



中华人民共和国船舶行业标准

CB/T 3790—1997

船舶管子加工技术条件

Rules for marine pipes processing technology

1997-10-17 发布

1998-06-01 实施

中国船舶工业总公司 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 引用标准	1
3 材料	1
4 管子的切割	2
5 管件装配	2
6 管子焊接	16
7 管子的弯曲加工	18
8 水压试验	21
9 管子清洗	21
10 管子镀锌和涂塑	22
11 管子的标记、堆放和吊运	22

前 言

本标准是对 CB*/Z 335—84《船用管子加工通用技术条件》和 CB* 3093—81《弯管技术要求》两项标准的修订。

本标准的管子加工检验项目参照日本 JSQS 标准内容,法兰连接一章内容参照我国造船规范有关规定。

本标准增加了伸缩接头连接基本要求、先焊后弯工艺和管子的标记、堆放和吊运的有关规定。

本标准从实施之日起,同时代替 CB*/Z 335—84 和 CB* 3093—81。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会造船工艺分技术委员会提出。

本标准由中国船舶工业总公司第十一研究所归口。

本标准起草单位:中国船舶工业总公司第十一研究所。

本标准主要起草人:李绍东、华关根、杨峻。

船舶管子加工技术条件

代替 CB*/Z 335—84
CB* 3093—81

Rules for marine pipes processing technology

1 范围

本标准规定了船舶管子零件的材料、切割、装配、焊接、弯曲、强度试验、清洗等方面的工艺及其质量验收指标要求。

本标准适用于各类船舶的无缝钢管、焊接钢管、镀锌焊接钢管、不锈钢管、双金属管以及有色金属管的加工。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

CB/T 3365—91 管子无余量下料工艺

CB 3366—91 钢管涂塑技术条件

CB*/Z 343—84 热浸锌通用工艺

3 材料

3.1 管子材料的机械性能和化学成分,应符合有关国家标准、行业标准和我国造船规范要求。

3.2 各种管材,根据其设计压力和设计温度分为三级,见表1。对于Ⅰ级、Ⅱ级管系,必须具有船舶检验部门的合格证书及制造厂的炉罐号。Ⅲ级管系应具有制造厂的合格证书。

表1 管系等级

适用介质	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	>1.6	>300	≤1.6	≤300	≤0.7	≤170
燃油	>1.6	>150	≤1.6	≤150	≤0.7	≤60
其他介质	>4.0	>300	≤4.0	≤300	≤1.6	≤200

注

1 当管系的设计压力和设计温度其中一个参数达到表中Ⅰ级规定时,即为Ⅰ级管系;当设计压力和设计温度两参数均达到表中Ⅱ级或Ⅲ级规定时,即定为Ⅱ级管系或Ⅲ级管系。

2 其他介质是指空气、水、滑油和液压油等。

3.3 无缝钢管、不锈钢管和双金属管,其内、外表面不得有裂缝、折叠、分层、结疤、轧折、发纹等缺陷存在。如有上述缺陷则应清除,被清除部位的壁厚减薄不得超过我国有关标准所规定的负偏差。

3.4 焊接钢管的内、外表面不允许存在裂缝、结疤、错位、毛刺、烧伤、压痕和深的划道等缺陷,但深度不超过我国有关标准所规定偏差范围的小压痕、轻微的错位、辊印线、薄的氧化铁皮以及打磨与清除外毛刺的痕迹等缺陷,可允许存在。

3.5 铜管的内、外表面应光滑、清洁,不应有裂缝、针孔、环状痕迹、起皮、气泡、粗拉道、夹杂、斑点、分层和凹坑等缺陷。但轻微的、局部的、不使管材外径和壁厚超出我国有关标准所规定偏差范围的划伤、亮点、凹坑、细拉痕和轧痕等缺陷,可允许存在。

3.6 碳素钢管、不锈钢管、铜管和铝管在订货时,应向制造厂提出退火处理要求。

3.7 法兰、套管、螺纹接头、异径接头、伸缩接头和定型弯头等连接件,必须具有材质合格证书,方可使用。

3.8 各种管材的外径和壁厚的偏差范围,根据我国有关标准或订货技术要求,进行验收。

4 管子的切割

4.1 管子切割前,应对管材内外表面质量进行检查,而且必须核对管子材料、规格是否符合图纸要求。

4.2 管子下料应根据每批管子的加工任务单和有关图纸,进行套料切割。

4.3 有色金属管、镀锌焊接钢管和外径小于或等于 32mm 的钢管,应使用机械切割或等离子切割;对外径超过 32mm 钢管,允许使用气割方法切割;合金钢管的切割方法应根据材料成分决定。

4.4 管子切割后,切口必须修整光滑,氧化渣和毛刺必须全部消除干净,被清除的表面区域应无不利于焊接的锈蚀和杂质等。管端被清理的长度,从切割端起,不得少于 50mm。

