ICS 27.180
CCS F 11

T/CS

团 体 标 准

T/CS 593—2026

高精度耐腐蚀轻量化海上风电机机舱结构件

High-precision corrosion-resistant lightweight offshore wind turbine nacelle structural parts

2026－09－20 发布 2026－09－20 实施

中国商品学会 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 2
4　材料 2
5　制造工艺 3
6　技术要求 8
7　试验方法 9
8　检验规则 9
9　标志、包装、运输和贮存 10

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。

本文件由南通鋆鼎精密科技股份有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：南通鋆鼎精密科技股份有限公司、南通鋆鼎精工科技有限公司、南通鋆鼎新能源科技有限公司、宁夏鋆鼎风电科技有限公司、南通鋆鼎精密科技股份有限公司烟台分公司、北京联合利来企业管理有限公司。

本文件主要起草人：柏晔、韩晓东、鲁春来、李汉炎、马静、范金余、顾孟霞。

高精度耐腐蚀轻量化海上风电机机舱结构件

1 范围

本文件规定了高精度耐腐蚀轻量化海上风电机机舱结构件的材料、制造工艺、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于高精度耐腐蚀轻量化海上风电机机舱结构件的生产和检验。

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 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验

GB/T 2651 金属材料焊缝破坏性试验 横向拉伸试验

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术

GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118 热强钢焊条

GB/T 5169—2017 电工电子产品着火危险试验

GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求

GB/T 5313 厚度方向性能钢板

GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝

GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 15169 钢熔化焊焊工技能评定

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第 1 部分：总则

GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南

GB/T 19804 焊接结构的一般尺寸公差和形位公差

GB/T 26951 焊缝无损检测 磁粉检测

GB/T 30790.2 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 2 部分：环境分类

GB/T 30790.6 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 6 部分：实验室性能测试方法

GB/T 36034 埋弧焊用高强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求

GB/T 36037 埋弧焊和电渣焊用焊剂

GB/T 37400.3 重型机械通用技术条件 第 3 部分：焊接件

GB 50661 钢结构焊接规范

JB/T 5000.2 重型机械通用技术条件 第 2 部分：火焰切割件

JB/T 5000.11 重型机械通用技术条件 第 11 部分：配管

NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测

TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

YB/T 5092 焊接用不锈钢丝

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海上风电机机舱结构件 offshore wind turbine nacelle structural parts

用于海上风力发电机组机舱内部承载、支撑、装配的金属及非金属结构零部件。

注：包含框架、支架、筒体、连接基座、电缆夹具等一体化构件。

4 材料

4.1 一般要求

4.1.1 材料选用应满足下列要求：

a) 分析结构的重要性、载荷特征、结构形式、应力状态、连接方法、工作环境、钢材厚度等因素，选用合适的钢材；

b) 选用符合国家现行产品标准的材料。

4.1.2 焊接材料应与母材性能相匹配。焊接接头的强度、塑性及冲击韧性等不应低于相应母材标准规定。焊接材料选用应符合下列规定：

a) 型号、种类通过焊接工艺评定确定；

b) 质量符合 GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 5293、GB/T 8110、GB/T 10045、GB/T 36034、GB/T 36037、YB/T 5092 的规定。

注：对承受动力荷载或验算疲劳的结构件以及在低温环境下工作的厚板结构件，宜采用低氢型焊接材料。

4.2 结构钢

结构钢质量等级应按设计要求选用，设计未作规定时，应符合下列规定：

a) 质量等级符合 GB/T 700、GB/T 699 和 GB/T 1591 的规定；

b) 用于焊接结构件的结构钢，质量等级不低于 GB/T 700、GB/T 1591 中 Q235B、Q355B 等 B 级结构钢的规定；

c) 承受疲劳载荷的结构钢，选用不低于 B 级；钢材内部不存在裂纹、分层及超出产品标准允许范围的夹杂、气孔等缺陷，超声波探伤质量等级不低于 NB/T 47013.3 规定的 Ⅰ 级；

d) 防止层状撕裂的 Z 向结构钢，质量等级符合 GB/T 5313 的规定。

4.3 紧固件

紧固件应符合 GB/T 3098.1 的规定，其性能等级按设计要求选用，且不应低于 8.8 级；外露及高盐雾环境用紧固件应采取热浸锌工艺、锌铬涂层（达克罗）处理工艺或采用不锈钢材质等防腐措施，并与被连接件电位相容。

