

公路装配式钢筋混凝土桥 学术会议论文选集

浙江省土木建筑学会 选编
浙江省交通厅

人民交通出版社

公路装配式钢筋混凝土桥 学术会议论文选集

浙江省土木建筑学会 选编
浙江省交通厅

人民交通出版社

这本选集系根据1965年6月浙江杭州“公路装配式钢筋混凝土桥学术会”论文资料精选、压缩和整编而成。在取材方面，以中小跨径桥梁上部构造为主，分别介绍各省已建桥梁的设计经验、施工方法、机具制作和劳动组织等问题。对于大跨径桥梁，也就预应力梁的设计、施工和试验提出了合理的论证和可靠的数据。此外，还针对我国的具体情况，着重研究了钢筋混凝土装配式桥梁的发展趋势和构件的标准化、定型化问题。

本选集可供我国广大桥梁工程技术人员学习和参考，也可作为大专院校有关师生的参考读物。

公路装配式钢筋混凝土桥学术会论文选集

浙江省土木建筑学会 选编
浙江省交通厅

*

人民交通出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第〇〇六号

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1966年3月北京第一版 1966年3月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印张：13张 插页3

全书：289,000字 印数：1—1,010册

书号：9135

定价(科六)：1.90元

序

桥梁是公路的重要组成部分，而装配式钢筋混凝土桥又是公路桥梁的主要型式之一。近年来，装配式钢筋混凝土桥在公路建设中已逐步推广使用，有了一定发展，在大量木桥改建中起了重大作用。通过大量的生产实践，在设计、制造和安装方面都积累了不少经验。最近，我国在预应力悬臂拼装施工方法方面也取得了一些新的成就。

为总结和交流这些经验，根据中国土木工程学会的建议，浙江省土木建筑学会和浙江省交通厅于1965年6月在杭州召开了公路装配式钢筋混凝土桥梁学术会议。这次会议开得很好，参加会议的有二十个省、市公路和城市道路建设系统的57个单位的82位代表，收到学术论文和资料共50篇。

这次会议的中心内容是，交流装配式钢筋混凝土桥梁设计、施工和科研方面的经验，特别是中小型装配式钢筋混凝土桥的选型、制造、运输和吊装等问题，同时对大跨径预应力钢筋混凝土桥的设计和施工问题也进行了讨论。

从各单位提出的论文来看，都是最近几年的实践经验和研究成果，有不少论文还是从基层单位提出来的，质量都比较好。这就说明装配式钢筋混凝土桥梁技术已在我国开始普及并有了-一定的群众基础。

会议回顾了近年来公路装配式钢筋混凝土桥梁的发展情况，概要如下：

一、利用装配式钢筋混凝土构件改建木桥具有机动、迅速和安全的特点，许多中小型木桥可在夜间更换，白天维持交通，具有一定的优越性。浙江省在这方面做得较好，从1962年下半年开始至1964年年底利用装配式钢筋混凝土构件改建了木桥738座，总长10,653米，使全省永久性桥梁的比重从原来的31.9%上升到52%，获得了显著的效果。

湖南省1964年改建的五千多米木桥中，采用装配式钢筋混凝土构件的达40%以上。其他省、区也大量采用这种结构型式。这就表明，装配式钢筋混凝土桥梁在木桥改建和新线建设中已逐步推广。

二、在设计方面，认识到必须甩掉框框，根据我国实际情况进行设计。这次会议上各有关设计单位提出交流图纸30多种，同时，在设计理论和计算方法上，不少单位正在向新的方向探索。

三、在施工技术方面，近年来主要的变化是，公路钢筋混凝土桥梁的施工方式，除极个别桥梁仍沿用现场浇筑外，几乎全部改由预制安装。这就表明我们已比较普遍地掌握这种施工方法，可以根据当地具体情况和现有设备灵活运用。

钻孔灌注桩施工技术的研究成功，简化了下部构造的构造型式和施工方法，对装配式钢筋混凝土桥梁上部构造的推广使用，提供了极为有利的条件。

河南省和江苏省采用悬臂拼装法建成装配式预应力钢筋混凝土T梁刚构桥的成功，标志着公路桥梁技术水平又向前迈进了一步。

在预应力桥梁设备制造方面，浙江省在大桥施工中，自制弗氏锚具、油压千斤顶和手摇

油泵等一整套預应力梁张拉設備，完善了施工工艺，編訂了操作規程并总结了管理经验，为今后的大桥施工創造了极为有利的条件。

四、在科学研究工作方面，在装配式鋼筋混凝土桥領域內，取得了一定成果。有些单位結合生产实际和現場試驗，及时为設計数据的验证、施工工艺的改进和工程质量的提高等提供了可靠的資料，对一些新工艺的試用成功起了一定的作用。

