

2. 品种的发展情况

2.1 一般管 (YB231—70)

一般管是一般用途无缝钢管的简称。一般无缝钢管是无缝钢管基本参数的表徵〔钢种、规格(外径和壁厚)、质量(表面状态、尺寸公差和机械性能等)以及包装、标志等〕,即热轧和冷拔(轧)普通碳素钢、优质碳素结构钢、普通低合金结构钢和合金结构钢用作输送流体管道或制作各种结构和另件的一般用途无缝钢管。

2.1.1 简介

1953年鞍钢无缝钢管厂 $\Phi 140$ mm机组投产时,当时因为我国还没有无缝钢管标准,只好按前苏联的“一般无缝钢管技术标准”ГОСТ301-50生产。同时参照ГОСТ301-50制定了鞍钢企业标准,鞍标431-54“一般无缝钢管”,并于1954年公布。随着国家经济发展的需要,1957年冶金工业部批准公布了我国第一个无缝钢管的部颁标准,“一般无缝钢管”冶标11-57。后来,随着一批 $\Phi 76\sim 100$ mm自动轧管机组和冷拔(轧)机组等的投产以及国民经济的发展需要,1963年冶金部批准公布了对“一般无缝钢管”标准修订后的版本,并更名为“无缝钢管”,即YB231-63;后又于1970年进一步修订为YB231-70。

80年代以来,为了使我国无缝钢管的实物质量赶上国际水平,按国际标准进行生产。在对部颁标准“无缝钢管”YB231-70进行了全面分析和总结,决定制定和公布两个国家标准,即“结构用无缝钢管”标准GB 8162-87和“输送流体用无缝钢管”标准GB 8163-87,以取代之。但至今仍然有使用或套用此标准的,作为历史资料和发展的起点,在此一并介绍。

2.1.2 一般无缝钢管的技术条件 (YB231—70)

2.1.2.1 规格

外径:	热轧管 32~630 mm。	冷拔(轧)管	5~200mm.
壁厚:	2.5 ~75 mm.		0.25~14mm.
长度:	3.0~12.5m.	壁厚 ≤ 1 mm	1.5~7.0m.
		>1mm	1.5~9.0m.
	短尺管: 1.5~3.0m.		0.5~1.5m.
每批钢管允许搭交该批总重量的10%短尺管。			

2.1.2.2 钢种及交货状态

钢种: 10、15、20、25、30、35、40、45、50和09MnV、16MnV、15MnV以及、A2、AJ2、A3、AS3、AJ3、A4、AS4、AJ4、A5、AS5、AJ5、A6、AS6、AJ6。

交货状态: 热轧管为热轧状态;

冷拔(轧)管为热处理状态。

2.1.2.3 质量保证

2.1.2.3.1 尺寸公差, 详见表2-1-1。

2.1.2.3.2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺、倍尺的总长度应在通常长度范围内, 全长允许偏差 +20 mm; -0 mm:

每个倍尺长度应加切口长度:	外径 ≤ 159 mm	5~10 mm
	外径 > 159 mm	10~15 mm

弯曲度: 钢管壁厚	≤ 15 mm	≤ 1.5 mm/m
	$> 15\sim 30$ mm	≤ 3.0 mm/m
	≥ 30 mm	≤ 4.0 mm/m

2.1.2.3.3 化学成份、机械性能和水压试验

(1) 按化学成份和机械性能交货:

钢的化学成份(熔炼)应符合YB699-65(碳结钢); YB13-69(低合金钢)的规定。
钢管的机械性能应符合表2-1-2的规定。

表 2—1—1 钢管外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		精确度	
			普通级	高级
热轧管	外径 D	<57	$\pm 1.5\%$	-
		57~159	+1.25% ; -1.0%	$\pm 1\%$
		>159	+1.25% ; -1.5%	$\pm 1.25\%$
	壁厚 S	<3	$\pm 15.0\%$	-
		3~20	+12.5% ; -15.0%	$\pm 12.5\%$
		>20	$\pm 12.5\%$	$\pm 10\%$
冷拔（轧） 管	外径 D	5~10	$\pm 0.20\text{mm}$	$\pm 0.15\text{mm}$
		>10~30	$\pm 0.40\text{mm}$	$\pm 0.20\text{mm}$
		>30~50	$\pm 0.45\text{mm}$	$\pm 0.30\text{mm}$
		>50	$\pm 1\%$	$\pm 0.8\%$
	壁厚 S	≤ 1	$\pm 0.15\text{mm}$	$\pm 0.12\text{mm}$
		>1~3	+15% ; -10%	+12.0% ; -10.0%
		>3	+12.5% ; -10%	$\pm 10\%$

注：①凡不经定、减径机的热轧厚壁成品钢管和热扩管，外径允许偏差为 $\pm 2\%$ 。

②根据需方要求，经双方协议并在合同中注明，才供应高级精确度的钢管。

表 2—1—2 钢管交货状态的机械性能表

钢 号	抗拉强度 σ_b Kg/cm ²	屈服点 σ_s Kg/cm ²	断后伸长率 δ_5 %
10	34	21	24
15	38	23	22
20	40	25	20
25	46	28	19
30	50	29	18
35	52	31	17
40	56	32	15
45	60	34	14
50	63	36	12
09MnV	(44)	(31)	(22)
16MnV	(52)	(35)	(21)
15MnV	(54)	(40)	(18)

注：①括号内的性能指标供参考。

②经双方协议并在合同中注明，亦可按 GB699—65、YB13—69 的其他钢号和 YB6—71 规定的钢号生产钢管，其性能指标由双方协议规定。

③钢管壁厚 $\geq 15\text{mm}$ 时，抗张强度和屈服点允许比表中规定值下降 2 Kg/cm²，

断后伸长率下降 2 %。

钢管壁厚 $> 30\text{ mm}$ 时，抗张强度和屈服点允许比表中规定值下降 4 Kg/cm²，

断后伸长率下降 3 %。

- ④大直径、厚壁管，可以做横向试样试验，合格性能由双方议定。
- ⑤冷拔（轧）管，如需方要求不经热处理交货时，不做机械性能试验。
- ⑥根据钢管用途不同，需作其他检验的由供需双方协议。
- ⑦屈服点不作为交货条件，但供方必须做，并须添入质量保证书中。根据需方要求并在合同中注明才予保证。

(2) 按机械性能交货：

钢的化学成份（熔炼）符合 GB700—65 中的甲类钢规定：
 其硫和磷应分别保证不超过 0.055%，0.045%。
 钢管的机械性能应符合表 2—1—3 的规定。

表 2—1—3 按机械性能交货的钢管性能表

钢 号	抗拉强度 σ_b Kg/cm ²	屈服点 σ_s Kg/cm ²	断后伸长率 δ_5 %
A2、AS2	34	22	24
A3、AS3、AJ3	38	24	22
A4、AS4、AJ4	42	26	20
A5、AS5、AJ5	50	28	17
A6、AS6、AJ6	60	31	14

注：屈服点不作为交货条件，但供方必须做，并须添入质量保证书中。根据需方要求并在合同中注明才予保证

(3) 按水压试验交货：

不规定钢管钢的化学成份和机械性能，但钢管必须按下式计算压力进行水压试验。
 根据需方要求并在合同中注明，凡用作输送流体管道的钢管，按下式计算压力，进行水压试验。

$$P=2SR/D \quad \text{Kg/cm}^2。$$

式中：S — 钢管公称壁厚 mm； D — 钢管公称外径 mm；
 R — 允许应力，对（1）和（2）交货的采用规定抗张强度的 40%， Kg/cm²。
 对（3）交货的（不保证机械性能）采用 R=10 Kg/cm²。

根据需方要求并在合同中注明，钢管可以抽验（需要规定抽验百分数）或每根都作试验。
 经双方协议，可以用低于上述公式计算的压力试验。

注：制造厂如保证钢管能承受所规定的压力，则可以不作水压试验。

2. 1. 2. 3. 4 钢管倒棱、压扁、扩口和卷边试验

钢管倒棱（车成坡口）：对钢管直径大于等于 114 mm，壁厚小于 20 mm，需要焊接的钢管，钢管两端可按角度为 35~40 度（同钢管轴线的垂线的夹角），剩余壁厚为 1~3mm 进行倒棱。

根据需方要求，钢管可做压扁、扩口和卷边试验中的一项或几项试验。

压扁试验：对外径 $D \geq 22\text{mm}$ ；壁厚 $\leq 10\text{mm}$ 的钢管，可进行压扁试验，
 平板间距（H）值按下式计算：

$$H= (1+ \alpha) S/(\alpha +S/D)$$

式中：S — 钢管壁厚 mm； D — 钢管外径 mm；
 α — 单位长度变形系数：合金钢为 0.09； 低合金钢为 0.08；
 碳素钢为 0.07

扩口试验： 对壁厚 $\leq 8\text{mm}$ 的钢管，可进行扩口试验，顶心锥度为 1/10，扩口后试样上不得出现裂缝和裂口。扩口后试样外径的扩口率应符合 2—1—4 表的规定。

表 2—1—4 钢管外径扩口率

钢号	扩口率 %	
	壁厚 mm	
	≤4	>4
10、A2、AJ2	10	6
20、AJ3、A3	8	5

卷边试验：对直径(D)等于 30~159mm，壁厚(S)分别：D=30~60mm, S<0.1D；
D>60~108mm, S<0.08D；D>108~140mm, S<0.06D；
D>140~159mm, S<0.05D 的 10、20、A2、AJ2、A3、AS3、AJ3 和 A4
钢号钢管，可进行卷边试验。卷边宽度（由内壁量起）不得小于公
称内径的 12%，亦不得小于公称壁厚的 1.5 倍，卷边角度 10、A2
钢为 90 度，其它钢号为 60 度。卷边后在试样卷边处不得出现裂缝
和裂口。

2. 1. 2. 3. 5 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实
际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。凡用作机加工的钢
管，表面缺陷可不清除，但供货方要确保这些缺陷不超过外径和壁厚的负偏差。

2. 1. 2. 3. 6 钢管检查方法、组批、取样、复验和包装、标志

钢管尺寸应逐根进行尺寸测量。

钢管表面应用肉眼逐根进行检查。

钢管按批进行取样和试验，每批钢管由同一规格、钢号、炉（罐）号、热处理炉次（如经过热处
理）组成，每批钢管的根数为：

钢管直径小于等于 76 mm，壁厚小于等于 3 mm ， 400 根。
钢管直径大于 351 mm， 50 根。
其他， 200 根。

钢管每批的取样数量和试验标准按表 2—1—5 规定。

表 2—1—5 钢管每批取样数量和试验标准表

	每批取样数量	试验标准	备注
化学成份	1	GB222—63；GB223—63	按批进行浇铸时，以 炉为单位
机械性能	2（不同钢管）	GB228—63	
冲击试验	2（不同钢管）	GB229—63	
水压试验	逐根	GB241—63，耐压 10 秒	
扩口试验	2（不同钢管）	GB242—63	
压扁试验	2（不同钢管）	GB246—63	
卷边试验	2（不同钢管）	GB245—63	

钢管复验，试验结果如果出现一个试样不合格，允许取双倍试样进行不合格项目复验。如复验再
出现一个试样不合格，该批钢管不予验收。但生产厂可进行热处理，按新一批提交验收，或重新分类，
逐根提交验收。

钢管成捆包装，在钢管距一端 100~200 mm 处喷漆或打印，注明：钢号、炉罐号、规格、厂标、
检查印记和本标志号。每捆钢管上应挂标签，注明包装日期。

2. 1. 2. 3. 7 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

按其他钢种、尺寸、偏差进行生产。

2. 1. 3 生产现状和展望

此标准已被取代，现在一般都不再使用此标准。仅供参考。

2. 2 结构管（GB/T 8162—99）

结构管是结构用无缝钢管的简称。结构管的使用范围包括用于一般结构和机械结构。通常大量用于建筑、机械、交通、航空、石油开采等行业的各种结构中，如用于制作房架、柱、塔吊和各种车辆的构架以及石油开采井架等。其不经机加工可直接使用。在横断面积相同的条件下，结构用钢管比用圆、方、扁钢和各种型钢的全方位抗弯能力大、刚性好。因为方、扁钢和各种型钢的抗弯能力都有很强的方向性，但钢管的抗弯能力不但没有方向性，而且单位质量的抗弯能力最大。近几年来，各种规格的低合金高强度结构管在我国很多大型场馆、桥梁、电视塔、高层建筑、工厂厂房等基础设施建设中被广泛采用，不但节约了大量材料和资金，而且缩短了工期、美化了建筑本体。

2. 2. 1 简介

结构管的前身是“一般管”YB231—70（见 2. 1），于 1987 年被作为专用管国家标准批准公布，即“结构用无缝钢管”GB8162—87。后来，由于国家标准管理体制的改革，将国家标准分为强制性标准和推荐标准两种，而“结构用无缝钢管”被定为推荐标准，即 GB/T 8162-87,并于 1999 年修订为 GB/T 8162—99。

2. 2. 2 结构用无缝钢管的技术条件

2. 2. 2. 1 结构管的生产供货范围，详见表 2—2—1

表 2—2—1 生产供货范围表

生产方法	热轧（挤压、热扩）	冷拔、冷轧
钢管外径（mm）	标准尺寸 10~610 非标准尺寸 6~630（特殊尺寸 660）	
钢管壁厚（mm）	0.25~65	
钢管通常长度（mm）	3000~12000	2000~10500
钢 种	10、20、35、45、Q345 及表 2—2 中的钢种	
供货状态	热轧或热处理	热处理

2. 2. 2. 2 结构管的质量保证

2. 2. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—2—2

表 2—2—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差	
			普通级	高级
热轧（挤 压、热扩*） 管	外径 D	<50	±0.50mm	±0.40mm
		≥50	±1%	±0.75%
	壁厚* S	<4	±12.5% （最小值为±0.40mm）	±10% （最小值为±0.30mm）
		≥4~20	+15% ； -12.5%	±10%
		>20	±12.5%	±10%
冷拔（轧） 管	外径 D	6~10	±0.20mm	±0.10mm
		>10~30	±0.40mm	±0.20mm
		>30~50	±0.45mm	±0.25mm
		>50	±1%	±0.5%
	壁厚 S	≤1	±0.15mm	±0.12mm
		>1~3	+15% ； -10%	±10%
		>3	+12.5% ； -10%	±10%

* 对外径 ≥ 351 mm 的热扩管，壁厚允许偏差为 $\pm 18\%$

2. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺长度的允许偏差： ≤ 6000 mm +10 mm；-0 mm
 > 6000 mm +15 mm；-0 mm

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 ≤ 159 mm 5~10 mm
 外径 > 159 mm 10~15 mm

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm；-0 mm

弯曲度： 钢管壁厚 ≤ 15 mm ≤ 1.5 mm/m
 > 15 mm ≤ 2.0 mm/m

壁厚 > 30 mm 及外径 ≥ 325 mm 的热扩管： ≤ 3.0 mm/m

2. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合 GB/T699（碳结钢）；GB/T1591（低合金钢）；GB/T3077（合金结构钢）的规定。

热轧或热处理（正火或回火）状态供货的优碳钢、低合金钢管的纵向力学性能应符合表 2-2-3 的规定；合金结构钢管用热处理毛坯制成试样的纵向力学性能和钢管退火或高温回火供货状态的布氏硬度应符合表 2-2-4 的规定。

表 2-2-3 优碳钢、低合金钢管的纵向力学性能表

序 号	牌 号	抗拉强度 σ_b Mpa	屈服点 σ_s Mpa			断后伸长 率 δ_5 %	压扁试验* 平板间距 H mm
			钢管壁厚				
			≤ 16 mm	$> 16 \sim 30$ mm	> 30 mm		
		不小于					
1	10	335	205	195	185	24	2/3 D
2	20	390	245	235	225	20	2/3 D
3	35	510	305	295	285	17	-
4	45	590	335	325	315	14	-
5	Q345	490	325	315	305	21	7/8 D

* 压扁试验：在 10、20 和 Q345 钢；外径 $D > 22$ mm；壁厚与外径比值 $\leq 10\%$ 的钢管中进行，压扁试验的平板间距（H）最小值应是钢管壁厚的 5 倍。

2. 2. 2. 4 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

2. 2. 2. 5 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验；按其他钢种生产。

对外径 > 57 mm，壁厚 ≥ 14 mm 的钢管，进行 V 型冲击试验。

对壁厚 ≤ 8 mm 的钢管，进行扩口试验。

对外径 ≤ 22 mm 的钢管，进行弯曲试验。

进行超声波检验。

表 2-2-4 合金结构钢管的力学性能表

表 3 合金钢管的力学性能

序 号	牌 号	热 处 理						力学性能			钢管退火或回火供货状 布氏硬度 HB
		淬 火			回 火			抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s MPa	断后伸长 率, δ_5 %	
		温度, $^{\circ}\text{C}$		冷却剂	温度, $^{\circ}\text{C}$		冷却剂				
		第一次淬火	第二次淬火								
								不小于			不大于
1	40Mn2	840	-	水、油	540	水、油	885	735	12		217
2	45Mn2	840	-	水、油	550	水、油	885	735	10		217
3	27SiMn	920	-	水	450	水、油	980	835	12		217
4	40MnB	850	-	油	500	水、油	980	785	10		207
5	45MnB	840	-	油	500	水、油	1 030	835	9		217
6	20Mn2B	* * 880	-	油	200	水、空	980	785	10		187
7	20Cr	* * 880	800	水、油	200	水、空	* 830	* 540	* 10		179
							* 785	* 490	* 10		179
8	30Cr	860	-	油	500	水、油	885	685	11		187
9	35Cr	860	-	油	500	水、油	930	735	11		207
10	40Cr	850	-	油	520	水、油	980	785	9		207
11	45Cr	840	-	油	520	水、油	1 030	835	9		217
12	50Cr	830	-	油	520	水、油	1 080	930	9		229
13	38CrSi	900	-	油	600	水、油	980	835	12		255
14	12CrMo	900	-	空	650	空	410	265	24		179
15	15CrMo	900	-	空	650	空	440	295	22		179
16	20CrMo	* * 880	-	水、油	500	水、油	* 885	* 685	* 11		197
							* 845	* 635	* 12		197
17	35CrMo	850	-	油	550	水、油	980	835	12		229
18	42CrMo	850	-	油	560	水、油	1 080	930	12		217
19	12CrMoV	970	-	空	750	空	440	225	22		241
20	12Cr1MoV	970	-	空	750	空	490	245	22		179
21	38CrMoAl	940		水、油	640	水、油	* 980	* 835	* 12		229
							* 930	* 785	* 14		229
22	50CrVA	860	-	油	500	水、油	1 275	1 130	10		255
23	20CrMn	850	-	油	200	水、空	930	735	10		187
24	20CrMnSi	* * 880	-	油	480	水、油	785	635	12		207
25	30CrMnSi	* * 880	-	油	520	水、油	* 1 080	* 885	* 8		229
							* 980	* 835	* 10		229
26	35CrMnSiA	* * 880	-	油	230	水、空	1 620	-	9		229
27	20CrMnTi	* * 880	870	油	200	水、空	1 080	835	10		217
28	30CrMnTi	* * 880	850	油	200	水、空	1 470	-	9		229
29	12CrNi2	860	780	水、油	200	水、空	785	590	12		207
30	12CrNi3	860	780	油	200	水、空	930	685	11		217
31	12CrNi4	860	780	油	200	水、空	1 080	835	10		269
32	40CrNiMoA	850	-	油	600	水、油	980	835	12		269
33	40CrNiMoVA	860	-	油	460	油	1 470	1 325	7		269

注:1 表中所述热处理温度允许调整范围:淬火 $\pm 20^{\circ}\text{C}$,低温回火 $\pm 30^{\circ}\text{C}$,高温回火 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

2 硼钢在淬火前可先正火,铸锰钛钢第一次淬火可用正火代替。

3 * :可按其中一种数据交货。

4 * * :于 280~320 $^{\circ}\text{C}$ 等温淬火。

5 对壁厚不大于 5mm 的钢管不做硬度试验

2. 2. 3 生产现状和展望

结构用无缝钢管是无缝钢管中最普通,用量最多,规格最广,同时也是一般无缝钢管生产厂都能生产的一种大路货产品,当然也是竞争最普遍的无缝钢管。它的竞争不单是各无缝钢管厂之间的竞争,而且是整个管子行业(无缝钢管、焊接钢管、有色金属管、铸铁管、塑料管和复合管等等)的竞争,其中特别是同焊管、铝合金管和钢或铝塑管的竞争。而竞争的核心是同等性能的价格比!,即同等性能的成本比!。所以,如何在确保质量和功能的前提下,降低成本,则是今后的主要研究和开发的方向。

2. 3 输送管(GB/T8163-99)

输送管是“输送流体用无缝钢管”的简称。输送管的使用范围是输送一般流体用的无缝钢管。所谓一般流体是指一般无腐蚀、无锈蚀、无磨蚀和无较高或较低温度、无较高压力的流体。

2. 3. 1 简介

表 2—3—3 钢管的纵向力学性能

序 号	牌 号	抗拉强度 σ_b Mpa	屈服点 σ_s Mpa		断后伸长率 δ_5 %
			$S \leq 16$	$S > 16$	
			不小于		
1	10	335~475	205	195	24
2	20	410~550	245	235	20
3	Q295	430~610	295	285	22
4	Q345	490~665	325	315	21

2. 3. 2. 2. 4 钢管压扁和液压试验

压扁试验：对外径 $D > 22 \text{ mm}$ ；壁厚与外径比值 $\leq 10\%$ 的钢管，应进行压扁试验，平板间距（H）值按下式计算：

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D)$$

式中：S — 钢管壁厚 mm； D — 钢管外径 mm；

α — 单位长度变形系数，10 钢为 0.09；20 钢为 0.07；

Q295、Q345 钢为 0.06。

液压试验：应逐根进行试验，试验压力按下式计算，但最高压力不超过 19Mpa。

$$P = 2SR/D$$

式中：S — 钢管公称壁厚 mm； D — 钢管公称外径 mm；

R — 允许应力，规定屈服点的 60%，Mpa。

2. 3. 2. 2. 5 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在

2. 3. 2. 2. 6 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

按其他钢种生产。

对壁厚 $\leq 8 \text{ mm}$ 的钢管，进行扩口试验。

对外径 $\leq 22 \text{ mm}$ 的钢管，进行弯曲试验。

2. 3. 3 生产现状和展望

输送流体用无缝钢管同结构用管一样也是无缝钢管中最普通，用量最多，规格最广，同时也是竞争最普遍的，一般无缝钢管厂也都能生产的一种。它的竞争同样也不单是各无缝钢管厂之间的竞争，而且是整个管子行业（无缝钢管、焊接钢管、有色金属管、铸铁管、塑料管和复合管等等）的竞争，其中特别是同焊管、铜管和钢或铝塑管的竞争。而竞争的核心是同等性能的价格比！，即同等性能的成本比！。所以，如何在确保质量和功能的前提下，降低成本，则是今后的主要研究和开发的方向。

2. 4. 锅炉管（低中压锅炉管- GB3087-1999）

锅炉管是锅炉用无缝钢管的简称。我国的锅炉分为：生活锅炉、一般工业锅炉、机车锅炉和火力发电锅炉（简称火电锅炉）。火电锅炉根据其蒸汽压力又分为低压、中压、高压、超高压、亚临界压力和超临界压力锅炉。火电锅炉规定的蒸汽出口压力，详见表 2—4—1。

根据锅炉的分类，锅炉用无缝钢管，分为低中压锅炉用无缝钢管（简称低中压锅炉管）和高压锅炉用无缝钢管（简称高压锅炉管），高压锅炉管详见×页4. 2 高压锅炉管的技术要求、生产工艺、技术和设备。

表 2—4—1 火电机组蒸汽锅炉出口蒸汽压力的规定值

锅炉	锅炉出口蒸汽压力 (表压) 大气压	我国规定 (表压) 大气压
低压锅炉	≤25	≤25
中压锅炉	30~50	30
高压锅炉	80~110	110
超高压锅炉	120~150	140
亚临界压力锅炉	160~200	170
超临界压力锅炉		22.1MPa

注：此表数据由“蒸汽锅炉安全技术监查中心”提供

锅炉属于压力容器，是属于必须确保安全的设备，所以锅炉用无缝钢管要严格按照国家强制性专用管标准要求，全面确保产品质量。

2. 4. 1 低中压锅炉管（GB3087-1999）简介

低中压锅炉用无缝钢管的应用范围是用于蒸汽压力较低（ $P \leq 6\text{MPa}$ ）的一般工业锅炉、机车锅炉和生活锅炉等的过热蒸汽管、沸水管、大烟管、小烟管和拱砖管等。

我国低中压锅炉管，最早是鞍钢无缝钢管厂从 1953 年开始按 Г о с Т 3099—46 生产，1954 年开始按企业标准—鞍标 432—54 “锅炉管”生产，后来冶金部于 1957 年批准公布了部颁标准—冶标 13—57，并于 1963 年进行了第一次修订并更名为“锅炉用无缝钢管” YB232—63；于 1970 年进行了第二次修订为 YB232—70。1982 年 YB232-70 标准上升为国家标准并更名为“低中压锅炉用无缝钢管”，即 GB 3087-82，于 1983 年开始实施。于 1999 年修订为现行的强制性国家标准 GB3087-1999。

2. 4. 2 低中压锅炉管的技术条件

2. 4. 2. 1 低中压锅炉管的生产供货范围，详见表 2—4—2

表 2—4—2 生产供货范围表

项目 \ 生产方法	热轧（挤压、热扩）	冷拔、冷轧
钢管外径（mm）	10~426	10~200
钢管壁厚（mm）	1.5~26	1.5~14
钢管通常长度（mm）	4000~12000	4000~10500
钢 种	10、20	
供货状态	热轧（终轧温度 $\geq \text{Ar3}$ ）	热处理

2. 4. 2. 2 低中压锅炉管的质量保证

2. 4. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—4—3

2. 4. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差为 $+20\text{ mm}$ ； -0 mm 。

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 $\leq 159\text{ mm}$ 5~10 mm

外径 $> 159\text{ mm}$ 10~15 mm

弯曲度： 钢管壁厚 $\leq 15\text{ mm}$ $\leq 1.5\text{ mm/m}$

$> 15\sim 30\text{ mm}$ $\leq 2.0\text{ mm/m}$

钢管外径 $\geq 351\text{ mm}$ （热扩管） $\leq 3.0\text{ mm/m}$

2. 4. 2. 2. 3 力学性能

交货状态钢管的纵向力学性能应符合表 2—4—4。

用于中压锅炉过热蒸汽管的钢管的高温瞬时性能（ $\sigma_{0.2}$ ），应符合表 2—4—5 的规定，需方在合同中应注明钢管的用途。

表 2—4—3 外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差	
			普通级	高级
热轧（挤压、热扩）管	外径 D	<159	±10%（最小±0.50mm）	±0.75%（±最小0.40mm）
		≥159	±1%	±0.90%
	壁厚 S	≤20	+15%（最小值+0.40mm） -12.5%（最小值 -0.35mm）	±10% （最小值为±0.30mm）
		>20	±12.5%	±10%
		D≥351	（热扩管）±15%	
冷拔（轧）管	外径 D	>10~30	±0.40mm	±0.20mm
		>30~50	±0.45mm	±0.25mm
		>50	±1%	±0.75%
	壁厚 S	>1.5~3	+15% ; -10%	±10%
		>3	+12.5% ; -10%	±10%

表 2—4—4 钢管的纵向力学性能

钢号	力学性能			
	壁厚 mm	抗拉强度 Mpa	屈服点 Mpa	伸长率 %
			≥	
10	全部	335~475	195	24
20	≤15	410~550	245	20
	≥15		225	

表 2—4—5 钢管在高温下的屈服强度最小值（ $\sigma_{0.2}$ ）

钢号	试样状态	温度, °C					
		200	250	300	350	400	450
10	供货状态	165 Mpa	145 Mpa	122 Mpa	111 Mpa	109 Mpa	107 Mpa
20		188 Mpa	170 Mpa	149 Mpa	137 Mpa	134 Mpa	132 Mpa

2. 4. 1. 2. 2. 4 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除。清除深度不得超过公称壁厚的负偏差，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。

直道允许深度：冷拔（轧）管：≤壁厚的 4%，最大深度为 0.3mm；

热轧（挤、扩）管：≤壁厚的 5%，最大深度为 0.5mm；

深度不超过壁厚负偏差，并且剩余壁厚不小于壁厚允许的最小值的其他缺陷允许存在。

2. 4. 1. 2. 2. 5 压扁、弯曲和液压试验

压扁试验：对外径 $D > 22$ mm；壁厚 ≤ 10 mm 的钢管，应进行压扁试验，

平板间距（H）值按下式计算：

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D)$$

式中：S — 钢管壁厚 mm； D — 钢管外径 mm；

α — 单位长度变形系数，为 0.08；当 $S/D \geq 0.125$ 时为 0.07。

弯曲试验：对外径 ≤ 22 mm 的钢管进行。弯曲角度为 90 度，弯心半径为钢管外径的 6 倍。弯曲处不得出现裂缝和裂口。

液压试验：应逐根进行试验，试验压力按下式计算，但 10 钢最高压力为 7 Mpa；

20 钢最高压力为 10 Mpa，稳压时间不少于 5S。

$$P = 2SR/D \quad \text{Mpa.}$$

式中：S — 钢管公称壁厚 mm； D — 钢管公称外径 mm。

R —允许应力，规定屈服点的 60%，Mpa。

供货方可以用涡流探伤代替液压试验。

2. 4. 2. 2. 6 低倍检验

采用连铸坯或钢锭直接轧制的钢管，供方应保证钢管或坯料的横截面酸浸低倍组织试片上无白点、夹杂、夹渣、翻皮、分层和皮下气泡。

2. 4. 2. 2. 7 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

进行成品钢管化学成份分析；指定炼钢方法；指定钢管制造方法。

注明试验温度，供方提供钢管的实际高温瞬时性能数据。

对壁厚≤8 mm 的钢管，进行扩口试验，顶心锥度为 30、45、60 度中的一种。

扩口后试样上不得出现裂缝和裂口。扩口后试样外径扩口率应符合 2—4—6 表的规定。

表 2—4—6 钢管外径扩口率

钢号	扩口率 %		
	内径/外径		
	≤0.6	>0.6~0.8	>0.8
10	12	15	19
20	10	12	17

对 10 钢，进行卷边试验。卷边宽度（由内壁量起）不得小于公称内径的 12%，亦不得小于公称壁厚的 1.5 倍，卷边角度为 90 度，卷边后在试样卷边处不得出现裂缝和裂口。

机车锅炉用管可进行弯曲试验，弯曲角度及弯心半径由双方议定。

逐根进行超声波检验，对比样管外表面纵向缺口糙深度等级应符合 GB/T5777—96 中 C8 的规定。

可用超声波探伤或漏磁探伤代替液压试验。

可交付长度不短于 3m 的钢管，其重量不得超过该批钢管总重量的 5%。

2. 4. 3 生产现状及展望

中低压锅炉用无缝钢管是专用无缝钢管中用途较广和用量较多的一种。因中低压锅炉管是属于国家管理压力容器用钢材范围，所以必须由经国家指定部门检查审定符合规定生产条件并发给了生产许可证的无缝钢管厂生产。现在具有能生产中低压锅炉管能力并已取得许可证的无缝钢管厂已足够多，生产能力完全可以满足国内市场的需要，并已部分出口国外。中低压锅炉管过去全部是无缝钢管，现在由于焊接钢管质量的提高，已完全可以满足中低压锅炉管的质量要求，所以在中低压锅炉管市场上也已存无缝和焊管的竞争！。

所以，如何在确保质量和功能的前提下，降低成本，也是中低压锅炉用无缝钢管今后的主要努力方向。

2. 5 地质管（YB235-70；YB/T5052-93；Q/CG51—87）

地质钻探用无缝钢管简称地质管，是地质普查，矿产勘探、工程地质勘探、水文地质钻探、盐井、矿泉水、地热、油气井钻探、煤碳勘探以及固井等工程钻探开发所必需的材料。据不完全统计，地质矿产部门年需无缝钢管约 7 万吨，其中一半为地质钻探用无缝钢管；煤炭及其它工业部门年需地质钻探用无缝钢管约 1.5 万吨。随着新的矿区、油气田及煤炭矿业等的勘探和开发，对地质钻探用无缝钢管的需求量必然增加，而且由于勘探范围逐渐从陆地转向沙漠和海洋，对其质量要求也越来越高。

地质管按用途分为地质钻杆、地质套管、岩心管、钻铤、主动钻杆和钻头。地质钻杆有两端内加厚、两端外加厚和端部不加厚三种。地质钻杆及其接箍采用 DZ50、DZ55、DZ65、DZ75、DZ85 和 DZ95 钢级制造。它们是地质钻探用量最大管材。

地质套管、岩心管占地质钻探管用量的 30%。套管用于固井、岩心管用于抽取岩心。套管、岩心管及其接头一般由 DZ40、DZ50、DZ55、DZ65、DZ75 钢级制造。

钻铤连接在钻杆下部起加压和防止井道倾斜作用,为厚壁无缝钢管,其使用钢级与地质钻杆相同。

主动钻杆位于钻具上方,上连钻机,下接钻杆、起传递扭矩,承受钻具重量作用。主动钻杆有六方、两方、四方和键槽式 4 种,所使用钢级为 DZ40 和 DZ50。

钻头在钻具最下方,起直接钻进作用。钻头有硬质合金钻头、钢粒钻头和金刚石三种,其钢管一般采用 45 号钢, DZ40、DZ50 和 DZ55 钢级。

套管,特别是深井套管,应具有高的抗拉强度、抗挤压力和耐 H₂O、CO₂ 等介质腐蚀的性能,其尺寸精度和表面质量要求基本与钻杆相同,而岩心管的服役条件和质量要求则与套管相似,使用的钢级一般为 DZ55 及以上。钢的 S、P 含量均应不大于 0.04%。

2. 5. 1 简介

是我国开发专用无缝钢管最早的品种之一, 1955 年 6 月鞍钢无缝钢管厂,按照原苏联标准 Г о с т 6238-52 “用内接头连接的地质钻探岩心管及其套管”,生产出了 $\phi 146 \times 4.5$ mm 和 $\phi 146 \times 7.5$ mm 我国第一批地质套管。1957 年鞍钢参照 Г о с т 6238-52,制定了鞍钢企业标准 鞍标 437-57。接着冶金部颁布了部颁标准“用内接头连接的地质钻探岩心管及其套管”冶标 19-57,并于 1963 年修订为 YB236-63。

1956 年鞍钢无缝钢管厂,按照原苏联标准 Ч М Т Y 3343-53 “地质钻探杆管”生产出我国第一批地质钻杆管,1957 年鞍钢参照 Ч М Т Y 3343-53,制定了企业标准 鞍标 438-57;同年冶金部颁布了部颁标准“地质钻探杆管”冶标 21-57,1963 年修订为 YB235-63。1970 年冶金部将两个标准经过修改合并为一个标准“地质钻探用钢管”YB235-70。

标准公布后,鞍钢无缝钢管厂、成都无缝钢管厂等无缝钢管生产厂普遍按此标准生产 DZ40、DZ50 和 DZ55 钢级的中小直径地质管,并开始研制生产供应 DZ60、DZ65 钢级的地质钻探管。大直径地质管主要由成都无缝钢管厂生产供应。

70 年代中期,随着金刚石钻井技术的引进,冶金工业部以瑞典 CMS 和日本 JIS 标准为蓝本,制订了 YB848-75 “小口径钻进用钢管”标准,并于 1975 年正式颁布实施。随着我国金刚石钻进技术的发展,YB848-75 标准已不适应生产要求,为与国际标准相适应,借鉴美国 DCDMA 标准,制定了“金刚石岩心钻采用无缝钢管”国家标准 GB3423-82,取替 YB848-75。

1982 年无锡钢厂开始试制、生产供应 DZ75 钢级的地质钻探用冷拔钢管,生产规格为 $\phi 55.5 \times 4.75$ mm; $\phi 73 \times 5$ mm 和 $\phi 88.5 \times 5.5$ mm。

1987 年成都无缝钢管厂根据国内对热轧大中直径地质钻探管的需要,制定“地质钻探用无缝钢管”企业标准 Q/CG51-87 (1999 年修改为“地质钻探用光管”Q/CG51-99),该标准中增加了部分大直径钢管规格(YB235-70 中没有的),使地质钻探管的外径系列、壁厚和技术要求与 API 标准基本一致,填补了冶标(YB235-70)的不足,满足了我国地质钻探的需要。

1993 年国家对国家标准的管理进行了调整,将国家标准“金刚石岩心钻采用无缝钢管”GB3423-82 调整为行业标准,冶金工业部对其进行了修订并公布为部颁推荐标 YB/T5052-93。

2. 5. 2 地质管的技术条件

2. 5. 2. 1 地质管的生产供货范围

2. 5. 2. 1A “地质钻探用钢管”(YB235-70)的生产供货范围,详见表 2-5-1A。

2. 5. 2. 1B “地质钻探用光管”(Q/CG51-99)生产供货范围,详见表 2-5-1B。

2. 5. 2. 1C “金刚石岩心钻采用无缝钢管”(YB/T5052-93)生产供货范围,详见表 2-5-1C。

表 2-5-1A “地质钻探用钢管”(YB235-70)生产供货范围表

品种	内、外加厚钻杆	岩芯管及套管	钻头用钢管	钻铤	主动钻杆
钢管外径 * 壁厚 (mm)	33.5*5.25;42*5; 50*5.5;60*6 89*10	34.5/44.5*3.73;57.5/73.5*4; 89.5*4.25;108.5*4.5; 127.5/146.5*4.75;177.8*7/8; 219.1/244.4*8/9;273*9/10; 325/377/426*10/11	58.5~430 *9~20(钢粒) 60~385*9~20 (硬质合金)	70*20 85*25	51~141 *7~19
接箍尺寸 (mm)	内径 34~118 外径 25~94	23.5~404 34.5~426	—	59、74 85、100	—
钢管通常 长度 (m)	定尺: 4.5、6.0m,	岩芯管及套管: 4~6m, 每批允许交 10% 的长度不小于 3m 的短尺。 接箍料: >1.5m。	3~5m, 可协商倍尺 或短尺交货。	定尺: 3、4.5m	定尺: 两方-3.55、7m 六方-5、6、6.02、8m 四方和键槽式-8m
钢 级	DZ50、55、60、65、 75、85、95。	DZ40、50、55、65、75	DZ40、50、55	同钻杆	DZ40、50
供货状态	钻杆一端螺纹需 带有保护环,另一 端需带有接箍和 保护环.螺纹的尺 寸、齿形和表面等 要求, 详见标准。	钢管两端:一端螺纹需带有保护 环, 另一端需带有接箍和保护 环, 螺纹的尺寸、齿形和表面等 要求, 详见标准。	热轧交货。	同钻 杆。	两端不加工螺纹。 热轧交货。 采用调质处理时, 双方协商确定。

