
表 1 施工组织设计文字说明

第一章 编制综述

一、编制依据

（一）甲方（或建设单位、业主，均属同义语）正式发售给本投标人的招标文件、答疑书、补遗书及其它补充资料。

（二）由招标文件明确的国家和交通部颁布的现行《公路设计规范》、《施工技术规范及规程》、《公路工程质量评定及验收标准》及《公路工程预算定额》。

（三）通过踏勘工地从现场调查、采集、咨询所获取的资料。

（四）招标单位在“标前会议”提出的有关要求。

（五）本承包人拥有的科技成果、工法成果、机械机具设备、管理水平、技术装备以及多年积累的类似工程施工经验。

（六）严格遵守当地政府在环境保护等方面的具体规定和要求，尊重与维护当地多年来约定俗成的乡规民约和乡土人情。

二、编制原则

（一）遵守招标合同文件各项条款要求，认真贯彻落实业主、设计单位和监理工程师及其授权人士或代表的指示、指令和要求。

（二）严格遵守招标文件明确的设计规范、施工技术规范和质量评定验收标准。

（三）坚持在实事求是的基础上力求技术先进、科学合理、经济适用的原则。

（四）自始至终对施工现场实施全员、全过程、全范围严密监控，坚持动静结合、科学管理的原则。

（五）实行项目法管理，通过对劳务、设备、材料、资金、技术、施工方案和信息优化处置，实现安全、质量、工期、成本及社会信誉的预期目标。

第二章 工程概况

一、工程简介

**高速公路京杭运河大桥位于江苏省无锡市境内,属无锡至宜兴高速公路 X2 标段,起止里程为 K9+816.25~K10+837.25,全桥长 1.021Km,由两部分组成:第一部分为跨越京沪铁路石塘湾站的 1-75m 下承式钢管混凝土刚架系杆拱桥及两端引桥,第二部分为跨越京杭大运河的 1-90m 下承式钢管混凝土刚架系杆拱桥及其引桥,跨径组合为 $8 \times 20+1-75+8 \times 20.6+1-90+10 \times 20+10 \times 20+1-20+3 \times 25+1-20$ m。引桥分别采用 20m、20.6m、25m 的现浇连续箱梁,基础采用钻孔灌注桩,桩径 1.5m,桩深 38~85m,引桥主要采用直径 1.2m、1.3m 的双柱式桥墩,主桥采用板式桥墩,桥台采用板肋式桥台,台后设 8m 长搭板。

二、自然条件

本桥所过区域水系发达,地表覆盖第四系松散沉积层,结构松散,孔隙发育,透水性能良好,地下孔隙潜水水位埋深 0.5~3m。本地域属北亚热带季风气候区,冬夏季长,春秋季短,夏季炎热多雨,冬季寒冷少雨。

三、主要技术指标

全桥分左右两线两幅桥设计,两桥桥面间距 3.5m,主桥桥面净宽 32.3m,引桥桥面净宽 29m,设计荷载汽车一超 20,挂车-120,设计车速 100Km/h,桥下净空:沪宁铁路 6.75m,京杭大运河 50×8 m。

四、工程特点

(一) 跨越铁路及航道施工,施工干扰大。

本桥跨越的石塘湾站设有 7 股道既有线以及即将实施的新长线引入 3 股道,其中 3 股正线为沪宁铁路主干线,行车频率较大;京杭大运河为四级航道,属水上运输动脉,过往船舶较多,不宜封航。由于跨线及跨河施工干扰较大,必须与铁路及航运部门加强联系,施工时做好安全防护,才能确保大桥按期完工。

(二) 主桥采用缆索吊机施工,技术含量高,施工难度大。

主桥分别为 1-75 米和 1-90 米刚架系杆拱,采用缆索吊机施工,由于缆索起重量较大,塔架、缆索及锚锭的设计与施工必须有一套科学的计算方法加以保证。

(三) 基础采用钻孔灌注桩,桩基深、数量多、工期紧张。

主桥采用深 80~85m 的钻孔灌注桩基础，共计 64 根，引桥采用深 38~40m 的钻孔灌注桩基础，共计 168 根，钻孔桩穿越粘土层、亚粘土层，土层呈硬塑、软塑交错状。由于桩基是后续工程施工的制约因素，必须在短时间内完成，工期比较紧张。

五、主要工程数量表

主 要 工 程 数 量 表

序号	项 目	单位	数量	备 注
1	钻孔灌注混凝土	m	12044	φ=1.5m
2	基础混凝土	m ³	358.5	承台
3	下部结构混凝土	m ³	9283	墩台身
4	上部结构混凝土	m ³	2178.7	梁、搭板、护栏
5	现浇钢筋混凝土箱梁	m ³	12203.8	C30 混凝土
6	预制预应力混凝土 I 字形梁	m ³	1059.08	C ₅₀ 混凝土横梁
7	预制钢筋混凝土矩形板	m ³	985.03	C ₄₀ 混凝土纵梁
8	预应力钢丝	Kg	39951.28	
9	预应力钢绞线	Kg	113097	
10	钢材加工与制作	t	19638	光圆钢筋 I 级 A3 钢 带肋钢筋 II、III 级 16Mn 钢
11	钢构件内、外表面涂装	m ²	17744	
12	盆式固定支座	个	150	
13	毛勒伸缩缝	m	204	
14	附属圬工	m ³	140	75#浆砌片石

第三章 施工组织机构及人员配置

一、施工组织机构

中标后，本公司将组建“中铁十二局集团有限公司**高速公路项目经理部”，按照项目管理法组织施工，实行项目经理负责制，全权代表我公司履行合同中规定的权利和义务，使业主和监理工程师满意，组织机构详见施工组织机构图。

二、机构配置原则

项目经理部下设六个业务科室，共计 38 人，下辖 11 个施工队，以工期、安全、质量、效益四项指标为导向，以精干高效、一专多能的组织机构人员为指挥核心，以统筹兼顾、快速运作、平行流水交叉作业为手段，强化组织管理职能，全面履行合同。

第四章 资源配置计划

一、主要施工机械设备及试验、测量仪器配置

由于本合同段钻孔桩多，混凝土圬工量大，测量试验工作量大，我公司将合理组织投入一批性能优良、生产率高、故障率低的钻机及其配套设备、桥梁模板设备、桥梁支架设备、混凝土搅拌设备、缆索吊机设备及各种测量、试验器材，充分满足工程任务的需求，确保施工工期（投入的施工机械设备及测试仪器详见附表）。

二、主要施工力量

根据本合同段工程内容、数量及工期要求，结合本投标人企业定额水平，经测算本合同段共需劳动力 34.3 万个定额工天，拟平均投入劳力 635 个，高峰期上场人数达 1268 人。针对本工程特点，将组织 11 个施工队参加施工，即 2 个钻孔桩施工队，2 个墩台身施工队，1 个纵、横梁预制队，1 个钢筋加工队（加工场）、1 个混凝土施工队（2 个拌合站），2 个主桥安装施工队，1 个连续梁施工队，1 个机运队。随着工程的进展和情况变化，各队人员实行弹性编制，动态管理。

三、主要施工材料用量

根据我公司对各种料源、施工现场、周围环境、市场等的调查，结合我公司以往项目施工对常用材料的使用情况，进行了认真的分析和比较，本标段主要施工材料需求数量，来源及运到施工现场的方法详见主要材料数量及供应方法表。

主要材料数量及供应方法表

材料名称	单位	数 量	来 源	运到现场的方法
钢 材	T	6867	南京	汽车
钢绞线	T	113.10	江阴	汽车
水 泥	T	19723.9	无锡	汽车
木 材	m ³	1026.69	无锡	汽车
砂 子	m ³	38385.26	安徽	船
碎石	m ³	56227.21	宜兴	船

第五章 施工准备

一、人员动员周期

本承包人中标后，将利用三天时间进行施工动员，首先由项目部经理召集各科室和施工队用一天时间进行管理层的施工动员，其次由各科室负责人和施工队长用两天时间对其管辖范围的管理人员，施工作业班组长及施工人员进行施工动员。

动员工作的主要内容：①介绍**高速公路的基本情况和建设意义；②讲述本桥工程概况和施工特点、施工方法和注意事项；③强化对工期、质量、安全、环保和成本意识的教育；④明确**高速公路整体创优规划及本桥的创优目标、体系和措施。经过逐级动员工作，力求做到：①施工动员普及率达 95%以上；②全体施工人员了解工程基本情况，清楚施工特点及注意事项，明确施工方法及创优目标，做到心中有数；③提高思想意识，振奋精神，以饱满的热情、高昂的士气上场，做到高起点、高标准、高质量，以实际行动按期、优质、安全地完成施工任务。

二、设备、人员、材料运到施工现场的方法

根据工程进度安排和建设单位、监理工程师要求，人员、物资及设备分期分批进入现场，并根据变化随时加以调整。

第一批施工人员和部分先期使用的机械设备，在接到中标通知书后的五天内进驻现场，施工队伍和机械设备分别从邻近的浙江、江苏、上海等工点调入，人员以火车或汽车作为交通工具，机械设备以汽运或水运运至施工现场。首批机械设备有 2 辆指挥车、1 辆载重汽车、1 台装载机以及部分测试仪器。进场后主要工作包括：详细了解、

调查施工现场，清理场地，修建临时房屋，选择材料供应商及钢结构加工厂，办理有关证件手续，征求建设单位、监理工程师意见及进行工程咨询。

第二批施工人员及设备在接到中标通知书后十五天内进驻工地，机械设备有 12 台钻机、2 台自卸汽车、2 台空压机、1 台挖掘机、2 台发电机以及先期开工应配备的其它大型机械设备，尽快形成规模施工能力，主要工作有修筑便道，备足配件，进行机械设备测试，设立各种施工作业标志，为主体工程开工做好一切准备。

第三批施工人员和设备根据实际需要在工程全面展开之前及时进入施工现场。

三、技术准备

第一批施工人员进驻现场后即开始技术准备工作，技术准备工作分为内业技术准备工作和外业技术准备工作。

内业技术准备工作主要包括：①认真阅读、审核施工图纸，学习施工规范，编写审核报告；②进行临时工程设计；③编写实施性施工组织设计及质量计划；④编写各种施工工艺标准、保证措施及关键工序作业指导书；⑤结合工程施工特点，编写技术管理办法和实施细则；⑥备齐必要的参考资料；⑦对施工人员进行上场前的技术培训。

外业技术准备工作主要包括：①现场详细调查与地质水文踏勘；②与设计单位办理现场桩橛交接手续，并进行复测与护桩；③各种工程材料料源的调查与合格性测试分析并编写试验报告；④各种仪器设备的测试计量和检验，并办理计量合格证书，进行状态标识；⑤组织进行设计路基横断面复测；⑥施工作业中所涉及的各种外部技术数据搜集。

技术准备按时间进程分为前、中、后三个阶段，前期打基础，中期搞强化，后期抓完善，技术准备工作坚决做到：准备项目齐全，执行标准正确，内容完善齐备，超前计划布局，及时指导交底，重在检查落实。

