



中华人民共和国国家标准

GB/T 16507—1996

固定式锅炉建造规程

Rules for construction of stationary boilers

1996-09-03 发布

1996-12-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

前言	V
引言	VI
1 范围	1
2 引用标准	1
3 符号	3
4 材料	9
4.1 基本要求	9
4.2 选用原则	10
4.3 板材	10
4.4 管材	10
4.5 锻件	11
4.6 铸件	11
4.7 紧固件	12
4.8 受力构件	13
4.9 焊接材料	14
4.10 材料代用	14
4.11 按国外标准生产材料的使用要求	14
4.12 新材料审批	14
5 设计	14
5.1 基本要求	14
5.2 设计压力和计算压力	15
5.3 计算温度	16
5.4 计算荷载	18
5.5 许用应力	19
5.6 焊缝系数	21
5.7 圆筒形内压受压元件	21
5.8 凸形封头	27
5.9 端盖	29
5.10 孔和孔桥的加强	30
5.11 支吊受压元件用的受力构件	33
5.12 管道和管道附件	37
5.13 检查孔	40
6 焊接	41
6.1 概述	41
6.2 焊接评定	41
6.3 接头设计	41
6.4 焊缝位置	43

6.5	母材准备	44
6.6	焊接条件	44
6.7	装配	44
6.8	管子和管道	44
6.9	施焊	44
6.10	预热	45
6.11	焊后热处理	45
6.12	检查项目	47
6.13	检查试件	50
6.14	合格标准	51
6.15	返修焊和补焊	52
7	其他制造方法	52
7.1	下料	52
7.2	冲压	53
7.3	卷板	53
7.4	弯管	54
7.5	胀接	54
7.6	主要受压元件的制造要求	55
8	安全附件	57
8.1	概述	57
8.2	安全阀的型式和数量	57
8.3	安全阀的结构和材料	57
8.4	安全阀排量	58
8.5	安全阀性能要求	59
8.6	安全阀的试验和安装	60
8.7	水位表的型式和数量	60
8.8	水位表的结构和材料	61
8.9	水位表安装	61
8.10	压力表	61
8.11	温度测量	62
8.12	保护装置	62
9	检查和试验	63
9.1	概述	63
9.2	焊接接头外观检查	63
9.3	焊接接头无损检验	63
9.4	焊接接头射线探伤	64
9.5	焊接接头超声波探伤	65
9.6	焊接接头渗透探伤	65
9.7	焊接接头磁粉探伤	65
9.8	焊接接头力学性能试验	65
9.9	焊接接头金相和断口检验	70
9.10	水压试验	73
9.11	通球试验	74

9.12	锻件	75
9.13	铸件	76
9.14	铭牌	77
9.15	检验用文件	77
10	水管锅炉	78
10.1	概述	78
10.2	强度	78
10.3	管子或管接头与筒体或封头的连接	81
10.4	受热面温度工况	85
10.5	热膨胀	86
10.6	管道系统热膨胀	87
11	锅壳锅炉	88
11.1	概述	88
11.2	圆筒形内压受压元件	89
11.3	椭球形和扁球形元件	90
11.4	凸形管板	91
11.5	有拉撑(加固)的平板和管板	92
11.6	拉撑件和加固件	96
11.7	外压受压元件	100
11.8	下脚圈	107
11.9	开孔	108
11.10	门孔	109
附录 A(标准的附录) 许用应力		110

前 言

本标准非等效采用 ISO 5730—1992《固定式焊接结构锅壳锅炉》以及 ASME 锅炉和压力容器规范第 I 卷《动力锅炉建造规程》(1992 版)。标准的技术要求、抽样和试验方法基本上按我国锅炉技术法规的规定。

本标准作为对固定式锅炉受压元件的最低安全要求,属于安全标准的范畴。考虑到本标准是我国第一次编制的锅炉安全标准,其内容包括材料、设计、制造、检查、检验和安全附件六个方面,需通过实践进一步完善,先作为推荐性标准发布,待条件成熟后再改为强制性标准。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由上海发电设备成套设计研究所提出。

