

化工过程安全管理导则

装置安全规划与设计

汇报人：智广华

2023年2月17日

联系电话：13866175873 邮箱：zhiguanghua@chinaecec.com



目录
Content

- 01 装置安全规划与设计的重要性
- 02 装置安全规划与设计条文解读
- 03 当前我国化工装置设计的现状、建议



01 |

装置安全规划与设计的重要性



一、装置安全规划与设计的重要性

装置安全规划：应包括选址，主要工艺技术方案，主要设备选型，自控方案，总平面布置和装置布置，消防、电气、建筑等方面。一般在项目建议书和可研阶段完成，是项目实施的前提，更是投资决策的依据，其重要性不言而喻。

化工设计是把一项化工工程从设想变成现实的一个建设环节，是化工企业得以建立的必经之路。在前期，化工设计为项目决策提供依据，在建设过程中，化工设计又为项目建设提供实施的蓝图，无论新建、改建和扩建项目，还是技术改造和技术挖潜，瓶颈消除，均离不开化工设计；对科研来说，从小试到中试，以及工业化的生产，均需要与化工设计有机结合，新技术，新工艺，新设备的开发工作更离不开化工设计。

化工设计在化工项目建设的整个过程中是一个极其重要的环节，是化工工程建设的灵魂，对工程建设起着主导和决定性作用，对化工工程的投资，质量，进度，环保和安全都起着决定性的作用。

《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》(安监总管三〔2017〕121号)中第十二条“在役化工装置未经正规设计且未进行安全设计诊断”。按照应急管理部《两个导则》（应急〔2019〕78号）的第6.2条规定此情况“应暂扣或吊销企业安全生产许可证”。

可以说：无装置安全规划和安全设计，就无化工安全可言！



02 |

装置安全规划与设计条文解读



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7 装置安全规划与设计(AQ/T3034-2022)

装置安全规划与设计本要素为新增要素。安全规划和设计是化工装置实现本质安全的基础和根本。标准提出了化工装置进行安全规划和设计的程序和要求。在规划阶段，相关单位和人员必须进行风险辨识和风险评估，依据风险辨识和评估结果，按照相关规范、标准，进行厂址的选择、总平面布置。在设计阶段，必须根据项目类型选择符合资质要求的设计单位，依据反应安全风险评估、危险和可操作性分析（HAZOP）、工艺过程危害辨识和风险评估结果、安全仪表系统安全完整性等级（SIL）评估等辨识和评价结果，按照相应标准和规范的要求，结合安全生产的实践经验进行化工装置的设计工作，出具科学、合理、安全的化工装置设计文件，为后期的项目建设和安全平稳运行提供基础保障。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.1 安全规划(项目开工前的工作, 咨询阶段)

4.7.1.1 在建设项目前期论证或可行性研究阶段,相关单位及人员应开展危害辨识,分析拟建项目存在的工艺危害,当地自然地理条件、自然灾害和周边设施对拟建项目的影响,以及拟建项目可能发生的泄漏、火灾、爆炸、中毒等事故对周边防护目标的影响。

主要法规文件:

《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(2012年1月30日国家安全监管总局令第45号公布 根据2015年5月27日国家安全监管总局令第79号修正)

其他法规文件:《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》(安监总36号令)自2011年2月1日起施行,后于2015年4月2日国家安全监管总局令第77号修正。

《中华人民共和国安全生产法》第二十四条。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.1 安全规划(项目开工前的工作, 咨询阶段)

4.7.1.2在工厂选址、总平面布局时,应符合有关设计标准的要求,并按照GB/T37243(《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》)的要求进行定量风险评价(QRA),开展外部安全防护距离计算,以满足GB36894(《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》)所规定的个人与社会可容许风险标准.建设单位应提供项目的危害辨识报告和定量风险评估报告。

GB36894演变过程: 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》 (原安监总40号令, 2011年12月) → 《危险化学品生产储存装置个人可接受风险标准和社会可接受风险标准》 (原安监总13号公告, 2014年5月) → 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 (GB36894)

个人风险基准, 社会风险基准 (下页)



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.1 安全规划(项目开工前的工作, 咨询阶段)

个人风险基准

表 2 个人风险基准

防护目标	个人风险基准/(次/年) ≤	
	危险化学品新建、改建、扩建生产装置和储存设施	危险化学品在役生产装置和储存设施
高敏感防护目标		
重要防护目标	3×10^{-7}	3×10^{-6}
一般防护目标中的一类防护目标		
一般防护目标中的二类防护目标	3×10^{-6}	1×10^{-5}
一般防护目标中的三类防护目标	1×10^{-5}	3×10^{-5}