四、工地清理

施工人员进驻现场后立即开展场地清理工作，严格按照图纸所示及现场实际情况，清理工程征地界范围内阻碍施工的各种构筑物、障碍物以及树杆、树墩、树根等其它杂物，按照建设单位和监理工程师意图积极主动地进行拆迁，为临时工程和主体工程施工创造条件。清理场地范围为施工需要的最小使用范围，同时处理好与当地政府和村民的关系。

五、临时工程建设

（一）施工道路

本桥距 312 国道较近，所处区域属无锡市开发试点区，各种道路呈井字型排列，交通较为便利。因桥位上游的运河岸边需修建码头，顺大桥又要铺设简易轨道，原有道路需进行改移。贯通全桥分三段需修筑 1 公里的施工便道，运河支流处需筑岛围堰。

（二）施工用电

由施工单位自行安装变压器，接入邻近高压电，初期用电以自发电解决。本桥计划安装变压器 2 台，总容量 750KVA，架设临时输电线路 1.02km，另备 1 台 250kw、1 台 75kw 的发电机以供备用。

（三）通讯联络

项目部与建设单位采用程控电话沟通，与主要工点采用对讲机联系，全桥共设对讲机 6 部。

（四）生产、生活用房

临时房屋修建原则：就地取材，节约用地，布局合理，减少干扰，方便施工，结构安全，经济实用。本合同段高峰期施工人数高达 1268 人，共需租用生活房屋 1225m²，租用仓库 600m²，修建生活房屋 450m²，修建生产房屋 1040m²，房屋结构采用空心砖墙、石棉瓦顶及活动房两种。

（五）生产、生活用水设施

本桥横跨运河，施工时可将水分别抽至工点及驻地附近的水池内，供施工生产用水，净化处理且化验合格后也可供生活用水。

（六）工地调度指挥中心

为了实施动态化现场管理，及时、准确、有效地反映施工现场的实际情况，运河与铁路之间租用房屋设置调度指挥所，配备通讯设施，与监理工程师、建设单位保持密切联系。

（七）工地卫生、保健设施

为保证施工人员和现场监理的身体健康，在工地设一个卫生保健室，配备常用的药品和急救设备，以便在人员出现伤病的情况下，及时得到医治，同时加强同附近当地医院或卫生所的联系，必要时得到帮助。

（八）混凝土自动计量拌和站

根据工程需要，运河两岸分别设置一座混凝土自动计量拌合站进行拌和作业，生产

能力分别为 50m³/h、35m³/h。

（九）加工场

在施工范围内就近设置加工场，钻孔桩基础、墩台身、纵横梁钢筋以及各种模板均在加工场加工。

（十）工地临时排水设施

建造工地生活用房及生产房屋，应选择在雨季期间不受洪水影响的地方，并且地基高出原地面，在房屋四周设置排水沟，同时在施工场地及施工便道两侧(或单侧)设置临时排水系统，以保证工程的正常进行。

（十一）工地污水和垃圾处理

在生活区和施工区域内设垃圾池，将其区域内的粪便、污水、垃圾弃置在垃圾池内并定期喷洒消毒药水，待池满后用密封的垃圾罐车运到监理工程师指定的地点。

（十二）工地防火、防风、及防洪安全设施

工地临建房屋加设缆绳，并采用一些不易下滑重物压顶以防大风天气损坏房屋，危及人员安全，在施工现场采取一切有效的防火与消防措施，配备一定数量的灭火器材，如干粉灭火器、砂桶、铁锹、高压喷水管等，并在施工机械车辆上也配备适当数量的手持灭火器。在施工现场人员居住区、材料堆放区、机械设备存放区周围备足沙袋，以备洪水来临时修筑围堰进行挡护。

六、施工总平面布置

施工现场总体规划原则：布局合理，节省投资，减少用地，节省劳力，因地制宜，就地取材，方便施工，尽量利用既有设施。平面规划主要内容：施工队驻地、施工便道、供电路线、施工用水、生产用房、预制场、加工场、混凝土拌合站、缆索吊机位置、拱肋拼装胎架等。施工总平面布置详见附图一。

第六章 施工安排

一、总体施工方案

钻孔桩施工使用反循环回转钻机，承台基坑采用挖掘机开挖，人工配合，墩台身模板采用大块整体钢模，特殊部位使用组合钢模和胶合板；混凝土采用自动计量拌合站集中拌和，混凝土水平运输以混凝土运输车为主，机运翻斗车为辅，混凝土垂直运

输以混凝土泵泵送为主，吊车及吊斗提升为辅；纵、横梁在预制场集中预制；连续梁采用现浇法施工，支架根据需要，分别采用满堂式支架和轻型加劲式膺架；拱肋钢管加工采用工厂内加工运输单元，现场在拱肋胎架上组装三段吊装单元，安装采用缆索吊机吊装。

二、各分项工程的施工顺序

（一）钻孔桩施工顺序

1、预计大桥开工日期为 2000 年 11 月 15 日，准备工作历时一个月，然后即可转入主桥及引桥钻孔桩的施工。

2、主桥钻孔桩施工顺序：主桥基础钻孔桩由 8 台钻机同步进行施工，每台钻机负责 8 根桩，每根钻孔桩 5~6 天完成，主桥钻孔桩 45 天完成。主桥钻孔桩检测完毕后逐个完成承台的施工。

3、在主桥钻孔桩施工过程中，10#~16#墩的引桥钻孔桩安排 4 台钻机同步进行施工，施工顺序可由两端向中间进行，28 根桩施工历时 28 天。

4、10#~16#墩的引桥钻孔桩完成后，4 台钻机可移至无锡台至 7#墩之间进行施工，施工顺序为 7#墩→无锡台，该区段桩基 36 根，施工历时 36 天。

5、主桥钻孔桩及 7#墩→无锡台钻孔桩完工后，先调集 8 台钻机，后调集 4 台钻机进行 19#~宜兴台钻孔桩的施工，施工顺序为 19#墩→宜兴台，钻机可均匀散开进行施工，104 根桩施工历时 48 天。

6、引桥承台的施工可依据钻孔桩完成的进度逐个进行施工，整个引桥钻孔桩施工用时 76 天，计划竣工时间为 2001 年 3 月 15 日，主桥钻孔桩施工历时 45 天，计划竣工时间为 2001 年 2 月 15 日，其中跨越冬季施工 2 个月。

（二）墩台身施工顺序

1、主桥桥墩预计开工时间为 2001 年 2 月 15 日，引桥桥墩预计开工时间为 2001 年 3 月 1 日，在各桥位承台施工完成后，即可进行墩台身的立模浇注工作。

2、引桥桥墩台施工顺序为：宜兴台→27#墩、28#墩→19#墩、无锡台→7#墩，施工时先按上述三个工作面同步进行施工，每个工作面 4 套模板。考虑缆索吊施工干扰，部分墩身可在塔架拆除后施工，该区段墩身施工历时 2 个月。

3、10#~16#墩在主桥吊装完工后再集中进行施工，施工顺序为 10#→16#墩，施工历时 0.5 个月。

4、主桥桥墩及拱脚施工顺序为 9#→10#→8#→11#，采用 2 套模板进行周转利用，施工历时 1.5 个月。

（三）现浇连续箱梁施工顺序

1、连续箱梁预计开工时间为 2001 年 3 月 15 日，9#~17#墩之间连续箱梁开工时间为 2002 年 3 月 1 日，竣工时间为 2002 年 4 月 15 日，施工历时 13 个月，其中冬季 2 个月不作施工安排。

2、连续箱梁施工顺序为：无锡台→8#墩、宜兴台→28#墩、28#墩→18#墩，上述三个工作面可同步进行施工，有缆索吊机施工干扰时，可在缆索吊拆除后再进行施工。

3、9#~17#墩之间的连续箱梁可在缆索吊拆除后，集中所有支架及模板进行施工，支架可利用塔架上的万能杆件进行拼装，施工历时 1.5 个月。

（四）刚架系杆拱施工顺序

1、中标后，即可进行缆索吊材料的准备及安装、主桥钢管拱肋的加工制作、跨线及跨河防护设施的施工等，然后进行主桥拱肋、横撑、横梁、纵梁的吊装及张拉工作。主桥吊装预计开工时间为 2001 年 4 月 15 日，塔架拆除结束时间为 2002 年 2 月 15 日。

2、缆索吊材料准备及安装完成施工期间为 2000 年 12 月 15 日~2001 年 4 月 15 日，历时 4 个月。

3、主桥钢管拱肋及钢结构工厂加工施工期间为 2000 年 12 月 15 日~2001 年 4 月 15 日，历时 4 个月。

4、主桥桥墩完工后，可进行跨河及跨线的安全网防护施工，施工历时 15 天。

5、主桥吊装分左、右两幅桥施工，单幅主桥吊装施工 4 个月，跨线及跨河主桥横向交错进行施工。

6、塔架的拆除工作施工历时 2 个月，属冬季施工作业。

三、工期进度安排

本合同段合同要求工期 18 个月，本承包人计划 2000 年 11 月 15 日开工，2002 年 5 月 5 日竣工，比招标文件要求的工期提前 10 天。总体工期进度安排详见附图二及表七。

各分项工程施工进度安排：

（一）施工准备：2000 年 11 月 15 日~2000 年 12 月 15 日，1 个月；

（二）钻孔桩：2000 年 12 月 15 日~2001 年 2 月 28 日，2.5 个月；

（三）承 台：2001 年 1 月 15 日~2001 年 3 月 15 日，2 个月；

-
- (四) 墩台身：2001 年 2 月 15 日～2001 年 4 月 30 日，2.5 个月；
2002 年 2 月 15 日～2002 年 2 月 30 日，0.5 个月；
- (五) 安全防护：2001 年 4 月 1 日～2001 年 4 月 15 日，0.5 个月；
- (六) 缆索吊准备及安装、主桥钢结构加工：
2000 年 12 月 15 日～2001 年 4 月 15 日，4 个月；
- (七) 纵、横梁预制：2001 年 2 月 15 日～2001 年 10 月 15 日，8 个月；
- (八) 主桥安装：2001 年 4 月 15 日～2001 年 12 月 15 日，8 个月；
- (九) 缆索吊拆除：2001 年 12 月 15 日～2002 年 2 月 15 日，2 个月；
- (十) 现浇连续梁：2001 年 3 月 15 日～2002 年 4 月 15 日，13 个月(冬季停工)；
- (十一) 收尾配套(护栏施工)：2002 年 4 月 15 日～2002 年 5 月 5 日，20 天。

第七章 主要工程项目施工方案、施工方法及施工工艺

一、引桥施工方案及工艺要求

(一) 基础施工

1、施工方案

引桥基础为钻孔灌注桩，桩径 1.5 米，桩长 38～40m，施工分为三个区段：第一区段无锡台至 7#墩，数量共计 36 根，第二区段 10#墩至 16#墩，共计 28 根，第三区段 19#墩至 42#墩、宜兴台，共计 104 根。开工后，计划先上场 4 台 GPS-15 型工程钻机进行第二区段桩基的施工，同时，待 8 台钻机钻完主桥基础钻孔桩后，再转入引桥施工。第二区段钻孔桩完工后，再转向第一、三区段钻孔桩的施工。引桥基础每根桩计划在 3～4 天内完成，整个引桥钻孔桩施工计划用时三个月。跨越冬季施工期间，钻孔桩混凝土采用商品混凝土，常温施工期间，钻孔桩混凝土采用拌合站集中拌和。

