

摘 要

近年来，A 电网公司设备数量大幅增加，资产规模快速扩大，电网资产存量
大，增速快，设备年轻。但是，电网企业在发展方式和电网管理模式上并未有根
本性的改变，“分段式”的职能管理模式不能适应企业的快速发展，在设备采购、
检修和报废等关键环节上缺乏科学决策方法，造成设备使用效率低、设备寿命短、
更新换代快，技改投入大，维护成本高，这些传统管理方式存在的问题，制约着
电网资产运营水平的进一步提高。

本文立足于 A 电网公司电网和资产现状，对资产全寿命周期管理的背景及
意义进行了详细的阐述，深入研究了国内外关于这一领域的研究现状。明确了资
产全寿命周期管理的定义，对其理论体系进行了研究，同时对国内外资产管理的
最佳实践进行了深入分析。资产全寿命周期管理是一种追求全寿命周期成本最低
的管理方法及理念，该理念要满足效能、效益和安全的前提下全面考虑了从规划
设计到采购建设直到运行报废的整个过程。资产全寿命周期管理是在当前形势
下，提高设备技术装备水平和资产经营效益的最佳途径。依据资产全寿命周期管
理的理念和理论，总结分析了 A 电网公司在开展资产全寿命周期管理方面存在
的问题，研究了实施资产全寿命周期管理的目标和工作思路，需要搭建的组织保
障体系、框架体系和评估体系，研究了公司在实现上述目标和构建体系方面在公
司战略、人员理念、专业管理和信息系统支撑等方面应采取的措施和建议，对公
司提高资产运营水平有现实的参考意义。

关键词：电网资产；全寿命周期；管理体系；评估

Abstract

In recent years, along with a substantial increase in the number of A power's equipment, power grid asset scale expands quickly. However, power grid enterprises in the development and management have not fundamentally changed. "Segmented" of management mode can not adapt to the rapid development of procurement, maintenance and discard of power grid equipment. Moreover, other key areas are lack of scientific decision-making method which causing the low usage efficiency, short life-service, and high maintenance cost of equipment. The traditional management mode and existing problems, restricts the further development of the power grid assets and operation.

Based on A power grid and the current situation of domestic and foreign assets, by studying the existing life cycle management method in developed foreign countries, this paper has studied the definition, theory and foreign exercises of life-cycle management. By studying the whole processes of plan, engineering, constructing, operation, maintenance, and discard, it suggests life-cycle management is a best way to improve level of technical equipment and asset efficiency. This paper also suggested organization and maintenance system, structural system, evaluation system should be formed. Furthermore, corporate strategy, corporate culture, professional management, information system of management exercises are suggested to be made to improve corporate operation efficiency.

Keywords: electric power assets, life cycle, management system, assesment

第 1 章 绪 论

1.1 课题研究背景及意义

1.1.1 研究背景

改革开放以来，在国民经济快速发展的带动下，我国电力工业发展迅速，取得了巨大的成就，尤其是 2004 年以来，资产规模快速扩大，设备数量大幅增加。公司电网资产存量巨大，增速快，设备年轻。但是，电网企业在发展方式和电网管理模式上并未有根本性的改变，“分段式”的职能管理模式、设备检修和报废缺乏科学决策方法等问题，制约着电网资产运营水平的进一步提高。在上述传统的管理模式下，存在着技改投入大、设备寿命短、使用效率低和维护成本高等问题。在这种情况下，要转变管理理念，就要引入新的管理方式，优化管理策略，进行科学决策，推进资产全寿命周期管理的实施。

资产全寿命周期管理（Life Cycle Asset Management，简称“LCAM”）起源于全周期成本管理（Life Cycle Cost，简称“LCC”管理），是 LCC 管理理念的发展和丰富。国家电网公司资产全寿命周期管理是安全管理（Security Management，简称“SM”）、效能管理（Efficiency Management，简称“EM”）和全周期成本管理（LCC）在资产管理（Asset Management，简称“AM”）方面的有机结合，是在立足国情，分析电网的市场及技术特征，总结电网的资产管理经验儿提出来的新方法。

1.1.2 研究的目的和意义

资产全寿命周期管理是一种追求全寿命周期成本最低的管理方法及理念，该理念要满足效能、效益和安全的前提下全面考虑了从规划设计到采购建设直到运行报废的整个过程。资产全寿命周期管理注重资产效能、周期成本及资产安全这三者的关系，在当前形势下，这是提高设备技术装备水平和资产经营效益的最佳途径，实现电力资产全寿命周期管理是转变电网发展方式的重要课题之一。本课题对资产全寿命周期管理进行研究，主要从下述内容对电网企业起到指导作用：研究评估决策机制和方法，制定电网企业资产全寿命周期管理的统一的规章制度；建立工作机制使其能够对设备运行状态进行评价、对检修维护过程进行动态优化、对寿命全周期的成本费用进行动态核算，从而达到低成本高效率的目标，统筹各资产管理的环节；加强相关专业之间标准体系建设和

各环节标准的衔接，建立数据核查工作机制，健全基础数据库，提高信息化支撑，提高精益化管理水平。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外资产全寿命周期管理研究现状

资产全寿命周期管理（Life Cycle Asset Management，简称“LCAM”）是全周期成本管理（LCC）^[1]的发展，是该理论应用于资产管理上而产生的。资产全寿命周期管理是一种追求全寿命周期成本最低的管理方法及理念，该理念要满足效能、效益和安全的前提下全面考虑了从规划设计到采购建设直到运行报废的整个过程^[2]。

在资产全寿命周期管理研究方面，Takata按照资产管理长期计划、中期计划、阶段计划到当年计划制定方案^[3]，Ahmed对资产生命周期进行了划分，主要分为资产绩效评估阶段、资产策略制定阶段、网络设计规划阶段及施工建设阶段四部分。这四个环节并非彼此割裂，而是不断地循环、完善和融合成为一体化流程^[4]。Ogawa提出资产策略的管理要覆盖并超越资产的整个生命周期，掌控资产本身及与之相关的人力资源、资本性投入、资产采购、运维成本^[5]。Hoskins等指出电力设备管理是综合运用管理、经济、工程等各种方法，使物理设备达到最佳使用状态而提供的服务。根据服务的内容及水平不同，电力设备管理可以分为初级及高级设备管理两种。初级设备管理利用设备登记、状态评估、资源管理、库存控制、维修管理等手段进行长期现金流预测及备选方案来管理设备；高级设备管理利用风险管理、预测模型及更新决策技术等手段进行现金流预测和备选方案来管理设备^{[6][7]}。Gringer提出应当建立并维护与资产和资产管理有关的风险的识别和评估程序、必要的控制措施的识别和实施程序，风险识别、评估和控制方法应当与所考虑的风险的水平相适应^[8]。Solomon等建议企业应当建立资产管理信息系统，系统应当包括支持资产管理方针、战略、风险识别、评估和控制、目的、目标和方案的制定和实施达成的信息，系统还应当支持与实施和运行、检查和纠正措施以及管理评审有关的所有要求^{[9][10]}。

Ostergaard提出了远程资产监控理念，包括建立一个连接现场所有设备的广域网系统（OpsWAN）和一个资产监控小组（AMT），实施故障管理、状态监控和继电保护定值管理，有效地减少现场服务人数^[11]。Hendriksen等提出绩效管理应包括对资产绩效的评价以及对资产管理各项活动本身的评价，绩效管理的一般过程是确定绩效目标，绩效数据的采集和分析、绩效分析和持续改进^{[12][13]}。

Schneider指出资产管理的关键是状态性策略，即利用状态评估和诊断技术，当

资产达到需要更换的状态时，再对资产进行替换，这样能够在节约替换支出的前提下最大限度地减少设备风险故障风险^[14]。近些年来，对于资产管理，外国学者又提出了许多新的构思。^{[15]-[19]}

1.2.2 国内资产全寿命周期管理研究现状

我国对于资产全寿命周期管理的研究分为四个方面，分别是基于资产全寿命周期的规划设计研究、建立资产全寿命周期管理信息系统的研究、资产运行维护优化的研究及资产回收出让方案的研究。

资产全寿命规划设计的研究以孟宪海(2007)、蔡凌(2006)为代表。他们在资产全寿命周期理论的基础上，提出了项目资产前期规划的量化分析模型，为资产全寿命周期管理的规划、设计工作的顺利进行提供了理论支持和实践基础^{[19][20]}。康立辉等(2004)、刘为新等(2004)进行了有关资产全寿命周期管理信息系统的研究，在数据库技术和地理信息系统的理论基础上，建立了企业的资产管理系统，对资产管理能力进行了持续改进及优化^{[21][22]}。戴强等(2005)利用预测性维护及预防性维护优化了运行维护效果，从而降低资产的全周期成本^[23]。樊高妮等(2006)、章政海(2004)运用 GA 智能优化算法对在用资产及存量资产的使用进行了优化，提高了整个资产的使用效率^{[24][25]}。罗秋芳(2010)研究了不同因素对资产出让的影响，构建了针对资产出让、报废环节的资产全寿命成本效益模型，提供了资产处置决策的分析工具^[26]。

关于流程优化内容的研究包括流程效率研究、业务流程绩效评价指标体系建立研究及业务流程再造方案评价方法的研究三个方面。在业务流程效率的研究中，赵林度、王加中(2002)引入了时间成本概念并运用排队论，利用横向继承业务流程的活动来降低业务流程的时间成本，从而将任务执行效率进行提高^[29]。业务流程绩效评价指标体系建立的研究中，魏法杰、张人千等(2000)使用质量、成本、服务、时间、附加值等指标来对活动绩效进行描述，从而将流程活动的效果定量分析^[27]；张国刚、林健(2001)提出了基于作业管理的流程绩效评价指标体系^[28]。在业务流程再造(BPR)方案评价方法的研究中，吴忠、郭蕾等(2001)利用模糊综合评价模型对业务流程的绩效进行了评价^[30]；陈国华、陶诏灵等(2003)基于战略的观点，运用层次分析法对再造流程进行了选择^[31]；崔南方(1999)利用数据包络分析法对业务流程的绩效进行了评价^[32]。

1.3 本论文的主要研究工作

1.3.1 研究方法和基本思路

本文通过研究国内外资产全寿命周期管理开展的现状，深入分析国内外电力企业资产全寿命周期理论及实践，剖析 A 电网公司长期以来在电力设备管理的不足及问题所在，确定了该公司资产全寿命周期管理目标、工作机制的建立以及框架体系、评价体系和信息系统的构建思路，对 A 电网公司资产全寿命周期管理关键环节的工作的给出建设性的意见和建议，确定每个环节开展资产全寿命周期管理工作的重点。本论文的研究成果，实现了理论与实践的相结合，对本公司资产管理有一定的借鉴作用。

1.3.2 全文结构

本文按其逻辑结构，共分为六章。

第一章绪论研究了公司资产全寿命周期管理的研究背景、目的和重要意义，分析国内外电力企业资产全寿命周期管理的现状，国家电网公司及系统内资产全寿命周期管理开展情况及提出的研究思路和研究方法。

第二章研究了国内外有关于资产管理的理论体系及实践经验。主要包含的内容有：资产管理的定义与内涵，资产管理的体系框架与管理要素。接着介绍了国外先进电网企业资产管理的主要内容，包括资产管理的目标；资产管理战略；资产管理的组织结构；资产管理规划；以及国外先进电网公司资产寿命周期管理的主要领域的先进做法；国内面临的形势和困难等。

第三章分析了 A 电网公司资产管理的现状和差距。包括：在电网设备规划设计、采购建设、运行维护、技改报废四个阶段的主要做法和业务流程；在电网设备招投标、设备监造、入网管理、提高设备运行寿命，降低全寿命周期成本和报废处理等方面的主要做法；公司资产管理的差距等。

第四章研究了 A 电网公司资产全寿命周期管理的实践。主要包含以下内容：A 公司制定有关于资产全寿命周期管理的工作目标及工作思路、构建资产全寿命周期管理的二维模型，构建资产全寿命周期管理的框架体系和评估改进体系。

第五章通过分析，提出对 A 电网公司资产全寿命周期管理的对策。研究确定公司资产全寿命周期管理的目标，针对建立公司统一的资产管理数据模型，有效开展资产的数据采集与管理，A 电网公司设备全寿命周期管理需研究解决的重点工作，提出资产全寿命周期管理工作建议。

第六章是展望。当前，社会和行业的监管越来越严，电网企业面临的经营

压力越来越大，迫切要求转变发展方式来提高资产的管理水平，以达到延长资产寿命、降低资产成本、优化资产效益的目的，因而实施资产全寿命周期管理势在必行。本文的研究，对 A 电网公司开展资产全寿命周期管理工作有一定的参考借鉴意义。

1.3.3 论文预期成果与创新点

(1) 充分借鉴国内外资产全寿命周期管理的实践，结合 A 电网公司的现状问题，研究了公司资产全寿命周期管理总体目标、工作流程和管理方法。

(2) 构建了资产全寿命周期管理的总体框架，同时建立了资产全寿命周期管理的实施体系及评估改进体系，对公司在实施资产全寿命周期管理过程中存在的问题进行了分析，通过实践总结了解决问题的方法和措施。

(3) 提出了兼顾安全、质量和效能的设备采购、检修和报废的管理评估方法及决策依据，同时提出了实施资产全寿命周期管理的相关对策。

第 2 章 资产全寿命周期管理理论和实践

2.1 资产全寿命周期管理的基本理论

2.1.1 资产的定义

关于资产的定义，我国《企业会计准则》规定为“资产是企业拥有或者控制的能以货币计量的经济资源，包括各种财产、债券和其它权利。资产是指过去交易、事项形成并由企业拥有或者控制的资源，该资源预期会给企业带来经济效益”。

对于不同行业来说，其资产管理有不同的侧重点，对于电力企业来说，资产管理的重点在固定资产、在建工程和工程资产（也称实物资产）上，具体包括了厂房、大坝等建筑，也包括类似变电站、变压器、断路器、线路等具有较易识别寿命周期的设备。

2.1.2 资产全寿命周期管理理论

传统设备管理是从设备可靠性出发，对在役期间的设备进行的运行维修管理，传统设备管理体现了设备的物质运动状态，包含设备的安装过程、使用过程、维修过程和拆换等内容。资产管理从企业整个运营的经济性出发，对资产寿命的整个周期各项活动进行管理，资产管理体现了资产的价值运动状态，包含了设备购置、投资、维修、报废等一系列的内容。

现代的设备全寿命周期管理既包含设备管理的概念，又包含资产管理的概念；既有设备物质运动状态的管理，也有资产价值变动的管理。因此进行设备全寿命周期管理，既要从设备可靠性出发，又要从企业经济性出发，它包含了从规划设计到购置安装，再到运行维护并直到报废的整个设备和资产管理的过程。

目前由国家电网公司给出的含义较为通用：“资产全寿命周期管理是从企业的长期经济效益出发，通过一系列的技术经济组织措施，对设备的规划、设计、制造、购置、安装、调试、运行、维护、改造、更新直至报废的全过程进行全面管理，在保证电网安全效能的同时，对全过程发生的费用进行控制，使寿命周期费用最小的一种管理理念。”，其核心内容就是在设备寿命周期范围内如何协调一致地制订和执行最有价值的企业资产使用和维护决策。

