

高等学校试用教材

# 桥梁工程

(中 册)

(桥梁与隧道专业用)

重庆交通学院 主编

人民交通出版社

037, 1  
2

高等学校试用教材

# 桥梁工程

(中 册)

(桥梁与隧道专业用)

重庆交通学院 主编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书(中册)内容包括:预应力混凝土悬臂梁桥及T形刚架桥,预应力混凝土连续梁桥,混凝土斜拉桥以及吊桥。

本书为桥梁与隧道专业教材,亦可供从事桥梁建设的技术人员参考。

高等学校试用教材

桥 梁 工 程

(中 册)

(桥梁与隧道专业用)

重庆交通学院 主编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

通县张家湾曙光印刷厂印

开本: 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张: 11.75 插页: 1 字数: 275 千

1980年12月 第1版

1982年10月 第1版 第2次印刷

印数: 5,301-9,100册 定价: 1.30元

# 前 言

本书是根据1978年交通部在西安召开的教材大纲会议所确定的编写大纲编写的。此教材是“桥梁工程”课程中关于桥梁上部结构的第二部分，即中册。本书的目的是为了使学生学习完《桥梁工程》上册后，进一步扩大其对桥梁工程的知识面，加深了解并初步掌握一些常用而较复杂的桥梁的主要构造，设计原理和主要施工方法的要点。

本书介绍了公路和城市道路桥梁中的预应力悬臂梁桥及T形刚架桥，预应力混凝土连续梁桥，混凝土斜拉桥和钢吊桥等四种桥梁体系。结合上述桥梁体系：在设计方面介绍了混凝土箱形截面梁的计算、混凝土超静定结构的二次内力、斜拉体系的分析、悬索结构设计的基本理论和振动概念等问题；在施工方面扼要介绍了悬臂施工法和顶推施工法等近代发展起来的新方法。由于本书内容偏多，各院校在讲授时可根据教学时数的安排，适当选讲其中某些部分。教材标题中加“\*”的，建议作为学生自学参考材料。

配合本教材另编有《桥梁上部结构计算示例(二)》作为学习参考，故在本书中不附计算例题。

本书由重庆交通学院主编，西安公路学院参加编写，同济大学审稿。

编写人员分工如下：第一章由西安公路学院徐光辉编写；第二章由西安公路学院胡东兰编写；第三章由重庆交通学院周远棣编写；第四章由重庆交通学院徐君兰编写。全书由重庆交通学院周远棣主编，同济大学张士铎，黄绳武主审。

由于缺乏编写经验，本书在体系选择、内容取舍、论述方法等方面都可能存在一些问题，希望读者提出宝贵意见。

本书在编写过程中，得到各有关单位及有关同志们热情帮助，提供了大量资料和意见，特此致谢。

一九七九年十一月

7145

# 目 录

<b>第一章 预应力混凝土悬臂梁桥及 T 形刚架桥</b> .....	1
第一节 体系及施工概述.....	1
第二节 构造形式及示例.....	12
第三节 内力分析.....	25
第四节 牛腿的构造及计算.....	48
<b>第二章 预应力混凝土连续梁桥</b> .....	53
第一节 体系及施工要点.....	53
第二节 构造形式及示例.....	60
第三节 内力计算及力筋布置.....	66
第四节 二次力、附加力及内力调整.....	71
<b>第三章 混凝土斜拉桥</b> .....	92
第一节 斜拉桥的体系.....	92
第二节 细部构造.....	99
第三节 施工方法概述及构造示例.....	105
第四节 初步设计.....	114
第五节 内力计算要点.....	130
<b>第四章 吊桥</b> .....	137
第一节 概述及主要体系.....	137
第二节 构造特点及示例.....	142
第三节 主要尺寸和构造形式的选择.....	156
第四节 吊桥的计算.....	161
<b>主要参考书目</b> .....	183

# 第一章 预应力混凝土悬臂梁桥及T形刚架桥

简支梁桥由于构造简单，架设方便，因而在桥梁中得到广泛使用。但简支梁桥在跨径增大时，跨中弯矩将急剧增加。当桥梁跨径超过50米时，采用简支梁就显得不经济，桥型也过于笨重；为了降低材料用量指标，宜采用能够减小跨中弯矩值的其它体系桥梁。悬臂梁桥和T形刚架桥就是其中可能采用的体系。T形刚架桥是因刚架的悬臂部分与墩柱固结，在桥梁立面上形成T字形的结构单元而得称；它在竖向荷载作用下并不产生水平推力，与一般所称刚架桥不同，而且它的上部结构的力学性质仍属于悬臂体系，因此有时也称为T形悬臂梁桥。本章将介绍预应力混凝土悬臂梁桥及T形刚架桥的特点、构造及设计、施工的基本方法。

## 第一节 体系及施工概述

### 一、桥型特点

悬臂体系由于存在支点负弯矩（通常称为卸载弯矩）而减少了跨中的正弯矩。图1-1示出同样跨径布置时的简支梁桥（图1-1a）、悬臂梁桥（图1-1b、c）和T形刚架桥（图1-1d、e）的弯矩图。可以看出，在相同的均布荷载作用下，后两种桥型的最大弯矩绝对值都比简支梁桥要小，至多相等，而跨中正弯矩值则要比简支梁桥小得多。图1-2是简支梁和悬臂体系在均布荷载作用下的弯矩图面积的比较。可见图1-2b的悬臂体系的弯矩图面积只有图1-2a的简支梁弯矩图面积的1/2；图1-2c中弯矩零点  $m$  可由变更悬臂长度  $l_b$  而调整，例如  $l_b = l/4$  时，正、负弯矩图面积的总和只有简支梁的1/3.2，这说明悬臂体系的受力钢筋用量要比简支体系节省。

虽然悬臂体系从力学性质上分析可比简支体系节省材料，但在普通钢筋混凝土桥梁中，悬臂体系并未得到大量使用。这是因为悬臂体系的钢筋混凝土桥梁构造复杂、施工架设不便，不利于采用预制拼装方法施工，尤其是因为有负弯矩区段的存在，桥梁顶面的受拉区在采用普通钢筋混凝土结构时不可避免将产生裂缝，使桥梁易于受到雨水等的侵蚀从而影响使