本标准由全国锅炉标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海发电设备成套设计研究所,上海工业锅炉研究所,哈尔滨、上海、东方、武汉锅炉厂,北京巴威公司,上海电站辅机厂。

参加编制工作的人员和分工如下:

编制工作组组长:陈启望。

工作组成员:周清镛、罗文兰。

主编:吕翔。

主审:张琦恩。

各章编写人员

第 1、2 和 3 章:吕翔。

第 4 章:陈孝方。

第 5 章:韩肇俊。

第 6 章:范铮。

第 7 章:吴忠福。

第 8 章:俞萍钧、许鸿俊、王正德。

第 9 章:潘锦江。

第 10 章:罗天祥、肖忠华、张安堂、沈其炎。

第 11 章:田耀鑫。

引 言

建国以来,在锅炉制造、安全监察和运行部门的共同努力下,我国已初步建立门类齐全、适合国情的锅炉标准体系,而受压元件的安全要求则是整个标准体系的基石。制定一部全国性的锅炉安全标准,把生产和使用各个环节中的要求协调好,整个标准体系才能稳定持续发展,不断提高标准水平,这是锅炉制造、安全监察和运行部门多年来的共同愿望。为此,全国锅炉标准化技术委员会组织有关单位制定《固定式锅炉建造规程》国家标准,这对加强安全监察、提高产品质量和发展国际贸易均具有重要意义。

编制锅炉安全标准既要采用国际标准和国外先进标准,又要适合国情,要不断总结我国锅炉制造、安全监察和运行方面的经验并与压力容器方面的有关标准协调。对此,在本标准起草过程中已作了不懈的努力,并将在实施后定期修改,使其日趋完善。

中华人民共和国国家标准

GB/T 16507—1996

固定式锅炉建造规程

Rules for construction of stationary boilers

1 范围

本标准规定了固定式锅炉受压元件和与其有关承受荷载的非受压元件在材料、设计、制造、检查、检验和安全附件方面的安全要求。

本标准适用于以下锅炉的锅炉本体和锅炉范围内管道：

- a) 额定压力大于大气压力的蒸汽锅炉。
- b) 额定热功率不小于 0.1 MW 并且额定压力不小于 0.1 MPa 的热水锅炉。

锅炉的额定压力,蒸汽锅炉为额定蒸汽压力,热水锅炉为额定出水压力。

本标准中的固定式锅炉包括利用燃料燃烧热能的锅炉和受辐射热的烟道式余热锅炉。

与受压元件有关承受荷载的非受压元件,主要包括支吊受压元件用的受力构件和焊接在受压元件上承受其他荷载的受力构件。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 150—89 钢制压力容器
- GB 226—91 钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验法
- GB 228—87 金属拉伸试验方法
- GB/T 229—1994 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB 231—84 金属布氏硬度试验方法
- GB 232—88 金属弯曲试验方法
- GB 324—88 焊缝符号表示法
- GB 699—88 优质碳素结构钢技术条件
- GB 700—88 碳素结构钢
- GB 710—91 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带
- GB 711—88 优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带
- GB 713—86 锅炉用碳素钢及低合金钢板
- GB/T 983—1995 不锈钢焊条
- GB 984—85 堆焊焊条
- GB 1226—86 一般压力表
- GB 1239—89 圆柱螺旋弹簧技术条件
- GB 1348—88 球墨铸铁件
- GB 1576—1996 低压锅炉水质

