

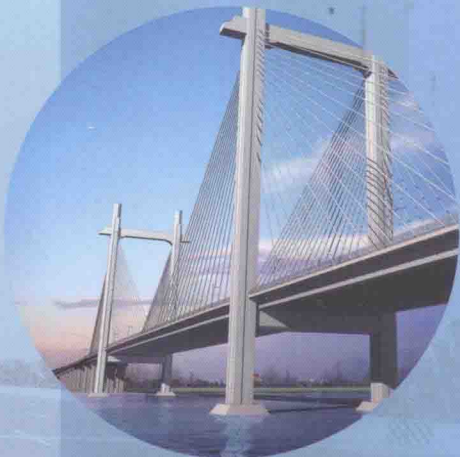


国家骨干建设院校优质核心课程教材

桥梁下部结构 施工与检测

QIAOLIANG XIABU JIEGOU SHIGONG YU JIANCE

戴洁 主编
肖芳 副主编
刘伟强 主审



人民交通出版社
China Communications Press

国家骨干建设院校优质核心课程教材

Qiaoliang Xiabu Jiegou Shigong yu Jiance

桥梁下部结构施工与检测

戴 洁	主 编
肖 芳	副主编
刘伟强	主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为国家骨干建设院校优质核心课程教材。全书系统地介绍了公路桥梁下部结构构造和施工及检测方法。共分5章,包括桥梁下部结构构造、施工预备知识、桥梁基础施工、桥梁墩台施工及桥梁下部结构检测。

本书为高职高专道路与桥梁工程技术专业教学用书,亦可作为培训教材或自学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁下部结构施工与检测/戴洁主编. —北京:
人民交通出版社, 2013.3

国家骨干建设院校优质核心课程教材

ISBN 978-7-114-10356-8

I. ①桥… II. ①戴… III. ①桥梁结构—下部结构—
桥梁施工—工程施工②桥梁结构—下部结构—检测 IV.
①U445②U443.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 023215 号

国家骨干建设院校优质核心课程教材

书 名: 桥梁下部结构施工与检测

著 作 者: 戴 洁

责任编辑: 卢仲贤 袁 方 王绍科

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 12

字 数: 306 千

版 次: 2013 年 3 月 第 1 版

印 次: 2013 年 7 月 第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10356-8

定 价: 24.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

广东交通职业技术学院

道路桥梁工程技术专业(群)教材编审委员会

主 任 李加林

副主任 吴堂林 赵文声(企业专家)

成 员 徐凯燕 余素萍 刘伟强(行业专家)

刘吉福(企业专家) 刘桂强(企业专家)

李炎清(企业专家) 刘文锁

陈 睿 王振忠 曾庆军

鄢宏庆 刘伟明 戴 洁

张兰峰

序

2010年,广东交通职业技术学院成为我国首批启动的国家骨干高职院校建设单位,道路桥梁工程技术专业(以下简称路桥专业)成为重点建设专业(群)。

随着重点专业(群)建设项目的实施,进一步深化了人才培养模式、课程体系的改革,与其相适应的配套教材成了课程改革的必然要求。为适应这一需要,广东交通职业技术学院专业教师与广东省公路行业企业的专家和一线技术人员一道,紧密结合,组成教材编写小组,经过长期的调研,掌握了大量的第一手资料,通过充分的论证,制订了编写大纲。

在此基础上既结合广东本土的诸多实际又满足工学结合课程的要求,编写了路桥专业(群)部分核心课程的教材,具体包括:《建筑材料》、《公路软土地基处理技术》、《路面施工与检测》、《桥梁上部结构施工与检测》、《桥梁下部结构施工与检测》、《建筑施工技术》一套六本。

以上教材的编写,其素材来源广泛,既取材于工程一线,又融入了行业新规范、新标准,同时兼顾行业企业的新技术、新工艺、新材料等方面的运用,使教材内容紧密结合生产实际,融“教、学、做”为一体,力求体现能力本位,突出实践技能训练和动手能力培养的特点,并注重先进性、典型性与通用性的有机结合,使其适合高职院校师生使用。

教材的编写,其人员的代表性体现在校内包括专业带头人、骨干教师,校外包括代表性企业的专家、技术骨干。编写人员普遍具有长期从事职业教育或一线生产、管理的实践经验,有深厚的理论基础和丰富的工程实践经验,两者结合,相得益彰,准确把握了教材的深度和广度,使其更具教学的适用性和可操作性。

在此,向为本教材的编写付出辛勤劳动的行业企业的领导、专家、工程技术人员表示崇高的敬意和诚挚的谢意!

广东交通职业技术学院
道路桥梁工程技术专业(群)教材编审委员会
2012年12月

前 言

本教材是根据当前高等职业教育的特点,结合高职高专学生教育培养目标和学生就业岗位群的特点,按照工学结合的要求编写的。

本教材以桥梁下部结构常用构造、施工方法和检测技术为主要内容。全书共有5章:

(1)公路桥梁下部结构构造,主要介绍公路桥梁墩台与基础的构造;

(2)桥梁施工预备知识,主要介绍桥梁下部结构施工测量内容、桥梁施工常用机具及设备以及混凝土工程施工的基本操作;

(3)桥梁基础施工,主要介绍公路桥梁常用的浅基础、桩基础和沉井基础的施工方法和工艺;

(4)桥梁墩台施工,主要介绍石砌墩台、混凝土墩台、装配式墩台与高桥墩的施工方法和特点;

(5)桥梁下部结构检测,主要介绍地基承载力检测、扩大基础检测、灌注桩和基桩承载力检测方法,以及沉井施工检测和墩台身、锥坡和盖梁检测。

本教材第一章由广东交通职业技术学院戴洁编写;第二章由广东交通职业技术学院肖芳编写;第三章和第四章由广州市公路工程公司刘瑞盛与戴洁合作编写;第五章由清远市交通运输局清城局李传鹏编写。全书由戴洁主编统稿,由广州市交通工程质量监督站刘伟强主审。

