

大距离差直流汇流电缆差异化配置技术

苏 毅, 刘海波, 叶任时, 桂胜强

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 武汉 430010)

摘 要: 提出大距离差直流汇流电缆差异化配置技术,按照光伏组件串至汇流箱、汇流箱至逆变器间线路压降应趋于一致的配置原则,根据距离远近采用不同截面电缆,在略增加建设成本的情况下提高光伏电站输出功率。最后通过仿真试验和工程实践验证该技术的有效性和经济性。

关键词: 光伏发电; 电缆; 长距离; 线损; 最大功率跟踪

中图分类号: TK519

文献标识码: A

0 引 言

“十二五”期间中国风电、光伏发电产能居世界前列,成为世界新能源并网规模最大、发展最快的国家。而在“十三五”能源规划中,预计2020年光伏发电装机将进一步达到1亿kW以上^[1]。光伏产业的发展助推光伏发电技术研究,中国电机工程学会推出的“十三五”电力科技二十项重点关注技术中,高效低成本光伏发电技术就是重点关注技术之一^[2]。

分布式发电系统或光伏电站中的光伏组件经串联、并联后接入汇流箱,然后再通过汇流箱接入直流配电柜。光伏电站中峰值容量为1MW的光伏方阵约占地1.67hm²,光伏组件与汇流箱、汇流箱与逆变器之间的汇流电缆距离差较大,且直流电缆用量大,这导致一方面线路损耗较高,另一方面不同组件串到逆变器的距离不同,每个光伏组件回路的线路电阻不等、输出电流不等,而光伏逆变器以最大功率跟踪模式(MPPT)运行时只有一个工作电压^[3],必然导致很多组件串的实际工作点会偏离最优工作点,从而导致光伏组件不能按照最大功率输出,从而引起输出功率损失。

提高光伏电站发电量,可从改善光伏组件温度品质^[4,5]、优化光伏组件倾角^[6]、提高逆变器效率^[7,8]、降低设备故障率、优化光伏电站布置^[9]等方面着手。其中降低线损、改善MPPT跟踪效果是光伏发

电系统优化设计过程中值得关注的问题^[10-12]。光伏电站的设计人员也不断对布线方案进行优化,如一级汇流箱至直流配电柜之间的电缆按照距离不同选用不同截面电缆,使每串光伏组件到达逆变器的总压降趋近于一致,确保逆变器追踪到该光伏组件的最大功率点^[13]。但该研究仅提到二级汇流电缆的优化设计,而实际上光伏方阵中,光伏组件至汇流箱的一级汇流电缆远多于二级汇流电缆,距离差也更大。

本文通过针对光伏发电系统中光伏组件串、汇流箱、逆变器等设备距离较远,电缆用量较大的特点,通过分析线路损耗以及线路压降,在满足经济性的基础上,提出一种大距离差直流汇流电缆差异化配置技术,根据距离的远近采用不同截面一级汇流电缆和二级汇流电缆,提高光伏发电系统的系统效率,增加了光伏发电系统的输出功率。并通过仿真分析和工程实践的手段验证该技术的有效性和经济性。

1 大距离差直流汇流电缆差异化配置

青海格尔木某光伏电站的光伏发电系统的连接示意图如图1所示。若干个光伏组件串通过一级汇流电缆并联接入同一个汇流箱,若干个汇流箱通过二级汇流电缆并联接入直流配电柜。直流配电柜通过很短的直流电缆接入逆变器。采用薄膜光伏组件的光伏发电系统虽然共有三级汇流电缆,

