



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 38434—2019

金属材料 力学性能试验用试样制备指南

Metallic materials—Guide to test pieces preparation for mechanical testing

2019-12-31 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 常用力学性能试验用试样	1
5 试样制备	2
5.1 一般要求	2
5.2 试样制备过程	3
5.3 通用普通装备试样加工程序	4
5.4 通用数控装备试样加工程序	5
5.5 专用数控装备试样加工程序	6
5.6 智能装备试样加工程序	8
附录 A (规范性附录) 常用力学与工艺性能标准试样	9
附录 B (资料性附录) 试样加工常用数控装备和专用数控装备简介	105
附录 C (资料性附录) 部分试样加工专用数控装备及工艺流程案例	107
附录 D (资料性附录) 采用不同装备加工中厚钢板力学试样案例	108
参考文献	111

前 言

本指导性技术文件按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本指导性技术文件由中国钢铁工业协会提出。

本指导性技术文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本指导性技术文件起草单位:齐齐哈尔华工机床股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、宝山钢铁股份有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、首钢股份公司迁安钢铁公司、五矿营口中板有限责任公司、山东钢铁股份有限公司莱芜分公司、山东钢铁集团日照有限公司、上海申力试验机有限公司。

本指导性技术文件主要起草人:王洪亮、周立富、董莉、徐卫星、廉晓洁、高怡斐、周志超、仲阳阳、李涛、高良豪、杨浩源、徐惟诚、方健、王烽、任永秀、赵乃胜、李庆华、闵凡启、王克杰、林小刚。

引 言

力学性能试验用试样制备涉及众多的标准和规定,如检测标准、产品标准、试样制备装备、试样制备工艺、试样加工方式等。为规范试样制备相关规定与标准相互间的联系,适应试样制备装备与工艺的发展,按照国家标准化改革的要求,编制本指导性技术文件。

为了增加本文件的实用性,本文件设置了四个附录。附录 A 介绍了常用力学性能试验用标准试样,附录 B 介绍了力学试样加工常用数控装备及专用数控装备,附录 C 介绍了部分试样加工专用数控装备及不同工艺流程案例,附录 D 介绍了采用不同设备加工中厚钢板力学试样的案例。本文件可供各类力学实验室在规划设计、试样加工程序制定和加工设备选择时参考使用。

金属材料 力学性能试验用试样制备指南

1 范围

本指导性技术文件给出了金属材料力学性能试验用试样制备的术语和定义,提供了常用力学性能试验用试样、试样制备、试样加工装备、加工程序等的指南。

本指导性技术文件适用于金属板材、棒材、管材、带材、型材、铸件、锻件、焊接件等力学性能试验用试样的制备及加工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 10623 金属材料 力学性能试验术语

GB/T 20832 金属材料 试样轴线相对于产品织构的标识

3 术语和定义

GB/T 10623 和 GB/T 2975 界定的术语和定义适用于本文件。

4 常用力学性能试验用试样

本指导性技术文件列举的常用力学性能试验用试样的名称、参考标准、试样要求和标准试样图、尺寸、公差及相应的加工方法见表 1 和附录 A。

表 1 常用力学性能试验用试样

序号	试样名称	参考标准	试样要求
1	室温拉伸试样	GB/T 228.1—2010	A.1
2	高温拉伸试样	GB/T 228.2—2015	A.2
3	厚度方向性能拉伸试样	GB/T 5313—2010	A.3
4	薄板和薄带 r 值和 n 值试样	GB/T 5027—2016 GB/T 5028—2008	A.4
5	球墨铸铁拉伸试样	GB/T 1348—2009	A.5
6	弹性模量和泊松比试样	GB/T 22315—2008	A.6
7	应力腐蚀单轴加载拉伸试样	GB/T 15970.4—2000	A.7
8	夏比摆锤冲击试样	GB/T 229—2007	A.8
9	室温压缩试样	GB/T 7314—2017	A.9

表 1 (续)

序号	试样名称	参考标准	试样要求
10	铁素体钢无塑性转变温度落锤试样	GB/T 6803—2008	A.10
11	动态撕裂试样	GB/T 5482—2007	A.11
12	钢材落锤撕裂试样	GB/T 8363—2018	A.12
13	单轴拉伸蠕变试样	GB/T 2039—2012 HB/T 5150—1996	A.13
14	应力松弛试样	GB/T 10120—2013	A.14
15	试环-试块磨损试样	GB/T 12444—2006	A.15
16	旋转弯曲疲劳试样	GB/T 4337—2015	A.16
17	轴向力控制疲劳试样	GB/T 3075—2008	A.17
18	扭转控制疲劳试样	GB/T 12443—2017	A.18
19	滚动接触疲劳试样	YB/T 5345—2014	A.19
20	热疲劳试样	HB/T 6660—2011	A.20
21	疲劳裂纹扩展试样	GB/T 6398—2017	A.21
22	焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样	GB/T 9447—1988	A.22
23	平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验试样	GB/T 4161—2007	A.23
24	准静态断裂韧度相关试样	GB/T 21143—2014	A.24
25	室温扭转试样	GB/T 10128—2007	A.25
26	弯曲试样	GB/T 232—2010	A.26
27	顶锻试样	YB/T 5293—2014	A.27
28	薄板和薄带埃里克森杯突试样	GB/T 4156—2007	A.28
29	焊接接头冲击试样	GB/T 2650—2008	A.29
30	焊接接头拉伸试样	GB/T 2651—2008	A.30
31	焊缝及熔敷金属拉伸试样	GB/T 2652—2008	A.31
32	焊接接头弯曲试样	GB/T 2653—2008	A.32
33	焊接接头硬度试样	GB/T 2654—2008	A.33
34	焊接接头准静态断裂韧度试样	GB/T 28896—2012	A.34
35	复合钢板力学及工艺性能试样	GB/T 6396—2008	A.35

5 试样制备

5.1 一般要求

5.1.1 抽样产品验收

试样制备前对抽样产品进行验收,验收内容一般包括委托单位、产品名称、规格、炉号/批号、检测项目以及轧制方向、试样方向等,并保存验收的相关文件,包括但不限于委托单、样品登记表等。

5.1.2 试样标识

抽样产品在加工前需赋予试样可追溯性标识。该标识需在加工过程中正确转移并保留在验收后的试样上。试样标识方法按 GB/T 20832 规定执行。

5.1.3 试料切割

根据检测项目和要求,用切割装备从抽样产品上切取一个或几个用于试样加工的试料。试料需有足够加工余量且能满足去除影响性能的热影响区或冷变形区的最低要求。除有特殊规定外,加工余量的大小按照 GB/T 2975 的规定执行。

5.1.4 样坯加工

根据检测标准或客户要求对试料进行热处理或机械加工。

5.1.5 试样加工

把试料或样坯加工成可用于检测的试样。试样加工可选用一种或几种通用加工装备或专用试样加工装备(普通/数控)。

5.1.6 试样验收

试样加工完毕后需对试样进行测量并确认能满足检测标准或客户要求。测量内容包括试样的尺寸、几何公差等,并做好验收记录。试样尺寸测量通常包括人工测量、自动测量。

5.2 试样制备过程

试样制备过程包括试料切割、样坯加工、试样加工和验收全过程,其中试料切割装备和试样加工装备是试样制备程序的重要组成部分,可根据实际检测需求设计试样加工程序。设计加工程序时要综合检测项目、检测性质、数量多少、加工精度、场地限制、人员配置等因素,选择适宜的试料切割和试样加工装备。

试料切割和试样加工装备可分为通用普通装备、通用数控装备和数控专用装备三类。试样加工装备可由同类或不同类切割和加工装备组合而成。不同切割和加工装备的主要特征和特点见表 2。

表 2 不同加工装备的基本特征和技术要点

类别	装备名称	基本特征	技术要点
I	通用普通装备	以手工操作为主控制加工精度和速度	1. 适应各种试样加工; 2. 需要机床种类较多; 3. 操作人员需经专业机加工培训; 4. 加工效率相对较低; 5. 加工精度控制难度相对较大; 6. 适合中小实验室或相对简单形状试样加工; 7. 需要实验室场地较大,人员较多
II	通用数控装备	以通用数控程序为主控制加工精度和速度	1. 可编制试样加工数控程序,加工过程无需人工干预; 2. 试样加工精度容易控制; 3. 加工效率高于同类通用机床; 4. 操作人员无需专业机加工培训; 5. 适合复杂形状或加工困难的试样加工; 6. 占用场地相对较小,需要人员相对较少

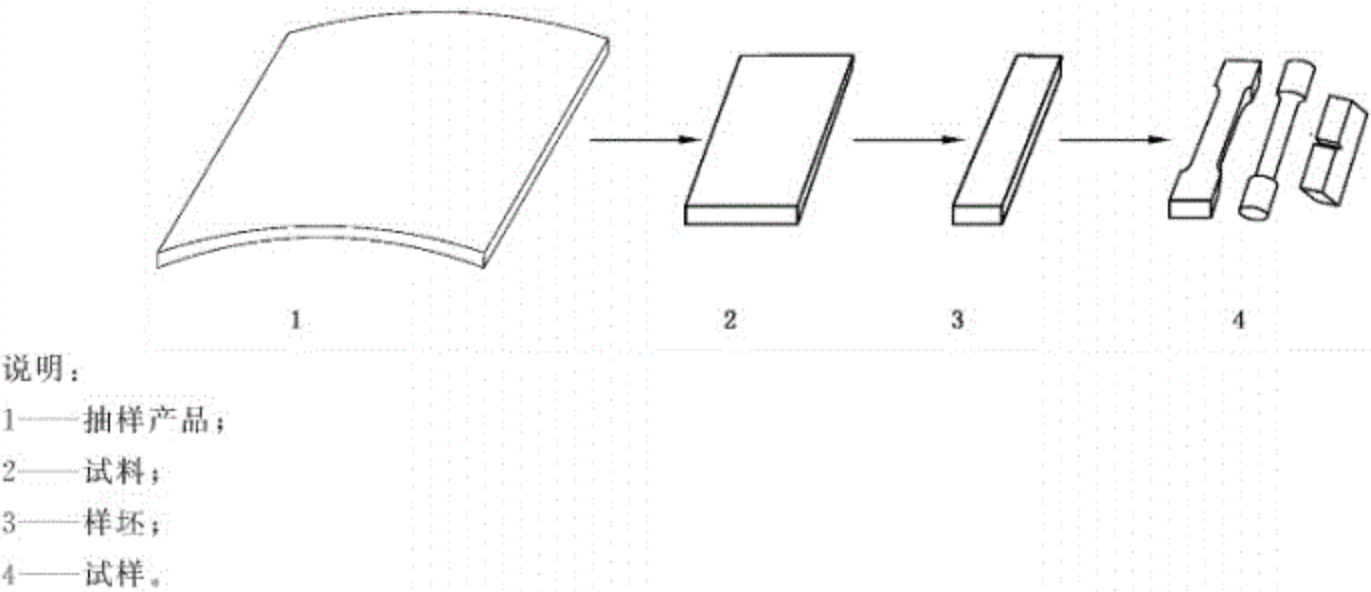
表 2（续）

类别	装备名称	基本特征	技术要点
Ⅲ	专用数控装备	以专用试样卡具、专用数控程序或专用试样加工中心控制加工精度和速度	1. 有专用的试样加工数控程序； 2. 适合试样加工的结构设计； 3. 专用的试样装卸卡具； 4. 由不同加工方式组合的试样加工中心； 5. 数控或视觉非接触形状尺寸测量和补偿控制； 6. 高精度几何公差和尺寸公差； 7. 加工方式灵活，可适合科研院所试样加工需求； 8. 加工效率高，可适合大批量试样加工； 9. 操作人员无需专业机加工培训； 10. 占用场地小，需要人员少； 11. 能适应人工智能试样加工和检测的需求

5.3 通用普通装备试样加工程序

5.3.1 试样制备流程

通用装备试样制备流程通常包括三部分：试料切割—样坯加工—试样加工。例如：板材力学试样的通用普通装备加工流程可表述为：用切割装备把抽样产品切割成试料—用加工或处理装备把试料加工成样坯—用加工装备把样坯精加工成试样。试样标识和试样验收由人工完成，如图 1 所示。



注：图 1 所示为通用制备流程，实验室制定试样制备程序时可根据实际需要增减流程。

图 1 板材力学试样通用普通装备制备简易流程示意图

5.3.2 试料切割装备

通用普通试料切割装备可用于把抽样产品切割成试料。常用通用普通试料切割装备如表 3 所示，制定试样制备程序时，可根据试样的产品类别、产品规格、试样形状和试样加工装备选择。

表 3 常用通用普通试料切割装备

序号	装备名称	主要技术特征
1	火焰切割装备	热影响区较大,中厚板常用
2	等离子切割机	热影响区小于火焰切割,板材常用
3	剪板机	冷变形区较大,较薄板材适用
4	普通带锯床	基本没有冷热影响区,板棒材适用
5	圆盘锯床	基本没有冷热影响区,高强度常用
6	水切割机	没有冷热影响区,高强度常用

5.3.3 试样加工装备

用通用普通加工装备把试料加工成样坯或试样时,一般需要采用一种或几种普通加工装备。常用通用普通试样加工装备参见表 4 和附录 B。

注:制定试样制备程序时,可根据试料形状和尺寸、试样形状和加工精度、试样数量、场地与人员配置等选择。

表 4 常用通用普通试样加工装备

序号	设备名称	主要技术特征
1	车床	圆形试样加工
2	立式铣床	样坯厚度减薄、矩形带肩试样加工
3	外圆磨床	圆形试样表面精加工
4	刨床	冲击试样等矩形样坯加工
5	平面磨床	冲击试样等试样表面精加工
6	拉床	冲击试样缺口加工
7	卧式铣床	冲击试样缺口加工,需配置专用卡具

5.4 通用数控装备试样加工程序

5.4.1 试样制备流程

通用数控装备试样制备流程与 5.3.1 相同。

5.4.2 试料切割装备

数控切割装备通常具有冷、热影响区都很小的技术特征,也可在较小的抽样产品上完成多试料/样坯和不同试料/样坯的组合切割。常用通用数控切割装备参见表 5。

表 5 常用通用数控试料切割装备

序号	设备名称	主要技术特征
1	激光切割机	适用于板材大型抽样产品的不同试料组合切割,热影响区小。可配置打号机同时完成试样标识
2	数控带锯床	适用于板材、棒材试料切割,基本没有冷、热影响区
3	线切割机	适用小试料、高强度试料切割,热影响区较小

5.4.3 试样加工装备

通用数控试样加工装备有单功能数控机床和多功能数控加工中心两类,可以和通用普通装备相结合构成一个试样加工程序。常用通用数控试样加工装备参见表 6 和附录 B。

注：通用数控加工装备一般用于种类多、数量少、精度高,对加工速度要求不严格的试样加工。

表 6 常用通用数控试样加工装备

序号	设备名称	主要技术特征
1	数控车床	圆形试样加工
2	数控铣床	试样厚度减薄、矩形试样加工
3	数控磨床	冲击试样等试样表面精加工
4	数控加工中心	不同形状的试样加工

5.5 专用数控装备试样加工程序

5.5.1 试样制备流程

专用数控装备有专用试料切割设备和专用试样加工装备两类,其试样制备流程如图 2 所示。应用实例参见附录 C。

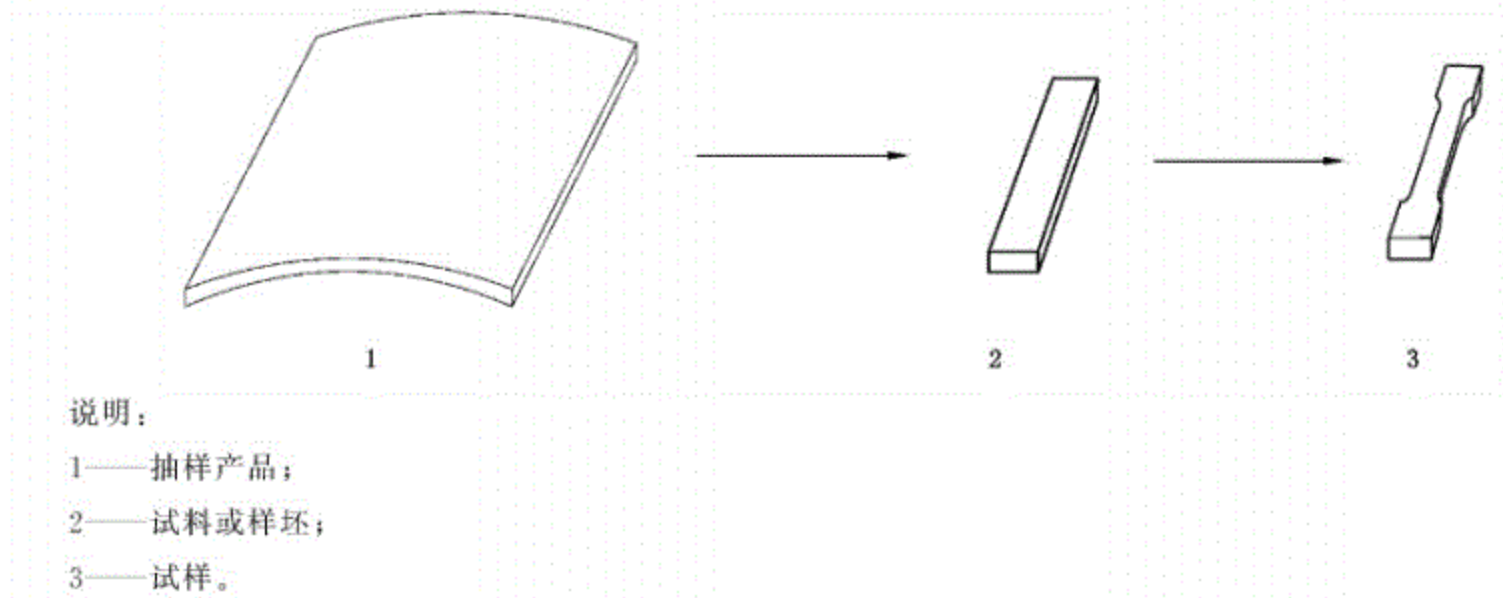


图 2 专用数控装备板材拉伸试样制备流程示意图

5.5.2 试料切割装备

专用数控切割装备可以把抽样产品直接加工成同类试样的多个样坯,或直接加工成不同类型试样的多个样坯。常用专用数控切割装备参见表 7 和附录 B。

注：专用试样切割装备配有专用卡具和专用切割数控程序。

表7 常用专用数控试料切割装备

序号	设备名称	主要技术特征
1	板材取样系统	适用于板材拉伸、弯曲、冲击、金相样坯切割
2	数控试样多功能取样专用机床	采用数控系统、专用卡具、带锯切削、通常最大一次加工试料厚度200 mm、具有减少加工环节、无加工影响区域、取样位置精确、功效高、速度快、刀具省、操作简便等特点。主要适合板材批量取样。同时也适合板棒材拉伸、冲击、弯曲、硬度、断裂、金相等多种检测样坯的加工
注1：板材取样系统可在抽样产品上同时切割多个同类试样和不同类试样的样坯。 注2：数控试样多功能取样专用机床可在棒材抽样产品的指定位置上同时切割多个冲击试样样坯。		

5.5.3 试样加工装备

专用数控试样加工装备有单功能机床和多功能加工中心两类。常用专用试样加工装备参见表8和附录B,应用实例参见附录C和附录D。

注1：专用数控加工装备可根据检测项目、试样类型、加工数量、人员和场地资源等条件选用。

注2：专用数控加工装备可分别用于大批量、流水线试样制备,小批量、多品种、高精度试样制备,也可采用智能试样制备程序。

注3：专用数控加工装备可以单独形成试样制备程序,也可以和通用普通/数控装备组合成试样制备程序。

表8 常用专用数控试样加工装备

序号	设备名称	主要技术特征
1	数控力矩直驱拉伸试样专用机床	采用数控系统、力矩直驱电机、专用卡具、专用盘式铣刀、可多样坯同时加工和两夹持端同时开肩加工*,与通常的单一样坯加工具有高效率、高精度、节能、低噪、操作简便等特点。适用于超高强钢、中厚板试样
2	数控拉伸试样专用机床	采用数控系统,程序化加工、专用卡具、专用棒铣刀、多样坯双面同时开肩加工*、最大一次可以加工样坯厚度110 mm。具有高效、高精度、开肩长度任意可调等特点。适合中厚板、薄板批量加工
3	数控冲击试样成型专用机床	采用数控系统、专用卡具,卡具可做90°翻转、180°翻转、带锯切削、最大一次可以加工厚度160 mm。具有取样位置精确、速度快、效率高、操作简便等特点。适合板材及棒材冲击样坯快速自动定位取样,冲击试样加工中心冲击样坯快速取样、磨床用冲击样坯快速取样
4	冲击试样加工中心	采用数控系统、视觉检测系统、机械手和刀库、刀具补偿系统。可以实现冲击试样批量连续全自动加工。加工方式1:雕刻方式加工,加工效率24件/h。加工方式2:高速铣削加工,加工效率60件/h~100件/h。具有快速、高精度、无人操作等特点。具有缺口自动检测验收、自动标识转移等优点。适合中厚板等各类标准冲击试样
* 开肩加工:以过渡弧方式与拉伸试样平行长度相连接的试样夹持端的加工。		

5.6 智能装备试样加工程序

智能装备加工程序采用计算机总线控制系统,从 LIMS(实验室信息管理系统)或 ERP(企业资源计划系统)获取检测信息,结合智能识别系统,与多台套专用数控装备、运输装备、存储装备一起组成一个智能化无人值守加工系统,可以完成所有实验室所需试样的制备全过程。智能装备试样加工需具备(但不限于)以下特征:

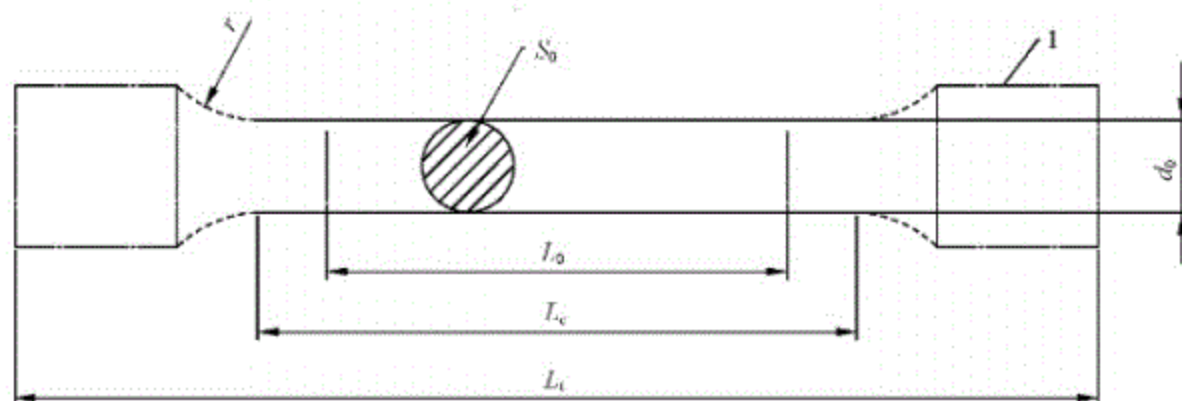
- a) 抽样单元自动装卸、信息识别与验收;
- b) 试料自动标识;
- c) 智能规划、优化加工程序;
- d) 依据检测标准自动完成试料切割、样坯加工、试样加工和试样验收;
- e) 试样形状、尺寸自动随行识别、控制;
- f) 试样自动分类与保存;
- g) 加工预料自动分类、存储和处置;
- h) 试样加工过程与装备的监控、补偿、预警、处置;
- i) 试样制备信息的集成、分类、统计、上传,与试验管理系统形成闭环。

附 录 A
(规范性附录)
常用力学与工艺性能标准试样

A.1 室温拉伸试样

A.1.1 圆形横截面机加工比例拉伸试样

A.1.1.1 圆形横截面机加工比例试样见图 A.1。



说明:

d_0 ——试样平行长度的原始直径;

L_0 ——原始标距;

L_c ——平行长度;

L_t ——试样总长度;

注: 试样头部形状仅为示意性。

r ——过渡弧半径;

S_0 ——平行长度的原始横截面积;

1——夹持头部。

图 A.1 圆形横截面机加工比例拉伸试样

A.1.1.2 圆形横截面机加工比例拉伸试样尺寸见表 A.1。

表 A.1 圆形横截面机加工比例拉伸试样尺寸

d_0/mm	r/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
		L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
25	$\geq 0.75d_0$	$5d_0$	$\geq L_0+d_0/2$ 仲裁试验: L_0+2d_0	R1	$10d_0$	$\geq L_0+d_0/2$ 仲裁试验: L_0+2d_0	R01
20				R2			R02
15				R3			R03
10				R4			R04
8				R5			R05
6				R6			R06
5				R7			R07
3				R8			R08
如相关产品标准无具体规定时,优先采用 R2、R4、R7 试样。试样总长度取决于夹持方法,原则上 $L_1>L_c+4d_0$ 。							

A.1.1.3 圆形横截面机加工比例拉伸试样横向尺寸公差见表 A.2。

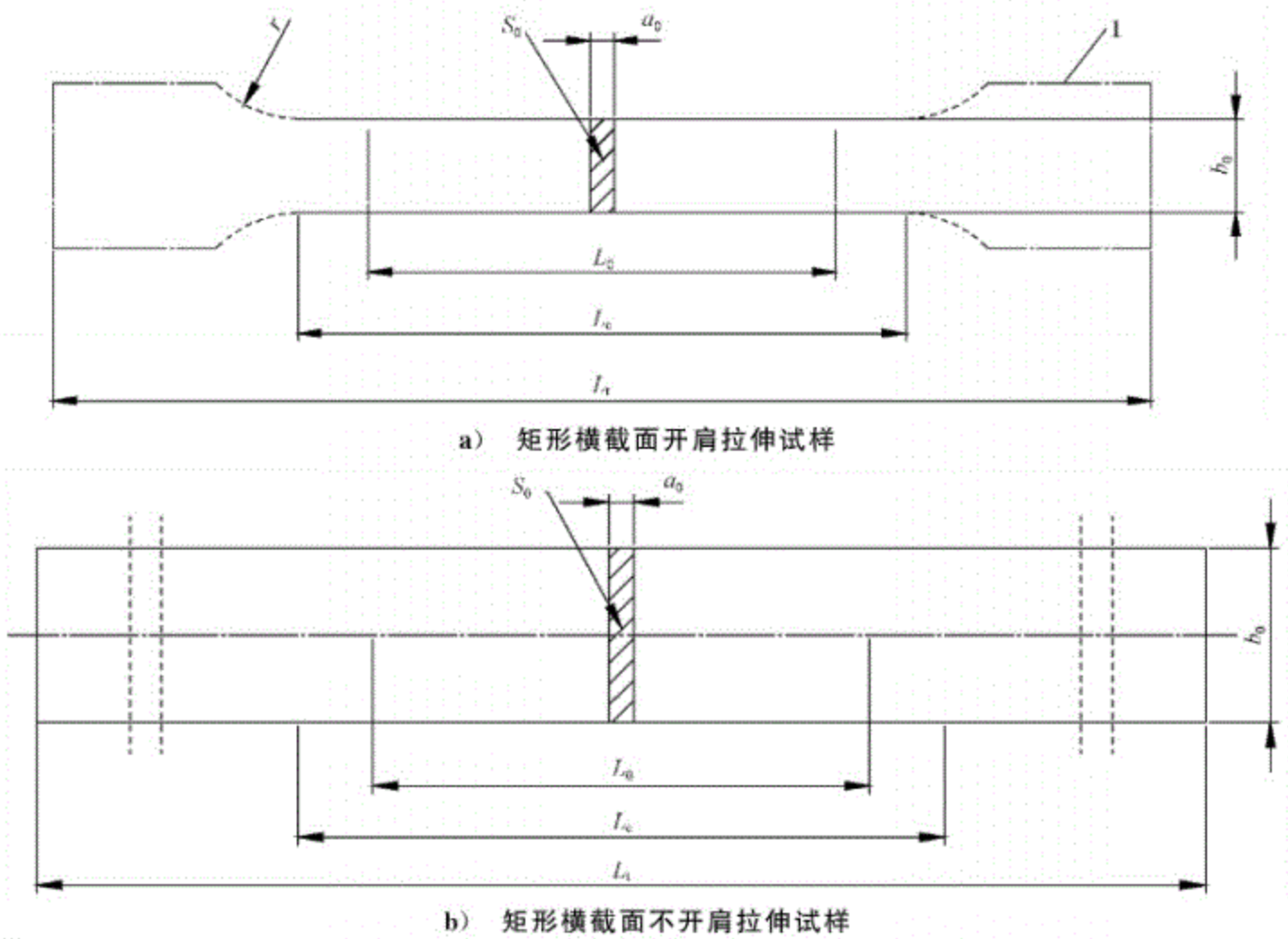
表 A.2 圆形横截面机加工比例拉伸试样尺寸公差

单位为毫米

名称	公称横向尺寸	尺寸公差 ^a	几何公差 ^b
机加工的圆形 横截面试样直径	$\geq 3 \sim 6$	± 0.02	0.03
	$> 6 \sim 10$	± 0.03	0.04
	$> 10 \sim 18$	± 0.05	0.04
	$> 18 \sim 30$	± 0.10	0.05
^a 如果试样的公差满足本表,原始横截面积可以用公称值,而不必通过实际测量再计算。如果试样的公差不能满足本表,就很有必要对每个试样的尺寸进行实际测量。 ^b 沿着试样整个平行长度,规定横向尺寸测量值的最大最小之差。			

A.1.2 矩形横截面拉伸试样

A.1.2.1 矩形横截面拉伸试样见图 A.2。



说明:

- a_0 —— 试样原始厚度;
- b_0 —— 试样平行长度的原始宽度;
- L_0 —— 原始标距;
- L_e —— 平行长度;
- L_t —— 试样总长度;
- r —— 过渡弧半径;
- S_0 —— 平行长度的原始横截面积;
- 1 —— 夹持头部。

注: 试样开肩形状仅为示意性。

图 A.2 矩形横截面拉伸试样

A.1.2.2 矩形横截面比例拉伸试样尺寸和编号见表 A.3。矩形横截面比例拉伸试样是开肩试样,开肩试样也可以是非比例试样。矩形横截面非比例拉伸试样的平行长度不小于 $L_0 + b_0/2$ 。有争议时,该平行长度为 $L_0 + 2b_0$,除非材料尺寸不足够。对于宽度小于或等于 20 mm 的不开肩试样,除非产品标准中另有规定,原始标距 L_0 需等于 50 mm。对于这类试样,两夹头间的自由长度需等于 $L_0 + 3b_0$ 。较广泛使用的三种矩形横截面非比例拉伸试样尺寸见表 A.4。

表 A.3 矩形横截面比例拉伸试样尺寸

b_0/mm	r/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
		L_0/mm	L_e/mm	试样编号	L_0/mm	L_e/mm	试样编号
10	≥ 20	$5.65\sqrt{S_0}$ ≥ 15	$\geq L_0+b_0/2$ 仲裁试验: L_0+2b_0	P1	$11.3\sqrt{S_0}$ ≥ 15	$\geq L_0+b_0/2$ 仲裁试验: L_0+2b_0	P01
12.5				P2			P02
15				P3			P03
20				P4			P04

注：如相关产品无特殊规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。

表 A.4 矩形横截面非比例拉伸试样尺寸

b_0/mm	r/mm	L_0/mm	L_e/mm		试样编号
			带头	不带头	
12.5	$r \geq 20$	50	75	87.5	P5
20		80	120	140	P6
25		50	100	120	P7

A.1.2.3 矩形横截面拉伸试样横向尺寸公差见表 A.5。

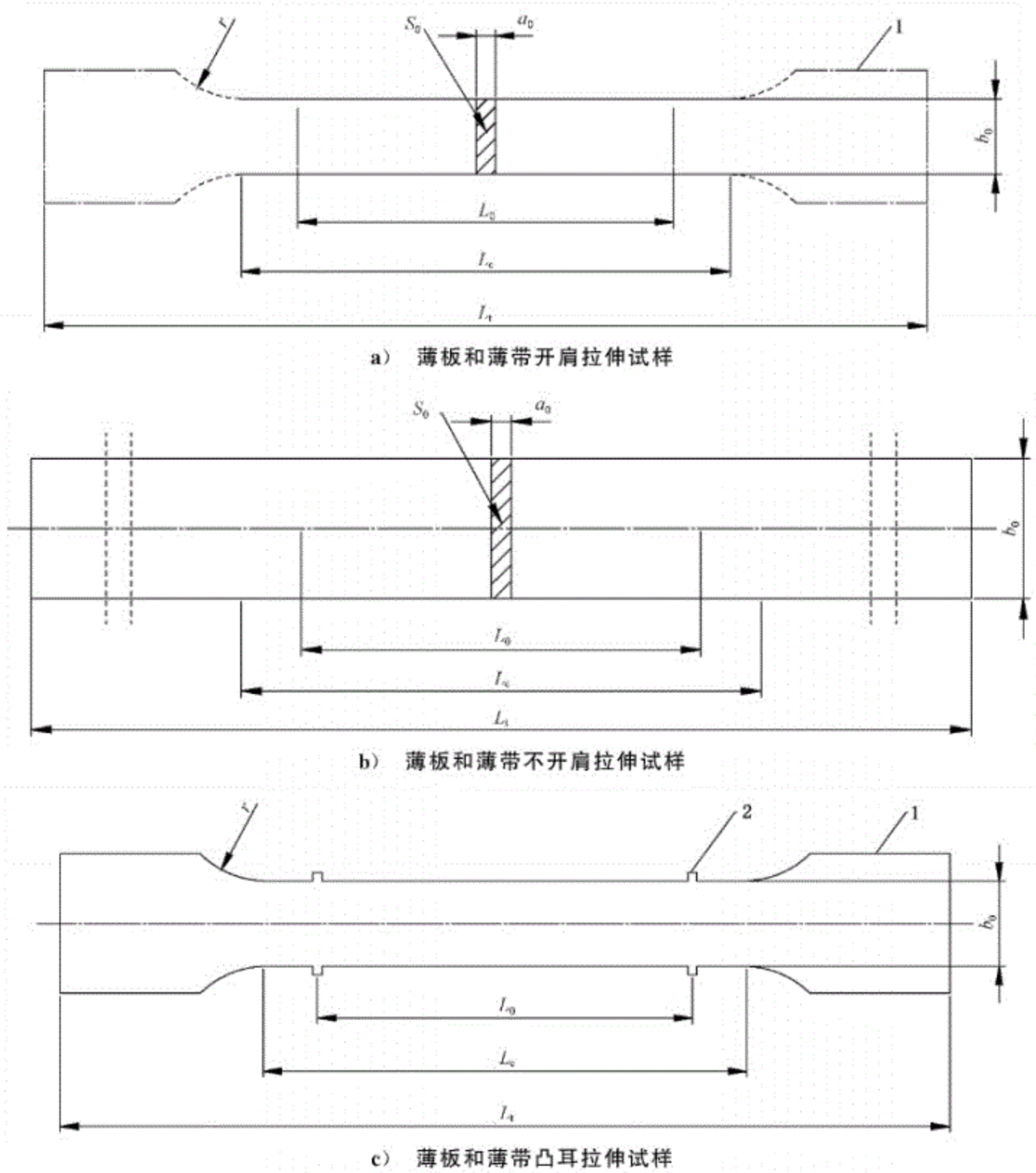
表 A.5 矩形横截面拉伸试样横向尺寸公差

单位为毫米

名称	公称横向尺寸	尺寸公差 ^a	几何公差 ^b
相对两面机加工的矩形横截面试样横向尺寸	$\geq 3 \sim 6$	± 0.02	0.03
	$> 6 \sim 10$	± 0.03	0.04
	$> 10 \sim 18$	± 0.05	0.06
	$> 18 \sim 30$	± 0.10	0.12
	$> 30 \sim 50$	± 0.15	0.15
^a 如果试样的公差满足本表,试样机加工后的横向尺寸可以用公称值,否则需对每个试样的尺寸进行实际测量。			
^b 沿着试样整个平行长度,规定横向尺寸测量值的最大最小之差。			

A.1.3 薄板和薄带拉伸试样

A.1.3.1 薄板和薄带拉伸试样图解见图 A.3。



说明：

a_0 ——板试样原始厚度或管壁原始厚度；

b_0 ——板试样平行长度的原始宽度；

L_0 ——原始标距；

L_e ——平行长度；

L_t ——试样总长度；

r ——过渡弧半径；

S_0 ——平行长度的原始横截面积；

1 ——夹持头部；

2 ——凸耳。

注 1：试样头部形状仅为示意性。

注 2：薄板薄带拉伸试样的厚度为 $0.1\text{ mm} \sim < 3\text{ mm}$ 。

图 A.3 薄板和薄带拉伸试样

A.1.3.2 薄板和薄带比例拉伸试样尺寸见表 A.6。薄板薄带非比例拉伸试样的平行长度不小于 $L_0 + b_0/2$ 。有争议时,该平行长度为 $L_0 + 2b_0$,除非材料尺寸不足够。对于宽度小于或等于 20 mm 的不带头试样,除非产品标准中另有规定,原始标距 L_0 等于 50 mm。对于这类试样,两夹头间的自由长度等于 $L_0 + 3b_0$ 。较广泛使用的三种薄板和薄带非比例试样尺寸见表 A.7。

表 A.6 薄板和薄带比例拉伸试样尺寸

b_0/mm	r/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
		L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
10	≥ 20	$5.65\sqrt{S_0}$ ≥ 15	$\geq L_0+b_0/2$ 仲裁试验: L_0+2b_0	P1	$11.3\sqrt{S_0}$ ≥ 15	$\geq L_0+b_0/2$ 仲裁试验: L_0+2b_0	P01
12.5				P2			P02
15				P3			P03
20				P4			P04
优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。如比例标距小于 15 mm,建议采用表 A.7 的非比例试样。如需要,厚度小于 0.5 mm 的试样在其平行长度上可带小凸耳以便装夹引伸计。上下两凸耳宽度中心线间的距离为原始标距。							

表 A.7 薄板和薄带非比例拉伸试样尺寸

b_0/mm	r/mm	L_0/mm	L_c/mm		试样编号
			带头	不带头	
12.5	≥ 20	50	75	87.5	P5
20		80	120	140	P6
25		50	100	120	P7

A.1.3.3 薄板和薄带拉伸试样公称宽度尺寸公差见表 A.8。当对每支试样测量尺寸时,试样宽度公差需满足表 A.8。如果试样的宽度与产品宽度相同,按照实际测量的尺寸计算原始横截面积 S_0 。

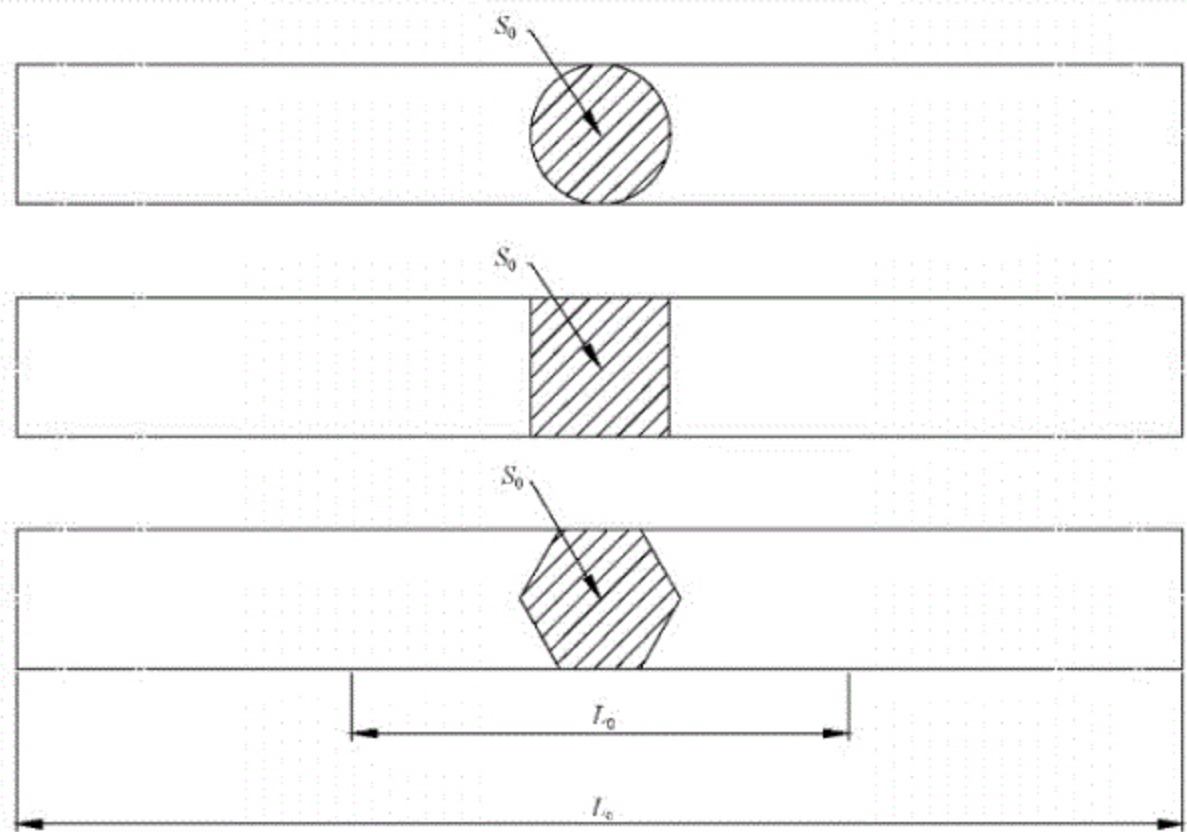
表 A.8 薄板和薄带拉伸试样公称宽度公差

单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差 ^a	几何公差 ^b
10	± 0.03	0.04
12.5	± 0.05	0.06
15	± 0.05	0.06
20	± 0.10	0.12
25	± 0.10	0.12
^a 如果试样的宽度公差满足本表,试样机加工后的横向尺寸可以用公称值而不必通过实际测量再计算。		
^b 试样整个平行长度 L_0 范围,宽度测量值的最大最小之差。		

A.1.4 棒材、线材、型材拉伸试样

A.1.4.1 棒材、线材、型材拉伸试样通常是产品的一部分,不经机加工试样见图 A.4。



说明：
 S_0 ——平行长度的原始横截面积；
 L_0 ——试样原始标距；
 L_e ——试验机两夹头间的试样长度。
注：棒材、线材、型材拉伸试样通常为定标距试样。

图 A.4 棒材、线材、型材拉伸试样

A.1.4.2 棒材、线材、型材拉伸试样尺寸及编号见表 A.9。

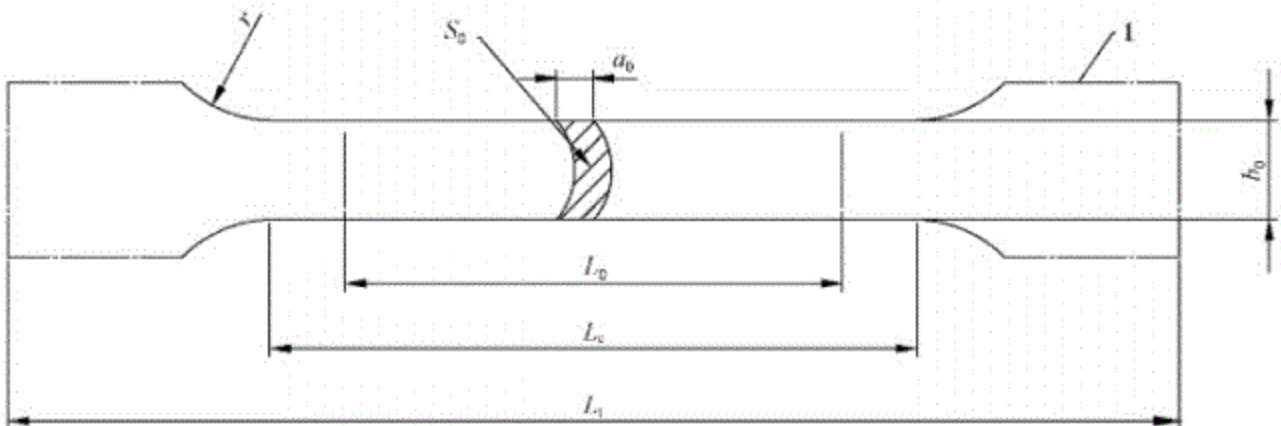
表 A.9 棒材、线材、型材拉伸试样尺寸 单位为毫米

d_0 或 a_0	L_0	L_e	试样编号
≤ 4	100 ± 1	≥ 120	R9
≤ 4	200 ± 2	≥ 220	R10

A.1.5 管材拉伸试样

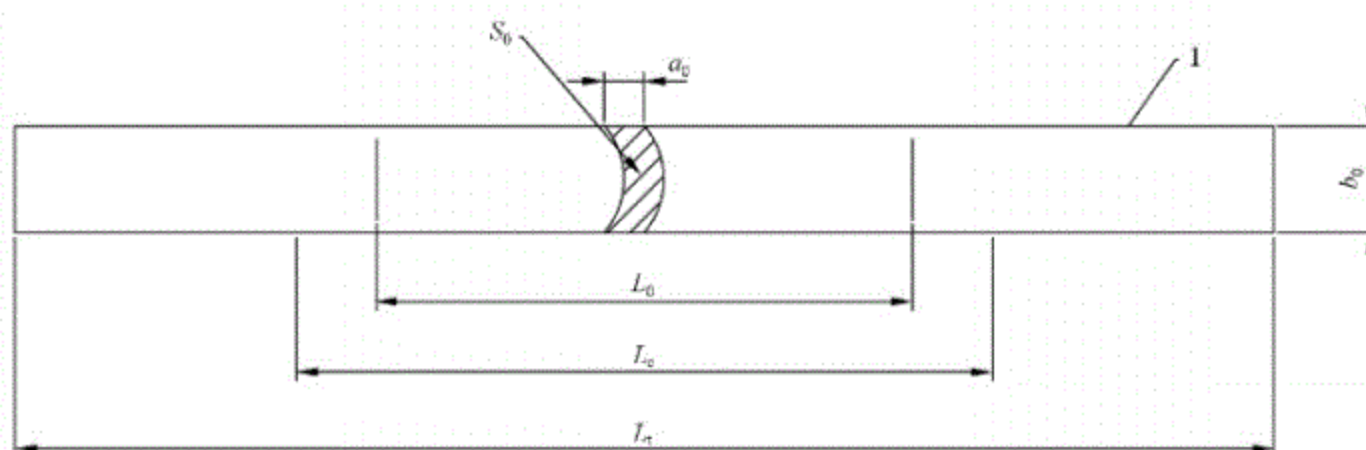
A.1.5.1 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样

A.1.5.1.1 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样图解见图 A.5。



a) 全壁厚纵向弧形管材开肩拉伸试样

图 A.5 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样



b) 全壁厚纵向弧形管材不开肩拉伸试样

说明:

- a_0 —— 原始管壁厚度;
 b_0 —— 圆管纵向弧形试样原始宽度;
 L_0 —— 原始标距;
 L_e —— 平行长度;
 r —— 过渡圆弧半径, $r \geq 12$ mm;
 L_t —— 试样总长度;
 S_0 —— 平行长度的原始横截面积;
 1 —— 夹持头部。

图 A.5 (续)

A.1.5.1.2 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样尺寸见表 A.10。

表 A.10 全壁厚纵向弧形比例拉伸试样尺寸

D_0/mm	b_0/mm	r/mm	a_0/mm	L_c/mm	比例系数 $k=5.65$		比例系数 $k=11.3$	
					L_0/mm	试样编号	L_0/mm	试样编号
30~50	10	≥ 20	原壁厚	$\geq L_0+1.5\sqrt{S_0}$ 仲裁试验: $L_0+2\sqrt{S_0}$	$5.65\sqrt{S_0}$	S1	$11.3\sqrt{S_0}$	S01
$>50\sim 70$	15					S2		S02
$>70\sim 100$	20/19					S3/S4		S03
$>100\sim 200$	25					S5		
>200	38					S6		
注: 如相关产品标准无具体规定, 优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。								

A.1.5.1.3 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样公称横向尺寸公差见表 A.11。

表 A.11 全壁厚纵向弧形管材拉伸试样公称横向尺寸公差 单位为毫米

名称	公称横向尺寸	尺寸公差	几何公差
相对两面机加工的矩形横截面试样横向尺寸	$\geq 3\sim 6$	± 0.02	0.03
	$> 6\sim 10$	± 0.03	0.04
	$> 10\sim 18$	± 0.05	0.06
	$> 18\sim 30$	± 0.10	0.12
	$> 30\sim 50$	± 0.15	0.15
若试样的尺寸公差满足本表,试样机加工后的横向尺寸可以用公称值,否则需对每个试样的尺寸进行实际测量。 不开肩试样两夹头间的自由长度使试样原始标距与最接近的夹头间的距离不少于 $1.5\sqrt{S_0}$。 纵向弧形试样一般适用于管壁厚度大于 0.5 mm 的管材。 为了在试验机上夹持,可以压平纵向弧形试棒的两头部,但不应将平行长度部分压平。			

A.1.5.2 管段管材拉伸试样

A.1.5.2.1 管段管材拉伸试样见图 A.6。

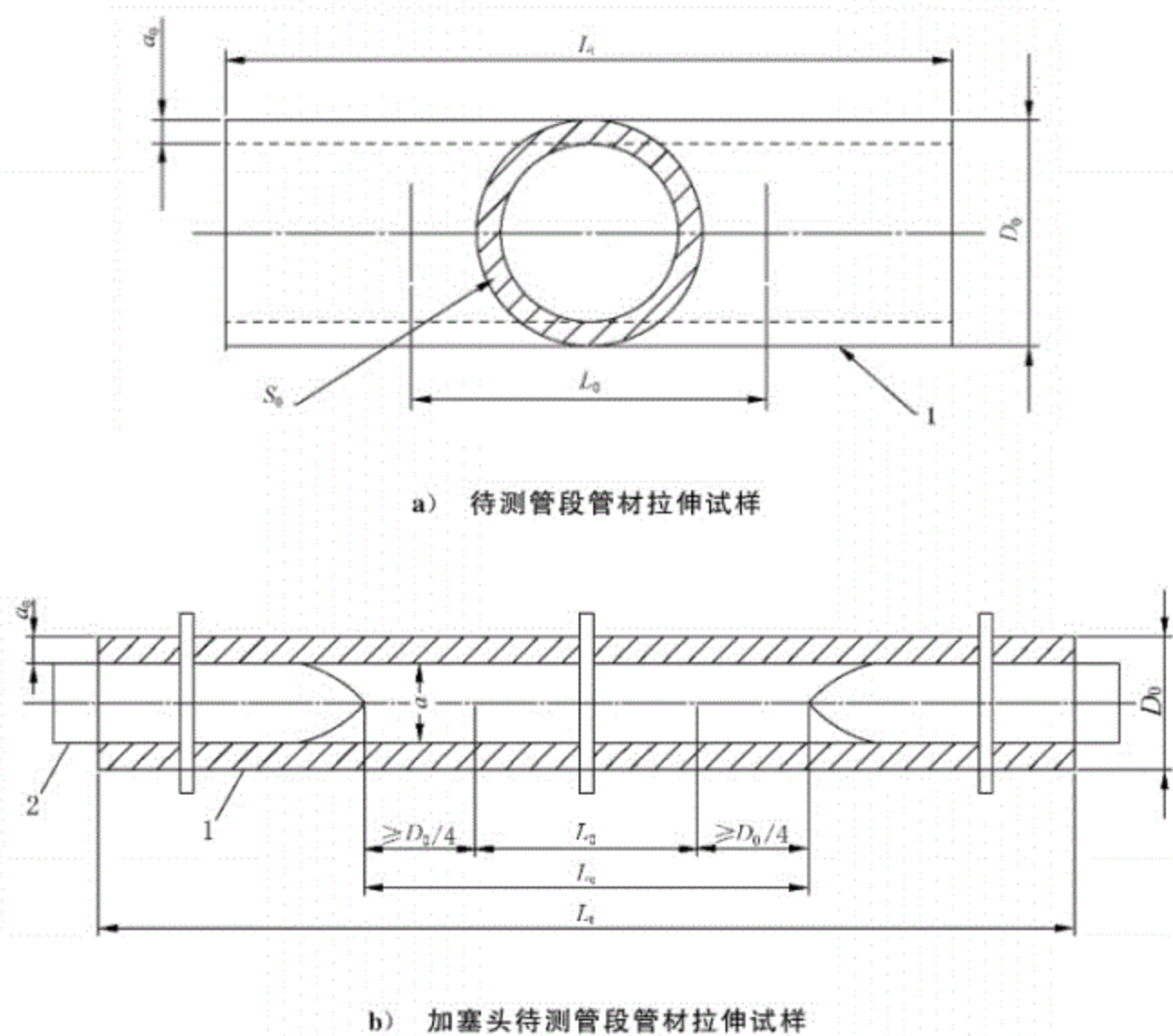
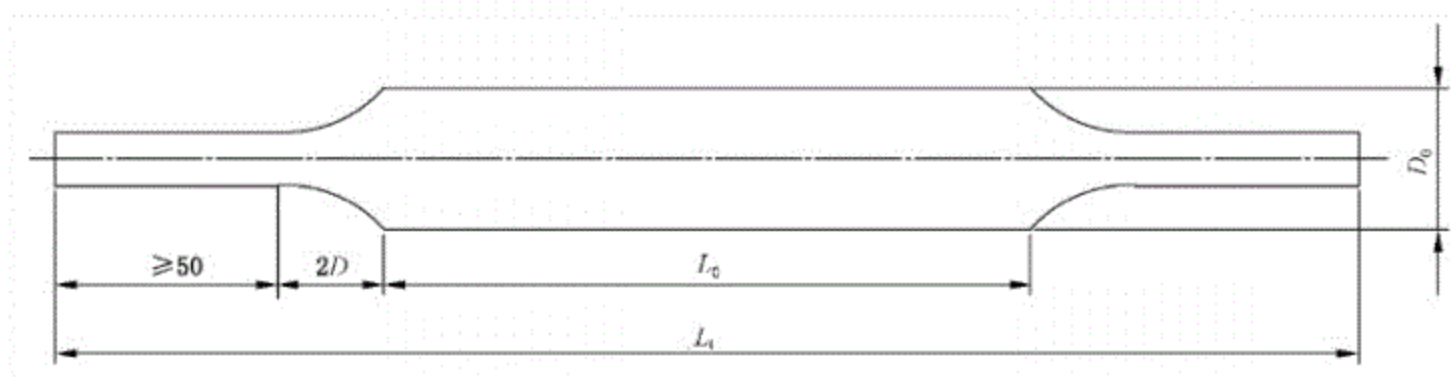


图 A.6 管段管材拉伸试样



c) 压扁待测管段管材拉伸试样

说明:

 a_0 ——原始管壁厚度; D_0 ——原始管外径; L_0 ——原始标距; L_1 ——试样总长度; S_0 ——平行长度的原始横截面积;

1——夹持头部;

2——塞头。

图 A.6 (续)

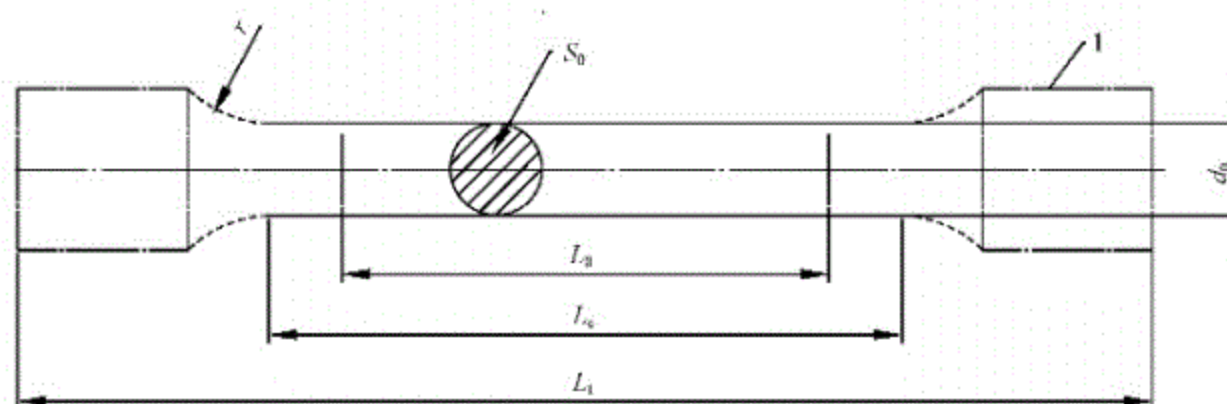
A.1.5.2.2 管段管材拉伸试样尺寸见表 A.12。

表 A.12 管段管材拉伸试样尺寸

L_0/mm	L_e/mm	试样编号
$5.65 \sqrt{S_0}$	$L_e \geq L_0 + D/2$, 仲裁试验: $L_0 + 2D$	S7
50	≥ 100	S8

A.1.5.3 管壁厚度纵向圆形横截面试样

A.1.5.3.1 管壁厚度纵向圆形横截面试样见图 A.7。



说明:

 d_0 ——试样平行长度的原始直径; L_0 ——原始标距; L_e ——平行长度; L_1 ——试样总长度; r ——过渡弧半径; S_0 ——平行长度的原始横截面积。

注: 试样头部形状仅为示意性。

图 A.7 管壁厚度纵向圆形横截面试样

A.1.5.3.2 管壁厚纵向圆形横截面试样采用表 A.1 的试样。相关产品标准根据管壁厚度规定圆形横截面尺寸,如无具体规定,按表 A.13 选定。

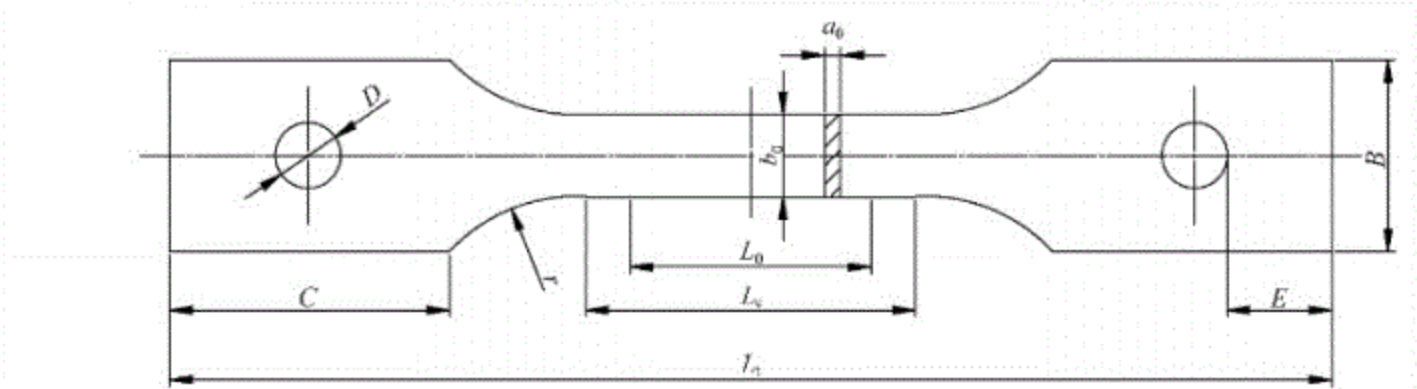
表 A.13 管壁厚纵向圆形横截面试样尺寸 单位为毫米

管壁厚度 a_0	8~13	>13~16	>16
试样编号	R7	R5	R4

A.2 高温拉伸试样

A.2.1 薄板和薄带高温拉伸试样

薄板和薄带高温拉伸试样形状实例见图 A.8,尺寸实例见表 A.14。薄板和薄带高温拉伸试样的厚度为 0.1 mm~<3 mm。过渡圆弧 r 偏差为 ± 0.1 mm。试验可使用例如楔形夹头、平推夹头、套环卡具等不同的夹持系统。摩擦夹持(楔形夹头、平推夹头)在高温($T>250\text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下极不牢固,可采用销钉或套环夹持固定试样,销孔周围材料需进行增强以防止孔撕裂或局部卷曲。如试样采用套环卡具固定,则不需要销孔。



