

用耐热钢制成的无缝管

交货技术条件

本标准与国际标准化组织(ISO)制订的国际标准 ISO2604/II 的关系, 见后文的说明。

凡是标上黑点·的章节, 包括有应该或者可以在订货时商定的数据。

1. 适用范围

本标准适用于采用表 1 所列的耐热钢制成的无缝管¹⁾, 包括用做蓄热器的管子, 这种管子可以用于温度 $\leq 600^{\circ}\text{C}$, 并同时处于高压下的蒸汽锅炉、管道装置、储压容器以及仪器设备中, 在这方面, 总的应力状态和特殊的氧化状况, 可能使上述温度极限变低或者变高。

2. 同时适用的标准和资料

DIN 2391	部分 1	冷拔或冷轧精密无缝钢管: 尺寸
DIN 2413		钢管: 承受不同内压的壁厚计算
DIN 2448		无缝钢管: 尺寸和重量
DIN 2915		用做水管式锅炉无缝管和焊接管: 概要
DIN 2917		(目前尚为草案形式)用做热蒸汽管道和蓄热器无缝钢管。尺寸
DIN 17007	部分 2	材料编号, 大组 1: 钢材的编号系统化
DIN 50049		材料检验证书
DIN 50115	✓	金属材料检验: 缺口冲击韧性试验
DIN 50125	✓	金属材料检验: 拉力试样, 制备准则
DIN 50136		金属材料检验: 管子的环状弯折试验
DIN 50137		钢材检验: 管子的环状冲压性试验
DIN 50138	✓	钢材检验: 管子的环状拉力试验
DIN 50140	✗	金属材料检验: 对管子和从管子上取下的条状试样进行无微 调拉伸测量的拉力试验
DIN 50145	✓	金属材料检验: 拉力试验
DIN 标准分册 3		在 DIN 标准中和钢铁材料分册中(Beuth 出版社, 柏林和科隆; 钢铁出版社, 杜塞尔多夫), 钢铁材料缩写名称和材料代号
SEP 1805		钢材块状试样分析中的取样和试样制备(钢铁出版社, 杜塞尔多夫)
钢铁检验分册 1805		
SEP		
钢铁检验分册 1915	} UT	用超声波检验由耐热钢制成的管子的纵向缺陷
钢铁检验分册 1918		用超声波检验由耐热钢制成的管子的横向缺陷

1) 当这种管子用做锅炉部件、而这种锅炉部件又必须符合西德蒸汽锅炉协会(DDA)制订的“蒸汽锅炉技术规则”(TRD)时, 还应另外注意该规则的要求。有时还要考虑到西德储压容器协会(AD)的“储压容器技术规则”。

钢铁检验分册 1919

钢铁检验分册 1925

钢铁冶炼实验室手册, 第2卷

钢铁冶炼实验室手册, 第5卷(补充卷) A4.1

UT

EC

用超声波检验由耐热钢制成的管子的分层缺陷

检验管子密封性的涡流试验

金属材料检验。

——推荐的仲裁分析方法明细表; B——取样方法; C——分析方法; 目前是最后的版本

3. 概念

本标准所说的耐热钢是指那些在较高温度下、部分地在 $\leq 600^{\circ}\text{C}$ 温度下承受长期负荷仍能具有良好机械性能的钢材。

4. 钢种划分

本标准包括采用表1所列那些钢种制成的管子。

选择钢种是订货者的事(见6-2节)

5. 标记和订货

5-1 钢材缩写名称采用DIN标准分册3的说明部分中2、1、1、1节和2、1、2、2节的规定, 材料代号按照DIN17007部分2的规定。

5-2 钢种缩写名称或材料代号, 应按照下列举例写到产品缩写标记中。

例1:

外径为38毫米、壁厚为2.6毫米、采用钢材St35.8(材料代号为1.0305), 按照DIN2448的规定制成的无缝钢管, 标记是:

管 DIN 2448-St35.8-38×2.6

或管 DIN 2448-1.0305-38×2.6

例2:

内径为240毫米、壁厚25毫米、采用钢材St45.8(材料代号为1.0405), 按照DIN2917(目前尚为草案形式)规定制成的无缝钢管, 标记是:

管 DIN 2917-St45.8-240×25

或管 DIN 2917-1.0405-240×25

5-3 在订货时, 除按照上述5-2节的规定给出标记外, 在任何情况下, 都应说明想要订购的总长度和所希望的验收检验证书。当订购用非合金钢制成的管子时, 应说明质量等级。此外, 在订货时还应该对标有·的那些章节的细节达成协议。

6. 要求

6-1 制造方法

6-1-1 本标准的管子应该采用热轧或冷轧、热挤压、热拔或冷拔的方法制成(见6-3-1节)。

·说明: 在6-1-1节规定范围内, 只要订货时没有特别的协议, 管子制造方法应听凭制造厂决定(见6-10-2-1-2节)。

6-1-2 制管所用的钢材应该采用吹氧方法, 在平炉或电炉中冶炼。

所有钢材都应该是镇静浇铸的。

·说明: 在6-1-2节规定范围内, 钢材的冶炼方法应听凭制造厂决定。订户有要求时, 应将冶炼方法通知订户。

6-2 质量等级

本标准的管子可以以 I 和 III 两种质量等级供货，这两种质量等级是以检验范围的不同而区分（见表 3）。对于非合金钢制成的管子，表 3 中两种质量等级都有；对合金钢制成的管子，只有一种质量等级 III。

对质量等级为 III 的管子要求高，因而需要在熔炼或再加工（例如，灼烧或精车削）中采取特殊措施，或者特别仔细地选择熔炼炉次。

6-2-2 选择质量等级是订货者的事。它与操作负荷有关。在选择质量等级时，有时还应注意现行一些规程或技术规则，例如，西德蒸汽锅炉协会制订的关于锅炉和加热管道、海轮锅炉撑管的规则（TRD102）。关于这方面，在出版标准时，规定如表 4 所列的质量等级使用范围。

6-3 交货状态

6-3-1 管子应该是整个长度都经过合适的热处理以后交货。根据钢种的不同，热处理有：

——正火

——回火

——先进行从淬火温度连续冷却的调质处理，接着进行回火

——具有等温转变的调质处理。

对于 St 35.8、St 45.8、17 Mn4、19 Mn5 和 15 Mo 3 这些钢材来说，如果通过热加工确保足够均匀地达到良好组织状态，即已算满足对合适的热处理的要求。在同样前提下，对于 13CrMo 44 和 10CrMo 9 10 钢材来说，可以用退火代替全部调质处理。对于 14 Mo V 6 3 和 X 20 CrMo V 12 1 钢材，在任何情况下，要以经过调质处理的状态交货。

6-3-2 如果想让管子表面涂上一层在一定时间内有效的防锈剂时，或者在订购用做蓄热器管子时，希望这种管子具有某种特殊的表面状态，应该在订货时商定。

6-4 化学成分 *ladle Analysis*

根据熔炼分析²⁾得出的钢材化学成分，必须符合表 1 的数值。与表 1 值略有偏差是允许的，如果机械和工艺特性符合表 5~7 要求的话。

在对成品管子的化学成分进行复检时，复检所得的数值与表 1 数值相比，允许有表 2 所列的那样偏差。

6-5 机械性能

6-5-1 在室温下管子的抗拉强度、屈服极限、断裂延伸率和冲击韧性试验，必须符合表 5 的要求，而高温下的 0.2% 屈服点，必须符合表 6 的要求。上述这些适用于本标准的供货状态和 8 节中的有关检验条件。

