

刘政军 徐德昆 等编著

不锈钢焊接 及质量控制

The Second Edition

第二版

BUXIUGANG HANJIE
JI ZHILIANG KONGZHI



化学工业出版社

不锈钢焊接 及质量控制

刘政军 徐德昆 等编著

The Second Edition

第二版

BUXIUGANG HANJIE
JI ZHILIANG KONGZHI



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以表格形式列出了不锈钢的分类、不锈钢牌号及其化学成分、力学性能、耐蚀性能、物理性能参数、用途等常用资料,介绍了各元素对不锈钢性能的影响,国内外不锈钢牌号表示方法。介绍了各类型不锈钢的焊接材料(包括焊条、焊丝、焊带、焊剂、保护气体等)、焊接工艺及施焊操作要点。讲述了焊接缺陷产生的原因、危害及预防措施。列举了许多典型不锈钢焊接工程实例。介绍了焊接质量控制环节、控制点及控制要求,焊接作业人员的培训与考核方法、焊接工艺评定常见的问题、不锈钢酸洗钝化工艺及酸洗钝化后的检验要求。

本书可供焊接、锅炉、压力容器等行业的工程技术人员查阅和参考。

图书在版编目(CIP)数据

不锈钢焊接及质量控制/刘政军,徐德昆等编著.—2版.
北京:化学工业出版社,2015.2
ISBN 978-7-122-22504-7

I. ①不… II. ①刘…②徐… III. ①不锈钢-焊接-质量控制 IV. ①TG457.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第288695号

责任编辑:张兴辉
责任校对:宋 玮

文字编辑:陈 喆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100014)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张24½ 字数614千字 2015年3月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

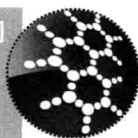
售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:98.00元

版权所有 违者必究



第1章 不锈钢的基本知识

1

- 1.1 不锈钢的分类及化学成分 1
 - 1.1.1 不锈钢的分类 1
 - 1.1.2 不锈钢的化学成分 16
- 1.2 不锈钢的性能 16
 - 1.2.1 不锈钢的物理性能 16
 - 1.2.2 不锈钢的力学性能 16
 - 1.2.3 不锈钢的耐热性能 38
- 1.3 不锈钢的耐蚀性能 40
 - 1.3.1 均匀腐蚀 40
 - 1.3.2 点腐蚀 41
 - 1.3.3 缝隙腐蚀 41
 - 1.3.4 晶间腐蚀 41
 - 1.3.5 应力腐蚀 42
- 1.4 各种合金元素对不锈钢组织和性能的影响 42
 - 1.4.1 铬、硅、铝对不锈钢组织和性能的影响 42
 - 1.4.2 镍对不锈钢组织和性能的影响 42
 - 1.4.3 钼和铜对不锈钢组织和性能的影响 43
 - 1.4.4 锰和氮对不锈钢组织和性能的影响 43
 - 1.4.5 钛和铌对不锈钢组织和性能的影响 43
 - 1.4.6 碳对不锈钢组织和性能的影响 43
- 1.5 各国不锈钢牌号表示方法 ... 44
 - 1.5.1 中国不锈钢牌号表示方法 44
 - 1.5.2 国外不锈钢牌号表示方法 45
 - 1.5.3 中国、美国、日本等国家不锈钢标准目录 ... 47
 - 1.5.4 国内外主要不锈钢牌号 49
- 1.6 马氏体不锈钢、沉淀硬化不锈钢的热处理制度 62
- 参考文献 66

第2章 不锈钢焊接用焊接材料

67

- 2.1 不锈钢焊接用焊条 67
 - 2.1.1 对不锈钢焊条的要求 ... 67
 - 2.1.2 不锈钢焊条的型号 67
 - 2.1.3 不锈钢焊条牌号 71
 - 2.1.4 不锈钢焊条主要用途 ... 72
 - 2.1.5 防止施焊过程中焊条尾部发红的措施 80
- 2.2 不锈钢焊丝与焊带 97
 - 2.2.1 实心焊丝 97
 - 2.2.2 药芯不锈钢焊丝 121
 - 2.2.3 不锈钢焊带 130
- 2.3 不锈钢埋弧焊用焊剂 143
 - 2.3.1 焊剂的作用 143
 - 2.3.2 焊剂的分类 143
- 2.4 不锈钢焊接用气体、器具和钨极 150
 - 2.4.1 不锈钢焊接用气体 150
 - 2.4.2 不锈钢焊接用器具 152
 - 2.4.3 钨极 154
- 2.5 国外不锈钢焊接材料简介 156
 - 2.5.1 各国不锈钢焊条型号对应关系 156
 - 2.5.2 各国不锈钢焊丝型号对应关系 156
- 参考文献 162