但分析方法和采用晶硅光伏组件的光伏发电系统相同,故本文仅对晶硅光伏组件组成的光伏发电系统进行分析。

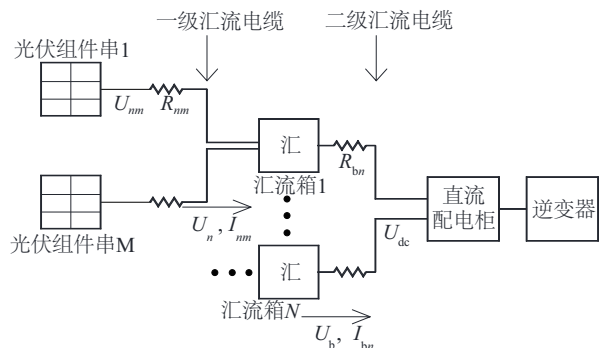


图1 光伏发电系统示意图

Fig. 1 PV system diagram

在图1中,一台逆变器接入 N 台汇流箱,每台汇流箱接入 M 个光伏组件串。定义连接直流配电柜与第 n 个汇流箱的二级电缆上的电阻为 $R_{bn}(n=1,2,3,\dots,N)$,第 n 个汇流箱与所连的第 m 个光伏组件串之间的一级汇流电缆上的电阻为 $R_{nm}(m=1,2,3,\dots,M)$,直流配电柜入口电压为 U_{dc} ,汇流箱端电压为 U_{bn} ,光伏组件串出口电压为 U_{nm} ,第 n 个汇流箱连接的二级电缆上的电流为 I_{bn} ,第 m 个光伏组件串连接的一级回流电缆上的电流为 I_{nm} , U_n 为光伏组件串出口电压,其中第 m 个光伏组件串的出口电压为 U_{nm} , U_b 为汇流箱端电压,第 n 个汇流箱端电压为 U_{bn} 。

在光伏电站及分布式光伏发电系统的直流汇流电缆设计中,电缆配置方式引起的损耗除了线路损耗,还有光伏组件未工作在最大功率点时的功率损失。对于只有一路最大功率跟踪(MPPT)输入的逆变器而言,光伏组件串至逆变器的距离不同,电缆长度不同,线路电阻不同,从而导致线路压降不同,故必然有部分光伏组件不能工作在MPPT功率点从而损失部分输出功率。在光伏组件转换效率提高0.1%都较困难的情况下,通过优化直流汇流电缆配置,降低线损、通过提高光伏组件串输出电压一致性从而提高光伏组件的输出功率,对于提高光伏发电系统的经济性具有很强的实践意义。

1.1 根据压降和线损要求初选电缆规格

直流汇流电缆的选型一般要求使线路压降低于2%,且功率损耗也低于2%,结合光伏电站及分

布式发电系统的布置特点和国标中经济电流截面选用方法初步选择直流汇流电缆的规格。主要线路损耗为光伏组件串至直流配电柜之间的直流线路损耗。第 n 个汇流箱的第 m 个光伏组件串的电压损耗 U_{nm} 损计算为:

$$U_{nm\text{损}} = \frac{I_{nm} \cdot R_{nm} + R_{bn} \cdot \sum_{m=1}^M I_{nm}}{U_{nm}} \times 100\% \quad (1)$$

以一个汇流箱及相连的一级汇流电缆、二级汇流电缆、光伏组件串为一个光伏发电模块来分析,从式(1)可看到,电压降落由一级汇流电缆压降和二级汇流电缆压降组成。接入汇流箱的光伏组件数量越多,二级直流汇流电缆上的压降越大,因此直流汇流电缆选型时需要以光伏发电模块为分析对象,根据实际工程中接入汇流箱的光伏组件串数量来确定每个光伏组件串的线路压降。

同理,计算直流线路损耗时,也应以光伏发电模块为分析对象,根据实际工程中接入汇流箱的光伏组件串数量来确定光伏发电模块的线路损耗 $P_{\text{损}}$ 。

$$P_{\text{损}} = \frac{\sum_{m=1}^M (I_{nm}^2 \cdot R_{nm}) + R_{bn} \cdot (\sum_{m=1}^M I_{nm})^2}{\sum_{m=1}^M U_{nm} \cdot I_{nm}} \quad (2)$$

在实际工程中,按照上述线路压降和线路损耗指标,结合经济电缆截面选型方法实现直流汇流电缆规格的初选。目前光伏电站配置电缆,一级汇流电缆最小采用 4 mm^2 截面的电缆,二级汇流电缆最小采用 50 mm^2 截面的电缆。

