



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102570446 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201110388837. 4

2 页 .

(22) 申请日 2011. 11. 17

CN 1658466 A, 2005. 08. 24, 全文 .

CN 101236575 A, 2008. 08. 06, 全文 .

(30) 优先权数据

12/947910 2010. 11. 17 US

审查员 陈新红

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 C·E·龙 L·L·贝斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李强 杨炯

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006. 01)

H02J 3/46(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009/0112374 A1, 2009. 04. 30, 说明书第 2-6 页, 图 1-4.

US 2010/0100248 A1, 2010. 04. 22, 说明书第

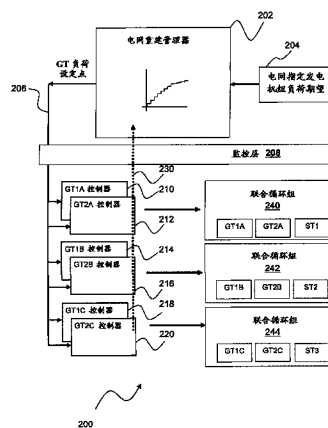
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

电网重建的增强的机组级支持

(57) 摘要

本发明涉及一种电网重建的增强的机组级支持。提供了一种用于增强对停电之后的电网重建的机组级支持的方法。基于机组的电网重建管理器为将自动进行或与现场人员通信以人工实现的重建序列步骤开发解决方案。该序列步骤基于对存在于发电机组中的所有发电单元的能力的高逼真建模,并且考虑电网指定负荷期望、包括环境温度在内的环境条件以及燃气涡轮的运行水平。该方法还提供了对序列中的可能的后续步骤的考虑,以最大化在这样的后续步骤中获得额外负荷的能力。



1. 一种用于增强停电之后的电网重建的支持的方法,包括:
 - 提供包括多个发电机 (GT1A - GT2C) 的发电机组 (200);
 - 提供用于所述机组内的所述多个发电机中的各个的运行模型 (202), 所述模型为所述多个发电机中的各个至少提供负荷阶跃能力;
 - 接收电网指定机组负荷期望 (204);
 - 分析所述多个发电机中的各个的模型化的能力;
 - 为所述多个发电机中的各个提供增强的负荷阶跃指令序列 (206), 以响应所述电网指定机组负荷期望; 以及
 - 提供增强的负荷阶跃指令序列包括求解发电机特性的混合整体优化表示和发电机特性的一系列连续变量表示中的至少一个, 并且其中, 分析包括使用确定解或随机解中的一个来求解选定的表示。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:
 - 分析所述多个发电机中的各个的所述模型化的能力, 以确定各个发电机在后续步骤中提供额外负荷支持的能力;
 - 其中, 提供增强的负荷阶跃指令序列的步骤至少部分地基于所述确定的在后续步骤中提供额外负荷支持的能力。
3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:
 - 监测所述机组内的外部因素; 以及
 - 至少部分地基于所选择的所述外部因素提供所述增强的负荷阶跃指令序列。
4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:
 - 监测所述机组内的各个发电机的发电机运行条件; 以及
 - 至少部分地基于所述运行条件提供所述增强的负荷阶跃指令序列。
5. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:
 - 向所述机组内的所选发电机发送指令以实现所述增强的负荷阶跃指令序列。
6. 根据权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 发送包括向所选发电机控制器自动发送指令。
7. 根据权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 发送包括发送用于人工输入用于所选发电机控制器的指令的指令。
8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述增强的负荷阶跃指令序列包括对于所述多个发电机的当前和未来预测负荷阶跃能力的分析, 并且允许定位以及重新定位单独的发电单元, 以便为所述序列中的当前步骤和一个或多个未来步骤两者最大化当前负荷阶跃能力。
9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 提供增强的负荷阶跃指令序列包括采用被配置为控制发电机组的发电机的处理器中的一个或多个和专用控制器或它们的组合来提供优化的负荷阶跃指令序列, 所述处理器与电网分配控制系统相关联。

