

抽水蓄能电站造价估算方法与模型构建

王 琳

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 陕西西安 710311

【摘 要】本文旨在探讨抽水蓄能电站的造价估算方法及模型构建。通过对比分析单位千瓦投资法、比例估算法、工程量清单法和系数调整法四种常用估算方法，揭示其适用性和局限性。进而，文章聚焦于造价估算模型的构建过程，包括数据收集与处理、影响因素分析、模型构建方法选择及模型验证与优化等关键环节。文章强调了数据质量、影响因素识别和模型验证在提升估算精度中的重要性，旨在为抽水蓄能电站项目提供科学、准确的造价估算支持，以助力项目决策和投资控制。通过本文的研究，可为相关领域从业者提供有益的参考和借鉴，推动抽水蓄能电站造价估算理论与实践的不断发展和完善。

【关键词】抽水蓄能电站；造价估算；模型

1 引言

抽水蓄能电站，作为一种特殊的水力发电设施，其基本概念是指利用电力系统中负荷低谷时的剩余电能，将水从低位水库抽到高位水库储存起来，待负荷高峰时再将水放下来发电。这种方式实现了电能的时空转移，有效地调节了电力系统的峰谷差，提高了电力系统的稳定性和经济性。

在电力系统中，抽水蓄能电站扮演着举足轻重的角色。它不仅能够快速响应电力系统的负荷变化，还能在紧急情况下作为备用电源，保障电力系统的安全稳定运行。此外，抽水蓄能电站还具有调峰填谷、调频调相、事故备用和黑启动等多种功能，对于提高电力系统的灵活性和可靠性具有重要意义。

造价估算，作为抽水蓄能电站建设前期的重要环节，其重要性不言而喻。准确的造价估算能够为电站的投资决策提供科学依据，避免投资浪费和资金风险。同时，造价估算也是电站建设进度和质量控制的重要保障，合理的造价估算能够确保电站建设按照既定的计划和标准进行。

抽水蓄能电站的造价估算不仅对电站建设本身有着重要影响，还对整个电力系统的发展具有深远意义。随着全球能源结构的转型和电力需求的不断增长，抽水蓄能电站作为一种清洁、高效的能源储存方式，其建设规模和数量也在不断扩大。因此，加强抽水蓄能电站的造价估算研究，提高估算的准确性和科学性，对于推动电力系统的可持续发展具有重要意义。

抽水蓄能电站的基本概念、在电力系统中的作用以及造价估算的重要性都表明了其在现代电力系统中的不可替代地位。未来，随着技术的进步和电力需求的增长，抽水蓄能电站将继续发挥更大的作用。

2 抽水蓄能电站造价构成

抽水蓄能电站的造价构成涵盖了多个方面，每一项费用都直接关系到电站的建设成本和经济效益。以下将详细阐述抽水蓄能电站的造价构成，包括建筑工程费用、设备及安装工程费用以及其他费用。

2.1 建筑工程费用

建筑工程费用是抽水蓄能电站造价的重要组成部分，主要包括水库建设、输水系统以及厂房及附属设施的费用。

2.1.1 水库建设：水库是抽水蓄能电站的核心部分，用于储存和释放水能。水库的建设费用包括坝体、溢洪道、进水口等建筑物的设计、施工和材料费用。这些建筑物的稳定性和安全性对于水库的正常运行至关重要，因此在建设过程中需要投入大量的人力和物力。

2.1.2 输水系统：输水系统负责将水从低位水库输送到高位水库，以及在发电时将水从高位水库释放到水轮机。输水系统的建设费用包括输水管道、阀门、泵站等设备的购置和安装费用。这些设备的性能和可靠性直接影响到电站的发电效率和运行稳定性。

2.1.3 厂房及附属设施：厂房是安装水轮发电机组和其他电气设备的场所，其建设费用包括厂房建筑、通风冷却系统、排水系统等附属设施的设计和施工费用。厂房及

附属设施的建设需要满足设备的安全运行和人员操作的需求,同时还要考虑防火、防爆等安全因素。

2.2 设备及安装工程费用

设备及安装工程费用是抽水蓄能电站造价的另一重要组成部分,主要包括水泵水轮机组、电气设备以及控制系统的费用。

2.2.1 水泵水轮机组:水泵水轮机组是抽水蓄能电站的核心设备,负责将水能转换为电能或将电能转换为水能。其购置和安装费用包括机组本体、辅助设备、调试运行等费用。水泵水轮机组的性能和技术水平直接影响到电站的发电效率和运行稳定性。

