
- b) 最高温度为+40℃时的空气相对湿度不得超过 50%。在较低温度时允许有较大的相对湿度，例如+20℃时相对湿度为 90%，但应控制凝露程度；
- c) 周围应无爆炸危险、无腐蚀金属和破坏绝缘的气体与灰尘；
- d) 海拔高于 2000m 的地区，考虑介电强度的降低和空气冷却效果的减弱，由用户自行确定运行环境要求。

5.2 主要技术文件

主要技术文件包括：

- a) 静止变频启动系统及所属设备（详见附录 A 和附录 B）的技术规范，使用说明书，用户手册，运行、检修规程，竣工图纸，试验报告及参数整定计算书等；
- b) 燃气轮发电机组及励磁系统有关技术参数；

- c) 用户应用程序流程框图、最终软件说明文本；
- d) 生产厂家所提供的其他技术文件。

5.3 励磁系统

励磁系统应能根据设计要求可靠运行，应能接收静止变频启动系统发出的控制指令，并快速响应。

5.4 继电保护

燃气轮发电机在静止变频启动期间，主要保护宜按表 1 要求投退，其中“√”表示保护投入，“×”表示保护退出，“/”表示本标准不作要求。

表1 燃机静止变频启动期间发电机主要保护投退

保护名称	SFC投入运行时	SFC退出运行但未并网期间	并网后
差动保护	√	√	/
定子匝间短路保护	√	√	/
定子过压保护	√	√	/
定子过负荷保护	√	√	/
定子接地保护	×	√	/
逆功率保护	×	√	/
失磁保护	×	√	/
失步保护	×	√	/
频率保护	×	√	/
启停机保护	√	√	×
发电机突加电压保护	√	√	×
低频过电流保护	√	√	×
过激磁保护	√	√	/
GCB失灵保护	√	√	/
转子接地保护	√	√	/

6 运行操作

6.1 静止变频启动系统投入运行前检查

- 6.1.1 首次投运前应确认有关技术文件及备件齐备。
- 6.1.2 设备在检修调试完毕后达到规定的性能和质量要求。
- 6.1.3 设备的标志齐全正确清晰，各开关、连片、熔断器等完好，接线正确。
- 6.1.4 所需电源均正常可靠并能按要求投入。
- 6.1.5 静止变频启动系统所有保护正常投入，出口压板正确投退，保护控制面板无报警信号、无运行闭锁报警信号。
- 6.1.6 冷却系统处于投入状态。
- 6.1.7 静止变频启动系统的临时隔离措施已解除，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，输入断路器、输出切换开关在工作位置，并处于断开位置。

- 6.1.8 发电机中性点接地开关处于断开位置。
- 6.1.9 静止变频启动系统参数整定及功能设置满足机组启动要求。
- 6.1.10 现场安全设施齐备，符合安全运行条件。
- 6.1.11 现场环境满足安全运行要求。

6.2 静止变频启动系统的正常运行操作

6.2.1 正常运行的操作原则如下：

- a) 机组正常启动或高盘启动方式下，静止变频启动系统处于热备用状态，选择“远方自动”方式启动机组；
- b) 静止变频启动系统在新安装或检修后首次启动，宜采用“现地手动”方式，进行不同转速下的调试。

6.2.2 远方自动启动方式操作步骤如下：

- a) 检查静止变频启动系统满足远方自动启动条件，控制方式处于“远方自动”；
- b) 检查静止变频启动系统输入断路器和输出切换开关在工作位，控制方式处于“远方”；
- c) 通过燃机控制系统选择对应的静止变频启动系统，下达机组启动指令；
- d) 监视静止变频启动系统按自动流程正常动作；
- e) 按启机流程监视机组转速是否至预定值；
- f) 静止变频启动系统启动完成退出后，检查确认静止变频启动系统输入断路器和输出切换开关在断开位置，监视静止变频启动系统恢复至热备用状态。

6.2.3 现地手动启动方式操作步骤如下：

- a) 检查静止变频启动系统满足现地手动启动条件，控制方式处于“现地手动”；
- b) 检查静止变频启动系统输入断路器和输出切换开关在工作位；
- c) 现地启动静止变频启动系统；
- d) 监视输出切换开关合上、输入断路器合上，检查静止变频启动系统状态；
- e) 按启机流程调整并监视机组转速至预定值；
- f) 就地退出静止变频启动系统，断开输入断路器和输出切换开关，监视静止变频启动系统运行至预设状态。

6.3 静止变频启动系统的隔离/恢复操作

6.3.1 隔离/恢复的操作原则如下：

- a) 静止变频启动系统处于冷备用状态，才能进行隔离/恢复操作；
- b) 静止变频启动系统的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，禁止对功率单元进行维护和检修。

6.3.2 隔离操作步骤如下：

- a) 确认静止变频启动系统处于冷备用状态；
- b) 静止变频启动系统的输入断路器和输出切换开关控制方式置于“现地”状态；
- c) 静止变频启动系统输入断路器置检修位；
- d) 静止变频启动系统输出切换开关置检修位；
- e) 断开输入断路器和输出切换开关的控制电源和操作电源；
- f) 断开电压互感器二次侧开关；
- g) 在验明无电后，合上相应接地开关或装设接地线。

