



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113295327 B

(45) 授权公告日 2024.05.28

(21) 申请号 202010108643.3

(22) 申请日 2020.02.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113295327 A

(43) 申请公布日 2021.08.24

(73) 专利权人 中国石油天然气集团有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9
号中国石油大厦
专利权人 中国石油天然气集团公司管材研
究所

(72) 发明人 李丽锋 罗金恒 武刚 王珂
朱丽霞 吴锦强 邹斌 徐春燕

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200
专利代理师 马贵香

(51) Int.Cl.

G01L 25/00 (2006.01)

G01N 29/30 (2006.01)

G01N 1/28 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102608169 A, 2012.07.25

CN 102818763 A, 2012.12.12

CN 104913876 A, 2015.09.16

JP 2017032478 A, 2017.02.09

US 2439130 A, 1948.04.06

审查员 籍海燕

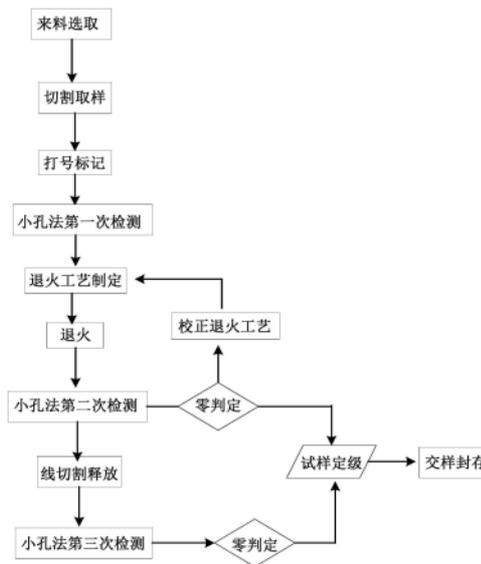
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于超声应力测量法的零应力试样及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于超声应力测量法的零应力试样及其制备方法,主要步骤包括:(1)零应力试样标定的来料选取与制取;(2)制样与标记;(3)第一次零应力检测;(4)确定零应力试样消除应力退火工艺;(5)试样消除应力退火处理;(6)第二次零应力检测;(7)线切割进一步释放应力;(8)第三次零应力检测;(9)交样封存。本发明为零应力试样制备与标定提供了一种新的技术手段,可解决在役钢管及板材残余应力水平不均匀引起的超声法应力测量高准确度零应力试样难于加工评价的难题,可为高钢级管线钢超声法应力测量提供更高精度、更大范围代表的零应力试样,对于规范超声波零应力试样制备且提高管线钢残余应力测试精度具有重要意义。



1. 一种用于超声应力测量法的零应力试样制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1,选取零应力试样的来料;

步骤2,将来料线切割为多个试样,线切割时,沿平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向对来料进行线切割,线切割成长方体试样;

步骤3,选取若干步骤2得到的试样进行零应力检测,对试样进行零应力检测时,检测试样上平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向的应力,若被检试样应力测量值绝对值不大于第一预设值,则以步骤2得到的试样作为零应力试样;若被检试样应力测量值绝对值大于第一预设值,则进行步骤4,将零应力检测后的试样作废;

步骤4,对步骤2得到的剩余试样进行消除应力退火;

步骤5,对步骤4得到的试样进行零应力检测,若被检试样应力测量值绝对值不大于第一预设值,则以步骤4得到的试样作为零应力试样;若被检试样应力测量值绝对值大于第一预设值不大于第二预设值,则将零应力检测后的试样作废,然后进行步骤4;若被检试样应力测量值绝对值大于第二预设值,则将零应力检测后的试样作废,然后进行步骤6;

步骤6,对步骤4得到的试样进行线切割,释放应力,线切割时,沿平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向对来料线切割,切割成的试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3),或者切割成的试样在垂直材料轧制方向和平行材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3);试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度均不大于试样高度的1/6;

步骤7,以步骤6线切割应力释放后的试样作为零应力试样;

所述步骤1中,选取零应力试样的来料时,选取和残余应力及应力测试对象所用材料具有同一加工工艺过程的材料;

对选取的材料进行切割,切割时采用线切割、火焰或等离子切割,当采用火焰或等离子切割时,切割完成后再采用线切割切除掉材料的热影响区;

步骤3中,试样进行零应力检测时,采用小孔法进行应力测量,测量若干个检测点,取各检测点应力的平均值作为应力测量值;

