

中国化工学会团体标准

《化学反应量热试验规程》

编制说明

一、任务来源

任务由中国化工学会下达，团体标准立项号为 T/CIESC 0001-2018。由中国石油化工股份有限公司青岛安全研究院化工过程安全研究所、国家应急管理部化学品登记中心鉴别分类部及南京理工大学组织人员制定。

二、目的和意义

化工工艺从工艺开发、设计、优化到开车运行，均遵循“三传一反”的基本规律，其中工艺热安全是基于此衍生出的分支领域，其从反应热力学、反应动力学、传热学、传质学等方面研究、评估化工工艺中化学反应的热失控风险，包括后果严重度和后果发生的可能性，并进一步基于研究、评估结果进行工艺优化、风险识别及事故预防等工作。

近年来，在化工生产、危险品储运等过程中，严重事故频发，均造成较大的人员伤亡及财产损失，事故原因多为对热风险的识别、本质安全化设计、管控以及预防不到位。因此，行业内无论从监管层面、企业运营层面、学术研究层面或是第三方评估咨询层面均越来越重视工艺热安全，相关的法规逐步出台、学术理论及研究成果得到应用、各保护层的相关失控预防技术也逐步得到推广。但由于起步较晚，行业内工艺热安全的相关标准缺口较大，在热风险识别评估、失控预防

技术应用等方面存在不规范、不准确、门槛低的情况，可能对行业安全水平的提高造成阻碍，因此亟待推进工艺热安全领域系列标准的订立、完善工作。

本标准定位为试验规程，旨在推荐一种良好的试验要求及流程的惯例。主要引导标准使用者基于热量衡算原理，根据不同反应的工艺条件设计试验方案及构建试验设备，从而获取准确、本征的热力学数据，进一步可作为热安全风险评估工作的基础。

三、起草工作的简要过程

（一）成立标准编制小组

《化学反应量热试验规程》由中国石油化工股份有限公司青岛安全研究院化工过程安全研究所主要负责。根据项目任务书，成立了《化学反应量热试验规程》编制小组，化工过程安全研究所所长徐伟担任总负责人，工艺安全工程师费轶担任执行负责人，成员由化工过程安全研究所姜杰、张帆等高级工程师、国家应急管理部化学品登记中心黄飞高级工程师以及南京理工大学陈利平副教授组成。通过组织机构的成立，一方面加强标准编制过程中的协调和领导，另一方面保证编制标准的规范性和科学性。

（二）编制标准初稿

2018年8月项目组完成了化工学会团体标准的立项，化工学会专家听取了本规程的立项论证报告，认为立项依据充分，标准内容、技术路线、实施方案和编制提纲可行，并确立了规程的主要内容。

根据化工学会下达的立项意见，编制小组修改完善了规范的结构和相关内容，在此基础上开始了规范的编制工作。本标准制定严格按GB/T1.1《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》，GB/T1.2

《标准化工作导则第 2 部分标准中规范性技术要素内容的确定方法》，GB/T20001.4《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》要求进行。

从接到标准的编制任务开始，参加编写的人员就开始收集国内外有关反应热测试、反应动力学计算、工艺热风险特征参数计算等方面的相关资料，主要包括 GB/T 6425《热分析术语》，GB/T 29174《物质恒温稳定性的热分析试验方法》，GB/T 13464《物质热稳定性的热分析试验方法》，GB/T 17802《动力学常数的热分析试验方法》，NB/SH/T 0859《化学物质热稳定性的测定 热分析法》，NB/SH/T 0632《比热容的测定 差示扫描量热法》，ASTM E1231《Standard Practice for Calculation of Hazard Potential Figures of Merit for Thermally Unstable Materials》，ASTM E2046《Standard Test Method for Reaction Induction Time by Thermal Analysis》，ASTM E659《Standard Test Method for Autoignition Temperature of Chemicals》，ASTM E680《Standard Test Method for Drop Weight Impact Sensitivity of Solid-Phase Hazardous Materials》，ASTM E2890《Standard Test Method for Kinetic Parameters for Thermally Unstable Materials by Differential Scanning Calorimetry Using the Kissinger Method》，ASTM E967《Standard Test Method for Temperature Calibration of Differential Scanning Calorimeters and Differential Thermal Analyzers》等标准的内容，在广泛征求各方专家和生产企业的意见和建议后，与 2019 年 5 月完成了《化学反应量热试验规程》标准初稿。