1.2 直流汇流电缆差异化配置

从式(1)和式(2)可看到,在光伏组件输出电流相差不大的情况下,减小线损需降低线路电阻,而提高光伏组件串输出电压的一致性则需使接入同一个逆变器的光伏组件串支路上的线路压降之差尽可能小。而从经济性考虑,不能所有的直流汇流电缆均采用大截面规格的电缆。因此,在满足基本的压降和线损的条件下,根据光伏组件串和汇流箱、汇流箱和逆变器之间的距离配置电缆,距离较近时采用较细的汇流电缆,距离较远时采用较粗的汇流电缆。这种大距离差直流汇流电缆差异化配置技术既满足了经济性的要求,又能适当减少线损,提高线路压降的一致性从而提高光伏组件串输

出电压的一致性。

以青海格尔木某光伏电站一期工程为例,每个逆变器的直流配电柜共接入 9 个汇流箱,每个汇流箱接入 12~13 个光伏串,接入同一个汇流箱的一级汇流电缆的长度及电阻值如表 1 所示,接入直流配电柜的二级汇流电缆的长度及电阻值如表 2 所示,其中方案一表示采用统一规格的汇流电缆,方案二表示根据电缆长度采用不同规格的汇流电缆。

- 按照方案二选择一级汇流电缆主要步骤有:
- 1)从成本和采购便利性考虑,难以实现每个光伏串和汇流箱均用不同截面的电缆,故一级汇流电缆采用 3~4 种规格。按照电缆长度分组,长度最短的 5 根电缆编为 A 组,采用相同截面的电缆,稍长的 4 根、最长的 4 根电缆依次编为 B、C 组。
- 2)A 组按照压降和线损要求选择的最小截面的电缆(4 mm²规格)作为的一级汇流电缆,B 组用比 4 mm²截面大一级的一级汇流电缆(通常为 6 mm²规格),以此类推。也可选用更大截面的电缆,但经济性较低。

表 1 一级汇流电缆长度及不同方案的电阻值					
Table 1 First-collecting cable length and resistance under two scheme					
组件串 序号	电缆 长度/m	方案一		方案二	
		电缆 截面/mm ²	电阻 值/Ω	电缆 截面/mm ²	电阻 值/Ω
1	2	4	0.02	4	0.02
2	13	4	0.13	4	0.13
3	24	4	0.24	4	0.24
4	35	4	0.35	4	0.35
5	46	4	0.46	4	0.46
6	57	4	0.56	6	0.38
7	68	4	0.67	6	0.45
8	79	4	0.78	6	0.52
9	90	4	0.89	10	0.34
10	101	4	1.00	10	0.39
11	112	4	1.11	10	0.43
12	123	4	1.22	10	0.47
13	134	4	1.33	10	0.51

表 2 二级汇流电缆长度及不同方案的电阻值					
Table 2 Second-collecting cable length and resistance under two scheme					
汇流箱 序号	电缆 长度/m	方案一		方案二	
		电缆 截面/mm ²	阻值/ Ω	电缆 截面/mm ²	阻值/ Ω
1	43	50	0.033	95	0.017
2	36	50	0.028	95	0.014
3	29	50	0.022	70	0.016
4	22	50	0.017	70	0.012
5	15	50	0.012	50	0.012
6	22	50	0.017	70	0.012
7	29	50	0.022	70	0.016
8	36	50	0.028	95	0.014
9	43	50	0.033	95	0.017

- 3)电缆截面微调。B 组中的 9 号采用 6 mm²截面电缆,阻值 0.59 W,使 13 根一级汇流电缆阻值差达到 0.57 W,而采用 10 mm²截面电缆阻值 0.34 W,13 根一级汇流电缆阻值差为 0.5 W,故 9 号一级汇流电缆采用和 C 组同规格的电缆。
- 4)二级汇流电缆的配置方法和一级汇流电缆类似。

若按照表 1 中的方案一配置电缆,电缆电阻值之差为 1.31 Ω,而方案二中,最大与最小的汇流电缆电阻值之差为 0.5 Ω,电阻差缩小一半,故一级汇流电缆上的压降差也将缩小一半;同理,方案二中二级汇流电缆的压降差也将缩小一半。压降差减小后,线路压降的一致性更好,就能使更多的光伏组件工作在最大功率点附近,提高光伏系统的发电量。

