摘　　要

随着我国经济进入高质量发展阶段，工程领域也面临大量的机遇和挑战，EPC 总承包模式在业内也逐渐显露优势并得到推广。但是任何模式在短时间内的快速发展都会伴有一定的局限性，由于过去国内工程行业未形成一个有效的成本控制体系，从而使得项目在施工过程中出现成本增加进而导致企业亏损的现象不在少数。成本控制作为 EPC 总承包的重中之重，是保证企业蓬勃发展的基础。基于此本文以 PD 高速 EPC 总承包项目为例对成本影响因素和成本控制模型进行研究：

（1）基于过去学者对总承包项目成本控制相关研究的基础上，对当下常用的理论及方法进行梳理，指出传统方法的不足，基于此提出本文的创新之处，即建立成本影响因素评价体系和成本控制优化模型。

（2）依托 PD 高速 EPC 总承包项目作为研究对象，通过专家调查问卷的方式对项目实施过程中的成本影响因素建立层次分析结构，各影响因素权重通过计算专家评分结果得到。之后引入模糊聚类法，其中模糊相似矩阵由常用的最大最小法建立，模糊等价矩阵借助 Matlab 编程后使用通过传递闭包计算得到，最后选取最优的阈值将影响因素进行模糊分类，计算得到各成本影响因素的综合权重值和排序。

（3）在构建成本控制优化模型时，假设项目施工阶段的工期-成本-质量间的相互关系服从二次函数，对相关公式进行推导计算，对不同的约束条件下的模型展开研究，接着结合 PD 高速 EPC 项目对建立的模型进行验证，给出相应的成本控制优化方案。

针对上述研究方法和研究理论，并结合具体工程案例，提出并建立 EPC 总承包模式下成本影响因素评价体系和成本控制优化模型并对其进行验证，旨在为 EPC 总承包项目提供新的成本控制和成本控制方法，以期为总承包企业提供参考。

关键词：EPC 总承包工程；模糊聚类分析；挣值法；成本控制

Abstract

As China's economy enters a high-quality development stage, the engineering field is also facing a lot of opportunities and challenges. The EPC mode has gradually revealed its advantages and been promoted in the industry. However, the rapid development of any mode in a short period of time will be accompanied by certain limitations. In the past, the domestic engineering industry has not formed an effective cost control system, so that there are many phenomena that the cost of the project increases in the construction process and then leads to the loss of the enterprise. As the top priority of EPC, cost control is the foundation to ensure the vigorous development of enterprises. Based on this, this paper takes the PD high-speed EPC project as an example to study the cost influencing factors and cost control model:

(1) By consulting relevant literature, this paper summarizes the current situation of EPC project cost control, expounds the current commonly used theories and methods, points out the shortcomings of traditional methods. And puts forward the innovation of this paper, that is, to establish the evaluation system of cost influencing factors and the optimization model of cost control.

(2) Relying on PD high-speed EPC general contract project as the research object, this paper establishes a hierarchical analysis structure for cost influencing factors in the process of project implementation by means of expert questionnaire. Weights of influencing factors are obtained by calculating expert scoring results. Then, the fuzzy clustering method is introduced, in which the fuzzy similar matrix is established by the commonly used maximum and minimum method, and the fuzzy equivalent matrix is calculated by means of transfer closure after programming with MATLAB. Finally, the optimal threshold is selected to classify the influencing factors, and the comprehensive weight values and ranking of each cost influencing factor are calculated.

(3) In the process of constructing the duration cost quality comprehensive optimization model, assuming that the construction duration, construction cost and project quality of the project are quadratic functions, the relationship between them is derived. The duration model under quality and cost constraints, the cost model under duration and quality constraints, and

the quality model under duration and cost constraints are studied respectively, Based on the PD high-speed EPC project, the specific application of the model is carried out, and the corresponding cost control optimization scheme is given.

In view of the above research methods and theories, and in combination with specific engineering cases, this paper proposes, establishes and verifies the cost impact factor evaluation system and cost control optimization model under the EPC mode, in order to provide new cost control and cost control methods for EPC projects and provide reference for EPC enterprises.

Key words: EPC general contracting project; Fuzzy cluster analysis; Earned value method; Cost control

目　录

第一章 绪论 1

1.1 研究背景及意义 1

1.1.1 研究背景 1

1.1.2 研究目的和意义 1

1.2 EPC 总承包项目成本控制研究现状 2

1.3 研究方法和技术路线图 4

1.3.1 研究方法 4

1.3.2 技术路线图 5

1.3.3 研究特色 5

第二章 相关概念和理论 7

2.1 EPC 工程总承包及其成本控制 7

2.1.1 EPC 模式的基本理论 7

2.1.2 EPC 总承包工程项目成本控制 8

2.2 层次分析法（AHP）的相关理论 11

2.2.1 层次分析结构 11

2.2.2 构造判断矩阵 12

2.2.3 层次单排序 13

2.2.4 判断矩阵一致性检验 13

2.2.5 综合权重排序 14

2.3 模糊聚类法（FCA）的相关理论 14

2.3.1 对象聚类和标准化处理 14

2.3.2 构造模糊相似矩阵 15

2.3.3 构造模糊等价矩阵和阈值选取 16

2.4 挣值法的相关理论 16

2.4.1 挣值法参数及指标体系 16

2.4.2 挣值法在 EPC 工程总承包成本控制中的应用价值 19

2.4.3 挣值法构建 EPC 工程总承包成本控制体系 19
2.5 本章小结 21
第三章 PD 高速 EPC 项目成本控制现状分析 22
3.1 PD 高速工程项目概况 22
3.1.1 项目基本情况 22
3.1.2 项目成本特点 23
3.1.3 项目工作分解结构 24
3.2 PD 高速 EPC 项目各阶段成本分析 25
3.2.1 PD 高速 EPC 项目各阶段成本构成 25
3.2.2 成本偏差分析 30
3.3 PD 高速 EPC 项目成本控制现状分析 30
3.4 本章小结 31
第四章 PD 高速 EPC 项目成本控制的影响因素分析 32
4.1 PD 高速 EPC 项目各阶段成本影响因素的确定 32
4.1.1 设计阶段成本影响因素 32
4.1.2 采购阶段成本影响因素 33
4.1.3 施工阶段成本影响因素 34
4.1.4 竣工阶段成本影响因素 35
4.2 PD 高速 EPC 项目全过程成本影响因素评价体系的建立 35
4.2.1 确定层次分析评价指标 35
4.2.2 构造各层次的判断矩阵和一致性检验 36
4.2.3 专家个体权重的计算 41
4.3 基于层次分析法的模糊聚类分析 42
4.3.1 模糊相似矩阵和等价矩阵的构建 42
4.3.2 动态聚类 48
4.3.3 综合权重计算 49
4.3.4 成本影响因素排序结果分析 51
4.4 PD 高速 EPC 项目成本控制方面存在问题分析 51

4.4.1 设计不断变更 51
4.4.2 缺少方案优化 51
4.4.3 缺乏完善的采购管理体系 52
4.4.4 缺乏设备材料需求计划 52
4.4.5 施工质量和进度不能准确把控 52
4.4.6 项目试运营存在质量管理问题 53
4.5 本章小结 53
第五章 PD 高速 EPC 项目成本控制优化模型 54
5.1 工程项目成本控制分析 54
5.1.1 成本预测 54
5.1.2 成本计划 54
5.1.3 成本控制 55
5.1.4 成本核算 55
5.1.5 成本考核 55
5.1.6 成本分析 55
5.2 施工阶段成本控制综合优化模型建立及验证 55
5.2.1 目标分析 55
5.2.2 优化模型的建立 59
5.2.3 优化模型的验证 61
5.3 PD 高速 EPC 工程项目的成本控制优化方案 63
5.4 本章小结 64
结论与展望 65
参考文献 67
致 谢 70

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

近几年，EPC 总承包模式在国内得到全面发展，其首次于 20 世纪 60 年代在美国提出，因其在降低工程企业成本方面具有较大的优势，于 20 世纪 80 年代传入我国，并在 21 世纪初期进行试点探索，从 2010 年至今一直处于蓬勃发展阶段。经过多年的发展，在国家、地方政府全层面、全周期的大力支持下，EPC 总承包模式逐渐成为了适合我国国情的一种工程模式，是一个具有中国特色的 EPC 总承包框架体系[1]。

过去国内工程总承包是按照项目特点分包给不同专业的分包商，通常来讲，由设计院、采购单位和建设单位来完成。这个模式存在最大的不足之处就是各承包商之间会有利益冲突，从而给市场带来不稳定性，甚至影响到企业的发展。随着国内工程项目的逐渐增多，国内的许多设计院和工程单位不再局限于过去的旧模式，都开始进行企业转型，从过去单一的功能转变为多方位、全领域的 EPC 总承包模式。

