

分布式光伏发电系统在某火力发电厂应用研究

刘 勇¹ 陈立功²

1. 中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司 湖北 武汉 430071

2. 中煤鄂州能源开发有限公司 湖北 鄂州 432200

摘要: 本文基于某电厂内各建、构筑物的布置位置及结构特点,运用目前最前沿的光伏发电系统产品及技术,对某项目新建屋顶光伏进行了论证并对发电量进行估算,提出科学合理的光伏发电系统的建设方案,从而实现降低厂用电率,提升电厂经济效益的目的。

关键词: 分布式光伏发电系统;火力发电厂;厂用电系统;温室气体

引言:光伏是无污染的绿色能源,利用火电厂建筑物屋顶建设分布式光伏发电系统,接入火电厂厂用电系统,可以降低火电厂厂用电率,不仅可以提升电厂经济效益,还能降低火电厂煤耗,减少温室气体及硫化物等排放。

1 项目厂址太阳能资源

基于SolarGIS光资源数据如下表所示:

表1-1 项目所在地水平面上多年平均太阳辐射量

月份	月平均水平辐射值(MJ/m ²)	月平均水平面散射辐射量(MJ/m ²)	月平均水平直接辐射量(MJ/m ²)
一月	205.0	139.3	65.7
二月	231.0	161.6	69.4
三月	322.3	210.6	111.7
四月	383.9	237.2	146.7
五月	449.6	273.7	175.9
六月	436.0	262.5	173.5
七月	558.1	297.4	260.7
八月	520.0	299.5	220.5
九月	395.2	250.5	144.7
十月	347.3	217.4	129.9
十一月	262.9	159.4	103.5
十二月	238.4	146.6	91.8
合计	4349.8	2520.1	1829.7

2 光伏系统设计

本工程光伏组件拟选择单体功率为550Wp的高效单晶硅单面电池组件,拟采用50kW、100kW、225kW逆变器,经计算50kW、100kW逆变器所接的太阳能光伏组件串联数量为 $6 \leq N \leq 18$;225kW逆变器所接的太阳能光伏组件串联数量为 $13 \leq N \leq 27$ 。结合现场场地情况,故本项目50kW、100kW组串式逆变器所接光伏发电单元采取18块光伏组件串联;225kW组串式逆变器所接光伏发电单元采取26块光伏组件串联。

经计算本项目最佳倾角为22°,在此倾角下,组件表面接受辐照量最大。因此本项目混凝土屋面暂按倾角22°布置光伏组件,以获取最大辐照量^[1]。

3 本工程光伏发电设计方案

3.1 光伏发电系统设计

根据建筑物屋顶面积及组串方案,各建筑物组件直流安装容量、交流侧额定容量及接入方案如下表所示。

表3-1 本项目光伏系统配置表

序号	名称	面积(m ²)	装机容量(kWp)	额定容量(kW)	容配比	接入系统	组件布置百分比注1(%)
1	转运站	440	59.4	50	1.19	输煤PC	62.7%
2	输煤综合楼	912.00	128.7	100	1.29	输煤PC	65.6%
3	生产办公楼/检修材料库	3886	572	450	1.27	水务PC	68.4%
4	水务中心	3933	572	450	1.27	公用PC	67.5%
5	煤场	92400	8008.0	6450	1.27	10kV炉后集中段	40.2%
合计			9340.1	7350	1.27		

注1:本百分比为光伏组件总面积与建筑物占地面积之比。

根据表3-1,考虑到整个电厂的用电负荷情况,由于屋顶整体安装功率较小,故光伏发电系统暂按全部自发自用进行设计。

对于转运站屋顶光伏发电单元,每18个550Wp光伏组件组成一个光伏组串,6串光伏组串接入1台容量为50kW的逆变器。组串经过逆变器汇流逆变后就近接入设置在输煤综合楼的380/220V输煤PC。

对于输煤综合楼屋顶光伏发电单元,每18个550Wp光伏组件组成一个光伏组串,每13串光伏组串接入1台容量为100kW的逆变器。组串经过逆变器汇流逆变后就近

接入设置在输煤综合楼的380/220V输煤PC。

对于生产办公楼/检修材料库屋顶光伏发电单元,每26个550Wp光伏组件组成一个光伏组串,每20串光伏组串接入1台容量为225kW的逆变器,共2台逆变器。组串经过逆变器汇流逆变后就接入设置在集控楼的380/220V公用PC。

对于水务中心屋顶光伏发电单元,每26个550Wp光伏组件组成一个光伏组串,每20串光伏组串接入1台容量为225kW的逆变器,共2台逆变器。组串经过逆变器汇流逆变后就接入设置在水务中心的380/220V水务中心PC。

由于干燥棚顶光伏发电单元装机容量较大,超过全厂任意一台380V干式变容量,因此该光伏发电单元需要设置10kV升压变接入电厂10kV厂用电系统进行消纳。对于干燥棚顶光伏发电单元,每26个550Wp光伏组件组成一个光伏组串,20串光伏组串接入1台容量为225kW的逆变器,每14台逆变器接入一台10kV,3150kVA升压变压器,升压变布置在煤场附近。逆变器经10kV升压变汇流升压后,每台升压变通过1回10kV电缆线路接入设置在输煤综合楼的10kV炉后集中段。干燥棚光伏发电单元共设置560串光伏组串、28台225kW逆变器和2台10kV,3150kVA升压变压器^[2]。

