

中小型装配式 钢筋混凝土桥上部构造修建经验

浙江省交通厅工程局 编著



人民交通出版社

中小型装配式 钢筋混凝土桥上部构造修建经验

浙江省交通厅工程局 编著

人民交通出版社

本書介紹中小型裝配式鋼筋混凝土橋上部構造修建經驗。其主要內容包括：上部構造的結構形式；預製構件廠址選擇及廠內布置；構件的制作（模板結構、鋼筋的連接及骨架成型、混凝土澆制）；構件的運輸、吊裝；經濟分析等。

本書可供公路橋梁施工技術員、工長、技術工人參考。

中 小 型 裝 配 式 鋼筋混凝土橋上部構造修建經驗

浙江省交通廳工程局 編著

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新华書店北京發行所發行 全國新华書店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

*

1965年10月北京第一版 1965年10月北京第一次印刷

開本：787×1092_{毫米} 印張：拾張 插頁1

全書：12,000字 印數：1—3,300冊

統一書號：15044·1505

定價（科四）：0.12元

出 版 說 明

这本小册子是中国土木工程学会1963年道路工程学术会议上的一个专题报告，考虑到对专、县修筑中小型装配式钢筋混凝土桥有較多的参考价值，故刊印成单行本以满足专、县广大公路桥梁施工技术人员、工人的需要。为使工人同志阅读方便，刊印单行本时，曾将计算公式作了修改。

出 版 者

目 录

一、概述	(3)
二、结构形式	(3)
三、施工主要经验	(6)
(一)厂地設置	(6)
(二)鋼筋焊接和骨架成型	(8)
(三)模板结构	(11)
(四)混凝土浇制	(12)
(五)构件的运输、安装	(14)
四、经济分析	(20)

一、概 述

浙江省对通車公路上跨径为 3 米至 20 米的木桥上部构造, 在 1962~1963 年用装配式钢筋混凝土桥改建了 334 座、延长达 4,876 米。它与石桥及就地浇捣的钢筋混凝土桥相比, 具有投資少、勞力省、修建快、施工简便、利于維持通車等优点。通过这一阶段的工作, 对装配式钢筋混凝土桥的建造, 初步打下了基础, 建立了預制构件基地, 实现了部分构件的工厂化生产, 采用了流水作业的安裝方法, 并本着自力更生的精神, 从养路队伍中逐渐培养起一支建桥队伍, 同时也取得了一些建桥经验, 现就結構形式、施工主要经验及经济分析三个方面分述如下。

二、結構形式

改建的跨径多在 3~12 米之間, 也有一些貝雷鋼架木面桥跨径較大。对 12.5 米以上的跨径, 采用全国通用的标准图; 对 12 米以下的跨径, 由于老桥跨径参差不齐, 墩台寬度不一, 且有不少还是斜桥, 因此另設計了一套 3~12 米跨径的装配式钢筋混凝土桥上部結構标准图紙, 以資应用。跨径 6 米以下的基本上采用板式; 跨径 6 米以上的則采用 T (又称丁形梁) 形梁。桥面淨寬在支线上多采用 4.5 米, 在干线上多采用 6.0 米及 7.0 米。

这套标准图, 对改建老桥具有較好的适应性并能简化施工, 具体表现在以下几个方面。

1. 設計跨径每 50 厘米一档, 这样对原有墩台可以充分利用, 如

实量淨跨大于某一档标准淨跨不超过10厘米，則采用这一档标准跨径，当大于某一档标准淨跨10厘米以上时，則采用大一档的标准淨跨。

2. 板及 T 梁构件行車道板的寬度采用 1.5 米，用 3 块則組成單車道淨跨 4.5 米；用 4 块則組成双車道淨跨 6.0 米；用 5 块則組成淨跨 7.0 米、每边并有 25 厘米的安全帶。單車道 4.5 米如将来拓寬至淨—6 米或淨—7 米时，可加一块或两边各加一块即成。这样配用較为机动灵活。对淨寬 4.5 米的栏杆是外貼的；淨寬 6 米的栏杆有外貼的，也有悬出的，安全带 25 厘米寬。

