

高等學校試用教材

桥梁及道路人工构造物

第三分冊 桥梁建筑、維修、加固
与修复道路人工构造物

西安公路学院 合編
同济大 学

人民交通出版社

高等學校試用教材

桥梁及道路人工构造物

第三分冊 桥梁建筑、維修、加固
与修复道路人工构造物

(公路与城市道路专业用)

西安公路学院 合編
同 济 大 学

人民交通出版社

本分册包括第七篇“桥梁建筑、维修、加固与修复”和第八篇“道路人工构造物”，分别按46学时及12学时的讲授需要编写。

第七篇中包括木桥、砖石桥、混凝土及钢筋混凝土桥和钢桥的建筑。并对石拱桥拱架设计与建造和石拱砌筑、预应力混凝土桥和胶合木桥的施工方法等作了较详细的介绍。

人工构造物包括涵洞、挡土结构、隧道和山区道路特殊构造物，重点介绍了各种构造物的类型、构造和适用范围，也扼要地阐述了基本的设计原理。

本分册第七篇由西安公路学院桥隧教研组编写；第八篇由同济大学桥梁教研组编写。

本书作为高等院校公路与城市道路专业试用教材，亦可供交通管理部门有关专业人员工作或业余学习的参考。

希望使用本书的单位或个人多多提出改进意见，逕寄上海同济大学，以便再版时修改。

目 录

第七篇 桥梁建筑、维修、加固与修复

第一章 木桥建筑、维修与加固	3
第一节 材料及防腐	3
第二节 木桥制造	6
第三节 木墩台施工	18
第四节 木桥跨结构的安装	24
第五节 木桥的维修与加固	31
第二章 砖石桥梁建筑、维修与修复	41
第一节 石料采备及运输	41
第二节 墩台砌筑	44
第三节 拱架的设计和建造	45
第四节 拱圈及拱上结构的砌筑	87
第五节 砖石桥梁的冬季施工	100
第六节 砖石桥梁的维修与修复	101
第三章 混凝土和钢筋混凝土桥梁的建筑、维修、 加固与修复	109
第一节 模板、支架的设计和建造	109
第二节 钢筋工作	129
第三节 混凝土工作	137
第四节 装配式钢筋混凝土桥梁的制造	153
第五节 预应力混凝土桥跨结构的制造	163
第六节 装配式桥梁的安装	184
第七节 桥面铺装	194
第八节 混凝土和钢筋混凝土桥梁的冬季施工	194
第九节 钢筋混凝土桥梁的维修、加固与修复	199
第四章 钢桥建筑与维修	202

第一节	鋼桥的制造	202
第二节	鋼桥的安装	215
第三节	鋼桥的維修	233

第八篇 道路人工构造物

第一章	涵洞	239
第一节	概述	239
第二节	涵洞的构造	246
第三节	涵洞的设计和計算	259
第四节	山区分流洩水及拋水設備	268
第五节	涵洞建筑	270
第二章	擋土結構 (擋土墙、駁岸)	272
第一节	擋土結構概述	272
第二节	擋土結構的构造	276
第三节	擋土結構的計算	288
第三章	隧道	294
第一节	概述	294
第二节	隧道的勘测、设计和計算	302
第三节	隧道建筑	315
第四章	山区特殊人工构造物	328
第一节	半山桥工程	328
第二节	挑台 (悬出路台)	331
第三节	明洞 (假隧道)	335

主要参考文献

第七篇 桥梁建筑、維修、加固与修复

第一章 木桥建筑、維修与加固

第一节 材料及防腐

一、材料的标准

修建木桥一般采用針叶类和闊叶类的树材。除应儘量就地取材外，还应按結構需要进行选材，使品質不同的各类木材均能用于适合其性能而又能充分发挥其作用的結構部位，以达到經濟合理使用材料的目的。

木材的力学性能应符合設計要求，备料之前应取样作强度試驗，或依据已有的試驗資料进行选择。

木材是自然生成的材料，一般都帶有一些缺点与疵病，故规范中对采用的木材，除規定了最低极限强度的指标外，对木材的缺点和疵病的限制也有詳細的規定。一般是将木材按其缺点和疵病的輕重程度划分等級，并相应規定其应用范围。驗收木材及配料时应按有关规范的規定办理。

