

目 录

1、工程概况.....	
<u>2、工程特点及工程重点难点</u>	
<u>①、工程特点</u>	6
<u>②、工程重点和难点</u>	7
<u>3、施工方案说明及施工总体流程</u>	
<u>①、施工方案说明</u>	7
<u>②、施工总体流程</u>	8
<u>4、施工总平面布置</u>	
<u>5、本项目重、难点工程的施工方案及技术措施</u>	
<u>①、栈桥、工作平台设计及施工</u>	9
(1)、栈桥设计.....	9
(2)、栈桥、工作平台施工.....	10
<u>②、水中墩钢护筒施工</u>	
<u>③、水中墩大直径挖孔桩施工</u>	12
(1)、土石方开挖.....	12
(2)、护壁施工.....	12
(3)、钢筋笼制作.....	12
(4)、砼灌注.....	13
(5)、施工工艺流程.....	13
(6)、挖孔桩开挖施工技术措施.....	13
(7)、钢筋笼加工与吊装.....	13
(8)、灌注水下砼.....	14
<u>④、水中墩钻孔桩施工</u>	15
(1)、钻孔.....	15
(2)、出渣.....	15
(3)、终孔、清孔.....	15
<u>⑤、水中墩桩基础泥浆处理</u>	16
(1)、处理原则.....	16

(2)、处理顺序.....	16
§6、水中承台套箱围堰及大体积砼施工.....	17
(1)、承台钢套箱设计原则及设计参数.....	17
(2)、钢套箱安装.....	20
(3)、套箱内防水封闭.....	21
(4)、封底砼灌注.....	21
(5)、套箱内抽水.....	22
(6)、承台大体积砼施工.....	22
§7、12#、13#主墩 V 撑施工.....	24
(1)、施工顺序及工艺流程.....	24
(2)、支架搭设.....	24
(3)、劲型骨架安装.....	25
(4)、钢筋施工.....	25
(5)、模型安装及水平杆施工.....	25
(6)、砼灌注.....	25
(7)、施工措施.....	25
§8、12#、13#主墩顶段施工.....	26
§9、11#、14#墩墩柱、盖梁及墩顶段施工.....	27
(1)、墩柱施工.....	27
(2)、盖梁施工.....	27
(3)、墩顶段施工.....	27
§10、挂蓝设计及构造.....	28
§11、悬灌节段施工.....	30
§12、梁体混凝土施工.....	31
(1)、施工技术要求.....	31
(2)、混凝土技术指针.....	31
(3)、配合比中原材料的选定.....	31
(4)、试验方案的选择.....	32
(5)、混凝土配合比设计.....	32
§13、预应力施工.....	32

(1)、纵向预应力施工	32
(2)、横向预应力施工	33
(3)、竖向预应力施工	33
(4)、孔道压浆	34
§4、10#、15#墩墩旁段施工	34
(1)、施工方案工艺流程	34
(2)、施工方法及技术措施	34
§5、连续梁合拢及体系转换	35
§6、施工监控及量测	36
6、南北引桥的施工技术方案及技术措施	
§1、钻孔桩施工(陆地部分)	39
(1)、施工准备	39
(2)、钢护筒埋设	39
(3)、泥浆	39
(4)、钻孔	39
§2、承台及系梁施工	40
(1)、基坑开挖工程	40
(2)、模型	40
(3)、钢筋	41
(4)、混凝土灌注	41
(5)、基坑回填	41
§3、墩柱及盖梁施工	41
(1)、墩柱施工	41
(2)、盖梁施工	42
§4、箱梁预制	43
(1)、施工方法及工艺流程	43
(2)、施工技术措施	44
(3)、箱梁预制工艺标准	47
§5、箱梁架设	47
(1)、架梁施工顺序	47

(2)、 <u>施工方法</u>	47
(3)、 <u>桥梁架设安全措施</u>	48
§6、 <u>桥面系及附属工程施工</u>	50
(1)、 <u>施工工艺流程</u>	50
(2)、 <u>中间湿接缝施工</u>	50
(3)、 <u>边梁悬挑板施工</u>	50
(4)、 <u>桥面板铺装层施工技术措施</u>	51
(5)、 <u>防撞墙施工</u>	51
(6)、 <u>桥梁附属工程</u>	52
7、 <u>南北引道的施工方案及技术措施</u>	
§1、 <u>碎石桩施工</u>	52
(1)、 <u>施工方法及工艺流程</u>	52
(2)、 <u>施工技术准备</u>	53
§2、 <u>土石方施工</u>	54
(1)、 <u>主要施工方法及工艺流程</u>	54
(2)、 <u>挖方主要施工技术措施</u>	54
(3)、 <u>填方主要施工技术措施</u>	55
(4)、 <u>土石方施工质量控制</u>	56
§3、 <u>道路基层施工</u>	56
(1)、 <u>施工工艺流程图</u>	56
(2)、 <u>施工准备和方法</u>	56
(3)、 <u>水泥石屑稳定层主要施工技术措施</u>	57
(4)、 <u>道路侧平石施工</u>	59
§4、 <u>挡护工程施工</u>	59
8、 <u>施工进度计划</u>	
§1、 <u>总工期及关键工序工期安排</u>	61
(1)、 <u>总工期</u>	61
(2)、 <u>关键工序工期</u>	61
§2、 <u>关键工序施工组织</u>	61
(1)、 <u>施工准备</u>	61

(2)、主桥施工	61.....
(3)、引桥工程施工	63.....
(4)、桥面系及铺装层	63.....
(5)、桥面附属工程	64.....
(6)、引道路基处理及土石方	64.....
(7)、引道路基附属	64.....
(8)、场地整理及竣工交验	64.....

广州市黄洲大桥施工技术方

1、工程概况

§ 1、黄洲大桥北起广州市天河区科韵路，南跨珠江与海珠区新港东路衔接，全长 1380m，为上下分离式双幅梁式桥。根据两岸道路的衔接关系和建筑限制，综合考虑投资规模，黄洲大桥的孔跨布置为：北引桥为 10×30m 部分预应力混凝土组合箱梁；主桥为一联（70m+135m+160m+135m+70m）三向预应力混凝土 V 型支撑连续刚构—连续梁组合结构；南引桥为 4×40m+5 ×35m 部分预应力混凝土组合箱梁，净宽 30m，桥梁全长为 1205m, 引道长 175m。

§ 2、主桥基础分别采用挖孔桩和钻孔灌注桩基础，单幅桥 V 撑桥墩采用 4 根 Φ280cm 挖孔桩，纵横向均为 2 排；135m 跨梁桥墩采用纵横 2 排的 Φ200cm 挖孔桩，70m 跨桥墩采用 6 根 Φ150cm 钻孔桩，纵向 2 排、横向 3 排。承台厚度设计为 3.5m、4.0m。主跨桥墩基础桩按柱桩设计,桩底均置于岩层微风化带以下。V 撑斜肢为钢筋混凝土箱形结构，截面为单室双箱，中间设隔板分为上下两节。斜肢高 2.3m，宽度与箱梁一致，均为 8.0m。内部单个空箱尺寸为：宽 3.20m，高 1.10m，内设 0.20×0.20m 的倒角。主跨侧斜肢长 25.914m，次跨侧斜肢长 25.524m（承台顶至梁撑理论分界线）。承台顶设 V 撑台座,台座长 6.00m，宽 8.00m,高 3.60m。斜肢箱体两端设有实体过渡段以连接箱梁和台座。为方便施工,在斜肢内设有由槽钢和角钢组成的轻型钢骨架,以承担模板及所浇筑的混凝土.箱梁顶宽 15m,箱底宽 8m，两侧悬臂各 3.5m，箱梁顶面与线路线形一致,梁底下端除各跨跨中 2.0m 长合拢段及边跨两端 14m 为等高段外，其余梁体缘曲线线形均为二次抛物线，托顶梁梁底为圆曲线。

§ 3、引桥墩台基础采用 $\Phi 120\text{cm}$ 或 $\Phi 100\text{cm}$ 钻孔灌注桩，桩底置于基岩微风化带以下，按柱桩设计，桩长在 $12\sim 34.5\text{m}$ 之间；盖梁采用倒 T 形盖梁；桥墩均采用双柱式桥墩,矩形截面，桥墩高度在 $5.0\text{m}\sim 26.0\text{m}$ 。引桥下部工程均为钢筋混凝土结构，桥墩采用双柱式矩形桥墩,矩形截面设 $R=15\text{cm}$ 圆弧倒角。引桥上部结构主要采用预制部分预应力混凝土组合箱梁，桥面连续。与主梁及桥台相接的孔跨组合箱梁采用半挂孔形式外，其余均按挂孔梁设计。

§ 4、地质及水文：黄洲大桥处在天河向斜南翼翘起端，岩层倾向北西或近西，倾角为平缓,未发现断构造迹象。地面为第四系覆盖层，下伏基岩为白垩纪上统(k2)，中间缺失第三系。覆盖层由人工填土和海陆交互沉积的淤泥质土、淤泥质砂以及海相冲积的砂层所组成。基岩为白垩纪上统大郎山组三元里段(k2d1)。在区域地中上，三元里段(k2d1)的岩性主要为杂色砾岩及暗红色粉砂岩、细砂岩、砾质长石石英砂岩。桥址范围内,三元里段岩性主要为粉砂岩、细砂岩、粗砂岩、含砾粗砂岩、砾岩以及粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,中厚层~厚层状构造，泥质、钙质胶结。

珠江宽约 552m ，自西向东流。勘察期间测得涨潮最高水位为 6.01m ，低潮水位为 3.30m ,最大潮差为 2.71m ；珠江径流年内分配不均匀，讯期为 $4\sim 9$ 月，流量占全年径流量的 $80\%\sim 90\%$ ，最大月径流量一般出现在5月份或6月份，珠江是感潮河段，潮属不规则半日潮，每天基本上有二涨二落,往复流十分明显，日平均潮差一般为 2.0m 左右。详勘期间钻孔稳定水位表明，地下水位埋藏较浅，所测水位为第四系孔隙水和基岩裂隙水的混合水位，水位埋深为 $1.45\sim 3.70\text{m}$ ，平均埋深为 2.66m ，标高为 $3.83\sim 6.43\text{m}$ ，平均标高 5.26m ，珠江河位平均标高为 4.66m 。

