

提供全套毕业设计，欢迎咨询



华南理工大学

广州学院

Guangzhou College South China University of Technology

本科毕业设计(论文)说明书

降低线路损耗的方法和措施

学 院

专业班级

学生姓名

学生学号

指导教师

提交日期

摘 要

线损是电力网电能损耗的简称，是供电企业一项重要的技术经济指标。随着我国电力体制改革的进一步深化，如何在新的市场体系和电价机制之下，有效降低电网电能损耗、提高企业经济效益，是各级电力企业迫切需要解决的共同问题。

本文详细介绍了线损和线损率的基本概念。在输配电过程中，电能传送和电磁能量转换都是通过电流实现的，电流通过导线或电气设备时会产生损耗。线损是电网线路及设备对电力的消耗，线损率是电力系统规划设计、生产运行、经营管理和企业经济效益水平的综合体现。

本文讨论了电力系统线损的产生原因和分析方法，并研究了线损分析计算的相关理论。配电网线损的算法主要有：均方根电流法、最大电流法、平均电流法、等值电阻法等。

线路损耗电量可按其损耗的特点、性质和变化规律进行分类。降低线损的工作主要通过对这些特点、性质及其变化规律来研究分析，然后采取积极有效的技术和管理措施，来降低线路损耗。

最后，本文从管理和技术两个层面详细地提出了一些降损措施，包括完善线损管理的激励机制，加强营销稽查、普查工作，加强电能计量管理，网络结构改造，应用无功补偿技术等。

关键词:电力系统，线损分析，降损措施

I

Abstract

Line loss is a short of electric power losses, it is an important technical and economic indicators of power supply enterprise. With the further deepening of China' s electric power system and the new market system and the price mechanism, how to effectively reduce line loss and improve economic efficiency of enterprises is an urgent need to address common problems for the companies of electric power at all levels.

In this paper, the basic concepts of line loss and the line loss rate are introduced particularly. In the course of

transmission and distribution, power transmission and electromagnetic energy conversion is achieved through the

current, the current through the wires will have a loss. Line loss is the power grid lines and equipment for electricity consumption, the line loss rate is the power system planning and design, production and operation, management and economic efficiency of enterprises of the comprehensive level.

This paper discusses the origin of line loss and its analyzing method, and investigates the computational theory using of analyzing line loss. The main algorithm methods of the line loss of distribution network are the root-mean-square electric current law, the maximum current law, the mean current law, the equivalent resistance law and so on.

Line loss according to their loss of character, quality and variation for classification. Reduce line losses, mainly through research and analysis of these characteristics, the nature of its variation, and take positive and effective technical and management measures to reduce line losses.

In the end, this paper presents some administrative and technical measures for reducing line loss, which include improving the incentive mechanism of the management of line loss, strengthening the general survey work and management of power,

transforming network structure, using the technology of reactive power compensation, etc.

Key words: power system, line loss analysis, measure for reducing line loss

目 录

摘 要	I
.....	II
第一章 绪论	1
1.1 课题研究的背景及意义	1
1.2 国内外研究动态	2
1.3 本课题研究主要内容	3
1.4 本章小结	3
第二章 电力系统线损的基本概念	4
2.1 线损及线损率的定义	4
2.2 线损的构成和分类	4
2.3 影响线路损耗的因素	5
2.4 本章小结	6
第三章 电力系统理论线损的计算方法	7
3.1 理论线损计算的作用及要求	7
3.2 均方根电流法	7
3.3 均方根电流法与其它线损计算方法的比较	9
3.4 研究理论线损的技术因素	12
3.5 本章小结	13
第四章 降低线损的管理措施研究	14

4.1完善线损管理的激励机制	14
4.2加强营销稽查、普查工作	14
4.3加强电能计量管理	15
4.4本章小结	16
第五章 降低线损的技术措施研究	18
5.1网络结构改造	18
5.1.1更换导线截面	18
5.1.2电网升压改造	19
III	
5.1.3降低配电变压器电能损耗	20
5.2无功补偿技术	21
5.2.1配电网无功补偿的原则	21
5.2.2配电网无功补偿的标准	21
5.2.3无功补偿装置和补偿的主要方式	22
5.2.4无功补偿容量的确定	24
5.3电网的经济运行	25
5.3.1线路的经济运行	26
5.3.2变压器的经济运行	28
5.4本章小结	29
第六章 实际系统算例分析	31

6.1系统介绍	31
6.2系统线损计算	33
6.2.1配电网路线损计算	33
6.2.2配电变压器线损计算	35
6.3系统线损分析	37
结束语	39 参考文献
.....	40 致谢
.....	41

