[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E21B 3/02 (2006.01)
E21B 15/00 (2006.01)
E21B 19/08 (2006.01)
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 44/06 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880009779.6

[43] 公开日 2010 年 3 月 17 日

[11] 公开号 CN 101675206A

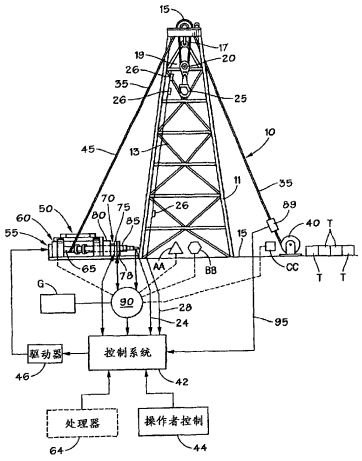
[22] 申请日 2008.2.5
[21] 申请号 200880009779.6
[30] 优先权
[32] 2007. 2.22 [33] US [31] 60/902,725
[32] 2007.11. 7 [33] US [31] 11/983,214
[86] 国际申请 PCT/GB2008/050068 2008.2.5
[87] 国际公布 WO2008/102166 英 2008.8.28
[85] 进入国家阶段日期 2009.9.24
[71] 申请人 国民油井华高有限合伙公司
地址 美国得克萨斯
[72] 发明人 G·P·塞尔温卡 K·E·胡利克
M·F·格里梅斯
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 杜 娟
权利要求书 4 页 说明书 32 页 附图 11 页

[54] 发明名称

钻机引擎控制

[57] 摘要

一种用于控制井筒钻机的钻机引擎上的功率负荷的系统，所述系统包含：用于控制所述钻机引擎的控制器；以及用于感测所述钻机引擎的废气温度的传感器，所述传感器和所述控制器通信以向控制器提供指示废气温度的信号，该系统配置使得在使用中所述控制器基于所述废气温度维持所述钻机引擎上的功率负荷。



1. 一种用于控制井筒钻机的钻机引擎上的功率负荷的系统，所述系统包含:

用于控制所述钻机引擎的控制器；和

用于感测所述钻机引擎的废气温度的传感器，所述传感器和所述控制器通信以向控制器提供指示废气温度的信号，

所述系统的配置使得在使用中所述控制器基于所述废气温度维持所述钻机引擎上的功率负荷。

2. 如权利要求 1 所述的系统，还包含能量存储装置，用于存储当所述井筒钻机的功率要求增加时和/或在发生功率故障的情况下为了满足现有功率需求时要被释放到所述井筒钻机的能量。

3. 如权利要求 2 所述的系统，其中，所述系统适于在所述能量存储装置中存储由所述井筒钻机上其他处的装置产生的任何过剩能量。

4. 如权利要求 3 所述的系统，其中，所述系统适于存储在所述井筒钻机上的绞车装置降低和/或制动游动滑车期间释放的能量中的至少一些。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的系统，其中，所述系统适于释放一些其存储的能量来帮助所述井筒钻机上的绞车装置绞起游动滑车。

6. 如权利要求 5 所述的系统，其中，所述能量存储装置的峰值功率输出至少大致等于所述游动滑车的势能。

7. 如权利要求 6 所述的系统，其中，所述峰值功率大于所述势能。

8. 如权利要求 2 到 7 中的任何一项所述的系统，其中，在使用中由所述钻机引擎产生的任何超过所述井筒钻机所需的功率被存储在所述能量存储装置中。

9. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，其中，钻机引擎具有额定容量，并且其中，控制器在钻机引擎上施加充足的功率负荷

以维持钻机引擎以所述额定容量的至少百分之七十运行。

10. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，其中，所述钻机引擎包含天然气推动的引擎。

11. 如权利要求 2 到 10 中的任何一项所述的系统，其中，所述能量存储装置包含飞轮装置，并且其中，在使用中所述控制器控制所述飞轮装置。

12. 如权利要求 11 所述的系统，其中，所述飞轮装置包含反结构 AC 电动机。

13. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，还包含绞车装置。

14. 如权利要求 13 所述的系统，还包含用于推动所述绞车装置的反结构 AC 永磁体电动机。

15. 如权利要求 13 或权利要求 14 所述的系统，还包含钻机发电机装置，用于产生操作所述绞车装置的电功率，该系统的配置使得在使用中所述控制器控制所述发电机装置。

16. 如直接或间接从属于权利要求 2 的权利要求 14 所述的系统，其中，所述控制器控制所述能量存储装置的功率充入和功率放出，以使在所述绞车装置的操作期间，来自所述钻机发电机装置的平均功率相对恒定。

17. 如权利要求 15 或 16 所述的系统，其中，在使用中所述控制器抑制所述钻机发电机装置超过 VAR 功率限制。

18. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，还包含用于向所述井筒钻机提供功率的电源，并且所述控制器监视来自所述电源的可用功率。

19. 如权利要求 18 所述的系统，其中，所述电源包含以下其中至少一个：公用电站、电池、钻机发电机和飞轮装置。

20. 如权利要求 19 所述的系统，其中，在使用中所述控制器把可用功率值与游动滑车速度和高度比较，并且基于这种比较来计算所述游动滑车的势能并相应地控制任何能量存储装置和/或电池的功率

充入。

21. 如权利要求 20 所述的系统，其中，存在飞轮装置，并且控制器基于钻机引擎废气温度、所有的可用功率和所述钻机引擎上的期望功率负荷，调节从飞轮装置输出的功率和输入飞轮装置的功率。

22. 如权利要求 2 或任何一项直接或间接地从属于权利要求 2 的权利要求所述的系统，还包含用于共享可用功率的主功率总线，该系统的配置使得在使用中所述控制器确定功率被从所述能量存储装置提供给所述主功率总线的速率以帮助所述钻机引擎的引擎节流门响应。

23. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，其中，所述井筒钻机包含在使用时由所述钻机引擎供应功率的油井服务钻机，所述系统还包含:

公用电站电源，

钻机发电机电源，

电池电源，

用于存储钻机绞车系统的操作产生的功率的能量存储装置，并且所述控制器用于控制由所述钻机引擎提供的功率。

24. 如权利要求 23 所述的系统，其中，在使用中所述控制器使所述钻机发电机在线和离线以便对电池电源充电和/或操作绞车。

25. 如权利要求 23 或 24 所述的系统，其中，所述控制器控制电源以使所述绞车系统仅依靠来自所述电池电源的功率工作。

26. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，其中，所述控制器包含可编程逻辑控制器。

27. 如前述权利要求中的任何一项所述的系统，还包含:

钻机装置，

用于向所述钻机引擎和所述钻机装置提供功率的多个钻机发电机，

所述钻机引擎和每一个钻机装置具有各自的单板计算机控制，

所述控制器用于监视多个钻机发电机以确定钻机发电机是否发

生故障，以及

每一个单板计算机控制把因钻机发电机故障所致的可用功率的减少纳入考虑，并且每一个单板计算机控制减少其对应的钻机装置或钻机引擎的功率限制。

28. 包含如前述权利要求中的任何一项所述的系统的井筒钻机。

29. 供在如权利要求 1 到 27 中的任何一项所述的系统中使用的一种可编程逻辑控制器，包含存储计算机可执行指令的存储器，所述指令在被执行时使控制器执行如权利要求 1 到 27 中的任何一项的控制器步骤。

30. 一种用于控制井筒钻机的钻机引擎上的功率负荷的方法，所述方法包含以下步骤：

（a）感测所述钻机引擎的废气温度，并向所述钻机引擎的控制器提供指示废气温度的信号；以及

（b）所述控制器根据所述信号控制所述钻机引擎上的功率负荷。

31. 如权利要求 30 所述的方法，还包含以下步骤：所述控制器通过控制施加在所述钻机引擎上的功率负荷保持所述温度大致恒定，而不考虑所述井筒钻机的当前功率需求。

钻机引擎控制

技术领域

本发明涉及用于控制钻机引擎（rig engine）的功率负荷的系统、涉及包含这样的系统的井筒钻机（wellbore rig）、涉及供在该系统中使用的可编程逻辑控制器，并涉及控制钻机引擎的功率负荷的方法。

背景技术

在某些方面中，本发明涉及：控制发电机引擎，并且在某些特定方面，涉及控制井筒钻机发电机引擎以控制其形成的气体排放；涉及在例如钻井（drilling）的井筒操作中使用的钻机的功率系统；涉及用于回收和使用钻机装置产生的功率的方法和系统；并涉及提高钻机上使用的功率的质量。

用于陆基和海上井筒操作的钻机使用各种使用电功率的工具、装置、器具、系统和设备。通常，功率由一个或多个依靠柴油燃料或者其他碳氢化合物燃料运行的发电机供应。这样的钻机（包括但不限于钻井钻机和生产平台）具有例如绞车、泵、电动机泥浆泵、驱动系统（转盘、动力水龙头、顶部驱动器）、管架系统、液压功率单元，和/或各种钻机工具（灯、A/C 单元、器具）、电子部件和用于这些东西的控制系统。典型的常规钻井钻机具有一个或多个交流（AC）发电机，其向硅可控整流器提供功率，所述硅可控整流器把 AC 功率转换为 DC 功率，例如用于各种工具和系统的 DC 电动机，并用于 DC 供电的顶部驱动器或原动机。

在某些现有系统中，钻机发电机具有依靠天然气（或其他相对清洁的燃料）运行的引擎。这些引擎可能对不同的功率需求响应迟钝，并且这可能对例如（但不限于）分离速度（tripping speed）有负面影响。在很多这样的引擎中，引擎必须被加以很重的负荷（以高功率水

平运行），以使和引擎相关联的催化转换器正常地并且有效率地运行。在很多实例中，各种井筒操作是间歇的，并且维持这些引擎处于恒定的重负荷困难和/或昂贵。在某些情况下，为了补偿迟钝的引擎响应，使用人为负荷（例如电阻器组）以保持引擎负荷较高，直到其产生的功率可使用在实际操作中为止。这些人为负荷燃烧了相对较多的燃料，并且不期望的排放的总体积较高，但是不期望的氮氧化物（“NOx”）排放的量可以较低。较高的燃料消耗可能导致过量的二氧化碳排放。

在大约 90％或者更高的负荷容量时在发电机引擎（柴油或者天然气推动的）中达到最大的燃料效率。除了达到较高的燃料效率以外，在钻井以及和钻井相关的应用中使用的某些天然气推动的引擎被运行于 70％或更高的负荷容量。做出这个限制以维持足够高的废气温度，从而帮助催化转换器正常工作。

在很多钻井应用中，为了补偿发电机上的瞬变负荷，引擎被低效率地利用，这经常是绞车操作的结果。在天然气推动的系统中，绞车负荷下的节流门响应可能如此迟钝以至于其影响工业标准运行速度。一个现有的解决方案是维持引擎处于待用模式以补偿迟钝的节流门响应和循环负荷。由于这些原因维持发电机处于待用模式可能使用过量的燃料，并增加氮氧化物（NOx）和其他燃烧副产品的水平。

在某些系统中，这些问题的解决方案是在绞车制动周期期间添加电阻负荷，然后在绞起期间把负荷从电阻器组转移到绞车。这种使引擎负荷平衡的方法在钻机操作绞车时消耗过量的燃料，这产生了比所需的更多体积的二氧化碳和 NOx。

在几种情况下，钻机上的机器或者装置产生功率，例如绞车在其处于制动模式时制动。这种功率在很多情况下被转移到浪费该功率而非将其回收供重新使用的设备。在一个方面中，功率被馈送到电阻器装置，并被作为热量耗散。

在某些情况下，提供给钻机机器的功率是低质量的（例如但不限于不满足 IEEE 标准 519 的标准的功率）。使用这种低质量的功率在

某些情况下是不期望的，并且对于某些关键应用是不合适的，所述关键应用例如运行某些仪器、装置、电气部件、灵敏的电子设备和计算机化设备，它们可能被低质量功率损坏，例如这些低质量功率可能导致过热，或者可能导致标准设备（例如变压器、电动机、继电器、电阻器）不必要地“跳开”或激活，导致设备离线或者导致错误信号。在一个特定方面，低质量功率使识别功率下降的继电器跳开（不必要地）。某些低质量功率具有高谐波失真。

在某些情况下，钻机操作具有各种必要的或关键的功率负荷。某些装置和设备必须总是具有可用功率，并且其必须处于某个要求的水平。不能提供这些必要的和关键的负荷可能导致对各种元件的破坏和钻机操作的停止。而且，钻机上任何地方的降低的电压可能产生必须被处理的电功率。

严酷的环境、发电机过载、发电机故障、控制系统异常和故障、软件崩溃和异常的功率分配事件可能导致发电机故障，以及一个发电机或多个发电机的跳开（例如在从第一个发电机开始，然后包括额外的发电机的多米诺效应中）。当发电机离线时，这可能不利地影响进行中的操作，并且在严重的情况下，可能导致完全的功率中断。

导致与对钻机的各种功率消耗实体的高效和有效的功率分配相关联的问题的原因是某些实体消耗的功率不受控制或者不能被控制，例如某些钻机工具消耗的功率不受限制。在某些方面，针对某些功率消耗钻机实体的一成不变的静态不可变功率分配，导致了钻机具有比任何时候实际使用的多得多的功率产生容量或能力（例如更多的发电机）。

除非钻台设备（**drill floor equipment**）消耗的总功率被维持在可接受水平之下，否则发电机可能过载、关闭或跳开。在钻机或发电机离线的事件中（特别是像某一台突然跳开时），如果设备等的实际功率使用不能足够快地被限制到可接受水平，则其他的发电机可能变得过载，并且结果随后跳开。

