第二篇 混凝土梁桥

本篇主要介绍混凝土梁桥的构造、施工工艺、、梁桥计算、梁桥空间计算分析、支座与墩台计算等方面的内容。通过课程的学习，使学生掌握梁式桥的计算、设计与施工，能够独立完成装配式梁桥的课程设计。

本篇共 34 课时，其中设计与构造 8 课时，梁式桥预制与施工 2 课时，梁桥计算 8 课时，梁桥空间计算分析 10 学时，支座与墩台计算 4 课时，实例介绍 2 课时。

①梁桥的定义：

结构在垂直荷载作用下，支座只产生垂直反力而无水平推力的梁式体系桥梁的总称。

②混凝土梁桥的定义：

采用混凝土和钢筋（预应力钢筋）所建成的梁式体系桥统称为钢筋混凝土梁桥，简称混凝土梁桥。

③分类：

（1）预应力度：钢筋混凝土梁桥、预应力混凝土梁桥（全预应力、预应力 A、预应力 B）

（2）静力特性：简支梁桥、悬臂梁桥、连续梁桥、T 形刚构桥、连续刚构

（3）施工方法：整体式梁桥、节段式梁桥（预制装配式梁桥）

第一章 梁桥设计与构造

1.1 概述

（1）钢筋混凝土梁桥的特点

优点：具有钢筋混凝土结构的所有优点，主要有整体性好，刚度大，变形小；耐久性好，维修费用少；可塑性强。

缺点：自重大，制约跨越能力；施工工期长，占用支架和模板多，施工费用高。

（2）预应力混凝土梁桥的特点

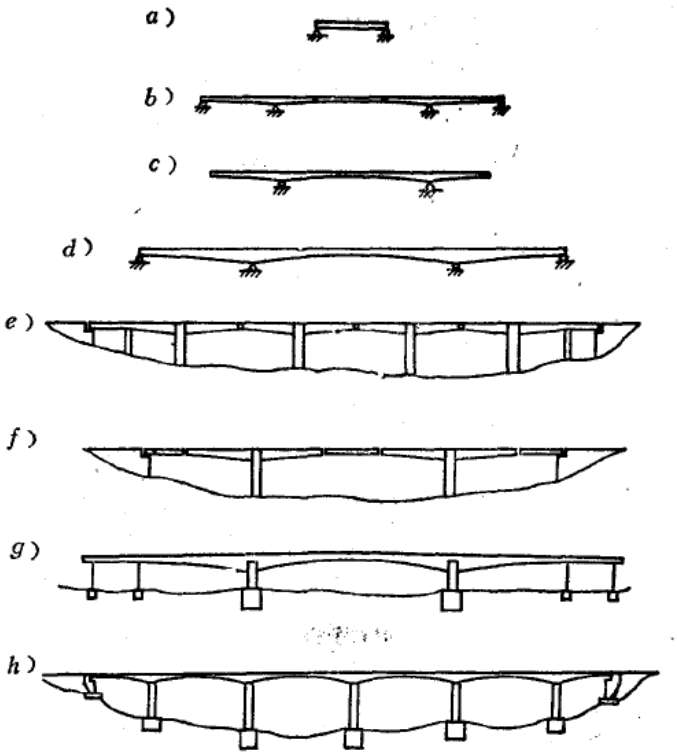
优点：除了具有钢筋混凝土梁桥的所有优点外，主要有充分利用高强度材料，跨越能力大；节省钢材；施工方法多样性。

