

肯尼亚内罗毕——蒙巴莎干线 VB 段沥青砼道路施工测量概述

梁清平

(四川省交通厅内河设计院, 四川成都 610017)

[摘 要] 本文就从事国外高等级沥青砼道路施工测量进行了全面地介绍, 并针对工作中所遇到的实际问题, 找出了一套切实可行的办法。这对从事国际道桥工程测量的工作者起到了借鉴的作用。

[关键词] 沥青砼; 道路; 施工测量

[中图分类号] P258 [文献标识码] B [文章编号] 1001—8379 (2001) 02—0084—04

CAPSULE OF ASPHALT – CONCRETE ROAD CONSTRUCTION

SURVEY FOR VB SECTION OF NAIROBI—MOMBASA

MAIN ROAD IN KENYA

LIANG Qing-ping

内罗毕——蒙巴莎道路是肯尼亚国际干线, MVB (MOTTI DUADI——VOI——BACHUMA——GATE PROJECT) 段是其中一段, 全长 150Km, 分为两段 (MV 和 VB 两合同段)。本人所在的路段为 VB 合同段, 属于旧线改建工程, 相当于国内 I 级沥青砼路面, 长度为 53.35Km。由世界银行贷款, POO (南非与肯尼亚合作) 监理公司监理, 中国路桥集团总公司总承包, 合同工期为两年, 自 1998 年 2 月开始, 执行国际通行惯例—FIDIC 条款。该路的建成将对肯尼亚的政治、经济、文化、旅游等起到十分重要的作用。

1 VB 段气候和自然环境

VB 段属丘陵, 灌木林, 常年干旱, 雨季为 3、4、5 月份, 紫外线照射强烈, 早晚凉爽, 中午炎热, 交通量大, 且多为集装箱运输, 原路两边地下土丰富, 储量大。

2 道路结构

VB 段道路结构分为下基层、上基层、面层。下基层分为 EARTHWORK 基层土方 (至少 30cm 厚) SUB—GRADE 次基层土方 (30cm 厚) SUB—BASE 水泥稳定层 (俗称水稳, 17.5cm 厚)。上基层为 DBM 密沥青砼, 又分为两层施工, 每层厚度为 7.5cm。面层分为 AC 细密沥青砼 (5cm 厚) 和表处。见图 1。