4.5 管子切割后,管端面和管子外表面的垂直度应符合表 2 所规定的要求。

表 2 管端面和管子外表面的垂直度

mm

公 称 通 径 DN	垂 直 度
≤ 100	≤ 1
$> 100 \sim 200$	≤ 2
> 200	≤ 3

5 管件装配

5.1 钢管焊接支管

5.1.1 钢管焊接支管型式一般如图 1 中 a、b、c、d 型。

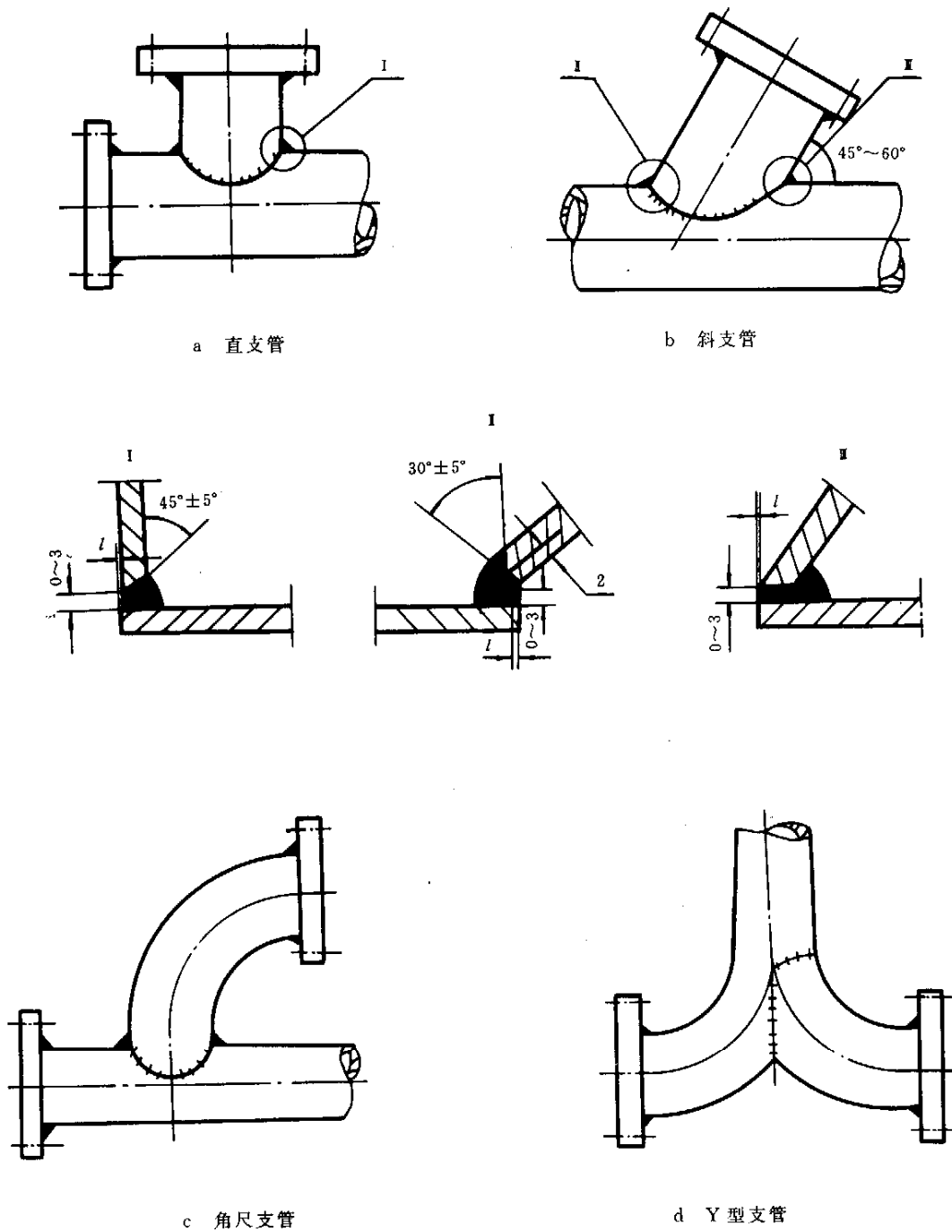


图 1

- 5.1.2 液压系统管子和通径不大于 32mm 的管子,不允许采用焊接支管,应选用成品三通件。
- 5.1.3 角尺支管和 Y 型支管应尽量少用,且不允许用于滑油系统和液压系统。
- 5.1.4 支管宜设在总管法兰近端,以便清除内壁焊渣和毛刺支管高度应确保法兰连接螺丝安装方便。
- 5.1.5 当支管壁厚小于 6mm 时,不用开坡口。当壁厚等于或大于 6mm,并当主管直径大于或等于 2.5 倍支管直径时,在整个支管端部开坡口;当主管直径小于 2.5 倍支管直径时,可在支管端面沿主管轴线方向左右部位,局部开坡口,如图 2 所示,在 θ 部位开坡口。

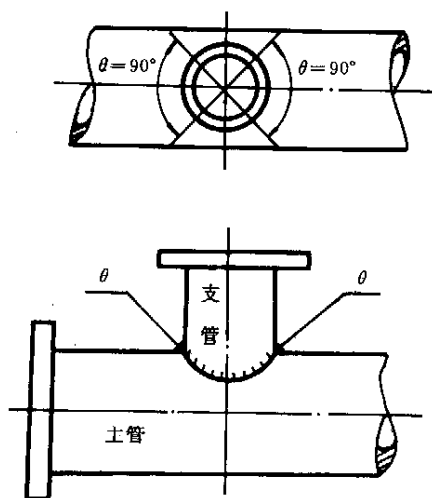


图 2

5.1.6 支管不允许插入主管中,马鞍口应与主管很好吻合,其焊接尺寸要求见图 1 中 I、II、III 详图。其中,当采用单面焊时, $l=0\sim 1\text{mm}$,双面焊时, $l=1.5\sim 2\text{mm}$ 。

