



船舶入级规范

# 船舶/高速、轻型船只和海军水面船只 新建船舶

材料和焊接

## 第 2 篇 第 3 章

# 结构的加工和试验

2005年1月

本册包括了第0篇第1章第3节2006年7月版中所述的相关修订和更正内容

第1节	一般要求.....	5
第2节	对船舶结构建造方的要求.....	7
第3节	焊接人员资格.....	8
第4节	焊接材料.....	9
第5节	焊接工艺.....	12
第6节	建造和容差.....	25
第7节	焊接无损检检.....	27
第8节	结构和密性试验.....	29

挪威船级社

Veritasveien 1, NO-1322 Høvik, Norway Tel.: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11

# 规范更改说明

## 综述

理事会2004年11月29日确定了包括增补和修订内容在内的现行规范版本，并以此替换本章的2003年1月版。

本次规范的更改于2005年7月1日生效。

本章在被新的修订版替换之前有效。仅在第0篇第1章第3节刊登少量增补和更正的更新后清单以外，不发行增补版。第0篇第1章通常在每年的1月和7月修订。

修订过的各章将发给本规范的所有订户。建议重印版本的购买者核对刊发在第0篇第1章第1节的规范各章的最新清单，以确认该章为现行版本。

## 主要更改

### • 总则

到目前为止，船舶结构加工的规定出现在规范的各篇中（如第2篇，第3篇和第5篇）。此外，基准化的方向提出了该规范与最新的发展和工业标准看齐的要求。考虑到这一理念，本册以新整理过的版本发行，题目为“船舶结构的加工和试验”。更新的主要目的是：

- 尽可能地在同一册书中包括加工和加工试验的全部要求。
- 更新要求，向其它关于钢结构焊接、组装和试验的国际标准看齐。

- 提出一个规范结构，适合优化以FSA（规范化安全评估）为基础的定量要求。

其中重要的修改为：

### • 第1节 一般要求

- 要求提交项目规定的NDT检验方案和试验计划以供认可。

### • 第2节 船舶结构建造方的要求

- 对建造方和分包方的要求进行了明确的定义。

### • 第5节 焊接工艺

- 包括了焊接工艺认可所需的不同方式供选择。对焊工艺的效力进行了调整，认可的范围进行了更新，向常见的国际标准看齐。

### • 第7节 焊接无损检验

- NDT检验的范围以总焊接长度的百分比以及焊接结构的重要程度表示。应当指出的是该节替换了先前在第3篇第1章第11节中的文本“应当检查0.4L船中部范围以内所有在船底和甲板铺板上的交叉焊缝”。

## 更正和澄清

除上述规范要求外，在现有规范的文本上还进行了一些更正和澄清。

## 对本译文的声明 (REV 00)：

为了方便中文读者对DNV RULES 的阅读，DNV安排了将该文本翻译成中文，如果在中文译文中存在与英文原文发生歧义的地方，应以DNV的英文版为准。

对本译文的任何意见和建议，请发邮件至 [mchcn340@dnv.com](mailto:mchcn340@dnv.com) 。

针对规范的意见可以通过电子邮件发送至[rules@dnv.com](mailto:rules@dnv.com)

有关订购或订阅事项的信息，请联系[distribution@dnv.com](mailto:distribution@dnv.com)

有关DNV和本社服务的全面信息，请访问网址<http://www.dnv.com>

© Det Norske Veritas 挪威船级社

由挪威船级社计算机排版(FM+SGML)

挪威印刷

可以证明的因挪威船级社过失的作为和不作为所致，对任何人造成的损失或损坏，挪威船级社赔偿其可以证明的直接损失或损坏。然而，赔偿金额不超过的等同相关服务收费总计金额的十倍，且最大赔偿金额不超过2百万美元。

在本条文中，“挪威船级社”表示挪威船级社基金会及其分社、理事、官员、雇员、代理和其他代表挪威船级社的组织和个人

## 目 录

<b>第1节 一般要求</b> .....	<b>5</b>	<b>F. 认可焊接工艺的有效性</b> .....	<b>16</b>
<b>A. 一般要求</b> .....	<b>5</b>	F 100 一般要求 .....	16
A 100 适用范围 .....	5	F 200 认可的范围 .....	16
A 200 基本要求 .....	5	<b>G. 液化气体系统WPQT的附加要求</b> .....	<b>19</b>
A 300 建造方和分包方 .....	5	G 100 板材和管材上的焊接 .....	19
<b>B. 定义</b> .....	<b>5</b>	G 200 试验要求 .....	19
B 100 术语 .....	5	G 300 生产焊接试验的要求 .....	19
<b>C. 文件</b> .....	<b>5</b>	<b>H. 铁素体-奥氏体不锈钢WPQT的附加要求</b> .....	<b>20</b>
C 100 图纸和具体内容 .....	5	H 100 板材和管材上的焊接 .....	20
<b>第2节 船舶结构建造方的要求</b> .....	<b>7</b>	H 200 试验要求 .....	20
<b>A. 一般要求</b> .....	<b>7</b>	H 300 认可焊接工艺的有效性 .....	20
A 100 适用范围 .....	7	<b>I. 奥氏体不锈钢WPQT的附加要求</b> .....	<b>20</b>
A 200 基本要求 .....	7	I 100 板材和管材上的焊缝 .....	20
<b>B. 检验安排</b> .....	<b>7</b>	I 200 试验要求 .....	20
B 100 质量管理体系 .....	7	<b>J. 铝材的焊接工艺</b> .....	<b>20</b>
<b>C. 工艺水平和监督</b> .....	<b>7</b>	J 100 一般要求 .....	20
C 100 一般要求 .....	7	J 200 板材的对接焊 .....	20
<b>第3节 焊接人员资格</b> .....	<b>8</b>	J 300 管材的对接焊 .....	21
<b>A. 一般要求</b> .....	<b>8</b>	J 400 支管连接 .....	21
A 100 适用范围 .....	8	J 500 角焊 .....	21
A 200 要求 .....	8	J 600 试件组的无损检验 .....	21
<b>B. 资格认定和认证</b> .....	<b>8</b>	J 700 破坏性试验 .....	21
B100 一般要求 .....	8	J 800 认可的范围 .....	22
B200 认证 .....	8	J 900 重复试验 .....	23
<b>第4节 焊接材料</b> .....	<b>9</b>	<b>K. 试验</b> .....	<b>23</b>
<b>A. 一般要求</b> .....	<b>9</b>	K 100 一般要求 .....	23
A 100 适用范围 .....	9	K 200 室温下的拉伸试验 .....	23
A 200 基本组别和等级 .....	9	K 300 弯曲试验 .....	24
<b>第5节 焊接工艺</b> .....	<b>12</b>	<b>第6节 建造和容差</b> .....	<b>25</b>
<b>A. 一般要求</b> .....	<b>12</b>	<b>A. 一般要求</b> .....	<b>25</b>
A 100 适用范围 .....	12	A 100 适用范围 .....	25
A 200 焊接工艺 .....	12	<b>B. 材料的标识</b> .....	<b>25</b>
<b>B. 焊接工艺规程</b> .....	<b>12</b>	B 100 一般要求 .....	25
B100 一般要求 .....	12	<b>C. 车间底漆的认可</b> .....	<b>25</b>
B200 认可的焊接工艺规程 .....	12	C 100 一般要求 .....	25
<b>C. 焊接工艺试件组和试样的取样</b> .....	<b>12</b>	<b>D. 焊接环境</b> .....	<b>25</b>
C 100 板材的对接焊 .....	12	D 100 一般要求 .....	25
C 200 管件的对接焊 .....	14	<b>E. 切割、成型、组装和焊接</b> .....	<b>25</b>
C 300 全渗透 T-、Y-和K- 型连接 .....	14	E 100 切割 .....	25
C 400 支管连接 .....	14	E 200 成型 .....	25
C 500 角焊 .....	15	E 300 组装和焊接 .....	25
<b>D. 试件组的无损检验</b> .....	<b>15</b>	<b>F. 修补</b> .....	<b>26</b>
D 100 对接焊和完全焊透的T-型连接 .....	15	F 100 一般要求 .....	26
D 200 角焊和部分焊透焊接 .....	15	F 200 修复焊接 .....	26
<b>E. 破坏性试验</b> .....	<b>15</b>	F 300 火焰矫直 .....	26
E 100 横向拉伸试验 .....	15	<b>G. 检验和容差</b> .....	<b>26</b>
E 200 弯曲试验 .....	15	G 100 一般要求 .....	26
E 300 宏观磨片和硬度试验 .....	15	G 200 对齐和矫直 .....	26
E 400 冲击试验 .....	15	G 300 特殊船只的容差 .....	26
E 500 不同材料等级之间的焊接 .....	16	G 400 生产焊接试验要求 .....	26
E 600 重复试验 .....	16	<b>第7节 焊接无损检验</b> .....	<b>27</b>
		<b>A. 一般要求</b> .....	<b>27</b>

A 100 适用范围 .....	27	D 100 一般要求 .....	27
A 200 基本要求 .....	27	E. NDT检测验收标准 .....	28
<b>B. NDT 检验方案..... 27</b>		E 100 一般要求 .....	28
B 100 一般要求 .....	27	E 200 不合格焊接.....	28
B 200 外观检查 .....	27	<b>第8节 结构和密性试验 .....</b>	<b>29</b>
B 300 磁粉检验 .....	27	<b>A. 一般要求..... 29</b>	
B 400 射线照相检验 .....	27	A 100 适用范围 .....	29
B 500 超声波检验 .....	27	<b>B. 试验..... 29</b>	
B 600 渗透检验 .....	27	B 100 定义 .....	29
<b>C 人员资质..... 27</b>		B 200 一般要求 .....	29
C 100 一般要求 .....	27	B 300 试验内容和类型的特定要求 .....	29
<b>D. NDT检测范围..... 27</b>			

第1节 一般要求

A. 一般要求

A 100 适用范围

- 101 本节规定了第3篇中叙述的焊接结构加工相关部分和单元的一般要求。
- 102 第1篇第1章第3节A200规定了基本要求。
- 103 第5篇规定了和特殊用途和类型相关的船体结构附加加工要求。
- 104 第4篇第6章第7节和第4篇第7章第8节分别规定了管道锅炉/压力容器的加工和焊接。

A 200 基本要求

- 201 重要结构的焊接，如：
- 整个长度上的船体，上层建筑
  - 船体设备，尾框架，舵，舵杆和挂舵臂
- 应当由合格的焊接人员，采用认可的焊接工艺和焊接材料，在本社认可的建造方和分承包方处进行。
- 202 应当采用第3节和第5节分别给出的与连接和基体类型相关的焊接人员和焊接工艺。
- 203 焊接材料应当获得型式认可。第4节规定了焊接保护气体的基本类别和等级以及各种类别和等级保护气体的应用。

A 300 建造方和分承包方

- 301 建造方和分承包方应当证明其进行相关作业的能力。
- 302 建造方和分承包方被认为采用必要的设备按照令人满意的方式对焊作业进行检验。
- 303 重要的焊接作业应当在检验人员的日常监督下进行。检验人员应当具备一定的经验和资格，能够对此类工作做出评判。应当对各位焊接人员的工作进行规范性的检查。
- 304 建造方和分承包方应存有所有合格焊接人员的索引卡和记录。这些记录应当提供关于焊接人员培训以及资格考试日期和结果的信息。如果进行资格复审，应当注明母体金属、焊接材料类型、接头设计和焊接位置的相关信息。应当允许验船师随时查阅这些记录。

B. 定义

B 100 术语

- 101 以下为和船舶结构有关的术语：

建造方	参与以船舶入级为目的的船体结构的加工规划、建造、组装的船厂
分承包方	建造方监督下进行工作的独立个体组织。分承包方可能被要求获得本社的认可。
质量管理体系	按照知名的质量标准，如ISO 9001:2000或等同标准建立的质量管理体系。该质量管理体系可能要求由公认的认证机构进行认证，见第1篇第1章第3节A1000。
新建船舶检验安排 (NSA)	建造方和本社之间达成的协议，确定按照接受标准受控人员和项目的责任和权限以及质量控制职责。通过这一协议采取的活动为本社自身检验计划的补充。
pWPS	初步的焊接工艺规程：试验性的焊接工艺规程，为建造方认定的以获得本社认可的基础规程。
WPS	焊接工艺规程：关于特定接头并且已经获得本社认可的规范，包括所采用的材料、具体方式、实际的方法和参数的。
WPQR	焊接工艺认可记录：认可试样焊接采用的实际参数，以及无损检验和机械试验结果的记录。
WPQT	焊接工艺认可试验：为证实按照pWPS进行的焊接符合规定要求的而进行的试验。
WPT	生产焊接试验：为了证实实际作业的焊接符合规定要求的试验。
NDT	无损检验：外观检验、射线照相检验、超声波检验、磁粉检验、液体渗透检验以及其它探索缺陷和非正常状况的无损检验方式。
手工焊接	手持操作电极把持器、焊枪、焊炬或喷焊器的焊接。
半机械化焊接	采用焊丝机械化送料的手动焊接。
全机械化焊接	所有主要作业（不包括工件的处理）为机械化的焊接。
全自动工艺	所有作业为机械化的焊接。