这次会议认为，装配式鋼筋混凝土桥是桥梁建設中日益发展的一种型式。随着我国建筑材料和筑路机械生产的发展，可以預料，这种結構会得到进一步的推广。

虽然近几年来，在公路装配式鋼筋混凝土桥的設計和施工方面，积累了不少经验，取得了一定成績，但是技术水平还不很高，工程质量还不稳定。因此，要求我們公路职工本着毛主席的教导，在自力更生方針的指引下，通过反复的科学研究和生产实践，以及系統的经验总结来进一步促进和提高公路装配式鋼筋混凝土桥的技术水平。

为了加强技术普及和经验交流工作，浙江省土木建筑学会和浙江省交通厅組織有关单位，对論文进行选拔压縮，整理成《公路装配式鋼筋混凝土桥梁学术会议論文选集》一书。本书中的二十二篇論文，都是近年来的实践经验和研究成果，对当前的生产有着重大的参考价值。我們相信，通过这本选集的出版，会使装配式鋼筋混凝土桥技术为广大群众所掌握，从而有利地推动着桥梁建設事业，并在生产实践中有所发展，有所前进。

中国土木工程学会 主任委員 伍坤山
道路工程委员会

目 录

中小型装配式钢筋混凝土桥经验介绍	浙江省交通厅工程局 (5)
钢筋混凝土装配式板桥上部构造设计体会	建筑工程部华东市政工程设计院 (18)
上海地区中小型装配式桥梁结构型式定型化的初步研究	上海市市政工程研究所 (32)
中小型装配式钢筋混凝土桥经济分析	上海市市政工程研究所 (47)
钢筋混凝土连续板漫水桥设计与施工	山东省交通厅 (49)
装配式钢筋混凝土Π型梁桥	四川省交通厅公路局 (55)
净跨10米及12米装配式钢筋混凝土空心板梁上部构造设计与施工	浙江省交通厅工程局 (59)
装配式钢筋混凝土多主梁桥试验	陕西省交通科学研究所 (67)
钢筋混凝土拱形墩施工经验介绍	浙江省交通厅工程局 (75)
无中横隔板公路装配式钢筋混凝土T梁桥的设计与静载试验	浙江省交通厅工程局 (79)
用正交异性板按局部均布荷载计算钢筋混凝土多梁式桥的内力	西安公路学院 何福照 (90)
32米预应力梁(弗氏锚)的设计与施工经验	浙江省交通厅工程局 (99)
预应力钢筋混凝土梁钢丝张拉设备试制情况	浙江省交通厅工程局器材供应站 (113)
钢筋混凝土装配式桥点滴经验介绍	北京市市政工程局 (117)
装配式钢筋混凝土桥施工经验介绍	江西省交通厅公路管理局 (124)
索道吊装钢筋混凝土T型梁经验介绍	交通部第二公路工程局 (133)
用简易工字钢导梁安装大梁的经验	辽宁省交通厅公路局 (140)
预应力混凝土梁柯氏锚头施工经验	河北省交通厅 (144)
无横隔梁的少筋微弯板组合梁桥试验研究	交通科学研究院、湖南省交通厅、长沙公路工程研究所 (149)
纵向分段拼块式预应力混凝土梁	北京市市政工程局 (164)
8米装配式预应力钢弦混凝土空心板式桥上部构造设计、施工与试验	福建省交通厅科学技术研究所 (173)
跨径30米后张法预应力混凝土梁张拉试验及单片梁静载试验	交通科学研究院 同济大学 上海公路工程研究所 (184)

中小型装配式钢筋混凝土桥經驗介紹

浙江省交通厅工程局

我省公路上有为数众多的临时性木桥及半永久性木面桥，大部分是前几年依靠广大群众修建的，对农业生产起了很大的促进作用。由于时隔数年，多达使用龄期，腐損情况日趋严重，几年来虽屡經維修加固，并少数作了改建，但险桥仍不断产生，数量越来越多，有些线路桥坏路阻，影响交通运输和工农业生产，群众迫切要求修复。更以1962年下半年以来，由于政治形势的需要，迫使我們不得不尽快地改建較多的险桥。如仍用木料临时整修，不但所需木材量大、供应困难，而且仍然不能解决木桥周期性的损坏問題。我省虽然修建过一些石拱桥，也积累了一些经验，但以所需施工時間长，劳力多，当时不能适应改建的要求。我們在党委领导下，进行了反复研究，根据鋼筋水泥可能供应的条件，决定采用装配式鋼筋混凝土上部构造来改建险桥的方案。

