

工程编号：QY-B202203C

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目-110kV  
娄杖子站 35kV 间隔扩建工程

初步设计说明书

设计证号：A213006808

秦皇岛福电电力工程设计有限公司

2022 年 6 月

批准： 杨光

审核： 高超 李宁 王旭

校核： 母健 董志宏 张丽丽

编写： 张磊 张琳璐 张晶怡 魏倩

# 目录

<b>1 工程概述</b>	<b>1</b>
1.1 设计依据	1
1.2 工程概况	1
1.3 设计水平年	2
1.4 主要设计原则	2
1.5 设计范围	2
1.6 主要经济指标	2
<b>2 电力系统</b>	<b>4</b>
2.1 电网现状	4
2.2 建设必要性	10
2.3 接入系统方案	11
2.4 绝缘配合及防雷接地	13
2.5 电气计算	13
<b>3 电气一次</b>	<b>15</b>
3.1 娄杖子 110kV 变电站现状	15
3.2 电气主接线	15
3.3 导体选择	15
3.4 主要电气设备选择	16
3.5 绝缘配合及防雷接地	18
3.6 配电装置布置	18
3.7 站用电部分	18
3.8 全站照明	18
<b>4 电气二次</b>	<b>19</b>
4.1 工程概况	19
4.2 系统继电保护配置现状	19
4.3 继电保护及安自装置配置方案	19
<b>5 系统通信</b>	<b>23</b>
5.1 电力系统概况及调度组织关系	23
5.2 系统通道业务传输要求	23
5.3 通信现状	24
5.4 系统通信方案	24

6 变电站土建.....	27
6.1 概述.....	27
6.2 土建设计内容.....	27
6.3 结构方案.....	27
6.4 地基与基础.....	27
7 附件.....	28

# 1 工程概述

## 1.1 设计依据

1.1.1 本工程设计委托书。

1.1.2 《关于青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目-110kV 姜杖子站 35kV 间隔扩建工程可行性研究报告的评审意见》。

1.1.3 《关于青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目-110kV 姜杖子站 35kV 间隔扩建工程接入系统内审会议纪要》。

1.1.4 依据现行的电力行业设计技术规程和技术规范。

1.1.5 依据国家电网公司十八项电网重大反事故措施（2019 年版）。

## 1.2 工程概况

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目位于河北省秦皇岛市青龙满族自治县凉水河乡落地村东坡。地理位置图如图 1-1



图 1-1 凉水河光伏地理位置图

光伏区距离青龙县城直线距离约 22 公里；本项目装机容量为 25MW<sub>p</sub>。采用模块化设计、集中并网的设计方案，由 540W<sub>p</sub> 光伏组件组成的 1.9224MW<sub>p</sub> 的光伏发电单元，共计

13 个。每个光伏发电单元 7 台 225kW 组串逆变器和 1 台 1600kW 箱式变压器组成，箱变输出的 35kV 交流电通过集电线路输送到开关站，经开关站送至当地电网。安装容量按照 15% 配套储能，配置容量为 2.5MW/5MWh，采用磷酸铁锂电池储能系统，以 2.5MW/5MWh 为一个单元。2.5MW/5MWh 单元分别经过箱式储能变流器内的 4 台 630kW 变流器接入 2.5MVA 升压变的低压侧，之后经变压器升压至 35kV。计划 2022 年投入使用。

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目新建一座 35kV 开关站。35kV 侧采用单母线接线，设置 1 段 35kV 母线，出 2 回集电线路，每条集电线路所带容量约为 12.5MW。配置 15% 配套储能，容量为 2.5MW/5MWh，储能单元汇流后以 1 回接入光伏电站 35kV 开关柜。

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目以一回 35kV 线路接入娄杖子 110kV 变电站，距离约 9km，JL/G1A-240/30mm<sup>2</sup>。

娄杖子 110kV 变电站利用现有 35kV5# 母线（324）出线间隔，324 间隔无设备，需新建。

### 1.3 设计水平年

设计水平年：2022 年。

### 1.4 主要设计原则

本设计严格遵守国家的法律、法规，并综合考虑了国家电网公司和秦皇岛供电公司相关运行规程及技术标准的要求。设计工作中注重节省工程造价、缩短建设工期、减少浪费。综合考虑施工、运行、交通条件和线路路径等因素，力求做到切合实际、技术先进、安全可靠、经济合理。

污秽等级按 2018 秦皇岛电力系统污区分布图确定，污秽等级为 e 级。

### 1.5 设计范围

1.5.1 娄杖子 110kV 变电站扩建 35kV 建昊光伏间隔设计；

1.5.2 与本工程相关的通信网络设计。

### 1.6 主要经济指标

间隔扩建工程汇总表

万元

序号	工程名称	静态投资	建贷利息	动态投资
110kV 娄杖子站 35kV 间隔扩建工程		223	7	346
1	建筑工程费	6	0	6
2	设备购置费	223	0	223
3	安装工程费	56	0	56
4	其他费用	54	7	61

初步设计有关文件

图 纸	5 张
说明书	1 本
主要设备及材料清册	1 本
概算书	1 套

## 2 电力系统

### 2.1 电网现状

#### 2.1.1 秦皇岛电网现状

秦皇岛电网位于冀北电网的东部末端，通过境内 500 千伏高天三回线与东北电网相连，属于典型的受端电网，供电范围为六区（海港区、开发区、北戴河区、北戴河新区、山海关区、抚宁区）、三县（卢龙县、昌黎县、青龙县）。地区主网架已基本形成“三点三线四环”结构（两个 500 千伏电源点和 220 千伏秦热电厂，三条 500 千伏电源通道，四个 220 千伏环网），500 千伏网络经高岭至天马三回线与东北电网联结，经天马至阳乐双回、昌黎至乐亭双回与唐山电网联结。

秦皇岛地区以 220 千伏电网为主干网架，110 千伏电网辐射运行，其中 220 千伏武山变电站武溯双回线和 220 千伏陈官屯变电站官姚双回线均与唐山电网断开状态，秦皇岛电网与唐山电网实现分区运行。截至 2021 年底，秦皇岛电网历史最大负荷 300.7 万千瓦。秦皇岛电网自 2008 年以来一直处于受电状态，主要通过 500 千伏天马、昌黎变电站、220 千伏秦皇岛热电厂三个电源点主要受电，至“十四五”末能够维持地区电力平衡。

地区 110 千伏~35 千伏配电网网络以链式、双辐射结构供电，网架结构坚强，供电方式较为灵活。10 千伏电网根据地理区域及产业结构、负荷类型等因素划分为 A、B、C、D 四类供电区。一是北戴河重要政治用户为核心的供电区域，因供电用户重要性高，划分为 A 类区域，区域面积 5.2 平方公里；二是海港区城市中心区，划分为 B 类供电区域，区域面积 77.1 平方公里；三是海港区非城市中心区、北戴河区、山海关区、抚宁区、北戴河新区、开发区城市区及昌黎、卢龙、青龙三县的县城，划分为 C 类供电区域，供电面积 1529.9 平方公里；四是各区除城市区、各县除县城以外的区域为 D 类供电区域，区域面积 6203.5 平方公里。

秦皇岛电网现有昌黎、天马 500 千伏变电站 2 座，主变 4 台，变电容量 3900 兆伏安；220 千伏变电站 17 座，变电容量 6600 兆伏安，220 千伏线路 60 条，线路总长度 1219.8 公里；110 千伏变电站 51 座，变电容量 5552 兆伏安，110 千伏线路 134 条，线路总长

度 1897.17 公里；35 千伏变电站 49 座，变电容量 1600.75 兆伏安，35 千伏线路 108 条，线路总长度 1136.46 公里。

截止到 2021 年 12 月底，冀北统调新能源场站（14 座/65.28 万千瓦）风电 5 座：建投七里、华润兰若院、凯润少佛林、华能刘黄岭、华能秀水，装机容量 47.35 万千瓦；光伏 9 座：锦辉南新庄、建投胡石门、天辉陈杖子、恒基罗汉洞、两吉颠池子、两吉七道河、天辉焦杖子、英利庙岭沟、顺能沟兰庄，装机容量 17.93 万千瓦。