社会风险基准

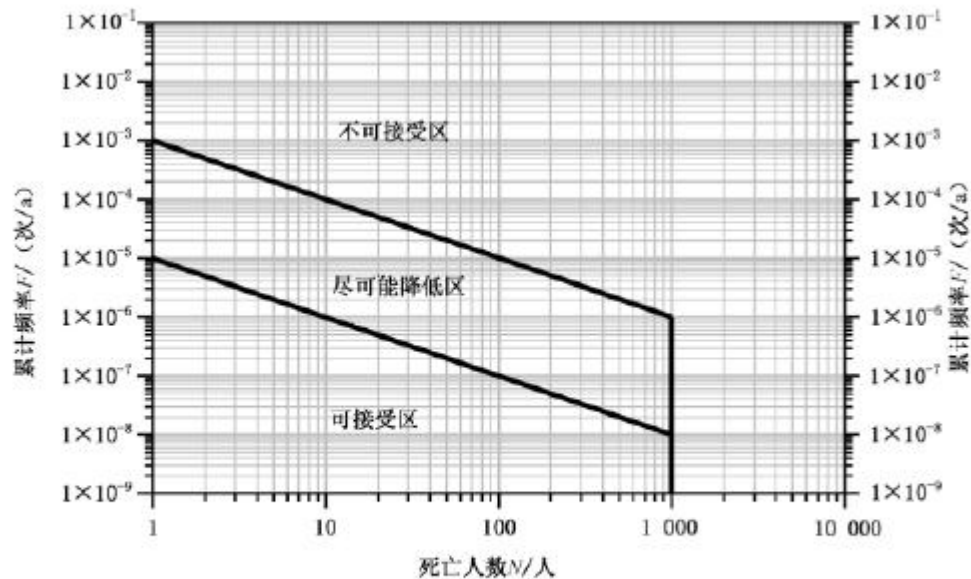


图 1 社会风险基准

其他主要法规文件：《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委〔2020〕3号）。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.1 安全规划(项目开工前的工作, 咨询阶段)

案例一:

江苏响水天嘉宜公司 “3·21”特别重大爆炸事故

响水天嘉宜公司“3·21”爆炸事故已造成64人死亡，失联28人，伤员中危重21人，重伤73人。响水县陈家港化工集中区全部停工。

事故爆炸区域附近有多处住宅区和学校，其中1所幼儿园离事发现场直线距离仅1.1公里，爆炸导致部分孩子受伤。



案例二:

河北张家口盛华化工 “11·28”重大爆燃事故

中国化工集团河北盛华化工有限公司**氯乙烯泄漏扩散至厂外区域**，遇火源发生爆燃，造成24人死亡、21人受伤，38辆大货车和12辆小型车损毁，截止2018年12月24日直接经济损失4148.8606万元。





二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.1.3 危险化学品生产企业搬迁改建及新建化工项目应建设在合规设立的化工园区。

主要法规文件：

发布时间	颁布部门	政策/标准名称	主要内容
2015.11	工信部	《关于促进化工园区规范发展的指导意见》	✓ 针对化工园区的发展提出了安全、绿色、两化融合等6点意见
2016.07	国务院办公厅	《关于石化产业调结构促转型增效益的指导意见》	✓ 明确了化解过剩产能、提升传统产业、安全绿色发展等7项任务，有序推进沿海7大石化产业基地建设等
2016.12	国务院办公厅	《危险化学品安全综合治理方案》	✓ 要求加强化工园区、涉及危险化学品重大风险功能区等区域的风险管控等
2019.08	应急管理部	《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》	✓ 明确了园区规划布局、项目准入和退出、配套设施等6方面评价标准
2019.08	应急管理部	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》	✓ 以化工过程安全管理要素为主线，对企业安全风险排查方式、频次、治理、上报等作出明确要求
2020.02	中共中央办公厅、国务院办公厅	《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》	✓ 重点整治化工园区、化工企业、危险化学品单位等可能存在的违规堆存、随意倾倒、私自填埋危险废物等问题
2020.07	市场监管总局、国家标准化委员会	《化工园区综合评价导则》	✓ 规定了化工园区综合评价的基本原则、评价指标和评价流程
2021.12	工信部、应急管理部等6部委	《化工园区建设标准和认定管理办法（试行）》	✓ 规范化工园区建设和认定管理，提升园区安全、绿色发展水平
2022.03	应急管理部	《“十四五”危险化学品安全生产规划方案》	✓ 到2025年，企业安全改造投入大幅增加，设备工艺、自动化等方面改造成效显著；严格安全许可管理、淘汰落后工艺设备等
2022.04	工信部、发改委等6部委	《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》	✓ 提出要积极引导化工项目进区入园；推进产业数字化转型；加快绿色低碳发展；夯实安全发展基础



