



**宁波市电力设计院有限公司**  
NINGBO ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO.,LTD

卷册检索号

335-XZ191046

# 上海大众宁波工厂三期 17MW 分布式 光伏发电项目接入系统报告

宁波市电力设计院有限公司

住建部设证：A133009969

工咨甲：11320080003

2019 年 12 月

# 上海大众宁波工厂三期 17MW 分布式 光伏发电项目接入系统报告

批 准： 郭高鹏

审 核： 岑银伟

校 核： 康家乐

编 写： 汪雅静 刘 峰



# 工 程 资 质 证 书

## 计 划

证书编号: A133009969

有效期: 至2024年10月18日

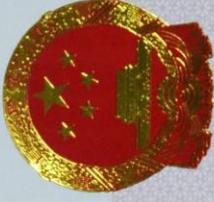
中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 宁波市电力设计院有限公司

经济性质: 有限责任公司(自然人投资或控股的法人  
独资)

资质等级: 电力行业(送电工程、变电工  
程)专业甲级。  
可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以  
及项目管理和相关的技术服务。\*\*\*\*\*





# 工程咨询单位资格证书

单位名称: 宁波市电力设计院有限公司

资格等级: 甲级

专 业

火电

### 服务范围

规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金申请报告、工程设计\*、工程项目管理(全过程策划和准备阶段管理)

以上各专业均涵盖了本专业相应的节能减排和环境保护内容。取得编制项目可行性研究报告、项目申请报告资格的单位,具备编制固定资产投资节能评估文件的能力;取得评估咨询资格的单位,具备对固定资产投资节能评估文件进行评审的能力。

证书编号: 工咨甲 11320080003

证书有效期: 至 2020 年 08 月 16 日

带\*部分,以国务院有关主管部门颁发的资质证书为准



2015 年 08 月 17 日

中华人民共和国国家发展和改革委员会



三星九千认证  
Ningbo Sanxing 9000 Certification Body



### 质量管理体系认证证书

注册号: 03119Q20399R6M

兹证明: 宁波市电力设计院有限公司

统一社会信用代码: 913302001440659542

地址: 浙江省宁波市江北区北岸财富中心 11 幢 4-1

质量管理体系符合

GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015 标准

该质量管理体系适用于:

送变电工程设计; 火电工程咨询

### CERTIFICATE OF CONFORMITY OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATION

Certificate 03119Q20399R6M

This is to certify the quality management system of NINGBO ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO.,LTD

Unified social credit code: 913302001440659542

Addr: 4-1 No.11 Building,Caifu Center,Jiangbei District North Bank, Ningbo City,Zhejiang Province,China

is in conformity with

GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015 standard

This certificate is valid to the following product(s)/service

Transmission and Distribution engineering design;  
Thermal power engineering consulting

颁证日期: 2019年11月14日  
有效期至: 2022年11月20日  
初次颁证: 2001年12月14日

总经理  
北京三星九千认证中心

Date of Issue: Nov 14th, 2019  
Date of Expiry: Nov 20th, 2022  
Date of Initial Issue: Dec 14th, 2001

General Manager  
Beijing Sanxing 9000 Certification Body

注: 在一个认证周期内, 获证组织应接受监督审核且合格, 否则证书将被暂停, 可扫描二维码获取当前状态  
本证书信息可在本机构网站 (www.sanxing9000.com) 及国家认证认可监督管理委员会官方网站 (www.ccaia.gov.cn) 上查询

Note: The organization shall be audited regularly within one certification cycle. Upon qualified, the certificate would be valid and QR code can be scanned to obtain its current status. The certificate information can be queried on the Beijing Sanxing 9000 certification body's website by: www.sanxing9000.com or certification and accreditation administration of the P.R.C. website by www.ccaia.gov.cn.



北京市朝阳区樱花东街5号新化信大厦4楼

No. 5, Yinghua East St., Changping District, Beijing, P.R. China



三星九千认证  
Ningbo Sanxing 9000 Certification Body

### 环境管理体系认证证书

注册号: 03119E20212R2M

兹证明: 宁波市电力设计院有限公司

统一社会信用代码: 913302001440659542

地址: 浙江省宁波市江北区北岸财富中心 11 幢 4-1

环境管理体系符合

GB/T 24001-2016/ISO 14001:2015 标准

该环境管理体系适用于:

送变电工程设计; 火电工程咨询

颁证日期: 2019年11月14日  
有效期至: 2022年11月20日  
初次颁证: 2013年11月22日

总经理  
北京三星九千认证中心

注: 在一个认证周期内, 获证组织应接受监督审核且合格, 否则证书将被暂停, 可扫描二维码获取当前状态  
本证书信息可在本机构网站 (www.sanxing9000.com) 及国家认证认可监督管理委员会官方网站 (www.ccaia.gov.cn) 上查询



北京市朝阳区樱花东街5号新化信大厦4楼



三星九千认证  
Ningbo Sanxing 9000 Certification Body

### 职业健康安全管理体系认证证书

注册号: 03119S10202R2M

兹证明: 宁波市电力设计院有限公司

统一社会信用代码: 913302001440659542

地址: 浙江省宁波市江北区北岸财富中心 11 幢 4-1

职业健康安全管理体系符合

GB/T 28001-2011/OHSAS 18001:2007 标准

该职业健康安全管理体系适用于:

送变电工程设计; 火电工程咨询

颁证日期: 2019年11月14日  
有效期至: 2022年11月20日  
初次颁证: 2013年11月22日

总经理  
北京三星九千认证中心

注: 在一个认证周期内, 获证组织应接受监督审核且合格, 否则证书将被暂停, 可扫描二维码获取当前状态  
本证书信息可在本机构网站 (www.sanxing9000.com) 及国家认证认可监督管理委员会官方网站 (www.ccaia.gov.cn) 上查询



北京市朝阳区樱花东街5号新化信大厦4楼

# 目 录

<b>1. 项目概况 .....</b>	<b>1</b>
1.1 编制依据 .....	1
1.2 工程概况 .....	1
1.3 主要编制原则 .....	2
1.4 报告内容 .....	3
<b>2. 系统一次部分 .....</b>	<b>4</b>
2.1 区域电力系统概况 .....	4
2.2 杭州湾新区电力电量预测和平衡 .....	6
2.3 光伏电站概况 .....	10
2.4 上海大众宁波工厂自备专变情况 .....	13
2.5 建议供电电压、回路数 .....	15
2.6 并网方案 .....	17
2.7 短路电流计算 .....	22
2.8 电气主接线方案 .....	22
2.9 有关电气设备参数要求 .....	24
2.10 系统对光伏电站的技术要求 .....	25
2.11 站用电相关说明 .....	31
2.13 并网检测 .....	31
<b>3. 系统二次部分 .....</b>	<b>33</b>
3.1 系统继电保护 .....	33
3.2 系统继电保护 .....	33
3.2 系统调度自动化 .....	37
3.3 系统通信 .....	40
<b>4. 总结 .....</b>	<b>41</b>
<b>5. 附件 .....</b>	<b>43</b>
附件一：宁波悦晟能源发展有限公司接入系统设计委托书 .....	44
附件二：项目备案信息表 .....	45
附件三：用电意向性方案 .....	47
附件四：电能质量评估委托函 .....	48
附件五：用户协议 .....	49

## 1. 项目概况

### 1.1 编制依据

- 1) 宁波悦晟能源发展有限公司接入系统设计委托书
- 2) 项目备案信息表
- 3) 浙江慈农电力发展有限公司编制的《上海大众汽车有限公司宁波分公司 17MWp 光伏发电工程项目可行性研究报告》
- 4) 用户用电意向性方案、协议等其他相关资料
- 5) 华东监能安全[2019]70 号《华东区域电力安全生产委员会关于开展华东区域分布式光伏涉网频率专项核查整改工作的通知》
- 6) GB/T 50797—2012 《光伏电站设计规范》
- 7) GB/T 19964—2012 《光伏电站接入电力系统技术规定》
- 8) GB/T 29319-2012 《光伏发电系统接入配电网技术规定》
- 9) GB/T 29321-2012 《光伏电站无功补偿技术规范》
- 10) GB/T 50865-2013 《光伏发电接入配电网设计规范》
- 11) GB/T 33593-2017 《分布式电源并网技术要求》
- 12) Q/GDW 11147-2013 《分布式电源接入配电网设计规范》
- 13) Q/GDW 11148-2013 《分布式电源接入系统设计内容深度规定》
- 14) 设计人员收集的其他相关资料
- 15) 相关规范规程

### 1.2 工程概况

宁波悦晟能源发展有限公司成立于 2019 年 8 月 8 日,由浙江慈农电力发展有限公司(持股 85%)和宁波海晟能源发展有限公司(持股 15%)

共同出资成立。公司注册资本 500 万元，法定代表人为胡孟军；公司位于浙江省宁波杭州湾新区九塘路 5 号 1 号楼 204 室。经营范围包括新能源技术开发、转让、咨询、服务；电力资源开发；太阳能光伏电站建设、经营管理、运行、维护；电力、太阳能电池组件、户用终端系统、太阳能发电设备及元器件销售、租赁；售电业务；合同能源管理及咨询服务；电力科技信息咨询。

上海大众宁波工厂三期 17MW 分布式光伏发电项目业主单位为宁波悦晟能源发展有限公司，本工程拟建场址位于上海大众汽车有限公司宁波分公司，本期占地面积约 255 亩。本项目设计装机容量 17MWp，建设期 6 个月，经营期 25 年。

上海大众汽车有限公司已和业主单位达成合作意向协议。项目拟在上海大众宁波工厂停车场车棚顶建设 17MWp 规模的光伏电站，安装光伏组件、逆变器、输配电等光伏发电设备。该项目已于 2019 年 9 月 2 日经杭湾新区经济发展局备案。光伏电站计划于 2020 年 6 月投产发电。

上海大众汽车有限公司宁波分公司现有 110 千伏专变两座：大众变和汽车变，主变容量分别为  $2 \times 40\text{MVA}$ 、 $2 \times 31.5\text{MVA}$ 。本项目建设规模为 17.29MWp，分为 4 个光伏子站，规模分别为 4.8MW、4.99MW、3.6MW、3.9MW，共计安装 315Wp 单晶硅组件 54915 块。光伏电站以 4 回 10 千伏电缆线路接入 110 千伏大众变 10 千伏配电装置，采用“自发自用、余电上网”的模式，10 千伏并网线路截面采用  $185\text{mm}^2$  和  $120\text{mm}^2$  电缆。

### 1.3 主要编制原则

- 1) 该项目发电性质为分布式光伏电站，用“自发自用、余电上网”