第3章 不锈钢的焊接性能

163

- 3.1 不锈钢的腐蚀机理 163
- 3.2 奥氏体不锈钢的焊接性 166
 - 3.2.1 奥氏体不锈钢焊接接头的晶间腐蚀 167
 - 3.2.2 应力腐蚀开裂 168
 - 3.2.3 焊接接头的热裂纹 169
 - 3.2.4 奥氏体不锈钢焊接接头的力学性能 171
- 3.3 马氏体钢及铁素体钢的焊接性 171
 - 3.3.1 马氏体钢的焊接性 171
 - 3.3.2 铁素体钢的焊接性 172
- 3.4 异种钢焊接性 172
 - 3.4.1 异种钢焊接存在的问题 172
 - 3.4.2 异种钢的焊接法 173
 - 3.4.3 复合钢的焊接 175
- 参考文献 175

第4章 奥氏体型不锈钢的焊接

176

- 4.1 焊条电弧焊 176
 - 4.1.1 焊条电弧焊的弧焊电源 176
 - 4.1.2 焊条电弧焊的操作技术 177
 - 4.1.3 焊前准备 180
 - 4.1.4 装配定位焊 187
 - 4.1.5 焊接工艺 188
- 4.2 埋弧焊 192
 - 4.2.1 焊接设备 192
 - 4.2.2 辅助设备 193
 - 4.2.3 焊前准备 194
 - 4.2.4 埋弧焊工艺 198
 - 4.2.5 焊剂自动回收 205
- 4.3 气体保护焊 205
 - 4.3.1 钨极惰性气体保护电弧焊 206
 - 4.3.2 钨极脉冲氩弧焊 224
 - 4.3.3 熔化极气体保护焊 227
- 4.4 等离子弧焊 234
 - 4.4.1 等离子弧焊工作原理及特点 234
 - 4.4.2 等离子弧焊分类及焊接参数 235
- 4.5 不锈钢焊接的工程实例 237
 - 4.5.1 埋弧焊焊接 30m³奥氏体不锈钢发酵罐 237
 - 4.5.2 钨极氩弧焊焊接不锈钢薄壁管 238
 - 4.5.3 钨极旋转氩弧焊焊接不锈钢导管 239
 - 4.5.4 不锈钢管路环缝内保护装置及焊接工艺 240
 - 4.5.5 熔化极混合气体保护焊焊接中、厚不锈钢钢板 241
 - 4.5.6 埋弧焊焊接中厚不锈钢钢板 243
- 4.6 设计温度较低的奥氏体不锈钢制压力容器焊接要求 244
- 参考文献 245

第5章 铁素体型不锈钢的焊接

246

- 5.1 铁素体型不锈钢的焊接特点 246
 - 5.1.1 焊接接头的晶间腐蚀 246
 - 5.1.2 焊接接头的脆化 248
 - 5.1.3 铁素体型不锈钢的焊接工艺原则 249
- 5.2 铁素体型不锈钢的焊接方法 250
 - 5.2.1 普通纯度铁素体不锈钢的焊接方法 250
 - 5.2.2 高纯度高铬铁素体不锈钢 253
- 参考文献 256

第6章 马氏体型不锈钢的焊接

257

6.1 马氏体型不锈钢的焊接特点	257
6.1.1 焊接接头的冷裂纹	257
6.1.2 焊前预热和焊后热处理	257
6.1.3 焊接方法的选择	259
6.1.4 控制焊缝金属的化学成分	259
6.2 马氏体型不锈钢的焊条电弧焊工艺	260
6.2.1 焊前准备	260
6.2.2 马氏体型不锈钢的焊接方法与焊接工艺参数	260

6.3 马氏体型不锈钢工程焊接实例	264
6.3.1 3Cr13 钢压力阀套的焊接	264
6.3.2 煤仓漏斗 4Cr13 钢衬板的焊接	265
6.3.3 发电机的复环与叶片焊接	267
6.3.4 高温风机部件 Cr13 型不锈钢叶轮的修复	268
6.3.5 混流式水轮转轮的焊接	268
参考文献	269