承台施工采用挖掘机开挖基坑，坑壁采用草袋或水泥编织袋围堰围护，混凝土采用拌合站集中拌和，混凝土运输车或机动翻斗车运输，通过滑槽滑入模板内。

2、施工工艺及要求

钻孔桩

- (1) 钻孔桩施工工艺流程图(见表 5-1)
- (2) 钻孔设备

根据施工图设计所提供工程地质、水文、桩径、桩长资料，钻孔机械选择反循环回转钻机。

（3）施工场地准备

①当位于旱地施工时，应对场地进行清表，换填软土地段，并予以整平夯实。

②当施工场地位于京杭运河支流中时，可考虑筑岛搭建钻孔平台。

（4）护筒

护筒采用 4mm 厚钢板制成，为增加刚度防止变形，可在护筒上、下端和中部的外侧各焊一道加劲肋。

①护筒的作用：护筒有固定桩位，引导钻孔方向，隔离地面水免其流入井孔，保护孔口不坍塌，并保证孔内泥浆水位高出地下水位或施工水位一定高度，形成静水压力，以保护孔壁免于坍塌。同时，钢护筒坚固耐用，重复使用次数多，用料较省。

②护筒内径：比钻孔桩设计直径加大 20~30cm，即内径为 1.8m。

③护筒顶端高度：宜高出地面 0.3m，以防杂物、地面水进入井孔内。同时，宜高出地下水位 2m，以防塌孔。

④护筒的埋设：护筒埋置深度视地层情况而定，以穿透表层相对松软沉积层为宜，护筒高 2~3m。埋置好的护筒平面位置偏差小于 5cm，护筒倾斜度偏差小于 1%。

（5）泥浆制备及要求

泥浆是粘土拌合物，由于比重大，静水压力高，泥浆可作用在井孔壁形成一层泥皮，阻隔孔内渗流，保护孔壁免于坍塌。

钻孔时，采用自流回灌式泥浆循环系统，由泥浆池、沉淀池、循环槽和泥浆搅拌站组成。泥浆池容积应为桩孔容积的 1.5~2.0 倍以上。

（6）原材料要求

①为便于水下混凝土的浇注，集料宜用卵石或级配良好的碎石。

②粗集料最大粒径，卵石为 40mm，碎石为 35mm，且不得大于导管直径的 $1/6 \sim 1/8$ 及钢筋最小净距的 $1/4$ 。

③混凝土坍落度处于 18~20cm 之间。

④水泥最小用量 $350\text{Kg}/\text{m}^3$ 。

⑤水灰比宜为 0.5~0.6。

（7）钻孔

①钻机就位：钻机就位前，对主要机具进行检查、维修和安装，保证配套设施的就位及水电供应的接通。

②钻孔前，应根据施工图设计所提供地质、水文资料，绘制钻孔处地质剖面图，挂在钻台上，以供对不同土层选择适当的钻头、钻进压力和速度以及适当的泥浆比重参考数据。钻进过程中，应注意土层变化，在土层变化处均应捞取渣样，判断土层，并记入记录表中。

③钻机安装就位后，底座和顶端应平稳，不得产生位移和沉陷。回转钻机顶部的滑轮缘、钻盘中心和桩孔中心三者应在同一铅垂线上，其偏差不得大于 2cm。

④钻孔作业必须连续进行，不得间断。因故必须停钻时，孔口应加护盖，并严禁钻锥留在孔内，以防埋钻。

⑤钻孔时应注意排除钻渣，并保持泥浆密度和粘度，避免造成糊钻或由于坍孔造成埋钻。同时，反循环钻进过程中必须注意连续补充水量（泥浆），维持护筒内应有的水头，防止孔壁坍塌。

⑥钻进操作要点

A. 开始钻进时，进尺应适当控制，在护筒刃脚处，应低档慢速钻进，使刃脚处有坚固的泥皮护壁。钻至刃脚下 1 米后，以正常速度钻进。

B. 在硬粘土中钻进，宜低速钻进、自由进尺。

C. 在普通粘性土中，宜用中高速钻进、自由进尺。

D. 在砂土及含少量砾卵石的碎石土中，宜低中速钻进、控制进尺，防止排渣速度跟不上。

E. 钻进过程中，每进尺 6~8m，应检查钻孔直径和垂直度。

（8）清孔：清孔的目的是抽、换孔内泥浆，清除钻渣沉淀层，尽量减少孔底沉淀厚度，防止桩底存留过厚沉淀层而降低桩的承载力。其次，清孔还为浇注水下混凝土创造良好条件，使测孔准确，浇注顺利。清孔方法采用抽浆清孔法。

清孔后要对钻孔进行检查，孔的平面位置在各方向的误差均为 50mm，钻孔直径应不小于桩的直径，倾斜不大于竖孔深的 1/100，井底沉淀厚度不超过直径的 0.4 倍。清孔后的泥浆性能指标：含砂率<4%，比重 1.05~1.2，粘度 17~20sec。

（9）钢筋骨架

①骨架钢筋在加工场集中下料，就近进行分节绑扎，每隔 2~2.5m 设置加强箍筋

一道，并在四周分设 4 根定位钢筋，纵向主筋可用焊接和搭绑扎连接，同一截面上的钢筋接头不超过截面积的 50%。为防止浇注混凝土时骨架上升，可在骨架下端栓挂混凝土块、加长主筋至孔底或在钢筋笼顶部用钢筋框架焊接固定。骨架制作方法可用卡板成型法或箍筋成型法。

②为确保钢筋保护层，可在环筋上加设轮式垫块，靠钻孔壁的方向制成弧面，靠骨架一面制成平面，并有十字槽。垫块应绕周边制作，上下两层间隔开。

③钢筋骨架应及时、准确地就位，就位后应牢固定位，待混凝土浇注完毕并初凝后，方可解除固定设施。

（10）设立导管

导管吊装应先试拼，作到连接牢固，封闭严密。上下成直线吊装时，应位于井孔中央，并应在浇注前进行水密、承压和接头抗拉试验。

（11）浇注水下混凝土

①浇注水下混凝土是钻孔桩施工的重要工序，浇注前应探测孔底泥浆沉淀厚度，如大于设计厚度，应再次清孔。

②混凝土拌合物运至浇注地点时，应检查和易性、坍落度等情况，如不符合要求，应进行第二次拌和，二次拌和仍不满足时不得使用。

③浇注首批混凝土时注意事项：

A. 导管下口至孔底的距离宜为 25~40cm。

B. 导管埋入混凝土的深度不小于 1m。

C. 储料槽和漏斗中应有足够数量的混凝土，以满足混凝土冲击隔水栓全部下落后，初次埋置导管的深度。

D. 混凝土浇入孔底后，立即测量孔内混凝土面高度，计算出导管埋置深度，如符合要求，即可正常浇注。

④浇注开始后，应连续有节奏地进行，尽可能缩短拆除导管的间隔时间，当导管内混凝土不满时，应徐徐进行浇注，防止在导管内形成高压空气囊。

⑤在浇注过程中，应经常保持井孔水头，防止坍孔，还应经常用测绳探测井孔内混凝土面的高程，保持导管出口插入混凝土 2~4m，并及时提升和拆除导管。

⑥当井孔混凝土面接近和进入钢筋骨架时，应注意下列事项：

A. 接近钢筋骨架时，宜使导管保持较大埋深，并放慢浇注速度，以减小混凝土的

冲击力。

B. 当井孔混凝土面进入钢筋骨架一定深度后，可适当提升导管，使钢筋骨架在导管下口有一定的埋深。

⑦为确保桩顶质量，在桩顶设计标高以上增加浇注 0.5~1.0m。

⑧在浇注即将结束时，导管内混凝土柱高度减小，压力降低，而导管外的泥浆及所含渣土稠度增加，比重增大。如果混凝土顶升困难，可在孔内加水稀释泥浆，使浇注工作顺利进行，泥浆引流至适当地点处理，以防止污染。

⑨在浇注混凝土时，每根桩应制作不少于 1 组（3 块）的混凝土试件。

⑩护筒应在浇注混凝土后立即拔出。

承台施工

当钻孔桩经过无破损检测合格后，即可开挖承台基坑进行承台施工。

（1）施工工艺流程图（见表 5-2）

（2）施工要点

①承台基坑采用挖掘机一次开挖到位，采用集水井排水，孔壁易坍塌时采用草袋或水泥编织袋进行围堰防护。

②桩头采用风稿进行凿除。

③钢筋的调直、下料、弯制均在加工场进行施工，绑扎在现场进行。

④模板采用组合式钢模，混凝土采用拌合站集中拌和，混凝土输送车或机动翻斗车运输，经滑槽入模，混凝土浇注宜一次连续完成。

（二）墩台身施工

1、总体施工方案

引桥主要是双柱式桥墩，当墩身高度超过 12m 时，墩柱直径为 1.3m，墩身高度在 12m 以内时，墩柱直径为 1.2m。墩身施工分为三个区段：第一区段 1#~7#墩，数量总计 28 座，墩高 4.5~8.0m；第二区段 10#~16#墩，共计 24 座，墩高 11~14m；第三区段 19#~42#墩，共计 136 座，墩高 4.5~14.5m。施工时分为三个工作面同步进行施工，每个工作面有 4 个墩身，工作重点为第三区段：先进行第三、第一区段墩身的施工，然后进行第二区段墩身的施工。

桥墩立模采用大块整体钢模进行吊装，每节钢模高 3~4m，计划加工直径 1.2m 的钢模 4 套，直径 1.3m 的钢模 8 套。混凝土施工采用拌合站集中拌和，混凝土输送车运

输，混凝土泵泵送为主，吊车及吊斗运送为辅，经串筒入模。引桥墩身计划在 2.5 个月内完工。

2、施工工艺及要求

（1）施工工艺流程

测量放线→钢筋加工、绑扎→吊装模板→混凝土拌制→混凝土水平运输→混凝土垂直运输→混凝土浇注捣固→混凝土养护→拆模（继续养护）。流程图详见表 5-3。

（2）测量放线

用全站仪精确测设墩柱中心及立模边线。清除墩身及台身底部基顶残渣，并进行凿毛处理。

（3）立模

①模板采用整体钢模，分节连接成整体，用吊车吊装到位，肋板式桥台模板采用组合钢模与复合竹胶模板配套使用。

②钢模板安装前应全面除锈，涂刷优质的柴机油脱模剂。

③模板组装要平整，防止出现错台。

④每节模板接缝处用双面止水胶条挤紧，模板内挤出部分用刀片刮净，防止出现凸缝、砂线等现象。

⑤用全站仪或线锤对墩柱模板进行垂直度校整，调整四周缆风绳，使模板垂直度及平面位置达到设计要求，然后固定模板。

（4）钢筋制作、绑扎

①竖向连接主筋接头要求错开，并保证顺直，焊接采用电弧焊接。

②绑扎钢筋时，为防止钢筋骨架变形，每隔 1.5m 设一根箍筋与主筋点焊。

③钢筋调直、下料、弯制均在加工场施工，焊接、绑扎在现场进行。

④墩帽钢筋在地面绑扎好后，用吊车直接吊装到位，调整后固定。

（5）混凝土施工

浇注混凝土时利用串筒入模，振捣采用插入式振捣棒振捣，灌注后及时洒水养护，拆模后围以塑料薄膜覆盖养生。施工时应严格控制支座位置和高程，用水平仪和全站仪进行跟踪观测。

