

# 变电站电气优化设计策略探究

何锐<sup>[1]</sup> 张荣君<sup>[2]</sup>

(1. 南京荣风电力设计有限公司, 江苏 南京 210000;  
2. 江苏谦鸿电力工程咨询有限公司, 江苏 南京 210000)

**摘要** 随着我国工业的快速发展, 电力系统面临的压力也越来越明显, 为了保证变电站的长期平稳安全运行, 相关工作人员应高度重视变电站的电气设计, 确保变电站能够持续、安全、稳定地进行电力输送, 从而保证电力行业的稳健发展。本文主要对变电站电气系统的优化设计进行研究和探讨, 以 220kV 变电站新建工程为对象, 并提出相关措施供大家参考。

**关键词** 变电站 电气系统 设计优化

中图分类号: TM835.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)09-0055-03

目前, 我国电力行业无论是发展还是规模都在不断上升。人们逐渐认识到电力的运行质量和电力工程的价值。随着时代的进步, 变电站建设的质量也成为相关工作领域人员关注的重点。变电站的建设可以保障供电系统始终处于安全稳定的工作状态, 提升变电站的运行质量, 为人们提供更好的服务。此外, 变电站的建设必须遵循社会服务的基本准则。从现实情况来看, 虽然我国变电站的建设效果良好, 但仍存在一些问题。

本文以 220kV 变电站新建工程为对象, 对变电站电气系统的优化设计进行研究, 并提出相关措施供大家参考。

## 1 变电站的重要性

电力设备得到相应的革新是依赖于电力系统的创新和改进, 如何提高变电站的作业质量以及设计水平是电力行业现阶段需要重点关注的问题, 需要用长远的眼光来设计电力设备, 应对快速发展的电力需求。根据电力发展趋势综合考察对现状的影响, 为变电站电力系统安全、平稳工作提供有力保障, 实现经济效益最大化, 有效调整两者之间的关系, 逐步缓解各类问题, 进而制定合理、科学的设计方案。

变电站对电力进行有效控制, 合理调节电流向, 控制电压, 使各电网与变电站之间产生关联, 使各项电压由变压器组合到一起, 然后合理分配, 使电网系统的运行能够增加安全性和可靠性。变电站的基本功能是对高低电压进行转换, 并使其有诸多的变电选择, 发电厂采取升压方式, 降低电能可在远距离过程中的能量消耗。也有一部分变电站采用高电压转低电压的方式进行电力传输<sup>[1]</sup>。在变电站中, 虽然变压器属于基础

设备, 但具有重要功能, 其对电能的有效转换, 能够为用户带来安全的电压。电力输出的正常运行受变电站的影响很大, 变电站的相关设备也对电路开关起着控制作用。

## 2 变电站工程建设概述

阿里公司拟在江苏省南通市建设 3 座数据中心, 分别位于南通市开发区(2 座)和海门市(1 座)。本项目位于南通市开发区阿里巴巴江苏云计算数据中心金属园区内, 省道 S223 以北, 占地约 425 亩, 计划投运时间为 2022 年 2 月。根据业主提供资料, 本项目最大负荷为 304MW, 全为一级负荷。为满足负荷用电需要, 需建设 1 座 220kV 变电站。

根据接入系统审查意见, 阿里金属园数据中心建设 220kV 变电站 1 座, 通过 1 回 220kV 线路接至 220kV 苏通变, 线路路径长度约 3.78km; 通过 1 回 220kV 线路接至 220kV 神农变, 线路路径长度约 9.49km。新建架空导线截面不小于 2×300 平方毫米, 电缆输送能力与之相匹配。苏通变和神农变分别建设 1 个 220kV 出线间隔。

阿里金属园 220kV 变电站新建工程设计规模如下:  
主变压器: 本期 8×80MVA, 远景容量不变, 电压等级为 220/10kV。

220kV: 本期 2 回(苏通、神农), 远景规模不变, 本期及远景均采用双母线接线。

10kV: 本期出线 76 回(4 台 10 回, 4 台 9 回), 每两台主变采用单母线四分段环形接线, 远景不变。

无功补偿装置: 本期按每台主变配置 2×8Mvar 电容器补偿考虑, 全站配置 16×8Mvar 电容器。同时, 全站配置 1×6Mvar 电抗器, 接于 #1 主变。

表1 主变选择结果表

项目	参数	
型式	三相双绕组油浸式有载调压	
容量	80/80MVA	
额定电压	220 ± 8 × 1.25%/10.5kV	
接线组别	YNd11	
阻抗电压	U <sub>k</sub> % = 20	
冷却方式	自然油循环自冷 (ONAN)	
套管 TA	高压套管	300-600-1250/1A,0.5 600~1250/1A ,5P30/5P30
	中压中性点套管	100-200-300/1A,5P30/5P30