的模式。

2) 本工程设计水平年取 2020 年，远景设计水平年取 2035 年。

#### 1.4 报告内容

根据业主委托，对光伏电站工程接入系统进行可行性研究，内容主要包括接入方案的确定及相关的电气计算，以明确对主要设备选择的要求，提出保护、远动和通信的设备配置方案，并估算接入系统所需相关费用。

## 2. 系统一次部分

### 2.1 区域电力系统概况

宁波杭州湾新区电网是宁波电网的重要组成部分，供电范围下辖庵东镇，现有常住人口 30 万（2018 年），陆地面积约 353 平方公里，海域面积约 350 平方公里。

杭湾新区经济社会各项事业取得了飞速发展，到 2018 年年底实现地区生产总值达到 500 亿，完成工业总产值 1673.3 亿元，财政总收入 160.9 亿元，已超过慈溪市。随着国民经济的快速增长和人民生活的不断提高，宁波杭州湾新区电网也得到较大的发展，截止到 2018 年年底，杭湾区已建成以 3 座 220 千伏（莲花变、双浦变、建中变）变电站为供电电源，10 座 110 千伏（滨海变、白鹭变、越瓷变、海星变、庵东变、海星变、虹桥变、富强变、盘棋变、闻涛变）变电站为支撑的、基本适应当前杭州湾新区经济发展的输、变、配电网。

具体规模如下：220 千伏公用变 3 座，主变 6 台，容量 132 万千伏安；110 千伏公用变 10 座，主变 20 台，容量 100 万千伏安。

2018 年，新区网供最高负荷 59.34 万千瓦，同比增长 10.05%；全社会用电量 34.56 亿千瓦时，同比增长 11.85%，负荷和电量增幅均处于宁波大市各区（市）县首位。

杭湾区历年负荷及电量实绩表见表 2-1。

**表 2-1 杭湾区历年负荷及电量实测表** 单位：负荷(万千瓦)、电量(亿千瓦时)

年份	2014 年		2015 年		2016 年		2017 年		2018 年	
负荷	38.56	0.05%	36.44	-5.45%	43.03	18.1%	53.92	25.31%	59.34	10.05%
电量	24.14	19%	23.15	-1.86%	26.31	13.63%	30.71	16.72%	34.56	11.85%

2018 年底杭州湾新区 110 千伏及以上电网地理接线图见图 2.1-1。

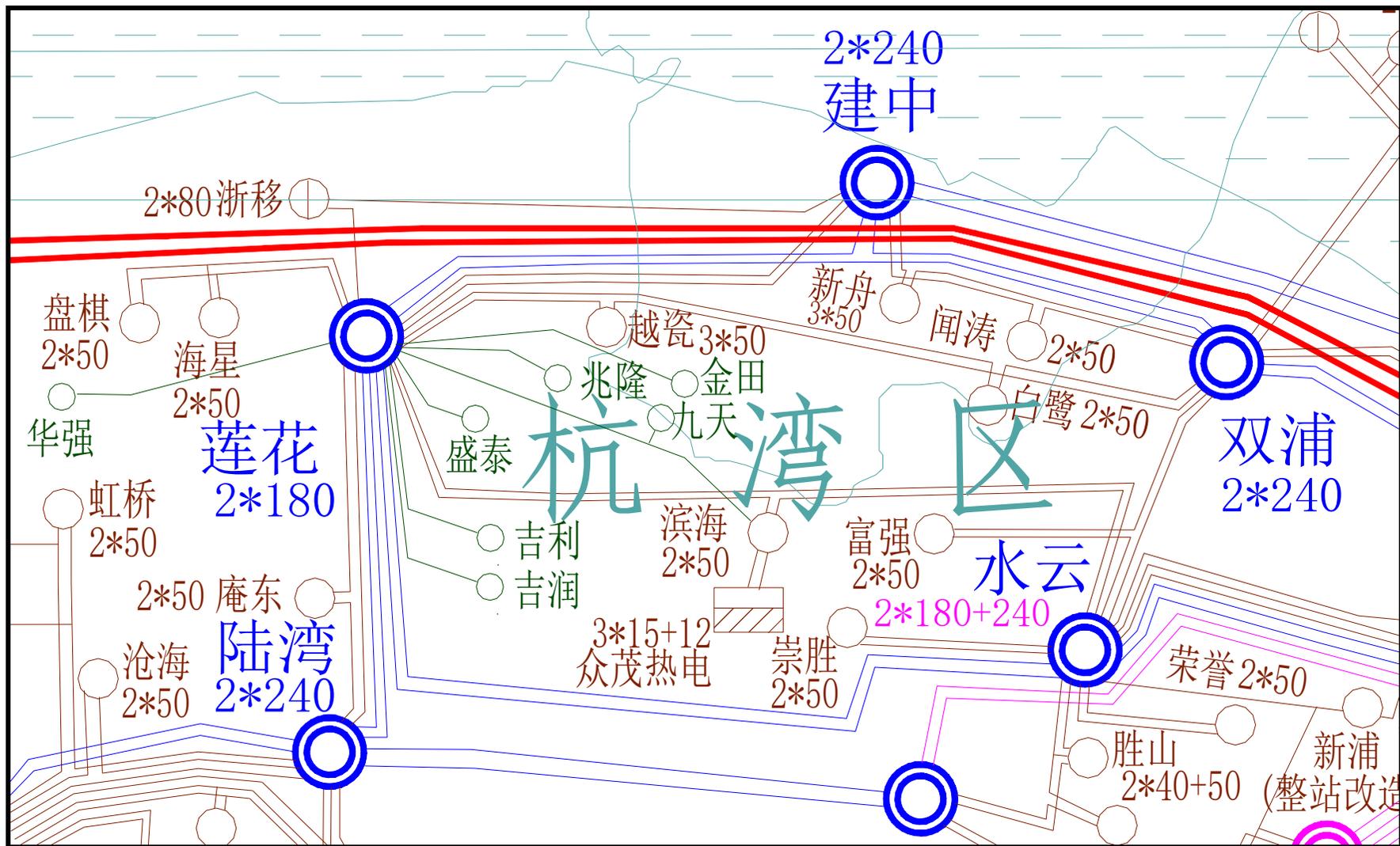


图 2.1-1 截至 2018 年底杭湾电网地理接线图

## 2.2 杭州湾新区电力电量预测和平衡

杭州湾新区位于宁波市北部，杭州湾跨海大桥南岸，地处沪杭甬经济圈中心，新区陆域面积 353 平方公里，海域面积 350 平方公里。新区常住人口 17.7 万。自 2001 年 12 月启动开发以来，新区工业区块基本建成 35 平方公里“九横十纵”主要道路框架，累计引进工业项目 358 个，总投资 739 亿元，落户的世界 500 强企业 13 家 16 个项目。

新区着眼于建设“宜居宜业宜游、生产生态生活”的新型城市，以引进汽车及其关键零部件、通用航空、新材料、高端装备、智能电气、文化休闲与生命健康产业为目标，将新区打造成国家统筹协调发展的先行区，长三角亚太国际门户的重要节点区，浙江省现代产业基地，宁波大都市北部综合新城。

2019 年杭湾电网最高负荷为 64.3 万千瓦，随着吉利研究院、吉利 PMA 等重大项目的建成投产，预测今后几年用电需求将呈现较高增长，预计 2020 年夏季最高负荷将达 69.44 万千瓦，2021 年达到 74.99 万千瓦。

根据宁波电网规划，杭州湾新区全社会最高负荷、供电量的预测见表 2.2-1。

表 2.2-1 杭湾区最高供电负荷、供电量预测表 万千瓦、亿千瓦时

	2018	2019	2020	2021	2022
最高供电负荷	59.34	64.3	69.44	74.99	78.74
供电量	34.56	38.27	42.10	46.3	50.9

在电力电量平衡中，光伏电站按 80%的装机容量参与平衡，光伏电站按 1000 小时参与平衡，投产当年不参与平衡。在电力平衡中，

热电厂按 93%的装机容量参与平衡，热电厂按 5000 小时参与平衡。  
电力电量平衡情况见表 2.2-2、2.2-3。

从电力电量平衡的结果可知：随着负荷和用电量的增长，以及重大项目的建成投产，杭州湾新区的电力电量缺口将逐年增加。光伏电站工程投运后，在充分利用自然资源的前提下，对于就地平衡上海大众宁波工厂用电负荷和提高电网运行的经济性都将起到一定的作用。

表 2.2-2

杭州湾新区电力平衡表

单位：万千瓦

	2019	2020	2021	2022	2023
杭州湾新区负荷	64.3	69.44	74.99	78.74	82.68
地方装机容量	<b>33.56</b>	<b>35.26</b>	<b>35.26</b>	<b>35.26</b>	<b>35.26</b>
众茂热电	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
其余光伏电站	27.86	27.86	27.86	27.86	27.86
本光伏电站	/	1.7	1.7	1.7	1.7
地方装机出力	<b>27.59</b>	<b>28.97</b>	<b>28.97</b>	<b>28.97</b>	<b>28.97</b>
众茂热电	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
其余光伏电站	22.29	22.29	22.29	22.29	22.29
本光伏电站	/	1.38	1.38	1.38	1.38
需大网供电	<b>36.71</b>	<b>40.47</b>	<b>46.02</b>	<b>49.77</b>	<b>53.71</b>

表 2.2-3

杭州湾新区电量平衡表

单位：亿千瓦时

	2019	2020	2021	2022	2023
杭州湾新区电量	38.27	42.10	46.3	50.9	55.99
地方装机发电量	4.88	5.02	5.02	5.02	5.02
众茂热电	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
其余光伏电站	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
本光伏电站	/	0.14	0.14	0.14	0.14
需大网供电	33.39	37.08	41.28	45.88	50.97

## 2.3 光伏电站概况

### 2.3.1 宁波区域气候情况

宁波市地处北亚热带季风性湿润气候，因濒临东海又带有海洋性气候特征。宁波市多年平均气温 16.4℃，一般最热的 7 月 28℃，最冷的 1 月 4.7℃，极端最高气温 41.3℃，极端最低温度-11.1℃，多年平均雷暴天数 40 天/年。无霜期一般为 230-240 天。平均降水量为 1480mm，主要灾害性天气有低温、连阴雨、干旱、台风、暴雨洪涝、冰雹、雷雨大风、霜冻、寒潮等，本项目所选用的光伏设备使用寿命长、机械强度高，具有良好的抗风性和防雷性。

