

ICS XXX
X

DB44

广东省地方标准

DB44/ XXX—XXXX

南海海洋工程不锈钢钢筋应用技术规范

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

广东省质量技术监督局 发布

DB44/ xxx-xxxx

目 次

1.	范围	1
2.	规范性引用文件	1
3.	术语和定义	2
4.	基本规定	3
5.	技术要求	3
6.	加工	9
7.	包装、运输和存放	11
8.	现场施工技术要求	12
9.	检验与验收	14
附录 A	（规范性附录） 不锈钢钢筋钢号选择指南	20
附录 B	（规范性附录） 耐腐蚀性能测试方法	21

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准由XXX提出并归口。

本标准起草单位：港珠澳大桥管理局、中交四航工程研究院有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司。

本标准主要起草人：

南海海洋工程不锈钢钢筋应用技术规范

1. 范围

本规范规定了钢筋混凝土用不锈钢钢筋及配套产品的材料性能、加工、包装、运输、存放、施工、检验和验收等内容。

本规范适用于南海海洋工程中受海洋环境氯盐侵蚀的配筋混凝土结构用不锈钢钢筋，其他氯盐环境可参照使用。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

GB/T 1220 不锈钢棒

GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋

GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋

GB/T 4334-2008 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 14975 结构用不锈钢无缝钢管

GB/T 20066 钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）

GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）

GB/T 20878 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分

GB/T 289000-2012 钢筋混凝土用钢材试验方法

GB/T 33959 钢筋混凝土用不锈钢钢筋

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

JTG/T F50 公路桥涵施工技术规范

JTS 202 水运工程混凝土施工规范

JTS 153-2015 水运工程结构耐久性设计标准

水运工程结构防腐蚀施工规范（2020 年颁布实施）

3. 术语和定义

GB/T 33959、GB/T 1499.1、GB/T 1499.2、GB/T 222、GB/T 20878、JGJ 107、JTG/T F50 等界定的及下列术语及定义适用于本文件。

3.1

南海海洋工程 **marine engineering in South China Sea**

处于我国南海海域，主体位于海岸线向海一侧的新建、改建、扩建基础设施工程。

3.2

热轧带肋不锈钢钢筋 **hot rolled plain bars of stainless steel**

经热轧成型，横截面通常为圆形，且表面带肋的混凝土结构用不锈钢钢材。

3.3

热轧光圆不锈钢钢筋 **hot rolled plain bars of stainless steel**

经热轧成型，横截面通常为圆形，表面光滑的混凝土结构用不锈钢钢材。

3.4

普通钢筋 **steel bars**

以碳钢作为原材料，经轧制成型的混凝土结构用钢材。

3.5

耐腐蚀性能 **anti-corrosion property**

指不锈钢钢筋在碱性环境中抵受氯离子破坏的能力。

4. 基本规定

4.1 不锈钢钢筋供货时应明确以下内容：

- a) 本规范编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢筋牌号和统一数字代号；
- d) 钢筋公称直径、长度及重量（或数量、或盘重）；
- e) 交货状态；
- f) 特殊要求。

4.2 不锈钢钢筋构造设计应与普通钢筋一致，宜采用不锈钢钢筋替代腐蚀严重区域的普通钢筋，并应遵循同等级、同类型钢筋替换原则。不同环境下不锈钢钢筋的选择准则可参照附录 A。

4.3 不锈钢钢筋连接应采用机械连接或绑扎搭接，不应采用焊接，并应符合设计规定。机械连接应采用镦粗直螺纹接头或剥肋滚轧直螺纹接头。

5. 技术要求

5.1 不锈钢钢筋性能要求

5.1.1 分类和级别

5.1.1.1 不锈钢钢筋按屈服强度特征值分为 300、400、500 级。

5.1.1.2 不锈钢钢筋牌号的构成及其含义见表 1。

表 1 不锈钢钢筋牌号的构成及其含义

类别	牌号	牌号构成	英文字母含义
热轧光圆不锈钢钢筋	HPB300S	由 HPB+屈服强度特征值+S 构成	HPBS 热轧光圆不锈钢钢筋的英文（Hot Rolled Plain Bars of Stainless Steel）缩写
热轧带肋不锈钢钢筋	HRB400S	由 HRB+屈服强度特征值+S 构成	HRBS 热轧带肋不锈钢钢筋的英文（Hot Rolled Ribbed Bars of Stainless Steel）缩写
	HRB500S		

5.1.2 钢号与化学成分

5.1.2.1 不锈钢钢筋的化学成分（熔炼分析）应符合表 2 的规定。

表 2 不锈钢钢筋化学成分（熔炼分析）

组织	统一数	钢号	化学成分（质量分数） / %
----	-----	----	----------------

类型	字代号		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
奥氏 体型	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00 ~ 11.00	18.00 ~ 20.00	-	-	-
	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00 ~ 11.00	18.00 ~ 20.00	-	-	0.10 ~ 0.16
	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	-	-
	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00 ~ 13.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	-	0.10 ~ 0.16
奥氏 体-铁 素体 型	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	0.030	1.00	2.00	0.030	0.020	4.50 ~ 6.50	21.00 ~ 23.00	2.50 ~ 3.50	-	0.08 ~ 0.20
	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	0.030	1.00	2.50	0.035	0.030	3.00 ~ 5.50	21.50 ~ 24.50	0.05 ~ 0.60	0.05 ~ 0.60	0.05 ~ 0.20
	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	5.50 ~ 6.50	24.0 ~ 26.0	1.20 ~ 2.50	-	0.10 ~ 0.20
	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	0.030	0.80	1.20	0.035	0.020	6.00 ~ 8.00	24.00 ~ 26.00	3.00 ~ 5.00	0.50	0.24 ~ 0.32
铁素 体型	S11203	022Cr12	0.030	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.00 ~ 13.50	-	-	-
注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。括号内值为允许添加的最大值。												

