

ICS 29.180

K 41

备案号: 36399-2012

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 985 — 2012

代替 DL/T 985 — 2005

配电变压器能效技术经济评价导则

Guide for determining energy efficiency for distribution transformers

2012-04-06 发布

2012-07-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和符号 1

4 配电变压器能效技术经济评价方法 2

附录 A（资料性附录） 年最大负载损耗小时数 τ 值的计算与取值 7

附录 B（资料性附录） 现值系数（ K_{pv} ）的取值 11

附录 C（资料性附录） 案例 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作标准 第1部分：标准的结构和编写》的要求编写。

本标准实施后代替 DL/T 985—2005《配电变压器能效及经济技术评价导则》。与 DL/T 985—2005 相比，本次修订主要在以下方面有所变化：

- 增加了规范性引用文件；
- 删去了术语和定义中的变压器高峰负载同时系数 RF ；
- 修改了术语和定义中的总拥有费用法定义；
- 修改了综合能效费用的计算公式，区别列出了供电企业 and 非供电企业的综合能效费用的计算方法；
- 删去了供电网附加损耗系数 L ，增加了供电企业平均售电价格；
- 增加了对现有未满足经济使用年限的配电变压器进行更新决策时的设备初始费用的计算方法；
- 修改了资料性附录 A、资料性附录 C，并增加了资料性附录 B。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力变压器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国际铜业协会（中国）、国网电力科学研究院、国网能源研究院、深圳供电规划设计院有限公司、顺特电气设备有限公司、中国电力科学研究院、辽宁省电力公司、吉林电力试验研究院、江苏省电力公司、西安交通大学、广东电网公司电力科学研究院、河南电力试验研究院、上海置信电气股份有限公司、宁波甬嘉变压器有限公司、江苏华鹏变压器有限公司、新疆特变电工股份有限公司新疆变压器厂。

本标准主要起草人：张凌宇、徐德生、张淑珍、蒋丽萍、王耀华、蒋浩、刘燕、王金丽、韩筛根、周志强、敖明、吴浩然、尹克宁、徐林峰、韩金华、凌健、包志明、李超群、孟杰、冯宇。

本标准首次发布时间为 2005 年 11 月 28 日，本次修订为第一次修订。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

引 言

本标准提供了一种用于分析和比较配电变压器能效的技术经济评价方法，目的是为了指导配电变压器用户从经济角度更加直观地了解、评判变压器的节能效益。该方法综合考虑了变压器价格、损耗、负载特点、电价等技术经济指标对变压器经济性的影响，可指导变压器用户全面、正确地认识高效节能变压器的经济性，选择更为经济、合理的配电变压器。

本标准参考了部分国际标准，并结合我国现行国家及行业标准，综合分析和考虑我国配电变压器设备应用的实际情况，同时在 DL/T 985—2005 的基础上完善相关参数的设定，以方便用户进行配电变压器能效的选择与经济评价。

本标准配套计算软件“配电变压器能效技术经济评价”可在中国电力企业联合会标准化管理中心网站 (<http://dls.cec.org.cn>) 自行下载，免费使用。

配电变压器能效技术经济评价导则

1 范围

本标准规定了分析比较配电变压器能效的技术经济评价方法。
本标准适用于 35kV 及以下单相和三相的干式和油浸式配电变压器。
本标准不适用于牵引变压器、试验变压器、接地变压器及改造的变压器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则（IEC 76-1—1993）

GB 1094.2 电力变压器 第 2 部分：温升（IEC 76-2—1993）

GB 1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器（MOD IEC 60076-11：2004）

GB/T 2900.15 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器[neq IEC 50(421)：1900 IEC 50(321)：1986]

3 术语和符号

3.1 术语和定义

GB 1094.1 和 GB/T 2900.15 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

配电变压器经济使用期 economic lifetime of distribution transformer

配电变压器用户对所选用配电变压器经济运行年限的预期。

注：作技术经济评价分析计算时，一般采用 20 年。

3.1.2

变压器年带电小时数 annual operation hours of transformer

指变压器一年中接入电网的时间。

注：变压器年带电小时数通常取 8760h。但也有例外，例如带排灌负载的变压器，这种变压器在一年中有可能部分时间不带电，因此其实际带电时间小于 8760h。

3.1.3

变压器负载率 loading of transformer

指变压器的负载电流与额定电流之比。

3.1.4

年贴现率 annual discount rate

反映投资者对所欲投资项目的预期收益，或对投资回报的基本期望值。

注：该值通常应高于银行的现行贷款利率（至少不低于贷款利率）。年贴现率可根据投资者对投资回报的期望进行取值，包括对未来通货膨胀的综合考虑，也可参照国家发布的行业基准贴现率取值。