IV

第一章 绪论

第一章 绪论

1.1课题研究的背景及意义

在输配电过程中，电能传送和电磁能量转换都是通过电流实现的，电流通过导线时会产生损耗。而且，在网络中运行着的大量输配电变压器、电容器、开关、仪表等设备本身也要消耗一定的能量。因此，工程上把给定时段内，电网中所有元件产生的电能损耗称线损电量，简称线损。技术线损电量又称为理论线损电量。称为技术线损电量是因为这种电量损失可以通过技术措施予以降低；称为理论线损电量是因为这种

[1]线损电量可通过计算得出。技术线损电量包括变压器的铁损、铜损，输、配电线路中的损耗，电容器介质损耗和电晕损耗等。这部分损耗与网络的构成、网络运行的技术状态、运行方式、电气设备的质量等有关。

另外，在电力网的实际运行中，还有各种不明损失，例如对计费表的漏抄错算；计费表的负误差；带电设备由于绝缘不良而漏电以及无表用电和窃电等。它是由于管理上的原因造成的，这部分损失习惯称为管理线损电量，它可以采取必要的组织措施和管理措施予以避免或减少。在线损的管理工作中，既要重视降低“技术线损电量”，也要重视避免或减少“管理线损电量”。

线损是电网线路及设备对电力的消耗，是电力企业自行消化的一个指标，线损率是国家考核电力部门电能损耗水平的一项重要技术经济指标，也是电力系统规划设计、生产运行、经营管理和企业经济效益水平的综合体现。追求尽可能低的线损率是电力企业的目标之一，也是提高企业经济效益的重要手段，线损率的高低对企业经济效益的影响巨大。

随着我国经济发展和国际能源紧张局势的加剧，改善电能质量和降低损耗的管理已经成为国家政策中的重要内容。电力网线损率是国家考核电力部门的一项重要技术经济指标，也是表征电力系统规划设计水平和经营管理水平的一项综合性技术经济指标。《中华人民共和国节约能源法》已在1997年产生通过，并与1998年1月起正式执行。该项法规的制定是为了推进全社会节约能源，提高能源利用率和社会经济效益，保护环境，保障国民经济和社会的可持续发展以满足人民的生活需要。而电力是该法

[2]规中所包括的一项重要能源。可见，降损节能是国家发展经济的一项长远战略方针。加强线损管理工作的意义主要体现在以下方面：

- 1)
降低电网电能损耗，节约发电中所需要消耗的煤炭和燃油等燃料，为国家节约主要能源；
- 2)
减少电网线损电量，为国家和电力企业节约其占用的发、供电设备(包括电力线路)容量的投资；

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

3)

减少工矿企业用电单位的电费开支，降低生产成本，提高电能的利用效率和社会效益；

4)

促进节能高效新技术、新设备、新工艺的推广应用，迫使现有高能耗老设备的更新改造，从而有利于电力企业能较好地完成上级电力部门下达的线损率考核指标；

5)

对某些电力短缺、供需矛盾紧张的地区，加强线损管理，降低损耗，在一定程度上对其可起缓解作用，为国民经济建设提供“充足、可靠、合格、廉价”的电力，促进国民经济持续、稳定、协调地发展；

6) 减少或消除电网的波形畸变，改善电网的供电质量。

1.2 国内外研究动态

线损的理论计算目前国内外已有许多比较成熟的计算方法，现有配电网的特点和数据采集方式决定了其理论线损计算只能采用近似和简化的方法，如平均电流法等。传统方法为了适应当时的手工计算条件，采用了过于简化的计算模型和处理方法，以尽量简化计算过程。随着计算机及其应用技术的发展，以及供电企业对线损管理要求的不断提高，计算方法的精确性和输出结果的丰富性逐渐成为人们对线损计算方法的迫切要求。

目前，配电网线损的计算方法主要分为两类:一是依据网络主要损耗元件的物理特性建立的各种等值模型算法;二是根据馈线数据建立的各种统计模型和神经网络模型等。其中等值模型算法应用较为广泛。这些方法在一定程度上满足了现场的需要。由于电网结构、计量设备和计算平台等方面的原因，计算的基本思路是在对原始的配电网结构进行尽量简化和配电网所采集的运行数据较少的情况下，进行尽量精确的计算。这一思路导致算法主要从数据模型的准确性、数学方法的精确性上进行不断改进，因而这类理论线损计算的方法已经发展的比较完善。但是，原始资料不准确所带来的误差依旧是不能忽视的问题。

经研究发现，在配电网线损计算中产生误差的原因主要包括:原始资料不准确，针对馈线制定的数学模型不十分准确，以及数学方法和计算机计算出现舍入误差等。大量分析表明，原始资料不准确是主要原因。对于线损计算来说，原始数据包括两大类，一类是有关电网结构的元件参数及结线方式，另一类是有关电网运行的数据，包括电流、电压、功率因数、有功、无功等。元件参数一般比较准确也较容易获得，但在分析计算的线路段内网络各节点的电压和负荷曲线、有功功率、无功功率随时间而变化，补偿设备的运行方式也经常发生变化，随机性很大，使得线损问题一直未能得到很好的解决。

