



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26610.2—2022

代替 GB/T 26610.2—2014

## 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第2部分：基于风险的检验策略

Guideline for implementation of risk-based inspection of pressure  
equipment system—Part 2: Risk-based inspection plan

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总体要求 .....	2
5 检验时间 .....	2
6 检验类型及选择原则 .....	3
7 检测方法和检验有效性 .....	3
8 检验策略的实施 .....	7
附录 A (规范性) 安全泄放装置检验策略 .....	8
附录 B (规范性) 换热管束检验策略 .....	12
附录 C (资料性) 推荐的检验范围 .....	18
附录 D (资料性) 隔热层和衬里拆除原则 .....	19
参考文献 .....	20

## 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 2 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 26610.2—2014《承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 2 部分：基于风险的检验策略》，与 GB/T 26610.2—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 术语和定义中删除了“腐蚀回路”(见 2014 年版的 3.2)，增加了“评估时间点”“本次停机检修时间点”“下次停机检修时间点”(见 3.3、3.4 和 3.5)；
- b) 基本原则中将“重点关注潜在损伤模式”更改为“重点关注设备的主要损伤模式”(见 4.1, 2014 年版的 4.1)；
- c) 人员及单位要求中增加了有关检测知识要求(见 4.2)；
- d) 增加了制定检验策略的依据和检验策略实施(见 4.3.3, 4.3.5)；
- e) 更改了检验范围的确定依据[见 4.4a), 2014 年版的 4.4a)]；
- f) 增加了“停机内部检验”(见 6.1.2)，对应调整了管道检验类型的选择原则(见 6.2.2, 2014 年版的 6.2.2)；
- g) 增加了“隔热层和衬里拆除原则”(见 6.4、附录 D)；
- h) 更改“检验方法”为“检测方法”(见第 7 章, 2014 年版的第 7 章)；
- i) 更改了检测方法和检测比例的确定原则(见 7.1.1, 2014 年版的 7.1.1)；
- j) 增加了后果控制条款、多损伤同时存在的情况、在线监测内容(见 7.1.4、7.1.5、7.1.6)；
- k) 更改了停机检测方法及检验有效性(见 7.2.2 表 2, 2014 年版的表 2)、在线检测方法及检验有效性(见 7.2.2 表 3, 2014 年版的表 3)，增加了在线监测方法及检验有效性(见 7.2.2 表 4)；
- l) 删除了检验策略的实施中对检验结果的要求(见 2014 年版的 8.2)；
- m) 更改了扩检要求(见 8.2, 2014 年版的 8.3)和再评估要求(见 8.3, 2014 年版的 8.4)；
- n) 增加了下次检验时间的确定原则(见 8.4)；
- o) 更改了安全泄放装置检验策略，增加了爆破片的检验策略内容(见附录 A)，增加检验类型和检验有效性(见 A.3)；
- p) 增加了爆破片检验时间调整表(见表 A.4)；
- q) 更改了安全泄放装置最长检验时间要求(见 A.3.1, 2014 年版的 A.4.1)；
- r) 更改了安全泄放装置风险计算公式[见公式(A.3), 2014 年版公式(A.4)]；
- s) 更改了更换备用管束延寿因子(见表 B.1, 2014 年版的表 B.1)；
- t) 增加了管束失效概率计算依据和管束生产损失费用、环境影响费用、管束更换费用、管束检维修费用的选取依据(见 B.4.2)；
- u) 增加了管束的检测(见 B.5)；

- v) 更改了容器和管道推荐的检验范围(见表 C.1、表 C.2,2014 年版的表 C.1、表 C.2)和优先抽检条件(见 C.5,2014 年版的 C.5);
- w) 更改了采取降风险措施的设备范围(见 C.6、C.7,2014 年版的 C.6、C.7);
- x) 增加了资料性附录“隔热层和衬里拆除原则”(见附录 D);
- y) 将全文中的“损伤机理”更改为“损伤模式”。

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:国家市场监督管理总局、中国特种设备检测研究院、合肥通用机械研究院有限公司、中国石油化工股份有限公司、中国石油天然气集团有限公司、江苏斯尔邦石化有限公司、中海石油化学股份有限公司、中海壳牌石油化工有限公司、中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、广东省市场监督管理局、南京市锅炉压力容器检验研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院无锡分院、广东省特种设备检测研究院。

本文件主要起草人:贾国栋、王辉、陈学东、李志峰、邵珊珊、李军、孙福广、胡明东、杜晨阳、姜海一、何承厚、陈轩、戴澄、杨瑞平、罗传武、杨瑞增、陆军、罗晓明、郑炯、业成、费宏伟、徐鹏、杨景标、王笑梅。

本文件于 2014 年首次发布,本次为第一次修订。

## 引 言

基于风险的检验技术已经在全世界炼化企业有着丰富的应用案例。为了保证基于风险的检验技术在国内规范开展,促进基于风险的检验技术在国内的广泛应用和发展,构建了承压设备在役标准体系,在该标准体系内 GB/T 26610《承压设备系统基于风险的检验实施导则》规定了承压设备系统基于风险的检验工作的实施程序、风险的计算方法、检验策略的制定原则等,GB/T 26610 普遍适用于承压设备系统,GB/T 26610 由五部分构成。

- 第 1 部分:基本要求与实施程序。给出承压设备系统基于风险检验的相关术语和定义,规范风险评估工作流程,提出数据采集、损伤模式识别、失效可能性与失效后果计算、风险管理、风险减缓措施、再评估等工作的一般要求。
- 第 2 部分:基于风险的检验策略。明确检验时间、检验类型、典型损伤类别下检验方法和检验有效性等要求与内容,指导风险评估人员科学地制定检验策略。
- 第 3 部分:风险的定性分析方法。指导风险评估人员开展承压设备系统定性风险分析。
- 第 4 部分:失效可能性定量分析方法。规范失效可能性定量分析程序,确定平均失效概率、设备修正系数、管理系统评价系数、超标缺陷影响系数,指导承压设备系统失效可能性的定量计算。
- 第 5 部分:失效后果定量分析方法。给出失效后果定量分析的一般原则,确定代表性流体选取、泄漏分析、面积后果计算、成本后果计算,指导承压设备系统失效后果的定量计算。