在油气钻井技术中，结合钻机或井架使用绞车以保持和升起及降

下钻柱和相关联的设备进出井筒是公知的。通常，具有适当的吊钩或其他类似组件的游动滑车（traveling block）被用于升起和降下操作。游动滑车被以滑车组方式固定于位于钻机或者井架顶部的固定定滑轮或其他限制夹具。游动滑车的升起和降下操作通过起重索或绳执行，起重索或绳的一端固定于钻台或地面，形成“死绳”，另一端适当地固定于绞车，并形成“快绳”。

绞车包括可旋转柱状卷筒，起重索或快绳通过适当的原动机和功率组件绕在可旋转柱状卷筒上。原动机受操作者控制，通常通过脚或手节流门。关于降下操作，绞车被提供一个或多个适当的制动器，后者也受操作者控制，通常利用手控制。一般来说，主制动器一般为带型或盘型摩擦制动器，补充以例如涡流型制动器或磁力制动器作为辅助制动器。绞车也可以被提供紧急制动器，紧急制动器可以在涡流制动器的功率故障时或者当游动滑车超过了最大安全下降速度时被激活。

制动器自身可以产生功率，该功率必须以某种方式被处理。通常，这种功率被浪费了，例如通过将其馈送到电阻器系统作为热量耗散。

发明内容

根据本发明，提供了一种用于控制井筒钻机的钻机引擎的功率负荷的系统，所述系统包含：

用于控制所述钻机引擎的控制器；和

用于感测所述钻机引擎的废气温度的传感器，传感器和控制器通信以向控制器提供指示废气温度的信号，

配置使得在使用中所述控制器根据所述废气温度维持所述钻机引擎上的功率负荷。

优选地，所述系统还包含能量存储装置，用于存储当所述井筒钻机的功率需求增加时和/或一旦发生功率故障为了满足现有功率需求时要被释放到所述井筒钻机的能量。能量存储装置可以是飞轮装置和电池组其中之一或者其组合。

有益的是，所述系统适于在所述能量存储装置中存储由所述井筒钻机上其他处的装置产生的任何过剩能量。

优选地，所述系统适于存储在游动滑车的下降和/或制动期间由所述井筒钻机上的绞车装置释放的能量中的至少一些。

有益的是，所述系统适于释放一些其存储的能量来帮助所述井筒钻机上的绞车装置绞起游动滑车。

优选地，所述能量存储装置的峰值功率输出至少大致等于所述游动滑车的势能。

有益的是，所述峰值功率大于所述势能。

优选地，在使用中由所述钻机引擎产生的任何超过所述井筒钻机所需的功率被存储在所述能量存储装置中。

有益的是，钻机引擎具有额定容量，并且其中，控制器在钻机引擎上施加充足的功率负荷以维持钻机引擎以所述额定容量的至少百分之七十运行。

优选地，所述钻机引擎包含天然气推动的引擎。例如，钻机引擎可以由汽油或柴油推动。

有益的是，所述能量存储装置包含飞轮装置，并且其中，在使用中所述控制器控制所述飞轮装置。

优选地，所述飞轮装置包含反结构（inside-out）AC 电动机。

有益的是，所述系统还包含绞车装置。

优选地，所述系统还包含用于推动所述绞车装置的反结构 AC 永磁体电动机。

有益的是，所述系统还包含钻机发电机装置，用于产生操作所述绞车装置的电功率，配置使得在使用中所述控制器控制所述发电机装置。

优选地，所述控制器控制所述能量存储装置的功率充入和功率放出，以使在所述绞车装置的操作期间，来自所述钻机发电机装置的平均功率相对恒定。

有益的是，在使用中所述控制器抑制所述钻机发电机装置超过

VAR 功率限制。

优选地，所述系统还包含用于向所述井筒钻机提供功率的电源，并且所述控制器监视来自所述电源的可用功率。

有益的是，所述电源包含以下其中至少一个：公用电站（utility）、电池、钻机发电机和飞轮装置。

优选地，在使用中所述控制器把可用功率值和游动滑车速度和高度进行比较，并且基于这种比较计算所述游动滑车的势能并相应地控制任何能量存储装置和/或电池的功率充入。

有益的是，存在飞轮装置，并且控制器基于钻机引擎废气温度、所有的可用功率和所述钻机引擎上期望的功率负荷，调节从飞轮装置输出的功率和输入飞轮装置的功率。

优选地，所述系统还包含用于共享可用功率的主功率总线，该配置使得在使用中所述控制器确定功率被从所述能量存储装置提供给所述主功率总线的速率以帮助所述钻机引擎的引擎节流门响应。

有益的是，所述井筒钻机包含在使用时由所述钻机引擎供应功率的油井服务钻机，所述系统还包含：

公用电站电源，

钻机发电机电源，

电池电源，

用于存储钻机绞车系统的操作产生的功率的能量存储装置，和

用于控制由所述钻机引擎提供的功率的所述控制器。

优选地，在使用中所述控制器使所述钻机发电机在线和离线以便对电池电源充电和/或操作绞车。

有益的是，所述控制器控制电源以使所述绞车系统仅依靠来自所述电池电源的功率操作。

优选地，所述控制器包含可编程逻辑控制器。

有益的是，所述系统还包含：

钻机装置，

多个用于向所述钻机引擎和向所述钻机装置提供功率的钻机发

电机，

所述钻机引擎和每一个钻机装置具有各自的单板计算机控制，

所述控制器用于监视多个钻机发电机以确定是否钻机发电机发生了故障，以及

每一个单板计算机控制把因钻机发电机故障所致的可用功率的减少纳入考虑，并且每一个单板计算机控制减少其对应的钻机装置或钻机引擎的功率限制。

根据本发明的另一个方面，提供了包含如前述权利要求中的任何一个所述的系统的井筒钻机。

根据本发明的又一个方面，提供了一种供在如上所述的系统中使用的包含存储计算机可执行指令的存储器的可编程逻辑控制器，所述指令在被执行时导致控制器执行上面和/或这里提及的控制器步骤。

根据本发明的另一个方面，提供了一种用于控制井筒钻机的钻机引擎的功率负荷的方法，所述方法包含以下步骤：

（a）感测所述钻机引擎的废气温度，并向所述钻机引擎的控制器提供指示废气温度的信号；和

（b）所述控制器根据所述信号控制所述钻机引擎的功率负荷。

优选地，所述方法还包含以下步骤：所述控制器通过控制施加在所述钻机引擎上的功率负荷，保持所述温度大致恒定，而不考虑所述井筒钻机的当前功率需求。

本发明在某些方面公开了一种用于发电机引擎的功率系统，它管理供应给引擎的功率，并存储功率以使引擎工作更有效率；在某些方面，改善或者优化引擎负荷；并且在某些特定的方面，改善或者优化瞬变负荷期间（即，在引擎负荷突然增加很高的百分比导致引擎速度下降和发电机频率改变期间）的引擎响应。

本发明在某些方面公开了一种具有控制系统的用于发电机引擎的功率系统，所述控制系统包括监视器、传感器、和例如可编程逻辑控制器或其他的计算机化控制的控制器；用于监视发电机引擎废气温度的监视器；电源，例如飞轮装置（飞轮、电动机，等等）、电池组、

和/或电阻电源（例如电阻器组）；和用于监视和各种部件相关联的参数的监视器，所述参数例如总线频率和电压。

本发明在某些方面公开了特别涉及油井服务钻机和油井维修钻机的功率系统。在通常具有绞车作为电功率的主要消耗者的这种系统中，功率受到控制，并由电池、可用的公用电站电源和/或飞轮装置电源供应。如果没有公用电站电源可用，则根据本发明的系统使发电机在线和离线以对电池组充电和/或操作绞车。

本发明在某些方面提供了具有电动机的井筒钻机，所述电动机由井筒装置（例如由绞车制动器系统或由钻机上任何地方的降低的电压）产生的功率运行。在一个方面，所述电动机是高速电动机，例如3000 rpm 到 10000 rpm 的电动机。制动器产生的电功率（其在过去通常通过例如电阻器组作为热量被浪费）被用来运行高速电动机。

在某些方面，根据本发明的具有由钻机装置产生的功率运行的电动机的这些系统和方法被用来提供高质量功率。这种高质量功率可被用来“清洁”或调节由例如钻机发电机提供的功率，或者，它可以被钻机机器和装置直接使用。

在某些特定方面，根据本发明的具有由钻机装置产生的功率运行的电动机的这些系统和方法被用来使功率连续地可用于满足需求，例如用于满足关键或必要的钻机功率要求和/或作为备用电源。

在某些特定方面，在根据本发明的系统和方法中有用的电动机采用非表面安装的磁体、未粘附于转子的磁体。所述磁体被嵌入转子中。

本发明在某些方面公开了一种钻机功率控制系统，其中，多个钻机功率消耗实体中的每一个均是“贪婪的”功率用户，即，每一个实体均基于其自身的实际功率使用、可用功率和未使用的可用功率量来确定并设置其自身的内部功率限制，而不考虑任何其他钻机功率消耗实体的实际功率使用或功率要求。

在这种系统的特定方面中，确定其自身功率限制的钻机功率消耗实体也能够基于总的可用功率减少其自身功率消耗，因而确保例如万一多个发电机中的一个发电机跳开或者故障，则消耗的总功率被减

少，以使其他发电机不跳开，从而防止因一个发电机接一个发电机地跳开所致的功率中断。

在根据本发明的系统和方法的某些方面中，每一个工具、装置等独立地做出关于如何设置其功率限制的决定。在一个方面中，使用主控制系统，但是可选择地，在另一个特定方面中，不存在系统的单个装置（例如不存在单个计算机系统或者服务器）负责所有功率控制、分配和预算决定。在一个方面中，本发明提供采用用于钻台工具的方法的分布式功率管理系统，所述钻台工具的主要功率消耗是因可变速度/扭矩电动机所致。

在某些特定方面中，根据本发明的功率限制系统被工具装置用来计算其单个的功率限制，然后，系统控制工具等的电动机以确保其在安全地保持负荷的同时功率限制不被超过。

在某些方面中，在根据本发明的分布式功率系统中，系统中的每一个工具等确定多少功率可用以及系统上的其他工具等正在消耗多少功率。例如，在钻井钻机上，存在绞车、顶部驱动器、泥浆泵和三个发电机，绞车具有三个 1150 马力（858kW）电动机，顶部驱动器具有一个 1150 马力（858kW）电动机，并且泥浆泵具有两个 1150 马力（858kW）电动机。每一个发电机能够产生大约 1 兆瓦（MW）功率，因此，随着所有发电机运行，3MW 功率可用。该功率中的一些正由其他的服务和设备（灯、办公区、电器，等等）使用，所以对于钻台工具来说，并非该功率全部都可用。在一个方面中，对于工具等来说知道何处正在使用这些功率不重要，但是工具能够确定最大功率容量（在线发电机的总数量乘以每一个发电机的最大容量）以及实际正在消耗多少功率。总功率容量和实际消耗之间的差是未使用的或可用的容量。

每一个工具等能够确定可用容量—每一个工具对每一个在线发电机的总容量求和，并减去从每一个发电机输出的实际功率。每一个工具确定其自身的功率输出。在分布式方法中，每一个工具把其自身的内部功率限制设置为下面其中较小的一个：其自身功率要求加上总

的可用容量之和，或者其最大功率要求。

在本发明的系统和方法的某些特定方面中，钻机具有绞车，所述绞车具有其上绕绳的可旋转卷筒，其中，绞车和绳被用于帮助移动悬挂在绳上的负荷。绞车控制系统监视并控制绞车。制动器机构被连接到可旋转卷筒，用于限制可旋转卷筒的转动，并且至少一个绞车电动机（电动的）被连接到可旋转卷筒，用于驱动所述可旋转卷筒。

当可旋转卷筒的旋转处于绞起方向或者是静止时，绞车控制系统提供禁止信号，用于开始从可旋转卷筒逐渐释放制动器机构。当可旋转卷筒的旋转处于降下方向时，绞车控制系统提供使能信号，用于接通制动器机构来限制可旋转卷筒的旋转。卷筒或者绞车电动机的反向旋转产生功率。该功率被驱动器转换为电功率，并且这个电功率被馈送到连续运行以便按钻机上所需来供应功率的电动机（或多个电动机）。在一个方面中，该功率把高速电动机加速到比基本空转速度更高的速度。

当绞车电动机是直流电动机时，使用硅可控整流器电路。或者，根据本发明的系统可与交流绞车电动机一起使用。

因此，本发明包括相信能够使钻机功率回收技术进步的特征和益处。在考虑了下面对优选实施例的详细描述并参考附图后，本领域技术人员将很容易清楚上面描述的本发明的特性和益处和额外的特征和优点。

本发明的领域包括：用于发电机引擎的功率系统，以及在某些方面中，对控制来自这些引擎的不期望排放有贡献的系统；用于井筒操作的钻机的功率方法和系统；用于有效地回收钻机上产生的功率的系统和方法；用于使用钻机上回收的功率的系统和方法；用于在钻机上提供高质量功率的系统和方法；其中每一个钻机功率消耗实体确定其自身功率限制的系统；其中每一个功率消耗实体能够响应于降低的功率限制或者减小的功率可用性减小其功率使用的系统；以及，用于实施并使用这些系统的方法。

