## 编制说民及实验数据

依据全国金属硬度重力技术委员会对2024年度的工作计划要求，由广东省计量科学研究院牵头组织起草的《划笔硬度计校准规范》按计划有效地进行。现就此工作项目及内容汇报如下；

随着工业不断地发展，高科技在各领域的不断更新各融入应用，对产品表面的工艺的更高的要求，各种涂层处理增加，应运而生新的测量器具的出现是不断出现。“划痕硬度计（笔）”通过研发、推进应用，逐步走进测量器具市场，得到推广和应用。因此、由计量检定部门、生产部门、应用客户联合共同制定的统一测试方法是必须的也是必然的。

1. 关于器具名称“划笔硬度计”的问题
2. 由于其规范属于新项目，没有可参考的前鉴，且产品的名称多样性，如硬度笔、牛顿笔英文名称等。

2. 其硬度计外形及尺寸的大小如普通成年人的手指一般粗细。（Φ12×17）mm。加图

3. 根据其产品说明书及使用的特性，以及硬度常用名词术语。

其器具的主要结构，由划过涂层的笔头（压头）及弹簧力源两部分组成。使用时是在设置弹簧试验力的作用下，将型压头划过涂层。以涂层上残留划痕的状况，用硬度形式来评定涂层附着力、耐磨性、脆性等。

1. 关于原理公式的问题

根据目前对市场上“划笔硬度计”的测量结果的数据统计，虽然原理上基本是一至的，但由于制造厂商设计上的差异，每个品牌每个产品都存在着差异性，以此一个原理公式难以表述所覆盖的差别性，在测量中需要因地制宜地具体把握和处理。如材料试验机当中的拉力试验机、液压试验机、抗折试验机等，都是各种形式产生的力源机，无法给出统一的原理公式。

“划笔硬度计”基本上都是按照胡克定理制造的。公式*f=a+kl*；其中a是定量，而这个定量由于制造商家因材质、体积等制定的差异， l的移动变量更无法相约一致。目前主轴位移量有0.5mm和1.0mm的设置。因此，在正文中并没有给出统一的原理计算公式。

1. 关于硬度计压头形状及其几何尺寸

1. 根据现在“划笔硬度计” 应用市场上收集的主要有三种形式 ：球型、轮型、铲型。加图在三种中主要以球型为主，用以模仿多种自然划态，如指甲、树枝等。因此，本正文压头的收集是目前较为齐全的。

2. 压头的几何尺寸要求，球型的按产品说明及相关文件ISO 22557的技术要求。轮型、铲型的几何尺寸则同时也等同地参照了ISO 22557的技术要求。按照现有的机械制造技术条件，Φ0.5mm±0.01mm以及Φ16mm±0.01mm的要求是完全可以实现的。通过测量，我们可以得到相应的结果。而没能满足要求的，是因为这一产品尚没有形成统一的要求。

