



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16507.4—2022

代替 GB/T 16507.4—2013

## 水管锅炉 第 4 部分：受压元件强度计算

Water-tube boilers—  
Part 4: Strength calculation of pressure parts

2022-03-09 发布

2022-10-01 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 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
5 许用应力 .....	3
6 计算壁温 .....	3
7 计算压力 .....	5
8 减弱系数 .....	6
9 元件厚度 .....	10
10 计算厚度 .....	11
11 开孔补强 .....	17
12 厚度附加量 .....	22
13 最高允许压力 .....	23
14 附加应力校核 .....	25
15 结构限制和要求 .....	26
附录 A (规范性) 锅筒低周疲劳寿命计算 .....	33
附录 B (规范性) 确定元件最高允许工作压力的试验和有限元分析验证法 .....	40
附录 C (规范性) 设计附加压力( $\Delta p_a$ )取值 .....	44
附录 D (资料性) 工艺附加厚度取值 .....	45
附录 E (资料性) 开孔减弱截面的抗弯截面模量( $W_{x1}$ )的近似算法 .....	47
参考文献 .....	49

## 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。

本文件为 GB/T 16507《水管锅炉》的第 4 部分。GB/T 16507 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：材料；
- 第 3 部分：结构设计；
- 第 4 部分：受压元件强度计算；
- 第 5 部分：制造；
- 第 6 部分：检验、试验和验收；
- 第 7 部分：安全附件和仪表；
- 第 8 部分：安装与运行。

本文件代替 GB/T 16507.4—2013《水管锅炉 第 4 部分：受压元件强度计算》，与 GB/T 16507.4—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了受压元件的范围，增加了启动（汽水）分离器（见第 1 章，2013 年版的第 1 章）；
- 更改并增加了本部分用到的术语和定义（见第 3 章，2013 年版的第 3 章）；
- 更改了低周疲劳寿命计算的使用范围，允许启动（汽水）分离器参照使用（见 4.2，2013 年版的 4.2）；
- 增加了相邻温度之间的材料许用应力值用算术内插法确定和材料许用应力值应舍去小数点后的数字的规定（见 5.2.1）；
- 更改了确定计算压力的相关条款（见 7.3，2013 年版的 7.3）；
- 增加了凸形封头开孔补强计算规定（见 10.3.8、11.2、11.3.6、11.5.6、11.5.8）；
- 增加了承受外压的凸形封头的计算方法（见 10.3.9）；
- 增加了弯管或弯头和圆弧形集箱筒体计算厚度公式的适用范围（见 10.6.5）；
- 增加了开孔补强接管的焊缝高度规定（见 11.4.2、11.5.8）；
- 更改了三通的尺寸要求（ $L_1$ 、 $h_{\min}$ 、 $r$ ）、规格范围、结构要求（见 15.3.12～15.3.28，2013 年版的 16.3.18～16.3.37）；
- 删除了凸型封头人孔密封面切口部位径向最小剩余厚度的规定（见 2013 年版的 16.3.11）；
- 更改了“锅筒低周疲劳寿命计算”的内容（见附录 A，2013 年版的附录 A）；
- 更改了确定元件最高允许工作压力的验证法相关内容（见附录 B，2013 年版的第 12 章）。

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：上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、上海锅炉厂有限公司、北京巴布科克·威尔科克斯有限公司、武汉锅炉股份有限公司、无锡华光环保能源集团股份有限公司、杭州锅炉集团股份有限公司、哈电发电设备国家工程研究中心有限公司、四川川锅锅炉有限责任公司、济南锅炉集团有限公司、西安热工研究院有限公司、中国特种设备检测研究院、江联重工集团股份有限公司。

本文件主要起草人：李立人、王慧文、张宇音、辛娜娜、骆声、许国华、朱清、林贞宇、赵伟民、王红方、张强军、马红、钱林峰、吴祥鹏、盛建国、陈玮、毛荷芳、徐勇敏。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1996 年首次发布为 GB/T 16507—1996；
- 2013 年第一次修订时，将水管锅炉和锅壳锅炉内容分开，各由 8 个部分组成，水管锅炉为 GB/T 16507.1—2013～16507.8—2013《水管锅炉》，锅壳锅炉为 GB/T 16508.1—2013～GB/T 16508.8—2013《锅壳锅炉》，本文件为 GB/T 16507.4—2013《水管锅炉 第 4 部分：受压元件强度计算》，同时本文件部分代替 GB/T 9222—2008《水管锅炉受压元件强度计算》（GB/T 9222—2008 的历次版本发布情况为：GB/T 9222—1988）；
- 本次为第二次修订。

