

用电实用技术丛书

电网降损方法与 管理技术

主编 王柳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

用电实用技术丛书

电网降损方法与 管理技术

主 编 王 柳

副主编 李家坤 刘增良 崔军朝

陈家斌 马 雁 朱瑞芳

罗碧华 吴 建



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共分 11 章, 分别介绍了电网损耗构成及降损途径; 电网降损管理技术; 电能计量管理技术; 电网无功补偿与降损; 电力线路降损技术; 变压器降损技术; 采用新技术新设备降低电能损耗; 电力系统经济调度降低网损; 加强电网设备运行维护降低电网损耗; 反窃电技术; 电网理论线损计算等内容。

本书可供广大电力职工及工程技术人员参考, 也可供大专院校电力专业师生阅读。

图书在版编目 (C I P) 数据

电网降损方法与管理技术 / 王柳主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2010. 7
(用电实用技术丛书)
ISBN 978-7-5084-7666-7

I. ①电… II. ①王… III. ①电力系统—电能消耗—
研究 IV. ①TM714.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第126363号

书 名	用电实用技术丛书 电网降损方法与管理技术
作 者	主编 王柳
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号B座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 25印张 593千字
版 次	2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷
印 数	0001—4100册
定 价	48.00元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编委会名单

主 编 王 柳

副 主 编 李家坤 刘增良 崔军朝 陈家斌 马 雁

朱瑞芳 罗碧华 吴 建

编写人员 张光明 孙莹莹 陈 钊 郭 锐 李 楠

杨 巍 周卫民 刘宏伟 宋志勇 张建村

张建乡 杨 光 常 健 王 璞 郭媛媛

郭琳琳 石海霞 闫志刚 周 勇 沈 磊

冷 冰 谢 伟 张华伟 刘东升 臧小萌

程魁杰 王佳佳 朱建华 宋 东 乔金福

前言

PREFACE

能源是国民经济的物质基础，也是工业、交通运输业以至农业赖以发展的动力，对于国民经济和人民生活至关重要，它已成为衡量一个国家或地区发达与否的重要标志之一。

电力是国民经济发展的基础资源。随着我国进入 21 世纪以来，科学技术的进步、人民生活大幅度的改善和家用电器逐渐普及，促使我国电气化事业的蓬勃发展，用电量迅猛增长。为了缓和电力能源供应紧张的局面，提高电能的利用率和使用效率，合理利用电力能源，我国制定了“开发与节约并重”的能源方针政策，节电不仅可以节约能源，还可以节约资金、设备和劳动力，可以保持生态资源，改善环境。因此，提高从事供用电、节电管理人员的技术素质，让更多的科技工作者掌握并推广先进的节电技术与节电工程，已迫在眉睫。

电力工业既是重要的能源生产部门，也同时是耗能大户，降低输变电的能耗，是节约电能的重要措施。本书较全面地介绍了电力送电线路、变压器、电网电压、无功等降损技术措施及电能计量、电网设备运行维护管理措施，并对有关降损技术进行了计算。在组稿上资料新颖、通俗、实用性强、信息面较广。内容联系工作实际，介绍了当前行之有效的新技术、新经验。文字上力求通俗、言简意赅、深入浅出，使普及与提高结合起来。

本书期望给从事本专业的工作人员提供一个较满意的自学资料，让他（她）们能看得懂、用得上，帮助其掌握岗位技能，提高其理论水平和业务技术素质；本书可用于线损管理人员的培训教材和自学书籍；也可以做从事电网规划、计划、运行、管理工作的领导和专业人员的工具书；同时供厂矿企业电工、电气技术人员和从事城乡供用电管理的人员，以及有关专业在校师生参考。

由于作者学识和水平有限，本书难免有疏漏和谬误之处，敬请广大读者指教。

编者

2010 年 1 月

目 录

CONTENTS

前言

第一章 电网损耗构成及降损途径	1
第一节 电力网电能损耗的构成	1
第二节 电力网电能损耗分类及统计计算	6
第三节 电力网电能损耗主要因素	10
第四节 电网降损主要途径	15
第二章 电网降损管理技术	19
第一节 电力网电能降损管理体制及职责	19
第二节 电能损耗指标管理	23
第三节 电网降损用电管理	29
第四节 电网降损技术管理	33
第五节 电网损耗分析	35
第六节 营业普查及反窃电管理	46
第七节 线损管理工作标准	48
第八节 线损专责人岗位工作标准	53
第三章 电能计量管理技术	59
第一节 电能计量装置分类	59
第二节 电能计量装置的选择	63
第三节 电能计量装置的安装	76
第四节 电能计量装置的误差	80
第五节 电能计量管理	85
第六节 电能计量装置接线异常电量补退计算	95
第四章 电网无功补偿与降损	108
第一节 无功电源与无功负荷	108
第二节 电网无功补偿规划	118
第三节 无功补偿的容量确定	122

