

水平仪

仪器特点水平仪主要应用于检验各种机床及其它类型设备导轨的直线度和设备安装的水平位置，垂直位置。它也能应用于小角度的测量和带有 V 型槽的工作面，还可测量圆柱工件的安装平行度，以及安装的水平位置和垂直位置。

主要类型气泡水平仪

气泡水平仪系检验机器安装面或平板是否水平，及测知倾斜方向与角度大小的测量仪器，其外形系用高级钢料制造架座，经精密加工后，其架座底座必须平整，座面中央装有纵长圆曲形状的玻璃管，也有在左端附加横向小型水平玻璃管，管内充满醚或酒精，并留有一小气泡，它在管中永远位于最高点。玻璃筒上在气泡两端均有刻度分划。通常，工厂安装机器时，常用气泡水平仪的灵敏度为 0.01mm/m、0.02mm/m、0.04mm/m、0.05mm/m、0.1mm/m、0.3mm/m 和 0.4mm/m 等规格，即是将水平仪置于 1 m 长的直规或平板之上，当其中一端点有灵敏度指示大小的差异时，如灵敏度为 0.01 mm/m，即是表示直规或平板的两端点有 0.01 mm 的高低差异（相当于两端点相差 2 秒），当 1 m 长的有 h mm 高度差时，气泡会一个刻度的差异。气泡水平仪的原理是利用气泡在玻璃管内，气泡可经常保持在最高位置的特性

对于一定的倾斜角，而欲使气泡的移动量大（即所谓灵敏度良好），需增大圆弧半径 (R) 即可。若水平仪每刻度距离为 2 mm 和灵敏度为 0.01 mm/m 时，相当 1 m 的两端点相差 2 秒。即是气泡管半径为 206.185 公尺，装置在框架内，不同灵敏度即有不同半径，而与框架长短并无直接关系。

使用水平仪应先行检查，先将水平仪放在平板上，读取气泡的刻度大小，然后将水平仪反转置于同一位置，再读取其刻度大小，若读数相同，即表示水平仪底座与气泡管相互间的关系是正确的。否则，需用微调螺丝调整直到读数完全相同，才可作测量工作。若想检查水平仪精度，可用正弦杆和量块组成的已知角度大小。同时，欲测量较大倾斜角也可配合正弦杆与水平仪共同使用。

新式的水平仪作为传统水泡式倾角的替代品，现在更多的应用在道路工程，机械测量，建筑工程，工业平台，石油勘测，军工，船舶，以及其他需要重力参考系下的倾角或者水平的情况。

按照材质分类，水平仪又可以分为塑料水平仪，玻璃水平仪。塑料水平仪精度低，玻璃水平仪精度比较高。目前国外市场质量比较好的高精度水平仪如：SOLA,BOSCH,ECONNS,EPOCH。国内知名品牌有：东方精工，长城等

电子水平仪

电子式水平仪，它用来测量高精度的工具机，如 NC 车床、铣床、切削加工机、三次元量床等床面，其灵敏度非常高，若以测量时可左右偏移 25 刻度计算，测量工件只在一定的倾斜范围内均可测量。电子水平仪的主要原理有电感式和电容式等两种。根据测量方向不同还可分为一维和二维电子水平仪。

电感式原理：当水平仪的基座因待测工件倾斜而倾斜时，其内部摆锤因移动所造成感应线圈的电压变化。电容式水平仪其测量原理为一圆形摆锤自由悬挂在细在线，摆锤受地心重力所影响，且悬浮于无摩擦状况。摆锤的两边均设有电极且间隙相同时电容量是相等，若水平仪受待测工件所影响而造成，两间隙不同距离改变即产生电容不同，形成角度的差异。

编辑本段工作原理水平仪的水准管是由玻璃制成，水准管内壁是一个具有一定曲率半径的曲面，管内装有液体，当水平仪发

水平仪工作原理

生倾斜时,水准管中气泡就向水平仪升高的一端移动,从而确定水平面的位置。水准管内壁曲率半径越大,分辨率就越高,曲率半径越小,分辨率越低,因此水准管曲率半径决定了水平仪的精度。水平仪主要用于检验各种机床和工件的平面度、直线度、垂直度及设备安装的水平位置等。特别是在测垂直度时,磁性水平仪可以吸附在垂直工作面上,不用人工扶持,减轻了劳动强度,避免了人体热量辐射带给水平仪的测量误差。

