



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103174587 A

(43) 申请公布日 2013.06.26

(21) 申请号 201110441807.5

(22) 申请日 2011.12.26

(71) 申请人 台达电子工业股份有限公司
地址 中国台湾桃园县

(72) 发明人 萧智鸿 詹程杰 洪云麒

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 赵根喜 冯志云

(51) Int. Cl.

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

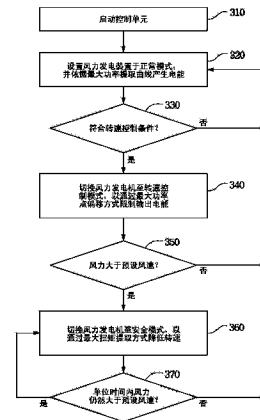
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

风力发电系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种风力发电系统及其控制方法,该控制方法包含下列步骤:首先,启动控制单元,以决定风力发电机的操作模式。随后,设置风力发电机于正常模式,使风力发电机依据最大功率提取曲线产生电能。接着,判断是否符合转速控制条件,若是,切换风力发电机至转速控制模式,以通过最大功率点偏移方式限制风力发电机的输出电能。其后,判断外部风力是否大于预设风速,若是,切换风力发电机至安全模式,以通过最大扭矩提取方式降低风力发电机的转速,保护风力发电系统。



1. 一种风力发电系统的控制方法,其中该风力发电系统至少包含一风力发电机、一控制单元以及一负载单元,该控制方法包含:

启动该控制单元,以决定该风力发电机的操作模式;

设置该风力发电机于一正常模式,使该风力发电机依据一最大功率提取曲线产生电能;

判断是否符合一转速控制条件,若是,切换该风力发电机由该正常模式至一转速控制模式,以通过一最大功率点偏移方式限制该风力发电机的输出电能;以及

判断外部风力是否大于一预设风速,若是,切换该风力发电机由该转速控制模式至一安全模式,以通过一最大扭矩提取方式降低该风力发电机的转速,保护该风力发电系统。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包含:

在一单位时间内检测外部风力是否仍然大于该预设风速,若是,维持该风力发电机于该安全模式。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中该转速控制条件包含:

该风力发电机所产生的电能大于该负载单元的可承受范围。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中该转速控制条件包含:

该风力发电机的转速大于一预设安全转速。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中该转速控制条件包含:

该风力发电机的提取电流大于绕线线径的可承受范围。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中该转速控制条件包含:

该风力发电机所产生的噪音大于一预设规范值。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中该风力发电机所产生的电能通过该控制单元分配至该负载单元与一刹车单元中。

8. 一种风力发电系统,包含:

一风力发电机,包含一风扇模块以及一发电机,该风扇模块受外部风力的推动,以驱动该发电机运转而产生电能;

一控制单元,电性耦接该风力发电机,并依据该风力发电机的转速、输出功率、提取电流、噪音以及外部风力的强度决定该风力发电机操作于一正常模式、一转速控制模式以及一安全模式其中之一者;以及

一负载单元,电性耦接该控制单元,用以接收该风力发电机所产生的电能。

9. 如权利要求 8 所述的风力发电系统,还包含:

一刹车单元,电性耦接该风力发电机与该控制单元,用以接收该控制单元所分配的电能,以调节该风力发电机传送给该负载单元的电能。

10. 如权利要求 8 所述的风力发电系统,还包含:

一刹车单元,电性耦接该风力发电机与该控制单元,并用以接收该控制单元所产生的控制信号,使得该刹车单元的开关周期进行调整,以控制该风力发电机的转速。

11. 如权利要求 8 所述的风力发电系统,其中该控制单元用以控制该风力发电机操作于该正常模式,且该风力发电机在该正常模式依据一最大功率提取曲线产生电能。

12. 如权利要求 11 所述的风力发电系统,其中该控制单元用以依据该风力发电机的一转速控制条件将该风力发电机由该正常模式切换至该转速控制模式,使得该风力发电机的

输出电能限制在一定范围内。

13. 如权利要求 12 所述的风力发电系统,还包含:

一刹车单元,电性耦接该风力发电机与该控制单元,并用以接收该控制单元所产生的控制信号,其中在该转速控制模式下,该刹车单元的开关周期依据该控制信号进行调整而控制该风力发电机的转速。

14. 如权利要求 12 所述的风力发电系统,其中该控制单元用以于一外部风力的速度大于一预设风速时将该切换风力发电机由该转速控制模式至该安全模式。

15. 如权利要求 12 所述的风力发电系统,其中该控制单元用以判断一外部风力的速度是否大于一预设风速,并于该外部风力的速度大于该预设风速时将该风力发电机的转速缓降至一低速运转状态。

风力发电系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电系统及其控制方法,且特别涉及一种风力发电系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,由于环保意识的抬头,使得再生能源的技术迅速发展。在这些再生能源之中,风力发电为一种简单且零污染的发电方式,其利用自然界所产生的风力驱动风力发电机的扇叶,以将外部风力转换为电能输出,进而供给负载(如:电池或输电网格)一定的电力。

