



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105932688 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201610155208.X

H02J 3/24(2006.01)

(22)申请日 2016.03.18

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105932688 A

CN 101931241 A, 2010.12.29,  
US 2003214823 A1, 2003.11.20,  
WO 2014147294 A1, 2014.09.25,  
CN 104638673 A, 2015.05.20,

(43)申请公布日 2016.09.07

审查员 肖高

(73)专利权人 国电南瑞科技股份有限公司  
地址 210061 江苏省南京市高新技术产业  
开发区D10幢

专利权人 南京南瑞集团公司  
国家电网公司

(72)发明人 罗剑波 谭真 李威 李兆伟

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207  
代理人 汪旭东

(51)Int. Cl.

H02J 3/18(2006.01)

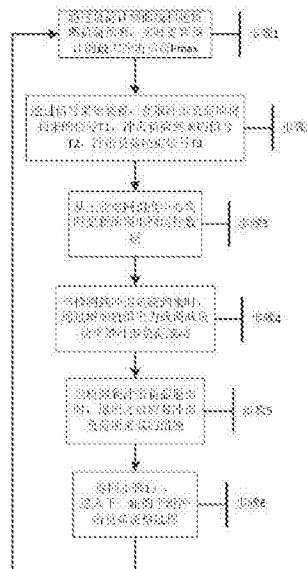
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率  
调控方法

(57)摘要

本发明公开了一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法,属于电力系统自动化技术领域。本发明以工业电网中获取到的冲击负荷信号为基础,以冲击负荷值为对象,通过实测工业调度中心的电网运行数据,采用负荷计划曲线、超短期负荷预测和预给控制的方式,在满足工业电网安全稳定的前提下,对电厂机组和可调用设备进行有功功率调控,以达到平滑冲击负荷的目的。本发明通过对平滑冲击负荷的有功功率调控,可以提供可靠的工业电网应对冲击负荷方案,从而有效降低冲击负荷对电网的影响,提升电网的安全稳定运行。



1. 一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 对工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷进行负荷计划曲线和超短期负荷预测,实时更新预计的最大冲击负荷;

2) 通过安装在工业电网中的信号采集装置,获取与冲击负荷到来及结束相关的信号;

所述与冲击负荷到来及结束相关的信号包括冲击负荷即将到来的信号、冲击负荷到来的信号以及冲击负荷结束的信号;

3) 从工业电网调度中心中实时更新所需的电网运行数据;

所述所需的电网运行数据包括工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点的当前负荷量、常规自备机组的出力、应急机组的最大可用有功出力总和以及最大可中断或可调减的负荷总和;

4) 当检测到冲击负荷到来时,通过增加机组出力或调减负荷平滑冲击负荷波动;采用以下方式平滑冲击负荷波动:

方式一:当 $0 < P_{\max} - P_0 < 0.1P_c$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力;

方式二:当 $0.1P_c \leq P_{\max} - P_0 < 0.1P_c + P_2$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,同时发信号给应急机组作好开机准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力,同时启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力;

方式三:当 $0.1P_c + P_2 \leq P_{\max} - P_0$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,并发信号给应急机组作好开机准备,同时发信号给负荷控制系统,通过分析将要出现的预计的最大冲击负荷,使能够自动断开适合或转换到较低的功率等级的用电设备做好准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力,并启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力,同时负荷控制系统立即中断或降低可调减用电设备的功率等级,如果 $P_{\max} - P_0$ 大于 $0.1P_c + P_2 + P_L$ ,相应的超出量由大电网提供;

上述 $P_{\max}$ 为预计的最大冲击负荷, $P_0$ 为工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量, $P_c$ 为常规自备机组的出力, $P_2$ 为应急机组的最大可用有功出力总和, $P_L$ 为最大可中断或可调减的负荷总和;

5) 当检测到冲击负荷退出时,退出步骤4)中采取的应对冲击负荷的措施,完成一次平滑冲击负荷调整;

6) 返回步骤1)进入下一轮的平滑冲击负荷调整过程。

2. 根据权利要求1所述的平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法,其特征在于,所述步骤5)中,采用以下方式退出步骤4)中采取的应对冲击负荷的措施:

当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式一时,如果获取到冲击负荷结束的信号,向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于0时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号;

当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式二时,如果获取到冲击负荷结束的信号,则发信号关闭应急机组,同时向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c$ 时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号;

