



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108923725 B

(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201810770191.8

H02S 10/20(2014.01)

(22)申请日 2018.07.13

H02J 9/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108923725 A

(43)申请公布日 2018.11.30

(73)专利权人 济南大学

地址 250022 山东省济南市南辛庄西路336号

(56)对比文件

CN 1972063 A, 2007.05.30

CN 205160151 U, 2016.04.13

CN 202040279 U, 2011.11.16

审查员 范征

(72)发明人 史洁 田惟玮

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 董雪

(51)Int.Cl.

H02S 10/12(2014.01)

H02J 7/35(2006.01)

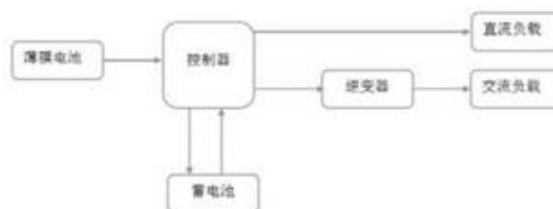
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统

(57)摘要

一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,包括薄膜太阳能电池、塔筒内的蓄电池组柜、塔筒式风力发电机、蓄电池、控制器、逆变器,所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒迎光面,所述控制器位于塔筒底部与所述薄膜太阳能电池、蓄电池和逆变器分别通过电缆相连,所述控制器直接将薄膜太阳能电池所发电能分为三部分,一部分电能经控制器整流后输送至直流负载;一部分电能输送至所述蓄电池存储,用于夜晚供电,一部分电能通过所述逆变器将直流电转为交流电后经电缆输送至交流负载。既能有效合理利用塔架空间,又可利用薄膜型太阳能电池较高的光传输性能及发电性能,实现风力发电机组低耗能、高效率、自动化的安全运行,节省了购电成本。



1. 一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,包括薄膜太阳能电池、塔筒内的蓄电池组柜、蓄电池、控制器、逆变器,所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒迎光面,所述蓄电池位于塔筒内的蓄电池组柜内,所述控制器位于塔筒底部与所述薄膜太阳能电池、蓄电池和逆变器分别通过电缆相连,所述控制器直接将薄膜太阳能电池所发电能分为三部分,一部分电能经控制器整流后输送至直流负载;一部分电能输送至所述蓄电池存储,用于夜晚供电,一部分电能通过所述逆变器将直流电转为交流电后经电缆输送至交流负载;

所述薄膜太阳能电池的长度为塔筒半表面周长,纬度相同的电池倾角保持一致;

所述交流负载包括加热器、风冷却器、风电机组用电设备,风电机组用电设备包括风电机组液压系统的辅助泵、齿轮箱加热冷却装置,齿轮箱润滑油温高时,启动辅助泵中的风冷却器给润滑油降温,润滑油温度低时,加热器开始工作,使润滑油油温升高,风冷却器、加热器所需电能由薄膜型太阳能电池提供;

所述薄膜太阳能电池的最小面积,根据当地的年辐射总量、薄膜太阳能电池转换效率、修正系数与所述负载的年用电总量计算得出;所述当地的年辐射总量,根据直射量和散射量计算得出;

$$\text{所需太阳能电池的面积} Z = \frac{P}{[Q_i \rho m \frac{\overline{P_{\text{年}}}}{\overline{P_{\text{海}}}} (a + b S_1 + c n) + K Q_k (a_1 + b_1 + c_1)] \eta k};$$

其中,P为齿轮箱加热冷却装置的功率, η 为波模型太阳能转换效率,k为修正系数, Q_i 为当地理想大气总辐射量, ρ 为薄云指数, $\overline{P_{\text{年}}}$ 为年平均气压, $\overline{P_{\text{海}}}$ 为海平面平均气压为1013.25mp,m为大气质量, S_1 为当地日照百分率, Q_k 为A=0时的理想大气总辐射量,F为当地沙尘暴日数与浮沉日数之和;

$$K = \frac{Q_k}{Q_a} = \frac{4.3}{4 + 0.3(1 - A)}$$

考虑大气透明度,当海拔 $h \geq 3000\text{m}$ 时, $a = 0.456$;

