

作者：建筑管理工程系 徐喜辉

适用课程：土木工程施工技术与组织

# 北区校园建设项目 实践案例库



# 前言

依托校园北区在建项目，依据工程中的单位工程进行分部施工阶段划分，按实际工程施工进行各项内容的资源整合，将施工现场实际施工的经典案例进行集合。形成校园北区建设项目实践案例集，随着工程的不断深入，完成案例库的建设。

本案例库涉及北区校园建设施工的优势方面。涉及建筑材料、施工工艺和技术方案等多个内容，从土木工程建筑施工技术的发展概况、技术研究领域和未来趋势等方面，围绕实践施工技术的运用结合校内外课堂与学生进行研讨记录，形成案例资源。通过案例的收集整理，学生可以方便日后查阅和使用，提高工作效率和质量。通过对案例的整理和总结，可以发现案例中的共性和规律，为日后的工作提供参考和借鉴。

# 目 录

第一部分 项目总体概况	1
一. 总体概况	1
(一) 工程概况:	1
(二) 工程项目特点	1
1. 地理位置:	1
2. 建筑规模:	1
3. 建筑功能布局:	2
4. 建筑结构形式:	2
二. 工程地质构造条件	2
第二部分 分部工程案例	4
一. 土方工程案例	4
(一) 土方工程施工简介	4
(二) 施工报审基坑支护施工方案、降水施工方案	4
(三) 学生研讨并优化方案建议	4
二. 基础工程案例	60
(一) 超流态混凝土灌注桩施工简介	60
(二) 实际施工超流态混凝土灌注桩施工方案	61
(三) 学生研讨并优化方案建议	63
三. 主体工程案例	65
(一) 主体混凝土工程施工	65
(二) 砌体工程施工	102



# 第一部分 项目总体概况

## 一. 总体概况

### (一) 工程概况:

1. 工程名称: 齐齐哈尔工程学院北区校园建设项目(一期)
2. 建筑地点: 齐齐哈尔工程学院校园北侧, 南侧为喜庆路, 东临水师公路, 北侧临南苑路, 西侧为书香府邸住宅小区
3. 建设单位: 齐齐哈尔工程学院
4. 设计单位: 黑龙江省农垦建筑设计院
5. 勘察单位: 浙江恒欣设计集团股份有限公司
6. 施工单位: 中国能源建设集团东北电力第二工程有限公司  
中建二局第四建筑工程有限公司
7. 监理单位: 黑龙江龙至信工程项目管理有限公司
8. 工程项目建设规模: 用地面积55649.87平方米, 建筑面92474.40平方米

### (二) 工程项目特点

#### 1. 地理位置:

本工程为齐齐哈尔工程学院北区校园建设项目(一期), 建设单位为齐齐哈尔工程学院, 建设地点为齐齐哈尔工程学院校园以北, 水师公路以西, 建筑场地平整, 部分场地为原驾驶员学校场地。基坑周边环境较复杂, 周边存在住宅小区.学校.公路。本项目地块周边, 西侧为一个已入住住宅小区, 业主均已入住, 与住宅楼一墙之隔, 水平距离较小。南侧为齐齐哈尔工程学院, 在校师生万余人, 东侧为水师公路, 车流量较大。

#### 2. 建筑规模:

本项目总用地面积为: 55649.87 平方米, 建筑面积: 95317.82 平方米。其中体育馆游泳馆冰上运动综合体建筑面积 17058.20 平方米, 高度 14.30 米, 地上两层, 地下一层。人民会堂(大学生活动中心)建筑面积 15025.28 平方米, 高度 18.15 米, 地上三层, 地下一层。学生公寓 A 栋与 B 栋建筑面积 30138.99 平方米, 高度 67.35 米, 地上 16 层, 地下一层。地下一层为一类汽车库和核 6B 级人防工程, 层数为地下 1 层, 建筑层高为 4.2m。建筑耐火等级为一级, 总车位为 442 辆。校务活动中心建筑面积 2499.30 平方米, 高度 8.95 米, 地上一层(局部二层)地下一层。热带雨林温

室建筑面积 717.57 平方米，高度 9.35 米，地上一层，地下一层（局部）。

### 3. 建筑功能布局：

体育馆游泳馆冰上运动综合体：一层为游泳馆.冰球馆.篮球馆一层为篮球馆.冰球馆.游泳馆，更衣室等。二层为餐厅.活动室.休息室.乐器存放室.琴房等。

人民会堂设计一层为 661 坐席，二层为 339 坐席。上部为 16 层学生公寓。

校务活动中心为健身设施.餐厅.游泳池.会议室及热带雨林温室。

### 4. 建筑结构形式：

(1) 体育馆游泳馆冰上运动馆综合体建筑结构形式为钢筋混凝土框架结构（其中冰球馆.篮球馆.游泳馆上部为球形网架结构）。人民会堂（大学生活动中心）及学生公寓 A 栋与学生公寓 B 栋结构形式为钢筋混凝土框架核心筒结构，设计使用年限为 50 年。抗震设防烈度为 6 度，抗震措施为 7 度。

(2) 体育馆游泳馆冰上运动馆综合体为多层公共建筑（体育建筑），地上层数为 2 层，冰球馆建筑高度：12.7m（室外地面至屋脊高度），10.7m（室外地面至檐口高度）；体育馆建筑高度：16.05m（室外地面至屋脊高度），13.83m（室外地面至檐口高度）；游泳馆建筑高度：12.2m（室外地面至屋脊高度），10.72m（室外地面至檐口高度）。建筑耐火等级为二级。本工程地下一层为温泉区及设备区，层数为地下 1 层，建筑层高为 5.8m。建筑耐火等级为一级。

(3) 人民会堂（大学生活动中心）及学生公寓 A 栋与学生公寓 B 栋为一类高层公共建筑（多种功能组合建筑），地上层数为 16 层，建筑高度 67.35m（室外地面至女儿墙高度）。建筑耐火等级为一级。本工程地下一层为一类汽车库和核 6B 级人防工程，层数为地下 1 层，建筑层高为 4.2m。建筑耐火等级为一级，总车位为 442 辆。

(4) 体育馆游泳馆冰上运动馆综合体±0.000 相当于绝对高程为 145.3m，室外高差为 300—800mm。人民会堂（大学生活动中心）及学生公寓 A 栋与学生公寓 B 栋±0.000 相当于绝对高程为 146.85m，室外高差为 450mm。

## 二. 工程地质构造条件

根据钻探揭示，本次勘察在勘察深度内所揭露的地层自上而下共分为 5 个主层，7 个亚层，岩性描述如下：

1. 杂填土：普遍分布，杂色，主要由建筑垃圾.生活垃圾构成，勘察时 1.50 米以上呈冻结状态，以下松散。厚度 0.40—4.0 米。

2. 粉质粘土：黄褐色，可塑，土质较均匀，含氧化铁及少量钙质，中压缩性，干

强度中，韧性中，切面光滑，无摇震反应，层面埋深 0.40—2.6 米，层厚 0.6—3.00 米，分布较连续，含有少量细沙。

3. 细砂：黄色，稍湿，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 0.90 米，层厚 1.40 米，仅 ck19 号孔揭露。层中夹有黏土薄层。

4. 细砂：上部黄色，下部灰色，稍湿，水位以下饱和，稍密，砂地成为石英、长石，层面埋深 0.40—5.20 米，层厚 0.40—6.70 米，分布连续。局部夹有黏土薄层。

5. 粉质黏土：黄褐色，可塑，土质较均匀，中压缩性土，干强度中，韧性中，切面光滑，摇振反应中，层面埋深 1.70—3.6 米，层厚 1.20—1.90 米，局部分布，层中含有少量细砂。

6. 淤泥质粉质粘土：灰色，流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 3.20—5.60 米，层厚 0.40—4.00 米，分布不连续，层中含有少量细砂。

7. 圆砾：灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，稍密，局部松散及中密，饱和，层顶埋深在 3.70—12.40 米，层厚 0.50—11.70 米，局部夹有黏土薄层，分布连续。

8. 圆砾：褐色、灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，松散，饱和，层顶埋深 8.60 米，层厚 0.90 米，仅 ck7 号孔揭露。

9. 淤泥质粉质粘土：灰色，软塑—流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 6.50—8.50 米，层厚 0.70—3.10 米，分布不连续，层中含砾。

10. 细砂：灰色，饱和，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 6.70—9.20 米，层厚 1.60—5.40 米，分布不连续。层中含砾。

11. 粗砂：灰色，饱和，中密，砂的成分为石英、长石，层中粒度有所变化。局部为砾砂、中砂，层面埋深 13.40—23.50 米，层厚 3.60—14.40 米，分布连续。

12. 粉质粘土：灰色，软塑，局部软可塑、流塑。高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 19.50—22.10 米，层厚 0.80—3.00 米，分布不连续。层中夹砂。

## 第二部分 分部工程案例

### 一. 土方工程案例

#### (一) 土方工程施工简介

土方开挖采用大开挖形式，由自然地面开挖至 3.5 米处进行桩基础施工，依据地质勘察报告，开挖前需要施工前降水，同时进行坑壁支护。

#### (二) 施工报审基坑支护施工方案

##### 1. 工程概况

##### 1.1. 基坑工程概况和特点：

##### (1) 工程基本情况：

工程名称：齐齐哈尔工程学院北区校园建设项目

工程地点：齐齐哈尔市龙沙区水师公路西侧，德龙路北侧，喜庆路南侧，书香府第小区东侧。

建设单位：齐齐哈尔工程学院

工程概况：

本工程顶面标高按照相当于绝对高程 145.200 米，基坑深度为 -6.15。

本基坑安全等级为二级。

##### 支护结构参数

钢板桩支护采用 H 型钢桩 350×175×11，桩长 12m。拉锚支护区域一排 H 型钢桩施工位置为距离建筑物基坑外边 2m 施工，施工间距为 0.5m。（详见平面图.剖面图）

##### 锚杆参数

北侧.西侧锚杆：长度为 17m，角度 15°，自由端 5.0m，锚固端 12m，采用三桩一锚，锚杆及腰梁位置为 -2.5m，腰梁采用双道 20a 槽钢焊接，钢绞线采用 2\*15.2mm 1860pa 钢绞线；

东侧.南侧锚杆：长度为 15m，角度 15°，自由端 5.0m，锚固端 10m，采用三桩一锚，锚杆及腰梁位置为 -2.5m，腰梁采用双道 20a 槽钢焊接，钢绞线采用 2\*15.2mm 1860pa 钢绞线；

##### (2) 工程地质情况：

## 位置交通

拟建建筑物位于齐齐哈尔市龙沙区书香府第东侧，水师公路西侧，南苑苑路与喜庆路之间。该地区地貌单元为松嫩冲积平原，拟建区地层为第四系冲积层。

## 地形地貌

该地区地貌单元为松嫩冲积平原，拟建区地层为第四系冲积层。

## 地层岩性

①杂填土：普遍分布，杂色，主要由建筑垃圾、生活垃圾构成，勘察时 1.50 米以上呈冻结状态，以下松散。层厚 0.40~4.0 米。

②粉质粘土：黄褐色，可塑，土质较均匀，含氧化铁及少量钙质，中压缩性，干强度中，韧性中，切面光滑，无摇振反应，层面埋深 0.40~2.60 米，层厚 0.60~3.00 米，分布较连续，含有少量细砂。

②1 细砂：黄色，稍湿，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 0.90 米，层厚 1.40 米，仅 ck19 号孔揭露。层中夹有黏土薄层。