施工时木材的干湿程度，对木桥的使用寿命有极其密切的关系。湿材（含水率大于23%）是禾腐菌最好的滋生場所，从实例証明，用不經防腐的湿材修建木桥时，其使用寿命有时短至一、二年。另外，用湿材加工的构件，在使用过程中会逐渐干縮，結果使得构件裂縫、翘曲、接头松动和結構变形，降低結構的承載能力；同时雨水容易从裂縫及接头縫隙中浸入，促使木材迅速腐朽。

防止木材腐朽的最根本的办法是进行防腐处理；另外，对制

造各种结构的木材的含水率应有一定限制。除水下结构及排架外，主要构件均应采用风干木材(含水率小于18%)或半干木材(含水率18~23%)；结合用的细小零件(如木键、木肖、木栓、垫木等)，则必须用风干木材；吸水率变化幅度较大的木材不宜用于胶合木桥；胶合木结构胶合时的木材含水率，一般应不超过15~18%。

二、木材防腐

木材的腐朽主要是由于木腐菌的侵害，此外某些虫类如水中的燕贝、海虱和陆上的白蚁等，对木材的危害程度也是很大的。

木腐菌是在适当的木材含水率和气温条件下才会繁殖为害的。当温度在3~44°C时，菌类方能对木材起破坏作用；温度在18~35°C时，其繁殖力最强。当木材含水率在30~60%时，最有利于菌类的繁殖；含水率为22%时，菌类就能起破坏作用。在没有空气的地方(如水中)木腐菌不会生长。

从木桥的构造方面来说，凡是通风不良、容易储存水分的地方，都容易腐朽，如木材与水、土、圬工砌体和金属等接触处，构件的接合与联结处，都腐朽得特别快。

针对木桥腐朽的原因，木桥的防腐工作应分为两方面，即用防腐剂处理木材(以防止木腐菌的滋生)；在构造上采取措施(避免木材受潮)及创造良好的通风条件。构造防腐已在木桥设计中介绍，这里只介绍防腐剂的处理方法。

防止木材腐朽的防腐剂，不仅要能杀死木腐菌，而且要能渗入木材深处，与木材牢固地结合在一起，以防雨水冲洗和风化。防腐剂应不致减弱木材的机械性能和增加木材的易燃性，而且不能腐蚀金属。

防腐剂的种类和性能在工程材料中有详细介绍。在木桥防腐中用得较多的油质防腐剂为克鲁苏油，水溶性防腐剂为氟化钠。

防止虫害的有效药剂为五氯化酚及五氯化酚钠。五氯化酚不溶于水，须用矿物油制成2~5%的溶液使用、五氯化酚钠易溶于

水，可作成2~5%的水溶液使用。用克鲁苏油防腐时，不必另加防蚁药剂。

过去修建木桥时，经常用柏油涂刷木材作为防腐处理，实际上是一种错误的作法。因为柏油毒性很低，稠度很大，极难渗入木材内部。涂在木材表面上的柏油，待其中挥发性油份蒸发以后，便成为一层固体或半固体的防水层，阻滞木材干燥。即令涂在干木材上，但水分仍能沿构件节点缝隙中渗入，木材含水率一旦增加，即难于蒸发。故不但不能防腐，反会加速木材的腐朽。

常用的防腐处理方法有下列几种：

1. 浆膏法：用40~50%的氟化钠、15~20%的石油瀝青、24~28%的煤油（或輕柴油）及4%左右的泥炭粉混合制成浆膏，涂刷于潮湿木材的表面，防腐剂借水分的扩散作用渗透到木材内部。浆膏配合比的选定与温度有关，须使制成的浆膏有足够的粘着力而又易于涂刷。防腐剂的渗入效果，与木材含水率有关，此法只适用于含水率大于40%的湿木材。

2. 热冷槽浸注法：先将木材放在盛有防腐剂（油质或水溶性防腐剂均可）的热槽中浸注一定时间，然后迅速移入盛有同样防腐剂的冷槽中再浸注一定时间，利用木材细胞腔内的空气热胀冷缩作用；将防腐剂吸入。此法可收到良好效果。

