



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109193714 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811194043.2

H02J 15/00(2006.01)

(22)申请日 2018.10.12

(71)申请人 深圳供电局有限公司

地址 518001 广东省深圳市罗湖区深南路  
4020号电力调度通信大楼

申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

(72)发明人 翁毅选 林子钊 程韧俐 马伟哲

史军 何晓峰 程维杰 陈洪云

陈择栖 刘金生 卢艺 龚晨

赵利刚 周保荣 李鸿鑫

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 麦小婵 郝传鑫

(51)Int.Cl.

H02J 3/28(2006.01)

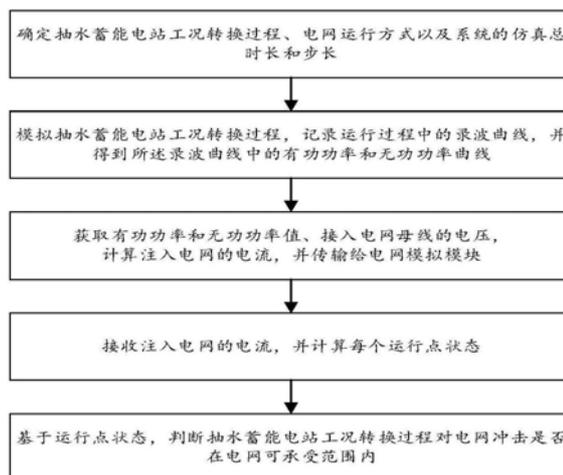
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统和方法

## (57)摘要

本发明公开了一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统及方法,该系统包括抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块;该方法通过对抽水蓄能电站模拟模块模拟工况转换过程的录波曲线及电网模拟模块模型的注入电流计算得到运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态,根据运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内。该发明模拟抽水蓄能电站工况转换过程对电网运行的影响,判断抽水蓄能电站的工况转换对电网的冲击是否在电网可以承受的范围,确保电网的安全稳定运行。



1. 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统,其特征在于,包括:抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块,其中,

所述抽水蓄能电站模拟模块,被配置成生成抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程;

所述电网模拟模块,被配置成生成电网运行过程;

所述抽水蓄能电站与电网信息交互模块,被配置成获取及计算所述抽水蓄能电站模拟模块和所述电网模拟模块的信息。

2. 如权利要求1所述的抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统,其特征在于,所述抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程包括停机转发电、停机转抽水、发电转停机、抽水转停机、抽水转发电及发电转抽水。

3. 如权利要求1所述的抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统,其特征在于,所述电网模拟模块模拟对象包括电网中的发电机、变压器、线路及负荷。

4. 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,其特征在于,包括如下步骤:

确定抽水蓄能电站工况转换过程、电网运行方式以及系统的仿真总时长和步长;

模拟抽水蓄能电站工况转换过程,记录运行过程中的录波曲线,并得到所述录波曲线中的有功功率和无功功率曲线;

获取所述有功功率和无功功率曲线中每个运行点的有功功率和无功功率值,同时从电网模拟模块中获取抽水蓄能电站运行点对应接入电网母线的电压;将所述有功功率和无功功率值以及所述对应接入电网母线的电压通过计算转换成注入电网的电流,并将所述注入电网的电流传输给电网模拟模块;

接收所述注入电网的电流,并根据模拟的电网模型计算每个运行点状态;

基于所述每个运行点状态,判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内;当所述冲击在电网可承受范围内,则在当前电网运行方式下,抽水蓄能机组可以自由安排工况转换过程;当所述冲击不在电网可承受范围内,则在当前电网运行方式下,不允许该运行点状态对应的抽水蓄能电站的该种工况转换过程。

5. 如权利要求4所述的抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,其特征在于,所述注入电网的电流的计算公式如下:

$$I_r = (P_i * V_r + Q_i * V_i) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$$

$$I_i = -(-P_i * V_i + Q_i * V_r) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$$

其中,( $I_r$ 、 $I_i$ )为注入到电网的电流,( $P_i$ 、 $Q_i$ )为运行点的有功功率和无功功率值,( $V_r$ 、 $V_i$ )为运行点对应接入电网母线的电压。

6. 如权利要求4所述的抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,其特征在于,所述运行点状态包括节点电压、线路电流、发电机功角。

7. 如权利要求4所述的抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,其特征在于,所述判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内的方法是不出现以下任何一种情况:节点电压幅值小于0.75的时间持续超过1秒,任意线路电流超过其额定电流,任意两台发电机的功角差大于180度。

## 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及抽水蓄能电站分析,尤其涉及一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统和方法。

### 背景技术

[0002] 抽水蓄能电站是利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库,在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站,又称蓄能式水电站。可将电网负荷低时的多余电能,转变为电网高峰时期的高价值电能,还适于调频、调相,稳定电力系统电压和作为事故备用,提高系统中火电站和核电站的运行效率。