地方及企业自备发电厂 15 座，总容量 14.998 万千瓦，地方自备 7 座：石河水库、水胡同水库、洋河水库、桃林口水库、灵海电厂、佰能林昌电厂、国能昌黎生物质电厂，装机容量 10.348 万千瓦。企业自备 8 座：冀水、玉龙、信合、浅野、鹤凤翔、天马酒业、弘耀玻璃、北方玻璃余热，装机容量 4.65 万千瓦。

分布式光伏（8947 座/19.5983 万千瓦）10kV 接入（3 座）：雄新、晶能、银泽装机容量 1.18 万千瓦，220（380）伏接入 8944 个装机容量 18.4183 万千瓦。

## 2.1.2 青龙县电网现状

### 2.1.2.1 青龙电网总述

青龙满族自治县位于秦皇岛市西北部，青龙电网供电总面积为 3510 km<sup>2</sup>，担负着青龙县区域的供电任务。

截止到 2020 年底，青龙县境内有 220kV 变电站 2 座，容量 780MVA；110kV 变电站 8 座，主变 16 台，总容量为 689MVA。35kV 变电站 19 座，其中公用站 10 座，主变 19 台，总容量为 243.2MVA。35kV 线路 29 条，共 336.614km，10kV 线路 83 条，共 1877.254km。

2020 年，青龙县售电量为 7.56 亿 kWh，最大用电负荷约 200MW。

### 2.1.2.2 变电站情况

220kV 公用变电站 2 座：平方站，容量为 2×120+180MVA，位于县城东部平方子乡，电源来自 500kV 天马站的 220kV 双回线路；肖营子站，容量为 2×180MVA，位于青龙县肖营子镇，电源来自平方站和天马站的 220kV 线路。

110kV 变电站 8 座：公用站 7 座，河南、青龙、土门子、娄杖子、隔河头、双山子、庙沟。用户站 1 座，安胜站。

2020 年底，青龙地区 35kV 及以上电网现状，如图所示。

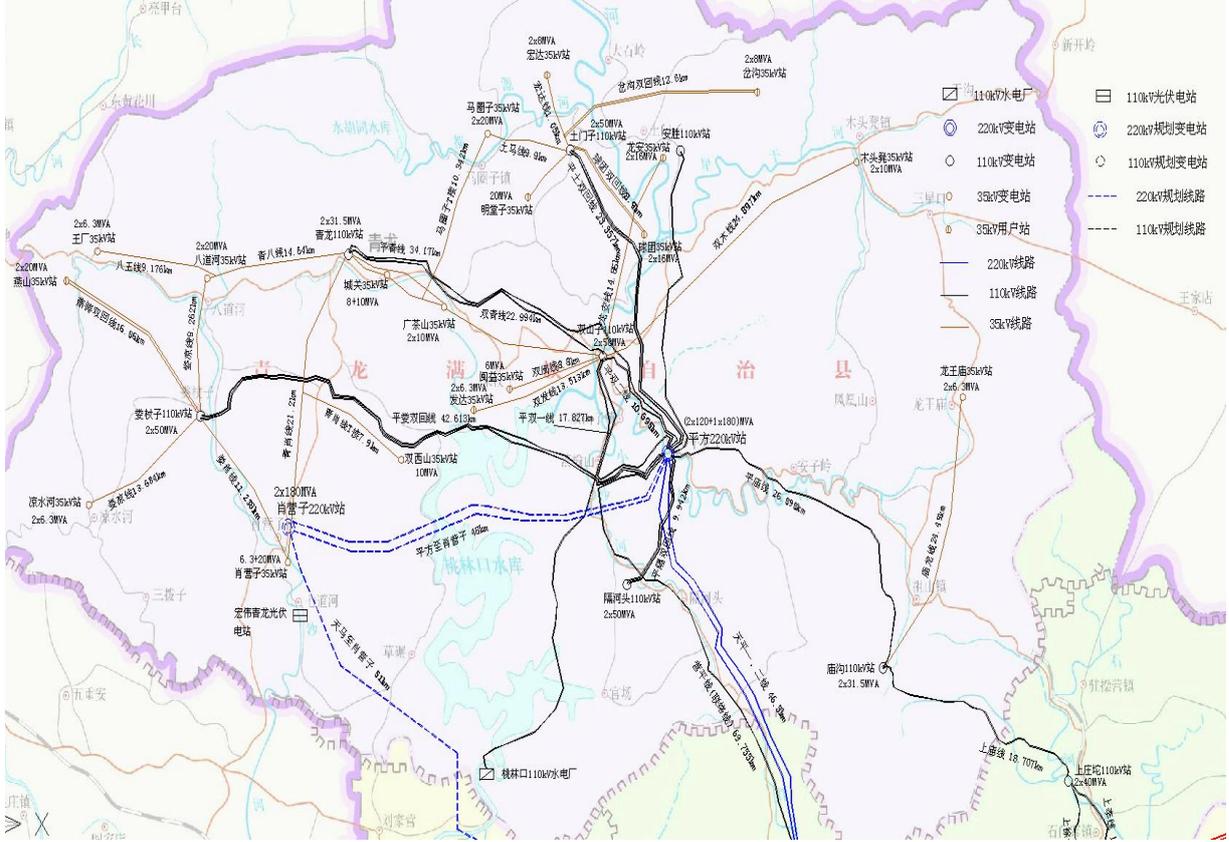


图 2- 1 2020 年底青龙地区 35kV 及以上电网现状图

### 2.1.2.3 青龙县电网规划

青龙地区 110kV 电网以平方 220kV 变电站和肖营子 220kV 变电站为中心，形成双电源辐射状分布。依据电网“十四五”规划，预计 2025 年底，青龙县境内将有 220kV 变电站 2 座（平方站、肖营子站），110kV 变电站 7 座（青龙站、土门子站、姜杖子站、隔河头站、双山子站、庙沟站，河南站）。