用油质防腐剂时，热槽温度约90°C，冷槽温度为40~50°C；用水溶性防腐剂时，热槽温度为90~95°C，冷槽温度为常温。

浸注时间视木材断面大小及含水率而定，一般在热槽中为1~4小时，在冷槽中为1~3小时。

此法最宜于处理风干木材；用水溶性防腐剂时，亦可处理半干木材。

3. 表面处治法：此法是把水溶性防腐剂的溶液（用氟化钠时一般为3~4%溶液）或油质防腐剂涂刷或喷洒在木材的表面，通常是处理二遍。此法施工最简单，但效果很低，一般作为辅助方法配合其他方法使用，在木桥养护工作中则采用此法比其他方法便利。

木桥防腐方法的选择，取决于木材含水率的高低、气候条

件、构件形式以及尺寸大小等因素。我国南方地区宜于采用浆膏法（湿木材）及浸注法（风干及半干木材）。北方地区，可以表面处治配合其他两种方法使用（如接触面与节点均涂浆膏，其余部分则用表面处治）。浆膏法设备简单，技术容易掌握，故采用最多，但只宜于处理湿材；如系干材，可先涂刷或喷洒3% 氟化钠水溶液后再涂浆膏。但此法需用瀝青及煤油或柴油，成本较高，应进一步研究代用材料。热冷槽处治的效果比浆膏法好，費用也較低，但需要一定的設備。

木材的防腐处理应在加工成构件后进行。经过防腐处理后的构件如需要再进行局部的加工时，加工的地方須再涂刷防腐剂。

木桥墩台的桩木或排架，其与地面接触处或常水位附近一段范围内最易腐朽，应用防腐纏帶捆紮。防腐纏帶用油毛紙、油毛毡、麻袋或帆布做成，其上涂防腐浆膏，将桩木纏裹，并用鉄絲捆紧，其上再涂以热瀝青防水层。河中木桩应有常水位以上起捆裹30~40厘米，河滩及岸上木桩，则应将地面以上10厘米（砂土中）~20厘米（粘土中）至地面以下40~60厘米一段捆裹。

胶合木结构的防腐，根据我国生产实践及科学研究的成功經驗，以采用克鲁苏油冷槽浸注法为好，并宜在胶合之后再行防腐处理。若用氟化钠作防腐处理，则会使胶縫的强度显著降低。

第二节 木 桥 制 造

一、一般制作方法

木桥构件可用手工或机械制造。在較大規模的木桥工程中应尽可能地采用机械加工，以提高制作質量、節約勞力及加快施工速度。

构件应照样模制作，以保証构件尺寸的准确。图7-1-1、7-1-2及7-1-3为制造木桥常用的几种样模及其使用方法。样模可用风干木板，胶合板或白鉄皮制成，其与設計尺寸的偏差不应超过1毫米，在使用期間应随时检查样模有无变形。