这也进而影响更多的学者参与到 EPC 总承包项目成本控制的研究中，许多的方法和模型也孕育而生，从科学的角度对项目成本控制进行分析，并且应用于工程实践。然而，目前针对 EPC 总承包项目成本控制的方法大多采用层次分析法，该法通常采用专家打分制进行前期的调查，再进行计算从而得到影响因素的权重值和总排序，但是该法最大的局限性就在于主观因素起主导作用。在项目成本控制模型的研究中，往往考虑的因素单一，没有将工期-质量-成本结合起来考虑，这也导致成本控制方面的实证研究成果较少。本文将以 PD 高速 EPC 项目为研究对象，考虑到该项目规模较大，分包较多，只选取其中一个土建施工分包为例，对其成本控制进行系统的研究。

1.1.2 研究目的和意义

在 EPC 总承包项目实施的整个过程中，如何通过降低企业成本来提高利润，进而提升企业在市场中的竞争力是需要关注的焦点。本文以 PD 高速 EPC 项目为研究对象，就如何开展科学有效的项目成本控制方法进行研究和分析，研究的目的包括以下几点：

（1）根据 PD 高速 EPC 项目的实际成本数据分类整理得到计划成本、实际成本、

完工量等数据，基于挣值法对成本偏差量进行计算和评价，依据判断标准找出成本超支原因，为 EPC 总承包企业进行成本偏差分析提供一种有效的方法。

（2）采用专家调查问卷的方式对 PD 高速 EPC 项目主要成本影响因素进行提炼，项目进行过程中的各成本影响因素初排序通过层次分析法获得，之后运用模糊聚类法确定各成本影响因素的最终权重值和综合排序，建立成本影响因素评价体系。

（3）以工期-质量-成本相互制约为基础，建立成本控制优化模型，并通过 PD 高速 EPC 项目进行实例验证。

从国内工程行业的发展趋势来看，大型项目的数量会不断增多，这也必然导致项目实施过程中成本影响因素不断变化，即一个小疏忽便可能导致很严重的后果。本文通过对 PD 高速 EPC 项目实施过程中实际成本进行研究，建立成本影响因素评价体系和成本控制优化模型，并对其进行验证，以期为企业日后的 EPC 总承包项目提供参考。

1.2 EPC 总承包项目成本控制研究现状

从我国市场发展看，我国的企业不断的向市场进发，在不断发展的同时，市场也在不断的发生着变化，运营模式逐渐趋向设计-采购-施工。在整个项目完成过程当中，EPC 项目的成本包含于整个周期。由于我国引入该项目时间较短，因此发展程度较低，在整个项目周期的成本优化技术的发展还有很大提升空间，同时相应的产业链也不够完善，没有形成完备的成本控制体系，这使得我国的 EPC 项目的运营成本增加，市场响应不积极，EPC 项目在国内很难普及。

因此综合考虑多方面因素，为了对企业项目进行高效组织、合理使用资源，进而对成本进行有效控制，使其实现价值的最大化。具体的实施过程当中，企业应当采用有理有据的方法对成本影响因素进行分析从而提出可靠的实施计划，并在项目结束后进行成本考核，使得其能后达到成本最大程度的优化，从而可以处理应对愈加复杂的市场环境，同时，为适应经济的快速发展，急需研究一套科学的成本影响因素分析体系，使得国内的 EPC 项目在市场中能够发挥其作用。

通过分析我国往年的 EPC 项目的经验及教训，发现对 EPC 项目的成本影响因素较多，如果对这些因素不能进行较好的分析其作用，并对出现的情况提出相应措施，那么 EPC 项目的经济效益就很难得到保证[2]。《科学管理原则》该书的发售代表着一个新的管

理理论的出现，从此科学管理在企业、市场当中盛行，影响了企业管理及公共管理，为工程管理的发展提供了较好的发展基础[3]。工程成本控制指的是企业在获得工程承包项目后通过科学的方法，使得实际的工程成本控制在合同价格之内，进而获取预期的利润[4]。相关学者也结合具体的 EPC 工程项目，对传统成本控制方案的缺陷以及产生缺陷的原因进行分析，并提出了优化方案，以期在施工前就进行成本控制从而对成本进行预测及优化处理[5, 6]。基于我国 EPC 项目发展现状，何伯森[7]、何磊[8]等人结合前人的研究成果，对工程项目管理模式进行了相关研究，提出了在管理过程中出现的一些比较显著的问题，比如企业成本控制的意识不够积极，对人事物的组织管理不够集中，各部门之间缺乏沟通协调，其中涉及的成本控制责任制度不完善，对预算不够重视等问题[9, 10]。张丹[11]等依次对项目管理的概念，实施步骤进行了简单的介绍，同时详细的阐述了 EPC 项目特征、成本控制的重要性以及类似层次分析法等成本控制方法的理论，最后对实际工程当中的 EPC 项目进行了实际应用。因人事、设备、设计、材料等费用为 EPC 总承包项目成本控制中关键环节，且工程成本也反应管理的完成质量及进度，因此 EPC 总承包项目成本控制理论和方法的相关研究也至关重要[12-15]。

统计发现，在 EPC 总承包模式成本控制中国内企业所采用的方法大多为预算控制方法，没有对其做出优化，因此其已不再适用于当下的 EPC 总承包模式[16, 17]。在最近几年，国内部分企业开始青睐于成本控制方法创新，发现相较于传统的方法，具有很明显的优势，企业可采取高效的方法进行成本控制，取得更好的效果。在前人研究的基础上，通过分析我国的目前企业成本控制的状况，使用理论推导和实际案例相结合的方式对成本控制方法进行了深入的优化，并形成新的优化方案[18-21]。熊英[22]等接着基于价值链的成本控制步骤分别从内部、纵向和横向三个方面入手对成本控制的过程进行了新的分析。王国堂[23]通过分析数据，建立成本控制三维数据结构模型，在分析其时间维、领域维和方法维的基础上，对实际工程利用当下最流行的大数据进行了成本控制的优化。王雪青[24]通过研究 EPC 项目的报价决策系统，对检测指标进行定义并建立一套投标决策的方案，基于此建立了投标决策系统模型从而使得报价决策系统更有理有据。在 EPC 项目中成本风险管理意识也占据着越来越重要的地位，相关学者也针对该问题的相关领域展开系统性的研究，杨宝君[25]、黄健[26]和李佳喜[27]从可能遇见的成本风险为出发点，提出了相应的成本控制建议，以加强 EPC 项目经济效益。

综合以上分析，发现目前已有的关于项目成本控制方面的研究，主要还是针对项目工程当中关于成本偏差的定量分析，大多数的学者都是通过实际的工程案例，在进行成本控制的基础上，对进度计划的执行偏差进行研究，同时对其纠偏方案进行对比分析，在这些方法当中，多数都以定性分析为主，且所建立的评价体系主观性较大。

1.3 研究方法和技术路线图

1.3.1 研究方法

本文的主要研究方法如下所示：

（1）文献研究法：

结合本学科相关理论和文献查阅后，对大量 EPC 总承包工程相关文献进行研究，总结归纳出各种理论的适用性及其不足，从而支撑 PD 高速 EPC 项目进行流程优化，并且给出相应的保障措施。

（2）调查研究法：

采用问卷、调研等方式对 PD 高速 EPC 项目成本控制现状以及出现的问题进行调查研究，找出引起这些问题的根本原因。

（3）案例分析法：

将管理学理论与 PD 高速 EPC 项目这一工程案例结合起来，给出针对性强、适应度高的工程优化计划以及相适应的保障措施。

（4）挣值法

使用 WBS 对项目进行分解，将较大的工作再进一步分解，汇总之后再进行相应的挣值分析，最后结合 PD 高速 EPC 工程实例进行成本偏差分析，给出相应的纠偏措施，这即是项目整体挣值分析。

（5）AHP+FCA

本文运用 AHP+FCA 方法研究对 EPC 总承包工程的成本造成影响的因素进行分析，先采用 AHP 法将成本影响因素存在的逻辑关系构建起有序的层次结构，进一步计算可以得到各指标的权重。再通过 FCA 法将一个复杂的成本影响因素体系中的模糊指标进行分类，求得各类成本影响因素的所占比重。

（6）实例论证分析法

以 PD 高速 EPC 项目为实践案例，针对该项目成本等一系列的问题，研究项目的施工成本影响因素以及进行成本控制的优化，以期论证成本影响因素评价体系和成本控制流程优化模型的可靠性。

