

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102157936 B

(45) 授权公告日 2013.03.20

(21) 申请号 201110080662.0

H02J 3/46(2006.01)

(22) 申请日 2011.03.31

审查员 韩菲

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园北京
100084-82 信箱

专利权人 湖北省电力公司

(72) 发明人 李小平 胡伟 李淼 孙建波

胡翔 李大虎 王淑颖 郑乐

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限

公司 11002

代理人 王莹

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006.01)

H02J 3/12(2006.01)

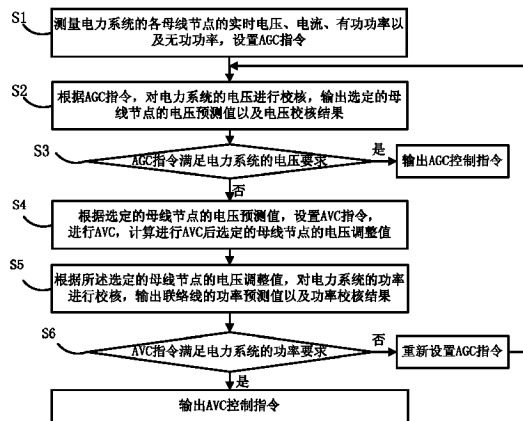
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

协调控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种协调控制方法,涉及电力系统控制技术领域。包括步骤:S1. 测量各母线节点的实时电压、电流、有功功率以及无功功率,设置AGC指令;S2. 根据AGC指令,进行电压校核,输出选定的母线节点的电压预测值及校核结果;S3. 若AGC指令满足电压要求,则输出AGC指令,否则执行步骤S4;S4. 根据选定的母线节点的电压预测值,进行AVC,计算进行AVC后选定的母线节点的电压调整值;S5. 根据选定的母线节点的电压调整值,进行功率校核,输出联络线的功率预测值及校核结果;S6. 若AVC指令满足功率要求,则输出AVC指令,否则,重新设置AGC指令,并返回执行步骤S2。本发明的方法能够很好的控制电力系统的有功潮流和无功潮流、提高电力系统运行的经济性和安全性。



1. 一种协调控制方法,其特征在于,该方法包括步骤:

S1. 测量电力系统的各母线节点的实时电压、电流、有功功率以及无功功率,设置自动发电控制指令;

S2. 根据所述自动发电控制指令,对所述电力系统的电压进行校核,输出选定的母线节点的电压预测值以及电压校核结果;

S3. 根据步骤 S2 的电压校核结果,若所述自动发电控制指令满足所述电力系统的电压要求,则输出所述自动发电控制指令,否则执行步骤 S4;

S4. 根据所述选定的母线节点的电压预测值,设置自动电压控制指令,进行自动电压控制,计算进行所述电压控制后所述选定的母线节点的电压调整值;

S5. 根据所述选定的母线节点的电压调整值,对所述电力系统的功率进行校核,输出联络线的功率预测值以及功率校核结果;

S6. 根据步骤 S5 的功率校核结果,若所述自动电压控制指令满足所述电力系统的功率要求,则输出所述自动电压控制指令,否则,根据所述联络线的功率预测值,重新设置自动发电控制指令,并返回执行步骤 S2。

2. 如权利要求 1 所述的协调控制方法,其特征在于,步骤 S1 中,设置所述自动发电控制指令为设置第 k 个采样时刻,所述电力系统内各发电机节点输出的有功功率。

3. 如权利要求 1 所述的协调控制方法,其特征在于,步骤 S2 进一步包括:

S2.1 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,计算各选定的母线节点处当前时刻的电压预测值幅值;

S2.2 比较各选定的母线节点处的设定电压幅值以及步骤 S2.1 计算得到的各选定的母线节点处的电压预测值幅值,对于任意节点,若二者差值的绝对值小于设定的电压偏离指标,则判定所述自动发电控制指令满足电力系统的电压要求,若二者差值的绝对值不小于所述设定的电压偏离指标,则判定所述自动发电控制指令不满足电力系统的电压要求。

