

工程监理人员绩效智能评价方法研究综述

郑 炜¹, 林佳瑞², 杨 程¹, 闫克霄², 程 宇¹

(1. 浙江公路水运工程监理有限公司, 浙江 杭州 310000;
2. 清华大学土木工程系, 北京 100084)

摘 要: 工程监理制度是建造领域保障工程质量的重要抓手。监理人员是工程监理重要实施主体, 对其绩效的考核评价在保障监理工作及工程建设质量上具有重要意义。当前, 有关研究仍以绩效考核的目标、内容与流程为主, 具体考核仍高度依赖人工手段, 存在方法固化、单一, 以及评价指标设定不合理、不明确等问题。本研究旨在系统综述绩效评价方法与支撑性智能技术, 提出智能绩效评价的新方向与新趋势。首先, 从技术层面和应用层面对于国内外的智慧监理技术下监理人员评价方法理论的研究和应用现状进行综述, 介绍了涉及的关键考核方法和评价指标理论的应用现状, 并提炼了基于智慧化环境下的监理人员考评方法理论的应用情况。在总结现况的基础上, 对领域现存的问题和挑战做了讨论分析, 针对监理人员绩效考核方法的简单化和更灵活、客观的评价指标, 结合现代综合指标评价方法结合人工智能、区块链技术 etc 新型信息技术, 提出了智慧化进程下监理人员绩效考评方法理论的未来发展方向。

关 键 词: 智慧监理; 绩效评价; 项目应用; 信息技术; 智能建造

中图分类号: TP 751.1

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2021061002

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2021)06-1002-09

Review on intelligent performance evaluation of construction supervisors

ZHENG Wei¹, LIN Jia-rui², YANG Cheng¹, YAN Ke-xiao², CHENG Yu¹

(1. Zhejiang Supervision on Highway and Water Transportation Construction Engineering Co., LTD, Hangzhou Zhejiang 310000, China;
2. Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The project supervision system is key to ensuring the project quality in the construction field. Supervisors are the essential parts of project supervision, and evaluating their performance is of great significance to ensuring the quality of a construction project. Currently, related research still focuses on the common goal, content, and procedure of performance evaluation, and is highly dependent on manual operation. Meanwhile, the performance indicators are usually rigid and unitary, leading to inappropriate and unclear results. The development of advanced information technology has brought new opportunities and methods for the intelligent performance evaluation of supervisors. This paper aims to systematically review the performance evaluation methods and the underlying intelligent technologies, and to propose new directions and trends for intelligent performance evaluation. This paper reviewed the current status of performance evaluation of supervisors assisted by intelligent supervision technology from two aspects, namely, the

收稿日期: 2021-04-27; 定稿日期: 2021-06-23

Received: 27 April, 2021; Finalized: 23 June, 2021

基金项目: 浙江省交通运输厅科技计划项目(2020061); 清华大学-广联达BIM联合研究中心(RCBIM)

Foundation items: Science and Technology Plan Project of Zhejiang Provincial Department of Transportation (2020061); Tsinghua University-Glodon Joint Research Center for Building Information Model (RCBIM)

第一作者: 郑 炜(1979-), 男, 浙江平湖人, 高级工程师, 硕士。主要研究方向为公路工程信息化应用、BIM。E-mail: 29599099@qq.com

First author: ZHENG Wei (1979-), male, senior engineer, master. His main research interests cover information technology for transportation and BIM. E-mail: 29599099@qq.com

通信作者: 林佳瑞(1987-), 男, 山东东平人, 助理研究员, 博士。主要研究方向为智能建造、BIM。E-mail: lin611@tsinghua.edu.cn

Corresponding author: LIN Jia-rui (1987-), male, assistant professor, Ph.D. His main research interests cover intelligent construction and BIM. E-mail: lin611@tsinghua.edu.cn

perspective of technical methods, and the perspective of application. Key evaluation methods and theories involved were summarized, and application of corresponding methods based on information technology were discussed. Based on prior work, discussion and analysis were conducted to identify existing problems and challenges. To tackle these problems, the developments of simplified performance evaluation methods, and more flexible and objective indicators were suggested. Thus, this paper shed light on the future performance evaluation of supervisors under the development of intelligent construction with modern comprehensive evaluation method combined with artificial intelligence, block chain technology, and other emerging information technologies.

Keywords: smart supervision; performance evaluation; project practice; information and communication technology; intelligent construction

1988 年, 我国工程建设开始引入监理制度^[1], 形成了以甲方、监理单位和承包商 3 个主体的建设施工市场雏形^[2], 其中监理单位可以作为强化管理的手段来提高施工水平^[1]。迄今为止, 监理制度实施已经 33 年, 不仅为我国在项目工程建设的规范、标准、实施等取得了巨大的益处, 也打破了我国与国际间的建设标准化的壁垒, 实现并保持着项目建设质量的高水准^[3]。

