

预应力混凝土梁桥施工

吴昌期 杨家沪 韩凤华



人 民 交 通 出 版 社

预应力混凝土梁桥施工

吴昌期 杨家沪 韩风华

人 民 交 通 出 版 社

预应力混凝土梁桥施工

吴昌期 杨家沪 韩风华

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

河北省宣化印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.375 字数: 176千

1981年7月 第1版

(1981年7月 第1版 第1次印刷)

印数: 0001—4,600册 定价: 1.30元

内 容 提 要

本书系统叙述了公路预应力混凝土T型梁桥的施工方法。对T型梁的结构、模板构造、梁体制作，以及T型梁的架设和静载试验等方面都作了较详尽的介绍。

编写过程中，参考了五河淮河大桥的施工技术资料和其它有关资料。

本书可供公路和城建部门的桥梁技术人员及有关院校师生、技术工人使用参考。

2267/30

目 录

第一章 概述	1
第一节 预应力混凝土结构.....	1
第二节 预应力混凝土 T 型梁.....	3
第三节 T 型梁预制场地的选择.....	8
第四节 T 型梁制作程序.....	9
第二章 模板	13
第一节 模板的种类及选择.....	13
第二节 模板的构造.....	14
第三节 模板的设计.....	28
第四节 模板的制作.....	52
第五节 底座的构造.....	55
第六节 模板的装拆.....	56
第三章 梁体的制作	63
第一节 钢筋骨架的成型及安装.....	63
第二节 预应力钢丝束孔道成型.....	70
第三节 混凝土的灌注与养护.....	78
第四章 预施应力	97
第一节 锚具.....	97
第二节 钢筋.....	104
第三节 张拉设备.....	122
第四节 张拉前的准备工作.....	129
第五节 张拉作业.....	147
第六节 压浆和封端.....	153

第五章 T型梁架设	161
第一节 架梁工艺.....	161
第二节 架梁设备的构造.....	178
第三节 架梁设备的设计.....	213
第四节 架梁设备的电器控制.....	232
第五节 架梁的安全操作.....	243
第六章 梁的静载试验.....	249
第一节 试验前的准备.....	249
第二节 试验与观测.....	257
第三节 试验资料的整理与成果分析.....	258

第一章 概 述

第一节 预应力混凝土结构

在制作钢筋混凝土构件的过程中，若预先使构件内的全部或部分钢筋建立拉应力，并通过对钢筋的锚着使全部或部分混凝土建立压应力，那么，这种状态的钢筋混凝土结构称为预应力混凝土结构。

一、预应力混凝土结构的特点

预应力混凝土结构是在克服钢筋混凝土结构的一些缺点中产生和发展起来的。与钢筋混凝土结构比较，预应力混凝土结构有以下优点：

(一)提高了结构物的抗裂性和耐久性

在钢筋混凝土结构中，混凝土受拉的极限应变为 $0.1 \sim 0.15$ 毫米/米，超过这个极限，混凝土就会出现裂缝。而钢筋在允许应力时其相应的应变可达 $0.6 \sim 0.8$ 毫米/米，是混凝土极限应变的 $4 \sim 8$ 倍。若使用高强钢材，其极限强度可达 $10,000 \sim 20,000$ 公斤/厘米²。当高强钢材应力达到 $0.7 \sim 0.8$ 倍极限强度时，其应变可达 2 毫米/米左右。因此在钢筋混凝土结构中，当钢筋内的应力还很小（约 300 公斤/厘米²）时，混凝土就可能出现裂缝。在预应力混凝土结构中，由于预应力的作用，可以使构件不会出现或不会过早地出现裂缝，从而提高了构件的抗裂性能。因此构件内钢筋不易锈蚀，这就增强了构件的耐久性，或者延长了结构物的使用年限。

(二)增大了构件的刚度

预应力混凝土结构张拉后会产生与荷载挠度相反的拱度。当构件承受荷载后其挠曲程度变小了，从而提高了构件的刚度。

(三)节省材料

从预应力混凝土梁的受力情况来看，由于混凝土中存在预压应力，可能使梁在使用期间不发生拉应力，见图 1-1。因而混凝土就可能不出现裂缝，这种梁的承载能力显然比钢筋混凝土梁要大。