**球型压头几何尺寸**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **厂商** | **编号** | **标称值** | **实测值1** | **2** | **3** | **最大偏差值** | **最大偏差** |  | **满足状况** |  |
| BGD | 1 | Φ0.5mm | 0.4814  0.0024 | 0.5007  0.0035 | 0.4884  0.0028 | 0.4814  0.0035 | -0.0186  0.0035 |  | no |  |
| BGD | 2 | Φ0.5mm | 0.5267  0.0046 | 0.5013  0.0044 | 0.5002  0.0009 | 0.5267  0.0046 | +0.0267  0.0046 |  | no |  |
| BGD | 3 | Φ0.5mm | 0.5045  0.0025 | 0.4949  0.0021 | 0.5035  0.0021 | 0.4949  0.0025 | -0.0051  0.0025 |  | ok |  |
| BGD | 4 | Φ0.5mm | 0.4985  0.0018 | 0.4979  0.0026 | 0.4980  0.0017 | 0.4979  0.0026 | -0.0021  0.0026 |  | ok |  |
| BGD | 5 | Φ0.5mm | 0.5016  0.0031 | 0.4955  0.0026 | 0.4980  0.0032 | 0.4955  0.0032 | -0.0045  0.0032 |  | ok |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **西梯埃** | 1 | Φ0.75mm | 0.744  0.014 | 0.751  0.011 | 0.761  0.019 | 0.761  0.019 | +0.011  0.019 |  | no |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BGD | 1 | Φ1.0mm | 1.0953  0.0078 | 1.0063  0.0074 | 1.0627  0.0108 | 1.0953  0.0108 | +0.0953  0.0108 |  | no |  |
| BGD | 2 | Φ1.0mm | 1.0193  0.0167 | 1.0063  0.0161 | 1.0558  0.0147 | 1.0558  0.0167 | +0.0558  0.0167 |  | no |  |
| BGD | 3 | Φ1.0mm | 1.0213  0.0205 | 1.0258  0.0201 | 0.9433  0.0238 | 0.9433  0.0238 | -0.0567  0.0238 |  | no |  |
| BGD | 4 | Φ1.0mm | 0.9947  0.0090 | 0.9858  0.0094 | 0.9987  0.0079 | 0.9858  0.0094 | -0.0142  0.0094 |  | no |  |
| BGD | 5 | Φ1.0mm | 1.0173  0.0157 | 1.0065  0.0161 | 1.0135  0.0187 | 1.0173  0.0187 | +0.0173  0.0187 |  | no |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

轮型压头几何尺寸

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **厂商** | **编号** | **标称值** | **实测值1** | **2** | **3** | **最大偏差值** | **最大偏差** |  | **满足状况** |  |
| ERICHSEN | 1 | Φ16.0mm  (圆) | 15.834 | 15.926 | 15.884 | 15.834 | -0.166 |  | no |  |
| 0.009 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.009 |  |
| 横断面R0.5mm  (圆) | 0.522 | 0.509 | 0.514 | 0.522 | +0.022 |  | no |  |
| 0.008 | 0.009 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

铲型压头几何尺寸

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **厂商** | **编号** | **标称值** | **实测值1** | **2** | **最大偏差值** | **最大偏差** |  | **满足状况** |  |
| ERICHSEN | 1 | 铲Φ10mm  （圆） | 9.8592  0.0109 | 9.8791  0.0092 | 9.8592  0.0109 | -0.1408  0.0109 |  | no |  |
|  |  | 横断面R0.5mm  （圆） | 0.5644  0.0026 | 0.4477  0.0037 | 0.5644  0.0037 | +0.0644  0.0037 |  | no |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 关于弹簧试验力的范围及允差问题
   1. 根据目前在市场上收集到所配置的弹簧，一般为3-4条，通常是3N、10N、20N、40N范围。
   2. 对弹簧试验力的要求，目前尚没有查询到带有相关要求的文件。因为该产品仍属于较新的开发产品。
2. 弹簧试验力表述的问题