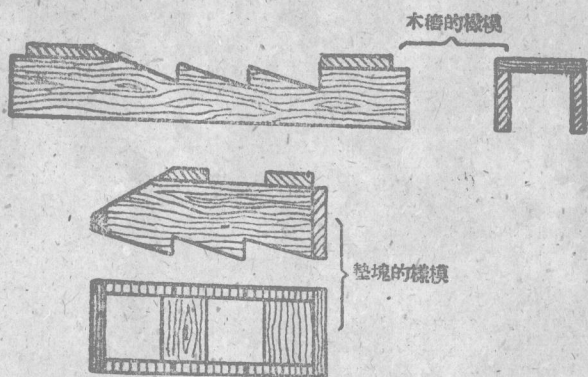


图7-1-1 加工木桩和齿形垫块用的样模

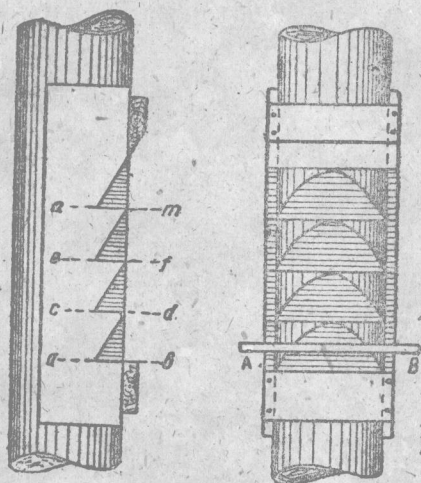


图7-1-2 用样模进行木桩的加工

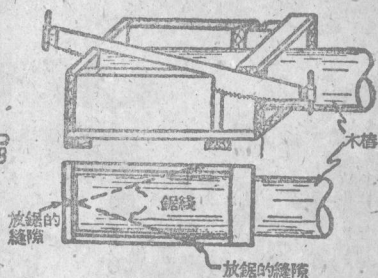


图7-1-3 锯切桩尖用的样模

加工之前应根据设计图及已有材料进行细致配料，必要时须作出配料设计图表，以期最经济合理地使用材料。

加工好的构件应编号分类堆放，运往工地安装时应按安装顺序装车，并正确清点数目。

二、木墩台的制造

排架、框架、木笼等式墩台的构件，都可以在工场预制；但撑

架桥的斜撑接榫最好在墩台造好后架设桥面时，就地描比实样制作，以保证连接准确紧密；因为墩台的实际位置不可能与设计位置完全符合，任何微小的偏差也将导致斜撑尺寸及倾角的改变。

预制的墩台可拼装成整体或便于安装的单元再进行安装。墩台的拼装工作可在特设的工作架上进行，工作架上放好大样，拼装时按大样控制构件位置及尺寸。图7-1-4为制造排架的工场布置示例。

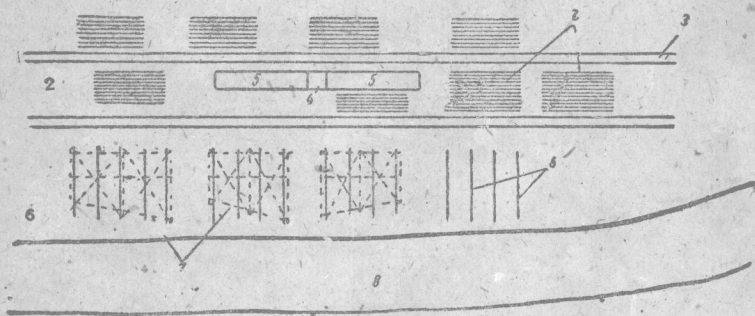


图7-1-4 制造排架的木工场

- 1-木料堆；2-加工制造过的木料料堆；3-轻便铁道；4-轮锯；
5-转盘；6-工作架；7-在工作架上制成的排架；8-汽车路

三、组合梁的制造

制造组合梁时栓槽或键槽的挖刻必须非常准确，使栓或键与槽的镶合完全紧密。

图7-1-5为在工作架上按豎直位置制作组合梁的示例。先将下层梁木摆在工作架上，两端用铁箍扎紧，再以木楔使梁中部向上弯曲到设计的拱度。然后铺上第二根梁木，并划出两根梁的栓

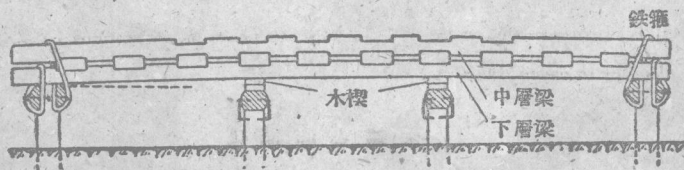


图7-1-5 简单纵栓组合梁的制造

槽位置，分別挖刻槽口。槽口沿梁長方向可先挖短一點，然後用栓來試裝並進行最後加工。槽與栓的尺寸完全吻合並裝好栓以後，即將第二根梁裝上，兩端用鐵箍扎緊。以同法再裝上面的梁，全部裝好後即鑽眼安裝螺栓。

圖7-1-6為在工作架上按水平方向製造組合梁的方法。先將需要組合的梁緊密接合起來，用螺栓或專用螺栓夾器夾緊。將兩組梁水平地放在工作架上，中間擺一付對尖木楔，梁的兩端用鐵箍箍緊。調整中間木楔使梁彎成設計的拱度，然後進行槽口劃綫。再用力刻槽機刻出槽口（圖7-1-7），然後將鍵打入槽中。全部鍵裝好後，即鬆去兩端鐵箍，將梁翻轉到垂直位置擱置，然後鑽眼安裝螺栓。

