

# 扶壁式轻型桥台设计

曹利民

(浙江省交通规划设计研究院 杭州市 310006)

**摘 要:** 扶壁式轻型桥台是由台帽、耳墙、扶壁、胸墙、群桩承台、锥坡、裙墙组成。由扶壁、耳墙、胸墙组成的框架抵抗水平荷载,而以承台、桩基抵抗垂直及水平荷载的共同作用力。

**关键词:** 桥台设计; 耳墙; 扶壁; 胸墙; 群桩承台; 锥坡; 裙墙

随着高速公路建设的飞速发展,作为高速公路结构物之一的通道桥,其重要性日益显现,在设计中具有不可忽视的地位。与此同时,高速公路沿线地方政府和人民群众对通道桥的净空要求也越来越高,它与地方经济发展密切相关。就台缙高速公路东段而言,全线长 61 km,有单孔的通道桥 34 座(不包括 6 m 以下的箱式通道),其中采用扶壁式轻型桥台的通道有 14 座,且单孔跨径都大于等于 10 m。在通道桥设计中,以桥台设计为核心。因为,上部结构都采用标准图,而桥台的结构形式则因桥而异,需根据地质地形、周围环境来选择符合实际的结构。结构的受力合理与否与结构的实用性具有同样的重要性,受力合理但不实用同样不是好的设计。在地质条件较好的地方,如山区,通道桥的桥台首选是 U 形桥台。而对于地质不好的地方,如平原河网地区的软土地基却需考虑采用轻型桥台。轻型桥台类型很多,有悬臂式、扶壁式、箱式等,就浙江省来讲,在杭州绕城高速公路东段及以前的工程中曾采用过薄壁式轻型桥台。它由台帽、薄壁、承台、单排桩基、地支撑梁组成。其力学模式是由两桥台、上部梁板及地下支撑组成的四铰刚架,考虑全桥为一个整体共同受力。当填土高度在 3~4 m,跨径在 6 m 以下时,采用这种形式是可行的,但当填土高在 5 m 以上,跨径大于 8 m 时,根据工程反馈意见,薄壁上经常会有裂缝产生,既给人以不安全感又严重影响结构的使用寿命。为此,必须采用扶壁式轻型桥台。扶壁式轻型桥台与薄壁式轻型桥台的根本区别,就在于桥台本身是自立的,无地支撑梁,也不考虑上部梁板的支撑作用。

## 1 扶壁式轻型桥台的构造

扶壁式轻型桥台其承台以上部分实际上是从坞式挡墙演变而来。在地下工程中,坞式挡墙往往是隧道或地铁通向地面的敞开段——引道所采用的结构形式。笔者在宁波甬江水底隧道南引道的设计中曾用到这种结构,甬江隧道南引道中扶壁式坞式挡土墙的最大无支撑高度达 12 m,它的主要功能是挡土。而扶壁式桥台正需要挡土,它需要挡住沿桥纵向以及横向的土。扶壁式轻型桥台是由台帽、耳墙、扶壁、胸墙、群桩承台、锥坡、裙墙组成。由扶壁、耳墙、胸墙组成的框架抵抗水平荷载,而以群桩承台抵抗垂直及水平荷载的共同作用力。扶壁式桥台一般构造见图 1 所示。