4. 如权利要求 3 所述的协调控制方法,其特征在于,步骤 S2.1 进一步包括:

S2.11 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,构建计算所述电力系统当前潮流的雅可比矩阵;

S2.12 根据所述雅可比矩阵,计算各选定的母线节点处的电压预测值,得到各选定的母线节点处的电压预测值幅值。

5. 如权利要求 1 所述的协调控制方法,其特征在于,步骤 S5 进一步包括:

S5.1 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,计算所述电力系统各联络线处的有功功率预测值;

S5.2 比较各联络线的设定有功功率以及步骤 S5.1 计算得到的各联络线的有功功率预测值,对于任一联络线,若二者差值的绝对值小于设定的功率偏离指标,则判定所述自动电压控制指令满足电力系统的功率要求,若二者差值的绝对值不小于所述设定的功率偏离指标,则判定所述自动电压控制指令不满足电力系统的功率要求。

6. 如权利要求 5 所述的协调控制方法,其特征在于,步骤 S5.1 进一步包括:

S5.11 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,构建计算所述电力系统当前潮流的雅可比矩阵;

S5.12 根据所述雅可比矩阵,计算各联络线的潮流分布,得到各联络线的有功功率预测

值。

7. 如权利要求 4 或 6 所述的协调控制方法,其特征在于,所述电力系统的网络参数包括:输电线路的串联电阻、串联电抗、并联电导和并联电纳、变压器的变比和阻抗、并联在所述输电线路上的电容器和电抗器的阻抗、所述电力系统的母线节点的名称、发电机节点个数和母线名、选定的母线节点个数和对应的母线名、联络线个数和母线名、各选定的母线节点处的设定电压幅值、以及各联络线的设定有功功率。

协调控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统控制技术领域,尤其涉及一种机遇 AGC 与 AVC 自动协调控制系统的协调控制方法。

背景技术

[0002] 在目前的电力系统中,自动发电控制 (Automatic Generation Control, AGC) 和自动电压控制 (Automatic Voltage Control, AVC) 已经得到了广泛的应用,并且关于它们的研究大多都是基于有功与无功解耦的假设,并不考虑两者间的协调问题。但是,电力系统的控制目标多样,控制对象分散而复杂。虽然系统的有功与无功在一定程度上具有解耦性,但并非毫无联系。发电机有功出力的改变对系统的电压质量、电压稳定性必然会有所影响,与此同时,变压器分接头的调节、电容电抗器的投切、发电机机端电压设定值的改变必然会改变系统潮流,动摇自动发电控制的基础。因此,自动发电控制系统与自动电压控制系统不能作为两个完全独立的闭环控制系统,同时作用于一个实际的电力系统,也不能简单的采用先有功、后无功的策略进行控制。否则,AGC 和 AVC 之间的相互作用必然会影响各自指令的执行效果,甚至可能引发安全性问题。因此,AGC 与 AVC 系统的自动协调控制成为大势所趋,这也符合智能电网整合各种智能设备和控制系统的发展趋势。

发明内容

[0003] (一) 要解决的技术问题

[0004] 本发明要解决的技术问题是:提供一种很好的控制电力系统的有功潮流和无功潮流、提高电力系统运行的经济性和安全性的协调控制方法。

[0005] (二) 技术方案

[0006] 为解决上述问题,本发明提供了一种协调控制方法,该方法包括步骤:

[0007] S1. 测量电力系统的各母线节点的实时电压、电流、有功功率以及无功功率,设置自动发电控制指令;

[0008] S2. 根据所述自动发电控制指令,对所述电力系统的电压进行校核,输出选定的母线节点的电压预测值以及电压校核结果;

[0009] S3. 根据步骤 S2 的电压校核结果,若所述自动发电控制指令满足所述电力系统的电压要求,则输出所述自动发电控制指令,否则执行步骤 S4;

[0010] S4. 根据所述选定的母线节点的电压预测值,设置自动电压控制指令,进行自动电压控制,计算进行所述电压控制后所述选定的母线节点的电压调整值;

[0011] S5. 根据所述选定的母线节点的电压调整值,对所述电力系统的功率进行校核,输出联络线的功率预测值以及功率校核结果;