资产全寿命周期管理有五个特点：

(1)追求寿命周期费用最经济。

- (2)从技术、经济、管理三方面进行综合管理和研究。
- (3)应用可靠性工程和维修性工程技术。
- (4)管理范围扩展到设备的一生，即对设备进行全过程管理。
- (5)注重各种信息的反馈管理。

资产全寿命周期管理继承了传统设备管理成功经验，吸取现代管理理论（系统论、控制论、信息论、决策论）的精华，综合应用现代新技术（故障学、可靠性工程、维修性工程、设备诊断技术），对设备进行科学高效的管理。

设备寿命周期管理的技术理论，在故障物理学、可靠性科学、维修工程学、设备诊断技术等理论上，研究设备寿命周期内故障特性和维修特性，提出适用的新技术和诊断技术及设备可靠性和可维修性的改进措施，提高设备的利用率等。

设备寿命周期管理的经济理论，在工程经济学、价值分析、市场学和营销学理论上，研究设备的寿命周期成本理论、维护成本与绩效分析、设备折旧更新，对设备的投资、维修和更新进行技术经济分析等，掌握设备的技术寿命和经济寿命，从而达到寿命费用最经济。

设备寿命周期管理的管理理论，在系统论、决策论、信息论、组织行为学、运筹学等理论上，强调设备整个寿命周期的管理与控制，由于设备整个寿命周期中各阶段的经营管理策略和利用有很大的不同，因此需要研究设备整个寿命周期的动态管理，建立相应的模型，实现实时的信息反馈，从而实现全面管理。

资产的全寿命周期管理着眼设备的整个寿命周期，旨在提高设备的效率，使其寿命周期费用最低，创造价值最高，从而使企业获得最佳经济效益，它包括了设备的全寿命周期成本（Life Cycle Cost, LCC）管理的全过程，它包含了从规划设计到购置安装，再到运行维护并直到报废的整个设备和资产管理的过程。既有设备物质运动状态的管理，也有资产价值变动的管理。

2.1.3 资产全寿命周期管理的基本方法

电力行业中设备的维持成本一般细化为运行成本、检修维护成本、故障成本和退役处置成本之和，故 LCC 可以表达为：

$$LCC=CI+CO+CM+CF+CD \quad \text{公式 (2-1)}$$

LCC—全寿命周期成本；

CI—投资成本（cost of investment）；

CO—运行成本(cost of operation)；

CM—检修维护成本(cost of maintenance)；

CF—故障成本(cost of failure)；

CD—退役处置成本(cost of discard)。

在电力系统中实施 LCC 管理，可以实现以下四个方面的目标。

(1)追求设备全寿命周期成本最低。全寿命周期的成本最低是 LCC 管理的最终目标，设备采购价格最低并不意味着全寿命周期的成本最低，还要考虑购置后的其他各项费用，在综合考虑设备生产效率、性能、所生产产品质量情况后的整体成本。选择设备要以经济效益为选择标准，而不以购置价格为依据。

(2)从组织、技术及经济角度综合管理设备。设备全寿命周期管理需要调动设计设备整个寿命周期的各部门力量，对设备各生命周期的数据进行统计分析，可见设备管理是物质形态管理、技术经济及组织协调的辩证统一。将 LCC 最优最为目标，各部门都不能追求单一部门单一阶段的成本最低。

(3)将设备的可维修性及可靠性作为研究重点。电力设备的故障等问题引起的损失占全周期的较大部分，要把可靠性管理移到设计选型的起始阶段，科学的考虑可道姓对整个寿命周期成本的影响，这必然依靠可靠性预测技术的应用。另外，在设计阶段进行可维修性管理，目的是使设备组合合理、结构简单、互换性强、易于检查和调换，甚至是提供无维修产品，以降低整个周期的成本。

(4)利用信息反馈支撑 LCC 管理。信息反馈既包括企业内部的反馈，还包括用户对制造厂商的反馈。前者是要在招标时，由生产维护等部门将设备的经济、技术等信息反馈给招投标中心，以便对设备优劣选取提供支持。后者是用户将设备中发现的问题等信息反馈给制造厂商，以便使制造厂商在以后相类似设备的制造中能够避免类似问题，提高效率。

总之，LCC 管理的要点可归纳为：通过技术和经济的统一管理，以量化数据来进行决策，做到全面规划、合理配置、择优选购、正确使用、精心维护、科学检修、适时改造更新，使设备处于良好的技术状态，从投入产出两方面来保证 LCC 最小、综合效能最高。

2.2 资产全寿命周期管理实践

2.2.1 国外电力企业的实践

(1)加拿大 Hydro One 公司

Hydro One 公司是从 1998 年开始引入资产全寿命周期管理的，这种管理模式的引入主要是为了克服该公司总部同区域两层分散管理模式下的弊端。

①资产管理模式

Hydro One 公司进行资产全寿命周期管理是通过建立资产战略联盟及管理体系而实现的。前者是使电网服务同电网管理的战略一致，对部分外包任务统

一工作程序，从而对工作质量起到了保障作用。后者是一种流程管理，这种流程管理必须要以可靠性为中心，通过明确职责界限来建立打破地域界限的移动劳动力，扩大外部人员数量。这种管理模式有效建立了企业成本，提高了工作的标准化和有效性，同时也促使了企业形成了部分利益服从于整体利益的企业文化。

②资产健康状态评估

Hydro One 公司对资产健康状态进行评估，用健康指数（HI）对其健康状况进行量化，依照健康状况确定资产的使用寿命是否需要延长。根据该评估方法可以确定资产维修方式、判定资产老化程度、确定检查重点。

③对资产进行风险评估以确定排序

Hydro One 公司从竞争力、可靠性、声誉、安全、财务和法律六个角度对资产进行风险评估，在进行评估时基于风险容忍度和核心业绩指标重要度建立评估体系，得出风险值的大小，并对资产进行重要性排序。

(2)澳大利亚 Powerlink 公司

Powerlink 公司在资产管理流程方面创造了资产维护绩效，其资产管理流程主要包含①策略定位、②管理策略、③资源计划、④绩效审查四方面的内容。Powerlink 公司将寿命周期分为计划和投资、运行维护和更新、替换和处置三个阶段，针对不同的寿命周期阶段有不同的管理策略。

①策略定位

在对资产管理策略进行定位时，需要考虑公司策略、利益相关方的要求及公司服务水平三方面的内容。

②管理策略

资产的管理策略主要有资产整新策略、资产投资策略及资产维护策略等。资产整新策略是有关于关于资产处置、整新和替换的决策，资产投资策略是有关于计划并投资新资产的决策，资产维护策略对现有资产的运行维护并确保其安全经济可靠的决策。

③资源计划

资源包含物力资源、人力资源及服务提供商等资源。资源计划的主要方案有：增加内部员工、合理的土地征用、实施程序管理、增加外包、标准化设计及加强供应链管理等。

④绩效审查

主要对企业现有资产运维效率及新增设备有效性等方面进行绩效审查。在进行绩效审查时，主要是要收集数据并对数据记性绩效分析，在这过程中用到的信息系统工具主要有：事务处理系统、综合资产管理系统、运行广域网、强迫停运数据库、能量管理系统及实时数据库系统等。

(3)新西兰 Ashburton 电力公司

Ashburton 电力公司全面盈余资产全寿命周期管理的理念，通过资产管理计划，使这一理念全面贯穿于每一步资产管理环节当中。

①资产管理计划的目标

Ashburton 电力公司首先制定了资产管理计划的目标：以公司战略目标为导向，在满足环保要求、安全稳定及用户服务水平的前提下达到资产全寿命周期成本最优的效果。

②资产管理计划的内容

资产管理计划应由一个部门牵头负责制定，但其中的内容应包含设备改造检修、费用支出、设备更新及电网扩展等各方面的内容。在资产管理架构中，资产管理计划系统由流程、数据、信息系统三大配套组成。资产管理计划借助上述三大组件的支持，形成一个高效全面的信息系统。另外还有组织策略和商务策略作为它的补充，组织策略主要针对资产管理的组织结构、权力和职责进行评价；商务策略则关注工程从采购、施工、运营、维护一直到退役的全过程中如何实现单位成本最小。

③资产管理计划的流程

Ashburton 电力公司制定资产管理计划遵循八步骤的流程：确定服务水平目标→预测未来需求和状态→评估风险→制定管理计划→防范风险→准备资金计划→监控资产业绩→制定资产管理改进计划。

(4)国外资产全寿命周期管理的经验总结

三个公司的实践分析能够总结出几点经验：第一，利用信息化技术来提高管理的工作效率；第二，满足监管机构的各项要求；第三，利用先进的支持工具作为投资决策的辅助和优化；第四，积极开展设备状态监测及检修；第五，新建、更改和检修项目时把电能质量及可靠性作为工作重心；第六，选择合理的风险评估方法对各资产管理的环节规避潜在风险，对紧急状态能够进行及时有效的处理。

2.2.2 国内电力企业的管理实践

(1)上海市电力公司运行资产管理项目

2005 年，上海公司启动了资产管理项目，该项目通过国际对标，在全寿命周期成本、资产清理、设备监造抽检等工作上取得了一定的成就：更新固定资产目录，使卡片与实际设备做到完全对应；制定固定资产管理办法，并用三年时间进行完善，建立与之相匹配的信息系统。为了推进资产全寿命周期成本管理的应用，上海公司以世博变电站主设备招投标及泰和 220 千伏变电站 GIS 设备改造

等项目为切入点，对全寿命周期理念进行了应用。

(2)河南省电力公司首次实现数字化变电站创新性应用

河南公司在 100 千伏金谷园变电站整站改造项目中应用了数字化变电站的创新功能。这项应用使得设备投资额明显减低，并使建筑占地面积得到有效减少，同时运行可靠性得到了提升，减低了运维工作量。另外，河南公司还在增容共成中以状态较好的设备更替 110 千伏变压器等设备，这种替换时主要设备的工作周期得以延长。

(3)河北省电力公司推进投资效益考核

2008 年，《投资绩效考核办法》在河北公司出台，该办法针对单项工程效益和区域投资效益制定了考核指标，同时出台了初设阶段再次评估优化的调整系统。上述方案的出台使得投资年度额降低了 5.46 亿元，取得了投资效益。

(4)江苏省电力公司的“双维模型分析法”

江苏公司开展了资产全寿命周期“双维模型分析法”研究，从全口径项目管理和全过程管理两个维度，正在着手构建资产管理数据模型和资产信息收集管理平台，在全口径、全过程和全价值三个方面推进精益化管理。

(5)浙江省电力公司建立供应商评估体系

浙江公司探索建立了技术专家评价、运行质量评价、高级专家评价的多层次供应商评估体系。同时，技术谈判在变压器采购时的应用使 5% 的投资增加额带来了 50% 的过载管理，资产效能水平提升，带来的经济效益明显。

国家电网公司在 2008 年提出在资产管理方面树立全寿命周期管理的理念，将资产全寿命周期管理是一项全局性、系统性的管理创新工程，列为公司相当一段时期的重点工作任务。为健全组织体系和工作机制，公司为了加强资产全寿命周期管理工作的统一组织、指导和协调，成立了管理领导小组及工作组。从 2009 年开始，采取实地调研、问卷调研和国际对标相结合的方式，逐步开始了解国内外各行业、各领域在资产全寿命周期管理方面所作的尝试和实践，充分考虑中国国情和企业属性，紧密结合公司发展战略和工作重点，经过深入研究和不断的修改完善，完成了《资产全寿命周期管理框架体系》的编制工作，在框架体系中，制定了国家电网公司资产全寿命周期管理总体目标、工作流程和管理方法，建立了总体框架、实施体系和评估改进体系，明确了评估指标体系、评估流程和评估模型的构建思路，成为国家电网公司资产全寿命周期管理工作的总体蓝图和行动纲领，具备一定的前瞻性和可操作性。

2.2.3 开展资产全寿命管理面临的挑战和困难

全面进行资产全寿命周期管理工作涉及到各方面的配合，是一套系统工程。

要全面开展工作还面临许多的挑战和困难，最主要的是以下两点。

(1)亟需转变传统认识及观念。

要想全面开展资产全寿命周期管理，不仅要技术、信息系统、管理方式、考核办法、工作机制等方面进行改革，更需要的是对传统认识及观念的转变，这样才能实现“理念——理论——体系——实践”这一过程的转变。这样认识和观念的转变是全方位的，涉及到企业工作的方方面面：成本管理上，要将分块管理这种缺乏部门协作效应的管理模式进行转变，形成对成本进行精细预测和管控的系统，使信息考核形成统一的评判标准，从而使得各部门的工作紧密相连。资金投入上，要转变原有只重视前期投入忽略后期成本的方式，加强对后期运行维护成本的精细化管理。风险管理上，要转变外部环境研究不足导致的被动决策现象，全面分析企业所面临的外部环境对企业发展的影响，增强风险意识并适时制定资产运营的风险管理策略。

(2)亟需提高精益化管理水平

由于企业精益化管理水平不高，导致企业想借鉴国际一流公司经验、引进国际先进理念难以实现，因而难以将企业建设成现代化的国际一流企业。企业精益化管理水平不高主要表现在以下几个方面：第一，信息化管理水平偏低，数据真实性难以保障。信息系统不发达，导致数据信息无法直接采集，人工录入的方式使得数据难以保障真实性，使得考核无法发挥正面作用。第二，标准化程度不高，难以进行统一协调和管理。分段管理的实施，使得规划、运行及基建等各部门的标准不统一，各部门标准差异的存在使得企业难以进行统一的协调及动态化的管理。第三，历史数据资料不完整，缺乏资产全寿命的评估依据。长久的运行数据、基础资料欠缺，使得企业缺乏资产全寿命的数据资料进行评估，无法对全过程管理进行优化。第四，资产状态评估机制不完善，无法为全寿命周期管理提高科学决策的依据。作为优化各阶段管理策略基础的资产状态评估，在现有的条件下难以进行科学的测得，也就无法为资产全收周期管理提供科学决策的依据。第五，账实不统一，会计账面的一个数据对应几个设备，一章固定资产卡片有可能包含所有设备，这样账实不统一，账、卡、物难以进行联动。

第 3 章 A 电网公司资产管理现状和问题分析

3.1 A 电网公司输变电设备和资产状况

3.1.1 输变电设备情况（以 110kV 电压等级为例）

(1)110kV 主变压器设备运行情况

A 电网公司目前运行 110kV 主变压器 661 台，容量 31313.5MVA。运行年限情况：主变压器运行年限主要集中在近 15 年内投运，见表 3-1。

表 3-1 变压器运行年限统计表

电压等级	5 年以内	5~10 年	10~15 年	15~20 年	20~25 年	25 年以上	合计
110kV	269	209	113	58	10	2	661

