

# EPC模式下发电项目审计的实施难点与协同审计机制构建

曹 持

南京审计大学工程审计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年9月10日; 录用日期: 2026年9月28日; 发布日期: 2026年10月30日

## 摘 要

在“十五五”基建高质量发展与培育新质生产力的宏观背景下, EPC总承包模式已成为大型发电工程的主流建设范式。然而, 该类项目资金高度密集、技术交叉极深, 沿袭传统的事后静态审计已无法应对大型复杂的资金利益方综合体。本文引入复杂系统理论, 阐释了发电EPC项目具有的复杂特征, 由于这些特征对于工程审计带来极大不便与困难, 传统的静态审计已无法应对, 本文提出数智化全过程协同审计机制, 利用BIM模型与数字实景技术以全方位、全过程管控EPC工程项目的建设过程和后续使用过程。

## 关键词

EPC总承包, 发电工程, 全过程审计, BIM

# Navigating Audit Challenges in EPC Power Projects: Towards a Collaborative Auditing Mechanism

Chi Cao

School of Engineering Audit, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu

Received: September 10, 2026; accepted: September 28, 2026; published: October 30, 2026

## Abstract

Against the macroeconomic backdrop of high-quality infrastructure development and the cultivation of new quality productive forces during the 15th Five-Year Plan period, the Engineering, Procurement, and Construction (EPC) general contracting model has emerged as the mainstream paradigm for large-scale power generation projects. However, characterized by immense capital

intensity and deep technological intersection, such projects involve a complex consortium of financial and stakeholder interests that traditional ex-post static auditing can no longer effectively manage. Introducing complex systems theory, this paper elucidates the complex features inherent in power generation EPC projects. Given that these characteristics pose severe challenges to engineering auditing and render conventional static approaches obsolete, this paper proposes a whole-process, multidimensional, digital-intelligent collaborative auditing mechanism. By leveraging Building Information Modeling (BIM) and digital reality technologies, this framework enables comprehensive and whole-process control over both the construction phase and the subsequent operational lifecycle of EPC projects.

## Keywords

EPC General Contracting, Power Generation Project, Full-Process Auditing, BIM

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 绪论

### 1.1. 研究背景

2026 年是“十五五”规划的开局之年。在加快发展“新质生产力”、全面推进高质量发展的宏观时代诉求下，我国工程建设与投资领域正经历着前所未有的深刻变革。根据国家发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》<sup>1</sup>，国家明确提出了深化重大基础设施建设与推进能源、交通、水利等基础设施数智化升级的双重战略目标。在此背景下，EPC (Engineering, Procurement, Construction)，即设计 - 采购 - 施工的总承包模式，因其统筹效率高、产业链集成、权责相对清晰等优势，已成为我国大型公共工程与重大基建项目的主流建设范式。相较于传统的 DBB (Design, Bid, Build)，即设计 - 招标 - 施工承包的管理模式，EPC 工程总承包模式对于投资体量大、安全生产约束力高、技术集成显著的化工工程来说更具优势[1]。

### 1.2. 研究现状

学者们对于大型总承包项目的定义早已明确：即业主方将建设项目的设计、设备采购、施工及试运行等全过程或若干阶段承包给总承包单位，再由总承包单位进行工程筹建。总承包单位承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作，并对其承包工程项目的安全、质量、造价、工期、进度全面负责[2]。

随着建筑业高质量发展需求深化，在工程总承包趋势下，越来越多的项目采用 EPC 总承包模式[3]。而后学界出现大量关于 EPC 模式应用于各类工程相关的研究。虽然 EPC 模式具有效率高、项目进度控制全面等优势，但由于工程材料具有种类多、价格易波动、标准化程度低等因素，EPC 项目建设过程具有复杂性和不确定性[4]。近年来，学术界对于 EPC 工程的风险和应对开展了进一步的研究：EPC 项目由于牵涉的利益攸关方众多、审计环境、职能拓展以及人为因素等影响，存在很多潜在风险，给项目运作带来很大挑战[5]。

<sup>1</sup>[https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202603/content\\_7062633.htm](https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202603/content_7062633.htm)