3.2 发电量计算

根据项目所述的技术方案和各项技术先进性措施后,项目系统效率可达到84%。

本项目光伏系统直流总的安装容量为9.3401MWp,其中混凝土屋面的总的安装容量为1.3321MWp,压型钢板屋面的总的安装容量为8.008MWp。

根据Solargis软件测算出,混凝土屋面光伏组件倾角为22°,方位角为0°时,太阳斜面辐射量为4556.9MJ/m²。根据Solargis软件测算出,布置在压型钢板屋面的光伏组件顺坡布置时,太阳斜面辐射量为4349.8MJ/m²,本项目光伏系统全寿命运行时间为25年。按照光伏组件衰减特性,单晶组件衰减率按首年衰减1%,之后每年衰减不超过0.4%,寿命期不超过11%计算。分别得到布置在混凝土屋面及压型钢板屋面的光伏系统25年发电量,如表3.2-1和3.2-2所示。

表3.2-1 混凝土屋面光伏系统25年发电量统计表

第n年	衰减系数	第n年发电量 (万kWh)	第n年年利用小时数(h)
1	0.99	140.22	1052.6
2	0.986	139.66	1048.4
3	0.982	139.09	1044.1

续表:

第n年	衰减系数	第n年发电量 (万kWh)	第n年年利用小时数(h)
4	0.978	138.52	1039.9
5	0.974	137.96	1035.6
6	0.97	137.39	1031.4
7	0.966	136.82	1027.1
8	0.962	136.26	1022.9
9	0.958	135.69	1018.6
10	0.954	135.12	1014.4
11	0.95	134.56	1010.1
12	0.946	133.99	1005.9
13	0.942	133.42	1001.6
14	0.938	132.86	997.4
15	0.934	132.29	993.1
16	0.93	131.72	988.8
17	0.926	131.16	984.6
18	0.922	130.59	980.3
19	0.918	130.02	976.1
20	0.914	129.46	971.8
21	0.91	128.89	967.6
22	0.906	128.33	963.3
23	0.902	127.76	959.1
24	0.898	127.19	954.8
25	0.894	126.63	950.6
25年累计		3335.60	
25年年均		133.42	971.63

表3.2-2 压型钢板屋面光伏系统25年发电量统计表

第n年	衰减系数	第n年发电量 (万kWh)	第n年年利用小时数(h)
1	0.99	804.65	1004.80
2	0.986	801.40	1000.74
3	0.982	798.14	996.68
4	0.978	794.89	992.62
5	0.974	791.64	988.56
6	0.97	788.39	984.50
7	0.966	785.14	980.44
8	0.962	781.89	976.39
9	0.958	778.64	972.33
10	0.954	775.39	968.27
11	0.95	772.14	964.21
12	0.946	768.88	960.15
13	0.942	765.63	956.09
14	0.938	762.38	952.03
15	0.934	759.13	947.97
16	0.93	755.88	943.91

续表:

第n年	衰减系数	第n年发电量 (万kWh)	第n年年利用小 时数(h)
17	0.926	752.63	939.85
18	0.922	749.38	935.79
19	0.918	746.13	931.73
20	0.914	742.88	927.67
21	0.91	739.62	923.61
22	0.906	736.37	919.55
23	0.902	733.12	915.49
24	0.898	729.87	911.43
25	0.894	726.62	907.37
25年累计		19140.84	
25年年均		765.63	956.09

根据计算结果,本项目预计首年上网电量:944.87万kW·h,首年利用小时数为1011.62h,25年总发电量约为22476.44万kW·h,25年年均发电量为899.06万kW·h,年均利用小时数为962.58h。

4 投资估算及效益分析

4.1 静态投资

本项目光伏发电建设规模约9.3401MWp,工程静态投资约2802.03万元人民币,单位静态投资约3元/Wp。

4.2 经济效益

考虑到电厂正常运行时用电负荷较多,因此在平时可以将部分厂用电用光伏电源进行替换,提高整个机组的上网负荷,减少厂用电的消耗,为整个电厂创造更好的经济效益。

按照本光伏发电系统25年年均发电量为899.06万

kW·h,可认为电厂25年运行期间每年可多发电899.06万kW·h。按照上网电价0.416元/kWh计算,每年可产生效益约374.01万元。按照静态投资2802.03万元进行计算,约8年可收回建设成本,因此本屋顶光伏项目具有良好的经济价值^[1]。

4.3 环境效益

以本项目供电标煤煤耗254.73g/(kW·h)计算,本光伏项目每年所发电量与本项目0.23万吨标煤所发电量相当,因此可认为该光伏发电系统每年可节省0.23万吨标煤,减少NO_x排放量1.013t/a、SO₂排放量0.632t/a、烟尘排放量0.130t/a、CO₂排放量6.3×10³t/a,相当于新增植树造林256.6亩。此外,每年还可节约用水,并减少相应的废水排放,节能减排效益显著。

5 结论

综上所述,根据火电厂具体情况,在煤棚及输煤综合楼等建筑屋顶设置光伏发电系统,将光伏发出的电能直接接入厂用电系统就近消纳,在利用清洁能源的同时也可以优化电厂自身的经济指标,增加企业的经济效益,实现绿色发展和经济效益双赢。

参考文献

- [1]雷鸣.局部阴影情况下光储发电系统运行优化研究[D].中南大学,2023.DOI:10.27661/d.cnki.gzhnu.2023.000988.
- [2]尹镜晶,杨帆,胡雪菁.探讨光伏发电接入智能配电网后的系统问题[J].现代工业经济和信息化,2016,6(22):48-49. DOI:10.16525/j.cnki.14-1362/n.2016.22.22.
- [3]李乐军.光伏发电接入智能配电网后的系统问题综述[J].应用能源技术,2020,(09):50-52.