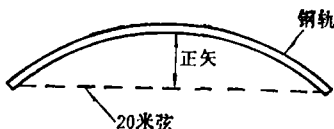


轨道正矢光学测量仪的试制

长沙铁道学院轨道教研组 赵方民等

(一) 用绳线测量轨道正矢的缺点

钢轨在曲线轨道上弯曲成弧形, 其半径大小可用一根20米长的绳线拉伸在钢轨的前后两端, 而测量绳子中部距钢轨的矢度, 称为正矢。正矢的大小就与轨道半径大小成一定的反比例。有了这关系就能找到半径值(见图一)。

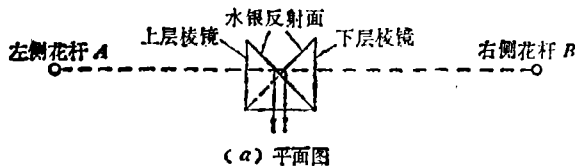


图一

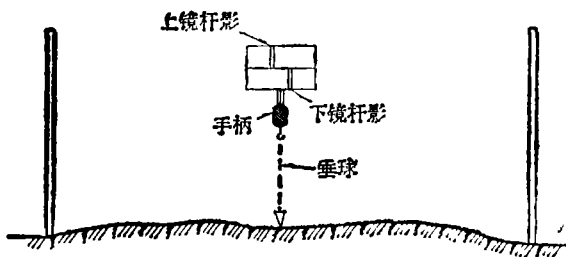
但因绳在风中晃动, 正矢不易测准, 常有1~2毫米误差。较长的曲线轨道, 欲把各相邻点的正矢一个个测出来, 这误差积累很大, 使调顺轨道带来很多困难, 西德制造有光学测正矢设备(Höfer型)^[1], 使用时很准确, 可不受风的影响, 但不知其详, 可能很贵。我们试制了一种轨道正矢光学测量仪, 方法简易, 使误差控制在1毫米内, 使工作达到“轻”、“快”、“准”的要求。则对轨道调顺的工作, 将带来极大便利, 现说明其原理。

(二) 用直角棱镜测三点共一线的原理

直角棱镜为两个45°的直角三角形透镜, 斜边镀以水银, 使反射光线。两棱镜上下重叠。一向左, 一向右。设在左右两侧10余米各插花杆一根, 来自左侧花杆的影像由上层棱镜反射至观测者眼, 右侧花杆的影像由下层棱镜反射至眼。如两根杆影重合为一条垂线时, 则观测者所持棱镜位置就位于两花杆的联线上了。若两杆影不重合为一, 则应持镜向前后移动少许, 必能使之重合(见图二)。因此测量员常利用此镜来检查中间点是否偏离了两端花杆联线位置。



(a) 平面图



(b) 立面图

图二

(三) 钢轨抓的制法

利用铝片套住钢轨头部, 成圆弧贴紧钢轨顶部, 其侧面紧贴轨头内侧, 另一侧离轨头外侧略留空隙约十数毫米, 有弹簧顶紧。如遇火车来到, 可迅速将轨抓取下, 避开事故。轨抓上面支架着一横梁, 安置棱镜盒在横梁上

注1: 格尔哈德·舒拉姆著“铁路线路构造及养护”中译本185页及260页 人铁出版社1966年

滑动。横梁上刻有标出毫米的分划线,能读出棱镜移动的位置。另一法,可用磁性表座代替钢轨抓,利用磁力吸住在钢轨上,也很稳固,但造价稍贵。

(四) 棱镜盒的制法

一矩形金属盒,外涂黑漆,内装棱镜三片,朝外开三个小窗:一朝左,一朝右,另一朝上。下有滑道,沿横梁滑动。

直角棱镜两片,其直角边长20毫米,厚10毫米,两镜上下重叠,方向相反(如图三)。在二棱镜前端又设第三棱镜,使左右来的影像经过前端棱镜反射至顶部。人从顶部下视,即可看到左右两方射来的景物。这棱镜厚20毫米,其他尺寸不变。

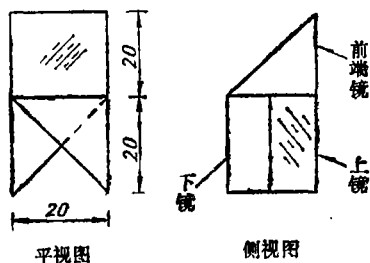


图 三

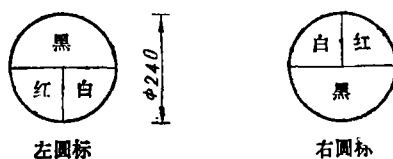


图 四

(五) 左右两圆标的制法

距棱镜两端各10米处,各设相同的钢轨抓,轨抓上置支架和横梁。横梁上套上圆形标牌,直径240毫米,涂以三种颜色:右圆标下半涂以黑色,上半各1/4分别涂以红白二色;在左端圆标上,则将上半涂以黑色,下半各1/4分别涂以红白二色(见图四)。在棱镜中观测时,只让右标的上半与左标的下半合为一个圆标,即知棱镜的位置已经对准。

(六) 仪器制造时的技术要求

1. 圆标中心距轨顶的高度,应与棱镜上下二块的粘合面距轨顶为同一高度。
2. 圆标中心固定在横梁上 x_1 处,这点距钢轨内侧的距离(水平投影距离)为 x_1 毫米,则上下二块棱镜的反射镜面交叉点也距钢轨内侧面为 x_1 毫米时(即三点在一直线),此时横梁上刻划的读数应为0。
3. 若轨道半径很小,正矢值必然很大,横梁需要向轨内侧伸出很远,在制造上有困难。为此,可将圆标沿横梁向外侧移动一固定距离 x_2 。设 x_2 距 x_1 为100毫米,这时棱镜在横梁上的读数可自动增添100毫米。

