

DL/T 985 — 2012

《配电变压器能效技术经济评价导则》

培训教材

电力行业电力变压器标准化技术委员会 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DL/T 985 — 2012

**《配电变压器能效技术经济评价导则》
培训教材**

电力行业电力变压器标准化技术委员会 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为指导配电变压器用户从经济角度更加直观地了解、评判配电变压器的节能效益，电力行业电力变压器标准化技术委员会在总结标准实施过程中的实际经验，并广泛征求标委会委员和使用单位专家意见的基础上，组织编写辅导教材。

DL/T 985—2012《配电变压器能效技术经济评价导则》（简称“导则”）综合考虑了变压器价格、损耗、负荷特点、电价等技术经济指标对变压器经济性的影响，指导变压器用户全面、正确地认识节能变压器的技术性和经济性，选择更为经济、合理的配电变压器。“导则”为各行业的配电变压器用户在配电变压器采购或老旧配电变压器节能改造中进行综合成本与效益评价时提供依据，并为配电变压器的设计、制造提供一定参考。

本教材对“导则”原文进行了逐条注释，以帮助读者正确理解、准确把握相关要求。

图书在版编目（CIP）数据

DL/T 985—2012《配电变压器能效技术经济评价导则》培训教材 / 电力行业电力变压器标准化技术委员会编. —北京：中国电力出版社，2015.4

ISBN 978-7-5123-5601-6

I. ①D… II. ①电… III. ①配电变压器—经济评价—技术培训—教材 IV. ①TM421

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 035562 号

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

各地新华书店经售

*

2015 年 4 月第一版 2015 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.875 印张 43 千字

印数 0001—3000 册 定价 10.00 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

本书编写委员会

组 长 伍志荣

主 编 张凌宇

副 主 编 张淑珍

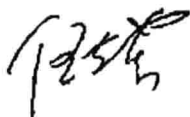
编写组成员	付锡年	李光范	李 龙	皇甫学真
	徐德生	王世阁	王延峰	凌 慇
	刘 辉	姜益民	鲁 莽	吴锦华
	刘孝为	梁文进	徐建刚	程焕超
	聂德鑫	陈江波	程军照	蔡胜伟

序

电力变压器是电网的重要设备。为了帮助从事电力变压器运行、检修、维护和管理等工作的工程技术人员进一步了解相关标准、掌握标准、更好地使用标准，电力行业电力变压器标准化技术委员会专门组织有一定实践经验的资深人士，为一些重要标准编写了辅导教材。

本次一共编写了 DL/T 985—2012《配电变压器能效技术经济评价导则》四项标准的辅导教材，供大家参考使用。今后电力行业电力变压器标委会还将继续进行此项工作，以满足电力变压器专业技术人员对相关标准的不断需求。

在编写过程中，得到了中国电力企业联合会的大力支持和协助，同时也得到了电力系统知名专家的指导，在此一并表示感谢！



2014 年 12 月

前 言

本教材是 DL/T 985—2012《配电变压器能效技术经济评价导则》的学习辅导教材。本教材中，详细介绍了配电变压器能效技术经济评价方法中关于综合能效费用法的定义、评价原则和依据、应用范围、规范性引用文件以及相关术语和定义，解释了供电企业用户和非供电企业用户在申请配电变压器能效技术经济评价方法时，所应考虑的各种因素，包括技术参数、经济参数、运行参数的选择和工程上的计算方法，并对标准附录中的参数计算过程和案例进行了详细的说明。

本教材的核心思想是帮助变压器用户根据设备自身运行工况和技术特点，分析计算各种变压器的运行损耗及其损耗电费，帮助用户分析节能变压器的节能价值及其带来的经济效益，促进节能变压器发挥最大经济效益的目的。评价的方法主要通过计算变压器采购及运行期间的综合能效费用来体现，这种思路和方法来自美国电力公司于 20 世纪 70 年代提出的“TOC 法”（总拥有费用法）。