GB/T 26610 的第 1 部分在 2011 年首次制定,其余部分在 2014 年首次制定。经过多年的使用,GB/T 26610 指导了国内承压设备系统的基于风险的检验工作。其中 GB/T 26610.2 给出了承压设备系统基于风险策略的制定方法,明确了检验时间、检验类型、典型损伤停机和在线检测方法及其有效性(部分在线检测方法已经被相关法规采纳),在指导风险评估人员准确、科学地制定承压系统检验策略方面发挥了重要的作用。基于风险的检验工作需要按照 GB/T 26610.1 规定的基本要求和实施程序,采用 GB/T 26610.3、GB/T 26610.4、GB/T 26610.5 确定设备风险情况后,按照 GB/T 26610.2 制定检验策略。

近年来,一些新的变化促使 GB/T 26610 各个部分的修订。首先,法规对检验工作的要求发生了变化,TSG 21 和 TSG D7005 分别于 2016 年和 2018 年完成修订,在基于风险的检验方面提出一些新的要求。其次,无损检测新技术发展迅速,部分在承压设备检验检测等工作中成功应用也丰富了检验策略中检验方法的选择内容,在实际中满足了设备的在线检验和在线监测要求。再次,通过多年的实践,各相关单位在基于风险的检验策略制定和实施过程中也总结了一些新的经验和数据。

因此,为了契合法规要求;结合 GB/T 26610.2—2014 实施过程中的反馈和经验总结,国内近年来在 RBI 技术方面取得的创新性研究成果,以及国外 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 26610.2—2014 的修订工作。

# 承压设备系统基于风险的检验实施导则

## 第2部分：基于风险的检验策略

### 1 范围

本文件规定了承压设备系统基于风险的检验策略(包括检验时间、检验类型、检测方法和检验有效性等)的制定方法。

本文件适用于 GB/T 26610.1 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 26610.1 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第1部分:基本要求和实施程序

GB/T 26610.3 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第3部分:风险的定性分析方法

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

GB/T 26610.5—2022 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

### 3 术语和定义

GB/T 26610.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**检验有效性 inspection effectiveness**

对检验效果的定性分级评价,从高度有效到无效分为5个等级。

#### 3.2

**置信度 confidence**

根据来自母体的一组子样(即观测值),对表征母体的参数进行估计的统计可信程度。

#### 3.3

**评估时间点 assessment date**

执行风险评估的日期。

#### 3.4

**本次停机检修时间点 current overhaul plan date**

风险评估后的第一轮计划停机检修日期。

#### 3.5

**下次停机检修时间点 further overhaul plan date**

风险评估后的第二轮计划停机检修日期。

## 4 总体要求

### 4.1 基本要求

检验策略的制定应以控制设备的风险可接受为目标,重点关注设备的主要损伤模式、损伤速率以及失效模式。

### 4.2 人员及单位要求

检验策略的制定人员应具有足够的工艺流程、材料、腐蚀、检验检测等知识背景和实践经验,并经过风险评估专业培训合格。检验策略的制定单位(风险评估单位)应建立相应的质量控制程序。

### 4.3 通用流程

#### 4.3.1 风险分析计算

采用本文件制定检验策略前,应分别按照 GB/T 26610.4—2022 和 GB/T 26610.5—2022 的规定对承压设备进行失效可能性和失效后果等级的定量分析计算,按照 GB/T 26610.1 的规定确定承压设备的风险。风险的定性分析可用于定量分析前设备的筛选分析,按照 GB/T 26610.3 的规定进行。

#### 4.3.2 确定风险可接受水平

风险可接受水平由使用单位根据自身实际情况确定,但应满足 GB/T 26610.1 的规定,同时应考虑政府关于人员安全的基本要求和使用单位的社会责任。

#### 4.3.3 制定检验策略

根据风险可接受水平、设备的风险和损伤模式,按照本文件的要求制定检验策略。

#### 4.3.4 安全泄放装置及换热管束检验策略

安全泄放装置的检验策略应符合附录 A 的规定,换热管束的检验策略应符合附录 B 的规定。

#### 4.3.5 检验策略的实施

根据本文件制定的检验策略,实施停机检验或在线检验(包括在线监测),并按照使用单位的风险可接受水平给出推荐的下次检验时间。

## 4.4 主要内容

检验策略一般包括以下内容:

- a) 检验时间(或基于风险确定的检验范围);
- b) 检验类型;
- c) 检测方法和检验有效性。

## 5 检验时间

检验时间点一般分为评估时间点、本次停机检修时间点和预计的下次停机检修时间点。检验时间的确定应以在预计的下次停机检修时间点,设备的风险位于可接受水平之下为目标:

- a) 如果在本次停机检修时间点之前,设备的风险已达到或超过风险可接受水平,应立即实施检验;
- b) 如果在预计的下次停机检修时间点之前,设备的风险已达到或超过风险可接受水平,应在本次停机检修时间点实施检验。

设备检验时间的确定按照以上原则进行,也可以参照附录 C 确定。若同一设备的不同部件检验时间不同,则根据最近检验时间点确定设备整体的检验时间。

## 6 检验类型及选择原则

### 6.1 检验类型

#### 6.1.1 容器的检验类型:

- a) 停机内部检验;
- b) 停机外部检验;
- c) 在线检验。

#### 6.1.2 管道的检验类型:

- a) 停机内部检验;
- b) 停机外部检验;
- c) 在线检验。

### 6.2 检验类型的选择原则

#### 6.2.1 容器检验类型的选择原则:

- a) 首次检验:具备条件时应进行停机内部检验,否则进行停机外部检验或在线检验;
- b) 非首次检验:具备条件时优先选择停机内部检验,否则进行停机外部检验或在线检验。