6.3.3 恢复操作步骤如下：

- a) 拉开相应接地开关，拆除接地线；
- b) 合上电压互感器二次侧开关；

- c) 输出切换开关置工作位，合上输出切换开关的控制电源和操作电源；
- d) 输入断路器置工作位，合上输入断路器控制电源和操作电源；
- e) 检查静止变频启动系统处于冷备用状态。

7 运行监视和巡检

7.1 运行监视

7.1.1 运行状态监视，应包括：

- a) 输入断路器和输出切换开关的状态；
- b) 报警信号。

7.1.2 运行参数监视，应包括：

- a) 输入电压、输入电流、输出电压、输出电流；
- b) 输出频率、给定频率；
- c) 变压器/电抗器绕组温度；
- d) 冷却介质温度。

7.2 运行巡检

7.2.1 运行巡检应按规定的时间、内容和路线进行，发现设备异常应及时记录并按相关要求进行处理。

7.2.2 巡检应结合当前运行工况，确定重点巡检部位和巡检内容。

7.2.3 下列情况应加强巡检：

- a) 设备新投运或检修后恢复运行；
- b) 运行设备参数异常变化；
- c) 静止变频启动系统故障跳闸后或运行中发现异常。

7.2.4 巡检过程，应对以下方面进行检查：

7.2.4.1 环境巡检包括：

- a) 温度、湿度是否正常；
- b) 空气粉尘是否过大；
- c) 有无有害气体和烟雾。

7.2.4.2 控制柜巡检包括：

- a) 柜门是否关闭并上锁；
- b) 有无异响、放电声、焦糊味等；
- c) 仪表、信号、指示灯均是否正常；
- d) 电源是否投入、控制方式是否正确；
- e) 控制保护装置有无异常告警；
- f) 进风滤网和出风口有无阻塞。

7.2.4.3 整流柜、逆变柜、直流电抗器柜巡检包括：

- a) 柜门是否关闭并上锁；
- b) 有无异响、异常振动、放电声、焦糊味等；
- c) 冷却系统采用风冷时，检查风机运行是否正常、进风滤网和出风口有无阻塞；
- d) 冷却系统采用水冷时，检查冷却系统去离子水温度、水压、流量和电导率是否符合运行要求。

7.2.4.4 隔离变压器巡检，按 DL/T 572 相关规定执行。

7.3 运行维护

7.3.1 应定期清除静止变频启动系统滤网的积灰，必要时更换滤网。

7.3.2 采用水冷时，应定期监测冷却水温度、压力、电导率、流量满足规定要求。

7.3.3 静止变频启动系统停备期间，应按要求定期进行巡检。

7.4 注意事项

7.4.1 运行中不得随意解除柜门联锁和打开柜门。

7.4.2 除紧急故障外，运行中不得断开输入断路器来停运静止变频启动系统。

7.4.3 定期对静止变频启动系统进行运行分析，包括启动成功率、运行参数的趋势变化及原因分析。

8 运行异常及故障处理原则

静止变频启动系统发出异常告警或故障信号时，运行人员应判断信号类别，及时采取相应的措施。若是可导致发电机及静止变频启动系统损坏的故障，则应采取紧急停运静止变频启动系统。若是异常告警，静止变频启动系统可继续运行，应查明故障内容和故障原因，待静止变频启动系统停机后检查处理。

出现下列任一种情况时静止变频启动系统应立即退出运行：

- a) 装置或设备温度明显升高，采取措施后仍超过设计规定的允许值；
- b) 断路器触头、切换开关触头及一次回路连接处过热超过制造厂家规定的允许值；
- c) 冷却系统发生故障且短时间内不能恢复。

行业标准信息平台

附录 A
(资料性附录)

静止变频启动系统主要设备

静止变频启动系统的主要设备包括：

- a) 静止变频启动系统各盘屏柜；
- b) 变压器、互感器、电抗器、断路器、切换开关；
- c) 功率器件；
- d) 交、直流母排或电缆；
- e) 冷却系统；
- f) 连接静止变频启动系统的有关二次回路；
- g) 静止变频启动系统使用的各种交、直流电源；
- h) 静止变频启动系统的各种测量仪表、指示灯。

行业标准信息服务平台

附录 B

(资料性附录)

静止变频启动系统备件及专用工具

应结合本单位的实际情况，本着保证静止变频启动系统长周期安全稳定运行的原则，制定备件储备定额。定额数量宜不少于10%。静止变频启动系统备件主要包括：

- a) 功率变流器中的功率器件、快速熔断器、脉冲变压器组件、阻容保护组件；
 - b) 控制保护单元的主要功能模件板及电源模块；
 - c) 控制保护单元相关的软件光盘；
 - d) 冷却系统的易损件；
 - e) 断路器、切换开关的分合闸线圈、主辅触头等；
 - f) 静止变频启动系统生产厂提供的特种备件；
 - g) 静止变频启动系统的各种调试、仿真试验设备及专用工具。
-

行业标准信息服务平台