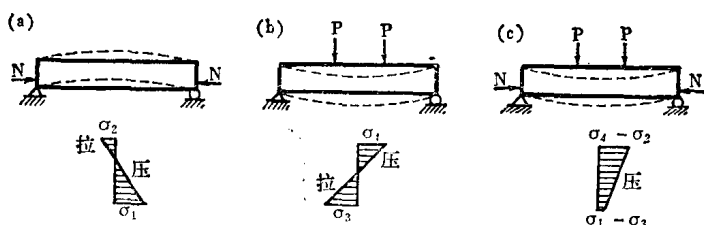


图 1-1 预应力混凝土梁的受力情况

(a)预应力作用；(b)荷载作用；(c)预应力与荷载共同作用

由于预应力混凝土结构可以充分发挥钢筋与混凝土的抗拉、抗压性能以及合理地使用高强钢材和高标号混凝土，从而能够大大地节省材料。

(四)减轻结构自重

由于采用了高强度材料，构件的截面尺寸可以相应地减小，从而减轻了结构物的自重，相应地增加构件的跨越能力。预应力混凝土结构还适宜做成装配式结构，从而避免了整体浇注中的一些缺点。

当然，预应力混凝土结构也有它的缺点，这就是在制作预应力构件时需要有张拉机具和锚固装置，以及检验这些机具的各种设备，同时预应力施工技术也要比普通钢筋混凝土

结构较为复杂。

二、预应力混凝土的制作方法

预应力混凝土的制作方法有先张法与后张法两种。

先张法是先张拉钢筋后灌注混凝土的方法。也就是先在张拉台座上张拉预应力筋，并将预应力筋临时锚固在台座上，然后立模灌注混凝土。待混凝土达到一定强度时，除去锚固装置，放松钢筋。由于钢筋回缩，而混凝土与钢筋的粘着力又阻止这一回缩，于是钢筋即传递压力于混凝土上，使混凝土获得了预压应力。

后张法是先浇混凝土后张拉钢筋的方法，也就是灌注混凝土时，在设计配置钢筋的位置上预先留出孔道，待混凝土达到一定强度时再穿入钢筋，并利用构件本身作为张拉台座以张拉钢筋。在钢筋受拉的同时，混凝土获得预压应力。当钢筋张拉至设计控制应力后，用锚具锚固在构件上，以阻止钢筋的回缩。钢筋张拉后在预留孔道内灌入水泥浆，以防钢筋锈蚀并增加构件的整体性。

三、预应力筋的张拉方法

张拉预应力筋的方法，常用的有机械张拉法和电热法两种。机械张拉法就是用绞车或千斤顶张拉钢筋；电热法就是利用电流加热使钢筋伸长的方法。在桥梁或大型构件上，一般均采用千斤顶张拉钢筋的方法建立预应力。

第二节 预应力混凝土 T 型梁

预应力混凝土结构的截面形式主要有 T 形、工字形、箱形、空心板及桁式等多种，但对于简支梁来说，T 形截面则

是比较经济合理的截面形式之一，如图 1-2 所示。

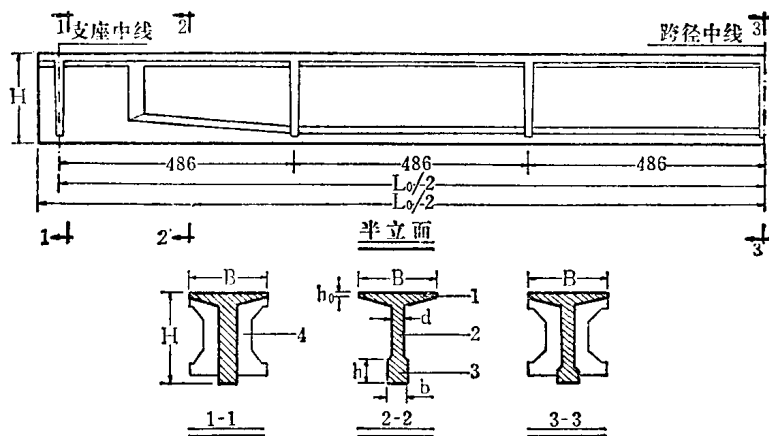


图1-2 预应力混凝土T型梁的一般构造图

1-上翼缘；2-腹板；3-下翼缘（马蹄）；4-横隔板

这种截面外形简单、受力明确、施工简便，在我国桥梁建设中已被广泛采用。

一、预应力混凝土T型梁适用范围

当跨径小于20米时，预应力混凝土T形截面简支梁（简称预应力T型梁）使用的材料并不节省多少。相反，由于施工工艺复杂，往往使造价较普通钢筋混凝土梁为高。当跨径大于50米时，又由于梁体自重较大，在运输安装上都存在一定的困难，使用上受到一定的限制。所以目前我国预应力T型梁标准设计跨径为25、30、35、40米四种。

