

基于节能理念的变电站电气设计探讨

陈 妍

江苏中孚电力工程设计有限公司 江苏 南京 210000

摘 要：本文从节能理念出发，深入剖析变电站电气设计现状，讨论既有节能设计问题，提出相关节能设计策略与技巧。首先对变电站电气设计基本要求进行总结；指出已有设计存在的一些问题；提出变电站电气设计理论基础，并搭建理论框架；就变电站电气设计过程中关键节能技术的运用进行讨论，并且提出一些相关措施。综合评价与案例分析证明节能设计策略有效。对变电站电气设计节能化工作提供理论支持与技术指导，对促进电力系统绿色、高效、可持续发展有着重要意义。

关键词：变电站；电气设计；节能理念；电力电子

中图分类号：TM63

引言

在经济持续增长、能源需求持续攀升的今天，节能问题已成为世界范围内的热点问题。在电力系统领域中，变电站是电力传输与分配过程中的核心环节，变电站电气设计对于整体系统能效与可靠性有着重要影响。所以，以节能理念为基础进行变电站电气设计就变得格外关键。

变电站电气设计在满足电力系统基本功能需求的同时，也应充分考虑节能、环保以及可持续发展。这就需要设计人员从电气一次设计、二次设计以及智能监控系统设计中综合考虑，从而达到变电站高效、安全、经济、环保的运行^[1]。

以节能理念为基础进行变电站电气设计，是一项系统性、综合性项目。设计人员需充分考虑节能、环保以及可持续发展的前提下，以符合基本功能要求为前提，利用先进设计理念与技术手段来实现变电站高效、安全、经济以及环保的运行。它不仅对于提高电力系统能效与可靠性有重大意义，而且对于推动能源可持续利用、保护生态环境都有着积极的促进作用。

1 变电站电气设计现状分析

1.1 变电站电气设计的基本要求

变电站是电力系统中的核心枢纽，在电气设计中需要符合一系列基础规范，才能保证系统稳定运行与高效供电。其中包括但不仅仅局限于稳定性、安全性、经济性、环境适应性等方面的规范。所谓稳定性就是变电站设计要能够抵抗各种自然与人为因素的扰动，保证供电的持续性。安全性涉及变电站防护措施包括防止电气事故以及人身伤害等。经济性要求设计既要满足功能需求，又要兼顾成本效益以达到资源最优分配。在设计变

电站时，环境适应性特别强调了需要充分考虑其对周边环境可能产生的各种影响，如噪声和电磁干扰等。

1.2 现有变电站电气设计中存在的节能问题

一些变电站的设计没有充分考虑到能源效率的问题，造成了运行中普遍存在能源浪费的问题。比如有些变电站所用变压器的效率并不高，导致电能损耗大。无功补偿技术没有得到广泛应用，造成电力系统无功损耗较大^[2]。电力电子技术应用于变电站节能设计尚不成熟，制约着节能潜力。变电站在运行和维护期间也有节能的空间，例如通过对设备运行参数的优化和降低待机能耗能够进一步提升能源利用效率。

1.3 节能理念在变电站电气设计中的应用现状

随着节能观念的广泛传播和实施，变电站的电气设计开始逐步整合节能因素。在变电站设计过程中引进了许多先进节能技术与手段，例如高效节能变压器和动态无功补偿技术。在设计阶段，部分变电站开始考虑使用如太阳能和风能这样的可再生能源，目的是降低对传统能源的依赖。智能变电站这一理念也在逐渐崛起，它通过将先进信息技术与自动化技术进行整合，使变电站能够智能化管理与优化运行以达到节能目的。

然而将节能理念运用到变电站电气设计当中还处在初级阶段，其中也存在着一定的问题与不足。节能技术并没有得到广泛应用，很多变电站仍然沿用传统设计方案，没有充分发挥其优越性。节能设计这一概念还没有深入人心，部分设计人员还没有充分认识到其重要性，动力不强，创新意识不强。节能设计标准与规范还不够健全，没有统一指导与规范，造成节能设计水平良莠不齐。

2 变电站节能设计的理论基础

2.1 节能理念的内涵和重要性

全球能源消耗不断增加导致能源危机与环境问题越来越严重。在这种情况下产生了节能理念，节能理念的中心目的就是提高能源使用效率、降低能源消耗、减少环境污染来达到可持续发展的目的。在电力系统领域中，变电站是电能传输与分配过程中至关重要的一环，变电站的节能设计也就变得格外关键^[3]。文章将对节能理念内涵进行深入探究，分析节能理念对于变电站电气设计的重要意义，并且提出相关设计原则与目标。

