

《宁夏引黄灌区大中型水工建筑物冬季施工技术措施应用研究》

按照自治区水利厅部署要求，渠首管理处承担完成的《宁夏引黄灌区大中型水工建筑物冬季施工技术措施应用研究》已通过评审，供有关单位参考。

一、成果内容：

- 1、泵站工程冬季施工方案及技术措施
- 2、渡槽工程冬季施工方案及技术措施
- 3、涵洞工程冬季施工方案及技术措施
- 4、水闸工程冬季施工方案及技术措施

二、承担单位：渠首管理处

三、主要完成人员：哈斌 杨存 韦绍宁 孙生彪 刘振华 顾军 杨少波 高磊 卢乾

宁夏水利厅科技教育处

2018年11月23日

渡槽工程冬季施工方案及技术措施

渠首管理处

目录

1	施工组织与进度控制	3
2	施工导流与基坑降排水	4
2.1	施工导流布置	4
2.2	防洪方案布置	4
2.3	基坑排水	4
3	土方工程	5
3.1	土方开挖	5
3.2	土方填筑工程	6
4	渡槽砼工程	7
4.1	一般规定	7
4.2	槽身钢筋混凝土施工	7
4.3	井柱工程	12
5	暖棚保温措施	14
5.1	一般规定	14
5.2	施工准备	14
5.3	暖棚保温养护措施	14
5.4	温度观测	15
6	渡槽进、出口段施工	17
6.1	渠道衬砌及渡槽进、出口连接段	17
6.2	永久缝	17
6.3	砌石	17
7	安全施工措施	20
7.1	一般规定	20
7.2	安全管理措施	20
附录 A:	冬期施工混凝土热工计算书	21
B:	渡槽暖棚保温帐篷尺寸参数表	25

1 施工组织与进度控制

1.0.1 开工前施工单位应编制渡槽施工组织设计方案和工程总进度计划措施，并报监理方审核及建设单位批准后施行。

1.0.2 跨沟道的渡槽其导流工程的进度控制期限包括：

- 1 年 月修建导流明渠或涵管、土石围堰；
- 2 自 年 月至 年 月基坑降水井排水；
- 3 年 月围堰拆除；
- 4 导流、防洪建筑物的拆除与封堵。

1.0.3 主体工程的进度控制期限包括：

- 1 井柱施工开始及结束时间；
- 2 承台施工开始及结束时间；
- 3 自 年 月至 年 月槽壳砼开始浇筑及结束时间，应在拆模前确保箱涵砼养护龄期达到设计规定的砼拆模强度；预制槽壳（或砼预制构件）开始吊装及结束时间；
- 4 冬季预制砼槽壳、井柱排架施工暖棚搭建及拆除；
- 5 渠道回填土开始及结束时间；
- 6 进出口连接段渠道衬砌开始及结束时间，应在干渠通水前确保水下砌护砼养护达到规定的砼强度。

2 施工导流与基坑降排水

2.1 施工导流布置

2.1.1 基坑施工导流控制宜根据干渠及沟道水流情况分别布置沟道围堰和导流明渠。包括：

1 沟道围堰：建筑物 30m 外的沟道设置上、下游围堰，土围堰高度应高于沟道最大水位 1m 以上，土围堰顶宽 3m，顶宽有交通要求时不宜小于 4m。

2 导流明渠：在干渠（或沟道）上游横向围堰的渠堤处左、右岸开挖进、出水导流明渠，分别将渠道和沟道上游来水排至下游。

2.1.2 基坑施工导流围堰、导流明渠的布置宜统筹兼顾工程地形与场地内外交通道路条件、场内砼水平运输、基坑暖棚和降水机井布置等因素。

2.2 防洪方案布置

2.2.1 沿山渠道的渡槽工程施工期长，应考虑包括冬季冰雪融化期的防洪渡汛方案，宜根据干渠及沟道水流情况分别布置沟道围堰和导流泄洪明渠。

1 主体工程计划工期宜尽量避开防洪渡汛期施工。泄洪通道断面应满足洪峰流量通过。

2 导流沟道防洪围堰：在渡槽两侧不影响施工便于排洪的位置设置上、下游横向土围堰及排洪沟，围堰上下游坡脚间距应满足渠道上下游护底砌护总宽度的要求，出建筑物后接入下游沟道。

3 导流围堰高度应高于沟道正常运行水位，顶宽有交通要求时不宜小于 4m，围堰内外边坡系数不小于 1:2。

2.2.2 根据设计文件提供的地形及洪水情况，填筑防洪堤可将沟道区域分为两个区，一个用来渡汛过水，一个区用以施工；待施工区满足渡汛过水要求时将原渡汛区围起施工，施工区用以渡汛。

2.3 基坑排水

2.3.1 基坑排水措施：灌区上游地区冬季排水沟沟道来水较大时，加上工区段地势低洼渗漏积水形成流动明水，地下水位高，截流后的基坑排水非常关键，打降水井控制排水进度是关键性节点工期，是跨沟渡槽冬季施工关键控制环节。

1 在沟道上游来水侧，即开挖基坑右边坡开口线位置布设井点，降水井数量 6 至 8 眼，每眼降水井深 16m~20m，沿渡槽纵向均匀布置，便于集中管理维护，使得出水管汇集井水统一排向下游围堰的沟道内，尽量减少降水井对建筑物主体工程施工作业和基坑暖棚搭建的影响。降水井井壁用直径为 30cm 无砂砼排水管固壁，井距不大于 8m。

2 降水井宜在上、下游围堰施工完成经验收合格达到设计高度、顶宽要求后，开挖导流明渠，再进行进、出口围堰施工截流，通过设在基坑内明排水泵抽干明水，最后在基坑周围进行降水井施工。

3 施工排水设备配置，在每眼井各安装 2.5~3 寸潜水泵一台，2 台 2.5~3 寸潜水泵为备用。在基坑开挖到位后，基础垫层处理完成时沿坡脚预留集水沟，以加强对基坑地表明水的控制。

2.3.2 施工方负责提供打降水井、施工排水所需的全部排水设施和设备，并负责这些设备和设施的安装、安全运行和维护，并应保证排水设备的持续运行，应配置应急的备用设备和设施（包括备用电源，如 30kw~50kw 以上柴油发电机组），以避免施工施工时场地积水而影响土方开挖、基础处理、井柱砼灌注等工程正常施工，造成工期延误。

2.3.3 施工方负责工程安全度汛措施预案的编制，并报监理单位审核后实施。

2.3.4 质量检查和验收。施工方应将完成围堰、导流明渠等建筑物的水位、顶标高等设计指标，土石方填筑工程的质量评定及自验结果报监理方复验。

3 土方工程

3.1 土方开挖

3.1.1 开挖施工平面布置，开挖区域的临时道路宜根据已批准的施工总布置设计进行场内交通道路布置，结合施工开挖区的开挖方法和开挖运输机械的运行路线，规划好开挖区域的施工道路。

3.1.2 开挖方法和程序应符合下列内容：

1 在施工前，应详细了解工程地质结构，地形地貌和水文地质情况。对可能引起的滑坡和崩塌体应及时采取有效的预防性保护措施；在地下开挖施工，应仔细检查边坡的稳定性，如有孤石、崩塌体、古坟等，应事先作好妥善的清理和支护。

2 在已有建筑物附近进行开挖时，施工措施必须保证其原有建筑物的稳定和安全，并尽可能做到不影响其正常使用。作好建筑物两侧的穿堤工程的保护。

3 应妥善制定施工安全措施，在危险地带应设置明显的标志。夜间施工时，根据规范规定设足够的照明。

4 对各降水井进行观测，采用挖掘机、铲运车等机械进行基坑开挖时，应保证地下水位降低至最低开挖面 0.5m 以下。事先在沟道基坑底设置水泵进行明排。

5 根据施工放线，用白灰标划出开挖边线，并采取措施妥善保护中心桩位，便于随时恢复校测，开挖时，按照设计施工图纸要求的断面，采用挖掘机挖土人工配合的方式开挖。

6 断面开挖严格按照设计施工图纸控制边坡和底高程，基面预留保护层 20cm，渠道衬砌前用人工开挖并挂线削坡。渠道挖方的超、欠挖量符合规范要求，渠道应按设计横断面开挖不得扩大渠道和基坑开口宽度。

