

# 地铁施工中竖井联系测量的几种方法

魏跃广

广东水电二局股份有限公司

**摘要:** 地铁竖井联系测量是施工测量的重要组成部分,它直接关系到地铁区间隧洞贯通的效果与质量,如何保证既高效又实用,本文结合作者生产实践对地铁施工中竖井联系测量进行分析探讨。

**关键词:** 地铁;竖井;联系测量

随着我国经济的快速发展,一二线城市的交通出行矛盾越来越突出,“十三五”期间国家继续加快发展轨道交通基础设施建设的步伐,促进经济社会发展,有效缓解各大城市交通压力,解决市民出行难问题;地铁又以快速、高效著称,受到了大家的欢迎。

地铁项目一般建在地下,属隐蔽工程。如何将地表平面、高程控制传递到地下,确保区间隧洞贯通,是施工测量的重要环节。现就地铁施工中的多个竖井进行的联系测量做以下详细介绍:

## 一、平面控制投点的三种方法及优缺点

### (一) 十字交会法投点

十字交会法,顾名思义是采用交会法投点。其具体操作方法如下:

#### 1、准备工作

当竖井土建施工到接近底板高程后,用工字钢加三角形支撑,在竖井的三个角分别布设1.2m\*1.5m的观测平台,中间留0.3m\*0.3m的孔洞;平台要求能满足测量人员在上面作业,便于架设三脚架,稳定、安全可靠。

当底板施工到砼垫层前,从孔洞中心掉垂球线到竖井底板并做好记号,以记号为中心,挖0.4m\*0.4m\*0.4m的方形坑,作为竖井底部投点埋设固定标志的位置,同时制作0.4m\*0.4m\*0.3cm的钢板一块,四角内侧焊0.4m长 $\Phi 18$ 钢筋并有弯脚,在浇筑砼垫层时,将钢板标志安放在预留位置,高程与竖井底板砼垫层基本一致。

#### 2、观测投点

在竖井上部平台分别架设脚架,将细钢丝上部用卡子卡在脚架上,下部挂设15kg左右重锤(可视竖井深浅调整重锤重量),重锤离竖井底板约0.6m左右,将反射贴片贴在脚架中间的细钢丝上,贴片要尽量与仪器观测方向成正交。投点测量使用极坐标法,全站仪测角、测平距。

竖井上部测量完成后,将全站仪搬到竖井下面,在离重锤3m左右架设,整平后十字丝纵丝照准钢丝(重锤要稳定),然后俯视钢板对两个点并连线;将仪器移动至另一方向,使交会角大体成 $90^\circ$ 并设站,同法在钢板上定两点并划线,十字交会点即为投点的待定点 $T-1'$ ,坐标即为 $T-1$ 的坐标。同理可投设 $T-2'$ 、 $T-3'$ 的坐标(也可用两台仪器竖井上、下同时作业)。

#### 3、投点的精度控制

当钢板上的点位刻好后,将仪器架设于 $T-1'$ 、 $T-2'$ 或 $T-3'$ ,分别测定 $T-1' - T-2'$ 、 $T-1' - T-3'$ 、 $T-2' - T-3'$ 的距离,然后与 $T-1 - T-2$ 、 $T-1 - T-3$ 、 $T-2 - T-3$ 坐标反算的边长进行比较,其边长误差应小于 $\pm 3\text{mm}$ ,若超限应检查后重新投点。

### (二) 后方交会法投点

后方交会法投点,其具体操作方法如下:

#### 1、准备工作

地铁竖井一般成长方形,长宽尺寸较小,受环境条件限制,投点工作均较为困难。后方交会法类同十字交会法,当竖井土建施工到接近底板高程后,用工字钢加三角形支撑,沿竖井一侧的两个角分别布设1.2m\*1.5m的观测平台,中间留0.3m\*0.3m的孔洞。

#### 2、交会投点

在竖井上部两平台上同时架设脚架,将细钢丝上部用卡子卡在脚架上,下部挂设15kg左右重锤(可视竖井深浅调整重锤重量),重锤离竖井底板约0.3m左右,将反射贴片分别贴在左、右脚架中间的细钢丝上,贴片要尽量与仪器观测方向成正交。使用极坐标法,全站仪分别测定 $X-1$ 、 $X-2$ 的水平角、平距。

竖井上部测量完成后,将仪器搬到竖井下面,分别在 $T-1'$ 、 $T-2'$ 点位上设站,正倒镜测定 $T-1' - X-1$ 、 $T-1' - X-2$ 、 $T-2' - X-1$ 、 $T-2' - X-2$ 的平距,同时实测 $T-1'$ 、 $T-2'$ 与 $X-1$ 、 $X-2$ 之间的夹角作为校核数据。