#### 6.2.2 管道检验类型的选择原则:

——具备条件时可选择停机内部检验或停机外部检验,否则进行在线检验。

### 6.3 在线检验的选用原则

如果不具备停机检验的条件,且在线检测方法的有效性能够达到检验策略提出的有效性级别要求,可以选用在线检验。

### 6.4 隔热层和衬里拆除原则

隔热层和衬里拆除原则见附录 D。

## 7 检测方法和检验有效性

### 7.1 检测方法

7.1.1 根据设备潜在的损伤模式确定检测方法,根据损伤的严重程度确定检测比例,检测部位应选择损伤发生可能性最高的区域。

7.1.2 如果实施在线检验,选择检测方法时还应考虑从设备外部检测内部缺陷的能力和温度等操作条件对检验有效性的影响。

7.1.3 首次检验时,不仅应对使用环境下可能发生的损伤实施检测,还应补充对制造、安装质量进行抽查。



7.1.4 若设备的风险以失效后果为主导,还应考虑其他的风险控制措施。实施风险控制措施的具体要求按照 GB/T 26610.1 的规定执行。

7.1.5 当存在多种损伤形态时,应分别选用与损伤形态相对应的方法进行检测。

7.1.6 可以选用在线监测方法对存在相应损伤形态的设备进行监测。监测数据是风险评估原始数据的来源之一。

7.2 检验有效性

7.2.1 检验有效性分级

7.2.1.1 确定检验有效性应考虑下列因素:

- a) 检验类型;
- b) 设备或部件的结构类型;
- c) 损伤模式及失效模式;
- d) 损伤速率或敏感性;
- e) 检测方法和频次;
- f) 受检区域的可检程度。

7.2.1.2 检验有效性分为 5 个级别,见表 1。

表 1 检验有效性分级

检验有效性级别	描 述
高度有效	某种检测方法准确识别某种损伤实际状态的置信度为 80%~100%
中高度有效	某种检测方法准确识别某种损伤实际状态的置信度为 60%~80%
中度有效	某种检测方法准确识别某种损伤实际状态的置信度为 40%~60%
低度有效	某种检测方法准确识别某种损伤实际状态的置信度为 20%~40%
无效	某种检测方法准确识别某种损伤实际状态的置信度小于 20%
注:表中的置信度是指某种检测方法满足相关标准的检测精度要求或经过试验满足现场检测精度的要求。	

7.2.2 检验有效性的选取原则

对于高风险的设备,应采用中高度有效及以上级别的检测方法;对于中风险和高风险的设备,应采用中度有效及以上级别的检测方法;对于低风险的设备可以采用低度有效及以上级别的检测方法。各种检测方法对应的检验有效性级别见表 2、表 3 和表 4。

表 2 停机检测方法及其有效性

检测方法	损伤形态											氢鼓泡或高温氢腐蚀造成的鼓泡
	局部减薄	均匀减薄	点蚀/孔蚀	表面裂纹	近表面裂纹	埋藏裂纹	金相组织变化	尺寸变化	隔热衬里脱落			
目视检测	1,2,3	3,X	1,2,3	3,X	X	X	X	1,2,3	1,2,3			2,3
纵波超声检测	1,2,3	1,2,3	3,X	X	X	3,X	X	X	X			1,2
横波超声检测	X	X	X	2,3 <sup>a</sup>	1,2,3 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	X <sup>1</sup>	X	X			X
衍射时差法超声检测	X	X	2,3 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	X	X	X			1,2 <sup>a</sup>
电磁超声检测	2,3	1,2,3	X	X	X	X	X	X	X			X
相控阵检测	X	X	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	X	X	X			1,2
射线检测	1,2,3	1,2,3	1,2,3	3,X	3,X	3,X	X	X	X			X
磁粉检测	X	X	X	1,2	3,X	X	X	X	X			X
渗透检测	X	X	X	1,2,3	X	X	X	X	X			X
声发射检测	3,X	X	X	2,3 <sup>b</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,3 <sup>b</sup>	X	X	X			3,X <sup>b</sup>
涡流检测	2,3	2,3	1,2	1,2,3	2,3	X	X	X	X			X
漏磁检测	1,2	1,2	1,2	2,3,X	3,X	X	X	X	X			X
尺寸测量	1,2,3	1,2,3	3,X	X	X	X	X	1,2	X			X
金相分析	X	X	X	2,3	X	X	1,2	X	X			2,3 <sup>c</sup>
硬度检测	X	X	X	X	X	X	3,X	X	X			X
超声导波检测	1,2,3	X	X	X	X	X	X	X	X			X

注：1 为高度有效，2 为中度有效，3 为低度有效或无效。

<sup>a</sup> 应用时应注意检查盲区的大小和方位。

<sup>b</sup> 仅对活动性缺陷。

<sup>c</sup> 仅对高温氢腐蚀造成的鼓泡。

表 3 在线检测方法及其检验有效性<sup>a</sup>

检测方法	损伤形态									
	局部减薄	均匀减薄	点蚀/孔蚀	表面裂纹	近表面裂纹	埋藏裂纹	尺寸变化	氢鼓泡或高温氢腐蚀造成的鼓泡		
目视检测	3,X	X	3,X	3,X	X	X	2,3	X		
脉冲涡流检测	2,3	1,2,3	3,X	X	X	X	X	X		
高温纵波超声检测	1,2,3	1,2,3	3,X	X	X	X	X	1,2		
高温横波超声检测	X	X	X	2,3 <sup>b</sup>	1,2,3 <sup>b</sup>	2,3 <sup>b</sup>	X	X		
高温磁粉检测	X	X	X	2,3	3,X	X	X	X		
高温渗透	X	X	X	1,2,3	X	X	X	X		
声发射检测	3,X	X	X	2,3 <sup>c</sup>	2,3 <sup>c</sup>	2,3 <sup>c</sup>	X	3,X <sup>c</sup>		
X射线数字成像检测	1,2,3	1,2,3	1,2,3	3,X	3,X	3,X	X	X		
电磁超声检测	2,3	1,2,3	X	X	X	X	X	X		
超声导波检测	1,2,3	X	X	X	X	X	X	X		

