

Electrical Construction Supporting New Energy Grid Connection in Power Engineering

Shousong Rong

Shandong Electric Power Group New Energy Technology Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

Against the backdrop of sustained growth in renewable energy installations and a shift in grid connection methods from single-point transmission to centralized aggregation coupled with hierarchical voltage upgrading, grid-connected electrical construction in power engineering has evolved beyond routine installation tasks. It now serves as a critical determinant for stable power supply at substations, equipment qualification for commissioning tests, and compliance with grid connection requirements. Field construction typically involves box-type transformers, switchgear cabinets, power cables, grounding and lightning protection systems, and reactive power compensation devices, requiring simultaneous adherence to current grid connection technical standards and electrical installation specifications. This paper systematically analyzes construction content and technical priorities for grid-connected electrical systems in renewable energy substations, incorporating common facility configurations and project implementation conditions.

Keywords

power engineering; new energy grid integration; supporting electrical systems; construction; key points

电力工程中新能源并网配套电气施工

荣守松

山东电工电气集团新能科技有限公司, 中国·山东 济南 250000

摘要

在新能源装机持续增长、并网方式由单一送出转向集中汇集与分层升压并行的背景下, 电力工程中的并网配套电气施工已不再是普通安装工作的简单延伸, 而是直接关系到场站能否稳定送电、设备能否通过交接试验、并网条件能否满足要求的关键环节。现场施工通常围绕箱式变压器、开关柜、电力电缆、接地防雷装置及无功补偿装置展开, 既要满足现行并网技术规定, 又要落实电气装置安装工程施工及验收标准。本文结合新能源场站常见构成和工程实施条件, 对新能源并网配套电气的施工内容与技术要点做针对性梳理。

关键词

电力工程; 新能源并网; 配套电气; 施工; 要点

1 引言

近年来, 集中式光伏、陆上风电及配套升压站建设规模持续扩大, 新能源发电具有间歇性、波动性等特点, 其并网给电力系统的稳定运行带来了诸多挑战, 其并网配套电气施工成为关键环节。若箱变就位偏差、柜内连接松动、电缆终端受潮、接地网焊接不实或无功补偿投运条件不足, 后续调试和送电阶段就容易出现缺陷返工^[1]。基于此, 有必要立足现行规范和现场做法, 对新能源并网配套电气施工进行针对性分析。

2 电力工程中新能源并网配套电气概述

电力工程中新能源并网配套电气, 是指新能源发电单元与公共电网之间为完成汇集、升压、控制、保护、测量、无功调节和安全接地而配置的一组电气设备及其连接系统。实践中, 这一部分通常布置在箱式变压器、集电线路、场区开关柜、升压站电气间隔以及并网附近, 服务对象主要包括集中式光伏电站、陆上风电场及部分共享升压站项目。其技术边界并不等同于发电设备本体, 而是更强调从低压侧汇流到中高压送出的电能通道完整性、绝缘可靠性和保护动作正确性。现行国家标准已分别对光伏电站、陆上风电场接入电力系统提出技术规定, 并网调度示范文本又把涉网性能、继电保护及安全自动装置等内容纳入并网条件。

【作者简介】荣守松(1991-), 男, 中国山东曹县人, 助理工程师, 从事电力工程研究。

3 电力工程中新能源并网配套电气施工要点

3.1 箱式变压器施工

新能源场站从方阵或机组侧向集电线路送出时，箱式变压器通常是最先承受环境、载流和升压转换共同作用的配套电气，因此施工必须把设备就位、附件安装、母线连接和交接试验前条件一次做实。第一，施工前应先复核基础中心线、标高和预埋件位置，基础顶面应平整，油浸式箱变还要把油枕、散热器、压力释放阀和套管运输固定件拆除情况逐项核实，避免设备落位后再二次撬动。吊装时应按制造厂吊点起吊，严禁用套管和门框受力，设备就位后应控制与基础边缘、检修门开启方向和电缆沟口的关系，保证后续终端制作和运维抽检留有操作空间。第二，箱变高低压侧导体连接必须控制接触面质量。铜排、铝排或软连接安装前应清理氧化层，螺栓连接按成套设备技术文件要求紧固，接触面受压均匀，不得靠强行校正孔位消除安装误差。低压母排进入箱体时要核对相序和相间净距，带有分接开关的箱变应在停电状态下检查分接位置是否与设计一致，防止后期出现并列运行电压差^[2]。第三，箱变安装完成后要尽早封堵电缆孔洞和箱体缝隙，现场多风多尘地区尤其要防止沙尘和潮气进入高压室、低压室和变压器室。油浸式设备注油、补油或静置后，应按交接试验要求进行绕组绝缘电阻、吸收比或极化指数、直流电阻、变比及有载或无载分接检查；GB 50150 规定绝缘电阻采用 60 s 值，吸收比采用 R60 与 R15 之比，极化指数采用 10 min 与 1 min 绝缘电阻之比。第四，箱变送电前还应把本体接地、外壳接地和中性点接地分别核对，套管引线相色、温控及保护动作回路必须同步校验。对于 35 kV 及以下新能源场站常见箱变，现场交接阶段若出现三相直流电阻不平衡、油位异常、风机不启动或柜门联锁失效，必须在单体层面处理完毕后再进入系统联调，不能以整站抢工为由带缺陷投运，并留存完整记录。