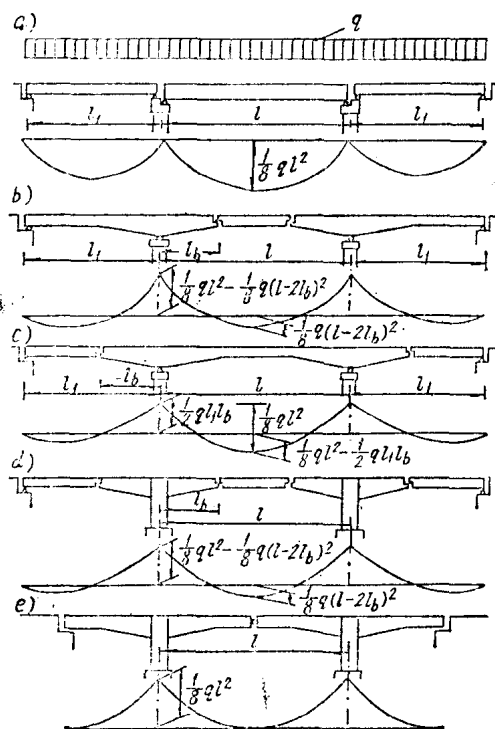


图 1-1

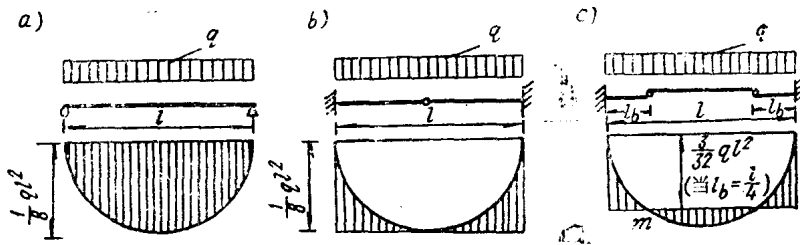


图 1-2

用。然而在预应力混凝土桥梁中，这些缺点便可得到克服。预应力混凝土结构可以不产生裂缝，从而有效地防止雨水等侵蚀。随着预应力混凝土施工方法的不断发展，特别是悬臂施工方法的日臻完善（它可以避免大量的支架工程），对于跨越深水、深谷、大河、急流的桥梁施工十分有利。悬臂体系的上部结构采用悬臂施工并不需要额外增加材料费用。因此，悬臂体系的预应力混凝土桥，特别是预应力混凝土T形刚架桥，在本世纪五十年代至六十年代，曾经在国内外广为修建。

悬臂体系的预应力混凝土桥主要有悬臂梁桥和T形刚架桥两大类。

悬臂梁桥在外形上有单悬臂（图1-1b）和双悬臂（图1-1c）之分。它们都是静定结构，具有上部结构不受温度变化和墩台沉降等因素的影响及墩台尺寸较小的优点。目前已建成的预应力混凝土悬臂梁桥跨径达152.4米（英国麦特卫桥）。但悬臂梁桥因为上部与墩台是简单支承，在悬臂施工时还要采取一些临时固定措施；墩上两边的悬臂不对称，也对施工带来一些麻烦。

T形刚架桥，分带挂梁和带铰的两种基本类型。

带挂梁的T形刚架桥（图1-1d）也属静定结构，因此，上部结构的内力，也具有不受墩台沉降等因素影响的特点。在这种T型单元的悬臂中，只产生负弯矩，布筋比较简单；而且由于悬臂和墩柱固结，对悬臂施工更为方便。但是，墩柱两侧的不平衡力矩，会增大墩柱的材料用量。此外，带挂梁的T形刚架桥和悬臂梁桥，采用悬臂施工法施工时，除了要有悬臂施工用的机具设备外，还需要有预制、安装挂梁（或称吊梁）用的设备，增加了施工的不便。

带铰的T形刚架桥（图1-1e）是静不定结构，当墩台产生不均匀沉降时将在结构内产生附加内力。因为它的上部结构全部是悬臂部分，相邻两悬臂间则通过“剪力铰”相御接以利行车。所谓“剪力铰”是一种能传递竖向力但不能传递水平力和力矩的构造（见本章第二节）。当在一个T字形结构单元上作用有竖向力时，相邻的T字形结构单元将因剪力铰的存在而同时受到作用，从而减轻了直接受荷载作用的那个T字形单元的结构内力。带铰的T形刚架桥，由于没有挂梁，则可不需预制、安装挂梁的设备。

悬臂体系预应力混凝土桥的主要缺点是桥面接缝多，且大多数接缝都在悬臂端部，由于悬臂的挠度将使接缝处形成折角，对高速行驶很不利。尤其是预应力混凝土的收缩、徐变、钢筋的松弛以及日照的影响等，会使悬臂端的挠度变化和日益发展。由于影响混凝土收缩、徐变等的因素比较复杂，剪力铰两侧悬臂的挠度往往不同，必然产生附加内力，而且事前难以准确估计，这些挠度和附加内力，不易采取适当措施加以消除或调整。因为带铰的T形刚架桥存在着上述缺点，近年来已较少采用，而多改用连续梁桥。

除了以上所述的基本桥型外，近年来还出现一些其它悬臂型式。如图1-3a的Ⅱ形刚架和图1-3b的连续-悬臂刚架等。Ⅱ形刚架可以看作是将T形刚架中的墩柱改用双薄壁墩（或双排

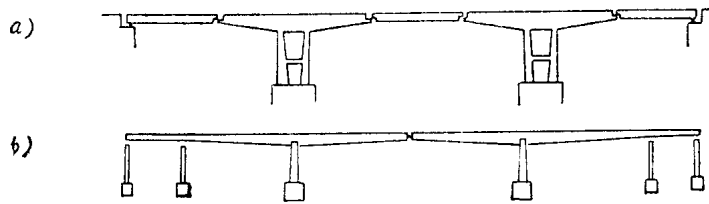


图 1-3

柱)来代替，以改善墩柱中的受力情况并缓和上部结构中悬臂根部的负弯矩峰值；但它相应增大了桥墩的厚度，在河道上增加了阻水面积。连续-悬臂刚架是将中间跨采用悬臂铰结刚架以形成大跨（已建成的达240米），而边跨则为连续梁，使兼有连续梁和悬臂体系的特点。但这些型式的桥梁修建得还不多。

## 二、悬臂施工法

钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁桥，通常采用整片梁预制安装或者在满堂支架上就地浇筑的方法进行施工。但预应力混凝土悬臂体系桥梁由于跨径较大，而且一般采用箱形截面，再用上述方法施工就很困难且不经济。这时如采用悬臂施工法就很适宜，甚至可以说，正是由于悬臂施工法的完善，促使了预应力悬臂体系桥梁的发展。