3.1.5

等效初始费用 equivalent first cost

将变压器经济使用期各年度损耗费用贴现到变压器投运年份的现值费用之和。

3.1.6

变压器空载损耗等效初始费用系数 **equivalent coefficient of first cost of non-load loss of transformer**
变压器每千瓦空载损耗所产生的等效初始费用值。

3.1.7

变压器负载损耗等效初始费用系数 **equivalent coefficient of first cost of load loss of transformer**
变压器每千瓦负载损耗所产生的等效初始费用值。

3.1.8

综合能效费用 **total owning cost**

变压器的初始投资和在其整个经济使用期内损耗费用贴现值（即等效初始费用）之总和。

3.1.9

综合能效费用法 **TOC method**

在使用同类变压器（油浸或干式、单相或三相、有载调压或无励磁调压）条件下，通过分析计算各可行技术方案的变压器经济使用期的综合能效费用，选择费用最少的方案作为最佳方案的分析方法。

3.1.10

年负载等效系数 **equivalent coefficient of annual load**

将变压器经济使用期各年高峰负载等效到计算基准年的等效系数。

注：年高峰负载是高峰时段负载的平均值。

3.1.11

年最大负载利用小时数 **operation hours at annual peak load**

指变压器一年中输送的电能（kWh）与其年高峰负载（kW）之比。

3.1.12

年最大负载损耗小时数 **load loss hours at annual peak load**

指变压器负载损耗的年电能损耗量（kWh）与其年高峰负载时发生的负载损耗（kW）之比。

3.1.13

负载损耗的温度校正系数 **temperature correction index of load loss**

将负载损耗校正到规定参考温度下的系数。

3.2 符号

H_{py} 变压器年带电小时数

β 变压器负载率

i 年贴现率

EFC 等效初始费用

A 变压器空载损耗等效初始费用系数

B 变压器负载损耗等效初始费用系数

TOC 综合能效费用

PL 年负载等效系数

T_{max} 年最大负载利用小时数

τ 年最大负载损耗小时数

k_t 负载损耗的温度校正系数

4 配电变压器能效技术经济评价方法

4.1 总则

配电变压器能效技术经济评价通过计算配电变压器经济使用期的综合能效费用，对技术上可行的备选方案进行分析与比较，筛选出技术可行、经济最优的方案，即经济使用期综合能效费用最小的配电变

压器。

4.2 基本计算

4.2.1 供电企业的配电变压器综合能效费用的计算

供电企业管辖的公用配电变压器经济使用期综合能效费用包括配电变压器的初始费用、空载损耗的等效初始费用、负载损耗的等效初始费用和由配电变压器损耗增加的上级电网综合投资。其综合能效费用按下式计算：

$$TOC = CI + A(P_0 + K_Q I_0 S_e) + B(P_k + K_Q U_k S_e) + C_N \quad (1)$$

式中：

CI ——设备初始费用，元；

A ——变压器空载损耗等效初始费用系数，元/kW；

B ——变压器负载损耗等效初始费用系数，元/kW；

P_0 ——变压器额定空载损耗，kW；

P_k ——变压器额定负载损耗，kW；

K_Q ——无功经济当量，按变压器在电网中的位置取值，一般 35kV 配电变压器的取值范围为 $0.02 \leq K_Q \leq 0.05$ ，10kV 配电变压器的取值范围为 $0.05 \leq K_Q \leq 0.1$ ；