修建装配式鋼筋混凝土桥，当时存在三个困难：第一，設計图紙問題，現有标准图与我省老桥具体情况不合，如照搬照套，一定会使国家資財造成損失。第二，各养路段施工力量薄弱，如請建筑单位承包，則任务大、時間紧，短期内难以完成，而且所需費用較多；如依靠直属工程队施工，也不能解决大量而又比較分散的桥梁改建或新建問題。第三，机具設備缺乏，如要搞大量設備，一时既不可能，也不经济。

根据以上情形，我們坚决依靠各級党的領導，充分发动群众，分析工程情况，抓住主要矛盾，分別采取措施：在設計图紙方面，我們打破框框，針对本省老桥情况，集中力量自己設計了一套图紙；在技术力量方面，貫徹养路段依靠地方、依靠群众、自力更生、积极培养技术力量解决困难的方針；在施工設備方面，我們采取临时設点、因陋就简、土法上马、逐步改善的办法来解决。

由于坚持采取自力更生和依靠群众的办法，不但克服了上述三方面的困难，而且使装配式桥梁的技术得到了普及。两年多来的实践証明，采用装配式鋼筋混凝土桥改造公路木桥是一种有效的措施，是完全符合党的社会主义建設总路线的精神的。从1962年下半年到1964年底共修建了738座桥梁，全长10,653米，全省公路永久性桥梁的比重至1964年底已达到52%，因而全省公路桥梁的技术状况有所改善，同时也取得了一些改造公路危險木桥的经验。现就設計、施工、经济效果等方面的問題叙述如后。

一、設 计

由于老桥跨径参差不齐，墩台寬窄不一，而且还有不少斜桥，标准图紙不能应用。为此，根据我省具体情况，我們設計了一套中小型装配式鋼筋混凝土桥梁上部构造設計图，以应实际需要。結構型式分板梁、T形梁和Π形梁三类，跨径3至12米，桥面淨寬分4.5、6、7米

三种，它的主要特点是：

1.型式和混凝土标号的选用能够适应现有材料、机具能力、技术水平。6 米以下跨径推荐用板梁，6 米以上采用 T 形梁。混凝土标号有 200 号与 250 号两种，各种形式均自有其优点与适用场合，可以因地制宜，分别选用。

2.为了充分利用原有墩台，设计跨径 10 米以下的，每 50 厘米一級，10 米至 12 米的，一米一級，并规定实量净跨大于标准净跨 10 厘米以内的可套用原級，超过标准净跨 10 厘米以上则选用大一級的标准。

3.构件宽度设计有 2.25 米（板梁、II 形梁），1.5 米（T 形梁、板梁）和 1.0 米（板梁）三种，T 形梁和板梁采用 1.5 米宽，使桥面 4.5 米、6 米、7 米三种净宽均能适合。

上部构造工作量总表

（按弹性阶段计算，其中 T 形梁部分有中横隔板）

结构形式	净宽 (米)	净跨 (米)	上部构造 全长 (米)	建筑高度 (厘米)	行 车 道 组 件		一 孔 上 部 构 造	
					构 件 安装数量 (个)	构件重量 (吨)	混凝土数量 (立方米)	钢材数量 (公斤)
板 梁	4.5	3.0	3.5	27	3	3.5	4.46	689
		3.5	4.0	28	3	4.2	5.26	770
		4.0	4.5	30	3	5.1	6.31	889
		4.5	5.0	34	3	6.4	7.94	1,163
		5.0	5.6	37	3	7.8	9.62	1,328
		6.0	6.6	43	3	10.6	13.10	1,872
T 形 梁	4.5	5.0	5.6	68	3	5.1	6.38	1,287
		5.5	6.1	73	3	5.7	7.10	1,383
		6.0	6.6	73	3	6.2	7.80	1,645
		6.5	7.1	78	3	6.9	8.67	1,792
		7.0	7.6	78	3	7.3	9.17	1,921
		7.5	8.1	83	3	8.0	9.96	2,068
		8.0	8.6	88	3	8.8	11.03	2,326
		8.5	9.1	88	3	9.3	11.63	2,458
		9.0	9.6	88	3	9.8	12.19	2,609
		9.5	10.1	93	3	10.5	13.05	2,773
		10.0	10.6	93	3	10.9	13.81	3,038
		11.0	11.6	97	3	12.8	15.90	3,519
		12.0	12.6	102	3	14.0	17.49	3,793

