

美国石油学会标准

钻 杆 规 范

钻杆规范

1 范围

1.1 概述

1.1.1 本规范包括下列第1组和第3组的钻杆。钻杆的名义重量和壁厚如表1所示，尺寸如表7和表8所示。除有特别说明者外，本规范的技术要求适用于下述两组钻杆：

第1组——E级钻杆；

第3组——所有高强度级钻杆(X95、G105和S135钢级)。

表1 API钻杆表^①

尺寸规格	1 名义重量	2 计算平端重量 lb / ft kg / m W _e		3 外径 in mm D		4 钢级	5 壁厚 in mm t		加厚端，供对焊钻杆接头用
2□	6.65	6.26	9.32	2.375	60.3	E, X, ,G, S	0.280	7.11	外加厚
2□	10.40	9.72	14.48	2.875	73.0	E, X, ,G, S	0.362	9.19	内加厚或外加厚
3□	9.50	8.81	13.12	3.500	88.9	E	0.254	6.45	内加厚或外加厚
3□	13.30	12.31	18.34	3.500	88.9	E, X, ,G, S	0.368	9.35	内加厚或外加厚
3□	15.50	14.63	21.79	3.500	88.9	E	0.449	11.40	内加厚或外加厚
3□	15.50	14.63	21.79	3.500	88.9	X, ,G, S	0.449	11.40	外加厚或内外加厚
4	14.00	12.93	19.26	4.000	101.6	E, X, ,G, S	0.330	8.38	内加厚或外加厚
4□	13.75	12.24	18.23	4.500	114.3	E	0.271	6.88	内加厚或外加厚
4□	16.60	14.98	22.31	4.500	114.3	E, X, ,G, S	0.337	8.56	外加厚或内外加厚
4□	20.00	18.69	27.84	4.500	114.3	E, X, ,G, S	0.430	10.92	外加厚或内外加厚
5	16.25	14.87	22.15	5.000	127.0	X, ,G, S	0.296	7.52	内加厚
5	19.50	17.93	26.71	5.000	127.0	E	0.362	9.19	内外加厚
5	19.50	17.93	26.71	5.000	127.0	X, ,G, S	0.362	9.19	外加厚或内外加厚
5	25.60	24.03	35.79	5.000	127.0	E	0.500	12.70	内外加厚
5	25.60	24.03	35.79	5.000	127.0	X, ,G, S	0.500	12.70	外加厚或内外加厚
5□	21.90	19.81	29.51	5.500	139.7	E, X, ,G, S	0.361	9.17	内外加厚
5□	24.70	22.54	33.57	5.500	139.7	E, X, ,G, S	0.415	10.54	内外加厚
6□	25.20	22.19	33.05	6.625	168.3	E, X, ,G, S	0.330	8.38	内外加厚
6□	27.70	24.21	36.06	6.625	168.3	E, X, ,G, S	0.362	9.19	内外加厚

① 本规范可适用有特殊加工端部的钻杆，见9.1c

1.1.2 在本规范的尺寸表中，管子是以外径尺寸命名的。外加厚管子的外径是指管体外径，

而非加厚部分外径。

1.2 记录保存

本规范要求保存记录的试验和检验项目见表2。此类记录应由制造厂商负责保存，而且，自向制造厂商订购日期起的三年时间内，如买方有要求的话，应向买方提供此类记录。

表2 保存的记录

要 求	参考章节
化学特性	
冶炼分析	5.2
产品分析	5.3
机械特性	
拉伸试验	6.1
控制试验	7.1.5
校准	各章

1.3 测量装置

如本规范对试验或测量装置的校准或校验有要求，而装置经受异常或严重情况会使其精度产生问题时，应在进一步使用之前进行重新校准或重新校验。

1.4 特殊工艺

特殊工艺是管子制造过程中的最后工序，它会影响本规范要求的性能（除化学成分和尺寸要求外）。可用的特殊工艺是热处理、无损检验，如适用的话，还有冷精加工。

1.5 合格证书

1.5.1 如果买方有要求，制造厂商应向买方提供一份产品合格证书，说明产品已按本规范要求制造、取样、试验和检验，并且符合要求。

1.5.2 由电子数据传输系统(ED1)打印或以电子媒体形式提供的材料试验报告、合格证书及类似文件与发证机构打印的副本具有同样的效力。ED1传输的文件必须符合本规范的要求，并符合购方与供应方之间有关ED1的协议。

1.5.3 如果需要其他资料（包括机械性能试验结果），应在订货单上明确指定SR15。

2 引用标准

2.1 总则

本规范全部或部分地参考了下列其他API标准、工业标准和政府标准。

2.2 要求

本规范中作为引用标准的其它标准技术要求对产品的可靠性和互换性是必不可少的。

2.3 等效标准

其它国家标准和国际标准在作为等效标准使用前应提交给API批准后方可列入本规范内。

2.4 引用标准

除有其它规定外，下列标准、规程和规范的最新版本，在所规定的范围内应成为本标准的一部分。

ASTM^①

ASTM A370	钢制品的机械性能试验，附录 II 钢管产品
ASTM A751	钢制品化学分析方法和定义
ASTM E4	试验机载荷校准方法
ASTM E 23	金属材料缺口冲击试验方法
ASTM E83	引伸计的校准和分类方法
ASTM E165	液体渗透探伤方法
ASTM E213	金属管材超声波探伤方法
ASTM E309	钢管磁饱和涡流探伤方法
ASTM E570	铁磁性钢管漏磁探伤方法
ASTM E709	磁粉探伤方法

ASNT^② SNT-TC-1A 推荐作法 (1984版)

3 定义

下列定义适用于本规范：

3.1 车载量 (Carload)

管子制造厂发货时装在一节火车车皮上管子的数量。

3.2 缺陷 (defect)

具有足够大尺寸的缺欠，并且按本规范规定是产品拒收的依据。

3.3 折皱 (象皮) (elephant hide)

由于锻造温度的影响，加厚端外表面出现皱皮。

3.4 炉批 (heat)

一次熔炼的单一循环过程生产的金属产品。

3.5 熔炼分析 (heat analysis)

炼钢厂对代表一个炉批化学成分的分析报告。

3.6 缺欠 (imperfection)

按本规范规定的方法能检测出来的不连续或不规则处。

3.7 检验 (inspection)

按相应要求对单位产品进行测量、检查、试验或其它比较的过程。

3.8 检验批 (inspection lot)

所检属性一致条件下生产的一定数量的产品。

3.9 检验批样本 (inspection lot sample)

从一个检验批中抽取的一个或多个能代表该检验批的产品。

3.10 批量 (inspection lot size)

一个检验批中单位产品的数量。

3.11 线性缺欠 (linear imperfection)

线性缺欠包括但不限于裂纹 (crack)、发纹 (seams)、折叠 (lap)、压痕 (plug scores)、切口 (cut)、凿痕 (gouges) 和折皱 (elephant hide)。

^① 美国材料与试验学会地址：100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428~2959

3.12 制造厂 (manufacturer)

对标记产品负责、担保其产品符合本规范的厂商、公司或集团公司。制造厂可以是管子制造厂或加工厂。制造厂有责任使产品符合本规范所有条款的规定。

3.13 可 (may)

用来表示规定是供选择的。

3.14 非线性缺欠 (nonlinear imperfection)

包括但不限于麻坑(pit)和圆底模印。

3.15 受影响的外表面 (outside diameter exposed surfaces)

- 1) 对外加厚和内外加厚, 该区域是加厚 (Leu)、锥部 (meu) 和靠近管体的部位;
- 2) 对于内加厚, 该区域在加厚 (Liu) 的上方、内锥部 (miu) 的上方以及靠近管体处。

3.16 管子制造厂 (pipe mill)

操作并管理制管设备的厂商、公司或集团公司。

3.17 加工厂 (processor)

操作并管理热处理设备的厂商、公司或集团公司。

3.18 应 (shall)

用于表示规定是强制性的。

3.19 宜 (should)