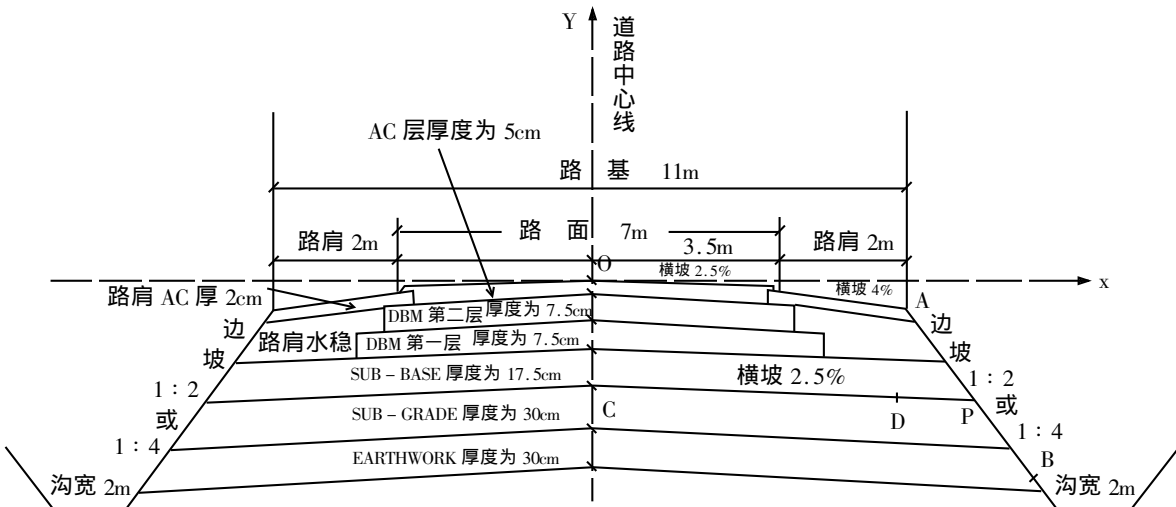


图 1 道路结构示意图

3 施工测量方法及其仪器

工程施工测量结合道路结构特点，采用分层施工测量，任意点坐标法放样，交叉作业。见图2。测量设备有：TOPCON 全站仪（ $2 \pm 2\text{ppm}$ ， $1''$ ）

一套，水准仪（3mm 级）数套，普通光学经纬仪一套，PC—E500 一套，台式微机一套，绘图设备一套，砍刀数把，交通旗帜数对，花杆数根等等。下面就此次施工测量过程概述于后。

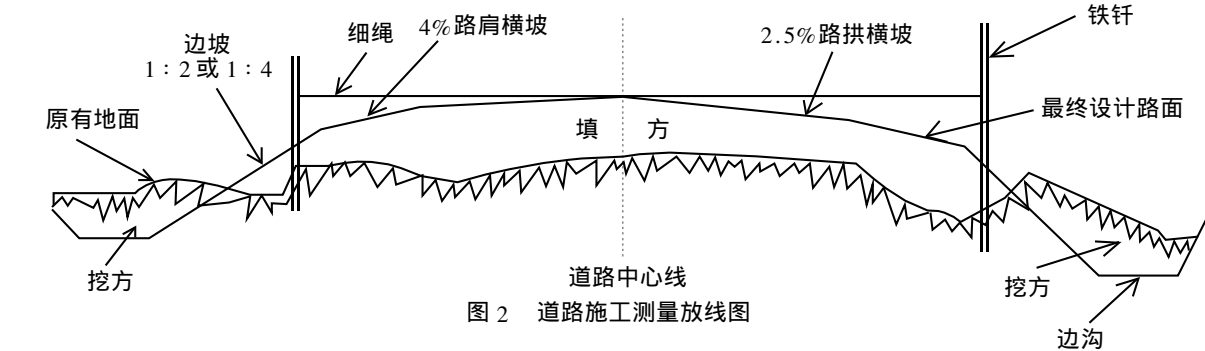


图2 道路施工测量放线图

4 施工前测量准备

- 4.1 认真阅读和理解工程标书，熟识工程图纸资料及有关数据资料。
- 4.2 组织测量人员就工程标书中测量控制点和监理人员交桩（平面点和高程点）。在现场核实控制点桩位及其完好程度。
- 4.3 进行施工前控制测量检测。检测工程标书中所提供的控制点精度是否达到施工测量精度要求。及时将检测结果告知项目技术负责人。若不能满足施工测量精度要求，必须将其检测结果发函告知监理方（须经监理认可），并提出施测方案，做好记载以便将来索赔。在检测过程中，可能还需进行清场工作，可采用装载机轻便快速机械设备。所花机具台班需经监理认可。
- 4.4 加密控制点以满足施工放样，并将施测结果（平面和高程）发函与监理认可后作为将来施工测量的依据，同时便于监理的检测。
- 4.5 开始进行中桩放线，在原有道路上用红绸拴铁钉打入地面，可以与测量监理协商进行共同测量，以便争取监理对承包商的检测时间。若发现中线偏离原有路面太大，且不利于施工，可与监理协商解决是否改线。
- 4.6 进行横断面测量。可以与测量监理协商进行共同测量，以便争取监理对承包商的检测时间。横断面测量结果，须经监理认可，并交与监理，由监理提供纵断面设计图及横断面施工设计图。
- 4.7 便道简测。便道施工前须探测好线路附近的地物、电力系统、管道、农作物、地下埋藏物等位置（包含深度和高度），以便作出便道施工方案。接下来进行土方施工测量放线。
- 4.8 依据标准断面设计图，承包商与监理共同

