

使用说明书

PHB-3000型

# 液压式布氏硬度计



沈阳天星试验仪器股份有限公司

[www.tianxing.com.cn](http://www.tianxing.com.cn)

# 目 录

1. 概述	1
2. 特点	1
3. 主要技术参数	2
4. 原理与结构	2
5. 测试操作	4
5.1 操作准备	4
5.2 测试操作	5
6. 主要部件说明	5
6.1 压头	5
6.2 压力表	6
6.3 加力杆	6
6.4 泄压阀	6
6.5 控制阀	7
6.6 油缸	7
6.7 测头支架	7
7. 标准配置	9
8. 选购件	9
附录1: 维修手册	10
表1: 布氏硬度表	17
表2: 布氏硬度计的测试精度	25
表3: 布氏硬度试验条件	25
表4: 布氏硬度计试验条件的选择	25
表5: 布氏硬度与抗拉强度换算	26

## 1. 概述

PHB-3000型液压式布氏硬度计是一种与美国King布氏硬度计原理相同的便携式仪器。这种仪器是世界上唯一的采用3000kg试验力，10mm球标准布氏试验条件的便携式硬度计。仪器压痕面积大，能反映较大范围内金属各组成相综合影响的平均硬度，不受个别组成相和局部不均匀的影响，非常适于测试组织不均匀或晶粒粗大的金属材料。仪器测试结果真实、准确、重现性好，与抗拉强度值具有非常好的对应关系，是最好的可以在生产现场使用的力学性能检测仪器。仪器试验条件和精度符合关于布氏硬度试验的国内外标准GB/T231.1、ISO6506、ASTM E10的规定，可用于检测铸件、锻件、大多数有色金属、供应状态的钢材以及经过调质热处理的半成品钢铁零件。

## 2. 特点

### 2.1 现场测试，不用取样。

仪器可以在车间现场使用，操作简单，携带方便，可测试大型的、组装的、不便移动及不可切割的各种材质、各种尺寸、各种形状的工件，可以在任意方向上测试，包括上部、下部、侧面，即使倒置测试也能得到准确结果。

### 2.2 永久压痕，便于复检。

仪器采用3000kg力、10mm球，测试后留下的永久性压痕可以在任何时间重复检验，并且压痕的存在表明此工件已做过硬度检测。

### 2.3 真实准确，结果可靠。

仪器按照真实的布氏硬度试验原理测试，与台式机原理相同，并非其他便携式仪器（例如里氏硬度计）得到的是失真较大的换算值。试验力校准精度是额定载荷的 $\pm 1\%$ ，硬度测试精度与台式机相同。

### 2.4 试验条件可选，测试范围宽。

仪器可采用多种试验力，选择多种球压头，可测试范围非常广泛的各种常见金属，测试范围可达到16~650HBW。

## 2.5 技术先进，性价比高。

仪器零件加工质量与装配质量明显优于King布氏硬度计，改善了King布氏硬度计长期存在的液压系统漏油和齿轮升降系统易卡住的问题，性价比优于King布氏硬度计。

## 3. 主要技术参数

试验力：	3000kg（可选500kg、750kg、1000kg、1500kg）
压头：	10mm硬质合金球（可选5mm球）
测量范围：	16~650HBW
测试高度：	350mm
喉深：	100mm
示值误差：	符合GB/T231.2
示值重复性：	符合GB/T231.2
重量：	13.8kg

## 4. 原理与结构

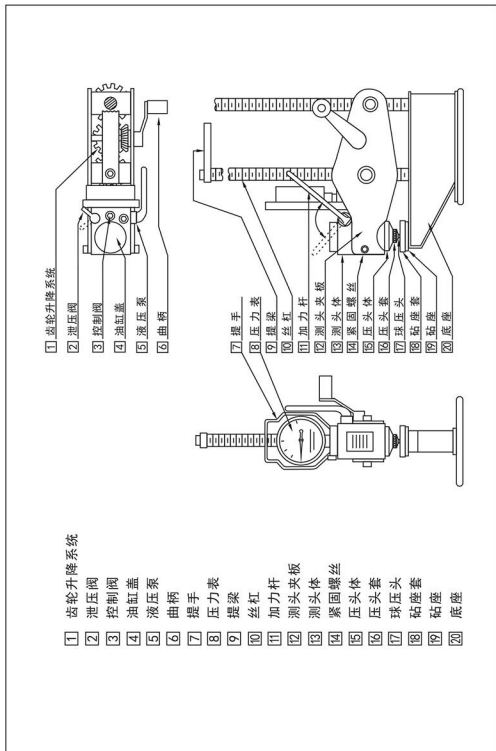
液压式布氏硬度计采用液压原理。测头是仪器的核心部件，它是一个小型液压系统，操作者可以通过操作加力杆驱动液压泵产生最高3000kg的试验力。液压系统中有一个控制阀，用于控制试验力，这个控制阀被精确地校正到3000kg，每当压力达到3000kg时，控制阀会瞬间打开并关闭，压力会回落。按照规定，继续加压，让压力表指针共3~4次达到3000kg数值，以此来等效于布氏硬度试验方法中关于试验力保持10~15秒钟的规定。美国标准 ASTM E110规定了这种基于液压原理的便携式布氏硬度试验方法。

仪器结构如图1所示。

仪器由测头支架和测头组成。

测头支架由底座、砧座、砧座套、丝杠、曲柄、齿轮升降系统和测头夹板等组成，安装有砧座的底座采用了向前方探出的结构，这样便于夹住工件并易于测试管类。测头安装在两个测头夹板中间，丝杠为仪器和3000kg试验力提供

图1 仪器结构图



支撑。齿轮升降系统在曲柄控制下可沿丝杠上下移动，实现测头的升高和下降。

测头由测头体、压力表、液压泵、压头体、球压头、油缸、泄压阀、控制阀等组成。

测头是一个小型液压系统，操作者通过加力杆驱动液压泵，给一个小活塞施加一个小的力，在大活塞（压头体）上就会产生一个巨大的力，压力表用于指示试验力的大小，球压头用于加力给被测工件并在工件上压出标准的布氏硬度压痕，油缸用于存储液压油，泄压阀用于控制压头上试验力的保持和释放，控制阀用于精确控制3000kg的最高试验力并防止试验力超载。

