

基于灰色关联度分析的电气工程施工质量评估模型

王若曦

(国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司 湖北省武汉市 430070)

摘要: 电力工程施工作为建筑工程中的重要组成,对整体质量有直接影响。为了保证施工质量,质量评估深受关注。传统模式下,主要以组合赋权法原理为基础构建的质量评估模型展开评估,通过对施工质量评估指标权重的计算,从而明确指标之间关联程度。此种方法具有一定局限性,难以保证结果精度。基于此,文章以灰色关联度分析方法为基础,提出一种新的施工质量评估模型。以灰色关联度为基础,计算评价指标,明确关联程度。最终结果表明,该方法可保证质量评估精度显著提升,更为精准评价电气工程施工质量。

关键词: 灰色关联度; 电气工程; 施工质量评估; 模型构建; 指标分析

Abstract: As an important component of construction engineering, power engineering construction has a direct impact on the overall quality. In order to ensure the quality of construction, quality evaluation is of great concern. Under the traditional model, the quality assessment model mainly based on the principle of combinatorial empowerment method is used to carry out the evaluation, and the correlation degree between the indicators is clarified through the calculation of the weight of the construction quality assessment index. This method has certain limitations, and it is difficult to ensure the accuracy of the results. Based on this, a new construction quality evaluation model is proposed based on the gray correlation degree analysis method. Based on the gray correlation degree, the evaluation index is calculated to clarify the degree of correlation. The final results show that the method can ensure that the accuracy of quality assessment is significantly improved, and the construction quality of electrical engineering is more accurately evaluated.

Key words: grey correlation; electrical engineering; Construction quality assessment; model building; Indicator analysis

引言: 电气工程在现代社会中扮演着至关重要的角色,质量问题可能导致严重的安全隐患和高昂的修复成本。因此,电气工程施工质量控制至关重要。然而,电气工程涉及复杂的工艺和多个影响因素,使得质量评估变得复杂而具有挑战性。传统的质量评估方法通常受限于主观判断和经验,难以准确的确定影响电气工程施工质量的关键因素。因此,基于实际需求,提出更为精准评估电气工程施工质量的方法成为研究热点。灰色关联度分析法作为一种用于处理具有不完整信息或数据不充分的问题的数学和统计方法,可以有效缓解常规电气工程施工质量评估模型存在的不足,通过多因素统计分析,更为精确描述各因素之间的关联度,从而精确对质量水平做出评估。基于此,本文引入灰色关联度分析方法,提出一种新的电气工程施工质量评估方法有现实意义。

1 电气工程开展施工质量评估的重要性分析

电气工程是现代化建筑工程施工中不可忽略的一项重要工程,随着城镇化进程加快,为了满足日益增长的城镇人口需求,建筑呈现大规模化发展,此时电气工程施工规模也日益扩大,且工序更为复杂、繁琐,面临的不确定因素也显著增加。基于电气工程的主要功能,一旦施工质量无法得到保证,很容易导致一系列问题出现。如果电气工程施工质量较为严重,甚至容易引发安全事故,对居民生命财产安全造成严重威胁^[1]。基于此,科学、合理开展电气工程施工质量评估极为重要。

首先,系统、规范的质量评估可以精准确定电气工程实际状态和质量水平,及时发现风险隐患,进而提升工程安全性和可靠性,降低事故发生概率。其次,低质量的电气工程需要不断地修复和维护,这势必会增加维护成本和停工时间。而良好的施工质量可以降低后期的运营和维护成本,提高电气系统的长期性能。再次,质量存在问题的电气工程,容易在运行过程中出现浪费能源、增加碳排放等问题,进而加剧对生态环境的负面影响,因此,确保施工质量评估工作规范实施,可以提升能源利用效率,减少资源浪费,符合可持续发展的要求。最后,对于施工企业而言,质量与自身口碑企业信用存在直接联系,而施工质量评估可以对质量情况做出评估和判断,有利于企业建立良好的品牌声誉,从而扩大自身市场规模^[2]。

综上所述,电气工程施工质量评估对于确保项目的安全性、可靠性、环保性、声誉和市场竞争能力等至关重要。有助于降低风险,提高工程效益。因此,施工质量评估是电气工程项目中不可或缺的一环。

2 模型设计

2.1 评估指标确定

在以灰色关联度分析为基础,构建新的电气工程施工质量评估模型之前,明确施工质量评估指标是关键。在确定指标过程中,为了保证科学性,以主成分分析方法为基础,通过匹配度确定质量评估指标。从而为后续的评价模型建立和充分发挥作用提供保障^[3]。

传统的电气工程施工质量评估指标选取方法实际应用时,由于受到多种因素干扰,存在指标信息交叉问题,无形中导致各指标之间高度相关性较低,也势必对评估结果产生不良影响。基于此,文章在此应用主成分分析方法辅助完成指标确定,以定量分析原理选取指标,从而应对传统指标选取方法存在的局限。经过系统分析,最终确定如下表1所示