监理人员应受监理机构或企业委托, 按照专业行为准则对有关工作进行监督、约束、组织、考评和反馈, 以达到相应的规范和要求, 从而使有关工作人员的行动更加有序、行为更加准确、规划更加合理、施工更加安全地到达预期^[1]。在国内, 监理工作需要工程施工进行检查监督。对于存在的或潜在的问题进行即时地责令整改, 或反馈上级监察部门^[1]。不仅如此, 监理工作也是一种国际惯例: 其是一种有偿的服务, 同时具有对工程建设起到一定监督及预先防范的职能^[4]。然而在实际工作中, 受限于监理工作的多因性, 施工现场的各项因素可能导致监理工作的进行与完成不仅仅取决于书面的指标或其他单方面的前置因素, 而更有可能存在主观、客观、或不可控的多种、多重因素的影响^[2]。这样, 基于传统方法的绩效考评体系应用于监理人员的绩效考评上, 可能会出现潜在的不公平、不全面、不恰当等负面影响。近年来针对工程领域监理人员的绩效考评体系相较于其他行业而言, 研究并不充分。大量考核方法、评价指标、考评体系建立在原有金融、教育、行政管理相关的企业或者机构^[3]。人工的绩效考核模式存在着主观性和不可避免的偏差特性, 在有着多因性的监理工作中, 会带来潜在的不公平^[2]。由此, 仅仅整合常用的绩效考核方法和传统的评价指标在功能和应用上已经与现今的工程施工环境不相适配。因此, 需要结合先进的信

息技术, 在现代综合评价方法下进行科学地研究并完善贴近工程特点的绩效考评体系^[4]。

贴近工程特点的绩效考核与评价方法将会在信息技术的加持下, 在信息数据的传输上进行极大的升级与极为迅速的反馈; 不仅如此, 这个过程的数据传输、存储与提取是安全的、可溯源的; 数据的可靠性也会对监理工作的智慧化带来极大的益处, 这也体现在数据将会在多方平台的调用协调性上有着巨大地提升。检查监督工作将具备持续性和动态性, 为监理工作的整体流程的优化带来极为可观的前景^[4]。

如图 1 所示, 本文从考核方法的技术层面和评价方法的应用层面对相关文献进行了系统分类与综述。前者列举和总结了常用的绩效考核方法。概括并总结了其特点、优点和缺陷。针对后者则列举和总结了现代的评价方法及其理论基础。在此基础上, 深入讨论了当前现存的问题以及先进信息技术发展背景下, 监理人员绩效考核理论与评价方法的发展新方向。

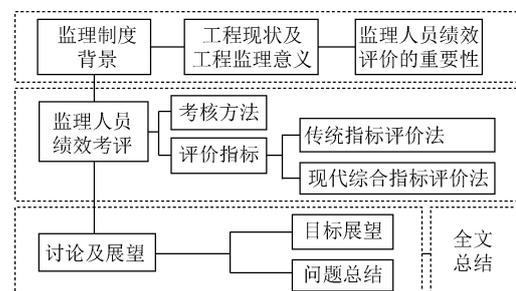


图 1 研究与应用综述框架图

Fig. 1 Research and application overview framework diagram

1 综述方法

1.1 文献来源及趋势

截至 2021 年 1 月, 在中国知网(CNKI)中对“绩效考评”“智慧监理”文献的检索结果如图 2 和 3

所示,以“绩效考评”和“智慧监理”为搜索关键词,近5年的文献发表量持续增长,尤其以图4“智慧”和图3“智慧监理”为关键词的搜索结果显示,在“十九大”(会议时间为:2017年10月18日—24日)后呈显著的增长态势。绩效考核方法在各个领域都有长足的发展和深度的结合^[5-7]。

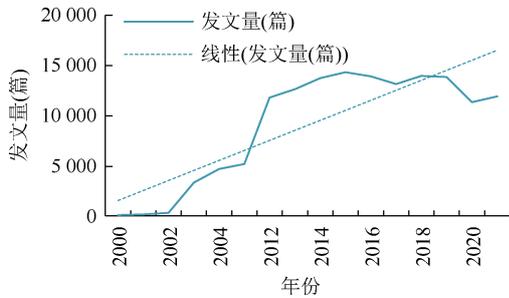


图2 计量可视化总体趋势图—关键词:绩效考评

Fig. 2 Metering visualization general trend chart — keyword: performance evaluation



图3 计量可视化总体趋势图—关键词:智慧监理

Fig. 3 Metering visualization general trend chart — keyword: intelligent supervisor

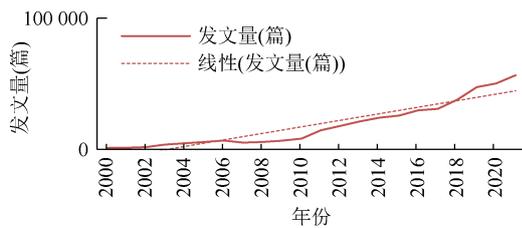


图4 计量可视化总体趋势图—关键词:智慧

Fig. 4 Metering visualization general trend chart — keyword: intelligent

1.2 综述内容与范围

本文通过对国内外文献进行了监理人员绩效考核方法在智慧监理技术下的应用分析,同时考察了中国知网(CNKI)中近两百篇有关“智慧化”“智慧监理”“绩效评价”的研究文章,其中2005—2020年发表的文献占绝大多数。在筛选过程中,保留“智慧化”“绩效考核”“智慧监理”为关键词的综述论文、技术论文;同时,在包含“绩效”“考核”“评价”等关键词的论文中,保留对象为工程人员相关或监理人员相关

的,不考虑无关的被考核对象或包含无关的个案研究;对于涉及关键词研究但主题不相关的,保留但降低精读优先级,并将符合要求的相关文献进行归纳见表1。

表1 关键概念及文献报道

| 概念 | 文献报道 | |
|------|--------------------------|-------------------|
| | 研究 | 应用 |
| 绩效管理 | [1, 24, 26-30] | [1, 3, 26] |
| 考评体系 | [2, 19-21, 29-36] | [2, 20-21, 29-33] |
| 智慧化 | [4-18, 21-23, 25, 37-41] | [4, 9-10] |