7 开挖过程中，应经常校核测量开挖平面位置、水平标高、控制桩号、水准点和边坡坡度等是否符合施工图纸的要求。监理有权随时抽检承包人的上述校核测量成果，或与承包人联合进行核测。

8 基础开挖完成后，应由建设单位或监理主持组织各参建单位进行重要隐蔽工程联合验收与签证，验收合格后方可进行下道工序施工。

3.1.3 基础和边坡开挖应符合下列要求：

1 土方明挖应从上至下分层分段依次进行，严禁自下而上或采取倒悬（倒坡）的开挖方法，施工中随时作成一定的坡势，以利排水，开挖过程中应避免边坡稳定范围形成积水。

2 基础和边坡易风化崩解、易冻结的土层，开挖后不能及时回填和保温的，应保留保护层和覆盖保温。

3 基础和边坡的拆除旧砼石块、树根和残积物应按施工图纸要求开挖清理，并应在填筑前完成，禁止边填筑边开挖，清除出的废料，应全部运出基坑范围以外，堆放在合同指定的场地。

3.1.4 开挖边坡保护措施

1 临时边坡的稳定。主体工程的临时开挖边坡，应按施工图纸所示进行开挖，经检查存在不安全因素时，承包人应进行补充开挖和采取加固保护措施。

2 土方明挖过程中如出现裂缝和滑动迹象时，承包人应立即暂停施工和采取应急抢救措施并通知监理。必要时应设置观测点及时观测边坡变化情况，并做好记录。

3.1.5 土料利用和弃渣措施

1 渠堤、渠底开挖的土质可转运至沟（渠）堤下游堆放以再利用。

2 承包人应负责清理开挖工程区域内的树根、杂草、垃圾、废渣及其它有碍物至合同指定地点。不允许在开挖范围内的上则弃土，必须在边坡上部堆置弃土时应确保开挖边坡的稳定并经监理人批准。

3.2 土方填筑工程

3.2.1 施工顺序。渡槽土方回填施工应在槽身砼吊装（或浇筑施工）和进、出口支墩施工结束后进行，土方回填应自基坑低处自下而上分层填筑。

3.2.2 施工机械选择。碾压机械选择 2.8kw 蛙式夯实机、1t 左右小型振动碾、人工辅助作业，渠堤土方填筑施工可由自卸汽车、铲车和挖掘机配合上土，16t 压路机分层碾压。

3.2.3 土料制备。承包人应按施工合同规定的外运土料开采范围和批准的施工措施进行土料制备。

1 土料应符合设计要求的回填土质，采用均质粘土或砂壤土，严禁使用原状粉细砂土回填，严格控制上坝土料的含水量。当土料的天然含水量大于或小于施工填筑含水量时，应根据土料装运卸流程及气象条件对土料含水量进行调整，调整方法以翻晒或现场洒水为主。

2 渠堤回填时，如渠堤原状土质为砂质土，外运土料为含水量较大黄土时，可以将两者掺合使用，掌握好掺合料含水量均匀和铺料厚度。

3.2.4 土方填筑前的准备。

1 承包人应按监理的指示和有关技术规定，完成土方填筑部位的基础清理和排水工作。

2 在基坑最终开挖线以下的所有勘探坑槽、平洞，均应按施工图纸的要求回填密实，建筑物上下游围堰附近的降水机井亦应逐一封堵。

3 建筑物基础等重要隐蔽工程应进行联合验收合格后，才能开始土方填筑。联合验收应由监理单位组织各参建单位参加。

3.2.5 建筑物两侧土方回填时，与每层铺土高度相适应，应在临铺填土前将砼墙清洗干净，并涂刷一层厚 3~5mm 的粘土浆，以利土体与建筑物之间的结合。

3.2.6 土方填筑施工参数控制渠底以下层 3:7 灰土及渠堤回填土方的施工参数和压实标准宜按表 3.2.6 的规定执行，有条件的可事先进行碾压参数试验。

表 3.2.6 土方填筑施工参数

项目 施工参数	渠堤素土	渠底以下层 3:7 灰土	基础砂砾石换填层
填筑最佳含水量 (%)			
铺土厚度 (cm)	0.30	0.20	0.30
碾型、碾重和碾压遍数	16t 压路机，碾压遍数为实验值	2.8kw 蛙式夯实机、1t 小型振动碾	16t 压路机或 1.0m ³ 挖掘机
控制压实度	0.95		相对密度不小于 0.75
设计干密度 (g/cm ³)	实验值	实验值	平均最小密度实验值，平均最大密度实验值

3.2.7 建筑物两则土层碾压机具的行驶方向以及铺料方向应平行渡槽纵轴。渠底以上渠堤土层碾压机具的行驶方向以及铺料方向应平行干渠水流方向。

3.2.8 每一填土层按规定参数施工完毕，施工单位自检并经监理检查合格后才能继续铺筑上一层。

3.2.9 压实土体不应出现漏压虚土层、干松土、弹簧土、橡皮土和光面等不良现象。

3.2.10 回填铺土面应尽量平起，以避免造成过多接缝。若由于施工需要进行分区填筑时，其横向接缝坡度不得陡于 1:3。基坑及渠堤填筑不得留纵向接缝。

3.2.11 边坡结合面坡度不得陡于 1:1，按设计要求事先洗坡符合规范规定，应配合填筑的上升速度，将表面松土铲除至已压实合格的土层为止。

3.2.12 渠堤左、右岸土方回填至设计堤顶高程后，方可进行渠道砼现浇护底及护坡衬砌工序的施工。

4 渡槽砼工程

4.1 一般规定

4.1.1 引用标准和规程规范

《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204-2002

《热轧钢筋》GB1499-84

《钢筋焊接及验收规范》JGJ18-96

《水工混凝土施工规范》SL 677-2014

《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——混凝土工程》SL632-2012

《水工混凝土施工规范》DL/T5144-2001

4.1.2 渡槽钢筋混凝土的施工，应做好井柱、承台、槽壳（或砼构件预制及吊装）等冬季施工措施设计，施工单位必须按照施工组织设计中拟定的混凝土浇筑强度要求，备足施工机械和劳力，做好混凝土配合比试验、基坑暖棚搭建和有关的技术准备工作。

4.1.3 渡槽混凝土施工宜按先低后高，先井柱、后承台、再槽身预制及吊装（或砼构件预制及吊装）的顺序进行施工。

4.1.4 多跨槽节混凝土宜按单节划分为施工单元分别浇筑、预制及吊装。槽身砼工程可按结构设计由槽身底板、侧墙、横梁盖板、由下至上施工。

4.1.5 以永久伸缩缝为界面，每一槽节砼为一个单元工程，每一根井柱、每一个承台（或支墩）砼划分为一个单元工程。

4.2 槽身钢筋混凝土施工

4.2.1 槽身混凝土施工中所使用的模板,可根据结构物的特点,分别采用钢模、木模或其他模板，并应符合下列要求：

1 所有 U 型或 L 型断面定型模板及支架必须保证结构和构件的形状、尺寸和相对位置正确，具有足够的强度和稳定性，模板表面平整，接缝严密，不漏浆，制作简单，装拆方便，经济耐用。

