

西门子 T-3000 DEH 系统甩负荷识别功能的分析

俞友群

(浙江浙能嘉兴发电有限公司, 浙江 嘉兴 314201)

摘要: 以某 1 000 MW 机组为例, 分析了西门子 T-3000 DEH 系统甩负荷识别功能, 尤其是 KU(短甩)功能和 LAW(长甩)功能的详细判断逻辑、KU 触发后 DEH 系统的控制方式, 对实际运行中可能出现的问题提出了优化建议。

关键词: 甩负荷识别; KU; LAW; 1 000 MW

中图分类号: TK323

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2014)07-0054-03

Analysis on Load Shedding Recognition of Siemens T-3000 DEH System

YU Youqun

(Zhejiang Zheneng Jiaxing Power Generation Co., Ltd., Jiaxing Zhejiang 314201, China)

Abstract: Taking 1 000 MW units as an example, this paper introduces the load shedding recognition of Siemens T-3000 DEH system, especially the detailed judgment logic of KU (short shedding) and LAW(long shedding) as well as the control method of DEH system after KU is triggered. The paper gives optimization suggestions on problems which may occur in actual operation.

Key words: load shedding recognition; KU; LAW; 1 000 MW

某 1 000 MW 机组采用西门子 T-3000 DEH 系统, 对于 KU 的具体触发逻辑和触发后的一系列动作一直未有详细完整的解释, 在此对西门子 DEH 系统的甩负荷识别逻辑设计进行分析说明, 并探讨 KU 与电气零功率保护的配合, 以及 KU 功能的优化改进。

1 甩负荷识别功能的目的

西门子 T-3000 系统的甩负荷识别逻辑包括 KU 和 LAW 2 种情况。KU 是电网瞬时中断时的甩负荷, 通常也称短甩; LAW 才是真正意义上的甩负荷, 也称长甩。

KU 功能主要是通过对机组负荷的监控, 在电网瞬时发生中断时, 迅速做出判断, 通过调阀快关, 由 DEH(汽轮机数字电液控制系统)切到转速控制等一系列手段, 避免机组超速, 并且在电网迅速恢复时, 可立即恢复带负荷运行。如果 KU 触发后在短时间(2 s)内不能恢复, 则触发 LAW, 并能实现带厂用电运行。但目前, 通常机组在脱网时, 是不要求带厂用电运行, 而是直接跳闸, 并且 LAW 的触发条件就是“KU 动作且短时间内无法恢复”, 因此这里重要的是 KU 功能的

判断和处理。

2 KU 的逻辑判断

2.1 KU 逻辑判断的含义

图 1 是甩负荷识别逻辑, 图中 KU 信号判断逻辑的 2 个部分分别代表了机组在高负荷和低负荷时的 KU 判断逻辑。

(1)条件 1: 高负荷时(至少大于 728 MW)的 KU 判断依据: 负荷信号瞬时下跌大于限制, KU 触发。

(2)条件 2: 低负荷时的判断依据: 功率下跌到 104 MW 以下, 与负荷控制偏差大于 104 MW, 则表示机组是甩负荷, 而不是正常停机过程。同时机组已并网, 且功率大于-26 MW, 则表示不存在逆功率现象, 也就是说机组原来在并网状态, 现在已脱网。

2.2 KU 触发条件 1 的含义

对于触发条件 1, 则解释不一, 有 16 ms 负荷下降 728 MW, 8 ms 下降 400 MW 和 1 s 下降 728 MW 等触发条件, 但这些认识均不准确。

电气功率变送器 3 个实际的负荷信号(PEL1, PEL2, PEL3)首先在 PEL 逻辑页(实际功率值计

算回路)中进行计算得到“三选一”的实际功率信号 PEL。该 PEL信号送入甩负荷识别逻辑页,如图 2 所示, PEL 信号首先经过 1 个“F10F”功能块,该功能块是对输入值进行提前预判,对功率采样回路逻辑的功能块和功率变送器的延迟进行补偿,以还原真实的功率实时值。其中, TD 设为 30 ms, TM 设为 65 ms, 笔者判断这 2 个值一个和功率变送器的特性相关,另一个和功率信号的采样运算回路到 F10F 功能块进行的一系列运算块采样周期之和相关,也就是说一个是补偿功率变送器的延迟,一个补偿逻辑运算回路的延迟。

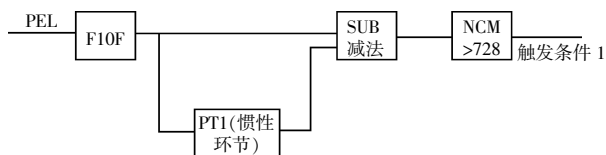


图 2 KU 触发条件 1 逻辑

还原后的负荷值,送入一个 2 s 的惯性环节“PT1”,运算后由还原的实时功率值相减,送入“NCM”比较功能块,大于 728 MW, KU 触发。对于“PT1”惯性环节,其响应特性如图 3 所示。即对于阶跃响应,2 s 后达到阶跃值的 63%。计算公式如下:

$$OUT_n = OUT_{n-1} + \frac{T_s}{T_s/2 + T_1} \times (IN_n - OUT_{n-1}) \quad (1)$$