第四节	无功负荷的最优补偿	133
第五节	变电所无功补偿	144
第五章	电力线路降损技术	148
第一节	线路降低损耗主要途径	148
第二节	科学规划电网降低损耗	155
第三节	配电网经济运行	161
第四节	改造电网降低损耗	175
第五节	电网升压改造降低损耗	183
第六节	电网电压管理与调整	186
第七节	调整电网负荷降低线路损耗	192
第六章	变压器降损技术	199
第一节	变压器的损耗及降损途径	199
第二节	变压器经济运行技术	205
第三节	变压器的经济运行方式选择	218
第七章	采用新技术新设备降低电能损耗	237
第一节	应用超导技术降损	237
第二节	超高压和高压直流电网	239
第三节	应用调容量变压器降损	241
第四节	应用非晶合金配电变压器降损	244
第五节	储能降损	248
第六节	应用自动装置降低损耗	251
第八章	电力系统经济调度降低网损	253
第一节	科学安排供电设备检修降低网损	253
第二节	经济分配电力负荷降低网损	256
第三节	提高电网经济运行降低网损	261
第四节	合理调整电网电压降低网损	262
第五节	平衡电力系统无功功率降低网损	274
第九章	加强电网设备运行维护降低电网损耗	275
第一节	电能表的运行管理技术	275
第二节	电压互感器的运行维护技术	277
第三节	电流互感器的运行维护技术	287
第四节	电力电容器的运行维护技术	292
第五节	变压器的运行维护技术	298
第六节	架空电力线路的运行维护技术	306
第七节	电力电缆线路的运行维护技术	312
第八节	防止电网设备的污闪降损	318

第十章 反窃电技术	327
第一节 窃电的常见现象	327
第二节 防窃电技术	332
第三节 窃电查找技术	340
第十一章 电网理论线损计算	350
第一节 理论线损计算目的与要求	350
第二节 电网理论线损计算方法	353
第三节 电网元件电能损耗计算	358
第四节 电网损耗计算	370
第五节 微机管理线损	376
附录 线损管理技术规范及标准	380
一、国家电力公司电力网电能损耗管理规定	380
二、国家电力公司系统代表日电网负荷实测及线损理论计算与分析工作大纲	383
三、电力系统电压和无功电力管理条例	387

第一章 电网损耗构成及降损途径

电能是由一次能源转换而得的二次能源，它可以很方便地转化为机械能、热能、磁能、光能、化学能等。随着社会的发展，电能的应用已经深入到生产、生活的每一个角落，使电能成为国民经济发展的命脉。目前，一个国家的发展水平和电能占总能源的比重已经成为衡量一个国家的经济、技术、文化和生活发展水平的重要标志。因此，世界各国特别是工业比较发达的国家，非常重视电能的开发、利用、节约和管理，以期通过技术进步、合理利用、科学管理和大力节约等途径，以最小的电能消耗取得最大的经济效益。

第一节 电力网电能损耗的构成

一、电网损耗的构成

电力系统是由发电、供电、用电三部分组成，所以电力系统的电能损失也应包括发、供、用电设备的全部损失，即发电损失、供电损失、用电损失之和为电力系统总损失。如果发、供、用电设备的功率损失都以损失率来表示，则广义电力系统的总损失率可用下式表示，见图 1-1。

$$\Delta A_{\text{总}} \% = \Delta A_{\text{发}} \% + \Delta A_{\text{供}} \% + \Delta A_{\text{用}} \%$$