二、预应力T型梁的截面尺寸的选定

预应力T型梁截面尺寸的选定直接影响着T型梁的使用及经济效果，必须予以重视。

(一)上翼缘宽度(主梁间距)的选定

选定上翼缘宽度主要应考虑桥面宽度、跨径大小、全桥材料用量及起重能力等因素。一般说来,在一定范围内,上翼缘的宽度随梁高与跨径的增加而加宽是经济的。从构造上讲,过薄的腹板在施工上是有困难的。如果要加厚腹板,必须有较宽的上翼缘与之相配合,才能获得较高的截面效率。当然,翼缘的宽度是有限制的,过宽的翼缘容易出现裂缝,同时还会使预制梁体过重。因此,一般上翼缘宽度在1.8~2.3米范围内较好。在对桥面施加横向预应力的情况下,上翼缘宽度还可适当加大。

(二)梁高的选定

预应力T型梁的高度可在较大范围内变化,从经济观点出发,采用较大的梁高,显然是有利的。因为较大的梁高增加的混凝土数量有限而可能节省较多的钢束,所以在建筑高度不受限制的情况下,适当选用大一点的梁高是适宜的。预应力T型梁的高度一般以跨径的 $1/20 \sim 1/15$ 为宜。

(三)腹板厚度及下翼缘(马蹄)尺寸的拟定

预应力T型梁由于有预压应力和弯起钢束的作用,使它的主拉应力比较小,因此,腹板的厚度可由构造决定,也就是在满足钢筋保护层和便于灌注混凝土的情况下可取得小一些,一般多采用14~16厘米。

下翼缘(马蹄)的尺寸主要应满足钢束的布置及施加预应力时的强度要求。从受力情况看,钢束重心布置得越低其抗弯力矩就越大,但这样的布置就要求马蹄尺寸宽且矮。这样不但要加大马蹄的面积,而且由于边排钢束的弯起还必须过早地抬高马蹄。这就使梁体混凝土数量增多,梁的自重弯矩增大,从而得到相反的结果。因此,钢束布置要尽量注意将适当数量的钢束布置在腹板中线处,如图1-3所示。