1.3.2 技术路线图

本研究的思路结构图详见下图：

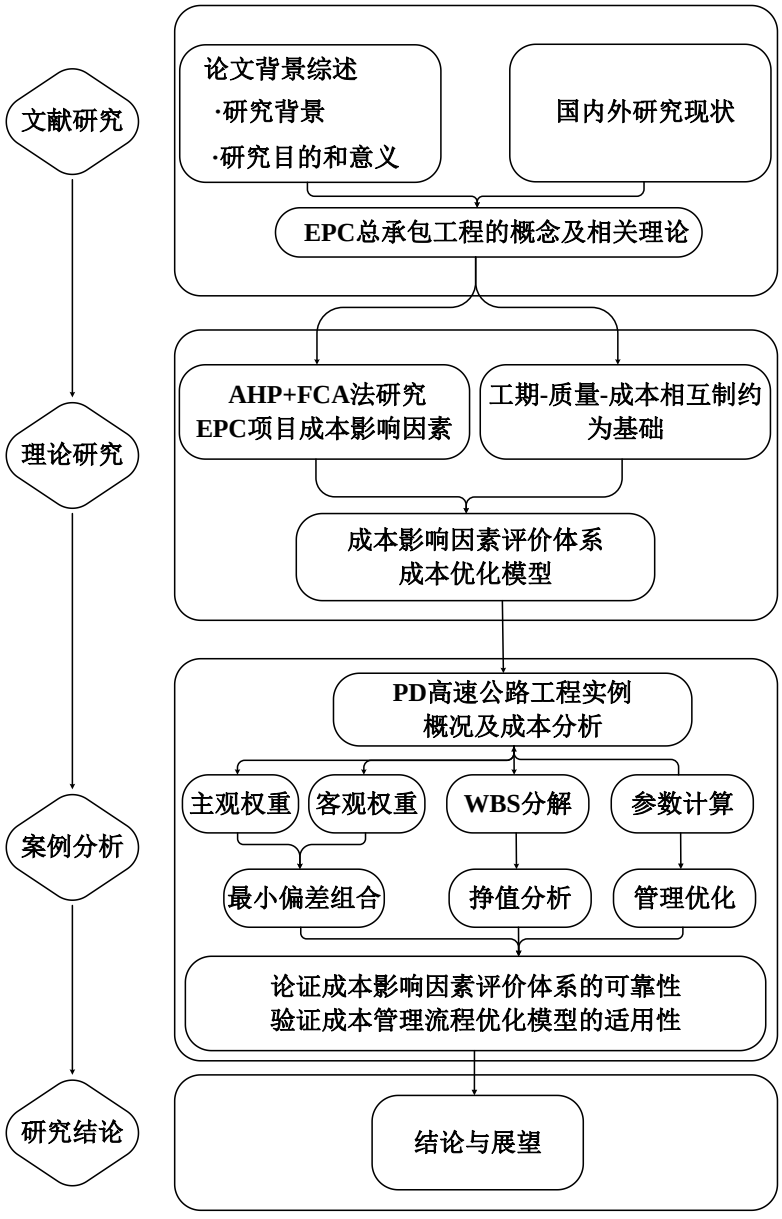

图 1.1　技术路线图

1.3.3 研究特色

本文的研究特色在于：PD 高速 EPC 项目实践，结合土建施工这一分包业务中的成本数据，从成本计划执行情况的监测、偏差分析、纠偏措施的角度对其成本控制进行系

统全面的分析，提出提高成本组织管理效率、重视成本控制体系建设、加强施工现场资源调度管理、做好成本和进度的协同控制的成本控制措施，接着采用层次分析法-模糊聚类法主-客观相互结合的方法入手，对项目各阶段成本影响因素所占权重进行计算排序，结合 PD 高速各阶段成本控制现状分析，最后基于上述 PD 高速 EPC 项目成本控制存在的问题建立成本控制优化模型。从而为项目分包企业和总承包企业开展成本控制工作提供有益的对策建议指导，有助于帮助其改进成本控制工作，提升成本控制效果。

第二章 相关概念和理论

2.1 EPC 工程总承包及其成本控制

2.1.1 EPC 模式的基本理论

2.1.1.1 概念

EPC 工程总承包模式自提出以来已经过大量的实际工程的验证，逐渐被大家所接受。总承包和工程项目管理总承包两部分内容共同构成EPC工程总承包[28]，在EPC模式下，建设方将不再提供施工图纸，由总承包商进行项目所有环节的组织，包括设计、施工、采购等，即交钥匙模式[29]，同时总承包单位在对工程不同周期的具体实施以及涉及的单位进行多方面的协调管理，并对全部的施工过程进行负责[30]。这种模式能够有效改善传统模式的设计与施工方面的相互脱离的现象，而且由于改善了整体的组织过程，优化了管理模式，对工期、成本等都具有非常明显的改善。

2.1.1.2 特点

EPC 模式相比传统管理模式的有非常大的改进，其具有的特点如下：

（1）依据合同施工是 EPC 总承包模式的第一准则；

EPC 总承包模式中的合同可以对施工质量及工期起到一个统筹的促进作用，从而将项目成本控制在合理的范围之内。同时总承包合同能够有效将设计、施工、采购等相关部门紧密联系，避免出现部门脱离现象导致工程质量下降及工期延误。

（2）合同关系简单；

传统情况下，合同管理是建设单位的一大难题，给建设单位带来诸多不便。而在 EPC 模式下，建设单位在合同管理方面的工作量大大降低，不需要再与相应的单位签署分包合同和设计合同及采购合同等。

（3）总承包单位承担较大责任；

通常情况下施工单位需要对项目的全过程施工风险担全责，但伴随着 EPC 总承包模式的出现，逐渐将一部分风险分配给总承包单位上，大大减轻了施工单位的责任[31]。

（4）EPC 模式对总承包单位要求较高；

在 EPC 总承包模式当中，总承包单位需要过硬的技术、较高的管理能力。这对总承包单位提出较高的技术和管理要求，需要其在个部门间做好协调工作，而且还要对工程

质量、安全和周期有着全局的把控意识，这时就要求总承包单位应拿出可靠的技术实力。

（5）EPC 模式下管理具有较好的整体性；

EPC 总承包项目中，设计方与施工方共同承包工程项目，施工单位与其分包单位间的协调属于内部管理，因此 EPC 模式下管理具有较好的整体性。

（6）对项目建设总体方案优化意义重大

总承包工程可以使施工各阶段之间的关系相互制衡，从而加强各阶段相互间的联系与沟通，进而改善相互间的协作，提高工程效率[32]。

2.1.1.3 优势及劣势

EPC 总承包模式的主要优势：

（1）与传统模式相比，各部门间需要协调的部分减少，即各部门间只需按照合同中的内容完成各自的任务即可，大大降低了项目管理的工作量。

（2）优化工期。在项目进行过程中承包商在对设计进行统筹规划同时还可监督施工任务，从而将各阶段紧密结合，将 EPC 模式当中的工程进度管理在控制进度方面具有显著优势。

（3）管理成本投入。EPC 模式是从项目的总体角度进行全局的掌控，而不像传统模式下各阶段的责任单位只负责各阶段的任务，这样就使得建设单位可以进行全面的规划和管理，有效的进行成本的投入管理。

EPC 模式的不足主要有：

（1）因总承包单位对项目有着绝对的责任，在项目开展的前期阶段，招投标工作中的纠纷往往都是一大难题，因存在诸多条款，这就对承包单位提出较高的业务能力。

（2）基于上一条中提到的总承包单位的风险性，因总承包单位需要具备较强的技术和业务水平，具有完善资质且满足大型项目要求的单位数量较少，信息获取量较少，这就使得市场中缺乏竞争压力，从而导致价格的上升，

（3）质量不易保证。总承包项目多具有较强的技术性和多变性，再加上建设单位责任的分摊，这就使得承包单位的质量管控压力增大。

2.1.2 EPC 总承包工程项目成本控制

2.1.2.1 概念

EPC 总承包工程项目成本控制是指从项目开始实施到项目截至整个周期中都进行成本的预测、控制和调整、核算和评价等行为，从而对项目各阶段的各项成本进行费用

控制。

2.1.2.2 EPC 项目成本控制的原则

对于 EPC 总承包项目的企业来说，如果想达到预期的收益需要的不单单只有管理人员的经验和相关措施等，还需结合相关的理论和方法做出合理的成本控制措施，目前成本控制的原则主要有以下几类：

（1）全面控制原则

由于参与项目施工的人员分属不同工种和管理单位，各类型建筑所有原辅材料和辅助施工的机械设备，这些都会对项目成本的控制产生影响，因此需要形成全面的控制理念，培养全体人员对于成本控制的意识，不断增强对于工程项目全过程的成本控制与监控。同时，EPC 项目的成本贯穿于建设全过程。有必要编制好成本计划，做好施工全寿命周期内的成本控制，完成成本计划与实际的检查与监控，以及落实成本控制措施的改进等，进一步保证工程项目建设的经济效益。

（2）程序控制原则

EPC 项目成本的控制遵循一定的程序和流程，需要在开工之前就已经形成完善的成本控制流程体系，通过专业的分析人员以及成本控制人员，根据多年从事 EPC 项目施工成本控制的经验，结合一些技术、方法和历年，协调各部门参与成本的控制，达到预期成本控制的目标。