说明:

- a_0 ——原始厚度;
- L_0 ——原始标距长度($L_0=50\text{ mm}$);
- b_0 ——平行长度的原始宽度;
- L_c ——平行长度($L_c\geq L_0+b_0$);
- r ——过渡圆弧;
- L_t ——试样总长度;
- B ——夹持端宽度;
- D ——销孔直径;
- C ——夹持端长度;
- E ——试样端部到销孔距离。

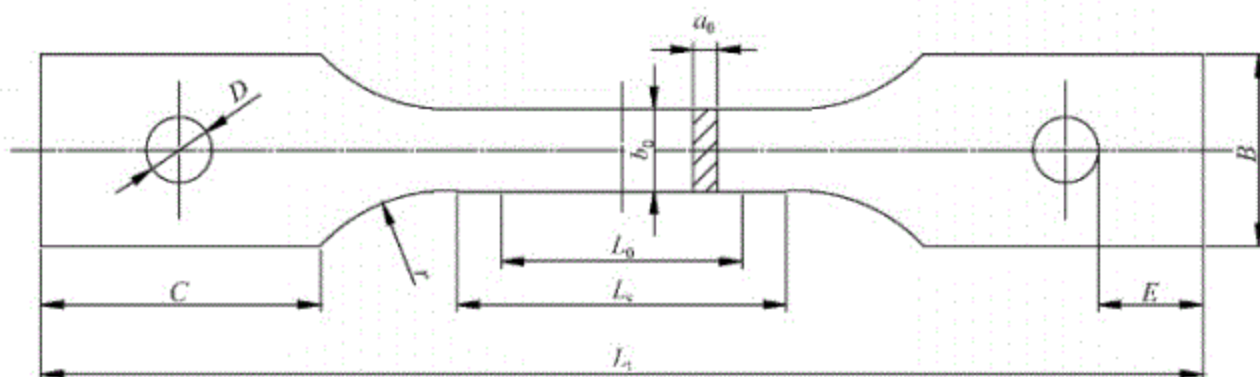
图 A.8 薄板和薄带高温拉伸试样形状实例

表 A.14 薄板和薄带高温拉伸试样尺寸实例 单位为毫米

a_0		b_0	L_0	r	B	C	D	E	L_c 最小	L_t 最小 ^a
$\geq$	$\leq$									
0.1	3.0	12.5	50	25	35	50	15	17	62.5	205
^a 当平行长度 L_c 为最小值时, L_t 亦为最小值。										

A.2.2 板材和扁平材高温拉伸试样

板材和扁平材高温拉伸试样形状实例见图 A.9, 尺寸实例见表 A.15。试验可使用例如楔形夹头、平推夹头、套环卡具等不同的夹持系统, 过渡圆弧 r 偏差为 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 。摩擦夹持(楔形夹头、平推夹头)在高温($T > 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下极不牢固, 可采用销钉或套环夹持固定试样; 如试样采用套环卡具固定, 则不需要销孔。



说明:

- a_0 —— 原始厚度;
- b_0 —— 平行长度的原始宽度;
- B —— 夹持端宽度;
- C —— 夹持端长度;
- D —— 销孔直径;
- E —— 试样顶端到销孔距离;
- L_0 —— 原始标距长度;
- L_c —— 平行长度;
- L_t —— 试样总长度;
- r —— 过渡圆弧。

图 A.9 板材和扁平材高温拉伸试样形状实例

表 A.15 板材和扁平材高温拉伸试样尺寸实例

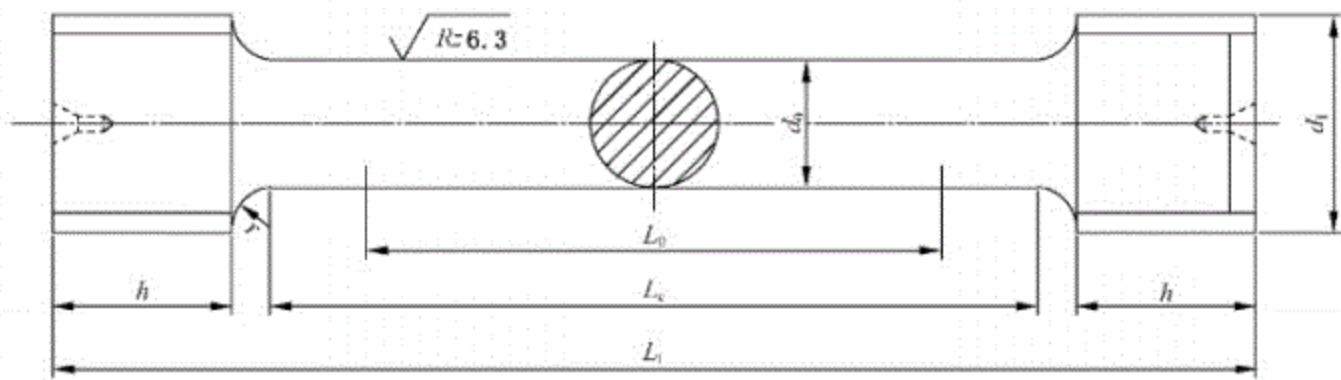
单位为毫米

a_0		b_0	L_0	r	B	C	D	E	L_c 最小	L_t 最小 ^a
$\geq$	$\leq$									
3	3.5	12.5	35	25	35	50	15	17	48	190
3.5	4.5		40						54	196
4.5	5.7		45						61	203
5.7	6.9		50						67	209
6.9	8.3		55						73	215
* 当平行长度 L_c 为最小值时, L_t 亦为最小值。										

A.2.3 棒材、线材、型材高温拉伸试样

棒材、线材、型材高温拉伸试样头部通常采用螺纹夹持, 形状实例见图 A.10, 尺寸实例见表 A.16。试样的直径或厚度不小于 4 mm。

单位为毫米



说明：
 d_0 ——平行长度的原始直径；
 L_0 ——原始标距长度($L_0=5 d_0$)；
 d_1 ——螺纹公称直径；
 L_c ——平行长度($L_c \geq L_0 + d_0$)；
 r ——过渡圆弧；
 L_1 ——试样总长度；
 h ——夹持端宽度。

图 A.10 棒材、线材、型材螺纹头部高温拉伸试样形状实例

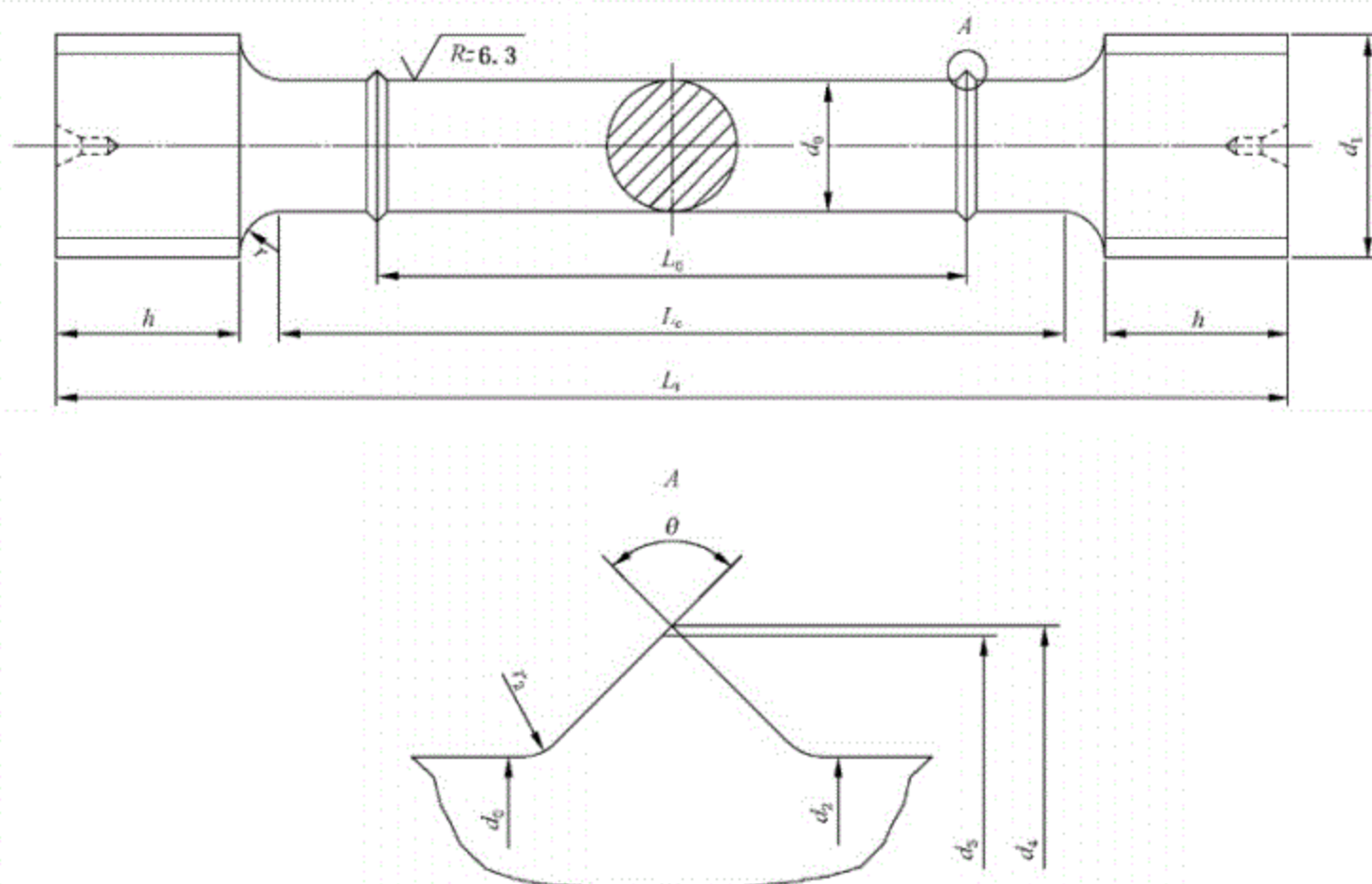
表 A.16 棒材、线材、型材螺纹头部高温拉伸试样尺寸实例 单位为毫米

d_0	L_0	d_1	r 最小	h 最小	L_c 最小	L_1 最小*
4	20	M8	3	6	24	41
5	25	M10	4	7	30	51
6	30	M12	5	8	36	60
8	40	M14	6	10	48	77
10	50	M16	8	12	60	97
12	60	M18	9	15	72	116
14	70	M20	11	17	84	134
16	80	M24	12	20	96	154
18	90	M27	14	22	108	173
20	100	M30	15	24	120	191
25	125	M33	20	30	150	234

* 当过渡圆弧 r 、夹持端长度 h 和平行长度 L_c 为最小值时, L_1 亦为最小值。

A.2.4 环形尖状台阶型高温拉伸试样

环形尖状台阶型高温拉伸试样的形状实例见图 A.11, 尺寸实例见表 A.17。



说明:

A 的相关尺寸如下:

$$d_2 = d_0 + 0.2 \text{ mm};$$

$$d_3 = d_0 + 1.8 \text{ mm};$$

$$d_4 = d_0 + 2.0 \text{ mm};$$

$$r_2 = 0.5 \text{ mm};$$

$$\theta = 90^\circ.$$

图 A.11 环形尖状台阶型高温拉伸试样形状实例

表 A.17 环形尖状台阶型高温拉伸试样尺寸实例

单位为毫米

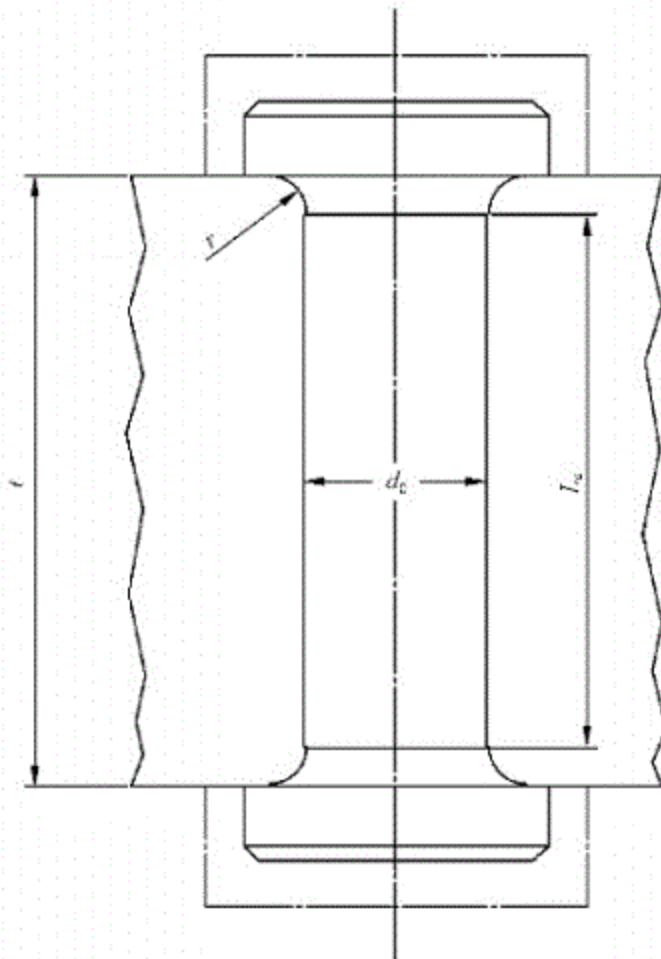
d_0	L_0	d_1^a	r 最小 ^b	h 最小	L_c	L_1 最小 ^c
6	30	M12	4.5	8	$5.5 d_0 \sim 7.5 d_0$	57
8	40	M14	6	10	$5.5 d_0 \sim 7.5 d_0$	73
10	50	M16	7.5	12	$5.5 d_0 \sim 7.5 d_0$	91
12	60	M18	9	15	$5.5 d_0 \sim 7.5 d_0$	110
^a 螺纹最小公称直径。 ^b GB/T 228.1—2010 规定的最小值。 ^c 当过渡圆弧 r 、夹持端长度 h 为最小值,而平行长度 $L_c=5.5 \text{ mm}$ 、 d_0 为最小值时, L_1 亦为最小值。						

A.3 厚度方向性能拉伸试样

A.3.1 带延伸部分厚度方向性能拉伸试样

A.3.1.1 带延伸部分厚度方向性能试样图解见图 A.12。带延伸部分厚度方向性能拉伸试样的试料可加工成 $15 \times 15 \times t$ 方形样坯,用 14 mm~20 mm 的圆条作为延伸部分,用摩擦焊或其他焊接方式焊接

在样坯厚度方向两侧。任何焊接方法都要确保热影响区在平行长度 L_c 以外。将带延伸部分厚度方向性能拉伸试样样坯中的试料加工成圆形横截面拉伸试样时,圆形横截面拉伸试样平行长度为 $L_c \geq 1.5d_0$,不超过 80 mm,过渡圆弧半径 $r \geq 2$ mm。圆形横截面拉伸试样总长度 $L_t \leq 80$ mm 时, $L_t = t$ 。



说明:
 t —— 试料厚度;
 d_0 —— 试样直径;
 r —— 过渡圆弧半径;
 L_c —— 试样平行长度。

图 A.12 带延伸部分厚度方向性能拉伸试样

A.3.1.2 带延伸部分厚度方向性能试样的试料厚度与试样直径的对应关系见表 A.18。拉伸试样尺寸公差见表 A.19。

表 A.18 带延伸部分厚度性能拉伸试样尺寸 单位为毫米

钢板厚度 t	试样直径 d_0
$>15 \sim 25$	6 或 10
>25	10

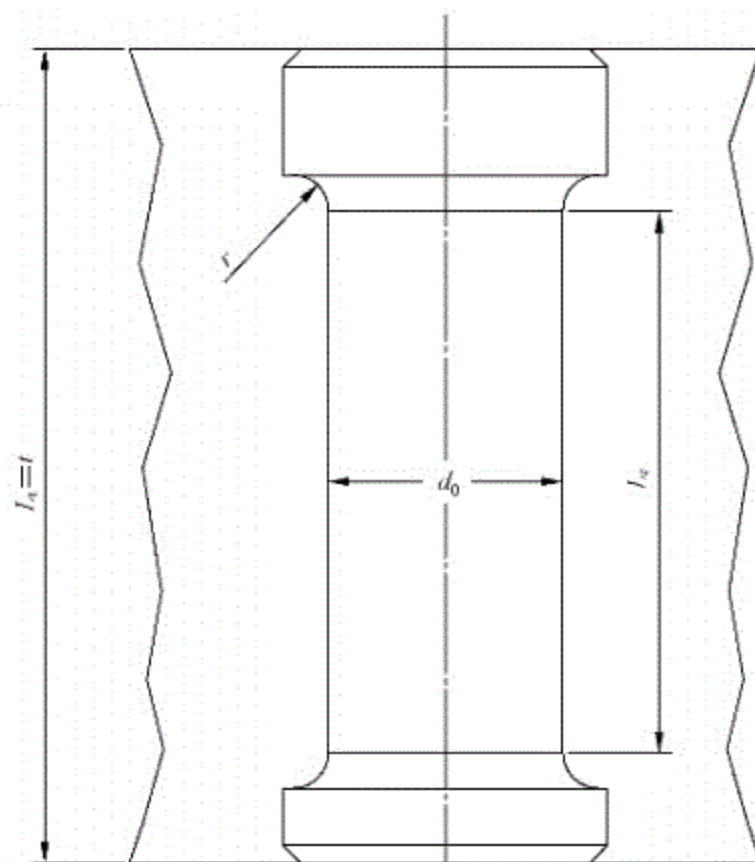
表 A.19 带延伸部分厚度性能拉伸试样尺寸公差 单位为毫米

项目	公称横向尺寸	尺寸公差	几何公差
机加工的圆形横截面直径	6	± 0.02	0.03
	10	± 0.03	0.04

A.3.2 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1

A.3.2.1 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1 适用的试料厚度为 20 mm~80 mm。

A.3.2.2 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1 的图解见图 A.13。可将不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1 的试料加工成 $15 \times 15 \times t$ 方形样坯,再加工成圆形横截面拉伸试样(见图 A.1),试样平行长度为 $L_e \geq 1.5d_0$,不超过 80 mm,过渡圆弧半径 $r \geq 2$ mm,试样总长度 $L_t \leq 80$ mm 时, $L_t = t$ 。



说明:

t ——试料厚度;

d_0 ——试样直径;

r ——过渡圆弧半径;

L_e ——试样平行长度;

L_t ——试样总长度。

图 A.13 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1

A.3.2.3 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1 的试料厚度与试样直径的对应关系见表 A.20。尺寸公差见表 A.21。

表 A.20 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 1 的尺寸

单位为毫米

试料厚度 t	试样直径 d_0
20~40	6 或 10
>40~80	10

表 A.21 不带延伸部分厚度性能拉伸试样 1 的尺寸公差

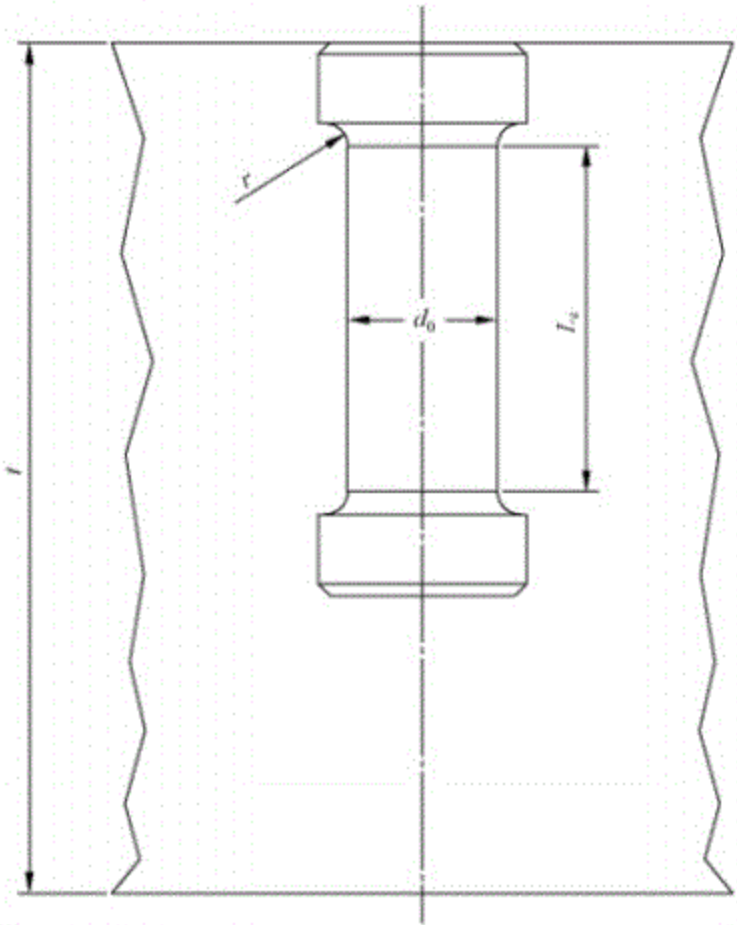
单位为毫米

项目	公称横向尺寸	尺寸公差	几何公差
机加工的圆形 横截面直径	6	± 0.02	0.03
	10	± 0.03	0.04

A.3.3 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2

A.3.3.1 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 适用的试料厚度为 $>80\text{ mm}\sim 400\text{ mm}$ 。

A.3.3.2 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 试样图解见图 A.14。可将不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 的试料加工成 $15\times 15\times t$ 方形样坯,再将样坯加工成圆形横截面拉伸试样(见图 A.1),试样平行长度为 $L_e\geq 1.5d_0$,不超过 80 mm ,过渡圆弧半径 $r\geq 2\text{ mm}$,试样总长度 L 和平行长度 L_e 取在产品厚度的 $1/4$ 位置处。



说明:
 t ——试料厚度;
 d_0 ——试样直径;
 r ——过渡圆弧;
 L_e ——试样平行长度。

图 A.14 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2

A.3.3.3 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 的尺寸见表 A.22,尺寸公差见表 A.23。

表 A.22 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 的尺寸 单位为毫米

钢板厚度 t	试样直径 d_0
$>80\sim 400$	10

表 A.23 不带延伸部分厚度方向性能拉伸试样 2 的尺寸公差 单位为毫米

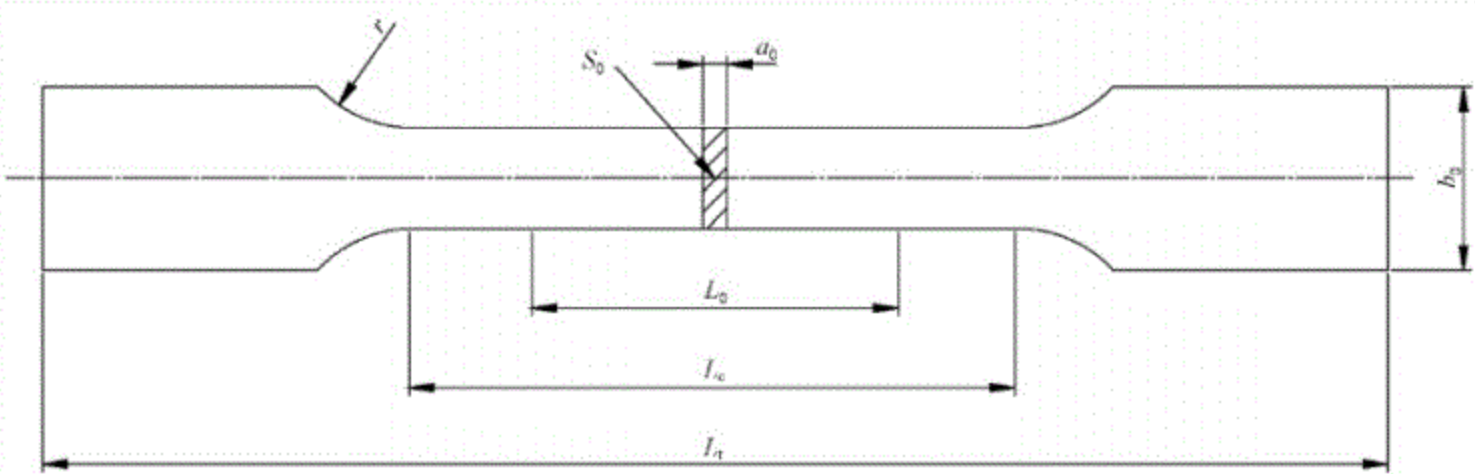
项目	公称横向尺寸	尺寸公差	几何公差
机加工的圆形横截面直径	10	± 0.03	0.04

A.4 薄板和薄带 r 值和 n 值试样

A.4.1 薄板和薄带 r 值试样

A.4.1.1 薄板和薄带 r 值带肩试样

薄板和薄带 r 值带肩试样图解见图 A.15。比例试样尺寸见表 A.24,非比例试样尺寸见表 A.25,横向尺寸公差见表 A.26。



说明：
 a_0 ——试样的原始厚度；
 b_0 ——试样的原始宽度；
 r ——过渡圆弧半径， $r \geq 20$ mm；
 L_0 ——原始标距；
 L_c ——试样平行长度；
 L_t ——试样总长度；
 S_0 ——原始横截面积。

图 A.15 薄板和薄带 r 值带肩试样

表 A.24 薄板和薄带 r 值带肩比例试样尺寸

b_0/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
	L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
10	$5.65 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2b_0$	P1	$11.3 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2b_0$	P01
12.5			P2			P02
15			P3			P03
20			P4			P04
相关产品标准无具体规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样, k 为比例系数。若比例标距 $L_0 < 15 \text{ mm}$,可采用表 A.25 的非比例试样。						

表 A.25 薄板和薄带 r 值带肩非比例试样尺寸

b_0/mm	L_0/mm	L_e/mm	试样编号
12.5	50	75	P5
20	80	120	P6

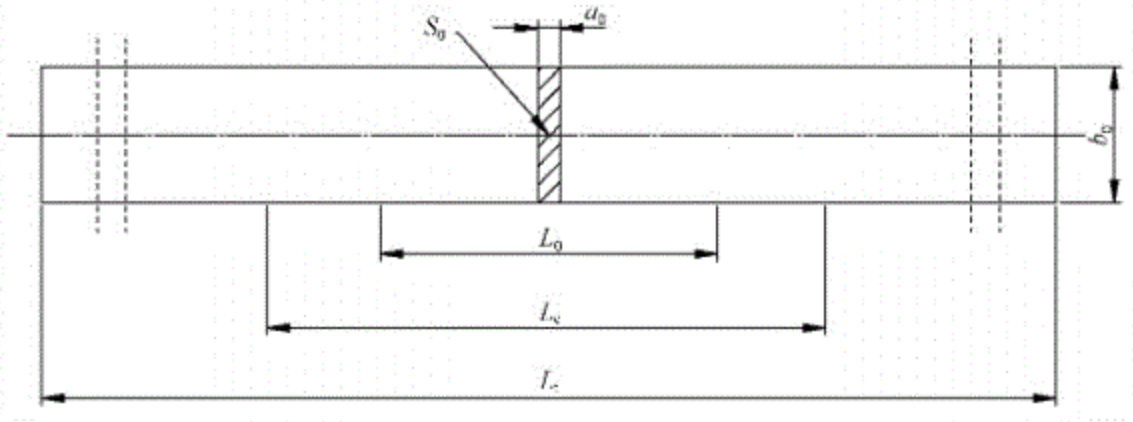
表 A.26 薄板和薄带 r 值带肩试样横向尺寸公差 单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差	几何公差	
		一般试验	仲裁试验
10	± 0.2	0.1	0.04
12.5	± 0.2	0.1	0.04
15	± 0.2	0.1	0.04
20	± 0.5	0.2	0.05

要求在标距内试样两边要足够平行,以保证任意两处宽度测量的差值小于宽度测量平均值的 0.1%。例如:测量两处分别为 20.2 mm 和 20.0 mm,平均值为 20.1 mm,差值为 0.2 mm。符合表 A.26 中对几何公差和尺寸公差的要求。但 20.1 mm 的 0.1% 为 0.201 mm,大于 0.2 mm 的宽度差值。

A.4.1.2 薄板和薄带 r 值不带肩试样

薄板和薄带 r 值不带肩试样图解见图 A.16。比例试样尺寸见表 A.27,非比例试样尺寸见表 A.28,试样尺寸公差见表 A.29。



说明:
 a_0 ——试样的原始厚度;
 b_0 ——试样宽度;
 L_0 ——原始标距;
 L_e ——试验机两夹头间自由长度;
 L_t ——试样总长度;
 S_0 ——原始横截面积。

图 A.16 薄板和薄带 r 值不带肩试样

表 A.27 薄板和薄带 r 值不带肩比例试样尺寸

b_0/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
	L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
10	$5.65\sqrt{S_0}\geq 15$	L_0+3b_0	P1	$11.3\sqrt{S_0}\geq 15$	L_0+3b_0	P01
12.5			P2			P02
15			P3			P03
20			P4			P04

如相关产品标准无具体规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。若比例标距 $L_0<15\text{ mm}$,建议采用表 A.28 的非比例试样。

表 A.28 薄板和薄带 r 值不带肩非比例试样尺寸

b_0/mm	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
12.5	50	87.5	P5
20	80	140	P6

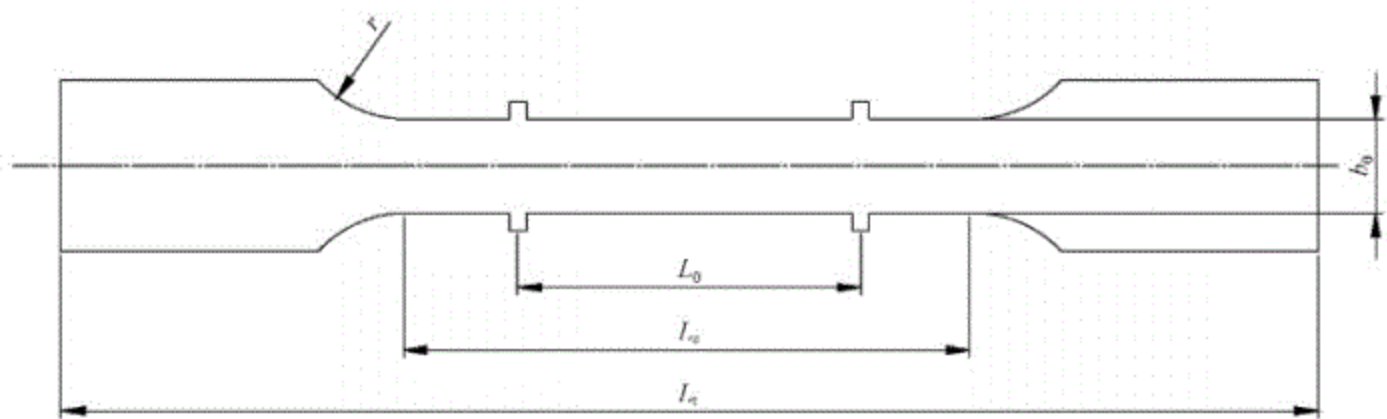
表 A.29 薄板和薄带 r 值不带肩试样宽度公差

单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差	几何公差	
		一般试验	仲裁试验
10	± 0.2	0.1	0.04
12.5	± 0.2	0.1	0.04
15	± 0.2	0.1	0.04
20	± 0.5	0.2	0.05

A.4.1.3 薄板和薄带 r 值带凸耳试样

薄板和薄带 r 值带凸耳试样图解见图 A.17。比例试样尺寸见表 A.30,非比例试样尺寸见表 A.31,试样尺寸公差见表 A.32。



说明：
 b_0 ——试样的原始宽度；
 r ——过渡圆弧半径， $r \geq 20$ mm；
 L_0 ——原始标距；
 L_c ——试样平行长度；
 L_t ——试样总长度。

图 A.17 薄板和薄带 r 值带凸耳试样

表 A.30 薄板和薄带 r 值带凸耳比例试样尺寸

b_0/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
	L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
10	$5.65 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验： $L_0 + 2b_0$	P1	$11.3 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验： $L_0 + 2b_0$	P01
12.5			P2			P02
15			P3			P03
20			P4			P04
如相关产品标准无具体规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。若比例标距 $L_0 < 15 \text{ mm}$,建议采用表 A.31 的非比例试样。						

表 A.31 薄板和薄带 r 值带凸耳非比例试样

b_0/mm	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
12.5	50	75	P5
20	80	120	P6

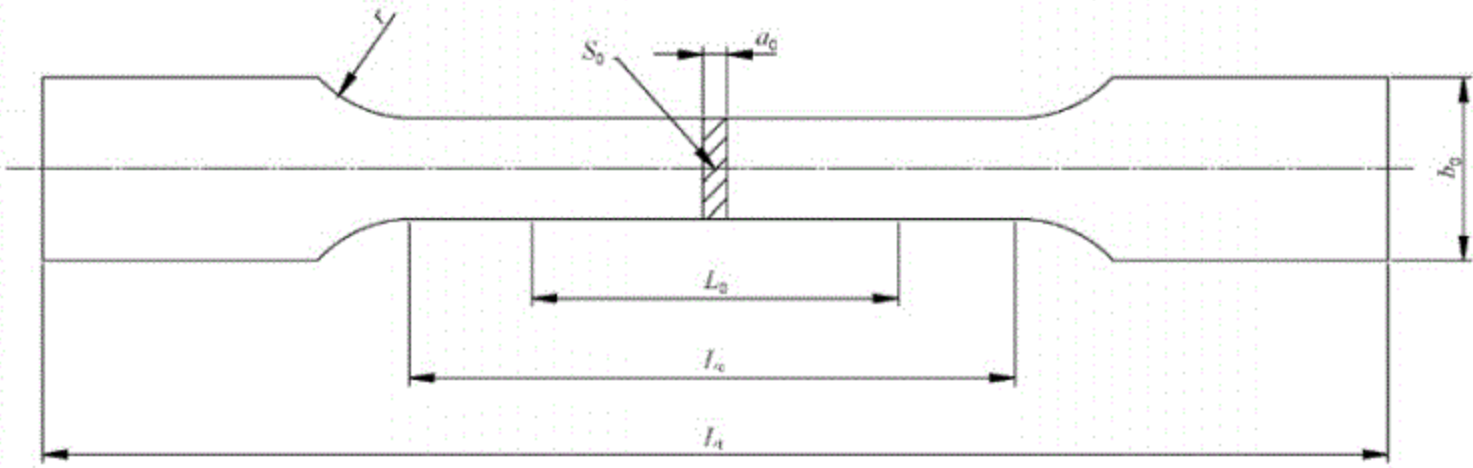
表 A.32 薄板和薄带 r 值带凸耳试样尺寸公差 单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差	几何公差	
		一般试验	仲裁试验
10	± 0.2	0.1	0.04
12.5	± 0.2	0.1	0.04
15	± 0.2	0.1	0.04
20	± 0.5	0.2	0.05

A.4.2 薄板和薄带 *n* 值试样

A.4.2.1 薄板和薄带 *n* 值带肩试样

薄板和薄带 *n* 值带肩试样图解见图 A.18。比例试样尺寸见表 A.33,非比例试样尺寸见表 A.34,试样尺寸公差见表 A.35。



说明：
 a_0 ——试样的原始厚度；
 b_0 ——试样的原始宽度；
 r ——过渡圆弧半径， $r \geq 20$ mm；
 L_0 ——原始标距；
 L_e ——试样平行长度；
 L_t ——试样总长度；
 S_0 ——原始横截面积。

图 A.18 薄板和薄带 *n* 值带肩试样

表 A.33 薄板和薄带 *n* 值带肩比例试样尺寸

b_0/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
	L_0/mm	L_c/mm	试样编号	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
10	$5.65 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验： $L_0 + 2b_0$	P1	$11.3 \sqrt{S_0} \geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验： $L_0 + 2b_0$	P01
12.5			P2			P02
15			P3			P03
20			P4			P04
如相关产品标准无具体规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。若比例标距 $L_0 < 15 \text{ mm}$,建议采用表 A.34 的非比例试样。						

表 A.34 薄板和薄带 *n* 值带肩非比例试样尺寸

b_0/mm	L_0/mm	L_e/mm	试样编号
12.5	50	75	P5
20	80	120	P6

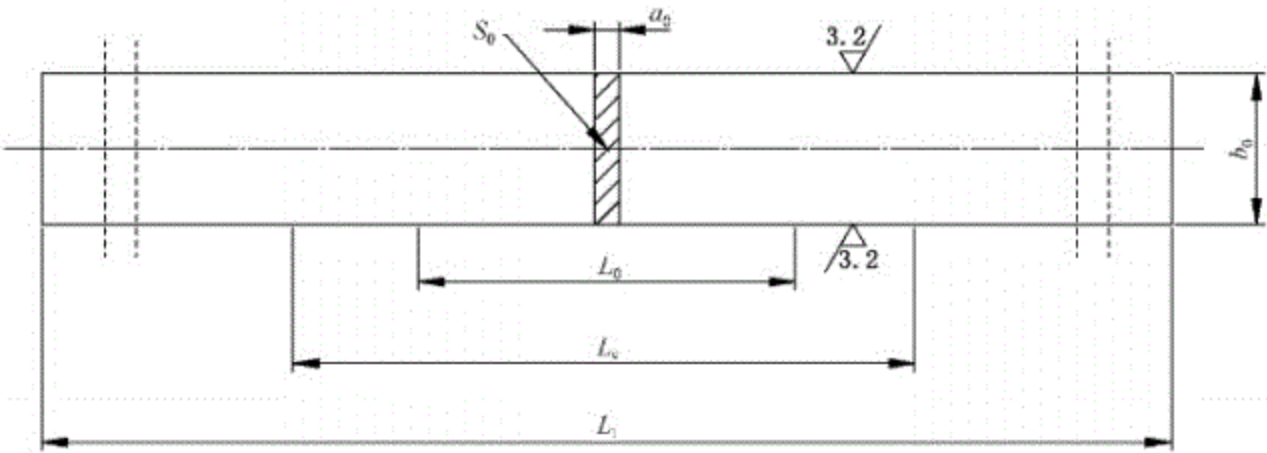
表 A.35 薄板和薄带 n 值带肩试样尺寸公差

单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差	几何公差	
		一般试验	仲裁试验
10	± 0.2	0.1	0.04
12.5	± 0.2	0.1	0.04
15	± 0.2	0.1	0.04
20	± 0.5	0.2	0.05

A.4.2.2 薄板和薄带 n 值不带肩试样

薄板和薄带 n 值不带肩试样图解见图 A.19。比例试样尺寸见表 A.36，非比例试样尺寸见表 A.37，试样尺寸公差见表 A.38。



说明：

- a_0 —— 试样的原始厚度；
- b_0 —— 试样的原始宽度；
- L_0 —— 原始标距；
- L_e —— 试验机两夹头间自由长度；
- L_t —— 试样总长度；
- S_0 —— 原始横截面积。

图 A.19 薄板和薄带 n 值不带肩试样

表 A.36 薄板和薄带 n 值不带肩比例试样尺寸

b_0/mm	比例系数 $k=5.65$			比例系数 $k=11.3$		
	L_0/mm	L_e/mm	试样编号	L_0/mm	L_e/mm	试样编号
10	$5.65 \sqrt{S_0} \geq 15$	$L_0 + 3b_0$	P1	$11.3 \sqrt{S_0} \geq 15$	$L_0 + 3b_0$	P01
12.5			P2			P02
15			P3			P03
20			P4			P04
如相关产品标准无具体规定,优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。若比例标距 $L_0 < 15 \text{ mm}$,建议采用表 A.37 的非比例试样。						

表 A.37 薄板和薄带 n 值不带肩非比例试样尺寸

b_0/mm	L_0/mm	L_c/mm	试样编号
12.5	50	87.5	P5
20	80	140	P6

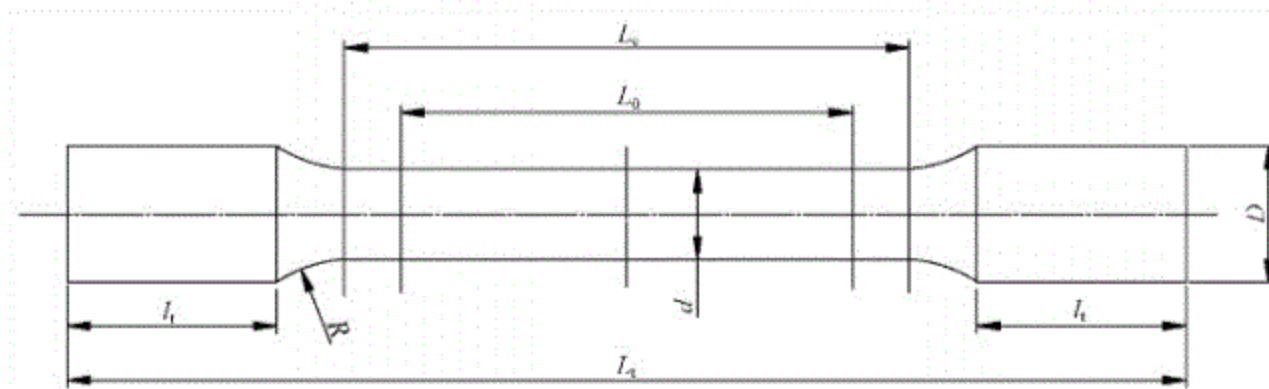
表 A.38 薄板和薄带 n 值不带肩试样尺寸公差

单位为毫米

试样公称宽度	尺寸公差	几何公差	
		一般试验	仲裁试验
10	± 0.2	0.1	0.04
12.5	± 0.2	0.1	0.04
15	± 0.2	0.1	0.04
20	± 0.5	0.2	0.05

A.5 球墨铸铁拉伸试样

球墨铸铁拉伸试样图解见图 A.20。试样尺寸见表 A.39。



说明:

L_0 ——试样原始标距长度 $L_0 = 5d$;

d ——试样标距长度处的直径;

L_c ——平行段长度, $L_c > L_0$ (原则上 $L_c - L_0 > d$);

L_t ——试样总长度;

l_i ——试样夹持端长度;

R ——过渡圆弧半径。

图 A.20 球墨铸铁拉伸试样

表 A.39 试样的尺寸

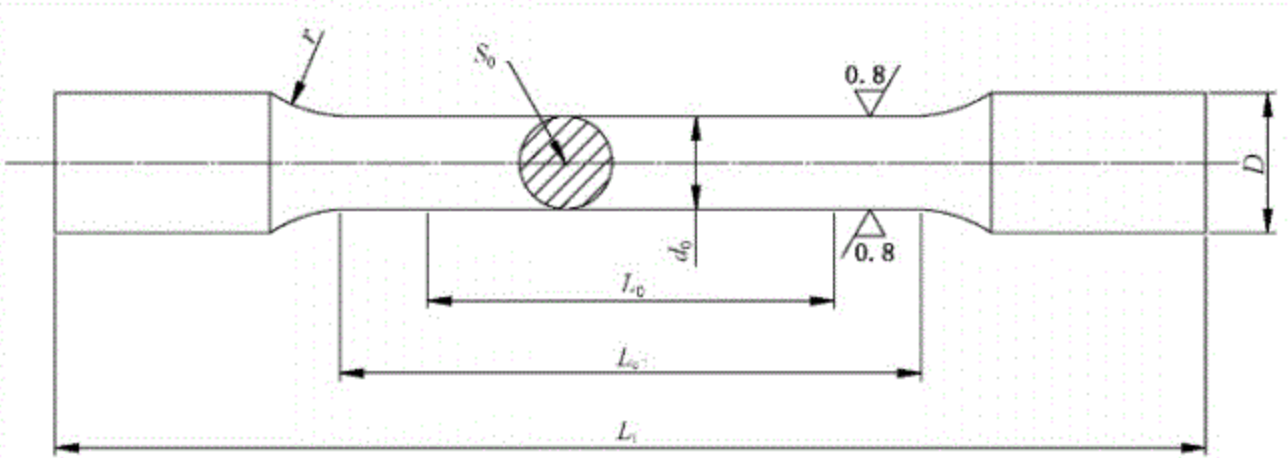
单位为毫米

d	L_0	L_c (最小值)
5 ± 0.1	25	30
7 ± 0.1	35	42
10 ± 0.1	50	60
$14\pm0.1^*$	70	84
20 ± 0.1	100	120
* 表示优先选用的尺寸。		

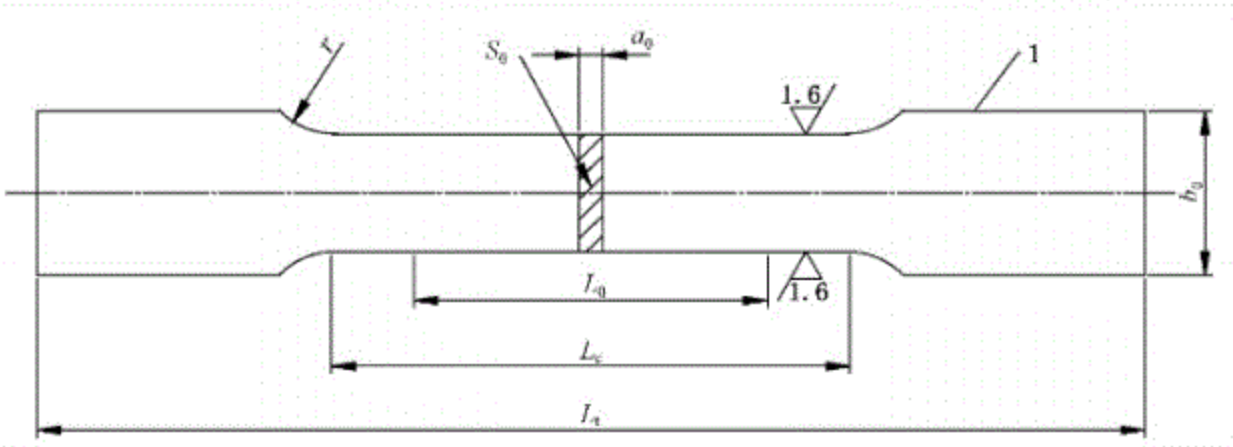
A.6 弹性模量和泊松比试样

A.6.1 弹性模量和泊松比试样

弹性模量和泊松比试样图解见图 A.21。

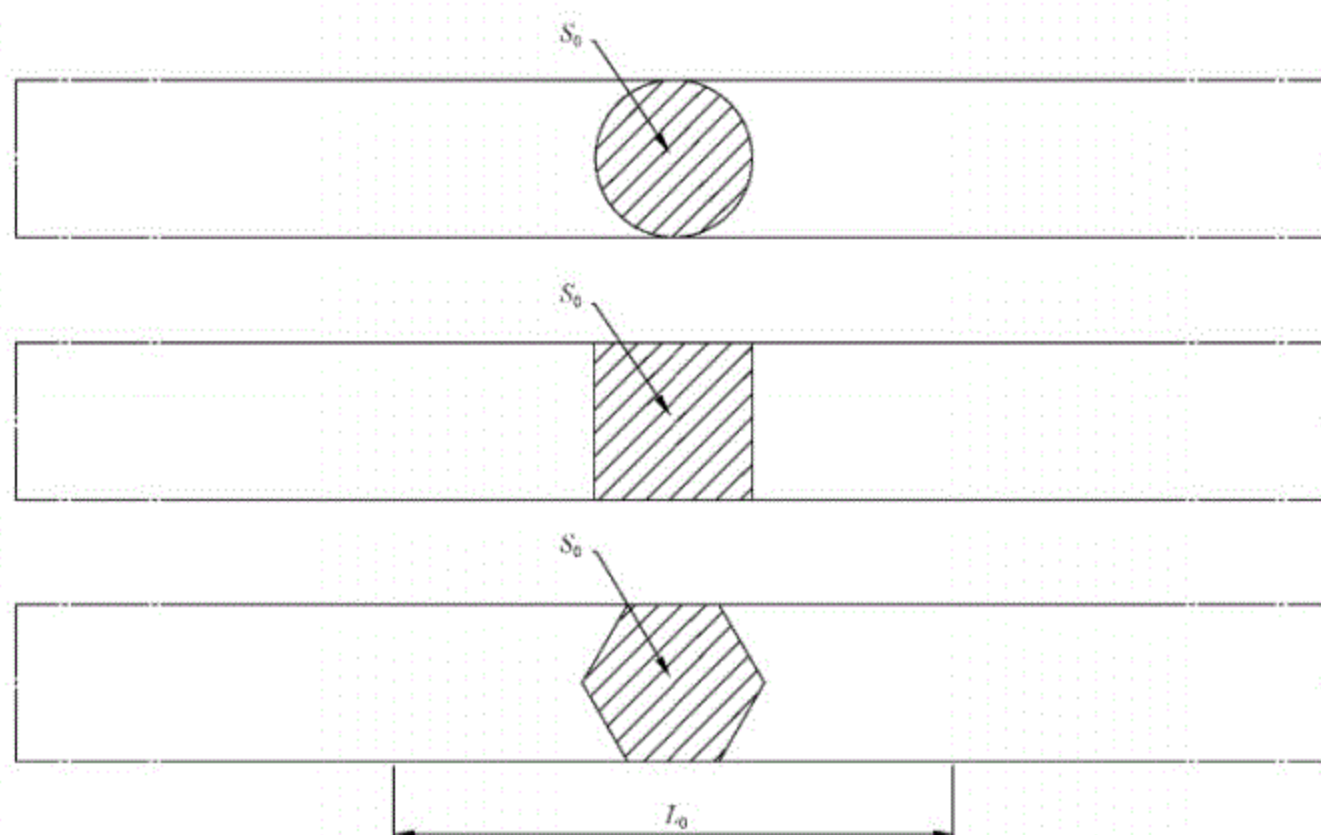


a) 弹性模量和泊松比机加工圆形横截面试样示意图



b) 弹性模量和泊松比机加工矩形横截面试样示意图

图 A.21 弹性模量和泊松比试样



c) 弹性模量和泊松比不经机加工试样示意图

说明:

d_0 ——圆形试样平行长度部分的原始直径;

a_0 ——矩形试样原始厚度;

b_0 ——矩形试样平行长度部分的原始宽度;

l ——矩形试样夹持部分宽度;

D ——圆形试样夹持部分直径;

r ——过渡圆弧半径,过渡半径尽可能的大;

L_0 ——试样标距;

L_e ——试样平行长度;至少超过标距长度加上两倍的试样直径或宽度;

L_t ——试样总长度。

图 A.21 (续)

A.6.2 弹性模量和泊松比试样公差

弹性模量和泊松比机加工圆形横截面试样公差见表 A.40,矩形横截面试样公差见表 A.41。

表 A.40 弹性模量和泊松比机加工圆形横截面试样公差

单位为毫米

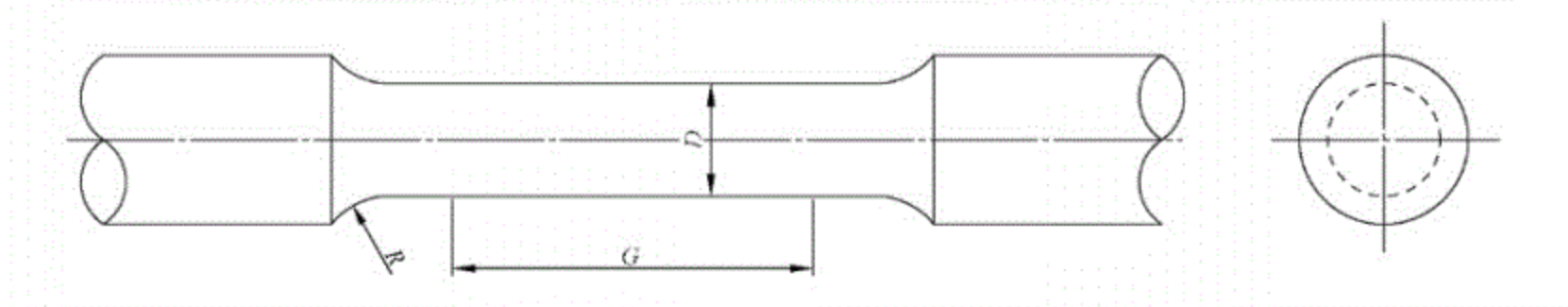
名义横向直径	尺寸公差	几何公差
3	± 0.05	0.02
$>3 \sim 6$	± 0.06	0.03
$>6 \sim 10$	± 0.07	0.04
$>10 \sim 18$	± 0.09	0.04
$>18 \sim 30$	± 0.10	0.05

表 A.41 弹性模量和泊松比机加工矩形横截面试样公差 单位为毫米

名义横向尺寸	尺寸公差	几何公差
3	± 0.1	0.05
$>3\sim 6$	± 0.1	0.05
$>6\sim 10$	± 0.2	0.1
$>10\sim 18$	± 0.2	0.1
$>18\sim 30$	± 0.5	0.2
$>30\sim 50$	± 0.5	0.2

A.7 应力腐蚀单轴加载拉伸试样

金属应力腐蚀单轴加载拉伸试样见图 A.22。试样尺寸及公差见表 A.42。



说明：
D —— 直径；
G —— 拉伸试样工作部分长度；
R —— 过渡弧的半径。

图 A.22 金属应力腐蚀单轴加载拉伸试样

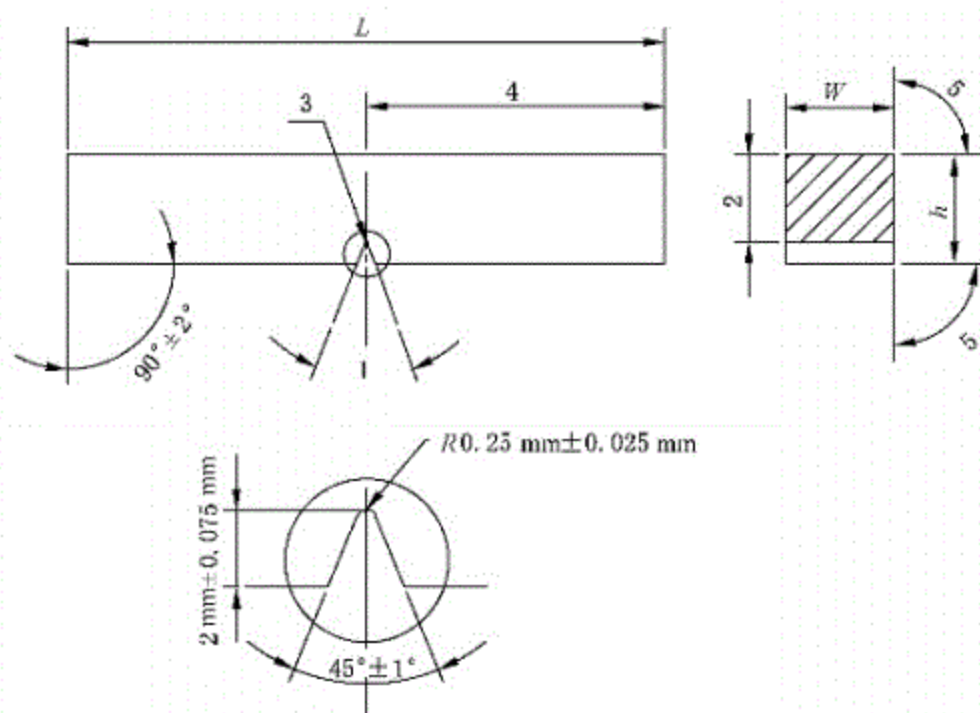
表 A.42 应力腐蚀试样尺寸及公差 单位为毫米

尺寸	标准试样	小尺寸试样
D	6.35 ± 0.13	3.81 ± 0.05
G	25.4	25.4
R 最小	15	15

A.8 夏比摆锤冲击试样

A.8.1 V 型缺口夏比摆锤冲击试样

V 型缺口夏比摆锤冲击试样见图 A.23。试样尺寸与偏差见表 A.43。



说明:

L ——试样长度;

h ——试样高度;

W ——试样宽度;

1——缺口角度;

2——缺口底部高度;

3——缺口根部半径;

4——缺口对称面至端部距离;

5——试样纵向面间夹角。

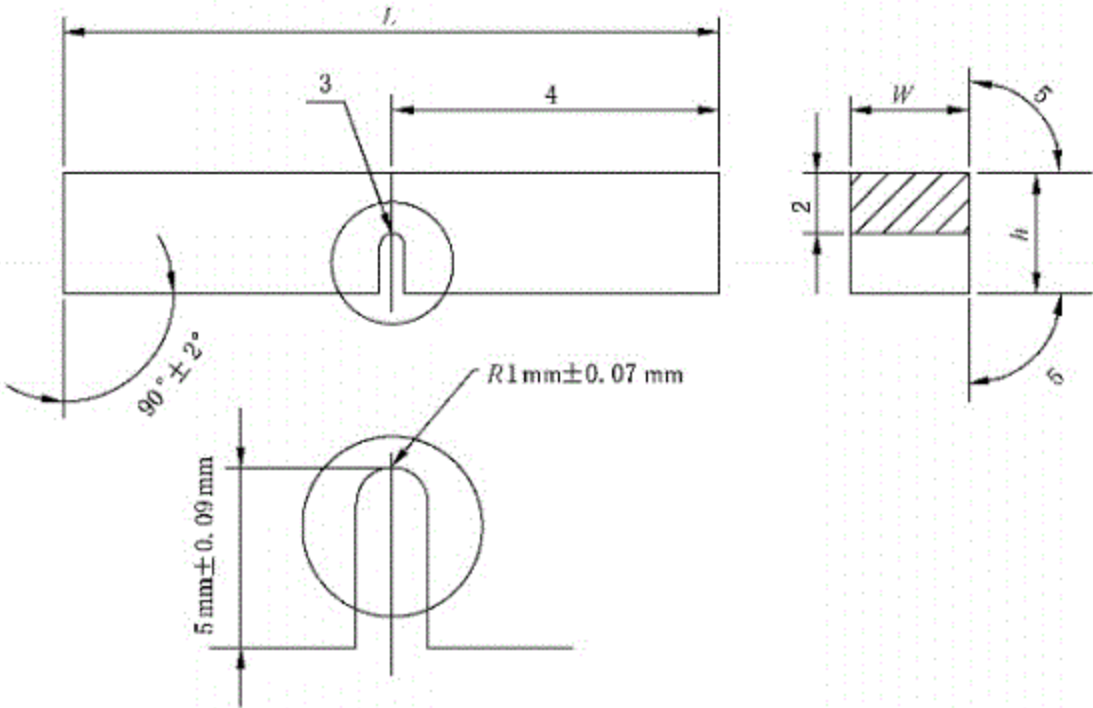
图 A.23 V 型缺口夏比摆锤冲击试样

表 A.43 V 型缺口夏比摆锤冲击试样尺寸与偏差

名称	符号及序号	公称尺寸	机加工偏差
长度	L	55 mm	± 0.60 mm
高度	h	10 mm	± 0.075 mm
标准试样宽度	W	10 mm	± 0.11 mm
小试样宽度	W	7.5 mm	± 0.11 mm
		5 mm	± 0.06 mm
		2.5 mm	± 0.04 mm
缺口角度	1	45°	$\pm 2^\circ$
缺口底部高度	2	8 mm	± 0.075 mm
缺口根部半径	3	0.25 mm	± 0.025 mm
缺口对称面-端部距离	4	27.5 mm	± 0.42 mm
试样纵轴面间夹角	5	90°	$\pm 2^\circ$
缺口对称面-试样纵轴角度	—	90°	$\pm 2^\circ$
如材料不够制备标准尺寸试样时,可使用宽度 7.5 mm、5 mm、2.5 mm 的小尺寸试样。			