C. 文件

C 100 图纸和具体内容

- 101 以下文件应当提交进行认可：
- WPS，若可行时，包括WPQT
  - 项目规定的NDT方案
  - NDT检验计划

**102** 以下应当提交的文件用于信息的说明：

- 安装和检验计划
- 舱柜检测计划。

**103** 对于本社尚未知悉的建造方，应当提交阐述以下活动的文件以提供信息

- 加工工艺和人员的资格认定和接受
- 材料的正确标识和文件及使用

- 预备工作的检验（组装，预装配，加固，热处理等）
- 安装顺序
- 加工作业对规程和工艺符合程度的检验
- 见证的NDT，控制和试验
- 修补和对修补的检验
- 焊接检验
- 确保检查、试验设备和记录的功能性，以及保障加工中所用设备和机械正确发挥功能而必备测量装置的功能性。

第2节 船舶结构建造方的要求

A. 一般要求

A 100 适用范围

101 本节规定了对意图获得本社的船级，涉及船舶结构建造活动的船舶结构建造方（以下称“建造方”）的一般要求。

A 200 基本要求

201 在实施前，本社尚未知悉的建造方，应当展示其可以按照本节全部规定进行加工的能力。

指导性意见：  
成功达到本节相符的情况下，本社可授予新造船只检验安排 (NSA)，授权建造方在一定的工作范围内，可实施加工作业。除此以外，还表示采纳了建造方的质量管理体系作为本社入级检验的补充。

--指-导-性-意-见-完--

B. 检验安排

B 100 质量管理体系

101 除非另外和本社达成一致，否则船体结构的建造方

应当具备文件化的并已实施的质量管理体系。质量管理体系的范围应当由组织的规模和类型、过程的复杂性和交互性以及人员的能力而决定。

102 实施本社在项目的入级范围中定义的加工作业时，本节也应当适用于建造的分承包方。

C. 工艺水平和监督

C 100 一般要求

101 建造方应当确保能够依照加工工艺和工作指导以及检验和试验方案，技巧性地并胜任地实施作业。

102 建造方应当确保在所有的阶段，所有的作业得以有效且系统的控制。

指导性意见：  
焊接的质量要求可建立在EN 729-系列标准的基础上。

--指-导-性-意-见-完--

103 建造方应将在分承包方所在地和/或分承包方在建造方所在地进行的作业纳入控制中。

## 第3节 焊接人员资格

### A. 一般要求

#### A 100 适用范围

101 这些要求适用于本社对钢材和有色金属的熔接焊的焊接人员的认定。

#### A 200 要求

201 要求全机械化或全自动加工的焊接操作人员应当具有证明其熟练技术的记录，该记录可以证明操作人员充分进行过有关设备设定、程序和操作的正规培训。

### B. 资格认定和认证

#### B 100 一般要求

101 焊接人员按照本社认可的标准进行资格认定，如EN 287、ISO 9606、ASME 第IX节、ANSI/ AWS D1.1。

102 其它标准的认可应获得本社的同意。

#### B 200 认证

201 组件的焊接和试验应当在本社代表在场的条件下进行。顺利完成焊接和认可后，应客户的要求，本社将证明焊接人员已经通过认可试验。

202 由其它IACS成员或独立的组织进行认证工作的情况时，如公认的或国内认可的认证团体，对于该类认证的认可将依据具体的情况逐一评估。然而本社保留在认为必要的时间，要求验证焊接人员资格的权利。该类验证可包括生产前的试验、额外的NDT和/或焊接工作检验。



第4节 焊接材料

A. 一般要求

A 100 适用范围

101 本节规定了类型获得认可的焊接材料的基本组别和等级，保护气体的各种等级和分类。

A 200 基本组别和等级

201 焊接材料根据其填充金属分为若干组别，并根据冲击试验温度和填充金属的化学成分进一步分成若干等级。

表A1规定了焊接材料的等级。

表A1 焊接材料等级				
	普通强度钢	高强度钢	超高强度钢	奥氏体不锈钢
焊接材料等级	1	2 Y	3/4/5 Y42	308 /308Mo/ 308L
	2	3 Y		309 /309L/ 309Nb/
	3	4 Y	3/4/5 Y46	309 Mo/309Mo L
	5	5 Y		310/310 Nb/310Mo
			3/4/5 Y50	312
	I	2/3/4 Y40		316/ 316 L
	II		3/4/5 Y55	317/3 17 L
	III	I Y		318
	V	II Y	3/4/5 Y62	330
		III Y		347
		IV Y	3/4/5 Y69	349
		V Y		
		II/III/IV Y40		

202 满足高韧性等级要求的焊接材料，也被认为符合同组的低韧性等级的要求。

203 下列表格 (表A2 – 表A7) 所示为可以用于不同钢材等级的焊接材料。

当两种不同等级的钢材需要连接在一起时，焊接材料的屈服强度不得低于二者之中强度较低的钢材。

焊接E级高强度钢材时，推荐对所采用的焊接材料预先在-40° C (4级或IV级) 进行试验。

204 若可行，应当报告保护气体的组分。认可的焊丝离子焊接和任何特定保护的组合可以用于或转换成同种焊丝和任何按照表A8规定同样编号组别气体的组合。

表A2										
船体结构 用钢等级	焊接材料的等级									
	1 (DP)	2	2 Y <sup>1)</sup>	2 Y4 <sup>1)</sup>	3	3 Y <sup>1)</sup>	3 Y4C <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	4 Y4 <sup>1)</sup>	5 <sup>1)</sup>
NV A	X	X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV B		X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV D		X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV E					X	X	(X)	X	(X)	X
NV A27S			X	X		X	X	X	X	X
NV D27S			X	X		X	X	X	X	X
NV E27S						X	X	X	X	X
NV A32/36			X	X		X	X	X	X	X
NV D32/36			X	X		X	X	X	X	X
NV E32/36						X	X	X	X	X
NV F32/36								X	X	X
NV A40				X			X		X	
NV D40				X			X		X	
NV E40							X		X	
NV F40									X	

1) 具有氢符号H15、H10或H5时，(x) 表示可以使用，但最好避免使用。

表A3											
船体结构 用钢等级	焊接材料等级										
	I	I Y	II	II Y	II Y40	III	III Y	III Y40	IV Y	IV Y40	V Y
NV A	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV B			X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV D			X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV E						X	X	(X)	X	(X)	X
NV A27S		X		X	X		X	X	X	X	X
NV D27S				X	X		X	X	X	X	X
NV E27S							X	X	X	X	X
NV A32/36		X		X	X		X	X	X	X	X
NV D32/36				X	X		X	X	X	X	X
NV E32/36							X	X	X	X	X
NV F32/36									X	X	X
NV A40					X			X		X	
NV D40					X			X		X	
NV E40								X		X	
NV F40										X	

(X) 表示可以使用，但最好避免使用

表A4											
焊接钢材 的级别	焊接材料的级别										
	1 (DP)	2	2Y <sup>1)</sup>	2Y 40 <sup>1)</sup>	3	3Y <sup>1)</sup>	3Y40 <sup>1)</sup>	4Y <sup>1)</sup>	4Y40 <sup>1)</sup>	5	5Y <sup>1)</sup>
NV 360-ON	X	X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X	X
NV 360-1FN		X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X	X
NV 360-2FN				(X)	X	X	(X)	X	(X)	X	X
NV 410-ON			X	X		X	(X)	X	(X)		X
NV 410-1FN			X	X		X	X	X	X		X
NV 460-ON			X	X		X	X	X	X		X
NV 460-1FN			X	X		X	X	X	X		
NV 490-ON			X	X		X	X	X	X		X
NV 490-1FN			X	X		X	X	X	X		X
NV 510-1FN				X			X		X		X
NV 2-2					X	X	X	X	X	X	X
NV 2-3								X	X	X	X
NV 2-4 (L)										X <sup>2)</sup>	X <sup>2)</sup>
NV 4-2						X	X	X	X		X
NV 4-3								X	X		X
NV 4-4 (L)											X <sup>2)</sup>

1) 具有氢符号 H15, H10 或 H5时, (x) 表示可以使用, 但最好避免使用。

2) 低温使用时, 应获得特别许可

表A5											
焊接钢材 的级别	焊接材料的等级										
	I	I Y	II	II Y	II Y40	III	III Y	III Y40	IV Y	IV Y40	V Y
NV 360. ON	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV 360-1FN			X	X	(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV 360-2FN					(X)	X	X	(X)	X	(X)	X
NV 410-ON		X		X	X		X	(X)	X	(X)	X
NV 410-1FN				X	X		X	X	X	X	X
NV 460-ON		X		X	X		X	X	X	X	X
NV 460-1FN				X	X		X	X	X	X	
NV 490-ON		X		X	X		X	X	X	X	X
NV 490-1FN				X	X		X	X	X	X	X
NV 510-1FN					X			X		X	X
NV 2-2						X	X	X	X	X	X
NV 2-3									X	X	X
NV 2-4 (L)											X <sup>1)</sup>
NV 4-2							X	X	X	X	X
NV 4-3									X	X	X
NV 4-4 (L)											X <sup>1)</sup>

1) 用于低温时应取得特别认可。

焊接钢材 的级别	焊接材料的等级					
	Y42H10 <sup>1)</sup>	Y46H10 <sup>1)</sup>	Y50H10 <sup>1)</sup>	Y55H5	Y62H5	Y69H5
NV D420 NV E420 NV F420	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V			
NV D460 NV E460 NV F460		3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V			
NV D500 NV E500 NV F500			3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V		
NV D550 NV E550 NV F550				3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	
NV D620 NV E620 NV F620					3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V	3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V
NV D690 NV E690 NV F690						3/III, 4/IV, 5/V 4/IV, 5/V 5/V
1) 可带有氢符号H5						

表A7 铝合金组合适用焊接材料的选择			
基体金属合金	NV-5052, NV-5754 NV-5154, NV-5454 NV-5086	NV-5083 NV-5383 NV-5059	NV-6060, NV-6061 NV-6063, NV-6005A NV-6082
NV-5052, NV-5754 NV-5154, NV-5454 NV-5086	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183
NV-5083, NV-5383 NV-5059	5356, 5556, 5183	5183 <sup>1)</sup>	5356, 5556, 5183
NV-6060, NV6061 NV-6063, NV-6005A NV-6082	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183
注: A WS 规范包括了所有的焊接材料。 加注了前注标记 “ER”。			
1) 如果降低对许用应力的要求, 可以采用其它的焊接材料。			

表A8 保护气体的分组 <sup>1)</sup>					
组别	气体组分 (Vol. %)				
	CO2	O2	H2	He	Ar
I 1 I 2 I 3				100 > 0-95	100 余量
M 11 M 12 M 13 M 14	> 0 - 5 > 0 - 5 > 0 - 5 > 0 - 5	> 0 - 3 > 0 - 3	> 0 - 5		余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup>
M 21 M 22 M 23	> 5 - 25 > 5 - 25 > 5 - 25	> 3 - 10 > 0 - 8			余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup>
M 31 M 32 M 33	> 25 - 50 > 5 - 50	> 10 - 15 > 8 - 15			余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup> 余量 <sup>2)</sup>
C 1 C 2	100 余量	> 0 - 30			
1) I 组的保护气体组分符合 EN 439, M和C组的气体符合 IACS W17:1993。					
2) 最高至95%含量的氩气范围内, 氩气可以部分被氮气取代。					

## 第5节 焊接工艺

### A. 一般要求

#### A 100 适用范围

101 本节规定了C-Mn钢材及低合金钢材、铝、奥氏体不锈钢和铁素体-奥氏体(双相) 不锈钢焊接工艺规程和焊接工艺认可试验的要求。本节中 C-Mn钢材及低合金钢材被称为“钢材”。

#### A 200 焊接工艺

201 除非另有规定，否则焊接采用以下的工艺：

- 人工金属电弧焊（采用敷料焊条的金属电弧焊）
- 自保护管状芯电弧焊
- 单丝电极埋弧焊(SAW)
- 带极埋弧焊
- 金属惰性气体保护焊，(MIG) 焊接
- 金属活性气体焊，(MAG) 焊接
- 活性气体保护管状芯金属电弧焊
- 惰性气体保护管状芯金属电弧焊
- 钨极惰性气体电弧焊，(TIG) 焊接管道
- 等离子电弧焊。

202 其它工艺应当经特别批准。

### B. 焊接工艺规程

#### B 100 一般要求

101 A 焊接工艺规程至少应当包括以下关于焊接作业的信息：

- 材料：标准等级和类型
- 标称厚度或直径范围(尺寸)
- 焊接工艺
- 带容差的接点或坡口设计
- 焊接位置和行进方向
- 焊接材料：商品名、电极或焊丝直径、保护气体、焊料和认可的分级
- 焊接顺序：焊接道数和层数及其顺序
- 电参数：电压范围、电流范围、极性
- 行进速度和热量输入范围
- 预热和层间温度
- 焊后热处理参数
- 如果具备，清洁的工艺和限制。

#### B 200 认可的焊接工艺规程

201 工艺规程应当由本社在焊接前认可。

202 焊接工艺规程可以建立在下几种可选方式之一的基

础上进行：

- a) 对相关焊接工艺规程的焊接工艺认可试验记录(WPQR) 的评审。由本社或本社的认可方见证WPQR所依据的焊接工艺试验。
- b) 对表明在延长期间内，成功实施了焊接工艺规程的文件所进行的评审和验证。
- c) 在其它认可焊接工艺的基础上编写的焊接工艺规程。

