

水准仪检定装置的型式与校准

摘要：水准仪是一种运用广泛的大地工程测量仪器，本文对水准仪检定装置的型式与校准进行阐述，以了解、研究和建立水准仪检定装置，更好开展水准仪检定工作起到一定的作用

关键词：水准仪;水平标准;准直标准;平行光管;准线管

一、前言

水准仪是借助仪器的水平准直线作为基准，进行高差测量的大地工程测量仪器，广泛用于大地水准测量、地震形变测量、各种工程建设水准测量与大型精密机械安装等。计量检定校准机构研究与建立水准仪检定装置，对开展与满足水准仪的检定工作无疑具有重要作用。本文就此对水准仪检定装置的型式及校准做一定的分析与阐述。

二、正文

水准仪检定装置是一种为检定水准仪提供水平标准视线和准直标准视线的检定装置。它主要由水平平行光管、准直准线管、微倾与位移工作台、相关测微机构组成。可检定水准仪的 i 角误差、望远镜的调焦运行误差、安平误差、视轴交叉误差、自动安平补偿误差及补偿工作范围等项目。按其精度与性能可分为三个等级：由高到低分别是用于检定最高精度 DS05、DSZ05 级水准仪，高精度 DS1、DSZ1 级水准仪和普通精度 DS3、DSZ3 级水准仪。它所要求作为标准器的平行光管，其焦距 f 分别为 $f \geq 1000$ mm、 $f \geq 500$ mm、 $f \geq 500$ mm，其水平准线偏差分别为 $\leq 2''$ ， $\leq 3''$ ， $\leq 4''$ 。作为准直标准的准线管，其准直线误差分别为 ≤ 0.2 mm， ≤ 0.2 mm， ≤ 0.3 mm。

水准仪检定装置的型式主要可以列举三类，分别是水准仪检定规程中所例：由可相互独立的水平标准平行光管与准直标准准线管组成；以武汉地震研究所 JSJ 精密水准仪检定仪为例：由水平标准平行光管与准直标准准线管合为一体组成；以九江中国船舶总公司第 6354 所 JQJY 高精度经纬仪水准仪检定仪为例：由多齿台与可相对水平定位的平行光管，及分立与平行光管的准直标准准线管组成。以下就上述三类水准仪检定装置的型式与校准进行相应的阐述。

1、由可相互独立的水平标准平行光管与准直标准准线管组成的水准仪检定装置，如图 1 所示，

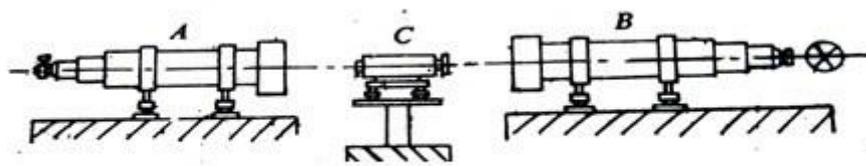


图 1

以水准仪检定规程所列为例：由一个不带测微器的平行光管作为水平标准主管，另一个带测微器的平行光管作为水平标准副管和主管的陪检管，借助一台精密水准仪，将位于水准仪工作台两侧相对位置的这两个

平行光管，按 JJG423-2003 水准仪检定规程的方式建立水平基准。也可以由一个带测微器的平行光管作为水平标准管，如图 2 所示，

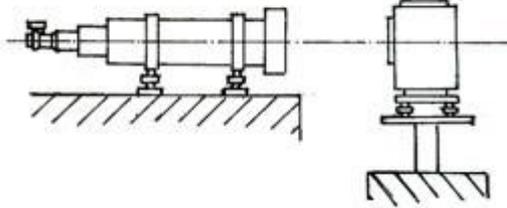


图 2



图 3

借助一台陪检器，如图 3 所示，调整平行光管，将其视线十字丝与经陪检器反射回来的十字丝像重合，从而将平行光管校至水平。检定水准仪 i 角时，按检定规程的方式得出 $i=d$ 仪器-d 标准。

