

# Research on the optimization of safety design system management in chemical construction projects

Chenglong Zuo

Sheneng Environmental Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

## Abstract

Through analyzing typical production safety accident cases in chemical construction projects, this study reveals that effective safety design management in new circumstances depends not only on the professional competence of design firms but also on the legal compliance capabilities of enterprises, contractors, supervisors, process package suppliers, and government safety regulators. Addressing common challenges, we develop a problem analysis framework based on management synergy theory. The paper proposes innovative strategies including establishing goal coordination mechanisms, optimizing resource allocation, refining process control systems, and strengthening regulatory frameworks, offering fresh approaches to enhance safety design management in chemical construction projects.

## Keywords

Safety design; Management coordination; Optimization strategy

## 化工建设项目安全设计系统管理优化研究

左成龙

申能环境科技有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

## 摘要

通过总结分析化工建设项目典型生产安全事故案例,发现新形势下,化工建设项目的安全设计组织管理是否到位不仅取决于设计单位的专业化程度,还与生产企业、施工、监理、工艺包供应商以及政府安全监管部门等单位的依法履职能力有关。针对存在的共性问题,运用管理协同理论构建问题分析框架,提出建立目标协同机制、强化要素配置、完善过程控制、强化约束体系等策略,对优化化工建设项目安全设计组织管理工作提出新思路、新方法。

## 关键词

安全设计; 管理协同; 优化策略

## 1 引言

化工行业具有“高温高压、易燃易爆、有毒有害”的特点,一旦发生安全事故,后果往往极其严重。安全设计是从源头控制风险的关键,高质量的安全设计是化工项目“本质安全”的基础,也是企业实现安全生产的前提。随着国内化工行业迅速发展,笔者发现安全设计管理不仅仅是设计机构、生产企业的主要责任,施工、监理、出租、委托生产、工艺包供应商、设备供应商以及政府安全监管部门等单位是否能做到依法履职,同样影响化工建设项目本质安全水平。

## 2 事故案例分析

### 2.1 2018年四川宜宾恒达科技有限公司“7·12”重大爆炸着火事故

2018年7月12日18时42分33秒,位于宜宾市江安

县阳春工业园区内的宜宾恒达科技有限公司发生重大爆炸着火事故,造成19人死亡、12人受伤,直接经济损失4142余万元。事故主要原因包括未科学进行安全设计,生产工艺没有正规技术来源,也未委托专业机构进行工艺计算和施工图设计。事故责任单位包括生产企业、服务单位、委托生产企业、安全监管部门。事故原因总结如下:

#### 2.1.1 生产企业

生产工艺及装置未经正规设计,未委托专业机构进行工艺计算和施工图设计;原安全设计的DCS控制系统、ESD紧急停车系统现场实际未安装,无可燃和有毒气体检测报警系统和消防系统。

#### 2.1.2 服务单位

设计单位出具的安全设施设计专篇未执行工程建设强制性标准;施工单位未严格按照工程设计图纸和施工技术标准施工;监理单位监督不力。

#### 2.1.3 委托生产企业

常州道恩公司违法委托不具备安全生产条件和相应资

【作者简介】左成龙(1987—),男,中国江苏盐城人,在职研究生,工程师,从事化工安全管理研究。

质的宜宾恒达公司加工生产咪草烟（事故产品），未对此工艺技术安全可靠性进行论证和充分说明。

#### 2.1.4 政府安全监管部门

园区安环局长期未对宜宾恒达公司进行监督检查，对该公司长期违法建设、非法生产问题失察；县安全监管局对该公司违法建设行为未采取强制措施制止。

### 2.2 无锡江阴市恒园彩纤有限公司“7·17”较大闪爆事故

2024年7月17日12时56分许，位于江阴市徐霞客镇环镇北路7号的江阴市恒园彩纤有限公司发生一起闪爆事故，造成5人死亡，11人受伤，直接经济损失1528.3万元。事故是因岗位员工盲目操作，生产单元安全设施缺失，现场应急处置不当而导致的较大生产安全责任事故。事故责任单位包括出租单位、生产企业、服务单位、安全监管部门。事故原因总结如下：

#### 2.2.1 出租单位

真空提纯系统技术改造未开展安全设施“三同时”，未及时发现并消除真空提纯系统安全设施缺失的事故隐患；未向事故单位提供真空提纯系统工艺操作手册，未告知真空提纯系统的安全生产要求。