越来越多的学者将 EPC 总承包模式与建筑信息模型(BIM)技术、数字孪生和人工智能(AI)等技术相结合以探讨对工程项目的全生命周期进行管控。有研究讨论了 EPC 模式下长距离供水工程数字孪生智能建造系统的开发,将 BIM 模型应用到 EPC 工程模式中[6]。对于面向 EPC 工程智慧管控的多维业务编码体系的研究,以信息化手段来提升工程质量和智慧管控效率[7]。

由于 EPC 总承包模式具有的统筹性和集成性,加之数字化技术的不断发展,工程审计正逐渐由招标投标审计和决算审计进一步拓展为全过程跟踪审计,审计与施工协同进行,以确保建筑业高质量发展,进一步数字化转型。

### 1.3. 研究方法

#### 1.3.1. 总体研究方法

本文以发电 EPC 工程项目作为研究对象,因其属于大型基建工程项目,涉及资金巨大,涉及关系方广泛,风险高,且 EPC 总承包模式为发电工程主流承包模式。以“特征界定 - 风险分析 - 审计协同”为逻辑链条展开阐述。

#### 1.3.2. 文献计量法

本研究以“电力工程/火电 + EPC”、“EPC + 审计”等为核心检索词,在 CNKI 数据库中进行检索,共计 948 篇,并经过 CiteSpace 软件去重处理,最终纳入有效文献 687 篇。

运行生成图谱后显示:

Modularity Q 为 0.7341。普遍认为, Q 值大于 0.3 即认为聚类结构显著。本研究 0.73 的值说明文献间的逻辑关联非常清晰,聚类结果具有高度的可靠性。

Weighted Mean Silhouette S 为 0.9219。S 值越接近 1,代表聚类成员的一致性越高。0.92 的值显示了研究主题是精准的。

关键词共现图谱反映了该领域研究最关注的核心范畴。根据图谱显示,节点的大小代表了该关键词出现的频次(见图 1)。

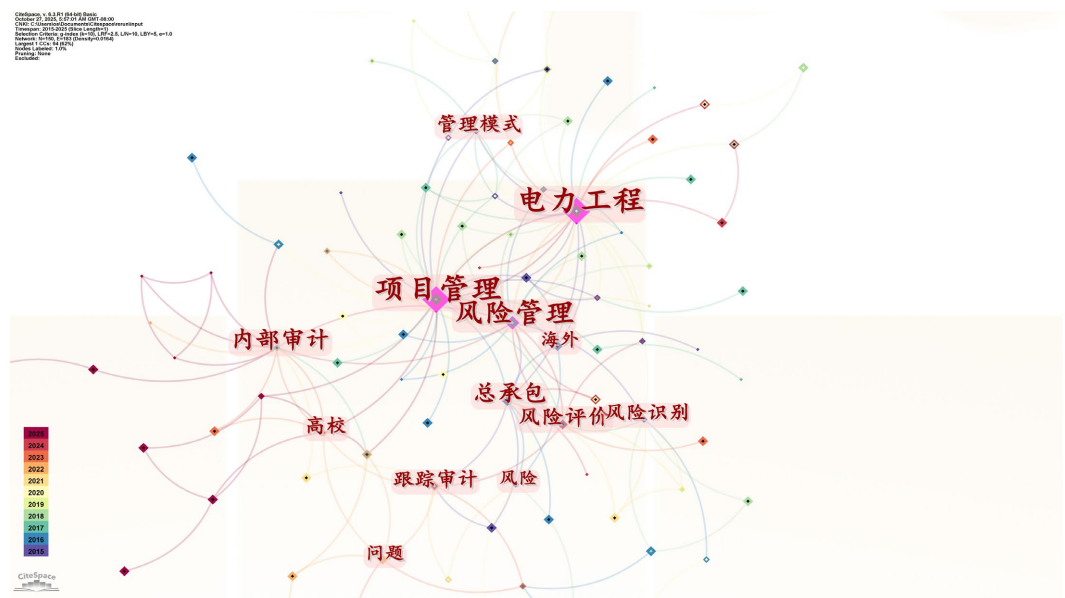


Figure 1. Keyword co-occurrence network generated by CiteSpace  
图 1. CiteSpace 关键词共现网络