(2)110kV 断路器设备运行情况

A 电网公司目前运行 110kV 断路器 1922 台。运行年限情况，断路器设备运行年限主要集中在近 10 年内投运，见表 3-2。

表 3-2 断路器运行年限统计表

电压等级	5 年以内	5~10 年	10~15 年	15 年以上	合计
110kV	1243	510	126	43	1922

(3)110kV GIS 设备运行情况

A 电网公司目前运行 110kV GIS 158 套，791 个间隔。运行年限情况，GIS 设备运行年限主要集中在近 10 年内投运，见表 3-3。

表 3-3 GIS 运行年限统计表

电压等级	5 年以内	5~10 年	10~15 年	15 年以上	合计
110kV	515	149	93	34	791

(4)110kV 架空输电线路运行情况

A 电网公司目前运行 110kV 架空输电线路 648 条，长度 3360.214 公里。运行年限情况，架空输电线路运行年限主要集中在近 20 年内投运，设备运行状态整体良好，除部分线路运行年限较长，存在灰杆老化等问题，见表 3-4。

表 3-4 输电线路运行年限统计表

电压等级	5 年以内	5~10 年	10~15 年	15~20 年	20~25 年	25 年以上	合计
110kV	347	160	55	34	31	21	648

(5)110kV 电缆线路运行情况

A 电网公司目前运行 110kV 架电缆线路 510 条，长度 862.624 公里。运行年

限情况，电缆线路运行年限主要集中在近 15 年内投运，部分 35 千伏电缆线路运行年限较长，超过 25 年，见表 3-5。

表 3-5 电缆线路运行年限统计表

电压等级	5 年以内	5~10 年	10~15 年	15~20 年	20~25 年	25 年以上	合计
110kV	301	137	51	9	12	0	510

(6)110kV 其它变电设备运行情况

目前公司现运行的 110kV 其他变电设备数量，见表 3-6。

表 3-6 其它变电设备统计表

电压等级	隔离开关	开关柜	电流互感器	电压互感器	避雷器	电抗器	电容器	所内变
110kV	9922	0	5588	1544	1773	0	0	0

3.1.2 PMS、ERP 系统设备、资产分类原则

(1)PMS 系统中设备台账分成输电线路和变电站两大类。录入原则见表 3-7。

表 3-7 设备台账录入原则

序号	设备类型	录入原则
1	主变压器	三相主变整体为一台，分相主变分相建立，中性点间隙及间隙 TA 作为主变附件录入
2	断路器	不分相，按三相整体录入
3	电力电缆	不分相，按间隔建立台账，电缆本体、终端头、中接头、接地箱、交叉互联箱、避雷器、故障指示器分细类填写
4	组合电器	按设备整体建立
5	架空线路	不分相，线路台账按条进行统计，导线、地线、杆塔、绝缘子、金具、拉线分细类填写

(2)ERP 系统资产分类原则见表 3-8。

表 3-8 资产台账录入原则

序号	设备类型	录入原则
1	主变压器	主变本体、套管、分接开关、冷却系统一物一卡录入
2	断路器	断路器本体、套管、操作机构一物一卡录入
3	电力电缆	电缆本体、中接头、终端接头一物一卡录入
4	组合电器	按设备整体建立，一物一卡
5	架空线路	导线、地线一路一卡，避雷器、杆塔一物一卡

3.2 资产全寿命周期管理方面存在的问题

3.2.1 规划设计方面存在的问题

(1)公司电网整体负载率水平较低。电网规划中未充分考虑全电压等级序列，对周边经济社会发展趋势、电网现状、用电负荷预测、项目建设必要性、可行性及选址选线经济性等多方面综合考虑不够，从规划阶段对项目投入综合效益，尤其是2~3年内负载率的预估需要更加精细化，避免因低负载率导致设备寿命周期的浪费。非正常运行方式及过负荷情况时有发生。

(2)投资优化体系不够完善。项目投资的配套保障机制尚不完善。投资渠道需要进一步理顺，规划转变为建设计划的效率还不高。

(3)技改大修管理体系需进一步规范。覆盖全过程的技改大修管理标准体系还不完善。对于大修技改项目，项目必要性论证仍需加强，重复改造、低效率改造工程仍然存在。

3.2.2 设备管理方面存在的问题

(1)110kV与220kV及以上设备相比数量大，见图3-1。

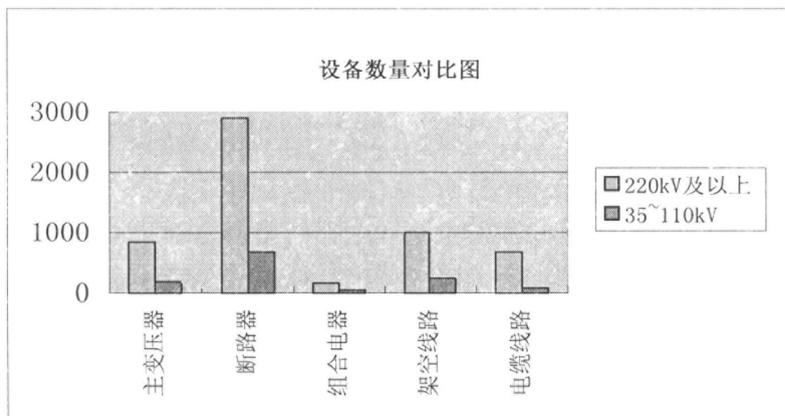


图 3-1 设备对比图

(2)部分110kV设备运行年限偏长，见图3-2。

(3)35kV-110kV目前运行的设备种类和数量繁多，在设备运行管理环节资产全寿命周期管理难度较大。

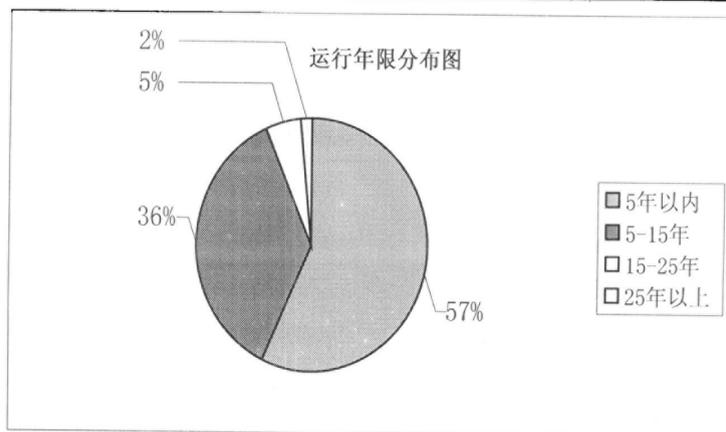


图 3-2 运行年限对比图

(4)资产全寿命周期管理的核心是将设备的人工费用、材料费用、检修费用、抢修费用数据归集到单体设备，从而对全寿命周期内设备的综合成本进行评价。而电网检修运维是为了恢复现有设备、设施以及辅助设施原有的形态和能力所进行的大修、抢修、日常检修和运行维护工作，且工作内容带有一定的不确定性，其作业范围覆盖所有电网资产，项目数量庞大。如何将电网检修运维费用归集到单体设备，并定量评价单体资产的检修运维工作成本，长期以来一直是项目管理的难点。电网检修运维作业采取项目管理模式，电网检修运维项目具有不跨年、种类多、内容碎的特点，为规范检修运维项目管理，合理控制成本，提高投资效益，公司采取了一系列措施，从项目计划的申报、实施到项目结算均加强了管控，取得了一定成效。但是，电网检修运维项目管理仍存在作业任务不够细化，作业成本差异较大，作业任务没有与设备台账挂钩，致使作业成本无法归集单体设备，不利于资产全寿命周期管理等问题。经分析产生这些问题的主要原因有：一是精细化程度不够，没有按照作业任务和检修定额编制预算和结算；二是缺乏电网检修运维项目过程管理的支撑手段，关键节点管控力度不够。

3.2.3 工程转资方面存在的问题

(1)“三集五大”工作的开展借助了 ERP 系统这一具有集成特点的工具，对于资产财务管理具有重要意义。ERP 系统的推广应用，推动了资产价值管理各职能间的衔接，推动了职能管理向流程管理的转变，推动了结果管理向过程管理的转变，公司资产价值管理效益显著提升，但公司在资产价值管理中仍然存在以下问题。

(2)项目管理方面。历史工程结算及决算不及时，并导致资产暂估增资滞后；部分工程中存在部分费用高估、成本不实。财务人员参与程度不足，以结果管理替代过程管理。目前财务人员在电网规划、工程招标、项目经济效益评价中的参

与深度不足。

(3)管理的精细化程度不足。比如在工程概算方面，按照管理要求，应推行 WBS 架构细化，设备及资产只能挂接在架构最底层。目前工程概算信息在 ERP 系统中没有细化，也没有按照要求搭建细化的 WBS 架构，导致不能有效控制后续明细支出，及不能为后续分摊归集资产价值提供依据。

(4)过程管理不规范。如工程结算由基建部门负责，按照管理要求，结算编制深度、广度、及时性应满足财务决算要求，但目前公司一批历史工程结算仍然滞后。由于对设计变更、工程量变更难以达成共识，部分历史工程长期未能结算。再比如部分物资管理职责缺位，缺乏对工程现场物资收、发的管理职责进行明确，导致 ERP 系统里收货、发货不及时，后续难以完成物料设备资产的对应，影响资产价值的认定，造成日后账实不符。

(5)信息传递滞后。如一些项目未核准而取消后，本应转入损益的费用长期挂账。

(6)专业壁垒较强。如按照管理要求，招标形成的合同价格应该作为执行概算的依据。但目前由于项目架构粗糙，专业壁垒较强，执行概算对工程支出的控制仅能局限在工程管理人员，财务人员执行概算信息获取滞后，缺乏对应工程架构的实质控制。

(7)对于非招标非监理审核的工程成本，管理标准不明确。包括工程前期拆迁补偿款、项目法人管理费。

3.2.4 资产管理方面存在的问题

(1)公司固定资产管理存在的问题体现在两个层面。在宏观层面上，主要体现出管理目标不明确、管理组织体系设置断层；在微观层面上，主要体现出以业务条线为代表的专业管理壁垒，表现为前端业务执行结果不能满足后端业务管理需求。本质上，微观层面的问题是宏观层面问题的个体体现。

(2)关于固定资产管理目标，到目前为止，公司尚没有从决策层予以明确并形成纲领性发展目标。由于公司固定资产管理目标并没有定性为实现设备全寿命周期内的成本精益化管理，因此，在固定资产三级管理体系中形成了一个松散组织层，即公司资产职能部门，看似这一管理层级涵盖的资产管理部门面面俱到，但在实际操作过程中，各职能部门本能地以专业管理需求为出发点，强调专业管理特性与需求，在没有统一目标的情况下，难以形成公司固定资产管理合力。

(3)公司电网建设规模居高不下，资源使用率偏低。为打造地区坚强电网，近年来公司以奥运保电、国庆 60 周年保电为契机，加大地区电网升级改造力度，年平均投资额度超过 100 亿元，一方面导致债务逐年增加，三年间债务总增加

142 亿元，资产负债率呈逐年递增趋势；另一方面经营收入增长缓慢，地区电网主变压器负荷率偏低，各电压等级平均容载比均在 2 以上，资源使用率不高。

(4)公司滞留了大量退运、剩余物资。项目管理问题衍生出剩余物资问题。随着近年来大规模投资建设，剩余物资累计库存有增无减；由于“电网运行首都技术标准”的推广运用，在近年的电网消隐升级改造过程中，替换了大量退运设备，涉及的种类包括主变压器、主网电缆、开关柜等。根据 2010 年公司物资普查的结果，上述物资累计库存市场估值超过 4 亿。

(5)备品备件的管理不规范。备品备件有三种来源：一是新购(包括成本和资本性两头列支)；二是退运设备；三是剩余工程物资。退运设备随时可以转换为在运的设备，在严谨的管理流程中，从运行到退运到再运行的每一个状态变更，在设备实物及资产价值管理中均应该完整体现，确保资产价值记录完整可靠，从而为公司经营决策提供及时真实的信息支持。但在实际管理过程中，时常遇到一是重新投运的备品备件在新的项目中没有计列成本，因为该设备已经在前期成本中消化了，二是重新投运的退运设备在集成系统中存在两个设备编码，形成与固定资产多对一关联，固定资产管理账实不符。

(6)资产和设备的关联未实现动态优化。目前公司的资产设备联动率指标是以资产作为基础去找与之关联的设备，没有实现同时以设备为基础去找相关联的资产。同时，公司已根据不同专业管理系统的功能实现方式，相继开发并启用了生产管理系统(PMS)、调度管理系统(OMS)、通信管理系统(TOMS)设备资产报废线上审批流程，其他类型的设备资产在线报废审批流程以及所有类型的设备资产跨单位在线调拨审批流程均未启动。由于线上审批流程特别是跨单位调拨审批流程的缺失，导致集成系统内出现存在关联关系的设备资产分属不同利润中心的现象。

3.2.5 物资招标方面存在的问题

物资招标采购与报废管理是资产全寿命周期管理环节中的“一头一尾”。“头”决定了设备的先天条件，如果采购到的物资先天不足，那必将给设备全寿命的管理带来诸多问题，因此，采购适合电网中长期发展的物资是合适的做法；“尾”决定了设备物尽其能的终结价值，设备何时退出并报废是与它的使用价值与维护成本、残值等密切相关，量化设备报废指标，建立物资报废的阈值和相关联动机制是科学报废物资的基础。目前在面对电力物资市场变化和国家电网公司物资集约化管理政策下，A 电网公司按照全寿命周期管理模式开展招标采购与报废管理面临如下难点并需要研究解决。

(1)物资招投标的难点，物资招投标过程中注重如下四个环节：供应商评价、

技术条件制定、设备招、投、评标、设备监造与质量检测。通过近三年的供应商评价，该环节目前面临的主要问题有以下五点。

- 1)对供应商缺乏有效的分类管理。
 - 2)招标采购中价格因素权重过高。
 - 3)供应商评价标准缺乏全面性、系统性。
 - 4)供应商评价方法缺乏针对性。
 - 5)供应商评价体系还不够健全。
- (2)技术条件制定环节中面临的主要问题有以下四点。

1)A 电网公司自身特点对物资的要求普遍高于国网通用要求，如何调整适应。

2)技术条件如何与公司电网中长期发展规划相适应，是否存在“过配”或“欠配”（即过渡配置或配置不足）。

3)在设备全寿命周期的要求下，技术条件如何体现设备质量和设备造价以及维护成本等函数关系。

4)同一类设备在不同地区的应用是否应在技术条件上有所区分。

(3)设备招、投、评标面临的主要问题有四点。

- 1)不同招投过程中出现的商业风险和法律风险评估。
- 2)如何解决公司对物资采购的个性需求。
- 3)如何设置科学的评标方法。
- 4)评标专家的管理。

(4)设备监造与质量检测面临的主要问题有三点。

- 1)如何监造才能协助制造商解决产品问题。
- 2)质量检测的范围与能力建设。
- 3)设备监造与质量检测成本如何纳入设备全寿命管理中。

3.2.6 物资报废管理方面存在的问题

公司物资报废多年来出口不规范，技术政策不明确，造成物资报废没有形成正常的业务渠道，因此建立适合全寿命周期管理的物资报废业务渠道是解决物资报废出口的关键问题。目前物资报废存在以下一些问题。