#### 2.2.2 生产企业

安全生产主体责任不落实，未制定纺丝生产线真空提纯系统岗位安全操作规程；未对真空提纯系统进行安全风险辨识和制定管控措施；未制定真空提纯系统现场应急处置方案。

#### 2.2.3 成套设备供应商

设计、制造和安装的真空提纯系统未设置紧急泄压排放装置，不符合国家相关标准。

#### 2.2.4 政府安全监管部门

未发现并纠正第一化纤公司真空提纯系统技改项目未按照规定开展安全设施“三同时”的问题；“厂中厂”专项整治工作开展不力，未按整治要求对事故单位所在的“厂中厂”开展安全生产联合检查。

### 2.3 新疆康义化学股份有限公司“8·16”一般闪爆事故

2024年8月16日15时44分许，新疆康义化学股份有限公司次氯酸钠装置发生一起闪爆事故，造成2人死亡，3人受伤，直接经济损失635万元。经调查认定，这是一起因工艺包资料存在严重缺陷、安全评价过程风险辨识不到位、安全设施设计存在重大疏漏、企业HAZOP（危险和可操作性分析）工作流于形式而造成的一般生产安全责任事故。事故原因总结如下：

#### 2.3.1 生产企业

项目建设阶段未严格执行监理服务；试生产前组织的“三查四定”工作开展走过场；未及时发现次氯酸钠装置没有对氢气采取相应的监测措施、尾气风机进出口均未安装阀门等隐患问题。

#### 2.3.2 设计单位

未采取相应的监测手段和安全措施；次钠装置尾气风机轴测图未按照P&ID图在进出口设计阀门，设计存在重大疏漏。

#### 2.3.3 工艺包供应商

在设计和交付过程中，未结合生产企业次氯酸钠装置物料、反应情况深入分析物料正常组分、异常组分的爆炸性危害。

#### 2.3.4 HAZOP分析单位

HAZOP分享单位在项目基础设计阶段编制的《HAZOP分析报告》，未考虑原料中氢气和氧气浓度变动可能引起的危险，未提出相应的风险防控措施。

#### 2.3.5 安全监管部门

未发现并纠正技改项目安全设施“三同时”违规问题；未按整治要求对事故单位所在的“厂中厂”开展安全生产联合检查。

### 2.4 本章总结

从以上3起事故案例来看，设计、工艺技术、生产、服务商、委托生产、安全监管部门等单位未依法履职，未强化安全设计源头管控，且未形成合力。各个事故调查报告均提出化工生产企业要深刻汲取教训，全面落实企业主体责任，但是事故仍然频发，说明协调管理机制存在缺陷，因此有必要从组织协同角度，建立相关机制，对化工新建项目安全设计系统管理进行优化提升。

## 3 理论基础

管理协同理论是运用协同理论思想方法、遵循管理对象协同规律的理论体系<sup>[1]</sup>，核心目标是实现协同效应。其本质是让各协同要素协调配合，推动系统向有序稳定方向发展，实现整体功能倍增。该理论强调系统内各要素需求有机结合，可通过信息沟通、要素整合、序参量管理及强化信息反馈等措施，打破部门壁垒与管理边界，保障管理目标高标准达成。管理协同机制由形成、实现、约束三大机制构成，三者缺一不可，共同支撑协同效应落地。管理协同理论分析框架见图1：

## 4 基于理论对化工建设项目安全设计系统管理现存问题进行分析

### 4.1 管理协同目标问题

各主体目标差异阻碍管理协同共识形成：生产企业重安全设计合规过关，轻其隐性价值；设计、工艺包提供、HAZOP分析等单位聚焦合同履行与效率，疏于生产风险深度分析；监管部门则以安全设计文件形式合规审查为核心职能。

### 4.2 要素配置问题

设计单位聚焦工艺指标，各专业团队独立工作，仅以会签完成交叉验证，忽视要素协同；生产企业重主体工程建

设,轻安全设施同步安装;成套设备供应商优先保障生产需求,未落实有效安全设计;政府安全监管部门因化工专业人才匮乏,监管能力存在短板<sup>[2]</sup>。

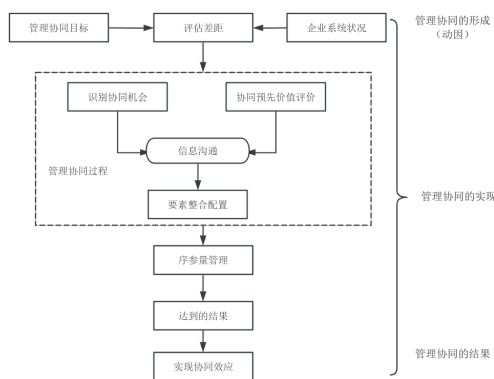


图1 管理协同理论分析框架

### 4.3 过程控制问题

生产企业仅在安全设计审查阶段强化风险辨识,忽视变更衍生的新问题;设计单位未将工艺包、设备供应及HAZOP分析等单位的要素转化为安全设计输入;建设单位施工阶段过程监管缺位,安全设计要求落地不充分;政府监管部门在试生产前未核查项目安全设计应用情况,且受行业监管壁垒影响,对服务单位安全设计行为存在监管盲区。