步骤5中,试样进行零应力检测时,采用小孔法进行应力测量,测量若干个检测点,取各检测点应力的平均值作为应力测量值。

2. 根据权利要求1所述的一种用于超声应力测量法的零应力试样制备方法,其特征在于,第一预设值为12Mpa,第二预设值为30Mpa。

3. 一种权利要求1-2任意一项所述制备方法制得的零应力试样。

4. 根据权利要求3所述的零应力试样,其特征在于,所述零应力试样形状为长方体。

5. 根据权利要求4所述的零应力试样,其特征在于,零应力试样长度方向平行于材料轧制方向,宽度方向垂直于材料轧制方向,高度方向为材料的厚度方向。

一种用于超声应力测量法的零应力试样及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及到残余应力测量的技术领域,具体涉及到一种用于超声应力测量法的零应力试样及其制备方法。

背景技术

[0002] 残余应力是管材质量控制的主要因素之一,是造成在役管道缺陷扩展失效的因素之一,是缺陷适用性评价的重要参数之一,对于在役管道以及板材,无损的测量出结构内部残余应力具有重要意义。测量残余应力的方法很多,但目前应用的方法局限性很大,例如小孔法准确但对工件造成破坏,X射线衍射法测量深度太低。传统的残余应力测量方法难以满足管道及板材服役状态下的应力测量,而基于声弹性原理的超声波法可以无损的检测出管道内部的应力,其无损性、便携性决定了其是测量在役管道残余应力及工作应力最有前途的技术之一。

[0003] 超声法每次测量之前,必须有绝对零的零应力试样给予校准,零应力试样与绝对零的接近程度是影响超声波法测量应力精度的主要因素之一。现有超声法应力测量零应力试样通常只采用退火工艺,然而对于壁厚相对较大(如壁厚大于10mm)的管线钢或者是厚度较厚(如厚度大于10mm)的板材,即使采用严格的退火工艺,在冷却阶段也不可避免由于厚度散热不均匀引起的温度场差异,由此又带来新的残余应力,难于做到零应力的绝对零;现有零应力试样加工制作无严格工艺流程,从原始母材取样随意,非批量取样加工,对不同厂家、厚度、区域的代表性较差;现有靠退火的零应力试样的应力释放程度不够。因此,开发新型零应力试样对超声波法应力测量与标定对于在役管道及板材完整性管理具有重要的意义。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中存在的问题,本发明目的在于提供一种用于超声应力测量法的零应力试样及其制备方法,旨在解决钢管残余应力水平不均匀引起的超声法应力测量高精度零应力试样难于加工评价的难题,为超声法应力测量提供更高精度、更大范围代表的零应力试样,对于规范超声波零应力试样制备且提高残余应力测试精度具有重要意义。

[0005] 为了实现上述发明目的,采用如下技术方案:

[0006] 一种用于超声应力测量法的零应力试样制备方法,包括如下步骤:

[0007] 步骤1,选取零应力试样的来料;

[0008] 步骤2,将来料线切割为多个试样,线切割时,沿平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向对来料进行线切割,线切割成长方体试样;

[0009] 步骤3,选取若干步骤2得到的试样进行零应力检测,对试样进行零应力检测时,检测试样上平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向的应力,若被检试样应力测量值绝对值不大于第一预设值,则以步骤2得到的试样作为零应力试样;若被检试样应力测量值绝对值大于第一预设值,则进行步骤4,将零应力检测后的试样作废;

[0010] 步骤4,对步骤2得到的剩余试样进行消除应力退火;

[0011] 步骤5,对步骤4得到的试样进行零应力检测,若被检试样应力测量值绝对值不大于第一预设值,则以步骤4得到的试样作为零应力试样;若被检试样应力测量值绝对值大于第一预设值不大于第二预设值,则将零应力检测后的试样作废,然后进行步骤4;若被检试样应力测量值绝对值大于第二预设值,则将零应力检测后的试样作废,然后进行步骤6;

[0012] 步骤6,对步骤4得到的试样进行线切割,释放应力,线切割时,沿平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向对来料线切割,切割成的试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3),或者切割成的试样在垂直材料轧制方向和平行材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3);试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度均不大于试样高度的1/6;