**Table 1.** Top 10 keywords by frequency of occurrence  
**表 1.** 关键词及出现频次(取前十)

| 出现频次 | 关键词  |
|------|------|
| 86   | 电力工程 |
| 70   | 项目管理 |
| 67   | 风险管理 |
| 21   | 内部审计 |
| 20   | 风险评价 |
| 20   | 风险识别 |
| 19   | 总承包  |
| 14   | 跟踪审计 |
| 14   | 管理模式 |
| 11   | 风险   |

表 1 显示前十核心关键词及出现频次。

其中“电力工程”以 86 次的频次位居首位，该词为本研究领域的高频词，所有的风险管理和审计讨论均在此行业背景下展开。“项目管理”(70 次)与“风险管理”(67 次)分列二、三位，这表明电力工程审计的研究视角已从传统的财务核查转向了工程管理全过程，EPC 总承包模式已成为当前电力工程的通用模式。在新质生产力背景下，工程建设领域正经历以创新驱动、绿色低碳、数字智能为核心的转型变革，全过程审计越来越成为工程成本管控的关键手段[8]。电力工程 EPC 总承包模式因其整合优势在输变电工程中广泛应用[9]。

在审计方面，“内部审计”和“跟踪审计”的出现频次显示出电力项目不再局限于检查账目层面，而在向合规和全过程审计发展，结合“风险管理”和“安全管理”出现的频次，在电力工程 EPC 项目中，审计的任务不只在控制造价，更在于识别工程施工过程中的风险并应对风险的传播。EPC 模式的广泛应用，深刻改变了项目的管理架构与风险分配格局，对传统的项目审计工作提出了全新挑战与更高要求[10]。传统以节点抽查和事后核查为主的审计方式，难以及时识别投资偏差累积、设计变更滚动放大和现场管理异常等风险[11]。

2. 核心概念与理论基础

2.1. 核心概念

EPC 总承包模式：《设计采购施工(EPC)/交钥匙合同条件》<sup>2</sup>提到，承包商承担工程的全部设计、设备与材料采购以及施工建造任务。承包商需交付一个设备齐全、通过竣工检验、具备完整运营条件并能直接投入使用的工程实体。

工程全过程跟踪审计：项目建设全过程跟踪审计是对项目工程造价实施的主动管理措施，全过程跟踪审计的过程涵盖了项目整个设计寿命阶段，从而能够在项目建设过程中及时发现问题并修正情况[12]。工程全过程跟踪审计是指审计部门(或经审计部门授权的中介机构)依据有关法律、法规、合同对建设项目参与者在实施建设全过程中的行为的合法性、规范性、真实性进行跟随、监督、审计的行为[13]。

<sup>2</sup><https://fidic.org/books/epcturnkey-contract-2nd-ed-2017-silver-book>

2.2. 理论基础

复杂系统论的运用：小世界网络(Small-World Network)模型揭示了复杂系统中节点间的高聚集度与短路径特征[14]；无标度网络(Scale-Free Network)模型证明了复杂系统中存在少数存在连接多个节点的核心节点[15]。大型发电 EPC 基建项目涉及利益主体繁杂，不仅由复杂的建筑物料组成，更是一个由资金流、技术流、信息流和多方利益主体高度交织的巨型复杂系统。