水平仪底面及侧面长度均为 200mm 的直角形结构,精度一般为 (0.02-0.025) mm/m,若用户有特殊要求,可单独定制。水平仪调零结构有独特之处,较常规结构相比:1.调零容易。2.调整后,零位不易变动。如图 1 所示。水平仪底 V 型槽面绕芯轴转动 5 时,若气泡移动,可通过调整螺钉 2 来达到要求,该项在出厂时已调整好,一般不变。

水平仪的结构根据分类不同而有所区别。框式水平仪一般由水平仪主体、横向水准器、绝热手柄、主水准器、盖板和零位调整装置等零部件组成。尺式水平仪一般由水平仪主体、盖板、主水准器和零位调整装置等零部件构成。

水平仪是以水准器作为测量和读数元件的一种量具。水准器是一个密封的玻璃管,内表面的纵断面为具有一定曲率半径的圆弧面。水准器的玻璃管内装有粘滞系数较小的液体,如酒精、乙醚及其混合体等,没有液体的部分通常叫作水准气泡。玻璃管内表面纵断面的曲率半径与分度值之间存在着一定的关系,根据这一关系即可测出被测平面的倾斜度。

仪器检验水平仪的检验必须按照相应的标准进行。检验室内的温度应为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$,检验应在坚固无振动影响、并远离热源的条件下进行。检验前,必须将水平仪的各部件擦洗干净,然后将水平仪置于检验室内金属平板上,同温时间不得少于 3h。 水平仪

(1)外观检验:

对新出厂的水平仪,工作面应平整、光滑且不应有砂眼、气孔、碰伤、划痕、锈蚀等缺陷。非工作面上不允许有脱漆、生锈和明显的缺陷。水准器应清洁透明,其刻线应清晰、均匀,不应有脱色现象,刻线应与水准器轴线相垂直。在水平仪非工作面上,应标有制造厂厂名、出厂编号和分度值。

(2)各部分相互作用:

主水准器安装应牢固,零位调节装置应保证使用方便、可靠。气泡移动应平稳,不应有目力可见的跳动或停滞现象。当室温为 20°C 时,气泡长度应等于两条长刻度线之间的距离,其偏差对分度为 0.02~0.05mm/m 者不应超过 ± 1 格;对分度为 0.06~0.10mm/m 者不应超过 ± 0.5 格。气泡的移动平稳性和气泡的长度,应在水平仪检定仪上进行检验。

(3)工作面的平面度:

水平仪工作面不允许有凸起现象,其平面度应符合表 6—10—54 的规定。工作面长度 150~200 250~300,平面度偏差 $<0.003 <0.005$,对磨制和研磨的工作面,其平面度用尺寸不小于被检面长度的零级刀口尺,以光隙法进行检定,这一检定工作应在工作面的纵向、横向和对角线的方向的几个位置上进行。以看到的最大间隙为该表面的平面度偏差。在估计间隙大小时,可由量块组成的标准间隙进行比较。

对刮制工作面的平面度,用零级平板以涂色法进行检定。在边长为 25mm 正方形面积内的斑点数,对于分度值为 0.02~0.05mm/m 的水平仪不应少于 25 点,对于分度值为 0.06~0.10mm/m 的水平仪不应少于 20 点,斑点分布应均匀。

V 形工作面的直线度,用检定心轴以涂色法进行检定。把涂有红铅粉的心轴放在 V 形面上转动,在 V 形面上看到的接触线,不允许有超过 10mm 的间断。

(4)零位检验:

气泡对中间位置的偏移,不应超过分度值的 1/4。对于水平仪下工作面零位的检验可在零级平板上进行,也可以在水平仪检定仪上进行;对于水平仪的下 V 形工作面的零位检验,应在

专用工具上进行；对于框式水平仪的上平面工作面，上 V 形工作面，侧平面工作面和侧 V 形工作面的零位，也应在专用工具上进行。

水平仪的零位稳定性，要求在检定下工作面零位合格后，相隔 4h，再次对零位进行一次检定，其变化仍不得超过零位偏差的允许范围。

(5)误差的检定：

应在水平仪检定仪上进行。实测平均角值与公称角值之差，不应超过公称角值的 10%。分度值的不均匀性，不应超过分度值的 20%。即相邻读数差都在 0.8~1.2 格范围内。水平仪分度值误差的检定，应在气泡的左右两个刻度上进行。为消除水平仪检定仪微动螺钉死程的影响，微动螺钉应按一个方向旋转。