5.1.2.2 不锈钢钢筋的化学成分（成品分析）的最大偏差值应符合表 3 的规定。

表 3 不锈钢钢筋成品分析允许偏差

元素	规定化学成分上限值 / %	允许偏差 / %	
		上偏差	下偏差
C	>0.010~0.030	0.005	0.005
	>0.030~0.20	0.01	0.01
Si	≤1.00	0.05	0.05
Mn	≤1.00	0.03	0.03
	>1.00~3.00	0.04	0.04
P	≤0.040	0.005	--
	>0.040~0.20	0.01	0.01
S	≤0.040	0.005	--

元素	规定化学成分上限值 / %	允许偏差 / %	
		上偏差	下偏差
Ni	≤1.00	0.03	0.03
	>1.00~5.00	0.07	0.07
	>5.00~10.0	0.10	0.10
	>10.0~20.0	0.15	0.15
Cr	>10.0~15.0	0.15	0.15
	>15.0~20.0	0.20	0.20
	>20.0~30.0	0.25	0.25
Mo	>0.20~0.60	0.03	0.03
	>0.60~2.00	0.05	0.05
	>2.00~7.00	0.10	0.10
Cu	≤0.50	0.03	0.03
	≤0.5~1.00	0.05	0.05
N	>0.02~0.19	0.01	0.01
	>0.19~0.25	0.02	0.02
	>0.25~0.35	0.03	0.03

5.1.2.3 化学成分分析方法应符合现行国家标准 GB/T 223、GB/T 20123、GB/T 20124 和 GB/T 11170 的有关规定。

5.1.3 公称直径范围

光圆不锈钢钢筋的公称直径范围为 6 mm ~ 22 mm，带肋不锈钢钢筋的公称直径范围为 6 mm ~ 50 mm。

5.1.4 公称横截面面积和理论重量

5.1.4.1 不锈钢钢筋公称横截面面积和理论重量应符合表 4 的规定。

表 4 不锈钢钢筋公称横截面面积与理论重量

公称直径 / mm	公称横截面面积 / mm ²	理论重量 / (kg/m)				
		统一数字代号				
		S30408 S30453	S31608	S31653	S22253 S23043 S22553 S25073	S11203
6	28.27	0.224	0.226	0.227	0.221	0.219
8	50.27	0.399	0.402	0.404	0.392	0.390
10	78.54	0.623	0.628	0.631	0.613	0.609
12	113.1	0.897	0.905	0.909	0.882	0.877
14	153.9	1.220	1.231	1.237	1.200	1.193

公称 直径 / mm	公称横 截面面 积 / mm ²	理论重量 / (kg/m)				
		统一数字代号				
		S30408 S30453	S31608	S31653	S22253 S23043 S22553 S25073	S11203
16	201.1	1.595	1.609	1.617	1.569	1.559
18	254.5	2.018	2.036	2.046	1.985	1.972
20	314.2	2.492	2.514	2.526	2.451	2.435
22	380.1	3.014	3.041	3.056	2.965	2.946
25	490.9	3.893	3.927	3.947	3.829	3.804
28	615.8	4.883	4.926	4.951	4.803	4.772
32	804.2	6.377	6.434	6.466	6.273	6.233
36	1018	8.073	8.144	8.185	7.940	7.890
40	1257	9.968	10.056	10.106	9.805	9.742
50	1964	15.575	15.712	15.791	15.319	15.221

5.1.5 表面形状及尺寸允许偏差

5.1.5.1 光圆不锈钢钢筋和带肋不锈钢钢筋的表面形状及尺寸允许偏差应分别符合 GB/T 1499.1 和 GB/T 1499.2 的规定。

5.1.5.2 带肋不锈钢钢筋肋高度、横肋间距、横肋末端间隙的测量方法和钢筋相对肋面积计算方法应符合 GB/T 1499.2 的规定。

5.1.6 长度及允许偏差

5.1.6.1 按定尺长度交货的直条不锈钢钢筋，长度应满足供货合同的要求，长度允许偏差应为 $^{+50}_0$ mm。

5.1.6.2 按盘卷交货的不锈钢钢筋，每盘应是一条钢筋，盘重由供需双方协商确定。

5.1.7 弯曲度和端部

5.1.7.1 直条钢筋的弯曲度应不影响正常使用，每米弯曲度不大于 4 mm，总弯曲度不大于钢筋总长度的 0.4%。

5.1.7.2 弯曲度测量应将不锈钢钢筋水平放置、两端简支，以不锈钢钢筋沿轴线旋转 360° 过程中，向上挠度值作为总弯曲度。

5.1.7.3 钢筋端部应剪切正直，局部变形应不影响使用。

5.1.8 重量及允许偏差

5.1.8.1 钢筋按实际重量交货，也可按理论重量交货。按理论重量交货时，理论重量为钢筋长度乘以表 4 中钢筋的每米理论重量。

5.1.8.2 按盘卷交货的钢筋，每盘重量应不小于 800 kg。

5.1.8.3 不锈钢钢筋实际重量与理论重量的允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 不锈钢钢筋重量允许偏差