节能理念以促进能源使用效率和降低不必要能源消耗为中心。在进行变电站电气设计时，要充分考虑到节能方面的问题，并通过对设备的选型，配置以及运行方式的优化来降低能耗以及提高能源的使用效率。同时在节能设计中也需要对环境造成的影响、降低污染物的排放量、保护生态环境。另外，节能的思想也是讲求经济性的，以运行成本的下降来增加经济效益。

2.2 变电站节能设计的原则和目标

变电站节能设计要遵循如下原则：保证变电站运行可靠安全，符合电力系统运行需要；充分考虑经济性以获得最大的成本效益；重视对环境的影响，降低污染物的排放和保护生态环境；重视技术创新，运用先进节能技术与手段。

变电站节能设计目标主要有：降低能耗和促进能源使用；减少污染物的排放和生态环境的保护；降低了运行成本和经济效益；推进技术创新和节能技术开发与应用。

2.3 变电站节能设计的理论框架

变电站节能设计理论框架涉及了如下不同的方面：
系统优化：通过对变电站系统结构及运行方式进行优化，达到了能源高效利用。比如多级变电站结构的使用降低了电能传输时的损失；优化负荷分配和提高设备利用率等；设备选型：选用高效节能装置降低能耗。如选择高效变压器和节能型开关设备；无功补偿：通过无功补偿技术改善变电站功率因数、降低无功损耗、促进电能质量改善；电力电子技术：应用电力电子技术实现变电站高效运行与节能控制。比如利用电力电子器件治理谐波以促进电能质量的改善；采用电力电子技术，对变电站进行智能控制；运行维护：加强变电站运行维护管理工作，对设备故障及时发现并处理，降低能耗损失；综合评价：构建了变电站节能设计综合评价体系并量化分析节能效果，以指导节能设计。

3 变电站电气设计中的节能技术

3.1 变压器节能技术

变压器作为变电站中的核心设备，能耗在整个变电站能耗中所占比例较大。所以变压器节能技术对减少变

电站能耗有着重大意义^[4]。选择高效、节能变压器，是变压器节能的重点。高效节能变压器负载损耗及空载损耗较小，可有效减少变压器能耗。变压器容量及运行方式的合理选择，同样是变压器节能的一个重要手段。通过对变压器容量配置及运行方式进行优化，可降低变压器空载损耗及负载损耗并提高运行效率。利用尖端的变压器冷却方法，例如自然冷却、风冷和水冷，都能显著减少变压器的能量消耗。

3.2 无功补偿技术

无功补偿技术作为变电站电气设计必不可少的节能策略，对促进电力系统整体性能与经济效益有着决定性影响。电力传输中无功功率问题无疑不可忽视。不仅造成电能无谓损耗、提高电力系统运行成本、给电力系统稳定性带来不利影响，甚至会诱发电网波动、发生故障等。所以在进行变电站电气设计时需要利用无功补偿技术减少无功功率损失，使电力系统功率因数达到最佳。通过对无功补偿设备进行合理的配置，能够有效促进电力系统运行效率的提高，降低能源浪费，实现节能。

在当前市场上，常见的无功补偿设备主要有并联电容器、并联电抗器和静止无功补偿器（SVC）等几种。这类装置在无功补偿上各有其特点，可根据变电站具体要求加以选用与配置。并联电容器由于具有结构简单、造价低、补偿效果显著等优点被广泛用于变电站无功补偿。能有效吸收系统感性无功、改善功率因数、减少电网损耗^[5]。并联电抗器的主要功能是对系统中的感性无功进行补偿，这有助于增强系统的稳定性，并避免电压的不稳定和电网出现故障。

静止无功补偿器（SVC）则是一种更为先进的无功补偿设备。响应速度快、补偿范围广、调节灵活，尤其适合大型变电站及高压输电系统的需要。SVC可根据电力系统实时需要迅速调整无功功率补偿量以达到电力系统动态平衡。

在实践中，需结合变电站具体情况及需要，充分考虑各方面因素，对无功补偿设备种类及配置方式进行合理选择，使其达到节能最佳效果。通过对无功补偿技术进行科学合理的应用，能够为电力系统稳定运行以及节能降耗做出积极的贡献。

3.3 电力电子技术在变电站节能设计中的应用

电力电子技术作为现代电力系统中的重要内容，被广泛应用于变电站的节能设计当中。电力电子技术对电力系统电压，电流以及频率进行控制与调整，能够有效提升电力系统运行效率与稳定性，减少能耗。电力电子技术运用于变电站节能设计有如下几个方面：

