

线损手册



ANSUNGHOUSE

山西省电力工业管理局

TM 72
25259 2215

线 损 手 册



郑州电专 0118343



山西省电力工业管理局

前 言

线路损失是电力部门的一项重要技术经济指标。加强线损管理，降低电网损耗，对深入开展增产节约运动，提高企业管理水平具有重要意义。为了使更多的同志能够熟悉和掌握线损管理工作，在总结近年来各基层单位线损管理工作的基础上，吸取了各兄弟单位的先进经验，我们组织编写了这本《线损手册》，作为内部资料，发给各基层单位，供学习和工作中参考。

本手册包括线损管理制度、线损计算、降低线损措施、无功补偿、电度计量及有关设备材料的资料。第一章由厉国祥同志编写；第二章由唐师论、杜皓薇、李桂泉同志编写；第三章由刘乾业同志编写；第四章由蔡麟阁、杨守

辰、张克俭同志编写；第五章由刘乾业、张晋同志编写。附录由唐师论、秦培栋同志整理。参加编写工作的还有罗立文、师森田、房廷宝等同志。全稿审订工作由刘乾业、厉国祥、唐师论同志负责。山西省机械设计研究所、临汾互感器厂及省外部分供电局等单位为本手册的编写提供了宝贵的经验和资料。临汾地区科协帮助出版发行。对此我们表示感谢。

由于编写者水平所限，时间仓促，资料掌握不全面，内容上还很不完善，文体和公式符号等方面，各章之间也不够一致，错误之处在所难免，有待于今后工作中进一步总结，充实和改正。

山西省电力工业管理局

一九七九年九月十五日

目 录

第一章 管理制度	(1)
第一节 线损管理制度 (试行)	(1)
第二节 节约线损电量计算办法 (草案)	(5)
第三节 线损小指标计算办法 (草案)	(13)
第二章 线损计算	(15)
第一节 参数的计算.....	(15)
一、架空线路导线参数的计算.....	(15)
二、两线一地制电力网接地相参数的计算	(17)
三、变压器参数的计算.....	(18)
第二节 输电网络电能损耗的计算.....	(23)
一、计算输电网络电能损耗时需收集的资料	(23)
二、电晕损耗的计算.....	(23)
三、输电线路电能损耗的计算.....	(24)
四、主变压器电能损耗的计算.....	(30)
第三节 配电网络电能损耗的计算.....	(46)
一、高压配电网络电能损耗的计算.....	(46)
二、配电变压器电能损耗的计算.....	(56)
三、低压配电线路电能损耗的计算.....	(59)
四、低压接户线电能损耗的计算.....	(64)
五、电度表电能损耗的计算.....	(65)

第四节	电力电缆电能损耗的计算	(65)
第三章	无功补偿	(66)
第一节	无功补偿的规划	(66)
一、	无功补偿的基本概念	(66)
二、	电力网中的无功电源	(69)
三、	电力网中的无功负荷	(78)
四、	电力网无功补偿的规划	(81)
五、	无功补偿的方式	(83)
六、	无功补偿的经济当量	(84)
七、	配电网中移相电容器的合理分配	(89)
八、	补偿容量的选择	(92)
第二节	移相电容器	(98)
一、	移相电容器的型号和技术规范	(98)
二、	电容器的运输和保存	(99)
三、	移相电容器的安装	(106)
四、	移相电容器的运行	(110)
五、	移相电容器的试验	(122)
六、	移相电容器的保护装置	(124)
第四章	电度计量	(130)
第一节	仪用互感器	(130)
一、	电压互感器	(130)
二、	电流互感器	(147)
三、	互感器的极性和组别试验	(156)
四、	互感器的误差, 准确等级及综合误差 计算	(160)

第二节	电度表	(168)
一、	电度表的选择和安装	(168)
二、	电度表的正确接线	(171)
三、	电度表的错误接线	(181)
四、	电度计量误接线时的更正率及应加 减电量的计算	(221)
五、	电度表的现场检验	(233)
第三节	专题经验介绍	(258)
一、	简易变电站分线计量的情况介绍	(258)
二、	DW 1—35, DW 2—35, DW 8—35油 断路器附装的套管式电流互感器提高准确 级数的情况介绍	(261)
第五章	降损措施	(274)
第一节	线损电量的组成部份	(274)
第二节	降低线损的组织措施	(275)
第三节	降低线损的技术措施	(279)
第四节	并联变压器的经济运行	(294)
第五节	专题经验介绍一 配电变压器空载自切装置	(299)
附 录		(306)
一、	架空线	(306)
二、	变压器	(319)
三、	互感器	(350)
四、	用有功电度及无功电度计算平均功 率因数	(361)