3. T 梁腹板厚采用 19 厘米。这对鋼筋骨架的安置較方便，有利于混凝土的浇搗，且不致产生裂縫，对质量有保証。梁体混凝土重量虽稍有增加，但对小跨径梁的运送安装，并不增加困难。

4. 板用铁扣环或 V 形槽縫灌注混凝土以連成整体，T 梁用橫隔梁焊接連成整体。在野外缺乏焊接設備时，也有少数 T 梁的橫隔梁用螺栓結合，但质量沒有焊接的牢固。

5. 关于主鋼筋規格。考虑选材的方便，淨跨 4.5 米以下的板分別有螺紋鋼 (A 5) 和光圓鋼 (A 3) 两种；淨跨 5 ~ 10 米的 T 梁分別有螺紋鋼 $\Phi 25$ 及 18 毫米两种；所有 T 梁的行車道板亦分別有螺紋鋼 $\Phi 12$ 毫米及光圓鋼 $\Phi 12$ 毫米两种。

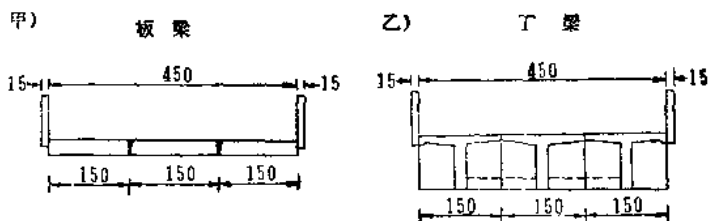


图 1

甲) 板梁結構布置；乙) T 梁的結構布置

上部构造工程量总表

表 1

结构形式	净宽 (米)	净跨 (米)	构件长 (米)	建高 (厘米)	构造 造量 (个)	每 个 重 量 (吨)	一孔 构 件 混 凝 土 数 量 (立米)	一孔 构 件 钢 筋 数 量 (吨)	每 立 米 混 凝 土 用 钢 筋 量 (公斤/立米)	每 延 米 钢 筋 数 量 (公斤)	每 延 米 混 凝 土 数 量 (立米)	附 注
板 式	4.5	3.0	3.5	27	3	3.5	4.46	0.655	160	187	1.27	主钢筋为
		3.5	4.0	28	3	4.2	5.26	0.736	152	184	1.31	A3 圆钢;
		4.0	4.5	30	3	5.1	6.31	0.855	146	190	1.40	混凝土为
		4.5	5.0	34	3	6.4	7.94	1.118	150	224	1.59	200号
		5.0	5.6	37	3	7.8	9.62	1.283	141	230	1.72	
		6.0	6.6	43	3	10.6	13.10	1.827	147	277	1.99	
T 梁式	4.5	5.0	5.6	68	3	5.1	6.38	1.178	209	211	1.13	主钢筋为
		5.5	6.1	73	3	5.7	7.10	1.275	201	210	1.15	A5 螺纹
		6.0	6.6	73	3	6.2	7.80	1.509	216	229	1.18	钢;
		6.5	7.1	78	3	6.9	8.67	1.644	211	232	1.21	混凝土为
		7.0	7.6	78	3	7.3	9.17	1.773	216	233	1.20	250号
		7.5	8.1	83	3	8.0	9.96	1.920	215	237	1.22	
		8.0	8.6	83	3	8.8	11.03	2.150	216	250	1.27	
		8.5	9.1	88	3	9.3	11.63	2.271	217	250	1.27	
		9.0	9.6	88	3	9.8	12.19	2.422	221	252	1.26	
		9.5	10.1	93	3	10.5	13.05	2.566	220	255	1.28	
		10.0	10.6	93	3	10.9	13.81	2.824	231	267	1.23	
		11.0	11.6	97	3	12.3	15.90	3.294	229	284	1.36	
		12.0	12.6	102	3	14.0	17.49	3.556	224	282	1.39	

6. 根据我省的气候条件和已建钢筋混凝土桥梁的使用情况，不設防水层，将保护层减薄至 3 ~ 4 厘米和行車道板一次浇制，这样也适用了随安装随通車的要求。

7. 鉴于支座材料不易采购，根据原有老桥的经验为简化施工，12米以內的各种跨径均不設置支座，仅在支承处垫油毛毡四层，把 T 梁的端横隔梁放低与大梁底齐平，以增加稳定性，同时也便利了安装。

