



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101614127 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200910304982.2

JP 2000028360 A, 2000.01.28,

(22) 申请日 2009.07.30

CN 101131090 A, 2008.02.27,

WO 9216720 A1, 1992.10.01,

(73) 专利权人 上海市隧道工程轨道交通设计研究院

审查员 蔡健

地址 200032 上海市徐汇区肇嘉浜路 239 号

(72) 发明人 王成荣 陈培泰 吴明新 丁利红
赵斌 曹震颖 陆仁才

(74) 专利代理机构 上海申蒙商标专利代理有限公司 31214

代理人 徐小蓉

(51) Int. Cl.

E21D 9/093 (2006.01)

G01B 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1932243 A, 2007.03.21,

CN 201258744 Y, 2009.06.17,

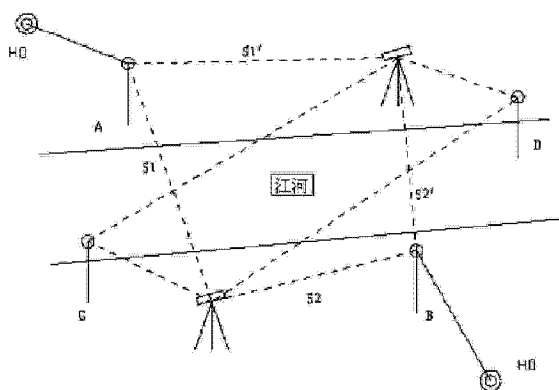
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

盾构贯通施工中过江水准测量方法

(57) 摘要

本发明涉及测绘类,具体的是一种隧道工程中盾构贯通江河时过江水准的测量方法,首先分别从江河两岸的各高程控制点出发,采用二等水准测量规范,分别将高程引测到江河岸边,而后将江河两岸引测的二等水准点作为转站测点,最后,以三角高程测量为基础,利用高等电子全站仪,从江河一侧的一个转站测点出发放置觇标作为“后视”,江河另一侧的一个转站测点放置觇标作为“前视”,通过测站点测量并以测站点为过渡,将“后视”觇标点高程传递到“前视”觇标点。本发明简单、方便、有效,所用设备简单,测量精度高,特别适合于隧道盾构贯通江河的施工中,能有效满足盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。



1. 一种盾构贯通施工中过江水准测量方法,其特征在于首先分别从江河两岸的各高程控制点出发,采用二等水准测量规范,分别将高程引测到江河岸边,而后将江河两岸引测的二等水准点作为转站测点,最后,以三角高程测量为基础,利用高等电子全站仪,从江河一侧的一个转站测点出发放置觇标作为“后视”,江河另一侧的一个转站测点放置觇标作为“前视”,通过测站点测量并以测站点为过渡,将“后视”觇标点高程传递到“前视”觇标点。

2. 如权利要求 1 所述的一种盾构贯通施工中过江水准测量方法,其特征在于所述从江河两岸引测的二等水准点即转站测点为四个,所述四个转站测点对称布设,组成四边形水准路线闭合环,所述闭合环两边跨越江河,呈双线过河。

3. 如权利要求 1 所述的一种盾构贯通施工中过江水准测量方法,其特征在于在江河两岸分别设置有测站点,所述测站点对称布设。

4. 如权利要求 1 所述的一种盾构贯通施工中过江水准测量方法,其特征在于所述觇标在不同测站点作为“后视”和“前视”时,觇标高度不变。

5. 如权利要求 1 所述的一种盾构贯通施工中过江水准测量方法,其特征在于所述觇标离地面高度大于 1 米。

盾构贯通施工中过江水准测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及测绘类,具体的是指一种隧道工程中盾构贯通江河时过江水准的测量方法。

背景技术

[0002] 随着电子科技的飞速发展,全站型仪器的不断涌现且精度和电子化程度越来越高, GPS 卫星测量定位技术也日臻成熟。这些为测量技术、精度的提高,工作效率的提高提供了可能,并为传统测量方法的改进提供了硬件保证。