测头被安装到测头支架上，齿轮升降系统可以让测头平稳的升高或降低，使测头可以压紧被测工件。

## 5. 操作

### 5.1 操作准备

#### 5.1.1 准备工件

测试前应选好工件的测试部位，测试部位的选择，应使仪器夹紧工件后，工件的待测表面垂直于压头体轴线。应除掉测试点附近的锈及污物，如果工件表面存在氧化皮、硬化层及脱碳层等，应对工件表面进行适当打磨，直到露出可以代表工件本体硬度的部分为止。工件表面应打磨光滑，不光滑的表面会使测量的重复性误差加大。高质量的充电式角磨机可以在天星公司买到。

#### 5.1.2 校验仪器

仪器的测试精度在出厂前已经检验核实。随机附有检验报告。由于误操作、货运中发生意外或长久使用，仪器的测量结果可能会不准确。为保证仪器精度，在每次使用仪器前，应使用仪器附带的标准硬度块检验仪器的准确性。按照规定，测试钢铁工件的加力次数是3~4次。测试较硬材料时加力次数取3，测试较软材料时加力次数取4。测试标准硬度块时应确定加力几次最准确，这个加力次数可作为此后检测硬度相近工件时的参考。

### 5.1.3 选择并安装砧座

仪器标准配置中有三个砧座，应根据不同的测试工件选择合适的砧座。

平砧座适于测试有两个平行面的工件，也可用于测试硬度块。V型砧座用于测试圆柱型或凸面工件。球面砧座用于测试管材。砧座的正确选择可以减少试验力的错误加载，确保测试的可靠性和准确性。

### 5.1.4 检查压头

测试前应检查压头，保证压头套是旋紧的，否则可能会损坏压头或丢失硬质合金球。

### 5.1.5 操作准备

安装加力杆，打开泄压阀，将测头升起足够高度，取下砧座套。

## 5.2 测试操作

将待测工件置于仪器开口内，摇动曲柄，使测头向下移动，将工件夹紧在压头与砧座之间。继续大力摇动曲柄，将压头顶回去，恢复压头体的回缩状态。关闭泄压阀，扳动加力杆，向工件施加试验力。观察压力表，可以看到压力表指针开始移向3000kg刻度线。继续扳动加力杆，当指针达到3000kg时，控制阀动作，压力会下降，再继续扳动加力杆2~3次，让压力表指针在3000kg处跳动2~3次（共达到3000kg力3~4次），此时加力结束。打开泄压阀，升高测头，将仪器从工件上移开，压头会在工件表面压出一个标准的布氏压痕。用常规方法读取压痕直径，查表，就可得到准确的布氏硬度值。

如果暂时不再需要测试，为了保证仪器安全，应做如下操作：

- ① 安上砧座套。
- ② 落下测头，让压头压紧在砧座套上。
- ③ 摘掉加力杆。

## 6. 主要部件说明

### 6.1 压头

压头由压头体、球压头和压头套组成。

压头体是液压系统中用于获得试验力的大活塞，它通过自身较大的面积从液压系统中获得巨大试验力，该试验力施加于球压头，使球压头在工件上压出压痕。

每次加力前应操作曲柄，将压头体顶回去，并且顶到底。

本仪器的球压头采用硬质合金球，符合最新的布氏硬度试验标准。本仪器使用的硬质合金球具有极高的尺寸精度，非常硬，非常耐磨，寿命超长。尽管如此，仍然应注意，不可测试硬度超过60HRC的淬火钢，否则球可能会损坏。备用的硬质合金球可以在天星公司买到。

压头套用于固定球压头，每次测试前应确定压头套是紧固的。

## 6.2 压力表

压力表用于指示试验力，可以让操作者直观地看到试验力的上升和下降的过程。压力表的作用仅限于指示试验力，3000kg试验力的控制并不依赖于压力表。

但是当选取的试验力小于3000kg时，测试精度就依赖于压力表的精确指示和操作者的细心操作。

应避免使压力表受到冲撞，拆卸压力表是不允许的。

## 6.3 加力杆

加力杆的作用是控制液压系统使其产生试验力。

加力杆的往复动作会驱动液压泵的小活塞向液压缸内施压，这一压力通过液压油传递到大活塞(压头体)上，使压头体受到巨大压力，压头体会产生位移并输出试验力。

仪器测试时应让测头抵到工件上，然后再操作加力杆。

## 6.4 泄压阀

泄压阀是液压系统的压力开关，打开泄压阀，液压缸中的油压会被泄掉，关闭泄压阀，液压缸就会处于封闭状态，这时操作加力杆，液压缸就会向压头施加压力使其产生位移。因此，应该做到如下几点：

- ①. 平时机器不使用时，泄压阀应置于开状态。
- ②. 只有在落下测头，压头已压紧到工件上，在开始操作加力杆之前才可关闭泄压阀。



后才可关闭泄压阀。

③ 完成测试后，应马上打开泄压阀，升起测头，移开仪器。

## 6.5 控制阀

控制阀是液压系统的压力自动控制开关，仪器出厂前，控制阀的工作点被精确地校正到3000kg位置。当液压缸中的压力达到满刻度值3000kg时，控制阀瞬间打开并马上关闭，这时液压缸内压力会下降。再次加压，当压力达到3000kg时，控制阀再次动作，压力再次下降，如此3~4次，就可完成一次布氏硬度测试。

控制阀在仪器出厂前就已被精确地校正好，操作者不可随意旋动控制阀螺丝，否则，仪器会失准。

## 6.6 油缸

油缸由油缸盖、油囊锁紧螺母、油囊和储油缸组成。

压头体在试验力或曲柄的作用下发生伸出或缩回动作时，油缸内的油量会发生变化，这一油量变化由油囊的压缩或释放调节，这样就可以保证油缸内既不会产生空腔或负压，也不会让液压油溢出。

在仪器使用过程中，液压油会有微量泄漏，本仪器在压头密封方面做了改进，液压油的泄漏没有同类产品那么快，但是仍然无法完全避免。仪器使用久了，由于油缸中油量减少，在施压时压头的位移量可能不足以在工件上压出标准的布氏压痕，具体表现为无论加力杆怎样动作都无法使试验力达到满度值3000kg。

