

BIANDIAN GONGCHENG
QUAN SHOUMING ZHOUQI CHENGBEN PINGJIA

刘志斌 姚建刚 颜勇 汪觉恒 张吉栋 著

变电工程全寿命周期 成本评价



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

BIANDIAN GONGCHENG
QUAN SHOUMING ZHOUQI CHENGBEN PINGJIA

刘志斌 姚建刚 颜勇 汪觉恒 张吉栋 著

变电工程全寿命周期

成本评价
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书引入全寿命周期成本管理(LCC)的概念,提出变电工程全寿命周期管理新方法,结合变电工程项目展开,有效地解决了实际工程项目成本管理的优化问题。本书主要内容包括全寿命周期成本管理基本理论及应用概况,变电工程项目全寿命周期成本分析、评价与估算,变电工程设计LCC优化创新方法研究,LCC创新方法的实现与应用软件设计,变电工程全寿命周期管理的保障措施,LCC理念在变电站新技术中的应用,变电工程全寿命周期成本管理的实践应用范例等。

本书内容涉及多个学科,知识面广,系统性强,有一定的理论深度和较强的实用性和专业性,可以作为高等院校电气工程类、工程科学类、能源动力类专业学生的教材和科研院所研究人员的自学教材,也可以作为电力行业从事经济管理、规划设计、运行维护、计划财务和工程技术等工作人员开展项目成本管理的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

变电工程全寿命周期成本评价 / 刘志斌等著. —北京: 中国电力出版社, 2012.5

ISBN 978-7-5123-3121-1

I. ①变… II. ①刘… III. ①变电所—电气工程—成本管理 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第112964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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012年8月第一版 2012年8月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 11.75印张 272千字
印数0001—2000册 定价36.00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



前 言

随着国民经济和工农业生产的发展，人们不断加大电力建设的投资，电力建设与社会经济发展的关联度越来越高。为了国民经济的可持续性发展，电力建设不仅要考虑项目的初始建设成本，还要综合考虑能源消耗、运行维护成本和对环境的影响等，因此电力建设项目全寿命周期成本管理逐渐引起关注。国家电网公司在 2006 年颁发的《新技术推广纲要》提出将输变电设备全寿命周期成本管理作为公司新技术推广应用重点项目，要求开展试点。但是电力系统复杂程度高，其可靠性要求高、自动化程度高、技术性强和风险大等特点使得电力建设全寿命周期成本管理的应用困难且复杂。

变电工程全寿命周期成本管理（LCC）的主要任务在于满足特定的性能、可靠性、耐久性以及其他要求的同时，评估或优化系统的寿命周期成本。目的是为在变电工程全寿命周期的所有阶段（尤其是决策、规划和设计阶段）作出正确决策提供依据。当代科学技术的发展，为全寿命周期成本管理在变电工程项目建设的应用提供了良好的条件。将全寿命周期成本管理运用于变电工程项目建设中，可对有限资源进行合理有效配置，产生巨大的社会效益和经济效益。对提高电力设计的总体水平，减少变电工程项目的总投资及运行费用，促进国民经济的可持续性发展，有着十分深远的意义，也是建设资源节约型和环境友好型和谐社会的需要。

本书是在湖南省电力勘测设计院和湖南大学合作承担的国家电网公司重点科研项目“变电工程项目全寿命周期设计新技术研究”的研究成果基础上，历经两年时间撰写完成的。全书以全寿命周期成本管理为核心，第 1 章主要介绍了全寿命周期成本管理理论，详细阐述了全寿命周期和全寿命周期成本的概念及全寿命周期的分析方法，国内外研究成果，以及各个行业的应用情况；第 2 章研究了变电工程项目的构成物，分析了变电工程 LCC 的组成并给出了变电工程 LCC 估算的一般方法和模型；第 3 章提出了变电工程设计 LCC 的优化创新方法，从可靠性、负载率方面出发，对全寿命周期成本、运营费用、建设费用和选型分别进行优化；第 4 章叙述了 LCC 创新方法的实现与应用软件设计；第 5 章探讨了为保证全寿命周期成本管理在变电工程中的应用的一些保障措施；第 6 章研究了 LCC 理念

在智能变电站建设及变电工程节能设计和环保设计中应用；第7章给出了一个全寿命周期成本管理在实际中应用的范例。

在本书的写作过程中，湖南省电力勘测设计院、湖南大学电气与信息工程学院给予了大力的支持，湖南大学电气与信息工程学院研究生许成卓、孙文艳、赵军毅、邓道福、宋宛净等对本书的写作提供了大量帮助，并且湖南湖大华龙电气与信息技术有限公司还提供了大量的技术支持，在此一并表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