表 2—5—1B “地质钻探用光管”(Q/CG51-99) 生产供货范围表

钢管外径*壁厚 (mm)	108.5*6.75;127.5*7.25;139.7*4.75/7.25;146.5*4.75/7.5; 168.3/177.8*6/7/8~11;219.1/244.5/273*7/8~12;325/339.7*9~12
钢管通常长度 (m)	4~12.5
钢 级	DZ40;DZ50
弯曲度 mm/m	直径 ≤146.5 - 1.0; ≥168.3- 1.3
供货状态	钢管两端切成与轴线垂直的完整端面, 并清除毛刺。

表 2—5—1C 金刚石岩心钻采用无缝钢管”(YB/T5052-93) 生产供货范围表

品种	岩芯外管	岩芯内管	套 管	钻 杆
钢管外径 (mm)	27~89	20.5~77	45~108	25~71
其中: 绳索取芯用管内径 (mm)	36~63	27~51	41~81	34~61
钢管壁厚 (mm)	2.25~5	1.25~3.5	3.5~5.25	4~6
钢管通常长度 (m)	3~6, 每批钢管允许交付长度不小于 1.5 m 的短尺管和非定尺管, 但其重量不得超过本批钢管的 5%。			
钢 级	DZ40、50、55、60、65、75。			
供货状态	屈服点≤60Kgf/mm ² 的钢管须正火交货, 热轧钢管可用控制终轧温度 代替正火; 屈服点>60Kgf/mm ² 的钢管须正火加回火交货。			

2. 5. 2. 2 地质管的质量保证

2. 5. 2. 2. 1 外径 (内径*) 和壁厚的允许偏差

*: 根据需方要求, 经双方协议。

2. 5. 2. 2. 1A “地质钻探用钢管”（YB235—70）的外径和壁厚的允许偏差，
 详见表 2—5—2A。

表 2—5—2A “地质钻探用钢管” 外径和壁厚的允许偏差表

内、外加厚钻杆				岩芯管和套管				其他		
外 径		壁 厚		外 径		壁 厚			偏差 %	
尺寸 mm	偏差 %	尺寸 mm	偏差 %	尺寸 mm	偏差 %	尺寸 mm	偏差 %	钻头用管 (钢粒)	外径 壁厚	±1.0 ±10
< 89	+1.2 -0.6	<10	+15 -5	≤ 89.5	± 0.8	3.75~4.25	+ 12 - 8	钻头用管 (硬质合金)	外径 壁厚	±1.25 ±12.5
89	± 1.0	10	+12.5 -10	> 89.5	± 1.0	4.5~4.75	+ 15 - 10	钻铤	外径 壁厚	+2mm;-0 ±12.5
备注：螺纹尺寸和齿形及接箍尺寸见标准。						7~11	±12.5	主动钻杆	外径或对面距	±1.0

2. 5. 2. 2. 1B “地质钻探用光管”（Q/CG51-99）的外径和壁厚的允许偏差为
 钢管外径偏差： 108.5~127.5 mm ±1.0 %
 139.7~339.7 mm ±0.75 %
 钢管壁厚偏差： ±12.5 %

2. 5. 2. 2. 1C “金刚石岩心钻采用无缝钢管”（YB/T5052-93）的外径（内径）和壁厚的允
 许偏差，详见表 2—5—2C。

表 2—5—2C “金刚石岩心钻采用无缝钢管” 外径（内径）和壁厚的允许偏差表

按外径和壁厚交货				绳索取芯用钻杆可按内径和壁厚交货*1			
外 径 mm		壁 厚 mm		内 径 mm		壁 厚 mm	
尺 寸	偏 差	尺 寸	偏 差	尺 寸	偏 差	尺 寸	偏 差
< 30	± 0.30	<3 ≥3	+15% -10% +12% -10%	< 40	± 0.30	所有 尺寸	± 10 %
30~50	± 0.40			40~50	± 0.40		
> 50	± 1%			> 50	±0.40%		

2. 5. 2. 2. 2 长度允许偏差和弯曲度
 YB235—70 规定：

内、外加厚钻杆、钻铤和主动钻杆按定尺交货：

内、外加厚钻杆每批分别允许交付长度不小于 4.1 m、5.7m 的短尺钻杆 10%和
 2m 以上的非定尺钻杆 5%，端部不加厚的定尺钻杆（光管）其长度由双方协商确定。

主动钻杆定尺长度，允许偏差为±100mm。

弯曲度：内加厚钻杆 ≤ 1 mm/m ； 外加厚钻杆 ≤ 1.5 mm/m。

岩芯管和套管 直径 ≤146.5 ≤ 1 mm/m；
 177.8-273 ≤ 1.3 mm/m

钻头用管	直径	≥ 325	$\leq 1.5 \text{ mm/m}$
		< 110	$\leq 1.0 \text{ mm/m}$
		> 110	$\leq 1.5 \text{ mm/m}$

Q/CG51-99 规定:

定尺长度偏差	钢管定尺长度 $\leq 6 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
	$> 6 \text{ m}$	$\pm 15 \text{ mm}$

倍尺的全长允许偏差为 $+20 \text{ mm}$,

每个倍尺长度应加切口长度: 直径 $\leq 146.5 \text{ mm}$	应留切口余量 $5 \sim 10 \text{ mm}$
≥ 168.3	$10 \sim 15 \text{ mm}$

YB/T5052-93 规定:

根据需方要求, 经双方协议, 可供定尺和倍尺长度的钢管:

定尺长度偏差为 $+20 \text{ mm}$ 。

倍尺的全长允许偏差为 $+20 \text{ mm}$, 每个倍尺长度应加切口长度 为 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 。

弯曲度: $\leq 1.0 \text{ mm/m}$ 。

2. 5. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份 (熔炼), YB235-70 规定: 含硫 $\leq 0.045\%$; 含磷 $\leq 0.040\%$ 。

Q/CG51-99 规定: 含硫 $\leq 0.035\%$; 含磷 $\leq 0.035\%$ 。

YB/T5052-93 规定: 含硫 $\leq 0.040\%$; 含磷 $\leq 0.040\%$ 。

其他成分, 推荐如表 2-5-3。

表 2-5-3 YB/T5052-93 推荐钢的化学成份 (熔炼) 表

钢级	牌号	化 学 成 份* %					
		C	Si	Mn	Mo	V	B
DZ40	45MnB	0.42~0.49	0.20~0.40	1.10~1.40			0.001~0.0035
	50Mn	0.48~0.56	0.17~0.37	0.70~1.00			
DZ50	40Mn2	0.37~0.44	0.20~0.40	1.40~1.80			
	40Mn2Si	0.37~0.45	0.40~0.70	1.30~1.80			
DZ55	40Mn2Mo	0.38~0.45	0.20~0.35	1.50~1.80	0.20~0.30		
	40MnVB	0.37~0.44	0.20~0.40	1.10~1.40		0.05~0.10	0.001~0.004
DZ60	45MnMoB	0.41~0.49	0.17~0.37	0.90~1.20	0.20~0.30		0.001~0.005
DZ65	27MnMoVB	0.22~0.32	0.17~0.37	1.20~1.60	0.30~0.50	0.08~0.15	0.001~0.005
DZ75*	35MnMoVTi	0.32~0.40	0.17~0.37	1.40~1.70	0.40~0.60	0.04~0.10	

*: 非标准推荐成份, 是无锡钢厂自用成份; 另有 Ti-0.03~0.07%, Cu $\leq 0.20\%$ 。

钢管的力学性能应符合表 2-5-4 的规定。

2. 5. 2. 2. 4 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层、发纹和结疤。这些缺陷必须完全清除, 清除后不得使壁厚和外径超过负偏差。深度不超过外径或壁厚允许偏差的轻微凹凸或纵向直道等缺陷允许存在。

表 2-5-4 钢管的力学性能表

牌 号	抗拉强度 σ_b kgf/mm ²	屈服点 σ_s kgf/mm ²	断后伸长 率 δ_5 %	断面收缩率 *1 ψ %	冲击值*1 a_k kg.m/cm ²
	不小于				
DZ40	65	40*2	14	-	-
DZ50	70	50	12	40	4
DZ55	75	55	12	40	4
DZ60	78	60	12	40	4
DZ65	80	65	12	40	4
DZ75	85	75	10	40	4
DZ85	95	85	10	40	4
DZ95	105	95	10	40	4

*1: 这两项（断面收缩率、冲击值）规定，只适用于 YB235—70 标准中的两端内、外加厚钻杆。

*2: YB235-70 规定（屈服点 σ_s ）为 38 kg/mm²。

2. 5. 2. 2. 5 其他

YB235—70 规定：钻杆及其接箍应经热处理，钻杆的热处理（正火或调质）应在两端加厚后进行。

接箍料（坯管）先经过热处理（调质）后再进行机械加工。经调质的钻杆或接箍料其机械性能由双方协议规定。

接箍的钢号，当钻杆为 DZ55 时，可用同级钢制造，当钻杆低于 DZ55 时，应用高一级钢制造。

钻杆的锁接头采用的钢号的屈服点不低于 75 kg/mm²；表面硬度不低于洛氏硬度（HRC）26~30；冲击韧性不低于 4 kg.m/cm²。

经供需双方协商，在合同中注明。

可用无损探伤检查，检查标准双方另定。

经过热处理的接箍料可进行冲击和硬度试验。

YB/T5052-93 规定：根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明。

按其他规格、长度生产。

采用调质处理交货。

钻杆可做水压试验，也可用无损检验代替水压试验。

2. 5. 3 生产现状和展望

我国地质管的生产，现在基本上可以由满足国内生产建设的需要。过去我国使用的地质管主要是进口的。从 1987 年开始，我国进口地质管下降到万吨以下，14 年的年平均进口量下降到 3000 吨以下（2884t）。并从 1992 年开始出口，虽然出口量不多。我国地质管近 20 年的进、出口情况详见表 2—5—5。虽然近 14 年的进口量有所下降，但波动很大，94、95 年都还进口了达万吨（当然 94 和 95 年进口多，可能和 93、94 年国内市场特别紧张有关），但 97 年的进口也还达到近 5000 吨。这说明我国的地质管生产，还在品种、规格和质量等方面存在着一定缺口。特别是在高强度钢级（如 DZ75 以上钢级，而日本、美国早已成批生产相当我国 DZ95 级的 JS-R110、VHS-170 等钢级）、高尺寸精度（如国外大口径钻杆钢管外径精度一般为 $\pm 0.5 \sim 1\%$ ，壁厚精度在 $\pm 8\%$ 左右，弯曲度一般不超过 1mm/m；小口径钻杆钢管外径或内径精度 $\pm 0.3 \sim \pm 0.1\text{mm}$ ，壁厚偏差不大于 $\pm 8\%$ ；弯曲度不大于 0.3mm/m）和特殊用途（抗硫化氢、二氧化碳等腐蚀）的地质管。为此，加速开发研制高强度、高精度和特殊品种的地质管是我们当前的科研任务。

表 2—5—5 1882~1999 年地质管进出口情况表

1982~1999年地质管进出口情况 (万吨)											
年份	进口	出口	年份	进口	出口	年份	进口	出口	年份	进口	出口
82	0.50	-	87	0.30	-	92	0.57	0.003	97	0.492	0.041
83	2.80	-	88	0.10	-	93	0.19	0.000	98	0.127	0.012
84	1.30	-	89	0.10	-	94	1.00	0.000	99	0.01	0.03
85	3.10	-	90	0.00	-	95	0.985	0.005			
86	2.30	-	91	0.00	-	96	0.133	0.006	合计	14.028	0.096
									平均	0.779	0.012

另外,为了早日使国产地质管规范化、系列化、现代化,应尽快制订一个较为完整的、能体现现代生产工艺技术、质量水平、达到目前国际水平的国家推荐的地质管标准来代替 YB235-70 标准,以更好地促进和推动国产地质管的不断发展和走向世界市场。

现在,就我国目前无缝钢管生产、科研设备和能力来看,完成这个任务是不难的!,难在现在由那个单位,那家工厂和那个科研单位去完成!。

2. 6 机加工管 (Q/CG68—92)

机加工管是机械加工用无缝钢管的简称。机械加工用无缝钢管是指需要经过机械加工后才能作为零件使用的无缝钢管,即是作为机械加工零件的坯料的无缝钢管。其中,凡是专门用于机械加工某种大批量,专用零、部件的无缝钢管,而且已订有专用技术标准(条件)的不包括在内。如轴承管、液压支柱管等均不包括在内。

2. 6. 1 简介

机加工管,目前我国还没有统一的标准,用户订货时,开始只有用 YB231《一般用无缝钢管》,后来用 GB8162—87, GB/T8162—1999《结构用无缝钢管》等标准,但在使用(机加工过程)中常常发现一些问题,如微细裂纹、加工余量太大或太小等。后来又采用供需双方签订专用技术条件或采用《Q/CG54—87?; GB/T17396—1998 液压支柱用热轧无缝钢管》等专用标准,这样不但麻烦,而且给生产厂增加了费用(增加专用孔型、工模具和工艺等),给用户增高了价格。为此,国内一些无缝钢管厂根据自身生产情况和市场需求制定了各自的用于机加工的专用无缝钢管技术条件或企业标准。其中,具有代表性的企业标准是成都无缝钢管厂的 Q/CG68—92“液压件和机加工用无缝钢管”,该企业标准是该厂,于 1992 年把过去签订的有关各项专用技术条件归纳和总结并正式上升为企业标准的。该企业标准较 GB8162—87 标准的几何尺寸偏差要求稍低,而钢质、裂纹要求较严,其后在 1994 年、2000 年两次进行了修改,但技术条件没有变动。并一直按其供应市场。

2. 6. 2 机加工管的技术条件

2. 6. 2. 1 机加工管的生产供货范围,详见表 2—6—1。

表 2—6—1 机加工管的生产供货范围表

生产方法	热轧(挤压、热扩)	冷拔、冷轧
钢管外径(mm)	标准尺寸 10~610 非标准尺寸 6~630(特殊尺寸 660)	
钢管壁厚(mm)	0.25~65	
钢管通常长度(mm)	3000~12000	2000~10500
钢 种	JS10、JS20、JS35、JS45、27SiMn、JS35Cr、JS40Cr、JS35CrMo、JS42CrMo。	

供货状态	碳素钢热轧、合结构退火	退火
------	-------------	----

2. 6. 2. 2 机加工管的质量保证
2. 6. 2. 2. 1 机加工管的外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—6—2。

表 2—6—2 机加工管的外径和壁厚的允许偏差表

订货方式 钢管种类	按外径 、壁厚		按内径 、壁厚	
	外径 D mm	壁厚 S mm	外径 D mm	壁厚 S mm
热轧（扩）管	<351 ±1%	≤20 *1 +15% ； -12.5%	80~139 ±2mm	≤20 +15% -12.5%
		>20 *1 ±12.5%	140~200 ±1.5%	
	≥351 和 不定径管 ±1.25%	±15%	>200 ±1.25%	>20 *2 ±15%
			≥351 ±1.25%	
冷拔（轧）管	±0.75%	±10%	±0.5mm	±10%

*1: 27SiMn 热轧管壁厚≤20 mm 允许偏差±12.5%；壁厚>10 mm 允许偏差±10.0%。

*2: 27SiMn 热轧管壁厚>10 mm 允许偏差 +12.5%，-10.0%。

2. 6. 2. 2. 2 定尺、倍尺和范围长度的允许偏差及弯曲度

定尺、倍尺长度全长允许偏差： ≤ 6000 mm +10 mm； -0 mm。
> 6000 mm +15 mm； -0 mm。

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 ≤ 159 mm 5~10 mm。
外径 > 159 mm 10~15 mm。

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm； -0 mm。

范围长度全长允许偏差 ±500 mm。

弯曲度： 钢管壁厚 ≤ 15 mm ≤ 1.0 mm/m。
> 15~30 mm ≤ 2.0 mm/m。
> 30~40 mm ≤ 2.5 mm/m。
> 40 mm ≤ 3.0 mm/m。

全长弯曲度（凡因直径影响钢管弯曲度，不应视为弯曲）≤ 8 mm。

2. 6. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合 GB/T699（碳结钢）标准的相对应 10、20、35 和 45 号钢和 GB/T3077（合金结构钢）标准的钢号及相对应 JS35Cr、JS40Cr、JS35CrMo、JS42CrMo 钢号的规定。

热轧状态供货的优碳钢管的力学性能应符合表 2—6—3 的规定；合金结构钢管试样调质后的力学性能和钢管热处理的布氏硬度应符合表 2—6—4 的规定，标准中对 27SiMn 无缝钢管，增加了断面收缩率和冲击功的要求，并规定钢管允许用横向性能代替纵向性能交货，此时允许断后伸长率 δ 5 降低 2%，但仲裁时以纵向性能为依据。

表 2—6-3 优质碳素结构钢钢管力学性能表

牌号	抗拉强度, Mpa	屈服点, Mpa			断后伸长率 $\delta_5\%$
		$S \leq 15 \text{ mm}$	$S > 15 \sim 30 \text{ mm}$	$S > 30 \text{ mm}$	
JS10	≥ 335	≥ 205	≥ 195	≥ 185	≥ 24
JS20	≥ 390	≥ 245	≥ 235	≥ 225	≥ 20
JS35	≥ 510	≥ 305	≥ 295	≥ 285	≥ 17
JS45	≥ 590	≥ 335	≥ 325	≥ 315	≥ 14

表 2—6-4 合金结构管试样调质后的力学性能和钢管热处理的布氏硬度表

牌 号	热 处 理				抗拉 强度 σ_b $\geq$ Mpa	屈服强 度 σ_s $\geq$ Mpa	断后伸 长率 δ_5 $\geq\%$	收缩 率 Ψ $\geq\%$	冲击 功 J $\geq$ Aku	热处理状态布 氏硬度压痕直 径 $\leq$ mm
	淬 火		回 火							
	温度 ℃	冷却剂	温度 ℃	冷却 剂						
27SiMn	920	水	450	水油	980	835	12	40	39	4.0
JS35Cr	860	油	500	水油	930	735	11	—	—	4.2
JS40Cr	850	油	520	水油	980	785	9	—	—	4.2
JS35CrMo	850	油	550	水油	980	835	12	—	—	4.0
JS42CrMo	850	油	560	水油	1080	930	12	—	—	4.1

2. 6. 2. 2. 4 高、低倍检验

27SiMn 钢管应按 GB/T10561 中 A 法和 JK 标准评级图进行非金属夹杂物检验，其 B 类（脆性夹杂物）和 A 类、C 类（塑性夹杂物）级别各不大于 3 级，二者之和不大于 5.5 级。

27SiMn 钢管还须进行低倍检验，其低倍组织不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮及白点。

2. 6. 2. 2. 5 钢管表面

按内径、壁厚供货时，钢管的和结疤存在，这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。内表面凡能确保加工精度的轻微（不超过公称内径允许的正偏差）缺陷允许存在，可不清除。

按外径、壁厚供货时，钢管的外表面可进行点磨检查缺陷深度，凡能确保外表面加工精度的轻微（不超过公称壁厚允许的负偏差）缺陷可不清除允许存在，内表面不得有裂纹、折叠、分层等缺陷存在，凡没有超过壁厚负偏差的轻微缺陷允许存在。

钢管经加工后，如因缺陷深度超过公称壁厚允许负偏差而报废，则由供方负责。

2. 6. 2. 2. 6 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

不定径管的尺寸。

按其他钢号生产。

其他热处理状态交货。

2. 2. 3 生产现状和展望

机加工管用途广，品种多。因为机械零件中环状体和筒状体相当多，这部分零件一般都可以用无缝钢管来制造，只要品种和规格适当，不但省工、省时、省料，而且质优、价廉。

目前我国很多无缝钢管厂都在生产供应，有些厂已定有专用技术条件或专用企业标准，但也还有很多用户和生产厂在使用通用标准或通用标准加补充协议，更要些用户还在使用棒材或锻材加工适用钢管加工环状体或筒状体零件。究其原因，肯定是用户或无缝钢管生产厂之间互相了解、沟通不够，互为对方努力创造条件不够。另外，肯定也有现有专用机加工管标准或技术条件中钢号少、规格不全或是根本无标准的问题。

为了给机械零件加工者创造更宜于方便选用合适的无缝钢管，适当的增多加工管的钢号、规格和制定更多的专用机加工管是非常必要。另外，为了更加广泛和进一步扩大使用单位和生产厂的范围，制定专用机加工无缝钢管的国家推荐标准也是需要的。

2. 7 精密管（GB3639—83；GB/T8713-88）

精密管是冷拔（轧）精密无缝钢管的简称，是指钢管尺寸（外径、内径和壁厚）公差、弯曲度和表面质量高于常规标准和钢管经冷加工（正常或轻微变形）后不经热处理的较高机械性能的无缝钢管。它主要用于机械制造行业，使用这种钢管有的可以不经任何加工，只经抛光（轻研磨）；有的需经过珩磨和抛光或精磨、珩磨和抛光后即可满足机械加工件的尺寸精度要求，直接进行下工序的加工或组装。其优点是不需要再经过车、磨、（精磨、珩、抛）、热处理与矫直等工序，达到省工、省时、省料和提高工效以及充分发挥钢管综合机械性能的目的。如汽车与摩托车减震器管、液压-气动缸体与柱塞杆用管、柱塞式润滑油泵壳体用管、潜油电机轴与壳体用管、换热器与蒸发器用管、纺织机空心轴及织布机及织布机卷筒用管和电阻壳体用管等。

2. 7. 1 简介

这种精密管，1983 年以前，因我国没有统一的这种高精度的技术标准（条件），用户只能选用 YB231-7 标准中的钢管外径和壁厚允许尺寸偏差的“普通级”或“较高级”；而对更高的尺寸偏差，椭圆度、弯曲度、表面质量及力学性能要求，只能双方协商，以技术协议的形式予以补充规定。

这种精密管，早在 1968 年上海钢管厂就在我国自制的 SG30 三辊冷轧管机上，将冷拔管试轧成为 $\Phi 33 \times 1.5$ mm 汽车减震器用高精度管，内径尺寸精度偏差达到不大于 0.039 mm，表面粗糙度不大于 $0.8 \mu\text{m}$ 、8 级，交用户（上海汽车地盘厂）稍加研磨即成缸筒，使制造减震器的工效，比原用 $\Phi 38 \times 6$ mm 冷拔无缝钢管提高了 10 倍，材料消耗降低了 4 倍。80 年代初，该厂又按国际标准 ISO3304 组织生产，各汽车厂的系列减震器液压缸筒用管和摩托车和千斤顶液压缸筒用管。

1983 年国家标准局发布了（1984 年实施）GB 3639-83 “冷拔或冷轧精密无缝钢管”标准。该标准在外径和壁厚尺寸偏差上，比 YB231-70 的较高级，基本相当，个别规格略有提高；标准中增加了内径允许偏差，并规定，根据需方要求并在合同中注明，可按内径和壁厚或内径和外径供货；标准中还增加了冷加工/硬和冷加工/软两种钢管交货状态，以供应较高机械性能的钢管。这个标准虽有很大进步，但因其内、外径的允许偏差仍然偏大，依然满足不了液压-气动缸体、柱塞和其它机械部件等用管的精度要求。

为了满足我国汽车工业的发展需要，特别是上海桑塔纳轿车用管的需要。上海钢管股份有限公司在 GB3639—83 标准的基础上参照 DIN2391、DIN2393 标准，试制出了完全满足桑塔纳轿车用各种冷拔、冷轧高精密管。

1988 年冶金部根据用户要求，并参照国际有关标准水平，制定和批准了“液压和气动筒用精密内径无缝钢管”国标 GB8713—88。这个标准充分考虑了“液压和气动筒用”无缝钢管的需要，根据《机械加工的公差与配合，孔、轴公差带与配合》的规定而确定，规定钢管内径尺寸公差为 H8、H9、H10 三个等级。所以，GB8713—88（即现在的 GB/T8713-88）完全可以满足用户制造“缸体”的需要。但这个标准对制造“柱塞”的需要，还存在差距，因为标准对钢管外径偏差的规定，仍然是用 GB3639 标准的规定。因而，对用户订购制造“柱塞”用管时，仍需要签订补充条款，补充按外径和壁厚供货和高的外径尺寸偏差。

GB8713—88 公布后，我国主要拥有冷轧管机和高精度液压冷拔机的无缝钢管厂和液压缸厂等，先后按此标准试制和生产出了各种液压缸筒用和柱塞用冷拔、冷轧高精度无缝钢管，其中，常州冷拔油缸厂生产出了液压支柱柱塞用管 $\Phi 92\text{h}9 \times 8.5 \times 1045$ ， $\Phi 92\text{h}9 \times 7.0 \times 1050$ 的外径精度，已超过标准规定，达到了经研磨即可使用的 h8、h9 和 h10 和外表面粗糙度 $1.2 \mu\text{m}$ 的精度（详见 2. 20）；咸阳石油钢管钢绳厂生产出了整筒式抽油泵泵筒用精密无缝钢管 $\Phi 69.85 \times d$ （内径） 57×6.35 ，钢管的

实物长度超过标准规定，达到 7 米以上（ > 7.32m）；表面粗糙度超过标准规定，达到内表面 0.8~1.6 μm ，外表面 0.4~0.8 μm ；内径偏差达到 $\leq 0.04\text{mm}$ ，外径偏差 $\leq 0.10\text{mm}$ ，壁厚偏差达到 0.28~0.40mm；直线度达到 0.76‰。

2. 7. 2 冷拔（轧）精密无缝钢管的生产供货范围，
生产供货范围，详见表 2-7-1

表 2-7-1 生产供货范围表

标准	GB3639—83	GB8713—88
钢管外径（mm）	4~200	4~240
钢管壁厚（mm）	0.5~12.5	1.5~20
钢管通常长度（mm）	2000~7000	2000~6000
钢 种	10、20、35、45 号钢	
供货状态	冷加工/硬、冷加工/软、消除应力退火	冷加工/硬

2. 7. 3 精密管的质量保证

2. 7. 3. 1 外、内径和壁厚允许偏差

外、内径允许偏差：GB3639—83 中冷加工/硬和冷加工/软交货状态钢管以及 GB8713—88 钢管的外径偏差，详见表 2-7-2、2-7-3。
GB3639—83 中消除应力退火钢管的外径偏差为表 2-7-2 中数值的 x 倍。壁厚/外径 $\geq 1/20$ ， $x=1$ ；
壁厚/外径 $< 1/20 \sim 1/40$ ， $x=1.5$ ；
壁厚/外径 $< 1/40 \sim 1/60$ ， $x=2$ ；
壁厚/外径 $< 1/60$ ， $x=2.5$ ；
壁厚允许偏差，GB3639—83 规定： $\pm 10\%$ （最小 $\pm 0.12\text{mm}$ ）
GB8713—88 规定：按外径和内径供货时；
钢管允许的最小壁厚 $\geq 0.9 \times (D_{\min} - d_{\max}) / 2$
 $D_{\min}$ —钢管允许的最小外径；
 $d_{\max}$ —钢管允许的最大内径。
按内径和壁厚供货时： $\pm 10\%$ 。

表 2-7-2 外径公差表

外径 mm	公 差 mm	外径 mm	公 差 mm	外径 mm	公差 mm	外径 mm	公差 mm
4~30	± 0.10	> 70~80	± 0.35	> 140~150	± 0.75	> 190~200	± 1.00
> 30~40	± 0.15	> 80~90	± 0.40	> 150~160	± 0.80	> 200~210*	± 1.05
> 40~50	± 0.20	> 90~100	± 0.45	> 160~170	± 0.85	> 210~220	± 1.10
> 50~60	± 0.25	> 100~120	± 0.50	> 170~180	± 0.90	> 220~230	± 1.15
> 60~70	± 0.30	> 120~140	± 0.65	> 180~190	± 0.95	> 230~240	± 1.20

表 2-7-3 内径公差表

内径 mm	GB3639—83	GB8713—88
	内径公差 mm	内径公差带 mm
> 3~6	±0.30~0.40	H8 ** ; H9** ; H10 +0.018 ; 0.030 ; 0.048 -0
> 6~8	±0.20~0.35	+0.022 ; 0.036 ; 0.058 -0
> 10~18	±0.10~0.30	+0.027 ; 0.043 ; 0.070 -0
> 18~30	±0.10~0.25	+0.033 ; 0.052 ; 0.084 -0
> 30~50	±0.15~0.35	+0.039 ; 0.062 ; 0.100 -0
> 50~80	±0.25~0.45	+0.046 ; 0.074 ; 0.120 -0
> 80~120	±0.40~0.65	+0.054 ; 0.087 ; 0.140 -0
> 120~180	±0.65~1.00	+0.063 ; 0.100 ; 0.160 -0
> 180~250*	±1.00	+0.072 ; 0.115 ; 0.185 -0

* GB3639—83 标准中，没有直径 > 200 mm 的钢管

** 只有当钢管/壁厚 ≤20/1，才能正常提供公差为 H 8 和 H9 的钢管，并在合同中注明。

2. 7. 3. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺、倍尺长度： 2000~ 5000 mm +5 mm; -0 mm
>5000~ 6000*、7000 mm +10 mm; -0 mm

* 为 GB8713-87

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 ≤ 159 mm 5~10 mm
外径 > 159 mm 10~15 mm

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm; -0 mm

弯曲度：GB3639-83 中冷加工/硬和冷加工/软两类钢管， ≤ 3.0 mm/m
消除应力退火经矫直的钢管， ≤ 1.5 mm/m

GB8713-88 A级* 0.3 mm/m; B级* 1 mm/m; C级 1.5 mm/m

* 只有双方协商并在合同中注明，方可提供 A 级和 B 级。

2. 7. 3. 3 力学性能

交货状态的性能，详见表 2—7—4

表 2—7—4 力学性能表

钢 号	冷加工/ 硬 (Y)		冷加工/ 软 (R)		消除应力退火 (T)	
	$\sigma_b \geq \text{Mpa}$	$\delta_5 \geq \%$	$\sigma_b \geq \text{Mpa}$	$\delta_5 \geq \%$	$\sigma_b \geq \text{Mpa}$	$\delta_5 \geq \%$
10	412	6	373	10	333	12
20	510	5	451	8	432	10

35	588	4	549	6	520	8
45	647	4	628	5	608	7

2. 7. 3. 4 钢管表面

GB3639—83 规定：钢管内外表面应光滑，允许有深度不超过 0.08mm 的少量凹坑、擦伤和细小的划道，但这些缺陷处所剩余的壁厚必须保证超过允许的最小壁厚。钢管内外表面上的其他缺陷可用适当的方法清除，清除后钢管的直径和壁厚必须符合规定偏差。冷加工交货的钢管内外表面，允许有来自制造过程中的磷酸盐和润滑剂的附着层。消除应力退火状态交货的钢管内外表面，不应有疏松的氧化皮。

GB8713—88 规定：钢管内表面粗糙度，按 GB1031—83《表面粗糙度参数及其数值》的规定，其表面粗糙度值为轮廓算术平均偏差 R_a 的第一系列。内表面粗糙度等级应符合表 2—7—5 的规定。冷拔管一般采用“f”级，冷轧管一般采用“e”级。允许偏差可到公称 $R_a + 15\%$ 。需要其他等级的钢管应在合同中注明。表面粗糙度的计算不包括局部缺陷的影响（如凹痕、划痕），这些局部缺陷通过目测或其他适当方法确定。

表 2—7—5 内表面粗糙度等级表

等 级	a	b	c	d	e	f
R_a 的公称值, μm	0.125	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2

钢管内表面局部所允许的最大缺陷深度。

外径 $\leq 63mm$	允许陷深度 $\leq 20 \mu m$
$> 63 \sim \leq 112mm$	$\leq 40 \mu m$
$> 112mm$	$\leq 50 \mu m$

钢管的内外表面不得有裂缝、裂纹、折叠、轧折、翘皮和结疤。这些缺陷应完全清除掉，清除后钢管的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。深度不超过壁厚 4% 的其他轻微缺陷允许存在，但最大深度不得超过 0.20 mm。冷拔状态交货的钢管内表面允许有来自制造过程中磷酸盐和润滑剂的附着层。

2. 7. 3. 5 其他

GB8713—88 规定，钢应经炉外精炼。经供需双方协商，在合同中注明，可生产其他钢种。

GB3639—83 规定，根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产：其他钢种生产。

对钢管内、外表面有光洁度级别要求。

高于本标准的其他要求。

2. 7. 4 生产现状和展望

我国的精密管在液压和气动缸筒用管方面不论是标准，还是实际生产水平都已达到了国际水平，基本上可以满足我国工业生产的需要。但由于缺乏生产厂和用户的交流，生产厂不完全了解用户的全部需要和要求，特别是对有些用量不大、规格繁多、专业性很强和有某些特殊要求的精密无缝钢管用户，了解不够，甚至于可说根本不了解，这就很难去研究、开发和生产供应这些钢管了。另一方面，这种用户业可能因找不到相应的标准，或许也难找到具备研究、开发和生产这种钢管的生产厂，或是因怕麻烦等原因，就直接向国外订货了。所以，目前我国还进口有一定数量的各种专用精密无缝钢管。我国目前已制定的专用无缝钢管标准太少，甚至连我们早已开发、生产供应了相当多品种、规格和数量的轿车用精密无缝钢管、液压支柱用精密无缝管和前几年开发并生产供应的整筒式抽油泵泵筒用精密无缝钢管等都还没有国家推荐标准。所以抓紧制定一些专用精密无缝钢管标准是必要的。

如轿车用精密管：轿车的操纵器、转向轴、减震器、前桥总成、等速节传动轴、消音器、后轴悬架臂和冷却水装置等部件都是由各种钢管组成的。由于轿车对外观、重量、平衡（稳定）、寿命和行

驶安全等的要求，因此轿车用精密无缝钢管对尺寸精度、机械性能、工艺性能及表面质量等都有严格要求。我国的轿车先是从原苏联，后来又从德、法、日、美等国引进了多种车型以及自己开发的车型，每种车型都使用各种不同的钢管，以桑塔纳轿车用精密管为例，钢号有 10、20、35、45、16Mn、20Cr 和 15CrMo 等 7 种，规格有 $\phi 9$ 、12、14、16、20、22、25、28、33.6、38、43.6、50.8、60 和 68.9mm 等 14 个，上海钢管厂为了满足桑塔纳轿车用管的需要，先后就制定了 SGG291~2120 等 30 多个专用管企业标准。而各种车型所用的钢管规格、钢号和要求也都是各用各的，都不完全相同。所以造成轿车用精密管规格、品种多，系列复杂。我国先后已开发、生产供应了， $\phi 32.4 \times 1.2$ mm（桑塔纳、切诺基车的减震器用管）、 $\phi 33 \times 1.5$ mm（依维柯车的减震器用管）、 $\phi 34 \times 1.2$ mm（桑塔纳减震器用管）等 40 多种精密无缝钢管。为此，现在制定国家的轿车专用精密钢管推荐标准是有条件和可能的。

又如整筒式抽油泵泵筒用精密无缝钢管：整筒抽油泵筒用精密无缝钢管，国际上 70 年代末开始使用的，因为这种细而长的泵筒，特别是小直径的泵筒，用机械加工方法（车、钻、镗、磨和珩）生产制造困难很大，而用高精度无缝钢管，则可大为方便。我国咸阳石油钢管钢绳厂同西安冶金建筑学院的合作，于 1984 年开始研制生产。试制开始，参照美国部分生产整筒抽油泵筒用管的技术要求（详见表 2—7—6）、美国能源部产品制造公司的材料规范和 API 标准的有关规定，制定了暂定厂控标准（详见表 2—7—7），试制的钢管长度为定尺长度 4500—7500 mm，钢号为 20、45、38CrMoAlh 和 34CrAlMo 钢。

表 2—7—6 美国部分厂用整筒抽油泵泵筒用管的技术要求表

序号	外径 mm	内 径 mm	壁厚均 匀度 mm	圆度偏差 mm	直线度 %	表面粗糙 度 μm	研磨加工余 量 mm
1	44.65	31.65 -0.13	0.25	0.025	0.83. 全长： $\leq 2\text{m}$.	内径、 外径均为 0.8	0.1— 0.28
2	50.80	38 -0.13	0.25	0.025			0.1 —0.28
3	57.15	44.35 -0.15	0.28	0.025			0.1 —0.30
4	69.85	57.05 -0.18	0.28	0.038			0.1 —0.33
5	82.55	63.05 -0.20	0.28	0.038			0.1 —0.36
6	95.25	81.45 -0.20	0.28	0.038			0.1 —0.36
7	107.95	95.15 -0.23	0.28	0.038			0.1 —0.38

从两表中可看出：该厂的暂定厂控标准，在钢管外径、内径和内圆度偏差上比美国的要求严。在钢管壁厚、表面粗糙度和直线度上，A 级精度除内径 $\leq 38\text{mm}$ 的壁厚和外表面的粗糙度的之外，同美国的要求相同；B 级精度和 A 级精度的这两项比美国的要求低。而 GB8713—88，在外径、内径偏差和 A 级直线度上比美国的要求严，其他各项均比美国的要求低，特别是钢管长度，比要求短 1500 mm。

该厂利用 YB231—70 一般热轧无缝钢管作管料管，经过壁厚偏差检查分选，经冷拔后再进行壁厚偏差检查，控制壁厚均匀度在 0.3~0.5mm 以下，然后经过 LD60 或 LD120 冷轧和七辊立式精矫机精矫，生产出的高精度泵筒用管的质量全面达到和超过了暂定厂控标准要求，而内外表面粗糙度达到了美国的要求，只是壁厚均匀度比美国的要求尚有差距。以泵径 57mm（ $\phi 69.85 \times d 57 \times 6.35$ mm）为例，

内径偏差达到 ≤ 0.04 mm；外径偏差 ≤ 0.10 mm；壁厚均匀度 $\leq 0.28-0.40$ mm；
内表面粗糙度 0.4-0.8 μm ；外表面粗糙度 0.8-1.6 μm ；直线度 ≤ 0.76 %；机械性能达到 GB8714—88 要求，即 20、45 钢分别达到 $\sigma_b \geq 510$ 、647 Mpa， $\delta_5 \geq 5$ 、4 %；长度达到 4500~7500 mm。

表 2—7—7 咸阳钢管钢绳厂整筒抽油泵泵筒用管厂控（暂定）技术标准表

序号	泵径 mm	外径 mm	内径 mm	内径偏差 mm		内孔圆度 mm		壁厚均匀度 mm	外径偏差、 直线度	表面粗糙度 μm
				精度 A	精度 B	精度 A	精度 B			
1	38	50.80	38	+0.05 -0.10	+0 -0.13	0.03	0.05	精度 A; $S_{max}-S_{min}$ ≤ 0.8	外径偏差: +0.20 -0	内径: 精度 A; ≤ 0.08
2	44	57.15	44	+0.05 -0.03	+0 -0.13	0.03	0.05			
3	50	57.15	50.7	+0 -0.08	+0 -0.13	0.03	0.05	精度 B; $S_{max}-S_{min}$ ≤ 0.40	直线度: 精度 A; 0.762‰.	精度 B; ≤ 3.2 外径: 精度 A; ≤ 3.3
4	57	69.85	57	+0.05 -0.03	+0 -0.13	0.03	0.05			
5	70	82.55	69.9	+0.05 -0.03	+0 -0.13	0.04	0.08		精度 B; 肉眼检查	精度 B; ≤ 6.3
6	83	95.25	82.4	+0 -0.08	+0 -0.13	0.04	0.08			
7	95	108.0	95.15	+0 -0.05	+0 -0.13	0.04	0.08			

