



普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥梁墩台与基础工程

王慧东 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥梁墩台与基础工程

王慧东 主编

廖元裳 主审

中国铁道出版社

2005年·北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了现代桥梁工程中广泛使用的各种墩台及基础工程的构造、设计理论、计算方法及施工技术,对重力式墩台、轻型墩台、刚性扩大基础、桩基础、沉井基础进行了详细的论述,并附有典型算例。阐述时,主要以铁路桥梁墩台及基础工程为主,并介绍了部分公路桥梁墩台及基础的相关内容。

本书为高等学校土木工程专业的教学用书,亦可供从事公路与城市道路工程、桥梁工程及相关工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁墩台与基础工程/王慧东主编. —北京:中国铁道出版社,2005. 9
(普通高等学校土木工程专业新编系列教材)
ISBN 7-113-06715-8

I. 桥… II. 王… III. ①桥墩-结构设计-高等学校-教材②桥台-结构设计-高等学校-教材③桥梁基础-工程施工-高等学校-教材
IV. ①U443. 2②U445. 55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 107230 号

书 名: 桥梁墩台与基础工程
作 者: 王慧东 主编
出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
策划编辑: 李丽娟
责任编辑: 李丽娟
封面设计: 薛小卉
责任校对: 张玉华
印 刷: 北京市兴顺印刷厂
开 本: 787mm×1 092mm 1/16 印张: 24.5 字数: 618 千
版 本: 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷
印 数: 1~3 000 册
书 号: ISBN 7-113-06715-8/TU·817
定 价: 36.50 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。
编辑部电话 (010)51873135 发行部电话 (010)63545969

前 言

本书是根据 1998 年教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》，在学院本科教学培养方向调整的形势下，面对铁路、公路桥梁建设人才培养的新需要，以我院编写的《桥梁墩台与基础工程》讲义为基础，总结了桥梁工程系几十名教师十几年来对本门课程的教学实践经验而编写的。在编写过程中参考了最新发布的《铁路桥涵地基和基础设计规范》(TB 10002.5—2005)。

本书力求充分反映当前桥梁墩台与基础工程的科研、设计及施工成果，在充分阐述铁路与公路桥梁墩台与基础工程的共性基础上，保持以铁路桥梁墩台与基础工程为主的特色，兼顾公路桥梁墩台与基础工程的特点。丰富了施工部分的内容，详细介绍了高墩、Y 形墩及深水基础的施工方法和手段。

参加本书编写的人员有：石家庄铁道学院王慧东(编写第一章、第五章、第八章)、朱英磊(编写第二章、第三章、第四章)、白宝鸿(编写第六章、第七章、第九章)。本书由王慧东主编，廖元蒙主审。

本书在编写过程中参考和引用了大量其他同行和研究者的成果，桥梁工程系 2002~2004 级的研究生张晓江、马文刚、焦鹏程等在资料收集、图文编辑等方面做了很多具体的工作，在此一并致以深深的谢忱。

尽管编者勤奋工作，希望尽量少有谬误，但由于水平所限，不当之处在所难免，恳请读者指正。

王慧东于都市桃园

2005 年 6 月



目 录

第一章 绪 论	1
第一节 概 述	1
第二节 桥墩类型及特点	2
第三节 桥台类型及特点	7
第四节 拼装式墩台的特点	14
第五节 基础类型及特点	16
复习题	22
第二章 桥墩构造与设计	23
第一节 桥墩设计内容及设计资料	23
第二节 铁路桥实体墩构造与设计	24
第三节 柔性墩设计与计算	52
第四节 空心墩设计与计算	64
第五节 公路柱式桥墩构造与计算	75
复习题	91
第三章 桥台构造与设计	94
第一节 铁路重力式桥台构造与设计	94
第二节 铁路 T 形桥台台身截面检算算例	104
第三节 锚定板桥台设计计算原则	112
第四节 轻型桥台构造与设计	119
复习题	130
第四章 天然地基上浅平基设计和计算	131
第一节 基础设计原则	131
第二节 基础埋置深度确定	132
第三节 浅平基设计计算	134
第四节 桥墩桥台基底检算算例	138
复习题	150
第五章 桩基础构造与设计	151
第一节 桩基础构造	151
第二节 桩基础设计方案选择与检算内容	153
第三节 桩基内力和变位计算	155



第四节 单桩轴向容许承载力·····	188
第五节 桩基础整体验算·····	201
第六节 桩基础水平容许承载力·····	204
复习题·····	206
第六章 沉井基础构造与设计·····	208
第一节 沉井使用条件·····	208
第二节 沉井构造与尺寸拟定·····	208
第三节 沉井作为整体基础的计算·····	211
第四节 沉井施工过程中的结构强度计算·····	216
复习题·····	243
第七章 其他基础与地基加固简介·····	245
第一节 管柱基础·····	245
第二节 气压沉箱·····	248
第三节 组合基础·····	250
第四节 砂垫层加固地基·····	254
第五节 夯实法加固地基·····	256
第六节 湿陷性黄土地基处理·····	258
第七节 冻土地区基础工程·····	261
复习题·····	267
第八章 墩台与基础施工·····	268
第一节 天然地基浅平基施工·····	268
第二节 水中基础施工·····	279
第三节 沉井基础施工·····	297
第四节 桩基础施工·····	320
第五节 墩台施工·····	339
复习题·····	355
第九章 铁路简支梁桥在曲线上的布置·····	356
第一节 简支梁桥在曲线上的布置原则·····	356
第二节 偏角法定墩位·····	359
第三节 桥台布置·····	362
第四节 全桥总偏角·····	367
第五节 曲线桥平面布置步骤与复核·····	369
第六节 支座中心坐标计算·····	375
第七节 复线桥梁在曲线上的布置·····	377
复习题·····	378
附 录·····	380
参考文献·····	386