缺点：需大量设备、施工复杂如锚具、张拉设备等、造价高（高强砼、高强钢）

（3）梁桥的体系与受力特点

①发展过程：

简支——→悬臂——→连续——悬臂施工——→T 型刚构——柔性桥墩——→连续刚构



②简支梁桥（中、小跨径首选）

正弯矩：

温度影响：

基础变位与地质条件：

施工：

桥面处理：

经济合理跨径：（1）钢筋混凝土：

（2）预应力混凝土：

③悬臂梁桥（较少采用）

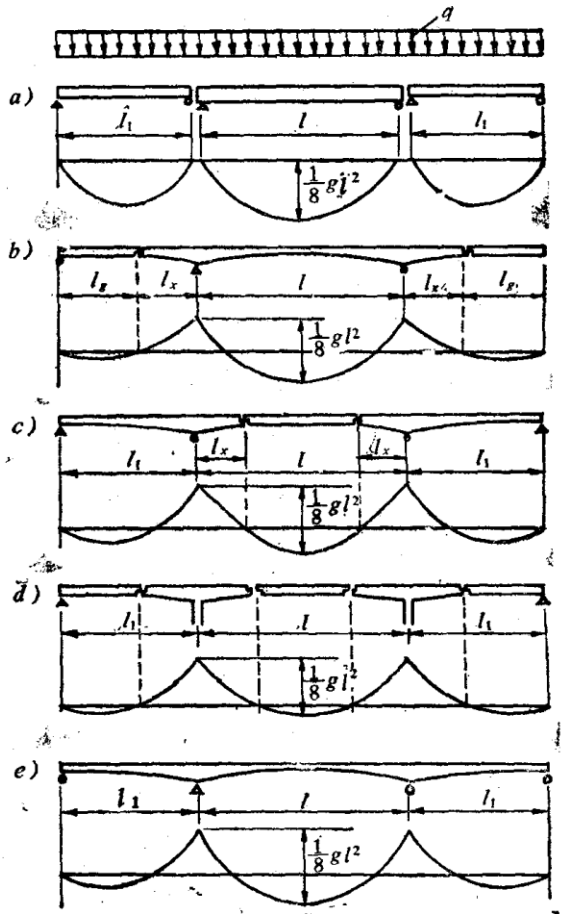
支点负弯矩对锚跨跨中正弯矩产生有利的卸载作用。

支点配筋：

对基础的要求：

④连续梁桥（**经常采用**）

支点负弯矩的卸载作用使跨中正弯矩显著减小，增加桥梁跨越能力。伸缩缝少，行车平顺。



施工方法：

截面形式：

对基础的要求

⑤T 型刚构（**较少采用**）

⑥连续刚构桥（**大跨径经常采用**）

综合连续梁和 T 型刚构的受力特点，墩梁固结体系，节省大型支座的昂贵费用，减少了

墩及基础的工作量，改善了结构在水平荷载作用下的受力性能。

施工：悬臂浇筑施工

存在的问题：预应力损失误差、跨中持续下挠、腹板斜裂缝

⑦其他梁桥类型：

V 形墩连续梁（刚构）、X 形墩刚构、桁架连续梁

1.2 梁桥的立面布置

在初设中占重要地位，决定桥梁的实用、经济和美观。

立面布置的主要内容：确定桥长及分跨、梁高及梁底曲线、下部结构与基础、桥梁控制点高程。

（1）简支体系梁桥

①简支板梁桥

a）优、缺点：

优点：

缺点：跨径不宜过大；装配式整体性差。

b）分类：

整体式、装配式

实心板、空心板

c）板厚的取值：

整体式：（1/12~1/16）L