③细砂：上部黄色、下部灰色，稍湿，水位以下饱和，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 0.40~5.20 米，层厚 0.40~6.70 米，分布连续。局部夹有黏土薄层。

③1 粉质粘土：黄褐色，可塑，土质较均匀，中压缩性土，干强度中，韧性中，切面光滑，摇振反应中，层面埋深 1.70~3.60 米，层厚 1.20~1.90 米，局部分布，层中含有少量细砂。

③2 淤泥质粉质粘土：灰色，流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 3.20~5.60 米，层厚 0.40~4.00 米，分布不连续，层中含有少量细砂。

④圆砾：灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，稍密，局部松散及中密，饱和，层顶埋深在 3.70~12.40m，层厚 0.50~11.70 米，局部夹有黏土薄层，分布连续。

④1 圆砾：褐色、灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，松散，饱和，层顶埋深在 8.60m，层厚 0.90 米，仅 ck7 号揭露。

④2 淤泥质粉质粘土：灰色，软塑~流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 6.50~8.50 米，层厚 0.70~3.10 米，分布不连续，层中含砾。

④3 细砂：灰色，饱和，稍密，砂的成分为石英.长石，层面埋深 6.70~9.20 米，层厚 1.60~5.40 米，分布不连续。层中含砾。

⑤粗砂：灰色，饱和，中密，砂的成分为石英.长石，层中粒度有所变化.局部为砾砂.中砂，层面埋深 13.60~23.50 米，层厚 3.60~14.40 米，分布连续。

⑤1 粉质粘土：灰色，软塑，局部软可塑.流塑。高压缩性土，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 19.50~21.70 米，层厚 0.80~3.00 米，分布不连续。层中夹砂。

### (3) 工程水文地质情况：

本次勘察深度内所揭露地下水，就其区域赋存条件应归属于第四系孔隙潜水，主要含水层为圆砾.粗砂，勘察时初见水位埋深 2.5-5.0 米，静止水位埋深 1.9-3.6 米。地下水补给水源主要为大气降水及侧向径流补给，地下水与嫩江水关系密切，水位变化受嫩江水动态及季节影响，随季节而变化，地下水年变化幅度 1.50 米左右。勘探时为平水期。高水位一般出现在 9 月份。抗浮设计水位 高程 144.50 米。

### (4) 施工地地气候特征和季节性天气。

拟建工程位于中温带.半湿润.大陆性季风气候类型。四季分明，冬季漫长。春季气温回升快，降水少，多大风，易干旱。夏季温热多雨，日照长。秋季降温快，霜早，降水少，晴天多。冬季漫长，严寒，少雪干燥。年平均气温 3.2℃，市平均降水量为 415.5mm。7 月降水量最多，6.7.8 三个月降水量占全年总降水量的 69.6%。市区位于欧亚大陆的东部，太平洋的西岸，在世界著名的东亚季风区内。大风主要集中在春夏交替的 4.5 两月，每年春季，不仅风速大，风日多，且降水少，蒸发强，极易产生旱象和风蚀。最大土壤冻结深度为 2.2m。

### (5) 主要工程量清单。

西侧 0.5 米间距支护长度：112 米；

北侧 0.4 米间距支护长度：82 米，其中 28 米桩顶钢绞线拉结。

支护位置详见支护平面图，不支护段采用放坡开挖。

序号	工程名称	描述	单位	工程量
1	钢板桩	H350*175*11 12 米	根	1700

2	腰梁	20*2	米	850
3	钢绞线	2*15.2mm 1860pa	米	9600
4	锚具	2*15.2mm 1860pa	套	570

## 1.2. 周边环境条件：

(1) 本工程位于齐齐哈尔市龙沙区书香府第东侧，水师公路西侧，南苑苑路与喜庆路之间，

(2) 本工程毗邻建筑物为西侧小区联排别墅，距离 70 米。

(3) 邻近道路为东临水师公路距离 6 米，南临喜庆路距离 8 米，均可以作为材料设备进出场使用。

(4) 目前已知情况施工现场无各类管线，进场后施工前我司需要对地下管线(包括供水.排水.燃气.热力.供电.通信.消防等)的重要性.规格.埋置深度.使用情况以及废弃的供.排水管线情况进行二次排查。

(5) 本工程无临近河.湖.管渠.水坝等位置情况。

(6) 本工程无相邻区域内正在施工或使用的基坑工程状况。

(7) 应对周边邻区域内正既有和正在施工建筑物及基础进行加强.加固。

## 2. 编制依据

法律依据：基坑工程所依据的相关法律法规.规范性文件.标准.规范等。

本工程招标文件及施工图.清单。

《住房和城乡建设部办公厅关于印发危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南的通知》建办质[2021]48号文件

《工程测量规范》GB50026-2020，

《给水排水管道工程施工与验收规范》GB50268-2008，

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46-2005

《岩土工程勘察报告》GK-202025

《施工设计图》

《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）

《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ/T111-2016）  
《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）  
《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）  
《建筑桩基技术规范》（JGJ106-2014）  
《建筑地基基础工程》（DB23/723-2017）  
《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497-2019  
《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013  
《复合土钉墙基坑支护技术规范》GB50739-2011  
《中华人民共和国建筑法》  
《中华人民共和国安全生产法》  
《建筑工程安全生产管理条例》  
《建筑施工安全检查标准》

### **3. 施工准备计划**

#### **3.1. 技术准备**

认真组织和落实主要技术人员，选择对类似工程有丰富施工经验的人员为骨干，熟悉领会设计的意图，并认真阅读标书内容和有关规定、规程、标准。根据现场施工条件，经比较选出最佳施工方案。同时按照管线施工单位的施工流水合理安排支护及降水施工

#### **3.2. 施工技术交底**

施工前对参加的全体施工人员分段进行详细的技术交底，按工种进行岗位培训，考核合格后方可操作，施工全过程，系统地拍摄工程彩色照片集与竣工资料一起存档。

#### **3.3. 了解现场**

与业主单位联系，摸清沿线的各种障碍（各种其他线路和管道），配合业主搞好协调工作。

#### **3.4. 临时设施位置及搭建标准**

本项目部设在施工场区外附近，以便管理。考虑施工现场的条件限制，办公及生活用房拟施工现场搭设装配式集装箱，在施工现场只布设必要的临时性生产设施。

#### **3.5. 施工用电**

在施工区域附近联系 380V 动力电源，施工电源沿线铺设，设总配

电箱和分配电箱。且我单位将自备 300KW 发电机组，以防意外停电造成不必要的停工。

### 3.6. 机械设备配置

序号	名称	型号	单位	数量	用电量 (kW)	备注
1	液压打桩机	450.490	台	2		
2	履带式锚杆机	MDL-135D	台	2		
3	挖掘机	75	台	1		
4	装载机	ZL-50	台	1		
5	电焊机	HJ-400	台	10		

### 3.7. 主要材料及周转材料

序号	名称	型号	单位	数量	使用部位	备注
1	H 型钢	350*175*11	根	1700	支护	12 米
2	腰梁槽钢	20	米	3400	支护	
3	锚索	2*15.2mm 1860pa	米	9600	支护	
4	锚具	2*15.2mm 1860pa	米	570	支护	

### 3.8. 劳动力计划

序号	工种	人数	序号	工种	人数
1	司机	6	5	木工	5
2	钻机手	4	6	力工	20
3	维护电工	3	7	杂工	4
4	电焊工	10	8		

## 4. 施工工艺

### 4.1. 场地条件与测量

场地应达到“三通一平”，即路通、水通、电通，场地平整，具备施工的基本条件。

认真做好场地测量工作，基线、轴线、标高、孔位等测后要作好标志，并由甲方、监理等有关单位进行复测与审核。

## 4.2. 施工流程

1. 设备进场：打钢机进场 2 台（日立--450. 日立--490）采用 2 台托板车；

2. 材料进场：H350\*175\*11 型钢 1700 根进场，采用挂车运输施工现场，每车载重 30 吨，单车运输 50 根，共计 34 车次，型钢到达现场后采用 25 吨汽车吊卸车备用；20a 腰梁 1700 米，采用自卸吊运输至施工现场，单车运输 100 米，共计 17 车次；

3. 放线：总包单位给出建筑边线并外放 1.5m 作为支护结构施工中线；

4. 支护施工：采用 2 台打钢机同时施工，工效 80 根/台/天，计划施工 12 日，支护结构验收合格形成文字资料；

5. 锚索施工：土方开挖至锚索下 0.8 米处，预留 8 米宽工作平台进行锚索施工，采用 2 台锚杆机同时作业；

6. 腰梁安装：采用小型挖掘机与人工配合安装腰梁，采用焊接的连接方式，现场配置焊接 10 台，焊工 10 人；

7. 张拉：腰梁安装完成后安装锚具进行张拉作，注浆锁定作业，支护结构验收合格形成文字资料；

8. 插板：采用 25mm 模板，5 台电锯将木板裁成相应尺寸，20 名工人进行插板作业；

9. 拆腰梁：地下室主体施工完成后，回填分层夯实至腰梁下标高，采用气焊拆除腰梁，25 吨汽车吊吊运装车退场，计划 17 车次；

10. 拔桩：土方回填至自然地面后，2 台打钢机 2 次进场进行拔桩作业，工效 80 根/台/天，计划施工 12 日，拔出的钢桩直接装车运出施工现场，单车运输 50 根，计划共计 34 车次。

## 5. 钢桩施工方法

### 5.1 场地平整，清除障碍物

进入施工现场，首先配备钩机将场地平整，在钢板桩施工 2m 范围内清除地下及地上障碍物，保证钢板桩顺利施工；

### 5.2 放线定位

按设计要求，由总承包单位与基坑支护单位共同确定基坑开挖边线（设计暂按基础结构边线外扩 2.0m 执行，如结构或土方施工方案有所

变动按实际所需工作面进行相应变动以满足结构施工要求），按水平间距定点放线。施工时确保点位准确。

5.3 钢板桩运输堆放：施工前，按事先确定好的施工顺序将半成品桩运输至指定位置，应以打桩机以最短时间完成一次打桩确定最佳堆放位置，以堆放中心到支护位置距离 10~20m 为宜；

5.4 打桩：用液压振动打桩机将钢桩自行吊起按施放好的桩位进行振动压入，压入桩的垂直度控制在 1%L 范围内，且保持桩上表面在同一标高内，并与本剖面地面平齐；

5.5 土方开挖：当钢板桩施工完毕后，组织对支护结构验收合格并形成文字资料后，进行土方开挖。为保证基坑整体稳定性，防止出现流砂现象，在砂层位置钢板桩间加入木挡板，如出现流砂现象可在挡板后添加沙袋。依次开挖加挡板直至设计标高。

5.6 拔桩：回填分层夯实至支护桩顶下 300mm，压实度到达 96%以上，拔出钢板桩，修整后重复使用。拔除前要注意钢板桩的拔除顺序、时间及桩孔处理方法。拔桩时会产生一定振动，如拔桩再带土过多引起土体位移、地面沉降，给已施工的地下结构带来危害，影响邻近建筑物、道路和地下管线的正常使用。拔除钢板桩采用振动锤与起重机共同拔除。后者用于振动锤拔不出的钢板桩，在钢板桩上设吊架，起重机在振动锤振拔，振动锤产生强迫振动，破坏板桩与周围土体间的黏聚力，依靠附加的起吊力克服拔桩阻力将桩拔出。较难拔的桩，可选用柴油锤先振打，然后再与振动锤交替进行振打和振拔。为及时回填桩孔，当将桩拔至基础底板略高时，暂停引拔，用振动锤振动几分钟让土孔填实。