3.2 高压开关柜施工

新能源场站附近的高压开关柜承担受电、馈线、PT 计量、母线分段和保护出口等功能，其施工质量直接影响开断可靠性和保护回路完整性，因此现场不能只看柜体成排外观，更要把内部机构和二次回路做到位。第一，柜体安装前应对槽钢基础进行复测，基础不平直会直接造成断路器手车推入困难、隔离触头偏磨和柜门联锁卡涩。成排就位时应先中间后两侧，利用经纬或激光复测柜面垂直度和盘面平整度，柜间连接螺栓应齐全紧固，抽屉式或手车式柜还要反复核验推进、试验、工作、隔离位置的机械闭锁是否准确。第二，一次回路安装要重点控制母排搭接和绝缘件保护。母排连接面应平整无损伤，紧固后不得出现明显歪斜和附加应力，套管、支持绝缘子和梅花触头应保持清洁。真空断路器安装完成后，应检查分合闸线圈、储能机构、辅助开关和防跳回路动作是否一致，带电显示器、避雷器和电压互感器的接线方向也必须与图纸统一。第三，二次回路施工要把端子

编号、线芯压接和屏蔽接地做细。GB 50171 现行规范用于盘、柜及二次回路接线施工验收，回路导线应按设计编号敷设，压接端子规格与线芯截面匹配，电流回路连接可靠，电压回路熔断配置正确，保护跳闸、合闸、闭锁和信号回路在通电前完成逐点核对。继电保护及安全自动装置又被并网调度示范文本单列为独立章节，说明开关柜施工不能把二次接线当作附属工序。第四，开关柜交接阶段应完成绝缘电阻测量、主回路耐压、断路器机械特性和回路传动试验。对新能源升压站常见的 35 kV 柜，现场尤其要防止 CT 二次开路、PT 二次短路、母线编号混乱和接地开关误接入等低级缺陷，凡涉及保护定值出口和分合闸逻辑的项目，必须做到一回路一确认、一柜一留痕，之后方可参加整站受电。同时完善签证资料，并保证图实一致避免返工^[3]。

3.3 电力电缆施工

新能源场站的集电和送出系统点多线长，电力电缆又长期处于日晒、温差、沉降和振动共同作用下，因此其施工重点不在于单纯把电缆敷设到位，而在于把路径、弯曲、固定、终端和试验条件全部一次控制。第一，电缆到场后应按型号、电压等级和盘长分类验收，重点检查外护套完好、封帽严密和出厂试验资料齐全。GB 50168 是电缆线路施工及验收的现行国家标准，现场敷设前应先核对桥架、电缆沟、保护管和工作井尺寸，转弯半径不足的位置不得靠强拉硬拽通过。冬季低温施工时，聚乙烯护套电缆更要避免剧烈弯折和拖地摩擦，防止隐性开裂。第二，敷设过程中应严格区分动力电缆、控制电缆和通信光缆路径，新能源工程中常见的多回路并行敷设，若不提前排布，就容易在终端区形成交叉挤压。电缆固定点间距、垂直段卡具、穿管口防护和沟内支架防腐都要同步完成，单芯交流电缆的金属夹具和支架选用还应符合防止环流和局部发热要求。第三，电缆终端和中间接头制作必须控制环境和工艺。雨天、浓雾和扬尘较大的条件下不宜露天制作，剥切尺寸应按附件工艺执行，半导体层、绝缘层和应力控制部位不得留下划痕。热缩或冷缩附件安装后，终端头相色、密封和应力锥位置要逐一检查，户外终端与设备连接时应留有适当弧度，避免运行热胀冷缩把应力直接传给套管。第四，电缆施工完成后应进行芯线相位核对、金属护层接地检查和交接试验。应急管理部公开答复已明确，GB 50150-2016 的内容包括电力电缆试验；因此，新能源并网工程中的高压电缆在送电前必须按交接试验程序完成绝缘和耐压项目。现场凡发现护套破损、终端受潮、标识混乱或相序不一致，应在分系统阶段整改，不得把问题留到整站冲击送电时处理。并同步完善电缆台账和试验记录形成可追溯资料，避免漏项。