4.4 电缆夹具

4.4.1 电缆夹具材料宜采用聚己二酰己二胺，表面应无龟裂、银纹、斑点、气孔、缺口、凹陷、尖角、毛刺及油污等肉眼可见缺陷。经 2 m 高度跌落至水泥地面的试验后，夹具应无开裂、破损现象。

注：跌落试验试样数量、跌落姿态由供需双方约定。

4.4.2 聚己二酰己二胺电缆夹具性能应符合下列规定：

a) 工作温度：-40 ℃～110 ℃；

b) 熔点：247 ℃～250 ℃；

c) 弯曲强度：180 MPa；

d) 拉伸强度：不小于 115 MPa；

e) 缺口悬臂梁冲击强度：不小于 5.5 kJ/m²；

f) 无缺口悬臂梁冲击强度：不小于 30 kJ/m²；

g) 1.8 MPa 下热变形温度：220 ℃；

h) 防火等级：不低于 GB/T 5169—2017 中 V-0 等级。

5 制造工艺

5.1 一般规定

5.1.1 制造应采取与材料、加工工况相适宜的工艺措施。
5.1.2 零件制造工序均应检验与验收，前道工序检验合格后方可转入下道工序。
5.1.3 加工后的零件表面应无肉眼可见毛刺、尖角、锐边，不应存在深度大于 0.2 mm 的划痕或凹痕。
5.1.4 材料不应使用牌号不明或未经质量检验部门验收合格的材料。

5.2 矫正

5.2.1 钢材下料前应矫正，矫正方式可采用手工矫正、机械矫正或火焰矫正。
5.2.2 变形严重或长期露天锈蚀的钢材，应使用火焰矫正，并应符合下列规定：
a) 钢材加热至 850 ℃时进行；
b) 钢材温度降至 500 ℃～550 ℃时结束；
c) 钢材温度在 300 ℃～500 ℃时，不实施锤击作业。
5.2.3 钢材矫正后，表面应无深度大于 0.5 mm 的凹陷、刻痕及其他损伤。

5.3 下料

5.3.1 形状简单的零件可直接下料；重要结构件、外形复杂及展开下料的结构件，均应按实际尺寸放样下料。下料后应及时做好材料标识，应包括原材料编号、制令号、图号等。所有部件下料后，自由边锐角均应打磨倒钝，并去除毛刺。
5.3.2 划线放样时，应先划出中心线及垂直线，并采用低应力钢印沿线条标记，作为施工与检验依据。
5.3.3 标记线应以低应力钢印中心为准；共用割口采用气割沿线切割时，下料尺寸应按表 1 的规定加放割口余量。

表 1 气割割口余量

单位为毫米

钢板厚度 δ	割口单边余量
δ≤10	1.5
10＜δ≤30	2.0
30＜δ≤50	2.5
注：板厚大于 50 mm的特种厚板加强件，割口余量按工艺评定文件另行确定。	

5.3.4 下料应采用集中下料、长短搭配、排样套料等方法。
5.3.5 划线与钢印标记应清晰准确，下料时相对设计尺寸允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 下料时相对于设计尺寸允许偏差