附注：桥面铺装与行车道构件一次浇筑。

4. 根据我省气候条件和已建钢筋混凝土桥使用情况, 不设防水层, 将保护层减薄至 3 至 5 厘米和行车道构件一次浇筑。

5. 根据原有老桥的实践经验并考虑到简化施工起见, 决定凡 12 米以内各跨径均不设支座 (7~12 米跨径的 T 形梁在支承处垫油毛毡四层)。

6. 构件连成整体有焊接和螺栓结合两种。在可能情况下尽量采用焊接, 螺栓结合作为无条件焊接时采用的一种办法。

7. 主钢筋规格多种化, 净跨 4.5 米以下板梁有螺纹钢和光圆钢两种。净跨 5 至 10 米的 T 形梁分别有螺纹钢 $\Phi 25$ 、 $\Phi 18$ 两种, 所有 T 形梁的行车道板也分别有螺纹钢 $\Phi 12$ 和光圆钢 $\phi 12$ 两种。

由于该套设计图尽量考虑到简化施工, 所以适应性强, 施工单位乐于采用, 对我省近几年来公路上大量木桥改造和部分桥梁的新建, 起到了积极的作用。一孔净宽 4.5 米的各种不同净跨的桥梁工程数量如上表。

在生产实践中, 为了适应漫水桥及水网地区通航桥梁的特殊要求, 又设计了矮 T 梁, 把 T 形梁腹板放宽减矮, 有电焊钢筋骨架及单独钢筋配筋两种, 仅设端隔板, 无中横隔板, 按单独构件受力计算, 与原 T 形梁桥相比, 以 8 米跨径为例, 具有下表所列技术指标:

型 式	梁 全 长 (米)	梁 高 (厘米)	净 宽 (米)	混凝土数量 (M^3)	钢材数量 (kg)	附 注
T	8.60	83	6.0	M-250 11.2	3,105	焊接骨架
矮T	8.60	55	6.0	M-200 12.3	3,052	焊接骨架

这种梁的优点是截面形状简单, 制模、布筋、浇捣都比较方便, 省木料, 省人工, 且质量容易保证, 易于普及, 为工人所乐用。有的养路总段, 当修建跨径为 6~8 米的装配式桥梁时, 此种结构形式已多次采用。

对行车道构件的宽度, 打破了苏联图纸每片宽度 1.4 米的框框, 改用 1.5 米, 继又采用 1.6 米。实践证明, 这两种宽度, 是适合公路标准要求的合理宽度, 例如一般干线桥面净-6 米, 可用 1.5 米或 1.6 米 4 片, 净-6 米加设 0.75 米人行道者采用 1.5 米 5 片, 主要干线净-7 米加设 0.75 米人行道者可用 1.6 米 5 片, 均比苏联图纸 1.4 米宽的少用一片梁。支线桥面净-4.5 米者用 1.5 米或 1.6 米 3 片, 将来需要加宽为净-6 米时, 增加一片即可。可以经济合理地适应各种不同情况, 满足标准要求。

自从去冬今春开展设计革命化运动以来, 我省桥梁设计人员在这一运动的推动下, 解放了思想, 以敢闯敢干的精神, 打破了框框, 又设计了无中横隔板桥和空心板桥, 并进行了一孔净跨 12.5 米无中横隔板及 3 孔净跨 10 米、1 孔净跨 12 米空心板桥的试点工程, 通过静载试验, 证明这两种结构形式的梁的负荷能力及其他工作状态基本上是良好的 (另详试验资料)。

鉴于我省原有桥梁的设计特点, 活载横向分布系数分别考虑了桥梁立体工作和单独受力两种情况, 取用其中的最大值进行设计, 这在一定条件下有不够完妥之处。同时在施工中 T 形梁之中横隔板, 制模费料费工, 因此我们做了无中横隔板钢筋混凝土装配式梁设计的尝试, 取消了中横隔板, 按翼板铰接力考虑桥梁的立体工作。铰接有两种型式: 一是沿纵缝每隔 70 厘米焊上 6 毫米厚钢板, 类似普通横隔板之连接; 另一种是预留企口, 现浇水泥砂浆的方