2 智慧监理与绩效考评

2.1 智能化

智能城市是通过计算机技术、物联网技术、云计算和数字媒体技术相互结合并构建的新概念^[8]。并且,这一概念正逐步深入社会中每一个领域,例如:工程行业的智能监管^[9]。因为互联网的产业结构是基于互联网的产业应用和智慧化服务^[10]。网络运营、网络设备制造业和信息服务业相互支撑又互相补充,这使得项目工程在进行的同时,智慧化应用在这个过程中的发展可以根据信息技术和智能化技术得以有效的参考,并根据反馈进行合理高效的实际应用^[11-12]。

2.2 智慧化

智慧化是基于数据化基础之上的拟人化,其包括感知、记忆、思辨、学习、自适应等等^[13]。当这些拟人化的能力在各种场景中根据给定的数据进行处理和反馈时,便意味着智慧化^[13]。因此,当智慧化进程落实到传统的项目建设工程行业的领域时,其所需的信息数字化建设是十分必要的。当进行智慧化升级时,需融合与集成现有的施工、管理过程的数据实现数据化,可以进行技术升级,进而提高施工现场的生产效率、管理效率和决策能力,实现精细化和智慧化的生产和管理^[14]。

2.3 智慧监理

由于建筑工程施工技术的日趋复杂、要求的不断提高,同时各个参与方,如机构、组织、公司等不免会有对项目形成干扰的内、外因素,从而对项目的监管要求更加严格^[15]。随着监管难度的不断提升,工程监理也可以结合智慧化技术对工程项目全生命周期内的各个关键节点和信息进行智慧化的响应和追踪^[16]。全新的监理模式通过运用物联网、云计算、大数据、BIM等信息和通信技术手段,结合现代组织论、控制论、管理学

等科学理论为基础, 形成系统化、数字化和智能化的综合管理手段, 最终达到建设工程项目的高标准、高要求、高质量等目标^[16-17]。智慧监理正是基于建筑业持续变革的背景而提出的, 并将 BIM 技术与信息技术相结合、将人工智能技术与信息技术结合等方法提升监理工作效率, 从而促进监理业的变革, 并对项目进行精准把控^[18]。

本文对“智慧监理技术”下的各种手段的创新和升级进行研究, 将基于数字化和信息化技术, 致力于将监理人员绩效考评方法在数字化、精准化、智慧化方面进行探索。这将促进完善“智慧社会”概念, 同时推进形成以大数据、人工智能、BIM、物联网、云计算等新一代信息技术的发展与应用为基础形成的数字化、网络化和智慧化深度融合的社会^[15,18-19]。

2.4 绩效评价

上世纪 70 到 90 年代, 学者们开始尝试解决绩效考评理论在独立性、主观性和可执行性上的不足^[20-21]。该阶段被称为绩效评估的反思重估阶段^[22]。学者们将“设定目标”“尺度清晰”“灵活性”和“多元角色定位”作为更新理论的 4 种原则性框架^[19]。但是, 不同的学者因为强调的目标对象不同

而有不同的重点, 使得观点并不具有一致性^[19-20]。

现代综合考评方法的相关理论认为, 绩效考核方法本身也是一个需要学习、不断改进和动态控制的过程^[21-23]。这种系统化过程包括了体系的整体制定, 从绩效计划开始对于标准的制定、绩效的考评、个体的沟通、绩效的反馈与辅导、甚至后期绩效的提升与再计划和最后绩效考核结果的应用^[19]。

3 技术层面

在维度指标的确定上, 大多通过专家访谈和问卷调查得出初步的结论。在权重的确定上^[22-24], 越来越多的企业、机构等相关方采用现代综合评价的方法使得绩效考评更加科学、人性、安全和公平。表 2 为绩效评估方法优缺点对照表。在“智慧监理技术”下的监理人员绩效考评方法需要体现出关联性、智能性、协同性、预测性的智慧特征^[25]。考核计划必须对考核结果负责, 同样的, 评价指标必须正确才能使考核计划顺利完成。换言之就是必须客观、公正地对监理人员的工作绩效进行有效评价, 同时需要选择合理的绩效评估的方法^[26-27]。

表 2 常用绩效考核方法的优缺点对照表

Table 2 Advantages and disadvantages comparison table of common performance evaluation methods

| 方法 | 优点 | 缺点 |
|-----------|--|---------------------------|
| 交替排序法 | 操作简单、结果明确 | 相近数据难以准确排序、主观性偏多、缺乏定量比较 |
| 配对比较法 | 易操作、易统计、评价成本低 | 缺乏定量比较、主观性偏多、缺乏描述量级间的差距 |
| 强制分布法 | 等级清晰、操作简单、刺激性强、强制分区 | 缺乏定量比较、不能提供准确信息 |
| 关键事件法 | 对比性强、行为表现可动态记录、结果可证实 | 费时、遗漏平均绩效水平的分析、主观性偏多 |
| 图尺度评价法 | 操作方便 | 缺乏反馈和解决问题的方法或指导 |
| 行为对照表法 | 操作简单、不易发生晕轮效应、可以横向对比、评价标准与工作内容相关度高且误差小 | 设计难度大、成本高、缺乏反馈和解决问题的方法或指导 |
| 行为锚定等级评价法 | 标准明确、反馈良好、连贯性和信度较高、维度清晰、相对独立、有利于综合评判 | 设计和实施费用高、费时、主观性偏多 |
| 评级量表法 | 省时、有趣、用途广、可处理大量变量 | 仁慈误差、中间倾向误差、晕轮效应 |
| 目标管理法 | 结果易观测、评价失误少、适合提供反馈指导 | 不同部门间缺乏统一性 |
| 360 度考核法 | 信息相对客观准确 | 成本高、易造成矛盾、工作难度大 |
| 标杆分析法 | 提供解决问题的方法或指导、风险低、易操作、成本低、范围广 | 费时 |
| 关键绩效指标法 | 目标明确 | 指标难以界定、人为因素、不具备普适性 |
| 平衡计分卡 | 维度紧密、注重可持续发展、系统性强 | 繁琐、人员素质要求较高 |