[0013] 步骤7,以步骤6线切割应力释放后的试样作为零应力试样。

[0014] 所述步骤1中,选取零应力试样的来料时,选取和残余应力及应力测试对象所用材料具有同一加工工艺过程的材料。

[0015] 对选取的材料进行切割,切割时采用线切割、火焰或等离子切割,当采用火焰或等离子切割时,切割完成后再采用线切割切除掉材料的热影响区。

[0016] 步骤3中,试样进行零应力检测时,采用小孔法进行应力测量,测量若干个检测点,取各检测点应力的平均值作为应力测量值。

[0017] 步骤5中,试样进行零应力检测时,采用小孔法进行应力测量,测量若干个检测点,取各检测点应力的平均值作为应力测量值。

[0018] 第一预设值为12Mpa,第二预设值为30Mpa。

[0019] 一种零应力试样,通过本发明的上述制备方法制得。

[0020] 所述零应力试样形状为长方体。

[0021] 零应力试样形状为长方体时,其长度方向平行于材料轧制方向,宽度方向垂直于材料轧制方向,高度方向为材料的厚度方向。

[0022] 本发明具有如下有益效果:

[0023] 本发明用于超声应力测量法的零应力试样制备方法为零应力试样制备提供了一种新的技术手段,通过综合消除应力退火、线切割释放应力以及零应力检测时进行的标定,可得到更接近零的应力试样,且零应力检测时进行的标定可量化试样的应力值,从而提高超声波应力检测的精度,且提高超声波应力检测的适用性,从而为在役管道应力检测提供技术支持,同时对于规范超声波零应力试样制备且提高在役管线钢以及板材残余应力测试精度具有重要意义。本发明中,在进行线切割进行应力释放时,沿平行材料轧制方向以及垂直材料轧制方向对来料进行线切割,线切割成长方体试样,切割成的试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3),或者切割成的试样在垂直材料轧制方向和平行材料轧制方向上的长度比为(1:1)~(1:3);试样在平行材料轧制方向和垂直材料轧制方向上的长度均不大于试样高度的1/6;按照上述的切割方向以及切割为长方体试样,能够使得试样在各个方向的应力得到有效释放,能够消除材料本身各向异性带来的热量分布不均匀引起的收缩应力,同时,由于试样的应力释放较为彻底,因此试样性能稳定、能够保存较长时间,有利于测量。综上,通过本发明的零应力试样制备方法,能够得到残余应力较低的零应力试样,有助于超声应力测量法测得更准确的结果。

[0024] 本发明的零应力试样残余应力低,以该试样作为标样能够提高超声法应力测试精度。

附图说明

- [0025] 图1为本发明零应力试样加工工艺过程图;
- [0026] 图2(a)为本发明实施例中来料线切割为多个试样后的结构左视图;
- [0027] 图2(b)为本发明实施例中来料线切割为多个试样后的正视图;
- [0028] 图2(c)为本发明实施例中来料线切割为多个试样后的俯视图;
- [0029] 图2(d)为本发明实施例中来料线切割为多个试样后实物的左视图;
- [0030] 图2(e)为本发明实施例中来料线切割为多个试样后实物的俯视图。

具体实施方式

[0031] 下面结合具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述,给出的实施例仅为了阐明本发明,而不是为了限制本发明的范围。下面结合附图对本发明做详细叙述:

[0032] 本发明主要应用于超声波法应力测量前的零应力校准,针对不同结构、不同材料进行应力测量前,进行校准工作,以方便精确进行应力测定。

[0033] 如图1所示,本发明提供的用于超声应力测量法的零应力试样制备方法,通过综合退火、线切割和多次小孔法检测标定的流程方法,获取零应力试样,为超声波法残余应力的工程测量精度提供保障,具体包括如下步骤:

[0034] 步骤1:零应力试样标定的来料选取与制取

[0035] 具体的,零应力试样标定的来料选取时,应选取和残余应力、应力测试对象所用材料具有同一加工工艺过程的材料;在切割时,应采用线切割工艺从轧制板材、母材上进行切割,如果采用火焰、等离子切割等带来热影响的加工方式,需对热切割下来的试样,采用进行2次线切割,去除热影响区;