板及 T 梁的一般結構布置如图 1 所示。工程量如表 1 所示。

对漫水桥，为减少水的冲击力，須减低梁的高度，故另行設計，单独处理。

三、施工主要經驗

装配式钢筋混凝土桥的施工是分地区进行的，每个养路总段（轄一个专区）为一施工組織单位，对規模較大且技术性比較复杂的則由省局直属工程队負責施工，茲将預制构件和运输安装的主要经验叙述如下。

（一）厂地設置

預制构件基地的选择可采用三种方式。（1）設置在一个总段轄区內的适中地点，可以照顾全面，如温州、台州段把預制厂設在段的所在地；（2）設置在一条路线的某一点上，专为这条线上的工程服务，如某线工程把預制厂設在路线起点；（3）設在較大桥梁的桥头，专为这座桥或邻近几座桥服务，借以解决重件或长件运输的困难，这种情况还是不少的。上述三种厂的性质是有区别的。第一种應該是固定或长期性的，可設置加工車間，建立固定台座，鋪設軌道、平車、門架的运送装吊系統；第二和第三种應該是流动和临时

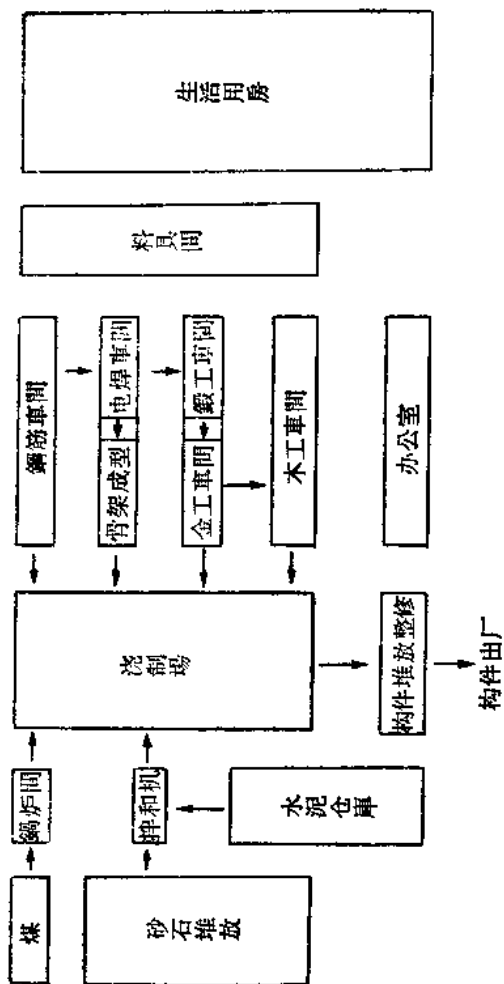


图2 厂内布置示意图

性的，搭建临时工棚，采用流动设备进行生产。由于厂的性质不同，因而施工方法、起吊设备均有一定区别，对工程成本也有一定程度的影响。从目前情况看来，任务不均衡，且受机具设备条件的限制，以采用固定与临时相结合的办法，即小跨径的构件集中固定生产，中跨径（10米以上）的构件则现场预制。这样做适于公路分散性的特点，也是经济的。

厂址选择应符合下列条件

- 1) 原材料如砂、石、钢筋、水泥、木材、煤等供应便利，运距近。
- 2) 构件运送到工地距离适中。
- 3) 水陆交通方便。
- 4) 有动力电和质地纯洁的水供应。
- 5) 机具修配方便。
- 6) 生活供应方便。

至于厂内布置，应视工程量多少，施工方法和起吊设备的不同而有所区别，但下列原则应该是一致的。

- 1) 按照工序密切配合，缩短厂内运输，不要互相干扰。
 - 2) 有利于流水作业、重复利用模板，提高模板周转率。
 - 3) 尽量少占土地，如属临时性质，最好能利用旧厂或坚硬地坪。
- 根据两年来的施工体会，提出如图2所示的厂内布置示意图。