TOC 法提出应在综合考虑变压器初始购置费用和货币的时间价值，并将使用期限内的损耗费用折算成等价现值后，分析变压器的经济效益。

TOC 法于 1981 年发展成为美国的工业标准。美国电器制造商协会（NEMA）进一步推动此方法的应用，并在 1996 年颁布了 NEMA-TP1-1996 标准，细化了 TOC 法主要参数的计算。我国电力行业于 2002 年采用了 TOC 法的基本思路和原则，根据国内用

户选购变压器时所考虑的各种因素和实际情况,对 TOC 法的公式和参数做出调整后,于 2005 年发布了 DL/T 985 标准,并在标准实施过程中搜集各方意见,对 TOC 法进一步优化调整,于 2011 年完成标准的修订。

在 DL/T 985—2012 修订过程中,为了使配电变压器用户更好的运用本标准中的方法,并方便计算相关参数,在中国电力企业联合会标准化管理中心的指导下,电力行业电力变压器标准化技术委员会在国际铜业协会(中国)和顺特电气设备有限公司的协助下,开发了标准的配套辅助计算软件,经过试用和反复修改后,将这套软件挂在中国电力企业联合会的网站上(<http://dls.cec.org.cn>)供免费下载使用。本教材在最后章节里介绍了此软件的开发原则和使用方法。

为了使配电变压器用户更好地理解并使用 DL/T 985—2012 标准,电力行业电力变压器标准化技术委员会组织编写了本教材,对新“导则”的内容进行了详细阐述,对重要问题进行了细致的解释。

本教材分为两部分,第一部分为绪论,第二部分为标准相关条文的解读。

由于编者水平有限,教材中难免存在疏漏或不妥之处,为了今后能更好地改进我们的工作,希望广大读者提出宝贵意见和建议,并反馈至电力行业电力变压器标准化技术委员会秘书处(武汉市洪山区珞喻路 143 号,430074)。

电力行业电力变压器标准化技术委员会

2014 年 12 月

目 录

序

前言

第一部分 绪论	1
第二部分 标准相关条文的解读	5
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和符号	6
4 配电变压器能效技术经济评价方法	11
附录 A 年最大负载损耗小时数 τ 值的计算与取值	20
附录 B 现值系数(K_{pv})的取值	27
附录 C 案例	28
第三部分 标准配套软件用户使用说明	37

第一部分

绪 论

本辅导教材依据 DL/T 985—2012《配电变压器能效技术经济评价导则》内容编写，全文分为三部分：第一部分介绍了本标准制定的原则、依据，制定的过程，以及与 2005 版标准的差异；第二部分详细解读了本标准的各项条文，包括调整的术语、计算方法，并增加了案例解释；第三部分介绍了本标准配套软件的使用方法和操作流程。

以下分别对标准的相关部分进行解读。

一、标准的编写原则和依据

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。

本标准的核心思想与原则参考了国际上的部分标准和方法，主要来自于美国国家电器制造商协会（NEMA）在 1996 年发布的 NEMA TP1—1996《配电变压器能效评价导则》（Guide for determining energy efficiency for distribution transformers）及其修订版 NEMA TP1—2002 标准。在 NEMA 标准中，采用总拥有费用法，即 TOC 法（Total Owning Cost）。TOC 法是美国电力公司要求所设计采购的配电变压器具有最低的服务年限费用，即变压器在全部服务年限下的采购费用和运行费用综合最低。TOC 法及其相似方法在美国和欧洲等地区成为电力公司在采购变压器中的基本方法，并沿用至今。

结合 TOC 法对变压器运行期间的经济要素进行考虑，并基于我国现行国家及行业技术标准（包括变压器现行标准，如 GB 1094

系列标准,以及 GB 20052 三相配电变压器能效标准)、变压器试验标准,以及与产品质量、安全等性能技术规范要求相衔接,进一步综合分析我国配电变压器设备运行应用的实际情况,在吸收 2005 年版本(DL/T 985—2005)实际使用中的反馈意见后,于 2010 年电力行业电力变压器标准化委员会立项开展本标准的修订。本标准于 2011 年 5 月完成修订并报批,2012 年 4 月 6 日由国家能源局颁布,2012 年 7 月 1 日予以正式实施。