电网重建的增强的机组级支持

技术领域

[0001] 本主题涉及发电机组 (power plant) 的启动。更具体而言,本主题涉及用于增强停电之后的电网电力恢复的方法。

背景技术

[0002] 在相对较小的电网中运行的发电单元在频率调节和维护方面起重要作用。在区域性停电的情况下,可要求单独的单元或选定的一组单元帮助重建电网。这种电网重建过程可能涉及在局部电网模式下运行的同时在单元级、群组 (block) 级或机组级的发电中的命令步骤,其中离散负荷阶跃是一种供应支持协调的需求的电力的计算出的措施。

[0003] 负荷阶跃要求或请求关于单独的发电单元的最大额定容量 (MCR) 或机组的 MCR 的百分比来限定。然而,单独的发电单元的负荷阶跃能力可能受限于单元可操作性和 / 或控制能力因素,例如,为了避免由额外的功率提取驱动的欠速事件而足够快地供应燃料的能力,或者急剧增加负荷而不瞬时超出单独的发电单元极限的能力。这些约束条件也随着诸如环境条件和单独的单元的当前运行点的因素而改变。

[0004] 鉴于这些已知的考虑,将有利的是,提供对多个发电单元的增强的定位和运行,以便为在机器的具体能力内的实际发电单元负荷阶跃作准备,并且然后对其进行后续调度和执行,从而在停电的情况下为电网重建提供支持。同样将有利的是,提供一种控制机构,该机构可自动起作用或可被配置为以顾问模式报告从当前运行点开始且具有可接受的成功可能性的负荷阶跃大小。

发明内容

[0005] 本发明的方面和优点将部分地在下面的描述中阐述,或者可由该描述显而易见,或者可通过实践本发明来了解。

[0006] 本主题涉及用于增强在停电之后的电网重建中的机组级支持而提供的方法。基于机组的电网重建管理器使用混合整体优化问题以及一系列连续变量问题的等价解决方案中的至少一个的确定解或随机解,来针对将自动进行或与现场人员通信以便人工实现的重建序列步骤开发解决方案。

[0007] 在某些实施例中,序列步骤基于对存在于发电机组中的发电单元的能力的高保真建模,并且考虑电网特定负荷期望、外部因素 (例如,环境温度、压力、湿度、燃料成分等) 以及发电机的当前状态和运行水平。

[0008] 在所选实施例中,该方法还提供了对重建序列步骤中可能的后续步骤的考虑,以最大化在这些后续步骤中获得额外负荷的能力。在附加实施例中,增强的负荷阶跃指令序列包括对于多个发电机的当前和未来预测负荷阶跃能力的分析,并且允许定位和重新定位单独的发电单元以便为序列中的当前步骤和一个或多个未来步骤两者最大化当前负荷阶跃能力。

[0009] 在某些实施例中,该方法采用已经提供和配置来控制发电机组的发电机的处理器

中的一个或多个和专用控制器或它们的组合来提供增强的负荷阶跃指令序列,处理器与电网分配控制系统相关联。

[0010] 参考下面的描述和所附的权利要求,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。结合在该说明书中并组成其一部分的附图示出了本发明的实施例,并且与该描述一起用来说明本发明的原理。

附图说明

[0011] 在参考附图的说明书中阐述了本发明的针对本领域普通技术人员而言完整和能够实施的公开,包括其最佳模式,在附图中:

[0012] 图 1 是燃气涡轮负荷阶跃能力的示例性曲线图,示出了示例性燃气涡轮在各种环境温度下的最大可行负荷阶跃大小;

[0013] 图 2 示出了通过根据本技术的方法控制的示例性发电机组;以及

[0014] 图 3 是示例性燃气涡轮的输出水平、能力和排除区 (exclusion zone) 的图。

[0015] 贯穿本说明书和附图来重复使用附图标记意图表示本发明的相同或类似的特征或元件。

[0016] 项目清单

参考符号	项目
100	曲线图
102, 104, 106	温度线
108	竖直线 - 最大负荷阶跃
110	水平线 - 调整时间
200	发电机组
202	电网重建管理器
[0017] 204	电网指定期望
206	控制线
208	监控层
210, 212, 214, 216, 218, 220	控制单元
230	通信线
240, 242, 244	联合循环组
300	图表