(1)设备何时退出并报废与它的使用价值与维护成本、残值的关系，如何量化设备报废指标，如何建立物资报废的阈值和相关联动机制。

(2)如何实现将物资报废价值体现在设备寿命周期整体的费用当中。公司所属各类电网物资从 2005 年起，由公司组织统一进行竞价出售、统一签订出售合同，合同中附有每一种设备的成交单价及总价，目前竞价工作在物资信息系统

中完成，该系统可以体现单体设备回收残值，出售合同在经法系统中完成。对照将回收残值体现到设备资产单体上（报废流程中资产卡片号字段设为必填）的要求，目前系统设置的销售回收残值能对应到具体的资产，但系统中设备管理与物料管理在维度上存在差异，故需要进行相应的调整才能满足按照单台设备计算回收残值的要求。

3.2.7 设备、资产数据清查方面存在的问题

要做好资产全寿命管理工作，数据质量是关键，如果数据的准确度都无法保证，那资产全寿命的管理工作将寸步难行。目前存在主要问题有三点。

(1)从已有的工作借鉴来看，SH 电力公司花了三年多的时间用于实现“账、卡、物”的联动，而其清查的范围只延伸到了 110kV 及以上的设备数据。虽然公司的数据数量没有上海电力公司庞大。但是初步估计 35kV 以上的变电一次设备的数据总量大约有 45000 条。而目前 220kV 以上的设备数据量只有几千条，清查工作量会有数十倍的增加。

(2)高电压等级的设备种类相对较少，分别归属变电、输电、电缆公司管理，专业化管理程度较高，设备、资产信息维护相对到位，但在前期数据清查过程中仍然耗时 4 个月的时间，且清查的准确率还仍未达到 100%，如果扩大数据的清查范围，那么就需要公司的专业职能部门加大工作量来完成。

(3)近些年，电网企业信息化管理的水平虽有提高，但是有关于资产管理的信息化管理还存在一些缺陷。首先，财务、生产、物资、基建等各部门都有自己的信息化系统，各部门数据较难统一，信息传递存在阻碍，难以达到及时、有效的要求；其次，由于各部门信息系统分别建在不同的平台上，进行维护时缺少一致性机制，信息提示及沟通难以实现；最后，各部门对于资产和设备的分类有差别，实现一一对应需要做大量工作。从 PMS、ERP 系统设备分类原则对比来看，设备资产分类大致相同，但是颗粒度差别较大，造成设备、资产价值不能完全对应。

3.2.8 信息支撑手段方面存在的问题

在国家电网公司的大力推动下，公司信息系统的信息共享和集成工作取得了明显成效，各专业系统建设的定位仅是满足本专业日常工作与管理的需要，没有统筹考虑公司资产管理的需要，相关专业管理信息系统之间的信息共享程度不高，设备全寿命周期内的各种信息，分布在不同的管理信息系统中，形成信息孤岛，不能实现有效传递，导致设备全寿命周期管理的数据积累明显不够。

(1)ERP 系统存在大量未转资设备，资产无法与设备。

(2)计划系统立项模块设置与项目系统设置口径不统一，数据不能同步。

(3)财务系统未与计划、生产、基建项目等系统集成，无法对成本、工程投资等形成实际管控。

(4)现有物资管理系统孤立运行，系统功能达不到全寿命周期管理的要求，采购物资信息不能够通生产信息相关联，由于物资系统中没有库存的概念，没有仓库管理系统，因此库存信息业不能够通生产信息相关联，不能通过生产管理系统查询、预定、领用库存物资和设备。

(5)人力资源系统未能与生产信息系统集成，人力资源的人工成本未能与运维活动关联，为运维成本的积累和控制提供支撑。基于公司目前相对割裂的资产管理现状，一方面难于进行全方位的生产管理，对在生产业务与管理过程中获得的经验、信息难于进行追溯分析；另一方面资产运行维护与成本信息难于对资产投资决策、规划设计、物资采购、设备安装以及财务预算等进行常态的有效反馈。

3.2.9 全寿命周期管理理念认知存在的问题

资产全寿命周期管理理念未能深入人心。职能管理方式无法适应资产全寿命周期管理的需要，基于职能的资产“分段”管理，使各部门有不同的工作目标、范围和侧重点，造成资产管理目标不完全统一、造成各阶段的信息不对称，难以适应资产全寿命周期管理的需要。原因主要有下述三点。

(1)各阶段管理信息无法共享，反馈评估机制不健全，部门只注重局部利益及本部门的考核指标。

(2)工作衔接不够有效，业务流程设计不够精细，制度、标准之间存在差异或冲突，导致工作效率降低和管理成本增加。

(3)资产管理欠缺“全过程”评估，更注重某个时间点或某段时期的成效。

综上所述，A 电网公司在资产管理方面，具有较好的设备基础和一定的管理水平，有较为强烈的加强资产管理的需求，其目前存在的资产管理各个环节相对割裂、对总体成本缺乏管控、基础数据不全、信息支持手段不够等是目前电网企业普遍存在的问题，实施全寿命周期管理有较强的必要性和实施可能。

第 4 章 A 电网公司资产全寿命周期管理体系构建

4.1 管理的工作目标

资产全寿命周期管理的工作目标分为长期目标和近期目标。近期目标是：加快资产全寿命周期评估决策业务支撑系统的推广应用，以系统应用为手段提高基础支撑数据的正确性和完整性，为全寿命周期管理提供数据保证。

长期目标是：统筹协调效能、成本及安全的关系，即确保电网运行可靠安全的同时，提高资产使用效率，使资产的全寿命周期成本减低。在进行资产全寿命周期管理时，要以降低全寿命周期成本为目标、优化资产配置为导向、系统管理思想为指导、提高资产寿命为重点、制度体系为保障、信息化系统为支撑、安全可靠为前提、精益化方法为手段。通过资产全寿命周期管理来简化管理层级，达到高度集约化管理的目的，增强信息化系统的作用，使管理方法想精益管理转变。

4.2 管理的工作思路

在进行资产全寿命管理工作时，要注意把转变传统资产管理方式作为重点、将科学发展观作为指导、将全过程作为原则进行管理工作。

资产全寿命周期管理工作必须从公司大局和全局出发，以实现公司全面、协调、可持续发展为落脚点，以建设“一强三优”现代电网企业为目标，以推进“两个转变”为方向，以实现“四化”为契机，认真分析公司的外部环境和内部条件，充分考虑公司经营区域内发展不均衡的现状，用科学的态度，充分调研，认真研究，扎实推动各项工作有序开展，为公司发展提供持续的动力。

4.2.1 管理的指导原则

开展资产全寿命周期管理工作应当遵照全费用、全系统、全过程的原则。第一，全费用原则是指进行成本管理和费用归集时将整个寿命期间可能发生的所有费用考虑在内，这就要求不仅要核算建设成本及采购成本，还要将前期的设计规划成本、中期的运维检修成本及后期的故障报废成本进行归集和核算。第二，全系统原则是指将某项设备作为一个系统整体考虑，统筹管理该设备管理的各阶段工作，打破部门职能的界限，以达到资产总体效益最佳的目的。第三，全过程原则是指决策时不要局限某节点和某期间，而是要全面考虑从规划设计到更新报废的整个寿命周期，整体优化各个阶段。

4.2.2 管理的工作重点

传统资产管理方式已经难以适应公司发展的需要，必须有所转变。在进行资产全寿命周期管理工作时，主要有四个重点内容：第一，管理模式要转变为分层分级管理；第二，管理机制要转变为以工作流程作为载体；第三，管理方法要转变为利用精益化评估模型；第四，管理手段要转变为利用完善的信息化系统进行管理。

(1)利用层级模式进行管理。应当将企业当前分为战略、管理和执行三个层级，将企业战略和总体目标在这三个层级上进行分解，通过规定明确各层级的职责范围和管理权限来进行措施的落实。同时保持层级的信息通畅，要保证战略层的决策能够传递到执行层并得到落实，还要保证执行层的需求和执行结果能够传递到战略层并得到反馈。

(2)利用工作流程作为载体进行管理。梳理资产管理各阶段的工作，形成衔接有序、节点畅通的工作流程，利用这样的工作流程为载体，将管理策略和理念贯穿整体资产管理过程。

(3)利用精益化评估模型进行管理。在客观收集资产基础信息数据的前提下，采用量化的指标建立精益化的数学评估模型，能够对企业资产效率效益效果等内容进行客观评估，反映资产全寿命周期管理工作进行的好与否，从而达到管理的目的和要求。

(4)利用完善的信息化系统进行管理。信息化是企业管理必要的手段，要想顺利进行资产全寿命周期管理工作，信息化建设是必不可少的。完善资产全寿命周期管理的信息化系统建设，能够统一各部门的标准、协调各部门的工作、沟通企业内部和外部环境，从而达到消除信息孤岛、提高企业工作效率的目的。

4.3 管理的工作保障

4.3.1 组织保障

资产全寿命周期客观上要求改变职能部门的分段管理，根据资产全寿命周期管理流程要求，基于全寿命周期管理思想建立高效、开放、紧密衔接并且将全寿命周期各项工作纳入管理的组织与管控模式。通过各种机制建设从管理模式上将从规划设计到建设运营等各阶段纳入到统一管理之中，并在资产全寿命管理框架下梳理明确各项工作的职责。

要建立健全组织机构，协调推进数据清查工作，为保障工作的有效推进，应成立资产全寿命周期管理的领导小组或委员会。领导小组的主要职责包括建立统

一的资产全过程管理规章制度及体系、指导开展包括规划设计到建设生产和财务管理等各项工作、组织进行管理方法和决策机制的研究、进行资产管理的协调工作并制定各环节的工作目标。根据其职能,领导小组的成员至少应包括企业领导、发展策划部、物资部、科技信息部、生产技术部、财务部、基建部、人资部和安监部等主要负责人。

4.3.2 制度保障

规章制度和标准体系建设对于保证资产管理目标明确、资产全寿命周期管理流程高效运转是不可少的。制定管理资产全寿命周期管理的规章制度、常态机制,同时为保障系统性及协调性,还应建立标准协调机制。对于电网资产全寿命周期管理进行统筹制定规章制度,不仅能最大限度发挥管理手段,也是落实管理框架时间管理目标的必要手段。

4.3.3 信息化保障

公司信息化建设是按业务条块进行分割的,工程管理系统、生产 MIS 系统、财务管理系统对于资产的管理涉及到不同的内容,各部门信息难以共享,传递过程不畅通,因而资产基本信息更新不及时、缺乏一致性,无法进行效益分析和管理工作,不利于实现资产全寿命周期的最优管理。资产全寿命周期管理涉及专业广、部门多、业务复杂、数据量大,且具有全局性和系统性,需要借助一体化信息系统加以实现。ERP 的引入有助于提升资产管理信息化水平,一方面体现在它能够穿透职能分工和专业壁垒,促进应用信息系统贯通互联,实现从职能条块化管理向流程一体化管理转变、从分散化管理向集约化管理转变,消除信息孤岛;通过流程化、表单化的管理模式,建立起完善的闭环管理机制,促进资源优化配置;另一方面,利用 ERP 开展资产全寿命周期管理还能够对电网资产的分布提供及时的统计、分析数据,积累检修设备参数,对运维成本进行强化控制,扩大资产全寿命管理工作的设备范围。

信息化平台的建立能够使公司各部门、各单位参与到公司资产全寿命周期管理进程中,有利于提升公司资产管理的水平。在资产管理过程中公司管理人员通过系统可以对资产规模、结构、状态,资产的投资、项目总体进展情况以及设备的健康和运行状况进行了解,通过信息化平台还能是物资管理、项目管理、生产管理、财务管理等各个层面的工作提升效率、增加效益。信息的通畅传递与及时反馈为资产的整体优化打下坚实的基础。

4.4 管理的范围

进行资产管理，首先要明确资产管理的范围。电网公司进行资产管理包含实资产、无形资产和金融资产等公司有形或无形的全部资产。资产全寿命周期管理的重点应该是对实资产的管理，实资产中应将电网设备资产（为了行文的简化，一下简称为“资产”）作为管理的重中之重。

根据公司管理现状，当前资产全寿命周期管理是以电网设备管理为重点的实物资产管理，主要包括架空输电线路、电缆输电线路、变压器、断路器、GIS 和其他变电设备（隔离开关、互感器、避雷器、母线等设备，及一次设备相应的保护装置），共计六类。各类设备分电压等级进行管理，目前管理范围为 220kV 及以上电压等级，逐步向 110（66）kV 及以下电压等级扩展，实现对电网设备资产的全面覆盖。

4.5 管理的实施体系

A 电网公司作为资产全寿命周期管理的实施单位，通过构建二维管理体系实现国家电网公司的资产战略。二维管理体系是基于美国贝尔电话研究中心霍尔（A.D.Hall）在 1969 年提出的系统工程管理理论构建的。如图 4-1 所示，该系统工程理论模型是由时间维、逻辑维和知识维组成的三维结构，是解决规模较大、结构复杂、涉及因素众多的系统问题的一般步骤和方法。

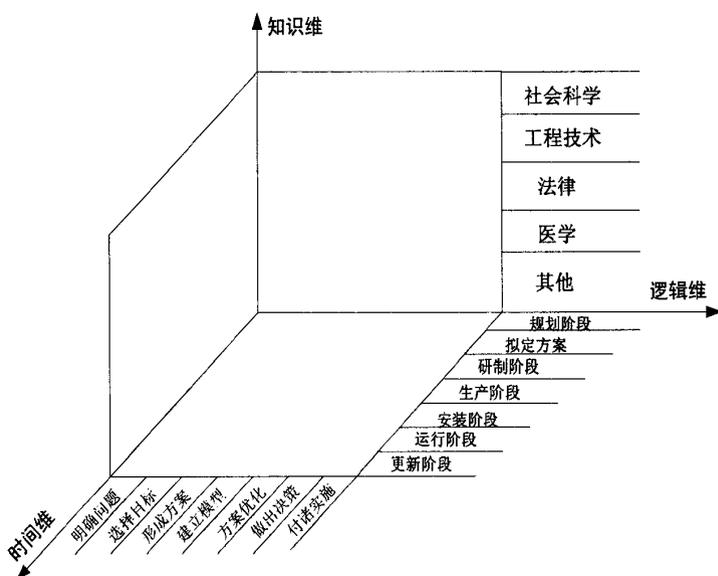


图 4-1 系统工程的霍尔三维结构图

由于目前资产全寿命周期管理尚处于起步阶段，为了工作的顺利进行，将实施体系简化成二维管理体系，两个维度分别为时间维度及逻辑维度。

图 4-2 形象画出了二维管理的体系，在实际工作中，时间维度表现为管理阶段维度（图中 X 轴），逻辑维度表现为管理要素维度（图中 Y 轴）。时间维度主要分成规划设计阶段、采购建设阶段、运行检修阶段和技改报废阶段；逻辑分成管理策略要素、工作流程要素、评估考核要素及保障机制要素。通过这样的划分得到了 16 个管理模块。