203 以下类型的应用中，焊接工艺规程的认可应当建立在202中方式a) 的基础上：

- 液化气体的储柜、过程压力容器和/或管道的系统对接焊
- 铝材的焊接
- 使用碳素体-奥氏体不锈钢材质的货物舱柜、船体结构、过程压力容器和/或管道系统的对接焊和重要的角焊
- 板厚在50mm以上的对接焊
- 有或无立向下背焊时，等级E和F材料的单面对接焊，铸件/焊件和轧制件的焊接连接，如船尾框架、船舵、挂舵臂和舵板支柱。位于大型舱口处的高应力对接焊十字对接点。
- 焊接材料未进行型式认可时。

204 当要求焊接工艺认可试验(WPQT) 时，试验必须应当在真实生产适用的环境下进行，并且符合规定的最低要求。

### C. 焊接工艺试件组和试样的取样

#### C 100 板材的对接焊

101 试件组由两个焊接在一起的板材构成。板材的尺寸尽可能地可以模拟生产时焊接过程中的热传递。如图1所示，对于人工或半自动焊接，采用的试件组应当为：

$$l_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = 350 \text{ mm}$$

对于自动焊接，尺寸应当为：

$$l_{\min} = 400 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = 1000 \text{ mm}$$

边缘的准备加工和装配的详细情况应当符合pWPS。板材应当由固定焊连接固定，以提供采用的边缘加工所需要的间隙。试样两端50mm范围内的材料应当舍弃。通常加工的试件组加工时，轧制的主方向要和焊接方向平行。

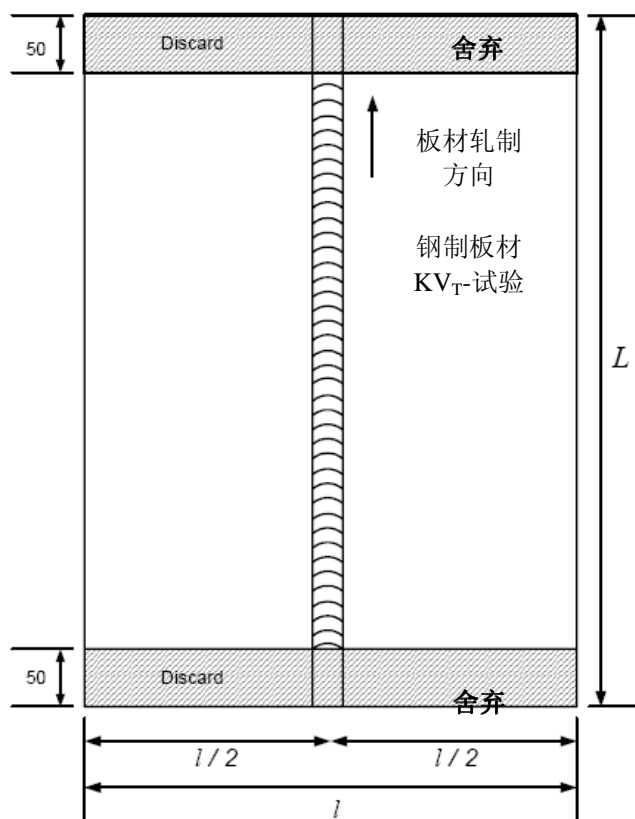


图 1  
板材对接焊的试件组

102 对于各试件组要求以下的机械试验(见图2):

- 2组拉伸试验 (垂直于焊缝的扁平试样)
- $t \leq 20 \text{ mm}$  时的 1组正弯和1组反弯试验,  $t > 20 \text{ mm}$  时的2组侧弯试验
- 若焊接材料未经认可, 1组额外的拉伸试验 (取自焊接金属的圆柱型试样)
- 12 组夏比V型缺口冲击试验, 缺口定位见107
- 1 组宏观磨片试验(金相检查 + 硬度测量)。

103 横向拉力试验的试样应当符合 K200, 类型B。

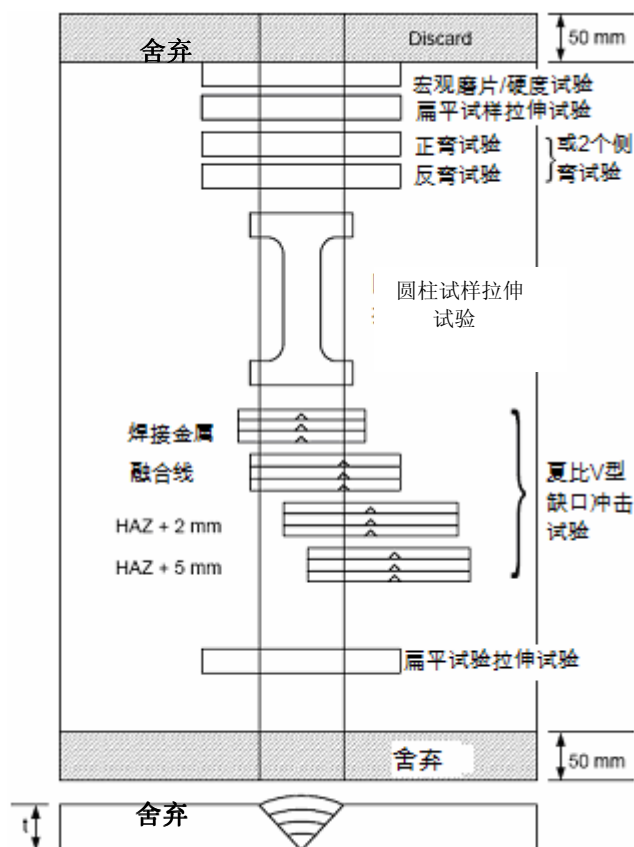


图2  
板材上试样的取样

104 当需要将圆柱形拉伸试样机加处理成K200, 类型A所示尺寸时, 应当小心使纵轴和焊层中断平面和板材中段平面交叉线重合。如果焊接金属的截面太小, 不能进行圆柱形试样的取样, 则应当进行全焊接金属拉伸试验。

105 横向侧弯, 正弯和反弯的试样应当加工成K300所示的尺寸。对于混合的或不均匀的对焊接头, 可采用纵弯试样代替横弯试样。

106 宏观磨片试验应当包括10mm未受影响的基体金属, 并且应当在一侧进行加工和表面蚀刻, 以清晰地显现出熔合线和HAZ。

107 夏比V型缺口试验的试样应当按照第1章第2节 (ISO 148) 中给出的要求进行加工。试样应当在母体金属表面2mm以下取样, 并且和焊缝方向垂直。

12个夏比V型缺口试验的试样应当以如下的方式在焊接接头处定位:

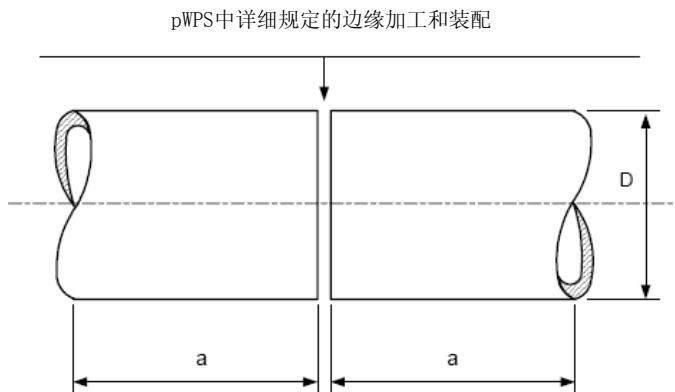
- 3 个试样的缺口沿焊接金属中线
- 3 个试样的缺口在熔合线上
- 3 个试样的缺口在 HAZ上, 距离熔合线2 mm
- 3 个试样的缺口在 HAZ上, 距离熔合线5 mm。

108 通常不对NVA等级的钢材、铝材以及-105° C以下使用的奥氏体不锈钢要求截取HAZ冲击试验的试样。除非本社特别要求, 否则不对厚度6 mm以下的材料进行冲击试验。

V型缺口应当垂直于板材的平面。板厚 $>50\text{ mm}$ 时，应当从焊缝根部截取两组附加的试样：一组的缺口位于焊缝的中央，另一组的缺口位于熔合线上。

### C 200 管件的对接焊

201 试件组应当符合图3的要求。



$a$  = 最小值150 mm

$D$  = 外径。

图 3  
管件对接焊的试件组

202 各试件组要求进行以下的机械试验 (见图4)：

- 2组拉伸试验 (和焊缝垂直的扁平试样)
- 当 $t \leq 20\text{ mm}$ 时的1组正弯和1组反弯试验,  $t > 20\text{ mm}$  时的2组侧弯试验
- 12组夏比V型缺口试验试样, 缺口位置的定位见107
- 1组宏观磨片试验 (金相检查+硬度测量)。

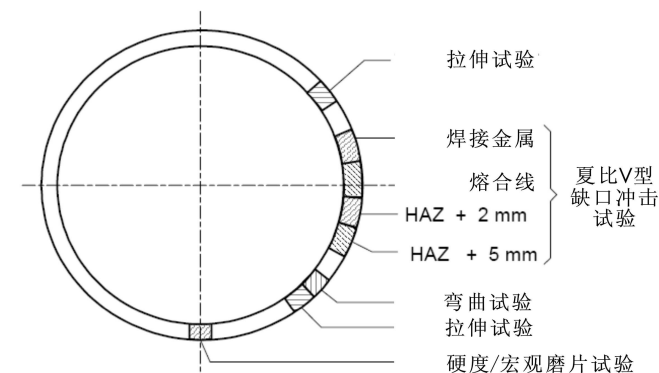
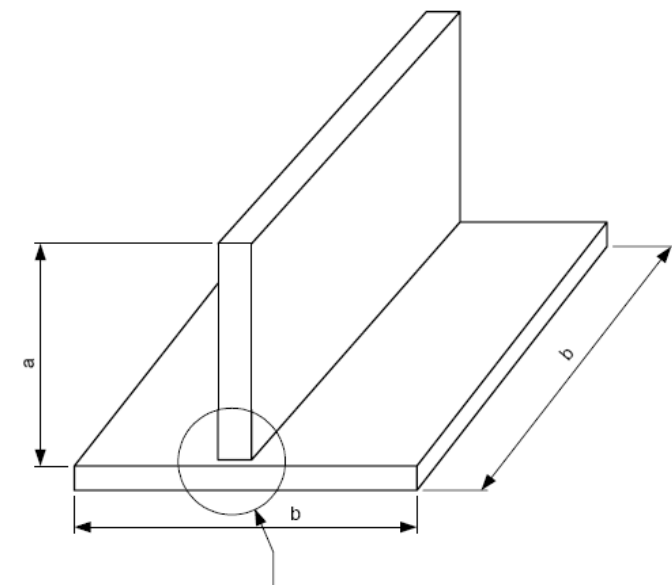


图4  
管材上的试样取样

### C 300 全渗透 T-、Y-和K- 型连接

301 WPQT中，相互成直角或斜角放置板材之间的全渗透坡口焊缝，即：T-或Y-和K-型的配置方式，焊缝的长度至少达到350 mm (见图5)。



pWPS中详细规定的边缘加工和装配

$a = 3t$ ; 最小值150 mm

$b = 6t$ ; 最小值350 mm

图 5  
全渗透T-型连接试件组

302 各试件组要求进行以下的机械试验 (见图6)：

- 12组夏比V型缺口试验试样, 缺口位置的定位见107
- 1组宏观磨片试验 (金相检查+硬度测量)。

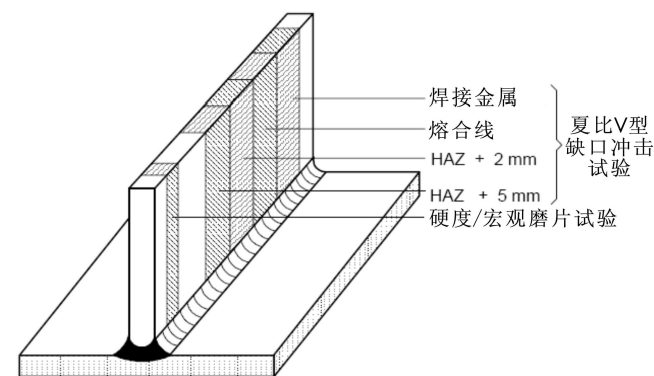
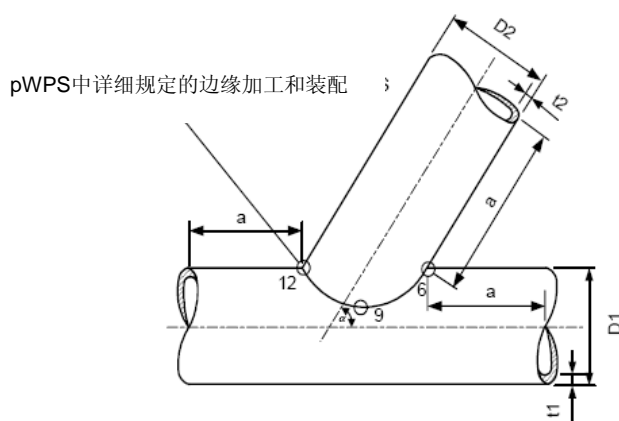