拔桩产生的桩孔，用填入法及时回填以减少对邻近建筑物的影响。

(1) 拔桩施工准备：打桩平面布置竣工图；打桩记录；地下管线恢复竣工图及桩位附近原有管线分布图。

(2) 拔桩前拆除、改移高空障碍物，平整夯实作业场地。修筑临时运输道路，假设动力及照明线路，清除桩头附近堆土，检修机械设备，拟定施工方案。

(3) 拔桩选用振动拔桩机、吊车配合，并符合下列规定：

- 1) 拔桩前用拔桩机卡头卡紧桩头，使起拔线与桩中心线重合；
- 2) 拔桩开始略松吊钩，当振动机振 1—1.5min 后，随振幅加大拉

紧吊钩，并缓慢提升；

3) 钢板桩起吊可用吊车直接吊起时，停振。钢板桩同时振起几根时，用落锤打散；

4) 振出的钢桩及时吊出，起吊点必须在桩长 1/3 以上部位；

5) 拔桩过程中，随时观察吊机尾部翘起情况，防止倾覆；

6) 钢板桩逐根试拔，易拔桩先拔出，起拔时用落锤向下振动少许，待锁口松动后再起拔；

7) 钢板桩拔出后桩孔及时用砂填实。

(4) 拔桩中，操作方法正确。拔桩机振幅达到最大负荷。振动 30min 时仍不能拔起时，停止振动，采取其他措施。

(5) 在地下管线附近拔桩时，必须对地下管线进行保护，机械不得在管线上作业。

(6) 拔出的钢桩进行修整，并用冷弯法进行调制后待用。

#### 4.4 锚索施工方法

##### 4.1 施工准备

(1) 材料；

1) 预应力杆体材料选用高强度低松弛 1860 钢绞线  $2\Phi 15.2$ 。

2) 水泥浆材料：水泥用普通水泥 P.032.5。采用符合要求的水质，不得使用污水，不使用 pH 值小于 4 的酸性水，可使用饮用水。

(2) 技术准备；

施工前必须具备下列文件：

1) 工程周边环境调查及工程地质勘察报告；

2) 支护施工图纸齐全，包括支护平、剖面图及总体尺寸；支护结构的类型、详细设计、图纸及设计说明；表明锚索、锚索位置、尺寸（直径、孔径、长度）、倾角和间距、连接构造方法；

3) 排水及降水方案设计；

4) 施工方案或施工组织设计，规定基坑分层、分段开挖，边坡开挖面的裸露时间限制等；

5) 现场测量方案，了解支护坡顶的允许最大变形量，对邻近建筑物、道路、地下设施等环境影响的允许程度；

6) 确定基坑开挖线、轴线定位点、水准基点、变形观测点等，并在设

置后加以妥善保护。

(3) 主要机具设备准备；

1) 成孔机具设备：根据现场土质特点和环境条件选择成孔设备。

主要设备：MDL-135D 履带式锚杆机。

2) 灌浆机具设备：灌浆机具设备有注浆泵和灰浆搅拌机等；注浆泵的规格、压力和注浆量应满足使用要求。

3) 张拉设备：扎拉设备 YC-60 型穿心式千斤顶，配 YC-60 型油泵、油压表等。

4) 百分表（精度不小于 0.02mm，量程小于 50mm）。

4.2 施工工艺流程：

测量、放线→机械调试→调整角度→机械钻孔→钻孔至设计深度→压力灌浆一次注浆→二次补浆→养护→锚索检测→上横梁及预应力锚件→焊锚具→张拉（待浆液强度达到设计强度的 75% 或达到 15Mpa 以上）→锚头（锚具）锁定→锚索投入使用→回填土至腰梁以下 0.5m 处→拆腰梁→回填剩余土方

3. 主要施工方法

(1) 成孔；

1) 成孔前，根据设计要求和土层条件，定出空位，做出标记。

2) 作业面场地要平坦、坚实、有排水沟，场地宽度大于 6m 保证锚杆机有足够的工作面。

3) 钻机就位后，应保持平稳，导杆或立轴与钻杆倾角一致，并在一轴线上。

4) 钻进用的钻具根据土层条件选择 MDL-150D 型履带式深基坑锚固钻机。

5) 在钻进过程中，应精心操作，集中精神，合理掌握钻进参数，合理控制钻进速度，防止塌孔埋钻、卡钻等各种孔内事故发生。一旦发生孔内事故，应立即处理，并备齐必要的事故打捞工具。

(2) 锚索体系的组装与安放；

1) 锚索必须平直。

2) 安放锚索杆体时，应防止缸体扭曲，压弯，注浆管宜随锚索一同放入孔内，管端距孔底为 50—100mm，杆体放入角度与钻孔倾角保持

一致，安好后使杆体始终处于钻孔中心。

3) 若发现孔壁坍塌，应重新透孔、清孔，直至能顺利送入锚索为止。

4) 为保证非锚固段拉杆可以自由伸长，杆体自由段应用塑料布或塑料管包裹，与锚固体连接处用铅丝绑牢。

5) 下钢绞线前，先将两个钢绞线安置支架，支架间距 2—3 米一个，以保证钢绞线保护层。

### (3) 注浆；

1) 主将材料应根据设计要求确定，与设计规范一致，必要时可加入一定量的早强剂。待到孔内的泥浆和杂质均由水泥浆体所置换溢出口，即完成第 1 次灌浆。待第 1 次灌浆浆液达到初凝强度后终凝前，进行二次注浆。注浆管宜放置于索体中心，随索体一同放入孔中，注浆管端部距索体端部宜为 50~100mm。二次注浆管的出浆孔及端头应密封，锚固段 2 米打 1 个孔，将孔用胶带缠绕。

二次注浆终止标准为：

a. 注浆压力达到 2.0~3.0Mpa 之间，并稳定 10min 以上；

b. 注浆量达到水泥 30kg/m；

c. 水泥浆从临近孔或裂缝中溢出。

2) 浆液应搅拌均匀，过筛，随搅随用，浆液应在初凝之前用完，注浆管路应经常保持通畅。

3) 常压注浆采用砂浆泵将浆液经压浆管输送至孔底，再由孔底返出口，待孔口溢出浆液或排气管停止排气时，可停止注浆。

4) 浆液硬化后不能充满锚固段时，应进行补浆，注浆量不得小于计算量，其充盈系数为 1.1-1.3。

5) 注浆时，宜边注浆边拔出浆管。但应注意管口始终处于浆面以下，注浆时应随时活动注浆管，待注浆液溢出时全部拔出。

6) 拔出套管，拔管时应注意钢绞线有无被带出的情况，否则应再压进去直至不带出为止，再继续拔管。

7) 注浆完毕应将外漏的钢绞线清洗干净，并保护好。

### (4) 张拉与锁定；

1) 按设计和工艺要求安装好腰梁，并保证各段平直，腰梁与 H 型钢之间的空隙紧贴密实，并安装好支撑平台。

2) 锚索张拉前至少施加一级荷载（即 1/10 的锁定值），使各部紧固伏贴和杆件完全平直，保证张拉数据准确。

3) 锚固段水泥浆强度均大于 15Mpa 时（或达到设计强度的 75%），方可进行张拉。

4) 锚索张拉设计值要与设计值一致。锚索张拉至 1.1 倍锁定值时，土质为沙土时保持 10min，为黏土时保持 15min，然后卸荷至锁定荷载进行锁定作业。锚索张拉荷载分级观测时间遵守下表的规定

张拉荷载分级	观测时间（min）
	沙质土
0.1 倍锁定值	5
0.5 倍锁定值	10
0.75 倍锁定值	10
1.1 倍锁定值	10
锁定荷载至锁定值	10

5) 锚索锁定工作，应采用符合技术要求的锚具。

6) 锚索锁定后，若发现有明显预应力损失时，应进行补偿张拉。

4. 锚杆抗拔承载力检测数量不应少于锚杆总数的 5%，且同一土层中的锚杆监测数量不应少于 3 根，锚固段注浆结体强度达到 15MPa 或达到设计强度的 75%后进行。

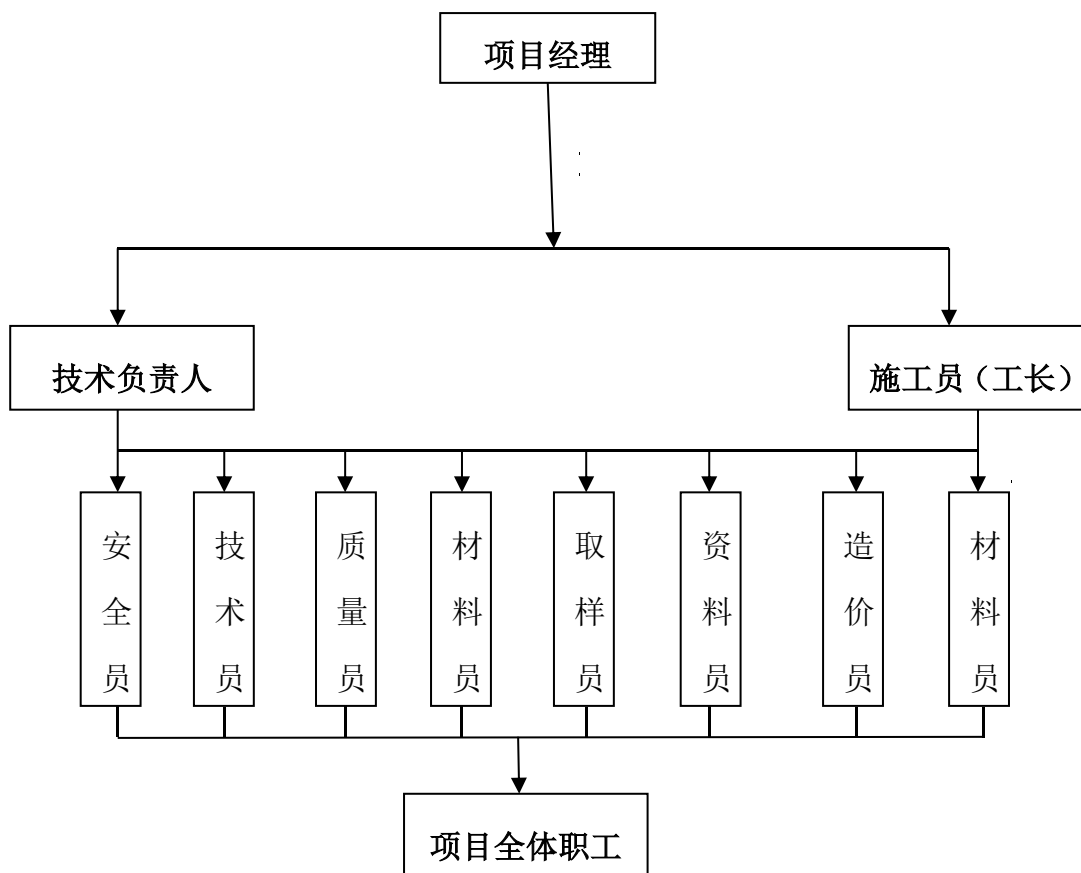
#### 5. 腰梁加工及安装

腰梁采用 20#工字钢双拼组合。钢板切割采用氧气乙炔切割法，切割前检查氧气、乙炔表是否完好；电焊机试运转正常。切割前首先检查工作场地是否符合安全要求，然后将工件垫平。工件下面应留有一定的空隙，以利于氧化铁渣的吹出。工件下面的空间不能密封，否则会在气割时引起爆炸。工件表面的油污和铁锈要加以清除。对加工好的钢围檩各构件进行预拼装，对照图纸检查各构件编号、尺寸、规格、型号，图纸核对后，确保正确后方可进行焊接。腰梁焊接全部采用手工焊接，焊条采用 E43，焊接前必须进行试焊，焊工根据实际情况确定焊接电流。