预应力混凝土悬臂体系在悬臂施工时，一般是将上部结构的悬臂部分，从墩台顶部逐段向跨径方向悬伸出去，每延伸一段就施加预应力使其与已成部分联结成整体。为了保持施工中悬伸部分的稳定，可以将悬伸部分与墩柱固结，这样就形成了T形刚架的结构体系。而悬臂施工时的受力状态，又与悬臂体系建成后的受力状态基本一致，施工过程中所需施加的预应力即是设计所需预应力的一部分，并不额外增加需要。因此，预应力悬臂体系采用悬臂施工法是很适合的。

悬臂施工法又可分为悬臂浇筑和悬臂拼装两类，下面分别加以说明。悬臂梁桥采用悬臂施工时，其基本程序和T形刚架桥是相同的，只不过悬臂梁桥需要在桥墩旁搭设临时支架或将上部结构临时固结在桥墩上，以保持上部结构在施工时的稳定；另外在上部结构合拢时，结构受力状态将由施工时的T形刚架性质转换成悬臂梁性质，需要及时调整所施加的预应力以适应这一体系的转换。还需特别指出：由于悬臂施工法不需搭设支架，施工时不受洪水等干扰，故这种施工方法不仅普遍用于预应力混凝土悬臂体系桥梁，在其他体系的预应力混凝土桥梁（例如连续梁桥）的施工中同样得到广泛采用。

### （一）悬臂浇筑

悬臂浇筑施工，是将墩柱部位的上部结构浇筑完成后，在专供悬臂浇筑用的活动脚手架（称为挂篮）上，向墩柱两边对称平衡地逐段浇筑悬臂梁，每浇筑完一对梁段，就施加预应力锚固，待浇筑部分可以受力时向前移动挂篮，再进行下一梁段的浇筑，一直推进到悬臂端为止。图1-4表示浇筑程序。在浇筑头几个梁段时（图1-4a），由于墩顶位置限制，两边挂篮的承重结构要连接起来。如果墩顶长度不能满足承重结构的起步长度，则还要设置墩旁托架（图1-5）来浇筑头几个梁段，在达到承受结构的起步长度后再安装挂篮。待悬臂浇筑到



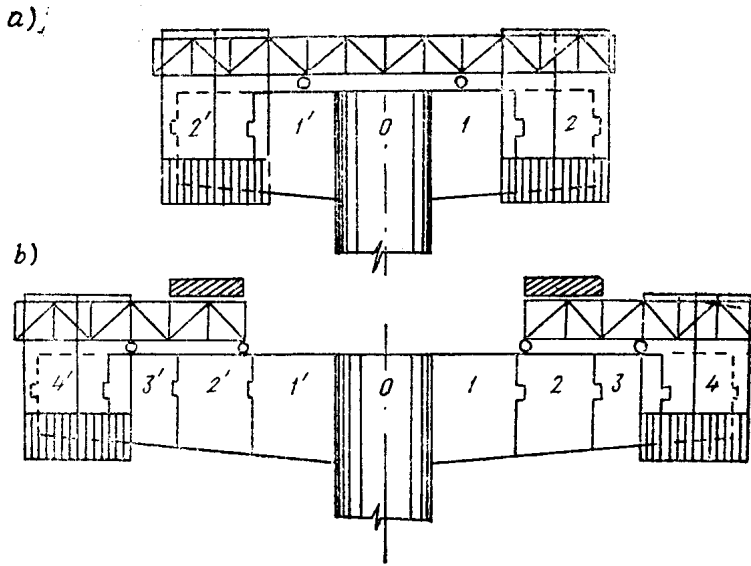


图 1-4

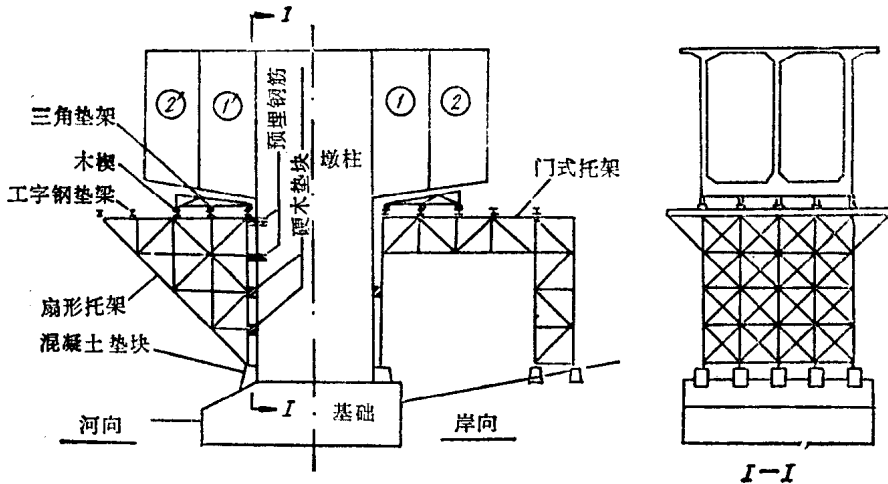


图 1-5

一定长度后，将承重结构分开，向两侧逐段推进（图1-4b）。这时挂篮改用平衡重及锚固装置固定，以防止倾覆。

悬浇施工的主要设备是挂篮。挂篮除强度应保证安全可靠外，还应注意使其自重轻、变形小、稳定性好、行走方便、便于装拆锚固、满足高空作业操作要求等。挂篮由底模架、悬吊系统、承重结构、行走系统、平衡重及锚固系统、工作平台等部分组成（图1-6）。由于所浇筑梁段的长度、重量和形状的不同以及可利用的现成设备间的差别，挂篮可以做成各种不同的形式，例如图1-7所示为用悬臂梁和拉索组成的承重结构，具有构件数量少、工作空间大的优点。重庆长江大桥施工中采用类似这种结构形式，由箱形截面钢梁和钢带拉杆组成的斜拉体系，行走系统则用聚四氟乙烯滑板，取得良好效果。宜昌三江大桥也相继采用了这一承重结构。

