

ICS 29.240.01
K 45
备案号: 59899-2017

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 42121 — 2017

火电机组辅机变频器低电压穿越 技 术 规 范

Technical specifications for thermal power generating units auxiliary
motor frequency converter low voltage ride through

2017-08-02 发布

2017-12-01 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 技术要求 1

 4.1 基本性能要求 1

 4.2 基本性能考核要求 2

 4.3 变频器低电压穿越配置原则 2

5 低压变频器低电压穿越辅助装置 2

 5.1 正常工作环境 2

 5.2 使用环境的要求 3

 5.3 运输的极限环境条件 3

 5.4 通信功能 3

 5.5 外壳防护等级 3

 5.6 绝缘和电磁兼容要求 3

 5.7 低压变频器低电压穿越辅助装置原理及要求 4

6 高压变频器低电压穿越辅助措施 5

 6.1 变频器控制电源改造 5

 6.2 转速跟踪再启动 5

 6.3 降转速恒磁通控制 5

7 试验要求 5

 7.1 一般要求 5

 7.2 试验环境条件 6

 7.3 外壳防护等级试验 6

 7.4 基本性能试验 6

 7.5 低压变频器低电压穿越辅助装置绝缘和电磁兼容试验 6

 7.6 试验规则 7

 7.7 试验项目 7

附录 A（资料性附录） 短时断电后转速跟踪再启动控制 8

附录 B（资料性附录） 采用降转速恒磁通 U/f 控制方式 9

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。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会（SAC/TC154）归口。

本标准起草单位：北京四方继保自动化股份有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、甘肃省电力公司风电技术中心、国网浙江省电力公司、许昌开普电气研究院、国网电力科学研究院、国网浙江省电力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、国网山东省电力公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、河南省电力勘测设计院、国电南京自动化股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、许继集团有限公司、南京国电南自新能源科技有限公司、北京紫光测控有限公司、江苏金智科技股份有限公司、珠海万力达电气自动化有限公司、南京悦华电力科技有限公司、许昌学院。

本标准主要起草人：刘树、陈卓、吴志琪、何世恩、徐灵江、于跃海、杨慧霞、吴跨宇、拜润卿、武诚、郭世峥、冯蕾、李冰、石祥建、张红跃、刘春松、葛荣尚、仲伟、李山德、刘明辉、方如举、曹元威。

火电机组辅机变频器低电压穿越技术规范

1 范围

本标准规定了火电机组辅机变频器低电压穿越的技术要求、配置原则、试验要求等。
本标准适用于 300MW 及以上或接入 220kV 及以上电网的火电机组 I 类辅机变频器，其他火电机组辅机变频器可参照执行。

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 4208—2008 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

I 类辅机 the first class auxiliary motor

供电电压暂降或短时中断会造成机组跳闸脱网或发生大的有功功率波动，影响电网安全运行的辅机。

3.2

变频器低电压穿越 frequency converter low voltage ride through

供电电压暂降或短时中断在规定时间内，变频器能够连续运行，保障供电对象的稳定运行。

3.3

变频器低电压穿越辅助装置 the auxiliary device of frequency converter low voltage ride through