6-5-2 关于钢材的 1% 持久延伸极限和持久强度值，列在本标准附录 A 中。所列数值是迄今所掌握的各个分散数值的平均值。在取得进一步试验结果以后，将随时对这种平均值进行审查，并且有的可能还要修正。

说明：附录 A 中所列的直至某种高温的 1% 持久延伸极限和持久强度值，并不表示钢材可以在直至那种温度下使用。对于使用起决定作用的是工作总应力，尤其是氧化条件。

6-6 工艺性能

管子必须符合 8-6-5 节所规定的环状试验的要求。对于环状冲压性试验时的扩口（直径变化）

2) 当供货的钢材是通常的连铸铸件时，应该以“铸件”这个概念来代替“熔炼”这个概念。在这种情况下分析数据与本标准的数据相比需要有所修改，这种修改值尚待确定。

率,表7列出它的现行参考值。

在检验时不得出现不允许的缺陷(例如,裂纹、起皮、折叠和分层)。

6-7 表面状态

管子必须具有与制造方法相符的光滑外表面和内表面。在这方面,应该区别对待热成型和冷成型的管子。管子上不能显现出裂纹、起皮和折叠缺陷。由于制造方法而造成的微小的隆起、凹陷或扁平的纵向轧痕等都是允许的,只要壁厚保持在允许尺寸偏差范围之内,并无损于管子可用性即可。允许采用机械加工方法(例如,磨削)来消除微小的凹陷这类表面缺陷,只要处理后的壁厚不比允许最小壁厚小即可。

6-8 探伤检验

按8-4-7和8-6-6节规定进行探伤检验时,必须符合相应的钢铁检验手册中的要求。

6-9 物理性能

一本具有物理性能参考数据的专门钢铁材料手册(出版者:西德钢铁工程师协会)正在编写中。

6-10 尺寸及尺寸和形状允许偏差

6-10-1 关于尺寸,在按照外径订货时,一般可根据DIN 2448和DIN 2915规定选取;在特殊情况下,也可根据DIN 2391部分1的规定选取。

说明:在按DIN 2391部分1的尺寸订货时,不能认为DIN 2391部分1的尺寸允许偏差都毫无问题地也同样适用(对此还应参见6-10-2-1-2节和6-10-2-3节)。

管子也可按照内径订货。在这种情况下,可按照DIN 2917(目前尚为草案形式)的尺寸订货。

6-10-2 关于尺寸和形状的允许偏差,有下列规定:

6-10-2-1 如果按外径订货,对外径的允许偏差,有下列规定:

6-10-2-1-1 对外径来说,除6-10-2-1-2节所述情况外,其允许偏差如下:

——对外径 ≤ 100 毫米的管子

——当管子是非异型管时,外径允许偏差为 $\pm 0.75\%$ (最小为 ± 0.5 毫米);

——当管子是内异型和(或)外异型的管子时,外径允许偏差为 $\pm 1.0\%$ (最小为 ± 0.5 毫米);

——当外径 > 100 毫米 ≤ 320 毫米时,外径允许偏差为 $\pm 0.90\%$;

——当外径 > 320 毫米时,外径允许偏差为 $\pm 1.0\%$ 。

·如果商定管端的直径要更小一些,通过对管端约100毫米的长度进行补充定径,可以使外径允许偏差保持在下列值:

——当外径 ≥ 45 毫米 ≤ 100 毫米时,允许偏差为 ± 0.4 毫米;

——当外径 > 100 毫米 ≤ 200 毫米时,允许偏差为 $\pm 0.5\%$;

——当外径 > 200 毫米时,允许偏差为 $\pm 0.6\%$ 。

6-10-2-1-2 当订购的是冷成型管子时,外径允许偏差如下:

——当外径 ≤ 120 毫米时,为 $\pm 0.6\%$ (最小为 ± 0.25 毫米);

——当外径 > 120 毫米时,为 $\pm 0.75\%$ 。

在特殊情况下,还可以商定更严格的外径允许偏差。

6-10-2-1-3 在管子上的某些地方,例如,根据探伤检验的显示结果,采用机械加工方法(例如,磨削)对管子表面进行修整的那些地方,允许在最长为1米的长度上略微超出允许负偏差,只要能保持允许最小壁厚即可。

6-10-2-2 如果按照内径订货,则内径允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

Oval 椭圆形孔
hole

说明：对于预定要进行压折的管端，可以在买方与制造厂之间就更小的内径偏差达成协议。

6-10-2-3 关于管子壁厚允许偏差，在根据外径订货时，采用表 8 的规定；在根据内径订货时，采用表 9 的规定。

根据在订货时的商定，冷成型管子也可以采用 DIN 2391 部分 1 规定的壁厚允许偏差供货。

6-10-2-4 长度允许偏差列在表 10 中。

6-10-2-5 形状允许偏差如下：

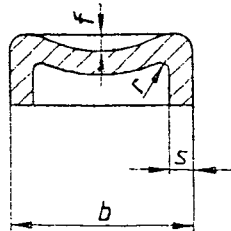
6-10-2-5-1 管子椭圆度应该在公称直径允许偏差之内。矩形截面管子应保证矩形度。根据目测，管子应该是平直的。 *Ovality*

对平直度有特殊要求时，应该协商确定。

6-10-2-5-2 管端应该采用剪切工具剪切得尽可能与管子轴线相垂直。管端应无毛刺。

6-10-2-5-3 对于用做蓄热器的矩形截面管子，内角弧度 $r > \frac{S}{3} \geq 8$ 毫米 ($S =$ 壁厚)。

6-10-2-5-4 对于用做蓄热器的矩形截面管子，如下图所示，侧面凹曲率 f 与两外侧的间距 b 之间的关系，不能超出表 11 所列数值。



6-11 重量和重量允许偏差

6-11-1 每米长度的管子重量，除了用 $\times 20 \text{ CrMoV } 12 \text{ 1}$ 钢材制成的管子以外，可以从相应的尺寸标准中查出，只要该标准中已给出这些数据。

6-11-2 如果所涉及的管子是非标准尺寸的，或者在尺寸标准中没有给出其重量值，除由 $\times 20 \text{ CrMoV } 12 \text{ 1}$ 钢材制成的管子外，可以根据公称尺寸采用 7.85 公斤/分米^3 的比重值计算出重量。

6-11-3 对于由 $\times 20 \text{ CrMoV } 12 \text{ 1}$ 钢材制成的管子，应该根据公称尺寸，采用 7.76 公斤/分米^3 的比重值计算出重量。

6-11-4 重量允许偏差为：

——对单根管子，为 $\pm 1\%$ ；

——对最少为 10 吨的一车管子，为 $\pm 7.5\%$ 。

7. 热处理和再加工

7-1 热处理温度的参考值列在表 12 中。

7-2 热加工可以在 $1100 \sim 850^\circ\text{C}$ 的范围内进行，同时，在加工过程中，温度可以一直降到 750°C 。在进行局部调整和矫正时，也应该注意关于热加工的规定。此时，应该对温度制度进行监视。