2.2.2 电气设备:电气设备包括变压器、开关柜、电缆等,是电站正常运行所必需的。电气设备的购置和安装费用包括设备本体、附件、安装调试等费用。电气设备的选型和技术水平需要满足电站的运行要求,同时还要考虑设备的可靠性和经济性。

2.2.3 控制系统:控制系统是抽水蓄能电站的大脑,负责监控和调度电站的运行。控制系统的购置和安装费用包括控制系统硬件、软件、网络通信等费用。控制系统的性能和技术水平直接影响到电站的自动化程度和运行管理水平。

2.3 其他费用

除了建筑工程费用和设备及安装工程费用外,抽水蓄能电站的造价还包括其他费用,如土地征用及拆迁补偿、环境保护与水土保持、建设管理费以及预备费及利息等。这些费用虽然不直接参与电站的建设和运行,但却是电站建设过程中不可或缺的部分,对于保障电站的顺利建设和运行具有重要意义。

3 抽水蓄能电站造价估算方法

3.1 单位千瓦投资法

单位千瓦投资法是一种基于电站装机容量的造价估算方法。其基本原理是将抽水蓄能电站的总投资除以电站的装机容量,得出单位千瓦的投资额,再以此为基础推算出整个电站的造价。这种方法简单易行,适用于项目初期快速估算造价的场景。单位千瓦投资法的局限性也较为明显。它忽略了电站规模、地质条件、设备选型等因素对造价的影响,因此只能提供一个大致造价范围,难以反映实际情况的复杂性和多样性。此外,随着技术进步和市场环境

的变化,单位千瓦投资额也会发生相应的变化,需要及时更新和调整。

3.2 比例估算法

比例估算法是一种基于已建成项目的造价数据进行比例推算的估算方法。它通过分析已建成项目的造价构成和各项费用占比,推算出新项目的造价水平。这种方法充分利用了历史数据的信息价值,能够在一定程度上反映新技术和市场环境的变化。比例估算法的优点在于操作简单、快速高效。但它也存在一定的缺点,如对历史数据的依赖性强、对新建项目与已建成项目之间差异性的考虑不足等。因此,在使用比例估算法时,需要注意历史数据与新建项目之间的可比性和差异性,以确保估算结果的合理性。

3.3 工程量清单法

工程量清单法是一种详细列出各项工程量并根据单价计算总造价的估算方法。它要求估算人员根据设计图纸和规范要求,详细列出电站建设所需的各项工程量,如土方开挖、混凝土浇筑、设备安装等,并根据市场价格或企业定额确定各项工程量的单价,最后汇总得出总造价。工程量清单法的优点在于能够较为准确地反映实际情况的复杂性和多样性,估算结果较为可靠。但它也存在工作量大、周期长等缺点。此外,工程量清单法的准确性还取决于估算人员的专业水平和经验积累,因此在使用时需要注意人员素质和技能的提升。

3.4 系数调整法

系数调整法是一种利用历史数据和相关系数进行调整的估算方法。它通过分析历史造价数据与影响因素之间的关系,建立相应的数学模型,并根据当前项目的实际情况对相关系数进行调整,从而得出估算结果。这种方法能够综合考虑多种因素对造价的影响,具有一定的灵活性和适应性。系数调整法的准确性也取决于历史数据的可靠性和影响因素的选择合理性。在使用时,需要注意历史数据与当前项目之间的可比性和差异性,以及影响因素的全面性和代表性。同时,还需要对估算结果进行误差分析和调整,以提高其准确性和可靠性。