[0003] 然而,当外部风力增强时,风力发电机的扇叶转速也随之增加,使得风力发电机所产生的电能可能大于负载的可承受范围,造成发电系统的设备故障。再者,当外部风力过大时,风力发电机本体可能无法承受过高的转速而失控或损毁。

[0004] 公知技术中,面对外部风力过大时进行风力发电机的保护机制包含通过电子元件将发电机的三相输出短路,以利用发电机的扭矩将扇叶与发电机的转速降至最低。例如,利用继电器或断路器,并以电控方式或人工手动方式启动,以将发电机的三相输出短路。但是,当风力发电机处于高速运转时,若利用三相短路方式的发电机最大扭矩直接将风力发电机急停,容易造成扇叶与发电机结构上的损坏。

[0005] 因此,迄今公知技术仍具有上述缺陷与不足之处需要解决。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种风力发电系统及其控制方法,其中风力发电系统至少包含风力发电机、控制单元以及负载单元,上述控制方法包含下列操作步骤。首先,启动控制单元,以决定风力发电机的操作模式。随后,设置风力发电机于正常模式,使风力发电机依据最大功率提取曲线产生电能。接着,判断是否符合转速控制条件,若是,切换风力发电机由正常模式至转速控制模式,以通过最大功率点偏移方式限制风力发电机的输出电能。其后,判断外部风力是否大于预设风速,若是,切换风力发电机由转速控制模式至安全模式,以通过最大扭矩提取方式降低风力发电机的转速,保护风力发电系统。

[0007] 依据本发明内容的一实施例,上述方法还包含在单位时间内检测外部风力是否仍然大于预设风速,若是,维持风力发电机于安全模式。

[0008] 依据本发明内容的一实施例,其中转速控制条件包含风力发电机所产生的电能大于负载单元的可承受范围。

[0009] 依据本发明内容的一实施例,其中转速控制条件包含风力发电机的转速大于预设安全转速。

[0010] 依据本发明内容的一实施例,其中转速控制条件包含风力发电机的提取电流大于绕线线径的可承受范围。

[0011] 依据本发明内容的一实施例,其中转速控制条件包含风力发电机所产生的噪音大于预设规范值。

[0012] 依据本发明内容的一实施例,其中当风力发电机操作于安全模式时,风力发电机被下拉至低速运转状态。

[0013] 依据本发明内容的一实施例,其中风力发电机所产生的电能通过控制单元分配至负载单元与刹车单元中。

[0014] 本发明的另一目的在于提供一种风力发电系统,包含风力发电机、控制单元以及负载单元。风力发电机包含风扇模块以及发电机,其中风扇模块受外部风力的推动,以驱动发电机的运转而产生电能。控制单元电性耦接风力发电机,并依据风力发电机的转速、输出功率、提取电流、噪音以及外部风力的强度决定风力发电机操作于正常模式、转速控制模式以及安全模式中之一者。负载单元电性耦接控制单元,用以接收风力发电机所产生的电能。

[0015] 依据本发明内容的一实施例,上述系统还包含刹车单元。刹车单元电性耦接风力发电机与控制单元,用以接收控制单元所分配的电能。

[0016] 依据本发明内容的一实施例,上述系统还包含刹车单元。刹车单元电性耦接该风力发电机与该控制单元,并用以接收该控制单元所产生的一控制信号,使得该刹车单元的开关周期进行调整,以控制该风力发电机的转速。

[0017] 依据本发明内容的一实施例,其中控制单元用以控制风力发电机操作于正常模式,且风力发电机在正常模式依据一最大功率提取曲线产生电能。

[0018] 依据本发明内容的一实施例,其中控制单元用以依据风力发电机的一转速控制条件将风力发电机由正常模式切换至转速控制模式,使得风力发电机的输出电能限制在一定范围内。此外,风力发电系统可包含刹车单元,其中刹车单元电性耦接风力发电机与控制单元,并用以接收控制单元所产生的一控制信号,其中在转速控制模式下,刹车单元的开关周期依据控制信号进行调整而控制风力发电机的转速。

[0019] 依据本发明内容的一实施例,控制单元用以于一外部风力的速度大于一预设风速时将切换风力发电机由转速控制模式至安全模式。

[0020] 依据本发明内容的一实施例,控制单元用以判断一外部风力的速度是否大于一预设风速,并于外部风力的速度大于预设风速时将风力发电机的转速缓降至一低速运转状态。

[0021] 本发明的有益效果在于,因此,运用本发明所发明的技术内容可改进上述公知技术的缺点与不足之处,减缓在高风速下风力发电机急停所造成的损伤。

附图说明

[0022] 为了让本发明的上述和其他目的、特征、优点与实施例能更明显易懂,所附附图的说明如下:

[0023] 图 1 绘示依照本发明内容的一实施方式的一种风力发电系统的电路方框示意图。

[0024] 图 2 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机的正常模式、转速控制模式以及安全模式下的输出功率示意图。