当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式三时,如果获取到冲击负荷结束的信号,则发信号给负荷控制系统,恢复已经断开或转换到较低的功率等级的用电设备,并发信号关闭应急机组,同时向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c+P_2$ 时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号。

## 一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电力系统自动化技术领域,具体地说本发明涉及一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法。

### 背景技术

[0002] 大型工业企业中的许多生产工艺都可能带来冲击负荷,如电弧炼钢炉、轧钢机等,其冲击负荷对电网的稳定性运行影响较大。

[0003] 当电网所处于系统装机容量小、冲击负荷大、与大电网联系薄弱等特点时,需要对产生的冲击负荷提出各种要求。首先,无功冲击负荷必须由动态无功补偿装置本地补偿,而有功冲击负荷应通过多种方式加以解决:(1)增加系统的装机容量;(2)对电网网架进行改造;(3)配置一套工业冲击负荷功率调节系统,根据工况调节发电厂机组的有功出力,尽量减少冲击负荷对电网的影响。

[0004] 以上情况表明,如果设计一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法,将对电网的安全稳定起到重要作用。

### 发明内容

[0005] 本发明目的是:为了提高工业企业冲击负荷对电网的安全稳定运行,减少冲击负荷对电网的稳定性运行影响,提出一种平滑冲击性工业电力负荷的有功功率调控方法。

[0006] 具体地说,本发明是采用以下技术方案实现的,包括以下步骤:

[0007] 1)对工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷进行负荷计划曲线和超短期负荷预测,实时更新预计的最大冲击负荷;

[0008] 2)通过安装在工业电网中的信号采集装置,获取与冲击负荷到来及结束相关的信号;

[0009] 所述与冲击负荷到来及结束相关的信号包括冲击负荷即将到来的信号、冲击负荷到来的信号以及冲击负荷结束的信号;

[0010] 3)从工业电网调度中心中实时更新所需的电网运行数据;

[0011] 所述所需的电网运行数据包括工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点的当前负荷量、常规自备机组的出力、应急机组的最大可用有功出力总和以及最大可中断或可调减的负荷总和;

[0012] 4)当检测到冲击负荷到来时,通过增加机组出力或调减负荷平滑冲击负荷波动;

[0013] 5)当检测到冲击负荷退出时,退出步骤4)中采取的应对冲击负荷的措施,完成一次平滑冲击负荷调整;

[0014] 6)返回步骤1)进入下一轮的平滑冲击负荷调整过程。

[0015] 上述技术方案的进一步特征在于,所述步骤4)中,采用以下方式平滑冲击负荷波动:

[0016] 方式一:当 $0 < P_{\max} - P_0 < 0.1P_c$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规

自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力;

[0017] 方式二:当 $0.1P_c \leq P_{\max} - P_0 < 0.1P_c + P_2$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,同时发信号给应急机组作好开机准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力,同时启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力;

[0018] 方式三:当 $0.1P_c + P_2 \leq P_{\max} - P_0$ 时,如果获取到冲击负荷即将到来的信号,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备,并发信号给应急机组作好开机准备,同时发信号给负荷控制系统,通过分析将要出现的预计的最大冲击负荷,使能够自动断开适合或转换到较低的功率等级的用电设备做好准备,然后当获取到冲击负荷到来的信号时,立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,通过调节汽门开度,增加常规自备机组出力,并启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力,同时负荷控制系统立即中断或降低可调减用电设备的功率等级,如果 $P_{\max} - P_0$ 大于 $0.1P_c + P_2 + P_L$ ,相应的超出量由大电网提供;

[0019] 上述 $P_{\max}$ 为预计的最大冲击负荷, $P_0$ 为工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量, $P_c$ 为常规自备机组的出力, $P_2$ 为应急机组的最大可用有功出力总和, $P_L$ 为最大可中断或可调减的负荷总和。

[0020] 上述技术方案的进一步特征在于,所述步骤5)中,采用以下方式退出步骤4)中采取的应对冲击负荷的措施:

[0021] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式一时,如果获取到冲击负荷结束的信号,向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于0时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号;

[0022] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式二时,如果获取到冲击负荷结束的信号,则发信号关闭应急机组,同时向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c$ 时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号;

[0023] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式三时,如果获取到冲击负荷结束的信号,则发信号给负荷控制系统,恢复已经断开或转换到较低的功率等级的用电设备,并发信号关闭应急机组,同时向机炉协调系统发减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c + P_2$ 时,发关汽门信号以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号。。