注：1 为高度有效,2 为中高度有效,3 为中度有效,X 为低度有效或无效。

<sup>a</sup> 操作温度在 10℃~60℃ 的设备可以选用表 2 中的检测方法进行在线检测,但需要考虑设备内介质对检验有效性的影响。

<sup>b</sup> 应用时应注意扫描盲区的大小和方位。

<sup>c</sup> 针对活性裂纹。

表 4 在线监测方法及检验有效性<sup>a</sup>

监测方法	损伤形态							
	局部减薄	均匀减薄	点蚀/孔蚀	表面裂纹	近表面裂纹	埋藏裂纹	隔热衬里脱落	氢鼓泡或高温氢腐蚀造成的鼓泡
腐蚀挂片	3,X	2,3	3,X	X	X	X	X	X
电阻探针	3,X	1,2,3	2,3	X	X	X	X	X
壁厚监测系统	2,3	1,2,3	3,X	X	X	X	X	X
Fe 离子监测	3,X	1,2,3	X	X	X	X	X	X
氢通量监测	2,3,X <sup>b</sup>	2,3,X <sup>b</sup>	2,3,X <sup>b</sup>	X	X	X	X	2,3 <sup>d</sup>
红外热成像监测	3,X	X	3,X	X	X	X	1,2	X
在线声发射监测	3,X	X	X	2,3 <sup>c</sup>	2,3 <sup>c</sup>	2,3 <sup>c</sup>	X	3,X <sup>c</sup>

注：1 为高度有效，2 为中高度有效，3 为中度有效，X 为低度有效或无效。

<sup>a</sup> 本表所列监测方法可以直接发现对应的损伤形态；其他通过监测相关数据推断潜在损伤的方法（例如设备的状态监测，包括 pH 值、压力、温度、振动等参数的监测方法）可以与本表中的方法相互结合判定设备是否存在相关损伤，其检验有效性参考该方法的有效性。

<sup>b</sup> 仅对环烷酸腐蚀。

<sup>c</sup> 针对活性裂纹。

<sup>d</sup> 仅适用于高温氢腐蚀引起的鼓包。

## 8 检验策略的实施

8.1 使用单位应根据检验策略，制定检验计划。检验机构应根据检验策略和检验计划，结合现场条件，制定具体的检验方案并实施检验。

8.2 对于评估中由于某一种损伤模式导致的失效可能性大于或等于 4（失效可能性等级划分见 GB/T 26610.4—2022 表 1）的设备，若在检验实施过程中该损伤模式得到验证，则应扩大同一腐蚀回路中设备的检验范围和检验比例。

8.3 检验机构在完成现场检验后，应根据检验检测结果、返修结果、合于使用评价结果，更新评估数据，进行再评估。

8.4 检验机构按照再评估结果，依据使用单位提供的风险可接受水平，给出推荐的下次检验时间。

附录 A

(规范性)

安全泄放装置检验策略

A.1 安全泄放装置风险计算

A.1.1 安全泄放装置开启失效风险的计算：

a) 某一种超压情况下安全泄放装置开启失效的风险按公式(A.1)计算：

$$\text{risk}_{i,j}^{\text{prd}} = P_{i,j}^{\text{prd}} \times C_{i,j}^{\text{prd}} \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

式中：

$\text{risk}_{i,j}^{\text{prd}}$  ——第  $j$  种超压情况下安全泄放装置开启失效风险,单位为元每年；

$P_{i,j}^{\text{prd}}$  ——与第  $j$  种超压情况相关的安全泄放装置开启失效造成的设备超压泄漏可能性,以失效次数表示,单位为次每年；

$C_{i,j}^{\text{prd}}$  ——与第  $j$  种超压情况相关的安全泄放装置开启失效后果,单位为元。

b) 所有超压情况下安全泄放装置开启失效的总风险按公式(A.2)计算：

$$\text{risk}_i^{\text{prd}} = \sum_{j=1}^{\text{ndc}} P_{i,j}^{\text{prd}} \times C_{i,j}^{\text{prd}} = \sum_{j=1}^{\text{ndc}} \text{risk}_{i,j}^{\text{prd}} \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

式中：

$\text{risk}_i^{\text{prd}}$  ——所有超压情况下安全泄放装置开启失效的总风险,单位为元每年；

$\text{ndc}$  ——超压情况次数。

公式中, $P_{i,j}^{\text{prd}}$ 按 GB/T 26610.4—2022 中附录 K 计算, $C_{i,j}^{\text{prd}}$ 按 GB/T 26610.5—2022 中附录 A 计算。

A.1.2 安全泄放装置泄漏风险按公式(A.3)计算：

$$\text{risk}_1^{\text{prd}} = P_1^{\text{prd}} \times C_1^{\text{prd}} \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

式中：

$\text{risk}_1^{\text{prd}}$  ——安全泄放装置泄漏风险,单位为元每年；

$P_1^{\text{prd}}$  ——安全泄放装置泄漏可能性,以失效次数表示,单位为次每年；

$C_1^{\text{prd}}$  ——安全泄放装置泄漏失效后果,单位为元。

公式中, $P_1^{\text{prd}}$ 按 GB/T 26610.4—2022 中附录 K 计算, $C_1^{\text{prd}}$ 按 GB/T 26610.5—2022 中附录 B 计算。

A.1.3 安全泄放装置风险按公式(A.4)计算：

$$\text{risk}^{\text{prd}} = \max(\text{risk}_i^{\text{prd}}, \text{risk}_1^{\text{prd}}) \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中：

$\text{risk}^{\text{prd}}$  ——安全泄放装置总风险,单位为元每年。

A.2 检验类型和检验有效性

A.2.1 检验类型

A.2.1.1 在线检验

安全泄放装置的在线检验是指在在线状态下(安全泄放装置安装在设备上受压或不受压状态下)对安全泄放装置进行的检查和试验。

安全阀在线检验方法包括：

- a) 目视检查；
- b) 采用实际工艺流体进行在线试验；
- c) 采用其他压力源进行在线试验；
- d) 采用辅助开启装置进行在线试验。

爆破片在线检验方法为对爆破片和安全阀之间的空间进行介质泄漏检测(仅适用于爆破片和安全阀串联的情况)。

#### A.2.1.2 离线检验

安全阀的离线检验是指在离线状态下,将安全阀从设备上拆下,对安全阀进行的检验。

- a) 在校验台上对从工艺单元拆下未进行清洁处理的安全阀进行试验,记录初始泄漏压力、开启压力和回座压力。
- b) 在校验台上对拆下已进行清洁或蒸汽吹扫处理的安全阀进行试验,记录初始泄漏压力、开启压力和回座压力。同时目视检查并详细记录安全阀内部零部件状况。
- c) 无启跳试验,仅目视检查并详细记录安全阀内部零部件状况。