2 模板、支架及脚手架应按照工程结构特点，浇筑方法和施工条件进行设计，并应明确材料、制作、安装、检验、使用及拆除工艺的具体要求。

3 设计模板、支架及脚手架时，应选择实际可能发生的最不利荷载组合为计算荷载。迎风面的模板及支架，应验算在风荷载作用下的抗倾稳定性，抗倾倒系数不应小于 1.15。

4 各种材料的模板及支架、脚手架的设计应符合相应材料标准的规定。

5 固定在模板上的预埋件和预留孔洞不得遗漏，模板安装必须牢固，位置准确，其允许偏差应符合 SL637-2012 第 4 章第 4.3.2 条和设计要求，设计未提出要求时，应符合表 4.2.1-1 的规定。

表 4.2.1-1 预埋件与预留孔洞安装的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
预埋钢板中心线位置		±3
预埋管中心线位置		±3
预埋螺栓	中心线位置	±2
	外露长度	+10
预留孔中心位置		±3
预留洞	中心位置	±10
	截面内部尺寸	±10

6 制作与安装模板的允许偏差应符合 SL637-2012 第 4 章第 4.3.2 条的规定，如设计图

纸上未注明时，应按表 4.2.1-2 的规定执行。

4.2.2 模板施工流程，现浇时单节槽壳砼施工采用跳仓浇筑，底板、侧墙钢筋整体绑扎施工时，侧墙内外层钢筋应放置到位，放置砼保护层垫块应满足施工需要，至少应满足两节槽壳模板周转需要。

1 现浇槽壳 U 型或 L 型槽壳按照第 1 节槽壳——第 3 节槽壳——第 5（7）节槽壳——第 2 节槽壳——第 4 节槽壳——第 6 节槽壳的顺序施工。

2 每节模板施工顺序：底板及侧墙钢筋——底板模板及砼施工——侧墙钢筋——侧墙模板——顶板模板——顶板钢筋——（侧墙顶板）砼施工

3 侧模可采用预先在底板预埋件进行就位及斜拉加固。

1) U 型或 L 型槽壳预制时模板：外模采用定型钢模，内模采用钢模。

2) 墙体模板加固：内部采用辐射钢管进行横顶，每隔 1.5m 进行斜角对顶，外部采用钢管斜顶。墙体采用对拉螺杆固定模板限位，螺杆横向间距 75cm，竖向间距 100cm 顶口采用钢管进行横拉。

3) 钢模板安装前应磨光、平整、清理表面浮浆、提前涂抹脱模剂保持表面干燥。

4 拆除模板及支架的期限，设计未提出要求时，应符合下列规定：

1) 不承重的侧面模板，应在混凝土强度达到其表面及棱角不因拆模而损伤时；侧墙、柱部位不低于 3.5MPa 时，方可拆除。

2) 承重模板及支架，应在混凝土达到表 4.2.2-1 的规定强度，后方可拆除。

4.2.3 冬季施工工期许可时，宜预制 U 型或 L 型砼槽壳，利于模板、钢筋制安施工和集中搭设暖棚养护，待井柱、承台及砼槽壳达到 21 天砼养护龄期强度后，再进行槽身吊装就位。

4.2.4 钢筋工程应符合下列规定：

1 钢筋应有出厂质量保证书，热轧钢筋的机械性能应符合《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB1499.2-2007 有关规定。

使用前应按规定抽样做机械性能试验 需要焊接的钢筋应做焊接工艺试验。

发现性能异常的钢筋，应做化学成分检验或其他专项检验，不合格的产品不得使用。

2 钢筋的种类、钢号、直径应符合设计规定，需要代换时，应符合《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008 的有关规定，水工结构部分的钢筋应符合《混凝土结构设计规范》GB50010-2002 的有关规定。

表 4.2.1-2 制作和安装模板的允许偏差（mm）

项 目		允许偏差	
木模制作	模板长度和宽度	±3	
	相邻两板表面高差	1	
	平面刨光模板局部不平(用2m直尺检查)	3	
钢模板制作	模板长度和宽度	±2	
	模板表面局部不平(用2m直尺检查)	2	
	连接配件的孔眼位置	±1	
模板安装	轴线位置	5	
	截面内部尺寸	底板、基础	+10
		墙墩	±5
	相邻两板表面高差	2	
	底模上表面标高	0~+5	
	层高垂直	全高不大于5m	6
全高大于5m		8	
搁置装配式构件的支承面标高		+2, -5	

门槽、门坎、流道及其他有特殊要求的模板制作安装	按设计要求确定
-------------------------	---------

- 注 1. 一般钢筋混凝土梁、柱的模板允许偏差应按《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50202-2002 的有关规定执行。
2. 定型组合钢模板的使用，除满足本表规定外，尚应参照相应标准执行。

表 4. 2. 2-1 拆模时需混凝土强度

结构类型	结构跨度 (m)	设计标准强度的百分率 (%)
悬臂梁、悬臂板	≤2	70
	>2	100
梁、板、拱	≤2	50
	>2, ≤8	70
	>8	100

3 钢筋加工后的形状、尺寸应符合设计要求，钢筋长度方向局部允许偏差不应大于±1/2 净保护层厚度。

4 钢筋的接头类型和焊接要求，应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、SL637-2012 第 4 章第 4.4.2 条和设计的有关规定。

箱涵混凝土的钢筋接头宜优先采用电焊接头，电焊接头宜优先采用闪光对焊。

5 钢筋安装位置和保护层应符合设计要求和 SL637-2012 第 4 章第 4.3.2 条的规定，其允许偏差应符合表 4. 2. 4-1 的规定。

表 4. 2. 4-1 钢筋安装位置和保护层的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差	项目	允许偏差
同一排受力钢筋间距	排架、柱、梁	±0.5d	双排钢筋,其排距	±0.1 倍排距
	板、墙	±0.1 倍间距	钢筋的保护层	±1/4 净保护层厚度
箍筋间距	±0.1 倍箍筋间距			

4. 2. 5 混凝土的配制应符合下列规定：

1 水泥品种的选用原则：

- 1) 水位变化区或有抗冻、抗冲刷、抗磨损等要求的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥标号不应低于 42.5R。
- 2) 水上部分混凝土，宜选用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，水泥标号不应低于 32.5R。
- 3) 受硫酸盐侵蚀的混凝土，应优先选用抗硫酸盐水泥，受其他侵蚀性介质影响或有特殊要求的混凝土，应按照有关规定或通过试验选用。

2 细骨料宜采用质地坚硬，颗粒洁净，级配良好的天然砂，砂的细度模数宜为 2.3~3.0，细度模数波动允许值±0.2；砂的含泥量不应大于 3%，且不允许含有泥块。

3 粗骨料宜采用质地坚硬且粒径分配良好的碎石、卵石，其质量标准应符合 SL637-2012 附录 C.1 节和表 4. 2. 5-1 的规定。

表 4. 2. 5-1 粗骨料的质量指标

项目	指标	备注
含泥量 (%)	D20、D40 粒径级	≤1
	D28、D120、D150 粒径级	≤0.5

坚固性 (%)	≤5	有抗冻要求
硫化物及硫酸盐含量 (按重量折算成 SO ₃) (%)	≤0.5	
针片状颗粒含量	≤15	以重量计
超径	<5	以原孔筛
逊径	<10	检验

4 粗骨料最大粒径的选用应符合下列要求:

- 1) 不应大于结构截面最小尺寸的 1/4。
- 2) 不应大于钢筋最小净距的 3/4, 对双层或多层钢筋结构, 不应大于钢筋最小净距的 1/2。
- 3) 不宜大于 80mm。槽壳砼级配应由专门实验室试验确定, 以保证砼拌和料的和易性、流动性和水灰比符合施工规范要求
- 4) 对受侵蚀性介质作用的外部混凝土, 不宜大于保护层厚度。

5 拌制和养护混凝土用水, 不得含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质, 凡适宜饮用的水, 均可使用。采用天然矿化水时, 其氯化物含量不得超过 500mg/L; 硫酸盐含量不得超过 600mg/L, pH 值不应小于 5。