[0012] S6. 根据步骤 S5 的功率校核结果,若所述自动电压控制指令满足所述电力系统的功率要求,则输出所述自动电压控制指令,否则,根据所述联络线的功率预测值,重新设置自动发电控制指令,并返回执行步骤 S2。

[0013] 其中,步骤 S1 中,设置所述自动发电控制指令为设置第 k 个采样时刻,所述电力系统内各发电机节点输出的有功功率。

[0014] 其中,步骤 S2 进一步包括:

[0015] S2.1 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,计算各选定的母线节点处当前时刻的电压预测值幅值;

[0016] S2.2 比较各选定的母线节点处的设定电压幅值以及步骤 S2 计算得到的各选定的母线节点处的电压预测值幅值,对于任意节点,若二者差值的绝对值小于设定的电压偏离指标,则判定所述自动发电控制指令满足电力系统的电压要求,若二者差值的绝对值不小于所述设定的电压偏离指标,则判定所述自动发电控制指令不满足电力系统的电压要求。

[0017] 其中,步骤 S2.1 进一步包括:

[0018] S2.11 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,构建计算所述电力系统当前潮流的雅可比矩阵;

[0019] S2.12 根据所述雅可比矩阵,计算各选定的母线节点处的电压预测值,得到各选定的母线节点处的电压预测值幅值。

[0020] 其中,步骤 S5 进一步包括:

[0021] S5.1 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,计算所述电力系统各联络线处的有功功率预测值;

[0022] S5.2 比较各联络线的设定有功功率以及步骤 S2 计算得到的各联络线的功率预测值,对于任一联络线,若二者差值的绝对值小于设定的功率偏离指标,则判定所述自动电压控制指令满足电力系统的功率要求,若二者差值的绝对值不小于所述设定的功率偏离指标,则判定所述自动电压控制指令不满足电力系统的功率要求。

[0023] 其中,步骤 S5.1 进一步包括:

[0024] S5.11 根据所述电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,构建计算所述电力系统当前潮流的雅可比矩阵;

[0025] S5.12 根据所述雅可比矩阵,计算各联络线的潮流分布,得到各联络线的功率预测值。

[0026] 其中,所述电力系统的网络参数包括:输电线路的串联电阻、串联电抗、并联电导和并联电纳、变压器的变比和阻抗、并联在所述输电线路上的电容器和电抗器的阻抗、所述电力系统的母线节点的名称、发电机节点个数和母线名、选定的母线节点个数和对应的母线名、联络线个数和母线名、各选定的母线节点处的设定电压幅值、以及各联络线的设定有功功率。

[0027] (三)有益效果

[0028] 本发明通过计算系统选定的母线节点的潮流分布,能够更加准确的掌握系统有功和电压的分布状态,从而实现了对系统有功潮流和无功潮流更好的控制,具有以下有益效果:

[0029] 1) 可提高电网的控制技术水平,克服现有调节手段不足、以及控制技术的进步相对落后于电网发电量和负荷水平的迅增等因素,提高了电网的调度和运行质量,前瞻电网未来的发展,可最大限度地改善电网运行的经济性和电能质量;

[0030] 2) 可精确及时优化调控电力系统的有功和无功潮流,有效降低发电成本和网络损

耗,提高了电力系统运行的经济性;

[0031] 3) 减轻可电网调度运行人员的工作强度,避免了由于频繁调节带来的误操作而引发的事故,改善调节效果,提高电网的频率和电压合格率。

附图说明

[0032] 图 1 为依照本发明一种实施方式的协调控制方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 本发明提出的协调控制方法,结合附图及实施例详细说明如下。

[0034] 本发明的方法根据电力系统中有功潮流和无功潮流相互影响的特点,将自动控制理论中协调控制的思想引入电力系统。如图 1 所示,依照本发明一种实施方式的机遇 AGC 与 AVC 自动协调控制系统的协调控制方法包括步骤:

[0035] S1. 测量电力系统的各母线节点的实时电压、电流、有功功率以及无功功率,设置 AGC 指令,即设置第 k 个采样时刻,该电力系统内各发电机节点输出的有功功率 $P_{Gm}^{\text{预测}}[k]$, m 为发电机节点的序号,且 $m = 1, 2, \dots, \alpha_g$, α_g 为该电力系统内发电机节点个数;

[0036] S2. 根据 AGC 指令,对该电力系统的电压进行校核,输出选定的母线节点的电压预测值 $V_{pr}^{\text{预测}}[k]e^{j\theta_{pr}^{\text{预测}}[k]}$ 以及电压校核结果, r 为选定的母线节点的序号,且 $r = 1, 2, \dots, \alpha_p$, α_p 为选定的母线节点的个数;

[0037] 选定的母线节点指的是电力系统中电压水平具有代表性的关键母线节点,比如大型发电厂高压母线、大型变电所二次母线、有大量地方负荷的机端母线等。

[0038] S3. 根据步骤 S2 的电压校核结果,若 AGC 指令满足该电力系统的电压要求,则输出该 AGC 指令,否则执行步骤 S4;

[0039] S4. 根据选定的母线节点的电压预测值 $V_{pr}^{\text{预测}}[k]e^{j\theta_{pr}^{\text{预测}}[k]}$, 设置 AVC 指令,进行 AVC, 计算进行 AVC 后选定的母线节点的电压调整值 $V_{pr}^{\text{调整}}[k]e^{j\theta_{pr}^{\text{调整}}[k]}$;

[0040] S5. 根据 $V_{pr}^{\text{调整}}[k]e^{j\theta_{pr}^{\text{调整}}[k]}$, 对该电力系统的功率进行校核,输出联络线的功率预测值以及功率校核结果 $P_n^{\text{预测}}[k]$, n 为联络线的序号,且 $n = 1, 2, \dots, \alpha_l$, 为 α_l 联络线的个数;

[0041] S6. 根据步骤 S5 的功率校核结果,若该 AVC 指令满足该电力系统的功率要求,则输出该 AVC 指令,否则,根据联络线的功率预测值 $P_n^{\text{预测}}[k]$, 重新设置 AGC 指令,并返回执行步骤 S2。

[0042] 其中,步骤 S2 进一步包括:

[0043] S2.1 根据该电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据,计算各选定的母线节点处当前时刻的电压预测值幅值 $V_{pr}^{\text{预测}}[k]$;

[0044] S2.2 比较各选定的母线节点处的设定电压幅值 $V_{pr}^{\text{设定}}$ 以及步骤 S2 计算得到的各选定的母线节点处的电压预测值幅值 $V_{pr}^{\text{预测}}[k]$, 对于任意节点,若二者差值的绝对值小于设定的电压偏离指标 W ($0.1 \geq W \geq 0$), 则判定该 AGC 指令满足电力系统的电压要求,若二者差值的绝对值不小于 W , 则判定该 AGC 指令不满足电力系统的电压要求。

[0045] 步骤 S2.1 进一步包括：

[0046] S2.11 根据该电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据，构建计算电力系统当前潮流的雅可比矩阵；

[0047] S2.12 根据雅可比矩阵，计算各选定的母线节点处的电压预测值 $V_{pr}^{预测}[k]e^{j\theta_{pr}^{预测}[k]}$ ，得到各选定的母线节点处的电压预测值幅值 $V_{pr}^{预测}[k]$ 。

[0048] 步骤 S5 进一步包括：

[0049] S5.1 根据该电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据，计算该电力系统各联络线处的有功功率预测值 $P_{ln}^{预测}[k]$ ；

[0050] S5.2 比较各联络线的设定有功功率 $P_{ln}^{设定}[k]$ 以及步骤 S2 计算得到的各联络线的功率预测值 $P_{ln}^{预测}[k]$ ，对于任一联络线，若二者差值的绝对值小于设定的功率偏离指标 Y ($0.1 \geq Y \geq 0$)，则判定该 AVC 指令满足电力系统的功率要求，若二者差值的绝对值不小于 Y ，则判定该 AVC 指令不满足电力系统的功率要求。