式中: OUT_n 为当前输出值; OUT_{n-1} 为上一采样周期的输出值; T_s 为采样周期; IN_n 为当前输入值; T_1 为惯性环节的惯性时间,即 2 s。

因为该 PT1 的采样周期是 16 ms, 远远小于 2 s, 可以近似认为该值将保持突变前的负荷。因

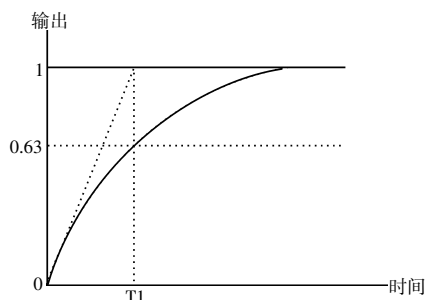


图 3 NCM 功能块阶跃响应曲线

此,可以近似认为负荷突变 728 MW 以上(实际上如果负荷跳变在 16 ms 的周期内发生,根据公式可以算出负荷下降值约在 734 MW 左右),则 KU 动作。

这里有几点需要指出:

(1)负荷功率的下跌必须满足一定的速率,但同时也必须达到设定的值,也就是说如果不能达到 728 MW 以上,第一部分的逻辑是一定不会触发的。

(2)如果负荷跳变在 16 ms 的周期内发生,根据公式可以算出负荷下降值约在 734 MW 左右。但并不是说负荷下降速率需要达到 734 MW/16 ms,如果负荷下降过程跨越 2 个周期(32 ms),通过公式可以算出,负荷下降值大概达到 740 MW 左右, KU 功能即会触发,而这时负荷下降速率为 370 MW/16 ms 左右。因此,如果把这部分逻辑解释为负荷下降速率达到某个值,是完全不对的。

2.3 KU 触发条件 2 的含义

对触发条件 2 均没有疑义,以下条件同时满足时触发:

(1)实际负荷大于-26 MW;

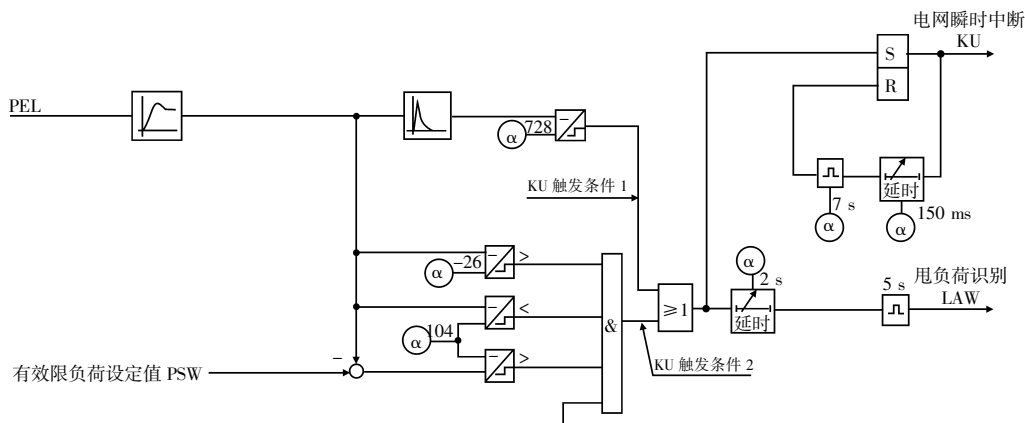


图 1 KU 逻辑

(2)实际负荷小于 104 MW;

(3)负荷控制偏差大于 104 MW;

(4)机组已并网。对于第 4 条厂家的说明书解释不够充分,该信号在逻辑中是 GLSEV 信号,具体逻辑为并网信号经过一个 5 s 的上升延迟,再经过一个 3 s 的下降延迟。因此,表示的是事件发生前,机组已并网超过 5 s,且至少在事件发生 3 s 前,机组还是处于并网状态。

3 KU 动作后的处理

KU 动作后,后续处理如下:

(1)KU 信号送入 RS 触发器的“S”引脚,同时经过 150 ms 延时后发出一个 7 s 的脉冲信号对 RS 触发器进行复位。即 KU 信号触发后,将保持 150 ms,然后将复位,并在 7 s 内不会再次频繁触发。

