



中华人民共和国国家标准

GB/T 40316—2021

汽车结构用高强度异型及圆形焊接钢管

Welded high strength shaped and round steel tubes for automobile structure

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类及代号 2

5 订货内容 2

6 尺寸、外形、重量及允许偏差 3

7 技术要求 6

8 试验方法 9

9 检验规则..... 10

10 包装、标志和质量证明书..... 10

附录 A（资料性） 异型钢管截面图 11

附录 B（规范性） 异型钢管扭转值测定方法 12

附录 C（规范性） 异型钢管压扁试验方法 13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：张家港华程机车精密制管有限公司、唐山京华制管有限公司、安徽江淮扬天汽车股份有限公司、浙江金晟汽车零部件股份有限公司、徐州光环钢管(集团)有限公司、江苏立万精密制管有限公司、江苏宏亿钢管有限公司、中通客车控股股份有限公司、常州市昊天管道成套有限公司、江苏华程工业制管股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：韩波、周金苗、温朝江、刘杰、周永明、朱继彦、倪志红、倪宋、张东、彭俊杰、闫海波、夏启龙、郭平勇、吴远柱、余佳恒、陈奇、吴广宇、李奇。

汽车结构用高强度异型及圆形焊接钢管

1 范围

本文件规定了汽车结构用高强度异型及圆形焊接钢管的分类及代号、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于汽车结构用高强度异型及圆形焊接钢管(以下简称钢管)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法

GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量

GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法姜黄素直接光度法测定硼含量

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 244 金属材料 管 弯曲试验方法

GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 5777—2019 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测

GB/T 6726 汽车用冷弯型钢尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 7735—2016 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测

GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法

GB/T 12606—2016 无缝和焊接(埋弧焊除外)铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏磁检测

- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
GB/T 30062 钢管术语

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类及代号

4.1 钢级命名方法

钢级按规定最小上屈服强度数值命名,分为 355、380、420、460、500、550、600、650、700。

4.2 钢管精度等级分类及代号

4.2.1 钢管按外径(边长)精度等级分类及代号如下:

- a) 普通级 PD(P A/B).a;
- b) 较高级 PD(P A/B).b;
- c) 高级 PD(P A/B).c。

4.2.2 钢管按壁厚精度等级分类及代号如下:

- a) 普通级 PT.a;
- b) 高级 PT.c。

4.2.3 钢管按弯曲度精度等级分类及代号如下:

- a) 普通级 PS.a;
- b) 较高级 PS.b;
- c) 高级 PS.c。

4.2.4 钢管按边凹凸度精度等级分类及代号如下:

- a) 普通级 PF.a;
- b) 高级 PF.c。

5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括下列内容:

- a) 本文件编号;
- b) 产品名称;
- c) 钢的牌号(供需双方按钢级协商确定的牌号);
- d) 尺寸规格(异型钢管为边长×边长×壁厚,圆形钢管为公称外径×公称壁厚,单位为毫米);
- e) 订购的数量(总重量或总长度);
- f) 特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 尺寸及允许偏差

6.1.1 异型钢管的截面示意图参见附录 A,边长(A 、 B)和壁厚(t)应符合 GB/T 6726 的规定。经供需双方协商,可供应 GB/T 6726 规定以外尺寸的钢管。

6.1.2 圆形钢管的公称外径(D)和公称壁厚(t)应符合 GB/T 21835 的规定。经供需双方协商,可供应 GB/T 21835 规定以外尺寸的钢管。

6.1.3 钢管的边长或外径允许偏差应分别符合表 1 和表 2 的规定。当合同中未注明允许偏差级别时,边长或外径的允许偏差应符合普通级的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1、表 2 规定以外允许偏差的钢管。

表 1 异型钢管的边长允许偏差 单位为毫米

边长(A 、 B)	允许偏差		
	普通级(PA/B.a)	较高级(PA/B.b)	高级(PA/B.c)
≤ 30	± 0.25	± 0.2	± 0.15
$> 30 \sim 50$	± 0.35	± 0.3	± 0.25
$> 50 \sim 75$	± 0.45	± 0.4	± 0.35
> 75	$\pm 0.8\%A, \pm 0.8\%B$	$\pm 0.7\%A, \pm 0.7\%B$	$\pm 0.6\%A, \pm 0.6\%B$