公称直径 / mm	允许偏差 / %
6~12	±6.0
14~20	±5.0
22~50	±4.0

5.1.8.4 重量计算应符合 GB/T 33959 的有关规定。

5.1.9 力学性能

5.1.9.1 不锈钢钢筋的屈服强度 $R_{p0.2}$ ，抗拉强度 R_m ，断后伸长率 A_5 、最大力总伸长率 A_{gt} 等力学性能特征值应符合表 6 的规定。

表 6 不锈钢钢筋力学性能

牌号	屈服强度 $R_{p0.2}$ / MPa	抗拉强度 R_m / MPa	断后伸长率 A / %	最大力总延伸率 A_{gt} / %
HPB300S	≥300	≥420	≥25	≥10.0
HRB400S	≥400	≥540	≥16	≥7.5
HRB500S	≥500	≥630	≥15	≥7.5

5.1.9.2 力学性能试验应按 GB/T 228.1 的规定进行。试验试样不得进行车削加工。计算不锈钢钢筋屈服强度、抗拉强度时应采用表 4 所列公称横截面面积。

5.1.9.3 最大力下总伸长率 A_{gt} 的检验，也可采用 GB/T 28900-2012 中规定的拉伸试验方法进行。

5.1.10 弯曲性能

5.1.10.1 不锈钢钢筋经过 180° 弯曲后，钢筋受弯部位表面不应产生裂纹。

5.1.10.2 弯曲试验应按 GB/T 232 的规定进行。光圆不锈钢钢筋、带肋不锈钢钢筋弯芯直径应分别符合 GB/T 1499.1、GB/T 1499.2 的规定。弯曲试验试样不得进行车削加工。

5.1.11 抗冲击性能

5.1.11.1 直径 16 mm 及以上的不锈钢钢筋应进行 V 型缺口冲击试验，测试环境温度应为 25℃±5℃，冲击吸收能量由供需双方协商，未有规定的，冲击吸收能量应不小于 100 J。

5.1.11.2 冲击试验应按 GB/T 229 的规定进行。

5.1.12 耐晶间腐蚀性能

5.1.12.1 除铁素体型不锈钢钢筋外，其他不锈钢钢筋应进行晶间腐蚀试验，试验后应无因晶间腐蚀产生的弯曲裂纹。

5.1.12.2 晶间腐蚀试验应按 GB/T 4334-2008 中方法 E 的规定进行。

5.1.13 耐腐蚀性能

5.1.13.1 不锈钢钢筋应具有耐腐蚀性能。

5.1.13.2 耐腐蚀性能试验方法应按 GB/T 33959-2017 附录 B 或本规范附录 B 的规定进行。

5.1.14 抗疲劳性能

5.1.14.1 不锈钢钢筋应具有抵受 5×10^6 次应力循环的抗疲劳性能。

5.1.14.2 疲劳试验方法应按 GB/T 33959-2017 附录 C 的规定进行。

5.1.15 表面质量

不锈钢钢筋表面不应有可导致耐蚀性能和力学性能下降的缺陷及污染物。其它表面质量要求应经双方协商后在供货合同上明确说明。

5.1.16 交货状态

钢筋应以热轧酸洗或固溶、退火等热处理酸洗状态交货。

5.2 不锈钢钢筋机械连接套筒性能要求

5.2.1 材料

不锈钢钢筋机械连接套筒原材料宜采用与钢筋母材同材质的棒材或无缝钢管，其外观及力学性能应符合 GB/T 1220 和 GB/T 14975 的规定。

5.2.2 极限抗拉强度

5.2.2.1 不锈钢钢筋机械连接接头的极限抗拉强度应符合表 7 的规定。

表 7 不锈钢钢筋机械连接接头极限抗拉强度

接头等级	I 级
极限抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断 或 $f_{mst}^0 \geq 1.10 f_{stk}$ 连接件破坏
注 1：钢筋拉断指断于钢筋母材、套筒外钢筋丝头和钢筋镦粗过渡段； 注 2：连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出以及其他连接组件破坏。	

注 3: f_{mst}^0 ——接头试件实测极限抗拉强度; f_{stk} ——不锈钢钢筋极限抗拉强度标准值。

5.2.2.2 接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环, 且在经历拉压循环后, 其极限抗拉强度仍符合表 7 的规定。

5.2.2.3 极限抗拉强度测试方法应符合 JGJ 107 的规定。

5.2.3 变形性能

不锈钢钢筋机械连接接头变形性能应符合表 8 的规定。测试方法应符合 JGJ 107 的规定。

表 8 不锈钢钢筋机械连接接头变形性能

接头等级		I 级
单向拉伸	残余变形 / mm	$u_0 \leq 0.10 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.14 (d > 32)$
	最大力总伸长率 / %	$A_{\text{sgt}} \geq 6.0$
高应力反复拉压	残余变形 / mm	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形 / mm	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$
注: d ——钢筋直径; u_0 ——接头试件加载至 $0.6 f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形; u_{20} ——接头试件经高应力反复拉压 20 次后的残余变形; u_4 ——接头试件经大变形反复拉压 4 次后的残余变形; u_8 ——接头试件经大变形反复拉压 8 次后的残余变形; f_{yk} ——钢筋屈服强度标准值。		

