

# Research and application of automatic bypass transformation scheme

Shifeng Lin

Everbright Environmental Protection Energy (Laiwu) Co., Ltd., Jinan, Shandong, 271100, China

## Abstract

This paper addresses the high failure rate of primary air fans and the insufficient low-voltage ride-through (LVRT) capability of frequency converters in the thermal power plant of Shandong Weiqiao Aluminum & Electric Company. These issues frequently triggered Run Back (RB) actions of fans or even boiler flameouts, posing significant risks to unit and grid stability. By analyzing the feasibility of equipping frequency converters with an automatic bypass system and conducting field tests, the proposed solution effectively mitigated the problems. The successful implementation provides valuable experience for similar retrofits in the industry.

## Keywords

Primary Air Fan; Frequency Converter; Automatic Bypass; Damper

# 一次风机高压变频器自动旁路改造方案研究与应用

林士锋

光大环保能源（莱芜）有限公司，中国·山东 济南 271100

## 摘 要

某热电厂一次风机系统因高压变频器故障率升高及低电压穿越（LVRT）能力不足，频繁触发风机RB（Run Back）动作甚至导致锅炉熄火，严重威胁机组与电网安全运行。本文针对这一问题，提出通过加装自动旁路系统实现变频器故障时风机快速切换至工频运行的改造方案。改造后经实践证明，该方案有效解决了一次风机故障对机组的影响，机组及电网安全问题得到了有效保障，为同类型电厂一次风机变频器自动旁路加装及改造提供了借鉴，为变频器的投入提供了保障，使其最大限度的发挥节能作用。

## 关键词

一次风机；变频器；自动旁路；调节挡板

## 1 情况概述

xx 公司 30 万机组一次风机均采用变频调节，取得了较好的节能效果，但随着运行时间的增长变频器故障率升高，频繁出现跳闸、误发信号等情况，造成一次风机 RB 动作甚至锅炉熄火事故，对机组的安全、经济运行产生了较大影响；特别是曾出现过因电气系统故障，110KV(220KV) 母差保护动作，公司电网电压波动的异常，当厂用电电压降低瞬间，由于变频器低电压穿越能力不足，多台机组一次风机变频器跳闸，造成电网事故扩大的严重局面。所以如何解决一次风机变频器频繁故障威胁机组及电网安全的问题成为一项关键课题。

## 2 解决方案

针对一次风机变频器故障率高及低电压穿越能力不足的问题，经过认真调研，除加强变频器的保养维护外，决定将一次风机变频器手动旁路柜改为自动旁路柜，实现变频器故障后风机自动切工频运行，并联关一次风机入口调节挡板调整风机出力，以确保机组稳定运行。

## 3 改造面临的问题及应对措施

### 3.1 一次风机电机过流问题

根据以往一次风机冷态试验情况，一次风机电机工频运行时，当入口调节挡板开度至 60% 后电机电流达到额定值（155A），如继续开大则存在过流的风险。而变频自动切工频时，入口调节挡板处于全开位置，因 xx 公司入口调节挡板全开至全关时间较长（约 60S），由 100% 回关至 60% 阶段内可能存在电机长时间过流的情况。经电气专业核对，一次风机电机保护装置中速断保护定值整定为 1218A、0S，过流保护定值整定为 930A、30S，关闭过程中虽面临电机电

【作者简介】林士锋（1986年11月—），男，汉族，山东济南，本科，工程师，现主要从事垃圾焚烧发电厂的技术与运营管理工作。

流超过额定值的情况，但依据保护整定值判断不会造成电机过流跳闸。

### 3.2 一次风机入口调节挡板开度的确定

变频切工频后最重要的问题就是确保风机入口挡板联关开度的准确, 保证风机出力平衡及锅炉燃烧的稳定。为保证一次风机出力维持在切换前, 可依据锅炉负荷与一次风机入口调节挡板开度做折线函数, 具体对应值可取运行经验值; 为确保开度准确, 提高切换成功率, 也可由不同负荷下风机工频状态出力试验得出。