由于编者水平有限,书中难免存在错误,敬请读者批评指正。

编 者

2013年2月

目 录

第一章 公路桥梁下部结构构造	1
第一节 公路桥梁墩台构造	1
第二节 公路桥梁基础构造	18
思考题	32
第二章 桥梁施工预备知识	33
第一节 桥梁下部结构施工测量	33
第二节 桥梁施工常用机具和设备	38
第三节 混凝土工程施工基本操作	48
思考题	61
第三章 桥梁基础施工	62
第一节 浅基础施工	62
第二节 桩基础施工	72
第三节 沉井基础施工	90
思考题	97
第四章 桥梁墩台施工	99
第一节 石砌墩台施工	99
第二节 混凝土及钢筋混凝土墩台施工	102
第三节 装配式墩台施工	106
第四节 高桥墩施工	110
第五节 墩台顶部施工与支座安设	115
第六节 桥梁墩台附属工程施工	117
思考题	119
第五章 桥梁下部结构检测	120
第一节 地基承载力检测	121
第二节 扩大基础检测	129
第三节 钻(挖)孔灌注桩检测	139
第四节 基桩承载力检测	158
第五节 沉井施工检测	166
第六节 墩台身、锥坡和盖梁施工检测	170
思考题	178
参考文献	179

第一章 公路桥梁下部结构构造

第一节 公路桥梁墩台构造

一、概述

桥梁墩台是桥墩和桥台的合称,墩台与其基础统称为桥梁下部结构。它们是桥梁结构的重要组成部分,对桥梁上部结构起支承作用,并将荷载有效地传递给地基基础,起着“承上启下”的作用。

桥墩指两跨以上桥梁的中间支承结构物,它除了承受上部结构传来的作用力外,还要承受流水压力、水面以上风荷载以及可能出现的冰压力、船舶或漂流物的撞击作用(对于跨线桥为桥下车辆的撞击作用)。桥台一般指桥头两端设置的支承与挡土的结构物,它既要支承上部结构,又要衔接两岸接线路堤,挡土护岸并承受台背填土及填土上汽车引起的土侧压力。因此,桥梁墩台不仅自身结构应具有足够的强度、刚度和稳定性,而且对地基的承载力、沉降量、地基与基础之间的摩擦力等也提出了一定的要求,以避免在上述作用力的影响下产生过大的沉降、水平位移或者转动,影响上部结构的正常工作。此外,桥梁墩台的造价通常在桥梁总造价中占有很大的比例,而在施工上有时比建造桥跨结构更为复杂和艰巨。

桥梁上最常用、最基本的墩台类型,总体上可分为重力式墩台和轻型墩台两种。

1. 重力式墩台

重力式墩(台)的主要特点是靠自身重力来平衡外力而保持稳定。因此,墩、台身比较厚实,可不用钢筋,而用符合材料强度等级的天然石材或片石混凝土建成。它适用于地基较好的大、中跨径桥梁,或流水、漂流物较多的河流中。在砂石料供应方便的地区,小桥也往往采用重力式墩台。其主要缺点是圬工体积较大、自重较大,因而阻水面积较大,对地基承载力要求也较高。如图 1-1 所示,桥梁墩台一般由墩(台)帽、墩(台)身和基础三部分组成。

2. 轻型墩台

一般而言,轻型墩台的墩(台)身承力截面较小、相对长细比较大、整体刚度较小,受力后允许在一定范围内发生弹性变形。所用的建筑材料通常以钢筋混凝土和少筋混凝土为主,但也有些轻型墩台通过验算后可以用圬工材料浇(砌)筑。这种墩台外形轻巧美观,是目前公路桥梁中广泛采用的墩台形式之一,特别是广泛应用在较宽、较大的城市立交桥和高架桥中。

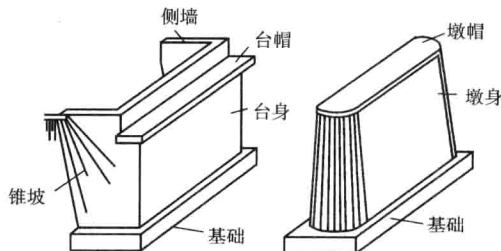


图 1-1 梁桥重力式墩台

近年来,国内外的城市立交桥、高架桥中,涌现出了许多结构匀称、构造轻盈、形式优美的桥梁墩台形式。如图 1-2 所示,主要有单柱式墩、多柱式墩、矩形薄壁墩、叉形墩及各种构

