

椭圆锥形护坡的测设与控制

纪德彬

丰县宋楼镇政府

[摘要] 本文除介绍了在锥形护坡的施工测量放线中平面椭圆形的测设方法与一般平面椭圆形测设时的不同之处，还介绍了锥形护坡施工测量放线中做细内业工作量，大大减少外业工作量，减少了人力、物力和时间消耗。

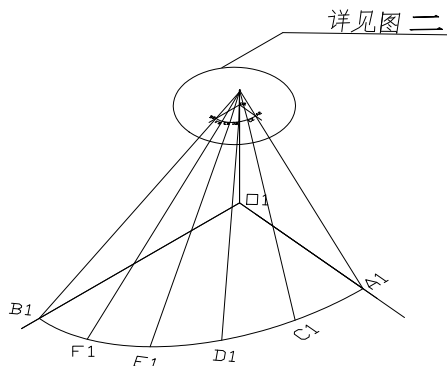
[关键词] 锥形护坡；椭圆形曲线

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.166

前言

椭圆锥形护坡是路基围护的重要组成部分，它主要用于桥台与路基接壤部位。锥形护坡施工完毕应表面圆顺，无局部凹陷现象。路基顶面与路基底标高差有的相差十多米，或更多，因此锥形护坡放线的方法是否适当对工程质量影响很大，本文主要在锥形护坡施工中应用到的立体椭圆锥形的测设方法和几年来在立体锥形护坡施工中积累的一些经验介绍给大家，不妥之处，望同行指正。

如图一，若上椭圆面 $A_2 O_2 B_2$ 和下椭圆面 $A_1 O_1 B_1$ 之间的垂直距离为 $O_2 O_1$ 即



图一

图一 椭圆锥形曲线整体放线图位置图

$H=5000$ ，锥形护坡上部椭圆的半长轴 $a_2=1000$ ，半短轴 $b_2=750$ ，在长轴方向的路基坡度为1:1.5，在短轴方向的路基坡度为1:1.0，则有下部椭圆的半长

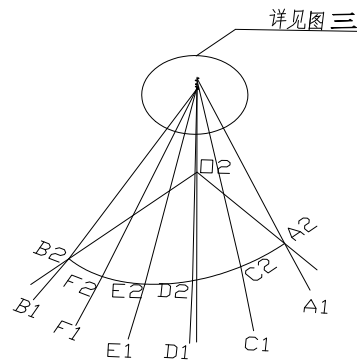
轴 $a_1=1.5H+1000=8500$ ，半短轴 $b_1=1 \times H+750=5750$ 。

表1 底部椭圆参数计算结果

序号	交点	角度 α_i	$x_i = a \cos \alpha_i$	$y_i = b \sin \alpha_i$	$a - x_i$	$b - y_i$	截距 $\sqrt{x_i^2 + y_i^2}$
1	A_1	0°	8500	0	0	575	8500
2	C_1	18°	8084	1777	416	3973	8277
3	D_1	36°	6877	3380	1623	2370	7663
4	E_1	54°	4996	4652	3504	1098	6827
5	F_1	72°	2627	5469	5873	281	6067
6	B_1	90°	0	5750	8500	0	5750

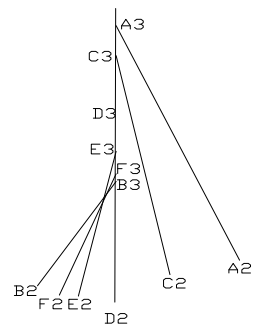
表2 上部椭圆参数计算结果

序号	交点	角度 α_i	$x_i = a \cos \alpha_i$	$y_i = b \sin \alpha_i$	$a - x_i$	$b - y_i$	截距 $\sqrt{x_i^2 + y_i^2}$
1	A_2	0°	1000	0	0	750	1000
2	C_2	18°	951	232	49	518	979
3	D_2	36°	809	441	91	309	921
4	E_2	54°	588	607	412	143	845
5	F_2	72°	309	713	691	37	777
6	B_2	90°	0	750	1000	0	750



