

指南编号/Guideline No.B-01(201705)



B-01 锅炉

生效日期/Issued date:2017年5月9日

©中国船级社 China Classification Society

前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 ps@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间：B-01(201510) 2015 年 10 月 20 日

B-01(201610)2016 年 10 月 28 日

本版本主要修改内容及生效时间：

对“6 焊接工艺评定，7 设计技术要求，8 型式试验，9 单件/单批检验”进行修改，和规范协调一致。

目 录

1 适用范围.....	4
2 认可和检验依据.....	4
3 定义.....	4
4 图纸资料.....	4
5 原材料及零部件.....	5
6 焊接工艺评定.....	5
7 设计技术要求.....	5
8 型式试验.....	7
9 单件/单批检验.....	10

锅炉

1 适用范围

1.1 本指南适用于焊接结构、以水或蒸汽为介质的锅炉。

2 认可和检验依据

2.1 本指南采用的认可和检验依据如下

- (1) CCS《钢质海船入级规范》；
- (2) CCS《材料与焊接规范》。

2.2 上述认可和检验依据中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本章，故在产品的设计、制造及检验时应注意满足这些文件的最新版本要求。凡是不注明日期的上述引用文件，其最新版本适用于本指南。

3 定义

3.1 《钢质海船入级规范》有关定义适用于本指南。

4 图纸资料

4.1 下列图纸资料应提交批准：

- (1) 总图；
- (2) 本体结构图（包括构件连接结构）；
- (3) 受压部件结构图（筒体、汽水包、联箱、燃烧室、炉胆、过热器、减热器、经济器等）；
- (4) 附件布置图；
- (5) 安全阀通径计算书；
- (6) 强度计算书；

- (7) 构件的热处理工艺；
- (8) 型式试验大纲（认可时）。

5 原材料及零部件

5.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范中相关要求进行控制。

6 焊接工艺评定

6.1 ~~锅炉在首次制造或使用新的焊接工艺时，在初次认可时，~~应按照 CCS《材料与焊接规范》第 3 篇第 3 章的相关要求进行焊接工艺评定。

7 设计技术要求

7.1 材料的选用

7.1.1 船用锅炉的受压部件所用钢板、钢管应符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 3 章、第 4 章的有关规定。焊接船用锅炉所用的焊接材料应符合 CCS《材料与焊接规范》第 3 篇第 2 章的有关规定。

7.2 锅炉结构设计要求

7.2.1 船用锅炉结构设计等应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章和 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。锅炉上的主要焊缝均应采用对接焊缝，其他的如短管、法兰和座板等，一般应采用双面连续的角焊缝。若筒体与管板采用 T 形填角焊缝，应满足以下条件，且经 CCS 批准：

- (1) 应采用全焊透的接头型式、且坡口须经机械加工；
- (2) 焊缝坡口必须应开在管板上；
- (3) T 形接头连接部位的焊缝厚度应不小于管板的壁厚，且其焊缝背部能封焊的部分应封焊，不能不应封焊的部位应采用氩弧焊打底，并保证全焊透。

7.2.2 应避免两条以上的焊缝相交于一处。对接焊缝不可在尖锐的角度下相交。非受压部件的焊缝应不穿过主焊缝或接管焊缝。非受压部件焊接的边缘与主焊缝或接头焊缝边缘之间距离不小于受压部件板厚的 2 倍或 40mm(取较小值)，

如不可能时，则应穿过主焊缝并对称布置，且不可在靠近主焊缝或管接头焊缝区域停止。应避免在焊缝上或靠近焊缝处开孔，当焊缝中心线到开孔边缘的距离小于 60mm 或 4 倍开孔板厚度（取较大值）时，开孔也

应穿过焊缝，使焊缝中心线与开孔的中心线尽可能重合，开孔后，焊缝开孔处的两侧焊缝均应做射线无损检测，每侧检测的长度至少为 60mm 或 4 倍开孔板厚度（取较大值），且需进行热处理。

