



中华人民共和国行业标准

NB/T 47028—2012

压力容器用镍及镍合金锻件

Nickel and nickel alloy forgings for pressure vessels

(ASME SEC II B SB-564:2003, Specification for nickel alloy forgings, MOD)

2012-11-09 发布

2013-03-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 4

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 5

4 订货内容 6

5 技术要求 6

6 试验方法 9

7 检验规则 9

8 包装、标志和质量证明书 10

附录 A（资料性附录） 本标准和 ASME 标准的牌号对照 11

前 言

本标准主要参照美国 ASME（2010 年版）SB-564 标准制定。根据我国的生产和使用情况列入了 18 个牌号的镍及镍合金锻件。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院、中国通用机械工程总公司、中国特种设备检测研究院、中国石化工程建设有限公司、南京德邦金属装备工程有限公司。

本标准主要起草人：章小浒、秦晓钟、顾先山、陈志伟、段瑞、邓家爱、连晓明。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）负责解释。

压力容器用镍及镍合金锻件

1 范围

本标准规定了压力容器用镍及镍合金锻件的技术要求、试验方法及检验规则等。

本标准适用于设计压力小于 100MPa 的压力容器用镍及镍合金锻件。

2 规范性引用文件

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

GB/T 228.1—2010	金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
GB/T 6394	金属平均晶粒度测定法
GB/T 8647（所有部分）	镍化学分析方法
GB/T 8888	重有色金属加工产品的包装、标志、运输和贮存
GB/T 15007—2008	耐蚀合金牌号
GB/T 15260	镍基合金晶间腐蚀试验方法
JB/T 4730.3	承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测
YS/T 325（所有部分）	镍铜合金化学分析方法