模锻和顶锻在上述温度范围的上限范围(亦即 $1100 \sim 900^\circ\text{C}$)内进行是合适的。管子的热弯曲以及类似的加工过程，应该在这一温度范围的下限范围(即 $1000 \sim 850^\circ\text{C}$)内进行。此时，加工过

程中的温度可以一直降到 750℃。

如果在热成型的最后一道工序之前, 或者在一次热成型时, 工件被加热到正火温度以上, 但不超过 1000℃, 并且热成型过程是在高于 750℃ 温度下(如果最后一道工序的变形度不超过 5%, 则是在高于 700℃ 温度下)结束。对于采用 St35.8、St45.8、17Mn4、19Mn5 和 15Mo3 等钢材制成的管子, 就不必进行补充正火; 对于由 13CrMo44 和 10CrMo910 钢材制成的管子, 只需要进行退火处理。

在 1000~1100℃ 温度下进行多次和(或)长时间热成型时, 最后一道成型工序之前, 工件的温度必须降到约 350℃ 以下。在进行最后一道热成型时, 如果想在成型以后不再进行正火和调质处理, 对于上述钢材的工件来说, 在最后一道工序中温度不能超过 1000℃。

相反, 如果最后一道工序的温度高于 1000℃, 对 St 35.8、St45.8、17Mn4、19Mn5 和 15Mo3 等钢材, 还要接着进行正火, 而对于钢材 13CrMo44 和 10CrMo910, 要进行调质处理。

钢材 14MoV63 和 ×20CrMoV121, 在热加工以后还要重新进行调质处理。

7-3 采用本标准规定的钢材制成的管子可以进行冷加工, 例如, 弯曲、扩口、拉拔和压折。但是, 对于由 ×20CrMoV121 和 14MoV63 制成的管子, 应该考虑到它们的屈服极限和抗拉强度是很高的。

以通常冷加工度对管子进行冷弯曲、冷扩口和冷拔加工以后, 不需要再进行补充热处理³⁾。

在以较大的冷加工度对管子进行冷加工时, 一般需要在表 13 所列那种退火温度下退火至少 15 分钟。

7-4 本标准中所列钢材都适于焊接(可参见 DIN 8528 部分 1)。表 13 列出焊接方法以及焊接以后对管子进行热处理的温度数据。

8. 检验

8-1 原材料检验

对于按质量等级 III(表 3)制成的管子, 只要它是采用预轧的圆钢或方钢制成的, 应该从每根钢或方钢端头上, 由钢锭切头轧出的那一段, 切取一片做酸洗试验, 以便确定是否把钢锭切头那一段足够地切除掉。根据制造厂的选择, 也可采用超声波检验缩孔的方法代替上述检验法。

8-2 验收检验

本标准的管子只有在验收检验以后才能交货。在订货时应说明想要采用 DIN 50049 中的哪一种验收检验证书。验收检验, 按 8-3 至 8-8 节的规定进行, 其中, 8-5 和 8-6 节的规定, 除此之外还适用于退货时的复查检验。

8-3 一般检验条件

8-3-1 所有检验和验收应在制造厂进行, 并且不要使工作过程不必要地中断。

8-3-2 制造厂应采取措施, 防止废弃的管子和送去修整的管子混到交货的管子中。

8-4 检验范围(见表 3) *tested in batches*

8-4-1 管子按堆检验。检验时, 将管子按照钢种、质量等级和尺寸(对由合金钢制成的管子还要尽可能地按照同炉钢材)分成 100 根管子一堆。对于外 ≤ 径 51 毫米的管子, 每堆管子必须是经过相同的热处理。

分堆余下的管子在 50 根以下时, 把它们平均分到各堆中。对 51~100 根订货量和分堆 剩余

3) 这里参见西德大电厂企业技术联合会(VGB)制订的“关于高效率蒸汽锅炉的制造和制造监督规程”(可向 VGB 所属的蒸汽技术公司索取)。

量,都算作一整堆。

8-4-2 如果在订货时商定要对成品管子的化学成分进行复查时,在一般情况下,都是以同一炉钢材和同一供货批为基础进行复查。

8-4-3 在进行拉力试验时,管子按照 8-4-1 节的规定分堆。根据检验者的选择,从每两堆的第 1 堆中取出 2 根管子,从另一堆中取出 1 根管子。

如果一次供货数量最多只有 10 根管子的一堆,只应取出一根管子。

8-4-4 凡按照 8-4-3 节规定取出的管子,只要它们的公称壁厚为下列值,都应进行缺口冲击韧性试验:

对于由 14 Mo V 63 和 $\times 20$ CrMo V 12 1 钢材制成的管子,公称壁厚 > 10 毫米;

对于由 15 Mo 3 钢材制成的管子,公称壁厚 > 20 毫米;

○ 对于由其他钢材制成的管子,公称壁厚 > 30 毫米。 $t \text{ or } s > 30 \text{ mm}$

8-4-5 如果要对高温 0.2% 屈服点进行检验,则应在订货时确定检验温度。对于这个检验范围,如果没有特别说明,都是以每一炉钢材和每一种尺寸为基础提供一个试样。

8-4-6 对管子应该进行环状试验(见表 14)。

8-4-6-1 对于质量等级为 I 的管子,应该在按照 8-4-3 节规定取出的管子之一端进行环状试验,同时要考虑到表 14 所列的尺寸。

8-4-6-2 对于质量等级为 III 的管子,应该在考虑到表 14 所列的尺寸情况下,在轧制长度的管子上进行环状试验。除 14 Mo V 63 和 $\times 20$ CrMo V 12 1 钢材外,对于其他钢种制成的管子,环状试验的检验范围分别规定如下:

对外径 ≤ 51 毫米的管子,在 8-4-6-2-1 节作了规定;

对外径 > 51 毫米的管子,在 8-4-6-2-2 节已作了规定。

对于由 14 Mo V 6 3 和 $\times 20$ CrMo V 12 1 制成的各种尺寸的管子,其检验范围,按 8-4-6-2-3 节的规定进行。

○ 在把轧制长度的管子进一步分割成分段长度的管子时,如果通过合适的标记能确保分段长度的管子与已检验过的轧制长度的管子之间所属关系,则不必另取试样检验。倘若这一点得不到保证,就得废弃轧制长度的管子的检验,而代之以象检验轧制长度的管子那样来检验分段长度的管子。

8-4-6-2-1 对于外径 ≤ 51 毫米、质量等级为 III 的管子(由 14 Mo V 6 3 和 $\times 20$ CrMo V 12 1 钢材制成的管子除外),可以在 20% 的轧制长度管子之一端进行环状试验,这 20% 待检验的管子应该象抽样那样毫无选择地从总堆中取出。如果对与轧制长度的管子没有所属关系的分段长度的管子进行环状试验时,则应象抽样那样(见上文)在 20% 的分段长度管子的一端进行试验。对于经过热处理的管子,必须确保这些分段长度的管子是经过相同的热处理。对于最后一道成型工序是热成型的管子(见 6-3-1 节第 2 段),应确保这些分段长度的管子是在相同的温度制度条件下成型的。