(2)KU 动作后,将 NPR(转速负荷控制器)控制回路中的 KPS2Y 信号置零,正常情况下,KPS2Y 是负荷控制回路的前馈,等于负荷指令/1040。DEH 系统的流量指令就等于:KPS2Y 值+主调节器的输出+一次调频的前馈。KPS2Y 置零后,DEH 系统的流量指令将迅速降低,通常会超过 25%,这是因为 KPS2Y 的数值为负荷指令/1040。因此大致认为,KU 触发时,负荷指令只要大于 25%,DEH 系统的流量指令就会突降 25%以上。由于通过阀门反馈计算出的流量指令比实际的指令大 25%以上,将触发调阀快关逻辑,调阀快关并持续 1 s,即只要功率大于 25%,且调阀开度对应的流量在 25%以上(通常都是满足的),高中压调门快关动作。

(3)NPR 控制回路主调节器的设定值将置零,负荷指令不起作用,同时转速/一次调频公用的控制回路将从一次调频模式切换到带转速控制器的负荷运行模式。这里要注意,KU 的动作是将主调节器的设定值置零,但负荷指令仍然保持原值。

(4)KU 动作后,如果在 2 s 内,KU 信号复位,则重新进入负荷控制模式,由于负荷指令仍保持,无需运行人员干涉,重新设置负荷指令,或经过负荷指令运算回路计算,原来的负荷指令会直接送入主调节器,令调阀开启,机组将迅速重新带上负荷,恢复 KU 动作前的工作模式。如果 2 s 内不能复位,将触发 LAW,即长甩负荷动作,

进入转速控制模式。

4 与 KU 动作相关的几个问题探讨

(1)KU 动作后触发并不是直接触发高中压调门快关,而是通过迅速撤出 OSB 流量指令,触发调门快关逻辑。因此可得出结论:当负荷很低时(如 200 MW 以下),KU 信号不一定触发调阀快关。某些发电厂,因为调阀存在跳变,将调阀快关逻辑中的流量偏差值从 25%修改到较大值,甚至取消该偏差快关调阀的逻辑,将影响 KU 动作后的调阀快关。同理,并不是 KU 动作必然会触发调阀快关,如果在负荷很低时,比如机组刚并网,调阀流量指令原来就小于 25%,即使 KU 触发,也不会触发快关。

(2)从已经发生过的 KU 触发事件来看,负荷信号受到干扰时,并不是直接下跌,而是先上升,再下跌。由于负荷信号进入 KU 运算前,先经过“F10F”功能块进行计算,计算后输出的值完全可能比负荷实际达到的最高值更高。同时,DEH 的负荷计算回路中,当三路负荷同时故障时,计算出的负荷值将达到 1 500 MW。因此并不是说,机组运行时的负荷低于 728 MW,KU 逻辑的第 1 条就一定不会触发。并且由于历史数据的采样周期关系,最大值未必能在历史曲线中被捕捉到。

(3)目前,上汽厂部分 1 000 MW 机组、600 MW 机组开始配套 OVATION 控制系统,其控制逻辑大致是对西门子 T-3000 系统的逻辑进行了翻译转化,但因为一些功能块的不同和逻辑理解上的分歧,可能会存在一些疑问。以 KU 功能来说,某 600 MW 机组,设计中 KU 动作条件设置为:50 ms 下降 14.5 MW 左右,因为 OVATION 系统功能块的最小采样周期在 50 ms。对于这样的数值设定,笔者表示疑惑。在原设计中,不管是条件 1 还是条件 2 触发 KU,机组负荷都必须跌倒一个极低的数值,这才能最大程度地表征电网中断,而不是功率信号波动,或者功率变送器故障。

(4)如果电气侧存在零功率切机保护,那么一旦 KU 动作,零功率切机保护动作将触发机组跳闸,即使 KU 迅速恢复,后续的控制也将被打断,无法继续。为避免功率信号波动引起 KU 误

(下转第 64 页)

(上接第 56 页)

发,参照对东汽厂的 PLU(功率负荷不平衡保护)优化思路,对 KU 功能加上转速限制比较简单和实用,即只有在转速大于 3 018 r/min, KU 功能才会触发。

5 结语

西门子 DEH 系统 KU 动作程序和新华公司的 OPC(超速保护控制)、东汽厂的 PLU 都相类似,均为了防止机组在甩负荷时超速。但是在具体的实现方式上有所不同,新华公司 OPC 直接把转速作为判断依据,西门子 KU 和东汽厂 PLU 都是考虑了机组甩负荷后带厂用电的运行方式,并通过功率的突变进行预判,提前介入对调阀进行控制使机组在脱网后转速飞升值控制到最小。西门

子 KU 更考虑了电网瞬时中断恢复后,机组重新并网运行的情况,动作程序更加复杂,如果不能很好地理解、掌握其工作原理,将会影响机组甩负荷故障的正确分析判断。

参考文献:

- [1] 俞友群,蒋宇轩.提高西门子 T-3000 DEH 系统的可靠性研究[J].浙江电力,2013,32(6):39-42.

收稿日期:2014-05-15

作者简介:俞友群(1973-),男,浙江宁波人,工程师,从事发电厂热工控制工作。

(本文编辑:陆莹)