5.2.4 抗疲劳性能

5.2.4.1 不锈钢钢筋机械连接接头应能在抵受 2×10^6 次应力循环后不出现破坏。

5.2.4.2 疲劳试验方法应按 JGJ 107-2016 规定的方法进行。疲劳应力幅限值, 应根据不锈钢钢筋应力幅提出。当无专门要求时, 剥肋滚轧直螺纹钢筋接头、镦粗直螺纹钢筋接头的疲劳应力幅限值不应小于现行国家标准 GB 50010 中普通钢筋疲劳应力幅限值的 80%。

6. 加工

6.1 加工偏差

6.1.1 不锈钢钢筋的加工不应使用加工普通钢筋的设备, 并应由具备不锈钢钢筋加工能力的单位进行, 宜由不锈钢钢筋生产厂家进行。

6.1.2 不锈钢钢筋加工的形状尺寸应满足设计要求, 加工允许偏差应符合表 9 的规定。

表 9 不锈钢钢筋加工的允许偏差

项目	允许偏差 / mm
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20
箍筋内净尺寸	± 5

6.2 调直

6.2.1 不锈钢钢筋宜采用机械设备进行调直。采用机械设备调直时，调直设备不应具有延伸功能。

6.2.2 不锈钢钢筋调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋。调整后的不锈钢钢筋应平直，不应有局部弯折，横肋肋高应符合 GB/T 1499.2 中肋高偏差的规定。

6.3 弯折

6.3.1 不锈钢钢筋的弯折宜在常温状态下进行，加工过程中不对不锈钢钢筋进行加热。不锈钢钢筋应一次弯折到位，不应再弯曲或经弯曲后矫直返用。

6.3.2 不锈钢钢筋弯折的弯弧内直径及平直部分长度应符合表 10 的规定。

表 10 不锈钢钢筋弯折的弯弧内直径及平直部分长度

弯曲部位	弯曲角度	形状图	不锈钢钢筋种类	不锈钢钢筋直径 d / mm	弯弧内直径 D / mm	平直部分长度 / mm
中间部位弯折	$\leq 90^\circ$		HPB300S HRB400S HRB500S	6~50	$\geq 20d$	--
末端弯钩	90°		HRB400S HRB500S	6~25	$\geq 4d$	$\geq 10d$
				28~40	$\geq 5d$	
				50	$\geq 6d$	
	135°		HRB400S HRB500S	6~25	$\geq 4d$	$\geq 5d$
				28~40	$\geq 5d$	
				50	$\geq 6d$	
	180°		HPB300S	6~22	$\geq 2.5d$	$\geq 3d$

6.3.3 箍筋弯折除符合表 10 的规定外，尚应不小于纵向受力钢筋直径。箍筋弯折处纵向受力钢筋为搭接钢筋或并筋时，应按钢筋实际排布情况确定箍筋弯弧内直径。

6.3.4 箍筋的末端应做弯钩，弯钩的形状应满足设计要求。弯钩的弯曲直径除符合本规范 6.3.2 条的规定外，尚应大于被箍受力主钢筋的直径。弯钩平直部分的长度，一般结构应不小于箍筋直径的 5 倍；有抗震要求的结构，应不小于箍筋直径的 10 倍。

6.4 不锈钢钢筋丝头加工

6.4.1 不锈钢钢筋镦粗应在液压冷锻压床上进行。

6.4.2 镦粗头与不锈钢钢筋轴线倾斜度应不大于 4° ，镦粗头不应出现与不锈钢钢筋轴线相垂直的横向表面裂缝。

6.4.3 不锈钢钢筋端头螺纹规格应与连接套筒的型号匹配。螺纹牙形应饱满。丝头有效螺纹中，牙顶宽度超过 0.3 倍螺距的秃牙部分，其累计长度不宜超过 3 个螺纹周长。

6.4.4 不锈钢钢筋丝头长度应满足设计要求，公差应为 $0 \sim 2.0$ 倍螺距。不锈钢钢筋丝头加工精度宜满足 6f 级要求。精度应用专用直螺纹量规检验，通规应能顺利旋入并达到要求的拧入长度，止规旋入不应超过 3 倍螺距。

7. 包装、运输和存放

7.1 产品包装

7.1.1 不锈钢钢筋的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 33959 的有关规定。

7.1.2 不锈钢钢筋丝头应采用塑料保护套、胶带保护。

7.1.3 不锈钢套筒应加盖塑料保护帽，保护帽上应标有被连接钢筋的规格型号。套筒应进行包装，并标明产品名称、规格、型号、数量、制造日期、产品批号、出厂日期、生产厂家。

7.2 运输与存放

7.2.1 不锈钢钢筋在运输、装卸和存放过程中应避免与普通碳钢或低合金钢接触。

7.2.2 不锈钢钢筋的吊装宜采用吊装带，不宜采用钢丝绳。不锈钢钢筋在运输过程中，应避免锈蚀、污染和机械损伤。

7.2.3 不锈钢钢筋应按不同钢号、牌号、规格、炉号分类堆存，不得混杂，且应设立识别标志。不锈钢钢筋中的钢筋支架、支垫应为不锈钢，若为碳钢应采用其它绝缘材料隔离。不锈钢钢筋宜堆置在仓库(棚)内，露天堆置时，应垫高并加遮盖。