## 5. 施工保障措施

### 5.1. 组织保障措施：

安全. 质量保证组织机构图



### 5.2. 技术措施：

#### 5.2.1 安全保证措施

安全生产管理方针：“安全第一，预防为主”

工程安全计划：“安全零事故”

安全生产对施工企业来说是一项十分重要的管理内容，只有安全生产上去了，企业才能抓好进度，提高质量.为了抓好进度提高质量，保证该工程施工安全无事故，让建设单位和政府主管部门放心，特制定如下保证安全生产的技术组织措施：

#### 健全安全生产管理制度

##### (1) 明确安全生产责任制

建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，明确项目经理为安全生产第一责任人，项目技术负责人为项目安全总技术负责人，工长为各工种安全生产第一负责人，职工对班组负责，班组对工长

负责，工长对项目经理负责。项目经理对分公司负责。分公司对项目经理。项目经理对工长。工长对班组签订具有明确的安全措施和奖惩办法在内的安全生产责任书。

#### （2）加强职工“三级”安全教育制度

无论新、老职工均进行分公司、项目部、班组安全教育，并建立职工教育卡片和签订职工安全生产保证书，工人变换工种均进行新工种的安全技术教育，确保职工掌握本工种操作技能，熟悉本工种安全技术操作规程。

#### （3）实行安全技术交底制度

根据不同岗位，由专职安全员根据规范规程和黑龙江省《施工现场安全内业管理标准》编制安全技术交底，经项目技术负责人审查项目经理批准，对各工种、分部分项工程进行针对性的安全技术交底，接受交底者履行签字手续一式三份。

#### （4）坚持特种作业人员持证上岗制度

建立特种作业人员名册，坚持特种作业人员必须经培训考试合格持证上岗，操作证均按期复审，超期无效。

#### （5）班组坚持“三上岗、一讲评”活动

班组在班前进行上岗交底、上岗检查、上岗记录的“三上岗”和每周一次的“一讲评”安全活动，班组并且认真做好记录，接受上级的考核。

#### （6）遵章守纪、标记鲜明

生产指挥人员严禁违章指挥，具体操作人员严禁违章作业。贯彻公司 CIS 形象，加强安全生产管理，现场管理人员和施工操作工人佩戴不同颜色的安全帽以示区别。施工管理人员一律戴红色，生产班组工人戴黄色，机械操作人员戴蓝色，机械吊车指挥戴白色安全帽。

#### （7）时刻进行安全检查督促

我公司制定了全年四次的安全生产大检查计划，项目部每半个月进行一次检查，各项目的安全员，施工负责人天天进行检查，每一次检查都做到有时间，有要求，明确重点部位、危险岗位，安全检查有记录。对查出的隐患及时整改，做到定人，定时间、定措施。对塔吊、脚手架做到验收合格挂牌使用制度。

#### （8）工伤事故处理。建立事故档案，按调查分析规则、规定进行处

理报告，认真做好“三不放过”工作。

(9) 合理布置好“五牌二图”，即：1. 施工单位及工地名称牌. 公告牌；2. 安全生产六大纪律宣传牌；3. 防火须知牌；4. 安全无重大事故计数牌；5. 工地主要管理人员名册牌；6. 施工总平面图；7. 施工现场防火图。图牌规格统一，字迹端正，表示明确。

施工工地均有安全生产宣传牌。在主要施工部位. 作业点. 危险区. 主要通道都挂有安全宣传标语和安全警示牌。

(10) 施工生产中要坚决贯彻安全第一，预防为主的方针，坚持管生产必须管安全的原则，从根本上杜绝“三违”现象和各类事故的发生。

(11) 施工现场成立以项目经理为首的安全领导小组，配备专职安全员，有组织. 有领导地开展安全生产管理活动。并承担组织. 领导安全生产的责任。

(12) 建立健全各级人员的安全生产岗位责任制，明确各级人员的安全责任，严格执行各种安全操作规程，并制定行之有效的安全管理办法，使安全生产有章可循有法可依。

(13) 坚持按部颁标准对施工现场进行管理，施工生产中要有切实可行的安全技术措施，所编制的安全技术措施要有针对性。

(14) 施工现场的安全内业资料要与工程同步，并及时. 准确齐全。

(15) 施工现场要抓好各种安全预防工作，做好经常性的安全检查，对检查出的问题要立即整改，及时消除隐患。

(16) 施工现场的临时用电必须符合规范要求，所有用电设备的安装. 架设必须按临时用电规程进行，严格执行“三相”五线制，做到一机一闸一保护，配电箱盘设专人管理。

(17) 严格按照省. 市有关安全操作规程施工，不准违章作业及违章指挥，夜间施工要有足够的照明。

### **安全技术措施**

根据我公司要求，在架设施工用电前，我们首先编制临时用电施工组织设计，并在施工平面图上标明用电平面布置，且经项目技术负责人复核，公司安全设备科审批后实施，布线采用三相五线制，采用 TN-C-S 系统调配电房一间。

(1) 临时用电支线架设技术措施。

配电箱的电缆线均有套管，电线进出不混乱。支线绝缘好，无老化、破损和漏电。支线均用有埋电缆敷设，过道电线均采用硬质管理地标记。

(2) 现场照明安全技术措施

照明导线用绝缘单向电缆，禁用花线或塑料胶质线，导线禁止随地拖拉或绑在脚手架上。灯具的金属外壳均接地或接零。单相回路的照明开关箱均装设漏电保护器。

室外照明灯具距地面高于 3m，室内距地面不低于 2.4m。碘钨灯和广照灯固定架设，保证安全，灯线严禁靠近灯具表面。

### **电箱（配电箱、闸箱）安全技术措施**

严格按规范规程要求，保证电箱门、锁、色标和统一编号，并有防雨措施。电箱内有漏电保护器，选用合理的额定漏电动作保护器进行分级保护。

开关箱完整无缺，接线正确，各类接触器灵敏可靠，绝缘良好，无积灰、杂物。箱体立放不倾斜。

配电箱均设空开和多用插座。零排地排齐全。动力和照明分别设置。线路去向标清。

配电箱的开关电器与配电线或开关箱一一对应配合。作分路设置，以确保专路专控；总开关电器与分路开关电器的数值、动作整定值相适应，和用电设备的实际负荷相匹配，总开关电器设于配电房内，由电工负责开关闸。开关箱与用电设备保证一机一闸一器。金属外壳电箱做接零保护。

### **接地接零安全技术措施**

用镀锌角钢作为接地体。一组两根接地体之间间距大于 2.5m，入土深度大于 2m，接地电阻符合要求规定。总箱、分配电箱必须有重复接地。

### **中小型机具安全技术措施**

本项目施工我们计划投入中小型机具具体见主要施工机械施格表，所有机械人员均持证上岗，其各自的技术措施为：

(1) 搅拌机技术措施

采用一机一闸，实行二级保护。均搭设防雨操作棚，机体安装坚实

平稳。种类离合器.制动器.钢丝绳.防护罩安全可靠有效。须有单独良好的接地，接地电阻小于 4 欧姆。操作杆上必须有绝缘保险装置，进料斗有挂钩及链。搅拌筒及离合器防护罩齐全不松动。

### 5.2.2 季节性施工技术措施

#### 1) .基坑上防水：

基坑四周按设计要求在基坑开挖边作 300mm 高防水台三面抹灰，挡墙外侧做 2 米地面硬化向外散水坡度为 2%。（沙袋或砌筑挡墙），设置排水沟。

#### 2) .基坑内防水：

基坑开挖后，可在基坑底周边设置排水沟，排水沟与集水坑相连。集水坑距基坑边距离不小于 10m，根据承台范围确定。现场配备抽水泵备用，可随时将集水坑内水及时排出。

#### 3) .大雨天防雨措施：

对于持续几天的降雨或大暴雨，需要采取地面有效的挡水.排水措施，防止雨水大量灌入基坑。基坑内部排水分两种情况：若基坑未到底或基底的排水沟和集水井未修好时，需要采用泥浆泵进行雨中排水；否则，采用潜水泵排水，排水管要配备足够长，使水依次排出施工现场。雨中如果出现大面积的塌方或边坡滑移时，首先要将该处边坡坡顶的所有设备和人员转移，并通知周边可能要影响的居民立即搬出，以免造成更大的损失。其次，尽最大可能地对塌方区用塑料薄膜覆盖。同时，通知业主.设计.监理并请相关的专家到现场组成专家抢险委员会，及时商讨并采取果断措施。

### 5.2.3 质量和技术保障

#### （1）施工组织部署和协调管理

1) 本降水工程是为配合土建施工的专业施工，目的是保证土建工程的实施和进度。

2) 为保证施工总体进度，同时避免降水施工对土建施工的影响，按照总体安排进度和工序安排降水井施工和降水运行，需土方开挖单位及支护施工单位等密切配合，团结协作。

3) 与监理单位协调。在施工过程中，严格按照经业主及监理工程师审核的“施工组织设计”进行专业工程施工的质量管理。接受监理工

工程师的验收和检查。

4) 与建设单位、总包方及各专项专业施工协调。降水工程需要与总包方及各专业施工单位密切配合，衔接好每一步工作流程和安排。特别是深井施工完毕后进行的降水井排水管道的安装及联合抽降时，需要土方、建筑施工单位的大力配合和协作，降水井井管需要根据实际情况更改排水通道及拆改，需要总包方及建设单位的大力配合和协调支持。

## (2) 钢板桩施工质量的技术保证措施

执行《建筑桩基技术规范》(JGJ106-2014)、《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011，按各项标准规定和设计要求进行质量验收。

1. 按标高清理好基底平面，进行放线定位，必须同质检人员、监理人员进行复核。

2. 做好并收集、整理好各种施工原始记录，质量检查记录，设计变更、现场签证记录等原始资料，并做好施工日志。

3. 雨天提前用彩条布盖好，防止雨水冲刷基坑边坡，造成土方塌方。

4. 建立由项目负责人领导控制、技术质量小组全体人员基层检查的管理体系，以确保各项质量管理措施落实到各分部(子分部)、分项工程及各道工序中。

5. 在施工过程中，设专职质检员，班组设兼职质检员进行自检、互检、交接检，发现不符合质量标准的问题及时纠正。

6. 各工序设质量负责人、质量检查人，明确岗位，责任到人。

7. 定期召开质量会议，严格质量管理。

## 5.3 基坑监测

监测内容和方法：依据《危大工程安全管理规定》住建部令 2018-37 号文件，提出基坑监测由甲方聘请的第三方负责。我单位提出以下监测要求：鉴于岩土工程的复杂性及本基坑工程的重要性，本工程采用边坡施工边监测，及时反馈监测结果，掌握基坑边坡及周边建筑物的情况，做到心中有数，确保基坑及周边环境的安全。基坑工程施工及地下结构施工期间，应对基坑支护结构受力和变形、周边建筑物、重要道路及地下管线等保护对象进行系统检测，通过监测，及时掌握基坑开挖机施工过程中支护机构的实际状态及周边环境的变化情况，做到及时预报，为基坑边坡和周边环境的安全与稳定提供监控数据，防患于未然；通过监测资