6 在配制混凝土时, 可以合理掺用外加剂, 但其掺量和方法, 应通过试验确定。

7 混凝土的配合比应通过计算和试验选定, 应满足强度、耐久性 & 施工要求, 且应经济合理。

8 混凝土的水灰比应通过计算和试验确定。按耐久性要求, 水灰比最大允许值尚应符合表 4.2.5-2 取用。

9 混凝土在浇筑地点的坍落度, 宜按表 4.2.5-3 选用。

10 拌制混凝土时, 各种原材料称量偏差应按表 4.2.5-4 的规定执行。拌和时间和加料程序应通过试验确定。

表 4.2.5-2 水灰比最大允许值

混凝土所在部位及环境条件	寒冷地区 (最冷月平均气温在 -3℃ ~ -10℃)
水上受雨雪作用的露天部位, 桥梁结构、顶盖	0.55
水位变化地区, 受水压作用或受水流冲刷的部位	0.5
水下受水压作用或受水流冲刷的部位, 进、出水连接段, 护底等	0.6
厚大构件	0.65
受严重冲刷磨损的部位	0.55

表 4.2.5-3 混凝土在浇筑地点的坍落度 (mm)

部位及结构情况	坍落度
底板、基础、进出水护坡、铺盖、无筋或少筋混凝土	20~40
墩、墙、梁、板、柱等一般配筋, 浇捣不太困难	40~60
薄壁墙 断面狭窄 配筋较密 浇捣困难	60~80
流道 箱涵等形体复杂的曲面 斜面结构 配筋特密	根据实际需要定

表 4.2.5-4 混凝土各种原材料称量偏差 (%)

材料名称	允许偏差
水、外加剂溶液	±2
水泥、掺合料	±2
骨料	±3

4.2.6 混凝土运输和浇筑应符合下列规定：

1 混凝土运输应符合下列要求：

- 1) 合理选定运输设备和运输能力。场内砼运输，宜采用汽车起重机水平与垂直进料入仓。
- 2) 运输时间不宜超过 0.5h（搅拌车除外），如混凝土初凝，应另作处理。
- 3) 运输道路应平坦 防止离析和漏浆。
- 4) 混凝土自由下落高度不宜大于 2m，超过时应采用溜管、串筒或其他缓降措施。溜管直径大小应与槽壳内支撑结构管架空隙、槽壳壁厚相适应，并便于砼吊罐操作和移动。
- 5) 冬季采用商砼时，应有专门砼运输与泵送技术论证，且经建设主管部门批准同意。

2 分别从墙体的两端头相向浇筑合拢，振捣以侧振为主，插入式振捣为辅。U型槽壳内模安装进度与砼浆面同一高度。

- 3 同一横断面内腹板对称灌注混凝土，防止两边砼面高低悬殊。
- 4 混凝土浇筑层允许最大厚度，应按表 4.2.6-1 的规定执行。
- 5 浇筑混凝土的允许间歇时间，应按表 4.2.6-2 的规定执行
- 6 应加强每节槽身砼及支座端部砼的振捣密实，以防漏振引起蜂窝麻面。

4.2.7 混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土面层凝结后，应立即浇水养护使混凝土面和模经常保持湿润状态。早期应遮盖，避免太阳光曝晒。

- 2 混凝土连续湿润养护的时间在常温下应不少于 28 天。
- 3 作好混凝土养护记录，包括每日浇水次数、气温（含暖棚内外温差）。
- 4 作好拆模后槽壳砼表面裂缝、垫块处、槽壳端头止水部位处的蜂窝、麻面、漏振、模板变形等质量缺陷的检查。不得有裂缝、蜂窝、露石、露筋等缺陷。

表 4.2.6-1 混凝土浇筑层允许最大厚度（mm）

捣实方法和振捣器类别		允许最大厚度
插入式振捣器		振捣器头部长度的 1.25 倍
表面式振捣器	在无筋或少筋结构中	250
	在配筋密集或双层钢筋结构中	150
附着式振捣器		300

表 4.2.6-2 浇筑混凝土的允许间歇时间

浇筑仓面的气温 (°C)	允许间歇时间 (min)	
	普通硅酸盐水泥，硅酸盐水泥，抗硫酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥，火山灰质硅酸盐水泥，粉煤灰硅酸盐水泥
20~30	90	120
10~19	150	180
5~9	180	210

注： 1. 允许间歇时间指自加水搅拌时起 到覆盖上层混凝土止。

2. 表列值未考虑掺用外加剂及采用其他特殊施工措施的影响。

4.2.8 每节槽壳混凝土浇筑开仓前应执行砼开仓联合验收制度，先是施工项目部“三检制”初验合格后，报监理、设计、施工三方联合验收合格后出具砼开仓证方可砼浇筑施工。

4.2.9 预制砼槽壳吊装前应向监理申报吊装施工方案和安全技术措施经批准后组织实施。

4.3 井柱工程

4.3.1 砼灌注桩、承台及支墩适用本节内容。井柱施工工艺措施：各井柱钻孔桩位应在旱地上施工。填芯料以粘性土、膨润土为主。钢护筒分节制作，分节振埋，节与节现场焊接。地面以上井柱（排架或支墩）采用支模现浇的施工方法。

4.3.2 钻孔灌注桩施工。冬季施工前应完成地面降排水及施工暖棚的搭建保温工作。

1 钻机安装。

1) 钻机就位前，应对钻孔前的各项准备工作进行检查，包括主要机具的检查和维修，采用枕木、钢轨作为钻机运行轨道，钢轨沉木连接紧固件应牢靠，确保钻机在钢轨上运行平稳。

2) 钻机安装就位应做到天车中心、转盘中心、钻孔中心在一垂直线上。钻机底座和顶端应平稳，不得产生位移和沉陷。

2 泥浆及泥浆循环系统。灌注桩地层上部多为砂石地质层，地层易造浆困难，孔壁不易稳定出现漏浆，施工中孔内泥浆应始终保持良好的性能指标。

1) 施工中孔内泥浆以膨润土人工造浆为主。钻进泥浆性能指标：粘度 20-26s，比重 1.20-1.35，含砂率小于 4%。

2) 采用抽砂筒捞渣、粘土造浆后立泵回灌循环组成泥浆循环系统。并在墩台围堰中设一个 10m³ 的滤渣池，以便钻渣及时清除，可以备漏浆时及时补充泥浆。

3 钻井成孔。宜结合工程及地层特点，采用冲击钻成孔为主要施工工艺。

1) 施工前施工技术人员应进行技术和安全交底并记录后方可开始钻进。

2) 开钻时应稍提冲击钻头，在护筒内加入黄粘土打浆，并开动泥浆泵进行循环，待泥浆均匀后开始钻进。控制水头高度在 1.5m-2.0m 之间。冲击锥每冲击一次应转动一个角度保证成圆桩孔。

3) 钻进中，应严防各类事故，防止异物调入孔内，损坏钻机钻头。

4) 在砂层和圆砾层中用较大粘度和比重的泥浆，防止垮孔和漏浆等事故。

4 钻井成孔操作人员应认真贯彻执行操作规程和施工、安全规范，及时填写钻孔施工记录，交接班时详细交代本班钻进情况和下一班应注意的事项。

4.3.3 成孔后的清孔、下笼和灌注。

1 清孔。

1) 钻孔至设计标高后，稍提起钻具，离孔底 20cm 处反复冲击，采用正循环进行换浆清孔，保持一定水头高度，以防止塌孔。

2) 砼灌注前进行二次清孔，确保孔底沉渣和泥浆参数满足设计和规范要求。清孔后孔底沉渣应小于 5cm，泥浆指标：粘度 17-20s，比重 1.03-1.1，含砂率小于 2%。