[0003] 抽水蓄能电站需要根据电网电力负荷的低谷或者高峰,分别运行在抽水和发电工况下,因此需要经常进行工况转换,在抽水蓄能电站接入电力系统后,其工况转换过程对电网来说是一种比较大的冲击,此冲击可能会对电网的正常运行产生一定的影响,尤其是在电网规模相对较小时。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统和方法,该发明模拟抽水蓄能电站工况转换过程对电网运行的影响,判断抽水蓄能电站的工况转换对电网的冲击是否在电网可以承受的范围内,确保电网的安全稳定运行。

[0005] 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统,包括:抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块,其中,所述抽水蓄能电站模拟模块,被配置成生成抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程;所述电网模拟模块,被配置成生成电网运行过程;所述抽水蓄能电站与电网信息交互模块,被配置成获取及计算所述抽水蓄能电站模拟模块和所述电网模拟模块的信息。

[0006] 优选地,所述抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程包括停机转发电、停机转抽水、发电转停机、抽水转停机、抽水转发电及发电转抽水。

[0007] 优选地,所述电网模拟模块模拟对象包括电网中的发电机、变压器、线路及负荷。

[0008] 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,包括如下步骤:

[0009] 确定抽水蓄能电站工况转换过程、电网运行方式以及系统的仿真总时长和步长;

[0010] 模拟抽水蓄能电站工况转换过程,记录运行过程中的录波曲线,并得到所述录波曲线中的有功功率和无功功率曲线;

[0011] 获取所述有功功率和无功功率曲线中每个运行点的有功功率和无功功率值,同时从电网模拟模块中获取抽水蓄能电站运行点对应接入电网母线的电压;将所述有功功率和无功功率值以及所述对应接入电网母线的电压通过计算转换成注入电网的电流,并将所述注入电网的电流传输给电网模拟模块;

[0012] 接收所述注入电网的电流,并根据模拟的电网模型计算每个运行点状态;

[0013] 基于所述每个运行点状态,判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电

网可承受范围内;当所述冲击在电网可承受范围内,则在当前电网运行方式下,抽水蓄能机组可以自由安排工况转换过程;当所述冲击不在电网可承受范围内,则在当前电网运行方式下,不允许该运行点状态对应的抽水蓄能电站的该种工况转换过程。

[0014] 优选地,所述注入电网的电流的计算公式如下:

$$[0015] \quad I_r = (P_i * V_r + Q_i * V_i) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$$

$$[0016] \quad I_i = -(-P_i * V_i + Q_i * V_r) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$$

[0017] 其中,  $(I_r, I_i)$  为注入到电网的电流,  $(P_i, Q_i)$  为运行点的有功功率和无功功率值,  $(V_r, V_i)$  为运行点对应接入电网母线的电压。

[0018] 优选地,所述运行点状态包括节点电压、线路电流、发电机功角。

[0019] 优选地,所述判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内的方法是不出现以下任何一种情况:节点电压幅值小于0.75的时间持续超过1秒,任意线路电流超过其额定电流,任意两台发电机的功角差大于180度。

[0020] 实施本发明具有如下有益效果:本发明对抽水蓄能电站工况转换对电网影响建立了分析系统,系统包括抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块三个模块,并对这三个模块构成的系统建立了分析方法,通过对抽水蓄能电站模拟模块模拟工况转换过程的录波曲线及电网模拟模块模型的注入电流计算得到运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态,根据运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内。该发明模拟抽水蓄能电站工况转换过程对电网运行的影响,判断抽水蓄能电站的工况转换对电网的冲击是否在电网可以承受的范围,确保电网的安全稳定运行。

## 附图说明

[0021] 图1是本发明提供的一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法流程图。

## 具体实施方式

[0022] 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析系统,包括:抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块,其中,抽水蓄能电站模拟模块,被配置成生成抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程;电网模拟模块,被配置成生成电网运行过程;抽水蓄能电站与电网信息交互模块,被配置成获取及计算所述抽水蓄能电站模拟模块和所述电网模拟模块的信息。

[0023] 抽水蓄能电站在实际运行中的工况转换过程包括停机转发电、停机转抽水、发电转停机、抽水转停机、抽水转发电及发电转抽水。

[0024] 电网模拟模块模拟对象包括电网中的发电机、变压器、线路及负荷。

[0025] 一种抽水蓄能电站工况转换对电网影响的分析方法,包括如下步骤:

[0026] S1. 确定抽水蓄能电站工况转换过程、电网运行方式以及分析系统的仿真总时长T和步长h。

[0027] S2. 模拟抽水蓄能电站工况转换过程,记录运行过程中的录波曲线,并得到所述录波曲线中的有功功率和无功功率变化曲线。将有功功率和无功功率变化曲线根据S1确定的仿真总时长和仿真步长离散化为多个有功功率和无功功率的运行点。运行点的总个数n=

T/h,每个运行点的有功功率和无功功率表示为 $\{P_i, Q_i\}$ ,  $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