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2 安全设计(基础工程设计/初步设计, 详细工程设计/施工图设计阶段)

4.7.2.1 企业应委托具备国家资质要求的设计单位承担建设项目工程设计职责.涉及重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品重大危险源(“两重点一重大”)的大型建设项目,其设计单位资质应为工程设计综合甲级资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气(海洋石油)行业、专业资质甲级。

主要法规文件: 安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》;

应急管理部等四部委2022年6月发布《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》的通知 应急〔2022〕52号;

案例: 西部某自治区, 设计单位资质不符合要求的比例约: 8%。其他省份在相关检查中也发现过此类问题。主要表现是乙级资质或建筑行业资质承担相关化工行业项目的设计等问题。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.2 涉及精细化工的建设项目,设计前应按有关要求¹进行反应安全风险评估。

评估时间: 新建项目在可研阶段, 在生产项目, 按《全国安全生产专项整治三年行动计划》的要求进行。

主要法规文件: 安监总管三〔2017〕1号《国家安全监管总局关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》要求评估范围如下:

“企业中涉及重点监管危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)的间歇和半间歇反应, 有以下情形之一的, 要开展反应安全风险评估:

- 1.国内首次使用的新工艺、新配方投入工业化生产的以及国外首次引进的新工艺且未进行过反应安全风险评估的;
- 2.现有的工艺路线、工艺参数或装置能力发生变更, 且没有反应安全风险评估报告的;
- 3.因反应工艺问题, 发生过生产安全事故的。”



二、装置安全规划与设计的条文解读

《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委〔2020〕3号）：“深化精细化工企业反应安全风险评估。凡列入精细化工反应安全风险评估范围但未开展评估的精细化工生产装置，一律不得生产。现有涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产装置必须于2021年底前完成有关产品生产工艺全流程的反应安全风险评估”

《“十四五”危险化学品安全生产规划方案》（应急〔2022〕22号。2022年3月）中强调“深化精细化工企业反应安全风险评估，建立涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产工艺全流程安全风险评估机制，不断提升人防、物防、技防要求”。

《化工建设项目安全设计管理导则》（AQ/T3033-2022，2022年6月12日实施）中规定：“涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产建设项目应进行有关产品生产工艺全流程的反应安全风险评估，并对相关原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试和蒸馏、干燥、储存等单元操作的风险评估。”，并重点突出了风险评估要素，尤其是重大设计变更前应进行变更风险评估等要求；增加了风险矩阵方法、本质安全审查等相关参考示例。



二、装置安全规划与设计的条文解读

应急管理部、国家发改委等国家四部委发布的《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》（应急〔2022〕52号，2022年6月22日发布）中规定：“涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产建设项目应进行有关产品生产工艺全流程的反应安全风险评估，并对相关原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试和蒸馏、干燥、储存等单元操作的风险评估。”

《精细化工反应安全风险评估规范》（GB/T 42300-2022）于2022年12月30日发布，由应急管理部提出，全国安标委化学品分标委归口管理。首部标准！

同时均要求“**强化精细化工反应安全风险评估结果运用，完善风险管控措施**”。

特别说明，如何把握“全流程”风险评估：1.需要对反应中涉及的原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试，因为这些物质可能具有热敏性，会因为温度升高而发生分解甚至爆炸，干燥过程还存在粉尘爆炸风险；2.在明确其分解温度，分解放热量等基础上，对蒸馏、干燥、储存等单元操作进行安全风险评估；3.对流程分布在多个车间的5种危险化工工艺，对全流程均应进行安全风险评估。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.3在建设项目基础设计阶段应开展危险和可操作性分析(HAZOP),涉及“两重点一重大”建设项目的工艺包设计文件应包括工艺危险性分析报告,设计单位应提供装置的主要风险清单。

主要法规文件：安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》。重点强调：

(1) “建设单位在建设项目设计合同中应主动要求设计单位对设计进行危险与可操作性（HAZOP）审查，并派遣有生产操作经验的人员参加审查，对HAZOP审查报告进行审核。涉及“两重点一重大”和首次工业化设计的建设项目，必须在基础设计阶段开展HAZOP分析。”

(2) 涉及“两重点一重大”建设项目的工艺包设计文件应当包括工艺危险性分析报告。

《石油化工装置工艺设计包（成套技术工艺设计包）内容规定》（SHSG-052-2003）第3.9条。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.4 新建化工装置应设计装备自动化控制系统。