[0036] 步骤2:制样与标记

[0037] 如图2(a)~图2(e)所示,具体的,试样的取样切割要求不能带入额外的热输入,因此采用线切割工艺从轧制板材、母材上的来料进行批量取样,取样时,沿垂直于材料轧制方向以及平行于材料轧制方向进行线切割,切割出长方体试样,其中试样的长度方向平行于材料轧制方向,宽度方向垂直于材料轧制方向,高度方向为材料的厚度方向;

[0038] 步骤3:第一次零应力检测

[0039] 抽取步骤2得到试样中的两个试样,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力测量,每个试样测量三个点,取平均值,并标记应力测量值为 σ_1 ,打孔测量后的试样作废;应根据小孔法检测标定的应力绝对值,并根据零判定条件确定是否可作为零应力试样,若 σ_1 不大于12Mpa,那么将步骤2得到试样作为零应力试样,否则进行步骤4;

[0040] 步骤4:确定零应力试样消除应力退火工艺

[0041] 应根据不同材料的热处理温度,考虑相变曲线,确定每种钢材料的退火温度,加热升温速率、升温速度、保温时间、冷却速度;热处理炉应保证炉温均匀,也可在真空条件下进行退火;

[0042] 步骤5:试样消除应力退火处理

[0043] 应根据步骤4中的退火工艺对同批次试样进行消除应力退火处理;

[0044] 步骤6:第二次零应力检测

[0045] 抽取步骤5得到试样中的两个试样,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力检测,测量三个点,取平均值,标记应力测量值为 σ_2 ,如 σ_2 的绝对值降不大于12MPa,则将步骤5得到的试样作为零应力试样,进入步骤9,如 σ_2 的绝对值大于30MPa,返回并按照步骤5重新进行消除应力退火处理,如 σ_2 的绝对值不大于30MPa且大于12MPa时,进入步骤7,打孔测量后的试样作废;

[0046] 步骤7:线切割进一步释放应力

[0047] 切割时要求不能带入额外的热输入,因此,对剩余试样采用线切割进一步释放应力,线切割时沿垂直于材料轧制方向以及平行于材料轧制方向进行线切割,将试样切割为长方体;一般来讲,试样长度大于宽度,宽度大于厚度,厚度最小,宽度与长度之比为为(1:1)~(1:3),最小切割尺寸(即宽度)一般建议为4mm;

[0048] 步骤8:第三次零应力检测

[0049] 对步骤7线切割应力释放后的试样抽取两块,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力检测,测量三个点,取平均值,标记应力测量值为 σ_3 ,打孔测量后的试样作废;

[0050] 步骤9:将其余的试样交样封存,作为零应力试样,零应力试样不低于2块,1块用于现场测量,1块用于留存。

[0051] 实施例

[0052] 本实施例用于超声应力测量法的零应力试样制备方法,包括如下步骤:

[0053] 步骤1:零应力试样标定的来料选取与制取

[0054] 针对某石油公司长距离输送油气管道某站点某X80高钢管道结构(壁厚21.5mm)的残余应力测量需求,查阅采购、生产等原始记录信息,选取与被测试对象用材料同一供货厂家、相同制管加工工艺的X80高钢级管道材料作为零应力试样加工取样材料。

[0055] 采用线切割工艺从上述X80母材上进行切割获得制样的原料,尽量避免采用火焰、等离子切割等带来热影响的加工取样方式。

[0056] 如果采用火焰、等离子切割等带来热影响的加工方式从上述X80母材取样,需对热切割试样再次采用线切割工艺去除四边受热影响区域,要求四边每单边采用线切割工艺切处距离材料边缘100mm以上,以消除火焰等热切割的影响。

[0057] 步骤2:制样与标记

[0058] 采用线切割工艺在步骤1线切割得到的原料上进行制样,制样时,沿垂直于轧制方向以及平行于轧制方向进行线切割,切割出长方体试样,其中试样的长度方向平行于材料轧制方向,宽度方向垂直于材料轧制方向,高度方向为材料的厚度方向,一批一般取不低于8个试样,其中4个试样用于测量平行于轧制方向的残余应力,4个试样用于测量垂直于轧制方向的残余应力。

[0059] 步骤3:第一次零应力检测

[0060] 抽取步骤2得到试样中的两个试样,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力测量,每个试样测量三个点,取平均值,并