第7章 双相不锈钢的焊接

270

7.1 双相不锈钢的焊接性	270
7.1.1 双相不锈钢简介	270
7.1.2 双相不锈钢的焊接性	286
7.1.3 双相不锈钢焊接要点	287
7.2 Cr18 型双相不锈钢的焊接	289
7.2.1 焊接性	289
7.2.2 Cr18 型双相不锈钢的焊接工艺	289
7.3 Cr21 型双相不锈钢的焊接	290
7.3.1 焊接性	290

7.3.2 焊接方法与焊接要点	290
7.4 Cr22 型双相不锈钢的焊接	291
7.4.1 焊接方法	291
7.4.2 焊接材料	291
7.4.3 预热与焊后热处理	291
7.5 Cr23 型双相不锈钢的焊接	291
7.6 Cr25 型双相不锈钢的焊接	292
7.7 工程实例	295
符号说明	297
参考文献	297

第8章 沉淀硬化型不锈钢的焊接

299

8.1 沉淀硬化型不锈钢简介	299
8.1.1 半奥氏体沉淀硬化不锈钢	299
8.1.2 奥氏体沉淀硬化不锈钢	301
8.1.3 马氏体沉淀硬化型不锈钢	302
8.2 沉淀硬化不锈钢的焊接性	303
8.2.1 半奥氏体型沉淀硬化不锈钢的焊接性	303
8.2.2 马氏体沉淀硬化和时效硬化不锈钢的焊接性	303
8.2.3 奥氏体沉淀硬化型不锈钢的焊接性	304
8.3 半奥氏体型沉淀硬化不锈钢的	

焊接工艺	304
8.3.1 焊接特点	304
8.3.2 焊接方法	304
8.3.3 焊接材料的选择	304
8.4 马氏体型沉淀不锈钢的焊接	306
8.4.1 材料牌号	306
8.4.2 焊接材料及焊接参数	306
8.5 工程实例	306
8.5.1 沉淀硬化型不锈钢容器的焊接	306
8.5.2 离心式二氧化碳压缩机叶轮的焊接	307
符号说明	308
参考文献	308

- 9.1 异种金属焊接的特点 310
 - 9.1.1 异种金属熔焊的主要
问题 310
 - 9.1.2 异种金属熔焊的焊接性 310
- 9.2 奥氏体型不锈钢与珠光体钢
的焊接 312
 - 9.2.1 焊接性分析 312
 - 9.2.2 焊接工艺 314
 - 9.2.3 工程实例 320
- 9.3 奥氏体型不锈钢与铁素体型
不锈钢的焊接 321
 - 9.3.1 焊接性 321
 - 9.3.2 预热温度及回火温度 321
 - 9.3.3 焊接材料 322
 - 9.3.4 焊接工艺 322
- 9.4 奥氏体型不锈钢与马氏体型
不锈钢的焊接 322
 - 9.4.1 焊接性 322
 - 9.4.2 预热温度及回火温度 322
 - 9.4.3 焊接材料 323
 - 9.4.4 焊接工艺 323
 - 9.4.5 工程实例 3Cr13 与 1Cr18Ni9Ti
异种钢高压管焊接 324
- 9.5 不同钢号的奥氏体型不锈钢的
焊接 325
- 9.6 铁素体型不锈钢与碳素钢的
焊接 326
 - 9.6.1 焊接性 326
 - 9.6.2 焊接工艺措施 326
 - 9.6.3 工程实例 1Cr17 与 Q235
的焊条电弧焊 328
- 9.7 铁素体型不锈钢与马氏体型
不锈钢的焊接 328
 - 9.7.1 焊接特点 328
 - 9.7.2 焊接工艺 329
- 9.8 马氏体型不锈钢与珠光体钢的
焊接 330
 - 9.8.1 马氏体型不锈钢与珠光体
钢的焊接性 330
 - 9.8.2 焊接材料的选用 330
 - 9.8.3 坡口形式 331
 - 9.8.4 预热温度与道间温度 332
 - 9.8.5 焊后温度的控制及热
处理 332
 - 9.8.6 焊接方法、操作工艺及
注意事项 332
 - 9.8.7 工程实例 1Cr13 与 Q235
的电弧焊 332
- 9.9 不锈钢复合钢板的焊接 333
 - 9.9.1 对不锈钢复合钢板的要求 333
 - 9.9.2 不锈钢复合钢板的焊接性 334
 - 9.9.3 不锈钢复合钢板的焊接
工艺 335
 - 9.9.4 焊缝金属的晶间腐蚀
试验 343
 - 9.9.5 焊后热处理 343
 - 9.9.6 工程实例 343
- 参考文献 348