[0003] 在隧道盾构贯通江河的施工中,由于受江河潮汐和沿江两岸高程系统的测量误差影响,两岸的水准控制点容易出现系统误差,对盾构贯通造成影响。为此应在盾构施工期间进行定期的过江水准测量工作,确保工作井与接受井之间的高程系统满足盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。

[0004] 然而普通三角高程测量的精度差问题以及 GPS 高程测量绝对精度要求和水准测量的受诸多条件制约等不足,比如二等水准测量测量距离太短,跨河测量精度差等,均难以满足施工的需要。

发明内容

[0005] 本发明的目的是根据上述现有技术的不足之处,提供一种过江水准测量方法,采用二等水准测量结合改进的跨越式三角高程测量的方法进行测量,有效满足盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。

[0006] 本发明的实现由以下技术方案完成:

[0007] 首先分别从江河两岸的各高程控制点出发,采用二等水准测量规范,分别将高程引测到江河岸边,而后将江河两岸引测的二等水准点作为转站测点,最后,以三角高程测量为基础,利用高等电子全站仪,从江河一侧的一个转站测点出发放置觇标作为“后视”,江河另一侧的一个转站测点放置觇标作为“前视”,通过测站点测量并以测站点为过渡,将“后视”觇标点高程传递到“前视”觇标点。

[0008] 上述从江河两岸引测的二等水准点即转站测点为四个,所述四个转站测点对称布设,组成四边形水准路线闭合环,所述闭合环两边跨越江河,呈双线过河。

[0009] 测量时,在江河两岸分别设置有测站点,测站点对称布设。

[0010] 所述觇标在不同测站点作为“后视”和“前视”时,觇标高度不变。

[0011] 所述觇标离地面高度大于 1 米;所述“后视距”和“前视距”相差不得大于 10 米;所述前、后视距均不得大于 1000 米。

[0012] 本发明的优点是,提供了一种简单、方便、有效的测量方法,所用设备简单,测量精度高,特别适合于隧道盾构贯通江河的施工中,能有效满足盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。

附图说明

- [0013] 图 1 为常规三角高程测量示意图；
 [0014] 图 2 为跨越式三角高程测量示意图；
 [0015] 图 3 为实施例中过江水准测量的水准路线布设示意图。

具体实施方式

[0016] 以下结合附图通过实施例对本发明特征及其它相关特征作进一步详细说明，以便于同行业技术人员的理解：

[0017] 本实施例应用于上海市轨道交通 9 号线 2 期 3 标区间隧道工程，本区间为穿越黄浦江底的越江隧道。由于受黄浦江潮汐和浦江两岸高程系统的测量误差影响，两岸的水准控制点容易出现系统误差，对盾构贯通造成影响。为此应在盾构施工期间进行定期的过江水准测量工作，确保工作井与接受井之间的高程系统满足盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。

[0018] 为尽量减少检测对施工的影响，在保证成果质量的前提下，尽量选用简单易行的测量作业方法，缩短每次作业时间，提高测量工作效率。

[0019] 本实施例中，过江水准测量采用二等水准测量结合跨越式三角高程测量的方法进行，具体方法与原理如下：

[0020] 所谓跨越式电子三角高程测量就是以常规三角高程测量为基础，借助于高等电子全站仪，从高程控制点出发放置觇标点作为“后视”，通过测站点并以其为“过渡”，以类似于水准测量的方式将高程传递到“前视”觇标点，故称为“跨越式”电子三角高程测量。该方法无须测量仪器高和觇标高，从而为提高三角程测量的精度打下了理论基础。

[0021] 参照图 1 常规三角高程测量示意图，由图可得出常规三角高程测量的数学模型为：

$$[0022] \quad H_2 = H_1 + S_{ab} * \operatorname{tga} + I - V + C * S_{ab} * S_{ab} \quad \text{①式}$$