标记应力测量值为 σ_1 。打孔测量后的试样作废。

[0061] 如 σ_1 的绝对值小于12MPa时,可视为零应力试样,免除后续工艺步骤。

[0062] 步骤4:确定零应力试样消除应力退火工艺

[0063] 根据材料的热处理温度,考虑相变曲线,确定退火温度,加热升温速率、升温速度、保温时间、冷却速度。

[0064] 本实施例中试样退火温度选取480℃,保温时间不低于2小时,随炉冷却至室温后,开炉取样。

[0065] 热处理炉子要求炉温均匀,炉温保持精度应不低于正负10℃;如有条件可以在真空条件下进行退火。

[0066] 步骤5:试样消除应力退火处理

[0067] 根据步骤4的退火工艺为其余试样在热处理炉内进行退火处理。

[0068] 步骤6:第二次零应力检测

[0069] 抽取步骤5得到试样中的两个试样,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力检测,测量三个点,取平均值,标记应力测量值为 σ_2 ,如 σ_2 的绝对值降至不超过12MPa,则将步骤5得到的试样作为零应力试样,进入步骤9,如 σ_2 的绝对值大于30MPa,返回按照步骤5重新进行退火处理,如 σ_2 的绝对值不超过30MPa且大于12MPa时,进入步骤7,打孔测量后的试样作废。

[0070] 步骤7:线切割进一步释放应力

[0071] 对上述检测后剩余试样,采用线切割进一步释放应力。其中线切割最小块尺寸,对于壁厚20mm的本管道结构材料,线切割最小间距2mm,试样厚度方向保留尺寸不低于3毫米。

[0072] 步骤8:第三次零应力检测

[0073] 对步骤7线切割应力释放后的试样抽取两块,其中一个测量长度方向上的应力,另一个测量宽度方向上的应力,测量时采用小孔法进行应力检测,测量三个点,取平均值,标记应力测量值为 σ_3 ,打孔测量后的试样作废。 σ_3 的绝对值小于12MPa。

[0074] 步骤9:交样封存

[0075] 剩余零应力试样不低于2块,1块用于现场测量,1块用于留存。

[0076] 同时零试样进行编号,记录加工工艺过程,包含原材料炉批号信息、加工取样切割方法、 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 ,小孔法标定应变片型号及参数等,已备后查。