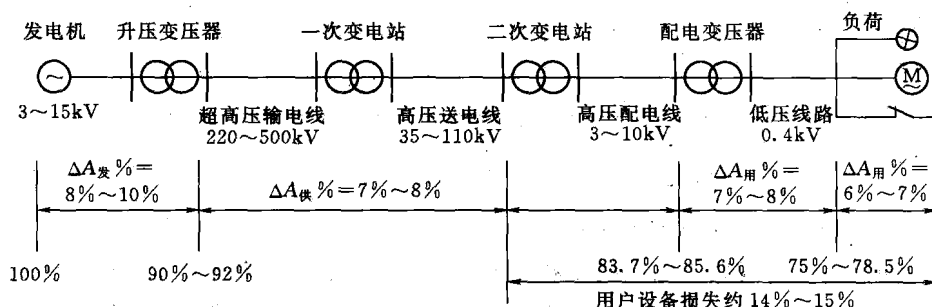


图 1-1 电力系统损失率构成图

由电力系统损失率构成图中可以看出，发电设备总电能损失 $\Delta A_{\text{发}}$ 主要包括发电机、升压变压器、厂用电变压器及其他电气设备的电能损失和厂用电的消耗，这一部分电能损失 $\Delta A_{\text{发}} \%$ 约占系统发电量的 8%~10%；供电设备总电能损失 $\Delta A_{\text{供}}$ 主要包括超高压输电线路、一次变电站、高压送电线路、二次变电站及高压配电线路等的电能损失，这部分电能损失 $\Delta A_{\text{供}} \%$ 约占系统发电量的 7%~8%；用电设备总电能损失 $\Delta A_{\text{用}}$ 主要包括用户变电站、配电线路、配电变压器及用电设备等的电能损失，这部分损失 $\Delta A_{\text{用}} \%$ 约占系统发电量的 15% 左右。电力系统全部发、供、用电设备总的电能损失 $\Delta A_{\text{总}}$ 在发电量中所占比



重是相当可观,即使除去用户用电与损失电量之外,单就电力工业本身来说,其发电厂的厂用电及其损耗和电网的变电站站用电与电网线路损失之和也是一个大用电户。产权属用户的电气设备,其损失电量由用户承担,除用户的用电量及其损失电量外,属于电业部门的发电厂厂用电及其损失和电网各变电站的站用电及送、变、配电线路损失约占发电量的16%~17%,故电力工业本身的节电有很大意义,应为其他行业节电做出榜样,做好带头作用。

我国有相当一部分电能是从110、35、10kV级电压直接售电给用户的。为了摸清输、变、配、用电网中的全部电能损耗及其分布,调研中把输、变、配、用全过程分成主网(220kV及以上电压级)、城网(110kV及以下电压级电力部门管理的送、变、配电网)、农村电网(110kV以下电压级乡镇和农村电网)和工业用户电网4部分,从几个区域调查汇总各部分电能损耗率基本上如表1-1所示。

表 1-1 电网各部分电能损耗率调查结果表

主网 (%)	地区城网 (%)	农村电网 (%)		工业用户电网 (%)
		10kV 及以下	低 压	
2~4	3~6	7~9	12~20	3~8

表1-1中的电能损耗率是以主网等各部分电网的供电量为基数,不能直接相加,但表明了各部分电能损耗的情况,为了得到统一的概念,以总的供电量为基数,可有如下的大致数量概念。如表1-2所示。

表 1-2 各部分电能损耗比例表

电 业 部 分				用 户 部 分						总计
项目	主网	城网和农网	小计	重工业	轻工业	乡镇工业	农村用户	其他	小计	
线损率 (%)	4	4.2	8.2	4.07	1.35	0.8	1.37	0.62	8.21	16.41
占总损耗比例 (%)	29.4	25.6	50	29.8	8.2	4.9	8.40	3.8	50.1	100.1

由表1-2中数字可知,输、变、配、用电网全部电能损耗率为16%左右。

二、电力网的线损(电能损耗)

电力网是由电力线路(输电线路和配电线路)、电力变压器(升压变电站和降压变电站中的主变压器及电力用户的配电变压器)、电气开关设备(断路器、熔断器、刀闸等)、电气测量仪表(含电能计量装置)、无功补偿设备(如移相电容器等)、继电保护装置等元件所组成。这就是说,在电力系统中,除发电厂(火力发电厂、水力发电厂和核能发电站等)和电力用户的用电设备、器具之外,具有输送和分配电能功能的所有全部电气设备(含各种不同电压等级的线路、装置)按照一定规则所连接成的网络,就是电力网。

1. 电力网的线损

从发电厂发出来的电能,在输送、变压、配电各环节中所造成的损耗,称为电力网的电能损耗,简称为线损。即电力网的线损是发电厂(站)发出来的输入电网的电能量与电力用户用电量所消耗的电能量之差。线损在理论上的特点,是电能以热能和电晕的形式散失于电