第一章

绪 论

第一节 概 述

桥梁一般由两大部分构成:设有支座的桥梁,包括支座在内的以上部分称为上部结构,亦称桥跨结构;支座以下部分称为下部结构,亦称主体工程。桥梁的主体工程就是桥梁墩台及其基础工程。桥梁墩台主要由墩台帽、墩台身和基础三部分组成。

桥梁墩台的主要作用是承受上部结构的荷载,并通过基础将此荷载及其本身的重量传到地基上。桥墩一般系指多跨梁的中间支承结构物,它除了承受上部结构的荷重外,还要承受流水压力、风力以及可能出现的冰荷载,船只、排筏或漂流物的撞击力。桥台除了是支承桥跨结构的结构物外,又是衔接两岸路堤的构筑物,既要能挡土护岸,又要能承受台背填土及填土上车辆荷载所产生的附加侧压力。因此,桥梁墩台不仅本身应具有足够的强度、刚度和稳定性,而且对地基的承载能力、沉降量、地基与基础之间的摩擦力等也提出了一定的要求,以避免有过大的水平位移、转动或沉降。这一点对超静定结构尤为重要。

当前,世界各国的桥梁建设都在迅速发展,这种发展和进步不仅反映在上部结构的造型新颖等方面,而且也反映在下部结构向轻型合理化发展等方面。近 20 年来,国内外出现了不少新型桥梁墩台,尤其在桥墩形式上显得更为突出,新型墩台把结构上的轻巧合理和艺术造型上的美观统一起来。例如,既适应大跨度桥梁上部结构的受力和施工而又能节省圬工的 X 形、V 形、Y 形墩及其他各种优美立面形式的桥墩,既适应城市宽广桥面而又具有较高审美价值和节省空间的独柱、排柱、倾斜式、双叉形、四叉形、T 形等多种多样的桥墩,此外还有适应高墩施工和受力的空心桥墩等。

桥梁基础是桥梁结构物直接与地基接触的最下部分,是桥梁下部结构的重要组成部分。承受基础传来荷载的那一部分地层(岩层或土层)称为持力层,亦称地基。地基与基础受到各种荷载后,其本身将产生附加的应力和变形。为了保证桥梁的正常使用和安全,地基和基础必须具有足够的强度和稳定性,变形也应在容许范围之内。根据地基土的土层变化情况、上部结构的要求和荷载特点,桥梁基础可采用不同方案。

确定基础方案主要取决于地基土的工程性质、水文地质条件、荷载特性、桥梁结构形式及使用要求,以及材料的供应和施工技术等因素。方案选择的原则是:力争做到使用上安全可靠,施工技术上简便可行,经济上合理。因此,必要时应作不同方案的比较,从中得出较为适宜与合理的设计方案和施工方案。

桥梁基础均在地面或水面以下,其施工条件和受力状况都和上部结构不同,桥梁基础完成后即埋于水土中,进行检查和修补很困难,属于隐蔽工程。所以,在设计和施工中对它进行深入的研究和考虑是很有必要的。

桥梁结构是一个整体,上、下部结构和地基共同工作,相互影响。地基的任何变形都必然

引起上下部结构的相应位移,上、下部结构的力学特征也必然关系到地基的强度和稳定条件。所以,桥梁基础的设计、施工都应紧密结合桥梁结构的特点和要求,全面分析,综合考虑。

第二节 桥墩类型及特点

尽管桥梁墩台的类型繁多,但根据力学特点可以把常用的墩台归纳为以下两大类。

1. 重力式墩台

这类墩台的主要特点是依靠自身巨大的重量和材料的受压性能来抵抗外荷载,维持自身的稳定性。因此,墩台自身截面积较大,可以用抗压性能较好的圬工修建。这类墩台具有坚固耐久、抗震性能较好,对偶然荷载有较强的抵抗能力,施工简便,养护工作量小等优点,适用于地基良好的大中型桥梁或流冰、漂浮物较多的河流中,是目前铁路桥梁墩台的主要类型,在公路桥梁上也得到了较为普遍的应用。

2. 轻型墩台

这类墩台主要是针对重力式墩台的特点进行了如下的改进,从而使墩台自身的重量和截面积减小,达到了轻型化的目的。

(1) 改变建筑材料,使用抗拉压性能均较好的材料,以减少截面尺寸,如钢筋混凝土空心墩等;

(2) 采用杆系结构,将单独的有较大偏心的压杆改成杆系结构,可以进一步节约材料而保持必要的整体抗压弯能力,如塔架、刚架墩等;

(3) 改变结构的受力体系,使墩台内各构件的内力重新分配,如将墩梁用固定支座联系起来的柔性墩体系,又如将重力式台身承受的土压力改由锚定板承受,从而减少台身尺寸的锚定板桥台等。

总之,墩台的形式很多,而且都有各自的特点和使用条件,选用时需要根据桥位处的地形、地质、水文和施工条件等因素,综合考虑确定。

一、重力式墩

在梁桥和拱桥上,重力式桥墩用的比较普遍。它们除了在墩帽构造上有所区别以外,其他部分的构造和外形大致相同,在此,结合铁路重力式墩介绍其特点。

(一) 梁桥重力式墩

重力式桥墩有多种形式,选用时主要考虑它的流水特性,尽量减轻河床的局部冲刷和不妨碍航运,在此前提下应力求节省圬工和施工方便,常用的重力式墩有如下几种截面形式:

(1) 矩形墩[图 1-1(a)]。它的截面是矩形,外形简单,施工方便,圬工数量较省,但对水流阻力甚大,引起局部冲刷较大。一般用于无水或静水中,或用于高桥墩最高水位以上部分。

(2) 圆端形墩[图 1-1(b)]。它的截面是矩形两端各接一个半圆。施工稍复杂,但比较适合水流通过,可减少局部冲刷。用于水流与桥轴法线交角小于 15° 的情况,是铁路跨河桥中最广泛使用的一种形式。

