



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26610.5—2022

代替 GB/T 26610.5—2014

## 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 5 部分：失效后果定量分析方法

Guideline for implementation of risk-based inspection of pressure equipment  
system—Part 5: Quantitative analysis approach of failure consequence

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和符号 .....	1
4 通则 .....	5
5 失效后果定量分析的一般原则和要求 .....	5
6 代表性介质及相关物性的选取 .....	7
7 介质泄漏分析计算 .....	12
8 燃烧后果面积计算 .....	16
9 中毒后果面积计算 .....	22
10 无毒不可燃后果面积计算 .....	26
11 面积后果的确定 .....	27
12 经济后果计算 .....	28
附录 A (规范性) 安全泄放装置开启失效后果定量分析方法 .....	32
附录 B (规范性) 安全泄放装置泄漏失效后果定量分析方法 .....	35
附录 C (规范性) 热交换器管束失效后果定量分析方法 .....	38
附录 D (规范性) 炉管失效后果定量分析方法 .....	40
附录 E (规范性) 泄漏孔和介质存储量的选取原则 .....	43
附录 F (资料性) 经济后果分析的相关数据表 .....	45
参考文献 .....	48

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 26610《承压设备系统基于风险的检验实施导则》的第 5 部分。GB/T 26610 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：基本要求和实施程序；
- 第 2 部分：基于风险的检验策略；
- 第 3 部分：风险的定性分析方法；
- 第 4 部分：失效可能性定量分析方法；
- 第 5 部分：失效后果定量分析方法。

本文件代替 GB/T 26610.5—2014《承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 5 部分：失效后果定量分析方法》，与 GB/T 26610.5—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了各类设备/部件适用的后果表征类型表(见表 1)；
- b) 更改了失效后果定量分析所需要的资料数据(见 5.1, 2014 年版的 5.1)；
- c) 增加了热交换器管束的经济后果等级划分表(见表 3)；
- d) 更改了失效后果定量分析基本工作流程,由文字表述改为图示(见 5.5, 2014 年版的 5.5)；
- e) 更改了后果分析中采用的泄漏孔直径范围(见表 6, 2014 年版的表 4)；
- f) 更改了连续泄漏介质不可能自燃的设备破坏面积计算公式,取消了将后果面积最大值限定在  $929 \text{ m}^2$  范围的条件,合并了介质泄漏相态为液相和气相计算公式,删除了有效泄漏速率计算公式(见 8.5.2, 2014 年版的 8.5.2)；
- g) 更改了连续泄漏介质可能自燃的设备破坏面积计算公式,取消了将后果面积最大值限定在  $929 \text{ m}^2$  范围的条件,合并了介质泄漏相态为液相和气相计算公式,删除了有效泄漏速率计算公式(见 8.5.3, 2014 年版的 8.5.3)；
- h) 更改了瞬时泄漏介质不可能自燃的设备破坏面积计算公式,取消了将后果面积最大值限定在  $929 \text{ m}^2$  范围的条件,合并了介质泄漏相态为液相和气相计算公式,删除了有效泄漏量计算公式(见 8.6.2, 2014 年版的 8.6.2)；
- i) 更改了瞬时泄漏介质可能自燃的设备破坏面积计算公式,取消了将后果面积最大值限定在  $929 \text{ m}^2$  范围的条件,合并了介质泄漏相态为液相和气相计算公式,删除了有效泄漏量计算公式(见 8.6.3, 2014 年版的 8.6.3)；
- j) 更改了基于自燃温度的平衡因子确定公式中的常数(见 8.10.1, 2014 年版的 8.10.1)；
- k) 更改了不同有毒介质的后果面积计算中的参数符号表征(见 9.4, 2014 年版的 9.4)；
- l) 更改了氟化氢和硫化氢中毒后果面积计算公式,降低了公式的复杂程度[见公式(44)和公式(45), 2014 年版的公式(55)和公式(56)]；
- m) 增加了其他常见(10 种)有毒介质瞬时泄漏的中毒后果面积计算方法(见 9.4.4.2)；
- n) 增加了经济后果中环境清理成本涉及的泄漏介质的蒸发比例计算公式中的转换因子(见 12.6.2.2, 2014 年版的 12.6.2.2)；
- o) 更改了安全阀为安全泄放装置,修正了安全泄放装置超压工况下被保护设备内的压力(见附录 A 和附录 B, 2014 年版的附录 A 和附录 B)；
- p) 更改了安全泄放装置轻度至中度泄漏速率计算公式中的相关系数(见 B.3.1.1, 2014 年版的