### 3.3 一次风机入口调节挡板快关问题

为确保切换过程中风压波动尽可能小，减小对锅炉燃烧的扰动，一次风机入口调节挡板关闭时间越短越好。但实际一次风机入口调节挡板全开至全关时间约 60S，为确保试验成功，考虑到风门开度在 85% 以上基本起不到节流作用的特性，计划将一次风机入口风门回关至一定位置，这样可以缩短风门关闭时间，提高成功的可能性，也可在一定程度上起到限制上述一次风机电机过流的作用。此回关值可取运行经验值；也可通过试验获得，具体为：正常运行中由运行人员以 1% 的速度缓慢手动关闭一次风机入口调节挡板，直至一次风机串流出现变化时的挡板开度即为所需值。

### 3.4 一次风机 RB 及一次风机全停 MFT 保护逻辑问题

原一次风机 RB 及 A、B 一次风机全停 MFT 保护均采用一次风机 6KV 开关分闸信号, 当一次风机变频器运行时, 变频器重故障跳闸同时由电气回路断开一次风机 6KV 开关, 触发一次风机 RB 或锅炉 MFT。改造为自动旁路后一次风机变频器跳闸不再联跳一次风机 6KV 开关, 对一次风机 RB 及锅炉 MFT 逻辑无影响, 但如切工频失败则需触发一次风机 RB 或锅炉 MFT。经讨论, 最终确定优先由电气回路实现实现切工频失败电气联跳一次风机 6KV 开关, 当电气回路无法实现时就将一次风机变频、工频真空接触器状态信号引入 DCS, 根据变频器切工频的时间 (约 1 ~ 2S) 合理设置延时, 判断切换失败后由 DCS 分闸一次风机 6KV 开关。则一次风机 RB 及一次风机全停 MFT 保护逻辑不需任何改动。

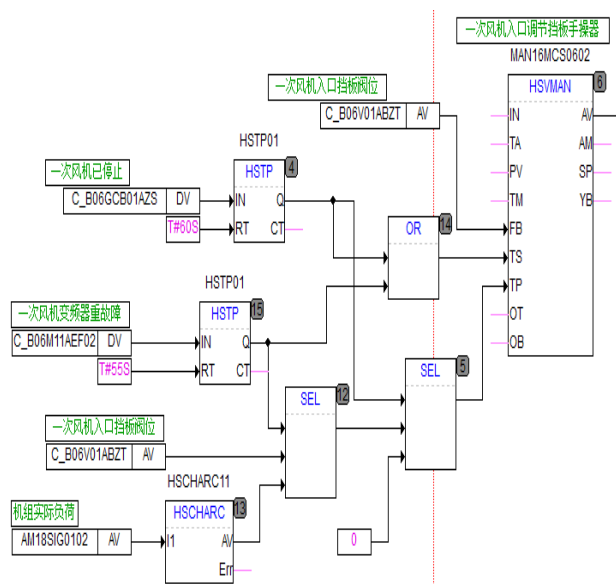
### 3.5 工频自动切变频问题

风机工频运行时跳闸意味着风机或电机故障，已无必要再向变频切换，直接触发一次风机RB保护即可。

#### 4 自动旁路改造及静态试验

①将一次风机变频器退出运行，一次风机工频状态下进行出力试验，改变机组负荷，确定一次风机入口挡板开度与机组负荷的折线函数。

②依据风机出力试验数据,修改一次风机入口调节挡板逻辑,增加变频器重故障后自动关入口调节挡板,入口调节挡板开度指令跟踪折线函数。(如图一)

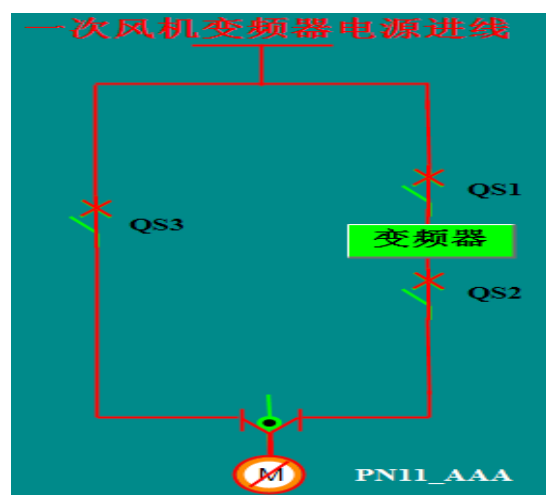


图一：修改后

③将一次风机变频器手动旁路柜改为自动旁路柜，实现变频自动切工频功能。

改造前：手动旁路，即通过切换 QS1、QS2、QS3 三组隔离开关实现旁路运行，变频时 QS1、QS2 合闸，QS3 断开；工频时 QS1、QS2 断开，QS3 合闸。