四、编写原则和确定标准主要内容的依据

根据立项报告和立项意见，确定本规范主要内容。说明如下：

（一）遵循的原则

编制本规范遵守以下原则：

1. 标准编制遵循“科学性、实用性、统一性、规范性”的原则。
2. 由于化工工艺过程的复杂多变性，较难提出严格统一化、普适性的试验规范，因此本标准定位为试验规程，即为反应量热试验过程推荐良好惯例或程序。
3. 本标准基于基本的能量衡算原理，考虑到测试过程中可能涉及到的所有能量分项。
4. 本标准中试验及计算过程中采用的近似假设，符合基本化工规律，其对结果的影响在可接受范围内。
5. 本标准中试验要求及步骤为已有商业设备或使用者自开发设备可以实现且便于操作的。
6. 本标准的编写参考了化工工艺反应风险评估的工程实践经验。

（二）结构层次说明

本标准在常规标准要素的基础上，首先阐明了标准所涉及到的原理，基于原理扩展到了试验方案的设计原则及各能量变量的计算方法，进一步地提出了量热试验的设备构成、测试要求、测试方法等要求。

（三）主要内容及确定依据

前言

1 范围

- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 总则
- 5 原理及计算
 - 5.1 理想等温量热测试方法
 - 5.2 理想绝热量热测试方法
 - 5.3 非理想量热测试方法
 - 5.4 反应热估算方法
 - 5.5 热累积度计算方法
- 6 试验方法
 - 6.1 理想等温量热法
 - 6.2 理想绝热量热法
 - 6.3 非理想测试方法
 - 6.3.1 设备
 - 6.3.2 试验要求
 - 6.3.3 测试步骤
- 7 试验结果
- 8 试验报告

上述主要内容的确定基于三方面，首先测试原理依照化工原理的能量衡算原则；测试规程依据目前行业对于反应量热测试的普遍认同并实施的测试流程；所推荐的仪器设备为商业制造商可提供的

成熟产品。上述三条原则确保本标准的实践过程中的准确性与可操作性。

五、技术经济分析论证和预期的经济效益

由于化工工艺种类庞杂，编写普适、统一的反应量热方法较难实现，因此本标准基于反应量热的基本原理，从能量衡算的角度规定了在实验室反应量热过程中需要考虑到能量分项，并针对每个能量分项提供了参考的计算方法、相关参数的实验获取方法。基于此原理，指导反应量热试验过程中，设备搭建、能量衡算分量的考察、流程模拟等方面的工作，目的是使技术人员能够全面考虑影响因素，从而获取准确、本征的反应热，进一步将该数据作为热风险评估的基础数据。

目前，反应热的获取在行业内无统一的标准，因此造成试验方法、试验设备种类繁多，试验结果准确性无法得到保证，本标准的订立推荐了反应量热测试过程的良好惯例及程序，从而进一步规范工艺热风险评估工作的指标统一性、结果可对照性，也即提高工艺热风险的识别、管控、预防水平。

六、执行本规程的建议

本标准规定了化学反应热的实验室试验测定方法，包括测试过程中的热量衡算方法、测试方法、测试设备等以及反应热的初筛估算方法。本标准适用于理想等温量热法、理想绝热量热法及其他非理想方式的量热方法，可应用于化学品储运过程及化工生产过程中，物质的分解反应、合成反应的反应热测试操作。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

国内现有的相关国标和行标如下，所列五个标准均在本标准中被引用且与本标准无冲突。

GB/T 6425 热分析术语

GB/T 13464 物质热稳定性的热分析试验方法

GB/T 29174 物质恒温稳定性的热分析试验方法

NB/SH/T 0632 比热容的测定差示扫描量热法

SN/T 3078.1 化学品热稳定性的评价指南 第1部分：加速量热仪
法

编写组

2019年06月05日