（3）动态控制原则

对于 EPC 项目建设的特点以及成本构成，在建设过程当中要不断根据构成成本各要素的控制状况，采用动态实时的管控手段。总的来说就是基于既有成本优化方案，对实际工程建设过程中的成本进行实时管控，做到项目费用的合理调用，最终组成动态以及全面的控制模式。

2.1.2.3 EPC 项目成本控制的步骤

（1）比较

比较指的是对 EPC 项目实施过程当中的计划成本和实际所支出成本间比较其差异，可采用对比表法、曲线图法等方式，发现是否有成本偏差的存在。在比较之前，需要首先对实际成本数据进行收集和归纳总结。许多 EPC 项目在实际过程中的成本控制，大多情况下是由预算员根据项目中的成本计划进行预算，并且编制工程项目的成本计划方案，给出成本控制的目标以及能否达到节约成本目标相对应的奖惩机制。

（2）分析

比较实际成本与计划成本的基础上，尽可能保证完工后的实际成本要低于计划成本，这是施工企业所乐意见到的。毕竟，节约施工成本将对其承包整个项目建设的收益造成很大的影响。然而，一旦实际成本要高于成本计划值，则需要进一步分析成本偏差。对于已经存在的成本偏差来说，要研究其偏差的大小，分析存在的偏差是否能够接受，分析较为严重的偏差及其可能对项目实施造成的危害。还要加强与质量以及工期等目标的控制，增强对成本控制关联性的分析，加强对费用风险的预测分析，形成系统的控制模式。在项目成本核算中运用 WBS 法进行成本目标的分解是分析成本的一种有效方法。还有必要进一步研究引起成本偏差的原因，也可以直接导致成本偏差出现的成本控制问题或不足，进而明确成本控制改进方向。在很多 EPC 项目建设过程中，挣值法常被用于分析成本偏差指标，比如成本偏差以及成本绩效指数等等，通过对这些偏差指标进行定量计算，分析不同建设阶段当中的成本超支情况，为成本控制工作及其改进提供决策支持。

（3）预测

结合 EPC 项目总工期和总成本对偏差状态下完工总成本和总工期进行预测，从而分析存在的成本偏差以及进一步研究进度偏差可能会对项目完工的总成本与总工期造成的影响。在一些 EPC 项目中，通过预测不同建设阶段的成本偏差对项目完工总成本的影响，可以对是否需要采取纠偏措施进行判定，以及对纠偏的程度进行判断，达到何种纠偏目标。

（4）纠偏

如果不能接受项目当中存在的成本偏差，对 EPC 项目的顺利竣工造成的影响难以忽略不计，那么就十分有必要对引起成本偏差的原因进行深入研究，一般进行小组会议，由参与项目管控的工作人员与施工负责人进行成本偏差的讨论，并且与项目实际施工过程和管理情况相结合，总结出不同建设阶段当造成成本超支的主要原因，考虑当前采取的成本控制措施有可能的不足或者漏洞，同时结合后续施工特点以及成本目标，对现有成本控制措施进行优化，或者支持制定下一步成本控制措施或改进方案，最终的目的是为了纠正已存在的成本偏差。

（5）检查

在已经采取纠偏措施的情况下，需要重点考察所采取的措施的实施效果，也就是判

断项目实际成本是否与计划成本一致，甚至达到成本节约的效果。对成本控制效果进行检验，可以帮助项目管理人员更好地理解成本纠偏措施的科学性、合理性以及可行性，对其成本控制的实际效果做出测评，更进一步为下面的成本控制措施改进提供方向。项目检查的重要性还体现在可以使成本和进度，还可以是质量，通过检查及时发现问题和不足，为改进工作模式提出决策支持。

2.2 层次分析法（AHP）的相关理论

层次分析法，是一种简单、定量描述问题的方法，该法是将主要问题进行分解，按目标、准测、方案依次分解，采用专家打分方式，计算得到各因素权重并排序。经过几十年的发展，该方法不断被相关学者发展和完善[33-38]，如基于遗传算法的层次分析法[39]、基于模糊评价的层次分析法[40]和基于聚类法的层次分析法[41]，且在工程领域特别是成本控制方面得到越来越多的运用[42, 43]，通过大量实例证明，该方法是一种科学高效的决策方法。

2.2.1 层次分析结构

层次分析法按照各因素间的相互联系和规律对它们进行划分，从而构建一个自上而下的层次模型。通过模型的建立可以将复杂的因素进行简化，可以对项目进行更好的规划和管理。通常情况下层次模型主要由三个层次构成，层次一为目标层，是针对项目的类型和特点的不同进行划分的。层次二为准测层，是针对目标的实现而设置的中间层，其可分为若干个子层次。层次三为方案层，是通多咨询专家总结得出的有代表性的各种因素，也是层次模型中的关键。基于大量信息和方案，得出层次分析结构图，如图 2.1 所示:

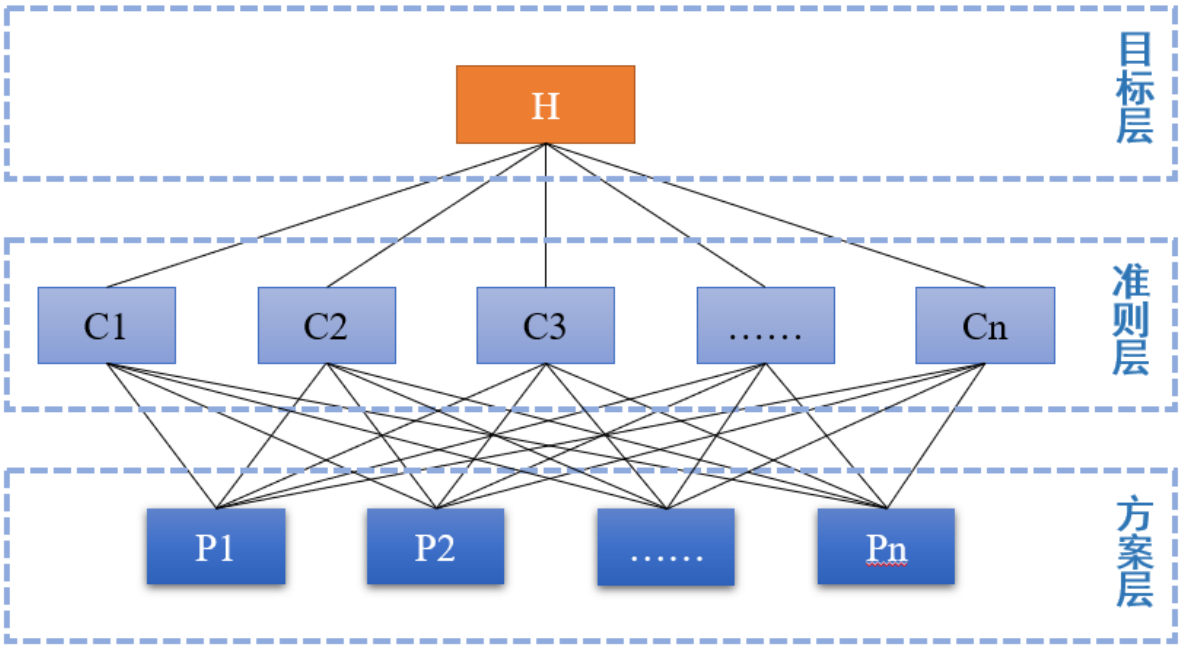

图 2.1　层次分析结构图

2.2.2 构造判断矩阵

通过专家评分调查，将各因素间的重要性进行相互对比，最常用的一种方法即 1-9 标度法，赋值结果如表 2-1 所示。

表 2-1 标度值

标度	相邻元素重要性比较
1	因素*i*与因素*j*比较，一样重要
3	因素*i*与因素*j*比较，稍重要
5	因素*i*与因素*j*比较，明显重要
7	因素*i*与因素*j*比较，强烈重要
9	因素*i*与因素*j*比较，极端重要
2、4、6、8	上述相邻判断的中间值
1、2、…、9 的倒数	因素 j 与因素 i 的重要性标度

判断矩阵特性：$a_{ii}=1; a_{ij}=\dfrac{1}{a_{ji}}; a_{ij}>0$ 。

2.2.3 层次单排序

通过判断矩阵对本层次中影响因素排序，计算向量$\bar{W}=(\bar{w}_1,\bar{w}_2,\cdots,\bar{w}_n)^T$，其中

$$\bar{w}_i=\sum_{j=1}^{n}\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}a_{ij}}, i,j=1,2,\cdots n \tag{2.1}$$

对式（2.1）进行归一化处理$W=(w_1,w_2,\cdots,w_n)^T$，其中

$$w_i=\frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^{n}\bar{w}_i} \tag{2.2}$$