预应力：（1/16~1/22）L

②简支梁桥

为了经济合理，适用于中小跨径，绝大部分采用装配式结构。

装配式施工的优点：

标准设计高跨比一般为（1/12~1/16）L

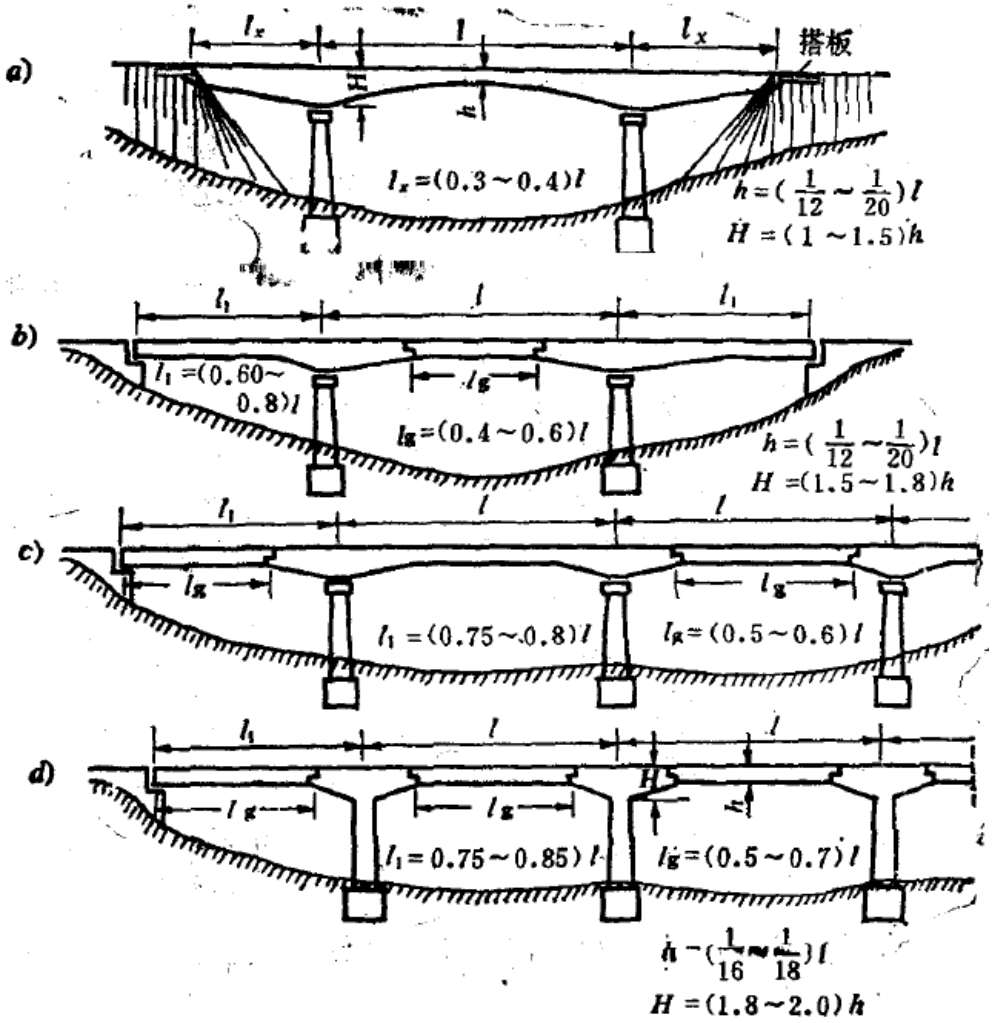
常见为等截面，也有少部分鱼腹式变截面

装配式板桥梁高与跨径比值 表2-1-1

结构类型	截面型式	l(m)	h(m)
钢筋混凝土	实心	<8	0.16～0.36
	空心	6～13	0.4～0.8
预应力混凝土	实心		
	空心	8～16	0.4～0.7

（2）悬臂体系梁桥（很少采用）

①悬臂梁桥（钢筋混凝土、预应力混凝土）



a）结构类型：

双悬臂梁桥、带挂梁、T 形悬臂梁桥

b）力学特点：

悬臂部分对锚固孔正弯矩有卸载作用，挂梁受力与一般简支梁相同。

c）截面形式：

T形、箱形

d）截面尺寸取值：

单孔双悬臂梁桥跨径与梁高比值 表2-1-2

桥　型	跨　径	梁高关系	
钢筋混凝土双悬臂梁	$l_x=(0.3\sim0.4)l$	T形截面	$h=(\frac{1}{12}\sim\frac{1}{20})l$
			$H=(1.0\sim1.5)h$
		箱形截面	$h=(\frac{1}{20}\sim\frac{1}{35})l$
			$H=(2.0\sim2.5)h$

带挂梁的钢筋混凝土单悬臂梁桥跨径与梁高的比值 表2-1-3

桥　型	跨径关系	梁高关系
钢筋混凝土悬臂梁	$l_g=(0.4\sim0.6)l$	$h=(\frac{1}{12}\sim\frac{1}{20})l$
	$l_1=(0.6\sim0.8)l$	$H=(1.5\sim1.8)h$