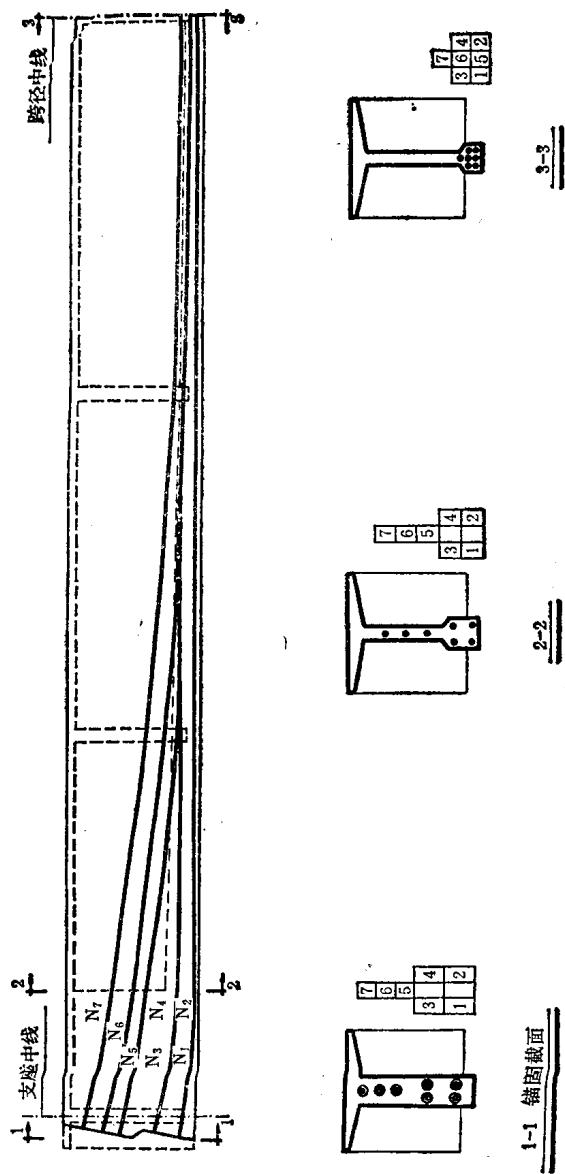


图1-3 预应力T型梁的钢筋布置

这样的布置使得中间一排钢束弯起方便，同时马蹄宽度也可以减小。但是马蹄也不宜过小，过小的马蹄在施加预应力时会由于强度不够而产生水平纵向裂纹。一般马蹄宽度可取腹板厚度的2~4倍，高度可取梁高的0.15~0.20。

预应力混凝土T型梁的标准图设计尺寸 表1-1

部 位 \ 尺 寸 跨 径(米)		25	30	35	40
计 算 跨 径 L_0 (米)		24.30	29.16	34.02	38.88
梁 体 长 L (米)		24.96	29.96	34.96	39.96
梁 高 (厘米)	汽车-20 挂车-100	145	175	200	230
	汽车-15 挂车-80	135	165	200	230
上 翼 缘 (厘米)	宽 B	160	160	160	160
	翼板边厚 h_0	8	8	8	8
腹 板 厚 d (厘米)		16	16	16	16
马 蹄 (厘米)	高 h	19	19	28	28
	宽 b	36	36	36	36
横 隔 板	间 距 (厘米)	486	486	486	486
	节 数	5	6	7	8
预 应 力 钢 束 数	汽车-20 挂车-100	6	7	9	10
	汽车-20 挂车-80	6	7	8	9

- 注：(1) 锚具一律采用45号优质碳素结构钢制造的锥形锚具；
 (2) 预应力钢束每束由24根 $\phi 5$ 高强钢丝组成，其极限抗拉强度为16,000公斤/厘米²；
 (3) 梁体混凝土均为400号。

表1-1为预应力混凝土T型梁的标准图设计尺寸。

第三节 T 型梁预制场地的选择

T 型梁预制场地的设置有临时性与固定式两种。大、中跨径桥梁因构件长、重、运输困难，可以在桥头附近布置临时性工地预制场，专为该项工程服务。对于较小跨径的桥梁，可在适当地区范围内设置固定的桥梁预制工厂，按标准图纸生产，供这一地区内建桥使用。固定的桥梁工厂的优点是可以加强施工管理，充分发挥各种机具设备的效能，完善施工工艺，提高产品质量，降低桥梁造价。其缺点是对于大构件来说运输比较困难。但是大跨径的预应力梁也可先在工厂分节预制，然后再运送到现场张拉、拼装。随着交通运输能力的提高及结构形式的不断改进，桥梁工厂一定会逐步发展起来，为我国桥梁建设事业作出较大的贡献。