著 者

2012年6月



目 录

前言

第 1 章 全寿命周期成本管理基本理论及应用概况	1
1.1 寿命周期成本的概念	1
1.2 全寿命周期分析法	3
1.3 国内外全寿命周期成本理论研究综述及应用概况	6
1.4 现行变电工程成本管理模式的	10
1.5 全寿命周期成本管理	12
第 2 章 变电工程项目全寿命周期成本分析、评价与估算	24
2.1 变电工程项目构成物的选取及分类	24
2.2 变电工程项目构成物全寿命周期成本特性研究	29
2.3 变电工程全寿命周期成本评价方法	33
2.4 变电工程全寿命周期成本估算研究	37
第 3 章 变电工程设计 LCC 优化创新方法研究	59
3.1 变电站设计 LCC 优化方法的提出	59
3.2 变电站设计 LCC 优化方法的设计过程	61
3.3 创新方法下的变电站容量和类型设计	63
3.4 基于 LCC 创新方法的设备优化	71
3.5 基于全寿命周期成本的设备寿命研究	79
第 4 章 LCC 创新方法的实现与应用软件设计	88
4.1 系统框架设计	88
4.2 系统页面设计	89
4.3 数据库表设计	113
第 5 章 变电工程全寿命周期管理的保障措施	126
5.1 满足 LCC 需求的变电工程项目管理	126
5.2 满足 LCC 需求的变电工程信息系统建设	131
第 6 章 LCC 理念在变电站新技术中的应用	134
6.1 智能变电站 LCC 研究	134

6.2	变电站节能设计研究	136
6.3	变电站环保设计的研究	145
第 7 章	变电工程全寿命周期成本管理的实践应用范例	150
7.1	基于全寿命周期成本的某户外 220kV 变电站总体设计研究	150
7.2	基于全寿命周期成本的某户内 220kV 变电站总体设计研究	159
7.3	基于全寿命周期成本的智能化二次系统设计研究	164
7.4	基于全寿命理论的 220kV 变电站配电选型	170
参考文献		177

全寿命周期成本管理基本 理论及应用概况

全寿命周期成本管理理论自 20 世纪 90 年代引入我国以来,在建筑、船舶、纺织等行业得到了较好的应用。该理论引入电力行业以后,研究人员就如何更好地将理论实用化进行深入研究,为推动行业发展作出了巨大的贡献。

本章重点引出了全寿命周期成本管理理论基本概念、特点、管理模式以及国内外对该理论的研究成果,简要介绍了我国现行变电工程成本管理模式、存在的问题和全寿命周期成本管理在电力行业的应用情况。

1.1 寿命周期成本的概念

1.1.1 寿命周期

寿命周期是指设备从规划或论证开始直至报废的整个时期。对于寿命周期的研究和界定,主要有使用寿命、技术寿命、折旧寿命和经济寿命。

一、使用寿命

使用寿命又称自然寿命或物理寿命,指设备从开始使用,直到物质上不能继续使用,自然报废为止所经历的全部时间。决定设备使用寿命的主要因素有:

(1) 设备本身的质量。随着科学技术的发展和制造设备的新技术、新工艺、新材料的采用,设备质量不断提高,其使用寿命随之延长。

(2) 设备的使用和维护修理状况。按设备的磨损规律,做好设备的合理使用和维护修理工作,可延长其使用寿命。造成设备使用寿命终结的原因,主要是有形磨损。

二、技术寿命

技术寿命指设备从投入使用到因无形磨损而被淘汰所经历的时间。由于科学技术迅速发展,不断出现技术上更先进、经济上更合理的新设备,使原有设备出现无形磨损,在设备使用寿命尚未结束前就被淘汰。科学技术发展越快,技术寿命越短。一台设备的技术寿命是指可能在市场上维持其价值的时间,即在一种会使现有设备报废的新设备出现之前的一段时期。因此它是动态的、随科学技术发展而变化的概念。

三、折旧寿命

折旧寿命指按照国家财政部门的规定，把设备价值的余额折旧到接近于零或规定的残值所经历的时间。设备的折旧寿命不等于使用寿命，事实上往往在折旧寿命已经结束后，设备仍在有效地继续使用。换句话说，折旧寿命就是设备作为固定资产时的折旧年限，所以折旧寿命的长短取决于折旧制度和折旧率，合理地制定设备的折旧率不仅是正确计算成本的根据，也是促进设备技术发展、有利于设备更新的政策问题。合理的折旧率应该既反映设备的有形磨损，又反映设备的无形磨损，应该与设备的实际损耗相符。如果折旧率过低，折旧寿命长，则提取折旧基金不足，影响设备更新；如果折旧率过高，折旧寿命短，就会人为地增加成本从而降低利润，影响资金正常积累。我国目前实行的折旧方法，基本上是以设备使用寿命为折旧寿命，因此折旧率低，折旧年限长。