第一章 管理制度

第一节 线损管理制度（试行）

（电力工业部（79）电生字第19号文件颁发）

一、总 则

第一条：线损率是电力部门的一项重要的技术经济指标，是衡量企业管理水平和贯彻“生产和节约并重”方针的重要标志。各级电力部门（包括农电部门）都要加强对线损管理工作的领导，搞好管理，要采取措施，保证完成国家下达的线损率计划指标。

第二条：各级电力部门应根据本制度，结合具体情况，制订本单位的线损管理制度实施细则。

二、职 责 分 工

第三条：各级电力部门应指定主管生产局长或总工程师负责领导线损管理工作，有关职能部门应设线损专职人，协助局长和总工程师做好线损管理工作。

第四条：计划部门负责搞好电网的合理布局及有功、无功平衡规划；编制线损计划指标，统计和上报指标完成情况。在编制电力系统发展规划和确定新、扩建工程时，应综合考虑降低线损的可能和无功补偿的需要。

第五条：生技部门负责安排有关降损技术措施计划项目

并组织实施。组织研究和推广先进的降损技术，及时解决有关技术问题。

第六条：各级电力调度部门都要根据电力系统的负荷和潮流的变化，及时调整运行方式，做到经济运行；要搞好无功调度，改善电压质量；开展理论计算，提出送变电系统降损措施计划并督促实现。

第七条：用电管理部门要加强用电管理，做好调荷节电，提高设备利用率，提高力率；杜绝窃电，搞好计量管理，严格抄表制度，保证抄表质量。

第八条：电力中心试验所负责电度计量监督和量质传递工作。对发电厂、供电局（电业局）使用的标准电度表、互感器要进行定期校验，并负责对大型发、供电设备和其他重要计量点的电度计量设备，进行必要的抽查，以保证计量装置的精度。组织电度计量技术交流活动，协助各单位做好电度计量管理工作。

三、指 标 管 理

第九条：各级电力部门都要划分线损指标管理范围，实行分级管理。

第十条：网损和地区损失应分别考核。属网局、省局调度的送变电设备（包括调相机）的电量损耗，称为网损。分别由网局、省局调度部门负责管理；属供电局或地区电力局调度范围的送、变、配电设备（包括调相机）的电量损耗，称地区损失，由供电局或地区电力局负责管理。转供、互供和共用线路的损耗由网局、省局根据具体情况合理分摊。其他线损管理的责任范围，应在各级电力部门制定的线损管理制度

度实施细则中予以明确规定。

第十一条：要按月分析线损指标的完成情况，为使分析考核工作不断深入，送变电系统应分压进行，配电系统应分区或作典型线路分析，并逐步做到按线路分析。

第十二条：认真做好线损统计分析工作，及时编送报表，当线损有较大变化时，必须说明原因。

四、用电管理

第十三条：发电厂、变电站的电度表、互感器的接线应正确，误差必须在允许范围内，要定期做母线电量平衡计算，以保证电能计量装置的正确性。

第十四条：新投产的发、供电设备（包括用户变电站）的计量装置应满足计算供、售电量的需要。计量装置不完备或精度不符合要求的设备不能验收投产。为开展分电压、分区、分线统计和分析线损所需要的电度计量装置，新建厂、站由基建单位配备齐全；已运行的厂、站由生产单位逐步补齐。

第十五条：变电站和直接计收电费的用户电度表（包括互感器），由各地供电部门统一管理，定期校验，校验周期可根据部颁《电气测量仪表检验规程》和各网、省局的有关计量规程制订。

第十六条：用户抄表日期的安排（即抄表例日），应尽量使售电量与供电量相对应，月末日二十四点抄表的电量和月末抄表的电量，应占总售电量的主要部分，在条件许可时，还应不断扩大所占的比例。所有的抄表顺序和日期一经确定，不得随意改变。较大的变动，须经主管局长或总工程师

师批准。

第十七条：各级电力部门都要加强用电管理工作，做好用户无功管理，提高无功补偿设备的投入率，认真开展用电普查（营业普查），减少差错，杜绝窃电和违章用电，降低不明损失，正确统计供、售电量。

第十八条：供电部门的生产用电和非生产用电，应严格执行《供用电规划》的规定装表计费。变电站用电，目前仍暂时作为线损处理。但要装表计量，严格管理，并作为电力部门考核变电站的技术经济指标。

五、技 术 措 施

第十九条：各级电力部门都要积极研究各种行之有效的降损技术措施，切实组织好群众性的降损活动，要重点抓好电网的升压改造，简化电压等级；调整电网布局，缩短供电半径，减少线路迂回；合理配置无功补偿设备，适时调整变压器接头，提高电压质量；合理选择导线及变压器容量，搞好经济运行；减少检修停运损失等工作，以降低电网损耗，完成线损率计划。