附图说明

为了更好的理解本发明，现在将通过仅举例参考附图，在附图中：

图 1 是包括根据本发明的功率系统的钻井钻机和游动滑车组件的示意性侧视图；

图 2 是用于控制图 1 的钻机的控制系统的框图；

图 3A 是包括根据本发明的绞车控制系统的钻井钻机和游动滑车组件的示意性侧视图；

图 3B 是包括根据本发明的绞车控制系统的钻井钻机和游动滑车组件的示意性框图；

图 4 是用于控制图 3 的绞车的绞车控制系统的框图；

图 5A 到图 5C 示出了钻机上功率使用中的三个阶段；

图 6 是根据本发明的功率控制系统的示意性框图；

图 7 是根据本发明的另一个功率控制系统的示意性框图；

图 8 是钻机上功率控制装置的示意性框图；和

图 9 是在本发明的某些实施例中有用的电动机的示意性侧视图。

具体实施方式

参考图 1 和图 2，示出了根据本发明的绞车控制系统的图，所述绞车控制系统连接到钻井钻机并包括游动滑车。根据本发明的系统 10 具有井架 11，井架 11 在其上端支持定滑轮（crown block）15。游动滑车 20 或负荷承载部分被绳装置 17（rope arrangement）从定滑轮 15 悬挂，用于支持吊钩结构 25。

起重绳 30 在一端被利用死绳 35 和死绳锚 40 可靠地固定于地面。起重绳 30 的另一端形成连接到绞车 50 的快绳 45。绞车 50 包括一个或多个电动机 55 和连接到柱状可旋转卷筒 65 的传送器 60，所述柱状可旋转卷筒 65 用于按相关联的定滑轮 15 和游动滑车 20 的操作的要求缠绕或者放开快绳 45。可旋转卷筒 65 也称作卷绕滚筒或者提升滚筒。制动器结构 70 包括：通常是带型制动器或盘型制动器的主摩擦制动器 80、例如涡流型制动器或者磁力制动器的辅助制动器 75，以

及紧急制动器 78。制动器结构 70 通过绞车 50 的驱动轴 85 连接到绞车 50。制动器结构 70 通常被液压致动或者空气致动，例如使用通过电气致动空气阀由钻机空气压力连通的气缸。

例如应变仪 89 的负荷传感设备被附着于死绳 35，并在输出线 95 上产生代表死绳 35 上的张力—因而代表游动滑车 20 携带的负荷的电信号。可以采用各种张力测量设备来指示绳 30 上的张力状况。利用应变仪 90 输入结合串起的绳的数量和校准因子来计算实际的吊钩负荷。或者，常规的负荷单元、液压张力换能器或者其他的负荷测量设备可以和井架 10 相关联，以便提供代表游动滑车 20 携带的负荷的电输出负荷信号。

例如编码器 22 的测量设备例如被附着于驱动轴 85。当随着游动滑车 20 降下或者升起，卷筒 65 旋转以放出或者卷起快绳 45 时，在线路 24 上，从编码器 22 产生代表可旋转卷筒 65 的旋转的电输出信号。编码器的频率被用来测量游动滑车 20 移动的速度，通常通过计算实际的卷筒 65 速度，并且最终基于串起的绳、卷筒 65 的直径、绳缠绕的数量和绳尺寸计算游动滑车 20 速度。或者，从游动滑车 20 的垂直位置的变化计算游动滑车 20 移动的速度。

使用例如接近开关 26 的多个定位传感器来确定游动滑车 20 的位置。来自接近开关 26 的代表游动滑车 20 的位置的电输出信号将在线路 28 上产生，并基于卷筒 65 直径、绳 30 尺寸和绳的数量、绳拉伸和影响绳拉伸的钻压（WOB）来计算游动滑车 20 的实际位置。

绞车控制系统 42 从接近开关 26、编码器 22 和应变仪 89 接收电输出信号，并被连接到制动器结构 70。绞车控制系统 42 被连接到位于井架 11 上或者邻近井架 11 的钻工或操作者控制中心 44。绞车控制系统 42 还通过驱动器 46 连接到电动机 55。绞车电动机 55 是交流（AC）电动机或直流（DC）电动机，并且驱动器 46 相应地是 AC 或 DC 驱动器。例如，驱动器 46 包括例如可编程逻辑控制器（PLC）的控制器 48，以及连接到 AC 总线 54 的一个或多个功率电子开关 52。例如，DC 电动机的驱动器包括例如用于 AC/DC 转换的硅可控整流器的电

子开关 52。

绞车控制系统 42 可以包括可编程逻辑控制器（绞车 PLC 156），并且使用例如串行通信连接 58 与驱动器 46 连接，所述串行通信连接 58 例如光学链接和/或硬连线链接。使用两个或更多个远程可编程逻辑控制器（PLC）输入/输出（I/O）单元 62 来控制绞车 50 的传送器 60 和制动器结构 70。或者，处理器 64 也被连接到绞车控制系统 53，用于在执行各种钻井钻机操作期间提供操作参数和计算的值。处理器 64 是常规的信号处理器，例如通用数字计算机。

绞车控制系统 42 向驱动控制器 46 提供速度命令和扭矩命令信号。考虑到功率系统限制要求，驱动器 46 在必要时使用再生以维持速度。每一个驱动器 46 向绞车控制系统 42 提供电动机速度（利用带符号整数来指示移动的方向）和扭矩水平（利用带符号整数来指示移动的方向）反馈。驱动控制器 48 还向绞车控制系统 42 提供指示驱动器 46 和电动机 55 的各种告警状态的标志。

在某些方面，操作者控制中心 44 或人机接口是包括节流门控制杆、开关和工业处理器驱动的电动机 69 的控制台，其中，操作者或者钻工能够设置和控制某些操作参数。例如，操作者使用安装于操作者控制台的移动控制杆 71 控制游动滑车 20 移动的方向和速度。移动控制杆 71 的运动产生了被提供给绞车控制系统 42 的绞车 PLC 56 的线性模拟电输入信号。

可选地，作为一种选择，绕开绞车控制系统 42，使用辅助装置直接控制摩擦制动器 80，作为绞车控制系统 42 的后备。例如，制动器控制杆 76 在必要时提供辅助手段以直接控制盘型制动器 80 的应用。

通过在操作者控制中心 44 中使用各种开关和/或杠杆，操作者选择操作参数，例如，档选择开关 83、超越控制开关 85 和紧急关闭开关 87。或者，监视器是例如典型的工业计算机，其包括作为人机接口的一部分安装在操作者前方的触摸屏监视器。操作者监视并设置系统参数和操作参数，包括：活动的驱动器的数量、选择的激活档、游动

滑车位置、滑车速度、吊钩负荷、上和下位置设置点、最大游动滑车速度设置点、施加的控制盘型制动器的百分比、停放状况，以及任何异常或者告警状态标志或消息。操作者能够修改上和下游动滑车位置设置点、最大游动滑车速度设置点并确认某些告警。

为了绞起游动滑车 20，操作者例如把移动控制杆设置于绞起位置，并且游动滑车 20 和任何相关联的设备或悬挂的负荷向上加速，直到游动滑车到达并维持在由操作者设置的控制杆的位置所设置的速度为止。为了降下游动滑车 20，操作者例如把移动控制杆设置于降下位置，并且游动滑车 20 和任何相关联的设备或悬挂的负荷向下加速（如果要求，则被电动机 55 驱动），以到达并维持在移动控制杆的位置所设置的速度。

在一个典型的操作中—升起游动滑车 20 和附着于其的负荷，和绞车 50 相关联的电动机 55 被激活以便把快绳 45 卷绕在可旋转卷筒 65 上。反过来，当游动滑车 20 被降下时，电动机 55 被断开，并且可旋转卷筒 65 被旋转以便在辅助制动器 75 的慢化效应下放出快绳 45。在期望更快的向下游动速度的情况下，制动器结构 70 的制动动作被减少或者完全地被去激励（de-enegize）。另一方面，如果滑车 20 的向下游动要被放慢，则制动器 75 的制动动作被愈加地增强。在典型的操作中，主摩擦制动器 80 可以由主制动操作杠杆操作。

在本发明的系统中，由驱动器 46 控制的一个或多个电动机 55 的再生或动态制动可被用作在游动滑车 20 的移动和速度控制以及停止的所有模式期间的主要制动方法。绞车控制系统 42 向驱动器 46 提供用于绞起、降下和停止的速度命令信号，并且驱动器 46 在必要时使用再生或动态制动，根据提供的速度命令信号维持速度。摩擦制动器 80 被用来支援或补充这种再生的制动力，并使游动滑车 20 和负荷保持在停放模式中。

由制动器结构 70 产生的功率提供了运行电动机 90 的电功率。

在某些方面中，电动机 90 是电动高速电动机。在一个特定方面中，电动机 90 中所使用的磁体不是被粘附，而是被嵌入电动机的转

子中。

高速电动机 90 可被用来运行钻机装置和设备，例如绞车电动机和示意性示出的元件 AA、BB 和 CC（由虚线指示），它们可以是但不限于：泵电动机、转盘、顶部驱动器、管架系统和 HPU。

在某些方面中，电动机 90 运行产生电功率的发电机（或多个发电机）G。该功率可在钻机上的任何地方使用。例如，该功率可被用来调节或者“清洁”由钻机发电机 T 供应的功率。

在某些方面中，电动机 90（或电动机－90－发电机－G 的组合）连续工作，以便其功率在关键或紧急情况下需要时可用。

现在参考图 3A，根据本发明的系统具有被示意性地示出为陆上钻机的钻井钻机 41，但是其他钻机（例如海上钻机和平台、桩脚式钻机、半潜式钻机、钻探船等）也在本发明的范围内。结合操作者接口，例如接口 320，控制系统 360 控制钻机的操作。钻机 411 包括被支撑在地面上在钻台 415 上方的井架 413。钻机 411 包括起重装置、安装于井架 413 的定滑轮 417、和游动滑车 419，它们通过由绞车 423（利用电动机)驱动、用于控制游动滑车 419 的向上和向下移动的绳索 421 互连。游动滑车 419 携带吊钩 425，从吊钩 425 悬挂包括可变频率驱动控制器 426、电动机（或多个电动机）424，以及驱动轴 429 的顶部驱动系统 427。可以使用动力水龙头代替顶部驱动器。顶部驱动系统 427 旋转钻柱 431，在井筒中，驱动轴 429 被连接到钻柱 431。顶部驱动系统 427 可以被操作，以便以任一方向旋转钻柱 431。根据本发明的实施例，钻柱 431 通过带有仪器的接头 439 耦合到顶部驱动系统 427，带有仪器的接头 439 包括提供钻井参数信息的传感器。

钻柱 431 可以是任何典型的钻柱，并且，在一个方面中，包括多个互连的钻管 435 部分、底孔组件（BHA）437，所述底孔组件（BHA）437 可以包括稳定器、钻环，和/或装置或设备（在一个方面中，一套包括提供钻头面角信息的转向器 451 的钻井时测量（MWD）仪器）。作为选择，弯曲接头 441 被用于连接到 BHA 437 的井底或泥浆电动机 442 和钻头 456。如公知的那样，在钻井期间，可以控制钻头 456 的

面角的方位和节距。

钻井液被具有电动机的泥浆泵443通过泥浆软管445传递到钻柱431。钻柱431通过顶部驱动系统427在井孔433内旋转。在滑动钻井期间，钻柱431被顶部驱动系统427保持在合适位置，同时钻头456被泥浆电动机142旋转，泥浆泵443给泥浆电动机442供应钻井液。钻工可以操作顶部驱动系统427以改变钻头456的面角。当钻头钻入地层时产生的切削物被由泥浆泵443供应的钻井泥浆带出井孔433。

钻机设施被集合地并示意性地示出为块465。具有发电机472(和所需的相关联的整流器）的功率系统470给钻机上的各种功率消耗元件提供功率（如虚线所示）。元件423、427、443和460中的每一个均分别具有其自身的单板计算机423c、427c、443c和460c。尽管示出了顶部驱动钻机，但是在本发明的范围内，可选择将本发明和旋转系统460结合使用，在旋转系统460中，使用旋转台和传动钻杆旋转钻柱（或利用上面的旋转系统）。

单板计算机423c、427c、443c和460c均具有被编程为使每一个单独的计算机计算其特定工具或系统的功率限制的可编程介质。“功率限制”是该工具或系统的最大功率消耗（在一个特定方面中，是被超过时工具或系统将关闭的最大值）。所述计算机被编程为执行功率限制计算。

每一个单板计算机均控制其相应的工具或系统。作为选择，主控制系统和每一个单板计算机通信。

在一个方面中，每一个单板计算机被编程为计算其特定工具或系统的功率限制而不把任何其他功率消耗实体的功率使用或功率要求纳入考虑。在一个方面中，每一个单个工具和系统试图解决和处理总系统功率不足或下降。在一个方面中，由于每一个工具和系统忽略了其他的系统，并且每一个工具和系统试图处理功率不足或下降，因此将不会发生中断，因为当存在功率不足或功率下降时，每一个工具或系统将自动地降低其自身的功率消耗。

因此，例如在具有多个单独的电功率发电机472的功率系统470

中，当第一发电机故障、关闭或者以其他方式离线时，每一个工具和每一个系统的单板计算机在设置其自身的功率限制时几乎同时把可用功率的下降纳入考虑，并相应地降低其功率限制。随着每一个单板计算机这么做，在其他仍旧活动的发电机上不存在增加的负荷，因此，没有额外的发电机因为过量的负荷要求而跳开。每一个单板计算机还被编程为随后把其工具的功率消耗降低到新计算的功率限制的水平或低于该水平。

作为选择，图 3A 的系统具有根据本发明的功率回收电动机系统 PRMS，它是根据本发明的具有用于回收钻机上的装置或者机器产生的功率的电动机的任何系统。

图 3B 示出了根据本发明的系统 100，其中，电动机 M 被用来在钻机 R 中升起和降下负荷 L。功率被从公用电站输入 U（例如钻机或者本地公用电站上的一个或多个功率发电机）供应到电动机 M。