四、经济寿命

经济寿命指从设备投入使用，到因继续使用会造成经济上不合理而退出服务之日为止的全部时间。也就是一台设备开始使用直至在经济前景分析中，被另一台设备所替代时所经历的时间。从价值工程观点看，设备的经济寿命是设备具有最低等值成本的时间。一台设备可供使用的年限越多，每年分摊的设备成本越少，而因性能老化、有形磨损所支付的维护保养费、操作费和材料及能源耗费都会增加，在最适宜的使用年限内，会出现总成本最低值，其对应的间隔时间就是该设备的经济寿命。从成本核算的观点出发，经济寿命结束时就是设备更新的最佳时刻。例如一台变压器，使用时间越长，则每年分摊的变压器投资费就越少。仅就这一点来看，当然使用的时间越长越好。另一方面，变压器的修理保养费用以及使用费用（包括能源耗用等），都随使用年限的延长而增加。因此第一项越来越低的成本被第二项越来越高的成本所抵消，在这个变化过程中平均每年分摊的总成本是时间的函数，当这个值最低时，所间隔时间即为该变压器的经济寿命。

经济寿命一般都小于使用寿命。往往出现一台设备在使用寿命期内，随着服务岗位的不同而被转让和变卖，此时的经济寿命就是一台设备退役到另一个新的服务岗位或变卖之前，在原来安排的服务岗位上所经历的时间。一台设备的降级使用都意味着它的经济寿命终止，每一经济寿命的结束都可以考虑转让。一台设备在最后退役之前，可以进行多次转让，而每次转让均可完成一种新的功能较差的工作，最后它又在该岗位上被替代，还可以退役沦为应急备用的设备，当从备用岗位上被替代下来时，就只能当作废物处理了。这样一台设备的使用寿命可以包含若干个经济寿命。例如一台高效率的断路器，首先作为枢纽变电站的重点设备；第一次被更换后，可作为终端变电站用于检修时的替代设备；第二次被更换后可作为技术培训设备；最后再作为废料来回收，这样该台断路器的使用寿命就包括三个经济寿命。

从以上定义分析可知：经济寿命一般短于技术寿命；不考虑意外情况的前提下，由于科技的发展、施工质量、设计水平的提高，设备的物理寿命一般长于技术寿命，但是具有不确定性；对于折旧寿命，制定合理的折旧率对设备更新和资本积累都具有重要意义。

工程项目的寿命周期成本，即是工程项目在其寿命周期内发生的所有费用。对项目寿命周期的选择不仅影响到成本构成项目，而且影响到成本计算年限的长短。因此，在对工程项目的寿命周期成本分析研究时，首先要明确其寿命周期的范围，并选用统一的标准

作为不同方案或者项目之间的比选基础。从经济角度考虑，工程项目的寿命周期应选经济寿命。

1.1.2 寿命周期成本

寿命周期成本的概念最早是由美国国防部提出的，其主要原因是典型武器系统的运行和支持成本占了产品购买成本的 75%。美国国防部给出的全寿命周期成本的定义为：政府为了设置和获得系统以及系统一生所消耗的总费用，其中包括开发、设置、使用、后勤支援和报废等费用。

美国国家标准和技术局也分别对寿命周期成本分析和寿命周期成本进行了定义，其研究中认为：寿命周期成本是指一个建筑物或建筑物系统在一段时期内拥有、运行、维护和拆除的折现货币值。

我国《全国造价工程师执业资格考试培训教材》对工程项目的寿命周期成本的论述中认为：工程寿命周期成本是工程设计、开发、建造、使用、维修和报废过程中发生的费用，也即该项工程在确定的寿命周期内或在预定的有效期内所需支付的研究开发费、建设安装费、运行维修费、回收报废等费用的总和。

1.1.3 寿命周期成本分析

美国弗吉尼亚州立工业大学教授、兼美国后勤学会副会长布兰查德教授对寿命周期成本分析的定义是：“寿命周期成本分析是系统的分析方法，它是为了选择有限资源的最佳使用方法和评价各种方案必须进行的”。

日本寿命周期费用委员会在对许多文献资料进行分析研究之后，提出的寿命周期评价法（与寿命周期分析法同义）的定义如下：“所谓寿命周期费用评价法，是为了使用户所用的系统具有经济的寿命周期费用，在系统的开发阶段将寿命周期费用作为设计的参数、而在对系统进行彻底的分析比较时作出决策的方法”。

寿命周期成本分析法是对寿命周期中所有有关的支出和收入进行确认和量化的一门技术，它是项目投资决策的辅助工具，通常用来确定决策程序以及对项目方案进行选择。在寿命周期成本分析法中，由于拥有、运行、维护和最终处置而发生的所有成本都被认为是决策相关成本。