[0025] 图 3 绘示依照本发明内容的一实施方式的一种风力发电系统的控制方法的流程图示意图。

[0026] 图 4 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机于各风速的最大功率提取下的扭矩转速曲线示意图。

[0027] 图 5A 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机于最大功率提取与最大扭矩提取下的扭矩转速曲线示意图。

[0028] 图 5B 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机于各风速的最大功率提取与最大扭矩提取下的扭矩转速曲线示意图。

[0029] 其中,附图标记说明如下:

[0030] 100 :风力发电系统

[0031] 110 :风力发电机

[0032] 112 :风扇模块

[0033] 114 :发电机

[0034] 120 :控制单元

[0035] 130 :负载单元

[0036] 140 :刹车单元

[0037] 310 ~ 370 :操作步骤

[0038] 500、510、512、514、518、520 :曲线

具体实施方式

[0039] 以下将以附图及详细叙述清楚说明本发明内容的精神,任何所属技术领域技术人员在了解本发明内容的较佳实施例后,当可由本发明内容所教示的技术,加以改变及修饰,其并不脱离本发明内容的精神与范围。

[0040] 关于本文中所使用的“约”、“大约”或“大致约”一般通常是指数值的误差或范围于百分之二十以内,较好地是于百分之十以内,而更佳地则是于百分之五以内。文中若无明确说明,其所提及的数值皆视作为近似值,即如“约”、“大约”或“大致约”所表示的误差或范围。

[0041] 图 1 绘示依照本发明内容的一实施方式的一种风力发电系统 100 的电路方框示意图。风力发电系统 100 可包含风力发电机 110、控制单元 120 以及负载单元 130。风力发电机 110 可包含风扇模块 112 以及发电机 114,其中风扇模块 112 受外部风力的推动,用以驱动发电机 114 的运转而产生电能。控制单元 120 电性耦接风力发电机 110(或者直接或间接耦接发电机 114),并依据风力发电机 110 的转速、输出功率、提取电流、噪音以及外部风力的强度决定风力发电机 110 操作于如图 2 所示的正常模式、转速控制模式以及安全模式其中之一者,以限制风力发电机 110 的转速与输出功率在安全范围内。图 2 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机 110 的正常模式、转速控制模式以及安全模式下的输出功率示意图。

[0042] 负载单元 130 电性耦接控制单元 120,可用以接收风力发电机 110 所产生的电能。在本实施例中,负载单元 130 可包含输电网(Grid)以及储电单元(例如:电池),且整个风力发电系统 100 的配置方式不以此为限。

[0043] 需说明的是,在本实施例中,风扇模块 112 可包含多个扇叶(fan blades),当外部风力推动扇叶而产生扭矩时,风扇模块 112 即受扭矩的驱动而旋转,并通过传动装置(未绘

示) 驱动发电机 114, 以产生电能。

[0044] 在本发明内容的一实施例中, 风力发电系统 100 还可包含刹车单元 140。刹车单元 140 电性耦接风力发电机 110 与控制单元 120, 可用以接收控制单元 120 所分配的电能, 以调节风力发电机 110 传送给负载单元 130 的电能。另一方面, 刹车单元 140 还可接收控制单元 120 所产生的控制信号, 刹车单元 140 并通过控制信号调整本身的开关周期, 以控制风力发电机 110 的转速。

[0045] 请同时参照图 1 与图 2。当外部风力小于 A 点的风速 (例如: 12m/s) 时, 风力发电机 110 操作于正常模式。此时, 风力发电机 110 依据最大功率提取曲线 (maximum power extraction curve) 产生电能, 使其在各个对应风速下均具有最大功率输出。

[0046] 当外部风力大于 A 点的风速而小于 C 点的风速 (例如: 18m/s) 或符合上述转速控制条件的判断机制时, 控制单元 120 将风力发电机 110 由正常模式切换至转速控制模式, 以通过最大功率点偏移 (maximum power point shifting) 方式限制风力发电机 110 的输出电能, 并控制风力发电机 110 的转速。需说明的是, 在此转速控制模式中, 控制单元 120 可通过最大功率提取曲线的偏移, 使风力发电机 110 不再依照最大功率提取曲线产生电能。此外, 控制单元 120 可将风力发电机 110 所产生的多余电力分配至刹车单元 140 中, 以调节负载单元 130 所接收的电能。再者, 控制单元 120 还可提供控制信号给刹车单元 140, 通过调整刹车单元 140 的开关周期, 以控制风力发电机 110 的转速。因此, 在转速控制模式中, 风力发电机 110 在外部风力的提升之下仍可保持在安全转速范围内, 并维持一定的输出功率, 如图 2 中 B 点所示。

[0047] 当外部风力大于 C 点的风速时, 风力发电机 110 的转速无法再由上述转速控制模式控制, 而可能使得风力发电机 110 产生转速失控或损毁等现象。此时, 控制单元 120 可将风力发电机 110 由转速控制模式切换至安全模式, 并可通过最大扭矩提取 (maximum torque extraction) 方式降低风力发电机 110 的转速。因此, 风力发电机 110 被下拉至低速运转状态, 使得风力发电机 110 在安全模式下大致约维持在图 2 中 D 点所示的低功率输出, 以保护风力发电系统 100 的正常运作。