（三）现浇连续箱梁施工

1、施工方案

本桥连续箱梁布置型式为：无锡台至 8#墩：8×20m，9#墩→19#墩：8×20.6m，18#墩→宜兴台：10×20+10×20+1-20+3-25+1-20m，施工顺序安排为：无锡台→8#、宜兴台→18#、9#→17#。全桥采用满堂支架及轻型加劲式膺架现浇法施工，逐孔搭架依次浇注，钢管支架应满足一次能搭设六孔的数量，9#墩～17#墩之间连续梁须在塔架拆除后施工，可利用塔架万能杆件拼成模板支架。22#墩至 25#墩之间因有运河支流影响，采用轻型加劲式膺架进行支撑。底模采用大块竹胶模板，外模采用大块整体钢模，内模采用组合钢模和复合竹胶模板配合使用。混凝土浇注顺序为：底板→腹板（横隔板）→顶板，顶板底模采用钢丝网模。混凝土采用拌合站集中拌和，混凝土运输车运输，混凝土泵泵送入仓。

连续梁施工时，先架设第一、二跨落地支架，绑扎第一、二跨钢筋，骨架筋就位后，浇注第一、二跨梁段；绑扎第三跨钢筋，骨架筋就位，浇注第三跨梁段，当第三跨混凝土强度达到设计强度的 90%，再拆除第二跨支架，架设第四跨落地支架，以后依次类推；至连续梁端头时，当最后一跨梁体混凝土强度达到设计强度的 90%，再拆除本跨和上一跨支架，形成多跨一联的连续梁结构。连续梁施工工艺流程详见表 5-4。

按照总工期的安排，连续梁施工计划分为三个工作面，每月计划完成六孔连续梁的施工任务，整个连续梁施工历时 13 个月，冬季不作施工安排。

2、具体施工步骤

（1）地基处理

首先进行清表，在钢管支架底部填筑碾压 25cm 厚的矿渣垫层进行硬化处理，并做好两侧排水沟。对于轻型膺架，在承台施工时可将其纵向两侧适当加宽，以便搭设支墩。

（2）搭设支架

轻型加劲式膺架采用制式构件，用细销连接，采用组合钢管作为支墩，模板拼装时，根据计算设置予拱度。支架布置详见附图三。

满堂支架采用扣件式脚手架（钢管为 $\Phi 48\text{mm}$ 焊接钢管）作为支撑体系，钢管纵向间距 50cm，梁体腹板下方钢管纵向间距调整为 40cm，横向间隔 3 排钢管设置水平支撑，纵横向间隔 8 排钢管设置剪刀撑。每排钢管支架顶部横向铺设 $20\times 20\text{cm}$ 的方木，方木上纵向铺设 $7.5\times 15\text{cm}$ 的板材。

支架搭设步骤：

①测量放出纵轴两侧最外边线。

②铺设槽钢垫板。

③在两侧用墨线弹出支架搭设边线，保证立管架设时成一条直线，使每根立管依次而立，在横轴外侧线交点处，安放第一根钢管，并离底部 200mm 处用直角扣件连接纵横钢管。

④立管在 1.5m 高度内搭设纵横向水平联系钢管，立管用镀锌铁皮扣件连接。

⑤测标高，分别按 50cm 间隔用粉笔标在每根钢管上。

⑥顶部钢管应严格控制标高。

⑦支架搭设好以后，按设计荷载进行预压检测：逐段施加荷载至设计荷载，对测点每隔 2 小时进行一次观测，利用 7 天时间完成。

⑧板材上方安放 18mm 厚竹胶板，竹胶板四角钻孔，用元钉与板材固定。

（3）模板安装

①箱梁底板底模必须平整。

②底模边线和箱形梁底尺寸同宽，严格控制标高及两侧边线。

③在底板、腹板钢筋绑扎完成后可安装侧模，侧模应严格控制垂直度，且固定牢固，保证腹板尺寸。

④箱梁模板必须满足规范要求，不合格模板严禁使用，脱模剂采用同一型号，禁止使用废机油。

⑤模板应紧固牢靠，钢管支架不允许有松动摇摆现象，楔块必须质地坚硬，平整牢靠。

（4）钢筋绑扎及安装

①按底板底层钢筋距离位置，用粉笔在模板上作记号，以便绑扎。在布设钢筋时，如有相互碰撞，按照分布筋让主筋，细让粗的原则进行处理。

②支座钢筋骨架绑扎。

③腹板钢筋绑扎，底板底层钢筋绑扎。

④支座部梁钢筋及钢箍绑扎固定，底板上部钢筋及分布筋绑扎，对于支座及伸缩缝的锚固螺栓要保证其位置的准确性。

⑤浇注底板及腹板梁混凝土后，及时绑扎顶板钢筋及预埋件。

⑥所有钢筋加工均在加工场进行，肋板可制成骨架形式进行吊装。

（5）混凝土浇注施工

各跨的接头设在 $1/4$ 跨径处（即 4.5m 处），并留出相应的工作缝，工作缝采取清洗、凿毛等措施以保证混凝土的紧密连接。浇注时先浇注底板，再灌注腹板，方向由一端向另一端依次进行浇灌，底板一般为一次一层浇注，腹板根据高度分层浇注，分层厚度控制在 30cm 以内，顶板一次一层浇完。振捣时不能漏振，并应控制好混凝土的和易性与坍落度。

（6）混凝土养护

在梁部顶面覆盖条纹布或土工布进行洒水养护，侧面挂草帘或直接浇水养护，养护时间不少于 7 天。

（四）护栏施工

防撞护栏采用大块钢模板，施工的关键是整体线型、预埋件位置和外观质量的控制，立模采用夹、拉、撑的措施保证其结构的整体性和刚度。防撞护栏在连续梁施工结束后，即可安排施工队分段进行施工。

二、主桥施工

（一）基础施工

1、总体施工方案

主桥基础均为钻孔灌注桩，每个桥墩基础有 8 根钻孔桩，桩径 1.5m，桩长 80~85m，90m 跨主桥桩基 32 根，75m 跨主桥桩基 32 根，共计 64 根。开工后，计划上场 8 台反循环回转钻机同时进行主桥钻孔桩的施工，每个桥墩基础设置一台钻机，每根桩计划在 5~6 天内完成，两座主桥钻孔桩施工计划用时 1.5 个月，属跨越冬季施工，混凝土采用商品混凝土。

2、施工工艺及要求

见引桥基础施工工艺流程及施工要点。

（二）墩身施工

1、总体施工方案

主桥墩身为板式桥墩，截面形式为 $3.0 \times 14.3\text{m}$ ，90m 跨主桥墩高 10m，75m 跨主桥墩高 6m、7m 不等。钻孔桩及承台完工后，逐墩进行立模施工，先施工 90m 跨主桥桥墩，再施工 75m 跨主桥桥墩。

桥墩立模采用大块整体钢模进行吊装，计划加工 $3.0\text{m} \times 14.3\text{m}$ 截面的墩身及托盘

钢模 2 套，模板板厚 6mm，采用槽钢加肋，模板高度分为 1m、3m、6m 三种尺寸，分节进行组装。混凝土施工采用拌合站集中拌和，混凝土运输车运输，混凝土泵泵送，经串筒入模，两座主桥墩身及拱脚施工计划用时 1.5 个月。

2、施工工艺及要求

见引桥施工工艺及要求。

（三）刚架系杆拱施工

主桥上部结构采用缆索起重机吊装施工。90m 跨和 75m 跨主桥各设置一付缆索吊机，单幅主桥吊装后，再横移至主桥的另一幅进行吊装。每幅主桥的拱肋分为 3 个整体吊装单元，最大起吊重量控制在 75t 以内。刚架系杆拱施工工艺详见表 5-5。

16#~17#主墩之间引桥外侧设置混凝土拌合站、制梁场，为方便运输，施工现场布置纵向轨道一条、转向轨道二处、横向轨道一条，码头二处，横向轨道位于拱肋范围内的缆索吊下。在塔架与 16#墩及塔架与 17#墩之间缆索吊下分别设置拱肋组装胎架，对拱肋吊装单元进行拼装焊接。混凝土拌合站、制梁场、吊装场、运输便道详见附件一。

1、缆索吊机的设计

（1）缆索吊机方案的选定

本标段的 75m 跨刚架系杆拱桥桥下为沪宁铁路石塘湾站的铁路线，车流量较大，施工时不可中断正常行车；90m 跨刚架系杆拱桥横跨京杭运河，航运繁忙，不宜封航，根据两座主桥的结构特点和现场施工条件，决定采用设计推荐的缆索吊机施工方案。为确保工期，在跨度 90m 和 75m 的主桥桥位处各设置一付横移式缆索吊机。由于施工条件限制，跨度 90m 和 75m 的主桥均需在主跨外侧拼装拱肋单元，致使主索跨度增大，其中 90m 跨刚架系杆拱桥的缆索吊机主索跨度设计为 190m，75m 跨刚架系杆拱桥的缆索吊机主索跨度设计为 170m。为加快施工进度、确保拱肋的焊接质量，根据以往施工成功的经验，每幅桥的两片拱肋和拱肋间的 K 撑在地面胎架上组焊成 3 个整体吊装单元，每幅桥的拱肋分 3 次吊装。采用此种拱肋吊装方式，高空焊接工作量少，焊缝质量高，拱肋安装速度快，拱肋单元的侧向稳定性强，节省施工中的缆风绳数量。

缆索吊机均采用两组主索，四个跑车，二抬一的形式吊装拱肋。此种缆索吊机可以方便地调整拱肋两端标高，有利于拱肋对位拼装。由于施工场地限制，跨度 90m 和 75m 主桥的缆索吊机需错开布置，两主桥各施工完成 1 幅桥后，将两主桥的缆索吊机分

别横移到另 1 幅桥的桥位上进行施工。

90m 和 75m 跨刚架系杆拱桥的缆索吊机的主要设计技术参数如下：

90m 跨主桥的缆索吊机	75m 跨主桥的缆索吊机
主索跨度：190m	主索跨度：170m
设计荷重：75t	设计荷重：60t
主索形式：2 组各 4 ϕ 52 钢丝绳	主索形式：2 组各 4 ϕ 47.5 钢丝绳
设计最大挠度：11.4 m	设计最大挠度：10.2 m
主索塔高：主塔 60m 和 55m	主索塔高：主塔 55m 和 50m