协商道路基层施工标准断面设计图，以便将来作为基层施工的依据。

5 EARTHWORK 土方施工测量

- 5.1 边桩放线
从中桩沿横断面方向两侧等距离（12m 左右）或者非等距离施测边桩，做好边桩标记，以便土方施工放线。可采用打入细铁钎（ $\Phi 10\text{mm}$ ）作为边桩。
- 5.2 高程测量
依据横断面设计图，在边桩上做好中桩设计高程标记，可用彩色胶带纸作标记。
- 5.3 施工放线
三人一组。两人沿两边桩标记（用彩色细尼龙线）拉线，一人指挥机械操作手控制开挖深度。
- 5.4 设计标高检测
根据土方层基面设计标高，随时检测是否达到设计值要求。土方层厚度为 30cm，基料从料场覆盖土以下 1m 取出。
- 6 SUB—GRADE 次基层土方施工测量
 - 6.1 边桩放线
可以用 EARTHWORK 土方层边桩放线。
 - 6.2 高程测量
同 EARTHWORK 高程测量。
 - 6.3 施工放线
同 EARTHWORK 方法。
 - 6.4 设计标高检测
根据 SUB—GRADE 次基层基面设计标高，随时检测是否达到设计值要求。土方层厚度为 30cm，基料从料场覆盖土以下 1~2m 取出。
- 7 SUB—BASE 水稳层施工测量
 - 7.1 边桩放线

上料前移桩。根据边坡和横坡交点计算出边桩位置,同时还应考虑到施工机具削坡厚度误差,边桩距离再加 10cm 作为最后施工边桩距离。交点坐标计算如下:

$$X = (B_1 C_2 - B_2 C_1) / (A_1 B_2 - A_2 B_1)$$

$$Y = (A_1 C_2 - A_2 C_1) / (A_1 B_2 - A_2 B_1)$$

其中: $A_1 = Y_A - Y_B$, $B_1 = X_A - X_B$, $C_1 = X_A Y_B - X_B Y_A$

$A_2 = Y_C - Y_D$, $B_2 = X_C - X_D$, $C_2 = X_C Y_D - X_D Y_C$

A、B 为边坡线上两已知点, C、D 为横坡线上两已知点。道路施工坐标系由道路中心线垂直方向为 Y 轴, 最终道路路面水平方向为 X 轴所组成。见图 1。

A 点坐标: X_A 取 5.5, $Y_A = -3.5 \times 2.5\% - 2 \times 4\% = -0.1675$

B 点坐标: 利用边坡值取 1:4, 且斜距取 2m, 得 $X_B = 5.5 + 2 \times 4 / \sqrt{16 + 1} = 7.4402$,

$Y_B = -0.1675 - 1 \times 2 / \sqrt{16 + 1} = -0.6526$

C 点坐标: 假设为 SUB-GRADE 层顶面, 即 $X_C = 0$, $Y_C = -0.05 - 0.15 - 0.175 = -0.375$

D 点坐标: X_D 取 5.5, $Y_D = -0.375 - 5.5 \times 2.5\% = -0.5125$

带入交点坐标计算式得交点 P 的坐标 $X_p = +7.033$, $Y_p = -0.5508$

最终施工边桩距离为: $X' = |X| + 0.1 = 7.033 + 0.1 = 7.133$

从中桩沿横断面方向两侧等距离 X' (m) 施测边桩, 做好边桩标记, 旁边用细木桩写好里程桩号, 以便 SUB-BASE 水泥稳定层 (俗称水稳) 施工放线。打入细铁钎 ($\Phi 10\text{mm}$) 作为边桩。