表 2 圆形钢管的外径允许偏差 单位为毫米

外径 D	允许偏差		
	普通级(PD.a)	较高级(PD.b)	高级(PD.c)
≤ 30	± 0.2	± 0.15	± 0.1
$> 30 \sim 50$	± 0.3	± 0.25	± 0.2
$> 50 \sim 75$	± 0.4	± 0.35	± 0.3
> 75	$\pm 0.8\%D$	$\pm 0.7\%D$	$\pm 0.6\%D$

6.1.4 钢管的壁厚允许偏差应符合表 3 的规定。当合同中未注明允许偏差等级时,壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 3 规定以外壁厚允许偏差的钢管。圆角及焊缝区域壁厚偏差不做要求。

表 3 钢管的壁厚允许偏差 单位为毫米

精度级别	普通级(PT.a)	高级(PT.c)
允许偏差	$\pm 7.5\%t$	$\pm 5.0\%t$

6.2 长度

6.2.1 通常长度

钢管的通常长度为 6 000 mm~12 000 mm。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可

供应规定以外长度的钢管。

6.2.2 定尺长度和倍尺长度

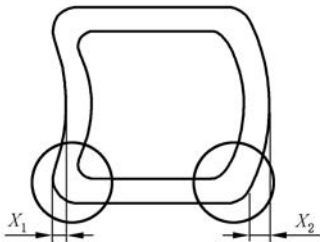
根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内。定尺长度允许偏差为 $+^{10}_0$ mm;每个倍尺长度应留 5 mm~10 mm 的切口余量。

6.3 异型钢管的外形

6 3 1 异型钢管的边凹凸度应符合表 4 的规定,示意图见图 1;外圆角半径应符合表 5 的规定,示意图见图 2。当合同中未注明边凹凸度精度等级时,边凹凸度应符合普通级的规定。

表 4 异型钢管的边凹凸度 单位为毫米

边长(A、B)	边凹凸度(X ₁ 、X ₂)	
	普通级(PF.a)	高级(PF.c)
	不大于	
≤30	0.20	0.10
>30~50	0.30	0.15
>50~75	0.8% A、0.8% B	0.5% A、0.5% B
>75	0.9% A、0.9% B	0.6% A、0.6% B



标引序号说明:
X₁、X₂——边凹凸度。

图 1 异型钢管的边凹凸度

表 5 异型钢管的外圆角半径

钢级	外圆角半径 R		
	mm		
	$t \leq 2.0 \text{ mm}$	$2.0 \text{ mm} < t \leq 4.0 \text{ mm}$	$4.0 \text{ mm} < t \leq 8.0 \text{ mm}$
≤460	$2t \sim 3t$		$3t \sim 4t$
>460~600	$2.5t \sim 3.5t$		$3.5t \sim 4.5t$
>600	供需双方协商		

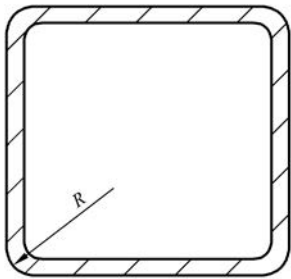


图 2 异形钢管的外圆角半径

6.3.2 异形钢管的扭转值应符合表 6 的规定,扭转值示意图按附录 B。

表 6 异形钢管的扭转值

边长(A、B) mm	扭转值 V mm/m
≤30	≤1.0
>30~75	≤1.5
>75	≤2.0

6.3.3 异形钢管相邻两边垂直度 θ 应为 $(90\pm1.5)^\circ$,边垂直度示意图见图 3。

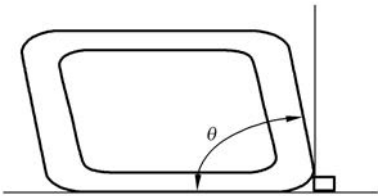


图 3 钢管的边垂直度

6.4 弯曲度

钢管弯曲度应符合表 7 的规定。如合同中未注明弯曲度精度等级,弯曲度应符合普通级的规定。

表 7 钢管的弯曲度

精度等级	每米弯曲度 mm/m	全长(L)弯曲度 mm
普通级(PS.a)	≤1.5	≤0.2%L
较高级(PS.b)	≤1.0	≤0.15%L
高级(PS.c)	≤0.5	≤0.1%L