- 10.1 焊工管理 349
 - 10.1.1 焊工的培训与考试管理 349
 - 10.1.2 焊工的持证上岗管理 354
 - 10.1.3 特种设备焊工复审管理 355
- 10.2 材料的质量控制 355
 - 10.2.1 母材的质量控制 356
 - 10.2.2 焊接材料的管理 356
- 10.3 焊接工艺评定 360
 - 10.3.1 焊接工艺评定、试验
方法和合格标准 360
 - 10.3.2 焊接工艺评定的时机
要求 360
 - 10.3.3 耐蚀评定 360
 - 10.3.4 焊接工艺评定不得外
输入 360
 - 10.3.5 焊接工艺评定的一般
过程 360
 - 10.3.6 焊接工艺评定试验 360
 - 10.3.7 焊接工艺评定报告 361
 - 10.3.8 奥氏体不锈钢制的低温

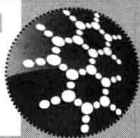
焊接工艺评定值得注意的 问题	363	10.7 焊接返修	374
10.3.9 焊接工艺评定报告与预焊 接工艺规程编号规则	364	10.7.1 一次返修	374
10.4 焊接工艺文件	364	10.7.2 二次返修	375
10.4.1 焊接工艺文件的种类	365	10.7.3 超次返修	375
10.4.2 焊接工艺文件的编制、 审核	366	10.7.4 焊接返修应注意的事项 ...	376
10.4.3 焊接工艺文件的更改	367	10.7.5 提高焊缝无损检测一次 合格率的质量管理活动 ...	377
10.5 产品焊接试件	367	10.8 焊接设备管理	377
10.5.1 试件的制备	367	10.8.1 焊接设备完好状态管理 ...	378
10.5.2 试件与试样制备和试验 ...	368	10.8.2 焊接设备仪表的计量周期 检定	379
10.6 产品施焊管理	369	10.9 质量手册和程序文件的相关 内容	379
10.6.1 制造环境	369	10.9.1 质量手册的相关内容	379
10.6.2 加工成形过程的质量 控制	369	10.9.2 质量体系程序文件的 相关内容	379
10.6.3 焊接环境	369	10.9.3 其他支持性文件的相关 内容	379
10.6.4 装配焊接质量的控制	370	10.9.4 焊接质量控制系统质控 表的应用	380
10.6.5 施焊过程	370	10.10 产品设计结构	380
10.6.6 焊接工艺纪律	372		
10.6.7 焊接检验与焊后表面 处理	373		

附录

381

附录 A 关于承压设备在执行 NB/T 47014—2011 前完成的焊接 工艺评定其有效性的确认	381	转化确认	382
附录 B 承压设备焊接工艺评定报告		附录 C 焊接工艺评定一览表	382
		附录 D 不锈钢产品酸洗钝化工艺	383
		参考文献	384

第1章



不锈钢的基本知识

不锈钢是指在大气、水、酸、碱和盐或其他介质中具有一定化学稳定性的钢的总称。一般来讲，耐大气、蒸汽和水等弱介质腐蚀的钢称为不锈钢，而将其中耐酸、碱和盐等腐蚀性强的钢称为耐蚀钢，或耐酸钢。不锈钢具有不锈性，但不一定耐腐蚀，而耐腐蚀钢一般具有较好的不锈性。

从合金元素构成来讲，不锈钢是在普通碳钢的基础上，加入 12% 以上的 Cr（铬），铬在钢表面形成坚固致密的 Cr_2O_3 氧化膜，使钢与大气或腐蚀介质隔离而免遭腐蚀。若在此基础上加入一定量的 Si（硅）、Al（铝）等合金元素会提高钢的抗氧化性；加入 Mo（钼）、W（钨）、V（钒）、Ti（钛）等合金元素能形成细小的弥散的碳化物，起弥散强化作用，提高钢的室温和高温强度；加入 Ni（镍）、Mo（钼）、Cu（铜）、Nb（铌）、Ti（钛）、Si（硅）等合金元素，则能使钢具有耐腐蚀性、抗高温氧化或具有高温强度等性能。

