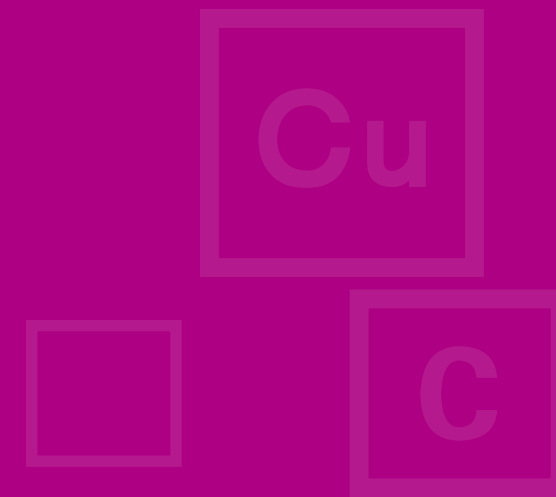




TP310HCbN(S31042) 耐热钢管
TP310HCbN(S31042) Heat resistant steel



TP310HCbN(S31042)耐热钢管产品手册

宝钢特钢有限公司
地址：上海市水产路 1269 号
电话：021-26032973
传真：021-26032931
邮编：200940

概述

TP310HCbN(S31042) 耐热钢管是以 25-20 奥氏体钢为基础, 通过添加了 0.25%N、0.4%Nb, 利用弥散析出微细的铌的金属间化合物 NbCrN 和 Nb 的碳、氮化合物以及 M23C6 碳化物来对 25-20 钢进行强化。使该钢具有了良好的组织稳定性、抗蒸汽氧化性、抗高温腐蚀性和好的可焊性。2000 年, 该钢被美国 ASME 收录入 CODE CASE, 编号为 2115-1, 2008 年中国以 07Cr25Ni21NbN (TP310HCbN / S31042) 牌号纳入 GB 5310-2008 高压锅炉用无缝钢管标准中。宝钢经过对 TP310HCbN / S31042 高压锅炉管的研制, 建立了完整的生产体系, 操作规程。2011 年 1 月通过专家评审, 获全国压力容器标准化技术委员会技术评审证书 (见图 13), 同时获生产许可。

几年来, 已销售 TP310HCbN / S31042 钢管 200 多吨, 产品已在新疆农六师 1100MW 超超临界机组、广东平海电厂、温州乐清电厂等得到应用, 产品质量与进口钢管无差别。

化学成分

TP310HCbN(S31042) 钢管化学成分按 ASME SA-213M、GB 5310-2008 标准要求

表 1 TP310HCbN(S31042) 钢管的化学成分 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Nb	N	Cu	B	V
0.04 ~0.10	≤ 0.75	≤ 2.00	≤ 0.030	≤ 0.015	24.00 ~26.00	19.00 ~21.00	0.20 ~0.60	0.15 ~0.35	≤ 0.25	≤ 0.010	≤ 0.10

钢中五害残余元素 As、Sb、Sn、Bi、Pb 的实际控制: As≤0.015%、Sb≤0.010%、Sn≤0.015%、Bi≤0.010%、Pb≤0.015%

物理性能

TP310HCbN(S31042) 钢管线膨胀系数

TP310HCbN(S31042) 平均线膨胀系数

表 2 TP310HCbN(S31042) 钢管的平均线膨胀系数

温度 (°C)	20-100	20-200	20-300	20-400	20-500	20-600	20-700
平均线膨胀系数 ×10 ⁻⁶ (°C ⁻¹)	17.04	16.96	18.19	18.84	19.41	19.71	19.81

TP310HCbN(S31042) 钢的密度

TP310HCbN(S31042) 钢管的密度为 8.0 g/cm³

TP310HCbN(S31042) 钢的弹性模量、剪切模量和泊松比

TP310HCbN(S31042) 钢在不同温度的弹性模量、剪切模量和泊松比

表 3 不同温度下 TP310HCbN(S31042) 钢管的弹性模量、剪切模量和泊松比

温度, °C	剪切模量, GPa	泊松比	弹性模量, GPa
20	76.9	0.30	201
100	74.6	0.31	196
200	71.2	0.32	188
300	67.9	0.32	179
400	62.4	0.35	169
500	59.6	0.35	162
600	57.2	0.35	155
700	54.7	0.34	147

导热系数和比热容

TP310HCbN(S31042) 钢管在不同温度下的导热系数

表 4 TP310HCbN(S31042) 钢管不同温度下的导热系数

温度 (°C)	100	200	300	400	500	600	700
导热系数 λ W/(m·K)	15.87	17.40	19.70	20.78	18.59	13.24	15.68