8-4-6-2-2 对于外径 > 51 毫米、质量等级为 III 的管子,应该在每一根轧制长度管子的两端进行环状试验。在检验与轧制长度管子无所属关系的分段长度的管子时,应在每根分段长度管子的两端进行检验。

对于直径 > 51 毫米的管子,只要对所采用的制造方法和每个车间可以提供证明,证明从分段长度管子的一端取下的环状试样检验结果与从原来轧制长度管子的两端取下的环状试样的检验结果是同值的,环状试验只需在每根分段长度管子的一端进行。

8-4-6-2-3 对于由 14 MoV 6 3 和 $\times 20\text{CrMoV } 12\ 1$ 制成的、质量等级为 III 的管子，无论管子直径如何，都应该在每根轧制长度管子的两端进行环状试验。在检验分段长度的管子时，也同样如此。

8-4-7 对质量等级为 III 的所有管子，都应由制管厂对管子进行探伤检验，以检查纵向缺陷。此外，在订货时还可商定对横向缺陷和(或)分层缺陷进行探伤检验。

8-4-8 对每根管子的内、外表面状态都应进行检查。

8-4-9 对所有管子壁厚都要进行测量，并且可根据订货情况，或是对外径，或是对内径进行测量。

8-4-10 对所有管子的密封性都要进行检验。检验方法由制造厂选择，或是采用注水内压试验，或是采用某种合适的探伤检验法(例如，采用钢铁检验分册 1925 中的涡流检验法)。

8-4-11 所有采用合金钢制成的管子，应由制造厂适当地检验材料是否有混号现象。

8-5 取 样

8-5-1 如果在订货时商定要对成品管子的化学成分进行复查，在进行湿分析时，必须从管子整个壁厚上取下碎屑做试样；在进行光谱分析时，也按照上述取样方法的精神取样⁴⁾。

8-5-2 对于抗拉试验，试样是从按照 8-4-3 节的方法取出的管子上截下的扁平试样，这种试样一般应包括整个壁厚，且是从纵向方向上取下。试样不能经过热处理，并且在测量长度内不能经过矫直。消除试样上的局部不均允许的，但是，最薄处的轧制氧化皮应该尽可能地保留。

直径较小管子也可以以整根管子的形式进行试验。

对于外径 ≥ 200 毫米的管子，如果管子尺寸不允许修正时，可以采用横切试样进行拉力试验。在这种情况下，截下来的管圈应该对半切开。

8-5-3 对于缺口冲击韧性试验，应该从按照 8-4-3 节的方法取出的管子上横向取下成套试样，每套由三个 DVM 试样组成(DVM = 西德工业材料试验联合会)。对于外径 < 200 毫米的管子，应该从纵向取下缺口冲击韧性试验的试样。

8-5-4 如果在订货时商定要对高温下的 0.2% 屈服点进行测定时，可以按照 8-5-2 节的精神取样。但是，对高温拉力试验来说，只要有可能，一般都是在圆形试样上进行试验，因此，有时对取样方法要协商确定。

8-5-5 用做环状试验的试样，按照 DIN 50136 (环状弯折试验)、DIN 50137 (环状冲压性试验)和 DIN 50138 (环状拉力试验)的要求取样(注意表 3)。

8-5-6 按照 8-5-2~8-5-5 节的规定，取出用做各种试验的试样，应打上足够的印记，以便能够清楚地辨认出试样和管子之间的所属关系。

8-6 应采用的检验方法

8-6-1 化学成分按照西德钢铁工程师协会所属的化学工程师协会提出的方法⁵⁾进行检验。

8-6-2 拉力试验按照 DIN 50145 的规定进行，亦即采用 DIN 50125 中规定的短比例试棒或者采用 DIN 50140 中规定的试样进行试验。

8-6-3 缺口冲击韧性试验按照 DIN 50115 的方法，在室温下进行，并且是采用西德工业材料

4) 在一般情况下，钢铁检验分册 1805 (钢材块状试样分析中的取样和试样制备) (钢铁出版社，杜塞尔多夫)，适用于这一取样过程。

5) 钢铁冶炼实验室手册，第 2 卷，金属材料检验，杜塞尔多夫，钢铁出版社，1966。第 5 卷(增补卷)：A4.1-推荐仲裁分析方法明细表；B-取样方法；C-分析方法，目前是最后的版本(钢铁出版社，杜塞尔多夫)。

试验联合会(DVM)规定的试样进行试验。缺口应垂直于管子的纵向轴线,并垂直于管子的表面。

8-6-4 高温下的0.2%屈服点,按照DIN 50145测定。

8-6-5 环状试验,按照8-5-5节所列关于环状弯折试验、环状冲压性试验、环状拉力试验的那些标准进行。

8-6-5-1 环状冲压性试验,按照DIN 50137的规定进行。在进行这种试验时,应该测量出被冲压到直至破裂程度的试样管子的直径变化率。此外,还要根据破裂的外观和破裂面积,评价环状冲压性试验的试样变形特性。

8-6-5-2 在按照DIN 50136的规定进行环状弯折试验时,试样或管端应该被压到使两块夹板之间达到一定的间距H。这个以毫米表示的间距H的计算式是:

$$H = \frac{(1+C) \times S}{C + S/d_a}$$

式中S=壁厚(毫米), d_a =外径(毫米),C是一常数。对C来说,如果管子是用St 35.8制成的,则C值为0.09;如果管子是用St 45.8、17Mn4、19Mn5、15Mo3、13CrMo44和10CrMo 9 10等钢材制成的,C值为0.07;如果管子是用14MoV 6 3和×20CrMo V 12 1制成的,C值为0.05。

如果 S/d_a 的比值超过0.15,则夹板的间距,应协商确定。

在按照8-4-6节规定进行环状弯折试验时,可以将试验进行到直至试样断裂或破裂为止,以便能够评价断口组织。但是,应该以上述的夹板间距达到没有缝隙为标准。

8-6-6 探伤检验总是在切取环状试样之前进行。

对于非异型管,一般都是采用超声波检验,亦即:

a) 在检查外径 ≥ 10 毫米的管子的纵向缺陷时,按照钢铁检验分册1915的规定进行;

b) 根据商定结果对外径 > 133 毫米管子的横向缺陷进行检查时,按照钢铁检验分册1918的规定进行;

c) 根据商定结果对外径 > 133 毫米、壁厚 > 8 毫米管子的分层缺陷进行检查时,按照钢铁检验分册1919的规定进行。

在上述检验方法不能使用情况下(例如,检查异型管或外径 < 10 毫米管子的纵向缺陷),应该在订货时商定要采用的检验方法。

8-6-7 不借助辅助工具仅用肉眼进行的目测检查⁶⁾,应该这样进行:

a) 在合适的照明下检查管子的整个外表面是否有表面缺陷;

b) 采用合适的照明装置,从管子的两端检查内表面是否有表面缺陷。

管子必须具有能使人识别出明显缺陷的表面状态。这就是说,对质量等级为Ⅲ的管子,一般应除去表面氧化皮,通过选择合适的制造方法或热处理方法,达到一种适合于目测和超声波检验的表面状态。