### 1.1 台帽、扶壁、胸墙

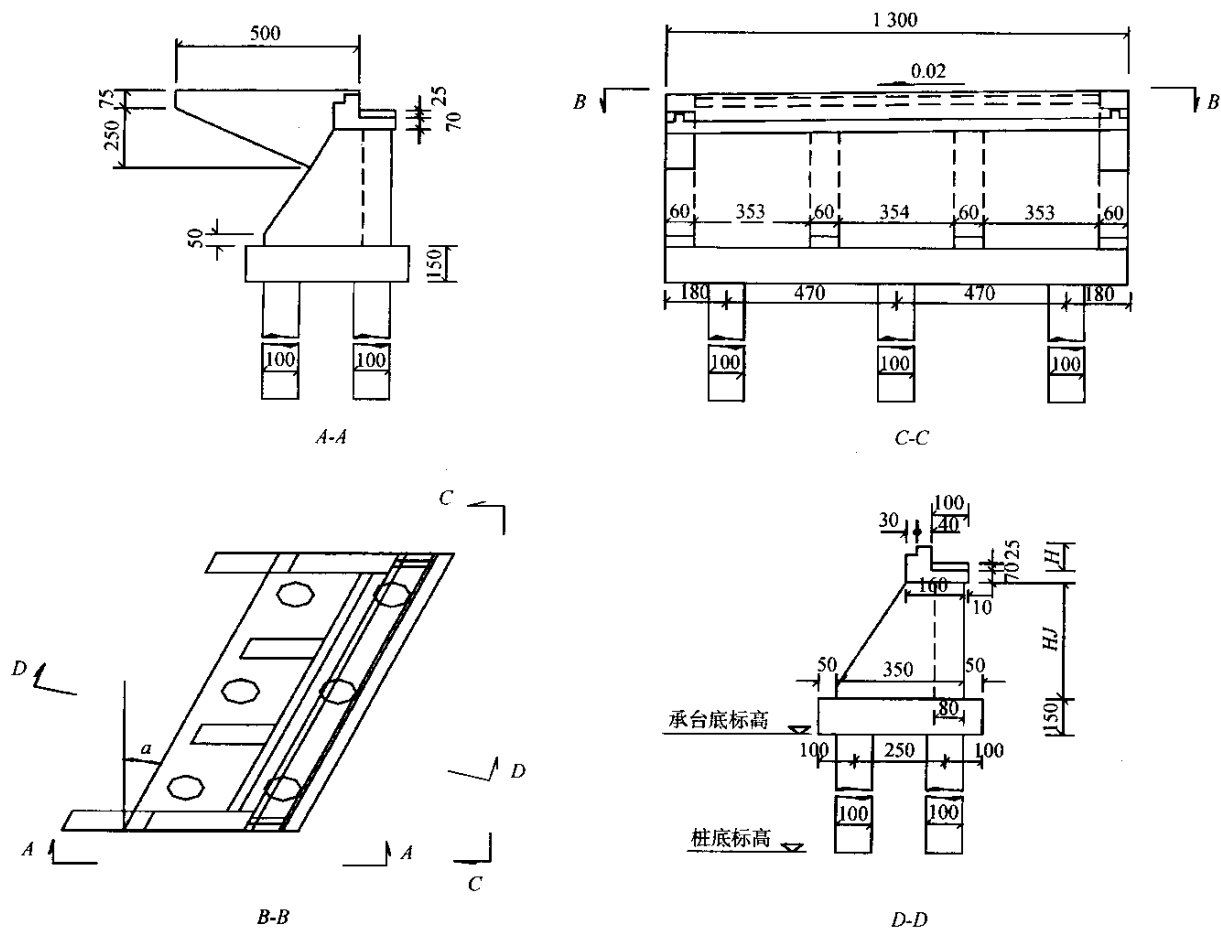
台帽搁置于胸墙与扶壁的上面,直接承受上部结构荷载及台后搭板传来的力,其厚度为 70 cm。扶壁厚 60 cm,其立面类似于肋式桥台中的肋,顶部宽等于台帽宽扣除 10 cm 襟边,底宽 3.5 m,沿桥横向布置间距约 4 m。胸墙为等厚度 80 cm,其高度可根据台后填土高调节,胸墙与扶壁应一起浇注。台帽、扶壁、胸墙均采用 C30 钢筋混凝土。

### 1.2 群桩承台

承台宽 4.5 m,与路基同长,厚度 1.5 m,钻孔桩直径 1 m,桩中到中间距 2.5 m,沿桥纵向布置双排桩,横向布置 3 列。承台、钻孔桩均为 C25 钢筋混凝土。

### 1.3 耳墙

耳墙沿桥纵向长 5 m,耳墙越长,挡土的高度越



单位:cm

图1 扶壁式桥台一般构造

高,这是显而易见的。耳墙与最外侧扶壁实际上是一个整体,耳墙与扶壁采用相同厚度,即60 cm,与扶壁要求一起浇注,在台后填土未完成前,要求以临时支撑撑住,且不允许在其上有堆载,施工过程中应有妥善保护措施。耳墙采用C30 钢筋混凝土。

#### 1.4 锥坡、裙墙

锥坡能否放得下是通道桥设计的关键,因为通道桥不允许锥坡占去桥下净空。在设计中,首先假定耳墙长度为5 m,且假定沿桥纵向锥坡取极限值,即1:1,这样可以争取高度约5 m,再考虑裙墙高为2.5 m,则最大填土高可达7.5 m。如要再高,则或者增加耳墙长度,或者加高裙墙。两者中可能性最大的是前者,笔者通过反复计算,裙墙的经济高度应是2.5 m,这是考虑当地的地基容许承载力为200 kPa的情况。因设置轻型桥台的地区,地基条件肯定相对较差。否则,不用如此大费周折,采用U形桥台就