[0048] 图 3 绘示依照本发明内容的一实施方式的一种风力发电系统的控制方法的流程示意图。此控制方法可应用于图 1 所示的风力发电系统 100 中, 但不以此为限, 其装置结构与上述实施例相同或相似, 于此不再赘述。同时参照图 1 和图 3, 首先, 在步骤 310 中, 可启动控制单元 120, 以决定风力发电机 110 的操作模式。随后, 在步骤 320 中, 设置风力发电机 110 于正常模式, 使风力发电机 110 可依据最大功率提取曲线产生电能。需说明的是, 在此正常模式中, 随着外部风力的提升, 风扇模块 112 的转速随之增加, 使得发电机 114 所产生的电能亦随之增加。此外, 最大功率提取曲线为风扇模块 112 与发电机 114 于各风速下匹配的最大功率输出状态, 使得风力发电机 110 在对应的各个风速下均具有最大功率输出。

[0049] 接着, 在步骤 330 中, 控制单元 120 可判断转速控制条件是否符合。举例来说, 转速控制条件可包含风力发电机 110 所产生的电能大于负载单元 130 的可承受范围 (例如: 100MW)、风力发电机 110 的转速大于预设安全转速 (例如: 1200rpm)、风力发电机 110 的提取电流大于绕线线径的可承受范围 (例如: 30A) 以及风力发电机 110 所产生的噪音 (例如: 机械噪音或气动噪音) 大于预设规范值 (例如: 75dB) 中至少一者。若转速控制条件符合的话, 执行步骤 340, 将风力发电机 110 由正常模式切换至转速控制模式, 以通过最大功率点

偏移方式限制风力发电机 110 的输出电能可在安全范围内,使得风力发电机 110 所产生的电能小于负载单元 130 的可承受范围、风力发电机 110 的转速小于预设安全转速、风力发电机 110 的提取电流小于绕线线径的可承受范围以及风力发电机 110 所产生的噪音小于预设规范值中至少一者。若转速控制条件不符合的话,则回复至步骤 320。再者,风力发电机 110 所产生的电能可通过控制单元 120 分配至负载单元 130 与刹车单元 140 中,以调节负载单元 130 所接收的电能可在可承受范围之内。

[0050] 其后,在步骤 350 中,控制单元 120 可判断外部风力的速度是否大于预设风速(例如:18m/s)。若是,执行步骤 360,切换风力发电机 110 由转速控制模式至安全模式,以通过最大扭矩提取方式降低风力发电机 110 的转速,保护整个风力发电系统 100 的安全。若否,则回复至步骤 320。

[0051] 在本发明内容的一实施例中,上述方法还包含在单位时间内检测外部风力是否仍然大于预设风速,如步骤 370 所示。若是,执行步骤 360,以维持风力发电机 110 于安全模式。若否,则回复至步骤 320。

[0052] 举例来说,当台风来袭时,其瞬间风力往往超过风力发电机 110 所能承受的最大风速(例如:18m/s),因此,在台风来袭期间,控制单元 120 可依据检测到的平均或瞬间风速值将风力发电机 110 切换至安全模式。随后,控制单元 120 可在单位时间(例如:1 小时、12 小时或 24 小时)内检测外部风力是否仍然大于预设风速,以判断台风是否远离。例如,当所检测到的 12 小时的平均外部风力并非大于预设风速时,代表台风已远离,则可回复至步骤 320,以恢复风力发电机 110 于正常模式。

[0053] 请同时参照图 1~图 4。图 4 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机 110 于各风速的最大功率提取下的扭矩转速曲线示意图,其中曲线 402~曲线 420 分别表示外部风力为 2m/s~20m/s 时的风力发电机 110 的扭矩对转速曲线图。举例来说,风力发电机 110 的最大可承受扭矩可为 5.9N·m,预设安全转速为 1200rpm 以下。当外部风力为 10m/s 时,风力发电机 110 可被控制在扭矩为 4N·m 与转速为 700rpm 的安全范围内,如图 4 的 M 点所示。当风力提升至 12m/s 时,风力发电机 110 的转速若要控制在 700rpm,则扭矩达到最大可承受扭矩的 5.9N·m,如图 4 的 E 点所示。当风力提升至 20m/s 时,风力发电机 110 的转速若要控制在 700rpm,则扭矩达到 13.5N·m,如图 4 的 G 点所示,此时已超出风力发电机 110 的最大可承受扭矩,造成风力发电机 110 的损毁。此外,当风力为 20m/s 时,风力发电机 110 的扭矩若要控制在 5.9N·m,则转速达到 2400rpm,如图 4 的 F 点所示,此时转速远超过风力发电机 110 的预设安全转速,并造成风力发电机 110 的损毁。由此可知,在本实施例中,当外部风力大于 12m/s 时,必须将风力发电机 110 切换至转速控制模式或安全模式,并通过最大功率点偏移或最大扭矩提取方式控制风力发电机 110 的转速与扭矩在安全范围内,以维持风力发电系统 100 的正常运作。

