

变电站电气设计中短路电流计算与设备选择

陈 妍

江苏中孚电力工程设计有限公司 江苏 南京 210000

摘 要：为了深入地分析变电站电气设计、短路电流计算和设备选型的重要性，以及其对电力系统安全、稳定运行所起到的关键性作用。文章对变电站的职能和作用进行总结，强调电气设计是变电站建设的核心；对短路电流计算理论基础，存在问题及研究空白等进行论述，旨在提高短路电流计算准确性及装置选型科学性；提出短路电流计算及设备选型技术路线，目的在于提高变电站电气设计科学性、合理性，保障电力系统安全可靠运行。

关键词：变电站；电气设计；短路电流；设备选择

中图分类号：TM7

引言

在电力系统突飞猛进的今天，作为电力系统中核心组成部分的变电站在设计及运行过程中的安全性、可靠性与经济性得到人们普遍重视。变电站电气设计时，准确地计算短路电流及正确地选择设备是保证系统安全、稳定运行的重点。准确地计算短路电流，对电气设备选择及保护装置的布置提供重要的依据，以避免由于短路电流过大而造成对设备的破坏，确保系统安全平稳地运行。合理选择设备能够促进变电站运行效率的提高，减少建设与运行成本，在工程与经济上都有较大价值。

在变电站电气设计过程中，短路电流的计算和设备的选型是一项复杂且又重要的工作。文章通过对短路电流的计算原理与方法进行深入的分析，对设备的选型原则与策略进行论述，目的在于对变电站电气设计工作进行科学指导，促进设计质量与效益的提升^[1]。本文根据实际工程案例分析短路电流的计算结果对装置选型的影响，提出优化装置选型的策略与建议，以期对变电站安全、稳定运行提供重要保证。

1 变电站电气设计概述

1.1 变电站的功能与作用

电力系统中变电站既是转换节点也是确保电力供应平稳和安全的关键。它的核心职能涉及电能的输送、分配、转换和调控等环节，对整个电网起着强有力的支持作用。变电站采用变压器这一核心设备来实现不同电压等级电能的有效转化，从而满足了不同用户对电压多样化的要求。与此同时，它也肩负着对电力系统进行调度、监测和控制的责任，保障了电网的有序和稳定运行。另外，变电站还起到了保护电力设施不受故障损害和准确计量电能的必要作用。可以说变电站对电力系统起着决定性的作用，它是保证电力供应安全可靠的一个

重要环节。

电能转换。变电站通过变压器将不同电压等级的电能进行变换，从而满足了不同用户对电力的需求；电能分配。变电站在各用电区域内对电能进行合理配置，以保证电力系统平稳运行；系统调度。变电站作为电力系统调度中心承担着运行调度、负荷平衡等任务；系统保护。变电站内装有各种保护装置来保证电力系统安全、稳定地运行；电能计量。变电站准确的电能计量为电力交易与计费提供了可靠的依据。

1.2 电气设计的紧要性

电气设计作为变电站施工过程中至关重要的一环，电气设计质量的好坏直接影响着变电站安全、稳定、经济的运行^[2]。电气设计主要包括以下几个方面：系统规划：从电力系统需要出发，对变电站规模、布置及功能进行合理规划；短路电流计算：对变电站短路电流进行精确计算，为设备选型、保护设置奠定基础；保护与控制方面：制定合理的保护与控制策略，以保证变电站各工况安全、稳定地运行；经济性分析：以成本效益最大化为目标，兼顾变电站经济性，同时又符合技术要求。

1.3 短路电流计算与设备选择在电气设计中的地位

短路电流计算作为变电站电气设计的核心部分之一，计算结果与设备选型及配置有直接联系^[3]。短路电流计算是否准确、合理，对于变电站能否安全、稳定地运行至关重要。电气设计时短路电流的计算和设备的选型有如下位置：设备选型依据：短路电流的计算结果对变压器、断路器及其他设备选型提供重要的依据；保护设置依据：短路电流的计算结果，为保护装置整定提供基本数据；系统可靠性保证：合理计算短路电流，有利于提高变电站系统运行可靠性；设计优化指导：短路电流的计算结果可指导电气设计优化，提高经济性、合理