根据 $X-1$ 、 $X-2$ 的坐标数据,可反算出 $X-1 - X-2$ 的边长,采用正弦定理与测出的边长,可解算出 $T-1'$ 、 $T-2'$ 的坐标。

#### 3、投点的精度控制

将仪器架设于 $T-1'$ ,测定 $T-1' - T-2'$ 的距离,然后与 $T-1' - T-2'$ 坐标反算的边长进行比较,其边长误差应小于 $\pm 3\text{mm}$ ,若超限应检查后重新投点。

### (三) 激光投点仪投点

激光投点仪投点,其具体操作方法如下:

#### 1、准备工作

当竖井土建施工到接近底板高程后,用工字钢加三角形支撑,沿竖井的两对角分别布设1.2m\*1.5m的观测平台,中间留0.3m\*0.3m的孔洞,从孔洞中心吊锤球到竖井底板并做好记号。

在竖井砼底板浇筑时一起埋设标石,标石中心要尽量与预先记号位置一致。

#### 2、激光仪投点

在竖井上部两平台上同时放置0.4m\*0.4m\*0.3cm规格的透明玻璃各一块,并将玻璃固定在竖井平台上。

将激光投点仪安置在竖井底板 $T-1'$ 上,整平对中后,打开激光束,检查激光束是否能照射到地面透明玻璃的大体中心位置;同时用激光靶标接收、调试,使激光束调制到最细点。

将激光仪上部的水准管与一组脚螺旋平行,投出第一个点并在透标石系在竖井砼底板浇筑时一起埋设,部位要选在左、右洞联测延伸方便,且要考虑仪器设站的 $T-1'$ 交会角尽量大于 $15^\circ$ 。明玻璃板上做好记号;转动激光仪 $120^\circ$ ,水准管与另一组脚螺旋平行,在透明玻璃板上投出第二点;再转动激光仪 $120^\circ$ ,水准管与另一组脚螺旋平行,在透明玻璃板上投出第三点。一般情况是:三个点均不在同一处,会形成一个三角形,这就是仪器误差形成的示误三角形,在三角形的重心处定点,该点即为激光投点仪投射的中心点。

将前视棱镜架设在平台上,联测投射中心点,即可得到 $T-1$ 的坐标,同法可得 $T-2$ 坐标。

#### 3、投点的精度控制

将仪器架设于 $T-1'$ ,测定 $T-1' - T-2'$ 的距离,然后与 $T-1 - T-2$ 坐标反算的边长进行比较,其边长误差应小于 $\pm 3\text{mm}$ ,若超限应检查后重新投点。

### (四) 三种方法比较及优缺点

方法一:十字交会法投点较为烦琐,前期准备工作量大,占用人力、物力等资源较多;但该方法具有校核条件,对隧洞控制延伸效果较好,当两竖井间在400m以内的双向进尺隧洞,洞内控制按精密导线的支导线作业,同时可采用不同后视方向联测,取其中数,中途可不用从地面开孔,即可保证该段隧洞的顺利贯通,其横向贯通误差能达到规范的限差要求。

方法二:后方交会法投点较为简便,前期准备工作量不太大,占用人力、物力等资源较少;但该方法的缺点是:坐标数据系间接求解,后方交会的角度一般有一个小于 $30^\circ$ ,其自身精度

(下转第164页)

工作过程中,施工工作人员还应当重视压实次数的选择。受到土壤类型、性质以及含水量的影响,由此产生的安排也有差异。一般情况下,土壤中包括细粒土,那么施工工作人员需要进行4遍左右的压实工作开能够确保压实系数保证在90%以上,同样的,其所对应的压实含水量则保持在9.6左右,那么则需要进行两次的压实工作就可以实现了。如果含水量处于6.3%,那么碾压次数则要保证不少于6次,这样所建造的路基压实密度才能够达到标准的要求。最后,还应当重视碾压的速度,这也是提高公路路基碾压质量的有效措施之一。在进行初次的碾压工作时,工作让人有应当确保其处于1.5-2.0 km/h,第二次碾压的速度也应该保持在4-5 km/h,最终碾压的速度应道处于2.5-3.5 km/h。如果快速的进行碾压工作,则会导致公路路桥出现摊铺的情况,从而影响到碾压的整体质量。因此工作人员可以利用碎石稳定性来开展减压工作,这主要是因为土系中含有碎石物质,那么在进行具体的操作时可以利用紧跟慢碾、高频低幅的碾压方法,能够提高警惕密实度和平整性,并且在进行碾压工作过程中,应当按先低后高的原则进行工作。除此之外,压实工作也需要有效的结合路基的特点,这样才能够从整体上提高路基的质量和水平。

(上接第133页)