[0054] 图 5A 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机 110 于最大功率提取与最大扭矩提取下的扭矩转速曲线示意图。曲线 500 为风力发电机 110 在最大扭矩提取下的扭矩转速曲线图,曲线 510 为风力发电机 110 在外部风力为 10m/s 时的最大功率提取下的扭矩转速曲线图。当风力过大时,控制器 120 可将风力发电机 110 设置于安全模式,并通过最大扭矩的电流提取,如曲线 500 所示,以压制外部风力通过风扇模块 112 所带入的扭矩,将风力发电机 110 的转速缓降至低速运转状态。当风力并未过大时,若将风力发电机 110 设置于安

全模式,则风力发电机 110 的转速会下降至接近停止状态,如曲线 500 与曲线 510 的交会点所示。

[0055] 图 5B 绘示本发明内容的一实施例中风力发电机 110 于各风速的最大功率提取与最大扭矩提取下的扭矩转速曲线示意图,其中曲线 500 为风力发电机 110 在最大扭矩提取下的扭矩转速曲线图,曲线 510 ~ 曲线 520 分别为风力发电机 110 在外部风力为 10m/s ~ 20m/s 时的最大功率提取下的扭矩转速曲线图。若以 12m/s 的外部风力为例,最大扭矩提取曲线与最大功率提取曲线交会于 J 点,因此,当风力发电机 110 操作于安全模式时,风力发电机 110 在最大扭矩提取状态下的转速约为 20rpm。当外部风力提升至 20m/s 时,风力发电机 110 在最大扭矩提取状态下的转速也随之提高至约 100rpm,如 M 点所示。因此,在本实施例中,风力发电机 110 具有主动控制的优点,并可减缓在高风速下风力发电机 110 急停所造成的损伤。

[0056] 相较于公知作法,在本发明内容上述实施例中,控制单元可依据上述转速控制条件以及外部风力的强度主动判断风力发电机的操作模式,使风力发电机可操作于正常模式、转速控制模式以及安全模式,并分别通过最大功率提取、最大功率点偏移以及最大扭矩提取等方式控制风力发电机的转速与输出功率,以维持整个风力发电系统的正常运作。

[0057] 在本发明内容中所提及的步骤,除特别叙明其顺序者外,均可依实际需要调整其前后顺序,甚至可同时或部分同时执行,而不以上述为限。

[0058] 虽然本发明已以实施方式揭示如上,然其并非用以限定本发明,任何本技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视权利要求所界定者为准。