本规范正文制定的试验力以绝对值形式体现。

* 1. 由硬度计的使用方法决定。

硬度计的使用一般都是以偏差的下限给出的。如经三次试验获取的数据是：8.5N、9.0N、9.2N，则给出的实际试验结果为8.5N

* 1. 按非金属硬度计的惯例。

在以往的非金属硬度计的允差要求，均是以绝对值作最终表述的。这更有利于表述方式的统一。

* 1. 符合简单的直观性。

在用户使用时，经检测的硬度计所给出的数据，因简单和直观性，更具方便、简洁。

1. 弹簧试验力允差制定的问题
   1. 本规范制定各测量范围的允差，以该段测量范围的1个最小分度值为要求。
   2. 1个最小分度值允差符合传递要求。

以3N测量段范围为例，其最小分度值为0.1N（0.1/3×100%=3.3%），其允差要求为3.3%。用0.5%或1%的标准测力仪，足以满足传递检测的要求。

* 1. 各段的1个最小分度值允差要求，已能满足和适合硬度计的使用需求。

硬度计整机校准数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型号** |  | | **编号** | **5112304001** | | **厂商** | **BGD** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.7454 | 0.7486 | 0.7549 | 0.7549 |  | +0.0049 | **ok** |
| 0.0048 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0048 |  | 0.0048 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.445 | 0.447 | 0.448 | 0.445 |  | -0.055 | **ok** |
| 1.0 | 0.929 | 0.925 | 0.923 | 0.923 |  | -0.077 | **ok** |
| 1.5 | 1.420 | 1.427 | 1.423 | 1.420 |  | -0.080 | **ok** |
| 2.0 | 1.944 | 1.956 | 1.946 | 1.944 |  | -0.056 | **ok** |
| 2.5 | 2.405 | 2.401 | 2.412 | 2.401 |  | -0.099 | **ok** |
| 3.0 | 2.905 | 2.908 | 2.922 | 2.905 |  | -0.095 | **ok** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.121 | 2.188 | 2.097 | 2.188 |  | +0.188 | **ok** |
| 4.0 | 4.441 | 4.420 | 4.321 | 4.441 |  | +0.441 | **ok** |
| 6.0 | 6.303 | 6.317 | 6.349 | 6.349 |  | +0.349 | **ok** |
| 8.0 | 8.123 | 8.007 | 8.375 | 8.375 |  | +0.375 | **ok** |
| 10.0 | 10.092 | 10.094 | 10.075 | 10.094 |  | +0.094 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  | **ok** |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 3.601 | 3.593 | 3.634 | 3.593 |  | -0.407 | **ok** |
| 8.0 | 7.302 | 7.334 | 7.375 | 7.302 |  | -0.698 | **ok** |
| 12.0 | 10.762 | 10.733 | 10.747 | 10.733 |  | -1.267 | **no** |
| 16.0 | 14.182 | 14.295 | 14.245 | 14.182 |  | -1.818 | **no** |
| 20.0 | 17.892 | 17.863 | 17.834 | 17.834 |  | -2.166 | **no** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **1.0mm** | **实测伸出量** | **1.08mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **1.075mm** | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型号** |  | | **编号** | **5112303006** | | **厂商** | **BGD** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.7467 | 0.7514 | 0.7492 | 0.7467 |  | -0.0033 | **ok** |
| 0.0037 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0051 |  | 0.0051 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.563. | 0.562 | 0.562 | 0.563 |  | +0.063 | **ok** |
| 1.0 | 1.032 | 1.030 | 1.031 | 1.032 |  | +0.032 | **ok** |
| 1.5 | 1.536 | 1.534 | 1.538 | 1.538 |  | +0.038 | **ok** |
| 2.0 | 2.028 | 2.029 | 2.025 | 2.029 |  | +0.029 | **ok** |
| 2.5 | 2.523 | 2.525 | 2.527 | 2.527 |  | +0.027 | **ok** |
| 3.0 | 3.006 | 2.995 | 2.993 | 2.993 |  | -0.007 | **ok** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.405 | 2.408 | 2.428 | 2.428 |  | -0.072 | **ok** |
| 4.0 | 4.342 | 4.332 | 4.282 | 4.342 |  | +0.342 | **ok** |
| 6.0 | 6.435 | 6.334 | 6.401 | 6.435 |  | +0.435 | **ok** |
| 8.0 | 8.145 | 8.199 | 8.111 | 8.199 |  | +0.199 | **ok** |
| 10 | 10.263 | 9.948 | 9.929 | 10.263 |  | +0.263 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 3.309 | 3.309 | 3.307 | 3.309 |  | -0.691 | **ok** |
| 8.0 | 6.915 | 6.918 | 6.920 | 6.915 |  | -1.085 | **no** |
| 12.0 | 10.673 | 10.724 | 10.724 | 10.673 |  | -1.327 | **no** |
| 16.0 | 14.322 | 14.367 | 14.355 | 14.322 |  | -1.278 | **no** |
| 20.0 | 17.663 | 17.691 | 17.678 | 17.663 |  | -2.337 | **no** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **1.0mm** | **实测伸出量** | **1.20mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **1.195mm** | |  |
|  | |  |  |  |  | |  | |  |
| **型号** |  | | **编号** | **5112304007** | | **厂商** | **BGD** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.7539 | 0.7525 | 0.7571 | 0.7571 |  | +0.0071 | **ok** |