图 6  
全渗透T-型连接试样的取样

### C 400 支管连接

401 各试件组要求进行以下的机械试验 (见图7)：

- 12组从支管9点钟方位取样的夏比V型缺口冲击试验试样, 缺口位置的定位见107
- 从12点钟方位和6点钟方位取样的2组宏观磨片 (金相检查+硬度测量)。



a = 最小值150 mm  
D1= 主管外径  
t1 = 主管壁厚  
D2= 支管外径  
t2 = 支管壁厚。

图 7  
支管连接的试件组

## C 500 角焊

501 两块板材其中之一的一边靠接在另一块板材的面上，形成没有间隙的T-型试件组。板才的尺寸应当足够大以保证可靠的热量分布。角焊的试件组应当如图8所示。

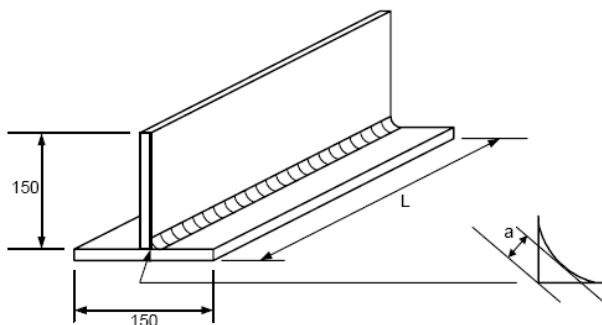


图 8  
角焊试件组

对于人工或半自动焊接，试样的长度应当为：

$L_{min} = 350 \text{ mm}$ 。

对于自动焊接的长度应当为：

$L_{min} = 1\,000 \text{ mm}$ 。

焊缝和装配应当符合pWPS详细规定。试件组只在一面进行焊接。对于人工焊接和半自动焊接，试验的长度通常包括了停止/重新开始的位置，并被清楚标记以进行后续地检查。试样地末端长度超过50mm的范围内不进行检查。

502 应当进行以下的试验：

- 两组宏观磨片试验（金相检查，硬度测量）。其中一组宏观磨片取自标记的停止/重新开始位置（更多详细内容见106）。硬度测试见E302。

## D. 试件组的无损检验

### D 100 对接焊和完全渗透的T-型连接

101 检测应当包括以下内容：

- 100%的外观检验
- 100%的射线照相或超声波检验
- 100%的表面裂纹探测（着色渗透或磁粉检验）。

除非另有规定，否则黑色金属焊缝的可靠度应当符合ISO 5817 水平B，铝材则应当符合ISO10042 水平B。

### D 200 角焊和部分渗透焊接

201 检测应当包括以下内容：

- 100%的外观检验
- 100%的表面裂纹探测（着色渗透或磁粉检验）。

除非另有规定，否则黑色金属焊缝的可靠度应当符合ISO 5817 水平B，铝材则应当符合ISO10042 水平B。如果试验长度包括停止/重新开始的位置，应当特别注意该位置的形状、规则的熔合并没有弧坑缺陷。

## E. 破坏性检验

### E 100 横向拉伸试验

101 抗拉强度不得相应低于钢材等级规定的最小抗拉强度。

### E 200 弯曲试验

201 多数试验试样应当在一个直径为 $4 \times t$ 的芯轴上进行， $t$ 为试样的厚度，等级为550，620，和690的高强度钢测试芯轴则不采用上述的直径，而应当为 $5 \times t$ 。弯曲的角度应当至少为 $180^\circ$ 。弯曲后，试样在各个方向上不应显示大于3mm的开放性缺陷。评估中，处于试样四角的缺陷应当忽略不计。

### E 300宏观磨片和硬度试验

301 裂纹和熔接不足不可被接受。焊接连接处应当具备规则的外形，并平滑地过渡到基体金属上，不得有显著或过多的堆积。

302 硬度试验应当符合ISO 6507/1或等同标准，并且仅对等NV27S或以上的等级有要求。通常采用威氏硬度(HV10)试验方法。压痕应当在焊缝、HAZ（两侧）和母体金属上沿横向进行，深至表面下1 mm深度。每次横向移动应在焊缝、HAZ和母体金属（两侧）上至少产生3个压痕。对于HAZ，第一个压痕的定位应当尽可能靠近熔合线。

303 对于 NV 460以下的材料等级，通常应当达到350 HV10的最大硬度极限。对于单道角焊，应当达到380 HV10的最大硬度极限。

### E 400 冲击试验

#### 401 船体建造物

试验温度和吸收功应当符合以下要求：

冲击试验温度：  
+20° C  
0° C  
-20° C  
-40° C

适用等级：  
B, A27S, A32, A36 和 A40  
D, D27S, D32, D36 和 D40  
E, E27S, E32, E36 和 E40  
F32, F36 和 F40

**指导性意见：**  
如进行试验，则NVA级所需的焊接金属，熔接线和HAZ在20° C下的吸收功平均值不得小于27 J。

—指-导-性-意-见-完—

焊接金属，熔接线和HAZ在20° C下的吸收功平均值不得小于：

- 除立焊以外，在各焊接位置的手工焊接和半自动焊接：47 J
- 自动焊接：34 J (NV 40级为41 J)
- 立焊位置的手工焊接和半自动焊接：34 J (NV 40级为41 J)。

对于超高强度结构钢，对夏比V型缺口冲击试验的温度和焊接金属、熔合线和HAZ的平均吸收能的要求应当同对基体金属的要求相同。

**402** 对于压力容器和生产/钻探厂相关的设备、结构和系统，对夏比V型缺口冲击试验的温度和焊接金属、熔合线和HAZ的平均吸收能的要求应当同对基体金属的要求相同。

**403** 应当满足不同定位缺口平均冲击功的要求，然而来自同一处缺口定位的三个试样的测定值其中之一可以低于平均要求，但不得低于最小平均值的70%。

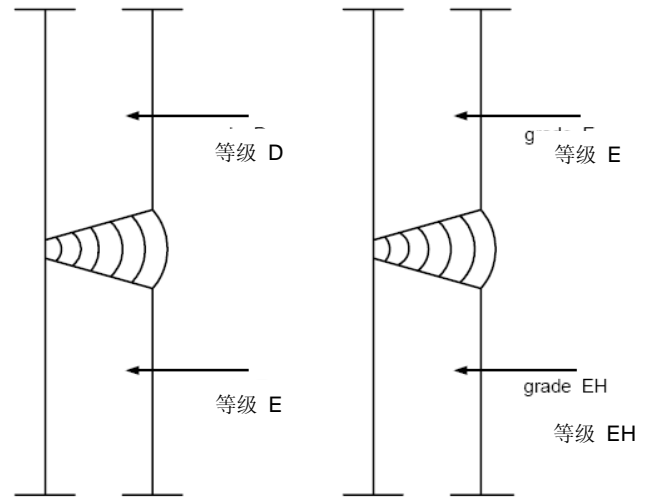
**404** 对于夏比V型缺口冲击试验小尺寸型试样 (10×7.5 mm 和10×5 mm)，取得的冲击能量值应当满足表E1的要求：

表E1 小尺寸型试样的冲击功要求	
夏比V型缺口冲击试验的试样尺寸	冲击功
10 x 10 mm	KV
10 x 7.5 mm	5/6 KV
10 x 5 mm	2/3 KV

**405** 当一组三个冲击试验样的结果不满足要求时，应当另行进行一组三个冲击试验样的试验。取得的结果应当和先前的结果合并求得新的平均值，在不小于验收值后则可以接受。此外，这些合并在一起的结果中，不得有多于两个的单独值超出最小平均值。其中不得多于一个的单独值低于平均值的 70% 。由验船师判断是否进行更多的重复试验，如果进行时，应当重新制作试件组（经修订的WPS），并应当包括先前试件组要求的全部试验，即便以前已经取得满意的结果。

**E 500 不同材料等级之间的焊接**

**501** 两块不同等级板材进行焊接时，试验温度和测得的冲击功应当符合较低钢材等级 (见E401和E402) 最低规定的要求。同理，焊接试件组测得的抗拉强度应当符合具有较低强度钢板材料的相关要求。例如在图9中，左侧试件组有关对接焊连接试验温度、冲击功和抗拉强度要求采用的是等级D板材的要求，而右侧的试件组则采用等级E板材的要求。



**图 9**  
不同等级板材的对接焊连接

**502** 冲击试验要求可从焊缝的两侧取样进行。

**指导性意见：**  
铸件或锻件和轧制板材之间的焊接应当对焊缝的两侧进行冲击试验。

—指-导-性-意-见-完—

**E 600 重复试验**

**601** 如果WPQT 没有达到NDT检验的任何一条要求，则应当另行焊制一个WPQT 并进行同样的试验。如果这个补充的试验未达到相关的要求，则实际的WPS应当被考虑为不合格。在进行新的考核试验前应当重新制定WPS的规范。

**F. 认可焊接工艺的有效性**

**F 100 一般要求**

**101** 认可WPS的有效性应当被限定在进行考核或取得认可的建造方或分包方上。一条重要的先决条件是建造方和/或分包方所属车间和船厂处于同样的技术管理之下，并按照同样的QA - 计划和程序运营。

**102** 如果在批量焊接中，参数保持在合格的范围内，则焊接工艺的认可保持有效。F 200给出了合格的范围。当发生一个或多个参数的变化超出范围的情况时，焊接工艺的认证应当被考虑为无效，因而应当重新规定焊接工艺并重新考核。

**指导性意见：**  
应注意合格的过程总是以焊接工艺试验 (WPQT) 为基础的，而另一方面，仅在B203列举的用途类型情况下，才要求对基于焊接工艺试验的WPS进行认可。

—指-导-性-意-见-完—

**F 200 认可的范围**

**201** 合格的焊接工艺应当用于以下参数的范围：



基体金属

以下的变化将导致新的认可：

- a) 通常可影响可焊性和机械性能的材料性质显著变化。
- b) 更确切地说，结构钢分为以下三类：
- i) 普通强度钢，等级A, B, D和E 或等同的结构钢，抗拉强度400 - 520 N/ mm<sup>2</sup>。
  - ii) 高强度钢，等级 A27S, D27S, E27S, A32, D32, E32, F32, A36, D36, E36, F36, A40, D40, E40, F40 或等同的结构钢，规定最小的屈服强度 265 - 390 N/mm<sup>2</sup>。
  - iii) 超高强度钢，等级A-F 420, A-F 460, A-F 500, A-F 550, A-F 620, A-F 690或等同的结构钢规定最小的屈服强度420-690 N/mm<sup>2</sup>。

高韧性要求钢材等级的认可结果可用于相对较低韧性等级的认可，不得采用与此相反的方式。

厚度

厚度t，定义如下：

- a) 对于对接焊：  
基体金属的厚度，焊接不同厚度的材料时，厚度取较薄材料的厚度。
- b) 对于角焊：  
基体金属的厚度，接不同厚度的材料时，厚度取较厚材料的厚度。
- c) 对于表面焊接的支管连接：支管厚度。
- d) 对于内部焊接或嵌接的支管连接：主管厚度。
- e) 对于板材的T-型连接：进行加工的板材厚度。

表F1中给出了对接焊认可厚度范围要求。

表F1 经过认可的厚度范围		
厚度范围 <i>t (mm)</i>	认可范围 <sup>1)</sup>	
	单焊道 或两面各单焊道	多焊道
$t < 12$	0.5 t至1.3 t	2 t以下
$12 \leq t \leq 100$	0.5 t至1.1 t	0.5 t至2 t (max. 150)
$t > 100$	不可用	50 至 2 t
1) 立向下焊接的认可范围为0.5 t 至1.1 t		

表F2给出了角焊的材料厚度和焊缝厚度认可范围。

表F2 角焊的材料厚度和焊喉高度认可范围			
试样的厚度 <i>t (mm)</i>	认可范围		
	材料厚度	焊喉高度	
		单道焊	多道焊
$t < 30$	0.5 t至1.20.75 a至1.5 a <sup>1)</sup>		不限制
$t \geq 30$	~ 5	a <sup>2)</sup>	不限制
1) a指试样的焊喉 2) 仅用于特别用途。各焊喉高度都应分别被某一焊接工艺试验证实。			
注：如果采用对接焊试验的方式进行角焊的认可，认可的焊喉高度范围应当建立在沉积材料的厚度上。			

板材和支管连接的半径

直径为D的焊接工艺试验认可应当包括下表F3中给出的范围内直径的认可：

表F3 管材和支管连接的认可的范围	
试样直径 <i>D (mm)</i> <sup>1) 2)</sup>	认可范围
$D \sim 25$	0.5 D至2 D
$D > 25$	$\geq 0.5D$ 和板材
1) D为管材的外径或支管的外径。 2) 用于板材的认可也适用于外径大于500 mm管道。	

支管连接的角度

应当以角度为  $\alpha$  的支管连接所进行的WPQT认可  $\alpha$  至 90° 角度范围内的所有支管连接。

焊接材料

以下的变化将导致新的认可：

- 任何焊接材料等级的改变
- 要求的冲击试验低于-20° C，更换焊接材料牌号
- 混合/成分上任何显著的改变（如由氩气/混合气体转换至CO2气体，见第4节表A8），流速，保护气体和清洗气体的充气时间和充气体积。