用于表示规定不是强制性的, 但作为好的作法予以推荐。

4 制造工艺

4.1 总则

按本规范供货的钻杆应按以下定义的无缝管制造方法制造。

a. 无缝管是指无焊缝的钢制管材产品, 热轧制造, 必要时还可对热轧管材进行冷加工, 以获得所要求的形状、尺寸和性能。

b. 未经适当热处理的冷拔钻杆是不可接受的。

4.2 热处理

热处理过程应按文件化的程序规定进行。

a. 第1组 钻杆应进行正火, 或由制造厂选择进行全长正火加回火或者淬火加回火热处理。如有加厚, 应在加厚加工后进行热处理。

b. 第3组 除非买方与制造厂另有协议, 否则, 按本规范供货的钻杆应经淬火加回火或正火加回火热处理。加厚钻杆应在加厚加工后进行全长热处理。

4.3 管子材料

按本规范供货的各钢级、各组钻杆均应使晶粒细化。管子用钢中应含有一种或多种细晶粒元素, 如铝、铌、钒或钛, 这些元素的含量应能使钢获得较小的奥氏体晶粒尺寸。

4.4 批的定义(第1组和第3组)

一批管子定义为: 出自同一热处理炉, 或者出自连续(或批)处理中同一热处理炉的, 或出自不同热处理炉, 但按确保满足本规范相应技术要求的文件化程序进行热处理的相同尺寸和钢级的所有管子。

4.5 可追溯性

制造厂商应制定并遵循一套保留炉和/或批标识的程序,直至所有规定的炉和(或)批试验都已完成并证明符合规范要求为止。

5 化学成分

5.1 化学成分要求

按本规范供货的钻杆,应符合表3规定的化学成分要求。

表3 化学成分要求

钢	P maX %	S maX %
所有组	0.030	0.030

5.2 熔炼分析

买方有要求时,制造厂商应提供制造订购管子用每炉钢的熔炼分析报告。此外,根据买方要求,制造厂商除应提供磷、硫含量外,还应提供正常用以控制物理性能的其他元素的定量分析结果。

5.3 产品分析

每炉钢的产品分析应用成品管子进行。买方有要求时,产品分析结果应提供给买方。产品分析除包括磷、硫的定量分析外,还应包括制造厂商用以控制机械性能的所有其他元素的定量分析。产品分析应用两个试样来做。

5.4 产品复验分析(所有组)

如果代表一炉钢的两根管子的分析结果均不符合规定要求,可由制造厂商选择,或者将该炉钢报废,或者对该炉钢的剩余部分逐根进行试验,以判断是否符合要求。如果两个试样中只有一个不符合规定要求,可由制造厂商选择,或者将该炉钢报废,或者从该炉钢中再抽取两根管子作复验分析。如果两个复验分析结果均符合要求,除将初验时不合格的那根挑出外,该炉钢应判合格;如复验分析有一个或两个试样不合格,则由制造厂选择,或者整炉钢报废,或者将该批的剩余管子逐根试验。进行逐根试验时,只分析不合格的元素或需要确定的元素。产品复验分析的取样方法与产品分析一样。订货单上有规定时,所有产品复验分析结果均应提供给买方。

6 机械性能要求

6.1 拉伸性能

6.1.1 按本规范供货的管子应符合表4对具体订购钢级规定的拉伸性能要求。在报告或记录伸长率时,条状试样应写明试样的名义宽度;棒状试样应写明试样的直径和标距长度;全截面试样应写明试样状态。加厚部分的拉伸性能要求应与管体一致(除伸长率外)。如有争议,加厚部分的拉伸性能(除伸长率外)应由加厚部分切取的试样进行拉伸试验确定。

6.1.2 最小伸长率的确定见表4中的公式,不同尺寸拉伸试样和不同钢级管子的最小伸长率见表5。

表4 拉伸性能要求

1 组别	2 钢级	3 屈服强度				5 抗拉强度		6 最小伸长率 2in(50.80mm) %
		最小		最大		最小		
		psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	
1	E-75	75 000	517	105 000	724	100 000	689	见注
3	X-95	95 000	655	125 000	862	105 000	724	见注
	G-J05	105 000	724	135 000	931	115 000	793	见注
	S-135	135 000	931	165 000	1138	145 000	1000	见注

注：2in(50.8mm)范围内的最小伸长率应由下式确定：

$$e \geq 625\,000 \frac{A^{0.2}}{U^{0.9}}$$

式中：e——标距为 2in(50.80mm)时的最小伸长率，以百分数表示，精确到最近似的0.5%。

A——拉伸试样的横截面积(单位为in²)是以规定外径或试样名义宽度和名义壁厚计算的，数值精确到最近似的0.01in²。A值取计算值与0.75 in²的较小者。

U——规定的抗拉强度(单位为psi)。

不同尺寸和钢级的条形拉伸试样的最小伸长率见表5。两种棒状拉伸试样(直径为0.350in、标距长度为1.4in或直径为0.500in、标距长度为2.00in)的最小伸长率均应为表5中截面积“A”为0.20in²。行所列的伸长率。

表5 伸长率表

下列最小伸长率值由表14中公式计算所得：

1 面积 A in ²	2 拉 伸 试 样			3 2in内的最小伸长率，%			
	4 规定壁厚，in			5 钢 级			
	6 ¾in条形 试 样	7 1in条形 试 样	8 ½in条形 试 样	9 E-75 100 000	10 X-95 105 000	11 G-105 115 000	12 S-135 145 000
≥0.75	≥0.994	≥0.746	≥0.497	18.5	18.0	16.5	13.5
0.74	0.980~0.993	0.735~0.745	0.490~0.496	18.5	18.0	16.5	13.5
0.73	0.967~0.979	0.726~0.734	0.484~0.489	18.5	18.0	16.5	13.5
0.72	0.954~0.966	0.715~0.725	0.477~0.483	18.5	17.5	16.5	13.0
0.71	0.941~0.953	0.706~0.714	0.471~0.476	18.5	17.5	16.5	13.0
0.70	0.927~0.940	0.695~0.705	0.464~0.470	18.5	17.5	16.0	13.0
0.69	0.914~0.926	0.686~0.694	0.457~0.463	18.5	17.5	16.0	13.0
0.68	0.900~0.913	0.675~0.685	0.450~0.456	18.5	17.5	16.0	13.0
0.67	0.887~0.899	0.666~0.674	0.444~0.449	18.0	17.5	16.0	13.0
0.66	0.874~0.886	0.655~0.665	0.437~0.443	18.0	17.5	16.0	13.0
0.65	0.861~0.873	0.646~0.654	0.431~0.436	18.0	17.5	16.0	13.0
0.64	0.847~0.860	0.635~0.645	0.424~0.430	18.0	17.5	16.0	13.0
0.63	0.834~0.846	0.626~0.634	0.417~0.423	18.0	17.0	16.0	13.0