在变频器动力电源或控制电源电压暂降或跌落至规定区间时，为变频器提供稳定备用电源，保持变频器连续运行的装置。

4 技术要求

4.1 基本性能要求

当电网发生故障或扰动引起的变频器进线电源电压降低幅值和持续时间在低电压穿越区内时，变频器应能够保障供电对象的连续稳定运行。

火电机组 I 类辅机变频器低电压穿越区持续时间见表 1 和图 1。

表 1 火电机组 I 类辅机变频器低电压穿越区持续时间

电压幅值	≥20%额定电压	≥60%额定电压	≥90%额定电压
持续时间 s	≤0.5	0.5s<t≤5	>5

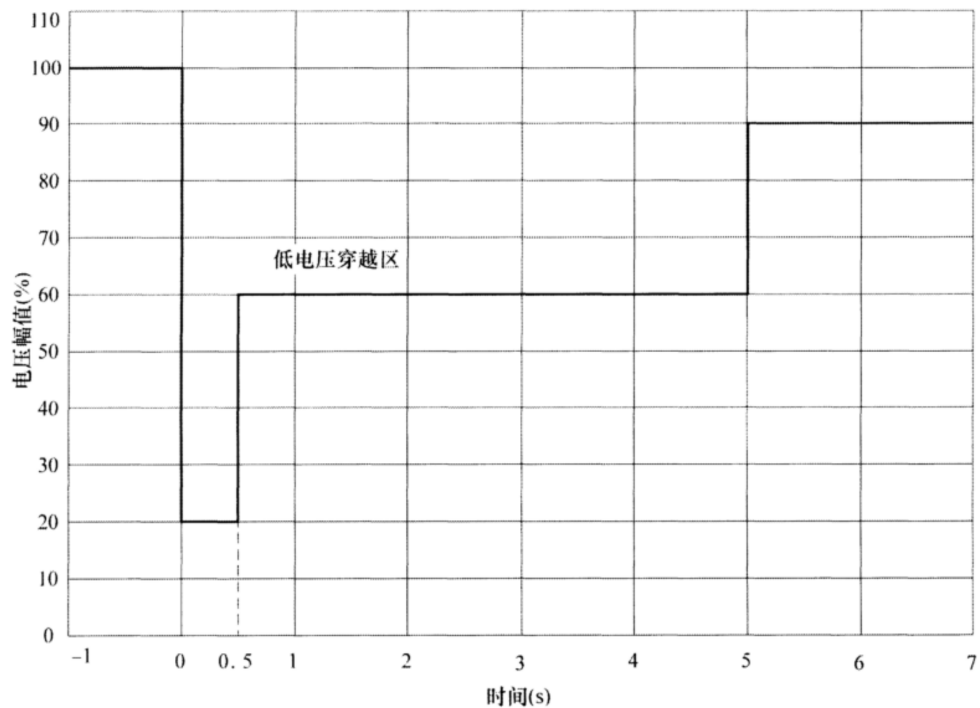


图 1 火电机组 I 类辅机变频器低电压穿越区持续时间

4.2 基本性能考核要求

基本性能考核要求如下：

- a) 变频器在进线电源电压跌落到不低于 20%额定电压，持续时间不大于 0.5s 的区域内（见图 1），能保障供电对象的连续稳定运行；
- b) 变频器在进线电源电压跌落到不低于 60%额定电压，持续时间不大于 5s 的区域内（见图 1），能保障供电对象的连续稳定运行；
- c) 变频器在进线电源电压跌落到不低于 90%额定电压，持续时间大于 5s 的区域内（见图 1），能保障供电对象的连续稳定运行。

4.3 变频器低电压穿越配置原则

变频器低电压穿越配置原则如下：

- a) 应用于火电机组 I 类辅机的变频器应满足本标准提出的低电压穿越技术要求；
- b) 变频器控制柜电源由 UPS 或直流供电系统供电；
- c) 低压变频器如不能满足本标准规定的低电压穿越技术要求，应增加变频器低电压穿越辅助装置或采取辅助措施，以满足技术要求；
- d) 高压变频器如不能满足本标准规定的低电压穿越技术要求，宜采取高压变频器低电压穿越辅助措施。

5 低压变频器低电压穿越辅助装置

5.1 正常工作环境

工作环境条件要求如下：

- a) 环境温度：-10℃～+55℃；

- b) 相对湿度：5%~95%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

5.2 使用环境的要求

5.2.1 使用环境的要求如下：

- a) 使用环境不应有剧烈的振动源，安装使用的振动极限见表 2。固定后的设备，振动极限应维持在 3M1 等级内。

表 2 安装使用的振动极限

频率 Hz	振幅 mm	加速度 m/s ²
$2 \leq f < 9$	0.3	—
$9 \leq f < 200$	—	1

- b) 使用环境不应有腐蚀、破坏绝缘的气体及导电介质，如使用环境内存在火灾、爆炸危险的介质，系统应有防爆措施。
- c) 使用环境应有防御雨、雪、风、砂的设施。

5.2.2 设备的贮存极限环境温度为-25℃和+55℃，相对湿度不大于 85%。在此贮存条件下，不施加激励量的设备应能耐受此范围内的温度和湿度而不出现不可逆变化的损坏。

5.3 运输的极限环境条件

设备的运输极限环境温度为-25℃和+70℃，相对湿度不大于 95%。在此运输条件下，不施加激励量的设备应能耐受此范围内的温度和湿度而不出现不可逆变化的损坏。

5.4 通信功能

应具有与火电机组 DCS、变频器控制柜等系统的辅助触点信号连接功能，宜同时具备通信信号连接功能。

5.5 外壳防护等级

满足 IP54 的防护等级。

5.6 绝缘和电磁兼容要求

5.6.1 绝缘性能

5.6.1.1 绝缘电阻

在试验的标准大气条件下，主回路部分对地，用 2000V 的绝缘电阻表测量其绝缘电阻值，不应小于 500MΩ。

5.6.1.2 介质强度

在试验的标准大气条件下，主回路对地应能承受频率为 50Hz，历时 1min 的工频 3kV 耐压试验而无击穿闪络及元器件损坏现象。

5.6.1.3 冲击电压耐受能力

在试验的标准大气条件下，交流输入回路对地应能承受 $\pm 5\text{kV}$ 耐压。

5.6.2 电磁兼容试验

5.6.2.1 电快速瞬变/脉冲群抗扰度

应能承受 GB/T 17626.4 规定的 4 级（试验条件：试验电压 $\pm 4\text{kV}$ ，干扰信号重复频率 5kHz ）电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验。