2025 年青龙规划地理接线图，如图图 2-2 所示。

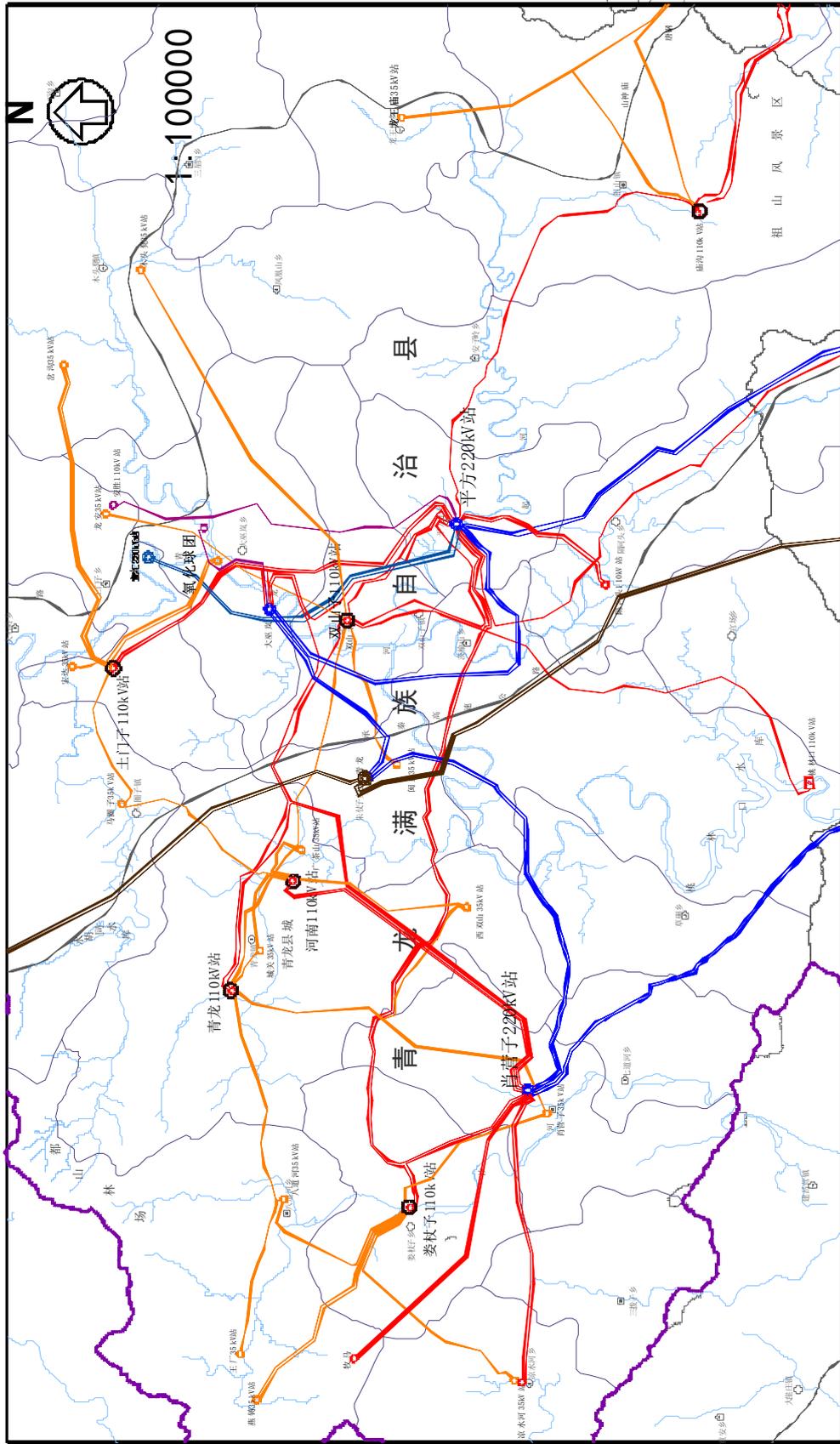


图 2-2 图 2025 年青龙规划地理接线图

### 2.1.3 电网发展规划

秦皇岛地区位于冀北电网的东北部，高天三线是东北电网电力外送华北电网的重要通道。

“十四五”秦皇岛电网依托天马、昌黎两座 500 千伏变电站，经天乐双、黎亭双与唐山电网联结，在 220 千伏层面建成天马~小营~龙家店~武山~碣石~昌黎~黄金海岸~戴河~王校庄~徐庄~杜庄~天马站构成的多重环网结构，以及天马~平方~肖营子~陈官屯~天马不完全双环网结构。官姚、武溯双回线与唐山电网断开备用。

“十四五”末秦皇岛电网接线图如图 2-3 所示。

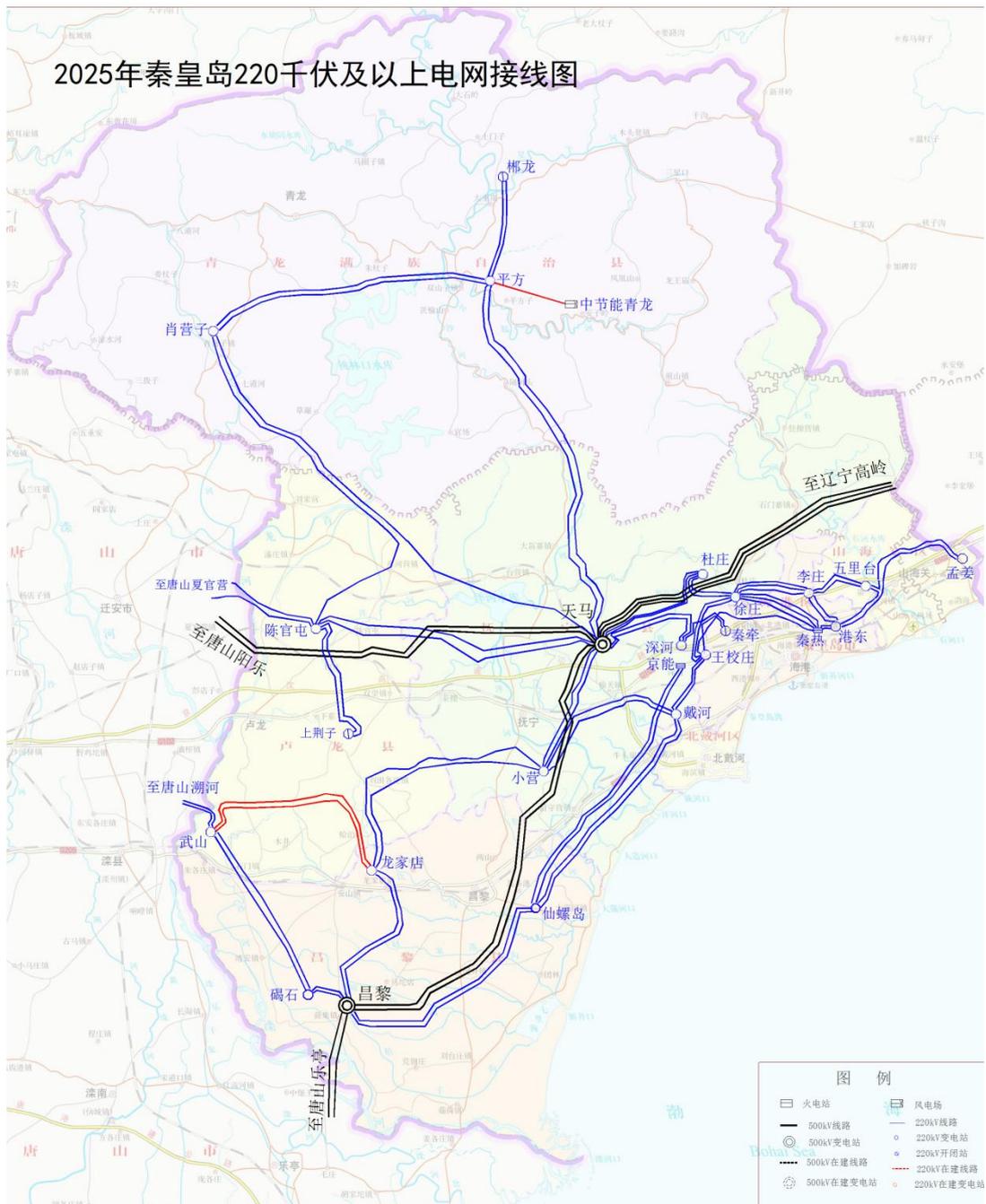


图 2-3 “十四五”末秦皇岛电网接线图

青龙县以全面匹配经济发展、重点项目和社会民生等方面用电需求为目标，以供电可靠性提升为根本出发点，坚持各级电网统一规划、协调发展，按照“强简有序、相互支援”的原则完善各级电网，秉承“一张蓝图绘到底”理念，对地区配电网进行全面把脉问诊，分两阶段（2022、2025年）合理制定网架建设目标，依照既定目标开展“填空式”建设，实现“相同类型区域可复制、相近类型区域可拓展、不同类型区域可衔接”，实现配电网设备的深度延伸和全面升级。力争2022、2025年实现网架结构、供电可靠性阶段升级，确保规划建设项目投资精益、成效清晰。

综合各县地理条件、负荷分布，差异化拟定 35 千伏电网规划。不再规划新建 35 千伏变电站，现有 35 千伏站结合新建 110 千伏站配套送出工程逐步优化电源结构，加强出线联络。

## 2.2 建设必要性

### （1）符合可再生能源发展规划和能源产业发展方向

本光伏电站选址在河北，河北省太阳能资源理论储量在全国列第 9 位，太阳能资源理论总储量 2.886GWh/年，是我国东部地区中太阳能资源较丰富区。从资源量以及太阳能产品的发展趋势来看，在河北开发光伏发电项目，有利于增加可再生能源的比例，优化系统电源结构，且没有任何污染，减轻环保压力。