(3) 圆形墩[图 1-1(c)]。其截面为圆形,流水特性较前两种形式好。用于桥轴法线与水流动角大于 15° 或流向不定的河流中。由于截面为圆形,各方向具有相同的抵抗矩。在用于纵横向受力差异较大的桥墩上时,浪费圬工。另外,当用石料砌筑时费工。这种桥墩多见于单线直线铁路高墩中,在公路上极少采用。

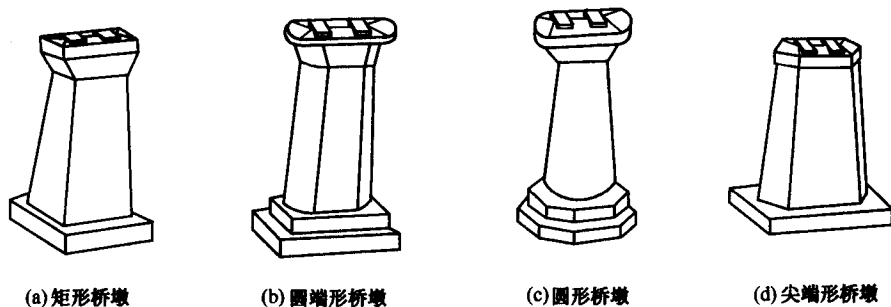


图 1-1 重力式桥墩的几种形式

(4) 尖端形桥墩[图 1-1(d)]。此种墩外形也较简单,适用于水流斜交角小于 5° 及河床不允许有严重冲刷的小跨度桥梁。在有流冰的河流中,桥墩的尖端能起破冰的作用,为此,迎水端应采取特殊加固措施。

为了加快设计进度和便于组织规模施工,铁路上对前三种截面形式的桥墩编制了标准设计图。它们适用于各种不同跨度的钢筋混凝土梁、不同的墩身高度和不同地基承载力的扩大基础。标准图中不仅给出了各部分的具体尺寸,还给出了细部构造和各部分的工程数量,对于一般桥梁的设计,使用起来极为方便。公路部门也有自己的标准设计图。

(二) 拱桥重力式桥墩

如图 1-2 所示,拱桥是一种推力结构,上部荷载由拱圈传给桥墩,除了竖向力外,还有较大的水平推力,这是与梁桥的最大不同之处。从抵御恒载水平力的能力看,拱桥桥墩又分为普通墩和单向推力墩(也称制动墩或固定墩)两种。普通墩一般不承受恒载水平推力或者仅承受两侧不等跨结构相互作用后剩余的水平推力。单向推力墩的主要作用是,当其一侧的桥孔坍塌后,能承受住另一侧桥孔的单向恒载水平推力,以保证拱桥不致连续坍塌。多跨连续拱桥的单向推力墩一般 3~4 跨设置一个。由此可见,为了满足结构强度和稳定的要求,普通墩的墩身可以做得薄一些,单向推力墩则要求做得厚实一些。

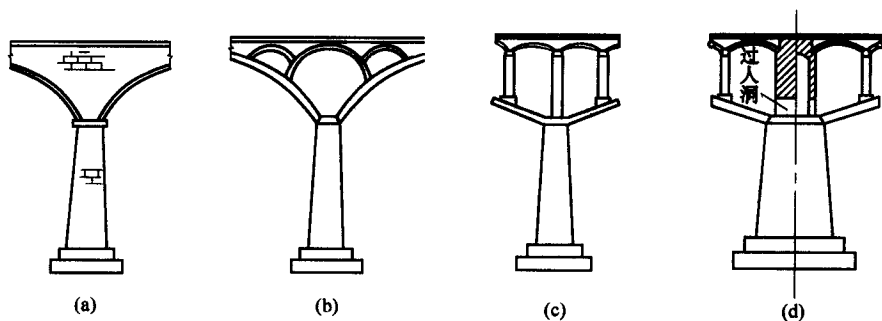


图 1-2 拱桥重力式桥墩

其次,与梁桥重力式桥墩相比较,拱桥桥墩在构造上还有以下特点。

1. 拱座

拱桥桥墩与梁桥桥墩的一个不同点是,梁桥桥墩的顶面要设置传力的支座,且支座距顶面边缘保持一定的距离;而装配式拱桥桥墩则在其顶面的边缘设置呈倾斜面的拱座,直接承受由拱圈传来的压力。故无铰拱的拱座总是设计成与拱轴线呈正交的斜面。由于拱座承受着较大

的拱圈压力,故一般采用 C25 以上的整体式混凝土、混凝土预制块或 MU50 以上的块石砌筑。肋拱桥的拱座由于压力比较集中,故应用高强度混凝土及数层钢筋网加固。装配式肋拱以及双曲拱桥的拱座,也可事先预留供插入拱肋的孔槽(图 1-3),就位以后再浇筑混凝土连成整体。为了加强肋底与拱座的联结,底部可设 U 形槽浇筑混凝土,混凝土强度等级应不低于 C30。有时孔底或孔壁还应增设一些加强钢筋网。

2. 拱座的位置

当桥墩两侧孔径相等时,拱座均设置在桥墩顶部的起拱线标高上,有时考虑桥面的纵坡,两侧的起拱线标高可以略有不同。当桥墩两侧的孔径不等,恒载水平推力不平衡时,则将拱座设置在不同的起拱线标高上。此时,桥墩墩身可在推力小的一侧变坡或增大边坡。从外形美观上考虑,变坡点一般设在常水位以下(图 1-4)。墩身两侧边坡和梁桥两侧边坡一样,一般也为 $20:1 \sim 30:1$ 。