8-6-8 尺寸应该采用合适的量具进行检验。

8-6-9 用水进行内压试验检验管子密封性时(见8-4-10节),试验压力一般统一为80巴。

如果希望采用较高的试验压力,应在订货时商定。

在任何情况下,都应把试验压力限制在达不到或者不超过20℃温度下的屈服极限(这方面参

⁶⁾ 也可以采用合适的探伤检验法,代替这种目测检查。

见 1972 年 6 月版, DIN 2413 中之 4-6 节)。对于大外径的薄壁管,有时在 80 巴压力下就已经应该注意这一点。

8-7 重复检验

8-7-1 在按照 8-6-2 节(拉力试验)、8-6-3 节(缺口冲击韧性试验)进行检验时,以及按照 8-6-5 节(环状试验)对质量等级为 I 的管子进行检验时,如果被选出的管子中有一根不合要求,就应把它剔出,从有关的管堆中,另取两根管子代替它进行重复检验。在复检中,每根试样都必须符合要求,如果不是这样,整堆管子将不验收。

8-7-2 在按照 8-4-6-2-1 节的规定对外径 ≤ 51 毫米、质量等级为 III 的管子进行抽检式的环状试验时,如果某一轧制长度管子或分段长度管子中一个试样不合要求,就应该在有关的轧制长度管子或分段长度管子的同一端头重复检验。如果这一替代试样还不符合要求,应将有关的轧制长度管子或分段长度管子剔出,从该堆中另取 20% 轧制长度管子或分段长度管子,在它们的一端重复检验。如果这一重复检验还不合格,应该把检验范围扩大到该堆的全部轧制长度管子或分段长度管子。在环状试验中不合格的轧制长度管子或分段长度管子,可拒绝验收。

按照 8-4-6-2-2 节和 8-4-6-2-3 节的规定对质量等级为 III 的管子进行单项检验时,如果某一轧制长度管子或分段长度管子的一个环状试样不合要求,应在同一根轧制长度管子或分段长度管子上重复试验。如果这个试样还不合格,可拒绝接收有关的轧制长度管子或分段长度管子。当某一轧制长度管子不合格时,应听凭制造厂对相关的分段长度管子进行环状试验。

8-7-3 如果由于热处理不合适而造成检验结果不合格,应听凭制造厂对一堆未验收的管子再进行一次热处理,然后重新提交验收。

按照 8-4-6 节(环状试验)、8-4-7 节(探伤检验)和 8-4-8 节(目测检查)的规定进行检验时,对于被检查出的缺陷,制造厂有权采取合适的措施排除缺陷,然后将管子重新提交验收。

8-8 检验证明书

8-8-1 对于验收检验应该按照 DIN 50049(1972 年 7 月版)中第 3 节的规定,提出验收证书 A、B 或 C,以资证明。

说明:在检验证书中,应把 9-1 节规定的标记全文填写完全。

8-8-2 如果采用 DIN 50049 中规定的验收检验证书 A 或 C,只对部分要求的符合情况给予证明,则制造厂应该给以补充证明。对质量等级为 I 的管子,采用 DIN 50049 中规定的验收检验证书 B 的形式,证明制管材料的钢种和质量等级是符合 DIN 17175,全部管子都是经过密封性检验的,并且都是符合要求的,管子的整个长度都已经与材料种类相符的合适的退火或调质处理。对质量等级为 III 的管子,只要它是采用预轧的方钢或圆钢制成的,都经过切片酸洗或超声波检验。此外,还应告知根据熔炼分析所得的化学成份,并且,如果订货时已商定,还应告知钢材的熔炼方法。对于质量等级为 III 的管子,除上述内容外,还应该在 DIN 50049 所规定的验收检验证书 B 中,说明超声波检验的进行过程。

9. 管子标记

9-1 对成品管子,应该从管端算起约 300 毫米长度上,打上标记。

一般都是采用冲压印记的方法做标记。对薄壁管也可采用其他标记方法。在管子的两端标上:材料标记(钢种的缩写名称);对于非合金钢,如果它的质量等级不是 I 的话,应打上质量等级标记;

制造厂厂徽印记和检验者的印记。

在管子的一端标上：

钢材的熔炼炉号或钢材熔炼的标记，但是，这只适用于 15Mo3、13CrMo44、10CrMo9、10、14MoV6 3 和 $\times 20\text{CrMoV}12$ 1 等钢材制成的外径 ≥ 159 毫米的管子⁷⁾；此外，对质量等级为 III 的管子，还要标上管子的编号。

9-2 按照 9-1 节的规定所做的标记，应该通过例如，涂上色彩的方法使之醒目。同时，还可以采用彩色线条做标记。

10. 退货

10-1 只有当外部和内部缺陷较为明显地影响与钢材种类和产品形状相应的加工和应用时，才可退货。

10-2 买方必须给予制造厂以机会，在可能范围内⁸⁾，通过提供退货例证和供货材料的例证样块，使其确信退货的合理性。

其他有关标准：

DIN 2401 部分 1 承受内外压应力的结构部件：压力和温度数据、概念、公称压力等级

DIN 8528 部分 1 金属材料：可焊性；概念

⁸⁾ 对于按内径订货的管子，只要它们的公称外径 ≥ 159 毫米，这个限制也适用。

⁷⁾ 参见：钢铁质量标准中的退货附带条款的说明。《西德标准 DIN 通讯》40(1961)111~112 页。

表 1 用于制造无缝钢管的耐热钢及其化学成分(根据熔炼分析结果)以及管子的彩色标记一览表

钢 材 种 类	化 学 成 分 (重 量 %)										彩 色 标 记 ¹⁾	
	缩 写 名 称	材 料 代 号	C	Si	Mn	P 最 高 值	S 最 高 值	Cr	Mo	Ni		V
St 35.8		1.0305	≤0.17	0.10~0.35 ²⁾	0.40~0.80	0.040	0.040					白 色
St 45.8		1.0405	≤0.21	0.10~0.35 ²⁾	0.40~1.20	0.040	0.040					黄 色
17 Mn 4 ³⁾		1.0481 ³⁾	0.14~0.20	0.20~0.40	0.90~1.20	0.040	0.040	≤0.30				红 和 黑 色
19 Mn 5 ³⁾		1.0482 ³⁾	0.17~0.22 ⁴⁾	0.30~0.60	1.00~1.30	0.040	0.040	≤0.30				黄 和 褐 色
15 Mo 3		1.5415	0.12~0.20 ⁴⁾	0.10~0.35	0.40~0.80	0.035	0.035		0.25~0.35			黄 和 朱 红 色
13 CrMo 4 4		1.7335	0.10~0.18 ⁴⁾	0.10~0.35	0.40~0.70	0.035	0.035	0.70~1.10	0.45~0.65			黄 和 银 色
10 CrMo 9 10		1.7380	0.08~0.15	≤0.50	0.40~0.70	0.035	0.035	2.00~2.50	0.80~1.20			红 和 绿 色
14 MoV 6 3		1.7715	0.10~0.18	0.10~0.35	0.40~0.70	0.035	0.035	0.30~0.60	0.50~0.70		0.22~0.32	红 和 银 色
X20CrMnV12 1		1.4922	0.17~0.23	≤0.50	≤1.00	0.030	0.030	10.00~12.50	0.80~1.20	0.30~0.80	0.25~0.35	兰 色