（二）钢筋焊接和骨架成型

钢筋焊接工作，考虑到装配梁的断面小、下部钢筋密，在钢筋接长时应尽量采用接触对焊。 $\Phi 25$ 以下的主钢筋在缺乏对焊机的情况下，则采用电弧叠焊，焊好的接头在试验室内进行抗拉强度的检验。在对焊中，我们发生过质量不好、达不到规定应力的情况，如 $\Phi 25$ 毫米的对焊抗拉强度为30~49公斤/平方毫米， $\Phi 32$ 毫米的为

39.5公斤/平方毫米（規定最少为50公斤/平方毫米），进行抗拉强度試驗，都断在接头处，不能应用。后经研究，加一根鋼筋綁焊来加强，才得到解决。

为防止鋼筋骨架在电焊过程中的变形，我們在操作工艺上作了些改进：12米跨径以內的骨架采用双面焊，即先焊好一面的焊缝，把骨架翻身再焊另一面的焊缝，这样做可消除骨架的不平整的变形；对大于12米跨径的骨架，都采用单面焊，免去骨架翻身（事实上重件翻身也有困难），但要在垂直骨架面的方向預做成拱度，如17.5米跨径全长19.4米的骨架当中預留拱度4厘米，电焊操作先用点焊初步固定位置，再从当中向两端对称地、錯开地焊接，每条焊缝分两次焊滿。这样焊接的骨架，两端跷起一点，正好形成預期的平面。在骨架平面內也可稍做成反拱，当骨架吊起，中部下垂少許正可齐平，之后入模就可正确就位，减少困难（图3）。