### （2）地区国民经济可持续发展的需要

河北省是我国的电力大省，必须着力调整能源结构，利用其太阳能资源等可再生能源的优势，大力发展可再生能源，以提升河北省在全国的能源地位和结构，实现地区电力可持续发展。开展太阳能光伏发电是一种有益的尝试和探索。电站在可持续开发当地丰富的太阳能资源后，电力可以支援当地工农业生产需求和电网的电力外送。

工程建设可节约能源、推动地区的经济建设，有着非常重要的意义。本项目既充分利用该地区清洁、丰富的太阳能资源，又可促进当地的植被恢复，改善生态环境，提高居民生活水平，项目建设具有良好的经济效益、社会效益和环境效益。

### （3）促进能源电力结构调整的需要

国家要求每个省常规能源和再生能源必须保持一定的比例。本项目光伏电站建成后，即时每年可向当地电网输送电量供应 3347.4 万千瓦时，将一定程度上促进能源结构的改善。

### （4）改善生态、保护环境的需要

保护与改善人类赖以生存的环境，实现可持续发展，是世界各国人民的共同愿望。我国政府已把可持续发展作为经济社会发展的基本战略，并采取了一系列重大举措。合理开发和节约使用自然资源，改进资源利用方式，调整资源结构配置，提高资源利用率，都是改善生态、保护环境的有效途径。

本电站建成后预计每年可为电网提供电量 3347.4 万 kWh,与相同发电量的火电相比,相当于每年可节约标煤 10377 吨,相应每年可减少多种大气污染物的排放,其中减少二氧化硫(SO<sub>2</sub>)排放量约 207.6 吨,二氧化碳(CO<sub>2</sub>)约 28018 吨,氮氧化物(NO<sub>x</sub>)约 70.3 吨。

可见光伏电站建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用,并有明显的节能、环境和社会效益。可达到充分利用可再生能源、节约不可再生化石资源的目的,将大大减少对环境的污染,同时还可节约大量淡水资源,对改善大气环境有积极的作用。

## 2.3 接入系统方案

### 2.3.1 周边变电站情况

本项目位于河北省秦皇岛市青龙满族自治县凉水河乡落地村,周边场站情况如下。

#### (1) 娄杖子 110kV 变电站

娄杖子 110kV 变电站主变规模为 2×50MVA,2008 年投运。35kV 间隔设计出线 8 个,已用 7 个,分别出线至凉水河 35kV 站 2 回,王厂 35kV 站 1 回,八道河 35kV 站 1 回,滇池子光伏站 1 回,肖营 35kV 站 1 回,燕铸二线 1 回。预留一回。

#### (2) 青龙 110kV 变电站

青龙 110kV 变电站主变规模为 2×31.5MVA,2000 年投运。35 千伏单母线分段,设计出线 6 回,使用 4 回,备用 2 回。

#### (3) 凉水河 35kV 变电站

凉水河 35kV 变电站主变规模为 2×10MVA,投运时间为 2003 年。35kV 出线 2 回,已无 35kV 空余间隔。不具备接入条件。

#### (4) 肖营子 220kV 变电站

肖营子 220kV 变电站主变规模为 2×180MVA,电压等级 220/110/10kV。无适合 35kV 接入电压等级,不具备接入条件。

### 2.3.2 开关站情况

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目新建一座 35kV 开关站。35kV 侧采用单母线接线，设置 1 段 35kV 母线，出 2 回集电线路，每条集电线路所带容量约为 12.5MW。配置 15% 配套储能，容量为 2.5MW/5MWh，储能单元汇流后以 1 回接入光伏电站 35kV 开关柜。

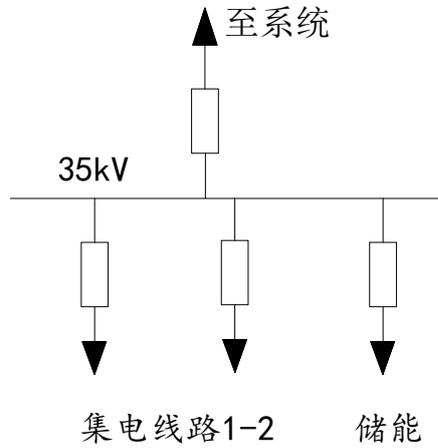


图 2-5 建昊凉水河开关站电气主接线示意图

### 2.3.3 接入系统结论

建昊光伏出一回 35kV 线路接入娄杖子 110kV 变电站的 35kV 侧。线路长度 9km。

娄杖子 110kV 变电站利用现有 35kV 5#母线（324）出线间隔，324 间隔无设备，需新建。接入系统方案示意图见下图。

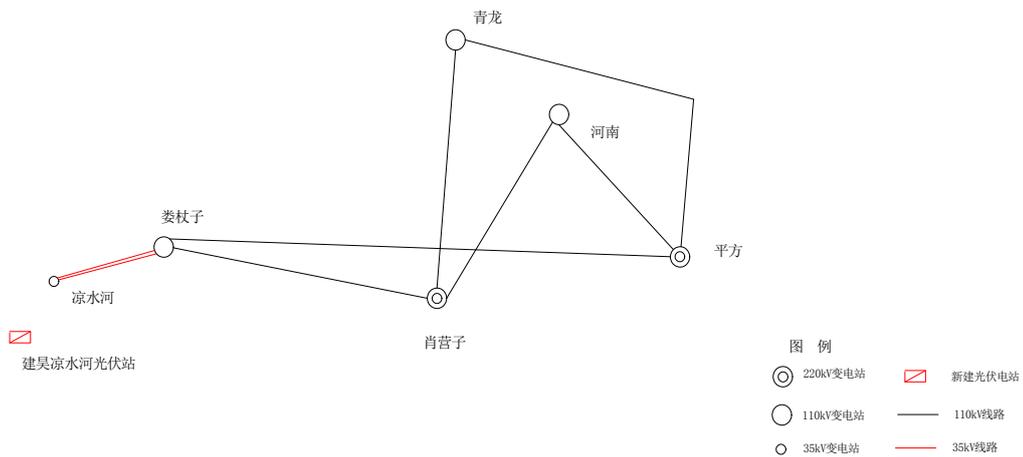


图 2-1 建昊光伏接入系统示意图

## 2.4 绝缘配合及防雷接地

按照秦皇岛地区电力系统污区分布图（2018），热电厂区域处于 e 级污秽区，本站设备外绝缘按照 e 级污秽区进行设计。

## 2.5 电气计算

### 2.5.1 计算条件

按照《国家电网公司光伏电站接入电网技术规定（试行）》中要求，“当检测到电网侧发生短路时，光伏电站向电网输出的短路电流应不大于额定电流的 150%。”，故光伏按照逆变器输出电流为 150% 倍额定电流来计算提供的短路电流，则 35kV 侧提供的最大电流为 0.495kA。

为了确定本工程新增设备的短路水平，短路电流计算中远景年的系统侧短路电流水平按照上级变电站 110kV 侧三相短路电流达到 40kA 进行计算。

### 2.5.2 短路电流计算

短路电流计算的主要目的是选择新增断路器的额定短路容量，校验现有断路器的遮断容量能否满足要求及研究限制系统短路电流水平的措施。

电厂接入系统后，相关厂站的短路电流计算结果如下表。

表 2-2 短路电流水平表 单位：kA

站名	电压等级 (kV)	短路电流 (kA)			
		投产年		远景年	
		三相	单相	三相	单相
娄杖子 110kV 变电站	110	8.04	7.30	40	20.24
	35	8.36	0	11.66	0
青龙建昊凉水河 25MW 光伏电站	35	3.93	0	4.42	0

