对拉伸试验断后伸长率的测量分析*

邵志军

(内蒙古包钢钢联股份有限公司化检验中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 通过对包钢生产的冷轧钢板拉伸试验断后伸长率的测量分析,探讨了手动测量与自动测量对测量结果的影响。结果表明: 手动测量与自动测量的断后伸长率之间存在一定的差异,原始标距及断裂位置是手工测量与自动测量之间差异大小的决定性因素。当金属材料断后伸长率的测量要求比较精确时,应采用手动测量,以保证测量结果更接近材料本身的力学特征。

关键词: 拉伸试验; 断后伸长率; 手动测量; 自动测量

中图分类号: TG115.2 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2020)05-0096-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.05.028

Analysis on Measurement of Percentage Elongation after Fracture of Tensile Test

Shao Zhi-jun

(*Chemical Inspection Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The effects of manual and automatic measurements on the measurement results are discussed through analyzing the measurement of percentage elongation after fracture of cold-rolled steel plate produced by Baotou Steel. The results showed that there were some differences between the percentage elongations after fracture with manual and automatic measurements as well as the original gauge length and fracture position were determining factors. When the measurement requirements for percentage elongation after fracture of metallic material are more accurate, manual measurement should be adopted to ensure measurement results to be closer to the mechanical characteristics of material itself.

Key words: tensile test; percentage elongation after fracture; manual measurement; automatic measurement

近年来,随着国家一带一路战略实施,包钢冷轧产品逐步应用于多领域建设中,产量急剧增加,质量把控尤为重要。拉伸试验是指在承受拉伸载荷下测定材料特性的试验方法,其测量结果具有重要的应用价值和参考价值,直接影响到金属材料的质量检验、研制开发、工程设计及合理选材、安全评估等。其中断后伸长率是反映金属塑性的一个重要指标。

1 试验设备及量具

1.1 试验设备

试验采用德国 Zwick/Roell-Z050 全自动电子拉伸试验机,配备了 Macro 纵向自动机械引伸计。最大负荷为 50 kN,力值精度为 0.5 级,变形精度为 0.5 级。

* **收稿日期**: 2020-06-15

作者简介: 邵志军(1984-),男,内蒙古凉城县人,高级技师,现主要从事物理性能检验工作。

1.2　试验量具

量具或测量装置的分辨率要不低于 0.01 mm。目前使用的数显游标卡尺的游标分表的分度值为 0.01 mm，其分辨率为 0.01 mm，完全可以用来测量试样的断后标距值。

2　试验内容

根据 GB/T 228.1—2010《金属材料拉伸试验》[1] 第一部分室温拉伸试验标准中断后伸长率的测定方法：将拉伸试样断口部分仔细地配接在一起，使轴线处于同一直线上，并确保试样断裂部分适当接触后测量试样的断后标距 L_u。将原始标距长度 L_0 和测量所得的断后标距代入式(1)，计算得到断后伸长率 A。

$$A = (L_u - L_0)/L_0 \times 100\% \quad (1)$$

但 GB/T 228.1—2010[1] 明确指出，“能用引伸计测定断裂延伸的试验机，引伸计标距应等于试验原始标距，无需标出试样原始标距的标记。原则上，断裂发生在引伸计标距 L_e 以内方为有效，但断后伸长率等于或大于规定值，不管断裂位置处于何处测量均为有效。”故本次试验采用同一批试样，在同一台设备上使用相同的标距，通过手动测量和自动测量两种方式测量断后伸长率。当采用引伸计系统自动测定伸长时，引伸计系统能自动测定试样在断裂点的总伸长，扣除弹性部分而得出断后伸长 $\triangle L$；当采用人工测定方法时，必须通过测量断后标距 L_u，经计算得到断后伸长。两者比较再进行对比分析。

3　试验方法

金属材料试验过程对其力学性能测试结果有重要的影响，试样机加工是其中的重要因素，大量试验结果表明，试样机加工技术与材料力学性能测试结果有着密切的关系。试样在加工过程中充分考虑加工变形的影响区域，按照 GB/T 2975—2018《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》[2] 中的要求保留了足够的加工余量，采用开肩试样。

3.1　试样要求

试验所使用的试样为包钢生产的 CQ 级普通冷冲压用料 SPCC 系列带钢，试样要求如下：

(1) 宽度尺寸要求为(20 ± 0.1) mm，形状公差不大于 0.12 mm。

(2) 原始标距 L_0 为 80 mm。

(3) 平行长度部分的长度执行 GB/T 228.1—2010[1] 中的要求，见公式(2)：

$$L_c \geqslant L_0 + 1.5\sqrt{S_0} \quad (2)$$

式中：L_c 为平行长度，mm；L_0 为原始标距，mm；S_0 为原始横截面积，mm^2。

(4) 因表面粗糙度对于试样断后伸长率的测量有影响，粗糙度越差，试样断后伸长率越低，所以对于试样的机加工表面粗糙度参数 (R_a) 要有适当的控制，本文中涉及的试样表面粗糙度 $R_a \leqslant 1.6$ μm。