国家技术监督局 1996-09-03 批准

1996-12-01 实施

- GB/T 1591—94 低合金高强度结构钢
- GB 3077—88 合金结构钢技术条件
- GB 3087—82 低中压锅炉用无缝钢管
- GB 3098.1—82 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB 3274—88 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB 3323—87 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB/T 3375—94 焊接名词术语
- GB 4242—84 焊接用不锈钢丝
- GB 4792—84 放射卫生防护基本标准
- GB 4981—85 工业用阀门的压力试验
- GB/T 5117—1995 碳钢焊条
- GB/T 5118—1995 低合金钢焊条
- GB 5293—85 碳素钢埋弧焊用焊剂
- GB 5310—85 高压锅炉用无缝钢管
- GB 6654—86 压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板
- GB/T 8110—1995 气体保护电弧焊用碳钢、合金钢焊丝
- GB 8163—87 输送流体用无缝钢管
- GB 9439—88 灰铸铁件
- GB 9440—88 可锻铸铁件
- GB 9441—88 球墨铸铁金相检验
- GB 10045—88 碳钢药芯焊丝
- GB 11251—89 合金结构钢热轧厚钢板
- GB 11345—89 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级
- GB/T 11352—89 一般工程用铸造碳钢件
- GB 12145—89 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准
- GB 12228—89 通用阀门 碳素钢锻件技术条件
- GB 12229—89 通用阀门 碳素钢铸件技术条件
- GB 12230—89 通用阀门 奥氏体钢铸件技术条件
- GB 12231—89 阀门铸钢件 外观质量要求
- GB 12241—89 安全阀 一般要求
- GB 12242—89 安全阀 性能试验方法
- GB 12470—90 低合金钢埋弧焊用焊剂
- GB/T 12605—90 钢管环缝熔化焊对接接头射线透照工艺和质量分级
- GB/T 14957—94 熔化焊用钢丝
- GB/T 14958—94 气体保护焊用钢丝
- JB 3144—82 锅炉大口径管座角焊缝 超声波探伤
- JB 3375—91 锅炉原材料入厂检验
- JB 3965—85 钢制压力容器磁粉探伤
- JB 4420—89 锅炉焊接工艺评定
- YB 28—59 金属显微组织检验法
- ZB J98 015—89 锅炉管道附件承压铸钢件 技术条件
- ZB J98 016—89 锅炉锻件 技术条件
- ZB Y230—84 A型脉冲反射式超声波探伤仪 通用技术条件

3 符号

第4章 材 料

d ——公称通径,mm。

第5章 设 计

- A ——计算截面积,mm²;
 A_r ——所需要的加强面积,mm²;
 b ——宽度,mm;
 c_f ——工艺减薄量,mm;
 c_t ——厚度下偏差,mm;
 C ——附加厚度,mm;
 C_1 ——考虑腐蚀、氧化和磨损的附加厚度,mm;
 C_2 ——考虑厚度下偏差和工艺减薄量的附加厚度,mm;
 d ——内径、公称直径,mm;
 d_c ——计算直径,mm;
 d_e ——当量直径,mm;
 d_h, d_{h1}, d_{h2} ——孔径,mm;
 d_m ——平均直径,mm;
 d_n ——管接头内径,mm;
 $[d]$ ——开孔最大允许直径,mm;
 $[d_e]$ ——孔桥最大允许当量直径,mm;
 D ——外径,mm;
 E ——材料在计算温度下的弹性模量,N/mm²;
 F ——计算荷载,N;
 F_1 ——永久荷载,N;
 F_2 ——偶然荷载,N;
 $[F]$ ——许用荷载,N;
 h ——高度,mm;
 I ——惯性矩,mm⁴;
 J ——均流系数;
 J_h ——吊杆(架)的计算系数,mm;
 k ——系数,筒体厚度裕量系数;
 k_1 ——换算系数;
 k_2 ——组合应力系数;
 l ——长度、计算长度,mm;
 l_i ——在 x 或 y 方向的长度,mm;
 m ——精确度,%;
 M ——弯矩,N·mm;
 M_l ——下端弯矩,N·mm;
 M_u ——上端弯矩,N·mm;