[0023] 式中：

[0024] H_1 为 A 点的高程， H_2 为 B 点的高程，I 为 A 点处测量仪器高，V 为 B 点处的觇标高， S_{ab} 为 A、B 两点间的水平距离，a 为 A、B 点间的测量垂直角，C 为球气差系数。

[0025] 由①式分析可以看出，影响三角高程测量精度的因素有：

[0026] 水平距离 S 的测量（该项测量精度可以提高到 $1\text{mm} + 1\text{PP} * S$ 的数量级以上）；

[0027] 垂直角 a 的测量（该项测量精度可以提高到 $0.5 \text{秒} / \sqrt{N}$ ，其中 N 为垂直角的测回数）；

[0028] 仪器高 I 及觇标高 V 的测量（该两项的测量精度都在 $1 \sim 2\text{mm}$ 之间，也是影响三角高程测量精度的主要因素）；

[0029] 球气差系数 C 的确定（该项对在城市或平原地区进行三角高程测量的影响较小）。

[0030] 在本实施例中，跨越式电子三角高程测量的数学模型如下：

$$[0031] \quad H_2 = H_0 + S_2 * \operatorname{tga}_2 - S_1 * \operatorname{tga}_1 + C * (S_2 * S_2 - S_1 * S_1) \quad \text{②式}$$

[0032] 参照图 2 跨越式三角高程测量示意图，根据常规三角高程测量中公式①可以得到（假如 H_0 是高程控制点）H 的高程：

[0033] $H_0 = H_{\text{仪}} + S_1 * \text{tga}_1 + I - V_1 + C * S_1 * S_1$

[0034] 即： $H_{\text{仪}} = H_0 - S_1 * \text{tga}_1 - I + V_1 - C * S_1 * S_1$ ③式

[0035] 因而，根据三角高程测量， H_2 点的高程为：

[0036] $H_2 = H_{\text{仪}} + S_2 * \text{tga}_2 + I - V_2 + C * S_2 * S_2$ ④式

[0037] 将③式代入④式并假设 $V_1 = V_2$ 得：

[0038] $H_2 = H_0 + S_2 * \text{tga}_2 - S_1 * \text{tga}_1 + C * (S_2^2 - S_1^2)$ ⑤式

[0039] 在实际测量中 $V_1 = V_2$ 是可能的，即在同一站测量过程中保持觇标高不变。而由于仪器在“两次”三角高程测量的过程中是保持不变的，以上即为跨越式电子三角高程测量的数学模型。由⑤式可见，已知一点 (H_1) 的高程，可测算得另一点 (H_2) 的高程。

[0040] 跨越式电子三角高程测量的误差来源及精度分析如下：

[0041] (1) 误差来源

[0042] 由公式⑤分析，跨越式电子三角高程测量的误差主要有以下几个方面的因素：

[0043] 水准距离 S 的测量；

[0044] 水准垂直角 a 的测量；

[0045] 水准球气差 C 的确定。

[0046] 另外还有照准差、大气折光等因素的影响，但这些误差可以控制在很小的范围内。

[0047] (2) 精度分析

[0048] 对公式⑤进行全微分得到跨越式三角高程测量的误差关系式如下：

[0049] $m_h = \sqrt{2 * s^2 * \text{Sec}^2 a * m_a^2 / p^2 + \text{tg}^2 a * m_s^2}$

[0050] 由于公式⑤中的最后一项 $C * (S_2^2 - S_1^2)$ 中，系数 C 很小，且“前后视距”有相互抵消的因素，故该项误差可忽略不计。

[0051] 假设 $S = 200$ 米， $m_a = \pm 0.5''$ ， $m_s = \pm 1.2\text{mm}$ ， $a = 50$ ， $p = 206265$ ，则有