发生上述情况就应该补充或更换液压油。

液压油的更换一般应在仪器制造厂完成，也可以送到经销商处由经制造厂授权并培训的技术人员完成。有条件的使用单位也可以尝试自己完成，但是应与制造厂取得联系，获取制造厂的指导。更换液压油的操作比较复杂，稍有不慎就会出错，仪器就必须返回制造厂维修。

## 6.7 测头支架

测头支架由底座、丝杠、齿轮升降系统及测头夹板等组成。

底座的形状是向前方探出的，这一设计可以方便测试工件的边沿和测试钢管。除少数特别笨重的工件外，仪器可以测试大多数工件，只要工件的一部分

可夹在仪器的压头与砧座之间，并且使工件的测试面垂直于压头体轴线，即使将仪器上下颠倒也可以进行精确测试。

由高级合金钢制造的精密丝杠具有较高的强度，为测试提供可靠的支撑，在高达3000kg试验力的作用下保证不变形，不弯曲。

高度精密的齿轮升降系统由曲柄、大螺母、齿轮座和若干个加工精密的齿轮组成，摇动曲柄，可通过齿轮组合控制大螺母沿丝杠上下移动，控制测头的提升或落下。齿轮升降系统的零件加工精密，经过精确的装调，齿轮之间及齿轮、大螺母与丝杠间具有最佳的配合，可快速、轻便、灵活的上下移动测头，不像其他同类仪器那样操作费力，容易卡住。

测头夹板用于固定测头。

**7. 标准配置**

主机	1台
加力杆	1个
高值标准布氏硬度块	1块
低值标准布氏硬度块	1块
平砧座	1个
V型砧座	1个
球面砧座	1个
20倍带灯读数显微镜	1个
备用硬质合金球	2个
小型内六角扳手	2个
产品质保书	

**8. 选配件**

标准布氏硬度块（高值）
标准布氏硬度块（低值）
10mm硬质合金球
5mm硬质合金球
压头套
V型砧座
平砧座
球面砧座
砧座套
20倍带灯读数显微镜
充电式角磨机
布氏硬度自动读痕仪

**维修用配件及工具**

液压油（两次用量）
注射器（用于加注液压油）
油囊
油囊螺母
油缸盖
加力杆
液压泵O型环
液压泵铜轴套
控制阀铜垫
油囊螺母扳手
控制阀盖扳手
泄压阀扳手
液压泵铜套扳手

## 附录1

## 维修手册

仪器经过长期使用，有些零件可能会磨损，可能会出现密封件漏油、加力困难、测值不准、压头回缩复位困难、球压头变形或磨损、机架松动摇摆、压力表失准等故障。发生上述问题时都应对仪器进行维修。

一部分维修工作应由仪器制造厂完成。发生故障时只要将仪器发运回天星公司即可。

另一部分维修工作可由经销商完成。对于本仪器的主要经销商，制造厂会对其技术人员进行适当的培训，使其能够较熟练地完成仪器的校准、换油和部分维修工作。使用单位可以就近到这些经销商处维修仪器。

还有一部分维修工作可以由使用单位自行完成。由于时间、地域及运输方面的限制，一些单位不便于将仪器送到制造厂或经销商处维修，如果使用单位确有合适的技术人员可以完成仪器的维修工作，也可以由使用单位按照本维修手册的指导，完成诸如换油、排气、更换密封件等维修工作。维修中遇到困难时可与制造厂电话联系，寻求支持和指导。维修中需要用到的液压油、零件及专用工具，可以在天星公司买到。

维修时原来的O型环、密封环、铜密封圈等密封件及油囊、液压油等不可重复使用，应重新更换，重复使用上述旧零件或材料会影响仪器性能。

仪器的常见故障及处理方法如下：

### 1. 加力困难

当仪器加力困难，不能加力到3000kg时，可能的原因及处理办法如下：

#### 1.1 压头体未复位

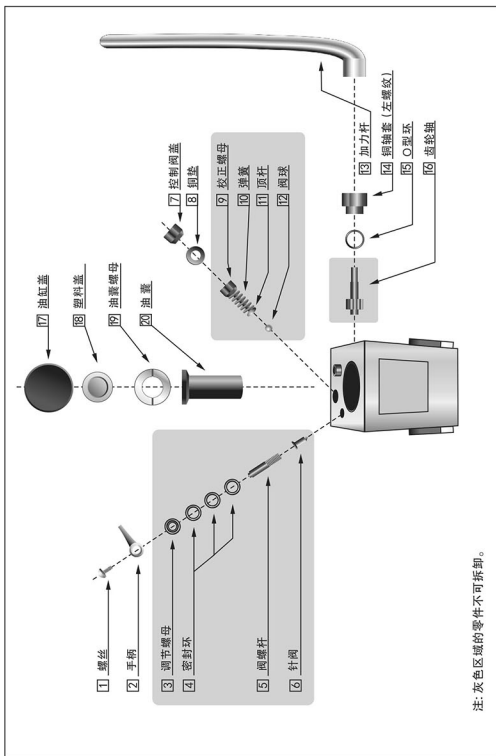
每次测量前应使压头抵到被测工件上，大力摇动曲柄，将压头体推回到初始的回缩状态。如果没有执行上述操作，压头会伸出过长，操作加力杆加力时，压头的位移量就不足以给被测件加力到3000kg。

解决的办法是：打开泄压阀，操作曲柄，将压头体顶回到初始的回缩状态。

#### 1.2 油量不足

仪器用久了，液压油会有损耗，剩余的液压油不足以使压头产生足够的位

图2 测头示意图



移，给被测工件加力到3000kg。

发生油量不足时应做如下处理：

### 1.2.1 检查液压泵

卸下加力杆，查看铜轴套附近是否有油渗出，如果有油渗出，说明铜轴套内的O型密封环发生磨损，应更换O型密封环和铜密封圈。操作办法如下：将仪器侧立起来，由一个人扶持，使仪器液压泵的部位朝上，在拆卸泵的过程中应避免泵内的油流出来。

用专用扳手卸下铜轴套（铜轴套的螺纹为左旋螺纹，卸下铜轴套时应顺时针旋转），在铜轴套内可看到一个O型密封环，该密封环如发生磨损，就会在铜轴套周围有油渗出。向液压泵内注满油，更换新的O型环和铜密封圈，安装好后旋紧铜轴套，这时应有液压油在铜轴套周围溢出，用软布和清洁剂擦净液压测头。