当负荷 L 被降下时，负荷 L 的降低转动电动机的轴，因而电动机产生电力。所产生的电力被传送到高速电动机 HSM（例如但不限于通过公用电站输入），或者被直接从电动机 M 传送到高速电动机 HSM。然后，高速电动机 HSM 的轴被以高速旋转，例如 7200 rpm，并且这个旋转功率可用于运行另一装置。该功率将在高速电动机 HSM 的轴在被旋转时可用。在一个方面中，这样的轴要花费若干分钟（N）才停止旋转，并且在 N 分钟内，该旋转功率可用。在一个特定方面中，N 是大约 45 分钟。在一个方面中，特别是当短期循环使钻机负荷上升下降时，负荷可以被先前由负荷的下降产生的电功率推动的高速电动机 HSM 重新升起。

图 4 示出了海上平台 OP，它具有带有多个为各种工具和系统产生电功率的发电机系统的功率系统。每一个工具或系统具有其自身的单板计算机，所述单板计算机监视来自功率系统的总的可用功率，并利用根据本发明的方法计算和实施对其相应的工具或系统的功率限制。

图 5A 到图 5C 根据本发明示出了在初始功率水平以及当总的可

用功率下降时自适应地把功率分配到钻机上的几个功率消耗实体。图 5A 图示出了绞车、泥浆泵和钻机设施的功率限制和实际功率使用。在这种情况下，存在五个发电机，每一个均能够产生 1 兆瓦功率。假设用于钻机设施的静态功率分配是 500 千瓦。泥浆泵正在使用 1 兆瓦。绞车初始正在使用 2.5 兆瓦。

绞车上的单板计算机知道：有五个发电机在线，总容量为 5 兆瓦（最大的可能输出）；绞车目前使用 2.5 兆瓦；并且，例如目前实际上只有 4 兆瓦功率正由这五个发电机产生。因此，该单板计算机计算存在 1 兆瓦节余功率。

如图 5A 中所示，单板计算机已经计算了绞车的功率限制 3.25 兆瓦（使用的 2.5 兆瓦 + 功率优先因子×可用的 1 兆瓦）。“功率优先因子”是用来在不同工具和系统间为功率建立优先权的预先选择的数字——每一个工具和系统具有其自身的功率优先因子，并且其总数可以小于、等于或大于 1。假设 0.75 的功率优先因子，则建立起 3.25 兆瓦的功率限制。在后面进行的操作中，单板计算机发现 3.0 兆瓦的实际使用（见图 5B），然后计算 3.75 兆瓦的针对绞车的功率限制。然后，其中一个发电机跳开或者故障，以致总共只能产生 4 兆瓦（见图 5C）。此时，总的钻机功率消耗是 4.5 兆瓦（见图 5B）（绞车、泥浆泵、钻机设施的功率消耗）。绞车的单板计算机发现 0.5 兆瓦的不足。这个绞车单板计算机立刻试图自己补偿全部 0.5 兆瓦的不足。它知道绞车目前正使用 3.0 兆瓦，但是这个水平即刻被绞车单板计算机（响应于功率不足指示）降低，并且该单板计算机将绞车功率限制重新设置为 2.5 兆瓦。此刻，绞车控制系统只允许绞车使用 2.5 兆瓦功率。

在另一个例子中，钻井钻机具有绞车、顶部驱动系统、带有多个泥浆泵的泥浆泵系统，和三个发电机。绞车具有三个 1150 马力的电动机，顶部驱动器具有一个 1150 马力的电动机，并且泥浆泵具有两个 1150 马力电动机—所有电动机都是电力驱动的。每一个发电机均能够产生一兆瓦（MW）功率，所以，随着全部发电机运行，最大 3 兆瓦的功率可用。

表 1

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	300	700
发电机 2	1000	300	700
发电机 3	1000	300	700
合计	3000	900	2100

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	300	2400	2400
顶部驱动器	1150	858	300	2400	858
泥浆泵	2300	1715	100	2200	1715
合计	6900	5145	700	7000	4973

随着所有三个电动机在线，并且此时每一个产生 300 kW 功率，总的可用容量是 3 MW- (3 x 300 kW) = 2.1 MW。泥浆泵正在运行，并使用 100 kW 功率，因此，泥浆泵的单板计算机把内部功率限制设置为 2.1 MW + 100 kW = 2.2 MW，但是，由于最大的允许马力是 2300 马力，所以其使用 1.7 kW 的限制。顶部驱动器正在使用 300 kW 功率，并且其单板计算机确定了 2.1 MW + 300 kW = 2.4 MW 的最大功率限制，但是，由于顶部驱动器最大的允许功率是 1150 马力或者 858 kW，所以它将其内部功率限制设置为 858 kW。类似地，随着绞车消耗 300 kW 功率，它将其功率限制设置为 2.1 MW + 300 kW = 2.4 MW。由于其最大的允许马力是 3450 马力（2.57 MW），所以它使用 2.4 kW 作为其功率限制。

在和上面类似但是只有一个具有 700 kW 实际功率输出的发电机在线的情况下，功率限制（计算并使用的）如下。

表 2

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	700	300
发电机 2	0	0	0
发电机 3	0	0	0
合计	1000	700	300

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	300	600	600
顶部驱动器	1150	858	300	600	600
泥浆泵	2300	1715	100	400	400
合计	6900	5145	700	1600	1600

在上面描述的两种情况下，所有工具的总的功率限制大于发电机的实际容量。这是一种允许每一个工具假设整个保留容量可被分配给它的“贪婪”的方法。实际上，这是有效的，因为功率输出是动态更新的值（例如每秒更新 50 次），并且当一个工具或实体开始使用更多的功率时，其他工具功率预算被降低，因为总的可用功率被降低了。

在一个工具能够多快地开始消耗功率和其他工具能够多快地降低其总的可用功率计算之间可能存在滞后。因为通常只有顶部驱动器和绞车一般具有功率消耗上的突然增加，并且在实际的钻机应用中，它们通常不同时地消耗大量的功率，因此这种滞后不是问题。当顶部驱动器处于或应该处于空闲时，绞车在快速绞起时是大的功率消耗者，并且，在绞车正在非常缓慢地降下并且实际上再生功率时，顶部驱动器在向前钻井时是大的功率消耗者。如果证实功率数据具有允许每一个工具贪婪地把所有保留功率分配给其自身导致过度功率状况

的充足滞后，则可以针对每一个工具将分配给自身的可用功率的百分比为每一个工具添加功率优先因子。在一个这样的情况下，针对上面描述的第一个例子的功率限制计算将是：

表 3

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	300	700
发电机 2	1000	300	700
发电机 3	1000	300	700
合计	3000	900	2100

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	优先因子	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	300	50	1350	1350
顶部驱动器	1150	858	300	60	1560	858
泥浆泵	2300	1715	100	90	1990	1715
合计	6900	5145	700	200	4900	3923

（“优先因子”是功率优先因子）

在一个方面中，优先功率因子合计 100，并且所有工具所使用的总的功率限制从不超过系统的总容量。在如下面例子中所见到的不必要地限制的情况下，总的可用功率是 3 MW，但是分配的容量只有 2.7 MW，因此，根据本发明，功率优先因子的总数可以如期望的那样超过 100％。

表 4

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	300	700
发电机 2	1000	300	700
发电机 3	1000	300	700
合计	3000	900	2100

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	优先因子	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	300	25	825	825
顶部驱动器	1150	858	300	30	930	858
泥浆泵	2300	1715	100	45	1045	1045
合计	6900	5145	700	100	2800	2728

在某些方面中，每一个工具能够最终使用最高达其工具限制的系统所有可用功率，但是功率分配将是渐近的而非立刻的。前两个例子（见表 1、表 2）等同于每一个工具具有 100％的功率优先因子。

在上面例子的延伸中，在一种情况下，发电机离线。恰好在此之前，系统正以下面的功率状况运行：

表 5

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	550	450
发电机 2	1000	550	450
发电机 3	0	0	0
合计	2000	1100	900

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	优先因子	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	400	25	625	625
顶部驱动器	1150	858	300	30	570	570
泥浆泵	2300	1715	100	45	505	505
合计	6900	5145	800	100	1700	1700

工具正消耗 800 kW，钻机的剩余部分使用 1.1 MW 总消耗中的 300 kW。然后，发电机 2 离线。

表 6

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	550	450
发电机 2	0	550	－550
发电机 3	0	0	0
合计	1000	1100	－100

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	优先因子	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	400	25	375	375
顶部驱动器	1150	858	300	30	270	270
泥浆泵	2300	1715	100	45	55	55
合计	6900	5145	800	100	700	700

突然，总的可用容量为负。这个负的可用容量导致每一个工具几乎即刻地计算并使用低于其当前消耗的功率限制，把总的系统功率要

求恰好降低为满足可用功率所需（其他地方使用 300 kW + 用于工具的 700 kW = 1 MW）。

一旦来自离线发电机的数据更新，则计算如下：

表 7

	总容量	当前输出	可用容量
发电机 1	1000	1000	0
发电机 2	0	0	0
发电机 3	0	0	0
合计	1000	1000	0

（容量以千瓦为单位）

	工具限制（HP）	工具限制（kW）	当前输出	优先因子	系统功率限制计算	使用的功率限制
绞车	3450	2573	375	25	375	375
顶部驱动器	1150	858	270	30	270	270
泥浆泵	2300	1715	55	45	55	55
合计	6900	5145	700	100	700	700

如果功率优先因子合计超过 100％，则系统将对实际发电机跳开过度响应，但是然后逐渐增加功率限制，直到完全的功率消耗被使用为止。

在某些方面中，添加数字滤波器以便以斜坡方式增加每个工具使用的功率限制，并使特定工具的功率限制不变成零，该工具的单板计算机包括预先编程的最小功率限制。

如果“贪婪的”方法失败了，在根据本发明的另一种方法中，每一个工具计算每一个其他工具（和自己）的实际功率使用，并相应地分配剩余功率预算。这完美地提供了对功率状况中的任何变化的响应，

但是，每一个工具必须正在读取来自网络上的每一个工具系统和装置的信息，例如速度/扭矩反馈。一旦每一个工具已经建立其功率限制，则其安全地把其电动机的内部速度和扭矩限制设置为在该功率限制内工作并仍旧安全。对于具有电动机的工具，每一个工具基于其静态逻辑和操作者请求来计算速度和扭矩限制。工具的单板计算机的软件处理当驱动器移动得并不像所请求的那样快的情况下的功率限制的结果。可以通过当前速度和扭矩输出计算给定电动机的电功率消耗。

$$P = \omega\tau / \varepsilon$$

其中，P 是功率，ε是电动机的效率因子（例如通常为 85％），ω是角速度，并且τ是扭矩输出。

通过控制电动机速度可以限制电动机的功率使用，但是功率输出的突然降低将是不可能的，因为不可能即刻降低旋转系统的速度。但是，可以几乎即刻地降低电动机的扭矩输出。因此，对于给定的功率限制 PL 和来自电动机的实际角速度，可以计算扭矩限制以保持在功率限制内：

$$\tau_L = \varepsilon P_L / \omega$$

其中，τ_L是功率扭矩限制，其他值和上面一样。如果电动机不是正在旋转（$\omega = 0$），则因功率限制所致的扭矩输出将为无穷大。

在某些方面中，为了在分配给特定工具的功率预算内连续地运行，将使用扭矩限制或工具提供的扭矩限制中的较小者。在某些方面中，施加这样的扭矩限制是安全的，因为它从不导致负荷损失。例如，在绞车正绞起要求 10,000Ft Lbs（13,560 Nm）电动机扭矩的负荷来静态地保持负荷，但是正以 85％的电动机效率额定值以 500 RPM（52.4 rad/sec）的恒定角速度绞起的情况下，电动机消耗(13560 x 52.4) / 0.85 = 835 kW 功率（1,119 马力）。在这个例子中，此时绞车的功率限制突然降低到 500 kW。这将扭矩限制到 5,986 Ft Lbs，这小于 10,000 Ft Lb 的负荷，但是负荷并不下降。由于负荷正以 500 RPM 向上移动，它放慢速度，直到速度接近 299RPM，此刻，功率限制的扭矩是 10,000 Ft Lbs，并且负荷继续以该恒定速度绞起。

在某些方面中，每一个工具控制器个别地监视每一个发电机的总电流和功率。从传统比例/积分/微分控制的意义上说，它不是模拟控制。在这种控制中，不存在 PID 环路。

迭代的扭矩限制值被计算，并被施加以降低速度从而减小功率。每一个控制器周期（例如每秒 50 个控制器周期）计算并施加新的扭矩限制值。

控制器拍取工具实际速度的快照，并且消耗者功率正被降低。在接近可用功率/消耗功率平衡渐近线时，这个“锁定向下棘轮速度基准”以准双曲线的方式非常快地出现。当满足功率等式时，锁定棘轮速度基准被施加于驱动器。

作为选择，图 3 和图 4 中的系统可以具有功率回收电动机系统 PRMS（它可以是根据本发明的具有用于回收钻机机器和装置产生的功率的电动机，并且在某些方面中，随后重新使用这个功率的任何系统）。

功率回收电动机系统 PRMS 可以连接到合适的控制系统（例如控制系统 CS A（图 4）和/或连接到主控制系统（图 4），并且连接到每一个工具机器和装置上的控制系统和/或单板计算机（例如，图 4 的控制系统 CS A 和/或图 4 的各个单板计算机）。通过线路 L，主控制系统可以和任何元件等通信，和/或任何其他系统和/或计算机通信。而且，例如 PRMS 系统可以通过例如线路 N 连接和通信。功率回收系统可以向钻机上或钻机下的任何元件、机器、设备、工具和/或装置提供功率。

在某些方面中，本发明的实施例使用电动机作为飞轮装置。在一个方面中，“反结构”AC 永磁体电动机转子起到飞轮的作用（或者使用多个电动机）。在一个方面中，这样的电动机是如图 9 中所示的电动机 900，具有例如钢或铝的空心柱状结构的转子/飞轮 903，例如稀土磁体的永磁体 904 附着于内表面。定子 905 在转子内同心设置，固定于固定中空轴 902，以使转子在滚动轴承 901 上绕着定子/轴组件旋转。3 相电缆 907 和可选的冷却通道 908 通过固定轴取出。速度反馈