5.1.7 主管上支管孔与支管内孔应同轴,其同轴度不得大于 1mm 。

5.2 铜管焊接支管

5.2.1 铜管焊接支管型式一般如图 3 中 A、B 型。

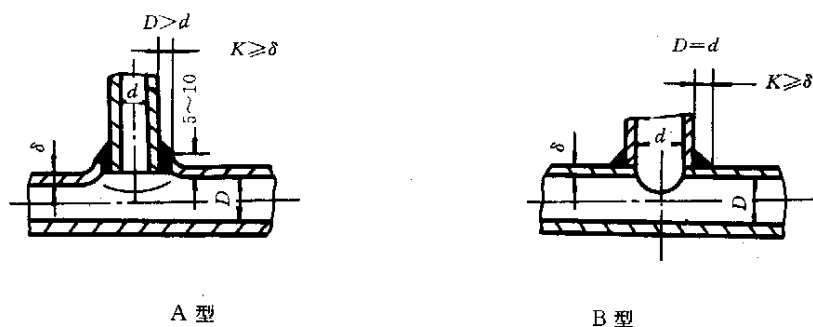


图 3

5.2.2 当主管内径大于支管内径时采用图 3 中 A 型,当主管内径等于支管内径时采用图 3 中 B 型。

5.2.3 A 型支管插入端不得超过领口最低点。

5.2.4 B 型支管与主管交接处应相贯。

5.2.5 铜管支管也可以采用三通接头。

5.2.6 主管上支管孔与支管内孔应同轴,其同轴度不得大于 1mm 。

5.3 法兰连接

5.3.1 钢管法兰连接型式和适用范围按表 3 的规定。

表 3 钢管法兰连接形式和适用范围

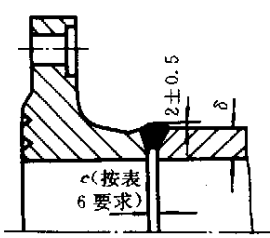
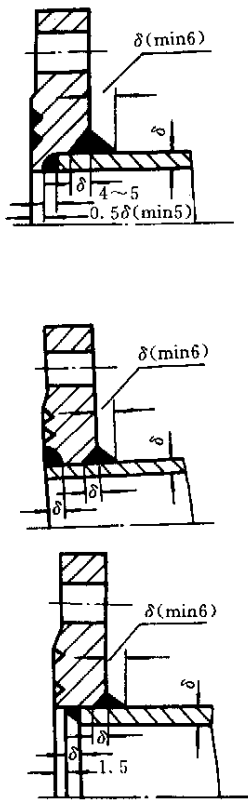
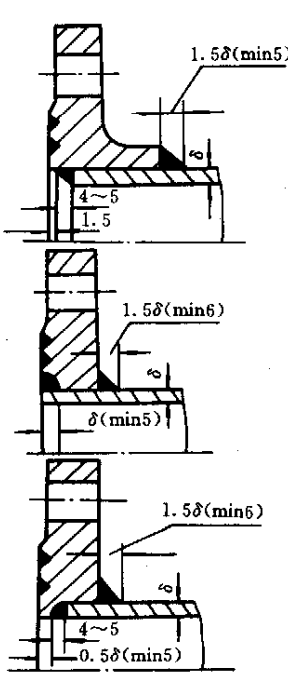
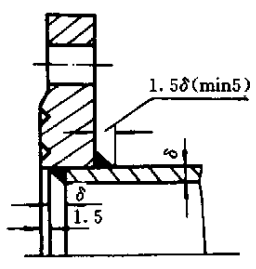
型式	简 图	介 质	适 用 范 围	
			最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃
A		蒸汽 燃油 滑油 其他介质	不限 ¹⁾	不限
B		蒸汽 ²⁾	不限	400
		燃油滑油	不限	不限
		其他介质	不限	400

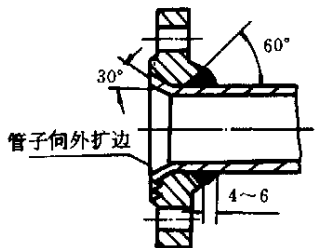
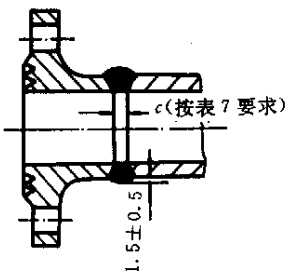
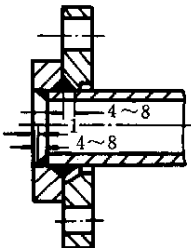
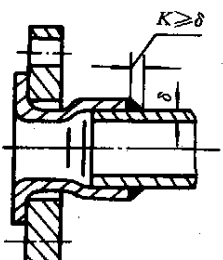
表 3(完)

型式	简 图	介 质	适 用 范 围	
			最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃
C		蒸汽	1.6	300
		燃油滑油	1.6	150
		其他介质	3.0	300
D		蒸汽	1.6	250
		燃油滑油	0.7	60
		其他介质	1.6	250

注：1)“不限”系指在造船规范所允许各系统管路使用的最高压力或最高温度范围内。
2)B型法兰应用于蒸汽系统。当压力大于 1.6MPa 或温度大于 300℃ 时，管子外径不得大于 150mm。

5.3.2 铜管法兰连接形式和适用范围见表 4。

表 4 铜管法兰连接形式和适用范围

型式	简 图	适 用 范 围	
		最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃
A		4.0	250
B			
C		2.5	250
D		0.6	250

5.3.3 法兰装焊时,法兰内孔与管子外表面之间的间隙在任一点均不应超过 2mm,径向相对两点的间隙总和不得超过 3mm。对于 $DN \geq 300\text{mm}$ 的管子,其间隙可适当放宽。

5.3.4 管子与法兰的装配,应根据各类法兰的焊缝尺寸要求进行定位。对于先焊后弯的管子,应按图纸要求,确定法兰螺孔的位置以及管子的长度。

5.3.5 经检查法兰旋转角度和法兰在管子位置符合要求后,进行点焊固定,点焊长度为 10mm。对 $DN = 15 \sim 32\text{mm}$ 的管子为对称两点焊; $DN = 40 \sim 100\text{mm}$ 的管子为错开 120° 三点焊;对 $DN = 125 \sim 250\text{mm}$ 的管子为错开 90° 四点焊; $DN \geq 300\text{mm}$ 的管子为错开 45° 八点焊。

5.3.6 管子与法兰点焊后,应进行互检,认为合格后方可进入下道工序。

5.4 伸缩接头的连接

5.4.1 经船检部门认可的伸缩接头,可用于海水、淡水、空气、滑油、蒸汽等系统的管路连接。其使用介质工作温度为 $-30 \sim 200^\circ\text{C}$;用于蒸汽系统工作压力不得超过 1.0MPa,用于其他管路系统工作压力不得超过 1.6MPa。

