

ICS 27.100

F 23

备案号: 37398-2012

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1195 — 2012

---

## 火电厂高压变频器运行与维护规范

Specifications of operation and maintenance for high voltage  
variable frequency drive used in fossil-fuel power plants

2012-08-23 发布

2012-12-01 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 基本要求	3
5 高压变频器的使用条件	3
6 高压变频器的运行	4
7 高压变频器的维护	6
附录 A (资料性附录) 高压变频器常用记录表	12
附录 B (资料性附录) 高压变频器的常见故障与处理方法	15

## 前 言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电能质量及柔性输电标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：河南电力试验研究院、中国电力科学研究院、北京利德华福电气技术有限公司、华能德州电厂、华能上安电厂、浙江省电力试验研究院、华北电力大学、武汉大学。

本标准主要起草人：纪勇、王轩、刘遵义、倚鹏、郑万钧、杜彦楼、张建平、尹忠东、查晓明。

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）。

# 火电厂高压变频器运行与维护规范

## 1 范围

本标准规定了火电厂高压变频器成套设备的基本要求、使用条件、运行与维护方法。

本标准适用于火电厂高压变频器成套设备的运行和维护。

本标准中高压变频器的额定输入频率为 50Hz, 额定输入电压为 1kV~10kV, 输出电压为交流 0kV~10kV。

## 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 2900.1—2008 电工术语 基本术语

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 7260.1—2008 不间断电源设备 第 1-1 部分: 操作人员触及区使用的 UPS 的一般规定和安全要求

GB/T 12668.4—2006 调速电气传动系统 第 4 部分: 一般要求 交流电压 1000V 以上但不超过 35kV 的交流调速电气传动系统额定值的规定

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543—2008 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差

GB 50060 3~110kV 高压配电装置设计规范

DL/T 474.1 现场绝缘试验实施导则 第 1 部分: 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验

DL/T 474.4—2006 现场绝缘试验实施导则 第 4 部分: 交流耐压试验

DL/T 596—1996 电力设备预防性试验规程

DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

DL/T 994—2006 火电厂风机水泵用高压变频器

DL/T 1010.5—2006 高压静止无功补偿装置 第 5 部分: 密闭式水冷却装置

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**高压变频器 high voltage variable frequency drive**

改变输出频率和输出电压控制交流高压电动机转速的调速控制装置。

注: 改写 DL/T 994—2006, 定义 3.1。

### 3.2

**过载能力 over load capability**

在规定的时间内能够供给的, 但不超过规定运行条件下设定限值的最大电流。

[DL/T 994—2006, 定义 3.2]

3.3

总谐波畸变率 **total harmonic distortion**

*THD*

周期性交流量中的谐波含量的方均根值与其基波分量的方均根值之比（用百分数表示）。电压总谐波畸变率以  $THD_u$  表示，电流总谐波畸变率以  $THD_i$  表示。

[GB/T 14549—1993，定义 3.8]

3.4

电压不平衡 **voltage unbalance**

三相电压在幅值上不同或相位差不是  $120^\circ$ ，或兼而有之。

[GB/T 15543—2008，定义 3.1]

3.5

不平衡度 **unbalance factor**

$\varepsilon$

指三相电力系统中三相不平衡的程度。用电压、电流负序基波或零序基波分量与正序基波分量的方均根值百分比表示。电压、电流的负序不平衡度和零序不平衡度分别用  $\varepsilon_{U2}$ 、 $\varepsilon_{U0}$  和  $\varepsilon_{I2}$ 、 $\varepsilon_{I0}$  表示。

[GB/T 15543-2008，定义 3.2]

3.6

旁路装置 **by-pass equipment**

能控制电动机在高压变频器输出驱动与电网直接驱动之间相互切换的装置。

注：改写 DL/T 994—2006，定义 3.4。

3.7

额定电压 **rated voltage**

由制造商对一电气设备在规定的工作条件下所规定的电压。

[GB/T 2900.1—2008，定义 3.5.86]