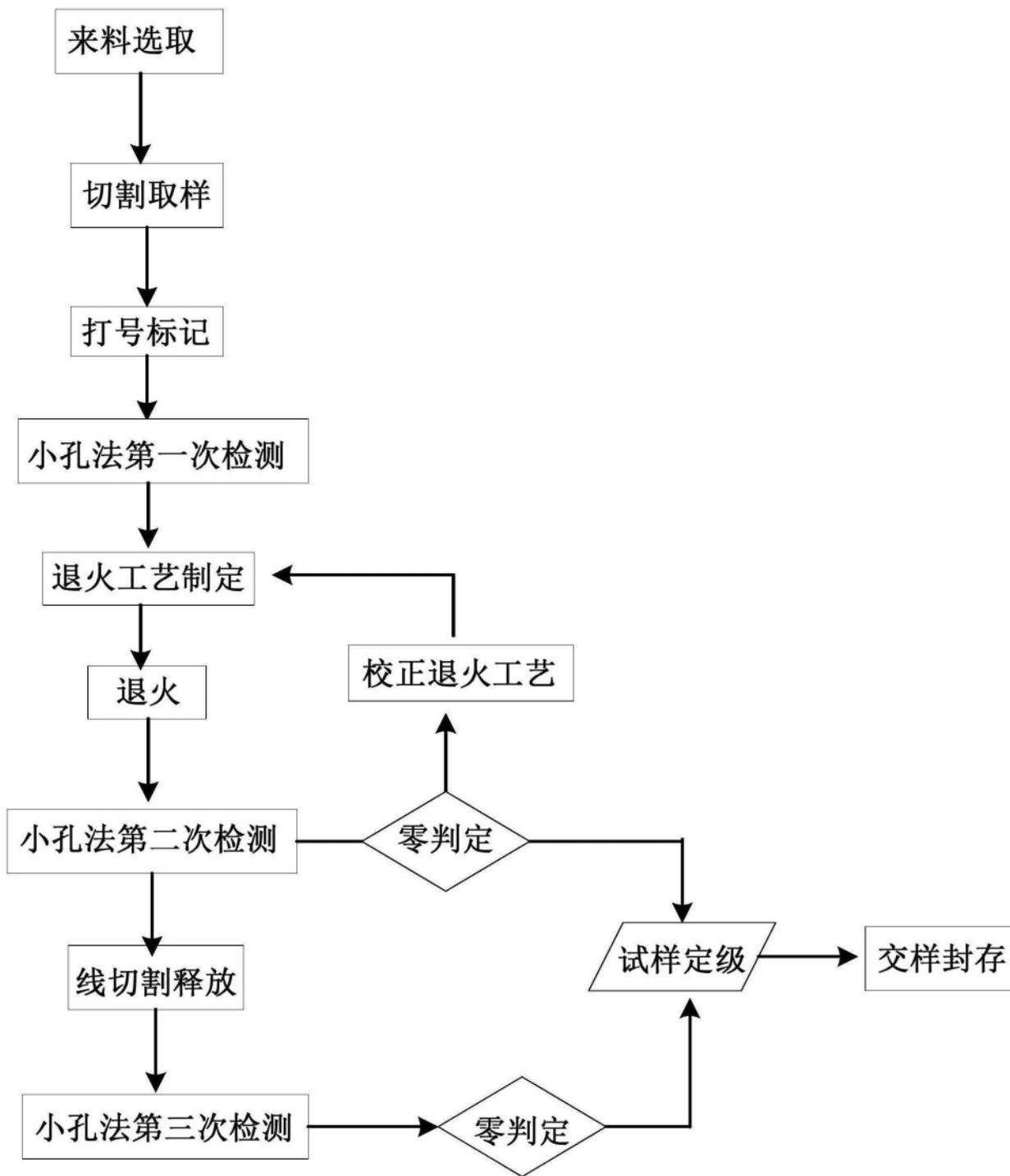


图1

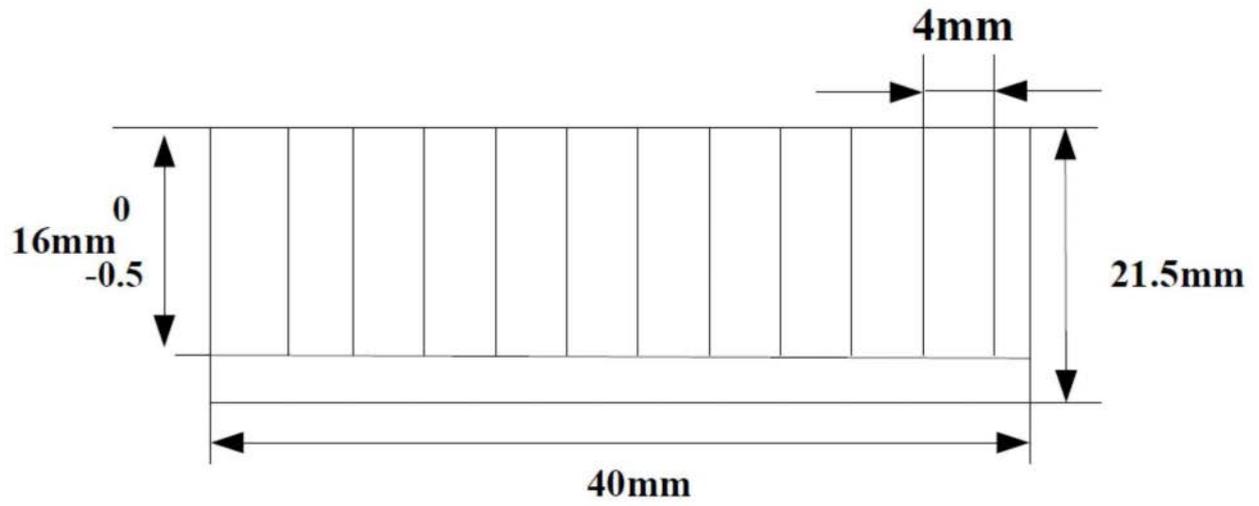


图2(a)