| 0.0037 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0040 |  | 0.0040 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.607 | 0.607 | 0.606 | 0.607 |  | +0.107 | **no** |
| 1.0 | 1.124 | 1.153 | 1.136 | 1.136 |  | +0.136 | **no** |
| 1.5 | 1.672 | 1.679 | 1.671 | 1.679 |  | +0.179 | **no** |
| 2.0 | 2.207 | 2.185 | 2.196 | 2.207 |  | +0.207 | **no** |
| 2.5 | 2.776 | 2.756 | 2.741 | 2.776 |  | +0.276 | **no** |
| 3.0 | 3.267 | 3.292 | 3.242 | 3.292 |  | +0.292 | **no** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.078 | 2.079 | 2.095 | 2.095 |  | +0.095 | **ok** |
| 4.0 | 4.425 | 4.407 | 4.344 | 4.425 |  | +0.425 | **ok** |
| 6.0 | 6.491 | 6.484 | 6.478 | 6.491 |  | +0.491 | **ok** |
| 8.0 | 8.395 | 8.417 | 8.409 | 8.417 |  | +0.417 | **ok** |
| 10 | 10.345 | 10.436 | 10.356 | 10.436 |  | +0.436 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 3.959 | 4.004 | 3.945 | 3.945 |  | -0.055 | **ok** |
| 8.0 | 7.632 | 7.729 | 7.602 | 7.602 |  | -0.398 | **ok** |
| 12.0 | 11.012 | 10.953 | 11.053 | 10.953 |  | -1.047 | **no** |
| 16.0 | 14.653 | 14.648 | 14.634 | 14.634 |  | -1.366 | **no** |
| 20.0 | 18.234 | 18.236 | 18.436 | 18.234 |  | -1.776 | **no** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **1.0mm** | **实测伸出量** | **0.99mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **0.985mm** | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型号** |  | | **编号** | **5112304015** | | **厂商** | **BGD** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.7551 | 0.7534 | 0.7552 | 0.7552 |  | +0.0052 | **ok** |
| 0.0042 | 0.0039 | 0.0043 | 0.0043 |  | 0.0043 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.515 | 0.508 | 0.508 | 0.515 |  | +0.018 | **ok** |
| 1.0 | 0.952 | 0.952 | 0.949 | 0.945 |  | -0.055 | **ok** |
| 1.5 | 1.453 | 1.451 | 1.456 | 1.451 |  | -0.049 | **ok** |
| 2.0 | 1.932 | 1.929 | 1.926 | 1.926 |  | -0.074 | **ok** |
| 2.5 | 2.413 | 2.417 | 2.414 | 2.413 |  | -0.087 | **ok** |
| 3.0 | 4.279 | 4.280 | 4.283 | 4.283 |  | +0.283 | **no** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 1.982 | 1.984 | 1.982 | 1.982 |  | -0.018 | **ok** |
| 4.0 | 3.910 | 3.928 | 3.934 | 3.910 |  | -0.090 | **ok** |
| 6.0 | 5.864 | 5.887 | 5.887 | 5.864 |  | -0.136 | **ok** |
| 8.0 | 7.890 | 7.856 | 7.871 | 7.856 |  | -0.144 | **ok** |
| 10 | 9.886 | 9.895 | 9.908 | 9.886 |  | -0.114 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 4.101 | 4.022 | 4.039 | 4.101 |  | +0.101 | **ok** |
| 8.0 | 7.676 | 7.646 | 7.665 | 7.646 |  | -o.354 | **ok** |
| 12.0 | 11.097 | 11.078 | 11.068 | 11.068 |  | -0.932 | **ok** |
| 16.0 | 14.927 | 14.935 | 14.914 | 14.914 |  | -1.086 | **no** |
| 20.0 | 18.352 | 18.379 | 18.361 | 18.352 |  | -1.648 | **no** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **1.0mm** | **实测伸出量** | **1.23mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **1.225mm** | |  |
| **型号** |  | | **编号** | **5112304031** | | **厂商** | **BGD** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.7568 | 0.7553 | 0.7590 | 0.7590 |  | +0.0090 | **ok** |
| 0.0038 | 0.0033 | 0.0050 | 0.0050 |  | 0.0050 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.544 | 0.552 | 0.539 | 0.552 |  | +0.052 | **ok** |
| 1.0 | 1.075 | 1.147 | 1.112 | 1.147 |  | +0.147 | **no** |
| 1.5 | 1.628 | 1.654 | 1.679 | 1.679 |  | +0.169 | **no** |
| 2.0 | 2.116 | 2.125 | 2.138 | 2.138 |  | +0.138 | **no** |
| 2.5 | 2.678 | 2.617 | 2.660 | 2.678 |  | +0.178 | **no** |
| 3.0 | 3.067 | 3.112 | 3.118 | 3.118 |  | +0.118 | **no** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.126 | 2.133 | 2.134 | 2.134 |  | +0.134 | **ok** |
| 4.0 | 4.653 | 4.627 | 4.542 | 4.653 |  | +0.653 | **no** |
| 6.0 | 6.662 | 6.696 | 6.603 | 6.696 |  | +0.696 | **no** |
| 8.0 | 8.791 | 8.710 | 8.694 | 8.791 |  | +0.791 | **no** |
| 10 | 10.717 | 10.737 | 10.698 | 10.717 |  | +0.717 | **no** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 4.181 | 4.541 | 4.249 | 4.541 |  | +0.541 | **ok** |