1) 一般情况下,是在管子两端用上表所列颜色画圈做彩色标记。根据用户愿望,也可在订货时商定,在管子整个长度上按表列的颜色做标记。

2) 如果钢材是采用铝脱氧或者真空脱氧,则硅含量的最低值,可小于0.10%。

3) 这些钢材,只用于制造蓄热器的管子。

4) 当壁厚≥80毫米时,碳含量可以提高0.02%。

表2 根据块状试样分析得出的化学成分与根据熔炼分析得出的极限值之间的允许偏差

元素	表1所列的熔炼分析的极限值 重量%	块状试样的分析值与表1所列的熔炼分析 值之间的允许偏差 ¹⁾ , 重量%
C	≤0.24	±0.02
Si	≤0.35 >0.35≤0.60	±0.03 ±0.04
Mn	≤1.00 >1.00≤1.30	±0.04 ±0.05
P S	≤0.040	+0.010
Cr	≤2.00 >2.00≤2.50 ≥10.00≤12.50	±0.05 ±0.07 ±0.15
Mo	≤0.30 >0.30≤1.20	±0.03 ±0.04
Ni	0.30≤0.80	±0.03
V	0.22≤0.35	±0.03

1) 对于同一炉钢材, 在块状试样分析中某一元素的偏差, 只能是或低于熔炼分析范围的最低值, 或高于熔炼分析范围的最高值, 但不能同时既低于最低值又高于最高值。

表3 两种质量等级的无缝管的检验范围以及应由何方进行检验的规定

序号	检验项目	按照下列章节的 规定进行检验	质量等级 I	质量等级 II	应由何方 进行检验 ¹⁾
1	拉力试验 ²⁾	8-4-3	在每两堆管子的第一堆取 2根管子, 在另一堆取一根 管子进行拉力试验	在每两堆管子的第一堆取2根管 子, 在另一堆取一根管子进行拉力试 验	n.V. H
2	缺口冲击韧性 试验 ³⁾	8-4-4	在按照上述1的方法取出 的管子上进行缺口冲击韧性 试验	在按照上述1的方法取出的管子上 进行缺口冲击韧性试验	n.V.
3	环状试验 ³⁾	8-4-6	在按照上述1的方法取出 的管子的一端进行环状试验	根据直径的不同(见8-4-6节), 或 是在20%的轧制长度管子或分段长 度管子的一端进行试验, 或是在100% 的轧制长度管子或分段长度管子的两 端(但有时也在一端)进行试验, 见 8-4-6-2-2节	n.V.
4	探伤检验	8-4-7		每根管子都要检验	H
5	表面检查	8-4-8	每根管子都要检验	每根管子都要检验	n.V.
6	尺寸检查	8-4-9	每根管子都要检验	每根管子都要检验	n.V.
7	密封性检验	8-4-10	每根管子都要检验	每根管子都要检验	H
8	材料混号检验	8-4-11		每根合金管都要检验	H

续表

序号	检验项目	按照下列章节的规定进行检验:	质量等级 I	质量等级 II	应由何方进行检验 ¹⁾
9	特殊检验 ¹⁾ Nr9, Nr10 检验分析		协商确定	协商确定	H
10	高温拉力试验		如果未做别的说明, 那么每炉钢和每种尺寸提供一个试样, 或者, 每炉钢和每堆退火管(热处理堆)提供一个试样	如果未做别的说明, 那么每炉钢和每种尺寸提供一个试样, 或者, 每炉钢和每堆退火管(热处理堆)提供一个试样	n.V.

1) n.V = 协商确定; H = 由厂方检验。
2) 对 10 根以下的一堆管子, 每堆提供一根试样或一套试样。
3) 在采用这些检验方法时, 应注意表 14 中所列关于尺寸范围的数值。
4) 只有在制造厂与买方达成协议以后, 才能进行特殊检验。

表 4 质量等级 I 和 III 的使用范围

质量等级 ¹⁾	管子外径			
	≤63.5 毫米		>63.5 毫米	
	温度 ²⁾ °C	允许最大工作压力 ³⁾ 巴	温度 ²⁾ °C	允许最大工作压力 ³⁾
I	≤450	≤80	≤450	≤32
III	>450	>80	>450	>32

1) 如果压力和温度数据不在同一等级, 则以较高等级为准。
2) 温度是指管内流过的物料温度。
3) 见 DIN 2401 部分 1。

表 5 用耐热钢制成的无缝钢管的室温机械性能

钢材种类	材料代号	抗拉强度 牛顿/毫米 ²	下列壁厚(毫米) 管子的屈服极限 ^{1,2)}			断裂延伸率 ($L_0 = 5 \cdot d_0$)		缺口冲击韧性试验 (DVM 试样) ³⁾ 横 向 焦 耳 最 小 值
			≤16	>16≤40	>40≤60	纵 向	横 向	
St 35.8	1.0305	360~480	235	225	215	25	23	34
St 45.8	1.0405	410~530	255	245	235	21	19	27
17 Mn 4	1.0481	460~580	270	270	260	23	21	34 ¹⁾
19 Mn 5	1.0482	510~610	310	310	300	19	17	34
15 Mo 3	1.5415	450~600	270 ⁴⁾	270	260	22	20	34
13 CrMo 4 4	1.7335	440~590	290 ⁴⁾	290	280	22	20	34
10 CrMo 9 10	1.7380	450~600	280	280	270	20	18	34
14 MoV 6 3	1.7715	460~610	320	320	310	20	18	41
X 20 CrMoV 12 1	1.4922	690~840	490	490	490	17	14	34 ⁵⁾

- 对于外径 ≤30 毫米、壁厚 ≤3 毫米的管子, 其最小值, 要低 10 牛顿/毫米²。
- 对于采用 St 35.8、St 45.8、17Mn4、19Mn5、15Mo3 和 14MoV63 等钢材制成的管子, 当其壁厚 >60 毫米时, 屈服极限值, 应协商确定; 对于采用 13CrMo44 和 10CrMo9 10 钢材制成的管子, 当其壁厚 >60~≤80 毫米时, 屈服极限最小值为 270 或 260 牛顿/毫米²; 对于采用 20CrMoV12 1 钢材制成的管子, 屈服极限最小值为 490 牛顿/毫米²。
- 在检验纵向试样时(见 8-5-3 节), 缺口冲击韧性试验的最小值, 要高 14 焦耳。
- 对于壁厚 ≤10 毫米的管子, 屈服极限最小值要高 15 牛顿/毫米²。
- 对于热挤压管, 最小值应降低到 27 焦耳。

