



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106300437 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 04

(21) 申请号 201510241723. 5

(22) 申请日 2015. 05. 13

(71) 申请人 云南大唐国际那兰水电开发有限公司

地址 661507 云南省红河哈尼族彝族自治州
金平县勐拉乡勐拉街 99 号那兰水电站

(72) 发明人 高志国 陈文 罗志刚 宁建国
张珂 郭荣翔 杨瑞飞

(74) 专利代理机构 昆明今威专利商标代理有限公司 53115

代理人 赵云

(51) Int. Cl.

H02J 3/46(2006. 01)

H02S 10/10(2014. 01)

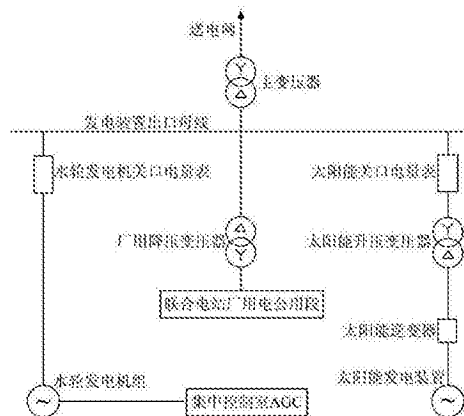
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

水电站水力光伏联合发电方法

(57) 摘要

水电站水力光伏联合发电方法。本发明属于电力发电技术领域,具体是利用水电站水面使光伏与水力联合发电的方法。本方法是在水电站水库水面布设分布式光伏发电装置,发出的直流电经逆变器转化为与电网同频率、同相位的正弦波交流电,通过集中控制室控制水轮发电机组与光伏发电设备运行方式,利用集中控制室的计算机监控系统和发电量,通过其自动控制系统(AGC)实时调节水轮发电机组负荷,两种发电装置分别经专用升压变压器升压后并入联合发电装置出口母线,再经主变压器送电网变电站。本发明简单易行,它能充分利用巨大的水库面积,解决光伏发电出力不稳定,不能连续在网运行的技术难题。



1. 水电站水力光伏联合发电方法,其特征是:在水电站水库水面布设分布式光伏发电装置,发出的直流电经逆变器转化为与电网同频率、同相位的正弦波交流电,通过集中控制室控制水轮发电机组与光伏发电设备运行方式,利用集中控制室的计算机监控系统和发电量,通过其自动控制系统实时调节水轮发电机组负荷,两种发电装置分别经专用升压变压器升压后并入联合发电装置出口母线,再经主变压器送电网变电站。

2. 按权利要求 1 所述的水电站水力光伏联合发电方法,其特征是:太阳能发电装置和水轮发电机组分别设置有关口电量表进行分别计量。

3. 按权利要求 1 所述的水电站水力光伏联合发电方法,其特征是:电池板安装角度为 60 度,光伏发电装置的控制、逆变及储能系统放在设备间内。

水电站水力光伏联合发电方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力发电技术领域,具体是利用水电站水面使光伏与水力联合发电的方法。

背景技术

[0002] 云南省太阳能是最具发展潜力的可再生能源,得天独厚的自然资源,加上产业发展的基础,以及近来政府的支持,都为太阳能的发展打下了坚实的基础。地处云贵高原中部,全年平均日照达 2400 小时,阳光资源四季分布均匀的云南,早在上世纪 80 年代末,太阳能技术产品的销售和应用已居全国第一,昆明市太阳能热水器普及率已经接近 30%,每年为国家节约能源约 8 万吨标准煤,减少二氧化碳排放 1.11 万吨和二氧化硫排放 445 吨。

[0003] 云南省对各县太阳能资源进行划分,年每平方米日照能量达到 6000 兆焦,日照小时达到 2300 小时的有 12 个县,主要集中在云南中部。较佳的有 59 个县,年每平方米日照能量有 5000-6000 兆焦,日照小时数达到 2000-2300 ;全省 125 个县中有一半以上的地方开发条件比较好。另外有 32 个县可以开发,开发条件差的有 22 个县。