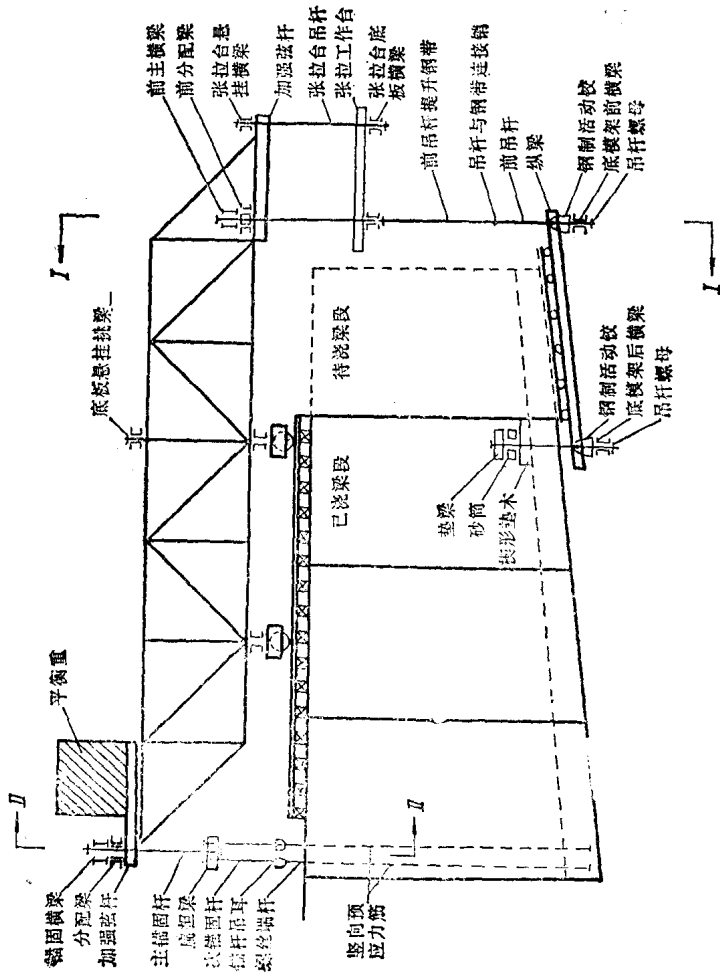
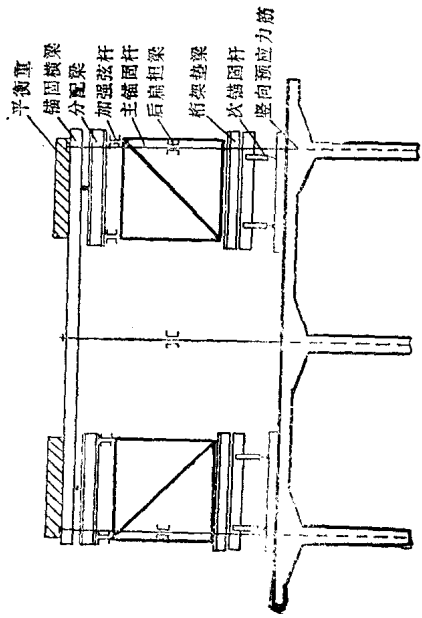
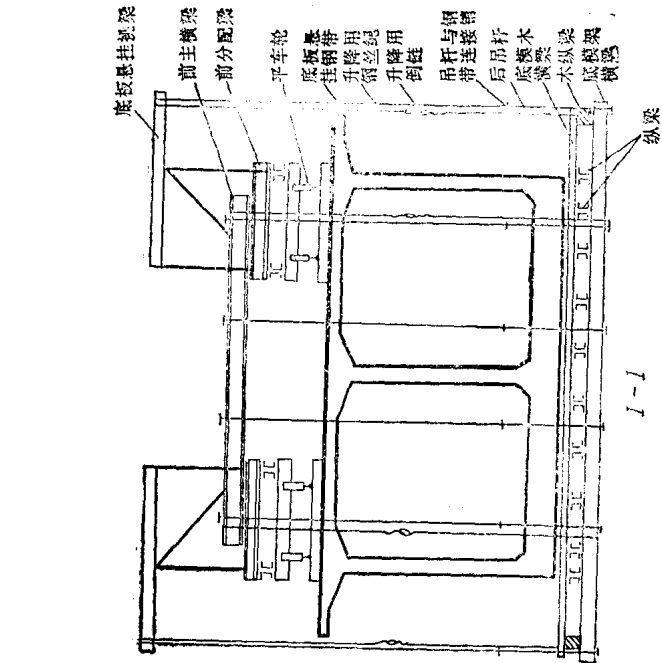


图 1-9

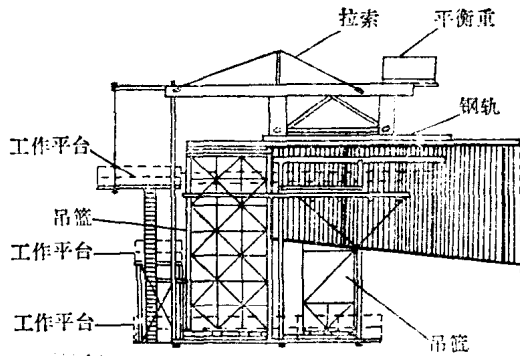
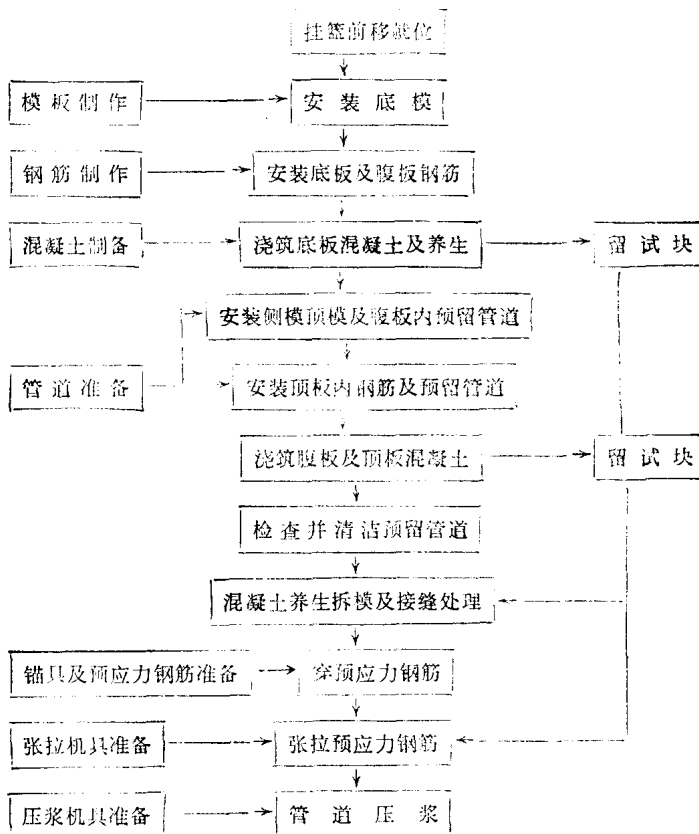