2、工程特点及工程重点难点

§ 1、工程特点

(1)、黄洲大桥规模大，主桥为一联($70\text{m}+135\text{m}+160\text{m}+135\text{m}+70\text{m}$)三向预应力混凝土 V 型支撑连续刚构-连续梁组合结构,设计技术标准高，主墩采用的 V 型斜撑刚构，其跨度处于同类桥梁的首位；

(2)、12#至 18#墩均位于江中，12#、13#墩处于主航道孔的两侧,基础直径采用直径达 2.8m 的挖孔桩，全部为嵌岩桩基础，共计有 7 个墩处于水中，基础施工中受洪水、潮水、台风和通航影响甚大。

(3)、水中墩及主梁施工时涉及到珠江水域施工的工作平台、钢护筒、钢围堰、托架和挂蓝设备等构件的加工量甚大，相应的材料运输量同样也相当大。

(4)、箱梁断面高且钢筋、管道密集，全断面一次浇筑有较大难度；悬灌段悬灌梁体线性和挠度控制要求高；箱梁砼须同时具备高强、早强、高流态、缓凝的特点，才能满足悬灌节段的特殊要求。

(5)、全桥的合拢措施和体系转换顺序相当重要，须在科学计算的基础上加以确定。

(6)、主桥 11#~12#墩间的悬灌段在通过热电厂泵房时,净空高度相当低，设计挂蓝的底模平台时必须予以考虑，需要刚度大、稳定性好、移动方便、承载量相当的轻型挂蓝方能满足悬灌要求；

(7)、全桥具有工作面多,工序复杂的特点，在工期较短的情况下，必须有周密的施工组织才能保证工程质量和工期的实现。

§ 2、工程重点和难点

主桥是全桥施工的重点和难点，对大桥的工程质量、进度和工程造价有很大的影响。这些重点和难点包括：

- (1)、深水大直径挖孔桩基础；
- (2)、深水吊箱围堰及大体积承台混凝土浇筑；
- (3)、V 型斜撑施工；
- (4)、长大墩顶段箱梁现浇施工；
- (5)、挂蓝对称悬灌箱梁节段及线形控制；
- (6)、连续梁合拢及体系转换。

3、施工方案说明及施工总体流程

§ 1、施工方案说明

(1)、我们通过对与主桥有关的水文及地质条件、通航情况、施工所需投入的设备和施工技术水平等因素进行详细分析，以及对几种常见的施工方法进行技术和经常比较后，决定采用钢管桩栈桥及工作平台的施工方法来完成全部水中墩的施工。即从珠江北岸桥位旁的现有码头处搭设一座约 100m 长的栈桥至水中 12# 主墩,从珠江

南岸(18#~19#间)线路中心线搭设一座约 320m 长的栈桥至水中 13# 主墩处,并在水中各墩位处扩大成作业平台来完成水中墩桩基和承台的施工,同时利用栈桥和作业平台完成主桥梁部的施工。这种方法的优点是:①、两端栈桥延伸至主墩位后,在 12、13# 墩之间留出 120m 不影响通航的要求;②、搭设栈桥和工作平台采用的钢管、型钢等材料容易解决,施工完后可回收利用;③、搭设栈桥和平台的主要设备仅用打桩船、汽车吊、振动锤等;④、栈桥及作业平台设计考虑施工设备的使用,包括吊车、运输车、拖车、钻机等,变水上施工为陆上作业;⑤、栈桥和工作平台还可利用作为施工水中墩的 V 型撑、墩柱及盖梁、墩顶段、悬灌段和墩旁段的辅助手段。

(2)、11# 墩位于旱地上,按常规方法施工;引桥的基础为钻孔桩,分布在水中和陆地两个部分,其中水中墩(15~18#)桩基采用栈桥和工作平台,在桩位处打入钢护筒护壁,冲击钻成孔的施工方法,承台则采用有底吊箱围堰施工;陆地上的桩基则采用旋转钻钻机成孔工艺,其它部位按常规方法施工。

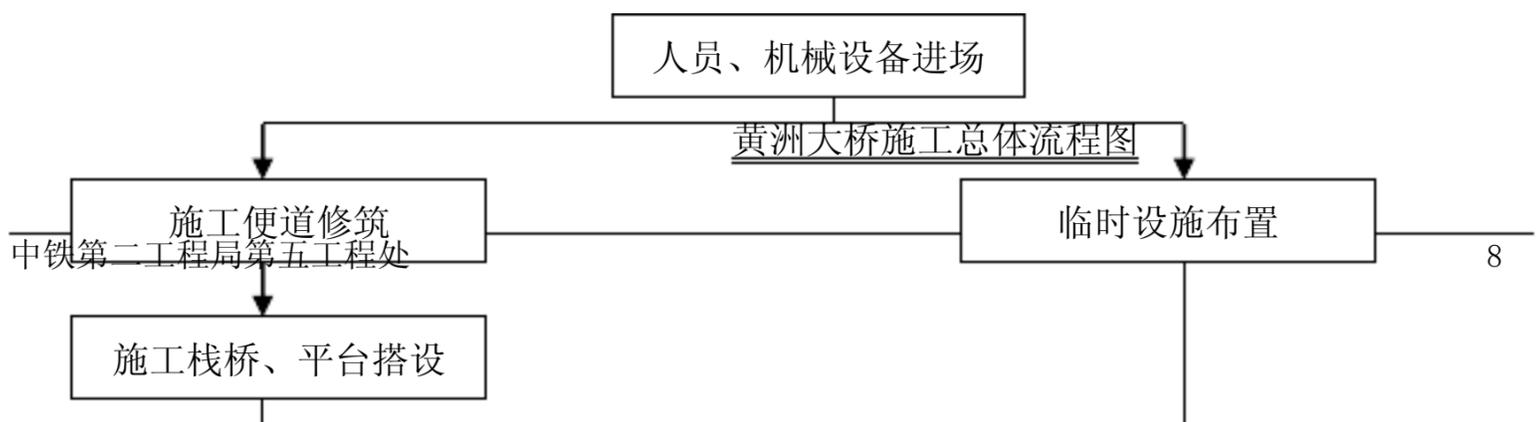
(3)、0#台至 10#墩的简支梁全部位于珠江北岸的陆地上,离地面高度较低,在施工用地的红线范围内,制梁场地就近设置在桥墩旁,沿线路纵向布置,架梁采用汽车吊双机抬吊至盖梁部位后横向移梁就位。15#墩至 24 台间因 15#~19#简支梁位于水上、制梁场地集中于台后已成型的路基上预制,用 DF III—50/150型架桥机架设。

§ 2、施工总体流程

(1)、施工指导思想:精心组织,创建优质,文明施工,守信重誉,安全高效,确保工期。

(2)、施工原则:根据工程规模、工期要求、工程特点、施工工艺及地质条件,合理配备生产要素,坚持高起点、高标准、严要求,按“统一指挥、网络管理、分工负责、全面推进”的施工原则,多工序立体交叉平行流水作业,以主桥为重点,大型临时工程和引桥部分超前统筹安排,齐头并进,充分利用时间、空间相互配合,确保按期全面完成任务。

(3)、施工总体流程:施工总体流程见《黄洲大桥施工总体流程图》。



4、施工总平面布置

§ 1、根据工程分布的具体情况，北岸自拌混凝土供应大桥 0# 台至 12# 墩施工所需要的所有砼（包括桩基、墩台盖梁、预制梁和悬灌梁、桥面及台后引道等）。南岸自拌混凝土供应大桥 13# 墩至 24 台施工所需要的所有砼（包括桩基、墩台盖梁、预制梁和悬灌梁、桥面及台后引道等）。

§ 2、大桥北岸简支梁为 30m，南岸为 35m 和 40m 两种，重量大,运输困难，为便于桥梁的架设，北岸拟将梁部预制场分别设在 0# 台与 10#墩间的西侧,南岸则将梁部预制场分别设在 24# 台后的路基上。

§ 3、根据现场实际，工程用水、用电分成 0#~12#（包括台后引道、主梁悬灌）、13#~24#（包括台后引道、主梁悬灌）两个施工段提供，在业主提供的水、电接口位置，布设管线引入到包括大桥主墩（铺设在栈桥上）和台后引道在内的各作业面，同时备用发电机，以应付现场可能出现的停电。

本工程的场地平面布置详见《广州市黄洲大桥项目工程施工场地平面布置图》。

5、本项目重、难点工程的施工方案及技术措施

§ 1、栈桥、工作平台设计及施工

黄洲大桥 12#~18# 墩位于珠江水域中，墩位处平均水深 4.0~7.0m,河床覆盖为淤泥层和中粗砂层，下伏泥质粉砂岩,覆盖层厚度为 2.0~8.0m，为保证水上钻(挖)孔桩、承台、墩柱、盖梁和悬灌梁作业方便，综合比较以选用搭设临时钢管桩栈桥变水上施工为陆上施工的方案,来解决钻机、吊车、砼运输车和各種施工材料顺利到达作业面，确保工程的顺利进行。

(1)、栈桥设计

①、栈桥平面布置，综合考虑桥梁的平面投影位置、墩台设计位置及通航的要求,栈桥平面布置如下:北岸栈桥从取水泵房的西侧既有码头开始至12#墩工作平台;南岸栈桥则从 18#~19#墩间岸边码头开始一直沿线路中心线至 13#墩水上工作平台，12#墩和 13#墩中间不设施工栈桥，以保证施工期间通航顺利。其平面位置是《黄洲大桥钢栈桥布置示意图》。

②、栈桥构造形式：钢管桩栈桥按纵向 5.5 米一排，每排 3 根钢管布置（钢管

间距 2.0 米)综合考虑栈桥恒载和施工荷载等,钢管桩采用直径 $D=600\text{mm}$, 壁厚 $t=5\text{mm}$ 的钢管,要求单桩承载力不小于 300KN , 栈桥横向钢帽梁采用 I40a工字钢, 纵向纵梁采用 50Kg/m 钢轨, 上铺 10mm 厚钢板作行车桥面面层。栈桥两侧设栏杆和悬挂防撞警示标志.