设计范围:

按建设规模要求的 220kV 配电装置、电气二次设备室和功能用房以及相应的电气控制、测量、信号、继电保护、安全自动装置;站用交直流电源、电缆敷设;站内过电压保护、全站接地照明;调度通信。与上述内容对应的土建部分:电气二次设备室和功能用房、屋内外配电装置;站区上下水系统、采暖、通风、消防、火灾报警、进站道路。

### 3 变电站电气存在的问题

#### 3.1 电气设备选择

变电站的整体结构由多个电气设备组成。基于这种情况,在选择变压器设备时,要注意短路电流计算等一些列问题。不同类型的变压器设备电流不同,控制计算也不同,需将关注重点引至设备的稳定性和运行效率上来。如果功率计算的准确性得不到保证,必然会造成设备无法正常运行,出现短路问题,甚至损坏设备的性能,在后期就会埋下严重的火灾隐患,不利于电力系统的稳定运行<sup>[2]</sup>。基于此,在电气初步设计时,需要更加注意电气设备的选择和功率计算。

#### 3.2 主接线设计

在现有变电站的设计中,必须严格遵循安全、可靠、稳定的基本原则,才能发挥电气设备和电力系统的良好性能。对于电力系统本身来说,线路繁杂的特点使得在设计过程中需要花费大量的资金。当线路设计不符合要求时,不仅会对设备和电力系统的正常运行产生负面影响,还会给电力企业带来巨大的损失。在这种背景下,在变电站电气的初步设计中就有必要注意干线的设计,以减少或降低工作中设备发生故障的可能性。但从实际情况来看,电力系统维护的技术水平和能力都处于较低的状态,因此有必要提高技术水平,促进复杂线路维护的正常发展。

#### 3.3 防雷设计存在的漏洞

变电站的防雷设计是电力系统中变电站运行的关键,在极端雷暴天气,雷电会影响变电站的正常运行。当变电站受到雷电影响,变电站不能正常作业,同时还会产生安全隐患。在这类情况下,偏远地区的变电站深受地理环境的影响,变电站的正常维修工作难以定期展开,这需要在建造变电站时,强化偏远地区的防雷设计,结合建设用地的实际情况,合理规划防雷设计,制定出科学有效的防雷方案,防止变电站被雷击而造成不良影响。在设备接地期间也要多加注意,防止受腐蚀干扰而影响到配电站正常运行。

### 4 变电站电气设计优化的相关策略

#### 4.1 对核心变压器和主接线进行合理设计

在阿里江苏云计算中心南通金属园项目 220kV 变电站的新建工程中,根据《电力系统电压和无功电力技术导则》(DL\_T\_1773-2017) 8.5 节,直接向 10kV 配网供电的降压变压器,选用有载调压型。根据本工程负荷情况,同时再结合业主要求,选择 8 台 80MVA 主变,调压方式为有载调压,抽头电压为 220 ± 8 × 1.25%/10.5kV,接线组别为 YNd11,短路阻抗按不小于 19.5% 选取。根据需求选择的主变压器为以下四种情况:

(1) 采用三相双绕组有载调压降压变压器;(2) 变压器冷却方式推荐采用自然油循环制冷 (ONAN);(3) 接线组别为 YNd11;(4) 每台主变压器配置 1 套油中溶解气体传感器及测试接口。主变压器具体情况见表 1。

在阿里金属园项目的核心变压器的选择中,根据现场情况进行综合筛选,分析和探索核心变压器的需求量、变压器的形状以及对变电站主接线方式和配电装置内部结构产生的影响,以确保设计合理的且规范的变压器,以输电能力数据为基础,详细观察电力电气系统的发展状况,制定发展方案并确定输出功率,将馈线

电路插入分析领域,经过详细的比对后进行规范选择。

其次,阿里金属园 220kV 变电站本期建设 880MVA 主变,电压等级 220/10.5kV,按三相双绕组有载调压降压变压器设计,电压抽头为  $220 \pm 8 \times 1.25\%/10.5kV$ ,各侧线圈容量比为 80/80MVA,接线组别为 YNd11,阻抗  $U_k\%=20\%$ ,远景不变。在本次变电站电气主接线设计流程中,以总电进线与引出线路为基本环节,以母线为中心环节所组成的电能输配电线路。电气主接线的选用对电源的安全性、操作的灵活性和方便性、经济效益、发展与改造的可行性等方面进行综合考察,加以多面比较后再确定方案,使变电所的基本工作要求得以实现。因为电气主接线受自身的影响,各种各样的设计缺陷都凸显在复杂的主接线的设计形式中,如用地面积的扩大,以及出现的复杂和繁琐的情况,影响了变电站的稳定性。工作人员应在变电站电气主接线的设计环节,合理分析电气主接线的设计连接方式,并从运行状态、损耗规划、经济性等方面加大创新和有效改进,以明确变电站的主接线。