造墩,如T形、V形和X形墩等。这些墩台除满足结构受力的要求外,还给城市以开阔明朗的视觉空间,起到了美化城市的作用。

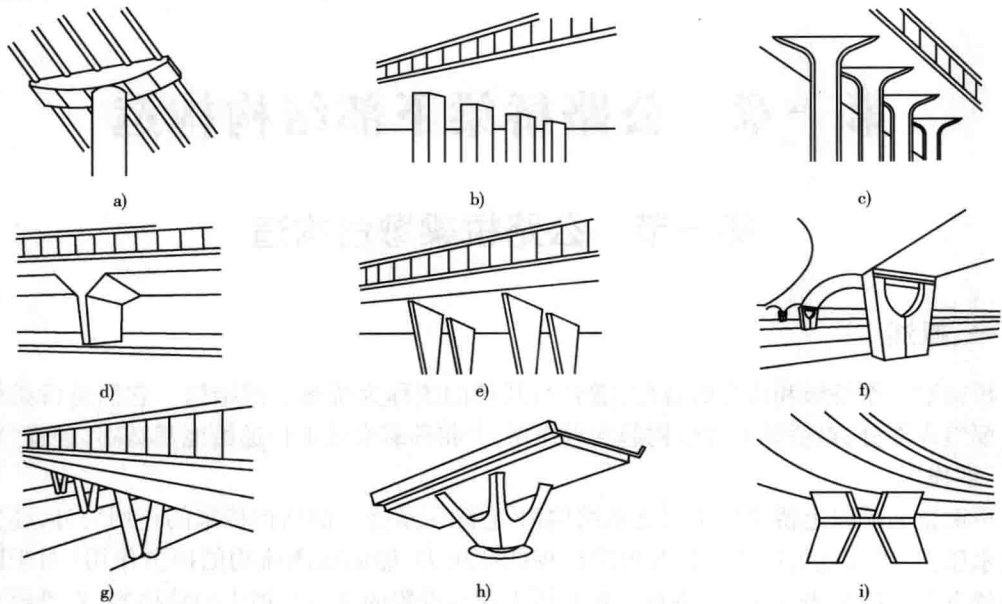


图 1-2 各种轻型桥墩

a)单柱式墩;b)多柱式墩;c)T形墩;d)矩形薄壁墩;e)薄壁墩;f)V形墩;g)双叉形墩;h)四叉形墩;i)X形墩

二、桥墩构造

按桥墩的构造形式,可分为实体墩、空心墩、柱式墩、排架式墩及框架墩等;按桥墩墩身横截面形状,可分为矩形墩、圆端形墩、尖端形墩及各种截面组合而成的空心桥墩(图 1-3);按桥墩受力与变形特点,可分为刚性墩和柔性墩;按桥墩施工工艺,可分为就地浇(砌)筑桥墩、预制安装桥墩。

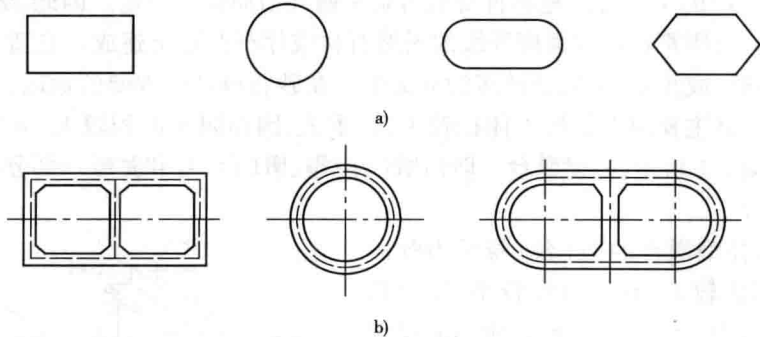


图 1-3 桥墩截面形式

a)实心墩;b)空心墩

梁桥桥墩和拱桥桥墩在构造上有很多相似之处,但由于两种桥型的受力特点不同,桥墩形式又存在很多差异。

(一) 梁桥桥墩的构造

1. 实体桥墩

实体桥墩是由墩帽、墩身和基础构成的一个实体结构。按其截面尺寸和桥墩重量的不

同,又可分为实体重力式桥墩(图 1-4)和实体薄壁式(墙式)桥墩(图 1-5)。

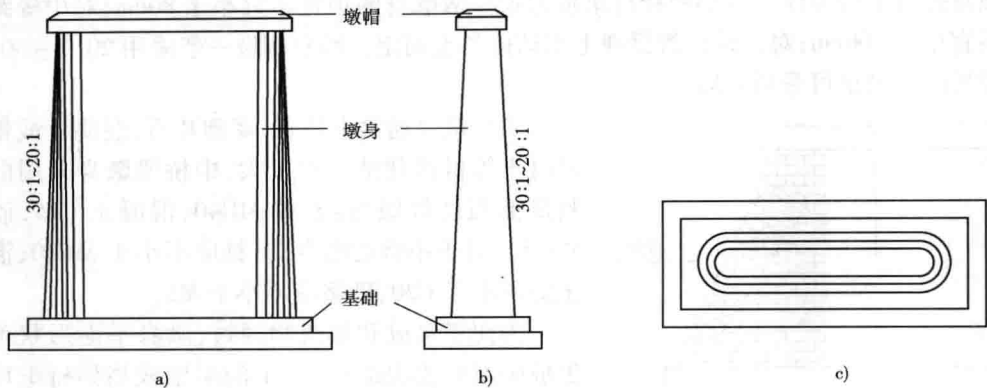


图 1-4 实体重力式桥墩

实体重力式桥墩是一实体圬工桥墩,主要靠自身的重量(包括桥跨结构重力)来平衡外力,从而保证桥墩的强度和稳定。桥墩自身刚度大,具有较强的防撞能力,但同时存在阻水面积大、圬工体积大的缺陷,比较适合于修建在地基承载力较高、覆盖层较薄、基岩埋深较浅的地基上。

实体薄壁式(墙式)桥墩可用混凝土、浆砌块石或钢筋混凝土材料建成,此结构显著减少了圬工体积,但抵抗冲击的能力较差,不宜建在流速大并夹有大量泥砂的河流或可能有船舶、冰块、漂流物撞击的河流中,一般用于中、小跨径桥梁上。

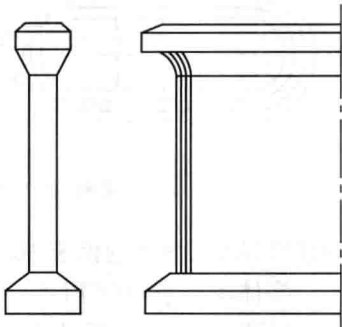


图 1-5 实体薄壁式(墙式)桥墩

(1) 墩帽

墩帽是桥墩顶部的传力构件,它通过支座承托着上部结构,并将荷载传至墩身。因此对墩帽的厚度和材料的强度要求较高,其厚度随桥梁跨径而定,对于大(特大)跨径桥梁不应小于 50cm,对于中、小跨径桥梁不应小于 40cm。墩帽一般要用 C20 以上的混凝土或钢筋混凝土做成,对于大、中跨径的桥梁,在墩帽内应设置构造钢筋;小跨径桥梁除在严寒地区外,可以不设构造钢筋。钢筋直径一般为 8~16mm,采用间距 15~25cm 的网络布置。另外,在支座支承垫板的局部范围内设置 1~2 层钢筋网,其平面分布尺寸约为支承垫板面积的两倍,钢筋直径为 8~12mm,网络间距为 5~10cm。墩帽一般在四周设 50~100mm 的檐口(图 1-6a),在一些桥面较宽、墩身较高的桥梁中,为了减小墩身及基础的圬工体积,常常利用挑出的悬臂或托盘来缩短墩身横向长度。悬臂式或托盘式墩帽(图 1-6b、c)一般采用 C20 或 C25 钢筋混凝土。