1	2	3	4	5	6	7	8
拉 伸 试 样				2in内的最小伸长率, %			
面积	规定壁厚, in			E-75	X-95	G-105	S-135
A	$\frac{3}{4}$ in条形	1in条形	$\frac{1}{2}$ in条形	规定抗拉强度, psi			
in ²	试 样	试 样	试 样	100 000	105 000	115 000	145 000
0.62	0.820~0.833	0.615~0.625	0.410~0.416	18.0	17.0	16.0	13.0
0.61	0.807~0.819	0.606~0.614	0.404~0.409	18.0	17.0	16.0	13.0
0.60	0.794~0.806	0.595~0.605	0.397~0.403	18.0	17.0	15.5	13.0
0.59	0.781~0.793	0.586~0.594	0.391~0.396	18.0	17.0	15.5	12.5
0.58	0.767~0.780	0.575~0.585	0.384~0.390	17.5	17.0	15.5	12.5
0.57	0.754~0.766	0.566~0.574	0.377~0.383	17.5	17.0	15.5	12.5
0.56	0.740~0.753	0.555~0.565	0.370~0.376	17.5	17.0	15.5	12.5
0.55	0.727~0.739	0.546~0.554	0.364~0.369	17.5	17.0	15.5	12.5
0.54	0.714~0.726	0.535~0.545	0.357~0.363	17.5	16.5	15.5	12.5
0.53	0.701~0.713	0.526~0.534	0.351~0.356	17.5	16.5	15.5	12.5
0.52	0.687~0.700	0.515~0.525	0.344~0.350	17.5	16.5	15.5	12.5
0.51	0.674~0.686	0.506~0.514	0.337~0.343	17.5	16.5	15.0	12.5
0.50	0.660~0.673	0.495~0.505	0.330~0.336	17.0	16.5	15.0	12.5
0.49	0.647~0.659	0.486~0.494	0.324~0.329	17.0	16.5	15.0	12.5
0.48	0.634~0.646	0.475~0.485	0.317~0.323	17.0	16.5	15.0	12.0
0.47	0.621~0.633	0.466~0.474	0.311~0.316	17.0	16.5	15.0	12.0
0.46	0.607~0.620	0.455~0.465	0.304~0.310	17.0	16.0	15.0	12.0
0.45	0.594~0.606	0.446~0.454	0.297~0.303	17.0	16.0	15.0	12.0
0.44	0.580~0.593	0.435~0.445	0.290~0.296	17.0	16.0	15.0	12.0
0.43	0.567~0.579	0.426~0.434	0.284~0.289	16.5	16.0	14.5	12.0
0.42	0.554~0.566	0.415~0.425	0.277~0.283	16.5	16.0	14.0	12.0
0.41	0.541~0.553	0.406~0.414	0.271~0.276	16.5	16.0	14.5	12.0
0.40	0.527~0.540	0.395~0.405	0.264~0.270	16.5	15.5	14.5	12.0
0.39	0.514~0.526	0.386~0.394	0.257~0.263	16.5	15.5	14.5	11.5
0.38	0.500~0.513	0.375~0.385	0.250~0.256	16.5	15.5	14.5	11.5
0.37	0.487~0.499	0.366~0.374	0.244~0.249	16.0	15.5	14.5	11.5
0.36	0.474~0.486	0.355~0.365	0.237~0.243	16.0	15.5	14.0	11.5
0.35	0.461~0.473	0.346~0.354	0.231~0.236	16.0	15.5	14.0	11.5

1	2	3	4	5	6	7	8
拉 伸 试 样				2in内的最小伸长率, %			
面积	规定壁厚, in			E-75	X-95	G-105	S-135
A	$\frac{3}{4}$ in条形	1in条形	$\frac{1}{2}$ in条形	规定抗拉强度, psi			
in ²	试 样	试 样	试 样	100 000	105 000	115 000	145 000
0.34	0.447~0.460	0.335~0.345	0.224~0.230	16.0	15.0	14.0	11.5
0.33	0.434~0.446	0.326~0.334	0.217~0.223	16.0	15.0	14.0	11.5
0.32	0.420~0.433	0.315~0.325	0.210~0.216	15.5	15.0	14.0	11.5
0.31	0.407~0.419	0.306~0.314	0.204~0.209	15.5	15.0	14.0	11.0
0.30	0.394~0.406	0.295~0.305	0.197~0.203	15.5	15.0	13.5	11.0
0.29	0.381~0.393	0.286~0.294	0.191~0.196	15.5	15.0	13.5	11.0
0.28	0.367~0.380	0.275~0.285	0.184~0.190	15.5	14.5	13.5	11.0
0.27	0.354~0.366	0.266~0.274	0.177~0.183	15.0	14.5	13.5	11.0
0.26	0.340~0.353	0.255~0.265	0.170~0.176	15.0	14.5	13.5	11.0
0.25	0.327~0.339	0.246~0.254	0.164~0.169	15.0	14.5	13.0	10.5
0.24	0.314~0.326	0.235~0.245	0.157~0.163	15.0	14.0	13.0	10.5
0.23	0.301~0.313	0.223~0.234	0.151~0.156	14.5	14.0	13.0	10.5
0.22	0.287~0.300	0.215~0.225	0.144~0.150	14.5	14.0	13.0	10.5
0.21	0.274~0.286	0.206~0.214	0.137~0.143	14.5	14.0	13.0	10.5
0.20	0.260~0.273	0.195~0.205	0.130~0.136	14.5	13.5	12.5	10.5
0.19	0.247~0.259	0.186~0.194	0.124~0.129	14.0	13.5	12.5	10.0
0.18	0.234~0.246	0.175~0.185	0.117~0.123	14.0	13.5	12.5	10.0
0.17	0.221~0.233	0.166~0.174	0.111~0.116	14.0	13.5	12.0	10.0
0.16	0.207~0.220	0.155~0.165	0.104~0.110	13.5	13.0	12.0	10.0
0.15	0.194~0.206	0.146~0.154	0.097~0.103	13.5	13.0	12.0	9.50
0.14	0.180~0.193	0.135~0.145	0.091~0.096	13.5	13.0	12.0	9.50

6.2 屈服强度

屈服强度应是使试样在标距长度内产生下列总伸长时所需要的拉伸应力,总伸长由引伸计测得。

钢级	标距长度的总伸长, %
E-75	0.5
X-95	0.5
G-105	0.6
S-135	0.7

6.3 纵向冲击要求

6.3.1 第1组(钢级E)

规定的要求。

6.3.2 第3组(钢级X、G和S)

材料应符合6.4规定的要求。

6.4

除因管子壁厚不足只能取尽可能大的小尺寸试样外，应取10×10mm标准尺寸试样。纵向试样70°F±5°F(21°C±2.8°C)温度下试验的最小吸收能要求见表6。

表6 冲击试验吸收能要求

试样尺寸 mm×mm	夏比冲击V型缺口冲击3个试样为一组	
	平均最低吸收能 ft-lb(J)	单个试样最低吸收能 ft-lb (J)
10×10.0	40 (54)	35 (47)
10×7.5	32 (43)	28 (38)
10×5.0	22 (30)	19 (26)

6.5 替代的低温吸收能要求

经买方和制造厂之间协议，按本规范供货的管子应符合SR20规定的要求。

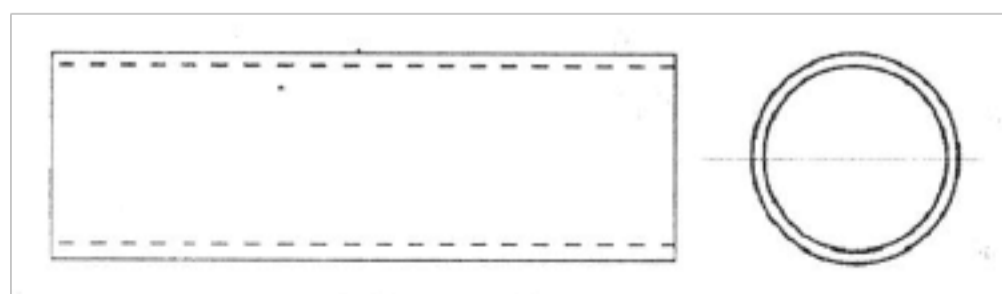
7 试验

7.1 拉伸试验

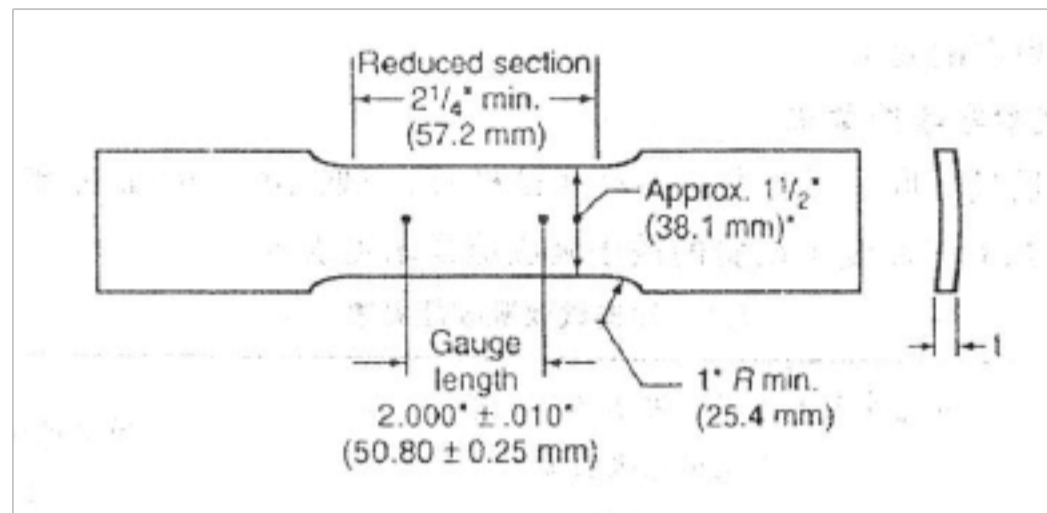
7.1.1 方法 管体的拉伸性能应由纵向试样的拉伸试验确定，试验应按7.1.1和最新版ASTM A370的要求进行。拉伸试验应在室温下进行。试验的应变速率应符合ASTM A370最新版的要求。