根据热电厂接入系统后的短路电流计算结果，建议热电厂新建的 35kV 开关设备遮断能力应按不小于 25kA 设计，同时系统侧变电站的开关设备遮断能力均可以满足要求。

### 2.5.3 无功补偿计算

### 无功补偿容量需求

本光伏电站的无功损耗分为两个部分，即电站内的无功损耗（包括箱式变、35kV 汇集线路）和集中补偿部分（开关站及送出线路）。

本工程共分为 8 个约 3.15MW 光伏发电分系统，每个发电单元采用 16 台 225kW 组串逆变器以及一台 3150kVA 箱式变压器。箱变为 37kV $\pm$ 2 $\times$ 2.5%接线方式，Dy11，U<sub>k</sub>=8%。

无功补偿参数如表 2-5 所示。

表 2-5 无功补偿容量计算参数表

1. 线路参数	建吴凉水河~娄杖子变电站：9km，JL/G1A-240。
2. 箱变参数	3150 kVA /35kV，8 台，U <sub>d</sub> =8%。
3. 汇集线路	ZRC-YJLHY23-26/35-3 $\times$ 70，1.2km；

表 2-6 为无功补偿容量计算结果，所述无功损耗均为感性损耗，若无功损耗为负值，则表示无功损耗成容性，需补偿感性无功。

表 2-6 无功补偿容量计算结果

运行方式 分项损耗	光伏电场零发 (Mvar)	光伏电场满发 (Mvar)
1. 建吴凉水河~娄杖子 变电站送出线路	-0.016	0.249
2. 箱变	/	2.000
3. 汇集线路	-0.226	-0.092
开关站总无功需求	-0.242	2.157

#### (1) 无功补偿配置方案

根据计算结果，在光伏电站满发情况下，总的无功损耗为 2.157Mvar；在零发情况下，总的无功功率为-0.242Mvar。

建议建吴凉水河开关站主变应配置不低于 3Mvar（容性）和不低于 1Mvar（感性）的无功补偿装置，动态可连续调节的无功补偿装置的响应时间不大于 30ms。

本节计算的无功补偿配置方案并未考虑本工程接入系统后的电能质量问题，最终确定的无功补偿配置方案应能满足电能质量专题报告的结论要求。

### 3 电气一次

#### 3.1 姜杖子 110kV 变电站现状

建设规模：2 台 50MVA 主变，电压等级 110/35/10.5kV，35kV 规划出线 8 回，35kV 向东出线，间隔已使用 7 回。

本期规模：新建 35kV 出线间隔 1 回。

35kV 电气设备布置形式为户外 AIS 设备。

#### 3.2 电气主接线

35kV：采用单母线分段接线。

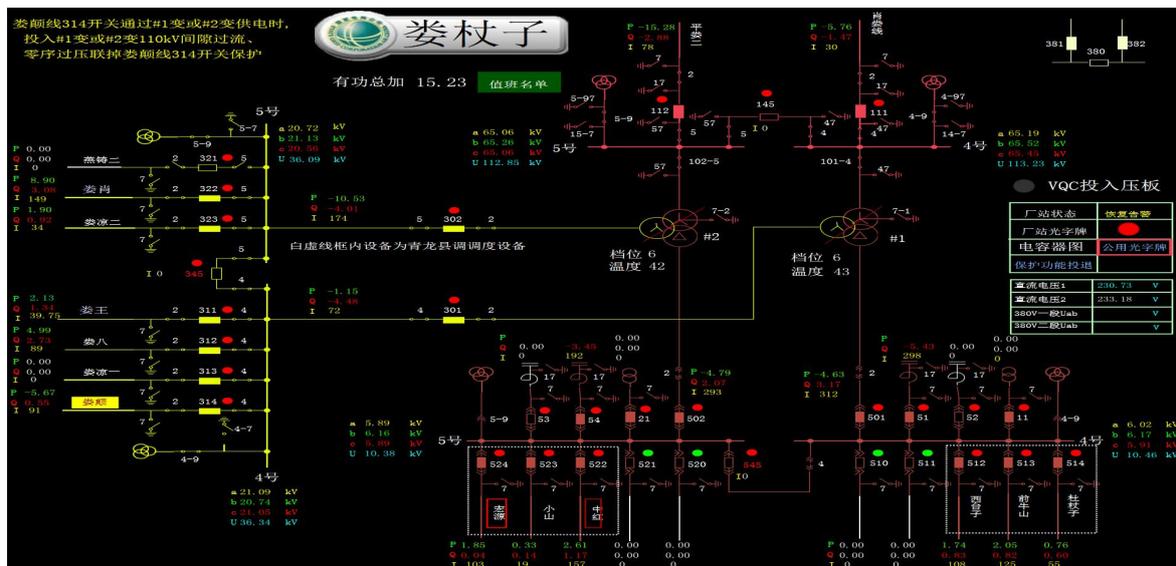


图 3-1 姜杖子 110kV 变电站电气主接线示意图

#### 3.3 导体选择

本站处于 e 级污秽区，按照 DL/T5222-2005 《导体和电器选择设计技术规定》及相关系统运行条件，并考虑与现运行设备保持一致的原则并参照国家电网公司输变电工程通用设备进行选择。

##### 3.3.1 间隔导体选择

青龙建吴凉水河光伏项目容量为 25MW，接入 35kV 5#母线 324 备用间隔，最大理论接入电流为 412A。姜杖子 110kV 变电站 35kV 短路电流按 25kA 进行软导体短路热稳定校验：

$$S \geq \sqrt{Qd}/C$$

$$\sqrt{Qd} = \sqrt{25000 \times 25000 \times 0.6} \text{A}^2 \cdot \text{S} = 19364.9 \text{A}^2 \cdot \text{S}$$

短路电流持续时间取 0.6S

$$\sqrt{Qd}/C = 19364.9/87 = 222.59 \text{mm}^2$$

导体为钢芯铝绞线，C 取 87

本工程间隔导体使用 JL/G1A-240/30 型钢芯铝绞线热稳定满足要求。在环境温度 +35℃，工作温度 +70℃ 的情况下，JL/G1A-240/30 导线载流量为 525A，满足本工程需要并留有发展裕度。