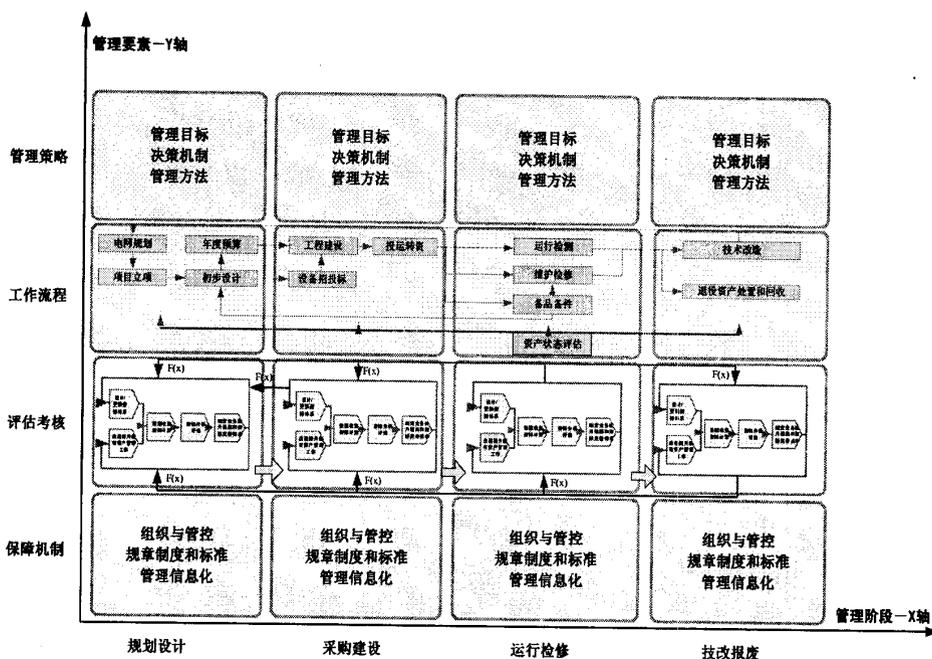


图 4-2 二维管理体系图

4.5.1 管理阶段

(1) 阶段划分原则

资产全寿命周期由不同的阶段组成，不同的阶段有不同的作用，进行管理时也需要采取不同的策略。要想形成环环相扣的闭环管理、建立个阶段的衔接及协调机制，就必须要对资产全寿命周期的阶段进行划分。划分时应遵循以下原则：

- ①按照从资产形成前期开始一直到资产退役的时间顺序进行划分；
- ②不改变目前公司部门职能设置格局，依据各部门目前的职能和业务管理范围进行划分；
- ③尽可能使工作流程和评估流程设计更为简捷，以便于形成闭环评估和持续优化策略的管理机制。

(2)管理阶段具体划分

在体系介绍中已经说明资产全寿命周期被划分为规划设计阶段、采购建设阶段、运行检修阶段和技改报废阶段四个阶段。根据其特点，每个阶段中都有不同的工作项目和具体需要进行的工作，具体内容见表 4-1。

表 4-1 管理阶段划分表

阶段名称	工作项目	工作内容
规划设计	资产规划	编制基建和技改等的规划、进行方案比较和选择以及方案的滚动调整。
	项目立项	设计编制项目的可研和投资估算，比较和选择项目方案。
	初步设计	对项目进行初步设计、编制概算。
	年度计划	制定年度钩子、技改、大修、运维计划，编制年度预算。
采购建设	招标采购	招标、评标、采购、设备监造和抽检。
	工程建设	基建施工、设备安装及投运前的准备工作。
	投运转资	设备核对、技术参数整理及完善、资产移交、创建设备台账，编制竣工结、决算书，建立资产卡片。
运行检修	运行检测	巡视设备，进行倒闸操作及录入相应信息。
	维护检修	对设备进行例行或诊断性试验、进行检修并录入相应信息。
	状态评估	监视设备，分析当前及历史数据，利用数据对设备状态进行评估，并预测未来趋势。
	备品备件管理	配置、储备、使用和管理备品备件并对上述信息进行维护。
技改报废	技术改造	包括专项技改、科技类技改大修类技改、和大型技改。
	退役资产处置	对退役资产进行状态评估和处置

4.5.2 管理要素

资产全寿命周期管理的要素包括管理策略要素、工作流程要素、评估考核要素、保障机制要素这四个方面，表 4-2 列示了四个要素的内涵。四要素并不是独立存在，而是相互关联的，例如管理策略、工作流程和评估考核三要素相互制约、相辅相成，保障机制为前三个管理要素顺利进行提供良好的环境和支撑。

表 4-2 管理要素划分表

要素名称	内涵和定位
管理策略	是指公司资产全寿命周期管理各个阶段的目标,以及为实现该目标而建立的决策机制和管理方法,为资产全寿命周期管理各阶段的工作指明努力方向并提供方法和手段的支持。
工作流程	是指将公司电网资产全寿命周期各个阶段紧密联系起来,形成闭环管理的总体工作流程,由多个具体业务流程组成,为资产全寿命周期管理策略的执行载体。
评估考核	是指建立全面、可行的资产管理绩效评估考核体系,衡量资产全寿命周期管理工作的效率和效果,以形成对资产全寿命周期管理的持续改进,为资产全寿命周期管理闭环工作机制的必要因素,根据评估考核的结果可以形成对工作流程和管理策略的不断优化和持续改进。
保障机制	为使上述三项工作正常运转和发挥作用而,从组织与管控、规章制度和标准建设、管理信息化三个方面建立起来的工作环境,为资产全寿命周期管理各项工作提供有力的支撑。

(1)管理策略

1)管理目标

应在公司资产全寿命周期管理总体目标的指导下,对资产全寿命周期各个阶段的目标进行统筹优化,避免出现割裂各阶段联系,片面追求局部优化的情况,使各阶段目标统一在总体目标之下,追求资产全寿命周期的系统优化。

2)决策机制

资产全寿命周期管理是一种全过程的管理,其思想应贯穿于资产全寿命周期的各个阶段,不但在规划、立项、设计等前期阶段应贯彻全寿命周期管理理念,在建设、运行、退役等阶段也都必须以全寿命周期最优作为决策的依据。通过机制建设,形成适应全寿命周期管理要求的决策机制,提高决策的科学性。

3)管理方法

按照资产管理策略,将资产全寿命周期管理的理念和方法应用到每个资产管理中,运用精益化的数学模型和评价流程,对每个项目不同阶段的工作进行指导和优化,实现项目管理的全过程优化和闭环。

(2)工作流程

执行公司全寿命周期资产战略需构建协调各个阶段的工作流程(见图 4-3),从全过程角度以核心流程进行管理工作,完善跨部门交接的流程关键节点设计、相关职责以及交接控制点,形成流程之间的密切配合和良好衔接,建立完善的闭

环管理机制。资产状态评估在整个工作流程中处于十分重要的位置，是制定每个阶段相关工作策略的出发点和落脚点，也是评估每个阶段相关工作质量的重要手段和依据。

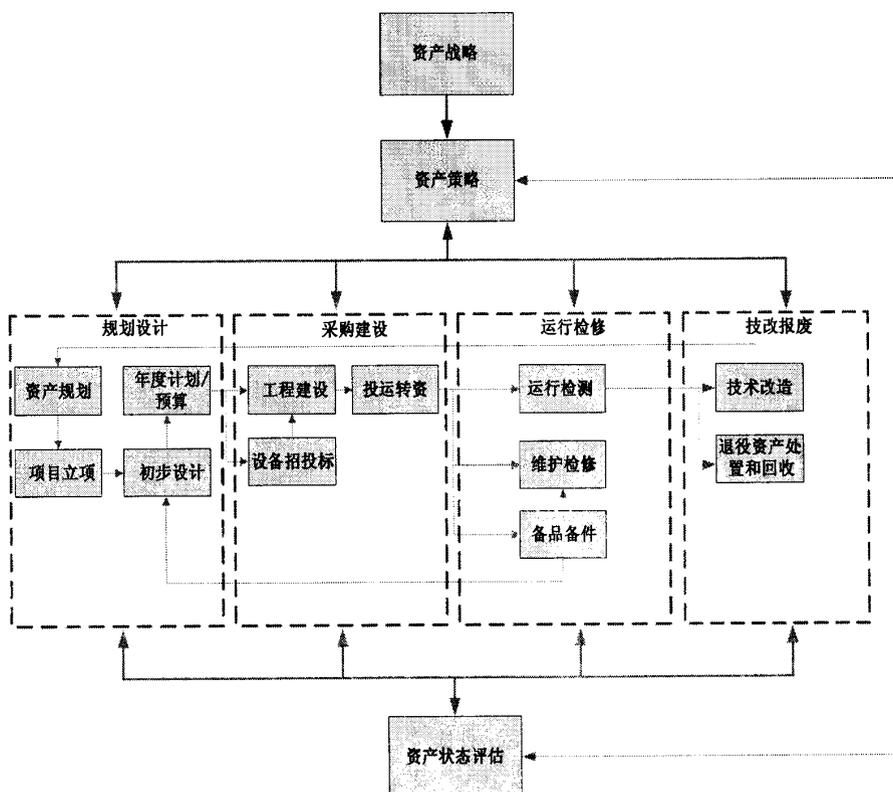


图 4-3 资产全寿命周期管理工作流程图

(3) 评估考核

建立评估考核体系，对资产全寿命周期管理工作进行考评，衡量工作成效，能够对管理工作的改进起到作用。该体系应有三个部分的内容，一是充分体现资产管理各项实际工作特点，建立自上而下的闭环评价指标体系；二是建立评估流程，在优化阶段内部自评价的同时，强化其他相关阶段的信息反馈与评估，实现闭环管理；三是建立科学评估的数学模型，评估各阶段资的工作效果。

不同部门考评的内容不同，要根据工作任务和完成指标不同分别进行考核，但是工作和指标制定标准应相同。

1) 工作任务

①项目执行：项目的具体实施和完工，项目主要包含大修、运维、营销、技改、基建、调度等；

②信息采集：基础数据收集及填报。基础数据主要包含工时、人员信息、试验数据、设备资料、台班、管理信息、设备状态、运行数据、备品备件等；

③运行操作：安排运行方式并进行指挥调度及状态评价等；

④维护检修作业：例行检修、排查隐患和解题检修等；

⑤协调外部环境：拓展营销范围、规划公司资产、协调外部利益，创造有利于企业的法律、经济等外部环境。

2)主要指标

①安全指标：以各项事故发生率低为衡量；

②效能指标：以预测安排为基础，及时检修和排除隐患，提高资产效能；

③周期成本指标：标准化作业，采用作业成本法对资产各周期测成本进行精心核算和管理。

4.6 管理的评估体系及改进

资产全寿命周期管理的评估体系主要包括评估指标体系、评估流程和评估模型三个部分。

4.6.1 建立评估指标体系

制定一套完整全面的资产全寿命周期管理指标体系是进行评估考核工作的基础和先决条件。确立评估考核指标体系的原则是：首先要以衡量、优化资产全寿命周期表现和成本综合最优为重要原则，充分考虑各个阶段工作之间的关联关系；其次，在确保不影响全寿命周期表现和成本优化的前提下，对资产在各寿命阶段的表现和成本投入进行优化和评估考核。指标体系的建立是一个动态的过程，需要根据资产战略、资产策略和管理策略的持续优化结果对指标体系进行动态调整。

根据管理目标评价和工作质量评价两个方面，指标体系分为结果性指标和过程性指标两类。为增强指标的可比性，结果性指标可分为“指标”和“指数”两种计算方式。“指标”是指其分解的多个下级指标量纲相同，直接进行数学计算有业务意义；“指数”是指其分解的多个下级指标量纲存在差异，如果直接进行数学计算将缺乏业务意义，对于此类指标，应首先将其下级指标按照一定标准，对照标杆值进行折算，最后基于各下级指标的折算值进行计算。

(1)结果性指标

这是对资产管理工作具体结果和效率效果的衡量依据，一般应包括安全性指标、效能性指标和周期成本性指标三类。

①安全类指标：是按《电力生产事故调查规程》的要求确定的有人员责任的各等级事故次数，用以反映企业资产管理工作的可靠性和安全性；

②效能类指标：用以反映企业资产管理工作的成效和管理水平如何；

③周期成本类指标：用以反映企业资产管理工作的费用归集、成本核算和成本管理工作的效率效果。

1)年度安全效能成本指标（SEC）

该指标是反映成本、安全、效能整体表现的结果性指标，单位为元/千伏安，即年度内单位容量电网资产花费的总成本。该指标值越低说明资产管理的整体水平越高，因而管理的目标就是降低该指标值。

①安全指标（S）是按《电力生产事故调查规程》的要求确定的有人员责任的各等级事故次数。该指标值越低说明发生事故次数越少，安全水平越高，因而管理的目标就是降低该指标值。

②效能指标（E）中主要包含供电可靠性（E₁）指标、电压合格率（E₂）指标、频率合格率（E₃）指标和资产年度等效利用率（E₄）指标。这些指标设置的目的是为了，提升电网资产的使用效率和电网运行质量。

③周期成本指标（C）中主要包含资产分年度平均投资（C₁）指标、年度运维成本（C₂）指标、年度检修成本（C₃）指标、年度故障处置成本（C₄）指标和报废处置成本（C₅）指标。这些指标的设置目的是：优化资产全寿命周期成本，提高资产运行效益。

2)资产期望使用寿命

资产期望使用寿命指按照公司统一的技术原则确定的各类资产技术使用寿命。资产期望使用寿命一般不低于资产设计使用寿命。目前暂按下述要求确定：

- ①变压器≥25年（不低于设计寿命）；
- ②架空输电线路、电缆≥30年（不低于设计寿命）；
- ③断路器、GIS≥25年（不低于设计寿命）；
- ④其他一次设备不低于设计寿命；
- ⑤二次设备不低于设计寿命。

3)计算方法

分类指标计算过程中，要求对各类电网资产按照设备单体进行计算。指标计算过程中，对变压器、输电线路（含电缆）资产需考虑电网平均负荷率影响，其他类资产不考虑电网平均负荷率影响。

①资产分年度投资 C₁：寿命周期内 C₁ 每年数值相同，若发生技改投资，则需要增加技改期望寿命与已运行时间的差值。若超过寿命，C₁ 计为 0，若发生技改投资则 C₁ 计为 6。

②资产运行损耗 C₂₂：运行损耗仅考虑变压器类资产空载运行损耗，具体计算方法为 C₂₂=(标称空载损耗+标准空载损耗)*运行时间*本单位平均售电价格，其中，标准空载损耗由总部依据公司系统变压器类资产使用情况统一核定。