缆索吊机的总体布置图见附图四和附图五。

(2) 缆索吊机的构造：

① 缆索吊机的塔架

两座主桥的缆索吊机塔架均为门式塔架，塔架采用万能杆件和部分加工件组拼而成。

主塔架

立柱为 4 柱，每柱为 3 根 N1，塔架底部尺寸为 2m \times 2m。两塔架中心线的间距为 14.0m，拱肋拼装场地一侧的主塔架略高。在塔顶、1/2 塔高和塔底位置各设 1 道横联。塔架顶设有 I50 工字钢和索鞍，工字钢和索鞍固结于塔顶。塔架底立柱为特殊设计件，下设有四氟乙烯滑块。塔架基础为混凝土扩大基础，基础上设有滑道。主塔塔架的缆风绳设于塔顶和 2/3 塔高处，分前、后和侧缆风绳三种，缆风绳上端与塔架固结，下端与地锚相连。主塔结构形式见附图六。

副塔架

立柱为 4 柱，每柱为 3 根 N1，塔架底部尺寸为 2m \times 2m。两塔架间距为 10m，塔架顶设有横联，横联外伸出塔架 2.0m，塔顶设有 I50 工字钢分配梁和扣索鞍。副塔架仅设在 75m 跨刚架系杆拱桥的宜兴侧主桥的桥墩上，90m 跨刚架系杆拱桥的副塔仅设在无锡侧主桥的桥墩上，副塔的塔底与桥墩顶面通过预埋件固定。副塔结构形式见图七。

② 主索

每套缆索吊机的主索分为 2 组，每组由 2 根钢丝绳绕成 4 根主索，主索的双头通过地垄的平衡轮，两单头卡于对岸的地垄上。主索缠绕形式见附图八。

主索地垄采用 4 根桩径 $\Phi 1.5\text{m}$ 钢筋混凝土桩锚, 2 根为增设桩 (桩长 $L=8.0\text{m}$), 2 根为现浇梁桥墩基础桩。

主索的索鞍采用 4 排六轮式, 索鞍的弯曲半径应大于 2.0m , 各索轮能转动, 索鞍固定于塔架顶。

主索跑车采用 4 排 4 轮式, 每付吊机需要 4 个跑车。每组主索安装两个跑车, 跑车间距为 12m , 跑车间采用 $\Phi 26$ 的钢丝绳连接。

③牵引索、起重索和扣索

牵引索采用两岸对牵式, $\Phi 22$ 钢丝绳走 2 线, 8 吨卷扬机牵引; 起重索采用 $\Phi 21.5$ 的钢丝绳, 走 8 线, 5 吨卷扬机牵引。牵引索、起重索缠绕形式见附图八。

扣索采用 $\Phi 39$ 的钢丝绳走 4 线, 扣索通过卸口滑轮和拱肋千斤绳与拱肋连接。

75m 跨刚架系杆拱无锡岸不设副塔架, 扣索通过主索塔架上的索鞍后, 锚固于已施工完成的桥墩承台 (承台上设有预埋件) 上。宜兴岸在桥台上设副塔架, 扣索通过副塔的塔顶索鞍后, 锚固于已施工完成的桥墩承台 (承台上设有预埋件) 上。

90m 跨刚架系杆拱仅在无锡岸设有副塔架, 两岸的扣索与 75m 刚架系杆拱的扣索类同。

2、缆索吊机的安装

(1)塔架的安装

塔架安装前, 应将塔架基础找平, 标明塔架 4 个立柱的精确位置, 安装塔架的下滑道、四氟乙烯滑块和上滑道, 在上滑道上拼装塔架杆件。塔架杆件采用卷扬机和钢管做的扒杆逐件拼装, 当塔架拼装到一定高度后, 挂设缆风绳, 塔架拼装到设计高度后, 在塔架顶部安装 I50 的工字钢分配梁和索鞍。缆索吊机安装工艺流程详见表 5-6。

(2)索道安装

①主索的安装

塔架缆风绳挂设完成并适当收紧后, 架设一条临时工作索。主索安装时, 先以一单头穿过平衡轮与临时工作索连接, 用对岸 5 吨卷扬机牵引临时工作索, 牵到对岸后, 锚固在地垄上, 如此牵引另一单头到对岸锚固。主索架设完成后, 调整各索的垂度到设计要求范围内, 然后吊装天车。

②牵引索的安装

安装时, 先将一岸的牵引索与小车安装好, 对岸的牵引索通过临时索牵引到跑车

位置并与跑车连接。

③起重索的安装

安装时先将 $\phi 11$ 的钢丝绳穿好并与起重索的活头连接，以 5 吨卷扬机收线，将起重索的活头带入并通过跑车，跨过对岸塔架后，进入对岸卷扬机。

④试吊

缆索吊机在使用前必须试运行，检查塔架各位置的垂直度并检查卷扬机运行情况，当一切情况良好时，才能正式使用缆索吊。

⑤扣索的安装

第一段拱肋起吊就位后，用临时索牵引扣索到拱肋的相应位置，人工将扣索和拱肋上的扣点连接。

3、缆索吊机的横移

当 75m 跨刚架系杆拱和 90m 跨刚架系杆拱各施工完成一幅桥后，即可横移缆索吊机。横移前，首先在上下两幅桥的滑道位置铺设通长的下滑道，下滑道采用 $[40$ 的槽钢，主塔斜腿的滑道每隔 2.0m 采用反扣轮扣压在滑道基础上，以防止塔架横移时倾覆。将主索、牵引索、起重索放松并临时固定在主塔架上，然后放松后缆风绳，再慢慢放松前缆风绳。当主塔稳定后，检查主塔斜腿滑道的反扣轮情况，用 2 台 5 吨卷扬机走 8 线，横向牵引塔架慢慢横移到下幅桥位。移动时，先松一侧的缆风绳 0.1-0.2m，收紧另一侧的缆风绳 0.1-0.2m，然后收紧卷扬机，使塔架移动 0.1-0.2m，直到塔架垂直为止，如此循环，将塔架移动到位，最后安装主索、牵引索和起重索。安装完成后，重新调整主索的挠度至设计范围内，经试吊后，投入使用。

4、钢管拱肋的加工、安装

主桥钢管拱肋为 2 根钢管和两块腹板焊接成的哑铃形截面，90m 跨和 75m 跨主桥的钢管分别为 $\phi 1000 \times 14\text{mm}$ 和 $\phi 900 \times 14\text{mm}$ 。拱肋分段在厂内预制，在工厂组装试拼合格后，再分段运到主桥现场安装。

(1) 钢管拱肋的制作与试拼

①施工工艺流程：材料复验→放线、划线→检查→刨边、切割→单元节拱肋管卷制、焊接→检查矫圆→运输段拱肋组装接焊→加筋箍拼焊→检查→焊接腹板哑铃形运输段成形→整孔拱肋试拼装→检查→喷砂→喷底漆→由厂内运输至现场。

拱肋钢管均在工厂制作，首先按 2m 直线分段卷制，按拱线座标控制，焊接成吊装

节段，每段长度 14m 左右，钢管焊好后，在厂内的预拼台架上进行试拼，预拼台采用混凝土制作。拼装时，先在平台上按设计轴线放样，设置限位基线平台，然后放出吊杆及段间接头位置，并定出吊装时所需观测点的位置，同时，在吊杆位置按预先放好的大样位置画线开孔。经检查验收后，在拼接口处设置定位螺栓或定位块后，拆开运往工地。

②制作方法

单元管节制作

依据设计图给定的单元管节结合材料的尺寸进行制作。

A. 号料：钢板的压延方向作为筒体的卷制方向，下料尺寸用计算机辅助计算端头，用几何作图法画出。

B. 下料：长度方向剪切下料，宽度方向自动氧切下料，并切割出坡口。

C. 平直：检查合格的料用七辊杆平机进行平直。

D. 刨坡口：平板后刨坡口。

E. 压头：刨坡口后在 100t 开式压力机上压头。

F. 卷圆：用三辊卷板机卷圆，卷圆时坡口方向朝里。

G. 检验：检查圆筒的弯曲矢高和直径偏差在允许偏差范围内。

H. 焊接：坡口除锈完毕后按焊接工艺规程进行焊接。

I. 清理：及时清理焊缝表面的溶渣及两侧的飞溅物，焊工自行检查焊缝的外观质量，检查合格后在工艺规定的焊缝及部位打上钢印。

J. 检验：

a) 外观检验：外观缺陷执行 GB50205-95 表 4.7.20 之规定，不得出现裂纹、气孔、夹层、错边、咬边等现象。

b) 探伤检查：完成焊接 24h 后进行焊缝探伤检验，按 I 级焊缝进行 100%超声波探伤。

K. 矫正：对检查不合格的进行矫正补焊，至复检合格。

运输段制作

运输段制作指将若干个单元管节拼成一个 14m 左右的运输单元体。

a) 放样：为保证每段拱几何形状准确，拱轴线满足设计要求，先在计算机上放样，即把作好的单元管节的有关参数按编号输入计算机进行拼装，与设计拼装曲线进行比

较。根据比较结果对误差不符合的单元管节进行修正，之后在已找平的平台放出所组装的大样，即在平台按 1:1 的比例放出钢管拱轴线及外轮廓线的实样。

b) 定胎：按大样外轮廓线均匀对称布置若干个定位板，并点固，拼装成运输段的固定胎模。

c) 拼装：单元管节入胎后，其纵缝彼此按设计要求错开，依次按顺序和计算机放样时所确定的焊缝间距，调整各单元节之间的接口。接口必须平直、自然且同时满足钢管拱两根母线与定位板同时接触的要求，之后将接口点固。单元节拼装完毕后在拱管的内壁上号出加劲箍的纵向位置，然后组装、点固，检验后出胎。

d) 焊接：按焊接工艺规程焊合管节之间的环缝及加劲钢箍与管节之间的焊缝。

e) 检验：外观检验、形位尺寸检验及探伤检验。

f) 矫正：形位尺寸不合格者进行矫正。

g) 哑铃形截面拱节的拼装：将上述制作好的拱肋上、下侧圆管段和已下好料的腹板，在事先做好的固定架上按尺寸固定、测量，检查各部位尺寸，符合设计要求后，点固并对称焊接各焊缝。

h) 打磨、喷砂、防护：清除飞溅物、油污锈蚀等，按设计图进行防护，现场焊接口 10cm 范围内暂不防护，待现场全部组装后补做。

i) 将制作好的运输段的有关参数输入计算机按架设节段进行预拼，修正运输节段，确定架设节段拼装时各节段的焊缝宽度。

j) 检验：对运输段进行形体尺寸的检验和焊缝质量的探伤。

③注意事项：

A. 下料时要充分考虑预留加工量、焊接收缩量、氧切割量及工艺切头量。

B. 管节纵缝接头应安排在腹板内侧，保证两节相接时接头错缝大于 400mm。

C. 施工中注意不得出现十字焊缝，吊杆、腹板接口、加劲箍等与环形焊缝均要错开 250mm 以上。

D. 为减少焊接变形，特别要注意焊接顺序。

E. 施工中注意焊接及拼装的对称性，防止在局部发生变形，同时，不宜在施加外力的情况下施焊，防止泄力后出现变形。

(2) 钢管拱肋安装

①每幅桥的拱肋分为 3 个吊装单元进行安装，每个吊装单元由 4 个运输段和横撑

组成。运输段由工厂运至施工现场后，在设在缆索吊机下面的拱肋组装胎架上组装成吊装单元，然后对已组成的拱肋吊装单元用缆索吊机进行吊装的同时，在拱肋组装胎架上继续进行下一个吊装单元的组装，即边组装边吊装。拱肋吊装阶段详见附图九、十。