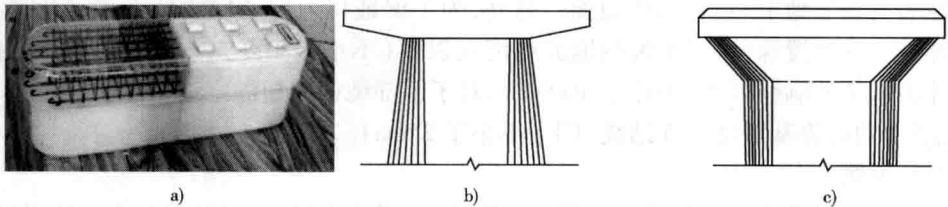


图 1-6 墩帽形式

a) 普通式;b) 悬臂式;c) 托盘式

(2) 墩身

墩身是桥墩的主体。对小跨径桥梁重力式桥墩墩身的顶宽不宜小于 80cm;对中等跨径桥梁不宜小于 100cm;对大跨径桥梁视上部结构类型而定。墩身侧坡一般采用 20:1~30:1,小跨径桥的桥墩也可采用直坡。

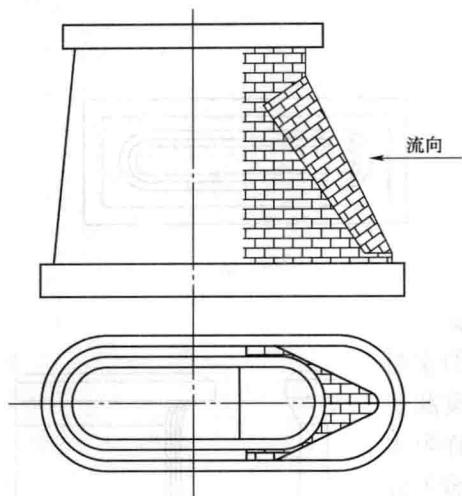


图 1-7 带破冰棱体桥墩

实体墩身通常由块石、浆砌片石、混凝土或钢筋混凝土等材料建造。对于大、中桥梁墩身采用的材料最低强度等级为:石材 MU40,混凝土 C25,砂浆 M7.5。对于小桥的墩身,石材应不小于 MU30,混凝土应不小于 C20,砂浆应不小于 M5。

为便于水流和漂流物通过,墩身平面形状可以做成圆端形或尖端形;无水的岸墩或高架桥墩可做成矩形;在水流与桥梁斜交或流向不稳时,宜做成圆形。在有强烈流冰、泥石流或漂流物的河流中的桥墩,应在其迎水端做成破冰棱体(图 1-7),破冰棱体应高出最高流冰水位 100cm,并应低于最低流冰水位时冰层底面以下 50cm。破冰棱体与桥墩应构成一体,其倾斜度宜为 3:1~10:1(竖:横);选用强度等级不小于 MU60 的石材或 C40 混凝土预制块镶面,镶面砌筑

的砂浆强度等级不应低于 M20。若采用混凝土破冰棱体,在其迎水表面应埋设钢板或角钢。

实体薄壁桥墩(图 1-5)可用钢筋混凝土材料建成,一般不设侧坡。由于它可以显著减少圬工体积,因而被广泛使用于中小跨径的桥梁中,但其抗冲击力较差,不宜建在流速大并夹有大量泥砂的河流或可能有船舶、冰、漂流物撞击的河流中。

(3) 基础

桥梁墩台基础的种类很多,见本章第二节的介绍,这里仅简要介绍天然地基上的刚性扩大基础。刚性扩大基础应采用 M5 以上砂浆砌筑 MU30 以上块石建成,或用 C20 以上混凝土浇筑而成,或用同强度等级的片石混凝土浇筑而成。它的平面尺寸为墩身底截面尺寸四周加上基础襟边,襟边尺寸约为 25~75cm。此外,襟边尺寸还受基础的刚性扩散角的影响。扩散角的取值为:对于片石、块石和料石砌体,当用强度等级为 M5 的砂浆砌筑时,不应大于 30°;当用 M5 以上的砂浆砌筑时,不应大于 35°;对于混凝土砌筑时,不应大于 40°。扩大基础可以设置单层,也可设置成 2~3 层台阶形式。基础襟边尺寸在扩散角的限值以内时,襟边受力可不作验算。

为了保持美观和结构不被破坏,基础顶面一般应设置在最低水位以下(不小于 50cm);在季节性河流或旱地上,不宜高出地面。另外,为了保证持力层的稳定性和不受扰动,除岩石地基外基础的埋置深度,应在天然地面或河底以下(不小于 100cm);如有冲刷,基底埋深应在设计洪水位冲刷线以下(不小于 100cm);对于上部结构为超静定结构的桥梁基础,除了非冻胀土外,均应将基底埋于冻结线以下(不小于 25cm)。

2. 空心桥墩

对于高大的桥墩或位于软弱地基桥位的桥墩,为了减少圬工体积、减轻自重以及减小地基的负荷,可将墩身内部做成空腔体或部分镂空,形成空心桥墩。空心桥墩有两种形式:一种为部分镂空体桥墩,另一种为薄壁混凝土空心桥墩。

(1) 部分镂空体桥墩

部分镂空体桥墩,如图 1-8 所示。这种空心桥墩在外形上具有实体重力式桥墩的基本特点,只是自重较实体桥墩轻,能节省一定数量的圬工材料。对于采用部分镂空体桥墩应注意如下几个方面:

①墩身应在截面强度和刚度均足以承担和平衡外力的前提下进行镂空。

②在陆地上或不受船筏撞击、磨损及不受冰冻侵害的高水位以上部分,才宜于采用中间镂空的截面。

③墩帽下应有足够厚度的实体过渡段,将墩帽的压力均匀分布到墩壁,实体过渡段厚度不小于 100 ~ 200cm。

④镂空部分的墩身周围应设置适当的壁孔,作为泄水孔或通风孔,孔径宜为 20 ~ 30cm。值得指出,空心墩身如不设泄水孔,将使墩壁承受静水压力,而且壁外河水通过墩壁微细缝向墩内渗透,使结构受损。此外,如果基础底面下是透水地基,河水对墩身和基础产生的浮力不利于稳定。对于水位以上及早桥的空心墩墩壁也宜设通风孔,用以调节壁内外温差,但其孔径可适当减小。

⑤空心部分墩壁与实体部分衔接处,应设倒角或配置构造钢筋,以避免在施工时因受温差影响产生局部应力而在转角处发生裂缝。

(2) 薄壁混凝土空心墩

在一些高大的桥墩中,为了减少圬工体积,减轻墩身的自重,节约材料,或减小软弱地基的负荷,也可将墩身做成空心桥墩。其墩身立面形状可分为直坡式和斜坡式(斜坡率通常为 50:1 ~ 40:1)。常见的空心桥墩截面形式见图 1-9 所示。

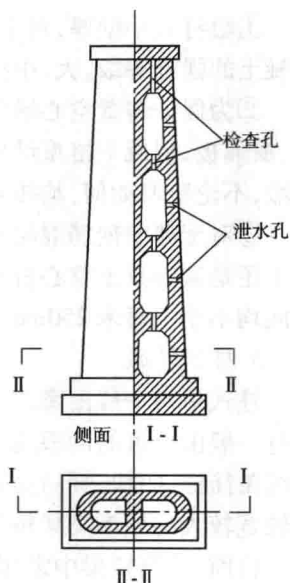


图 1-8 部分镂空体桥墩

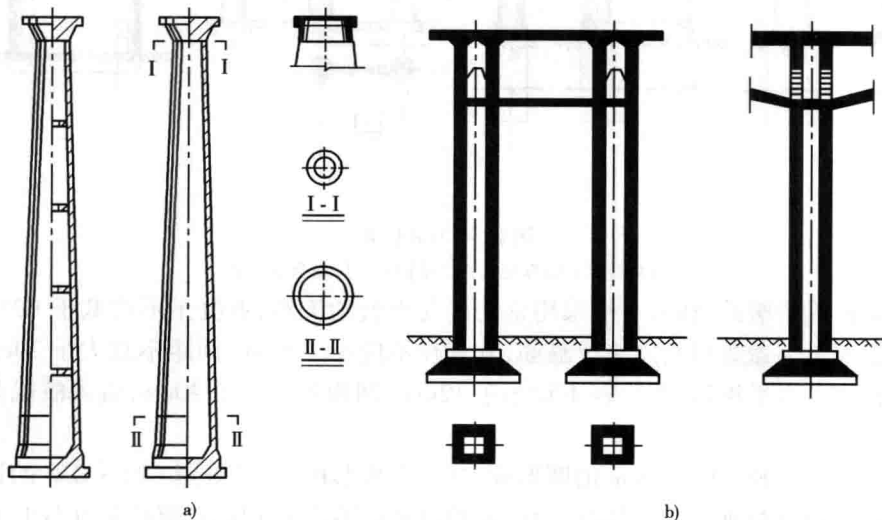


图 1-9 空心桥墩

a) 圆形空心桥墩; b) 方形空心桥墩

薄壁混凝土空心墩除应满足部分镂空体桥墩规定的要求外,还应注意以下几点:

①墩身最小壁厚,对于钢筋混凝土不宜小于 30cm,对于素混凝土不宜小于 50cm。现浇混凝土的强度等级,大、中桥为 C25,小桥为 C20。

②为保证薄壁空心墩墩壁的稳定以及桥墩局部和整体的稳定,应在墩身内设横隔板或纵、横隔板,形成空格型结构。水平横隔板设置的间距受墩壁厚的限制,但对于 40m 以上的高墩,不论壁厚如何,均按 6~10m 的间距设置横隔板。

③对于薄壁钢筋混凝土空心墩应按计算配筋,一般配筋率在 0.5% 左右,但不论钢筋混凝土还是素混凝土空心桥墩,墩身表层内应设置钢筋网,其钢筋截面面积在水平方向和竖直方向均不小于每米 250mm^2 ,间距不应大于 40cm。

3. 柱式桥墩

柱式桥墩一般由墩顶的盖梁(即墩帽)、柱式墩身和桩基础或扩大基础组成。柱式桥墩墩身一般由分离的两根或多根立柱(桩柱)组成,柱身为圆形、方形或六角形等形式。这种桥墩线条简捷、明快、轻巧美观、省材料、施工方便,是桥梁中广泛采用的桥墩形式之一,特别是在较宽较大的城市高架桥和立交桥上经常采用。

目前,公路桥梁中常用的柱式桥墩的形式有单柱式、双柱式、哑铃式以及混合双柱式四种(图 1-10),其中双柱式桥墩应用最广泛。单柱式墩宜在斜交角大于 15° 的斜交桥、河水流向不稳定的水中墩或立交桥上使用,其盖梁悬臂长度和尺寸较大。双柱式多以钻孔灌注桩为基础,适用于复杂、软弱地质条件以及较大跨径和较高桥墩的桥梁。它由地面下的钻孔灌注桩基与墩柱直接相连,当墩身柱的高度大于 1.5 倍的桩中距时,宜在桩与柱连接面处布置横系梁,以增加桩与柱的整体刚度;当墩柱高度大于 6~7m 时,还应在高柱的中部设置双柱间的横系梁加强墩柱横向联系。哑铃式和混合双柱式墩,是为了适应河道流水速度大且有流冰或漂流物等不利条件,以加强墩身整体刚度所组合成的。