### 4.4 反馈机制建设问题

在生产企业内部,部门之间信息传递不畅,致使安全设计可能会出现遗漏和缺陷。服务单位方面,若设计单位与施工单位之间的信息传递缺乏相应机制,安全设计要求将与实际施工情况显著脱节。此外,设计单位在项目试生产阶段的参与度普遍不足,且缺乏对项目投产后安全状况的后评估。

### 4.5 约束机制问题

国内安全监管部门未监督工艺包、成套设备供应及HAZOP分析等单位安全履职,对化工生产线出租等新业态监管缺位;生产企业安全设计审核力度不足,新建化工装置或存先天缺陷;行业协会未健全自律机制,相关服务单位无序发展,对监管部门追责考核偏重,难以吸引优秀化工人才加入。

## 5 化工建设项目安全设计组织管理优化策略

针对化工建设项目安全设计组织管理的现存问题,通过目标协同、要素整合、过程控制、反馈闭环和约束强化,尝试实现安全设计组织协同管理。

### 5.1 建立目标协同机制

立项阶段,政府安监部门提前介入,推动生产企业转变观念,严防“先动工后审批”;初步设计阶段,生产企业统筹设计、工艺包供应、HAZOP分析、施工、监理等单位,共同制定安全设计目标,并将考核要求纳入合同履约范围;政府安监部门摒弃形式审核模式,结合安全设计系统性、多专业特点,引入第三方设计单位主导审核,打破单纯依赖专

家评审的范式<sup>[3]</sup>。

### 5.2 强化要素配置

设计单位需打破专业团队独立作业模式,建立协同设计机制,严禁外包安全设计;生产企业应保障安全设施建设资金投入,向各参建单位传达安全设计规范;成套设备供应商需将项目整体安全设计要求融入设备制造标准,确保设备安全性能达标;立项审批部门应组织专家,联合安全监管部门开展安全设计审查;施工许可审批部门需联动安全监管部门,将安全设计审查结果作为施工许可前置条件。

### 5.3 完善过程控制

生产企业需关注工艺变更衍生问题,在项目建设、试生产及运营阶段定期开展安全风险评估,及时消除隐患;设计单位应发挥安全设计主导作用,整合工艺包供应、设备供应及HAZOP分析等单位的分析要素;建设单位在施工阶段需委托监理强化过程监督,可邀请行业专家参与现场审查,保障安全设计落地;政府安监部门应在试生产前对项目安全设计应用情况开展过程监管。

### 5.4 健全反馈机制

生产企业需健全内部信息传递机制,搭建信息化管理平台实现部门间信息共享与实时沟通;督促设计单位提供驻场服务,强化与施工单位的沟通协调,及时反馈施工问题。法规机制层面,推动设计单位开展项目投产后安全后评估,提升其安全设计能力;化工协会需建立安全设计问题库,避免同类问题在新建装置中重复出现。

### 5.5 强化约束体系

政府安监部门牵头建立退出惩戒机制,科学评价工艺包供应、成套设备供应及HAZOP分析等服务单位安全履职情况;强化化工生产线出租等新业态监管,聘请行业专家审核项目本质安全设计并提供专业辅导;推动生产企业开展安全设计第三方审核,杜绝走过场。化工行业协会健全自律机制,引导相关服务单位规范发展。优化安监部门追责考核机制,强化支持激励,通过提高待遇、拓宽发展空间吸引优秀化工人才,提升监管队伍素质,实现安全设计精准监管。

## 6 结语

化工建设项目安全设计是实现本质安全的关键环节,本文尝试以管理协同理论为指导,通过“目标协同—要素整合—过程控制—反馈闭环—约束强化”五大策略,打通多元主体的协同壁垒,释放多专业要素的协同效应,力争推动化工建设项目安全设计从“形式合规”到“实质安全”的跃升。

### 参考文献

- [1] 白列湖. 协同论与管理协同理论[J]. 甘肃社会科学, 2007(05):228-230
- [2] 罗嗣梅. 化工企业建设项目安全设施设计方案研究[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(11):113-114.
- [3] 朱崇明. 化工建设项目安全设施设计专篇审查的几点体会[J]. 安全生产与监督, 2011, (05):56-57.