I_0 ——变压器额定空载电流，%；

U_k ——变压器额定短路阻抗，%；

S_e ——变压器额定容量，kVA；

C_N ——因配电变压器损耗增加的上级电网建设综合投资，元。

供电企业配电变压器综合能效费用的计算可参考附录 C 中的案例 1。

4.2.2 非供电企业的配电变压器综合能效费用的计算

非供电企业的配电变压器经济使用期综合能效费用包括配电变压器的初始费用、空载损耗的等效初始费用、负载损耗的等效初始费用，并与非供电企业基本电费的记取方式有关。

当按照最大需量计算基本电费时，其综合能效费用按下式计算：

$$TOC = CI + AP_0 + BP_k \quad (2)$$

当按照变压器容量计算基本电费时，其综合能效费用按下式计算：

$$TOC = CI + AP_0 + BP_k + 12k_{pv} E_c S_e \quad (3)$$

式中：

k_{pv} ——贴现率为 i 的连续 n 年费用现值系数；

E_c ——企业支付的单位容量电费，即两部制电价中按变压器容量收取的月基本电费，元/kVA；

S_e ——变压器额定容量，kVA。

非供电企业的配电变压器综合能效费用的计算可参考附录 C 中的案例 2。

4.3 供电企业配电变压器损耗系数的计算

4.3.1 供电企业配电变压器损耗费用的构成

计算供电企业配电变压器的损耗费用，应根据变压器经济使用期供电企业的平均购电成本和其电网的网络扩展年平均增量费用来确定。

供电企业平均购电成本是指在变压器经济使用期内，供电企业向发电企业以及输电企业采购电力电量的平均综合购电成本。应根据变压器经济使用期供电企业所在地区的电力市场运行模式、短期及长期购售电合同等情况进行分析预测。

电网年平均增量费用指变压器经济使用期供电企业因电网扩展所增加的单位容量的平均年成本费用，包括新增资产的财务费用、税费、保险费、运行维护费、调试费等。供电企业的电力负载特性、预计的系统最大负载、系统维护、可靠性、现有和未来的电力供需平衡情况等是影响供电企业网络扩展平

均增量费用的主要因素。

当缺乏上述具体的技术经济参数时，可近似使用供电企业平均售电价格计算配电变压器损耗费用。

4.3.2 空载损耗等效初始费用系数的计算

空载损耗等效初始费用系数 A 按下式计算：

$$A = k_{pv} (E_{cn} H_{py} + E_{ca})$$

或

$$A = k_{pv} E_{es} H_{py} \quad (4)$$

$$k_{pv} = \frac{1 - [1/(1+i)]^n}{i} \quad (5)$$

式中：

k_{pv} ——贴现率为 i 的连续 n 年费用现值系数，其取值可参考附录 B；

E_{cn} ——供电企业平均购电成本，元/kWh；

H_{py} ——配电变压器的年带电小时数，通常取 8760h；

E_{ca} ——供电网年平均增量费用，元/kW；

E_{es} ——供电企业平均售电单价，元/kWh；

i ——年贴现率；

n ——配电变压器经济使用期年数。

4.3.3 负载损耗等效初始费用系数的计算

负载损耗等效初始费用系数 B 按下式计算：

$$B = (E_{cn} \tau + E_{ca}) PL^2 k_t$$

或

$$B = E_{es} \tau PL^2 k_t \quad (6)$$

式中：

τ ——年最大负载损耗小时数，h，可参考附录 A 或其他传统计算方法；

k_t ——变压器的温度校正系数，根据电力变压器标准 GB 1094.1、GB 1094.2 和 GB/T 1094.11，可以认为我国变压器（油浸式和干式）铭牌上所标示的额定负载损耗，短路阻抗均为按照其绝缘耐热等级校正到相应参数温度下的数值，因此温度校正系数可取为 1.0；

PL ——变压器经济使用期的年负载等效系数。由于变压器负载损耗随变压器负载电流呈平方关系变化，所以在 B 系数的计算公式中 PL 以平方表示。

PL^2 的计算公式按下式计算（假设变压器在经济使用期内不需要因负载增长太快而被更换）：

$$\begin{aligned} PL^2 &= \sum_{j=1}^n \{ [\beta_0 (1+g)^{(j-1)}]^2 [1/(1+i)^j] \} \\ &= \frac{\beta_0^2}{(1+i)^n} \frac{(1+i)^n - (1+g)^{2n}}{(1+i) - (1+g)^2} \end{aligned} \quad (7)$$

式中：

n ——变压器经济使用期年数；

β_0 ——变压器投运年高峰负载率；

g ——变压器高峰负载年均增长率（预测值）；

i ——年贴现率。

当 $g=0$ （即认为变压器经济使用期内负载不变）时，可简化为下式计算：

$$PL^2 = k_{pv} \beta_0^2 \quad (8)$$

4.3.4 由配电变压器损耗引起的上级电网建设综合投资的计算

由配电变压器损耗引起的上级电网建设综合投资 C_N 按下式计算:

$$C_N = C_{N0}[(P_0 + K_Q I_0 S_e) + \beta_0^2 (P_K + K_Q U_K S_e)] \quad (9)$$

式中:

C_{N0} ——本企业上级电网建设每千瓦综合投资, 元/kW。

4.4 非供电企业的配电变压器损耗系数计算

4.4.1 空载损耗等效初始费用系数 A 的计算

当采用按最大需量计算基本电费时, 按下式计算:

$$A = k_{pv}(E_e H_{py} + 12E_d) \quad (10)$$

当采用按变压器容量计算基本电费时, 按下式计算:

$$A = k_{pv} E_e H_{py} \quad (11)$$

式中:

k_{pv} ——现值系数, 按照式 (5) 计算;