电力电子变压器就是利用电力电子技术来对电压进行变换与调控的新型变压器。电力电子变压器比传统变压器效率高，调压范围广，稳定性好，能显著减少变电站能耗；电力电子补偿设备，例如静止无功发生器（SVG）和有源电力滤波器（APF）等，具有实时调整电力系统无功功率和谐波的能力，提高电力系统功率因数、减少无功损耗及谐波损耗、提高电力系统运行效率等；电力电子控制技术：利用电力电子控制技术能够实现变电站设备精确控制与优化调度，例如变压器有载调压等、断路器动作速度快等特点，以减少变电站能耗，增加系统稳定性；电力电子储能技术，例如超级电容器和电池储能技术，能够有效地存储和释放电能，从而平衡电力系统的供需关系，减少能源的浪费，并提高能源的使用效率。

4 以节能为核心理念的变电站电气设计策略

4.1 变电站电气设计中实现节能的优化方法

在变电站电气设计中，要达到节能的目的是一项复杂的工作，它涉及很多方面和目标。对变电站负荷特性进行深入分析并对负荷增长趋势进行合理预测是决定其规模与容量大小的依据。利用例如模块化设计和分层设计这样先进的电气设计方法有利于增强变电站灵活性和可扩展性。在此基础上，我们深入研究了变电站的各种运行模式，如负荷的分配和无功的补偿，目的是提高能源的使用效率。

4.2 变电站设备选型与配置的节能策略

变电站电气设计过程中设备选型和配置是关系到节能效果好坏的关键环节。选用高效率低损耗电气设备如节能型变压器和高效电动机非常关键。为了达到最佳的负荷分配和无功补偿效果，我们需要对变电站的电气设备，如变压器的容量、数量和位置等进行合理的配置。在兼顾设备可靠性与维护性的前提下，减少变电站运行成本与维护难度。

4.3 变电站运行维护中的节能措施

变电站的运行维护对于实现节能目标至关重要。建立完善的运行维护制度，定期对变电站的设备进行检查、维护和更新，确保设备正常且高效运行。采用先进的运行维护技术，如状态监测、故障诊断等，以提升变电站的运行效率和可靠性。加强变电站的能源管理，例

如能耗监测、能效评估等，以实现能源的精细化利用。

4.4 变电站节能设计的综合评价与案例分析

在变电站节能设计效果检验中，综合评价至关重要。构建了一套科学评估体系，实现了变电站节能效果在技术，经济和环境多维度综合评估。利用定量与定性结合的评估手段，例如能效比和成本效益分析来对变电站节能性能进行综合评估。通过实例分析总结了变电站节能设计中成功的经验及存在的问题，对后续节能设计具有一定的借鉴与参考作用。

通过以上节能优化方法，设备选型及配置策略，运行维护措施及综合评价和案例分析等手段，能够有效地促进变电站能源利用效率的提高，降低能耗并获得经济与环境双重效益。

5 结束语

在经济高速增长、能源需求不断上升的时代背景下，电力系统中核心组件变电站电气设计越来越显著。文章从节能理念出发，深入剖析变电站电气设计中存在的问题，目的在于为变电站绿色，高效，安全运行提供理论支撑与技术支撑。变电站电气设计属于一个正在发展，创新的范畴。只有不断汲取新理念，新技术和新材料，持续优化设计方案和提升设计水平，才能够适应电力系统的发展需要，使变电站能够绿色，高效，安全地运行。让我们携起手来，为变电站电气设计的蓬勃发展而共同奋斗。

参考文献

- [1]杨玲钧.智能化变电站电气二次设计探讨[J].光源与照明,2023,8:210-212.
- [2]李键.探讨高压变电站电气一次设计主要流程及注意事项[J].电力设备管理,2021,14:237-238.
- [3]李百根.特高压变电站建设中安全节能方案探讨——评《特高压变电站绿色低碳建筑》[J].中国安全生产科学技术,2020,5:189.
- [4]郑雪娜,陶家元,王瑞雪,等.基于智能可视化管理的变电站智能监控系统设计[J].现代电子技术,2020,16:30-33.
- [5]周亚杰.220kV变电站电气主接线设计相关问题探讨[J].机电信息,2020,11:14-15.
- [6]叶磊.某110kV变电站的电气一次设计分析与应用探讨[J].山西科技,2020,2:154-157.