[0004] 现有的太阳能发电装置光照能量密度小,发电效率与季节、昼夜及阴晴等气象条件密切相关,光电、光热转换效率不高,存在光伏发电出力不稳定,不能连续在网运行的缺陷,年运行小时为 1500 ~ 2500,由于光照间歇变化造成脱网事故的概率较大,影响了电网调峰、调频,大规模应用太阳能已成为电网安全稳定运行的技术瓶颈。而水电作为电网传统发电形式,其水力发电机组有着强大的自动调节能力,可吸纳部分太阳能、风能等间歇能源,水力与光伏的结合,避免了该问题的发生,提高了光伏发电的可靠性。

[0005] 太阳能发电装置需占用巨大土地面积,在耕地资源非常稀缺的情况下,除沙漠以外地区几乎不能大规模建设。而建设水电站要淹没大量土地,而目前水电站建成后巨大的水库面积几乎没有利用,资源的利用率很低。水库与光伏二者结合,产生了“负负得正”的效果,光伏发电的土地问题得到有效解决。

[0006] 那兰水电站地处云南省红河州金平县勐拉乡,阳光照射充足。由于光伏发电具有安全可靠、无噪声、无污染、能量随处可得、无机械转动部件、故障率低、维护简便、无人值守、建站周期短、无需架设输电线路、方便与建筑物结合等特点。光伏发电系统太阳能电池板安装在那兰库区水面一年四季任何时间都无遮挡处。光伏系统与水轮发电机组并入云南电网,实现太阳能、水力联合发电,弥补枯水期水电发电不足,光伏稳定及调节性能不足、土地资源占用大等缺点,不失为一种优良的水电厂发电运行模式。

[0007] 中国专利文献的相关技术检索情况与本发明相比有以下差异。

[0008] 1、《一种太阳能抽水蓄能联合发电系统》发明(申请号 02134734.4),该发明的技术方案是通过太阳能转化为热能生产蒸汽,再用蒸汽驱动抽水泵抽水蓄能,根据电网需求由水轮机组统一发电,该技术经太阳能、热能、蒸汽、抽水泵、水轮机组多次转换能源形式,其过程冗长,机组设备及繁杂,运行维护涉及专业多,且转换过程中能量损失较大。

[0009] 2、《全方向高效聚光太阳能水电一体化发电装置》实用新型(申请号

200820185104.4) 是一种全方向聚光太阳能发电系统,包括聚光器、太阳能发电单元、换热器。太阳能发电单元包括安装于同一换热器上的若干只串联电池片和并网逆变电源,若干只电池片串联形成的直流高压输出端与并网逆变电源输入端相连,形成一个独立整体结构的太阳能发电单元;若干只串联电池片的上方设有由球形空腔透镜和聚光漏斗组成的聚光器,将全方向的太阳光聚焦于若干只串联的电池片上,换热器安装于水箱内上部,将换热器交换的热水循环再利用,该技术未能充分利用巨大的水库面积,该技术未解决光伏发电出力不稳定,不能连续在网运行的技术难题。

[0010] 3、《波形瓦聚光太阳能水电一体化建筑模块》发明(申请号 201010125392.6) 是一种波形瓦聚光太阳能水电一体化建筑模块,将若干只串联电池片安装于换热器上,形成独立结构的太阳能发电单元,若干太阳能发电单元串联形成的直流高压输出端与并网逆变电源输入端相连,形成独立整体结构的太阳能发电并网系统,通过波形瓦聚光组件将太阳光线聚焦于若干只串联的电池片上,省去太阳光跟踪器,减少太阳能电池片用量,配套使用散热系统,热水循环利用,与建筑相结合实现太阳能热水和发电一体化,该技术是太阳能热水器和光伏并网发电的结合,仍未解决光伏发电出力不稳定,不能连续在网运行的技术难题。