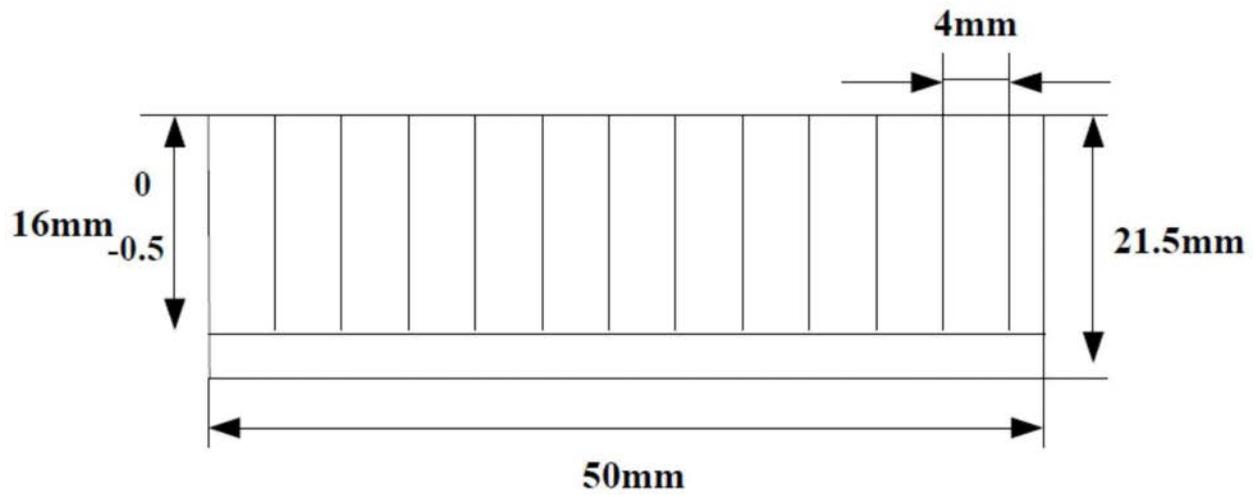


图2(b)