单位为毫米

项目	允许偏差
外形尺寸	±1.0
中心线距	±0.5
孔距	±0.5
矩形对角线差	1.5

5.4 剪切

5.4.1 钢材应采用机械剪切，不适宜机械剪切或尺寸精度要求较高的零件，可采用气割加工。
5.4.2 气割加工应符合下列规定：
a) 气割线相对号料线的允许偏差：手动切割为±1.5 mm，半自动气割为±1 mm；
b) 焊件焊接坡口应采用二次气割成型；
c) 气割完成后，焊接边缘应清理干净，去除氧化皮、熔渣、熔瘤等杂物；
d) 切割边缘不存在长度超过总长 10%且深度大于 1.5 mm 的损伤，超过时作补焊处理。
5.4.3 切割面质量应符合 JB/T 5000.2 的规定，并应按下列规定控制：

a) 切割面垂直度和倾斜度公差符合表 3 规定，图样无特殊要求时，倾斜度公差按 2 级执行；

表 3 切割面垂直度公差和倾斜度公差

单位为毫米

钢板厚度 δ	公差	
	1 级	2 级
6≤δ≤10	0.5	1.2
10<δ≤20	0.6	1.3
20<δ≤40	0.8	1.6
40<δ≤60	1.0	1.9
60<δ≤80	1.2	2.2
80<δ≤100	1.4	2.5

b) 切割面表面粗糙度限值符合表 4 的规定，图样无特殊要求时，粗糙度限值按 2 级执行；

表 4 切割面表面粗糙度限值

单位为毫米

钢板厚度 δ	粗糙度限值	
	1 级	2 级
6≤δ≤25	100	160
25<δ≤50	100	200
50<δ≤100	200	250

c) 切割面长度尺寸极限偏差符合表 5 的规定，图样无特殊注明时，极限偏差按 B 级执行；

表 5 切割面长度尺寸极限偏差

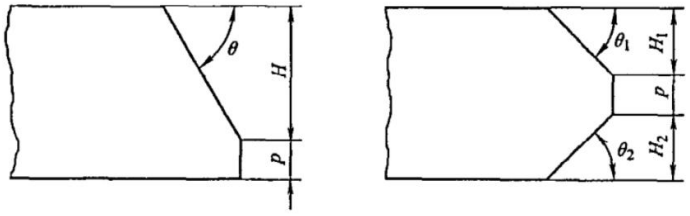
单位为毫米

公称尺寸（长度）L	钢板厚度 δ	极限偏差	
		A 级	B 级
L≤315	6≤δ≤25	±0.5	±1.0
	25<δ≤50	±0.7	±1.5
	50<δ≤100	±1.0	±2.5
315<L≤1 000	6≤δ≤25	±0.7	±2.0
	25<δ≤50	±1.0	±2.5
	50<δ≤100	±2.0	±3.5
1 000<L≤2 000	6≤δ≤25	±1.0	±2.5
	25<δ≤50	±1.5	±3.0
	50<δ≤100	±2.5	±4.0
2 000<L≤4 000	6≤δ≤25	±1.5	±3.0
	25<δ≤50	±2.0	±3.5
	50<δ≤100	±3.0	±4.5
4 000<L≤6 000	6≤δ≤25	±2.0	±4.0
	25<δ≤50	±2.5	±4.5
	50<δ≤100	±3.5	±5.5
L>6 000	6≤δ≤25	±2.5	±5.0
	25<δ≤50	±3.0	±5.5
	50<δ≤100	±4.0	±6.5
注：适用于图样上未注尺寸公差的尺寸。			

d) 切割面坡口角度和深度极限偏差符合表 6 规定，坡口精度示意图见图 1，图样无特殊注明时，极限偏差按 2 级执行；

表 6　切割面坡口角度和深度极限偏差

项目		极限偏差	
		1 级	2 级
坡口角度 θ/°		±2.5	±5.0
坡口深度 H/mm	钝边高度 p≤4 mm	±0.5	±1.0
	钝边高度 p＞4 mm	±1.0	±2.0