被从外部通过绝对位置编码器 906 提供给可变频率驱动器（“VFD”）。VFD 把功率往回提供给电动机 900，并且能够和电源“PS”（公用电站、电池和/或发电机）交换功率。举例而非限制，可以使用 2007 年 4 月 23 日递交的美国专利申请号 No. 11/789,040 和 2007 年 2 月 22 日递交的美国专利申请号 No. 11/709,940（和本发明共同拥有，并因各种用途完全包含于此）中公开的电动机。在某些方面中，所述电动机可以是具有以下部分的电动机：电动机传动轴；用于向电动机提供电功率的多个功率电缆；通过所述传动轴的所述多个功率电缆中的每一个的一部分；和，通过所述传动轴、和功率电缆相邻并与其间隔开的多个通道，所述通道用于通过用于和功率电缆交换热量以冷却功率电缆的热交换液。在某些方面中，电动机可以是永磁体电动机，其中，转子由包括以下步骤的方法制成：准备转子体，用于在其上安放磁体；转子体具有和第二端间隔开的第一端；转子体具有带有内表面和外表面的大致柱状的形状；转子体由磁性材料制成；把多个磁体施加到转子体的内表面；磁体被磁力保持到转子体；在多个磁体上安放旁路结构以便抑制磁体间作用。

电动机转子和飞轮机构的合并实现小区域内的最大能量密度，消除了耦合和分离飞轮组件的需要。在一个方面中，模块化飞轮/电动机额定为 225 kW 连续，间歇额定值最高达 337 kW 持续 30 秒。一个设计的典型角速度是 7200 rpm。

在 AC 或 DC 钻井钻机中，存储在飞轮（或多个飞轮）中的动能被用来升高滑车或者辅助升高滑车。在某些情况下，设计飞轮和充电机构的大小以使其峰值输出等于或大于滑车的势能。在某些方面中，使用多个飞轮以便使飞轮的充电和放电周期和滑车的运动和 kW 需求协调，而且也确保机械和电学设计在便携式系统的实际限制以内。

图 6 示出了根据本发明的系统 600，它具有多个钻机功率发电机 GS，每一个发电机 GS 均具有其自身的用于提供运行发电机 GS 的功率的引擎 E。来自发电机 GS 的功率运行多个绞车 D。作为选择，单独的公用电站实体 U 可以提供运行发电机 GS 的功率，和/或，作为选

择，这些功率可以由电池组 B 提供。一个、两个、三个或更多的飞轮装置 F（示出了两个）存储当负荷被绞车 D 降低时产生的功率，并当需要时提供运行绞车 D 的功率。每一个飞轮装置具有驱动部件 C 和 V，例如全再生转换器和可变频率逆变器，它们形成了完整的 VFD“可变频率驱动器”。作为选择，一个或多个电阻器组 R（示出了两个）可被用于电压控制，每一个均具有对应的 DC/DC 转换器或“斩波器”T。可编程逻辑控制器 PLC（或其他合适的控制系统）控制系统 600。

在一个模式中，制动周期期间飞轮 F 的充电和放电由可编程逻辑控制器 PLC 管理，以使从发电机 GS 抽取的平均功率贯穿绞车 D 的整个操作阶段相对恒定。均衡引擎 E 的引擎负荷是 PLC 的工作。在一个方面中，最小可接受基础负荷是 70%容量，以确保最小效率标准和充分升高的燃烧温度（例如 600 F）以允许引擎排放控制 S 正确地工作。DC 总线 MD 在绞车电动机逆变器和飞轮电动机逆变器之间提供直接的功率交换。

对于具有图 2 中的系统 600 的钻井钻机，可以使用由全再生转换器、可变频率逆变器 V 和高速永磁体 AC 电动机 F（例如图 9 中的但不限于此）组成的部件 C 和 V 对飞轮 F 充电。可以使用有源 IGBT 整流器作为全再生转换器部件 C 来提供有功功率和无功功率，以匹配绞车电动机的需求。在每一个制动周期期间，飞轮 F 通过 VFD 部件 C 和 V 从 AC 主总线 MA 获取功率，并把飞轮 F 加速到其能量超过滑车势能的速度。为了克服机电系统中的损耗，并维持能够支持足够的 DC 总线电压的飞轮速度，存储大于绞车负荷的势能的能量是优选的。

为实现此目的，PLC 监视引擎输出功率和来自所有连接的源的可用功率。所述 PLC 把这些值和滑车速度及高度进行比较，然后计算负荷的势能。从这个信息，PLC 管理飞轮 F 和电池组 B（如果使用的话）的充电。此外，引擎 E 的废气温度被 PLC 监视，并且被作为飞轮 F 和电池组 B 的功率管理中的因素。根据引擎废气温度、引擎负荷和来自所有连接的源的可用功率，飞轮 F 的功率吸收和功率输出被平衡。

当在如系统600的系统中，绞车牵引驱动器和电动机对功率系统施加了较大的无功伏安（“VAR”）需求时，PLC参与VAR的调节。在这个系统中，在低速、高扭矩情况期间，绞车电动机的磁化VAR由再生驱动部件C供应。PLC调节VAR被注入主AC总线M的速率。这防止钻机发电机GS过早到达VAR限制，同时也降低了滑车加载期间来自引擎E的扭矩需求。

由于改善的引擎节流门响应是这个系统的预期结果其中之一，由传感器O针对预先确定的变化监视总线频率和电压。由PLC通过根据总线频率或电压偏离预先确定值的程度通过注入有功和/或无功功率来施加校正动作。PLC使用总线频率反馈以及向上的滑车速度来确定功率被从飞轮F注入到主总线M上的速率。硅可控整流器驱动器SCR控制绞车DC牵引电动机的输出功率和速度。

图7示出了根据本发明的系统700，某些零件和部件与系统600的相同（相同的零件和部件在图6和图7中具有相同的标识符）。在把交流驱动电动机用于其绞车K的图7的系统中不需要图6的系统中的驱动部件C。在系统700中，功率被跨DC总线在飞轮逆变器N和绞车逆变器W之间交换。VAR被从绞车逆变器W直接供应到绞车的AC电动机，所以不需要AC总线702上的VAR注入。具有DC绞车的系统管理在主AC总线的kW和kVAR注入（图6）。和DC绞车的情况一样，飞轮F的控制基于功率需求、可用功率和引擎E的废气温度。和DC绞车的情况相同，克服机械损耗和驱动效率低下的能量被从包括但不限于发电机GS、公用电站U或电池组B的外部源供应。

在一个特定的例子中，具有三个1000 kW（最大功率输出额定值）引擎E的钻机将以2500 kW的基础负荷运行。因此，每一个引擎E运行于83％的容量。绞车K的操作间歇地（例如30秒）要求额外的1000 kW。当操作绞车K时，总的功率需求是3500 kW。没有例如飞轮F的能量存储机构，则要求额外的引擎E来预备运行，以便为峰值负荷供应功率。但是随着四个引擎在线，其输出可以从62.5％容量变化到87.5%容量，所以该范围上平均的引擎需求是75%，尽管这可能

并非准确的时间上的平均。燃料效率很差，并且负荷不足以可靠地操作引擎上安装的排放控制。相反，随着利用三个引擎和飞轮 F，在绞车 K 不执行工作的期间，500 kW 可用。因此，在制动和剩余周期期间，3000 kW 的恒定充电功率被从源（三个在线的发电机）抽取，并被存储在飞轮 F 中。当绞车不工作时，节余的 500 kW 被飞轮 F 存储。当绞车 K 绞起滑车时，现在可用的功率是 3500 kW——3000 kW 由引擎 E 提供，并且剩余的 500 kW 由飞轮 F 供应。在这个例子中，每一个引擎的负荷在 83.3%和 100％之间变化 16.7%。以这种方式管理引擎功率满足这些目的——引擎有效率的工作范围、足够的废气温度（例如在某些方面中天然气引擎大约是 750°F，并且对于选择催化系统是 600°F），和相对较小的引擎需求变化，该相对较小的引擎需求变化将不影响操作或者非常小地影响操作。通过把引擎负荷维持在足够的水平（例如在某些方面中，在最大值的 70%以上，例如通过用飞轮均衡负荷），废气温度被维持。在没有飞轮并且具有四个 1000 kW 引擎的情况下，引擎负荷从 62.5%改变到 87.5%，这在每一个绞车“分离周期”期间，违反 70％最小负荷要求几分钟。结合三个 1000 kW 引擎使用飞轮，引擎在最小需求期间由飞轮施加负荷，然后在最大需求期间贡献功率，所以引擎上的平均负荷总在 70％以上。在某些方面中，使用引擎废气温度作为基本反馈是在飞轮的这种利用中如何管理功率。在根据本发明的采用飞轮的其他功率系统中，目标是稳定功率系统并回收能量。在某些方面中，排放水平被维持在 EPA 或者其他规范机构或主体设置的规范内。

在本发明的某些方面中，使用飞轮和电池组允许油井服务钻机（也叫做“维修钻机”）中的新颖操作模式。只采用绞车作为基本的电功率消耗者的油井服务钻机可以利用根据本发明的系统，例如图 6 和图 7 中所示。这些系统可以完全依靠电池功率、公用电站功率或其组合工作。依赖于来自本地公用电站 U 的可用功率，PLC 利用所有的可用公用电站功率并从电池组取得平衡。在混和工作模式中，飞轮控制集中于来自绞车的能量守恒。这意味着无论何时只要可能，就把过

量能量存储在电池组中。钻机发电机（通常每个钻机一个）只被用来对耗尽的电池充电，或者当负荷使得其他方式无法操作时使用。

在不存在可用公用电站功率的区域，PLC 按要求使发电机在线和离线，以便对电池组充电和/或操作滑车。在这种模式中，电池组是绞车逆变器的电功率的主要提供者。引擎循环将依赖于电池组的充电水平和电池组的放电速率。当从一个位置移动到下一个时，电池组充电可以从钻机引擎或者从连接到本地公用电站的充电站进行。图 8 示出了供以这种方式用于逆变器 IR、电池组 BK 和飞轮 FW（可以是这里公开的任何逆变器、任何电池组，和任何飞轮装置）的系统 800。

因此，本发明至少在某些实施例中提供了用于控制井筒钻机的钻机引擎功率负荷的系统，所述系统包括：用于控制钻机引擎的控制器；用于感测钻机引擎的废气温度的传感器，传感器和控制器通信以用于向控制器提供指示废气温度的信号；所述控制器基于所述废气温度维持所述钻机引擎上的功率负荷。这样的情景可以具有一个或一些以下的任何可能的组合：其中，钻机引擎具有额定容量（例如，千瓦），并且其中，控制器给钻机引擎提供充足的功率负荷以维持钻机引擎以所述引擎额定容量的至少百分之七十运行；其中，所述钻机引擎是天然气推动的引擎；用于存储为推动钻机引擎所产生的功率的飞轮装置，并且控制器控制飞轮装置；其中，飞轮装置是反结构 AC 电动机；其中，功率被施加于飞轮装置；所述系统包括绞车装置，所述功率由绞车装置制动产生；其中，绞车装置用来移动钻机的游动滑车，并且飞轮装置的峰值输出至少等于游动滑车的势能；其中，绞车装置由反结构 AC 永磁体电动机推动；其中，所述峰值输出大于所述势能；钻机发电机装置用于产生操作绞车系统的功率；控制器用于控制钻机发电机装置；其中，控制器控制飞轮装置的功率充入和功率放出，以使来自钻机发电机装置的平均功率在绞车系统的工作期间相对恒定；用于向钻机引擎提供功率的电源；其中，所述电源是公用电站、电池、钻机发电机和飞轮装置中的任何一个，并且控制器监视来自任何公用电站电源、钻机发电机电源、电池电源和飞轮装置电源的可用功率；

其中，控制器把可用功率的值和游动滑车速度和高度进行比较，并且基于这些值，计算滑车的势能，并控制任何飞轮装置和电池的功率充入；其中，存在飞轮装置，并且控制器基于钻机引擎废气温度、所有可用功率和钻机引擎的期望功率负荷，调节飞轮装置输出的功率和输入飞轮装置的功率；钻机发电机装置，控制器用于防止钻机发电机装置超过 VAR 限制；主功率总线用于共享可用功率，控制器用于确定来自飞轮装置的功率被供应到主功率总线以辅助引擎节流门响应的速率；其中，钻机引擎为油井服务钻机提供功率，所述系统还包括公用电站电源、钻机发电机电源、电池电源、用于存储钻机绞车系统的工作产生的功率的飞轮装置、用于控制供应给钻机引擎的功率的控制器；其中，控制器使钻机发电机在线和离线，以便对电池电源充电和/或操作绞车；其中，控制器控制电源以使绞车只依靠仅来自电池电源的功率操作；和/或其中，控制器是可编程逻辑控制器；和/或钻机装置、用于向钻机引擎和钻机装置供应功率的多个钻机发电机，钻机引擎和每一个钻机装置均具有各自的单板计算机控制，控制器用于监视所述多个钻机发电机以确定钻机发电机是否已故障，并且每一个单板计算机控制把因钻机发电机故障所致的可用功率的减少纳入考虑，并且每一个单板计算机控制减少其对应的钻机装置或钻机引擎的功率限制。

因此，本发明至少在某些实施例中提供了用于控制井筒钻机的钻机引擎的功率的方法，所述方法包括：基于引擎的废气温度，利用功率控制系统的控制器维持钻机引擎的功率负荷；所述功率控制系统包括：用于控制钻机引擎的控制器，用于感测钻机引擎的废气温度的传感器，所述传感器和控制器通信以用于向控制器提供指示废气温度的信号，并且控制器基于所述废气温度维持所述钻机引擎上的功率负荷。