液压泵部位除了更换O型环和铜密封圈外，其他零件不可再进行拆卸。

### 1.2.2 更换液压油

仪器长期使用后其液压油中会有很多污物，对仪器使用非常有害，因此建议油量不足时，应更换全部的液压油。

使用正确型号和粘度的液压油很重要。可以在当地采购美孚石油公司的SAE50型（在华氏100度时，赛氏粘度为965秒）液压油。备用的液压油和换油所需的专用工具可以在天星公司购买。

换油的操作顺序十分重要，并且有一点复杂，不管是否理解，应严格按照操作说明规定的步骤操作，如有不慎，仪器将无法正常工作。

换油操作步骤如下：

- 关闭泄压阀，扳动加力杆，尽量将压头体压出最多。
- 旋下油缸盖，用专用扳手卸下油囊螺母，取出油囊。
- 打开泄压阀，摇动曲柄将压头体推回到回缩位置。
- 关闭泄压阀。
- 卸下测头夹板上固定测头得螺丝。
- 取下测头，倒掉油缸中的旧油，重新将仪器安装到支架上。
- 向油缸内注满新油，使油液面高出油缸内的台阶，接近螺纹部分的上

边缘，操作加力杆，将压头体缓缓压出，操作中应保证油液面的高度不低于油缸内的台阶，可边压出压头体，边补充液压油，直到压力表指针接近3000kg，打开泄压阀释放压力，关闭泄压阀，再次加力至3000kg，打开泄压阀。重复上述操作，这个过程中会有气泡从油缸中溢出，油缸内的油会逐渐变脏（用户可视油脏的程度决定是否再换一次油）。继续重复上述操作，直到没有气泡溢出为止。

- h. 打开泄压阀，将压头体推回到回缩位置。
- i. 关闭泄压阀，操作加力杆，将压头体缓缓压出，此时油的液面会逐渐降低。操作中应边压出压头体，边用注射器向油缸内补油，保证油液面的高度基本不变，直到压头体被压出约10mm为止。
- j. 用注射器抽出油缸中大约1/3的油。
- k. 缓缓放入油囊，这时油的液面会逐渐升高，为了不使太多的油流到液压测头外。应边放入油囊边用注射器抽出多余的油，直到油囊落到底。快速旋入并旋紧油囊螺母，擦净流入油囊内的油，盖上并旋紧油缸盖，用软布和清洁剂将测头及仪器其他部位的残油擦拭干净。
- l. 打开泄压阀。  
换油操作结束。

### 1.2.3 检查测头体

液压油更换后如在短期内又发生因油量不足而造成的加力困难，这时应怀疑测头体上的X型密封环发生了磨损，应检查压头体，看看是否有油渗出，如有油渗出应更换X型密封环。X型密封环是不能由用户更换的，此时应联系制造厂，将仪器寄回厂里维修。

### 1.3 液压系统进气

液压系统中进入空气后也会发生不能加力到3000kg的情况。液压系统中进入空气主要有两个原因，第一个原因是完成一次测试后没有及时将压头体推回到回缩位置就进行下一次测试，导致压头体伸出过长，液压系统中产生负压，吸入空气。第二个原因是在换油过程中操作不当使液压系统中混入空气。在油缸缸体内侧，油缸台阶下方大约3mm处的槽内有2个油孔，在向油缸内注入新油后，在压出压头体及放入油囊过程中，如果油的液面过低，油孔露出来就会进

入空气。

当怀疑液压系统中进气时，可执行以下的排气操作：

摇动曲柄，将压头体推回到回缩状态，在砧座上放上一块废铁块。关闭泄压阀，加压到3000kg，打开泄压阀。

重复上述加压操作10次以上。

将测头从支架上取下来。在测头底部找到排气孔，旋下排气孔螺丝，用注射器向孔内注满油，安上并旋紧螺丝。

将测头重新安装到支架上，执行加压、泄压操作2~3次。

## 2. 仪器失准

仪器用久了可能会发生失准，表现为在测试标准布氏硬度块时误差超过国家标准规定的允许范围，见表2。

造成仪器失准的原因及解决的对策如下：

### 2.1 加力次数不对

为了等效于台式布氏硬度计3000kg力，10mm球，保荷10~15秒钟的试验条件，本仪器按照标准规定要重复加力到3000kg共3~4次。如果仪器有小量超差，可适当增减1次加力，这样可使仪器的测量值更准确。

### 2.2 硬度块过期

标准硬度块出厂前都已经过检定，硬度值标示在硬度块的正面或侧面，检定日期写在检定报告上。硬度块的有效期为1年，1年后硬度块的硬度值需重新检定，超过有效期的硬度块硬度值可能会超差，用它检验仪器时，可能会不准确。

新的硬度块可以在天星公司买到。

### 2.3 球变形或磨损

本仪器配备的硬质合金球具有很高的尺寸精度、硬度和耐磨性，但是在长期使用、误操作或经常测试较硬的工件后，仍然难免会发生变形或磨损。

当发生仪器失准时，在排除了硬度块的原因后，可将球取下，转动一下球，让球的测试面换一个新位置，然后重新安装到压头体上，将压头套旋紧。



如果不能通过上述方式解决压头球变形和磨损造成的失准问题，则需要更换新的球。可以联系天星公司，购买新的球。

## 2.4 试验力失准

造成仪器失准的另一个可能的原因是3000kg试验力发生了改变。

3000kg试验力在仪器出厂前就已经做了精确校正，其误差小于 $\pm 1\% \times 3000\text{kg}$ 。

精确的试验力校正需要高精度的测力仪，使用者一般不具备这个条件。因此，试验力校正应由仪器制造厂或有资质的计量部门执行。当不便于将仪器寄回制造厂，并且不能找到合适的计量部门时，如果怀疑仪器试验力失准，使用者可尝试在制造厂的指导下对试验力做粗略校正。

3000kg试验力的校正是由控制阀控制的，当需要重新校正3000kg力时，应首先操作加力杆，使压头体露出约10mm，然后用内六角扳手卸下控制阀盖，取下位于阀盖下边的铜密封圈，在控制阀孔内能看到液压油，油下边是校正螺丝，应标注好初始位置以免过度偏离，用“一字槽”螺丝刀轻轻地转动校正螺丝（只要动了即可）。当测得的硬度值偏高时，校正螺丝应顺时针方向转动，当测得的硬度值偏低时，校正螺丝应逆时针方向转动。这里要注意，动作一定要小，否则可能会过度偏离原来的校正点，存在试验力超过安全限度，损坏仪器的风险。