②拱肋吊装单元焊接顺序

A. 拱肋吊装单元在拱肋组装胎架上装配焊接过程中，为保证其拱度，第一层焊缝应由四个焊工先焊管内的上半周，再焊下半周，其余各层可以从管筒内的底部分左、右两部分向上焊接。拱肋胎架设计详见附图十一。

B. 管筒内焊接完毕并经过无损探伤检验合格后，可拼焊腹板，腹板先焊立缝，底层由下向上分段焊接，然后再焊腹板焊缝。

C. 风构的横向支撑焊接时，在管内加垫，进行一次性成型焊接，最后焊补强板。

③吊装边段拱肋时，应对称吊装，先将边段拱肋起吊至拱位，斜拉拱肋就位并搁在拱脚钢板上，在拱脚支座上安装拱脚和临时定位支撑（拱脚与预埋钢板用法兰盘连接，暂不焊死），然后准确调整好垂直度，系好扣索并收紧，使上端抬高 10~15cm，并把扣索系在塔架上，最后收紧两侧缆风绳使拱肋居中，拆除主吊钩。位于组装胎架远端边拱肋整体吊装完成后，再吊装本端的边拱肋。

④吊装中段拱肋合拢时，慢松起重索，使中段与两侧边段拱肋接触，挂上挂篮，套连接钢板螺栓，由两侧向中间对称放松扣索和吊点，使拱肋各段调至设计标高，调整缆风绳使拱肋居中，用钢楔楔紧各接头钢板四周缝隙，同时焊接连接钢板和接头钢筋。

⑤调整好拱肋后，向拱脚内灌注混凝土，然后焊接端横梁型钢、绑钢筋、立模灌注端横梁混凝土。最后拆除主吊点，拆除两边扣索，保留缆风绳以防止失稳。

⑥拱肋中心线和高程的控制：由于日照方向的不均衡，拱肋中线在一天之内可能会发生几厘米的偏差，电焊不均匀、风压因素也会对拱肋中心线产生影响，在施工过程中可采取预留反向偏移量，调整风缆受力，控制定位焊接时间，采用双面对称焊接技术，严格要求定位电焊等措施减少施工误差。拱肋合拢时的设计温度为 15+2℃，厂制的合拢段管节应预留调整长度，在现场接近 15℃的条件下可实测合拢段长度，并对原合拢段长度作适当调整，这样处理后，可以保证拱肋在零应力状态下合拢，确保支座不发生纵向和横向位移。

5、吊杆安装及拱肋内混凝土泵送

吊杆采用 PES7-73 高强平行钢丝束和 DESM7-73 冷铸镦头锚，吊杆计划由专业缆索厂制造，拱肋合拢后，测量吊杆实际长度，在工厂下料并镦头。运到工地后，在拱肋上设简易龙门架，由下往上穿入拱肋。吊杆安装时应从两端向中间对称依次进行，同时安装系杆的钢护箱、安装钢绞线系杆，钢绞线系杆按设计长度下料，编号后依次穿入。吊杆、横梁及系杆布置详见附图十二、十三。

钢绞线系杆安装后按设计要求进行张拉：首先张拉 6、7 号和 18、19 号系杆至设计张力的一半，然后对称泵送 2、4 号钢管内混凝土；待 2、4 号钢管内混凝土达到设计强度的 70%后，泵送 1、3 号钢管及缀板内腔混凝土；待 1、3 号钢管内混凝土达到设计强度的 70%后，张拉 5、8 号和 17、20 号系杆至设计张力的一半。整个施工过程均要求对称于两半拱、两拱肋进行。拱肋混凝土灌注采用泵送顶升方法，进料孔应尽量与拱轴线平顺，泵送顶升要连续，不得中途停顿，直到通气孔有混凝土溢出为止。拱肋混凝土采用微膨胀混凝土，膨胀混凝土配合比由试验室反复试配确定。施工时采用 4 台混凝土输送泵同时泵送，泵送时要注意管道法兰接口，防止混凝土飞出伤人。泵送混凝土施工工艺详见表 5-7。

6、横梁预制安装

跨铁路主桥横梁有 26 榀，跨运河主桥横梁有 32 榀，共计 58 榀，每榀梁自重 45t，梁长 16m。计划在预制场内集中预制，跨线主桥横梁可通过纵横向简易轨道牵引至位于拱肋范围内的缆索吊下，跨河主桥横梁可通过纵向轨道牵引到岸边，通过转向架转向后再滑移到船上，通过船舶运至位于拱肋范围内缆索吊下，按设计要求逐孔架设安装。横梁模板采用大块整体钢模，混凝土采用混凝土输送泵泵送方法施工。

（1）预制

①预制场内计划布置 4 个台座，2 套模板，制梁台座位于龙门吊机下，当梁体混凝土强度达到 70%以上时，通过龙门吊机使梁体脱离底模，移出制梁台座进行堆码存放。安装时，用龙门架吊起，放到简易平板拖车，通过简易轨道由卷扬机进行纵向牵引移动，然后通过轨道或船舶横向运至缆索吊下。

制梁台座基础采用浆砌片石，上部采用钢筋混凝土台座（注意预留孔道以便模板对拉连接），表面预埋 10mm 钢板，并设沉降缝，防止横梁施加预应力后引起地基不均匀沉降。

②预应力 I 字型梁施工工艺流程图（见表 5-8）。

③钢筋加工制作

钢筋型号、尺寸、绑扎、焊接、切割等施工必须符合规范要求。

钢筋在加工场加工后，运到预制场地绑扎成形，焊接按施工规范进行。

为保证混凝土保护层厚度，在钢筋和模板之间设置水泥垫块，垫块与钢筋骨架扎紧，并互相错开。

张拉孔道采用波纹管成型，波纹管位置应满足技术规范要求的平面、纵面线形，接头采用大号的波纹管作为接头管，重叠 15-20cm，用粘胶布密封，并每隔 0.5~1m 左右设置一道定位网筋将波纹管固定，定位网钢筋与梁体钢筋应焊牢，防止波纹管浇筑混凝土时上浮和下沉，波纹管管壁必须无破损，如有破损，可用粘胶布的方法修补。锚具安装按设计要求施工，并保证与钢绞线顺直。

④模板安装与拆除

模板采用定型钢模，由四节组成，每节长 4m，模板安装前应平整、光洁，并涂刷脱模剂。

模板的安装顺序：整修底模→安装钢筋骨架→安装侧模→全面检查模板及修整固定。

模板的拆装用龙门吊车，为防止漏浆，在端模与侧模、侧模与侧模相交处，挤塞止水胶条处理，模板的拆除根据气温及混凝土强度增长时间确定。

⑤混凝土施工

混凝土采用拌合站集中拌和，混凝土输送车或动力翻斗车运输，运到预制场内，用吊车及吊斗吊运浇注。由于钢筋较多，且有波纹管穿过，灌注混凝土时必须加强振捣。

注意事项：

混凝土原材料进场必须满足施工规范要求。

拌制混凝土时，应经常检测骨料的含水率，并据以调整骨料和水的用量。由于有波纹管，钢筋间距小，进石子材料时，一定要考虑满足浇注时混凝土能通过波纹管密集区。

混凝土浇注前，应检查设备的运转情况、水电供应情况，以防中途停盘。

混凝土拌和时间一定掌握好，并派专人专职操作。

在施工过程中，为防止波纹管漏浆堵管，立好模板后将波纹管吹干净，将钢绞线穿进去（采用先穿钢绞线，后施工混凝土的方法），穿钢绞线时，端头用黑胶布和铁包头包紧，中间用 20 号铁丝每隔 1m 左右以单层密排螺旋线绕扎牢固。

混凝土连续灌注时，采用分批斜向分层，灌注方向从梁的一端顺序进展浇注，至接近另一端时，改从另一端向相反方向投料，以避免梁端混凝土不密实。肋板浇注以附着式振捣器振捣为主，插入式振捣为辅，梁顶用平板式振捣器振捣，最后拖平、抹实、拉毛。

灌注过程中，由专人负责检查波纹管上下浮动，调整由拉预应力来调整，并随时轻轻拉动预应力束，防止波纹管漏浆堵塞管道。

试件按有关要求多做几组，并将几组留工地与梁一起养生，作为拆模、张拉、吊装的依据。

混凝土养护同连续箱梁养护办法。

⑥张拉与压浆工艺

在混凝土强度达到一定强度后，钢绞线即可进行张拉。

施工准备：油泵车、千斤顶、压浆泵、砂浆拌和机以及配套的各种机具设备，应在张拉前期维修保养完毕，以确保使用的完好性。千斤顶、压力表应配套加以校验，确定张拉力与压力表读数之间关系，当使用超过 200 次以上时应重新校核，张拉时出现应力不稳定现象也应重新校核。精心组织，明确分工，每个工班人员应熟练掌握操作技能。按图纸要求编制每个断面的预应力张拉顺序，控制应力延伸长度。锚垫板应平整，钢绞线夹入锚具时必须顺直，锚具平面应严格垂直于钢绞线轴线。

预应力张拉：采用两组钢绞线同时对称地两端同时同步进行张拉，张拉采用应力和应变双控，严格按施工要求进行。张拉程序： $0 \rightarrow$ 初应力 ($10\% \sigma_k$) $\rightarrow 105\% \sigma_k$ 持荷 5min $\rightarrow \sigma_k$ (锚固)，张拉时，注意测量每个应力相对的伸长值。张拉时，两端千斤顶升、降压应均匀稳定、同步加载，千斤顶的张拉力作用线应与预应力筋的中心线重合。预应力筋张拉时，断丝和滑丝数量不能超过规范要求。千斤顶后端严禁站人，并设防护装置，张拉时操作人员严守岗位，不允许闲谈，每根预应力筋张拉都应有完整记录。

预应力孔道压浆：预应力钢绞线张拉完毕后，一般在 24h 内孔道应尽早压浆，以免预应力筋松弛及锈蚀。一般在横梁移出台位运送到堆放场地后进行压浆，水泥一般采用硅酸盐水泥。水灰比应满足规范要求，掺入剂按配合比执行，水泥浆稠度应控制在

14-18s 之间，水泥浆在使用前和压注过程中应经常搅拌均匀。孔道压浆应缓慢、均匀、连续地进行并保证排气通顺，在孔道两端冒出浓浆并封闭排气孔后，应再持续 0.5-0.6Mpa，再封闭压浆孔。压浆一般采用二次压浆，间隔时间以先行压注水泥浆充分泌水且初凝前进行，一般为 30-40 分钟。压浆时，应做好试块，按规范要求标准养护 28 天。压浆泵要保持一定压力，以保证压入孔道内的水泥浆密实，并有适当的稳压时间。压浆结束后应立即将梁端水泥浆冲洗干净，并清除垫板、锚具以及梁端面混凝土的污垢，然后按设计封锚。