③故障电量损失 C_{42} : C_{42} =设备最大供电(输电)能力*故障持续时间*本单位平均售电价格。

④等效利用率 E_4 : 当年新投运资产, E_4 按照实际投运时间计算。当年退役报废资产 E_4 按照完整 1 年计算。全年中未带负荷运行备用资产 E_4 按 10% 计算。

⑤输电线路等效折算容量 S_L : 为便于不同大类资产间 SEC 值的合并计算, 对输电线路资产, 将常规以线路长度为基础的成本核算方法等效折算到以输送容量为基础的成本核算方法。基本方法为: 以系统造价为等效基础, 借助线路平均单位长度造价和变电平均单位容量造价两个统计值将单条线路规模折算到等效变电规模(容量)。公式中变电工程单位容量造价和线路工程单位长度造价按照各网省进行分电压等级、分投产时间进行统计取值。

⑥输电线路等效折算容量 (S_L): $S_L = (\text{线路长度} \times \text{线路单位长度造价}) / \text{主变单位容量造价}$ 。

⑦安全指标因子 (f_S): 安全指标因子采用幂函数方法, 评价各类事故对 SEC 指标的综合影响。根据目前公司电网安全基本情况, 事故因子调整系数暂取值为: $k_{s1}=10$; $k_{s2}=50$; $k_{s3}=100$ 。

4) 简易计算方法

综合年度安全效能成本指标 (SEC) 的基本计算方法为:

$$SEC = \sum (k_j * SEC_j) * f_S * f_E \quad \text{公式 (4-1)}$$

其中:

$\sum (k_j * SEC_j)$ 为各分类资产 SEC_j 值之加权和;

j 表示不同类别的指标考核的资产 (以下简称第 j 类资产), 主要包括变电类资产和输电线路类资产;

k_j 表示第 j 类资产规模在整个电网规模中的权重占比, 计算公式为: $k_j = S_j / S_{NET}$, S_j 为第 j 类资产容量规模, S_{NET} 为系统总规模;

f_S 为安全指标因子;

f_E 为效能质量指标因子。

(2) 过程性指标

过程性指标用于衡量资产全寿命周期各主要阶段工作质量和流程运转效率, 保证各阶段工作的有效开展和各阶段的顺畅衔接。过程性指标由各单位根据实际情况, 依据下述原则自行制定和完善。

1) 体现资产全寿命周期各阶段业务管理的特点和要求, 明确业务流程对资产全寿命周期管理的支撑点, 从规范、及时、先进三个方面进行过程评价。

2) 落实不同管理层次、不同专业的管理要求。过程性指标应根据本单位各专业管理模式逐级、逐层进行拆分, 并逐级、逐层落实和监督考核。

3)过程性指标拆分方法

在得到主要过程性指标后，应进一步根据各级单位管理关注重点差异和同级部门管理领域不同，分别拆分设置对应的过程性指标。

①分级纵向拆分：根据各级单位管理关注重点将主要过程性指标进行逐层分解。总体原则是上级单位所评价和衡量的过程性指标应作为本单位指标；同时根据本单位情况，还可增设部分辅助性过程性指标；再将此指标派发给下级单位。

公司关注国家电网公司下达的指标，并辅以本单位工作重点相关指标；地市公司，关注上级单位下达的指标，并辅以本单位工作重点相关指标（由地市公司决定）。

②横向分解：对于涉及多个部门的过程性指标（即由多部门工作共同决定的过程性指标），需按照部门业务管理范围（或流程环节）进行拆分，使得各部门明确对应单一指标、职责明确。

4.6.2 理顺评估流程

资产管理的绩效评估，应该是完整、连贯、持续循环的管理流程，其实施步骤如图 4-4 所示。

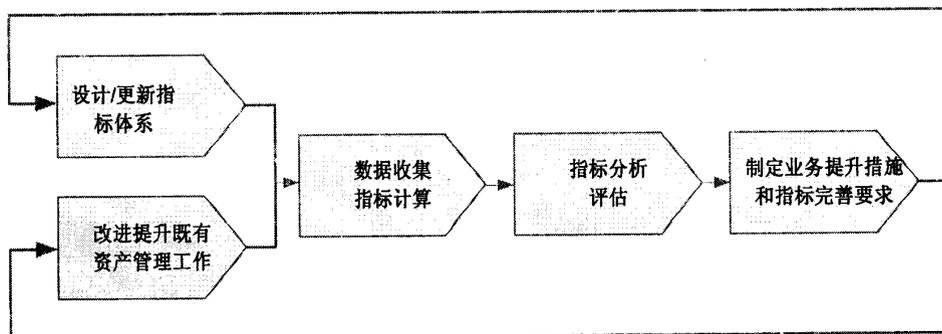


图 4-4 公司资产全寿命周期管理阶段内部评估流程图

上图显示了资产全寿命周期管理阶段内部评估流程图。绩效评估考核机构将围绕以下步骤开展资产管理工作的评估、分析和反馈流程：首先，完成指标体系的设计（包含指标分解关系、指标定义和计算公式等）；其次，根据指标的设计要求收集评估对象的指标数据，进行校核、计算后出具评估结果；在此基础上针对评估结果进行分析和比较，掌握公司资产管理现状和差异点；最后，评估考核机构应根据评估结果形成相应反馈意见，用于制定资产管理持续完善的提升计划或对既有指标体系进行更新修正，最终形成评估考核的闭环流程。

为了进行全寿命周期管理的评估，每个阶段内部的评估流程进行梳理之外，

还要对各阶段的流程进行梳理进行优化，这样有利于各阶段间的信息传递与反馈，便于优化评估过程。具体流程见图 4-5。

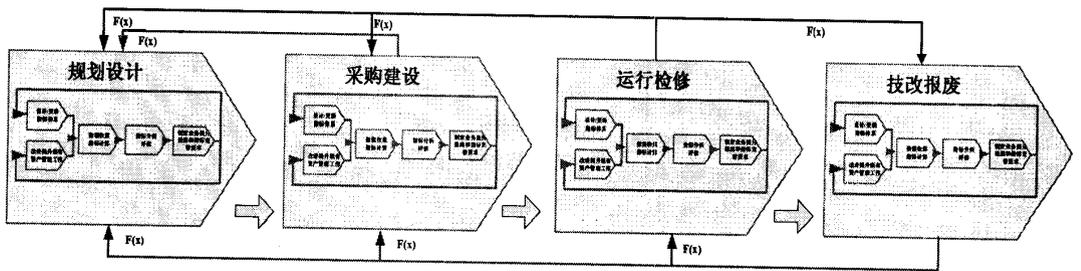


图 4-5 公司资产全寿命周期管理全过程评估流程图

4.6.3 选择评估模型

建立科学的评估模型是保证资产全寿命周期管理实现总体目标的关键，按照公司资产全寿命周期管理总体要求，充分考虑不同电压等级、不同设备、不同重要程度等影响因素，进行量化指标数据的标准化处理，建立资产全寿命周期管理分析、评估、决策的数学模型，明确系数整定原则和依据，并在实践中进行模型校验和敏感性分析，修正完善模型。

下面的评估模型是根据资产全寿命周期管理总体目标研究确定的，是资产全寿命周期管理各阶段、全过程工作都要遵循的基本方法。模型函数的确定需根据指标和指数的设置，对采集的数据和信息进行预处理，根据设备类型等因素对数据进行标准化，不同量纲的指标要对照标杆值（或目标值）进行折算，通过历史数据的验证，使计算结果能够有一定的物理意义，并可以收敛。

(1) 综合评估模型

$$T = F(\alpha S, \beta E, \gamma C) \quad \text{公式 (4-2)}$$

其中：

T 代表资产全寿命周期管理综合指数；

F(x) 代表函数关系；

S 代表安全指数；

E 代表效能指数；

C 代表周期成本指数；

α 、 β 、 γ 代表各变量的权重系数。

1) 对于新增资产，不同阶段 α 、 β 、 γ 的取值不同。这主要取决于不同资产阶段其管理的特点及工作重点。

2) 对于在运资产，不同地区 α 、 β 、 γ 的取值不同。这主要取决于不同区域电网的经济环境、发展战略及能力等。

(2)安全评估模型

$$S=F(S_1, S_2, \dots S_n) \quad \text{公式(4-3)}$$

其中:

S 代表安全指数;

F(x) 代表函数关系;

$S_1, S_2, \dots S_n$ 代表安全类指标。

(3)效能评估模型

$$E=F(E_1, E_2, \dots E_n) \quad \text{公式(4-4)}$$

其中:

E 代表效能指数;

F(X) 代表函数关系;

$E_1, E_2, \dots E_n$ 代表效能类指标。

(4)周期成本评估模型

$$C=F(C_1, C_2 \dots C_n, L) \quad \text{公式(4-5)}$$

其中:

C 代表周期成本指数;

F(X) 代表函数关系;

$C_1, C_2, \dots C_n$ 代表成本类指标;

L 代表评价周期。

4.6.4 管理的改进机制

上述建立评估指标体系、理顺评估流程并建立评估模型是为了对资产全寿命周期管理的工作效果进行量化评估,并对管理机制进行改进和优化,使得资产管理的水平不断提升。

(1) 闭环纵向管理机制

图 4-6 显示了纵向闭环管理机制的结构层次和运行模式。在实际的管理工作中,战略层制定资产管理的战略,战略传达到管理层进行消化,形成相应的策略,经过分解形成细分的任务及指标并下达到执行层。执行层的执行情况传达回管理层进行反馈评估,管理层把评估情况传递回战略层,并由战略层下达考核结果。这种纵向闭环管理机制有助于战略的层层落实,也有利于执行结果的反馈,达到协调统一的目的。

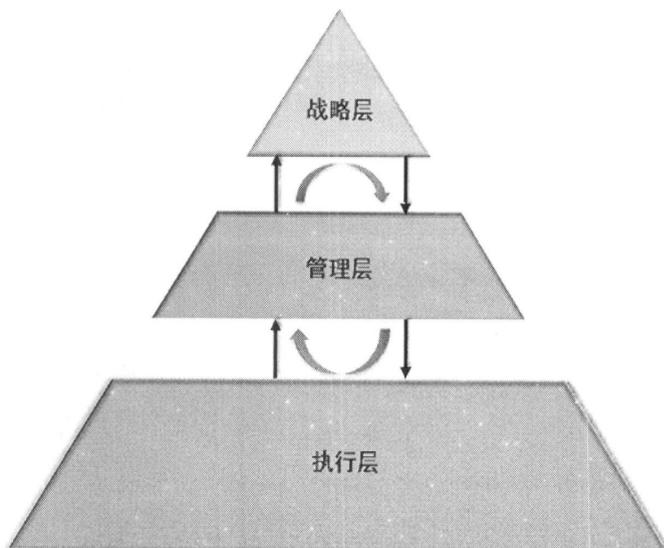


图 4-6 资产全寿命周期管理纵向闭环管理机制图

(2) 闭环横向管理机制

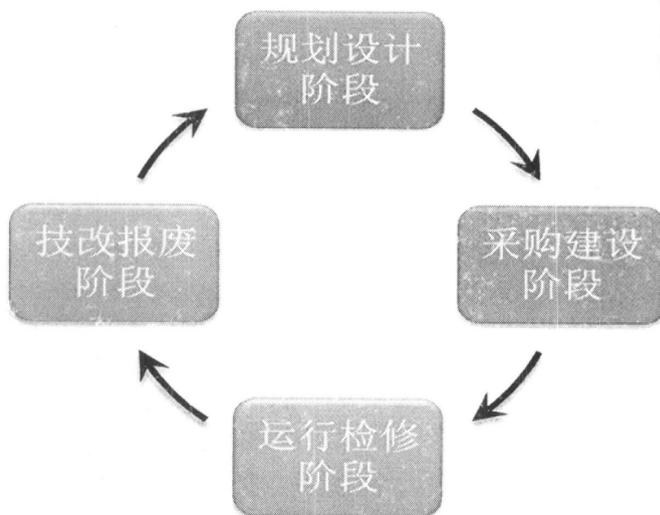


图 4-7 资产全寿命周期管理横向闭环管理机制图

图 4-7 显示了横向闭环管理机制的结构和运行模式。根据管理实施体系中管理阶段的划分进行具体的管理工作，上一阶段是下一阶段的基础，而最后一个阶段的结果如何又向第一个阶段进行反馈，从而对下一次全寿命周期的管理工作进行改进，并到持续优化的作用。

(3) 螺旋式持续改进机制

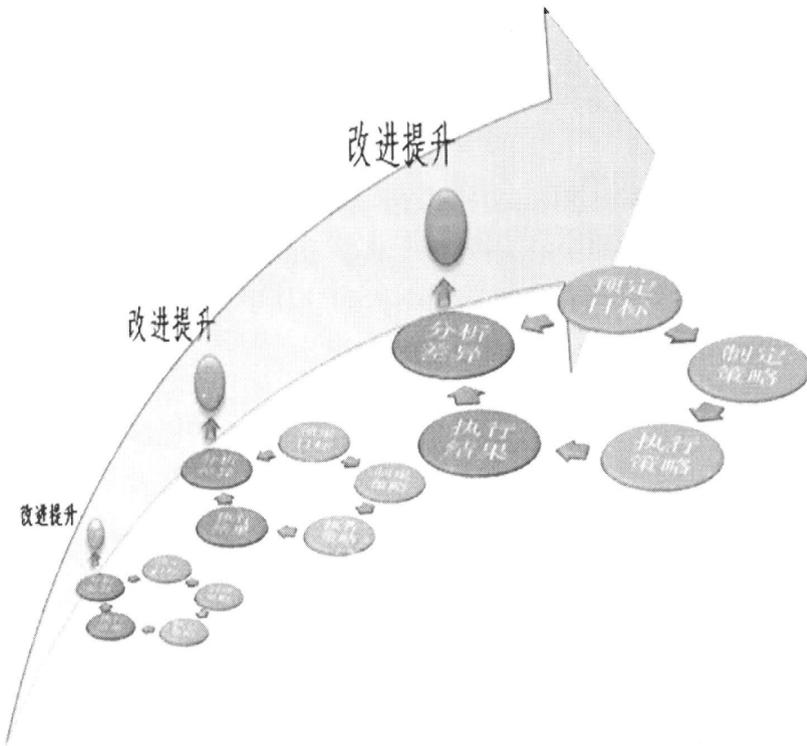


图 4-8 资产全寿命周期管理螺旋式持续改进机制图

图 4-8 显示了螺旋式持续改进管理机制的结构和运行模式。在每一小阶段都是由预定目标、制定策略、执行策略、执行结果、分析差异这五步构成的。每一小阶段的差异分析都为下一小阶段提供了改进基础和依据，这样就形成了一种螺旋式的改进机制，可以使管理不断优化、水平持续上升。

第5章 A 电网公司资产全寿命周期管理对策

5.1 规划建设方面的对策

项目规划、设计阶段的目标设定很大程度上决定了资产全寿命阶段的成本支出，应杜绝片面追求一次投资最低的做法，需要了解多方面的内容，包括用户需求是什么、电力调度情况如何、电网资产的基本状况及运行现状是否存在问题等。同时还需要建立分析模型，在模型建立过程中综合运用专业化、标准化、模块化的设计工具，加强对项目经济性、可行性的论证分析。这是资产全寿命周期管理的重要环节，对电网资产运行效率和投资效益具有举足轻重的影响。