爆破片离线检验方法为从工艺单元拆下爆破片,对其破损和变形情况进行目视检查。

#### A.2.2 检验有效性

对于高风险的安全泄放装置,应采用高度有效的检测方法;对于中高风险的安全泄放装置,应采用中高度有效及以上级别的检验方法;对于中风险和低风险的安全泄放装置,可以采用中度有效及以上级别的检验方法。各种检验方法对应的检验有效性级别见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 安全阀检验方法检验有效性

检验有效性级别	安全阀检验方法
高度有效	在校验台上对从工艺单元拆下未进行清洁处理的安全阀进行试验,记录初始泄漏压力、开启压力和回座压力。并采用检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)
中高度有效	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) 在校验台上对拆下已进行清洁或蒸汽吹扫处理的安全阀进行试验,记录初始泄漏压力、开启压力和回座压力,同时目视检查并详细记录安全阀内部零部件状况。并检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)。</li> <li>b) 目视检查,且采用实际工艺流体进行在线试验,并检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)</li> </ol>
中度有效	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) 无启跳试验,仅目视检查并详细记录安全阀内部零部件状况。并检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)。</li> <li>b) 目视检查,并检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质);或采用其他压力源进行在线试验或辅助开启装置进行在线试验</li> </ol>
低度有效或无效	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) 目视检查,且未检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)。</li> <li>b) 无启跳试验</li> </ol>

表 A.2 爆破片检验方法检验有效性

检验有效性级别	爆破片检验方法
高度有效	无
中高度有效	从工艺单元拆下爆破片,对其破损和变形情况进行目视检查。并检查出入口管道堵塞和结垢情况(易结垢介质)
中度有效	对爆破片和安全阀之间的空间进行介质泄漏检测(如适用)
低度有效或无效	未记录任何对爆破片的检查或检测

### A.3 安全泄放装置检验时间

#### A.3.1 最长检验时间

安全泄放装置经过检验重新投入使用后,其最长检验时间为风险达到使用单位确定的可接受水平所对应的时间。

#### A.3.2 检验时间的调整

在检验过程中发现诸如裂纹、腐蚀等问题,检验人员可视其严重程度,以及对安全泄放装置功能的影响程度适当缩短其检验时间,若存在的问题严重影响安全泄放装置正常运行,且难以修复的,则应向使用单位提出更换建议,见表 A.3 和表 A.4。

表 A.3 安全阀检验时间调整表

序号	检验或使用中发现的问题	处理方式
1	轻度	不影响检验时间
	中度	缩短检验时间
	重度	缩短检验时间
	重度且无法修复	更换
2	阀盖,调节螺杆腐蚀粘连无法修复	更换
3	阀体内部腐蚀	视其严重程度缩短检验时间或更换
4	阀座、阀芯损坏严重	更换
5	密封压力达不到试验要求	更换
6	调节圈锈死	更换
7	阀座裂纹	更换
8	调节螺母锈死	更换
9	阀瓣裂纹	更换
10	弹簧断裂	更换
11	出口堵死,无法清除	更换
12	阀体不接触介质部位裂纹	视其严重程度缩短检验时间或更换

表 A.4 爆破片检验时间调整表

序号	检验或使用中发现的问题	处理方式
1	破损和变形	更换
2	泄漏	更换
3	内部或外部腐蚀	视其严重程度缩短检验时间或更换
4	使用温度超过材料蠕变温度门槛值	视其严重程度缩短检验时间或更换
5	安装质量差(安装力矩不准确、机械损伤等)	视其严重程度缩短检验时间或更换



**附录 B**  
(规范性)  
**换热管束检验策略**

**B.1 最大可接受失效概率**

换热管束最大可接受失效概率是换热管失效后果、使用单位设定的风险可接受水平的函数,其关系见公式(B.1):

$$P_{f,\max}^{\text{tube}} = \frac{\text{risk}_{\text{igt}}}{C_f^{\text{tube}}} \dots\dots\dots(\text{B.1})$$

式中:

- $P_{f,\max}^{\text{tube}}$  ——基于使用单位风险可接受水平得到的最大可接受失效概率,单位为次每年;
- $\text{risk}_{\text{igt}}$  ——风险可接受水平,单位为元每年;
- $C_f^{\text{tube}}$  ——管束失效后果,单位为元。

**B.2 检验时间**

**B.2.1 确定原则**

在换热管束风险达到使用单位设定的风险可接受水平( $\text{risk}_{\text{igt}}$ )的日期前应对其实实施检验,选择的检验有效性应保证换热管束运行至下次停机检修时间点时,其风险不超过可接受水平。

**B.2.2 检验时间的初始值**

检验时间的初始值按公式(B.2)计算:

$$t = \eta \cdot [-\ln(1 - P_f^{\text{tube}})]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots(\text{B.2})$$

式中:

- $t$  ——检验时间,单位为年;
- $\eta$  ——Weibull 特征寿命参数,单位为年;
- $P_f^{\text{tube}}$  ——管束失效概率,单位为次每年;
- $\beta$  ——Weibull 形状参数。

取  $P_f^{\text{tube}} = P_{f,\max}^{\text{tube}}$ ,  $\beta$  取默认值 3,  $\eta$  按公式(B.3)和公式(B.4)计算,结果取小值:

a) 利用平均无故障工作时间按公式(B.3)计算:

$$\eta = \frac{\text{MTTF}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} \dots\dots\dots(\text{B.3})$$

式中:

- MTTF ——平均无故障工作时间;
- $\Gamma(x)$  ——关于  $x$  的  $\Gamma$  方程。

b) 利用特定的管束历史情况按公式(B.4)计算:

$$\eta = \left( \sum_{i=1}^N \frac{t_{\text{dur},i}^{\beta}}{r} \right)^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots(\text{B.4})$$

式中:

- $t_{\text{dur},i}$  ——换热器中第  $i$  个管束的服役时间;

- $N$  —— 换热器管束历次更换数量；
- $r$  —— 换热器历次失效的管束数量。

**B.2.3 首检情况下的检验时间**

一般取公式(B.2)中检验时间初始值的一半。

**B.2.4 有检验历史情况下的检验时间**

**B.2.4.1** 对于主要损伤形态为均匀腐蚀的管束,根据管束壁厚测量结果预估将来的失效日期,其计算程序如下。

- a) 换热管束的壁厚减薄速率可以根据其制造平均壁厚和上次检验实测平均壁厚按公式(B.5)进行计算:

$$t_{rate} = \frac{\bar{t}_{orig} - \bar{t}_{insp}}{t_{dur}} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