检查调整 水平仪

水平仪是用于检查各种机床及其它机械设备导轨的不直度、机件相对位置的平行度以及设备安装的水平位置和垂直位置的仪器。水平仪是机床制造、安装和修理中最基本的一种检验工具。

水平仪是测量机床导轨直线度的常用的仪器，是用来检查导轨在垂直平面内的直线度和在水平平面内的直线度。用水平仪来进行调整导轨的直线度之前，应首先调整整体导轨的水平。将水平仪置于导轨的中间和两端位置上，调整到导轨的水平状态，使水平仪的气泡在各个部位都能保持在刻度范围内。再将导轨分成相等的若干整段来进行测量，并使头尾平稳的衔接，逐段检查并读数，然后确定水平仪气泡的运动方向和水平仪实际刻度及格数。

导轨直线度误差（曲线图），在教材中所讲的是没有实际依据的，在生产现场适用很不方便，更不准确。它误导了人们的识别能力，在实际工作中不能应用，时常会给工作人员造成一种错觉。按此检查导轨直线度误差，是不能得到正确的精度数值的。水平仪

导轨直线度误差值的计算方法比较简单方便，误差精度准确，适合于现场工作人员的操作和应用。在书中提到的移动距离，作为一项计算数据是不够实际的，它代表不了任何的计算尺寸。移动距离是指在测量机床导轨时全长的分段，移动距离不等于垫铁长度，它不能用来作为计算中的数据，在测量机床导轨时应该采用垫铁的长度，在全长导轨上进行分段移动，调整机床导轨时用垫铁，调整导轨直线度误差值时，应使用比较短的垫铁，测量的数值比较准确。使用的垫铁长度不同，测得的数值和形状也不一样。上例证明的公式用来计算机床导轨工作长度的直线度误差值，就是指机床导轨全部长度减去垫铁长度。

仪器测量 1、水平仪的两个 V 形测量面是测量精度的基准，在测量中不能与工作的粗糙面接触或摩擦。安放时必须小心轻放，避免因测量面划伤而损坏水平仪和造成不应有的测量误差。

水平仪

2、用水平仪测量工件的垂直面时，不能握住与副侧面相对的部位，而用力向工件垂直平面推压，这样会因水平仪的受力变形，影响测量的准确性。正确的测量方法是手握持副侧面内侧，使水平仪平稳、垂直地（调整气泡位于中间位置）贴在工件的垂直平面上，然后从纵向水准读出气泡移动的格数。

3、使用水平仪时，要保证水平仪工作面和工件表面的清洁，以防止脏物影响测量的准确性。测量水平面时，在同一个测量位置上，应将水平仪调过相反的方向再进行测量。当移动水平仪时，不允许水平仪工作面与工件表面发生摩擦，应该提起来放置。

4、当测量长度较大工件时，可将工件平均分若干尺寸段，用分段测量法，然后根据各段的测量读数，绘出误差坐标图，以确定其误差的最大格数。床身导轨在纵向垂直平面内直线度的检验时，将方框水平仪纵向放置在刀架上靠近前导轨处，从刀架处于主轴箱一端的极限位置开始，从左向右移动刀架，每次移动距离应近似等于水平仪的边框尺（200mm）。依次记

录刀架在每一测量长度位置时的水平仪读数。将这些读数依次排列，用适当的比例画出导轨在垂直平面内的直线度误差曲线。水平仪读数为纵坐标，刀架在起始位置时的水平仪读数为起点，由坐标原点起作一折线段，其后每次读数都以前折线段的终点为起点，画出应折线段，各折线段组成的曲线，即为导轨在垂直平面内直线度曲线。曲线相对其两端连线的最大坐标值，就是导轨全长的直线度误差，曲线上任一局部测量长度内的两端点相对曲线两端点的连线坐标差值，也就是导轨的局部误差。

水平仪测量

5、机床工作台的平面度检验方法，工作台及床鞍分别置于行程的中间位置，在工作台面上放一桥板，其上放水平仪，分别沿图示各测量方向移动桥板，每隔桥板跨距 d 记录一次水平仪读数。通过工作台面上 A、B、D 三点建立基准平面，根据水平仪读数求得各测点平面的坐标值。

6、测量大型零件的垂直度时，用水平仪粗调基准表面到水平。分别在基准表面和被测表面上用水平仪分段逐步测量并用图解法确定基准方位，然后求出被测表面相对于基准的垂直度误差。