变电工程寿命周期成本分析的主要任务在于满足特定的性能、可靠性、耐久性以及其他要求的同时，评估或优化系统的寿命周期费用。它的目的是为在变电工程寿命周期的所有阶段（尤其是决策、规划和设计阶段）作出正确决策提供依据。

1.2 全寿命周期分析法

1.2.1 全寿命周期成本分析的特点

全寿命周期成本分析是一种新的概念和决策方法，目的是为了提高系统的全寿命周期费用的经济性。同传统的概念和方法相比，它具有以下特点：

(1) 在选择系统时，不仅考虑初始费用，也要将寿命周期内的其他所有费用放在相应的位置上加以研究。

(2) 在系统开发的初期考虑寿命周期费用。

(3) 就像对系统的性能、精度、容量、可靠性、维修性等技术规定一样,把全寿命周期费用作为系统开发的主要因素。

(4) 深入地进行初始费用和运行维护费用之间的权衡、系统效用和全寿命周期成本之间的权衡,以及开发设置所需的时间和寿命周期成本之间的权衡。

(5) 为了更好地进行权衡,对系统各组成部分考虑多种方案,以便选择最佳的方案。

(6) 要准备好可以有效利用的费用数据库。

全寿命周期成本评价的结果,在很大程度上取决于以上各要点的满足程度。如果以上的各要点不充分,则全寿命周期成本分析不会对作出正确的决策提供指导。

1.2.2 全寿命周期成本分析的步骤

全寿命周期成本分析法的步骤随研究者和针对的问题而各异,一般来说包括如图 1-1 所示 5 个步骤。

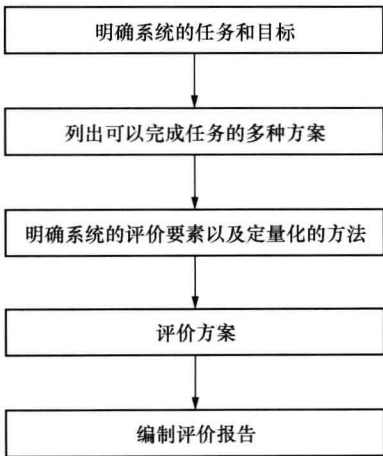


图 1-1 全寿命周期成本分析法步骤

一、明确系统的任务和目标

必须明确作为对象的系统要求是什么,也就是要明确系统需要完成哪些工作,满足哪些性能。这个系统的任务必须以目的或目标的形式具体地、定量地加以明确。如果加入目的或目标不明确,那么,以后制定的方案就会与任务不相适应,或在选择方案时产生片面性的危险。

二、列出可以完成任务的多种方案

方案的选取是经济分析的核心。为了更好地进行必选,对项目及各组成部分要考虑多种方案,以便从中选出可以完成任务而且经济性高的最佳方案。如果只有一个方案,就没有取舍的余地了。所以,应尽可能多地提出潜在的方案,包括维持现状的方案。

三、明确系统的评价要素以及量化的方法

衡量项目的好坏需要对效用和费用两个方面来进行综合评价。因此,效用和费用两者应考虑哪些要素,用什么方法加以量化,就成为重要的问题。针对效用,由于变电工程的复杂性与功能多样性,导致需要纳入评价的均不是单一的指标或要素,涉及功能、可靠、耐久、环境、社会等多种效用指标或要素,将哪些要素纳入评价范围,设置什么评价指标,如何进行指标的量化,这是项目评价实践中要解决的难题。针对费用,则要确定并描述评价范围,识别范围内各个阶段的费用项目,并按照一定的成本估算模型与方法进行成本费用的量化估算。

涉及评价项目的效用和费用两方面的要素或指标可能很多,评价中还需要寻找关键的要素。关键的要素也就是实现目标的制约因素,确定关键要素是项目经济评价的重要一环。只有找到了主要矛盾,确定了系统的各关键要素,才能集中力量,采取有效的措施,最大限度地实现目标。

四、评价方案

评价方案是根据所选择的评价要素,按照一定的评价规则 and 标准对完成任务的多个方

案进行优选的过程，它是项目决策的直接依据。评价方案有多种评价方法，但一般都需要结合效用和费用综合考虑。可按照将费用固定、选出能获得最佳效用的方案或是将效用固定、选出达到这个效用所需要全寿命周期成本最小的方案。

此外需要注意的是全寿命周期成本分析必须考虑资金的时间价值，因此，项目建设进度和使用年限将直接影响到最终的全寿命周期成本分析结论。为此，在进行全寿命周期成本评价时，必须确定不同方案的建设周期和使用寿命。

五、编制评价报告

分析评价完毕之后，应抓住要点，将分析的目的、前提条件、使用的资料（数据）、假设和推定的条件、分析的过程和结论整理成书面资料，形成评价报告书。

项目评价的最终结果是提出评价报告书。但是，评价过程中所使用的各种资料和运算，以及不予采用的各种方案等，要保存起来。现在所采用的最佳方案，只是在给定的条件下为最优，如果条件发生了变化，这次未加采用的方案也许会有用处。因此，对不采用的各种方案，也要说明未被采用的理由。