焊接位置

以下的变化将导致新的认可。

主导焊接位置改变(见图10, 11, 12) 至其它位置，不包括符合表F4的情况。

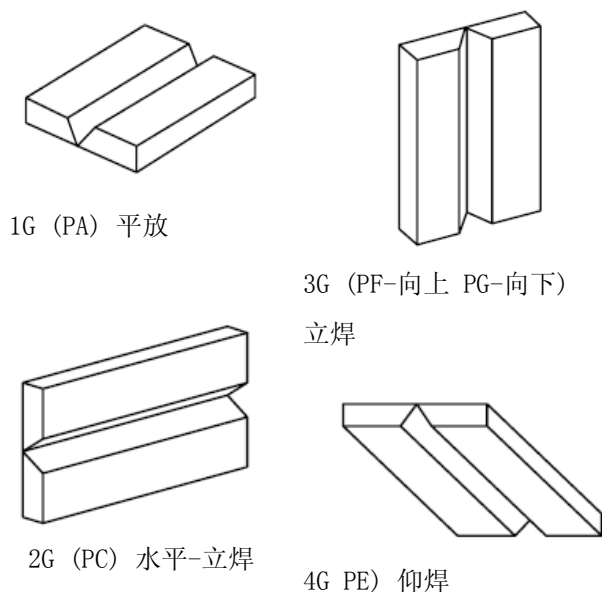


图 10  
板材试验定位

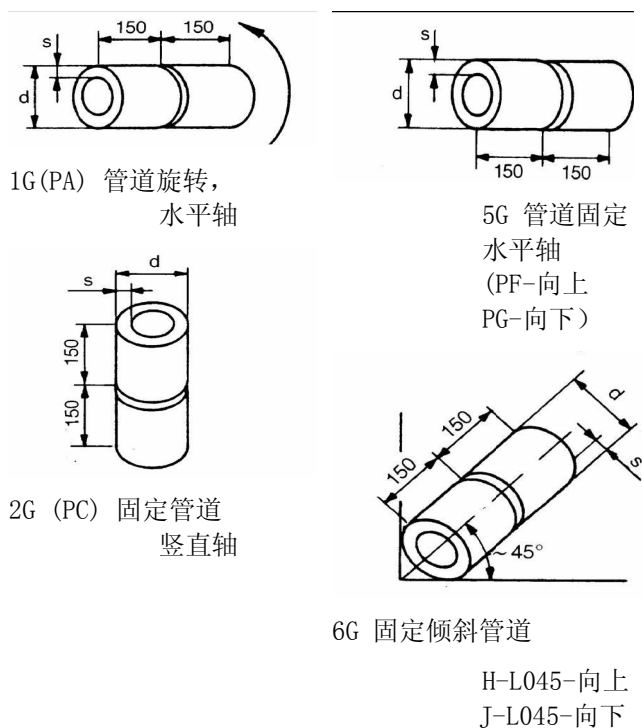


图 11  
管材试验定位

### 焊接点类型

以下的变化将导致新的认可：

- 由角焊转变成对接焊
- 从双面焊接转变成单面焊接，不包括与此相反的转变
- 取消背面清根
- 采用或取消陶瓷衬垫
- 由板材的对接焊连接转变为外径500mm以下管道的对接焊
- 任何WPS中规定的坡口改变。

### 焊接条件

以下的变化将导致新的认可：

- 焊接工艺的任何改变
- 由喷射电弧转变成短电弧或脉冲电弧，或者相反的情况
- 热量输入的变化超过 $\pm 25\%$
- 任何预热温度下降的情况
- 层间温度变化超过 $25^{\circ}\text{C}$
- 采用或取消焊后热处理；认可的温度范围为焊接工艺试验保持温度  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

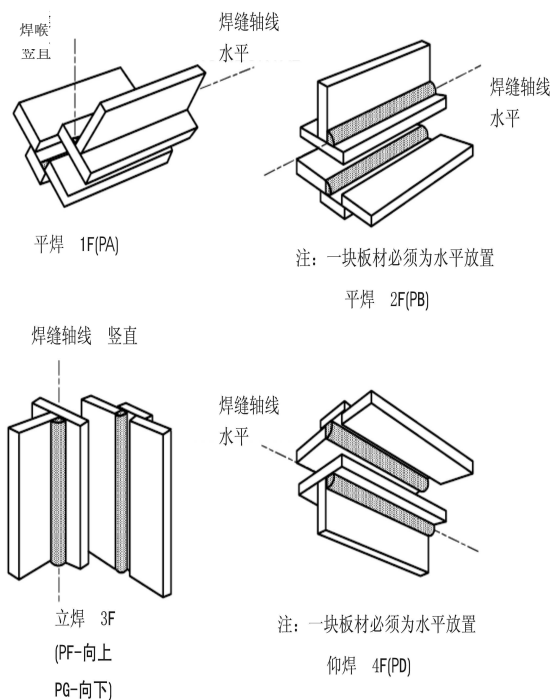


图 12  
角焊板材的定位

表F4 钢材对接焊和角焊时认可主定位方式				
试验焊接接头的类型 <sup>1) 2)</sup>	主定位方式	认可时的定位 <sup>3)</sup>		
		对 焊		板材和管材的角焊
		板材	管材	
板材的对接焊	2G + 3G	全部		全部
	1G	1G		1F
	2G	1G, 2G, 4G		1F, 2F, 4F
	3G	3G		3F
	4G	1G, 4G		1F, 4F
管材的对接焊	2G + 5G = 6G	全部	全部	全部
	1G	1G	1G	1F
	2G	1G, 2G, 4G	1G, 2G	1F, 2F, 4F
	5G	全部	1G, 5G	全部
				全部
角焊	2F + 3F			全部
	1F			1F
	2F			1F, 2F, 4F
	3F			3F
	4F			1F, 2F, 4F
	5F			全部
1) D > 500 mm的管材被考虑等同于板材（支管连接时的只适用于主管道）。 2) 支管连接应当单独认可。 3) 立向下的位置应当单独认可。				

G. 液化气体系统WPQT的附加要求

G 100 板材和管材上的焊接

101 试件组应当如C101或C201所述。

102 板材的各试件组应当由以下附加试验的试样构成：

— 一组夏比V型缺口试验试样(每组含3件试样)，缺口距离熔合线1 mm。

对于设计温度低于-105° C的奥氏体不锈钢，只要求一组缺口位于焊缝中心的夏比V型缺口试验试样。

G 200 试验要求

201 对接焊连接焊缝的拉伸试验应当符合以下要求：

通常抗拉强度不得低于母材规定的最低抗拉强度。如果属于本社认可的可以使用低于母材抗拉强度的焊接材料的情况下，应当采用焊接材料经过认可的数值。应当报告断裂产生的位置。

202 夏比V型缺口试验应当在基体材料规定的温度下进行。(参见船舶入级规范第5篇第5章第2节)。当采用截面为10×10 mm的试样时，焊接金属3次试验的平均值不得低于27 J。其中一个试验可以低于规定的平均值，但是不得低于19 J。

对于熔合线及热影响区最低平均值的要求与基体材料的要求相同。。

G 300 生产焊接试验的要求

301 通常试验的要求应当符合G100。

302 碳锰钢、奥氏体铬-镍钢和镍钢的冲击试验应当在基体材料规定的温度下进行。对于奥氏体铬-镍钢，仅在设计温度低于-105° C时要求进行试验。对于板材的焊接，采用10×10 mm 截面的试样时，以下内容适用：

1) 如果自板材截取的冲击试验试样的纵轴和主轧制方向垂直，则焊接金属、熔合线、热影响区和母体材料3次试验的平均值不得低于焊接金属27J。各组试验中的一个试验数值可以低于要求的平均值，但是不得低于19 J。

2) 如果自板材截取的冲击试验试样的纵轴和主轧制方向平行，则熔合线和热影响区3次试验的平均值不得低于41J，对于焊接金属则不得低于27J。各组试验中的一个试验数值可以低于要求的平均值，但是分别不得低于29 J和19 J。对于不可能采用10×10 mm标准试样的薄厚度材料，可以采用以下最大的适用尺寸：

— 10×7.5 mm，10×5 mm，10×2.5 mm。

相应的冲击试验试验值则分别减小至标准试样要求数值的5/6，2/3 和1/2。

303 如果冲击试验(3个试样) 未能达到要求，则第一组试验出现以下三种之一的情况时，应当另外准备并试验3个附加的冲击试验试样：

- 1) 平均值低于要求，一个试验值低于要求的平均试验值，但是不低于单次试验值的最低要求。
- 2) 平均值符合要求，两个试验值低于要求的平均试验值，但是不低于单次试验值的最低要求。
- 3) 平均值符合要求，两个试验值高于或等于要求的平均试验值，1个单次试验值低于要求的单次试验值。前组的3个试验值和附加的3个试验值共同取平均值。如果这个平均值符合要求，且6个试验值中，没有多于2个的单次试验值低于要求的平均试验值也没有多于1个的单次试验值低于要求的单次试验值，则可认为通过试验检测。

304 如果冲击试验值不符合302和303中的要求，应当提交试验结果进行特别考虑。如果另在本社指定的附加试验的测

试结果可以接受时，则可以接受生产焊接试验。

H. 铁素体-奥氏体不锈钢WPQT的附加要求

H 100 板材和管材上的焊接

101 试件组应当如C101或C201所述。

102 从各试件组应当取得以下的附加试样：

- 一个依据ASTM G48-76 方法A的腐蚀试验试样
- 一个宏观磨片试样。

H 200 试验要求

201 依据ASTM G48-76 方法A的腐蚀试验。试样应当处于进行过正常焊缝清洁处理的焊接状态。试样应当在20° C常温下在溶液内放置24小时。

试验要求：

- 测试面无可见麻点腐蚀
- 总失重不得超过20 mg。

指导性意见

铁素体-奥氏体钢材与其它等级的钢材、C-Mn钢之间的焊缝或“非腐蚀区”内的焊缝不必进行腐蚀试验。

—指导性意见—

202 按照C107所述的冲击试验应当在-20° C的温度下进行。吸收功的平均值不得低于27 J。

203 有关微观结构的检验试样应当包括焊接金属、热影响区和基体金属。微观结构的检验应当进行适当

的表面蚀刻和400×放大倍率成像，并且不得具有晶界碳化物。按照ASTM E 562测定的焊接金属根部和未经再加热的焊帽内铁素体的含量应当在25-70%的范围内。

H 300 认可焊接工艺的有效性

301 应当建立备注，说明关于D200以及以下补充的任何可导致新认可的重要可变因素：

- 热量输入的偏差大于±15%。

I. 奥氏体不锈钢WPQT的附加要求

I 100 板材和管材上的焊接

101 试件组应当如C101或C201所述。。

102 设计温度高于-105° C的情况不要求进行冲击试验。

I 200 试验要求

201 如果要求冲击试验，试验应当在-196° C的温度下进行，并达到平均冲击功34 J的水平。

J. 铝材的焊接工艺

J 100 一般要求

101 分节A一般要求和分节B焊接工艺中给出了基本要求。

102 焊接材料应当为表J1中推荐的某一种类型。

表J1 铝合金组合件适用焊接材料的选择			
基体金属合金	NV-5052, NV-5 754 NV-5154, NV-5454 NV-5086	NV-5083 NV-5383 NV-5059	NV-6060, NV-6061 NV-6063, NV-6005A NV-6082
NV-5052, NV-5754 NV-5154, NV-5454 NV-5086	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183
NV-5083, NV-5383 NV-5059	5356, 5556, 5183	5183 <sup>1)</sup> 5556	5356, 5556, 5183
NV-6060, NV-6061 NV-6063, NV-6005A NV-6082	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183	5356, 5556, 5183

注：AWS规范包括了所有的焊接材料。省略了前注标记«ER»。

1) 如果减小许用应力，可采用其它的焊接材料，见表J2.