2.2.1. 节点与网络

在发电 EPC 项目中，建设方、设计方、监理方、总承包商及分包商构成了审计网络的关键节点，各方通过合同协议与资金支付形成的连边进行交互，见图 2。

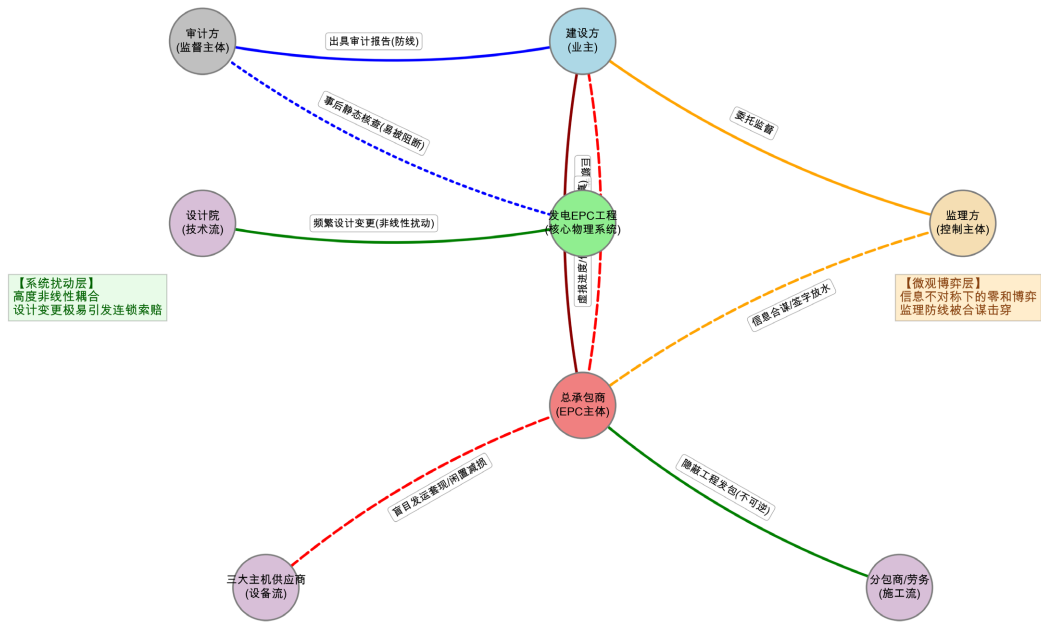


Figure 2. Power generation EPC project network relationship diagram  
图 2. 发电 EPC 工程网络关系图

2.2.2. 因果回路图与反馈

项目中的支付节点、形象进度与设计变更之间存在正负反馈关系，见图 3。例如，及时的资金支持(正反馈)能促进进度，但若缺乏审核的超前支付(负反馈)则可能引发资金链断裂及造价失控。

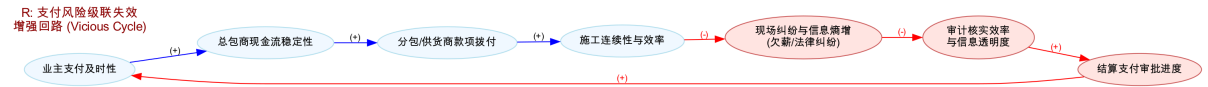


Figure 3. Causal loop diagram of risk transmission under the EPC model  
图 3. EPC 模式下风险传导因果回路图

3. 基于复杂系统理论的风险分析及审计难点

3.1. 发电 EPC 工程风险分析

3.1.1. 发电 EPC 工程的网络关系和节点

从复杂系统视角看，发电 EPC 项目是一个典型的小世界网络拓扑结构。

大型基础设施建设不是一个线性生产过程,而是作为一个复杂系统运行的。发电 EPC 项目涵盖设计、采购、施工、调试等多个阶段,涉及业主、总承包商、分包商、设备供应商、监理等众多主体,各主体之间存在频繁的信息流、资金流和物流交换,形成典型的复杂系统。

同时,网络中的高权重节点资金巨大,一台 660 MW 或 1000 MW 级超超临界机组的建设投资通常达数十亿元。煤电主机作为项目投资占比最大的部分,也是项目经济性最为敏感的因素[16]。由于锅炉、汽轮机及发电机“三大主机”等核心设备价值占比较高,资金支付往往呈现出明显的“峰值”特征。设备到货款与安装进度款的集中拨付,对建设方的现金流管理及审计人员的即时审核能力提出了极高要求。

### 3.1.2. EPC 模式下的信息熵增

EPC 模式下,设计变更、设备采购与现场施工是深度穿插进行的。这种“交叉作业”导致进度款的审核不再仅仅依据图纸,而需要动态考量设计优化带来的工程量变动,这会带来显著的信息熵增。网络出现信息瓶颈或级联失效时,系统会迅速发生相变瓦解[17]。在审计实务中,由于设计深化与实际施工之间存在时间差,往往会出现“工程形象进度快于造价确认进度”或“设备款项支付领先于安装进度”的现象。由于发包方与总承包商、分包商之间天然存在的信息不对称,以及项目所面临的工期长、金额大、涉及参与方多、设计变更频繁、技术性强等特点,信息熵增的无序性可能对整个工程系统带来严重影响。