改造后：增加自动切换旁路柜。取消 QS3 刀闸，增加 KM1、KM2、KM3 真空接触器，QS1、QS2 作为变频器检修开关保留，正常时合入。变频运行时 KM1、KM2 合闸，KM3 断开；工频运行时 KM1、KM2 断开，KM3 合闸。当变频故障时，自动断开 KM2、KM1，合入 KM3，切换时间 1 ~ 2S。（如图二）



图二：改造后

④由变频器厂家更改电气控制回路，加装延时继电器，确保一旦变频切工频失败则断开一次风机 6KV 开关，触发一次风机 RB 或锅炉 MFT。

⑤上述改造完成后,进行静态试验,检验逻辑及回路

改造是否正常。在关闭一次风机出口门的情况下启动一次风机变频器，做变频器重故障切工频试验（就地合上变频器自动旁路柜接触器 KM1、KM2，模拟变频器过热跳闸接点切工频试验），查看入口挡板门是否联关到位，再短接新加继电器接点，模拟切工频失败，检查设备动作是否正常。

上述各项准备工作完成后，正式进行动态试验。

5 自动旁路动态试验情况

①机组 240MW 负荷，入口挡板门开度 75% 的工况下，进行 A 一次风机变频自动切工频试验，具体数据如下表：

| A 一次风机            | 试验前    | 试验时             | 试验后   |
|-------------------|--------|-----------------|-------|
| 入口挡板开度 (%)        | 75     | 17。9            | 18。8  |
| 一次风机变频 / 工频电流 (A) | 100/66 | 0/ 瞬间升至 518 后下降 | 0/106 |
| 热一次风母管压力 (Kpa)    | 9。8    | 11。8 ~ 8。2      | 10。3  |
| 汽包水位 (mm)         | -50    | -38 ~ -89       | -50   |
| 炉膛负压 (Pa)         | -85    | +232 ~ -341     | -50   |
| 机组负荷 (MW)         | 239    | 239             | 239   |

试验取得预期效果，但一次风机入口调节挡板回关过多，一次风压下降较多，对折线函数进行了适当优化，修改折线函数如下：

| 功率 (MW)    | 0  | 200 | 250 | 300 | 330 | 350 |
|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 入口挡板开度 (%) | 20 | 20  | 23  | 28  | 50  | 55  |

②在一次风机入口开度 75% 的情况下，一次风压、炉膛负压及汽包水位小幅波动，机组负荷稳定，一次风机电机

虽短暂过流，但属启动时的正常现象。随即将一次风机入口调节挡板全开，在负荷 300MW 工况下，分别进行了 A、B 一次风机变频切工频试验，挡板门顺利联关至指定开度，具体数据如下表（以 B 风机为列）：

| B 一次风机            | 试验前    | 试验时             | 试验后   |
|-------------------|--------|-----------------|-------|
| 入口挡板开度 (%)        | 100    | 28              | 28    |
| 一次风机变频 / 工频电流 (A) | 110/87 | 0/ 瞬间升至 700 后下降 | 0/115 |
| 热一次风母管压力 (Kpa)    | 10。4   | 12。4 ~ 9。1      | 10。5  |
| 汽包水位 (mm)         | -33    | -15 ~ -69       | -33   |
| 炉膛负压 (Pa)         | -30    | +232 ~ -341     | -30   |
| 机组负荷 (MW)         | 299    | 298             | 299   |

6 结论

试验证明，一次风机入口挡板不需改为快关型或是回关至一定开度，即可成功实现变频器自动旁路切换，一次风压、汽包水位、炉膛负压等参数小幅波动，机组负荷稳定，效果良好。该方案的成功，给同类型电厂一次风机变频器自动旁路加装及改造提供了借鉴，为变频器的投入提供了保障，使其最大限度的发挥节能作用；也使一次风机变频器频繁故障影响机组及电网安全的问题得到了有效预控。

参考文献

[1] 张磊. 一次风机变频自动切工频在300MW火电机组的实现[J]. 电力系统自动化, 2024, 48(3): 56-61.

[2] 雷鸣, 谢胤. 火电厂一次风机自动旁路改造技术研究[J]. 中国电力, 2023, 56(12): 102-108.