[0052] $m_h = \pm 0.7\text{mm}$

[0053] 如按测站有 10 站，即测线长度为 4 公里计算，上述误差理论结果为：

[0054] $m = \pm m_h * \sqrt{10} = \pm 2.21\text{mm}$

[0055] 可见，误差精度是很高的。

[0056] 在本实施例中，如图 3 所示为实施例中过江水准测量的水准路线布设示意图，过江水准测量前，先分别在黄浦江两岸从业主提供的端头井附近的高程控制点 H_0 （最好从深层点）出发，采用二等水准测量规范，分别将高程引测到黄浦江边，各自形成闭合水准路线，即采用二等水准测量测算出图中 A、B、C、D 点的高程。由于两岸的水准控制点容易出现系统误差，因而本实施例通过测量，最大精度的弥合误差，确保盾构推进施工贯通测量的控制精度要求。

[0057] 之后，利用“跨越式”三角高程测量的原理，分别将黄浦江两岸引测的二等水准点作为“跨越式”三角高程测量的转站测点。采用跨越式三角高程测量方法，以江河一侧的一个转站测点为测量“后视”，通过测站点测量并计算出越江另一侧的一个转站测点高程，最后，多次往返测量，计算得出测量结果。

[0058] 如图 3 所示，其中为高程 A、B 两点为各自从两岸两侧各自的高程控制系统引测的高程转点。为保证施工期间过江水准测量工作的重复进行，最好将 A、B 两点以固定的形式进行加固、标识，以利于重复测量时对测量成果的检验。 S_1 与 S_2 、 S_1' 与 S_2' 的差异尽量

控制在 10 米以内,这样有利于提高测量精度。

[0059] 采用跨越式三角高程测量方法,以转站测点 A 为测量“后视”,通过两岸分别设置的测站点均可测量并计算出越江另一侧的一个转站测点 B 的高程,反之,亦可由 B 点测得 A 点,最后,多次往返测量,计算平均测量结果,得出两岸的水准控制点系统误差值。

[0060] 在跨河测量时,即水准路线需要跨越江河时,两岸的测站与立尺点应对称布设,当跨越距离小于 200m 时,可采用单线过河,大于 200 米时,应采用双线过河,并组成四边形闭合环。如图 3 所示,即测量方法如上,需要采用二等水准测量引测出图中 A、B、C、D 四点的高程,四点对称布设,A、D 位于河岸一侧,B、C 位于河岸另一侧,四点连线组成四边形闭合环,且图中测站亦对称布设。如图 3 中虚线连接所示,通过任一测站点与任意两点间,利用跨越式三角高程测量方法测量,如此,可多种测点组合方式测量,提高测量精度,提高测量可靠度,尤其适用于越江距离较大时。

[0061] 在本实施例过江水准测量中应作到以下几点:

[0062] 觇标在不同一测站作为“后视”和“前视”时其高度持不变,或前视、后视用同一只觇标;

[0063] “跨越式”三角高程测量应以,“后视”觇标放置于高程控制点作为起测点;

[0064] “后视距”和“前视距”最好相差不要太大,这样有利于抵消球气差 C 引直误差;

[0065] 有“后视”必要有“前视”,即“后视”和“前视”应成对出现;

[0066] 考虑到照准等其他因素,前后视距各以 1000 米以内为佳;