2 钢筋笼制作安装。井柱钢筋加工应符合本章第 4.2 节第 4.2.4 条钢筋工程施工的有关规定。

1) 钢筋笼按照设计施工图纸要求事先在加工场内下料分节制作，孔口吊装准确定位后焊接成整体。

2) 钢筋保护层控制，先在钢筋上设置“耳环”，串上砼滚轮，焊接在钢筋骨架上，每隔 4m 设置一组，每组 4 块对称安装。

3) 护筒内的上部钢筋骨架与护筒间隙较大，宜在其顶圈上对称焊 4 个与之间距相匹配的“耳环”，以保持钢筋网骨架定位准确，下放顺畅。

4) 钢筋骨架吊装应防止碰撞孔壁，如放入困难，不得强行插入，应查明原因及时排除阻力后再下放。

5) 钢筋骨架安放后的顶面和底面标高应符合设计要求。

6) 井柱钢筋顶部部位应预留埋设上层锚固钢筋接头，并检查排架预留钢筋直径、数

量及位置符合施工图纸要求。

3 水下砼灌注。

1) 根据现场施工条件，水下砼灌注施工采用砼运输车或拖式砼泵输送至孔口漏斗的水下导管灌注成桩的工艺。

2) 采用直径 275mm 壁厚 5mm 的法兰连接导管灌浆。下导管时，做到导管内涂油光滑，导管之间连接处放置橡胶密封圈，确保密封性。导管使用前宜做水密试验和抗拉试验合格后再使用。

3) 砼的搅拌宜均匀、和易性好，其塌落度满足设计规范和现场施工要求。砼的灌注应快速连续进行，避免中断。灌注前，准备工作应充分，保证用电供应及各种机械设备的运转等均处于正常。掌握好砼初灌量和每根桩砼总用量记录分析工作。

4) 灌注过程中导管埋管深度用控制在 2-6m 之间，经常用测绳量取桩砼面高度，以便控制埋管深度。起拔导管时，速度不宜快，防止导管提出砼面造成断桩。砼灌注完毕及时清除桩顶浮浆。

4.3.4 排架及承台施工。地面以上的排架、横梁、承台及支墩施工按每一个（根）为一个单元工程进行施工和质量控制。

1 井柱砼浇筑结束后，应及时进行轴线及桩位（支墩位）坐标的测量复核。

2 排架柱、横梁、承台及支墩采用支模现浇的施工方法。

1) 排架柱支立时在模板外部每 1.0m 设置一上下斜撑，撑于模板外部加肋构件上，另一端撑于地面垫板上。

2) 排架柱、支墩多为圆柱型或异性模板，应按照设计要求定型制作模板，10m 高左右脚手架的搭设应保证脚手架的刚度及强度并满足上人通道和施工操作需要，采用搭设满堂脚手架及加密钢管间距，加斜撑钢管的办法保证支立模板不变型和支撑架稳固。宜每 3-4m 高分段支模，分段向上浇筑施工。

3 模板安装应按照砼构件施工详图进行放样，支模时保证模板由足够的整体稳定性。重要结构多设控制点，以利检查校正。

4 模板安装、拆除及质量检验控制应符合本节 4.2.1 的有关规定要求。

5 砼施工质量检验控制和养护应符合本节 4.2 节的有关规定要求。

5 暖棚保温措施

5.1 一般规定

5.1.1 冬季施工措施:应遵守《水工混凝土施工规范》SL677-2014 第九章低温季节施工的规定和《水工混凝土施工规范》DL/T5144-2001 第九章低温季节砼施工的规定。

5.1.2 砼受冻临界强度要求:

1 日平均气温连续 5d 稳定在 5℃ 以下或最低气温连续 5d 稳定在 -3℃ 以下时, 按低温季节施工。

2 砼早期允许受冻临界强度应满足下列要求:

1) 横断面跨度 3m 内的槽壳钢筋砼不低于设计强度的 70%。

5.1.3 砼拌和系统、砂石料预热储存场地、槽壳砼、井柱及排架砼浇筑现场, 在施工前, 应采取暖棚保温措施。应先准备好加热、保温和防冻材料(包括防冻外加剂), 并应有防火、防煤烟中毒、防风防倾倒措施。

5.2 施工准备

5.2.1 砂石、钢材等原材料的储存、加热、输送和砼的拌合、运输、浇筑仓面, 均应根据气候条件通过热工计算, 选择适宜的保温措施。

5.2.2 骨料宜在进入低温季节前筛选完毕。成品料应有足够的储备和堆高, 并要有防止冰雪和冻结的措施。不得使用冻冰的砂子、石子骨料进行备料拌和。

5.2.3 低温季节砼拌和宜先加热水。当日平均气温稳定在 -5℃ 以下时, 宜暖棚法加热骨料。骨料不需加热时, 应注意不能结冰, 也不能混入冰雪。

5.2.4 拌和混凝土之前, 应用热水或蒸气冲洗拌和机, 并将积水排除。

5.2.5 在岩基或老混凝土上浇筑混凝土前, 应检测表面温度, 如为负温, 应加热成正温 3℃ 以上, 加热深度不小于 10cm 或加热至仓面边角(最冷处)表面正温(大于 0℃)为准, 经检验合格后方可浇筑混凝土。

5.2.6 仓面清理宜采用热风枪或机械方法, 不宜采用水枪或风水枪。

5.2.7 在软基上浇筑第一层基础混凝土时, 基土不能受冻, 建基面温度应保证 3℃ 以上。建基面排水应将基坑地下水位控制在建基面 0.5 米以下。

5.3 暖棚保温养护措施

5.3.1 低温季节混凝土的施工方法宜符合下列要求:

1 在温和地区宜采用蓄热法, 风沙大的地区应采取防风设施。

2 对风沙大, 不宜搭设暖棚的仓面, 可采用覆盖保温被下面布设暖气排管或蒸汽加热的办法; 对冬季施工的渡槽, 在进行低温季节施工时, 应制订周密的暖棚施工方案。

3 除工程特殊需要, 日平均气温 -20℃ 以下不宜施工。

5.3.2 混凝土的浇筑(入仓)温度应符合设计要求, 采用暖棚法砼入仓温度不应低于 10℃。

5.3.3 外挂保温层必须牢固地固定于模板上。模板内贴保温层的表面应平整, 并有可靠措施保证在拆模能固定在混凝土表面。

5.3.4 混凝土的拌和时间应比常温季节适当延长, 具体通过试验确定。已加热骨料和混凝土, 应尽量缩短运距, 减少倒运次数。

5.3.5 在施工过程中, 应控制并及时调节混凝土的机口温度, 尽量减少波动, 保持浇筑温度均匀。控制方法以调节拌和水温为宜。提高混凝土拌和物温度的方法: 首先应考虑加热拌和用水; 当加热拌和用水尚不能满足浇筑温度要求时, 应加热骨料至 5℃ 以上。水泥不得直接加热。

5.3.6 拌和用水加热超过 60℃ 时, 应改变拌和加料顺序, 将骨料与水先拌和, 然后加入水泥, 以免水泥假凝。

5.3.7 混凝土浇筑完毕后，外露表面应及时保温。新老混凝土接合处和边角处应做好保温，保温层厚度应是其他保温层厚度的 2 倍，保温层搭接长度不应小于 30 cm。

5.3.8 在低温季节浇筑的混凝土，拆除模板应遵守下列规定：

1 非承重模板拆除时，混凝土强度必须大于允许受冻的临界强度或成熟度值。

2 承重模板的拆除应经过计算确定。箱涵砼拆模应符合第 4.2.2 条的规定，并保证顶板及立墙强度达到设计强度的 70%以上。

3 拆模时间及拆模后的保护，应满足温控防裂要求，并遵守内外温差不大于 20℃或 2d~3d 内混凝土表面温降不超过 6℃。

5.3.9 暖棚保温养护方法

1 槽壳浇筑搭设暖棚宜在预制现场平地开阔处或基坑基础处理完成后进行，按照井柱施工部位通长整体搭建或分别搭设暖棚，并基坑两侧预留好纵向集水沟的位置，一般暖棚边宽出施工面 1.5m，棚顶高于施工面顶板一米以上（一般棚高为 3m），棚架不得影响砼吊罐移动入仓作业。