- n_b ——对应于室温下抗拉强度的安全系数；
 n_D ——对应于计算温度下 10^5 小时持久强度的安全系数；
 $n_{s,T}$ ——对应于计算温度下屈服点的安全系数；
 N ——轴向力，N；
 p ——螺纹节距，mm；
 P ——计算压力，MPa；
 P_d ——设计压力，MPa；
 P_n ——额定压力，MPa；
 $q_{\max}$ ——最大热流密度，W/m²；
 R ——半径、弯管半径，mm；
 s ——纵向节距，mm；
 s' ——横向节距，mm；
 s'' ——斜向节距，mm；
 s_1 ——斜向孔桥横向节距，mm；
 s_2 ——斜向孔桥纵向节距，mm；
 s_0 ——不考虑孔间影响的最小节距，mm；
 t, t' ——取用厚度，公称厚度，mm；
 t_1 ——局部的最小厚度，mm；
 t_a ——有效厚度，mm；
 t_c ——计算厚度，mm；
 $t_{\min}$ ——最小需要厚度，mm；
 t_n ——管接头的管壁厚度，mm；
 t_t ——理论计算厚度，mm；
 T ——计算温度，℃；
 T_m ——介质温度，℃；
 T_s ——饱和温度，℃；
 u ——系数；
 u_1 ——斜向孔桥节距的比值；
 u_2 ——相对弯管半径；
 W ——截面系数，mm³；
 X ——介质混合程度系数；
 Y ——形状系数；
 α ——材料在计算温度下的线膨胀系数，mm/(mm·℃)；
 α_2 ——内壁对介质的放热系数，W/(m²·℃)；
 β ——按公称厚度的外内径比；
 β_t ——按理论计算厚度的外内径比；
 Δ ——合位移，mm；
 $\Delta_i(\Delta_x, \Delta_y)$ —— x 或 y 方向位移，mm；
 ΔP_p ——最大连续蒸发量或额定热功率时计算元件至锅炉出口的汽水阻力，MPa；
 ΔP_s ——安全阀起跳附加压力，MPa；
 $\Delta_{s,h}$ ——计算元件所承受的液柱静压力，MPa；
 ΔT ——温度偏差，℃；

- ζ ——附加厚度系数;
 η_1 ——荷载修正系数;
 η_s ——许用应力修正系数;
 θ ——角度, (°);
 λ ——热导率, W/(m·°C);
 σ_b ——材料在室温下抗拉强度规定值的下限, N/mm²;
 σ_{be} ——支承应力, N/mm²;
 σ_D ——材料在计算温度下 10⁵ 小时的持久强度, N/mm²;
 σ_M ——弯曲应力, N/mm²;
 $\sigma_{s,T}$ ——材料在计算温度下的屈服点, N/mm²;
 σ_t ——拉应力, N/mm²;
 σ_x ——轴向应力, N/mm²;
 $[\sigma]$ ——许用应力, N/mm²;
 $[\sigma]_b$ ——基本许用应力, N/mm²;
 $[\sigma]_w$ ——焊缝许用应力, N/mm²;
 ΣA_r ——加强有效范围内各加强面积之和, mm²;
 ΣF ——总计算荷载, N;
 τ ——切应力、扭转应力, N/mm²;
 ϕ ——纵向孔桥减弱系数;
 ϕ' ——横向孔桥减弱系数;
 ϕ'' ——斜向孔桥减弱系数;
 ϕ_e ——当量减弱系数;
 ϕ_h ——封头减弱系数;
 $\phi_{\min}$ ——最小减弱系数;
 ϕ_w ——对接接头焊缝系数;
 ϕ_w' ——T 形接头焊缝系数;
 ϕ_x ——校核截面减弱系数;
 $[\phi]$ ——允许最小减弱系数。

第 6 章 焊 接

- d_h ——孔径, mm;
 l_1, l_2 ——直段长度, mm;
 t ——公称厚度, mm;
 t_1, t_2 ——较薄和较厚焊件的公称厚度, mm;
 $\Delta t, \Delta t'$ ——削薄部分的厚度, mm。