性；工程验收标准：短路电流计算的结果可以作为变电站工程验收中最重要的一个标准。

2 短路电流计算的理论基础

2.1 短路电流的定义与分类

短路电流指电力系统中由于两导体偶然接触引起的一种异常电流。该电流大大超过了正常的工作电流，会给电力系统带来很大的危害。短路电流主要是根据它出现的部位及性质来划分，有三相短路、两相及单相接地短路。其中以三相短路最为普遍，它一般发生于三相电力系统之中，电流值最高，对整个系统造成的冲击也最明显。尽管两相短路和单相接地短路相对较少，但它们对系统的影响同样不容忽视。

2.2 短路电流计算的基本原理

计算短路电流的基本原则是：通过分析电力系统结构及参数，判断短路时电流的大小。该流程包括电力系统元件阻抗参数、电源特性和短路点电气特性分析等^[4]。计算时一般采用节点电压法或者回路电流法等数学方法与系统等效电路模型相结合解决短路电流大小问题。同时需要综合考虑系统运行状态，负荷特性及保护装置的动作情况，保证计算结果准确可靠。

2.3 短路电流计算的常用方法

标准值法：这种方法将系统阻抗参数换算成标准值，简化了计算过程并提高了计算效率；等效阻抗法：这种方法是把系统复杂网络化简成单一等效阻抗以便于计算分析；网络简化法：这种方法是把网络结构逐渐简化，把复杂电力系统分解成几个简单子系统，并单独计算出短路电流，再综合分析；计算机辅助计算方法：伴随着计算机科技的不断进步，短路电流的计算逐渐采用了更多的计算软件和工具，从而显著提升了计算过程的准确性和效率；人工智能算法：近年来人工智能技术被越来越多地应用于短路电流计算，利用机器学习、深度学习来实现短路电流预测分析。

这几种方法各有优点与限制，需结合具体工程需求与系统特点选择最适合的计算方法。随着电力系统的日益庞大与复杂度的提高，短路电流计算方法得到了不断的发展与革新，满足了新的工程需求与技术挑战。

3 短路电流计算中存在的问题与研究空白

准确计算短路电流对变电站电气设计具有重要意义，直接影响着变电站中设备安全运行及经济性^[5]。但实际工程实践中在短路电流计算方面还面临着一些挑战与未解难题，有待深入研究与探讨。

3.1 短路电流计算方法的准确性问题

保证短路电流的计算精度是电气设计的中心工作。

但传统计算方法有其内在局限性，如它们一般没有考虑系统运行状态变化、设备参数不确定性等。这一局限性造成了计算结果偏离实际值，从而影响了装置的选择及配置。比如传统的计算方法一般都是假定系统正常工作，忽略故障或者不正常时短路电流对系统的影响。

3.2 短路电流计算参数的不确定性问题

短路电流计算取决于许多参数，其中包括系统容量及设备参数。这些参数自身具有不确定性，例如设备参数测量误差大、系统运行状态发生变化等等。这些不确定因素将使短路电流的计算精度及可靠性下降。比如变压器短路阻抗就是短路电流计算中的一个关键参数，但是测量值会受温度和负载等很多因素影响。

3.3 短路电流计算结果的应用局限性问题

短路电流计算结果用于电气设计具有内在局限性。一方面计算结果一般用理论值来表示，可能和实际运行情况有出入^[6]。另一方面计算结果的使用一般只限于具体场景中，缺少对各种运行方式、故障类型等因素的全面考虑。比如短路电流计算结果常用来判断断路器额定电流大小，但是实际工作过程中会碰到很多故障类型，一次计算结果不一定能满足各种场景需要。

3.4 现有短路电流计算方法的改进与创新

鉴于目前短路电流计算方法存在的缺陷，有必要对其作相应的改进与革新。可利用概率论与数理统计等方法来考虑参数不确定因素，提高计算结果精度与可靠性。同时，可以利用现代信息技术，如大数据和人工智能、对短路电流进行实时监测和预测，增强计算结果的实时性和适应性。另外，结合实际工程需求可制定出适合不同情景及故障类型短路电流计算的方法，增强了计算结果的实用性及针对性。

4 短路电流计算与设备选择的技术路线

变电站电气设计中短路电流精确计算和设备正确选型对保证电力系统安全平稳运行具有重要意义^[7]。通过对短路电流计算存在问题及研究空白点进行深入分析，提出一套全面改进计算方法，可靠性分析，优化算法及人工智能等技术路线以指导装置选型，其目的是给有关方面的研究及工程实践以有益借鉴。