5.6.2.2 静电放电抗扰度

应能承受 GB/T 17626.2 规定的 4 级（试验条件：接触放电 $\pm 8\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 15\text{kV}$ ）静电放电抗扰度试验。

5.6.2.3 浪涌抗扰度

应能承受 GB/T 17626.5 规定的 4 级（试验条件：试验电平共模 4kV 、差模 2kV ，试验脉冲次数正负各 5 次，脉冲时间间隔为 60s ）浪涌抗扰度试验。

5.6.2.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

应能承受 GB/T 17626.6 规定的 3 级（电压 10V ，频率 $0.15\text{MHz}\sim 80\text{MHz}$ ）射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

5.7 低压变频器低电压穿越辅助装置原理及要求

5.7.1 在变频器直流中间环节并联辅助装置

5.7.1.1 一般要求

为满足本标准规定的低电压穿越技术要求，变频器低电压穿越辅助装置的功率应与对应变频器功率相匹配。

低电压穿越辅助装置应能够在低电压穿越区内，将变频器直流母线电压维持在变频器正常工作范围，维持时间应不小于低电压穿越区内的时间范围。

为避免辅助装置故障导致机组失去低电压穿越能力的情况，宜采用一套低电压穿越辅助装置对应一台变频器的配置方式，并应采取有效措施，防止低电压穿越辅助装置与变频器之间相互干扰。

5.7.1.2 并联直流电源

在变频器直流母线上并联一路直流稳压装置，直流稳压电源装置的输出接入变频器直流母线。

变频器进线电源正常时，由进线电源为变频器供电，直流稳压装置处于热备状态。

变频器进线电源发生电压暂降时，直流稳压装置由热备自动投入，维持变频器直流母线电压稳定，保证变频器及所拖动的 I 类辅机正常工作。

变频器进线电源恢复正常时，直流稳压装置自动恢复热备状态，改由工频输入电源为变频器供电。

5.7.1.3 并联储能装置

在变频器直流母线上并联一路储能装置，储能装置的输出接入变频器直流母线。

变频器进线电源正常时，由进线电源为变频器供电，储能装置处于热备状态。

变频器进线电源电压暂降时，储能装置由热备自动投入，维持变频器直流母线电压稳定，保证变频器及所拖动的 I 类辅机正常工作。

变频器进线电源恢复正常时，储能装置自动恢复热备状态。

5.7.2 在变频器输入交流侧串联交流电源辅助装置

5.7.2.1 输入交流侧串接 UPS 装置

在变频器进线电源串接在线式 UPS，在线式 UPS 的输出作为变频器的输入电源。

进线电源正常和发生电压暂降时，在线式 UPS 为变频器提供稳定输入电源，保证变频器及所拖动的 I 类辅机正常工作。

5.7.2.2 输入交流侧串接电压动态补偿装置

进线电源经过串接电压动态补偿装置的耦合变压器的绕组后，接入变频器的输入端。

进线电源发生电压暂降时，电压动态补偿装置通过耦合变压器补偿进线电源的电压，保证变频器及所拖动的 I 类辅机正常工作。

6 高压变频器低电压穿越辅助措施

6.1 变频器控制电源改造

变频器控制电源应采用 UPS 或直流供电系统供电，由 UPS 供电时掉电保持时间不小于 5min。

6.2 转速跟踪再启动

在低电压穿越区内，变频器可短时中断输出以保护自身设备，在电源恢复之后，当电动机仍在运转、机组仍在运行时，可以跟踪电动机转速再启动。

转速跟踪再启动功能的配置参数依据要穿越的低电压维持最长持续时间、从电源恢复到电动机返回原有转速的时间、转速的减慢与负载转矩、被传动设备和电动机的惯量、负载特性等因素综合考虑确定。短时断电后转速跟踪再启动控制参见附录 A。