3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

3.1

环形锻件 **ring forging**

轴向长度 L 小于或等于其外径 D 的轴对称空心锻件，如图 1 a) 所示。 L 和 t 中的小者为公称厚度。

3.2

饼形锻件 **disk forging**

轴向长度 L 小于或等于其外径 D 的轴对称实心锻件，如图 1 b) 所示。 L 为公称厚度。

3.3

长颈法兰锻件 **neck flange forging**

轴向有两个外径的轴对称空心锻件，如图 1 c) 所示。 t_1 和 t_2 中的大者为公称厚度。

3.4

条形锻件 **bar forging**

横截面为圆形，轴向长度 L 大于其外径 D 的实心锻件，如图 1 d) 所示。 D 为公称厚度。

横截面为矩形，轴向长度 L 均大于其两边长 a 、 b 的锻件，如图 1 e) 所示。 a 和 b 中的小者为公称厚度。

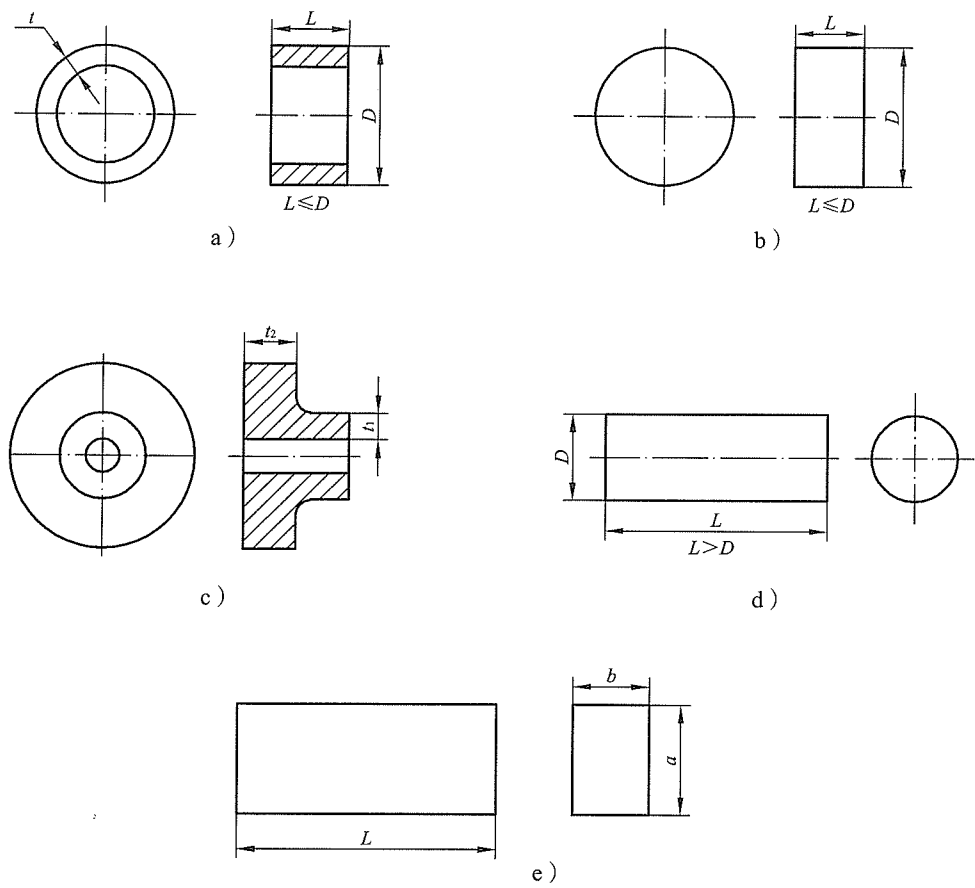


图 1

4 订货内容

- 4.1 需方应在订货合同中注明本标准编号、牌号、锻件级别、供货状态和数量等内容。
- 4.2 需方应提供订货图样。
- 4.3 对于超出或高于本标准规定的其他要求，需方应在订货合同中注明。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 纯镍及镍铜合金锻件的化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。

表 1 纯镍及镍铜合金的化学成分

牌号	化学成分，%						
	Ni	Cu	Fe	Mn	Si	C	S
N5	≥99.0	≤0.25	≤0.40	≤0.35	≤0.35	≤0.02	≤0.010
N7	≥99.0	≤0.25	≤0.40	≤0.35	≤0.35	≤0.15	≤0.010
NCu30	≥63.0	28.0~34.0	≤2.50	≤2.00	≤0.50	≤0.30	≤0.024

注：镍含量系采用算术法减去表中其他元素实测值而确定。

5.1.2 耐蚀镍合金锻件的化学成分（熔炼分析）应符合表 2 的规定。

5.1.3 需方如进行成品分析，纯镍及镍铜合金锻件的成品化学成分允许偏差应符合表 3 的规定，耐蚀镍合金锻件的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 15007 的规定。

表 2 耐蚀镍合金的化学成分

牌号	化学成分，%													
	Ni	Fe	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	其他	Co	C	Si	Mn	P	S
NS1101	30.0~35.0	余量	19.0~23.0	—	≤0.75	0.15~0.60	0.15~0.60	—	—	≤0.10	≤1.00	≤1.50	≤0.030	≤0.015
NS1102	30.0~35.0	余量	19.0~23.0	—	≤0.75	0.15~0.60	0.15~0.60	—	—	0.05~0.10	≤1.00	≤1.50	≤0.030	≤0.015
NS1402	38.0~46.0	余量	19.5~23.5	2.5~3.5	1.5~3.0	≤0.20	0.60~1.20	—	—	≤0.05	≤0.50	≤1.00	≤0.030	≤0.030
NS1403	32.0~38.0	余量	19.0~21.0	2.0~3.0	3.0~4.0	—	—	Nb 8×c~1.00	—	≤0.07	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.030
NS1601	30.0~32.0	余量	26.0~28.0	6.0~7.0	0.5~1.5	—	—	N 0.15~0.25	—	≤0.015	≤0.30	≤2.00	≤0.020	≤0.010
NS1602	30.0~33.0	余量	31.0~35.0	0.50~2.0	0.30~1.20	—	—	N 0.35~0.60	—	≤0.015	≤0.50	≤2.00	≤0.020	≤0.010
NS3102	余量	6.0~10.0	14.0~17.0	—	≤0.50	—	—	—	—	≤0.15	≤0.50	≤1.00	≤0.030	≤0.015
NS3203	≥65.0	1.0~3.0	1.0~3.0	27.0~32.0	≤0.20	≤0.50	≤0.20	W≤3.0 Nb≤0.20 V≤0.20	≤3.0	≤0.010	≤0.10	≤3.00	≤0.030	≤0.010
NS3204	≥65.0	1.0~6.0	0.5~1.5	26.0~30.0	≤0.50	0.10~0.50	—	—	≤2.5	≤0.010	≤0.05	≤1.50	≤0.040	≤0.010
NS3304	余量	4.0~7.0	14.5~16.5	15.0~17.0	—	—	—	W 3.0~4.5 V≤0.35	≤2.5	≤0.010	≤0.08	≤1.00	≤0.040	≤0.030
NS3306	余量	≤5.0	20.0~23.0	8.0~10.0	—	≤0.40	≤0.40	Nb 3.15~4.15	≤1.0	≤0.10	≤0.50	≤0.50	≤0.015	≤0.015
NS3308	余量	2.0~6.0	20.0~22.5	12.5~14.5	—	—	—	W 2.5~3.5 V≤0.35	≤2.5	≤0.015	≤0.08	≤0.50	≤0.020	≤0.020
NS3309	余量	≤5.0	19.0~23.0	15.0~17.0	—	—	0.02~0.25	W 3.0~4.4	—	≤0.010	≤0.08	≤0.75	≤0.040	≤0.020
NS3311	余量	≤1.5	22.0~24.0	15.0~16.5	≤0.50	0.10~0.40	—	—	≤0.3	≤0.010	≤0.10	≤0.50	≤0.015	≤0.005
NS3405	余量	≤3.0	22.0~24.0	15.0~17.0	1.3~1.9	≤0.50	—	—	≤2.0	≤0.010	≤0.08	≤0.50	≤0.025	≤0.010