1.2.3 全寿命周期成本估算分析的内容

项目全寿命周期成本分析与传统经济评价的区别在于是以全寿命周期成本作为衡量项目获得相应效用的代价。所以，识别全寿命周期各阶段费用项目，并按一定的成本估算模型与方法进行成本的定量估算和分析，最终得到寿命周期成本，进而在此基础上进行决策是全寿命周期成本分析的核心。全寿命周期成本估算分析包含以下几个方面的内容：

(1) 全寿命周期费用分解。全寿命周期费用分解的目的在于将全寿命周期费用的各组成部分层层分解至所需的层次，以建立费用分解结构。费用分解结构是一个逐级细化的树状结构。它包括所有相关的费用单元，既不遗漏，也不重复，由粗到细。一直分解到可以进行估算的基本费用单元为止。

(2) 全寿命周期费用估算。为了对设（装）备的不同方案及各项管理措施进行比较和作出决策，一种十分有效的方法是将它们量化为可以进行比较的费用，即进行全寿命周期费用估算。费用估算通常在费用发生之前进行，为此必须建立费用估算关系式。解决各种算法问题。这项工作又称费用建模。

(3) 全寿命周期费用折算。设（装）备的全寿命周期很长，估算的费用发生在不同年份，由于不同时间的等额资金其实际价值各不相同，需要对算得的费用进行折算或修正才能用于比较、权衡和分析。

(4) 灵敏度分析。在费用单元量化的基础上，分析全寿命周期费用的主要费用单元及其影响因素，为减少全寿命周期费用提供决策信息。

(5) 权衡分析。权衡分析强调两点：①运用全寿命周期费用而不仅仅是采购费用进行权衡；②在满足任务要求的备选方案中进行权衡，以全寿命周期费用最小为评价准则。如果各备选方案的效益或效能不等，则需要进一步采用费用—效益或费用—效能分析等系统权衡方法。实践表明，减少全寿命周期费用最有效的途径是在早期增加对设（装）备可靠性、维修性及保障性等的投资，它可换来后期维修与保障费用的大幅度减小，由此获得的效益有时可达投资的几十倍。

1.3 国内外全寿命周期成本理论研究综述及应用概况

1.3.1 国外研究综述

在可持续发展的大环境背景下，全寿命周期成本（life cycle costing, LCC）理论日益受到人们的关注和重视，美国建设合同词典（Chappell et al 2001）对 LCC 理论的定义是：它是一项技术，起源英国工料测量师研究与发展委员会的研究工作，由英国皇家特许测量师学会于 1983 年 7 月正式提出，通过研究建筑物整个生命期的总成本来评估和比较各个可选方案，从而获得最佳的长期成本收益。美国著名项目管理专家 Harold Kerzner 将全寿命周期成本定义为“某一产品全寿命周期所需的全部成本，包括研究、开发、生产、运营、维护和报废等所有成本”。

最初 LCC 理论是一个典型的工程经济评价方法。工程经济分析的范围包括建设项目的规划、设计、施工、运营维护和残值回收。LCC 分析是一项以成本为核心的工程经济分析法。其目的就是在多个可替代方案中，选定一个全寿命周期内成本最小的方案。1933 年，美国总审计处提出了全寿命周期成本的概念，正式进入决策系统是在 20 世纪 60 年代初，当时美国国防费用预算受到国会制约，武器装备的购置费却因科技发展而日益增长，而武器使用与维护费远远高出购置费，所以美国国防部在采购武器装备时不得不综合考虑购置费和维护费。于是美国国防部提出全寿命周期成本问题，建立并实施了规划—计划—预算系统（PPBS），将 PPBS 建立在系统分析基础上，它从可以收到的效益和必须支付的费用等多方面评价规划和计划，从而作出正确的决策。

一、美国 LCC 理论的发展

20 世纪 70 年代，美国军方更重视全寿命周期成本，采取了一系列的举措，包括：

（1）制定和出版了一系列文件，包括有关标准、规则、指令、通告及手册，使有关规定和方法更加具体化。

（2）从研制开始就非常重视可靠性、维修性和综合后勤保障。

（3）改革维修措施。

（4）淘汰使用维修费用高的陈旧设备等。

美国军方这种以成本为杠杆来调节国防建设的做法取得了重大成效，LCC 理论迅速推广到政府及民用部门。

20 世纪 70 年代后，LCC 概念在一些发达国家如美国、英国、澳大利亚等国已经普及。1975~1989 年，LCC 技术迅速发展并达到高潮，无论是政府机构还是私人部门，都投入巨大的财力去研究开发，LCC 技术被广泛应用到各个领域，如汽车、航空、计算机软件、制造业、商业投资、电信、医疗、建筑业等。这一阶段所发表的文献对 LCC 理论的各个方面进行了比较深入的研究，包括费用的分解、估算、建模、修正、分析以及评估。