宁波市处于太阳能资源比较丰富地区，太阳年总辐射量除山区以外约 4390-4710MJ/m<sup>2</sup>，多年平均日照时数约为 1855.6h。

上海大众汽车有限公司宁波分公司位于浙江省宁波市杭州湾新区。北纬 30.34°，东经 121.32°，气候属亚热带季风气候，温暖湿润，四季分明，具有春多雨、夏湿热、秋气爽、冬干冷的气候特征，年平均气温 15.8℃，气候温和湿润，降水充足，四季分明。日照条件较为充足，太阳能资源比较丰富，年日照时间为 1420 小时，太阳能辐射量在 5111.46MJ/m<sup>2</sup>a 左右。在我国的版图中，属于太阳能资源较丰富地区。

### 2.3.2 站址概况

新建光伏电站位置在上海大众汽车有限公司宁波分公司厂区内，面积 255 亩。上海大众汽车有限公司宁波分公司平面图见图 2.3-1。



图 2.3-1 上海大众汽车有限公司宁波分公司平面图

### 2.3.3 本项目概况

根据业主提供的资料，光伏电站规模概况如下：

宁波悦晟能源发展有限公司根据国家产业政策和上海大众宁波工厂总体规划，以及现有用户专变容量等，拟在上海大众宁波工厂投资建设 17.29MW 分布式光伏发电项目，在上海大众宁波工厂停车场新建停车棚，将光伏组件安装在车棚上，光伏阵列为固定安装方式。经技术经济比选，本项目拟选用 315W 单晶硅光伏组件 54915 块，正常年平均发电量为 1813 万度。项目预计建设工期 6 个月，项目计划总投资 8130.16 万元。

本工程主要由太阳能光伏组件、防雷汇流箱、并网逆变器、变压器以及交流配电柜等设备组成，本项目系统采用地面电站设计方案，每个光伏子站采用分散逆变、集中升压、集中并网的方案。光伏电站采用“自发自用、余电上网”的模式。

项目组件串并联方式为 21 块 1 串，每 12 串接入一个汇流箱。所有从汇流箱引出的电缆线通过电缆桥架，经逆变器，进入控制室低压柜组、经过升压变压器、高压柜组，最后接入大众变 10kV 侧。

项目共采用 12 路汇流箱 290 台，逆变器 1250kW×16 台，4.5MW 升压变压器 4 台。

光伏发电系统原理框图如下：

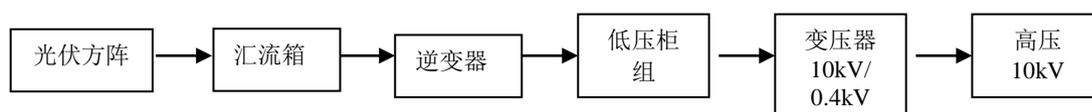


图 2.3-2 并网方案原理框图

杭州湾新区上汽大众宁波工厂 17.29MW 分布式光伏项目（三期）建成效果图见图 2.3-3 所示。



图 2.3-3 上汽大众宁波工厂 17.29MW 分布式光伏项目（三期）建成效果图

## 2.4 上海大众宁波工厂自备专变情况

拟建光伏电站位于上海大众宁波工厂厂区内停车场。上海大众宁波工厂现有 110kV 电压等级变电站两座：大众变和汽车变。

现状 110 千伏大众变于 2012 年 10 月建成投产；主变容量现状及远景均为  $2 \times 40$  兆伏安；2019 年最高负荷为 6.0 万千瓦，110 千伏主接线现状及远景均采用线变组接线，进线 2 回，现状采用 2 回 110 千伏线路接入双浦变，拟于 2020 年实施《大众第二电源工程》，届时 2 回电源 1 回来自 220 千伏双浦变、1 回来自 220 千伏建中变（已于 2019 年批复，预计 2020 年投产）；10 千伏采用单母线分段接线，现状出线 28 回，远景出线 32 回。

现状 110 千伏汽车变于 2017 年 7 月投产，主变容量现状及远景均为  $2 \times 31.5$  兆伏安；2019 年最高负荷为 2.5 万千瓦，110 千伏主接线现状及远景均采用单母分段接线，进线 2 回，双 T 接 110 千伏大众变 2 回线；10 千伏采用单母线分段接线，现状出线 24 回，远景出线 28 回。

上海大众宁波工厂一期已安装 32 兆瓦分布式光伏，通过 110 千伏大

众变 10 千伏母线并网；二期已安装 19.17 兆瓦分布式光伏，通过 110 千伏汽车变 10 千伏母线并网。

## 2.5 建议供电电压、回路数

### 2.5.1 并网电压、回路数

根据业主单位提供的资料，光伏电站本期及最终装机规模均为 17.29 兆瓦，预计投产时间为 2020 年。根据《光伏电站设计技术规范》规定，该光伏电站属于中型光伏电站，根据《光伏电站接入电网技术规定》，其接入电压等级宜通过 10kV~35kV；综合考虑业主电网现状、项目装机容量、业主单位并网发电需求等多种因素，本报告建议采用 4 回 10 千伏电压等级并网。

### 2.5.2 并网导线截面

#### 1) 光伏发电效率

并网光伏发电系统的总效率由光伏阵列的效率，逆变器效率和交流并网效率三部分组成。

光伏阵列效率  $\eta_1$ ：系指光伏阵列在  $1000\text{W}/\text{m}^2$  的太阳辐射强度下，实际的直流输出功率与标称功率之比。光伏阵列在能量转换和传输过程中的损失包括：组件匹配损失、表面尘埃遮挡损失、不可利用太阳辐射损失、温度的影响、最大功率点跟踪（MPPT）精度以及直流线路损失等。根据经验数据：组件功率匹配损失小于 6%；灰尘影响组件功率损失小于 6%；直流线路损失小于 3%；太阳能电池组件温度影响系数： $-0.34\%/K$ ；除去以上损失，光伏阵列效率  $\eta_1=86\%$ 。

逆变器转换效率  $\eta_2$ ：指的是逆变器输出的交流电功率与直流输出功率之比。取  $\eta_2=97\%$ 。

交流并网效率  $\eta_3$ ：即从逆变器输出至电网的传输效率。对于本系统来说，交流并网效率根据以往经验取  $\eta_3=96\%$ 。

系统的总效率等于上述各部分效率的乘积：

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 = 86\% \times 97\% \times 96\% = 80\%$$

## 2) 导线截面选择

光伏电站送出线路导线截面选择需根据所需送出的容量、并网电压等级选取，并考虑发电效率等因素，一般按持续极限输送容量选择。根据业主提供的资料，光伏电站本期装机规模为 17.29 兆瓦，分由 4 回 10 千伏线路接入系统，4 个光伏子站规模分别为 4.8MW、4.99MW、3.6MW、3.9MW；考虑光伏电站按最大出力 80% 送出，4 回送出线路输送容量分别为 3.84MW、4.0MW、2.88MW、3.12MW。鉴于周边环境建设条件，不考虑采用架空线路；经计算，电缆截面选择 185mm<sup>2</sup> 和 120 mm<sup>2</sup> 可以满足输送容量的要求。

根据《浙江电网规划设计导则》和浙电生[2011]699 号 浙江电网《输变电设备通流能力核定原则(试行)》，不同截面电缆的极限输送容量见表 2.5-1。

表 2.5-1 10 千伏不同截面电缆的极限输送容量 单位：兆伏安

导线截面 (mm <sup>2</sup> )	环境温度+30℃，工作温度+90℃，排管敷设(埋深 1m)，接地电流 5A
3×95	3.6
3×120	4.0
3×185	4.9
3×240	5.7
3×300	6.4

## 2.6 并网方案

根据上海大众宁波工厂现状变电站配置情况及今后发展规划，本光伏电站按照“自发自用、余电上网”的模式进行建设，现状上海大众宁波工厂仅有 2 座 110 千伏变电站具备接入条件。目前大众变已有 32MW（20MW+12MW）分布式光伏接入，汽车变已有 19.17MW 分布式光伏接入。考虑大众变负荷约 6.0 万千瓦，汽车变负荷 2.5 万千瓦，为了光伏发电量能够更好就地消纳，因此考虑本期新建 17.29MW 分布式光伏项目接入 110 千伏大众变。届时，大众变 10 千伏光伏并网总容量达到 49.29MW，最大出力达到 39.4MW（光伏出力按 80%考虑）。

上汽大众宁波工厂 17.29MW 分布式光伏项目正常输出功率为 13.83MW。本期新建 4 回 10 千伏线路接入 110 千伏大众变 10 千伏母线。新建电缆线路长度约 1+0.8+0.7+0.2 公里，电缆截面采用 185mm<sup>2</sup>、185mm<sup>2</sup>、120mm<sup>2</sup> 和 120mm<sup>2</sup>。

根据大众变负荷实测数据，大众变 2019 年平均运行负荷约 3.6 万千瓦，最大运行负荷为 6.0 万千瓦。光伏电站接入大众变后，最高负荷时可以就地平衡，负荷低谷时期潮流将倒送至 110 千伏侧，预计最高倒送容量为 3.94 万千瓦（大众停产时，光伏出力按 80%计）。大众一台主变检修方式下，光伏倒送容量不会超过主变容量。

双浦变、建中变负荷情况说明：经过负荷平衡后，双浦变、建中变低谷时段不会存在潮流倒送现象。负荷平衡一览表见表 2.6-1~2。

表 2.6-1 双浦变负荷平衡一览表 单位：万千瓦/千伏安

变电站	2019	2020	2021	2022	2025	备注
110 千伏白鹭变 (2×50MVA)	3.9	4.1	4.3	4.5	5.0	供 1 台
110 千伏越瓷变 (2×50MVA)	2.9	3.1	3.3	3.5	4.0	供 1 台
110 千伏闻涛变 (2×50MVA)	3.0	4.0	5.0	5.3	6.0	2018 年投产

110 千伏富强变 (2×50MVA)	6.0	6.2	6.4	6.6	7.0	
110 千伏涂北变 (2×50MVA)	1.0	2.0	2.5	3.0	4.0	2018 年投产
110 千伏战胜变 (3×50MVA)	0.0	0.0	2.5	3.0	4.0	预计 2021 年投产, 供一半
110 千伏大众变、 汽车变 (2× 50MVA)	8.0	4.0	4.0	4.0	4.0	转一半至建中
35 千伏侧	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
小计	26.80	25.40	30.00	31.90	36.00	
同时率	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	
合计	25.5	24.1	28.5	30.3	34.2	