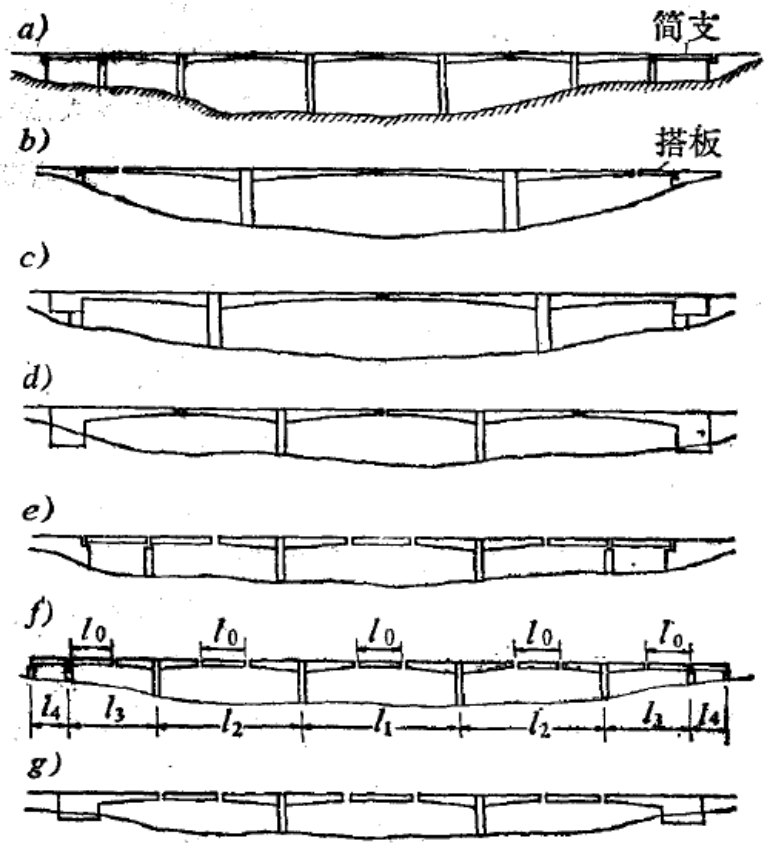
钢筋混凝土多孔悬臂体系跨径与梁高比值 表2-1-4

桥　型	跨　径	梁　高
钢筋混凝土悬臂体系	$l_g=(0.5\sim0.6)l$	$h=(\frac{1}{12}\sim\frac{1}{20})l$（T形），$h=(\frac{1}{30}\sim\frac{1}{35})l$（箱形）
	$l_1=(0.75\sim0.80)l$	$H=(1.5\sim1.8)h$（T形），$H=(2\sim2.5)h$（箱形）
钢筋混凝土T形刚构	$l_g=(0.5\sim0.7)l$	$h=(\frac{1}{16}\sim\frac{1}{18})l$
	$l_1=(0.75\sim0.85)l$	$H=(1.8\sim2.0)h$

②预应力T型刚构

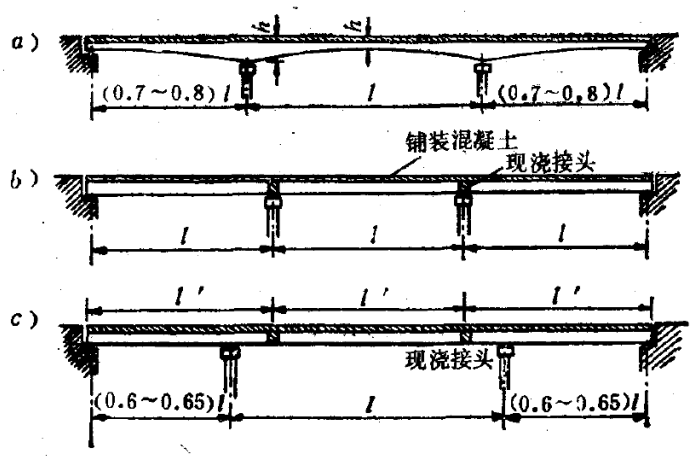
T型刚构支点、跨中梁高与跨径比值 表2-1-5

桥　型	挂梁跨径	支点梁高	跨中梁高
带铰T型刚构		$L<100$m时 $H=(\frac{1}{14}\sim\frac{1}{22})l$	$h=(0.2\sim0.4)H\leqslant2.0$m
带挂梁T型刚构	$l_g=(0.25\sim0.5)l$ $>35\sim40$m	$L>100$m时 $H=(\frac{1}{17}\sim\frac{1}{21})l$	$h=(0.2\sim0.4)H\leqslant1.5$m



（3）连续体系梁桥

①连续板桥



a）结构特点与发展水平：

板不间断第跨越几个桥孔，比简支板的跨径稍大，跨径一般在 16 米以内。

b）分类及其特点：

整体式：

装配式：

c）现浇接头的选取：

现浇接头设在桥墩上，或设在弯矩接近于零点或数值较小的位置。

②预应力混凝土连续梁桥（等截面、变截面）

a）分类：

跨径关系：

梁高：

主梁与下部结构间关系：

下部结构的支承形式：

主梁梁身构造：

受力钢筋类型：

b）截面尺寸：

连续梁在支点和跨中梁高估算值 表2-1-6

桥型	支点梁高 (m)	跨中梁高 (m)
等高度连续梁	$H=\left(\frac{1}{15}\sim\frac{1}{30}\right)l$ 常用 $\left(\frac{1}{18}\sim\frac{1}{20}\right)l$	
变高度（折线形）连续梁	$H=\left(\frac{1}{16}\sim\frac{1}{20}\right)l$	$h=\left(\frac{1}{22}\sim\frac{1}{28}\right)l$
变高度（曲线形）连续梁	$H=\left(\frac{1}{16}\sim\frac{1}{20}\right)l$	$h=\left(\frac{1}{30}\sim\frac{1}{50}\right)l$

c）施工方法：**顶推法、移动模架法、整孔架设法、悬臂浇筑法**

④连续刚构桥—**墩梁固结的连续梁**

a）力学特点：

墩梁固结的连续梁，利用主墩的柔性来适应桥梁的纵向变形。

b）截面尺寸：

这种桥型一般均采用悬臂施工方法，跨径布置、梁高选用的原则同变高度连续梁相似。薄壁墩的宽度一般采用$(0.2\sim0.3)H$，如采用双薄壁墩，两壁的中距约在8～12m之间。