3.1 考核方法

绩效考核的方法有 3 类: 特性取向型、行为取向型和结果取向型^[26,28]。由于考核内容的不同, 对于方法的选择也是对上述信度和效度的一种最优化选择。

当考核内容指向个人魅力、个性、能力和特

征时, 考核便旨在描述和绘画个人基本品质的画像, 这种方法就是特性取向型^[26]。这种抽象的个人素质画像往往对于绩效考核的结果指标关注不够, 需要根据职业特征进行慎重选择^[26]。与之相对的是结果取向型考核方法, 即对结果进行深度考核。对于最终结果的绩效在指标上进行客观、

具体、量化的评定^[28]。而对于被考察者在行为和过程中的表现进行考核的方法就是行为取向型。该类型适合于绩效难以量化或需要以某种规范行为来完成工作任务考核的员工,如管理人员、服务人员等^[26]。

考核方法应具有普适性,可在实际工作中有效地鉴别被考核者的工作行为、结果等的差异,进而生成其评价意见^[26-28]。目前,除了上述针对特性、行为、结果进行分类,还可以对考核方法中的考核指标进行分类^[27]。此外,在现今信息技术高速发展的背景下,结合“大数据、云技术、虚拟现实、互联网+、BIM、人工智能”等新型信息化技术,智慧化的监理人员绩效考评方法需要在下述方法中作尝试性探讨,为今后智慧化监理技术发展提供参考。

3.2 常用考核方法

3.2.1 交替排序法(alternative ranking method)

考核者对被考核者依照其给出的成绩进行从高到低的排序,并且在评价过程中循环地将被评价者的工作绩效按照评价要素、指标进行排序直至排序完毕^[26]。在日常的绩效考评工作中,从所有参与考评的人员中,产生最优和最差的绩效选评十分容易,同时,对其综合考评也相对明显。由此说明,交替排序法是一种十分常见且具有普适性的评估方法^[26]。

3.2.2 配对比较法(forced pair comparison)

将要比较的对象进行排序考核。根据考察的指标,对考察对象进行评价,如果满意或符合要求,则记录为正号,反之为负号。当然,也可以灵活地变换为,考评指标理想即为数字1,反之则为数字0。这样,更迭、反复地对考核者进行考核、评价、比较并最终统计得分情况,按照分数由高至低进行排序,从而得到被考核对象的优劣情况^[26]。

3.2.3 强制分布法(forced distribution method)

根据正态分布规律,可提前对考核结果中的总分数作出分级标准,例如按照极优、良好、中等、差和极差以5%,25%,40%,25%和5%的标准进行划分。在通过合适的指标进行评价记录后,对于参与考核的人员进行总体的强制划分,并按一定比例可视化参评者的绩效优劣程度^[26]。

3.2.4 关键事件法(critical incident method)

1954年,美国学者费拉赖根和贝勒斯提出了一种客观评价体系:通过对工作中的事件进行分析,对其中最好或最差的“关键事件”进行详细地记录,

并大量搜集相关信息,从而对造成这一事件的工作行为进行认定,即为工作绩效评估的一种方法^[28]。

3.2.5 图尺度评价法(graphic rating scale)

利用示意图将评价的绩效要素进行展示,将评分标准、评价档次、评语等相关评价信息也一并地进行公示^[26]。在进行工作绩效评价时,可以十分清晰地根据被考核者的绩效完成情况或工作情况加以评定,从而避免出现考核指标与参评内容不相符合的事件。同时,在对评价的分值进行分析时,也更加容易找出符合绩效状况的因素^[27]。

3.2.6 行为对照表法(behavior checklist)

与前述示意图相似,该方法利用行为对照表对考核对象进行逐一地打分或评价计分,对于描述员工绩效的规范性一样可以起到十分准确、快速容易操作的作用^[28-29]。同时,由于对照表具有对照性,考官的客观性在考核中会受到考核指标的匡正,所以公正性较强,不易出现刻意行为,同时也更容易溯源纠错出现在绩效考评时的纠纷^[30]。

3.2.7 行为锚定等级评价法(behaviorally anchored rating scale)

行为锚定等级评价法的基础是对等级的评价。关键事件即优和差等级就可根据等级进行量化记录。该方法需令每个考核的分项有着明确清晰的定义,这样关键事件法才可以在这个基础上进行针对不同水平的工作绩效的描述^[29]。总之,主管人员或项目负责人需要对关键事件的细节做到了解掌握,根据细节建立明确的绩效评价等级,将细节中的要素提取聚类分析。最后对上述关键部分进行评定,即判断关键事件的代表性,是否很好地作用于被考核者的工作水平或职业能力。这些能够做到评价考核者的一系列关键事件就被记作“关键锚”^[26,28-29]。

3.2.8 评级量表法(rating scale method)

评级量表法旨在利用表格的方式,将绩效分解进行更加直观有效地评价^[28]。与前述文字性描述不同,该方法附加了更加详细的量化表格。并且,列与列之间具备一定的关联性,很好地提升了绩效评价信度与效度^[26,28]。