8. 现场施工技术要求

8.1 连接

- 8.1.1 不锈钢钢筋连接应采用机械连接或绑扎搭接，不应采用焊接，并应满足设计要求。
- 8.1.2 不锈钢钢筋和普通钢筋在混凝土结构混合使用时可直接接触。不锈钢钢筋与普通钢筋连接方式应和不锈钢钢筋间连接方式相同。
- 8.1.3 绑扎接头的钢筋直径不宜大于 25 mm，轴心受拉和小偏心受拉构件不应采用绑扎接头。
- 8.1.4 连接接头位置应符合以下规定：
- 8.1.4.1 受力钢筋连接接头应设置在内力较小处，并错开布置。
- 8.1.4.2 在同一根钢筋上宜少设接头。
- 8.1.4.3 接头末端至钢筋弯起点的距离，应不小于钢筋直径的 10 倍。
- 8.1.4.4 在连接接头长度区段内，同一根钢筋不应有两个接头。对于机械连接接头，接头长度区段为 35 倍钢筋直径，且不小于 500mm；对于绑扎连接接头，接头长度区段为 1.3 倍搭接长度。
- 8.1.4.5 同一接头长度区段内，纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合表 11 的规定。

表 11 接头面积百分率

接头型式	接头面积百分率	
	受拉区	受压区
主钢筋机械连接接头	≤50	不限制
主钢筋绑扎接头	≤25	≤50
注：装配式构件连接处的受力钢筋机械连接接头可不受此限制。		

- 8.1.5 机械连接应符合以下规定。
- 8.1.5.1 不锈钢钢筋机械连接应采用镦粗直螺纹接头或剥肋滚轧直螺纹接头。
- 8.1.5.2 机械连接接头的混凝土保护层厚度应满足设计要求。
- 8.1.5.3 机械连接接头之间及接头与钢筋之间的横向净间距不宜小于 25 mm。
- 8.1.5.4 安装接头时可用管钳扳手拧紧，应使钢筋丝头在套筒中央位置相互顶紧。标准型接头安装后的外露螺纹不宜超过两倍螺距。
- 8.1.5.5 接头安装后应采用准确度级别 10 级的扭力扳手校核拧紧扭矩，最小拧紧扭矩值应符合表 12 的规定。

表 12 直螺纹接头安装时最小拧紧扭矩值

钢筋直径 / mm	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40	50
拧紧扭矩 / N·m	100	200	260	320	360	460

8.1.6 绑扎连接应符合以下规定。

8.1.6.1 绑扎钢丝应采用直径 1.2 mm 柔软的不锈钢丝，钢丝钢号宜与不锈钢钢筋相同。

8.1.6.2 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度应符合表 13 的规定。

表 13 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度

钢筋类型	混凝土强度等级		
	C20	C25	高于 C25
HPB300S	45d	40d	35d
HRB400S、HRB500S	--	50d	45d

注 1：当带肋钢筋直径 $d \leq 25$ mm 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表中值减少 5d 采用；当带肋钢筋直径 $d > 25$ mm 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表中值增加 5d 采用。

注 2：在任何情况下，纵向受拉钢筋的搭接长度不应小于 300 mm。

注 3：当混凝土在凝固过程中受力钢筋易受扰动时，其搭接长度宜适当增加。

注 4：两根不同直径的钢筋的搭接长度，以较细的钢筋直径计算。

8.1.6.3 受压钢筋绑扎接头的搭接长度应为受拉钢筋绑扎接头搭接长度的 0.7 倍，且应不小于 200 mm。

8.1.6.4 钢筋的绑扎搭接接头应在接头中心和两端用不锈钢钢丝扎牢。

8.1.6.5 钢筋的交叉点的绑扎宜采取逐点改变绕丝方向的“8”字形方式交错扎结，对直径 25mm 及以上的钢筋，宜采取双对角线的十字形方式扎结。

8.1.6.6 结构或构件拐角处的钢筋交叉点应全部绑扎；中间平直部分的交叉点可交错绑扎，但绑扎的交叉点宜占全部交叉点的 40% 以上。

8.1.6.7 绑扎钢筋的钢丝头不得进入混凝土保护层内。

8.2 安装

8.2.1 不锈钢钢筋的级别、直径、根数、间距等应符合设计的规定。

8.2.2 对多层多排钢筋，宜根据安装需要在其间隔处设立一定数量的架立不锈钢钢筋或短不锈钢钢筋，但架立钢筋或短钢筋的端头不应伸入混凝土保护层内。

8.2.3 钢筋与模板之间应设置垫块，垫块的制作、设置和固定符合下列规定。

8.2.3.1 混凝土垫块应具有足够的强度和密实性；采用其它材料制作垫块时，除满足使用强度的要求外，其材料中不应含有对混凝土产生不利影响的成分。垫块的制作厚度不应出现负误差，正误差应不大于 1 mm。

8.2.3.2 用于重要工程或有防腐蚀要求的混凝土结构或构件中的垫块，宜采用专门制作的定型产品，且该类产品的质量同样应符合 8.2.3.1 条的规定。

8.2.3.3 垫块应相互错开、分散设置在钢筋与模板之间，但不应横贯混凝土保护层的全部截面进行设置。垫块在结构或构件侧面和底面所布设的数量不少于 4 个/m²，重要部位宜适当加密。

8.2.3.4 垫块与钢筋应采用不锈钢扎丝绑扎牢固，且扎丝头不应进入混凝土保护层内。

8.2.3.5 混凝土浇筑前，应对垫块的位置、数量和紧固程度进行检查，不满足要求时应及时处理，应保证钢筋的混凝土保护层厚度满足设计要求。

8.2.4 不锈钢钢筋安装位置的允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 不锈钢钢筋安装位置的允许偏差