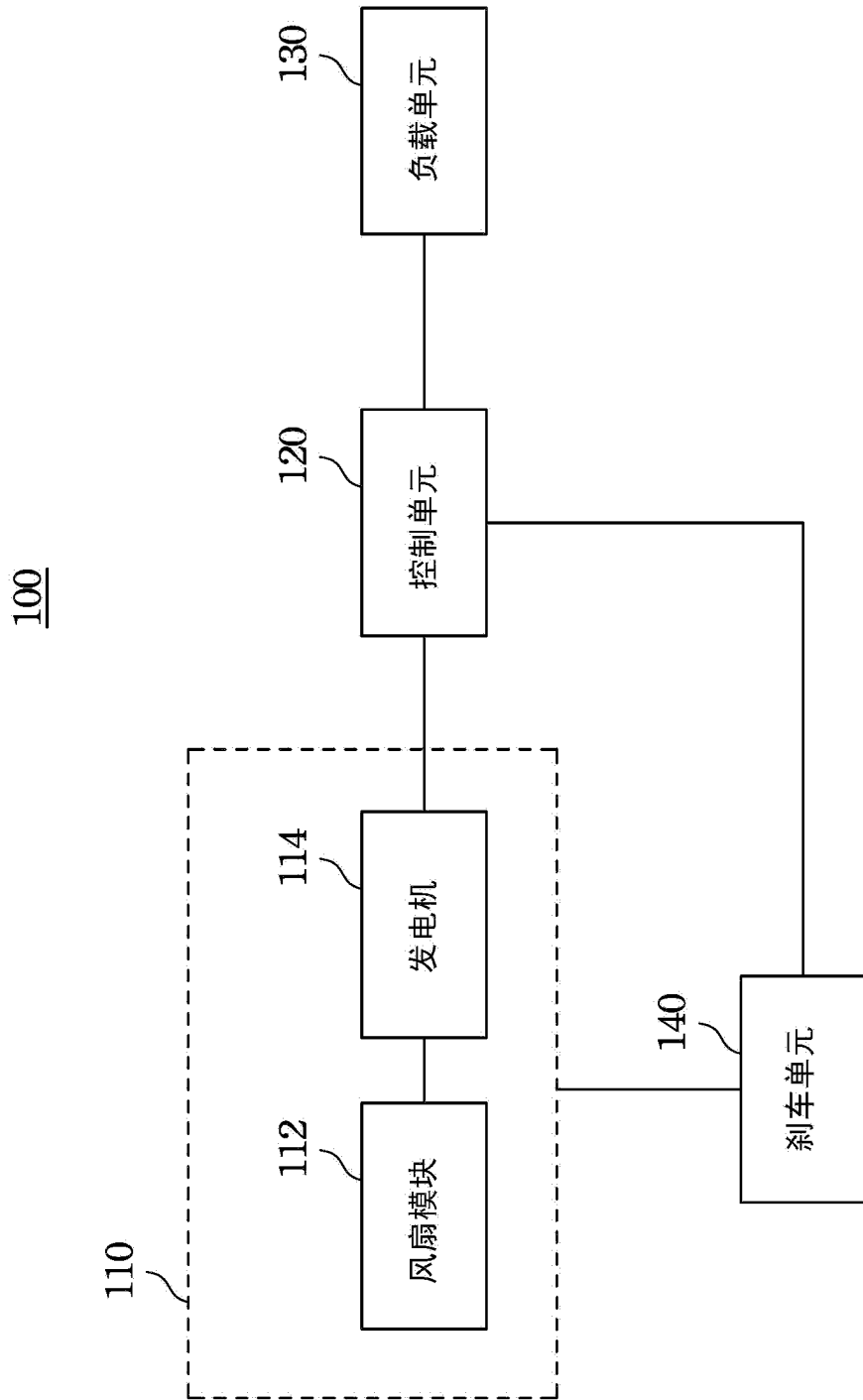


图 1

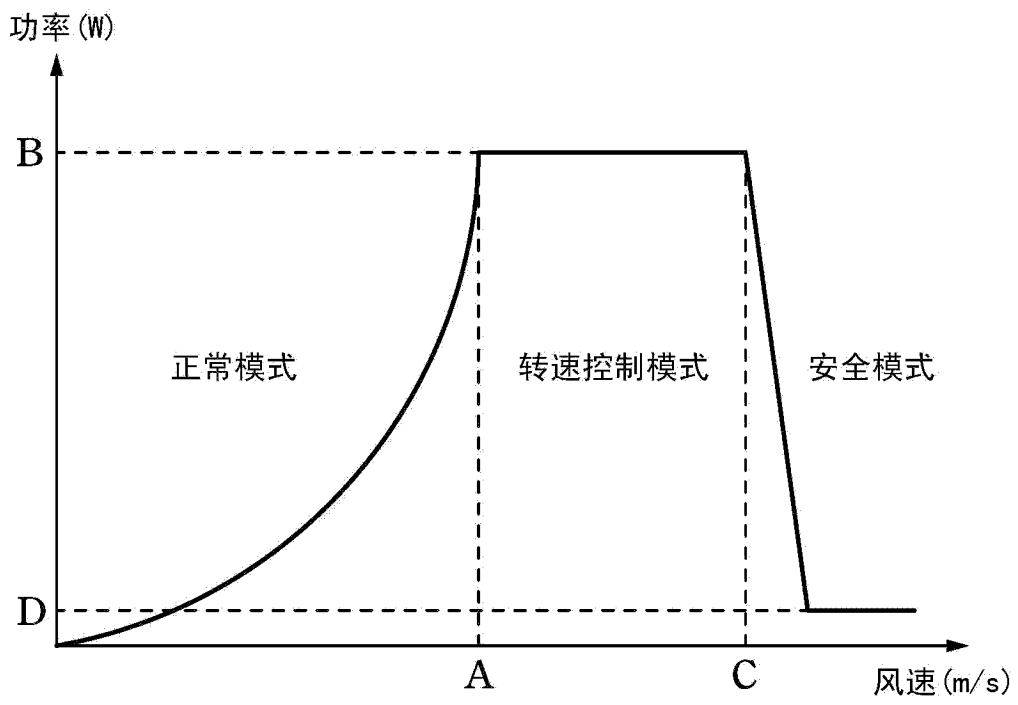


图 2