3.4 接地防雷施工

新能源并网配套电气分布范围大、金属构件多、设备外壳数量大，一旦接地通道不连续或防雷分区处理粗糙，轻则造成保护误动和测量漂移，重则引发反击、电位抬升和设

备损坏,因此这一部分施工必须从土建阶段就同步介入。第一,场区接地网施工应先根据土壤条件和设计网格放线,水平接地体埋深、搭接长度、引下线位置和设备接地点应一次明确,不能等设备就位后再临时补打接地极。焊接部位应饱满连续,焊渣清理后做防腐处理,埋地前应复核材料规格、走向和隐蔽记录。GB 50169 是接地装置施工及验收的现行国家标准,接地装置的施工、测试和验收均应按该规范执行。第二,箱变、开关柜、SVG、并网柜、电缆桥架及围栏等金属体应按设计要求形成可靠等电位连接。设备本体接地不应以门铰链、锈蚀连接板或松动螺栓代替专用接地导体,跨接线截面和连接方式应与短路热稳定条件相适应。对新能源升压站内多点接地设备,还要避免遗漏可拆件、门板和活动盖板的跨接^[4]。第三,防雷施工要把接闪器、引下线和设备过电压保护结合起来。独立避雷针、构架避雷线或屋面接闪带与主接地网之间应形成明确通路,低压配电和控制回路入口处的电涌保护器安装位置、接线长度和接地端连接必须紧凑。GB 50254 对低压电涌保护器安装提出要求,其中保护器接至主回路应形成最短路径,上引线与下引线路长度之和不宜大于 0.5 m,这一条在新能源场站控制箱、交流柜和站用电系统内尤为关键。第四,接地防雷工程完成后,应分区测试接地连续性和接地电阻,并结合设备投运条件检查避雷器、SPD 和接地标识是否齐全。对高土壤电阻率地区,若实测值偏大,应优先通过增加接地体、延长水平接地体或采取降阻措施处理,而不能简单减少测试点位来规避问题。同时补齐隐蔽验收资料,并形成测试闭环。

3.5 无功补偿装置施工

新能源场站出力波动快、汇集线路长、并网点电压敏感,无功补偿装置因此成为并网配套电气中的关键设备。工程现场常用形式包括 SVG、SVC 及配套电容电抗支路,施工时既要满足成套设备安装要求,又要兼顾散热、谐波和投运切换条件。第一,设备就位前应核查基础槽钢、预埋板和电缆进出线孔位置,特别是 SVG 成套柜、阀组柜和冷却装置常需成排布置,若基础偏差过大,后续母排连接和风道组织都会受影响。按 GB 50254,低压电器及相关成套装置安装后应保证垂直度、间距和接地连接满足要求;对柜式装置,上方与周边散热空间不足时,不得通过压缩检修距离代替整改。第二,主回路施工要重点控制电抗器、电容器、刀闸、熔断器和母排的连接关系。补偿支路中任何一处压接不实,

都可能在运行中形成局部过热。对带电抗器的滤波或补偿回路,应严格按相序和组别接线,电容器外壳接地、放电回路和熔断保护必须逐台核对,避免投运后出现三相不平衡或单相退出。第三,装置辅助系统安装不能忽略。风冷设备要检查风机转向、风道封板和滤网安装,水冷设备则要完成冷却回路严密性与流向确认。控制电源、闭锁回路、就地远方切换和故障告警接点应在单体调试阶段全部核实,不得等到调度要求投入 AVC 时再临时找线。国家能源局、市场监管总局印发的新能源场站并网调度示范文本明确把涉网性能、继电保护及安全自动装置、调度自动化单列成章,区域运行细则还普遍要求动态无功补偿装置投入自动运行,因此施工阶段必须给后续自动控制和并网试验留足接口条件。第四,补偿装置投运前应完成绝缘测量、二次回路校验、冷却系统试运和阶跃响应检查^[5]。对新能源升压站现场而言,最常见的问题不是设备本体损坏,而是 CT 极性接反、补偿方向设错、柜内积尘受潮和温控接点未整定。此类问题应在分段受电前逐项消缺,确保装置具备连续自动调节的硬件条件后再并入系统运行。

4 结语

新能源并网配套电气施工看似分散,实则各环节彼此牵连。箱变、开关柜、电缆、接地防雷及无功补偿装置中任何一类设备出现安装偏差、连接缺陷或试验遗漏,都会把问题集中暴露在受电和并网阶段。结合现行并网技术规定及安装验收标准,现场施工应坚持按图落位、按工艺连接、按程序试验、按缺陷闭环处理,把单体质量控制在前,把系统联调风险降到后。这样才能保证新能源工程并网配套电气形成稳定、连续、可验收的送电条件。

参考文献

- [1] 董汝月,衣明利.新能源在城市电力工程施工中的应用研究[J]. 2025(19):36-38.
- [2] 吉艾德.新能源在城市电力工程施工中的应用与推广研究[J].城市建设理论研究(电子版), 2024(26):10-12.
- [3] 李文康.新能源并网中电力工程电气保护配置方案研究[J].电力设备管理, 2025(24):166-168.
- [4] 翁晓斌.电气工程中的新能源并网技术研析[J].电力设备管理, 2025(8).
- [5] 谭侃.电气工程中新能源并网技术与电网适应性研究[J]. Mechanical & Electronic Control Engineering, 2024, 6(22).