6.3 降转速恒磁通控制

在低电压穿越区内，允许短时降低转速运行辅机设备的变频器可采用降转速恒磁通控制方法，使辅机设备在低电压穿越区内降速运行。

降转速恒磁通控制的配置参数根据要穿越的低电压最大幅值、最长持续时间、生产过程中允许的转速降低的程度、负载特性等因素综合考虑确定。采用降转速恒磁通 U/f 控制方式参见附录 B。

7 试验要求

7.1 一般要求

变频器或采取辅助装置的变频器的低电压穿越能力可通过型式试验、出厂检验、现场验证试验来确认，并提供相应试验报告。

试验设备应能够模拟外部引起的变频器供电电压异常情况，应能模拟瞬时电压跌落，应具备 100% 的带负载能力。

现场试验时应采取防护措施，以防试验时因试验设备故障对主设备和生产过程可能造成的危害。

7.2 试验环境条件

试验环境条件如下：

- a) 环境温度：-10℃~+55℃；
- b) 相对湿度：5%~95%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

被试验装置和测试仪表必须良好接地，并考虑周围环境电磁干扰对测试结果的影响。

7.3 外壳防护等级试验

依据 GB 4208—2008 中 13.4 的第二类型设备的试验方法，使用粉尘箱对被试低电压穿越设备进行测试，以判断防护等级能否满足防尘要求；依据 GB 4208—2008 中 14.2.4 的试验方法，对被试低电压穿越设备进行测试，以判断防护等级能否满足防水要求。

7.4 基本性能试验

变频器及低电压穿越辅助装置在图 1 所示曲线范围之内作插值测试，试验参数见表 3。试验主要包括：

- a) 各种电压跌落深度；
- b) 各种电压跌落维持时间；
- c) 试验工况包括发电机额定工况下辅机对应的功率值。

表 3 试验参数表

低电压值	低电压维持时间		
	$\geq 0.5s$	$\geq 5s$	$> 5s$
20%	√		
60%		√	
90%			√

7.5 低压变频器低电压穿越辅助装置绝缘和电磁兼容试验

7.5.1 绝缘性能

7.5.1.1 绝缘电阻试验

在试验的标准大气条件下，主回路部分对地，用 2000V 的绝缘电阻表测量其绝缘电阻值，不应小于 500MΩ。

7.5.1.2 介质强度试验

在试验的标准大气条件下，对主回路与地之间施加频率为 50Hz、历时 1min 的工频 3kV 的电压，应无击穿闪络及元器件损坏现象。

7.5.1.3 冲击电压试验

在试验的标准大气条件下，测试交流输入回路对地间应能承受±5kV 电压。

7.5.2 电磁兼容试验

7.5.2.1 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验

依据 GB/T 17626.4 规定的 4 级（试验条件：试验电压 $\pm 4\text{kV}$ ，干扰信号重复频率 5kHz ）电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验要求进行试验，并判定试验结果。

7.5.2.2 静电放电抗扰度

依据 GB/T 17626.2 规定的 4 级（试验条件：接触放电 $\pm 8\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 15\text{kV}$ ）静电放电抗扰度试验的试验方法进行试验，并判定试验结果。

7.5.2.3 浪涌抗扰度

依据 GB/T 17626.5 规定的 4 级（试验条件：试验电平共模 4kV 、差模 2kV ，试验脉冲次数正负各 5 次，脉冲时间间隔为 60s ）浪涌抗扰度试验方法进行试验，并判定试验结果。

7.5.2.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

依据 GB/T 17626.6 规定的 3 级（电压 10V ，频率 $0.15\text{MHz}\sim 80\text{MHz}$ ）射频场感应的传导骚扰抗扰度试验方法进行试验，并判定试验结果。

7.6 试验规则

7.6.1 试验内容如下：

- a) 低压变频器低电压穿越辅助装置的出厂检验；
- b) 低压变频器低电压穿越辅助装置型式试验；
- c) 现场验证试验。

7.6.2 每台低压变频器低电压穿越辅助装置出厂，应做出厂检验。

7.6.3 在下列情况时，应进行低压变频器低电压穿越辅助装置型式试验：

- a) 新装置设计定型时；
- b) 已定型的产品当设计、结构、关键材料、工艺有较大改变，可能影响装置性能时；
- c) 用户认为有必要进行时。

7.6.4 在合同有特殊要求时，应进行低压变频器低电压穿越辅助装置的现场验证试验。

7.7 试验项目

试验项目见表 4。

表 4 试 验 项 目

项 目	装置的型式试验	出厂检验	现场验证试验
绝缘性能测试	√	√	√
电磁兼容测试	√		
基本性能试验	√	√	√
低压变频器低电压穿越辅助装置绝缘和电磁兼容试验	√		
实验室模拟检测试验	√		