7.2 高程测量

依据横断面设计图, 在边桩上做好中桩设计高程标记, 可用彩色胶带纸作标记。此时边桩高程标记应划细小横线。该层测量精度要求较高。标记的准确度将影响所上土料的多少, 从而影响水稳配合料的多少, 直接影响工程成本。高程测量分为两种情形:

A. 断面不含超高。可按正常情况计算断面标高。该层顶面任意点标高 $H = H_t - 0.2 - D \cdot 2.5\%$, 其中: H_t 为道路最终路面中桩标高, D 为 SUB-BASE 层面上任意点到中心线的距离。在实际编制数据表格时, 可采用 Microsoft EXCEL

电子表格进行编制, 它方便而快捷。

B. 断面含超高。此时应根据设计提供的纵断面中心线竖曲线要素表资料, 计算中心线上任意点标高值, 再计算超高断面横坡值, 最终求出该层顶面任意点标高。

7.3 施工放线

(1) 首先, 根据 SUB-GRADE 层施工断面测量结果, 计算水稳层每两个相邻断面应上土石料的方量, 现场指挥上料。三人一组, 两人沿两边桩标记 (用彩色细尼龙线) 拉线, 一人指挥机械操作手摊铺土石料。

(2) 按要求摊铺完土石方料后, 摆放水泥 (水泥用量为水稳层的总重量的 4%), 然后将水泥均匀摊铺。

(3) 当铣刨机 (公司从德国购置了一台大型铣刨机, 它集铣刨原有路面材料和拌合土石方料于一体, 方便而快捷。) 拌合完一幅, 测量组开始放线工作。由于水稳施工有限时间的限制, 要求测量放线快速而准确。测量组预先准备好长度约为 20cm 的细木棍数根。

(4) 依据水稳层的设计标高值, 施镜观测人员指挥工作人员放样。放样时将细木棍插入土里, 其顶面高程就是水稳层的设计标高。每个断面 2~3m 一个点, 以便严格控制标高。施工人员应考虑到土料的压实系数, 并随时指挥平地机手操作土料的厚度, 每 1~3 个断面上应有 1 个普工以便实时告知点位所在的施工深度。

7.4 设计标高检测

(1) 水稳层施工完成以后应根据 SUB-BASE 水稳层设计标高及时检测是否已经达到设计要求。水稳层厚度为 17.5cm, 基料从料场覆盖土以下 2~3m 取出。若个别点标高超限, 应将施测结果及时告知现场施工人员, 配合平地机和水车等机械设备及时纠正点位标高, 以符合设计要求, 并最终通过监理的认可。

(2) 水稳层的标高影响到下工序用料工程量, 直接影响到工程成本。监理对此是非常重视, 亦更会引起施工单位的高度重视。

8 DBM 密沥青砼施工测量

8.1 恢复中桩及边桩

在施工前, 必须提前完成此项任务。采用任意点坐标法, 用 PC-E500 编程 (本程序具有路线上任意点中桩及其边桩放样, 路线线形设计, 控制测量计算等功能, 程序清单略), 用全站仪放线, 用红绸拴铁钉打入点位桩。在水稳层撒完

透油后的地面上用石灰水或者白色涂料写上整50m 里程桩号，以便查对里程。

8. 2 铁钎边桩放线

以边桩点为依据，施测施工边桩。考虑摊铺机宽度，内外延长 35cm 的地方（从中线向两边各为 4.10m）设置长度为 35cm 的细铁钎（Φ10mm，且在铁钎上套有长度为 12cm 可升降的标高放样横钎）。

8. 3 高程测量

依据横断面设计图，在边桩铁钎上施测 DBM 第一层标高，固定横钎。该层测量精度要求较高。标记的准确度将影响所上“黑碎”料（DBM 料的俗称）的多少，直接影响工程成本。