测量小型零件时，先将水平仪放在基准表面上，读气泡一端的数值，然后用水平仪的一侧紧

使用方法水平仪刻度值用角度（秒）或斜率来表示，它的含义是以气泡偏移一格工作倾斜的角度表示，或以气泡偏移一格工作表面在一米长度上倾斜的高度表示。由于水平仪的使用倾角很小，所以 tg ，如 $\text{tg} 4' 4''$ 弧度 $= 0.02\text{mm}/1000\text{mm}$ ，测量时使水平仪工作面紧贴被测表面，待气泡稳定后方可读数。如需测量长度为 L 的实际倾斜值则可通过下式进行计算。实际倾斜值 = 标称分度值 L 偏差格数；例如：标称分度值为 $0.02\text{mm}/\text{m}$ ， $L=200\text{mm}$ ，偏差格数为 2 格，则

实际倾斜值 $= 0.02/1000 \times 200 \times 2 = 0.008\text{mm}$ 。为避免由于水平仪零位不准而引起的测量误差，因此在使用前必须对水平仪零位进行检查或调整。

水平仪零位检查和调整方法，将被校水平仪放在大致水平的平板上，紧靠定位块，待气泡稳定后以气泡的一端读数为 a_1 ，然后将水平仪调转 180° 方位，准确地放在原位置，按照第一次读数的一边记下气泡另一端的读数为 a_2 ，两次读数差的一半则为零位误差，即 $= (a_1 - a_2)/2$ 格。如果零位误差超赤许可范围，则需调整零位机构，见图 1，反复调整螺钉 1 即可达到要求。

包装贮运水平仪属于量具，包装要求严格。每只水平仪应装于发泡材料制成的防震盒中，装盒之前应涂以防锈油并装在塑料袋中。防震盒再装入坚固的纸箱或木箱中，箱外刷有规定的标记。水平仪应存放在干燥、通风、无腐蚀气体的库房内。搬运中严防摔碰及雨淋。

注意事项水平仪是测量偏离水平面的倾斜角的角度测量仪。水平仪的关键部位——主气泡管的内表面进行过抛光，气泡管的外表面刻有刻度，在内部充以液体和气泡。主气泡管备有气泡室，用来调整气泡的长度。气泡管总是对底面保持水平，但在使用期间很有可能变化，为此，设置了调节螺钉。 水平仪

- 一、测量前，应认真清洗测量面并擦干，检查测量表面是否有划伤、锈蚀、毛刺等缺陷。
- 二、检查零位是否正确。如不准，对可调式水平仪应进行调整，调整方法如下：将水平仪放在平板上，读出气泡管的刻度，这时在平板的平面同一位置上，再将水平仪左右反转 180° ，然后读出气泡管的刻度。若读数相同，则水平仪的底面和气泡管平行，若读数不一致，则使用备用的调整针，插入调整孔后，进行上下调整。
- 三、测量时，应尽量避免温度的影响，水准器内液体对温度影响变化较大，因此，应注意手

热、阳光直射、哈气等因素对水平仪的影响。

四、使用中，应在垂直水准器的位置上进行读数，以减少视差对测量结果的影响。

市场现状技术工艺，是衡量一个企业是否具有先进性，是否具备市场竞争力，是否能不断领先于竞争者的重要指标依据。随着中国水平仪市场的迅猛发展，与之相关的核心生产技术应用与研发必将成为业内企业关注的焦点。了解国内外水平仪生产核心技术的研发动向、工艺设备、技术应用及趋势对于企业提升产品技术规格，提高市场竞争力十分关键。

[1]通过参考大量专利文献对水平仪的工艺技术进展做了系统介绍，通过详细的调查和权威技术资料及相关情报的收集，为客户提供了水平仪产品核心技术应用现状、技术研发、工艺设备配套、高端技术应用等多方面的信息，对于企业了解各类水平仪产品生产技术及其发展状况十分有益。

商业应用前景部分从水平仪产品的应用领域、下游产品、国内外生产现状、国内潜在生产厂家、国外生产厂家及规模、国内外产量走势、市场状况及预测、供需状况分析及预测、国内需求厂家及联系方式等诸多方面对水平仪产品市场状况及发展方向做了详细论述，可作为水平仪产品深加工技术发展趋势导向的重要决策参考。

目前世界上最高精度的水平仪是德国一款 Lippmann 的产品，它的原理是不同于其他水平仪，它的内部是基于物理钟摆和电容式位移传感器的原理来给出倾斜的角度，它的分辨率:优于 1 nrad 即 0.00000057 度(0.0002 角秒)，因此号称是世界上最高精度水平仪。 目前世界上最高精度水平仪