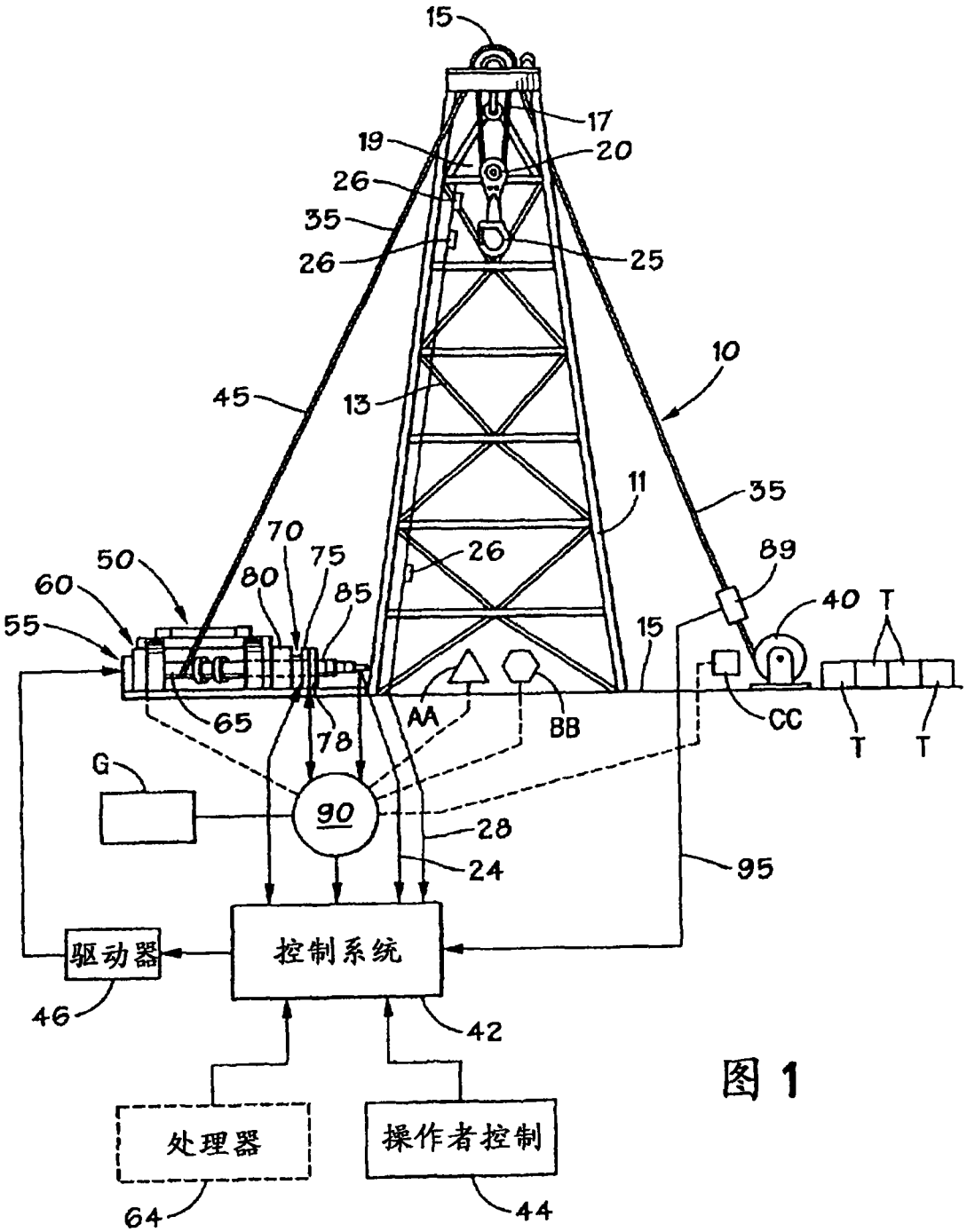

15
17
19
20
26
35
26
25
10
45
13
11
35
70
75
26
89
50
60
80
85
40
T
55
15
CC
65
78
AA
BB
CC
T
T
G
90
28
24
95
驱动器
控制系统
46
42
处理器
操作者控制
64
44

图 1

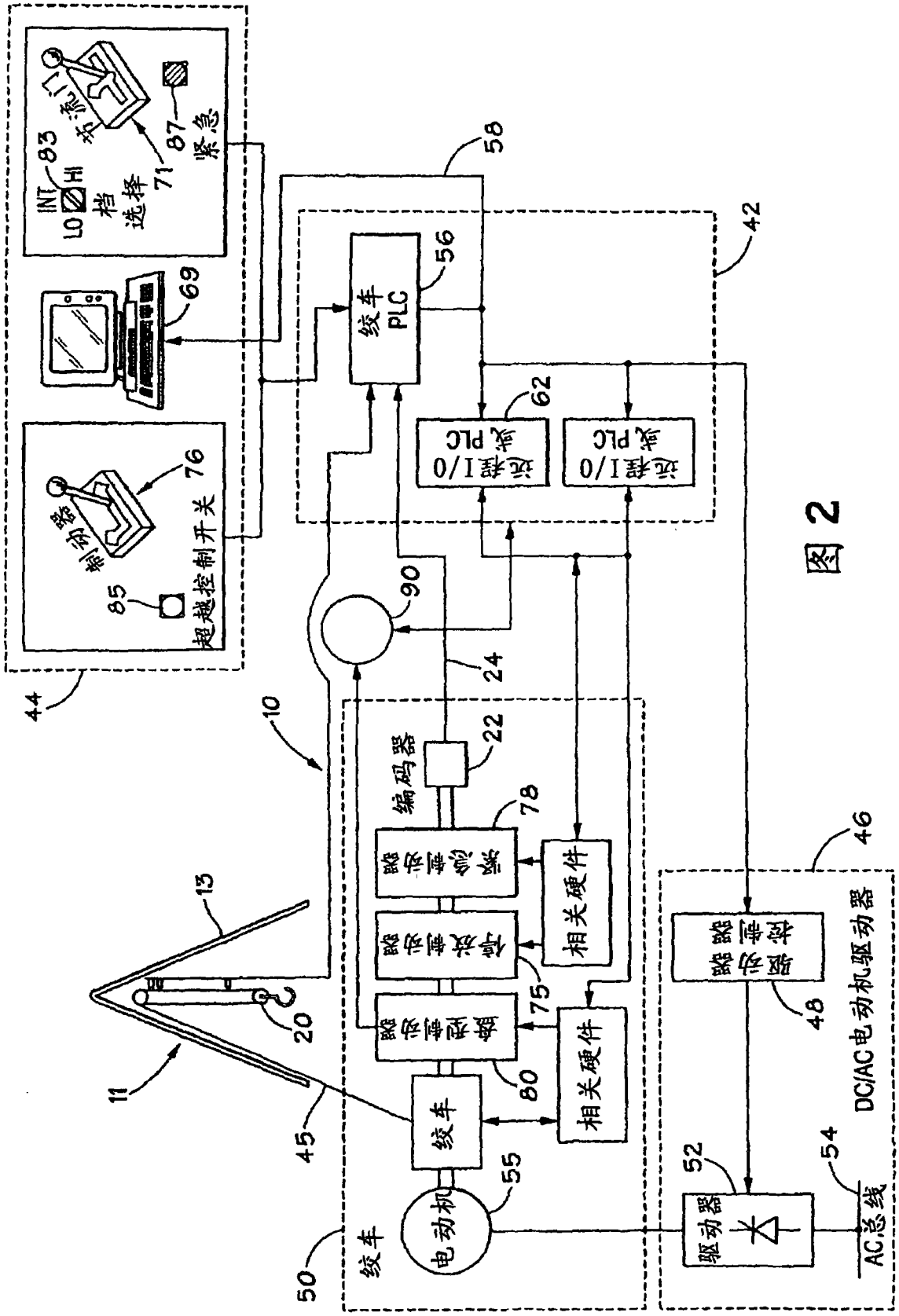

INT
LO
HI
档
选择
83
71
87
紧急
69
76
制动器
超越控制开关
85
44
58
42
绞车
PLC
56
62
冗余
PLC
冗余I/O
90
24
10
编码器
22
78
跳闸控制
跳闸监测
跳闸驱动
相关硬件
相关硬件
75
80
13
20
11
45
绞车
电动机
55
50
46
跳闸驱动
48
DC/AC电动机驱动器
52
54
驱动器
AC总线

图 2

图 3A

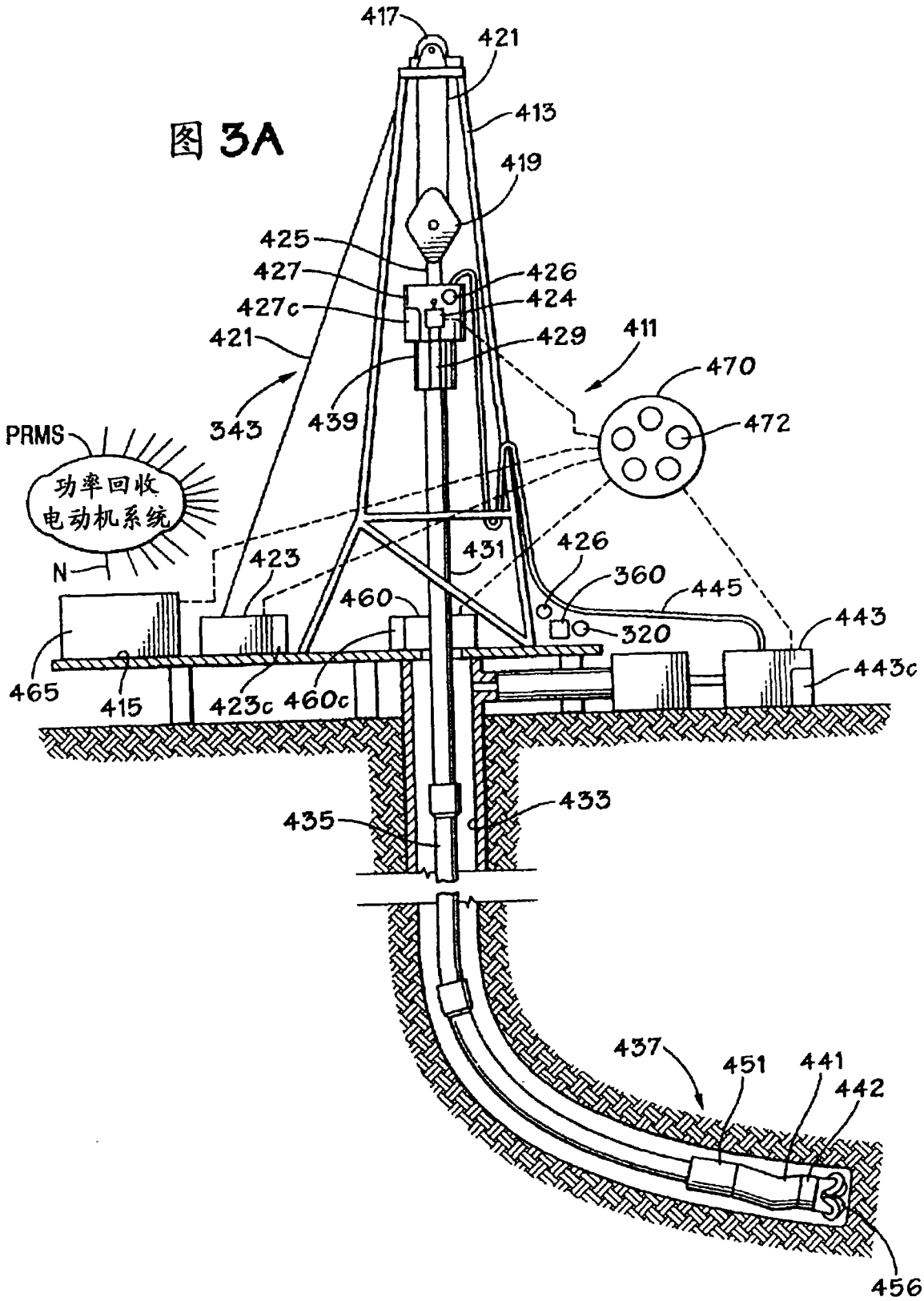

417
421
413
419
425
427
427c
421
343
439
426
424
429
411
470
472
PRMS
功率回收
电动机系统
N
423
431
426
360
445
443
460
320
443c
465
415
423c
460c
435
433
437
451
441
442
456