[0011] 4、《一种利用风能和太阳能综合发电的小水电站发电装置》实用新型(申请号 200920101784.1) 由无杆汽缸、加压罐、输气管、风囊、风囊支架、单向透气膜、单向气阀、太阳能热水器热水箱、易汽化的液体箱、活塞、进气口、排气口、单向阀、进液口、排液口、回液管、气压阀、储气(液)罐、气马达、发电机构成;利用水能、太阳能和风能转化成热能推动无杆汽缸和风囊产生压缩空气和水,经加压罐产生高压,通过气动马达带动发电机发电,该技术经汽缸、加压罐、太阳能热水器、液体箱、储气罐、气马达、发电机多次转换能源形式,能耗损失较大。

[0012] 5、《一种太阳能水电联产设备》实用新型(申请号:201120171058.4,) 包括太阳能发电系统和海水淡化系统;太阳能发电系统包括:碟式太阳能聚光系统,将阳光聚焦到其吸收器上,吸收器吸收辐射并加热循环流体;低参数汽轮发电机组,在加热后的循环流体驱动下发电;双层主动盘式太阳能海水淡化装置,其下层引入汽轮机乏汽对上层的海水加热;循环泵,将换热后的低温低压循环流体泵送到吸收器;海水淡化系统包括:海水供水泵,过滤网设置于海水供水泵入口,将海水泵送到双层主动式盘式太阳能海水淡化装置的上层,同时发电和进行海水淡化。该技术经碟式太阳能聚光系统-吸收器-加热循环流体-低参数汽轮发电机组多次转换能源形式,也仍未解决太阳能发电装置间歇性不稳定发电的难题,而且能耗损失较大。

发明内容

[0013] 本发明所要解决的技术问题是提供一种水电站水力光伏联合发电方法,它能充分利用巨大的水库面积,解决光伏发电出力不稳定,不能连续在网运行的技术难题。

[0014] 实现本发明目的所采用的技术方案是:在水电站水库水面布设分布式光伏发电装置,发出的直流电经逆变器转化为与电网同频率、同相位的正弦波交流电,通过集中控制室控制水轮发电机组与光伏发电设备运行方式,利用集中控制室的计算机监控系统和发电量,通过其自动控制系统(AGC)实时调节水轮发电机组负荷,两种发电装置分别经专用升压

变压器升压后并入联合发电装置出口母线,再经主变压器送电网变电站。

[0015] 所述的太阳能发电装置和水轮发电机组分别设置有关口电量表进行分别计量。

[0016] 光伏发电装置的电池板安装角度为 60 度,光伏发电装置的控制、逆变及储能系统放在设备间内。

[0017] 本工程设计为独立光伏系统,光伏发电系统太阳能电池板安装在库区水面一年四季任何时间无遮挡处。光伏系统用来供给小型负载用电。为减少系统因直流端电流过大造成的线路损耗,系统采用 220V 直流接入逆变输出交流。

[0018] 太阳能发电装置和水轮发电机组分别设置有关口电量表进行分别计量,通过集中控制室 AGC (自动发电装置) 来控制水轮发电机组,在水量及阳光充足时,太阳能发电装置和水轮发电机组同时发电,这时通过集中控制室控制水轮发电机组的运行,满足电网调峰调频要求;枯水季节阳光充足时,太阳能发电装置优先发电,水轮发电机组停机蓄水,阳光缺失时水轮发电机组发电,平衡缺失的太阳能电量;水轮发电机组停运时太阳能发电装置供发电系统厂用电备用电源。

[0019] 本发明的有益效果如下。

[0020] ①减少投资和运行成本。水电站水库得到充分利用,解决了普通光伏电站占用土地资源多,巡视检查及维护交通通行不便等问题,同时送出线路、控制设备、检修维护人员等资源的共用,可以大大减少投资,节约成本。经计算若建设一座 300 万千瓦水力光伏联合发电站,初步计算可节省耕地占用费 36 亿元。

[0021] ②提高电网调节性能及稳定性。通过集中控制室 AGC (自动发电控制装置) 控制水轮发电机组与太阳能发电装置联合调度发电,利用同一送出线路向电网供电,二者冗余配置,汛期和枯水期水力与光伏的主辅转换,同时光伏弥补了水力发电调节精度的要求。联合电站可实现送出负荷的平衡稳定,满足电网调峰、调频发电要求。