指标。

表1 施工质量评估指标总结表

编号	一级指标	编号	二级指标
A ₁	室外电气	A ₁ 01	接地装置安装
		A ₁ 02	电线、导管、电缆敷设
		A ₁ 03	建筑外装饰性灯具安装
A ₂	变电配电室	A ₂ 01	封闭母线安装
		A ₂ 02	变压器、变电所安装
		A ₂ 03	变电配电室接地干线敷设
A ₃	电气照明安装	A ₃ 01	配电柜、照明配电箱安装
		A ₃ 02	线路电气试验
A ₄	防雷接地安装	A ₄ 01	避雷引下线敷设
		A ₄ 02	接闪器安装
A ₅	供电干线	A ₅ 01	插接式母线安装

结合表1来看,围绕各指标中因子特征,为了确保指标可以更为科学、全面反映电气工程施工质量中的信息内容,在实际应用时,会对评估指标进行归一化处理。

2.2 计算评估指标灰色关联度

文章以灰色关联度分析方法为基础架构电气工程施工质量评估模型,因此,在评估之前,需要明确指标之间存在的关联。计算过程中,整体方法如下。

首先,结合上文选取确定的指标,构建参数数列。此过程中,结合表1确定的指标,确保选定的指标可以反映施工质量状态,从而形成一组数列。表示式如下(1)所示:

$$X_0 = \{x_{01}, x_{02}, x_{03}, x_{04}, \dots, x_{0k}, \dots, x_{0n}\} \quad (1)$$

上述式子中:n、k代表任意常数,在具体应用时,结合需求进行赋值。

在该数列基础上,便可以对选定的评估指标参数数列进行归一化处理,从而最大限度降低各指标在数值上存在的偏差,从而为结果精确度提供保障。其中归一化处理公式如下(2)所示:

$$x^* = \frac{x_{ik} - \min x_{ik}}{\max x_{ik} - \min x_{ik}} \quad (2)$$

上述式子中: $\min x_{ik}$ 、 $\max x_{ik}$ 分别代表评估指标参数数列

中的最小数值和最大数值； x_{ik} 代表评估指标参数列中任意一个数值。

通过归一化处理之后，数值之间的偏差影响大幅度减弱，为了更好地为施工质量评估模型提供支持，归一化处理后，还需要对评估指标中较为分散的关联信息进行处理，从而更为全面阐述各指标的关联度。处理完成之后，还需要依据灰色关联度分析方法，明确各评估指标关联性^[4]。此过程应用如下(3)所示公式完成计算：

$$d_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n d_{0i}(k) \quad (3)$$

上述公式中： d_{0i} 代表各指标的关联度； $d_{0i}(k)$ 代表指标参数数列对应的关联系数； n 代表评估指标数量。

通过处理之后，对选定的施工质量评估指标关联度有足够了解，如此可以明确获取指标之间的灰色关联关系，进而为评估模型发挥效用奠定基础。

2.3 模型分析

对电气工程施工质量模型评估指标的关联度确定之后，便可以依据灰色关联度计算结果，构建施工质量评估模型。

2.3.1 构建目标

基于灰色关联度分析的电气工程施工质量评估模型的主要构建目标是通过量化不同施工因素之间的关联性，为电气工程项目提供全面的质量评估。具体来看，设计评估模型时应围绕以下几方面进行思考：第一，质量预测与改进。模型的首要任务是预测电气工程施工质量，识别可能存在的问题和缺陷，以便及早采取措施改进施工质量，降低质量风险。第二，关键因素识别。通过分析不同因素之间的关联度，模型能够确定哪些因素对电气工程施工质量影响最大，帮助项目管理者集中精力和资源进行重点监控和管理。第三，风险降低与合规性。通过模型的评估，可以减少施工过程中的质量风险，确保电气工程符合法规和标准，降低法律风险^[5]。

2.3.2 评估模型评估流程

该模型建立的主要目的是全方位、多维度实现电气工程施工质量评估。围绕设计目标分析，最终设计的评估模型评估流程如下图1所示：

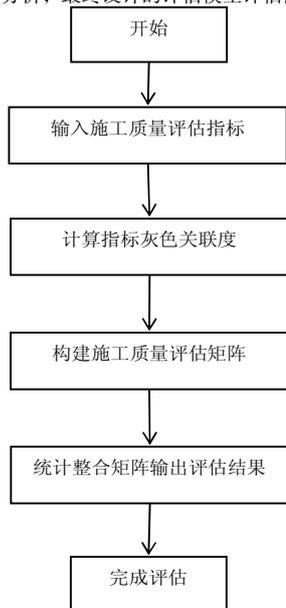


图1 电气工程施工质量评估模型流程图示

结合图1来看，首先，需要在模型中输入指标，然后发挥灰色关联度分析方法作用，计算输入指标之间的关联度。得出关联结果之后，构建出施工质量灰色关联度评估矩阵。最后，以统计整合矩阵为基础，对关联度评估矩阵输出的结果进行统计整合，从而确保评估结果的精准度^[6]。