| 8.0 | 7.632 | 7.613 | 7.634 | 7.613 |  | -0.387 | **ok** |
| 12.0 | 11.416 | 11.436 | 11.421 | 11.416 |  | -0.584 | **ok** |
| 16.0 | 15.567 | 15.566 | 15.537 | 15.537 |  | -0.463 | **ok** |
| 20.0 | 19.256 | 19.342 | 19.356 | 19.256 |  | -0.744 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **1.0mm** | **实测伸出量** | **1.02mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **1.015mm** | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型号** | **435** | | **编号** | **20041292** | | **厂商** | **ERICHSEN** | | |
| 压头几何尺寸  轮型 | | 标称值  Φ16.0mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 15.834 | 15.926 | 15.884 | 15.834 |  | -0.166 | **no** |
| 0.009 | 0.007 | 0.009 | 0.009 |  | 0.009 | **ok** |
| R0.5mm横断面  (圆) | 0.522 | 0.509 | 0.514 | 0.522 |  | +0.022 | **no** |
| 0.008 | 0.009 | 0.013 | 0.013 |  | 0.013 | **no** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0,7054 | 0.7068 | 0.7078 | 0.7078 |  | +0.2078 | **no** |
| 1.0 | 1.2268 | 1.2265 | 1.2283 | 1.2283 |  | +0.2283 | **no** |
| 1.5 | 1.7084 | 1.7077 | 1.7083 | 1.7084 |  | +0.2084 | **no** |
| 2.0 | 2.2059 | 2.2056 | 2.2066 | 2.2066 |  | +0.2066 | **no** |
| 2.5 | 2.6900 | 2.6902 | 2.6923 | 2.6923 |  | +0.1923 | **no** |
| 3.0 | 3.1832 | 3.1923 | 3.1853 | 3.1923 |  | +0.1923 | **no** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.3717 | 2.3724 | 2.3830 | 2.3830 |  | +0.3830 | **ok** |
| 4.0 | 4.3208 | 4.3136 | 4.3334 | 4.3334 |  | +0.3334 | **ok** |
| 6.0 | 6.3257 | 6.3274 | 6.3176 | 6.3274 |  | +0.3274 | **ok** |
| 8.0 | 8.1926 | 8.2116 | 8.1996 | 8.2116 |  | +0.2116 | **ok** |
| 10 | 10.2542 | 10.1662 | 10.1482 | 10.2542 |  | +0.2542 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 4.6148 | 4.6542 | 4.6621 | 4.6621 |  | +0.6621 | **ok** |
| 8.0 | 8.5281 | 8.5077 | 8.5224 | 8.5281 |  | +0.5281 | **ok** |
| 12.0 | 12.4747 | 12.4801 | 12.4452 | 12.4801 |  | +0.4801 | **ok** |
| 16.0 | 16.3147 | 16.3172 | 16.3335 | 16.3335 |  | +0.3335 | **ok** |
| 20.0 | 20.0261 | 20.0118 | 20.0584 | 20.0584 |  | +0.0584 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **0.5mm** | **实测伸出量** | **0.447mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **0.445mm** | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型号** | **318** | | **编号** | **178360085** | | **厂商** | **ERICHSEN** | | |
| 压头几何尺寸  球型 | | 标称值  0.75mm  (圆) | 1 | 2 | 3 | 最大偏差值 |  | 最大偏差 | **满足状况** |
| 0.753 | 0.750 | 0.752 | 0.753 |  | +0.003 | **ok** |
| 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |  | 0.003 | **ok** |
| 测量段  3N  **分度值0.1N** | | 测量点 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |
| 0.5N | 0.743 | 0.713 | 0.704 | 0.743 |  | +0.243 | **no** |
| 1.0 | 1.274 | 1.278 | 1.273 | 1.278 |  | +0.278 | **no** |
| 1.5 | 1.807 | 1.803 | 1.787 | 1.807 |  | +0.307 | **no** |
| 2.0 | 2.346 | 2.351 | 2.376 | 2.376 |  | +0.376 | **no** |
| 2.5 | 2.827 | 2.827 | 2.806 | 2.827 |  | +0.327 | **no** |
| 3.0 | 3.365 | 3.365 | 3.343 | 3.365 |  | +0.365 | **no** |
| 10N  **分度值0.5N** | | 2.0 | 2.358 | 2.354 | 2.354 | 2.358 |  | +0.358 | **ok** |
| 4.0 | 4.337 | 4.319 | 4.368 | 4.368 |  | +0.368 | **ok** |
| 6.0 | 6.272 | 6.284 | 6.274 | 6.284 |  | +0.284 | **ok** |
| 8.0 | 8.124 | 8.279 | 8.270 | 8.279 |  | +0.279 | **ok** |
| 10 | 10.136 | 10.246 | 10.205 | 10.246 |  | +0.246 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20N  **分度值1.0N** | | 4.0 | 4.614 | 4.563 | 4.576 | 4.614 |  | +0.614 | **ok** |
| 8.0 | 8.572 | 8.627 | 8.662 | 8.662 |  | +0.662 | **ok** |
| 12.0 | 12.557 | 12.455 | 12.563 | 12.563 |  | +0.563 | **ok** |
| 16.0 | 16.518 | 16.522 | 16.504 | 16.522 |  | +0.522 | **ok** |
| 20.0 | 20.344 | 20.195 | 20.344 | 20.344 |  | +0.344 | **ok** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **压头伸出量设置** | | **0.5mm** | **实测伸出量** | **0.496mm** | **试验力测量时的移动长度** | | **0.495mm** | |  |

