

大型成套空分设备系统集成项目的风险管理研究

韩洁敏 章程*

杭氧集团股份有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 随着工业领域对高纯度气体需求的不断增长,大型成套空分设备作为关键的工业气体供应系统,其系统集成项目的复杂性和风险程度不断提升。本文以大型成套空分设备系统集成研究对象,探讨其在项目实施过程中面临的主要风险及其管理策略。通过对系统集成项目管理的理论基础进行梳理,结合空分设备集成的技术特点、实施流程和关键控制节点,能够识别项目生命周期中常见的风险类型,如技术风险、进度风险、成本控制风险、供应链风险及安全风险等。针对这些风险,本文提出了包括风险识别、评估、应对与监控在内的系统性管理方法,旨在提高项目执行效率与安全性,为类似大型工业设备项目提供风险管理参考。研究表明,科学的风险管理体系对于保障空分设备系统集成项目的顺利实施具有重要意义。

关键词: 成套空分设备;系统集成;风险识别;成本控制

在现代工业生产中,空分设备广泛应用于冶金、化工、电力、电子等领域,用以提供氧气、氮气、氩气等高纯度气体。随着国家工业化进程的不断加快和技术水平的持续提升,空分设备的规模不断扩大,其系统结构日益复杂,涉及的技术领域和专业交叉程度也随之提高。大型成套空分设备的系统集成项目不仅包括设备制造与安装,还涵盖电气、自动控制、工艺管道、项目管理等多个方面,是典型的跨学科、跨系统的复杂工程项目。在此背景下,如何有效识别、分析并控制项目实施过程中的各种风险,已成为提高工程质量和效率的关键因素。本文从以杭氧集团为研究对象,从系统集成项目管理的视角出发,深入研究大型空分设备项目在设计、采购、施工、调试等各阶段可能面临的风险,并探索构建一套科学、高效的风险管理体系,以为类似复杂项目的顺利推进提供理论指导和实践参考。通过本研究,期望为提升我国重大工程项目的管理水平贡献一份力量。

一、系统集成项目管理概述

(一) 定义与特点

系统集成项目是指将多个子系统或部件有机整合成

一个功能完整、运行稳定的整体系统的工程管理活动,在工程领域,系统集成不仅仅涉及硬件的物理拼接,更包括各项软硬件的协调、信息流的整合与各功能模块间的联动控制^[1]。系统集成项目管理以系统工程理论为基础,强调全过程、全方位的组织协调与资源配置,其管理难度显著高于传统单一系统或设备项目^[2]。大型空分设备作为典型的系统集成对象,其项目实施通常涉及设备制造、自动控制、电气系统、工艺系统、土建施工等多个子项目,具有周期长、专业性强、技术要求高、参与方多、协同难度大等特点^[3]。此外,其项目过程还需要应对不断变化的外部环境、市场需求及技术升级,进一步加剧了不确定性^[4]。因此,系统集成项目管理不仅要求项目团队具备多学科知识和丰富的协调能力,还需建立完善的风险预警机制和动态控制系统,以保障项目的高效实施与最终交付的系统性能达标^[5]。

(二) 空分设备系统集成的基本流程与关键节点

大型成套空分设备系统集成项目通常包括需求分析、方案设计、设备采购、系统集成、安装调试、运行交付等六个基本阶段。首先,在需求分析阶段,需要明确用户对气体纯度、产量、运行条件等方面的具体要求,作为后续设计与选型的基础。其次是方案设计阶段,工程技术人员需依据工艺需求,制定总体方案,确定关键技术参数及各子系统配置。设备采购阶段则关注核心部件如压缩机、换热器、分馏塔等的技术选型与供应保障。系统集成阶段是项目实施的核心,需要将各子系统按工

作者简介:

韩洁敏,女,汉,浙江省绍兴市,1988年10月,本科,系统集成;