3.2.9 目标管理法(management by objectives, MBO)

彼得·德鲁克在1954年提出了目标管理法。其注重上下级目标的一致性,会定期的对目标的完成情况加以绩效考核,同时对于指标也更加明确^[28,30]。通过制定目标对达标与否进行考核,并对绩效作出十分清晰地评估。但缺乏对过程的注重,即缺

乏对于考核对象人性上关怀^[31]。

3.2.10 360度考核法(360-degree evaluation method)

360度考核法又称全方位考核法,即对被考核者的相关对接人员进行全方位的掌握并追踪其对被考核者的评价^[30-31]。该方法对被考核者形成多角度的观察和评价,其考核结果更具综合性,是一种应用十分广泛的绩效评定手段^[31]。

3.2.11 标杆分析法(benchmarking)

标杆分析法,又称基准分析法、定标比超法^[30]。这是一种有效的通过外部支持促进行业内快速提升成为最佳范例的科学方法。通过确定目标、内部分析、分析比较、提出构想和最后实施方案5步对于“最佳的实施路径”进行跟踪^[32]。标杆分析是一个系统的、持续性的评估过程。

3.2.12 关键绩效指标法(key performance indicator, KPI)

关键绩效指标法是一种对工作流程的输入端和输出端进行关注,根据流程设计认定为关键点的指标,从而进行考核的方法^[31]。该方法以目标形成的一致性为基础,进而对执行过程进行有效且针对性地梳理,建立达到目标或最优化结果的关键性指标,再根据其指标对于被考核者是否完成既定指标进行充分评价,以此激励被考核者绩效地提升和总体目标的实现^[33]。

3.2.13 平衡计分卡(balanced score card, BSC)

在原本概念中,平衡计分卡首先对于企业需要进行全面地了解,针对企业的业绩进行划分,即按照业绩的评价将财务、客户、经营和学习成长分为4部分^[34]。并且要体现企业的战略,即需对战略逐级转化分解为精细的指标体系^[22]。其构成的评价体系相互平衡且是一种持续地、动态地、长期地考核过程。过程中可对不同时段业绩进行提取分析,在战略管理中能够对风险或外部环境的变化进行掌控,并对目前存在的指标或实施情况进行响应跟踪和动态调整,从而保证管理体系的执行基础是有效且及时的^[22,34]。

4 应用层面

4.1 传统指标评价方法

4.1.1 工作分析法

该方法主要依靠对于工作职能的分析,对于岗位责任作出清晰地掌握与了解,对于涉及的关键元素进行提取和总结。在此基础上利用评价指标对被考核者是否具备其胜任岗位的能力以及绩

效作出判定^[26]。

4.1.2 个案研究法

当考核对象并不固定,或工作职能界定不清晰,工作职责未被定性与量化的情况下,可对该类被考核者进行持续地、动态地观察研究行为模式、工作模式的关键点,从而提取或推导出规律来制定相应的考核方法和评价指标^[26,35]。

4.1.3 问卷调查法

针对被考核者设计一种书面形式的问卷,广泛发布,从不同层面的人员对于被考核者的评价因素进行调研,填写搜集并且征求这部分人员的意见,也是形成被考核者评价指标的一种方法^[26-30]。

4.1.4 专家访谈法

专家访谈法是通过与被考核者面对面的谈话,在充分交流中了解其工作模式、性质等方面,从而给出相应的可供参考的评价指标方案^[35]。

4.1.5 经验总结法

经验总结法是通过总结理论研究者 and 实践者的经验从而对被考核者的工作模式、职业特征作出归纳或提炼进而形成评价指标的方法^[35]。

4.2 现代综合指标评价方法

4.2.1 层次分析法(the analytic hierarchy process)

层次化问题是建立或单、或多层次的分析结构模型。梳理问题的性质,通过分解目标可以得到不同的因素。根据相对影响可以分析其关联性、隶属关系和重要程度。聚类组合这些裂解的层次可以模型化问题内在联系。系统分析模型底层的所有指标因素和最高层即目标之间的权值关系,利用排序法按重要性、优劣性等统计学方法进行排序。在排序计算中需要形成判断矩阵,通常需要9分标度法(或5分、7分标度法)对于被分解的各个因素进行评价,从而得出可供比较和量化的计算数据^[35]。根据这些评价的量化值,可以计算出最大特征根和对应的特征向量,进而给出权值^[35]。

4.2.2 模糊综合评判法

模糊数学是尝试利用数学工具解决模糊事物方面的问题^[35]。模糊数学的初衷是为了表达事物的不确定性,而不是将数学变得“模糊”。相反,其是连接形式化思维和复杂系统^[35]巧妙的桥梁。模糊综合评判法,就是基于模糊数学来研究那些复杂的、难以用精确数学描绘的问题^[35]。对受限于多种因素制约的对象做出一个大概的总体的评价。这种多处受限的对象,与绩效考评的权值确定十分契合。

4.2.3 数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)

数据包络分析根据多项投入指标和多项产出指标对相同类型的单位(部门)进行相对有效性或效益评价的一种数量分析方法^[35]。

4.2.4 人工神经网络评价法

智慧化技术体系下,大数据应用在“智慧监理”中人员绩效评价时,体现在对于数据流中的文本、图像、声音关键词及特征的转化与提取,这样由此产生了大量的包含时序信息的数据。人工智能网络需要前期对于学习的规则进行制定,然后录入数据进行模式学习,之后进行判断评价等工作。本质上,根据录入与输出,人工智能是在内部寻找可以解决问题的最优解的数学过程,从而对于各个参数进行迭代调整,更新输出的各项指标^[35]。利用人工智能网络进行评价的方法是随着信息技术的发展而新引入的一种评价方法,对于智慧化赋能的进展十分重要。其中,在不断优化内部参数,循环整体权值寻找最优解的过程也是是人工神经网络的重要特征^[33]。