国外在配电网建设方面的发展相比于国内，要先进很多。在配电网自动化以及高

2

第一章 绪论

级应用软件方面，国外研究的热点是网络化、集成化、智能化。对于线损计算，国外现在研究的重点多是对线损的分析和降损措施与方法研究，如:以降低线损为目标的配电网网络重构、无功优化、补偿电容投放位置的确定等问题，专门研究传统意义上的线损计算方面的文章并不多。近年来提出的一些新方法主要有模糊理论逼近法、负荷统计学方面的聚类法等。

1.3 本课题研究主要内容

在对近年来国内外发表的学术资料，以及现有电力系统分析研究基础之上，本文主要做了以下工作：

- 1) 介绍电力系统线损的基本概念；
- 2) 介绍电网理论线损计算方法；

- 3) 从管理的角度提出降低网损的措施和方法;
- 4) 从技术的角度提出降低网损的措施和方法。

1.4 本章小结

本章详细地介绍了“降低线路损耗的方法和措施”这项课题的研究背景和意义，指出了线损的客观存在性和可以大为降低的可能性。电力系统线路损耗不可避免，但是它产生的原因却很多，有些在技术层面上可以大为改善的，有些是管理层面上疏忽造成的，也有一些是无法预测的不明损耗。

线损不止损耗电能，它还与工矿企业的电费开支，电力企业的经济效益，国家的能源利用等息息相关。所以研究降低线损的意义重大。针对这项课题，本章还分析了国内外研究线损的动态，还具体地指出了本文的主要研究内容。

3

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

第二章 电力系统线损的基本概念

2.1 线损及线损率的定义

发电厂生产的电能是通过电力系统中的输电、变电和配电环节供给用户的。在输送和分配电能的过程中，电网中各元件(变压器、输电线路、补偿设备以及测量和保护装置等)都要消耗一定的能量。电能损耗(kWh)是一定时间内有功功率损耗对时, A

间的积分，即：

$$W_{\text{损}} = \int_0^T P_{\text{损}} dt \quad (2-1)$$

一个供电地区或电网在给定时段(日、月、季、年)内，输电、变电、配电各环节中所损耗的全部电量称为线路损耗电量，简称线损。

线损电量占供电量的百分比称为线路损失率，简称线损率。通常，线损电

量是用电表计量的

“总供电量”和“总销售量”相减得出的，即线损率为： A_{dem}

$A_{dem} = \frac{A_{dem}}{A} \times 100\%$ (2-2)

$A_{dem} = 100\% - \frac{A_{dem}}{A} \times 100\%$

2.2 线损的构成和分类

线路损耗电量可按其损耗的特点、性质和变化规律进行分类。降低线损的工作主要通过对这些特点、性质及其变化规律来研究分析，然后采取积极有效的技术和管理措施，来降低线路损耗。

线损分类方法很多，根据目前电力企业线损管理工作中的分类方法，主要有下面

[3]两种分类方式：

1) 按损耗的特点分类

按损耗的特点来分类，线损可分为固定损耗、可变损耗和其他损耗。

固定损耗的大小与负荷电流的变化无关，与电压变化有关，而系统电压是相对稳定的，所以其损耗相对不变，一般不随负荷变动而变化。固定损耗主要包括变压器及调相机、调压器、电抗器、互感器、消弧线圈等设备的铁损及绝缘子的损耗，电缆和电容器的介质损耗，电表电压线圈损耗，电晕损耗等。

可变损耗随负荷电流的变动而变化，与电流的平方成正比，电流越大，损耗越大。主要包括：变压器的铜损，输、配电线路的铜损，调相机、调压器、电抗器、互感器、消弧线圈等设备的铜损，电表电流线圈损耗，接户线铜损等。

第二章 电力系统线损的基本概念

其他损耗是指由于管理工作不善，规章制度不健全或执行不力，以及其他不明因素在供用电过程中的跑、冒、滴、漏等造成的损耗，也称为管理线损或不明损耗。主要包括：计量装置本身的综合误差，计量装置故障；营业工作中的漏抄、漏计、错算及倍率差错等；客户的违章用电、窃电；供售电量抄表时间不同期；统计线损与理论线损计算的统计口径不一致，以及理论计算的误差等。

2) 按损耗的性质分类

供电企业线损种类分为统计线损、技术线损和管理线损。

统计线损是根据电度表的读数计算出来的，即供电量和售电量二者的差值。

技术线损是根据供电设备的参数和电力网当时的运行负荷情况，由理论计算得出的线损，故又称理论线损。技术线损是电网中各元件电能损耗的总称，主要包括固定损耗和可变损耗。技术线损可以通过理论计算来预测，可以通过采取技术措施达到降低损耗的目的。