项目			允许偏差 / mm
受力钢筋间距	两排以上排距		±5
	同排	梁、板、拱肋	±10
		基础、锚定、墩台、柱	±20
箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距			±10
钢筋骨架尺寸	长		±10
	宽、高或直径		±5
绑扎钢筋网尺寸	长、宽		±10
	网眼尺寸		±20
弯起钢筋位置			±20
保护层厚度	柱、梁、拱肋		0~+5
	基础、锚碇、墩台		0~+10
	板		0~+3

9. 检验与验收

9.1 不锈钢钢筋产品检验

9.1.1 不锈钢钢筋检验组批规则应符合以下规定。

9.1.1.1 不锈钢钢筋化学成分（熔炼分析）检验应每一炉进行一次。

9.1.1.2 不锈钢钢筋疲劳试验应对同一厂商、同一钢号、同一规格，每生产 1000 t 或每 5 年进行一次，以先到者为准。

9.1.1.3 不锈钢钢筋耐腐蚀性能试验应对同一厂商、同一钢号，每生产 500 t 或每年进行一次，以先到者为准。

9.1.1.4 不锈钢钢筋其它检测应由同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成一批。

每批重量应不大于 60 t，超过 60 t 的部分，每增加 40 t（或不足 40 t 的余数），应增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样。

9.1.2 不锈钢钢筋检验应分特征值检验和交货检验。

9.1.3 不锈钢钢筋特征值检验应符合以下规定。

9.1.3.1 特征值检验适用于下列情况：

- a) 供方对产品质量控制的检验；
- b) 需方提出要求，经供需双方协议一致的检验；
- c) 第三方产品认证及仲裁检验。

9.1.3.2 特征值检验项目、取样数量和取样方法应符合表 15 的规定。

表 15 不锈钢钢筋特征值检验项目、取样数量和取样方法

序号	检验项目		取样数量	取样方法
1	参数 检验	拉伸试验	15 个 (或 60 个，如需要)	从不同钢筋上切取，试样长度不少于 300mm
2	属性 检验	弯曲试验	15 个 (或 60 个，如需要)	从不同钢筋上切取，试样长度不少于 300mm
		表面形状	15 个 (或 60 个，如需要)	从不同钢筋上切取，试样长度不少于 300mm
		尺寸（公称 截面积）	15 个 (或 60 个，如需要)	从不同钢筋上切取，试样长度不少于 300mm
3	化学成分(成品分析)		2 个	从不同钢筋取试样
4	疲劳试验		5 个	从不同钢筋上切取，测试样品最小长度 为 30 <i>d</i> ，最小自由端长度 10 <i>d</i>
5	耐腐蚀性能		10 个（按本规范附录 B 检验） 15 个（按 GB/T 33959-2017 附录 B 检验）	任选 5 根（盘）钢筋，从端部切取
注：耐腐蚀性能、疲劳性能进行型式试验。				

9.1.3.3 参数检验、属性检验、化学成分试验结果评定应按 GB/T 33959-2017 附录 D 的规定进行。

9.1.3.4 疲劳试验试验结果评定应按 GB/T 33959-2017 附录 C 的规定进行。

9.1.3.5 耐腐蚀性能试验结果评定应按本规范附录 B 或按 GB/T 33959-2017 附录 B 的规定进行

9.1.4 不锈钢钢筋交货检验应符合以下规定。

9.1.4.1 交货检验适用于钢筋验收批的检验。

9.1.4.2 每批钢筋的交货检验项目、取样数量和取样方法应符合表 16 的规定。

表 16 不锈钢钢筋交货检验项目、取样数量和取样方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法
1	尺寸	逐支（盘）	——
2	重量偏差	5 个	任选不少于 5 根（盘）钢筋切取试样，试样长度不少于 500mm
3	表面质量	逐支（盘）	——
4	化学成分（熔炼分析）	1 个/炉	GB/T 20066
5	拉伸试验	2 个	任选 2 根（盘）钢筋切取
6	弯曲试验	2 个	任选 2 根（盘）钢筋切取
7	晶间腐蚀试验	1 个	任选 1 根（盘）钢筋切取
8	冲击试验	3 个	任选 3 根（盘）钢筋切取

9.1.4.3 若试样在拉伸试验、弯曲试验中出现不合格，应从同一批钢筋中另外两根钢筋上取 2 个试样进行试验，如果 2 个试样都满足要求，则该批钢筋合格。如果有任何 1 个试样不满足要求，则该批钢筋不合格。

9.1.4.4 冲击试验应以三个测试样品的平均值作为测试结果。

9.1.4.5 钢筋的重量偏差不合格时，不得进行复验。

9.1.4.6 交货检验尚应提供有效的疲劳试验和耐腐蚀试验报告。

9.1.5 不锈钢钢筋材料验收时，至少应提交下列资料。

- a) 供货符合本规范的名称；
- b) 交货检验报告，有效的疲劳性能检验报告；
- c) 产品附有质量证明书。

9.2 不锈钢钢筋机械连接套筒产品检验

9.2.1 不锈钢钢筋机械连接套筒检验应分为型式检验和工艺检验。

9.2.2 不锈钢钢筋机械连接套筒型式检验应符合以下规定。

9.2.2.1 不锈钢钢筋机械连接套筒的型式检验应在满足下列其中一种情况下进行：

- a) 确定接头性能等级时；
- b) 材料、工艺、规格进行改动时；
- c) 型式检验报告超过 4 年时。

9.2.2.2 型式检验应由国家、省部级主管部门认可的检验机构进行。型式检验的项目、取样数量和取样方法应按表 17 的规定进行。

表 17 不锈钢钢筋机械连接接头型式检验项目、取样数量和取样方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法
1	单向拉伸试验	3 个	所有试验应在同一钢筋上截取。