(1)电网资产的规划要有预见性。电网资产的规划不仅要满足当前的需求，还要能够预见到未来中长期发展的需要，并在规划中考虑到这些问题。在具体的设计中可以做到以下几点：第一，在进行主网结构建设规划时，要预留出电站站址及线路走廊，以便做好项目的储备工作。第二，在进行配网结构设计时要兼顾灵活性和适应性，为未来留出必要的备用容量。第三，要为电网运行准备应急预案，增加供电项目的可靠性。

(2)在设计阶段做好资金控制工作，要在满足相关标准及设计任务书的要求下最大限度的降低投资成本。主要需要做好以下几点工作：第一，设计阶段适当配比用电负荷及电网容量的关系，可以利用提高功率因数、增加主变压器容量及台数、提高电网自动化程度、增加次级电网转移负荷能力、增强负荷预测等手段来改善电网结构，通过提前设计来减少重复投资，从而提高投资的效益性。第二，以保障供电为前提，科学确定网络容载比，使其保持在合理的水平，应在全电压等级序列电网规划中统一考虑资产全寿命周期应用，针对规划输变电项目，从项目储备开始，对周边经济社会发展趋势、电网现状、用电负荷预测、项目建设必要性、可行性及选址选线经济性等多方面综合考虑，从规划阶段提高项目投入综合效益。尤其对于负荷变电站，尽可能做到投产后 2~3 年内负载率达到 50%以上，避免因低负载率导致设备寿命周期的浪费。同时，合理规划搭建电网结构，在保证电网安全稳定运行的前提下，调整网架结构，平衡电网潮流，提高枢纽站运行稳定性、经济性，保证设备合理检修周期，减少非正常运行方式及过负荷情况的发生，提升电网主设备使用寿命水平。

(3)对投资体系进行优化。完善投资方法、固化管理流程、建立配套保障机制。在充分论证项目建设必要性后，应建立较为顺畅的投资渠道，提高规划转变为建设计划，直至实施、投产的效率，确保规划项目顺利转化为输配供能力。对大修及技术改造管理体系进行规范，要建立能够将技术改造及大修理整个过程进

行覆盖的管理体系。对于大修技改项目，应从设备运行现状、使用周期等方面进行校核，充分论证项目必要性，全面掌握现有电网设备寿命周期状况，避免重复改造、低效率改造工程。

5.2 设备管理方面的对策

管项目投运后的开支水平对资产全寿命其他阶段的影响较小，但其本身即存在较大的挖潜空间。制定维修、更新改造计划及业务开支标准时要以一些技术参数并按年进行，作为依据的技术参数一般应包括：设备及线路运行可靠性、国产和进口设备比例、电网资产新旧状况、断路无油化率、缺陷等级等。在管理过程中要对设备维护成本进行深入分析，开展精细化核算，并制定合理的维护策略及业务计划，达到经济型和可靠性的最优组合。设备运行末期，须依据资产全寿命价值设计和运行数据，判断其是否具备退役条件。对于具备退役条件的设备，要严格遵照规范流程进行清理和报废，同时进行基于全寿命周期的价值评估。为加强报废审批及资产处置流程控制，可以建立资产处置联席会议制度，从而提高固定资产处置效益和效率。

(1)全面深化设备状态检修，持续提升资产管理精益化水平。设备寿命周期的98%是处于生产运行阶段，全面深化状态检修，确保设备“应修必修、修必修好”是降低检修维护成本、提高设备能效的重要手段。为此，要全面加强设备状态管理，完善状态检修技术标准和工作流程，明确输变电设备状态检修信息收集、设备状态评价、检修策略制定等各个环节的技术标准；完善设备评价导则、检修导则等技术标准；建立起以状态检修为主的电网生产业务流程，不断提升人员专业素质、技术装备和技能水平。

(2)为发挥资产效益，要对设备管理的全部过程进行技术监督。要完善输变电设备订货的技术条件及技术监督管理办法，可以通过对入网设备的质量检测、在运设备的运行状况分析，加强输变电设备供应商的评价；对退运设备进行评价，提出再使用或报废的研究报告；全面清理、修订、完善相关技术政策和标准规定，适应资产全寿命周期管理要求。

(3)严把输变电设备交接验收关。完善输变电设备投产验收规范和交接试验规程，明确工作职责、流程、标准和要求。深度参与工程设计、设备采购和建设工程施工全过程，提出符合实际的差异化要求；选派专业经验丰富的专家团队参加设备主要材料、组部件、关键工艺和重要试验的监造和监督，确保满足合同规定要求；设备安装调试和验收阶段，严格执行电气设备交接试验规程和验收规范，确保新设备“零缺陷”投产；在设备投运初期，组织运维单位收集整理工程设计、设备采购技术文件、订货技术协议、监造记录、关键工艺见证记录、出厂试验报

告、安装调试记录、交接试验及验收报告等资料，按照状态检修标准要求，在新设备投产后一个月内组织开展一次全面的设备状态检测与评价，确保新设备运行状态可控、在控。

(4)以安全、质量、效益为核心，强化技改和大修项目管理。转变传统的技改管理方式和思想观念，推广应用基于安全、效能、周期、成本的技术改造评价方法，深化生产专项技改项目的可行性研究工作，严格执行公司技术改造制度标准和审批流程，是进一步提升技改投资效益的重要途径。为此，在项目可研阶段，以效能提升、技改投入成本、使用寿命增加及维修成本减低作为指标，综合分析。拟拆设备要对其异地使用可行性及剩余寿命进行研究，提出报告。在项目实施阶段，要严格按照批复的项目可研报告，加强工程设计、设备采购和施工管理，认真组织投产验收，及时进行工程结算和竣工决算，确保项目管理规范、安全优质投入运行。加强技改和大修项目的计划管理、定额管理和储备项目管理；把握技改大修项目的关键节点，围绕项目实施进度、资金发生两条主线，加强项目实施过程管控。

(5)深化生产管理信息系统应用，提高对资产全寿命周期管理的支撑能力。资产全寿命周期管理既是各级生产管理部门的重要工作，也是各个设备运维单位的具体职责，涉及的范围广、信息量大。必须进一步深化生产管理信息系统应用，加快推进生产管理信息系统实用化工作，强化系统应用培训、数据维护责任与考核，提升电网资产数据的完整性和准确性。要结合设备投产情况，每月定期核查在运设备总量及在生产管理信息系统中的录入情况，进一步深化生产管理信息系统与 ERP 系统应用集成，确保资产账、卡、物的一致性，进一步提高生产管理效率。

5.3 检修运维管理方面的对策

电网企业的成本控制当前普遍存在费用归集方法单一、管控注重事后考核、没有建立压力传递机制等问题。这样的粗放型成本控制方式使得单项资产的运维成本难以取得，其成本开支是否合理也很难进行判断。上述问题的存在可以通过实行标准成本来解决。标准成本是用来衡量工作效率和评价实际成本的一种期望成本，是企业通过调查、分析及技术测定等过程制定而成的。标准成本管理结合业务计划，分解成本目标至各责任中心，从而实现包含事前、事中及时候在内的全过程控制。

电网企业现行资产运维成本分成项目管理和非项目管理两类，项目管理类的成本可以利用标准作业成本法进行核算，为纳入业务计划管理的信息化费用项目、修理项目及营销费用项目等内容建立标准作业库。非项目管理类的成本核算

可以由各基层单位依据经验数据、设备参数、当地物价等因素进行成本动因分析，从而形成标准定额成本库，并按照业务消耗作业的多少对业务流程进行成本核算。通过这种方式从源头控制开支，提高其合理性，从而达到运维阶段成本最优的目的。

通过推行检修运维作业成本管理解决上述问题。作业成本管理是指通过对作业及作业成本的确认、计量，最终确认成本标准，同时将成本控制深入到成本项目的最底层。检修运维作业成本管理将成本管理的端口前移，以电网设备作业任务和检修定额为基础，对检修运维项目的建立、实施和结算进行全过程管控。具体工作如下：

(1)建立检修运维标准作业库，实现设备台账与作业任务直接挂钩。梳理电网设备检修及运行维护的作业内容，建立电网检修运维标准（典型）作业库，实现设备台账与作业任务直接挂钩。

(2)将设备台账、作业库和成本定额有机融合，实现检修运维费用归集单体设备。以国家能源局等机构发布的作业成本定额为基础，编制检修运维作业预算，其中涉及的非计价材料可根据现行的市场价格确定。在 ERP 中开发“电网检修运维管控模块”实现设备台账、标准作业库和检修定额有效融合，按照电网检修运维项目的管理流程，从计划生成、项目实施到项目结算进行全过程管控，实现检修运维费用通过作业任务归集到单体设备，实现检修运维成本的可测、可控、在控，最终实现资产全寿命周期中财务、生产的无缝衔接。

5.4 工程转资管理方面的对策

资产价值管理贯穿于物资管理、项目管理以及设备运维管理的过程中，本身即具有集成性。由于物资管理、项目管理以及设备运维管理本身的数据量大，因此只有高效的集成系统才能实现各项工作的关联，也才可能在此基础上开展精益化的资产价值管理。主要应对措施：

(1)实施 ERP 系统之后，一些基建财务管理的内容向前段业务延伸，除首款凭证外的其他会计凭证都将在前段模块中直接生成。因此工程管理部的信息录入应满足会计核算的要求、物资部的设备清册应同财务部的固定资产目录存在对应关系。上述内容就要求各业务部门要同财务部做好配合工作及相互学习。各部门共同配合建立标准和规则，推进成本管理关口的前移。

(2)推行概算管理，严格执行工程资金支付标准。依据招标结果，财务部需要对概算中原有的安装工程、设备购置费用及建筑工程费用进行动态调整，对资金的管理进行细化梳理。依据工程的进展，工程部要在 ERP 系统中及时录入基础工程量数据，财务部门将 ERP 系统中估算的与工程量相当的支出需求于工程

资金付款申请比较，审核其支出是否合理，严格管理工程资金支付程序。

(3)科学分摊各项费用，对竣工决算报表起到辅助作用。在 ERP 系统中，基建财务人员要按照企业会计制度的核算要求，对各项安装费用、待摊支出及建筑费用等续分摊的费用制定科学的分摊标准，并在系统中进行设置和前段维护。竣工后 ERP 系统根据前期设置进行费用分配并辅助生成竣工决算报表试算稿，经过单位财务人员的检查和修正之后，形成正式的竣工决算报表。

(4)修订固定资产目录，确定资产目录和设备目录的对应关系，并予以动态更新；在资产设备目录的基础上进行信息系统集成，为资产价值信息与设备信息联动提供系统工具。与 ERP 财务资产信息平台集成的系统包括 OMS、TOMS、ITSMS、营销 MIS 等专业系统。开展辅助转资，核对项目物料和设备的对应关系，建立设备和资产的联动关系。

(5)构建了体现资产全寿命周期管理理念的内部考核体系，量化考核指标包括：固定资产与设备联动率、项目工程物资结存率、工程物资发起收货及时性、SAP 固定资产卡片创建及时性、工程竣工决算完结率。

5.5 资产管理方面的对策

(1)深化资产价值管理与资产业务管理的协同。一是优化业务流程。动态调整资产管理上下游之间的业务权责，确保无缝衔接，统一工作标准和技术标准。二是深化信息系统的集成。推进资产价值管理系统与物资、生产、基建、营销等业务管理系统的集成，实时反映资产的设备性能、运维检修活动与资产价值的联动情况。三是创新资产价值风险管理工作机制。与安监、生技、调度的风险管理协同，建立公司资产价值风险评估工作机制，据此不断优化财产保险方案。

(2)丰富完善资产价值评价体系，支持公司投资决策。在资产全生命管理的基础上，资产价值信息与物理信息统一联动，据此细化资产价值评价指标，真实客观反映资产形成、运营、维修、退运、重置各环节的价值归集，进而建立全面客观的资产投入和运营效益分析机制，为公司合理配置资源提供决策依据。

(3)推动基建财务由结果管理转变为过程管理。在工程前期阶段，推动公司建立与中长期规划和财务预算相适应的项目储备库。运用标准成本参加工程可行性研究阶段的评估工作。在工程招投标及实施阶段全面实施执行概算。建立项目后评估管理机制，分析项目经济效益。支持公司做出最优投资决策，严控工程成本。提高竣工决算编制质量。全面清理历史在建工程账面价值以及相关往来账目记录。推动工程概算、结算信息的优化，充分发挥业务源头的信息功能，为财务决算提供高质量的信息支持。建立决算审核批复制度，将审核结果及整改情况纳入考核评价机制。

(4)提升工程财务信息化水平。实现基建价值信息在项目全过程中的系统集成。项目概算、结算、决算、评价信息紧密耦合，物料、设备、资产信息紧密衔接。建立工程决算编制模型，制定并固化统一的间接费用分摊规则，推进工程决算的自动化、标准化和精益化。

5.6 物资管理方面的对策

(1)在供应商评价方面，建立供应商评价体系，制定了评价指标、评价流程、通过供应商管理信息系统实现动态、量化并可追溯管理。经过近期的实践证明，供应商评价体系切实将供应商管理的各个环节实现了闭环管理，无论是价格、售后等商务因素还是监造、抽检、运行后评估等技术因素，均能在本评价体系中得以体现。

(2)在技术条件制定方面，生技部与物资部共同研究公司技术条件与国网技术条件的异同，生技部完成新版本技术条件的编制，按照公司电网中长期发展规划合理制定设备配置及装备水平。

(3)在招、投、评标方面，综合考虑资产全寿命周期成本，以性价比最优为目标，加大质量评审要素权重，优化评标规则。按照“选优选强”的原则，合理设定投标人资质业绩要求。细化评分办法，将供应商评价结果纳入评标权重。加强对评标专家的管理与监督，降低评审的随意性。坚持将招标结果、废标原因进行公示，自觉接受社会监督。规范竞争性谈判等非招标采购行为，确保采购质优价廉的产品。

(4)在设备监造与质量检测方面，按照“依靠建设单位、联合专业部门、引导生产厂家、强化质量管控”的思路，采取组合措施，确保产品质量。设备监造上，发挥公司内外监造单位的作用，通过他们实现产品制造过程的全程监控，提高监造实施水平。对重要项目、关键设备、重点供应商要坚决实施驻厂监造。

(5)在设备到货检验上，发挥公司电科院的设备和技術优势，扩大抽检范围，加大检测力度。定期公布抽检结果，保障入网设备的质量。

(6)规范废旧物资管理模式。结合公司废旧物资管理的现状，组织修订《废旧物资管理办法》，废旧物资实行“统一管理、合理利用、集中处置、资金回收”的原则，建立了报废业务渠道。废旧物资应根据实物资产管理部的处理意见，进行修旧利废。确定报废的物资由物流服务中心负责统一竞价出售。废旧物资按以下要求进行管理：