调整控制阀校正螺丝后，应在硬度块上检查仪器，如还有超差，可多次重复上述操作，直到调准为止。

控制阀螺丝只能做微小调整，不可以做大幅度调整，更不能拆卸，否则仪器的试验力可能会大幅度偏离规定值，无法使用。

如仪器超差较多无法自行解决，请与制造厂天星公司联系。

## 3. 泄压阀漏油

在仪器的泄压阀内有三个V型橡胶密封圈，用于起密封作用。仪器用久了密封圈会发生磨损，密封效果会减弱，会有少量液压油渗出。在仪器使用中应时常关注泄压阀，看泄压阀手柄下部是否有液压油渗出。当发现有油渗出时，应做如下处理：

首先操作加力杆，使压头体露出为最多，然后用内六角扳手卸下泄压阀手

柄上的螺丝，取下手柄，下面有一个压紧螺母，用泄压阀专用扳手紧固这个螺母，顺时针旋紧1/16~1/8圈即可。重新安装上泄压阀手柄，用螺丝紧固好。

泄压阀的维修仅限于上述操作，泄压阀螺母是不可以由用户卸开的。

### **重要提示：**

可以由用户方面执行的维修与保养仅限于本维修手册所列内容。

任何超出本维修手册内容的维修和对仪器的拆卸都是不允许的。图2所示灰色区域的零件是不允许拆卸的。如果造成仪器损坏，用户方面可能要付出更多的维修费用，某些重要零件或整台仪器可能会面临报废。

## 附录2

### **包装与运输**

PHB-3000型硬度计是一种纯机械的精密仪器，任何包装、运输中的不慎都会造成仪器的损坏。

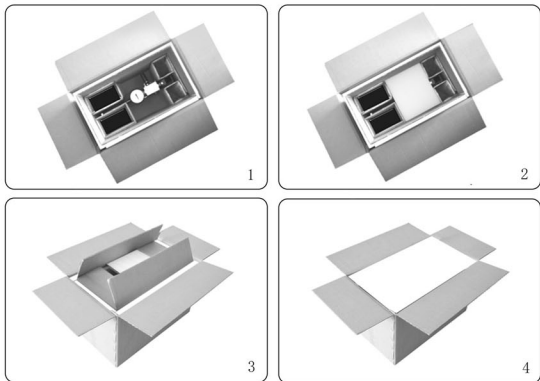
当买方收到本仪器时应查看仪器外包装是否有破损，如果破损，应与货运公司交涉。

天星公司对本仪器的包装是足够安全的。仪器的包装物是专用的，是不可替代的。买方收到仪器后应对仪器包装物做妥善保存，留待将来维修时使用。

任何未用原包装发运回天星公司的仪器不享有保修待遇，并且买方应为运输中的任何损失负责。

仪器原包装及包装顺序如图3所示，仪器重新包装时应参考此图。

图3 仪器原包装外观图



## 附录3

## 保修条款

1. 天星硬度计的保修期为出厂后12个月内（以发票日期为准）。
2. 用户发现仪器出现故障时应立刻以书面或正式表单的形式详细描述故障现象，通知天星硬度计的代理商或天星售后服务部。
3. 如果报告所描述的产品问题属实并且产品在保修期内，天星公司将免费对产品进行维修或更换，买方不承担任何费用。问题仪器或配件应发运回天星公司或授权代理商处。如需要安排航空或特快专递，运费应由买方承担。
4. 下列情况不在保修范围内：  
任何违反说明书中关于包装、运输、使用、维修、拆卸等条款的操作及由未得到授权的买方或第三方进行的违规操作、自然损耗、操作疏忽、化学物质侵蚀，以及不可抗力造成的损坏都不在保修范围内。
5. 天星公司及其代理商提供服务后产生的费用需交到天星公司或代理商处。

表1: 布氏硬度表

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
2.40	1.200	653	327	218	109
2.41	1.205	648	324	216	108
2.42	1.210	643	321	214	107
2.23	1.215	637	319	212	106
2.44	1.220	632	316	211	105
2.45	1.225	627	313	209	104
2.46	1.230	621	311	207	104
2.47	1.235	616	308	205	103
2.48	1.240	611	306	204	102
2.49	1.245	606	303	202	101
2.50	1.250	601	301	200	100
2.51	1.255	597	298	199	99.4
2.52	1.260	592	296	197	98.6
2.53	1.265	587	294	196	97.8
2.54	1.270	582	291	194	97.1
2.55	1.275	578	289	193	96.3
2.56	1.280	573	287	191	95.5
2.57	1.285	569	284	190	94.8
2.58	1.290	564	282	188	94.0
2.59	1.295	560	280	187	93.3
2.60	1.300	555	278	185	92.6
2.61	1.305	551	276	184	91.8
2.62	1.310	547	273	182	91.1
2.63	1.315	543	271	181	90.4
2.64	1.320	538	269	179	89.7
2.65	1.325	534	267	178	89.0
2.66	1.330	530	265	177	88.4
2.67	1.335	526	263	175	87.7
2.68	1.340	522	261	174	87.0
2.69	1.345	518	259	173	86.4
2.70	1.350	514	257	171	85.7
2.71	1.355	510	255	170	85.1
2.72	1.360	507	253	169	84.4
2.73	1.365	503	251	168	83.8
2.74	1.370	499	250	166	83.2
2.75	1.375	495	248	165	82.6
2.76	1.380	492	246	164	81.9
2.77	1.385	488	244	163	81.3
2.78	1.390	485	242	162	80.8
2.79	1.395	481	240	160	80.2
2.80	1.400	477	239	159	79.6
2.81	1.405	474	237	158	79.0
2.82	1.410	471	235	157	78.4
2.83	1.415	467	234	156	77.9
2.84	1.420	464	232	155	77.3