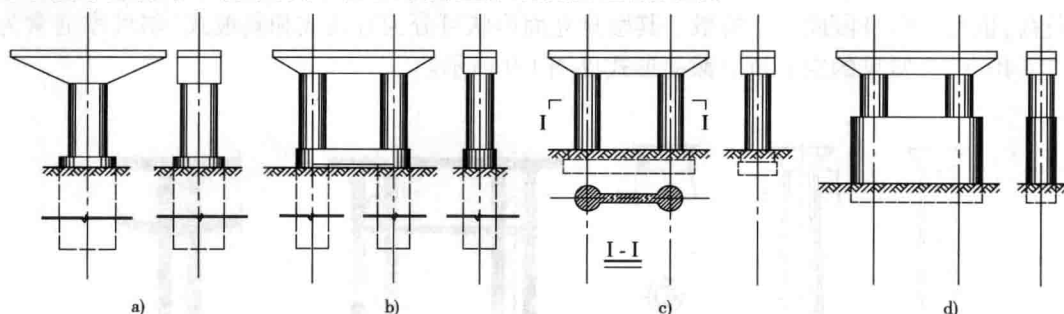


图 1-10 柱式桥墩

a) 单柱式; b) 双柱式; c) 哑铃式; d) 混合双柱式

盖梁是柱式桥墩的墩帽,一般采用钢筋混凝土就地浇筑,混凝土不应低于 C25,也可采用预应力混凝土。盖梁截面内应设箍筋,其直径不应小于 8mm,间距不宜大于 20cm。盖梁两侧面应设纵向水平钢筋,其直径不宜小于 12mm,间距不宜大于 20cm,盖梁横截面一般为矩形或 T 形。

墩柱一般用直径 60~150cm 的圆形或方形、六角形柱,一般采用 C20~C30 的钢筋混凝土。墩柱配筋由计算确定,其竖向受力钢筋的直径应不小于 12mm,配筋率应不小于 0.4%,箍筋直径应不小于 8mm。

为加强桩柱整体性,柱式桥墩的柱之间设横系梁,其截面高度和宽度可分别取 0.8~1.0 倍的桩(或 0.6~0.8 倍的柱)直径或矩形墩柱纵桥向边长。横系梁一般不直接承受外力,可不作内力

计算配筋,其截面构造钢筋配筋率不小于0.1%,截面四角应设置直径不小于16mm的纵向钢筋,并设直径不小于8mm的箍筋,箍筋间距不应大于横系梁的短边尺寸或40cm。

4. 柔性排架桩墩

柔性排架桩墩是由单排或双排的预制钢筋混凝土沉入桩或钻孔灌注桩与钢筋混凝土盖梁组成(图1-11)。其主要特点是,可以通过一些构造措施,将上部结构传来的水平力(汽车制动力、温度作用等)传递到全桥的各个柔性墩或相邻的刚性墩台上,以减小单个柔性墩所受到的水平力,从而达到减小桩墩截面受力的目的。

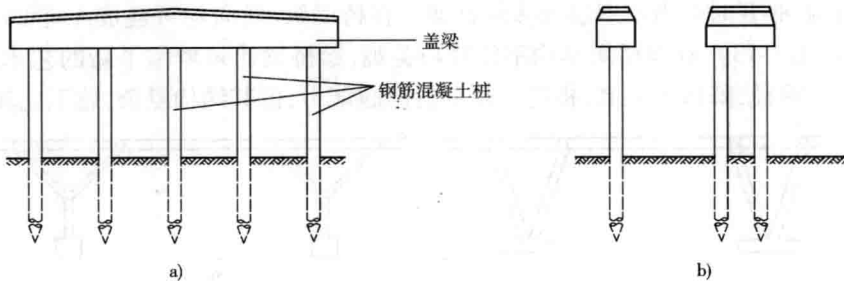


图 1-11 柔性排架桩墩
a) 立面; b) 侧面

柔性排架桩墩分为单排架桩墩和双排架桩墩。单排架桩墩一般适用于墩身高度不超过4.0~5.0m;墩身高度大于5.0m时,为避免行车时可能发生的纵桥向晃动,宜设置双排架桩墩。柔性排架桩墩的尺寸较小,对于山区河流、流冰或漂流物严重的河流,墩柱易被损坏,不宜采用;对于石质或砾石河床,沉入桩也不宜采用。

当梁孔数较多且较长时,柔性排架桩墩的墩顶会因水平位移过大而处于不利状态,这时宜将桥跨分成若干联,一联长度的划分视温度、地形、构造和受力情况确定。一般来讲,当墩身高度在5m以内时,可采用一联式、二联式和多联式桩墩,每联1~4孔,每联长约为40~45m。对于多联式中间联的桩墩,由于不受土压力的影响,此联长可以达到50m。各联之间设温度墩,即为两排互不联系的桩墩,为的是在温度变化的情况下互不影响。当墩身高度为6~7m时,应在每联内设置一个由盖梁构成整体的双排架桩墩,以增加墩身结构的刚度(图1-12)。此时每联长度可适当加长,中间联的孔数可相应增加。

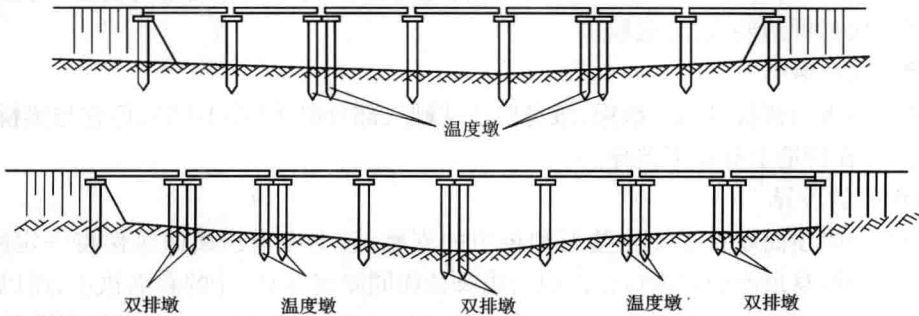


图 1-12 柔性排架桩墩的纵向布置

柔性排架桩墩在构造上尚应注意以下两点:

①柔性排架桩墩通常采用预制普通钢筋混凝土方桩,其桩的截面尺寸与桩长有关,一般当桩长在10m以内时,横截面尺寸为30cm×30cm;桩长在10~15m时,横截面尺寸为35cm