具体实施方式

[0018] 现在将对本发明的实施例进行详细参考,在附图中显示了实施例的一个或多个示例。各个示例通过对本发明进行说明而不是对本发明进行限制的方式提供。实际上,对本领域技术人员而言将显而易见的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中作出许多修改与变型。例如,作为一个实施例的部分而显示或描述的特征可与另一实施例一起使用,以产生另外的另一个实施例。因此,本发明意图包括这样的落入所附权利要求

及其等同物的范围内的修改与变型。

[0019] 如发明内容部分中所指出的,本主题涉及增强停电之后的电网电力恢复。根据本技术,提供了一种用于对电网重建过程的机组支持中的措施进行自动化或提出建议的方法。该方法涉及对机组控制系统中的复杂的数值优化问题或程序的求解,其支配单元控制或根据预期的运行极限向运行团队建议发电单元的负荷阶跃的增强的序列和幅度。对于优化问题的解可由各种处理器提供,包括已经用来控制各个运行的单元的处理器、与分配控制系统相关联的处理器、或该应用的专用控制器。在某些情况下,可以在这些和其它装置之间共享处理以求解优化问题。

[0020] 该方法并不盲目地针对当前时间阶段限定机组中的各个发电单元的负荷阶跃大小,而是也考虑了最大化后续负荷阶跃能力的措施。也就是说,该方法避免将会不必要地限制下一步行动的步骤。例如,在已经知道在未来的步骤中第一发电单元将被更好地定位以承担额外的负荷 - 包括能够比发电机组内的其它发电单元更快地提供额外的输出的情况下,该方法可要求第一发电单元实际上减小其输出,同时要求第二发电单元增加其输出。

[0021] 根据本技术,该方法在排除区周围最佳地定位单元,并且有意避免高风险策略,例如,让多个单元同时经历暂态干扰或要求单元向后经过模式转换点而卸负荷。例如,本主题的下面的示例性实施例可包括燃气涡轮,其运行空间可被建模以识别可优先地作为可对系统稳定性造成增大的风险的端点或负荷阶跃被排除的运行点。

[0022] 现在参照图 1,图中显示了示例性负荷阶跃能力的曲线图 100,该曲线图示出了示例性燃气涡轮发电单元的最大可行负荷阶跃大小。再一次,应当理解,本技术可应用于包括除燃气涡轮之外的发电单元的发电机组,并可包括不同发电单元的组合。

[0023] 曲线图 100 示出了随时间(通常以分钟为单位)变化的负荷阶跃能力,以及就涡轮输出能力(通常以兆瓦为单位)而言的阶跃。本领域的普通技术人员还应当理解,这样的涡轮能力也取决于环境温度。这种温度决定性由表示环境温度的单独的线示出,其中线 102 表示 0° F,线 104 表示 60° F,线 106 表示 120° F。竖直线 108 代表性地示出当前条件下的最大负荷阶跃能力。水平线 110 代表性地示出各个负荷阶跃之间所需的调整时间。曲线图 100 展示了能够产生高达约 300 兆瓦 (MW) 的涡轮发电机的示例性能力。

[0024] 应当理解,除了环境温度之外,取决于所采用的发电单元的类型和组合,其它环境条件(例如但不限于环境压力、湿度、燃料成分、风力涡轮应用的风速、太阳能应用的云量等)也可被监测。

[0025] 一般来讲,使用用于发电机组内的多个发电单元中的各个的对于单元而言特定的高保真模型,能够在控制系统中实时确定这些运行特性和能力。也就是说,用于单独的发电单元的模型相对于例如通用模型而提供,该通用模型针对所安装的发电单元的类型(其是燃气涡轮或其它类型的发电单元)。一旦确定之后,即可利用这些运行特性和能力来绘出完整的运行空间。

[0026] 了解运行条件的监视控制器可接着公式化并求解优化问题,以得到增强的负荷阶跃调度序列,使得机组或现场满足当前的外部负荷阶跃请求。然后,可或者经由控制线 206 将新的发电单元负荷设定直接发送至单元控制系统 210、212、214、216、218、220 以用于实施,或者取决于由监控层 208 指定的运行模式以顾问模式将新的发电单元负荷设定点提供给支持电网重建努力的现场运行团队。