7.2.3 锅炉应设有人孔，以便进行内部检查和清洗对内部进行检查。对于尺寸过小无法进入内部检验的锅炉部件，则应设置足够数量的检查孔以便进行内部检查和清洗。

7.2.4 封头或管板拼接缝：封头、管板尽可能用整块钢板制成。必须拼接时，封头焊缝不得通过扳边孔，亦不得全部布置在扳边圆弧上，焊缝至扳边边缘的距离应不不得小于 100mm，焊缝与中心线的距离不应得超过公称内径的 0.3 倍。管板焊缝应尽量避免避开汽水分离区域和成排管孔。

7.2.5 筒体纵缝：每节筒体的纵向焊缝不得超过两条，且两条焊缝的中心线间外圆弧长不应得小于 300mm。相邻筒体的纵向焊缝，封头、管板的拼接缝和相邻筒体的纵向焊缝均应错开，两焊缝中心线间的弧长不得小于较厚钢板的 3 倍，且不得小于 100mm。筒体环向焊缝之间的距离不得应不

7.2.6 锅炉管孔在管板中布置的要求

~~(1) 焊接管孔应尽量避免开在焊缝上，并避免管孔焊缝与相邻焊缝的热影响区互相重合，如不能避免时，须满足：管孔中心四周 1.5 倍管孔直径 d （若管孔直径小于 60mm 时取 $0.5d+60\text{mm}$ ）范围内的焊缝，经检测合格，且孔边不应有缺陷（能被孔开掉的缺陷除外）；~~

(1) 焊接管孔应尽量避免开在主焊缝上，并避免管孔焊缝边缘与相邻主焊缝边缘的净间距小于 10mm。如不能避免时，应满足：距管孔中心 1.5 倍管孔直径 d （当管孔直径小于 60mm 时，为 $0.5d+60\text{mm}$ ）范围内的主焊缝，经无损检测合格，且孔周边不应有缺陷（能被孔开掉的缺陷除外）。

(2) 胀接管管孔中心与焊缝边缘的距离，以及管孔中心至管板边缘弧起点的距离，应不小于管孔直径 d 的 0.8 倍，且不小于 $0.5d+12\text{mm}$ 。

7.2.7 受压元件主要焊缝及其邻近区域应避免焊接附件。如果无法避免，则

~~焊接附件的焊缝可以穿过主要焊缝，但不应在主要焊缝及其邻近区域终止。在受压元件主要焊缝及其热影响区域内，应避免焊接零部件，如不能避免时，焊接零部件的焊缝可穿过主要焊缝，不要在焊缝上及其热影响区终止，以避免在这些部位发生应力集中。~~

7.2.8 构件及其连接，应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章第 2 节的有关规定。

7.2.9 锅炉附件的数量、规格、布置，应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章第 3 节的有关规定。

7.2.10 安全阀直径：核算锅炉安全阀的直径，应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章第 3 节的有关规定。

~~7.2.11 锅炉上受热面最高部位标志应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章第 3 节的有关规定。~~

7.2.11~~2~~ 应根据 CCS《材料与焊接规范》的要求在锅炉焊制完毕后、液压试验之前进行焊后热处理。

7.3 强度要求

7.3.1 船用锅炉受压元件强度设计等应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章和 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