章程,女,汉,浙江省杭州市,1983年3月18日,本科,软件开发。

艺流程与控制要求进行精确组合与调试，确保其功能协调一致。安装调试阶段要求对各设备与控制系统进行现场对接、系统测试与优化。最后的运行交付阶段包括性能考核、故障处理与最终验收。关键节点通常集中于方案确认、核心设备交付、系统联调和性能验收等环节，这些节点直接关系到项目进度与质量控制，因此需要重点关注与管理。每一阶段的顺利衔接依赖于细致的计划管理和有效的风险控制机制。

二、大型空分设备系统集成项目的风险识别

(一) 风险来源分类

大型空分设备系统集成项目作为典型的复杂工程项目，其风险来源具有多样性和多层次性，主要可从以下几个方面进行分类。首先是技术风险，包括设计方案不合理、关键设备选型失误、控制系统集成难度大等问题，这类风险通常源于技术复杂度高、创新程度大或技术接口不清晰。其次是管理风险，如项目组织结构混乱、协调机制不健全、人员沟通不畅、进度控制不力等，这类风险往往反映项目管理能力不足或项目管理制度不完善。第三是合同与法律风险，包括合同条款不明确、责任划分不清晰、知识产权争议、法律法规变化等，这类风险对项目的合规性和执行效率构成挑战。第四是供应链风险，主要涉及核心设备或材料供应延迟、供应商履约能力差、物流中断等问题，容易引起项目工期延误与成本增加。第五是财务风险，如资金筹措不及时、成本超支、汇率波动带来的财务损失等，这类风险可能严重影响项目的经济效益。六是施工风险，如施工进度延误、施工安全事故、施工质量不达标等因素，也可能对项目实施构成不可控影响。因此，项目风

表1 风险类目录表

风险类别	具体风险因素
1 技术风险	设备选型不当、工艺技术不成熟、设计变更频繁等
2 管理风险	设备维护成本高、生产效率低下、产品质量不稳定等
3 合同与法律风险	环保政策变化、能源政策调整、行业标准更新等
4 供应链风险	供应商选择失误、原材料供应中断、设备质量问题等
5 财务风险	金筹措不及时、成本超支、汇率波动带来的财务损失
6 施工风险	施工进度延误、施工安全事故、施工质量不达标等

险管理需从多个维度识别与分析风险来源，全面把握项目运行的不确定性，为后续风险应对提供科学依据。表1为风险类目录表。

(二) 风险识别方法

在大型空分设备系统集成项目中，科学、系统地识别风险是项目风险管理的首要环节。目前常用的风险识别方法主要包括文献分析法、专家访谈法、头脑风暴法、德尔菲法、检查清单法和案例分析法等。文献分析法是通过已有类似项目的文献、技术资料和经验教训进行系统整理，总结潜在风险要素，适用于早期阶段的初步识别。专家访谈法和德尔菲法则是通过邀请有丰富经验的工程师、项目经理或行业专家进行讨论或问卷调查，从专业角度提炼关键风险点，提升识别的准确性和针对性。头脑风暴法强调团队集思广益，在不设限的讨论中捕捉隐藏风险，具有较强的创新性和全面性。检查清单法通过标准化模板或风险清单对项目全过程进行逐项核查，适用于识别常见风险并保障覆盖面。案例分析法则通过剖析过往类似系统集成项目中的风险事件，挖掘其根本原因与防控措施，从而为当前项目提供借鉴。这些方法在实践中往往结合使用，以发挥各自优势，提高风险识别的系统性和实效性。通过多方法交叉验证，项目团队能够全面识别潜在风险，为后续的风险评估与应对提供坚实基础。

三、风险应对策略与措施

(一) 风险应对策略分类

在大型成套空分设备系统集成项目中，风险应对策略的合理分类是项目风险管理的关键环节。通常，风险应对策略可分为四类：风险规避、风险转移、风险缓解和风险接受。风险规避指的是通过改变项目计划、工艺流程或技术方案，消除风险发生的可能性，例如在设计阶段采用成熟稳定的技术方案，以避免新技术带来的不确定性。风险转移则是将风险责任转移给第三方，如通过签订合同条款或购买保险的方式，将财务风险或施工延误风险转嫁给承包商或保险公司。风险缓解是指采取措施降低风险发生的概率或减轻其影响，如加强设备进厂检验制度、严格监控关键节点进度等。而风险接受则适用于那些概率低、影响小或成本不可控的风险，项目方可采取应急预案准备，以应对风险发生时的突发情况。针对空分设备系统复杂、周期长、专业交叉多的特点，应灵活组合多种策略，实现风险管理的最优化。风险应对策略如表2所示。