管理线损即不明损失，等于统计线损与技术线损的差值。管理线损可通过加强管理来降低损耗。

2.3 影响线路损耗的因素

1) 电流

负荷电流增大则线损增大，负荷电流减小则线损降低，但任何一条运行中的配电线路都有一个经济负荷电流范围，当实际负荷电流保持在这个范围内运行时，就可以使线损率接近极小值，在一定阶段理论线损率的极小值及经济负荷电流值是一定的，但当某一种因素发生重大变化时，可以根据线路的实际情况改变线路结构和供电条件，以提高线路经济运行水平，最大限度地降低线损。

2) 电压

供电电压高，线损中的可变损失减小，但不变线损随着电压的升高而增加，总的线损随着电压的升高是降低还是升高，还要看线损中铁损在总线损中所占比例而定，当铁损在总线损中所占比重小于50%时，供电电压提高，线损中的可变损耗减少多，总线损将下降。这是因为在可变线损占主导地位时，电压越高，电流越小，线损也就

$P_{UI} = \frac{I^2 R}{U}$ ，越小。但对10kV电网来说要提高供电电压，就必须设法减小10kV线路

， U 的电阻 R ，使压降减小。

3) 功率因数

功率因数的提高，使得线损中的可变损耗将减少；功率因数的降低，则线损中的

$P_{UI} = \frac{I^2 R}{U \cos \phi}$ ， $\cos \phi$ ，可变损耗将大幅度增加，这是因为。但对于轻载运行线路，其电压有功

往往偏高，配电变压器的铁损占主要地位，约占70%以上，功率因数提高，就会出现过补偿，铁损将进一步加大。

5

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

4) 负荷曲线形状系数K值

K值越大，负荷曲线起伏变化越大，高峰和低谷差越大，线损就越大，当K值接近1时，负荷曲线趋势于平坦，线损最小。

2.4 本章小结

本章论述了线损和线损率的基本概念和定义式。线损贯穿电力系统的各个环节，每个电气元件或者其他设备都可以产生损耗。线损有多种分类方法，本文主要按照损耗的特点和性质进行了分类和介绍，但两种分类方法也有内在联系。技术线损主要包含了固定线损和可变线损，这两种损耗与电气元件和设备有着直接关系，损耗可以通过理论计算来预测，并且可以采用技术措施给予降低。管理线损即不明损耗，此类损耗部分是由于管理上的不成熟而导致，也可以通过管理措施来降低。

总的来说，通过此章对线损基本概念的论述，可以发现线损存在着可以大为降低的可能性。但是，也有一个事实无需质疑，那就是即使采用了十分先进的技术手段和管理措施，线损还是必然存在。虽然如此，但是降低线损的意义还是非常巨大的，只要线损越低，那么带来的效益就越大。

6

第三章 电力系统理论线损的计算方法

第三章 电力系统理论线损的计算方法

3.1 理论线损计算的作用及要求

理论线损计算具有指导降损节能，促进线损管理深化、科学化的作用。具体地说，它的作用有以下几点：

1)

计算出来的各种线损电量所占比重，可以为线损分析提供可靠依据，进而寻找出电网的薄弱环节，确定降损的主攻方向，采取有针对性的措施，获取事半功倍的效果；

2)

线损理论计算所提供的各种数据，是合理下达线损考核指标，按线路或设备等分解指标，推行降损承包经济责任制的基础；

3)

计算出来的理论线损率，可以为实际线损率提供一个“对比”，从而可以知道企业的管理水平是高是低，其实际线损率的统计是否合理；

4)

线损理论计算所提供的各种资料，是企业的技术管理和基础工作的一个重要组成部分，因此，线损理论计算是推动企业做好这两项工作的一个具有重要环节性的工作；

5)

计算出来的最佳线损率，可以为理论线损率提供一个“对比”，从而可以知道

[4] 电网的运行是否经济，电网的结构和布局是否合理。

线损理论计算的方法很多，不同的方法适用于不同的电网或场合。但是，不管采用哪种方法进行计算，都应达到下列要求：

1)

所采用的方法不应过于复杂或繁琐，而应较为简便、易于操作，计算过程应简洁而明晰。

2)

计算用的数据或资料，在电网一般常用(或现有)计量仪表配置下，应易于采集获取，而不是再装设昂贵的特殊(或专用)记录仪表或仪器；某些参数的取值亦应较为简便而容易。

3)

所采用的方法的计算结果应达到足够的精确度，应能满足实际工作的需要；如有误差，应在允许范围之内。

3.2均方根电流法

10kV及以下电压配电网中电能损耗的计算，比35kV及以上电压的配电网中电能损耗的计算复杂很多。这主要是由于配电网中元件数太多，每个元件上的运行数据具有一定的随机特性，收集这些运行数据(负荷资料)是相当困难的。从这个意义上讲，准确的线损计算比在电力系统确定的运行方式下稳态潮流计算还复杂。因此，配

