

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 91—2024

型材数字化加工工艺要求

Requirements for digital processing of profiles



2024-8-20 发布

2024-10-1 实施

中国船舶工业行业协会 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 工艺准备	1
4.1 文件	1
4.2 人员	2
4.3 工装、工具和设备	2
4.4 环境	2
4.5 材料	2
5 工艺过程	2
5.1 工艺流程	2
5.2 预处理	3
5.3 矫正	3
5.4 入托/入库存放	3
5.5 生产线任务分配	3
5.6 数控上料	3
5.7 自动喷码划线	3
5.8 数控进料	4
5.9 自动切割	4
5.10 数控出料	5
5.11 打磨检查	5
5.12 卸料入托	5
5.13 数控肋骨冷弯	5
5.14 肋骨热弯	5
5.15 入托转序	5
5.16 数据采集	5
6 工艺质量	6
6.1 尺寸偏差	6
6.2 预处理要求	8
7 检验	8

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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院、中船黄埔文冲造船有限公司、哈尔滨工程大学、江苏科技大学、上海海事大学、上海交通大学。

本文件主要起草人：何开平、孙楠、闫德俊、咎英飞、梁剑明、曹雪雁、韩超帅、曹军军、程萍、金语龙、朱成立、谢专、邹哲、黄河莱、陈熙寰、孔德银、周德命、刘季杭、冯振伟、刘惠明、肖城龙、殷涛。



型材数字化加工工艺要求

1 范围

本文件规定了型材数字化加工的工艺准备、工艺过程、工艺质量和检验。

本文件适用于一般船舶的型材数字化加工，其他特种船舶或钢结构的型材加工可参照使用。

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。

CB/T 4442 船体零件加工技术要求

3 术语和定义

CB/T 4442界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

型材数字化加工 **digital processing of profiles**

通过计算机、车间网络和信息技术等手段，对型材切割、弯曲等工序实现自动化加工的过程，并收集相关加工过程数据。

3.2

逆直线加工 **straighten anti-curve line processing**

预先在型材的原材料上画出一定形式的曲线，再进行弯曲加工，直至所画曲线成为直线即结束的加工方法。

3.3

型材切割生产线 **profiles cutting production line**

具有上料、缓存、喷码、划线、进料、切割、出料等单元，能够实现型材自动上料、自动喷码划线、自动切割、自动出料，并可采用切割过程数据，形成工位固定型材流动的流水式节拍切割的生产线。

4 工艺准备

4.1 文件

型材数字化加工前应准备下列图样及工艺文件：

- a) 加工图样；
- b) 加工工艺文件。

4.2 人员

4.2.1 施工人员应具备认定的相关专业技能资格，熟练使用型材数字化切割机械设备，并经考核合格后持证上岗。

4.2.2 从事型材数字化加工的施工人员应熟悉图样及相关工艺文件。

4.3 工装、工具和设备

型材数字化加工作业主要工装、工具和设备包括：

- a) 型材切割生产线；
- b) 数控肋骨冷弯机；
- c) 直尺、角尺、卷尺、角度尺等计量工具。

4.4 环境

4.4.1 进入生产场地的施工人员应按要求穿戴好劳动保护用品。

4.4.2 型材加工场地应保持整洁，施工场地区域通风、照明、抽风系统功能以及水、电、气等能源的供应状况均应处于良好状态，符合安全生产施工条件。

4.4.3 进行冷加工时，工作环境的温度应不低于-20℃。

4.4.4 型材表面预处理环境的相对湿度应不大于 85%。型钢的表面温度高于露点温度 3℃。

4.5 材料

4.5.1 核对检查应加工型材的类型、材质、炉批号、规格、数量等。

4.5.2 跟踪补涂用车间底漆应经船舶检验机构认可。

5 工艺过程

5.1 工艺流程

型材的切割宜采用型材切割生产线进行流水式自动化切割，型材切割生产线主要包括数控上料单元、自动喷码划线单元、数控进料单元、自动切割单元、数控出料单元、打磨检查单元，和数据采集及管控系统组成。型材数字化加工主要工艺流程示意图见图1。型材的弯曲加工，主要采用数控肋骨冷弯机进行自动化加工。