图 1-7

如果桥下地形平坦，桥高不大时，也可以不用悬伸在桥上的挂篮而改用桥下的活动支架来逐段浇筑悬臂梁段的混凝土。

对于箱形截面梁，每一悬浇梁段的混凝土通常分两次浇筑，即先浇底板混凝土，后浇腹板及顶板混凝土。此时的施工工艺流程可用下图表示：



如果所浇梁段的混凝土量不大，可采用全断面一次浇筑。当所浇筑的箱梁腹板较高时，也可将腹板内模改用滑动顶升模板，这时可将腹板混凝土与底板混凝土同时浇筑，待腹板浇筑到设计高度后，再安装顶板钢筋及预应力管道并浇筑顶板混凝土。有时还可在悬臂浇筑箱

梁段时，将事先预制好的腹板先进行安装，这样只需现浇底板及顶板即可，减少了现场浇筑的混凝土量，而且预制安装的腹板还可帮助挂篮承受一部分施工荷载，使挂篮的构造得以简化，腹板本身的质量也较易得到保证。

悬浇每一梁段的施工周期一般约7~10天，随工作量、设备、气温等而异。提高混凝土早期强度对有效地缩短施工循环周期关系很大，应予以注意。

## (二)悬臂拼装

悬臂拼装施工，是将悬臂梁块件先分段预制，当下部结构完成后，将预制块件运到桥下，用活动吊机逐段起吊、拼装就位、施加预应力，使其逐段对称延伸为悬臂梁。悬臂拼装的基本施工程序是：块件预制；块件移位，堆存及运输；块件起吊拼装。

块件预制、移位、堆存及运输的施工工艺与其他装配式构件基本相同。但悬臂拼装用的预制块件，必须要求其各部分尺寸很准确，拼装时接缝密贴，预留管道对接顺畅。提高块件预制精度，是顺利施工的重要条件，因此必须采取措施使预制的块件能达到上述要求。一般当施工场地许可时，最好将预制台座做成两个悬臂（或一个悬臂）长，这样每个块件浇筑的位置是固定的，仅模板在预制台座内移动（图1-8）。浇筑块件的顺序一般采用间隔浇筑法（图1-8a）或分区连续浇筑法（图1-8b），使先完成块件的端面成为相邻块件的端模板（浇筑前应将预制好的块件的端面涂刷隔离剂，使相邻块件不致粘结），以保证块件之间接触密贴。在预制好的块件上，应精确测量各块件相对标高，并在接缝处做出衔接标志，或在相邻块件间预埋定位器，作为拼装时控制块件相对位置之用，以保证分块拼装的悬臂梁仍如预制时那样接缝密贴，外形准确。

当预制场地受限制时，也可采用按单元预制的方法，如图1-9所示。此时模板位置是固

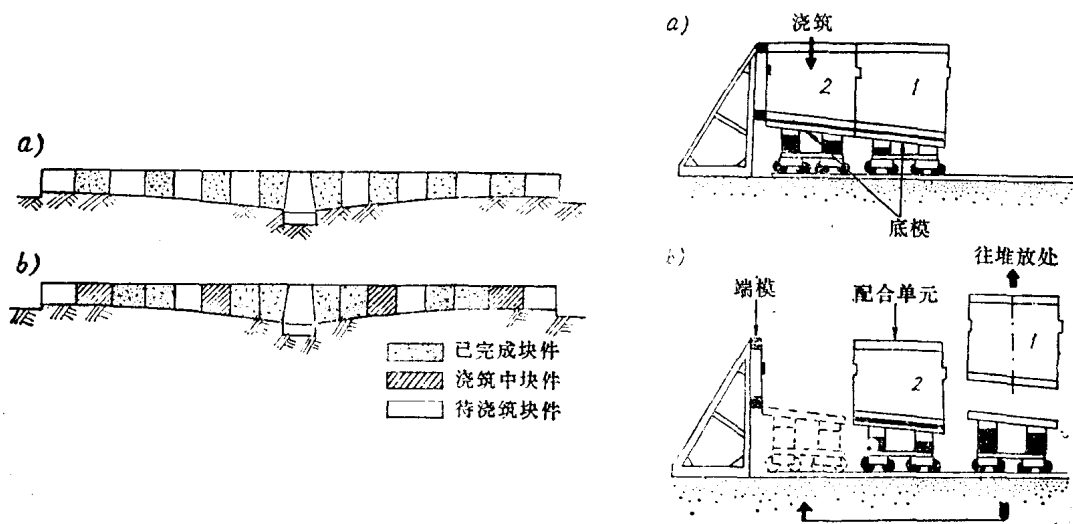


图 1-8

图 1-9

定的，而块件位置是移动的。浇筑好的块件连同可调整高度的底模从浇筑位置前移到与待浇筑的邻段块件相衔接的配筑位置上，其端面即作为后浇块件一端的端模，以保证接缝的准确密贴。