7

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

电网在线损计算方法上是以尽量减少原始资料的收集范围为指导思想，通过合理的简化和近似，来计算配电网中各元件存在的电能损耗及其变化。

配电网具有闭环设计，开环运行的特点，因此实际运行中的配电网多呈辐射状，而配电网中要详细收集和整理各负荷点的负荷资料及元件运行数据是非常困难的，也缺乏进行潮流分析所需的负荷数据。一般来说，馈线出口均装有电流表、功率表，可以获取馈线出口代表日24h正点电流。

因此，均方根电流法是10kV及以下电压等级的配电网中最常见的理论线损计算方法，另外也可根据计算条件和计算资料，采用平均电流法(形状系数法)、最大电流法(损失因数法)、等值电阻法、电压损失法等方法进行计算。

在进行配电网线损计算时，需收集沿线各节点的负荷。由于配电网节点数多，负荷在不同时段的变化又比较大，运行数据根本无法全面收集。为尽量减少运行数据的

[5]收集量，同时又不影响线损计算的精度，一般作如下假设：

- 1) 各负荷节点负荷曲线的形状与首端相同；
- 2) 各负荷节点功率因数与首端相等；
- 3) 忽略沿线的电压损失对能耗的影响；

4)

负荷的分配与负荷节点装设的变压器额定容量成正比，即各变压器的负荷系数相同(负荷系数为通过变压器的视在功率与其额定容量之比)。

设电网元件电阻为R，通过该元件的电流为I，当电流通过该元件时产生的三相有功功率损耗为：

$$P_{2,} = 3I^2R \quad (3-1)$$

则该元件在24h内的电能损耗为：

$$W_{24,} = 3I^2Rt \quad (3-2)$$

I是随机变量，一般不能准确获得，如把计算期内时段划分得足够小，则可完全达到等效。一般电流值是通过代表日24h正点负荷得到的，设每小时内电流值不变，则全日24h元件电阻中的电能损失为：

$$W_{24,} = 3I^2Rt \quad (3-3)$$

$$W_{24,} = 3I^2Rt \quad (3-4)$$

式中：I为均方根电流(A)；R为元件电阻(Ω)；t为计算期小时数(h)(计算代表日)

日电能损失 = 24) t

$$W_{24,} = 3I^2Rt \quad (3-5)$$

当负荷代表日24h正点实测的是三相有功功率、无功功率和线电压时，则：

8

第三章 电力系统理论线损的计算方法

$$W_{24,} = 3I^2Rt \quad (3-6)$$

$$2422 PQ_{tt} = I_{j2}^2 U_{av} \quad (3-7)$$

式中： I_{j2} 为正点时通过该元件电阻的三相有功功率(kW)和无功功率(kvar)； PQ_{tt}

为与、同一测量端同一时间的线电压(kV)。 UPQ_{tt}

当24h实测量值是小时有功电量、无功电量以及测量点平均线电压时，则：

$$2422 AA_{ptQt} = I_{j2}^2 U_{av} \quad (3-8)$$

式中： AA_{ptQt} 为小时有功电量(kWh)； AA_{ptQt} 为小时无功电量(kvarh)； U_{av} 为平均电压(kV)。

均方根电流法的优点是：方法简单，按照代表日24小时正点负荷电流或有功功率、无功功率或有功电量、无功电量、电压参数等数据计算出均方根电流就可以进行电能损耗计算，计算精度较高。缺点是：在对10kV配电网线路计算理论线损时，对没有实测负荷记录的配电变压器，其均方根电流按与配电变压器额定容量成正比的关系来分配计算，这种计算不完全符合实际负荷情况；各分支线和各线段的均方根电流由各负荷的均方根电流代数相加减而得，但一般情况下，实际系统各个负荷点的负荷曲线形状和功率因数都不相同，因此用负荷的均方根电流直接代数相加减来得到各分支线和各线段的均方根电流不尽合理；均方根电流法计算的理论线损是代表日的线损值，利用代表日线损值、代表日电量、月平均日电量和月总电量归算出的月理论线损

[6]值在客观上必然有一定差距。

3.3 均方根电流法与其它线损计算方法的比较

1) 平均电流法

平均电流法是利用均方根电流与平均电流的等效关系进行能耗计算的方法。因为用平均电流计算出来的电能损耗是偏小的，因此要乘以大于 1 的修正系数。令均方根电流与平均电流之间的等效系数为 K ，称为形状系数，其关系式为 K

$$I_{if} K = (3-9) I_{av}$$

式中： I_{if} 为代表日负荷电流的平均值(A)； I_{av} 为代表日的均方根电流(A)。

9

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

值大小可按下式计算： K

$$K = \frac{I_{if}}{I_{av}} = \frac{\sqrt{I_{1a}^2 + I_{2a}^2 + \dots + I_{na}^2}}{I_{av}} \quad (3-10)$$