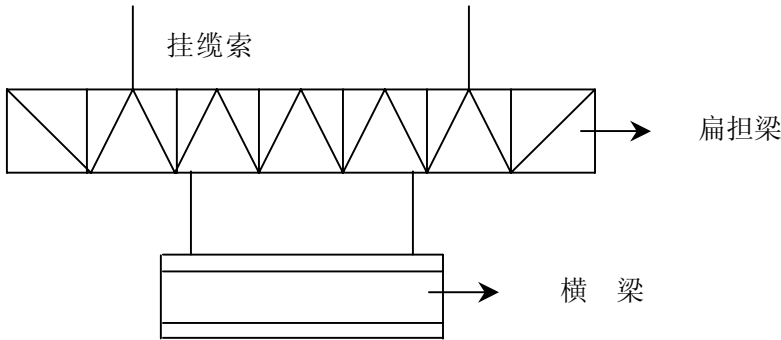
(2) 安装

吊装横梁时，由缆索吊结合 20m 六四式军用梁，下设若干道吊点下吊 16m 长的横梁，对位后通过提升缆索吊使横梁就位。

吊装时先吊 1、2、12、13 号横梁，从拱脚至拱顶对称进行；张拉 1、4 号和 13、16 号系杆至设计张力的一半；依次对称吊装 7、6、8、3、11 号横梁；张拉 9、12 号和 21、24 号系杆至设计张力的一半；对称吊装 4、10、5、9 号横梁；张拉 6、7 号和 18、19 号系杆至设计张力的一半；最后张拉横梁预应力索至设计值，核查各吊杆处横梁标高，密封吊杆下口。

7、纵梁预制安装

纵梁设计为钢筋混凝土空心板梁，每片梁长 4.6m，宽 1.24~1.36m，每片梁重 3-4t，两座主桥纵梁共计 62 块。采用预制场集中预制，汽车吊吊梁出槽，运至拱肋范围内的缆索吊下，跨河主桥纵梁采用船舶运至缆索吊下。纵梁施工工艺流程详见表 5-9。



扁担梁吊装横梁示意图

(1) 预制

①预制梁场设在两主桥之间已硬化的支架场地，计划上 4 条生产线，生产线的结构基础采用浆砌片石基础，上铺 10cm 混凝土面层，面层上预埋 6mm 厚钢板，钢板宽度与板梁底同宽。侧模采用大块定型钢模，芯模采用圆形充气气囊。

②施工工艺流程图(见表 5-9)

③施工工艺及要求

浇注混凝土前先整修底模，清除杂物，涂刷脱模剂，然后拼装侧模和端模。浇注过程中，由专人随时检查模板情况，充气气囊管在底板混凝土浇注后应迅速充气。

底筋在台座外制成钢筋骨架，吊至底座上后迅速绑扎顶部钢筋和气囊定位筋。

混凝土拌和采用自动计量拌合站拌和，混凝土运输车或动力翻斗车运输，运至梁场后直接入模。浇注时采用斜向分段水平分层工艺，先浇注底板，然后装入充气气囊，充气达到标准要求后再浇注腹板，后浇注顶板。

混凝土施工注意事项：混凝土宜掺用缓凝剂，以保证充气气囊放入模板，浇注腹板时的底板初凝满足要求。底板厚度必须满足尺寸要求，浇注腹板时应对称、均衡浇注，防止气囊上浮及左右摆动。浇注时，插入式振捣器避免碰撞钢筋骨架，顶面用平板式振捣器振捣，抹平后拉毛。混凝土采用覆盖草袋洒水养护，当混凝土达到一定强度后吊离槽位，继续进行洒水养护，养护时间 7 天以上。

(2) 安装

吊装时纵梁每 4 块一迭，吊至横梁后，采用斜拉方法在桥面上进行铺设，使桥面均匀加载。吊装过程中应保证纵梁间距及垂直度符合设计要求，各纵梁之间的连接部分采用现浇混凝土进行固结。

吊装纵梁顺序：先铺设中间 1/4 纵梁，张拉 2、3 号和 14、15 号系杆至设计张力；铺设中间另外 1/4 纵梁，张拉 10、11 号和 22、23 号系杆至设计张力；铺设左边 1/4 纵梁，张拉 5、8 号和 17、20 号系杆至设计张力；铺设右边 1/4 纵梁，张拉 1、4 号和 13、16 号系杆至设计张力，最后张拉 9、12 号和 21、24 号系杆至设计张力。

8、拆除缆索吊

上部结构全部吊装完成，经检查合格后即可拆除缆索吊。拆除顺序：拆除跑车→拆除起重索→拆除扣索→拆除牵引索→拆除主索→拆除工作索→拉临时缆风绳（保证塔架稳定）→拆除前后、左右缆风绳→拆除塔顶结构→各种周转材料、机械设备分类、上油入库。拆除过程中应特别注意塔架的稳定。

第八章 各项保证措施

一、确保工程质量和工期的措施

（一）质量保证措施

本工程质量自报等级为“优良”，施工中将认真贯彻我公司“满足顾客要求为宗旨，实现质量承诺为准则，领先行业标准为目标”的质量方针，本着对业主和建设单位高度负责的态度，认真执行 IS09000 质量管理标准，采用先进技术、工艺和设备，制定严格的质量管理计划，实行全员、全方位、全过程的质量控制，确保目标实现。

1、认真贯彻 IS09000 质量管理标准，建立完善的质量体系。

（1）成立以项目经理为主任，总工程师为副主任，有关职能部门负责人参加的质量管理委员会，实施工程质量管理，质量保证体系见质量保证体系框图。

（2）项目部设质量科，并配备专职质检工程师，施工队设专职质检员，在施工过程中自下而上按照“跟踪检查”、“复检”、“抽检”三个检测等级分别实施检测任务，制定严格的质检程序，实行质量一票否决制。检验质量保证程序见框图所示。

（3）建立从项目经理、施工队长到操作工人的岗位质量责任制，管生产必须管质量，建立严格的质量考核制度，实行优质优价的政策，将经济效益与质量挂钩。

（4）项目部成立中心试验室，在总工程师的领导下，开展检测检验工作，对现场工艺参数进行控制并及时反馈各种信息，用数据指导施工。

2、抓好施工过程的质量管理工作

（1）成立以总工程师为组长的试验检测小组，加强施工过程中的质量检测。

（2）加强技术培训与技术交流，组织专业技术人员上技术课，讲解各项工程施工要点，关键工序施工培训不合格者不得上岗。

（3）严格三级质量检验，加强工序质量控制。每道工序完成后，由工班先进行自检，然后由施工队专职质检工程师进行检验，再由项目部质检工程师检查，自检合格后报请监理工程师检查，并做好质量记录，每道工序验收合格后才能转入下道工序施工。

（4）定期组织质量检查与质量分析会，分析施工中存在的问题，制定出整改措施，并在施工中认真贯彻执行。

3、采取各种技术措施，把好施工质量关

（1）严把原材料进场关。对于主材（如水泥、钢材等）应进行抽检复验，不合格产品严禁进场；对于地材（如砂子、碎石等）应进行试验分析，严格控制其粒径及含泥量不超过设计要求。

（2）严把模板质量关。模板安装应牢固、紧密，选用的脱模剂应确保混凝土外观光洁，墩（台）帽混凝土采用一次性连续浇注，减少施工接缝。

（3）坚持施工过程中的试验值班制度。现场应对每车混凝土进行坍落度检查，并有施工记录，混凝土试件强度检测频率应达到规定要求。

（4）混凝土采用拌合站集中拌和，罐车运输，混凝土泵泵送入仓为主，以确保混凝土的整体施工质量。混凝土浇注时应由熟练工人进行分层布料，严格控制混凝土输送速度，防止漏捣或过振等现象的发生，杜绝混凝土的质量通病。

（5）附属工程砌筑砂浆全部采用机械拌和，台后路基回填采用压路机分层碾压压实，距台背 2m 内填料采用振动式冲击夯进行分层夯实。

（二）工期保证措施

本承包人将信守承诺，按合同工期要求按时完成施工生产任务，并制定如下保证措施：

1、建立健全领导机构。成立由副经理任组长，有关人员参加的地方关系处理小组，积极配合甲方完成征地拆迁，处理好各种施工干扰，保证施工正常进行。

2、精心编制实施性施工组织设计，科学组织施工，运用网络计划技术，实行动态管理，及时调整各分项工程的进度计划和机械、劳力配置，确保各项工程按期完成。

3、不断优化施工方案和生产要素配置，提高设备的完好率、利用率和机械化作业程度，为工程施工赢得时间。

4、实行工期目标管理责任制，严格计划、检查、考核与奖惩制度。

5、杜绝任何安全与质量事故。

6、积极推广和运用新技术、新工艺、新材料、新设备，提高施工技术水平，加快施工进度。

7、强化施工调度指挥与协调工作，超前布局谋势，密切监控落实，及时解决问题，避免搁置延误。重点项目或工序采用垂直管理，横向协调的强制手段，减少中间环节，提高工作效率。

-
- 8、严密组织施工，精心安排工序，保证均衡生产，并适时掀起劳动竞赛施工高潮。
 - 9、主桥钻孔桩开工要早，施工要快，为后续工程创造条件。
 - 10、冬季和雨季应合理组织好施工生产，确保整体计划顺利实施。

二、冬季和雨季施工安排

（一）冬季施工安排

1、为确保整体形象进度，冬季安排进行基础钻孔桩的施工、主桥拱肋钢结构的加工、缆索吊材料的准备、吊装结束后缆索吊的拆除。当平均气温连续 5 天稳定低于 5℃时，混凝土施工按冬期施工办理，主桥钢结构的加工采用工厂室内加工制作，按钢结构制造规范办理。