不锈钢不仅具有很强的化学稳定性，同时也有足够的强度和塑性，并且在一定高温或低温条件下具有稳定的力学性能和耐腐蚀性能。

由于不锈钢具有上述独特的性能，所以不锈钢被广泛用于石油化工、医疗、食品、电力、交通、军工、原子能、航天等领域的设备中。

1.1 不锈钢的分类及化学成分

目前各国不锈钢牌号已超过百种（GB/T 20878—2007《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》包含了 143 个牌号），不锈钢分类方法很多，按照 GB/T 13304.2—2008《钢分类 第 2 部分：按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类》以及国际上通用的分类方法（按钢的金相组织划分），不锈钢分为 5 类，即奥氏体型不锈钢、奥氏体-铁素体型不锈钢、铁素体型不锈钢、马氏体型不锈钢和沉淀硬化型不锈钢。我国国家标准规定的不锈钢和耐热钢的牌号、化学成分、组织形态见表 1-1～表 1-6。

1.1.1 不锈钢的分类

不锈钢的分类方法通常以金相组织进行分类。按金相组织分类为：奥氏体（A）型不锈钢、铁素体（F）型不锈钢、马氏体（M）型不锈钢、奥氏体-铁素体（A-F）型双相不锈钢和沉淀硬化（PH）型不锈钢。这几类不锈钢之间的成分如图 1-1 所示。



表 1-1 不锈钢钢板、钢棒的牌号、化学成分^[2~5]

类别	牌号	化学成分(质量分数)/%											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体型	12Cr17Mn6Ni5N (1Cr17Mn6Ni5N)	0.15	1.00	5.50~7.50	0.050	0.030	3.50~5.50	16.00~18.00	—	—	0.05~0.25	—	①
	12Cr18Mn9Ni5N (1Cr18Mn8Ni5N)	0.15	1.00	7.50~10.00	0.050	0.030	4.00~6.00	17.00~19.00	—	—	0.05~0.25	—	
	12Cr17Ni7 (1Cr17Ni7)	0.15	1.00	2.00	0.045	0.030	6.00~8.00	16.00~18.00	—	—	0.10	—	①、②、③
	022Cr17Ni7	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	6.00~8.00	16.00~18.00	—	—	0.20	—	② ^a 、③ ^a
	022Cr17Ni7N	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	6.00~8.00	16.00~18.00	—	—	0.07~0.20	—	② ^a 、③ ^a
	12Cr18Ni9 (1Cr18Ni9)	0.15	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	0.10	—	①
		0.15	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	0.10	—	②、③、④
	Y12Cr18Ni9 (Y1Cr18Ni9)	0.15	1.00	2.00	0.20	≥0.15	8.00~10.00	17.00~19.00	(0.60)	—	—	—	①
	Y12Cr18Ni9Se (Y1Cr18Ni9Se)	0.15	1.00	2.00	0.20	0.060	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	—	Se ≥0.15	①
	12Cr18Ni9Si3 (1Cr18Ni9Si3)	0.15	2.00~3.00	2.00	0.045	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	0.10	—	②、③、④
	06Cr19Ni10 (0Cr18Ni9)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	—	—	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	—	—	0.10	—	② ^a 、③ ^a
	06Cr19Ni9 (0Cr18Ni9)	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	—	—	0.10	—	④ ^a
	06Cr20Ni11	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	19.00~21.00	—	—	0.10	—	④
	16Cr23Ni13 (2Cr23Ni13)	0.20	0.75	2.00	0.045	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	—	④
	022Cr19Ni10 (00Cr19Ni10)	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	—	—	①
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	0.10	—	② ^a 、③ ^a
	07Cr19Ni10	0.04~0.10	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	—	—	—	—	② ^a 、③ ^a 、④
	05Cr19Ni10	0.04~0.06	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	—	—	—	—	② ^a
	05Cr19Ni10Si2N	0.04~0.06	1.00~2.00	0.80	0.045	0.030	9.00~10.00	18.00~19.00	—	—	0.12~0.18	Ce:0.03~0.08	③