球直径 D/mm		0.102x $F/D^2$ 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
2.85	1.425	461	230	154	76.8
2.86	1.430	457	229	152	76.2
2.87	1.435	454	227	151	75.7
2.88	1.440	451	225	150	75.1
2.89	1.445	448	224	149	74.6
2.90	1.450	444	222	148	74.1
2.91	1.455	441	221	147	73.6
2.92	1.460	438	219	146	73.0
2.93	1.465	435	218	145	72.5
2.94	1.470	432	216	144	72.0
2.95	1.475	429	215	143	71.5
2.96	1.480	426	213	142	71.0
2.97	1.485	423	212	141	70.5
2.98	1.490	420	210	140	70.1
2.99	1.495	417	209	139	69.6
3.00	1.500	415	207	138	69.1
3.01	1.505	412	206	137	68.6
3.02	1.510	409	205	136	68.2
3.03	1.515	406	203	135	67.7
3.04	1.520	404	202	135	67.3
3.05	1.525	401	200	134	66.8
3.06	1.530	398	199	133	66.4
3.07	1.535	395	198	132	65.9
3.08	1.540	393	196	131	65.5
3.09	1.545	390	195	130	65.0
3.10	1.550	388	194	129	64.6
3.11	1.555	385	193	128	64.2
3.12	1.560	383	191	128	63.8
3.13	1.565	380	190	127	63.3
3.14	1.570	378	189	126	62.9
3.15	1.575	375	188	125	62.5
3.16	1.580	373	186	124	62.1
3.17	1.585	370	185	123	61.7
3.18	1.590	368	184	123	61.3
3.19	1.595	366	183	122	60.9
3.20	1.600	363	182	121	60.5
3.21	1.605	361	180	120	60.1
3.22	1.610	359	179	120	59.8
3.23	1.615	356	178	119	59.4
3.24	1.620	354	177	118	59.0
3.25	1.625	352	176	117	58.6
3.26	1.630	350	175	117	58.3
3.27	1.635	347	174	116	57.9
3.28	1.640	345	173	115	57.5
3.29	1.645	343	172	114	57.2

球直径 D/mm		0.102x $F/D^2$ 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
3.30	1.650	341	170	114	56.8
3.31	1.655	339	169	113	56.5
3.32	1.660	337	168	112	56.1
3.33	1.665	335	167	112	55.8
3.34	1.670	333	166	111	55.4
3.35	1.675	331	165	110	55.1
3.36	1.680	329	164	110	54.8
3.37	1.685	326	163	109	54.4
3.38	1.690	325	162	108	54.1
3.39	1.695	323	161	108	53.8
3.40	1.700	321	160	107	53.4
3.41	1.705	319	159	106	53.1
3.42	1.710	317	158	106	52.8
3.43	1.715	315	157	105	52.5
3.44	1.720	313	156	104	52.2
3.45	1.725	311	156	104	51.8
3.46	1.730	309	155	103	51.5
3.47	1.735	307	154	102	51.2
3.48	1.740	306	153	102	50.9
3.49	1.745	304	152	101	50.6
3.50	1.750	302	151	101	50.3
3.51	1.755	300	150	100	50.0
3.52	1.760	298	149	99.5	49.7
3.53	1.765	297	148	98.9	49.4
3.54	1.770	295	147	98.3	49.2
3.55	1.775	293	147	97.7	48.9
3.56	1.780	292	146	97.2	48.6
3.57	1.785	290	145	96.6	48.3
3.58	1.790	288	144	96.1	48.0
3.59	1.795	286	143	95.5	47.7
3.60	1.800	285	142	95.0	47.5
3.61	1.805	283	142	94.4	47.2
3.62	1.810	282	141	93.9	46.9
3.63	1.815	280	140	93.3	46.7
3.64	1.820	278	139	92.8	46.4
3.65	1.825	277	138	92.3	46.1
3.66	1.830	275	138	91.8	45.9
3.67	1.835	274	137	91.2	45.6
3.68	1.840	272	136	90.7	45.4
3.69	1.845	271	135	90.2	45.1
3.70	1.850	269	135	89.7	44.9
3.71	1.855	268	134	89.2	44.6
3.72	1.860	266	133	88.7	44.4
3.73	1.865	265	132	88.2	44.1
3.74	1.870	263	132	87.7	43.9

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
3.75	1.875	262	131	87.2	43.6
3.76	1.880	260	130	86.8	43.4
3.77	1.885	259	129	86.3	43.1
3.78	1.890	257	129	85.8	42.9
3.79	1.895	256	128	85.3	42.7
3.80	1.900	255	127	84.9	42.4
3.81	1.905	253	127	84.4	42.2
3.82	1.910	252	126	83.9	42.0
3.83	1.915	250	125	83.5	41.7
3.84	1.920	249	125	83.0	41.5
3.85	1.925	248	124	82.6	41.3
3.86	1.930	246	123	82.1	41.1
3.87	1.935	245	123	81.7	40.9
3.88	1.940	244	122	81.3	40.6
3.89	1.945	242	121	80.8	40.4
3.90	1.950	241	121	80.4	40.2
3.91	1.955	240	120	80.0	40.0
3.92	1.960	239	119	79.5	39.8
3.93	1.965	237	119	79.1	39.6
3.94	1.970	236	118	78.7	39.4
3.95	1.975	235	117	78.3	39.1
3.96	1.980	234	117	77.9	38.9
3.97	1.985	232	116	77.5	38.7
3.98	1.990	231	116	77.1	38.5
3.99	1.995	230	115	76.7	38.3
4.00	2.000	229	114	76.3	38.1
4.01	2.005	228	114	75.9	37.9
4.02	2.010	226	113	75.5	37.7
4.03	2.015	225	113	75.1	37.5
4.04	2.020	224	112	74.7	37.3
4.05	2.025	223	111	74.3	37.1
4.06	2.030	222	111	73.9	37.0
4.07	2.035	221	110	73.5	36.8
4.08	2.040	216	110	73.2	36.6
4.09	2.045	218	109	72.8	36.4
4.10	2.050	217	109	72.4	36.2
4.11	2.055	216	108	72.0	36.0
4.12	2.060	215	108	71.7	35.8
4.13	2.065	214	107	71.3	35.7
4.14	2.070	213	106	71.0	35.5
4.15	2.075	212	106	70.6	35.3
4.16	2.080	211	105	70.2	35.1
4.17	2.085	210	105	69.9	34.9
4.18	2.090	209	104	69.5	34.8
4.19	2.095	208	104	69.2	34.6