A.8.2 U 型缺口夏比摆锤冲击试样

U 型缺口夏比摆锤冲击试样图解见图 A.24。试样尺寸与偏差见表 A.44。



说明：

- L —— 试样长度；
- h —— 试样高度；
- W —— 试样宽度。
- 2 —— 缺口底部高度；
- 3 —— 缺口根部半径；
- 4 —— 缺口对称面-端部距离；
- 5 —— 试样纵向面间夹角。

图 A.24 U 型缺口夏比摆锤冲击试样

表 A.44 U 型缺口标准冲击试样尺寸与偏差 单位为毫米

名称	符号及序号	公称尺寸	机加工公差
长度	L	55	± 0.60
高度	h	10	± 0.11
标准试样宽度	W	10	± 0.11
小试样宽度	W	7.5	± 0.11
		5	± 0.06
缺口底部高度	2	8	± 0.09
		5	± 0.09
缺口根部半径	3	1	± 0.07
缺口对称面-端部距离	4	27.5	± 0.42
试样纵向面间夹角	5	90°	$\pm 2^\circ$
缺口对称面-试样纵轴角度	—	90°	$\pm 2^\circ$
注：如材料不够制备标准尺寸试样时，可使用宽度 7.5 mm、5 mm 的小尺寸试样。			

A.9 室温压缩试样

A.9.1 圆柱体室温压缩试样

圆柱体室温压缩试样图解见图 A.25。试样尺寸和适用检测项目见表 A.45。

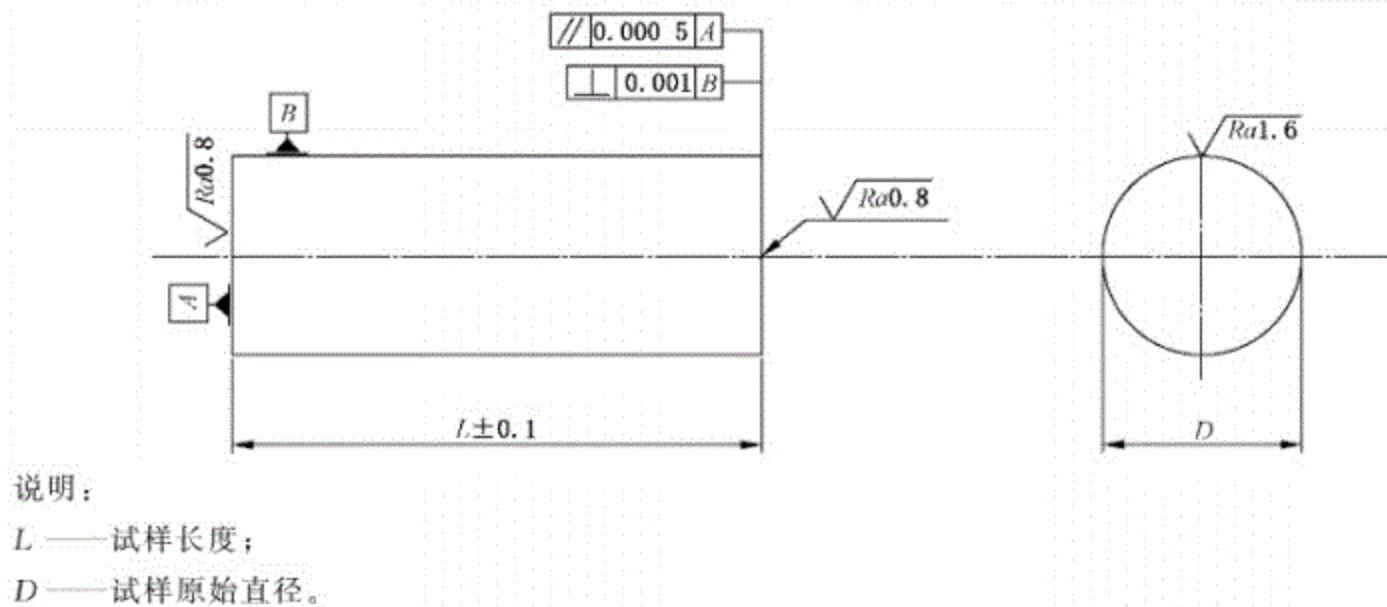


图 A.25 圆柱体室温压缩试样

表 A.45 圆柱体室温压缩试样尺寸和适用检测项目

单位为毫米

试样长度 L	试样直径 D	测试项目
$(2.5 \sim 3.5)d \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	$R_{pe}, R_{te}, R_{eHc}, R_{eLc}, R_{mc}$
$(5 \sim 8)d \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	$R_{pe0.01}, E_c$
$(1 \sim 2)d \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	R_{mc}

A.9.2 正方形柱体室温压缩试样

正方形柱体室温压缩试样图解见图 A.26。试样尺寸和适用检测项目见表 A.46。

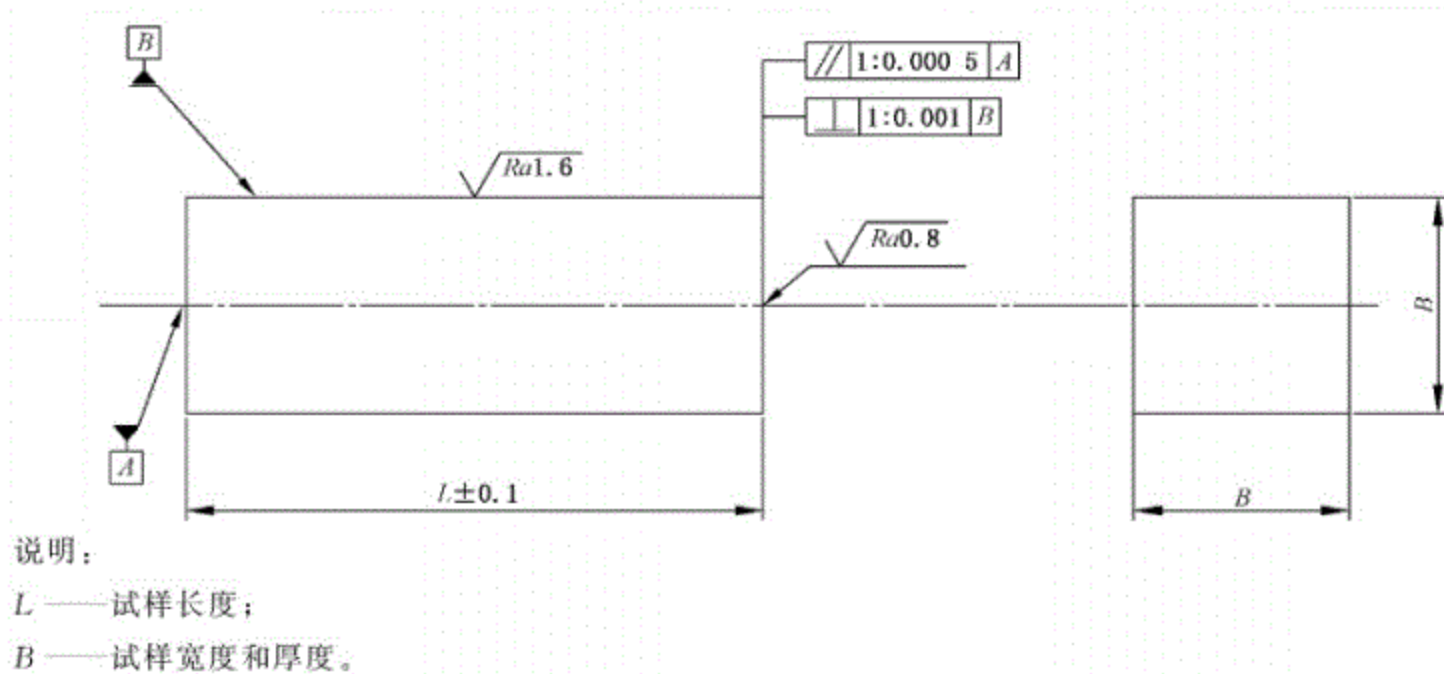


图 A.26 正方形柱体室温压缩试样

表 A.46 试样尺寸、偏差及其适用检测项目 单位为毫米

试样长度 L	试样宽度 B	测试项目
$(2.5 \sim 3.5)b \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	$R_{pe}, R_{te}, R_{eHc}, R_{eLc}, R_{mc}$
$(5 \sim 8)b \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	$R_{pe0.01}, E_c$
$(1 \sim 2)b \pm 0.1$	$(10 \sim 20) \pm 0.05$	R_{mc}
注：表中规定适用于厚度 >10 mm 的试样。		

A.9.3 矩形板状室温压缩试样

矩形板状室温压缩试样图解见图 A.27。该板状试样仅适用于厚度为 2 mm ~ <10 mm 的试样。无约束部分的长度 h 按式(A.1)计算：

$$h = \left(\epsilon_{pc} + \frac{R_{pc}}{E_c} \right) H + (0.2 \sim 0.3) \dots\dots\dots (A.1)$$

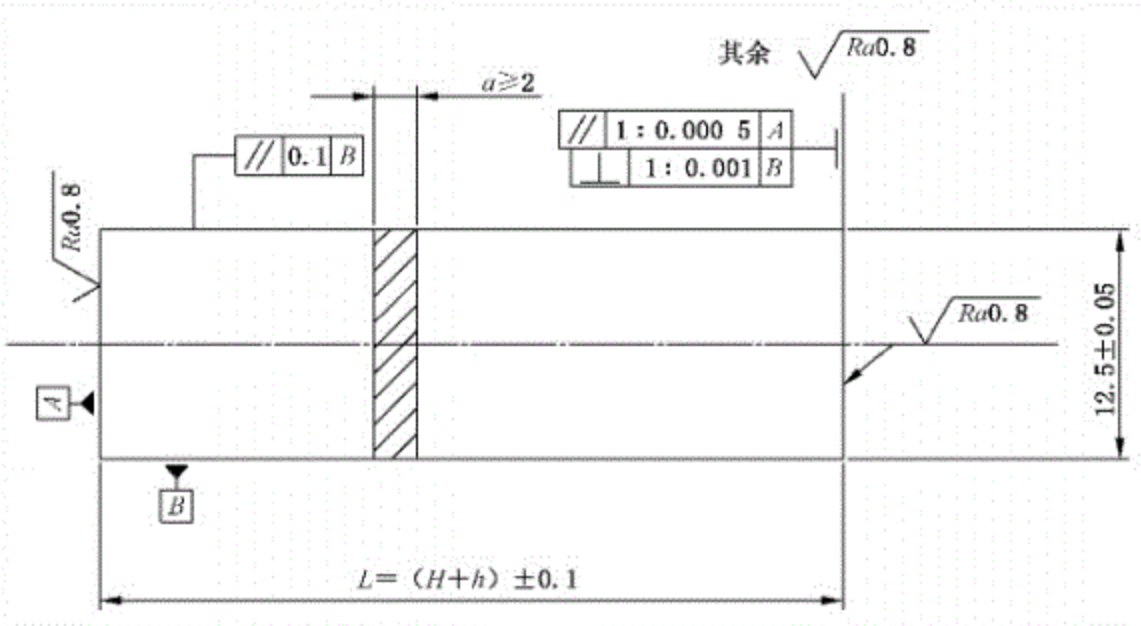
- 式中：
- h ——无约束部分长度,单位为毫米(mm)；
 - ϵ_{pc} ——规定非比例压缩应变, %；
 - R_{pc} ——规定非比例压缩强度,单位为牛每平方米(N/mm²)；
 - E_c ——压缩弹性模量,单位为牛每平方米(N/mm²)；
 - H ——约束装置高度,单位为毫米(mm)。

当测定总压缩应力时长度 h 按式(A.2)计算：

$$h = \epsilon_{pc} \times H + (0.2 \sim 0.3) \dots\dots\dots (A.2)$$

- 式中：
- h ——无约束部分长度,单位为毫米(mm)；
 - ϵ_{pc} ——规定非比例压缩应变, %；
 - H ——约束装置高度,单位为毫米(mm)。

单位为毫米



说明：

- a ——试样厚度；
- L ——试样长度；
- H ——约束装置高度；
- h ——无约束部分的长度。

图 A.27 矩形板状压缩试样

A.9.4 带凸耳板状室温压缩试样

带凸耳板状室温压缩试样图解见图 A.28。无约束部分的长度 h 按式(A.3)计算:

$$h = \left(\varepsilon_{pc} + \frac{R_{pc}}{E_c} \right) H + (0.2 \sim 0.3) \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

h ——无约束部分长度,单位为毫米(mm);

ε_{pc} ——规定非比例压缩应变,%;

R_{pc} ——规定非比例压缩强度,单位为牛每平方米(N/mm²);

E_c ——压缩弹性模量,单位为牛每平方米(N/mm²);

H ——约束装置高度,单位为毫米(mm)。

当测定总压缩应力时的长度 h 按式(A.4)计算:

$$h = \varepsilon_{pc} \times H + (0.2 \sim 0.3) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

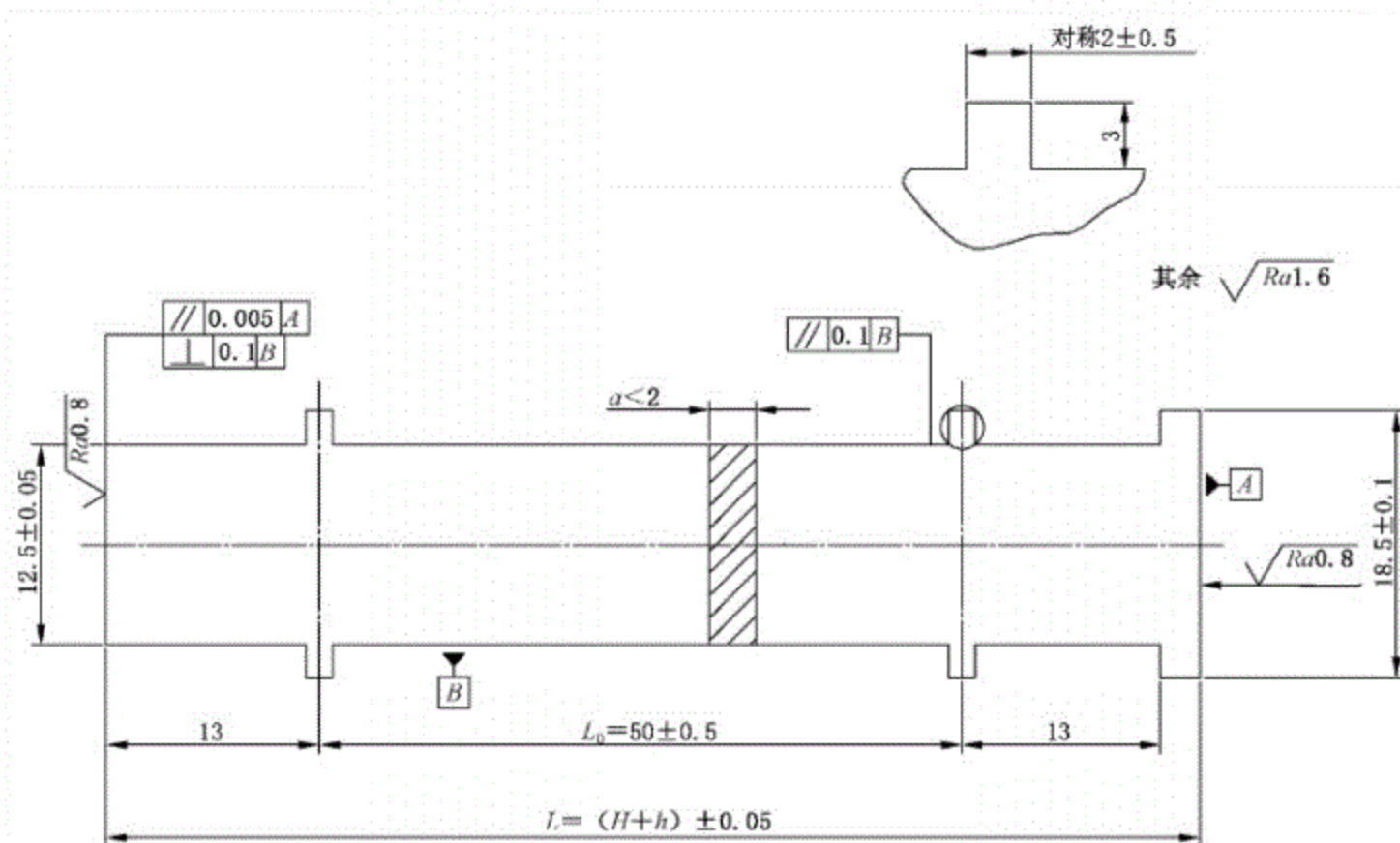
式中:

h ——无约束部分长度,单位为毫米(mm);

ε_{pc} ——规定非比例压缩应变,%;

H ——约束装置高度,单位为毫米(mm)。

单位为毫米



说明:

a ——试样厚度;

L_0 ——原始标距;

L ——试样长度;

H ——约束装置的高度(根据约束装置定);

h ——无约束部分的长度。

图 A.28 矩形板状压缩试样

A.10 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样

A.10.1 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样图和试样尺寸

铁素体钢无塑性转变温度落锤试样图解见图 A.29。试样尺寸见表 A.47,辅助试样的尺寸见表 A.48。

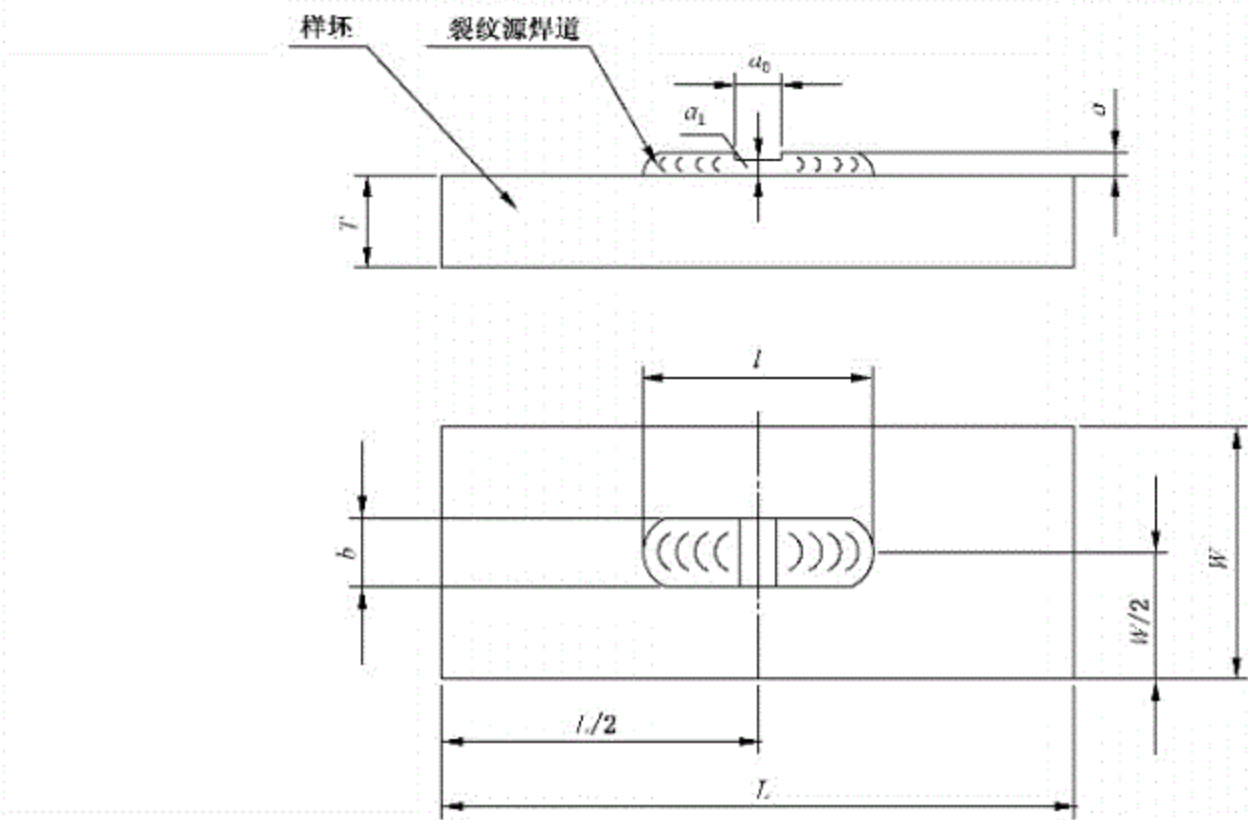


图 A.29 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样

表 A.47 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的标准试样尺寸 单位为毫米

名称	试样型号		
	P—1	P—2	P—3
试样厚 T	25.0 ± 2.5	20.0 ± 1.0	16.0 ± 0.5
试样宽 W	90.0 ± 2.0	50.0 ± 1.0	50.0 ± 1.0
试样长 L	360.0 ± 5.0	130.0 ± 2.5	130.0 ± 2.5
焊道长 l	40~85	20~65	20~65
焊道宽 b	12~16	12~16	12~16
焊道高度 a	3.5~5.5	3.5~5.5	3.5~5.5
缺口宽度 a_0	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5
缺口底高 a_1	1.8~2.0	1.8~2.0	1.8~2.0

表 A.48 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的辅助试样形状及尺寸 单位为毫米

名称	试样型号		
	P—4	P—5	P—6
试样厚 T	12.0 ± 0.5	38.0 ± 2.5	50.0 ± 3.0
试样宽 W	50.0 ± 1.0	90.0 ± 2.0	90.0 ± 2.0
试样长 L	130.0 ± 2.5	360.0 ± 5.0	360.0 ± 5.0
焊道长 l	20~65	40~85	40~85
焊道宽 b	10~14	12~16	12~16
焊道高度 a	3.5~5.5	3.5~5.5	3.5~5.5
缺口宽度 a_0	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5
缺口底高 a_1	1.8~2.0	1.8~2.0	1.8~2.0

A.10.2 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的切取和加工

A.10.2.1 试样坯料和试样端部可采用锯切、剪切或火焰切割的方法切割试样,剪切或火焰切割的试样需通过机械加工去除剪切变形区或热影响区。试样侧面使用锯切或机械加工,并使用适当的冷却液以防试样过热,侧面距任意火焰切割面至少 25 mm。

A.10.2.2 板材样坯需保留一个原始轧制面作为试验时的堆焊裂纹源焊道(受拉)的面,当坯料的厚度大于试样厚度时,从另一个轧制面单面机械加工到规定的试样厚度。

A.10.2.3 铸、锻件的样坯,两面均可机械加工。但试样的受拉面尽量接近原始表面。

A.10.2.4 试样受拉面及两侧面的机械加工与试样长度方向一致。

A.10.3 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的裂纹源焊道

裂纹源焊道位于落锤试样的原始表面(受拉面)的中间。堆焊焊条可采用直径 4 mm~5 mm 且能确保焊道开裂的普通低合金钢堆焊焊条。为了帮助焊工准确的将焊道堆焊于试样中间,可以按照焊道的位置和尺寸在试样上冲打标记。堆焊时从焊道的任一端向另一端进行连续焊接,焊接过程不应有间断,焊接电流为 180 A~200 A,中等电弧长度,焊接速度能够保证得到合适的焊道高度。焊接时可在试样下方放置金属或水箱散热器以起到散热作用。

A.10.4 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的其他裂纹源焊道

其他堆焊材料也可以用于裂纹源焊道的焊接,若用其他焊条堆焊裂纹源焊道时,需要用 3 个 P—2 型标准试样在高于材料的 NDT 温度 55 °C 或以上温度下按照本指导性技术文件方法进行落锤试验,三次试验堆焊缺口都开裂,则认为该焊条是可以用于裂纹源焊道的焊接,并在试验报告中注明。

A.10.5 铁素体钢无塑性转变温度落锤试样的缺口加工

A.10.5.1 试样缺口加工方式

焊道的缺口加工需确保切割工具不损伤焊道下的基体金属表层,切割工具可以是机械锯、手工锯、铣刀、薄砂轮片等其他方便的切割工具,也可以采用电火花加工机床进行加工。加工的缺口底面与试样的受拉面平行且垂直于试样的侧面,同时保证焊道缺口的高度。

A.10.5.2 对接焊接头落锤试样的坡口型式

根据试板厚度和试验考核内容选用单边 V 型坡口、K 型坡口或 X 型坡口,亦可根据有关技术条件或双方协议确定。

A.10.5.3 对接焊接头落锤试样的试板制备

试板制备可按有关规定进行。但对焊的试板防止产生挠曲和平面错位。如已产生,两面机械加工需平直。试板两面的焊缝加强高亦机加工到与试样表面齐平。

A.10.5.4 对接焊接头落锤试样的缺口部位

脆性焊道和缺口的位置可根据考核内容而定,缺口可开在正对接头的焊缝金属或热影响区的上方,见图 A.30,其他的要求与板材试样相同。

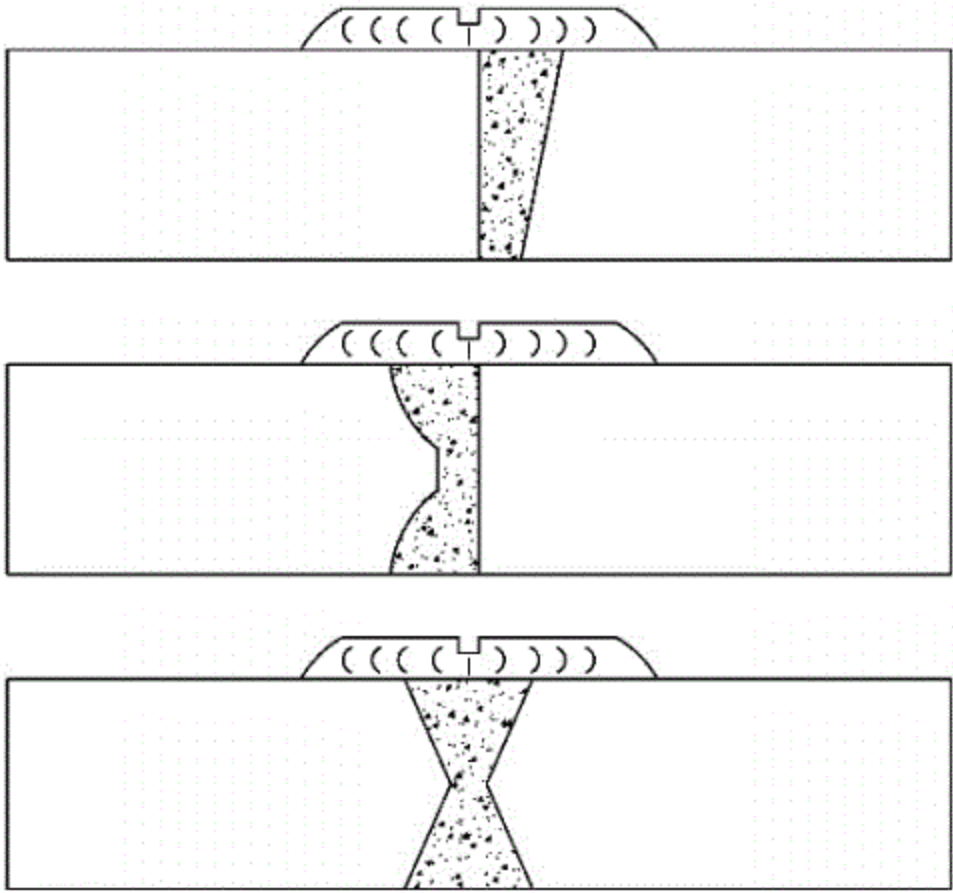


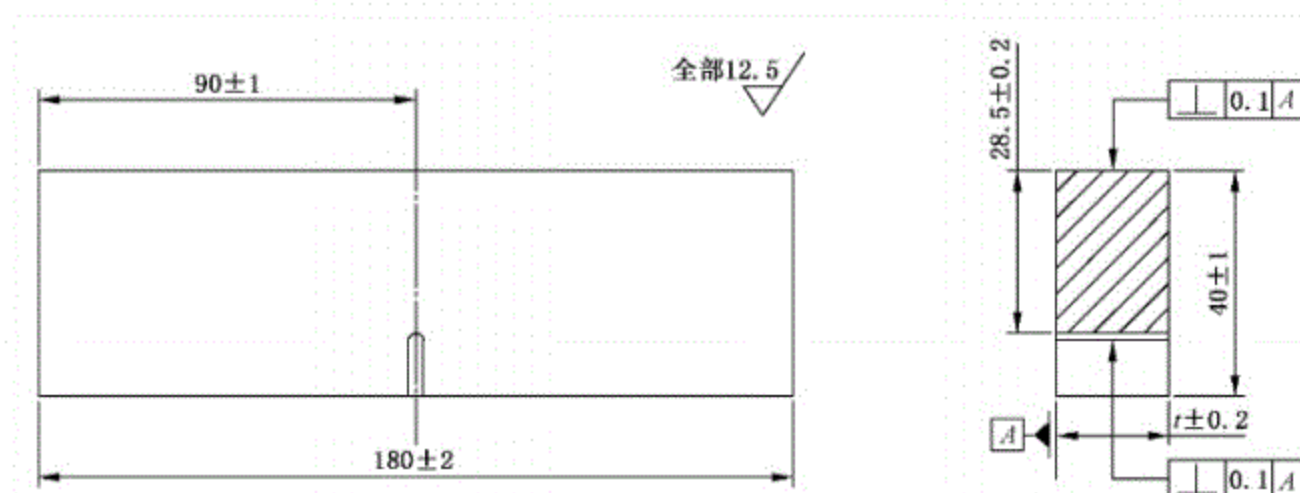
图 A.30 焊接接头落锤试样裂纹源缺口部位示意图

A.11 动态撕裂试样

A.11.1 厚度小于 25 mm 的动态撕裂试样

厚度小于 25 mm 的动态撕裂试样的尺寸及公差见图 A.31。

单位为毫米



注 1: 厚度 t 为 5 mm~16 mm 的样坯, 试样尺寸为 180 mm×40 mm× t , 保留原轧制表面;

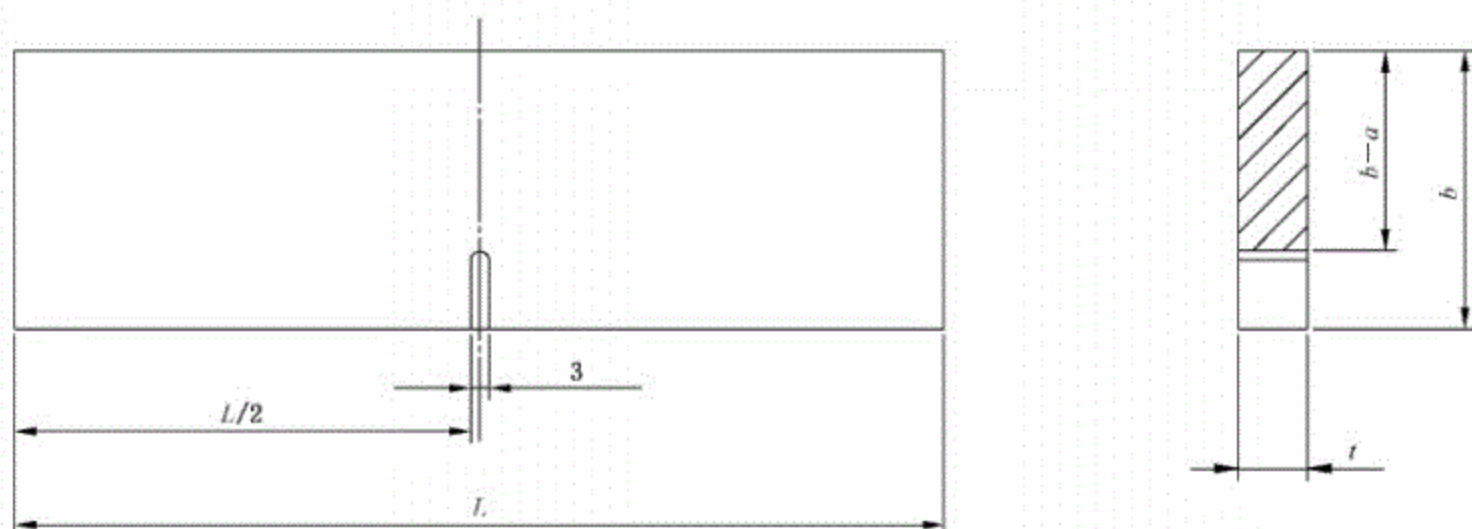
注 2: 厚度 t 大于 16 mm 的样坯, 试样尺寸为 180 mm×40 mm×16 mm。

图 A.31 厚度小于 25 mm 的动态撕裂试样尺寸和公差

A.11.2 厚度大于或等于 25 mm 的动态撕裂试样

厚度大于或等于 25 mm 的动态撕裂试样的尺寸和公差见图 A.32 和表 A.49。

单位为毫米



厚度为 25 mm、32 mm 和 40 mm 的动态撕裂样坯的切取部位和方向符合 GB/T 2975 或有关技术条件的规定。

取自板厚为 25 mm、32 mm 和 40 mm 的动态撕裂试样保留原轧制表面, 其他厚度尺寸的样坯, 可加工成与上述相应尺寸的试样。缺口宽度 $b_n = 3$ mm, 压制顶端深度 $D_t = 1.0$ mm±0.15 mm。

图 A.32 厚度大于或等于 25 mm 动态撕裂试样

表 A.49 厚度大于或等于 25 mm 动态撕裂试样尺寸和公差

单位为毫米

试样尺寸参数	试样厚度		
	25	32	40
试样长度 L	460±5	550±5	650±5
试样宽度 b	120±1	160±1	200±1
试样厚度 t	25±0.5	32±0.5	40±0.5
净宽 $(b-a)$	75±0.5	105±0.5	135±0.5

A.11.3 动态撕裂试样缺口制备

A.11.3.1 位移控制法动态撕裂试样缺口制备

A.11.3.1.1 对缺口预加载荷,并把千分表的表盘对准零。厚度为 10 mm~16 mm 的钢试样可预加 400 N, 10 mm 以下的钢试样和其他较软的金属试样,可预加 200 N。

A.11.3.1.2 采用千分表控制压下量,千分表读数需大于表 A.50 规定的压制深度,超过量与试验材料和试样厚度等有关,按 A.11.3.6 规定,通过实测确定。

A.11.3.2 载荷控制法动态撕裂试样缺口制备

A.11.3.2.1 按照 A.11.3.5 规定估算缺口压制力并压制缺口,按 A.11.3.6 规定测量压制深度。若试样的压制深度符合表 A.50 的规定,则同批号、同厚度的其余试样的缺口均可按此压制力压制。

A.11.3.2.2 若测得压制深度不符合要求,调整压力,重新压制。

A.11.3.2.3 在缺口压制过程中抽检缺口压制深度。

注:采用位移控制法或载荷控制法完成缺口制备时,可用压力机或万能材料试验机完成缺口压制。也可采用其他方法完成缺口制备。试样缺口可用铣削或线切割等方法加工,但一组试样必须采用同一种加工方法。加工合格的试样,试验前需用硬度不小于 60 HRC 的压刀压制缺口。每次压制之前,检查压刀。压刀符合 A.11.3.4 的规定,还需仔细清除试样缺口中的金属屑和缺口边缘的毛刺。

A.11.3.3 动态撕裂试样缺口和缺口顶端的压制尺寸及公差

动态撕裂试样缺口和缺口顶端的压制尺寸及公差见图 A.33 和表 A.50。

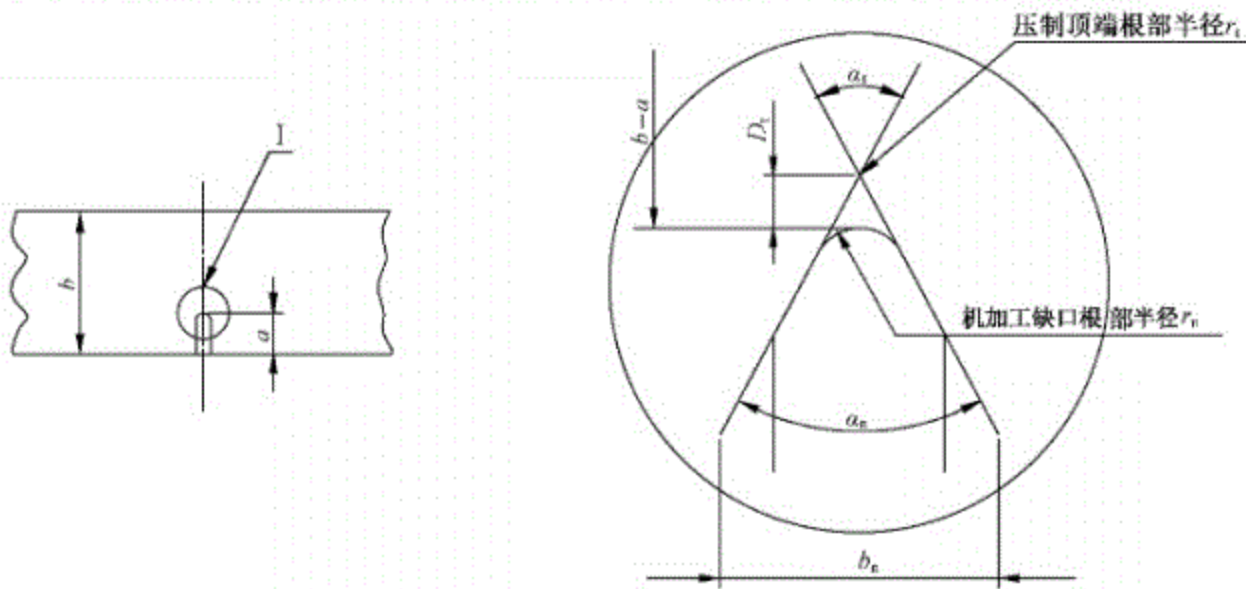


图 A.33 动态撕裂试样缺口和缺口顶端的压制尺寸

表 A.50 动态撕裂试样缺口尺寸和公差

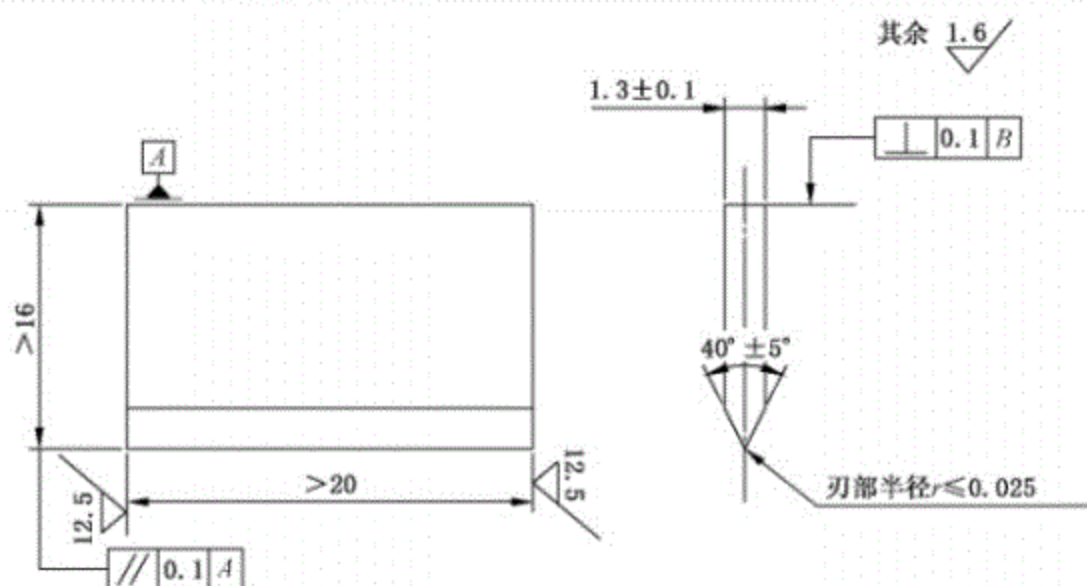
单位为毫米

缺口几何参数	尺寸	公差
净宽 $(b-a)$	28.5	± 0.2
机加工缺口宽度 b_n	1.6	± 0.1
机加工缺口根部角度 $\alpha_n/(^{\circ})$	60	± 2
机加工缺口根部半径 r_n	≤ 0.13	—
压制深度 D_t	0.25	± 0.13
压制顶端角度 $\alpha_t/(^{\circ})$	40	± 5
压制顶端根部半径 r_t	≤ 0.025	—

A.11.3.4 动态撕裂试样锐化缺口顶端用压刀

动态撕裂试样锐化缺口顶端用压刀和尺寸见图 A.34。

单位为毫米



注：刃口无毛刺和缺陷。

图 A.34 动态撕裂试样锐化缺口顶端用压刀

A.11.3.5 动态撕裂试样缺口压制力估算

动态撕裂试样缺口制备所需压力可按式(A.5)估算：

$$p = K \times R_m \times t \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- p —— 压力,单位为牛顿(N);
- K —— 系数,取 $K = 2.4 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$;
- R_m —— 抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
- t —— 试样厚度,单位为毫米(mm)。

A.11.3.6 动态撕裂试样缺口压制深度测量

可采用以下方法或其他方法测量动态撕裂试样缺口压制深度。无论何种方法测量,其测量分辨力需能够达到 0.01 mm。测量步骤如下：

- a) 在试样两面离机加工顶端约 2 mm 处,画一条基准线,或以试样棱边作为基准线,并分别做出识别标记;
- b) 用工具显微镜或分辨力不大于 0.01 mm 的读数显微镜测量未压试样两面机加工缺口顶端与基准线之间的距离;
- c) 压制缺口顶端;
- d) 测量试样两面压制缺口顶端与基准线之间的距离;
- e) b)和 d)所得结果之差,即为缺口的压制深度。

A.11.3.7 动态撕裂试样焊接接头样坯的取样方法

A.11.3.7.1 动态撕裂试样焊接接头试板的制备

试板用母材及其取向和焊接材料符合有关技术条件规定。试板用母材的长度可根据样坯数量而

定,但不得小于 400 mm,宽度符合表 A.51 的规定。在 200 mm 试板长度内,试板挠度 f 不得超过板厚的 10%,且不得大于 4 mm。试板错边量 h 不得超过板厚的 15%,且不得大于 4 mm,见图 A.35。

表 A.51 动态撕裂试样焊接接头试板用母材宽度尺寸 单位为毫米

试板厚度 t_1	试板宽度 B
≤ 24	≥ 100
$> 24 \sim 50$	≥ 150
> 50	≥ 200

单位为毫米

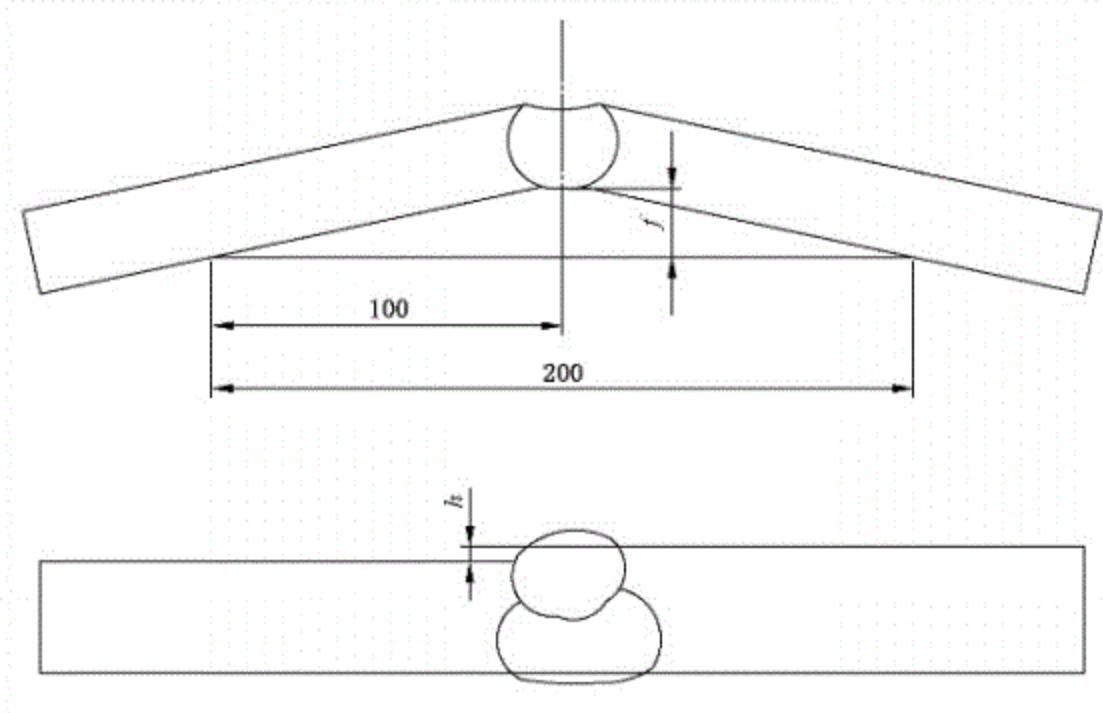


图 A.35 动态撕裂试样焊接接头试板的挠度和错边

A.11.3.7.2 动态撕裂试样焊接接头样坯切取

样坯从焊接试板或焊接结构上切取。切取样坯之前,需将试板两端各截弃 50 mm。样坯切取,尽量采用机械切削方法。若采用火焰切割方法,需留有足够加工余量,以保证受试金属不受热影响。

A.11.3.7.3 动态撕裂试样焊接接头试样切取

试样尽量靠近后焊面切取,如图 A.36 所示。

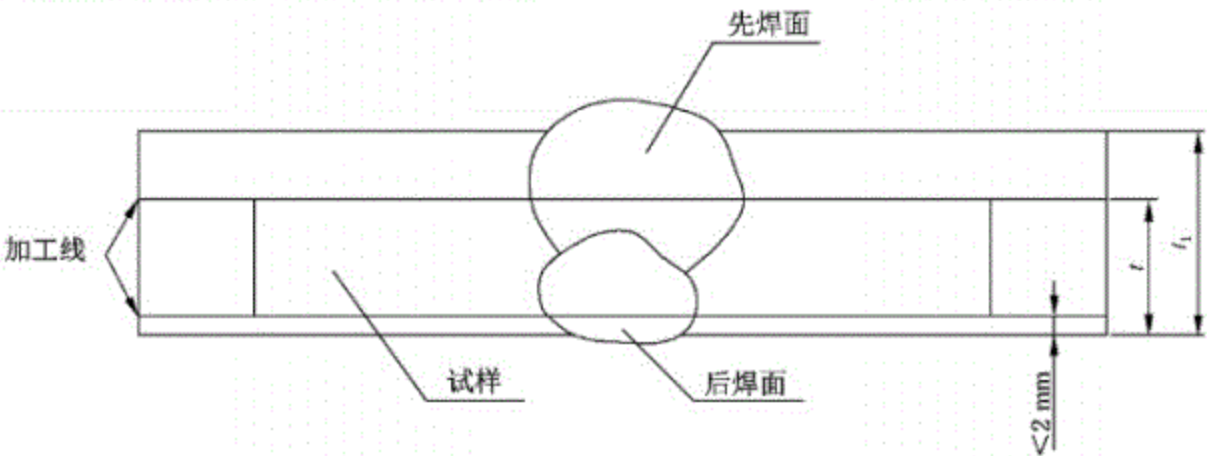


图 A.36 动态撕裂试样焊接接头试样切取示意图

A.11.3.7.4 动态撕裂试样焊接接头试样缺口位置

焊缝金属试样的缺口轴线与焊缝表面垂直,并位于焊缝中心处,如图 A.37 所示。熔合线及近缝区试样的缺口轴线与焊缝表面垂直。熔合线缺口位置,开在试样二分之一厚度平面与熔合线交界处的 M 点。近缝区各部位的缺口位置,根据技术条件要求开在 M 点以外的 H 点,如图 A.38 所示。

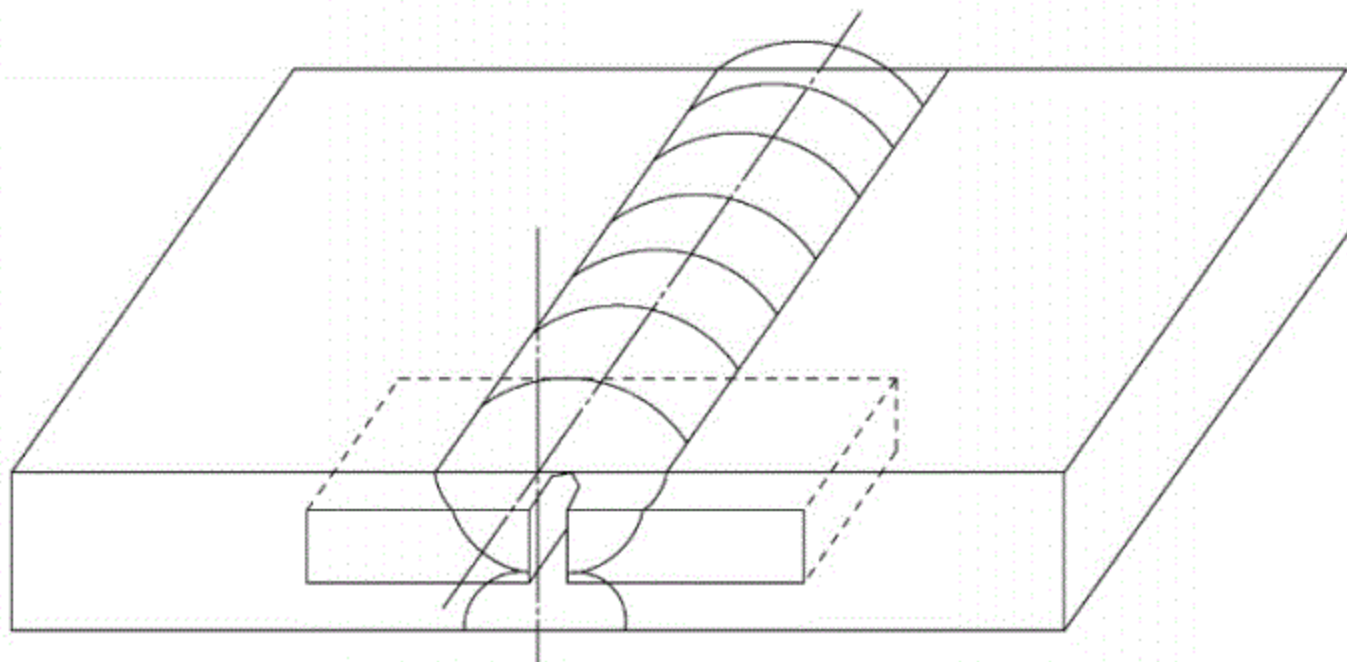


图 A.37 动态撕裂试样焊接接头焊缝金属试样缺口位置示意图

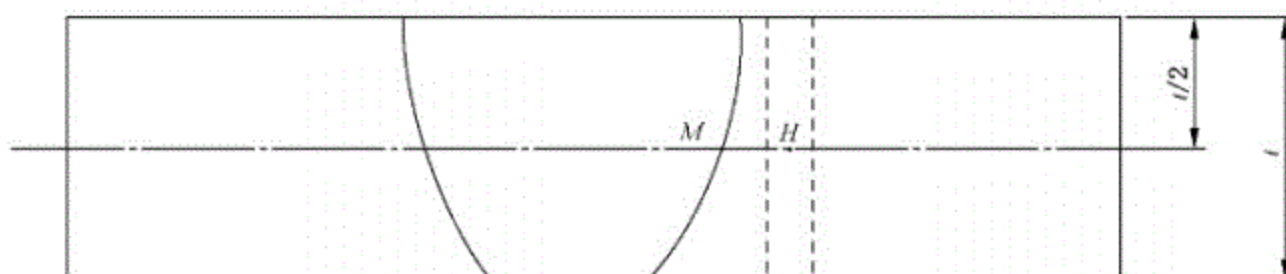


图 A.38 动态撕裂试样焊接接头熔合线及近缝区试样缺口位置示意图

A.12 钢材落锤撕裂试样

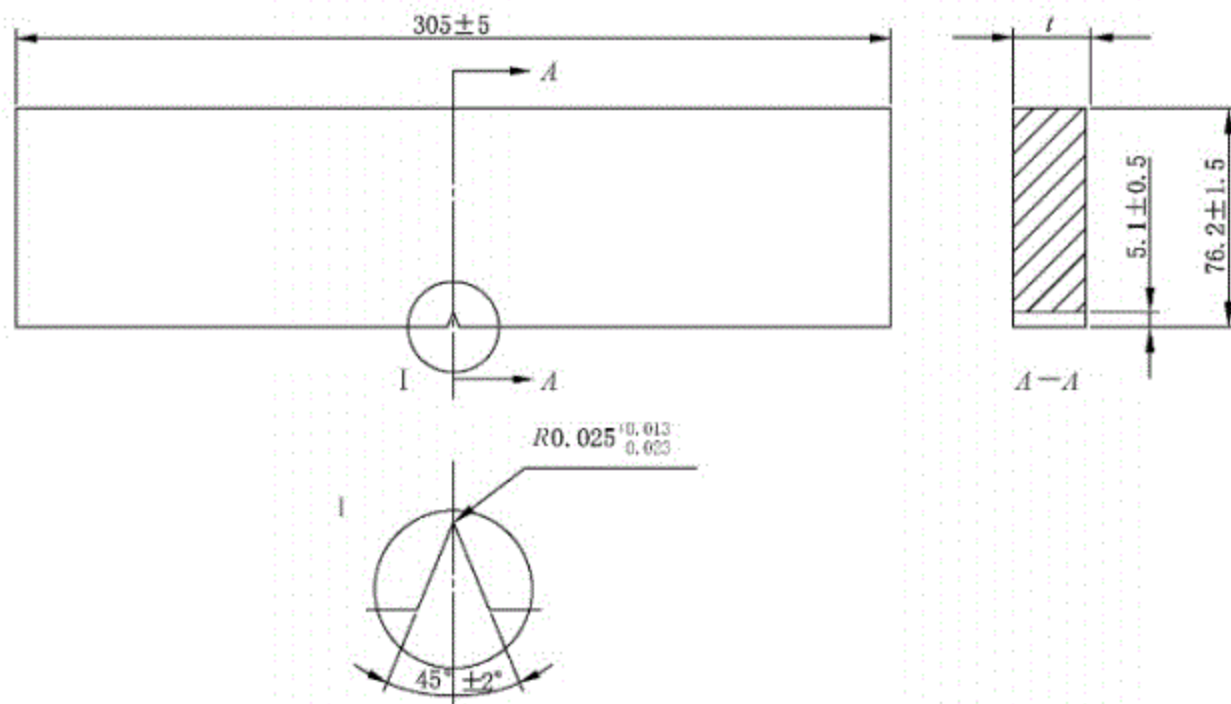
A.12.1 落锤撕裂试样取样数量

试样数量根据有关标准或协议规定,如无规定,一般取 2 个试样。

A.12.2 落锤撕裂试样尺寸及公差

无论采用何种方法从钢板或钢管上切取试样,通过机械加工去除剪切变形区或热影响区。试样尺寸及公差见图 A.39。

单位为毫米



说明：
A——截面线。

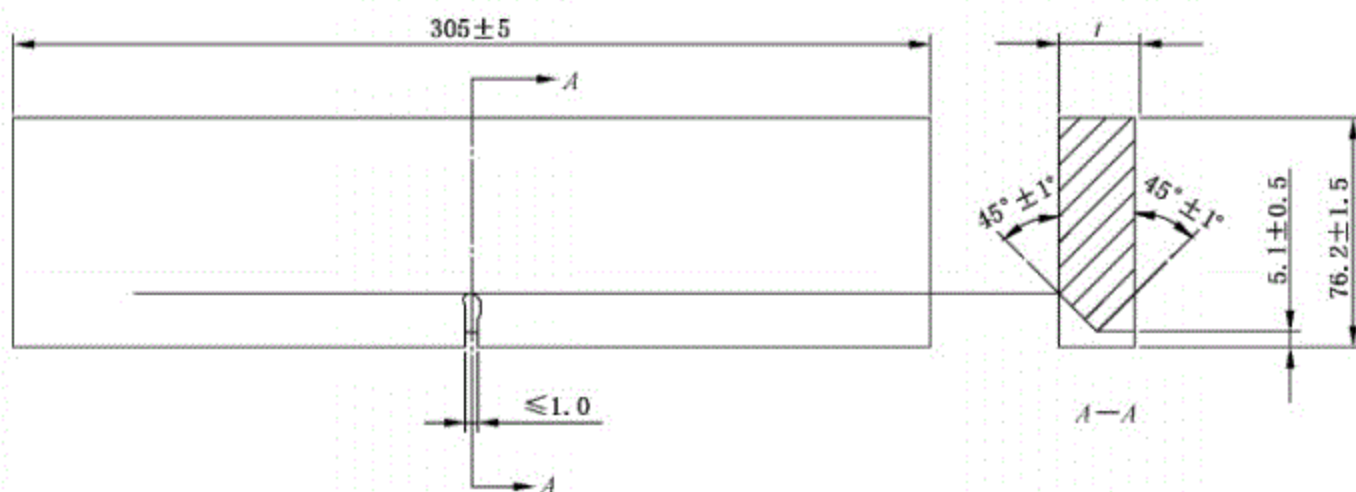
图 A.39 落锤撕裂压制缺口试样

A.12.3 落锤撕裂试样缺口几何形状

缺口几何形状可采用压制缺口或人字型缺口。低韧性管线钢与其他钢材选用压制缺口、高韧性管线钢优先选用人字型缺口。人字型缺口可降低 DWTT 吸收能量,在一定程度上减小高韧性管线钢经常发生的异常断口的概率。压制缺口和人字型缺口要求如下:

- 压制缺口是用刃口角度为 $45^\circ \pm 2^\circ$ 的特制钢压刀在试样上压制出图 A.38 所示的 V 型缺口。不准许采用其他机械加工方法。压制缺口前对压刀刀刃及角度进行检查,刀刃不应有缺陷,压入深度符合图 A.38 所示的公差范围;
- 如需要试验的试样较多,可以使用控制压入深度的装置;
- 人字型缺口可以用线切割或锯切成如图 A.40 所示的形状,缺口底部半径没有要求(缺口底部可呈圆形或平底)。

单位为毫米



说明：
A——截面线。

图 A.40 人字型缺口落锤撕裂试样

A.12.4 减薄落锤撕裂试样

如钢板的厚度或钢管的壁厚大于 19.0 mm, 且产品标准和协议对减薄无特殊规定时, 可对试样的一个或两个表面进行机械加工, 将试样厚度减薄至 $19.0 \text{ mm} \pm 0.12 \text{ mm}$ 。如产品标准和协议对减薄有规定时, 按规定减薄。

A.12.5 辅助落锤撕裂试样

辅助落锤撕裂试样是在人字型缺口试样的背后开切口加垫片, 见图 A.41。

单位为毫米

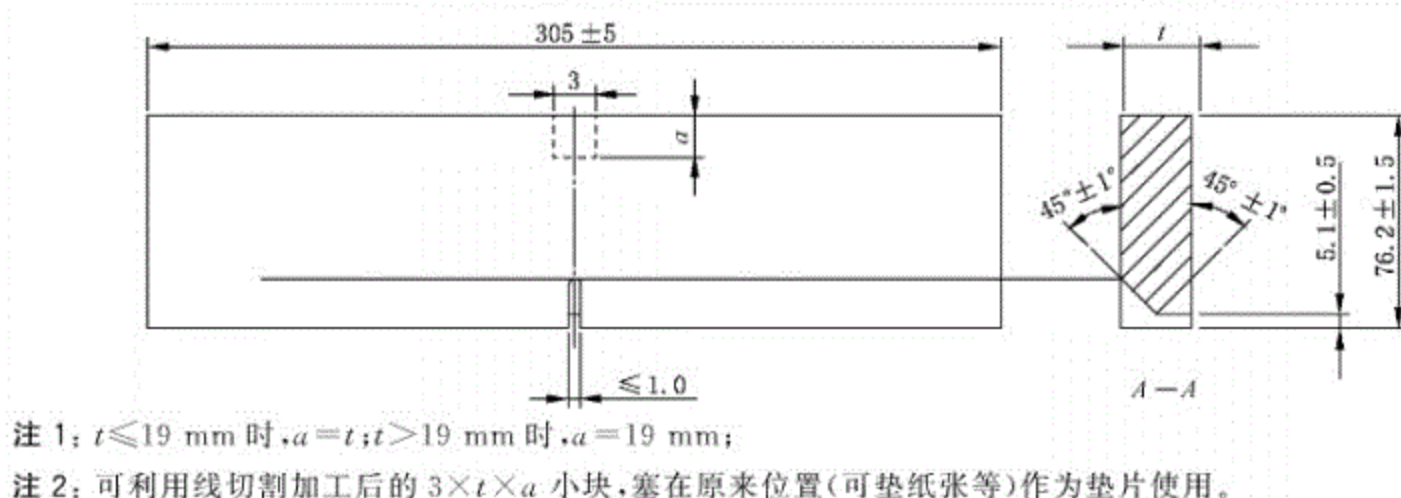


图 A.41 辅助落锤撕裂试样 人字型缺口背后开切口加垫片落锤撕裂试样

A.13 单轴拉伸蠕变试样

A.13.1 矩形横截面蠕变试样

矩形横截面蠕变试样见图 A.42。

单位为毫米

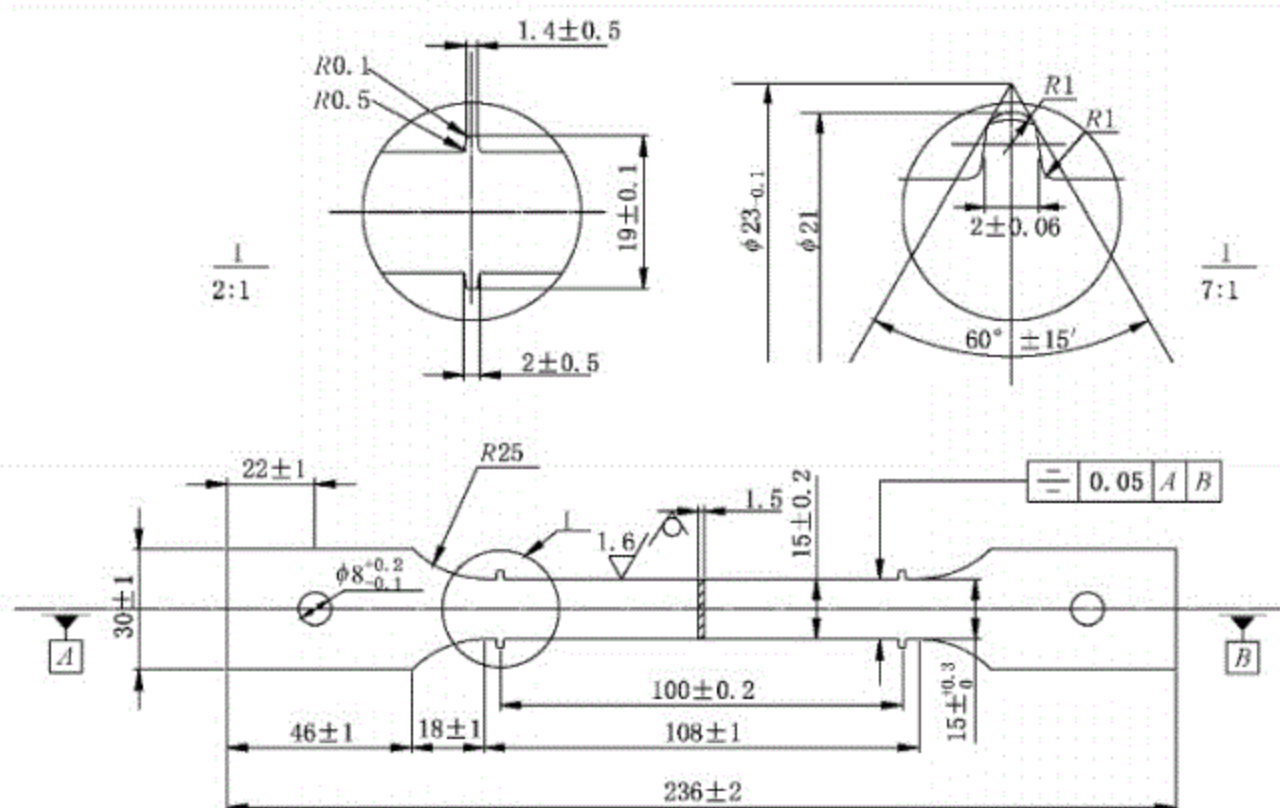


图 A.42 矩形横截面蠕变试样

A.13.2 圆形横截面蠕变试样

圆形横截面蠕变试样见图 A.43。

单位为毫米

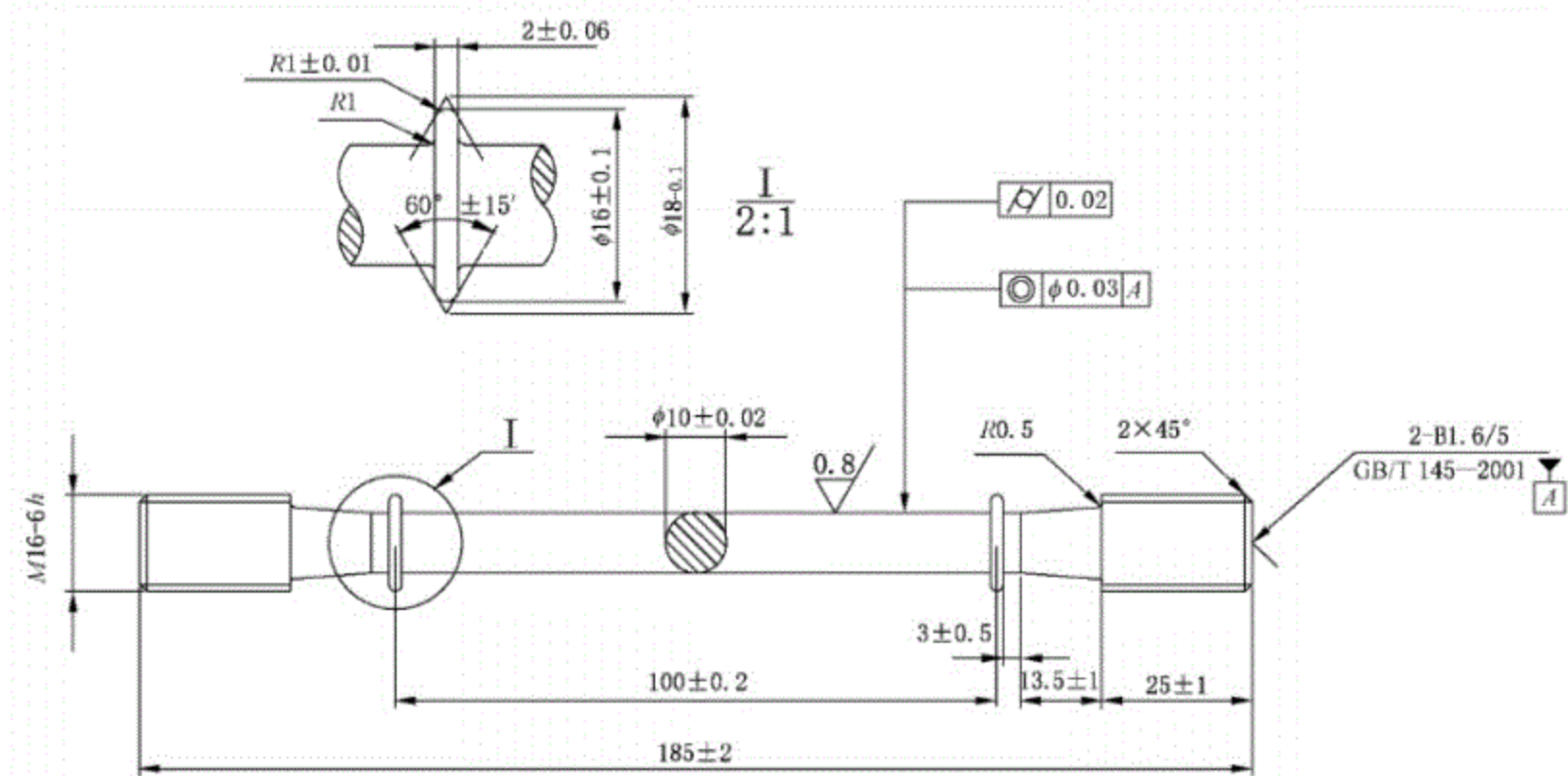


图 A.43 圆形横截面蠕变试样

A.13.3 直径 5 mm 圆形横截面持久试样

直径 5 mm 圆形横截面持久试样见图 A.44。

单位为毫米

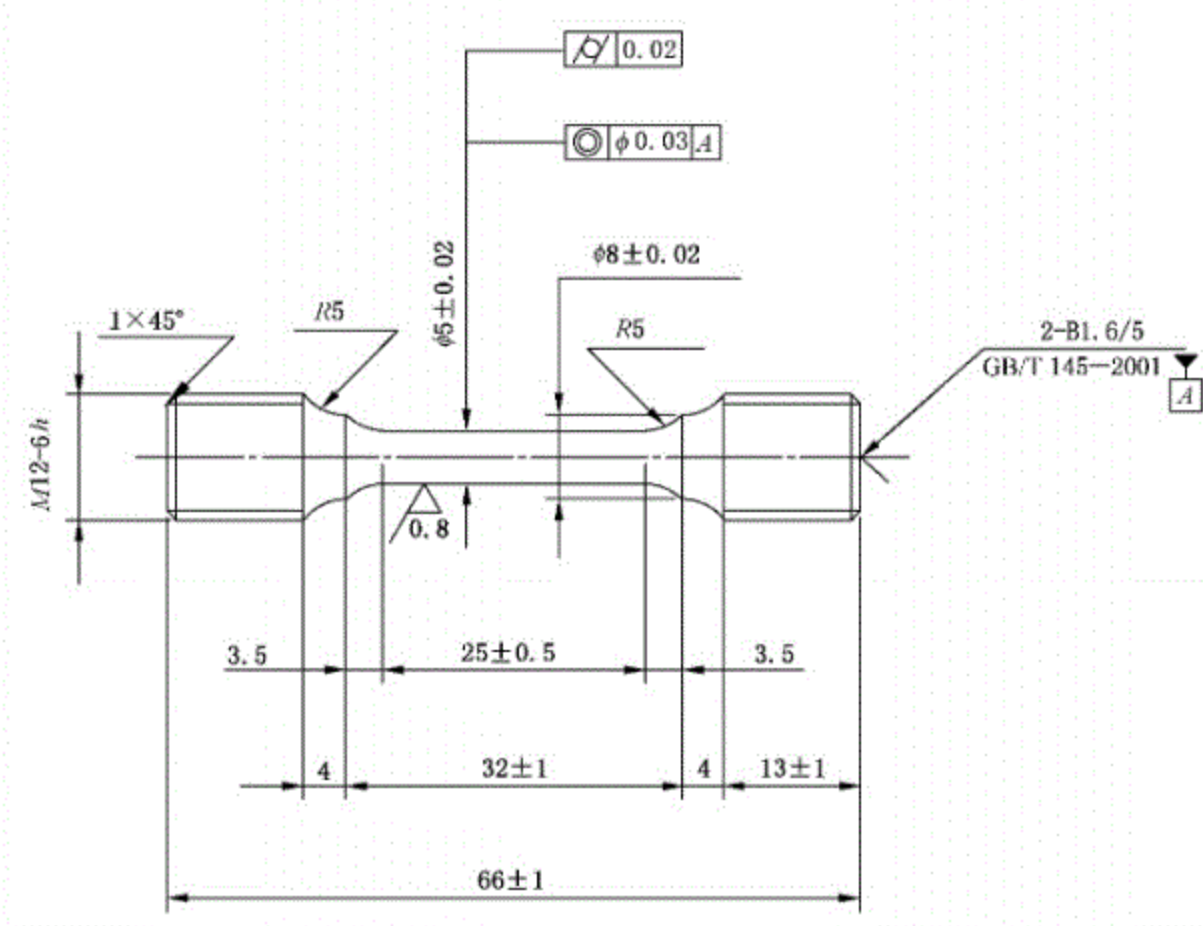


图 A.44 直径 5 mm 圆形横截面持久试样

A.13.4 直径 10 mm 圆形横截面持久试样

直径 10 mm 圆形横截面持久试样见图 A.45。

单位为毫米

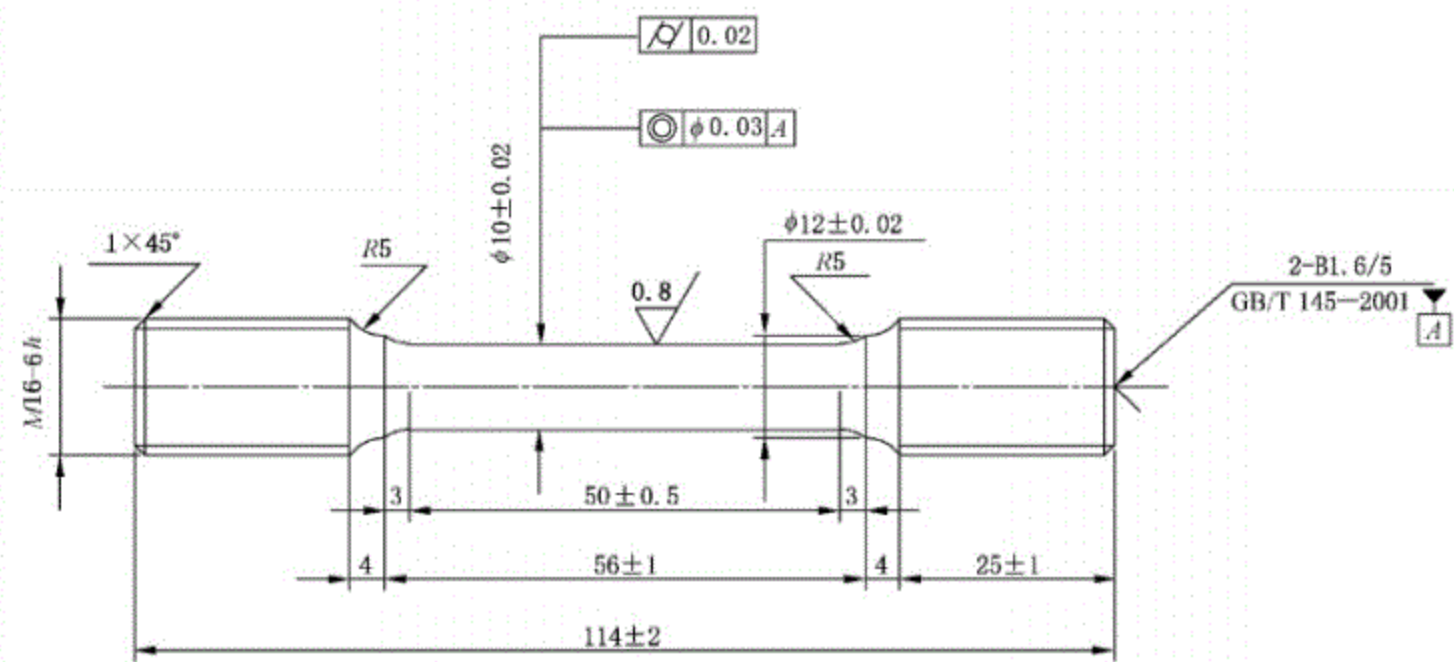
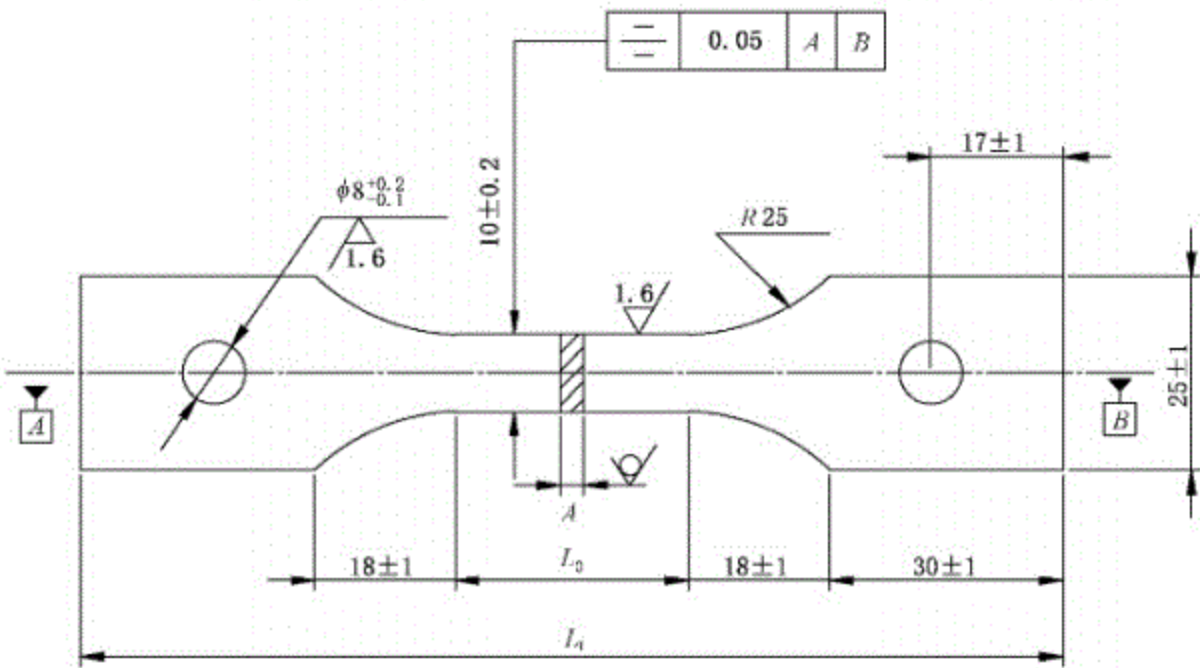


图 A.45 直径 10 mm 圆形横截面持久试样

A.13.5 矩形横截面持久试样

A.13.5.1 矩形横截面持久试样见图 A.46。

单位为毫米



说明：

- A —— 矩形横截面试样厚度；
- L_0 —— 试样原始计算长度；
- L_1 —— 试样总长度。

图 A.46 矩形横截面持久试样

A.13.5.2 矩形横截面持久试样原始计算长度与厚度的关系见表 A.52。

表 A.52 矩形横截面持久试样原始计算长度与厚度的关系 单位为毫米

a	$\geq 0.8 \sim 1.0$	$> 1.0 \sim 1.5$	$> 1.5 \sim 2.4$	$> 2.4 \sim 3.0$
L_0	15	20	25	30
L_1	111	116	121	126

注：矩形的横截面持久试样宽度一般为 10 mm。

A.13.5.3 矩形横截面持久试样公差见表 A.53。

表 A.53 矩形横截面持久试样公差 单位为毫米

试样公称厚度	尺寸公差	几何公差
$\geq 0.8 \sim 1.0$	± 0.1	0.05
$> 1.0 \sim 1.5$	± 0.1	0.05
$> 1.5 \sim 2.4$	± 0.1	0.05
$> 2.4 \sim 3.0$	± 0.1	0.05

A.13.6 圆形横截面组合持久试样

圆形横截面组合持久试样($K_1=3.9$)见图 A.47。

单位为毫米

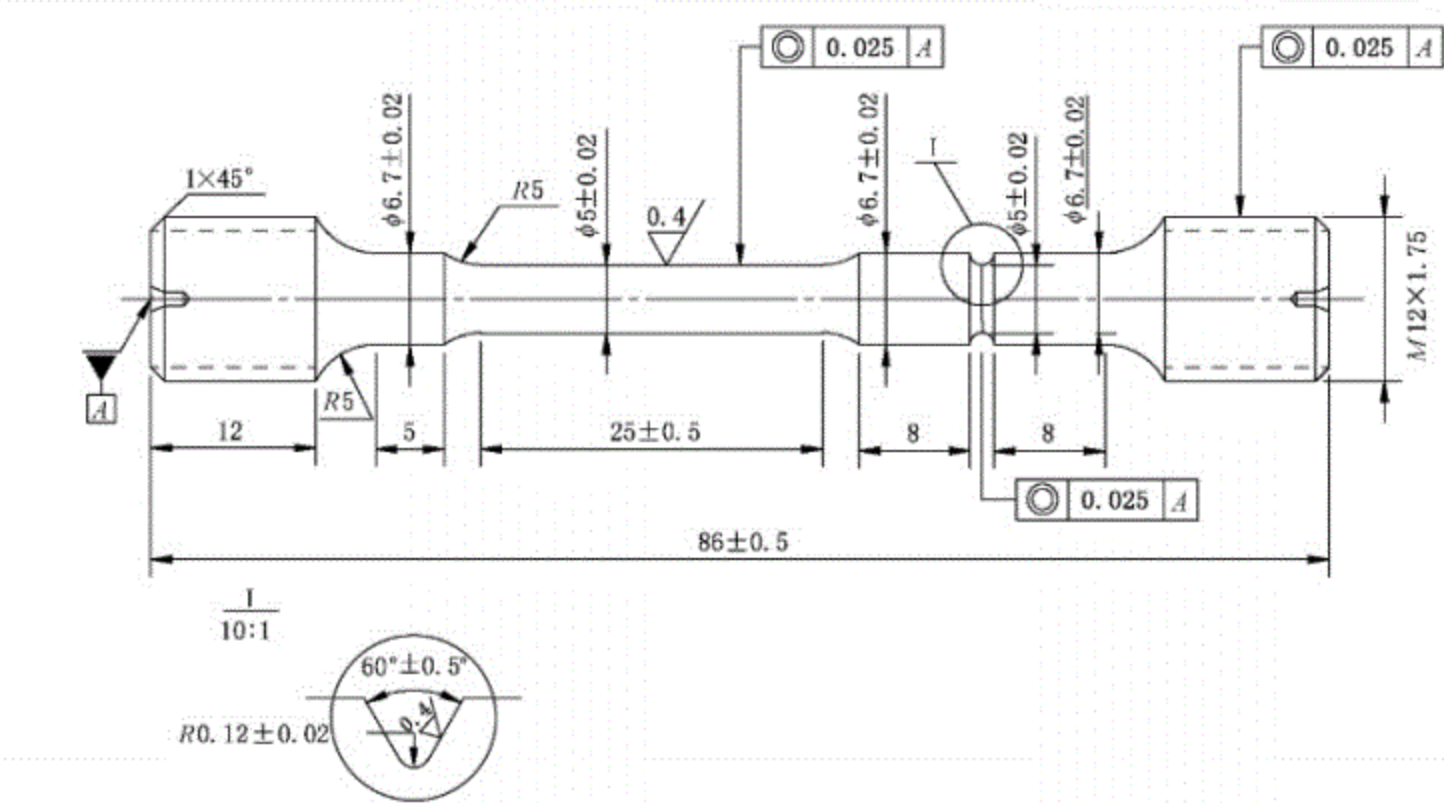


图 A.47 圆形横截面组合持久试样

A.14 应力松弛试样

A.14.1 拉伸应力松弛试样

拉伸应力松弛试样见图 A.48。

单位为毫米

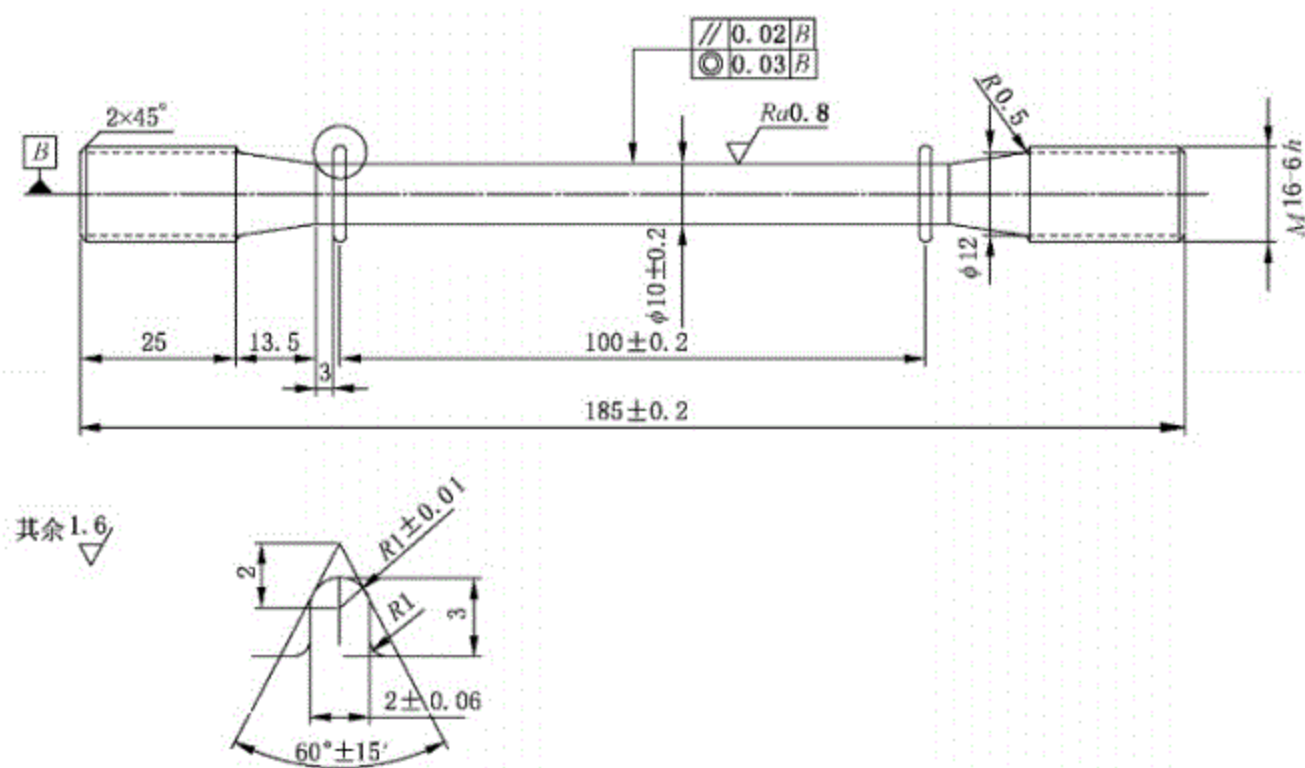


图 A.48 拉伸应力松弛试样

A.14.2 等弯矩环状弯曲应力松弛试样

等弯矩环状弯曲应力松弛试样见图 A.49。

单位为毫米

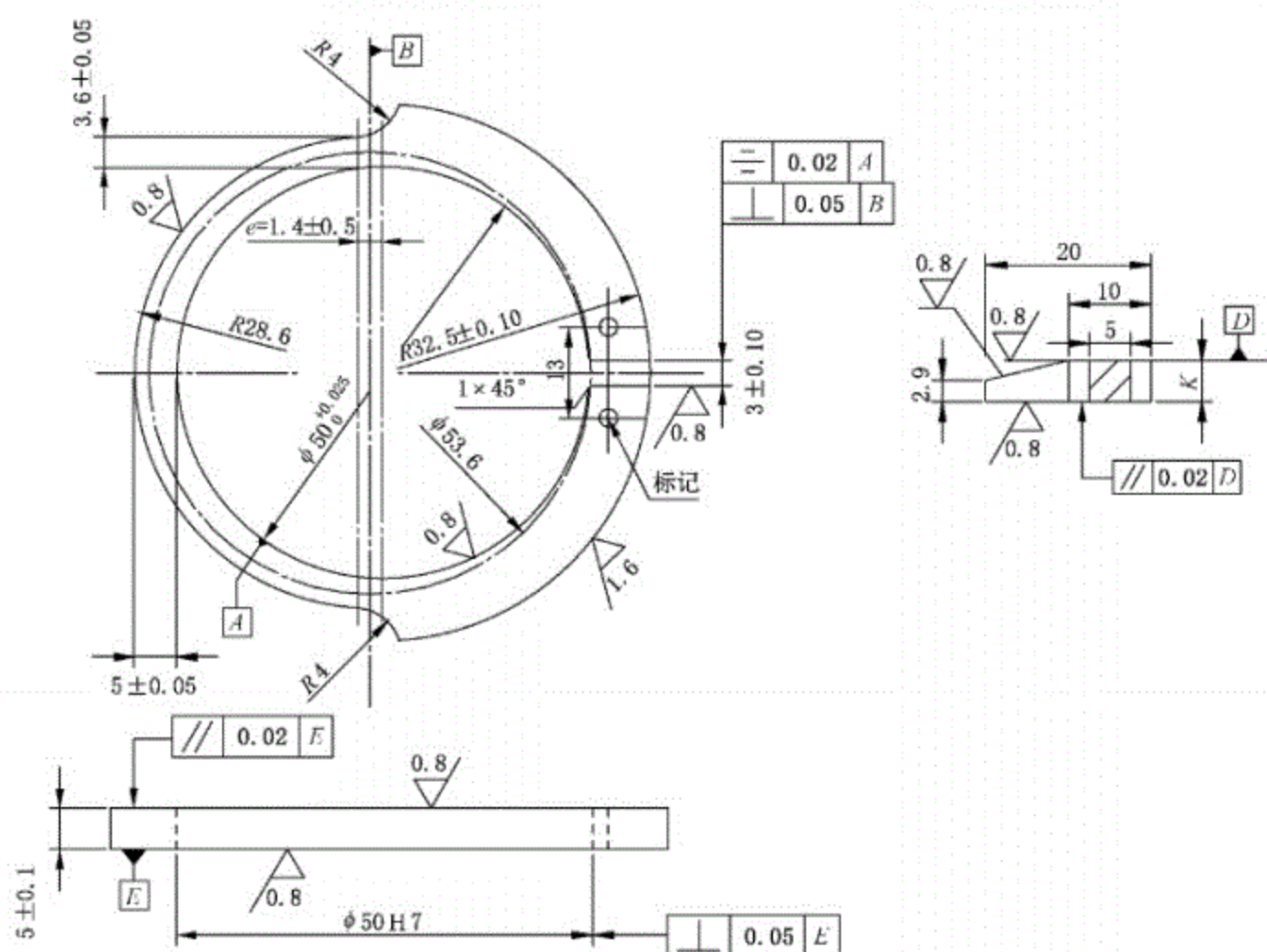


图 A.49 等弯矩环状弯曲应力松弛试样

A.15 试环-试块磨损试样

A.15.1 试环磨损试样

试环磨损试样见图 A.50。

单位为毫米

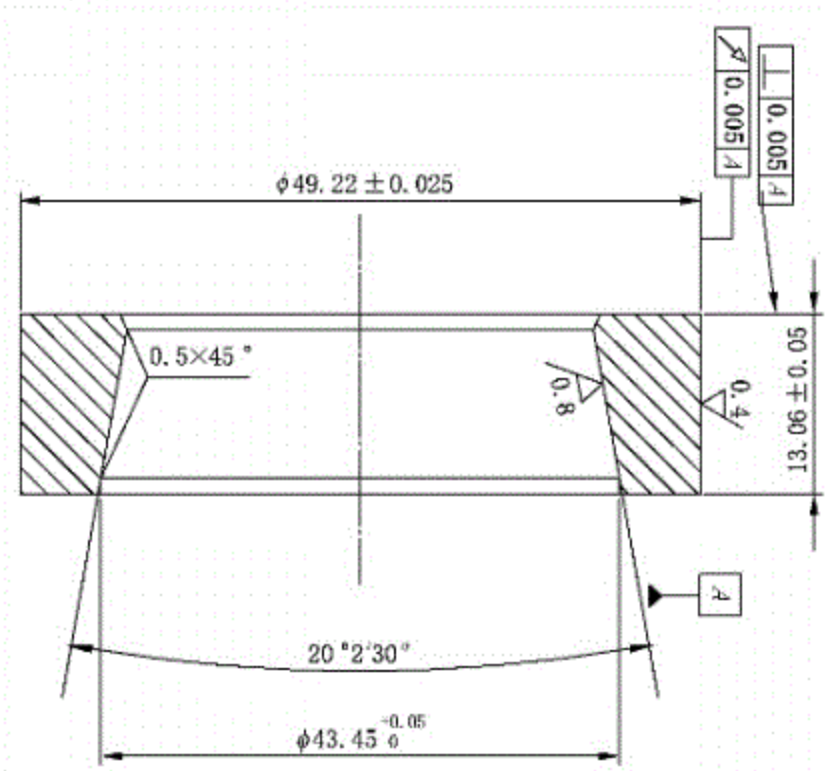


图 A.50 试环磨损试样

A.15.2 试块磨损试样

试块磨损试样见图 A.51。

单位为毫米

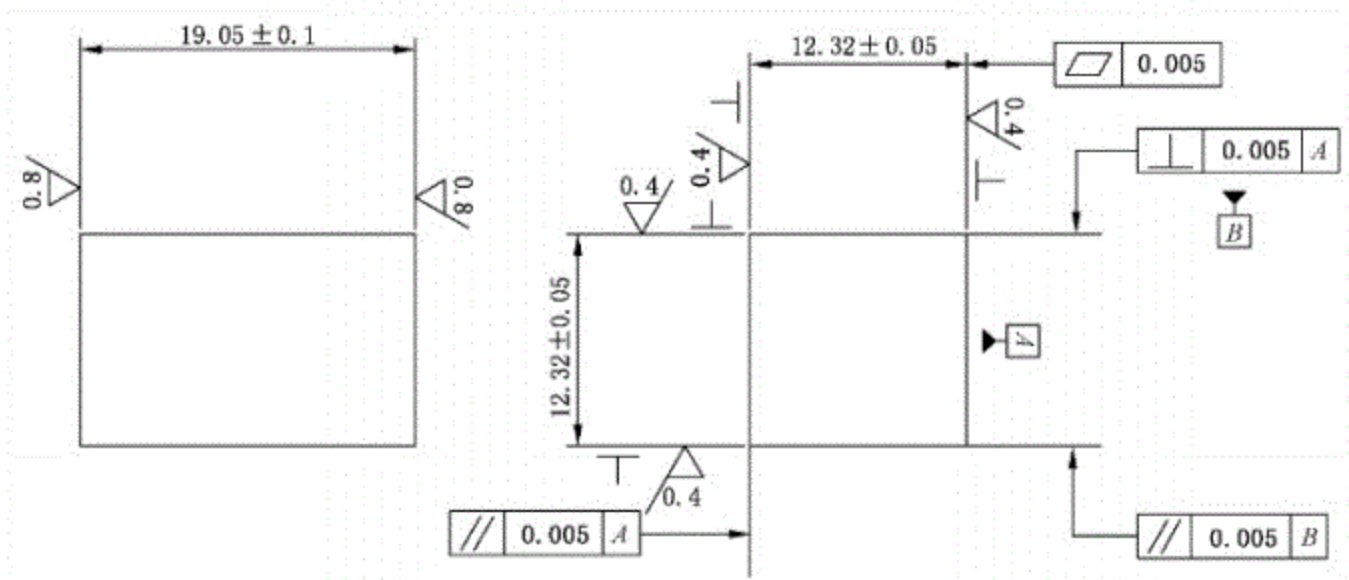


图 A.51 试块磨损试样

A.15.3 圆环形磨损试样

圆环形磨损试样见图 A.52。

单位为毫米

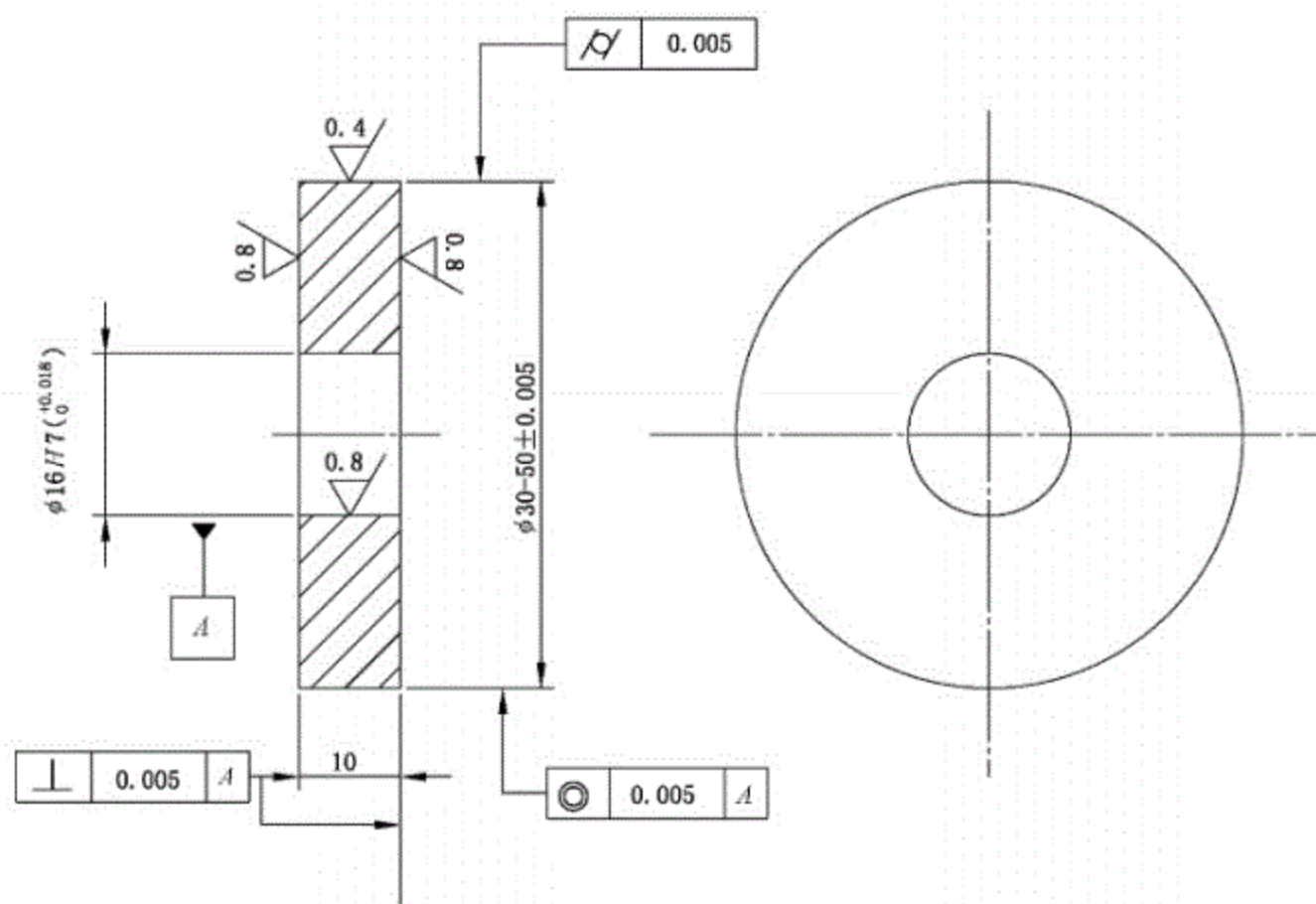


图 A.52 圆环形磨损试样

A.15.4 蝶形磨损试样

蝶形磨损试样见图 A.53。

单位为毫米

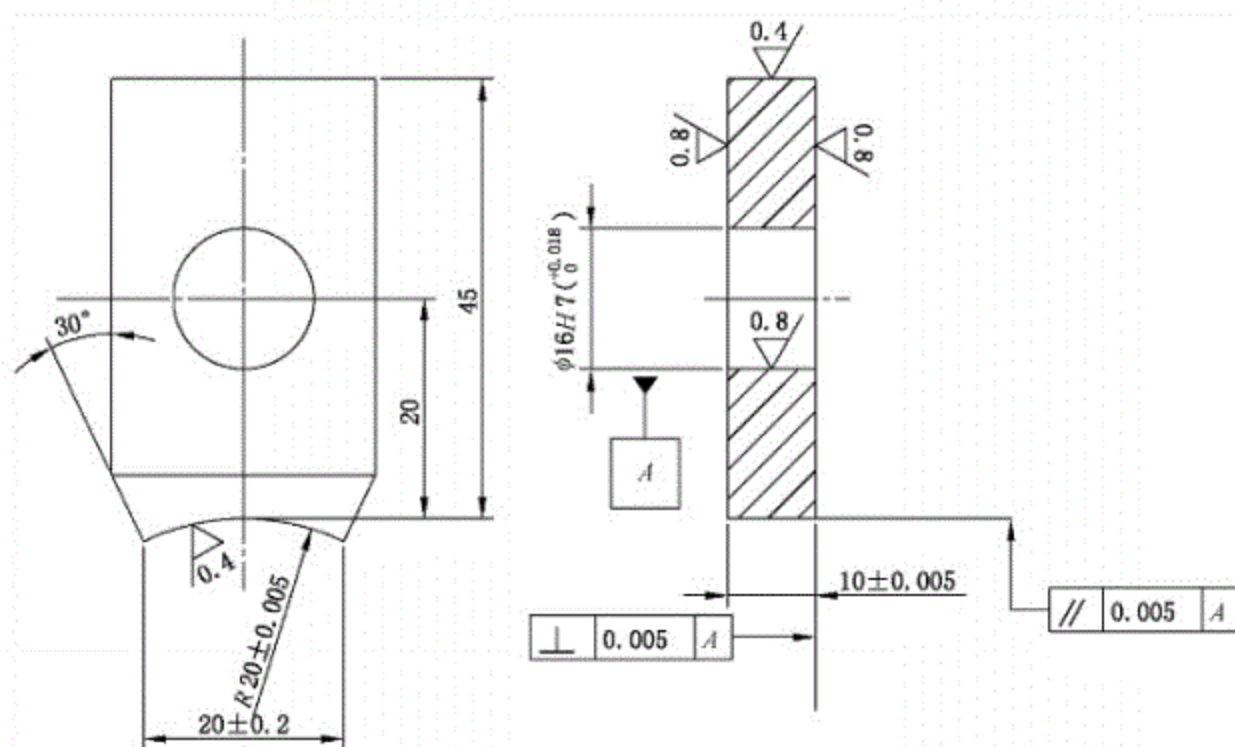
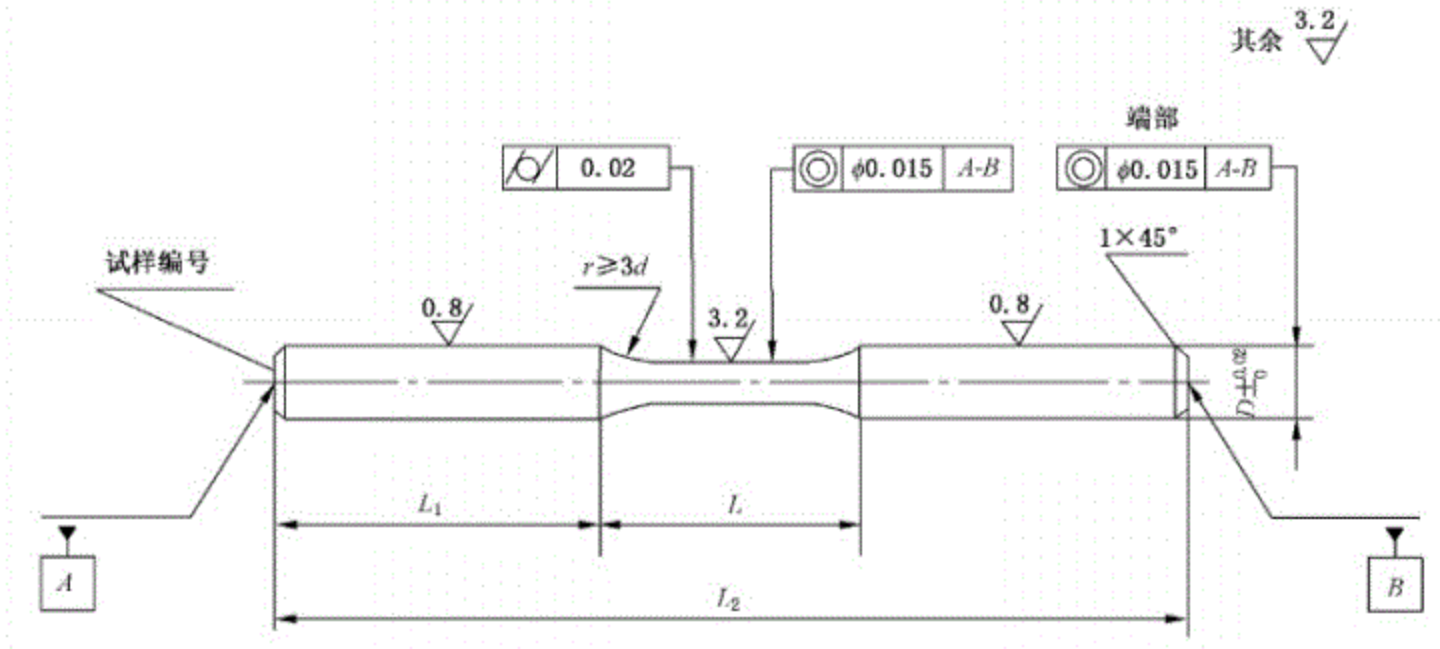


图 A.53 蝶形磨损试样

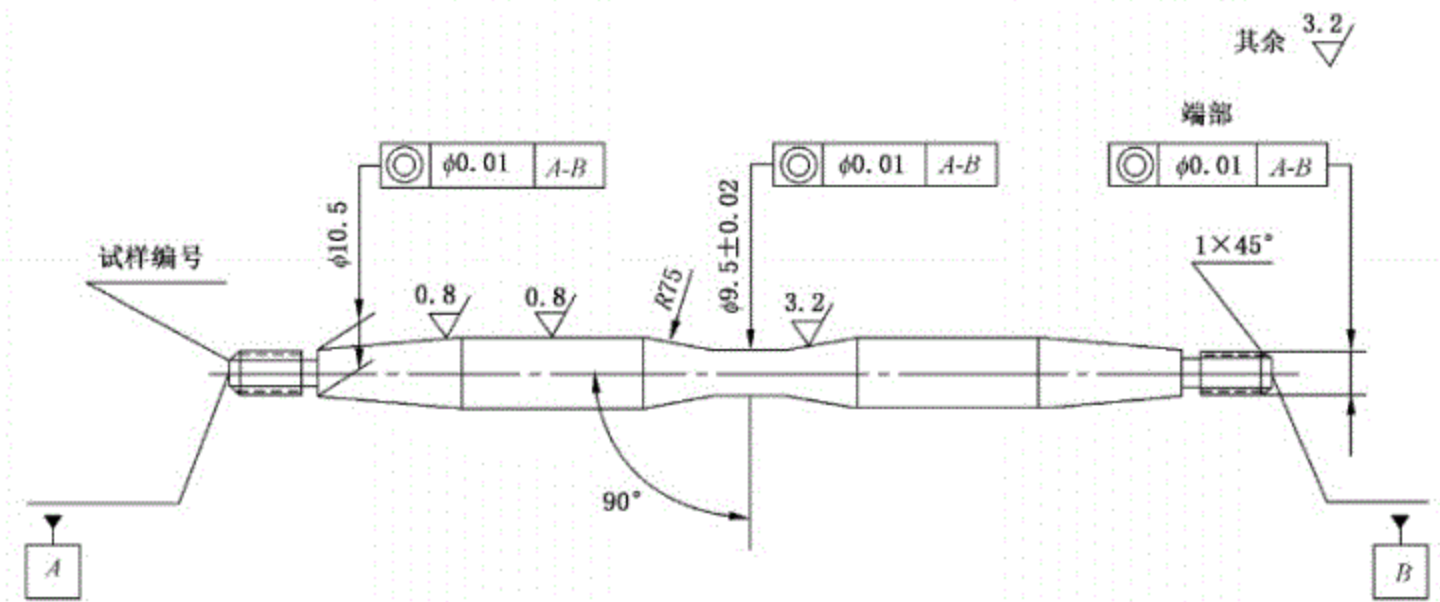
A.16 旋转弯曲疲劳试样

旋转弯曲疲劳试样见图 A.54。

单位为毫米



a) 圆柱形光滑试样



b) 圆弧形光滑试样

说明:

D ——夹持部分或加工部分直径;

d ——最大应力处直径;

r ——圆柱形试样的夹持部分与试验部分之间过度圆弧;

R ——圆弧形试样夹持部分直径 D 与漏斗最小直径 d 之间的光滑连接。

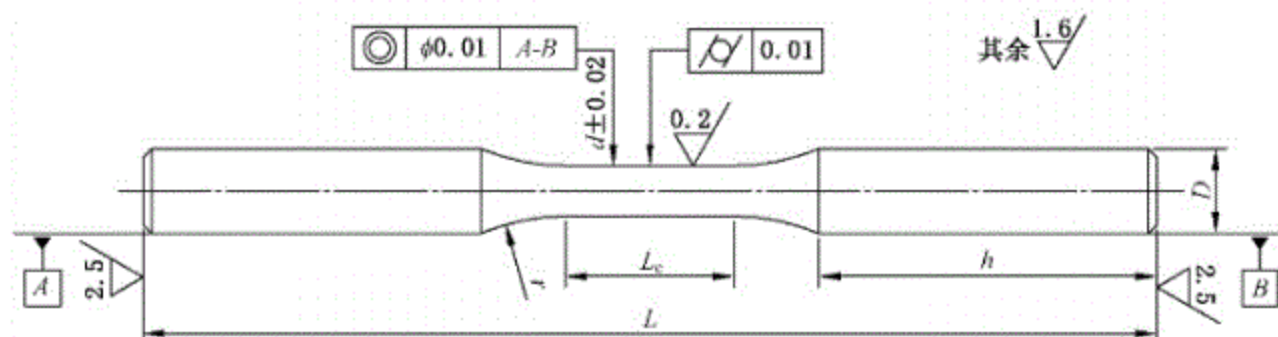
图 A.54 旋转弯曲疲劳试样

A.17 轴向力控制疲劳试样

A.17.1 轴向疲劳试验光滑圆形试样

轴向疲劳试验光滑圆形试样见图 A.55。试样编号及尺寸规定见表 A.54。

单位为毫米



说明:

- D —— 外部直径;
 d —— 测量部分直径;
 r —— 过渡弧;
 L_c —— 平行段长度;
 h —— 夹持段长度;
 L —— 试样总长度。

图 A.55 轴向疲劳试验光滑圆形试样

表 A.54 轴向疲劳试验光滑圆形试样编号及尺寸

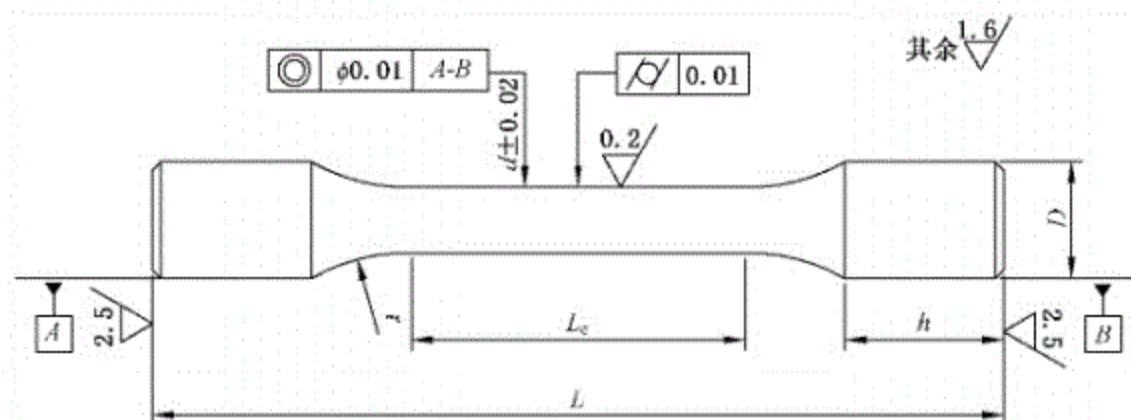
单位为毫米

d	D	r 最小	L_c	h	L
5	10	15	17	55	143
8	14	25	26	55	160
10	16	30	32	55	168
15	24	50	48	55	200

A.17.2 轴向疲劳试验光滑圆形螺纹头试样

轴向疲劳试验光滑圆形螺纹头试样见图 A.56。试样编号及尺寸规定见表 A.55, 如相关产品标准无具体规定, 优先采用表中所列试样尺寸。

单位为毫米



说明:

- D —— 螺纹头直径;
 d —— 试样工作部分直径;
 r —— 过渡弧;
 L_c —— 平行段长度;
 h —— 夹持段长度;
 L —— 试样总长度。

图 A.56 轴向疲劳试验光滑圆形螺纹头试样

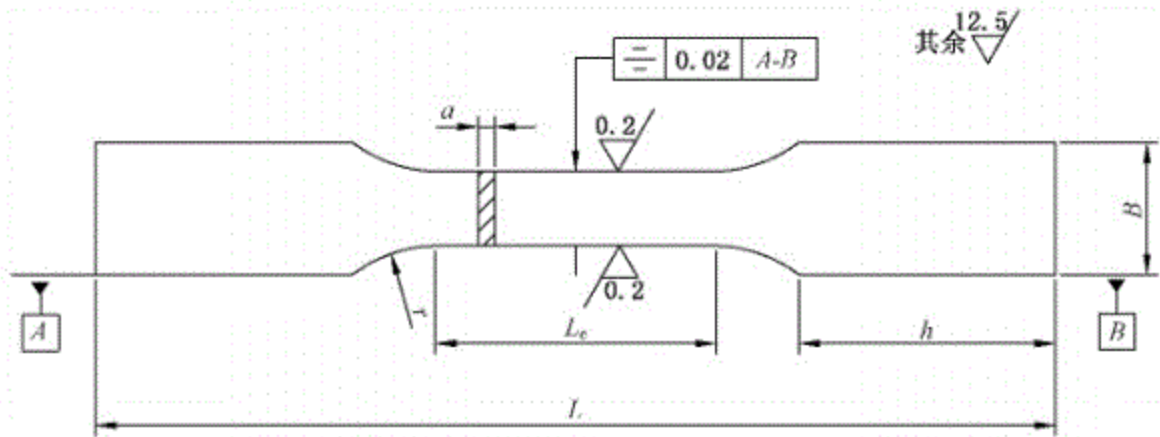
表 A.55 试样编号及尺寸规定

单位为毫米

d	D	r 最小	L_e	h	L
3.6	M8×1	12	13	15	57
5	M11×1	15	17	17	69
8	M16×1	25	26	20	113
10	M22×1	30	32	25	118
15	M32×1	50	48	35	174
20	M39×1	60	64	45	219