法。从設計和試驗的效果看来，具有如下一些优点：

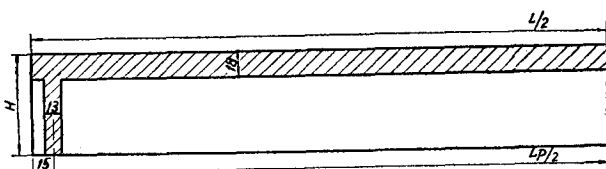
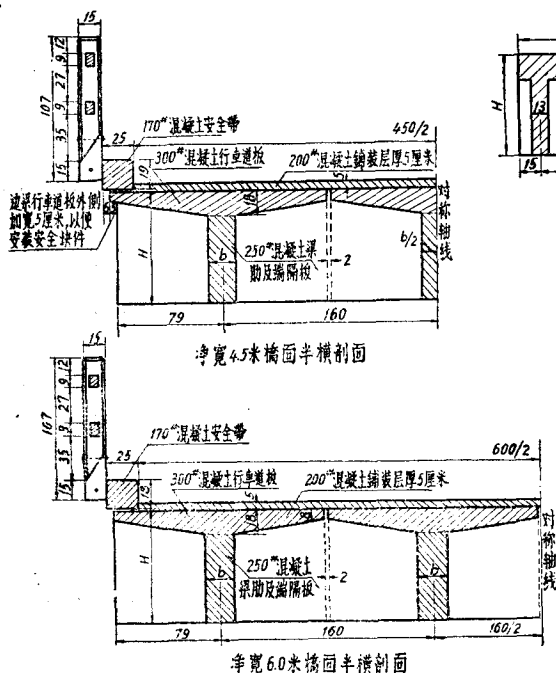
第一，能胜任同样普通装配式梁的負荷能力。

第二，材料方面比原装配式梁鋼材节省17~27%，但混凝土用量增加5~12%。

第三，简化模板制作，节省木料和人工，施工方便。

第四，工程造价降低，外形美观。

其結構形式及工程数量如下图所示。



上部构造纵剖面 $L_0=7-12$ (橋面鋪裝安全帶栏杆未示出)

每孔主梁材料用量表

净跨	计算跨	上道全跨	橋面净宽	梁高	肋宽	混凝土用量	鋼筋用量	鋼筋用量	混凝土用量	鋼筋用量
(米)	(米)	(米)	(米)	(厘米)	(厘米)	(立方米)	边梁	内梁	(立方米)	(公斤)
7	7.3	7.6	4.5	70	19	2.50	456	474	7.50	1404
8	8.3	8.6	4.5	75	19	3.01	518	525	9.03	1568
9	9.3	9.6	4.5	80	19	3.43	598	603	10.29	1804
10	10.3	10.6	4.5	85	19	4.04	693	717	12.12	2127
11	11.3	11.6	4.5	85	21	4.39	807	830	13.17	2467
12	12.3	12.6	4.5	90	21	4.90	903	931	14.70	2765

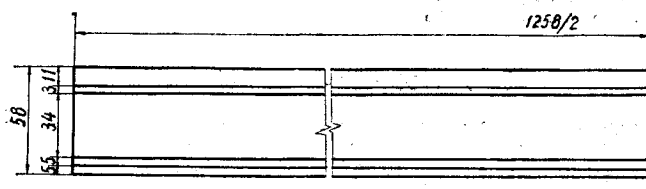
注：1) 图中尺寸以厘米计。
2) 表中未列入栏杆安全帶鋪裝层材料数量。

淨跨 7 ~ 12 米无中橫隔板梁图

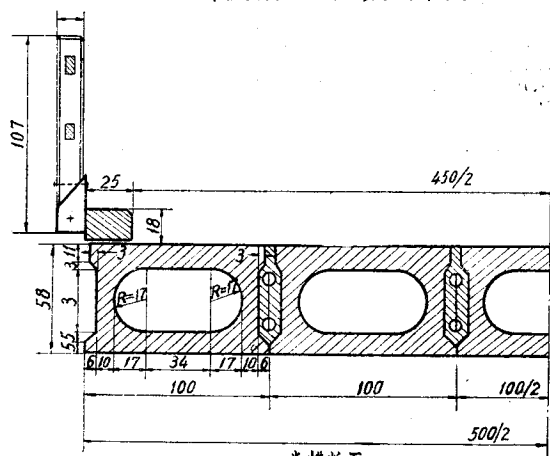
此外，空心板梁桥設計的尝试，主要是为了适应水网地区老桥改建的需要，当跨径大于 6 米时采用实心板即不经济，如采用 T 形梁則建筑高度大，有碍通航，且增加桥头接坡土方数量，也不相宜，因之采用空心板。以淨跨 12 米空心板为例，其建筑高度为 58 厘米，較同跨径 T 形梁高 102 厘米降低了 44 厘米。目前，空心板的心模制作和脱模工作都得到了順利的解决，看来是经济的。淨跨 10 米及 12 米空心板如下图所示。

所用鋼筋数量和混凝土数量列于下表。

通过設計工作革命化运动的深入开展，我們在設計理論上开始試用按极限状态理論設計，首先試行設計了一座三孔淨跨 8.5 米的装配式鋼筋混凝土 T 形梁，经过单片梁的靜載試驗，均能滿足設計要求，复于今年又对淨跨 12.5 米、15 米及 17.5 米三种跨径的梁采用这种方法計算，再度进行靜載試驗，效果也很良好。由于这个計算方法系根据使用要求来考虑結構工作的各种极限状态，因此設計能在最有利的经济指标下保証結構安全和使用质量。已完成的上述四种跨径設計都节省了鋼筋 10%，从而降低了工程造价。应该指出，我省对桥梁按极限状态設計和施工尚缺乏经验，虽从三次靜載試驗的結果看来，尚令人滿意，但营运考验的时间不长，有待进一步观测和累积資料，在不断实践和試驗观察的基础上加以修正、充实和提高。