1. 对于试验力刻线要求的问题
2. 由于硬度计测头在进行划线移动测试的过程中，其上行缩进移动的量较小，最大不超过1.0mm，因此刻线的粗细对弹簧压缩块对线有绝对的影响。刻线过粗对线时，将相当于弹簧压缩位置的难以统一，偏差的分散性较大，获得的是非使用状态下的真值。
3. 刻线粗细间接影响分度值，相当于格宽度不一致。在同等宽度时，刻线越细，其分度值越可靠准确。
4. 分度刻线状态直接影响弹簧试验力的大小。刻线粗细使压块对线时的位置不同，改变弹簧试验力的大小。
5. 对于弹簧试验力格值及格宽要求的问题
   1. 在正文中规定了，格值为不大于该测量范围最大值的从目前收集的所有产品上获得数据，均能达到要求。
   2. 格值的设置直接影响产品准确性。在较小力值范围测量上，小到恰当的分度格值是非常必要的，否则，产品的准确性无从谈起。
   3. 正文中格值的格宽也做了要求，为不小于刻线宽度的5倍。即刻线宽不大于格值宽的。格值越宽，越有利提高产品采集数据的准确性，因此、对格值宽的要求是有必要的。
6. 关于“划笔硬度计”的校准方法问题
   1. 校准与实际使用状态保持一致性原则，真实反映被测物的状态，使的获取的数据具有实际意义。正文的校准方法制定充分地考虑“划笔硬度计”的实际使用状态，数据尽可能接近硬度计的原始程度。
   2. 依据胡克定律公式f=a+kl设计的硬度计，从公式中 、可以知道弹簧试验力大小与弹簧压缩的位移有关。划笔测试压头的移动，直接影响弹簧试验力的大小，因此，在正文中的校准方法是通过监测主轴最大位移量时，获取测量点的弹簧试验力。结构图
   3. 弹簧移动压块重量、主轴重量及压头重量影响弹簧试验力的大小。虽然这三部分的重量对弹簧试验力有绝对性的影响，但它都复合成最终的力上，因此没有必要对它们进行各自单独的要求。只需对最终结果的把握，足以满足需求。
   4. “划笔硬度计”的弹簧试验力在压缩微小的量进行，并达到最大值。下列表格，以某品牌最小测量段3N的0.5N测量点时的数据进行比较，主轴在压缩不同位置所获得的实际数据。当主轴在压缩至设定0.5mm位置时，达到最大。该测量点，平均每增加0.1mm弹簧试验力增加0.016N，此值大于该测量段0.1N分度值的，并随试验力的增加而加大。