5.4.2 对于 $DN \leq 50\text{mm}$ 的管子可选用螺母式伸缩接头,其结构形式见图 4。

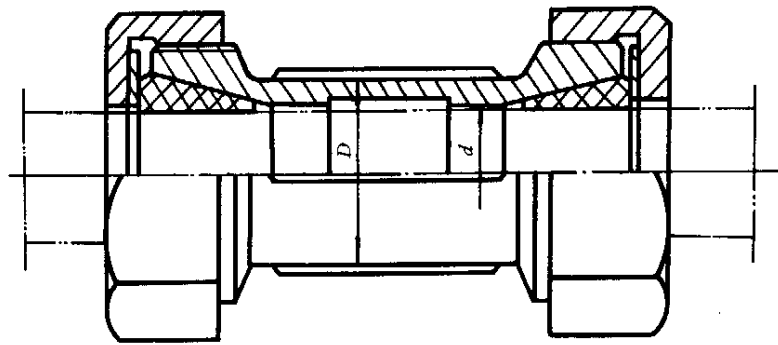


图 4

5.4.3 对于 $DN \geq 65\text{mm}$ 的管子可选用压盖式伸缩接头,其结构形式见图 5。

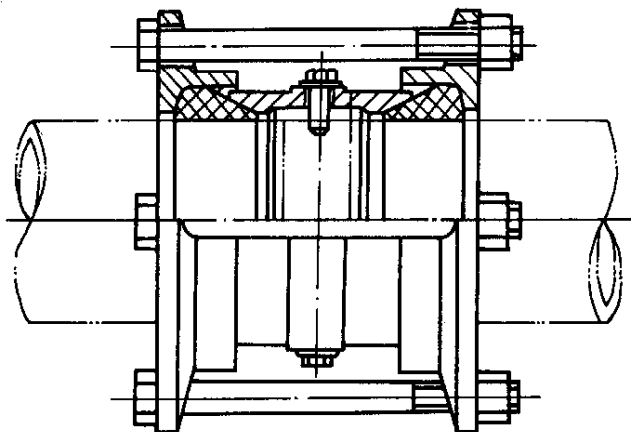


图 5

5.5 螺纹接头连接

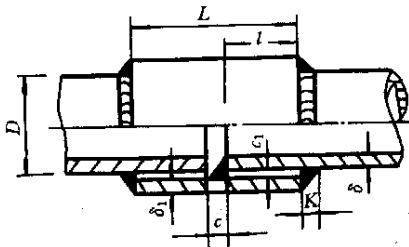
5.5.1 螺纹接头应符合我国有关国家标准或行业标准,并应根据管路介质工作压力和工作温度,选用各种形式的螺纹接头。

5.5.2 低压管子螺纹接头,一般不宜用于输送可燃液体的管系上,且其最高使用温度不得超过 260℃,最高使用压力不得超过 1.6MPa。

5.6 钢管的套管连接

5.6.1 套管连接的结构形式和适用范围见表 5。

表 5 套管连接的结构形式和适用范围

简 图	结构尺寸 mm	介质	适 用 范 围	
			最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃
	$L \geq D$ $l \leq L/2$ $\delta_1 \geq 1.25\delta$ $c = 1.5 \sim 2$ $c_1 \leq 0.8$ $K \geq \delta (\min 5)$	蒸汽	0.7	170
		燃油	0.7	60
		其他 介质	1.6	200

注: $DN < 50$ 管子的套管内孔可不焊。

5.6.2 套管连接不得用于有可能发生疲劳、严重腐蚀或裂缝之处,套管材料应与管路材料相同。

5.6.3 垂直位置的套管,如用于淡水、海水系统,应将下管端与外套管内孔部位进行封底焊接。如用于水平方向则可省略。

5.7 钢管的对接

5.7.1 管子对接可采用直接对焊、坡口对焊、衬圈对焊以及封底对焊等形式。钢管对接的形式和适用范围见表 6。

表 6 钢管对接的形式和适用范围

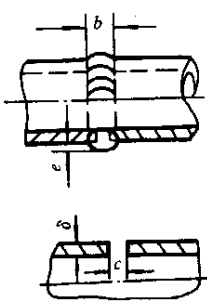
序号	名称	对接形式与装焊尺寸简图	结构尺寸 mm					介质	适用范围		
									最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃	
1	直接对焊		δ	2	3	4	5	蒸汽	≤ 1.6	≤ 300	
			b	6	8	10			燃油	≤ 1.6	≤ 150
			c	1~2			2~3		其他介质	≤ 4.0	≤ 300
			e	2±0.5							

表 6(续)

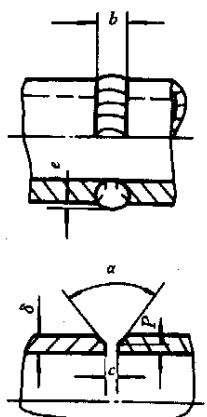
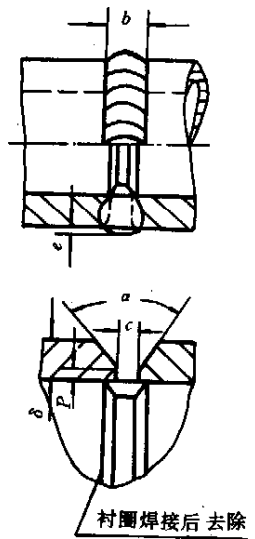
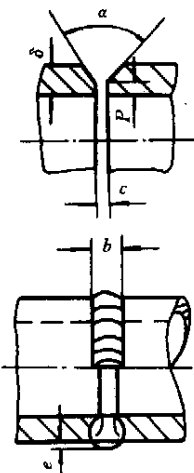
序号	名称	对接形式与装焊尺寸简图	结构尺寸 mm								介质	适用范围		
												最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃	
2	坡口 对焊		δ	6	7	8	9	10	11	≥ 12	蒸汽 燃油 其他 介质	≤ 1.6 ≤ 1.6 ≤ 4.0	≤ 300 ≤ 150 ≤ 300	
			b	12		14		16		≥ 18				
			c	2.5		3 ± 0.5								
			e	2 ± 0.5										
			P	2 ± 1										
			α	$60^\circ \pm 5^\circ$										
3	衬圈 对焊		δ	6	7	8	9	10	11	≥ 12	蒸汽 燃油 其他 介质	> 1.6 > 1.6 > 4.0	> 300 > 150 > 300	
			b	16		18		20		≥ 22				
			c	2~3		3~4								
			e	2 ± 0.5										
			P	2 ± 1										
			α	$60^\circ \pm 5^\circ$										
			衬圈焊接后去除											

表 6(完)

序号	名称	对接形式与装焊尺寸简图	结构尺寸 mm								介质	适用范围		
												最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃	
4	封底对焊		δ	6	7	8	9	10	11	≥12	蒸汽	>1.6	>300	
			b	14		16		18		≥20	燃油	>1.6	>150	
			c	2±1								其他介质	>4.0	>300
			e	2±0.5										
			P	2±1										
			α	70°±5°										