4 抽水蓄能电站造价估算模型构建

在抽水蓄能电站的建设过程中,造价估算模型的构建是确保项目经济效益和投资决策科学性的重要环节。一个准确、可靠的造价估算模型能够综合考虑多种影响因素,为

项目提供全面、客观的造价预测。以下将详细介绍抽水蓄能电站造价估算模型的构建过程。

4.1 数据收集与处理

数据收集与处理是构建造价估算模型的基础工作。在这一阶段,需要收集两类关键数据:历史造价数据和相关影响因素数据。历史造价数据记录了以往抽水蓄能电站的建设成本,是了解行业发展趋势和成本水平的重要依据。通过收集和分析历史造价数据,可以提取出影响造价的关键因素,为构建估算模型提供基础。相关影响因素数据则涵盖了电站规模、地质条件、设备选型与技术水平、政策法规与市场环境等方面。这些因素直接或间接地影响着抽水蓄能电站的造价。收集这些因素的数据,有助于更全面地理解造价的构成和变动原因。在数据收集过程中,应确保数据的真实性、完整性和准确性。对于缺失或异常数据,需要进行适当的处理,如数据插值、异常值剔除等,以保证数据质量。

4.2 影响因素分析

在收集了相关数据后,接下来需要对影响抽水蓄能电站造价的因素进行深入分析。这一阶段的目标是识别出对造价有显著影响的因素,并理解它们与造价之间的关系。电站规模是影响造价的重要因素之一。一般来说,电站规模越大,其建设成本也越高。但规模经济效应也可能在一定程度上降低单位容量的造价。地质条件对抽水蓄能电站的造价也有显著影响。复杂的地质条件可能增加施工难度和成本,如需要更多的基础处理、支护措施等。设备选型与技术水平直接关系到电站的性能和运行效率,进而影响造价。先进的设备和技术虽然初期投资可能较高,但长期来看有助于降低运行成本和提高经济效益。政策法规与市场环境也是不可忽视的影响因素。政策法规的变化可能影响项目的审批流程、建设标准等,而市场环境的变化则可能影响设备材料的价格、融资成本等。

4.3 模型构建方法

在分析了影响因素后,就可以选择合适的模型构建方法进行造价估算模型的构建了。常用的模型构建方法包括多元线性回归模型、神经网络模型、支持向量机模型和集成学习模型等。多元线性回归模型是一种经典的统计模型,适用于影响因素与造价之间呈线性关系的情况。神经网络模型则具有较强的非线性拟合能力,适用于处理复杂的非

线性关系。支持向量机模型在处理高维数据和小样本问题时表现出色。而集成学习模型则通过组合多个单一模型来提高预测精度和稳定性。在选择模型构建方法时,应根据实际情况和数据特点进行综合考虑,选择最适合的方法。

4.4 模型验证与优化

构建了造价估算模型后,还需要进行模型的验证与优化工作。这一阶段的目标是评估模型的预测性能,并对模型进行必要的调整和改进。交叉验证是一种常用的模型验证方法。通过将数据集分为训练集和验证集,可以评估模型在不同数据集上的表现,避免过拟合或欠拟合的问题。误差分析与调整是优化模型的重要手段。通过对模型预测结果的误差进行分析,可以找出模型存在的不足之处,并针对性地进行改进。例如,可以调整模型的参数、增加新的影响因素等,以提高模型的预测精度。随着项目的进展和数据的积累,还需要对模型进行及时的更新与升级。这可以确保模型始终能够反映最新的行业发展趋势和成本水平,为项目提供准确、可靠的造价预测支持。

5 结论与展望

综上所述,抽水蓄能电站的造价估算方法及模型构建在项目投资决策和成本控制中具有重要意义。通过对不同估算方法的深入分析和比较,以及对模型构建过程的详细阐述,本文旨在为相关从业者提供全面、系统的造价估算指导。同时,强调了在实践应用中需关注数据质量、影响因素识别和模型验证等关键环节,以确保估算结果的准确性和可靠性。未来,随着抽水蓄能电站技术的不断发展和市场环境的变化,造价估算方法和模型构建也将面临新的挑战 and 机遇,需要不断创新和完善,以适应行业发展的需求。

参考文献:

- [1] 水利水电工程数字资产平台建设及应用[J]. 贾玉豪. 人民珠江, 2022 (02)
- [2] 水利工程BIM标准编码及清单计价的应用研究[J]. 王军. 人民长江, 2021 (S2)
- [3] 面向全生命期管理的水电工程信息分类编码研究[J]. 张志伟; 王珩玮; 林佳瑞; 冯奕; 张建平. 工程管理学报, 2017 (04)
- [4] 浅谈水电工程信息模型技术标准体系建设[J]. 冯奕; 申满斌; 张志伟. 四川水力发电, 2017 (02)