6.5 不圆度

圆形钢管的不圆度应不超过外径公差的 80%。

6.6 钢管端面

钢管的两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。

6.7 重量

6.7.1 交货重量

钢管按实际重量交货。合同中注明,钢管亦可按理论重量交货。

6.7.2 理论重量的计算

钢的密度按 7.85 kg/dm³,圆形钢管单位长度理论重量的计算应符合 GB/T 21835 的规定,异型钢管单位长度理论重量应符合 GB/T 6726 的规定。

6.7.3 重量允许偏差

交货钢管实际重量与理论重量的允许偏差为±5%。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可规定其他重量允许偏差。

7 技术要求

7.1 钢的牌号和化学成分

7.1.1 钢的钢级和化学成分(熔炼分析)应符合表 8 的规定,供需双方订货时按钢级协商确定具体钢的牌号。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他强度等级和/或化学成分的钢管。

7.1.2 成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

表 8 钢的强度等级及化学成分

钢级	化学成分(质量分数)										
	%										
	C	Si	Mn	P	S	Nb ^a	V ^a	Ti ^a	Mo	B	Al _t ^b
	不大于										不小于
355	0.12	0.50	1.50	0.025	0.015	0.09	0.20	0.15	—	—	0.015
380											
420											
460											
500											
550											
600											
650		0.60	2.00					0.22	0.50	0.005	
700			2.10								
^a 钢中应添加 Nb、V、Ti 中一种或几种细化晶粒元素,但三种元素之和应不超过 0.22%。											
^b 当检验酸溶铝时,其含量应不小于 0.010%。											

7.2 制造方法

钢管应采用热轧钢带或冷轧钢带以高频电阻焊接方法制造。需方指定某一种轧制状态的原材料时,应在合同中注明。

7.3 交货状态

钢管以焊接状态交货。根据需方需求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管也可以焊缝热处理状态交货。

性能

7.4.1 母材拉伸

7.4.1.1 钢管母材纵向拉伸力学性能应符合表 9 的规定。

表 9 钢管的力学性能

钢的强度等级	上屈服强度 R_{eH}^a /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A /%
	不小于		
355	355	430	20
380	380	450	19
420	420	480	17
460	460	520	15
500	500	550	13
550	550	600	13
600	600	650	13
650	650	700	13
700	700	750	13
^a 当屈服现象不明显时,可测定 $R_{p0.2}$ 代替 R_{eH} 。			

7.4.1.2 对于外径不大于 60.3 mm 的圆形钢管,可截取全截面试样,其断后伸长率仅供参考,不作交货条件。

7.4.2 冲击

根据需方需求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行夏比 V 型缺口冲击试验,其试验温度和冲击吸收能量要求值由供需双方协商确定。

7.5 非金属夹杂物

钢管应做非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中的 A 法评级,A 类、B 类、C 类、D 类夹杂物的细系级别和粗系级别应符合表 10 的规定。

表 10 非金属夹杂物

非金属夹杂物类型	合格级别 不大于	
	细系	粗系
A	2.0	2.0
B	2.0	2.0
C	1.5	1.5
D	1.5	1.5

7.6 工艺性能

7.6.1 压扁

7.6.1.1 圆形钢管应进行压扁试验。压扁试样的长度应不小于 63.5 mm,两个试样的焊缝应分别位于与施力方向成 90°和 0°位置,试样应压至两平板间距离为钢管外径的 2/3。试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

7.6.1.2 异型钢管应进行压扁试验。压扁试样的长度应不小于 63.5 mm,试验方法应符合附录 C 的规定。试样压至两平板间距离为垂直高度(C)或对角线高度(D)的 2/3。试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

7.6.2 弯曲

外径不大于 60.3 mm 的圆形钢管,可用弯曲试验代替压扁试验。弯曲试验时不应带填充物,弯心(弯模)半径为钢管外径的 6 倍,弯曲角度为 90°,焊缝位于弯曲最大拉伸变形处。试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