5.7.2 异径管的连接

5.7.2.1 异径接头焊接有三种型式,如图 6,其接头的对接技术要求参照表 6。

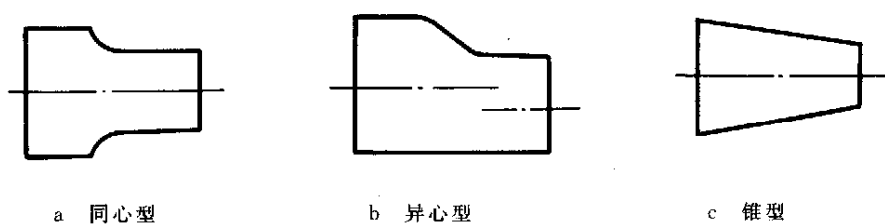


图 6

5.7.2.2 异径法兰连接(尽量不用)形式如图 7 所示。应控制工作介质,一般由小口径流向大口径。

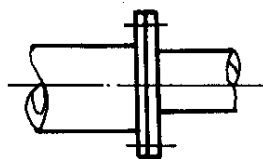


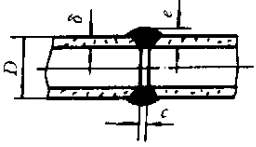
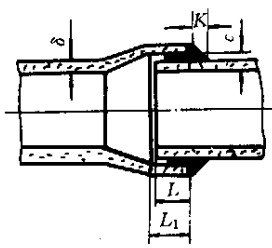
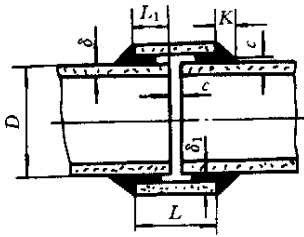
图 7

5.7.3 管子与定型弯头连接的技术要求参照表 6。

5.8 铜管的对接

铜管的对接有直接对接、扩管搭接、套管搭接等形式。其结构形式和适用范围见表 7。

表 7 铜管的对接形式和适用范围

序号	名称	简 图	结构尺寸 mm	介质	适用范围	
					最高设计压力 MPa	最高设计温度 ℃
1	直接 对接焊		$D \geq 20$ $e = 1.5 \pm 0.5$ ($\delta \leq 2.5$ 时, $c = 1.5 \pm 0.5$) ($\delta = 2.5 \sim 6$ 时, $c = 2 \pm 0.5$)	蒸汽	1.6	200
				燃油	1.6	150
				其他 介质	4.0	200
2	扩管 搭接焊		$I \geq 55$ $L_1 = L + (5 \sim 10)$ $c = 1 \pm 0.5$ $K \geq \delta$	蒸汽	0.7	170
				燃油	0.7	60
3	套管 搭接焊		$(D \leq 50$ 时, $L = 30 \pm 10)$ $(50 < D \leq 150$ 时 $L = 50 \pm 10)$ $L_1 \leq \frac{1}{2}L$ $\delta_1 \geq 1.25\delta$ $c = 1 \pm 0.5$ $K \geq \delta$	燃油	0.7	60
				其他 介质	1.6	200

5.9 通舱管件

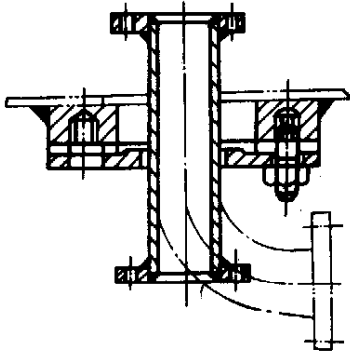
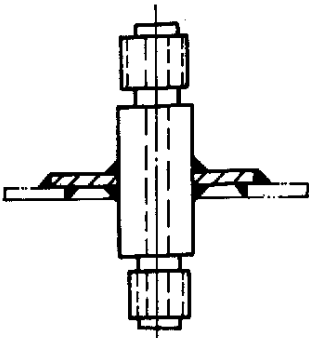
5.9.1 当管子通过各种水密舱、油密舱、甲板或船体加强梁结构时,应按表 8 中各种型式的通舱管件选用。

表 8 通舱管件形式和适用范围

mm

式	简 图	适 用 范 围
A		① 双层底加热管； ② 通过各种水密、油密舱的管子
B		① 甲板排水及粪便管； ② 总用蒸汽管和排气管； ③ 淡水、饮用水和卫生水管； ④ 消防和甲板冲洗管； ⑤ 空间位置狭小的场合
C		除 A、B 以外的所有管子

表 8(完)

型式	简 图	适 用 范 围
D		除 A、B 以外的所有管子
E		$DN \leq 32$ 各系统管子

注：A、B 型通舱管件，仅适用于钢管。C、D、E 型通舱管件可用于钢管和铜管。

5.9.2 通舱管件壁厚应大于或等于连接管子壁厚的 1~1.25 倍。

5.9.3 各通舱件的焊缝均要大于或等于管壁厚度。

5.10 虾壳式焊接弯管(斜接焊弯管)

当船舶管路不能采用机械冷弯及定型弯头时，可采用虾壳式焊接弯管，这种弯管一般适用于船舶的主副机大口径排气管、锅炉烟道管及其他低压力管路等，其材料可用船用钢板或无缝钢管，其结构型式如图 8 所示。

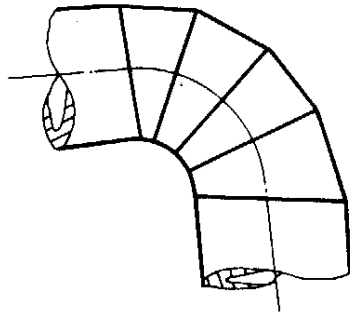


图 8

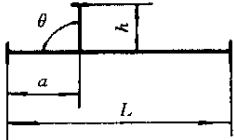
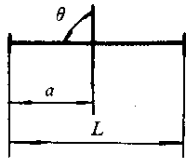
5.11 管子装配的尺寸及弯曲角度偏差