## 引 言

GB/T 16507《水管锅炉》是全国锅炉压力容器标准化技术委员会(以下简称“委员会”)负责制修订和归口的锅炉通用建造标准之一。其制定遵循了国家颁布的锅炉安全法规所规定的安全基本要求,设计准则、材料要求、制造检验技术要求、验收标准和安装要求均符合 TSG 11《锅炉安全技术规程》的相应规定。GB/T 16507 为协调标准,满足 TSG 11《锅炉安全技术规程》的基本要求,同时也符合 TSG 91《锅炉节能环保技术规程》的要求。GB/T 16507 旨在规范锅炉的设计、制造、检验、验收和安装,由 8 个部分构成。

- 第 1 部分:总则。目的在于确定水管锅炉范围界定、锅炉参数、建造规范以及节能和环保等建造水管锅炉的通用技术要求。
- 第 2 部分:材料。目的在于确定水管锅炉受压元件和非受压元件、受力构件、锅炉钢结构和焊接材料等的选材和用材要求。
- 第 3 部分:结构设计。目的在于确定水管锅炉结构设计的基本要求、焊接连接要求、开孔和各元(部)件的具体设计要求。
- 第 4 部分:受压元件强度计算。目的在于确定水管锅炉受压元件的计算壁温、计算压力、许用应力取值及强度设计计算方法。
- 第 5 部分:制造。目的在于确定水管锅炉在制造过程中的标记、冷热加工成形、胀接、焊接和热处理要求。
- 第 6 部分:检验、试验和验收。目的在于确定水管锅炉受压元件和与其直接连接的承受载荷的非受压元件的检验、试验和验收要求。
- 第 7 部分:安全附件和仪表。目的在于确定水管锅炉安全附件和仪表的设置和选用要求。
- 第 8 部分:安装与运行。目的在于确定水管锅炉本体和锅炉范围内管道的安装、调试、质量验收以及运行要求。

由于 GB/T 16507 没有必要、也不可能囊括适用范围内锅炉建造和安装中的所有技术细节,因此,在满足 TSG 11《锅炉安全技术规程》所规定的基本安全要求的前提下,不禁止 GB/T 16507 中没有特别提及的技术内容。

GB/T 16507 不限制实际工程设计和建造中采用能够满足安全要求的先进技术方法。

对于未经委员会书面授权或认可的其他机构对标准的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的任何后果,本委员会将不承担任何责任。

# 水管锅炉

## 第 4 部分：受压元件强度计算

### 1 范围

本文件规定了水管锅炉受压元件强度计算的基本要求,许用应力、计算壁温、计算压力、减弱系数、元件厚度、计算厚度、开孔补强、厚度附加量、最高允许压力的设计计算方法,附加应力校核以及结构限制和要求,并规定了确定元件最高允许工作压力的试验和有限元分析验证方法。

本文件适用于 GB/T 16507.1 界定的受压元件,包括锅筒筒体、启动(汽水)分离器筒体、集箱筒体、管子、管道、弯管、弯头、圆弧形集箱筒体、凸形封头、平端盖及盖板和三通等元件。

### 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 150.3 压力容器 第 3 部分:设计
- GB/T 16507.1 水管锅炉 第 1 部分:总则
- GB/T 16507.2 水管锅炉 第 2 部分:材料
- GB/T 16507.3 水管锅炉 第 3 部分:结构设计
- GB/T 16507.5 水管锅炉 第 5 部分:制造
- GB/T 16507.6 水管锅炉 第 6 部分:检验、试验和验收
- GB/T 16507.7 水管锅炉 第 7 部分:安全附件和仪表
- GB/T 16507.8 水管锅炉 第 8 部分:安装与运行
- DL/T 695 电站钢制对焊管件
- DL/T 5366 发电厂汽水管道应力计算技术规程

### 3 术语和定义

GB/T 16507.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**腐蚀裕量** **corrosion allowance thickness**

设计使用期内,元件考虑腐蚀减薄需要的附加厚度。

#### 3.2

**计算厚度** **required thickness**

理论计算公式确定的受压元件厚度。

注:必要时,计算厚度还计入其他载荷所需厚度。

#### 3.3

**设计厚度** **design thickness**

计算厚度与厚度附加量之和。