主要法规文件：

安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》要求：“新建化工装置必须设计装备自动化控制系统。应根据工艺过程危险和风险分析结果，确定是否需要装备安全仪表系统。涉及重点监管危险化工工艺的大、中型新建项目要按照《过程工业领域安全仪表系统的功能安全》（GB/T21109）和《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB50770）等相关标准开展安全仪表系统设计。

《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三〔2014〕116号）



二、装置安全规划与设计的条文解读

主要法规文件：

《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委〔2020〕3号）：“继续推进“两重点一重大”生产装置、储存设施可燃气体和有毒气体泄漏检测报警装置、紧急切断装置、自动化控制系统的建设完善，2020年底前涉及“两重点一重大”的生产装置、储存设施的**自动化控制系统（紧急切断装置）的装备投用率必须达到100%**，未实现或未投用的，一律停产整改；**推动涉及重点监管危险化工工艺的生产装置实现全流程自动化控制**，2022年底前，所有涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺装置的**上下游配套装置**必须实现自动化控制”。

主要目的：最大限度减少危险场所操作人员数量；

自动化：远程控制不等同于自动化，存在人为误操作的风险，暂不具备实现全流程自动化的，应在远程控制的基础上逐步优化，最终实现自动化。

全流程：指从原料投入生产开始，到最终产品产出为止的全过程，包括原料预处理、分布化学反应、产品分离及精制等；

上下游配套装置：指与硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺装置（单元）直接相连的各类生产装置和储存设施，既包括上游为反应装置提供原料的储罐、料仓、配料釜等，也包括反应装置下游负责产品提纯或精制的单元等。另：涉及多步反应的生产线中通过管道与上述5类生产工艺装置直接相连的反应釜也包括在内。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.5企业应根据工艺过程危害辨识和风险评估结果、安全仪表系统安全完整性等级(SIL)评估结果,确定安全仪表系统的装备。涉及重点监管危险化工工艺的新建项目应按照GB/T21109 和GB/T50770等标准开展安全仪表系统设计。对涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级或者二级重大危险源,应设置独立的安全仪表系统。

独立的安全仪表系统: 指与其他系统,比如DCS系统,包括传感器、执行元件等均需要独立。

其他主要法规文件: 安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》安监总第40号令(2011年12月1日施行)。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.6 化工装置供配电系统设计应符合《供配电系统设计规范》（GB50052）的要求,爆炸性危险环境的电气仪表设备的设计应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058）的要求。

主要法规文件：《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三〔2017〕121号）中第十二条“涉及可燃和有毒有害气体泄漏的场所未按国家标准设置检测报警装置，爆炸危险场所未按国家标准安装使用防爆电气设备”和“第十四条化工生产装置未按国家标准要求设置双重电源供电”。

应急管理部办公厅《危险化学品重大危险源企业专项检查督导工作方案》（应急厅[2020]23号）第二条重点内容涉及到“防爆电气设备”。

当前化工项目设计和企业现场存在的问题较多，尤其是中小型项目，西部偏远地区在生产企业，从设计到现场均存在较多问题。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.7 气体检测报警系统的设置应满足《石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493)的要求,报警值、报警点位的设置应符合可能泄漏的介质要求。若气体检测报警信号需接入安全仪表系统(SIS),则应符合GB/T21109、GB/T50770的相关要求。

需要强调:可燃和有毒气体检测报警系统应独立于其他系统单独设置。

主要法规文件:安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》中要求“设计单位应重点开展可燃及有毒物料泄漏检测系统等设计文件的安全评审工作”。

主要法规文件:《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准(试行)》(安监总管三〔2017〕121号)中第十二条“涉及可燃和有毒有害气体泄漏的场所未按国家标准设置检测报警装置”。

应急管理部办公厅《危险化学品重大危险源企业专项检查督导工作方案》(应急厅[2020]23号)第二条重点内容涉及到“化学品储罐区和储存仓库可燃气体及有毒气体报警系统”。



二、装置安全规划与设计的条文解读

应急管理部响水3.21事件后发布的《两个导则》（应急〔2019〕78号）安全风险隐患排查的内容：“第4.8.2条 装置运行监测预警及处置情况，内容就包括可燃和有毒气体检测报警设施设置并投用情况”。

《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委〔2020〕3号）：“继续推进“两重点一重大”生产装置、储存设施可燃气体和有毒气体泄漏检测报警装置、紧急切断装置、自动化控制系统的建设完善2020年底前涉及“两重点一重大”的生产装置、储存设施的上述系统装备和使用率必须达到100%，未实现或未投用的，一律停产整改”。“积极推广气体泄漏微量快速检测等先进技术方法的应用”。