7.1.2 设备 拉伸试验机应在试验前的15个月内按照ASTM E4规定的步骤校准过。引伸计应在试验前的15个月内按照ASTM E83规定的步骤校准过。应按1.3节要求保存记录。

7.1.3 试样 拉伸试样由制造厂商选择，可以采用全截面试样、条形试样或棒状试样(如图1所示)。应报告试样的类型和尺寸。棒状试样应取自壁厚中部。条形试样和棒状试样可以在管子圆周上的任意位置由制造厂商选择切取。拉伸试样应从生产线上经最终热处理的管子上切取。若使用适当曲面的试验夹具，或试样端部经机械加工或冷展平能减小卡紧面的曲率，则所有条形试样在标距内的宽度应近似为1½in (38.1mm)；否则，对3□及更小规格的管子，条形试样宽度应近似为¾in (19.0mm)；对4及更大规格的管子，条形试样宽度应近似为1in (25.4mm)。除棒状拉伸试样外，所有试样的壁厚都应代表所试验管子的全壁厚，试样不应压平。当管子尺寸允许时，应采用直径为0.500in (12.7mm)的棒状试样；对其他规格的管子，应采用直径为0.350in (8.75mm)的棒状试样；当管子尺寸小至取不出0.350in (8.75mm)直径的试样时，则不允许采用棒状试样。

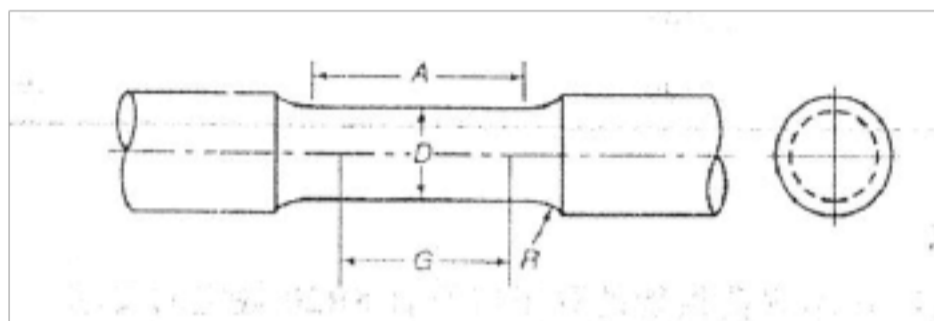


a 全截面试样



*

7.1.3



c 圆棒试样

	0.500in		0.350in直径	
	in	mm	in	Mm
C标距长度	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10	1.400 ±0.005	35.0 ±0.10
D直径	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25	0.350 ±0.007	8.75 ±0.18
R最小圆角半径		10	□	6
A最小减径长度	2□	60	1□	45

图1 拉伸试样

7.1.4 拉伸试验的次数

7.1.4.1 第1组 (E级) 对于5□及更小规格的管子, 应从每批不多于400根的管子中抽一根进行一次拉伸试验; 对于6□及更大规格的管子, 应从每批不多于200根的管子中抽一根进行一次拉伸试验。每批中的所有管子都应接受同样的热处理。对于倍尺长度的无缝管, 从某一特定倍尺长度的管子上切割下来的所有管段都应按一根管子对待。

7.1.4.2 第3组 (X、G和S级) 对5□及更小规格的管子, 应从每批不多于200根的管子中抽一根进行一次拉伸试验; 对于6□及更大规格的管子, 应从每批不多于100根的管子中抽一根进行一次拉伸试验。每批中的所有管子都应接受同样的热处理。对于倍尺长度的无缝管, 从某一特定倍尺长度的管子上切割下来的所有管段都应按一根管子对待。

7.1.5 工厂控制试验 按本规范生产管子的每一炉钢, 制造厂商应做一次控制拉伸试验。此类试验的记录应向买方提供。

7.1.6 复验 如果代表一批管子的一个拉伸试样不符合规定要求, 制造厂商可以从该批中另选三根管子进行复验。若所有复验试样均符合要求, 则除将初验时不合格的那根挑出外, 该批中的所有管子均应判为合格。若有多于一个的初验试样或至少有一个复验试样不符合规定要求, 则制造厂商可选择对该批管子的剩余部分逐根试验, 在这种情况下, 只需测定不合格项目。复验试样的取样方法见7.1.3 由于上述一项或多项判据不合格而拒收的出自同一炉钢

7.1.7 有缺陷试样 任何拉伸试样出现机加工缺陷或裂纹,可将其报废,另换一个试样。当任何一个拉伸试样的伸长率低于规定值时,如果试样断在标距中间三分之一标距长度以外(如试验前在试样上作出的划线标记所示),应允许重作试验。

7.2

化学分析可采用测定化学成分常用方法中的任意一种,如发射光谱法、X射线法、原子吸收法、燃烧法或湿式分析法。所用的校准方法应能在公认的标准中找到。所有化学分析均应按照ASTM A751进行。

7.3 纵向冲击试验

7.3.1 方法

夏比V型缺口冲击试验温度为 $70^{\circ}\text{F} \pm 5^{\circ}\text{F}$ ($21^{\circ}\text{C} \pm 2.8^{\circ}\text{C}$),试验应按最新版本的ASTM A370 和ASTM E23进行。替代的试验温度见SR20。一次试验应包括3个试样,吸收能要求在6.3中规定。

7.3.2 冲击试样

3个试样应平行于管子轴线,径向开槽(见图2)。冲击试样不应从展平的管子上切取。7.3.3 缺陷试样

试样上发现材料缺欠或缺陷时应废弃,不论是断裂前发现还是断裂后发现,可另取一个试样代替它。低于最小吸收能要求的试样不应轻易判为有缺陷试样。

7.3.4 试验频次—第3组(钢级X、G和S)

代表一批管子的3个冲击试样取自一根管子。5"及较小规格管子每200根或更少者为一批, 规格管子每100根或更少者为一批,每一批管子具有同样的热处理状态,从倍尺长度管子上截取的所有管段只当作一根。