图 3B

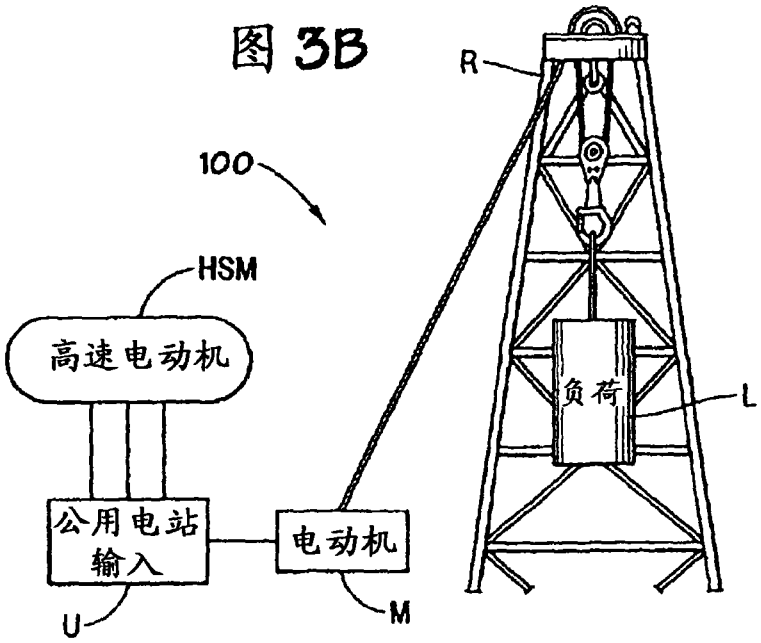
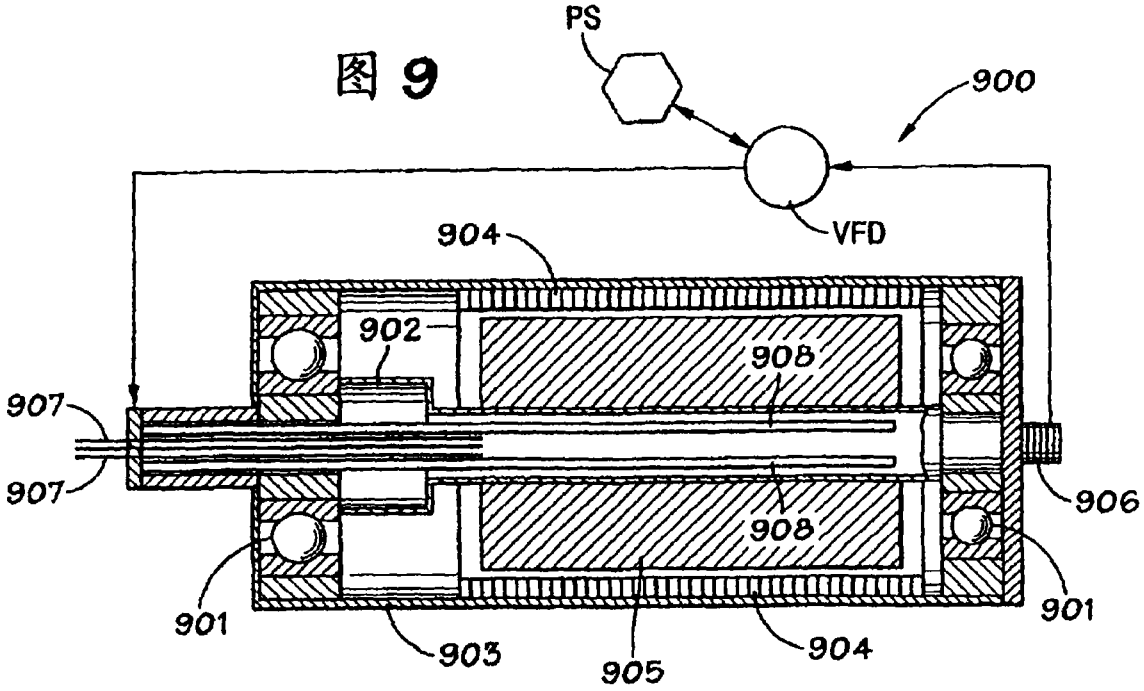
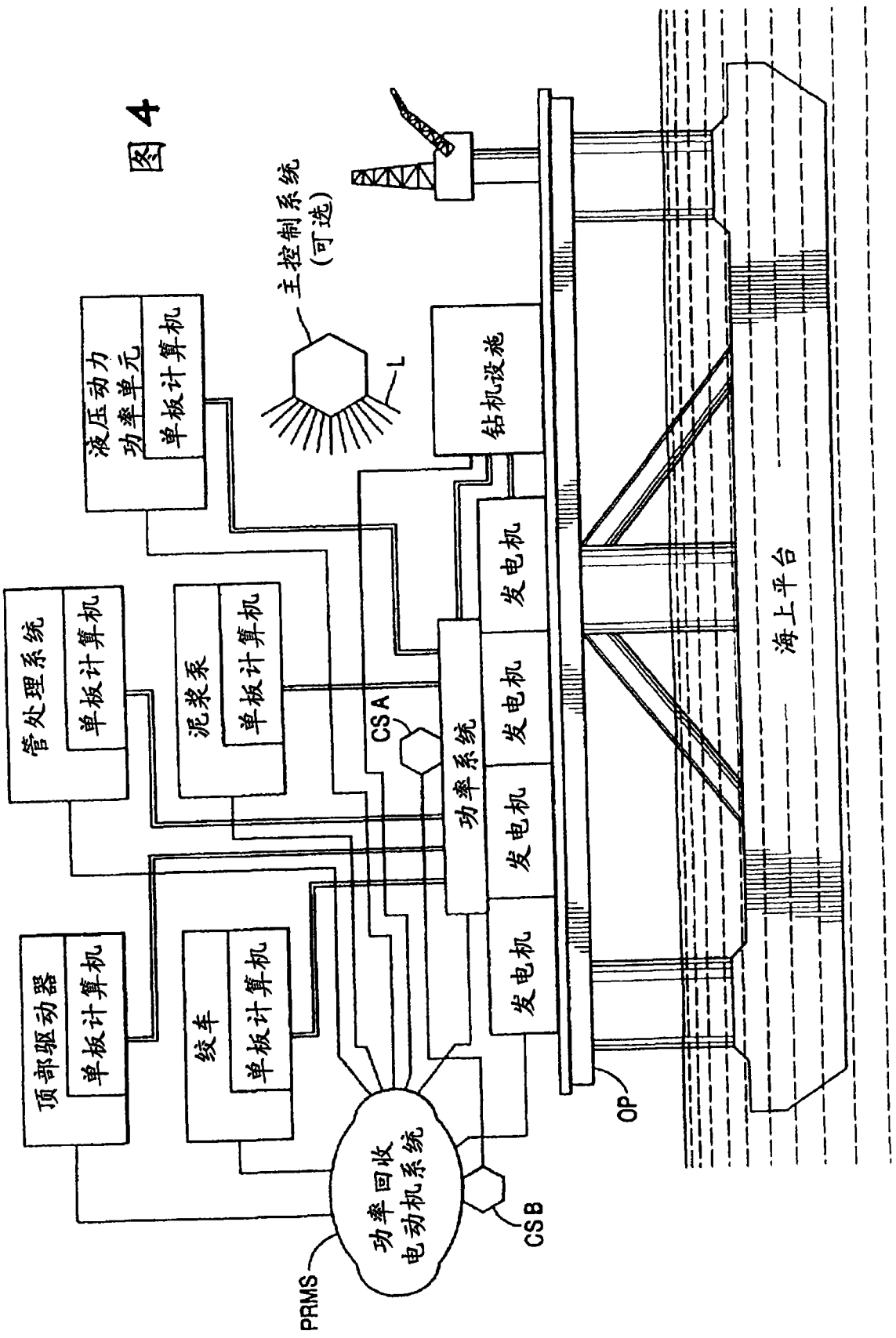

R
100
HSM
高速电动机
负荷
L
公用电站
输入
电动机
U
M

图 9


PS
900
VFD
904
902
908
907
907
906
908
901
901
903
905
904


图 4
主控制系统
(可选)
L
液压动力
功率单元
单板计算机
钻机设施
管处理系统
单板计算机
泥浆泵
单板计算机
CSA
功率系统
发电机
发电机
发电机
发电机
顶部驱动器
单板计算机
绞车
单板计算机
功率回收
电动机系统
PRMS
CSB
OP
海上平台

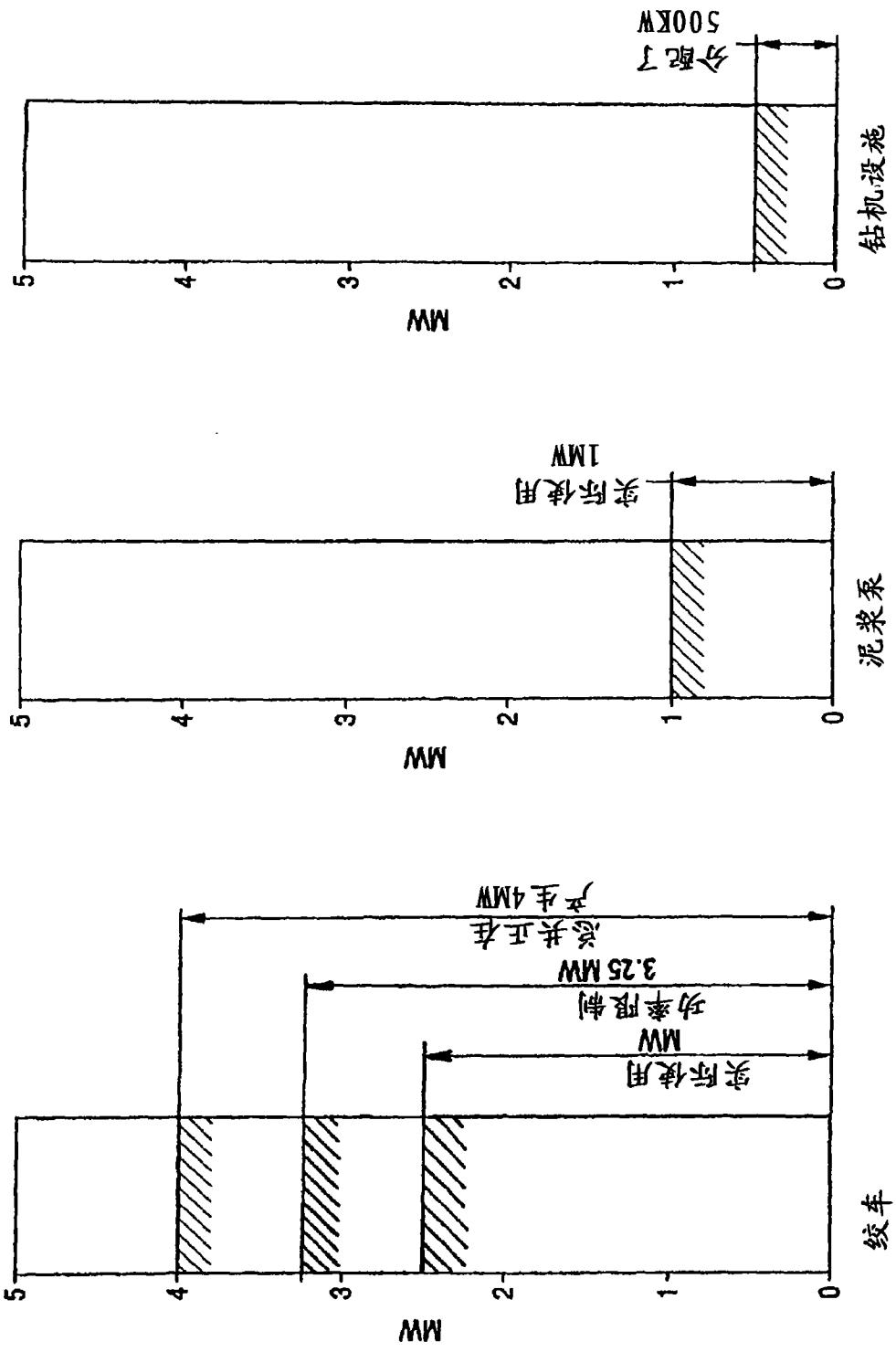

绞车
实际使用
MW
功率限制
3.25 MW
总共正在
产生4MW
MW
0
1
2
3
4
5
泥浆泵
实际使用
1MW
MW
0
1
2
3
4
5
钻机设施
分配了
500KW
MW
0
1
2
3
4
5

图 5A

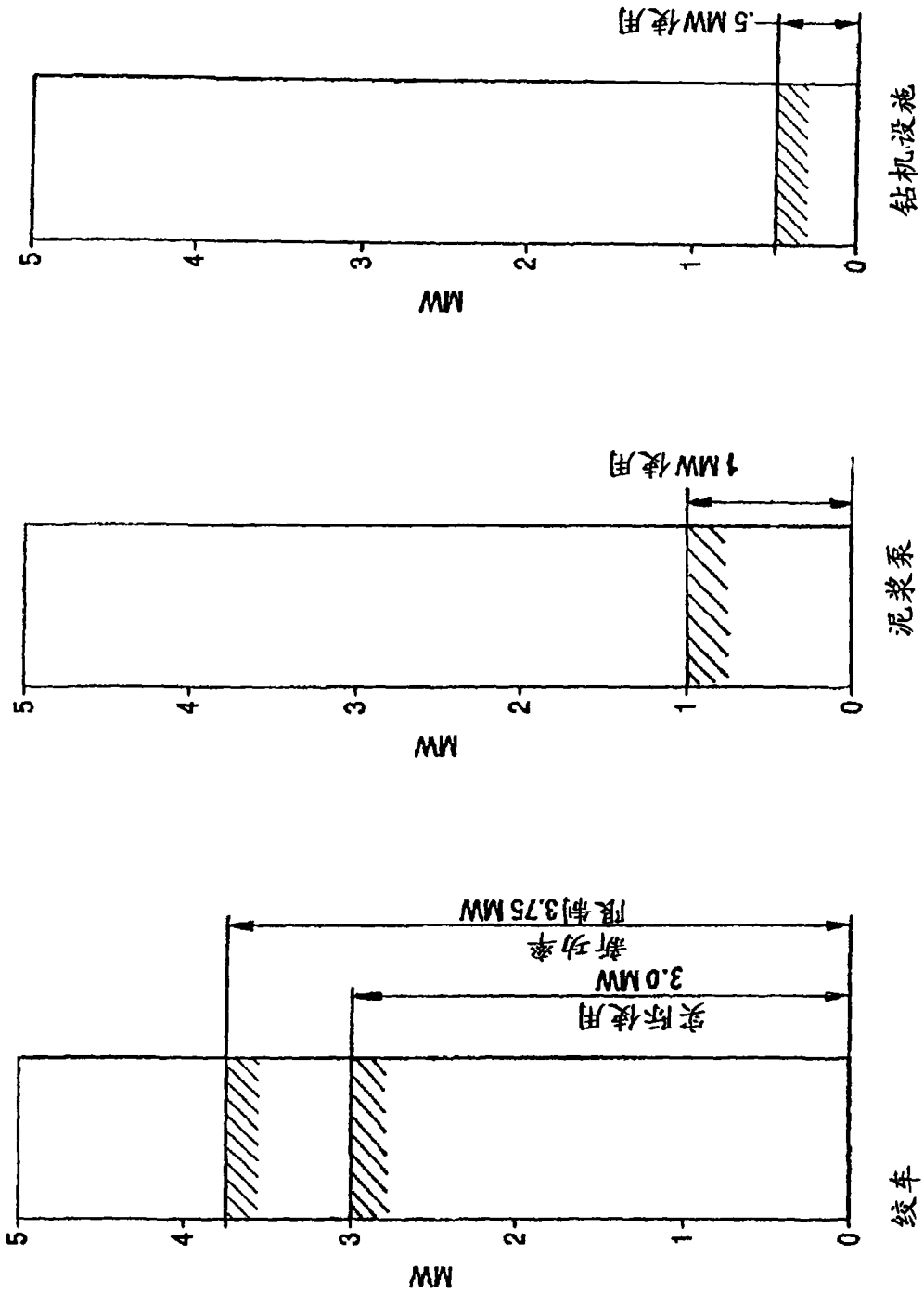


图5B

总的可用
功率4MW
MW
0
1
2
3
4
5
绞车
3MW实际
功率使用
2.5MW
功率限制
只有4MW
总的可能功率
泥浆泵
1MW实际使用
钻机设施
0.5MW使用