### 3.4 主要电气设备选择

#### 3.4.1 娄杖子站 35kV 324 备用间隔现状

娄杖子站 35kV 324 间隔无设备，位于 35kV 5# 母线。故本工程新建间隔设备。

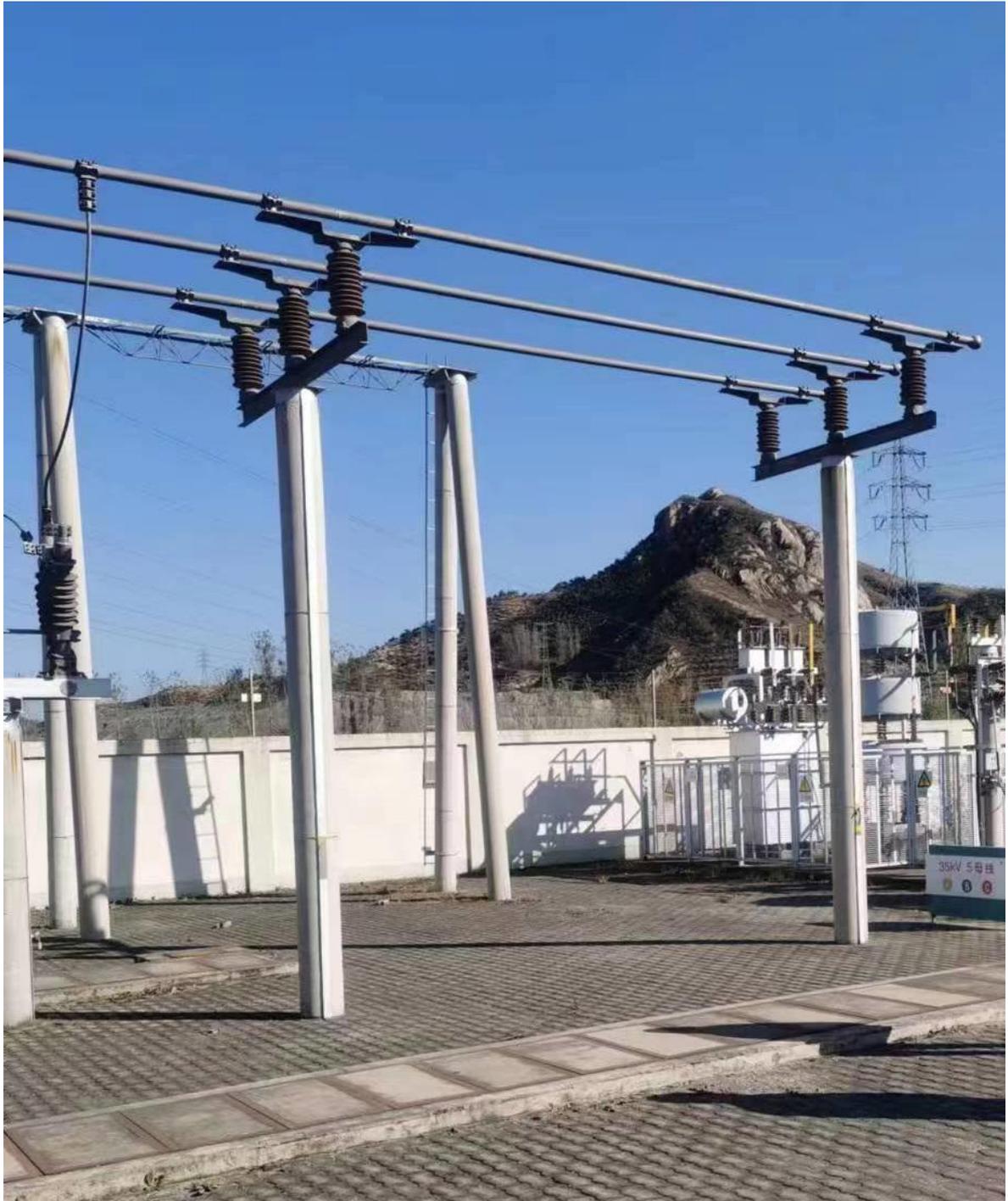


图 3-2 娄杖子 110kV 变电站 35kV 间隔现状图

### 3.4.2 娄杖子站 35kV 出线间隔设备选型

#### 1) 35kV SF6 断路器

额定电流：1600A      额定开断电流：25kA

动稳定电流：63kA      热稳定电流：25kA 4s

内置电流互感器变比：300-600/1    0.2S/0.2S/5P30/5P30    30VA

2) 35kV GW5D-40.5 型隔离开关

额定电流：1250A          额定开断电流：25kA

动稳定电流：63kA          热稳定电流：25kA 4s

3) 35kV 避雷器

型号：HY5WZ -51/134

) 35kV 电压互感器

型号：JDZX-35W

### 3.5 绝缘配合及防雷接地

#### 3.5.1 设备绝缘

满足要求。

#### 3.5.2 防雷保护

##### 1) 直击雷保护

本站对直击雷保护主要以变电站内设置避雷针来实现，本工程新增设备在原有防雷措施的保护范围之内，本期不予考虑。

##### 2) 雷电侵入波保护

根据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》中要求，避雷器的装设组数及配置地点，取决于雷电侵入波在各个电气设备产生的过电压水平。

本站线路侧年平均雷暴日为 41，故本站在 35kV 出线侧已安装避雷器。

#### 3.5.3 接地

接地网引上采用-60×8 镀锌扁钢，设备接地引下线采用-60×8 镀锌扁钢，新增设备基础与原接地网连接点不少于 2 处。

### 3.6 配电装置布置

35kV 配电装置间隔布置于变电站东侧，出线方向为向东架空出线，本期建设在备用间隔进行。

### 3.7 站用电部分

站用电系统前期已建设，本期不考虑相关内容。

### 3.8 全站照明

照明系统前期已建设，本期不考虑相关内容。

## 4 电气二次

### 4.1 工程概况

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目位于河北省秦皇岛市青龙满族自治县凉水河乡落地村东山坡。青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目新建一座 35kV 开关站。35kV 侧采用单母线接线，设置 1 段 35kV 母线，出 2 回集电线路，每条集电线路所带容量约为 12.5MW。配置 15% 配套储能，容量为 2.5MW/5MWh，储能单元汇流后以 1 回接入光伏电站 35kV 开关柜。

### 4.2 系统继电保护配置现状

#### 4.2.1 娄杖子 110kV 变电站继电保护配置现状

(1) 娄杖子 110kV 变电站内现运行两路 110kV 进线#111 肖娄线、#112 平娄二线间隔未配置线路保护，线路故障由对侧肖营子站、平方店站保护动作跳开。110kV 进线#111 肖娄线、#112 平娄二线间隔没有单独配置测控装置和操作箱，测控信息接入许继 FCK-801 主变高压侧测控装置，操控由 ZSZ-811/C 主变操作箱实现。

(2) 主变保护配置许继 WBH-814 非电量保护装置，WBH-811、WBH-812 电量保护装置。

(3) 娄杖子 110kV 变电站的现运行 35kV 出线间隔各配置 1 套许继 WXH-821 线路保护测控装置，组屏安装。

(4) 娄杖子 110kV 变电站配置 2 套武汉中元公司故障录波装置。

#### 4.2.2 肖营子 220kV 变电站继电保护配置现状

肖营子 220kV 变电站至娄杖子变电站的 110kV#118 肖娄线线路保护现配置为北京四方 CSC-161A 型线路距离保护。

#### 4.2.3 平方 220kV 变电站继电保护配置现状

平方 220kV 变电站至娄杖子变电站的 110kV#113 平娄二线线路保护现配置为许继 WXH-811 型线路距离保护。

### 4.3 继电保护及安自装置配置方案

#### 4.3.1 娄杖子 110kV 变电站

(1)娄杖子 110kV 变电站 110kV 进线现状为不设置保护,本期娄杖子 110kV 变电站至肖营子 220kV 变电站 110kV#111 肖娄线间隔需更换 1 套 110kV 光纤纵联差动保护,娄杖子 110kV 变电站至平方 220kV 变电站 110kV#112 平娄二线间隔需更换 1 套 110kV 光纤纵联差动保护,包括纵联电流差动主保护及相应的后备保护,保护具备重合闸功能,采用专用光纤通道。本期新增 110kV 光纤差动线路保护屏 1 面(含 110kV 光纤差动线路保护装置 2 台)。为保证保护信息能接入站内监控系统,本工程新增保护管理机一台。

(2)娄杖子 110kV 变电站至 35kV 光伏电站一回 35kV 并网线路应配置一套纵联电流差动保护装置,采用专用光纤通道。保护装置除光纤纵联电流差动保护外,还应具备相应的后备保护,保护含三相一次重合闸功能,35kV 并网线路为满足检无压重合闸,需设置线路单相 PT。本期新增 35kV 光纤差动线路保护测控屏一面。

(3)娄杖子110kV变电站主变压器保护动作联跳本期光伏电站35kV并网线路回路。

(4)娄杖子 110kV 变电站配置的故障录波装置满足本期接入要求。

#### 4.3.2 肖营子 220kV 变电站

(1)肖营子 220kV 变电站至娄杖子 110kV 变电站的 110kV#118 肖娄线间隔本期需更换 1 套 110kV 光纤纵联电流差动保护(包括纵联电流差动主保护及相应的后备保护),保护具备重合闸功能。光纤纵差保护采用专用光纤通道。

(2)肖营子 220kV 变电站 110kV 肖娄线线路侧有线路 PT,满足本工程检无压重合闸要求。

#### 4.3.3 平方 220kV 变电站

(1)平方 220kV 变电站至娄杖子变电站的 110kV#113 平娄二线间隔本期需更换 1 套 110kV 光纤纵联电流差动保护(包括纵联电流差动主保护及相应的后备保护),保护具备重合闸功能。光纤纵差保护采用专用光纤通道。