表 2.6-2

建中变负荷平衡一览表

单位: 万千瓦/千伏安

变电站	2019	2020	2021	2022	2025	备 注
110 千伏新舟变 (2×50MVA)	4.2	4.5	4.8	5.1	7.5	2019 年建中
110 千伏港湾变 (2×50MVA)	0.0	0.0	3.0	2.0	3.0	大桥投后供一半
110 千伏战胜变 (3×50MVA)	0.0	0.0	2.0	2.5	4.0	预计 2020 年投产, 供一半
110 千伏鳌头变 (2×50MVA)	0.0	0.0	0.0	1.5	2.5	预计 2022 年投产
110 千伏吉利 PMA (2×50MVA)	3.8	6.1	6.1	6.1	6.1	用户、2019 年投产
110 千伏吉利研 究院 (2× 50MVA)	2.8	3.2	/	/	/	用户、2019 年投产、2021 转新莲花
110 千伏大众 变、汽车变 (2 ×40MVA+2× 31.5MVA)	0	4	4	4	4	2020 年接入建中, 考 虑一半
110 千伏移动变 (2×80MVA)	2.5	3.1	5.2	5.2	7.3	用户
35 千伏侧	5.0	6.0	7.0	9.0	12.0	
小计	18.3	26.9	32.1	35.4	46.4	
同时率	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	
合计	17.4	25.6	30.5	33.6	44.1	

光伏电站接入后周边局部电网地理接线图见图 2.6-1。

具体并网方式如图 2.6-2 所示。

**投资估算：**投资情况见表 2.6-3。

表 2.6-3                      接入系统投资比较表                      单位：万元

	项 目	规 模	投资	总投资
方案	线路部分	新建 10 千伏电缆线路约 1+0.8+0.7+0.2 公里	270	290
	对侧间隔	改造 10 千伏出线间隔 4 个	20	

注：1、10 千伏单回路电缆综合造价按 100 万元/公里计。（估算单价不含政策处理费）

2、10 千伏出线间隔扩建按 15 万元/个计。10 千伏出线间隔改造按 5 万元/个计。

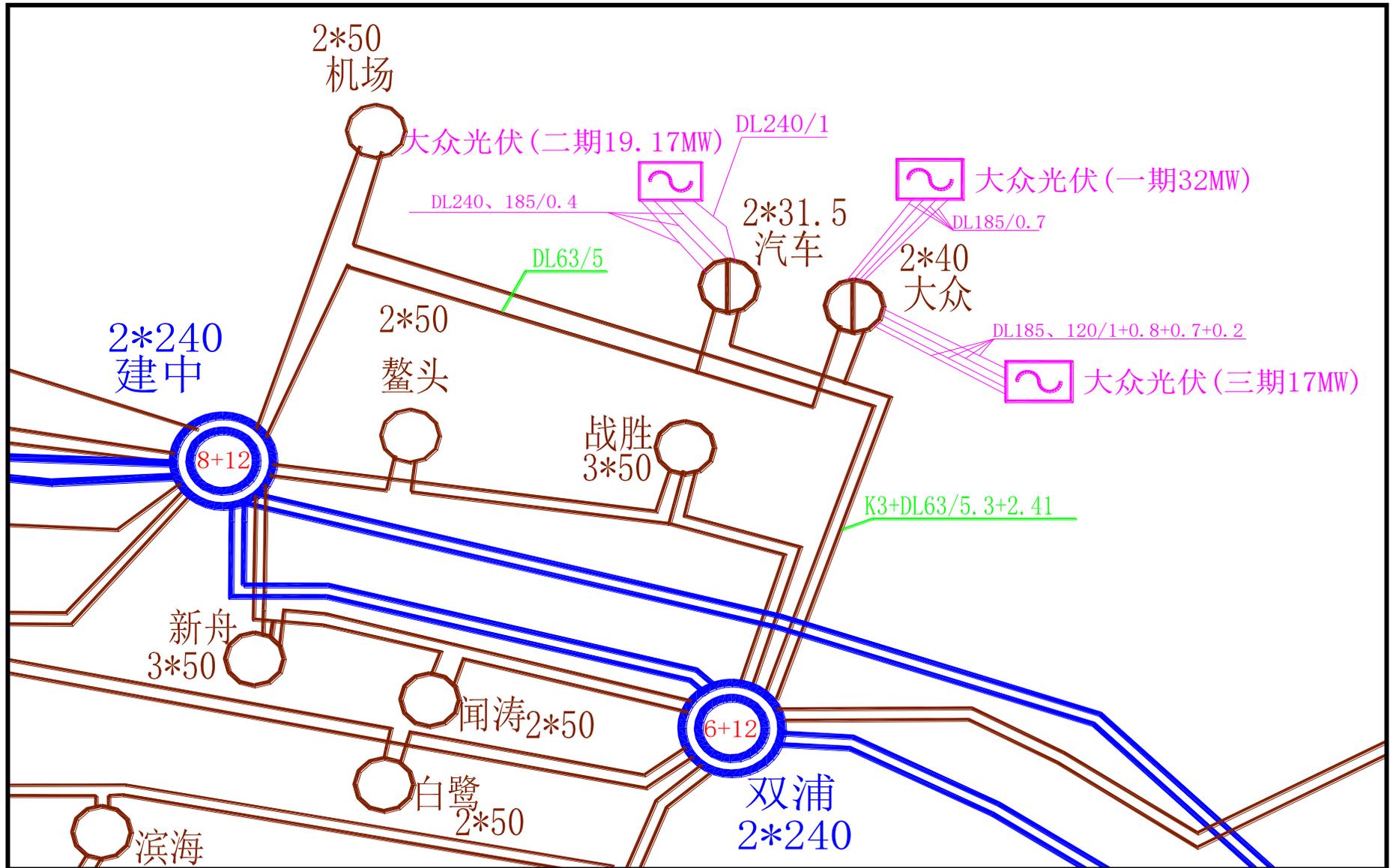


图 2.6-3 光伏电站接入后周边局部电网地理接线图

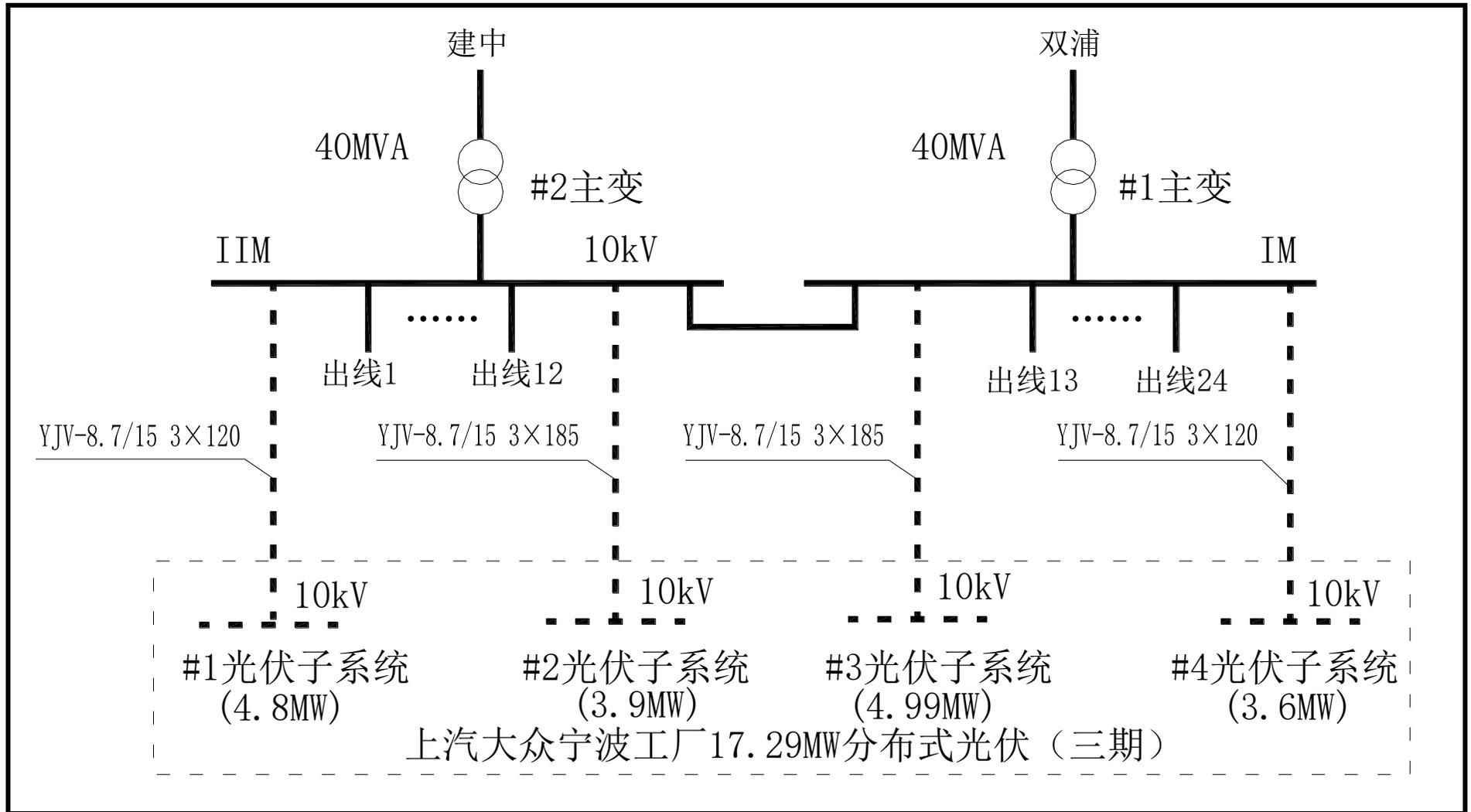


图 2.6-4 光伏电站并网方案接线示意图

## 2.7 短路电流计算

以下分析和计算均基于上述并网方案展开。即以4回10千伏线路接入110千伏大众变10千伏两段母线。经计算，大众变10千伏母线和光伏电站10千伏母线短路电流值见表2.7-1。

表2.7-1 短路计算结果表 单位：千安

	10 千伏母线（大众变侧）	光伏电站子站母线
三相短路电流	16.34 /29.48（分列/并列）	14.3

注：正常运行方式为分列运行。

## 2.8 电气主接线方案

根据光伏电站本体可研报告，光伏发电系统采用分散逆变、就地升压、集中并网的方案。

本工程设计装机容量为17.29MW，由4个子发电单元组成。共安装315W单晶硅组件54915块，约2615个方阵，1250kW逆变器约16台，12路汇流箱约290台。项目组件串并联方式为21块1串，每12串接入一个汇流箱。所有从汇流箱引出的电缆线通过电缆桥架，经逆变器，进入控制室低压柜组、经过4台4.5MW升压变压器，最后接入大众变10kV侧。