2、由水平标准平行光管与准直标准准线管合为一体所组成的水准仪检定装置，如图 4 所示，



图 5

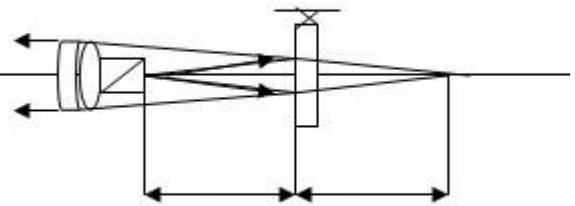


图 4

以武汉地震研究所 JSJ 精密水准仪检定仪为例:该检定装置采用平面外调焦自动安平原理设计，主机为长焦距自平准线系统，分划板十字丝中心位于成像物镜组的后主点，如图 5 所示，高精度双摆位移动摆镜补偿器，能自动安平且在准线方向上实现 $2m \sim \infty$ 准线目标连续可调的自平准线。其校准方式为补偿器(摆镜)双摆位确定反射面居大地竖直位置，双摆位对称于竖直位置，通过 i 角测量光楔测量双摆位的两个位置确定其竖直零位位置，从而确定 i 角测量光楔的读数零位。双摆位对称中心竖直面确保分划板中心点随摆镜调焦移动时，其摆镜成像点成一水平直线。若分划板中心在径向处于光轴的理想位置，则出射光线为理想水平位置。由于实际存在径向位置误差，其出射平行光一定程度上偏于水平方向，通过补偿器的调整与摆位来消除摆差；借助一台陪检器，通过微调光楔进行仪器自校，使其平行光水平，但同时水平微调光楔调整后也会改变存在摆差的 i 角测量光楔零位，因而需要不断通过 i 角测量光楔，调整摆镜零位位置和通过自平微调光楔调整分划板出射光线的水平性来达到 i 角测量光楔既位于摆境对称竖直面位置，同时也达到分划板出射光线水平方向；即调整时先调 i 角测量光楔，确定摆境零位，消除摆差，再调准线水平光楔，最终使水平准线达到溯源精度。

3、 由多齿分度台与可相对水平定位的平行光管及分立于平行光管的准直标准准线管组成水准



仪检定装置，如图 6 所示，以我所研制的 JQY-1A 高精度经纬仪水准仪检定装置为例：该检定装置由立式多齿分度台、卧式多齿分度台、检调管、自准直平行光管和仪器底座组成。通过自准直平行光管与卧式多齿分度台的转动，构成任意角度垂直方向无穷远目标。检定水准仪 i 角时，利用多齿分度台的分度精度，由置平于工作台上被检水准仪两相对 180° 水平位置，提供对水准仪 i 角检定的标准方位线，以水准仪横丝在分划板竖丝上读数 d_1 (带正负号，格)，卧式多齿分度台转 180° ，望远镜旋转 180° ，瞄准光管分划板，同样读数 d_2 ， i 角计算式如下：

$$i = \frac{d_2 - d_1}{2} \times 30 (")$$

4、水准仪检定装置中对水准仪调焦运行误差的检定是以检定装置中准线管为准直标准，通过准线管的调整螺钉与升降水准仪工作台，将准线管远近两处目标与被检水准仪调焦位置校至重合，由准线管测微器测出被检仪器调焦运行误差。以武汉地研所 JSJ 精密水准仪检定仪为例：将被检仪器安置在四维工作台上，升降工作台使望远镜与自平准线光管大致等高，正平水准仪。瞄准光管的无穷远目标使横丝重合，微量不重合时可旋转平板测微器使之重合。按规程要求分别照准 5、10、20、30、50m 处目标，用主光管物镜前的平板测微器读出铅锤方向位移量 (mm)，从而得出被检水准仪调焦运行误差。

三、结束语

以上本文列举了具有代表性的三种类型水准仪检定装置，它们满足了水准仪检定中的相关要求，是国内各计量检定机构中广泛采用的型式。通过对这三种类型“水准仪检定装置型式与校准”的分析阐述，可为相关计量人员了解和掌握它们的形式特点和校准方法提供帮助，也可为从事水准仪检定的计量机构根据自身的条件和需求，建立水准仪检定装置起到一定的作用。

参考文献：JJG423-2003 水准仪检定规程

JJG960-2001 水准仪检定装置检定规程

相关产品技术说明

参考文献

[1] 朱正辉主编. 几何量计量(上册). 北京:原子能出版社, 2002. 6

[2] 李伯奎, 刘远伟. 表面粗糙度理论发展研究. 中国科学院上海冶金研究所. 博士论文, 2000