总结试制结果，可明显看出，唯一没有完全达到美国要求的是壁厚均匀度！。究其原因主要是管料管的壁厚偏差问题，所以选用壁厚高精度（ $\pm 5\%$ ）的热轧管作管料管是非常重要的。现在我国已有这种高精度热轧机组（如三辊轧管机组和精密轧管机组）多套，完全可以生产供应。当然，在这里也要指出，用优质焊管（具有更高的壁厚精度），将是未来（因目前其规格和钢种等还难以完全满足）的主要竞争对象。鉴于目前市场的需要和已生产的经验以及供应高精度管料管的可能，说明制定整筒式抽油泵泵筒用高精度无缝钢管国家推荐标准的需要。

在制定这些专用标准的过程中和标准制定、公布后，肯定还会有一些规格、钢种或是某些技术要求需要继续开发、研制和提高；对那些已经正常生产、供应的规格和钢种，也可能由于数量的增加，批量的加大，而出现原工艺或装备的不适应。这些都将促进我们继续加速新规格、钢号的开发和研制，继续改进和提高工艺水平，改造和更新技术装备以适应生产和技术发展的需要。可见制定专用标准对专用管生产的推动在用。另外，在扩大专用管生产（规格、钢号和数量）和提高专用管生产工艺和装备的基础上，也将扩大其他品种、规格的各种精密管的开发、研制、生产和市场的供应份额。

2.8 石化管

石化管是石油化工用无缝钢管的总称及简称，。石油化工生产包括石油精炼、石油化工材料、石油化纤和化肥生产，生产过程中主要物理和化学反应都是在特定的压力和温度下进行，原材料、反映物和产出物都具有不同程度的腐蚀性。石油化工用管按设备分类为：石油裂化用无缝钢管（简称裂化管）、化肥设备用高压无缝钢管（简称化工管）和化工、化纤、化肥（现代化的高效高产大化肥）用无缝钢管即“三化”用无缝钢管；按钢种分类为：碳钢管、合金钢管和不锈钢钢管。现将裂化管和化工管分别介绍于后，而“三化”用无缝钢管，至今还没有专业标准，一般碳钢和合金钢管分别采用裂化管和化工管标准，不锈钢钢管则采用不锈钢管标准（GB/T14976—98、GB/T14975 或 GB13296—91），详见 2.9 节。

2.8.1 石油裂化用无缝钢管（GB9948—88）

2.8.1.1 简介

裂化管是用于石油精炼厂的炉管、热交换器管和连接管道。是我国开发专用无缝钢管最早的品种之一，鞍钢无缝钢管厂早于 1955 年 8 月，按“ГОСТ550—41”（后改为“鞍标 4401—56”）用大连钢厂试制的管坯，试生产出了 Cr7SiMnTi $\Phi 89 \times 6$ mm 裂化管，因生产困难，成材率较低，后来将

钢号改为 12Cr5MoA; 再后又进一步改为 Cr5Mo。1963 年, 冶金部为了适应国家经济建设对裂化管的需要的增加和生产厂增多的需要, 制定和公布了“石油裂化用无缝钢管”的部颁标准—YB237—63, 并于 1970 年进行了修订, 修订为 YB237—70。期间, 鞍钢于 1965 年按“鞍新 9—65”新产品试制技术条件, 试制出了 Cr2Mo 石油裂化管; 1969 年在生产供应 Cr5Mo 的同时, 又按“69—4—石油部—3”低合金管新产品试制技术条件, 试制出了我国自己的钢号 15Al3MoWTi 石油裂化管。1988 年 YB237—70, 升级为 GB9948—88。

2. 8. 1. 2 裂化管的供货范围, 详见表 2—8—1

表 2—8—1 生产供货范围表

生产方法	热轧 (热扩)	冷拔、冷轧
钢管外径 (mm): 炉管和热交换器管管道管	10~273 同输送管 GB/8163 (见 2.3)	
钢管壁厚 (mm): 炉管和热交换器管管道管	1.0~20 同输送管 GB/8163 (见 2.3)	
钢管通常长度 (mm)	4000~12000	3000~10500
钢 种	10、20、12CrMo、15CrMo、1Cr2Mo、1Cr5Mo、1Cr19Ni9、1Cr19Ni11Nb	
供货状态	热轧或热处理	热处理

2. 8. 1. 3 质量保证

2. 8. 1. 3. 1 外径和壁厚的允许偏差, 详见表 2—8—2

表 2—8—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差
热轧管*	外径 D	≤159	±1.00mm
		>159	±1.25%
	壁厚 S	≤20	±12.5%
		>20	±10.0%
冷拔 (轧) 管	外径 D	≤30	±0.20mm
		30~50	±0.30mm
		>50	±0.8%
	壁厚 S	≤3	+10% -10%
		>3	±10.0%

* 热扩管尺寸偏差由供需双方协商。

2. 8. 1. 3. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定、倍尺的总长度应在通常长度范围内, 全长允许偏差	+20 mm; -0 mm	
每个倍尺长度应加切口长度:	外径 ≤ 159 mm	5~10 mm
	外径 > 159 mm	10~15 mm
弯曲度: 钢管壁厚	≤ 15 mm	1.5 mm/m
	> 15 mm	2.0 mm/m

2. 8. 1. 3. 3 冶炼方法、化学成份和力学性能

耐热钢 (1Cr2Mo、1Cr5Mo)、不锈钢 (1Cr19Ni9、1Cr19Ni11Nb) 应采用电炉冶炼加炉外精炼或电渣重熔。管坯应符合 GB5311—85。

钢的化学成份 (熔炼分析) 应符合表 2—8—3 的规定。

钢管交货状态的纵向力学性能应符合表 2—8—4 的规定。

外径≥57mm 和壁厚≥14 mm 的钢管应做纵向冲击试验。

表 2—8—3 钢管管坯的分析成份表

表 3

序号	钢类	钢号	化 学 成 分, %							S	P
			C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	Nb + Ta		
1	优质 碳素钢	10	0.07 ~ 0.14	0.35 ~ 0.65	0.17 ~ 0.37	≤ 0.15	—	≤ 0.25	—	0.035	0.035
2		20	0.17 ~ 0.24	0.35 ~ 0.65	0.17 ~ 0.37	≤ 0.25	—	≤ 0.25	—	0.035	0.035
3	合金钢	12CrMo	0.08 ~ 0.15	0.40 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.55	≤ 0.30	—	0.035	0.035
4		15CrMo	0.12 ~ 0.18	0.40 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.55	≤ 0.30	—	0.035	0.035
5	耐热钢	1Cr2Mo	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 1.00	2.15 ~ 2.85	0.45 ~ 0.65	—	—	0.030	0.035
6		1Cr5Mo	≤ 0.15	≤ 0.60	≤ 0.50	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.60	≤ 0.60	—	0.030	0.035
7	不锈钢	1Cr19Ni9	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	≤ 1.00	18.00 ~ 20.00	—	8.00 ~ 11.00	—	0.030	0.035
8		1Cr19Ni11Nb	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	≤ 1.00	17.00 ~ 20.00	—	9.00 ~ 13.00	≥ 8C% ~ 1.00%	0.030	0.035

注:① 残余含铜量不大于 0.25%

② 用纯氧顶吹转炉制造的钢,氮含量不大于 0.008%。

③ 10、20 号钢中,酸溶铝不大于 0.010%,暂不作交货依据,但应填在质量证明书中。

表 2—8—4 钢管的纵向力学性能表

表 4

序号	钢类	钢号	力 学 性 能					交 货 状 态
			抗拉强度 σ_b N/mm ²	屈服点 σ_s N/mm ²	伸长率 δ_5 %	冲击功 A_{kv} J	布氏 硬度值 HB	
1	优质	10	330 ~ 490	205	24	—	—	热轧管终轧,冷拔管正火
2	碳素钢	20	410 ~ 550	245	21	39	—	热轧管终轧,冷拔管正火
3	合金钢	12CrMo	410 ~ 560	205	21	55	156	热轧管终轧+回火,冷拔管正火+回火
4		15CrMo	440 ~ 640	235	21	47	170	热轧管终轧+回火,冷拔管正火+回火
5	耐热钢	1Cr2Mo	≥ (390)	(175)	(22)	(92)	(179)	热轧管终轧+回火,冷拔管正火+回火
6		1Cr5Mo	≥ 390	195	22	92	187	退火
7	不锈钢	1Cr19Ni9	≥ 520	205	35	—	—	固溶处理:固溶温度 ≥ 1040℃
8		1Cr19Ni11Nb	≥ 520	205	35	—	—	固溶处理:热轧管固溶温度 ≥ 1060℃ 冷拔(轧)管固溶温度 ≥ 1065℃

注:① 允许一个试样的冲击值比表 4 规定数值低 8J,但一组三个试样的算术平均值不小于表 4 规定值。

② 当壁厚大于 16mm 时,屈服点允许降低 10N/mm²。

③ 作 V 型缺口冲击试验时,其冲击功要填入质量证明书,不作交货依据。

④ 括号内的指标不作为交货依据,其检验数据填入质量证明书。

2. 8. 1. 3. 4 压扁、扩口和水压试验

压扁试验: 对外径 $D > 22 \sim 400\text{mm}$ 的钢管须做压扁试验, 平板间距 (H) 值按

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D) \text{ 计算。}$$

式中: S — 钢管壁厚 mm; D — 钢管外径 mm;

 α — 单位长度变形系数, 优质碳钢和合金钢采用 0.09; 耐热钢采用 0.07; 不锈钢采用 0.09。扩口试验: 壁厚 $\leq 8\text{mm}$ 和外径 $\leq 159\text{mm}$ 的优质碳钢和不锈钢管须做扩口试验。

水压试验: 应逐根进行试验, 试验压力按下式计算, 但最高压力不超过 20Mpa。

$$P = 2 \times S \times R / D$$

式中: S — 钢管公称壁厚 mm; D — 钢管公称外径 mm;

R — 允许应力, 优质碳钢和合金钢为表 8—4 规定屈服点的 80%; 耐热钢和不锈钢为规定屈服点的 70%。

可用涡流检验或超声波检验（样块用 C₈）代替水压试验。

2. 8. 1. 3. 4 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层、结疤和发纹缺陷。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。清除深度不超过壁厚负偏差。

钢管内外表面上，直道允许深度：冷拔管≤壁厚的 4%，最大深度≤0.2mm；热轧管≤壁厚的 5%，最大深度≤0.4mm，但热扩管≤0.5mm。

深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

钢管内外表面的氧化铁皮应清除掉，但不妨碍检查的氧化薄层允许存在。

2. 8. 1. 3. 5 无损检验

钢管应逐根进行超声波检验，标准样块为 C₈。

2. 8. 1. 3. 6 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

其他外径和壁厚的钢管。

进行成品钢管化学成份分析。

钢管的椭圆度和壁厚不均，应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

2. 8. 2 化肥设备用高压无缝钢管(GB6479—86)

2. 8. 2. 1 简介

化工管是用于工作温度在-40~400℃，工作压力 10~32N/mm²的化肥、化工厂的设备和管道。1960 年上海钢管厂，为了支援化肥厂的建设，试制出了冷拔高压化肥无缝钢管。1970 年冶金部制定并公布了“化肥设备用高压无缝钢管”部颁标准 YB800—70。1986 年升级为国标 GB6479—86。

2. 8. 2. 2 化工管的供货范围，详见表 2—8—5。

表 2—8—5 生产供货范围表

生产方法	热轧（热扩）	冷拔、冷轧
钢管外径（mm）	14~273	
钢管壁厚（mm）	4.0~40	
钢管通常长度（mm）	4000~12000；允许交付不短于 3000mm 的短尺管，≤该批钢管重量的 5%，	
钢 种	10、20G、16Mn、15MnV、10MoWVNb、12CrMo、15CrMo、1Cr2Mo、1Cr5Mo	
供货状态	热处理	热处理

2. 8. 2. 3 质量保证

2. 8. 2. 3. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—8—6。

2. 8. 2. 3. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺、倍尺总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm；-0 mm；

每个倍尺长度应加切口长度：

外径 ≤ 159 mm	5~10 mm
外径 > 159 mm	10~15 mm

弯曲度： 钢管壁厚

≤ 15 mm	1.5 mm/m
> 15 mm	2.0 mm/m
> 30 mm	3.0 mm/m

表 2—8—6 外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差	
			普通级	较高级
热轧管（挤压）	外径 D	≤159	+1.25%；-1.00%	±1.0%
		>159	+1.25%；-1.5%	±1.25%
	壁厚 S	3~20	+12.5%；-15.0%	±12.5%
		>20	±12.5%	±10.0%
冷拔（轧）管	外径 D	10~30	±0.4mm	±0.2mm
		>30~50	±0.45mm	±0.3mm
		>50	±1%	±0.8%
	壁厚 S	≤3	+15%；-10%	+12%；-10%
		>3	+12%；-10%	±10%

2. 8. 2. 3. 3 冶炼方法、管坯、化学成份和力学性能

管坯钢必须经炉外精炼；管坯应符合 GB5311—85 标准的规定。

钢的化学成份（熔炼分析）应符合表 2—8—7 的规定。

钢管交货状态的力学性能应符合表 2—8—8 的规定。

10、20G 和 16Mn 钢管应做夏比（V 型缺口）低温冲击性能试验。试验温度按表 2—8—9 规定，冲击值应填入质量证明书。

表 2—8—7 钢的熔炼成份表

钢号	化学成份* %							
	C	Si	Mn	Cr	Mo		S ≤	P ≤
10	0.07~0.14	0.17~0.13	0.35~0.65	-	-		0.040	0.035
20G*1	0.17~0.24	0.17~0.13	0.35~0.35	-	-		0.035	0.035
16Mn	0.12~0.20	0.20~0.60	1.20~1.60	-	-		0.040	0.040
15MnV	0.12~0.18	0.20~0.60	1.20~1.60	-	-	*2	0.040	0.040
10MoWVNb	0.07~0.13	0.50~0.80	0.50~0.80	-	0.60~0.90	*3	0.035	0.040
12CrMo	0.08~0.15	0.17~0.13	0.40~0.70	0.40~0.70	0.40~0.55		0.040	0.035
15CrMo	0.12~0.18	0.17~0.13	0.40~0.70	0.80~1.10	0.40~0.55		0.040	0.035
1Cr5Mo	≤0.15	≤0.50	≤0.60	4.00~6.00	0.45~0.60		0.030	0.035
12Cr2Mo	0.08~0.15	≤0.50	0.40~0.70	2.00~2.50	0.90~1.20		0.035	0.035

*：钢中残余铜含量不得大于 0.25%；转炉冶炼加炉外精炼的钢，氮含量不得大于 0.008%。

*1：根据需方要求，低温用 20G 钢，碳含量应为 0.17~0.22%

*2：V--0.04~0.12%。

*3：V--0.30~0.50%；W--0.50~0.90%；0.06~0.12%。

表 2—8—9 夏比（V 型缺口）低温冲击性能试验表

钢 号	冲击温度 °C	试样方向	冲击功 Ak.kg·m，不小于	
			试样尺寸 mm	
			10×11×55	5×10×55
10、20G	—20	纵向	1.8	1.2
16Mn	—40		2.1	1.4

表 2—8—8 钢管的纵向力学性能表

序号	钢 号	力 学 性 能				交 货 状 态
		抗 拉 强 度 $\sigma_b \geq N/mm^2$	屈 服 点 $\sigma_s \geq N/mm^2$	伸 长 率 $\delta_5 \geq \%$	冲 击 值* $a_k \geq J/cm^2$	
1	10	350~490	205	24	—	正火
2	20G	410~550	245	24	49	..
3	16Mn	490~670	320	21	59	..
4	15MnV	510~690	350	19	59	..
5	10MoWVNb	470~670	295	19	78	980±10℃正火，740±10℃回火或 810±10℃高温回火
6	12CrMo	410~560	205	21	69	900~930℃正火，670~720℃回火
7	15CrMo	440~640	235	21	59	930~960℃正火，680~720℃回火
8	1Cr5Mo	390! 590	195	22	118	退火
9	12Cr2Mo**	450~600	280	20	48 (DVM 样)	900~960℃正火，700~750℃回火；也可 900~960℃炉冷至 700℃，保温 1 小时以上，空冷

*：允许一个试样的冲击值比规定数值低 10 J/cm²，但三个试样的算术平均值不得小于表中规定值

**：12Cr2Mo 钢管，当外径≤30mm，壁厚≤3mm 时，其屈服点允许降低 10 N/mm²。

2. 8. 2. 3. 4 压扁和水压试验

压扁试验：除 1Cr5Mo 钢外，凡外径 D>22 mm 的钢管须做压扁试验，平板间距（H）值按

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D) \text{ 计算。}$$

式中：S — 钢管壁厚 mm； D — 钢管外径 mm；

α — 单位长度变形系数，碳钢和合金钢采用 0.08。

对于 S/D 大于 0.15 时钢管可做“C”形试样压扁试验。

压扁后，试样（“C”试样除外）裂纹深度：冷拔（轧）管 ≤0.3mm，

热轧（挤压管）≤0.5mm。

水压试验：应逐根进行试验，试验压力按下式计算。

$$P = 2 \times S \times R / D \quad N/mm.$$

式中：S — 钢管公称壁厚 mm； D — 钢管公称外径 mm；

R — 允许应力，为表 8—4 规定屈服点的 80%。

凡经过涡流检验的钢管，可以不进行水压试验。

2. 8. 2. 3. 5 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层、结疤和发纹缺陷。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。清除深度不超过壁厚负偏差。

钢管内外表面上，直道允许深度：冷拔管≤壁厚的 4%，最大深度≤0.3mm；热轧（挤压）管≤壁厚的 5%，最大深度≤0.5mm。

深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

2. 8. 2. 3. 6 无损检验

钢管应逐根进行超声波检验。

2. 8. 2. 3. 7 其他

根据需方需要,经供需双方协商,在合同中注明,可补充按下述条款进行生产、试验或检验;

进行成品钢管化学成份分析。

壁厚 $\leq 8\text{ mm}$ 做扩口试验。

低温冲击试验,一组 3 三个试样的算术平均值应符合表 8B—5 的规定,单个试样的冲击功值不应小于表 8B—5 规定的 70%。

可用超声波检验代替水压试验。

2. 8. 3 生产现状和展望

目前我国石化管生产除“三化”用不锈钢无缝管之外,已基本可以满足国内市场的需要,就我国无缝钢管生产设备的能力、技术装备水平和工艺水平来说,是完全可以满足需要的。但由于我们的市场开拓能力还不够强,新产品的开发渠道还不够畅通以及其他方面等原因,使得现在每年还需进口部分石化管。这些年我国从不同国家引进的多套大型三化(化工、化纤和化肥)设备上需要的各种不锈钢无缝管,不但钢号、规格多,质量也特别要求严,如质量要求所谓顶级高的“尿素级”超低碳不锈钢无缝管等。而就是这种最难生产的“尿素级”超低碳不锈钢无缝管,上钢五厂早在前几年就已试制成功,即钢号为 00Cr25Ni22Mo2V,规格为 $\Phi 19\times 2.1\times 21350\text{mm}$ 的超长超低碳不锈钢无缝管,并供给了用户使用,这足可说明,我国的无缝钢管厂(上钢五厂、长钢、大冶等)完全有能力和技术开发、试制和生产这种高质量、高难度的无缝钢管。继续加大研发力度,开发和试制石化管的新品种,满足石化工业的需要将是我们今后的努力方向。

2. 9 不锈钢管(GB14975; 14976; 13296)

不锈钢管包括不锈钢耐腐蚀无缝管和不锈钢耐热无缝管,适用于流体输送(GB/T14976-94)、一般结构和机械结构(GB/T14975-94)以及锅炉过热器、热交换器、冷凝器、催化管等(GB13296-91)用不锈钢管。

2. 9. 1 简介

不锈钢无缝管应用相当广扩,不但在大型火电、核电、石油、化工、航天、航空等重要工业领域也在民用建筑、食品加工、医药卫生等领域广泛使用。我国早在 1955 年鞍钢无缝钢管厂就开始按 Г о с т 5543—50 生产 18—8 型铬镍热轧不锈钢无缝管;1957 年开始生产冷拔、冷轧不锈钢管;后来,又按鞍协 66—1“薄壁无缝不锈钢管试制协议”和按鞍协 66—404“超低碳热轧、冷轧无缝不锈钢管试制技术条件”等,试制出薄壁和超低碳冷拔冷轧不锈钢无缝管等,鞍钢无缝钢管厂生产不锈钢的生产规格为 $\Phi 6\sim 133\times 0.1\sim 12\text{ mm}$ 。1960 年上钢五厂钢管分厂的前身——上海冷拔钢管厂在 $\Phi 76\text{mm}$ 穿孔机上出了 18—8 型不锈钢毛管,并经冷拔生产出航空导管用不锈钢管。1966 年成都无缝钢管厂在 $\Phi 325\text{mm}$ 周期轧管机组上用锻造空心管坯,轧制出我国第一根大直径壁厚($\Phi 173\times 31\text{mm}$)1Cr18Ni9Ti 不锈钢管,随后又用电渣重熔坯、离心浇铸空心坯和电渣重熔空心坯,生产供应 $\Phi 200\sim 252\times 14\sim 40\text{mm}$,2Cr18Ni11Ti 和 Cr17Ni2 等不锈钢管。

鉴于国家经济建设对不锈钢无缝管需要和生产厂家、生产品种、规格和产量增加的需要,冶金部于 1970 年制定了“不锈、耐酸无缝钢管”部颁标准—YB804—70。1977 年成都无缝钢管厂,在其国产最大冷轧管(LG200)机上,试轧出了 $\Phi 180\times 10\text{mm}$ 冷轧不锈钢无缝管,接着该厂开始生产供应直径等于小于 219mm 的各种冷轧不锈钢管。70 年代初,长城钢厂的 31500KN 卧型挤压管机组投产和大冶、大连、抚顺、陕西精密等特殊钢厂以及上海钢铁研究所等单位陆续开始生产不锈钢管。

为了适应不锈钢无缝管的发展需要,国家对 YB804—70 标准进行了修改并升级为国家标准—GB2270—80。80 年代改革开放后,上钢五厂和长钢先后引进了先进的网带式、辊底式和马弗式氢保护连续光亮处理炉和高速高精度冷轧管机以及超声波、涡流检测和探伤装置等;大冶钢厂引进了 Φ

170mm 三辊轧管机组和冷轧管生产线等；成都无缝钢管厂引进了超高功率电炉、炉后精炼炉和精密轧管机组等；南通市特种钢厂引进了世界上最大的 $\phi 450\text{mm}$ 冷轧管机和在 AOD 精炼炉冶炼不锈钢的专用智能软件以及离心铸管机等。为我国不锈钢管生产增加了先进装备和技术。使我国的不锈钢无缝钢管的生产规格范围达到了 $\phi 0.45\sim 450\times 0.1\sim 45\text{mm}$ ，生产钢种已扩大到各种超低碳不锈钢、铁素体不锈钢、马氏体不锈钢和双相体不锈钢。

根据这些发展，1991 年国家技术监督局批准公布了“锅炉过热器、热交换器用不锈钢无缝钢管”（GB13296—91）标准，1994 年 GB2270—80 “不锈、耐酸无缝钢管”，进行了修订并决定分为“流体输送用不锈钢无缝钢管”（GB/T14976-94）和“结构用不锈钢无缝钢管”（GB/T14975—94）两个标准。鉴于 GB13296—91 “锅炉过热器、热交换器用不锈钢无缝钢管”标准，虽是专业标准，但其中钢号较齐，通用性较强，现在有些不锈钢用户也使用这一标准，故在这里一并介绍。

2. 9. 2 不锈钢的生产供货范围，详见表 2—9—1

表 2—9—1 生产供货范围表

生产方法	热轧（热扩）		冷拔、冷轧		GB13296	
	GB/T 14976	GB/T 14975	GB/T 14976	GB/T 14975	热轧	冷拔、冷轧
钢管外径（mm）	68~426		6~159	10~159	8~159	
钢管壁厚（mm）	4.5~18	4.5~28	0.5~15	1.0~15	1.2~13	
钢管通常长度（m）	2~12		2~8	1~8	3*~12	3*~8
钢 种	见表 9—3					
供货状态	热处理并酸洗交货，凡经过整体磨、镲或经保护气体热处理的钢管和机械加工用管，可不经酸洗交货。					

*：水管锅炉用管的长度是 4~12；4~8m。

2. 8. 3 质量保证

2. 9. 3. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—9—2A、2B。

表 2—9—2A GB14975、14976 的外径和壁厚允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差	
			普通级	较高级
热轧管 （挤、扩 压）	外径 D	$68\leq D\leq 159$	$\pm 1.25\%$	$\pm 1.0\%$
		$159<D\leq 426$	$\pm 1.5\%$	$\pm 1.0\%$
	壁厚 S	<15	$+15.0\% ; -12.5\%$	$\pm 12.5\%$
		≥ 15	$+20.0\% ; -15.0\%$	$\pm 12.5\%$
冷拔（轧） 管	外径 D	$6\sim 10^*$	$\pm 0.2\text{mm}$	$\pm 0.15\text{mm}$
		$>10\sim 30$ $(10\sim 30)^{**}$	$\pm 0.30\text{mm}$	$\pm 0.20\text{mm}$
		$>30\sim 50$	$\pm 0.40\text{mm}$	$\pm 0.30\text{mm}$
		>50	$\pm 0.9\%$	$\pm 0.8\%$
	壁厚 S	$0.5\sim 1^*$	$\pm 0.15\text{mm}$	$\pm 0.12\text{mm}$
		$>1\sim 3$ $(1\sim 3)^{**}$	$\pm 14\%$	$+12\% ; -10\%$
		>3	$+12\% ; -10\%$	$\pm 10\%$

*：GB14975 中无此尺寸。 **：14975 是此尺寸。

表 2-9-2B GB13296 的外径和壁厚允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸	允许偏差
热轧（挤）管	外径： ≤ 140 mm	± 1.25%
	> 140 mm	± 1.0%
	壁厚： ≤ 10 mm	± 12.5%
	> 10 mm	± 15.0%
冷拔（轧）管*	外径： 8~30 mm	± 0.20mm
	>30~50 mm	± 0.30mm
	>50 mm	± 0.8%
	壁厚： 1.0~3.0mm	+12% ； -10%
	>3.0mm	± 10.0%

*: 热交换器钢管, 在公差带不变的情况下, 以正公差交货。

2. 9. 3. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺、倍尺长度:

每个倍尺长度应加切口长度:	外径 ≤ 159 mm	5~10 mm
	外径 > 159 mm	10~15 mm

定、倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +15（定）、20（倍）mm。

弯曲度:	钢管壁厚	< ($\leq^*$) 15 mm	1.5 mm/m
		$\geq$ ($>^*$) 15 mm	2.0 mm/m
	热扩管 **	30 mm	3.0 mm/m

*: 为 GB13296。 **: GB13296 中无热扩管。

2. 9. 3. 3 冶炼方法、管坯、化学成份和力学性能

钢应采用电炉冶炼；GB13296 应采用电炉冶炼加炉外精炼或电渣重熔。

钢的化学成份（熔炼分析）、钢管交货状态的纵向力学性能（抗张强度 σ_b 、延伸率 δ_5 ）应符合表 2-9-3 的规定。

表 2-9-3 钢的化学成份、成品钢管的推荐处理制度和纵向力学性能表

组织类别	序号 #3	钢号	化学成份 %					推荐 热处 理制 度	力学性能			密 度 Kg / dm ³
			C	Ni	Cr	Mo	其他		σ _b ≥ MPa	σ _s * ≥ MPa	δ ₅ ≥ %	
奥氏 体型	B1 /C1	1Cr18Ni9	≤0.15/ 0.04~0.1	8~10/ 8~11	17~19			R1	520	205	35	7.93
	1	1Cr18Ni9Ti	≤0.12	8~10	17~19		Ti*1	R2	520	205	35	7.90
	2	0Cr18Ni9	≤0.07	8~10	17~19			R1	520	205	35	7.90
	3	00Cr19Ni10	≤0.03	8~12	18~20			R1	480	175	35	7.93
	C2	2Cr23Ni13	≤0.20	12~15	22~24			R3	520	205	35	7.98
	4	0Cr23Ni13	≤0.08	12~15	22~24			R3	520	205	35	7.98
	C3	2Cr25Ni20	≤0.25	19~22	24~26			R3	520	205	35	7.98
	5, C4	0Cr25Ni20	≤0.08	19~22	24~26		Ti*0	R3	520	205	35	7.98
	6	0Cr18Ni10Ti	≤0.08	9~12	17~19		Ti*3	R4	520	205	35	7.95

	7	0Cr18Ni11Nb	≤0.08	9~13	17~19		Nb*4	R5	520	205	35	7.98
	8	0Cr17Ni12Mo2	≤0.08	10~14	16~18.5	2~3		R1	520	205	35	7.98
	C5	1 Cr17Ni12Mo2	0.04~0.10	11~14	16~18	2~3		R6	520	205	35	7.98
	9	00 Cr17Ni14Mo2	≤0.03	12~15	16~18.5	2~3		R1	520	205	35	7.98
	10	0Cr19Ni13Mo3	≤0.08	11~15	18~20	3~4		R1	520	205	35	7.98
	11	00Cr19Ni13Mo3	≤0.03	11~15	18~20	3~4		R1	480	175	35	7.98
	12	1Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.12	11~14	16~19	1.8~2.5	Ti*1	R2	530	205	35	8.00
	13	0Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.08	11~14	16~19	1.8~2.5	Ti*2	R2	530	205	35	8.00
	14	1Cr18Ni12Mo3Ti	≤0.12	11~14	16~19	1.8~2.5	Ti*1	R2	530	205	35	8.10
	15	0Cr18Ni12Mo3Ti	≤0.08	11~14	16~19	1.8~2.5	Ti*2	R2	530	205	35	8.10
	16	0Cr18Ni12Mo2Cu2	≤0.08	11~14	17~19	1.2~2.75	Cu*5	R1	520	205	35	7.98
	17	00Cr18Ni14Mo2Cu2	≤0.03	12~16	17~19	1.2~2.75	Cu*5	R1	480	180	35	7.98
	B2	0Cr19Ni13Mo3	≤0.08	11~15	18~20	3~4		R1	520	205	35	7.98
	B3	00Cr19Ni13Mo3	≤0.03	11~15	18~20	3~4		R1	480	175	35	7.98
	C6	1Cr18Ni11Ti	0.04~0.10	9~13	17~20		Ti*6	R7	520	205	35	7.93
	C7	1Cr19Ni11Nb	0.04~0.10	9~13	17~20		Nb*7	R7	520	205	35	7.93
	C8	0Cr18Ni13Si4	≤0.08	11.5~15	15~20		Si*8	R1	520	205	35	7.98
铁 素 体 型	18/ B4	0Cr13	≤0.08		12~14/ 11.5~13.5			R8	370	180	22	7.70
	B5c9	1Cr17	≤0.12		16~18			R9	410	245	20	7.70
	C10	(1Cr25Ti)	≤0.12		24~27		Ti*9	R10	440	245	17	7.70
	C11	00Cr27Mo	≤0.01	≤0.5	25~27.5	0.75~1.5	N*10	R11	410	245	20	
#1	B6	1Cr13	≤0.15		11.5~13.5			R12	410	205	20	7.70
	B7	2Cr13	0.16~0.25		12~14			R12	470	215	19	7.70
#2	19	0Cr26Ni5Mo2	≤0.08	3~6	23~28	1~3		R13	590	390	18	7.80

说明：1. #1：马氏体型。 #2：奥氏体+铁素体型。 #3：序号：是按 GB14976 “流体输送用不锈钢” 钢号顺序排列的，其中 B、C 分别是按 GB14975 “结构用不锈钢” 和 GB13296 “锅炉、热交换器用不锈钢” 中其他两个标准中没有的钢号序号；GB14975 同 GB14976 共有的钢号是：序号 2、3、6~9、12~15；GB13296 同 GB14976、14975 的共有钢号是：序号 1~4、6~14、19、B6；同时有两个序号的，是表示两个标准都有此钢号，但规定的个别成份不同，不同的成份在表中分别列出。

2. 化学成份：A，表中没列出的成份分别是：Si —除 C5、C6、C9<0.75%，B5≤0.75%，8≤0.6%，C11≤0.4%外，均为≤1.00%；
Mn —除 19≤1.5%，B4~B7、C9≤1.0%，18≤0.8%，C9≤0.75%，C11≤0.4%外，均为≤2.00%；
P —除 C10≤0.030%外，均为≤0.035%；
S —除 C10≤0.020%外，均为≤0.030%。

B，其他：*0:5 含 Ti (= *2)，可能有误 (C4 无 Ti)；*1:Ti=5(C%-0.02)~0.8%；
*2:Ti=5C%~0.7%； *3: Ti≥5C%； *4: Nb≥10C%； *5:Cu=1.0~2.5%；
*6: Ti=4C%~0.6%；*7:Nb+Ti≥8C%~1%；*8: Si=3~5%；*9:Ti=5C%~0.8%； *10:N <0.015%。

3. 推荐热处理制度：R1—1010~1150℃，急冷；R2—1000~1100℃，急冷；R3—1030~1150℃，急冷；R4—920~1150℃，急冷；R5—980~1150℃，急冷；R7—冷轧≥1095℃，急冷；热轧≥1050℃，急冷；R8—780~830℃，空冷或缓冷；R9—780~850℃，空冷或缓冷；R10—700~800℃，空冷；R11—00~1050℃，快冷；R12—800~900℃，缓冷；R13—≥950 急冷。

4. 力学性能：σ_s*，或 σ_{0.2} —规定残余伸长 0.2% 的伸长应力。

4. 热挤压管的抗张强度允许降低 20MPa。

2. 9. 3. 4 压扁、扩口和水压试验

压扁试验：GB14975 中壁厚≤10mm 的冷拔（轧）钢管和 GB13296 中壁厚 ≤10mm 的钢管应做压扁试验。平板间距 (H) 值按

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D) \text{ 计算。}$$

式中：S —钢管公称壁厚 mm； D —钢管公称外径 mm；

α —单位长度变形系数，奥氏体型钢为 0.09，其他为 0.007。

扩口试验： GB13296 中壁厚 ≤10mm 的钢管应做扩口试验。顶心锥度为 60°，
外径扩大值：奥氏体型钢为 18%；奥氏体-铁素体型钢为 14%。

水压试验：GB14976 和 GB13296 的钢管，应逐根进行试验，试验压力按下式计算。

$$P = 2 \times S \times R / D \quad \text{N/mm}^2.$$

式中：S —钢管公称壁厚 mm； D —钢管公称外径 mm；

R —允许应力，GB14976 为抗张强度的 40%；GB13296 为
抗张强度：铁素体型钢的 1/3；奥氏体及奥氏体-铁
素体型钢的 1/4 MPa。

凡经过涡流（和超声波—仅对 GB14976）检验的钢管可以不进行水压
试验。

2. 9. 3. 5 晶粒度和晶间腐蚀试验

晶粒度：GB13296 规定，1Cr18Ni11Ti 钢管的平均晶粒度应为 4~7 级。

晶间腐蚀试验：GB14976、13296 规定，奥氏体、奥氏体-铁素体型钢应做晶
间腐蚀试验。试验方法按 GB4163 标准，具体方法的选择，由双

方议定，并在合同中注明。

2. 9. 3. 6 无损检验

GB13296 规定，钢管应逐根进行超声波检验。检验级别按 GB5777 中的 C10 级或 GB4163 中的 3 级。

2. 9. 3. 7 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层、结疤（和发纹—仅 GB13296 有）缺陷。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。清除深度不超过壁厚负偏差。

钢管内外表面上，直道允许深度：GB14875、14976 规定，

冷拔管 $\leq$ 壁厚的 4%（壁厚 $<1.4\text{mm}$ ，允许深度为 0.05mm），最大深度 $\leq 0.3\text{mm}$ 。

热轧（挤、扩）管 $\leq$ 壁厚的 5%；直径 $\leq 140\text{mm}$ 的钢管最大深度 $\leq 0.5\text{mm}$ 直径 $>140\text{mm}$ ，最大深度 $\leq 0.8\text{mm}$ 。

GB13296 规定，

冷拔管 $\leq$ 壁厚的 4%最大深度 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

热轧（挤、扩）管 $\leq$ 壁厚的 5%，最大深度 $\leq 0.4\text{mm}$ 。

深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

2. 9. 3. 8 根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验；

生产其他规格或钢号的钢管。

可测定钢管的屈服强度。

GB14976 规定，壁厚 $\leq 10\text{mm}$ 的钢管可做压扁试验，H、 α 值同上规定；和可做扩口试验。

可进行超声波检验。

GB14975 规定，对机械加工用管，可规定加工余量。

对壁厚 $\leq 10\text{mm}$ 的热轧（挤、扩）钢管可做压扁试验，H、 α 值同上规定。

对壁厚 $\leq 10\text{mm}$ 的钢管可做扩口试验。

GB13296 规定，对壁厚 $\geq 2\text{mm}$ 的钢管，可做洛氏硬度试验，每一试样测定三处，硬度要求如表 2—9—4。

可测定高温屈服点或高温屈服强度。

表 2—9—4 GB13296 规定洛氏硬度值表

钢 号	洛氏硬度	
	HRB	HRC
0Cr18Ni9, 1Cr19Ni9, 00Cr19Ni10, 2Cr23Ni13, 0Cr23Ni13, 2Cr1825Ni20, 0Cr25Ni20, 0Cr17Ni12Mo2, 00Cr17Ni14Mo2, 0Cr18Ni10Ti, 1Cr17Ni12Mo2, 1Cr18Ni11Ti, 0Cr18Ni11Nb, 0Cr19Ni11Nb	<90	
0Cr26Ni5Mo2		<29
0Cr18Ni13Si4	<95	

2. 9. 4 生产现状和展望

目前我国生产不锈钢无缝钢管的工厂数量很多，但专业的、品种规格较全的和形成规模生产的

很少，现在基本上可算是专业的和具有相对生产规模、品种的不锈钢管生产厂只有：上钢五厂钢管厂、长钢协和钢管有限公司、大冶钢管分厂、成都无缝钢管厂、南通市特种钢厂和久立不锈钢管公司等。这 6 家厂的共同点是都拥有从炼钢、轧管到冷拔、冷轧的全部工艺设备；都可以生产冷拔冷轧精密不锈钢无缝管（其中长钢、大冶和成都无缝还可以生产热轧不锈钢管）；都是用辊式穿孔机生产毛管（其中长钢有挤压管机，但用的并不多，大部分还是用穿孔毛管）；都有一点（有多有少）先进设备和工艺，但又都不配套。这 6 家厂的不同点是设备装备水平；工艺技术水平；生产专业化水平、生产工艺管理水平和生产设备管理水平等方面都有较大的不同和差异，所以生产的品种、规格和质量也各有不同，有的差异很大。而其他绝大多数的不锈钢无缝管厂都是没有炼钢设备，外买管坯自己穿孔生产毛管（有的连穿孔机也没有，外买穿孔毛管）直接冷拔冷轧（有的没有冷轧管机，就全部冷拔）出成品钢管，成品钢管的规格，基本上都是小直径无缝钢管。这些厂的不锈钢无缝钢管的品种和质量，当然差异就更大。另方面，由上述可看出我国生产不锈钢无缝钢管的生产、科研单位和设备、技术力量等过渡分散，没有形成集中的力量。因而，我国现在虽然已开发生产了相当数量的各种不锈钢管，并已能基本满足国内市场的一般需要。但由于我国还没有那一个生产厂(公司)本身，具有一套完整地现代化的先进技术和工艺装备的不锈钢无缝钢管生产设备（可参阅 3.7.2），当然，这些现代化的先进技术和工艺装备，我国都已引进，但却分散在各个生产厂或单位，再加我们的市场开拓能力差和新产品的开发渠道不畅通以及其他等等原因，所以现在每年还需进口部分不锈钢无缝管，如有些超低碳奥氏体型和高纯铁素体型不锈钢无缝管等。这些将是我国不锈钢无缝钢管生产和科研的努力方向。

2. 10 极（超、特）薄壁无缝钢管（GB3089）

极（超、特）薄壁无缝钢管是指钢管的壁厚 $S \leq 0.6 \text{ mm}$ 的无缝钢管。

2. 10. 1 简介

1963 年鞍钢无缝钢管厂在自行设计、制造、安装的五台冷旋压轧管机上，为满足军工的需要，先后生产出了壁厚为 $0.07 \sim 0.5 \text{ mm}$ ， $\Phi 10 \sim 114 \text{ mm}$ （扩径到 $\Phi 159 \text{ mm}$ ）的各种超薄壁不锈钢无缝管。

60 年代初到 70 年代中，大冶钢厂先后自行设计制造了生产规格为 $\Phi 32 \sim 76 \text{ mm}$ ； $\Phi 47 \sim 140 \text{ mm}$ 和 $\Phi 75 \sim 190 \text{ mm}$ 三台，液压钢球、辊轮旋压管机，生产了各种特薄壁不锈钢无缝管。

60 年代后期北京钢铁研究总院在开发系列小直径薄壁无缝管的基础上设计研制出大型旋压设备，并研究了旋压工艺。成功地研制出 $\Phi 150 \sim 700 \text{ mm}$ 、最小壁厚为 0.3 mm ，长为 3200 mm 的军工和民用旋压薄壁钢管，并形成了完整的生产体系。

上海钢铁研究所也从 1976 年开始陆续在自制的 130、400KN 旋压管机上研制出壁厚为 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 大直径超薄壁不锈钢等各种钢管，后来又增设了 8KN 等多台（共有 7 台）各种旋压管机，所生产的极薄壁无缝钢管已成为该所的特色产品之一。

上述生产各单位都是按协议生产的，所以连名称也不统一，有的就叫薄壁管、有的则叫超薄壁、极薄壁和旋压薄壁管。1982 年国家标准总局发布了“不锈钢耐酸钢极薄壁无缝钢管”国家标准—GB3089—82。标准显然难以概况全部极薄壁无缝钢管。但毕竟有了一个可参考的标准。

2. 10. 2 国家标准 3089—82 的技术条件

2. 10. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—10—1。

表2—10—1 生产供货范围

2. 10. 2. 2 质量保证

钢管外径（mm）	10.3~250.8
钢管壁厚（mm）	0.15~0.6
钢管通常长度（mm）	500~6000
钢 种	00Cr18Ni10、1Cr18Ni9Ti、00Cr17Ni14Mo2、1Cr18Ni12Mo2Ti、1Cr18Ni12Mo3Ti
供货状态	热处理

2. 10. 2. 2. 1 钢管内径、壁厚允许偏差

钢管内径一般不作检查，用芯棒直径来保证。

芯棒直径偏差：普通级 +0.05 mm, -0.10 mm.
高 级 ±0.05 mm.