8 型式试验

8.1 典型样品的选取

8.1.1 工厂认可试验用的船用锅炉的特性、特征及制造质量应能代表或覆盖申请认可的产品。一般应选取一台设计压力、筒体壁厚较大的锅炉。

8.2 型式试验项目及要求

8.2.1 型式试验项目包括：原材料检验、焊缝无损检测、焊接试板力学性能试验、本体外观及尺寸检验、本体液压强度试验、密性试验、性能试验。

8.2.2 锅炉型式试验方法及相应的技术指标应符合下述规定：

(1) 原材料检验：用于制造船用锅炉的钢板、钢管和焊接材料其型号、规格等应与 CCS 批准的图纸一致，并具有完整的质保书且与实物相符。材料的标记应与证书相符，标记内容应包括：钢号、牌号、炉批号、规格、工厂检验员印记及 CCS 钢印等。未持有我社产品证书的钢板、钢管，应由本社认可厂家进行制造，并经本社检验。制造锅炉用的钢板的材质应均匀，表面不得有裂纹、气泡、结疤、折叠和夹渣，钢板不得有分层。无缝钢管的内外表面应无裂缝、折叠、分层、结疤、轧折、发纹等缺陷存在。钢板、钢管尺寸应符合 CCS 批准图纸的要求。

完成上述工作后，验船师在工厂将要下料的受压元件及拟进行焊接试验试板的合适部位打上 CCS 钢印，在以后检验时予以确认，以确保用料准确。

(2)(4) 焊缝无损检测：无损检测的范围、方法、要求按 CCS 批准图纸的规定执行，并应符合 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章的要求，~~一。需无损检测的焊缝，应按 CCS 接受的标准进行质量评定。~~无损检测验收标准应满足如下要求：

① 射线检测 RT：NB/T47013 或 GB3323；

② 超声波检测 UT：NB/T47013；

③ 磁粉检测 MT：NB/T47013；

④ 渗透检测 PT：NB/T47013。

当采用其他国家或地区标准时，需经 CCS 评估并确认判定等级后方可使用。

(3)(2) 焊接试板力学性能试验：试样的制备，试验项目及结果，应符合 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章第 2 节的有关规定。

(4)(3) 本体外观及尺寸检验：应符合下列要求：—

① 坡口角度及对接间隙应符合 CCS 批准图纸及焊接工艺规程，并符合 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章第 3 节的要求。锅炉的对接焊缝及重要角焊缝的表面应均匀、致密，不应有裂

纹、焊瘤、咬边、气孔、夹渣、弧坑以及未填满的凹陷存在；

- ② 完工后应进行尺寸检查，其结果应符合 CCS 批准图纸及 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章第 5 节的要求。的内部检查：检查锅炉内部焊缝和筒壁的外观质量，不得有弧坑、凹陷、焊瘤、飞溅、咬边，机械损伤等缺陷；
- ③ 检查炉管焊接或胀接质量：焊接炉管、牵条管、牵条的焊缝尺寸和管端伸出长度应符合 CCS 《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章附录 2 第 4、5、6 条的规定。管端焊后不应有较深的咬边、焊瘤、裂纹和未填满等缺陷。胀接管质量应符合 CCS 《钢质海船入级规范》第 3 篇 6.2.11 的规定；
- ④ 检查热处理质量：检查是否有过烧和变形。如有过烧现象应对过烧的部分磨光作金相检验，检查是否有魏氏体组织（如有魏氏体组织，可经退火、正火或多次高温回火后，重新奥氏化使晶粒细化）。检查焊缝及热影响区是否有裂纹，对高强度合金钢的焊缝和结构复杂的焊缝，必要时应做射线或超声波检测复查。

~~(5)(4)~~本体液压强度试验：锅炉的本体在组装完毕，经无损检测等检验合格后，并在未涂油漆和敷设隔热层的情况下进行强度试验，对需要进行热处理的，则应在热处理后进行。试验压力为 1.5 倍设计压力，保压至少 20 分钟。试验结果达到以下要求为合格：

- ① 焊缝和金属筒体无渗漏；
- ② 无异常响声和明显的变形；
- ③ 胀口及附件连接处，在降到工作压力后无渗漏。

~~(6)(5)~~密性试验：锅炉在其附件组装完毕后进行液压密性试验，试验时可有隔热层，必要时可部分或全部拆除隔热层。试验压力为 1.25 倍设计压力。检验要求同强度试验。

~~(7)(6)~~性能试验（仅在新认可时进行）：进行自动、手动控制及安全保护，安全阀试验，阀件效用试验，炉膛检查等试验，验证锅炉的性能。（对于废气锅炉和燃油废气组合锅炉等工厂没有条件做试验