2 在构筑物周围用钢管架搭设暖棚，用棉帐篷布包裹严密并固定牢固，暖棚设计预留进出口通道，顶棚设计预留可移动的帐篷，便于砼料斗入仓时垂直起降到位并保证顶棚帐篷能及时恢复覆盖。

3 采用燃煤取暖炉子加热，必须将炉子的排气烟筒引出棚外，以防棚内聚集煤烟中毒和一氧化碳浓度过高加速已浇筑砼的碳化。

4 暖棚内气温值不得低于 5℃，砼养护温度宜不低于 12℃，当暖棚内气温低于 5℃时应及时采取添加燃煤或增加煤炉子的办法。砼养护期间，安排专人对暖棚煤炉子昼夜添煤、进行防火、防煤烟检查，保持棚内温度和湿度。

5 砼拌和站搭设暖棚长 20m×宽 15m×高 5m，棚内设置 3m³以上储水铁箱一个，水箱下架设炉火通道加热水温。

6 骨料区保温采用覆盖保温，必要时在骨料上覆盖电热毯加棉被保温以提高骨料温度。拌和浇筑前骨料提前转入拌和暖棚内堆放预热。如果浇筑砼出机口温度尚不能满足要求，应搭建骨料区加热暖棚保温。

7 暖棚搭建应满足防火、防风、防煤烟中毒、防倾倒刚度及稳定性等安全要求。

8 暖棚采用燃煤取暖炉子加热为主时，可综合采用电热吹风机辅助供暖和通风，但应满足防火、安全用电等安全要求。

9 暖棚保温辅助加热措施，可采用燃煤锅炉暖气片或电暖器（片）加热等方式。

5.3.10 混凝土质量检查除按规定成型试件检测外，还可采取无损检测手段随时检查混凝土早期强度。

5.3.11 砼养护应符合下列规定：

1 暖棚内箱涵砼养护宜分别分节养护不少于 28 天，保持养护温度符合砼施工规范的规定。

2 加热的铁炉具应加盖子，其放置不应靠近边墙或直接置于砼底板上烘烤。

5.4 温度观测

5.4.1 冬季施工期间，温度观测规定如下：

1 外界气温宜采用自动测温仪器，若采用人工测温，每天应测量 4 次。

2 暖棚内气温每 4h 一次，以距混凝土面 50 cm 的温度为准，测四边角和中心温度的平均数为暖棚内气温值。

3 水、外加剂及骨料的温度每小时测一次。测量水、外加剂溶液和砂的温度，温度传感器或温度计插入深度不小于 10 cm，测量粗骨料温度，插入深度不小于 10 cm 并大于骨料粒径 1.5 倍，且周围用细粒径充填。用点温计测量，应自 15 cm 以下取样测量。

4 混凝土的机口温度、运输过程中温度损失及浇筑温度，根据需要测量或每 2h 测量一次。温度传感器或温度计插入深度不小于 10 cm, 时间保持 2 分钟以上。

5.4.2 大体积混凝土浇筑后 3d 内应加密观测温度变化：外部混凝土每天应观测最高、最低温度；内部混凝土 8h 观测一次。其后宜 12h 观测一次。

5.4.3 气温骤降和寒潮期间，应增加温度观测次数。

6 渡槽进、出口段施工

6.1 渠道衬砌及渡槽进、出口连接段

- 6.1.1 渠道衬砌及渡槽进、出口连接段与沟道护坡表面应平整，光洁，连接处应平顺。
- 6.1.2 季节性冻土地区的土质渠、沟道采用衬砌时，土方回填、边坡冻土开挖及砌护施工应参照规范及设计的有关规定进行。
- 6.1.3 渠道衬砌及沟道护坡施工应以渡槽轮廓为基准，按照先近后远、先深后浅、先边墙后护坦的原则，在基础验收合格后进行。
- 6.1.4 两岸连接护坡及护坦的施工，必须分别满足稳定、强度、抗冻、抗侵蚀的要求。
- 6.1.5 渠底填筑反滤层和软基处理施工应在地基检验合格后进行，并应符合设计规定；
- 6.1.6 渠道衬砌和渡槽进、出口连接段护坡为浆砌石时，其施工可参照 6.3 节的规定执行。
- 6.1.7 砌护段的防渗和止水缝、伸缩缝等永久缝所用的苯板、油膏等材料制品的品种和规格等均应符合设计要求。
- 6.1.8 护坡、护坦混凝土或钢筋混凝土施工，参照 4.2 节的有关规定执行。

1 靠近渡槽进出口的渠底护坦宜分块、间隔浇筑，在荷载相差过大的邻近部位，应等边墩沉降、土方回填沉陷基本稳定后，再进行砌护浇筑及止水施工。

6.1.9 土方回填应根据结构物的类型、填料性能和现场条件，按照设计质量要求进行，未经检验查明的以及不符合质量要求的土料，不得作为回填土。

6.1.10 渠道护坡现浇砼施工前坡后土渠不得用冻土块回填，设计砼标号不宜低于 C20，检查洗坡、模板支护工序，使砼护坡厚度尺寸符合设计要求；砼横向分缝不超过 5m、分块砼浇筑时钢筋网罩面安放固定到位再进行砼平仓浇筑。

6.2 永久缝

6.2.1 永久缝沥青砂板块的制作和安设应符合下列规定：

1 沥青砂板块尺寸以 500mm×50mm×20mm 为宜（或按设计要求），板块宜贴砌在先浇筑部位的缝面上。

2 沥青砂板块的沥青与砂的体积配合比，宜取 1:2~1:3。

6.2.2 永久缝油毡板的制作和安设应符合下列规定：

1 应根据气温情况选用 30 甲或 10 号建筑石油沥青。沥青应防止高温流淌。

2 预制油毡板应场地平整，层毡层油，涂刷均匀。

3 油毡板宜安设在浇筑部位的模板上，应与两次浇筑的混凝土都能紧密结合。

4 止水片的沉降槽和油毡片应在同一立面上。

6.2.3 永久缝为塑料和橡胶止水片时，应避免油污和日晒。塑料止水片的接头宜用电热熔接牢固。橡胶止水片的接头可用氯丁橡胶粘接，重要部位应热压粘接。

6.2.4 永久缝止水片的安设可用模板嵌固，不得留有钉孔。

6.2.5 浇筑止水缝部位的混凝土时，应符合以下规定：

1 水平止水片应嵌在浇筑层中间，在止水片的高程处不得设置施工缝。

2 浇筑混凝土不得冲撞止水片，当混凝土将淹埋止水片时，应再次清除其表面污垢。

3 振捣器不得触及止水片。

4 嵌固止水片的模板应适当推迟拆除时间，拆模时应注意保护好止水片。

6.3 砌石

6.3.1 砌石工程施工应符合下列规定：

1 砌石工程应在基础验收及结合面处理检验合格后方可施工。

2 砌筑前应放样立标，挂双线砌筑。

3 砌石应平整，稳定，密实和错缝。

6.3.2 砌石工程所用材料应符合下列规定。

- 1 石料应质地坚实、无风化、剥落和裂纹。
- 2 混凝土灌砌块石所用的石子粒径不宜大于 20mm。
- 3 水泥标号不宜低于 32.5R 号。

4 使用混合材料 and 外加剂，应通过试验确定。混合材料宜优先选用粉煤灰，其品质指标参照有关规定确定。

5 配制砌筑用的水泥砂浆和小石子混凝土，应按设计强度等级提高 15%，配合比应通过试验确定，同时应具有适宜的和易性。水泥砂浆的稠度可用标准圆锥沉入度表示，以 40mm~70mm 为宜，小石子混凝土坍落度以 70mm~90mm 为宜。