第 7 章 其他制造方法

- C_1 ——考虑腐蚀、氧化和磨损的附加厚度, mm;
 d ——公称内径, mm;
 d' ——开孔部位圆形区域的直径, mm;
 d_1, d_2 ——胀管后和胀管前管子实测内径, mm;
 d_h ——孔径, mm;

d_{h2} ——胀管前管孔实测直径,mm;
 D_2 ——胀管前管子实测外径,mm;
 e ——胀管率,%;
 l ——长度,mm;
 R ——成形后的曲率半径,mm;
 R_0 ——原始曲率半径,mm;
 t ——公称厚度,mm;
 ϵ ——纤维伸长率,%。

第8章 安全附件

A ——计算截面积,mm²;
 d ——流通通道直径,mm;
 E_v ——锅炉的最大产汽量,kg/h;
 h ——开启高度,mm;
 K_d ——排量系数;
 K_v ——比容修正系数;
 P ——计算压力,MPa;
 P_{di} ——排放压力,MPa;
 P_n ——额定压力,MPa;
 P_s ——整定压力,MPa;
 Q ——额定热功率,MW;
 v_s ——饱和蒸汽比容,m³/kg;
 v_{su} ——过热蒸汽比容,m³/kg;
 W ——安全阀排量,kg/h;
 Δi ——焓增,kJ/kg。

第9章 检查和试验

b ——宽度,mm;
 b_w ——焊缝宽度,mm;
 c ——未焊透深度,mm;
 d ——公称内径,mm;
 d_0 ——标距部分的直径,mm;
 d_b ——通球直径,mm;
 D ——公称外径,mm;
 K ——探头 K 值;
 l ——长度,mm;
 l_0 ——标距长度,mm;
 l_c ——夹持部分长度,mm;
 L ——全长,mm;
 p ——钝边厚度,mm;
 P_d ——设计压力,MPa;
 P_n ——额定压力,MPa;

R ——半径、弯管半径,mm;
 t ——公称厚度,mm;
 U_g ——几何不清晰度,mm;
 δ ——厚度,mm;
 $\Delta\delta$ ——边缘偏差,mm;
 σ_b ——母材在室温下抗拉强度规定值的下限,N/mm²。

第10章 水管锅炉

A ——计算截面积,mm²;
 A_i ——各个作用方向上的计算截面积,mm²;
 A_r ——所需要的加强面积,mm²;
 $A_{r,n}$ ——起加强作用的管接头多余面积,mm²;
 $A_{r,w}$ ——起加强作用的焊缝面积,mm²;
 b ——宽度,mm;
 d ——内径,mm;
 d_h ——孔径,mm;
 d_n ——管接头内径,mm;
 $[d_e]$ ——孔桥最大允许当量直径,mm;
 D ——外径,mm;
 D_n ——管接头外径,mm;
 F ——计算荷载,N;
 F_e ——当量力,N;
 F_i ——每个作用方向上能承受的荷载,N;
 h ——高度、坡口深度,mm;
 K ——焊角高度,mm;
 l ——距离、计算长度,mm;
 l' ——距离,mm;
 l_1, l_2 ——投影长度,mm;
 l_a ——弧长,mm;
 M ——弯矩,N·mm;
 N_c ——全温度循环工况的交变次数;
 N_i ——较低温度变化幅度的交变次数;
 $P_{m,a}$ ——最高允许压力,MPa;
 $q_{\max}$ ——最大热流密度,W/m²;
 r_i ——较低温度变化幅度与全温度变化幅度的比值;
 t ——取用厚度,mm;
 t_a ——有效厚度,mm;
 t_n ——管接头的管壁厚度,mm;
 t_i ——理论计算厚度,mm;
 T ——计算温度,℃;
 Y ——形状系数;
 α ——材料在计算温度下的线膨胀系数,mm/(mm·℃);