[0022] ③提高经济效益。太阳能水电联合调度,枯水季节太阳能发电时水轮发电机可停机蓄水储能;汛期以水力发电为主,光伏配合调峰,优化运行的方式可使电站利用小时增加 1000 小时以上。

[0023] ④节约自然资源。太阳能板的覆盖减少了水库水面蒸发,提高了水资源利用率,若建设 300 万千瓦太阳能水力联合发电系统,按云南年平均蒸发量 1000mm 计算,每年可减少水体蒸发 8000 万吨,按 5 立方 / 千瓦时水耗计算,可增加发电量 1650 万度。

[0024] ⑤安全环保。作为两种清洁能源的联合体,本发明对控制温室气体,减少二氧化碳排放有一定的帮助。中国高碳能源结构中电力 70%-80% 以煤为燃料,每 1 千瓦时电量产生二氧化碳 860 克,2013 年全国排放二氧化碳超过 90 亿吨。若建设 300 万千瓦水力光伏联合发电系统,2000 利用小时可发电 60 亿千瓦时,减排二氧化碳 516 万吨。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明的工作原理示意图。

[0026] 参见图 1,本发明利用水电站水库水面设置大容量太阳能发电装置,将多个太阳能发电装置发出的直流电分组集中汇入逆变器转变为与电网同频率、同相位的正弦波交流电,通过太阳能升压变压器经关口电量表并入发电装置出口母线,水轮发电机组和太阳能发电装置设置关口电量表分别计量电量,经主变压器升压送入电网。通过水轮发电机组 AGC

(自动发电控制)装置实施太阳能发电装置与水轮发电机联合发电。这种发电方式提高了联合电站的发电能力,不会增加电网的短路容量,可避免逆变侧网络故障冲击发电机,满足电力系统潮流分布、继电保护和无功控制要求。

[0027] 通过集中控制室控制太阳能发电装置和水轮发电机组发电,在水量及阳光充足时,太阳能发电装置和水轮发电机组同时发电,这时水轮发电机组可投入 AGC (自动发电控制) 装置,满足电网调峰调频要求;枯水季节阳光充足时太阳能发电装置优先发电,水轮发电机组停机蓄水,阳光缺失时水轮发电机组发电,平衡缺失的太阳能电量。水轮发电机组停运时太阳能发电装置供发电系统厂用电备用电源。本方法将太阳能发电装置和水轮发电机联合调度,将光伏、光热发电间歇发电,枯水季节水力发电机组不能连续在网运行的缺陷平衡在相对稳定状态,在联合发电系统内实现电量的平衡稳定送出,满足电网调峰调频要求,在增加枯水季节水力发电能力的同时,为大规模利用太阳能创造条件。

上述流程图仅仅是为清楚地说明所作的实现方式,而并非对实现方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动,这里不再对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

[0028] 以下表格为本发明在云南省红河州金平县勐拉乡那兰的应用数据,水电太阳能光伏测量地区月气象资料见下表:

太阳辐射数据表(陆地):

月份	月总辐射量 (kWh/m ²)	月散射辐射量 (kWh/m ²)	太阳能板发电效率(%)
2012年10月	145.42	78.48	-----
2012年11月	113.11	62.32	-----
2012年12月	156.27	73.89	-----
2013年01月	123.84	77.92	-----
2013年02月	194.80	88.60	74
2013年03月	220.52	106.84	92
2013年04月	228.87	117.77	89
总值	1182.83	603.22	

[0029] 太阳辐射数据表(水面):

月份	月总辐射量 (kWh/m ²)	月散射辐射量 (kWh/m ²)	太阳能板发电效率(%)
2012年10月	150.34	79.32	-----
2012年11月	118.88	63.60	-----
2012年12月	148.09	72.51	-----
2013年01月	122.60	77.18	-----
2013年02月	205.50	88.16	71
2013年03月	217.90	104.26	87
2013年04月	226.20	114.93	86
总值 (kWh/m ²)	1189.51	599.94	