2.2.4 判断矩阵一致性检验

基于运筹学知识，检验判断矩阵是否满足要求。在此之前需计算矩阵得到矩阵最大特征值$\lambda_{\max}$：

$$\lambda_{\max}=\sum_{i=1}^{n}\frac{(AW)_i}{nw_i}, i=1,2,\cdots,n \tag{2.3}$$

式中：*AW*—— 判断矩阵*A*与特征向量*W*两者之间的乘积

$(AW)_i$——AW 的第 i 个分向量。

然后通过下式计算一致性指标 CI：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \tag{2.4}$$

式中：n 代表阶数。

将计算得到的 CI 带入式（2.5）得到一致性比率 CR：

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{2.5}$$

式中：CR——随机一致性比率；

RI——平均随机一致性指标，查表获得。

2.2.5 综合权重排序

基于上面相邻因素间的排序对目标层进行排序提取 2.3.3 节计算得到前两层的权重值，按式（2.6）计算各因素综合权重值。

$$w_{ai} = w_{bi} w_{cij} \quad i, j = 1 \cdots n \tag{2.6}$$

式中：w_{ai}——方案层的综合权重值；

w_{bi}——准则层的权重值；

w_{cij}——方案层的权重值；

2.3 模糊聚类法（FCA）的相关理论

模糊聚类法的理论依据是模糊数学中的相关概念[44-46]，其最大特点就是定量化的描述定性问题[47, 48]，可对受到复杂因素影响的项目做出综合评价[49, 50]，最大限度的减少主观因素[51, 52]，且在实际工程成本控制过程中得到有效使用[53-57]。其具体的执行过程主要为以下几点：对象聚类和标准化处理、构造模糊相似矩阵、推算模糊等价矩阵和阈值选取[58, 59]。

2.3.1 对象聚类和标准化处理

（1）对象聚类

将 m 个待分类对象进行分类，记为 X=(X_1，X_2，•••，X_m)，每个对象有 n 个量化指

标，记为 $X_i=(X_{i1}，X_{i2}，\bullet\bullet\bullet，X_{in})$，最终由量化指标 X_{ij} 所构成的矩阵就称为原始指标矩阵 $X^{\#}$。

（2）标准化处理

各指标单位参差不齐，无法统一处理，故将原始指标矩阵中的数值变换到[-1，1]区间内，方便后续的模糊矩阵的构建，常用的数据标准化的方法主要有以下几类：

a.均值规格化：计算原始指标矩阵 $X^{\#}$各列的标准差 σ_j，进行变换得到 $x_{ij}^{\#}=x_{ij}-\overline{x}_j$，$i=1,2\cdots n, j=1,2\cdots m$。

b.中心规格化：计算原始指标矩阵 $X^{\#}$各列均值，进行变换得到 $x_{ij}^{\#}=x_{ij}-\overline{x}_j$，$i=1,2\cdots n, j=1,2\cdots m$。

c.最大值规格化：计算原始指标矩阵 $X^{\#}$各列最大值，进行变换得到 $x_{ij}^{\#}=x_{ij}/M_j$，其中 $i=1,2,\cdots n, j=1,2\cdots m$。

2.3.2 构造模糊相似矩阵

基于原始指标标准化计算得到的标准化矩阵，通过各因素间相似程度的计算得到模糊相似矩阵 R_F，这里介绍几种常用的相似程度的计算方法：

a.相似系数法

$$ri_j=\frac{\sum_{k=1}^{m}\left|x_{ik}-\overline{x}_i\right|\left|x_{jk}-\overline{x}_j\right|}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_{ik}-\overline{x}_i)^2}\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_{jk}-\overline{x}_j)^2}},\overline{x}_i=\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{n}x_{ik},\overline{x}_j=\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{n}x_{jk} \quad (2.7)$$

b.数量积法

$$r_{ij}=\begin{cases}1, & i=j\\ \dfrac{1}{M}x_i\bullet x_j & i\neq j\end{cases},x_i\bullet x_j=\sum_{k=1}^{m}x_{ik}x_{jk} \quad (2.8)$$

其中 $M>0$ 为适当选择的参数并且满足 $M\geq\max\left\{x_i\bullet x_j\,\middle|\,i\neq j\right\}$，这里 $x_i\bullet x_j$ 为 x_i 与 x_j 的数量积。

c.夹角余弦法

$$r_{ij}=\frac{\left|x_i\bullet x_j\right|}{\left\|x_i\right\|\bullet\left\|x_j\right\|},\ \left\|x_j\right\|=(\sum_{k=1}^{m}x_{ik}^2)^{\frac{1}{2}},i=1,2,\cdots,n \quad (2.9)$$

d.绝对值倒数法

$$r_{ij}=\begin{cases}1, & i=j\\ \dfrac{c}{\sum_{k=1}^{m}\left|x_{ik}-x_{jk}\right|} & i\neq j\end{cases} \tag{2.10}$$

其中 c 是使 $x_{ik}\in[0,1]$ 的适当正数。

2.3.3 构造模糊等价矩阵和阈值选取

模糊等价矩阵按照传递闭包原则借助 Matlab 软件进行迭代求得，在经过计算得到模糊等价矩阵后，基于既有的工程经验和相关理论选取最优阈值，对因素进行准确的模糊聚类。

2.4 挣值法的相关理论

挣值(Earned Value)这一概念于十九世纪末首次提出，所谓的挣值就是指相同项目的计划价值和实际价值之间的相关关系[60-63]。在挣值管理全周期的过程当中，最重要的就是第一步[64]，即首先工作结构分解[65]，将完整项目标准划分为几个工作包[66, 67]，包括管理用户、方法、实施过程和项目实施环境，并对各个工作包进行了详细的研究[68-70]，最终通过构造挣值模型将其应用在实际的项目当中[71]。且随着诸多学者对挣值法的研究和发展[72-78]，其在工程领域的成本偏差分析[79, 80]和成本控制中的使用也越来越多[81-89]。

2.4.1 挣值法参数及指标体系

挣值法的主体部分分别为 *BCWS*、*BCWP*、*ACWP*，经过对上述三参数进行计算和推导可得到成本偏差和进度偏差。从而找到项目实例中各阶段成本中存在的偏差，针对偏差类型给出相应的纠偏方案，进而对成本进行合理管控，这样就使得项目相关负责人可以对各阶段成本有一个总的规划和安排，指导和调整项目的进度。挣值法指标见图 2.2：

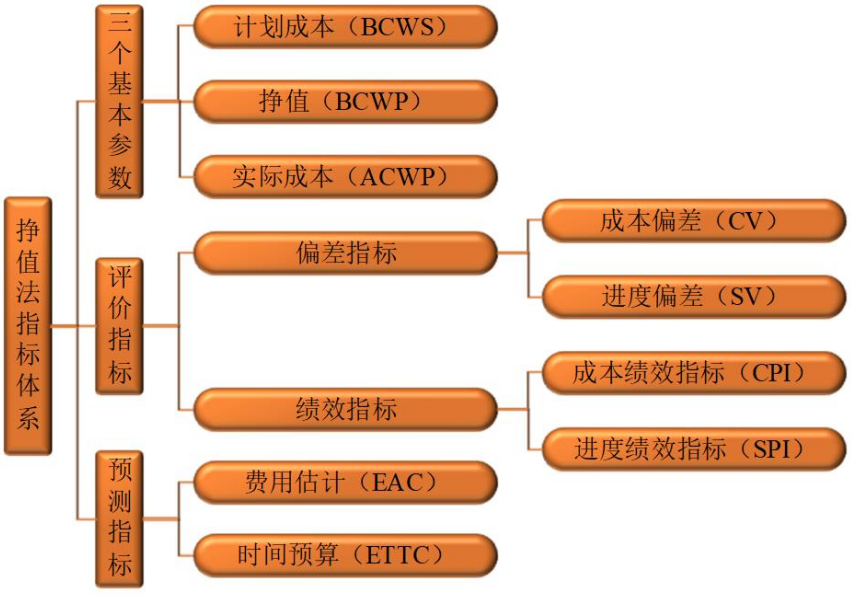

图 2.2　挣值法指标体系图

（1）三个基本参数

计划成本（*BCWS*）：计算公式见下式：

$$BCWS(t)=\sum_{0}^{t}\text{计划工作量}\times\text{预算单价}\left(0\le t\le T\right)$$

挣值（*EV*），计算公式见下式：

$$BCWP(t)=\sum_{0}^{t}\text{实际工作量}\times\text{预算单价}(0\le t\le T)$$

实际成本（*ACWP*），计算公式见下式：

$$ACWP(t)=\sum_{0}^{t}\text{实际工作量}\times\text{实际单价}(0\le t\le T)$$

式中：

t——当前监测点；

T——项目结束时间。

（2）评价指标

表 2-2　偏差指标：

偏差类型	计算公式	评价标准
成本偏差 *CV*	$CV = BCWP - ACWP$	当$CV > 0$时，表示成本超支； 当$CV = 0$时，表示计划成本和实际成本相同； 当$CV < 0$时，表示成本节约；
进度偏差 *SV*	$SV = BCWP - BCWS$	当$SV > 0$时，表示进度快于计划进度； $SV = 0$时，表示进度与计划进度保持同步； 当$SV < 0$时，表示实际进度滞后