网元件的周围空间。电力网的线损是一种自然的物理现象；也是线损电量中不可避免的部分。但是，线损电量中还有可以避免和不合理部分，因此，各个电网的线损大小是有区别的，管理部门只要采取适当措施，是可以把它降低到合理值或控制在国家规定值之内的。

2. 线损率

电网中的线损电量对电网购电量（或供电量）之百分比，就是线损率，亦称供电损失率。即

$$\text{线损率}(\%) = \frac{\text{电网线损电量}}{\text{电网购电量(供电量)}} \times 100\%$$

式中，电量的单位为 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 、万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 或亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

在实际工作中，线损电量有两个值，即实际线损电量与理论线损电量。因此，线损率也有两个对应值，即实际线损率与理论线损率。且

$$\text{实际线损率}(\%) = \frac{\text{实际线损电量}}{\text{电网购(供)电量}} \times 100\% = \frac{\text{购电量} - \text{售电量}}{\text{电网购(供)电量}} \times 100\%$$

$$\text{理论线损率}(\%) = \frac{\text{理论线损电量}}{\text{电网购(供)电量}} \times 100\% = \frac{\text{固定损耗} + \text{可变损耗}}{\text{电网购(供)电量}} \times 100\%$$

线损率是用百分比表示的相对值，因此线损率是表征电网结构与布局是否合理、运行是否经济的一个重要参数，也是国家考核供电企业经营管理和技术管理水平是否先进的一项重要重要技术经济指标。

正常情况电力网的实际线损率略高于理论线损率。目前，我国电力网的实际线损率约为 $7\% \sim 8.5\%$ ，此线损率包涵了我国城网和农网，从配电变压器二次侧总表及以上，至 220kV 或 500kV 线路设备的线损。而发达国家线损率约在 $5\% \sim 7\%$ 之间。然而，我国农村电力网，从低压到高压，包括配电网和输电网，即包括用户和电业部门，其全网的实际线损率约为 $18\% \sim 20\%$ ，远高于理论线损率，也远高于工业发达国家的平均值；其中， 0.4kV 线损率，即农村低压配电网线损率约为 $12\% \sim 15\%$ ； $10(6)\text{kV}$ 线损率，即农村高压配电网线损率约为 $8\% \sim 10\%$ ； $35 \sim 110(220)\text{kV}$ 线损率，即农村输电网的线损率约为 $4\% \sim 5\%$ 。

三、电力网线损的产生原因

电力网中线损的产生原因主要有三个方面，即电阻作用、磁场作用和管理方面的因素等。

1. 电阻作用

在电路中由于电阻的存在，所以电能能在电网传输中，电流必须克服电阻的作用而流动，随之引起导体的温度升高和发热，电能转换为热能，并以热能的形式散失于导体周围的介质中，即产生了电能损耗（线损）。因为这种损耗是由导体对电流的阻碍作用而引起的，故称为电阻损耗；又因为这种损耗是随着导体中通过电流的大小而变化的，故又称为可变损耗。

2. 磁场作用

在交流电路中，电流通过电气设备，使之建立并维持磁场，电气设备才能正常运转，带上负载而做功。如电动机需要建立并维持旋转磁场，才能正常运转，带动机械负荷做功。又如变压器需要建立并维持交变磁场，才能起到升压或降压的作用，把电能输送到远



方,而后又把电能变压为便于用户使用的电能。在交流电路系统中,电流通过电气设备,电气设备吸取系统的无功功率,并不断地交换,从而建立并维持磁场,这一过程即为电磁转换过程。在此过程中,由于磁场的作用,在电气设备的铁芯中产生磁滞和涡流现象,使电气设备的铁芯温度升高和发热,从而产生了电能损耗。因这种损耗是由交流电在电气设备铁芯中建立和维护磁场的作用而产生的,故称为励磁损耗(其中以磁滞损耗为主,涡流损耗极小);又因这种损耗与电气设备通过的电流大小无关,而与设备接入的电网电压等级有关,即电网电压等级固定,这种损耗亦固定,故又称之为固定损耗。