TP310HCbN(S31042) 钢管在不同温度时的比热容

表 5 TP310HCbN(S31042) 钢管不同温度下的比热容

温度 (°C)	100	200	300	400	500	600	700
比热容 (J/(kg·°C))	506.5	528.6	553.9	565.6	488.6	336.8	396.2

钢管低倍、高倍组织和晶间腐蚀

钢管低倍组织形貌 (见图 1)

钢管高倍组织

按 ASTM E112 标准, TP310HCbN(S31042) 钢管晶粒度粗于 7.0 级, 无 α 相 (见图 2)

钢管经 700°C 长时效后显微组织

TP310HCbN(S31042) 钢管随着时效时间的延长, 晶内、晶界析出物数量变多、体积增大, 但晶粒度变化不大。并且由于晶界析出物增多、变大, 晶界随着时效时间的增加而变宽 (见图 3)

晶间腐蚀

按 ASTM A262-02a 晶间腐蚀试验方法, TP310HCbN(S31042) 钢管无晶间腐蚀 (见图 4)



图1 钢管低倍组织照片

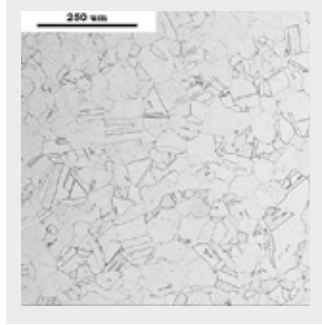


图2 TP310HCbN(S31042) 钢管高倍组织照片



图4 晶间腐蚀试样冷弯后形貌

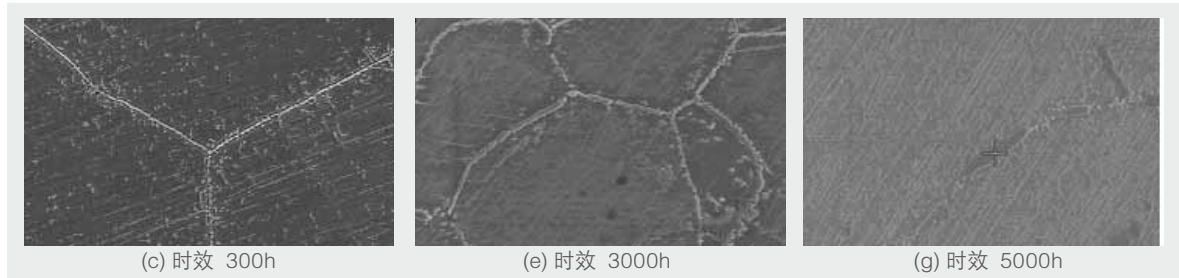


图3 TP310HCbN(S31042) 钢管 700°C 时效后 SEM 照片

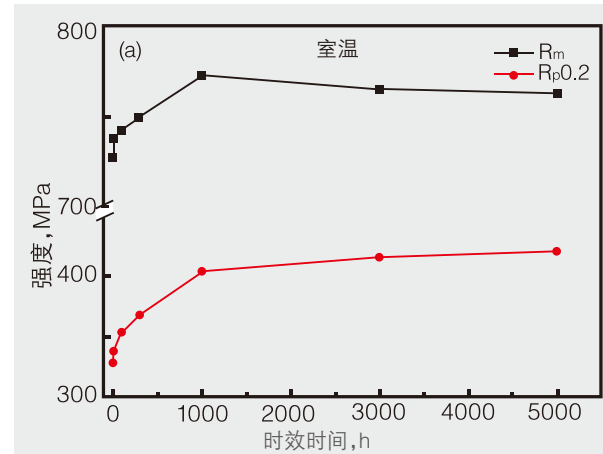


图6 钢管经 700°C 长时效后的室温力学性能图

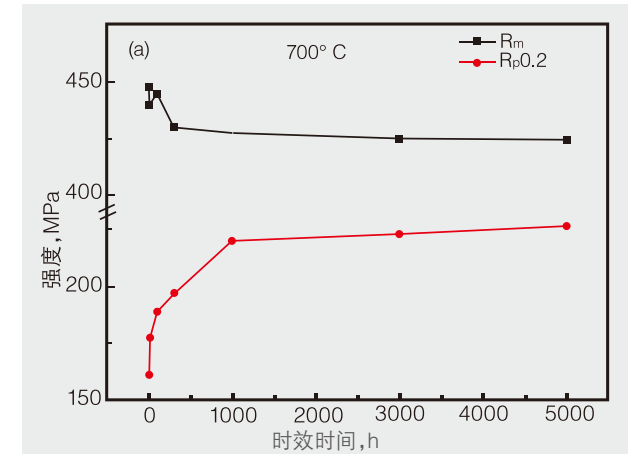


图7 钢管经 700°C 高温长时效后 700°C 力学性能图

持久性能数据

宝钢 TP310HCbN(S31042) 钢管等温线法持久强度试验图 (见图 8)