的可以根据工厂的热力计算书发临时工厂认可证书及签发型式试验锅炉的产品证书，锅炉上船后再做性能试验，收到全部型式试验报告后再上报换发签发工厂认可证书）。

9 单件/单批检验

9.1 签发船用产品证书的单件/单批检验应包括下列项目：

- (1) 原材料检验；
- (2) 焊接检验：焊前检验、焊接过程检验、焊缝外观检验；受压元件检验；
- (3) 无损检测；
- (4) 焊接试板力学性能试验；
- (5) 本体外观及尺寸检验；焊前组装检验和焊接检验，焊缝无损检测报告审查；
- (6) 本体液压强度试验；本体完工检验，
- (5) 焊接试板试验；
- (7) 附件安装后检验。

9.2 具体检验要求

9.2.1 原材料检验应按本指南 8.2.2(1)的规定执行。：用于制造船用锅炉的钢板、钢管和焊接材料其型号、规格等应与 CCS 批准的图纸一致，并具有完整的质保书且与实物相符。材料的标记应与证书相符，标记内容应包括：钢号、牌号、炉批号、规格、工厂检验员印记及 CCS 钢印等。未持有我社产品证书的钢板、钢管，应由本社认可厂家进行制造，并经本社检验。制造锅炉用的钢板的材质应均匀，表面不得有裂纹、气泡、结疤、折叠和夹渣，钢板不得有分层。无缝钢管的内外表面应无裂缝、折叠、分层、结疤、轧折、发纹等缺陷存在。钢板、钢管尺寸应符合 CCS 批准图纸的要求。

完成上述工作后，验船师在工厂将要下料的受压元件及拟进行焊接试验试板的合适部位打上 CCS 钢印，在以后检验时予以确认，以确保用料准确。

~~9.2.2 受压元件检验: 受压元件加工成形后, 验船师应确认原材料上检验时移植上去的钢印, 确保所用原材料已经检验, 且应进行外观检验, 尺寸检验。~~

~~9.2.3 焊前检验: 坡口角度及对接间隙应符合 CCS 批准图纸及焊接工艺规程, 并符合 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章第 3 节的要求。~~

9.2.24 焊接检验应包括:

(1)9.2.24.1 焊前检验: 坡口角度及对接间隙应符合 CCS 批准图纸及焊接工艺规程, 并符合 CCS 《材料与焊接规范》第 3 篇第 7 章第 3 节的要求。

(2) 焊接过程检验: 锅炉的焊接, 应在工厂检查员的监督下进行, 验船师应经常到焊接现场进行抽检, 主要包括如下:

①(4) 当焊接环境出现下列任一情况时, 如无有效防护措施, 严禁施焊:

(a)① 手工焊时风速大于 10m/s, 气体保护焊时风速大于 2m/s;

(b)② 相对湿度大于 90%;

(c)③ 雨雪天气时的室外作业。

②(2) 当焊件温度低于 0℃时, 应在施焊处两侧各 100mm 范围内预热到 15℃左右才能施焊。

(3)9.2.4.2 从事船用锅炉焊接工作的焊工应持有 CCS 颁发或认可的《焊工资格证书》, 且只能担任与其合格类别相应的焊接工作;

(4)9.2.4.3 焊接设备应符合下列要求:

①(4) 应装在遮蔽处, 且可靠接地;

②(2) 应能保证达到所要求的焊接质量, 且保持有效的工作状态和有适当的设施来测量电流和电压。电流、电压表应在有效检定定期内。

(5)9.2.4.4 焊接材料应由本社认可厂家进行制造, 并具有完整的质保书

~~且与实物相符。；所有的焊丝、焊条、焊剂应持有 CCS 产品证书或等效证明文件。型号、规格应与认可的焊接工艺相符，焊条应按说明书进行焊前烘烤和保存，焊丝使用前应除掉水份，铁锈和油污；~~