与 TOC 法的概念类似的,考虑变压器购置费用和变压器运行费用,国内外常用的还有寿命周期成本法(Life Cycle Cost),英文称为 LCC 法。LCC 法一般应用于电力变压器的综合管理,其概念包含制造成本(或投资成本)、运行成本外,还包含报废成本,其含义较 TOC 法有更加广泛的内容。其中,制造成本(或投资成本)包含设计、制造、试验、安装、基建等费用;运行成本包含运行、维护、能耗、保险、检修、故障停电、可靠性等成本;报废成本包含处置成本和残值。LCC 法的宗旨与 TOC 法一样,都是在满足技术及可靠性的基础上,优化设备成本管理,选择综合投资成本最小的变压器。

二、本修订标准与原标准的主要变化

本次修订与原标准相比,进一步简化了部分参数的设定和计算,调整了综合能效费用的计算公式,增加了老旧变压器替换的评价方法。主要变化体现在以下几个方面:

(1) 按照标准的编写格式要求,增加了规范性引用文件。

(2) 删去了术语和定义中的变压器高峰负载同时系数(RF)。高峰负载同时系数反映了变压器负载与其所在电网最大负荷的分散度指标,用户不易获得相关数据信息,且对综合能效费用法的计算结果无较大影响,因此本次修订将其取消。

(3) 修改了术语和定义中的总拥有费用法定义,采用“综合能效费用法”,作为术语定义。“总拥有费用法(Total Owning Cost)”是国外资料中 TOC 法的直译,修改为“综合能效费用法”

更加符合国内用户对于这一方法的字面理解。但是标准中“综合能效费用法”的英文定义不便，依然为 TOC 法，这是为了方便国内外关于这一概念的交流，不会产生其他歧义。

(4) 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。在供电企业的公式中，增加了无功损耗对于综合费用的影响；在非供电企业的公式中，区别列出按照最大需量计算基本电费和按照变压器容量计算基本电费时的综合能效费用的计算方式。

(5) 删去了供电网附加损耗系数 (L)，调整并增加了供电企业平均售电价格。在计算供电企业配电变压器的损耗费用时，应根据变压器经济使用期间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。电网年平均增量费用指变压器经济使用期间，供电企业因电网扩展所产生的单位增量容量的平均年费用，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。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取代供电网附加损耗系数，简化了计算过程，以方便计算变压器损耗费用。

(6) 增加了对现有未满足经济使用年限的配电变压器进行替换更新决策时的设备初始费用的计算方法。对于旧变压器的价值采用直线法折旧，以比较替换后的相同使用期下，新旧变压器各自的综合能效费用，以选择最经济的方案。

(7) 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。附录 A 中，修改了年最大负载损耗小时数的计算；附录 B 中，增加并调整了现值系数的取值；附录 C 中，列出了三个评价案例，分别是不同容量变压器的选择、不同损耗变压器的选择，以及老旧变压器替换的决策。

三、修订的主要过程

本标准是在 2005 年版本的基础上进行修订。

2009 年 10 月底，电力行业电力变压器标准化技术委员会在

上海市召开了“2009年度工作会议”，会议认为 DL/T 985—2005《配电变压器能效技术经济评价导则》应该进行修订，并申报修订计划。根据国家能源局下达的 2010 年电力行业标准制修订计划，中国电力企业联合会标准化中心将电力行业标准《配电变压器能效技术经济评价导则》的修订工作，下达给电力行业变压器标准化技术委员会（DL/TC02）（以下简称标委会），项目编号为能源 20100249。

2010 年 4 月 7 日～9 日，标委会在无锡市召开了“2010 年度第一次电力变压器标准化工作会议”，成立了本标准修订的工作组。在此次工作会议后，标准修订工作组根据各方对标准修订的意见和反映，分别于 2010 年 7 月 20 日（于北京），2010 年 11 月 3 日～5 日（于西安）召开两次标准修订的讨论会。