3.8

（一次设备的）检修状态 **maintenance state (of primary equipment)**

连接设备的各侧有明显的断开点或可判断的断开点，设备接地的状态；或设备与系统隔离的状态。

3.9

（一次设备的）备用状态 **standby state (of primary equipment)**

设备已具备运行条件，经启动操作即可转为运行状态的状态。

3.10

（一次设备的）运行状态 **operation state (of primary equipment)**

设备或系统带有电压，其功能有效，即正常工作的状态。

3.11

不间断供电电源 **uninterrupted power supply (UPS)**

由变流器、开关和储能装置（如蓄电池）组合构成的，在输入电源故障时维持负载电力连续性的电源设备。

注：改写 GB/T 7260.1—2008，定义 3.1.1。

3.12

移相变压器 **phase-shifting transformer**

一种整流变压器，其二次绕组具有不同的相位，并连接高压变频器的整流电路，组成多相整流系统，可减小电网侧谐波电流。

## 3.13

**电气预防性试验 electrical preventive test**

为了发现运行中设备的隐患，预防发生事故或设备损坏，对设备进行的检查、试验或监测。

注：改写 DL/T 596—1996，定义 3.1。

**4 基本要求****4.1 人员要求**

高压变频器运行维护单位应配备运行维护专责人员。

**4.2 场所要求**

4.2.1 高压变频器应安装在室内，应标明设备名称和运行编号，并悬挂“止步、高压危险”标志牌。高压变频器室的设计应符合 GB 50060 的相关规定。

4.2.2 高压变频器应与安装基础固定牢固，变频器的工作接地和保护接地应与火电厂接地网可靠连接，接地电阻不大于  $0.5\Omega$ ，接地点至少两点。

4.2.3 安装场所应提供良好的照明条件，最低照度不小于  $75\text{lx}$ ，照度应均匀并限制眩光，以便于运行维护。

4.2.4 高压变频器室应安装检修电源盘，配备消防灭火设施。

4.2.5 高压变频器场所应具备良好的通风和散热条件；当采用空调器密闭式冷却时，应配备事故排烟风机。

4.2.6 安装场所应防雨、防尘和防小动物进入。

4.2.7 安装场所应采取良好的防雷措施。

**4.3 技术文档**

运行维护单位应取得如下资料：

- a) 产品安装、使用与维护说明书，出厂检验报告，合格证；
- b) 主电路原理图、接线图和控制系统接线图、逻辑图；
- c) 安装工程竣工图纸，设计变更通知等证明文件；
- d) 设置参数定值单；
- e) 双方签字的交接验收报告；
- f) 产品备件清单；
- g) 其他相关资料。

**5 高压变频器的使用条件****5.1 供电电源条件**

为了保证高压变频器的良好运行，在非特殊工况下，变频器的供电电源宜满足如下要求：

- a) 电源稳态电压波动范围不超过  $-10\%\sim+10\%$ ；
- b) 电源频率波动范围符合 GB/T 15945 的规定；
- c) 电源电压不平衡度符合 GB/T 15543 的规定；
- d) 电源谐波符合 GB/T 14549 的规定。

**5.2 使用环境条件**

- a) 环境温度范围： $0^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 冷却介质温度范围：空气  $0^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；水  $+5^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 相对湿度： $5\%\sim85\%$ ，应严格防止设备凝露。
- d) 运行地点应无导电或爆炸尘埃，无腐蚀金属或破坏绝缘的气体或蒸汽。

- e) 海拔高度：不超过 1000m，超过 1000m 时每升高 100m，外绝缘距离应增大 1%，输出额定通流能力应减小 1%。

### 5.3 安装条件

- 5.3.1 高压变频器应安装在室内坚固的安装面上，应符合 GB/T 3797 的相关规定。
- 5.3.2 安装的振动极限应满足 GB/T 12668.4—2006 中 5.1.2.2 的规定。
- 5.3.3 高压变频器的金属机壳应与接地网可靠连接。接地点应有明显的接地标志。
- 5.3.4 现场的安装、走线应采取防电磁干扰措施。控制电缆和信号电缆必须采用屏蔽电缆，机柜的金属外壳、电缆的金属外铠和屏蔽层的抗干扰接地应符合 DL/T 5136 的有关规定。

## 6 高压变频器的运行

### 6.1 高压变频器运行方式

#### 6.1.1 变频器带负载运行方式

在该运行方式下，变频器根据控制系统的给定信号进行调节，改变输出电压和频率。

#### 6.1.2 变频器旁路运行方式

在该运行方式下，变频器退出带负载运行状态，负载经旁路装置由电网工频电源供电。

### 6.2 运行操作

#### 6.2.1 启动

- 变频器投入运行前，值班人员应仔细检查变频器及其附属设备状态，确认变频器具带带电运行条件，并确认外部无异物、临时接地线已拆除；
- 投运时先送控制电源，并确认变频器控制系统自检正常、保护已投入、旁路开关设备处于分闸位置、变频器输入及输出侧开关设备处于闭合位置、远方操作画面显示状态和变频器转速指令给定信号正常；
- 合上高压电源开关，变频器带高压电，确认冷却系统运行正常；
- 变频器带高压电自检正常后，手动启动变频器至初始转速；
- 手动增加或减小转速指令，确认转速、电流及压力或流量等相关参数变化正确；
- 系统运行条件具备时，在 DCS 控制逻辑中将变频器投入“自动”运行，此时变频器处于正常运行状态。

#### 6.2.2 停机

- 检查变频器所带负载具备停运条件；
- 解除变频器“自动”控制和“连锁”，给变频器发停机指令，变频器停运状态信号返回后，断开变频器输入侧断路器，待变频器充分冷却后（一般需 10min~30min），停止变频器冷却系统，此时变频器处于备用状态。

#### 6.2.3 变频/旁路切换

##### 6.2.3.1 变频/旁路切换

6.2.3.1.1 高压变频器由变频运行方式切换为旁路运行方式可以通过机组控制系统或就地控制面板实现手动操作，具备条件的也可采用自动操作。切换操作前变频器控制系统应能正确判别是否存在电动机或出线电缆故障，防止切换操作导致事故扩大。