壁厚的允许偏差，详见表 2—10—2 。

表 2—10—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管尺寸 mm		允许偏差 mm	
外径	壁厚	普通级	高级
≤60	0.30	±0.04	±0.03
	0.35	+0.04, -0.04	+0.04, -0.03
	0.40	±0.05	±0.04
	0.50	±0.06	+0.05, -0.04
	0.60	±0.08	±0.05
>60	<0.25	±0.04	±0.03
	0.3	±0.04	+0.04, -0.03
	0.35	±0.05	±0.04
	0.40	±0.05	+0.05, -0.04
	0.50	±0.06	±0.05
	0.60	±0.08	±0.05

2. 10. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺用在通常长度范围内，其长度允许偏差为 +10 mm; -0 mm

每个倍尺长度应加切口长度： 5 mm

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm; -0 mm

弯曲度： 钢管壁厚 ≤ 5.0 mm/m

2. 10. 2. 2. 3 冶炼方法、化学成份、力学性能和晶间腐蚀

钢应用电炉或电渣重熔冶炼。钢的化学成份（熔炼）和力学性能应符合 GB13296—91（锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管—2.9）的规定（其中 00Cr17Ni14Mo2, 含 Mo 量比该标准低 0.2~0.5%, 即为 1.8~2.5%）。

钢管应按 T 法进行晶间腐蚀倾向试验，试验结果不得有晶间腐蚀倾向。

2. 10. 2. 2. 4 钢管表面

钢管内外表面应光洁，其光洁度不应低于▽6。钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、鳞状刺、斑疤、金属瘤、酸洗造成的麻点和网状腐蚀、深度超过壁厚负偏差的擦伤、凹坑和压痕。允许有轻微的螺旋波纹、丝痕和无损伤的凹面以及深度不超过 0.015mm 的划伤存在。

2. 10. 2. 2. 5 其他

根据需方需要，经供需双方协商：

按生产其他尺寸、钢号的钢管。

采用其他能满足本标准要求的冶炼方法冶炼的钢。

2. 10. 3 生产现状和展望

我国现在能够生产供应的极（超）薄壁无缝钢管的钢种和规格远比 GB3089—82 规定的多和宽，最薄壁厚可达到 0.07mm，最大外径可达到 700mm。但都是按各钢厂的企业标准

和技术协议等生产。基本上可以满足国内市场的需要。

2. 11. 小直径（毛细）无缝钢管（GB3090）

小直径（毛细）无缝钢管指钢管外径 $\Phi < 10 \text{ mm}$ 的无缝钢管。

2. 11. 1 简介

50 年代末鞍钢无缝钢管厂在原苏联 $\times \pi \tau \rho 8-15$ 和国产的 SG30 三辊冷轧管机和 50KN 冷拔机上率先生产出了 $\Phi 6 \sim 10 \text{ mm}$ 的薄壁小直径不锈钢等无缝钢管。

60 年代初上海钢铁研究所开发出了 $\Phi 6-8 \times 1 \text{ mm}$ 冷拔镍铬不锈钢注射针用管和在国产 SG32-1 型三辊冷轧管机上生产出各种薄壁小直径航空不锈钢等无缝钢管。1963 年上钢五厂的国产 LD8、SG30、和 SG32-II 等冷轧管机投入了生产各种冷轧、冷拔薄壁小直径无缝钢管。

60 年代中北京钢铁研究总院研制出火箭喷口处“0”型环密封件用 $\Phi 3 \times 0.5 \text{ mm}$ ，Inconel-x 毛细管，后又采用冲压、旋压、旋拔、拉拔多道次交替的温加工工艺，开发出了 $\Phi 1.8-17 \times 0.1-0.5 \text{ mm}$ 系列薄壁小直径无缝钼管。填补了国内的空白，并批量生产，提供用户使用。

上述这小直径无缝钢管的生产，基本上都是根据用户的需要专门研制和开发的，没有统一的要求和标准。

1982 年国家标准总局发布了国家标准“不锈钢小直径钢管”GB3090—82。但这个标准的针对性很强，是适用于航空、机电、仪器、仪表原件用 1Cr18Ni9Ti 奥氏体不锈钢冷拔(轧)小直径钢管。所以，对其他小直径无缝钢管只能作为参考。

2. 11. 2 国标 GB3090—82 的技术条件

2. 11. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—11—1。

表2—11—1 生产供货范围

钢管外径 (mm)	0.45~6.00
钢管壁厚 (mm)	0.1~1.0
钢管通常长度 (mm)	500~4000; 每批允许交重量 $\leq 10\%$ 的长度 ≥ 300 的短尺管
钢 种	1Cr18Ni9Ti
供货状态	硬（冷拔、轧）态交货； 外径 $\leq 2.0 \text{ mm}$ 钢管允许成盘状交货

2. 11. 2. 2 质量保证

2. 11. 2. 2. 1 钢管外径和壁厚允许偏差，详见表 2—11—2 。

表 2—11—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管尺寸 mm		允许偏差 * mm	
		普通级	高级
外径	≤ 1	± 0.04	± 0.02
	$> 1 \sim 2$	± 0.05	± 0.03
	> 2	± 0.06	± 0.04
壁厚	< 0.2	± 0.03	± 0.02
	$\geq 0.2 \sim 0.5$	± 0.04	± 0.03
	> 0.5	$\pm 10 \%$	$\pm 8 \%$

*: 合同不注明, 则按普通级供应。

2. 11. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差

定尺和倍尺应在合同中注明, 长全允许偏差为 +10 mm; -0 mm, 每个倍尺长度应加切口长度为 5 mm。

2. 11. 2. 2. 3 化学成份、机械性能

钢的化学成份(熔炼)应符合 GB1220—75 “不锈钢酸钢” 的规定。

机械性能, 硬态交货的钢管一般不做机械性能检验。软态钢管的机械性能应符合表 2—11—3 的规定。

表 2—11—3 软态钢管的机械性能表

牌 号	抗拉强度 σ_b Mpa	伸长率 δ_5 % ($L_0=50$ mm)	
		外径 <3.2 mm, 壁厚 <0.4 mm	外径 ≥ 3.2 mm, 壁厚 ≥ 0.4 mm
		不小于	
10	549	25	35

2. 11. 2. 2. 4 钢管表面

钢管的表面不允许有肉眼可见的裂纹、折叠和分层。允许有不超过壁厚公差之半的划痕、压痕和矫直痕迹等局部缺陷存在。

2. 11. 2. 2. 5 其他

根据需方需要, 经供需双方协商:

按生产其他尺寸生产。

可按内径和壁厚, 或外径和内径供应。

可供应其他尺寸偏差的钢管。

需要半硬状态和软态钢管。

需要做液压试验。

内径 >1 mm 的软态钢管, 可做晶间腐蚀倾向试验。

2. 11. 3 生产现状和展望

我国现在能够生产供应的小直径无缝钢管的钢种和规格远超过 GB3090—82 规定范围。但由于现在焊管技术和质量的提高, 其中已有相当部分被焊管所取代。

2. 12 汽车管 (YB/T5038; Q/CG64)

汽车管是制造各种汽车所用无缝钢管的总称和简称。制造汽车用的各种冷拔、轧精密无缝钢管, 特别是轿车用的冷拔、轧精密无缝钢管, 如操纵器、转向轴、减震器、前桥总成、等速节传动轴、消音器、后轴悬架臂和冷却水装置等, 已在 2. 7 章中介绍过, 这部分这里就不再重复。这里主要介绍汽车用热轧无缝钢管部分, 即用于制造汽车半轴套管和驱动桥桥壳轴管。

2. 12. 1 简介

1954 年鞍钢无缝钢管厂开始按 Г о с т 301—50 试生产 $\Phi 80 \times 11.5$ mm, 40Cr 汽车半轴套管, 供长春第一汽车制造厂使用。1957 年结合我国资源, 试制用 50Mn 优质碳钢取代 40Cr 合金结构钢, 1958 年又进一步试制 45Mn2 替代 50Mn。为了降低半轴套管的消耗量, 1964 年试制 $\Phi 78 \times 10.5$ mm 规格, 代

替原Φ80×11.5mm 规格，1966 年又进一步试制了Φ77×10mm 规格，取代Φ78×10.5mm 规格，两次改进共节约金属近 15%。1973 年两厂正式签订了供货协议（鞍协 73—8），开始大批量生产汽车半轴套管。1980 年在修订协议的基础上，将协议上升为鞍钢企业标准（鞍标 111—80），鞍钢无缝钢管厂为了确保质量，制定了内控标准—AK26—80。1982 年国家在此鞍标基础是制定并发布了我国的汽车半轴套管标准（GB3088—82）。1966 年上钢一厂也试制出了 45Mn2 汽车半轴套管，供给第一汽车制造厂和贵州汽车厂使用。1982 年开始按高于国家标准的内控标准生产供应。1986 年又为南京汽车制造厂开发了“依维克”车专用的 25MC 钢半轴套管。

1989 年衡阳钢管厂利用引进的微张减机生产出了 42Mn2 汽车半轴套管。

1990 年成都无缝钢管厂开发试制出 20CD4 汽车桥壳管，满足了汽车工业的急需。

1991 年西宁钢厂试制出Φ98×22mm，30Mn2 汽车轴头用合金无缝钢管，供汽车厂使用。

1993 年国家将 GB3088—82 调整为 YB/T5038—93。并于 1996 年对其修订为“汽车半轴套管用无缝钢管” YB/T5038—96，在修订中非等效采用了日本标准 JISG3441—88《机械结构用合金钢管》。

2. 12. 2 汽车热轧无缝钢管的技术条件 Q/CG64—2000

2. 12. 2. 1 半轴套管 YB/T5038—96，生产供货范围，详见表 2—12—1。

表 2—12—1 生产供货范围表

钢管尺寸	外径（mm）	壁厚（mm）
	76~121	7~28.5
钢管通常长度（m）	3~12。允许交付长度为 1.5~3m 的钢管，其数量不得超过该批交货钢管总重量的 8%。	
钢 种	45、45Mn2、40MnB、40Cr、20CrNi3A	
供货状态	热轧或热处理	

2. 12. 2. 2 钢管的质量保证

2. 12. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—12—2

2. 12. 2. 2. 2 倍尺的长度允许偏差、弯曲度和通棒检查

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差为+20 mm，每个倍尺长度应留 7~10 mm 的切口余量。

弯曲度： 钢管壁厚 ≤ 15 mm ≤ 1.5 mm/m
> 15 mm ≤ 2.0 mm/m

表 2—12—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管供应条件	钢管尺寸 mm		允许偏差
I，按外径和壁厚供应	外径 D		±1%
	壁厚 S	≤7	+15%，-9%
		7<S ≤15	+12.5%，-10%
		>15	+12.5%，-7.5%
II，按外径、内径和壁厚差供应	外径		±1%
	内径		±1.75%
	壁厚差*		≤15%
III，外径为 77mm，内径为 57mm，壁厚为 10mm 钢管	外径		+1.0mm，-0.3mm
	内径		+1.5mm，-0.5mm
	壁厚差*		≤1.5mm

*：壁厚差系指钢管同一断面上壁厚最大值与最小值的差。

按外径、内径和壁厚差供应的钢管，应在钢管全长内，用园棒逐根进行通棒检查，园棒能顺利通过者为合格。园棒直径 D1 按下式计算：园棒直径不得有负偏差。

$$\begin{aligned} D_p < 60 \text{ mm} & \quad D1 = D_p - 2.5 \text{ mm} \\ D_p \geq 60 \sim 75 \text{ mm} & \quad D1 = D_p - 2.75 \text{ mm} \\ D_p > 75 \text{ mm} & \quad D1 = D_p - 3.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dp—钢管允许的最大内径与最小内径的平均值 mm。

园棒长度为不小于钢管单倍尺长度的厘米整数值。

2. 12. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合 GB/T699；GB/T3077 的规定。

供货状态钢管的力学性能应符合表 2—12—3 的规定，

表 2—12—3 钢管供应状态的力学性能

序号	牌 号	抗拉强度 σ_b Mpa	屈服点 σ_s Mpa	伸长率 δ_5 %	布氏硬度 HB
1	45	≥ 590	≥ 335	≥ 14	—
2	45Mn2	—	—	—	217~269
3	40MnB	—	—	—	217~269
4	40Cr	—	—	—	217~269
5	20CrNi3A	—	—	—	217~269*

*：此硬度值仅供参考。

2. 12. 2. 2. 4 钢管的低倍检验和表面质量

采用连铸坯直接制造的钢管，供方应保证其横截面酸浸低倍组织试片上不得有肉眼可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。当需方要求该项检验结果时，应在合同中注明。

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层、裂缝和结疤。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。清除深度不得超过公称壁厚的负偏差。

不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

2. 12. 2. 2. 5 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

按其他规格或其他尺寸偏差，其他钢种生产。

2. 12. 3 生产现状和展望

我国汽车用热轧无缝钢管的生产，完全可以满足国内市场的需要，并可满足今后的新品的开发能力。

2. 13 高压油管（GB3093—86）

高压油管是柴油发动机喷射系统输送高压油用的冷拔无缝钢管的简称。高压油管是壁厚精密无缝钢管中尺寸精度和内表面要求最严钢管之一，根据其尺寸精度分为四类：

A 级精度用于一般要求的柴油机及维修配；

B 级精度用于高精度要求的柴油机；

C 级精度用于柴油机喷油泵试验台；

D 级精度为特

2. 13. 1 简介

60 年代初鞍钢按 Ч М Т У 2981—51 试制出了 $\Phi 7 \times 2.5\text{mm}$ 柴油机用高压油管。

1963 年上海钢管厂为上海柴油机厂试制出了 $\Phi 6-8 \times 2.5\text{mm}$ 的冷拔高压油管。并于 1981 年用小芯棒冷拔工艺，按 DIN73000—79 标准，生产出了内孔光洁度可达 6 级以上的 A 级冷拔精密高压油管，1982 生产出了 B 级精密高压油管。1986 年又开发出了低合金，厚壁高压油管，使冷拔高压油管的规格范围扩大为 $\Phi 6-30 \times 1-9\text{mm}$ 。

1982 年国家标准局发布了国家标准“柴油机用高压无缝钢管”GB3093—82，1986 年对其进行了修订，修订为 GB3093—86。

2. 13. 2 高压油管的技术条件

2. 13. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—13—1。

表 13—1 生产供货范围表

钢管外径（mm）	6、7、8、10
钢管内径（mm）	1.5、1.6、1.8、2.0、2.5、2.8、3.0、3.5、4.0
钢管壁厚（mm）	1.9~2.25；2.1~2.5；2.5~3.0；3.0~3.5
钢管通常长度（mm）	3500~6000。每批钢管允许交付长度不小于 0.8m、重量不大于每批总重量 5%的钢管。
钢 种	20A
供货状态	热处理。涂油装箱或装筒灌以防锈油。

2. 13. 2. 2 高压油管的质量保证

2. 13. 2. 2. 1 钢管尺寸允许偏差，详见表 2—13—2。

要求 B 级、C 级、D 级精度的钢管应在合同中注明，否则均按 A 级精度交货。

钢管内径用塞规从钢管两端进行检查，塞规通过部分的长度应不小于 20mm。

表 2—13—2 内径、外径和壁厚的允许偏差表

*：壁厚偏差由生产工艺给予保证。

2. 13. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 $+15\text{ mm}$ ； -0 mm 。

每个倍尺长度应加切口长度， 10mm 。

定尺和倍尺长度的钢管应在交货合同中注明。

钢管尺寸 mm	允许偏差 mm							
	A 级		B 级		C 级		D 级	
内径	1.5~3.0	$+0.10$ -0.20	1.5~1.8	± 0.05	1.5~3.0	± 0.025		
	3.5~4.0	$+0.10$ -0.30	2.0~4.0	± 0.10	3.5~4.1	± 0.05		
外径	6~10	± 0.12				6、7	$+0.05$ -0	
壁厚*	任一横断面最大与最小壁厚之差 不应超过公差壁厚的 15%				不应超过公差壁厚的 10%			

弯曲度：钢管经矫直后应具有实用性直度。

2. 13. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢管的化学成份（熔炼）和供货状态的力学性能应符合表 2—13—3 的规定，

表 2—13—3 钢管的纵向力学性能

钢号	化学成份（熔炼） %						力学性能		
	C	Si	Mn	Cr、Ni	Cu	P、S	抗拉强度 σ_b Mpa	屈服点 σ_s Mpa	断后伸长率 $\delta_5\%$
20A	0.17~ 0.24	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	$\geq$ 0.25	$\geq$ 0.20	$\geq$ 0.035	390~ 540	$\geq$ 245	$\geq$ 25

2. 13. 2. 2. 4 钢管的冷顶锻和液压试验

冷顶锻试验：试样长度应为 2 倍于外径的管段，冷顶锻至原试样高度的二分之一。

试验后的试样侧面应无裂缝、裂口、龟裂、撕破和折叠。

液压试验：应逐根进行试验，试验压力按下式计算。

$$P=2SR/d \quad \text{Mpa。}$$

式中：S — 钢管允许的最小壁厚 mm；

d — 钢管公称内径 mm；

R — 允许应力，规定抗拉强度最小值的 40%，Mpa。

钢管承受的液压力由生产工艺给予保证。液压试验时，耐压时间应不小于 10 秒钟，钢管不应出现渗漏或永久变形现象。

2. 13. 2. 2. 5 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、结疤、毛刺、锈蚀和疏松的氧化铁皮。允许有不妨碍表面质量检查的氧化薄膜及深度不大于 0.08mm(B 级、C 级精度钢管内表面应为不大于 0.05mm)的凹陷、压痕、直道。钢管表面缺陷的深度用至少放大 50 倍的金相法在横试样上进行。钢管内表面状态的检查可在每批抽取两根钢管各取一个管段用纵剖试样进行。

2. 13. 2. 2. 6 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验；

按其他尺寸钢管生产。

液压试验可用无损探伤方法替代。

2. 13. 3 生产现状和展望

我国高压油管的生产完全可以满足，现在国内市场的需要，而且有条件和能力通过提高质量、开发新品种满足柴油机今后发展个需要。

2. 14 船用管（GB/T5312—99）

船用管是制造船舶用的碳钢和碳锰钢无缝钢管的简称，即制造船舶的 I、II 级耐压管系、锅炉和

过热器用的碳钢和碳锰钢无缝钢管。船舶耐压管系用无缝钢管，按设计压力和温度分为 3 级，如表 2—14—1。船舶锅炉和过热器用无缝钢管管壁工作温度不超过 450℃。

表 2—14—1 船舶耐压管系

管系	I 级		II 级		III 级*	
	设计压力 MPa, >	设计温度 ℃, >	设计压力 MPa	设计温度 ℃	设计压力 MPa, ≤	设计温度 ℃, ≤
蒸汽和热油	1.6	300	0.7~1.6	170~300	0.7	170
燃油	1.6	150	0.7~1.6	60~150	0.7	60
其他介质	4.0	300	1.6~4.0	200~300	1.6	200

*: III级管系用无缝钢管，可根据船检部门认可的国家标准制造。

2. 14. 1 简介

直止 70 年代，我国因没有专用船用管标准，都是用 YB231 “一般管”标准、补充签订压扁、扩口或卷边试验和检查钢管重量的要求，从 50 年代开始鞍钢无缝钢管厂就是按此要求，生产供应各造船厂各种规格造船管。

为了航运安全，各国造船工业部门都设有专门的船用材料质量认证机构，即船级社。国外造船和修船所用的钢管，都需要经过各自的船级社检查认可。为了我国造船和修船的需要，成都无缝钢管厂早于 1979 年取得了原西德船级社(GL)的认可，于 1982 年同上海钢管厂一起取得我国船舶检验局(ZC)的认可，接着上海钢管厂于 1983 年，成都无缝钢管厂于 1984 年取得英国劳氏船级社(LR)的认可，1992 年成都无缝钢管厂又取得了挪威船级社(DNV)的认可，其他无缝钢管厂也相继分别取得了一些船级社的认可。

早在这些船级社认可前，我国的一些无缝钢管生产厂，就已按照这些船级社的规范生产船用管，如 1981 年上海钢管厂就用 10A、20A 钢生产了 320、410 钢级， $\phi 16 \sim 76 \times 2 \sim 12 \text{mm}$ 的冷拔船用管；上钢一厂、鞍无缝钢管厂、成都无缝钢管厂等也都先后生产供应了各种钢级和规格的热轧、冷拔船用管。

1885 年国家标准局发布了“船用碳钢无缝钢管”国家标准，GB5312—85。1999 年对其进行了修订，并改名为“船用碳钢和碳锰钢无缝钢管”，GB/T5312—99。

2. 14. 2 船用管的技术条件

2. 14. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—14—2

表 2—14—2 生产供货范围表

生产方法	热轧（挤压、热扩）	冷拔、冷轧
钢管外径（mm）	标准尺寸—10~610	
钢管壁厚（mm）	2.0~20	
钢管通常长度（mm）	3000~12000	2000~10000
钢 级	320、360、410、460 和 490	
供货状态	热轧（终轧温度应不低于 Ar3），正火或正火加回火	正火或正火加回火

2. 14. 2. 2 质量保证

2. 14. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—14—3

表 2—14—3 内径、外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差
热轧（挤压、扩）管	外径	≤ 159	$\pm 1\%$, 最小值为 $\pm 0.50\text{mm}$
	壁厚	> 159	$+15\%$ 最小值为 $+0.45\text{mm}$ -12.5% -0.30mm
冷拔（轧）管	外径 D	≤ 30	$\pm 0.20\text{mm}$
		$> 30 \sim \leq 50$	$\pm 0.30\text{mm}$
		> 50	$\pm 0.8\%$
	壁厚 S	$1.5 \leq S \leq 3$	$+15\%$ -10%
		> 3	$\pm 10\%$

2. 14. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺、倍尺长度偏差： $+20\text{ mm}$ ； -0 mm

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 $\leq 159\text{ mm}$ $5 \sim 10\text{ mm}$

外径 $> 159\text{ mm}$ $10 \sim 15\text{ mm}$

弯曲度： 钢管壁厚 $\leq 15\text{ mm}$ $\leq 1.5\text{ mm/m}$

$> 15\text{ mm}$ $\leq 2.0\text{ mm/m}$

外径 $\geq 351\text{ mm}$ 的热扩管 $\leq 3.0\text{ mm/m}$

2. 14. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）、钢管的常温力学性能应符合表 2—14—4 的规定，钢级 490 仅适用于压力管系。

表 2—14—4 钢管的化学成份和常温力学性能表

钢级	化学成份* %			抗拉强度 $\sigma_b\text{ Mpa} \geq$	屈服点 $\sigma\text{ Mpa} \geq$	断后伸长率 δ_5 % $\geq$
	C $\leq$	Si $\leq$	Mn			
320	0.16	0.35	0.40~0.70	340~440	195	25
360	0.17	0.35	0.40~0.80	360~480	215	24
410	0.21	0.35	0.40~1.20	410~530	235	22
460	0.22	0.35	0.80~1.40	460~580	265	21
490	0.23	0.35	0.80~1.50	490~610	285	21

*: S、P $\leq 0.035\%$ ；Cr $\leq 0.25\%$ ；Mo $\leq 0.10\%$ ；Ni $\leq 0.30\%$ ；Cu $\leq 0.30\%$ ；残余（Cr+Mo+Ni+Cu）元素总量 $\leq 0.70\%$ 。

2. 14. 2. 2. 4 钢管的压扁、弯曲、扩口或卷边和液压试验

压扁试验：钢管壁厚 $\leq 40\text{ mm}$ 时应进行压扁试验，其平板间距（H）值按下式计算：

$$H = (1 + \alpha) S / (\alpha + S/D)$$

式中：S — 钢管壁厚 mm； D — 钢管外径 mm；

α — 变形系数，320、360 钢级为 0.1；410 钢级为 0.08；

460、490 钢级为 0.07。

弯曲试验：弯芯直径为钢管公称壁厚的 4 倍，弯曲角度为 180 度。弯曲后试样上应无裂缝和分层，试样边缘的微裂纹不予考虑。

扩口或卷边试验：外径 18~146 mm，且内径大于 15 mm 的锅炉及过热器管应按表 2—14—5 规定的扩口率和卷边率进行扩口或卷边试验。试验后试样的扩口处或卷边处应无裂纹。

表 2—14—5 钢管扩口和卷边试验的扩口率和卷边率

钢级	扩口率和卷边率 %		
	内径 / 外径		
	≤ 0.6	> 0.6~0.8	> 0.8
320	12	15	19
360	12	15	19
410	10	12	17
460	8	10	15

液压试验：应逐根进行试验，试验压力按下式计算，但最高压力不超过 14Mpa。

$$P=2SR/D$$

式中：S —钢管公称壁厚 mm； D —钢管公称外径 mm；

R —允许应力，表 14—4 规定的最小屈服点的 60%，Mpa。

经船检部门同意，可用无损检验方法（涡流、漏磁或超声）代替液压试验。

2. 14. 2. 2. 5 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除，其清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。钢管内外表面允许有的直道深度为：

冷拔（轧）钢管应不大于公称壁厚的 4%，最大深度为 0.2mm。

热轧（挤、扩）钢管应不大于公称壁厚的 5%，最大深度为 0.5mm。

2. 14. 2. 2. 6 无损检验

I 级管、锅炉及过热器管应逐根进行漏磁或超声波无损检验（其检验方法不得与代替液压试验的检验方法采用同一种形式）。漏磁无损检验人工对比试样应为 GB/T12606-90 的 N12.5 的矩形槽，槽口深度的最小值为 0.5mm，最大值为 1.5mm；超声波无损检验的人工对比试样：冷拔管按 GB/T5777—96 中 C5 的规定；热轧管按 GB/T5777—96 中 C8 的规定。

2. 14. 2. 2. 7 其他

根据需方需要（或船检部门），经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、检验：

按其他尺寸生产。

按其他允许偏差生产。

检查钢管同一横断面的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80%。

进行成品管的化学成份分析。

提供高温性能（附录 C）资料或进行型式试验。

2. 14. 3 生产现状和展望

我国造船和修船工业发展十分迅速，特别是制造出口船和维修外国船。为了满足其发展的需要，我国很多无缝钢管生产厂，都已取得了国际知名船级社的认可，可以按世界各国船级社的商标生产供应各种品种和规格的船用管。今后也一定会，随着造船工业的发展需要，发展我国的船用无缝钢管。

2. 15 耐磨管（Q/CG76—2000）

耐磨管是固体物料管道输送用的特定耐磨钢管的简称。随着固体物料（煤、矿石、精矿粉、水泥、灰渣等）输送量的增大和输送距离的增长以及泵送技术的发展，固体物料的管道输送得到了迅速发展。固体物料管道输送的发展和其管道用管的质量提高（特别是管道内壁的耐磨性的提高）和成本降低分不开。其管道用管根据制造方法可分为铸造耐磨管（用耐磨的特种合金，如高铬、镍、锰合金铸造成

管)、塑料耐磨管(用高密度聚乙烯、聚氯乙烯等塑料挤压成管)、钢衬耐磨管(在钢管内衬以耐磨衬管,如玄武岩、陶瓷、合金铸铁、橡胶、塑料等)和耐磨钢管(将钢管内表面经过处理增加耐磨性)。

2. 15. 1 简介

80 年代中,成都无缝钢管厂,开发研制出将一般碳素钢无缝钢管,经过整体热处理,使钢管在保持外表面硬度基本不变(软状态),内表面的硬度有很大增高(硬状态)的耐磨无缝钢管。这种耐磨管由于工艺简单,价格不高(因成本增加不多),耐磨性能好(是一般碳素钢管的 2~5 倍),施工方便(焊接性能好),深受用户欢迎,并已制定“输送矿物用耐磨无缝钢管”企业标准 Q/CG76。

2. 15. 2 耐磨管的企业标准技术条件

2. 15. 2. 1 生产供货范围, 详见表 2-15-1

表 2-15-1 生产供货范围表

生产厂	成都无缝钢管厂, Q/CG76
钢管外径 (mm)	127~325
钢管壁厚 (mm)	7~15
钢管通常长度 (mm)	3000~12000
钢 种	NM300、NM400、NM300H
供货状态	热轧或热处理

2. 15. 2. 2 钢管的质量保证

钢管外径允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

钢管壁厚允许偏差为 $+15\%$, -12.5% 。

钢管弯曲度不大于 2.0 mm/m 。

钢管钢的牌号、化学成份(熔炼分析)应符合表 2-15-2。

表 2-15-2 钢管的化学成份

牌号	化 学 成 份 %						
	C	Si	Mn	Mo	V	Cu	S、P
NM300	≤ 0.27	—	—	—	—	≤ 0.02	≤ 0.05
NM400	≤ 0.30	—	—	—	—	≤ 0.02	≤ 0.05
NM300H	$0.30 \sim 0.39$	$0.60 \sim 0.90$	$1.60 \sim 1.90$	$0.40 \sim 0.50$	$0.05 \sim 0.12$	≤ 0.02	≤ 0.05

力学性能和硬度值, 应符合表 2-15-3。

表 2-15-3 力学性能和硬度值

牌号	抗拉强度 σ_b , Mpa	断后伸长率 δ_5 , %	布氏硬度 HB
NM300	≥ 600	≥ 6	300~399
NM400			400~499
NM300H	≥ 600	≥ 6	300~399

钢管的内外表面不得有裂缝、折叠、轧折、离层、发纹和结疤等缺陷存在。这些缺陷应完全清除掉。清除后不得超过壁厚的负偏差。凡没有超过壁厚的负偏差的其他轻微缺陷允许存在。

2. 15. 3 生产现状和展望

2. 16 管线管 (API Spec5L-2000)

管线管是石油和天然气工业用管道输送石油、成品油、天然气和水的管(道)线用钢管的简称。

输送油、气的管线主要分为主输送管线、支线输送管线和城市管网管线三种。油气主输送管线管，主要规格为 $\Phi 406 \sim 1219\text{mm}$ ，壁厚 $10 \sim 25\text{ mm}$ ，钢种为 X42 $\sim$ X80，油气支线输送、城市管网管线管，主要采用的规格为 $\Phi 114 \sim 700\text{mm}$ ，壁厚 $6 \sim 20\text{mm}$ ，钢种为 X42 $\sim$ X80。

2. 16. 1 简介

我国的油、气主输送管线，在开始建设时主要使用的都是国产螺旋焊管，但后来在使用中发现很多问题，特别是主输气管线（主要是爆管、漏气），只好更换为国产无缝钢管（如四川的天然气主管线）或进口钢管。所以早在 70 年代成都无缝钢管厂就大批地按当时的 YB231—70 “一般无缝钢管”标准和后来的 GB8163—87 “输送流体用无缝钢管”及补充技术条件生产供应“20、16Mn、Q295、Q345 钢”主输送管线（最大直径为 630mm）、支线输送管线和城市管网管线管。随着我国油、气管线管网的发展需要和我国焊管生产技术发展的情况以及进口高质量焊管 and 高质量焊管用板卷的可能，我国的油、气输送管线逐渐采用按照国际上通用的管线管标准（API Spec5L）生产的直缝焊管和无缝钢管。

为了适应这一发展的需要，成都无缝钢管厂从 80 年代末，开始按照 API Spec5L 标准要求，开发研制生产供应“A、B、X42、X46 和 X52 钢级”管线管。于 1991 年获得了美国石油协会颁发的授权使用 API Spec5L 会标许可证，并于当年向泰国出口了 API Spec5L 管线管，1992 年向台湾供应了外径为 245mm 的 API Spec5L。接着该厂又于 90 年代中研制生产供应了 X56、X60 和 X65 钢级的管线管。

1997 年天津钢管公司为渤海和胜利两油田开发研制出了 X56 海底管线管，1999 年又为沙特 ARMO 石油公司按照该公司的“Saudi Aramco Destop”标准开发研制出 X60 海底管线管。

2. 16. 2 管线管技术条件

2. 16. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—16—1

表 2—16—1 生产供货范围表

生产方法	无缝钢管（标准本身包括焊管）
钢管外径（mm）	10 $\sim$ 630
钢管壁厚（mm）	6 $\sim$ 25
钢管通常长度（mm）	2740 $\sim$ 13720
钢 种	PSL1: A25- I 类、A25- II 类、A、B、X42 $\sim$ 70。 PSL2: B、X42 $\sim$ X80。
供货状态	热轧或热处理

2. 16. 2. 2 钢管的质量保证

2. 16. 2. 2. 1 钢管外径和管端直径的允许偏差，详见表 2—16—2。

对于外径不大于 508mm 的钢管，允许环规通过长度的为 101.6mm 的钢管端头。环规内径不能比钢管公称外径加表 2—16—2 所示正偏差大。

表 2—16—2 钢管外径和管端直径的允许偏差表

钢管外径*		管端直径	
外径尺寸	允许偏差	管端外径	允许偏差
$< 2' \ 3/8''$ $< 60.3\text{mm}$	+0.41mm -0.79mm	$\leq 10' \ 3/4''$ $\leq 273.1\text{mm}$	+1.59mm -0.40mm
$\geq 2' \ 3/8'' \sim < 20'$ $\geq 60.3 \sim < 508\text{mm}$	$\pm 0.75\%$	$> 10' \ 3/4'' \sim \leq 20'$ $> 273.1 \sim \leq 508\text{mm}$	+2.38mm -0.79mm
$\geq 20'$ 508mm	$\pm 1.0\%$	$> 20' \sim \leq 42'$ $> 508 \sim \leq 1067\text{ mm}$	+2.38mm -0.79mm

2. 16. 2. 2. 2 钢管壁厚和长度允许偏差，详见表 2—16—3。

表 2—16—3 钢管壁厚和长度允许偏差表

钢管壁厚允许偏差			长度允许偏差 m			
钢管外径	壁厚允许偏差 %		公称长度	最小长度	每一订货合同最小平均长度	最大长度
	不大于 B 级	不低于 X42 级	6	2.74	5.33	6.86
< 2' 7/8" < 73.0mm	+20	+15	12	4.27	10.67	13.72
	-12.5	-12.5	15	5.33	13.35	16.76
> 2' 7/8" ~ < 20' > 60.3 ~ < 508mm	+15	+15	18	6.40	16.00	19.81
	-12.5	-12.5				
≥ 20' 508mm	+15	+17.5	24	8.53	21.34	25.91
	-12.5	-10				

2. 16. 2. 2. 3 钢管平直度、平端钢管管端和重量。

平直度：外径小于 114.3mm 的 A25、A 和 B 级的钢管应有合理的平直度，对所有其它的钢管，平直度不得超过钢管长度的 0.2%。

平端钢管管端：除非合同另有规定，管端应有坡口和钝边，坡口角度为 30 度（+5 度，-0 度），以钢管轴线的垂线为基准测量，钝边尺寸为 $1.59 \pm 0.79\text{mm}$ 。对外径不小于 60.3mm 钢管的管端切斜不超过 1.59mm。

平端钢管重量：外径不小于 5' 1/2"（141.3mm）的钢管应逐根称重。外径小于 5' 1/2"（141.3mm）的钢管是采用逐根称重还是按批称重由生产厂决定。

整根钢管重量的计算公式为 $WL = 0.02466 \times (D - S) \times S \times L$ (Kg)

D、S—钢管公称外径、壁厚 mm；L 钢管长度 m。

钢管重量的允许偏差应符合表 2—16—4 规定。

表 2—16—4 钢管重量允许偏差表

计重单位	钢级，批重	允许偏差 %
单倍尺管	特殊的平端钢管或 A25 钢级钢管	+10 ; -5
	其它钢管	+10 ; -3.5
装车批量	A25 钢级，不小于 18144Kg	-2.5
	A25 以外的钢级，不小于 18144Kg	-1.75
	所有钢级，18144Kg 以下	-3.5