E_e ——企业支付的单位电量电费, 元/kWh;

E_d ——企业支付的单位容量电费, 即两部制电价中按最大需量收取的月基本电费, 元/kW;

H_{py} ——变压器年带电小时数, h。

4.4.2 负载损耗等效初始费用系数 B 的计算

当采用按最大需量计算基本电费时, 按下式计算:

$$B = (E_e \tau + 12E_d) PL^2 k_t \quad (12)$$

当采用按变压器容量计算基本电费时, 按下式计算:

$$B = E_e \tau PL^2 k_t \quad (13)$$

式中:

τ ——年最大负载损耗小时数, h, 其计算可参考附录 A 或其他传统计算方法;

PL ——变压器经济使用期的年负载等效系数, 按照式 (7) 计算;

k_t ——变压器的温度校正系数, 通常取 1.0。

4.5 已运行但未满经济使用年限配电变压器更新时的经济评价

4.5.1 更新决策的原则

在对已运行但未满经济使用年限的配电变压器进行更新决策时, 应按已运行配电变压器可继续使用年限, 计算新配电变压器与已运行配电变压器的综合能效费用 (TOC 值)。如已运行配电变压器的综合能效费用小, 则不应更新; 反之, 应予更新。具体计算过程可以参考附录 C 中的案例 3。

4.5.2 更新配电变压器的综合能效费用的计算

计算更新配电变压器的综合能效费用时, 变压器经济使用年限取已运行配电变压器可继续使用的年限 n_r 。

4.5.3 已运行配电变压器初始费用的计算

已运行配电变压器的初始费用, 取已运行配电变压器当前所剩价值, 按下列平均年限折旧法计算:

$$CI = V_0 \frac{n_r}{n} \quad (14)$$

式中:

V_0 ——已运行配电变压器的购置费用, 元。

4.5.4 拟更新的新配电变压器初始费用的计算

拟更新的新配电变压器初始费用，取新配电变压器在 n_r 年内所消耗的价值，按下列平均年限折旧法计算：

$$CI = V_N \frac{n_r}{n} \quad (15)$$

式中：

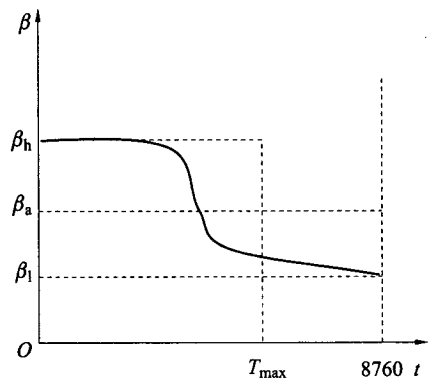
V_N ——新配电变压器的购置费用，元。

附录 A
(资料性附录)

年最大负载损耗小时数 τ 值的计算与取值

A.1 年最大负载损耗小时数 τ 值的计算

τ 值的大小取决于变压器的年最大负载利用小时 T_{\max} 和年持续负载曲线的形状。年持续负载曲线 $\beta = f(t)$ 的一般形状如图 A.1 所示。



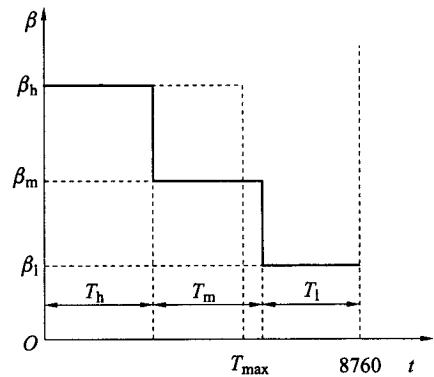
β —变压器的负载率； β_h —变压器年最大负载率，即高峰负载率； β_l —变压器年低谷负载率；
 β_a —变压器年平均负载率； T_{\max} —年最大负载利用小时数，h