式中： α 为最小负荷率，它等于最小电流与最大电流的比值。代表日损耗 ΔW_{min}

耗电量计算根公式为：

$$\Delta W_{min} = 3.6 I_{av}^2 K^2 t \quad (3-11)$$

2) 最大电流法

最大电流法是利用均方根电流与最大电流的等效关系进行能耗计算的方法。与平均电流法相反，用最大电流法计算出的损耗是偏大的，要乘以小于 1 的修正系数。令均方根电流的平方与最大电流的平方的比值为 F ，称为损失因数，其关系式为： F

$$F = \frac{I_{if}^2}{I_{max}^2} \quad (3-12)$$

引入形状系数后，也可利用 K 求得 F

$$F = \frac{I_{if}^2}{I_{max}^2} = \frac{I_{av}^2 K^2}{I_{max}^2} \quad (3-13)$$

23, 可得 (3-14) $\dots, AIFRt310_{\max}$

式中:为代表日最大负荷电流(A);为代表日负荷电流的平均值(A)。

$I_{\max,av}$

3) 等值电阻法

等值电阻法的理论基础是均方根电流法。因10kV配电网节点多、分支线多、元件也多，各支线的导线型号不同，配电变压器的容量、负荷系数、功率因数等参数和运行数据也不相同，要精确的计算配电网中各元件的电能损耗是比较困难的。因此，在满足实际工程计算精度的前提下，使用等值电阻法计算配电网的电能损耗具有可行性和实用性。

在额定电压为10kV架空输电线路的导线电阻中，功率损耗计算公式为：

$$m^2(3-15) \dots, PIR3, ii, 1i$$

iIR 式中:、为第段线路上通过的电流(A)和该段的导线电阻();m为该条配, ii
电线路上的总段数。

由于各段线路上的运行数据不容易采集到，因此，可以假设一个等值的线路电阻 R_{II} 在通过线路出口的总电流产生的损耗，与各段不同的分段电流通过分段电阻 $e_{1,i}$

10

第三章 电力系统理论线损的计算方法 产生损耗的总和相等，即: R_i

$$m^2(3-16) \dots, PIRIR33, 1ie, 1i$$

式中:为配电线路的等值电阻，可按下式计算 R_{e1}

$$22mmPQ, 2ii, RIR, i, 2iiU, i1, i1 R, (3-17) e1222PQ, I, 2U$$

实际上，用上式计算等值电阻不仅要求提供网络结构参数，还要求提供运行数 R_i 据

(或、)，收集和整理这些数据和资料的工作量是相当大的。在计算要求不 IPQ_{iii}

太高的情况下，可以对式(3-17)进行简化，即假设：

1) 负荷的分布按负荷节点装设的配电变压器额定容量成正比(即认为各配电变

压器的负荷系数相等)；

2) 各负荷点的功率因数相等；

3) 各节点电压相同，不考虑电压降。

式(3-17)可简化为：

$$m m 2 2 2 P Q R S R , , , , , , i i i i i i , 1 1 R , e 1 2 2 2 P Q S , \dots (3-18)$$

$$m m 2 2 K S R S R , , , , , i N i i N i i i , 1 1 , 2 2 () K S S , \dots N N$$

i 式中： S 为第段线路上通过的视在功率(kVA)； S 为第段线路的配电变压器额 N_{ii}

定容量(kVA)； S 为该段配电线路总的配电变压器额定容量(kVA)； K 为各配 N_{ii} 电变压 N_{ii} 器的负荷系数； K 为该段配电线路总配电变压器的负荷系数。

$R R S R$ 从式(3-

18)中可以看出，求不必收集大量的运行资料，只与、和线路 $e_1 e_1 N_{ii}$

$S R$ 出口的运行资料有关，而和在技术资料档案中可以查到，线路出口的运行资料 N_{ii}

可取代表日的均方根电流、平均电流或最大电流，则配电线路的电能损耗就可以按下

式计算：

$$W_{2,1} = \sqrt{I^2} R t \quad (3-19) \quad \text{if } e_T$$

R 同理，根据式(3-

18)也可以求出配电变压器的等值电阻，然后计算出配电变压器 e_T 器的铜损：

$$W_{2,2} = \frac{U_{P,23}^2}{10 S_{ki}} \sum_{i=1}^n \frac{S_{ki}}{S_{N,i}} R_{eT2,i} \quad (3-20) \quad e_T S_{N,i}$$

11

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

依照上述假设，即各配电变压器节点电压相同，不考虑电压降 (ΔU) ，则：

$$U_{P,23} = U_{N,i}$$

$$W_{2,3} = \frac{U_{P,23}^2}{10} \sum_{i=1}^n \frac{R_{eT2,i}}{S_{N,i}} \quad (3-21)$$

式中： $R_{eT2,i}$ 为公用配电变压器的等值电阻 (Ω) ； i 为第 i

台公用配电变压器的 $R_{eT2,i}$

额定短路损耗(kW)； $R_{T,i}$ 为第 i 台公用配电变压器的绕组电阻 (Ω) ； n 为该条配电线路 $R_{T,i}$

上的配电变压器总台数。

配电变压器的总损耗为：

$$W_{2,3} = \sum_{i=1}^n W_{2,3,i} = \sum_{i=1}^n \frac{U_{P,23}^2}{10} \frac{R_{eT2,i}}{S_{N,i}} \quad (3-22)$$