2	高应力反复拉压试验	3 个	
3	大变形反复拉压试验	3 个	
4	抗拉强度试验	3 个	
5	疲劳试验	6 个（分 2 组，每组 3 个）	直径不小于 32mm 的同一钢筋截取。
注：型式检验不应采用经过预拉的试件。			

9.2.2.3 抗拉强度试验中，3 个试件的强度实测值均符合表 7 的规定时，应判定试验为合格；单向拉伸试验、高应力反复拉压试验及大变形反复拉压试验中 3 个试件各指标实测值的平均值符合表 8 规定时，应判定试验合格。

9.2.2.4 疲劳试验中，全部试件均符合本规范 5.2.4 条时，应评定该批接头试件疲劳性能型式检验合格。每组中仅一根试件不合格，应再取相同类型和规格的 3 根接头试件进行复检，当 3 根复检试件均符合本规范 5.2.4 条时，应评定该批接头试件疲劳性能合格，复检中仍有 1 根试件不合格时，应评定该批接头试件疲劳性能不合格。

9.2.3 不锈钢钢筋机械连接接头的工艺检验应符合以下规定。

9.2.3.1 不锈钢钢筋机械连接接头的工艺检验应针对不同钢筋生产厂、不同规格的进场钢筋进行，当施工过程中更换钢筋生产厂时，应再次进行工艺检验。

9.2.3.2 工艺检验的项目、取样数量和取样方法应符合表 18 的规定。

表 18 不锈钢钢筋机械连接接头工艺检验项目、取样数量和取样方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法
1	单向拉伸试验	3 个	所有试验应在同一钢筋上截取。
2	抗拉强度试验	3 个	

9.2.3.3 抗拉强度试验中，3 个试件的强度实测值均符合表 7 的规定，单向拉伸试验中 3 个试件各指标实测值的平均值符合表 8 规定时，则工艺检验合格。当 1 根试件抗拉强度或 3 根试件的残余变形平均值不合格时，应再抽 3 根试件进行复检，复检仍有不合格时，则工艺检验不合格。

9.2.4 不锈钢钢筋机械连接接头进场验收时，至少应提交下列资料：

- a) 供货符合本规范的名称；
- b) 产品型式检测报告及工艺检验报告；
- c) 产品质量证明书。

9.3 不锈钢钢筋加工检验与验收

9.3.1 不锈钢钢筋调直、弯折的检查应按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件进行。加工形状和尺寸应满足设计要求，偏差应符合表 9 的规定。

9.3.2 钢筋镦粗应逐根检查，发现外观质量不满足要求时，应及时割除，重新镦粗。

9.3.3 钢筋螺纹加工后，应用配置的量规逐根检测。合格后，按一个工作班 10%的比例抽样校验，检验合格率不小于 95%。如发现有不合格螺纹，应全部逐个检查，并切除所有不合格螺纹，重新镦粗和加工螺纹。

9.3.4 不锈钢钢筋加工验收时，至少应提交下列资料：

- a) 设计文件或设计变更文件；
- b) 不锈钢钢筋加工检验记录；
- c) 加工过程中如存在的重大技术问题和其他质量问题的处理记录。

9.4 不锈钢钢筋施工检验与验收

9.4.1 不锈钢钢筋机械连接现场检验应符合下列规定：

9.4.1.1 现场检验以同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同型式、同规格的 500 个接头作为一个验收批，不足 500 个也应作为一个验收批。现场检验连续 10 个验收批抽样试件抗拉强度试验一次合格率为 100%时，验收批接头数量可扩大 1 倍。

9.4.1.2 接头安装后进行外观质量检验，检验应符合 8.1.4 和 8.1.5 条的规定。

9.4.1.3 接头安装后按验收批抽取其中 10%的接头进行拧紧扭矩校核，拧紧扭矩值不合格数超过被校核接头数的 5%时，重新拧紧全部接头，直到合格为止。

9.4.1.4 对接头的每一验收批，随机抽取 3 个接头，在已加工并检验合格的钢筋丝头成品中随机割取钢筋试件，按本规范第 8.1.5 条规定做成接头试件做极限抗拉强度试验，按设计要求的接头等级进行评定。当 3 个接头试件的抗拉强度均符合本规范表 7 的规定时，该验收批评为合格。如有 1 个试件抗拉强度不满足要求时，再取 6 个试件进行复检。复检中如仍有 1 个试件的抗拉强度不满足要求，则该验收批评为不合格。