图 A.1 变压器年持续负载曲线

变压器年最大负载损耗小时数 τ 值按下式计算：

$$\tau = \frac{\int_0^{8760} \beta^2 dt}{\beta_h^2} \tag{A.1}$$

各种不同性质负载的 $\beta = f(t)$ 曲线形状各异，为简化计算，可用如图 A.2 所示的三段式曲线近似表达变压器的年持续负载曲线。



β_m —变压器平荷时段负载率； T_h —高峰负载持续时间，h；
 T_m —平荷负载持续时间，h； T_l —低谷负载持续时间，h

图 A.2 以三段式近似表达的变压器年持续负载曲线

设定：

$$T_h = T_m = T_l = H_{py} / 3 \tag{A.2}$$

在 β_h 为给定数值的条件下，三段式年持续负载曲线的具体参数由年最大负载利用小时数 T_{max} 及低谷负载率与高峰负载率的比值 L （简称谷峰比）所确定：

$$L = \frac{\beta_l}{\beta_h} \tag{A.3}$$

当 H_{py} 取 8760h，采用三段式年持续负载曲线时 τ 值与 T_{max} 、 L 的关系列于表 A.1 中。

表 A.1 采用三段式年负载曲线时不同 T_{max} 、 L 值对应的 τ 值

L	T_{max} h								
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	7500	8000
0	—	—	2922	3319	4402	—	—	—	—
0.05	—	—	—	3226	4208	—	—	—	—
0.1	—	—	—	3162	4044	5611	—	—	—
0.2	—	—	—	—	3803	5170	—	—	—
0.3	—	—	—	—	3679	4846	—	—	—
0.4	—	—	—	—	—	4639	6291	—	—
0.5	—	—	—	—	—	4549	6001	—	—
0.6	—	—	—	—	—	—	5827	—	—
0.7	—	—	—	—	—	—	—	6553	—
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	7367
0.85	—	—	—	—	—	—	—	—	7341
0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：当 T_{max} 和 L 值为表列相邻行（列）的中间值时，可用插入法求取 τ 的近似值。

当 $T_{max} > \frac{2+L}{3} H_{py}$ 或 $T_{max} < \frac{1+2L}{3} H_{py}$ 时，三段式曲线不适用，可采用二段式曲线近似表达年持续负载曲线，如图 A.3 所示。

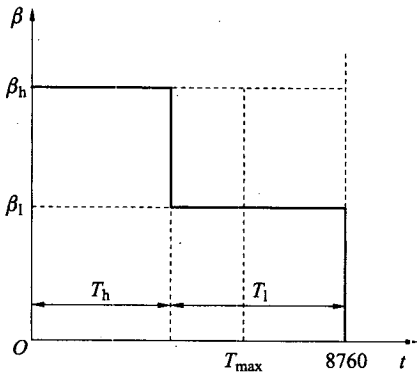


图 A.3 以两段式近似表达变压器年持续负载曲线

当 H_{py} 取 8760h，采用两段式负载曲线时 τ 值与 T_{max} 、 L 的关系列于表 A.2 中。

注：在实际应用中，可先按表 A.1 取 τ 值，如无法取值，再按表 A.2 取 τ 值。

表 A.2 采用二段式年负载曲线时不同 T_{\max} 、 L 值对应的 τ 值

L	T_{\max} h								
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8760
0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8 000	8760
0.05	612	1662	2712	3762	4812	5862	6912	7962	8760
0.1	224	1324	2424	3524	4624	5724	6824	7924	8760
0.2	—	648	1848	3048	4248	5448	6648	7848	8760
0.3	—	—	1272	2572	3872	5172	6472	7772	8760
0.4	—	—	—	2096	3496	4896	6296	7696	8760
0.5	—	—	—	—	3120	4620	6120	7620	8760
0.6	—	—	—	—	—	4344	5944	7544	8760
0.7	—	—	—	—	—	—	5768	7468	8760
0.8	—	—	—	—	—	—	—	7392	8760
0.9	—	—	—	—	—	—	—	7316	8760
1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	8760
注：当 T_{\max} 和 L 值为表列相邻行（列）的中间值时，可用插入法求取 τ 的近似值。									

A.2 年最大负载利用小时数 T_{\max} 的取值

年最大负载利用小时数 T_{\max} 按下式计算：

$$T_{\max} = \frac{E}{P_h}$$

(A.4)

式中：

E ——变压器全年传输的总电量，kWh；

P_h ——年高峰时段平均负载值，kW。

如无法确定上述参数，可采用表 A.3 所列的典型值。

A.3 配电变压器负载谷峰比（ L ）的取值

配电变压器负载谷峰比 L 按下式计算：

$$L = \frac{P_l}{P_h} = \frac{E_l}{E_h}$$

(A.5)