③、栈桥桥面高程：结合南北岸标高和设计施工水位标高，栈桥桥面标高按 $H=7.5\text{m}$ 控制。

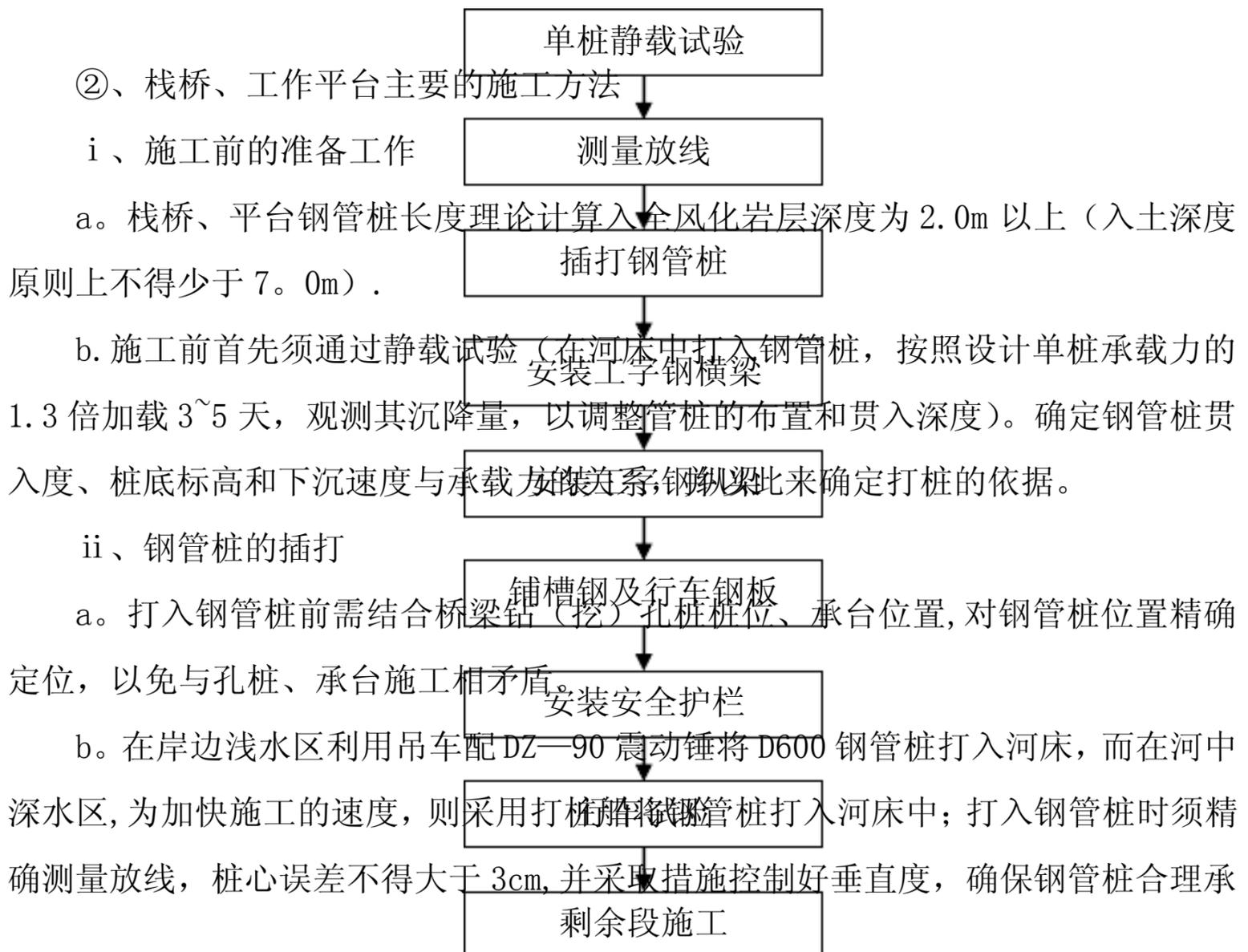
④、工作平台的布设

水上工作平台的设计和布置原则同栈桥的设计和布置，但考虑到承台钢套箱、墩柱、帽梁、V 撑梁段和连续梁 T 构及现浇梁段的施工,工作平台的钢管桩布置除满足基础施工外,还需满足万能杆件支架的搭设需要。详见《12、13#墩工作平台布置图》、《14#墩工作平台布置图》、《15#墩工作平台布置图》《16~18#墩工作平台布置图》。

(2)、栈桥、工作平台施工

①、栈桥、工作平台施工工艺流程

栈桥、工作平台施工工艺流程见《栈桥、工作平台施工工艺流程图》。



载。

c. 钢管打入后在钢管与钢管间增设纵、横向的整体稳定性。

d. 钢管桩未入土部分的空钢管中根据需要用中粗砂夯填密实, 以增强钢管桩的受力。

iii、桥面、平台面结构

桥面、平台面结构由横梁、纵梁及槽钢、钢板（局部非主要受力部位可采用 5cm 厚木板）组成。

a. 钢管插打后, 在钢管顶开“U”形口, 设置 U 形卡, 并将工字钢横梁安放在 U 形卡中, 为防止钢管失稳, 工字钢横梁不宜与钢管焊接连接。

b. 按设计计算要求, 50Kg/m 钢轨纵梁, 按 10 根一组布设, 每跨 L/4、L/2、3L/4 处设横向连接系, 两端与工字钢帽梁焊接连接。

c. 桥面系为平铺的行车钢板, 钢板须与钢轨焊接, 以防钢板滑车（行车钢板上设防滑条）。

iv、每段栈桥平台施工完时, 须作过车试验, 确认安全后方可向前推进。

§ 2、水中墩钢护筒施工

水中墩 12#至 18# 墩桩基共计 56 根, 桩径分成四种: 12#、13# 墩为 16 根 280cm 挖孔桩, 14#墩为 8 根 200cm 挖孔桩, 15#墩为 8 根 150cm 钻孔桩, 16~18# 墩为 24 根 120cm 钻孔桩; 另在 12#~13#墩处设直径 100cm 防撞墩 28 根。根据我们以往同类桥梁施工的经验, 280cm 桩基钢护筒采用直径为 320cm, 用 16mm 钢板制作; 200cm 桩基钢护筒采用直径为 240cm, 用 14mm 钢板制作; 150cm 桩基钢护筒采用直径为 170cm, 用 12mm 钢板制作; 120cm 桩基钢护筒采用直径为 140cm, 用 10mm 钢板制作; 100cm 桩基钢护筒采用直径为 120cm, 用 8mm 钢板制作. 确保在震动锤施打和土体挤压下, 筒体的强度和刚度得到保证。

(1)、用卷板机卷制成筒, 在焊接平台上采用双面坡口焊接。考虑运输、装卸起吊设备等因素, 长大护筒分节加工, 护筒构造上, 在下端一定范围用钢板全圆周加焊, 底脚加工成刃脚形式, 以利插入, 护筒顶因传送震动锤的作用力, 在 1m 范围内必须加强。此外, 为防止护筒下沉时发生纵向变形, 在其外壁间隔焊一些条型钢板。护筒顶部用带法兰盘的 1m 节段与振动锤联结器相接, 可拆卸倒用。

(2)、作业平台预先调整铺设, 留出护筒孔位。先将下节护筒运至作业平台, 用

吊机吊入孔位,边下沉边测量、校正,直至置于河床上固定为止.接着吊装上节护筒与置于河床上的下节联结,作业人员可在筒内外利用活动吊蓝进行内外全圆周焊接。

(3)、带有法兰盘的护筒就位后,用吊车将联结器置于护筒顶端,调整就位后用螺栓联结法兰盘,(联结器本身用钢轨骨架,与上、下两法兰盘焊接成整体)护筒下沉时用设置在作业平台的导向架控制方向,以垂直度符合要求。最后在其顶端吊装振动锤。

(4)、用 D-2500 船载打桩机完成 320cm、240cm 钢护筒插打, DZ —90 型振动锤完成 170cm、140cm、120cm 钢护筒插打,振动下沉不同桩径、深度不一的护筒时,可通过计算振动锤应开启振动力,总的要求是将护筒打入并穿过全部覆盖层,并穿过强风化层。护筒下沉至预定标高,经反复振动,下沉量很小或基本小沉时,即完成插打。

§ 3、水中墩大直径挖孔桩施工

本桥共有挖孔桩 32 根,桩径为 2.8m 和 2.0m 两种规格,其中 $\Phi 2.8\text{m}$ 位于 13# 和 14# 墩,共 16 根,桩长均为 24m,共计 416m。 $\Phi 2.0\text{m}$ 位于 11#、14# 墩,共 16 根,桩长 24m 和 32m 两种,计 448m,均嵌入微风化砂岩。施工采用钢护筒下至强风化层 2.0m,人工开挖,卷扬机起吊,灌注水下砼方法施工,鉴于孔桩较近,用错台施工的方法进行作业。

(1)、土石方开挖

用 16mm 钢板卷成直径 3.2m (对 $\Phi 2.8\text{m}$ 桩) 和 2.4m (对 $\Phi 2.0\text{m}$ 桩) 两种规格的钢护筒,运至桩位处,用振动法将钢护筒下至强风化层 2.0m,对于淤泥质粉砂,砂层用吸泥方法进行吸附开挖,在进入强风化砂岩,采用配套风镐开挖。吸附出的泥浆,直接用泥浆运输车运至指定地点倾倒,开挖的风化层,用卷扬起吊至运土车运走。