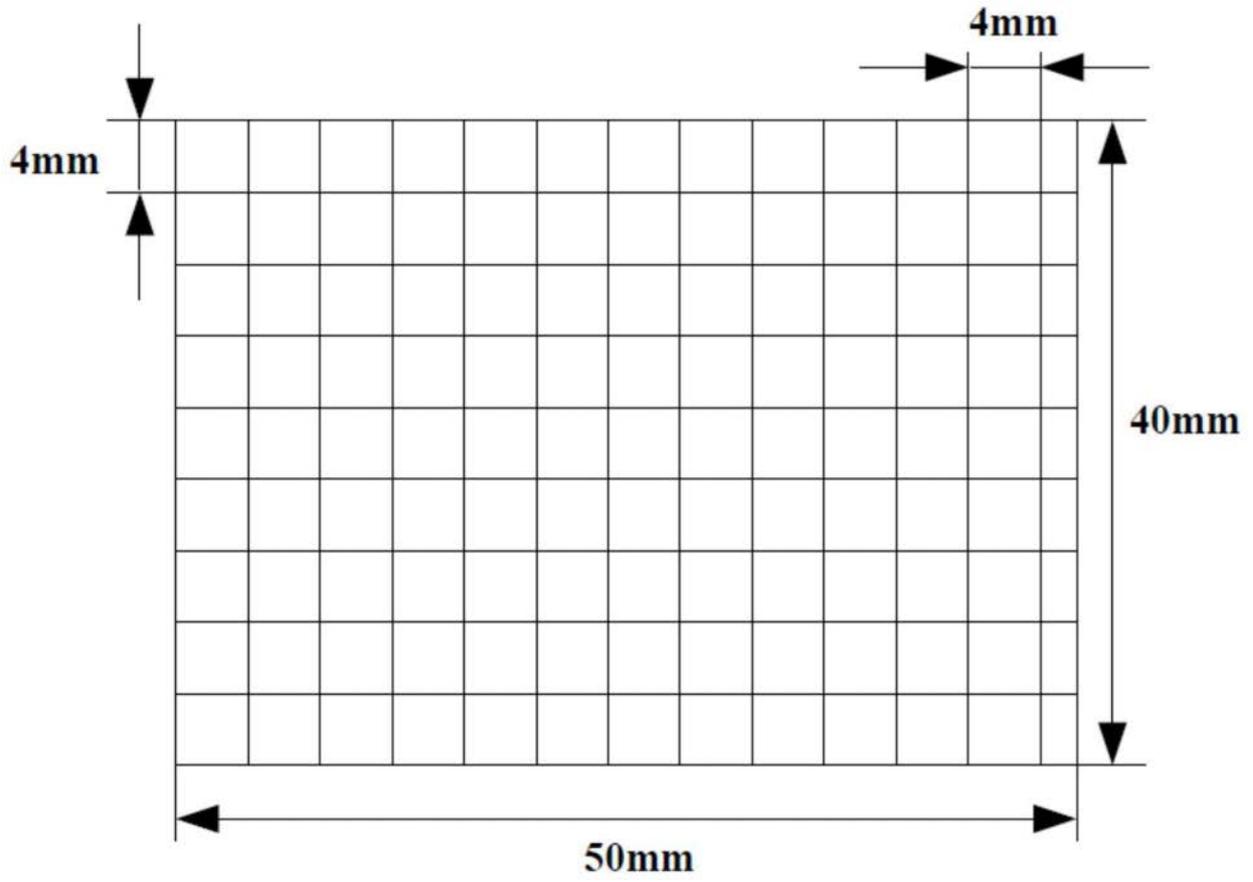


图2(c)



图2(d)

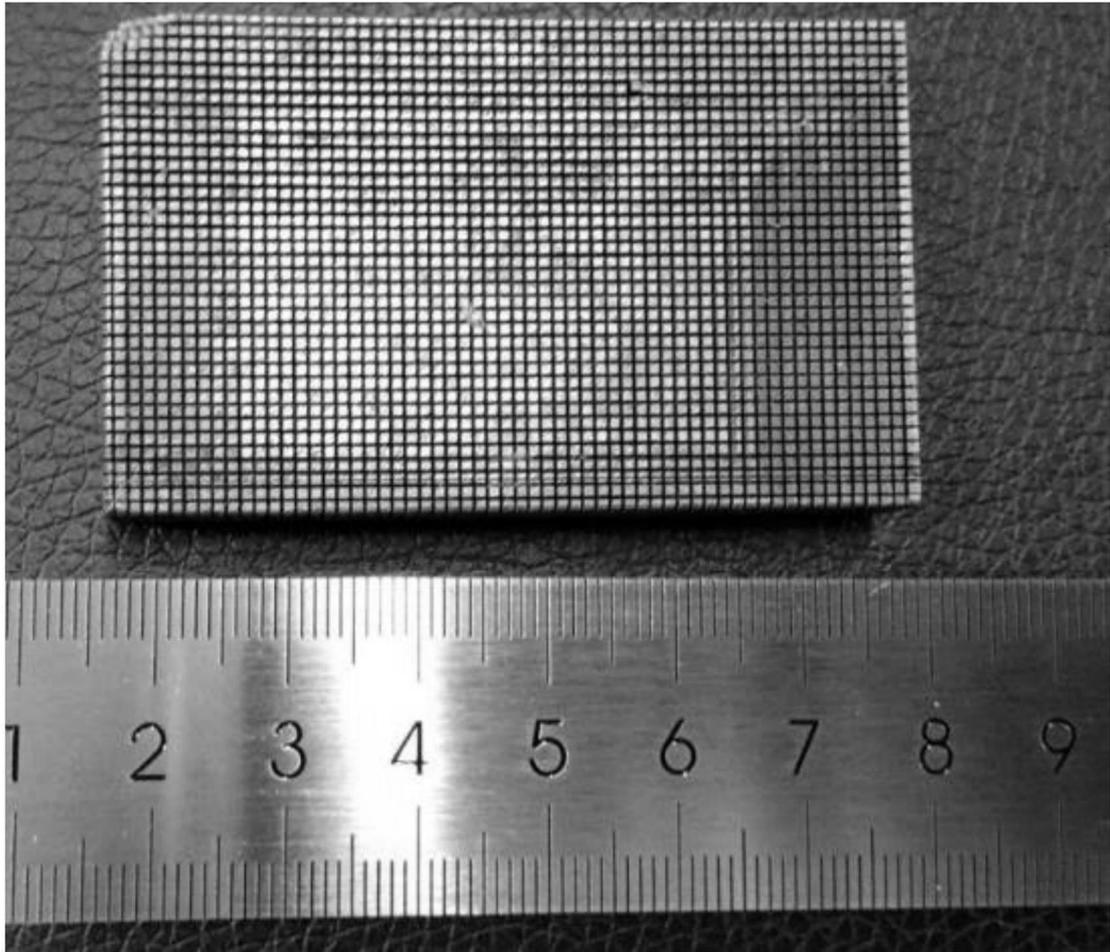


图2(e)