5.11.1 管子装配的尺寸及弯曲角度偏差按表 9 规定。

表 9 管子装配的尺寸偏差

序号	项 目	偏差 mm	略 图	备 注
1	直管 ΔL	± 4		① L, h, a, θ 为图纸尺寸。 ② $\Delta L, \Delta h, \Delta a, \Delta \theta$ 为管子测量尺寸与图纸尺寸误差。 ③ 角度校正, 以长管段为基准
2	弯管 ΔL Δh $\Delta \theta$	± 4 ± 4 $\pm 1^\circ$		
3	弯管 ΔL Δa Δh $\theta_1 - \theta_2$	± 4 ± 5 ± 3 $\pm 2^\circ$		
4	立体弯管 ΔL Δa Δh $\Delta \theta_1$ $\Delta \theta_2$	± 4 ± 4 ± 4 $\pm 1^\circ$ $\pm 1^\circ$		

表 9(完)

序号	项 目	偏差 mm	略 图	备 注
5	分支管	ΔL ± 4 Δa ± 4 Δh ± 4 $\Delta \theta$ $\pm 1^\circ$		① L, h, a, θ 为图纸尺寸。 ② $\Delta L, \Delta h, \Delta a, \Delta \theta$ 为管子测量尺寸与图纸尺寸误差。 ③ 角度校正,以长管段为基准
6	贯通管	ΔL ± 4 Δa ± 4 $\Delta \theta$ $\pm 1^\circ$		

5.11.2 管子弯曲后,其角度偏差可在平台上按表 9 序号 2、3、4 项进行检验。

5.11.3 法兰、支管装配完毕,未烧焊前,其长度偏差按表 9 序号 1~6 项进行检验。

6 管子焊接

6.1 焊接材料

6.1.1 焊丝、焊条和焊剂应符合有关标准的规定或经船检部门认可,所有材料应具有制造厂的产品合格证。

6.1.2 焊丝、焊剂应存放于干燥通风的室内,严防焊丝生锈和焊剂受潮。焊丝在使用前盘入焊丝盘时应清除焊丝上的油污、杂质,焊剂在使用前亦要进行烘干。

6.1.3 焊条必须存放于干燥、通风良好的库房内,库房内温度宜为 $10\sim 35^\circ\text{C}$,相对湿度小于 50%,严防焊条受潮变质。焊条在使用前,应根据焊条说明书规定,进行烘干。

6.1.4 氩气、二氧化碳气瓶的灌气,应严格执行充装技术规程,防止将空气、水分等杂质带入瓶内。

6.2 焊前准备

6.2.1 焊接部位要清洁干净,不能有油漆、油、锈、氧化皮或其他对焊接质量有害的腐蚀物。

6.2.2 点焊定位的焊渣和叠焊前的焊渣都要清除干净。

6.2.3 根据焊缝尺寸要求和管子壁厚,选择不同直径焊条和焊接电流,所选用焊接材料的强度应不低于母材强度的下限。

6.2.4 焊工应按有关《焊工考试规则》进行考试,取得上岗证后方可进行施焊。

6.3 焊接技术要求

6.3.1 钢管的对接接头、支管和法兰连接的焊接应使用 CO_2 自动焊、手工焊或埋弧半自动焊的焊接方法。氧-乙炔气体焊,限于 $DN \leq 100\text{mm}$ 或壁厚不超过 9.5mm 的钢管对接接头。且仅适用于表 1 中的 I 级管系。

6.3.2 管子与法兰的连接应采用双面焊,焊缝尺寸应符合表 3 中的规定。 $DN \leq 25\text{mm}$ 的管子,经船检部门同意,允许单面焊。

6.3.3 $DN \geq 100\text{mm}$ 的直三通和斜三通支管应采用双面焊,或采用氩弧焊打底,单面焊双面成型工艺。

焊缝尺寸应符合图 1 中的规定。

6.3.4 管子的套管连接和对口的焊缝尺寸应符合表 5 和表 6 中的规定。

6.3.5 滑油、燃油、液压系统及对清洁要求较高系统的管子焊接或支管焊接时,单面焊应采用气体保护焊作为封底焊;双面焊则内圈焊缝须磨光。

6.3.6 在低温环境中焊接要求

- a) 一般碳素钢管焊接(含碳量 0.23% 以下),其环境温度不能低于 -20°C ;
- b) 合金钢管在低温区焊接时,应将工件进行预热,其预热温度和相应材料钢板预热温度相同;
- c) 管件应尽可能在车间焊接,避免受到雨、雪或强风的影响。

6.3.7 管子焊接完工后,应清除焊渣、药粉及飞溅粒子,法兰内圈、支管内圈焊缝及法兰密封面均应进行修整。

6.3.8 碳钢和碳锰钢管,其含碳量超过 0.23% 或含碳量不超过 0.23%,但壁厚超过 30mm 者,在电弧焊后应进行消除应力的热处理,热处理的保温温度为 $580\sim 620^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.9 合金钢管,在电弧焊后应进行消除应力的热处理。热处理的温度根据合金钢的成分决定。

6.3.10 合金钢管,在采用氧-乙炔气体焊后,应进行正火或正火加回火的热处理。

6.4 检验规则

6.4.1 支管焊缝、法兰焊缝、套管焊缝、对接焊缝的尺寸应分别符合图 1、图 3 和表 3~表 7 的有关要求。

6.4.2 整条焊缝尺寸要求均匀,焊脚高度相同,焊缝成型良好。

6.4.3 焊缝表面不应有裂纹、焊瘤、气孔、咬边及未填满的弧坑或凹陷存在,管内壁不允许塌陷。如有上述缺陷,应按焊缝缺陷标准进行修补。

6.4.4 对于不加垫圈和不采用气体保护焊封底的对接焊缝,其内表面的凸出部分不宜超过 2mm,一般不允许凹陷,对于要求高的管子,须进行磨光。

6.4.5 填角焊缝,应根据造船规范要求进行检查。

6.4.6 管子的对接焊接头,应根据造船规范要求进行 X 射线或 γ 射线检查,或经船检部门同意可采取其他检查方法。

6.4.7 法兰焊接完毕,未进行水压试验前,按表 10 各项要求检查验收。

表 10 法兰焊接检查项目

mm

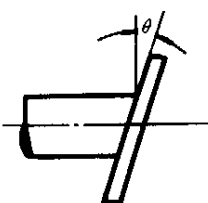
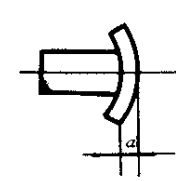
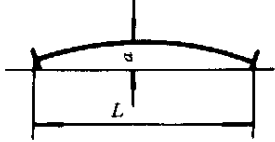
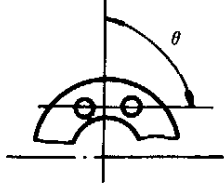
序号	项 目	公称通径 DN	偏差范围	略 图
1	法兰面直角度	θ	$\begin{matrix} >300 & \leq 10' \\ 200\sim 300 & \leq 20' \\ <200 & \leq 30' \end{matrix}$	
2	法兰面弯曲	α	$\begin{matrix} \geq 200 & \leq 1.0 \\ <200 & \leq 0.5 \end{matrix}$	