光伏电站并网后大众变电气原则接线示意图见图2.8-1。

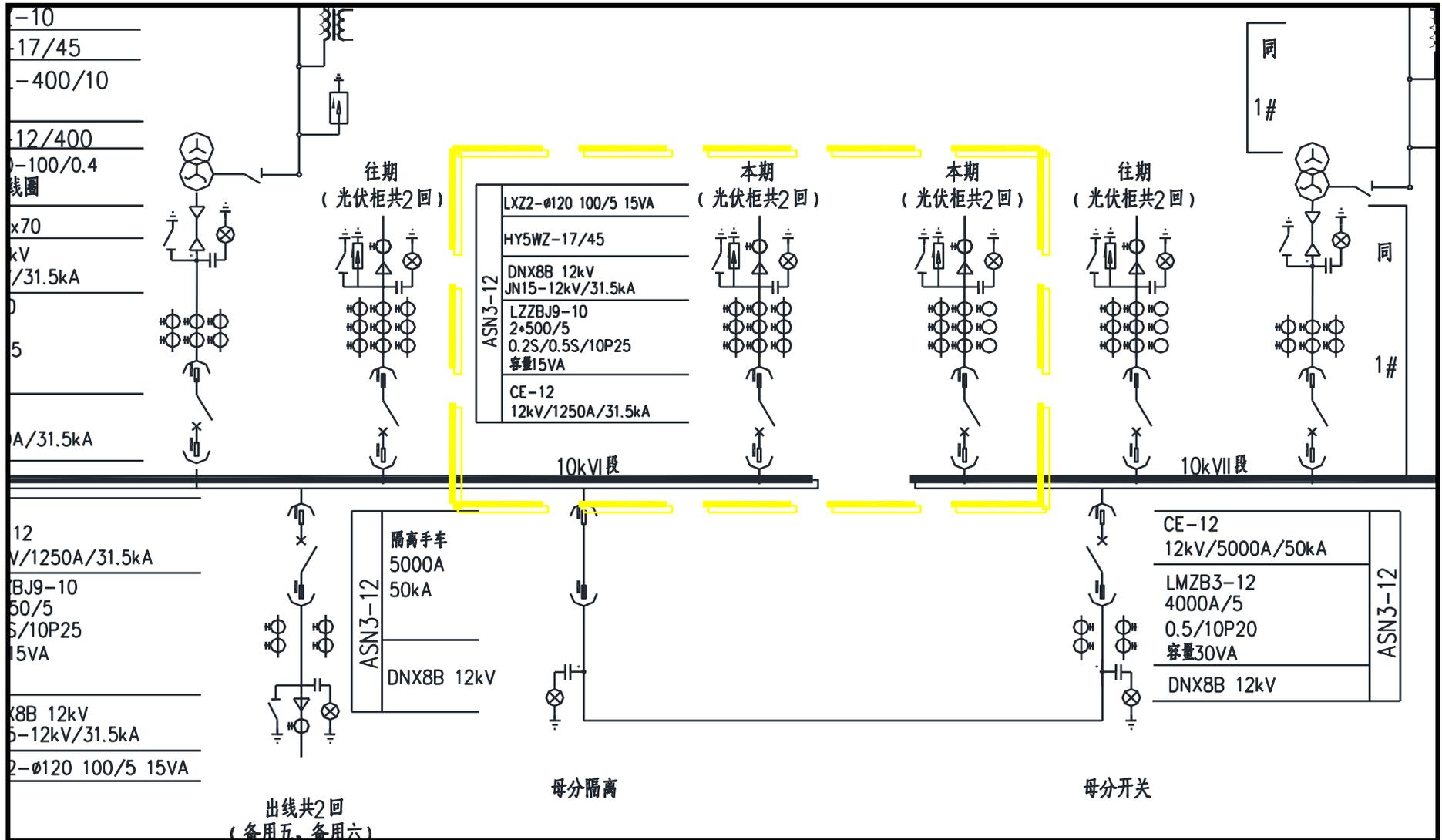


图 2.8-1 光伏电站并网后大众变电气原则接线示意图

## 2.9 有关电气设备参数要求

### 2.9.1 主变压器

1) 光伏电站工程本期装机为 17.29 兆瓦, 升压变低压侧电压为 0.36 千伏, 升压变主变参数如下:

主变型式: 三相双圈升压结构有载调压电力变压器

容量: 4500 千瓦 (4 台)

接线组别: Dyn11

电压分接头:  $10.5 \pm 2 \times 2.5\% / 0.36$  千伏

短路阻抗: 6.5%

2) 本光伏电站总装机规模为 17.29 兆瓦, 其效率约为 80%, 出力约为 13.83 兆瓦, 其视在功率约为 14.56 兆伏安(功率因数按 0.95 考虑), 光伏电站主变总容量可以满足总装机规模。

### 2.9.2 断路器

经校核, 大众变侧 10 千伏开关额定电流按照 1250A 选取, 短路开断电流按照 31.5kA 选择。大众变 10 千伏出线开关可满足光伏电站接入要求。

建议光伏电站侧 10 千伏开关额定电流按照 630A 选取, 短路开断电流按照 31.5kA 选择。应安装易操作、可闭锁、具有明显开断点、带接地功能、可开断故障电流的断路器。

### 2.9.3 无功补偿

光伏发电站的无功电源包括光伏并网逆变器及集中无功补偿装置。

1) **光伏并网逆变器:** 光伏电站安装的并网逆变器应满足额定有功出力下功率因数在超前 0.95~滞后 0.95 的范围内动态可调, 并应满足在图 2.10 所示矩形框内动态可调。

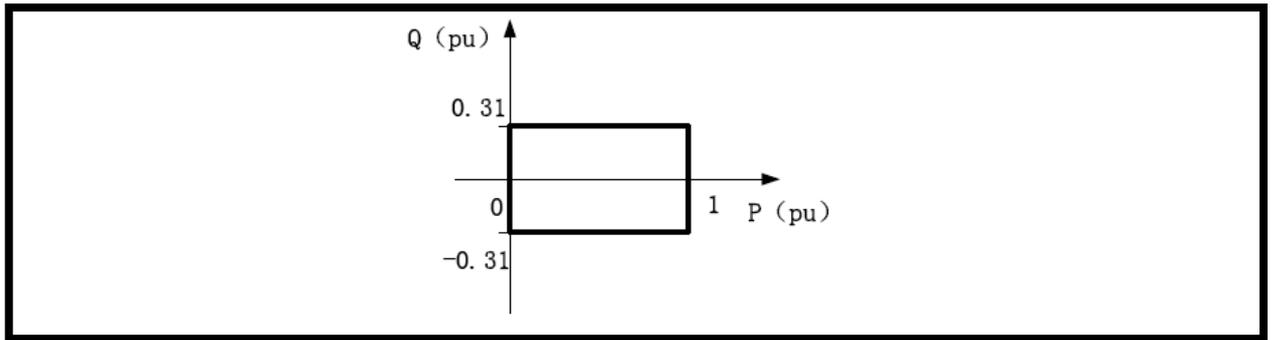


图 2.9 逆变器无功出力范围

2) **集中无功补偿装置**：考虑到光伏电站组本身无功功率发生能力在实况下的损耗、主变无功损耗、送出线路无功损耗和为电网运行调度运行预留一定的手段,经过计算,光伏电站内需加装集中无功补偿装置,本期在 4.8MW、4.99MW 光伏子站侧 10 千伏母线各配置一组容量为 1000 千乏的集中动态无功补偿装置、在 3.6MW、3.9MW 光伏子站侧 10 千伏母线各配置一组容量为 800 千乏的集中动态无功补偿装置。对 10 千伏母线的电压水平进行调节,确保 10 千伏母线的电压水平满足电网的要求。同时具备滤波功能,以满足电网对电能质量的要求。

#### 2.9.4 中性点设备

经核实,大众变现状 110 千伏中性点侧已加装放电间隙保护。

大众变现状每段 10 千伏母线上配置消弧线圈容量 400kVA,本工程 10 千伏线路采用电缆方案,新增 10 千伏出线电缆 2.7 公里,根据业主提供资料,光伏电站接入大众变后,大众变 10 千伏系统单相接地电容电流计算值约为 23.32A。经校核,大众变现状消弧线圈配置可以满足本期接入要求。

### 2.10 系统对光伏电站的技术要求

#### 2.10.1 电能质量

由于光伏发电系统出力具有波动性和间歇性,另外光伏发电系统通过逆变器将太阳能电池方阵输出的直流转换成交流供负荷使用,含有大

量的电力电子设备，接入配电网会对当地电网的电能质量产生一定的影响，包括谐波、电压偏差、电压波动、电压不平衡度和直流分量等方面。为了能够向负荷提供可靠的电力，由光伏发电系统引起的各项电能质量指标应该符合相关标准的规定。

### (1) 谐波

光伏发电系统接入电网后，公共连接点的谐波电压应满足 GB/T 14549《电能质量 公共电网谐波》的规定。公用电网谐波电压限值详见表 2.11-1 所示。

表 2.11-1 公用电网谐波电压限值

电网标称电压 (kV)	电压总畸变率 (%)	各次谐波电压含有率 (%)	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
10	4.0	3.2	1.6

光伏发电系统接入电网后，公共连接点处的总谐波电流分量（方均根）应满足 GB/T 14549《电能质量 公共电网谐波》的规定，详见表 2.11-2 所示，其中光伏电站向电网注入的谐波电流允许值按此光伏电站安装容量与其公共连接点的供电设备容量之比进行分配。

表 2.11-2 注入公共连接点的谐波电流允许值

标准电压(kV)	基准短路容量 (MVA)	谐波次数及谐波电流允许值 (A)											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.38	10	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12
10	100	3.7	4.1	3.2	6	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1

### (2) 电压偏差

光伏发电系统接入电网后，公共连接点的电压偏差应满足 GB/T 12325-2008《电能质量 供电电压偏差》的规定，10kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的±7%。

### （3）电压波动

光伏发电系统接入电网后，公共连接点的电压波动应满足 GB/T 12326-2008《电能质量 电压波动和闪变》的规定。对于光伏电站出力变化引起的电压变动，其频度可以按照  $1 < r \leq 10$ （每小时变动的次数在 10 次以内）考虑，因此光伏电站以 10kV 接入引起的公共连接点电压变动最大不得超过 3%。

### （4）电压不平衡度

光伏发电系统接入电网后，公共连接点的三相电压不平衡度应不超过 GB/T 15543-2008《电能质量 三相电压不平衡》规定的限值，公共连接点的负序电压不平衡度应不超过 2%，短时不得超过 4%；其中由光伏电站引起的负序电压不平衡度应不超过 1.3%，短时不超过 2.6%。