J 200 板材的对接焊

201 试件组应当如C101所述。

202 要求从各试件组制备以下的机械试样：

- 1个拉伸试验试样
- 1个正弯和1个反弯试样或2个侧弯试样
- 1个宏观试验试样

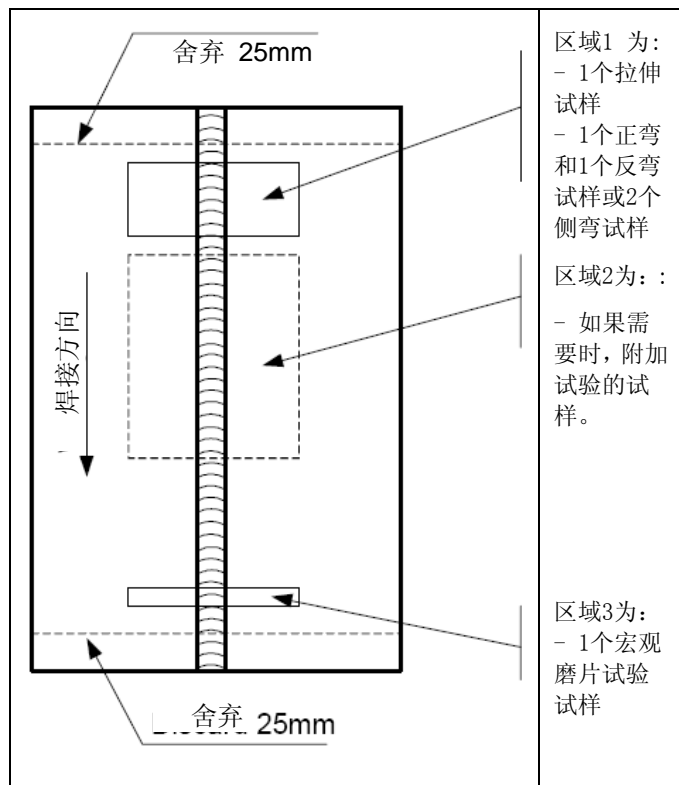


图 13  
板材对接焊试样的定位

203 应当从各焊接试件组各取得一个拉伸试验试样。试样的为25mm宽，全板材厚度，其定位方向和焊缝垂直，如图14所示。

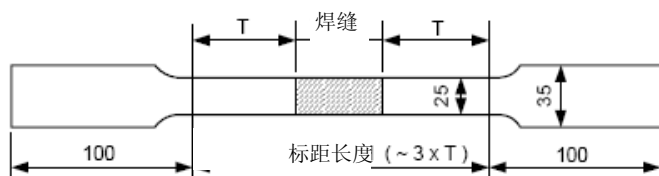


图 14  
拉伸试验试样

204 侧向弯曲试验应当在厚度等于大于10mm的试样上进行。应从各焊接试件组各取得两个弯曲试样。弯曲试验的试样应当机加处理至K300所述的尺寸。

205 10 mm以下的厚度应当准备一个正弯试验试样和一个反弯试验试样。弯曲芯轴的直径应当如J702所述。

206 应当从试件组制备出一个宏观磨片，用于探索焊接的宏观结构。宏观磨片应当采用5至10×的放大倍数进行目视检查。

### J 300 管材的对接焊

301 试件组如C201所述。

302 要求从各试件组制备以下的机械试验样：

- 1个拉伸试验试样
- 1个正弯和1个反弯或2个侧弯试样
- 1个宏观磨片试样。

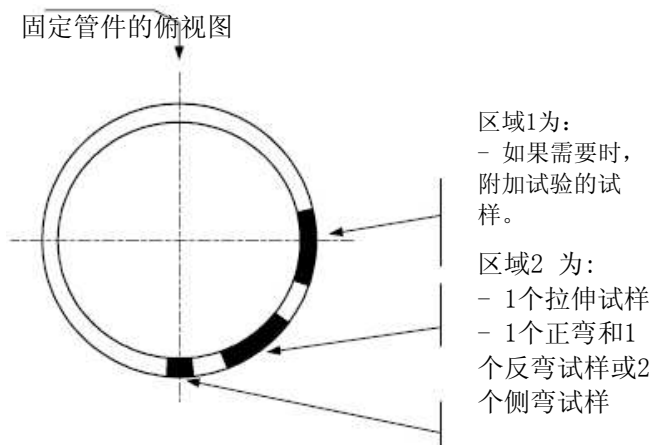


图 15  
管材对接焊试样的定位

303 应当从各焊接试件组各取得一个拉伸试验试样。试样为25mm宽，全板材厚度，其定位方向和焊缝垂直，如图14所示。

304 侧向弯曲试验应当在厚度等于大于10mm的试样上进行。应从各焊接试件组各取得两个弯曲试样。弯曲试验的试样应当机加处理至K300所述的尺寸。

305 10 mm以下的厚度应当准备一个正弯试验试样和一个反弯试验试样。弯曲芯轴的直径应当如J702所述。

306 应当从试件组制备出一个宏观磨片，用于探索焊接的宏观结构。宏观磨片应当采用5至10×的放大倍数进行目视检查。

### J 400 支管连接

401 要求从各试件组制备以下的机械试验样(见图7)：

- 在12点和6点钟方位的两个宏观磨片试样。

### J 500 角焊

501 试件组应当如C501所述。

502 应当进行以下的试验：

- 两个宏观磨片试验。 其中一个宏观磨片应当取自标记为停止/重新开始位置。宏观磨片应当包括10mm未受影响的基体材料并从一侧进行表面蚀刻，显示出熔合线和HAZ。

### J 600 试件组的无损检验

601 应当按照D100 对对接焊进行无损检验，角焊和部分渗透焊接的无损检验则应当按照D200进行。

### J 700 破坏性试验

701 试样的抗拉强度不得低于表J2中母体合金的规定值。

表J2 焊接状态的机械性能				
合金	正火	填充金属	抗拉强度 Rm最小值 (N/mm <sup>2</sup> )	HAZ的屈服强度 R <sub>y0.2</sub> 最小值 (N/mm <sup>2</sup> )
NV-5052	0, H111, H32, H34	5356	170	65
NV-5754	0, H111, H24	5356-5183	190	80
NV-5 154A	0, H111 H32, H34	5356-5183	215	85
NV-5454	0, H111, H32, H34,	5356-5183	215	85
NV-5086	0, H111, H112 H116, H321, H34	5356-5183	240	100
NV-5083	0, H111, H112 t < 6 mm	5183	270	125
	0, H111, H112 t > 6mm	5356-5183	270	115
	H116, H321	5356	270	115
	H116, H321	5183	270	125
NV-5383	0, H111, H116, H321	5183	290	145
NV-5059	0, H111, H116, H321	5183	330	160
NV-6060	T4, T5, T6	5356-5183	95	65
NV-6061	T4	5356-5183	165	115
	T5或T6		165	115
NV-6063	T4, T5	5356-5183	100	65
	T6		100	65
NV-6005A	T4, T5或T6	5356-5183	165	115
NV-6082	T4	5356-5183	170	110
	T5或T6		170	115

**702** 弯曲试验的试样应当围绕芯轴进行弯曲，下面的公式给出了该芯轴的最大直径。弯曲的角度至少达到180°。弯曲后试样在任何方向不得出现任何大于3mm的开放性缺陷。在试样边缘产生的小裂纹通常不作重要考虑，除非这些裂纹是夹杂和其它缺陷的明确证据。K300所示的«围绕»弯曲是首选的弯曲试验方法。

$$d = \frac{(100xt_s)}{A} - t_s$$

式中：

d = 弯曲成型模具的最大半径  
ts= 弯曲试验试样的厚度（包括侧弯试验）  
A= 材料规格要求的最小拉伸延长率（不同合金的焊接组合同时采用单一材料延长率的最低值）。

**703** 宏观磨片应当显现出规则的焊接轮廓，具备至基体材料的平滑过渡，无显著或过渡的堆积。裂纹和熔接不足的现象不可被接受。

**704** 两块不同类型合金板材之间通过实施对接焊制成的焊接试件组，所取得的拉伸强度应当符合较低强度合金的相关要求。

**705** 如果WPQT不符合NDT检验的任意一条要求，将焊接额外的另一WPQT并进行同样的试验。如果该附加的试验仍不符合相关的要求，则实际的WPS将被认为不合格。在进行新的认可前，需要重新规范WPS。

J 800 认可的范围

**801** 认可焊接工艺的有效性应当同F100。

**802** 认可的焊接工艺应当在以下参数的范围内使用。

基体材料

以下的变化将导致新的认可：

- a) 通常会明显影响可焊性和机械性能的材料性能显著变化。
- b) 铝合金分可以更为确切地分为以下几种类别：
  - i) NV-5052, NV-5754A, NV-5 154, NV-5454
  - ii) NV-5086, NV-5083, NV-5383, NV-5059
  - iii) NV-6060, NV-6061, NV6063, NV-6005A, NV-6082

第iii)类的铝合金的认可可以用于第ii)类和第i)类合金，但相反的作法不可行。第ii)类的铝合金的认可可以用于第i)类合金，但相反的作法同样不可行。

厚度

厚度t的定义如下：

- a) 对接焊：基体金属的厚度，在不同厚度材料之间进行焊接的情况下，取较薄材料的厚度。
- b) 角焊：基体金属的厚度，不同厚度材料之间进行焊接的情况下，取较厚材料的厚度。然而，如表B2所示，对应各种认可的厚度范围，给出了以下对应的认可焊喉高度。
- c) 表面焊接的支管连接：支管的厚度。

- d) 内部焊接或嵌接的支管连接：主管的厚度。
- e) 板材的T-型对接焊接头：进行加工准备的板材厚度。
- 表J3为对接焊的认可厚度范围的要求。

表J3 厚度认可的范围	
厚度 $t$ (mm)	认可范围
$t < 3$	$0.5 t$ 至 $2 t$
$3 \leq t \leq 20$	$3$ 至 $2 t$
$t > 20$	$\sim 0.8 t$

作为表J3的补充，表J4为角焊焊喉高度“a”的认可范围。

表J4 板材和管材的焊喉高度认可范围 plates and pipes	
试样焊喉高度 $a$	认可范围
$a < 10$	$0.75 a$ 至 $1.5 a$
$a \geq 10$	$\sim 7.5$

如果采用对接焊试验的方式认可角焊，要认可的焊喉高度应当建立在沉积的焊接金属厚度的基础上。。

#### 管材和支管连接的直径

直径为D的焊接工艺试验认可应当包括下表J5中给出的范围内直径的认可。

表J5 管材和支管连接的认可范围	
试样的直径	认可范围
$D \leq 25$	$0.5 D$ 至 $2 D$
$D > 25$	$\leq 0.5 D$ 和管材

1) D为管材或支管的外径。

#### 支管连接的角度

应当以角度为 $\alpha$ 的支管连接所进行的WPQT认可 $\alpha$ 至 $90^\circ$ 角度范围内的所有支管连接。

#### 焊接材料

以下的变化将导致新的认可：

- 任何焊接材料等级的改变
- 保护气体混合物任何显著的改变。

#### 焊接位置

以下的变化将导致新的认可。

- 主导焊接位置改变(见F 200的图示) 至其它位置，不包括符合表J的情况。

#### 连接点类型

以下的变化将导致新的认可：

- 由角焊转变成对接焊
- 从双面焊接转变成单面焊接，不包括与此相反的转变
- 取消背面清根
- 采用或取消陶瓷衬垫
- 由板材的对接焊连接转变为外径500mm以下管道的对接焊
- 任何WPS中规定的坡口改变。

#### 焊接条件

以下的变化将导致新的认可：

- 焊接工艺的任何改变
- 由喷射电弧转变成短电弧或脉冲电弧，或者相反的情况
- 热量输入的变化超过 $\pm 25\%$
- 任何预热温度下降的情况
- 层间温度变化超过 $25^\circ \text{C}$
- 焊后热处理参数的改变。

表J6 铝材对接焊和角焊需要认可的主导位置				
试验焊接接点的状态 <sup>1)2)</sup>	主导位置 $s$	需要认可的位置 <sup>3)</sup>		
		对接焊		板材或管材的角焊
		板材	管材	
板材上的对接焊	1G	1G		1F
	2G	1G, 2G, 3G		1F, 2F, 3F
	3G	1G, 2G, 3G	1G	1F, 2F, 3F
	4G	A11		A11
管材上的对接焊	1G	1G	1G	1F
	2G	1G, 2G, 3G	2G	1F, 2F, 4F
	5G	A11	1G, 5G	A11
角焊	1F			1F
	2F			1F, 2F, 3F
	3F			1F, 2F, 3F
	4F			A11
	5F			A11

1)  $D > 500 \text{ mm}$ 的管材被考虑等同于板材（支管连接时的只适用于主管道）。

2) 支管连接应当单独认可。

3) 立向下的位置应当单独认可。

#### J 900 重复试验

**901** 如果WPQT 没有达到NDT检验的任何一条要求，则应当另行焊制一个WPQT并进行同样的试验。如果这个补充的试验未达到相关的要求，则实际的WPS应当被考虑为不合格。在进行新的试验前应当重新制定WPS的规格书。

### K. 试验

#### K 100 一般要求

**101** 焊缝试验应当按照200至300的规定进行。第1章第2节中相关的段落也有参考内容。

#### K 200 室温下的拉伸试验

**201** 全焊接金属和对接焊的拉伸试验可能采用如下所述的两种不同类型试样，圆柱型和扁平型试样(见图16)。

##### a) 沉积金属的拉伸试验

通常，圆柱形试样应当采用以下的尺寸：

$$\begin{aligned}d &= 10 \text{ mm} \\L_o &= 50 \text{ mm} \\L_c &= 60 \text{ mm} \\R &\geq 5 \text{ mm}\end{aligned}$$

##### b) 对接焊的拉伸试验

应当采用带有与板材表面机加削平焊缝的扁平试样，尺寸应当如下：

$$\begin{aligned}a &= \text{板厚}, t \\b &= 25 \text{ mm} \\L_0 &= L_c = 3t \text{或} 2t + \text{焊缝厚度}, \text{取二者的最大值}\end{aligned}$$