7.6.3 扩口

根据需方需求,经供需双方协商,并在合同中注明,圆形钢管可进行扩口试验。扩口试验的顶心锥度为 30°、45°或 60°中的一种,试样外径的扩口率应为 6%。试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

7.7 无损检测

7.7.1 圆形钢管应按以下方法中的一种方法进行无损检测:

- a) 按 GB/T 5777—2019 的规定进行超声检测,验收等级为 U4;
- b) 按 GB/T 7735—2016 的规定进行涡流检测,验收等级为 E4H 或 E4。

7.7.2 根据需方需求,经供需双方协商,并在合同中注明,异型钢管可进行漏磁检测。漏磁检测时,验收等级应符合 GB/T 12606—2016 中 F4 的规定。

7.8 表面质量

7.8.1 表面缺陷

钢管的内外表面不应有目视可见的裂缝、结疤、折叠、分层、搭焊等缺陷存在。这些缺欠应完全清除,清除深度应不超过壁厚的下偏差,清除处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值。

7.8.2 焊缝

- 7.8.2.1 钢管外焊缝毛刺应清除平整。
- 7.8.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,外径大于 25 mm 的圆形钢管或周长大于 100 mm 的异型钢管可清除内毛刺交货。
- 7.8.2.3 钢管清除内毛刺交货时,其内焊缝余高应符合表 11 的规定,且内焊缝清除后钢管剩余壁厚应不小于壁厚允许的最小值。当需方未在合同中注明钢管内焊缝余高精度等级时,内焊缝余高应符合普通级的规定。

表 11 内焊缝余高 单位为毫米

精度等级	普通级	高级
内焊缝余高	+0.4 -0.1	+0.2 -0.05

8 试验方法

- 8.1 钢管化学成分分析的取样应遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223.9、GB/T 223.17、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.76、GB/T 223.78、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 20125 的规定。
- 8.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。钢管外径测量应距管端至少 50 mm。扭转值的测量方法应符合附录 B 的规定。
- 8.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查,焊缝余高应采用符合精度要求的量具测量。
- 8.4 钢管其他检验项目的试验方法和取样方法应符合表 12 的规定。

表 12 钢管检验项目的取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法	
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	8.1	
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1	
3	冲击	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229	
4	非金属夹杂物	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 10561—2005	GB/T 10561—2005	
5	压扁	每批在一根钢管上取 2 个试样	GB/T 246	圆形	GB/T 246
				异型	附录 C
6	弯曲	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 244	GB/T 244	
7	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242	
8	超声	逐根	—	GB/T 5777—2019	
9	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016	
10	漏磁	逐根	—	GB/T 12606—2016	

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

9.2 组批规则

9.2.1 钢管应按组进行检查和验收。

9.2.2 每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成。每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a) 圆形钢管:每个班次生产的钢管;
- b) 异型钢管:
 - 周长不大于 400 mm,200 根;
 - 周长大于 400 mm,100 根。

9.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 12 的规定。

9.4 复验和判定规则

钢管的复验和判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

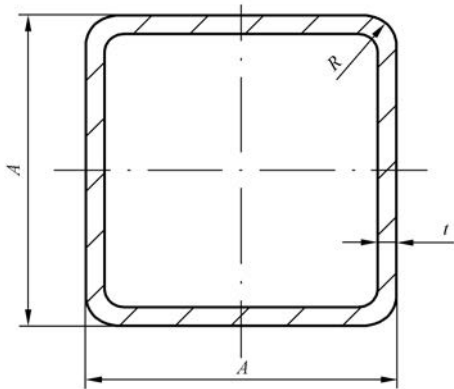
10 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附录 A
(资料性)
异型钢管截面图