### 3.1.3. 风险的系统传导性

发电 EPC 项目由于规模巨大、参与主体众多,进度款支付风险往往呈现出明显的“系统传染性”。风险不再仅仅停留在建设方与总承包商之间,而是通过利益链条在分包商、设计方、监理方等多个利益相关者之间交叉传播[18]。由于大型发电工程一个庞大的复杂系统,一旦进度款支付在某一节点出现风险,其很可能造成多方的损失。在 EPC 模式下,该风险会沿着合同上下游网络在总承包商、分包商、设备供应商及材料商等多方之间传导扩散,极易造成施工现场大面积停工、欠薪问题及法律纠纷,严重威胁工程建设的质量与安全。

## 3.2. 审计难点

### 3.2.1. 复杂系统下的权责边界模糊

工程的任何进展都依赖于多个节点主体的协同。审计中发现的典型问题往往不是由单一主体的过错引起的,而是涉及设计、采购、施工等多方主体的交叉影响。例如,某项设计变更可能源于设计院的优化,但也可能由于设备供应商的参数调整或受现场地质条件的变化所影响。这种多主体参与的非线性耦合,导致审计人员在追溯问题源头时,很难在复杂网络中划定清晰的权责边界。

“三大主机”等高权重节点不仅涉及巨额资金,还是网络中连接最广的节点。向上连接着复杂的合同条款,向下影响着运输、安装、调试及质保等多个分包环节。当高权重节点发现审计问题时,由于其网络连接极广,责任会迅速弥散到整个网络关系中,极易导致权责难以界定,问题难以溯源,最终造成巨额资金争议,影响工程建设。

### 3.2.2. 信息熵增下的动态审计应对

在传统的建设模式下,审计人员可以将建成工程与设计图纸进行比对以发现问题,但在设计、采购、施工穿插进行的 EPC 模式下,导致审计基准处于不断变化。审计人员难以确定某一工程的变动是属于设计变更,还是业主需求变更。由于这种信息熵增,审计评价基准一直处于动态变化的状态。

而当多方处于熵增高压下,信息更新失效导致触发系统瓦解时,工程建设会表现为大量变更签证与补签签证。在这种环境下,审计人员难以找到逻辑链完整的审计证据,影响审计人员出具审计意见和审计意见的客观性。

3.2.3. 风险传导下的审计滞后性

传统的合同审计和造价审计为静态应对工程风险的方式，而在风险会沿着网络关系传导的 EPC 模式下，一个简单节点的进度款风险可能在极短的时间内传播至整个网络之间，造成资金争议甚至导致工程停工。如何动态地应对工程风险是审计人员亟需解决的问题。

4. 数智化全过程协同审计构建

针对发电 EPC 项目作为庞大复杂系统所表现出的复杂网络特征、信息熵增及风险传导性，传统的事后静态审计模式具有滞后性与局限性，难以应对高度集成且动态变化的风险环境。为有效化解前文所述审计难点，本文构建数智化全过程协同审计机制，实现从事后审计向过程预防的转变。全过程审计的核心价值在于通过审计关口前移，实现对项目决策、设计优化、招采供应及施工安装的全生命周期的监督。在此过程中，数智化发展提供了必要的技术支持：BIM 技术构建三维数字建筑模型，为解决设计与施工穿插作业中的工程量核实提供了可视化手段；AI 利用深度学习算法，根据历史数据与数据变更，可以智能化识别易于发生风险的节点，实现风险的精准识别与预警。数智技术和工程建设的结合，打破参建各方的数据孤岛，能够为审计工作提供及时、完整的必要信息。构建数智化全过程协同审计，实现对建设资金与工程质量的实时动态管控。

4.1. 基于数字化的节点控制

针对发电项目 EPC 模式下的复杂系统，为解决权责边界模糊的问题，利用数字化手段实现对各节点的解构，锁定关键节点，识别各节点间的逻辑链条，从而为权责判断提供清晰的依据。

审计应推动建立基于 BIM 模型的工程分解结构(WBS)数字化审计平台，基于 BIM 模型的工程分解结构见图 4。通过数字化平台，将每一个节点与其相关联的执行主体、监管主体绑定。当识别出问题时，审计系统可沿着数字化网络迅速定位问题节点和与其相关的责任主体。