第二十条：要认真做好线损的理论计算，掌握线损的组成，明确降损重点。一般要求送变电系统每年一次，配电系统每三年进行一次计算。在此时期内，如有必要还可分电压或分地区做典型计算。

第二十一条：根据电网总体规划的要求和线损理论计算的结果，各级电力部门每年应制订降损技术措施计划，并分别纳入基建、大修改进等工程项目安排实施。根据实际情况和有关计算方法，及时统计上报降损节电效果。

六、其 他

第二十二条：要认真总结线损管理经验，积极组织好各种形式的线损专业性交流活动，不断提高线损管理水平。

第二十三条：要把线损管理和降损节电活动作为劳动竞赛评比的内容，应把完成线损计划任务，作为评奖和评选先进的重要条件。

第二节 节约线损电量计算办法（草案）

第一条：为了进一步提高线损管理水平，调动广大群众节约线路损失的积极性，发扬节约一度电的精神，保证线损计划的完成，特制订本办法。

第二条：年度、季度、月度降低线损节约电量按下式计算。

$$\Delta A_{1,} = A (K_1 - K_2) \quad (1-1)$$

式中 $\Delta A_{1,}$ —节约线损电量，度；

A —实际供电量，度；

K_1 —计划线损率；

K_2 —实际线损率。

第三条：建设工程，大修改进工程的节约线损电量，应自投入运行之日算起，计算实际线损电量。

第四条：改变运行方式，如变压器经济运行，按“直流电压降法”强制分配功率等节约线损电量，用改变运行方式前后实际负荷电流计算净值。

第五条：升压及提高电压质量节约线损电量按实际电压提高效果，计算节约电度净值。可按月统计一周年。

变压器倒换分接头提高电压的节约电量，按运行时间内改善电压的实际效果计算净值。节约电量由三部分组成：

(1) 变压器减少铜损电量

$$\Delta A_{c1} = \Delta P_{c1} \left(\frac{I_{\Sigma}}{I_N} \right)^2 \tau T \left[1 - \frac{1}{(1+\alpha)^2} \right] \cdot 10^{-3} \quad (1-2)$$

式中 ΔP_{c1} —变压器额定短路损失，千瓦；

I_{Σ} —倒分接头前实测最大电流，安；

I_N —变压器额定电流，安；

τ —损失率；

T —倒分接头后运行小时数；

α —倒分接头后提高电压百分数。

(2) 变压器增加铁损电量：

$$\Delta A_{c2} \approx 2\alpha \Delta P_{i2} \cdot T \quad (1-3)$$

式中 ΔP_{i2} —变压器额定空载损失，千瓦；

(3) 低压网减少铜损电量：

$$\Delta A_{c3} = 3 (I_{\Sigma 1}^2 - I_{\Sigma 2}^2) r \tau T \cdot 10^{-3} \quad (1-4)$$

式中 $I_{\Sigma 1}$ —倒分接头前实测最大负荷电流，安；

$I_{\Sigma 2}$ —倒分接头后实测最大负荷电流，安；

r —线路一相电阻，欧；

ρ —导线电阻率，欧·毫米²/公里；

(铜：18.8；铝：31.5)

第六条：当年新装、移装之电容器（调相机），计算节约线损电量可按装置时之经济当量及实际运行小时数按月统计一周年。经济当量每年至少计算一次，若运行方式有重大变化时应随时计算。