表 1 中第 8 组汇流电缆可采用 10 mm²截面的电缆,但综合考虑成本和压降大小,也可选用 6 mm²截面的电缆。

2 仿真与实验

为验证上述结论,基于青海格尔木某光伏电站数据建立包含电网、逆变器、光伏方阵的仿真模型,如图 2 所示。其中 PV1~PV117 表示 117 串光伏组件串, $R_1\sim R_{117}$ 表示光伏组件串至汇流箱之间的一级汇流电缆电阻, $R_{G1}\sim R_{G9}$ 表示汇流箱至逆变器之间的电阻。逆变器通过变压器接入系统电网。

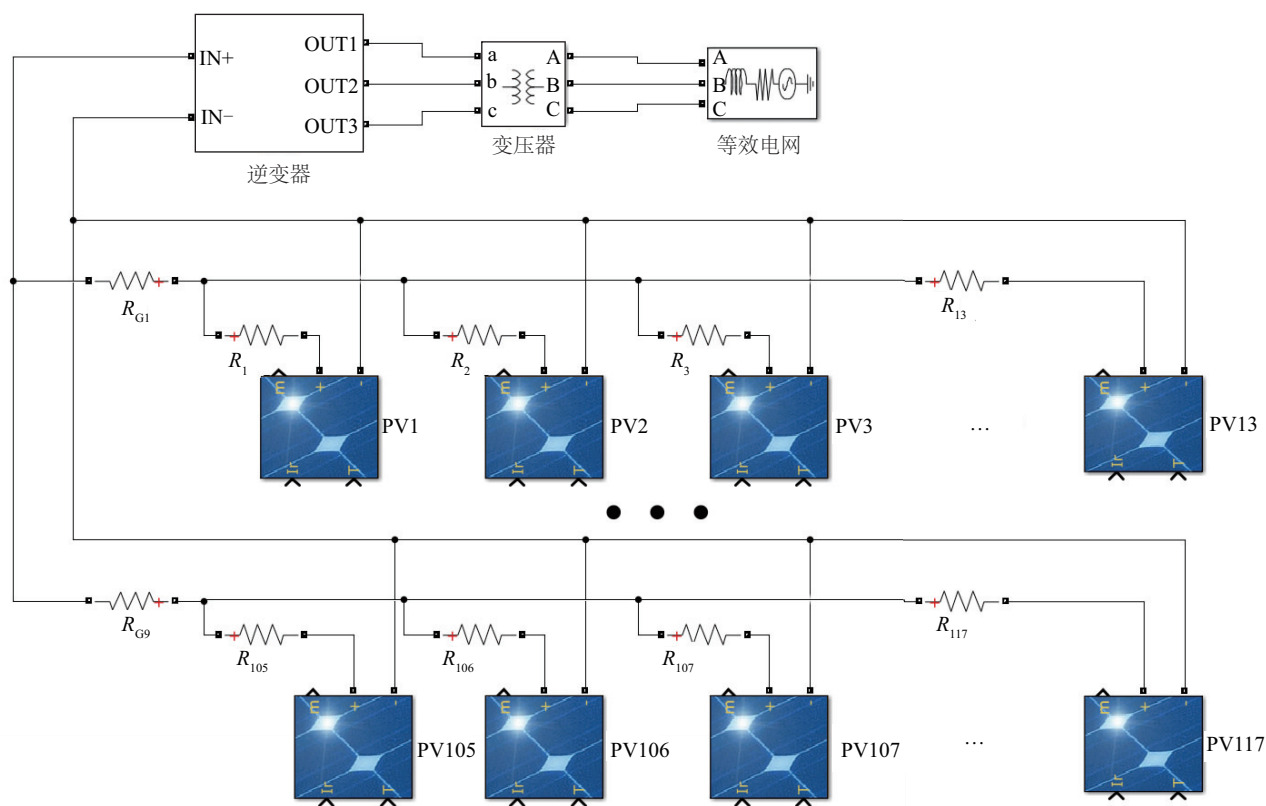


图2 仿真模型

Fig. 2 Simulink model

在辐照度 1000 W/m^2 , 电池温度 25°C 条件下, 光伏组件最大功率点的电压为 29.5 V , 电流为 7.97 A 。仿真中设定辐照度为 800 W/m^2 , 温度 30°C , 采用峰值功率 235 W 的光伏组件, 20 块光伏组件串联成光伏组件串, 13 个光伏组件串接入一个汇流箱, 共 9 个汇流箱接入 500 kW 逆变器, 逆变器直流侧输入电压 $\text{DC}1000 \text{ V}$, 交流侧输出电压 $\text{AC}270 \text{ V}$, 功率 500 kW 。每个逆变器接入的光伏组件串额定总功率约为 550 kW 。其中, PV1 光伏组件串和逆变器之间的电缆总长度最短, PV2 光伏组件串和逆变器之间的电缆总长度最长。方案一中 PV2 光伏组件串对应的一、二级汇流电缆电阻和最大, 方案二中 1 号、9 号汇流箱的第 8 组光伏组件串支路对应的一级、二级汇流电缆电阻和最大, 称此回路光伏组件串为 PV3。

2.1 光伏组件输出功率与逆变器输入功率对比

采用方案一和方案二 2 种直流电缆配置方式的光伏组件输出总功率及逆变器输入侧功率分别如图 3 所示。方案一中, 光伏组件输出功率 P_1 约为