(2)平方 220kV 变电站 110kV 平娄二线线路侧有线路 PT,满足本工程检无压重合闸要求。

### 4.4 对其他专业的要求

4.4.1 通信专业: 娄杖子 110kV 变电站至 35kV 光伏电站 1 回 35kV 线路,配置 1 套 35kV 光纤纵联差动保护,需提供 1 路专用光纤通道。娄杖子 110kV 变电站至肖营

子 220kV 变电站 110kV#111 肖娄线配置 1 套 110kV 光纤纵联差动保护，需提供 1 路专用光纤通道。娄杖子 110kV 变电站至平方 220kV 变电站 110kV#112 平娄二线配置 1 套 110kV 光纤纵联差动保护，需提供 1 路专用光纤通道。

4.4.2 一次专业：娄杖子 110kV 变电站至 35kV 光伏电站 1 回 35kV 线路配置的 35kV 光纤纵联差动保护装置含三相一次重合闸功能，为满足检无压重合闸，35kV 并网线路需配置 1 台线路单相 PT。

## 4.5 调度自动化

### 4.5.1 娄杖子 110kV 变电站

#### 4.5.1.1 调度关系

娄杖子 110kV 变电站由秦皇岛地调进行调度管理。远动信息向秦皇岛地调、秦皇岛备调传送。本期工程娄杖子变电站接入 1 回 35kV 并网线路，调度关系不变。

#### 4.5.1.2 远动范围

依据《电力系统调度自动化设计技术规程》（DL/T 5003）相关规定，并结合各调度端需要，本工程娄杖子 110kV 变电站新增远动信息内容如下：

##### (1) 遥测内容

35kV 并网线路的有功功率、无功功率、电流、电压、功率因数等。

##### (2) 遥信内容

35kV 断路器位置信号，与运行方式有关的隔离开关和接地刀闸位置信号。

#### 4.5.1.2 远动设备

娄杖子 110kV 变电站已配置一套许继公司计算机监控系统，本期工程娄杖子 110kV 变电站新建 35kV 出线间隔 1 个，35kV 光纤差动线路保护装置集成测控功能，光纤差动保护测控装置纳入现运行的监控系统，监控系统按扩容考虑，扩容后需满足冀北公司相关要求。新增的远动信息由远动工作站一并向调度端上传。

#### 4.5.1.3 远方电量计费设备

##### (1) 远方电量计量点和表计

按照《电能计量装置通用设计规范》和《电能计量装置技术管理规程》，贸易结算用电能计量点设置在购售电设施产权分界处。娄杖子 110kV 变电站至 35kV 光伏电

站线路出线侧为计量关口点，计量表按 1+1 配置，计量精度 0.2S 级，具有双向计量功能，计量表按常规多功能电子式电能表配置，采用模拟量输入，计量表需接入 0.2 级 PT 和 0.2S 级 CT 的专用绕组。根据国网公司通用设计要求，每台远方电量计量表还应配置相应的接线盒。

#### (2) 远方电能量信息终端

娄杖子 110kV 变电站已配置一套北京博望公司远方电量计量系统，满足本工程要求。

#### 4.5.1.4 调度数据网及二次安全防护设备

娄杖子 110kV 变电站调度数据网接入设备及二次系统安全防护设备均已配置，本期工程无需新增设备。

#### 4.5.1.5 电能质量监测

本期 1 回娄杖子 110kV 变电站至 35kV 光伏电站的 35kV 出线侧配置 1 套满足 GB/T 《电能质量检测设备通用要求》标准要求及通过国家电网公司系统接入认证、信息安全检测认证的 A 级电能质量在线监测装置，实时监测谐波、负序、电压波动与闪变等电能质量参数。

#### 4.5.1.6 自动化设备及自动化信息传输通道

##### (1) 调度数据网通道

娄杖子 110kV 变电站已开设对各调度端的远动、计量等自动化信息的传输通道。本期工程自动化信息传输通道和通信规约均无变化。

##### (2) 电度计量通道

娄杖子 110kV 变电站本期计量通道均不做变动。

## 5 系统通信

### 5.1 电力系统概况及调度组织关系

#### 5.1.1 电力系统概况

青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目位于河北省秦皇岛市青龙满族自治县凉水河乡落地村东山坡。青龙建昊凉水河 25MW 光伏项目新建一座 35kV 开关站。35kV 侧采用单母线接线，设置 1 段 35kV 母线，出 2 回集电线路，每条集电线路所带容量约为 12.5MW。配置 15% 配套储能，容量为 2.5MW/5MWh，储能单元汇流后以 1 回接入光伏电站 35kV 开关柜。

#### 5.1.2 调度组织关系

根据电网“统一调度、分级管理”的要求，光伏电站由秦皇岛地调调度管理(冀北授权许可)，远动信息向秦皇岛地调、备调传送，调度电话由秦皇岛地调调控。

### 5.2 系统通道业务传输要求

根据本工程情况各专业通道需求如下：

#### 5.2.1 调度电话通道要求

光伏电站对秦皇岛地调的调度电话通道采用主备通道。

#### 5.2.2 自动化通道要求

光伏电站对秦皇岛地调的自动化通道均采用主备通道。

光伏电站对备调的自动化通道均采用主备通道。

光伏电站对秦皇岛地调的主备用自动化通道、备调主备用自动化通道均采用电力调度数据网通道。

光伏电站对秦皇岛地调的电量信息传输应采用主备通道，为调度数据网通道。

电力调度管理信息需通过数据通信网通道，并应配置一台 OMS（调度管理系统）计算机，用于向调度端提报发电计划等业务。

光伏电站对调度端功角测量主站的传输通道应采用调度数据网通道。

光伏电站对调度端电能质量在线监测主站的传输通道应采用数据通信网通道。

### 5.2.3 保护通道要求

光伏电站至娄杖子变电站 35kV 并网线路，需提供一路专用光纤芯通道，保护用 2 芯，备用 2 芯。

娄杖子 110kV 变电站至肖营子 220kV 变电站一回 110kV 线路，需提供一路专用光纤芯通道，保护用 2 芯，备用 2 芯。

娄杖子 110kV 变电站至平方 220kV 变电站一回 110kV 线路，需提供一路专用光纤芯通道，保护用 2 芯，备用 2 芯。

### 5.2.4 调度数据网要求

光伏电站调度数据网地区接入网 I 通道要求对平方站、小营站设备分别需要 2×2M 通道；调度数据网地区接入网 II 通道要求对戴河站、李庄站设备分别需要 2×2M 通道。

## 5.3 通信现状

目前，娄杖子 110kV 变电站现运行 1 条至肖营子 220kV 变 24 芯 OPGW 光缆，光缆长度为 12.2km，1 条至河南 110kV 变 24 芯 OPGW 光缆，光缆长度为 27km。娄杖子 110kV 变现运行 1 台贝尔 1660 光传输设备，满足扩容条件，站内综合配线屏已满。

## 5.4 系统通信方案

### 5.4.1 光缆建设方案

沿光伏电站至娄杖子站的 35kV 线路架设 1 根 24 芯 OPGW 光缆和 1 根 24 芯 OPPC 光缆，线路长度约为 7.97km（其中架空线 7.6km，光伏电站出线电缆长度 0.2km，娄杖子站进线电缆 0.17km），光缆长度约为 2×7.98km。

导引光缆光伏电站按 2×0.5km 考虑（含出线电缆），娄杖子变电站按 2×0.5km 考虑（含进站电缆）。导引光缆的光纤为 24 芯。光缆的光纤采用 G.652 型单模、双窗口光纤。

### 5.4.2 光通信设备配置

经现场核实，本工程开通娄杖子至光伏电站 622Mbit/s 光电路速率。

本期在娄杖子站贝尔 1660 光传输设备上扩容 622M 光卡 2 块（含 622Mb/s 光模块），对光伏电站方向光接口按 1+1 方式配置。在娄杖子站内配置 1 套 2.5G 光传输