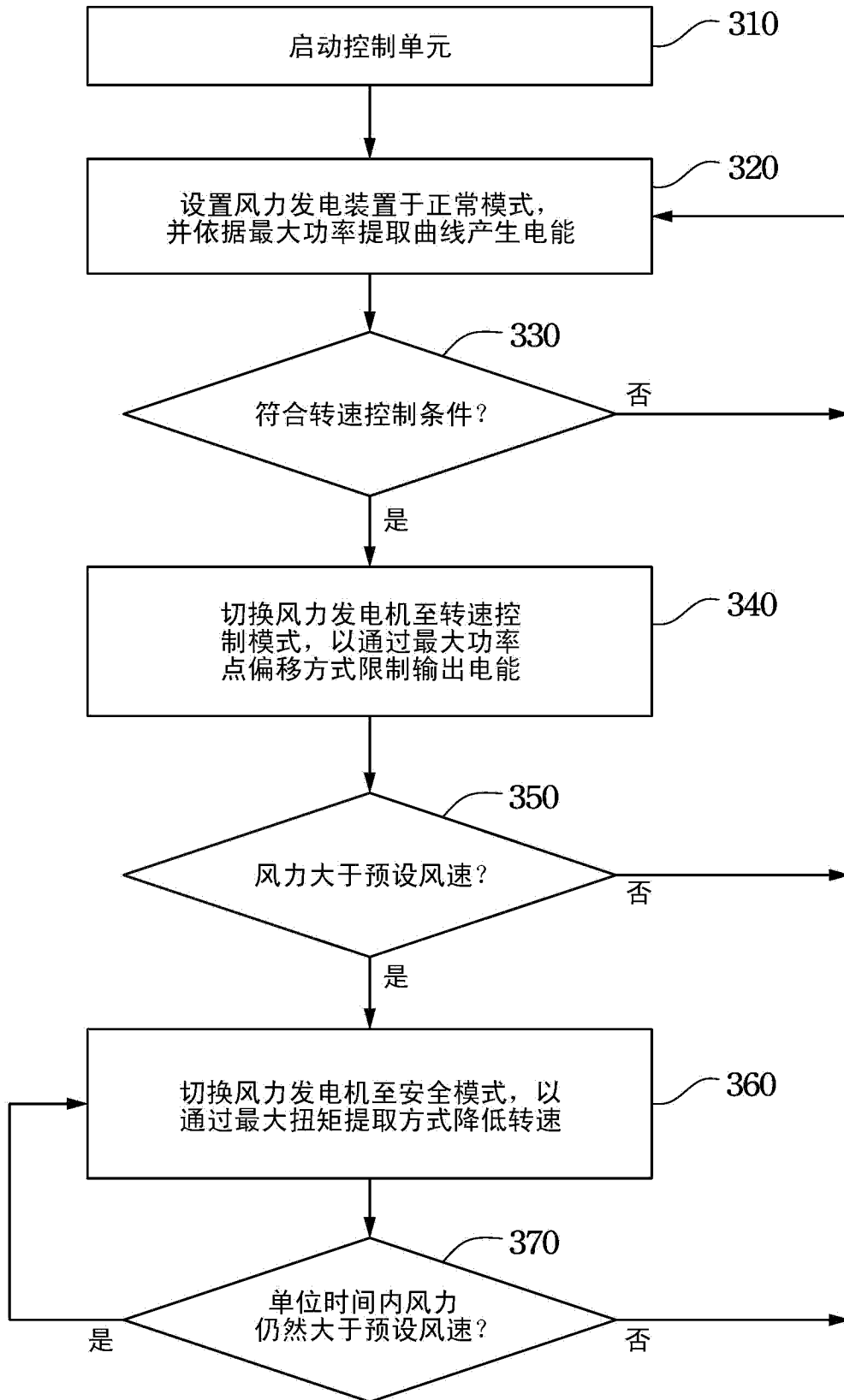


图 3

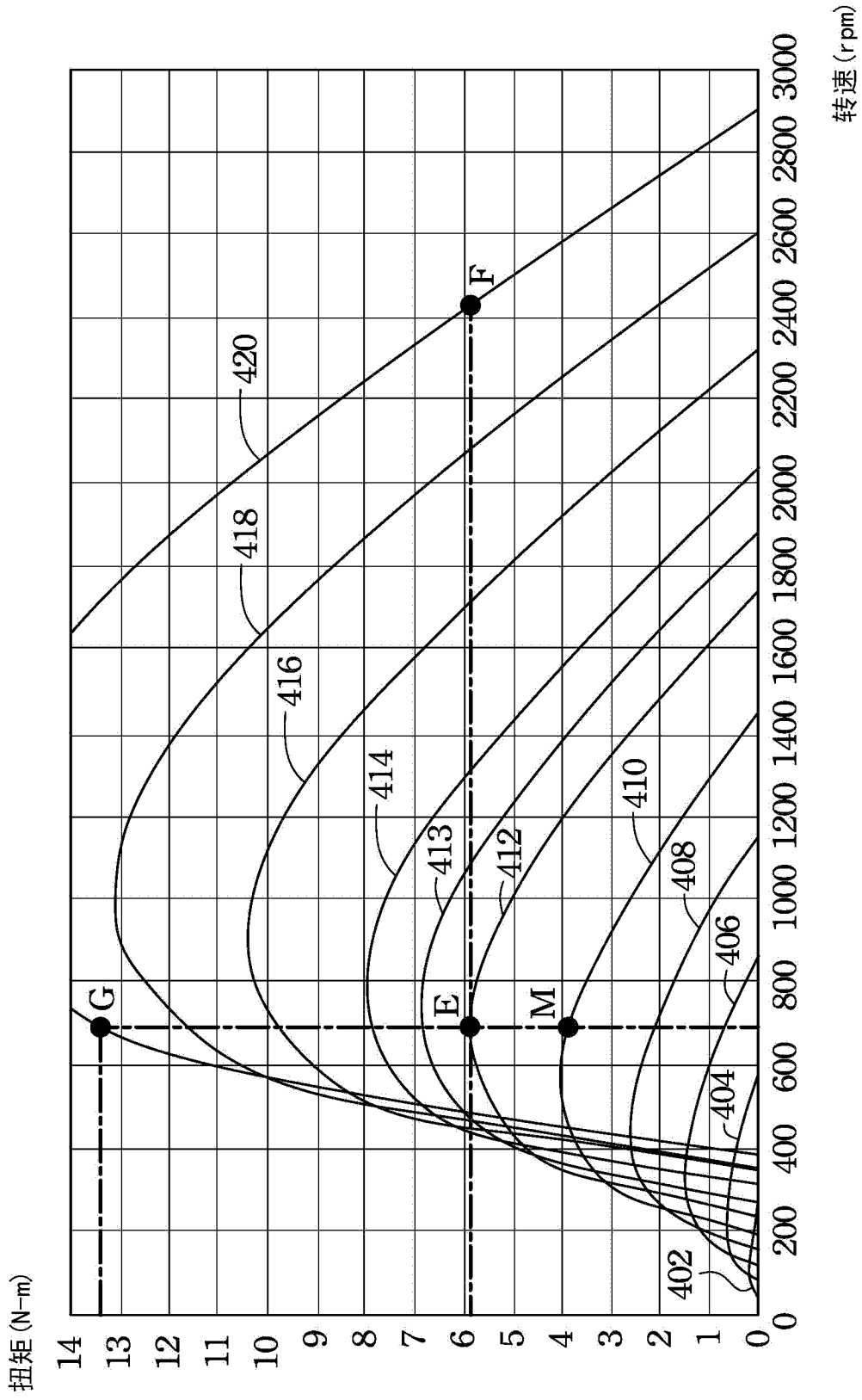


图 4