(2)、护壁施工

护壁采用 C25 砼,壁厚 25cm,节与节之间用 $\Phi 10$ 钢筋连接间距 15cm,见下图。

护壁施工采取组合式钢模拼装而成,拆上节,支下节,循环周转使用,砼拌制用机械拌制,用吊车运输,人工浇筑,砼强度达到 3Mpa 方可拆模。

(3)、钢筋笼制作

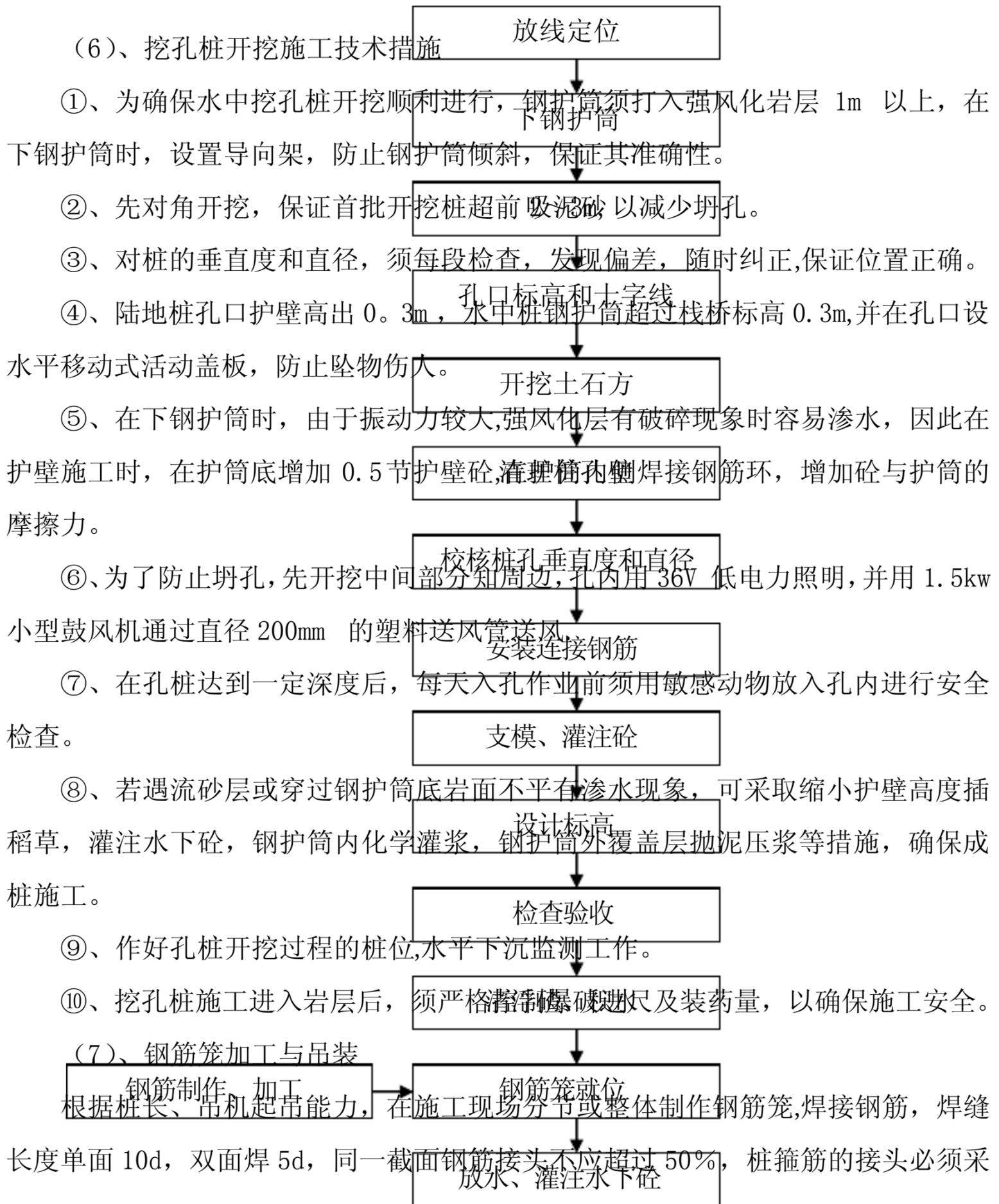
在钢筋制作场地内将钢筋按照设计分节加工成形,用吊车在孔口吊装焊接,放

置在设计标高,为了防止在吊装和运输过程中钢筋笼变形,在内侧每隔 2.5m 设一道加劲箍.

(4)、砼灌注

在挖孔桩挖至设计标高,清理完浮碴,下完钢筋笼,向孔内放水,按照灌注水下砼方法进行施工。

(5)、施工工艺流程



用双面焊接。在钢筋骨架外侧加焊控制钢筋骨架与孔壁间距的附耳钢筋，以保证主筋保护层厚度。

采用吊机整体或分节吊放制作好的钢筋笼，钢筋笼分节接头采用双面搭接焊连接。钢筋笼吊放就位后与护筒临时焊接固定，以确保钢筋笼在灌注砼时不上浮、下沉和移位。作为成桩质量检测的无缝钢管固定在钢筋笼上，随钢筋笼一起安放。

(8)、灌注水下砼

用导管灌注水下砼，导管在使用前进行水密及承压试验，确保导管密闭不漏水。导管直径 $\Phi 250$ ，各节导管间用 $\Phi 16$ 螺栓将法兰盘联接，拼接好的导管长度与护筒顶到孔底尝试大致相等。导管拼接好，用吊机辅助下导管，并做好记录。导管下至孔底后在顶上接上灌注漏斗，并导好堵塞球，将砼倾倒进漏斗中并将漏斗盛满。堵塞球吊绳，灌下砼。

在砍球的同时将导管提升 40cm 左右，便于灌注封口砼。第一次灌注的砼要保证能封住导管底，并使其埋入一定深度，这就要求导管漏斗应有足够容积，同时准备吊斗中装满砼，砍球后紧接着漏斗中的砼一起漏下，以满足封管要求。水下砼开灌后就要连续不间断直到设计标高。灌注过程中计算及实测砼顶面高度同时进行，随时获取埋管的准确深度，及时拆卸导管，其埋深严格控制在规定范围内。桩身砼灌注至设计桩顶标高以上 0.8m 时可停止灌注，抽出导管。

砼由砼运输车运至栈桥平台上灌注，首批灌注的砼的初凝时间应符合规范要求。砼粗骨料不大于 40mm，坍落度 18~20cm，初凝时间控制在 6 小时以上，具有较好的和易性。

灌注水下砼过程中注意下列事项：

①、砼运抵灌注地点时，检查其和易性，坍落度等情况，如下符合要求，应进行第二次拌合，如仍达不到要求，不得使用。灌注首批砼时，导管下口至孔底的距离为 25~40cm，首批砼储量保证灌注后导管埋入砼中的深度不小于 1.0m。

②、灌注开始后，连续有节奏地进行，并应尽可能缩短拆除导管的间隔时间，当导管内砼不满时，徐徐地灌注，防止在导管内造成高压空气囊，压漏导管。地灌注过程中，应经常保持孔内水头，防止坍孔，定时检测孔内砼面的位置，及时调整导管埋深。

③、灌注过程中，将孔内溢出泥浆引入沉淀池，沉淀后外运，防止污染。

§ 4、水中墩钻孔桩施工

水中墩钻孔桩部分因采用震动锤打入长钢护筒护壁,无须担心孔壁坍塌,仅在护筒底脚以下加固孔壁,因此水中墩钻孔桩全部用冲击钻成孔,吊机吊放钢筋笼,导管灌注水下砼成桩的施工方法。

(1)、钻孔

冲击钻成孔时,钻机就位,立好钻架,对准桩孔中心,拉好缆风绳,便可开始钻孔。开始时应先在孔内灌注泥浆,泥浆比重等指标根据土层情况而定。如孔中有水,可直接投入粘土,用冲锤以小冲程反复冲击造浆。钻进过程中,应始终保持孔内水位高出地下水位 1.5~2.0m,并低于护筒顶面 0.3m,以防溢出。掏槽应及时补水。护筒底脚范围内一般比较松散易坍孔,可按 1:1 投入粘土和小片石(粒径不大于 15cm),用冲击钻锤,小冲程反复冲击,使泥膏、片石挤入孔壁,必要时重复回填反复冲击 2~3 次力求孔壁坚实。

钻孔中若遇倾斜岩层冲击面不平时,应先投入粘土、小片石将表面垫平,再用十字型钻锤进行冲击钻进以防斜孔、坍孔。冲击钻进过程中要注意均匀地松放钢丝绳的长度,防止松绳过少,形成“打空锤”,使钻机、钻架及钢丝绳受到过大荷载而遭损坏。松绳过多,则会减少冲程降低钻进速度,甚至使钢丝绳发生纠缠。

(2)、出碴

破碎的钻碴部分和泥浆一起被挤进孔壁,大部分需清出孔外.出碴的方法是抽碴筒抽取。一般在密实坚实土层,每小时纯钻进小于 5~10cm,松软地层每小时纯钻进小于 15~30cm 时应进行抽碴.或每进尺 0.5~1.0m 掏碴一次,每次掏 4~5 筒,或掏至泥浆内含碴显著减少,无粗颗粒,比重恢复正常为止。掏出的钻碴倒入泥浆池沉淀后捞出运走.钻进过程中应分高度取岩样,与设计地质对照,并做好钻孔记录。

(3)、终孔、清孔

在钻进过程中,钻孔作业必须连续进行,不得中断,因故必须停钻时,必须将钻头提起,距离孔底 4m 以上,防止埋钻.护筒内必须保持一定水头高度,高于地下水位不得小于 1.5m.随时做好钻孔记录及取样记录,并保留样品。每钻进 5.0m 用检孔器检查一次孔的垂直度,经常检查泥浆质量。

钻孔深度达到设计要求后,对孔深、孔径、孔位、孔形等进行检查,填写终孔检查证,经监理工程师签证认可后,进行孔底清碴和灌注水下砼准备工作

当钻进至设计标高或达到要求岩层后报监理工程师终孔,并进行终孔检查,作好记录,进行清孔作业。用抽碴筒多次从孔内抽取钻碴,并同时向孔内注水以减少泥浆比重到 1.1~1.25。当抽碴筒抽出泥浆中无 2~3mm 大的颗粒时,则证明抽碴清孔已达到目的。为准确判定孔底碴是否清完,还需用一个带钎的测锤和平底测锤两次测孔,若两次测孔深度相同并与终孔数字相符时则证明孔碴已清理干净,否则应还需继续清至达到要求.沉碴厚度不得大于 5cm。清孔后的沉碴要满足设计要求,经监理工程师签认后灌注水下砼。

吊放钢筋笼及灌注水下砼等作业同上节,灌注混凝土用 $\Phi 250\text{mm}$ 的导管即可。

§ 5、水中墩桩基础泥浆处理

南引桥 15#~18#墩位于水中,每个墩 4 根钻孔桩,并在 12、13#墩位设有防撞设施,也是桩基础,共计 60 根(其中引桥 32 根),桩径为 1.0m 和 1.2m,采用冲击钻施工,该桥位于珠江支流,因此要求对泥浆进行净化处理。

(1)、处理原则

在钻孔时泥浆具有一定粘度、浓度的砂浆保存起来以供钻孔桩中保持钢护筒内外的平衡,防止坍孔;另一方面把粗糙坚硬的岩石和粘性淤泥分离出来并集中排放到指定的不污染环境的地方.在灌注桩基础时,将溢出的泥浆用泥浆车运至岸上泥浆池中沉淀处理。

(2)、处理顺序

根据上述原则和本桥的特点,选用法国 SOTRES —D250 型泥浆循环处理系统处理水中墩钻孔时产生的泥浆,泥浆在运上岸后用化学法处理。

①、钻孔泥浆处理

在钻 1# 桩孔前,将 2# 桩孔中的水抽至比 1# 低 4.0m 左右,作为废浆临时存贮用。用泥浆泵将废浆泵入 I 级震动筛网(下图中①),由震动筛网筛分出直径大于 5mm 的砂石废碴,排放到栈桥平台的临时堆放点,堆放一定数量后,用汽车运到符合环保要求的不污染环境的地方。

经第一次筛下的泥浆漏入泥浆储存箱内(下图中②),由离心泵(下图中③),将泥浆储存箱的泥浆及水的混合物泵送到回旋筒(下图中④),在离心泵高速泵送的冲击力下,泥浆混合着空气在回旋筒内翻滚、回旋,依靠泥浆颗粒的粘性、密度进行分离,粘性大、密度大的颗粒由低端出口流入 II 级震动筛(下图中⑥)继续进行震动筛

分离,直径大于 0.4mm 的废渣排放到临时堆放点,其余漏入泥浆储存箱,回旋筒中粘性大、密度小的颗粒则翻滚上浮,由高端出口流经水筒(下图中⑦)排入 1#桩内.工程过程见下图.