(七) 测量时怎样使二像合为一圆

上述技术要求符合后,就可如下步骤进行测量:

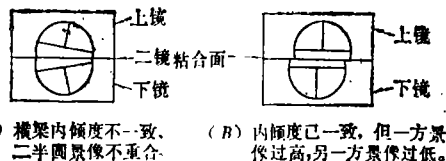
(1) 如钢轨有内倾度, 则圆标和棱镜的横梁应有同一的内倾度。如倾度不一致, 则成扭面, 棱镜中二半圆不能重合, (见图五A)。

可用调节横梁内倾度螺丝使倾度一致。

(2) 内倾度虽已一致, 但一镜景像过高, 另一镜景像过低, 仍不能重合为一圆, (见图五B)。可放松另一调节螺丝使棱镜盒绕横梁

轴略转动少许, 可使二半圆重合于粘合面上。

(3) 最后推动棱镜盒沿横梁前后移动, 使红白分中线重合为一, 然后读数。



图五

(八) 怎样求出读数中的指标差

上下二镜粘合时, 两反射镜面要绝对叠合成 90° , 否则三点虽共一线, 读数仍不为 0。校正之法可先用经纬仪定出直线上三点, 然后运用这正矢测量仪读出其值。此值如不为 0, 即为指标差。应移动指标点以消除这一常数。另一法运用正矢测量仪正反两次读数, 取其差值之半, 即为指标差, 然后校正之。

(九) 结 语

养护铁路曲线轨道, 保证行车平稳, 是一项最重要而且难做好的工作。因为各种列车以不同的速度通过曲线, 对曲线产生着不同的横向力, 使轨道的平面, 产生永久变形。这种变形日积月累, 逐渐扩大, 破坏了轨道的圆顺度, 养路工作者, 须投入大量工作量, 才能使之恢复圆顺。首先须测量各段的正矢, 以便了解轨道变动状态。然后算出整正轨道时各点应拨动多少及其方向。因此第一步工作必须测量准确, 它是拨正曲线的依据。用绳线测正负, 所得数值不准确, 即使利用电子计算机来计算, 其结果也是不准确的。用不准确的数值去拨轨道, 能将轨道整正好吗? 再将绳线去测量正矢, 仍是凌乱无序, 甚至较前严重。是拨道不准确呢? 还是测量不准确呢? 二者难于分辨。这是我们希望试制出正矢测量仪的一个原因。

绳线有重量, 易产生垂曲, 受风力易摇曳, 读数难准。光线则不同, 能行经直线, 经过棱镜反射, 入射角恒等于出射角, 可使折射成 90° 。目标离棱镜只 10 米, 可用目力分辨清楚。红白二色的分界线是一最纤细的线, 它既不属于红, 也不属于白, 是几何学中所讨论的一根直线, 既无厚度也无质量, 两个半圆在镜中观看, 有鲜明的分界线, 故极易对准, 所以较绳线来测量, 有独特优点。

拨道计算方法可分简易拨道与流水拨道。简易拨道只须找出正矢过大或过小的点, 拨动数点, 使略近于圆顺。其结果往往是把误差留集到曲线两端, 容易产生鹅头。流水拨道要把现场正矢和设计正矢逐一求出差值。将正矢差从头到尾累加两遍, 最后都使得 0, 方为合格。拨道量即为各点二次迭加值的倍数。这法能使曲线圆顺, 我院学生曾在轨道上使用绳线量正矢, 由于绳线摆动, 各组所测结果都不相同。用流水拨道计算, 各得不同方案, 不足为依据。在岳阳工务段整正一个曲线, 长约 600 米, 正矢总和应为 3565 毫米, 可是几次测量结果, 有的差到 30~90 毫米。故测量方法最为重要。我们改用角图法, 沿曲线各点钉立固定桩, 用

经纬仪测量偏角和矢距。因每10分钟就有火车通过,虽用两架经纬仪施测,一个上午才测完毕。所以方法虽准确,但费时较长,因此感觉能有轻便快捷的仪器,既不受风力或不为主观因素所影响,是十分必要的。

第四设计院曾设计过简易正矢仪,观者立于一端,观测另一端和中点两测标重合为一线,这时量出观测者身边之点至离轨道的距离。这仪器只见一图而无实物,难说明其效果。且两标志距离观者远近不同,存在视差,难于读准〔2〕,所以促使我们选择另一途径来试制此仪器。

通过试制和试用,总结这仪器有如下优点:

1. 轻巧灵便,便于携带。火车通过时,能迅速取下。
2. 运用快捷,不若经纬仪安设费时,平均一分钟可测一正矢,为经纬仪所费时间的1/3。
3. 方法简易,线路工和工长共3人即能操作,更不受季节影响。
4. 本仪器精度可读至1毫米,符合调顺轨道要求。
5. 造价低廉。此仪器初次研制费约260元。如果各铁路工务段和工区都需要订制时,可以成批生产,造价可降1/3。

注〔1〕: 格尔哈德·舒拉姆著《铁路线路构造及养护》中译本185页及260页 人铁出版社1966年

注〔2〕: 第四设计院《既有铁路测量》18页 人铁出版社1976年