##### 6.2.3.1.2 操作步骤如下：

- 解除高压变频器“自动”控制和“连锁”，给高压变频器发停机指令，确认高压变频器已停止输出；
- 断开高压变频器输入侧、输出侧开关设备；
- 合上高压变频器旁路开关设备。

6.2.3.1.3 完成切换操作后，机组控制系统应立即进行阀门或挡板的调节，减小被控对象的波动。

### 6.2.3.2 旁路/变频切换

6.2.3.2.1 高压变频器由旁路运行方式切换为变频运行方式一般采用手动操作方式，具备条件的也可采用自动操作。

6.2.3.2.2 操作步骤如下：

- a) 确认高压变频器状态正常，具备启动条件；
- b) 断开高压变频器旁路开关设备；
- c) 合上高压变频器输入侧开关设备；
- d) 合上高压变频器输出侧开关设备；
- e) 启动高压变频器并进行阀门或挡板的调节，确认转速、电流及压力或流量等相关参数变化正确；
- f) 系统运行条件具备时，将变频器投入“自动”运行。

### 6.2.4 运行转检修

- a) 解除变频器“自动”控制和“连锁”，给变频器发停机指令；
- b) 变频器停运后，断开变频器输入、输出侧开关设备，判断各侧均有明显的断开点或可判断的断开点；
- c) 待变频器充分冷却后（一般需 10min~30min），停止冷却系统，切断变频器控制电源，停用内部不间断供电电源（UPS）；
- d) 储能元件充分放电后，打开柜门，经验电后，在主电路输入端和输出端分别短接并可靠接地，此时变频器处于检修状态。

## 6.3 运行监视和巡检

6.3.1 值班人员应定期巡检、记录运行参数，发现异常情况时，应及时处理。变频器日常检查维护记录表参考附录 A 表 A.1。

6.3.2 运行监视参数如下：

- 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) 冷却介质温度、变压器绕组温度、变压器油温、控制柜温度；
- d) 水冷系统的水压、水电阻率（或水电导率）；
- e) 报警信号等。

6.3.3 日常巡检项目如下：

- a) 检查高压变频器所处环境的温度、湿度是否正常，有无有害气体、烟雾，空气粉尘是否过大；
- b) 查看装置面板显示、仪表指示状态是否正常；
- c) 检查就地面板是否有报警信号；
- d) 检查冷却系统运行是否正常；
- e) 检查通风过滤网是否堵塞；
- f) 检查变频器及其附属设备运行温度是否正常，是否有变色、变形、异味、异常振动、异常噪声、放电火花等情况。

## 6.4 运行注意事项

6.4.1 变频器运行中不得随意解除柜门连锁，不得随意打开功率柜、变压器柜、旁路柜的柜门。

6.4.2 在非事故情况下，不宜通过分断变频器输入侧开关的方法停止变频器运行。

6.4.3 在变频器带高压电后不得断开控制电源。变频器停运，需停控制电源时，应注意将内部不间断供电电源（UPS）同时停用。

## 6.5 运行中的异常处理

6.5.1 当变频器发出告警信号时，值班人员应到变频器室就地检查，调取监控面板的报警数据，分析判断故障点，及时采取相应的措施，防止故障进一步扩大而导致变频器跳闸。当变频器发出故障跳闸信号



时,值班人员应立即判断变频器是否跳闸、工频备用设备或工频旁路投入是否正常,并及时采取相应的措施,防止故障进一步扩大。值班人员应记录事故时微机保护盘上发出的信号以及事故当时各表计变化的情况、保护动作等信息,并及时通知检修维护人员对变频器进行检查处理。

6.5.2 当发现有危及变频器设备安全的事件而保护控制装置未动作时,值班人员应立即按下事故按钮将变频器停运,断开变频器高压电源和控制电源。

6.5.3 当发现变频器内部冒烟、有异常的爆裂声响等不正常现象时,应立即将变频器停运,断开变频器高压电源和控制电源,如设备着火,应迅速采取灭火措施,防止火势蔓延。

## 7 高压变频器的维护

### 7.1 安全要求

#### 7.1.1 人身安全和设备安全措施

- 检修与试验工作必须严格按照规程和检修标准化作业指导书进行;
- 高压变频器为高压危险装置,检修维护时应注意高压、高温危害,在确认无发热元件和不带电之前,不得触摸装置任何部位;
- 装置停机后,必须等电容等储能元件放电完毕后才能开始检修试验工作;
- 在对变频器检修之前,变频器必需隔离,处于安全位置,并在验电后采取可靠的接地措施;
- 进行各部件的绝缘电阻测试和耐压试验时,应采取措施防止损坏与其相连接的设备;
- 变频器输入、输出侧开关设备与旁路开关设备之间存在相互闭锁逻辑,应严格按照五防要求进行操作。

#### 7.1.2 防静电措施

- 检修试验人员接触电路板或功率器件时,应采取防静电措施;
- 检修试验人员需要焊接作业时,应使用带接地端的电烙铁;
- 手持电路板时,应握住电路板的边缘部分;
- 避免使用塑料、苯乙烯等容易产生静电的非导电材料。