1.3 横截面设计

主要是确定横截面布置形式，包括主梁截面形式、主梁间距、截面各部尺寸等，它与梁式桥体系在立面布置、建筑高度、施工方法、美观要求和经济性能有关。

（1）横截面设计原则

a）保证抗弯承载能力的同时保证抗剪承载力

b）满足构造要求的前提下，尽可能减小截面尺寸，减小自重

c）综合考虑桥面宽度和建筑高度的要求

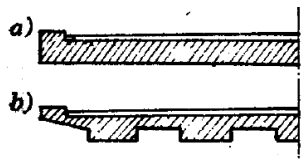
d）考虑施工的影响，横截面要利于施工及模板制作，便于运输和安装

e）保证横线连接的可靠性

f）考虑美观要求

（2）板式截面

①整体式实心板：

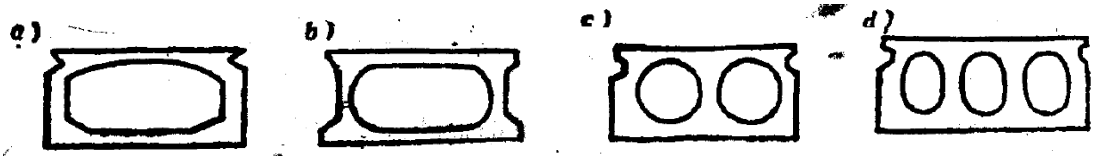


②装配式实心板——**避免现场浇筑混凝土的缺点**

③空心板——**减轻自重**

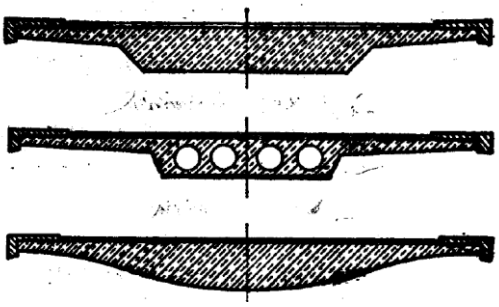
6-13m采用钢筋混凝土

8-16m采用预应力混凝土（先张法）



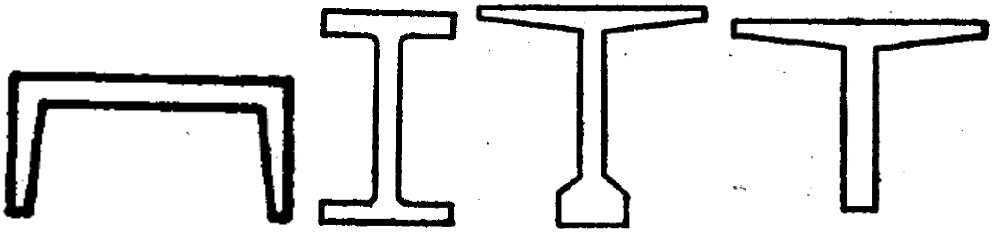
④异形板：