A.1 方形钢管截面示意图见图 A.1。

单位为毫米

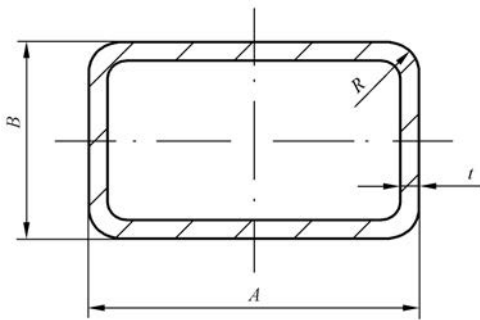


标引序号说明：
 A —— 边长；
 t —— 壁厚；
 R —— 外圆弧半径。

图 A.1 方形钢管截面示意图

A.2 矩形钢管截面示意图见图 A.2。

单位为毫米



标引序号说明：
 A —— 长边；
 B —— 短边；
 t —— 壁厚；
 R —— 外圆弧半径。

图 A.2 矩形钢管截面示意图

附 录 B
(规范性)
异型钢管扭转值测定方法

B.1 扭转值

由于制造原因钢管绕其纵轴旋转成螺旋状并产生扭转角,其每单位长度所对应的偏离距离最大值称为扭转值 单位为毫米每米(mm/m)。

B.2 原理

钢管如果出现扭转,在单位长度内,其侧面产生一端点偏离其另外三端点所构成的平面,此偏离距离为扭转值。

B.3 测量程序

取两块边长大于被测钢管边长的钢板,在标准平板上,使其平行间距为 1 m 并固定,作为测量钢管扭转值的简单量具。测量时,将量具覆于被测钢管表面(量具方向与钢管方向一致),使量具一端紧贴钢管平面,若有扭转,量具另一端与钢管平面构成一夹角,用塞尺测量此夹角的最大距离 H ,此值即为该钢管的扭转值;也可用量角器测量其夹角 α ,按式(B.1)计算扭转值 H 。扭转值测定示意图见图 B.1。

$$H = \sin\alpha (A - 2R) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

H ——扭转值,单位为毫米每米(mm/m);

α ——每米扭转角,单位为度($^{\circ}$);

A ——钢管边长,单位为毫米(mm);

R ——外圆弧半径,单位为毫米(mm)。

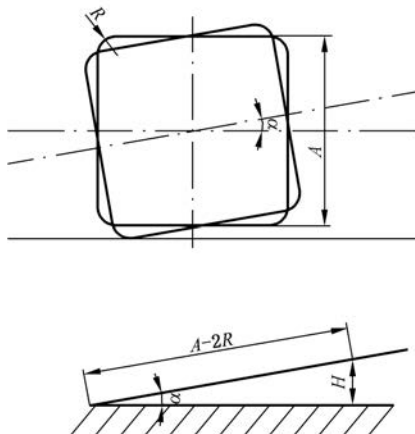


图 B.1 钢管扭转值测定示意图

附录 C
(规范性)

异型钢管压扁试验方法

C.1 异型钢管压扁试验的原理、试样、试验设备、试验程序和试验报告应符合 GB/T 246 的规定。
C.2 当异型钢管的边长之比大于 2 时应采取平压,当异型钢管的边长之比不大于 2 时应采取对角压,见示意图 C.1。对角压时,试样底部应采用橡皮泥、软橡胶等可塑性物质进行支撑。

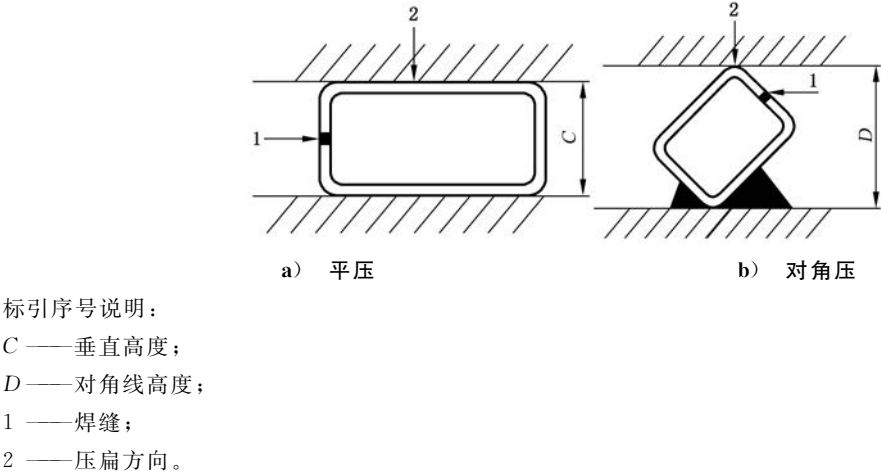


图 C.1 压扁试验示意图