②、灌注桩孔砼泥浆处理

在灌注 1#桩时,泥浆通过废浆管道进入 2#桩,通过 2#桩内的泥浆泵泵入泥浆车内由泥浆车运至岸边泥浆池内沉淀.在沉淀池内出现清水后,将水完全放掉,将生石灰放入沉淀池内,搅拌、凉干后,用汽车运走.

§ 6、水中承台套箱围堰及大体积砼施工

根据黄洲大桥招标设计图提供的施工水位、承台尺寸、地质、水文等资料,12#~18#水中墩采用有底钢套箱作围堰进行承台施工.

(1)、承台钢套箱设计原则及设计参数

①、承台钢套箱设计原则

- i、钢套箱必须满足施工要求,且具有足够的强度,以确保施工安全.
- ii、钢套箱采用的材料应为市场通用材料,本桥钢套箱采用材料的材质均为 Q235-A.
- iii、钢套箱设计应便于制造、运输和安装.
- iv、钢套箱制造质量必须符合设计要求.

②、钢套箱主要设计参数的确定:

- i、进行封底砼厚度的计算,确定每个墩封底砼的厚度和封底砼标号,本桥封底砼标号 12#~14#墩均为 C25,15#~18#为 C20,封底砼厚度见《钢套箱设计参数》所列.
- ii、根据施工水深,确定钢套箱高度,本桥 12#~18#墩钢套高度均超过施工水深 0.7m.
- iii、根据承台尺寸及施工方便,本桥 12#~18#墩钢套箱长度和宽度,在承台尺寸的基础上增加 2.0m.
- iv、根据水深(水压),选用钢套箱所用材料,本桥 12#~18#墩钢套箱所选用的材料及规格如下:

大纵肋—[_{18a} 槽钢

小纵肋—L75×50×6 角钢

横肋—L75×75×6 角钢

面板— $\delta=5\text{mm}$ 钢板

v、根据水压，对所选用的材料进行钢套箱的受力计算，确定大纵肋、小纵肋、横肋的间距及支撑点位置（见《12#、13#墩钢套箱结构示意图》）。

vi、进行浮力和钢套箱重量计算且浮力须小于钢套箱的重量(含封底砣重量，桩基重量)。

vii、本桥 12#~18#墩钢套箱，主要参数见《承台钢套箱设计参数表》。

承台钢套箱设计参数表

墩号	承台尺寸 (m)	围堰尺寸 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	封底砣厚 (m)	封底砣方量 (m ³)	封底砣重 (t)	桩基重量 (t)	围堰自重 (t)	浮力 (t)	图示 (单位 m)
12# 13#	13× 10×4	15.21 ×12. 11× 9.6	26	Φ 2.8	2	368.4	810	1478	51.54	1253	
14#	8×8 ×3.5	10× 10× 8.9	24	Φ2	1.3	130	286	627	32.62	680	
15#	8.5× 5.7× 2	10.5 ×7.7 ×6.5	27	Φ 1.5	1.2	97.4	213.4	430	22.86	550	
16#	8.8× 4.8× 1.8	10.8 ×6.8 ×6.3	31	Φ 1.2	1.0	80.8	177.7	325.7	21.23	499	

17#	8.8 ×4.8 ×1.8	10.8 ×6.8 ×6.3	27	Φ 1.2	1.0	80.8	177.7	281	21.23	499
18#	8.8 ×4.8 ×1.8	10.8 ×6.8 ×6.3	24	Φ 1.2	1.0	80.8	177.7	281	21.23	499

viii、安装、拆除，钢套箱正、侧面壁板各分为3节计12块、底板各分为2块进行施工。钢套箱块与块之间垫以止水橡胶条，用螺栓进行连接成整体。钢套箱分块分节尺寸数量见《钢套箱分块分节参数表》。

钢套箱分块分节参数表

墩号	正侧面壁板分节						底板分块	
	分节高度 (m)			分节重量 (t)			分块数	分块重量 (t)
	第一节	第二节	第三节	第一节	第二节	第三节		
12#	2.6	3.5	3.5	9.84	13.78	13.78	2	7.06
13#	2.6	3.5	3.5	9.84	13.78	13.78	2	7.06
14#	1.9	3.5	3.5	5.46	9.98	9.98	2	3.52
15#	1.6	2.45	2.45	4.16	6.38	6.38	2	2.97
16#	1.3	2.5	2.5	3.28	5.48	5.48	2	3.50
17#	1.3	2.5	2.5	3.28	5.48	5.48	2	3.50
18#	1.3	2.5	2.5	3.28	5.48	5.48	2	3.50

图标：

钢套箱内支承采用围囿加型钢支承法分层安装，围囿放置在壁板焊接的三角铁上。具体见钢套箱结构示意图。

③、钢套箱在工厂分块分节制造完成后运输到工地放置在栈桥上。

④、钢套箱制造时间必须满足精度要求，保证板壁的平直，不得有明显凹凸不平，焊缝密实，节、块间连接用螺栓孔错位偏差不得大于2mm。

⑤、钢套箱加工完成后，必须进行试拼装，并进行水密试验。

(2)、钢套箱安装

①、根据招标设计图显示,12#、13#、14#、18#墩在施工前须用挖泥设备将河床挖深，其中12#、13#挖深2.3m,面积为 $16 \times 13m^2$ ，14#墩挖深1.5m，面积为 $11 \times 11m^2$ ，18#挖深1.3m,面积为 $12 \times 7.5m^2$ 。施工时可加大开挖面积,保证钢套箱一次平整放置到位。

②、安装钢套箱前，沿顺桥向放置5根I45工字钢作为拼装、下放套箱的承重装置，工字钢的长度应保证伸出钢套箱外60cm以上，并采用10个10t链条葫芦将工字钢两端悬挂固定于栈桥上。

③、使用吊机将两块底板分别套入桩基护筒放置在承重工字钢上。

④、在栈桥平台上将第一节钢套箱正侧面壁板拼装成箱型框架，采用吊机或换梁法下放与底板相接触,用链条葫芦在框架的四个面八点对称固定在栈桥平台上。

⑤、调节承重工字钢链条葫芦和第一节框架链条葫芦使其口部露出水面20cm左右,并锁紧链条葫芦。

⑥、将第二节套箱板块与第一节框架用螺栓拼装连接后放松锁定的链条葫芦，使已拼装好的第一节、第二节钢套箱整体下落使其口部露出水面20cm左右，锁紧链条葫芦，采用同样方法拼装加固第三节套箱板块。

⑦、套箱拼装完成后,调节链条葫芦,使钢套箱平稳放置到设计位置。

钢套箱的安装悬挂如下图所示：

⑧、钢套箱放置到位，进行力系转换

钢套箱浇筑封底砼前须进行吊挂的力系转换以承受砼的重量。本桥钢套箱力系转换的方法如下：

将 4 根桩基护筒顶部一定位置切口，从切口处伸入 2 根 I45 的工字钢，在工字钢上再布 2~3 根横向工字钢，工字钢须伸出钢套箱，用悬挂杆件或钢丝绳，与钢套箱底板承重工字钢相连，钢套箱上口与工字钢之间塞垫方木，完成力系转换，详见下图：

(3)、套箱内防水封闭

有底套箱安装加固完成后，封闭缝隙，防止混凝土浆渗漏流失。钢套箱底板与桩顶钢护筒接触面和套箱底板、正侧面板的缝隙先敲入木楔和铁楔，然后用棉絮进行堵塞。

(4)、封底砼灌注

主桥 12#、13#墩钢套箱封底砼厚度 2.0m，每个承台砼圪工方量 401m³，14#墩封底砼厚度 1.3m，15#墩封底砼厚度 1.2m，南引桥 16#、17#、18#墩钢套箱封底砼厚度 1.1m，砼标号为 C20 及 C25。封底采用导管法水下灌注混凝土工艺进行。