9.4.1.5 现场抽检样品检测前不应进行预拉。

9.4.1.6 对抽检不合格的接头验收批，应由工程有关各方研究后提出处理方案。

9.4.2 不锈钢钢筋绑扎连接检验应符合以下规定。

9.4.2.1 不锈钢钢筋采用绑扎连接后应抽检接头的横向净间距、搭接长度、纵向钢筋搭接接头面积百分率、搭接长度范围内箍筋的配置。

9.4.2.2 检查数量应为每个构件抽查 10%且不少于 3 件。

9.4.3 不锈钢钢筋安装施工检验应符合以下规定。

9.4.3.1 不锈钢钢筋安装后应进行安装位置的抽检。钢筋的位置应满足设计要求，偏差应符合表 14 的规定。

9.4.3.2 抽检数量应为每个构件抽查 10%且不少于 3 件。

9.4.4 不锈钢钢筋施工验收时，至少应提交下列资料：

- a) 设计文件或设计变更文件；
- b) 不锈钢钢筋现场施工检验记录；
- c) 施工过程中如存在的重大技术问题和其他质量问题的处理记录。

附录A
（规范性附录）
不锈钢钢筋钢号选择指南

表 A-1 不同暴露环境下不锈钢钢筋钢号选择准则

序号	暴露环境	风险	建议钢号
1	暴露在无氯盐环境	寿命大于 100 年的超长寿命的结构物，因碳化造成的钢筋锈蚀。	基于耐蚀性能，所有不锈钢钢筋均合适，应从经济性方面考虑。
2	暴露在海洋环境或除冰盐环境等氯盐环境	结构物寿命大于 60 年，或/和 氯盐暴露风险较现有规范标准规定的严重得多，或/和 钢筋锈蚀速率高，或/和 结构维护困难	根据保护层厚度和结构设计使用寿命，基于特定的方法计算得到钢筋临界氯离子浓度，结合本规范附录 B 试验确定的各钢号钢筋不腐蚀的最高氯离子浓度，对钢号进行选择。
3	钢筋直接接触氯离子环境	钢筋暴露部分高速腐蚀，造成钢筋截面积减少，结构失效	采用 S25073 不锈钢钢筋，并进行专门论证。
注：钢筋临界氯离子浓度取值计算参照《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153-2015）附录 D 进行。			

附录B
(规范性附录)
耐腐蚀性能测试方法

B.1 目的和范围

本方法将 10 根特定钢号的不锈钢钢筋样品埋置于含设定测试浓度氯离子的砂浆中，以恒电位试验评估不锈钢钢筋在砂浆中的耐氯离子腐蚀性能。

B.2 试件制备

B.2.1 不锈钢钢筋样品制备

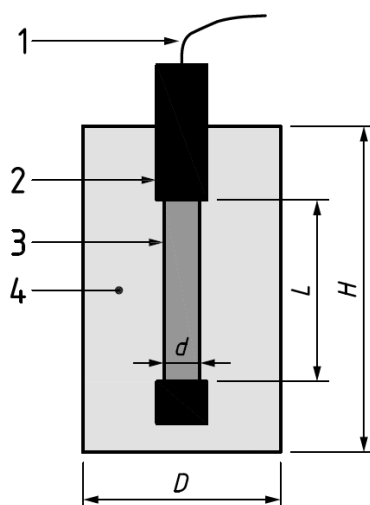
从直径 d 的不锈钢钢筋产品中截取长度为 (100 ± 20) mm 的样品 10 根，样品其中一端连接引线，接线处及样品两端部均作绝缘密封处理，仅露出样品侧面，样品暴露长度 L 不少于 60 mm，样品清洁除油后备用。

B.2.2 砂浆试块制备

制作砂浆所用水泥为 52.5R，砂最大粒径小于 2 mm，砂：水泥：水 = 1350 g : 450 g : 225 g。根据设定的氯离子浓度，计算并称量氯化钠固体，预先加入拌合水中。

制作可固定样品的圆柱形模具，其内径 D 大于 $(d + 2 \times 25)$ mm。高度 H 为 (100 ± 20) mm。将样品固定在模具中，样品中心线与圆柱形模具轴心位置偏差小于 2 mm。往模具浇筑砂浆，并振捣密实。

浇筑后试块在温度为 (23 ± 2) °C，相对湿度大于 95% 的环境中养护，24 h 后拆模，并将试块浸泡在盛有饱和氢氧化钙溶液的容器中养护 6 天。



说明:

- 1——导线;
- 2——绝缘密封层;
- 3——不锈钢钢筋;
- 4——砂浆。

图 B-1 砂浆试块尺寸示意图

B.3 测试过程

B.3.1 电位测试

试块养护完成后,将饱和甘汞参比电极或银/氯化银参比电极置于饱和氢氧化钙溶液中,测量不锈钢钢筋样品自然腐蚀电位。

B.3.2 恒电压极化

电位测试完成后,将不锈钢或 MMO 辅助电极置于饱和氢氧化钙溶液中,辅助电极可承受电流应大于 10mA。通过恒电位仪向样品施加+200 mV (相对于饱和甘汞电极)电压,并保持 24h,持续记录流过样品的极化电流。

B.4 测试结果

B.4.1 根据试块的暴露面积计算极化电流密度,得到通电 1h 至 24h 之间的最大极化电流密度。

B.4.2 对试块进行破型,观察不锈钢钢筋试件表面锈蚀状态。

B.4.3 当至少 9 个试块最大电流密度不大于 80 mA/m^2 ,且破型试验均未观察到钢筋表面锈蚀,则试验合格。

B.5 测试结果异常及处理

B.5.1 当出现以下情况时，试验结果无效：

- a) 样品绝缘密封处出现缝隙腐蚀；
- b) 存在由于振捣不密实出现的孔洞引起腐蚀，砂浆出现分层以及试验过程不符合本附录。

B.5.2 出现试验无效时，应重复进行试验，直至得到 10 个有效结果。

B.5.3 当出现以下情况时，试验结果存疑：

- a) 最大极化电流密度小于 80 mA/m^2 ，且不锈钢钢筋表面点蚀；
- b) 最大极化电流密度大于 80 mA/m^2 ，且不锈钢钢筋表面无点蚀。

B.5.4 出现试验存疑时，应重新制作 5 个试件进行试验。