(7)资产管理单位提出废旧物资处置申请，实物管理部门进行技术鉴定，确定处置方式。物资部根据批准的处置方式，组织物流服务中心对有利利用价值的物资进行维修再利用，对报废物资纳入月度出售计划，集中出售。资产管理单位负

责办理资产核销，与物流服务中心进行废旧物资交接。物流服务中心负责组织废旧物资的维修工作，鉴定合格后转入库存物资管理。物流服务中心负责废旧物资竞价出售工作，同回收商签订报废物资的出售合同，配合财务部回收资金。

(8)在传统报废业务基础上进一步扩大废旧物资管理范围，规范回收、保管、再利用、出售等环节的具体工作流程。配合国网公司开展废旧物资的专项审计，针对审计中反映出的问题，制定整改措施，规范管理标准，堵塞管理漏洞，促进公司废旧物资管理的转变与提高。目前，公司物资、生产、财务等部门正联合研究量化指标的问题。

5.7 数据支撑方面的对策

(1)要建立健全组织机构，协调推进数据清查工作，为保障工作的有效推进，应成立资产全寿命周期管理的领导小组或委员会。领导小组的主要职责包括建立统一的资产全过程管理规章制度及体系、指导开展包括规划设计到建设生产和财务管理等各项工作、组织进行管理方法和决策机制的研究、进行资产管理的协调工作并制定各环节的工作目标。根据其职能，领导小组的成员至少应包括企业领导、发展策划部、物资部、科技信息部、生产技术部、财务部、基建部、人资部和安监部等主要负责人。

(2)公司信息化建设是按业务条块进行分割的，工程管理系统、生产 MIS 系统、财务管理系统对于资产的管理涉及到不同的内容，各部门信息难以共享，传递过程不畅通，因而资产基本信息更新不及时、缺乏一致性，无法进行效益分析和效益分析，不利于实现资产全寿命周期的最优管理。

(3)资产全寿命周期管理涉及专业广、部门多、业务复杂、数据量大，且具有全局性和系统性，需要借助一体化信息系统加以实现。ERP 的引入有助于提升资产管理信息化水平，一方面体现在它能够穿透职能分工和专业壁垒，促进应用信息系统贯通互联，实现从职能条块化管理向流程一体化管理转变、从分散化管理向集约化管理转变，消除信息孤岛；通过流程化、表单化的管理模式，建立起完善的闭环管理机制，促进资源优化配置；另一方面，利用 ERP 开展资产全寿命周期管理还能够对电网资产的分布提供及时的统计、分析数据，积累检修设备参数，对运维成本进行强化控制，扩大资产全寿命管理工作的设备范围。一是需要建立强有力的组织领导机构，定期协调推动数据清查工作；二是制定严格的运维规范；将数据清查工作与日常工作充分结合，确保数据从开始录入就能保证数据的正确性和完整性，同时对资产管理系统及设备的基础数据进行一致性研究，改造业务系统，统一两者的关系；三是对历史数据要制定长

期清查计划，按类别、电压等级，安排各公司和相关职能部门分批进行清查整改；四是相关职能部门需要制定考核评价办法，对各单位数据清查的质量、进度开展动态评价和考核，提高数据管理的主动性。

(4)在物资报废残值数据方面，在 ERP 系统中可以创建销售订单，采用销售订单管理销售合同的模式，具体流程为：根据销售合同在 ERP 系统创建销售订单 → 废旧物资出库 → ERP 系统发票 → 收款。ERP 中采用了“待出售固定资产(17%)”和“待出售固定资产(2%)”两个物料号，对每次入库的废旧物资采用了批次管理的办法，所有报废入库的废旧物资的固定资产信息均体现在批次的属性中。

5.8 管理理念创新与推广

(1)提高对资产全寿命周期管理的认识。资产全寿命周期管理是企业管理上的一次变革，要在资产管理的各个环节导入资产全寿命周期管理理念，改变只重视前期投入，忽视后期成本的管理方式、改变过去“分段”管理的情况，采用流程管理模式统一各部门工作目标，优化各阶段业务管理、改变过去低价中标原则，避免因设备质量问题造成后期基建、运维、改造成本的增加等。

(2)提高全员资产管理意识、推动资产全寿命周期管理工作快速发展资产全寿命周期管理工作是一项涉及面广、影响度深的全方位工作，其理念的确立、工作流程的推进和效果的实现需要企业内各部门、各位员工的通力合作和共同努力，进行未来资产管理工作时以企业整体的资产效益为目标，打通管理中的关键环节、实现资产效益和安全可靠的最优平衡。

(3)加强培训，增强员工责任感。

传统成本管理观念中加强成本管理主要是对办公、差旅、材料、招待、修理费用等的管理，较少会对工程规划、施工等的成本进行管理，整体成本最低的意识不强。企业应对员工进行培训，通过学习、研讨等方式，对资产全寿命周期管理理论进行宣传，同时在考核办法和工作机制等方面进行创新，改变员工的认识及观念，特别是要加强员工的责任感，以降低资产全寿命整体成本为己任，打造一支管理水平高、责任心强、技术水平高的员工队伍，夯实人员基础。

第 6 章 结论与展望

电网企业发展加快,尤其是 2004 年以来电网资产普遍存在使用寿命低、账面价值大、增长速度过快等问题。在这种情况下,转变管理理念成为了必要。电网企业应该引入新的管理方式、改进管理策略、进行科学有效的决策,采用资产全寿命周期管理这一方法就能有效达到上述要求。资产全寿命周期管理的实施不但满足了科学发展观的要求,也是在电网企业快速发展形势下实现可持续发展的要求,从而实现职能管理向流程管理的转变。实施资产全寿命周期管理有助于延长输电设备的使用寿命并改进其质量,优化运行维护费用也降低了资产整个寿命周期的总成本,有效地提高电网企业的运营效率,在公司系统推行资产全寿命周期管理,正顺应了这一发展趋势。

本文立足于 A 电网公司电网和资产现状,对资产全寿命周期管理的背景及意义进行了详细的阐述,深入研究了国内外关于这一领域的研究现状。明确了资产全寿命周期管理的定义,对其理论体系进行了研究,同时对国内外资产管理的最佳实践进行了深入分析。资产全寿命周期管理是一种追求全寿命周期成本最低的管理方法及理念,该理念要满足效能、效益和安全的前提下全面考虑了从规划设计到采购建设直到运行报废的整个过程。资产全寿命周期管理是在当前形势下,提高设备技术装备水平和资产经营效益的最佳途径。依据资产全寿命周期管理的理念和理论,总结分析了 A 电网公司在开展资产全寿命周期管理方面存在的问题,研究了实施资产全寿命周期管理的目标和工作思路,需要搭建的组织保障体系、框架体系和评估体系,研究了公司在实现上述目标和构建体系方面在公司战略、人员理念、专业管理和信息系统支撑等方面应采取的措施和建议,对公司提高资产运营水平有现实的参考意义。

本文在以下几个方面具有一定的创新性:

(1)充分借鉴国内外资产全寿命周期管理的实践,结合 A 电网公司的现状问题,研究了公司资产全寿命周期管理总体目标、工作流程和管理方法。

(2)建立了资产全寿命周期管理的总体框架、实施体系和评估改进体系,评估分析了公司在实施资产全寿命周期管理过程中存在的问题,通过实践总结了解决问题的方法和措施。

(3)提出了兼顾安全、质量和效能的设备采购、检修和报废管理评估决策方法,并分析了未来实施资产全寿命周期管理的相关对策。

本文的研究将对公司实际工作有一定的指导和促进作用。当然,由于个人专

业水平和能力限制，资产全寿命周期管理实践获取的数据还不太充分，文章中必然还会存在较多的问题和不足，提出的改进方法还有不到位或者不切实际的地方，随着对资产全寿命周期管理认识的不断提高和管理实践工作的积累，本文的研究还需要进一步调整、提升和完善。

本文的不足主要存在以下方面：由于资产全寿命周期管理是一项较为漫长的过程，涉及的体制、机制的变革，人为因素还无法避免，另外，资产全寿命周期管理需要长期积累大量的设备运行和成本数据，需要生产业务流程的再造和费用的剥离、分解、归并，导致在现实的操作中具有很大的难度。文章中提出的改进方法只是建设性的，部分缺乏足够的数据分析，需要在实践应用的情况下对整体研究进行更为客观的评价和补充。

参考文献

- [1] Ahmed. Dependability management Application guide-Life cycle costing-Second Edition[R]. International Electro technical Commission, 2004
- [2]Peeht M.G. Electronic equipment life cycle concepts[J]. ComPonents and Paekaging Technologies, 2008, (23): 57-68
- [3]Takata S. , Yamada A, Inoue Y. Life cycle cost: Proceedings of EcoDesign[J]. First International Symposium, 2003, (2): 132-141
- [4]Ahmed,Nazim U. A design and implementation model for life cycle cost management system[J]. Information&Management, 1995, (4): 67-81
- [5]Ogawa T, Umeda Y, Inamura T. Cost effete on repair/replacement[J]. The Brime Projec, 1999, (7): 43-53
- [6]Hoskins R.P, Brint A.T, Strbac G. A structured approach to asset management with in the electricity industry[J]. Review of Finaneial Economi, 2003, (7): 221-223
- [7]John R Gringer. Revaluation of fixed assets in accruals accounting[J]. Accounting and Business Research, 2009: 17-23
- [8]Solomon R, Sandborn P.A, Pecht M.G. Electronic part life cycle concepts and obsolescence forecasting[J]. Packaging Teehnologies, 2000, (23): 98-107
- [9]Ostergaard J, Norsk A Jensen. Maintenance with the center of reliability[C]. Conference Publication, 2001: 113-127.
- [10]Eldon S Hendriksen, Michael F. Van Breda. Maintenance with center of profit margin[J]. Accounting Theory, 2002: 96-110
- [11]Hlouskova Jaroslava, Kossmeier Stephan, Obersteiner Miehael, Schnabl Alexander[J]. Real options and the value of generation capaey in the German electricity market. Review of Financial Economies, 2005, (34): 297~310
- [12] Catrinu. Efleet of diferent limit states on life-cycle cost of RC structures in corrosive environment[J]. Journal of Infrastructure Systems, 2005, (4): 231-240
- [13]Ahmed,N.U.. A design and implementation model for life cycle cost management system[J]. Information&Management, 2008, (4): 261-269
- [14]Schneider,J.,et a1. Asset management techniques[J]. Electrical Power and Energy Systems, 2009, (28): 643-654

- [15] M.D. Catrinu, D.E. Nordgård. Integrating risk analysis and multi-criteria decision support under uncertainty in electricity distribution system asset management[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2011, (6): 663-670
- [16] Neil Marriott, Howard Mellett, Louise Macniven. Loose coupling in asset management systems in the NHS[J]. Management Accounting Research, 2011, (22): 198-208
- [17] Yousif Rahim, Ingbjørn Refsdal, Ron S., Kenett. The 5C model: A new approach to asset integrity management[J]. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2010, (87): 88-93
- [18] Mary Barth, Daniel Taylor. In defense of fair value: Weighing the evidence on earnings management and asset securitizations[J]. Journal of Accounting and Economics, 2010, (49): 26-33
- [19] Ahmed E.B. , Abu-Elanien, M.M.A. Salama. Asset management techniques for transformers[J]. Electric Power Systems Research, 2010, (80): 456-464
- [20] 孟宪海. 全寿命周期成本管理与价值管理[J]. 国际经济合作, 2007, (5): 61
- [21] 蔡凌. 贯彻全寿命周期成本管理理念[J]. 会计师, 2006, (9): 69-71
- [22] 康立辉, 夏敬东, 刑学斌. 电力企业EAM系统和检点系统综合应用分析[J]. 电子信息, 2004, 2(II): 79-82.
- [23] 刘为新等. 发电企业资产综合管理系统的设计与应用[J]. 电力信息, 2004, 2(11): 83-86
- [24] 戴强, 王剑鸿. 给EAM配上一双慧眼-上海电力SAP—EAM与GIS接口案例介绍[J]. 电力信息化, 2005, 3(9): 101-102
- [25] 樊高妮, 何永强. 企业资产管理系统的设计与实现[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2006, 27(2): 308-312
- [26] 章政海. 电厂EAM设计模型研究[J]. 电力勘测设计, 2004, 12(4): 13-16
- [27] 罗秋芳. 设备维修系统综合绩效评估指标体系初探[J]. 设备管理与维修, 2005: 9-11
- [28] 张人千, 魏法杰, 夏国平, 闪四清. 企业流程再造中的作业成本分析[J]. 工业工程, 2000, 3(4): 18-19
- [29] 林健, 张围刚. 运用作业管理思想重构企业流程的实证研究[J]. 长沙铁道学院学报, 2001, 19(4): 41-46
- [30] 王加中, 赵林度. 基于排队论的业务流程重组绩效分析方法[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2002, 14(10): 119-122
- [31] 吴忠, 郭蕾, 孙树栋, 彭炎午. 业务流程绩效的模糊综合评判[J]. 西北工业

- 大学学报, 2001, 19(2): 186-189
- [32]陈国华,陶诏灵. 基于战略的流程选择层次分析法研究[J]. 运筹与管理. 2003, 12(2): 101-105
- [33]崔南方. 业务流程绩效综合评估的DEA方法[J]. 华中理工大学学报, 1999, 27(4): 92-94
- [34]陈洁. 关于价值工程的价值分析[J]. 价值工程, 2006:57-59
- [35]余军. 供电企业固定资产日常管理研究[D]. 北京:华北电力大学, 2008
- [36]国家电网公司资产全寿命周期管理框架体系, 2009
- [37]李泓泽, 郎斌. 全寿命周期造价管理在电力工程造价管理中的应用研究[J]. 华北电力大学学报(社会科学版), 2008(2): 7-11
- [38]陈峰. 基于产品寿命周期的投资效益选择策略[D]. 湖北: 华中科技大学, 2005
- [39]李涛, 马微, 黄晓蓓等. 基于全寿命周期成本理论的变电设备管理[J]. 技术, 2008, (6): 49-53
- [40]刘琳. 浅论企业固定资产管理[J]. 企业家天地理论版, 2007, (10): 76-77
- [41]钟玉敏. 固定资产管理与核算问题的对策分析[J]. 科技信息, 2007, (16): 141-142
- [42]张静. 关于固定资产管理及应用系统发展的思考[J]. 观察思考, 2004, (11)42-49
- [43]马薇. 供电企业固定资产精细化管理研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2008
- [44]宋涛. 电网企业固定资产管理研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2006
- [45]张文泉, 李中. 电力建设工程造价管理思考[J]. 云南电业, 2004, (8): 40-41
- [46]郭基伟, 谢敬东, 唐国庆. 电力设备管理中的生命周期费用分析[J]. 电力系统装备, 2011, (4): 13-15

攻读硕士学位期间发表的论文及其它成果

(一) 发表的学术论文

- [1]李洪斌, 张志新. 电力系统变压器经济运行措施研究[J]. 中国科技博览, 2012(21):75.

。