A.17.3 疲劳试验光滑矩形截面试样

疲劳试验光滑矩形截面试样见图 A.57。试样编号及尺寸规定见表 A.56，如相关产品标准无具体规定，优先采用表中所列试样。



说明：
 B ——夹持段宽度；
 a ——试样厚度；
 r ——过渡弧；
 L_e ——平行段长度；
 h ——夹持段长度；
 L ——试样总长度。

图 A.57 疲劳试验光滑矩形截面试样

表 A.56 试样尺寸

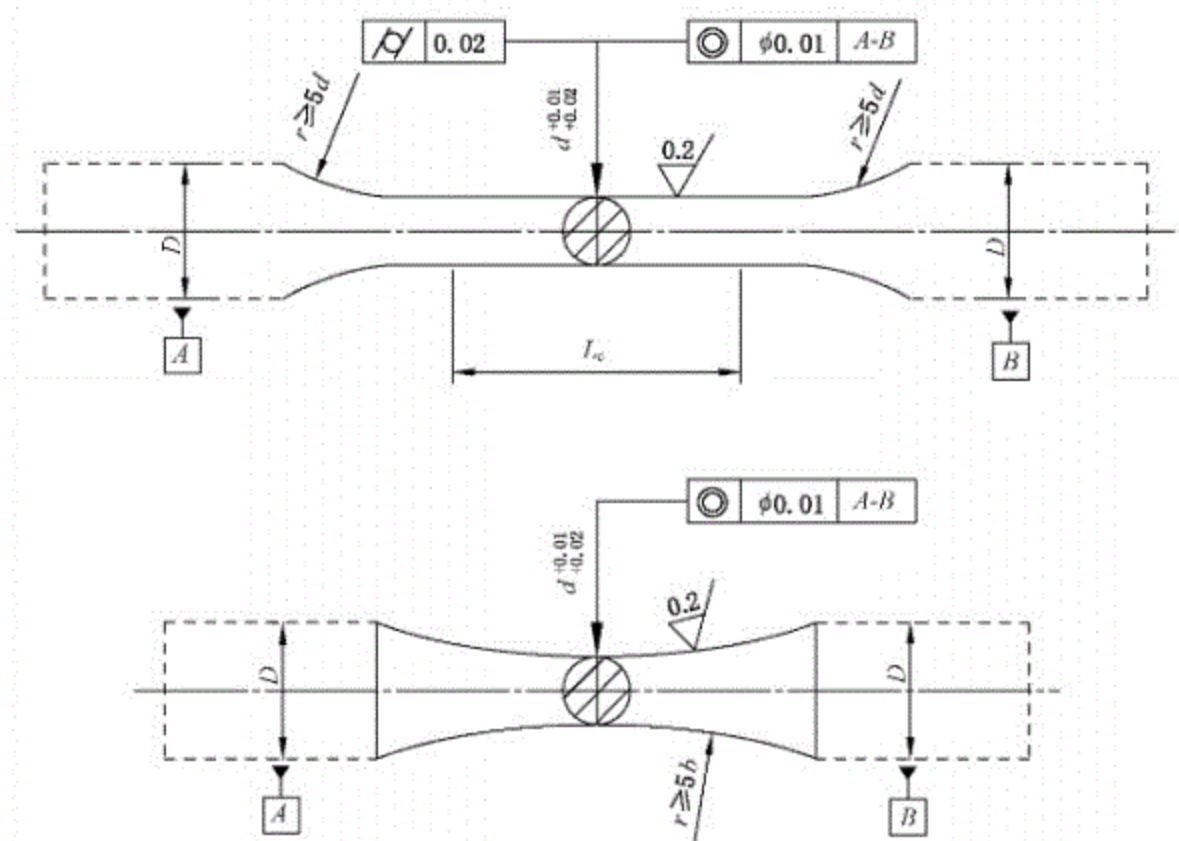
单位为毫米

a	b	B	r 最小	L_e	h	L	备注
≤ 2	10	20	30	32	40	146	
$2 < a \leq 3$	12.5	20	40	40	40	154	$F_{\max} \leq 20 \text{ kN}$ 与 $(F_{\max} - F_{\min}) \leq 20 \text{ kN}$
$2 < a \leq 3$	12.5	20	40	40	48	170	$F_{\max} \geq 20 \text{ kN}$ 或 $(F_{\max} - F_{\min}) \geq 20 \text{ kN}$
$3 < a \leq 6$	15	25	50	47	48	187	
$6 < a \leq 10$	20	32	60	62	48	210	

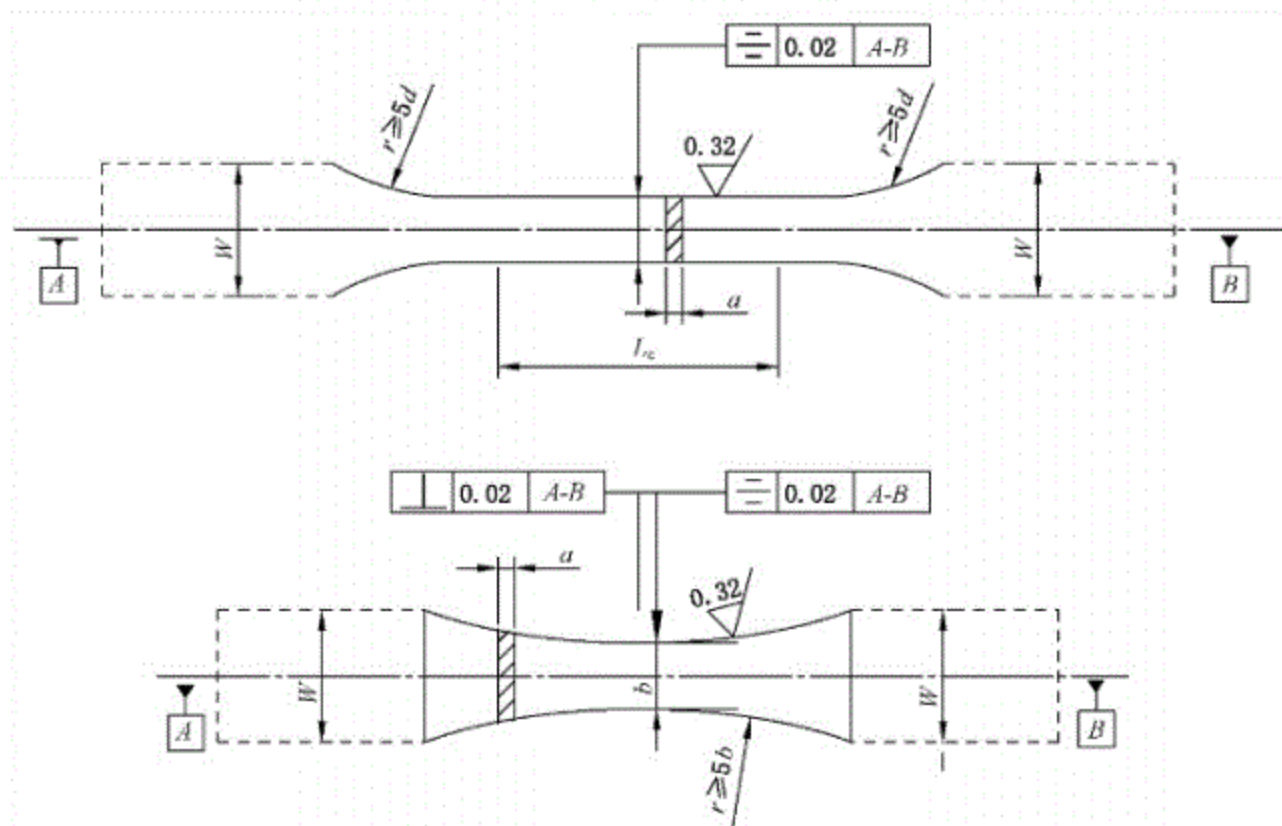
A.17.4 轴向力疲劳试样

轴向疲劳试样见图 A.58。

单位为毫米



a) 圆形横截面试样示意图



b) 矩形横截面试样示意图

说明:

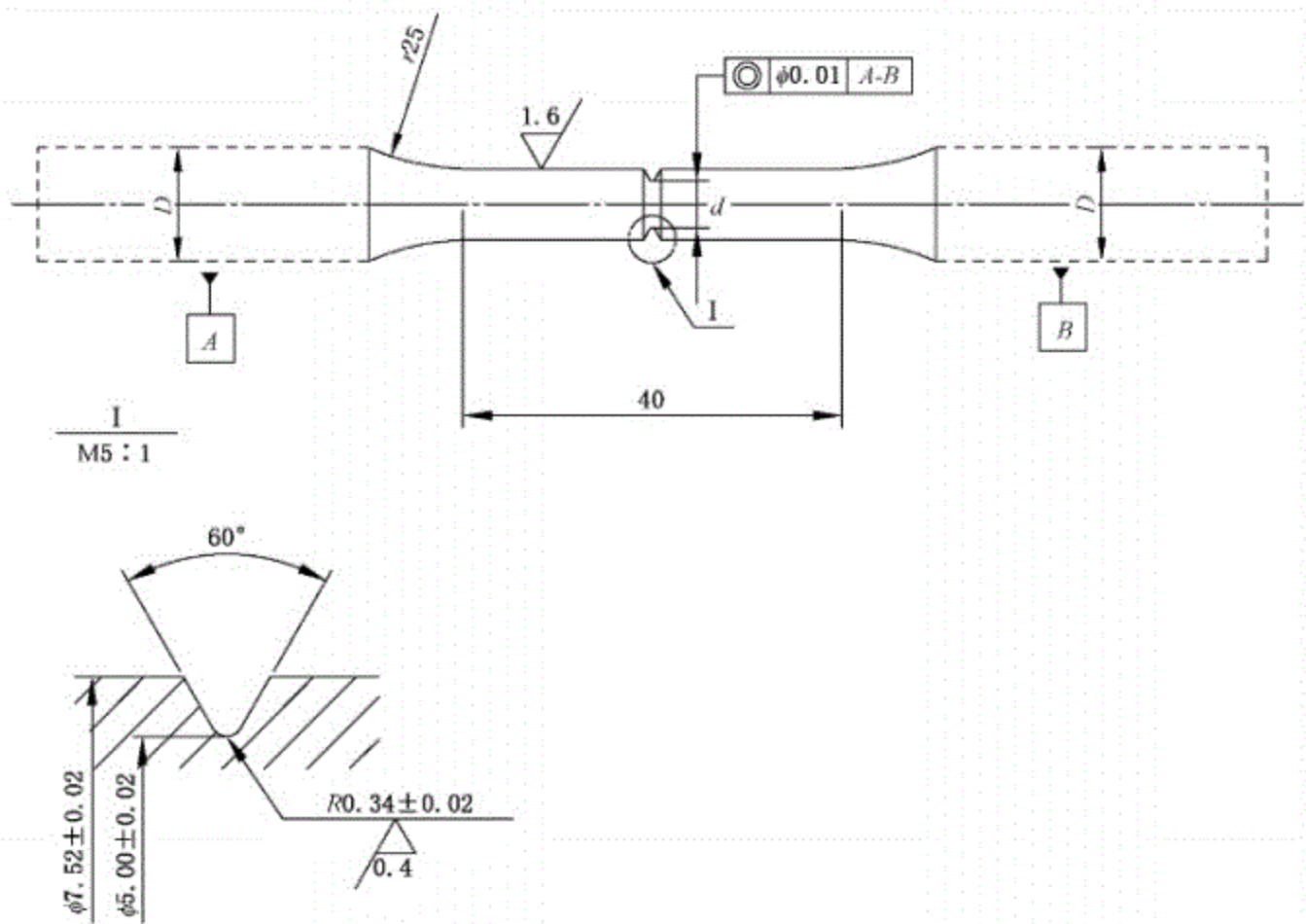
 D ——圆形横截面试样夹持部分的直径或螺纹部分的外径; W ——夹持部分宽度; d ——最大应力处直径; b ——测试宽度; a ——测试部分厚度; r ——过渡弧最小曲率半径。

图 A.58 轴向力疲劳试样

A.17.5 轴向疲劳 V 型缺口圆形截面试样($K_t=3$ 工作部分为 40 mm)

轴向疲劳 V 型缺口圆形横截面试样($K_t=3$ 工作部分为 40 mm)见图 A.59。

单位为毫米



说明:

D ——圆形横截面试样夹持部分的直径或螺纹部分的外径;

d ——最大应力处直径;

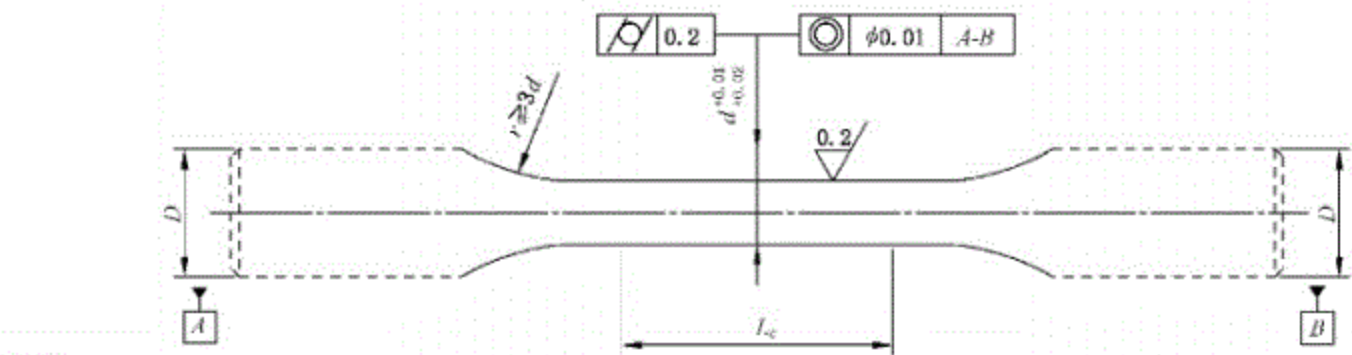
r ——过渡弧最小曲率半径。

图 A.59 轴向疲劳 V 型缺口圆形截面试样($K_t=3$ 工作部分为 40 mm)

A.17.6 轴向疲劳 V 型缺口圆形截面试样($K_t=3$ 工作部分为 60 mm)

轴向疲劳 V 型缺口圆形截面试样($K_t=3$ 工作部分为 60 mm)见图 A.60。

单位为毫米



说明：

- c —— 试样工作部分最小直径；
- D —— 试样夹持端的直径或相对平面间的距离；
- L_c —— 试样工作部分的平行长度；
- r —— 过度圆弧半径。

图 A.62 扭转控制疲劳试样

A.19 滚动接触疲劳试样

A.19.1 点接触疲劳试验 JP-1 号试样

点接触疲劳试验 JP-1 号试样见图 A.63。

单位为毫米

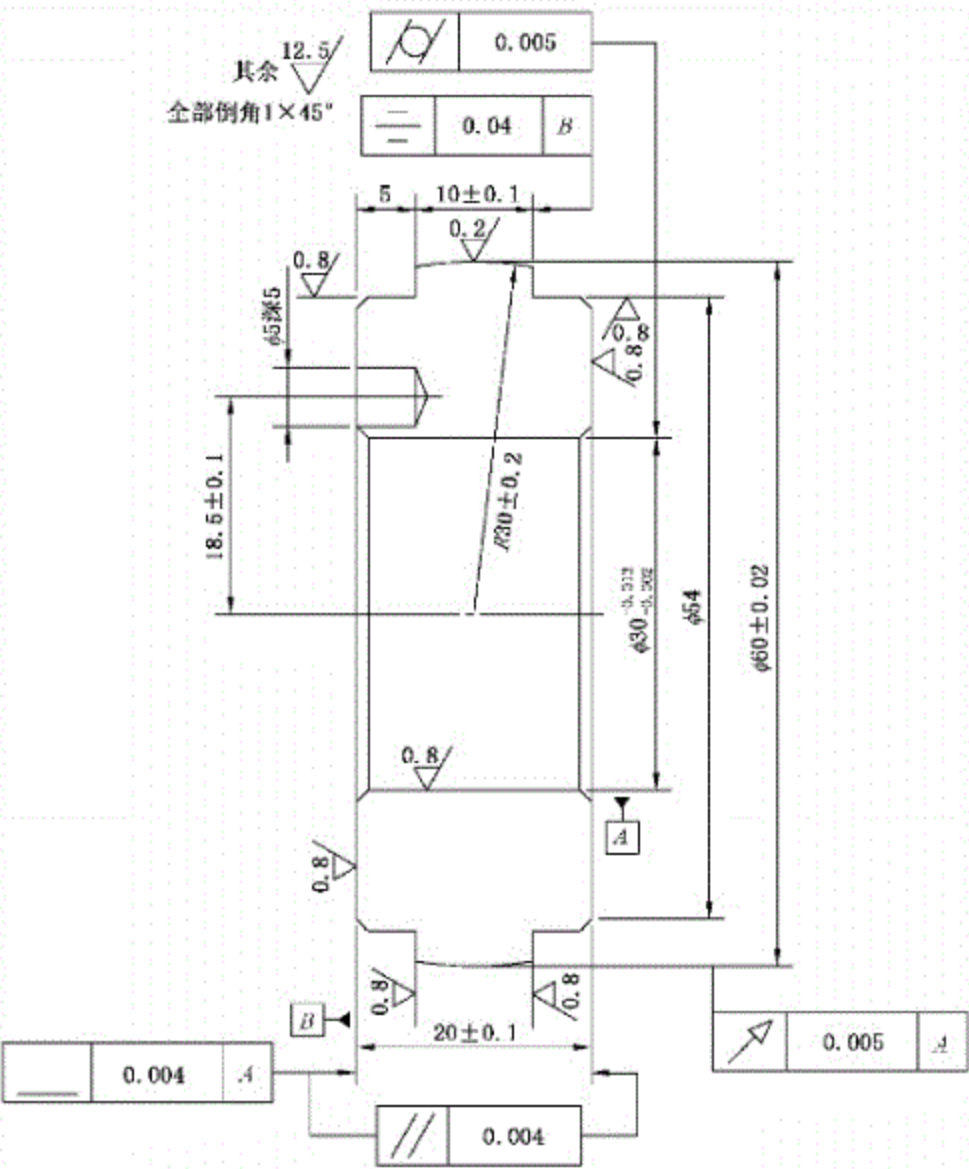


图 A.63 点接触疲劳试验 JP-1 号试样

A.19.2 滚动接触疲劳试验 JP-2 号试样

点接触疲劳试验 JP-2 号试样见图 A.64。

单位为毫米

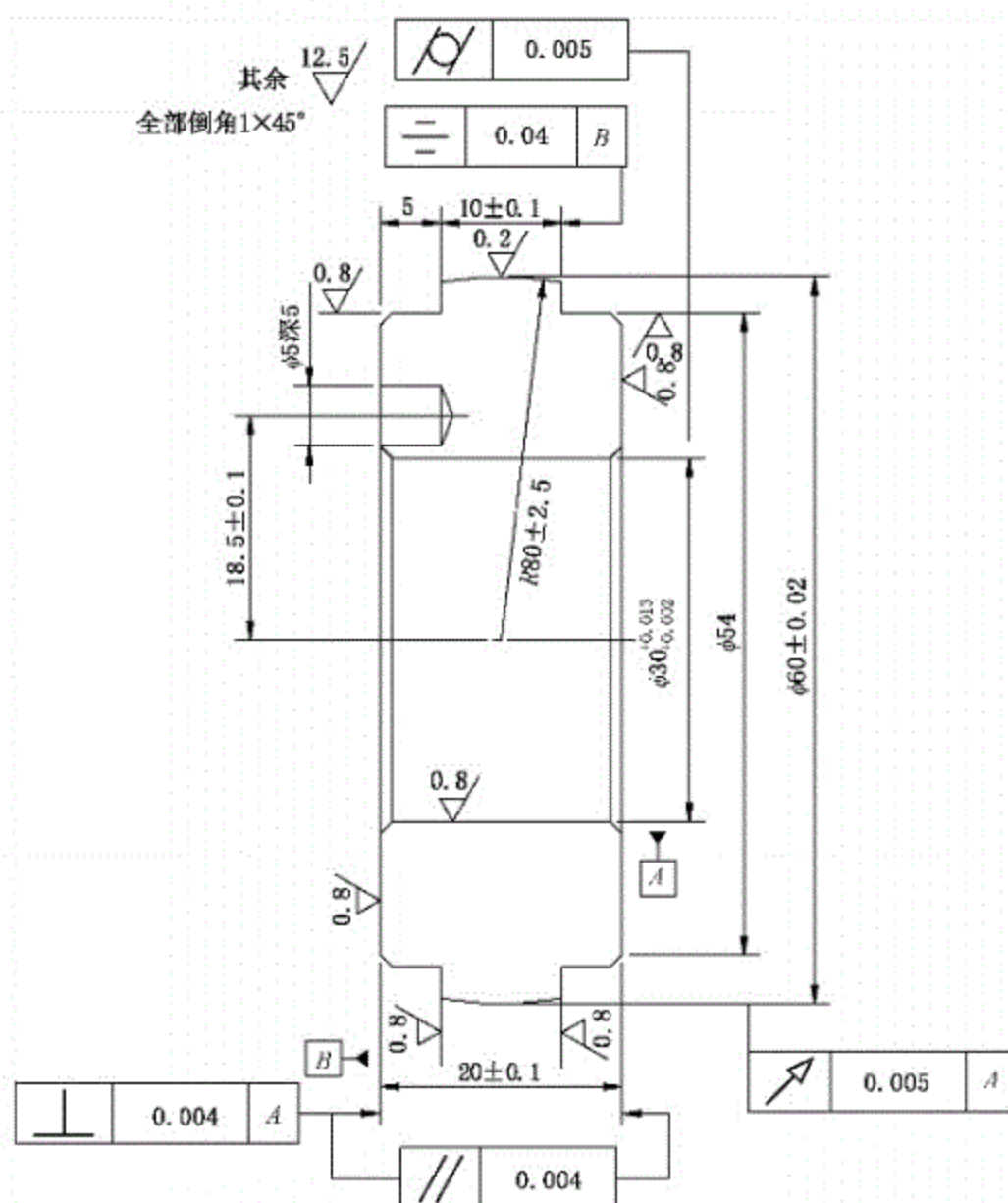


图 A.64 点接触疲劳试验 JP-2 号试样

A.19.3 线接触疲劳试验 JP-3 号试样

线接触疲劳试验 JP-3 号试样见图 A.65。

单位为毫米

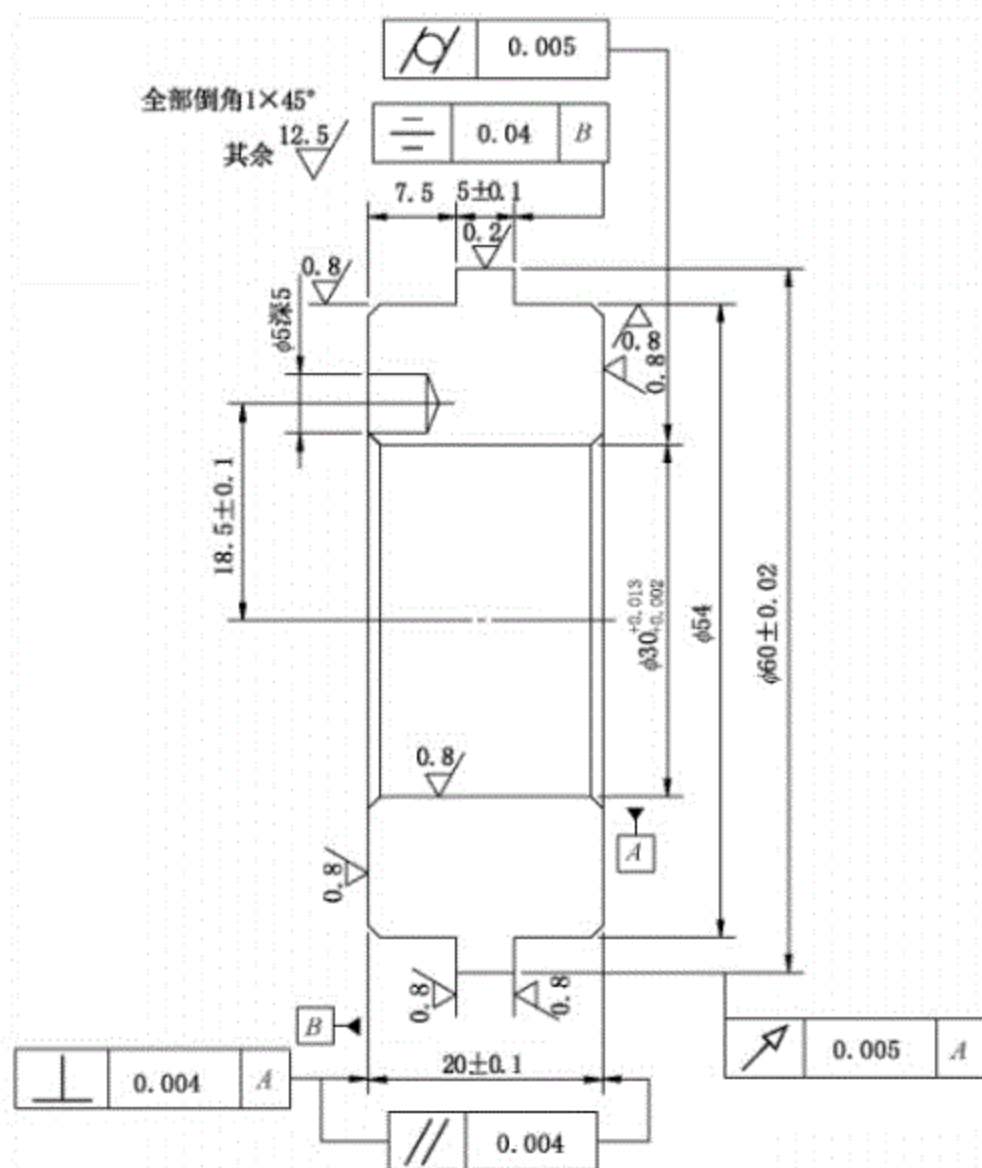


图 A.65 线接触疲劳试验 JP-3 号试样

A.19.4 线接触疲劳试验 JP-4 号试样

线接触疲劳试验 JP-4 号试样见图 A.66。

A.19.6 滚动接触疲劳试验 PS-2 号试样

滚动接触疲劳试验 SP-2 号试样见图 A.68。

单位为毫米

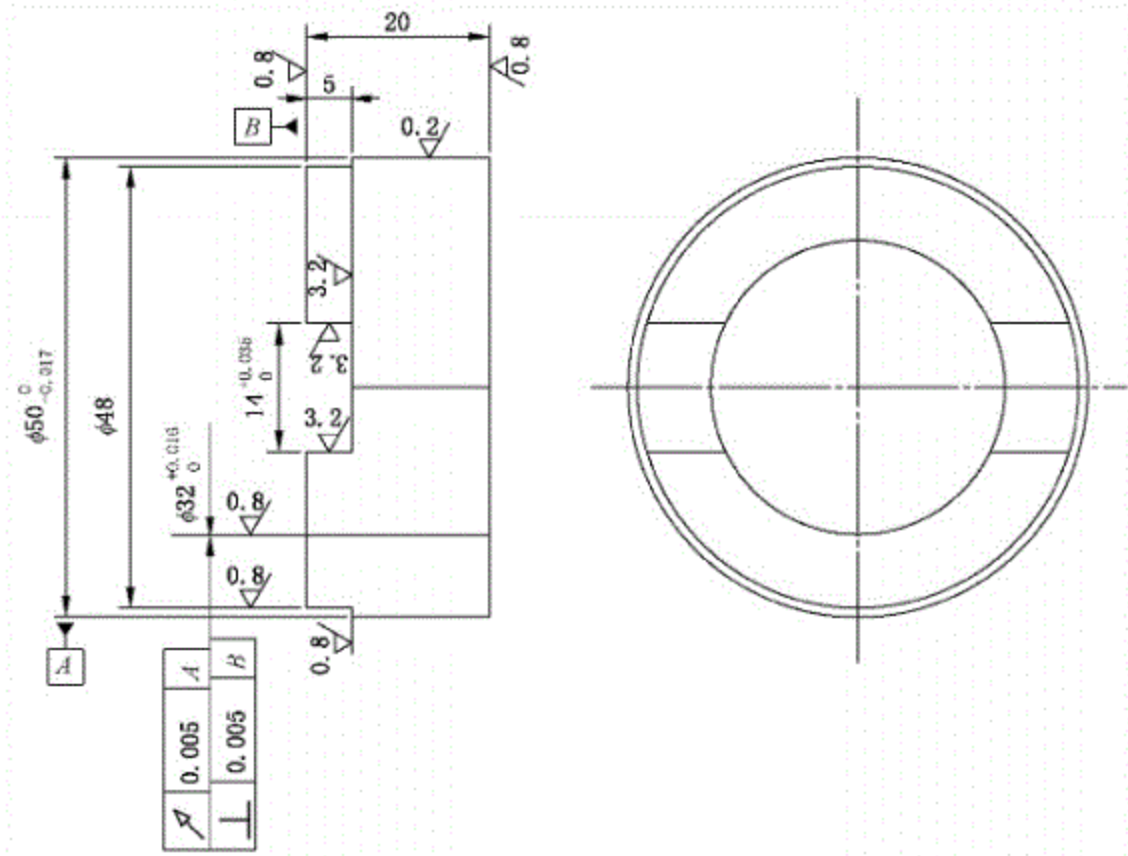


图 A.68 滚动接触疲劳试验 SP-2 号试样

A.20 热疲劳试样

热疲劳试样见图 A.69。

单位为毫米

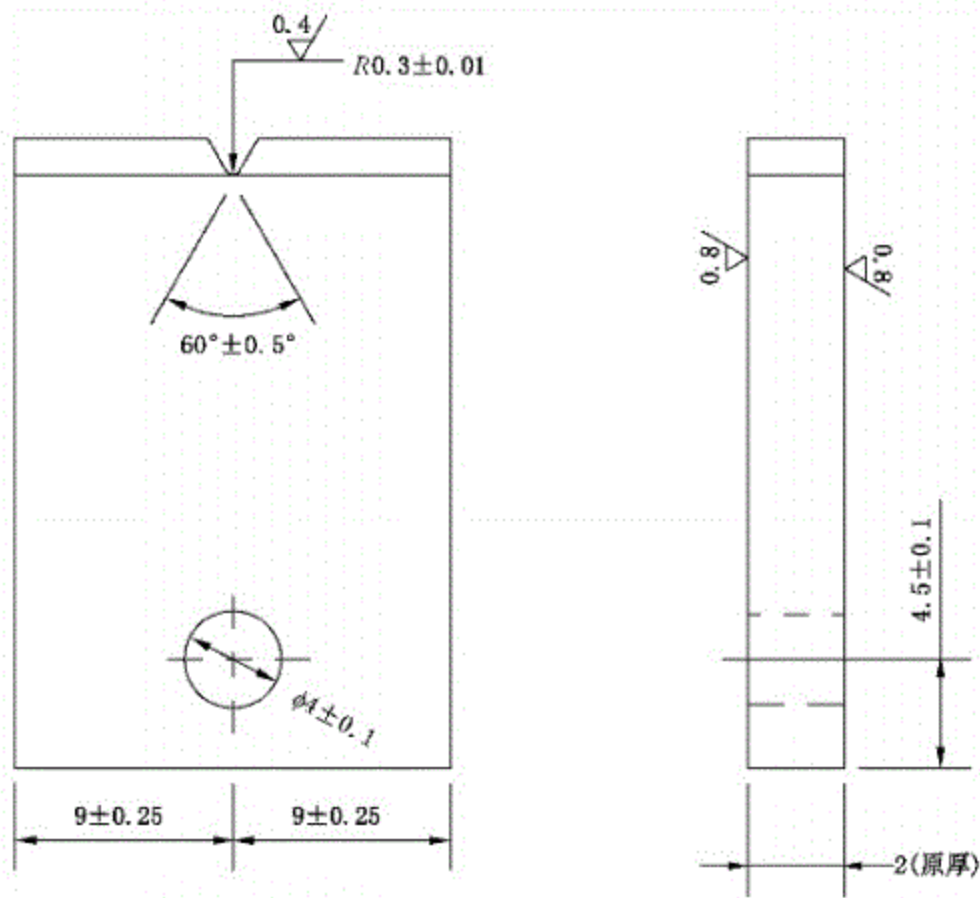
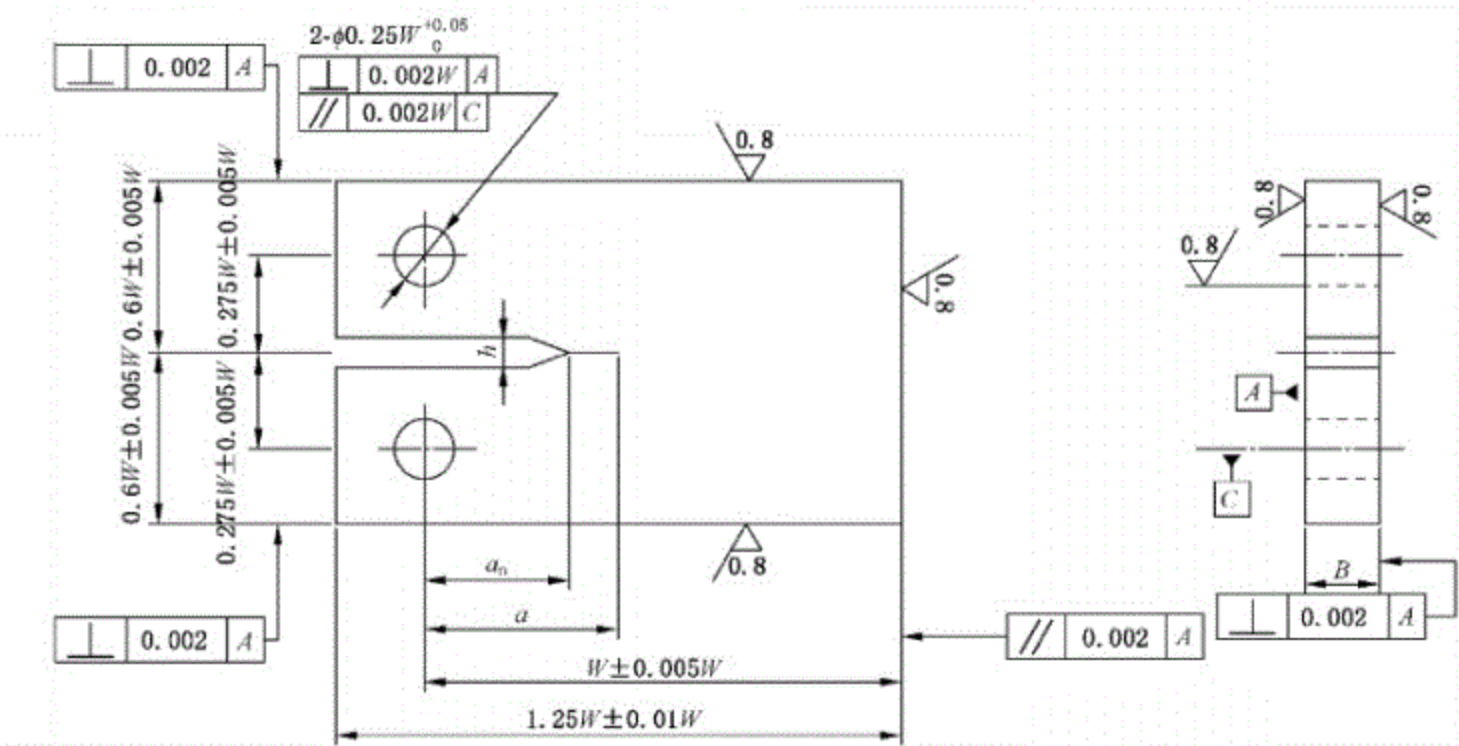


图 A.69 热疲劳试样

A.21 疲劳裂纹扩展试样

A.21.1 疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸 C(T) 试样

疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸 C(T) 试样见图 A.70。



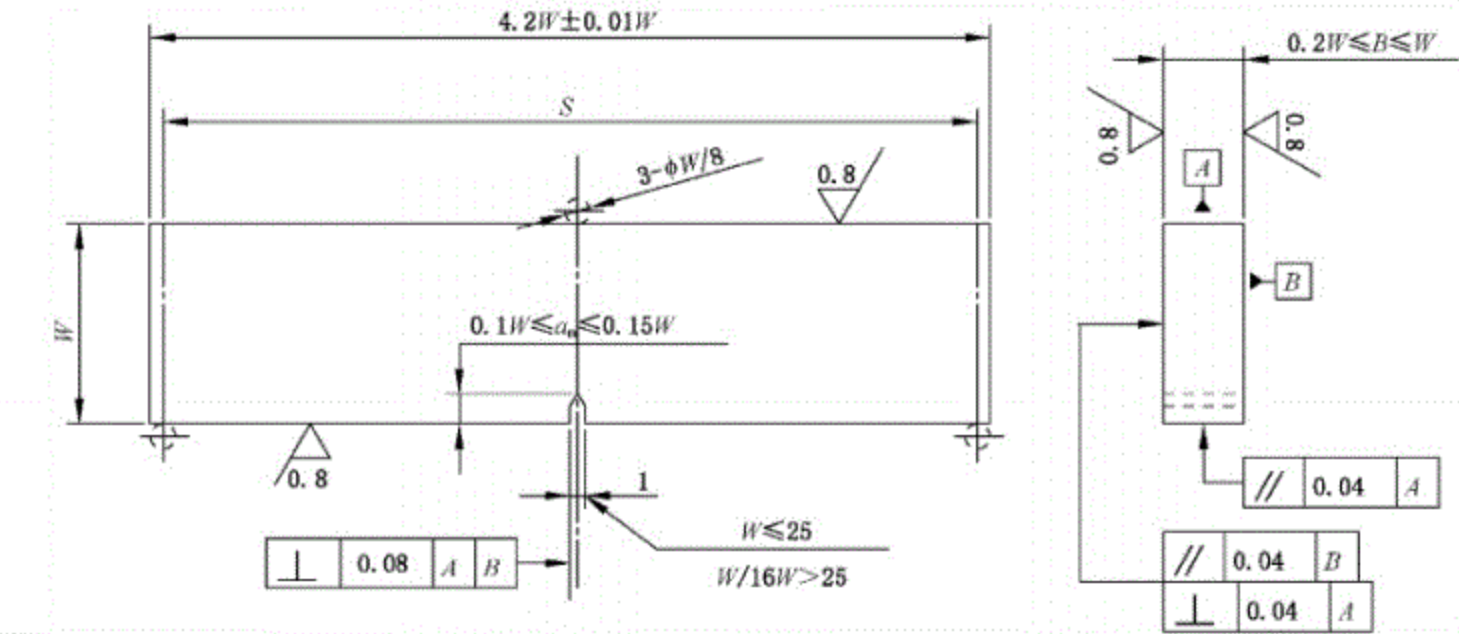
说明：

- a —— 计算裂纹长度；
- a_n —— 试样切口长度， $a_n \geq 0.2 W$ ；
- B —— 试样厚度， $W/20 \leq B \leq W/4$ ；
- W —— 试样宽度， $W \geq 25 \text{ mm}$ 。

图 A.70 疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸 C(T) 试样

A.21.2 疲劳裂纹扩展速率三点弯曲 SE(B) 试样

疲劳裂纹扩展速率三点弯曲 SE(B) 试样见图 A.71。



说明：

- B —— 试样厚度；
- W —— 试样宽度；
- a_n —— 试样切口长度。

图 A.71 疲劳裂纹扩展速率三点弯曲 SE(B) 试样

A.21.3 疲劳裂纹扩展速率 CCT 试样

疲劳裂纹扩展速率试样见图 A.72。

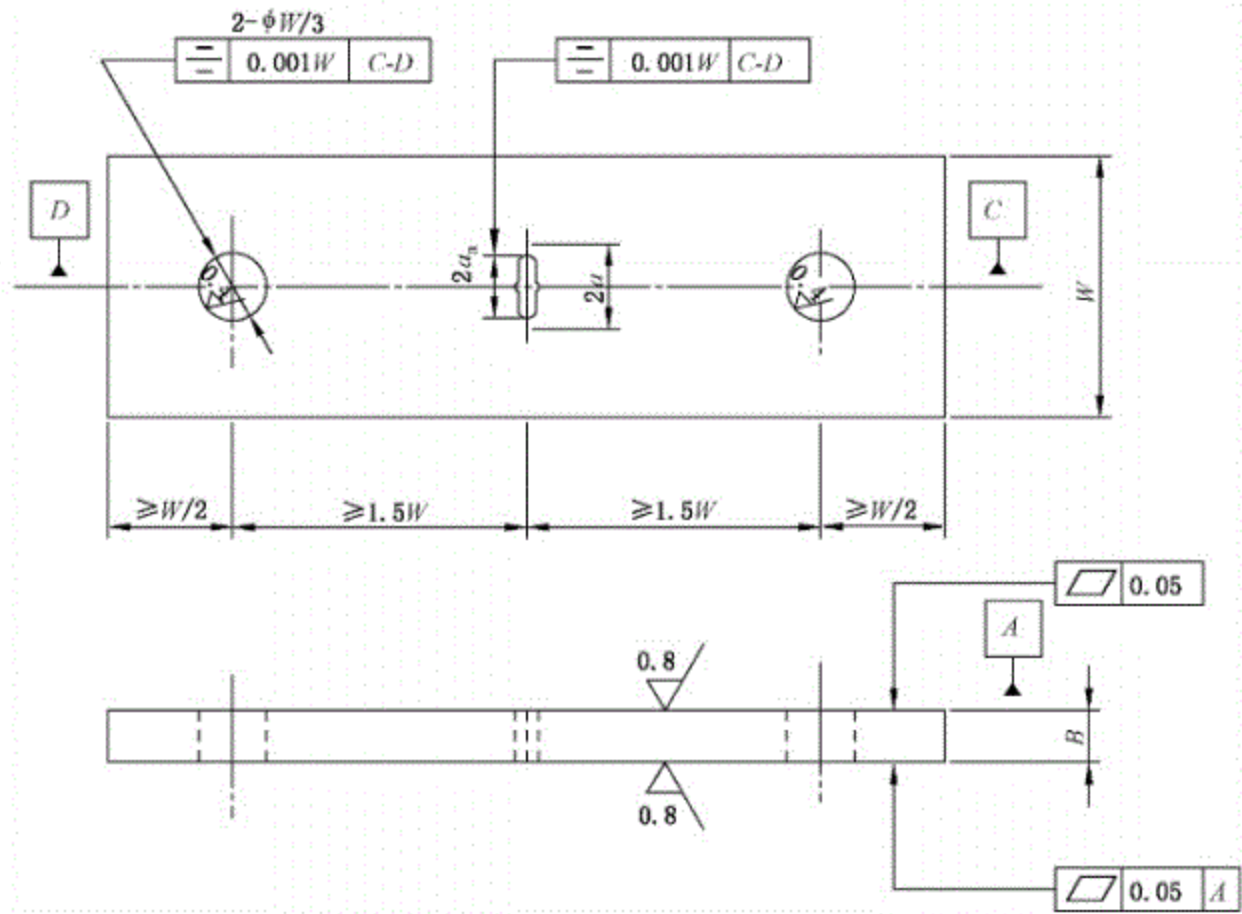


图 A.72 $W \leq 75 \text{ mm}$ 的 CCT 试样

A.21.4 Da/dN 标准试样尺寸标准化曲线图

Da/dN 标准试样尺寸标准化曲线图见图 A.73。

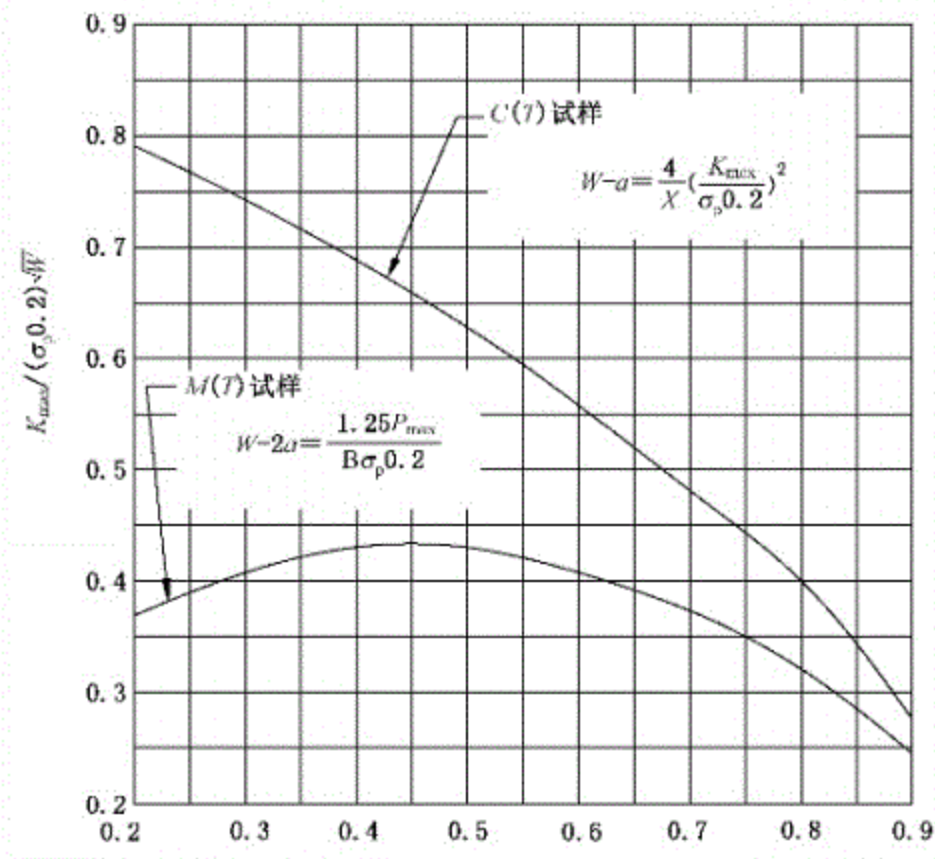


图 A.73 Da/dN 标准试样尺寸标准化曲线图

A.21.5 缺口样图及疲劳裂纹

缺口及疲劳裂纹见图 A.74。

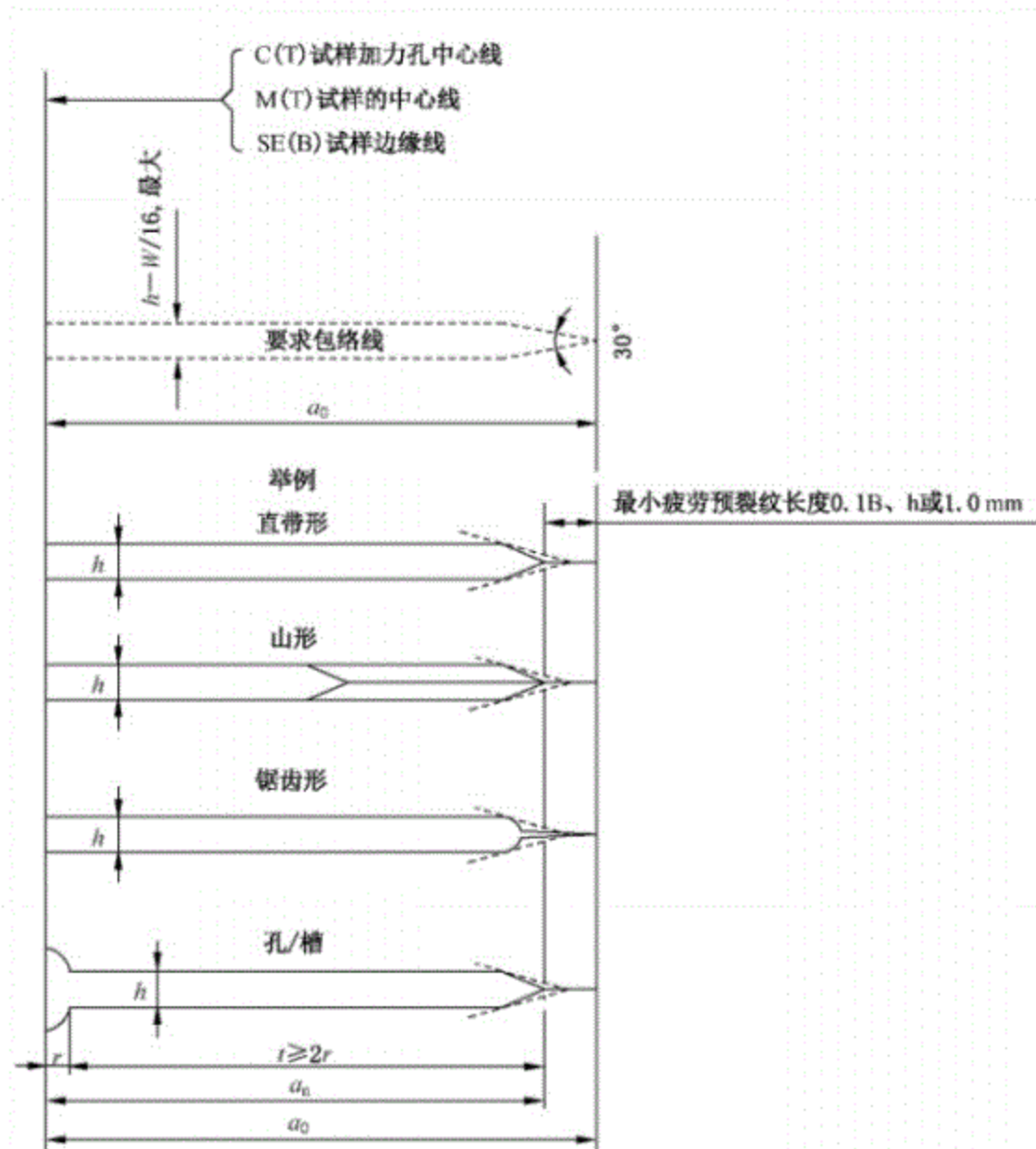


图 A.74 缺口样图及疲劳裂纹

A.21.6 疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸试样的 U 型锁孔夹具

疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸试样的 U 型锁孔夹具见图 A.75。

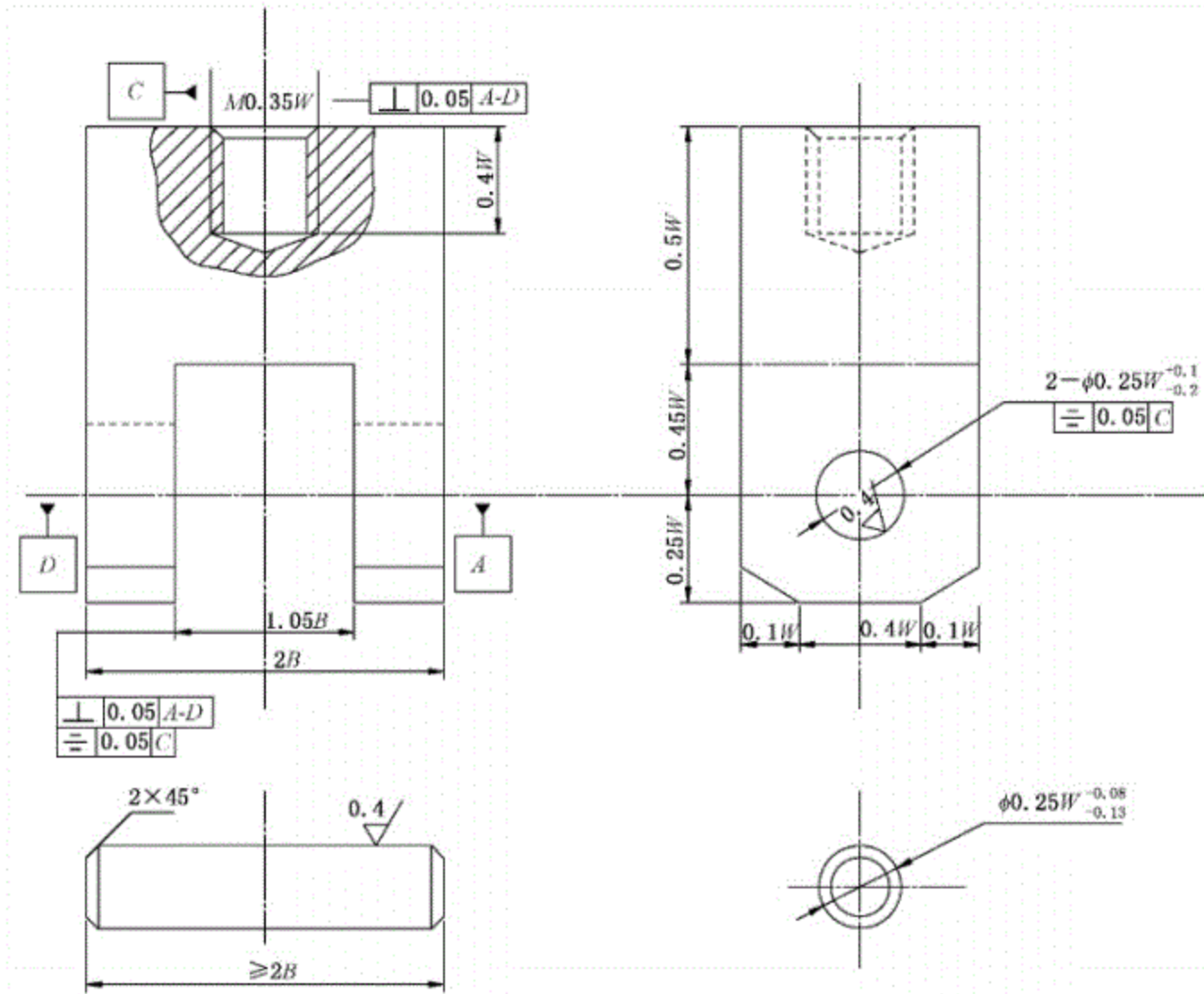


图 A.75 疲劳裂纹扩展速率紧凑拉伸试样的 U 型锁孔夹具

A.22 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样

A.22.1 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CT 样)

焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CT 样)见图 A.76。

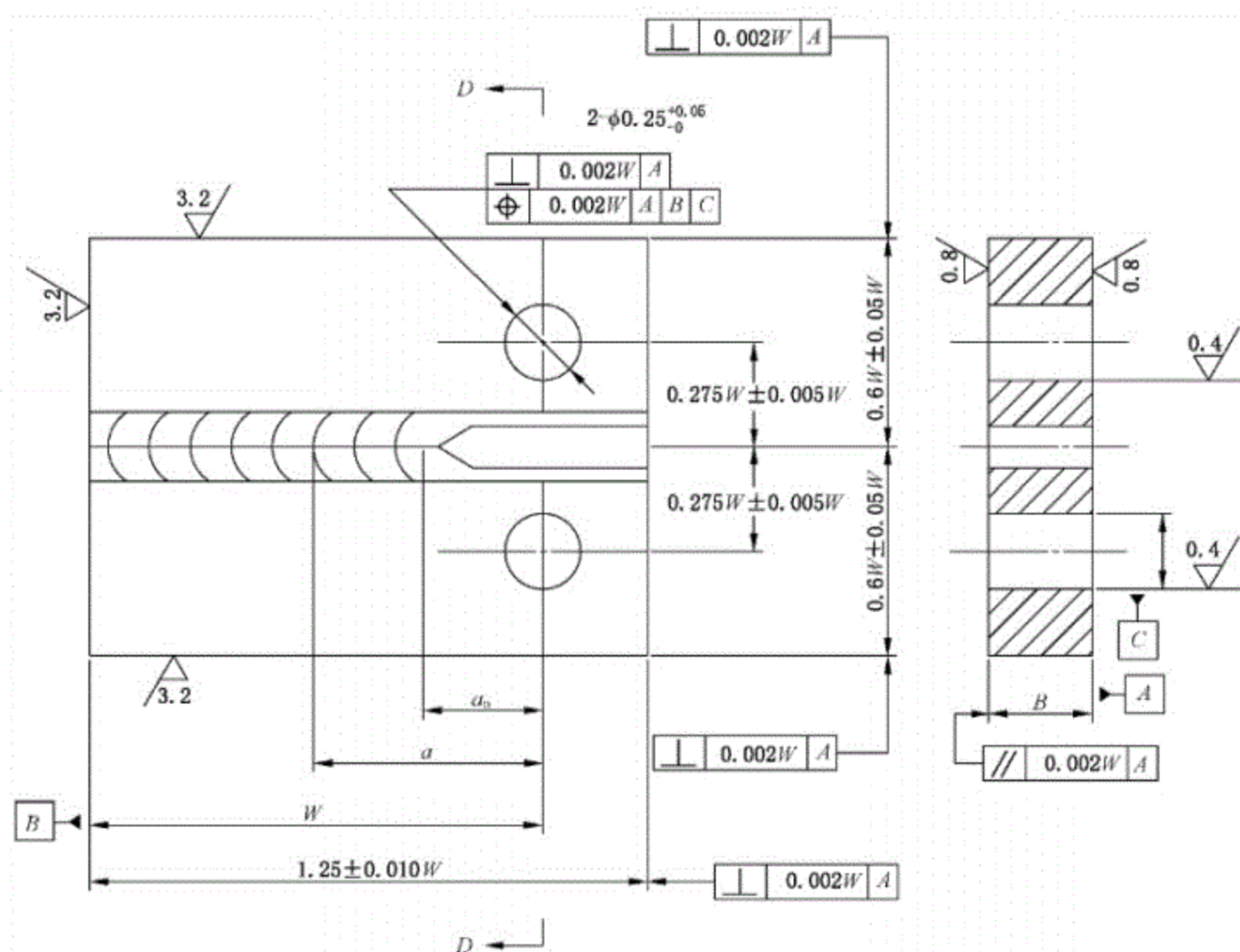


图 A.76 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CT 样)

A.22.2 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CCT 样)

焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CCT 样)见图 A.77。

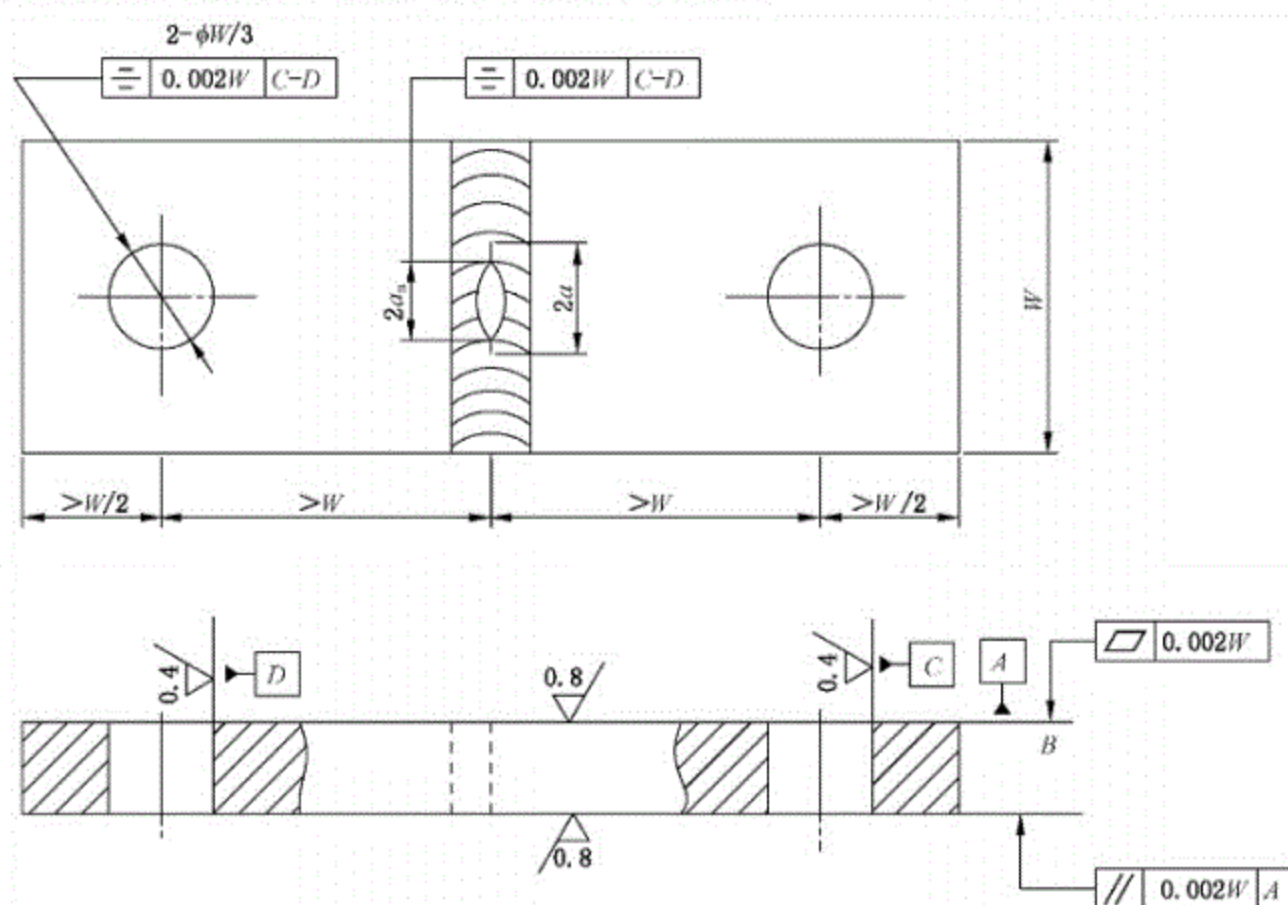


图 A.77 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试样(CCT 样)