- $t_{rate}$  —— 管束的减薄速率,单位为毫米每年;
- $\bar{t}_{orig}$  —— 换热管制造平均壁厚,单位为毫米(mm);
- $\bar{t}_{insp}$  —— 换热管实测平均壁厚,单位为毫米(mm);
- $t_{dur}$  —— 管束的服役时间,单位为年。

- b) 根据剩余壁厚分数确定失效时间点,按公式(B.6)计算基于检验修正的管束预期服役年限( $PBL_{adj}$ ):

$$PBL_{adj} = \frac{RWT_f \cdot \bar{t}_{orig}}{t_{rate}} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

- $PBL_{adj}$  —— 基于检验修正的管束预期服役年限,单位为年;
- $RWT_f$  —— 失效指数,定义为剩余壁厚的分数。
- 剩余壁厚分数  $RWT_f$  默认值为 0.75,也可以自行赋值。

**B.2.4.2** 若无法获取壁厚减薄速率计算所需要的换热管壁厚数据,或者损伤形态不仅仅是均匀腐蚀,则根据自上次检验以来管束预期剩余服役年限 ERL,计算基于检验修正的管束预期服役年限( $PBL_{adj}$ ):

$$PBL_{adj} = t_{dur} + ERL \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

ERL —— 管束预期剩余服役年限,单位为年。

**B.2.4.3** 若根据公式(B.6)或公式(B.7)确定了基于检验修正的管束预期服役年限,则通过增加基于检验修正的管束预期服役年限作为另外的失效点,按公式(B.8)可以确定管束修正的 Weibull 特征寿命参数:

$$\eta = \left( \sum_i^N \frac{t_{dur,i}^\beta}{r} \right)^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$t_{dur,i}$  —— 换热器中第  $i$  个管束的服役时间,单位为年。

**B.2.4.4** 将  $\eta_{mod}$  代替公式(B.2)中的  $\eta$ ,则可计算出有检验历史情况下的检验时间。

**B.2.5 管束延寿措施的影响**

换热管束检验之后的延寿方法以及管束预期服役年限延寿因子(LEF)见表 B.1,根据公式(B.9)以及 LEF 值计算调整后的服役时间:

$$t_{adj_{dur}} = (1 - LEF) t_{dur} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

$t_{adj_{dur}}$ ——管束调整后的服役时间，单位为年；

LEF ——管束预期服役年限的延寿因子。

表 B.1 管束延寿方法

延寿方法	管束预期服役年限延寿因子(LEF)
堵管	0.10
管束旋转 180°	0.50
更换部分管子	0.50
更换全部管子	0.75
更换备用管束	0.50

**B.3 经济成本分析确定换热管束检验或更换策略**

**B.3.1** 在本次停机检修时间点，换热管束不实施检验或者不更换，直至预计的下次停机检修时间点所造成的预期风险增量  $EIR_{ii}^{t2}$  可以根据公式(B.10)进行计算：

$$EIR_{ii}^{t2} = C_f^{tube} \left( 1 - \left[ \frac{1 - P_f^{tube}(t_2)}{1 - P_f^{tube}(t_1)} \right] \right) \dots\dots\dots(B.10)$$

式中：

$EIR_{ii}^{t2}$ ——在本次停机检修时间和预计的下次停机检修时间  $t_1$  和  $t_2$  之间预期风险增量，单位为元每年；

$t_1$  ——本次停机检修时间点；

$t_2$  ——预计的下次停机检修时间点。

**B.3.2** 根据公式(B.10)计算实施检验或者更换的费用与不采取措施造成的风险增量进行比较，若检验或者更换的成本低于预计的风险增量，则应进行检验或更换，判断条件如下：

$$(cost_{insp} + cost_{maint}) \cdot (1 + ROR) < EIR_{ii}^{t2} \dots\dots\dots(B.11)$$

式中：

$cost_{insp}$  ——管束检验费用，单位为元；

$cost_{maint}$  ——管束检维修费用，包括抽出管束、检验辅助以及更换过程中的相关费用，单位为元；

ROR ——收益率。

$$(cost_{bundle} + cost_{maint}) \cdot (1 + ROR) < EIR_{ii}^{t2} \dots\dots\dots(B.12)$$

式中：

$cost_{bundle}$  ——管束更换费用，单位为元；

$cost_{maint}$  ——管束检维修费用，包括抽出管束、检验辅助以及更换过程中的相关费用，单位为元。

若满足公式(B.11)则检验，若满足公式(B.12)则更换。

管束失效概率( $P_f^{tube}$ )计算按 GB/T 26610.4—2022 中附录 L 的规定。管束维修或更换导致的生产损失( $cost_{prod}$ )、环境影响费用( $cost_{env}$ )、管束更换费用( $cost_{bundle}$ )、管束检维修费用( $cost_{maint}$ )按 GB/T 26610.5—2022 中附录 C 的规定。

**B.4 管束最优更换周期**

**B.4.1 一般原则**

换热管束失效产生的所有相关费用与周期性计划停机更换管束的所有相关费用总和最小时，管束

更换周期值最优。

#### B.4.2 造成非计划停机的失效风险

管束计划更换周期内,管束失效风险按公式(B.13)来计算:

$$\text{risk}_i^{\text{tube}}(\text{tr}) = C_i^{\text{tube}} \cdot P_i^{\text{tube}}(\text{tr}) \quad \dots\dots\dots(\text{B.13})$$

式中:

$\text{risk}_i^{\text{tube}}(\text{tr})$ ——在管束计划更换周期内,管束失效风险,单位为元每年;

$\text{tr}$ ——管束计划更换周期,单位为年。

公式(B.13)中, $C_i^{\text{tube}}$ 按公式(B.14)计算得到:

$$C_i^{\text{tube}} = \text{cost}_{\text{prod}} + \text{cost}_{\text{env}} + \text{cost}_{\text{bundle}} + \text{cost}_{\text{maint}} \quad \dots\dots\dots(\text{B.14})$$

式中:

$\text{cost}_{\text{prod}}$ ——停车对管束进行维修或更换导致的生产损失,单位为元;