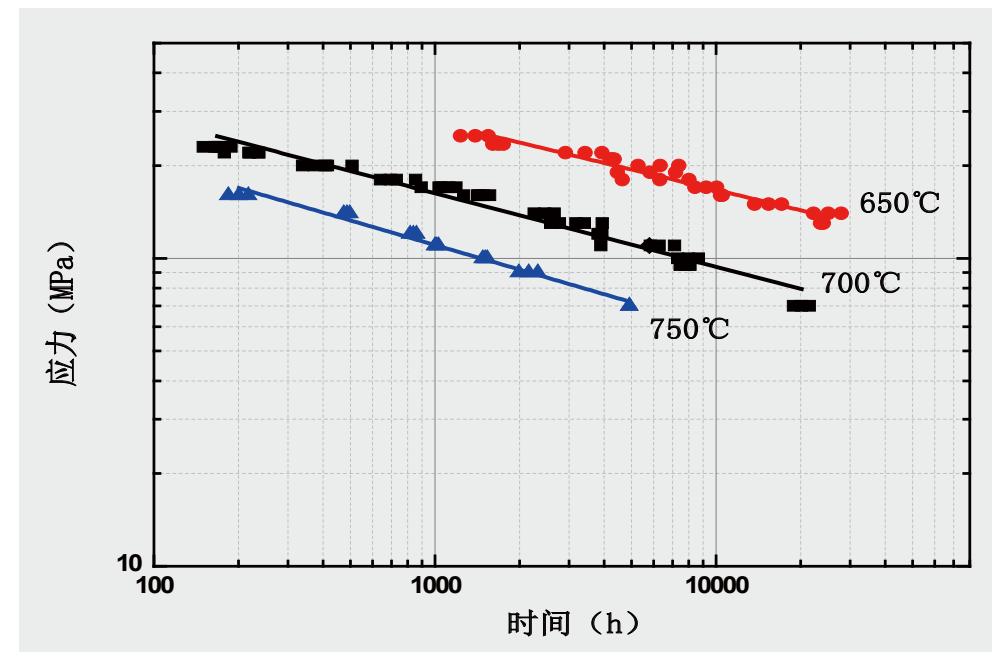


图8 宝钢 TP310HCbN(S31042) 钢管持久强度试验曲线

力学性能

室温力学性能

钢管固溶态室温力学性能

表6 钢管固溶态室温力学性能

ASME SA-213M 标准范围	Rm, MPa	Rp0.2, MPa	A, %	Z, %	HBW	Akv*, J
标准范围	≥655	≥295	≥30	-	≤256	-
典型值	740	350	50.0	74.0	184	186

注: 冲击试样尺寸 10×7.5×55mm

高温力学性能

钢管固溶态高温力学性能 (见图 5)

时效后力学性能

700°C 时效后室温力学性能

固溶态钢管经 700°C 长时效后的室温力学性能 (见图 6)

时效后高温力学性能

固溶态钢管经 700°C 长时效后 700°C 高温力学性能 (见图 7)

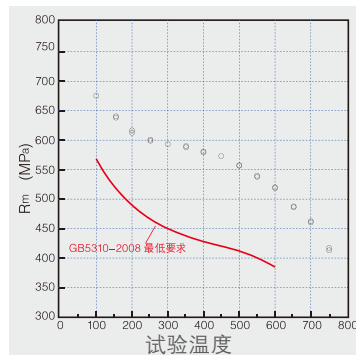


图5 钢管固溶态高温力学性能图

采用最小二乘法, 根据 TP310HCbN(S31042) 钢管在 650°C、700°C 和 750°C 下的持久强度数据, 外推相应温度下 10 万小时的持久强度数据, 计算公式分别为:

650°C	$\lg \sigma = 3.00781 - 0.19385 * \lg t$
700°C	$\lg \sigma = 2.82547 - 0.20261 * \lg t$
750°C	$\lg \sigma = 2.82101 - 0.25886 * \lg t$
外推结果	$\sigma_{10^5}^{650^\circ\text{C}} = 109.3 \text{ MPa}$
	$\sigma_{10^5}^{700^\circ\text{C}} = 64.9 \text{ MPa}$
	$\sigma_{10^5}^{750^\circ\text{C}} = 33.6 \text{ MPa}$

钢管焊接性能良好

钢管焊后金相组织 (见图 9)