8. 4 拉钢线

将钢丝线固定在横向铁钎上拉直，两头分别用粗铁钎固紧，以便摊铺机电流感应钢线标高前进。

8. 5 DBM 第一层施工完成一定里程，测量组迅速在第一层 DBM 上恢复中线和断面方向。

8. 6 依据上面第 5 项施测边桩，开始第二层 DBM 施工。该层不需拉钢线，而由摊铺机自行控制摊铺高度。

8. 7 恢复中线

在第二层 DBM 上放中线。

9 路肩水稳施工测量

依据中线及其横断面方向，放样路肩水稳边线，用石灰水或者白色涂料划线，按照主路 SUB—BASE 测量方法施测断面点位标高，进行路肩水稳施工。

10 路肩 AC 细密沥青砼施工测量

依据中线，放样路肩 AC 边线，要求宽度为 2.2m。

11 AC 细密沥青砼层施工测量

11. 1 放边桩和划线

考虑 AC 层“黑碎”压实系数（事先与监理共同协商找一块实验段进行测试。），放样边线，用石灰水或者白色涂料划线和写里程桩。压实系数测试如下：

在原有路面上找一段宽约 7m 长约 50m 平坦而顺直的场地。距中心线 4.5m 处两侧事先写好桩号，桩号间隔 10m。每个断面均匀布设 7 个特征点。见图 3。并按水准测量的方法施测原有路面标高。然后，在摊铺机摊铺一段 AC 料且未压实（虚铺）前用水准测量的方法在同样点位施测路面 AC 虚铺标高。待 AC 压实后再次用水准测量的方法在同样点位施测路面 AC 压实后的标高。此次平均压实系数为 1.265。

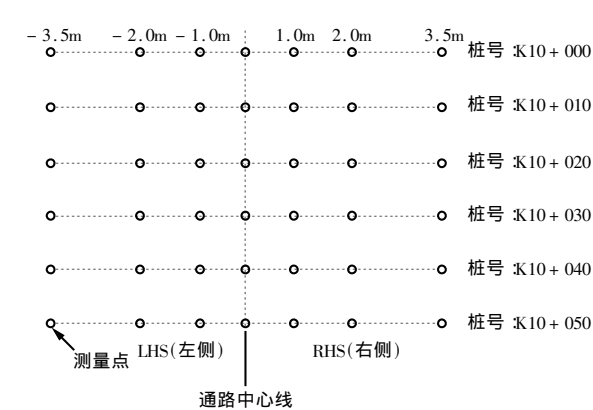


图 3 AC 压实系数测量平面布点图

11. 2 AC 施工

由施工人员根据摊铺机调节 AC 摊铺深度。

12 表面处治施工测量

依据路肩 AC 边桩，放样表面处治施工边线。以便引导沥青撒油车撒油。然后由石屑撒步机撒细石子，压路机压实成型。

13 道路设施及交通标志放样

可以依据设计图要求进行道路设施及交通标志放样。

14 专项施工测量

在这里仅仅提一点，专项工程如：涵洞、桥梁及其它建筑结构物，以设计图为依据，按照施工工序进行施工放样。

15 结束语

本次工程通过大家的共同努力，提前两个月完成全线通车的任务，受到了中国路桥总公司、外方监理公司、肯尼亚政府及世界银行等有关部门的赞许和认可，并给予了高度评价。由于工程施工及监理以 FIDIC 条款执行，任何时候我们要坚持原则，任何事情要与监理沟通和协调，只有这样，才有利于工程施工的顺利进行。本人借助 PC—E500 便携式计算机，通过建立的测量数学模型编制了一些实用的测量程序，方便、快捷地实现了此次施工测量和施工放样。本文将对从事国外道路施工测量起到一定的参考作用，希望广大同仁提出宝贵的意见。

[参考文献]

[1] 陕西省交通厅. 公路工程施工监理 [M]. 北京：人民交通出版社，1992.
[2] 钟孝顺，聂让. 测量学 [M]. 北京：人民交通出版社，1998.
[3] 何景华. 公路勘测设计 [M]. 北京：人民交通出版社，1985.