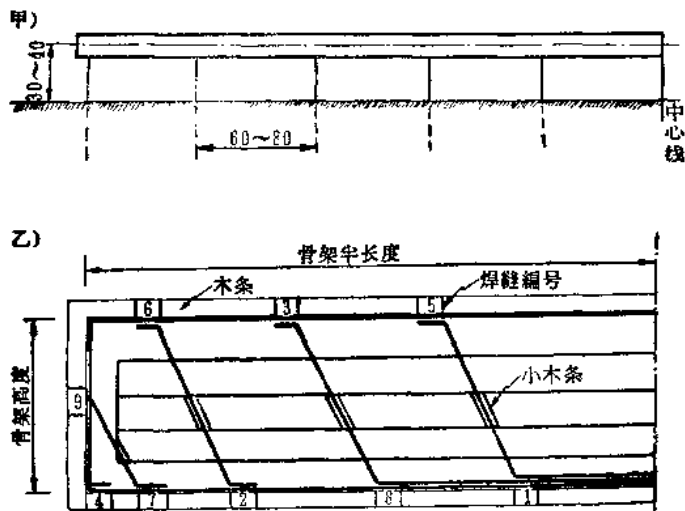


图 3

甲) 电焊台半立面图; 乙) 电焊台半平面图

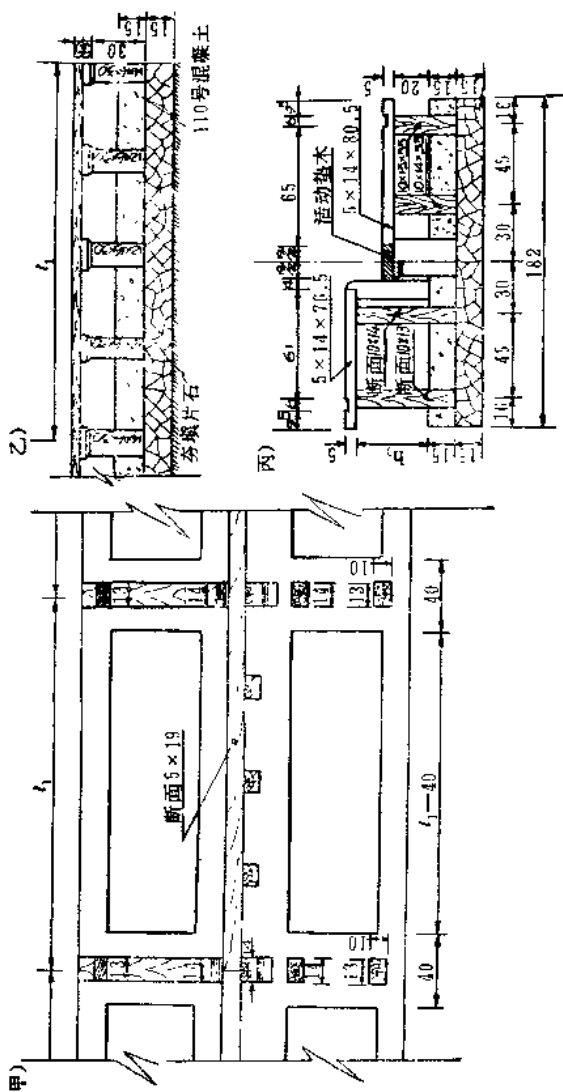


图 4

甲) 板式混凝土盖板平面; 乙) 板式混凝土盖板纵剖面; 丙) T 梁中隔板及端隔板横剖面

(三) 模 板 結 构

为了提高模板的质量，保证不变形，不漏浆，提高其周转率，并尽可能地节约木材，我们采取了以下一些措施。

1. 采用混凝土底盘。底模必须设置在坚实的地坪上，保证在浇筑混凝土时不下沉。固定的预制厂采用混凝土底盘，底层用砂石夯实，上浇筑 110 号混凝土，如为板梁则浇成整块混凝土；如为 T 梁用则按主梁和横隔梁底部位置，浇一层厚 15 厘米、宽 50 厘米的混凝土，长度依构件尺寸决定，并在混凝土中预埋 $15 \times 15 \times 30$ 厘米的短木柱（或圆木柱），埋入混凝土中 15 厘米，在沿构件长度的两侧，即行车道板边缘下部位同样浇厚 15 厘米混凝土，其布置如图 4 所示。这种底盘，不仅节约木材、装卸方便、减少劳力、占地少，而且由于三面位置固定，使构件减少误差、减少变形，具有经久耐用的特点。现将净跨 6 米的 T 梁采用混凝土底盘与木底盘的比较资料列于表 2。

表 2

名 称	木 底 盘	混 凝 土 底 盘
木材 (立方米)	1.721	0.373
铁件 (公斤)	20	0.9
占地面积 (平米)	18	10.5
110 号混凝土 (立方米)	—	1.14

2. T 梁模板采用整体拼装式结构，以横隔梁与横隔梁之间为一单元，前后左右两面用螺栓连成整体，这样拼装灵活，木材损耗小，其结构如图 5 所示。侧板的厚度一般都采用 4 厘米（用 3 厘米

的不够牢固），底板与封头板采用 5 厘米，目前各地都采用这种形式，使用率平均达 8～10 次，最高 15 次。板缝结合为适应附着式振动器的要求，采用小木条嵌缝的办法，将小木条嵌进模板接缝处的预留凹槽内，用小铁钉钉牢，效果最好。其形式如图 6。

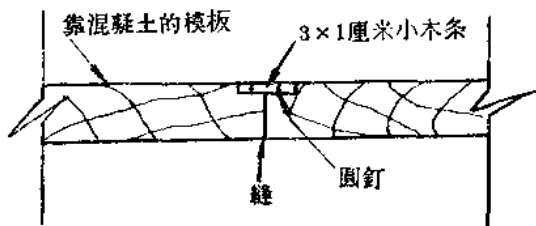


图 6

(四) 混凝土浇筑

1. 混凝土的水灰比（灰就是俗称的“洋灰”，学名称水泥）和坍落度的确定。混凝土配合比用绝对体积法进行设计，水灰比用下式计算：

$$\frac{\text{水}}{\text{水泥}} = \frac{\text{水泥标号}}{2 \times \text{混凝土28天强度} + 0.5 \times \text{水泥标号}} \quad (1)$$

式中：水——水的重量（公斤）；

水泥——水泥的重量（公斤）；

0.5——经验系数。

各单位的实践认为，经验系数=0.6 比较妥当。工地所用的水灰比都由试验决定，其做法是将计算出的水灰比和加减 0.05 得出三种水灰比，用此三种水灰比在相同条件下制成试件并进行养护，作 28 天抗压强度试验，得出三种不同水灰比下的混凝土标号，在图上用曲线表示出来。用该图即可按要求的混凝土强度得出选定的