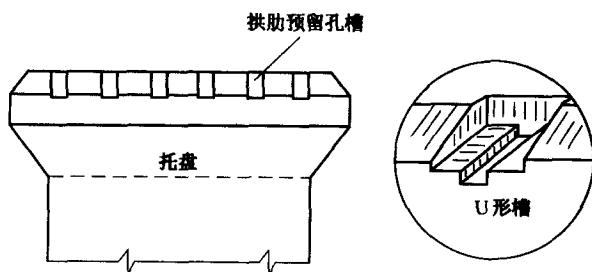


图 1-3 拱座构造

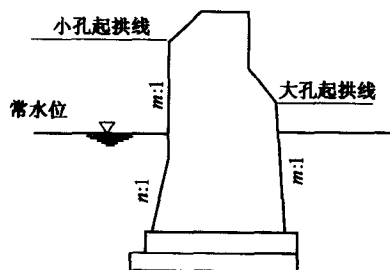


图 1-4 拱桥墩身边坡的变化

3. 墩顶以上构造

由于上承式拱桥的桥面与墩顶顶面相距有一段高度,故墩顶以上结构常采用各种不同形式。对于实腹式石拱桥的墩顶以上部分通常做成与侧墙平齐的形式[图 1-2(a)]。对于空腹式石拱桥或双曲拱桥的普通墩,常采用立墙式、立柱式或者跨越式[图 1-2(b)、(c)、(d)]。对于单向推力墩常采用立墙式[图 1-2(d)]。当采用立墙式时,为了检修的方便,墙中应设置过人孔;当采用立柱加盖梁或框架时,则应按照钢筋混凝土结构进行配筋。立柱和盖梁可以采用装配式构件(不低于 C30 的钢筋混凝土),架设时可以将预制立柱插入墩顶预留的孔槽内,方便施工。普通铁路拱桥桥墩的顶宽,对于混凝土墩一般可按拱跨的 $1/15 \sim 1/25$ 采用,石砌墩可按拱跨的 $1/10 \sim 1/20$ 估算,其比值将随跨径的增大而减小,且不宜小于 80 cm。对于单向推力墩,则按具体情况计算确定。

为了减小墩身截面长度,拱桥墩顶部分也可做成托盘形式,如图 1-3。托盘可采用 C30 素混凝土圬工,或仅布置构造钢筋。墩身材料可以采用块石、片石或混凝土预制块砌筑,也可用片石混凝土浇筑。

公路拱桥墩顶构造与铁路基本相同,只是横向宽度较大。

二、轻型桥墩

(一) 梁桥轻型桥墩

当地基土质条件较差时,为了减轻地基的负担,或者为了减轻墩身重量,节约圬工,可采用轻型桥墩。轻型墩主要有空心墩、板式墩、桩柱式墩、双柱式墩及各式柔性墩等。

1. 空心墩



墩身高度在 30 m 以上的高墩,如将实体墩身改为厚壁式空心墩身,可节省圬工 20%~30%,墩身高在 50 m 以上时可用钢筋混凝土空心墩,节省圬工可达 50% 左右。近年来滑动模板、翻模、爬模工艺的大量使用为空心墩施工创造了良好的条件,引起桥梁界的关注。

空心墩在力学上属于空间板壳结构,即使是素混凝土空心墩,其受力也有别于重力式实体墩,故将其划在轻型桥墩中。

2. 桩柱式桥墩及双柱式桥墩

桩柱式桥墩亦称排架式墩,如图 1-5 所示。墩身是利用基础的桩延伸到地面,顶帽即为连接桩的帽梁。其特点是构造简单,用料少、施工快,但纵向刚度小,故其建筑高度常受墩顶位移的限制。桩柱式桥墩用于铁路桥时只宜用在较小跨度且高度在 10 m 以内的桥梁。公路桥采用较多。

双柱式桥墩如图 1-6 所示,它是由钢筋混凝土做成的刚架,其基础可为桩基或其他类型的基础,南京、九江长江大桥的引桥都采用了双柱式桥墩。其使用高度一般在 30 m 以内,个别的采用多层刚架可达 40 m 以上。

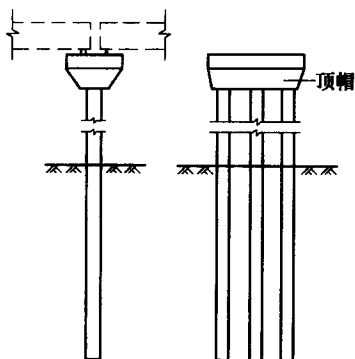


图 1-5 桩柱式桥墩

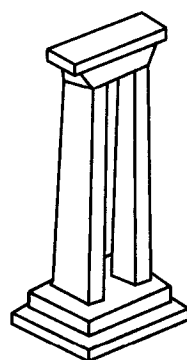


图 1-6 双柱式(刚架式)桥墩

3. 各式柔性墩

空心墩、桩柱式墩及双柱式墩是通过改变建筑材料或改变桥墩的结构形式而使桥墩轻型化的。柔性墩则是改变桥梁的受力体系,使墩台由单独承受某种荷载变为与其他墩台和梁共同承受荷载,以达到轻型化的目的,如图 1-7 所示。其特点是将若干个称为柔性墩的小截面桥墩和一个称为刚性墩的大截面墩,通过桥跨结构用固定支座联结起来(称为一联),在纵向桥向形成一个可以共同承受纵向水平力的框架体系。这样在活载引起的纵向力作用下,各柔性墩内力就大为减小。