①、水下砼封底施工顺序

i、施工准备工作：进行安全质量技术交底及详细的施工组织安排，保证封底施工顺利进行，尽量缩短灌注时间，确保封底施工安全与质量；同时作好砼配合比选定、灌注平台的布置搭设等机料具的准备工作。

ii、储料：砼由拌合站集中拌制，砼运输车运输至工作面储备于灌注漏斗和料斗内。

iii、开启导管阀门：导管阀门采用合叶式钢板制作，开启阀门后应连续不断下放混凝土。

iv、采取往复式灌注顺序进行施工，确保砼灌注面均匀连续对称上升。

v、灌注结束：灌注达到设计承台底标高后，拔出导管完成封底砼施工。

②、套箱封底砼施工要点

i、工作平台设置，利用套箱力转换系统在其上铺设工作平台，平台上安装灌注漏斗、料斗及灌注导管。为保证初灌量，灌注漏斗及料斗容积不小于 2.5m³。由于套

箱内支撑杆件交错较多,不利于灌注套管移动,灌注导管间距按 $2 \times 2\text{m}$ 交错布置,以使相邻导管灌注砼面积交错搭接重叠。

ii、导管底距离套箱底板不超过 20cm ,以保证导管在初灌砼埋入一定深度,避免发生导管进水事故。

iii、为保证混凝土灌注时间及质量,混凝土的生产量应保证在 $50 \sim 80\text{m}^3/\text{h}$ 之间。

iv、封底砼坍落度控制在 $17 \sim 22\text{cm}$ 之间,使砼的流动坡度在 $1/5 \sim 1/10$ 间,在灌注开始及结束时适当加大坍落度以保证灌注顺利.为延长混凝土的初凝时间,封底砼中掺入适量缓凝剂,其掺入量通过试验确定。

v、准备工作应充分完备,料斗、漏斗内储备足够混凝土量后,打开导管阀门,首批砼灌注应连续不断进行,不得间断。

vi、导管埋深超过 0.5m 后适当提升导管,灌注过程中导管作轻微震动。

vii、混凝土的灌注采用往复式灌注顺序进行,即同时灌注 $3 \sim 4$ 根导管上升 $50 \sim 100\text{cm}$ 后对称灌注其它导管。混凝土面在整个套箱平面内应大致均匀升高。

viii、封底砼顶面标高及平整度应严格控制,避免侵入承台结构以内混凝土顶面采用测绳或刻度杆进行测量测点按 $1.5 \times 1.5\text{m}$ 网点间距布置。

ix、在灌注过程中,随砼面的不断上升,应采取措施调节套箱内的水位,以保持套箱内外水位平衡,避免对封底砼产生压力差。

(5)、套箱内抽水

①、封底砼灌注完毕,砼强度达到 85% 以上后进行套箱内抽水。

②、为防止抽水过程中发生意外事故,保证套箱安全,同时应配备足够数量的水泵以备从箱外往箱内抽水。一旦发生异常情况如封底砼破裂渗水或套箱大量漏水,立即向套箱内灌水,恢复内外水压平衡,经检查处理后继续抽水。

③、抽水过程中须派专人进行观察,同时有专门人员进行细小漏水情况的堵塞.堵漏工程在套箱内外同时进行,套箱内采用棉絮塞缝,同时套箱外采用木屑及其它细碎物倒入渗漏范围附近,细碎物随渗入水流流动、填充至缝隙位置.专人观察、堵漏工作应持续到墩身出水面为止。

④、套箱抽水后,严禁任意对其支撑构件进行切割、电焊及剧烈碰撞。

(6)、承台大体积砼施工

①、12#、13#墩承台尺寸 $10.0 \times 13.0\text{m}$,厚 4.0m ,每个承台砼方量 420m^3 ;

14#墩承台尺寸 8.0×6.0m, 厚 3.5m, 每个承台砼方量 168m³; 15#墩承台尺寸 8.5×5.7m, 厚 2.0m; 16#~18#墩承台尺寸 8.8×4.8m, 厚 1.8m. 待套箱抽水完毕后, 拆除套箱临时力转换系统, 割除多余桩基钢护筒, 凿除桩顶浮浆至设计标高位置。检查钢套箱密封性, 测量放线后进行承台钢筋绑扎及模型安装, 然后进行砼施工。本桥 12#~18#墩承台结构较厚, 体积较大, 混凝土施工按照大体积砼施工工艺进行。

②、承台混凝土配合比及品质要求: 混凝土供应速度不小于 70m³/h。应严格控制其水灰比, 坍落度控制在 10~14cm 之间, 初凝时间控制在 6~8h 内, 其和易性必须达到施工工艺要求。

③、承台混凝土施工工艺

i、按规范规定, 混凝土的自由倾落高度不得大于 2m。本桥 12#、13#、14#墩承台较厚, 灌注时采用串筒溜放工艺下放混凝土。

ii、灌注工作平台采用工字钢及方木搭设。为保证承台混凝土的均匀性、减少砼入模后的人工铲运工作量, 在工作平台下悬挂 5 个灌注料斗, 其位置为承台的四个角及中心各布置一个, 施工时各灌注点交替往复进行灌注。

iii、灌注往返交替进行, 砼顶面均匀整体上升。灌注顺序为先从中间串筒下放混凝土, 然后灌注四周混凝土, 确保钢套箱受力均匀稳定。混凝土分层厚度控制在 30cm 以内, 在灌注前应计算好每一灌注点的混凝土下放量及堆积高度, 确保每一层砼的摊平厚度。混凝土下放入模后由专人进行铲运整平, 确保灌注分层顶面的平整。

iv、混凝土摊平后采用插入式振动器人工捣固, 每一捣固点应插入下层砼 10~15cm 间距不大于振动棒作用半径的 0.5 倍, 振动密实后缓慢提出振动棒, 作到不漏捣、不欠捣、不过捣, 捣固棒避免同模型、钢筋相碰撞

v、承台砼的灌注应连续进行不得中途中断。上层砼灌注必须在下层砼初凝前进行, 避免形成施工冷缝而引起质量事故。

④、大体积混凝土由于结构较厚、体积较大, 施工不当易于造成散热不良, 引起混凝土开裂、强度降低等后果, 将严重影响承台混凝土质量。所以承台混凝土施工时应采取降低水化热的措施。

i、混凝土配合比的选择及材料降温措施:

a. 采用低水化热的砂渣水泥或普硅水泥;

b. 采用掺加适量粉煤灰及外加剂、降低水灰比、改善骨料级配等方法, 选择最

佳混凝土配合比以减少水泥用量，降低水化热峰值；

- c. 混凝土用料使用前采用冲洗等方法降低骨料初始温度。
- ii、施工时间尽量选在夜间低温时进行，降低砼入模温度和散热速度；
- iii、混凝土灌注过程中，应减少灌注分层厚度，加快混凝土散热速度；
- iv、混凝土中埋设冷却管道，在灌注过程中及灌注后循环通水人工导热冷却；
- v、混凝土灌注完毕后应及时养护，并进行表面覆盖，以减少混凝土内外温差。

§ 7、12#、13# 主墩 V 撑施工

12#、13# 墩按照主跨 32.6616°，跨 33.2648° 的角度向外侧倾斜形成 V 字形结构，主跨倾斜肢长 25.914m，次跨侧斜肢仅 25.524m，斜肢箱体两端设有实体过渡段以连接箱梁和台座。台座为 6.0×8.0×6.3m 的实体预应力砼结构，每个墩设置 ΦL32 精轧预应力钢筋。单肢斜体内为单室双箱结构，中间设隔板分为上下两箱，斜肢间 2.3m，宽度与箱梁宽一致，均为 8.0m，内部单个室箱尺寸为宽 3.2m，高 1.1m，内设 0.2×0.2m 的倒角。在斜肢内设由槽钢和角钢组成的轻型骨架，以承担模板及所浇砼，4 个主墩工程数量为 C50 砼，3231.6m³，II 级钢筋 628t，劲性骨及型钢 112.8t，ΦL32 精扎螺纹 19.6t。

采用劲性骨架超前，钢筋及模型附着于骨架，及时按设水平拉杆和内侧顶撑，两侧对称浇筑的施工工艺施工，V 撑分为 8 次浇筑。见下图所示：

(1)、施工顺序及工艺流程

台座施工→2.0m 过渡段→安装支架→安装第一根水平拉杆→第 1~6 段施工→过渡段施工→张拉部分预应力粗钢筋→剩余部分过渡段、箱梁 V₀—1→张拉剩余部分粗钢筋→张拉箱梁下缘钢束→V₀—2→张拉箱梁上缘钢束→拆除支架。详见《V 撑施工工艺流程图》。

(2)、支架搭设

支架搭设详见《V 形墩箱梁顶段施工支架图》。
 在施工台座和承台时，预埋支墩预埋件，在水中位置采用钢管桩作支桩，上设工字钢作为临时墩及支架支撑平台。在横桥轴线加设支架（临时支墩）加强横向联结。位于桥中线的支架，作为 12#、13# 墩托段、悬壁施工及运输材料的提升架在两斜肢外



侧用碗扣支架搭设临时施工支架，解决模型安装及调整的工作平台，同时作为上部过渡段及 V_0 箱梁的施工的支架。在托段部分施工完成后，将两侧的临时墩、施工支架分部拆除，保留桥中部分支架作运输通道，支架随斜肢的施工进度而升高。

(3)、劲型骨架安装

在施工台座时，将骨架准确段埋至设计位置，骨架在工厂内按 6cm 一节在地面拼装成桁片，桁片运至指定地点进行起吊，先底部与预埋骨架就位，通过临时支架紧固，再通过上端用钢丝绳，手动葫芦将劲性骨架调至准确位置，再与下部已埋入的骨架进行焊接牢固。焊接完后，将下面钢绳松落，上层钢绳保留，这样使模型和钢筋依附于角架上，通过临时支架和劲性骨架传力，在砼浇注过程中不会在内侧产生裂缝，在施工时劲性骨架必须超前。如下图所示：

(4)、钢筋施工

在劲性骨架施工完成后，进行钢筋施工。钢筋生产在工地加工场内加工变制成半成品，然后运至工地。斜肢主筋采用直螺纹套筒联结，其余采用焊接，扎结完一段穿一段波纹管（水平拉杆及台座精扎螺纹钢筋），波纹管须用胶纸包裹牢，以防漏浆。钢筋扎结完毕，垫齐砼垫块。

(5)、模型安装及水平杆施工

内模在工棚内用木模制作成型，用汽车运输提升架起吊就位。斜肢侧模在钢筋安装前安装。用劲型骨架固定就位。斜肢外模在台座和 2m 过渡段采用组合钢模和胶台板加工成型，斜肢采用定型钢模垂直高度 3m、8m 面两块组合，侧面为一块整体钢模，有弧度的模型在工棚内加工运至工地安装就位。

为了防止斜肢内侧出现裂纹，用延伸率较水的 $\Phi L32$ 精扎螺纹钢筋作为水平拉杆，外侧采用排架支撑，内侧用万能杆件顶杆，即为内顶外拉。

在每个 V 撑设 5 排拉杆，2m 过渡段施工完成，砼达到强度后张拉前一排拉杆，在第三段施工完张拉第二排水平拉杆，施工 V 头前 5 排拉杆全部重新检查张拉。

(6)、砼灌注

砼灌注采用灌车运输，泵车输送，全对称浇注，严格控制两斜肢，砼数量不得超过设计要求。

(7)、施工措施

①、劲性骨架的后座施工时，准确放在结构位置，在承台上用支架按照倾斜角

作成导向架,保证其倾斜精度。在节与节焊接必须牢固,使骨架能整体受力和传力。骨架须超前于钢筋。每节安装先用钢绳固定,检查其倾斜度,再进行焊接。

②、主钢筋的连接采用直螺纹套筒连接,在下端钢筋作记号,使下端钢筋在套筒中央,再安装上端钢筋,用检力扳手检查是否联接牢固。同时,每节钢筋应落后于骨架一节,避免骨架不能承接钢筋与模板重量。