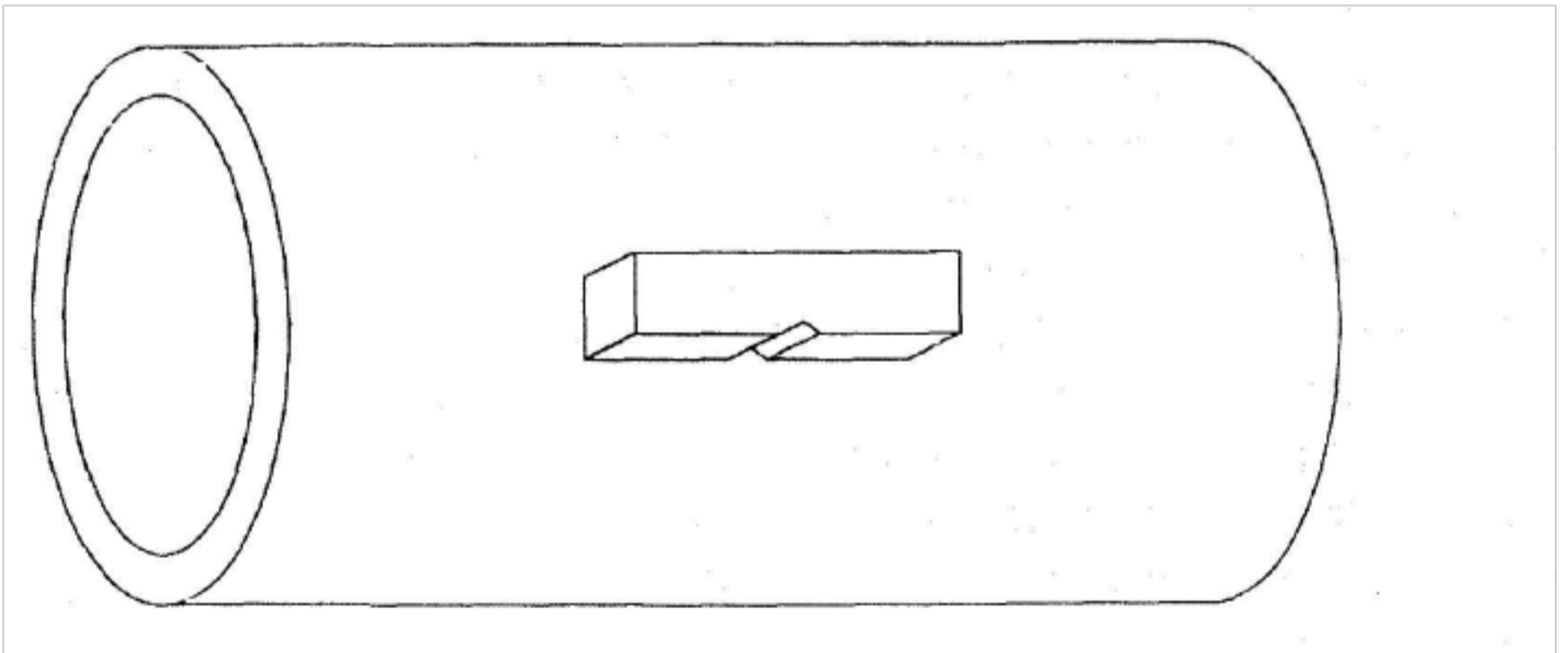


图2 冲击试样取向——纵向试样

7.3.5 冲击复验—所有组

7.3.5.1 如果一组冲击试样没有达到6.3的要求,制造厂可从同一根管子上再取3个试样复验。3个试样都应达到或超过表6规定的平均最低吸收能要求。

7.3.5.2 如果复验达不到7.3.5的要求,应从该批抽取2根管子各取3个试样,如果从这两根管子上取的复验试样都符合表6的规定,则除原来不合格的那根管子之外该批管子应予以验

7.4 尺寸和重量检验

7.4.1 重量检验 每根钻杆都应单独称重。制造厂或加工厂应负责对管子称重以确定是否符合重量容限要求。被称重的管子可以是平端、加厚或不加厚。对于带有整体旋转接头或附加旋转接头的钻杆，应扣除有效接头重量。

7.4.2 壁厚 任何部位的壁厚都不应小于表列壁厚减去表9规定的允许负偏差。壁厚测量应采用机械卡规或者具有相应精度、严格校准的无损测量仪器。如有争议，机械卡规的测量结果为准。机械卡规应装有圆形截面、直径为1/4 in (6.35mm) 的触杆，接触管子内表面的触头应是最大半径为d/4，最小半径为1/8 in的球状触头。接触管子外表面的触头应是平端的，或者是半径不小于1/2in(38.10 mm)的球状触头。

7.4.3 通径试验 所有通径试验均应使用符合8.7节要求的圆柱形通径规。通径规的前缘应是圆滑的，以便易于进入管子。用手动或机动通径方法测量时，通径规应能自由地通过管子。如有争议，应以手动方法为准。通径试验时，管内应无任何异物，且管子应有适当支承以防下垂。钻杆在通径试验前，不应拒收。

7.4.4 长度测量 长度测量应从管子一端测量到另一端，测量包括加厚部分，但不包括钻杆接头。

7.4.5 直度 当需要时，对规格大于和等于4□的管子，应用直尺或拉紧的金属线检查是否平直，偏离直线值或弦高不应超过8.6要求。

8

8.1 尺寸和重量

8.1.1 管子应按订货单上规定的尺寸、壁厚和重量供货(见表7，表8)。所有未规定公差范围的尺寸均是设计的依据，而非产品验收或拒收的尺寸。

表7 对焊钻杆加厚尺寸和重量(第L组。见图3)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
规格	名 ^① 义 重 量	外 径 in	壁 厚 in	内 径 in	计算重量		加厚尺寸 ^{②③} , in						
					平 端 lb/ft	加 ^④ 厚 lb	外 ^⑤ 径 +1/8 -1/32	管 ^⑥ 端 内 径 ±1/16	内 ^⑦ 加 厚 长 度 +1□ -□	内 ^⑧ 锥 面 长 度 min	外 加 厚 长 度 min	外锥面 长 度 min max	管端至加厚 消失处长 度 max
			t	d	W _{PO}	e _w	D _{OU}	d _{OU}	L _{tu}	m _{tu}	L _{cu}	m _{cu}	L _{cu} + m _{cu}
内加厚钻杆													
2	10.40	2.875	0.362	2.151	9.72	3.20	2.875	1 5/16	1□	1□	—	—	—
3□	9.50	3.500	0.254	2.992	8.81	4.40	3.500	2□	1□	—	—	—	—
3□	13.30	3.500	0.368	2.764	12.31	4.40	3.500	1 15/16	1□	1□	—	—	—
3□	15.50	3.500	0.449	2.602	14.63	3.40	3.500	1 15/16	1□	1□	—	—	—
*4	11.85	4.000	0.262	3.476	10.46	4.20	4.000	2 15/16	1□	—	—	—	—
4	14.00	4.000	0.330	3.340	12.93	4.60	4.250	2□	1□	2	—	—	—
*4□	13.75	4.500	0.271	3.958	12.24	5.20	4.750	3□	1□	—	—	—	—
*5	16.25	5.000	0.296	4.408	14.87	6.60	5.000	3□	1□	—	—	—	—
外加厚钻杆													
2□	6.65	2.375	0.280	1.815	6.26	1.80	2.656	1.815	—	—	1□	1□	— 4

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		加厚尺寸 ^{⑥⑦} , in												
规格	名 ^① 义重 量	外 径 in	壁 厚 in	内 径 in	平 端 lb/ft	加 ^④ 厚 lb	外 ^② 径 +1/8 -1/32	管 ^③ 端 内 径 ±1/16	内 ^⑦ 加 厚 长 度 +1□ -□	内 ^⑧ 锥 面 长 度 min	外 加 厚 长 度 min	外锥面 长 度 min	max	管端至加厚 消失处长度 max
2	10.40	2.875	0.362	2.151	9.72	2.40	3.219	2.151	—	—	1□	1□	—	4
3□	9.50	3.500	0.254	2.992	8.81	2.60	3.938	2.992	—	—	1□	1□	—	4
3□	13.30	3.500	0.368	2.764	12.31	4.00	3.938	2.602	2□	2	1□	1□	—	4
3□	15.50	3.500	0.449	2.602	14.63	2.80	3.938	2.602	—	—	1□	1□	—	4
*4	11.85	4.000	0.262	3.476	10.46	5.00	4.500	3.476	—	—	1□	1□	—	4
4	14.00	4.000	0.330	3.340	12.93	5.00	4.563	3.340	—	—	1□	1□	—	4
*4□	13.75	4.500	0.271	3.958	12.24	5.60	5.063	3.958	—	—	1□	1□	—	4
4□	16.60	4.500	0.337	3.826	14.98	5.60	5.063	3.826	—	—	1□	1□	—	4
4□	20.00	4.500	0.430	3.640	18.69	5.60	5.063	3.640	—	—	1□	1□	—	4
内外加厚钻杆														
4□	16.60	4.500	0.337	3.826	14.98	8.10	4.750	3 _{5/32}	2□	2	1□	1	1□	—
4□	20.00	4.500	0.430	3.640	18.69	8.60	4.781	3	2□	2	1□	1	1□	—
5	19.50	5.000	0.362	4.276	17.93	8.60	5.188	3 _{11/16}	2□	2	1□	1	1□	—
5	25.60	5.000	0.500	4.000	24.03	7.80	5.188	3 _{7/16}	2□	2	1□	1	1□	—
5□	21.90	5.500	0.361	4.778	19.81	10.60	5.750	4	2□	2	1□	1	1□	—
5□	24.70	5.500	0.415	4.670	22.54	9.00	5.750	4	2□	2	1□	1	1□	—
6□	25.20	6.625	0.330	5.965	22.19	25.87	7.000	5.315	4□	2	3	—	—	5□
6□	27.70	6.625	0.362	5.901	24.21	24.00	7.000	5.315	4□	2	3	—	—	5□