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) /%											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体型	06Cr18Ni9Cu3 (0Cr18Ni9Cu3)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	8.50~10.50	17.00~19.00			3.00~4.00	—	①
	06Cr19Ni10N (0Cr19Ni9N)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	② ^a 、③ ^a
	06Cr19Ni9NbN (0Cr19Ni10NbN)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	7.50~10.50	18.00~20.00	—	—	0.15~0.30	Nb: 0.15	①
		0.08	1.00	2.50	0.045	0.030	7.50~10.50	18.00~20.00	—	—	0.15~0.30	Nb: 0.15	③ ^a
		0.08	1.00	2.50	0.045	0.030	7.50~10.50	18.00~20.00	—	—	0.15~0.30	Nb: 0.15	② ^a
	022Cr19Ni10N (00Cr18Ni10N)	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	①
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~11.50	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	②
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	③ ^a
	10Cr18Ni12 (1Cr18Ni12)	0.12	1.00	2.00	0.045	0.030	10.50~13.00	17.00~19.00					①
		0.12	0.75	2.00	0.045	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	—	②、③
	06Cr23Ni13 (0Cr23Ni13)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	—	①
		0.080	0.75	2.00	0.045	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	—	②、③、④
	06Cr25Ni20 (0Cr25Ni20)	0.08	1.50	2.00	0.045	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—	—	①、②、③、④
	022Cr25Ni22Mo2N	0.020	0.50	2.00	0.030	0.010	20.50~23.50	24.00~26.00	1.60~2.60	—	0.09~0.15	—	② ^a 、③ ^a
	06Cr17Ni12Mo2 (0Cr17Ni12Mo2)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	—	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	0.10	—	② ^a 、③ ^a 、④
	06Cr17Ni12Mo2Nb	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	0.10	Nb: 10C~1.10	②、③
	06Cr17Ni12Mo2N (0Cr17Ni12Mo2N)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	0.10~0.16	—	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	0.10~0.16	—	② ^a 、③ ^a
	022Cr17Ni12Mo2N (00Cr17Ni13Mo2N)	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	—	①
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	0.10~0.16	—	② ^a 、③ ^a

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) / %											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体型	022Cr17Ni12Mo2 (00Cr17Ni14Mo2)	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~ 14.00	16.00~ 18.00	2.00~ 3.00	—	—	—	①
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~ 14.00	16.00~ 18.00	2.00~ 3.00	—	0.10	—	② ^a 、③ ^a
	06Cr17Ni12Mo2Ti (0Cr18Ni12Mo3Ti)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~ 14.00	16.00~ 18.00	2.00~ 3.00	—	—	Ti≥5C	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~ 14.00	16.00~ 18.00	2.00~ 3.00	—	—	Ti≥5C	② ^a 、 ③ ^a
	06Cr18Ni12- Mo2Cu2 (0Cr18Ni12- Mo2Cu2)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~ 14.00	17.00~ 19.00	1.20~ 2.75	1.00~ 2.50	—	—	①、②、 ③
	022Cr18Ni14- Mo2Cu2 (00Cr18Ni14- Mo2Cu2)	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	12.00~ 16.00	17.00~ 19.00	1.20~ 2.75	1.00~ 2.50	—	—	①
	03Cr18Ni16Mo5 (0Cr18Ni16Mo5)	0.04	1.00	2.50	0.045	0.030	15.00~ 17.00	16.00~ 19.00	4.00~ 6.00	—	—	—	①
	015Cr21Ni26- Mo5Cu2	0.020	1.00	2.00	0.045	0.030	23.00~ 28.00	19.00~ 23.00	4.00~ 5.00	1.00~ 2.00	0.10	—	②
		0.020	1.00	2.00	0.045	0.035	23.00~ 28.00	19.00~ 23.00	4.00~ 5.00	1.00~ 2.00	0.10	—	③
	06Cr19Ni13Mo3 (0Cr19Ni13Mo3)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	—	—	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	0.10	—	② ^a 、③ ^a ④
	022Cr19Ni13Mo3 (00Cr19Ni13Mo3)	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	—	—	①
		0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	0.10	—	②、③
	022Cr19Ni16Mo5N	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	13.50~ 17.50	17.00~ 20.00	4.00~ 5.00	—	0.10~ 0.20	—	②、③
	022Cr19Ni13Mo4N	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	0.10~ 0.22	—	③
	06Cr19Ni13Mo4N	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~ 15.00	18.00~ 20.00	3.00~ 4.00	—	0.10~ 0.22	—	②