标引序号说明：

θ——单坡口角度　　H——坡口总深度

θ_1——上部坡口角度　　θ_2——下部坡口角度

H_1——上段坡口深度　　H_2——下段坡口深度

p——钝边高度

图 1　坡口精度示意图

e)　切割面表面缺陷符合表 7 的规定，图样无特殊注明时，表面允许缺陷按 2 级执行。

表 7　切割面表面缺陷

单位为毫米

项目	允许缺陷	
	1 级	2 级
宽度	≤3	≤5
深度	≤1	≤1.5
间距	≥3	≥2
注1：宽度、深度或间距超过本表要求的缺陷，应采用焊补方法将其填满磨平（非等级切割除外）。 注2：暴露于产品外观表面的缺陷，未超过本表要求时亦应打磨光顺。		

5.5　成型弯曲

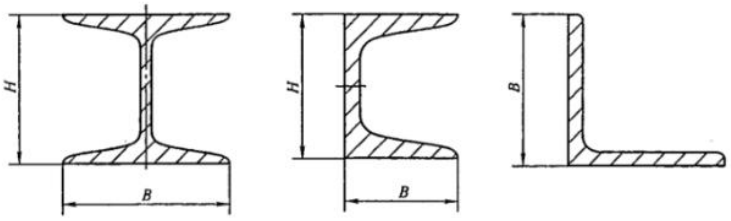
5.5.1　钢材卷圆弯曲应符合 GB/T 37400.3 的规定。弯曲内半径符合下列规定时可采用冷弯，钢材冷弯示意图见图 2；冷弯、热弯工件的弯曲部位棱角均应倒棱：