- ① 管子规格和名义重量（第1栏）供订货时鉴别用。
- ② 内加厚钻杆加厚部分的外径(D_{OU})公差应为+1/8, -0in, 在此公差范围内允许存在少许外加厚。
- ③ 内加厚及内外加厚钻杆的最大内径锥度为1/4in/ft。
- ④ 因端部加工而增减的重量, 见8.4。
- ⑤ 规定的加厚尺寸不一定与成品焊接配件的内孔和外径尺寸一致。加厚尺寸的选择应适应于各种内孔的钻杆接头, 在组合件最终加工后焊接区应保证有足够的横截面积。
- ⑥ 经买方与制造厂协商, E级钻杆的加厚长度可与第3组所列的更高钢级一样。
- ⑦ 3_{1/2}in×13.3lb/ft外加厚钻杆有少许内加厚, 图3来说明。
- ⑧ 6□规格管子的L_{iu}公差+2, -1/2in。
- * 这些尺寸和重量是试用的。

8 对焊钻杆加厚尺寸和重量（第3组, 见图4）

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		计算重量						加厚尺寸 ^⑥ , in					
管子规格	名 ^① 义重 量	外 径 in	壁 厚 in	内 径 in	平 端 lb/ft	加 ^④ 厚 lb	外 ^② 径 +1/8 -1/32	管端 ^③ 内径 ±1/16	内加 厚长 度 ^⑥ +1□ -□	内加 厚锥 面长 度 min	外加 厚长 度 min	管端至 外加厚 消失处 长度 max	
													D
内加厚钻杆													
2□	10.40	2.879	0.362	2.151	9.72	5.40	2.875	1 _{5/16}	3□	—	—	—	—

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	加厚尺寸 ^⑤ , in											
管子规格	名 ^① 义重 量	外 径 in	壁 厚 in	内 径 in	平 端 W _{PO} lb/ft	加 ^④ 厚 lb	外 ^② 径 +1/8 -1/32 D _{OU}	管端 ^③ 内径 ±1/16 d _{ou}	内加 厚长 度 ^⑥ +1□ -□ L _{iu}	内加 厚锥 面长 度 min m _{iu}	外加 厚长 度 min L _{cu}	管端至 外加厚 消失处 长度 max L _{cu} +m _{ou}
3□	13.30	3.500	0.368	2.764	12.31	7.40	3.500	1 _{15/16}	3□	—	—	—
4	14.00	4.000	0.330	3.340	12.93	8.80	4.250	2	3□	—	—	—
5	16.25	5.000	0.296	4.408	14.87	13.60	5.000	3 _{9/16}	3□	—	—	—
外加厚钻杆												
2□	6.65	2.375	0.280	1.815	6.26	4.60	2.656	1 _{9/16}	4□	—	3	5□
2□	10.40	2.875	0.362	2.151	9.72	6.20	3.250	1 _{15/16}	4□	—	3	5□
3□	13.30	3.500	0.368	2.764	12.31	10.20	4.000	2□	4□	—	3	5□
3□	15.50	3.500	0.449	2.602	14.63	8.20	4.000	2□	4□	—	3	5□
4	14.00	4.000	0.330	3.340	12.93	14.40	4.625	3 _{1/16}	4□	—	3	5□
4□	16.60	4.500	0.337	3.826	14.98	17.20	5.188	3 _{9/16}	4□	—	3	5□
4□	20.00	4.500	0.430	3.640	18.69	16.00	5.188	3 _{7/16}	4□	—	3	5□
5	19.50	5.000	0.362	4.276	17.93	21.60	5.750	3 _{15/16}	4□	—	3	5□
5	25.60	5.000	0.500	4.000	24.03	21.20	5.875	3 _{13/16}	4□	—	3	5□
内外加厚钻杆												
3□	15.50	3.500	0.449	2.602	14.63	11.00	3.781	1 _{15/16}	4□	—	3	5□
4□	16.60	4.500	0.337	3.826	14.98	8.70	4.750	2□	2□	3	1□	3
4□	20.00	4.500	0.430	3.640	18.69	17.60	4.781	2 _{13/16}	4□	3	3	5□
5	19.50	5.000	0.362	4.276	17.93	16.80	5.188	3 _{9/16}	4□	3	3	5□
5	25.60	5.000	0.500	4.000	24.03	15.40	5.188	3 _{5/16}	4□	3	3	5□
5□	21.90	5.500	0.361	4.778	19.81	21.00	5.750	3 _{13/16}	4□	3	3	5□
5□	24.70	5.500	0.415	4.670	22.54	18.40	5.750	3 _{13/16}	4□	3	3	5□
6□	25.20	6.625	0.330	5.965	22.19	25.87	7.000	5.315	4□	3	3	5□
6□	27.70	6.625	0.362	5.901	24.21	24.00	7.000	5.315	4□	3	3	5□