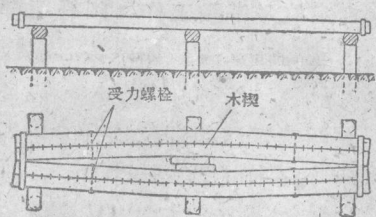


圖7-1-6 柔性鍵組合梁的製造

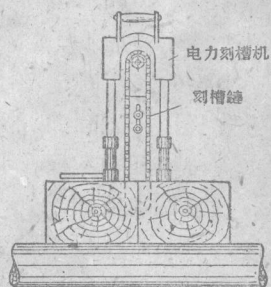


圖7-1-7 用力刻槽機製造
柔性鍵的槽口

四、釘板梁的製造

製造釘板梁的鋸材，必須平直無翹曲，且須四面飽平，尺寸均一，使拼裝時各面能夠密合，且符合設計尺寸。

釘板梁可以在水平位置拼裝，也可以在豎直位置拼裝。

（一）在水平位置拼裝釘板梁

圖7-1-8為在水平位置拼裝釘板梁的示例。拼裝工作 在 樣架 上進行，樣架在寬度方向的兩側裝有豎直的短柱，兩側相對各柱間的距離等於釘板梁的高度；同一側各柱的位置成一弧綫，與

釘板梁建筑拱度的弧綫一致。样架距地面有适当的高度，以便操作时能从下面擰紧螺栓及安装銷釘。

拼装时先鋪設加劲条和水平夹木，然后鋪上下弦杆第一部分构肢（图7-1-8a），检查木板是否密合，构肢表面是否平整，上弦接头是否密合对紧，如不合要

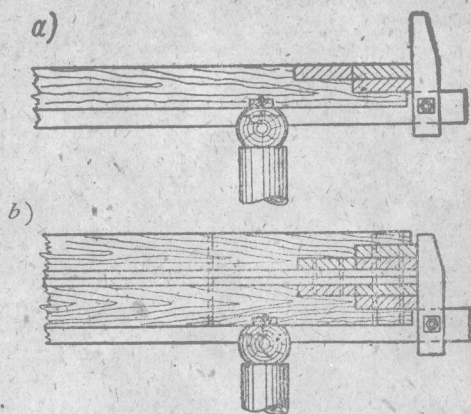


图7-1-8 水平位置拼装釘板梁

求須进行修整加工。然后在上面鋪設腹杆木板，如为空心腹板，則应由梁的支座向中心进行斜杆定位及鋪設工作，斜杆应符合設計位置；弦杆之間如有填板时，应同时安置。如系实心腹板，应以木楔將鋪好的木板楔紧，再釘鉄釘，斜杆傾角可用样板检查控制。將腹杆木板端部长出部分鋸切整齐后即鋪設弦杆的第二部分构肢，然后鋪上面的加劲条和水平夹木（图7-1-8b）。

装好的梁应以夹木或螺栓夹子夹紧，然后按样板准确地布置螺栓鉄釘或肖釘的位置。弦杆上的肖釘孔及螺栓孔，应一次鑽穿弦杆的全部深度。鑽孔位置与下鑽方向应正确，孔眼的直径应与肖釘或螺栓直径相等。鑽好一部分孔后，即安上螺栓將木板夹紧，再鑽其余的孔，并打入銷釘和安装螺栓。鉄釘应以最少的錘击次数垂直于板面釘入，不可斜向釘入。梁的一面釘完釘子后，將梁翻轉，再在另一面划綫釘入鉄釘。

釘板梁拼装完毕后將其豎直起来，根据采用的架設方法，单片的运往架設，或装好联接系后整体架設。

（二）豎直位置拼装釘板梁

豎直位置拼装釘板梁的方法，在工場或在桥跨支架上都可采

用。图 7-1-9 为豎直位置拼装釘板梁的示例。在拼装場地或支架上設置拼装木垛，其位置布置在設置板梁加劲条的地方。木垛上有楔“K”用以調整梁的建筑拱度。

拼装时先将加劲条立在木楔上，縱橫向用临时連接板联系穩固（图 7-1-9a），并用木楔調整使达到需用的建筑拱度。然后装上弦杆的第一部分构肢，并以鉄釘“m”固定（图 7-1-9b）。以后依次装上腹杆木板，用装配釘“m”固定（图 7-1-9c及 d）。装上弦杆的第二部分构肢，以装配釘“m”固定。装上另一面加劲条，以装配釘“n”固定，（图 7-1-9e）。然后用夹紧螺栓将整片梁夹紧，再进行打釘、鑽孔及安装自釘螺栓等工作。