行。耳墙如果再加长,则结构上还需改进。锥坡采用M7.5 浆砌片石,裙墙采用M10 浆砌块石。

## 2 结构受力分析

结构受力分析如图2所示。如前所述,扶壁式轻型桥台是个空间框架结构,其受力也是空间力系,在桥的纵向及横向都受到土压力及汽车荷载的作用。必须通过简化,把空间力系转换成平面力系。

### 2.1 纵向受力分析

方法一:假定计算单元是变截面T形悬臂梁。

以扶壁为中心切割出一个T形单元体如图2(1),垂直面上T梁梁高是变化的,T梁的腹板即扶壁,而T梁的翼缘就是胸墙,翼缘的计算宽度 $B_f$ 应根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ 023—85),第3.2.2条规定确定,该T梁受到上部荷载的垂直力及其弯矩作用,受到作用在T

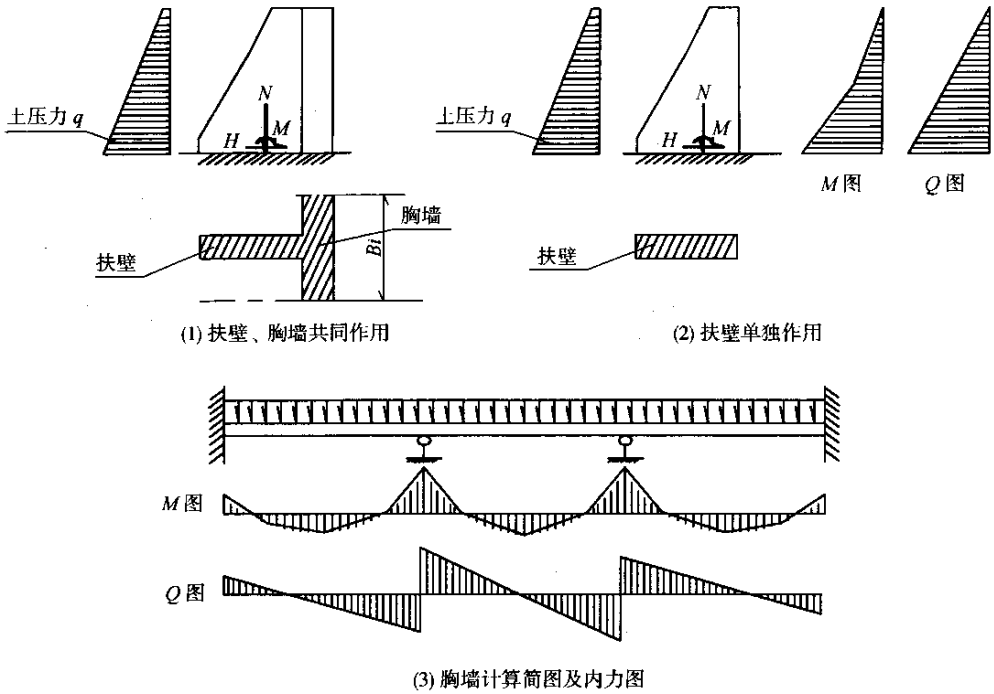


图 2 结构受力分析

梁上的土压力的作用。活载应考虑台前、台后两种不同组合,通过横向分配后作用在 T 梁上。

方法二:假定计算单元是变截面矩形悬臂梁。

将扶壁作为计算单元如图 2(2),扶壁上除受到上部荷载的垂直力及其弯矩作用,受到作用在扶壁上的土压力的作用,还受到由胸墙传来的力,即作用在胸墙上的土压力产生的水平均布荷载。同样活载应考虑台前、台后两种不同组合,通过横向分配后作用在扶壁上。这样计算虽偏保守,但计算简单。

两种方法计算的胸墙,其水平向配筋,均采用在垂直向取 1 m 板宽的两端嵌固 3 跨单向连续板来计算,如图 2(3)所示,忽略台帽及承台对它的约束,也不考虑上部垂直荷载及其引起的扭矩的作用,这些荷载应由扶壁来承受。

### 2.1.3 承台底验算

将上部荷载所有力通过不同组合,作用到承台底中心,以验算承台配筋及钻孔桩配筋,同时求得单桩最大垂直力。此部分计算可参考公路桥涵设计手册《墩台与基础》中“一字型桥台计算示例进行。

### 2.2 横向受力分析

横向主要是计算耳墙的受力。耳墙计算需分两个阶段,即施工阶段及运营阶段。施工阶段,它作为沿桥纵向及垂直向平面内的悬臂梁,受到自重引起

的弯矩作用;而运营阶段,耳墙作为沿桥纵向及水平向平面内的悬臂梁,受到土压力及活载引起的弯矩。虽然其外侧,距端部 75 cm 处有锥坡挡住,但计算时,还是把它作为自由端考虑,这是偏安全的。