$\text{cost}_{\text{env}}$ ——管束泄漏导致的环境影响费用,单位为元。

管束维修或更换导致的生产损失( $\text{cost}_{\text{prod}}$ )、环境影响费用( $\text{cost}_{\text{env}}$ )、管束更换费用( $\text{cost}_{\text{bundle}}$ )、管束检修费用( $\text{cost}_{\text{maint}}$ )按 GB/T 26610.5—2022 中附录 C 的规定。

#### B.4.3 计划停机的管束更换费用

管束计划更换周期内,管束更换费用按公式(B.15)来进行计算:

$$\text{cost}_{\text{prb}}(\text{tr}) = C_{f,\text{plan}}^{\text{tube}} \cdot [1 - P_i^{\text{tube}}(\text{tr})] \quad \dots\dots\dots(\text{B.15})$$

式中:

$\text{cost}_{\text{prb}}(\text{tr})$ ——管束计划更换周期内,管束更换的费用,单位为元每年;

$C_{f,\text{plan}}^{\text{tube}}$ ——基于管束计划更换周期下的管束失效后果,单位为元。

公式(B.15)中, $C_{f,\text{plan}}^{\text{tube}}$ 按公式(B.16)计算:

$$C_{f,\text{plan}}^{\text{tube}} = \text{unit}_{\text{prod}} \cdot \left( \frac{\text{rate}_{\text{red}}}{100} \right) \cdot D_{\text{sd,plan}} + \text{cost}_{\text{env}} + \text{cost}_{\text{bundle}} + \text{cost}_{\text{maint}} \quad \dots\dots\dots(\text{B.16})$$

式中:

$\text{unit}_{\text{prod}}$ ——装置每天的生产利润,单位为元每天;

$\text{rate}_{\text{red}}$ ——管束故障导致的生产率下降, %;

$D_{\text{sd,plan}}$ ——计划停机检修管束所需要的时间,单位为天。

#### B.4.4 总费用的优化

管束预期服役年限内,总费用按公式(B.17)计算:

$$\text{cost}_{\text{total}}(\text{tr}) = \frac{\text{risk}_i^{\text{tube}}(\text{tr}) + \text{cost}_{\text{prb}}(\text{tr})}{365.24 \cdot \text{ESL}_n} \quad \dots\dots\dots(\text{B.17})$$

式中:

$\text{cost}_{\text{total}}(\text{tr})$ ——管束计划更换周期内,管束更换计划的总费用,单位为元每年;

$\text{ESL}_n$ ——管束预期服役年限,单位为年。

管束预期服役年限按公式(B.18)计算:

$$\text{ESL}_n = \text{ESL}_{\text{fail},n} + \text{ESL}_{\text{pass},n} \quad \dots\dots\dots(\text{B.18})$$

式中:

$\text{ESL}_{\text{fail},n}$ ——管束计划更换周期内,管束失效的平均服役年限,单位为年;

$\text{ESL}_{\text{pass},n}$ ——管束计划更换周期内,管束没有失效的平均服役年限,单位为年。

管束计划更换周期内,管束失效的平均服役年限和没有失效的平均服役年限分别按照公式(B.19)

和公式(B.20)计算:

$$ESL_{fail,n} = ESL_{fail,n-1} + tr_n (P_{f,n}^{tube} - P_{f,n-1}^{tube}) \dots\dots\dots (B.19)$$

式中:

- ESL<sub>fail,n</sub> ——管束计划更换周期内,管束失效的平均服役年限,单位为年;
- tr<sub>n</sub> ——管束计划更换周期,单位为年;
- P<sub>f</sub><sup>tube</sup> ——管束失效概率,单位为次每年。

$$ESL_{pass,n} = t_n (1 - P_{f,n}^{tube}) \dots\dots\dots (B.20)$$

式中:

- ESL<sub>pass,n</sub> ——管束计划更换周期内,管束没有失效的平均服役年限,单位为年;
- t ——时间,单位为年;
- P<sub>f</sub><sup>tube</sup> ——管束失效概率,单位为次每年。

**B.4.5 计算程序**

总费用达到最小的时间即为换热管束最优更换周期,按如下步骤确定其最优更换周期:

- a) 选择时间步长 t<sub>s</sub> 和增量数目 n,时间步长的单位为天,最大值为 7;增量数目 n 的初始值为 1,每次的增量均为 1,表示为 n=n+1;
- b) 确定管束计划更换周期 tr<sub>n</sub>,可通过增量数目 n 与时间步长 t<sub>s</sub> 相乘得到,见公式(B.21):

$$tr_n = n \cdot t_s \dots\dots\dots (B.21)$$

- c) 根据公式  $P_{f,n}^{tube}(tr_n) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{tr_n}{\eta_{mod}}\right)^\beta\right]$ ,计算当增量为 n 时,在计划更换周期内的管束失效概率 P<sub>f,n</sub><sup>tube</sup>(tr<sub>n</sub>),式中的时间单位为年;
- d) 根据公式(B.19)计算在计划更换周期前,可能会发生失效的管束平均服役年限 ESL<sub>f,n</sub>;
- e) 根据公式(B.20)计算在计划更换周期前,不会发生失效的管束平均服役年限 ESL<sub>p,n</sub>;
- f) 根据公式(B.18)计算管束预期服役年限 ESL<sub>n</sub>,注意起始条件为 n=1, tr=t<sub>s</sub>, ESL<sub>f,n-1</sub>=0.0;
- g) 根据公式(B.13)计算计划更换周期内的管束失效风险 risk<sub>f</sub>(tr);
- h) 根据公式(B.15)计算计划更换周期内的管束更换费用 cost<sub>prb</sub>(tr);
- i) 根据公式(B.17)计算计划更换周期下管束预期服役年限内的总费用 cost<sub>total</sub>(tr);
- j) 增量增加 1(n=n+1),重复 B.4.5 b)~B.4.5 i)的计算过程,直到计算出 cost<sub>total</sub>(tr)最小值为止;
- k) 管束最佳更换周期 t<sub>opt</sub>为 cost<sub>total</sub>(tr)最小时的 tr 值。