保持板的轻巧，减轻自重，外形美观

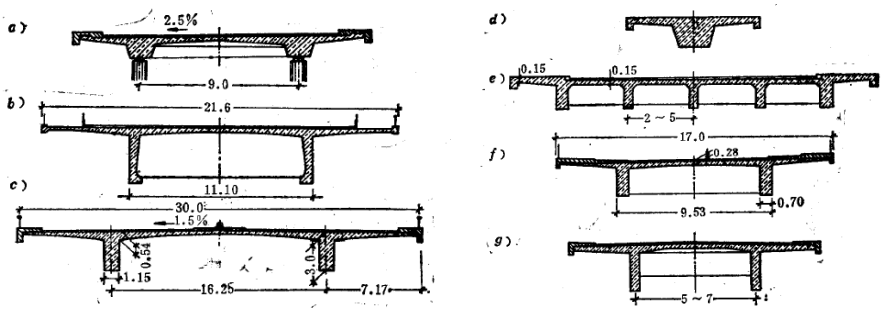


（3）肋梁式截面

①基本形式——Π形、I 形、T 形

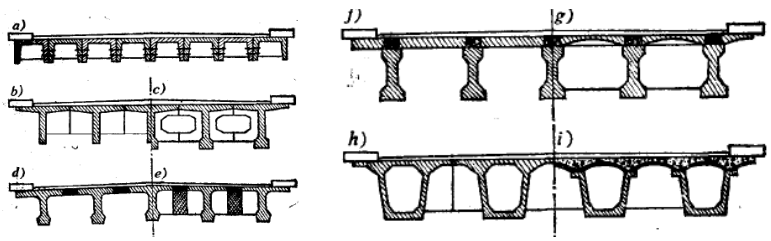


②整体式：**大多为双 T 形截面，适用于悬臂或连续结构**



③装配式——小跨径简支梁桥、悬臂梁桥采用

优点：易于标准化、工厂化，降低费用，提高施工质量；上、下部结构可平行作业，缩短工期，加大造价。



④主梁细部尺寸：

a）腹板厚度：

16-24cm

b）上翼缘厚度：

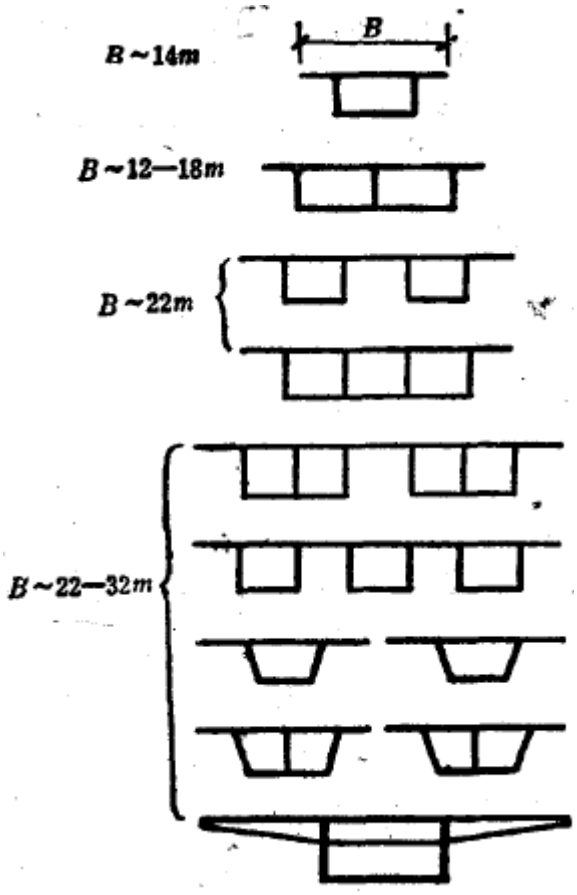
端部 8cm，悬臂根部 14cm

c）下翼缘尺寸：

（4）箱形截面

①基本型式及特点：

闭口薄壁截面，抗扭刚度大，具有比 T 形截面高的截面效率指标，顶、底板面积大，能有效承担正负弯矩。



②箱形截面细部尺寸：

a）底板：

T 形刚构和连续梁墩顶截面随着负弯矩的增大，为适应受压的要求，底板厚度也逐步增

加，墩顶处底板厚度约为梁高的 1/12~1/10.