2. 16. 2. 2. 4 钢管的化学成份

PSL1 和 PSL2 的熔炼和成品分析化学成份应符合表 2—16—5 规定。

对 PSL2 钢管，应根据成品分析按下式计算碳当量。

表 2—16—5 PSL1 和 PSL2 的化学成份表

钢级	化学成份 %					
	PSL1*1			PSL2*8		
	C*3 ≤	Mn*3 ≤	其它	C*3 ≤	Mn*3 ≤	其它
A25- I 类	0.21	0.60				
A25- II 类	0.21	0.60	*2			
A	0.22	0.90				
B	0.28	1.20	*4、*6	0.24	1.20	*4、*6
X42	0.28	1.30	*5、*6	0.24	1.30	*5、*6

X46、X52、X56	0.28	1.40	*5、*6	0.24	1.40	*5、*6
X60*7、X65*7、X70*7	0.28	1.40	*5、*6	0.24	1.40	*5、*6

- *1: P、S 含量（除 A25- II 类钢的 P 之外）均为 $\leq 0.030\%$ 。
 *2: A25- II 类钢 P 含量为 $0.045\sim 0.080\%$ 。
 *3: 当碳含量比规定的最大碳含量每降低 0.01% ，则钢中含锰量允许比规定的最大值高 0.05% ，但 X42~X52 最高锰含量不允许超过 1.5% ；对高于 X52 而低于 X70 钢级锰的最大值不超过 1.65% ，对不低于 X70 钢级锰的最大值不超过 2.00% 。

碳当量计算公式，当 $C \leq 0.12\%$ 时：

$$CE(Pcm) = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$$

（熔炼分析硼含量 $< 0.001\%$ 时计算时可不包括硼）。

当 $C > 0.12\%$ 时：

$$CE(IIW) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

最大含碳量：对 X80 钢级的钢管、壁厚大于 20.3mm 所有钢级的无缝钢管和需方指定为高碳当量的钢管，最大碳当量由供需双方协商数值。
 对上述不包括的钢管，可采用 $CE(Pcm)$ 最大值 0.25% ，或 $CE(IIW)$ 最大值 0.43% ，取两者之中适用者。

- *4: 经双方协议，可加入铌、钒、钛三种元素中的一种，或添加它们的任一组合。
 *5: 制造厂可加入铌、钒、钛三种元素中的一种，或添加它们的任一组合。
 *6: 铌、钒、钛的总量不得超过 0.15% 。
 *7: 经双方协议可采用其它化学成份，只要能满足注*6 的限制要求即可。
 *8: P 含量均为 $\leq 0.025\%$ ；S 含量均为 $\leq 0.015\%$ 。

2. 16. 2. 2. 5 力学性能

PSL1 和 PSL2 的力学性能应符合表 2—16—6 规定。

拉伸试验用试样，纵向拉伸试验：可采用全断面，板状试样（标距 50.8mm ，宽度 38.1mm ），或对壁厚大于 18.1mm 钢管采用直径 12.7mm 的园样。

横向拉伸试验：可采用板状试样（标距 50.8mm ，宽度 38.1mm ），或直径 12.7mm ，标距 50.8mm （或直径 8.9mm ，标距 35.6mm ）的园样。

表 2—16—6 拉伸性能表

钢级*1	PSL1 力学性能			PSL2*3 力学性能		
	$\sigma_{0.5} \text{ Mpa}$ $\geq$	$\sigma_b \text{ Mpa}$ $\geq$	$\delta *2 \%$ $\geq$	$\sigma_{0.5} \text{ Mpa}$	$\sigma_b \text{ Mpa}$	$\delta \%$ $\geq$
A25	172	310	e			
A	207	331	e			
B	241	414	e	241~448	414~758	e
X42	290	414	e	290~496	414~758	e
X46	317	434	e	317~524	434~758	e
X52	359	455	e	359~531	455~758	e
X56	386	490	e	386~544	490~758	e

X60	414	517	e	414~565	517~758	e
X65	448	531	e	448~600	531~758	e
X70	483	565	e	483~621	565~758	e
X80				552~690	621~827	e

*1: 介于 X42 到 X80 之间的中间钢级应由双方协商, 并与表中规定协调一致。

*2: 最小伸长率 (50.8mm) 的计算公式为

$$e=1944 \times A^{0.2} / U^{0.9}$$

式中: A—拉伸试样横断面积 (mm²); 两种园样面积为 130 (mm²),
板样取 458 (mm²) 和实际 D、S 计算面积中较小者。

U—规定的最小抗张强度 (Mpa)

*3: 中间钢级的最大屈服强度是表中相邻所列较高钢级的最大屈服强度。

中间钢级的最大极限抗张强度为 758 Mpa。

B 级钢按钢管尺寸需做纵向拉伸试验的最大屈服强度为 496 Mpa。

X80 钢级的壁厚超过 25mm 的钢管, 其最大屈服强度应由供需双方协商确定。

2. 16. 2. 2. 6 冲击性能、水压试验和无损检验

PSL1 钢管不要求夏比冲击试验。

PSL2 钢管在表 (标准中的表 10, 从略) 规定的尺寸和壁厚范围内, 生产厂应按以下要求进行夏比 V 形缺口冲击试验。

试验温度为 0℃。如果钢管可满足断裂韧性的所有其它的下列要求, 允许在更低的温度下进行。

对所有钢级的其尺寸试样, 每炉批最小的平均吸收功 (3 个试样一套) 应为: 横向 27J 或纵向 41J。

对于合格性, 一根钢管上 3 个单独试样的平均功不得低于全尺寸值, 而且任一个单独试验值不得低于要求的最小平均功的 3/4。

X80 钢级的要求 (从略)

水压水压: 每根钢管都应进行水压试验, 试验压力见附表 (从略)。

*: 当钢管水压试验压力超过标准试验压力时, 外径允许偏差由双方协议。

当 D/S≤75 时, 最大椭圆度应≤12.7mm。

无损检验: PSL2 钢管应逐根进行无损检验 (从略)。

2. 16. 3 生产现状和展望

目前我国已生产供应的无缝钢管管径为 10~630mm, 壁厚为 6~25 (40) mm,

最高钢级为 X65。正在试制的钢级是 X70。由于油、气输送管线管标准中没有无缝管和焊管之分, 只要满足技术条件要求, 无缝管和焊管都可以使用。为此核心问题就是质量和价格 (成本), 在这里的质量关键又是服务质量 (特别是供货时间和售后服务, 因为钢管质量是绝对的)。所以说在管线管市场上是无缝管从焊管争取市场问题。当然, 在国内外的管线设计中也有在某种情况、某些地区或某种地质状况下必须 (或最好、应该、推荐) 采用无缝钢管的设计 (或意见、见解、看法、认识)。

2. 17 冷冻管 (Q/CG59—88; 65—89; 69—91; 72—2000)

冷冻管是石油化工工业用低温无缝钢管 (简称低温管) 和煤炭工业采用冻结法凿井所需的专用无缝钢管 (简称冻结井管) 的合称。这两种无缝钢管的共同点都是用于低温工作。石油化工工业用低温管一般 (各国标准不同) 按低温级别分为 -45℃ (-50℃)、-70℃ (-73℃、-80℃)、-100℃ (-101℃、) 和 -196℃ (-120℃、-140℃、-168℃、-170℃、-192℃) 级低温管。分别用于乙烯、

丙烯、尿素、合成氨、合成化肥和医药等工业中的洗涤、净化、脱硫、脱脂和脱蜡等工序的各级低温压力容器配管用无缝钢管。煤炭工业用冻结井管是在凿特殊土壤层（易于漂移、水渗漏的深厚冲积层）井时为防止土壤漂移和水渗漏，事先通以 -33°C 的循环冷却液将周围土壤冻结用的无缝钢管

2. 17. 1 简介

1987 年成都无缝钢管厂经过两年的试验研究，成功地率先研制出我国 09DR（D651）钢， -45°C 级石油套管结晶机专用的低温管（用于润滑油精炼前的脱蜡工序），其主要技术性能 -45°C 冲击功为日本 STPL39 钢 JISG3460—84 标准允许最低值的 4~8 倍。接着该厂先后开发试制出 D652 钢， -50°C 级；对 D653 钢， -70°C 级；D654 钢， -80°C 级；D655 钢， -101°C 级等低温管按企业标准 Q/CG59-88、Q/CG65—89 和 Q/CG69—91 供应用户使用。

成都无缝钢管厂和北京钢铁研究总院通过多年的共同开发研制，从 1990 年开始已批量生产供应 CS—55L 和 CS—80L 钢级冻结井管，按企业标准 Q/CG72—94（97、2000）供应煤炭工业使用。

2. 17. 2 冷冻管的技术条件

2. 17. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—17—1

表 2—17—1 生产供货范围

品种	Q/CG59、65、69 低温管		Q/CG72 冻结井管
生产方法	热轧（扩）	冷拔、轧	热轧
钢管外径（mm）	108~630	10~219	127~219.1
钢管壁厚（mm）	8~25	0.5~7	5.87~10.16
钢管通常长度（mm）	3000~12000	3000~10500	7620~12200
钢 种	D651、D652、D653、D654		CS-55L、CS-80L
供货状态	控制终轧温度代替正火处理	正火处理	热处理

2. 17. 2. 2 钢管的质量保证

2. 17. 2. 2. 1 钢管外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—17—2

表 2—17—2 外径和壁厚允许偏差表

钢管	允许偏差	
	Q/CG59、65、69 低温管	Q/CG72 冻结井管
外径	$\pm 0.8\%$	$+1.0\%$ -0.5%
壁厚	$\pm 12.5\%$	$+15\%$ -12.5%

2. 17. 2. 2. 2 钢管的弯曲度、化学成份和力学性能

钢管的弯曲度：Q/CG59、65、69 低温管 $\leq 1.5 \text{ mm/m}$

Q/CG72 冻结井管，钢管两端 1500mm 长度范围内 $\leq 1.3 \text{ mm/m}$

全长（弦高） $\leq 1.5 \times L/1000 \text{ mm}$

L—为钢管全长（m）。

钢管的化学成份：按企业内控标准检查控制。但 Q/CG59、65、69 低温管，应保证 P、S $\leq 0.025\%$ ；O $\leq 0.004\%$ ；H $\leq 0.7\%$ ；N $\leq 0.01\%$ 。

Q/CG72 冻结井管，应保证 P、S $\leq 0.030\%$ 。

钢管的力学性能：应符合表 2—17—3 规定。

表 2—17—3 钢管的力学性能表

标准	钢级	抗拉强度 σ _b Mpa ≥	屈服点 σ _s Mpa ≥	断后伸长 率 δ ₅ (e) %≥	冲击功 Aku (试样 5×10×55mm)			脆性转变温 度 ℃
					常温 J ≥	低温		
						温度 ℃	J ≥	
Q/CG59	D651	385	210	35		—45	14/10*1	
Q/CG65	D652	400	250	35		—50	14/10	
Q/CG65	D653	450	270	30		—70	14/10	
Q/CG69	D654	470	270	30		—80	14/10	
Q/CG69	D655	455	250	30		—101	14/10	
Q/CG72	CS—55L	600	395	14*2	44	—40	24	—40
Q/CG72	CS—88L	689	588	14*2	36	—40	32	—40

*1: 2个最高试样/2个最低试样。钢管壁厚 $\leq 5.5\text{mm}$ 的钢管可不作冲击试验。

*2: 伸长率的标距为 50.8mm 时, 最小断后伸长率由下式确定:

$$e=1944 \times A^{0.2} / U^{0.9}$$

式中: A—拉伸试样横断面积 (mm^2), 是按规定外径或试样的名义宽度和规定壁厚计算的, 精确到 1mm^2 最大值 $484 (\text{mm}^2)$ 。

U—规定的最小抗张强度 (Mpa)。

2. 3. 2. 2. 3 钢管的压扁、液压试验和钢管表面

钢管压扁试验: Q/CG59、65、69 低温管, 按 GB3087 标准 (2. 4) 规定进行。

Q/CG72 冻结井管, 不做。

钢管液压试验: Q/CG59、65、69 低温管, 按 GB3087 标准规定进行。

Q/CG72 冻结井管, 按 API Spec 5CT 规范 (4. 1.) 规定进行, 压力计算按 J55、N80 有关数据计算, 并应比其计算值高 5~10%。

钢管表面: 按 GB3087 标准规定进行。

2. 17. 2. 2. 4 钢管的无损探伤

钢管应逐根进行无损探伤: Q/CG59、65、69 低温管, 按 GB3087 标准规定进行。

Q/CG72 冻结井管, 按 API Spec 5CT 规范规定进行。

2. 17. 2. 2. 5 Q/CG72 冻结井管的螺纹质量

钢管的螺纹质量应符合 API Spec 5B 规范 (4. 1.) 的规定。

2. 17. 2. 2. 6 其他

根据需方需要, 经供需双方协商, 在合同中注明, 可补充按下述条款进行生产、试验或检验;

按其他尺寸生产。

对壁厚 $\leq 8 \text{ mm}$ 的钢管, 进行扩口试验。

对外径 $\leq 22 \text{ mm}$ 的钢管, 进行弯曲试验。

进行低倍组织、非金属夹杂物检验。

2. 17. 3 生产现状和展望

我国现在生产的冷冻管, 钢级只到 -101°C , 更低温度的钢级还在开发试制中。在已生产供应的钢级中, 不论在标准上还是实物质量上都已达到了国际先进水平, 而且由于我们选用的钢种与国外的不同, 对 $-45 \sim -80^\circ\text{C}$ 的钢级是选用的适合我国国情的低碳、锰、钒和微量钛元素, 而国外一般都是用 1.5~2.5% 的镍合金钢; 对 -100°C 的钢级选用的是低镍和低碳、锰、钒及微量钛元素, 而国外则是用 3.5% 镍的合金钢。这就使我们的生产成本低于国外, 提高了我们的竞争力。今后除了继续发挥我

们的优势之外，应抓紧开发研制新钢级（低于-100℃级），以便能配套供应。并尽快进入国际市场。

2. 18 异型管（GB3094—2000；YB/T171—2000）

异型管是相对于一般通常的园管而言的非园管。即除了钢管的横断面不是圆环形的之外，还包括沿钢管长度方向的各横断面的园环形大小不同的钢管（即钢管沿长度方向的壁厚或外径、内径不同的钢管）的总称。异型管的品种、规格特别繁多，应用范围极其广泛，从人们日常生活用品，居家用具到车、船、飞机、火箭以及电子、通讯、能源、医疗设备等都无不在使用各种异型钢管。

2. 18. 1 简介

1960 年上海新华五金制管厂通过冷拔试拔出了两个品种的冷拔异型管，这是我国有记载的最早生产的异型钢管。1961 年该厂并入上海永鑫无缝钢管厂，1962 年上海永鑫无缝钢管厂试生产出了方、矩和椭圆等 3 个品种规格的农机用异型无缝钢管，1963 年该厂除继续为农机部门开发新品种外，还扩大到为纺织、印染、化工、机械、仪表、造船、航空等工业部门试制了各自需要的 20 多个品种规格的异型无缝钢管，1964 年又进一步开发了 64 个异型无缝钢管新品种。1975 年上海异型钢管厂和上海钢铁研究所的共同在液压传动旋压轧管机上试制成功导弹发动机带底壳体该，并于 1981 年又试制出防空导弹的发动机壳体该，随后开发出旋压筒形体、锥形体、变断面等异型管。到 1978 年该厂累计开发的异型无缝钢管的品种规格达 2000 多个，计有横断面为各种形状和尺寸的异型管（最大边长可达 250mm）、内外螺纹锅炉管、圆翼片管、钢窗管、仪表架管、表壳管、鼓筒轴管和医疗用异型管等，以及各种尺寸的变断面异型管。上海一直是我国生产冷拔异型无缝钢管厂家较集中的地区。

1991 年东北大学和日本东洋特殊钢业株式会社合资兴办的沈阳东洋异型管有限公司建成投产了六条大中小生产线，年生产 $20\times 20\sim 400\times 400$ mm，壁厚 1~22 mm 的各种规格方、拱、矩、D、扇、椭圆、平椭圆、半园、三角、八角等各种复杂截面的异型钢管 1.5 万吨。生产钢种有碳钢、耐候钢、不锈钢和钛合金。并负责特殊材质、特殊精度（平面度、扭曲度）和特殊规格（超大、超厚、复杂形状）的开发生产，以满足不同用户对冷拔异型钢管越来越高的需求。

我国热轧（拔）异型无缝钢管，生产规模最大、品种规格较多和规格最大的钢管厂是成都无缝钢管厂，它的热扩管机组同时也是热拔机组，最大规格可热拔总边长 ≤ 1800 mm 的方、矩、扁、三角和椭圆等异型钢管。此外，有些装备有两辊或三辊定径机的无缝钢管厂，也都在生产供应方、矩型或三角型等异型无缝钢管。

1964 年冶金工业部制定和颁布了我国第一批十八个异型无缝钢管部颁标准，即 YB233—64，YB241—64 和 YB431~446—64。在这之前，一般都是采用双方协议或是参照原苏联的有关标准生产。随着生产发展的需要，冶金工业部于 1975 年发布了“异型钢管图册”部颁指导性技术文件—YB/Z 9—75，作为异型无缝钢管使用、生产、设计和订货的通用技术条件与 YB431~446—64 异型钢管品种标准配合使用。后来又于 1982 年对上述部颁标准中的部分（方、矩、椭圆、平椭圆、内外六角和直角梯形钢管）标准，进行了修订，归并、上升为“冷拔无缝异型钢管”国家标准 GB3094—82，同时宣布 YB233、431~434 和 437—64 作废。

2000 年对“冷拔无缝异型钢管”标准进行了补充和修订，并更名为“冷拔异型钢管”GB3094—2000，同时对 YB/T435、436、438~446—64 和 YB/T 9—75 进行了扩充、归并、修改，并定名为“复杂断面异型钢管”，由国家冶金工业局批准公布为行业标准 YB/T171—2000，代替 YB/T435~446—64 和 YB/T 9—75。

由于无缝异型钢管品种规格繁多和专用性很强，至今热轧（拔）无缝异型钢管还没有统一的国家（推荐）标准，冷拔无缝异型钢管虽有国家统一推荐标准，但也难全面包括，所以现在有相当多的生产厂仍在使用其自己的企业标准或技术条件。

2. 18. 2 异型管的技术条件

2. 18. 2. 1 异型管的生产供货范围，详见表 2—18—1A、1B

表 2—18—1A 生产供应范围表

标准	异型管类型	异型管形状	异型管尺寸 (mm)	
GB3094—2000	等壁厚异型钢管 D	钢管形状	钢管边长	钢管壁厚
		方形 D—1	12~280	0.8~18
		矩形 D—2	5/10~200/400	0.8~14
		椭圆形 D—3、平椭圆形 D—4	3/6~30/90	0.5~2.5
		内外六角形 D—5	8~105	1.5~6
		直角梯形 D—6	25/10/30 ~ 60/55/50	1.2~2.2
YB/T171—2000*	等壁厚简单断面 D	三角形、等腰梯形、菱形、正五边、正八边 (D7~D11)	见 2—1 图	见图 2—1
	等壁厚复杂断面 DF	鼓形、拱形、馒头形、滴水形、枣核形、半园形、鸡心形、双凹形、凸字形、梅花形、三耳传动轴管等 (DF1~DF36)		
	等壁厚凸缘断面 DT	单耳矩形、机架、帽形、仪表框架、家具、枪形、大刀形、导轨、鱼形、三叉、马面鱼形、双人字形、鼠形、钢窗管等 (DT1~DT33)		
	不等壁厚断面 BD	厚角方管、外四棱内方管、外园内偏心圆、外方内园、外六角内园形、外园内方、外园内梅花形、花键管、内十八齿、双叶片管、四齿、六齿、二十四齿管等 (BD1~BD19)		
	变截面 BJ	前叉管、三节阶梯、五节阶梯管、螺旋管、园翼管、内螺纹管等 (BJ1~BJ7)		

*: 标准中总共列出了 100 个各种断面异型钢管的形状和尺寸, 其中等壁厚简单断面钢管 D—5 个, 等壁厚复杂断面钢管 BD—36 个, 等壁厚凸缘断面钢管 DT—33 个, 不等壁厚断面钢管 BD—19 个和变截面钢管 BJ—7 个。图中括号部分为参考尺寸, 由工模具保证, 不做考核。

表 2—18—1B 生产供应范围表

标准	钢管长度 (m)	钢种	交货状态
QB3094—2000	1.5~9。 短尺不短于 1m, 允许搭交占总重量不大于 8% 的短尺管。	10、20、35、45、Q195、Q215、Q235、Q295、Q345、Q390	冷拔状态交货*1。
YB/T171—2000	1.5~9。		冷拔状态交货*2。

*1: 为消除冷加工引起的应力, 经双方协议, 亦可进行回火处理。

*2: 根据需方要求, 合同注明, 也可以热处理状态交货。

2. 18. 2. 2 异型钢管的质量保证

2. 18. 2. 2. 1 钢管边长 (外径)、壁厚、边凹凸、弯曲度和扭转值的允许偏差, 详见表 2—18—2。

YB/T171 规定, 边长、边凹凸和扭转值的测量位置, 在距钢管两端至少为最大边长的位置, 但不小于 50mm。.

复制标准上的有关图

图 2—1 三角形、等腰梯形、菱形、正五边、正八边型的尺寸图

表 2—18—2 钢管边长（外径）、壁厚、边凹凸、弯曲度和扭转值的允许偏差表

标准	GB3094*1			YB/Z 171*2		
级别	Mm	普通级	高级	mm	普通级	高级
边长公差	边长≤30	±0.30mm	±0.20mm	边长或直径≤30	±0.30mm	±0.20mm
	边长>30~50	±0.40mm	±0.40mm	边长或直径>30~50	±0.40mm	±0.40mm
	边长>50~75	±0.8%	±0.7%	边长或直径>50~70	±0.80%	±0.70%
	边长>75	±1%	±0.8%	边长>75	±1.00%	±0.80%
壁厚公差	壁厚≤1	±0.18mm	±0.12mm	壁厚≤1	±0.20mm	±0.15mm
	壁厚>1~3	+15% -10%	+12% -10%	壁厚>1~4	±0.40mm	±0.30mm
	壁厚>3	±12% -10%	±10%	壁厚>4	+12.5% -15.0%	±10%
边凹凸公差	边长≤30	±0.20mm	±0.10mm	边长≤30	±0.20mm	±0.10mm
	边长>30~50	±0.30mm	±0.15mm	边长>30~50	±0.30mm	±0.15mm
	边长>50~75	±0.8%	±0.5%	边长>50~75	±0.80%	±0.30%
	边长>75	±0.9%	±0.6%	边长>75	±0.90%	±0.60%
弯曲度	弯曲度	≤4 mm/m	≤2 mm/m	壁厚≤4	≤5 mm/m	≤3 mm/m
				壁厚>5	≤7 mm/m	≤5 mm/m
	全长弯曲	≤0.4%	0.2%	壁厚≤4	≤0.5%	≤0.3%
				壁厚>5	≤0.7%	≤0.5%
扭转值*3	边长≤30	1.5 mm/m		轴对称断面	边长≤50	2 mm/m
	边长>30~50	2 mm/m			边长>50	4 mm/m
	边长>50~75	2.5 mm/m		其他断面	边长≤50	2.5 mm/m
	边长>75	3 mm/m			边长>50	4 mm/m

*1：精度等级应在合同中注明，如未注明则按普通级供应。

壁厚大于等于 4 mm 的钢管允许壁厚偏差亦可按+12.5%，-15%交货。

*2：精度等级应在合同中注明，如未注明则按普通级供应。

*3：GB3094 规定：对方形、矩形、直角梯形钢管的扭转值。

2. 18. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差

定尺和倍尺长度应在通常长度范围内。定尺长度允许偏差为+15 mm。

倍尺按每倍尺加切口长度 5~10 mm，全长允许偏差另加 10mm。

2. 18. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合 GB/T699、GB/T700 和 GB/T1591 的规定。

钢管冷拔状态交货时，不做力学性能检查。如需方要求成品热处理时，其力学性能应符合表 2—18—3 的规定。

表 2—18—3 成品热处理的力学性能表。

钢号	抗拉强度 σ_b Mpa $\geq$	屈服点 σ_s Mpa $\geq$	伸长率 δ_5 % $\geq$
10	335	205	24

20	390	245	20
35	510	305	17
45	590	335	14
Q195	315	195	22
Q215	335	215	22
Q235	375	235	20
Q295	430	295	22
Q345	510	345	21
Q390	530	390	18

2. 18. 2. 2. 4 钢管表面

GB3094 规定：钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、离层、发纹缺陷存在，这些缺陷必须完全清除掉，清除后不得超过其边长和壁厚的负偏差。

划道允许深度:

壁厚 ≤ 2 mm,	深度不大于公称壁厚的 10%。
壁厚 > 3 mm,	深度不大于公称壁厚的 8%，
	最大深度不大于 0.40mm。

其它不超过边长和壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

YB/Z 171 规定：钢管的内外表面不得有裂纹、折叠和结疤。这些缺陷应完全清除掉，清除深度不得超过公称壁厚的负偏差。清除后的实际壁厚不得小于壁厚所允许的最小值。

不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

冷加工状态交货钢管的内外表面，允许有来自制造过程中的磷酸盐和润滑剂的附着层。经需方要求，合同注明，供方应予去除。

2. 18. 2. 2. 5 制造方法

钢管用无缝钢管冷拔制造，合同注明也可用焊接钢管冷拔制造，冷拔焊接钢管允许内毛刺存在。当有特殊要求时，内毛刺高度应由供需双方协商，合同注明。

2. 3. 2. 2. 6 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

按其他形状、尺寸、长度和钢种生产。

进行成品钢管的化学成份分析。

进行热处理状态交货。

2. 18. 3 生产现状和展望

我国无缝异型钢管的生产现在虽然从国家标准看,面还不够宽,品种、规格还不够多,个别质量还不够高。但实际上,我们有很多生产厂的企业标准,协议技术条件的品种、规格的覆盖范围很广,可生产地最大冷拔异型管的总周长达 1600mm,热轧(拔)异型管总周长达 1800mm,可生产钢种有各种优质碳钢、低合金高强钢、合金结构钢以及耐候钢、不锈钢等等,可生产的形状五花八门,应需尽有。产品质量从标准看(表 2-18-2)除了钢管形状角度及扭转值(扭曲度)偏差二项比美国 ASIM-A500-84、德国 DIN5941-78 和法国 NFA49-541-86 标准规定略低之外,其它指标都比他们的高(严)。钢管形状角度及扭转值(扭曲度)偏差同美国 ASIM、德国 DIN 和法国 NFA49 标准的差距情况详见表 2-18-4。这些差距对某些生产厂是存在的,特别是对那些没有改造或增加新设备的老生产厂。而对

表 2-18-4 我国 GB、美国 ASIM、德国 DIN 和法国 NFA49 标准的差距表

标准	GB3094		ASIM-A500—84		DIN5941—78	NFA49—541—86	
形状角度 偏差	没规定		$\pm 2^\circ$		$\pm 1^\circ$	边长 $\leq 50\text{mm}$	$\pm 1^\circ$
						边长 $> 50\text{mm}$	$\pm 0.5^\circ$
扭转值 偏差 mm/m	边长 $\leq 30\text{mm}$	1.5	边长 $\leq 38.1\text{mm}$	1.39	$L^* \leq 3$	2	
	$> 30 \sim 50$	2	$> 38.1 \sim 63.5$	1.72	0.0015L		
	$> 50 \sim 75$	2.5	$> 63.5 \sim 101.6$	2.09	$L > 3 \sim 8$		
	> 75	3	$> 101.6 \sim 152.4$	2.42	0.001L		
			$> 152.4 \sim 203.2$	2.78	$L > 8$		
			> 203.2	3.11	0.00075L		

*: L 为钢管长度, m。

那些经过改造地或有新增设备或是新建的生产厂是不存在的,是完全可以按这些要求进行生产和供货的。现在根据国内外市场的需要和生产厂的生产可能,制定全面的(包括热轧、拔)异型钢管的国家推荐标准是必要的。这里需要强调的是“异型钢管”,而不是“无缝异型钢管”的国家推荐标准,因为,根据异型钢管的使用要求,一般都是着重于其断面形状的要求,而不在于其密封性及断面壁厚的单位强度的均匀性(即对焊管焊缝要求并不则重),所以对制造异型钢管的母管(坯料管)并不一定要强调是无缝钢管!,焊管也应该是可以的。当然如有特殊需要,则应区别对待。而且,在某些方面使用焊管做异型钢管的坯料管,可能更加有利,如壁厚精度等。

2. 19 气瓶管(GB5099—2000;Q/CG52—88)

气瓶管是制造气瓶用无缝钢管的简称,气瓶的种类很多,除了通常的氧气瓶、氢气瓶之外,还有作为各种高压蓄能器使用的高压、大容量气瓶和消防、井下、潜水、登山和医疗急救等特殊用途的轻型携带式薄壁高压气瓶。所以气瓶管是属于有关人身、设备安全的极其重要的材料。

2. 19. 1 简介

我国的气瓶管生产开始于 50 年代末,是由气瓶厂生产的,是用 35 和 45 号优质碳素方钢钢坯,在立式冲孔机上冲成杯形坯,经短程顶管机顶制成带封底的无缝钢管(严格讲应是长薄壁杯形料),最后收口成瓶,即每次只制造一个气瓶。

国家为了满足国民经济对气瓶的需要,曾在成都无缝钢管厂的设计中,建设一个年产 5 万个氧气瓶的生产车间,后来这个氧气瓶车间建成后被建设单位留在了自己单位。

成都无缝钢管厂从 70 年代开始生产供应碳钢、DZ40 和锰钢气瓶用无缝钢管。生产规格有 $\phi 102 \sim 165 \times 3 \sim 6\text{mm}$ 小容量气瓶用冷拔(轧)气瓶管; $\phi 180 \sim 351 \times 7 \sim 15\text{mm}$ 大、中容量气瓶用热轧气瓶管和 $\phi 377 \sim 467 \times 15 \sim 30\text{mm}$ 大容量气瓶用热扩气瓶管。

90 年代初,该厂又开发研制出 D651 超高强冷轧气瓶管,供气瓶生产厂旋压成薄壁轻型高压气瓶,使我国的气瓶工业达到了国际先进水平[95—1]。

我国的气瓶管生产之初是按照国家劳动局 65 规程(1979 年修订为 79 规程)要求,签订气瓶用管技术协议生产。1985 年国家制定并公布了我国第一个气瓶标准“钢质无缝气瓶”GB5099—85(后于 1994 年进行了修订,修订为 GB5099—94),目前国内采用的高压力容器标准有 GB5099“钢质无缝气瓶”、GB17258“汽车用压缩天然气钢瓶”、JB/T7038“液压隔离式蓄能器壳体技术条件”等,成都无缝钢管厂从此开始按此国标要求,制定了“气瓶用管技术协议生产,如 Q/CG52—88。

开始采用锰钢,铬钼钢组织生产,先后开发出 40Mn2V、30CrMo(A)、35CrMoA 等钢号气瓶管、蓄能器管。曾使美国 ASME 规范第 2 卷 SA-372 标准、ASME 第 8 卷第一册等研制出的 $\phi 228 \times 13\text{mm}$ 30CrMoA、 $\phi 467 \times 25 \sim 28\text{mm}$ 35CrMo 气瓶管、蓄能器管受到用户好评,所年气瓶、蓄能器填补了国内空白,有的打入国际市场。自 1994 年对 GB5099 标准修改以来,我公司已先后研制开发出 37Mn、34Mn2V、30CrMo

(A)、35CrMo (A)、30CrMnSiA 等钢号电炉钢、电渣重熔钢，并采用周轧、A-R 轧制、热扩、冷轧（拔）等轧管工艺，生产出数千十多个规格高压容器管材供应市场、规格从 $\phi 89\sim 467\text{mm}$ ，品种有一般气瓶管、车用 CNG 气瓶管、蓄能器管等。如与抚顺煤矿安全仪器厂联合研制的中碳 Cr-Ni-Mo-Mn-V $\phi 140\times 4.5\text{mm}$ 、 $\phi 108\times 3.5$ 消防气瓶用冷轧管

2000 年国家质量技术监督局，批准公布了“气瓶用无缝钢管”国家标准，GB18248—2000。

2. 19. 2 气瓶管的技术条件

2. 19. 2. 1 生产供货范围，详见表 19—1

表 19—1 生产供货范围表

标准	GB18248	Q/CG52
钢管外径 (mm)	60~273	60~467
钢管壁厚 (mm)	3.5~9	3~30
钢管通常长度 (mm)	4000~12000	
钢 种	36Mn、34Mn2V、30CrMo、35CrMo	30CrMnSi、D651
供货状态	热轧管热轧状态，冷拔（轧）管正火或退火状态	热处理

2. 19. 2. 2 气瓶管的质量保证

2. 19. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 19—2

2. 19. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺长度偏差： $\leq 6000\text{ mm}$ $+10\text{ mm}$ ； -0 mm
 $> 6000\text{ mm}$ $+20\text{ mm}$ ； -0 mm

每个倍尺长度应加切口长度： 外径 $\leq 159\text{ mm}$ $5\sim 10\text{ mm}$
 外径 $> 159\text{ mm}$ $10\sim 15\text{ mm}$

倍尺的总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 $+20\text{ mm}$ ； -0 mm

弯曲度： $\leq 1.5\text{ mm/m}$

表 19—2 外径和壁厚的允许偏差表

钢管种类	钢管尺寸 mm	允许偏差	
		GB18248	Q/CG52
热轧（挤压、扩*）管	外径	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
	壁厚	$+15\%$ ； -10%	$+15\%$ ； -10%
冷拔（轧）管	外径 D	$\pm 0.75\%$	$\pm 0.15\text{mm}$
			$\pm 0.20\text{mm}$
			$\pm 0.30\text{mm}$
			$\pm \%$
	壁厚 S	$+12.5\%$ -10%	$\pm 0.12\text{mm}$
			$+12.5\%$ ； -10%
			$\pm 10\%$

2. 19. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合表 19—3 的规定。

钢管热处理毛坯的试样测出的纵向力学性能应符合表 19—4 的规定。

表 19—3 钢的化学成份表

钢号	化学成份 %								
	C	Mn	Cr	Si	Ni	Cu	P、S	P+S	其它
37Mn	0.34~ 0.40	1.35~ 1.65	≤0.30	0.10~ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 0.030	≤0.055	
34Mn2V	0.30~ 0.37	1.40~ 1.75	≤0.30	0.10~ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 0.030	≤0.055	V 0.07~0.12
30CrMo	0.26~ 0.34	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.10~ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 0.030	≤0.055	Mo 0.15~0.25
35CrMo	0.32~ 0.40	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.10~ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 0.030	≤0.055	Mo 0.15~0.25

2. 19. 2. 2. 4 钢管液压试验、无损探伤检验

钢管液压试验：钢管在 5 Mpa 试验压力下不出现渗漏现象，试验压力保持时间不少于 5 秒钟。

亦可用涡流或漏磁探伤检验代替，涡流探伤检验按 GB/T7735 的验收等级 A。漏磁探伤检验按 GB/T12606 的 L4。

无损探伤检验：钢管应逐根按 GB/T5777 规定进行超声波探伤检验。冷拔（轧）管按 C5 级，热轧管又双方协商。

经过液压试验的钢管，可按 GB/T12606 的 L2 进行漏磁探伤检验。

表 19—4 钢管热处理毛坯试样的纵向力学性能表

钢号	热处理*1				力学性能（≥）			
	淬火（正火）		回火		抗拉强度	屈服点	断后伸长率	冲击功*2
	温度℃	冷却剂	温度℃	冷却剂	σ_b Mpa	σ_s Mpa	δ_5 %	A_{ku2} J
37Mn	840	水、油	600	空气	750	630	16	55
34Mn2V	870	空气	—	—	745	530	16	55
30CrMo	880	水、油	540	水、油	930	785	12	63
35CrMo	850	油	550	水、油	980	835	12	63

*1：热处理温度允许调整范围：淬火、正火温度±20℃；回火温度±50℃。

*2：不能制备标准试样时，可以采用宽度 7.5mm 或 5mm 或 3mm 等小尺寸试样。用小尺寸试样测得的冲击功 $A_{ku.p}$ 按下式换算成标准试样冲击功 A_{ku2} ：

$$A_{ku2} = 8 \times 10 \times A_{ku.p} / S_p \quad S_p \text{—试样缺口部位的横断面积，mm}^2。$$

供方应对钢管进行 -20°C 或 -50°C 的 V 型缺口冲击试验, 提供参考并积累数据。

2. 19. 2. 2. 5 低倍检验和非金属夹杂物检验

用钢锭直接轧制的钢管应进行低倍检验。钢管横断面酸浸试片上不应有肉眼可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

用钢锭直接和用连铸坯轧制的钢管应进行非金属夹杂物检验。钢管非金属夹杂物按 GB/T10561 中的 JK 系列评级图评级。A、B、C、D 各类夹杂物按最严重者判定、级别应分别不大于 2. 5 级。

用轧(锻)制管坯轧制的钢管的低倍检验和非金属夹杂物检验以及用连铸坯轧制钢管的低倍检验都应在管坯上进行, 并符合 GB/T5311—高压用无缝钢管管坯的规定。

2. 19. 2. 2. 6 钢管表面

钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷必须完全清除掉, 清除处应光滑, 清除深度不得超过公称壁厚的负偏差。清除处的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。深度不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在

2. 19. 2. 2. 7 其他

根据需方需要, 经供需双方协商, 在合同中注明, 可补充按下述条款进行生产、试验或检验; 按其他规格生产。

椭圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

2. 19. 3 生产现状和展望

我国气瓶管的生产能力已完全可以满足气瓶生产的需要, 虽然国标中规定的品种和规格都还不多, 特别是大直径、高强度方面。但有些生产企业的企业标准、技术协议等在补足。当前国际市场上的高压大容量气瓶(高压容器)用量较大, 而其用管只有少数几个国家能够生产, 所以这将是一个很有前景的市场。

2. 20 液压支柱管(GB/T17396—1998; Q/CG54—87)

液压支柱管是制造液压支柱和液压支架用无缝钢管的简称。

2. 20. 1 液压支柱管的概况

液压支柱管是煤炭综合机械化开采的单体液压支柱和矿用液压支架主要部件(缸体或柱塞)所用的重要材料。

单体液压支柱由底座、缸体、柱塞、顶盖、密封圈、复位弹簧、柱塞导向环等构成。

单体液压支柱用的无缝钢管规格通常为 $\phi 114 \times 10\text{mm}$ 和 $\phi 95 \times 10\text{mm}$ 等。

煤矿液压支架主要由底座、前梁、顶梁、掩护梁、支柱、短柱、千斤顶、各种阀、销、轴和管路系统等构成。液压支架可根据需要装设 2 个或 4 个单伸缩、双伸缩或机械加长的支柱。装设 2 个支柱的液压支架见图 2—2。装设 4 个支柱的液压支撑掩护式支架见图 2—4。双伸缩支柱的缸径、柱径及钢管规格见表 2—20—1, 单伸缩支柱的缸径、柱径与钢管规格见表 2—20—2。千斤顶的缸径、柱径与钢管规格见表 2—20—3。