### 7.2 技术要求

高压变频器的常见故障与处理方法可参考附录 B。变频器经过维护后,应达到以下技术要求:

- 柜体与地线连接完整,屏蔽线接地完好,系统各部位接地良好;
- 变频器高压进出电缆的连接正确,变压器与功率柜间所有连线正确、紧固;
- 控制柜内所有配线及接线正确、紧固,标识清晰,控制器板件插装到位,表面清洁无灰尘;
- 变频器所有参数设置正确,保护功能完善;
- 变频器输入、输出开关设备操作灵活、接触良好,机械、电气互锁有效;
- 变频器输入和输出电压、电流、频率显示正确,各种状态指示正常,无报警信号;
- 采用风冷冷却的变频器,变频器冷却风机运转正常,冷却风路畅通,散热效果良好。采用水冷冷却的变频器,水路畅通,冷却水压力、温度满足设计要求;
- 变频器各项检验试验合格。

### 7.3 维护与试验项目、周期及要求

变频器维护与试验项目、周期及要求见表 1。相关记录表格可参考附录 A 表 A.2、表 A.3。

表 1 变频器维护与试验项目、周期及要求

序号	项 目	周 期	应符合标准要求的条款
1	滤网检查	1 周~2 周	7.4.1
2	内部清扫	1 年	7.4.2
3	一次回路检查	1 年	7.4.3

表 1 (续)

序号	项 目	周 期	应符合标准要求的条款
4	二次回路检查	1 年	7.4.4
5	控制板件检查	1 年	7.4.5
6	功率电路检查	1 年	7.4.6
7	冷却系统检查	1 年	7.4.7
8	设置参数检查	1 年	7.4.8
9	不间断供电电源 (UPS) 检查	1 年	7.4.9
10	变频器附属设备检查	1 年	7.4.10
11	电气预防性试验	按 DL/T 596 的规定执行	7.5.2.1
12	红外诊断试验	必要时	7.5.2.2
13	保护传动试验	1 年	7.5.2.3.1
14	连锁试验	1 年	7.5.2.3.2
15	输出电压、频率范围检查	1 年	7.5.2.3.3
16	显示功能检查	1 年	7.5.2.3.4
17	加、减速特性试验	1 年	7.5.2.3.5
18	控制回路双电源切换试验	1 年	7.5.2.3.6
19	不间断供电电源试验	1 年	7.5.2.3.7
20	输出电压、输入/输出电流不平衡度试验	必要时	7.5.2.3.8
21	功率因数测定	必要时	7.5.2.3.9
22	谐波试验	必要时	7.5.2.3.10
23	高压短时掉电跟踪再启动试验	必要时	7.5.2.3.11
注：必要时是指对此项指标有怀疑，需要验证时。			

## 7.4 维护与检修

### 7.4.1 滤网检查清理

- 定期巡视变频柜风道入口滤网，并根据堵塞情况对滤网进行清理。对安装在灰尘量较大场所的变频器，应适当缩短滤网检查周期。
- 清理时取下滤网，在远离变频器的位置，宜采用压缩空气吹扫或用吸尘器清理，必要时可用水进行冲洗。清理后滤网表面应清洁，各风道畅通无堵塞现象。

### 7.4.2 内部清扫

变频器停运并做好安全措施后，宜使用干燥的压缩空气对变频器各部件进行吹扫，宜使用干净的软布或毛刷对开关、变压器、功率单元、控制器、连接端子等部分进行清扫。清扫后，变频器各部位应清洁无灰尘、异物。

### 7.4.3 一次回路检查

- 检查开关、变压器、功率柜、母线排、电缆接头等部件的连接部位，对松动的电气连接点重新进行紧固，对于不能继续使用的部件应予以更换，检修后，各部件应连接可靠；
- 检查连接电缆，不应有破损、过热老化等现象；
- 检查电缆连接，尤其是电气试验时拆除的电缆，连接应正确；

- d) 检查并确认各熔断器状态良好;
- e) 检查并确认各部件标识完好、清晰;
- f) 进行电气预防性试验, 各项试验结果应合格。

#### 7.4.4 二次回路检查

- a) 检查控制柜内的控制电缆、连接端子、测量回路、控制回路等部分, 连接应可靠, 不存在松动、破损、锈蚀等现象及过热痕迹, 对松动的端子排等电气连接点重新进行紧固;
- b) 检查控制柜内继电器、开关、接触器触点, 应没有氧化、接触不良现象, 确认动作特性良好, 对于不能继续使用的部件应予以更换;
- c) 检查控制柜内电缆、元器件标识, 标识应清晰;
- d) 检查变压器、功率单元、控制柜温度测量回路接线, 温度传感元件安装应正确、温度显示应正常;
- e) 检查电流、电压测量回路, 检查电压、电流显示值, 应与实际值一致;
- f) 检查并确认各柜门行程开关灵敏有效;
- g) 检查各控制电缆走线, 应整齐规范, 控制电缆屏蔽接地良好;
- h) 按 DL/T 474.1 的要求, 对二次回路进行绝缘电阻测试, 各项测试结果应合格。