### 3 施工图设计步骤

当确定采用扶壁式轻型桥台后,设计的步骤如下。

(1) 根据填土高及路线偏角,对桥台各部进行配筋验算,如有标准图,则查表确定各部配筋。

(2) 根据地质资料计算桩长。

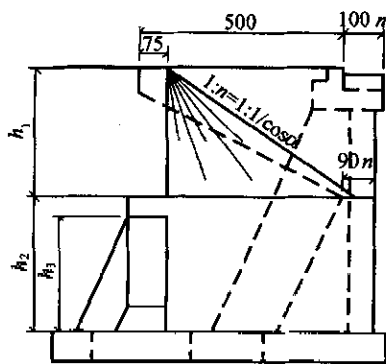
(3) 根据填土高度判别是否要设裙墙,其判别式如下(参见图 3):

$$h_1 = (L - 75) \times \cos(\alpha - 90^\circ) + (B - E - QQ + QX)$$

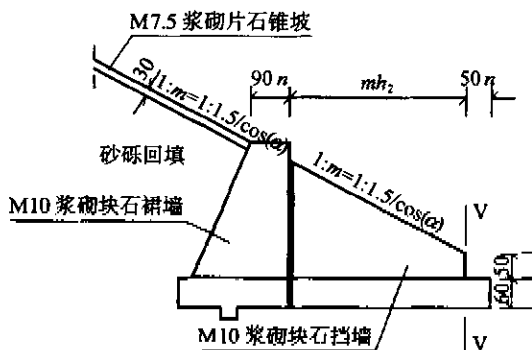
式中:  $h_1$  为锥坡高(不含裙墙高);  $L$  为耳墙斜长,取 500 cm;  $\alpha$  为路线右偏角,假定为  $65^\circ$ ;  $B$  为台帽搁置正宽,取 100 cm;  $E$  为台帽襟边正宽,取 10 cm;  $QQ$  为裙墙顶正宽,取 90 cm;  $QX$  为锥坡坡脚伸入裙墙顶正宽,取 40 cm。

$$\text{则 } h_1 = (500 - 75) \times \cos(65^\circ - 90^\circ) + (100 - 10 - 90 + 40) = 425.2 \text{ cm}$$

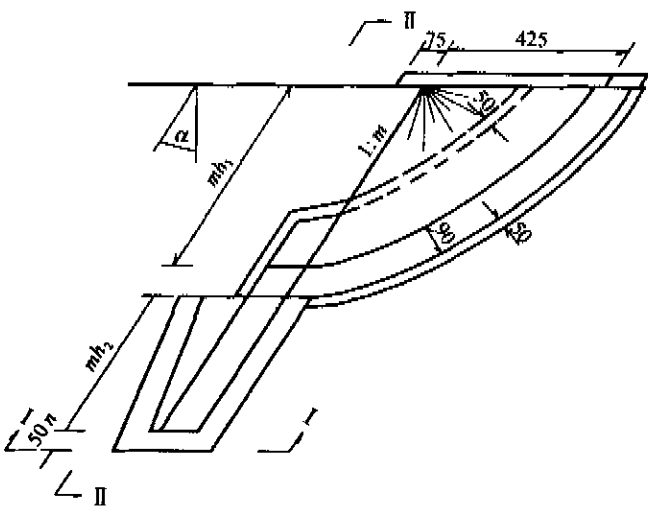
假定台后填土高为 565 cm,则裙墙高  $h_2 = 565 -$



I-I



II-II



锥坡、裙墙平面

单位:cm

图3 桥台裙墙、锥坡构造

425=140 cm(平面图中圆弧部分),挡墙高  $h_3=140-40=100$  cm(平面图中直线部分)。

计算判别时应注意:

①当  $h_2 < 0$  时,不设裙墙,且应重新计算桥纵向锥坡坡率。因上述公式是根据 1:1 坡率计算得到的。 $h_2 < 0$ ,说明坡率还可放缓。 $h_2 = 0$ ,则不必再调整坡率。 $h_2$  最大为 2.5 m;

②当  $h_2 < 50$  cm 时,采用 50 cm,这时也应重新计算坡率,因裙墙抬高了坡脚之故。

(4)标高计算,以确定桥台各部尺寸。

(5)绘制施工图。

目前,除总体布置图及桥台构造图尚无程序可利用,需手工作图外,其他各部配筋图,如台帽、耳墙、扶壁、胸墙、承台、钻孔桩等均可利用 QLT 软件生成,然后,进行手工修改而成。