4.2.5 灰色综合评价法

灰色系统理论被称为“贫信息”处理系统。其理论分析的数据往往充满着不确定性,并且量级很少,因此通常的过程是以一种灰变白的系统从而对已知的信息作出相对的映射关系^[35]。

5 讨论及展望

5.1 问题总结

目前,研究工程领域监理绩效管理的论文相较于研究监理企业或机构的论文不多。自监理制度实行 33 年来,各种绩效管理与考评方法的理论研究多由国外引入或基于经济学领域进行改进。在各种理论、方法的普适性上需要根据被监理项目、被考察者职能、及其组织结构进行或多或少的调整。问题主要集中在考核维度、指标上的适应性调整,从而改进考核方法及其评价指标的准确性。这样才能够在整体信度和效度上得到保证。通过对文献的基础调研,总结出以下相关问题。

(1) 在工程建设中,监理人员在处理各项工程相关事务时或存在道德风险行为。这种道德风险行为可以体现在其本身职业素养上,比如偷懒行为、监守自盗或贪污受贿等方面。同时,在处理事务时也可能存在操作不规范或数据录入不准确、不精确甚至出现责任划分不清的后果。以上

问题在考核方法中难以被考评指标准确定位并量化其导致的严重后果以及产生的不良影响。

(2) 实际工作中,建设工程领域中的指标往往有“战略目标”“创新性”。这种指标实际上空洞缺乏对于整体目标性的定性与定量^[36]。所以,亟待评价指标随着环境而自适应性的更新。

(3) 传统的监理人员的考察工作方式常常以文件(纸质或者电子版,文本或问卷)为主要媒介的考评体系流程完成,其需要大量的人力保障整体考核流程的进行,且出错概率较高。

(4) 随着信息化技术的迅速发展,与工程领域的结合愈发紧密,对于数据的管理尤其涉及多平台、多组织机构协作的情况下依然欠缺统一的规范。这种欠缺也涉及到对于数据管理权限的界定。必须明确数据录入、修改、提取等权限的划分,否则对于数据安全、考核方法及其整体评价指标体系的信度和效度带来诸多不确定因素和法律风险^[37]。

5.2 未来展望

全面、立体的“智慧监理技术”随着信息技术的高速发展会贯通各行业,尤其大数据技术、区块链技术的不断与各领域之间深度结合,使得原本离散的领域之间有了桥梁。“智慧化”下,甚至令之前不同领域有了“交流”。延伸到工程领域,监理技术也会在智慧化浪潮下取得长足发展,在原本需要人工介入的工作中,提高正确率、加强安全性。例如,在需要通过人工智能技术已经可以对于施工建设中的安全着装或规范动作进行充分识别、提醒并记录,极大地提高了工程的安全性能,这一过程是动态的、持续的^[38]。未来可以将多种动作的捕捉与识别在识别率、准确率上加以提升,进而更好地保障施工环境。形似的还有在审图、日志等涉及人工的环节进行智慧化介入。值得期待,基于“智慧监理技术”的新型智慧化体系将承接和升级智能装备以更加高效、准确地利用数据信息,将彻底改变现场施工人员的作业方式^[39]。

既然工程监理技术的智慧化是基于工程领域流程的整体数据化,那么对于数据本身也会带来极大地挑战。这包括数据的存储安全、权限管理等方面^[37]。同时,也分别对应了项目实施过程中不同工作对应的数据流和工作流^[40-41]的映射关系。为了解决上述问题,本文尝试探讨利用区块链技术解决监理人员在跟进项目、工程实施过程中的数据存储防伪、防篡改、数据确权、后期溯源等实际问题。这里,区块链技术因为使信息附加

了哈希算法令数据内嵌了时间戳和防伪“签名”。每一个监理人员都可视为一个节点,且每一个数据录入与接收终端都可视为数据的传递通道,区块链技术保障了数据在传递中的安全性。对于工程领域,时间戳所具有的可溯源性质无疑对数据录入这一过程本身起到了很强的监督属性。

6 总 结

监理制度在我国实行了33年,已经在工程领域取得了长足的发展,其包括对于工程项目的整体推进、质量监督、施工行为安全规范、采购监督等。愈发完善的工作职能也将监理人员在专业上不断细分,使得监理从业者愈发密集,并且在项目跟进时所需要的技能、处理的日志资料、文档、影响等数据变得庞大且冗杂。随着智慧城市概念的提出,我国提出将多领域与计算机技术、信息技术等进行深度融合。落实到工程建筑施工领域则可以利用“智慧化”赋能监理人员绩效考评体系,从而提升监理人员职业素质全领域升级、工作质量全方面提升。结合其他信息化手段例如物联网技术、区块链技术、BIM等,将信息的传递变得更加高效、直观且安全。数据的使用随着智慧化程度的提高,让监理人员在这种精细的、系统的管理氛围下能更加便捷、精准地工作从而达到让整体行业技术升级的目标。在监理技术智慧化的环境下,建筑工程领域中这种对于监理人员绩效考评方法的升级可以有效地提升建筑工程的质量、更加准确地进行进度控制和成本控制。

参考文献 (References)