3. 管理方面的因素

电业管理部门管理水平落后,制度不健全,致使工作中出现一些问题。如线路走廊清理不彻底,设备维修不及时;用户违章用电和窃电;电网绝缘水平差,造成漏电;计量表计配备不合理,修校调换不及时,造成误差损失;营业管理松弛,造成抄核收工作的差错损失。由于这种损失没有一定的规律,不能运用表计和计算方法测算取得,只能由最后的统计数据确定,而且其数值也不十分准确,故称为不明损失;又因为这种损失是由电业管理部门的管理方面因素(或在营业过程中)造成的,故又称之为管理损失(或营业损失)。

4. 其他方面的因素

比如高压和超高压输电线路导线上产生电晕损耗的因素等。

四、线损的分类

在电力网运行中,电力网所有元件中的损失电量,通常是根据电能计量的总“供电量”和总“售电量”之差得出。我国统计线损电量范围是:从发电厂的发电机出口装设的电能表处开始(不包括厂用电量)或从发电厂主变压器一次侧电能表处开始(亦不包括厂用电量)到用户电能表处为止的范围内,所有输、变、配电环节中的全部电能损耗。线路损失电量一般可分为可变损失和固定损失两部分。可变损失就是指当电流通过导体时,其损失与电流平方成正比,也与导体本身的电阻值成正比,对一定截面的导线来说,其损失的大小随通过电流的大小而变化。而固定损失是与电流的大小无关,只要设备接通电源,就有损失,当电源电压变化不大时,其损失基本上是固定的。其线损电量是由以下三个部分组成。

1. 可变损耗

这部分损耗是通过电力网各元件中的负荷功率或电流的二次方成正比,负荷越大,损失越大。线损的可变损失主要由下列各项组成:

- (1) 发电厂升压变压器铜损。
- (2) 变电站主变压器铜损。
- (3) 输电线路铜损。
- (4) 输电线路用户专用变压器铜损(低压侧计量)。
- (5) 高压配电线路铜损。
- (6) 配电变压器铜损。
- (7) 配电线路用户专用变压器铜损(低压侧计量)。
- (8) 低压配电线路铜损。
- (9) 接户线和进户线铜损。
- (10) 调相机铜损。



线损的可变损失主要包括：各级电压的架空输、配电线路和电缆导线的铜损（用户自行维护的线路和电缆除外）；输、配电变压器绕组的铜损（用户自行维护的变压器除外）；调相机、调压器、电抗器、阻波器和消弧线圈等设备的铜损；电流、电压互感器及其二次回路中的铜损；接户线的铜损；电能表电流线圈的铜损。

2. 固定损耗

固定损耗与通过元件的负荷功率或电流大小无关，而与电力网元件上所加的电压有关，只要元件上带有电压就要消耗，线路损失的固定损失主要由下列各项组成：

- (1) 发电厂升压变压器铁损。
- (2) 变电站主变压器铁损。
- (3) 输电线路用户专用变压器（低压侧计量）铁损。
- (4) 配电变压器铁损。
- (5) 配电线上用户专用变压器（低压侧计量）铁损。
- (6) 电线和电容器介质损耗。
- (7) 用户电能表电压线圈损耗。
- (8) 调相机固定损耗（包括风阻摩擦损耗，铁芯损耗、电刷接触电阻损耗等）。
- (9) 110kV 以上的电晕损耗。

固定损耗主要包括：输、配电变压器的铁损（用户自行维护的专用变压器除外）；调相机、调压器、电抗器、消弧线圈等设备的铁损；110kV 及以上电压架空输电线路的电晕损耗；电缆、电容器的绝缘介质损耗，绝缘子漏电损耗；电流、电压互感器的铁损；用户电能表电压线圈及其他附件的损耗。它可以通过理论计算得出，所以又称为理论损电量。

3. 其他损耗

(1) 其他损耗是电力网的整个输、变、配电过程中的一些其他因素引起的线损电量，造成这些电能损耗的原因是多方面的，而且也较为复杂，甚至很难找出原因。因此，有时习惯上称为不明线损电量或管理线损电量，根据经验主要发生在以下几方面：营业工作中的漏抄、漏计、错抄、错计、估抄及电流互感器倍率差错等；用户的违章用电、窃电等；计量装置故障和误差、表计接线差错等；带电设备绝缘不良而产生的漏电损失；变电站站用电；其他不属于线损范围的用电量，而误计入线损中的电量。