表 6 无缝钢管在高温下的 0.2% 屈服点的最小值

钢 材 种 类		壁 厚 (毫米)	在 下 列 温 度 下 的 0.2% 屈 服 点							
缩 写 名 称	材 料 代 号		200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C
			牛 顿 / 毫 米 ² 最 小 值							
St 35.8	1.0305	≤16	185	165	140	120	110	105	—	—
		16<S≤40	180	160	135	120	110	105	—	—
		40<S≤60 ¹⁾	175	155	130	115	110	105	—	—
St 45.8	1.0405	≤16	205	185	160	140	130	125	—	—
		16<S≤40	195	175	155	135	130	125	—	—
		40<S≤60 ¹⁾	190	170	150	135	130	125	—	—
17 Mn 4	1.0481	≤40	235	215	175	155	145	135	—	—
		40<S≤60 ¹⁾	225	205	165	150	140	130	—	—
19 Mn 5	1.0482	≤40	255	235	205	180	160	150	—	—
		40<S≤60 ¹⁾	245	225	195	170	155	145	—	—
15 Mo 3	1.5415	≤40 ²⁾	225	205	180	170	160	155	150	—
		40<S≤60 ¹⁾	210	195	170	160	150	145	140	—
13 CrMo 4 4	1.7335	≤40 ²⁾	240	230	215	200	190	180	175	—
		40<S≤60	230	220	205	190	180	170	165	—
		60<S≤80	220	210	195	180	170	160	155	—
10 CrMo 9 10	1.7380	≤40	245	240	230	215	205	195	185	—
		40<S≤60	235	230	220	205	195	185	175	—
		60<S≤80	225	220	210	195	185	175	165	—
14 MoV 6 3	1.7715	≤40	270	255	230	215	200	185	170	—
		40<S≤60 ¹⁾	260	245	220	205	190	175	160	—
X 20 CrMo V 12 1	1.4922	≤80	430	415	390	380	360	330	290	250

1) 对于壁厚大于 60 毫米的管子, 0.2% 屈服点的最小值, 应协商确定。
2) 对于壁厚 ≤10 毫米的管子, 在所有温度下, 0.2% 屈服点的最小值, 都要高 15 牛顿/毫米²。

表 7 在环状冲压性试验时扩口率(直径的改变)的现行参考值¹⁾

钢 材 种 类	当内径和外径之比(d_i/d_a)为下列数值时, 环状冲压性试验中的扩口率 ²⁾ (现行的参考值)					
	≥0.9	≥0.8 <0.9	≥0.7 <0.8	≥0.6 <0.7	≥0.5 <0.6	<0.5
	最 小 值					
非 合 金 钢	8	10	12	20	25	30
合 金 钢	6	8	10	15	20	30

1) 这些数值应该被理解为初步的、基于一系列试验提出的建议数值, 对此尚须总结经验。
2) 除此之外, 还要根据断裂的外观和破断面积, 评价环状冲压性试验的试样变形特性。

表 8 按外径订货时的壁厚允许偏差

在下列外径(d_a)和壁厚(S)情况下的壁厚允许偏差								
$d_a \leq 130$ 毫米			130 毫米 $< d_a \leq 320$ 毫米			320 毫米 $< d_a \leq 660$ 毫米		
壁 厚 (S)			壁 厚 (S)			壁 厚 (S)		
≤2.S _n	2.S _n <S≤4.S _n	>4.S _n	≤0.05d _a	0.05d _b <S ≤0.11d _a	>0.11d _a	≤0.05d _a	0.05d _a <S ≤0.09d _a	>0.09d _a
+15% -10%	+12.5% -10%	±9%	+17.5% -12.5%	±12.5%	±10%	+22.5% -12.5%	+15% -12.5%	+12.5% -10%

注: S_n = DIN 2448 中规定的标准壁厚。

表9 按内径订货时的壁厚允许偏差

在下列内径 (d _i) 和壁厚 (S) 情况下的壁厚允许偏差		
内径 (d _i) ≥200 毫米 ~ ≤720 毫米 壁厚 (S)		
≤0.05d _i	0.05d _i < S ≤ 0.10d _i	>0.10d _i
+22.5%	+15%	+12.5%
-12.5%	-12.5%	-10%

表10 长度允许偏差

订货时的长度要求	长度允许偏差(毫米)
不定尺长度	1)
倍尺长度	±500
精确长度	
≤6米(公称尺寸)	+10 0
>6米≤12米(公称尺寸)	+15 0
>12米	协商确定

1): 成品是以实际生产长度供货。这种长度尺寸是根据直径、壁厚和制造厂的不同而不同。

表11 矩形管子的允许侧面凹曲率 f

b (毫米)	≤100	>100≤200	>200≤300	>300
f (毫米)	≤0.75	≤1	≤1.5	≤2

表12 用做无缝钢管的耐热钢热加工、正火和调质处理的参考数据¹⁾

钢 材 种 类 缩 写 名 称	材 料 代 号	热 加 工 °C	正 火 °C	调 质 处 理	
				淬 火 温 度 ²⁾ °C	回 火 温 度 °C
St 35.8	1.0305	1100~850 ³⁾	900~930	—	—
St 45.8	1.0405		870~900	—	—
17 Mn 4	1.0481		880~910	—	—
19 Mn 5	1.0482		880~910	—	—
15 Mo 3	1.5415		910~940	—	—
13 CrMo 4 4	1.7335		—	910~940	680~730
10 CrMn 9 10 ⁴⁾	1.7380 ⁴⁾		—	900~960	700~750
14 MoV 6 3	1.7715		—	950~980	690~730
X 20 CrMoV 12 1	1.4922		—	1020~1070	730~780

- 1) 工件的整个横截面, 必须达到规定温度。如果保证做到这点, 在正火和淬火时, 就不需要再停留在这种温度上。在回火时, 对于 13CrMo4 4 和 10CrMo9 10 钢材来说, 至少应在规定温度下静置 30 分钟。而对于 14MoV6 3 和 X 20CrMoV12 1 钢材来说, 至少应在规定温度下静置 1 小时。这里的退火时间是从达到规定温度范围的下限起计算。
- 2) 在空气中或在保护气体下冷却。对于管壁较厚的管子, 可能需要采用加速冷却法, 例如, 放在液体中冷却。
- 3) 在加工过程中, 温度可降到 750°C。
- 4) 对于这种钢材来说, 除规定的调质处理外, 还有下列的处理过程:
900~960°C/炉子直至 700°C, ≥1 小时 700°C/空气。

表 13 焊接方法和焊后热处理的有关数据

钢 材 种 类		焊 接 方 法	在焊接以后需要进行热处理时,退火温度 ¹⁾ 和静置时间 ²⁾³⁾
缩 写 名 称	材 料 代 号		
St 35.8	1.0305	所有熔焊法和对接烧熔焊接法	520~600
St 45.8	1.0405		520~600
17 Mn 4	1.0481		520~580
19 Mn 5	1.0482		520~580
15 Mo 3	1.5415		530~620
13 CrMo 44	1.7335		600~700
10 CrMo 9 10	1.7380	除气体熔焊法外的所有熔焊法	650~750
14 MoV 63 ⁴⁾	1.7715		650~730
X 20 CrMoV12 1 ⁵⁾	1.4922		720~78

- 1) 如果需要(注意本标准之 7-3 节), 这些温度也可用于冷加工以后的退火。
- 2) 对于表中所列这些温度, 需要的静置时间是依照工件的厚度而定。当厚度 ≤ 15 毫米时, 建议静置时间至少为 15 分钟; 当厚度 $> 15 \sim \leq 30$ 毫米时, 建议静置时间至少为 30 分钟; 当厚度 > 30 毫米时, 建议静置时间至少为 60 分钟。
对于 10CrMo9 10 钢材来说, 当壁厚 > 30 毫米时, 静置时间至少需要 90 分钟。
在炉内退火时, 应力求达到表列温度的中间值。
在局部退火时, 应使外表面达到最高温度。
- 3) 在退火时, 还应注意焊接添加料制造厂的有关数据说明。
- 4) 在进行多次退火时, 应根据现有的经验, 使总的静置时间, 不超过 10 小时。同时, 如果材料是空气调质处理状态的话, 还应在下限温度范围内进行随后退火。
- 5) 在焊接以后, 需要使工件冷却到 150°C 以下(对于厚壁管不能低于 100°C)。对静置时间建议如下: < 8 毫米厚度, 至少 30 分钟; $> 8 \sim \leq 30$ 毫米厚度, 至少 60 分钟; $> 30 \sim \leq 60$ 毫米厚度, 至少 120 分钟; > 60 毫米厚度, 至少 180 分钟。