表 10(完)

序号	项 目	公称通径 DN	偏差范围	略 图
3	管子弯曲	a	≥ 40 $\leq 1.5/1000$	
4	法兰螺孔	$\Delta\theta$	< 100 ≥ 100 $\leq 0.5^\circ$ $< 1^\circ$	

7 管子的弯曲加工

7.1 弯管设备

7.1.1 弯管机须经过设备管理部门检查验收,才能正式投入使用。

7.1.2 弯管模子、滑块或滑轮槽道和塞芯头部光洁和顺,切口处必须倒圆。

7.1.3 弯管模子和滑块的圆槽直径可参照表 11。

表 11 弯管模子和圆槽直径

mm

管子外径 D	圆槽直径	管子外径 D	圆槽直径
≤ 50	$D_{+0.20}^{+0.10}$	$> 114 \sim 219$	$D_{+0.80}^{+0.50}$
$> 50 \sim 76$	$D_{+0.30}^{+0.10}$	$> 219 \sim 325$	$D_{+1.00}^{+0.80}$
$> 76 \sim 114$	$D_{+0.50}^{+0.20}$		

7.1.4 有芯弯管机的芯棒头部外径和长度可参照表 12。

表 12 塞芯外径和长度

mm

管子内径 d	塞芯外径 D_1	塞芯长度 L
≤ 50	$d_{+1.0}^{+0.5}$	$5.0D_1$
$> 50 \sim 100$	$d_{+2.0}^{+1.0}$	$4.5D_1$
$> 100 \sim 200$	$d_{+3.0}^{+2.0}$	$3.5D_1$
$> 200 \sim 300$	$d_{+5.0}^{+3.0}$	$3.0D_1$

7.1.5 弯管机的工夹、模具和附属设备应当定期检查和维修,以确保良好状态。

7.2 弯管技术要求

7.2.1 一般弯管工艺要求

7.2.1.1 管子的弯曲,一般采用冷弯的方法,在工厂缺少冷弯设备的情况下,允许采用热弯。但水煤气管和20号钢管不宜采用热弯。

7.2.1.2 不锈钢管及合金钢管宜冷弯,如必须热弯时,不锈钢管加热应避免渗碳,而对淬硬倾向较大的合金钢管则不得浇水冷却。紫铜管冷弯前应采取局部退火处理。

7.2.1.3 管子弯曲半径,一般不小于3倍管子外径,在管路布置比较紧凑的地方,在保证弯管质量前提下,允许小于3倍管子外径,较小弯曲半径的管子,应采用定型弯头。

7.2.1.4 弯管操作者,应熟悉弯管设备的结构、性能及其操作程序和规则。

7.2.1.5 对有芯弯管机,管子内径与塞芯工作部分,应涂适量的润滑油。

7.2.1.6 对有芯弯管机,弯管时芯棒的端头圆柱截面位置应超过与其垂直的模具中心线,其超前值一般根据试验来决定。新安装和调试弯管机可参照表13选取。

表13 弯管超前值

弯曲半径 R	超 前 值	弯曲半径 R	超 前 值
$2.0D$	$0.25d$	$3.0D$	$0.33d$
$2.5D$	$0.28d$	$3.5D$	$0.38d$
$2.75D$	$0.31d$	$4.0D$	$0.41d$

注:表中 D 及 d 分别代表管子的外径和内径。

7.2.1.7 弯曲焊接钢管和镀锌焊接钢管时,应尽量将焊缝安置在因弯曲而引起变形的最小方位上,如图9所示。在弯立体弯头时,亦应适当考虑焊缝的位置。

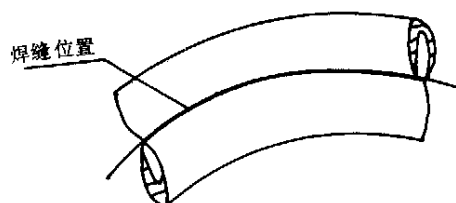


图9

7.2.1.8 弯制铜管、铝管时,必须小心地清除管子内外表面及机械设备与管子相接触部分所粘附的硬质杂物(如铁屑、砂土等)。不允许在管子表面刻线,可用铅笔或粉笔在管子表面划标记。弯制时,应加少许润滑油以防止管材内外表面受拉伤。

7.2.1.9 管子热弯时,加热应缓慢均匀和热透,且应防止过烧。加热温度参照表14。

表14 管子热弯加热温度

℃

管子材料	开始弯曲温度	弯曲終了温度
碳 钢	900~1 050	700
紫 铜	850~860	300
黄 铜	600~700	400
铝钢、铝铬钢	900~1 000	750
双金属	850	580
不锈钢	950~1 100	850

- 7.2.1.10 采用冷弯进行弯曲的铜和铜合金管,在弯曲后应进行退火处理,退火温度为 500~700℃。
- 7.2.1.11 合金钢管和外径大于 120mm 的碳素钢蒸汽管,经弯曲后,应进行退火处理,碳素钢管加热至 600~650℃,壁厚小于或等于 25mm,保持时间至少 1h,然后在平静空气中缓慢冷却,合金钢管的热处理根据成分决定。
- 7.2.1.12 管子热弯后,应清除表面的氧化皮。
- 7.2.2 先焊后弯工艺要求
- 7.2.2.1 先焊后弯工艺,一般仅限于通径 150mm 以下的 10 号、20 号钢的无缝钢管以及焊接钢管,镀锌焊接钢管等,可在弯管机上进行冷弯曲加工。
- 7.2.2.2 所有先焊后弯管子必须进行无余量下料,无余量下料工艺按 CB/T 3365 进行。
- 7.2.2.3 弯管前必须检查管子长度(两法兰端面或套管端面长度),其允许偏差见表 15,并按图纸要求,将弯曲角起弯点上的圆周线划到待弯管子上。

