



中华人民共和国国家标准

GB/T 4732.5—2024

压力容器分析设计 第5部分：弹塑性分析方法

Pressure vessels design by analysis—
Part 5: Elastic plastic analysis method

2024-07-24 发布

2024-07-24 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	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	1
4 基本要求	3
5 塑性垮塌	4
6 局部过度应变	6
7 屈曲	9
8 疲劳	11
9 棘轮	13
附录 A (规范性) 高温蠕变分析设计方法	15
附录 B (规范性) 塑性垮塌的二元评定准则	22
附录 C (规范性) 极限、安定和棘轮载荷边界的直接算法	25
附录 D (规范性) 材料的弹塑性应力-应变关系	31

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 4732《压力容器分析设计》的第 5 部分。GB/T 4732 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：材料；
- 第 3 部分：公式法；
- 第 4 部分：应力分类方法；
- 第 5 部分：弹塑性分析方法；
- 第 6 部分：制造、检验和验收。

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、浙江大学、清华大学、上海理工大学、北京化工大学、中国寰球工程有限公司北京分公司、合肥通用机械研究院有限公司、中国石化工程建设有限公司、天津理工大学。

本文件主要起草人：陈志伟、郑津洋、陆明万、刘应华、杨国义、苏文献、段成红、杨洁、聂德福、沈鋈、李克明、黄勇力、李涛。

引 言

GB/T 4732《压力容器分析设计》给出了压力容器按分析设计方法进行建造的要求,GB/T 150 基于规则设计理念提出了压力容器建造的要求。压力容器设计制造单位可依据设计具体条件选择两种建造标准之一实现压力容器的建造。

GB/T 4732 由 6 个部分构成。

- 第 1 部分:通用要求。目的在于给出按分析设计建造的压力容器的通用要求,包括相关管理要求、通用的术语和定义以及 GB/T 4732 其他部分共用的基础要求等。
- 第 2 部分:材料。目的在于给出按分析设计建造的压力容器中的钢制材料相关要求及材料性能数据等。
- 第 3 部分:公式法。目的在于给出按分析设计建造的压力容器的典型受压元件及结构设计要求。具体给出了常用容器部件按公式法设计的厚度计算公式。GB/T 4732.3 可作为 GB/T 4732.4、GB/T 4732.5 的设计基础,也可依据 GB/T 4732.3 自行完成简化的、完整的分析设计。
- 第 4 部分:应力分类方法。目的在于给出按分析设计建造的压力容器中采用应力分类法进行设计的相关规定。
- 第 5 部分:弹塑性分析方法。目的在于给出按分析设计建造的压力容器中采用弹塑性分析方法进行设计的相关规定。
- 第 6 部分:制造、检验和验收。目的在于给出按分析设计建造的压力容器中所涵盖结构形式容器的制造、检验和验收要求。

GB/T 4732 包括了基于分析设计方法的压力容器建造过程(即指材料、设计、制造、检验、试验和验收工作)中需要遵循的技术要求、特殊禁用规定。由于 GB/T 4732 没有必要,也不可能囊括适用范围内压力容器建造中的所有技术细节,因此,在满足安全技术规范所规定的基本安全要求的前提下,不限制 GB/T 4732 中没有特别提及的技术内容。GB/T 4732 不能作为具体压力容器建造的技术手册,也不能替代培训、工程经验和工程评价。工程评价是指由知识渊博、娴于规范应用的技术人员所作出针对具体产品的技术评价。工程评价需要符合 GB/T 4732 的相关技术要求。

GB/T 4732 不限制实际工程建造中采用其他先进的技术方法,但工程技术人员采用先进的技术方法时需要作出可靠的判断,确保其满足 GB/T 4732 的规定。

GB/T 4732 既不要求也不限制设计人员使用计算机程序实现压力容器的分析设计,但采用计算机程序进行分析设计时,除需要满足 GB/T 4732 的要求外,还要确认:

- 所采用程序中技术假定的合理性;
- 所采用程序对设计内容的适用性;
- 所采用程序输入参数及输出结果用于工程设计的正确性。

进行应力分析设计计算时可以选择或不选择以 GB/T 4732.3 作为设计基础,进而采用 GB/T 4732.4 或 GB/T 4732.5 进行具体设计计算以确定满足设计计算要求中防止结构失效所要求的元件厚度或局部结构尺寸。当独立采用 GB/T 4732.4 或 GB/T 4732.5 作为设计基础时,无需相互满足。

压力容器分析设计

第5部分：弹塑性分析方法

1 范围

本文件规定了基于弹塑性理论的压力容器分析设计方法,包括术语与符号、基本要求、载荷组合工况,以及塑性垮塌、局部过度应变、屈曲、疲劳和棘轮 5 种失效模式的评定步骤。

本文件适用于 GB/T 4732.1—2024 所涵盖的压力容器。

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 4732.1—2024	压力容器分析设计	第1部分:通用要求
GB/T 4732.2—2024	压力容器分析设计	第2部分:材料
GB/T 4732.3—2024	压力容器分析设计	第3部分:公式法
GB/T 4732.4—2024	压力容器分析设计	第4部分:应力分类方法
GB/T 4732.6—2024	压力容器分析设计	第6部分:制造、检验和验收

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

GB/T 4732.1—2024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

成形应变 forming strain

元件成形引起的残余应变。

3.1.2

单轴应变极限 uniaxial strain limit

单向应力状态下材料的应变极限。

3.1.3

三轴应变极限 triaxial strain limit

三向应力状态下材料的应变极限。

3.1.4

二倍屈服法 twice yield method

以零为起点载荷、载荷范围为终点载荷,采用应力范围-应变范围表示的循环应力-应变曲线,在单调加载条件下进行弹塑性分析的疲劳评定方法。

3.1.5

逐个循环分析法 cycle-by-cycle analysis method

基于随动强化模型,采用应力幅-应变幅表示的循环应力-应变曲线,对给定的载荷循环逐个进行弹