- B.3.1.1);
- q) 更改了进口公称通径为  $DN > 150$  的安全泄放装置泄放到大气持续泄漏时间(见 B.3.2.1, 2014 年版的 B.3.2.1);
  - r) 更改了热交换器管束更换成本( $cost_{bundle}$ )计算公式中的常系数[见 C.5.1 公式(C.3), 2014 年版的 C.5.1 公式(C.3)];
  - s) 增加了常用的换热器管束材料, 并修正了不同管束材料与碳钢管束的成本因子(见表 C.1, 2014 年版的表 C.1);
  - t) 增加了炉管失效后果定量分析方法的技术内容(见附录 D);
  - u) 更改了不同设备类型对应各种泄漏孔的设备损坏成本(见 F.2.1, 2014 年版的 E.2.1);
  - v) 更改了每种泄漏孔泄漏导致的停工时间估计值(见 F.2.3, 2014 年版的 E.2.3)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本文件起草单位:中国特种设备检测研究院、合肥通用机械研究院有限公司、中国机械工业联合会、南京工业大学、江苏省特种设备安全监督检验研究院、中国石油天然气股份有限公司炼油与化工分公司、中国石化上海石油化工股份有限公司、大庆油田质量安全环保监督评价中心、中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、宁波市特种设备检验研究院、杭州市特种设备检测研究院、中国石油化工股份有限公司天津分公司、中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司。

本文件主要起草人:谢铁军、谢国山、李伟、胡久韶、陈炜、程伟、李光海、杨铁成、赵建平、缪春生、宋晓江、金强、罗广辉、单洪翔、赵保成、汤晓英、竺国荣、李伟忠、李春树、齐兆岳、刘文、王笑梅。

本文件于 2014 年首次发布,本次为第一次修订。

## 引 言

基于风险的检验(RBI)不仅是一种科学可靠的检验模式,还包含了先进的管理维护理念,国内十几年来开展 RBI 的工程应用实践表明,RBI 在我国石化行业为实现生产装置长周期安全运行,降低生产费用,增加经济效益,提升企业竞争力方面发挥了巨大的作用。2011 年首次制定的 GB/T 26610.1 和 2014 年首次制定的 GB/T 26610.2~26610.5,形成了我国的 RBI 技术标准体系,结束了我国开展 RBI 依据国外标准的历史。

本文件(GB/T 26610.5)是 GB/T 26610 的第 5 部分,失效后果是构成承压设备运行风险的必要内容,其分析的目的是对承压设备潜在的失效后果进行分级,本文件为实施 RBI 项目提供科学的失效后果定量分析方法,也可为承压设备基于风险的设计提供相关参考与帮助。

自 GB/T 26610.5—2014 实施以来不断积累了大量的经验数据,待加以吸收和应用;经济后果分析的相关数据与社会物价水平相关,应予以更新保持其分析结果的合理性;国内在基于安全屏障评估技术的失效后果控制方法等方面取得相关的研究成果;结合国外 RBI 技术和有关标准的最新进展,依托国家重点研发计划项目“高参数承压类特种设备风险防控与治理关键技术研究”的关键技术研究,完成了对 GB/T 26610.5—2014 的修订工作。

# 承压设备系统基于风险的检验实施导则

## 第5部分：失效后果定量分析方法

### 1 范围

本文件规定了承压设备系统基于风险的检验(RBI)过程中失效后果的定量分析方法。  
本文件适用于 GB/T 26610.1—2022 所指的承压设备系统。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 26610.4—2022 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第4部分:失效可能性定量分析方法

### 3 术语、定义和符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**经济后果 financial consequence**

设备失效导致的经济损失。

注:包括设备检修或更换成本、设备失效影响区域中其他设备的破坏成本、介质泄漏和由于设备检修或更换所导致的停工成本、失效所导致人员伤害成本、环境清理成本。

##### 3.1.2

**面积后果 area consequence**

根据设备失效影响的区域面积大小而确定的后果。

注:包括设备破坏面积后果以及人员伤害面积后果。

##### 3.1.3

**自燃温度 auto-ignition temperature;AIT**

可燃物质在没有外部火焰、火花等火源的作用下,因受热或自身发热并蓄热发生自行燃烧的最低温度。

##### 3.1.4

**连续泄漏 continuous release**

泄漏持续时间较长,泄漏出来的介质呈椭圆形状扩散的过程。

##### 3.1.5

**瞬时泄漏 instantaneous release**

快速泄漏,泄漏持续时间很短,泄漏出的介质呈单一云团或液池的形式扩散的过程。