2010 年 12 月 18 日～21 日，标委会在北京召开《配电变压器能效技术经济评价导则》的电力行业标准审查会。与会评审专家听取了修订小组关于标准修订中的调研成果、标准修订中增加和调整的条款等阐述，肯定了标准的修订内容和积极作用。标准修订工作组进一步根据会议审查意见，修改并完善，于 2011 年 5 月 5 日完成标准报批。2012 年 4 月 6 日，本标准由国家能源局颁布，2012 年 7 月 1 日予以正式实施。

第二部分

标准相关条文的解读

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。

【条文解读】

本标准适用于不同额定损耗的配电变压器综合能效费用的比较。本标准中所引入的技术经济评价的思想方法，除适用与配电变压器的选型决策外，也可以作为电力变压器综合能效费用比较的参考。在应用综合能效费用法比较不同的技术经济方案时，由于变压器的制造工艺和使用环境不同，其制造成本存在较大的差异，因此本标准要求在相同电压、相同相数、相同绝缘方式的前提下进行比较，即 10kV 与 10kV 比较，三相与三相比，油浸式与油浸式比较（或干式与干式比较），以更好公平地体现同类变压器中不同损耗参数对配电变压器的使用运行中产生的经济效益（费用）的差异。

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）适用于本标准。

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]

【条文解读】

以上规范性引用文件是采用技术经济评价方法的前提，即在满足各项变压器制造工艺、型式试验要求、质量、安全等性能技术条件的基础和前提上，采用本标准方法用于经济性的评价。

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，例如带排灌负荷的变压器，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值。

【条文解读】

变压器的负载率一般指变压器的平均负载率，指一定时间内，变压器平均输出的视在功率与变压器额定容量之比。

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。

【条文解读】

贴现率通常用于财经预测，企业财经管理和特定融资实务中的测算用字。例如，用适当的贴现率来预测经济发展、企业财务成长测算、投资预测与回报测算、资产评估与企业价值评估等。贴现率的确定均以相关年金期限和贴现率用途目的等情况，以利率为基准调节相关因素（系数）而得，一般由企业单方自行估计确定。

贴现率是现代经济学中的一个极重要的基本概念，它解决了未来经济活动在今天如何评价的问题。贴现率为正值，说明未来一块钱不论是损失还是收益，没有现在的一块钱重要；而且时间隔得越长，未来的价值越低。举例说，今天投资 100 万元的项目，将来如能收回 200 万元，也不能证明此项投资一定有效。如果这回收的 200 万元要等 50 年之后，今天衡量的价值就远低于 100 万元。这是由于当利率是 3% 时，100 万元存银行，50 年内得到

的利息也将达 338 万元（当利率为 2% 时，50 年的利息为 169 万元）。可见 50 年后回收 200 万元的投资与存银行得利息相比不值得去做。

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。

【条文解读】

在比较变压器各年产生的损耗费用时，需要将各年度损耗费用折算到初始年份（即投运年份）进行比较。本定义引入货币的时间价值，采用现值概念（现值也称折现值或在用价值，可以理解为：成本或收益的价值以今天的现金来计量时的价值），将未来运行各年的损耗费用转换成初始年份的损耗费用，从而进行初始年损耗费用的比较。

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。

【条文解读】

根据计算公式中的变量定义，变压器空载损耗等效初始费用系数在所比较的方案中，由于变压器年带电小时数一般相同、电费相同、使用寿命期相同，因此系数计算值是一固定值。

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。

【条文解读】

根据计算公式中的变量定义，变压器负载损耗等效初始费用系数在所比较的方案中，在电费与使用寿命等相同的条件下，数值主要基于变压器的年最大负载损耗小时数的改变而改变。

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。

【条文解读】

本标准中，采用“综合能效费用”的术语定义替换 2005 版标准中的“总拥有费用”定义，但保持了两者英文翻译用词的一致，是在满足国际交流时，使国内用户更加容易地从字面理解本术语定义的含义。

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。

【条文解读】

本术语定义，采用“综合能效费用法”的术语定义替换 2005 版标准中的“总拥有费用法”定义。同时强调了本方法使用的条件，即要求在同类变压器中进行综合能效费用的比较。

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率等效到计算基准年的等效系数。