544 kW , 并网功率 P_2 约为 532 kW 。方案二中, 光伏组件输出功率 P_1 约为 546 kW , 并网功率 P_2 约为 543 kW 。

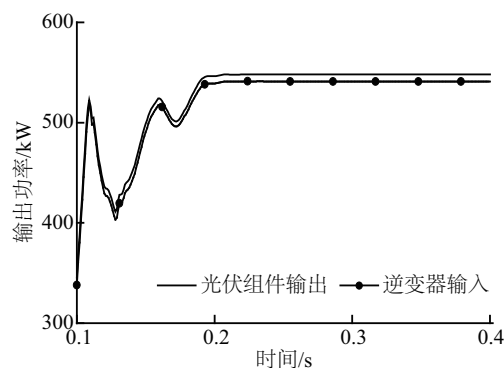


图3 采用方案一的光伏发电系统功率

Fig. 3 Output power by use of the first and second scheme

通过仿真可看到, 采用线路电阻较大的电缆配置方案一, 不仅逆变器输入功率较小, 光伏组件总输出功率也略小于方案二, 说明线路电阻的确影响了光伏组件的输出性能。可见采用方案一相同截面电缆的常规方法比采用方案二不同截面电缆的

方法造成的逆变器输入功率高 2%。

2.2 光伏组件串输出电压和电流对比

由于一个逆变器接入的光伏组件串太多,为利于演示,针对 PV1、PV2、PV3 这 3 组光伏组件串进行说明。

从电压角度看,如图 4a 所示,采用方案一的电缆配置时,逆变器输入电压 U_{in} 、PV1~PV3 支路的输出电压关系为 $U_{in} < U_{PV1} < U_{PV3} < U_{PV2}$,即 U_{PV1} 最接近逆变器 MPPT 跟踪电压 U_{in} ,而 U_{PV2} 偏离 U_{in} 最远,PV3 和逆变器输入电压之差处于 PV1 和 PV2 之间。这反映了线路电阻越大,该支路的光伏组件串输出电压偏离逆变器输入电压越远。同时可看到,PV1 与 PV2 的输出电压之差达到约 13 V。而如图 5a 所示,采用方案二的电缆配置时,逆变器输入电压 U_{in} 、PV1~PV3 支路的输出电压关系为 $U_{in} < U_{PV1} < U_{PV2} < U_{PV3}$,同样证明了线路电阻影响光伏组件串输出电压。但由于采用方案二时线路电阻减小了,因此一级、二级汇流电缆电阻和最小及最大的 PV1、PV3 之间的电压差仅有 6 V,约为方案一的一半。从图 4b