球直径 D/mm		0.102x $F/D^2$ 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
4.20	2.100	207	103	68.8	34.4
4.21	2.105	205	103	68.5	34.2
4.22	2.110	204	102	68.2	34.1
4.23	2.115	203	102	67.8	33.9
4.24	2.120	202	101	67.5	33.7
4.25	2.125	201	101	67.1	33.6
4.26	2.130	200	100	66.8	33.4
4.27	2.135	199	99.7	66.5	33.2
4.28	2.140	198	99.2	66.2	33.1
4.29	2.145	198	98.8	65.8	32.9
4.30	2.150	197	98.3	65.5	32.8
4.31	2.155	196	97.8	65.2	32.6
4.32	2.160	195	97.3	64.9	32.4
4.33	2.165	194	96.8	64.6	32.3
4.34	2.170	193	96.4	64.2	32.1
4.35	2.175	192	95.9	63.9	32.0
4.36	2.180	191	95.4	63.6	31.8
4.37	2.185	190	95.0	63.3	31.7
4.38	2.190	189	94.5	63.0	31.5
4.39	2.195	188	94.1	62.7	31.4
4.40	2.200	187	93.6	62.4	31.2
4.41	2.205	186	93.2	62.1	31.1
4.42	2.210	185	92.7	61.8	30.9
4.43	2.215	185	92.3	61.5	30.8
4.44	2.220	184	91.8	61.2	30.6
4.45	2.225	183	91.4	60.9	30.5
4.46	2.230	182	91.0	60.6	30.3
4.47	2.235	181	90.5	60.4	30.2
4.48	2.240	180	90.1	60.1	30.0
4.49	2.245	179	89.7	59.8	29.9
4.50	2.250	179	89.3	59.5	29.8
4.51	2.255	178	88.9	59.2	29.6
4.52	2.260	177	88.4	59.0	29.5
4.53	2.265	176	88.0	58.7	29.3
4.54	2.270	175	87.6	58.4	29.2
4.55	2.275	174	87.2	58.1	29.1
4.56	2.280	174	86.8	57.9	28.9
4.57	2.285	173	86.4	57.6	28.8
4.58	2.290	172	86.0	57.3	28.7
4.59	2.295	171	85.6	57.1	28.5
4.60	2.300	170	85.2	56.8	28.4
4.61	2.305	170	84.8	56.5	28.3
4.62	2.310	169	84.4	56.3	28.1
4.63	2.315	168	84.0	56.0	28.0
4.64	2.320	167	83.6	55.8	27.9



球直径 D/mm		0.102x F/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
4.65	2.325	167	83.3	55.5	27.8
4.66	2.330	166	82.9	55.3	27.6
4.67	2.335	165	82.5	55.0	27.5
4.68	2.340	164	82.1	54.8	27.4
4.69	2.345	164	81.8	54.5	27.3
4.70	2.350	163	81.4	54.3	27.1
4.71	2.355	162	81.0	54.0	27.0
4.72	2.360	161	80.7	53.8	26.9
4.73	2.365	161	80.3	53.5	26.8
4.74	2.370	160	79.9	53.3	26.6
4.75	2.375	159	79.6	53.0	26.5
4.76	2.380	158	79.2	52.8	26.4
4.77	2.385	158	78.9	52.6	26.3
4.78	2.390	157	78.5	52.3	26.2
4.79	2.395	156	78.2	52.1	26.1
4.80	2.400	156	77.8	51.9	25.9
4.81	2.405	155	77.5	51.6	25.8
4.82	2.410	154	77.1	51.4	25.7
4.83	2.415	154	76.8	51.2	25.6
4.84	2.420	153	76.4	51.0	25.5
4.85	2.425	152	76.1	50.7	25.4
4.86	2.430	152	75.8	50.5	25.3
4.87	2.435	151	75.4	50.3	25.1
4.88	2.440	150	75.1	50.1	25.0
4.89	2.445	150	74.8	49.8	24.9
4.90	2.450	149	74.4	49.6	24.8
4.91	2.455	148	74.1	49.4	24.7
4.92	2.460	148	73.8	49.2	24.6
4.93	2.465	147	73.5	49.0	24.5
4.94	2.470	146	73.2	48.8	24.4
4.95	2.475	146	72.8	48.6	24.3
4.96	2.480	145	72.5	48.3	24.2
4.97	2.485	144	72.2	48.1	24.1
4.98	2.490	144	71.9	47.9	24.0
4.99	2.495	143	71.6	47.7	23.9
5.00	2.500	143	71.3	47.5	23.8
5.01	2.505	142	71.0	47.3	23.7
5.02	2.510	141	70.7	47.1	23.6
5.03	2.515	141	70.4	46.9	23.5
5.04	2.520	140	70.1	46.7	23.4
5.05	2.525	140	69.8	46.5	23.3
5.06	2.530	139	69.5	46.3	23.2
5.07	2.535	138	69.2	46.1	23.1
5.08	2.540	138	68.9	45.9	23.0
5.09	2.545	137	68.6	45.7	22.9

球直径 D/mm		0.102×F/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
5.10	2.550	137	68.3	45.5	22.8
5.11	2.555	136	68.0	45.3	22.7
5.12	2.560	135	67.7	45.1	22.6
5.13	2.565	135	67.4	45.0	22.5
5.14	2.570	134	67.1	44.8	22.4
5.15	2.575	134	66.9	44.6	22.3
5.16	2.580	133	66.6	44.4	22.2
5.17	2.585	133	66.3	44.2	22.1
5.18	2.590	132	66.0	44.0	22.0
5.19	2.595	132	65.8	43.8	21.9
5.20	2.600	131	65.5	43.7	21.8
5.21	2.605	130	65.2	43.5	21.7
5.22	2.610	130	64.9	43.3	21.6
5.23	2.615	129	64.7	43.1	21.6
5.24	2.620	129	64.4	42.9	21.5
5.25	2.625	128	64.1	42.8	21.4
5.26	2.630	128	63.9	42.6	21.3
5.27	2.635	127	63.6	42.4	21.2
5.28	2.640	127	63.3	42.2	21.1
5.29	2.645	126	63.1	42.1	21.0
5.30	2.650	126	62.8	41.9	20.9
5.31	2.655	125	62.6	41.7	20.9
5.32	2.660	125	62.3	41.5	20.8
5.33	2.665	124	62.1	41.4	20.7
5.34	2.670	124	61.8	41.2	20.6
5.35	2.675	123	61.5	41.0	20.5
5.36	2.680	123	61.3	40.9	20.4
5.37	2.685	122	61.0	40.7	20.3
5.38	2.690	122	60.8	40.5	20.3
5.39	2.695	121	60.6	40.4	20.2
5.40	2.700	121	60.3	40.2	20.1
5.41	2.705	120	60.1	40.0	20.0
5.42	2.710	120	59.8	39.9	19.9
5.43	2.715	119	59.6	39.7	19.9
5.44	2.720	118	59.3	39.6	19.8
5.45	2.725	118	59.1	39.4	19.7
5.46	2.730	118	58.9	39.2	19.6
5.47	2.735	117	58.6	39.1	19.5
5.48	2.740	117	58.4	38.9	19.5
5.49	2.745	116	58.2	38.8	19.4
5.50	2.750	116	57.9	38.6	19.3
5.51	2.755	115	57.7	38.5	19.2
5.52	2.760	115	57.5	38.3	19.2
5.53	2.765	114	57.2	38.2	19.1
5.54	2.770	114	57.0	38.0	19.0