A.22.3 焊接接头疲劳裂纹扩展速率缺口形状和最小预裂纹试样

焊接接头疲劳裂纹扩展速率缺口形状和最小预裂纹试样见图 A.78。

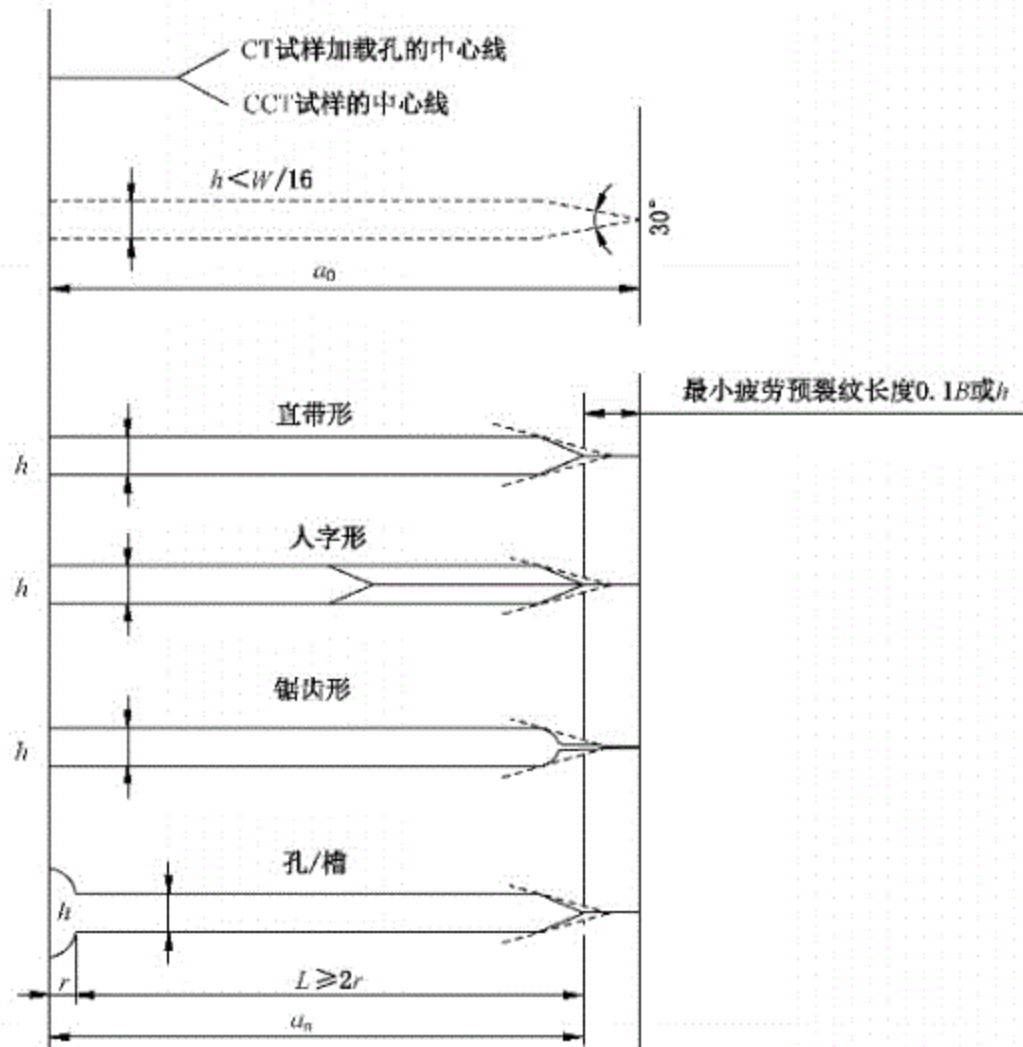


图 A.78 焊接接头疲劳裂纹扩展速率缺口形状和最小预裂纹试样

A.22.4 焊接接头疲劳裂纹扩展速率 CT 试样的 U 型锁孔夹具

焊接接头疲劳裂纹扩展速率 CT 试样的 U 型锁孔夹具见图 A.79。

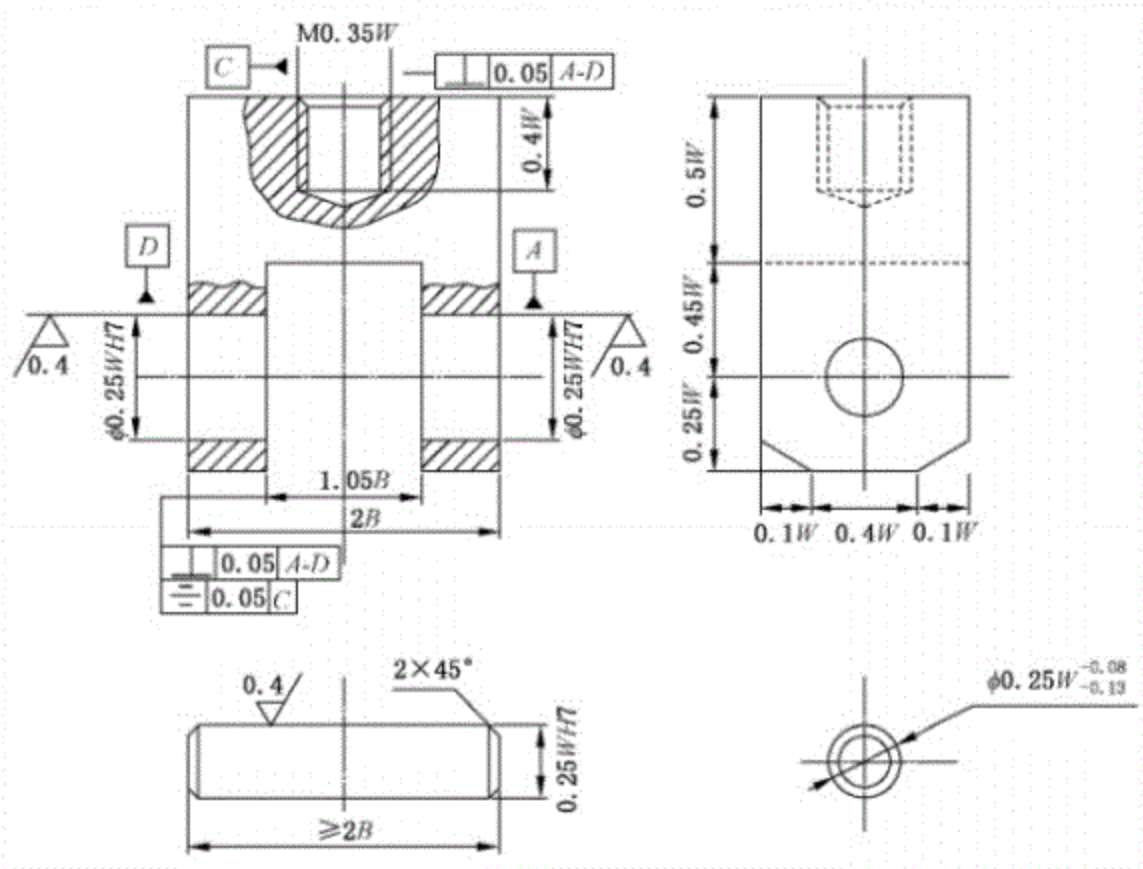


图 A.79 焊接接头疲劳裂纹扩展速率 CT 试样的 U 型锁孔夹具

A.23 平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验试样A.23.1 平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验试样的疲劳裂纹引发缺口形式

平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验试样的疲劳裂纹引发缺口形式见图 A.80。

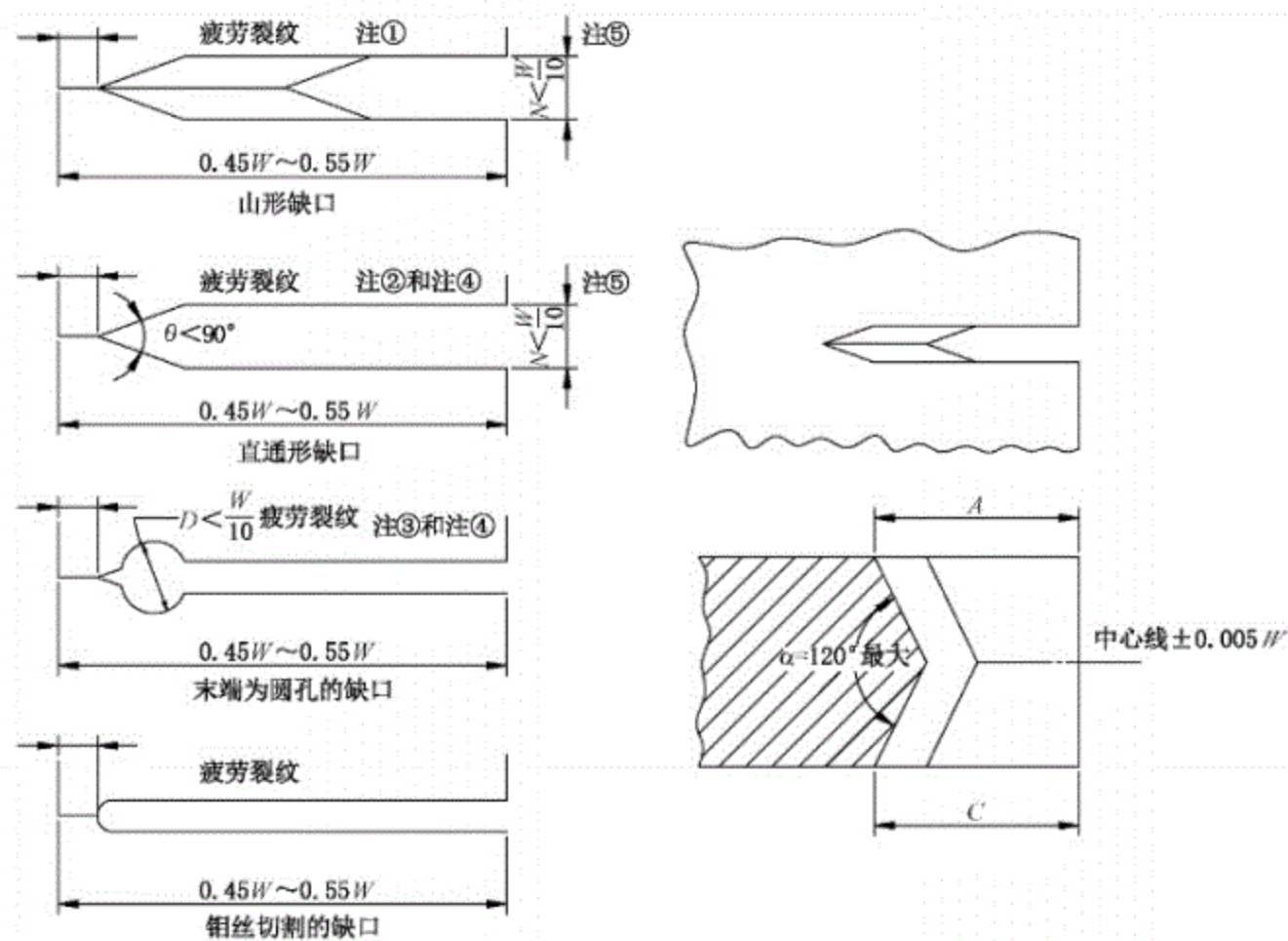


图 A.80 平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验试样的疲劳裂纹引发缺口形式图解

A.23.2 平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验 C 型拉伸 [A(T)] 试样 ($X/W=0.5$)

平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验 C 型拉伸 [A(T)] 试样见图 A.81。

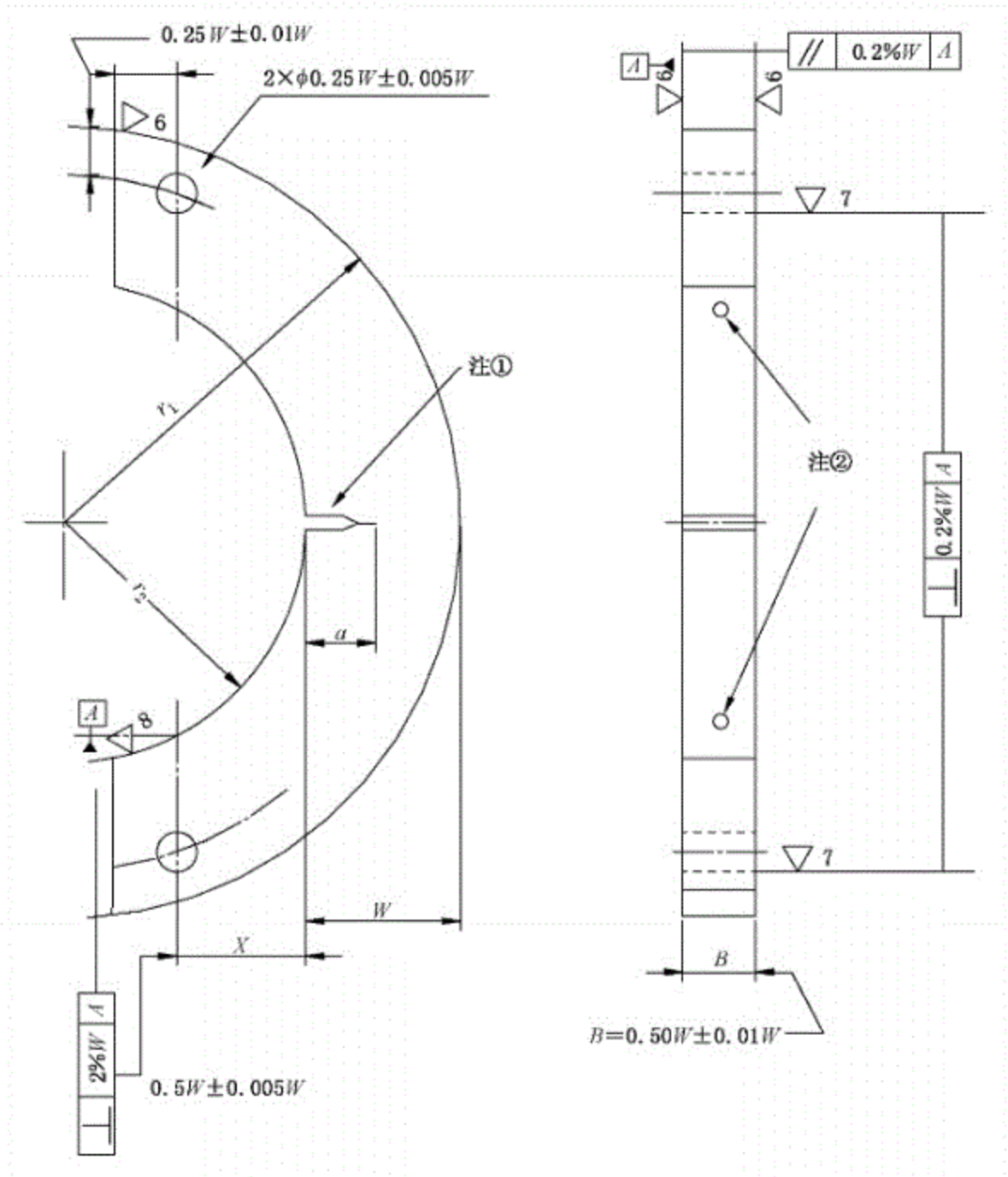


图 A.81 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 C 型拉伸[A(T)]试样($X/W=0.5$)

A.23.3 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 C 型拉伸[A(T)]试样($X/W=0$)

平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 C 型拉伸[A(T)]试样($X/W=0$)说明见图 A.82。

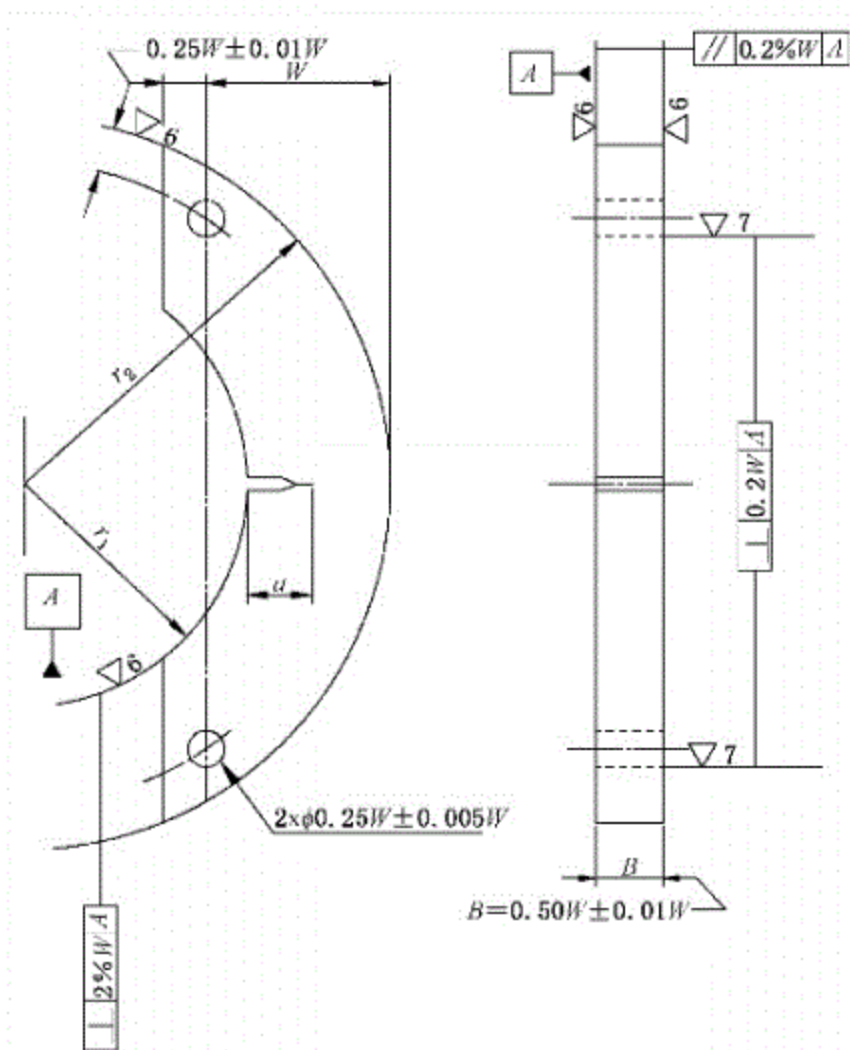


图 A.82 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 C 型拉伸 [A(T)] 试样 ($X/W=0$)

A.23.4 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 SEB 试样

平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 SEB 试样图解见图 A.83。

单位为毫米

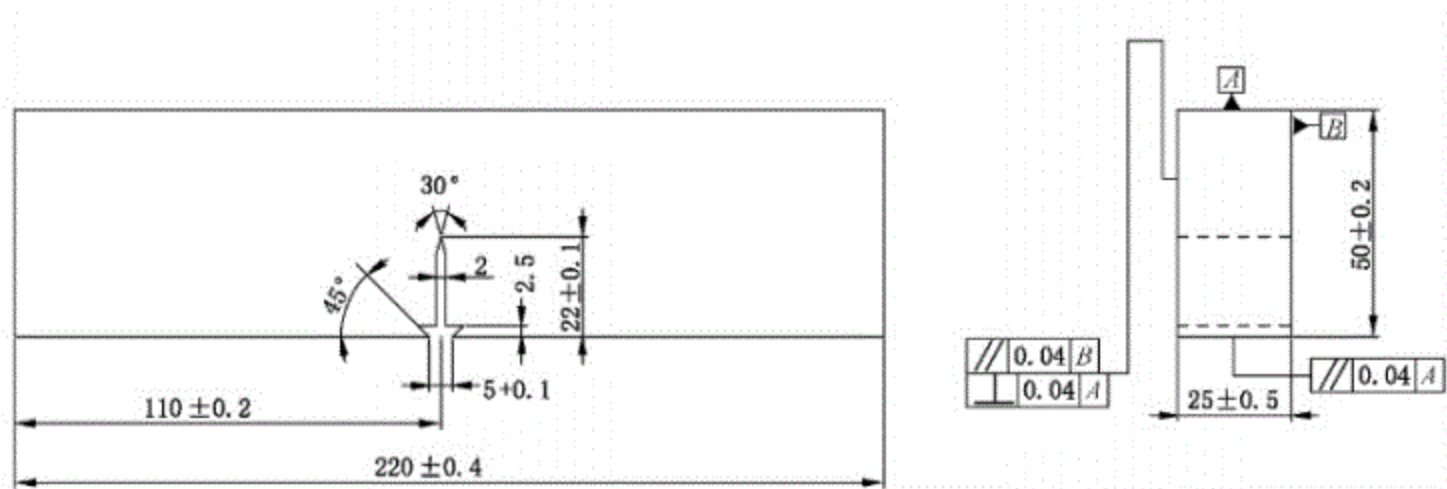
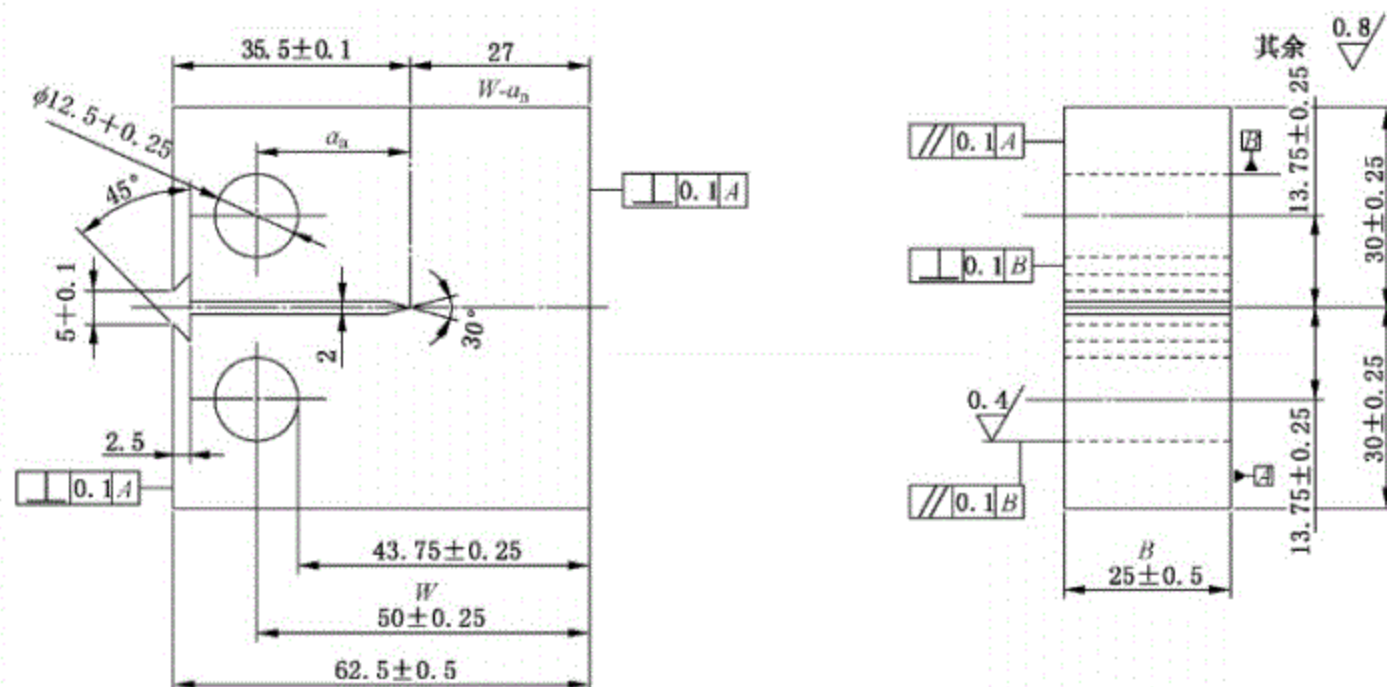


图 A.83 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 SEB 试样

A.23.5 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验试样 CT 试样

平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 CT 试样见图 A.84。

单位为毫米



说明:

B —— 试样厚度;

W ——试样宽度；

a_n ——试样切口长度。

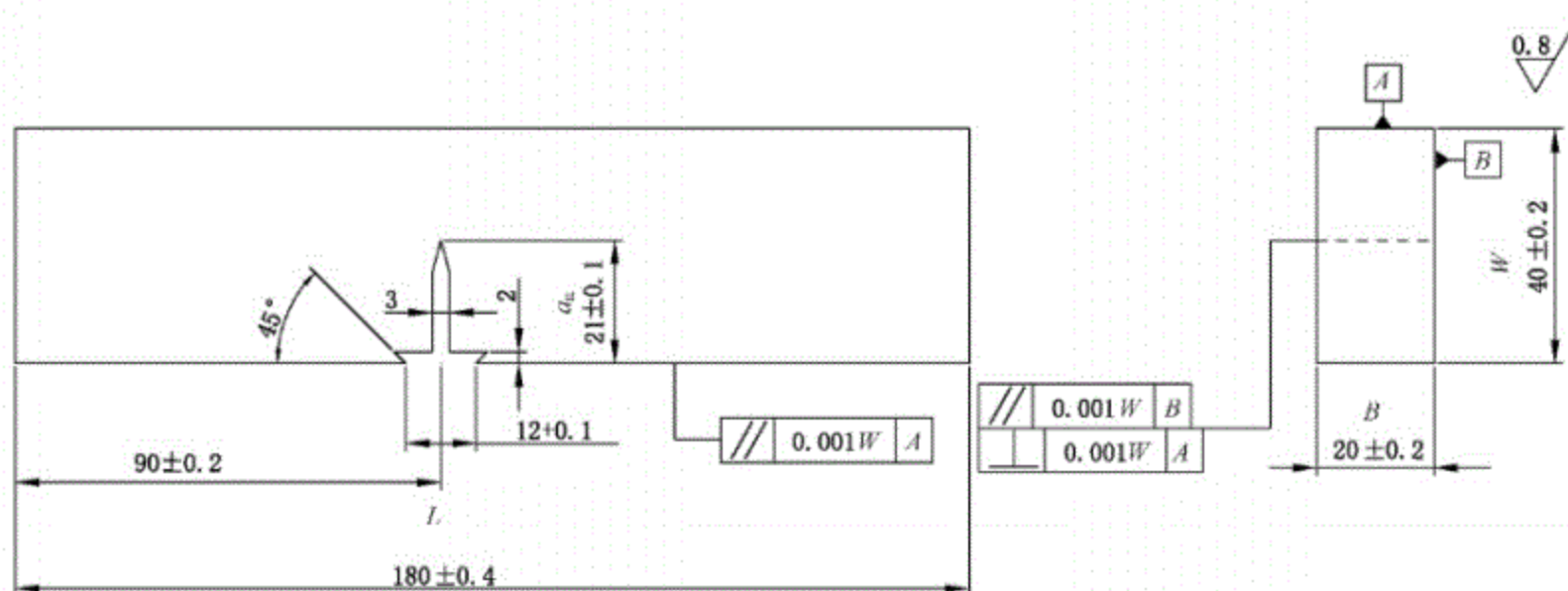
图 A.84 平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验 CT 试样

A.24 准静态断裂韧性相关试样

A.24.1 准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 SEB 试样

准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 SEB 试样图解见图 A.85。

单位为毫米



说明:

B —— 试样厚度;

W——试样宽度；

a_0 ——试样切口长度；

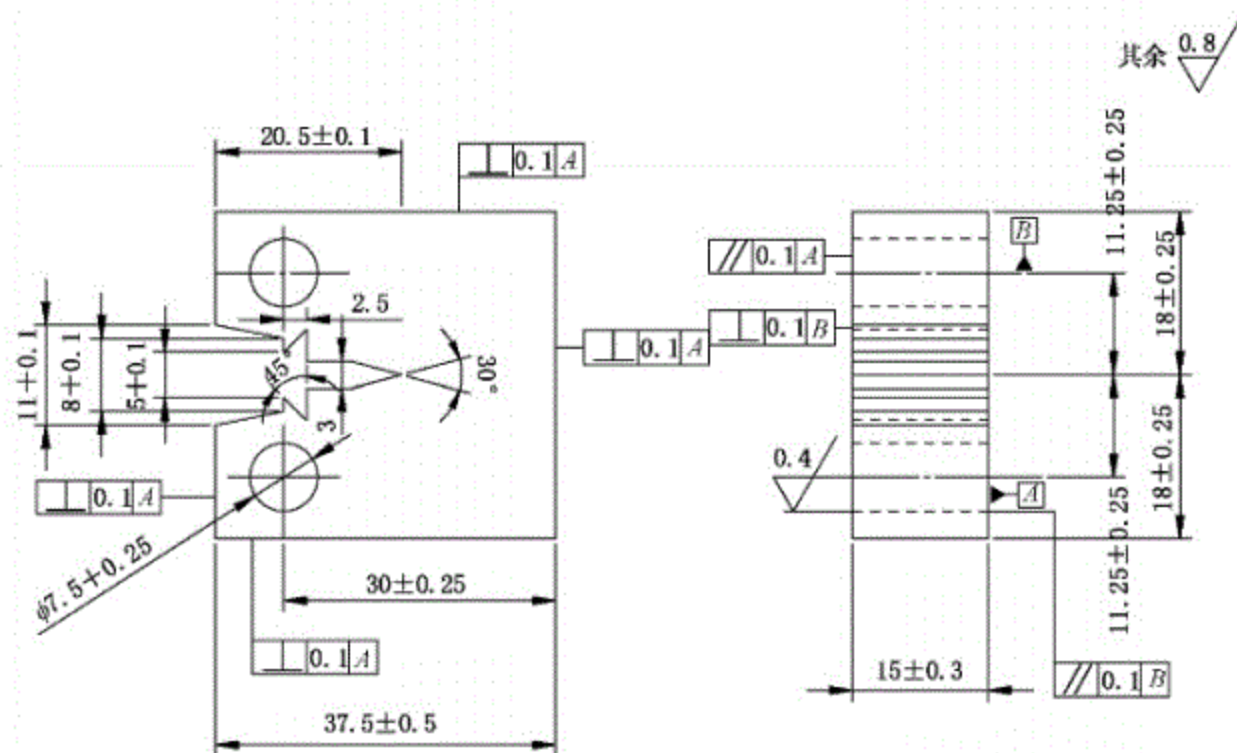
L ——试样总长。

图 A.85 准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 SEB 试样

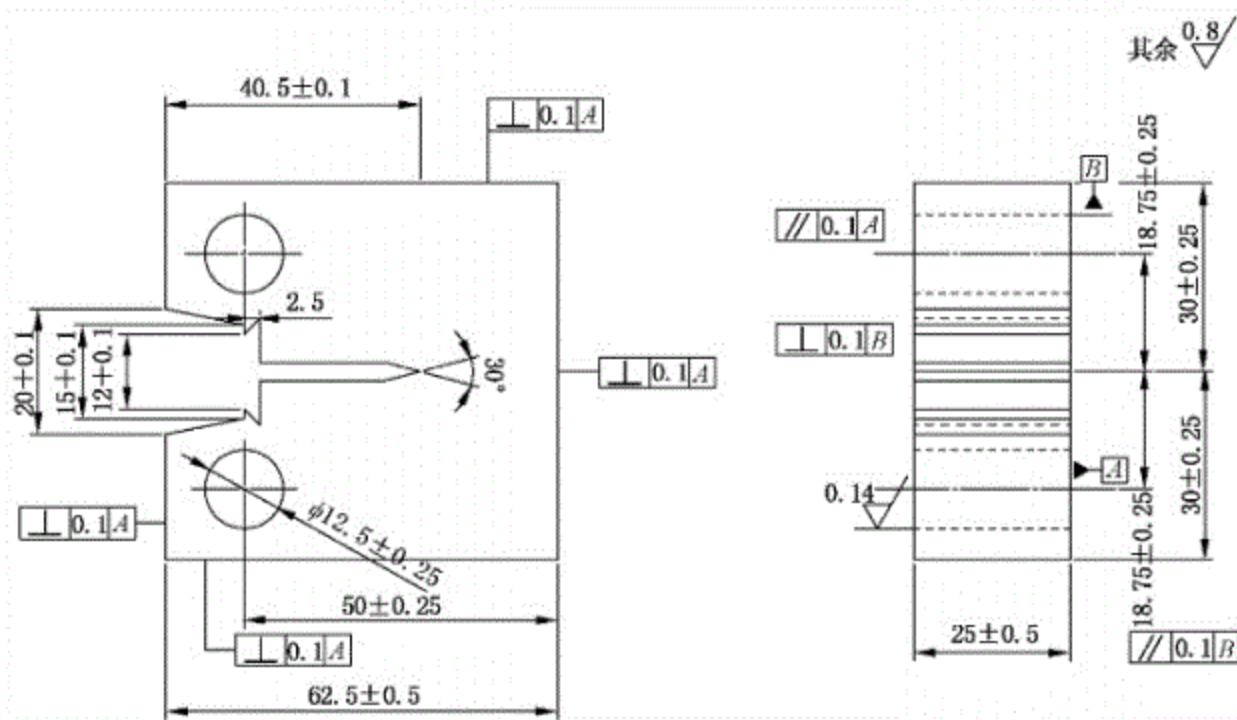
A.24.2 准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 CT 试样

准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 CT 试样图解见图 A.86。

单位为毫米

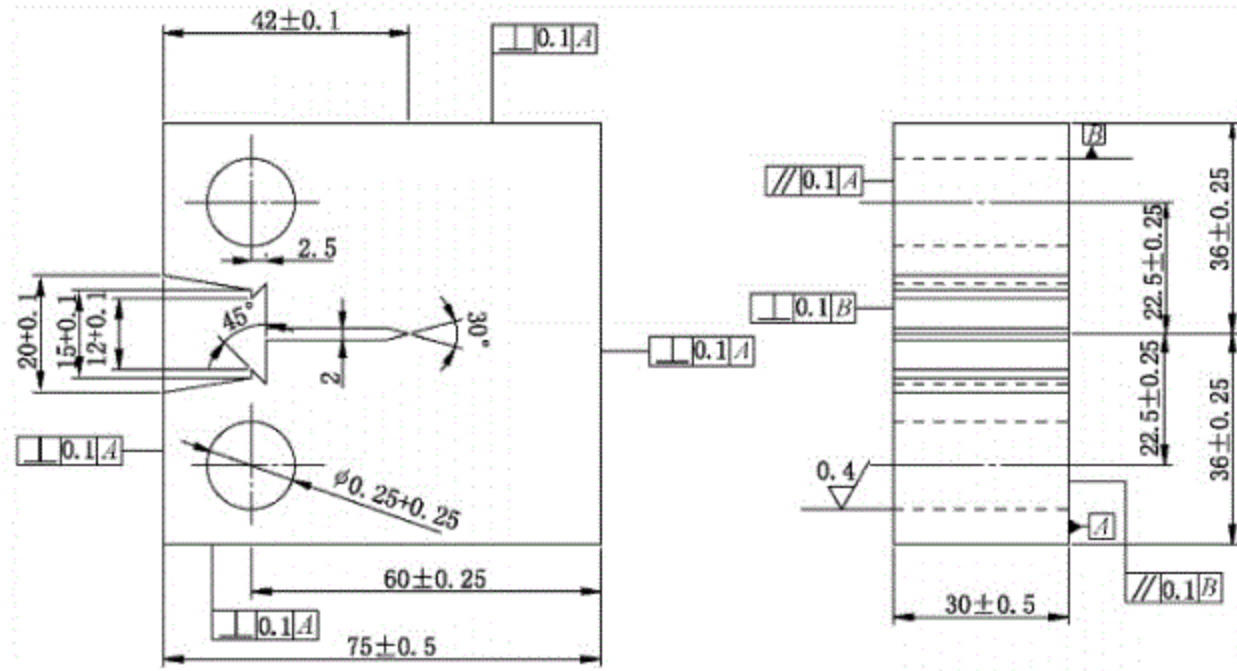


a) 试样 a

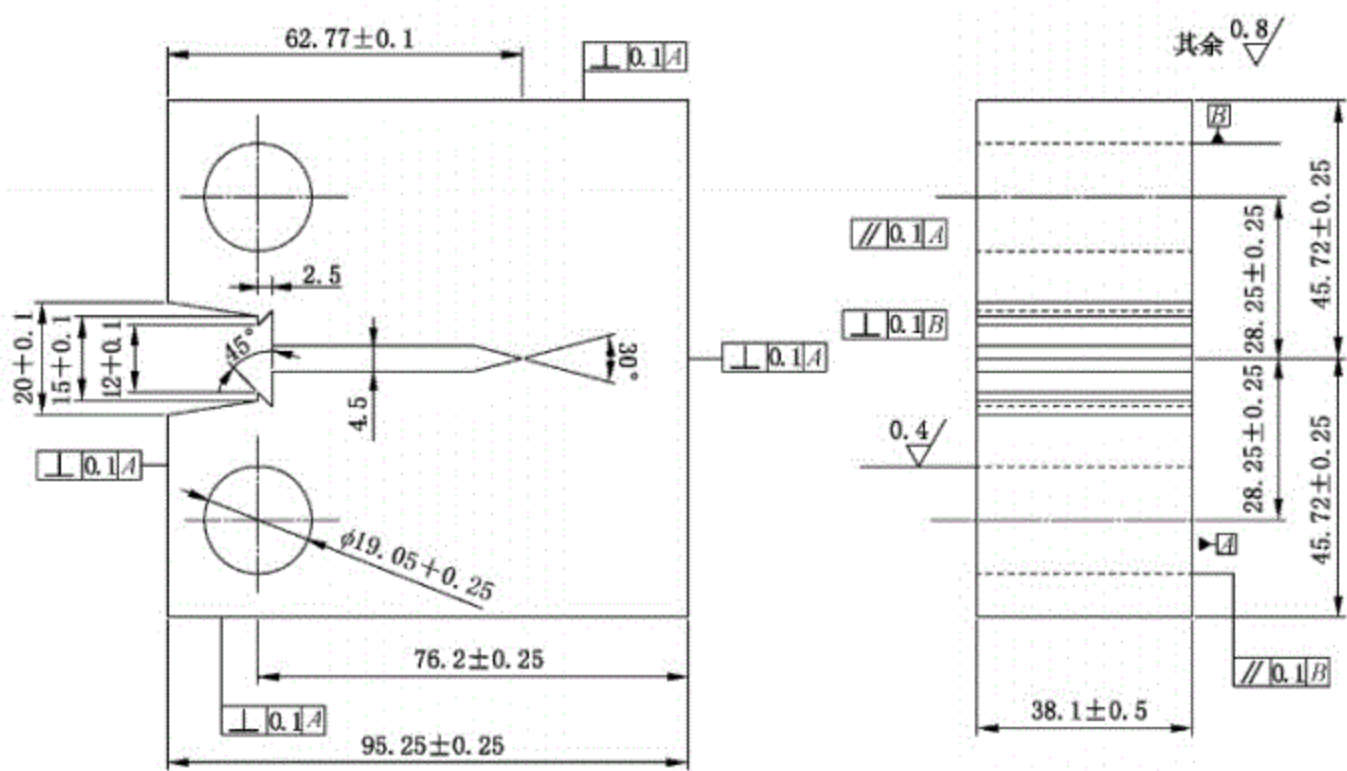


b) 试样 b

图 A.86 准静态断裂韧性 J_{IC} 试验 CT 试样

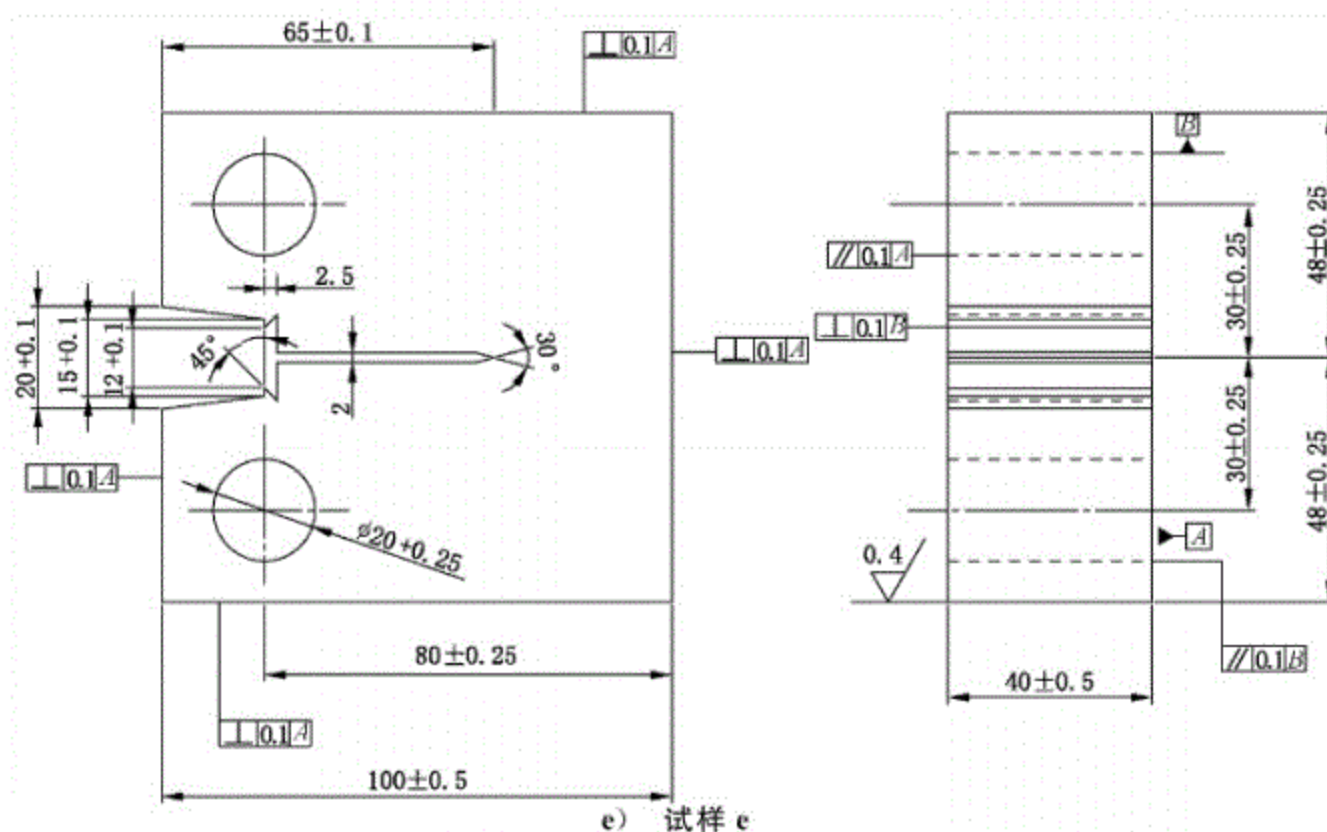


c) 试样 c

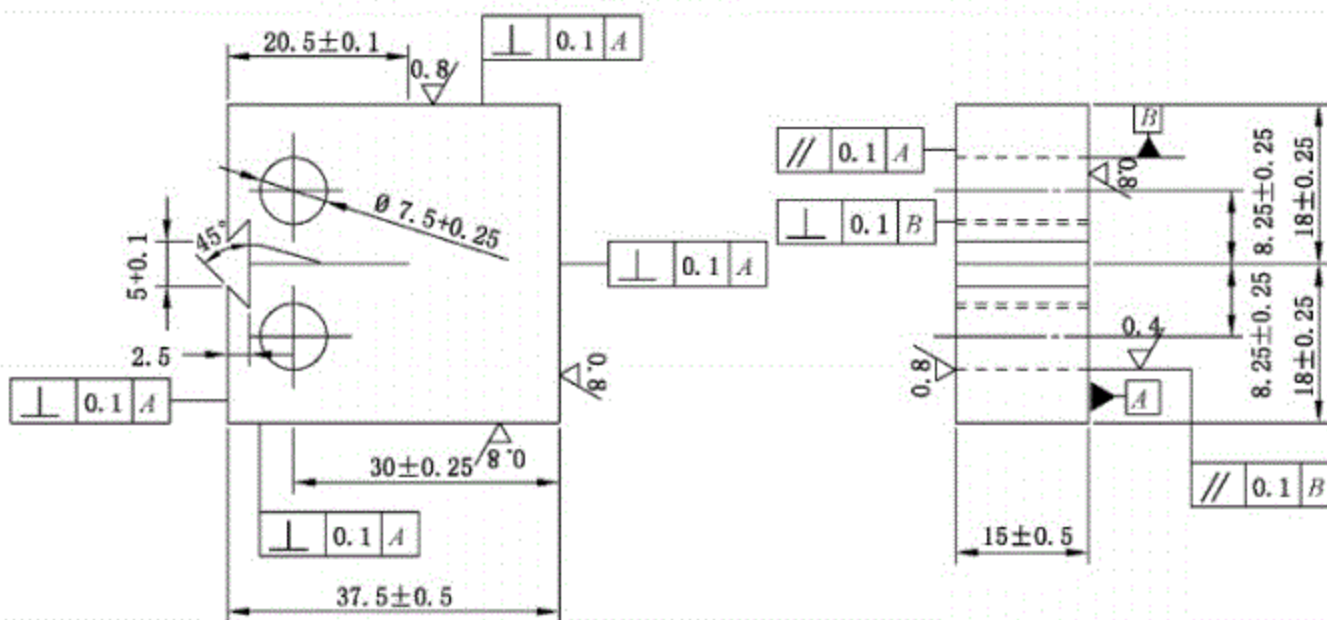


d) 试样 d

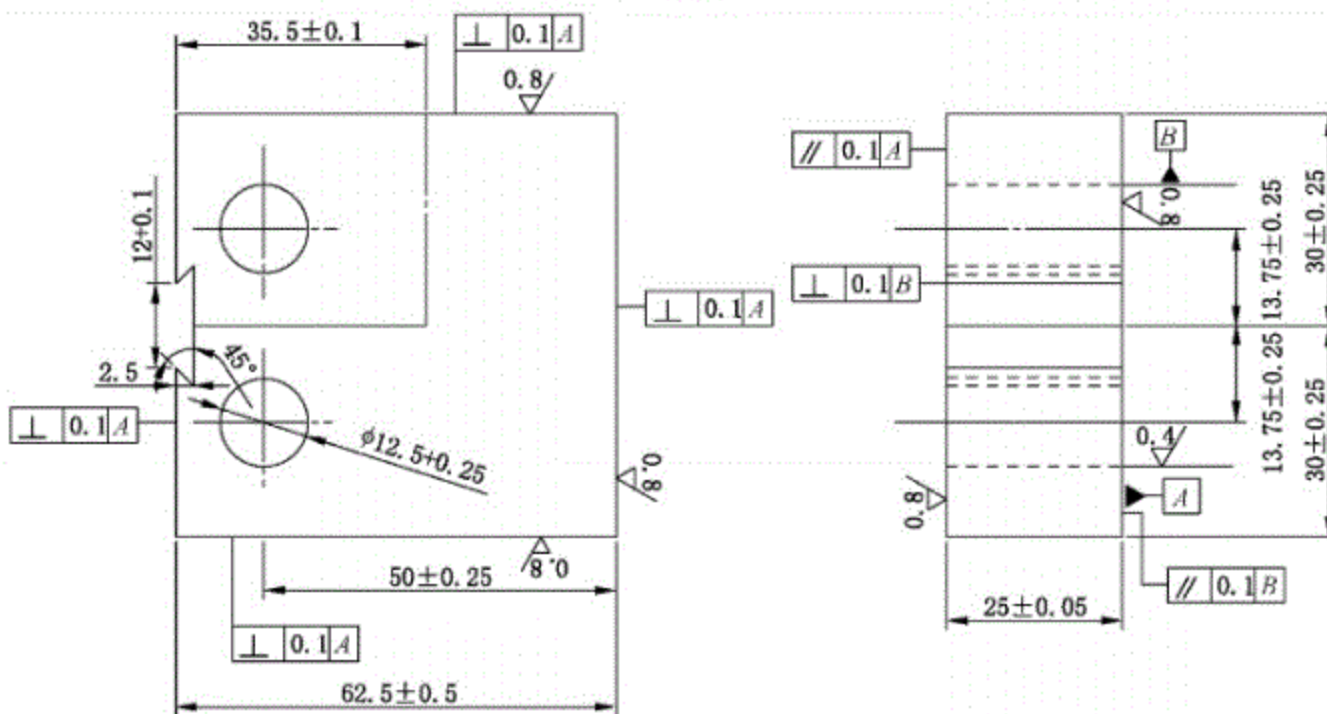
图 A.86 (续)



e) 试样 e

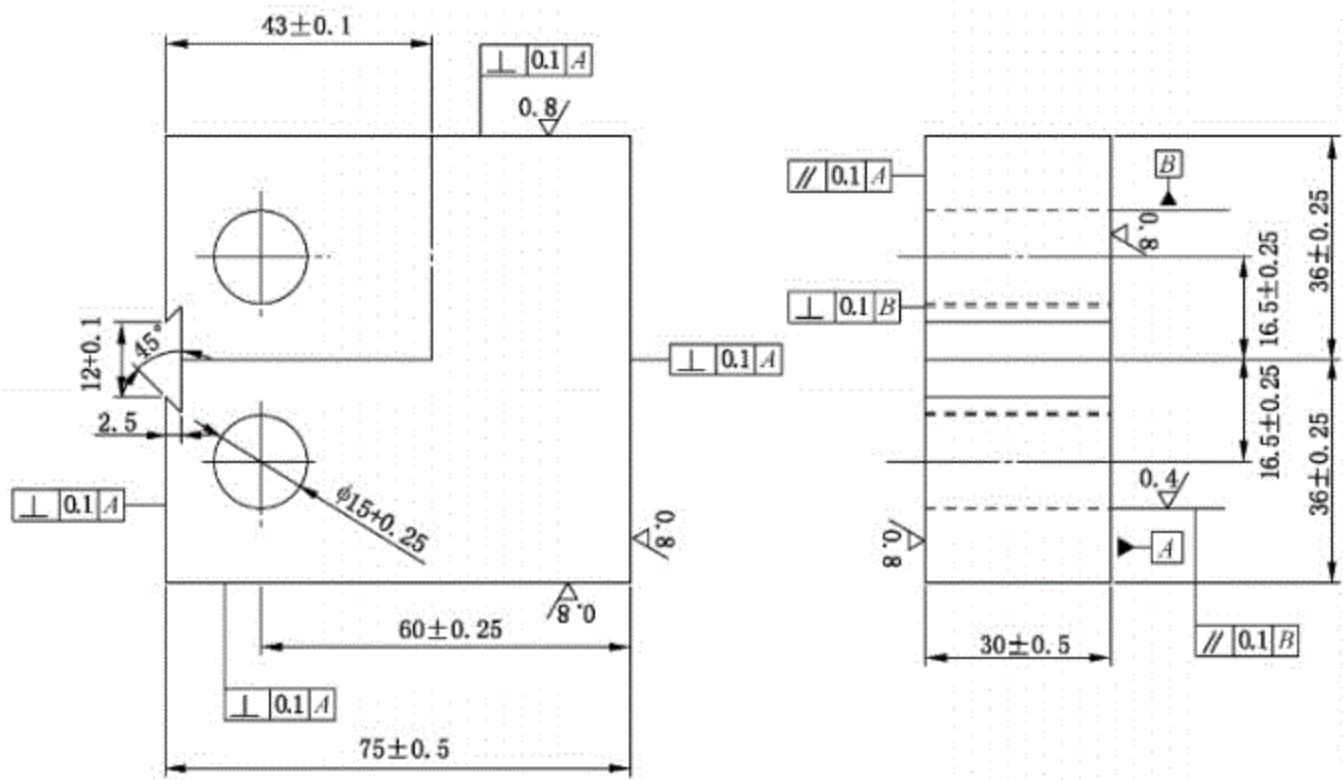


f) 试样 f

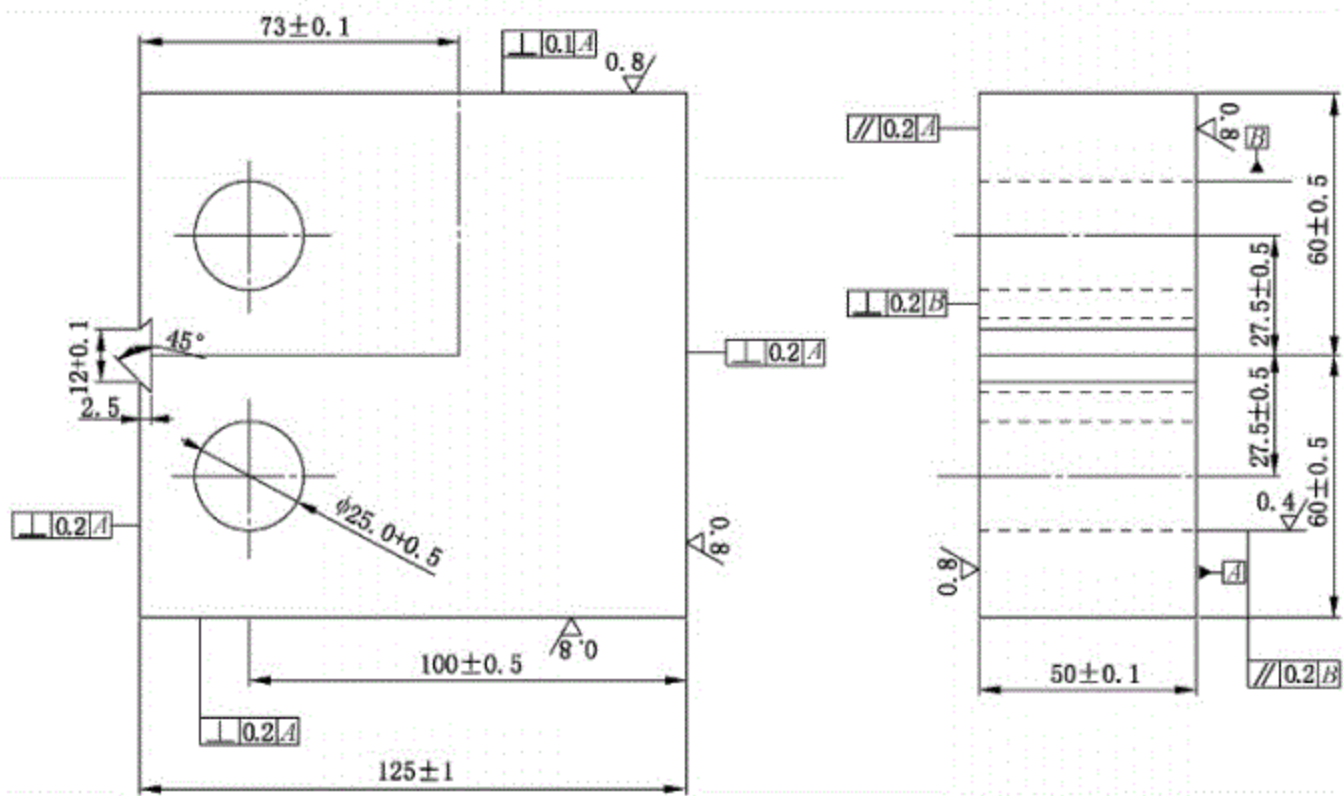


g) 试样 g

图 A.86 (续)



h) 试样 h



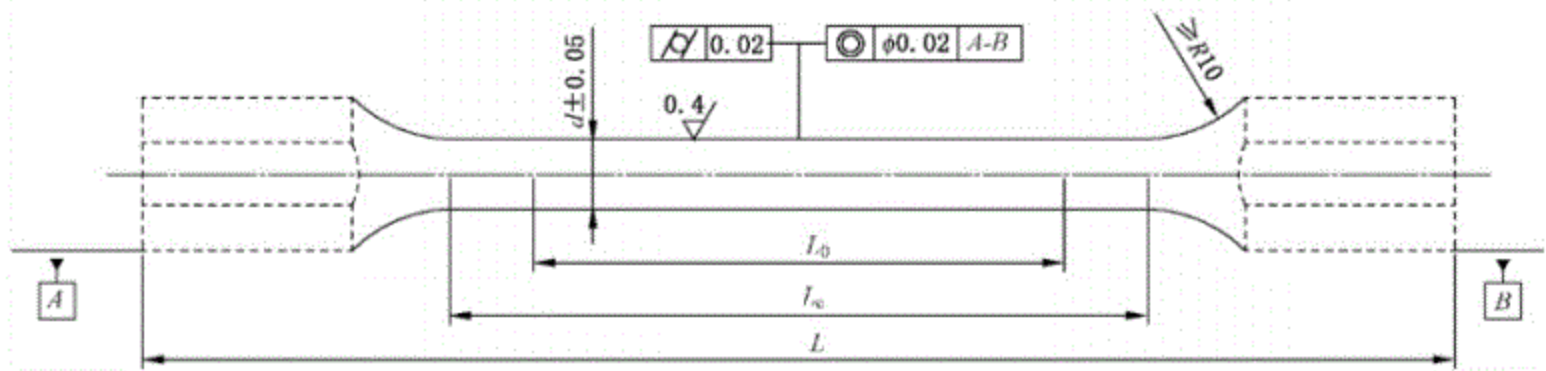
i) 试样 i

图 A.86 (续)