[0030] 相关参数:

相关参数	风速 (m/s)	温度 (°C)	气压 (kPa)	湿度 (%)
2012 年 10 月	1.16	24.94	96.24	75.52
2012 年 11 月	1.10	22.65	96.15	81.49
2012 年 12 月	1.08	19.11	96.25	80.11
2013 年 01 月	1.27	17.53	96.35	81.36
2013 年 02 月	1.86	22.50	96.21	76.18
2013 年 03 月	1.29	23.30	96.00	66.43
2013 年 04 月	1.48	24.62	95.79	71.46
平均值	1.40	21.67	96.15	74.59

[0031] 发电量计算

从气象站得到的资料,均为水平面上的太阳能辐射量,需要换算成光伏阵列倾斜面的辐射量才能进行发电量的计算。

[0032] 对于某一倾角固定安装的光伏阵列,所接受的太阳辐射能与倾角有关,较简便的辐射量计算经验公式为:

$$R\beta = S \times [\sin(\alpha + \beta) / \sin \alpha] + D$$

式中: $R\beta$ ——倾斜光伏阵列面上的太阳能总辐射量

S ——水平面上太阳直接辐射量

D ——散射辐射量

α ——中午时分的太阳高度角

β ——光伏阵列倾角。

[0033] 陆地发电量:

月份	水平面发电量(h)
2012 年 10 月	116
2012 年 11 月	90
2012 年 12 月	125
2013 年 01 月	99
2013 年 02 月	150
2013 年 03 月	180
2013 年 04 月	183
总值	943

[0034] 水面发电量(根据水平值计算):

月份	水平面发电量(h)
2012 年 10 月	120
2012 年 11 月	95
2012 年 12 月	118
2013 年 01 月	97
2013 年 02 月	178
2013 年 03 月	187
2013 年 04 月	190
总值	985

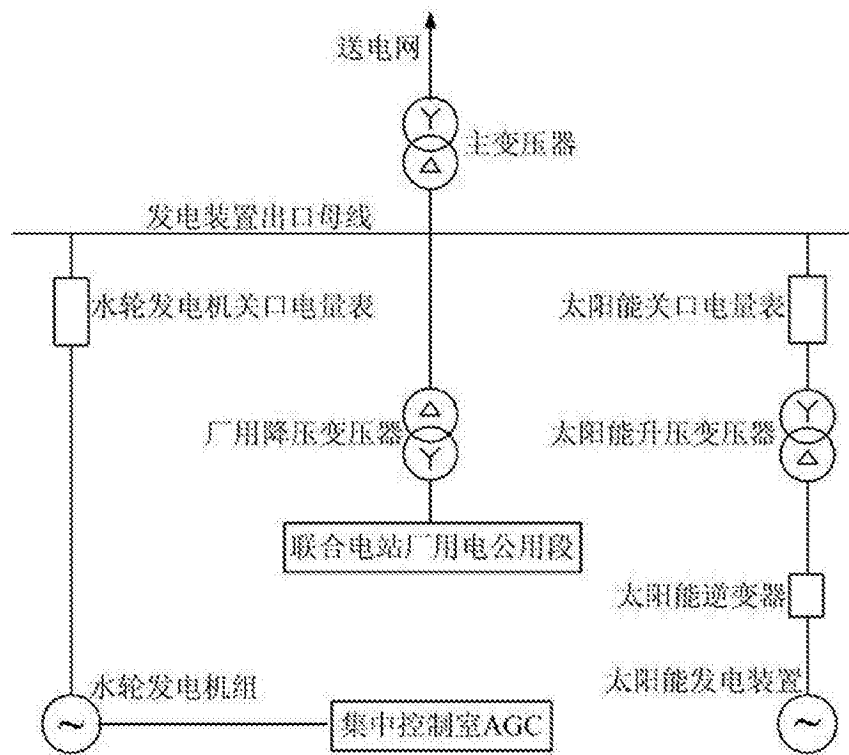


图 1