半纵立面 (栏杆及安全帶未示出)



半横断面

淨跨10米及12米空心板图

鋼 筋 用 量 表

淨 跨 (米)	每 个 塊 件			每 孔 (淨-4.5米)		
	螺紋鋼 (公斤)	圓 鋼 (公斤)	小 計 (公斤)	螺紋鋼 (公斤)	圓 鋼 (公斤)	小 計 (公斤)
10	374	191	565	1,870	955	2,825
12	582	225	807	2,910	1,125	4,035

250#混凝土用量表

淨 跨 (米)	每个塊件安裝重量 (吨)	每个塊件混凝土 (立方米)	每 孔 (淨-4.5米)		
			連接混凝土 (立方米)	塊件混凝土 (立方米)	小 計 (立方米)
10	8.5	3.392	2.24	16.96	19.2
12	10.1	4.028	2.66	20.14	22.8

附注: 栏杆及安全帶的材料用量未列入。

二、施 工

我省装配式钢筋混凝土桥的施工是分地区进行的, 每个专区养路总段为一施工組織单位, 他們在进行这一工作时, 从以下三个方面着手解决問題: 一是培养建桥队伍, 二是建立

預制廠，三是運輸安裝。現敘述如下。

(一) 自力更生，建立橋梁工程隊

我省各養路總段過去都沒有搞過裝配式鋼筋混凝土橋的施工，缺乏經驗，缺乏技術幹部和技術工人，特別是鋼筋工、電焊工、澆搗工、起重工。但他們堅持自力更生的精神，從養路隊伍中抽調骨幹力量來培養，一方面由省局從直屬工程隊中抽派少數老工人去當師傅，以師帶徒，邊做邊學，從無到有，從不會到能夠操作。現在各總段都已經培養了一支約50人的建橋隊伍，能獨立負擔一般中小型裝配式橋的預制安裝任務，可以完成30萬元至50萬元的年工作量。

在建隊的過程中，並不是一帆風順，而是經過艱苦鬥爭後才取得勝利的。以台州段為例，他們的各種條件比其他總段要差些，困難也就更大，但他們貫徹自力更生最堅決，成績最顯著。這個隊創建於1962年8月，他們在黨的正確領導下，堅持革命精神，走自力更生道路，當時全段僅有一名11級技術員和幾名剛出學校的學生，熟練技術工一名也沒有，在這樣情況下就從段本部和工區內抽調了管理幹部3人、技術人員6人和青老年養路工人32人，組成了一支施工隊伍，分成鋼筋、澆搗、安裝吊運三個組。對於有一般橋梁施工經驗的老工人，首先幫助他們學文化，看懂圖紙，充實業務知識，另一方面積極培養青年技術工人和技術幹部，大膽放手讓他們到實際工作中去鍛煉，熱情幫助他們學習技術知識，然後依靠他們帶動其他同志，以師帶徒，邊做邊學，在較短時間內取得了良好效果。這個隊1964年完成工作量27.4萬元，全員勞動生產率1964年平均每人為4,000元。二年多來共建成裝配式鋼筋混凝土橋83座，共長596米，質量良好，符合設計要求。由此說明，堅持自力更生就能夠克服一切困難，闖過各道關口。

(二) 因地制宜，設置預制廠

因地制宜，設置固定和流動相結合的預制廠，可以合理解決公路橋梁点多線長的困難。

設置預制構件廠有兩種情況：一種是設置在一個總段轄區內的適中地點，可以照顧全面；另一種是設置在一條線上的某一點專為這條線上的工程服務，或設在橋頭專為一座橋或鄰近幾座橋服務，借以解決重件或長件運輸的困難。根據上述不同情況，廠的性質亦有區別，第一種情況應該是固定和長期性的，設置加工車間，建立固定台座，鋪設運輸起吊系統。第二種情況應該是流動和臨時性的，搭建臨時工棚，採用流動設備進行生產。每個養路總段管轄路線1000公里左右，如僅設置固定的預制廠供應構件，則一部分路段運距就顯得過長，運輸費過高，不夠經濟合理。根據台州段運距與造價的資料分析，構件運距大體上在60公里以內比較經濟。另一情況是，如僅設置小型流動的預制廠，分散作業，機具設備互相牽制，效率低，不能充分顯示出預制裝配的優越性。因此，必須兩者結合，以固定的預制廠為主，小型流動預制廠為輔。