表 14 采用机械和工艺方法检验两种质量等级管子时关于尺寸范围的规定

管 子 的 直 径 (毫米)		管 子 的 公 称 壁 厚				
外 径	内 径	< 2 毫米	≥ 2 毫米 ≤ 16 毫米	> 16 毫米 ≤ 30 毫米	> 30 毫米 ≤ 40 毫米	> 40 毫米
≤ 21.3	≤ 15	拉力试验 环状弯折试验	拉力试验 环状弯折试验	—	—	—
$> 21.3 \leq 146$	> 15	拉力试验 环状弯折试验	拉力试验 缺口冲击韧性试验 ¹⁾ 环状冲压性试验	拉力试验 缺口冲击韧性试验 ¹⁾ 环状弯折试验	拉力试验 缺口冲击韧性试验 环状弯折试验	拉力试验 缺口冲击韧性试验
$> 146^3)$			拉力试验 缺口冲击韧性试验 ¹⁾ 环状拉力试验	拉力试验 缺口冲击韧性试验 ¹⁾ 环状拉力试验 ²⁾	拉力试验 缺口冲击韧性试验 环状拉力试验 ²⁾	拉力试验 缺口冲击韧性试验

- 1) 只是对于采用 14MoV6 3 和 X20CrMoV12 1 钢材制成的、公称壁厚 > 10 毫米的管子, 以及采用 15Mo3 钢材制成的、公称壁厚 > 20 毫米的管子才进行这种试验。
- 2) 对于内径 ≤ 100 毫米的管子, 可进行环状弯折试验以代替环状拉力试验。
- 3) 这个范围也适用于按内径订货的管子, 只要其公称外径 > 146 毫米即可。

附 录 A

下表所列的是关于用来制造无缝管的耐热钢的高温持久性能的现行参考值。表中所列数值是迄今所掌握的各个分散值的平均值，在取得进一步试验结果以后，将随时对这些平均值进行审查，有的可能要进行修正。根据迄今掌握的持久蠕变试验资料，可以认为，对于表中所列的钢种来说，在表列的那些温度下，这些分散数值的下限值，比表列的平均值约低 20%。

表 A.1

钢材种类 缩写名称	温 度 °C	在下列时间内的 1% 持久延伸极限 ¹⁾²⁾		在下列时间内的持久强度 ²⁾³⁾		
		10000 小时 牛顿/毫米 ²	100000 小时 牛顿/毫米 ²	10000 小时 牛顿/毫米 ²	100000 小时 牛顿/毫米 ²	200000 小时 牛顿/毫米 ²
St 35.8 St 45.8	380	160	118	229	155	145
	390	150	106	211	168	129
	400	136	95	191	132	115
	410	124	84	174	118	101
	420	113	73	158	103	89
	430	101	65	142	91	78
	440	91	57	127	79	67
	450	80	49	113	69	57
	460	72	42	100	59	48
	470	62	35	86	50	40
480	53	30	75	42	33	
17 Mn 4 19 Mn 5	380	195	153	291	227	206
	390	182	137	266	203	181
	400	160	118	243	179	157
	410	150	105	221	157	135
	420	130	92	200	136	115
	430	120	80	180	117	97
	440	107	69	161	100	82
	450	93	59	143	85	70
	460	83	51	126	73	60
	470	71	44	110	63	52
480	63	38	96	55	44	
490	55	33	84	47	37	
500	49	29	74	41	30	
15 Mo 3	450	216	167	298	245	228
	460	199	146	273	209	189
	470	182	176	247	174	153
	480	166	107	222	143	121
	490	149	89	196	117	96
	500	132	73	171	93	75
	510	115	59	147	74	57
	520	99	46	125	59	45
	530	84	36	102	47	36
	540	(70)	(28)	(82)	(38)	(25)
550	(59)	(24)	(64)	(31)	(25)	

- 1) 这是指分布在原始横截面上，经过 10000 或 100000 小时以后，造成 1% 的永久变形的应力。
- 2) 带括号的数值表示，这种钢材在该温度下，长久使用是不合适的。
- 3) 这是指分布在原始横截面上，经过 10 000、100 000 或 200 000 小时以后，造成断裂的应力。

续表

钢材种类 缩写名称	温 度 °C	在下列时间内的1% 持久延伸极限 ¹⁾²⁾		在下列时间内的持久强度 ²⁾³⁾			
		10000 小时 牛顿/毫米 ²	100000 小时 牛顿/毫米 ²	10000 小时 牛顿/毫米 ²	100 000小时 牛顿/毫米 ²	200 000小时 牛顿/毫米 ²	
13CrMo 4 4	450	245	191	370	285	260	
	460	228	172	348	251	226	
	470	210	152	328	220	195	
	480	193	133	304	190	167	
	490	173	116	273	163	139	
	500	157	98	239	137	115	
	510	139	83	209	116	96	
	520	122	70	179	94	76	
	530	106	57	154	78	62	
	540	90	46	129	61	50	
	550	76	36	109	49	39	
	560	64	30	91	40	32	
	570	53	24	76	33	26	
	10 CrMo 9 10	450	240	166	306	221	201
		460	219	155	286	205	186
470		200	145	264	188	169	
480		180	130	241	170	152	
490		163	116	219	152	139	
500		147	103	196	135	120	
510		132	90	176	113	105	
520		119	78	156	103	91	
530		107	68	138	90	79	
540		94	58	122	78	68	
550		83	49	108	68	58	
560		73	41	96	58	50	
570		65	35	85	51	43	
580		57	30	75	44	37	
590		50	26	68	38	32	
14MoV 6 3	480	243	177	299	218	182	
	490	219	155	268	191	163	
	500	195	138	241	170	145	
	510	178	122	219	150	127	
	520	161	107	198	131	109	
	530	146	94	179	116	91	
	540	133	81	164	100	76	
	550	120	69	148	85	61	
	560	109	59	134	72	48	
	570	(98)	(48)	(121)	(59)	(37)	
580	(88)	(37)	(108)	(45)	(28)		
X20CrMo V 12 1	470	324	260	368	309	285	
	480	299	236	345	284	262	
	490	269	213	319	260	237	
	500	247	190	294	235	215	
	510	227	169	274	211	191	
	520	207	147	253	186	167	
	530	187	130	232	167	147	
	540	170	114	213	147	128	
	550	151	98	192	128	111	
	560	135	85	173	112	96	
	570	118	72	154	96	82	
	580	103	61	136	82	68	
	590	90	52	119	70	58	
	600	75	43	101	59	48	
	610	64	36	87	50	40	
	620	53	30	73	42	33	
	630	44	25	60	34	27	
640	36	20	49	28	22		
650	29	17	40	23	18		