水平拼装不需脚手架，鑽孔打釘等工作比較方便；但需要比較寬的工作面，且只能一面拼装，最后需將整片梁翻轉，故一般只适用于 20 米以下的小跨徑梁，且不适于在桥孔支架上拼装。豎直拼装可以两面同时工作，加速拼装速度，拼装后不

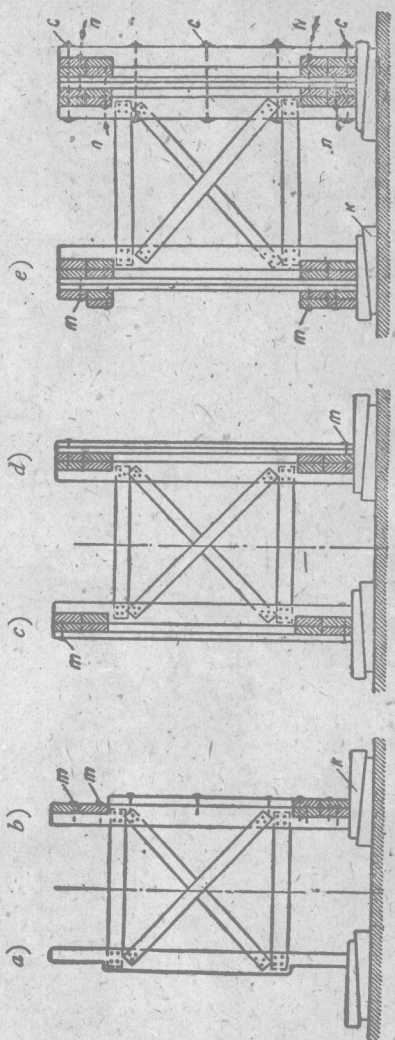


图 7-1-9 豎直位置拼装釘板梁

需翻轉；但需搭設腳手架，鑽孔打釘等工作不及水平拼裝方便。

五、桁架的製造

桁架構件的製造，應該特別注意尺寸形狀的正確，故應盡量使用樣模和機械加工。製造時應設置放樣和拼裝的工作台，上面鋪以堅實平整的工作板。按照實際尺寸和所需建築拱度將桁架畫在工作台上根據大樣圖套制樣模，然後將按樣模製造的構件，依次按桁架大樣在工作台上進行試拼裝。構件局部不準確處，在試拼裝中最後加工修整，然後進行構件接合處的刻槽鑽眼工作。根據採用的施工方法，可在工作台上一次拼裝成整片，再運往現場架設；或只作試拼裝，經檢查合格後，編號拆開，再運往現場拼裝架設。

弦杆的製作應使外形符合設計尺寸及建築拱度，接頭端部應緊密吻合，拼接板、橫鍵、螺栓及節點墊塊的位置應準確，拼接板及弦杆的螺眼應一一對准，螺眼直徑應與螺栓直徑相等。鍵槽應挖得很正確使安裝拼接板時輕加敲擊就能使鍵緊密地嵌入槽中，也不致脹裂槽間的木料。

墊塊榫齒與弦杆榫槽的接合以及墊塊斜面與斜杆端部的接合都應該十分緊密；聯結斜杆與墊塊的銷釘，其孔眼位置應在構件接合面的中央，並彼此完全吻合對准；孔眼直徑可較銷釘直徑大1~2毫米；銷釘孔眼深度，在下節點的墊塊及上節點的斜杆上的為銷釘長度之半，在下節點斜杆及上節點墊塊上的，應比銷釘長度再加長5毫米。銷釘頭做成圓形，安裝時將銷釘插在上面構件的孔眼中；接合構件對准後，輕施敲擊，銷釘即能滑進構件的孔眼中去。