① 管子规格和名义重量（第1栏）供订货时鉴别用。

② 内加厚钻杆加厚部分的外径(D_{OU})公差应为+1/8, -0in, 在此公差范围内允许存在少许外加厚。

③ 内加厚及内外加厚钻杆的最大内径锥度为1/4in/ft。

④ 因端部加工而增减的重量, 见8.4

⑤ 规定的加厚尺寸不一定与成品焊接配件的内孔和外径尺寸一致。加厚尺寸的选择应适应于各种内孔的钻杆接头, 在组合件最终加工后焊接区应保证有足够的横截面积。

⑥ 经买方与制造厂协商, E级钻杆的加厚长度可与第3组所列的更高钢级一样。

⑦ 3¹/₂in×13.3lb/ft外加厚钻杆有少许内加厚, 图3来说明。

⑧ 6□规格管子的Liu公差+2, -1/2in。

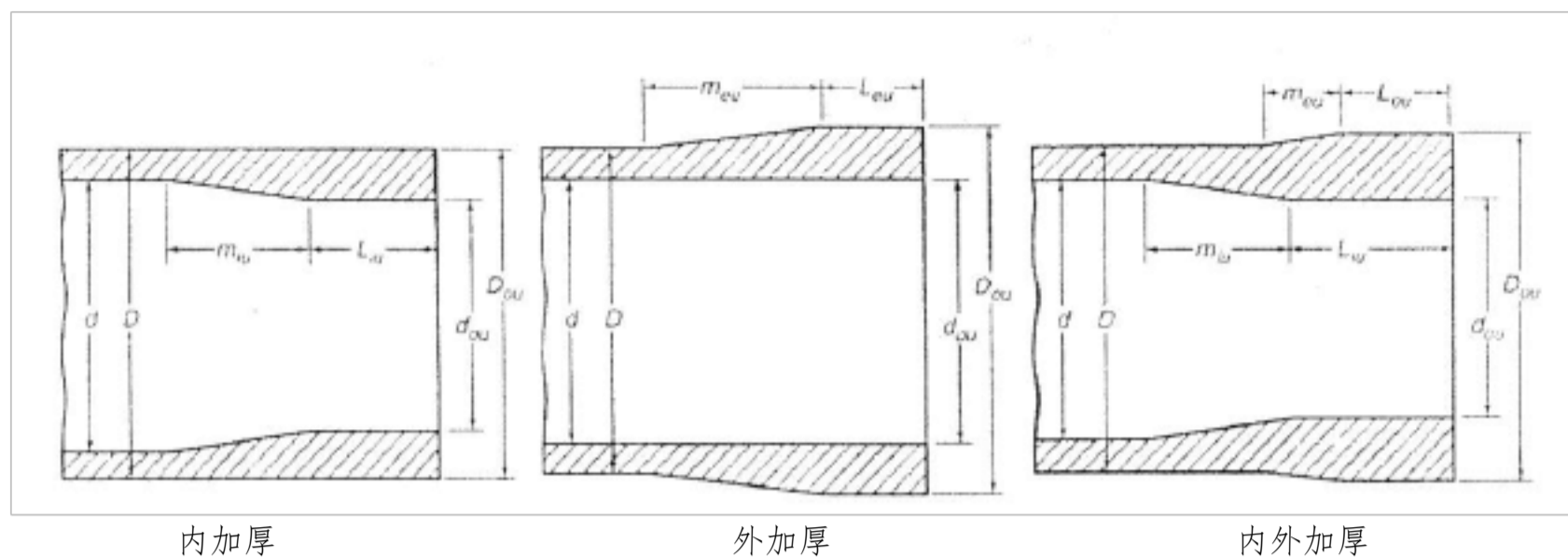


图3 对焊钻杆加厚（第1组）

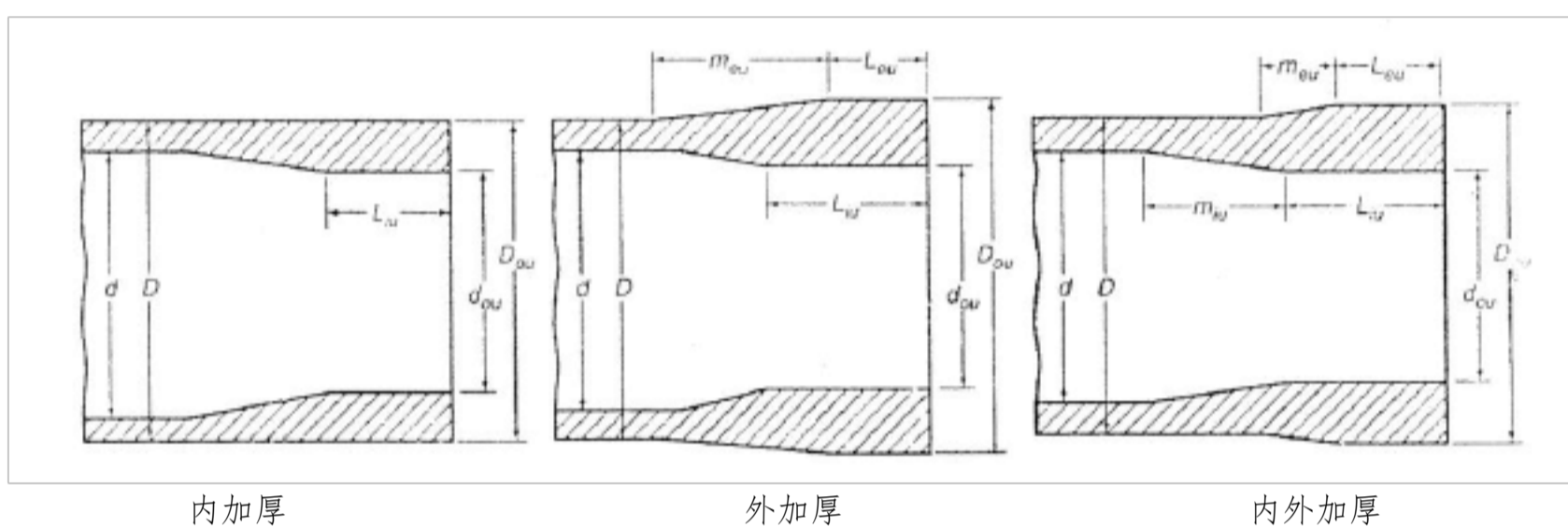


图4 对焊钻杆加厚

8.1.2 所有用来进行验收/拒收测量的仪器至少每班检查一次精度。直尺、测长圈尺和其他不可调测量工具应外观检查标记清晰度和固定参考点的磨损情况。这些量具的核查程序应文件化。可调量具和不可调量具制造厂应文件化规定。

8.1.3 如果本规范要求校准或检查的测量设备发生异常情况，精度可能有问题，使用之前应重新校准或重新检查。

8.2 直径

外径应在表9规定的公差范围之内（内径由外径公差和重量容限控制）。

8.3 壁厚

每根管子都应测量壁厚是否符合要求。任何部位的壁厚都不应小于表列壁厚减去表9规定的允许公差。

8.4 重量

每根钻杆都应单独称重。对订货单上规定端部加工形式的钻杆，按7.4叙述的方法确定的重量应符合规定的计量重量(或修正计算重量)，重量容限应符合表9的规定。

计算重量应按下式确定：

$$W_L = (W_{pe} \times L) + e_w$$

式中：\$W_L\$—长度为\$L\$的单根管子的计算重量，lb(kg)；

\$W_{pe}\$——平端管重量，lb/ft(kg/m)；

\$L\$——包括端部加工的管子长度，按8.5规定，ft(m)；

\$e_w\$——由于端部加工而引起增加或减少的重量，lb(kg)，对平端（不加厚）钻杆而言，\$e_w\$为零。

8.5 长度

根据订货单的规定，供货的管子应符合表9的长度范围规定。长度单位应为英尺和十分之几英尺，测长装置的精度至少应100ft（30m）±0.1ft（0.03m）。

8.6 直度

所有4□及更大规格的钻杆都应按7.4. 规定进行直度测量。偏离直线值或弦高不得超出以下规定：

- a. 从管子一端测量到另一端的总长度的0.2%；
- b. 在每端5ft范围内，不得超出0.125in。

偏离测量不得在加厚面上或加厚过渡区处进行。

表9 尺寸公差和重量容限
米制表见附录A

<p>外径D:</p> <p>≤4.....公差为±0.031in</p> <p>≥4 □.....公差为+1.00% -0.50%</p> <p>下述公差适用于紧接加厚部分后面约5in长（≤5□规格）或约等于外径尺寸（>5□规格）的钻杆管体外径。测量应用卡钳或卡规。</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">管子规格</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Mou后面 in</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2. 375~3. 500</td> <td style="text-align: center;">+3/32</td> <td style="text-align: center;">-1/32</td> </tr> <tr> <td>4. 000~5. 000</td> <td style="text-align: center;">+7/64</td> <td style="text-align: center;">-0.75%D</td> </tr> <tr> <td>5. 500~6. 625</td> <td style="text-align: center;">+1/8</td> <td style="text-align: center;">-0.75%D</td> </tr> </tbody> </table> <p>壁厚t.....-12.5%</p> <p>重量:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+6.5%</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-3.5%</td> </tr> </table>	管子规格	Mou后面 in		2. 375~3. 500	+3/32	-1/32	4. 000~5. 000	+7/64	-0.75%D	5. 500~6. 625	+1/8	-0.75%D	+6.5%	-3.5%	<p>车载量40000lb或更多.....-1.75%</p> <p>车载量少于40000lb.....-3.5%</p> <p>订货量40000lb.....-1.75%</p> <p>订货量少于40000lb.....-3.5%</p> <p>内径d: 由外径公差和重量容限控制</p> <p>加厚尺寸: 加厚尺寸公差见表7和表8</p> <p>偏心度:</p> <p>外径: 用座架（见图5）在距离加厚末端5~6in范围内测量的最大偏心度不应超过0.093in（总读数）</p> <p>内径: 加厚内孔直对于钻杆外表面的最大偏心度不应大于1/16in（总读数为1/8in）</p> <p>圆度: 用千分表在加厚外径上测得的最大圆度不应超过0.093in</p>
管子规格	Mou后面 in														
2. 375~3. 500	+3/32	-1/32													
4. 000~5. 000	+7/64	-0.75%D													
5. 500~6. 625	+1/8	-0.75%D													
+6.5%															
-3.5%															

范围:	1	2	3
长度范围（所有长度均以英尺为单位）	_____	_____	_____
总长度范围:	18~22	27~30	38~45
* 大于或等于95% 车载量的长度范围:			
最大允许变化量.....	2	—	—
最小允许长度.....	20	—	—
* 大于或等于90% 车载量的长度范围:			
最大允许变化量.....	—	2	3
最小允许长度.....	—	27	38