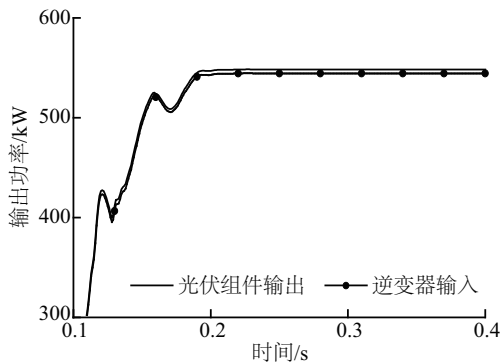
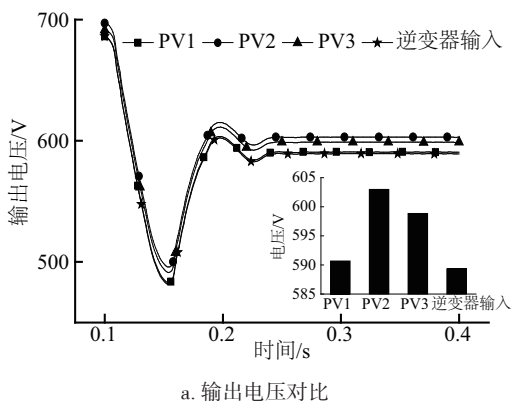
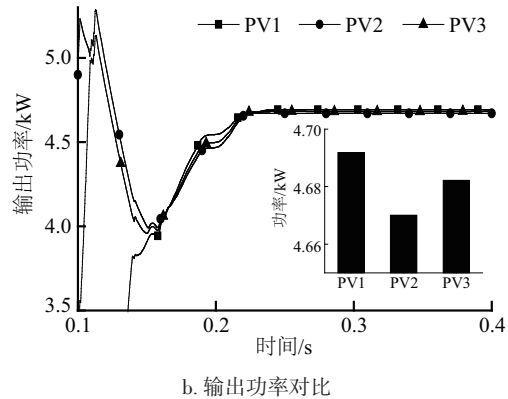


图4 采用方案二时的电压和功率

Fig. 4 Output voltage and power by use of first scheme



a. 输出电压对比



b. 输出功率对比

图5 采用方案二时的电压和功率

Fig. 5 Output voltage and power by use of second scheme

及图 5b 可看到,光伏串的输出电压越接近逆变器的 MPPT 工作点,其输出功率越大。

因此,采用“按距离选电缆截面”的设计思路,使不同距离的光伏阵列所接电缆的线路电阻差值尽可能小,光伏组件串的输出功率的一致性更好,可确保光伏阵列尽可能工作在最大功率输出点附近。

3 工程实践对比

青海格尔木某光伏电站共建设两期,为对比本文所提技术与常规汇流电缆配制方法的优缺点,其中一期采用方案二的直流电缆配置方式,二期采用方案一的直流电缆配置方式。二期电站中一级汇流电缆全采用 4 mm^2 截面电缆,二级汇流电缆全采用 50 mm^2 截面电缆,每个逆变器接入的光伏总容量 500 kW。

3.1 汇流箱输出端口电压比较

由于光伏电站只能监测汇流箱输入侧电压,因此本文对比两期工程中不同逆变器汇流箱输出端电压如表 3 和表 4 所示,表中所列为电压相差最大的 2 组汇流箱数据。分析表 3、表 4 中的数据可发现,一期工程中汇流箱的输出电压最大差值在 5.8 V 以内;而二期工程中汇流箱的输出电压差值在 67.9 V 以内,最大为 90.8 V。从汇流箱的出口电压上可明显看到,由于采用不同截面电缆,一期工程中不同汇流箱出口电压差值远小于二期工程,那么对应光伏串列的出口电压差值也相应小于二期工程。

表3 一期工程中2台逆变器所接汇流箱输出电压

Table 3 Junction box output voltage connecting to 2 inverter in first phase project

第1组	输出电压/V	第2组	输出电压/V
汇流箱1	514.1	汇流箱1	512.4
汇流箱2	514.1	汇流箱2	510.3
汇流箱3	517.0	汇流箱3	513.7
汇流箱4	511.2	汇流箱4	512.2
汇流箱5	511.5	汇流箱5	507.9
汇流箱6	512.1	汇流箱6	512.8
汇流箱7	514.0	汇流箱7	508.7
汇流箱8	516.4	汇流箱8	509.5
汇流箱9	514.5	汇流箱9	509.6
电压差 最大值	5.8	电压差 最大值	5.8