$R = 25 \text{ mm}$ 。

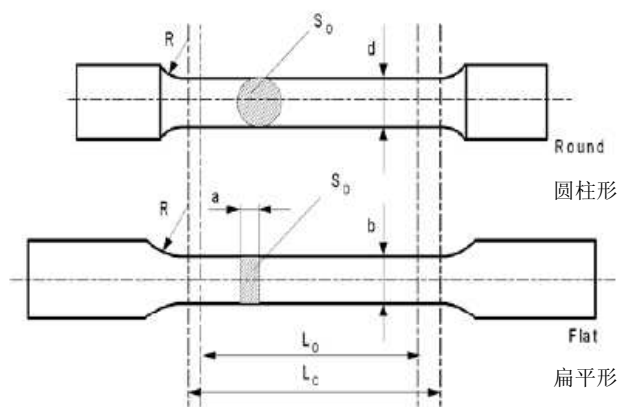


图 16  
拉伸试验试样

### K 300 弯曲试验

301 应当采用如图17所示的扁平弯曲试样。受拉侧边缘应当圆整至半径为1至于2mm。

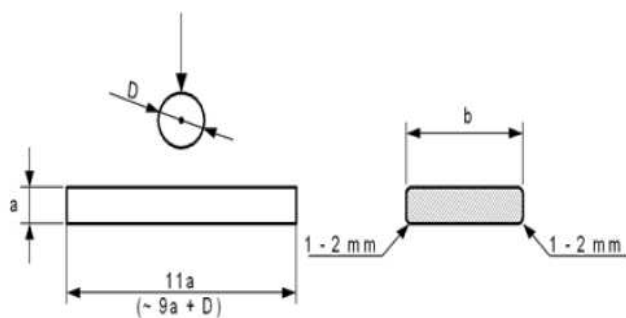


图 17  
弯曲试验试样

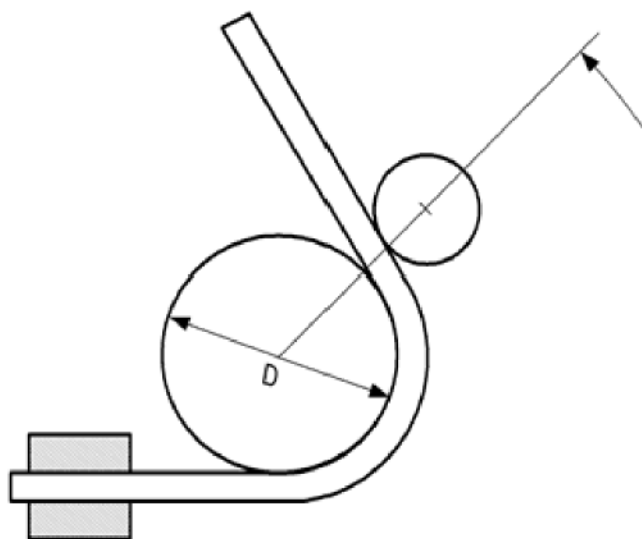


图 18  
围绕弯曲试验。

302 当采用图18中举例的围绕弯曲试验，例如用于焊缝的侧弯试验时，试样的长度应当大于图17中所示的11a。

303 对于对接焊弯曲的试样，焊缝应当和板材表面机加削平。

304 对接焊试验的横向正弯或反弯试样，应采用如下尺寸：

$a =$  板材的轧制厚度

$b = 30 \text{ mm}$ 。

如果轧制的厚度 $t$ 大于25mm，可以通过在试验试样受压的一面的机加处理减薄至25mm。

305 对接焊试验的横向侧弯试样，应采用如下尺寸：

$a = 10 \text{ mm}$

$b =$  板材的轧制厚度 $t$ 。

如果 $t \geq 40 \text{ mm}$ ，可以对侧弯试样进行分割，分割后每部分的宽度至少为20 mm。

306 当要求纵向正弯或反弯试验时，可接受符合适用标准的试样。



## 第6节 建造和容差

### A. 一般要求

#### A 100 适用范围

101 本节规定钢材加工工艺的一般要求, 包括应由建造方维持并控制的基本可变要素。

### B. 材料的标识

#### B 100 一般要求

101 应当形成可以保证正确建立材料等级及实施文件管理的材料标识体系。

### C. 车间底漆的认可

#### C 100 一般要求

101 在待焊接区域涂刷的车间底漆, 应当为通过认可的类型, 不得对完工后的焊接有不利影响。。

##### 指导性意见:

可通过DNV互联网站查看DNV认可产品及厂家下的“非金属材料(K)”中列举的认可车间底漆类型。

——指导性意见——

102 在与制造厂的推荐意见形成一致时, 认可的车间底漆或薄涂型涂料可以用于需要进行密性试验的物件上。通常在焊接处涂刷的厚度不超过50微米。

### D. 焊接环境

#### D 100 一般要求

101 焊接作业不得在可能产生不利影响的环境条件下进行, 如刮风、潮湿或寒冷的气候。

102 对气流敏感的焊接工艺应当采取必要的保护。

103 焊接的整个过程中, 坡口应当保持干燥。

104 如果对预热温度有要求, 应当在任何条件下均保持在基本可变要素限定的范围内, 见E306。

105 焊接的层间温度不得降至低于要求的最低预热温度。

### E. 切割、成型、组装和焊接

#### E 100 切割

101 切割的边缘应当精确一致, 以保证形状和焊接接点设计相符。

102 切割边缘的偏差通常应当保持在“IACS 船舶建造和维修标准一部分A”规定的标准范围内。

103 应当注意避免由热切割导致的局部过度硬化和碳污染。

104 如果采用剪切的方法切割材料, 应当考虑作业的硬化效应和边缘的开裂。

105 作为切割不当的补救措施而采取的焊接修整应当符合修补的工艺。

#### E 200 成型

201 材料的成型和矫直应当按照指明控制步骤顺序的工艺进行。

202 结构组件钢材的冷成型时所达到的程度应当控制在制造厂推荐的变形范围内。如果不具备此类文件, 碳锰钢材的变形率则不得超过10%, 而对于奥氏体和铁素体-奥氏体钢材则不得超过20%。如果变形分别超过了10%或20%, 则应当按照符合船舶入级规范第3篇第1章第3节C1100规定达成一致的工艺进行热处理或应变老化试验。

##### 指导性意见:

塑性变形可以按照下列的简化公式计算:

单曲率变形

板材冷轧或挤压成圆筒形状:

$$e = (t/D) \times 100\%$$

直管冷弯成弯管:

$$e = (D/2R_c) \times 100\%$$

双曲率变形

板材加工成球面:

$$e = (t(1 + i)/2R_c) \times 100\%$$

t = 材料厚度

D = 容器的外径

R<sub>c</sub> = 形成半径

N = 泊松比(塑性条件下取0.5)。

——指导性意见——

203 高温下钢材的成型在完成时应必须考虑材料性能的负面效应。温度超过650°C的钢材成型应当与本社达成协议。

#### E 300 组装和焊接

301 待焊接的组件应当进行精确的校准并用夹具、定位焊或其它适宜的装置固定就位, 直至焊接结束或达到过程中可以控制的阶段。应当适当地安排这些措施以尽可能消除变形和减少产生内部应力。

302 焊接前, 应当检查预装配尺寸的准确程度。在外观检验不可能的区域, 应特别注意正确的装配。

303 待焊接的表面不得有轧制铁鳞、熔渣、铁锈、涂料和其它污染物。

304 坡口应当在焊接工艺规程(WPS)给出的坡口轮廓详细规定的范围以内。坡口内不得有熔渣。

305 所有的焊接, 包括定位焊接、密封焊接、吊耳的焊接以及修补焊接, 应当在焊接工艺规程(WPS)的可变要素限定范围内进行。

306 在要求的情况下, 应当采用符合议定工艺的预热。

在焊接过程中应当特别注意温度的控制，保证焊接体热影响的区域内一致的预热温度。

**指导性意见：**

普通强度钢材可能需要的预热是由组合后的板材厚度和接点的拘束度决定的。

高强度钢和超高强度钢通常需要的预热是由化学成分、轧制工艺、接点拘束和组合后的板厚决定的。对于超高强度的钢材可能还需要附加的焊接后加热处理。

--指导-性-意-见-完--

**307** 焊接步骤应当保证尽量减少材料的收缩、变形和残余应力。

**308** 焊缝的收尾应当保证所有的焊缝规则并且没有尾端的凹陷。如果可行时，应当采用引出板，并在焊缝完成而且冷却后除去。进行的切割焊应当保证对接件的边缘平坦整齐。

**309** 应当按照认可的焊接工艺规程 (WPS) 实施点焊，规定最小的焊接的长度。

**310** 用于装配的点焊应当在正式焊接前去除，去除后的影响的区内不得留有缺陷。

**311** 如果点焊作为焊接过程的一部分予以保留，则应当没有缺陷，并且具有充分的条件可以进行多道焊接。

**312** 焊接材料的保存和处置应当符合制造厂的推荐意见，并符合详细说明了储藏室内条件、储藏柜及储藏袋温度、暴露持续时间和条件等适用内容的工艺。

**313** 被潮气、灰尘、油脂、污垢或其它有害物污染的焊接材料应当作废，除非进行了正规的复原处理。

**314** 埋弧焊 (SAW) 焊料回收所采用的方法，应当保证新焊料和回收焊料的混合物具备连续均匀的性能。

## F. 修补

### F 100 一般要求

**101** IACS 船舶建造和维修质量标准 A部分给出了一般焊接修复作业的指导准则。

**102** 焊缝的缺陷可以通过修磨、机加和/或焊接去除。为了验证是否完全去除了缺陷，应当采用适当的NDT方法对受影响区进行检查。

### F 200 修复焊接

**201** 应当按照认可的焊接工艺规程 (WPS) 进行焊接修补。机械性能应当符合相关材料规定的最低要求。

**202** 在进行必要的修补前，应当完全地去除缺陷。

采用电弧空气气削的修补应当后接修磨处理。

**203** 同一部位允许进行两次修补。更多的修补应当与本社达成一致。

**204** 所有的焊接修补应当采用先前同样的NDT方法进行检验。

### F 300 火焰矫直

**301** 焊接导致的组件扭曲可采用机械的方式或通过限量局部加热进行矫直。

**302** 应当考虑材料性能可能的下降，实施正确的火焰矫直方法。

## G. 检验和容差

### G 100 一般要求

**101** 应当按照检验和试验计划进行检验，以确认实施的作业符合已有的项目方案和计划，以保证所有的项目要求达到本社的满意程度。

**102** 在加工过程中，应当对充分进行检验所需的接近方式和时间予以必要的考虑。

**103** 作业执行中或产品本身出现较高的不符合率情况时，应当与本社达成一致，予以特别的考虑。此类考虑可以包括，但不限于检验次数的增加、人员资格的重新认定或者其它的认同的补救性措施。

### G 200 对齐和矫直

**201** 应当在设计的临界安全程度中建立可允许接受对齐要求。第5篇中给出了特殊类型和用途相关的特别要求。

**202** 通常的加工容差应当符合“IACS 船舶建造和维修质量标准一部分A”的要求。

### G 300 特殊船只的容差

**301** 因为需要在严酷条件下运营和/或延长设计使用寿命的船舶与船级符号 PLUS-1和 PLUS-2相关，从而要求的特殊建造容差和/或焊缝完工质量的情况下时，加工指导和工艺部分应当包括的第3篇第1章第15节和第16节 (船舶入级规范) 的参考内容见第1节。

### G 400 生产焊接试验要求

**401** 本社可要求进行生产焊接试验。试验的范围和类型应当和本社达成一致。

**402** 当要求进行生产焊接试验时，试验用的组装体和试验要求应当符合第5节的相关要求。

**403** 如果测定的结果不符合第5节的要求，可提交结果进行考虑。在本社指定的附加试验取得满意结果的情况下，可以接受生产焊接试验。

## 第7节 焊接无损检验

### A. 一般要求

#### A 100 适用范围

**101** 本节规定了新建船舶时船体焊接的质量控制要求。本节涵盖了应用无损检验 (NDT) 时的要求, 包括方法、试验内容以及取得满意加工等级所需要的质量水平。

**102** 第5篇中给出了相关船舶类型试验范围的补充要求。

#### A 200 基本要求

**201** 规范建立在下列条件的基础上。

##### *焊接连接点的类型*

涉及以下主要的焊接连接 (见第5节内的图示):

- 对接焊
- T-型连接 (具备和不具备全渗透焊接)
- 角焊。

##### *缺陷的类型*

“EN ISO 6520-1焊接和合金过程. 金属材料几何缺陷的分类. 第1部分: 熔焊”中给出了熔焊中缺陷的主要类型。

##### *试验方法*

- 可以采用以下的方法检测表面缺陷: 外观检验 (VT), 磁粉检测 (MT) 和渗透检测 (PT)。
- 可以采用以下的方法检测表面以下的缺陷: 超声波检测 (UT) 和射线照相检测 (RT)。

在各情况下, 应当根据产品和焊接类型, 材料和探察缺陷的类型选择适用的试验方法。

**202** 对于NV 420或更高等级的材料, 在完工后48小时内, 不得进行最终检验和NDT试验。

### B. NDT 检验方案

#### B 100 一般要求

**101** 在加工过程中, 焊缝应当进行外观检验和查看。应当按照认可的方案进行NDT检测, 如果要求, 还需要适合该项检验。认可的方案应当符合DNV Classification Note No. 7或其它关于检测方法的公认标准。

**102** 除非另行达成一致, 否则试验表面应当为清洁平整, 即无污垢、氧化皮、锈迹、焊接溅落等可能影响检测结果的异物。

#### B 200 外观检验

**201** 如果有必要, 应当采用机械式的辅助措施 (卡规和直尺) 评估并确定不连续性的大小。除非另行达成一致, 否则应当在应用其它的NDT方法前, 先完成外观检查。

#### B 300 磁粉检验

**301** 磁粉检测应当按照认可的书面方案规定进行。如果能, 应当对焊缝的两面都进行检测。如果没有另行达成一致, 磁粉检测应用于铁磁材料的焊缝上。

#### B 400 射线照相检验

**401** 射线照相检测应当按照认可的依据公认标准建立的书面方案规定进行。

**402** 对于射线照相检查, 只要可能, 应当采用X射线源。可按照Classification Note No. 7采用伽玛射线源。

**403** 在认可的保存期内, 射线照片应当被妥善地处理并保存, 以保证其质量。照片应当无冲洗时导致的缺陷。

**404** 由射线照相发现的未修补可疑片状显示应当通过超声波检测探明其类型、确定位置和大小。

#### B 500 超声波检验

**501** 超声波检测检测应当按照认可的书面方案规定进行。超声波检验的方案应当包括说明各连接处类型和尺寸范围的简图, 清楚地表明采用的扫描模式和探头。超声波检测不得用于厚度小于10mm的情况。焊缝的超声波检测应当包括对焊缝相邻部分的检查以探明分层结构, 也应当包括焊缝和基体材料的横向扫描。