a)　钢板：对于低合金钢 R≥25 δ；对于低碳钢 R≥20 δ（R 为弯曲内半径；δ 为钢板厚度）；

b)　工字钢：R≥25 H 或 R≥25 B（H 为工字钢高；B 为工字钢宽）；

c)　槽钢：R≥45 B 或 R≥25 H（H 为槽钢高；B 为槽钢宽）；

d)　角钢：R≥45 B（B 为角钢宽）。



标引序号说明：

H——钢高

B——钢宽

图 2　钢材可冷弯示意图

5.5.2　钢材的卷圆弯曲，当弯曲内半径小于 5.5.1 规定的数值时应根据实际情况确定是否采用热弯，或在冷弯后实施退火热处理。

5.5.3　弯曲成型筒体的曲率应采用长度为 300 mm～600 mm 的曲率样板检验，筒体与样板之间间隙应小于 3 mm。

5.5.4　筒体对接环缝、纵缝的错边量 e（见图 3）不应大于壁厚的 10%，且不应超过 2 mm。

5.5.5　管子的弯曲成型，热弯时，加热温度宜为 900 ℃～1 000 ℃。弯曲过程中温度不应低于 700 ℃，冷弯应在专用的弯管机上进行。

5.5.6　管子弯曲半径 R（见图 4），应符合 JB/T 5000.11 的规定，并符合下列规定：

a)　D≤42 mm，R≥2.5 D；

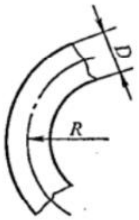
b)　D＞42 mm，R≥3 D。



标引序号说明：

e——筒体与筒体对接环缝或纵缝错边量

图 3　筒体与筒体对接环缝和纵缝的错边量示意图



标引序号说明：

R——管子弯曲半径

D——管子外径

图 4　管子的弯曲半径和外径示意图

5.5.7　管子的弯曲半径允差、圆度允差及允许的起皱深度应符合 GB/T 37400.3 规定。

5.5.8　冷弯壁厚减薄率 C 不应大于 15%，并按式（1）计算：

$$C=\frac{T-T_1}{T}\times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

C——管子壁厚减薄率，%；

T——弯曲前管子壁厚，单位为毫米（mm）；

T_1——弯曲后管子壁厚，单位为毫米（mm）。

5.5.9　热弯减薄率不应大于壁厚的 20%。

5.6　焊接装配

5.6.1　一般规定

5.6.1.1　焊接装配应按图样及设计文件要求进行。

5.6.1.2　焊接装配前应检查各零件的几何尺寸和外观质量，不符合图样及设计文件的零件不应装配。

5.6.1.3　焊接装配所用量具及工具应安全可靠、计量准确。

5.6.1.4　焊接装配平台的平面度应符合下列规定：

a)　单块平台：平面度公差不大于 1 mm/m，整体平面度公差不大于 1.5 mm；

b)　多块拼装平台：整体平面度公差不大于 2 mm。

5.6.1.5 焊接装配应结合焊工施焊空间与操作便利性，确定合理的装配顺序。
5.6.1.6 焊接装配间隙应符合设计文件要求。对接焊缝与角焊缝的装配间隙无要求或间隙公差不大于 2 mm 时，局部最大间隙应小于连接件最小壁厚的 30%，且不应大于 5 mm，该类超差间隙的长度不应大于焊缝总长的 10%。
5.6.1.7 工件非焊接区不应任意引弧。

5.6.2 焊接人员与作业环境

5.6.2.1 焊接操作人员、焊接技术人员及焊接质量检验人员应经专业培训，并按 TSG Z6002、GB/T 15169 的规定考核合格。焊工应在资格证书认可的项目范围内施焊。
5.6.2.2 施焊前，应清除焊缝两侧各不少于 20 mm 范围内的铁锈、油污、氧化皮、油漆等影响焊接质量的杂物。
5.6.2.3 焊接设备及检测器具应具有合格证明；设备应参数稳定、调节灵活、安全可靠，并按规定定期校验。
5.6.2.4 当出现下列任一情况时，应采取防护措施，否则不应施焊：

a) 气体保护焊时，环境风速大于 2 m/s；
b) 采用其他焊接方法时，环境风速大于 10 m/s；
c) 环境相对湿度大于 90%；
d) 处于雨雪天气环境；
e) 焊件温度低于 0 ℃。

5.6.3 定位焊

5.6.3.1 定位焊数量应减少，定位焊用焊接材料性能应与正式焊缝一致。
5.6.3.2 正式施焊预热时，定位焊亦应预热，且预热温度应较正式预热温度高 50 ℃及以上。
5.6.3.3 定位焊的焊缝长度及焊脚尺寸应根据焊件结构形式确定；定位焊存在的缺陷应在正式施焊前清除干净，焊缝表面不得有裂纹、夹渣、气孔等缺陷。
5.6.3.4 定位焊焊缝厚度不应大于焊件厚度的 1/2，且不大于 6 mm；焊缝长度不应大于焊件厚度的 3 倍，且不大于 30 mm。焊点间距应根据焊缝长度、结构形式及受力要求综合确定，并在设计文件中明确。
5.6.3.5 定位焊焊接电流应较正常焊接电流大 15%～20%，定位焊缝两端应平缓收弧、过渡圆滑。
5.6.3.6 焊缝相交位置不应设置定位焊，定位焊点距焊缝相交处的距离不应小于 10 倍焊件厚度。

5.6.4 焊前预热

5.6.4.1 低碳钢焊件可不预热施焊；但环境温度低于 0 ℃或焊件厚度较大时，应按工艺要求进行预热与缓冷。
5.6.4.2 低合金结构钢焊件的预热温度，应根据碳当量、构件厚度、接头拘束度、环境温度及焊接材料等因素综合确定。采用非低氢焊接材料时，应适当提高预热温度或降低临界板厚。具体构件的预热温度应由焊接技术人员确定。
5.6.4.3 不同材质相焊时，预热温度应按焊接性较差的材料选取。
5.6.4.4 同种材质、不同厚度焊件相焊时，预热温度应按较厚焊件选取。
5.6.4.5 预热范围应为焊缝两侧，每侧距焊缝中心不应小于 2 δ（δ 为板厚），且不小于 75 mm。
5.6.4.6 特殊材料或特殊结构的预热温度、层间温度、后热及焊后热处理，均应按设计文件执行。

5.6.5 施焊

5.6.5.1 施焊应选用平焊或平角焊位置。焊接顺序应满足下列要求：

a) 先焊收缩量较大的焊缝，后焊收缩量较小的焊缝；
b) 板材拼接先焊横缝，后焊纵缝；
c) 工字梁采用双人对称焊接；
d) 先焊对接焊缝，后焊角接焊缝；
e) 短焊缝一次焊成，长焊缝采用分段退焊或由中间向两端施焊。