[0067] “跨越式”三角高程测量要求采用往返测量取其高程平均值以提高高程测量精度。

[0068] 觇标离地面高度要求在 1 米以上,可削弱大气垂直折光的影响。

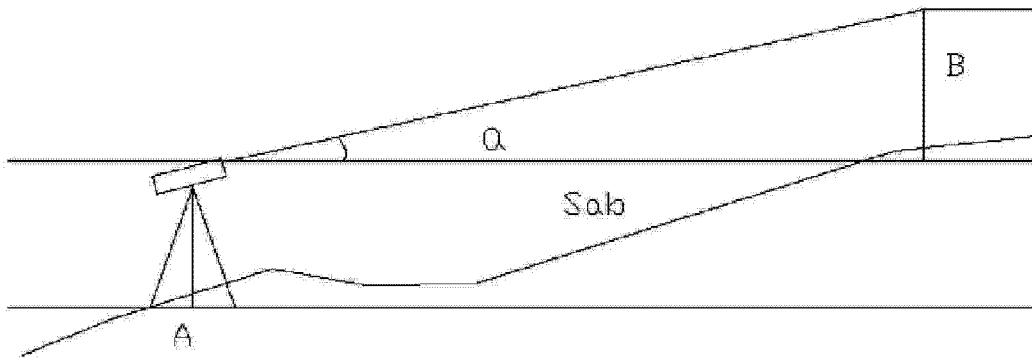


图 1

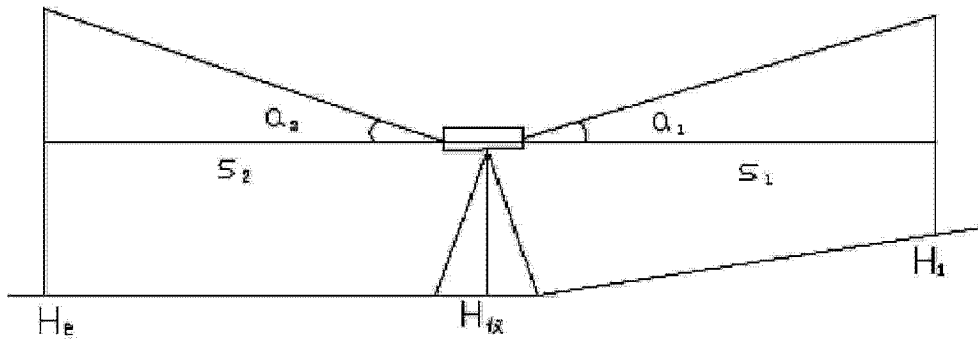


图 2

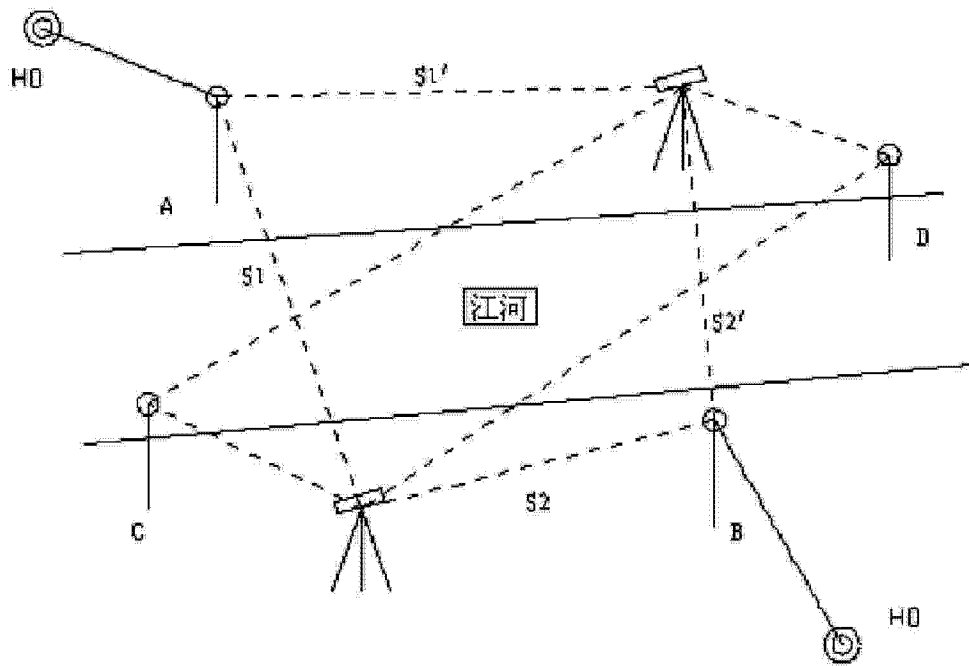


图 3