- [1] 魏宝兰. X 工程监理公司战略性绩效管理研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2010.
WEI B L. Study on the strategic performance management in X project management company[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2010 (in Chinese).
- [2] 陈志强. 项目监理部人员的绩效考评设计——以北京帕克公司为例[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2008.
CHEN Z Q. The design of examination and comment of performance for the employees in the department of supervision of projects —aiming at Beijing park international project consultation co., ltd[D]. Beijing: Capital University of Economics and Business, 2008 (in Chinese).
- [3] 朱林美, 周晶, 吴孝灵. 基于委托代理的工程监理激励: 监督模型[J]. 运筹与管理, 2011, 20(3): 176-180.
ZHU L M, ZHOU J, WU X L. The incentive supervise model of project supervision based on principle-agent theory[J]. Operations Research and Management Science, 2011, 20(3): 176-180 (in Chinese).
- [4] 刘天宇. 智慧城市工程基础建设中监理流程优化研究: 以 GCMC 公司为例[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
LIU T Y. Research on optimization of supervision process in construction of smart city project —take GCMC company as an example[D]. Changchun: Jilin University, 2018 (in Chinese).
- [5] OSMAN A M S. A novel big data analytics framework for smart cities[J]. Future Generation Computer Systems, 2019, 91: 620-633.
- [6] CLOHESSY T, ACTON T, MORGAN L. Smart city as a service (SCaaS): a future roadmap for E-government smart city cloud computing initiatives[C]//IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing. New York: IEEE Press, 2014: 836-841.
- [7] DENG L. Artificial intelligence in the rising wave of deep learning: the historical path and future outlook perspectives[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2018, 35(1): 180-177.
- [8] DIZDAREVIĆ J, CARPIO F, JUKAN A, et al. A survey of communication protocols for internet of things and related challenges of fog and cloud computing integration[J]. ACM Computing Surveys, 2019, 51(6): 116:1-116:29.
- [9] XIANG Y, TIAN X X, ZHOU S, et al. Construction and application of digital creative platform for digital creative industry based on smart city concept[J]. Computers & Electrical Engineering, 2020, 87: 106748.
- [10] NIU D Q. Smart supervision based on a new generation of information technology integration and its application[C]//2020 International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE). New York: IEEE Press, 2020: 301-306.
- [11] 刘静. 建筑工程中电子信息与智能化技术的应用研究[J]. 现代信息科技, 2017(1): 15-16, 19.
LIU J. Research on the application of electronic information and intelligent technology in building engineering[J]. Modern Information Technology, 2017(1): 15-16, 19 (in Chinese).
- [12] 朱洪波, 杨龙祥, 于全. 物联网的技术思想与应用策略研究[J]. 通信学报, 2010, 31(11): 2-9.
ZHU H B, YANG L X, YU Q. Investigation of technical thought and application strategy for the Internet of Things[J]. Journal on Communications, 2010, 31(11): 2-9 (in Chinese).
- [13] 程栋. 智能时代新媒体概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019: 43-46
CHENG D. Introduction to new media in the intelligent age[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2019: 43-46 (in Chinese).
- [14] 《国企管理》编辑部, 王继勇, 董雷, 等. 监理, 工地智慧+! [J]. 国企管理, 2018(23): 38-39.
Editorial Department of State-owned Enterprises Management. Supervisor, site wisdom+![J]. State-owned Enterprises Management, 2018(23): 38-39 (in Chinese).
- [15] 张士友. 智慧城市建筑监理对施工质量控制的影响探究[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2019(3): 183.
ZHANG S Y. Research on the influence of smart city construction supervision on construction quality control[J]. Theoretical Research in Urban Construction, 2019(3): 183 (in Chinese).
- [16] 陈艳琼. 智慧监理在工程中的应用探讨[J]. 福建建材, 2019(11): 105-106.
CHEN Y Q. Discussion on the application of intelligent supervision in engineering[J]. Fujian Building Materials, 2019(11): 105-106 (in Chinese).
- [17] 郭建辉. 探析智慧城市建筑监理对施工质量控制的影响[J]. 现代物业: 中旬刊, 2019, 18(1): 147.
GUO J H. Explore the influence of smart city construction supervision on construction quality control[J]. Modern Property Management, 2019, 18(1): 147 (in Chinese).