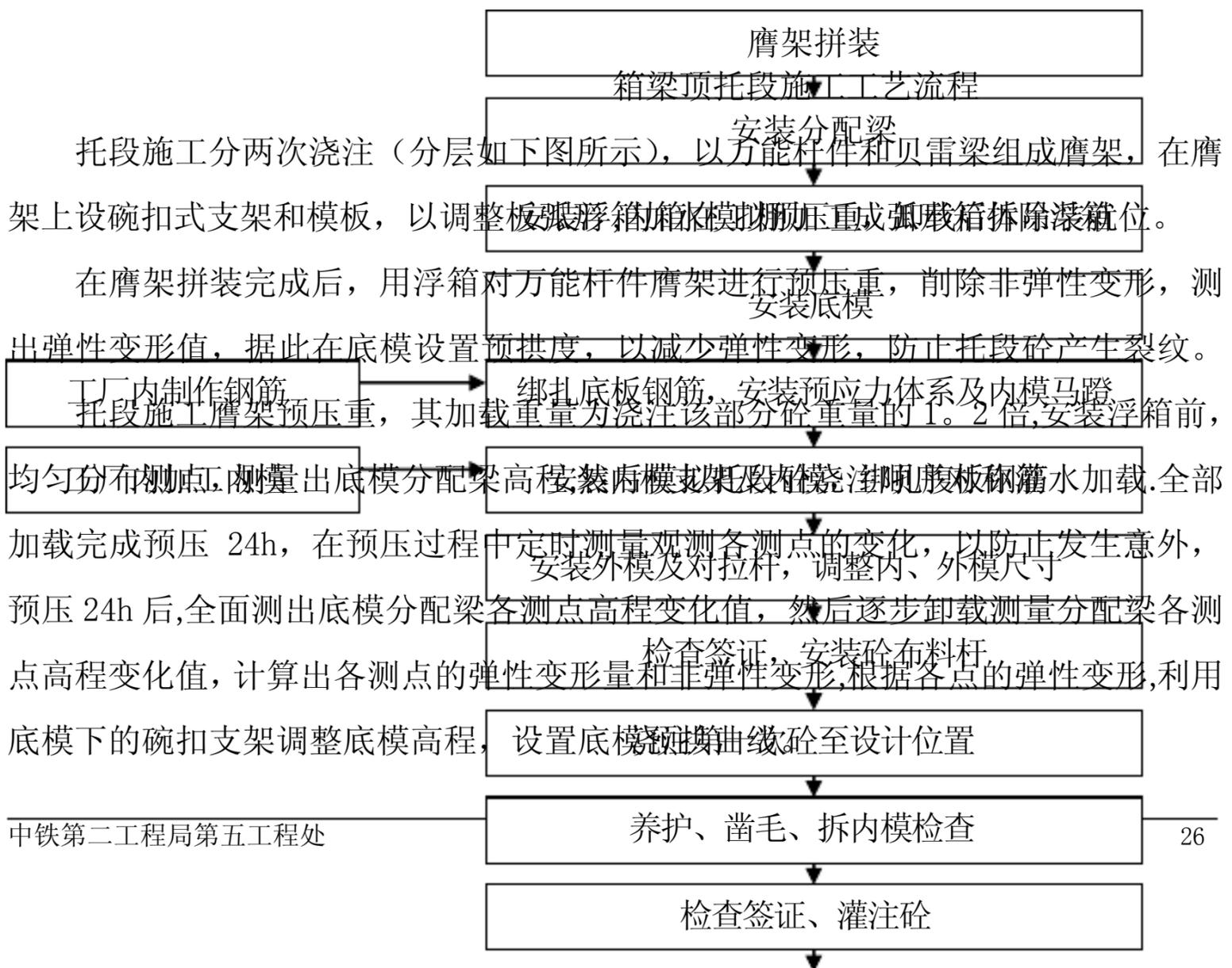
③、在内侧设有支撑架的位置的斜肢预埋钢板,便于与内侧支撑架焊接,最好在水平拉杆张拉完后,在内侧施加一定的预应力,再与另一侧支撑焊接,防止水平拉杆张拉力过大,出现外侧裂纹,水平拉杆在张拉位置最好用分配梁。

④、广州日温差较大,由于温差应力产生裂纹,加之斜肢倾角较大,高度较高,给养护带来一定的难度,拟采用外侧喷养护剂或安装环形养护装置,顶面洒水养护的办法进行砼养护。

⑤、为了保证斜肢倾角的精度,每次用全站仪放样,用激光扫平仪复查劲性骨架,模型的结构位置。

§ 8、12#、13# 主墩顶段施工

托段长 23.0m,底宽 8.0m,顶板两侧展翅 3.5m,中设截面为 6.8m × 5.12m 箱体,底板为变化曲线,底板厚 60cm,顶板厚 28cm,为预应力砼结构,设计强度 C50. 其施工流程详见下图:



当砼达到设计强度的 80% 后进行预应力张拉,预应力张拉采用双控,以张拉力为主,伸长量作为校核,张拉顺序由中间向两侧对称进行。

当箱梁下缘钢束完成后,进行第二次浇注。

§ 9、11 #、14 #墩墩柱、盖梁及墩顶段施工

(1)、墩柱施工

11#、14 #墩墩柱均为 200×500cm 的薄壁式墩柱,11#墩位于岸上,14#墩位于水中,11 #墩柱高 10.5m,14#墩柱高 14.0m,墩柱采用大块钢模,分段浇注法施工。11#墩柱分四段灌注为 1.5m+3×3.0m。14#墩柱分五段为 2.0m+4×3.0m 大块钢模 2m×3m 及 2.5m×3.0m 两种,均采用 3mm 厚钢板加工成带工作平台的浅加式钢模,模板必须具有良好的刚度,表面光滑平整,接缝平顺,通过角钢和螺栓联结。

①、墩柱钢筋在钢筋场加工好后,运至现场绑扎,钢筋下料同样分段制作,并考虑好搭接长度和搭接错开不小于 1m 的长度。

②、将承台墩柱部分凿毛并清洗干净。

③、人工配合吊车安装墩柱大块钢模,钢模之间接缝密贴、平顺无错台,线条顺直,钢模加固采用对拉拉杆,拉杆为 Φ20 圆钢,拉杆间距横向 60cm,竖向 1m,拉杆上穿 Φ22 的 PVC 管,以便拉杆在砼浇注后容易取出。

④、检查钢筋及模板,合格后用吊车起吊砼,挂串筒浇注,砼分层均匀灌注,保证四周钢模受力均匀。

⑤、砼强度达到不小于 15Mpa,方可拆模,先拆除最下层 2m 钢模,上层钢模不拆除,其加固拉杆也不能松掉,将下层拆除的钢模起吊并安装在上层钢模上,进行第二段墩柱的施工,见《11 #、14#墩柱施工图》。

(2)、盖梁施工

11 #、14 #盖梁为托盘式盖梁,其施工方法仍采用加工定型组合钢模,对拉拉杆加固,并在承台上,墩柱周围搭设碗扣式支架形成工作平台,并起部分支撑作用,砼整体一次性浇注,由于盖梁较宽,一次性浇注砼方量大,侧压力也很大,所以对拉拉杆采用 Φ22 圆钢,上下共设 4 排拉杆,见 11 #、14#盖梁施工方案图,钢筋施工时预埋临时支座的钢筋。

(3)、墩顶段施工

11#、14#墩墩顶段施工即 0#、1#、1'#段连续刚构梁施工,其施工方法:11#墩

在岸上就地搭设碗扣式支架, 14# 墩在承台和栈桥面上拼装万能杆件支架。万能杆件支架搭设见《14# 墩顶段施工支架搭设示意图》。

其主要施工步骤如下:

①、14# 墩拼装万能杆件支架, 11#墩搭设碗扣式支架,形成工作面,同时安装永久支座和临时支座。

②、在支架上纵向铺设 $12 \times 10\text{cm}$ 方木, 间距 50cm , 并根据设计底面标高要求进行大致调平。

③、在纵向方木上横向铺设 $5 \times 7\text{cm}$ 方条, 间距 30cm 调平后, 安装酚醛塑脂板, 即安装底模.模板安装接缝密贴、平顺、不错台, 并且尽量在一条直线上。

④、将加工好的 0#、1#、1'# 段钢筋转运至现场,按设计规范要求绑扎底板和肋墙钢筋。

⑤、按设计要求安装定位波纹管和锚垫板,波纹管定位筋用 $\Phi 16$ 圆钢制作成“U”型, 定位间距,直线段 2m , 曲线段 50cm , 波纹管连接要密封牢固, 并预留下段施工连接长度。

⑥、将事先制作好的内箱吊装就位, 并预埋肋墙的通气孔和联通孔。同时安装侧模和翼板底模, 通过对拉拉杆加固。

⑦、绑扎顶板钢筋, 并预埋挂蓝施工时的预埋件和其它预留孔

⑧、经检查合格后浇筑 0#、1#、1'#段砼, 砼采用高架砼泵车浇筑, 浇筑顺序先 0#段, 后 1#、1'#段,先底板后肋墙,前后对称分层浇筑。浇筑过程中并随时观察支架和模型的稳定性, 防止过量变形, 否则实时采取措施进行加固。

⑨、砼初凝后, 实时进行砼养护和散热降温处理, 砼达到一定强度后, 可先拆除侧模和内箱模型。

⑩、砼强度达到规定值时, 张拉该段预应力钢束, 预应力钢束张拉严格按照预应力规范要求操作, 张拉完毕后,拆除底模和支架。

○, 11、拼装挂蓝进行 2#段施工。

§ 10、挂蓝设计及构造

根据黄洲大桥悬灌箱梁宽度为 15m , 最大长度为 5m , 最大重量约 1500KN 的实际, 结合我单位从 1992 年修建珠海鸡啼门大桥起先后承建数座大型桥梁(桥型有连