#### 7.4.5 控制板件检查

- a) 检查控制系统的板件、插头, 确认不存在松动、过热痕迹、接触不良现象;
- b) 检查控制板件上各元器件, 应不存在过热痕迹、腐蚀、松动现象; 检查板件上的电容器, 不应有漏液或膨胀, 检查板件上走线, 不应有锈蚀、断裂等情况。必要时对板件进行更换;
- c) 清理板件积尘。

#### 7.4.6 功率电路检查

- a) 检查功率电路外观, 确认外观良好, 没有过热痕迹;
- b) 清理功率电路积尘;
- c) 检查电容器, 应不存在漏液、膨胀等现象, 对有异常的电容器应予以更换;
- d) 检查功率电路与控制器通信光纤连接, 应可靠牢固。

#### 7.4.7 冷却系统检查

7.4.7.1 对于采用强迫风冷方式的高压变频器, 检查散热风机的风叶, 不应有开裂、摩擦阻力过大现象, 风机运行时不应有异常声响。检查散热风道, 应通畅无积尘。检查风机电源开关、电缆, 应不存在虚接过热现象。必要时对风机进行整体更换。

7.4.7.2 对于采用水冷方式的高压变频器, 检查热交换器及管路, 不应有堵塞、腐蚀、泄漏, 必要时进行清理和水压试验。检查水路各阀门, 密闭应严密。检查冷却水导电率、压力、温度, 均应符合设计要求及 DL/T 1010.5—2006 中 5 的规定。

7.4.7.3 对于采用直蒸式空调冷却方式的高压变频器, 检查空调蒸发器和管路, 不应有开裂、腐蚀、渗漏、堵塞等现象; 检查空调冷却介质压力, 应在正常范围之内; 检查空调压缩机, 运行应正常; 检查空调控制电路, 不存在松动、接触不良、过热等情况, 温度定值设定应正常。

#### 7.4.8 设置参数检查

- a) 检查控制器内设定的电动机参数, 应与实际一致;
- b) 检查控制器设定的温度、过流、过载、过压、欠压、不平衡等报警、保护参数是否正确;
- c) 检查控制器内设定的初始频率、最低/最高频率、加减速时间、分段调速、跳转频率、基准电压等基本参数是否正确;
- d) 检查控制器内设置的模拟信号量程、模拟信号对应关系等控制参数是否正确;
- e) 检查控制器内设置的启动方式、运行方式、频率给定、系统旁路、柜门连锁等功能参数是否正确;
- f) 检查变频器各项保护功能, 软、硬压板投入是否正确;
- g) 检查其他设定参数是否正确。

#### 7.4.9 不间断供电电源(UPS)检查

- a) 检查 UPS 的输入输出连线, 不应存在过热、接触不良等现象;
- b) 检查 UPS 进出通风口, 应通畅无堵塞;
- c) 检查 UPS 的输出电压, 应在正常范围内, 内部电池电量应充足, 必要时应进行更换。

#### 7.4.10 变频器附属设备检查及试验

##### 7.4.10.1 变压器检查及试验

- a) 清理变压器通风道等部位, 应无积尘;
- b) 对于干式变压器应检查变压器铁芯, 应没有过热、变形、放电灼伤痕迹, 检查铁芯夹紧装置, 应无松动, 检查铁芯接地应完好, 检查绕组, 不应有破损、过热、变形, 检查绝缘垫块, 不应有松动脱落;
- c) 检查变压器引线、抽头, 不应过热变色, 检查绕组连接部位螺栓不应松动;
- d) 对变压器进行电气预防性试验, 各项试验应合格。

##### 7.4.10.2 高压隔离开关检查及试验

- a) 检查隔离开关触头, 不应有过热烧灼现象, 触头夹紧力应满足要求, 动静触头接触应良好;
- b) 对传动部位进行润滑, 操作隔离开关应灵活;
- c) 检查隔离开关的机械闭锁装置应完好、可靠;
- d) 对隔离开关进行电气预防性试验, 各项试验应合格。

##### 7.4.10.3 高压断路器(接触器)检查及试验

- a) 对高压断路器(接触器)进行清理, 检查各元部件外观, 应不存在过热、变色、开裂等现象, 分合闸指示应正确;
- b) 检查高压断路器(接触器)操动机构和行进机构, 手动、电动操作应灵活, 必要时对机构进行润滑;
- c) 检查分合闸线圈, 工作应正常, 检查并确认电磁铁动作灵活;
- d) 检查内部接线, 应紧固可靠, 检查辅助开关, 接触应良好;
- e) 检查防误操动机构, 应可靠工作;
- f) 对高压断路器(接触器)进行电气预防性试验, 各项试验应合格。

##### 7.4.10.4 电抗器检查及试验

- a) 清理电抗器铁芯、绕组、通风道等部位, 应无积尘;
- b) 检查电抗器绕组, 不应有破损、过热、变形等情形, 绝缘垫块不应松动脱落;
- c) 检查电抗器铁芯, 不应有过热、变形、放电灼伤痕迹, 检查铁芯夹紧装置, 应无松动;
- d) 检查电抗器引线, 不应有过热、变色, 检查绕组连接部位螺栓, 应紧固无松动;
- e) 对电抗器进行电气预防性试验, 各项试验应合格。