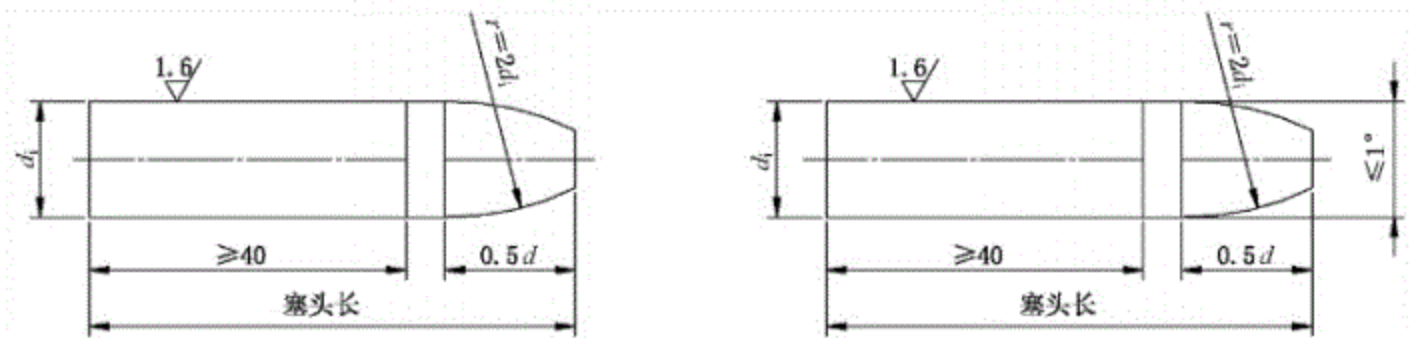
A.25 室温扭转试样

室温扭转试样见图 A.87。

单位为毫米



a) 圆柱形试样



b) 管形试样塞头

说明：

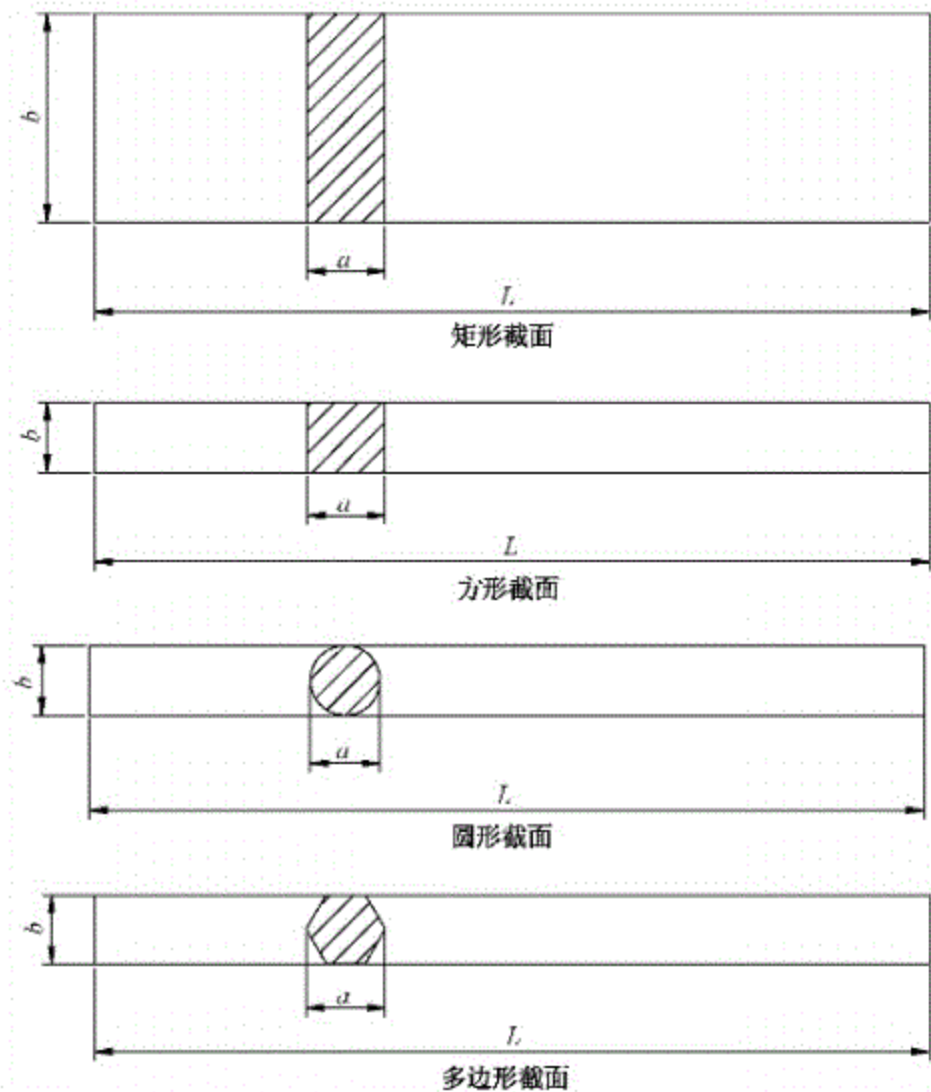
- d —— 圆柱形试样和管形试样平行长度部分的外直径；
- d_i —— 管形试样的内径；
- L_0 —— 试样标距；
- L_e —— 试样平行长度；
- L —— 试样总长度；
- r —— 试样头部过渡半径。

图 A.87 室温扭转试样

A.26 弯曲试样

A.26.1 弯曲试样图解及符号

弯曲试样见图 A.88。



说明:

a —— 试样厚度或直径(或多边形横截面内切圆直径);

b —— 试样宽度;

L —— 试样长度。

图 A.88 弯曲试样

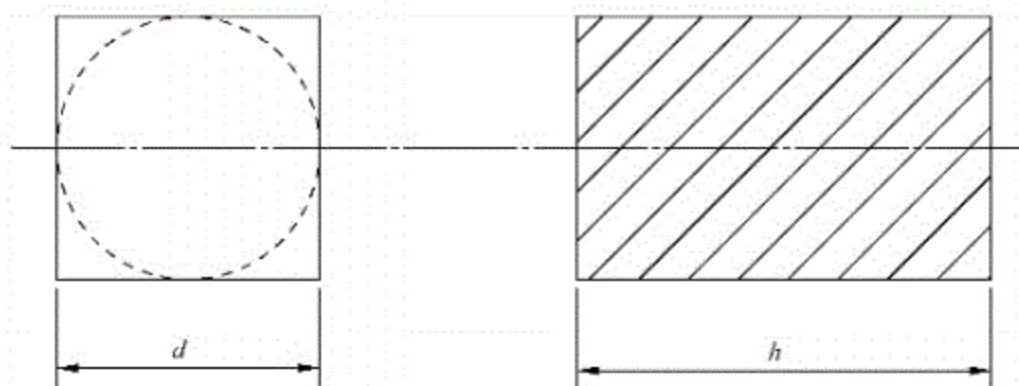
A.26.2 弯曲试样尺寸

弯曲试样尺寸依据相关产品标准规定,若未做具体规定时可按下述规定执行:

- 对于板材、带材和型材,试样厚度为原产品厚度。或者将其机加工减薄至不小于 25 mm,并保留一侧原表面。
- 对于直径(圆形横截面)或内切圆(多边形横截面)的产品,试样横截面为原产品横截面,或者将其机加工成横截面内切圆直径不小于 25 mm 的试样。

A.27 顶锻试样

顶锻试样图解见图 A.89。切取试样时,需防止损伤试样表面和因过热和加工硬化而改变其性能。试样保留原轧制或拔制表面,试样端面垂直于试样轴线。无具体规定时,试样高度为横截面尺寸的 1.5 倍至 2 倍,推荐采用 1.5 倍。有色金属试样高度为试样横截面尺寸的 1/2 倍。



说明:

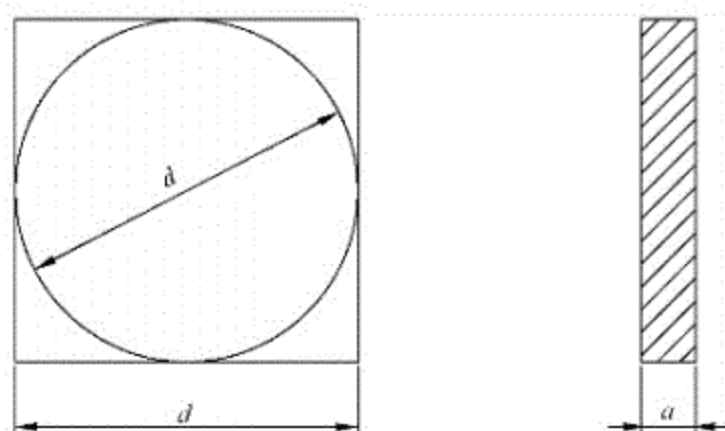
d —— 试样直径或边长;

h —— 顶锻试验前试样高度。

图 A.89 顶锻试样

A.28 薄板和薄带埃里克森杯突试样

薄板和薄带埃里克森杯突试样图解见图 A.90。试样应平整,其宽度或直径大于或等于 90 mm。压痕中心到试样任何边缘的距离不小于 45 mm,相邻压痕中心间距不小于 90 mm。对于窄试样,压痕中心在试样宽度的中心,相邻压痕中心间断至少为一个试样宽度。制备试样时,试样边缘不应产生妨碍其进入试验设备或影响试验结果的毛刺或变形。试验前,不能对试样进行任何锤打或冷、热加工。



说明:

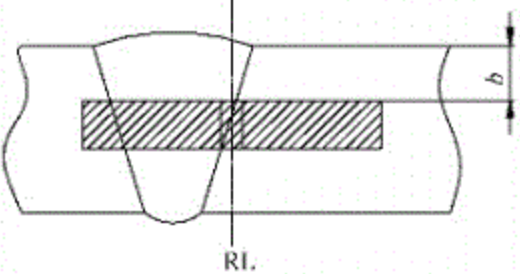
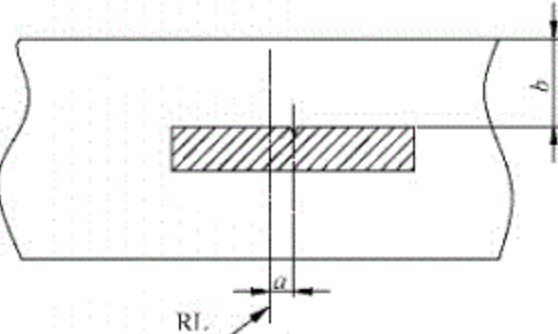
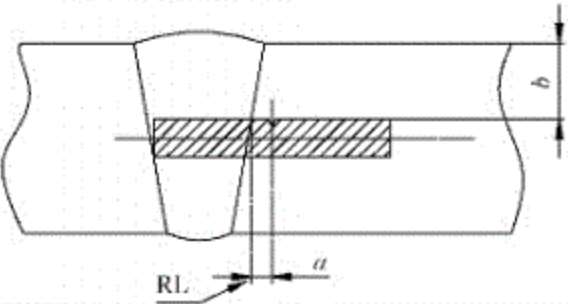
d —— 试样宽度或直径;

a —— 试样厚度。

图 A.90 薄板和薄带埃里克森杯突试样

A.29 焊接接头冲击试样

A.29.1 焊接接头冲击焊缝位置见图 A.91。

图号	缺口在焊缝	图号	缺口在热影响区
	示意图		示意图
VWS _a /b		VHS _a /b (压焊)	
		VHS _a /b (熔化焊)	

a) 焊接接头冲击缺口平行于试件表面时的焊缝位置:S 位置

图 A.91 焊接接头冲击焊缝位置

图号	缺口在焊缝	图号	缺口在热影响区
	示意图		示意图
VWT0/b		VHT0/b	
VWTa/b		VHTa/b	
VWT0/b		VHTa/b	
VWTa/b		VHTa/b	

b) 焊接接头冲击缺口垂直于试件表面时的焊缝位置:T位置

说明:

V ——标识冲击缺口形状;

W ——缺口在焊缝;

H ——缺口在热影响区;

S ——缺口面平行于焊缝表面;

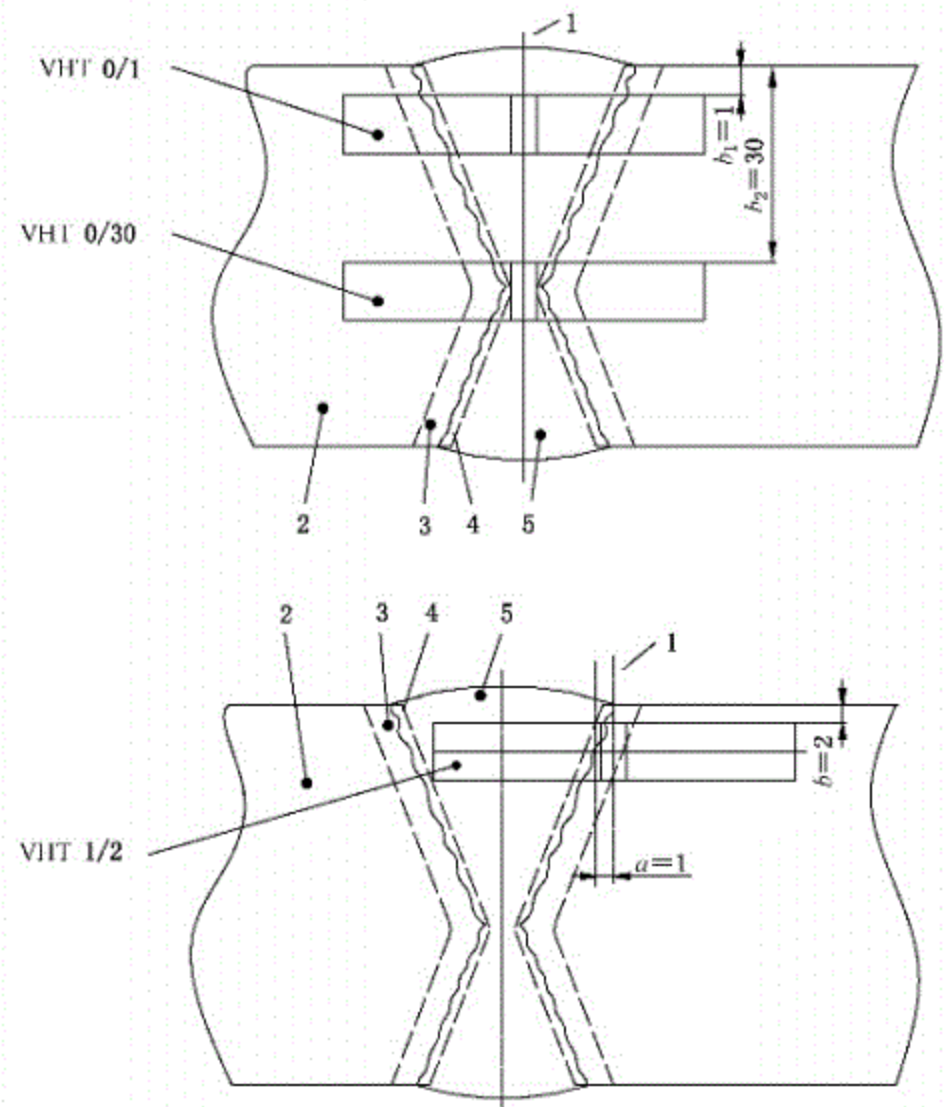
T ——缺口面垂直于焊缝表面;

RL ——参考线;

 a ——缺口中心线距参考线的距离(如果缺口中心在参考线, $a=0$); b ——试样表面距焊缝表面的距离(如果试样表面在焊缝表面, $b=0$); t ——试样高度。

图 A.91 (续)

A.29.2 焊接接头焊缝不同位置的典型符号示例见图 A.92。



说明:

- 1 —— 缺口轴线;
- 2 —— 母材;
- 3 —— 热影响区;
- 4 —— 熔合线;
- 5 —— 焊缝金属;
- V —— 标识冲击缺口形状;
- H —— 缺口在热影响区;
- T —— 缺口面垂直于焊缝表面;
- a —— 缺口中心线距参考线的距离(如果缺口中心在参考线, $a=0$);
- b —— 试样表面距焊缝表面的距离(如果试样表面在焊缝表面, $b=0$).

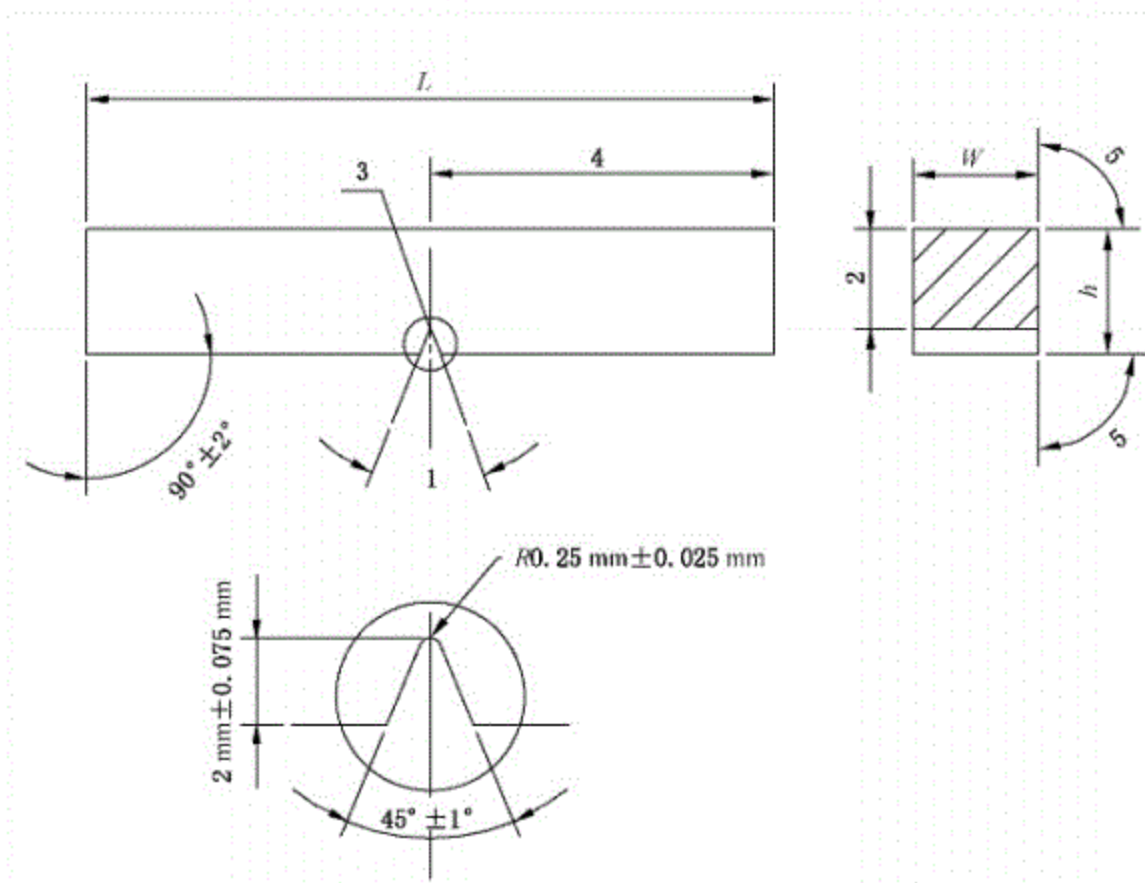
图 A.92 焊接接头焊缝的典型符号示例

A.29.3 焊接接头冲击试样的图解见图 A.93。

焊接接头冲击试样符合下列要求:

- a) 试样总长度 $L=55\text{ mm}\pm0.60\text{ mm}$;
- b) 试样高度 h : V 型缺口试样为 $10\text{ mm}\pm0.075\text{ mm}$, U 型缺口试样为 $10\text{ mm}\pm0.11\text{ mm}$;
- c) 试样宽度 W : 标准试样为 $10\text{ mm}\pm0.11\text{ mm}$; 根据试板的厚度也可选用 $7.5\text{ mm}\pm0.11\text{ mm}$ 、 $5\text{ mm}\pm0.06\text{ mm}$ 或 $2.5\text{ mm}\pm0.04\text{ mm}$ 的试样; 也可根据技术要求自定;
- d) 冲击试样缺口底部圆弧 R : V 型缺口底部圆弧: $R0.25\text{ mm}\pm0.025\text{ mm}$, 夹角 $45^\circ\pm2^\circ$; U 型缺口底部圆弧: $R1\text{ mm}\pm0.07\text{ mm}$;
- e) 粗糙度: 缺口内壁 $0.8\text{ }\mu\text{m}$; 两端用机加工方法切平齐; 其余 $1.60\text{ }\mu\text{m}$;
- f) 试样尺寸公差: A、B 表面垂直度、平行度要求 0.01 mm 。

注: 为保证冲击缺口位置准确, 可利用弱酸侵蚀法显现焊缝后确定冲击缺口的位置。



说明:

L ——试样长度;

h —— 试样高度；

W ——试样宽度；

1 —— 缺口角度；

2——缺口底部高度；

3 ——缺口根部半径;

4. 缺口对称面至端部距离；

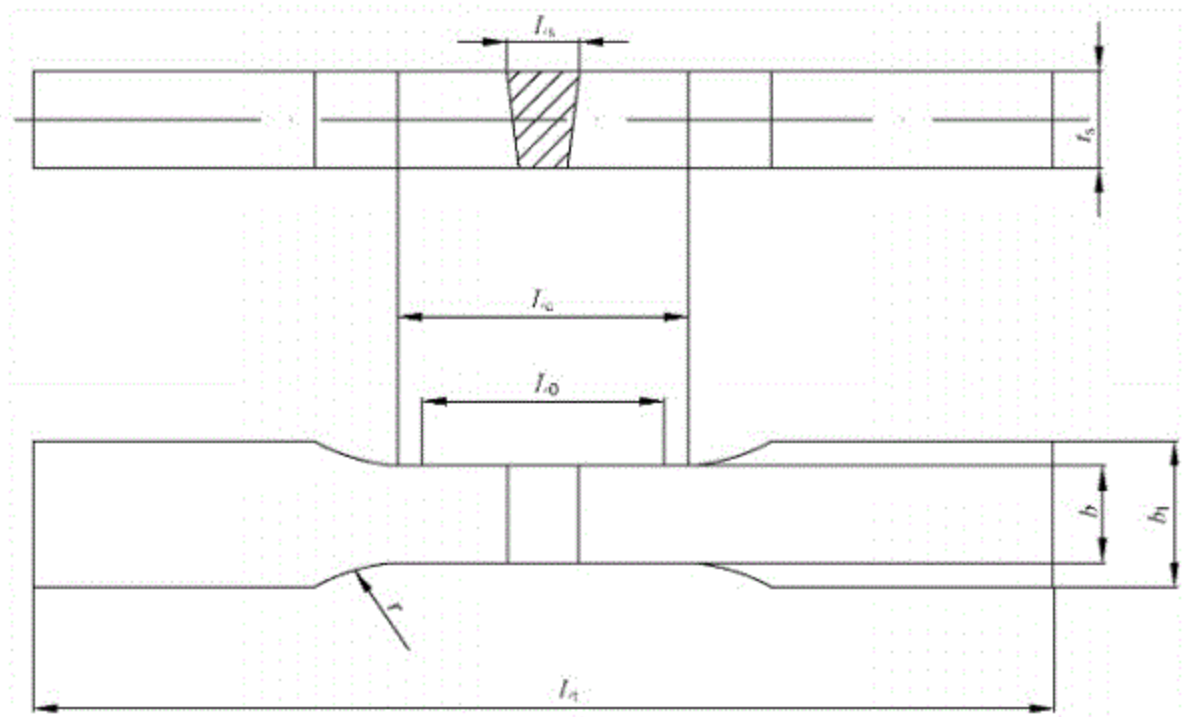
5 ———— 试样纵向面间夹角。

图 A.93 焊接接头焊缝冲击试样示意图

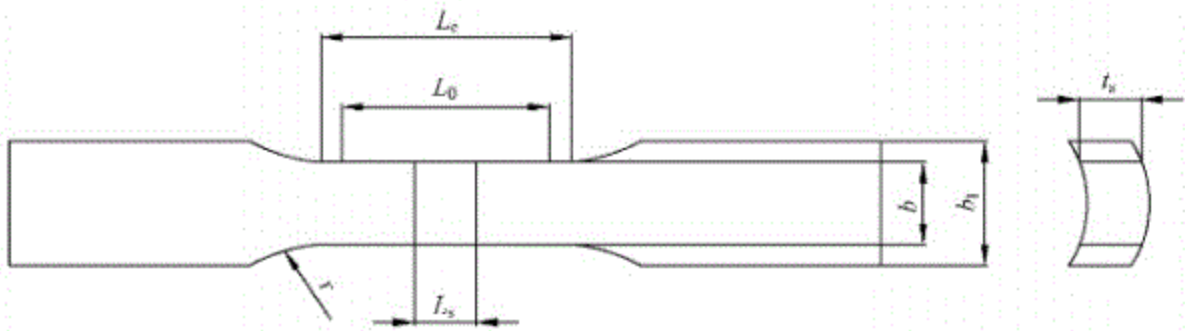
A.30 焊接接头拉伸试样

A.30.1 钢板焊接接头和钢管焊接接头板状拉伸试样图解

钢板焊接接头和钢管焊接接头拉伸试样见图 A.94。



a) 钢板焊接接头拉伸试样



b) 钢管焊接接头拉伸试样

说明:

L_t —— 试样总长度 t 适合于所使用的试验机;

L_s —— 焊缝宽度;

L_0 —— 平行长度, $L_0 \geq L_s + 60 \text{ mm}$;

b_1 —— 夹持端宽度, $b_1 = b + 12 \text{ mm}$;

b —— 平行长度部分宽度, 钢板: $12(t_s \leq 2) \text{ mm}$; 钢管: $25(t_s > 2) \text{ mm}$;

t_s —— 试样厚度;

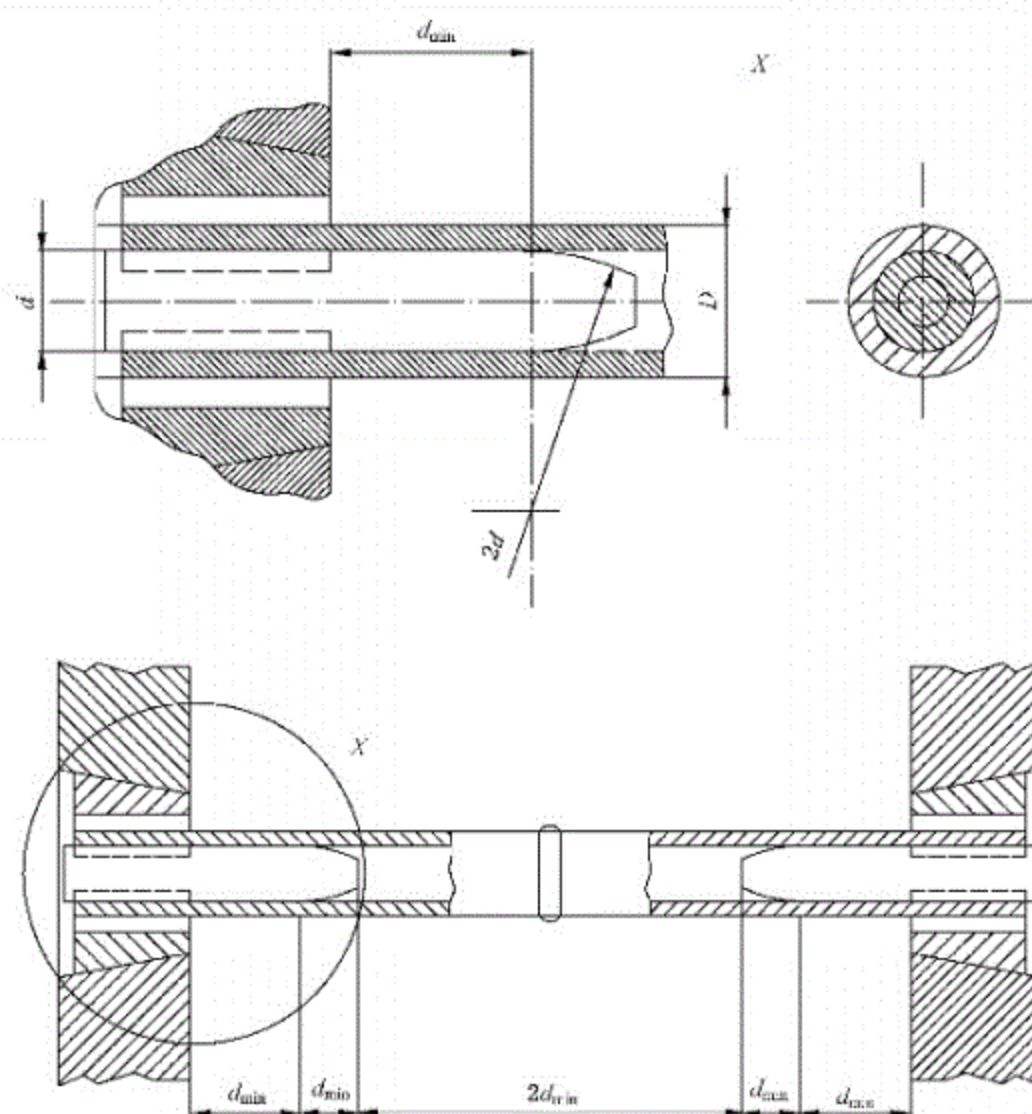
r —— 过渡弧半径, $r \geq 25 \text{ mm}$ 。

注: 对于压焊及高能束焊接接头而言, 焊缝宽度为零。

图 A.94 钢板焊接接头和钢管焊接接头拉伸板状试样

A.30.2 钢管焊接接头整管拉伸试样

钢管焊接接头整管拉伸试样图解和符号见图 A.95。



说明:

$d_{\min}$ ——塞棒露出夹持部分的最小长度;

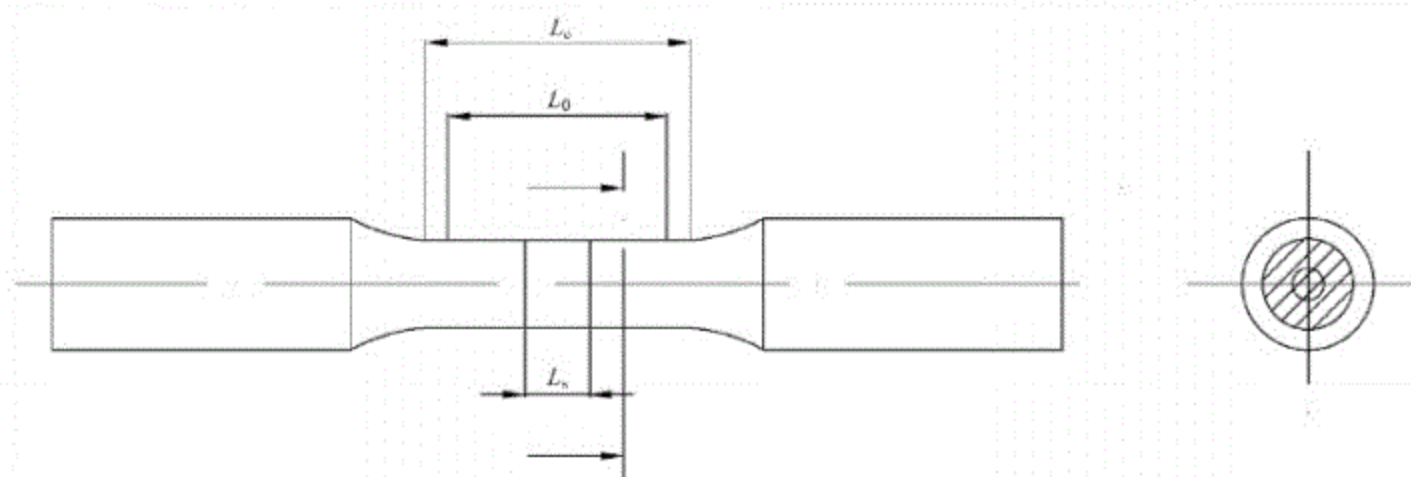
d ——钢管内径;

D ——钢管外径。

图 A.95 钢管焊接接头整管拉伸试样

A.30.3 焊接接头圆形带肩拉伸试样

焊接接头圆形带肩拉伸试样图解和符号见图 A.96。



说明:

L_e ——平行长度;

L_0 ——原始标距;

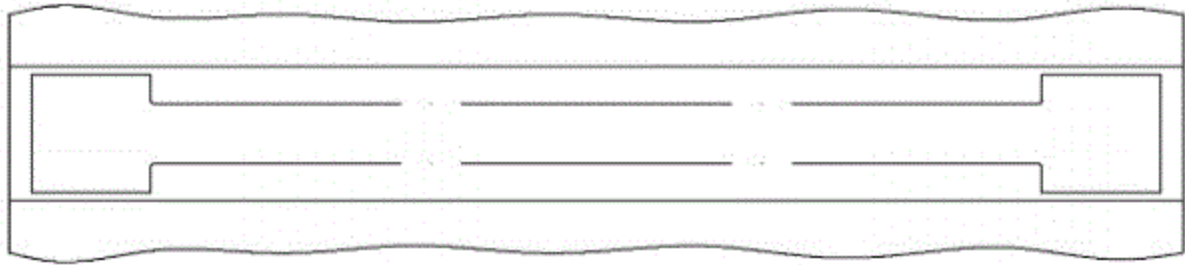
L_s ——焊缝宽度。

注: 实心试样截面尺寸根据协议要求。当需要机加工成圆柱试样时, 试样尺寸依据 GB/T 228.1 要求, 平行长度 L_e 不小于 $L_s + 60$ 。

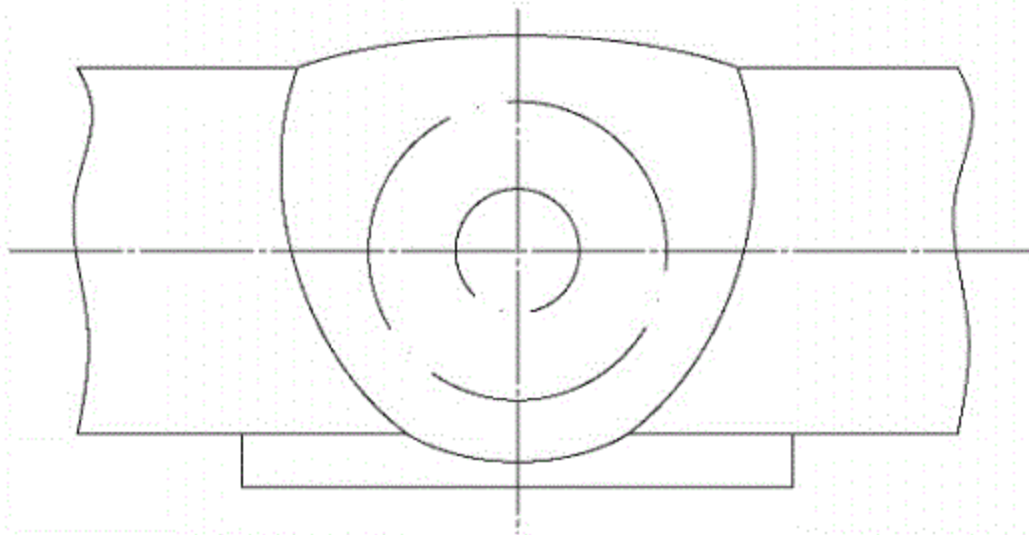
图 A.96 焊接接头圆形带肩拉伸试样

A.31 焊缝及熔敷金属拉伸试样

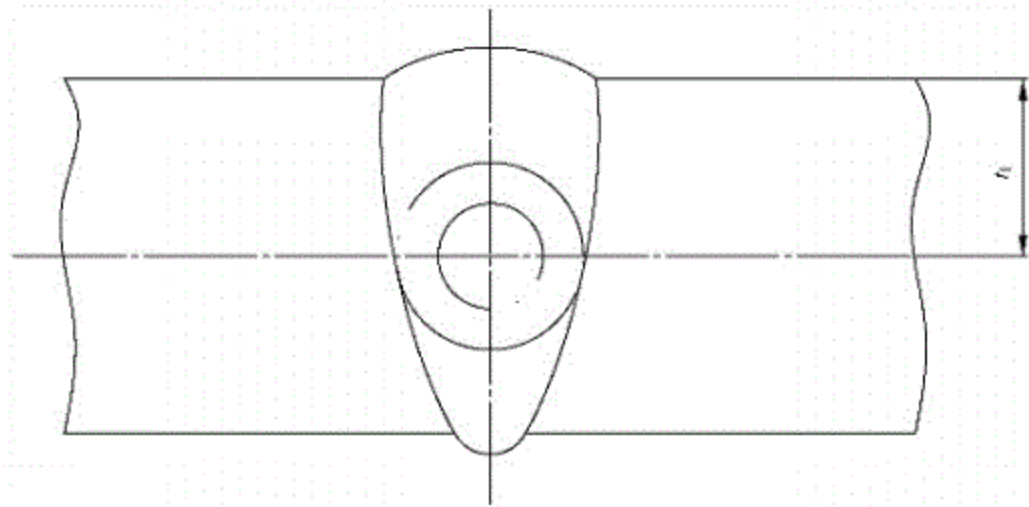
焊缝及熔敷金属拉伸试样图解见图 A.97。



a) 焊缝及熔敷金属拉伸试样位置示例(纵向截面)

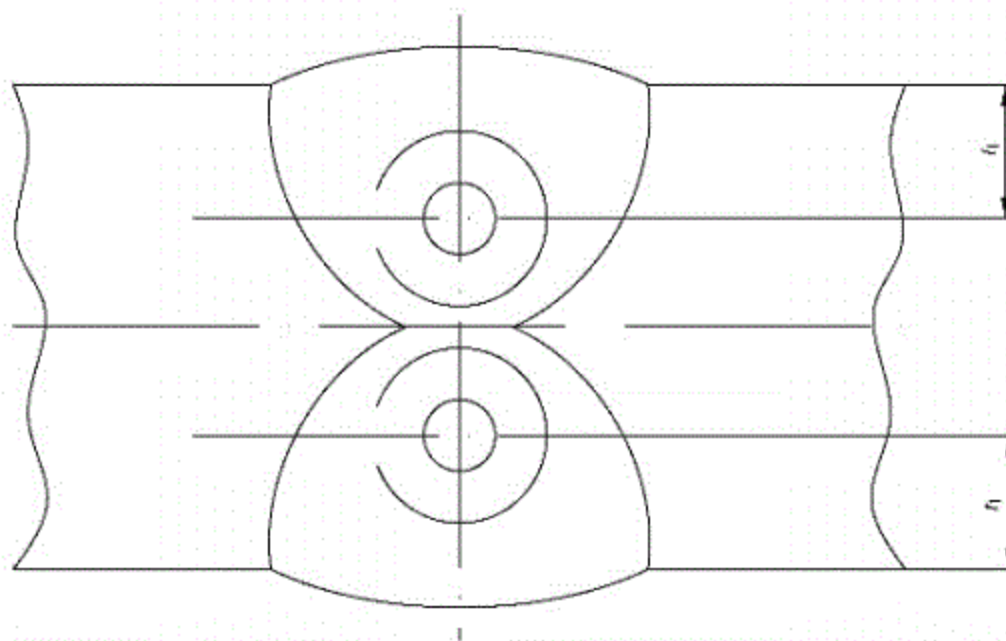


b) 用于焊接材料分类的熔敷金属试样(横向)



c) 取自单面焊接头的熔敷金属拉伸试样(横向)

图 A.97 焊接接头圆形带肩拉伸试样



d) 取自双单面焊接头的熔敷金属拉伸试样(横向)

说明:

t_1 ——试样中心距表面的距离。

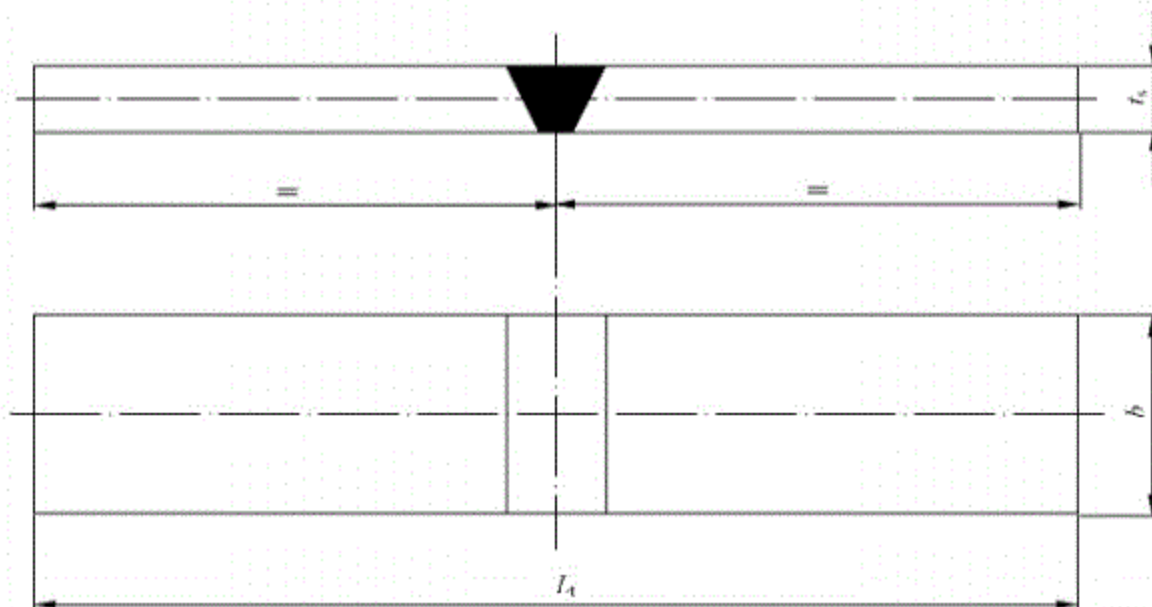
注: 每个试样具有圆形横截面, 而且平行长度范围内的直径 d 符合 GB/T 228.1 的规定。

图 A.97 (续)

A.32 焊接接头弯曲试样

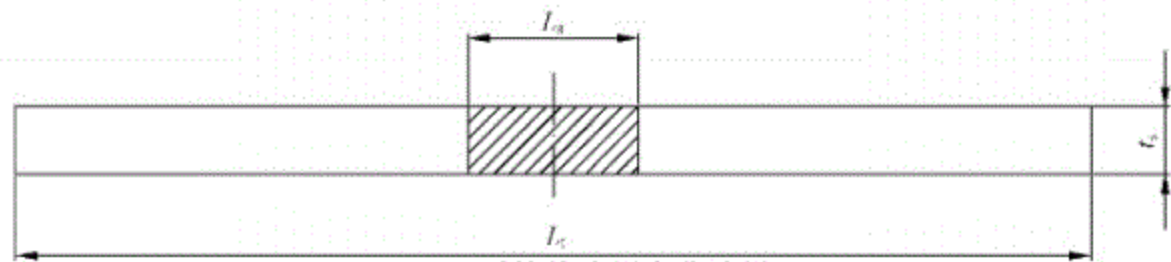
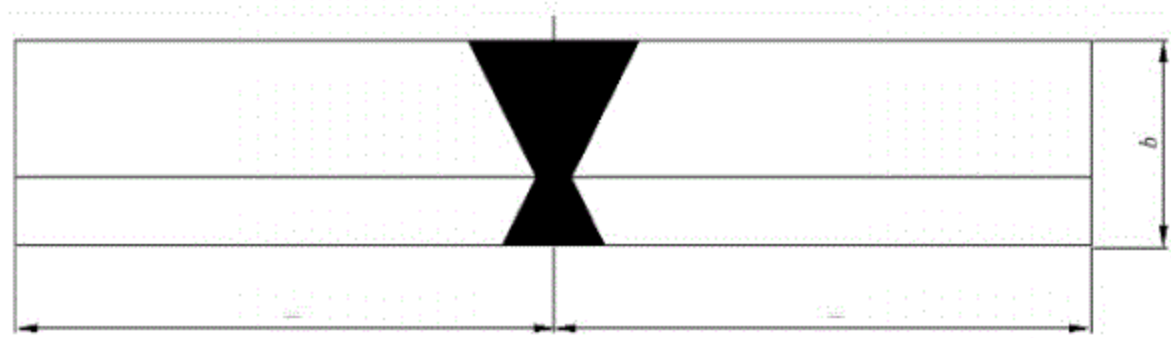
A.32.1 焊接接头弯曲试样图解

焊接接头弯曲试样图解见图 A.98。

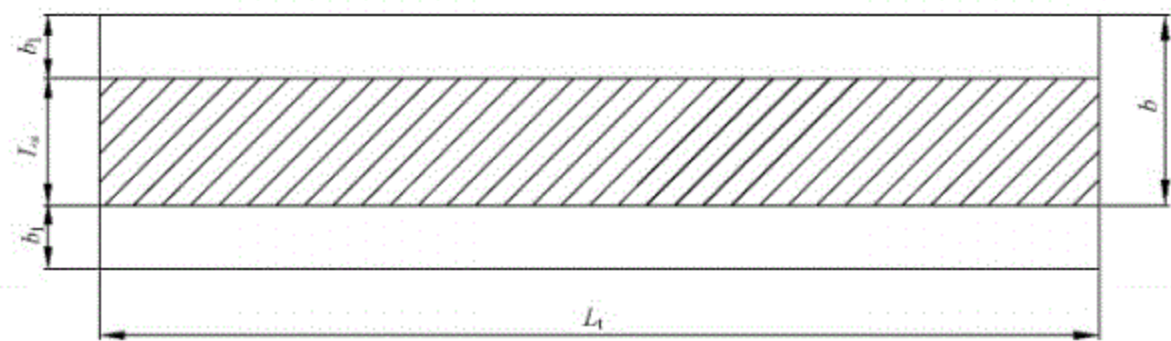
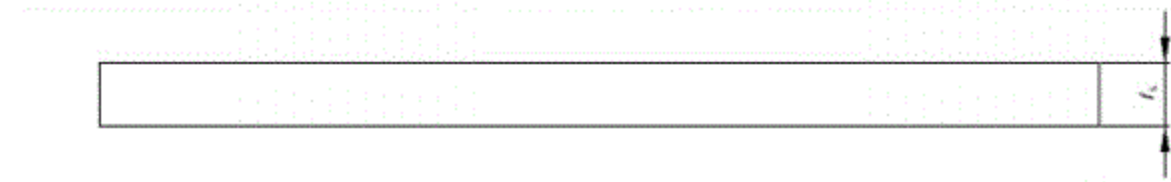


a) 对接接头横向弯曲试样

图 A.98 焊接接头弯曲试样

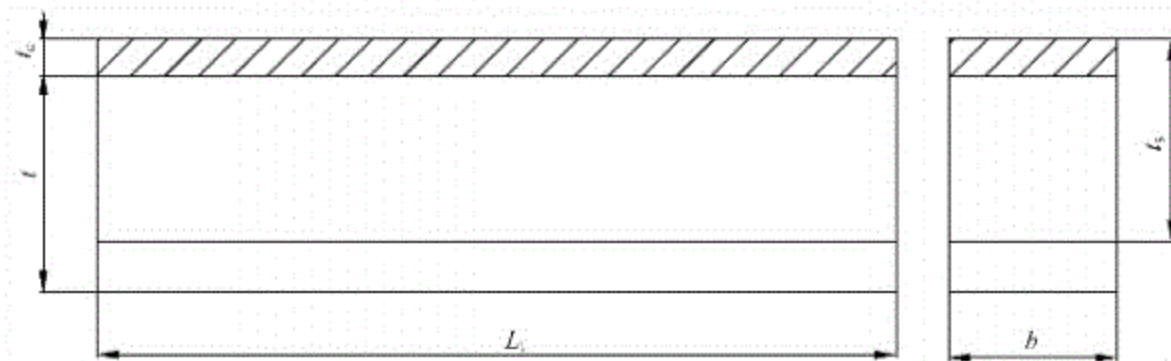


b) 对接接头侧弯曲试样

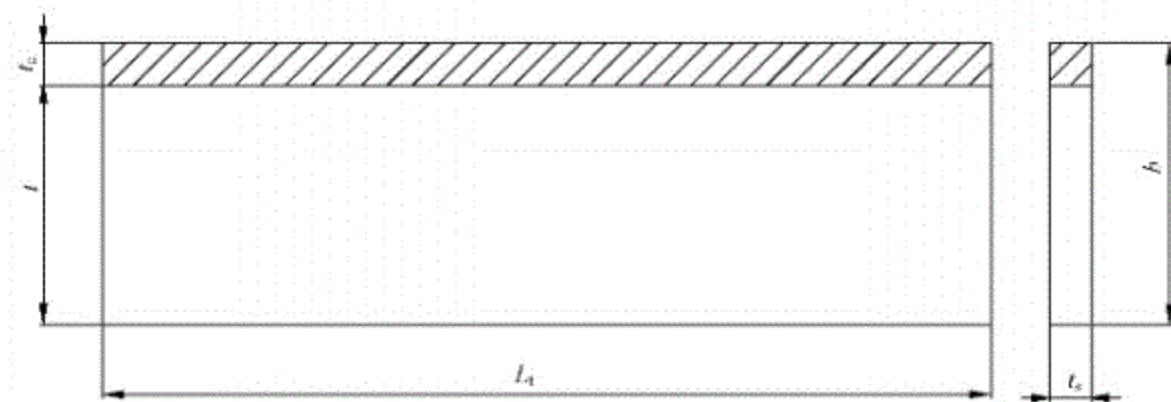


$$b_1 = (b - I_c) / 2$$

c) 对接接头纵向弯曲试样

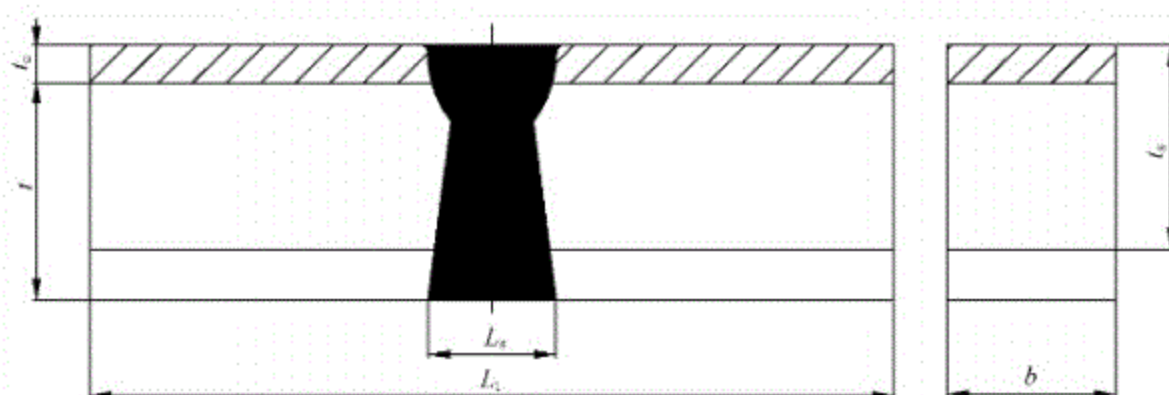


d) 带堆焊层侧弯曲试样

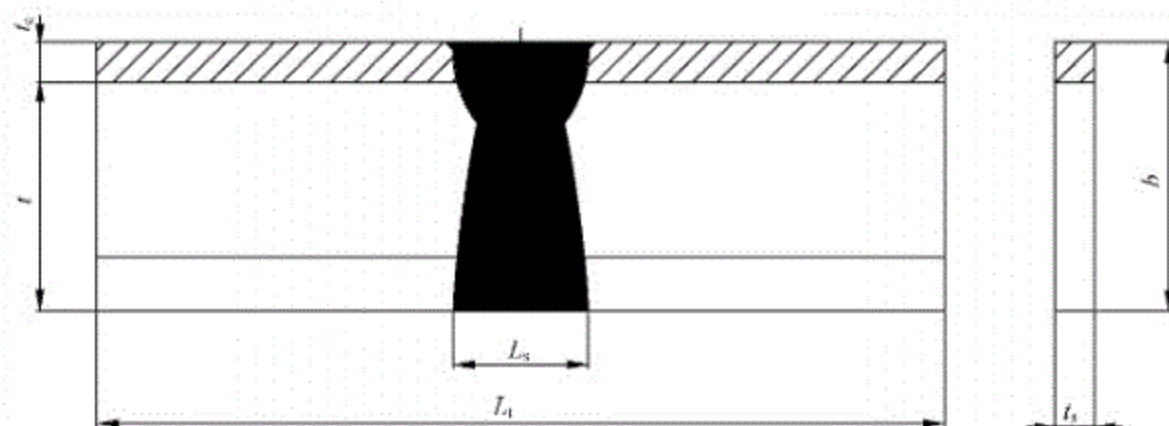


e) 带堆焊层正弯曲试样

图 A.98 (续)



f) 带堆焊层对接接头正弯曲试样



g) 带堆焊层对接接头侧弯曲试样

图 A.98 (续)

A.32.2 焊接接头弯曲试样图解符号。

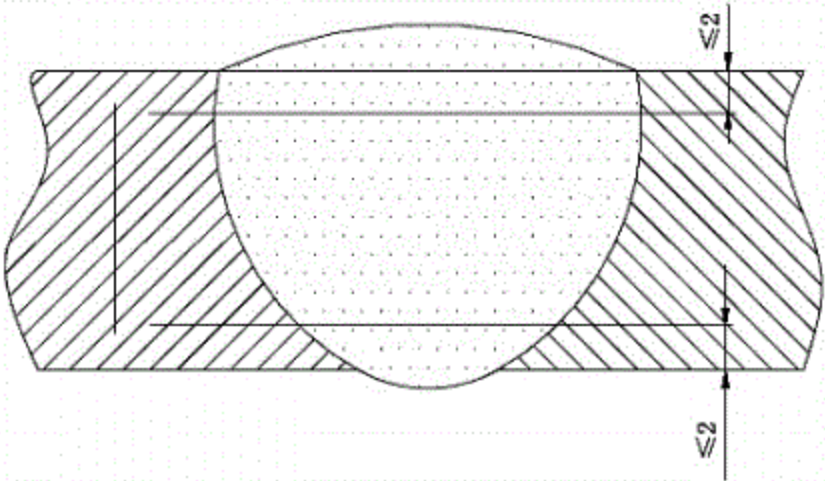
焊接接头弯曲试样图解符号见表 A.57。

表 A.57 焊接接头弯曲试样图解符号

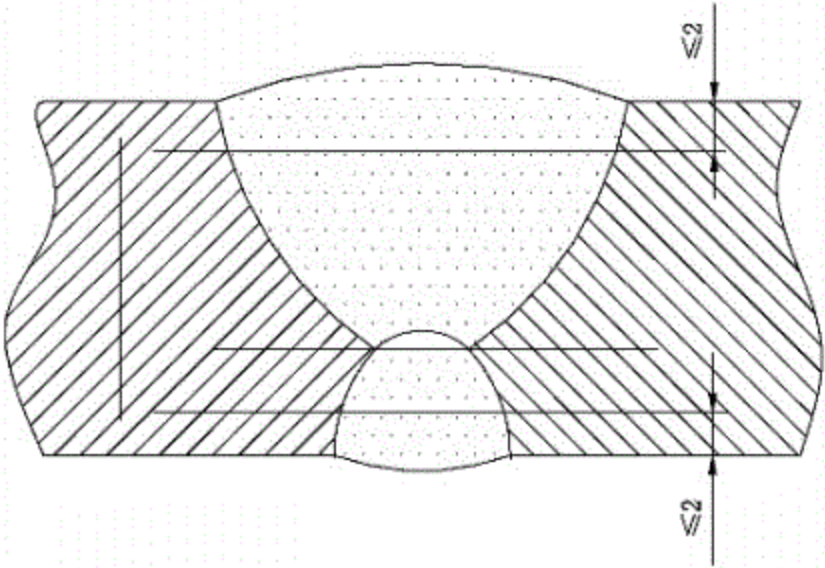
符号	名称	单位	符号	名称	单位
b	试样宽度	mm	r	试样棱角半径	mm
b_1	熔合线外宽度	mm	R	辊筒半径	mm
d	压头直径	mm	t	试件厚度	mm
D	管外径	mm	t_c	堆焊层厚度	mm
l	辊筒间距离	mm	t_s	试样厚度	mm
L_0	焊缝中心线与试样和辊筒接触点初始距离	mm	t_w	焊接接头的厚度或带有堆焊层的母材的厚度	mm
L_s	原始标距	mm	a	弯曲角度	(°)
L_1	加工后试样上焊缝的最大宽度	mm			
	试样总长度	mm			