(2) 用电量而误计入线损中的情况，最易发生在发电厂的厂用电和变电站和站用电的统计计算上。为了明确哪些用电量既不属于厂（站）用电，又不属于线损，而应由用电的发电厂或变电站按月向当地供电部门报送用电量并缴纳电费，在部颁的有关规程、条例和办法中，做了以下具体规定：

新设备或计划检修后设备的烘炉、煮炉、暖机、空载试运行耗用电的电量；新设备在未移交生产前的带负荷试运行期间，由于运行不正常，使全厂（站）用电量显著升高而多耗用的电量；设备计划检修、改进工程及扩建机组等施工耗用的电量；做热效率或其他试验的设备，在试验期间，由于经常变化调整操作而多耗用的电量；电厂自备机车、船舶等耗用的电量；修配厂、副业、综合利用以及非生产耗用的电量；发电厂厂前区和变电站和办公室、职工宿舍等生活用电量；发电厂和变电站第三产业的用电量；线路熔冰时耗用的电量。

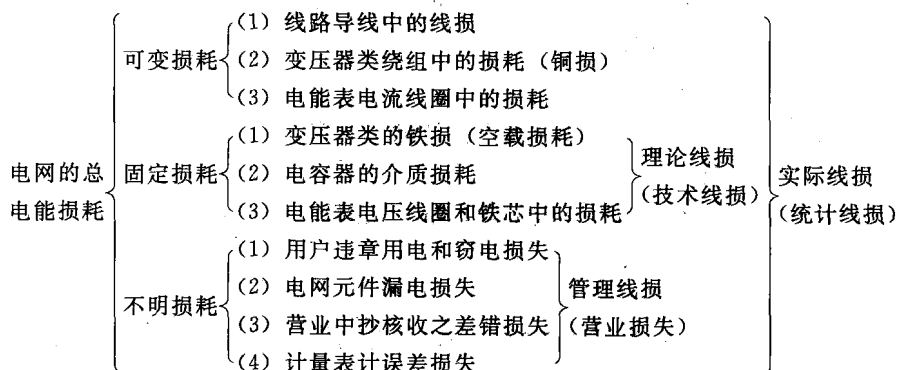
发电厂的下列用电量，既不计入线损，也不应向当地供电部门缴纳电费，而应计入厂用



电量：发电机等励磁机的用电量；属于发电厂资产的设备，并由发电厂负责运行和维修的厂外输油管系、循环水管系及除灰管系的用电量；购入电量中用作电厂厂用电的用电量。

下列设备耗用的电量不应计入厂用电而应计入线损：输配电用的升降变压器（不包括发电厂厂用变压器）损耗的电量；变电站内调相机和发电厂的发电机改用作调相机运行时段内所耗用的电量。

电网线损的分类情况及其相互关系如下所示。



在正常情况下，实际线损（率）应略高于理论线损（率），所差之值即为管理线损（或不明损失、营业损失）。统计出来的公用线路损失率，与其理论线损率、与同一单位前后的线损率、与各单位之间的线损率，是均有可比性的。

第二节 电力网电能损耗分类及统计计算

电力网内输、变、配电元件中产生的线损电量及相应的线损率，根据统计范围、隶属单位、应用目的以及其作用的不同，分类及其统计计算方法如下。

一、统计线损电量和线损率

统计线损电量和线损率是各供电公司对所管辖、调度范围内的电力网用电能表计量的总供电量和总售电量相减得出的电量，称为统计线损电量，统计线损电量占总供电量的百分比称为统计线损率。其计算公式为：

$$\text{统计线损率}(\%) = \frac{\text{统计线损电量}}{\text{总供电量}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中

$$\text{统计线损电量} = \text{总供电量} - \text{总售电量} \quad (1-2)$$

(1) 供电量是指发电厂、供电地区或电力网向用户供给的电量，其中包括了输、变、配电过程中的线损电量。其算式为：

$$\begin{aligned} \text{供电量} = & \text{本地区或本网内发电厂的发电量} - \text{厂用电量} \\ & + \text{从其他电网输入的电量} + \text{购入电量} - \text{向其他电力网输出的电量} \end{aligned} \quad (1-3)$$