選擇廠址應盡量考慮下列條件：

1. 原材料供應方便，運距較近，交通便利；
2. 構件運到安裝地點距離適中；
3. 有動力電源和潔淨的水源；

4. 机具修配及生活供应较方便（最好在城市的郊区）。

对于预制厂的规模不要求大求全，根据温州总段和台州段的经验，预制厂配备机具设备如下：

0.4立方米混凝土拌和机一台

附着式振动器 4 ~ 6 台

插入式振动器 3 ~ 4 台

电焊机一台

35瓩发电机组一套

钢筋擦锈机一台

20~30吨千斤顶 4 只

5 吨神仙葫芦 8 只，3 吨神仙葫芦 4 只

5 吨绞车 2 台，3 吨绞车 1 台

载重汽车 1 辆，8 ~ 10 吨挂车 1 辆

三脚木扒杆 4 副以及钢丝绳等

上述预制厂的机具配备，全年可完成工作量 30 ~ 50 万元。

预制构件，既要保证质量，又要节约原材料的使用，特别是节约木材和水泥要采取有效措施，为此应对几道生产工序切实掌握其技术关键。

1. 钢筋焊接和骨架成型 在钢筋焊接方面，考虑到装配梁断面小，下部钢筋密，对 $\Phi 28^{\text{mm}}$ 以上的钢筋接长采用接触对焊， $\Phi 25^{\text{mm}}$ 以下的在缺乏对焊机情况下采用叠焊办法，用电弧焊。所有焊接都要通过拉力试验鉴定其焊接质量。钢筋骨架都采用电弧焊，为防止其在电焊过程中的变形，在操作工艺上采用电焊台及错开焊接顺序办法进行，相邻节点不能连续焊，而要错开焊接顺序，一个节点的几条焊缝，亦不能一次焊好，而要错开焊接。当一面焊好之后，将骨架翻过面来，用同法再焊好另一面。这样操作，收效良好。为了确保电焊质量，要进行下列检验工作：

(1) 在焊接前，应检查焊接工人的技术水平是否符合要求，电焊条的规格是否符合焊件的要求，电焊机具是否良好。

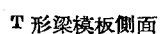
(2) 骨架焊好后，应检查焊缝长度是否符合，高度和宽度是否均匀一致，焊缝是否饱满，有无裂缝、砂眼和咬边，如有则需凿去重焊。

(3) 在骨架入模后，应再一次检查有无漏焊，骨架位置是否正确。

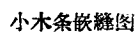
2. 模板制作 在模板工程中，主要是保证模板的质量，提高其周转使用率并尽量节约木材。因此，对模板的要求是板厚要有足够的强度和刚度，拼缝要紧密，在振动器的强力振捣下不变形、不漏浆。同时要求构造简单，装拆灵活，搬运方便。在模板方面，我们采取了以下一些措施：

(1) T 形梁模板采用整体拼装式结构，以横隔板与横隔板之间为一单元，前后左右两面用螺栓连成整体，这样拼装灵活，木材损耗小，其结构如下图所示。

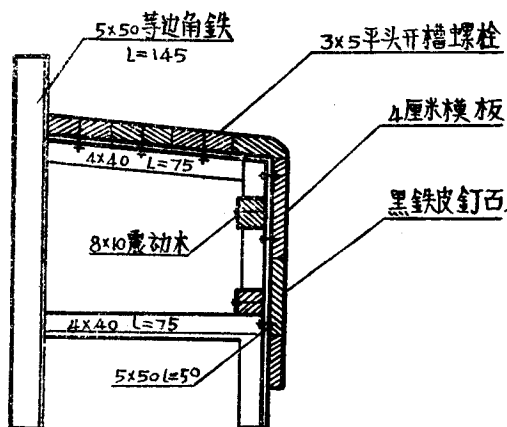
侧板的厚度一般采用 4 厘米，底板及封头板采用 5 厘米。这种模板使用率平均 10 次，高的达 15 次，如经整修仍可利用。板缝结合为适应附着式振动器的要求，以采用小木条嵌缝的办法效果最好。



T形梁模板断面



(2) 采用鉄木結合結構模板。模板仍是木板，框架是用角鉄做的，木模板用3吋平头螺栓連結于角鉄支架上，振搗木用 $\phi 1.6 \times 15$ 厘米螺栓固定于角鉄架上，其結構如下图所示。