液压支柱管按用途可分为两类: 缸体用管(含结构用管)和缸柱(即柱塞)用管。缸体用管包括单体液压支柱缸管、液压支架单伸缩支柱缸管、双伸缩支柱大缸缸管和千斤顶缸管等。这类缸管一般只需精加工内孔, 外表面不需加工。它所包括的结构用管为立柱外防爆套管, 内外表面也都不需要加工。缸柱(柱塞)用管主要包括单体液压支柱柱塞管、液压支架单伸缩支柱柱塞管及双伸缩支柱小缸柱塞管和柱塞管等, 其中除小缸柱塞管外的柱塞管一般只需精加工外表面, 而内孔不需要

加工，但小缸柱塞管因它即是缸体又是柱塞所以其内外表面均需精加工。

图 2—2：2 个支柱式的液压支架（图 1-1） 图 2—3：4 个支柱的支撑掩护式液压支架（图 1-2）

表 1—20—1 双伸缩立柱的缸径、柱径及钢管规格

缸径，mm	柱径，mm	推 荐 钢 管 规 格，mm		
大缸/小缸	小缸柱塞/柱塞	大缸	小缸柱塞	柱塞
250/200	240/185	299×29~30	250×30	(194×25)
230/180	220/160	273×26	232×30	(168~172×25~28)
200/160	190/130	245×26	200×24	(140×20)
180/140	170/120	219×24	180×24	(127~133×18~20)
160/125	150/105	194×20	159×20	(114×10)
140/105	130/85	168×18	140×22	(95×10)
(220/180)	(210/140)	(273×32~34)	(219×20)	(152×20)
(320/250)	(290/210)	(307×37)	(299×40)	(219×42)

表 2—20—2 单伸缩支柱的缸径、柱径与钢管规格

缸径 mm	柱径 mm	推 荐 钢 管 规 格，mm	
		缸	柱
250	240	299×29~30	(250×30)
230	220	273×26	(232×30)
200	185	245×26	(194×25)
160	150, 130	194×20	(159×20, 140×20)
140	130	168×18	(140×18~22)
(220)	(200)	(273×32)	(219×25)
(180)	(160 或 170)	(219×25)	(180×25)
(125)	(115)	(159×20)	(127×18~20)

表 2—20—3 千斤顶的缸体、柱径与钢管规格

缸径 mm	柱径 mm	推荐钢管规格，mm	
		缸	柱
140	85	(168×18)	(90~95 圆钢)
125	70	(146×14)	(80 圆钢)
100	60	(121×14)	(圆钢)
80	45	(102×14)	(圆钢)
65	45	(83×13)	(圆钢)
(160)	(140)	(194×20)	(152×17)

注：1、标准系列系引进煤炭部标准；2、括号内为非标准系列及推荐管材。

2. 20. 2 液压支柱管的使用要求:

(1)安全、可靠。液压支柱的工作压力高,如 CI-400/35 型和 ZY35 型支撑掩护式液压支架的工作支撑力均为 4MN/架,及 4 个支柱中每个支柱的支撑力均为 1MN。320 缸大架的工作支撑力高达 7.5MN,及两个支柱中每个支柱各为 3.75MN。此外,当柱塞和缸体一旦受压而遭到破坏时还不得裂成碎块,以防伤人。因此,为了保证其使用的安全和可靠,液压支柱管必须强度高、韧性好。所以液压支柱管一般根据需要采用优质碳素、低合金和合金结构钢,如 20、35、45、27SiMn 或 25CrMo4、STK91(相当于我国 30CrMo)等钢制造。

(2)加工性能好。制作液压支柱时,钢管内表面、外表面或内外表面都需进行精加工,而且要求表面粗糙度达到 $0.4\mu\text{m}$,所以钢管必须具有良好的切削和研磨性能。

(3)具有良好的焊接性能。液压支柱、液压支架支柱缸体、柱塞和其它部件均用焊接法连接,因而要求其使用的钢管必须具有良好的可焊性。

(4)镀铬性能好。单体液压支柱和液压支架在矿井中的工作环境极其恶劣,因此,柱塞和小缸研磨后还需镀铬,以防止锈蚀并提高柱塞和小缸内外表面的耐磨性,所以柱塞和小缸所用钢管钢必须纯净(不得有影响镀铬的夹杂物),具有良好的镀铬性能。

2. 20. 3 液压支柱管的生产发展情况及其技术条件要求

2. 20. 3. 1 热轧液压支柱管的生产发展情况

我国液压采掘技术起步较晚,70 年代初期才从原西德、日本、英国和波兰等国进口了一批垛式、节式、掩护式和支撑掩护式支架。为便于维修和制造,又分别按 DIN1629 和 DIN17200 标准从原西德曼内斯曼钢管厂进口了一批 25CrMo4 无缝钢管以及按 JISG3441 标准从日本进口了一批 STK91(相当于我国 30CrMo)无缝钢管,作为液压支架缸体用材料。进口管材价格昂贵,且周期较长,影响我国采煤机械化和煤炭工业的发展。根据原煤炭部和冶金部的要求,1976 年成都无缝钢管厂开始按 YB6—71 和 YB231—70 标准试制 27SiMn 钢大口径厚壁无缝钢管。用以代替进口的 25CrMo4 钢管。液压支柱用无缝钢管除少部分为碳素结构钢外,大部分均为高强度钢;原西德、日本、美国等国采用的是 CrMo 钢;原苏联、波兰等国采用的则是 Cr 钢(40Cr)和 CrMnSi 钢(30CrMnSi)。上述钢种经调质处理后,具有高强度、高韧性、较好的耐磨性、焊接性和切削加工性,完全能满足液压支柱用管的技术条件要求。当时,我们为了节约较贵的合金元素 Cr 和 Mo,而选用便宜的 27SiMn。27SiMn 钢经调质处理后,同样具有高强度、高韧性和较好的耐磨性以及良好的可焊性、切削加工性和镀铬性能,故同样能满足液压支柱管的使用要求。

后来,西宁钢厂、上钢一厂、衡阳钢管厂及鞍山钢铁公司无缝钢管厂等厂家也按上述标准生产出了中小直径煤矿单体液压支柱用 27SiMn 热轧无缝钢管。

1987 年成都无缝钢管厂,为了提高液压支柱管的机加工成品率,制定了钢管精度高于结构用无缝钢管标准(GB8162—87)的普通级精度的“液压件加工用无缝钢管”企业标准(Q/CG54—87,成都无缝钢管厂企业标准,标准等级:Y 级)。该标准将钢管按用途分为柱塞(缸柱)用管即按“外径、壁厚供应”和缸体用管即按“内径、壁厚供应”;其尺寸精度高于 DIN1629 和 JISG3441 的水平;在规格系列中增加了特殊需要的非标准规格;标准中还增加了低倍组织和非金属夹杂物检验项目,以保证钢质纯净。按上述保证生产的钢管,其成分和性能都稳定,满足了用户的使用要求,现以全部取代了进口管。

1998 年 5 月国家质量技术监督局批准公布了国家推荐标准 GB/T17396—1998 “液压支柱用热轧无缝钢管”标准。这个推荐标准比成都无缝钢管厂的企业标准的技术要求略低,相当于 DIN1629 和 JISG3441 标准水平。

2. 20. 3. 2 热轧液压支柱管的技术条件要求

根据液压支柱管的使用情况,钢管应满足的技术条件要求如表 2—20—4 所示。

表 2—20—4 液压支柱管的技术条件

项目	Q/CG54—87	GB/T17396—98	DIN1629/DIN17200	JISG3441
----	-----------	--------------	------------------	----------

	27SiMn 钢	20、35、45、27SiMn、 30MnNbRe	25CrMo4 钢	STK91 钢
钢管尺寸偏差	(1)按外径、壁厚供应 外径 $\pm 0.75\%$ 壁厚 $\pm 10\%$ (2)按内径、壁厚供应 内径 $+0.75\%$ -1.25% 壁厚 $\pm 10\%$	(1)按外径、壁厚供应 外径: 普通级 $\pm 1\%$ 较高级 $\pm 0.75\%$ 壁厚: 普通级 $\leq 20\text{ mm}$ $\pm 12.5\%$ $> 20\text{ mm}$ $+12.5\%$ -10% 较高级 $\pm 10\%$ (2)按内径、壁厚供应 双方协议	外径: (大于 50mm) $\pm 1\%$ 壁厚: D 小于 130mm: $\pm 10\%(-15\%)$ D 等于 130~325mm: $\pm 12.5\%$ (-17.5%) D 大于 325mm: $\pm 15\%(-20\%)$	外径: (大于 50mm): $\pm 1\%$ 壁厚: 大于 4mm : $+0.6\%$ -0.5% 大于 4mm : $+1.5\%$ -1.2%
弯曲度	壁厚 < 15mm: 1.0mm/m 壁厚 15~30mm: 1.5mm/m 壁厚 > 30mm: 2.0 mm/m 钢管两端应切成直角	壁厚 $\leq 15\text{mm}$: 1.3mm/m 壁厚 > 15~30mm : 1.5mm/m 壁厚 > 30mm: 2.0 mm/m	钢管用肉眼观测应平直, 但不能保证绝对平直	钢管须实用性, 其两端的对管轴线须成直角
交货长度及偏差	通常长度 3~12.5m 定尺长度允许偏差: 不大于 6m: +10mm 大于 6m : +15mm 倍尺全长允许偏差: +20mm	通常长度 3~12m; 允许交 $\geq 2\text{m}$ 短管, $\leq 5\%$ /批。 定尺、倍尺长度允许偏差: +20mm。倍尺应留切口余量。	商品长度 4~7.5m 不定尺长度允许偏差: $\pm 500\text{mm}$ 定尺长度允许偏差: 不大于 6m: +10mm 大于 6m :+15mm	钢管长度允许偏差: +50mm -0mm
力学性能	$\sigma_b \geq 980$ MPa $\sigma_s \geq 835$ MPa $\delta_5 \geq 12$ % $\psi \geq 39$ % $A_k \geq 39$ J	20; 45 ;27SiMn; 30MnNe ≥ 400 ; 590; 980 ; 850 ≥ 245 ; 335; 835 ; 720 ≥ 20 ; 14; 12 ; 13 —; —; ≥ 40 ; 45 —; —; ≥ 39 ; 48	800—1080 ≥ 635 ≥ 12 ≥ 50 $\geq 68.6(\text{DVM 试样})$	≥ 834 ≥ 686 ≥ 18 — —
低倍组织	一般疏松不大于 3.0 级 钢管低倍试片上不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮及白点	一般疏松不要求, 钢管低倍试片上不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮及白点	未规定	未规定
钢中非金属夹杂物	评级标准 GB10561—89 脆性夹杂物 (B) 不大于 2.5 级 塑性夹杂物 (A+C) 不大于 2.5 级 二者之和 (B+A+C) 不大于 4.5 级	评级标准 GB10561—89 脆性夹杂物 (B) 不大于 3 级 塑性夹杂物 (A+C) 不大于 3 级 二者之和 (B+A+C) 不大于 5.5 级	对贵重钢可予以协议	未规定

2. 20. 3. 3 冷拔、轧液压支柱管的生产发展情况。

用冷拔高精度无缝钢管代替镦、滚、磨、珩机械加工方法生产液压支柱。不但可以节约原材料,

省掉热处理和提高生产效率,而且可以提高材料的综合机械性能。但我国至今还没有其专用标准。1983年国家标准局发布“冷拔或冷轧精密无缝钢管”国家标准—GB3639—83《详见2.7》后,1987年合肥钢铁公司按此标准,开始试制冷拔单体液压支柱用缸体管。但因该标准规定的尺寸偏差,不能完全满足液压支柱用管的要求,还需经过磨削和珩磨加工。1988年冶金部批准公布了“液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管”国家标准—GB8713—88《详见2.7》。这个标准比GB3639—83,对缸体管(按内径和壁厚供货)的精度要求提高了,可达到内孔直接或经珩磨即可使用的要求;但对柱塞管(按外径和壁厚供货)的精度并没有提高,所以仍还需经过磨削和珩磨加工,但如果用户提出要求,按外径和壁厚定货(制造柱塞用管),并协商补充规定,按h8、h9、h10外径公差供货,这样就可达到,直接或经珩磨即可使用的要求。

1995年常州冷拔油缸厂按此标准和补充规定试制成功液压支柱用高精密冷拔钢管,试制的缸体管规格为 $\phi 100H10 \times 7 \times 1045$ 和 $\phi 100H10 \times 6.25 \times 1045$ 两种,柱塞管规格为 $\phi 92h9 \times 8.5 \times 1050$ 和 $\phi 92h9 \times 7 \times 1050$ 两种,钢号为27SiMn。试制结果是缸体管的内径公差达到了H8~H10,即完全达到了GB8713—88要求;柱塞管的外径公差也达到了h8~10的高水平;壁厚偏差不超过 $\pm 10\%$;表面粗糙度达到缸体管内表面为 $0.8\mu m$,柱塞管外表面为 $1.2\mu m$;机械性能分别(缸体管/柱塞管)达到 σ_b 920/890 Mpa, σ_s 870/800 Mpa, δ_5 8.5/9.0 %, ψ 50.5/54.8 %, HB 255(内表面)/235(外表面)。

2. 20. 3. 4 GB8713—88 钢管的尺寸精度同国外液压支柱管的比较

我国煤矿液压支柱冷拔、冷轧无缝钢管,至今还没有专用的国家标准,现在一般是采用国家标准GB8713—88“液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管”代用。其的尺寸精度同国外的对比情况列入表2—20—5。

表 2—20—5 我国“液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管”的尺寸精度同国外的比较表

我国 GB8713—88 的尺寸精度 *			国外的尺寸精度					
内径 mm	内径公差带 mm	直线度 mm/m	内径 mm	壁厚 mm	内径 公差 mm	外径 公差 mm	壁厚 公差 %	直线度 mm/m
> 3~6	H8; H9; H10 +0.018; 0.030; 0.048 -0	A 级 0.3 B 级	<40	2~5	+0.08 -0	+0.25 -0	± 5	0.5~0.8
> 6~8	+0.022; 0.036; 0.058 -0	1.0 C 级						
> 10~18	+0.027; -0.043; 0.070 -0	1.5						
> 18~30	+0.033; 0.052; 0.084 -0							
> 30~50	+0.039; 0.062; 0.10 -0		40~60	2~11.5	+0.1 -0	+0.25 -0	± 8	
> 50~80	+0.046; 0.074; 0.12 -0		60~80	5~11.5	+0.12 -0	+0.25 -0	± 8	
> 80~120	+0.054; 0.087; 0.14 -0		80~120	5~15	+0.14 -0	+0.32 -0	± 8	
> 120~180	+0.063; 0.10; 0.16 -0							
> 180~250	+0.072; 0.115; 0.185 -0							

* 外径公差，见表 2—20—6；

表 2—20—6 我国 GB8713—88 标准的外径公差表

外径 mm	公差 mm	外径 mm	公差 mm	外径 mm	公差 mm	外径 mm	公差 mm
> 0~30	±0.10	> 70~80	±0.35	> 140~150	±0.75	> 190~200	±1.00
> 30~40	±0.15	> 80~90	±0.40	> 150~160	±0.80	> 200~210	±1.05
> 40~50	±0.20	> 90~100	±0.45	> 160~170	±0.85	> 210~220	±1.10
> 50~60	±0.25	> 100~120	±0.50	> 170~180	±0.90	> 220~230	±1.15
> 60~70	±0.30	> 120~140	±0.65	> 180~190	±0.95	> 230~240	±1.20

* 壁厚公差，A 按外径和内径供货时；

$$\text{钢管允许的最小壁厚} \geq 0.9 \times (D_{\min} - d_{\max}) / 2$$

$D_{\min}$ — 钢管允许的最小外径； $d_{\max}$ — 钢管允许的最大内径。

B 按内径和壁厚供货时； ±10%。

从表 2—20—5 和 2—20—6 可看出：我国“液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管”的内径精度比国外的精度高；钢管直线度我国的 A 级比国外的高，B、C 级比国外的低；钢管的外径和壁厚精度比国外的低。

2. 20. 4 液压支柱管的生产工艺特点

2. 20. 4. 1 热轧液压支柱管的生产工艺特点

我国热轧液压支柱管一般是采用 27SiMn 钢。这种钢具有良好的可焊接性、切削加工性和镀铬性能以及强度高、合金元素价低量广的特点。但 27SiMn 钢的白点敏感性大，因此冶炼时应注意原材料的清洁和干燥以及铁合金的烘烤。它还有易产生裂纹、缩孔、偏析和大型夹杂物的倾向，影响钢管的表面加工和镀铬质量，因此应控制砷、锑、锡、铅和铋等有害元素的含量和钢水的浇铸温度，并采用炉外精炼，如 LF、VOD 等，以保证钢质纯净。

液压支柱钢管是高尺寸精度的钢管，在热轧生产过程中，要特意关注尺寸公差，特别是缸体管（按内径和壁厚公差要求的订货）的轧制，从管坯加热到钢管在冷床上冷却地全部热轧过程，都要注意内径和直度的控制。如加热和冷却的均匀，轧制工具的选择、随时检查和及时更换，各轧机的调整等。

热轧无缝钢管的供货状态，根据液压支柱制造厂的工艺装备情况分为三种即热轧、退火和调质状态。一般碳结钢是热轧状态和 27SiMn 是退火状态供货，而无热处理设备的厂则是调质状态供货。

2. 20. 4. 2 冷拔、冷轧液压支柱管的生产工艺特点

为了确保成品管的质量和减小冷拔、冷轧生产过程的废、次品的产生，严格选用冷拔、冷轧坯料管的质量非常重要，建议选用热轧液压支柱管做冷拔、冷轧液压支柱管的坯料管。

为了确保成品钢管的尺寸精度，最后一、二道冷拔工序，应选用适当加长变形区长度的符合尺寸精度要求的模具（拔模或顶头），进行微量变形和定型拔制。

为了确保钢管的机械性能要求。应严格控制，钢管最后热处理后的冷拔道次和变形量，以确保获得要求的高强度和良好的塑性性能。

我国已试制的冷拔液压支柱高精密管的机械性能情况和有关标准规定的相应的机械性能列于表 2—20—7。

表 2—20—7. 我国试制的冷拔液压支柱高精密管的机械性能和有关标准规定的机械性能对比表

钢号	试制数据						GB3639—83			
	冷状态			热轧状态			冷加工/ 硬 (Y)		冷加工/ 软 (R)	
	σ_b ≥Mpa	σ_s ≥MPa	δ_5 ≥%	σ_b ≥ Mpa	σ_s MPA≥	δ_5 % ≥	σ_b Mpa ≥	δ_5 % ≥	σ_b Mpa ≥	δ_5 % ≥
20	700	560	9	410	245	25	510	5	451	8

30	730	620	8	490	295	21				
35							588	4	549	6
45	780	682	7	600	355	16	647	4	628	5
20Mn2	791	625	8	500	350	11				
10MnSi*	973		18							
27SiMn	950	810	8	725	610	21				

2. 20. 5 我国液压支柱管的现状及展望

我国现在热轧液压支柱管，不论是品种、规格、质量还是数量，都可以完全满足制造液压支柱的需要。而冷拔、冷轧液压支柱用高精密无缝钢管，已有部分钢管厂可以完全按用户要求生产供应；有的钢管厂仅可以供应部分规格或部分品种，完全按用户要求的高精度冷拔、冷轧无缝钢管钢管；有的钢管厂则只能按国标 GB3639—83 或 GB8713—88，生产供应高精度冷拔或冷轧无缝钢管。在供应数量上，如果，用户全部要求完全按需要供应，也是无法全部满足的。好在，由于市场（价格）的调制作用和制造液压支柱厂的设备结构的不同（如有的厂已有足够的车、镗、磨、珩设备和技术熟练的技术工人等）等原因，有的用户就只按国标 GB3639—83 或 GB8713—88 或 GB8162—87 订货。甚至于，有的现在还在使用和订购热轧液压支柱用管生产本可用冷拔、冷轧高精度无缝钢管的。另外，也由于我们的价格质量比（包括热轧）有的还比较高，在激烈的市场竞争中，竞争力还不都是很强。所以，今后还应努力在确保质量的前提下，通过提高技术、降低消耗、和提高生产效率，达到降低成本提高竞争力，以更好的满足需要，占领更大的市场份额。

2. 21 常规武器用管：

“炮弹用无缝钢管” YBn1—86；“火炮另件用无缝钢管” YBn2—86；

“轻武器用无缝钢管” YBn3—86；“炮身用合金无缝钢管” YB478；

“火箭弹用无缝钢管”；YB1204；“火箭炮用定向螺旋异型无缝钢管” GJB45 。

常规武器包括枪、炮及其子弹，制造这些常规武器用的无缝钢管的简称即常规武器用管。

2. 21. 1 简介

各主要无缝钢管厂一般都是从建成投产后，就开始按试制技术条件或协议进行试生产、生产供应常规武器用管。现将 80 年代后修订或制定的有关标准和部分无缝钢管厂的技术协议简介于后：

2. 21. 2 常规武器用管的基本标准内容。

2. 21. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—21—1。

表 2—21—1 生产供货范围表

标准	标准名称	钢管尺寸			钢种	交货状态
		直径 (mm)	壁厚 (mm)	长度 (m)		
YBn1—86	炮弹用无缝钢管	57~135.5	4.5~19.5	YB231 规定	40Mn2、45MnB、D60、D40Mn2、30CrMnSiA	热轧或热处理
YBn2—86	火炮另件用无缝钢管	同 YB231 规定			20~45Cr、38CrA、20~35CrMnSiA、35CrMoA、40CrNi、40CrNiMoA、PCrMo、45CrNiMoVA、45CrNiWVA、PCrMoV、30SiMn2MoVA、PCrNi(1~2)Mo、PCrNi3MoA	
YBn3—86	轻武器用无缝钢管				50AZ、35~50B、50BA、40~45Mn、40Cr、35CrMnSiA、30SiMn2MoVA、30CrNi2MoVA	
YB478	炮身用合金无缝钢管	50~108	7~21.5	2~12.5	38CrA、30CrMnSiA、PCrNiMo	调质处理
YB1204	火箭弹用无缝钢管	42	内径 34.2	1.6~6*	30CrMnSiA	热处理
GJB459	火箭炮用定向螺旋异型无缝钢管	内径 123	2.2	3.05	16Mn	冷拔状态

*：不短于 530mm 的短尺管，允许搭交不超过每批重量的 10%。

2. 21. 2. 2 钢管的质量保证

2. 21. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—21—2。

表 2—21—2 外径和壁厚的允许偏差表

标准	钢管尺寸	允许偏差		
	mm	外径	壁厚	
YBn1—86	109×7、114×8、121×6.5	±1%	+15% ， -12.5%	
	109×11、109×19.5	+1.25%,-1.0%	+15% ， -10%	
	133×9、135×11.5、133×18	+1.25%,-1.0%	+15% ， -12.5%	
	57×4.5	±0.40mm	±10%	
	57×5	±10%	+12% ， -10%	
YBn2—86	同 YB231—70			
YBn3—86				
YB478	80×17、108×21.5	+2.0%,-1.25%	±15%	
	50×7	+2.0%,-1.0%	+30% ， -0%	
	105×（内径）65	+2.5mm， -1.5mm	内径：+1mm ， -4mm	
YB1204	41×（内径）34.20	+0.1mm， -0.5mm	壁厚不均不大于 0.35mm 内径：+0.3mm ， -0mm	
GJB 459	（内径）123×2.2	内径：+0.2mm， -0.3mm	+0.1mm ， -0.2mm	
	（定向槽宽×高×缠角） 11.5×10×2° 30′	宽度： +0.2mm， -0.3mm	高度 +0.2mm， -0.3mm	缠角 ±4′

2. 21. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

YB478 规定，钢管的定尺和倍尺长度在不定尺范围内，每个增加一个倍要增加 5~10 mm 的切刀口。

GJB459 规定，定尺长度偏差为+80 mm。

弯曲度：YB478 规定，钢管壁厚 <16 mm，≤ 1.5 mm/m； ≥ 16mm，≤ 2.0 mm/m。

YBn 1 规定，钢管壁厚 ≤15 mm，≤ 1.5 mm/m； > 15mm，≤ 2.0 mm/m。

YB1204 规定，用尺寸为 $\Phi 34.15_{-0.02} \times 260\text{mm}$ 的量具检查，量具应通过钢管两端。

GJB459 规定，全长应不大于 10 mm。

2. 21. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合表 2—21—3 的规定。

在供货的钢管上截取纵向试样，经热处理后测定力学性能，应符合表 2—21—4A、4B 的规定。

表 2—21—3 钢的化学成份表

标准	牌号	化学成份 %								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	其他	P≤	S≤
YBn1	40Mn2	0.37~ 0.44	0.17~ 0.37	1.4~ 1.8	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.30	-	0.035	0.040
	D40Mn2	0.37~ 0.44	0.17~ 0.37	1.6~ 2.0	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.30	-	0.035	0.040
	45MnB *1	0.42~ 0.49	0.17~ 0.37	1.1~ 1.4	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.30	B: 0.0005~0.0035	0.040	0.040
	D60	0.57~ 0.65	0.17~ 0.40	0.5~ 0.8	≤ 0.30	≤ 0.30	-	-	0.040	0.040
	30CrMnSiA *2	0.27~ 0.34	0.90~ 1.20	0.8~ 1.1	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.25	-	0.035	0.030
YBn2 *	20Cr	0.17~ 0.25	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.7~ 1.0	≤ 0.40	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	30Cr	0.26~ 0.35	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	35Cr	0.31~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	38CrA *6	0.34~ 0.42	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.25	-	0.025	0.025
	40Cr *3	0.36~ 0.45	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	45Cr	0.42~ 0.49	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	20CrMnSiA	0.17~ 0.24	0.90~ 1.20	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.25	-	0.025	0.025
	25CrMnSiA	0.23~ 0.30	0.90~ 1.20	0.80~ 1.10	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.25	-	0.025	0.025
	35CrMnSiA *4	0.32~ 0.39	1.10~ 1.40	0.80~ 1.10	1.1~ 1.4	≤ 0.40	≤ 0.25	-	0.025	0.025

	35CrMoA	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.8~ 1.1	≤ 0.40	≤ 0.25	Mo: 0.15~0.25	0.025	0.025
	40CrNi	0.36~ 0.45	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.45~ 0.75	1.00~ 1.50	≤ 0.30	-	0.035	0.035
	40CrNiMoA	0.36~ 0.44	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.60~ 0.90	1.25~ 1.75	≤ 0.25	Mo: 0.15~0.25	0.025	0.025
	45 CrNiMoVA	0.42~ 0.50	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	1.30~ 1.80	≤ 0.25	Mo: 0.2~0.3 V: 0.1~0.2	0.025	0.025
	45CrNiWVA	0.41~ 0.51	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.1	1.30~ 1.80	≤ 0.25	V: 0.1~0.2 W: 0.5~0.8	0.025	0.025
	30SiMn2Mo VA *5	0.27~ 0.33	0.40~ 0.60	1.60~ 1.85	≤ 0.30	≤ 0.40	≤ 0.25	Mo: 0.4~0.5 V: 0.15~0.25	0.030	0.030
	PCrMo *7	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.9~ 1.3	≤ 0.50	≤ 0.30	Mo: 0.2~0.3	0.035	0.035
	PCrMoV *7	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	1.0~ 1.3	≤ 0.50	≤ 0.30	Mo: 0.2~0.3 V: 0.1~0.25	0.035	0.035
	PCrNi1Mo *7	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	1.3~ 1.7	1.3~ 1.7	≤ 0.30	Mo: 0.2~0.3	0.035	0.035
	PCrNi2Mo *8	0.32~ 0.42	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.2	1.75~ 2.25	≤ 0.30	Mo: 0.2~0.3	0.035	0.035
	PCrNi3MoA	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.8~ 1.2	2.75~ 3.25	≤ 0.25	Mo:0.2~0.3	0.025	0.025
YBn3	50AZ	0.48~ 0.55	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	0.15~ 0.35	0.15~ 0.40	≤ 0.25	B: 0.0005~0.0035	0.025	0.025
	35B	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.20	B:0.0005~0.0035 Ti: ≤0.05	0.030	0.030
	40B	0.37~ 0.45	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.25	B:0.0005~0.0035 Ti: ≤0.05	0.030	0.030
	45B	0.42~ 0.50	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.25	B:0.0005~0.0035 Ti: ≤0.05	0.030	0.030
	50B	0.47~ 0.55	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.20	B:0.0005~0.0035 Ti: ≤0.05	0.030	0.030
	50BA	0.47~ 0.54	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.20	B:0.0005~0.0035 Ti: ≤0.05	0.025	0.025
	40MnB	0.37~ 0.44	0.17~ 0.37	1.10~ 1.40	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.25	B: 0.0005~0.0035	0.030	0.030
	30 CrNi2MoVA	0.26~ 0.33	0.17~ 0.37	0.30~ 0.60	0.6~ 0.9	2.0~ 2.5	≤ 0.25	V: 0.15~0.30	0.025	0.025
GJB 459	16Mn	0.12~ 0.20	0.20~ 0.60	1.20~ 1.60	—	—	≤ 0.30	—	0.030	0.030

* : YBn2 规定钢中残余元素 Cr、Ni、Cu 含量, 如能保证合格, 可不作试验。

*1: YBn3 中的 45MnB 成份为: Cr≤0.25%, Ni≤0.25%, Cu≤0.20%, S、P≤0.025%, 余同 YBn1 中的 45MnB。

*2: YBn2 中的 30CrMnSiA 成份为: C—0.28~0.35%, P≤0.030%, 余同 YBn1 中的 30CrMnSiA (其 C 含量亦允许为

0.28~0.35%)。

YB478 中的 30CrMnSiA 成份为：Ni≤0.030%，Cu≤0.20%，S、P≤0.025%，余同 YBn2 中的 30CrMnSiA。

YB1204 中的 30CrMnSiA 成份为：C—0.28~0.34%，余同 YG478 中的 30CrMnSiA。

*3: YBn2 中的 40Cr 成份为：S≤0.040%，P≤0.040%，Cu≤0.25%，余同 YBn2 中的 40Cr。

*4: YBn3 中的 35CrMnSiA 成份为 S、P≤0.025%，余同 YBn2 中的 35CrMnSiA。

*5: YBn3 中的 30SiMn2MoVA 成份为 Mo—0.40~0.60%，Cr≤0.25%，Ni≤0.25%，Cu≤0.20%，S、P≤0.025%，余同 YBn2 （原标准中 V 的成份被漏掉了一编者注）中的 30SiMn2MoVA。

*6: YB478 中的 38CrA 成份为：C—0.35~0.42%，Ni≤0.030%，Cu≤0.20%，余同 YBn2 中的 38CrA。

*7: YB478 中的 PCrMo、PCrMoV、PCrNi1Mo 成份为：C—0.32~0.42%，Cu≤0.20%，余同余同 YBn2 中的 PCrMo、PCrMoV、PCrNi1Mo。

*8: YB478 中的 PCrNi2Mo 成份为：Cu≤0.20%，余同同 YBn2 中的 PCrNi2Mo。

表 2—21—4B 钢管的机械性能表

标准	钢号	试样热处理制度			机械性能*		
		正火温度 ℃， 冷却剂	淬火温度 ℃， 冷却剂	回火温度 ℃， 冷却剂	比例极限 σ_p Kgf/mm ² ≥	收缩率 ψ % ≥	冲击值 ak kg f.m/cm ² ≥
478	38CrA*1	860~880 空气	850~870 油	550~620 油	50	45	7
	30CrMnSiA*1	—	880~900 油	470~570 油	*2-110/85	45	-
	PCrMo	860~880 空气	840~860 油	550~620 空气	60	30	*3-3.5
	PCrMoV*4	860~880 空气	840~860 油	550~640 空气	75	30	*3-3.5
	PCrNi1Mo*4	860~880 空气	850~870 油	550~620 油	75	25	*3-3.5
	PCrNi2Mo*4	860~880 空气	850~870 油	550~620 空气	75	23	*3-3.5

*: 钢管在调质状态下供应时应满足下列要求：

- 1) 热处理后应保证全长内的机械性能。
 - 2) 试制批中应抽取有代表性的钢管进行解剖试验，以测定钢管的低倍组织、断口、非金属夹杂物及机械性能是否符合规定的要求。在正常生产的情况下，每季度取一根钢管作解剖试验，或由双方协议确定。
 - 3) 钢管两端和同端测定的机械性能，其比例极限差异不得超过 8 Kg/mm²。
 - 4) 钢管两端测定的硬度，压痕直径的差不得超过 0.1mm；长度超过 3 m 的毛坯，须沿全长分几点作硬度检验，最大与最小的压痕直径差不得超过 0.2mm(若在毛坯两端作机械性能试验时，其两端的硬度压痕直径不受此限制，但毛坯中部的硬度值应等于或介于两端之间)。
 - 5) 如钢管机械性能不合格时，供方有权进行重新热处理（但淬火不得超过 3 次）。
 - 6) 调质后的 PCrNi2Mo 钢管取样放大 100 倍观测显微组织，应为索氏体，不得有游离铁素体存在，否则应重新热处理。
- *1: 此两种钢号为纵向性能，其他钢号为横向性能。
38CrA 钢管还应保证布氏硬度，压痕直径为 3.6~4.2mm；
38CrA， $\phi 80 \times 17$ mm 钢管的比例极限应不小于 52 Kg/mm²。
- *2: 为抗拉强度 σ_b ≥110 Kg/mm² 及屈服点 σ_s ≥85 Kg/mm²。
- *3: 为夏氏冲击值。如在冲击试样的断口上发现结晶状断口且占截面的大部分（>50%）时，应在—40℃的条件下进行补充试验，如每个试样的冲击值均不低于 2 kg f.m/cm² 时为合格。
- *4: 在其他指标合格的情况下，这三个钢号的比例极限允许降低 2 Kg/mm²。

表 2—21—4A 钢管的纵向力学性能

标准	钢号	试样热处理制度		力学性能				
		淬火温度 ℃, 淬火介质	回火温度 ℃, 回火介质	抗拉强度 σ_b Kgf/mm ² ≥	屈服点 σ_s Kgf/mm ² ≥	伸 长 率 $\delta_5\%$ ≥	收 缩 率 $\psi\%$ ≥	冲击值 ak kg f.m/cm ² ≥
YBn1 *1	40Mn2, D40Mn2	840, 油或水	520, 水	100	80	10	45	—
	45MnB	840, 油	500, 油或水	105	85	9	45	—
	D60	热轧状态		—	33	—	15	—
	30CrMnSiA	880, 油	520, 油或水	110	90	10	45	—
YBn2 *2	20Cr	860, 油	200, 油或水	80	60	10	40	6
	30Cr	860, 油	500, 油或水	90	70	11	45	6
	35Cr	860, 油	500, 油或水	95	75	10	45	6
	38CrA	860, 油	550, 油或水	95	80	12	50	9
	40Cr*4	850, 油	500, 油、水	100	80	9	45	6
	45Cr	840, 油	520, 油、水	105	85	9	40	5
	20CrMnSiA	880, 油	500, 油、水	80	60	10	40	7
	25CrMnSiA	880, 油	480, 油、水	110	85	10	40	5.5
	30CrMnSiA	880, 油	520, 油、水	110	85	10	45	5
	35CrMnSiA *4	在 280~310℃ 的硝酸钾和硝酸钠 混合液中, 自 880℃ 等温淬火		165	135	9	40	5
	35CrMoA	850, 油	560, 油、水	95	80	12	50	8
	40CrNi	820, 油	500, 油、水	100*7	85*7	10	45	7.5
	40CrNiMoA	850, 油	600, 油、水	100	85	12	55	10
	45CrNiMoVA	860, 油	460, 油	150	135	7	35	4
	45CrNiWVA	860, 油	460, 油	150	135	7	35	4
	30SiMn2MoVA*4	870, 油	650, 油、空气	90	80	10	40	9
	PCrMo	850, 油	600,	85	70	15	55	6
	PCrMoV	850, 油	620,	95	85	15	50	8
	PCrNi1Mo	850, 油	600,	90	80	15	50	6
	PCrNi2Mo	850, 油	640,	95	85	12	50	10
	PCrNi3MoA	850, 油	600,	105	90	12	50	10
YBn3 *3	50AZ	840, 油	620, 空气	80~100	55	/8*8	40	5
	35B	870, 空气	-	54	32	20	45	7
	40B	860, 空气	-	58	32	19	45	6
	45B	850, 空气	-	61	36	16	40	5
	50B	840, 油	600, 空气	80~100	55	/8*8	40	4
	50BA	840, 油	600, 空气	80~100	55	/8*8	40	5
	40MnB	850, 油	500, 油、水	100	80	11	45	7
	45MnB	840, 油	500, 油或水	105	85	10	45	6
	30CrNi2MoVA	860, 油	680, 油或水	90	80	/10*8	44	9
1204	30CrMnSiA*5	880, 油	540, 油、水	110	-	10	-	-
459	16Mn*6	-	-	≥52	≥35	21	-	-

- *1: YBn1 规定: 45MnB 在淬火前可先正火。
对 135.5×11mm 的钢管, 允许 δ_5 降低 1 个单位。
交货钢管布氏硬度压痕直径: 热轧管 $\geq 3.6\text{mm}$, 经热处理 $\geq 3.7\text{mm}$ 。
- *2: YBn2 规定: 壁厚 $\geq 15\text{mm}$ 的钢管, 力学性能低于表中规定值, 双方协商。
交货钢管布氏硬度压痕直径 $\geq 3.5\text{mm}$ 。
- *1~3: YBn1~3 规定: 直径 $\leq 30\text{mm}$ 、壁厚 $\leq 8\text{mm}$ 的钢管, 由于尺寸限制不能做园试样, 只能做整管或条状拉力试样, 此时允许其 σ_b 、 σ_s 按规定值分别降低 5 个单位, δ_5 降低 1 个单位, 同时收缩率 ψ 不测定。
- *2~3: YBn2~3 规定: 直径 = 57~89mm、壁厚 $\geq 14\text{mm}$ 以及直径 $> 89\text{mm}$ 、壁厚 $\geq 13\text{mm}$ 的钢管才测定冲击值 a_k 。
- *4: YBn3 标准中的 40Cr、35CrMnSiA 和 30SiMn2MoVA, 与标准 YBn2 中同钢号的规定完全相同。
- *5: YB1204 规定: 热处理状态交货的钢管, 其 σ_b 应 不大于 95 Kg/mm² 或硬度 HRC 不大于 28.5。
- *6: 成品钢管不作力学性能检验, 此为热轧坯料管的力学性能应符合的规定值。
- *7: 标准中数据有误, 已改正。编者注。
- *8: 伸长率为 δ_{10} %。

2. 21. 2. 2. 4 钢管的低倍组织、高倍组织和脱碳层

YBn2、3 规定, 钢管的横向低倍组织试片上, 不得有肉眼可见的缩孔残余、气泡、分层、裂纹、夹杂、(翻皮、白点和点状偏析) *存在。
允许存在的低倍缺陷, 不得大于下列级别:
一般疏松—2 级; 中心疏松—2 级; 方形偏析—2 级*。