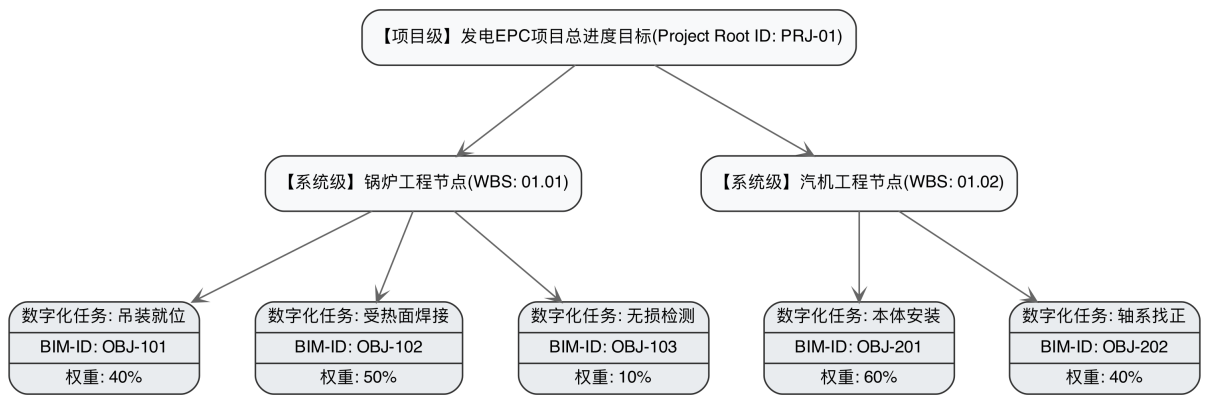


Figure 4. The WBS based on BIM model  
图 4. 基于 BIM 模型的 WBS

4.2. 基于 BIM 技术的动态管控

BIM 技术通过三维数字模型直观展现工程实际信息，利用数字信息技术构建多维数据模型，对工程建设的进度等具体指标进行量化，BIM 技术通过资源共享等方式加强项目各参与方之间的沟通，为工程审计人员的工作开展提供便利条件，创新审计模式，在保证数据信息准确性和完整性的前提下方便项目审计人员的随时审阅，提高工程审计质量和审计效率[19]。

针对复杂系统的信息熵增的问题,审计应结合 BIM 技术,基于建筑数字信息模型,及时获取和审查工程变更信息。将设计变更实时导入 BIM 模型,生成三维可视化技术,及时直观比对变更前后的工程量差异,确保审计人员拥有唯一的、动态更新的审计数字基准。通过 BIM 平台打破业主、总包、监理间的信息壁垒,实现设计参数、设备到货信息与施工安装进度同步更新,有效控制因信息壁垒造成的无序信息熵增。

### 4.3. 全过程跟踪审计的实时控制

建设项目跟踪审计摒弃了以往的以事后审计为主的审计模式,强调事先的预防和控制,克服了事后监督的局限性[20]。全过程跟踪审计作为兼具预防性与建设性的监督方式,核心要义在于通过提前介入项目全生命周期,对结算相关环节实施持续性、动态化管控,凭借及时发现并纠正潜在问题的优势[21]。对于发电工程 EPC 项目这种复杂系统,各关系主体处于复杂网络中,资金风险和建设风险会沿着网络扩散到整个网络中,为避免事后审计发现问题无法挽回风险造成的实际损失的情形,审计应从事后审计转变到全过程审计。

同时建立基于 BIM 技术的数智化审计平台,实时监控各节点的收付款状况,一旦监测到总包商对下层节点的款项支付出现异常延误或拖欠,审计系统可以立即识别,督促发包方采取干预措施,从而在风险扩散前有效进行干预控制。同时可以利用深度学习技术,通过分析历史数据和变化数据,建立风险演化模型,识别出易发风险点,做到针对性进行管控。

## 5. 总结与展望

针对发电 EPC 项目这一由庞大资金流与多方利益网交织而成的巨型复杂系统,仍使用静态的审计模式是无法应对的。本文探讨了将 EPC 工程项目看作一个复杂系统,单靠事后被动核查,已无法应对各参与方信息不对称下存在的风险。将复杂系统理论引入审计领域,为穿透式审计监督提供理论依据。