《安全生产法》第三十三条：“可燃、有毒气体检测报警器应完好并处于投用状态”。

当前化工项目设计和企业现场存在的问题较多。尤其是中小型项目，西部偏远地区在生产企业，从设计到现场均存在较多问题。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.8企业应依据《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116）的要求设置火灾自动报警设施,并根据装置类型、装置规模、火灾类别、火灾场所,有针对性地设置灭火设施。

涉及其他标准：《石油化工企业设计防火标准》（GB50160）第8.12章专门对火灾报警系统提出了相关要求。

应急管理部《危险化学品重大危险源企业专项检查督导工作方案》（应急厅[2020]23号）第二条重点内容涉及到“企业消防安全主体责任落实情况含火灾自动报警系统等”。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.9涉及爆炸性危险化学品的生产装置控制室、交接班室不应布置在装置区内；涉及甲、乙类火灾危险性的生产装置控制室、交接班室不宜布置在装置区内,确需布置的,应按照《石油化工建筑物抗爆设计标准》(GB50779)进行抗爆设计。具有甲、乙类火灾危险性、粉尘爆炸危险性、中毒危险性的厂房(含装置或车间)和仓库内,不应设置办公室、休息室、外操室、巡检室。

装置区：指一个或一个以上的独立石油化工装置或联合装置组成的区域。精细化工企业的装置区的边界可按照装置（车间）或联合装置（车间）最外沿的连线来确定。

涉及其他标准：《石油化工企业设计防火标准》（GB50160）第4.2.5A条“中央控制室宜布置在行政管理区”；第5.2.18条“布置在装置内控制室、机柜间面向有火灾危险性设备的外墙应为无门窗孔洞，且采用不燃烧材料的实体墙”。与安监总管三〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》要求一致。
(不够严格，留有空间)



二、装置安全规划与设计的条文解读

《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委〔2020〕3号）进一步明确：“涉及爆炸危险性化学品的生产装置控制室、交接班室不得布置在装置区内；涉及甲乙类火灾危险性装置的控制室原则上不得布置，确需布置的，应按照GB50779进行抗爆设计。”

存在问题：抗爆设计计算；休息室、外操室、巡检室的现实问题。



二、装置安全规划与设计的条文解读

4.7.2.10 建设项目安全设计文件经相关主管部门批复后,如有下列情形之一的,建设单位应当重新进行安全评价,并申请审查:

- a) 建设项目周边条件发生重大变化的;
- b) 变更建设地址的;
- c) 主要技术、工艺路线、产品方案或者装置规模发生重大变化的;
- d) 建设项目在安全条件审查意见书有效期内未开工建设,期限届满后需要开工建设的。

主要法规文件:《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》(安监总第36号令),自2011年2月1日起施行,后于2015年4月2日国家安全监管总局令第77号修正,其中规定“原料、设备发生重大变更的、改变安全设施设计且可能降低安全性能的、在施工期间重新设计的也需要报原批准部门审查同意”。

▶▶▶ 03 | 当前我国化工装置（安全）设计的现状、建议



三、当前我国化工装置（安全）设计的现状、建议

现状：大型化工装置，国有企业的化工工程项目，设计单位基本上都是由国有大型设计院完成，工程设计质量能够保障，但安全专篇编制质量尚待加强；而民营或小型企业的化工项目尤其是在西部或偏远地区，甚至民营企业的较大项目多数由中小型设计院承担，这其中虽然大部分设计资质都能满足要求，但设计能力尚待加强，设计文件不系统，专业配置不够齐全，专业之间协同能力较差，还有很多是独立运营的分公司，总体不乐观。而评价单位更是鱼目混珠，个人认为这类机构目前还比较薄弱，起点低，报告质量不高。

建议：1.化工企业在实施项目时，应请具有相应资质的化工设计单位进行工程设计，安全专篇编制，HAZOP审查；设计单位也应对相关设计图纸和文件的合规性严格把关；

2.化工项目安全评价（包括安全现状评价），安全设施验收等机构在项目相关评价、验收等环节应对化工装置的安全有十足的“敬畏心”，对评价文本中的内容应认真负责。

3.对老旧项目和转移项目，应定期做安全设计诊断，对在役装置尤其是老旧装置的安全风险及时动态把控。

最后：各方齐心方能实现本质安全，安全工作远远不只是应急部门的职责！



谢谢!

<http://www.chemicalsafety.org.cn>