#### 7.5 试验方法及要求

##### 7.5.1 试验一般原则及说明

7.5.1.1 变频器试验周期见表 1 规定, 在使用中如有可疑情况(温度、噪声、不平衡度、频率等异常)可增加试验次数。

7.5.1.2 在进行与温度和湿度有关的各种试验时, 应同时测量被试品的温度和周围空气的温度和湿度。进行绝缘试验时, 被试品温度不应低于+5℃, 在空气相对湿度低于 80%的情况下进行。

7.5.1.3 本标准中关于绝缘电阻的测量按照 DL/T 474.1 执行; 在测量变频器的输出端绝缘时, 应将功率单元短接或隔离。

7.5.1.4 进行耐压试验时, 同一试验电压的设备可以连在一起进行试验, 其余设备应断开(制造厂装配的成套设备不在此限)。已有单独试验记录的若干不同试验电压的电力设备, 在单独试验有困难时, 也可以连在一起进行试验, 此时, 试验电压应采用所连接设备中的最低试验电压。试验方法按 DL/T



474.4—2006 中 5 的规定。

7.5.1.5 对变压器进行耐压试验时,需要将所有功率半导体电路同变压器断开,并且将温控仪和测温探头断开。

7.5.1.6 当电力设备的额定电压与实际使用的额定工作电压不同时,应根据下列原则确定试验电压:

- a) 当采用额定电压较高的设备以加强绝缘时,应按照设备的额定电压确定其试验电压;
- b) 当采用额定电压较高的设备作为代用设备时,应按照实际使用的额定工作电压确定其试验电压;
- c) 为满足高海拔地区的要求而采用较高电压等级的设备时,应在安装地点按实际使用的额定工作电压确定其试验电压。

7.5.1.7 试验过程中的任何设备异常均应如实记录,历次试验报告与设备档案一同存档。

## 7.5.2 试验方法

### 7.5.2.1 电气预防性试验

变频器附属的移相变压器、电抗器、电容器、互感器、开关设备、避雷器、电力电缆等一次设备电气预防性试验项目、周期、要求及试验方法应符合 DL/T 596 的规定。直接并联的电容器采用整组试验无法进行时,可单独试验。

### 7.5.2.2 红外诊断试验

按 DL/T 664 的规定,对变频器附属的移相变压器、电抗器、电容器、互感器、开关设备、避雷器、电力电缆等一次设备进行红外测温检测,宜选高温、大负荷时段进行测试。

### 7.5.2.3 变频器性能试验

#### 7.5.2.3.1 保护传动试验

定期进行变频器保护传动试验。应符合 DL/T 994—2006 中 6.7 及产品说明的规定。

#### 7.5.2.3.2 连锁试验

试验变频器及其附属设备与电厂机组控制系统的各项控制和保护连锁逻辑是否正常,包括工频/变频运行方式的切换、变频器故障跳闸逻辑、电气安全闭锁逻辑等。

#### 7.5.2.3.3 输出电压、频率范围检查

在整个调速范围内,检查变频器的输出电压及频率是否正常。

#### 7.5.2.3.4 显示功能检查

按照 DL/T 994 的相关规定,确认界面显示的各项数据在正常范围内。

#### 7.5.2.3.5 加、减速特性试验

调节变频器在调速范围内加速和减速,校核加速和减速时间是否与设定值相同,检查加减速过程中输出电流是否正常。

#### 7.5.2.3.6 控制回路双电源切换试验

符合 DL/T 994—2006 中 7.3.13 的规定。

#### 7.5.2.3.7 不间断供电电源试验

变频器带有不间断供电电源时,断开所有控制电源,只由不间断供电电源供电,变频器控制系统应持续正常运行至少 5min。

#### 7.5.2.3.8 输出电压、输入/输出电流不平衡度试验

在输出频率调节范围内均匀选点,选点数量不少于 10 点,测量计算方法符合定义 3.4 的规定;如使用仪器测量,仪器的电压不平衡度测量的相对误差不超过 0.2%,电流不平衡度测量的相对误差不超过 1%。要求在各相负载对称的情况下,输出三相线电压不平衡度及输出电流不平衡度应满足所驱动电动机的要求;输入电流不平衡度应满足设计限值。

#### 7.5.2.3.9 功率因数测定

在最常用的几种工况下,分别测量输入侧功率因数,应不低于产品技术条件规定值。

7.5.2.3.10 谐波试验

采用 GB/T 14549 中规定的方法,变频器输入侧谐波电流含量应不高于变频器产品技术条件规定值。变频器输出侧谐波电压和谐波电流含量应满足所驱动电动机的要求。

7.5.2.3.11 高压短时掉电跟踪再启动试验

设备运行时切断高压供电回路,9s 内再次通电,应符合 DL/T 994—2006 中 6.22.3 的规定。

附 录 A  
(资料性附录)  
高压变频器常用记录表

A.1 变频器日常检查维护记录表

变频器日常检查维护记录表见表 A.1。

表 A.1 变频器日常检查维护记录表

检查日期:

变频器名称		
变频器技术参数		
变频器型号:	生产厂家:	出厂编号:
变频器运行参数记录		
项目	记录值	备注
输入电压		
输入电流		
输出电压		
输出电流		
给定频率		
输出频率		
冷却介质温度		
变压器温度		
环境温度		
控制柜温度		
结果分析:		

检查人员:

审核人员:

## A.2 变频器定期试验记录表

变频器定期试验记录表见表 A.2。

表 A.2 变频器定期试验记录表

试验日期:

变频器名称		
变频器技术参数		
变频器型号:	生产厂家:	出厂编号:
额定输入电压:	额定输入电流:	变频器容量:
输入频率:	输出频率范围:	防护等级:
输出频率范围:	适配电动机功率:	变频器重量:
冷却方式:	运行环境温度:	
变频器试验记录		
试验项目	试验结果	备注
电气预防性试验		
红外诊断试验		
保护传动试验		
连锁试验		
输出电压、频率范围检查		
显示功能检查		
加、减速特性试验		
控制回路双电源切换试验		
不间断供电电源试验		
输出电压、输入/输出电流不平衡度试验		
功率因数测定		
试验结果评价:		

试验人员:

审核人员:



## A.3 变频器定期检修记录表

变频器定期检修记录表见表 A.3。

表 A.3 变频器定期检修记录表

检修日期:

变频器名称		
变频器技术参数		
变频器型号:	生产厂家:	出厂编号:
额定输入电压:	额定输入电流:	变频器容量:
输入频率:	输出频率范围:	防护等级:
输出频率范围:	适配电动机功率:	变频器重量:
冷却方式:	运行环境温度:	
变频器检修记录		
检修项目	检修结果	备注
内部清扫		
主回路检修		
控制回路检修		
控制电路板检修		
功率单元检修		
冷却系统检修		
保护回路检修		
变频器定值检查		
UPS 检修		
变频器成套设备检修		
检修结果评价:		

检修人员:

审核人员:

## 附录 B (资料性附录)

### 高压变频器的常见故障与处理方法

#### B.1 过电流故障

##### B.1.1 正常运行过程中的过电流故障

可视情况进行相应处理：

- a) 变频器短路。可仔细检查变频器、电动机、电缆的状态，如目测无法发现故障点，可将变频器与电动机的连接线断开，用绝缘表检查电动机和电缆的绝缘是否正常。用盘车的方法检查电动机是否正常。如果电动机和电缆都正常，可以启动变频器空转，检查变频器的输出波形是否正常，根据变频器的状态更换相应的故障电路。
- b) 轻载过电流。由电动机磁路饱和引起的过电流故障，主要发生在低频、轻载的情况下。解决方法是降低输出电压与频率之比 ( $u/f$ )，必要时须反复调整。
- c) 重载过电流。可了解负载机械本身是否有故障，如有故障，应进行检修。

##### B.1.2 加、减速过程中的过电流故障

主要由于电动机和负载系统的惯性，实际转速无法完全跟上同步转速引起。可适当延长加速或减速时间，并设置加、减速过流自处理（防失速）功能。

#### B.2 过载故障

过载故障指变频器输出电流超过额定值并累计运行一定时间的故障，可视情况进行相应处理：

- a) 机械负荷过重。可检查电动机是否发热、负载是否过大，并进行相应处理；
- b) 三相电压不平衡，导致某相的运行电流过大。可检查变频器的三相输出是否平衡，如果不平衡，可检查变频器的功率单元。如果变频器的三相输出平衡，可检查变频器与电动机之间的连接线的紧固情况。

#### B.3 光纤故障

光纤故障主要有以下几种情况：

- a) 功率单元和控制器之间的光纤连接头脱落或接触不良、光纤折断；
- b) 光纤收发器工作不正常；
- c) 光纤电路的工作电源不正常。

在高压变频器断电后，可按上述可能原因检查分析。

#### B.4 过电压故障

高压变频器过电压主要指其中直流回路过电压，可视情况进行相应处理：

- a) 电源输入侧过电压。对于电源输入侧有冲击过电压、雷电过电压、补偿电容器合闸或断开形成的过电压可能发生的情况下，可以采用在输入侧并联浪涌吸收装置或串联电抗器的方法加以解决。
- b) 负载侧的过电压。如果变频减速时间设置的较小，由于电动机负载的惯性，导致实际转速比变频频率决定的同步转速高，使电动机处于再生发电状态，引起直流回路过电压。应合理设置变频减速时间，采用减速过电压自处理功能（发生过压时自动暂停减速）。如果工艺流程限定了减速时间，应采取电阻消耗的方法解决过压问题。电动机处于再生发电状态，也可以采用能量回馈的方法将其能量回馈至电网。另外，直流回路的平波电容器容量下降，对直流电压的调节

能力减弱,也会使发生直流过压的可能性增大,应检查电容器的容量下降情况。

- c) 误动作。应检查变频器的直流电压检测部分是否存在故障。

## B.5 欠电压故障

高压变频器欠电压主要指其中直流回路欠电压,可视情况进行相应处理:

- a) 电网的负向波动。在变频器的供电回路中,如果存在大负荷电动机直接启动,会使电网电压跌落。应增大供电变压器的容量,改善电网质量。
- b) 功率单元输入电压缺相。应检查功率单元的整流桥及其连接线。
- c) 输入移相变压器二次侧短路。应对变压器进行检查。
- d) 误动作。应检查变频器的直流电压检测部分是否存在故障。

## B.6 过热故障

### B.6.1 输入移相变压器过热

可视情况进行相应处理:

- a) 变压器二次侧绝缘破损、短路。应检查变压器二次侧绝缘,消除短路点,必要时进行更换。
- b) 变压器长时间过载运行。应检查变频器是否负载过重。
- c) 现场环境温度过高。应采取措施调节变频器室环境温度至合格范围内。
- d) 冷却风机工作不正常,风路不通畅。应检查风机风叶,不应有开裂、摩擦阻力过大现象,清洁风路,防止积尘,必要时对冷却风机整体更换。
- e) 温度控制器功能不完善,过热保护参数设定不合理。修正温度控制器功能缺陷,合理设置过热保护整定参数。

### B.6.2 功率单元过热

可视情况进行相应处理:

- a) 环境温度过高,散热效果较差,变频器内部温度较高。应采取措施调节变频器室环境温度至合格范围内,改善变频器内部散热条件。
- b) 测温元件故障。应更换故障元件。
- c) 负载电流超过变频器的额定电流。应检查电动机是否发热,负载是否过大,并进行相应处理。
- d) 冷却风机工作不正常,风路不通畅。应检查风机风叶,不应有开裂、摩擦阻力过大现象,清洁风路,防止积尘,必要时对冷却风机整体更换。
- e) 温度控制器功能不完善,过热保护参数设定不合理。修正温度控制器功能缺陷,合理设置过热保护整定参数。
- f) 水冷系统热交换不充分。检查水冷系统工作是否正常。

## B.7 控制器故障

可视情况进行相应处理:

- a) 光纤通信电路异常,不能对功率单元进行有效监控。应检查并测试通信电路。
- b) 主控板、人机界面、PLC 出现异常。根据提示信息进行相应检查,必要时更换故障元件。
- c) 现场给定信号或变频器到用户操作台的指示信号丢失,或信号受到干扰,影响变频器的正常运行。应检查信号通道,排查干扰源,采取必要的抗干扰措施。

## B.8 冷却系统故障

### B.8.1 风冷系统故障

- a) 三相风机电源缺相,导致长时间过流运行。应检查风机电源供电三相电压及电源连接线。

- b) 风机电源相序颠倒, 风机反转。应检查风机电源供电电压相序及电源连接线。
- c) 风机灰尘过大, 导致被卡住。应清洁风机, 防止积尘, 润滑轴承。
- d) 风机开关、启动电容及其他附件损坏。应更换故障元件。
- e) 风机机械故障。检查风机叶片是否断裂, 叶片是否偏心, 风机安装是否牢固。
- f) 风机存在异常响声。检查叶片是否摩擦, 检查风机轴承是否正常。

在日常维护和检修过程中应经常检测风机电源、转向, 清理风机灰尘, 在环境比较恶劣的地方, 采取相应的防尘、防潮、防盐雾等措施。

#### B.8.2 水冷系统故障

- a) 水泵故障。检查水泵电动机的开关是否正常, 水泵和电动机的轴承温度、水泵的阀门是否正常;
- b) 冷却水量低。检查储水罐的水位, 必要时应补充纯净水, 同时, 应检查系统各个点有无渗漏; 检查管路的压力是否在正常的范围之内, 否则应检查水泵和各个阀门的工作情况;
- c) 入口水温过高。应检查变频器外部的热交换器工作是否正常, 水泵运转是否正常, 管路压力是否正常, 各个阀门的状态是否正常; 热交换器的散热风道是否堵塞, 风机是否正常; 检查设定的温度报警点是否正确, 还应检查水温检测装置是否正常;
- d) 入口水温过低。如果在刚启动时发生, 应检查冷却水的辅助加热装置是否工作正常; 如果是在运行中发生, 则应检查外部热交换器的控制装置是否正常; 检查设定的温度报警点是否正确; 还应检查水温检测装置是否正常;
- e) 冷却风机故障。检查外部热交换器的风机工作是否正常;
- f) 冷却液质量故障。冷却液的绝缘系数不满足要求, 应检查离子吸收装置(如离子树脂交换器), 必要时, 应进行更换。另外, 应检查通往离子吸收装置的流量是否正常, 检查相关的阀门和管路。

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
火电厂高压变频器运行与维护规范  
DL/T 1195—2012

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2012年12月第一版 2012年12月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 35千字  
印数 0001—3000册

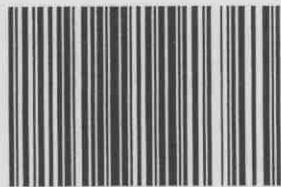
\*

统一书号 155123·1270 定价 11.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1270

上架建议: 规程规范/  
电力工程/供用电