配合比。这样做的优点是：（1）能检查目前水泥的性能；（2）可以得出許多水灰比下混凝土相应标号，且在选用时只作坍落度試驗，就可用于施工；（3）比用混凝土 7 天强度推算混凝土 28 天强度来得准确可靠，其缺点是時間比較长，不及时。

在很多情况下，为适应工地時間要求，采用推算法。做三組試件，用两种不同齡期的强度推算混凝土 28 天强度，用一組做混凝土 28 天强度試驗作核对。建議用混凝土 3 天及 7 天强度推算普通水泥混凝土 28 天强度；用混凝土 5 天及 10 天强度推算矿渣水泥混凝土 28 天强度，推算采用公式如下：

$$\begin{aligned} \text{普通水泥混凝土 28 天强度} &= \text{混凝土 3 天强度} + 2.68 \\ &\times (\text{混凝土 7 天强度} - \text{混凝土 3 天强度}) \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{矿渣水泥混凝土 28 天强度} &= \text{混凝土 5 天强度} + 2.49 \\ &\times (\text{混凝土 10 天强度} - \text{混凝土 5 天强度}) \quad (3) \end{aligned}$$

在做試件时，务求与施工条件相一致，如拌和、振捣和养护等工作条件。

对坍落度的选用应根据骨料形状尺寸及拌和和振捣条件决定，我們采用的是塑性混凝土，坍落度有高有低，高的 5～8 厘米，甚至更大，低的 2～4 厘米。对桥面預制构件來說，規定混凝土采用机械操作，坍落度不宜大，这与用水量有直接关系。在水灰比規定为一定数值的情况下，用水量一般不超过 180 公斤/立米混凝土。

2. 混凝土浇捣。按施工规范要求 200 号及 250 号混凝土，均应机械拌和和机械振捣。个别单位开始时不重視这一点，采用人工拌和和人工振捣，不但水泥用量多而且质量差，达不到要求。对于振捣視构件部位不同，分別采用附着式、插入式和平板式三种振动物器。T 梁以采用附着式振动物器效果較好，也有用小型振动头（6 厘米）的插入式振动物器，或加焊一薄片鋼板在振动物器端部使能伸入到梁底部的，亦获得良好的效果。对板梁則以插入式和平板式两种

結合使用。振動後的混凝土，怎樣才算質量良好呢？我們體會是不僅表面光潔無蜂窩麻面，而更重要的是質地密實，敲擊聲音清脆。

3. 蒸汽养护。冬季施工以及任務大和時間要求急的工程，則採用蒸汽养护，加速模板周轉。养护室用汽車油布（帆布）或人造革等搭蓋（油布離構件表面20~25厘米），並將油布在構件四面垂下，作牆壁，形成通汽室。輸汽管主管用2吋無縫鋼管，分管亦用鋼管，分布管用毛竹管，溫度達80°C左右，雖然竹管不耐久，但只要注意調換，對混凝土养护質量並無影響。蒸汽养护的過程：先在構件上面鋪上保水性材料：砂2厘米、稻草15~20厘米，洒水浸濕，並在構件上布置測溫孔，構件通過自然养护4至6小時即進行汽养。汽养應控制升溫速度。逐漸升溫6~8小時，使達80°C左右（混凝土體溫），然後進行恒溫，在此階段鍋爐仍照常供汽，保持一定壓力，維持溫度不變，並需保持一定濕度（用毛髮濕度計測定濕度），一般在95%以上。恒溫12~14小時後即關閉汽閥，進行降溫，降溫速度以不超過80°C/小時為宜，待混凝土體溫度降到30~40°C時，即可將油布掀開。降溫時間共需15~20小時。每批構件都留有二組試件，其中二組按出坑、出廠的要求進行試驗，另一組作標準养护試驗，以資核對。出坑強度須達到設計強度70%以上，出廠強度須達到設計強度80%以上。

（五）構件的運輸、安裝

1. 構件起吊起運

當構件通過养护達到一定的設計強度時即行起吊，運送至安裝地點。運裝有兩種情況，一種是用汽車運至安裝工地，另一種是從預制場地直接拖至橋頭。前者則在預制場地安裝一定的起吊設備，主要有二種型式，一種是門式吊架，用貝雷梁或工字鋼梁拼制而成，用軌道、平車、葫蘆、絞車等組成起吊裝車系統，其吊裝步