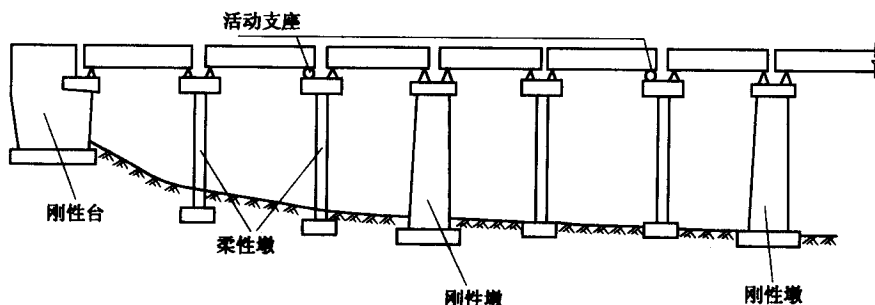


图 1-7 柔性墩桥梁布置

目前国内已建成的铁路桥梁柔性墩所采用的形式主要有:刚架式、排架桩、板式及“上柔下

刚”墩等。

(1) 刚架式柔性墩:它在横向为一刚架。单线桥的刚架柔性墩通常由两根立柱、数根横撑和顶帽组成,墩身采用钢筋混凝土,如图 1-8 所示。

(2) 排架桩柔性墩:其特点是墩身直接由基桩延伸至顶帽,地面下不需设置承台,在上端通过顶帽把各个桩顶联结在一起,如图 1-9 所示。

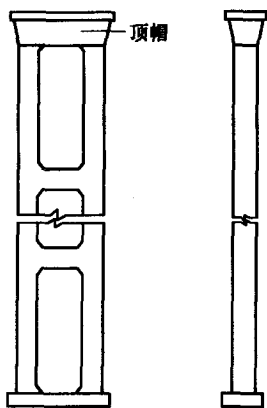


图 1-8 刚架式柔性墩

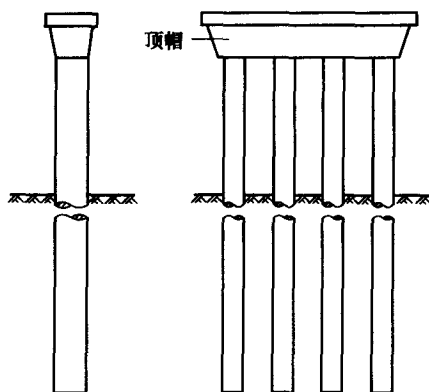


图 1-9 排架桩柔性墩

(3) 板式柔性墩:其墩身为一实体矩形板壁,设计计算和施工都较为简单,特别便于滑模施工。因此,它已被广泛地采用,如图 1-10 所示。

(4) “上柔下刚”墩:当墩身高度较大,或墩处在有漂流物的水流湍急的河流中时,为增加墩身的稳定性和加强抵抗漂流物撞击的能力,可采用墩身的上半部为小截面、下半部为大截面的“上柔下刚”墩(或称半柔半刚墩),如图 1-11 所示。这种桥墩的特点是:利用桥墩上部的柔性结构减少制动力,而下部的刚性墩身也因制动力较小而使截面减小,但要注意在刚柔相接部分的应力集中问题。

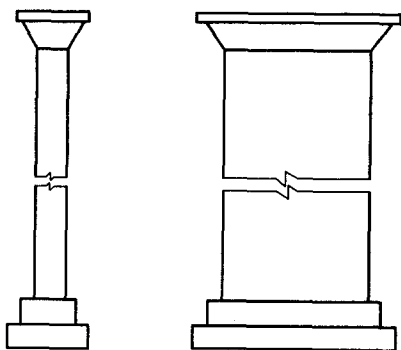


图 1-10 板式柔性墩

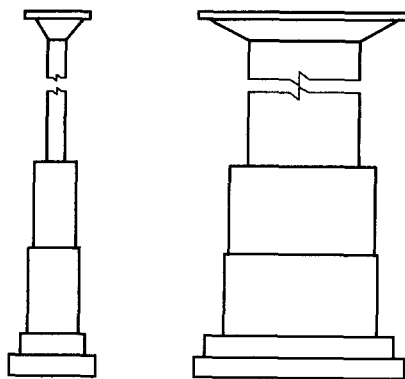


图 1-11 上柔下刚墩

应当指出,柔性墩的截面纤细,抗撞击能力较低,不宜在山坡有落石的傍山谷高架桥上或有泥石流、流冰、漂流物、通航的河流上采用。近 30 年的运营经验表明:为保证运营中有较高的安全度,柔性墩墩高一般不宜大于 30 m,曲线半径不宜小于 500 m,联长不宜大于 132 m。

(二) 拱桥轻型桥墩

拱桥上所使用的轻型桥墩,一般为配合钻孔灌注桩的桩柱式桥墩。从外形上看,与梁桥的

桩柱式桥墩非常相似,如图 1-12 所示。主要差别就是梁桥桥墩帽上设有支座,而在拱桥墩顶部分则设置拱座。

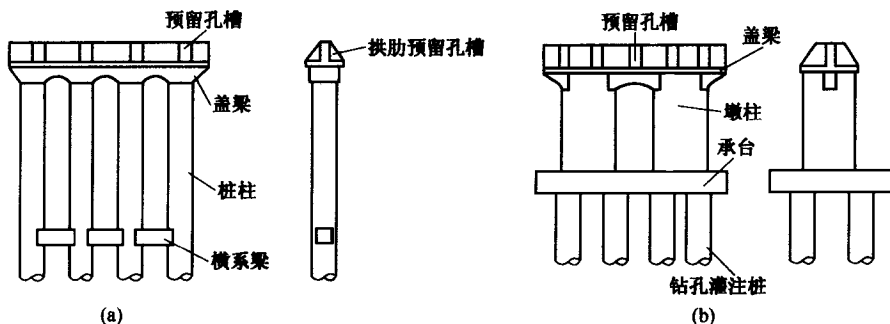


图 1-12 拱桥桩柱式桥墩

在采用轻型桥墩的多孔拱桥中,每隔 3~5 孔应设一个单向推力墩。当桥墩较矮或单向推力不大时,可以考虑一些轻型的单向推力墩,其优点是阻水面积小,并可节约圬工。轻型单向推力墩形式如下。

1. 带三角杆件的推力墩

这种桥墩的特点是在普通墩的墩柱上,从两侧对称地增设钢筋混凝土斜撑和水平拉杆,用来提高抵抗水平推力的能力[图 1-13(a)]。为了提高构件的抗裂性,可以采用预应力钢筋混凝土结构。这种墩只在桥不太高的旱地上采用。

