

# 新能源升压站主接线形式实用性的探讨

姜雷明

中瑞恒丰（上海）新能源发展有限公司 上海 200000

**摘要：**通过对比线变组、单母线等接线形式的投资、技术、运维、收益等多方面比较，为各电压等级下新能源升压站主接线形式的应用提供参考，结合每个新能源项目自身特质，选择最适合的接线型式，同时在接入受限地区通过打捆、预规划，多方面、多角度考虑接线型式的选择。

**关键词：**新能源；升压站；接线形式

## 引言

加快建设新型能源体系是党中央深刻把握全球能源发展大势、深入实施能源安全新战略的重大决策，是新时代新征程推动能源高质量发展、建设能源强国的部署要求，是深入推进能源革命、建设能源强国的必然要求。“十四五”能源规划主要目标任务即将顺利完成，2026年全国能源工作会议提出持续提高新能源供给比重，全年新增风电、太阳能发电装机2亿千瓦以上。而长期以来，风电、太阳能发电装机高歌猛进的同时，电网网架承受和消纳一直是最大的制约因素，随着多年来新能源建设，外送模式下消纳通道也出现“疲惫”状态，在风、光+储能+智能调度、绿电直连、虚拟电厂聚合+智能调度等就地消纳新型体系的探索及建立下，本文以220kV及以下大型集中式地面电站为背景，在新老形式下对升压站主接线形式的探讨。

## 一、接线形式

### 1. 常规变电站接线形式

变电站中基本接线形式主要包括单母线、单母线分段、双母线、双母线分段、一个半断路器、双断路器、变压器-线路单元（后文简称线变组）、桥形、角形、环进环出等接线形式。

### 2. 新能源电站常规接线形式

新能源电站主要参考常规变电站接线型式，大多以经济、技术、规划等多方面考虑并结合各省接入容量不同要求，本文以江苏接入条件为例，一般情况下50WM以下35kV接入，50WM-100MW及以下110kV接入，100MW以上220kV接入。多采用接线形式包括单母线、单母线分段、双母线、双母线分段、变压器-线路单元

（后文简称线变组）等接线形式。

## 二、各接线形式的应用

### 1. 110kV 升压站接线型式

我国新能源建设在2019年之前电网接入间隔充足，消纳基本平衡，各建设单位多以节省建设成本为主考虑电站接线形式，如图2.1-1所示线变组接线与图2.1-2单母线接线，所不同的在于图2.1-2 110kV侧增加了母线及一组断路器。相应的经济比较见表2.1-1。

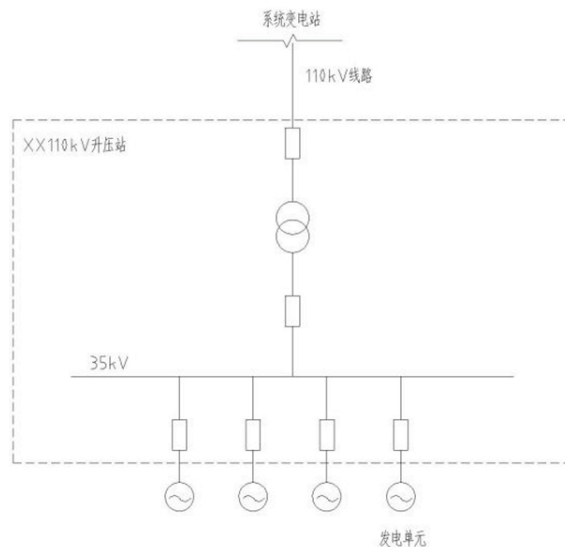


图 2.1-1 110kV 线变组接线示意图

如图2.1-1、2.1-2表2.1-1所示，线变组对比单母线减少了110kV母线，将110kV主变进线断路器和出线断路器合一使用，减少一组断路器，使接线结构上比单母线接线简单，适合没有远景、扩建需求的电站。从停电、检修上线变组接线因为没有母线，减少了母线检修故障，而无论线路、主变、母线需要停电时都需要全停发电单元不存在发电量差。从建设成本上线变组接线相比单母