式中： $W_{2,3}$ 为该条配电线路公用配电变压器的铁损总合(kW)。 P_0 ，

综上所述，均方根电流法是线损理论计算的基本方法，其它几种方法均是在均方根电流法的基础上衍生出来的。这些方法各具特色，其中，平均电流法和最大电流法是利用相应平均电流、最大电流与均方根电流的等效关系来进行能耗计算的，虽然只需收集平均电流或最大电流，但利用形状系数和损失因数进行修正时存在一定误差，不能保证计算的精度要求，所以多见于手工计算中。等值电阻法是基于均方根电流法推导而来的，它将配电网的可变损耗等价于两个等值电阻上的损耗，避开了配电网结构上的复杂性，而且等值电阻法还根据实际电网中负荷的变化情况对这两个电阻进行修正，因此精度较高。这种方法只需要配电网首端的运行记录，同时收集和整理原始资料的工作也大为简化，因此是10kV配电网线损计算的有效方法。

3.4 研究理论线损的技术因素

1) 导线电阻对线损的影响

一方面，可以通过增大导体截面，降低线路电阻(更换导线、加装复导线或架设第二回路)从而减少线损;二是通过优化线路，缩短线路长度减少线路总电阻，从而降低线路损耗。

若负荷不变，在不同线路电阻条件下年减少的电能损失为：

$$\Delta W = I^2 R_1 - I^2 R_2 = I^2 (R_1 - R_2) \quad (3-23)$$

式中： ΔW 为年减少的电能损失(kWh); I 为负荷电流(A); R_1 为改造前线路电阻，

R_2 为改造后线路电阻(Ω)。

2) 线路运行电压对线损的影响

负荷一定的条件下，线路的电流与线路运行电压成反比，适当提高运行电压可以降低线损。提高运行电压后年减少的电能损失：

第三章 电力系统理论线损的计算方法

$$\Delta W_{2,PF_1}(3-24) = LL_{1,2} PF_{1,2}$$

式中:为年减少的电能损失(kWh);为在原来运行电压下的年线损电量,LL (kWh);为原来的线路运行电压(V);为提高后的线路运行电压(V)。 $U U_{12}$

3) 功率因数对线损的影响

如果提高线路的功率因数,则可以减小线路中的无功功率,从而降低线损,提高功率因数后年减少的电能损失:

$$\Delta W_{2,PF_1}(3-25) = LL_{1,2} PF_{2,1}$$

式中:为年减少的电能损失(kWh);为在原功率因数下的年线损电量(kWh);,LL

为原来的功率因数;为提高后的功率因数。 $PF PF_{12}$

4) 变压器型号对线损的影响

新型变压器的短路损耗和空载损耗已经大大降低,更新老旧变压器成为降低线损的重要措施制之一。

表3-1 不同型号变压器损耗对照

SL S9

容量 降低总损耗

空载损耗 短路损耗 空载损耗 短路损耗

100 0.54 2.10 0.29 1.5 0.86

200 0.90 3.60 0.48 2.6 1.42

630 2.16 9.20 1.2 6.2 4.06

3.5 本章小结

本章先介绍了线损理论计算的作用和对于计算的基本要求。线损理论计算是采取技术降损措施前必不可少的一项基本理论工作。理论线损计算具有指导降损节能，促进线损管理深化、科学化的作用。

接着，本章论述了一些基本的理论计算方法，并且对各方法进行了对比分析。均方根电流法是中低压配电网中常见的理论线损计算方法。这种方法计算简单，数据采集相对容易。后面的平均电流法、最大电流法和等值电阻法都是在均方根电流法的基础上衍生出来的。

13

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

第四章 降低线损的管理措施研究

4.1 完善线损管理的激励机制

对于线损管理，因涉及部门较多，激励机制是保证积极性的重要手段。既然线损率是一项综合性技术经济指标，与电网规划、结构、运行状态、计量方式、准确性、电量抄核以及偷窃电、黑户等有关，那么规划管理部门、配网运行管理部门、调度部门、用电营销管理等有关部门在线损管理工作中就不应该只考虑自己本职的工作，更应该横向协调，跨部门之间重视交流，从而达到线损管理的整体目标。

为充分调动线损管理人员的积极性，应建立一套线损综合激励模式，通过制定线损考核指标，将其按线路、设备和站、所分解落实，以小指标保证大指标，实行目标管理，将责、权、利结合起来，用经济杠杆的调动作用，采取各种奖惩办法和激励措施，既有物质的，也有精神的，从而使线损的各级管理人员将自己的切身利益与企业的降损效益联系在一起，使员工发现自己所从事的降损工作的乐趣和价值，能从工作的完成中享受到一种物质和精神上的满足感，以员工个人工作积极性的提高，带动企