[0027] 现在参照图 2, 图中示出了通过根据本技术的方法控制的示例性发电机组 200。具体地讲, 在停电之后, 诸如图 2 中所示的单独的发电机组可从其它电网控制位置接收通信, 该通信概括出作为电网恢复或重建努力的一部分而追求的电网特定机组负荷期望 204。根据本技术的发电机组 200 可设有与本技术的硬件和 / 或软件实施相对应的电网重建管理器 202。

[0028] 在运行中, 电网重建管理器 202 具有可用信息, 这些信息包括例如此前关于图 1 所述的燃气涡轮的负荷阶跃能力以及适合在机组处存在的燃气涡轮 GT1A、GT2A、GT1B、GT2B、GT1C、GT2C 和蒸汽涡轮 ST1、ST2、ST3 中的各个的建模信息。恢复监控层 208 可实现为算法, 该算法结合电网重建管理器 202 来运行, 以经由通向燃气涡轮控制器 210、212、214、216、218、220 的通信线 206 控制对例如燃气涡轮负荷设定点的自动控制的实现, 或者控制用于由现场人员人工实现的单独控制步骤的通信。来自涡轮控制器 210、212、214、216、218、220 的命令响应可经由通信线 230 中继返回电网重建管理器 202。发送回电网重建管理器 202 的信息包括发电机的当前负荷水平以及对机器的状态 (即结垢或退化程度) 的模型指示, 因为其影响负荷阶跃能力。

[0029] 在图 2 中所示的示例性构造中, 来自用于联合循环组 240、242、244 中的各个的成对的燃气涡轮 GT1 和 GT2A-C 的排气能量被用来分别为其共用的蒸汽涡轮 ST1、ST2、ST3 供应蒸汽。应当理解, 虽然本示例性实施例在上下文中示出为用来为三台蒸汽涡轮供应能量的成对配置的六台燃气涡轮, 但本技术同样适用于任何数量的发电单元。此外, 应当理解, 可以提供混合的发电单元, 使得一个发电机组的所有单元可为或可不为相同类型。

[0030] 根据本技术, 对作为电网重建一部分而进行的停电之后的机组重启的增强涉及求解混合整体优化问题, 或者提供一系列连续变量问题的等效解, 或者可通过求解其它类型的优化问题来实现。此外, 此类问题的解可涉及确定解或随机解。在当前环境条件之后, 在该地区内的所有发电单元的当前输出水平和以上讨论的其它信息经由通信线 230 被供应至电网重建管理器 202, 电网重建管理器 202 基于外部命令或请求的负荷期望 204 计算解, 该解规定了满足阶跃请求的新的燃气涡轮输出设定, 并且还会最大化在后续步骤中获得额外负荷的能力。规定的设定点的集合还考虑了诸如通过负荷阶跃或重新定位而对多个发电单元进行的运行布置的方面, 从而不但最大化当前负荷阶跃能力, 而且还为多个未来步骤最大化未来的预计负荷阶跃能力。

[0031] 参照图 3, 示出了对于示例性燃气涡轮 GT1A、GT2A、GT1B、GT2B、GT1C、GT2C 的示例性燃气涡轮的输出水平、能力和排除区的图, 这些燃气涡轮代表性地示出为连同相关联的蒸汽涡轮 ST1、ST2、ST3 的联合循环组 240、242、244 (图 2) 的成对组成部分。对发电机组内的各种燃气涡轮的这些能力和特性的认识为电网重建管理器 202 提供了信息, 以便针对重建过程中的后续步骤评价能力。

[0032] 本发明的一个实施例也可例如以计算机程序代码的形式实施, 而不论存储在存储介质中、加载到计算机中和 / 或由计算机执行还是在一些传输介质上 (例如在电线或电缆上、通过光纤、或经由电磁辐射) 传输, 其中, 当计算机程序代码被加载到计算机中且由计算机执行时, 计算机成为用于实践本发明的设备。当在通用微处理器上实现时, 计算机程序代码段配置微处理器以形成特定的逻辑电路。可执行代码的技术效果是有利于预测和优化模型化的装置和系统。