当海拔 $h < 3000\text{m}$,且 $E = 10.0\text{mb}$ 时, $a = 0.688 - 0.00284F$;否则, $a = 0.7023 - 0.01826F$;

b、c由a和以下公式确定:

$$a + b = 1.011$$

$$a + c = -0.039$$

考虑地面反射率,当海拔 $h > 0\text{m}$ 时, $a_1 = 0.229 - 0.000026h$; $b_1 = 0.334 - 0.0159E$;

当海拔 $0 < h < 2000\text{m}$ 时, $c_1 = -0.0586 - 0.000145h$;

当海拔 $h > 2000\text{m}$ 时, $c_1 = -0.2420 - 0.000111h$;

E为当地年均绝对湿度。

2. 如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒正南向、距地30m以内的位置。

3. 如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述薄膜太阳能电池的长度为塔筒半表面周长的一半。

4. 如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述薄膜太阳能电池使用环氧树脂胶粘剂粘合在塔筒外表面。

5.如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述蓄电池为铅酸蓄电池。

6.如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述直流负载包括驱鸟器、警示灯。

7.如权利要求1所述一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,其特征在于,所述薄膜太阳能电池为铜铟镓硒薄膜太阳能电池。

一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能供电技术领域,具体涉及一种基于铜铟镓硒薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统。

背景技术

[0002] 现有常规风电机组的加热器、冷却器及机组内自用电气照明所需电能均来自电网,购电成本高,所需关键技术复杂。

[0003] 现有风电机组塔筒敷设薄膜太阳能的技术没有结合太阳辐射量来具体计算薄膜太阳能电池的面积和位置,也不含有风电机组加热器和冷却器、机组电气照明的具体表述和用电负荷量的计算方法;现有技术中并没有指定薄膜太阳能电池的种类相应的技术可行性,且没有分析不同经纬度、不同天气特征的地区所需电池面积。

[0004] 现有薄膜电池基本上分为:非/微晶硅薄膜电池、CIGS薄膜电池和CdTe薄膜电池三种。其中,GIGS的转换效率最高,约为10%~12%,CdTe的转换效率次之,约为8.5%~10.5%,非/微晶电池最低,一般为6%~8%。铜铟镓硒薄膜太阳电池具有生产成本低、污染小、不衰退、弱光性能好等特点,光电转换效率居各种薄膜太阳能电池之首,接近晶体硅太阳电池,而成本则是晶体硅电池的三分之一。此外,该电池具有柔和、均匀的黑色外观,是对外观有较高要求场所的理想选择。但是,铜铟镓硒薄膜太阳电池应用并不广泛。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出了一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,利用薄膜太阳能电池向风电机组加热器、冷却器和机组照明等供电,并提出了结合不同地区太阳辐射量和高度角等内容,计算所需薄膜太阳能电池的面积。

[0006] 本发明采用以下技术方案:

[0007] 包括薄膜太阳能电池、塔筒内的蓄电池组柜、塔筒式风力发电机、蓄电池、控制器、逆变器,所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒迎光面,所述蓄电池位于塔筒内的蓄电池组柜内,所述控制器位于塔筒底部与所述薄膜太阳能电池、蓄电池和逆变器分别通过电缆相连,所述控制器直接将薄膜太阳能电池所发电能分为三部分,一部分电能经控制器整流后输送至直流负载;一部分电能输送至所述蓄电池存储,用于夜晚供电,一部分电能通过所述逆变器将直流电转为交流电后经电缆输送至交流负载。

[0008] 所述薄膜太阳能电池最小面积,根据当地的年辐射总量、薄膜太阳能电池转换效率、修正系数与所述交流负载的年用电总量计算得出。

[0009] 所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒正南向、距地30m以上的位置。

[0010] 所述薄膜太阳能电池的长度为塔筒半表面周长。

[0011] 所述薄膜太阳能电池的长度为塔筒半表面周长的一半。

[0012] 所述当地的年辐射总量,根据直射量和散射量计算得出。

[0013] 所述薄膜太阳能电池使用环氧树脂胶粘剂粘合在塔筒外表面。

[0014] 所述蓄电池为铅酸蓄电池。

[0015] 所述交流负载为风电机组用电设备,所述直流负载包括驱鸟器、警示灯。

[0016] 所述薄膜太阳能电池为铜铟镓硒薄膜太阳能电池。

[0017] 本发明具有以下技术效果:

[0018] 将薄膜型太阳能电池粘接在风力发电机组的塔架表面,既能有效合理利用塔架空间,又可利用薄膜型太阳能电池较高的光传输性能及发电性能,将其所发电能用于风机机舱内部和外部部分设备(如齿轮箱的加热冷却装置和照明装置等),从而减少风能损耗,实现风力发电机组低耗能、高效率、自动化的安全运行,节省了购电成本。二者的有机结合,确保了风力发电机组的系统效率和投资效益,同时不占用额外用地,提高了土地利用率。相应的太阳能利用率亦提高了,即提高了自然资源利用率。

[0019] 本发明结合不同地区太阳辐射量、年用电量和高度等内容,计算所需薄膜太阳能电池的面积和长宽;将薄膜太阳能电池放在30m高以上,叶片塔影效应覆盖面积以下,考虑了视觉光污染、气候变化等因素;采用铜铟镓硒薄膜太阳能电池具有稳定性好、抗辐照性能好、成本低、效率高等优点。本发明利用蓄电池储存电能可用于夜晚供电和电网停电时供电,提高设备的稳定性。

附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0021] 图1为本系统的供电流程示意图

[0022] 图2为本系统的薄膜太阳能电池敷设方案A

[0023] 图3为本系统的薄膜太阳能电池敷设方案B

具体实施方式

[0024] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0025] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0026] 正如背景技术所介绍的,现有技术中存在风电机组塔筒敷设太阳能电池的诸多问题,为了解决如上的技术问题,本申请提出了一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统。

[0027] 本申请的一种典型的实施方式中,如图1所示,一种基于薄膜太阳能电池的风电机组塔筒供电系统,包括薄膜太阳能电池、塔筒内的蓄电池组柜、蓄电池、控制器、逆变器,所述薄膜太阳能电池可使用环氧树脂胶粘剂粘合覆盖在塔筒迎光面,所述蓄电池位于塔筒内的蓄电池组柜内,所述控制器位于塔筒底部与所述薄膜太阳能电池、蓄电池和逆变器分别通过电缆相连,所述控制器直接将薄膜太阳能电池所发电能分为三部分,一小部分电能经

控制器整流后输送至直流负载,一部分电能输送至所述蓄电池存储,一部分电能通过所述逆变器将直流电转为交流电后经电缆输送至交流负载。

[0028] 所述交流负载为风电机组用电设备,包括风电机组液压系统的辅助泵、齿轮箱加热冷却装置等。

[0029] 所述风电机组液压系统的辅助泵,根据液压系统换向回路(以双向变量泵换向回路为例)工作原理:双向变量泵向上部管路供液,则液压缸右行,排液经下部管路回到双向变量泵入油口,形成回路;双向变量泵反向供液时,液压缸左行,排液经上部管路回到变量泵中。辅助泵位于回路当中,根据温度传感器的实时监测向系统供入冷却或加热后的油液。当温度高于55摄氏度时,辅助泵中的风冷却器开始散热,直至油温降至5摄氏度时停止工作;当温度低于5摄氏度时,温度开关闭合,加热器开始加热,直至油温高至10摄氏度时停止工作。

[0030] 所述风电机组液压系统的辅助泵,使用本系统供电可以降低电网供电成本,保证稳定运行。

[0031] 所述齿轮箱加热冷却装置,分以下两种情况进行供电:

[0032] 当夏天温度过高或齿轮运转过程中导致齿轮箱中润滑油温较高时,齿轮箱无法正常运行,需要启动风冷却器,给润滑油降温。一般达到55摄氏度时风冷却器开始自动工作,润滑油经风冷却器冷却后再进到齿轮箱进行强制润滑;当温度降到5摄氏度时,风冷却器停止工作。在此过程中,风冷却器所需电能由薄膜型太阳能电池提供,不消耗风机自身所发电能。

[0033] 当冬天环境温度过低及风机处于静止状态时,会使润滑油温度降低,同样影响齿轮箱运转。一般油箱内温度低于5摄氏度时,温度开关闭合,加热器开始工作;当油箱温度高于10摄氏度时,加热器停止工作。在此过程中,加热器所需电能由薄膜型太阳能电池提供,不消耗风机自身所发电能。

[0034] 所述直流负载可为驱鸟器、警示灯等,所需电能由薄膜型太阳能电池供应时,它们的功率相对加热冷却装置来说可以忽略,所以在设计时不考虑他们对太阳能电池面积的影响。