[7]业整体降损目标的实现。

4.2 加强营销稽查、普查工作

营销稽查和普查工作就是以用电稽查人员和营销岗位的工作人员为主，对电力营销的报装接电、电能计量、抄表收费等各环节进行检查，以达到执行国家电费电价政策和规章制度正确、客户用电档案详实、电能计量准确、收费无差错的目标。主要检查工作有：

1)

实行《跟踪检查制度》。对新装、增容客户，在送电后的60天或正式用电后，现场检查用电和计量情况，对存在的装表接线错误、客户分类用电差错等问题及早发现，减少电费损失。

2)

实行《用电量统计分析制度》。在用电MIS系统中设置了用电量统计分析功能，每月电费结算完毕，对用电单位当月用电量变化情况进行对比分析，对变化不合理的单位现场落实原因，从中找出存在的计量故障、窃电、违约用电等问题。如：将某家属院8月份的用电量与6月份比较，如果8月份的用电量比6月份少，就有可能存在计量故障或窃电现象。因为8月份为夏季用电，制冷设施启用后用电量应比6月份高。对于农村的二级户，每月对居民生活电量超过200kWh的客户进行排序，现场落实用电量较大的原因，检查是否存在违约用电行为，因为一般农村居民客户每月用电量超过200kWh的较少。

14

第四章 降低线损的管理措施研究

3)

远程抄表电量定时分析。利用远程抄表系统，多次定时抄录客户电量，通过每次抄见电量之间的对比分析，可发现调整接线使电能表倒转进行窃电的现象，以及在用电高峰期(如夏季使用空调时)，使电能表停转或倒转等问题。

4)

高供低计客户实行综合误差测试。在客户现场检查时，使用“用电检查仪”对客户的计量装置进行不停电综合误差测试，快速准确地判断出计量装置接线、倍率错误及电能表和互感器超差等问题。对现今常见的技术窃电，如更换电流互感器芯子、铭牌，调整电能表误差，二次回路串接电阻或人为开路，更换电能表铭牌和计度器等窃电方法进行有效的检查。

4.3加强电能计量管理

根据《电能计量装置技术管理规程》(DL/T448-2000)的要求，认真做好计量标准装置的管理、现场检验、计量装置检定、运行维护、周期轮换和故障处理等工作的闭环控制，达到电能计量管理的可控、在控。主要业务流程有：

1) 计量装置全过程管理流程

计量中心根据生产任务提报购置计划和工作计划，报生产技术部列项审核，财务部和审计部对购置计划进行审核审计，企管部对工作计划进行汇总，经分管副经理审批后，物资部门根据购置计划和技术要求组织审计部、计量中心等部门进行招标采购，并对报废的计量装置进行处理，计量中心对购置的计量装置组织验收入库，进行试验室检定管理。检定不合格的计量装置进行报废处理，检定合格的库存待装，根据业务流程现场安装，并进行现场检验、周期轮换和抽检、电能表修调前检验管理。变电运行中心和调度所负责监视变电站计量装置的运行情况；客户服务中心、供电所对用电客户的计量装置运行情况进行检查、巡视和维护工作，运行管理部门对发现的各种计量故障进行登记并报计量中心处理；计量人员工作失误造

成的故障由稽查所进行现场核实。计量中心负责计量装置台帐的管理工作

。

2) 计量标准装置管理流程

物资部门根据计划购置新的计量标准装置，计量中心对新购置的计量标准装置进行运行前的各项指标调试;调试合格后按规定送上级主管部门进行检定考核，考核合格后计量中心专责人对计量标准装置建立台帐，定期进行维护和比对，按周期送检考核。

3) 计量装置检定管理流程

计量中心表库工作人员根据工作流程进行计量装置检定管理派工工作，检修人员对表库派工的计量装置进行修理，修理合格后，检定人员按照规程对计量装置进行各项指标检定，各项指标检定完毕后，检定人员对电能表进行走字试验，合格的进行封印。经实验室检定的计量装置由表库工作人员分类存放对待装库和待报废库，检定不

15

华南理工大学广州学院本科毕业设计(论文)说明书

合格的根据检定结果进行待修、报废或返厂更换。

4) 计量装置运行维护管理流程

计量装置安装完毕后，生产技术部组织对变电站计量装置进行验收，客户服务中心组织对用电客户计量装置进行验收，台区管理部门对计量中心安装的计量装置进行检查，并做好日常的维护和管理的工作，按规定填写巡视记录，对变电站出现的计量故障，变电运行中心和调度中心应及时上报生产技术部做好登记，利用生产MIS系统通知计量中心，对用电客户的计量故障，客户服务中心和供电所应及时通知计量中心进行故障处理。

5) 计量装置现场检验管理流程

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/208127004012006075>