- [18] 沈翔. 智慧监理: 基于 BIM 技术的信息化监理方法探讨[J]. 中国工程咨询, 2016(7): 18-20.
SHEN X. Intelligent supervision -- discussion on informatization supervision method based on BIM technology[J]. Chinese Consulting Engineers, 2016(7): 18-20 (in Chinese).
- [19] 刘丽. 工程项目群管理的动态绩效考核体系研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2011.
LIU L. Research on the dynamic performance appraisal system of programme management[D]. Jinan: Shandong Jianzhu University, 2011 (in Chinese).
- [20] 王卉. CF 建筑公司基于平衡记分卡的绩效考核体系的设计[D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2007.
WANG H. Design of performance appraisal system based on balanced scorecard in CF construction company[D]. Beijing: University of International Business and Economics, 2007 (in Chinese).
- [21] 沈浩轩, 温建军, 白楠. 监智智慧监管平台可行性研究[J]. 科学技术创新, 2019(31): 76-77.
SHEN H X, WEN J J, BAI N. Feasibility study of intelligent supervision platform[J]. Scientific and Technological Innovation, 2019(31): 76-77 (in Chinese).
- [22] 贾开, 张会平, 汤志伟. 智慧社会的概念演进、内涵构建与制度框架创新[J]. 电子政务, 2019(4): 2-8.
JIA K, ZHANG H P, TANG Z W. The concept evolution, connotation construction and institutional framework innovation of smart society[J]. E-Government, 2019(4): 2-8 (in Chinese).
- [23] 甄峰, 张姗姗, 秦萧, 等. 从信息化赋能到综合赋能: 智慧国土空间规划思路探索[J]. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2060-2072.
ZHEN F, ZHANG S Q, QIN X, et al. From informational empowerment to comprehensive empowerment: exploring the ideas of smart territorial spatial planning[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(10): 2060-2072 (in Chinese).
- [24] 于大春, 张华杰, 宋万超. 绩效管理理论研究综述[J]. 情报杂志, 2010, 29(S2): 16-19, 11.
YU D C, ZHANG H J, SONG W C. Review of performance management theory[J]. Journal of Intelligence, 2010, 29(S2): 16-19, 11 (in Chinese).
- [25] 杨建华. 建筑工程中电子信息与智能化技术的应用研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(9): 151-152.
YANG J H. Research on the application of electronic information and intelligent technology in building engineering[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2019, 16(9): 151-152 (in Chinese).
- [26] 弓亚玲. 人力资源绩效考核方法研究与应用[D]. 北京交通大学, 2007.
GONG Y L. The study and application of performance assessment method of HR[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2007 (in Chinese).
- [27] 谭中阳. 新编绩效考核量化管理全案[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013: 4-6, 68-75.
TAN Z Y. New quantitative management of performance appraisal case[M]. Beijing: International Cooperation Department of Tsinghua University Press (TUP), 2013: 4-6, 68-75 (in Chinese).
- [28] 文新跃. 绩效评估方法的研究比较[J]. 现代企业, 2006(5): 44-45, 48.
WEN X Y. Research comparison of performance evaluation methods[J]. Modern Enterprise, 2006(5): 44-45, 48 (in Chinese).
- [29] 王小华. 绩效考核的方法及其应用[J]. 企业改革与管理, 2008(11): 69-70.
WANG X H. The method and application of performance appraisal[J]. Enterprise Reform and Management, 2008(11): 69-70 (in Chinese).
- [30] 邱伟年, 张兴贵, 王斌. 绩效考核方法的介绍、评价及选择[J]. 现代管理科学, 2008(3): 81-82.
QIU W N, ZHANG X G, WANG B. Introduction, evaluation and selection of performance appraisal methods[J]. Modern Management Science, 2008(3): 81-82 (in Chinese).
- [31] 王文霄. 360 度绩效考评方法研究综述[J]. 东方企业文化, 2011(4): 51.
WANG W X. Review of research on 360-degree performance appraisal method[J]. Oriental Enterprise Culture, 2011(4): 51 (in Chinese).
- [32] 于文益, 黄海滨, 肖田野. 标杆分析法的引进与应用研究[J]. 广东科技, 2013, 22(13): 39-42.
YU W Y, HUANG H B, XIAO T Y. The introduction and application of benchmarking analysis[J]. Guangdong Science & Technology, 2013, 22(13): 39-42 (in Chinese).
- [33] 史东雨. 基于 KPI 的企业绩效考核体系实证研究[J]. 商业时代, 2009(21): 30-32.
SHI D Y. Empirical research on enterprise performance Appraisal System based on KPI[J]. Commercial Times, 2009(21): 30-32 (in Chinese).
- [34] 岳金燕, 金水英. 基于平衡计分卡的企业绩效评价体系的构建[J]. 黑龙江对外经贸, 2011(9): 112-115.
YUE J Y, JIN S Y. Construction of enterprise performance evaluation System based on balanced Scorecard[J]. Heilongjiang Foreign Economic Relations & Trade, 2011(9): 112-115 (in Chinese).
- [35] 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 3-4, 35, 62, 86, 112.
DU D, PANG Q H. Modern comprehensive evaluation method and case selection[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 3-4, 35, 62, 86, 112 (in Chinese).
- [36] 冯丽霞, 陈义. 完善工程项目绩效评价指标体系的思考[J]. 长沙理工大学学报: 社会科学版, 2005, 20(1): 51-53.
FENG L X, CHEN Y. On the perfection of the index system for the performance evaluation of the construction project of enterprises[J]. Journal of Changsha University of Electric Power, 2005, 20(1): 51-53 (in Chinese).
- [37] BISWAS K, MUTHUKKUMARASAMY V. Securing smart cities using blockchain technology[C]//IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS). New York: IEEE Press, 2016: 1392-1393.
- [38] 杨广鹤, 严事鸿. 基于 BIM 技术的智慧监理应用研究[J]. 建设监理, 2018(3): 11-16.
YANG G H, YAN S H. Research on the application of intelligent supervision based on BIM technology[J]. Project Management, 2018(3): 11-16 (in Chinese).
- [39] LEMLEY J, BAZRAFKAN S, CORCORAN P. Deep learning for consumer devices and services: pushing the limits for machine learning, artificial intelligence, and computer vision[J]. IEEE Consumer Electronics Magazine, 2017, 6(2): 48-56.
- [40] 曹维伟. 智慧城市工程建设监理流程的优化与创新[J]. 计算机产品与流通, 2020(2): 118.
CAO W W. Optimization and innovation of smart city engineering construction supervision process[J]. Computer Products and Circulation, 2020(2): 118 (in Chinese).
- [41] FUNG A, RUSSON GILMAN H, SHKABATUR J. Six models for the Internet + politics[J]. International Studies Review, 2013, 15(1): 30-47.