*: YBn3 不要求括号内的项目和对 35~50B 及 40~45MnB 钢号的方形偏析要求不得大于 2.5 级。

YB478 规定: 钢管的低倍试样上, 不得有肉眼可见的裂缝、折叠、气泡、气孔拉裂、分层、裂纹、非金属夹杂、白点、质点状偏析和点状偏析, 并符合下列级别:
疏松 ≤ 2 级; 方形偏析 ≤ 2 级; 皮下气泡(深度) $\leq 1\text{mm}$ 。
在断口试样上不得有肉眼可见的分层、非金属夹杂、白点、木纹状、层状(石板状)和石状断口。
30CrMnSiA 钢管不得有结晶状断口, 疏松和方形偏析各为 ≤ 1.5 级。
PCrMo、PCrMoV、PCrNi1Mo 和 PCrNi2Mo 钢管的低倍试样上质点状偏析为 ≤ 1 级。

钢管的非金属夹杂物应符合表 2—21—5 规定。

表 2—21—5 非金属夹杂物级别表

标准	钢号	级别种类	脆性夹杂物 或硫化物	塑性夹杂物 或氧化物	脆性、塑性夹杂物之和 或硫、氧化物夹杂之和
YBn3	50AZ、50BA、40Cr、30SiMnMoVA、 35CrMnSiA、30CrNi2MoVA	最高	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 4.5
	35~50B、40~45MnB、40Cr		≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 5.5
YB478	全部	平均	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 2.5
	30CrMnSiA, 50×7mm 钢管	最高	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 2.5
GJB	16Mn	最高	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 4.5

YBn2	注：根据需方要求可做	最高	≤2.0	≤2.0	≤3.5
------	------------	----	------	------	------

钢管的脱碳层：YB1204 规定，钢管内壁的全脱碳层深度不得大于 0.05mm，总脱碳层深度不大于 0.20mm。

2. 21. 2. 2. 5 钢管的塔形检验、磁力探伤和光学检验

钢管塔形检验：YB478 规定，钢管外径小于 100mm 时须符合表 21—6 中的第一组的规定。钢管外径≥100mm 时须符合表 21—6 中的第二组的规定。

不允许有由一阶梯贯穿通到另一阶梯的发纹存在。

在塔形试样上不允许有白点。

发纹长度从 0.5mm 开始计算。

38CrA，108×21.5mm 钢管塔形应符合第一组的规定。

PCrNi1Mo，105×65mm 钢管作塔形试验，合格级别由双方协议确定。

塔形试样车成三级（即为壁厚的 1/4、1/2 和 3/4 处）每级长度 50mm。用车刀车削制塔形试样时，车削深度为 0.5mm，进刀量为 0.25mm。车削后加以酸蚀，再用 5 倍的放大镜或 5 倍双筒显微镜检查试样表面状态。

GJB459 规定，须符合表 2—21—6 的第二组。发纹起标长度为 2mm。

表 2—21—6 塔形检验的要求表

缺 陷	发纹长度和尺数量	
	第一组	第二组
发纹总条数，条	5	8
发纹最大长度，mm	6	8
整个试样上发纹总长度，mm	25	68
每阶上最多发纹条数，条	3	4
每阶上发纹总长度，mm	10	15

磁力探伤和光学检验：YB478 规定，炮身管（包括药室体）应进行磁力探伤和光学检验，结果应符合有关规定条件。

2. 21. 2. 2. 6 YB468 的取样数量和判定

化学化学：每炉罐取一个试样。

机械性能：38CrA 和 30CrMnSiA 每批在相当于钢锭头部的两根钢管上各取一个拉力和一个冲击试样（30CrMnSiA 不取）；

PCrMo、PCrMoV、PCrNi1Mo 和 PCrNi2Mo 每批在相当于钢锭头部的两根钢管上各取两个拉力和两个冲击试样，调质供应的钢管逐根在两端各取两个拉力和两个冲击试样。

低倍与断口：每批在相当于钢锭头部的两根钢管上各取一个试样；

PCrMo、PCrMoV 和 PCrNi1Mo 取相当于钢锭数目的 20%，但不少于两个试样；

调质状态供应时 PCrMo 和 PCrMoV 取相当于钢管数目的 20%，在两

端取样，调质状态供应的 PCrNi2Mo 钢管逐根在两端取样。

硬度试验：调质状态供应的钢管应逐根测定硬度。

显微组织：调质状态供应的 PCrNi2Mo 钢管，每批在相当于钢锭头部的三根钢管上各取一个试样。

非金属夹杂物：每批在相当于钢锭头部的两根钢管上各取一个试样；

PCrNi1Mo 在相当于钢锭头部的两根钢管和尾部两根钢管上各取一个试样。

塔形试验：38CrA、30CrMnSiA 和 PCrNi1Mo 钢管每批在相当于钢锭头部的三根钢管上各取一个试样。

交货试验结果中任何一项试验数值不合格时，允许以双倍数量的试样重作该项试验。如复验结果即使一个试样不合格，则该批钢管不得交货。此时供方有权进行重新分类，或重新热处理或逐根检验，然后皱纹新的一批提交验收。但是，1) 如在一根钢管中发现白点和木纹状断口，则该批钢管报废。

2) 如拉力试样断在标距以外，但试验结果合格，则试验认为合格。

3) 如在机械性能试样断口上发现有肉眼可见的分层、非金属夹杂、白点、木纹状、层状（石板状）和石状断口时，应重作断口试验。

4) 如机械性能试样经热处理后硬度不合格，一项进行重复热处理，但不得超过三次（指淬火总数）。

2. 21. 2. 2. 7 钢管的表面质量

YBn1~3 规定：钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、分层、发纹和结疤缺陷存在，这些缺陷应完全清除掉，清除后不得使壁厚和外径超过允许负偏差。凡没有超过外径负偏差的局部轻微凹面及没有超过壁厚负偏差的其他轻微缺陷可不清理，允许存在。

YB478 规定：钢管表面上不得有裂缝、折叠、结疤。在表面上允许有未超出壁厚公差之半的凹坑、划痕、擦伤、氧化铁皮和清除缺陷痕迹。

YB1204 规定：钢管的外表面不得有裂缝、折叠、离层、发纹和结疤缺陷存在，这些缺陷应完全清除掉，清除后不得使外径超过允许负偏差。凡深度不大于 0.30mm 的其他缺陷允许存在，可不清除。

钢管的内表面不得有氧化铁皮、裂缝、折叠、翘皮、抖纹、麻面和锈蚀坑缺陷存在。深度不大于 0.04mm 的麻点、压痕、小直道、擦伤和不影响检查的氧化色允许存在。

GJB459 规定：钢管的外表面不得有折叠、轧折、分层、裂纹和结疤存在，这些缺陷应完全清除掉，被清除部位的钢管壁厚应不超过允许的最小壁厚值。凡不超过壁厚负偏差的其他缺陷允许存在。

钢管的内表面不允许有深划道、分层、结疤、裂纹、折叠等缺陷存在。但深度不大于 0.05mm 的轻微划痕等缺陷允许存在。

定向槽园角处其内外表面均不得有肉眼可见的裂纹、发纹存在。园角处壁厚不得有明显减薄。

2. 21. 2. 2. 8 包装的特殊要求和其他

GJB459 规定：交货钢管内外表面应涂以易除的防锈油，并用麻布和油纸包扎两端，装箱发运。

YB1204 规定：钢管应涂油装箱，也可油封扎捆。具体由双方商定。

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产：

YBn1~3 规定,可按其他规格、偏差生产。

YBn3 规定,可测定交货钢管的硬度值;

可由供方提供全脱碳层及总脱碳层的实测数据。

YB478 规定,PCrMo、PCrMoV、和 PCrNi2Mo 钢管及药室体的规格和尺寸公差。

可降低或提高钢中各成份的含量。

2. 21. 3 非标准常规武器用管的技术协议内容简介

2. 21. 3. 1 生产供货范围, 详见表 2—21—7

表 2—21—7 生产供货范围表

协议号	协议简称	钢管尺寸: 外径*壁厚*长度 (mm)	钢种	交货状态
鞍协 447—63	0CrMo; 45CrNiWVA 热轧无缝钢管	32~168*2.5~50*4~12.5	0CrMo; 45CrNiWVA	退火状态
鞍协 847—64	0Crni3MoA 热轧无缝钢管	102*20	0CrNi3MoA	热轧状态
鞍协 66—247	35SiMnMoVA 热轧无缝钢管	32~168*2.5~50*4~12.5	35SiMnMoVA	热轧状态
鞍钢	高射机枪枪管	46*(内径)13~13.5*1400	30CrNi2MoVA; 30SiMnMoVA	热处理状态
鞍特 13—69	5025 无缝钢管	48~125*6.5*600~1700 倍尺	5025	退火或高温回火
鞍 320—71 —1、2、3	5027、117—1、2 无缝钢	58~150*11.5~22.5*1250~1700 倍尺	5027; 117—1、 2	退火或高温回火
鞍特 10—69	704 无缝钢管	117、123×40	704	高温回火
鞍特 167—69 鞍科字 07—167	705、710 无缝钢管	127×20×1700	705、710	软化处理
鞍新试 06—703	703 无缝钢管	32~168*2.5~50*4~12.5	703	热轧; 冷拔退火
鞍钢	503 或 F116 无缝钢管	76×7×2000 倍尺; 95×16×3000 倍尺	503 或 F116	热轧; 冷拔退火

2. 21. 3. 2 钢管的质量保证

2. 21. 3. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差, 详见表 2—21—8。

2. 21. 3. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺和倍尺的长度允许偏差: 见标准 (2. 21. 2. 2. 2)

弯曲度: 447—63; 66—247; 10—69; 06—703; (503);

钢管壁厚	≤ 20	mm	≤ 1.5 mm/m。
	> 20~30	mm	≤ 3.0 mm/m。
	> 30	mm	≤ 5.0 mm/m。

847—64; 167—69; 07—167 (705) — ≤ 3.0 mm/m。

13—69; 320—71—1、2、3; 07—167 (710);

钢管壁厚	≤ 16	mm	≤ 1.5 mm/m。
	> 16	mm	≤ 3.0 mm/m。

表 2—21—8 外径和壁厚的允许偏差表

协议号	钢管尺寸 mm	允许偏差								
		外径 mm				壁厚 mm				
鞍协 447—63 鞍协 66—247	32~325*2.5~50*4~12.5	D≤219	普通级: +1.25 ; -1.0 % 较高级: ±1 %			S=3.5~20	普通级: +12.5 ; -15 % 较高级: ±12.5 %			
		D>219	普通级: +1.25 ; -1.5 % 较高级: ±1.25 %			S>20	普通级: ±12.5 % 较高级: ±10 %			
鞍协 847—64 枪管	102*20	普通级: +1.25 ; -1.0 % 较高级: ±1 %				普通级: +12.5 ; -15 % 较高级: ±12.5 %				
	46*(内径)13~13.5*1400 倍尺	+1.0 ; -0				内径: +1.0 ; -0				
鞍特 13—69	48~125*6.5*600~1700 倍尺	60+1.25, -1.5% ; 68±1.0; 105+2.5, -1.5 ; 110、125±2%				8+12.5, -15% ; 11+12.5, -15%; 30±12.5% ; 22.5+12.5, -15%; 内径: 35+2, -3; 65、72+1, -4;				
鞍 320—71—1、2、3	58~150*11.5~22.5*1250~1700 倍尺	58*11.5*1 ; 70+1.25, -1.0%; 105+2.5, -1.5 ; 125、150±2%				16.5+2.75, -1.25 ; 19±2.5; 22.5+12.5, -15%;				
	其他尺寸: 按 YB231 规格	冷拔管	D≤30	普通级: ±0.4	高级 ±0.2	最高级 ±0.1	S≤1	普通级: ±1.0	高级 ±1.2	最高级 ±0.1
			D>30	±0.45	±0.3	±2	S>1	+15, -10%	+12, -10%	±10%
			D>51	±1%	±0.8%	±2	S>3	+12, -10%	+12, -10%	-
	热轧管	D≤219	+1.25, -1 %	±1.0%	-	S3.5~20	+12.5, -10%	±12.5%	-	
		D>219	+1.25, -1.5 %	±1.25%	-	S>20	±12.5%	±10%	-	
鞍特 10—69	117、123×40	117±2 % ; 123±2.5				40±12.5 % ; 内径 41+3, -2				
鞍特 167-69 鞍科字 07-167	127×20×1700	+2.0% , -1.25%				±15%				
鞍新试 06—703 鞍钢	32~168*2.5~50*4~12.5	同鞍 320—71—1、2、3 的其他尺寸								
	76×7×2000 倍尺; 95×16×3000 倍尺	+1.25 , -1.0 %				+12.5 , -15 %				

2. 21. 3. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份(熔炼)应符合表 2—21—9 的规定(凡标准已有的钢号不再重复)。

钢管的力学性能应符合表 2—21—10 的规定。在供货的钢管上截取横向试样, 如用纵向试样, ψ 、 ak 值应各加 30、50%。

2. 21. 3. 2. 4 钢管的低倍组织、高倍组织和脱碳层

钢管的横向低倍组织试片上, 不得有肉眼可见的缩孔残余、气泡、分层、裂纹、夹杂、(翻皮、白点和点状偏析)存在。允许存在的低倍缺陷, 不得大于下列级别:

钢号: 0CrMo; 30SiMnMoVA; 5025; 5027(仅供参考, 方形偏析—1.5 级);

117-1、-2(仅供参考, 方形偏析—1.5 级):

一般疏松—2 级; 中心疏松—2 级; 方形偏析—2 级。

35SiMnMoVA (管坯): 按 YB478 规定:

704; 705: 疏松—1.5 级; 方形偏析—1.5 级; 皮下气泡 1 级。

710: 疏松—2.0 级; 方形偏析—2.0 级; 皮下气泡 1 级。

奥氏体晶粒度: 钢号: 0CrMo (管坯); —5~8 级; 0CrNi3MoA (管坯) —6~8 级

30SiMnMoVA—5~9 级

钢管的非金属夹杂物应符合表 2—21—11 规定。

脱碳层: 30SiMnMoVA 钢管的全脱碳层深度, 内面不得大于 0.15mm。

表 2—21—9 钢的化学成份 (熔炼) 表

标准	牌号	化学成份 %								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	其他	P≤	S≤
447—63	0CrMo	0.32~ 0.42	0.17~ 0.37	0.25~ 0.5	0.9~ 1.30	≤ 0.50	≤ 0.25	Mo0.2~0.3	0.040*	0.040*
847—64	0CrNi3MoA	0.30~ 0.40	0.17~ 0.37	0.4~ 0.7	0.7~ 1.0	2.75~ 3.25	≤ 0.30	Mo0.2~0.3	0.030	0.030
66-247	35SiMnMoV A	0.42~ 0.49	0.17~ 0.37	1.1~ 1.4	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.30	B: 0.0005~0.0035	0.040	0.040
枪管	30SiMnMoV A	0.27~ 0.33	0.40~ 0.60	1.6~ 1.85	—	—	≤ 0.25	Mo0.4~0.6; V0.15~0.25	0.035	0.030
鞍特 13—69	5025	0.27~ 0.31	2.0~ 2.5	1.5~ 2.0	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.20	W0.4~0.6; Mo0.55~0.75; V0.05~0.15	0.023	0.015
鞍 320—71—1	5027	0.38~ 0.42	1.8~ 2.2	1.4~ 1.7	-	-	-	Mo0.6~0.8; V0.05~0.15	0.025	0.015
鞍特 10—69	704	0.34~ 0.42	0.6~ 0.9	1.55~ 1.85	-	-	≤ 0.20	W0.7~1.0; Mo0.4~0.5; V0.05~0.1	0.030	0.030
鞍特 167—69 鞍 07—167	705	0.28~ 0.33	0.17~ 0.37	1.7~ 2.0	-	-	-	Mo0.8~1.0; V0.15~0.25	0.030	0.030
鞍 320—71—2	117-1	0.33~ 0.37	0.17~ 0.37	0.5~ 0.8	-	-	B≤ 0.003	Mo1.8~2.1; V0.4~0.6	0.030	0.030
鞍 320—71—3	117-2	0.35~ 0.39	0.17~ 0.37	0.8~ 1.2	-	W0.4 ~0.6	B≤ 0.003	Mo1.2~1.5; V0.2~0.3	0.030	0.030
鞍新试 06—703	40SiMnCrNiM oV	0.41~ 0.45	1.4~ 1.7	0.8~ 1.2	1.8~ 2.0	1.8~ 2.0	-	Mo0.4~0.6; V0.1~0.2	0.025	0.020
鞍科字 07—167	710	0.33~ 0.38	0.17~ 0.37	1.4~ 1.7	-	-	-	Mo1.1~1.4; V0.15~0.25	0.030	0.030
	503/F116	0.44~ 0.45	2.2~ 2.3	1.4~ 1.7	Zr 0. 002~ 0.004	W ≤ ~0.6	Re ≤ 0.01	Cu≤0.5 Mo≤1.0; V0.2~0.25	0.025	0.025

*: P+S≤0.07%

表 2—21—10 钢管的力学性能表

标准	钢号	试样热处理制度			机械性能		
		正火温度 ℃, 冷却剂	淬火温度 ℃, 冷却剂	回火温度 ℃, 冷却剂	比例极限 σ_p Kg f/mm ² ≥	收缩率 ψ % ≥	冲击值 ak kg f.m/cm ² ≥
鞍协 447—63	0CrMn		850 油、水	580 空冷		30	3.5 *
847-64	0CrNi3MoA	860~880 空气	850~870 油	550~620 空冷	70 *1	25	4.0 *2
66-247	35SiMnMoVA		860~880 油	650 空气	90 *3	50	6.0
枪管	30SiMnMoVA		860~880 油	650 空气	90 *4	40	9.0
鞍特 13—69	5025		940~960 油*5	360~400 空冷*6	125/130*7	35/40	3.0/4.0*2
鞍 320—71 —1、2、3	5027		920 油	330 空气	220*8	35	5.5
	117-1		950 油*5	550 空冷*5	125*9	40	3.5*2
	117-2		900 油	570 空冷	135*10	40	5.0*2
鞍特 10—69	704	≤920 空冷	≤900 先水后油	≤660 空冷	71	25	3.5*9
鞍特 167—69	705	910~930 空冷	910~930 油	645~655 空冷	90/90*12	20/26	3.0/4.1*11
鞍 07—167	705	910~930 空冷	910~930 油	630~640 空冷	95	20	3.0*11
鞍新试 06— 703	40SiMnCrNi MoV		800~900 油	230~300 空冷	170*13	35	5
鞍科字 07— 167	710		910~930 油*14	550~570 空冷*6	130	20	5
	503	930 空冷*15	900 油*15	370~380 空冷*6	170*16	25	4

*: 为夏氏冲击值; 钢管供应状态硬度 $HB \geq 4.2$;

*1: 为 σ_b ; *2: 为夏氏冲击值. ;

*3: 为 σ_b , $\sigma_s \geq 80 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 15 \%$;

*4: 为 σ_b , $\sigma_s \geq 80 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 10 \%$;

*5: 保温 60 分钟; *6 保温 2 小时; *7: 横向/纵向, 钢管交货状态硬度 $HB \geq 3.7$;

*8: 为 σ_b , $\delta_5 \geq 8 \%$, 钢管交货状态硬度 $HB \geq 3.6$;

*9: 为 $\sigma_b \geq 140 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 10 \%$;

*10: 为 $\sigma_b \geq 150 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 12 \%$, 钢管交货状态硬度 $HB \geq 3.6$;

*11: 为夏氏冲击值, 钢管交货状态硬度 $HB \geq 3.6$;

*12: 横向/纵向, 试样硬度 $HB \geq 3.2$;

*13: 为 $\sigma_b \geq 190 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 8 \%$;

*14: 保温 20 分钟

*15: 保温 1 小时; *16: 为 $\sigma_b \geq 210 \text{ Kg/mm}^2$, $\delta_5 \geq 8 \%$, 钢管交货状态硬度 $HB \geq 3.6$;

2. 21. 3. 2. 5 钢管的塔形检验

钢号 0CrNi3MoA; 35SiMnMoVA 的塔形检验: 同 2. 21. 2. 2. 5 中的 YB478 规定。

705; 710 的塔形检验: 同 2. 21. 2. 2. 5 中的 YB478 规定的二级。

表 2—21—11 非金属夹杂物级别表

钢号	脆性夹杂物 或硫化物	塑性夹杂物 或氧化物	脆性、塑性夹杂物之和 或硫、氧化物夹杂之和
0CrMo; 0CrNi3MoA; 30SiMnMoVA; 704; 705; 710	≤2.0	≤2.0	≤3.5
5025、503 钢管; 35SiMnMoVA (管坯) 5027、117—1、2 (仅供参考)	≤1.5	≤1.5	≤2.5

2. 21. 3. 2. 5 其他内容同标准基本相同，不再叙述。

2. 21. 4 生产现状和展望

我国现在常规武器用管地生产能力和研发能力，基本都可以满足国内各有关需要部门的需要。

2. 22 航空管

标准品种：“航空用不锈无缝钢管” YB678—71；“航空用 18A 空心铆钉薄壁无缝钢管” YB679—71；“航空用结构薄壁无缝钢管” YB680—71；“航空导管用 20A 薄壁无缝钢管” YB681—71；“航空用结构钢厚壁无缝钢管” YB681—71；“航空用高温合金冷拔（轧）无缝钢管” YB1206—80。

非标准品种：“航空工业用冷气瓶和氧气瓶钢管” 松鞍 66—1、鞍特 12—69、鞍上容 69—1；“航空工业制造空速管用冷轧（拔）无缝钢管” 松鞍 2-67；“航空工业制造平管咀用 Cr17Ni2 冷拔无缝钢管” 松鞍 3-67；“30CrNi2VA 尾轴管试制协议” 尾试—701；“GR—2 和 Э и 602 高温合金热轧无缝钢管” 鞍协 420—65；“高温合金无缝钢管” 协上五新 70—13。

航空管是制造飞机等航空和航天器具用的无缝钢管的总称及简称。航空管包括高压导管、燃油管、测速管、铆钉管、气瓶管和起落架管等，由于航空管都是用于上天的关键材料，所以其寿命（质量）的可靠性、尺寸（不再加工的材料）的精确性和强度、重量（单位重量的强度）的稳定性都非常重要，对其要求非常严格。所以航空管是公认的技术条件要求最严最高的无缝钢管之一，是一个国家无缝管生产水平的代表。

2. 22. 1 简介

鞍钢无缝钢管厂从 50 年代中开始陆续按原苏联 М Ц Т У 1077、1078—50、2198—49 和 Ч М Т У 4870—54、2862—53 “航空制造用厚壁无缝钢管、无缝结构钢管、空心铆钉用无缝钢管和不锈钢冷拔薄壁无缝钢管、30CrMnSiNiA 热轧和冷轧厚壁无缝钢管技术条件” 研制出 20A、30CrMnSiA、30CrMnSiNiA 和 1Cr18Ni9Ti 等各种规格航空用无缝钢管；从 60 年代中开始参照原苏联标准（Э и 602）协议和冶标（H30、H39、H140）试制供应航空用高温合金无缝钢管。

1960 年 9 月上海钢铁研究所、上海冷拔钢管厂（即上钢五厂的前身）和沈阳 410 厂合作生产出了我国第一根 1Cr18Ni9Ti 航空不锈管。接着同北京钢铁研究总院共同针对航空管存在的质量问题，开展了大量试验研究工作，通过改进生产工艺和修订 М Ц Т У 1077、1078—50、Ч М Т У 4870-54 和 Г О С Т 5543-50 等标准，为我国航空管的生产和使用奠定了基础。

1966 年 4 月开始，成都无缝钢管厂陆续成功的按 М Ц Т У 1077 试轧出了 $\Phi 299 \times 50$ ，30CrMnSiA、30CrMnSiNi2A 飞机起落机架用厚壁无缝管。

1971~1980 年间冶金工业部先后制定和颁布的有关航空管部颁标准计有：“航空用不锈无缝钢管” YB678—71；“航空用 18A 空心铆钉薄壁无缝钢管” YB679—71；“航空用结构薄壁无缝钢管” YB680—71；“航空导管用 20A 薄壁无缝钢管” YB681—71；“航空用结构钢厚壁无缝钢管” YB681—71；“航空用高温合金冷拔（轧）无缝钢管” YB1206—80。

70 年代开始大冶钢厂先后生产试制出 20A、30CrMnSiA、1Cr18Ni9Ti、GH140， $\phi 5\sim 30\times 0.35\sim 5\text{mm}$ 等的各种冷拔（轧）航空管。

80 年代初开始长城钢厂开发试制出，20A、30CrMnSiA， $\phi 5\sim 65\times 0.5\sim 3\text{mm}$ 等各种冷拔（轧）航空管，后又试制出英国钢号 S/607（相当于 1Cr11NiMoV）斯贝航空发动机用高压油管。江苏常熟无缝钢管厂生产出 GH600， $\Phi 5.8\times 0.33\text{mm}$ ，航空用管。

2. 22. 2 航空管的技术条件

2. 22. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—22—1

表 2—22—1 生产供货范围表

标准号	标准简称	钢管尺寸（mm）		长度（m）	钢种	交货状态
		外径	壁厚			
YB676	结构钢厚壁管	符合 YB231—70 规定 （详见 2. 1. 2. 3. 1）			10、15、20、25、35、45、38CrA、30CrMnSiA、30CrMnSiA、12CrNi3A、38CrMoAlA	热轧，或硬度不合时退火 冷拔管退火
YB678	不锈钢管	1～50	0.5～2	1～7	1Cr18Ni9Ti	固溶处理
YB679	铆钉薄壁管	3～12	0.5～2.5		18A	退火
YB680	结构薄壁管	4～125	0.5～4(7)		20A、18CrMn2MoBA、30CrMnSiA	热处理
YB681	导管薄壁管	4～35（52）	0.5～1.5（2.5）		20A	退火
YB1206	高温合金管	4～15	1～2		GH39、GH140	淬火、酸洗

2. 22. 2. 2 质量保证

2. 22. 2. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—22—2

2. 22. 2. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

YB676：定尺和倍尺长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +20 mm。

YB678、680、681 和 1206：定尺和倍尺长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +15 mm。

上述标准每个倍尺长度应加切口长度：
外径 $\leq 159\text{ mm}$ 5~10 mm。
外径 $> 159\text{ mm}$ 10~15 mm。

弯曲度： 钢管壁厚 $\leq 20\text{ mm}$ $\leq 1.5\text{ mm/m}$
 $> 20\sim 30\text{ mm}$ $\leq 2.0\text{ mm/m}$
 $> 30\text{ mm}$ $\leq 3.0\text{ mm/m}$
YB678、681、1206 钢管 $\leq 2.0\text{ mm/m}$

2. 22. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合表 2—22—3 的规定。

钢管的机械性能和供应状态的硬度应符合表 2—22—4 的规定，

表 22—2 钢管外径和壁厚的允许偏差表

允许偏差							
YB678—不锈钢管				YB681—导管薄壁管			
钢管尺寸 mm		第一组	第二组	钢管尺寸 mm		第一组	第二组
外径	4~20	±0.20mm	-0.15mm	外径	4~20	-0.15mm	+0.05; -0.10mm
	>20~28	±0.25mm	-0.25mm		>20~30	-0.25mm	+0.05; -0.20mm
	>28~40	±0.30mm	-0.30mm		>30~40	-0.30mm	+0.05; -0.25mm
	>40	±0.8%	-0.40mm		>40	-0.40mm	+0.05; -0.35mm
壁厚	0.5~0.75	±0.12mm	+20% -5%	壁厚	≤1.0	+20% -5%	+20% -5%
	>0.75	+15% -10%	+15% -5%		>1~2.5	+15% -5%	+5% -5%
YB679 铆钉薄壁管				YB680 结构薄壁管*1			
外径	≤10	-0.10mm		外径	4~10	±0.15mm	±0.10mm
	>10~20	-0.15mm			>10~30	±0.30mm	±0.20mm
					>30~50	±0.35mm	±0.30mm
					>50	±0.8%	±0.6%
壁厚	≤1.0	±0.10mm		壁厚	≤1	±0.12mm	±0.10mm
	>1.0	+0.15mm -0.10mm			>1~3	+12% -10%	±10%
					>3	±10%	-
YB1206-高温合金管				YB676—结构钢厚壁管			
外径	4~20	±0.15mm	±0.10mm	按 YB231—70 规定 (详见 2. 1. 2. 3. 1)			
壁厚*2	1~2	+15% -10%	+20%; -0 或 +15%; -5%	符合 YB231—70 规定 (详见 2. 1. 2. 3. 1)			

*1: YB689 规定为普通级（第一组）和高级（第二组）

*2: YB1206 规定订货时在合同中注明组别。航空导管按第二组供货，并应注明壁厚公差。

表 2—22—3 钢的化学成份（熔炼）表

序号	标准	钢号	化学成份 %							
			C	Si	Mn	S、P	Cr	Ni	其他	
1	676 *	10	0.07 ~0.14	0.17 ~0.37	0.35 ~0.65	≤ 0.04	≤ 0.15	≤ 0.30		
2	676	15	0.12 ~0.19	0.17 ~0.37	0.35 ~0.65	≤ 0.04	≤ 0.25	≤ 0.30		
3	679	18A	0.15 ~0.22	0.17 ~0.37	0.35 ~0.65		≤ 0.30	≤ 0.30	S≤ 0.03	P≤ 0.035
4	676	20	0.17 ~0.24	0.17 ~0.37	0.35 ~0.65	≤ 0.04	≤ 0.25	≤ 0.30		
5	680 681	20A*	0.17 ~0.24	0.17 ~0.37	0.35 ~0.65		≤ 0.30	≤ 0.30	S≤ 0.03	P≤ 0.035
6	676	35	0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	≤ 0.04	≤ 0.25	≤ 0.30		
7	676	45	0.42 ~0.50	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	≤ 0.04	≤ 0.25	≤ 0.30		
8	676	38CrA	0.34 ~0.42	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	≤ 0.03	0.80 ~1.10	≤ 0.40		
9	676 680	30CrMnSiA *1	0.28 ~0.35	0.90 ~1.20	0.80 ~1.10	≤ 0.03	0.80 ~1.10	≤ 0.40		
10	676	30CrMnSiAJ *2	0.27 ~0.32	0.90 ~1.20	0.80 ~1.10	≤ 0.03	0.80 ~1.10	≤ 0.40		
11	676	12CrNi3A	0.10 ~0.16	0.17 ~0.37	0.30 ~0.60	≤ 0.03	0.60 ~0.90	2.75 ~3.25		
12	676	38CrMoAlA	0.35 ~0.42	0.17 ~0.37	0.30 ~0.60	≤ 0.03	1.35 ~1.65	≤ 0.40	Mo:0.15 ~0.25	Al:0.70 ~1.10
13	676	50CrVA	0.46 ~0.54	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	≤ 0.03	0.80 ~1.10	≤ 0.40		V: 0.10 ~0.20
14	676	18Cr2Ni4WA	0.13 ~0.19	0.17 ~0.37	0.25 ~0.55	≤ 0.03	0.135 ~1.65	4.00 ~4.50		W: 0.80 ~1.20
15	676	40CrNiMoA	0.36 ~0.44	0.17 ~0.37	0.55 ~0.80	≤ 0.03	0.60 ~0.90	1.25 ~1.76	Mo:0.15 ~0.25	
16	676	30CrMnSiNi2A	0.27 ~0.34	0.90 ~1.20	1.00 ~1.30	≤ 0.03	0.90 ~1.20	1.40 ~1.80		
17	680	18CrMn2MoBA *1	0.15 ~0.22	≤ 0.37	1.60 ~1.90	≤ 0.03	1.00 ~1.30	≤ 0.30	Mo:0.45 ~0.60	B:0.001 ~0.004
18	678	1Cr18Ni9Ti *3	≤ 0.12	≤ 0.80	≤ 2.00		17.0 ~19.0	8.0 ~11.0	S≤ 0.025	P≤ 0.035
19	1206	GH39 *4	≤ 0.08	≤ 0.80	≤ 0.04		19.0 ~22.0	余	S≤ 0.012	P≤ 0.020
20	1206	GH140 *5	0.06 ~0.12	≤ 0.80	≤ 0.70		20.0 ~23.0	34.0 ~40.0	S≤ 0.015	P≤ 0.025

*: YB676、681: Cu≤0.25%。

- *1: YB680: P- $\leq 0.035\%$ 、Ni $\leq 0.30\%$ 、Cu $\leq 0.25\%$ 。
 *2: J—精选。
 *3: Ti=(C%-0.0.2)~0.08%。
 *4: Fe $\leq 3.00\%$ 、Mo-1.80~2.30%、Nb-0.90~1.30%、Al-0.35~0.75%、Ti-0.35~0.75%、Cu $\leq 0.20\%$ 、允许有微量铈存在。
 *5: Fe—余、W-1.40~1.80%、Mo-2.0~2.5%、Al-0.20~0.60%、Ti-0.70~1.20%、铈加入量—0.05%、用电弧炉冶炼时铝加钛应不大于 1.55% (当大于 1.55% 时, 高温拉伸性能应不低于表 22—4 的规定), 用电弧炉加电渣炉双联工艺时则应不大于 1.75%; 化学成份允许偏差: 钨 $\pm 0.1\%$ 、铝 $\pm 0.5\%$ 、钛 $\pm 0.5\%$ 。

表 2—22—4 钢管的机械性能和供应状态的硬度表

序号	钢号	试样热处理制度		机械性能(纵向)* $\geq$					试样布氏硬度, 压痕直径 mm	供应状态布氏硬度, 压痕直径 mm $\geq$
		淬火温度 ℃ , 淬火介质	回火温度 ℃ , 回火介质	抗拉强度 σ_b Kg/mm ²	屈服点 σ_s Kg/mm ²	伸长率 δ_s %	收缩率 ψ %	冲击值 ak kg.m/cm ²		
1	10	供应状态		32	(21)	24	50	—	—	3.8
2	15	供应状态		38	(23)	22	50	—	—	3.8
3	18A	供应状态 (退火)		≤ 46	-	20	-	—	—	3.8
4	20	供应状态		40	(25)	20	50	—	—	3.8
5	20A*1	供应状态 (退火)		40	-	20	-	—	—	3.8
6	25	供应状态		46	(28)	19	50	—	—	3.8
7	35	供应状态		52	(31)	17	45	—	—	3.8
8	45	供应状态		60	(34)	12	40	—	—	3.8
9	38CrA	850~870, 油	500~590, 油、水	90	(80)	12	50	10	3.3~3.7	3.6
10	30CrMnSiA*2	880~900, 油	500~570, 油	110	(85)	10	45	5	3.2~3.6	3.5
11	12CrNi3A	850~870, 油 760~810, 油	150~170, 空	90 95	(65) (70)	12 11	55 55	12 11	3.2~3.75 3.3~3.5	3.5
12	38CrMoAlA	930~950, 油	600~670, 油、水	100	(85)	15	50	9	3.3~3.5	3.5
13	50CrVA	850~870, 油	460~520, 油、水	130	(110)	10	45	(4)	≤ 3.2	3.5
14	18Cr2Ni4WA	940~960, 空 ①850~860 油 ②860~870 油	150~170, 空 525~575, 空	115 105	(85) (80)	11 12	45 50	10 12	3.05~3.3 3.1~3.4	4.4
15	40CrNiMoA	840~800, 油	自定	100	(85)	12	55	10	3.3~3.55	3.5
16	30CrMnSiNi2A	890~900, 油	200~300	160	-	9	40	(6)	≤ 2.9	3.5
17	18CrMn2MoBA*1	供应状态 (高温回火)		50	-	18	—	—	—	—
18	1Cr18Ni9Ti	供应状态 (固溶处理)		50	—	40	—	—	—	—

19	GH39*3	1050~1080, 空、水	70	—	40	—	—	—	—
20	GH140*3	1050~1080, 空、水	65	—	40	—	—	—	—

*: YB676: 仅对外径 $\geq 38\text{mm}$ 和壁厚 $\geq 6\text{mm}$ 的钢管测定收缩率。

仅对外径 $57\sim 89\text{mm}$ 和壁厚 $\geq 14\text{mm}$ 以及外径 $> 89\text{mm}$ 和壁厚 $\geq 13\text{mm}$ 的钢管测定冲击韧性。

对外径 $\geq 140\text{mm}$ 和壁厚 $\geq 22\text{mm}$ 的 30CrMnSiA、30CrMnSiNi2A 钢管, 应做横向冲击韧性试验, 30CrMnSiA 为 $2\text{ kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ 、30CrMnSiNi2A 为 $3\text{ kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ (供参考)

厚壁钢管允许以横向性能代替纵向性能。当以横向性能交货时, 允许伸长率 (δ_5) 降低 2% (绝对值)。仲裁时以纵向性能为依据。

壁厚 $\leq 2\text{mm}$ 的合金钢管可不作调质试验, 性能供方予保证。

外径 $\geq 159\text{mm}$ 的 38CrMoAlA、40CrNiMoA 钢管, 调质状态硬度 38CrMoAlA—3.2~3.5, 40CrNiMoA—3.2~3.55 允许交货。如有异议, 双方协商。

有括号的数据仅供参考。

*1: YB681: 20A 的 $6.25\times 1.65\text{mm}$ 钢管应退火交货, 其抗拉强度 $\sigma_b \leq 48\text{ Kg}/\text{mm}^2$, 伸长率 $\delta_{10} \geq 20\%$ 。

*2: YB680: 30CrMnSiA—退火时只要求抗拉强度 $\sigma_b \geq 50\text{ Kg}/\text{mm}^2$ 和伸长率 $\delta_{10} \geq 18\%$; 高温回火时只要求抗拉强度 σ_b 70~90 Kg/mm^2 和伸长率 $\delta_{10} \geq 11\%$ 。

18CrMn2MoBA—抗拉强度 $\sigma_b \geq 50\text{ Kg}/\text{mm}^2$ 和伸长率 $\delta_{10} \geq 18\%$ 仅供参考。

YB676: 30CrMnSiAJ 的热处理制度和性能指标完全同 30CrMnSiA 一样。

*3: 供应状态的钢管应按表 2—22—5 规定做高温拉伸性能试验, 但数据不做判定依据。

表 2—22—5 高温合金钢管的高温拉伸性能表

钢号	供应状态热处理制度	试验温度	机械性能	
			抗拉强度 σ_b Kg/mm^2	伸长率 $\delta_5\%$
GH39	1050~1080℃, 空冷或水冷	800℃	≥ 25	≥ 40
GH140	1050~1080℃, 空冷或水冷	800℃	≥ 23	≥ 40

2. 22. 2. 2. 4 钢管液压、扩口、卷边试验

液压试验: YB676、678、1206、681 (其中的液压导管) 规定液压试验由需方进行, 供方予以保证。YB678、1206、681 规定允许应力 (R) 为抗张强度 (σ_b) 的 40%。

扩口试验: YB678、681 规定钢管应按表 2—22—6 规定和 YB1206 规定钢管按外径的 10%, 由需方进行扩口试验, 但供方应予以保证。

卷边试验: YB679 规定钢管在需方进行卷边试验, 但供方应予以保证。

表 2—22—6 钢管扩口试验表

规格 mm	扩口端面 外径≥mm	规格 mm	扩口端面 外径≥mm	规格 mm	扩口端面 外径≥mm
4×0.5*	(7.5)*2	14×1*2	18.5	22~24×1	29
6×1*	9.5(11.5)	14×1*	18.7	27~30×1	35
6×0.6~1*1	9.5	15×1~1.1	19	32×1~2.5*	38
8×0.65~1	11.5(13.5)	16×1	20.5	33×1.5	41
10×0.75~1	13.5	18×1	23.5	34×1*	42.5
12×0.9~1	15	20×1	26.5	35~38×1.5	44