20 世纪 80 年代，美国材料实验协会（ASTM）开发了一个系统性的评估软件 ASTM E917-89 和 BLCC 和一个国家数据库 UCI&UNIFORMAT。然而，经过多年的实践运用后，人们发现采用 LCC 技术并没有获得预期经济效益。把 LCC 技术应用到大型工程项目（如医院、大学建设等），效果并不好。很快研究人员发现，项目的不确定因素越多、工程

越复杂,所得出的结果就越不可靠。1991年,著名的 D.J.Q Ferry 和 Roger Flannan 博士在《LCC——一个基本方法》一书中提出,把建设工程项目的全寿命周期划分为 11 个阶段(D.J.Q Ferry, Roger Flannan 1991),包括投资意向研究、可行性研究、施工图设计、设计审查、政府审批、投标报价、合同管理、调试、竣工后评估、运营及维护、报废或更新。研究人员可以把精力集中到其中一个阶段,这样就大大减小了研究中的不确定因素,这种方法使 LCC 技术的应用得到极大改观,直到现在也仍然被广泛采纳。1999 年,美国总统克林顿签署政府命令,各州所需的设备采购及工程建设项目,必须有 LCC 报告,没有 LCC 估算、评价,一律不得批准。同年,以英国、挪威为首的 50 多个国家和地区代表组建了 LCC 国际组织。2005 年 10 月,美国斯坦福大学推出全寿命周期成本分析指导书,全面介绍全寿命周期成本分析,将 LCC 理论继续向前推进发展。

二、英国 LCC 理论的发展

英国于 20 世纪 70 年代以 LCC 理论思想为基础,创立了设备综合工程学,把设备技术管理与经济管理结合起来,以追求设备全寿命周期的经济效益作为设备综合管理的目标。

进入 80 年代初,以英国造价管理界的学者为主的一批人,在全寿命周期成本管理方面作了大量研究并取得了突破,其中, O.Orshan 的《全寿命周期成本——比较建筑方案的工具》一文从建筑设计方案比选的角度出发,探讨了在建筑方案设计中应该全面考虑项目的建造成本和运营维护成本的概念和思想(O.Orshan 1980)。而 Flannan 的《全寿命周期成本管理所设计的问题》一文从建筑经济学的角度出发,深入探讨了全寿命周期成本管理中涉及的一些主要问题(Flannan 1984)。R.C.Petts 和 J.Brooks 的《全寿命周期成本模型及其可能的应用》一文不但给出了全寿命成本管理的一套模型,而且全面探讨了全寿命周期成本管理的应用范围(R.C.Petts/J.Brooks 1986)。

三、日本 LCC 理论的发展

日本于 1971 年提出全员生产管理,就是把设备管理的概念从单纯的运营维护阶段拓展到全寿命周期、全系统、全过程管理。日本设备工程协会于 1978 年成立了全寿命周期成本委员会,以研究和推动 LCC 理论的应用。

到了 20 世纪 80 年代,日本的 LCC 理论已经获得国际上的认可。1987 年 11 月颁布了《全寿命周期成本评估概念、程序及应用》标准,并获得国际标准化组织 ISO 认证, LCC 技术上升为标准,并以技术规范的形式加以推行。

1.3.2 国内研究综述

我国引进 LCC 理论,首先应用于设备采购。1987 年,中国设备管理协会成立了 LCC 专业委员会,致力于推动 LCC 理论方法的研究和应用。1990 年 11 月, LCC 专业委员会召开了首届学术会议。1999 年 1 月在北京举办了影响较大的 LCC 全国讲习班,特邀了英国、挪威、美国等国的专家来华讲课,获得了明显的效果。截至 2011 年底, MLCC 专业委员会共举办 22 届年会、9 次学术会议以及多次 LCC 讲习班,发表论文 5000 多篇,有力地推进我国 LCC 理论工作进程做出了积极贡献。

LCC 技术在美国和日本等国从理论到实用化,经过 30 多年的时间。我国在 1987 年开始引进 LCC 技术,从消化、吸收到理论研究探讨、推广应用,经历了 20 年的历程,取得了显著成绩。随着全球市场一体化的到来,市场竞争更加激烈,我国要在国际市场中占有

一席之地，就必须不断地进行科技创新，降低成本，因此，LCC 技术愈来愈重要。但目前 LCC 技术在我国的应用与发展很不平衡，LCC 技术远没有发挥应有的作用，如上海的电力、钢铁、船舶、医药、纺织等行业应用开展较好，其他行业差距较大，且有些行业尚处于空白。