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) / %											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体型	06Cr18Ni11Ti (0Cr18Ni10Ti)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	—	Ti: 5C~0.7	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	0.10	Ti≥5C	②、③
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	—	Ti≥5C	④
	015Cr24Ni22- Mo8Mn3CuN	0.020	0.50	2.00~3.00	0.030	0.005	21.00~23.00	24.00~25.00	7.00~8.00	0.30~0.60	0.45~0.55	—	②、③
	022Cr24Ni17- Mo5Mn6NbN	0.030	1.00	5.00~7.00	0.030	0.010	16.00~18.00	23.00~25.00	4.00~5.00	—	0.40~0.60	Nb: 0.10	②、③
	06Cr18Ni11Nb (0Cr18Ni11Nb)	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	—	Nb: 10C~1.10	①
		0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	9.00~13.00	17.00~19.00	—	—	—	Nb: 10C~1.00	③ ^a 、 ④ ^a
	06Cr18Ni13Si4 [®] (0Cr18Ni13Si4)	0.08	3.00~5.00	2.00	0.045	0.030	11.50~15.00	15.00~20.00	—	—	—	—	①
	20Cr25Ni20 (2Cr25Ni20)	0.25	1.50	2.00	0.045	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—	—	④
	12Cr16Ni35 (1Cr16Ni35)	0.15	1.50	2.00	0.045	0.030	33.00~37.00	14.00~17.00	—	—	—	—	④
奥氏体、铁素体型	16Cr25Ni20Si2 (1Cr25Ni20Si2)	0.20	1.50~2.50	1.50	0.045	0.030	18.00~21.00	24.00~27.00	—	—	—	—	④
	14Cr18Ni11- Si4AlTi (1Cr18Ni11- Si4AlTi)	0.10~0.18	3.40~4.00	0.80	0.035	0.030	10.00~12.00	17.50~19.50	—	—	—	Ti: 0.40~0.70 Al: 0.10~0.30	①、②、 ③
	022Cr19Ni5- Mo3Si2N (00Cr18Ni5- Mo3Si2)	0.030	1.30~2.00	1.00~2.00	0.035	0.030	4.50~5.50	18.00~19.50	2.50~3.00	—	0.05~0.12	—	①
		0.030	1.30~2.00	1.00~2.00	0.030	0.030	4.50~5.50	18.00~19.50	2.50~3.00	—	0.05~0.12	—	②、③
	12Cr21Ni5Ti (1Cr21Ni5Ti)	0.09~0.14	0.80	0.80	0.035	0.030	4.80~5.80	20.00~22.00	—	—	—	Ti: 5 (C—0.02) ~0.80	②、③
	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	—	①、②、 ③
	022Cr23Ni5Mo3N	0.030	1.00	2.00	0.030	0.020	4.50~6.50	22.00~23.00	3.00~3.50	—	0.14~0.20	—	①、②、 ③

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) / %											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体 - 铁素体型	022Cr23Ni4-MoCuN	0.030	1.00	2.50	0.040	0.030	3.00~5.50	21.50~24.50	0.05~0.60	0.05~0.60	0.05~0.20	—	②、③
	022Cr25Ni6Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	5.50~6.50	24.00~26.00	1.20~2.50	—	0.10~0.20	—	①
		0.030	1.00	2.00	0.030	0.030	5.50~6.50	24.00~26.00	1.50~2.50	—	0.10~0.20	—	②、③
	022Cr25Ni7Mo3-WCuN	0.030	1.00	1.00	0.030	0.010	6.00~8.00	24.00~26.00	3.00~4.00	0.50~1.00	0.20~0.30	W: 0.50~1.00	②、③
	03Cr25Ni6Mo3-Cu2N	0.04	1.00	1.50	0.035	0.030	4.50~6.50	24.00~27.00	2.90~3.90	1.50~2.50	0.10~0.25	—	①
		0.04	1.00	1.50	0.040	0.030	4.50~6.50	24.00~27.00	2.90~3.90	1.50~2.50	0.10~0.25	—	②、③
	022Cr25Ni7-Mo4N	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	—	②、③
铁素体型	06Cr13Al (0Cr13Al)	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~14.50	—	—	—	Al: 0.10~0.30	①、②、③
		0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	0.60	11.50~14.50	—	—	—	Al: 0.10~0.30	④
	022Cr11NbTi	0.030	1.00	1.00	0.040	0.020	(0.60)	10.50~11.70	—	—	0.030	Ti+Nb; [8 (C+N) + 0.08] ~ 0.75	②、③
	022Cr11NbTi	0.030	1.00	1.00	0.040	0.020	0.60	10.50~11.70	—	—	0.030	Ti+Nb; [8 (C+N) + 0.08] ~ 0.75	④ ^a
	022Cr12Ni	0.030	1.00	1.50	0.040	0.015	0.30~1.00	10.50~12.50	—	—	0.030	—	②、③