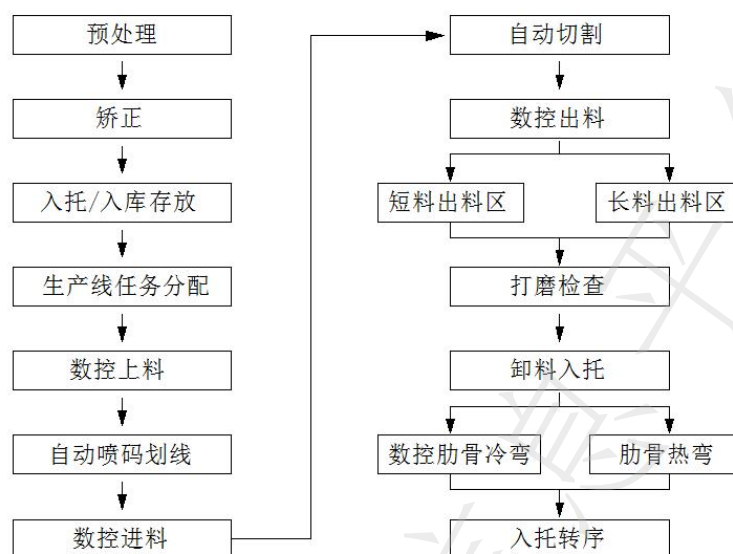


图1 型材数字化加工工艺流程示意图

5.2 预处理

型材加工前应完成预处理。型材预处理一般采用具有自动喷丸/抛丸、自动烘干、自动传送的预处理线进行流水式批量处理，并清除型材表面可见油脂、污垢、泥沙杂物、水分等。

5.3 矫正

有明显变形的型材应进行矫正，矫正作业根据型材规格尺寸选择相应设备，原则上应优先采用机器设备进行自动化冷矫正，若因设备加工能力限制或经多次矫正效果无法达到精度要求时，可视实际情况辅以火工配合矫正。

5.4 入托/入库存放

经过矫正的型材，按尺寸规格依次吊装入托盘存放或通过传送系统自动输送转入立体库进行存放，待用。

5.5 生产线任务分配

根据生产计划，结合各型材切割生产线切割能力及参数，通过设备端集控系统，自动分配各型材切割生产线切割任务量，包括相应切割指令、工艺参数、零件信息等。

5.6 数控上料

从托盘将型材依次吊装到上料机构，或从立体库中自动提取所需上料的型材。采用传动链式横移输送装置，实现型材自动输送功能，系统将摆放好的型材自动输送到辊式输送缓存单元位置上。

5.7 自动喷码划线

根据所发送的切割指令、零件信息等，在型材切割生产线上机器臂自动完成零件号、肋位号、逆直线加工线、二维码等信息的喷码和划线。完成自动喷码划线后，通过传送装置将型材推送至数控进料单元。

5.8 数控进料

通过型材切割生产线数控进料单元的机器臂夹紧装置自动识别型材端部，自动夹紧型材，将型材从进料辊道推送至型材切割房内，并通过切割房内的固定装置将型材锁紧，进入切割前的准备工作。

5.9 自动切割

机器人自动读取所切割型材规格尺寸、切割指令等信息，自动调用切割程序，并自动匹配腹板切割速度、面板切割速度、电流、电压、直切补偿量、切孔补偿量、反坡口切割补偿量等工艺参数，对型材进行自动高精度切割。切割过程中，可通过管控系统进行故障诊断。型材切割一般包括气割、等离子切割、激光切割等，采用型材切割生产线进行切割时，切割工位宜采用等离子切割，等离子切割参数见表1。