表 3 成品化学成分允许偏差

牌号	化学成分允许偏差，%						
	Ni	Cu	Fe	Mn	Si	C	S
N5	- 0.60	+0.03	+0.03	+0.03	+0.03	+0.005	+0.003
N7						+0.01	
NCu30	- 0.45	+0.20 - 0.15	+0.05	+0.04	+0.03	+0.02	+0.005

5.2 锻造

5.2.1 锻造使用的合金锭、坯或轧材应有熔炼单位的质量证明书。

5.2.2 锻造使用的合金锭，其头部和尾部应有足够的切除量，以确保锻件无缩孔及严重偏析等缺陷。

5.6 晶粒度

使用温度高于 600℃ 的 NS1102 锻件应按 GB/T 6394 测定平均晶粒度，5 级或更粗为合格。

5.7 耐腐蚀性能

根据需方要求，锻件按 GB/T 15260 进行晶间腐蚀试验。试验方法的选择，合金的处理制度以及结果的判据等由供需双方协商。

5.8 超声检测

Ⅲ级锻件应逐件进行超声检测。超声检测方法参照 JB/T 4730.3，合格等级由供需双方协商。

5.9 外观质量

5.9.1 锻件逐件进行外观检查，应无肉眼可见的裂纹、夹层、折叠、夹渣等缺陷。锻件表面缺陷允许清理，但修磨部分应圆滑过渡。

5.9.2 锻件形状、尺寸和表面质量应符合订货图样的要求。

5.10 焊补

5.10.1 锻件允许用相匹配的焊材进行焊补。

5.10.2 焊补允许的部位、深度和面积，采用的焊接材料、焊工资格和焊接工艺参数，焊补前后的无损检测方法和合格等级等事项由供需双方商定。

5.10.3 供方应向需方提供锻件焊补的部位、深度和面积的简图，焊接材料、焊接工艺参数及无损检测的报告。

6 试验方法

锻件的检验项目、检验数量、试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 试验方法

序号	检验项目	检验数量	试验方法	备 注
1	化学成分 (熔炼分析)	每炉一个试样	GB/T 8647 YS/T 325	由熔炼单位进行分析
2	拉伸试验	每批一个试样	GB/T 228.1	—
3	晶粒度	每批一个试样	GB/T 6394	仅对 NS1102 锻件
4	超声检测	每件	JB/T 4730.3	适用于Ⅲ级锻件