~~(6)9.2.4.5~~ 焊接方法、焊接位置应符合认可的焊接工艺；

~~(7)9.2.4.6~~ 检查定位焊接的情况：定位焊接的工艺（焊接方法，焊接材料及预热温度等）与打底焊接一致。在整体焊接以前，应彻底清除定位焊点的焊渣，并仔细检查有无裂纹，如有裂纹，须磨掉重焊，不得用补焊掩盖。经检验无裂纹的定位焊可以保留。定位焊的焊接材料应与正式施焊时相同。

~~(8)9.2.5~~ 焊缝外观检验~~焊接质量检验~~：验船师对锅炉的对接焊缝及重要角焊缝，在热处理前要进行外观检查：焊缝的表面应均匀、致密，~~不~~不应有裂纹、焊瘤、咬边、气孔、夹渣、弧坑以及未填满的凹陷存在。

9.2.36 焊缝无损检测应按本指南 8.2.2(24)的规定执行。验船师一般可检查工厂检测报告，并注意凡从事船用锅炉及其零部件进行无损检测的人员，都有必要经过培训，持有 CCS 颁发或认可的《无损检测人员资格证书》，从事与证书级别相适应的无损检测工作，并负相应的技术责任。

9.2.47 焊接试板力学性能试验应按本指南 8.2.2(32)的规定执行。

9.2.58 ~~本体完工外观检验~~本体外观及尺寸检验应按本指南 8.2.2(43)的规定执行。

9.2.69 ~~水压试验~~本体液压强度试验应在结束本体全部制造工作，包括返修工作、打磨工作、热处理工作内部清理完毕后，绝热包扎之前进行。按本指南 8.2.2(54)的规定执行。

9.2.740 附件安装后的检验：检查锅炉的附件安装是否齐全，附件的安装是否正确和牢固。在附件组装完毕后，应进行密性试验，按本指南 8.2.2(65)条执行。如果锅炉生产厂家仅做锅炉本体，锅炉附件由成套商直接发向船厂后在船厂组装，此项试验无法进行时，应在证书上注明：本次检验仅进行了锅炉本体的检验，本证书应经下列检验和确认后有效：

(1) 核对锅炉本体及燃烧器、安全阀、锅炉控制箱、泵、压力表、液

位计等证书资料是否与实物检验一致；

- (2) 根据批准的附件布置图，或锅炉总图或部件清单，核查附件型式、安装位置、数量是否满足批准图纸及其审图意见要求；
- (3) 根据锅炉证书和燃烧器证书，核查燃烧器适用炉膛容积是否适用于该锅炉炉膛；
- (4) 根据锅炉证书和安全阀证书，核查安全阀是否与锅炉证书要求一致；
- (5) 核查锅炉控制箱证书，确认其自动化要求满足本社自动化标志要求；
- (6) 根据本社规范第3篇第6章第6节要求，对附件安装后的锅炉进行1.25倍锅炉设计压力的液压试验，并签署试验记录。

本证书应经下列检验和确认后有效：—

- (1) 核对锅炉证书与实物检验标记一致；—
- (2) 根据批准的附件布置图，或锅炉总图或部件清单（附件布置图及审图意见由锅炉本体产品证书签发单位提供），核查附件型式、安装位置、数量是否满足批准图纸及其审图意见要求；—
- (3) 根据锅炉本体证书和燃烧器证书，核查燃烧器适用炉膛容积是否适用于该锅炉炉膛；—
- (4) 根据锅炉证书和安全阀证书，核查安全阀是否与锅炉证书要求一致；—
- (5) 核查锅炉控制箱证书，确认其自动化要求满足本社自动化标志要求；—
- (6) 根据 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第6章第5节要求，对附件安装后的锅炉进行液压试验（密性试验），并签署试验记录；—
- (7) 在船舶试航时，应根据 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第6章6.3.5.3条的要求对安全阀进行试验。—