表 1 型材等离子切割参数表

切割厚度 mm	电流 A	PG1 (进气 压力) bar	PG2 (进气压 力) bar	切割压力 bar	引弧高度 mm	切割高度 mm	弧压 V	切割速度 mm/min	割缝值 mm	
6	160	7	8	5.5	6	6	123	3000	3.6	
8				5.5	6	6	125	2500	3.8	
10				5.5	6	6	127	2200	4	
12				5.5	6	6	130	2000	4.1	
15				5.5	6	6	140	1500	4.2	
20				5.5	6	6	150	1200	4.3	
8	250			5	7	6	128	4300	4.4	
10				5	7	7	131	3900	4.7	
12				5	8	7	133	3400	5.1	
15				5	8	8	136	2500	5.4	
20				5	8	8	140	1500	5.7	
25				5	8	8	145	1200	5.9	
30				5	8	8	150	900	6.1	
35				5	8	8	155	800	6.3	
40				5	8	8	160	600	6.3	
50				5	8	8	175	400	6.5	
25				300	6	7	4	160	1900	4.1
30					6	8	4	170	1250	4.6
40					6	8	4	170	850	4.8
50					6	9	4	185	450	6.1
60					6	9	4	185	350	6.1

5.10 数控出料

型材在切割房完成切割后,将通过出料单元输送系统将切割后的型材按短料和长料分别自动转出至短料出料区和长料出料区。

5.11 打磨检查

将加工后的型材自动输送到打磨工位,进行自由边的打磨处理及检查。并对型材进行车间底漆跟踪补涂。

5.12 卸料入托

型材打磨并检查完成后,通过出料装置输送至出料单元的储料平台上,采用磁吸吊将型材吊进相应托盘,集中存放和配送。

5.13 数控肋骨冷弯

采用数控肋骨冷弯机进行型材数控冷弯加工,根据型材种类和规格选取相应的加工模具。按肋骨冷弯机设备操作规程要求进行型材冷弯。当弯出的型材较长时,两端应采用托架支撑型材,避免由于其自身重力而下垂。数控肋骨冷弯分为自动弯曲模式和手动弯曲模式。

- a) 自动弯曲模式。数控肋骨冷弯机读取加工型材零件冷弯数据文件,自动完成型材弯曲加工。
- b) 手动弯曲模式。按需要加工的数据以及数控肋骨冷弯机提示手动操作,按步骤逐步完成型材弯曲加工。手动弯曲模式时,应用选用“慢正弯”和“慢反弯”,不宜采用“快正弯”和“快反弯”。

5.14 肋骨热弯

对大规格或弯曲半径过小的肋骨弯曲加工,若因设备加工能力或弯曲效果无法达到精度要求时,可用水火热加工成型的方法进行肋骨热弯加工。

- a) 将需要热弯的型材放至火工铁平台,在型材上预先划出加热线的位置。用铁桩、铁马使肋骨的一端与火工平台固定牢(若采用靠模热弯时,还应将热弯肋骨对样边贴紧固定在预先固定好的靠模旁)。
- b) 根据肋骨弯曲的要求和型号、材料牌号,选择合适的温度,热弯曲应采用中性火焰,禁止采用氧化焰。当加热温度达到 $850\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (火圈为亮红色或黄赤色)时,缓慢地施加外力使肋骨弯曲,用力时尽量保持肋骨面贴着火工平台。最高加热温度不应高于 $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低加热温度不应低于 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$,禁止在 $250\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时(火圈发暗时)施加外力强制使肋骨弯曲;
- c) 按预先划出的加热线依次进行热弯,每热弯加工好一段,应及时用铁桩、铁马使肋骨与火工平台固定牢靠(靠模热弯时,还应使肋骨与靠模贴紧)。热弯加工过程中,应随时消除肋骨翼板和腹板产生的皱折、扭曲和角变形。当需要用手工矫正时,尽量用木锤或专用胶锤,必需使用铁锤时应垫薄钢板,以免留下锤印。

5.15 入托转序

经过数控肋骨冷弯或热弯后的型材,依次吊装放入相应托盘,进行集中存放和转序配送。

5.16 数据采集

通过设备传感器可采集型材切割速度、物量、补偿量，以及加工压力值、加工量等信息；通过设备端可实现实时监控、运行状态的信息采集、在线检测、设备故障报警分析等；通过集控系统或车间MES系统，可实现工时物量统计、均衡生产工位的生产负荷等功能。

