

ICS 77.140.99
CCS H46

ZJL

团 体 标 准

T/ZJL 0002—2022

工业汽轮机表面式凝汽器用不锈钢复合管
板

Stainless steel composite tube sheets for surface condensers of
industrial steam turbines

2022 - 09 - 08 发布

2022 - 09 - 30 实施

浙江省机械工业联合会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 结构型式	2
5 技术要求	2
6 试验方法	4
7 检验规则	5
8 标志、包装及贮存	6

ZJLB

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。

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。

本文件由浙江省机械工业联合会提出并归口管理。

本文件主要起草单位：杭州国能汽轮工程有限公司。

本文件参与起草单位：陕西宇捷新材金属科技有限公司、浙江新海动力设备股份有限公司、杭州中能汽轮动力有限公司、杭州汽轮铸锻有限公司。

本文件起草人：彭军华、冯宾、楼滢、杜新华、门保平、张振华、钱小东、周黎明、张华妃、皮天午、张国洋、陈文华、周伟、陈钢。

ZJLB

工业汽轮机表面式凝汽器用不锈钢复合管板

1 范围

本文件规定了工业汽轮机表面式凝汽器用不锈钢复合管板（以下简称为“复合管板”）的结构型式、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装及贮存的要求。

本文件适用于爆炸焊接法制造的单面复合、厚度不小于 30 mm、直径不大于 4 800 mm 的圆形复合管板。其他用途的汽轮机配套的表面式凝汽器用不锈钢复合管板可参照使用。

本文件不适用于轧制复合法制造的复合管板。

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 151—2014 热交换器
- GB/T 247—2008 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 709—2019 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 6396—2008 复合钢板力学及工艺性能试验方法
- GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带
- JB/T 10085 汽轮机表面式凝汽器
- NB/T 47002.1—2019 压力容器用复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板
- NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

3 术语和定义

GB/T 151—2014、GB/T 6396—2008、JB/T 10085、NB/T 47002.1—2019中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基材 base metal

复合板中主要承受结构强度的基本材料。

[来源：GB/T 6396—2008，3.3，有修改]

3.2

覆材 cladding metal

复合板中的包覆材料。

[来源：NB/T 47002.1—2019，3.4，有修改]

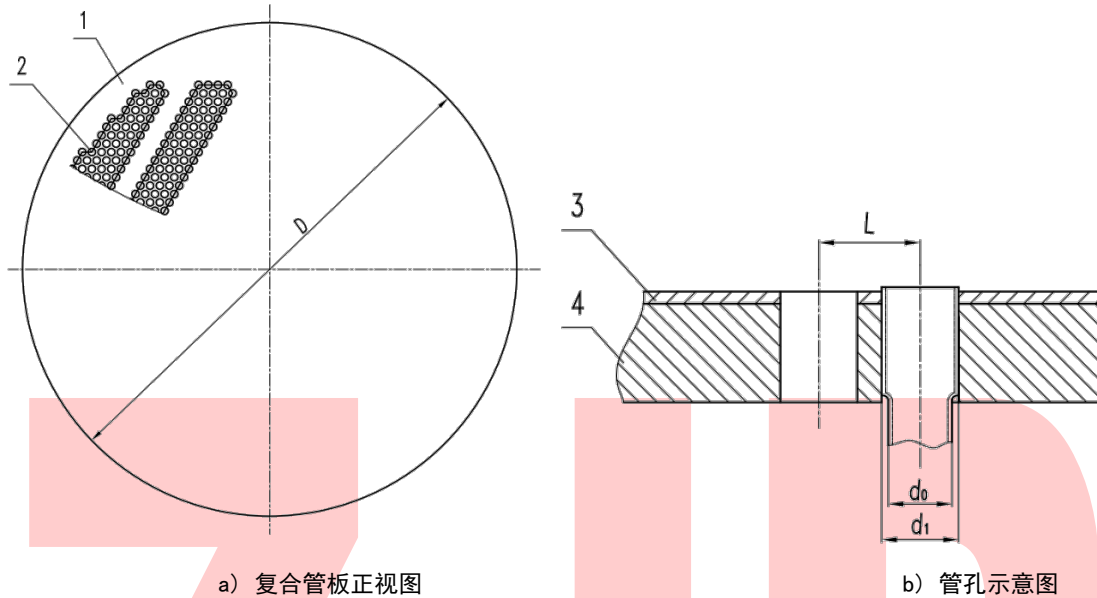
3.3

复合板 steel plate

采用复合技术使覆材和基材达到冶金结合状态的金属复合板。

4 结构型式

复合管板的结构示意图见图1。其中，a)为复合管板正视图，b)为管孔示意图。



标引序号说明：

- 1——复合板；
- 2——管孔；
- 3——覆材；
- 4——基材；
- D ——管板直径；
- d_o ——冷凝管外径；
- d_i ——管孔直径；
- L ——管孔节距。