凡不属于厂用电的其他用电，不属于所用电的自用电，均应由当地电业部门装表



收费。

用户自备电厂的输出电量不应与该用户的输入电量相冲消, 电网输入用户的电量一律计入售电量, 用户自备电厂输入电网的电量作为电业部门的购入电量。

输出电量是指送往其他电网的电量。从理论上讲, 本网内输出电量实质上是本网供电量的一部分, 但它却又是被输入另一电网的输入电量, 根据式 (1-3) 是计入供电量中, 这部分电量将在两个地区电网内各计一次而重复, 全国各网局、省电力局、供电 (电业) 局以致全国总供电量无形中将虚增很多。因此, 全国各个电力网为了统一计算口径, 避免各网、各局之间互供电量的重复计算, 在计算线损率时, 供电量计算式 (1-3) 应将对外网、外省的输出电量扣除, 以免重复计算。

(2) 售电量是指电力工业企业卖给用户的电量和电力工业企业供给本企业非电力生产用的电量。其算式为:

售电量 = 用户电能表计量的用电总和 + 用户承担的线损电量 + 发电厂、变电所、

供电站、保线站等单位不属于厂用电、所用电或线损的自用电量 (1-4)

上述统计计算公式表明, 线损电量是整个发、供、用电 (售电) 过程中电量统计的余量。发、供、用电过程中各个环节电量统计准确与否, 决定于计量供电量和售电量的电能表准确度, 以及对用户售电量的抄录和统计制度。

二、线损电量及线损率

为了加强线损管理工作, 力求电网经济运行, 减少全网损耗电量, 并明确各级电业部门在线损管理方面的责任, 发挥各级电业部门的主动性, 根据电网结构、电压等级、调度管辖范围等, 实行分压、分级管理, 分压、分级考核。为此, 线损电量和线损率又分为网损 (一次供电损耗) 和地区线损 (二次供电损耗)。

1. 网损电量和网损率

由管理局、省电力工业局调度管辖的各级电压的输电、变电设备和调相、调压、无功补偿设备, 在电力传输、转换过程中所产生的电量损耗, 称为网损电量或一次供电损耗。网损电量与该网相应的一次供电量之比的百分率称为网损率或一次网损率。其计算式为:

$$\text{网损率}(\%) = \frac{\text{一次网损电量}}{\text{一次供电量}} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中

$$\text{一次网损电量} = \text{一次供电量} - \text{二次供电量 (地区供电量)} \quad (1-6)$$

$$\begin{aligned} \text{一次供电量} = & \text{发电厂的发电量} - \text{厂用电量} + \text{一次网输入电量} \\ & + \text{一次网购入电量} - \text{一次网输出电量} \end{aligned} \quad (1-7)$$

网损由电业管理局、省电力工业局负责管理, 其调度部门是代表网局、省局的具体执行部门, 也是接受上一级考核的部门之一。

2. 地 (市) 线损电量和线损率

凡属于地、市供电局 (电业局、供电公司、地区电力局) 调度管辖的输、变、配电设备和调相、调压、无功补偿设备, 在电力传送、转换过程中所产生的损耗电量称为地区线损电量或二次供电损耗。该地 (市) 线损电量与地 (市) 电网相应的供电量之比的百分率称为地 (市) 线损率。其计算式为:



$$\text{地(市)线损率(\%)} = \frac{\text{地(市)线损电量}}{\text{地(市)供电量}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中

$$\begin{aligned} \text{地(市)供电量(二次供电量)} = & \text{地(市)发电厂发电量} - \text{厂用电量} + \text{从一次网输入的电量} \\ & + \text{购入电量} - \text{对其他地(市)的输出电量} \end{aligned} \quad (1-9)$$

$$\text{地(市)线损电量} = \text{地(市)二次供电量} - \text{售电量} \quad (1-10)$$

地(市)线损由供电(电业)局负责管理。根据分压、分级管理的原则,地(市)线损还应分解为送变电线损和配电线损,分别由供电(电业)局下属单位(调度所、供电所、配电工区等)、县电力局负责管理,并接受上级考核。

三、理论线损电量和线损率

在统计线损电量中,有一部分是电能能在输、变、配电过程中不可避免的。其数值在给定的时段内由当地电力网的运行参数和设备参数所决定。它主要由与电流平方成正比的可变损耗(铜损)和与电压有关的固定损耗(铁损)所组成。这部分损耗电量习惯上称为“技术线损电量”,它可以通过理论计算得出,所以又称为理论线损电量。如要比较精确地计算出理论线损电量,就必须有电力网的详细负荷资料,这是比较难以做到的。所以,一般都根据电力网有代表性的一天(称作代表日)的供电量,以这一天24小时的负荷实测记录以及设备参数来进行线损的理论计算,将计算所得的电力网内各元件损失电量总和作为理论线损电量,按式(1-1)计算出线损率,即理论线损率。