×35cm;桩长大于15m时,横截面尺寸采用40cm×40cm。桩与桩之间的中距不应小于桩边长的3倍,一般为1.5~2.0m。其盖梁一般为矩形截面,单、双排架桩墩盖梁的高度均采用40~50cm,单排架桩墩盖梁的宽度采用60~80cm。

②如果采用钻孔灌注桩排架墩,其桩的直径不宜大于90cm,桩间的距离不小于2.5倍的成孔直径;其盖梁的宽度一般比桩径大10~20cm,高度根据受力计算和构造要求而确定。

5. 框架式墩

框架式墩采用钢筋混凝土或预应力混凝土等压弯或弯曲构件组成平面框架代替墩身,支撑上部结构;必要时可做成双层或多层框架。在桥梁纵、横向均可建成V形、Y形或X形的墩身结构(图1-13);这类桥墩结构不仅轻巧美观,给桥梁建筑增添了新的艺术造型,而且缩短了主梁的跨径,降低了梁高,提高了桥梁的跨越能力,但其结构复杂,施工比较麻烦。

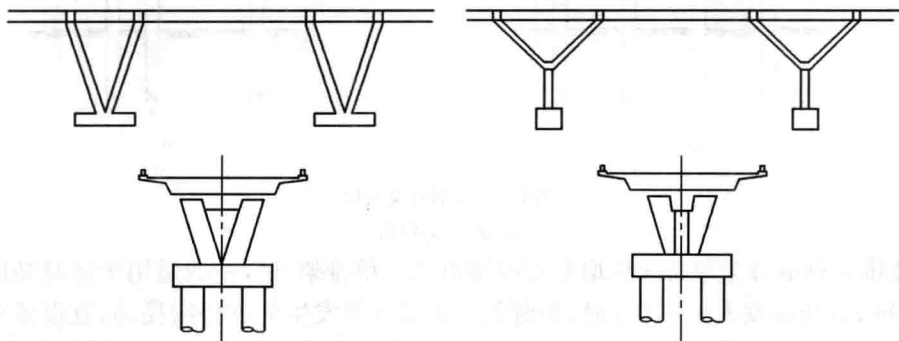


图1-13 V形和Y形桥墩

框架式墩形式较多,受力形式常取决于它同桥面部分的连接方式,所有受力钢筋均应通过计算确定。对于有分叉的墩来说,可有墩帽,也可无墩帽。无墩帽时,分叉张开角一般小于90°;有墩帽时,张角可略大些。墩帽内的配筋可参照柱式墩盖梁设计。墩按计算配抗拉、抗压主筋,并应特别重视分叉点钢筋的配置与连接。

(二) 拱桥桥墩的构造

拱桥桥墩类型与梁桥桥墩相似,但由于拱桥是一种具有较大水平推力的结构,一般而言,其桥墩构造与梁桥桥墩存在一定差异,拱桥重力式桥墩的尺寸比梁桥的要大,柱式墩的桩柱直径也比梁桥的要大,且根数多。

1. 重力式桥墩

拱桥实体重力式桥墩也由墩帽、墩身以及基础三部分组成(图1-14),但它与梁桥重力式桥墩相比较,在构造上有如下差异。

(1) 墩帽的差异

梁桥的墩帽顶面设置了支座垫石和传力的支座,且支座与顶面边缘保持一定的距离。而拱桥桥墩的墩身顶面的边缘应设置成与拱脚截面同斜度、同尺寸的斜面拱座,用以直接承受由拱圈传来的竖向力和水平推力等。拱座应设置在起拱线高程上,当相邻两孔的跨径相同时,桥墩两侧的拱座均设在桥墩顶部的起拱线高程上,如图1-14a)所示;当桥墩两侧的跨径不等且恒载水平推力不平衡时,应将两侧的拱座放置在不同的起拱线高程上,如图1-14b)所示。为满足受力要求且便于施工,拱座宜采用C25以上的现浇钢筋混凝土。

(2) 墩身的差异

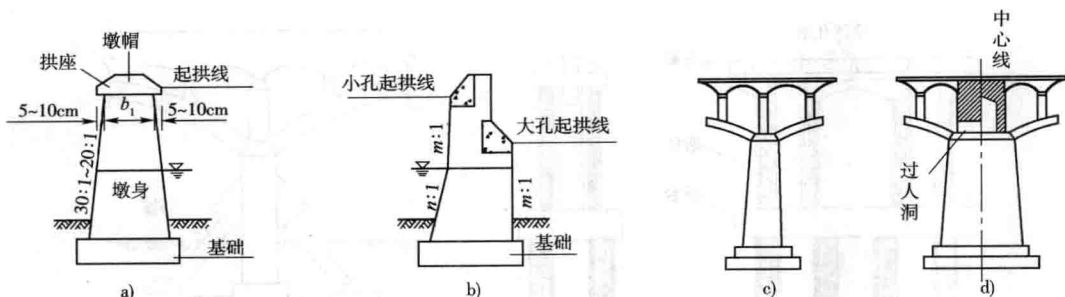


图 1-14 拱桥重力式桥墩

从抵御桥墩两侧桥跨结构重力产生的水平推力的能力来看,拱桥的一般形式桥墩应设为普通墩和单向推力墩。从桥墩两侧孔径是否相同来看,又可分为一般形式的桥墩和交接墩。

如图 1-14c) 所示,普通墩除了承受相邻两跨结构传来的垂直反力外,设计中一般假定两跨结构重力产生的水平推力相互抵消,此时,墩身不承受这一水平推力的作用效应。其墩身的顶宽 b_1 取值要求是,混凝土桥墩可按拱跨径的 $1/25 \sim 1/15$ 、石砌桥墩可按拱跨径的 $1/20 \sim 1/10$ 拟定,但均不宜小于 80cm。墩身两侧斜面坡比是 $30:1 \sim 20:1$ 。