图1 复合管板结构示意图

5 技术要求

5.1 原材料

5.1.1 覆材和基材标准及牌号应符合表1的规定。表1以外的材料，可由供需双方商定。

表1 覆材和基材选用标准及牌号

覆材		基材	
标准号	牌号	标准号	牌号
GB/T 24511	S30408、S30403、S31608、 S31603、S31703、S22053	GB/T 713	Q245R、Q345R

5.1.2 覆材厚度应为 5 mm~12 mm。

5.1.3 基材厚度应不小于 25 mm，且基材厚度与覆材厚度之比应不小于 3。

- 5.1.4 覆材厚度上偏差应为覆材公称厚度的 10%，且应小于 1 mm，下偏差为 0。
- 5.1.5 基材厚度上偏差应不大于 GB/T 709—2019 表 2 中 B 类偏差数值减 0.5 mm，下偏差为 -0.3 mm。
- 5.1.6 基材应为整块钢板，不允许拼焊。覆材允许拼焊，拼接焊缝应按 NB/T 47013.2 做 100%射线检测，射线检测结果应符合 NB/T 47013.2—2015 规定的 II 级合格，拼缝不应超过两条。

5.2 复合板

5.2.1 结合状态

- 5.2.1.1 复合板等级应符合 NB/T 47002.1—2019 中的 1 级要求，未结合率为 0。
- 5.2.1.2 复合管板直径小于等于 1 200mm 时，起爆点应设置在复合管板直径外；复合管板直径大于 1 200mm 时，起爆点应设在复合板中心直径 30 mm 以内，起爆点 60 mm 以内不宜钻孔。
- 5.2.1.3 复合板应进行超声检测，采用 100%扫查方式，未结合区允许进行补焊。补焊前应清除未结合区覆材并打磨至基材表面，并进行渗透检测确认已清楚未结合区，再由经评定合格的焊接工艺进行补焊。补焊后应进行超声和渗透检测，超声检测结果应符合 5.2.1.1 的规定，渗透检测结果应符合 NB/T 47013.2—2015 规定的 I 级。焊补记录（包括焊补区在复合管板上的位置、焊补区的面积、焊接材料及焊接工艺参数）附在产品质量证明书中。

5.2.2 力学性能

- 5.2.2.1 复合板复合界面的结合剪切强度应不小于 280 MPa。
- 5.2.2.2 复合板应进行拉伸试验，其结果应符合 NB/T 47002.1 的规定。
- 5.2.2.3 复合板只进行基材的冲击试验，冲击试验温度和冲击能量应符合 GB/T 713 的规定。
- 5.2.2.4 复合板应进行内弯曲（覆材表面受压）、外弯曲（覆材表面受拉）试验和侧弯曲（复合板横截面受拉、受压）试验，其结果应符合表 2 的规定。

表2 复合板弯曲性能

弯曲角度	弯心直径	试验结果
180°	内弯曲按GB/T 713的规定 外弯曲 $d=4a$ 侧弯曲 $d=40$ mm	在弯曲部分的外侧不得有裂纹，复合界面不得有分层
注：d为弯心直径，a为试样厚度。		

5.3 复合管板

5.3.1 尺寸及偏差

5.3.1.1 总厚度

复合管板总厚度为覆材与基材总厚度，总厚度允许偏差应符合表3的要求。

表3 复合管板总厚度允许偏差

单位为毫米

复合管板厚度	复合管板直径	复合管板厚度允许偏差
30~50	≤2 500	+1.4 -0.3

表 3 (续)

复合管板厚度	复合管板直径	复合管板厚度允许偏差
30~50	>2 500~4 800	+1.8 -0.3
>50~70	>2 500~4 800	+2.1 -0.3
>70~110	>2 500~4 800	+2.6 -0.3

5.3.1.2 管孔尺寸

5.3.1.2.1 复合管板管孔的尺寸应为 $(d_0 + 0.2)_0^{+0.2}$ ，允许 4%的管孔尺寸在 $(d_0 + 0.2)_{+0.2}^{+0.3}$ 范围内。