表4 二期工程中2台逆变器接入汇流箱的输出电压

Table 4 Junction box output voltage connecting to 2 inverter in second phase project

第1组	输出电压/V	第2组	输出电压/V
汇流箱1	546.3	汇流箱1	517.0
汇流箱2	538.5	汇流箱2	537.8
汇流箱3	523.6	汇流箱3	521.9
汇流箱4	544.3	汇流箱4	535.5
汇流箱5	579.5	汇流箱5	542.4
汇流箱6	537.5	汇流箱6	552.1
汇流箱7	586.8	汇流箱7	591.0
汇流箱8	500.1	汇流箱8	521.6
汇流箱9	537.0	汇流箱9	500.1
电压差 最大值	86.7	电压差 最大值	90.8

3.2 发电量比较

分别选取方案一、方案二的第1、第2组逆变器统计2014年4月份的实际发电量如表5所示。可看到,在同一时间段、同一地点,一期工程中的逆变器比二期工程中的单月发电量多约19%,考虑一期工程光伏组件和逆变器容量配比为1.1:1,二期工程中为1:1,与二期工程相比,一期工程单位MW发电量提高约8%。按照电站建设时1.15¥的上网电价测算,按照电站建设时25a累计资本收

益超过600万¥,远超采用部分大截面电缆的建设成本,经济效益显著。

表5 2014年4月份不同逆变器发电量比较

Table 5 Power of different inverters at April 2014

编号	一期工程		二期工程	
	第1组	第2组	第1组	第2组
月发电量/kWh	89199.3	89461.3	74047.2	75654.1

工程实践的数据表明,由于仿真不能完全模拟场址条件、施工管理等因素,本文提出的大距离差直流汇流电缆差异化配置技术在工程实用中的效果比仿真结果更优,该技术是有效和可行的,在提高光伏发电系统发电量方面可发挥巨大作用。

4 结 论

针对光伏发电工程中光伏组件串、汇流箱、逆变器等设备距离较远,电缆用量较大的特点,采用大距离直流汇流电缆差异化配置技术,根据距离的远近采用不同截面一级汇流电缆和二级汇流电缆,在保证经济性的同时一方面降低线路损耗,另一方面使直流电缆压降趋于一致,让尽可能多的光伏组件工作在最大功率输出点,提高光伏发电系统的能量利用率,增加光伏发电系统的输出功率。

仿真分析和工程实践对比表明,与直流汇流电缆全部采用同一截面的常规设计相比,采用大距离差异化直流汇流电缆配置技术保守估计,发电量提高约2%。在格尔木某光伏电站的创新设计方案中电缆采购费用多花了约5万¥,但25a累计的发电量收益将增加约60万¥,经济效益明显,证明该技术的有效性和经济性。该技术已获得国家发明专利^[14,15]。

[参考文献]

- [1] 吴新雄. 突出重点准确把握“十三五”能源规划重大问题科学编制[J]. 电力系统装备, 2015, (1): 34—35.
- [1] Wu Xinxiong. Highlight the key to accurately establish the “Thirteenth Five-Year” energy planning major issues [J]. Electric Power System Equipment, 2015, (1): 34—35.
- [2] 中国电机工程学会. “十三五”电力科技重大技术方向研究报告[R]. 中国电机工程学会2015年年会, 武汉, 2015.