2、冬季施工钻孔桩混凝土全部采用商品混凝土，混凝土罐车配有保温罩，混凝土在漏斗内宜连续浇注，尽量减少热量的损失，确保混凝土灌注温度不低于 5℃。

3、在室外进行钢筋焊接时，气温不宜低于-20℃，III级钢筋须在焊前预热至 10℃以上并须焊完后立即保温淬火，并应防止焊接后的接头立刻接触冰雪。

4、加强天气预报，混凝土施工尽量避开寒流。

5、加强混凝土浇注过程中的测温工作，不合格混凝土不得浇注。

6、按冬施要求做好混凝土试件的制作与测试工作。

（二）雨季施工安排

1、按照总工期安排，雨季期间主要施工的项目有：连续箱梁混凝土的浇注，系杆拱桥的施工。在此期间应合理调配好人员、机具和设备，确保各项工序紧凑衔接，快速施工。

2、加强施工场地的防、排水工作，避免钢管支架基础因雨水浸泡而造成下沉。

3、雨季来临前做好水泥库的防潮处理。

4、加强施工材料的储备，避免因雨水干扰造成材料短缺而影响施工。

5、做好各种防汛准备工作。

三、安全保证体系及措施

（一）安全保证体系图（见框图）

（二）安全保证措施

1、建立以项目经理为首的安全领导小组，坚持管生产必须管安全的原则，建立岗位责任制，做到规范施工，安全操作。

2、强化安全机构，设专职安全员，负责日常安全管理工作。

3、建立健全各项安全制度及防护措施

（1）制定各类机械的运行规则及安全作业制度。

（2）制定用电安全须知及电路架设养护作业制度，现场电源实施箱式防护，均应设置自动保护装置。

（3）制定施工现场保安制度。

（4）制定工区防洪、防火措施，成立安全防汛领导小组，组成由 10~20 人的防汛抢险队，配置必须的抢险器材，随时应急处理突发事件。

（5）制定跨线、跨河缆索施工安全防护措施。

（6）执行有关劳动保护法规定的措施。

（7）健全通讯系统，保证各工地与指挥部、外界之间联络畅通，在事故易发点设专人巡查，发现问题及时上报和处理。

4、深化安全教育，强化安全意识。工作人员上岗前必须进行技术培训和安全教育，牢记“安全第一”的宗旨，安全员应持证上岗。

5、抓好现场管理，搞好文明施工。易燃易爆品要妥善保管，工程材料须合理堆放，施工信号标示齐备，风水管路、供电线路使用正确。

6、加强班组建设，选好班组长、安全员，积极执行：“三工、三检”和“周一”的安全活动，集思广益，发现问题，找出隐患，杜绝“三违”，把事故消灭在萌芽状态。

7、认真实施标准化作业，严肃施工纪律和劳动纪律，杜绝违章指挥与违章操作，保证防护设施的投入，使安全生产建立在管理科学、技术先进、防护可靠的基础上。

8、其他有关的实施性安全规则

（1）遇有暴雨或六级以上大风，停止一切高空、起重等作业，并做好防洪、防风准备。

（2）对机械的操作与管理，严格按照安全细则与安全操作规程进行，杜绝出现因搅拌、摔落、触电而亡的事故。

（3）吊装时，桥头两端要设安全员，操作必须严格执行“安全操作规程”。

（4）高空作业，必须设防护与安全网，施工人员系安全带，戴安全帽，穿防滑鞋，并且上下交叉作业时，采取隔离措施。

（5）对临时便道做好养护维修，确保晴雨通畅，对司机进行长期的安全教育，避

免在运输过程中发生车辆交通事故。

(6) 混凝土拌合站、预制厂设置位置均应高于洪水位标高，不受汛期影响，满足防洪安全要求。

(7) 拱肋接口处均应设置工作平台（挂篮式）和防风棚，焊接时，如遇雨天和风力超过四级时，必须采取可靠措施或停止作业。挂篮设置详见附图十四。

(8) 电焊机要有可靠的接地，焊钳把线要绝缘好。

(9) 起重作业设专人指挥，统一信号，吊臂范围内严禁站人。

(10) 起重作业专职起重工必须检查起吊机具的安全性，绳具应完好无损，绑扎应牢固可靠，不超负荷起吊。

(四) 跨运河、跨铁路施工安全措施：

本标段安全工作的重点是跨运河、跨铁路作业的安全防护，在施工过程中必须周密布置，万无一失。

1、跨运河施工安全措施：

(1) 施工前，首先将施工方案及施工步骤上报运河航道主管部门，共同商讨研究，对施工过程中可能对航运产生干扰的地方要征得航运主管部门的同意，并签署施工配合协议，在施工过程中请航运部门来人进行现场指导，以保证吊装的顺利进行。

(2) 大型构件的吊装宜临时封航，应提前作好计划，并尽量在航运低峰时间进行作业，以减少临时封航带来的损失。

(3) 我公司曾自行研制使用过多座缆索吊机设备，本桥施工中将由有丰富经验的技术人员进行跟踪指导，在技术上充分保证吊装的安全进行。

(4) 拱肋下方在通航限界上设置双层 4 米宽的安全防护网进行防护，防护网设置详见附图十五。

2、跨沪宁铁路施工安全措施：

(1) 施工前，首先将主桥的施工方案及施工步骤上报铁路分局，请分局有关部门召开专门会议，制定铁路施工配合计划。

(2) 由于沪宁线运营繁忙，中断运营损失很大，在吊装作业时，尽量选择在列车运营密度小的区间内进行，以减少临时封锁带来的损失。

(3) 施工前，计划在站线上方设置双层 4 米宽的安全防护网，正线上方设置 360m² 的栈桥封闭防护，安全网防护及栈桥封闭防护均设在铁路限界外。栈桥具体防护型式：

三股正线两边最外侧设置 3 座八三式军用墩，跨线架设 6 片 20m 跨的六四式军用梁，然后横向每隔 1 米铺设小型钢轨，钢轨上满铺 3mm 厚的钢板和竹夹板。

四、技术保证措施

（一）健全技术管理机构

我们在本工程中建立以项目总工程师为核心的、系统的技术管理网络体系，实行技术人员岗位承包责任制，逐级责任到人，一级抓一级，一级保一级，形成自上而下层层展开，自下而上层层保证的责任体系。本工程配高级工程师二名，专业工程师三名，负责技术管理、技术保障和技术攻关和现场质量管理工作。

（二）推行现代化技术管理

推行现代化技术管理,运用统筹法网络技术编制实施性施工组织设计,在保证工期的前提下,搞好资源优化,努力降低成本,并严格按照网络计划组织实施,使整个工程处于受控状态,做到紧密衔接,忙而有序,均衡生产,加快施工进度。

（三）完善施工技术管理措施

制定技术管理制度。根据业主有关技术管理的规定和要求，结合本工程的实际情况，本承包人将制定一整套切实可行的技术管理措施，使施工技术管理走向标准化、规范化，并着重把好以下六关。

1、把好图纸审核关。施工前项目总工组织专业技术干部认真审核本标段设计文件和施工图纸，切实领会设计意图，对施工区域内的水文、地质、气象认真进行调查，详尽周密地编制实施性施工组织设计。

2、把好技术交底关。技术干部对于每项工程除技术交底和对重、难点工程下发《作业指导书》外，还将进行工前技术培训，从材料使用、加工、各工序的质量标准、注意事项都要进行详细讲解，使每一个参加施工的人员，对图纸的设计要求《规范》标准，操作要领做到心中有数，避免作业中的盲目性和随意性。

3、把好测量放样关。接桩及拿到“两阶段施工设计图”后，及时对线路中线、方向控制桩、水准基点进行复测、固护工作。其复测精度要达到技术规范规定的要求。施工测量放样要严格符合有关规定要求,做好记录,保留原始数据,并经技术干部复核签字,按规定分类存档。施工放样所用的控制点、临时水准点,应定期组织联测,确保中线、水平、标高的准确性,各部几何尺寸在允许误差之内。

4、把好材料试验关。严格按照现行“试验规程”认真做好材料的试验鉴定和各种

配合比的设计选定工作。做到：材料有试验，试验有报告，配料有选择，检查有试件，施工有控制，资料有分析，未经试验合格的材料不允许进场和使用。

5、把好隐蔽工程检查签证关。凡是隐蔽工程在自检合格的基础上，必须经监理工程师检查签证后，方可进行下道工序的施工。施工中，及时收集各种资料，分析整理，为进一步施工提供可靠的技术数据。

6、把好混凝土的浇筑与养护关。在浇筑衬砌时，按设计的标号、厚度、次序、分层、两侧对称浇筑，保持平衡。混凝土浇筑要连续进行，如因故中止超过允许间歇时间，则按规范要求处理，确保混凝土整体结构、衬砌几何尺寸、表面平整度。在混凝土浇筑完毕后 12-18h 即可开始养护，养护时间至少七天，确保混凝土强度达到设计要求。

（四）积极推广采用新技术、新材料、新工艺

组织好施工生产，坚持把依靠科学技术和顽强的拚博精神有机地结合起来，通过人的主观能动性，把科学技术转化为生产力。大力采用新技术、新设备、新材料、新工艺，以加快工程进度，降低成本，保证质量，提高综合效益。

（五）运用现代化技术装备

在本工程的施工中，将运用高精度的仪器，混凝土施工采用工厂化生产一条龙作业，并采用先进的检测手段，控制施工的每一个环节。混凝土将采用 1 小时快速测定强度的检测手段。

（六）严格按照规范化施工，建立完整的技术管理体系

按照本《施组》确定的施工程序，精心组织流水线、平行作业，控制每道工序，狠抓工序衔接，实行施工技术、测量、试验、计量、技术资料全过程的标准化、规范化、精细化管理，做到定岗、定人、定责和技术标准、工作质量标准、管理标准、工程质量标准相统一。

五、环境保护措施

（一）建立健全强有力的环保体系

1、设立环保专业人员组成环境保护队，聘请 1 名环保专家担任技术顾问。

2、设立环境监测点，在业主环境保护监测站的指导下开展工作，配置足够的环境监测仪器，并派专人进行监测，随时向环保专家咨询，及时向环保部门汇报动态情况。

（二）减少粉尘污染

1、施工中严格遵守《中华人民共和国空气质量标准 GB3095-1996》，确保由于施工产生的空气悬浮颗粒(TSP)不超标。

2、在设备选型时，选择低污染设备，对可能造成粉尘污染的设备安装空气污染控制系统与设备同步运行。

3、在材料搬运过程中，可能产生粉尘的材料用水处理或喷洒水湿润，工地安装固定喷管系统，在装卸前湿润多尘的物料。

4、运送水泥的车辆装载不得超过挡板，上面用干净的防水布覆盖严密。

5、砂石料要三边封闭储存，在取走时或堆放新料时要喷水湿润。

6、车辆行驶路线尽量远离易扬尘贮仓，施工道路定期洒水和打扫。

（三）妥善处理弃碴、弃土

在弃土场或弃碴场修筑挡护构筑物，开挖排水通道，确保碴土稳定不流失。

六、农忙季节施工保证措施

1、本承包人上场队伍基本由铁路路内工人组成，不存在工程分包、转包、零工参与主体和重点项目施工。施工中应合理安排职工正常调休，确保施工中不减员和施工生产的正常进行。

（2）农忙季节农用电量增大，造成施工用电紧张，现场应配备发电机具，备足油料，以备自发电保障施工。

（3）农忙季节部分施工便道的非施工机具流量增大，对施工运输形成干扰，应组织好车辆运输，并在易形成堵塞的位置派专人执勤，并加强对便道的维修养护。

七、缺陷责任期内维护方案

根据招标文件规定，在维护期内，承包人将留一定人员、物资、机械设备等，组织一个“缺陷责任期工程维护”小分队，制定切实可行的维护方案定期对大桥进行检查，发现问题及时处理，当劳力不足时，可随时雇用当地劳务。

八、特殊作业人员的保健措施

为保证施工人员的身体健康，本承包人在指挥部设卫生所，配专职医生 1-2 名，能进行现场急救包扎和治疗常见病，并有针对性的进行保健预防服务。与公司中心医院联系，到工地定期对职工进行体检，防止职业病和传染病的蔓延。同时，加强同当地医疗卫生院的联系，及时抢救突发病员。