5.6.5.2 拐角处焊缝应连续包角施焊，不应在构件拐角处中断或收弧。

5.6.5.3　厚板及大焊脚焊缝应采用多层多道焊；每层焊道均应清理熔渣，清除层间缺陷后方可施焊下一道，且各层焊道接头应相互错开。
5.6.5.4　引弧应在引弧板或坡口内进行，不应在非焊接区域引弧；焊缝收弧应在熄弧板上完成，弧坑应填满。引弧板、熄弧板及工艺支撑不应锤击拆除，应采用火焰切割或砂轮打磨去除。
5.6.5.5　每条焊缝应连续一次焊完。焊接中断时，对冷裂纹敏感的焊件应及时采取保温、后热或缓冷措施；再次施焊前，应按规定重新预热。
5.6.5.6　低温环境下施焊，不应对焊道层间进行锤击。
5.6.5.7　焊接过程中应采取防护措施，避免作业区域受风雨雪影响。环境温度低于 5 ℃时，应采取相应保障措施。

5.6.6　焊后消氢、消应力热处理

5.6.6.1　焊后消氢、消应力处理的焊缝应按 GB 50661 的规定执行。机舱大尺寸框架、薄壁轻量化焊接结构及板厚大于 30 mm 的构件，焊后应按 GB 50661 的规定采用去应力退火处理。
5.6.6.2　热处理温度应在焊件上直接测量，并在全过程连续记录；温度均为焊件金属温度，宜采用热电偶进行自动测温。
5.6.6.3　带有封闭内腔的焊件，热处理前应在中间隔板或盖板的合适位置开设透气孔，使内腔与外界连通；热处理完成后应将透气孔重新封堵。

5.6.7　焊接其他要求

5.6.7.1　无损检测的焊缝，应在图样中注明检测方法、执行标准及检测等级。
5.6.7.2　焊缝应采用连续满焊。
5.6.7.3　部件焊接完成后，所有非加工面外露棱边均应倒棱处理。

6　技术要求

6.1　外观

6.1.1　零部件表面应无裂纹、夹层、分层、重皮、锈蚀以及深度超标的麻点、划痕、磕碰凹坑。钢材表面缺陷深度不应大于钢板厚度负偏差的 1/2。
6.1.2　切割棱边、焊趾、尖角及螺栓孔边缘应打磨至圆滑过渡，圆角半径不应小于 2 mm；其中，疲劳承载件焊缝、板材边缘的圆角半径不应小于 3 mm。
6.1.3　焊缝区域应无飞溅、焊瘤、明显咬边、密集气孔及表面夹渣；外露焊缝应与母材平滑过渡，无明显凸起或凹陷。
6.1.4　涂层应均匀完整，应无漏涂、针孔、气泡、流挂、起皮、开裂、粉化及明显色差；金属热喷涂、热浸锌层应无漏镀、积锌、毛刺及氧化皮等缺陷。
6.1.5　产品加工配合面应洁净，无油污、水渍及金属碎屑。
6.1.6　产品不应出现肉眼可见塑性变形、扭曲、翘曲。

6.2　尺寸公差和形位公差

6.2.1　产品的尺寸公差和形位公差应符合图样和设计文件要求。
6.2.2　产品未注尺寸公差应符合 GB/T 19804 中 B 级的规定，未注形位公差应符合 GB/T 19804 中 F 级的规定。

6.3　焊接质量

6.3.1　承受疲劳载荷的钢制构件，焊缝质量应符合 GB/T 19418 中 B 级的规定。
6.3.2　未明确规定焊缝质量等级时，焊缝质量应符合 GB/T 19418 中 C 级的规定。
6.3.3　密封管路及油箱支架焊缝应进行渗漏试验，试验后应无渗水、渗油、漏气现象。
6.3.4　承受疲劳载荷的结构件及重要受力结构件的焊缝，应按图样和设计文件要求进行无损检测。