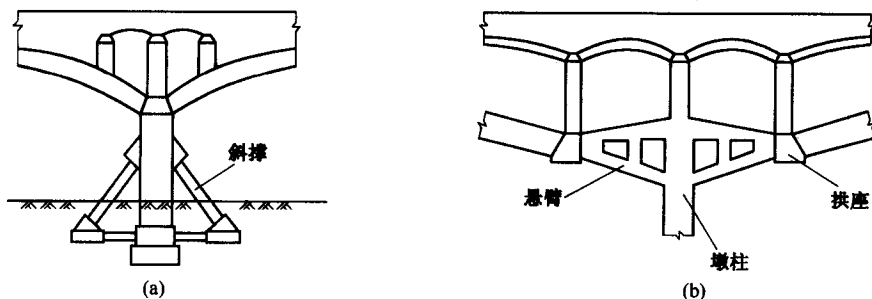


图 1-13 拱桥轻型单向推力墩

2. 悬臂式单向推力墩

悬臂式单向推力墩的工作原理是当该墩的一侧桥孔遭到破坏以后,可以通过另一侧拱座上的竖向分力与悬臂长度所构成的稳定力矩来平衡由拱的水平推力所导致的倾覆力矩,如图 1-13(b)所示。这种形式适用于两铰双曲拱桥。但由于墩身较薄,在受力后悬臂端会有一定位移,因而对无铰拱来说会有附加内力产生。

拱桥轻型桥墩一般在铁路上较少采用,主要用于公路桥。

第三节 桥台类型及特点

一、重力式桥台

梁桥和拱桥上使用重力式桥台比较普遍,两者除在台帽部分有所差别外,其余部分基本相同。从尺寸上看,拱桥桥台一般较梁桥的大。重力式桥台按其截面形状可以分为矩形桥台、U

形桥台、T形桥台、耳墙式桥台、矩形埋式及十字埋式桥台等多种形式。

1. 矩形桥台与 U 形桥台

图 1-14(a)为矩形桥台,其主要优点是造形简单、整体性好,有利于抗震。但台身较高时,圬工量大,不经济。为减少圬工数量,可做成如图 1-14(b)所示的 U 形,中空部分用土料填实。考虑到中间填土部分易积水引起冻胀而使两翼裂损,宜选用渗水性较好的土填充,并应有良好的排水设施。这两种桥台一般用于填土高 $H \leq 4 \text{ m}$ 的小跨桥梁。

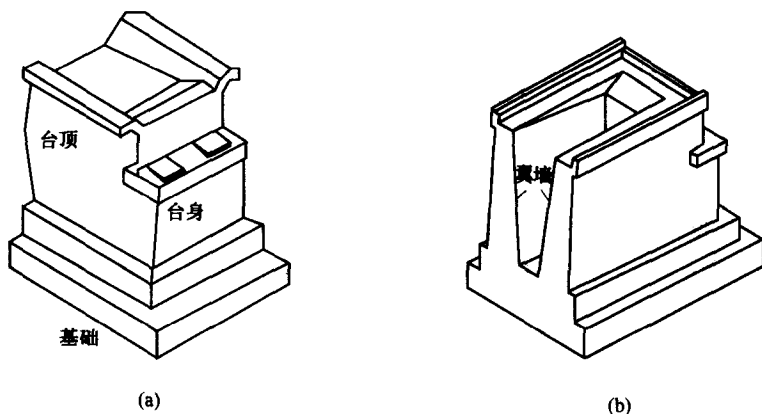


图 1-14 矩形与 U 形桥台

2. T 形桥台

图 1-15 为 T 型桥台,在铁路桥中使用较多,从经济性考虑,它适用填土高度 $H=4 \sim 12 \text{ m}$ 的桥梁。通常,T形桥台的纵向长度是根据锥体填土的构造要求和锥体填土的坡脚不超出桥台前缘的条件确定的。当填土较高时,台长随之加长,导致圬工数量增大,故有时将锥体适当伸入台前一部分,如图 1-15。有时为减少圬工量,将 T 形改造成如图 1-16 所示的带洞形式,或做成工字形截面。铁路标准设计图的使用范围为 $L_p=5 \sim 32 \text{ m}$, $H=4 \sim 12 \text{ m}$ 。