单向推力墩又称制动墩,如图 1-14d) 所示。其主要作用是在它一侧的桥孔因某种原因遭到毁坏时,能承受单侧拱跨重力产生的水平推力,以保证其另一侧的拱跨不致倾塌。另外,在工时为了拱架的周转或者当缆索吊装设备的工作跨径受到限制时为了能分跨进行施工,也要设置能承受不平衡推力的单向推力墩。由此可见,为了满足结构强度和稳定性的要求,单向推力墩应比普通墩的墩身要设计得厚实些,而且应适当调整墩身两侧的斜面坡比。

如图 1-14b) 所示,交接墩用于桥墩两侧孔径不同的不等跨拱桥,它除了拱座不设置在一起拱线高程上之外,还应能够承受不平衡水平推力的构造外形。因此,其墩身应在推力较小的一侧设置变坡斜面或增大边坡,以减小不平衡水平推力引起的基底反力偏心距。从外形美观上考虑,变坡点一般设在常水位之下,而变坡点以上的斜面应与墩另一侧斜面的坡度相同。

2. 轻型桥墩

拱桥桥墩中采用的轻型桥墩一般为配合钻孔灌注桩基础的柱式桩墩。

拱桥的柱式桩墩(图 1-15),与梁桥柱式桩墩非常相似,其主要差别是:在梁桥墩帽上设置支座,而在拱桥墩顶部分则设置拱座。当拱桥跨径在 10m 左右时,常采用两根直径为 100cm 的钻孔灌注桩;跨径在 20m 左右时可采用两根直径为 120cm 或三根直径为 100cm 的钻孔灌注桩;跨径在 30m 左右时可采用三根直径为 120~130cm 的钻孔灌注桩。柱式桩墩较高时,应在桩柱间设置横系梁以增强柱式桩柱的刚度。柱式桩墩一般采用单排桩,单孔跨径在 40m 以上的大桥或高墩,可采用双排桩。在桩顶设置承台,与墩柱联成整体。如果柱与桩直接连接,则应在结合处设置横系梁。若柱高大于 6~8m 时,还应在柱的中部设置横系梁。

在采用轻型桥墩的多孔拱桥中,每隔 3~5 孔应设单向推力墩。当旱地上桥墩较矮或单向推力不大时,可采用斜撑式桥墩(图 1-16),即在普通墩的墩柱上,两侧对称地增设钢筋混凝土斜撑和水平拉杆,以提高桥墩抵抗水平推力的能力。为了提高构件的抗裂性,可采用预应力混凝土结构。

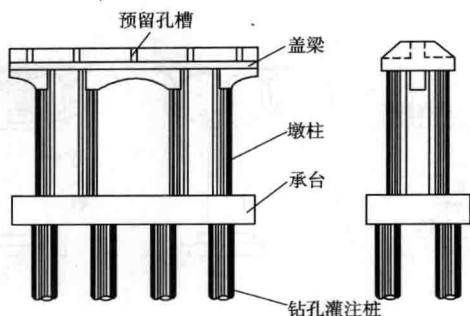


图 1-15 拱桥单排桩柱式桥墩

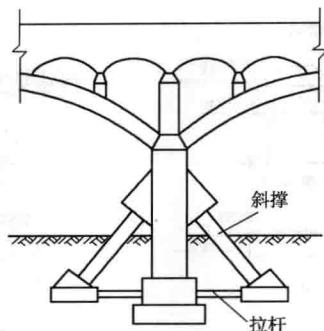


图 1-16 拱桥斜撑式桥墩

三、桥台构造

(一) 梁桥桥台的构造

梁桥桥台从构造上可分为重力式桥台、埋置式桥台、轻型桥台和组合式桥台等几种类型。

1. 重力式桥台

重力式桥台主要靠自身重力来平衡台后的土侧压力,桥台台身一般采用圬工材料就地浇(砌)筑施工建成,这类桥台常用的为重力式 U 形桥台。

如图 1-17 所示,重力式 U 形桥台因其台身是由前墙和两个侧墙在平面上构成的 U 字形结构而得名。其优点是构造简单、整体刚度大,可用混凝土或片石、块石砌筑,适用于填土高度在 8~10m 以下的桥梁;缺点是桥台体积和自重较大,也增加了对地基的要求。此外,桥台的两个侧墙之间填土容易积水,结冰后冻胀,使侧墙产生裂缝。所以宜用渗水性较好的土夯填,并做好台后排水设施。

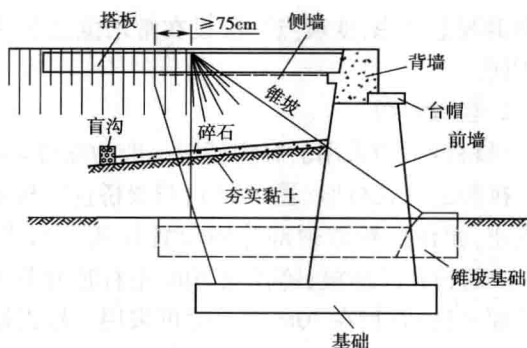
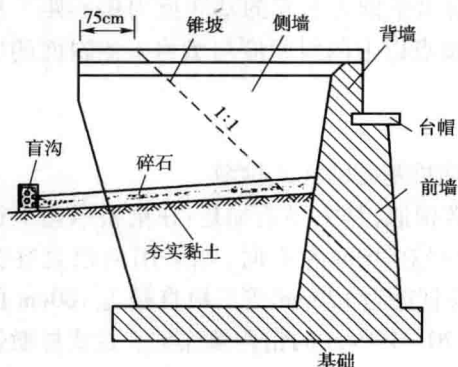


图 1-17 梁桥重力式 U 形桥台

(1) 台帽

重力式桥台的台帽的尺寸和构造要求与相应的桥墩墩帽有许多共同之处,不同的是台帽顶面只设单排支座,在另一侧则要砌筑背墙以挡土;背墙的顶宽,对于片石砌体不得小于 50cm,对于块石砌体及混凝土结构不宜小于 40cm。背墙一般做成垂直的,并与两侧墙连接。台帽受力较复杂,应采用钢筋混凝土,若采用素混凝土则应设置构造钢筋,其混凝土的强度