一、T 型梁预制场地的选择

T 型梁预制场地的选择应注意以下各方面：

(一)交通运输方便，以使用最简捷的方法运进机具材料和运出成品构件；

(二)水源充足，要有足够数量的洁净的地面或地下水供施工使用；

(三)施工管线布设经济合理；

(四)施工期间不受山洪暴发和河流洪水淹没的影响；

(五)充分利用地形，做好合理安排，尽可能少占农田和拆迁建筑物。

以上各点直接影响工程造价的高低，因此在布设预制场地时应予足够的重视。

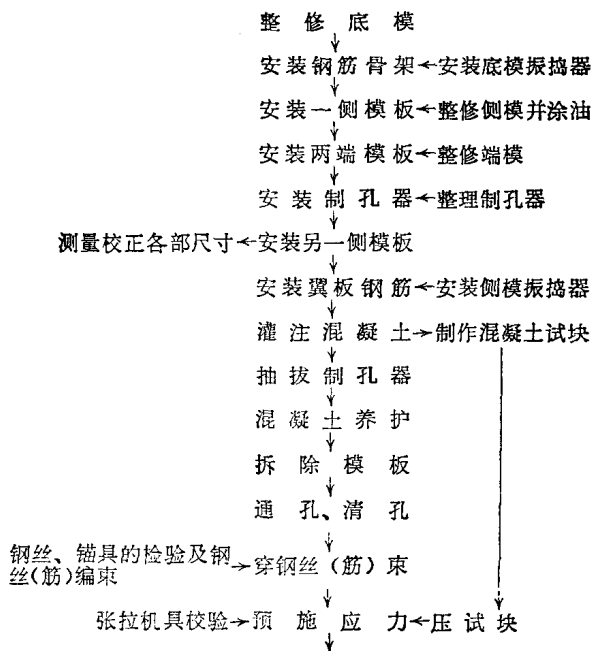
二、预制场地内的布置

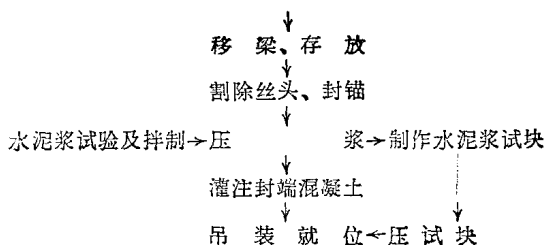
预制场地内的布置应安全、紧凑、通畅。根据现场地形、施工顺序及施工方法,对场内的制梁台座、加工车间、运输道路,机械安装位置、材料堆放场地、临时工棚等做全面合理的布局。使各道工序既紧密衔接又不互相干扰,从而形成一条通畅的施工流水线。

30米预应力混凝土T型梁预制场地的布置示例可见本书第五章第一节。

第四节 T型梁制作程序

一、T 型梁制作程序





二、模板的周转时间

模板的周转时间会直接影响到施工工期、预制场的布置和需用模板的数量。模板的周转时间主要是与下列因素有关：

- (一) T 型梁的构造和预应力筋的布置；
- (二) 预制场的总平面布置；
- (三) 模板构造和制模材料；
- (四) 灌注混凝土设备和振捣方式；
- (五) 混凝土养护的方法；
- (六) 张拉设备和张拉工艺；
- (七) T 型梁的吊运安装设备；
- (八) 预制 T 型梁各工种的劳动组合。

施工前应按照现场实际情况、工地条件和工期要求，确定 T 型梁预制各工序所需的工时；算出底模和侧模的周转时间；并根据周转时间选定需用模板的套数和预制场的布置方式。

现将某桥施工中实际的模板周转时间举例如下：

该桥共有 30 米跨径预应力 T 型梁 52 根，边梁、中梁各半。用分扇拼装式钢模两套（中梁模板与边梁模板各一套），底模四个。垂直式预制场有贝雷钢架组拼的预制场门式吊机一台，可以负担移梁吊梁、装拆模板、吊运混凝土罐

和张拉设备等作业。灌注混凝土用皮带机上料，混凝土罐运送熟料，附着式振捣，蒸汽养护。预制场劳动组合如下：

(一)起重组：20人，负责装拆模板，移梁运梁，抽拔制孔器胶管等作业。

(二)木工组：8人，协助起重组装拆模板及协助水泥组

模板周转时间表

表1-2

侧模的周转时间		底模的周转时间	
影响侧模周转的工序	时 间 (小时)	影响底模周转的工序	时 间 (小时)
立一侧模	2.5	扎T型梁腹板钢筋	2.5
立两端模	0.5	立一侧模	2.5
穿胶管	3.0	立两端模	0.5
立另一侧模	2.5	穿胶管	3.0
扎T型梁翼板钢筋	1.0	立另一侧模	2.5
灌注T型梁混凝土	4.0	扎T型梁翼板钢筋	1.0
搭盖蒸汽养护罩	1.0	灌注T型梁混凝土	4.0
蒸汽养护	3.0	搭盖蒸汽养护罩	1.0
抽拔胶管	1.0	蒸汽养护	3.0
继续蒸汽养护	18.0	抽拔胶管	1.0
拆除侧模	3.0	继续蒸汽养护	18.0
整修和预拼侧模	2.0	拆除侧模	3.0
		穿钢丝束	1.0
		张拉钢丝束	4.5
		移 梁	1.5
		整修底模	2.0
侧模的周转时间小计	41.5	底模的周转时间小计	51.0