料与设计参数的对比，可以分析设计的正确性与合理性，科学合理地安排下一步工序，必要时及时修改设计，使设计更加合理，施工更加安全。

本工程深基坑支护监测内容

- (1) 委托第三方专业结构进行基坑及周边建筑变形观测；
- (2) 护坡顶和桩顶部水平位移；
- (3) 桩身水平位移监测；
- (4) 对基坑周边建筑物和道路沉降及位移；
- (5) 监测均采用全站仪监测

### 监测项目及控制值

序号	监测项目	监测工作点	报警值	控制值	仪器	变化速率
1	支护结构顶部水平位移监测	10	40 mm	50 mm	经纬仪	4-6
2	支护结构顶部竖向位移监测	10	25mm	30mm	水准仪	3-4
3	周边地表沉降监测	10	80 mm	85 mm	水准仪	4-6

### 监测频率

施工进度		监测频率
开挖深度 (米)	≤5	1次/2天
	5-10	1次/1天
底板浇筑后时间 (天)	<7	1次/1天
	7-14	1次/2天
	14-28	1次/3天
	>28	1次/5天

#### 5.3.1. 水平位移监测

##### (1) 监测点的布置

基坑顶部的水平位移监测点沿基坑周边布置。

##### (2) 监测方法

在基准点上设站，采用极坐标法，按二级变形观测要求建立独立坐标系观测监测点的坐标值。

极坐标法测站的测量：

- ① 将全站仪照准零方向标，用目镜十字丝对准基准点后置零。
- ② 顺时针方向旋转照准部后精确照准第一个观测点，测量并记录水

平角和距离；

③顺时针方向旋转照准部后精确照准第二个观测点，按②条的方法读水平角和距离；

顺时针方向旋转照准部依次进行三、四、...、n方向的观测，最后闭合至零方向；

④纵转望远镜逆时针方向旋转照准部后，精确照准平面基准点，按②条的方法读水平角和距离；

⑤逆时针旋转照准部，按上半测回观测的相反次序依次观测至零方向；以上操作为一测回。

水平位移监测用方向观测，方向观测中误差不大于 $\pm 2.0''$ ；监测项目在基坑开挖前应测得初始值，且不少于2次。

### 5.3.2 垂直沉降监测

#### (1) 监测点的布置

基坑顶部的垂直沉降监测点和水平位移监测点共用。

#### (2) 监测方法

观测方法采用精密水准测量。基点和监测点组成闭合水准线路，联测取得初始高程。观测时各项限差异严格控制。首次观测应对监测点进行连续两次观测，取平均值作为初始值。

### 3. 深层土体侧向位移监测

(1) 在围护桩后土体埋设测斜管，测斜管埋设深度为10m，用CX—03型测斜仪，测得一定距离内测斜管与垂直方向的倾角。由于测斜管的下端已埋入位移变化为零的稳定土层中，位移便可根据倾斜角和测点间距的换算求得。观测时，沿管壁每1.0m采集数据，通过至少两次数据的采集，即可绘制土体内深层位移变化曲线，其测量精度要求 $\leq \pm 1\text{mm}$ 。在侧向土体位移变化曲线图中，分别绘制前次和当前的变化曲线，注明最大位移变化量，并标明其变化深度。

(2) 侧向位移监测在测斜管内进行。测斜管应在测试前5天装设完毕，在3~5天内重复测量不少于3次，判明处于稳定状态后，进行测试工作，其步骤如下：

①用模拟探头（预通器）检查测斜管导槽；

②使测斜仪测读器处于工作状态，将测头导轮插入测斜管导槽内，

缓慢地下放至管底，然后由管底自下而上沿导槽全长每隔 0.5m 读一次数据，记录测点深度和读数。测读完毕后，将测头旋转 180 度插入同一对导槽内，以上述方法再测一次，测点深度同第一次相同。

③每一深度的正反两读数的绝对值宜相同，当读数有异常时应及时补测。

侧向位移应小于 5mm/d，并结合变形速率的变化趋势来判断。超出上述控制标准时，应采取措施（加强观测、控制加载速率、停止加载、卸载等）防止地基破坏。

#### 4. 地下水位监测

监测点布置于基坑与降水井之间，距离基坑外边线 1.0m 处。

(1) 选用直径  $\Phi 50$  硬质 PVC 管，底部加盖密封，防止泥沙进入管中，管下部留出 0.5—1 米沉淀段（管壁不打孔）用来沉淀滤水段带入的少量泥沙。中部管壁周围钻 6—8 列直径为 6 mm 的滤水小孔，纵向孔距 50-100 mm，相邻两列的孔交错排列，呈梅花状布置。管壁外部包扎过滤层，上部管口段不打孔，以保证封孔质量。一边将水位管放入已成孔的钻孔中，一边用套管接头将 PVC 水位管一节节地连接上，同时用胶带密封，最后用细砂及回填土填满水位管外围的空隙，埋设深度超过基坑设计平均深度。

(2) 采用电子水位计测定基坑内外地下水位，水位监测管的埋置深度（管底标高）取 11.25m。地下水位具体监测方法：地下水位观测精度为 0.5cm，当测头接触到地下水时，报警器发出报警信号，此时读取与测头连接的标尺刻度，此读数为水位与固定测定的垂直距离，再通过固定测点的标高及与地面的相对位置换算成从地面算起的水位埋深及水位标高。

#### 5. 成果报告

在监测过程中，若发现位移，沉降较大等异常情况，立即向甲方，监理，施工单位等上级部门汇报，并现场形成初步数据，指导施工。监测完成后，及时整理观测资料并向甲方反馈观测结果；测量结果正常，则在测量结束后 3 天内向监理提交完整的监测简报。大雨天观测过后，则在每次观测结束后 24 小时内向监理提交完整的监测简报。当整个监测工作结束后，15 天内向业主提供满足要求的监测报告。

监测成果报告包含如下内容：

监测点平面示意图. 监测成果表. 监测项目变化速率，时间，监测项目变化量曲线图. 监测分析报告。

序号	监测项目	支护结构类型	基坑类别			
			二级			
			累计值		变化速率 (mm/d)	监测点个数
			绝对值 (mm)	相对基坑深度 (h) 控制值		
1	顶部水平位移	支护桩	40~50	0.5% ~ 0.7%	4~6	10
2	顶部竖向位移	支护桩	25~30	0.3% ~ 0.5%	3~4	10
3	深层水平位移		80~85	0.7% ~ 0.8%	4~6	10
4	地下水位		1000		500	1
5	周边地表竖向位移		50~60	——	4~6	10

- 注：1. h—基坑设计开挖深度，f1 为荷载设计值，f2 为构件承载能力设计值  
 2. 累计值取绝对值和相对基坑深度（h）控制值两者小值。  
 3. 当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续 3d 超过该值的 70%，应报警。  
 4. 围护墙（边坡）顶部水平. 竖向位移监测点宜为共用点。  
 5. 基坑周边建筑整体倾斜度累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3d 大于 0.0001H/d（H 为建筑承重高度）时报警。具体内容见基坑监测单位提供的基坑监测方案。

## 6. 施工管理及作业人员配备和分工

### 6.1 项目组织机构

本工程量大，工期短，施工管理与协调管理水平要求高，我们根据本工程项目特点，我们精心组织准备，选出结构层、面层工程施工经验丰富且有实践经验的项目经理担任本工程的施工管理工作，做好整个项目的组织策划实施工作。

### 6.2 项目管理机构配备情况

#### 项目经理

1. 负责对工程项目实施全过程、全面管理，履行“项目管理目标责任书”规定的任务
2. 贯彻执行国家法律、法规、方针、政策和公司各项管理制度。
3. 明确项目部各科室、岗位人员职责、权限，包括三个体系分工，并形成文件。
4. 组织编制施工预算，确定项目的计划目标成本。
5. 对进入现场的生产要素进行优化配置和动态管理。
6. 组织项目管理策划，建立质量、环境、职业健康安全管理体系。
7. 在授权范围内负责与企业管理层、劳务作业层、各协作单位、发包人、分包人和监理工程师等协调工作。
8. 按“项目管理目标责任书”处理项目经理部与国家、企业、分包单位以及职工之间的利益分配。
9. 组织工程质量、安全等验收，现场检查，进行现场文明施工管理接受上级审计。
10. 配合公司进行项目的检查、鉴定和评奖申报。

#### 技术负责人

1. 负责项目技术管理工作。
2. 主持对施工图纸自审、会审工作，并应形成会议记录。
3. 协助项目经理组织质量（环、安）策划、成本策划。
4. 负责组织编制质量计划书、施工组织设计和专项施工方案、质量、安全技术措施，编制专门的作业指导书等技术类文件。
5. 负责向施工员和分包人进行书面技术交底。
6. 组织竣工资料收集、整理质量记录。

7. 协助项目经理组织做好质量验收. 检查工作, 按最终检验和试验规定, 根据合同要求进行全面验证。
8. 协助项目经理做好项目部贯标工作。

### 施工员

1. 在项目经理领导下, 对工程项目的生产. 技术. 管理等负有实施责任。
2. 执行并负责完成项目经理下达季. 月度生产计划和各项指标。
3. 参与图纸会审. 施工组织设计. 质量计划书及专项施工方案的讨论编制工作。
4. 组织砂浆. 混凝土开盘鉴定工作, 填报配合比申请和混凝土浇灌申请。
5. 负责向班组进行分项工程 (或工种) 工期. 质量. 安全. 技术. 物资准备等交底。负责组织施工过程中的预检. 隐检. 分项工程检查。组织班组进行自检. 交接检
6. 坚持上班前. 下班后对施工现场班组作业进行巡视检查, 填写施工日志
7. 组织贯彻执行三标管理体系标准及公司体系文件, 落实现场管理人员和操作人员的责任, 实施本工程质量计划。
8. 严格按照图纸. 工艺标准. 技术交底组织施工, 及时解决施工过程中存在的质量问题, 确保施工生产处于受控状态。
9. 负责做好场容管理, 检查. 督促作业班组做好文明生产。
10. 监督检查现场作业人员使用个人劳动保护用品。
11. 组织有关人员进行环境因素. 危险源的辨识. 评价。
12. 协助项目经理做好对工程分包, 劳务协作的管理以及配合单位现场管理。

### 质量员

1. 严格按照《建筑工程施工质量验收统一标准》及相关标准要求, 对工程质量进行监督. 检查。
2. 负责制定过程检验计划, 定期进行工程质量分析, 并提出改进措施, 监督整改情况。
3. 负责工程的隐. 预检, 分部分项工程质量评定的审核和资料的收集工作。
4. 负责监督施工过程, 材料的检验与验证。

5. 负责对项目全体人员进行质量意识教育，按关键部位的质量要求和检验，进行旁站管理。
6. 负责顾客满意度的调查工作，按要求上报公司主管部门。
7. 负责质量投诉的受理工作并参加工程质量事故的调查处理。

### **安全员**

1. 负责对施工现场安全防护装置和设施进行验收。
2. 负责对施工全过程的安全进行监督、检查，对查出的隐患立即发出安全隐患整改通知单。并验证。
3. 负责组织全员安全教育、培训，并进行有效性评价。
4. 负责监督、检查劳保用品质量和正确使用。
5. 负责组织环境、职业健康安全管理标准适用的法律、法规与其他要求的管理工作。
6. 负责危险源、环境因素管理方案实施情况的检查工作。
7. 负责环境、职业健康安全管理体系主控要素监督检查落实和现场文明施工。
8. 负责施工现场安全达标、创优资料申报工作。
9. 负责对事故、事件、不符合处理（参与处理）、上报。
10. 负责编制月安全报表并按要求上报分公司。