偏弱,且不具备检核条件;由于后视边长较短,对隧洞控制延伸效果较差。

当两竖井间进尺较长,洞内控制按精密导线的支导线作业时,应在150m左右从地面沿左、右线分别开孔投点,对导线进行方向改正后方可保证该段隧洞的顺利贯通,其横向贯通误差也能达到规范的限差要求。

方法三:激光仪投点较为方便,前期准备工作量不大,占用人力、物力等资源少且效率高,坐标数据基本是直接求得;但方法的缺点是:不具备检核条件;由于后视边长较短,对隧洞控制延伸效果较差。

当两竖井间进尺较长,洞内控制按精密导线的支导线作业时,也应在150m左右从地面沿左、右线分别开孔投点,对导线进行方向改正方可保证该段的顺利贯通,其横向贯通误差也能达到规范的限差要求。

同时,为了增加检核条件,地面联测坐标点时,应尽量考虑不用同一控制点联测左、右两点。

全站仪测距时,可直接测定平距,但应将气压、温度、仪器加、乘常数输入至仪器中一并进行改正,投影改正可忽略不计。

## 二、高程控制联测方法

### 悬挂钢尺法

地铁施工中,竖井下的高程一般采用悬挂钢尺法传递高程,其方法如下:

#### (一) 准备工作

当竖井土建施工到接近底板高程后,用工字钢加三角形支撑,在竖井角上布设1.2m\*1.5m的观测平台(可共用平面投点位置),中间留0.3m\*0.3m的孔洞;要求能承受一定的重量,便于架设三脚架,平台稳定,安全可靠。

选购质量较好的钢尺一副,送检测部门得出尺长检定数据。

#### (二) 悬挂观测

在竖井上部平台架设脚架,将钢尺上部用卡子卡在脚架上,零尺在竖井下,零尺部位挂设15kg重锤,重锤离竖井底板约0.3m左右。

## 结束语

总而言之,公路工程项目的整体施工质量会受到公路路基压实度的直接影响,同时,合理的控制路基的压实度也有利于延长公路工程的使用时间,提高公路的整体性能。就实际的使用状况而言,影响到路基压实度的因素较多,例如碾压次数、土壤性质等等,施工工作人员在具体的施工过程中应当把握对于路基施工流程的管控,确保每个步骤的施工工作都是符合规定,使得施工质量都可以达到标准的要求,这样才能够提高公路路基的压实度,从而为公路路基的施工质量提供保障。

## 参考文献

- [1] 高永峥. 公路工程路基压实施工质量控制[J]. 绿色环保建材, 2020(04): 110+113.
- [2] 魏波. 公路路基路面压实质量的影响因素及质量管理对策[J]. 中国建材, 2020(04): 119-121.
- [3] 曹玲. 浅谈公路工程路基路面压实施工技术[J]. 建材与装饰, 2020(09): 248-249.
- [4] 杨治攀. 公路路基压实度施工技术浅探[J]. 低碳世界, 2020, 10(02): 148-149.

### 观测方法一:

在地面与竖井下各架设一台水准仪,同时测定前、后视读数一组后,同时变动仪器高,再同时测一组读数,计算取两次读数的中数,即可将高程传递到竖井下的固定水准点上;当竖井下有多个固定水准点时,应进行分组测量。

### 观测方法二:

当平台稳定,上部钢尺卡在稳定的脚架上时,也可先在地面上架设水准仪,测定前、后视读数一组后,变动仪器高,再测一组读数。

将仪器搬至竖井下,测定前、后视读数一组后,变动仪器高,再测一组读数,计算取两次读数的中数。

当竖井下有多个固定水准点时,可后视一组钢尺读数,分别测定前视方向的多组读数,变动仪器高,再次重复上述作业方法。

### (三) 高程传递的精度控制及标准

推算待定点的高程前,首先应根据测定钢尺段的高差,按尺长改正系数,对测段进行尺长改正。

按测量规范中的技术要求,高程传递达到城市IV等水准的精度要求即可;当用于洞内形变监测时,其精度指标应按相应技术标准增加观测次数,提高观测精度。

## 结束语

竖井联系测量是施工测量的一部分,它的作用是将地面上的平面、高程控制测量数据在保证精度的情况下,传递到地下施工部位,确保地下工程的施工质量或隧道的贯通,为工程施工提供更好的服务。

## 参考文献

- [1] 《城市轨道交通工程测量规范》(GB50308—2008) [S].
- [2] 《工程测量规范》(GB50026—2007) [S].
- [3] 潘庆林,高俊强,吉文来,刘林生;城市地下工程垂直导线定向法的研究[J];工程勘察;2002年06期
- [4] 张凤梅,胡伍生,朱小华,冯冬健;地铁盾构法施工的贯通控制测量技术[J];现代测绘;2002年04期