b）顶板

厚度确定主要考虑桥面板横向弯矩受力要求和布置纵向和横向预应力钢筋的构造要求。顶板厚度随腹板间距变化而变化，一般在 18cm-30cm。

腹板和顶板参考尺寸　　表2-1-7

腹板间距 (m)	3.5	5.0	7.0
顶板厚度 (mm)	180	200	280

c）腹板：

主要承受截面剪应力和主拉应力，腹板的最小厚度应满足剪切极限强度的要求。大跨径预应力混凝土箱梁中，由跨中到支点剪力逐步增加，故腹板厚度也是变化的。

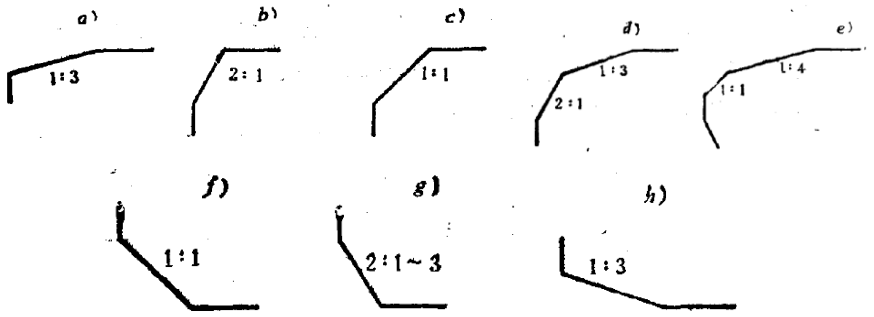
（1）腹板内无预应力束筋管道布置时可采用200mm。

（2）腹板内有预应力束筋管道布置时可采用250～300mm。

（3）腹板内有预应力束筋锚固头时则采用350mm。

③梗腋（承托）

在顶板和腹板接头处必须设置梗腋，梗腋提高了截面的抗扭刚度和抗弯刚度，减少了扭转剪应力和畸变应力。加腋有竖向加腋和水平加腋。



1.4 配筋设计原则与构造特点

（1）钢筋混凝土梁桥配筋构造

①整体式钢筋混凝土简支板梁桥

②装配式钢筋混凝土简支板梁桥

③其他钢筋混凝土梁桥

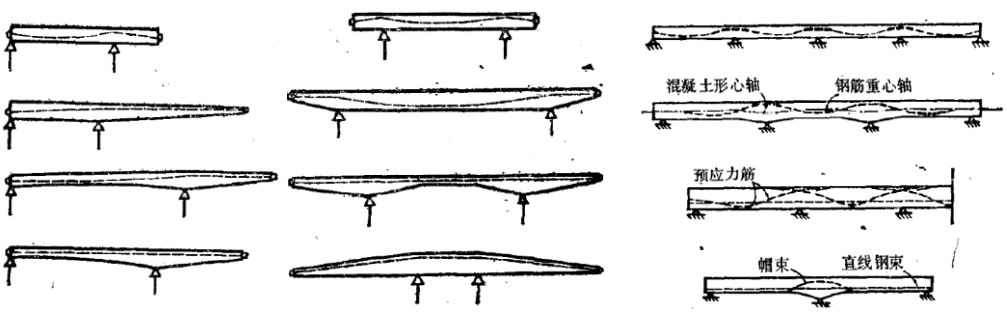
④装配式钢筋混凝土悬臂梁桥

（2）预应力混凝土梁桥的配束原则

①预应力束筋配束原则

②预应力束筋布置形式

布置形式与桥梁结构体系、受力情况、构造形式、施工方法都有密切关系。



（3）预应力混凝土梁桥配筋构造

①装配式预应力混凝土简支空心板桥

先张法和后张法

②装配式预应力混凝土简支肋梁桥

a）预应力束筋的布置：

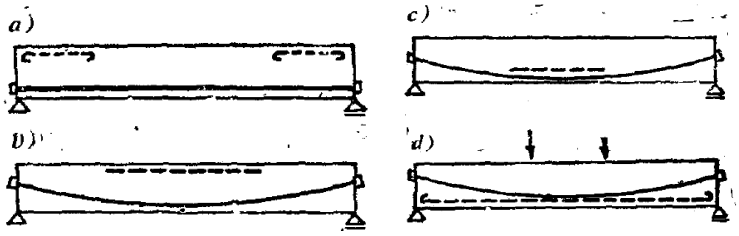
立面布置：由跨中向支点逐渐弯起，一般在三分点到四分点之间弯起，弯起束筋可提高抗剪承载力，最后锚固与梁端。

横截面上的布置：预应力束筋在满足构造要求的前提下，尽量相互紧密靠拢，以减小马蹄尺寸，减轻自重；在保证梁底保护层的前提下，预应力束筋重心靠下以获得较大的预应力弯矩，节省高强材料。