[0035] 所述薄膜太阳能电池最小面积,根据当地的年辐射总量、薄膜太阳能电池转换效率、修正系数与所述负载的年用电总量计算得出。所述当地的年辐射总量,根据直射量和散射量计算得出。

[0036] 所述薄膜太阳能电池覆盖在塔筒外壁朝向正南向、距地30m以内的位置。所述薄膜太阳能电池的长度可为塔筒半表面周长或者塔筒半表面周长的一半。

[0037] 所述蓄电池可为铅酸蓄电池。

[0038] 所述薄膜太阳能电池可为铜铟镓硒薄膜太阳能电池。铜铟镓硒薄膜太阳能电池,易形成良好的背电极和高质量的PN结,且较容易制成柔性组件,且实验室光电转换效率较高。

[0039] 下面举例说明薄膜太阳能电池面积、尺寸的计算:

[0040] (1) 已知当地总辐射量

[0041] 例如:由于风力发电机的加热器(1.2KW)或冷却器(1.3KW)同时只能有一台工作,所以薄膜型太阳能电池所发电量只需足够1.3KW即可(照明部分可忽略)。

[0042] 所需设备年用电量(按照半年,即180天计算):

[0043] $P=1.3 \times 24 \times 180 \times 1.05 \approx 5897 \text{KWh}$

[0044] 以鲁北地区为例

[0045] 年辐射总量H为1543KWh/m²,薄膜型太阳能转换效率η为17%,修正系数K为0.36

[0046] 代入公式 $Z = \frac{P}{H\eta k}$

[0047] 得到 $Z \approx 62.4 \text{m}^2$

[0048] 所以粘接于塔筒表面的薄膜型太阳能电池面积为62.4m²即可满足以上设备的正常用电。

[0049] 以某风机为例,所需参数细列和计算如下:

[0050] 塔筒底面直径:4200mm轮毂处塔筒直径:4000mm

[0051] 轮毂高度(即塔架高度):61.5m

[0052] 塔架的南向半表面周长: $L = \frac{\pi R}{2} = 3.14 \times 4.2 \div 2 \approx 6.6 \text{m}$

[0053] 风电机组塔筒的直径在61.5m高度上的变化量仅为200mm,近似可看作圆柱体。可采用两种铺设方案:

[0054] 方案A,如图2所示

[0055] 取南向半表面周长6.6m作为薄膜型太阳能电池的长,为了满足总面积大于62.4m²,电池的宽度最小取值为9.5m。

[0056] 方案B,如图3所示

[0057] 取南向半表面周长的一半作为薄膜型太阳能电池的长,为了满足总面积大于62.4m²,电池的宽度最小取值为18.9m。

[0058] 以上两种方案均可以满足薄膜型太阳能电池的面积大于计算值,也就是说可以满足假设条件下的风机自用电的需求。对于同一块电池板,纬度相同时倾角保持一致是使发电量平稳的最佳方式。而不同高度上太阳高度角稍有区别,故尽量在同一纬度选取同一高度的电池板。比较方案A和方案B可知,方案A细长,电池基本处于同一纬度同一高度,而方案B虽然占用横向空间较小,但是电池的高度跨度比较大,电池总体发电量不如方案A多。

[0059] (2) 未知当地辐射量

[0060] 设总辐射量为H,直射量为S,散射量为D,则, $H=S+D$

[0061] ①当考虑到大气透明度时,直射量S的计算公式如下所示:

[0062]
$$S = Q_i P^m \frac{\overline{P}_{\text{年}}}{\overline{P}_{\text{海}}} (a + bS_1 + cn)$$

[0063] 其中, $m = \frac{1}{\sin h_\theta} = \frac{1}{\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta}$

[0064] 当海拔 $h \geq 3000 \text{m}$ 时, $a=0.456$;

[0065] 当海拔 $h < 3000 \text{m}$, 且 $E=10.0 \text{mb}$ 时, $a=0.688-0.00284F$; 否则, $a=0.7023-0.01826F$ 。

[0066] b、c由a和以下公式确定:

[0067] $a+b=1.011$

[0068] $a+c=-0.039$

[0069] 其中, Q_i 表当地理想大气总辐射量, P 表薄云指数, $\overline{P_{\text{年}}}$ 表年平均气压, $P_{\text{海}}$ 表海平面平均气压为 1013.25mp, m 表大气质量, S_1 表当地日照百分率, ϕ 表纬度, δ 表每月 15 日赤纬角平均值, F 表当地沙尘暴日数与浮沉日数之和, E 表当地年均绝对湿度。

[0070] ②当考虑到地面反射率 A 时, 散射量 D 计算公式如下所示:

[0071] $D=KQ_k(a_1+b_1+c_1)$

[0072] 其中, $K = \frac{Q_k}{Q_a} = \frac{4.3}{4+0.3(1-A)}$

[0073] 当海拔 $h>0\text{m}$ 时, $a_1=0.229-0.000026h$; $b_1=0.334-0.0159E$;

[0074] 当海拔 $0<h<2000\text{m}$ 时, $c_1=-0.0586-0.000145h$;

[0075] 当海拔 $h>2000\text{m}$ 时, $c_1=-0.2420-0.000111h$ 。

[0076] 其中, Q_k 表 $A=0$ 时的理想大气总辐射量, Q_a 表考虑到地面反射率后的理想大气总辐射量

[0077] 综上所述, $H=Q_i P^m \frac{\overline{P_{\text{年}}}}{P_{\text{海}}}(a+bS_1+cn)+KQ_k(a_1+b_1+c_1)$

[0078] 则所需太阳能电池的面积 $Z = \frac{P}{H \eta k} = \frac{P}{[Q_i P^m \frac{\overline{P_{\text{年}}}}{P_{\text{海}}}(a+bS_1+cn)+KQ_k(a_1+b_1+c_1)] \eta k}$

[0079] 其中, P 表齿轮箱加热冷却装置的功率, η 表波模型太阳能转换效率, k 表修正系数。

[0080] 铺设方案可选用方案 A 或方案 B。

[0081] 如果风机自用电不用太阳能电池供给, 而是需要电网提供, 那么需要耗费的火力发电电能的初步计算如下: 电力折标系数: 0.1229 千克标煤/千瓦时, 所以以上 62.4m^2 薄膜型太阳能电池板所发出的电相当于燃烧 $0.1229\text{kg/KWh} \times 5897\text{KWh} \approx 724.7\text{kg}$ 的煤所发出的电。也就是说, 如果采用太阳能电池供电, 可以节省燃烧 724.7kg 煤炭, 对大气污染治理起到了积极的作用。

[0082] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已, 并不用于限制本申请, 对于本领域的技术人员来说, 本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

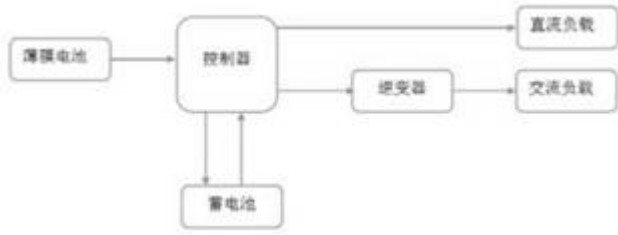


图1

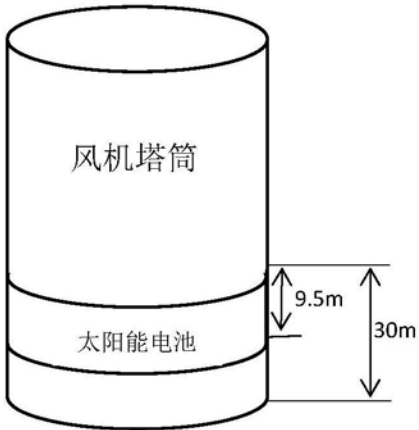


图2

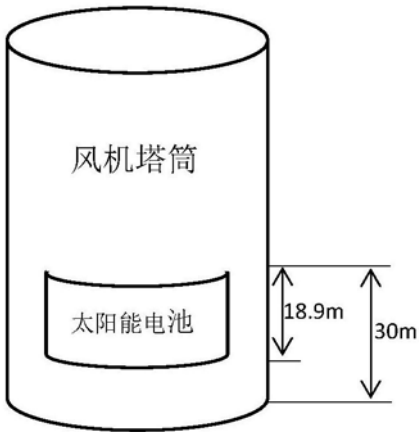


图3