**B.5 管束的检测**

**B.5.1 检测方法和检验有效性**

根据管束的损伤形态确定检测方法,一般可选择的方法有:目视检测(VT)、涡流检测(ET)、局部磁饱和涡流(PSET)、漏磁(MFL)、旋转超声检测(IRIS)、横波旋转超声检测(SWIRIS)、远场涡流(RFET)、磁粉检测(MT)、渗透检测(PT)等,见表 B.2。

**B.5.2 检测位置**

管束按以下要求确定检测位置:

- a) 靠近入口接管的头三排和靠近出口接管的最后两排换热器;
- b) 管束外周每隔一根抽查,管束内周换热器选择性抽查;
- c) 出现过损伤的区域,或未检测过的区域;
- d) 具有环境开裂机理的或温差应力较大的管束还应考虑管子和管板接头的检测;

e) 检测区域抽查换热管发现问题的,该区域其他换热器扩检。

表 B.2 管束检测方法和检验有效性

检测方法	损伤形态			适用材料
	减薄	裂纹	微振磨损	
目视检测(VT)	3	X	1,2	铁磁性材料和非铁磁性材料 (管接头、U形管段、折流板位置)
涡流检测(ET)	1,2,3	X	2	非铁磁性材料
局部磁饱和涡流(PSET)	2,3	2,3	2	铁磁性材料
漏磁(MFL)	1,2,3	3,X	1,2,3	铁磁性材料
旋转超声检测(IRIS)	1,2,3	X	1,2,3	铁磁性材料和非铁磁性材料
横波旋转超声检测(SWIRIS)	X	1,2,3	X	铁磁性材料
远场涡流(RFET)	1,2,3	3,X	2	铁磁性材料
磁粉检测	X	1,2,3	X	铁磁性材料(管接头)
渗透检测	X	1,2,3	X	铁磁性材料和非铁磁性材料 (管接头)

注: 1 为高度有效,2 为中高度有效,3 为中度有效,X 为低度有效或无效。

**附录 C**  
(资料性)  
**推荐的检验范围**

C.1 容器的检验范围见表 C.1。

**表 C.1 容器的检验范围**

%

本次停机检修时间点的风险等级	检验范围	
	一般保守程度	较高保守程度
高风险	100	100
中高风险	≥80	100
中风险	≥30	≥50
低风险	≥10	≥20

C.2 管道的检验范围见表 C.2。

**表 C.2 管道的检验范围**

%

本次停机检修时间点的风险等级	检验范围	
	一般保守程度	较高保守程度
高风险	100	100
中高风险	≥80	100
中风险	≥20	≥30
低风险	≥5	≥10

C.3 按照表 C.1 和表 C.2 给出的范围实施的检验,包括本次停机检修时间点实施的停机检验和其他时间实施的在线检验。

C.4 首次检验时,建议按照较高保守程度确定检验范围。

C.5 确定检验范围时,应保证覆盖所有腐蚀回路,并优先抽检满足以下条件的设备:

- a) 失效可能性大于或等于 3 的(失效可能性等级划分见 GB/T 26610.4—2022 表 1);
- b) 材质劣化和环境开裂敏感性较高的;
- c) 有衬里的;
- d) 超过设计寿命的;
- e) 在疲劳工况下使用的;
- f) 使用过程中出现问题或已经产生明显失效的。

C.6 对于在本次停机检修时间点前在风险可接受水平之上的设备,应在停机前采取在线检验、监测或失效后果控制等措施降低风险。

C.7 对于在预计的下次停机检修时间点前在风险可接受水平之上的设备,在本次停机检修时间点到下次停机检修时间点之间,应采取在线检验等措施降低风险。

**附录 D**  
**(资料性)**  
**隔热层和衬里拆除原则**

### D.1 隔热层的拆除原则与拆除部位

风险评估认为存在保温层下腐蚀(CUI)损伤模式且出现以下情况之一的(包括但不限于),则需要拆除怀疑部位的隔热层检查设备表面状况:

- a) 隔热层破损、泄漏(内漏或外漏)或有泄漏痕迹,或曾出现过此种情况;
- b) 温度处于最敏感的 100 ℃~121 ℃或-10 ℃~年平均空气露点温度区间,或存在间歇操作工况;
- c) 使用时间长(距离隔热层、涂层上次施工年限大于 10 年);
- d) 吸湿性大的隔热层(见表 D.1);
- e) 停用 2 年以上。

**表 D.1 隔热层吸湿性表**

序号	隔热层种类	隔热层类型	吸湿性
1	颗粒类	硅酸钙	大
2		膨胀珍珠岩	中
3		硅土气凝胶	大
4	纤维类	矿棉	大
5		玻璃纤维	大
6	泡沫类	泡沫玻璃	小
7		聚氨酯	小
8		聚异氰脲酸酯泡沫	小
9		泡沫胶	中
10		聚苯乙烯泡沫	小
11		酚醛泡沫	中

### D.2 衬里的拆除原则

#### D.2.1 金属衬里的拆除原则如下:

- a) 可拆衬里(条带、衬板):完好或虽然发现腐蚀但未深及基材,则不必拆除;若发现腐蚀且深及基材,则拆除怀疑部位的衬里检查容器基材内表面状况;若发现开裂、孔洞、鼓包,则拆除怀疑部位的衬里检查容器表面状况;
- b) 不可拆衬里(复合板、堆焊):完好或发现腐蚀、开裂、孔洞,不论是否深及基材,均不必拆除;若发现鼓包、剥离(影响正常使用),则去除怀疑部位的衬里检查容器表面状况。

**D.2.2 非金属内部隔热耐磨衬里完好则不必拆除,若发现开裂、剥离、脱落,则应拆除怀疑部位的衬里检查容器表面状况。**



参 考 文 献

- [1] GB/T 30579 承压设备损伤模式识别
-

中华人民共和国  
国家标准  
承压设备系统基于风险的检验实施导则  
第2部分：基于风险的检验策略  
GB/T 26610.2—2022

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)  
网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

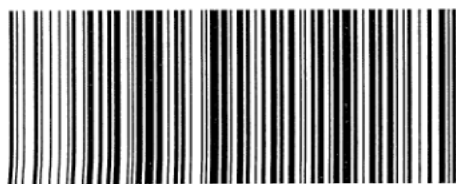
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 50 千字  
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

\*

书号：155066·1-69857 定价 34.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 26610.2-2022



码上扫一扫 正版服务到