6 砂浆和混凝土应随拌随用，常温拌成后应在 3~4 h 内使用完毕。使用中如发现泌水现象，应在砌筑前再次拌合。

6.3.3 浆砌石施工应符合下列规定：

- 1 砌筑前应将石料刷洗干净，并保持湿润，砌体石块间应用胶结材料粘结，填实。
- 2 浆砌石挡土墙、护坡、护底、基础等砌体应采用座浆法、分层砌筑。灰浆应饱满、护坡、护底和翼墙内部石块间较大的空隙，应先灌填砂浆或细石混凝土并认真捣实，再用碎石块嵌实。不得采用先摆放块石、填碎石块，后塞砂浆的方法。
- 3 护坡砌筑时，宜先砌面石，面石摆放到位后填腹石。

6.3.4 挡土墙、护坡、翼墙及隔墩砌筑应符合下列要求：

1 基础混凝土面层应进行凿毛或冲毛，并冲洗干净后方可砌筑。土基面施工时，应随砌先铺筑一层砂浆。

2 砌筑应自下而上逐层进行。每层应依次先砌角石、面石、后填腹石，均匀座浆，并随铺随砌。

3 砌筑块石时，上、下层石块应错缝，内、外石块应搭接，面石宜选用较平整的大块石。砌筑料石时，应按一顺一丁或两顺一丁排列放置平稳，砌缝应横平竖直，上、下层竖缝错开，丁石上、下方不得有竖缝。

4 灰缝宽度，块石砌体宜为 20mm~30mm，料石砌体宜为 15mm~20mm，混凝土预制块砌体宜为 10mm~15mm。片石灰缝缝宽最大不宜大于 40mm，面石之间不得直接接触。

5 砌体层间缝面应刷洗干净，并保持湿润。

6 砌体应均衡上升，日砌筑高度和相邻段的高差，均不宜超过 1.2m。

7 砌体隐蔽面的砌缝可随砌随刮平，砌体外露面的砌缝应在砌筑时预留 2.0mm~2.5mm 深便于勾缝的缝槽。

8 沉降缝，伸缩缝的缝面，应平整垂直。预留伸缩缝缝宽应符合设计要求，并按角石挂线砌筑。

9 高边坡砌筑施工时，自坡顶放置石块宜设置石头溜槽，溜槽应有一定斜度、稳固。

10 浆砌石挡土墙、护坡砌筑时不得边砌筑边进行坡后填土。

6.3.5 砌筑过程中应逐日清扫砌体表面粘附的灰浆，并及时洒水养护，养护时间以 14d 为宜。养护期内不宜回填、挡土。

6.3.6 砌体勾缝应符合下列规定：

1 砌体表面砌缝均应勾缝，并宜采用平缝，宜在砌筑砂浆终凝、硬化前，及时清理缝槽。

2 勾缝前应清理缝槽，并冲洗干净，砂浆嵌入深度不应小于 20mm。

3 勾缝宜采用过筛的细砂，配合比为 1:1.5 的水泥砂浆（或按设计要求确定）。

4 勾缝应自上而下进行，勾缝完毕应清扫砌体表面粘附的灰浆。勾缝砂浆凝结后，应及时洒水养护，养护时间以不少于 14d 为宜。

- 5 勾缝应宽窄均匀，深浅一致，不得有假缝、通缝、丢缝、断裂和粘结不牢等现象。
- 6 片石勾缝时，石面宜尽量外露，采用平缝勾缝，缝条宽不宜小于 20mm，不宜大于 40mm。
- 6.3.7 新砌体在达到设计强度前，不得在其上拖拉重物或锤击、振动。
- 6.3.8 砌筑过程中如遇中雨或大雨，应停止砌筑，并将已砌石块中的空隙用砂浆或细石混凝土填实，然后加以遮盖，雨后应清除，积水再继续砌筑。
- 6.3.9 砌体上的预埋件、贴面砧拉杆埋件、预留孔洞、排水孔、反滤层、防水设施等应按照施工规范和设计要求留置。
- 6.3.10 干砌石宜用于护坡、护底等部位，并应符合下列规定：
- 1 砌体缝口应砌紧，底部应垫稳、填实、严禁架空。
 - 2 不得使用翘口石和飞口石。
 - 3 宜采用立砌法，不得叠砌和浮塞。石料最小边厚度不宜小于 150mm。
 - 4 具有框格的干砌石工程，宜先修筑框格，然后砌筑。
 - 5 铺设大面积坡面的砂石垫层时，应自下而上、分层铺设，并随砌石面的增高分段上升。
 - 6 护坡面石缝宽不应大于 40mm，石间空洞面积不应大于 20mm^2 ；先砌面石，后填腹石，起坡石宜选用大块石，放置稳固。
- 6.3.11 砌石的质量检验应符合下列规定：
- 1 材料和砌体的质量应符合设计要求。
 - 2 砌筑砂浆应插捣密实，砌缝宽度、错缝距离应符合要求。
 - 3 砂浆、小石子混凝土配合比应正确，试件强度不应低于设计强度。
 - 4 砌体尺寸和位置的允许偏差应符合表 5.4.11 的规定。

表 5.4.11 砌体尺寸、位置的允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差			
	墩、墙		护坡、护底	
	浆砌块石	浆砌料石 (预制块)	浆砌块石	干砌石
轴线位置	10	10		
墙面垂直度 (全高)	$\pm 0.5\%H$ 或 20	$\pm 0.5\%H$ 或 20		
表面平整度	20	20	20	30
墙面坡度	不陡于设计规定	不陡于设计规定		符合设计要求
断面尺寸或厚度	+30, -0	± 20	+30, -0	± 30
顶面高程	± 15	± 15	± 15	+50, -30
护底高程			+30, -50	+30, -50

- 6.3.12 浆砌石冬季施工按 3.6 节的有关规定执行。浆砌石冬季施工应搭建暖棚，进行浆砌石施工时暖棚内温度控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 内，宜结合砧的施工分块、分段覆盖养护保温，砌体养护时间不宜少于 14d。
- 6.3.13 砂浆拌成时的温度不宜超过 35°C ，使用时的最低温度不宜低于 5°C ，冬季砂浆拌和应在暖棚拌合站或施工暖棚内完成。

7 渡槽施工安全措施

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应编制原渡槽拆除专项施工方案，场地内电力、通信等地理线缆和旧变压器的拆除、迁移应事先探明管线位置、深度并断电后再施工，应自上而下拆除，未经有关单位批准，不得擅自施工。

7.1.2 冬季民工宿舍、暖棚等用电、防火、防煤烟、防风安全措施等方案应在分部工程开工前提交监理部，方案审核通过后实施。

7.1.3 施工单位应编制基坑开挖回填、降排水、吊装、砼浇筑、机井和暖棚安全用电、高空作业及脚手架等专项施工安全技术措施报监理部审批经批准后执行。

7.2 安全管理措施

7.2.1 应建立健全施工安全领导组织机构、施工项目部宜配备专职安全员，施工人员人人签订安全协议。

7.2.2 建立施工安全生产规章制度和安全操作规程。开展对特种施工机械、拌和站操作工及施工运输、砼浇筑工、电工等工人进行岗前安全教育和培训，定期进行施工安全技术方案交底会议并记录制度。

7.2.3 施工现场安全设施应包括：场地围栏、高边坡安全防护栏、变压器安全围栏及挂用电安全警示牌、施工现场重要部位安全警示牌、标志、灭火器材、煤烟报警器、安全网、安全带、暖棚进出口（行人）安全通道及安全扶梯、工地车辆与交通安全标志等。

7.2.4 施工安全管理制度应包括：安全检查制度、现场安全技术交底制度、安全教育培训及会议制度、落实上级安全整改措施和报告制度。

附录 A: 冬期施工混凝土热工计算书

冬期施工混凝土热工计算书(一)