金屬拉杆應將端部燒紅鍛粗後再刻螺紋，使螺紋的內徑不小於拉杆本身的直徑，或在拉杆端部焊上加粗段，以節省材料。

所有銷釘螺栓，在安裝時都應塗以黃油，以減少阻力，金屬墊板拼接板拉杆等，在安裝時均應塗以防銹油漆。

桁架可在橋孔支架上拼裝，或在橋頭拼裝後再架設就位；也

可在制作工場拼装成单片桁架，再运往現場进行整体联結。

(一) 在桥孔支架上拼装桁架

在桥孔上就地拼装桁架采用的支架类型及构造将在本篇第三章和第四章介紹。拼装木桁架桥用的支架与拼装鋼桁架桥用的支架基本一样。

在支架上拼装桁架一般是采用豎立拼装的办法。先在支架的工作板下测定上部构造的縱軸和橫軸以及主桁架的軸綫。首先拼装下弦，下弦可摆在工作架上或設有調整木楔的木梁上（图7-1-10），下弦在垂直面內的高度及建筑拱度，可用木楔調整准确。

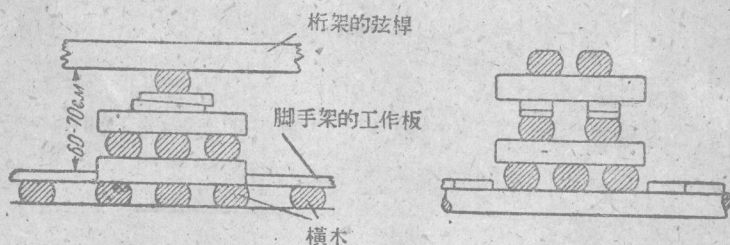


图7-1-10 拼装木梁

弦杆位置正确后，即装上拼接板及螺栓連成整体，然后将下部联結系的橫撑及斜杆联接于弦杆上。在下弦节点处装上墊块，再将主桁架的斜杆、立杆与拉杆安装于設計位置，临时固定于支架上。在装腹杆时应将腹杆与墊块联結的肖釘装上，然后将上部节点的墊块套在拉杆上。

上弦构件的安装照下弦构件一样的程序进行，上弦搁置于搭在上层支架上的木梁上，其位置可較設計位置提高一点，使所有节点处斜杆頂端与墊块間都留有4~5厘米同等高度的縫。整块上弦拼好后，将墊块都嵌入上弦的榫槽內，然后将肖釘装进墊块的孔眼內，对准斜杆位置后，敲松木梁上的木楔，使上弦落到腹杆上，使墊块与腹杆紧密接合。

检查各部接合紧密位置无誤后，即可旋紧拉杆，由桁架两端

向中心依次进行，并須分数次旋紧。旋紧的程度应保证腹杆的端部紧密地压在垫块上，在一个节点上有几根拉杆时，旋紧的程度应均匀，可借敲击时所发出声音的高低校验之。

上部水平联结系、横向联结系及桥面系的安装可在主桁架降落到墩台并就位后进行。

桁架可借敲松和取去木垛上的木楔来降落就位。先敲松和取去跨径中央的木楔，逐渐对称地向两边进行，最后敲取支座附近的楔木，使桁架平稳均匀地降落。

用滚移法、整体吊装法或整体浮运法架设桁架时，也是采用竖直拼装的方法在桥旁拼装，拼装方法与在桥孔支架上拼装一样。

(二) 在制作工場拼装桁架

在制作工場拼装桁架，一般是在工作台上按水平位置进行。工作台上应设置垫木，高约20厘米，以便于拼装时从下面检查及扭紧螺丝。图7-1-11为同时拼装两片豪氏桁架的示例。

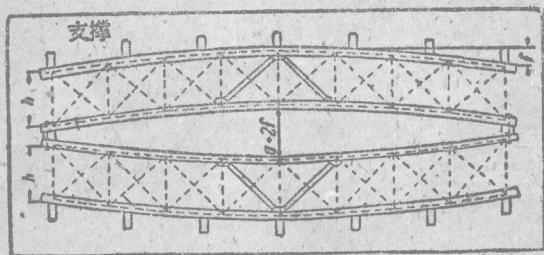


图7-1-11 水平位置拼装豪氏桁架的简图

先将两桁架的下弦并排放置在垫木上，上好拼接板和螺栓，弦杆端部用铁箍紮紧，弦杆的建筑拱度可用设置在两下弦间的木楔调整。再将上弦与下弦平行地放置在垫木上；在拼装台上按建筑拱度的曲线钉立支撑，将上弦抵住，使安装腹杆时上弦保持正确的位置。

上下弦杆拼装好后，即安装各上下节点的垫块并穿装拉杆。然后先安装上弦中点处的两根斜杆（图7-1-11中实线所示），再