最后,对于当前变电站来讲,它位于南通市开发区阿里江苏云计算数据中心金属园区内,由于使用面积较少,工作人员需根据现场情况加以控制,每两台主变采用单母线四分段环形接线,远景不变。如果部分总线发生故障,断路器将自动加以隔离,以确保其处于正确的操作模式,并且不会受到故障因素的影响。事实上,不同区段的母线故障概率极小,因此在不同的分析点连接电源,以此确保电源的稳定性<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 制定较为完善的防雷设计方案

在南通金属园项目中,根据规程 GB/T 50064-2014《交流电气装置的过电压保护绝缘配合》要求,主变 220kV、10kV 进线各设一组避雷器,以保护主变压器。220kV 出线设置线路避雷器。由于出线、主变出口等处均已加装避雷器,故不考虑配电装置主母线上的避雷器。防雷方案是每个配电站都会认真制定的环节。其次,变电站的设备在受到雷电波的影响后形成电压,需要通过相应的验算来得出最大电压,以此套方案来避免变电站中的设备遭受不良因素的影响。

在南通金属园项目中,中性点接地方式是 220kV 侧接线采用经隔离刀闸接地。10kV 根据业主意见本站考虑采用小电阻接地运行方式。根据业主提供资料,本站 10kV 每回电缆最长按 3km(双拼折单)考虑,每台主变最大单相接地电容电流约为 120A(考虑分段闭合,单台主变脱开情况)。根据厂家设备选型,小电阻电流选用 400A/10s,接地电阻 15Ω,接地变容量选择 300kVA。小电阻接地装置直接接于主变母线上。这

类装置可以有效限制间歇性电弧接地过电压,降低系统运行过电压,消除系统谐振过电压,方便配置单相接地故障保护,短时间内选择性切断接地故障线路,从而降低系统设备的绝缘水平,延长系统设备的使用寿命,提高系统运行的安全性和可靠性<sup>[4]</sup>。

在相关的防雷设计方式实施后,每个接地电阻的数值设置还需要进行研究,先结合现场的实际现状,再进行降阻工作,使电气系统设备能够进行正常作业,杜绝威胁人身安全的情况产生。此外,电气设备的接地工作,需要明确加强,实现引雷作用,使设备的损坏率降为零。地线与接地体是接地和防雷装置的两大部分,地线主要由扁钢与圆钢组成;采用角钢的材料进行接地,这能对接地端部进行切割,以达到防雷作用,还可将变电站的接地设备与外部导线进行连接,然后根据中性点进行放电处理,以保护接地设备,并与避雷针设备形成回波,使其与主接地网形成有效连接,达到防雷效果,保护供电系统的正常运行<sup>[5]</sup>。

#### 5 结语

总之,随着电能的广泛使用,对电力系统的要求越来越高,电网建设的速度也在逐步加快,为人们提供高质量的电力。变电站电气设计在电网的规划和建设中起着相当重要的作用,有关单位需要加强变电站电气设计,采用更先进的技术,确保电站周围的用电需求。变电站的运行情况决定了后续工程建设和运行的实施情况。同时,通过引进高新技术设备,运用创新型技术手段,可以进一步优化电气设计,以满足变电站安全、稳定、经济的供电需求。相关工作人员必须根据现状加大创新力度,遵循基本原则,重点完善各方面工作,设计相应的措施,确保变电站电气建设的稳定发展。

#### 参考文献:

- [1] 吴洪尧,黄超超.关于 110KV 智能变电站电气设计的要点分析[J].建筑技术研究,2021,04(03):29-30.
- [2] 邓大为,刘沛林,朱文,等.变电站调度中心单线图模数图一致性测试模型构建研究[J].电气传动,2022,52(09):69-73.
- [3] 朱德斌,门富媛,贺丹丹,等.基于“空间布置”理念的 110kV 全户内变电站平面布置优化设计[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2020,25(03):58-63.
- [4] 段洪旺,刘美龙,窦鹏冲.110kV 智能变电站电气一次系统与继电保护的运行维护技术研究[J].光源与照明,2021(07):79-80.
- [5] 杨晓凰.220kV 变电站电气主接线设计方案——以某 220kV 变电站主接线设计为例[J].移动信息,2021(10):173-175.