预制块件进行悬臂拼装时，根据不同的条件，可以有不同的吊装方法。例如，可以采用：

1) 桥下吊机安装：利用有足够起重能力和起吊高度的陆上走行吊机或水上浮吊，进行起吊拼装；

2) 桥上活动吊机安装：利用附设在桥面上的活动吊机，将已经由船或其他运输工具运到桥孔下的预制块件进行垂直起吊并拼装（图1-10）；

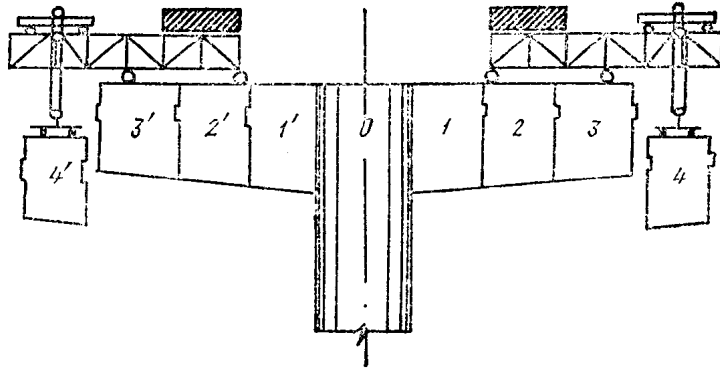


图 1-10

3) 悬索安装：利用缆索起重机，如同拱桥无支架施工那样，将块件起吊拼装；

4) 桁架式吊机安装：利用设在行走式多跨钢桁架上的移动吊机，吊装块件。图1-11表示用桁架式吊机安装时的基本工作程序。图1-11a中的中间支架，直接支承在墩顶块件上，安装跨中一般块件；图1-11b表示桁架沿已完工的桥面前移，前支架支承在前一个墩柱的临时

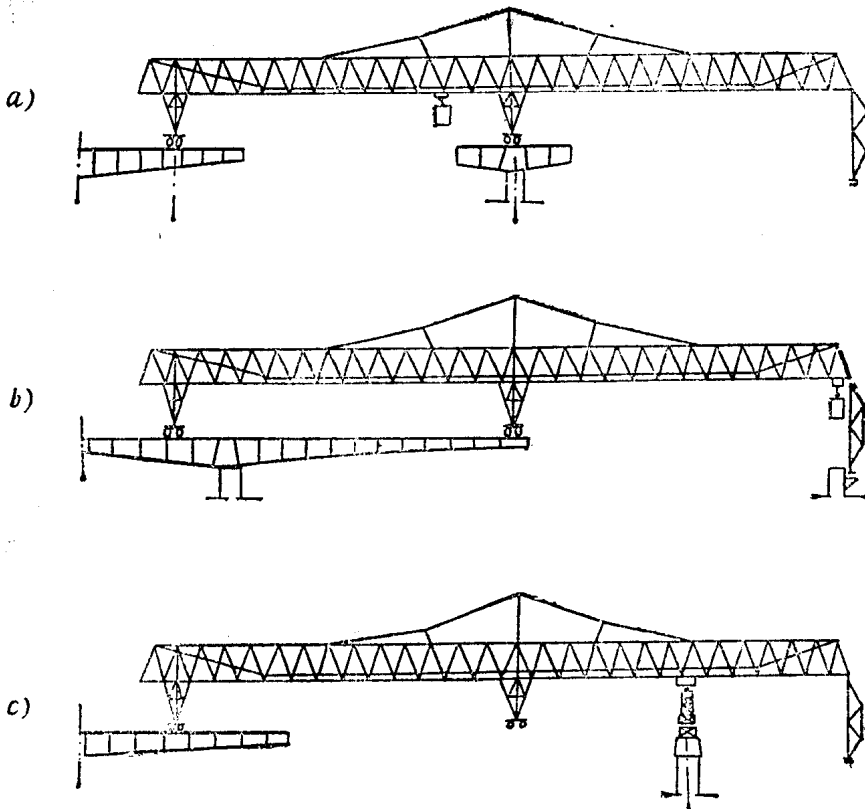


图 1-11

支撑架上，安装该墩柱顶部的块件；图1-11c表示借助新安装好的墩顶梁段上的辅助塔架，利用拼装梁段用的移动吊机作为支承，将桁架前移至图1-11a的位置，再进行下一循环作业。图1-11是主桁架长度略大于最大桥跨的情况。如果将主桁架长度做得比最大桥跨的两倍略大，使三个支承分别都支在各墩柱上，更可以改善墩柱以及已完工悬臂在施工时的受力情况，并加快施工进度。

上述四种吊装方法中，第一、第三种方法往往受地形和起吊重量的限制而不易实现。第四种桁架式吊机虽然具有安全性好、施工效率高等优点，但设备用钢量及加工量大，只在作为常备机具多次重复使用时才经济。故目前国内悬臂拼装时，仍多采用第二种(桥上活动吊机安装)方法。

用桥上活动吊机进行悬臂拼装时，预制块件须在桥下作水平运输。吊机将运至桥下的块件垂直起吊就位，并待锚固该块件的预应力钢筋穿束张拉、接缝处能够承受该块件自重后，才能松去起吊索。拼装时墩柱两边块件宜对称同时进行，以减轻墩柱不平衡力矩的作用。

常用的桥上活动吊机，是一种类似于挂篮的设备。它由纵向主桁梁、横向起重桁梁、起重系统、行走系统、平衡重及锚固系统、工作平台等部分组成(图1-12)。其中起重系统一般采用卷扬机和滑轮组构成，卷扬机通过滑轮组垂直起吊块件，并由移动行车将横向起重桁梁连同起重系统前后走移，将块件准确定位。

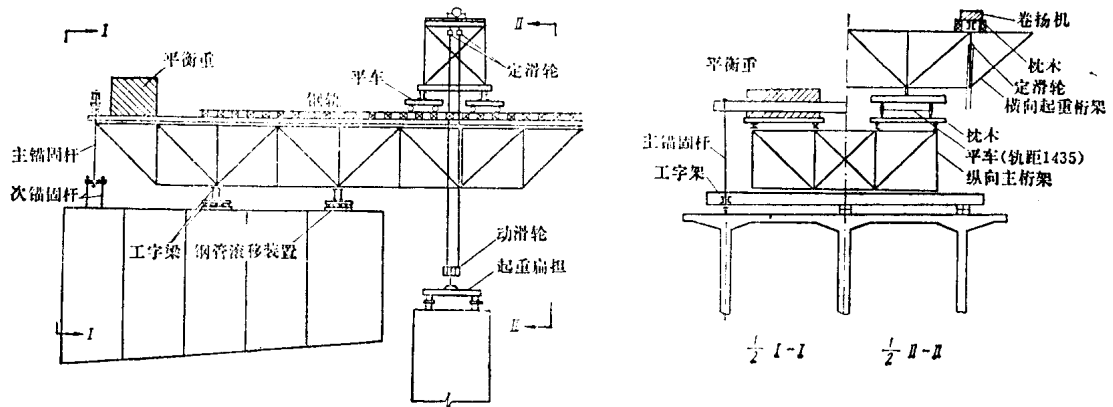
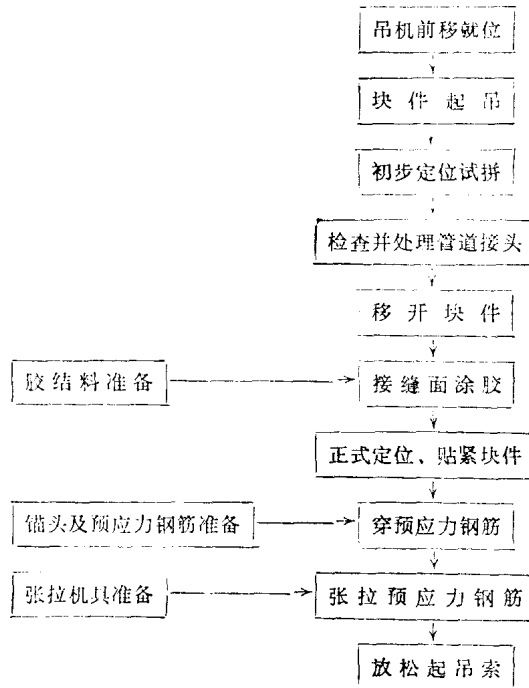