续梁、连续刚构、斜拉桥等)的悬灌施工经验,决定采用轻型弓弦式挂蓝(又叫轻型鹰式挂蓝)。该挂蓝具有强度大、刚度大、变形小、受力合理、结构简洁、操作安全等优点,挂蓝主桁并可部分利用万能杆件减少加工数量,降低施工成本。

黄洲大桥箱梁悬灌挂蓝,经初步设计每个挂蓝总重约 580KN。因该桥主桥箱梁外形一致,故可通用于连续 T 构和 V 型 T 构的悬灌施工。设计时还考虑到挂蓝通过北岸热电厂泵房时,房顶距箱梁底面净空仅约 1m 高,故将挂蓝底模结构设计高控制在 0.8m 以下(实为 0.71m)。若挂蓝其它部位有侵入净空的,可临时拆除或去掉(如前、后底模操作平台,下掉的多余外侧模等)。

为使挂蓝走行安全,减少走行时锚固数量,本挂蓝设计走行分二步进行。第一步,走行弓弦主桁,待其到位后并将后锚全部锚固好后,第二步才走行外侧模连同底模平台。这样滑行重量轻,前轻后重,倾覆稳定性好。用 4 个 50KN 的手动练滑车即可完成走行工作(其中 2 个倒拉用作保险)。

弓弦式挂蓝由弓弦主桁、底模平台、悬吊系、锚固系、模板系、走行系等构成。详见图《一般梁段悬灌时挂蓝布置图》。

其各部构造简述如下:

(1)、弓弦主桁:由弓弦杆、弓腹杆、弓弧杆以及平联组成,除了弓弦杆为 2 [36 外,其余均由万能杆件和角钢加工而成。

(2)、底模平台:由前、后横梁、纵梁、底模板组成。横梁由 2I36,纵梁由 [30,底模由大板钢模或 4cm 木板加钉 4mm 钢板而成。纵梁设前后铰座,以适应箱梁底曲线变化的需要。

(3)、悬吊系:主要由横梁、吊杆和升降调节装置组成。横梁由 2 根工字钢组合而成,吊杆全部用 $\Phi 32$ 精扎螺纹钢,为使受力留有余地,其安全系数均 $k > 3$,升降调节由液压顶进行,调整好由螺帽锁定。

(4)、锚固系:主要由锚固横梁、锚杆、升降调节装置组成。横梁由 2 根工字钢组合而成,锚杆为 $\Phi 32$ 精扎螺纹钢,为使锚杆能倒用,于箱梁顶板预留孔,以便装拆。

(5)、模板系:主要由外侧模、内侧模、内顶模、端模等组成。外侧模由外侧模支梁和钢大模块装而成,可随梁段加长而接长,可随梁段高度变矮而下掉拆除。内侧模由普通钢模块装,木立柱可随梁高度变矮而逐段锯短。内、外侧模之间设穿墙拉杆以承受箱梁腹板侧压力。内顶模由顶模支架、组合钢模、变宽调节模板组成,

支架设有调节螺杆，以适应箱梁腹板变厚要求。

(6)、走行系：主要由主桁滑行轨道、外滑梁及吊杆、内滑梁及吊杆组成。主桁滑行轨道用于滑出弓弦主桁，外滑梁用于滑出底模平台和外侧模，内滑梁用于滑出内顶模。

§ 11、悬灌节段施工

0#梁段完成后，挂蓝即可在0#段上逐件拼装。由于11#、14#墩连续梁T构的0#和1#梁段总长仅9m，故需将两挂蓝暂时相联成整体，用以悬灌2'#、2#梁段，其布置详见《连续梁灌注2#梁段时挂蓝拼装图》。2'#、2#梁段悬灌后，梁段总长为14m，还需将两挂蓝相联悬灌3'#、3#梁段，其布置详见《连续梁灌注3#梁段时挂蓝拼装图》。以后两端挂蓝可分开走行，悬灌其余各段。详见《一般梁段悬灌时挂蓝拼装图》。12#、13#墩V型T构的0#梁段长达33m，已足够拼装好两端的挂蓝悬灌V1梁段，其布置详见《V形撑梁段悬灌时挂蓝布置图》。

一般悬灌梁段作业循环程序为：移动挂蓝就位，同时测量调整中线、梁段里程、底模标高→安装外侧模、端模→绑扎底板、腹板钢筋、安装预应力管道→滑出内顶模、安装内侧模→绑扎顶板钢筋、安装预应力管道、预埋件→检查→灌注梁体砼→养生→张拉预应力钢束（纵、横、竖）→管道压浆→移动挂蓝至下一梁段。

挂蓝悬灌施工现已为成熟的施工工艺，除严格按设计文件和施工规范进行常规操作外，该桥还将采取如下的措施：

(1)、为平衡11#、14#墩连续梁T构在悬灌施工过程中的不平衡力矩，需在11#和14#墩顶上设临时固定支座，见图《连续梁灌注2#梁段时挂蓝拼装图》。同时为便于体系转换时临时支座的拆除，其间浇灌5cm厚硫磺砂浆层。

(2)、挂蓝拼装完成后可作一次预加载，一方面可检验挂蓝实际承载力和变形等情况，另一方面为以后的悬灌梁段施工取得一些施工参数，以便作好线型控制。

(3)、各梁段中线、立模标高的测定应在早晨日出前进行，以避免温差的影响。各梁段立模标高应按该桥监测监控提供的并已考虑各种实际影响因素的数值进行设置，以保证成桥后的线型符合设计。

(4)、预应力管道设定位网，其间距不得大于1m，以便准确固定预应力管道位置，并在砼捣固中不致移位。

(5)、梁体砼配合比选择，须满足高强、缓凝、早强和高流态的要求，坍落度

控制在 18~20cm，以适应梁体钢筋及管道密集和广州地区气温高、坍落度损失快的要求。

(6)、在每一个 T 构砼灌注中，使用两台砼输送泵，分别向两端对称平衡地输送砼，并设专人记录，其单端超重不得超过设计规定值。由于广州地区气温高，砼输送管道需覆盖草袋，并淋水降温。

(7)、砼灌注后应及时覆盖，淋水养护，使其经常保持湿润状态。养护期按施工规范不得少于 7 天，考虑减少砼的收缩，可延至 14 天。

(8)、梁体砼必须达到设计规定的强度后才能进行预应力张拉，张拉和压浆严格按设计规定和施工规范操作和控制。

§ 12、梁体混凝土施工

(1)、施工技术要求

黄洲大桥主桥梁体混凝土设计强度为 50Mpa，主梁采用较为先进的悬臂灌注施工技术，根据设计及连续梁工艺的要求，混凝土必须同时满足高强、早强、高流态、缓凝四大技术指针。混凝土运输方式为：用混凝土灌车通过栈桥运至各主墩的悬灌起始位置，用混凝土输送泵泵送至浇筑工作面。

(2)、混凝土技术指针

- ①、混凝土强度 $f_{c3} \geq 42.5\text{Mpa}$ ； $f_{c28} \geq 50\text{Mpa}$
- ②、水泥用量 $C \leq 500\text{kg/m}^3$
- ③、混凝土坍落度：灌注点为 18~20cm
- ④、凝结时间：初凝不小于 8h，终凝不大于 14h。

(3)、配合比中原材料的选定

①、水泥品种的确定：根据该工程的特点，通过对各品种水泥性能及特点试验比较确定；

②、外加剂选择：i、FDN-100 型高效减水剂。性能较稳定，适应性较强，适合配制高强度、高流态混凝土；ii、A 型增强剂。提高早期强度，超过某一值，可起缓凝作用；iii、MG 减水剂。起缓凝作用。

③、砂石材料的选择：i、砂：采用河砂要求细度模量为 >2.3 的中粗砂，含泥量及轻物质少，符合规范要求；ii、石子：为花岗岩破碎的碎石，最大粒径为 30mm，且各项物理性能试验指针符合规范规定的要求。

④、水：经化验符合混凝土拌和及养护用水。

(4)、试验方案的选择

C50 级混凝土在我国的使用虽已较普遍，但要同时达到高强、早强、高流态、缓凝四项技术指针，特别是由于工期要求，3天强度要达到设计强度的 85% 是比较困难的，一般 4 天达到设计强度的 80% 已很不容易了。在经济合理，技术可行的条件下，决定采用复合外加剂（FDN+A 型+MG ），用正交试验的方法来配制符合上述要求的 C50 高等级混凝土配合比。

(5)、混凝土配合比设计

确定混凝土配制强度 f_{cu0} 根据对混凝土早期强度发展快，3 天强度要求大于设计强度的 85% ，并考虑到材料质量的波动，施工管理及工艺水平，根据正态分布规律，确定混凝土保证率 $P=95\%$ ，根率度系数 $t=1.645$ ，标准离差 $\sigma =4.0\text{Mpa}$ 。

§ 13、预应力施工

(1)、纵向预应力施工

①、对于悬灌施工来讲，纵向钢绞线的预应力作业要求非常严格，且梁体为部分预应力结构，为正确建立永久预应力，预应力既不宜起，更不能欠，施工中对张拉程序中各项技术指针控制就比全预应力结构严格得多。我们经过现场实践，总结出了适合于这种结构的锚固体系张拉工艺。张拉机具采用 YCW 型号千斤顶及 ZB4—500S 型电动油泵，张拉前要进行标定。

②、悬灌过程中，按设计顺序张拉作业，张拉实行双控，以油压表为主，以伸长量进行校核，并控制在 $-3\% \sim +6\%$ 之内，同时对回缩量进行控制，具体操作如下：

i、按要求将锚具、顶压器、千斤顶等组装就位，务必保证孔道、锚具、千斤顶的轴线相重合，达到“三对中”。

ii、主缸进油时，两端同时缓慢加载，一般 5Mpa 一校核，两端用对讲机控制各自的速度，保证两端同时进行，达到设计吨位，校核伸长量。

iii、为了加速钢绞线松弛的早期发展，减少应力松弛而引起的应力损失，对所有钢绞线都采取超张拉作业，取值为 $1.05\sigma_k$ （ σ_k 为设计应力），达到超张拉应力时，关掉电源，持荷 5 分钟，使钢绞线应力趋于稳定状态。

iv、顶压作业完成后，先主缸卸载，然后顶压缸卸载，小缸进油后，校核回缩量，对于回缩量超限的情况应再进行张拉和顶锚作业，直至符合规定的数值。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/848067117137007000>