表 2-3　绩效指标：

指标类型	计算公式	评价标准
成本绩效指标 *CPI*	$CPI = BCWP / ACWP$	当$CPI > 1$时，表示成本没有超支，项目节支，成本绩效较好； 当$CPI = 1$时，表示成本完全符合预期成本； 当$CPI < 1$时，表示成本超出计划成本，成本超支，成本绩效较差。
进度绩效指标 *SPI*	$SPI = BCWP / BCWS$	当$SPI > 1$时，表示进度快于计划进度； $SPI = 1$时，表示进度符合计划进度； 当$SPI < 1$时，表示进度慢于计划进度，进度绩效较差，比值越小，进度拖延情况越严重。

（3）挣值法参数分析及应对措施

当 $ACWP > BCWS > BCWP$，即 $SV < 0$，$CV < 0$；此时进度滞后，成本超支，效率低，应该着重注意提高员工的生产积极性；

当 $BCWP > BCWS > ACWP$，即 $SV > 0$，$CV > 0$；此时进度提前，成本节约，效率高，如若偏离较小，可以保持现状不变；

当 $BCWP > ACWP > BCWS$，即 $SV > 0$，$CV > 0$；进度较快，成本超支，效率较高；不应一味地追求进度，节约成本；

当 $ACWP > BCWP > BCWS$，即 $SV > 0$，$CV < 0$；进度较快，成本超支，效率较低；

此时应尽量裁减作业人员，提升管理效率；

当 $BCWS > ACWP > BCWP$，即 $SV < 0$，$CV < 0$；进度滞后，成本较少，效率较低；此时应尽量增添熟练管理人员，提升管理效率；

当 $BCWS > BCWP > ACWP$，即 $SV < 0$，$CV > 0$；进度较慢，成本较少，效率较高；增添熟练工作人员；

2.4.2 挣值法在 EPC 工程总承包成本控制中的应用价值

（1）挣值法的特质与项目成本控制的要求相契合

挣值法可通过对项目成本预算的有效控制，从而对进度和成本实施综合控制和管理，这与 EPC 总承包工程的特点相吻合，即工期和成本的准确管理。总而言之，挣值法是一种全方面、多层次的一种成本控制方法。

（2）挣值法有利于提升成本控制水平

建立实时的成本控制模式在总承包项目中需要不断改进与优化，在挣值法对成本偏差进行分析的基础上，研究现阶段工程项目中成本控制中存在的缺陷，及时的给出控制方案及优化措施，从而做到实时控制模式。

（3）挣值法有利于提高信息化管理水平

信息化水平是制约企业实时进行成本控制的一个瓶颈，通过结合挣值法，将项目进行 WBS 分解，将项目的数据，如项目成本、项目进度等数据进行高效的收集和分类，分阶段进行分析和研究，从而提升项目整体的信息化建设水平。且挣值管理只有在完善的信息化系统中才可展现其优势。

2.4.3 挣值法构建 EPC 工程总承包成本控制体系

2.4.3.1 挣值法构建成本控制体系的总体思路

首先，构建信息收集系统，在工程项目实施的不同阶段各工程参与人员可及时反馈信息，并通过及时交流实时更新数据库中的数据。然后，根据工程项目的实际情况对项目进行 WBS 分解，制定详细的进度安排，同时依据所收集的实时数据计算 WBS 各环节相对应的工程量，计算得到预算总成本。从而方便项目实施过程中对实际成本支出与预算成本进行实时对比，及时根据成本和进度的偏差进行分析和研究，准确的做出调整，以实现项目成本控制。

在 EPC 项目当中，运用挣值法进行成本偏差的分析有着较为深厚的运用基础和相

对成熟的分析手段。根据每一个阶段的施工任务量完成比例来测算挣值，进而就可以通过这三个基本参数去计算成本和进度的偏差状态，分析成本绩效指数以及进度绩效指数，同时对竣工总成本以及竣工总工期进行预测。对于 EPC 项目成本偏差的研究，能够帮助项目管理人员更好的判断每一个阶段成本计划的执行情况，对于已经存在的成本偏差以及进度偏差，可以对造成偏差的要素或原因进行分析，进一步清晰了下一步控制工作的重点。

2.4.3.2 挣值法应用流程

（1）构建信息集成平台

EPC 工程总承包模式最显著的一个特点就是能够使得设计、采购及施工之间联系更加近，使这三个环节不会出现太大的脱离现象，这极大的促进了工程的正常进展，为形成信息集成平台做了非常良好的基础，使得平台更好的实现，依靠当先比较先进的信息技术，如 BIM 等，能够构建出一个可视化高，信息量集中，智能计算的一个科学的平台辅助施工管理，使得企业对项目的成本、资源、进度实现精细化管理。

（2）对项目工作进行分解

依据工程项目的类别对承包项目进行分解，再逐个进行细分，使得对其类别更加详细，如此一来，对管理、组织等方面都具有非常好的前提，在总承包公司进行管理时候，可以直接对项目组成进行定位，使各个项目能够得到较好的关联。

（3）编制项目计划

分类完成后，对每一个工作分包进行整理，统计其需要的物资人力的数量及类别，结合当前的市场价格进行成本估算，然后通过预定的工程顺序进行计算，得到最终的工期、进度及成本预算。

（4）完成参数设置

根据前面对各个分包进行分类及资源分配以后，在成本控制部分，先设定挣值参数，要对 *BCWS* 和 *ACWP* 以及 *BCWP* 三个参数进行设定，然后通过收集到的各个分包的成本、工期等数据进行成本控制计算。

（5）分析偏差、绩效

计算各个分包数值偏差、绩效等相关参数，对工程总体成本及进度进行评价。

（6）控制成本、进度

根据计算得到的评价，依据判断标准对实际工程项目进行整改，提供相应的改善措施，及时发现问题，解决问题，确保工程能满足最开始预算和工期的管理目标。

2.5 本章小结

本章主要对既有成本控制理论和方法进行梳理和阐述，并方便介绍了各方法的实现手段及过程，为后文的研究提供理论依据，其中 AHP 法和 FCA 法主要用来建立成本影响因素评价体系并进行成本控制，挣值法是主要运用的分析成本偏差分析的方法。

第三章 PD 高速 EPC 项目成本控制现状分析

3.1 PD 高速工程项目概况

3.1.1 项目基本情况

PD 高速公路是重要的出省通道，对向南联络具有重要意义，其和 LP 高速公路连接线在路网中占重要地位。该项目全长 40.95Km，其中主线长 28.765km，LP 高速部分长 12.192km，共设置 21 做特大桥，5 座特长隧道。

主体工程施工进度计划安排主要依据业主工程下达的年度目标进度进行编制，在考虑各种影响因素的情况下，结合实际情况，对各主要工序施工时间进行合理的安排，进而有效控制施工过程中的投入，保证各个工序所需工期在计划的时间内完成，满足业主对总工期的要求。

表 3-1 主体工程进度一览表

单位名称	进度计划
路基工程	2016 年路基工程及附属计划完成 29%； 2017 年路基工程及附属计划完成 71%。
隧道工程	2016 年隧道工程计划全部开工，计划完成 29%； 2017 年隧道工程计划完成 40%； 2018 年隧道工程计划完成 12%； 2019 年隧道工程计划完成 10%； 2020 年隧道工程计划完成 9%。
桥涵工程 （包含互通）	2016 年桥梁工程计划全部开工，计划完成 27%，完成桥梁工程桩基础 90%，下部构造 60%；上部构造预制场建设完成，涵洞工程计划完成 100%， 2017 年桥梁工程完成全部桩基和下部构造。 2018 年桥梁工程完成梁板安装和附属工程。
路面工程	2018 年 10 月进场进行场站建设； 2019 年 2 月开始完成路面基层铺筑；

2020 年 10 月 30 日完成路面面层铺装。

按照业主对总工期的要求并结合过去的施工经验和项目的总体思路制定了详细的施工计划，于 2016 年 1 月 1 日开工，截止于 2020 年 10 月 30 日，共计 59 个月，其中控制性工程为 BD2 号隧道。