图 1-12

悬臂拼装时，预制块间接缝的处理，分干接缝、湿接缝、胶接缝等几种方式。干接缝，是相邻块件拼装时，将两端面直接贴合，接缝上的内力通过预施应力及腹板上的齿形键传递。这种接缝在早期曾有采用，但它不易保证接缝密合，易受水气侵袭，且容易产生局部应力集中现象，故目前多改用在端面间涂一层不考虑受力的胶结材料的办法以改善其性能。湿接缝，是在相邻块件间现浇一段10~20厘米宽的混凝土，将块件连接成整体。它对加强桥梁的整体性、保护预应力钢筋免受大气侵袭都有好处；但它使工序复杂，而且现浇混凝土需要养生致使工期延长，因此通常只在悬臂的个别地点(例如墩柱顶现浇的0号块件与预制的1号悬臂块件之间)设置，以保证接缝的密合，并用以调整拼装误差。胶接缝，是在接缝端面涂一薄层环氧树脂等胶结材料，将相邻块件粘结成整体，通过胶结层来传递内力。它既具有湿接缝的优点而又不影响工期，因此国内近来较多采用。在采用胶接缝时，为保持悬臂位置的准确，除对0号块与1号块间的湿接缝，要严格掌握尺寸的准确外，涂胶时还应注意胶层的厚薄均匀，在胶层未结硬前所施加的预应力也应注意使胶结面受力基本均匀，以免胶层发生不均匀

的变形而引起施工的累积误差。如悬臂过长，为了调整拼装误差，还可在悬臂中部或端部设置湿接缝。

当采用胶接缝时，拼装一个块件的工艺流程可概括如下图：



### (三)悬臂浇筑与悬臂拼装的比较

施工场地方面：悬臂拼装时需要设置块件预制与堆放的场地。悬臂浇筑则系直接在桥上浇筑，无需预制场地，对施工场地受限制的城市或山谷桥梁的施工，有一定优越性。

施工设备与用料方面：悬臂浇筑的主要设备为挂篮。挂篮可采用多吊点悬挂，无构件的升降与移动，因而不需要重型和复杂的吊装设备。但悬臂浇筑时，需要配备运输和提升混凝土的设备。而悬臂拼装时，块件的移位、运输、起吊、拼装等都需要重型起吊和运输设备，拼装用活动吊机的构造也要复杂些；当采用按整个悬臂长的梁段同时立模预制时，模板及支架材料也要用得更多些。

施工期限方面：悬臂拼装时悬臂梁块件可以在修筑墩台的同时进行预制，拼装接缝如采用胶接缝或干接缝，则每一梁段安装后无需养生即可预施应力。而悬臂浇筑虽可采取措施提高现浇混凝土的早期强度，但其施工周期相对要长些。

施工质量方面：悬拼施工的块件系在预制场集中预制，质量较易保证；但如未留任何湿接缝，则拼装中发现位置有偏差时较难调整。悬浇施工中每个梁段的位置均可及时校正，但浇筑混凝土时系高空作业，浇筑质量易受影响，在出现质量事故时不易处理。

结构受力性能及工程数量方面：悬臂浇筑接缝均为湿接缝，接缝整体性好。悬臂拼装施工，其块件接缝处应力传递情况较复杂，整体性也差。如果悬臂拼装时采用明槽布置钢束，则工程数量也将增大。

以上是两种施工方法的简要比较。至于对具体桥梁，选用哪种施工方法为好，还应根据现场施工条件、机具配备、施工期限等具体情况而定。一般当跨径较大时常用悬浇法，某些情况下也可两种方法同时使用。

### 三、材料用量

这些年来，我国已修建了不少座悬臂体系的预应力桥，其中尤以带挂梁的T形刚架桥为多，已修建的最大跨径达174米。现将部分已建成的T形刚架桥的材料用量情况列如表1-1，以供设计和方案比较时参考。

国内T形刚架桥材料用量表

表1-1

序号	桥名	主跨跨径 (米)	挂梁跨径 (米)	桥面宽度 (米)	载重等级	每平方米桥面材料用量			
						高强钢丝 (公斤)	竖向预应力钢筋 (公斤)	普通钢筋 (公斤)	混凝土 (立方米)
1	红卫桥	60	15	净-14 +2×2.5	汽-18 拖-80	32.9	—	65.4	0.796
2	江西井冈山桥	71	21	净-7 +2×1.5	汽-13 拖-60	32.4*	—	95.3	0.963
3	湖北丹江口桥	71	21	净-7 +2×1.5	汽-13 拖-60	32.3*	—	105.0	0.997
4	江苏盱眙桥	70	25	净-9 +2×1.5	汽-20 挂-100	33.3	4.1	73.8	0.879
5	广东彭坑桥	80	21.6	净-7 +2×0.75	汽-15 挂-80	34.0	5.6	55.0	0.690
6	安徽五河桥	90	29.16	净-9 +2×1.5	汽-15 挂-80	28.3**	—	52.0**	0.66**
7	广西柳州桥	124	25	净-14 +2×2.0	汽-18 拖-80	41.2	—	42.3	0.76
8	武汉江汉二桥	135	32	净-21 +2×2.5	汽-20 挂-150	53.2	—	65	0.83
9	福建乌龙江桥	144	33	净-9 +2×1.5	汽-25 拖-100	53.2	6.1	107	1.02
10	重庆长江大桥	138	35	净-15	汽-20	66.0	7.2	66.0	1.09
		174	35	+2×2.7	挂-150	76.0	8.6	74.7	1.31