图二

图二 椭圆锥形护坡顶部延长线图



图三

图三 延长线法中轴控制点

(注：本文中所有数据未有单位者均以mm为单位；图二中 $A_1 \sim F_1$ 及图三中 $A_2 \sim F_2$ 各点只起指示方向作用，不代表实际位置)

1、平面椭圆曲线控制点理论计算

1.1 在水平平面内，以长半轴和短半轴交点为坐标原点 $O_1(0, 0)$ ，以长半轴所在方向为x轴，以短半轴所在方向为y轴，建立平面直角坐标系。

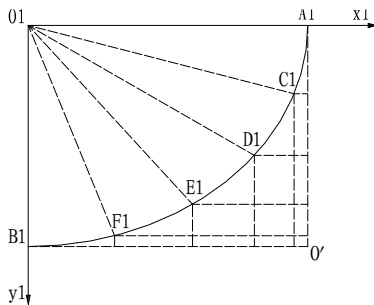
1.2 为使文中所有图形清晰，将1/4椭圆按角度等分为5份，则每份为 18° 。实际施工中，如弧长较长，施工不方便，可增加等分的份数。

1.3 根据椭圆公式 $x = a \cos \alpha$ ， $y = b \sin \alpha$ ，计算椭圆曲线控制点的坐标值。表1为底部椭圆参数计算结果，表2为上部椭圆参数计算结果。

1.4 由于锥形护坡施工时,路基土方已填筑完毕,已不可能利用坐标原点 O_1 测设下部椭圆的 x 值和 y 值。此时可分别作曲线在 A_1 、 B_1 点的切线,两切线交于 O' ,而切线可利用与桥涵轴线或桥台的定位线的相对关系作出。在长方形 A_0B_0O' 中,计算 $a-x_1$ 和 $b-y_1$ 的值,计算结果列于表1中。利用两切线丈量 $a-x_1$ 和 $b-y_1$ 值,得出曲线上各点并连接各点,椭圆曲线即形成。

1.5 也可采用曲线外的已知点(如交点 O')为极坐标原点,利用曲线上各点之间的坐标关系用极坐标法测设曲线上各点。

1.6 从曲线外测设曲线上各控制点是锥形护坡测设中最常采用的方法。如下图四。



图四 底部椭圆测设控制图

2、锥形护坡的理论计算和测设

2.1 一般方法测设

2.1.1 将上部椭圆曲线测设在一胶合板上,并标注椭圆曲线的各控制点。

2.1.2 在适当位置搭设支架,将此胶合板固定在支架上,确保胶合板标高、方向及位置正确。

2.1.3 用施工线连接上下椭圆曲线上各对应点,这样的线称作施工作业线(辅助线)。由所有辅助线形成的锥形曲面即为锥形护坡的曲面,无论片石砌筑还是现场砼浇筑,按此曲面施工即可。

2.2 延长辅助线法

2.2.1 延长所有辅助线,这些延长线将交于 O_1O_2 轴上,但交点都不重合(圆锥情况下会重合)交点分别为 A_3 、 C_3 、 D_3 、 E_3 、 F_3 和 B_3 。

2.2.2 根据相似三角形的性质,分别计算线段 O_2A_3 、 O_2C_3 、 O_2D_3 、 O_2E_3 、 O_2F_3 和 O_2B_3 的长度。仅列举一例如下:

$$\because \triangle E_3O_2E_2 \sim \triangle E_3O_1E_1$$

$$\therefore O_2E_3/O_1E_3 = O_2E_2/O_1E_1$$

$$\text{即 } O_2E_3 / (O_1O_2 + O_2E_3) = O_2E_2 / O_1E_1$$

将已知数据代入,得

$$O_2E_3 / (5000 + O_2E_3) = 845 / 6827$$

$$\therefore O_2E_3 = 706$$

2.2.3 其它线段长度计算结果列于表3中。

表3 其它线段长度计算结果

序号	三角形相似关系	所求线段	长度
1	$\triangle A_3O_2A_2 \sim \triangle A_3O_1A_1$	O_2A_3	667
2	$\triangle C_3O_2C_2 \sim \triangle C_3O_1C_1$	O_2C_3	671
3	$\triangle D_3O_2D_2 \sim \triangle D_3O_1D_1$	O_2D_3	683
4	$\triangle E_3O_2E_2 \sim \triangle E_3O_1E_1$	O_2E_3	706
5	$\triangle F_3O_2F_2 \sim \triangle F_3O_1F_1$	O_2F_3	734
6	$\triangle B_3O_2B_2 \sim \triangle B_3O_1B_1$	O_2B_3	750