项目机构人员配置见图 3.1：

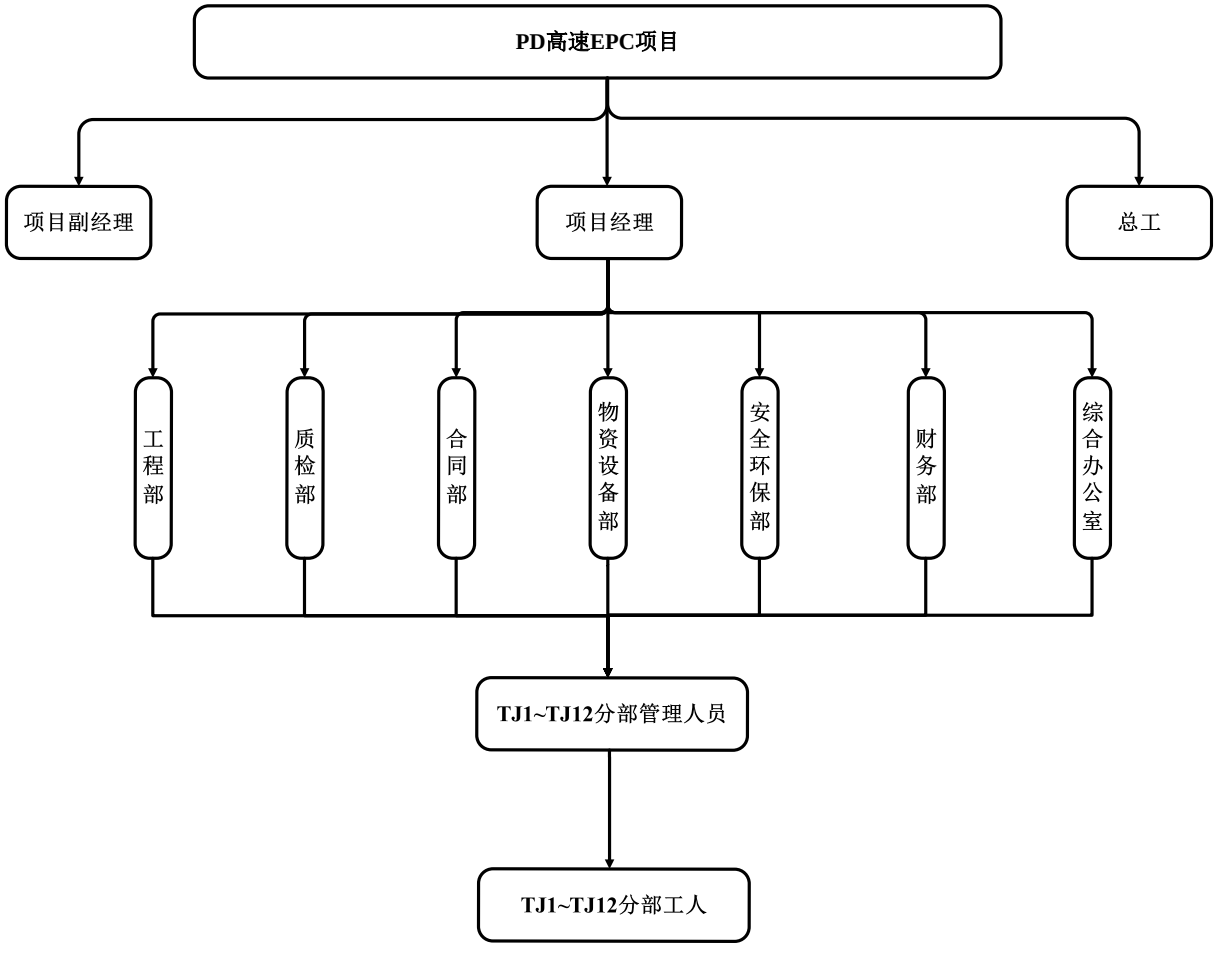

图 3.1 项目人员配置

项目部对本工程所有工作进行指挥、控制和协调，体现了在 EPC 模式下，总承包方从设计到采购再到施工各阶段的相互协调和主导的能力。其主要职责为：负责组织工程施工，编制施工、物资、资金等计划，围绕安全、质量、进度等方面制定合理的施工方案，充分调动和配置劳动力与施工机械，与项目各方做好组织和协调工作。

3.1.2 项目成本特点

对于 PD 高速 EPC 项目而言，其中牵涉到高速公路，桥梁以及隧道等多类工程，要求较高的施工水平，从而使项目成本控制的内容愈加复杂。PD 高速 EPC 项目的建设成

本特点如下：

（1）该项目投资巨大，所以不仅需要强有力的融资实力，同时还需更加严格的成本控制；

（2）虽然 EPC 总承包模式中通过固定总价合同的方法将风险转移给承包商，成功降低了业主承担的风险，但相较于其他模式合同价格也有所增加；

（3）因总承包项目的特殊性，业主将工程的整个过程中控制权力都授予承包单位，使得其的工作量大大降低；

（4）PD 高速 EPC 项目受当地自然环境和市场环境等因素的影响，使得其工程周期和成本投入产生较大的波动，从而增大了成本控制难度；

（5）PD 高速 EPC 项目因存在诸多控制性工程，如 BD 隧道等，这就对工法、设备提出较高的要求，且为了满足各工区的需求，应根据各阶段项目的实际进展将材料、设备运输至各工区，这就使得前期的投入成本上升。

（6）因 PD 高速 EPC 是多项目同时开展，且涉及的较多交叉学科，对项目管理者的专业能力有着较高的要求。

3.1.3 项目工作分解结构

工作分解结构(WBS)，即由工作(work)、分解(breakdown)、结构(structure)三部分概念所组成。意为将一个工程项目按照特定的准则进行分解得到若干项更细致具体的工作任务。