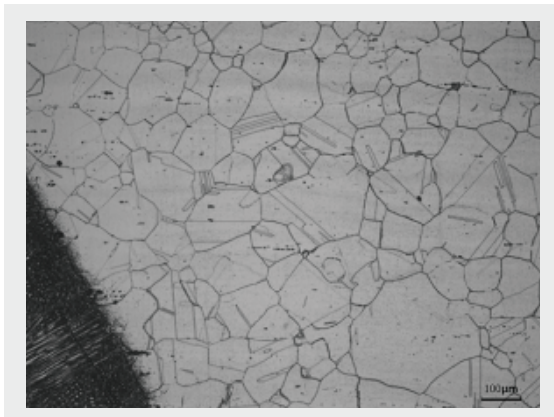


图 9 宝钢 TP310HCbN(S31042) 热影响区 (×100 倍)

钢管冷加工性能优良



图 10 宝钢 TP310HCbN(S31042) 扩孔试验



图 11 宝钢 TP310HCbN(S31042) 压扁试验



图 12 宝钢 TP310HCbN(S31042) 弯头试验

全国压力容器标准化技术委员会技术评审证书 (见图 13)

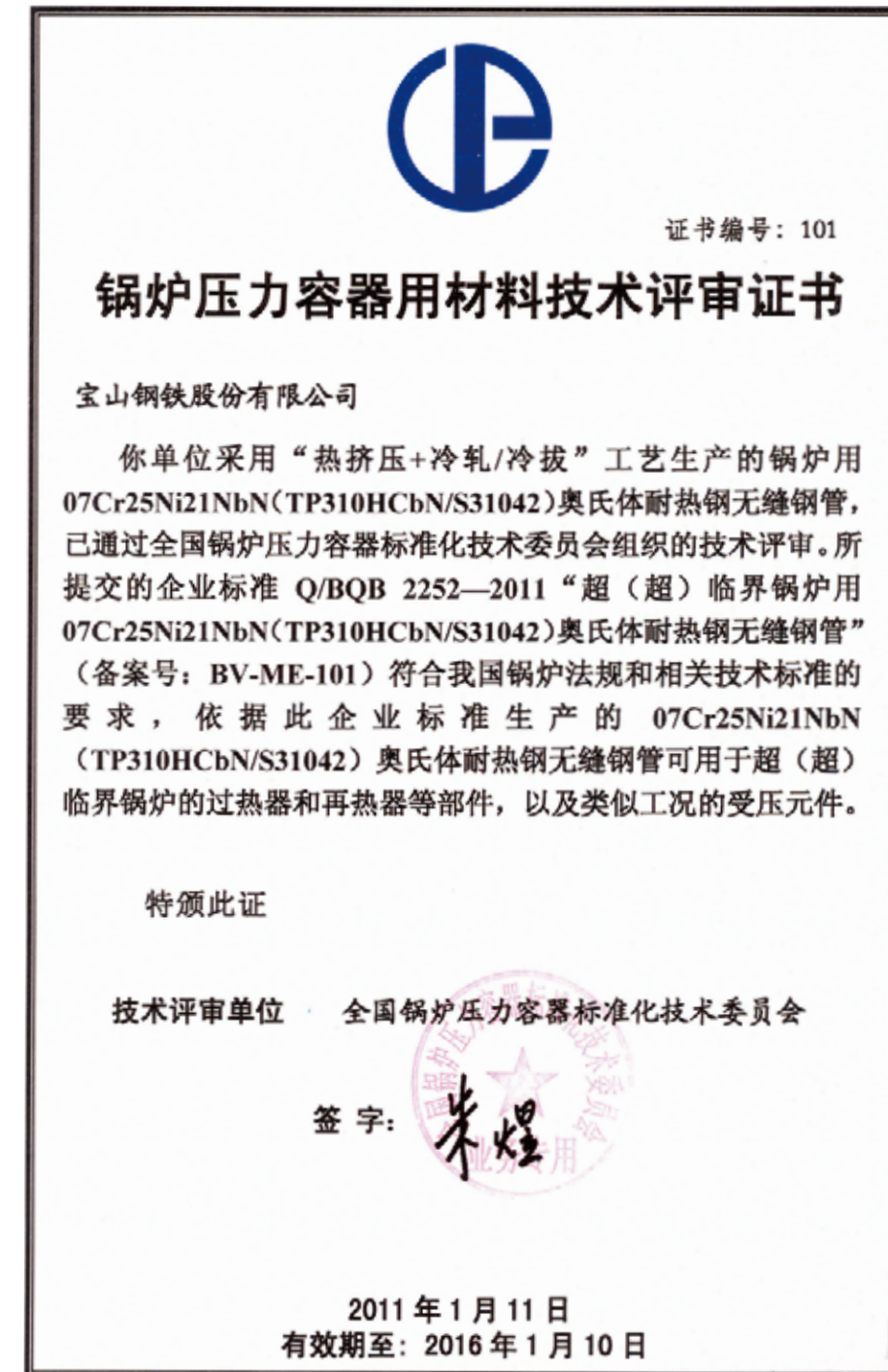


图 12 全国压力容器标准化技术委员会技术评审证书