5.3.1.2.2 复合管板上任意两个相邻管孔的节距偏差不超过 1.5 mm，允许 5%的管孔节距偏差在 1.5 mm~2 mm 范围内。

5.3.2 不平度

复合管板不平度应不大于 2 mm/m，总体不大于 6 mm。

5.3.3 管孔表面粗糙度

复合管板管孔的表面粗糙度Ra应不大于 6.3 μm ，允许 5%的管孔表面粗糙度Ra在 6.3 μm ~12.5 μm 范围内。

5.3.4 外观要求

5.3.4.1 复合管板管孔表面切削刀纹均匀，不允许有肉眼可见的螺旋状沟槽和其他贯通性刀痕。

5.3.4.2 复合管板覆材表面不得有结疤、裂纹、夹杂、褶皱等缺陷。

6 试验方法

6.1 原材料检验

原材料检验以供应商提供的检验报告为检验依据。

6.2 复合板检验

6.2.1 结合状态检验

复合板的结合状态按NB/T 47013.3规定的方法进行检验。

6.2.2 力学性能检验

6.2.2.1 剪切试验

复合板的剪切试验应按GB/T 6396—2008中第6章的规定执行。

6.2.2.2 拉伸试验

复合板的拉伸试验应按GB/T 6396—2008中第5章的规定执行。

6.2.2.3 弯曲试验

复合板的外弯曲、内弯曲、侧弯曲试验应按GB/T 6396—2008中第7章的规定执行。

6.2.2.4 冲击试验

复合板基材的冲击试验按GB/T 6396—2008中第10章的规定。

6.3 复合管板检验

6.3.1 尺寸及偏差检验

6.3.1.1 复合管板总厚度在距复合管板边缘不小于40 mm处使用精度不低于0.01 mm的量具进行测量。

6.3.1.2 管孔尺寸采用内径测量工具如三爪内径千分尺或百分表进行测量，要求量具精度不低于0.01 mm。

6.3.2 不平度检验

复合管板不平度按GB/T 709—2019中8.5进行测量。其中，直尺长度不小于复合管板直径。

6.3.3 管孔表面粗糙度检验

管孔表面粗糙度宜使用表面粗糙度仪进行检验。

6.3.4 外观检验

复合管板的表面质量一般采用目测检查。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验，按表4的规定。

表4 检验分类

序号	检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法	
1	复合板	结合状态	—	√	5.2.1	6.2.1	
2		力学性能	复合界面剪切强度	—	√	5.2.2.1	6.2.2.1
3			拉伸试验	—	√	5.2.2.2	6.2.2.2
4			基材冲击试验	—	√	5.2.2.3	6.2.2.3
5			弯曲试验	—	√	5.2.2.4	6.2.2.4
6	复合管板	尺寸及偏差	总厚度	√	√	5.3.1.1	6.3.1.1
7			管孔尺寸	√	√	5.3.1.2	6.3.1.2
8		不平度	√	√	5.3.2	6.3.2	
9		管孔表面粗糙度	√	√	5.3.3	6.3.3	
10		外观	√	√	5.3.4	6.3.4	

注：“√”为应检测项目，“—”为不检验项目。

7.2 出厂检验

7.2.1 复合管板出厂检验项目按表4的规定。

7.2.2 复合管板出厂检验应逐张进行，其中管孔尺寸、管孔表面粗糙度按复合管板总孔数5%进行抽检，抽检数量超过50个按50个检验。

7.2.3 所有出厂检验项目合格，则判该张产品合格。如总厚度、不平度、外观不合格，则判该张复合管板不合格；如管孔尺寸、管孔表面粗糙度不合格，则从同一张中再抽取双倍孔数进行复验，复验结果如仍不合格，则判该张产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 复合管板型式检验项目按表4的规定。

7.3.2 有下列情况时，应进行型式试验：

- a) 新产品首次投产或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产后，原材料、工艺有较大变化，可能影响产品性能时；
- c) 停产3个月以上，恢复生产时；
- d) 当产生质量技术分歧，需要仲裁时；
- e) 客户提出型式试验要求时。

7.3.3 复合板检验项目应从同批复合板合格产品中随机抽取2张，其中1张备样，1张制取试样，试样数量如下：剪切试样1个、拉伸试样3个、冲击试样3个、内弯曲试样1个、外弯曲试样1个、侧弯曲试样1个。

7.3.4 复合管板检验项目应从出厂检验合格产品中随机抽取2张，其中1张备样，1张进行检验，其中管孔尺寸、管孔表面粗糙度按复合管板总孔数5%进行抽检，抽检数量超过50个按50个检验。

7.3.5 先开展复合板检验，如复合板检验项目中有任何一项不合格，再从复合板备样中制取双倍试样进行检验，如仍不合格，则判型式检验不合格。

7.3.6 如复合板所有项目检验合格，再进行复合管板检验，复合管板所有项目检验合格，则判型式检验合格。如复合管板检验项目中有任何一项不合格，则对复合管板备样进行检验，如总厚度、不平度、外观任何一项仍不合格，判型式检验不合格；如管孔尺寸、管孔表面粗糙度任何一项不合格，则从该备样中抽取双倍孔数进行复验，复验结果如仍不合格，判该型式检验不合格。

8 标志、包装及贮存

8.1 标志

每张复合管板应在覆材表面标出复合管板直径、基材厚度、覆材厚度、基材材料、覆材材料、制造厂名（或厂标）、生产日期等，并附有产品质量证明书（原件）、复合板质量证明书的复印件。其余要求应符合GB/T 247—2008中第5章的规定。

8.2 包装

覆材表面应做有效的保护，以防止擦伤、划痕、碳污染，管孔应做好防锈、擦伤保护。其余要求应符合GB/T 247—2008中4.4.1的规定。

8.3 贮存

复合板、复合管板应贮存在清洁、干燥、通风、防雨雪的地方，贮存附近不得有腐蚀性化学物品。