### **材料员**

1. 贯彻执行国家有关材料标准规范和公司制定有关管理规定。
2. 负责所有进场物资包括业主提供的物资的验收、标识、贮存、保管和发放工作。
3. 负责进场物资的质量验收、记录、标识工作，并将物资的质量证明，合格证等资料及时传递给有关人员。
4. 需紧急放行时必须经主任工程师批准，并做好标识和记录。
5. 负责进场物资的搬运、贮存、保管、维护、堆放管理工作，保证不合格的物资不投入工程使用。
6. 建立健全施工现场物资管理台账和证明物资有效控制的各种质量记录。

### **资料员**

1. 工程开工前，列出项目所需的技术资料清单并备齐所需的有关表格，

并下发给相关有关部门和有关人员。

2. 负责管理项目所有设计图纸、规范、标准及施工过程中的各种技术资料、工程档案。
3. 负责所有资料及文件的发放，并按贯标文件的要求对文件进行有效控制。
4. 协助有关部门和人员填写各种表格和资料。
5. 对所有质量记录进行定期的收集和管理。
6. 负责外来资料和文件的收文登记工作。
7. 每月至少一次对所有工程资料、档案进行全面的收集、整理汇总工作，确保所有工程资料完整、查问方便。
8. 参加每天的碰头会，并对会议内容进行完整记录。

### **标准员**

1. 贯彻执行国家有关法律法规、标准规范、要求及公司制定有关管理规定。
2. 负责设备进场验收、安全操作、维护保养等管理，确保设备质量性能、安全性符合要求。
3. 负责项目部三标管理体系涉及的标准条款、要素实施工作。
4. 负责对机械操作人员上岗证进行确认、并进行管理。
5. 协助公司、分公司推广设备新技术、新工艺的应用；

### **机械员**

1. 负责机械组固、建档、报废、报损等相关手续的办理。
2. 负责机械报表的汇总统计。
3. 掌握项目经理部机械分布动态情况。
4. 进行每月机械完好率、利用率的统计分析。
5. 参与机械设备的检查与评比。
6. 参与机械事故的调查、分析与处理。
7. 负责机械设备台账、油水更换台账、维修台账的建立和更新。
8. 掌握和监督设备定人定机、持证上岗情况，外租机械进退场验收。负责工区之间（或工区内）机械设备的协调及核算。
9. 组织机械保养计划下达、监督保养实施和维修的落实。
10. 进行机械使用和维修成本的统计与分析。

11. 参与法律法规及其他要求的识别、评价和环境因素、危险源的辨识。根据自己的工作流程，提出自己的意见和建议，并根据分工对评价出的重要环境因素、不可接受的风险制定目标、指标、管理方案。

### 劳资员

1. 按规定办理职工的调配、考核、任免和有关政治审查、体检工作，会同人事部门做好职工考核，承办职工调出、调入手续；
2. 负责掌握项目部机构、编制人员配备情况，及时为领导提供决策资料和合理化建议；
3. 负责办理职员和工勤人员的聘用；
4. 负责承办专业技术人员的专业技术的职称认定、评聘工作；
5. 负责组织职员、专业技术人员的继续教育学习；负责组织工人技术等级岗位晋升、定级的考核；
6. 负责职工人事档案的管理，统计、上报人事劳资有关报表；

## 7. 验收要求

### 7.1 支护结构施工后使用要求：

1. 保证上述基坑周边建筑物及管线的正常使用和安全
2. 支护结构水平位移符合规范要求；
3. 施工期间基坑四周不得超载，基坑周边 2m 范围内不得有施工堆载。

### 7.2 锚杆施工验收要求：

表 3-4 工程质量验收标准表

	检查项目	质量要求及允许误差/mm
		合格
保证项目	1、锚杆、钢带、锚索等材料的材质规格、品种、结构、强度	符合设计、作业规程及规范规定
	2、锚固剂的材质、配比、规格、强度	符合设计、作业规程及规范规定
基本项目	1、巷道净宽	0~+100
	2、巷道净高	-50~+200
	3、锚固力（锚杆）	合格率不低于 90%
	4、锚索预紧力	合格率不低于 90%
	5、锚杆、锚索施工质量	安装牢固、托盘紧贴壁面，未接触部分要楔紧。
	6、铺网质量	90%以上符合要求
允许偏差项目	检查项目	允许偏差
	1、锚杆间排距/mm	-100~+100
	2、锚杆孔深/mm	0~+50
	3、锚杆角度/(°)	偏差不大于 5°
	4、锚杆外露长度/mm	自螺母下端起至端头 10~50
	5、钢带排距/mm	-100~+100
	6、锚索外露长度/mm	自锚具下端起至端头 150~250

## 8. 应急处置措施

### 8.1 应急预案的方针与原则

坚持“安全第一，预防为主”、“先支护后开挖”的方针，贯彻“常备不懈，统一指挥，高效协调，持续改进”的原则。更好地适应法律和经济活动的要求；给企业员工的工作和施工场区周围居民提供更好更安全的环境；保证各种应急资源处于良好的备战状态；指导应急行动按计划有序地进行；防止因应急行动组织不力或现场救援工作的无序和混乱而延误事故的应急救援；有效地避免或降低人员伤亡和财产损失；帮助实现应急行动的快速、有序、高效；充分体现应急救援的“应急精神”。

### 8.2 应急策划

#### 1. 应急预案工作流程图

根据本工程的特点及施工工艺的实际情况，认真地组织了对危险源和环境因素的识别和评价，特制定本项目发生紧急情况或事故的应急措施，开展应急知识教育和应急演练，提高现场操作人员应急能力，减少突发事件造成的损害和不良环境影响。其应急准备和响应工作程序见下图：

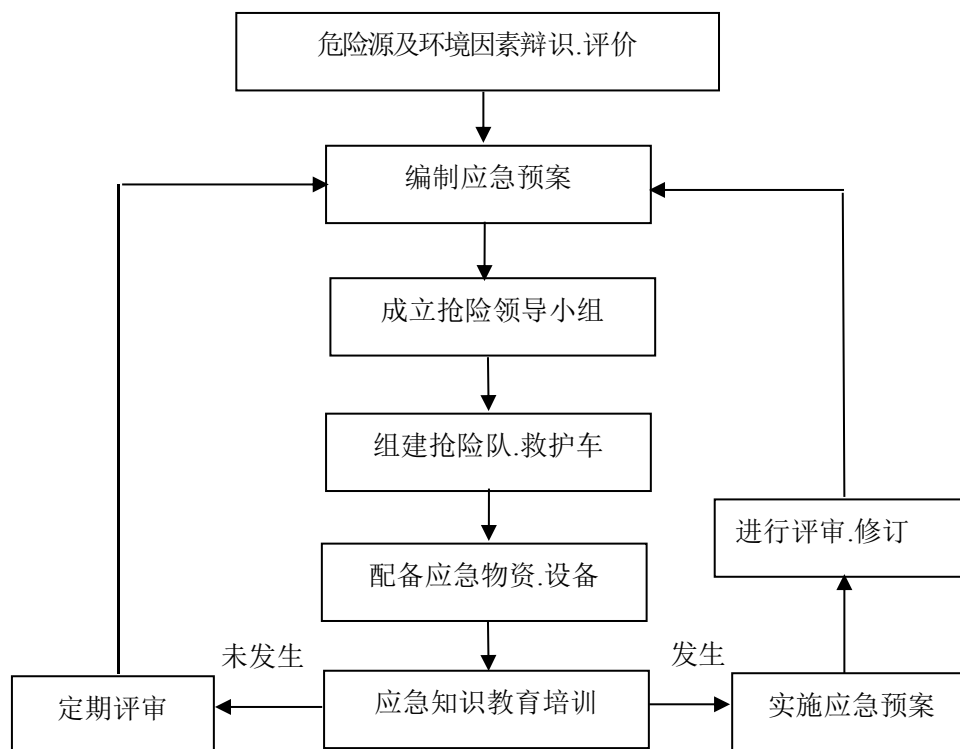


图 1 应急准备和响应工作程序图

突发事件风险分析和预防

为确保正常施工，预防突发事件以及某些预想不到的、不可抗拒的事件发生，事前有充足的技术措施准备、抢险物资的储备，最大程度地减少人员伤亡、国家财产和经济损失，必须进行风险分析和预防。

#### (1) 突发事件、紧急情况及风险分析

根据本工程施工特点及复杂的地质情况，在辨识、分析评价施工中危险因素和风险的基础上，确定本工程重大危险因素是基坑坍塌、地基不均匀沉降引起附近建筑物倾斜、物体打击、高处坠落等。在工地已采取机电管理、安全管理各种防范措施的基础上，还需要制定基坑坍塌和地基不均匀沉降引起附近建筑物倾斜的应急方案。

#### (2) 突发事件及风险预防措施

从以上风险情况的分析看，如果不采取相应有效的预防措施，不仅给支护施工造成很大影响，而且对施工人员的安全造成威胁。

1) 深基础开挖前先采取井点降水，将水位降至开挖最深度以下，防止开挖时出水塌方。

2) 材料准备：开挖前准备足够优质木桩和脚手板，装土袋，以备护坡。

3) 进行基坑支护方案的设计并进行论证，报监理审批。

4) 降雨量过大引起基坑坍塌的预防措施：

a. 基坑的周边砌筑 240\*300mm 高的挡墙，作为通常情况下的挡水设施；配备足够数量的沙袋，紧急时对基坑周围制作围堰，防止地面水大量流入坑内。

b. 配备足够数量的水泵（其中 2 台备用），用于排除基坑积水。

c. 施工现场仓库配备足够数量的潜水泵、泥浆泵。

d. 及时获取天气信息，预先做好准备工作。

e. 在进行现场平面布置时，考虑适当增加大明排系统的能力，并加强管理保持其畅通。

#### (3) 应急资源分析

1) 应急力量的组成及分布：机关有关部门负责人、项目部成员。

2) 应急设备、物资准备：现场灭火器、医疗设备、救护车辆充足，药品齐全，各施工小分队配有对讲机。

3) 上级救援机构：公司应急救援领导小组，地方可用的主要应急

资源是救护车。

### 8.3 应急准备

#### 1. 机构与职责

一旦发生施工安全事故，公司领导及有关部门负责人必须立即赶赴现场，组织指挥抢险，成立现场抢险领导小组。

公司抢险领导小组的组成

组长、副组长及成员

职责：研究、审批抢险方案；组织、协调各方抢险救援的人员、物资、交通工具等；保持与上级领导机关的通讯联系，及时发布现场信息。

项目部应急预案领导小组及其人员组成

项目经理为组长

下设：通讯联络组、技术支持组、抢险抢修组、医疗救护组、后勤保障组等。

应急组织的分工职责

组长职责：

1) 决定是否存在或可能存在重大紧急事故，要求应急服务机构提供帮助并实施场外应急计划，在不受事故影响的地方进行直接控制；

2) 复查和评估事故（事件）可能发展的方向，确定其可能的发展过程；

3) 指导设施地部分停工，并与领导小组成员的关键人员配合指挥现场人员撤离，并确保任何伤害者都能得到足够的重视；

4) 与场外应急机构取得联系及对紧急情况的记录作出安排；

5) 在场（设施）内实行交通管制，协助场外应急机构开展服务工作；

6) 在紧急状态结束后，控制受影响地点的恢复，并组织人员参加事故的分析和处理。

副组长（即现场管理者）职责：

1) 评估事故的规模和发展态势，建立应急步骤，确保员工的安全和减少设施和财产损失；

2) 如有必要，在救援服务机构来之前直接参与救护活动；

3) 安排寻找受伤者及安排非重要人员撤离到集中地带；

4) 设立与应急中心的通讯联络, 为应急服务机构提供建议和信息。

通讯联络组职责:

- 1) 确保与最高管理者和外部联系畅通. 内外信息反馈迅速;
- 2) 保持通讯设施和设备处于良好状态。
- 3) 负责应急过程的记录与整理及对外联络。

技术支持组职责

- 1) 提出抢险抢修及避免事故扩大的临时应急方案和措施。
- 2) 指导抢险抢修组实施应急方案和措施。
- 3) 修补实施中的应急方案和措施存在的缺陷。
- 4) 绘制事故现场平面图, 标明重点部位, 向外部救援机构提供准确的抢险救援信息资料。

保卫组职责

- 1) 设置事故现场警戒线. 岗, 维持工地内抢险救护的正常运作。
- 2) 保持抢险救援通道的通畅, 引导抢险救援人员及车辆的进入。
- 3) 抢救救援结束后, 封闭事故现场直到收到明确解除指令。

抢险抢修组职责

- 1) 实施抢险抢修的应急方案和措施, 并不断加以改进。
- 2) 寻找受害者并转移至安全地带。
- 3) 在事故有可能扩大进行抢险抢修或救援时, 高度注意避免意外伤害。
- 4) 抢险抢修或救援结束后, 直接报告最高管理者并对结果进行复查和评估。

医疗救治组

- 1) 在外部救援机构未到达前, 对受害者进行必要的抢救 (如人工呼吸. 包扎止血. 防止受伤部位受污染等)。
- 2) 使重度受害者优先得到外部救援机构的救护。
- 3) 协助外部救援机构转送受害者至医疗机构, 并指定人员护理受害者。

后勤保障组职责

- 1) 保障系统内各组人员必需的防护. 救护用品及生活物资的供给。
- 2) 提供合格的抢险抢修或救援的物质及设备。

## 2. 应急资源

应急资源的准备是应急救援工作的重要保障，项目部应根据潜在事故性质和后果分析，配备应急救援中所需的消防手段.救援机械和设备.交通工具.医疗设备和药品.生活保障物资。

## 8.4 信息预案

现场保证信息畅通，建立消防.急救.公安，市政等社会公共信息联络，一旦现场出现相关情况，及时报告有关部门，防止事故扩大发展。

现场总指挥电话：15344623777

救援电话：110 匪警      120 急救      119 火警

就近医院：齐齐哈尔第一医院（南院）

# 施工报审降水施工方案

## 1. 工程基本概况

本工程为齐齐哈尔工程学院北区校园建设项目基础降水工程地下建筑面积：261190 m<sup>2</sup>，周长 847m，基础外扩 2.5m，布置降水井，外扩后降水合围面积 28332 m<sup>2</sup>，周长 886m，基础最深处-9.45m，确定该项工程的重要性等级为三级，场地等级为三级，地基等级为三级，综合确定该项工程的岩土工程勘察等级为丙级。

2. 综合考虑基坑周边环境和地质条件的复杂程度.基坑深度等因素，依据《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ/T111—2016）确定，该项基坑工程降水工程的安全等级为二级。

根据本工程降水面积与降水深度及周边建筑物实际情况，降水井井数应按照二级安全等级计算。

## 1.2. 编制依据

- 1) 《岩土工程勘察报告》
- 2) 《施工设计图》
- 3) 《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）
- 4) 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ/T111—2016）

- 5) 《建筑地基基础设计规范》 (GB50007—2011)
- 6) 《基坑降水手册》
- 7) 《建筑给水排水设计规范》 (GB50015-2003) 海澄—威廉公式

### 1.3.工程周边情况

拟建区位于书香府邸小区东侧，水师公路西侧，喜庆路北侧，场地平坦，地下障碍物较多且原土层为四类杂填土。

本工程基坑周边荷载情况分布主要为：施工车辆行车荷载以及施工材料堆载。

## 2.工程地质条件

### 2.1.地形地貌

拟建区位于书香府邸小区东侧，水师公路西侧，喜庆路北侧，场地平坦，地下障碍物较多且原土层为四类杂填土。

### 2.2.地层岩性

本次勘察在勘察深度内所揭露的地层自上而下共分 5 个主层，7 个亚层，岩性描述如下：

①杂填土：普遍分布，杂色，主要由建筑垃圾、生活垃圾构成，勘察时 1.50 米以上呈冻结状态，以下松散。层厚 0.40~4.0 米。

②粉质粘土：黄褐色，可塑，土质较均匀，含氧化铁及少量钙质，中压缩性，干强度中，韧性中，切面光滑，无摇振反应，层面埋深 0.40~2.60 米，层厚 0.60~3.00 米，分布较连续，含有少量细砂。

②1 细砂：黄色，稍湿，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 0.90 米，层厚 1.40 米，仅 ck19 号孔揭露。层中夹有黏土薄层。

③细砂：上部黄色、下部灰色，稍湿，水位以下饱和，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 0.40~5.20 米，层厚 0.40~6.70 米，分布连续。局部夹有黏土薄层。

③1 粉质粘土：黄褐色，可塑，土质较均匀，中压缩性土，干强度中，韧性中，切面光滑，摇振反应中，层面埋深 1.70~3.60 米，层厚 1.20~1.90 米，局部分布，层中含有少量细砂。

③2 淤泥质粉质粘土：灰色，流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，

摇振反应中，层面埋深 3.20~5.60 米，层厚 0.40~4.00 米，分布不连续，层中含有少量细砂。

④圆砾：灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，稍密，局部松散及中密，饱和，层顶埋深在 3.70~12.40m，层厚 0.50~11.70 米，局部夹有黏土薄层，分布连续。

④1 圆砾：褐色、灰色，颗粒不均，级配良好，磨圆度良好，松散，饱和，层顶埋深在 8.60m，层厚 0.90 米，仅 ck7 号揭露。

④2 淤泥质粉质粘土：灰色，软塑~流塑，高压缩性，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 6.50~8.50 米，层厚 0.70~3.10 米，分布不连续，层中含砾。

④3 细砂：灰色，饱和，稍密，砂的成分为石英、长石，层面埋深 6.70~9.20 米，层厚 1.60~5.40 米，分布不连续。层中含砾。

⑤粗砂：灰色，饱和，中密，砂的成分为石英、长石，层中粒度有所变化，局部为砾砂、中砂，层面埋深 13.40~23.50 米，层厚 3.60~14.40 米，分布连续。

⑤1 粉质粘土：灰色，软塑，局部软可塑、流塑。高压缩性土，干强度低，韧性低，切面无光泽，摇振反应中，层面埋深 19.50~22.10 米，层厚 0.80~3.00 米，分布不连续。层中夹砂。

## 2.3. 地下水

1. 本次勘察深度内所揭露地下水，就其区域赋存条件应归属于第四系孔隙潜水，主要含水层为圆砾、粗砂，勘察时初见水位埋深 2.5—5.0 米，静止水位埋深 1.9—3.6 米。地下水补给水源主要为大气降水及侧向径流补给，地下水与嫩江水关系密切，水位变化受嫩江水动态及季节影响，随季节而变化，地下水年变化幅度 1.50 米左右。勘探时为平水期。高水位一般出现在 9 月份。抗浮设计水位高程 144.50 米。

现场实际探坑显示地下水位埋深 -4 米。

### 2. 水文地质参数

根据地区经验，平均渗透系数细砂为 8 米/日，中粗砂为 15 米/日，圆砾为 180 米/日。

拟建场地地下水按环境类型水对各种混凝土结构具微腐蚀性，地层渗透性水对各种混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋在长期浸水条件下具微腐蚀性；

在干湿交替条件下具微腐蚀性。根据地区经验,场地土对钢结构及混凝土具微腐蚀性。

#### 2.4. 井点降水影响范围内地面. 建筑物沉降防范措施

根据本工程地基坑开挖及基础底板结构施工的要求,本次降水施工的要求,本次降水施工目的及任务:

疏于围护内地层中的自由水,加固基坑外和槽底下的土体,提高槽外土体抗力,从而减少槽底隆起和围护结构的变形量,降低基坑外地下水对围护结构的压力。

最大限度减少因基坑开挖及降水对周边环境产生的影响,保证周边环境的安全。增强土壤的固结强度及直立性,有利基坑内开挖时土体的稳定性。

疏于基坑内地下水,方便挖掘机和工人在槽内施工作业。

本工程降水施工条件分析

场地地下水可划分为弱透水层和强透水层两种类型:粉质粘土属弱透水,圆砾属强透水层。

选择适当的水文地质参数,进行合理的降水井点布设,结合周围相邻建筑分布和结构情况,设计合理的对周围建筑的保护措施。做到既要满足工程降水施工的要求,又要对工程降水可能对周边建筑物产生的沉降影响做出预测和防范。

本工程降水施工方法的确立

根据《建筑与市政工程地下水控制技术规范》(JGJ/T111—2016)降水方法和设备的选择,应根据地层的渗透系数,要求降低水位的深度及工程特点.经济节能等环节综合考虑确定。根据本工程的实际结合地层情况的分析(渗透系数较小)确定为轻型井点配合管井降水施工方法。

##### 1) 工程降水对基坑周边环境影响的防治措施

抽水运行时尽量先启动距离周边建筑物较远的降水井点,减少降水对周边道路和地下构筑物的影响,然后逐渐对称启动降水井点。

降水遵循慢降缓降的原则,适当放缓降水漏水线的坡度。在同样的降水深度前提下,降水漏斗的坡度越平缓,影响范围越大,而产生的不均匀沉降就越小,因而降水影响区内的地下管线和建筑物受损伤的程度也越小。

井点应连续运转,尽量避免间歇和反复抽水。对砂性土壤,降水所引起的沉降量是很小的,然而倘若降水间歇和反复进行,每次降水都会产生沉降。因此,应尽可能避免反复抽水。

在周边建筑物附近设置观测井点，及时掌握周边地下水位的变化情况。

由于基坑开挖深度较大。所以施工期间应做好地表水和地下管线排水工作，防止雨季发生基坑倒灌现象。同时也应对周围重要建筑物做好监测工作，防止地面沉降影响建筑物和周围管线的安全。

## 2) 基坑周边环境的监控措施

基坑开挖前应做出系统地方案，从基坑边缘以外选取需要保护的建（构）筑物或地下管网作为监控对象，建议建设单位选择具有相应专业监测资质的单位对基础施工中的各个单位施工项目可能对周边环境产生的影响实施监测，对周边相邻建筑、基坑开挖边坡稳定性、周边道路等实施全程监测。并将监测数据及时反馈给我方。

基坑周边环境监测报警值应根据主管部门的要求确定，如主管部门无具体规定，可按参照采用下表数值。

监测对象 项目		累计值（mm）	变化速率 （mm/d）	备注
1	地下水位变化	1000	500	
2	管线 移位	压力	10-30	1-3
		非压力	10-40	3-5
	柔性管线	10-40	3-5	
3	邻近建筑位移	10-60	1-3	
4	裂缝 宽度	建筑	1.5-3	持续发展
		地表	10-15	持续发展

注：建筑整体倾斜度累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3d 大于 0.001H/d（H 为建筑承重结构高度）时应报警。