7 检验规则

7.1 锻件应由供方检验部门按订货合同进行检验。

7.2 拉伸试验

7.2.1 取样数量

每批取 1 个试样。

7.2.2 取样方向

锻件（不含条形）宜取切向试样，当不能制取切向试样时，则取纵向或径向试样。条形锻件宜取纵向试样。

7.2.3 取样部位

试样可从锻件上任何方便的位置切取。

5.2.3 采用合金锭、坯锻造时，锻件主截面部分的锻造比不得小于 3。采用轧材锻造时，锻件主截面部分的锻造比不得小于 1.6。

5.3 锻件级别

锻件分为Ⅱ、Ⅲ两个级别，一般情况下均选用Ⅱ级锻件。每个级别锻件的检验项目及检验数量按表 4 的规定。

表 4 锻件级别

锻件级别	检验项目	检验数量
Ⅱ	拉伸 (R_m 、 $R_{p0.2}$ 、 A)	同冶炼炉号、同炉热处理的锻件组成一批，每批抽验一件
Ⅲ	拉伸 (R_m 、 $R_{p0.2}$ 、 A)	
	超声检测	逐件检验

5.4 热处理

锻件应按表 5 中规定的热处理状态交货。

5.5 力学性能

锻件交货状态的力学性能应符合表 5 的规定。

表 5 力学性能

牌号	公称厚度 mm	热处理状态	R_m MPa	$R_{p0.2}$ MPa	A %
	不大于		不小于		
N5	200	退火	340	65	40
N7	200	退火	380	105	40
NCu30	200	退火	480	170	35
NS1101	200	固溶	520	205	30
NS1102	200	固溶	450	170	30
NS1402	200	固溶	580	240	30
NS1403	200	固溶	550	240	30
NS1601	200	固溶	650	275	35
NS1602	200	固溶	750	380	35
NS3102	200	固溶	550	240	30
NS3203	200	固溶	760	350	35
NS3204	200	固溶	760	350	35
NS3304	200	固溶	690	280	35
NS3306	200	固溶	760	345	25
NS3308	200	固溶	690	310	40
NS3309	200	固溶	690	310	40
NS3311	200	固溶	690	310	40
NS3405	200	固溶	690	310	40

7.2.4 试样

拉伸试样采用 GB/T 228.1 中的 R7 号 ($d_0=5\text{mm}$, $L_0=25\text{mm}$) 试样。

7.3 复验

7.3.1 需方需要复验时, 供方应提供需方复验的试料, 需方在收到锻件之日起 3 个月内为复验有效期。

7.3.2 拉伸试验不合格时, 可从被检验锻件原取样部位附近再取 2 个拉伸试样进行复验, 复验结果的所有数据均应符合表 5 的规定。

7.3.3 拉伸试验或复验不合格时, 允许对该批锻件重新热处理后进行试验, 但重新热处理的次数不得超过两次。

8 包装、标志和质量证明书

8.1 锻件的包装和标志应符合 GB/T 8888 的规定。

8.2 锻件交货时应附有质量证明书, 其内容包括:

- a) 锻件制造厂名;
- b) 订货合同号;
- c) 标准编号、牌号、锻件级别、批号、锻件数量;
- d) 各项检验结果, 检验单位和检验人员签章;
- e) 热处理曲线图 (复印件);
- f) 合同上所规定的特殊要求的检验结果。

附 录 A

(资料性附录)

本标准和 ASME 标准的牌号对照

表 A.1 牌号对照表

本标准牌号	ASME 标准牌号
N5	N02201
N7	N02200
NCu30	N04400
NS1101	N08800
NS1102	N08810
NS1402	N08825
NS1403	N08020
NS1601	N08031
NS1602	R20033
NS3102	N06600
NS3203	N10675
NS3204	N10629
NS3304	N10276
NS3306	N06625
NS3308	N06022
NS3309	N06686
NS3311	N06059
NS3405	N06200

NB/T 47028—2012《压力容器用镍及镍合金锻件》 编制说明

1. 概 况

本标准系首次制定。

近年来我国镍及镍合金制压力容器的生产发展很快,压力容器制造厂使用了很多牌号的镍及镍合金锻件。上海材料研究所、上海大隆热加工工程有限公司、江阴市恒业锻造有限公司、无锡市星达石化配件有限公司等单位生产了一系列牌号的镍及镍合金锻件,锻件的技术要求大部分参照美国 ASME SB-564 (该标准基本采用美国 ASTM B564)。

本标准主要根据美国 ASME (2010 版) SB-564《镍合金锻件》、我国 GB/T 5235—2007《加工镍及镍合金 化学成分和产品形状》、GB/T 15007—2008《耐蚀合金牌号》制定,同时参考了国际标准 ISO 9725 等标准中的有关规定。