### （5）直流分量

光伏发电系统向公共连接点注入的直流电流分量不应超过其交流额定值的 0.5%。

光伏发电系统电能质量需结合实际工程中逆变器性能参数进行分析，需另列电能质量评估专题报告进行研究。

光伏发电系统应配置电能质量实时监测设备，所装设的电能质量监测设备应满足 GB/T 19862 的要求。当光伏电站电能质量指标不满足要求时，光伏电站应安装电能质量治理设备。

为更好的实时监测电压质量，本期在 10 千伏光伏电站各出线间隔装设电能质量监测装置一套。电能质量参数包括电压、频率、谐波、功率因素等。光伏发电系统的电能质量监测历史数据应至少保存一年，必要时供电网企业调用。

经核实，大众变对侧 220 千伏建中变、双浦变均已配置电能质量监测装置，可以满足需求。

## 2.10.2 对有功功率控制及变化率的要求

1) 光伏电站应具备参与电力系统的调频和调峰的能力，并符合 DL/T 1040 的相关规定。

2) 光伏电站应配置有功功率控制系统，具备有功功率连续平滑调节的能力，并能够参与系统有功功率控制。

3) 光伏电站有功功率控制系统应能够接收并自动执行电网调度机构下达的有功功率及有功功率变化的控制指令。

4) 在光伏电站并网、正常停机以及太阳能辐照度增长过程中，光伏电站有功功率变化速率应满足电力系统安全稳定运行的要求，其限值应根据所接入电力系统的频率调节特性，由电网调度机构确定。

5) 光伏电站有功功率变化速率应不超过 10%装机容量/min，允许出现因太阳能辐照度降低而引起的光伏电站有功功率变化速率超出限值的情况。

6) 在电力系统事故或紧急情况下，光伏电站应按下列要求运行：电力系统事故或特殊运行方式下，按照电网调度机构的要求降低光伏电站有功功率；当电力系统频率高于 50.2Hz 时，按照电网调度机构指令降低光伏电站有功功率，严重情况下切除整个光伏电站；若光伏电站的运行危及电力系统安全稳定，电网调度机构按相关规定暂时将光伏电站切除。

## 2.10.3 对无功电压控制的要求

通过 10kV~35kV 电压等级接入电网的光伏电站在其无功输出范围内，应具备根据光伏电站并网点电压水平调节无功输出，参与电网电压调节的能力，其调节方式和参考电压、电压调差率等参数应由电网调度机构设定。

光伏电站应配置无功电压控制系统，具备无功功率调节及电压控制

能力。根据电网调度机构指令，光伏电站自动调节其发出（或吸收）的无功功率，实现对并网点电压的控制，其调节速度和控制精度应满足电力系统电压调节的要求。

#### 2.10.4 对光功率预测的要求

为保证电网安全稳定运行，根据要求装机容量 10MW 及以上的光伏电站应配置光伏发电功率预测系统，系统具有 0h-72h 短期光伏发电功率预测及 15min-4h 超短期光伏发电功率预测。

光伏电站每 15min 自动向电网调度机构滚动上报未来 15min~4h 的光伏电站发电功率预测曲线，预测值的时间分辨率为 15min。光伏电站每天按照电网调度机构规定的时间上报次日 0 时至 24 时光伏电站发电功率预测曲线，预测值的时间分辨率为 15min。

光伏电站发电时段（不含出力受控时段）的短期预测月平均绝对误差应小于 0.15，月合格率应大于 80%；超短期预测第 4 小时月平均绝对误差应小于 0.10，月合格率应大于 85%。

光功率预测系统应配置安全防护措施，通过调度数据网上传至调度机构。

#### 2.10.5 低电压穿越要求

1) 光伏电站并网点电压跌至 0 时，光伏电站应能不脱网连续运行 0.15s；

2) 光伏电站并网点电压跌至曲线 1 以下时，光伏电站可以从电网切出。

光伏电站的低电压穿越能力要求如图 2.9-1 所示。

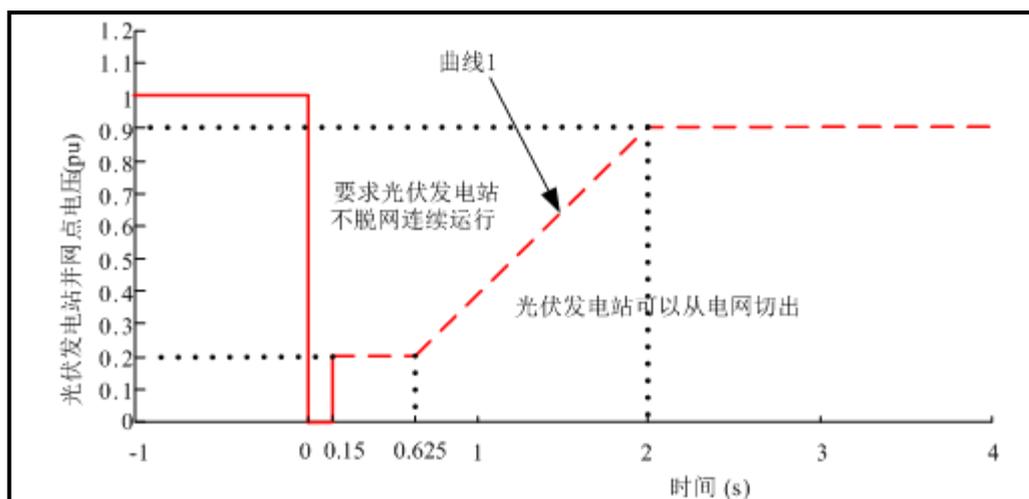


图 2.9-1 光伏电站的低电压穿越能力要求

### 2.10.6 电压运行适应性

按照表 2.9-1 所要求的时间停止向电网线路送电。此要求适用于三相系统中的任何一相。

表 2.9-1 光伏发电系统在电网电压异常时的响应要求

并网点电压	运行要求
$U < 50\%U_N$	最大分闸时间不超过 0.2s
$50\%U_N \leq U < 85\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$85\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	持续运行
$110\%U_N < U < 135\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$135\%U_N \leq U$	最大分闸时间不超过 0.2s

### 2.10.7 频率运行适应性

本方案应具备一定的耐受系统频率异常的能力，应能够在表 2.9-2 所示电网频率偏离下运行。

表 2.9-2 光伏电站频率异常时的响应特性

频率范围	运行要求
$< 48\text{Hz}$	根据光伏电站逆变器允许运行的最低频率要求选择继续或停止
$48\text{Hz} \leq f < 49.5\text{Hz}$	频率每次低于 49.5Hz，光伏电站应能至少运行 10min

49. 5Hz≤f≤50. 2Hz	连续运行
50. 2Hz<f≤50. 5Hz	频率每次高于 50. 2Hz，光伏电站应能至少运行 2min，并执行电网调度机构下达的降低出力或高周切机策略；不允许处于停运状态的光伏电站并网
>50. 5Hz	按光伏电站逆变器允许运行的最高频率要求选择停止或继续向电网送电，且不允许处于停运状态的分布式光伏并网

## 2.11 站用电相关说明

新建光伏电站用电的主电源考虑引自光伏电站升压变低压侧，备用电源引自上海大众公司原有低压配电开关柜。

## 2.13 并网检测

### 2.13.1 基本要求

1) 光伏发电系统应当在并网运行 6 个月内向电网企业提供有关光伏发电系统运行特性的检测报告。

2) 光伏发电系统接入电网的检测点为光伏发电系统并网点，应由具备相应资质的单位或部门进行，并在检测前将检测方案报所接入电网企业备案。

### 2.13.2 检测内容

检测应按照国家或有关行业对光伏发电系统并网运行制定的相关标准或规定进行，应包括但不仅限于以下内容：

- 1) 无功容量和电压调节能力检测；
- 2) 电能质量检测；
- 3) 通用技术条件检测；
- 4) 并网运行适应性检测；
- 5) 安全与保护功能检测。

### 2.13.3 安全防护

光伏电站通过应根据 GB 2894 的要求在电气设备和线路附近标识“当心触电”等提示性文字和符号。

### 3. 系统二次部分

#### 3.1 系统继电保护

根据上述系统一次部分（以 4 回 10 千伏专线接入 110 千伏大众变）对系统二次部分进行配置。

#### 3.2 系统继电保护

##### 3.1.1 保护配置现状

光伏电站本期拟从电站新建 4 回 10 千伏专线接入大众变，其中新建电缆线路长度约 1+0.8+0.7+0.2 公里，电缆截面采用 120mm<sup>2</sup> 和 185mm<sup>2</sup>。

光伏电站接入前，大众变 110 千伏采用线变组接线，现状采用 2 回 110 千伏线路接入双浦变，拟于 2020 年实施《大众第二电源工程》，届时 2 回电源 1 回来自 220 千伏双浦变、1 回来自 220 千伏建中变（已于 2019 年批复，预计 2020 年投产）。双浦变侧配置有型号为 PCS-941A 型的线路保护装置，建中变侧已相应配置线路距离保护测控装置。

大众变侧已配置 2 套线路保护装置，同时配置有故障录波器装置。10 千伏主接线为单母线分段接线，10 千伏所有出线间隔均配置有 REF541M 型线路保护测控装置。

##### 3.1.2 接入系统方案

本接入系统仅涉及光伏电站工程的 10 千伏送出系统继电保护设计，其他相关保护见光伏电站工程本体设计。

###### 1) 10 千伏光伏子站至大众变线路保护

光伏子站线路发生短路故障时，线路保护能快速动作，瞬时跳开断路器，满足全线故障时快速可靠切除故障的要求。

为保障供电可靠性，减少停电范围，建议在每个光伏子站与大众变之间配置 1 套差动保护（共 4 套），用于保护 4 回 10 千伏专线。

###### 2) 母线保护

由于光伏子站 10 千伏母线无稳定要求，不配置母线保护。

### 3) 安全自动装置及防孤岛检测

根据《浙江电网 10～110 千伏系统继电保护技术应用规范》(Q/GDW-11-133-2008)，建议在每个光伏子站侧配置频率、电压紧急控制装置一套，当系统低周、低压或高周、高压时，光伏子站应与系统自动解列。

每个光伏子站逆变器需有防孤岛保护功能，动作时间应不大于 2s，防孤岛保护功能具备快速监测孤岛且监测到孤岛后立即断开与电网连接的能力，其防孤岛方案应与继电保护配置、安全自动装置配置和低电压穿越等相配合，时间上互相匹配。