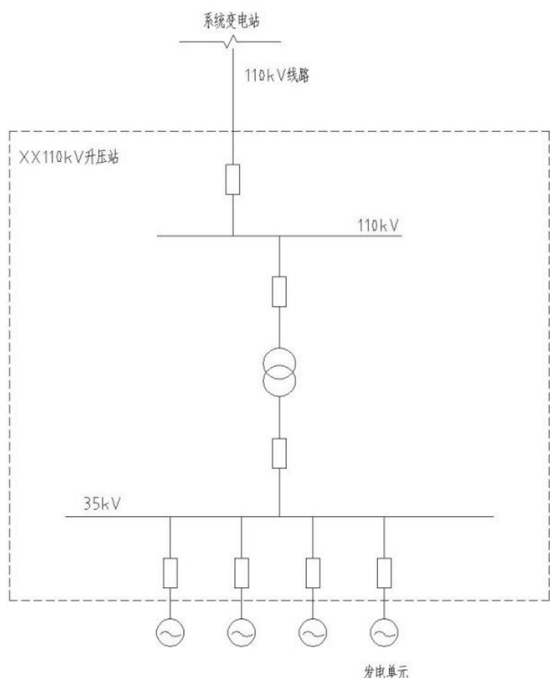


图 2.1-2 110kV 单母线接线示意图

表 2.1-1 线变组与单母线设备经济比较

	线变组接线	单母线接线	价差/万
GIS间隔	1	2	-35
母联设备	/	1	-20
二次装置			-30
合计			-85

线接线节省约85万，折算升压站建设投资节省约4~5%费用。折算项目全建设投资节省约0.22~0.28%费用。

综合比较线变组接线较为适应小于装机容量为100MW以下，110kV单点接入的新能源升压站。对于特殊情况下建设规模200MW以下，不选择220kV接入方式，采用双回110kV接入方式的新能源电站则更为合适线变组接线，110kV多点接入方案下线变组与单母线接线见图2.1-3、2.1-4所示。

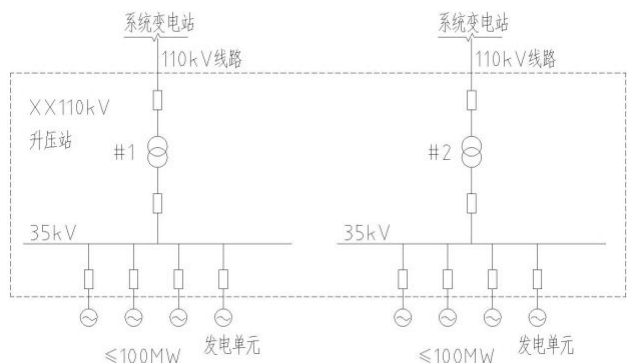


图 2.1-3 110kV 多点接入线变组接线示意图

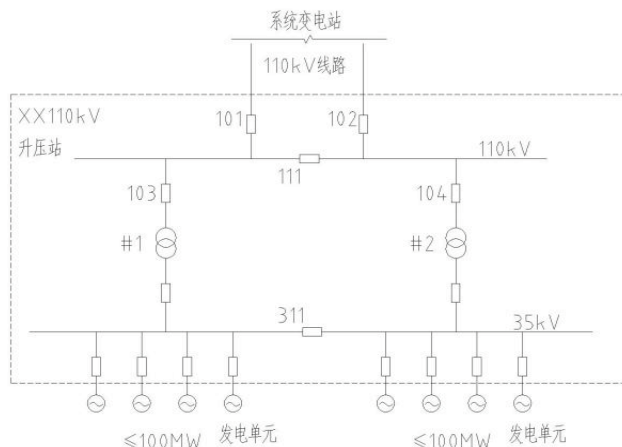


图 2.1-4 110kV 多点接入单母线接线示意图

如图2.1-3、2.1-4所示，当单母线接线方式下110kV、35kV侧均分列运行时（即开关111、311均断开）与线变组运行方式一致；此时，各主变、GIS间隔、35kV设备参数相同，当单母线接线方式下开关111闭合，开关311断开运行时；此时无论是哪路线路、主变、间隔停电检修都需要停相应的发电单元，综合比较上与2-1、2-2结果一致；只有在#1、#2主变各冗余配置2倍容量和110kV线路采用倍容量导线情况下（如建设总容量不超过传统钢芯铝绞线经济输送容量或T接情况下老塔挂新线验算通过，线路可不采用倍容量导线），无论哪段主变、间隔、线路停电检修都不影响发电，但此方式下投资增加较多，需平衡电站在使用年限内的消纳比例、限电情况、停电检修次数、电量损失等相关经济敏感因素，找到经济平衡点进行判断。

根据我司建设、运维管理经验一般情况下当地电力网架相对薄弱、平均限电达20%以上时或限电较为集中在春季等情况下，基本上选择线变组接线型式，不仅节省投资，运维管理方便且对发电量损失也无影响。