主轴移动设置0.5mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **主轴移动长度mm** | **实测值 1** | **2** | **3** | **最大偏差数值N** | **标称值N** | **最大偏差N** |  |
| 0.3 | 0.657 | 0.658 | 0.657 | 0.658 | 0.5 | +0.158 |  |
| 0.4 | 0.681 | 0.688 | 0.678 | 0.688 | 0.5 | +0.188 |  |
| 0.5 | 0.701 | 0.684 | 0.705 | 0.705 | 0.5 | +0.205 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 对于“划笔硬度计”表述形式的问题

由于“划笔硬度计”尚属于较新的计量检测器具，其表示形式并没有统一的、准确的、有效的方法。因此、按照已有的硬度传统表示形式，在参照金属布氏硬度的形式下，我们给出了校直观明确可行的表示方式；

如8.5HP0.5b、8.5HP16w、8.5HP10s，其中：8.5表示试验力为8.5N；HP表示划笔硬度计； 0.5b、16w、10s分别表示为，直径0.5mm球型压头、直径16mm轮型压头、直径10mm铲型压头。

十一. 测量结果不确定的问题

“划笔硬度计”测量结果的不确定的，如橡胶硬度计、砂模硬度计、果品硬度计一样，主要由压头几何尺寸及弹簧试验力两部分。正文要求校准报告至少给出弹簧试验力部分测量结果的不确定的，是试验力是最主要的指标。

1. 压头几何尺寸部分

在该“划笔硬度计”压头几何尺寸的测量结果不确定中，主要是由使用的标准设备引入的。

1. 弹簧试验力部分

测量中，主要由使用标准设备引入和检测位置把握时重复性的引入。

十二. 其它要求问题

对于正文中的其它要求，按照校准规范的通用形式进行，此处不再进行必须的解析。

总结

“划笔硬度计”属于校新型的计量检测器具，仍存在着发展的过程中，因此、其校准方法的编制将不可能一劳永逸一步到位的。随著该产品的不断发展、改进、完善，也将不断推进测量方法的递进，这是毕然的。对于新计量器具的检查方法制定、推进，也是对于该产品的发展非常有利、有意义的、必要的工作。并在此、对参与此项工作和给与此项工作支持的所有部门、个人，表示由衷的感谢。

“划笔硬度计”校准方法起草小组

2024/06/01