4.1 基于改进短路电流计算方法的设备选择

短路电流的计算是否准确，直接影响着装置的合理选型与配置。传统计算方法具有计算精度不够和参数不确定等局限性。所以完善短路电流计算方法对提高装置选型合理性具有十分重要意义。

本研究提出了一系列技术路径，包括使用更为精确的短路电流计算模型，如扩展相分量法和时域法等，以

便提高计算的准确性；综合考虑系统运行方式的改变，设备参数的改变等，实现了短路电流计算参数的实时更新与整定；根据实际工程经验优化调整短路电流计算公式，满足了不同型式变电站电气设计需要。

4.2 基于可靠性分析的设备选择

在对装置进行选型时，除考虑短路电流的计算结果之外，还要充分考虑装置的可靠性问题。本论文提出的技术路线如下：设备的可靠性评估包括设备的故障率，维修时间和使用寿命；将短路电流计算结果与装置可靠性评估相结合，筛选出了同时满足安全要求与高可靠性要求的装置；综合考虑了设备间相互影响，对设备配置方案进行了优化，促进了整体变电站可靠性水平的提高。

4.3 基于优化算法的设备选择

设备选择是涉及多目标，多约束优化问题。提出如下技术路线：建立了装备选型数学模型，确定了目标函数及约束条件；为了解决设备选择的问题，我们选择了合适的优化方法，例如遗传算法和粒子群优化算法；将短路电流的计算结果与设备可靠性评估相结合，完善并优化了优化算法，得到了较为合理的设备选型方案。

4.4 基于人工智能技术的设备选择

伴随着人工智能技术的飞速发展，在变电站电气设计方面得到了越来越多的运用。提出如下技术路线：采用机器学习，深度学习的方法对短路电流的计算及设备的选型进行了建模与求解；构造了设备选型知识库，覆盖了设备参数，性能指标和运行经验；采用专家系统，智能优化算法实现了设备选型自动化与智能化。

5 结束语

电力系统变电站电气设计时，短路电流的精确计算及设备的正确选型对保证系统安全稳定运行具有十分重要的意义。该研究对变电站电气设计过程中短路电流计算及设备选择等相关研究进行总结，并对不同学者观点及研究成果进行分析，旨在对实际工程设计起到一定借鉴与指导作用。

在变电站电气设计过程中，短路电流的计算和设备

的选型是个复杂而又多维的课题。不同的学者对其研究的视角与重点有所不同，并提出自己的研究方法 with 见解。但在实际工程设计时，还需要考虑环境条件，设备特性，系统稳定性等诸多因素才能达到精确计算短路电流及合理选型设备的目的。在电力技术日益发展与革新的今天，短路电流的计算方法与设备选择标准都需要更新与提高，才能满足工程上的新需求与新挑战。

今后的研究可在如下几方面深入探索：根据不同种类变电站、不同环境条件研究更精细化、个性化短路电流计算方法；综合考虑了设备老化，失效的实际情况，对设备的选型及配置方案进行了优化；将智能电网与大数据先进技术相结合，促进短路电流计算智能化与自动化；强化短路电流计算和设备选型工程实践工作，取得经验并形成标准化和规范化设计流程。

综上所述，对变电站电气设备短路电流的计算及设备选择进行研究有着一定的理论价值及现实意义。经过不断地探索与创新，能够为电力系统安全稳定高效运行，促进电力行业可持续发展提供强大支持。

参考文献

- [1]蔡田园.浅析变电站一次设计中主要电气设备选择[J].电力设备管理,2023,23:264-266.
- [2]韩伟,刘素梅,肖超,等.计及发电单元故障特性差异的光伏电站短路电流计算模型[J].电力系统保护与控制,2021,20:129-135.
- [3]周红斌,周万竣,张小波.变电站电流互感器二次侧极性检测方案设计的研究[J].电测与仪表,2020,18:83-89.
- [4]雷富坤.煤矿110kV变电站设计中的三相短路电流计算[J].价值工程,2020,29:157-159.
- [5]唐金锐,杨凡奇,侯婷婷,等.特高压交流变电站母线短路电流的影响因素分析[J].中国电力,2019,4:66-73.
- [6]文卫兵,康鹏,刘菲,等.高寒高海拔地区1000 kV变电站电气设备选择及布置方案[J].中国电力,2018,11:61-66.
- [7]赵帅,张来,雷光宇,等.变电站主变短路电压参数优化设计方法[J].中国电力,2018,6:60-66.