[0051] 步骤 S5.1 进一步包括：

[0052] S5.11 根据该电力系统的网络参数以及步骤 S1 测量的实时数据，构建计算所述电力系统当前潮流的雅可比矩阵；

[0053] S5.12 根据所述雅可比矩阵，计算各联络线的潮流分布，得到各联络线的功率预测值 $P_{ln}^{预测}[k]$ 。

[0054] 其中，电力系统的网络参数包括：输电线路的串联电阻、串联电抗、并联电导和并联电纳、变压器的变比和阻抗、并联在所述输电线路上的电容器和电抗器的阻抗、所述电力系统的母线节点的名称、发电机节点个数 α_g 和母线名、选定的母线节点个数 α_p 和对应的母线名、联络线个数 α_l 和母线名、各选定的母线节点处的设定电压幅值 $V_{pr}^{设定}$ 、以及各联络线的设定有功功率 $P_{ln}^{设定}[k]$ 。

[0055] 本发明的基于 AGC 与 AVC 自动协调控制系统的协调控制方法可以用于我国各省级电力系统和地区电力系统的调度自动化系统之中，能够提高系统的安全性和可靠性，具有重大的经济和社会效益。

[0056] 以上实施方式仅用于说明本发明，而并非对本发明的限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行各种组合、修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

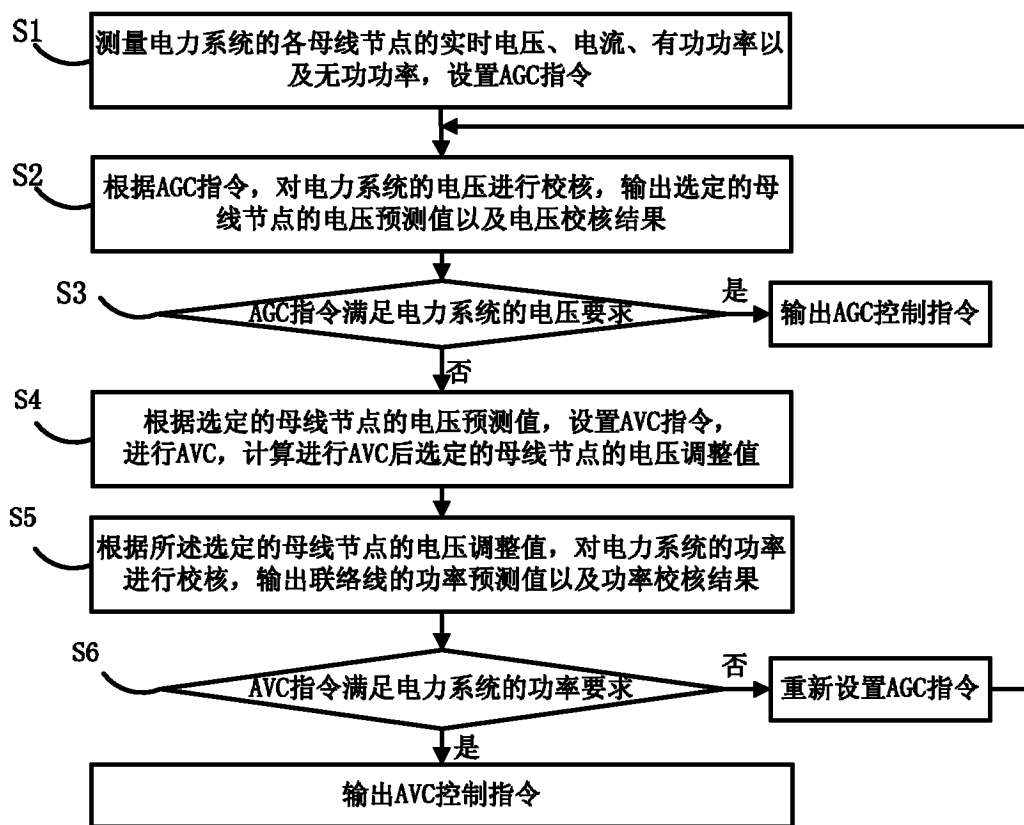


图 1