1.3.3 全寿命周期成本管理理论应用概况

一、全寿命周期成本管理理论在非电力行业的应用概况

20 世纪 50 年代，我国的工程造价管理是仿照苏联模式，采用实报实销制度。随着工程造价管理的进一步发展，人们逐渐认识到，仅靠施工阶段的造价管理远远不能满足对工程项目成本控制要求。

20 世纪 80 年代中期以来，我国工程造价管理领域的理论工作者和实际工作者，先后提出了对工程项目进行全过程造价管理的思想。工程造价的控制从立项就开始全过程的控制，从前期工作开始抓起，直到工程竣工为止。这一时期的基本理解是：一个工程项目的全过程造价是由各个分过程和子过程的造价构成的，而这些分过程或子过程的造价又都是由许多具体活动的造价构成的。因此，工程项目全过程的造价管理必须是基于活动与过程的，必须是按照工程项目过程与活动的组成与分解规律去实现对于项目全过程的造价管理。

1997 年建设部提出要从建设工程的前期工作开始，采取全过程、全方位的管理方针。进入 21 世纪后，随着 LCC 理论在设备采购中大量运用并取得巨大成功，国内的部分高校学者开始将 LCC 理论引入到工程建设领域中。对建设项目，全寿命周期成本的理解为：

- (1) 是工程项目投资决策的一种分析工具，是一种用来选择决策备选方案的数学方法。
- (2) 是实现项目全生命周期各阶段（建设前期、建设期、使用期）总造价最小化的方法。
- (3) 最关键的是要实现工程项目整个生命周期总造价的最小化。

全寿命周期成本管理的要点为：

- (1) 目标是使建设费用与使用费用的总和最低或工程的价值最大。
- (2) 重点在投资决策阶段和设计阶段，应作多方案比选。
- (3) 投资决策阶段要从建设和使用综合的角度进行决策。
- (4) 设计阶段要考虑工程的合理使用寿命、结构体系、主要材料、设备系统的综合优化（各系统最优未必是整个工程最优）。
- (5) 招标阶段要注重对投标方案的综合评价。
- (6) 施工阶段要杜绝工程隐患，提交准确、完整的竣工图，必要时，还应提供维护手册。
- (7) 运营阶段要制定维修保养计划，减少浪费，积累各种使用费用的原始资料。尽管国内对 LCC 理论应用于建设工程领域做了详细的研究和分析，但是如何将 LCC 技术应用到实际工程项目，还需要进一步深化研究。

二、全寿命周期成本管理理论在电力行业的应用概况

随着国家对 LCC 工作的不断重视，LCC 也渐渐地应用到了电力工程当中。同时，国内不少专家和学者，也对 LCC 在电力工程中的应用进行了相关的研究和探讨。研究内容包括变压器全寿命周期成本（LCC）的相关影响因素、LCC 与选型设计、性能参数、制造成本、运行成本、维护成本、影响成本、替换之间的变化关系，以及电力变压器组件的 LCC

管理对变电站经济运行的影响等。

三、全寿命周期成本管理理论对变电工程项目的适应性分析

我国电网企业具备实施 LCC 管理的广阔前景。一方面，电网企业具有实施 LCC 管理的现实需求。经济社会的快速发展，需要一个坚强的电网作支撑。传统的最低采购费用原则是伪经济的，经常会导致系统的全寿命周期费用居高不下。LCC 管理方法的推行，势必推动电网企业走集约化发展的道路，促使企业员工在数据统计、资料分析等方面形成制度化，从而有助于提高电网企业的科学管理水平，培养职工的良好职业习惯，其最终效益将是显著的。另一方面，电网企业具备实施 LCC 管理的良好基础。首先，作为资金、技术密集型企业，电网企业的主要设备具有初始投资大、运行成本高、服役时间长等特点，十分适合开展 LCC 管理；其次，电力产品不可储存、必须实时平衡的特性造就了电网企业客观谨慎、严守纪律的企业文化，有利于 LCC 管理的推行；另外，国内外电力行业的一些优秀企业对 LCC 进行了一些有益的探索和实践。这些都为我国电网企业成功实施 LCC 管理提供了坚实的基础。

目前国内外学术界对 LCC 相关理论有大量研究成果，实施条件日趋成熟。在建筑行业等相关领域也取得了一定的研究成果，因此，只要能将现有的理论与我国变电工程项目工程造价管理的实际工作有机结合，这个问题就会迎刃而解。另外，关于全寿命周期工程造价模式的实施需要具体工作人员有较高的素质，对项目全过程的各个细节有清晰的认识。随着我国变电工程造价管理人员的数量和素质不断提高，这个条件也会逐步具备。