* 车载量容限不适用于订货量小于40000lb的情况。对于一整车管子从工厂发出的，未经转运或卸下，直的地40000lb或更多管子，车载量容限应适用于每一车辆。对任一40000lb或更多的订货，用火车从工厂发货，但不能直接到达最终目的地时，车载量容限适用于总订货量，不适用于单个车皮。

8.7 通径要求

除规格3□、13.30的钻杆之外，所有外加厚钻杆都应用一根长为4 in(102 mm)、直径为d-3/16 in（4.76 mm）（小于表列钻杆直径d）的通径规在整个加厚端部进行通径检验。

8.8 缺欠和缺陷

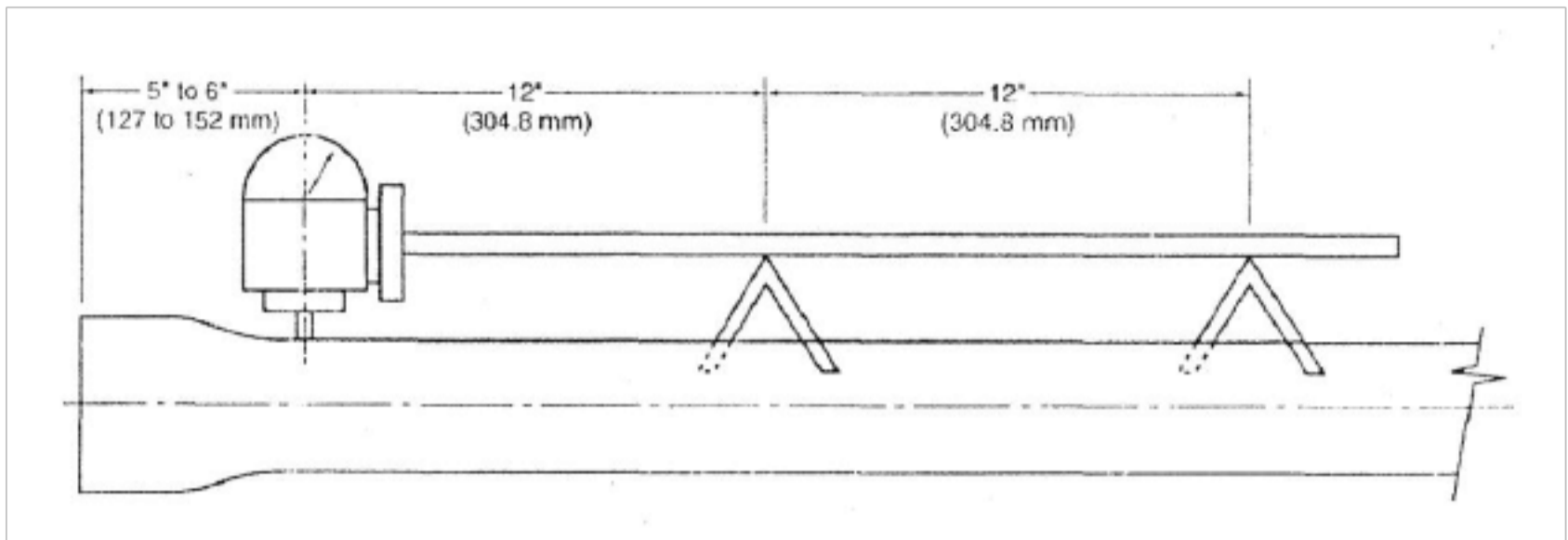


图5 测量钻杆偏心鞍形量规

缺欠是用本规范提出的方法能检测出来的产品上的不连续处或不规则处。当缺欠的尺寸足够大，按本规范的规定可作为拒收依据时，则为缺陷。所有管子不应有下列缺陷。

8.8.1 管体表面开口缺陷

内外表面上任何方向的下列缺欠都应视为缺陷：

- a. 对于钢级E75、X95、G105钻杆，径向深度大于规定壁厚12.5%的线性缺欠；对于S135钻杆，径向深度大于规定壁厚5%的线性缺欠；
- b. 缺欠上方或下方的壁厚小于规定壁厚的87.5%的线性或非线性缺欠。

注：线性缺欠包括但不限于裂纹、发纹、压痕、切口、凿槽和折皱。非线性缺欠包括但不限于麻坑、圆底模印。

8.8.2 加厚表面开口缺陷

内外表面上任何方向、深度大于表10所列尺寸的任何缺欠都应视为缺陷。所有内加厚轮廓上不应有尖角或截面突变，以免挂住90°的钩形工具。

表10 钻杆加厚处缺欠最大允许深度
(从表面测量)

表面	深度	备注
1. 从下面2和3规定的平面到整个加厚段	12.5	对所有钢级，非线性缺欠占规定管体壁厚的百分比。
	12.5%	E75钻杆线性缺欠深度占规定管体壁厚的百分比
	5%	对X-95、G105和S135钻杆、线性缺欠深度占规定管体壁厚的百分比。
2. 从管端面到距管端面长度等于规定最小尺寸 L_{cu} （图3和图4）平面的外加厚表面上，最大允许缺欠深度应使剩余尺寸 D_{ou} 符合规定要求。		
3. 从管端面到距管端面长度等于规定最小尺寸 L_{iu} （图3和图4）平面的内加厚表面上，最大允许缺欠深度应使剩余尺寸 d_{ou} 符合规定要求。		
4. 加厚锥面部分的最小壁厚以及该部位内外缺欠的最大综合影响不应使其小于管子规定壁厚的87.5%。		
5. 外表面折皱检验按上述1规定公差。		

8.8.3 折皱

折皱是由于锻造温度的影Ⅱ向在加厚端表面出现皱皮。外表面上受影响的表面有：

- 1) 对外加厚和内外加厚，该区域是加厚（ L_{cu} ）、锥部（ m_{cu} ）和靠近管体处；
- 2) 对于内加厚，该区域是加厚（ L_{iu} ）和锥部（ m_{iu} ）的上方，以及靠近管体处。

8.8.4 淬火裂纹

用本规范规定方法能检测出来的淬火裂纹应视为缺陷。

注：钢中淬火裂纹是奥氏体向马氏体转变过程(同时伴有体积增大)中产生的应力造成的。

9 管端

9.1 总则

钻杆应带加厚端供货，加厚端用以焊接钻杆接头。但当买方和制造厂或加工厂另有协议时，则可不带加厚。此时，除管端加工和计算重量外，本规范的所有规定都应执行。所有管子端部的内外边缘不应有毛刺。

注：对平端或本规范未规定的管端，其管体符合本规范规定的管子，应按第11章要求进行标记。

10 检验

10.1 总则

10.1.1 引言

本章明确按本规范生产管子的无损检验(包括外观检验)的要求和处置方式。

10.1.2 买方检验

当订单上有规定时，应按附录C规定进行。

10.2 检验要求

制造厂应采用表11要求的方法按10.6检验管体，也可以采用能够证明具有检测8.8所列缺陷能力的其他方法检验。设备的位置由制造厂决定，但无损检验(不包括外观检验和壁厚检查，见10.4)应安排在所有热处理及旋转矫直之后进行。

10.3 管子检验范围

10.3.1 管体

所有要求无损检验(不包括外观检验)的管子应检验其全长(一端到另一端)内外表面缺陷。

10.3.2 端部

当采用自动超声或电磁检验系统(设备、程序和人员的组合)用来完成10.3的检验时，自动检验系统未能覆盖的端部应采用磁粉或其他有能力检验8.8规定缺陷的方法进行检验。端部检验应在最终热处理和旋转矫直之后进行，但只需进行一次。各种方法的组合应能检验100%的内外表面。

10.3.3 加厚部位

各钢级上镢粗处(包括加厚过渡部位)应采用10.6所列方法中的一种检验内外表面的横向缺陷，检验应在热处理和旋转矫直之后进行。

10.4 管体壁厚检查

所有要求按表11进行电磁或超声检验的钻杆应沿管子全长螺旋式或纵向间隔式检查壁厚，自动检验系统不能覆盖的端部除外。检查的地点和程序由制造厂决定。

10.5 外观检验

10.5.1 管体的外观检验(不包括管端)

每根管子都要外观检验整个外表面上的缺陷。

10.5.2 管端的外观检验

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/977131042061006025>