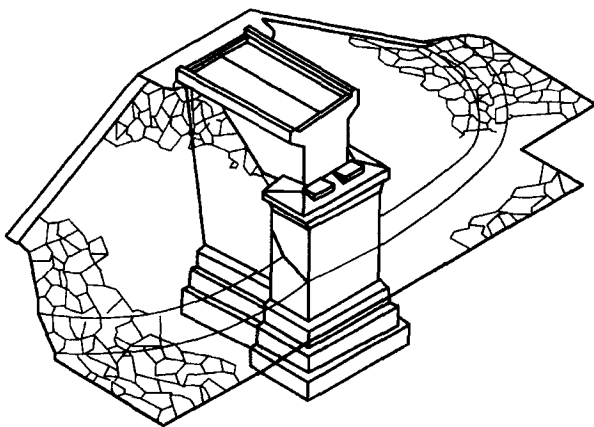


图 1-15 T 形桥台

3. 埋式桥台

埋式桥台是指部分台身埋在锥体护坡之中,这样对较高桥台可减少台长,故对跨谷高桥甚为有利。但由于它占据了桥孔一部分空间,对有水桥梁将压缩部分过水面积,在方案比选时应



综合权衡“减小台长”与“增大孔跨”二者的利弊。

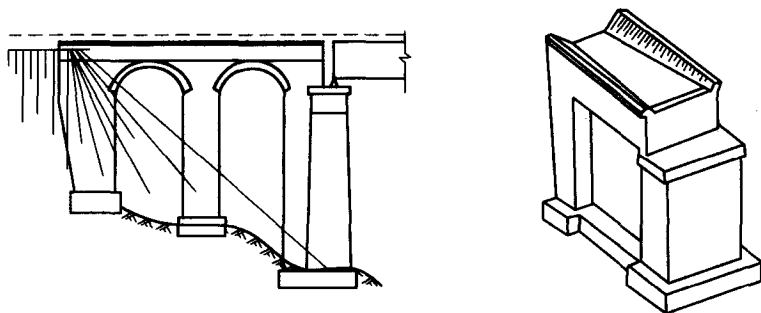


图 1-16 带洞式桥台和工字形桥台

埋式桥台如图 1-17 所示,图(a)为矩形埋式,图(b)为十字形埋式。前者结构简单,宜用于混凝土工程;后者台宽有变化,可节省圬工,一般多用石砌工程。

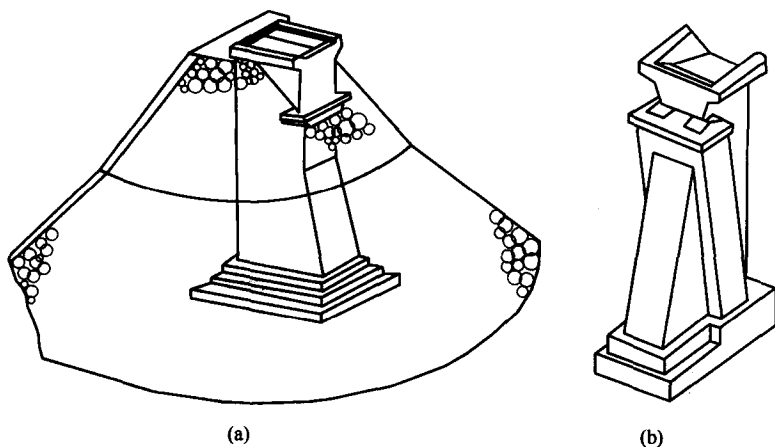


图 1-17 埋式桥台

铁路标准设计的埋式桥台可用于填土高度 8~20 m、跨度 16~32 m 的情况。

4. 耳墙式桥台

耳墙式桥台如图 1-18 所示,它是用两片钢筋混凝土耳墙代替台尾一部分实体圬工与路堤相连,从而缩短实体台身长度而能较多地节省圬工。但两片耳墙位于地面较高部位,其施工工艺要求较高。如施工质量不好,在耳墙与台身连接的根部较易产生裂缝,为此也要求耳墙不宜做得太长。当填土高大于 7 m 时,此类桥台的锥体往往也伸出桥台前墙形成埋式桥台。

二、轻型桥台

(一) 梁桥轻型桥台

铁路上已采用的梁桥轻型桥台主要有桩柱式桥台和锚定板式桥台。桩柱式桥台的桩柱既是基础也是台身,如图 1-19。台顶部分由帽梁、两侧耳墙及胸墙组成。适用于地基承载力较低、填土不高的情况。

锚定板桥台是在其后设置由挡墙、拉杆和锚定板组成的锚定结构来承受土压力,以达到自身轻型化的一种桥台,如图 1-20 所示,挡墙可用整体式或用预制的钢筋混凝土立柱与挡土板



拼装而成,钢拉杆一端与立柱连接,另一端与锚定板连接。在图 1-20(a)中墙后土体的侧压力通过墙传至拉杆,拉杆的力由土体抗剪强度对锚定板所产生的抗拔力来平衡。它的台身与锚定结构分开,土压力全部由锚定结构承受,台身仅承受桥跨传来的竖向压力和水平力,相当于一个桥墩的作用。这种分离式锚定板桥台,受力明确,但构件较多,施工工艺复杂,操作也不方便。锚定板桥台的另一种形式是将台身和挡墙合为一体,如图 1-20(b)所示。整体式与分离式相比,其构造简单,施工方便,材料也较省,但台顶位移尚难以精确计算。

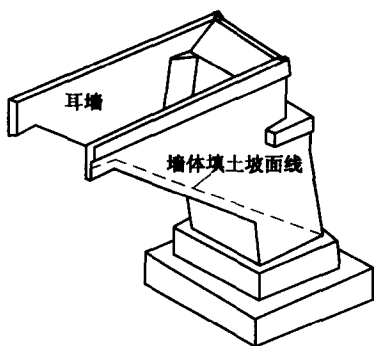


图 1-18 耳墙式桥台

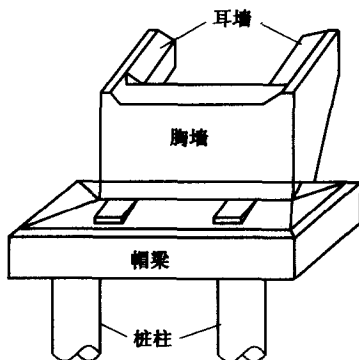


图 1-19 桩柱式桥台

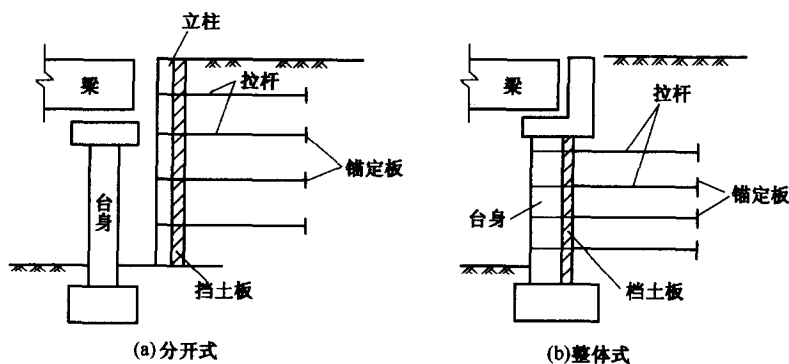


图 1-20 锚定板桥台

锚定板桥台采用锚定结构承受土压力,改变了重力式桥台靠自重来平衡土压力的受力状态,使桥台向轻型发展,可节省圬工达 50%~70%,并可大幅度地降低造价。国内已对锚定板桥台进行了一些研究,并已试建了几座桥台进行观测。