经济当量的计算可按式进行：

$$C_{11} = \sum \frac{2Q - Q_k}{U^2} R \cdot 10^{-3} \quad (1-5)$$

式中 C_{11} —经济当量，千瓦/千乏；

Q —安装前月平均无功负荷，千乏；

Q_k —电容器运行容量，千乏；

U —线路平均电压，千伏；

R —由电容器安装处（或由电度表安装处）至系统变电站（或发电厂）的网络总电阻，欧。

节约线损电量：

$$\Delta A_{11} = C_{11} Q_k \cdot T \quad (1-6)$$

式中 T —电容器组运行小时数。

调相机应减去本身耗用的电量。

假若计算无功功率经济当量有困难时，可参照下图进行

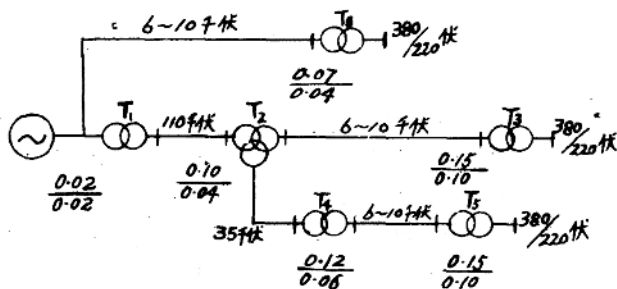


图 1—1 计算无功经济当量时的网络接线图

选择。图中分母是最大负荷时的无功功率经济当量，分子是最小负荷时的无功功率经济当量。

第七条：调整用户负荷节约线路损失电量，可逐月按实际情况计算。

节约线损电量由两部分的差值构成，即调整后高峰负荷时减少的线损电度与低峰负荷时增加的线损电度之差。

$$\begin{aligned}\Delta A_{1,} &= \Delta A_1 - \Delta A_2 \\ &= \left\{ \frac{P_1(2P_1 - P_1) + Q_1(2Q_1 - Q_1)}{U_1^2} - \frac{P_1(2P_2 + P_1) + Q_1(2Q_2 + Q_1)}{U_2^2} \right\} \cdot R \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (1-7)\end{aligned}$$

式中 P_1 、 P_2 —调荷前高峰和低峰的有功负荷，千瓦；
 Q_1 、 Q_2 —调荷前高峰和低峰的无功负荷，千乏；
 P_1 —调整负荷数，千瓦；
 Q_1 —功率因数不变， P_1 变 P_2 时，所引起 Q 的变化值，千乏；

U_1 、 U_2 —高峰和低峰时，线路实际电压，千伏。

R —对于直配用户系由系统变电站（发电厂）到用户入口处的电阻值，对于配电线是由系统变电站（发电厂）至线路末端用户处的电阻值，欧；

T —被调整负荷的实际时间，小时。

假设 $U_1 = U_2 = U$ 时，上式可简化为：

$$\Delta A_{1,} = \frac{2P_1[(P_1 - P_2) - P_1] + 2Q_1[(Q_1 - Q_2) - Q_1]}{U^2} \cdot R \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (1-8)$$

注：均匀分布负荷计算，假定负荷集中分布于线路末端，算出的节约电量乘以 $1/3$ 即得实际节约线损电量。

第八条：调换变压器应计算净节约电量，按月统计一年。

$$\Delta A_{1,2} = \left\{ \left[\Delta P_{k1,1} + \Delta P_{d1,1} \left(\frac{I_{n1}}{I_{N1}} \right)^2 \tau \right] - \left[\Delta P_{k1,2} + \Delta P_{d1,2} \left(\frac{I_{n2}}{I_{N2}} \right)^2 \tau \right] \right\} \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (1-9)$$

式中 $\Delta P_{k1,1}$ 、 $\Delta P_{k1,2}$ —更换前后变压器的额定空载损失；

$\Delta P_{d1,1}$ 、 $\Delta P_{d1,2}$ —更换前后变压器的额定短路损失，千瓦；

I_{N1} 、 I_{N2} —更换前后变压器的额定电流，安；

I_{n1} 、 I_{n2} —更换前后变压器实测最大负荷电流，安；

T —新更换变压器运行小时数；

τ —损失率。

$$\tau = Kf + (1 - K)f^2 \quad (1-10)$$

式中 f —负荷率

$$f = \frac{\sum_{i=1}^{24} I_i}{24 I_N} \quad (1-11)$$

式中 K —常数，一般为 $0.15 \sim 0.2$

当计算有困难时， τ 可参考下数：照明：0.179；动

力：0.49；动力照明合用：0.325。

第九条：低压网均负荷可按实际负荷计算节约线损电量，可逐月按实际统计。

此节约由两部分组成：

(1) 低压线均负荷节约电量。

$$\Delta A_{j,1} = [(I_A^2 + I_B^2 + I_C^2)R + I_0^2 r - 3 \left(\frac{I_A + I_B + I_C}{3} \right)^2 R] T \cdot 10^{-3} \quad (1-12)$$

式中 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 —各相线及零线的均方根电流，若测得的是最大电流，则应考虑损失率的因素，安；

r —零线电阻，欧；

R —三相低压配电网电阻的平均值，欧；

T —均负荷后一个月内实际运行小时。

(2) 配电变压器均负荷节约电量。

$$\Delta A_{j,2} = \Delta P_{s,1} \left\{ \frac{1}{3} (K_1^2 + K_2^2 + K_3^2) - K^2 \right\} \cdot \tau \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (1-13)$$

式中 $\Delta P_{s,1}$ —配电变压器的额定短路损失，千瓦；

$$K_1 = \frac{I_{A,0}}{I_N} ; \quad K_2 = \frac{I_{B,0}}{I_N} ;$$

$$K_3 = \frac{I_{C,0}}{I_N} ; \quad K = \frac{I_{j,0}}{I_N}$$

$I_{A,0}$ 、 $I_{B,0}$ 、 $I_{C,0}$ —变压器均负荷前 A B C 三相实测最