[0024] 本发明的有益效果如下:本发明通过采用负荷计划曲线、超短期负荷预测和预给控制的方式,对电厂机组和可调用电设备进行有功功率调控,以达到平滑冲击负荷的目的。采用本方法后,如果工业企业电网采用联网方式,则能够控制联络线功率,减少对外网冲

击,如果工业企业电网采用孤网方式,则能够防止功率缺额,保证孤网频率安全。本发明通过对平滑冲击负荷的有功功率调控,可以提供可靠的工业电网应对冲击负荷方案,从而有效降低冲击负荷对电网的影响,提升电网的安全稳定运行。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的流程图。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合实施例并参照附图对本发明作进一步详细描述。

[0027] 实施例1:

[0028] 本发明的一个实施例,其步骤如图1所示。

[0029] 图1中步骤1)描述的是,对工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷进行负荷计划曲线和超短期负荷预测,实时更新预计的最大冲击负荷。

[0030] 图1中步骤2)描述的是,通过安装在工业电网中的信号采集装置,获取与冲击负荷到来及结束相关的信号。与冲击负荷到来及结束相关的信号包括冲击负荷即将到来的信号T1、冲击负荷到来的信号T2以及冲击负荷结束的信号T3。

[0031] 例如,针对炼钢厂精轧冲击负荷,相应的红钢经过加热炉出口位置信号即为冲击负荷即将到来的信号T1,红钢到达精轧机前位置信号即为冲击负荷到来的信号T2,红钢完全通过精轧机位置信号即为冲击负荷结束的信号T3。

[0032] 图1中步骤3)描述的是,从工业电网调度中心中实时更新所需的电网运行数据,所需的电网运行数据包括工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点的当前负荷量、常规自备机组的出力、应急机组的最大可用有功出力总和以及最大可中断或可调减的负荷总和。

[0033] 图1中步骤4)描述的是,当检测到冲击负荷到来时,通过增加机组出力或调减负荷平滑冲击负荷波动,其具体方式如下:

[0034] 方式一:当 $0 < P_{\max} - P_0 < 0.1P_c$ 时,如果主站计算机系统获取到冲击负荷即将到来的信号T1,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备。当主站计算机获取到冲击负荷到来的信号T2时,主站计算机收到此信号立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,然后由功率调节柜去调节汽门开度,从而增加常规自备机组出力。

[0035] 方式二:当 $0.1P_c \leq P_{\max} - P_0 < 0.1P_c + P_2$ 时,如果主站计算机系统获取到冲击负荷即将到来的信号T1,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备;同时,主站计算机系统发信号给应急机组作好开机准备。当主站计算机获取到冲击负荷到来的信号T2时,主站计算机收到此信号立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,然后由功率调节柜去调节汽门开度,从而增加常规自备机组出力;同时,启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力。

[0036] 方式三:当 $0.1P_c + P_2 \leq P_{\max} - P_0$ 时,如果主站计算机系统获取到冲击负荷即将到

来的信号T1,根据常规自备机组机炉的约束条件形成预加燃料控制信号,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统,使锅炉提前做好承受冲击负荷的准备;主站计算机系统发信号给应急机组作好开机准备;同时,发信号给负荷控制系统,通过分析将要出现的负荷预测峰值 $P_{max}$ ,使能够自动断开适合或转换到较低的功率等级的用电设备做好准备。当主站计算机获取到冲击负荷到来的信号T2时,主站计算机收到此信号立即撤消加燃料信号,下发调节负荷控制命令和冲击负荷值给机炉协调系统,然后由功率调节柜去调节汽门开度,从而增加常规自备机组出力;启动应急机组,根据下发调节负荷控制命令和冲击负荷值,与常规自备机组一同协调增加应急机组出力;同时,负荷控制系统收到此信号立即中断或降低可调减用电设备的功率等级。如果冲击负荷有功功率大于 $0.1P_c+P_2+P_L$ ,依旧按照上述顺序动作;此时超出量由大电网提供

[0037] 上述 $P_{max}$ 为预计的最大冲击负荷, $P_0$ 为工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量, $P_c$ 为常规自备机组的出力, $P_2$ 为应急机组的最大可用有功出力总和, $P_L$ 为最大可中断或可调减的负荷总和。

[0038] 图1中步骤5)描述的是,当检测到冲击负荷退出时,退出步骤4)中采取的应对冲击负荷的措施,完成一次平滑冲击负荷调整,其具体方式如下:

[0039] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式一时,如果主站计算机获取到冲击负荷结束的信号T3,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于0时,发关汽门信号到功率调节柜以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号。

[0040] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式二时,如果主站计算机获取到冲击负荷结束的信号T3,则主站计算机系统发信号关闭应急机组;同时,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c$ 时,发关汽门信号到功率调节柜以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号。

[0041] 当步骤4)采取的平滑冲击负荷波动的方式为方式三时,如果主站计算机获取到冲击负荷结束的信号T3,则发信号给负荷控制系统,恢复已经断开或转换到较低的功率等级的用电设备,同时,主站计算机系统发信号关闭应急机组,通过电厂功率调节专用RTU发给机炉协调系统减燃料控制信号,直到预计的最大冲击负荷与工业企业内需平滑负荷波动的冲击负荷节点当前负荷量的差值下降到小于 $0.1P_c+P_2$ 时,发关汽门信号到功率调节柜以调节汽门开度,同时向机炉调速系统发撤消减燃料信号。

[0042] 图1中步骤6)描述的是,返回步骤1)进入下一轮的平滑冲击负荷调整过程。

[0043] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但实施例并不是用来限定本发明的。在不脱离本发明之精神和范围内,所做的任何等效变化或润饰,同样属于本发明之保护范围。因此本发明的保护范围应当以本申请的权利要求所界定的内容为准。

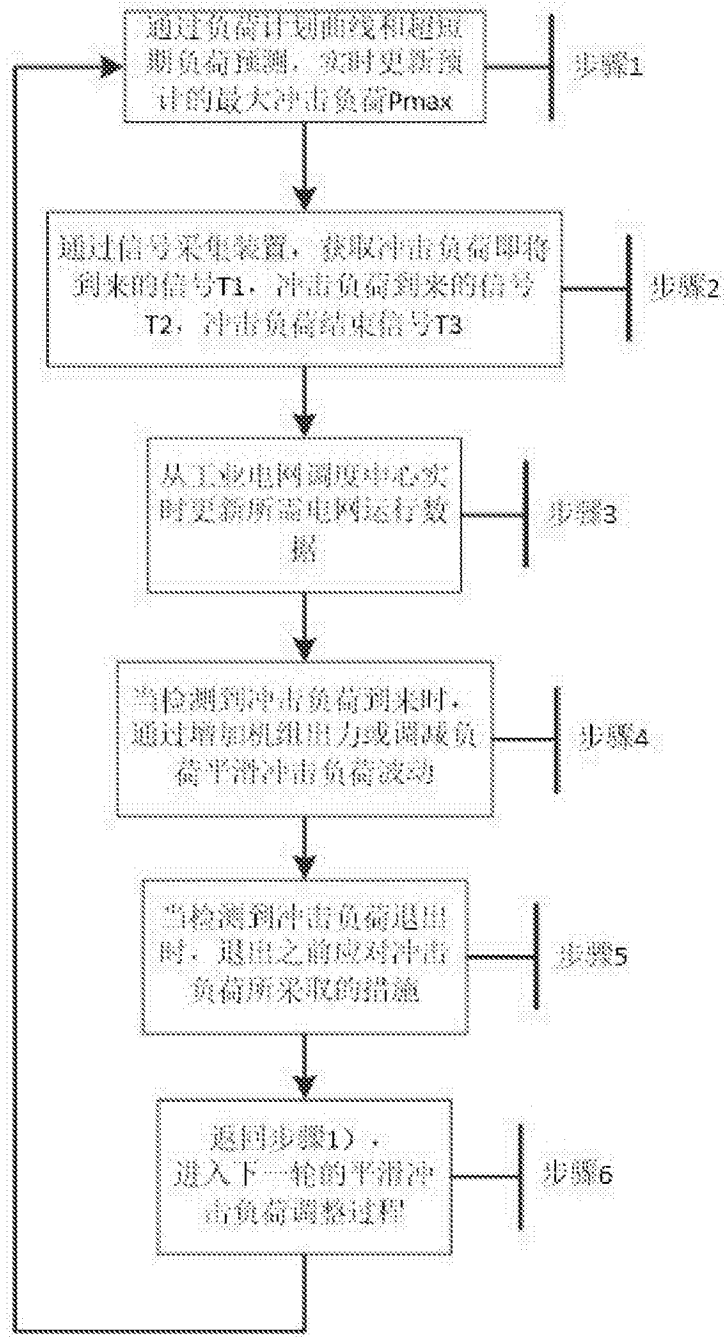


图1