*: 仅 YB681; *2: 仅 YB678; *2: 括号内系加大扩口的数据。

2. 22. 2. 2. 5 钢管表面

YB676 规定: 钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和发纹(螺旋状)存在, 这些缺陷必须完全清除掉。清除后不得使壁厚超过允许负偏差。裂纹可经清除后用局部酸浸法检查。

凡没有超过壁厚负偏差的凹面、结疤、划道、擦伤、氧化铁皮等缺陷允许存在。对须进行机械加工的钢管, 在需方进行加工时, 应最终检验管壁有无埋藏的缺陷, 以及内外表面上的缺陷深度。

对不经车削加工的冷拔(轧)钢管, 其表面质量由双方协商。

YB678 规定: 钢管内外表面应不磨光交货, 但也允许有磨光钢管重经酸洗后检查交货。

钢管内外表面允许有轻微的矫直痕迹和深度不超过 0.05mm 的局部擦伤及个别压痕存在(但清理后其深度不得大于外径和壁厚负偏差范围)。

其他缺陷均不允许存在。

YB679、681 规定: 钢管内外表面允许有不影响表面检查的氧化色和轻微的矫直痕迹以及深度不超过 0.05mm 的局部擦伤和个别压痕、个别小麻点存在, 但清理后其深度不得大于外径和壁厚负偏差范围, 其他缺陷均不允许存在。

YB680 规定: 钢管内外表面允许有不影响表面检查的氧化色和轻微的矫直痕迹以及深度不超过壁厚负偏差之半的局部擦伤和个别压痕、个别小麻点、压痕及深度不超过 0.05mm 的小皱纹, 细拉痕存在。当这些缺陷超出上述规定时应予清除, 清除深度不得大于外径和壁厚负偏差范围。

30CrMnSiA, 14.4×1.7mm 钢管的外表面质量应按 20A 导管(YB681)要求供货。

钢管内径小于 25mm 者, 按炉批抽取 3% 钢管分别在两端剥开 100~150mm, 作内表面质量检查。

YB1206 规定: 钢管内外表面允许有轻微的矫直痕迹和深度不超过 0.05mm 的局部擦伤及个别压痕和拉痕存在。但清理后其深度不得大于外径和壁厚负偏差范围, 其他缺陷均不允许存在。

2. 22. 2. 2. 6 钢管低倍组织、塔形、晶间腐蚀、脱碳层、无损检验和复验

YB676 规定: 钢管的横向低倍组织试片上, 应无肉眼可见的缩孔、夹杂、针孔、白点及裂纹。

钢管塔形试样上发纹的条数和长度应符合表 2—22—7 的规定。

表 2—22—7 塔形试样上允许存在的发纹条数和长度表

评定项目	数量和尺寸	
	一组	二组
发纹总条数, 条	5	8
发纹最大长度, mm	6	8
整个试样上发纹总长度, mm	25	40
每阶上最多发纹条数, 条	3	4
每阶上发纹总长度, mm	10	15

注:分布在一条母线上的发纹,若彼此间隔小于 2mm,则作为一条发纹。

不允许有由一阶通到另一阶的发纹。

第二组不适用于直径小于 100mm 的钢管,但在个别情况下,经双方同意,允许按第二组供应。

外径小于等于 15mm 或壁厚小于等于 3.5mm 的钢管,不作塔形试验。

塔形试样的车削方法:钢管壁厚小于 6mm 者,在距钢管外表面 1~3mm 处车成

一阶梯,长度为 150mm 钢管壁厚等于大于 6mm 者,三阶梯,在距钢管外表面的 1/4、1/2、3/4 公称壁厚处车削,每阶长度 50mm。对钢管壁厚等于大于 30mm 者,三阶梯,在距钢管外表面的 1/5、1/2、4/5 公称壁厚处车削,每阶长度 50mm。车削塔形试样时,以外径为基础,每阶周边上车削最浅处,应符合上述各阶深度之要求。用尖刀进行最后车削,车削深度为 0.5mm,进刀量为 0.25mm。

塔形发纹检查方法:采用热酸浸法或磁力探伤法。用磁力探伤法时,其电流强度为 10~15D₀。以热酸浸法为仲裁检验方法。

YB678 规定:钢管经 T 法晶间腐蚀性能试验,其结果应符合 GB1223—75 的规定。

YB680 规定:30CrMnSiA 钢管交货状态的钢管脱碳深度,纯铁素体每面允许不大于钢管壁厚的 3%。

YB1206 规定:所有高温合金钢管均应经无损检验合格交货。无损检验标样管的人工缺陷是“U”形的纵向槽口,其尺寸为:长度 10±0.1mm,宽度 0.07±0.01mm,深度由供需双方协议。

复验:任何一项检验结果中,有一个试样不合格,另取双倍数量的试样进行不合格项目的复验。初验不合格的钢管应在复验前挑出报废。复验中即使一个试样不合格,则该批作报废处理。但供方可将该批钢管重新分类,重新热处理或逐支挑选,作为新的一批提交验收。

2. 22. 2. 2. 7 包装和其他

YB679、680 和 681 规定:交货钢管内外表面应涂以易除的中性防腐剂。

YB678、679、680、681 和 1206 规定:钢管应打捆包放在铁箱或木箱内进行装运。

根据需方需要,经供需双方协商,在合同中注明,可补充按下述条款进行生产:

YB1206 规定,按其他规格生产。

YB678 规定,要求全部不磨光。

2. 22. 3 航空管的其他非标准品种的技术条件

2. 22. 3. 2 钢管的质量保证

2. 22. 3. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差,详见表 2—22—9

2. 22. 3. 2. 2 定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

定尺和倍尺的长度允许偏差:见标准 (2. 22. 2. 2. 2)

弯曲度: 协议 66—1; 12—69 ; 69—1; 2、3-67; $\leq 1.5 \text{ mm/m.}$
 协议 420—65; 钢管壁厚 $\leq 20 \text{ mm}$ $\leq 1.5 \text{ mm/m.}$
 $> 20 \sim 30 \text{ mm}$ $\leq 3.0 \text{ mm/m.}$
 $> 30 \text{ mm}$ $\leq 5.0 \text{ mm/m.}$
 协议 70—13; 冷拔管 $\leq 1.0 \text{ mm/m.}$
 热轧管 钢管壁厚 $\leq 10 \text{ mm}$ $\leq 1.5 \text{ mm/m.}$
 $> 10 \sim 20 \text{ mm}$ $\leq 2.0 \text{ mm/m.}$
 $> 20 \text{ mm}$ $\leq 5.0 \text{ mm/m.}$

2. 22. 3. 1 生产供货范围, 详见表 2—22—8

表 2—22—8 生产供货范围表

协议号	协议简称	钢管尺寸: 外径*壁厚*长度 (mm)	钢种	交货状态
松鞍 66—1	航空工业用冷气瓶和氧 气瓶钢管	76*3.3*480; 108*4.5*380; 110*2.8*200; 140*5*465	45、30CrMnSiA	冷拔管退火状态
鞍特 12— 69	航空工业用冷气瓶和氧 气瓶钢管	89~140*2.5~3.5	42Mn2MoVA	冷加工状态
鞍上容 69—1	航空工业用冷气瓶和氧 气瓶钢管	76*3.3*480; 89*2.8*480; 108*3* 380; 108*4.5*380; 140*5*465	45、GC-11	退火状态
松鞍 2-67	航空工业制造空速管用 冷轧 (拔) 无缝钢管	40*2.2/50*2.8/50*4*1680	30CrMnSiA	退火状态
松鞍 3-67	航空工业制造平管咀用 Cr17Ni2 冷拔无缝钢管	12、16、18*3.5*1500~7000; 26*4.5*1500~7000	Cr17Ni2	热处理状态
尾试—701	30CrNi2VA 尾轴管试制 协议	42*2.5	30CrNi2VA	冷加工状态或退 火或高温回火
鞍协 420— 65	GR—2 和 Э И 602 高温 合金热轧无缝钢管	32~140*2.5~15	GR—2(H140) Э И 602(H39)	热处理状态
协上五新 70—13	高温合金无缝钢管	冷拔 6~89*1~7; 热轧 76~219*4.5~30	GH30; GH39; GH140	淬火、酸洗状态

表 2—22—9 外径和壁厚的允许偏差表

协议号	钢管尺寸 mm	允许偏差								
		外径 mm			壁厚					
鞍协 420—65	32~140*2.5~15	D≤219	普通级: +1.25 ; -1.0 % 较高级: ±1 %		S=3.5~20	普通级: +12.5 ; -15 % 较高级: ±12.5 %				
		D>219	普通级: +1.25 ; -1.5 % 较高级: ±1.25 %		S>20	普通级: ±12.5 % 较高级: ±10 %				
鞍协 66—1	76~140*2.8~5	76、108、140 ±0.8 %; 110 ±1 %			+12.0 ; -10 %					
鞍特 12—69	89~140*2.5~3.5	±1 %			±10 %					
鞍上容 69—1	76~140*2.8_5	±1 %			±10 %					
松鞍 2-67	40*2.2/50*2.8/50 *4*1680	40+0.3*(段长—包括过渡段)480±5; 50± ^{0.2} _{0.1} *(段长) 620±40; 50± ^{0.2} _{0.1} *(总长) 1680+50			2.2+0.2; 2.8± ^{0.2} _{0.3} ; 4±0.2					
松鞍 3-67	12~18*3.5;26*4.5	± 0.3			+12.5 ; -10 %					
尾试—701	42*2.5	+0.3 ; -0.1			内径 37 +0.2 ; -0.1					
协上五新 70—13	冷拔 6~89*1~7; 热轧 76~ 219*4.5~30	冷拔管	GH30		GH39/GH140		GH30		GH39/GH140	
			尺寸	偏差	偏差	尺寸	偏差	偏差		
			D≤10	±0.2	±0.2	S≤3	+15, -10%	+15, -0%		
			D>10	±0.3	±0.3	S>3	+12, -10%	+15, -0%		
			D>30	±1%	-	—	-	-		
		热轧管	D≤219	±1.5 %	-	S≤10	±15 %	-		
			D>219	±1.25 %	-	S>10	±12.5%	-		

表 2—22—10 钢的化学成份（熔炼）表

协议号	牌号	化学成份 %								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	其他	P≤	S≤
鞍特 12—69	42Mn2MoVA	0.40~0.44	0.17~0.37	1.6~0.19	—	—	—	Mo0.2~0.3 ; V0.1~0.2	0.030	0.030
鞍上容 69—1	GC-11	0.16~0.21	0.17~0.37	1.6~1.9	1.0~1.3	≤0.25	≤0.25	Mo0.45~0.60; B0.001~0.004	0.025	0.025
松鞍 3-67	Cr17Ni2	0.11~0.17	≤0.80	≤0.80	16.0~18.0	1.5~2.5	≤-	-	0.035	0.030
尾试—701	30CrNi2MoV A	0.26~0.33	0.17~0.37	0.30~0.60	0.60~0.90	2.0~2.5	U ≤0.25	Mo0.2~0.3 ; V0.15~0.30	0.030	0.030
协上五新 70—13	GH30	≤0.12	≤0.80	≤0.70	19.0~23.0	>75	Al≤0.20	TI≤0.40 Fe≤3.0	0.020	0.030

2. 22. 3. 2. 3 化学成份和力学性能

钢的化学成份（熔炼）应符合表 2—22—10 的规定(凡标准已有的钢号不再重复)。

钢管的力学性能应符合表 2—22—11 的规定(凡标准已有钢号不再重复)。

表 2—22—11 钢管的力学性能表

标准	钢号	试样热处理制度			机械性能 $\geq$				
		正火温度 ℃, 冷却剂	淬火温度 ℃, 冷却剂	回火温度 ℃, 冷 却剂	σ_b Kg/mm ²	σ_s Kg/mm ²	δ_5 %	Ψ %	ak kg f.m/cm ²
鞍特 12-69	42Mn2MoVA	900	—	200, 3 小时, 空冷	100	40	-	-	
鞍上容 69 —1	GC-11	930 油	-	400 空冷	110	85	10	45	7
		-	-	650~700 高温回火	70	—	20*	—	—
松鞍 3-67	Cr17Ni2	-	950~975 油	275~300 空气	90~115	-	12	-	-
尾试—701	30CrNi2MoVA	-	860 油	680 油冷	90	80*1	10	-	HRC-28~35
协上五新 70-13	GH30	-	980~1020 水	-	70	-	30	-	-

*: 为 δ_{10} ; *1: 为 $\sigma_{0.2}$;

2. 22. 3. 2. 4 钢管的低倍组织、高倍组织和脱碳层

协议 701;420-65: 钢管的横向低倍组织试片上, 不得有肉眼可见的缩孔残余、裂缝、夹杂、松孔、磷闪、和明显的树枝状结晶组织存在。

晶粒度: —5~8 级; (420-65, 为参考)。

钢管的非金属夹杂物应符合表 2—22—12 规定。

协议 12—69; 69—1: 脱碳层: 钢管的显微组织, 不允许有纯铁素体出现, 但允许断面有 3 %半脱碳层存在。

协议 2—67; 全脱碳层每面不得超过钢管壁厚的 3%。

表 2—22—12 非金属夹杂物级别表

钢号	脆性夹杂物 或硫化物	塑性夹杂物 或氧化物	脆性、塑性夹杂物之和 或硫、氧化物夹杂之和
30CrNi2MoVA	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 4.0

2. 22. 3. 2. 5 钢管的塔形检验

协议 701: 塔形检验: 按表 2. 22. 7 中的一级规定。

2. 22. 3. 2. 6 其他内容同标准基本相同, 不再叙述。

2. 22. 4 生产现状和展望

我国现在生产航空管的无缝钢管厂主要就是上钢五厂、长城钢厂、大冶钢厂、鞍钢无缝钢管厂和成都无缝钢管厂。而上钢五厂和长城钢厂先后已于 80 年代开始新建了两条航空精密管生产线, 引进了世界上最先进的生产、精整、热处理和检测设备。现在虽然两厂还没有形成独立和完整地整套 (从炼钢到成品钢管包装出厂) 先进航空管生产工艺, 但已使我国的航空管生产技术和装备水平都已达到了国际先进水平。所以我国现在不但可以生产供应国内需要的航空管, 而且可以承担研制开发航空工业所需要的一切无缝钢管。

2. 23 纯铁管

纯铁管是用于制造电器、仪表和通讯器材的电磁元件、电子管零件和粉末冶金、重熔合金的原材料。整个电工用纯铁的牌号和分类情况详见表 2—23—1。

表 2—23—1 电工用纯铁的牌号和分类表

纯铁系列		牌号		一般用途
		名称	代号	
原料纯铁		电铁 1	DT1	重熔合金炉料
		电铁 2	DT2	粉末冶金原料和高纯度炉料
电子管纯铁		电铁 7	DT7	电子管阳极、栅极边杆的代镍材料
		电铁 8	DT8	要求气密性的电子管零件用材料
		电铁 8 高	DT8A	
电 磁 纯 铁	铝 静 纯 铁	电铁 3	DT3	不保证磁时效的一般电磁元件
		电铁 3 高	DT3A	
		电铁 4	DT4	在一定时效工艺下，保证无时效的电磁元件
		电铁 4 高	DT4A	
		电铁 4 特	DT4AE	
		电铁 4 超	DT4AC	
	硅 铝 静 纯 铁	电铁 5	DT5	不保证磁时效的一般电磁元件
		电铁 5 高	DT5A	
		电铁 6	DT6	在一定时效工艺下，保证无时效，磁性范围较稳定的电磁元件
		电铁 6 高	DT6A	
		电铁 6 特	DT6AE	
		电铁 6 超	DT6AC	

2. 23. 1 简介

我国从 70 年代开始为解决军工生产部门的急需，由鞍无缝钢管厂和成都无缝钢管厂分别研制开发出 DT1、DT7 和 DT3、DT4 无缝纯铁管，并批量生产供应。现将有关技术标准和企业标准以及生产供应情况简介如下。

2. 23. 2 纯铁管的技术条件

2. 23. 2. 1 生产供货范围，详见表 2—23—1。

表 2—23—1 生产供货范围表

纯铁管尺寸：(mm) 外径*壁厚	32~351*2.5~75
纯铁管通常长度 (m)	热轧管：4~12.5。每批管允许交付长度 2~4m 短尺管、重量不大于每批总重量 10% 的管。 冷拔（轧）管：S≤1mm，为 1.5~7；S>1mm，为 1.5~9。
牌 号	DT1、3、4、7。
供 货 状 态	热轧状态

2. 23. 2. 2 纯铁管的质量保证

2. 23. 2. 2. 1 纯铁管尺寸允许偏差，详见表 2—23—2。

标准号	纯铁管尺寸 mm	允许偏差						
		外径 mm				壁厚 mm		
鞍 Q/2E36—70 NUJ-026-70	32~219*2.5~ 50*4~12.5	热轧管 *	D<57 D≤219 D>219	普通级	较高级		普通级	较高级
				±1.5 %	-	D<57	+20 , -15%	-
				+1.25, -1.0 %	±1 %	S=3.5~20	+12.5, -15%	12.5 %
			D>219	+1.25, _1.5 %	±1.25 %	S>20	±12.5 %	±10 %
鞍 NUJ-026-70		冷拔管	D≤30 D>30 D>51	±0.4	±0.2	S≤1 S>1 S>3	±1.0	±1.2
				±0.45	±0.3		+15, -10%	+12, -10%
				±1%	±0.8%		+12, -10%	+12, -10%
YB200—75N— 成都	76~351*2.5~7 5*4~12.5	热轧管	定径管： ±1 %			一般管： ±12.5 %		
			不定径管： +1.25, -1.0 %			热扩管： +12.5 ; -15 %		
			热扩管（端部 200mm 内）： ±1 %					
			热扩管管身： +1.25 , -1.5 %					
YB200—75		冷拔 （轧） 管	D≥10~30	±0.2		S≤1	±1.2	
			D>30~50	±0.3		S>1	+12, -10 %	
			D>50	±0.8%		S>3	±10 %	
YB200—75	同 YB231—70； 但原料纯铁不保证尺寸偏差。							

表 2—23—2 内径、外径和壁厚的允许偏差表

*: 凡不经定、减径的厚壁钢管，D±2 %。

2. 23. 2. 2. 2 通常、定尺和倍尺的长度允许偏差和弯曲度

在通常长度内每捆纯铁管长度允许相差±1 M。
定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差 +15 mm;-0 mm。
每个倍尺长度应加切口长度， 5~10mm。
定尺和倍尺长度的纯铁管应在交货合同中注明。

弯曲度：鞍 NUJ-026-70、NUJ-026-70; YB200—75N—成都
纯铁管壁厚 ≤ 20 mm ≤ 1.5 mm/m; ≤ 1 mm/m。
 > 20~30 mm ≤ 3.0 mm/m; ≤ 2 mm/m。
 > 30 mm ≤ 5.0 mm/m; ≤ 3 mm/m。

2. 23. 2. 2. 3 化学成份和力学性能

纯铁管的化学成份（熔炼）和供货状态的力学性能应符合表 2—23—3 的规定。

表 2—23—3 纯铁管的化学成份（熔炼）和力学性能表

标准	牌号	化学成份 (熔炼) % ≤									力学性能
		C	Si	Mn	P	S	Al	Cu*	Cr	Ni	
YB200—75	DT1	0. 04	0.03	0. 10	0. 015	0. 03	-	0.15	0.1	0.2	YB200-75 规定, 需方有特殊要求时, 成品尺寸 ≤60mm 时: 抗拉强度 $\sigma_b \geq 270$ Mpa 伸长率 $\delta_5 \geq 26\%$ 断面收缩率 $\psi \geq 60\%$ 。 >60 mm 时: $\sigma_b \geq 270$ Mpa $\delta_5 \geq 24\%$ $\psi \geq 55\%$ 。 Q/2E36、NUJ-026 规定: $\sigma_b \geq 270$ Mpa $\delta_5 \geq 26\%$ $\psi \geq 60\%$ 。 YB200—75N 规定: $\sigma_b \geq 320$ Mpa $\delta_5 \geq 35\%$ $\psi \geq 70\%$ 布氏硬度 ≥ 6 mm。
Q/2E36	DT1*	..	0. 2	0. 2	0. 025	0. 015	0. 5	..	..	..	
YB200—75	DT2、7	0. 025	0.02	0. 035	0. 015	0. 025	-	0.15	0.1	0.2	
Q/2E36	DT7*1	..	..	0. 2	..	0. 015	0. 15	..	0.05	..	
NUJ-026	DT7						0.5~				
YB200—75	DT8	0.025	0.20	0.15	0.015	0.01	0.15~	0.15	0.1	0.2	
	DT8A						0.5				
YB200-75	DT3	0. 04	0.02	0. 3	0.02	0.02	0.5	0.2	0.1	0.2	
	DT3A										
YB200-75N	DT3	0.03	..	..	0.015	0.01	0.02~	0.15	..	0.15	
							0.45				
YB200-75	DT4	0. 03	0.02	0.3	0.02	0.02	0.15~	0.2	0.1	0.2	YB200—75N 规定: $\sigma_b \geq 320$ Mpa $\delta_5 \geq 35\%$ $\psi \geq 70\%$ 布氏硬度 ≥ 6 mm。
	DT4A						05				
	DT4AE										
	DT4AC										
YB200-75N	DT4	0.025	..	..	0.015	0.01	0.02~	0.15	..	0.15	
							0.45				
YB200—75	DT5	0.04	0.02	0.3	0.02	0.02	0.3	0.2	0.1	0.2	
	DT5A		~0.5								
YB200—75	DT6	0.03	0.3~	0.3	0.02	0.02	0.3	0.2	0.2	0.2	
	DT6A		0.5								
	DT6AE										
	DT6AC										

2. 23. 2. 2. 4 纯铁管的磁性检验

磁性纯铁管的磁性应符合表 2—23—4 的规定。

Q/2E36 另外规定: 一般不保证最大导磁率, 经双方协商并在合同中注明, 制造厂可予以保证。

磁时效检验: DT7、7A 和 7E, 应进行磁时效检验, 退火试样经人工时效后矫顽力的相对增值 ΔH_c 不大于标准规定值的 10%。

表 2—23—4 磁性纯铁管的磁性表

标准	磁性等级	牌号	矫顽力 H _c (奥斯特) ≤	最大导磁率 μ _m (高斯/奥斯特) ≥	在磁场强度(安匝/厘米)时的磁感应值 B(高斯) ≥				
					B5	B10	B25	B50	B100
YB200-75	普级	DT3、4、5、6、8	1.2	6000	14000	15000	16200	17100	18000
	高级	DT3A、4A、5A、6A、8	0.9	7000					
	特级	DT4E、6E	0.6	9000					
	超级	DT4C、6C	0.6	12000					
Q/2E36		DT1	1.2	4000	13800	15000	16200	17000	—
		DT1A、DT7	1.0	4500					
		DT1E、7A	0.8	5000					
		DT7E	0.8	5500					
YB200-75N		DT3、4	0.9	7000	-	-	-	-	-

2. 23. 2. 4. 5 纯铁管的低倍组织、塔形和非金属夹杂检验

低倍检验：YB200-75 规定：纯铁棒（坯）的横向低倍组织试片上，不得有缩孔、夹层和夹杂。

允许存在的低倍缺陷，应符合表 2-23-5 的规定。

Q/2E36 和 YB200-75N 规定纯铁管的横向低倍组织试片上，不得有缩孔、气泡、夹层和夹杂存在，YB200-75N 允许存在的低倍缺陷，应符合表 2-23-5 的规定

表 2-23-5 纯铁允许存在的低倍缺陷级别表

标准	牌号	允许级别 ≤			
		一般疏松	中心疏松	方形偏析	皮下气泡
YB200-75	电磁纯铁棒（坯）	2	2	2	1
	电子管纯铁棒（坯）DT8	1	1	0.5	0
YB200-75N		1.5	1.5	1	0

表 2-22-6 纯铁管塔形试样上允许存在的发纹条数和长度表

缺 陷	YB200-75、75N 规定的发纹长度和数量		Q/2E36 规定的长度和数量
	第一组	第二组	
发纹总条数，条	5	8	3
发纹最大长度，mm	6	8	6
整个试样上发纹总长度，mm	20	30	17
每阶上最多发纹条数，条	3	4	3
每阶上发纹总长度，mm	10	15	10

塔形检验：YB200-75 规定：DT8 电子管纯铁应进行酸浸塔形检验，试样上不得有肉眼可见的发。

根据需方要求，电磁纯铁棒材及无缝钢管亦可进行酸浸塔形检，检验结果符合表 2-23-6 的规定，组别应在合同中注明，发纹起算长度为 2mm。

Q/2E36YB200-75N 规定：发纹起算长度为 0.6mm。

YB200-75N 规定：发纹起算长度电渣纯铁为 0.6；电炉纯铁为 1.5mm。

试样的切削尺寸按表 2-23-7 规定。

表 2—23—7 纯铁管塔形试样切削尺寸表

标准	各阶梯直径			各阶长度 mm
	第一阶	第二阶	第三阶	
YB200—75 纯铁管	1/4 S(壁厚)	1/2 S	3/4 S	50

非金属夹杂物：YB200—75N 规定，非金属夹杂物应符合：

氧化物 ≤ 2.0 级； 硫化物 ≤ 1.5 级。

2. 23. 2. 4. 6 其他同 YB231—70

2. 23. 4 生产现状和展望

我国纯铁管现在的生产可以满足国内的需要，并有能力跟随电子等工业的发展需要，进行研制和开发。

2. 24 核工业用管及高温合金管

核工业用管主要是核发电设备及其联接管道用无缝钢管。高温合金管除了核工业用管外，其他工业也有使用。

2. 24. 1 简介

核发电设备用管（简称核电管），包括燃料包套管，堆内结构管，控制棒用管，蒸发器用管，辅助热交换器用管，给水加热器用管和主管道、冷却水管道等用管。其中大部分钢管同常规火电厂的高压锅炉用钢管一样并采用同一标准。因为，核发电一般是由一回路和二回路组成，一回路是将核裂变放出的巨大热能带出（冷却）反应堆，进入蒸发器，在蒸发器里将带出的巨大热能传递给二回路，使二回路中的介质水沸腾产生高压蒸汽。即二回路就相当于常规火电厂的高压锅炉。所以，核电管的特殊用管主要是燃料包套管，堆内结构管，控制棒用管和二回路用的 U 形蒸发器管，其中尤其重要的是 U 形蒸发器管，由于 U 形蒸发器管内外表面分别处于两种不同介质，在高温高压下长时间工作，可说是在十分苛刻的条件下长时间工作。据统计，历史上压水堆每年有 40% 左右的蒸发器的 U 形管发生故障，其主要原因是钢管被腐蚀破损所致，钢管破损往往造成停堆事故。因此，对 U 形蒸发器管的选材和各项技术要求就非常严格。

1966 年北京钢铁研究总院研制出原子能反应工程的关键部件“硼不锈钢-不锈钢三层复合管”，钢管规格为 $\Phi 28_{-0.05}^{+0.05} \times 0.3 \pm 0.03 / 0.4 \pm 0.03 / 0.3 \pm 0.03 \text{mm}$ 。定尺长度为 1850mm；1973 年为 820 原子能工程的急需，同鞍山无缝钢管厂一起，研制、生产出该院 6 室自己研究开发的“新四号合金”耐蚀难变形合金钢管，钢管规格为 $\Phi 8-25 \times 1.0-2.5 \times 6000 \text{mm}$ ；该院从 1981 年开始同上钢五厂、大冶钢厂、长城钢厂一起，研制、生产出了 GH30 等 12 个牌号高温合金钢管，填补了我国高温合金无缝钢管的空白。满足了用户的要求，顶替了进口，节约了外汇，解决了经济建设和国防建设的急需。

为了我国第一座 30 万 KW 核电站（秦山电厂）U 形蒸发器管的国产化，从 1983 年开始上钢五厂、上海核工程研究设计院、北京航空材料研究院、核工业部一院和中国原子能研究院等单位联合开展 Incoloy-800 U 形蒸发器管的研究工作。1988 年上钢五厂试制出的 $\Phi 22 \times 1.2 \times 22000 \text{mm}$ ，弯曲半径为 62mm 的 Incoloy-800 U 形蒸发器管。经过复测和试验，各项技术性能指标均达到了上海核工程研究设计院提出的技术条件（STG—JT—1）要求。机械性能、工业性能、晶间腐蚀 T 法试验及外形尺寸等主要技术性能指标已达到国外同类产品水平，通过了两部的联合技术鉴定。

2. 24. 2 已生产的品种和质量保证 [89—1；—5；94—2；98—5；—6] [94—5]

U 形蒸发器管： 钢号— Incoloy-800*1。

规格— $\Phi 22 \times 1.2 \times 22000 \text{mm}$ 。

- 尺寸公差— 外径 $\pm 0.11\text{mm}$ ；弯曲半径 $\geq 93\text{mm}$ 时，钢管的椭圆度不大于5%；壁厚 $+0.15\text{mm}$ ， -0.09mm ；弯曲部分的最小壁厚为 1.0mm ；直线段长度 $+3.2\text{mm}$ ；两直线段长度差 $\leq 1.6\text{mm}$ 。
- 交货状态— 最终固溶处理（ $980\pm 10^\circ\text{C}$ ；氢气纯度99.99%，露点 -70°C ）后，经微量变形*2+喷丸处理。
- 力学性能— 在室温， σ_b 为569~697 Mpa； $\sigma_{0.2}$ 为334~471 Mpa； $\delta \geq 30\%$ 。
- 在 350°C ， δ 、 σ_b 为实测值； $\sigma_{0.2} \geq 295$ Mpa。
- 硬度— 喷丸前 HV170~214；喷丸后 HV ≤ 270 。
- 表面质量— 表面无缺陷，光洁度喷丸前（直管）最大粗糙度 R_a 为 $1.6\mu\text{m}$ （内、外表面）；喷丸后（弯管）最大粗糙度 R_a 内表面为 $1.6\mu\text{m}$ ，外表面为 $3.5\mu\text{m}$ 。
- 表面压应力层深度为 0.12mm 。
- 非金属夹杂物— 硫化物 $\leq$ 细1级；氧化物 $\leq$ 细1级；硅酸盐 $\leq$ 细1级；点状氧化物 $\leq$ 细1级；氮化物 $\leq$ 2级； α 相 $\leq$ 2级。
- 晶粒度及晶间腐蚀— 晶粒度为7级以上。晶间腐蚀试验按 ASTM A262 E 法进行，试样先在 650°C 进行1小时*3的敏化处理。
- 工艺试验— 扩口试验，顶角 60° ，扩口率20%。
- 压扁试验，压后试样内表面间距为2倍名义壁厚。
- 无损检查— 每根钢管须按 ASTM A655 规范进行超声波检查，标准伤痕深度为 0.06mm ，长度为 2mm ，V形槽。
- 成品钢管的包装— 钢管端头须用塑料盖封闭，每根钢管要按顺序就不同弯曲半径的U形管依次序装入箱内，并在每一层之间和管与管之间用专用塑料夹架固定，以防在运输过程中发生变形和擦伤。

另外：生产厂，为了确保钢管质量，除了技术条件规定的工艺和检查、检验外，还采取了：炼钢采用真空感应电炉加电渣重熔；管坯是先锻成 120mm 方坯，经检查修磨后，再锻成 85mm 圆坯，然后剥皮成 75mm 圆管坯；制管是在 100mm 两辊斜轧穿孔机穿成 $78\times 7\text{mm}$ 的毛管，经LG80、LG55两次冷轧后，进行探伤和表面检查，并进行处理，再经KPW50高速冷轧管机冷轧和表面检查，最后经微量变形冷拔成成品钢管；成品钢管表面进行抛光、涡流探伤和内窥镜检查钢管内表面以及经超声波自动全长测量外径、壁厚和长度，全部检查、检测结果，都按根编号记录，已备后查。

上海核工程研究设计院，对该批国产管与瑞典进口管进行了应用可靠性试样，试验结果证明，国产管喷丸处理后的性能与瑞典喷丸管相似；两种光管在模拟压水堆一回路介质中的均匀腐蚀速率和腐蚀产物稀放速率相当，两种光管的慢应变速率压力腐蚀试验结果相同，断口均无压力腐蚀特征。

*1: Incoloy-800的化学成份(%) :C ≤ 0.03 , Mn $0.4\sim 1.00$, Si $0.3\sim 0.7$, Cr $21.00\sim 23.00$, Ni $32.00\sim 35.00$, Al $0.15\sim 0.45$, Cu ≤ 0.75 , Ti ≤ 0.6 , Co ≤ 0.08 , P ≤ 0.015 , S ≤ 0.015 , N ≤ 0.03 , Ti/C ≥ 12 , C+N ≤ 0.045 , Ti/(C+N) ≥ 8

*2: 编者按，两份资料略有不同，一为，由 $\Phi 22\times 1.25\text{mm}$ ，冷拔至 $\Phi 28\times 1.2\text{mm}$ ，二为由 $\Phi 22.7\times 1.2\text{mm}$ ，冷拔至 $\Phi 28\times 1.2\text{mm}$ ，其延伸系数经计算分别为1.0392和1.0337。

*3: 编者按，敏化时间，原作者在文中另一处写为15小时？。

硼不锈钢-不锈钢三层复合管：钢号—硼不锈钢—不锈钢—硼不锈钢。

规格— $\Phi 28 \times 1\text{mm}$ （三层壁厚分别为 0.3;0.4;0.3mm）。
 长度为 1850mm（定尺）。
 尺寸偏差—外径+0，-0.5mm；壁厚（每层） $\pm 0.03\text{mm}$
 特殊要求—检测并保证钢的含硼量、膨胀系数、比热、
 弹性系数、泊松比及腐蚀性能。

新四号合金耐蚀钢管：钢号— 新四号合金**

规格— $\Phi 8-25 \times 1.0-2.5\text{mm}$ 。

长度为 6000mm（定尺）。

机械性能—根据固溶温度变化，试验数据见表 2—24—1

表 2—24—1 机械性能表

试验温度 ℃	状态	机械性能		
		σ_b Mpa	δ_5 %	ψ %
室温	固溶状态	830	51.5	55.5
650	固溶状态	580	47.5	41.0
700	固溶状态	500	35.1	38.0
800	固溶状态	410	41.0	33.0
900	固溶状态	230	32.0	31.0
1000	固溶状态	130	42.0	-
1100	固溶状态	70	-	-

**：新四号合金是以美国 Hastelloy 合金为参照系的一种镍基难变形合金，含有高 Cr、Mo 等多种合金元素，工艺塑性低、热加工温度范围窄、变形抗力大、加工硬度随温度变化敏感和导热性能差的一种合金。

2. 24. 3 一般用途高温合金钢管 GB/T15062—94（即原 GBn188—82）简介

2. 24. 3. 1 生产供货范围，详见表 2—24—2。

表 2—24—2 生产供货范围表

钢管尺寸	外径（mm）		壁厚（mm）	
	4~57		0.5~5.5	
钢管通常长度（m）	壁厚 0.5~1mm	0.5~6	壁厚大于 1mm	0.5~5
钢 种	GH1140（GH140）、GH3030（GH30）、GH3039（GH39）*			
供货状态	冷拔（轧）状态或固溶处理加酸洗			

*：括号内为原牌号。

2. 24. 3. 2 钢管的质量保证

2. 24. 3. 2. 1 外径和壁厚的允许偏差，详见表 2—24—3。

表 2—24—3 外径和壁厚的允许偏差表

钢管尺寸 mm		允许偏差	
		普通级	高级
外径 D	4~10	±0.20mm	±0.15mm
	>10~30	±0.40mm	±0.20mm
	>30~50	±0.45mm	±0.30mm
	>50	±1%	±0.8%
壁厚 S	0.5~1	±0.15mm	±0.12mm
	>1~3	±15%	+12%, -10%
	>3	+12%, -10%	±10%

2. 24. 3. 2. 2 钢管的不圆度、壁厚的不均匀度和弯曲度

钢管的不圆度应不超过外径公差。

钢管壁厚的不均匀度应不超过壁厚的公差。

钢管的弯曲度不应超过 2.0 mm/m。

2. 24. 2. 2. 3 钢管的化学成份和表面

钢的化学成份（熔炼）应符合表 2—24—4 的规定。

表 2—24—4 钢的化学成份（熔炼）表

*：另有 GH1140—W-1.40~1.80%，Ce-≤0.050%（计算量加入，保证分析）和用电弧炉冶炼

牌号	化学成份 *										
	C	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Te	Mn	Si	P	S
GH1140 (GH140)	0.06~	20.0~	35.0~	2.00~	0.20~	0.70~	余	≤	≤	≤	≤
	0.12	23.0	40.0	2.50	0.60	1.20		0.7	0.8	0.025	0.015
GH3030 (GH30)	≤0.12	19.0~	余	-	≤0.15	0.15~	≤	≤	≤	≤	≤
		22.0				0.35	1.5	0.7	0.8	0.030	0.020
GH3039 (GH39)	≤0.08	19.0~	余	1.80~	0.35~	0.35~	≤	≤	≤	≤	≤
		22.0		2.30	0.75	0.75	3.0	0.4	0.8	0.020	0.012

时 Al+Ti≤1.55%；和用电弧炉加电渣或真空冶炼时 Al+Ti≤1.75%。

GH3039—Nb-0.90~1.30% 和允许有铈（Ce）存在，

钢管表面：钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、龟裂、裂缝、轧折、分层、结疤缺

陷存在，如有这些缺陷应完全清除（供机械加工用管除外）。清除后不得使外径和壁厚超过负偏差。

凡不超过允许负偏差的其他轻微表面缺陷可不清除，允许存在。

直道允许深度不大于公称壁厚的 4%。对壁厚小于 1.4mm 者，直道允许深度不大于 0.05mm，但最大深度不大于 0.3mm。

2. 24. 2. 2. 4 其他

根据需方需要，经供需双方协商，在合同中注明，可补充按下述条款进行生产、试验或检验：

可供定尺或倍尺长度的钢管。定尺和倍尺长度应在通常长度范围内，全长允许偏差+15mm。
 每个倍尺长度应加切口长度 5~10 mm。
 可进行力学性能试验。力学性能应符合表 2—24—5 的规定。

表 2—5 高温合金钢管的力学性能表

钢号	热处理状态	试验温度 ℃	机械性能	
			抗拉强度 σ_b Kg/mm ²	伸长率 δ_5 %
GH1140 (GH140)	1050~1080℃，水冷	室温	≥60	≥35
GH3030 (GH30)	980~1020℃，水冷	室温	≥60	≥35
GH3039 (GH39)	1050~1080℃，水冷	室温	≥65	≥35

可进行超声波检验。

2. 24. 3. 生产现状和展望

我国高温合金无缝钢管的生产已为我国的核能、航空、航天等工业部门研制、生产供应了所需要的各种钢管，并有能力为其今后的发展，开发和研制所需要的新品种和规格。而核能 U 形蒸发器管等也已研制成功，有待进一步提高和发展，以便能具备在市场中的竞争能力。