尽管数智协同审计路径从理论来说具备较强的应对风险能力,但在拓展到全行业时,不同参建方的工程软件的数据壁垒难以打破、兼备“工程造价 + 内审风控 + 数字建模”跨界能力的复合型人才缺口难以填补,仍是推广的约束。

面向未来,工程审计的研究视域有必要向更为微观与前沿的技术深水区延伸。例如,探索区块链技术在隐蔽工程验收与签证溯源中的防篡改确权算法,或是研发基于深度学习的工程造价异常波动智能预警大模型。同时,随着国家能源结构加速向风、光、储、氢等新型电力演进,EPC 工程的边界形态与交付标准正经历着颠覆性迭代,应确保协同审计机制在面对更为陌生的、工程时,依然能够保持适应能力和防御性。

## 参考文献

- [1] 孟起. EPC 工程总承包模式在化工工程项目管理中的应用[J]. 塑料工业, 2025, 53(6): 187.
- [2] 韩金时, 许珊, 刘琪, 等. 基于财务角度的 EPC 项目总承包研究[J]. 会计之友, 2023(S1): 110-113.
- [3] 孙浩, 姜安庆, 缪仁卿, 等. 基于 EPC 的 BIM 技术在设计-施工一体化中的综合应用[J]. 建筑结构, 2024, 54(8): 152-158+151.
- [4] 姚国良, 刘谨赫. 新形势下园林工程 EPC 项目的实践与探讨——以中轴生态公园二期 EPC 项目为例[J]. 中国园林, 2023, 39(S2): 41-45.
- [5] 王维. EPC 工程总承包项目审计风险管理及防范探究[J/OL]. 电商. <http://xueshu.qikan.com.cn/preview/1/90/5142440>, 2026-04-24.
- [6] 代进雄, 冯雁, 杨晓蕾, 等. EPC 模式下长距离供水工程数字孪生智能建造系统开发[J]. 人民黄河, 2026, 48(6): 130-135+154.

- 
- [7] 林宏, 刘畅, 刘浩宇, 等. 面向 EPC 工程智慧管控的多维业务编码体系研究[J]. 人民长江, 2025, 56(5): 216-222+230.
- [8] 苏艳艳. 新质生产力赋能工程全过程审计成本管控路径——基于 H 高校实践[J]. 价值工程, 2026, 45(13): 46-49.
- [9] 于怀敬. 电力工程 EPC 总承包模式下的财务协同管理策略探讨[J]. 财富时代, 2026(3): 49-50.
- [10] 袁媛. 建筑工程 EPC 总承包项目审计要点研究[J]. 中国企业经营管理知识仓库, 2025, 23(5): 177-180.
- [11] 冯梦萍, 倪佳丽. EPC 模式下政府投资工程全过程审计智能预警机制构建研究——基于人工智能的融合路径[J]. 审计与理财, 2026(4): 50-52.
- [12] 杨硕. 工程项目全过程跟踪审计的研究[J]. 国际建筑学, 2022, 4(8): 157.
- [13] 李兴怀, 罗红星. 工程项目全过程跟踪审计的边界分析[J]. 建筑经济, 2020, 41(12): 113-116.
- [14] Watts, D.J. and Strogatz, S.H. (1998) Collective Dynamics of ‘Small-World’ Networks. *Nature*, **393**, 440-442.  
<https://doi.org/10.1038/30918>
- [15] Barabási, A.L. and Albert, R. (1999) Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, **286**, 509-512.  
<https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>
- [16] 于学鹏. “双碳”背景下 GW 级煤电主机选型综合效益分析[J]. 能源工程, 2024, 44(4): 26-30.
- [17] Newman, M., Barabási, A.L. and Watts, D.J. (2006) *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton University Press.
- [18] 陈云. 大型水电工程进度款支付风险及其传播特性研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2020.
- [19] 曹婷. BIM 在建筑施工企业工程审计中的应用[J]. 建筑经济, 2021, 42(7): 59-62.
- [20] 任延艳. 建设项目跟踪审计的局限性及对策[J]. 审计月刊, 2007(1): 9-10.
- [21] 沈林玉. 全过程跟踪审计视角下国有上市公司工程项目结算审计难点及其对策[J]. 投资与创业, 2026, 37(3): 130-132.