由上所述可知,理论线损率的准确性取决于计量代表日供电量的电能表和测量电力网代表日负荷的表计以及设备参数三者的准确性。另外,电力网在代表日的运行方式,不一定是线损最小的运行方式,因此,理论线损可作为降损工作努力方向的依据,作为核对统计线损率是否准确,究竟存在什么问题的参考。不能把理论线损率认为是最低限度的数值。

统计线损率都是逐日统计的,为了便于比较,可以近似地将代表日的理论线损电量按以下各式换算成全月的理论线损电量:

$$\text{代表日理论线损电量} = \text{代表日固定损失电量} + \text{代表日可变损失电量} \quad (1-11)$$

$$\begin{aligned} \text{全月理论线损电量} = & \left[\text{代表日固定损失电量} + \text{代表日可变损失电量} \right. \\ & \left. \times \left(\frac{\text{全月每日平均供电量}}{\text{代表日供电量}} \right)^2 \right] \times \text{全月实际天数} \\ = & \left[\text{代表日固定损失电量} + \text{代表日可变损失电量} \right. \\ & \left. \times \left(\frac{\text{全月供电量}}{\text{代表日供电量} \times \text{全月实际天数}} \right)^2 \right] \times \text{全月实际天数} \end{aligned} \quad (1-12)$$

$$\text{月理论线损率} = \frac{\text{全月理论线损电量}}{\text{全月供电量}} \times 100 \quad (1-13)$$

四、计划线损电量和线损率

它是根据统计线损电量和线损率,并参照理论线损电量和线损率,结合供电计划及主观努力减低线路损失的效果所定的数值,这一数值是各级供电部门降低线损的奋斗目标,其计算式同式(1-1)。



计划线损率一直是国家考核电力企业的一项指令性技术经济指标。各个大供电公司进一步将指标进行分解，下达给所属公司，做到各级电力部门层层分解，达到分级管理、分级考核的目的。

五、定额线损率

线损率定额制订的依据：

(1) 根据执行年前五年网局部属企业每年供电量和损失电量累计的加权平均计算出的线损率作为定额的基数。

(2) 依据下述影响线损升降的诸因素，决定线损定额基数增减幅度。

1) 电网结构、用电构成和负荷潮流变化对线损率升降的影响。

2) 降损技术措施工程的竣工对线损率的影响。

3) 参考前一年线损率统计值、国家下达的线损率计划指标以及最近理论计算值。

4) 其他影响线损率升降的特殊因素，如天气、重大事故等。

5) 线损率定额本着平均先进的原则核定。网局、直属省局的定额由部核定下达。网局所属市、自治区局的定额由网局核定。各基层企业（供电局、地区电力局、供电公司）的线损定额由网局或省局核定。基层企业的定额或计划指标只作为分配奖金的依据，不能作为提奖的依据。

六、国家级供电企业线损率等级标准

为了贯彻落实国务院《关于加强工业企业管理若干问题的决定》，促使供电企业保证安全可靠的生产，提高电能质量，降低物质消耗，增加经济效益，搞好企业升级，深化改革和开展“双增双节”运动，在降低电能损耗方面制定了国家级供电企业等级评定标准。

由于各供电企业之间电网结构、电源类型和布局、电压等级、用电构成、设备的技术状况及负荷性质等均有很大的差异，所以各个地区的线损率也有较大的不同，有时其差别还相当悬殊。因此线损率不能像同类型的发电设备那样，可以有相同的考核指标。这就不能在供电企业之间对线损率进行横比，也就是常说的无“可比性”。为了尽量使各个供电企业，在晋升国家级企业上机会均等，提出如下的计算方法，规定和评定等级标准。

线损率降低系数如表 1-3 所示。

表 1-3

线损率降低系数 K

指标名称	特 级	一 级	二 级
线损率降低系数 K	待 定	≥ 0.02	≥ 0.007

线损率降低系数 K 值计算式：

$$K = \frac{XE - 100Y}{EX^2} \quad (1-14)$$

$$X = \frac{Y_{\min} + 4Y_{\text{mid}} + Y_{\max}}{6} \times 100$$

$$E = \frac{0.4}{\alpha} + 0.6\alpha$$

$$\alpha = \frac{\text{考核年度售电量}}{\text{上年度售电量}}$$