注:当  $h_2 \leq 0$  时,表示不设裙墙,  $h_2 < 50$  cm 时,取 50 cm,  $h_2$  最大为 2.5 m; 当  $h_1 < 50$  cm 时,则挡墙直接采用 V-V 断面延伸到路基坡脚。后台及锥坡内填方均为砂砾。裙墙地基承载力要求大于 200 kPa。

#### 4 结语

根据上述设计原则及设计方法,可以编制出扶壁式轻型桥台的标准图,以提高设计者的工作效率。该标准图可适用于填土高为 5.5~7.5 m(按每 1 m 计),跨径为 8、10、13、16、20 m,交角为 0°、5°、10°~45°(每 5°计)等各种不同情况的通道桥。笔者通过实践,已初步摸索出一些设计经验,以上粗浅认识作为设计的借鉴,还望专家学者批评指正。

#### 参考文献:

- [1] JTJ 023-85,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [2] 江祖铭,王崇礼.公路桥涵设计手册 墩台与基础[M].北京:人民交通出版社,1994.

文章编号: 0451-0712(2005)02-0027-05

中图分类号: U443.38

文献标识码: A

部分斜拉桥斜拉索设计方法研究

郑一峰<sup>1,2</sup>, 黄 侨<sup>1</sup>, 张宏伟<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨工业大学交通学院 哈尔滨市 150090; 2. 吉林省公路勘测设计院 长春市 130021)

**摘 要:** 部分斜拉桥结构体系具有斜拉桥和连续梁桥的双重结构特性,其主要承重构件斜拉索的设计与斜拉桥斜拉索有不同之处,本文介绍了部分斜拉桥拉索、索鞍的构造特点及锚固方式,研究了部分斜拉桥斜拉索静力强度的允许应力 $[\sigma]=0.6 R^b$ 的合理性和以此值作为应力上限的200万次循环荷载作用下拉索的抗疲劳强度。通过两座部分斜拉桥拉索的疲劳试验结果,验证了本文介绍的疲劳强度设计方法的正确性。

**关键词:** 部分斜拉桥; 斜拉索; 疲劳

部分斜拉桥亦称矮塔斜拉桥,其构造特点是在连续梁中支点处设置矮索塔,其塔高只有斜拉桥索塔高度的一半左右,斜拉索通过矮索塔上设置的转向块——索鞍对主梁产生竖向支反力和水平压力。部分斜拉桥主梁采用刚度较大的箱梁或桁架梁结构,主梁自身能够承受大部分荷载效应(约占70%),而斜拉索只承担部分荷载效应(约占30%),对主梁起到一定程度的帮扶作用。部分斜拉桥是介于斜拉桥和连续梁桥之间的一种新桥型,这种结构体系使其具有斜拉桥和连续梁桥的双重结构特点。

由于部分斜拉桥拉索只承担大约30%的荷载作用,不同于承担全部荷载作用的斜拉桥拉索,活载对部分斜拉桥拉索引起的应力幅值( $\Delta\sigma=\sigma_{\max}-\sigma_{\min}$ )较斜拉桥拉索活载应力幅值小很多,根据已建部分斜拉桥的分析计算,其拉索应力幅只有斜拉桥拉索应力幅的1/3~1/4。基于此原因,在国内外公路矮塔

斜拉桥拉索设计中,拉索强度允许应力值大都选取 $[\sigma]=0.6 R^b$ ,大于斜拉桥拉索强度允许应力值 $[\sigma]=0.4 R^b$ , $R^b$ 为拉索材料的标准抗拉强度,其值等于破断强度。

我国《公路斜拉桥设计规范》(JTJ027-96)(以下简称《斜拉桥规范》)中未对部分斜拉桥拉索强度允许应力取值做具体规定,所以有必要对其合理取值进行研究。部分斜拉桥拉索在索塔上部构造设置与斜拉桥不同,对其构造措施应加以分析,确保其安全可靠。

1 索体、索塔上部构造

部分斜拉桥的拉索体系无论从构造设置和受力性能来看均类似于体外索结构,为了充分利用矮塔的有效高度,采用了适合该结构特点的索体系构造。

1.1 索体

收稿日期:2004-09-13

Design of Buttressed Light Type Abutment

CAO Li-min

(Zhejiang Transportation Planning And Design Insititute, hangzhou 310006, China)

**Abstract:** The buttressed light type abutment consists of abutment cap, side wall, buttress, breast wall, group pile cap, conical slope and skirt wall. The frame, which is formed by buttress, breast wall and side wall bear the horizontal loads, and group pile cap bears the resultant force of vertical and horizontal loads.

**Key words:** side wall; buttress; breast wall; group pile cap; conic slope; skirt wall