在项目展开前期，对项目各阶段进行 WBS 分解如图 3.2 所示，可以对整个工程项目进行全面规划，使管理人员可以进一步的把控和安排资源、进度和时间。

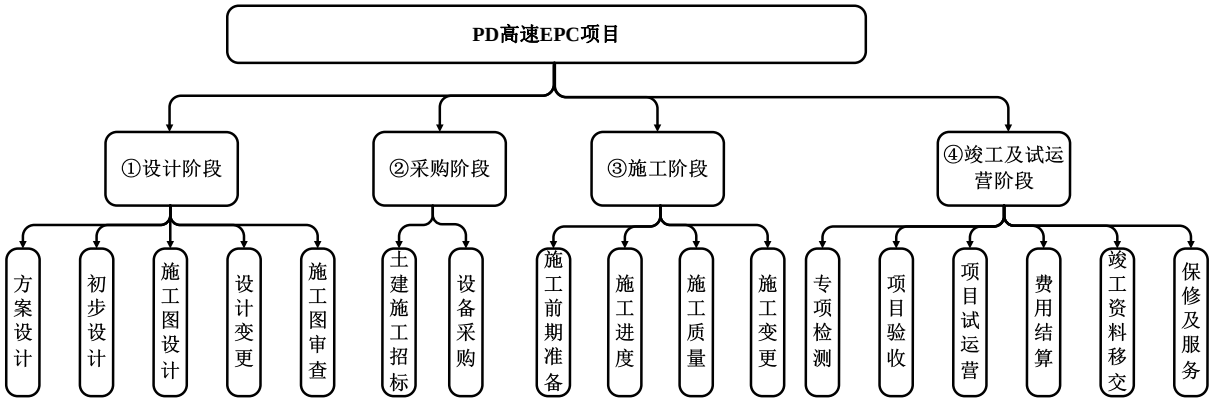

图 3.2 PD 高速 EPC 项目各阶段 WBS 分解

施工阶段的各单位工程在 PD 高速 EPC 项目成本控制过程中占据重要地位，因此这里针对施工阶段进行进一步 WBS 分解，如图 3.3 所示：

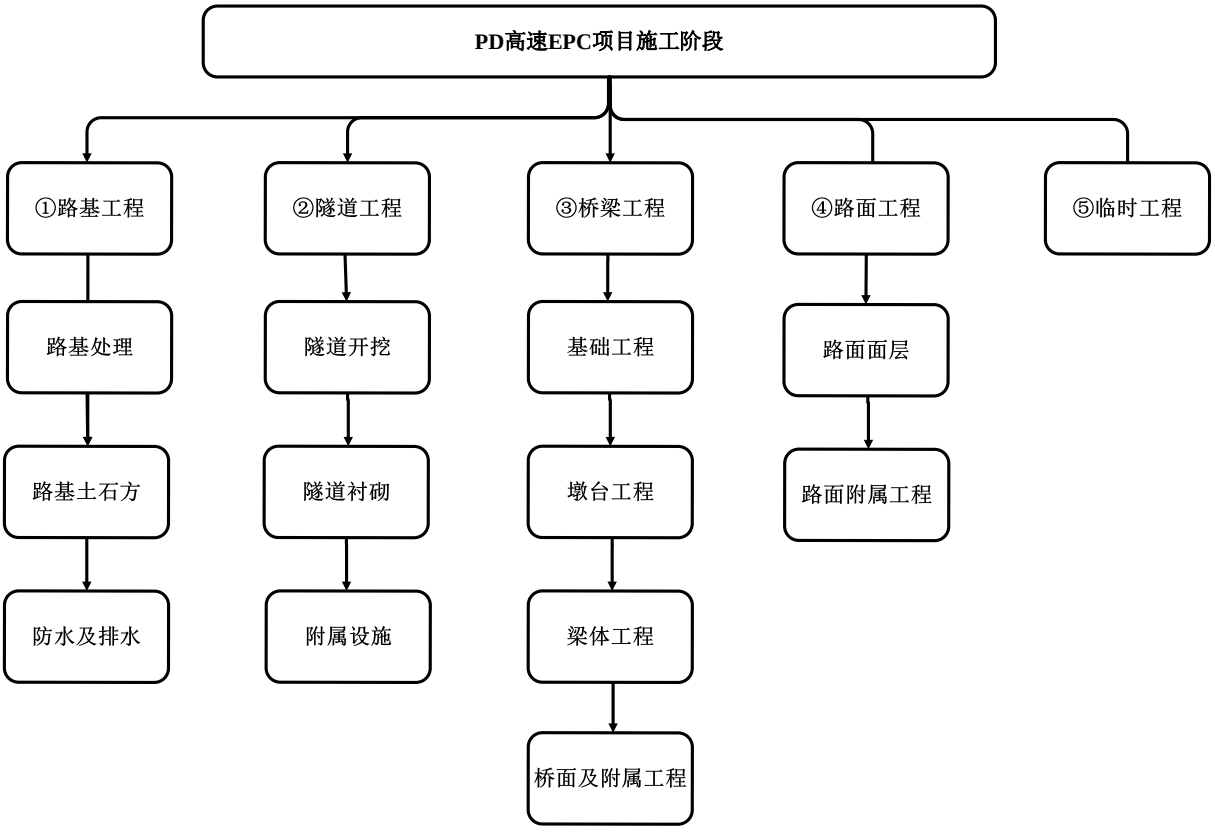

图 3.3 PD 高速 EPC 项目施工阶段 WBS 分解

3.2 PD 高速 EPC 项目各阶段成本分析

3.2.1 PD 高速 EPC 项目各阶段成本构成

PD 高速 EPC 项目成本构成如表 3-2 所示：

表 3-2　项目成本构成

工程项目成本	项目
设计成本	前期可行性研究费用
	招投标成本
	勘察设计成本
采购成本	设备采购
	土建招标
施工成本	土石方工程

	临时工程
竣工及试运营成本	项目试运营
	保修及服务

由表 3-2 可知，PD 高速 EPC 项目各阶段的成本主要由四大类构成。

表 3-3 2016 年已完工程成本偏差表

序号	施工内容	2016 年已完工程实际费用 *ACWP*（万元）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	建筑工程费	1499.6	474.33	2946	1966	3514	10049	4322	6872	14763	15211.42	15206.7	11955.95
2	其他费用					220							3930
合计（万元）		1499.6	474.33	2946	1966	3734	10049	4322	6872	14763	15211.4	15206.7	15885.9
BCWP（万元）		1549.8	500	2943	4388	4344	7968.2	9307	10000	12000	12000	12000	13000
CV（万元）		50.2	25.67	-3	2422	610	-2080.8	4985	3128	-2763	-3211.42	-3206.7	-2885.95

表 3-4 2017 年已完工程成本偏差表

序号	施工内容	2017 年已完工程实际费用 *ACWP*（万元）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	建筑工程费	6500	3900	7550	8423	8500	12000		8960	9324	15150	15310	6301
2	其他费用	1300	1200	1650	1000	800	1200	1200	400	400	750	3000	11757
合计（万元）		7800	5100	9200	9423	9300	13200	6825	9360	9724	15900	18310	18058
BCWP（万元）		7500	7000	9500	10000	10500	10500	10500	10500	11500	11500	10500	10500
CV（万元）		-300	1900	300	577	1200	-2700	3675	1140	1776	-4400	-7810	-7558

表 3-5　2018 年已完工程成本偏差表

序号	施工内容	2018 年已完工程实际费用 *ACWP*（万元）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	建筑工程费	6640	2479	8663	8863	9406	9181	9460	10574		10020	11339	9184
2	其他费用	512	400	400	800	800	800	1050	451		2090	950	7395.6
合计（万元）		7152	2879	9063	9663	10206	9981	10510	11025	12050	12110	12289	16879.6
BCWP（万元）		6000	3000	6000	10000	13000	17000	12000	11000	12000	10000	10000	10000
CV（万元）		-1152	121	-3063	337	2794	7019	1490	-25	-50	-2110	-2289	-6879.6

表 3-6　2019 年已完工程成本偏差表

序号	施工内容	2019 年已完工程实际费用 *ACWP*（万元）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	建筑工程费	5606	2104	5105	7779.3	9388	11810	7837	4900	6974	7982	7426	7323
2	其他费用	920	1037	1107	1115	2115	2115	1500	3250	4650	4805	6640	7039
合计（万元）		6526	3141	6212	8894.3	11503	13925	9337	8150	11624	12787	14066	14362
BCWP（万元）		7000	3000	8000	8000	9000	9000	9000	8000	8000	10000	10000	11000
CV（万元）		474	-141	1788	-894.3	-2503	-4925	-337	-150	-3624	-2787	-4066	-3362

表 3-7　2020 年已完工程成本偏差表

序号	施工内容	2020 年已完工程实际费用 *ACWP*（万元）									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	建筑工程费	1800	0	3438	3653	4522	7112	5072	3029	3226	4521
2	其他费用	200	0	1666	2643	1743	4098	3019	1078	1084	4002
合计（万元）		2000	0	5104	6296	6265	11210	8091	4107	4310	8523
BCWP（万元）		2000	0	6000	7500	8000	8000	8000	6000	6500	6500
CV（万元）		0	0	896	1204	1735	-3210	-91	1893	2190	-2023

3.2.2 成本偏差分析

表 3-8　成本偏差分析

年份	CV	是否达标
2016	-2930.18＜0	否
2017	-12200＜0	否
2018	3507.6＜0	否
2019	-20527.3＜0	否
2020	8120＞0	是

对于 2016-2019 年，因 CV 值均<0，因此需要采用成本控制方案对成本进行控制，2020 年的 CV 值>0，该年份成本控制满足要求。

3.3 PD 高速 EPC 项目成本控制现状分析

在项目成本构成中施工阶段成本支出比重最大，一般情况下，在可行性研究和招投标以及勘察设计已定的状况下，工程项目施工成本将占到项目总成本的 90%以上。相较于其他阶段，施工阶段也更容易进行定量分析，因此这里就 PD 高速 EPC 项目实际施工过程中存在的成本控制现状进行分析。

（1）成本控制体系庞杂

尽管在 PD 高速 EPC 项目建设过程中遵循以项目经理为重心的管理理念，但是其中却存在着诸多职责分配无序等问题，项目经理对成本控制各方面都需亲历亲为，而不是对各部门高效的安排和规划，各机构明确分工是 EPC 总承包模式一大特点，倘若在成本控制模式上没满足这点要求，那么在项目实际进行过程中就是造成效率低、成本高、进度拖等问题。

（2）成本控制方向不明确

在 PD 高速 EPC 项目在施工各阶段都对成本控制都采取了相关措施和方法，但结果却见效甚微，最大问题便是没有对各成本影响因素有一个明确的认识，按照集团公司以往的施工经验，只是一味的进行人员、机械的调动等，没有对成本影响因素进行研究。各工程项目都有各自的特点，如果照搬照抄的去套用一个模板来进行成本控制，结果常常适得其反，应针对本项目的独特之处对施工阶段成本影响因素进行深入分析，找到适合本项目施工阶段成本影响因素评价体系，从而在日后的项目中形成这种理念，对成本

影响因素进行针对性的管控。

（3）工期-成本-质量没有相互协调

PD 高速 EPC 项目作为一条重要干线，在路网建设中有着举足轻重的作用，所以该项目的施工质量更是集团公司的第一要义，且在项目开展过程中，公司也始终秉持质量严格把控理念。正是因为对质量的一味追求，导致施工阶段的成本和工期超出控制范围，这也从侧面反映出在施工时不可只关注一点。过去的工程实践也都证明要想项目得到良好的收益，工期-成本-质量三者之间应相辅相成，PD 高速 EPC 项目正是因为忽略了这一要义，最后导致集团公司的收益下降。

3.4 本章小结

以 PD 高速 EPC 项目为例，对其项目情况、机构分布、成本构成等进行介绍。基于 PD 高速 EPC 项目成本控制现状进行分析，阐明其中存在的主要问题，并针对每个问题进行的详细的分析，为后续工作奠定基础。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/917134021030006043