[0033] 该书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何包括在内的方法。本发明的可获得专利权的范围由权利要求所限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例包括与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差别的等同结构元件,则这样的其它示例意图在权利要求的范围内。

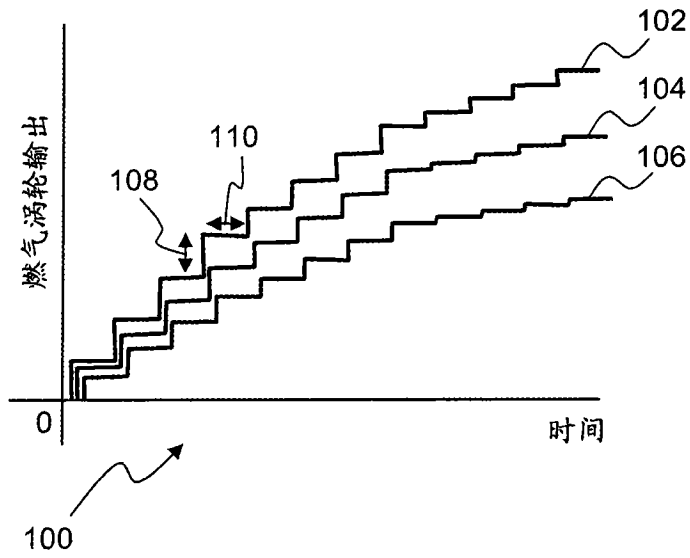


图 1

GT 运行水平、能力和排除区的图

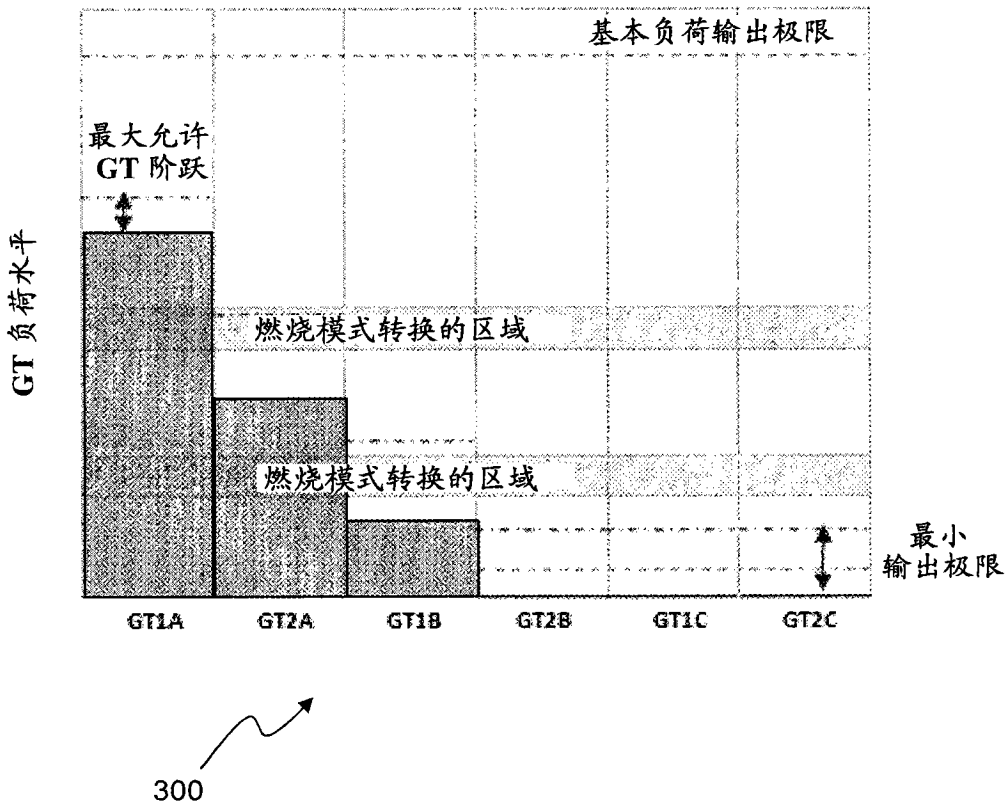


图 3

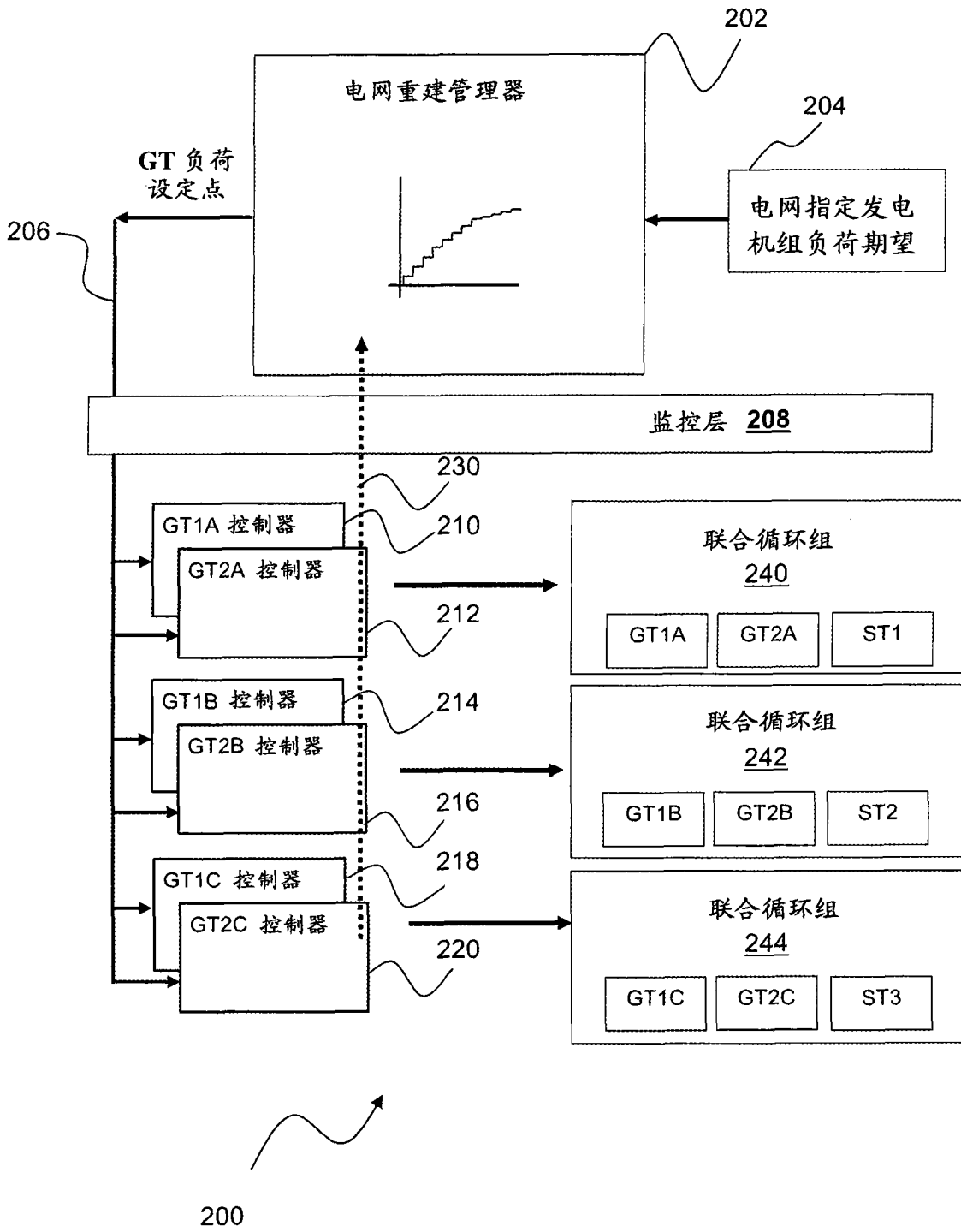


图 2