### 2.220kV 升压站接线型式

220kV 新能源升压站几种接线型式和常规变电站一致，这里不赘述，仅介绍从功能和经济技术上更适用于新能源电站的接线形式，新能源220kV升压站有别于常规变电站最为重要的原因是电力系统中地位，所以如不是较为重要汇集站，仅将升压站看做一个或者几个终端用户基本不需要过多考虑分段开关、双母线，仅需要考虑各主变低压侧35kV能承载的电流，根据现今35kV开关柜常规最大主变进线开关柜额定电流4000A，可以大致折算单台主变容量小于240MVA时，35kV采用仍可以单母线接线，当单台主变容量大于240MVA时，

35kV需采用单母双分支接线，此时理论上单台主变容量可以选用480MVA容量，此接线方式最大程度上减少了容量浪费，相应的大大减少了一二次设备投资。

考虑单回220kV线路边界条件，采用2\*630铝包钢芯铝绞线，经济电流密度选用 $J=1.65(A/mm^2)$ ，线路允许的经济输电容量792MVA，如换成倍容量导线理论允许的经济输电容量可以达到1425MVA。即在不改变2\*630塔型结构的条件下，220kV侧采用单母线接线，35kV单母双分支接线无论是单个投资主体电站或者多投资主体汇集站最大建设规模可容纳1425MW，基本已经适用大多数一定规模的新能源电站需求。接线型式如下图2.1-1所示。

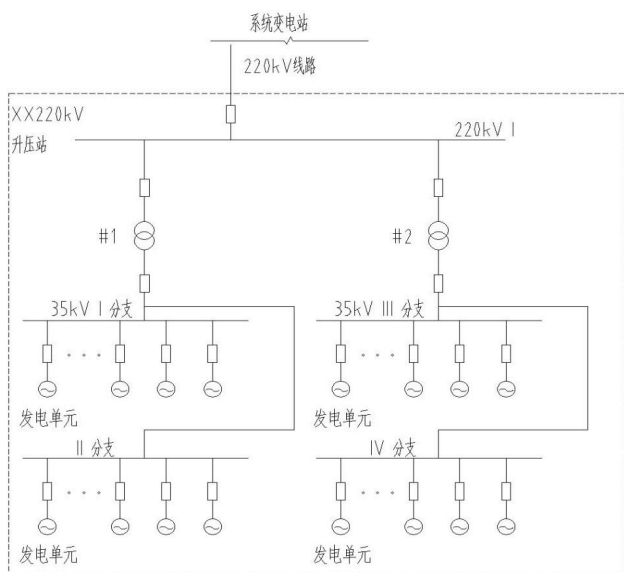


图 2.1-1 220kV 电站双分支主接线图

35kV采用双分支接线时需要注意，当主变采用Yd联结方式时每台主变低压侧接地点选择，常规配置方案为一个分支采用接地变兼站用变，而另一个分支仅采用接地变，即满足系统单点接地要求的又满足一个分支接地变检修时，没有接地点另一个分支也停电，造成不必

要的损失。

### 三、新能源发展对接线型式的影响

在“十四五”新能源装机增长之下，无论电网网架、系统可接入间隔都已经呈现制约新能源发展增长的至关因素，而2026年全国能源工作会议提出持续提高新能源供给比重，全年新增风电、太阳能发电装机2亿千瓦以上，“十五五”期间国家电网投资新型电力系统建设4万亿，无不展示国家发展新能源的决心和趋势，但在此趋势下怎么解决接入、平衡消纳是至关重要的关键点，也是各大新能源企业和电网、高耗能企业融合发展的机遇，让有消纳无接入地区，通过调整、转移负荷、优化改造线路等方式空出冗余间隔和负荷偏远间隔有限地区打捆各新能源企业建立汇集站接入电网，鼓励有条件、处于各发电项目中心新能源企业建设汇集站，或地区规划不明，间隔较为紧张时，也鼓励有条件新能源企业建设单母线预留间隔电站作为备用汇集站。鼓励新能源企业和高耗能企业的绿电直连。推进大力发展独立储能的同时，给与配套储能相关政策，有效充分发挥现有市场大量闲置配套储能容量，并通过电力市场调节用电时长及方式，结合储能降低新能源大发时限电情况，制衡新能源消纳平衡，稳定持续推进国家“十五五”发展规划。所以对于十五五发展期间，新能源电站接线形式可能会逐步从经济性选择改变到规划性选择，但对于仍处于终端的电站，还是选择经济性接线。

### 参考文献

- [1] 电力工程设计手册. 电力系统规划设计 / 中国电力工程顾问集团有限公司, 中国能源建设集团规划设计有限公司编著. —北京: 中国电力出版社, 2019.6
- [2] 麻敏华, 张雪莹, 张跃, 彭杰, 谢浩辉. 大容量110 kV变电站建设方案研究. 科技创新与应用, 2024 (13): 136-139