### 4) 大众变侧变电站

(1) 经核实，大众变侧已配置故障解列装置一套，当 110 千伏线路故障时，光伏电站应与系统自动解列。

(2) 10 千伏线路保护：现状大众变 10 千伏出线间隔配置有 REF541M 型线路保护测控装置，建议改造成光纤差动保护，以满足本工程的接入要求。

(3) 其他要求：

a. 光伏电站线路接入后，系统侧自备投动作时间须躲过光伏电站防孤岛检测动作时间。

b. 要求线路重合闸动作时间需躲过安全自动装置动作时间。

c. 由于大众变 10 千伏出线间隔未配置电压互感器，且全线电缆，本期重合闸停用。

系统继电保护配置图见图 3.1-1。

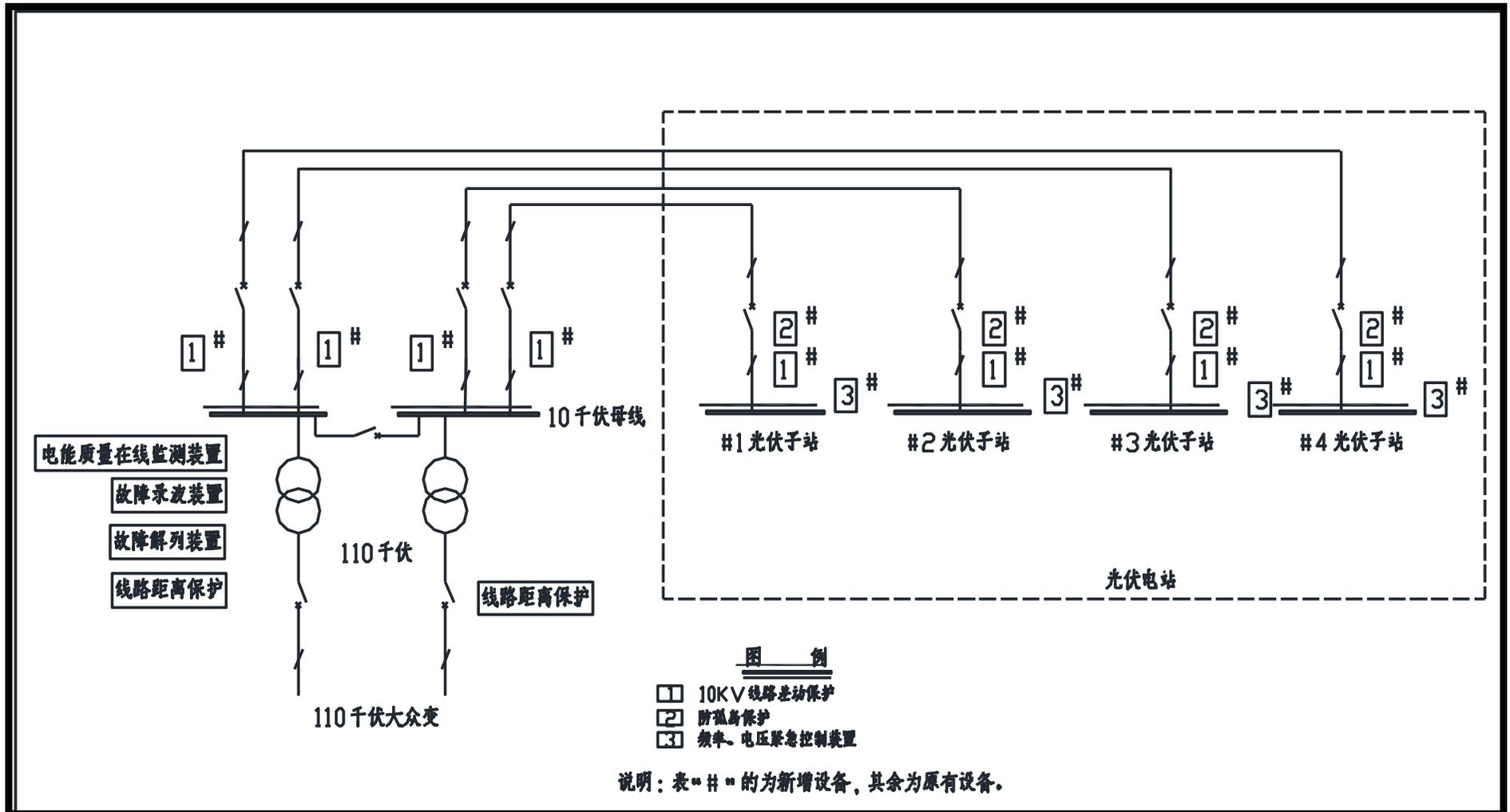


图 3.1-1 系统继电保护配置图

### 3.1.3 主要设备投资估算

10 千伏光伏电站工程系统继电保护主要设备投资共计 120 万元，详见表 3.1-1。

表 3.1-1 系统继电保护主要设备投资估算表 单位：万元

安装地点	设备名称	型号	数量	设备费	设备杂运费	安装调试等费	合计	备注
光伏电站	10 千伏光纤差动保护	微机型	4	20	/	/	20	
	频率电压紧急控制装置	微机型	4	40	/	/	40	
	防孤岛保护	微机型	4	40	/	/	40	
小计			12	100	/	/	100	
大众变	10 千伏光纤差动保护	微机型	4	20	/	/	20	
小计			4	20	/	/	20	
合计			16	120	/	/	120	

## 3.2 系统调度自动化

### 3.2.1 调度关系

本 10 千伏接入的分布式光伏发电项目，纳入宁波地调运行管理，由宁波地调一级调度。

### 3.2.2 远动要求

1) 本光伏电站应具备与电网调度机构之间进行数据通信的能力。并网双方的通信系统应以满足电网安全经济运行对电力通信业务的要求为前提，满足继电保护、安全自动装置、调度自动化及调度电话等业务对电力通信的要求。

2) 光伏系统与电网调度机构之间通信方式和信息传输由双方协商一致后做出规定，包括互相提供的信号种类、提供信号的方式及实时性的要求等。

正常运行情况下，本光伏发电系统向电网调度机构提供的信号至少应包括：

- a) 光伏发电系统并网状态；
- b) 光伏发电系统有功和无功输出、发电量、功率因数；
- c) 并网点的电压和频率、注入电力系统的电流。

### 3.2.3 远动信息传输

本工程光伏电站本体配置监控系统，具备远动功能，有关光伏电站本体信息的采集、处理采用监控系统来完成，该监控系统配置单套用于信息远动的远动通信服务器。

### 3.2.4 远动通道组织

光伏电站相关信息统一上传至大众变网络通信屏，利用大众变远动通道实现本光伏电站信息上传。

经核实，大众变侧已配置调度数据网和二次安防设备，能够满足本工程接入。

### 3.2.5 电能量计量系统

本工程接入 110 千伏大众变，大众变计量关口已经设置在 220 千伏双浦变、建中变的 110 千伏出线侧，本期工程接入后保持不变。

根据《电能计量装置技术管理规程》，计量点应配置计量专用电压、电流互感器或者专用二次绕组。大众变投产时关口点（双浦变、建中变 110 千伏出线侧）已设置主、副电能表，电能表精度为 0.2S 级，电流互感器精度选择为 0.2S 级，变比选择为 600~1200/1A。

本期新建 4 回 10 千伏线路接入 110 千伏大众变 10 千伏母线，4 个间隔 CT 参数均选择为 10P25/0.5S/0.2S，变比均为  $2 \times 500/5$ ，能够满足光伏接入要求。

本项目所发电量为自发自用，余电上网，在 10kV 并网点单套设置并网电能表，用于发电量补贴。

电能计量装置的配置和技术要求，应符合 DL/T448《电能计量装置技术管理规程》和 DL/T 5202《电能量计量系统设计技术规程》，以及相关标准、规程要求。

为更好的实时监测电压质量，建议在 10 千伏光伏电站各子站出线间隔各装设电能质量监测装置一套。该装置应满足 GB/T 19862《电能质量监测设备通用要求》的要求，监测电能质量参数包括电压、频率、谐波、功率因数等。电能质量在线监测数据需上传至相关主管机构。

经核实，大众变对侧 220 千伏建中变、双浦变均已配置电能质量监测装置，可以满足需求。

### 3.2.6 自动发电控制(AGC)

根据《光伏电站接入电力系统设计规范》，10MW 及以上光伏发电

站应能参与自动发电控制，为配合浙江省调实施自动发电控制功能，本期在光伏电站配置 1 套自动发电控制 AGC 子站。

### 3.2.7 自动电压控制(AVC)

根据《光伏电站接入电力系统设计规范》，光伏电站应能参与自动电压控制。为配合地调实施电网电压控制调整功能，本期在光伏电站配置 1 套自动电压控制 AVC 子站。AVC 子站要求能够直接接收地调指令，以配合地调进行电压、无功功率的调节。

### 3.2.8 主要设备投资估算

10 千伏光伏电站工程系统调度自动化主要设备投资共计 125.2 万元，详见表 3.2-1。

表 3.2-1 系统调度自动化主要设备投资估算表 单位：万元

安装地点	设备名称	型号	数量	设备费	设备杂运费	安装调试等费	合计	备注
光伏电站侧	远动通信服务器		1	20	/	/	20	
	并网电能表		4	1.2	/	/	1.2	用户发电量补贴
	电能质量在线监测装置		4	40	/	/	40	
	AVC 子站系统		1	30.0	/	/	30	
	AGC 子站系统		1	30.0	/	/	30	
	<b>小计</b>		<b>11</b>	<b>121.2</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>121.2</b>	
宁波配调	调度配合			4.00	/	/	4.00	
	<b>合计</b>		<b>11</b>	<b>125.2</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>125.2</b>	

### 3.3 系统通信

现状 110 千伏大众变至 220 千伏双浦变建有 24 芯光缆一条，长度约 9 公里，其中 24 芯 OPGW 光缆长度为 7.5 公里，24 芯 ADSS 光缆长度为 1.5 公里。拟新建至 220 千伏建中变 24 芯管道光缆 1 条，光缆长度约为 5.4 公里。大众变现有光纤网络为本工程的接入创造了良好的条件。

#### 3.3.1 信息种类及要求

10kV 并网光伏电站必须具备与电网调度机构之间进行数据通信的能力。并网双方的通信系统应以满足电网安全经济运行对电力通信业务的要求为前提，满足继电保护、安全自动装置、调度自动化及调度电话等业务对电力通信的要求。

根据国家电网公司关于印发分布式电源并网相关意见和规范（修订版）（国家电网办[2013]1781 号文）10 千伏接入的分布式光伏发电、风电、海洋能发电项目，暂只需上传电流、电压和发电量信息，条件具备时，预留上传并网点开关状态能力。

