

# 电气一次设计中的电气设备选型与参数优化

程露瑶

(江西能创电力勘测设计有限公司 江西省南昌市 330006)

摘要:本研究先界定电气一次设计的概念、内容和步骤,并探讨了其中的技术难题,为后续研究打下理论基础。随后,深入研究了电气设备选型的意义、原则及影响因素,并对现行选型方法进行了评述,提出了技术标准和要求。在此基础上,阐述了电气设备参数优化的概念,建立了优化模型,并提出了优化手段。进一步,本文考察了设备选型与参数优化的互动关系,并构建了综合评价体系,旨在为电气一次设计提供全面系统方案。

关键词:电气一次设计;电气设备选型;参数优化;设计原则;技术标准

## 引言

利用电力与现代人们的日常生活工作联系十分密切,在现在这样一个国民经济快速健康发展的社会大环境,电力产业已经成为了当前人们非常关注的一个重点发展产业。为了保证一个变电站内的电力基础服务具有较高的水平,满足现代人们生活日益增长的各种电力服务需求,电力企业就认为应该对一个变电站内的电气一次工程设计工作引起了有足够的高度重视。尽管国内外研究在此领域取得进展,但实际应用中仍面临方法不完善、优化过程复杂、缺乏统一标准等挑战。这些因素限制了技术的广泛应用。因此,科学合理地进行电气设备选型与参数优化,成为电力工程领域亟待解决的问题。

### 一、电气一次设计基本理论

电气一次设计作为电力系统设计的基础环节,对于确保电力系统的安全、可靠和经济运行具有至关重要的作用。以下将对电气一次设计的基本理论进行详细阐述。

#### 1. 电气一次设计的定义与范畴

针对我国社会主义经济的快速发展,人们物质生活水平的不断逐步提高,对于用电的直接需求量也开始呈逐步上升的趋势,在此情况下,采用不断地改善变电站的设计技术质量的方法,进行了不断改善变电站的一次设计<sup>[1]</sup>。电气一次设计是指在电力系统中,对发电、输电、变电、配电等环节的电气设备和系统进行综合设计的过程。它涵盖了电气主接线设计、电气设备选型、继电保护配置、电气布局设计等多个方面,是电力工程设计的核心内容。

#### 2. 电气一次设计的主要步骤

电气一次设计流程中,首要步骤是确定设计任务和依据,涵盖系统规模、电压等级、负荷特性等。接着,进行电气主接线设计,确立接线方式和运行模式,保障电力传输的稳定与效率<sup>[2]</sup>。在此基础上,精选电气设备如变压器、断路器等,确保系统可靠性。同时,配置精确继电保护,以快速隔离故障,保持系统连续运行。随后,进行电气布局设计,优化设备布置,提升空间利用和运维便利性。最终,编制详尽设计说明书和技术经济分析报告,为施工和运行提供专业指导。

#### 3. 电气一次设计的关键技术问题

在电气一次设计中,为确保系统的可靠性与经济性,需细致分析系统特性以选配合适的电气设备及接线方

式。选择发电机时,需确保电气回路的额定功率因数和电压值,同时考虑电器额定容量与发电机工作能力的匹配,并协调汽轮机与发电机的最大容量<sup>[3]</sup>。此外,配置精确的继电保护方案以增强系统安全稳定性,并优化电气布局以减少占地面积和成本,同时预留扩展空间和接口,以适应未来需求变化,推动电力系统的可持续发展。

## 二、电气设备选型原则与方法

电气设备的选型是电气一次设计中的关键环节,直接关系到电力系统的性能、可靠性和经济性。以下将详细探讨电气设备选型的原则与方法。

### 1. 设备选型的重要性与基本原则

电气设备选型对电力系统性能具有决定性作用,是确保系统稳定、降低维护成本和延长使用寿命的关键。选型时,必须遵循安全性、可靠性、经济性、先进性和环保性原则,这些是电力系统优化性能和长期稳定运行的基石<sup>[4]</sup>。依此原则选出的设备既能达标,又能符合经济环保标准,推动电力系统可持续发展。

### 2. 设备选型的主要影响因素

电气设备选型需全面考虑多元性能指标。电气性能为核心,涉及额定电压、电流、短路电流等关键参数。机械性能亦关键,包括结构强度、散热、抗震能力,保障设备稳固耐用<sup>[5]</sup>。环境适应性考虑温度、湿度、海拔等对性能的影响。成本效益评估则涵盖购置、运维及生命周期成本,确保设备经济性最优。

### 3. 设备选型方法综述

在电气设备选型领域,采用了一系列方法以确保所选设备的高效与适宜。经验选型法依托于设计人员的丰富经验和对历史数据的深入分析,为设备选择提供了直观的指导。技术经济比较法则通过全面对比不同设备的性能指标和经济成本,旨在筛选出性价比最高的设备选项<sup>[6]</sup>。而优化选型法则进一步提升了选型的科学性,它结合数学模型和先进的优化算法,在满足既定技术要求的基础上,精确寻找到最佳的设备选型方案,从而实现了技术先进性与经济合理性的完美结合。

## 三、电气设备参数优化理论

电气设备参数优化是提高电力系统运行效率和经济效益的重要手段。通过对电气设备参数的优化调整,可以确保电力系统在最佳状态下运行。以下将详细介绍电气设备参数优化的相关理论。

