

多相态危化品泄漏应急处置装备

赵祥迪 郑毅 张广文 姜春雨 陈松

国家危险化学品应急救援技术指导中心 中石化安全工程研究院有限公司

一、技术特点

危化品泄漏风险是危化品生产、储存、运输和使用单位重点关注并急需解决的难题，在长周期运行、检维修及突发事故过程中一旦发生泄漏，危化品气、液、固等多相态泄漏物易与周边复杂环境、构筑物等耦合引发中毒、火灾、爆炸、环境污染等次生衍生灾害，造成事故损失。

针对如何安全高效处置复杂空间内的多相态危化品这一技术难题，在国家科技支撑计划课题、国家自然科学基金等支持下，本成果发明了多相态危化品原位安全处置工艺，开发了专用处置剂，研制了高效气液传质调控组件及自吸式填料洗消器件，集成研制了基于气剂集配、模块化装配的国内首套具有自主知识产权的多段式危化品泄漏处置装备。装备整体性能优于国际同类产品，气液固泄漏危化品的处置效率 $>90\%$ ，适用于复杂环境中多相态泄漏危化品的同步分离及高效处置，解决了复杂空间内多相态危化品应急处置装备小型化、普适化的难题。

本技术成果针对泄漏危化品回收处置过程多相态共存、回收过程热点火源清除、毒害物无法同步安全处置的技术难题，提出了兼顾分离收集、气体处理和吸附排放段等一体化的危化品安全处置新工艺，研发了高粘物料气驱式高真空度喷射抽吸、耦合式高效自吸式填料气体洗消等技术模块，解决了复杂空间内危化品残液、细微颗粒和挥发性毒害气体同步处置等技术难题，可实现不同环境下应急装备小型化、多功能及普适化应用。

本技术装置能耗降低 50%以上，可用于处置复杂环境中的气、液、固多相态危化品泄漏物，对于针对易燃易爆、有毒有害气体组分排放浓度低于国家相应排放标准，设备内气体浓度远低于爆炸极限，防爆等级达到 EXdIIBT4 排放标准，有害气体处理效率 95%以上，粉尘处理效率 95%以上，液体回收率 95%以上，优于国际上同类装备。本发明成果集成装备与国外同类先进装备的对比分析表如下：

	吸气量 (m ³ /h)	吸液量 (L/h)	抽吸极限 真空度	处理效率 (%)	能否用于易 燃易爆组分	处理泄漏物 类别	防爆等级
ELASTE C MiniVac II 推车式危 化品洗消 装备 (本项目)	547	/	20kPa	≥80%	否	液、固	否
KARCHER NT 65/2 Eco	≥300	1260	20 kPa	≥95%	能	气、液、固	EXd II BT4
ELASTE C PACS 339 履带式危 化品洗消 装备 (本项目)	244	/	23 kPa	≥70%	否	液、固	EXd II BT4
水平对比	相当	/	相当	优于	优于	优于	优于

二、创新性

本成果针对如何安全高效处置复杂空间内的多相态危化品这一技术难题，提出危化品安全处置新工艺，解决多相态泄漏危化品无法同步安全处置的技术难题；发明集成了气液相分散技术和超亲水表面低流量传质强化技术的耦合式高效自吸式填料气体洗消装置，解决了细微颗粒和挥发性毒害气体处置效率低的问题；开发了具有分离、洗消、吸附协同作用的危化品泄漏高效安全处置成套装备，解决了复杂空间内多相态危化品应急处置装备小型化、普适化的难题。

同时，成果得到院士验收专家组、国内鉴定专家组等国内同行的高度认可，认为成果具有“新颖性、创新性”“……应用前景广阔”等优点；美国流体流动分会主席、伊利诺伊香槟分校系主任、国际著名学者 Anthony M. Jacobi 大段引用本成果，认为“显著降低了洗消液用量，有助于实现低洗消液用量下的气液高效热质传递”。