所需数据已计算完毕,即可进入锥形护坡的测设阶段。

2.2.4 在上部椭圆的中心 O_2 位置立一方木杆,以上部椭圆的高度位置为所求线段的高度起始点,依次量出线段 O_2A_3 、 O_2C_3 、 O_2D_3 、 O_2E_3 、 O_2F_3 和 O_2B_3 的长度,得到点 A_3 、 C_3 、 D_3 、 E_3 、 F_3 和 B_3 ,并钉上施工钉。用施工线连接 A_3A_1 、 C_3C_1 、 D_3D_1 、 E_3E_1 、 F_3F_1 和 B_3B_1 ,这样锥形护坡测设工作已经完毕。

2.3 两种方法的比较

2.3.1 本人在铁路桥涵施工中,所接触的工程技术人员都是采用第一种方法,而没有在第一种方法的基础上进一步计算得到第二种方法所需要的数据。

2.3.2 测设时工序繁简不同。一般方法测设要经过以下四步:①将上部椭圆测设在胶合板上;②搭设支架;③将胶合板固定在支架上;④上下对应点连线。延长辅助线法要经过以下三步:①在上部椭圆中心位置立一方木;②根据表3中求出的线段的长度在适当位置钉上施工钉;③连接上下对应点,如 A_3A_1 、 C_3C_1 、 D_3D_1 、 F_3F_1 、 B_3B_1 。

2.3.3 消耗工时不同。同样在下部椭圆各控制点都已定位的情况下,采用一般方法测设一个四分之一锥形护坡,需用工人两组各两人和技术人员一名,一组将上部椭圆测设在胶合板上,且要钉上钉子,另一组搭设钢管支架,并将胶合板固定在支架上,折合一人约消耗16小时,且要用车辆将钢管、胶合板及其它作业工具等运至施工现场;而采用延长辅助线法需用一组两人,折合一人约消耗2小时。

2.3.4 需用和消耗材料不同。一般方法搭设支架需用钢管6~8根,2400*1200mm胶合板1张,钢管在使用后部分会埋入土中,不能回收;延长辅助线仅用方木1根,且能回收。

2.3.5 采用一般方法在护坡面层施工到胶合板底1.3M左右时,胶合板将被拆除,施工线也不再存在,我国西北地区多采用浆砌石材施工,影响更大,顶部施工更加困难,施工线往往因妨碍工人作业而被拆除,所以上部形状好多都不太美观;延长辅助线法可以施工到上部椭圆位置,更能保证锥形护坡的形状和施工质量。对于现浇砼锥形护坡,延长辅助线法优点更加明显,且更能保证施工的质量,施工更加方便。

3、特别提醒

3.1 当下部椭圆相邻控制点间的弧长超过2500时,应增加控制点的数量,以方便施工和确保护坡曲面圆顺。

3.2 施工线应始终保持绷紧状态,严禁下垂,以确保锥形护坡的外形圆顺。

4、结束语

延长辅助线施工方法是我第二次使用时,被公司总工现场检查时发现,当时在进行兰新铁路线乌鲁木齐段的第三次铁路提速工程某桥梁现浇混凝土锥形护坡的施工,故得以在公司内部交流和推广。因顶部四分之一的椭圆半长轴和半短轴是一定的,且长短轴两个方向的护坡坡度也是一定的,所以图中 A_3 、 B_3 、 C_3 、 D_3 、 E_3 、 F_3 各点相对顶部的高度位置也是一定的,故计算数据可重复使用。公司每年铁路桥梁工程不少于十五个,锥形护坡少则六七十,由此节省直接成本约十万元,间接成本三、四十万元。

参考文献

[1] 周光民. 采用椭圆焦点半径整数法测设桥台锥体护坡[J]. 铁道勘察, 2001, 000(002): 28-29.

作者简介:

纪德彬,男,1966年生,1988年工民建专业毕业后一直从事建筑施工及技术管理工作。