6 工艺质量

6.1 尺寸偏差

6.1.1 划线

对合线、检查线等线条的位置偏差要求见表2。

表 2 线条的位置偏差要求 单位为毫米

项目	标准范围	允许范围
对合线、检查线	≤1.5	≤2.5

6.1.2 切割

切割面粗糙度要求见表3，尺寸偏差要求见表4。

表 3 切割面粗糙度要求 单位为毫米

项目		切割方式	标准范围	允许极限	备注
自由边	重要部分	自动	0.10	0.20	除去自由边毛刺
		手工、半自动	0.15	0.30	
	非重要部分	自动	0.10	0.20	
		手工、半自动	0.50	1.00	
焊接接缝边	重要部分	自动	0.10	0.20	
		手工、半自动	0.40	0.80	
	非重要部分	自动	0.10	0.20	
		手工、半自动	0.80	1.50	

表 4 切割尺寸偏差要求 单位为毫米

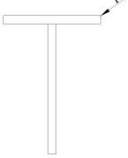
项目	标准范围	允许极限
主要构件	±2.5	±4.0
次要构件	±3.5	±5.0
面板宽度	±2.0	-3.0~+4.0

6.1.3 自由边倒角要求

自由边倒角要求见表5。

表 5 自由边倒角要求

单位为毫米

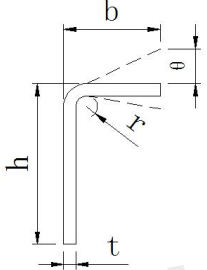
项目			标准范围	允许极限	备注
自由边倒圆 角半径 R	一般部位		1.0~1.5	0.5~1.0	可以打磨倒角，光滑无锐边即可
	特涂部位		≥ 2	—	允许通过三次切角等效处理

6.1.4 成形要求

6.1.4.1 折边尺寸偏差和几何公差要求见表 6。

表 6 折边尺寸偏差和几何公差要求

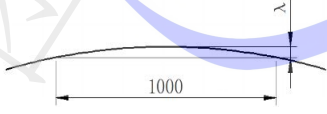
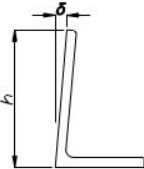
单位为毫米

项目		标准范围	允许极限	备注
折边宽度 <i>b</i>		±3.0	±5.0	以 <i>b</i> =100计
腹板高度 <i>h</i>		±3.0	±5.0	
折边角度 <i>θ</i>		±2.5	±4.5	
折边弯曲半径 <i>r</i>		≥3 <i>t</i>	2 <i>t</i>	a) 应使用适宜圆角冷弯成型和焊接的钢材; b) 若有资料证明冷弯后不降低材料性能, <i>r</i> 可以为2 <i>t</i> ; c) 对于适用CSR的产品, <i>r</i> ≥4.5 <i>t</i>
折边方向的直线度		≤10	≤25	以10米长计
腹板方向的直线度				

6.1.4.2 型材弯曲尺寸偏差和几何公差要求见表7。

表 7 型材弯曲尺寸偏差和几何公差要求

单位为毫米

项目		标准范围	允许极限	备注
局部弯曲 λ	 λ ——1米内型材外侧（弯曲）高度	± 1.0	± 1.5	以1米长计 相对样板
角变形 δ		± 1.5	± 2.0	以 $h=100$ 计
逆直线直线度偏差	逆直线长度 $< 6\text{m}$	± 2.0	± 3.0	—
	逆直线长度 $\geq 6\text{m}$	± 3.0	± 5.0	

6.2 预处理要求

型材表面预处理要求见表8。

表 8 型材表面预处理要求

项目			标准范围	允许极限
抛丸或喷丸处理	型材厚度不小于4mm	清洁度	Sa2½	—
		粗糙度	中级	—

7 检验

型材加工后采用目视或标准的计量工具检验平整度、倒角、涂装等，应符合第6章要求。