- [2] Chinese Society For Electrical Engineering. The research report on major technological directions of power technologies during the 13th Five-Year Planning Period[R]. 2015 Annual Meeting of the Chinese Society for Electrical Engineering, Wuhan, 2015.
- [3] 戚 军, 陈 怡, 周文委. 局部阴影下光伏阵列自适应 MPPT 方法研究[J]. 太阳能学报, 2015, 36(5): 1182—1189.
- [3] Qi Jun, Chen Yi, Zhou Wenwei. Research on adaptive MPPT method for PV array under partial shade[J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2015, 36(5): 1182—1189.
- [4] Attivissimo F, Nisio D A, Lanzolla A M L, et al. Feasibility of a photovoltaic thermoelectric generator: Performance analysis and simulation results[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2015, 64(5): 1158—1169.
- [5] 丁文龙, 朴在林, 张 萌, 等. 基于恒负载下太阳能电池自身温度对其发电性能影响的实验研究[J]. 太阳能学报, 2015, 36(8): 1854—1858.
- [5] Ding Wenlong, Piao Zailin, Zhang Meng, et al. Experimental study on influence of temperature of solar cell on power generation performance under constant load[J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2015, 36(8): 1854—1858.
- [6] 叶任时, 刘海波, 李 德, 等. 光伏组件倾角和阵列间距的多因素综合计算方法[J]. 人民长江, 2015, 46(5): 39—42.
- [6] Ye Renshi, Liu Haibo, Li De, et al. Multiple factors integrated computing method to determine angle and array spacing of pv modules[J]. Yangtze River, 2015, 46(5): 39—42.
- [7] Chakraborty C, Lu H H-C, Lu D D-C. Power converters, control, and energy management for distributed generation[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2015, 62(7): 4466—4470.
- [8] Essakiappan S, Krishnamoorthy H S, Enjeti P, et al. Multilevel medium-frequency link inverter for utility scale photovoltaic integration[J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2015, 30(7): 3674—3684.
- [9] 苏 毅, 刘海波, 汪 建, 等. 光伏发电单元布置及容量优化设计[J]. 人民长江, 2015, 46(5): 43—46.
- [9] Su Yi, Liu Haibo, Wang Jian, et al. Optimal design of unit layout and capacity for PV power generation[J]. Yangtze River, 2015, 46(5): 43—46.
- [10] 林荣超, 曾 飞, 曾婵娟. 光伏电站直流线损测试方法探讨[J]. 广东科技, 2015, 24(18): 36—37.
- [10] Lin Rongchao, Zeng Fei, Zeng Chanjuan. Discussion on DC loss test method of PV power station[J]. Guangdong Science & Technology, 2015, 24(18): 36—37.
- [11] Gan Chin Kim, Lee Yi Ming, Pudjianto D, et al. Role of losses in design of DC cable for solar PV applications [A]. 24th Australasian Universities Power Engineering Conference[C], Perth, 2014.
- [12] Hazi A, Hazi G. Environmental and economic effect of losses in a photovoltaic system[A]. 8th International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering[C], Lisbon, 2014.
- [13] 张 霆. 光伏并网电站损耗探讨[J]. 科技信息, 2010, (15): 338.
- [13] Zhang Ting. Discussion on loss of grid-connected PV power station[J]. Science & Technology Information, 2010, (15): 338.
- [14] 长江勘测规划设计研究有限责任公司. 薄膜光伏电站大距离差直流汇流电缆差异化配置方法[P]. 中国: CN201410510211.X, 2014-09-28.
- [14] Changjiang Engineering Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd.. Optimal design of DC collecting cable under the difference of large distance in thin film PV power station[P]. China: CN201410510211. X, 2014-09-28.
- [15] 长江勘测规划设计研究有限责任公司. 晶硅光伏电站大距离差直流汇流电缆差异化配置方法[P]. 中国: CN201410510212.4, 2014-09-28.
- [15] Changjiang Engineering Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd.. Optimal design of DC collecting cable under the difference of large distance in crystalline silicon PV power station[P]. China: CN201410510212.4, 2014-09-28.

OPTIMAL DESIGN OF DC COLLECTING CABLE UNDER LARGE DIFFERENCE OF DISTANCE

Su Yi, Liu Haibo, Ye Renshi, Gui Shengqiang

(Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: We proposed optimal design of DC collecting cable under the large difference of distance. In accordance with a principle that the voltage drop between PV and junction box, junction box and inverter tends to be consistent, the longer of distance, the bigger section cable use. Consequently, output power of PV power plant improved by slightly increased cost. Finally, effectiveness and economy of this technique is verified by simulation test and engineering practice.

Keywords: solar power generation; electric cables; large difference of distance; line loss; maximum power point tracking