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) / %											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
铁素体型	022Cr12 (00Cr12)	0.030	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.00~ 13.50	—	—	—	—	①
		0.030	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.00~ 13.50	—	—	—	—	②、③
	10Cr15 (1Cr15)	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	14.00~ 16.00	—	—	—	—	②、③
	10Cr17 (1Cr17)	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	16.00~ 18.00	0.75~ 1.25	—	—	—	①
		0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	0.75	16.00~ 18.00	—	—	—	—	②、③、 ④
	022Cr17Ti (00Cr17)	0.030	0.75	1.00	0.035	0.030	—	16.00~ 19.00	—	—	—	Ti 或 Nb: 0.10~ 1.00	② ^a 、③ ^a
	Y10Cr17 (Y1Cr17)	0.12	1.00	1.25	0.060	≥0.15	(0.60)	16.00~ 18.00	(0.60)	—	—	—	①
	10Cr17Mo (1Cr17Mo)	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	16.00~ 18.00	0.75~ 1.25	—	—	—	①
		0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	—	16.00~ 18.00	0.75~ 1.25	—	—	—	②、③
	019Cr18MoTi	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	—	16.00~ 19.00	0.75~ 1.50	—	0.025	Ti、Nb、 Zr 或其 组合: 8 (C+N) ~ 0.80	②、③
奥氏体型	022Cr18NbTi	0.030	1.00	1.00	0.040	0.015	—	17.50~ 18.50	—	—	—	Ti: 0.10~ 0.60 Nb: ≥0.30 +3C	②、③
	019Cr19Mo2NbTi (00Cr18Mo2)	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	1.00	17.50~ 19.50	1.75~ 2.50	—	0.035	(Ti+Nb): [0.20+ 4 (C+N)] ~ 0.80	②、③

续表

类别	牌号	化学成分 (质量分数) / %											标准
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
铁素体型	008Cr27Mo (00Cr27Mo)	0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	—	25.00~ 27.50	0.75~ 1.50	—	0.015	—	① ^b
		0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	—	25.00~ 27.50	0.75~ 1.50	—	0.015	(Ni+Cu) ≤ 0.50	②、③
	008Cr30Mo2 (00Cr30Mo2)	0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	—	28.50~ 32.00	1.50~ 2.50	—	0.015	—	① ^b
		0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	—	28.50~ 32.00	1.5~ 2.50	—	0.015	(Ni+Cu) ≤ 0.50	②、③
	16Cr25N (2Cr25N)	0.20	1.00	1.50	0.040	0.03	0.75	23.00~ 27.00	—	—	0.25	—	④
马氏体型	12Cr12 (1Cr12)	0.15	0.50	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~ 13.00	—	—	—	—	①、②、 ③
		0.15	0.50	1.00	0.040	0.030	0.60	11.50~ 13.00	—	—	—	—	④
	06Cr13 (0Cr13)	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~ 13.50	—	—	—	—	①、②、 ③
	04Cr13Ni5Mo	0.05	0.60	0.50~ 1.00	0.030	0.030	3.50~ 5.50	11.50~ 14.00	0.50~ 1.00	—	—	—	②、③
	12Cr13 (1Cr13)	0.08~ 0.15	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~ 13.50	—	—	—	—	① ^a
		0.15	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~ 13.50	—	—	—	—	② ^a 、③ ^a
	12Cr13 (1Cr13)	0.15	1.00	1.00	0.040	0.030	0.75	11.50~ 13.50	0.50	—	—	—	④ ^a
	Y12Cr13 (Y1Cr13)	0.15	1.00	1.25	0.060	≥0.15	(0.60)	12.00~ 14.00	(0.60)	—	—	—	①
	20Cr13 (2Cr13)	0.16~ 0.25	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	12.00~ 14.00	—	—	—	—	①、②、 ③
	30Cr13 (3Cr13)	0.26~ 0.35	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	12.00~ 14.00	—	—	—	—	①、②、 ③
	Y30Cr13 (Y3Cr13)	0.26~ 0.35	1.00	1.25	0.060	≥0.15	(0.60)	12.00~ 14.00	(0.60)	—	—	—	①
	14Cr17Ni2 (1Cr17Ni2)	0.11~ 0.17	0.80	0.08	0.040	0.030	1.50~ 2.50	16.00~ 18.00	—	—	—	—	①