表2 风险应对策略表

风险类别	风险描述	应对策略
技术风险	技术难题导致的延误	技术改进, 专家支持
成本风险	材料价格上涨	合同条款中固定价格
进度风险	供应链延迟	提前采购, 备用供应商

(二) 具体风险控制措施设计

为了有效控制大型成套空分设备系统集成项目中的各种风险, 需从项目的不同阶段和关键环节出发, 制定具有针对性的风险控制措施。首先, 在项目初期设计阶段, 应加强方案论证和可行性分析, 确保技术路径科学可行; 通过多轮设计评审会议, 降低设计失误的概率。其次, 在设备采购阶段, 要建立严格的供应商筛选机制, 优先选择具备良好信誉和履约能力的供应商, 并签订明确的技术与交货标准合同, 降低质量与交期风险。在施工安装环节, 应加强现场施工人员的培训和资质审查, 制定详细的施工组织设计与安全管理计划, 确保施工安全和进度可控。此外, 在系统调试和试运行阶段, 应制定详尽的调试计划和应急预案, 配置经验丰富的调试团队, 并进行多次模拟测试, 确保系统稳定运行。通过全过程、全方位的风险控制措施, 项目风险可以在事前得到预防、事中得到控制、事后及时处理, 有效保障项目目标的实现。

(三) 风险监控与反馈机制

建立科学完善的风险监控与反馈机制, 是保障大型成套空分设备系统集成项目风险管理体系持续运行的核心。首先, 应构建项目全过程的风险监控体系, 将风险点嵌入项目进度管理、质量管理、合同管理等子系统中, 通过动态跟踪实现实时预警。例如, 通过项目管理信息系统对采购进度、施工现场、安全生产等进行实时数据采集和分析, 及时识别偏差并预警。其次, 要设立专职风险管理岗位或团队, 定期组织风险评估会议, 汇总各部门的风险信息, 动态更新风险清单, 并根据项目实际

调整应对策略。对于重大风险事件, 应形成问题报告机制, 及时上报并组织专人处理。最后, 应建立闭环反馈机制, 对已发生的风险及应对效果进行评估总结, 提炼经验和教训, 并将其反馈至项目管理流程中, 不断优化项目管理制度与操作规范。通过有效的风险监控与反馈体系, 能够提升项目管理的应变能力和抗风险水平, 确保大型系统集成项目稳健推进。

结语

综上所述, 大型成套空分设备作为关键的工业气体供应系统, 其系统集成项目的复杂性和风险程度不断提升, 如何有效识别、分析并控制项目实施过程中的各种风险, 已成为提高工程质量和效率的关键因素。本论文围绕大型成套空分设备系统集成项目的风险管理展开研究, 结合项目实际, 系统分析了项目各阶段可能面临的风险类型及成因, 并提出了相应的识别、评估、应对和监控策略。通过建立科学的风险管理体系, 不仅有助于提升项目执行的可靠性和安全性, 也为企业在类似工程中积累风险管理经验提供了参考。

参考文献

[1] 王长华. 一起空分设备分子筛事故的处理及分析[J]. 冶金动力, 2021(3): 36-37.

[2] 雷军义, 汪银宏. 空分装置纯化系统常见故障及解决方案[J]. 山东化工, 2022, 45(15): 98-99.

[3] 张瑞兵. 化工企业安全生产管理实务[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023.

[4] 霍泉龙. 以砂爆事故为例分析空分装置设备运行风险及预防措施[J]. 河南化工, 2022, 39(1): 41-44.

[5] 杜世金. 影响空分装置运行的有害因素分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2024(9): 0220-0223.