A.33 焊接接头硬度试样

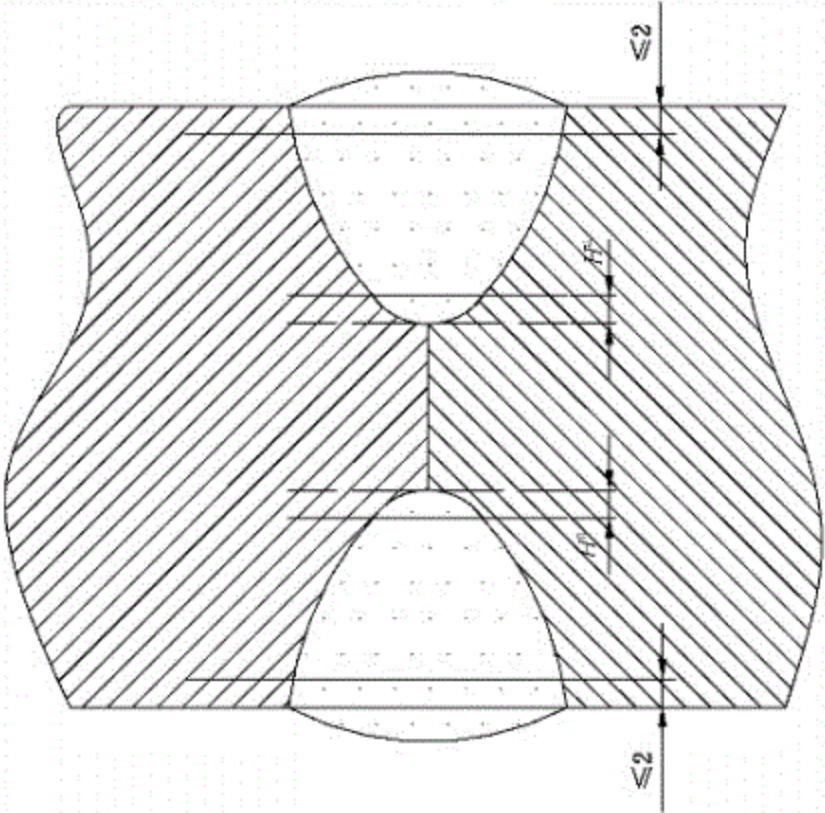
焊接接头焊缝硬度试样图解见图 A.99。



a) 单面焊对接焊缝



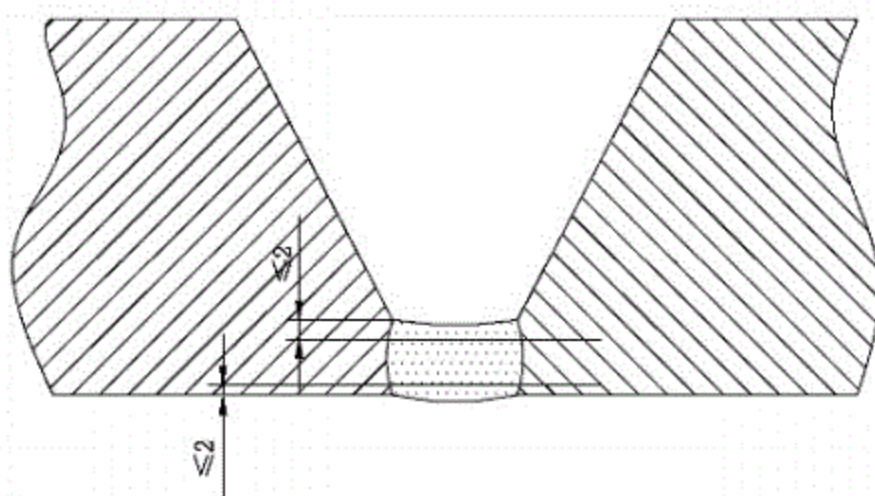
b) 双面焊对接焊缝



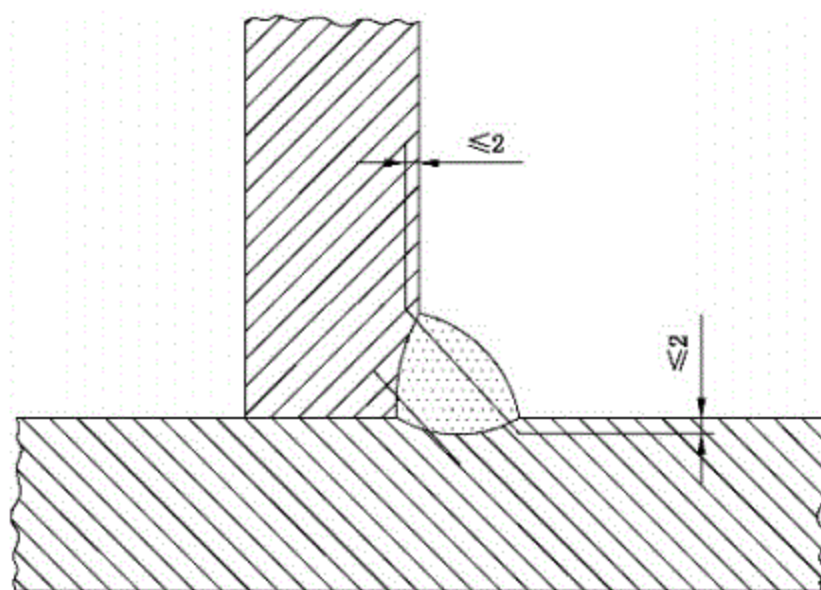
° 表示仅用于多道焊。

c) 双面焊部分熔透对接焊缝

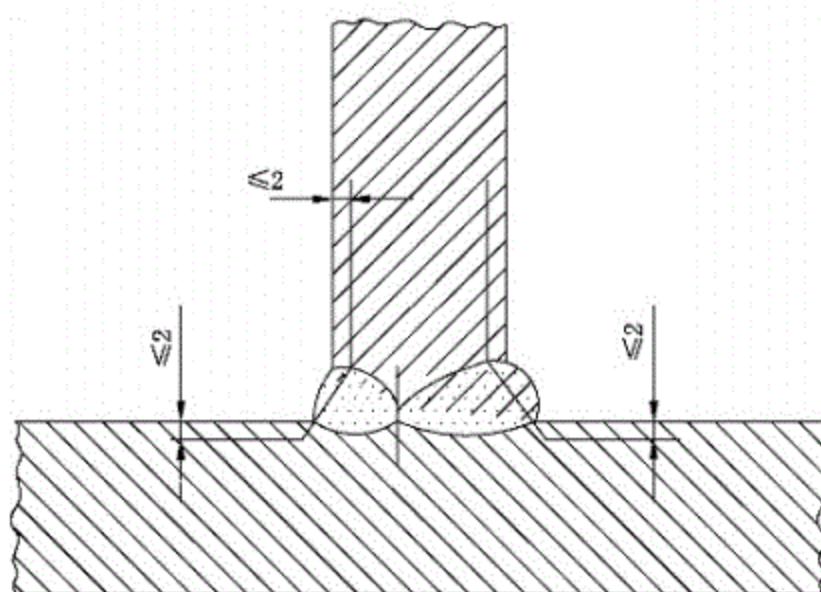
图 A.99 焊接接头焊缝硬度试样标线测定(R)示例



d) 用于单道根部焊缝硬化程度的评估(例如管和/或板焊焊缝)



e) 角焊缝



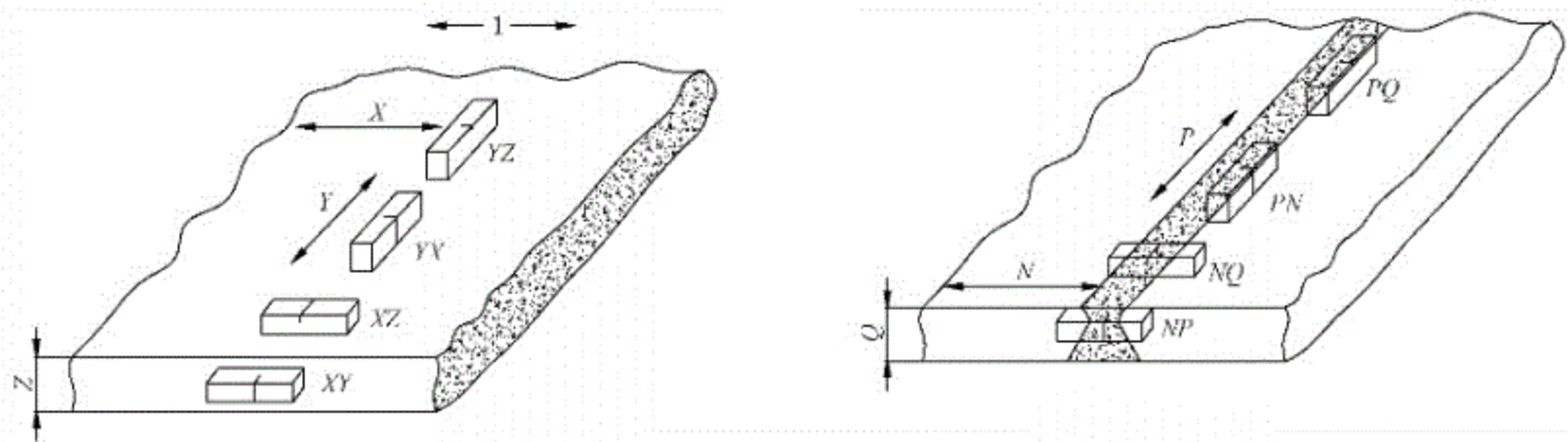
f) T型接头焊缝

图 A.99 (续)

A.34 焊接接头准静态断裂韧性试样

A.34.1 焊接接头准静态断裂韧性试样焊板取样方位图

焊接接头准静态断裂韧性试样焊板取样方位见图 A.100。



a) 母材断裂韧性试样裂纹面取样方位

b) 焊缝断裂韧性试样裂纹面取样方位

说明:

l —— 轧制方向;

N —— 垂直焊缝方向;

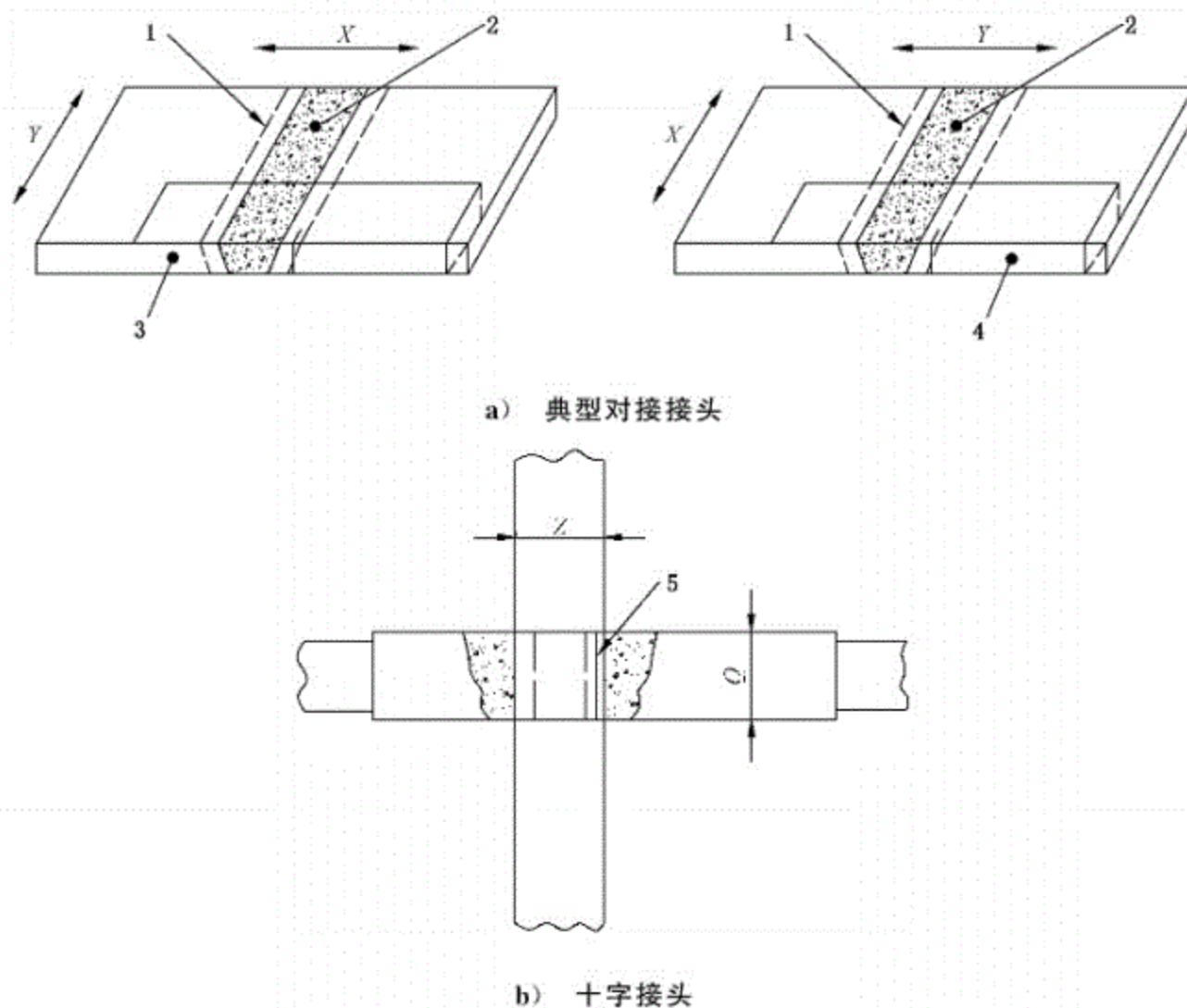
P —— 平行焊缝方向;

Q —— 焊缝厚度方向。

图 A.100 焊接接头准静态断裂韧性试样焊板取样方位

A.34.2 焊接接头不同母材和焊缝取向的形式取样方位

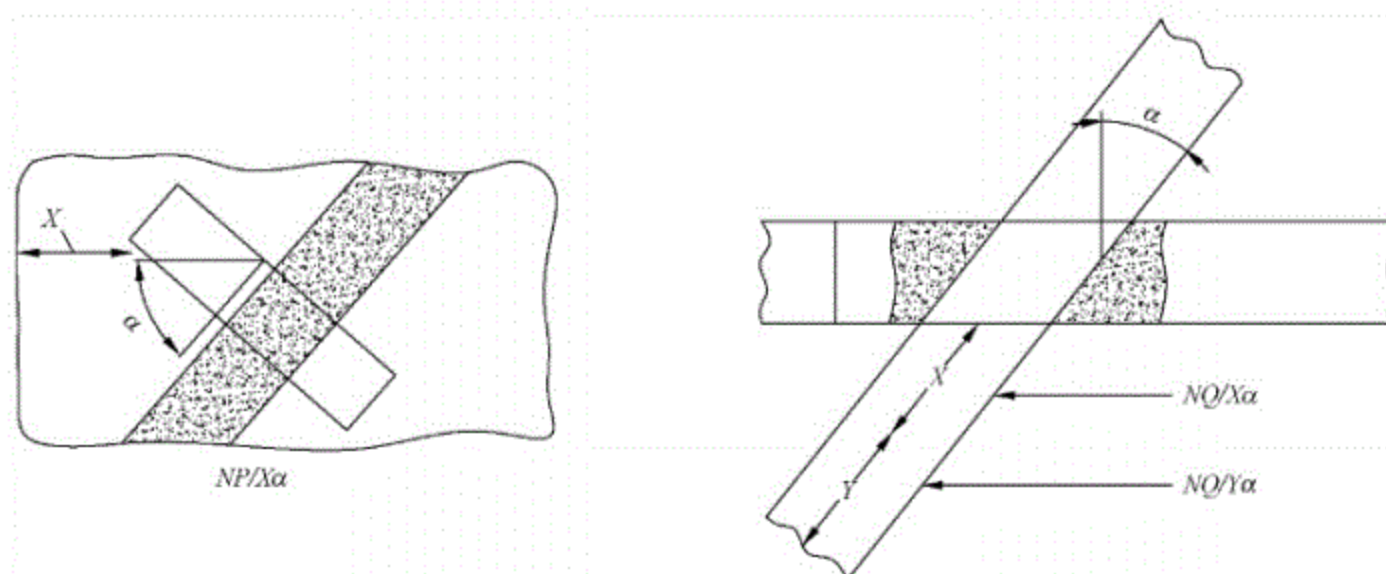
焊接接头不同母材和焊缝取向的形式取样方位见图 A.101。



a) 典型对接接头

b) 十字接头

图 A.101 典型对接接头和十字接头断裂韧性试样裂纹面

c) 焊缝断裂韧性试样裂纹面与母材轧制方向成 α 角

说明:

- 1 —— 热影响区;
- 2 —— 焊缝金属;
- 3 —— 焊缝试样取样方向 NP/XY ;
- 4 —— 焊缝试样取样方向 NP/YX ;
- 5 —— 贯穿厚度裂纹, NP/ZX 或 NP/ZY ;
- X —— 轧制方向;
- Q —— 焊缝厚度方向。

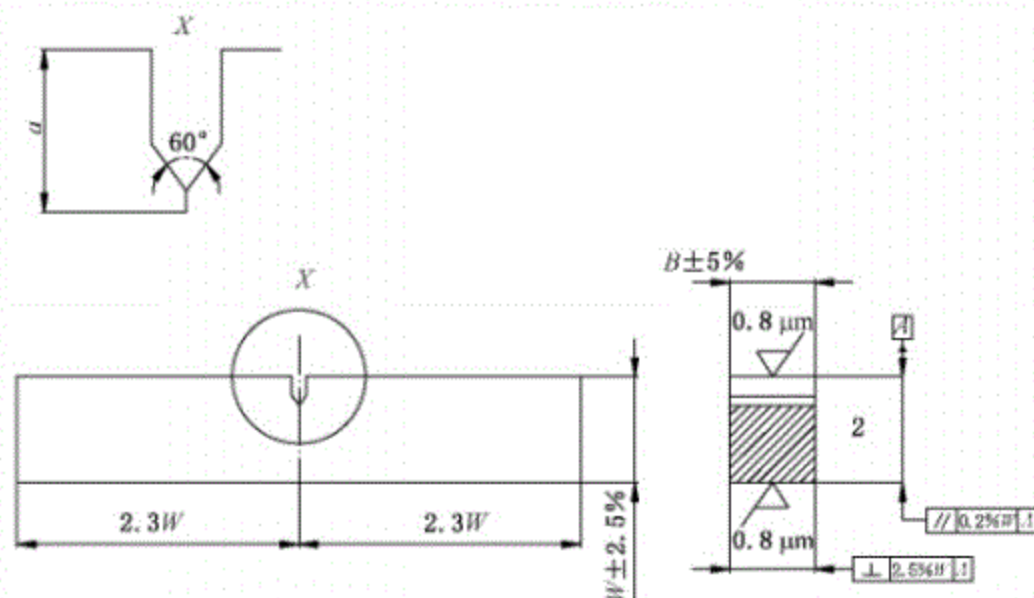
注 1: 对于 HAZ 试样, 测试区域的组织本质上是母材经历焊接热循环后的组织, 势必会受到母材轧制方向的遗传影响。所以, HAZ 试样的标注需要其相对于焊缝位置(用 N 、 P 、 Q 其二来表示)和相对于母材轧制方向位置(用 X 、 Y 、 Z 其二来表示)的共同限制。如 NP/XY , NP 表示裂纹相对于焊缝的方向, XY 表示裂纹相对于母材轧制方向的方向。

注 2: 当焊缝与轧向不垂直或平行时, 则不能简单地使用 X 、 Y 、 Z 来表示裂纹与轧向的方向, 而需要使用裂纹与 X 的夹角 α 来表示, 如 $NP/X\alpha$ 。其实 NP/XY 也是 $NP/X\alpha$ 的特殊形式, 即 $\alpha = 90^\circ$; NP/YX 是 $NP/X\alpha$ 在 $\alpha = 0^\circ$ 的情况。

图 A.101 (续)

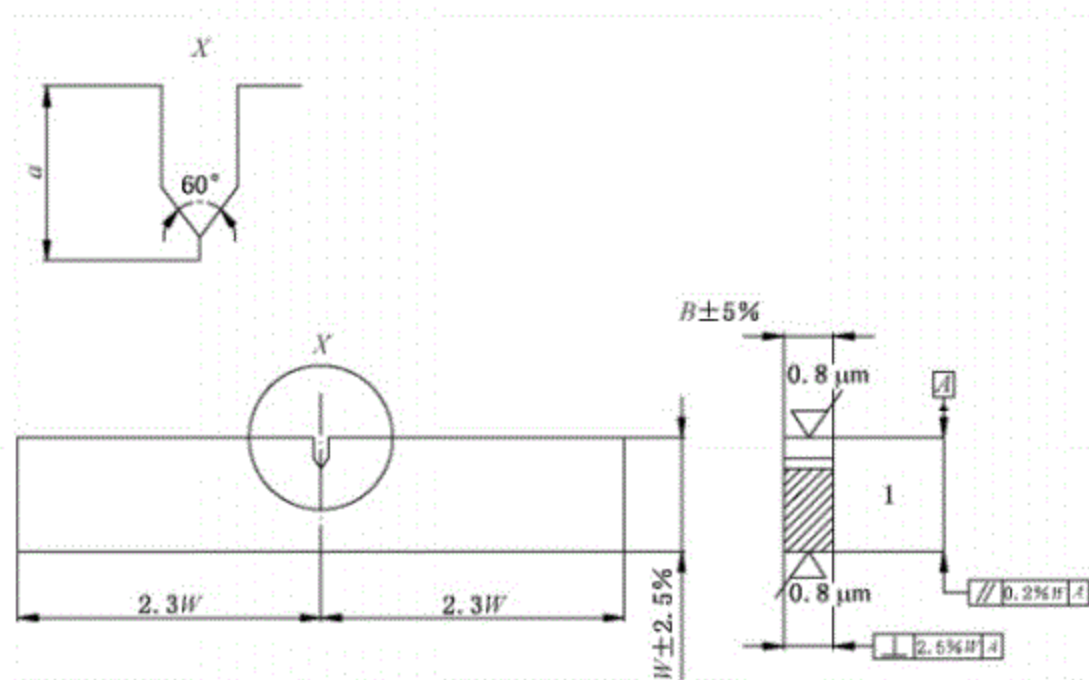
A.34.3 焊接接头焊缝断裂韧度的弯曲试样图解和尺寸公差

焊接接头焊缝断裂韧度的弯曲试样图解和尺寸公差见图 A.102。

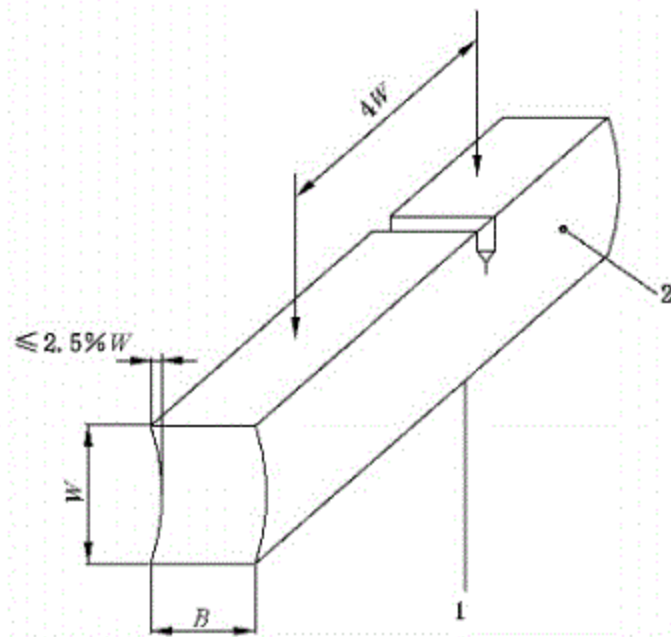


a) 正方形截面试样

图 A.102 焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样



b) 长方形截面试样



c) 弯曲试样所允许的几何尺寸公差

说明:

W —— 宽度;

B —— 厚度;

a —— 裂纹长度;

1 —— 加载点;

2 —— 弧面。

注 1: $B=0.5W$ 。

注 2: $a=0.45W-0.7W$ 。

注 3: 力跨距 $=4W$ 。

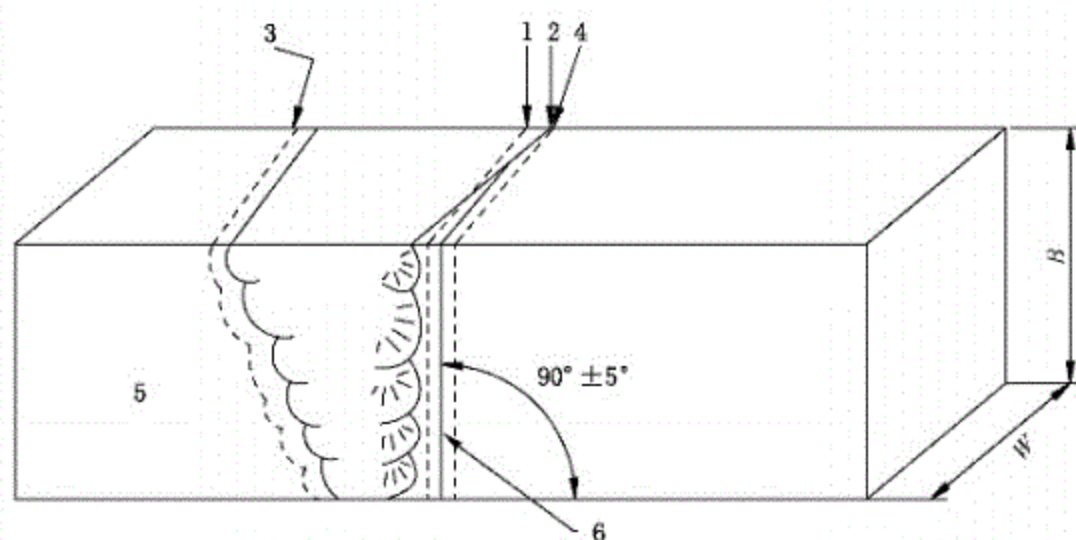
注 4: 缺口宽度 $=0.065W_{\max}$ 。

注 5: 试样平直度 $\leq 0.25W$ 。

图 A.102 (续)

A.34.4 焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样缺口位置及检查方法

焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样缺口位置和检查方法见图 A.103。



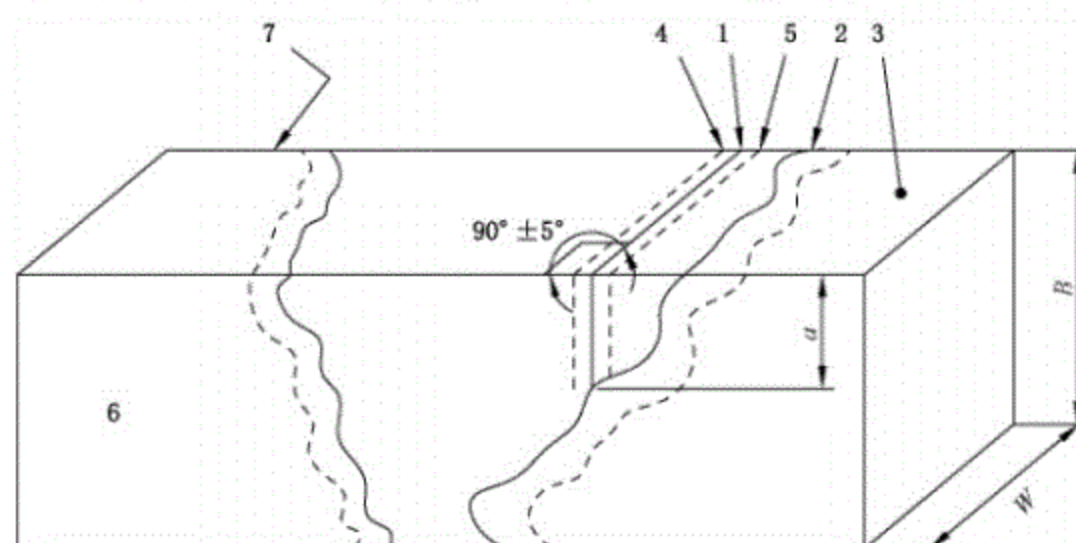
说明:

- W —— 宽度;
- B —— 厚度;
- 1 —— 标识线 A;
- 2 —— 熔合线;
- 3 —— 面 B(不开缺口面);
- 4 —— 标识线 B;
- 5 —— 面 A(开缺口面);
- 6 —— 缺口。

图 A.103 应用参考标识线来确定贯穿厚度缺口试样的切口位置

A.34.5 焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样表面缺口的位置

焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样表面缺口位置的确定见图 A.104。



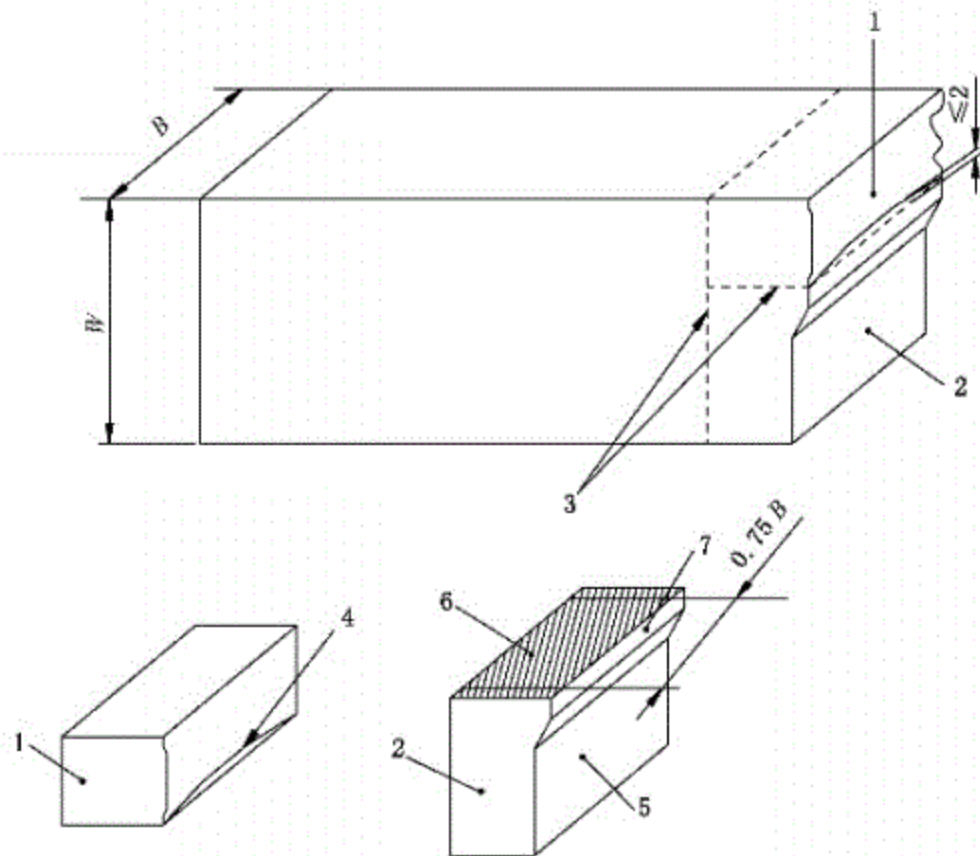
说明:

- W —— 宽度;
- B —— 厚度;
- 1 —— 缺口;
- 2 —— 熔合线;
- 3 —— 开缺口面;
- 4 —— 标识线 B;
- 5 —— 标识线 A;
- 6 —— 面 A;
- 7 —— 面 B。

图 A.104 焊接接头焊缝断裂韧性弯曲试样表面缺口位置的确定

A.34.6 焊接接头焊缝断裂韧度贯穿厚度缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取

焊接接头焊缝断裂韧度贯穿厚度缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取法见图 A.105。



说明：

W —— 宽度；

B —— 厚度；

1 —— 切片 B；

2 —— 切片 A；

3 —— 切口；

4 —— 疲劳裂纹尖端；

5 —— 机械缺口；

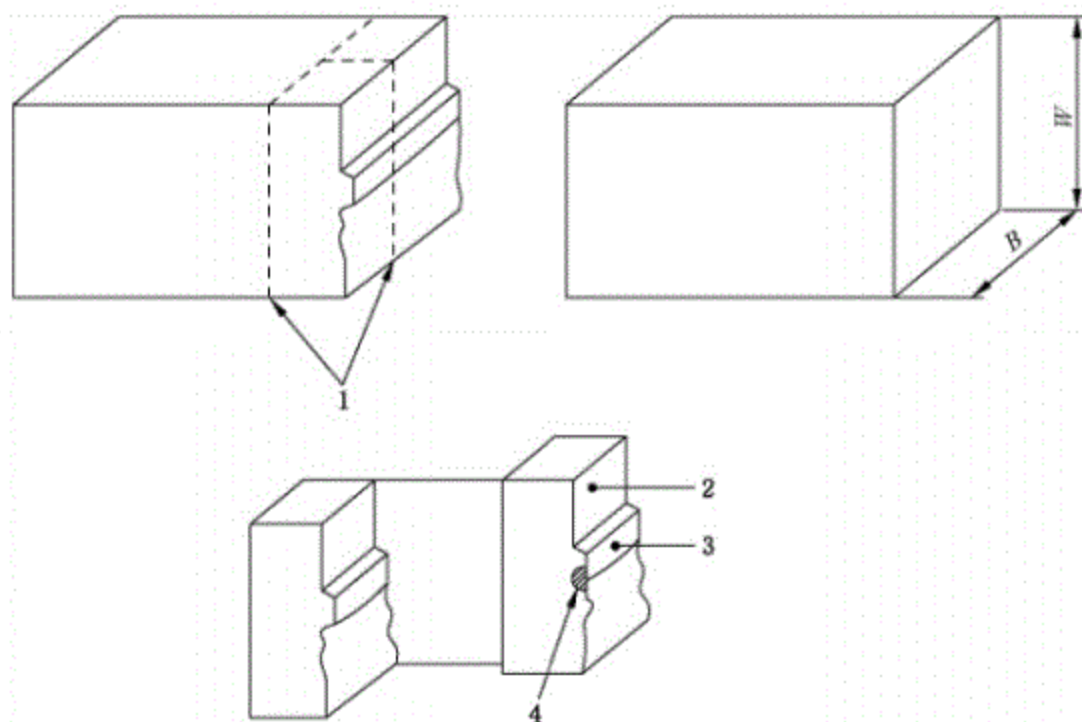
6 —— 待检测表面(抛光和腐蚀)；

7 —— 疲劳预制裂纹。

图 A.105 贯穿厚度缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取

A.34.7 焊接接头焊缝断裂韧度表面缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取

焊接接头焊缝断裂韧度表面缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取法见图 A.106。



说明:

W —— 宽度;

B —— 厚度;

1 —— 切口;

2 —— 机械缺口;

3 —— 疲劳预制裂纹;

4 —— 待检测表面(抛光和腐蚀)。

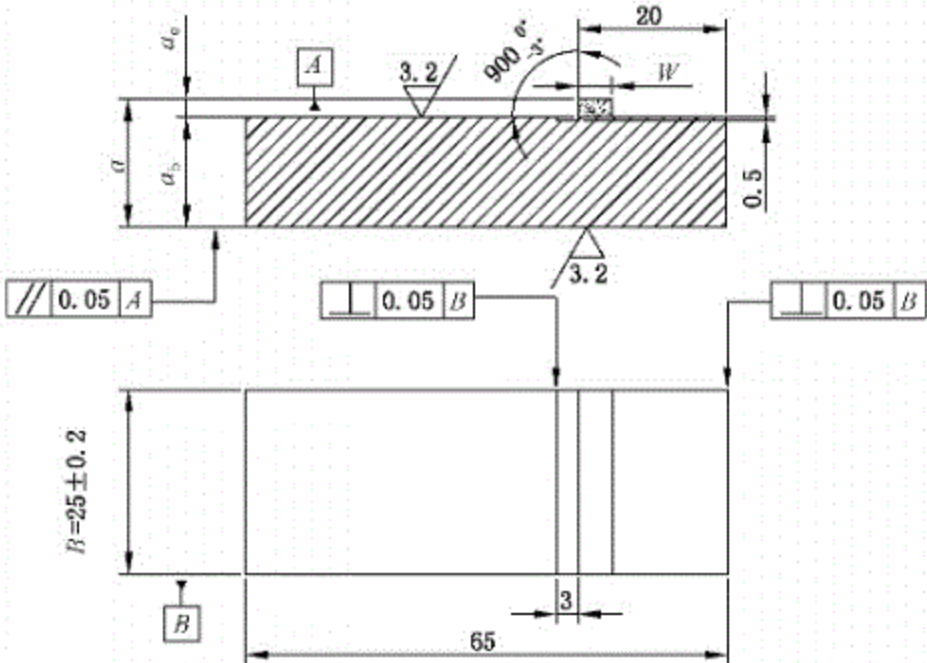
图 A.106 表面缺口弯曲试样试验后金相检查切片的切取法

A.35 复合钢板力学及工艺性能试样

A.35.1 复合钢板剪切试样

复合钢板剪切试样图解见图 A.107。对于轧制复合钢板,试样长度方向平行于轧制方向。复材厚度大于 3 mm 时将复材厚度减至 3 mm, $W = 1.5a_c \pm 0.1a_c \leq 3 \text{ mm}$; $a_b \geq 2W$ 。总板厚大于 16 mm 的试样,从基材面加工成总厚度为 16 mm 的试样。试样表面粗糙度不劣于 $3.2 \mu\text{m}$ 。

单位为毫米



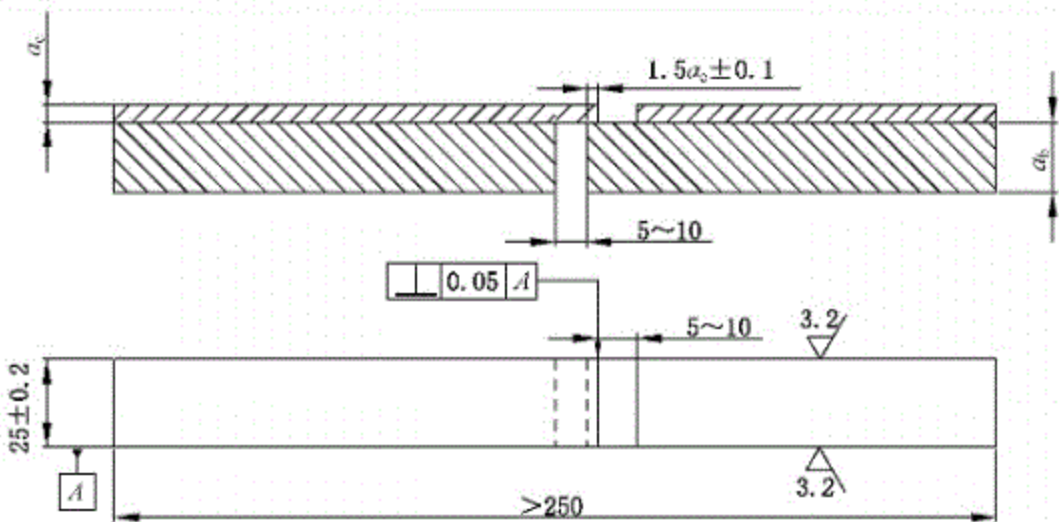
说明：
 a —— 试样总厚度；
 a_b —— 试样的基材厚度；
 a_c —— 试样的复材厚度；
 B —— 试样宽度；
 W —— 试样复材受剪面宽度。

图 A.107 复合钢板剪切试样

A.35.2 复合钢板拉剪试样

复合钢板拉剪试样图解见图 A.108。对于轧制复合钢板，试样长度方向平行于轧制方向。当复合钢板总厚度 T 小于或等于 10 mm 时，可以拉剪试样进行剪切试验。可将毛坯料加工为 25 ± 0.2 mm 的半成品样，再使用 3 mm 锯片在平面铣床上开槽。复材的槽宽不得小于 5 mm，槽深至基材处。在基材面开不小于 5 mm 的基材槽，与复材的槽宽距离为 $1.5a_c$ 。试样表面粗糙度不劣于 $3.2 \mu\text{m}$ 。

单位为毫米



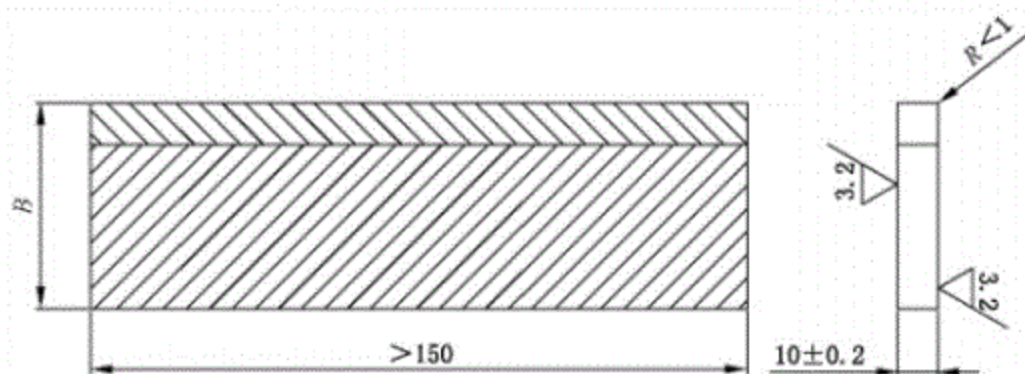
说明：
 a_b —— 试样的基材厚度；
 a_c —— 试样的复材厚度；
 T —— 复合钢板总厚度。

图 A.108 复合钢板拉剪试样

A.35.3 复合钢板侧弯曲试样

复合钢板侧弯曲试样图解见图 A.109。当复合钢板总厚度 T 不大于 40 mm 时,试样宽度 $B=T$,当 T 大于 40 mm 时,可从基材减薄至 40 mm。双面复合钢板,取两个试样分别从各面减薄至 40 mm,倒角不小于 2 mm。表面粗糙度不劣于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

单位为毫米



说明:

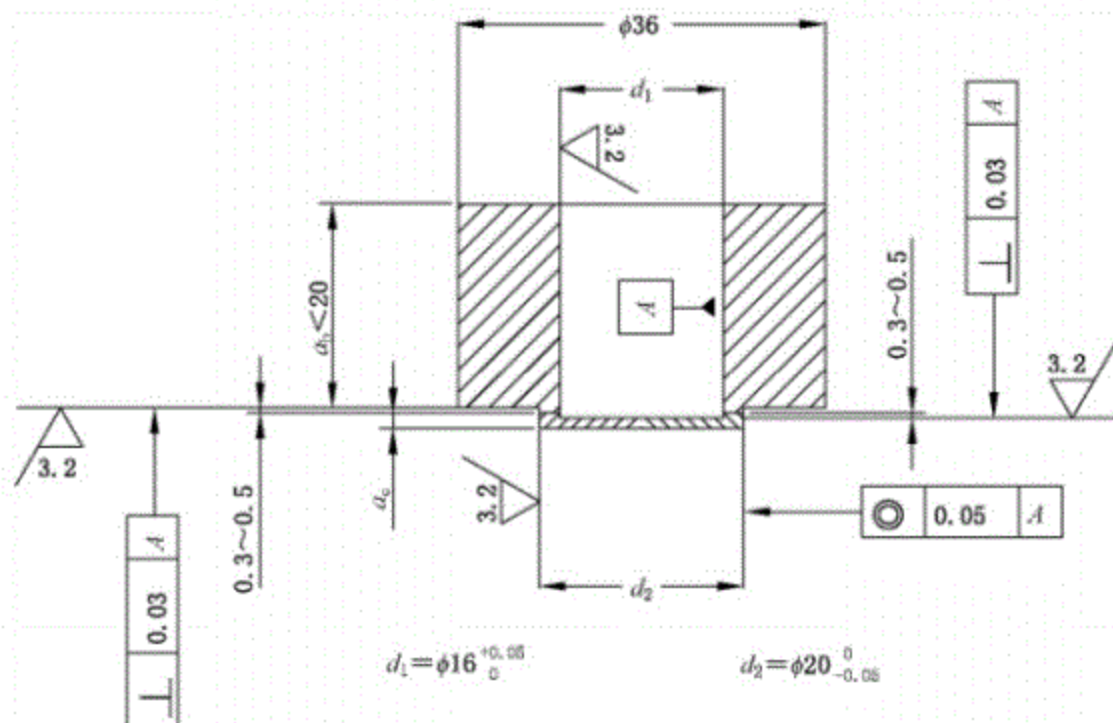
 B —— 试样宽度; R —— 倒圆半径。

图 A.109 复合钢板侧弯曲试样

A.35.4 复合钢板粘结试验试样

复合钢板侧粘结试验试样图解见图 A.110。复材与基材结合面呈均匀环状,保证结合面积的数据准确。可用铣床将试料加工成 $50\ \text{mm} \times 50\ \text{mm}$ 的方形样坯,用车床加工外径 $36\ \text{mm}$ 的圆且倒角。表面粗糙度不劣于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

单位为毫米



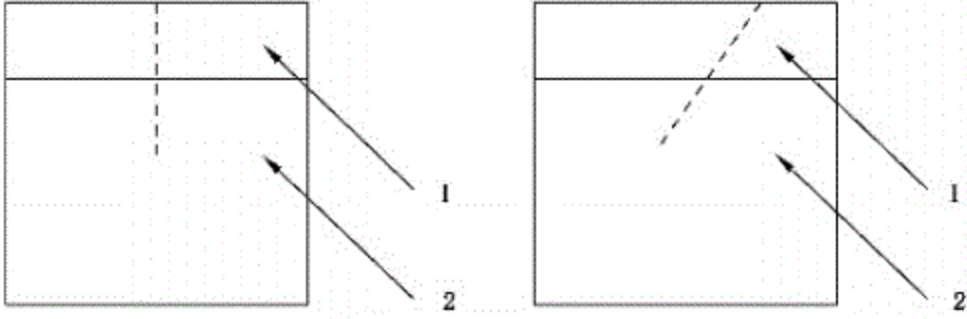
说明:

 a_b —— 试样的基材厚度; a_c —— 试样的复材厚度; d_1 —— 试样环形结合面内径; d_2 —— 试样环形结合面外径。

图 A.110 复合钢板粘结试样图

A.35.5 复合钢板维氏硬度试样

复合钢板维氏硬度试样及试验部位示意图见图 A.111。基材和复材两面平行并磨平，试样的边、角修磨毛刺。试样表面粗糙度不劣于 $0.8\ \mu\text{m}$ 。



说明：
1——复材；
2——基材。

图 A.111 复合钢板维氏硬度试样

附录 B

(资料性附录)

试样加工常用数控装备和专用数控装备简介

试样加工常用数控装备和专用数控装备见表 B.1。

表 B.1 试样加工常用数控装备和专用数控装备简介

序号	装备名称	主要技术特征
1	数控车床	采用数控系统,通过 X 轴、Y 轴联动加工,采用不同车刀通过不同转速,按照预先编制的程序完成拉伸试样加工。具有操作简便、精度高、速度快等优点
2	数控立式铣床	采用数控系统,配置专用卡具,采用立式铣刀,对板材试样两侧进行开肩加工。可以按照预先编制的程序完成拉伸试样的加工。具有操作简便、精度高、速度快等优点
3	数控立式加工中心	采用数控系统,配置专用卡具,配置有刀库,通过预制程序,可以对拉伸试样或冲击试样进行加工。具有操作简便、精度高、速度快等优点
4	数控力矩直驱 拉伸试样专用机床	采用数控系统,力矩直驱电机、专用卡具、专用盘铣刀,可以多样坯双面同时开肩加工,最大一次可加工样坯厚度为 650 mm,具有高效、节能、低噪、高精度、操作简便等特点。适用于超高强钢、中厚板试样
5	数控拉伸试样专用机床	采用数控系统,程序化加工、专用卡具、专用棒铣刀,可以多样坯双面同时开肩加工,最大一次可以加工样坯厚度 110 mm。具有高效、高精度等特点,同时具有开肩长度可任意调整。适合中厚板、薄板批量加工
6	数控试样多功能取样专用机床	采用数控系统,专用卡具、带锯切削,最大一次加工试样厚度 200 mm。具有减少加工环节、无加工影响区域、取样位置精确、功效高、速度快、刀具省、操作简便等特点。主要适合板材批量取样。也适合板棒材拉伸、冲击、弯曲、硬度、断裂、金相等多种检测样坯的加工
7	数控冲击试样成型 专用机床	采用数控系统,专用卡具,卡具可做 90°翻转、180°翻转、带锯切削,最大一次可以加工厚度 160 mm。具有取样位置精确、速度快、效率高、操作简便等特点。适合板材及棒材冲击样坯快速自动定位取样,冲击试样加工中心冲击样坯快速取样、磨床用冲击样坯快速取样
8	冲击试样加工中心	采用数控系统、视觉检测系统、机械手和刀库、刀具补偿系统。可以实现冲击试样批量连续全自动加工。加工方式 1:雕刻方式加工,加工效率 24 件/h。加工方式 2:高速铣削加工,加工效率 60 件/h~100 件/h。具有快速、高精度、无人操作等特点。具有缺口自动检测验收、自动标识转移等优点。适合中厚板等各类标准冲击试样
9	棒材试样加工中心	采用数控系统,具有车、铣、磨等多功能刀库,具有含 C 轴在内的车削、铣削等多种加工方式,可以同时、交叉或复合加工。具有将方形样坯改制成圆形试样、圆形样坯改制成方形试样、一个样坯上同时加工冲击试样和拉伸试样、Z 向试样、棒材偏心试样加工等特点。适合棒材、型材、板材,多品种试样加工

表 B.1 (续)

序号	装备名称	主要技术特征
10	双主轴棒材试样加工中心	采用数控系统,采用车、铣、磨等多功能刀库,具有含 C 轴在内的车削、铣削等多种加工方式,可以同时、交叉或复合加工。具有将方形样坯改制成圆形试样、圆形样坯改制成方形试样、一个样坯上同时加工冲击试样和拉伸试样、Z 向试样、棒材偏心试样加工等特点。适合棒材、型材、板材,多品种试样加工。在具有棒材试样加工中心功能的同时,机床配置有双主轴。可以加工无卡头试样,通过两个主轴在同一中心轴的加工,实现快速加工各种规格的试样
11	棒材试样加工中心 (Ⅱ型)	在原高端棒材试样加工中心的基础上,简化了车铣复合加工的配置。通过 C 轴及外置铣削装置的配置,可以完成冲击试样加工和拉伸试样加工。具有价格低专用性强等特点。适合棒材、板材(厚板圆拉伸)试样的加工
12	数控双面铣床	采用数控系统、中间设置专用卡具,可以对直条试料的两边进行去除影响区域和减薄加工。可以一次卡紧 160 mm 厚度的试料,两侧同时可以切削 12 mm。具有操作简便、精度高、速度快等优点
13	试样专用空心钻床	采用 PLC 半自动化控制、液压进给的方式。通过空心钻头用于在检测单元上套取圆形坯料的加工机床
14	V(U 型槽专用拉床)	单试样 V(U)缺口制作

附录 C
(资料性附录)

部分试样加工专用数控装备及工艺流程案例

部分试样加工专用数控设备及不同工艺流程见表 C.1。

表 C.1 部分试样加工专用数控设备及不同工艺流程

序号	试样加工内容	采用设备及工艺流程
1	疲劳试样加工	主要流程:粗车外圆-热处理(如需要)-精车外圆-精车成型面外圆-成型面磨削(如需要)-抛光-检验。粗车:用数控车床粗车外圆至 $(X+0.5)$ mm时,需逐次减少其切削深度,建议切削深度为1.25 mm、0.75 mm和0.25 mm。为防止试样过热,在加工过程中使用皂化液进行冷却。精车:用数控车床精车外圆(及成型面)至 $(X+0.1)$ mm,进一步逐次减少切削深度。建议切削深度为0.125 mm、0.075 mm和0.025 mm。同时采用较小的走刀量,如每转不超过0.03 mm。磨削:采用超精外圆磨床磨削试样工作段成型面,粗磨至 $(X+0.05)$ mm时再进行精磨,磨削方向为平行于试样轴线。试样的转速不应过快,不产生菱形纹路即可。抛光:用逐级变细的纱布或砂纸,沿近似平行于试样的轴线进行机械抛光,去掉试样的最后余量0.02 mm,以获得表面粗糙度最大为0.2 μ m。抛光后留下的机加工条纹不能是横向的,在不高于20倍的放大倍率下检查试样工作段表面无环向加工痕迹。检测:采用体式显微镜或是其他放大方式在不高于20倍的放大倍率下检查试样工作段表面无环向加工痕迹。采用数字式万能工具显微镜对试样的各尺寸进行检查。采用粗糙度轮廓仪沿着圆周方向检查试样工作段表面的粗糙度
2	冲击试样 V(U)型槽加工	主要流程:合格样坯-专用刀具-铣削开槽-槽口检测(刀具检测)。合格样坯:前道工序需提供4个面垂直、表面无毛刺合格样坯。专用刀具:采用成型圆盘铣刀(需要附刀具角度检测报告)、卧式机床采用刀杆方式联接、立式机床采用角度头联接。铣削开槽:以冲击样坯上平面为零点,切深2 mm,工作台移动切削速度为50 mm/min。为防止残留毛刺,按原进刀精度重复切削一次。缺口检测:有两种方式进行检测:一种是采用对刀仪对刀具进行检测,如有磨损即进行刀具补偿。另一种是采用视觉检测,通过视觉系统与机床联动进行刀具补偿或报警

附 录 D
(资料性附录)

采用不同装备加工中厚钢板力学试样案例

采用不同装备加工中厚钢板力学试样的案例见表 D.1。

表 D.1 中厚板试样采用不同设备加工案例

序号	试样加工内容	采用设备及工艺流程	参考设备
1	通用装备加工 板材试样案例	主要流程:下料-去除影响区域及直条加工-拉伸试样加工-冲击试样加工-厚板圆拉伸试样加工	
		下料工序 1:采用等离子切割机、剪板机、鳄鱼剪对来料进行切割。采用这种方式会在样坯上产生热影响区域和剪切影响区域,还需要进行去除影响区域的加工。 下料工序 2:采用普通带锯床,虽然避免了产生影响区域,但由于机床无法保证试料的直线度,还需要两次加工	等离子切割机、 剪板机、鳄鱼剪、 普通带锯床
		去除影响区域的直条加工:采用双面铣床对批量试样坯料的两个面同时进行切削,去除影响区域,同时也完成试料到样坯的直条加工。弯曲试样在这个过程中结束。也有采用立式或卧式铣床对试料进行逐个面加工。但存在无法确保去除影响区域的问题	双面铣床、 立式铣床
		拉伸试样加工:采用立式铣床的方式,定制专用卡具,对批量试样的两侧做开肩加工。也有火焰切割试料后,直接采用成型盘铣双面铣床直接进行开肩加工的方式。但存在无法保证开肩对称性的问题	立式铣床、 盘铣双开肩机床
		冲击试样加工:采用带锯床将试料锯成 42 mm×55 mm 长方形。在通过卧式铣床刀杆串联上 3 个锯片铣刀,将其分成 3 个 12 mm×12 mm×55 mm 的小样坯。在立式铣床上对批量小样坯做 10 mm×10 mm 4 个面的加工。也有将小坯料加工到 11 mm×11 mm,采用平面磨床进行磨削。对磨削后的试样在 V 型缺口拉床上进行开槽加工。也有采用卧式铣床进行开槽加工。这种加工方法及工艺流程精度难以控制和实现,存在工序繁复、多工位周转、基本加工面变化、4 个面不能保证垂直、V 型槽超差等方面的问题。同时也存在人为操作方面所带来的不确定加工误差。多工序周转加工极易造成乱号、混号事故的发生	带锯床、卧式铣床、 立式铣床、平面磨床、 V 型槽缺口拉床
		厚板圆拉伸试样加工:采用带锯床将试料加工成基本长方形。将方形试样放置在普通车床上进行车削,将其加工成圆棒型,在对圆棒坯料进行拉伸试样加工。这种加工方法,在车削 4 个角的时候,对机床的冲击伤害比较大	带锯床、普通车床

表 D.1 (续)

序号	试样加工内容	采用设备及工艺流程	参考设备
1	案例分析	通用设备价格低廉、设备维护及备件的成本较低。但由于下料环节采用了火焰切割及剪板机设备,残留了影响区域。给后续的加工增加了非常大的工作量。同时,为了满足加工需求,来料的长度均双倍于实际需求,造成了成品材的浪费。拉伸试样及冲击试样的加工存在精度无法确保、号码混号等方面的问题	
2	专用数控装备加工板材试样案例	主要流程:下料-拉伸试样加工-冲击试样加工-厚板圆拉伸试样加工	
		下料工序:采用数控多功能取样机床,通过数控锯切的方式按照预设的宽度、长度进行切割加工。可以在 150 mm 宽度的试料上制取 1 个拉伸、1 个弯曲、1 组冲击试样样坯(150 mm×55 mm)。也可以做其他检测项目(厚度拉伸)样坯的制取工作。其优点是:全自动程序化加工、不存在人为操作方面的影响。从抽样单元直接完成了样坯的加工,减少了割取试料的程序。机床采用带锯(圆盘锯)切削方式不产生任何影响区域,形状精度得以保证,减少了两次去除影响区域和形状精度加工的工序。即提高了精度又提高了工效。可以为板材检测部门节约大量的材料消耗	数控多功能 取样机床
		采用专用数控双开肩机床进行板材试样的开肩加工。大生产单位,可以选择力矩直驱盘铣刀开肩的机床进行。也可以选择棒铣刀双开肩机床。力矩直驱盘铣刀开肩的机床一次可以加工 650 mm 厚度,但标距是固定的。棒铣刀开肩机床一次可以加工厚度 110 mm,但标距可以任意调整。机床采用数控系统,工人只负责上料与下料,机床按预设程序进行加工,没有人为操作影响,只需关注刀具磨损状况及时更换刀具就可以连续进行生产加工	数控双开肩机床 (力矩直驱盘铣刀 方式或棒铣刀方式)
		冲击试样加工:采用数控冲击试样成型机床,将从数控多功能机床切割下来的 150 mm×55 mm 的冲击试样样坯进行批量进行加工。机床工作台卡具,一次可以装卡 160 mm 厚度的多件冲击试样样坯,可以做翻转 90°、回转 180°动作,即可以在试料上取纵向冲击试样样坯、也可以取横向冲击试样样坯。将样坯加工成 12 mm×12 mm×55 mm 规格,再将这些试样坯料周转到下道工序,通过 4 面铣削或 4 面磨削完成 10 mm×10 mm×55 mm 成品试样的加工	数控冲击试样 成型机床、冲击 试样加工中心

表 D.1 (续)

序号	试样加工内容	采用设备及工艺流程	参考设备
2	专用数控装备加工板材试样案例	也可以将试样坯料加工成 12 mm×15 mm×55 mm 规格,再将这些试样坯料周转至新型冲击试样加工中心。新型冲击试样加工中心在工作台中间设置有专用夹具,一次可以装卡 18 件冲击试样,可以在一个小时内完成不少于 80 件冲击试样的加工。机床分为有人值守和全自动无人值守两种方式。可以对冲击试样 V 型槽口做在线视觉检测。机床配置有对刀仪,可以随时调整刀具做刀具磨损补偿。机床配置有机械手、刀库、快换卡具,在高速加工的同时可以保证每个试样的精度和粗糙度。其加工精度完全达到美标 E23 标准。机床具有号码识别及在试样上打号的功能,可以保证号码不出现混号和错号的问题发生	数控冲击试样成型机床、冲击试样加工中心
		厚板圆拉伸试样加工:采用数控棒材试样加工中心对方形试样进行多工序加工。机床具有车削、铣削、刀库、激光打号等多种复合功能。先对方形试料的 4 个角进行铣削,在用车床将其加工成圆拉伸试样。该机床同时也可以针对棒材试样做偏心 12.5 加工、可以做冲击与拉伸一体化加工	带锯床、普通车床
	案例分析	冲击试样的加工选择样坯很关键,加工量是一致的,在一个大试料上通过加工中心将其雕刻成 3 个试样,是把粗加工与精加工放在了一起,会导致加工中心机床及刀具的快速磨损。影响加工速度。通过外部加工将试样加工成小样坯,会提高冲击试样加工中心的速度。通过冲击试样加工中心来完成冲击试样的快速加工,可以有效解决冲击试样加工中的系列问题	

参 考 文 献

- [1] GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- [2] GB/T 228.2—2015 金属材料 拉伸试验 第2部分:高温试验方法
- [3] GB/T 229—2007 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- [4] GB/T 232—2010 金属材料 弯曲试验方法
- [5] GB/T 1348—2009 球墨铸铁件
- [6] GB/T 2039—2012 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法
- [7] GB/T 2650—2008 焊接接头冲击试验方法
- [8] GB/T 2651—2008 焊接接头拉伸试验方法
- [9] GB/T 2652—2008 焊缝及熔敷金属拉伸试验方法
- [10] GB/T 2653—2008 焊接接头弯曲试验方法
- [11] GB/T 2654—2008 焊接接头硬度试验方法
- [12] GB/T 3075—2008 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法
- [13] GB/T 4156—2007 金属材料 薄板和薄带 埃里克森杯突试验
- [14] GB/T 4161—2007 金属材料 平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法
- [15] GB/T 4337—2015 金属材料 疲劳试验 旋转弯曲方法
- [16] GB/T 5027—2016 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比(r 值)的测定
- [17] GB/T 5028—2008 金属材料 薄板和薄带 拉伸应变硬化指数(n 值)的测定
- [18] GB/T 5313—2010 厚度方向性能钢板
- [19] GB/T 5482—2007 金属材料动态撕裂试验方法
- [20] GB/T 6396—2008 复合钢板力学及工艺性能试验方法
- [21] GB/T 6398—2017 金属材料 疲劳试验 疲劳裂纹扩展方法
- [22] GB/T 6803—2008 铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法
- [23] GB/T 7314—2017 金属材料 室温压缩试验方法
- [24] GB/T 8363—2018 钢材 落锤撕裂试验方法
- [25] GB/T 9447—1988 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试验方法
- [26] GB/T 10120—2013 金属材料 拉伸应力松弛试验方法
- [27] GB/T 10128—2007 金属材料 室温扭转试验方法
- [28] GB/T 12443—2017 金属材料 扭矩控制疲劳试验方法
- [29] GB/T 12444—2006 金属材料 磨损试验方法 试环-试块滑动磨损试验
- [30] GB/T 15970.4—2000 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第4部分:单轴加载拉伸试样的制备和应用
- [31] GB/T 21143—2014 金属材料 准静态断裂韧度的统一试验方法
- [32] GB/T 22315—2008 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法
- [33] GB/T 28896—2012 金属材料 焊接接头准静态断裂韧度测定的试验方法
- [34] HB/T 5150—1996 金属高温拉伸持久试验方法
- [35] HB/T 6660—2011 金属板材热疲劳试验方法
- [36] YB/T 5293—2014 金属材料 顶锻试验方法
- [37] YB/T 5345—2014 金属材料 滚动接触疲劳试验方法