6.4　力学性能

力学性能试验应符合下列规定：

a) 抗拉强度：不低于相应母材标准规定的最低值；
b) 冲击韧性：冲击功满足设计文件要求的数值；
c) 弯曲试验：试样弯曲至规定角度后，受拉面不出现长度大于 3 mm 的裂纹；
d) 硬度：符合设计文件要求。

6.5 防腐等级

防腐等级应符合 GB/T 30790.2 中 C3 及以上等级的规定。

7 试验方法

7.1 外观

7.1.1 采用目视检查构件表面、焊缝、涂层及标识。
7.1.2 采用焊缝检验尺、深度卡尺、圆角规测量缺陷深度、圆角半径及划痕尺寸。
7.1.3 采用放大倍数不大于 10 倍的放大镜辅助观察微小缺陷。
7.1.4 采用平直样板、靠尺比对薄壁构件，肉眼无明显扭曲即为合格。

7.2 尺寸公差和形位公差

检验按 GB/T 19804 的规定执行。

7.3 焊接质量

7.3.1 焊缝质量：采用焊接检验尺测量余高、焊脚、咬边深度、坡口尺寸，按 GB/T 19418 分级判定。
7.3.2 密封性：采用气压 0.4 MPa 保压 10 min，或充压后浸水观察 5 min，检查有无气泡、无渗漏；水压试验按图样和设计文件规定执行。
7.3.3 无损检测应符合下列规定：
a) 超声检测（UT）：按 GB/T 11345 的规定执行；
b) 射线检测（RT）：按 GB/T 3323.1 的规定执行；
c) 磁粉检测（MT）：铁磁性焊缝、母材表面按 GB/T 26951 的规定执行；
d) 渗透检测（PT）：不锈钢、非磁性构件按 GB/T 18851.1 的规定执行。

7.4 力学性能

7.4.1 抗拉强度

检验按 GB/T 2651 的规定执行。

7.4.2 冲击韧性

检验按 GB/T 2650 的规定执行。

7.4.3 弯曲试验

检验按 GB/T 2653 的规定执行。

7.4.4 硬度

检验按 GB/T 2654 的规定执行。

7.5 防腐等级

检验按 GB/T 30790.6 的规定执行。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 产品应经制造商检验部门出厂检验合格后，方可出厂。
8.2.2 出厂检验项目应为外观、尺寸公差、形位公差和焊接质量。

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：
a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
b) 正常生产时，每年检验一次；
c) 正式生产后，结构、材料、工艺变化，可能影响产品性能时；
d) 停产 1 年以上，恢复生产时；
e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。
8.3.2 型式检验应从出厂检验合格产品中随机抽取，抽取数量应满足检测要求。
8.3.3 型式检验项目应为第 6 章的全部项目。

8.4 判定规则

8.4.1 出厂检验项目全部合格，应判定为合格。出现不合格项，允许加倍重新抽取样品复检，复检合格，应判定为合格，否则，应判定为不合格。
8.4.2 型式检验项目全部合格，应判定为合格。出现不合格项，应判定为不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

产品非加工面应标注商标、出厂编号及出厂日期。

9.2 包装

产品包装前应清理洁净并做好防锈处理，运输过程应采取防护措施防止磕碰损伤。

9.3 运输

产品运输时应采取可靠的防震、防撞及防变形措施，底部应放置于干燥垫木制成的托架上；运输工具应洁净干燥，具备防磕碰、防雨淋及防有害气体侵蚀的防护措施。并应满足下列要求：
a) 装卸时使用专用护具，防止损坏防腐层；
b) 包装后的货物要求与车辆可靠固定；
c) 运输工具保持清洁、干燥。

9.4 贮存

产品应贮存在清洁、干燥、防雨、防雪、防潮的室内，温度应为 5 ℃～35 ℃，相对湿度不应大于75%。产品自出厂检验合格之日起超过 12 个月，应复检合格后使用。