三、实践应用成效

2017 年以来，技术装备在扬子石化、青岛炼化、山东石油分公司、石家庄炼化、中原油田等多家炼油化工、油品销售企业危化品处置单位获得了应用，应用效果得到了新浪网、石化新闻网、南京日报、中国能源报等多家媒体报道。

扬子石化使用后认为：“……成功在大机组润滑油站、地沟、采样（渣油）承接站、机泵润滑油承接盘、污水井等多个场景进行了应用，可实现渣油、残液、浮油、危废的高效收集处置，有效避免抹布、吸油毡等次生危废的产生。……确保了检修过程中有害物料的转输与安全处置，具备独特的竞争优势及推广价值”。

青岛炼化使用后认为：“……从多个方面对危化品泄漏处置问题进行考虑，适用于防腐防爆的复杂环境要求，装备可根据应用场所、危险化学品介质特征灵活组装，能够有效应对企业的多种泄漏事故”。

中原油田使用后认为：“装备可方便快捷的回收处置受限、低洼等复杂环境区域泄漏的易燃易爆物料，挥发蒸气、细微颗粒、有毒气体等，解决了过去我公司生产场所内危化品泄漏物很难清理处置的难题”。

山东石油认为：“……不仅能够满足油库、加油站日常处理油品泄漏事故的需求，还

能做到泄漏物质的回收再利用，并符合环保要求，使用部门反映良好”。

青岛诺诚化学品安全科技有限公司应用后评论：“研发的系列产品，已应用在青岛、淄博、濮阳等地，经市场及客户反馈，……解决了传统泄漏处置的诸多难题，能够有效应对企业的多种泄漏事故场景，具备独特的竞争优势及推广价值”。

四、推广应用情况

本发明成果的研发成功和推广，解决了危险化学品生产、储存、运输、使用过程中气、液、固类危化品泄漏物缺乏安全、高效应急处置的技术难题，通过多项技术发明创新，实现了复杂环境下易燃易爆物料及其挥发油气、蒸气、细微颗粒、有毒组分等多相态泄漏物的同步收集、分离及深度处置，改变了传统危化品泄漏物应急处置方式，降低了易燃易爆、有毒有害危化品泄漏物引发火灾、爆炸、中毒及环境危害等事故风险升级的可能性，大幅减少事故损失，提高了危化品泄漏应急防护装备的整体水平，对于强化风险防控，从根本上消除事故隐患，有效遏制重特大事故发生具有重要意义。

中国工程院院士、环境工程专家火箭军后勤科学技术研究所侯立安教授评价本项目：“课题研制了自吸雾化填料洗消组件和危化品泄漏负压处置工艺及装备，设计了模块化多元组装技术，应用前景广阔，经济和环境效益显著”。

2017 年以来装备已成功应用在石化炼化、销售等企业危化品泄漏高发区域，储存及频繁使用危化品的加工生产车间等场所，累计推广应用了 40 余项，取得较为明显的经济效益的同时，降低了泄漏引发环境污染、中毒、火灾以及爆炸等风险的可能性，成果的应用推广提高了石油化工等企业的多种危化品泄漏事故的处置能力，同时满足了日常泄漏物质的回收、清理及再利用等环保要求，对于促进山东、江苏等危化品生产、使用较为频繁的经济发达地区的危化品泄漏事故风险防控消除事故隐患，遏制危化品事故发生，保障全面建成社会主义现代化国家的安全稳定环境、生态环境保护等具有重要意义。

五、成果产出情况

本项目已获得授权发明专利 20 余项，获得山东省技术发明奖三等奖、青岛市技术发明奖三等奖、中国职业安全健康协会科学技术奖一等奖等奖励。项目成果已列入 GB 30077《危险化学品单位应急救援物资配备要求》。

六、代表性图片



扬子石化检修现场应用



中原油田石化现场

七、成果联系人

姓名：赵祥迪

邮箱：Zhaoxd.qday@sinopec.com

座机：053283786493

手机：18561555499

地址：青岛市崂山区松岭路 339 号中石化安全工程研究院有限公司