梁端截面上的布置要求：尽量减小局部应力；满足安放张拉设备所需要的锚具间最小净距的要求；锚具应对称于纵轴布置。

b）非预应力钢筋的布置：

纵向受力钢筋：补充局部梁段内强度不足；满足极限强度要求；更好地分布裂缝和提高梁的韧性。



马蹄内闭合箍筋：

锚固区加强钢筋：

③预应力混凝土连续梁桥

预应力束筋布置方式与所采用的施工方法和预应力筋的类型相关。

三向预应力体系

④体外配筋的预应力混凝土桥

直线束、折线束、转向块、防护构造

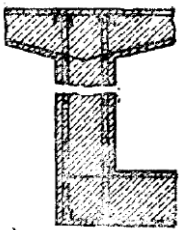
⑤箱梁的其他预应力筋

a）横向预应力筋

箱梁腹板间距较大或翼板悬臂过长时采用横向预应力混凝土桥面板，一般采用直线束，设置在桥面板上、下两层钢筋网之间。

b）竖向预应力筋

一般采用精轧螺纹钢，间距 30-60cm。



1.5 其他构造

（1）横隔梁

①装配式 T 梁

a）作用：**保证主梁横向相互连成整体，刚度越大，结构整体性越好。**

b）设置间距与高度、厚度的选取：

横隔梁的高度可取为主梁高度的四分之三左右。在支点处可与主梁同高，以利于梁体在运输和安装中的稳定性。但如果端横隔梁高度比主梁略小一些，则对安装和维修支座是有利

简支梁一般在跨中、四分点、支点各设一道横隔梁，厚度在 12-20cm。

②箱形梁桥

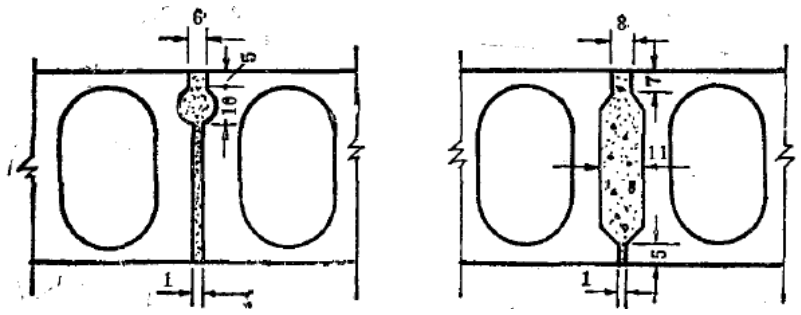
a）作用：**增加截面横向刚度，限制畸变应力，支承处横隔板还承担和分布支承反力。**

b）配筋形式：**配筋形式与支承有关。**

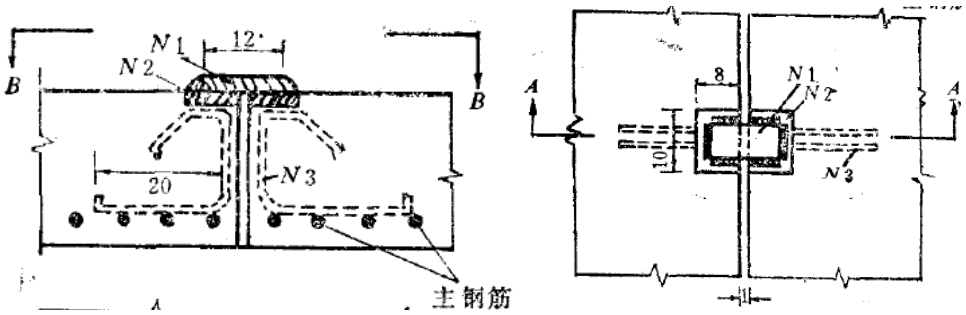
（2）桥梁的横向联结

①装配式板桥的横向联结

a）企口混凝土铰连结

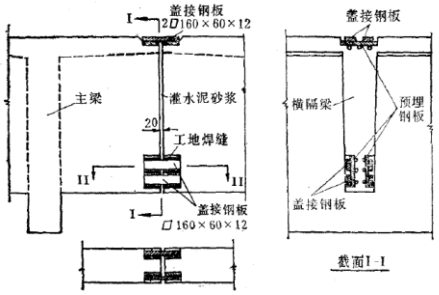


b）钢板联结

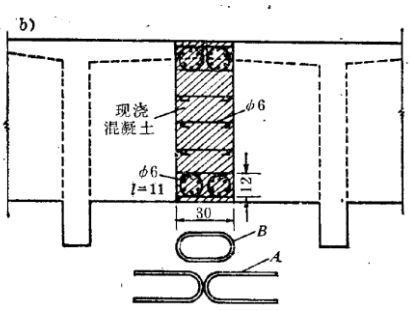


②装配式 T 梁的横向联结

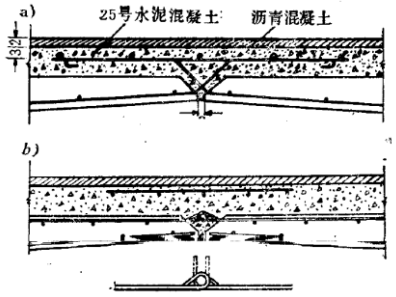
a）钢板式接头



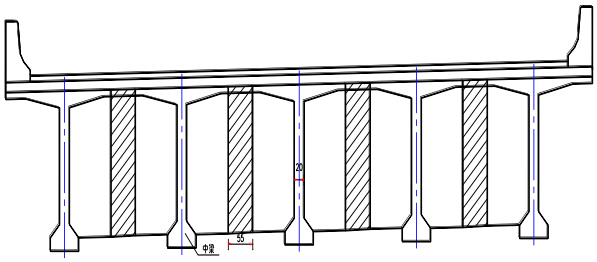
b）扣环式接头



c）桥面板的企口铰联结



d）后浇带联结



（3）梁桥的纵向接缝

a）干接缝——**相邻块件拼装时接头断面不做其他处理，两个节段主要靠预应力钢筋连成整体。**

b）湿接缝—**相邻块件间现浇接头混凝土，接头宽度必须能容许进行管道接头、钢筋焊接和混凝土充分振捣作业等，一般宽度在 10-20cm。**

c）胶接缝—**接缝端面涂环氧树脂等胶结材料将相邻块件黏结成整体，通过胶结层传递内力，具有湿接缝的优点且不影响工期。**

（4）牛腿（**了解**）

a）结构特点

b）构造注意事项：

（5）剪力铰（**了解**）