式中：

P_l ——全年低谷时段平均负载值，kW；

P_h ——全年高峰时段平均负载值，kW；

E_l ——全年低谷时段总电量，kWh；

E_h ——全年高峰时段总电量，kWh。

如无法确定上述参数，可视具体情况按经验取值。对于三班连续用电的工业负载，一般可取 $0.5 \leq L \leq 0.7$ ；对于一班、二班用电的工商企业，一般可取 $0 \leq L \leq 0.15$ ；对于城乡生活用电， L 值一般可取为 0.1。

表 A.3 不同用电行业的最大负载利用小时数及 τ 的典型值

用电行业名称	T_{\max} h	班次	L	τ h
有色电解	7500	三班	0.7	6543
化工	7300	三班	0.7	6220
石油	7000	三班	0.6	5825
有色冶炼	6800	三班	0.6	5519
黑色冶炼	6500	三班	0.6	5116
纺织	6000	三班	0.5	4546
有色采选	5800	三班	0.5	4320
机械制造	5000	二班	0.1	4047
食品工业	4500	二班	0.1	3513
农村企业	3500	二班	0	3040
农村灌溉	2800	一班	0	2800
城市生活	2500	一班	0.1	1874
农村生活	1500	一班	0.1	774

附 录 B
(资料性附录)
现值系数 (K_{pv}) 的取值

B.1 现值系数 (K_{pv}) 列表

不同运行年限与年贴现率情况下现值系数 (K_{pv}) 的取值见表 B.1。

表 B.1 不同运行年限与年贴现率情况下现值系数 (K_{pv}) 的取值

运行 年限	年贴现率 i						
	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
1	0.952 4	0.943 4	0.934 6	0.925 9	0.917 4	0.909 1	0.900 9
2	1.859 4	1.833 4	1.808 0	1.783 3	1.759 1	1.735 5	1.712 5
3	2.723 2	2.673 0	2.624 3	2.577 1	2.531 3	2.486 9	2.443 7
4	3.546 0	3.465 1	3.387 2	3.312 1	3.239 7	3.169 9	3.102 4
5	4.329 5	4.212 4	4.100 2	3.992 7	3.889 7	3.790 8	3.695 9
6	5.075 7	4.917 3	4.766 5	4.622 9	4.485 9	4.355 3	4.230 5
7	5.786 4	5.582 4	5.389 3	5.206 4	5.033 0	4.868 4	4.712 2
8	6.463 2	6.209 8	5.971 3	5.746 6	5.534 8	5.334 9	5.146 1
9	7.107 8	6.801 7	6.515 2	6.246 9	5.995 2	5.759 0	5.537 0
10	7.721 7	7.360 1	7.023 6	6.710 1	6.417 7	6.144 6	5.889 2
11	8.306 4	7.886 9	7.498 7	7.139 0	6.805 2	6.495 1	6.206 5
12	8.863 3	8.383 8	7.942 7	7.536 1	7.160 7	6.813 7	6.492 4
13	9.393 6	8.852 7	8.357 7	7.903 8	7.486 9	7.103 4	6.749 9
14	9.898 6	9.295 0	8.745 5	8.244 2	7.786 2	7.366 7	6.981 9
15	10.379 7	9.712 2	9.107 9	8.559 5	8.060 7	7.606 1	7.190 9
16	10.837 8	10.105 9	9.446 6	8.851 4	8.312 6	7.823 7	7.379 2
17	11.274 1	10.477 3	9.763 2	9.121 6	8.543 6	8.021 6	7.548 8
18	11.689 6	10.827 6	10.059 1	9.371 9	8.755 6	8.201 4	7.701 6
19	12.085 3	11.158 1	10.335 6	9.603 6	8.950 1	8.364 9	7.839 3
20	12.462 2	11.469 9	10.594 0	9.818 1	9.128 5	8.513 6	7.963 3

附录 C
(资料性附录)
案 例

C.1 案例 1

某城市居民小区准备安装 1 台某系列 10kV 油浸式配电变压器 (Dyn11 结线)。当前, 配电变压器高峰负载约 400kVA, 高峰负载年增长率按 1%考虑, 在 500kVA、630kVA、800kVA 三种容量中, 按照本标准可选择最经济配电变压器容量, 选择步骤如下。

步骤 1: 确定相关技术经济参数。

a) 根据所选择的配电变压器铭牌及报价, 获得相关参数见表 C.1。

表 C.1 三种容量配电变压器的基本参数和价格

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器额定容量 S_e	kVA	500	630	800
额定空载损耗 P_0	kW	0.48	0.57	0.7
额定负载损耗 P_k	kW	5.41	6.2	7.5
额定空载电流 I_0	%	0.16	0.16	0.16
额定短路阻抗 U_k	%	4	4.5	4.5
购置费用 CI	元	73 100	92 000	112 000