图5C

图 6

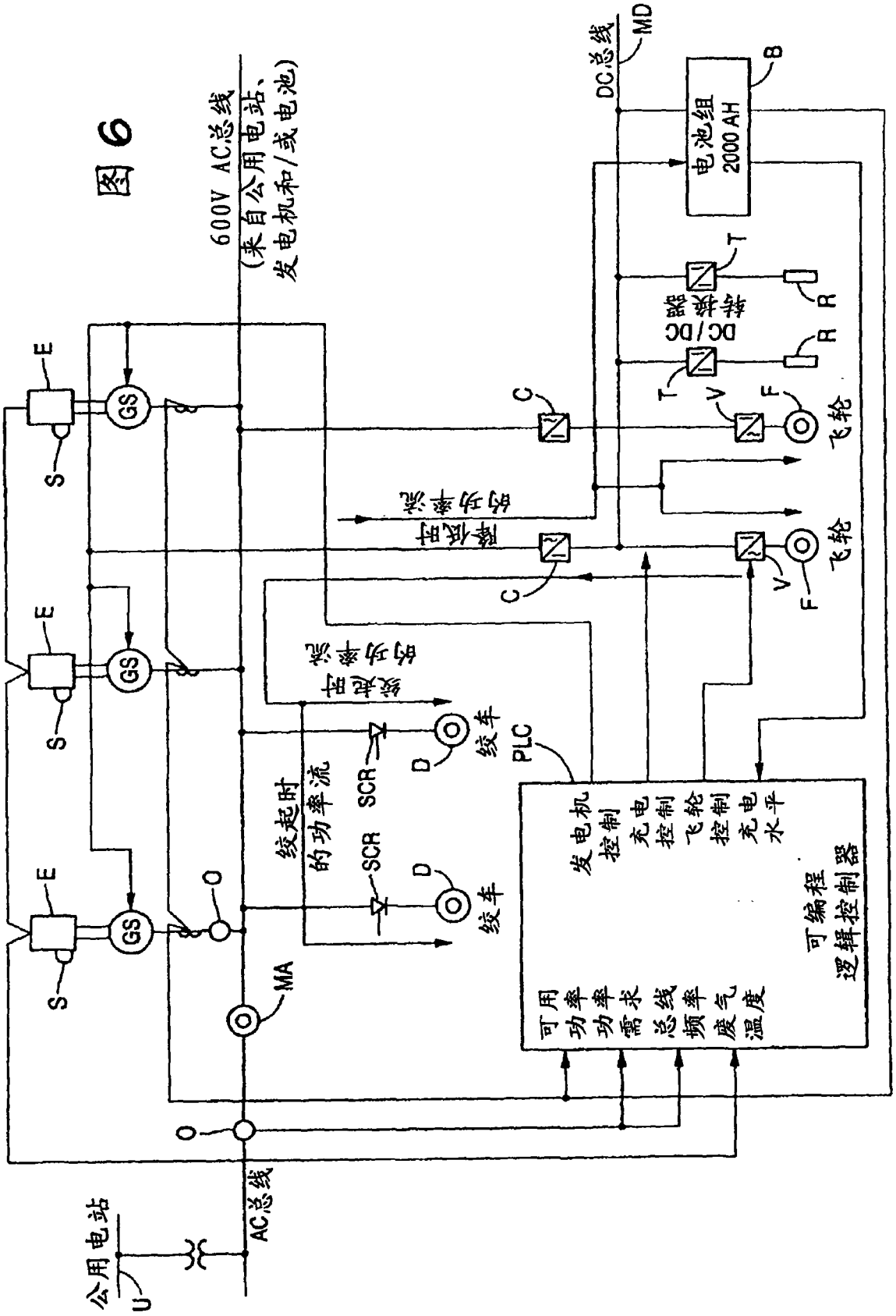
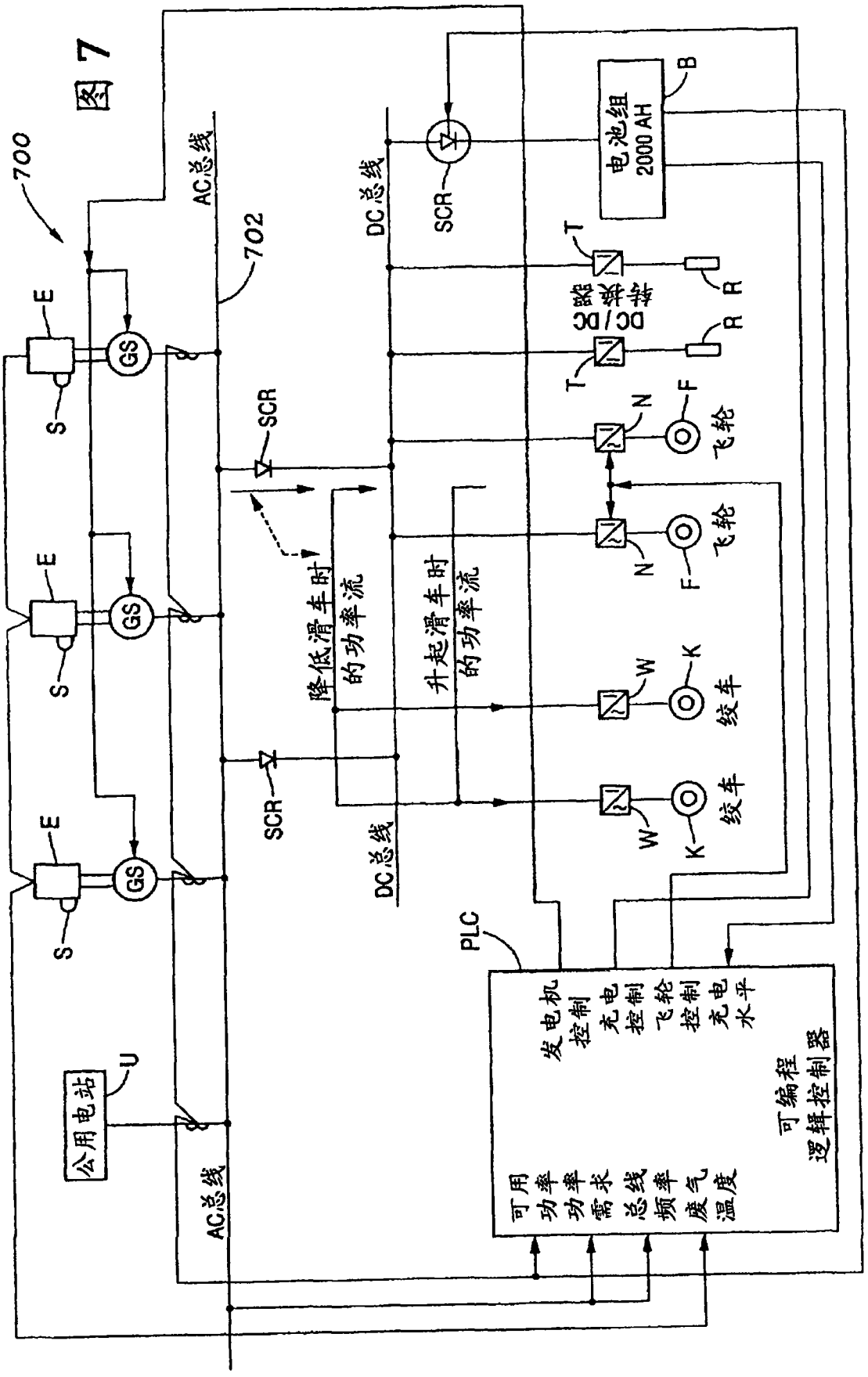

600V AC总线
(来自公用电站、
发电机和/或电池)
DC总线
MD
电池组
2000 AH
B
DC/DC
转换器
T
R
C
V
F
飞轮
绞车
SCR
D
PLC
发电机控制
充电控制
飞轮控制
充电水平
可编程
逻辑控制器
可用功率
功率需求
总线频率
废气温度
绞起时的功率流
MA
GS
E
S
O
AC总线
公用电站
U

图 7


700
AC总线
702
DC总线
SCR
电池组
2000 AH
B
E
S
GS
T
R
DC/DC
N
F
飞轮
W
K
绞车
降低滑车时
的功率流
升起滑车时
的功率流
PLC
公用电站
U
发电机控制
充电控制
飞轮控制
充电水平
可编程
逻辑控制器
可用功率
功率需求
总线频率
废气温度

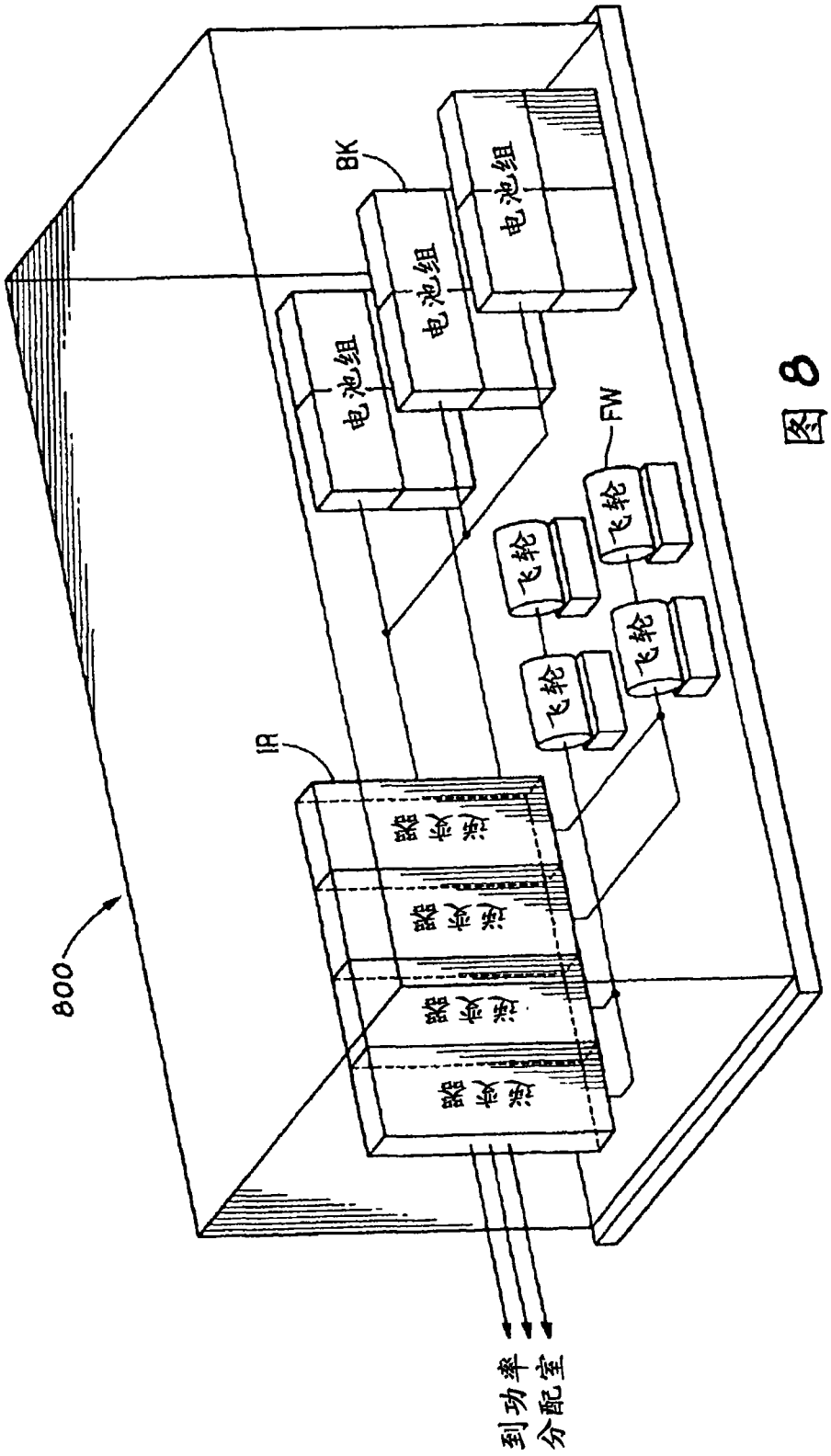


图 8