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
5.55	2.775	114	56.8	37.9	18.9
5.56	2.780	113	56.6	37.7	18.9
5.57	2.785	113	56.3	37.6	18.8
5.58	2.790	112	56.1	37.4	18.7
5.59	2.795	112	55.9	37.3	18.6
5.60	2.800	111	55.7	37.1	18.6
5.61	2.805	111	55.5	37.0	18.5
5.62	2.810	110	55.2	36.8	18.4
5.63	2.815	110	55.0	36.7	18.3
5.64	2.820	110	54.8	36.5	18.3
5.65	2.825	109	54.6	36.4	18.2
5.66	2.830	109	54.4	36.3	18.1
5.67	2.835	108	54.2	36.1	18.1
5.68	2.840	108	54.0	36.0	18.0
5.69	2.845	107	53.7	35.8	17.9
5.70	2.850	107	53.5	35.7	17.8
5.71	2.855	107	53.3	35.6	17.8
5.72	2.860	106	53.1	35.4	17.7
5.73	2.865	106	52.9	35.3	17.6
5.74	2.870	105	52.7	35.1	17.6
5.75	2.875	105	52.5	35.0	17.5
5.76	2.880	105	52.3	34.9	17.4
5.77	2.885	104	52.1	34.7	17.4
5.78	2.890	104	51.9	34.6	17.3
5.79	2.895	103	51.7	34.5	17.2
5.80	2.900	103	51.5	34.3	17.2
5.81	2.905	103	51.3	34.2	17.1
5.82	2.910	102	51.1	34.1	17.0
5.83	2.915	102	50.9	33.9	17.0
5.84	2.920	101	50.7	33.8	16.9
5.85	2.925	101	50.5	33.7	16.8
5.86	2.930	101	50.3	33.6	16.8
5.87	2.935	100	50.2	33.4	16.7
5.88	2.940	99.9	50.0	33.3	16.7
5.89	2.945	99.5	49.8	33.2	16.6
5.90	2.950	99.2	49.6	33.1	16.5
5.91	2.955	98.8	49.4	32.9	16.5
5.92	2.960	98.4	49.2	32.8	16.4
5.93	2.965	98.0	49.0	32.7	16.3
5.94	2.970	97.7	48.8	32.6	16.3
5.95	2.975	97.3	48.7	32.4	16.2
5.96	2.980	96.9	48.5	32.3	16.2
5.97	2.985	96.6	48.3	32.2	16.1
5.98	2.990	96.2	48.1	32.1	16.0
5.99	2.995	95.9	47.9	32.0	16.0
6.00	3.000	95.5	47.7	31.8	15.9

表2: 布氏硬度计的测试精度

标准硬度块硬度值 HBW	示值重复性的最大允许值 mm	示值误差的最大允许值 % (相对H)
≤125	0.030 $\bar{d}$	±3
125<HBW≤225	0.025 $\bar{d}$	±2.5
>225	0.020 $\bar{d}$	±2

式中“ $\bar{d}$ ”是测得的平均压痕直径

取自国家标准 GB/T231.1

表3: 布氏硬度试验条件

硬度符号	球直径D/mm	试验力F/kg	0.102F/D <sup>2</sup> 值
HBW 10/3000	10	3000	30
HBW 10/1500	10	1500	15
HBW 10/1000	10	1000	10
HBW 10/500	10	500	5
HBW 5/750	5	750	30
HBW 5/250	5	250	10
HBW 5/125	5	125	5

注: 硬度符号的含义: HBW10/3000表示: 采用直径10mm的硬质合金球压头, 采用3000kg试验力。

表4: 布氏硬度计试验条件的选择

材 料	硬度范围 (HBW)	球直径D/mm	试验力F/kg	0.102F/D <sup>2</sup> 值
钢		10 5	3000 750	30
铸铁	≥140 <140	10	3000 1000	30 10
青铜	>200	10	3000	30
黄铜、紫铜、铝合金	80-200	10	1000	10
紫铜、铝合金、铝	16-80	10	500	5

参考国家标准 GB/T231.1

表5: 布氏硬度与抗拉强度换算

材 料	布氏硬度值 (HBW)	抗拉强度 (MN/m <sup>2</sup> )
钢	>175	$\sigma_b \approx 0.363\text{HBW} \times 10$
	125-175	$\sigma_b \approx 0.343\text{HBW} \times 10$
冷加工后的黄铜、青铜		$\sigma_b \approx 0.40\text{HBW} \times 10$
退火黄铜、退火青铜		$\sigma_b \approx 0.55\text{HBW} \times 10$
铸铝合金		$\sigma_b \approx 0.26\text{HBW} \times 10$



## 沈阳天星试验仪器股份有限公司

地址：沈阳市浑南区文溯街17-1号

邮编：110168

电话：024-24200002（销售）

24200003（销售）

24223338（售后服务）

400-811-7722（技术咨询）

传真：024-24230008

网址：[www.tianxing.com.cn](http://www.tianxing.com.cn)

E-mail：[sales@tianxing.com.cn](mailto:sales@tianxing.com.cn)