表 15 管子长度允许偏差

mm

管子通径	长度允许偏差
≤ 50	± 1
65~150	± 2

- 7.2.2.4 把管子起弯点对准弯模轴中心,并根据经验确定位移值,然后将管子上的起弯点由弯模轴中心相应地后移一个位移值,如图 10。

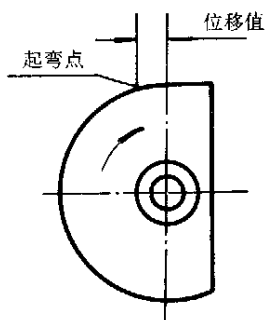


图 10

- 7.2.2.5 当第一个起弯点夹紧后,首段法兰螺孔的位置应与图纸相符,如有偏差应校正后,再进行弯管。而且应按图纸要求的弯管顺序进行,如改变顺序,必须重新计算转角度数。
- 7.2.2.6 当第一个弯头弯曲完毕,将转角旋转后,尾端管子法兰螺孔位置必须符合图纸要求,如有差错,必须采取相应措施后,方可继续进行弯曲第二个弯头。
- 7.2.2.7 弯曲过程中,弯管操作者应随时掌握起弯点的位移值和回弹角,如有差错应马上停止弯管,待修正后再重新进行弯管。

7.3 检验规则

7.3.1 弯曲处的外观质量

管壁不应有擦伤的沟槽和碰撞形成的明显凹陷,管子弯曲处不得有裂纹、结疤、烧伤、折叠、分层等缺陷。如有上述缺陷应完全清除,被清除部位壁厚的减薄,应在壁厚减薄率的允许范围内。

7.3.2 弯角误差和转角误差,应按表 9 规定。

7.3.3 管子弯曲处的圆度应按表 16 规定。

表 16 管子弯曲处圆度

弯曲半径 R	$R \leq 2D_w$	$2D_w < R \leq 3D_w$	$3D_w < R \leq 4D_w$	$R > 4D_w$
圆度 O , (%)	≤ 10	≤ 9	≤ 7	≤ 5

注: D_w 代表管子实际外径。

圆度 O 按公式(1)计算:

$$O = \frac{A-B}{D_w} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: O —— 弯曲处截面圆度, %;

D_w —— 管子实际外径, mm;

A —— 弯曲处截面最大外径, mm;

B —— 弯曲处截面最小外径, mm。

7.3.4 管子弯曲处的管壁减薄率

管壁减薄率 η 按公式(2)计算:

$$\eta = \frac{t-t_1}{t} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: η —— 弯曲处管壁减薄率, %;

t —— 弯曲前的管壁实际平均厚度, mm;

t_1 —— 弯曲后的管壁最薄处的厚度, mm。

管壁减薄率 η 应符合公式(3)的要求:

$$\eta < \frac{1}{2.5} \times \frac{D_w}{R} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: η —— 弯曲处管壁减薄率, %;

D_w —— 管子实际外径, mm;

R —— 弯曲半径, mm。

7.3.5 管壁折皱高度

管子弯曲后, 允许有均匀折皱存在, 但其高度不得超过管子实际外径的 2%, 对于通径 65mm 以下的管子应予消除。

8 水压试验

8.1 内场加工完毕, 并除尽毛刺焊渣的管子, 经各项质量指标检验合格后, 按图纸要求在车间内场进行水压试验。

8.2 水压试验的试验压力, 一般为设计压力的 1.5 倍, 当设计温度大于 300℃ 时, 试验压力为设计压力的 1.5~2 倍。

8.3 水压试验时, 应先将管子内的空气排尽。然后按规定逐级增加试验压力, 中间应作短暂停压, 不得一次升到试验压力。

8.4 当管内压力升高到规定值时, 应保持压力 5~10min, 在管子保持水压的时间内, 可用小锤轻击管子焊缝周围。仔细检查, 如发现漏泄应立即卸载。补焊后重新进行检查, 但补焊次数不得超过两次。

8.5 经水压试验合格的管子, 应在管子法兰上标注合格印记。

9 管子清洗

9.1 燃油、滑油、液压、制冷、压缩空气管子、油舱油柜测量管、注入管、透气管以及图纸上有清洗要求的管子, 经水压试验合格后(上船安装前), 必须对每根管子进行化学清洗。化学清洗要求按各厂有关工艺标准进行。

9.2 各类管子经清洗后,应将酸液严格冲洗干净,并根据其不同材质和不同用途,外壁刷上油漆,内壁在冲洗干燥后 8h 内涂上介质油或规定保养油。

9.3 对于其他不要求酸洗或镀锌、涂塑处理的管子,经试压合格后,须清除锈皮和用压缩空气吹除脏物。

9.4 管子所有敞口,应作有效的封口,放置于洁净及干燥处。

10 管子镀锌和涂塑

10.1 管子热浸锌按 CB/Z 343 要求进行,管子涂塑按 CB 3366 要求进行。

10.2 对于无法进行热浸锌和涂塑的管子,用电镀锌,但镀锌层应光滑,不应有明显的漏镀、烧黑、流挂、脱落、起泡、麻点、伤痕等缺陷。镀层厚度 δ 的要求:内壁 $\delta \geq 20\mu\text{m}$,外壁 $\delta \geq 30\mu\text{m}$ 。

11 管子的标记、堆放和吊运

11.1 管子按要求制造完毕后,应按图纸要求,在管子上打上编号。编号内容应包括区域号、管系代号和管件序号等信息。

11.2 编好号的管子可按分段、安装区域或托盘进行分类,放置在可作吊运的堆架上。

11.3 吊运管子时应注意重量、重心和受力情况,特别是起吊和着落时应缓慢进行,以免引起管子变形。