[0028] S3. 获取所述有功功率和无功功率曲线中每个运行点的有功功率和无功功率值 $\{P_i, Q_i\}$ , 同时从电网模拟模块中获取抽水蓄能电站运行点对应接入电网母线的电压 $\{V_r, V_i\}$ ; 将所述有功功率和无功功率值 $\{P_i, Q_i\}$ 以及所述对应接入电网母线的电压 $\{V_r, V_i\}$ 通过计算转换成注入电网的电流 $\{I_r, I_i\}$ , 并将所述注入电网的电流 $\{I_r, I_i\}$ 传输给电网模拟模块, 其中 $I_r = (P_i * V_r + Q_i * V_i) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$ ,  $I_i = -(-P_i * V_i + Q_i * V_r) / (V_r * V_r + V_i * V_i)$ 。

[0029] S4. 接收所述注入电网的电流 $\{I_r, I_i\}$ , 并根据模拟的电网模型计算每个运行点状态。当前电网的运行点状态包括各个电网节点的电压 $\{V_{rj}, V_{ij}, j=1, 2, 3, 4 \dots, m; m$ 为电网中节点的个数)、电网各条线路的电流 $(I_j, j=1, 2, 3, 4 \dots, k; k$ 为电网中线路的个数)、电网各台发电机的功角 $(\theta_j, j=1, 2, 3, 4 \dots, l; l$ 为电网中发电机的个数)等。

[0030] S5. 基于所述每个运行点状态, 判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内; 当所述冲击在电网可承受范围内, 则在当前电网运行方式下, 抽水蓄能机组可以自由安排工况转换过程; 当所述冲击不在电网可承受范围内, 则在当前电网运行方式下, 不允许该运行点状态对应的抽水蓄能电站的该种工况转换过程。

[0031] 判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内的方法是不出现以下任何一种情况: 节点电压幅值小于0.75的时间持续超过1秒, 节点电压幅值的计算方法为 $V_{mj} = \sqrt{V_{rj}^2 + V_{ij}^2}$ ; 任意线路电流超过其额定电流; 任意两台发电机的功角差大于180度, 功角差的计算方法为 $\theta_{ij} = \theta_i - \theta_j$ 。

[0032] 实施本发明具有如下有益效果: 本发明对抽水蓄能电站工况转换对电网影响建立了分析系统, 系统包括抽水蓄能电站模拟模块、电网模拟模块以及抽水蓄能电站与电网信息交互模块三个模块, 并对这三个模块构成的系统建立了分析方法, 通过对抽水蓄能电站模拟模块模拟工况转换过程的录波曲线及电网模拟模块模型的注入电流计算得到运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态, 根据运行点节点电压、线路电流、发电机功角状态判断抽水蓄能电站工况转换过程对电网冲击是否在电网可承受范围内。该发明模拟抽水蓄能电站工况转换过程对电网运行的影响, 判断抽水蓄能电站的工况转换对电网的冲击是否在电网可以承受的范围内, 确保电网的安全稳定运行。

[0033] 虽然本发明以较佳实施例揭露如上, 但并非用以限定本发明实施的范围。任何本领域的普通技术人员, 在不脱离本发明的发明范围内, 当可作些许的改进, 即凡是依照本发明所做的同等改进, 应为本发明的范围所涵盖。

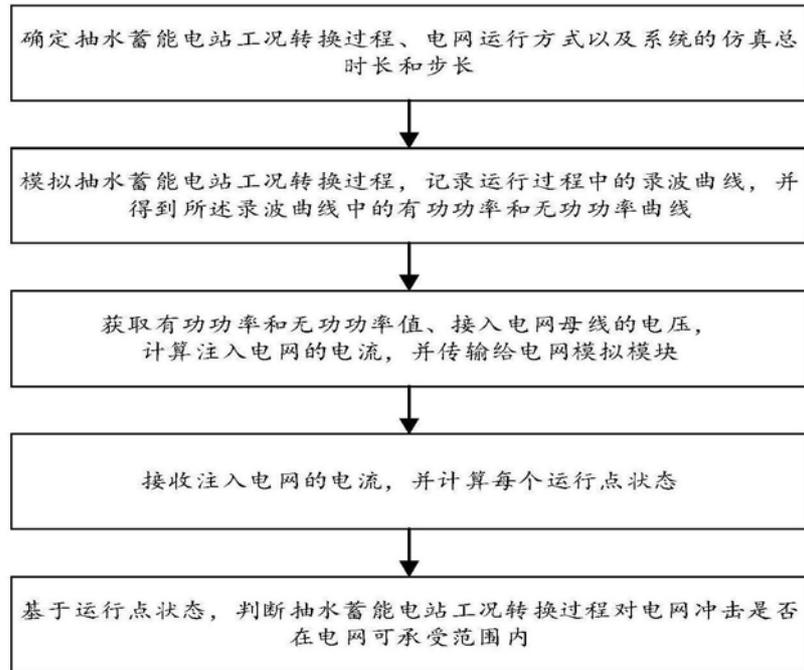


图1