### 1. 参数优化的基本概念

参数优化技术其核心要义在于在一系列既定的约束条件下,对设备的各项参数进行精细调整,以期在保障系统安全稳定运行的基础上,实现性能的显著增强、运行成本的显著降低以及使用寿命的有效延长。在电气设备领域,参数优化的范畴涵盖了电气、热力学和机械三大方面,其目的在于追求设备的最优工作状态。

通过对电气设备电气特性的精确控制,如电压、电流、阻抗等参数的优化,以及对热力学参数如散热效率、温度分布的精细调整,再辅以机械参数的优化,如结构强度、振动特性等,可以显著提升设备的整体性能。

### 2. 参数优化的数学模型

参数优化的数学模型是优化过程的关键,为提升设备性能和系统效率提供了科学依据。该模型由目标函数、约束条件和决策变量组成。目标函数明确了优化目标,如最小化运行成本、最大化系统效率或优化生命周期成本。约束条件限制了参数范围,确保优化在安全标准内,如电压、电流和温度等。决策变量是优化中需调整的参数,是实现目标和满足约束的关键<sup>[8]</sup>。合理构建数学模型,可进行精确优化分析,为设计者指明方向,确保电气设备在系统安全稳定运行下达到最佳状态。

### 3. 参数优化的方法与策略

在电气设备参数优化实践中,多种优化方法被采用以适应不同问题特性。传统方法如线性、非线性及整数规划适用于小规模、简单结构问题。对于大规模、复杂搜索空间问题,启发式方法如遗传算法、模拟退火和粒子群优化等更具优势。现代方法如神经网络和支持向量机能有效处理复杂非线性问题,超越传统方法局限。优化策略选择上,需根据问题特性精心挑选并调整算法参数,以实现高效精确的优化。

## 四、电气设备选型与参数优化的关联性分析

电气设备选型与参数优化是电气一次设计中紧密相连的两个环节,它们相互影响、相互制约,共同决定了电力系统的整体性能。以下将分析电气设备选型与参数优化之间的关联性。

### 1. 选型与参数优化的相互影响

电气设备选型与参数优化构成了一个互依互促的循环,确保电力系统性能最优化。在选型阶段,精挑设备类型和规格为参数优化设定操作空间和预期效果。参数优化阶段则细化设备调整,提升选型精度和系统性能。此循环中,设备选型决定参数优化的目标和约束,而优化结果又为选型提供调整参考,引导更优选择。这种循环机制不断推进系统性能提升,实现技术、经济和环境综合优化。

### 2. 选型与参数优化的协同作用

在电气设备选型中,设计人员通过精确的参数优化分析,有效评估设备性能与成本,实现合理科学地选择<sup>[9]</sup>。

初步优化为选型提供指导,确保设备性能与成本的匹配。随着优化深入,已选设备特性为优化提供明确依据,提高过程针对性和效率。选型与参数优化的协同,不仅最大化设备潜力,还提升系统运行效率和经济性,实现电力系统的技术、经济和环境综合优化。

### 3. 选型与参数优化的综合评价体系

在电气设备选型与参数优化的评价体系中,综合考虑了技术性能、经济性以及环境与社会影响三个维度。技术性能指标包括可靠性、效率和寿命,体现设备技术表现。经济性指标关注投资、运行和维护成本,是评估经济性的关键。环境与社会影响指标则包括能耗、排放和占地,对评价设备的环境社会效应至关重要<sup>[10]</sup>。综合这些指标,能够全面评估设备选型与参数优化的成效,为电力系统设计提供科学决策支持。

## 结束语

尽管本文深入研究了电气设备选型与参数优化,但该领域仍复杂且不断发展。技术进步和电力系统演变要求现有方法持续完善。未来研究将致力于开发更高效、智能的选型与优化技术,满足电力工程领域的发展需求。总体上,本文对促进电气一次设计技术进步、提升电力系统设计运行效率具有重要意义,期望成果能为专家学者和工程技术人员提供借鉴,共同推进电力工程行业的发展。

## 参考文献:

- [1]郭昊.变电站电气一次设计现状及改善对策[C]//吉林省电机工程学会.吉林省电机工程学会 2022 年学术年会获奖论文集.国网延边供电公司,2022:3.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.049497.
- [2]王海霞.发电厂电气一次设计的技术要点分析[J].中国设备工程,2019,(02):131-132.
- [3]任涛.变电站电气一次设计重点分析[J].光源与照明,2023,(01):177-179.
- [4]李巍.变电站电气一次设计探讨[J].中国新通信,2019,21(08):151-152.
- [5]董卓识.水电站电气一次设计特点研究[J].数码世界,2020,(02):282-283.
- [6]黄真.变电站电气一次设计思考[J].花炮科技与市场,2020,(01):233-234.
- [7]王成明.变电站电气一次设计优化策略[J].中国设备工程,2020,(10):187-188.
- [8]贾彦伏.火力发电厂电气一次设计的技术要点分析[J].光源与照明,2021,(03):122-123.
- [9]王银果.变电站电气一次设计研究[J].光源与照明,2021,(04):98-99.
- [10]冯桦.变电站电气一次设计探讨[J].电子世界,2018,(02):82+84.DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2018.02.037.