而对于未来成本风险和不确定性问题，由于目前世界上的数学建模技术、风险处理技术、预测技术、计算机信息处理技术等都已经进入了比较高端的时代，很多技术相对比较成熟，使得对全寿命周期成本的计算成为可能，而且在很多领域取得了有益的成果。现在大多数人比较青睐把模糊数学的理论用于全寿命周期成本计算和方案的选择，并建立了基于模糊数学的投资决策支持系统。

全寿命周期变电工程造价管理模式的实行需要详细的历史数据支持。历史数据的存储和统计需要先进的计算机数据信息管理系统的支持，根据计算机技术不断进步和电力企业信息化程度不断提高的实际情况，目前信息管理系统存储容量和运算速度等硬件条件已经具备，只是许多单位还缺乏对相关运行维护数据的详细记录，对此可以在积极利用现有数据完成现阶段工作的同时，逐步完善相关信息收集系统。

目前，我国电力行业普遍采用的全过程工程造价管理流程已经将从工程项目开始到项目实施结束的整个实施过程纳入到造价管理流程，即从项目建议书和可行性研究阶段开始，到项目竣工决算完成为止。这个流程相比早期仅对施工阶段进行概预算控制来说有了很大进步，但它不包括对项目使用期的运行和维护成本管理，没有形成一个闭环的控制过程。当前这种管理模式把工程项目的建设 and 运营与维护割裂开来，不仅阻碍了信息传递，也给未来的运营与维护带来困难。相比之下，全寿命周期造价管理从整个项目寿命周期出发进行思考，侧重于从项目决策、设计、施工、运行维护各阶段对项目的全部造价进行确定与控制。两者主要区别不仅在于时间跨度和指导思想的不同，而且全寿命周期工程造价管理理论比全过程工程造价管理理论更为先进，内涵更为深刻。因此，它更适合我国的变电工程造价管理领域。

1.4 现行变电工程成本管理模式

1.4.1 全过程造价管理模式的内容

目前,我国工程造价管理普遍应用的全过程造价管理流程涵盖了从工程项目开始到项目实施结束的整个过程,从项目建议书和可行性研究阶段开始,到项目竣工决算完成为止,主要包括项目的决策阶段、设计阶段、工程实施阶段和工程竣工验收阶段。

(1) 决策阶段工程成本管理的重点是保证建设单位编报计划任务书的科学性和可靠性。

(2) 设计阶段的造价控制是整个工程成本控制的决定性环节,其工作质量的好坏直接关系到工程质量和使用效果,以及投资回报的效益。

(3) 工程实施阶段包括招投标和工程实施两个阶段。招投标阶段工程成本管理的重点是招投标管理和合同管理。在施工阶段严格审查索赔报告单,控制支出额度,以动态控制的效益弥补由于政策性调价和贷款利率波动对造价控制目标造成的冲击。

(4) 工程竣工验收阶段是工程竣工后,施工单位根据施工过程中实际发生的变更情况,在原施工图预算或工程合同价格的基础上重新确定工程成本。竣工决算是指建设项目的全部工程完工并经业主方和工程建设质量监督部门等验收合格交工后,由业主或委托方根据各局部工程竣工结算和其他工程费等实际开支的情况,进行后编制的综合反映改建项目从筹建到竣工投产或交付使用全过程中,各项资金使用情况和建设成果的总结性经济文件。

1.4.2 全过程造价管理的目标和任务

一、全过程造价管理的目标

全过程造价管理的目标是按照经济规律的要求,根据社会主义市场经济的发展形势,利用科学管理方法和先进管理手段,合理地确定造价和有效地控制造价,以提高投资的社会效益、经济效益和企业的经营效益。其核心是采取全过程、全方位的管理方针,即:①造价本身要合理,指在工程成本确定方面努力实现科学合理;②实际造价不超概算,指要开展科学的工程成本控制。

二、全过程造价管理的任务

全过程造价管理的任务是加强工程成本的全过程动态管理,强化工程成本的约束机制,维护有关各方的经济利益,规范价格行为,促进微观效益和宏观效益的统一。

1.4.3 全过程造价管理模式存在的问题

工程成本管理的发展,是随着生产力、社会分工及商品经济的发展而逐步形成和发展的。我国过程造价管理体制建立于建国初期,全国面临着大规模的恢复重建工作。为合理确定过程造价,用好有限的基本建设资金,最初引进了苏联一套概预算定额管理制度。改革开放以来,在从计划经济向市场经济的过渡阶段,我国工程成本管理体制也发生了重大变化,由传统的计划配置资源的计划经济体制转变为由市场配置资源的市场经济体制,工程建设项目实行项目法人责任制、合同管理制、项目资本金制。国家在加强宏观控制的前提下,主要用法律法规和工程定额来管理建筑市场。一系列的单独或逐步形成的全过程造价管理的理论体系使我国工程建设领域的某些方面已经适应了市场经济的要求。