注：\* 原桥为冷拉Ⅳ级钢筋，表中系按应力折算为高强钢筋数量；  
\*\* 材料数量中未包括人行道及桥面铺装用量。

悬臂体系的预应力混凝土桥多数采用箱形截面。据国外对173座已建成的箱形截面梁桥的统计，其预应力钢筋用量指标约如图1-13所示。图中钢筋用量包括纵向及横向预应力钢筋数量在内，其中横向预应力钢筋用量一般在纵向预应力钢筋用量的10%以下。箱形截面梁桥的混凝土用量（不包括桥面铺装、缘石等）则如图1-14所示。这些指标和国内情况大体接近。

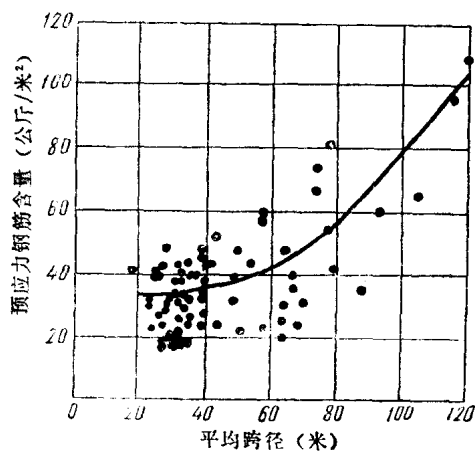


图 1-13



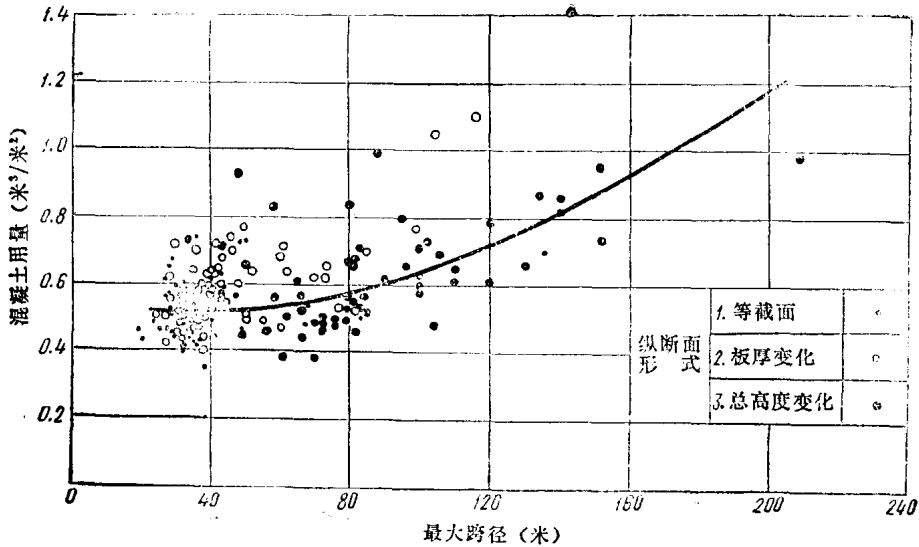


图 1-14

## 第二节 构造形式及示例

### 一、跨径布置

#### (一) 悬臂梁桥

常用的几种悬臂梁桥如图1-15所示。其中以带挂梁的三跨单悬臂梁桥(图1-15a)用得最为广泛。中孔为悬臂孔,利用两侧的悬臂加上挂梁而将中孔跨径做得较大(有达150米以上的),可作为通航孔。边孔为锚固孔,跨径略小,可作为与沿江道路立交之用。故作为城市桥梁显得合理而匀称。单悬臂梁的锚固孔长度一般为中孔长度的0.5~0.8倍;在跨径较大时,有时也取至0.4~0.5倍。但锚固孔与悬臂孔跨径之比过小时,当活载作用在悬臂孔上会使锚固孔靠岸支点出现负反力,需要采取特殊措施。例如采取在上部结构端部加设平衡重,或者采用拉力支座。挂梁跨径一般为中孔长度的0.3~0.5倍。为了安装方便,挂梁跨径通常不超过35~40米。

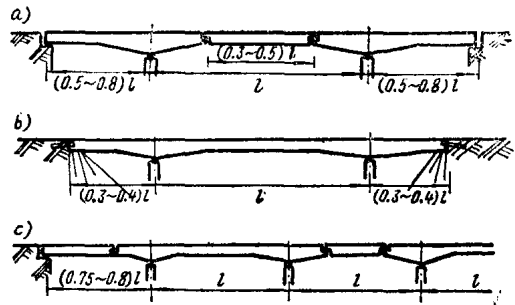


图 1-15

双悬臂梁桥(图1-15b)的中孔为锚固孔,它可以利用悬臂直接与路堤衔接而省去桥台(但需在悬臂端部设置搭板以利行车)。这时悬臂长度一般为中孔长度的0.3~0.4倍,悬臂过长时活载挠度将增大,悬臂端与路堤连接处的结构易于遭受破坏。这种桥型的中孔跨径较大,但当活载作用在该孔时的内力情况和简支梁没有什么区别,只是恒载弯矩由于悬臂孔的存在而较简支梁为小,因此只在恒载占比例较大时才显得比简支梁经济。带挂孔的双悬臂梁桥(图1-15c)一般用于多孔长桥上。

双悬臂梁桥(图1-15b)的中孔为锚固孔,它可以利用悬臂直接与路堤衔接而省去桥台(但需在悬臂端部设置搭板以利行车)。这时悬臂长度一般为中孔长度的0.3~0.4倍,悬臂过长时活载挠度将增大,悬臂端与路堤连接处的结构易于遭受破坏。这种桥型的中孔跨径较大,但当活载作用在该孔时的内力情况和简支梁没有什么区别,只是恒载弯矩由于悬臂孔的存在而较简支梁为小,因此只在恒载占比例较大时才显得比简支梁经济。带挂孔的双悬臂梁桥(图1-15c)一般用于多孔长桥上。

#### (二) T形刚架桥

T形刚架桥的每个T形单元,通常是全桥相同的,以简化设计和施工。带铰的T形刚架如