注: 表中购置费用仅供参考, 在实际工程中以厂方报价为准。

b) 确定相关经济参数, 见表 C.2。

表 C.2 三种容量配电变压器的经济参数

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器容量 S_e	kVA	500	630	800
经济使用期 n	年	20		
贴现率 i	%	8.0		
售电单价 E_{es}	元/kWh	0.6		

c) 根据用电性质和本企业情况, 按表 A.3 确定相关运行参数, 确定的参数见表 C.3。

表 C.3 三种容量配电变压器的运行参数

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器容量 S_e	kVA	500	630	800
初始年高峰负载率 β_0	%	80	63.5	50
高峰负载年增长率 g	%	1.0		
年带电小时数 H_{py}	h	8760		

表 C.3 (续)

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
年最大负载利用小时数 T_{\max}	h	2500		
年最大负载损耗小时数 τ	h	1874		
上级电网综合投资 C_{N0}	元/kW	3000		
无功经济当量 K_Q	kW/kvar	0.05		

步骤 2：分析计算。

- a) 根据式 (5) 计算现值系数 K_{pv} 为 9.818 1。
- b) 根据式 (7) 计算配电变压器经济使用期的年负载等效系数 PL^2 ，见表 C.4。

表 C.4 三种容量配电变压器的年负载等效系数

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器容量 S_e	kVA	500	630	800
$PL^2 = 11.362\beta_0^2$	—	7.272	4.581	2.841

- c) 根据式 (4) 及式 (6) 计算系数 A 、 B ，见表 C.5。

表 C.5 三种容量配电变压器的系数 A 和系数 B 的计算

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器容量 S_e	kVA	500	630	800
系数 A	—	51 603.9	51 603.9	51 603.9
系数 $B=1124.4PL^2$	—	8176.3	5151.4	3193.9

- d) 根据式 (1) 和式 (9) 计算三种容量配电变压器的 TOC 值，见表 C.6。

表 C.6 三种容量配电变压器的 TOC 值

参 数	单 位	类型 A	类型 B	类型 C
配电变压器容量 S_e	kVA	500	630	800
C_N	元	13 867	11 076	9267
TOC	元	166 211	174 332	190 396

步骤 3：根据计算结果，进行方案选择。

选用 500kVA 的配电变压器最经济。

由于居民小区的负载特性决定了配电变压器最大负载利用小时数较低，配电变压器的综合经济性要由初始投资和空载损耗决定，应选用满足负载需要的容量较小的配电变压器。

若本案例中调整为纺织企业，则其年最大负载利用小时数 T_{\max} 调整为 6000h，年最大负载损耗小时 τ 值为 4546h。依据非供电企业配电变压器经济使用期综合能效费用计算式，按最大需量交基本电费。其中单位电量电费 0.6 元/kWh，单位容量电费 20 元/kW。可计算得三种配电变压器的 TOC 值分别为 215 746 元、207 052 元、212 993 元，则应选用 630kVA 配电变压器。

C.2 案例 2

某有色冶炼企业准备安装 1 台额定容量为 1000kVA 的油浸式变压器（Yyn0 结线），在 A、B、C、D 四种型号的变压器中优选。变压器的年高峰负载率为 0.8，经济使用期内不考虑负载增长。

步骤 1：确定相关技术经济参数。

a) 根据厂方资料及报价，获得变压器的相关参数见表 C.7。

表 C.7 不同损耗配电变压器的基本参数和价格

参 数	单 位	配电变压器型号			
		A 型	B 型	C 型	D 型
额定容量 S_e	kVA	1000	1000	1000	1000
额定空载损耗 P_0	kW	1.65	1.15	0.83	0.45
额定负载损耗 P_k	kW	10.3	10.3	10.3	10.3
额定空载电流 I_0	%	0.7	0.4	0.14	0.1
额定短路阻抗 U_k	%	4.5	4.5	4.5	4.5
购置费用 CI	元	73 000	81 000	92 000	106 000

注：表中购置费用仅供参考，在实际过程中以厂方报价为准。

b) 确定相关的经济参数，见表 C.8。

表 C.8 不同损耗配电变压器的经济参数

参 数	单 位	配电变压器型号			
		A 型	B 型	C 型	D 型
经济使用期 n	年	20			
贴现率 i	%	8.0			
单位电量电费 E_e	元/kWh	0.6			
单位容量电费 E_d	元/kW	20			