公路桥除桩柱式桥台使用较多外,对小跨度旱桥采用设有支撑梁的轻型桥台,如图 1-21,其特点是台身为直立薄壁墙,台身两侧有翼墙。在两桥台下部设置钢筋混凝土支撑梁,上部结构与桥台用锚栓连接,成为四铰框架系统。其翼墙布置可为一字形[图 1-21(a)左半部]、八字形[图 1-21(a)右半部]或耳墙式[图 1-21(b)],此外,还有钢筋混凝土薄壁轻型桥台,如图 1-22 所示。

(二) 拱桥轻型桥台

这种桥台适用于公路跨度 13 m 以下的小跨径拱桥和桥台水平位移量很小的情况。其工作原理是,当桥台受到拱的推力后,便发生绕基底形心轴而向路堤方向的转动,此时台后的土便产生抗力来平衡拱的推力,从而使桥台的尺寸大大地小于实体重力式桥台。常用的轻型桥台有八字形和 U 形桥台,以及由此派生出来的 II 形、E 形等背撑式桥台。此外,我国近年来在



有些地区还修建了改进基础布置方式的靠背式框架桥台,下面将分别介绍。

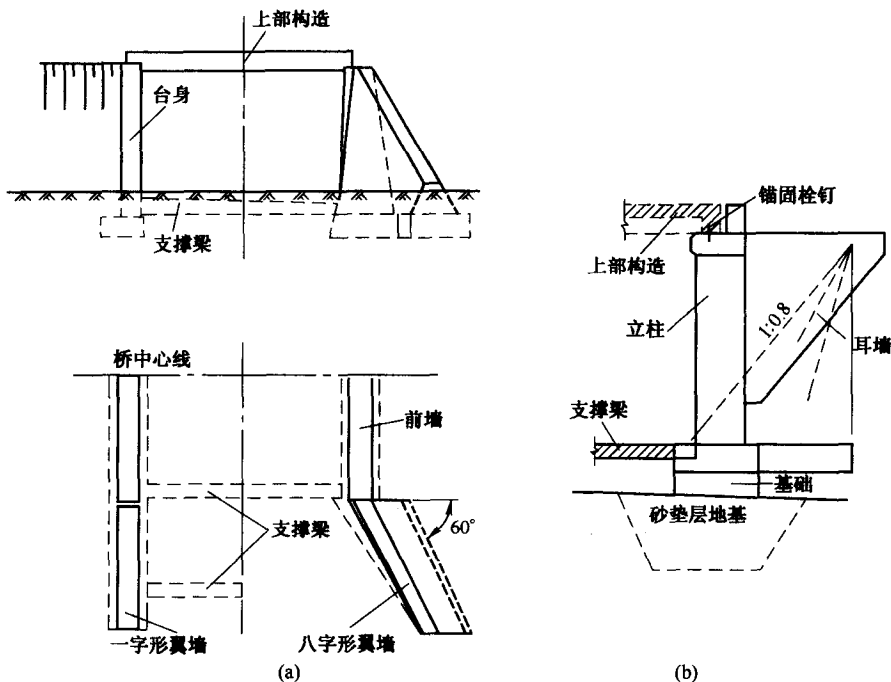


图 1-21 设置地下支撑梁的轻型桥台

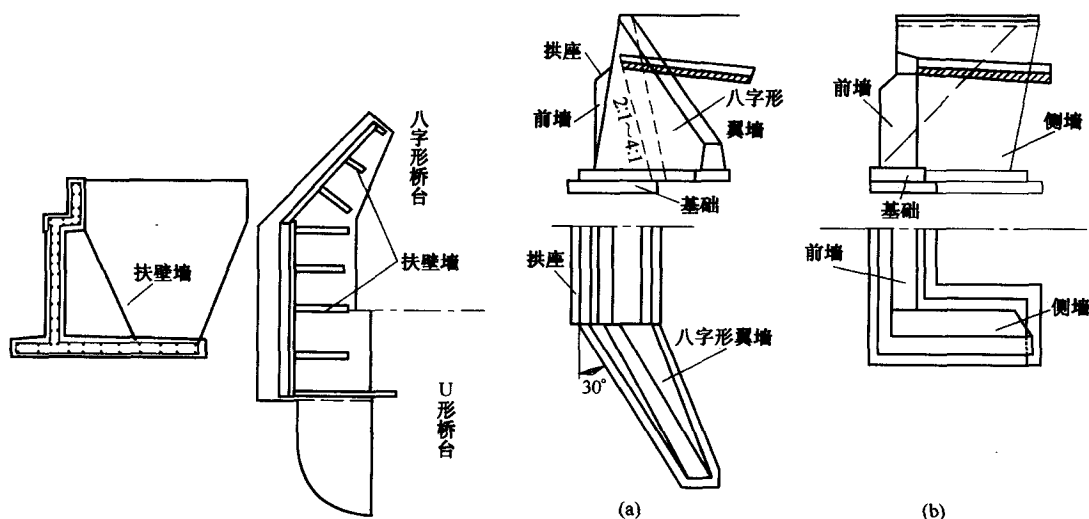


图 1-22 钢筋混凝土薄壁桥台

图 1-23 八字形和 U 形轻型桥台

1. 八字形桥台

八字形桥台构造简单,台身由前墙和两侧的八字翼墙构成,如图 1-23(a)所示。前墙和翼墙之间通常留沉降缝。前墙可以是等厚度的,也可以是变厚度的,变厚度台身的背坡为 $2:1 \sim 4:1$ 。翼墙的顶宽一般为 40 cm,前坡为 $10:1$,后坡为 $5:1$ 。为了防止基底向河心滑动,基础应有一定的埋置深度,台后填土必须分层夯实,做好防护措施,防止受水流侵蚀冲刷。