鉄木結合模板图

这种模板不但节约木材，且具有很大的刚度和紧密稳定性，在强力振搗下不变形、不漏浆，构造简单，装拆容易，搬运方便。以跨径12米与原木模板比較如下表：

净跨12米模板比較表

名 称 型 别	板 料 (米 ³)	角 鉄 (公斤)	螺 栓 (公斤)	每副模板造价 (元)	使用次数	备 注
木 模 板	6.30		250	1,300	8	
鉄木結合模板	4.50	680	160	1,450	15	未釘黑鉄皮封面

(3) 在木模板与混凝土接触面加釘黑鉄皮一层。鉄皮厚0.3到0.5毫米，由于釘了黑鉄皮，模板的整体性好，不易损坏，保証不漏浆，使用时涂上废机油借以润滑。经多次使用，不仅脱模方便，木料損耗亦大大减少。我們认为这种模板材料容易办到，效果又好，今后可以推广采用。

(4) 鋼模板。我們在一座大桥上試用了鋼模板，所用鋼板为4毫米厚，支架用小角鉄，也做成箱形，与木模板相似，每节2.7米长，每根梁用14节箱，全重7吨，每节箱上可安装振動器2只。在使用时，振動器处的鋼板多数有振裂現象，后用角鉄加劲，但振搗力有所减弱，尚須进一步加以改进。鋼模板虽然经久耐用，但第一次采用成本較高，且需較多的鋼材，应視条件予以采用。

总之，为了提高模板周转率和节约木材，在目前情况下，采用鉄木結合模板加釘黑鉄皮是比較适宜的。

3. 混凝土浇搗 在混凝土浇搗工作中，首先要正确选用水灰比及配合比，我們对水灰比的計算則采用一般常用公式，但对系数A加以調整。即

$$\frac{B}{U} = \frac{R_u}{2R_{28} + AR_u}$$

式中: R_u ——水泥标号;

R_{28} ——混凝土标号;

A——经验系数, 卵石用0.5。

但实践证明, A用0.5往往达不到设计要求, 我们改用0.6, 较为接近。按上式算得的水灰比增减0.05进行试验, 确定混凝土配合比。对混凝土配合比一般以强度 R_{28} 为准, 但在很多情况下由于争取时间, 往往采用推算法, 对普通水泥混凝土用早期强度 R_3 、 R_7 推算, 矿渣水泥用 R_5 、 R_{10} 推算。推算采用下列公式:

$$R_n = R_a + m(R_b - R_a),$$

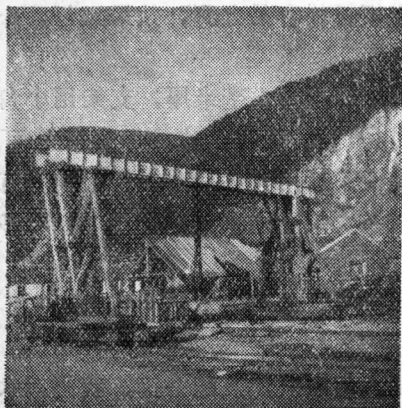
式中: R_a 、 R_b ——a天、b天的早期强度;

m——应用系数, 其值列于下表:

a天	b天	n天	m	a天	b天	n天	m
3	7	28	2.68	5	10	28	2.49

其次对坍落度的采用, 则要考虑振捣的条件, 200号及250号混凝土均应采用机械操作, 一般采用塑性混凝土, 坍落度在2~4厘米, 最近一个大桥工地对骨料采用人工级配, 振捣采用附着式振动器, 采用低流动性混凝土, 坍落度0.5厘米, 250号混凝土用500号水泥, 水泥用量为262公斤/立方米, 大大节省了水泥用量。目前其他工地250号混凝土水泥用量都在300公斤以上, 潜力是很大的, 必须从配料和振捣上创造条件, 来节约水泥。

对混凝土养护, 一般采用自然养护, 费用省。如果任务大, 要求时间急和模板周转快, 可以采用蒸汽养护。养护室用汽车油(帆)布搭盖, 油布离构件表面20~25厘米的距离, 并四面垂下作墙, 形成通气室, 输气管除主管用2½吋无缝钢管外, 分管用铁管, 分布管用毛竹, 温度能达到80°C左右, 养护情况良好。



铁木结合门式吊架

(三) 运输安装

1. 厂内起吊装车 根据预制厂性质和设备条件的不同, 主要有两种形式: 一种是门式吊架, 曾利用贝雷梁拼装而成, 高6米, 跨径15米, 用钢轨、平车、葫芦、绞车等组成起吊装车系统, 后以贝雷梁移作他用, 现在采用铁木结合的门式吊架, 两边支架是木制的, 顶上横梁是用工字钢梁制的, 起吊大梁用5吨神仙葫芦, 借天车在顶横梁上横移至装车位置, 整个门式吊架在轨道上运行, 如左图所示。