井柱混凝土配合比

材料名称	水泥	粉煤灰	砂	石子	外加剂	水
重量比	1	0	1.85	2.66	0	0.55
每立方用量	400	0	738	1062	0	220

C20 碎石粒径 1-2cm

一、计算混凝土的拌和温度

T0	12.28	混凝土拌和温度 (°C)
mw	220	水用量 (Kg)
mce	400	水泥用量 (Kg)
msa	738	砂子用量 (Kg)
mg	1062	石子用量 (Kg)
Tw	35	水的温度 (°C)
Tce	5	水泥的温度 (°C)
Tsa	5	砂子的温度 (°C)
Tg	5	石子的温度 (°C)
wsa	3	砂子的含水率 (%)
wg	3	石子的含水率 (%)
C1	4.2	水的比热容 (KJ/Kg·K)
C2	0	冰的融解热 (KJ/Kg)

混凝土拌和温度计算:

$$T_0 = \frac{0.92(m_{ce}T_{ce} + m_{sa}T_{sa} + m_gT_g) + 4.2T_w(m_w - w_{sa}m_{sa} - w_gm_g)}{4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g)} + \frac{c_1(w_{sa}m_{sa}T_{sa} + w_gm_gT_g) - c_2(w_{sa}m_{sa} + w_gm_g)}{4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g)}$$

$$= 12.28^\circ\text{C}$$

二、混凝土拌和物出机温度

T1	11.91	混凝土拌和物出机温度 (°C)
Ti	10	搅拌机棚内温度 (°C)

混凝土拌和物出机温度计算:

$$T_1 = T_0 - 0.16(T_0 - T_i)$$

$$= 11.91^\circ\text{C}$$

三、混凝土拌和物经运输到浇筑时温度

T2	10.48	砼拌和物运输到浇筑时的温度(°C)
t1	0.083	砼拌和物自运输到浇筑时的时间(h)
n	2	砼拌和物运转次数
Ta	-5	砼拌和物运输时环境温度(°C)
α	0.25	温度损失系数(1/h)
α	}	砼搅拌机运输 α=0.25
		开敞式大型自卸汽车 α=0.2
		开敞式小型自卸汽车 α=0.3
		封闭式自卸汽车 α=0.1
		手推车 α=0.5

混凝土拌和物经运输到浇筑时温度计算:

$$T2 = T1 - (\alpha t1 + 0.032 n) (T1 - Ta)$$

$$= 10.48^{\circ}\text{C}$$

四、混凝土浇筑成型完成时的温度

T3	9.25	砼浇筑成型完成时的温度(°C)
Cc	1	砼的比热容(KJ/Kg·K)
Cf	0.48	模板的比热容(KJ/Kg·K)
Cs	0.48	钢筋的比热容(KJ/Kg·K)
mc	2550	每立方砼的重量(Kg)
mf	306	每立方砼接触的模板重量(Kg)
ms	153	每立方砼接触的钢筋重量(Kg)
Tf	-5	模板温度,未预热时为环境温度°C
Ts	-5	钢筋温度,未预热时为环境温度°C

混凝土浇筑成型完成时的温度计算:

$$T3 = \frac{C_c m_c T_c + C_f m_f T_f + C_s m_s T_s}{C_c m_c + C_f m_f + C_s m_s}$$

$$= 9.25^{\circ}\text{C}$$

结论: T3>5°C, 砼初始养护温度满足要求

在环境温度达到 10°C的情况下, 砼组成材料加热温度要求:

1. 水加热温度到 35°C;
2. 砂子加热温度到 5°C;
3. 石子加热温度到 5°C。

冬期施工混凝土热工计算书（二）

槽壳、底板、侧墙混凝土配合比

材料名称	水泥	粉煤灰	砂	石子	外加剂	水
重量比	1	0	1.67	3.03	0	0.48
每立方用量	392	0	653	1187	0	188

C25F100W6 石子粒径 1-3cm 水泥：普 42.5R

一、计算混凝土的拌和温度

T0	11.06	混凝土拌和温度（℃）
mw	188	水用量（Kg）
mce	392	水泥用量（Kg）
msa	653	砂子用量（Kg）
mg	1187	石子用量（Kg）
Tw	35	水的温度（℃）
Tce	5	水泥的温度（℃）
Tsa	5	砂子的温度（℃）
Tg	5	石子的温度（℃）
wsa	3	砂子的含水率（%）
wg	3	石子的含水率（%）
C1	4.2	水的比热容（KJ/Kg·K）
C2	0	冰的融解热（KJ/Kg）

混凝土拌和温度计算：

$$\begin{aligned}
 T_0 &= \left[0.92(m_{ce}T_{ce} + m_{sa}T_{sa} + m_gT_g) + 4.2T_w(m_w - w_{sa}m_{sa} - w_gm_g) \right] \\
 &\quad + \left[c_1(w_{sa}m_{sa}T_{sa} + w_gm_gT_g) - c_2(w_{sa}m_{sa} + w_gm_g) \right] \\
 &\quad \div \left[4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g) \right] \\
 &= 10.06^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

二、混凝土拌和物出机温度

T1	10.89	混凝土拌和物出机温度（℃）
Ti	10	搅拌机棚内温度（℃）

混凝土拌和物出机温度计算：

$$\begin{aligned}
 T_1 &= T_0 - 0.16(T_0 - T_i) \\
 &= 10.89^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

三、混凝土拌和物经运输到浇筑时温度

T2	9.54	砼拌和物运输到浇筑时的温度(°C)
t1	0.083	砼拌和物自运输到浇筑时的时间(h)
n	2	砼拌和物运转次数
Ta	-5	砼拌和物运输时环境温度(°C)
α	0.25	温度损失系数(1/h)
α	}	砼搅拌车运输 α=0.25
		开敞式大型自卸汽车 α=0.2
		开敞式小型自卸汽车 α=0.3
		封闭式自卸汽车 α=0.1
		手推车 α=0.5

混凝土拌和物经运输到浇筑时温度计算:

$$T2 = T1 - (\alpha t1 + 0.032 n) (T1 - Ta)$$

$$= 9.54^{\circ}\text{C}$$

四、混凝土浇筑成型完成时的温度

T3	8.39	砼浇筑成型完成时的温度(°C)
Cc	1	砼的比热容(KJ/Kg·K)
Cf	0.48	模板的比热容(KJ/Kg·K)
Cs	0.48	钢筋的比热容(KJ/Kg·K)
mc	2550	每立方砼的重量(Kg)
mf	306	每立方砼接触的模板重量(Kg)
ms	153	每立方砼接触的钢筋重量(Kg)
Tf	-5	模板温度,未预热时为环境温度°C
Ts	-5	钢筋温度,未预热时为环境温度°C

混凝土浇筑成型完成时的温度计算:

$$T3 = \frac{C_c m_c T_c + C_f m_f T_f + C_s m_s T_s}{C_c m_c + C_f m_f + C_s m_s}$$

$$= 8.39^{\circ}\text{C}$$

结论: T3>5°C, 砼初始养护温度满足要求

在环境温度达到 10°C 的情况下, 砼组成材料加热温度要求:

1. 水加热温度到 35 °C;
2. 砂子加热温度到 5 °C;
3. 石子加热温度到 5 °C。

附录 B: 渡槽暖棚保温帐篷尺寸参数表

渡槽暖棚保温帐篷尺寸参数表

规模 部位	通长 (长×宽×高) m ³	单节槽身为一个施工、保温单元 (长×宽×高) m ³	单个排架 (支墩) 及承台为保温单元 (长×宽×高) m ³	拌和站暖棚 (长×宽×高) m ³
槽身现浇或预制	90×5×3	(10×5×3) 若干个		
排架及承台			(5×3×5) 若干个	
拌和站				20×15×5

注: 根据灌区渡槽设计流量、结构尺寸、现场具体情况等确定。