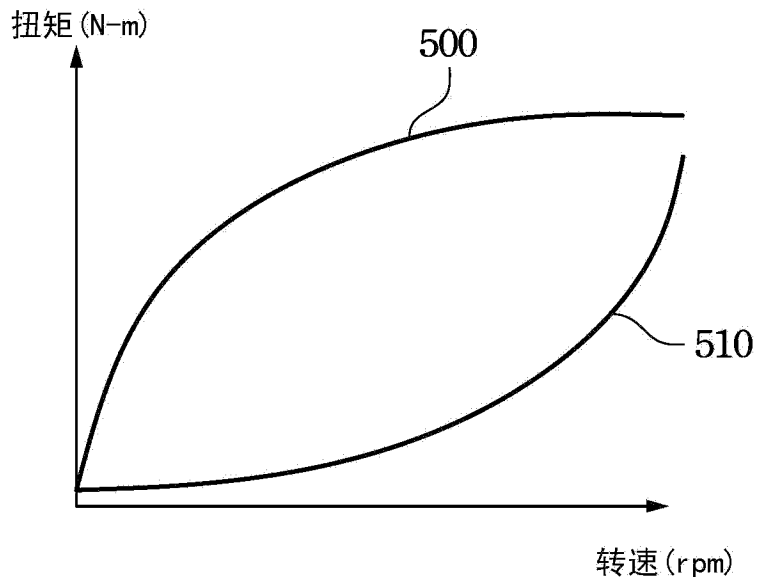


图 5A

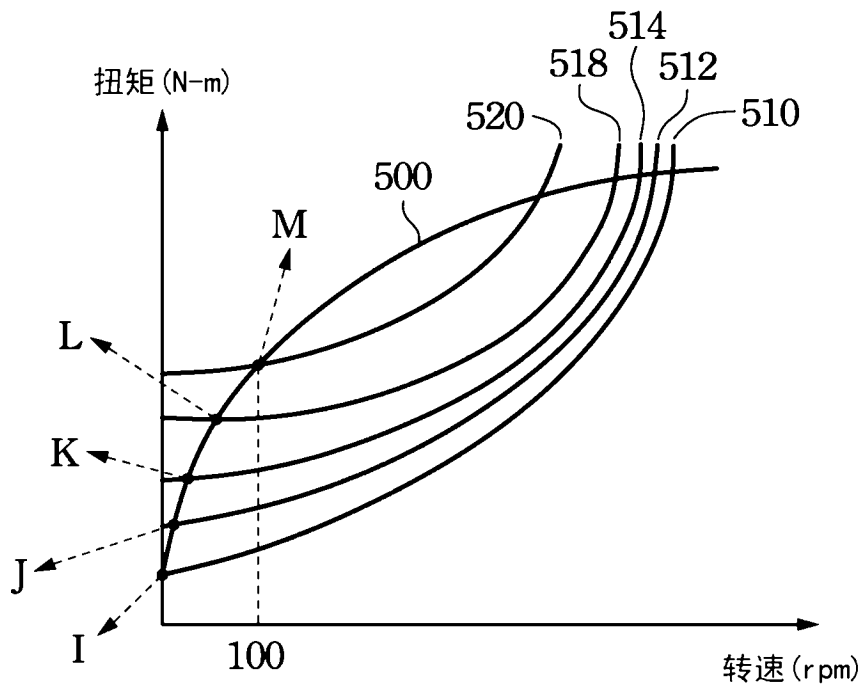


图 5B