注：用户电费计量方式按最大需量考虑。

c) 根据用电性质，按表 A.3 确定相关运行参数，见表 C.9。

表 C.9 不同损耗配电变压器的运行参数

参 数	单 位	配电变压器型号			
		A 型	B 型	C 型	D 型
初始年高峰负载率 β_0	%	80			
高峰负载年增长率 g	%	0			
年带电小时数 H_{py}	h	8760			
年最大负载利用小时 T_{max}	h	6800			
年最大负载损耗小时 τ	h	5519			

步骤 2：分析计算。

a) 根据式 (5) 计算得现值系数 K_{pv} 为 9.818 1。

b) 根据式 (10) 和式 (12) 计算系数 A 、 B 。

$A=53\,960\text{ 元/kW}$

$B=22\,315\text{ 元/kW}$

c) 根据式 (2) 计算各型号 1000kVA 配电变压器的 TOC 值，见表 C.10。

表 C.10 不同损耗配电变压器的 TOC 值

参 数	单 位	配电变压器型号			
		A 型	B 型	C 型	D 型
TOC	元	391 900	372 900	366 600	360 100

步骤 3：根据计算结果，进行方案选择。

由于各型配电变压器的额定负载损耗值相同，因此，各方案的综合经济性取决于配电变压器的初始投资、空载损耗和电价水平。按案例 2 所给条件，选用 D 型最经济。

C.3 案例 3

某农村居民用电区，15 年前安装了 1 台 S7-500/10，500kVA 油浸式变压器，用 S11 型同容量变压器予以更新是否合理？

步骤 1：确定相关技术经济参数。

a) 变压器的相关参数见表 C.11。

表 C.11 两种配电变压器的基本参数和价格

参 数	单 位	配电变压器型号	
		S7	S11
额定容量 S_e	kVA	500	500
额定空载损耗 P_0	kW	1.08	0.68
额定负载损耗 P_k	kW	6.9	5.15
额定空载电流 I_0	%	1.4	0.6
额定短路阻抗 U_k	%	4.0	4.0
新变压器购置费用 V_N	元	—	64 980
已运行变压器当前价值 CI	元	14 500	—
变压器初始费用 CI	元	14 500	16 245
注 1：S7 型变压器当前价值按 5 年剩余价值估算；			
注 2：S11 型变压器购置费用为参考值；			
注 3：初始费用按式 (14) 和式 (15) 计算。			

b) 确定相关的经济参数，见表 C.12。

表 C.12 两种配电变压器的经济参数

参 数	单 位	配电变压器型号	
		S7	S11
经济使用期 n	年	5	
贴现率 i	%	8.0	
售电单价 E_{es}	元/kWh	0.6	

c) 根据用电性质和本供电企业情况，按表 A.3 确定相关运行参数，见表 C.13。

表 C.13 两种配电变压器的运行参数

参 数	单 位	配电变压器型号	
		S7	S11
初始年高峰负载率 β_0	%	70	
高峰负载年增长率 g	%	0	
年带电小时数 H_{py}	h	8760	
年最大负载利用小时 T_{max}	h	1500	
年最大损耗小时 τ	h	774	
上级电网单位容量综合投资 C_{N0}	元/kW	3000	
无功经济当量 K_Q	kW/kvar	0.05	

步骤 2：分析计算。

a) 根据式 (5)，计算得现值系数 K_{pv} 为 3.992 7。

b) 根据式 (7)，计算得变压器经济使用期的年负载等效系数 PL^2 ，见表 C.14。

表 C.14 两种配电变压器的年负载等效系数

参 数	配电变压器型号	
	S7	S11
$PL^2 = K_{pv} \beta_0^2$	1.956 4	

c) 根据式 (4) 及式 (6) 计算出系数 A 、 B ，见表 C.15。

表 C.15 两种配电变压器的系数 A 和系数 B 的计算

参 数	配电变压器型号	
	S7	S11
系数 A	20 986	
系数 B	909	

d) 根据式 (1) 和式 (9) 计算出两种型号配电变压器的 TOC 值，见表 C.16。

表 C.16 两种配电变压器的 TOC 值

参 数	单 位	配电变压器型号	
		S7	S11
C_N	元	15 903	11 532
TOC	元	67 594	50 785

步骤 3：根据计算结果进行方案选择。

S11 型配电变压器的 5 年综合费用比 S7 型配电变压器节约 16 809 元。该农村 S7 型配电变压器应升级为 S11 型配电变压器。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
配电变压器能效技术经济评价导则

DL/T 985—2012
代替 DL/T 985—2005

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2012年7月第一版 2012年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 37千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·932 定价 13.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.932

上架建议：规程规范/
电力工程/输配电