本标准的内容编排系参照我国承压设备用钢锻件标准 NB/T 47008 ~ 47010。

2. 牌 号

美国 ASME SB-564 中列有 34 个牌号,其中 N02200 和 N04400 两个牌号在我国 GB/T 5235 中有相应牌号 N7 和 NCu30。ASME SB-564 标准其余 32 个牌号中,有 16 个牌号在我国 GB/T 15007 中有相应的牌号。

本标准中计列入了 18 个牌号的镍及镍合金锻件,其中纯镍及镍铜合金有 3 个牌号: N5、N7 和 NCu30,相对 ASME SB-564 增加了一个 N5 的牌号,列入此牌号系是为了与 N5 板材相匹配使用。本标准列入了 15 个耐蚀镍合金牌号,其中有 14 个牌号参照 ASME SB-564,此外增加了一个 NS1403 的牌号。ASME SB-564 中有 2 个牌号未列入本标准: N06690 (我国 NS3105) 系核电设备用, N10665 (我国 NS3202) 系淘汰的牌号。

3. 化学成分

GB/T 5235 中的纯镍及镍铜合金 N5、N7 和 NCu30 系等同采用美国 ASTM 标准中的 N02201、N02200 和 N04400,但在 GB/T 5235 中 N5、N7 和 NCu30 这 3 个牌号化学成分中的 Ni 均写成 Ni+Co,与美国 ASTM 标准化学成分中的 Ni 写法不一致,也与 GB/T 15007 化学成分中的 Ni 写法不一致。此外,GB/T 5235 中未规定化学成分中成品分析的允许偏差,与 GB/T 15007 的相关内容不协调。因此本标准中的 3 个牌号纯镍及镍铜锻件的化学成分(熔炼分析)及成品分析的允许偏差均按 ASTM 的相应标准,以与本标准中 15 个耐蚀镍合金牌号在化学成分方面的规定相协调。

本标准中 15 个耐蚀镍合金,其化学成分基本按 GB/T 15007,但有 3 处作了修改。NS1602 牌号中的 Ni、Fe 两个元素的化学成分相对 GB/T 15007 进行对调,此处应是 GB/T 15007 之误。NS3304 牌号中 $C \leq 0.010\%$ 较 GB/T 15007 中 $C \leq 0.020\%$ 有所加严,以与 ASME 标准相一致,降低含 C 量以提高抗晶间腐蚀性能。NS3311 牌号中按 ASME 标准增加 $Cu \leq 0.50\%$ 的规定。

4. 力学性能

本标准中 18 个牌号的锻件,除 N5 和 NS1403 两个牌号锻件外,其余 16 个牌号锻件的强度性能基本按 ASME SB-564。ASME SB-564 中未列入与 N5、NS1403 相对应的 N02201、N08020,本标准中 N5 的强度性能按 ISO 9725,NS1043 的强度性能按 ASME SB-462 和 ISO 9725。

关于锻件的断后伸长率指标,由于我国圆截面拉伸试样采用 $L_0=5d_0$ 的试样,而美国 ASME SB-564 采用的是 $L_0=4d_0$ 的试样,在同样条件下 $L_0=4d_0$ 试样的断后伸长率实测值高于 $L_0=5d_0$ 的试样。在美国 ASME 标准中,涉及本标准 15 个牌号的耐蚀合金锻件,其中 6 个牌号的锻件(NS1101、NS1102、NS1402、NS1403、NS3102 和 NS3306),相对应的美国锻件的断后伸长率指标为 30%和 25%,本标准仍采用上述指标。其余 9 个牌号的锻件(NS1601、NS1602、NS3203、NS3204、NS3304 和 NS3308、NS3309、NS3311、NS3405),相对应的美国锻件的断后伸长率指标为 40%和 45%,本标准调整为 35%和 40%。纯镍和镍铜合金锻件 N7 和 NCu30,相对应的美国锻件的断后伸长率指标为 40%和 35%,本标准仍采用这些指标。纯镍锻件 N5 的断后伸长率指标与 N7 锻件相同。

5. 附录 A

由于国内使用的镍及镍合金锻件,其技术要求大部分参照美国 ASME 标准,因此本标准在附录 A 中列出了本标准的牌号和 ASME 标准的牌号对照表,以方便使用。