附录 A

(资料性附录)

短时断电后转速跟踪再启动控制

当电源电压降低时,变频器将停止输出但不跳闸,这时电动机处于惰走状态,转速逐渐降低,如果在指定的“等待时间”内电源电压恢复正常,变频器将按照“跟踪转速再启动”方式再启动,就可以躲过电源电压的瞬间波动,如果在此“等待时间”内电源电压未恢复正常,变频器就认为出现了电源低压故障,跳闸停车。变频器中,再启动次数可以为多次。

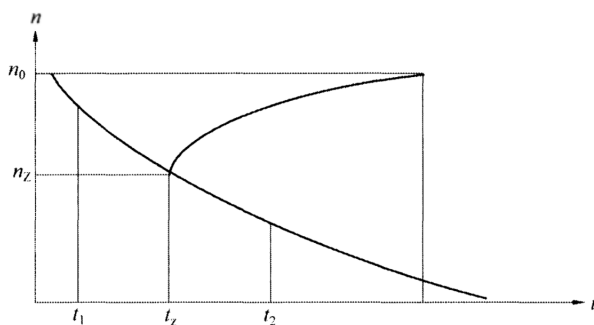
当故障类型为瞬时性时,母线电压一般降低一次,而永久性故障时,由于重合闸后故障仍然存在,造成母线电压再次下降,变频器重新启动的时间要能躲过永久性故障时的电压波动时间。

线路重合闸时间:重合闸允许的最短间隔时间为 0.15s~0.5s。另一种广泛应用的反事故措施是备用电源自动投入,通常所需时间为 0.2s~0.5s。

I 类电动机的继电保护动作均应装有 9s~10s 时限的低电压保护,动作于断路器跳闸。

变频器的等待时间应处于重合闸动作时间与继电保护跳闸动作时间之间,即 0.1s~10s。一般典型的“等待时间”可选为 0.5s,应综合分析变频器用户的具体情况和继电保护的整定值,从而设置一个最佳的“等待时间”,使变频器能恰好躲过重合闸造成的母线电压波动的时间,在最佳时间重新启动,最大限度地发挥再启动的作用,提高供电安全性。

对于变频器来说,设置了再启动功能后,当电源电压降低时,变频器停止输出但不跳闸,这时电动机处于惰走状态,转速逐渐降低,转速下降程度随电动机所带负载和自身阻尼系数的大小而有所不同,其电动机转速-时间的典型曲线如图 A.1 所示,应根据电动机参数和负载情况绘出曲线,然后根据具体生产情况给出当变频器停止输出电动机转速下降时可以接受的最低转速,再求出相应的时间 T_Z ,选出最佳的再启动设置时间,使变频器的再启动功能发挥其最大作用。



注 1: n_0 为电动机正常转速, n_Z 为再启动时的电动机转速, t_1 为重合闸整定时间, t_Z 为再启动时间, t_2 为符合低电压保护的跳闸时间。

注 2: 再启动时间 t_Z 应处于 t_1 与 t_2 之间的范围内,变频器将按照“跟踪转速再启动”实施再启动,将电动机的转速由 n_Z 恢复到 n_0 。

图 A.1 电动机转速-时间曲线

附 录 B
(资料性附录)

采用降转速恒磁通 U/f 控制方式

电动机的转速 n 按下式计算：

$$n = \frac{60f}{p}(1-s)$$

式中：

f ——变频器输出频率；

p ——电动机极数；

s ——转差率。

根据电动机定子的磁感应电动势公式：

$$f = \frac{E}{4.44 \times K_{w1} \times \Phi_m \times W_1} \approx \frac{U}{4.44 \times K_{w1} \times \Phi_m \times W_1}$$

式中：

E ——电动机的感应电动势，V；

U ——电动机的端电压，V；

K_{w1} ——电动机绕组系数；

Φ_m ——电动机每极最大磁通，Wb；

W_1 ——电动机定子绕组匝数。

电动机定子电阻和漏电抗的压降较小，可以忽略，电动机的端电压和电动机的感应电动势近似相等。

当电压下降时，变频器降低频率，磁通不变，同时在负载允许的范围内降低转矩，从而既不损伤变频器，又不损伤电动机。可以根据实际负载率降低变频器低压保护值。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
火 电 机 组 辅 机 变 频 器 低 电 压 穿 越
技 术 规 范
NB/T 42121—2017

*

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>)
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2018年7月第一版 2018年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字
印数 001—100册

*

统一书号 155198·805 定价 11.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.805