3 试验验证

上文详细阐述基于灰色关联度分析的电气工程施工质量评估模型整体设计流程。在该模型投入实际应用之前，需要对其实用性、科学性、准确性等进行验证。文章通过试验，证明该评估模型的应用效果。

3.1 研究对象

文章以某地区的一个高层住宅建筑工程项目为例，以该工程中的建筑电气工程为研究对象。该工程总共分为三期，其中一期、二期工程已经竣工，三期工程仍处于建设状态。一期工程包括 A-01、A-02、A-03、A-04 四栋高层住宅楼，二期工程包括 B-05、B-06、B-07 等三栋高层住宅楼，三期工程包括 C-10、C-11、C-12、C-13 等四栋高层住宅楼。该项目中电气工程部分，主要包括室外电气系统、防雷接地系统、变配电所、照明系统等。为了满足高层住宅住户需求，工程结构繁琐、复杂，存在大量的子系统，且出于安全性、稳定性的思考，强弱电工艺要求较高、整体施工难度较大。基于此，在建设完成之后，需要对电气工程施工质量进行评估。

3.2 试验结果

为了直观验证本文提出的评估模型应用价值和科学性，在此一对比分析方法展开实验。将文章提出的电气工程施工质量评估模型设定为实验组，常规的组合赋权施工质量评估模型作为对照组1、常规的基于物元模型的评估方法作为对照组2，三个组别分别对选定的项目电气工程施工质量进行评估^[7]。

对比分析中，以 A-02、A-03、B-06、C-10 四栋楼的电气工程为研究主体。邀请电气工程施工质量评估专家作为评审组，遵循公平、公正原则，对四栋住宅楼的电气工程施工质量进行评估，作为实验分析及确定评估方法效用的依据。

然后以设定的实验组和对照组为依据，分别对四栋建筑住宅的电气工程施工质量进行评估，统计评估结果，以专家给定的专业建议为依据，从而恒定评估模型的实用性能和评估结果精确度。最后，三组模型评估结果如下表2所示：

表2 实验结果总结表

楼栋编号	A-02	A-03	B-06	C-10
专家给出的结果	0.79	0.64	0.75	0.69
实验组结果	0.78	0.63	0.74	0.68
对照组1结果	0.62	0.69	0.72	0.61
对照组2结果	0.65	0.68	0.78	0.63

结合表2分析，与专家组给出的评分结果对比，实验组各组所得数据差距最小，数值方面更为接近，相较于对照组1和对照组2而言，评估结果精准度更高，优势较为显著。从中可知，文章提出的基于灰色关联度分析的电气工程施工质量评估模型具备实用价值，可以大规模推广应用。

结语

综上所述，文章结合常规电气工程施工质量评估模型存在的局限性问题，以灰色关联度分析方法为基础，提出一种新型施工质量评估模型，旨在提高电气工程质量控制的准确性和效率。通过应用灰色关联度分析，我们成功地确定了对电气工程施工质量影响最大的因素，并为施工管理者提供了重要的参考信息。这种方法不仅可以帮助识别潜在的质量问题，还可以为采取改进措施提供指导，从而提高电气工程的可靠性和安全性。同时，为了验证该评估模型的实用性和科学性，以实验为基础，通过开展对比试验，用数据证明该方法的优越性。最终结果证明，该评估模型可以显著提升电气工程施工质量评估精确度，为电气工程领域的质量管理提供有力的支持。

参考文献：

- [1]任秋静,刘露,石燕,等.灰色关联度分析法的应用热点和方法改进——基于VOSviewer的文献计量分析[J].电脑知识与技术,2022,18(36):1-4+22.
- [2]陈曦.建筑电气工程中的施工技术与质量管理[J].电子技术,2022,51(11):136-138.
- [3]王国强,洪小龙,江炜楠,等.建筑电气工程照明系统施工质量控制研究[J].光源与照明,2022, 45(10):28-30.
- [4]张雁鹏,战希臣.航空装备实验室项目质量评估指标灰色关联筛选模型构建[J].项目管理技术,2022,20(9):49-52.
- [5]王帅.基于灰色关联分析法的电气火灾事故统计分析[J].中国人民警察大学学报,2022,38(2):49-52.
- [6]刘向华.电气工程及自动化技术的应用与发展探索[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021, 30(12):191-193.
- [7]夏向阳,赵威,刘炎,等.基于灰色关联度分析的高压电缆故障利萨如图形识别方法[J].高压电器,2021,57(11):124-130.