**502** 检测记录应当包括缺陷的位置, 回波高度、尺寸 (长度), 以及在表面以下的深度, 以及如果可行时, 缺陷的类型。

#### B 600 渗透检验

**601** 渗透检测应当按照认可的书面方案规定进行。可行时, 应当对焊缝的两面进行检查。如果未另行达成一致, 渗透试验仅在非铁磁材料上应用。

### C. 人员资质

#### C 100 一般要求

**101** 所有的试验应当由具备资格并通过认证的人员进行。NDT的操作人员应当按照本社接受的准则进行认证, 如 EN 473, ISO 9712。证书应当清楚地表明操作人员获得认证的资格所涉及的检测方法和类型。

### D. NDT检测范围

#### D 100 一般要求

**101** 检测的范围是指应当采用特定方法测定的焊缝长度百分比。检测的范围是由船舶的类型和连接处的位置决定的。

**102** 所有船舶类型的基本要求是所有的焊缝应当100%

地进行外观检查。此外，焊缝检测还应当采用下表中给出其它方法。

表D1 结构焊缝 NDT检测的最小范围（(以%表示)			
区域	连接类型	检测方法	
		MT/PT <sup>1)</sup>	RT/UT <sup>2)</sup>
普通区域	对接焊和T型接点，全渗透 T型接点，部分渗透 角焊	2% 2% —	2% — —
0.4 L船中部范围内的甲板/底板铺板	对接焊和T型接点，全渗透 T型接点，部分渗透 角焊	5% 5% —	5% — —
重要区域	对接焊和T型接点，全渗透 T型接点，部分渗透 角焊	20% 20% 20%	20% — —

1) 对于铁磁体材料应当采用磁粉试验。

2) T型接点不得采用射线照相的显示。

103 表D1中不同区域的定义如下：

—指-导-性-意-见-完---

重要区域

具有重要的载荷转接点和大应力集中点特征的区域，该处的失效将危及船舶的安全，例如：

- 船舵的应力集中处或船舵结构和船体的结合处
- 双船壳船只船体和湿甲板连接的应力集中处
- 敞舱口集装箱运输船的甲板梁
- 集装箱运输船货物舱口舷外转角处的加强甲板铺板及其它具有类似敞开舱口构造的船舶
- 被认为有害缺陷的发生率非常高的其它区域。

指导性意见：

船舶入级时本条目下需要考虑的范围为：

- 船厂采用少数或没有用户经验的焊接方法形成的焊缝
- 采用高热量输入(>5 kJ/mm)焊接方法形成的焊缝
- 大厚度焊缝 (>50mm)。

—指-导-性-意-见-完---

0.4 L船中部范围内的甲板/底板铺板

- 加强甲板处的舷顶列板。
- 加强甲板处的纵桁板。
- 纵舱壁处的甲板列板。
- 散装货船、矿砂船和其它具有类似敞开舱口构造船舶上的货物舱口舷外转角处的加强甲板铺板。
- 舱底列板。
- 长度大于0.15 L的纵向舱口栏板。
- 舱室货物舱口围板的过渡末端肘板和甲板舱室。
- 任何位置的水密舱壁。

指导性意见：

对于没有明确加强甲板的船舶，如旅游船，上述的内容适用于对船体强度贡献最大的甲板。

普通区域

上述未提及的区域。

104 NDT 检验应当包括自动焊缝的起点和终点。

E. NDT检测验收标准

E 100 一般要求

101 所有的焊缝应当显示出良好加工的证据。对于外观检查，可以采用“*IACS Rec. No. 47 船舶建造和维修质量标准—部分 A*”。NDT检测的验收标准通常应当符合ISO 5817 质量水平C，中等程度的要求。对于重要区域，可以用更严格的要求，如ISO 5817 水平B。

E 200 不合格焊接

201 如果探测到不合格的间断，应当在紧接着间断位置前和位置后的焊接长度上以同样的方法进行检测。如果显现出系统性的重复间断，应当由验船师决定检测范围，对同样条件下完成的并可能出现相似缺陷的焊缝进行检测。

202 如果发现规律性出现的不合格间断，则应当在继续进行焊接前重新评估焊接工艺，并采取必要的措施使生产达到要求的质量水平。

203 探测到的不合格间断应当被修补，除非本社发现其可以被接受。焊接间断缺陷的去除和修补应当按照本社认可的步骤进行。

204 进行焊接修补后，对整个焊缝（即修补区域连同各端100 mm的范围内）进行检测的方法，应当至少与先前焊缝规定的NDT检测方法相同。

## 第8节结构和密性试验

### A. 一般要求

#### A 100 适用范围

**101** 本节规定了舱柜和货舱的结构及密性试验的一般要求。

**102** (船舶入级规范) 第5篇第5章中给出了液化气体运载船舶的附加要求。

### B. 试验

#### B 100 定义

**101** 以下为B中采用的术语:

**结构试验** 是指为了证明舱柜密性和设计结构的充分程度而进行的水压试验。如果水压试验在实施上不可行, 则应当在可以实施的前提下, 采用气体压力试验模拟舱柜的实际载荷。除**Tanker for Chemicals ESP**强制性的结构试验外, 结构试验对于以下同一系列的新建船只不必重复进行, 除非本社认为有必要时。

**泄漏试验** 是指为了证明结构的密性, 采用空气或其它介质进行的试验。

**气水压力试验** 是指为了证明舱柜密性和设计结构的充分程度而进行的水压和气压的组合试验

**冲水试验** 是指为了证明结构组件的密性而进行的冲水试验。

**车间底漆** 是指用于表面准备完成后, 建造加工前使用的薄涂层涂料, 用于防止加工过程中的腐蚀。

**保护性涂料** 是指防止结构腐蚀的最后一道涂料。

**水密** 表示在设计的封闭结构内, 防止一定水头下结构内进水的能力。

**风雨密** 表示在任何海况下, 水不会渗入船舶内部。

#### B 200 一般要求

**201** 如果在涂装防护性涂料之前进行了泄漏试验, 则完成防护性涂料涂装后, 可以进行结构试验。结构试验前应当 安装好舱柜中所有的管道连接。

不希望或不可能在船台上进行结构试验时, 可接受在水面上进行的结构试验。试验时, 应分别向各个舱柜注水至试验压头。底部和下部的结构检查应当在实际可以取得的最大吃水水线时的干舱内进行。

**202** 泄漏试验应当在焊缝涂装保护性涂料前进行。焊缝上可涂装车间底漆。

当采用空气作试验介质时, 应当使用某种有效的指示液体。空气压力最大为 $20 \text{ kN/m}^2$ , 保持1小时, 在检验前降至 $15 \text{ kN/m}^2$ 。除了采取可以读取空气压力的有效方式外, 还应当在试验的舱室上连接一个安全阀或采用可靠的等同措施。

#### 指导性意见:

在泄漏试验前, 可在焊缝上涂装硅酸酯基的车间底漆。底漆涂层的厚度为最大50微米。其它不明化学成分的底漆应当最大为30微米。

—指—导—性—意—见—完—

**203** 对于冲水试验, 冲水的压力至少应当为 $200 \text{ kN/m}^2$  作用的最大距离为1.5 m。喷嘴的内径至少为12.0 mm。

#### B 300 试验内容和类型的特定要求

**301** 302和303的要求给出了以下试验的条件:

- 包括 $5 \text{ m}^3$ 独立液柜或更大容积的重力液柜
- 水密或风雨密结构。

**302** 除自动焊接连接处和FCAW半自动全渗透对接焊的管道安装连接处以外, 所有舱柜分隔舱壁、舱壁管道贯穿处和安装处的焊接连接都应当进行泄漏试验。

选定位置的自动焊接安装焊缝和人工或自动焊接预安装焊缝可要求进行同样的试验, 由验船师在考虑了船厂运行的质量控制步骤后对此作出决定。

**303** 表B1给出了试验的范围。

表B1 试验的范围			
试验项目	试验类型	结构试验压力	结构试验范围
所有船舶类型			
液体舱柜和结构成型液体舱柜的分隔舱壁	结构试验	以下情况的相对较大值: — 上部溢流时的水头 — 高于舱柜最高点2.4 m的水头 — 压力阀门的开启压力	至少从一侧进行了试验的舱柜分隔舱壁 <sup>1), 2)</sup> 艏轴管安装后要进行的艏尖舱试验。
艏尖舱不用作舱柜	见SOLAS第II章 -1/14		
艏尖舱不用作舱柜	泄漏试验		
锚链舱 (如果在船防撞舱壁后)	结构试验	最高水头压力以下	
双板舵	泄漏试验		

表B1 试验范围 (续)			
试验项目	试验类型	结构试验压力	结构试验范围
干舷甲板或舱壁甲板以下的水密门或舱盖	见SOLAS 第II章-1/18		各舱门和舱盖 <sup>7)</sup>
风雨密舱门、舱盖和关闭装置	冲水试验		
水密舱壁和甲板	见SOLAS 第II章-1/14.3和		<sup>3)</sup> , <sup>5)</sup> , <sup>6)</sup>
压载输送管道	冲水试验	压载泵最大压力	
风洞, 风管和通风设备	冲水试验。 见SOLAS 第II章-1/19.5		<sup>6)</sup>
隔离舱	结构试验	以下情况的相对较大值: — 上部溢流时的水头 — 高于舱柜最高点2.4 m的水头	<sup>4)</sup>
独立舱柜	结构试验	以下情况的相对较大值: — 上部溢流时的水头 — 高于舱柜最高点0.9 m的水头 — 压力阀门的开启压力	
干散货船			
压载舱	结构试验	以下情况的相对较大值: — 上部溢流时的水头 — 高于舱柜最高点0.9 m的水头	<sup>1)</sup> , <sup>2)</sup> 结构试验中, 从舱盖密封处渗漏出的少量水的情况可被接受
混装船 (OBOs)			
货舱的水密舱盖	结构试验	以下情况的相对较大值: — 上部溢流时的水头 — 高于舱口栏板2.4 m的水头 — 压力阀门的开启压力	如果所有的舱盖都进行了泄漏试验, 至少每两个舱盖进行一次结构试验
化学品船			
整体和独立货物舱柜	结构试验	1) 设计压力低于0.7 bar的整体独立货物舱柜, 取以下情况的相对较大值: — 高于舱口栏板2.4 m的水头 — 压力阀门的开启压力。 2) 设计压力高于0.7 bar的整体独立货物舱柜, 应当在压力阀门的开启压力的1.5倍下试验	至少从一侧进行了舱柜的分隔舱壁试验 <sup>1)</sup> , <sup>2)</sup>
<div>1) 除Tanker for Chemical ESP的货舱分隔舱壁以外, 如果各类型的舱柜分别至少进行了一个舱柜的结构试验, 泄漏试验或气水压力试验可以代替结构试验。</div> <div>2) 同一系列新造船只不必重复进行后续的结构试验, 除非验船师认定有必要进行重复试验。这一豁免的做法不适用于船级符号为Tanker for Chemicals ESP的货舱分隔舱壁或安装有薄膜或半薄膜液舱的液化气体运载船只。</div> <div>3) 如果要进行冲水试验, 则可能对已经安装好的装备(机械、电联、配电盘、绝缘等)造成破坏的情况下, 可以由本社决定采用仔细外观检查所有交叉处和焊接处连接的方法, 替代冲水试验; 如果有必要, 可要求进行染料渗透试验、渗透试验或超声波渗漏试验。</div> <div>4) 本社出于自己的判断, 认为301中的内容和所采用的建造技术和焊接工艺有显著关系时, 可以接受301中规定的条件下采用的泄漏试验和气水压力试验。</div> <div>5) 在主舱室(非液体舱柜)注水进行检测的方法为非强制性的。如果未进行这一试验, 冲水试验则具有强制性。该试验应当在船只装配进行至最高阶段时实施。任何情况下, 都应当对水密舱壁进行一次全面的检查。  (SOLAS 第II章- 1/14.3)</div> <div>6) 完工后, 应当对水密甲板进行一次冲水试验或浸水试验, 对水密风洞, 风管和通风设备进行一次冲水试验。  (SOLAS 第II章- 1/19.5)</div> <div>7) 安装前(即通常在制造厂处)水密通道门/舱口应当从其最可能产生泄漏的一侧进行水压试验。试验压力为设计压力。验收标准为:  — 带有垫圈的舱门或舱盖: 无泄漏 — 带有金属密封的舱门或舱盖: 最大泄漏量为每分钟1升。</div>			