光伏电站集中监控系统布置于大众变主控室，设置市话一部，作为电网调度部门与企业之间信息交换的通道。

#### 3.3.1 主要设备投资估算

10 千伏各光伏子站系统通信主要设备投资列入光伏电站本体设计，系统侧仅考虑大众变与系统通信，大众变与系统现状通信能满足本工程接入需要，因此不再计列相关费用。

## 4. 总结

根据报告分析论证，有以下结论：

1、上汽大众宁波工厂 17.29 兆瓦分布式光伏发电项目(三期)计划于 2020 年 6 月底建成投产，装机容量 17.29 兆瓦，业主单位为宁波悦晟能源发展有限公司；项目投产后对就地平衡上海大众宁波工厂负荷，提高运行的经济性将起到一定的促进作用。电站投产后采用“自发自用、余电上网”的运行模式。

### 2、并网方案

分布式光伏发电项目总装机规模为 17.29 兆瓦，利用太阳能电池阵列将太阳能转换为直流电能，通过汇流箱、逆变器、升压变升至 10 千伏，经 4 回 10 千伏线路并网，并入上海大众宁波工厂 110 千伏大众变。

### 3、电气计算

分布式光伏发电项目接入系统后，大众变 10 千伏侧母线短路电流为 16.34 千安，光伏电站各子站 10 千伏母线短路电流为 14.3 千安。

### 4、无功补偿

在 4.8MW、4.99MW 光伏子站侧 10 千伏母线各配置一组容量为 1000 千乏的集中动态无功补偿装置、在 3.6MW、3.9MW 光伏子站侧 10 千伏母线各配置一组容量为 800 千乏的集中动态无功补偿装置。

5、光伏电站与大众变 10 千伏出线之间配置光纤差动保护 4 套。

6、本工程外部计量关口保持在 220 千伏双浦变、建中变的 110 千伏出线侧不变，本期在大众变 10 千伏光伏电站并网点单套设置并网电能表。

7、本项目 10 千伏接入的分布式光伏发电项目，纳入宁波地调运行管理，由宁波地调一级调度。

8、通信部分，大众变现有通信设备能满足光伏项目接入需求。

9、10 千伏分布式光伏发电项目工程接入系统总费用约 515.2 万元。详见表 4-1。

表 4-1

总投资分项表

万元

	项目名称		费用（万元）
	10 千伏光伏电 站侧	一次部分	输电线路
二次部分		继电保护	100
		调度自动化	125.2
		系统通信	/
		小计	225.2
合计		495.2	
大众变侧	10 千伏出线间隔改造		20
合 计			515.2

## 5. 附件

- 1) 宁波悦晟能源发展有限公司接入系统设计委托书
- 2) 项目备案信息表
- 3) 用电意向性方案
- 4) 电能质量评估委托函
- 5) 用户协议

附件一：宁波悦晟能源发展有限公司接入系统设计委托书

附件一：接入系统设计委托书

宁波市电力设计院有限公司：

宁波悦晟能源发展有限公司 公司生产产品为 光伏发电工程，成立日期为 2019 年 8 月，公司地址位于 浙江省宁波杭州湾新区九塘路5号1号楼204室。

我公司拟在 上汽大众宁波工厂 实施 光伏发电工程 项目，该项目已于 2019 年 9 月获得 宁波杭州湾新区经济发展局 批复立项文件，现在正在开展相关前期工作，该项目计划 2020 年开工，2020 年竣工，建成后预计装机规模为 17 千伏安，预计用电时间为 2020 年 5 月。

根据项目前期工作开展情况，兹委托贵单位对本项目 10 kV 专变进行接入系统可行性论证。望贵单位收到委托函后，尽快组织人员开展工作。

联系人：梅峰，电话：                    ，  
手机：13615822751，邮箱：                    。

  
单位名称（盖章）  
宁波悦晟能源发展有限公司  
2019年 12 月 03 日

附件二：项目备案信息表

浙江省企业投资项目备案（赋码）信息表

备案机关：区经济发展局

备案日期：2019年09月02日

项目基本情况	项目代码	2019-330292-48-03-803841						
	项目名称	上海大众宁波工厂三期17MW分布式光伏发电项目						
	项目类型	备案类(内资基本建设项目)						
	建设性质	新建	建设地点			浙江省宁波市宁波杭州湾新区		
	详细地址	宁波杭州湾新区滨海六路258号						
	国标行业	太阳能发电工程施工(4875)	所属行业			电力		
	产业结构调整指导项目	太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成技术开发应用、逆变控制系统开发制造						
	拟开工时间	2019年10月	拟建成时间			2020年06月		
	是否包含新增建设用地	否						
	总用地面积(亩)	255	新增建筑面积(平方米)			0.0		
	总建筑面积(平方米)	170000	其中:地上建筑面积(平方米)			170000		
	建设规模与建设内容(生产能力)	本项目拟利用上海大众宁波工厂三期资源建设分布式光伏发电项目,总规划场地面积170000平方米,采用310W组件共计54915块。规划总装机容量为17.024MWp,运营后,本工程25年总发电量约为42900万kWh,25年平均发电量约为1874万kWh。消纳方式:自发自用,余电上网。						
项目联系人姓名	胡彦君	项目联系人手机			15957497846			
接受批文邮寄地址	浙江省慈溪市白沙路街道人和路文化商务区天鸿大厦808室							
项目投资情况	总投资(万元)							
	合计	固定资产投资7191.0000万元					建设期利息	铺底流动资金
		土建工程	设备购置费	安装工程	工程建设其他费用	预备费		
	7990.0000	200.0000	6591.0000	200.0000	200.0000	0.0000	0.0000	799.0000
	资金来源(万元)							
合计	财政性资金	自有资金(非财政性资金)			银行贷款	其它		
7990.0000	0.0000	1598.0000			6392.0000	0.0000		
项目单位基本情况	项目(法人)单位	宁波悦晟能源发展有限公司		法人类型		企业法人		
	项目法人证照类型	统一社会信用代码		项目法人证照号码		91330201MA2GT7QR9F		
	单位地址	浙江省宁波杭州湾新区九塘路5号1号楼204室		成立日期		2019年08月		
	注册资金(万)	500		币种		人民币		

经营范围	新能源技术开发、转让、咨询、服务；电力资源开发；太阳能光伏电站建设、经营管理、运行、维护；电力、太阳能电池组件、用电器件、终端系统、太阳能发电设备及元器件销售、租赁；售电业务；合同能源管理及咨询服务；电力科投信息咨询。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）		
	法定代表人	胡孟君	法定代表人手机号码
项目变更情况	登记赋码日期	2019年08月30日	
	备案日期	2019年09月02日	
项目单位声明	<p>1. 我单位已确认知悉国家产业政策和准入标准，确认本项目不属于产业政策禁止投资建设的项目或实行核准制管理的项目。</p> <p>2. 我单位对录入的项目备案信息的真实性、合法性、完整性负责。</p>		

说明：

1. 项目代码是项目整个建设周期唯一身份标识，项目申报、办理、审批、监管、延期、调整等信息，均需统一关联至项目代码。项目代码是各级政府有关部门办理审批事项、下达资金、开展审计监督等必要条件，项目单位要将项目代码标注在申报文件的显著位置。项目审批监管部门要将代码印制在审批文件的显著位置。项目业主单位提交申报材料时，相关审批监管部门必须核验项目代码，对未提供项目代码的，审批监管部门不得受理并应引导项目单位通过在线平台获取代码。

2. 项目备案后，项目法人发生变化、项目拟建地址、建设规模、建设内容发生重大变更，或者放弃项目建设的，项目单位应当通过在线平台及时告知备案机关，并修改相关信息。

3. 项目备案后，项目单位应当通过在线平台如实报送项目开工建设、建设进度、竣工等基本信息。项目开工前项目单位应当登陆在线平台报备项目开工基本信息。项目开工后，项目单位应当按有关项目管理规定定期在线报备项目建设动态进度基本信息。项目竣工后项目单位应当在线报备项目竣工基本信息。

### 附件三：用电意向性方案

#### 附件五：项目用电意向性方案

- 1、 接入电网的规划部门意向性线路路径图，
- 2、 厂区总平面布置图和变电站意向性电气主接线图（CAD）、  
布置方式（户内还是户外）及中性点接地方式（不接地、消  
弧线圈接地或电阻接地系统）。
- 3、 请明确低压侧电缆出线回路使用型号及长度。

序号	线路名称	线路型号	长度 (km)	备注
1	1#升压站至 1#并网柜	ZC-YJV22-8.7/15kV- 3x185	1	
2	2#升压站至 2#并网柜	ZC-YJV22-8.7/15kV- 3x185	0.8	
3	3#升压站至 3#并网柜	ZC-YJV22-8.7/15kV- 3x120	0.7	
4	4#升压站至 4#并网柜	ZC-YJV22-8.7/15kV- 3x120	0.2	
5				
...				
合计				

附件四：电能质量评估委托函

## 电能质量评估委托书

国网浙江综合能源服务有限公司：

上海大众宁波分厂三期 17MW 分布式光伏发电项目位于宁波杭州湾新区滨海六路 258 号，本项目安装 17MW 光伏发电项目，并网电压为 10 千伏，设置升压变 4 台，变电容量 18130 千伏安，通过 4 个并网点分别接入上海大众宁波分厂两条 110 千伏用户变 10 千伏侧 I、II 段母线。

该项目接入系统方案于 2019 年 12 月完成，现委托贵公司进行电能质量评估。

联系人：梅峰 联系电话：13615822751

宁波悦晟能源发展有限公司

2018 年 12 月 5 日



## 附件五：用户协议

3494 #

### 关于同意上汽大众宁波分公司三期光伏项目 合同能源管理协议的告知函

国网宁波供电公司：

为实现节能减排之目的，上汽大众汽车有限公司宁波分公司与宁波安悦节能技术有限公司于2015年10月分别签订了《合同能源管理协议——上汽大众宁波工厂分布式光伏发电项目》及《补充协议》（见附件）。依据《合同能源管理协议》及《补充协议》内容之规定，上汽大众汽车有限公司宁波分公司愿意免费提供光伏发电合作之场所（见附件），项目节能减排期限为25年。项目已由宁波安悦节能技术有限公司负责建成宁波大众一期、二期分布式光伏电站，目前已投入运行。

为加快宁波杭州湾新区的绿色能源发展，根据宁波安悦节能技术有限公司与宁波杭州湾新区所属宁波海创集团下属全资子公司（宁波海晟能源发展有限公司）达成的协议，组建了宁波悦晟能源发展有限公司，合作建设上汽大众汽车有限公司宁波分公司三期17MW分布式光伏发电项目。并由宁波悦晟能源发展有限公司与宁波安悦节能技术有限公司签订了《宁波大众三期分布式光伏项目合同能源管理协议》，本公司对此无异议。

上汽大众汽车有限公司宁波分公司

二〇一九年十月九日