3.2　原始标距与标记的规定

在 GB/T 228.1—2010[1] 中关于原始标距的标记做了如下规定，“对于比例试样，如果原始标距的计算值与其标记值之差小于 L_0 的 10%，可将原始标距的计算值按 GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定[3] 修约至最接近 5 mm 的倍数。原始标矩的标记应准确到 ± 1%，如平行长度 L_c 比原始标距长许多，例如不经机加工的试样，可以标记一系列套叠的原始标距。”同时在试样厚度允许的情况下，标记点应尽量打在厚度方向的截面上，这样能更好地保证平行长度两端的标记点不超出平行长度部分，标记点在满足测量的前提下应尽量小，深度尽量浅，要保证不得引起试样的过早断裂，两端的标记点应不超过过渡弧与平行长度之间的连接点；如果是使用打点器在截面上打一连串点。

3.3　试验结果分析

3.3.1　原始标距对断后伸长率的影响

试样采用 5 个批次的试样，每个批次采用 8 种不同的原始标距。为了更加真实地测量出断后伸长率，从而比较不同标距之间的差异，本次试验全部采用手工测量的方式，所得数据结果如表 1 所示。

表1 基于不同原始标距的断后伸长率(手工测量) %

批次号	$A_{50\ mm}$	$A_{60\ mm}$	$A_{70\ mm}$	$A_{80\ mm}$	$A_{90\ mm}$	$A_{100\ mm}$	$A_{110\ mm}$	$A_{120\ mm}$
1	48.0	46.5	44.0	42.0	40.5	38.5	37.5	36.0
2	39.0	37.5	36.0	35.0	33.5	32.5	31.5	30.5
3	47.5	45.0	43.0	40.5	38.0	37.5	36.0	34.5
4	43.5	41.5	38.5	36.0	35.5	34.0	32.5	31.0
5	38.0	35.5	33.0	32.0	30.5	29.5	28.5	26.0
均值	43.2	41.2	38.9	37.1	35.6	34.4	33.2	31.6

从表1中的数据可以看出,同一个批次的试样,随着原始标距的增大,断后伸长率在逐渐减小。

3.3.2 断后伸长率的比较

同一标距,采用两种不同的测量方法测量断后伸长率,其结果见表2。

表2 手动测量与自动测量的断后伸长率结果 %

试样编号	手动测量	自动测量	差值
1	39.0	36.0	3.0
2	37.5	35.0	2.5
3	37.0	35.5	1.5
4	39.0	37.0	2.0
5	36.5	35.0	1.5
6	37.0	35.5	1.5
7	37.0	34.5	2.5
8	34.5	32.0	2.5
9	39.5	38.0	1.5
10	37.0	34.0	3.0
平均值	37.4	35.3	2.2
极差值	5.0	6.0	1.5
标准偏差	1.4	1.6	0.6

从表2中的数据可以看出,手动测量的极差值和标准偏差都小于自动测量。说明手动测量结果相较更精确,手动测量与自动测量的断后伸长率的差异也是客观存在的。产生差异的主要原因在于这两种测量方式存在着明显的不同。引伸计自动测量,其引伸计臂相对于试样平行长度部分的位置是固定的,试验完毕后引伸计不能准确识别出试样的断裂位置,所测量出来的伸长量 $\triangle L$ 不会因试样的断裂位置而改变,而在实际试验过程中,试样断裂位置绝大多数不在引伸计标距 L_e 的中间位置,这种情况下引伸计所测量出来的伸长量 $\triangle L$ 会偏小。这时完善试验机的配套软件,提高修正断后伸长率的可靠性,使断后伸长率的精度达到使用要求,在生产工艺标准允许的情况下,可采用最大力总延伸率代替断后伸长率。手动测量时,在试样平行长度部分标记出标记点,并且标记点是套叠的,无论试样的断裂位置在哪,都会接近于某一对原始标距标记点的中间位置,这样就可以最大程度测量出试样在标距范围内的最大伸长量 $\triangle L$,如断裂处与最接近的标距标记的距离小于原始标距的1/3时,可采用GB/T 228.1—2010[1]标准的附录H中移位法测定断后伸长率。因此,手动测量得出来的断后伸长率通常会大于自动测量的,从而得出材料真实的断后伸长率。

4 结论

(1) 对于金属材料断后伸长率的测量要求比较精确时,应采用手动测量的方式,从而保证试样变形量最大部分的伸长率 $\triangle L$ 用来计算断后伸长率。

(2) 在试样加工条件允许的情况下,尽量采用开肩的拉伸试样进行试验,在满足标准中对于平行长度 L_c 最小值要求的前提下,平行长度应该尽量小,以使得试样的断裂位置接近平行长度的中间位置。

(3) 试样的原始标距长度对断后伸长率有着重要的影响,原始标距越大断后伸长率越小;原始标距越小断后伸长率越大。在试验前必须要确定好原始标距以保证得到材料真实的断后伸长率。

(4) 试样的断裂位置很重要,而在试验之前,断裂位置是无法预期的,良好的引伸计和位移测量精度并不能完全保证得到精确的断后伸长率,故自动测量断后伸长率成为目前一个尚待解决的难题,需进一步研究.

参 考 文 献

[1] GB/T 228.1—2010,金属材料拉伸试验第一部分:室温试验方法[S].

[2] GB/T 2975—2018,钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备[S].

[3] GB/T 8170—2008,数值修约规则与极限数值的表示和判定[S].