设备，接入冀北省内一体化 SDH 平面中兴-华为子平面，光设备采用 SDH 制式，传输容量 2.5Gbit/s，对光伏电站方向光接口按 L-4.1 考虑，1+1 方式配置；对肖营子 220kV 站和河南 110kV 方向均按 L-16.1 考虑，1+1 方式配置。

在肖营子 220kV 站和河南 110kV 站中兴 S385 上分别扩容 2.5G 光卡 2 块（含 2.5Gb/s 光模块），对娄杖子站方向光接口均按 1+1 方式配置。

上述配置用于光伏电站的接入，需要在光伏电站配置 2 套 2.5G 光传输设备，分别接入冀北省内一体化 SDH 平面阿尔卡特子平面、中兴-华为子平面光传输网络。光设备采用 SDH 制式，传输容量 622Mbit/s。对娄杖子 110kV 站方向光接口按 L-4.1 考虑，1+1 方式配置。

上述光设备配置构成光伏电站对主系统的双通道运行方式，光端机的电路配置、运行及网管按秦皇岛地调下达的运行方式执行。

#### 5.4.3 IAD设备配置

在李庄站和徐庄站现运行广哈调度程控交换机上各扩容 1 块 IP 板卡，在现运行李庄站阿尔卡特光传输和现运行徐庄站中兴光传输上各扩容 1 块百兆以太网板，在李庄和徐庄站各配置一台交换机，用于光伏电站的调度电话，需要在光伏电站配置 2 套广哈 IAD 设备。

#### 5.4.4 其他设备配置

##### （1）数据通信网设备

陈官屯和碣石站数据通信网均满足接入条件，其通道按照秦皇岛地调下达的运行方式执行，用于光伏电站数据通信网设备的接入。

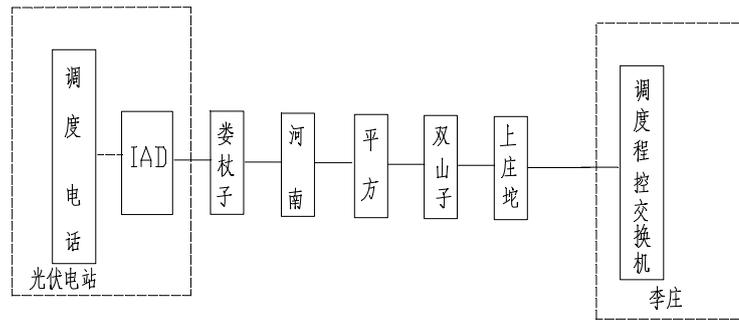
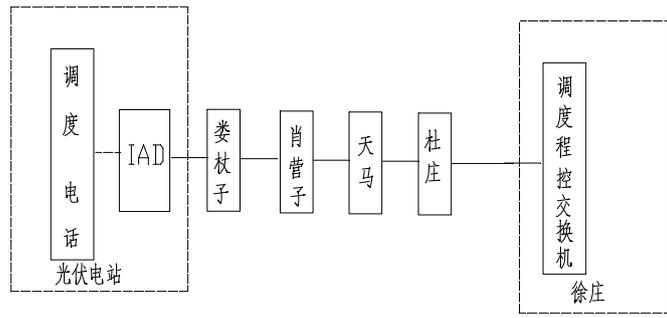
##### （2）辅助通信设备

娄杖子站配置 1 面综合配线柜（含 24 芯 ODF 2 套，16 系统 DDF 2 套）。

注：本工程不包含光伏电站侧设备，光伏电站侧的设备列入光伏电站建设本体工程中。

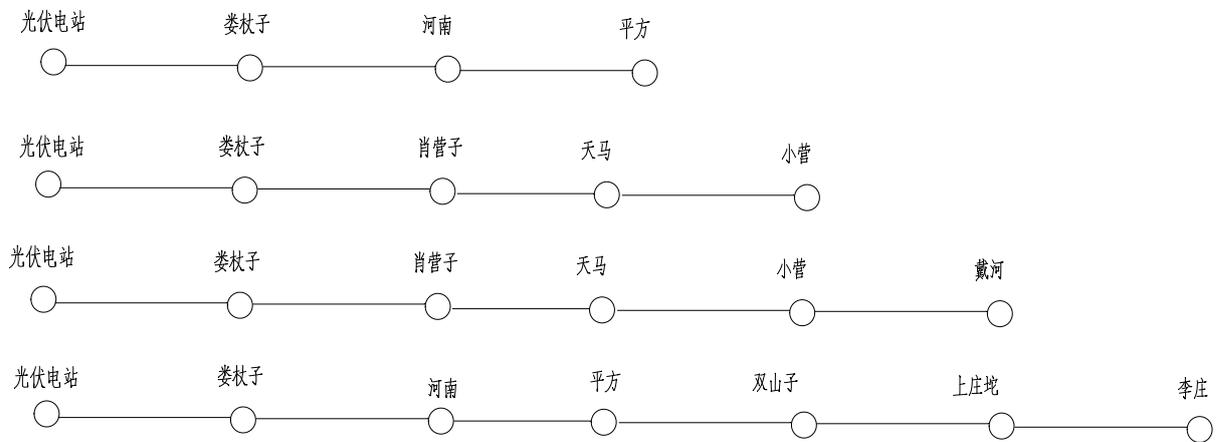
### 5.5 通道组织

#### （1）调度电话通道：

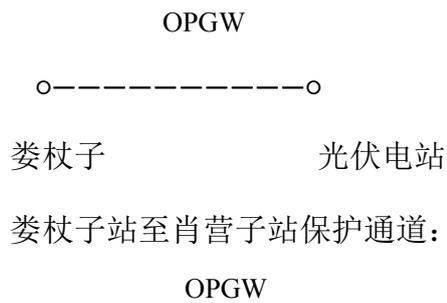


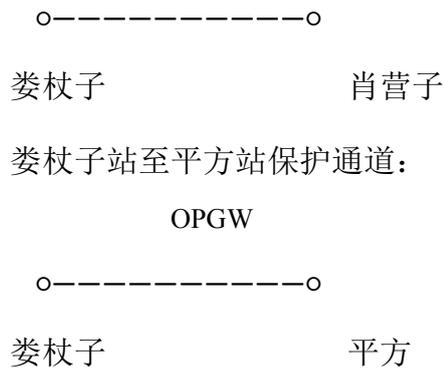
(2) 调度数据网通道

调度数据网地区接入网 I 通道到小营站、平方站的传输速率均为  $2 \times 2M$ ，调度数据网地区接入网 II 通道到戴河站、李庄站的传输速率均为  $2 \times 2M$ ：



(3) 保护通道：





## 6 变电站土建

### 6.1 概述

娄杖子 110kV 变电站位于秦皇岛市青龙县，站内占地面积为 5683m<sup>2</sup>，约合 8.5 亩。本次工程为新建一个 35kV 出线间隔，不需要新征用地。

### 6.2 土建设计内容

根据电气专业要求，新建 35kV 出线间隔内设备支柱及基础、新建通讯光缆通道埋管、恢复施工过程中破坏的场区硬化及站内道路。

### 6.3 结构方案

支柱采用 Φ300 钢管杆，基础采用钢筋混凝土基础，钢管杆与基础采用螺栓连接。所有钢构件采用热镀锌防腐，基础顶部做混凝土保护帽。

### 6.4 地基与基础

6.4.1 地基采用第②层粗砾砂为持力层，地基承载力特征值为  $f_{ak}=180\text{kpa}$ 。

6.4.2 地下水埋深为 1.38~1.60m 米。基坑开挖若遇到地下水可采用基坑明排水方式排水。

6.4.3 超开挖部分回填级配砂石，分层夯实，分层厚度 300mm，夯实系数不小于 0.97。

## 7 附件