当出现下列情况之一时，必须立即进行危险报警，并应对基坑支护结构和周边环境中的保护对象采取应急措施。

(1) 监测数据达到监测报警值的累计值。

(2) 基坑支护结构或周边土体的位移值突然明显增大或基坑出现流沙、管涌、隆起、陷落或较严重的渗漏等。

(3) 基坑支护结构的支撑或锚杆体系出现过大大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象。

(4) 周边建筑的结构部分.周边地面出现较严重的突发裂缝或危害结构的变形裂缝。

(5) 周边管线变形突然明显增长或出现裂缝.泄漏等。

(6) 根据当地工程经验判断，出现其他必须进行危险报警的情况。

### 3) 确保地基土不受扰动的技术措施

① 提高降水井成井质量，减少抽出的地下水中细颗粒数量，做到抽出的地下水含量不大于万分之一，从而减少地基土的移动，确保地基土不受扰动。

② 控制抽水井出水量 $Q$ .最大允许流速 $V$ .放置滤水管长度 $L$ ，对控制抽水井附近地基土不发生扰动也是至关重要的一个因素。最大允许流速 $V$ 是计算滤水管直径.长度非常重要的参数，地下水抽水流速超过 $V$ 值时，就会使含砂类土发生扰动，破坏天然地基土的稳定性。

在降排水施工设计上还要充分考虑场地工程条件，选择合理抽水参数，根据基础涌水量，采用合理的水泵抽水使场地地下水均匀下降，从而减少对周边环境因降水而引起的沉降变形。

### 4) 降水沉降量计算

依据标准：

《建筑基坑规程》(2012)

计算模型：

潜水非完整井，基坑远离沉降观测建筑物 80 米。

---

基本参数：

水位降深	3.5 (m)
潜水含水层厚度	46.6 (m)
渗透系数	180.000 (m/d)
过滤器半径	0.200 (m)
井水位降深	12.00 (m)
单井出水量	80.000 (m <sup>3</sup> /d)

---

沉降影响深度内土层数：6

地下水埋深： 2.000 (m)

层号	层厚度 (m)	Es (MPa)
1	2.400	4.530
2	2.000	10.000
3	4.300	14.000
4	2.900	11.000
5	10.800	25.000
6	30.000	10.000

---

基坑轮廓线定位点数: 4

定位点号	坐标 x(m)	坐标 y(m)
1	10.000	30.000
2	10.000	15.000
3	30.000	15.000
4	30.000	30.000

---

降水井点数: 6

井点号	坐标 x(m)	坐标 y(m)	抽水量 (m <sup>3</sup> /d)
1	8.000	13.000	80.000
2	20.000	13.000	80.000
3	32.000	13.000	80.000
4	32.000	32.000	80.000
5	20.000	32.000	80.000
6	8.000	32.000	80.000

---

任意点降深计算公式采用: 《建筑基坑规程》(2012) 公式

沉降计算方法: 《建筑地基基础设计规范 2011》方法, 考虑应力随深度衰减, 且考虑相互影响半径

沉降计算影响半径: 80.000 (m)

沉降计算经验系数: 1.000

---

[计算结果]:

1. 各点降深与地表沉降计算:

降深按《建筑基坑规程》(2012)计算

按用户指定的井数(6).井位.各井抽水量,计算得:

在指定范围内: 最小降深=0.026(m) 最大降深=0.041(m)

在指定范围内: 最小沉降=0.0(cm) 最大沉降=0.0(cm)

2. 建筑物各角点降深与沉降计算:

建筑物角点 1: 降深=0.031(m) 沉降=0.010(cm)

建筑物角点 2: 降深=0.028(m) 沉降=0.009(cm)

建筑物角点 3: 降深=0.027(m) 沉降=0.009(cm)

建筑物角点 4: 降深=0.030(m) 沉降=0.009(cm)

建筑物各角点: 最小降深=0.027(m) 最大降深=0.031(m)

建筑物各角点: 最小沉降=0.0(cm) 最大沉降=0.0(cm)

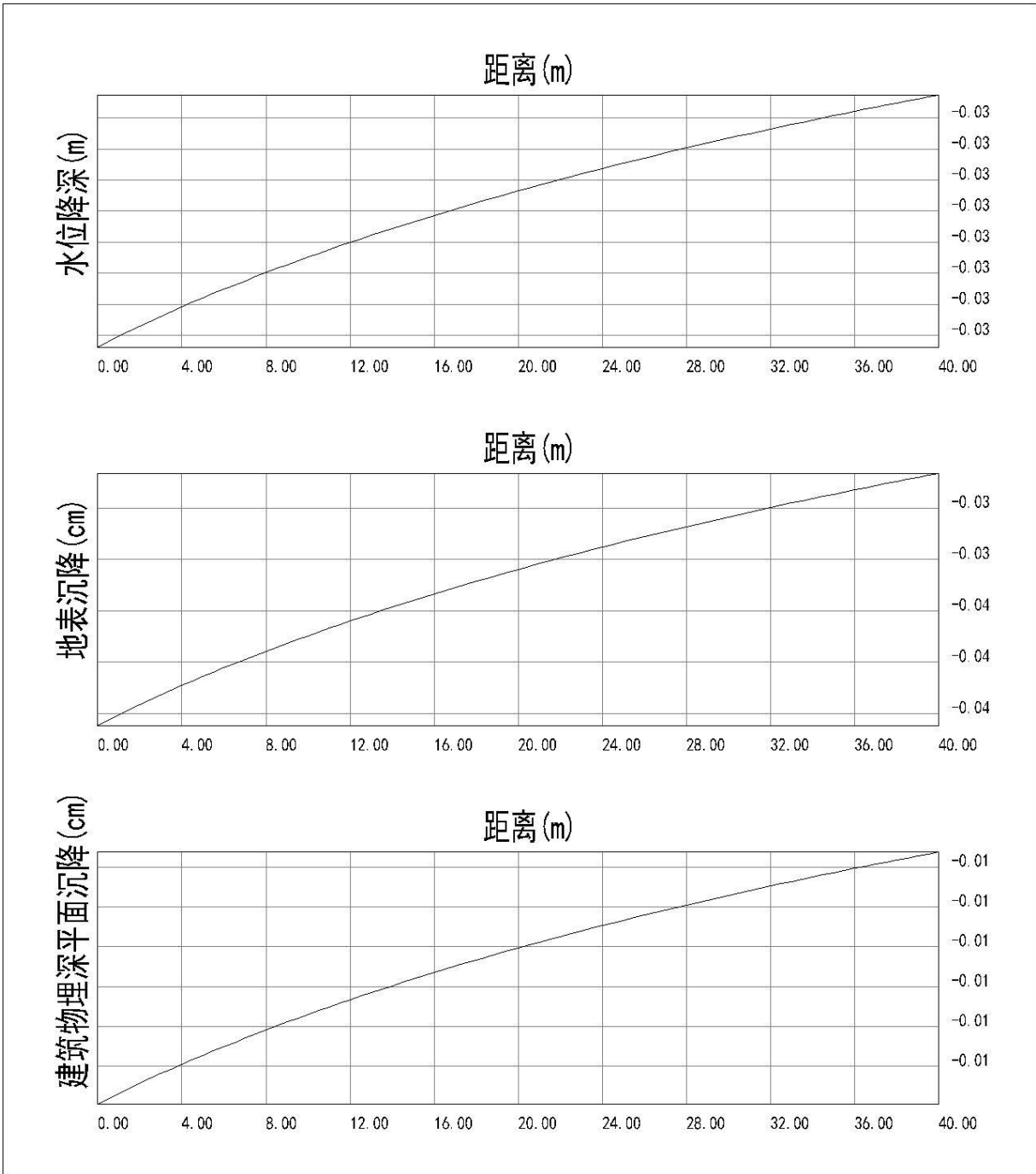
建筑各角点之间最大倾斜率 = 千分之 0.001

3. 观察剖面上各点降深与沉降计算:

观察剖面上: 最小降深=0.025(m) 最大降深=0.033(m)

观察剖面上,地表: 最小沉降=0.0(cm) 最大沉降=0.0(cm)

观察剖面上,建筑物埋深平面: 最小沉降=0.0(cm) 最大沉降=0.0(cm)



### 3. 基坑外设降水井点工程计算

根据岩土组成分析，本工程潜水非完整井计算。

#### 基坑降水计算

降水深度： $S=9.45-4+0.5=5.95\text{m}$

基坑面积： $28332\text{m}^2$

基坑周长: 866m

渗透系数  $K=180\text{m/d}$

水流速度:

$$V = 65\sqrt[3]{K} = 65\sqrt[3]{180} = 367\text{m/d}$$

滤水器长度:

$$\pi D U_c \quad 3.14 * 0.4 * 367$$

含水层厚度:

$$S'=s + \frac{1}{10}r_0 = 5.95 + 9.5 \approx 15.45$$

$$H=1.85(S'+1) = 36.32$$

根据:

$S'/(S'+1)$	0.2	0.3	0.5	0.8
H	1.3 (S'+1)	1.5 (S'+1)	1.7 (S'+1)	1.85 (S'+1)

影响半径:

$$R=2S\sqrt{HK} = 938\text{m}$$

引用半径:

$$0.565\sqrt{F} = 95.1\text{m}$$

涌水量:

$$Q = \frac{1.366K(H^2 - h^2)}{\lg[(R+r_0)/r_0] + \frac{h-1}{1} \lg(1+0.2h/r_0)}$$

$$Q=96000\text{m}^3/\text{d}$$

降水井数量:

$$n=1.1 \times \frac{96000}{1920} \approx 55 \text{ (眼)}$$

基础四周井间距:  $866 \div 55 = 15.7$  米

井深确定

$$H=Hw1+Hw2+Hw3+Hw4+Hw5+Hw6 \text{ 取 } 21\text{m}$$

Hw1—基坑深度 9.45 (m)

Hw2—降水水位距基坑底面要求的深度 0.5 (m)

Hw3—降水井过滤器的工作长度 4.17 (m)

Hw4—降水井水力坡降值取 3.33 (m)

Hw5—水位变幅 1.5 (m)

Hw6—沉砂管长度，取 1.5m

#### 4.降水井及排水管线施工方法

根据场地岩性组成，含水层特性及单井出水量，本次降水工程共计布置：55 眼降水井，井深为 21 米，基坑降水采用管井降水法，管井井点具有排水量大.排水效果好.设备简单易于维护等特点。施工钻孔孔径 650mm，采用 DN400 的滤水器。其构造如下：

滤水器外包双层 60 目尼绒网以防止粉细砂涌入井内，管底封死，管外填粒径为 5—8mm 级配滤料作为过滤层。

##### 1.降水井施工方法

降水井管的埋设采用返循环钻井，使用清水钻进，开口直径不小于 500mm，终孔直径 650mm，一次成井的方法，埋设井管，可采用空压机洗井法或泵抽法洗井，应严格检查滤管包网，要求包网缠绕紧密.均匀，滤料围填要求均匀充填。管井过滤器.滤料围填.钻进等技术要求，均按照现行的国家标准《供水水文地质勘察规范》（GB50027—2001）与《供水管井技术规范》（GB50296-99）的规定执行。

##### 2.外排水管线施工方法

施工现场西侧书香府邸小区兴建时共布置 55 眼降水井，使用每小时出水量 80T，扬程 80m，深井潜水泵，原有市政雨水管线未能满足降水排水需求，为保证本工程降水顺利施工，需为降水排水安装临时排水管线，外排水管线使用 DN630-DN820 螺旋钢管，螺旋钢管厚度  $\delta$  10mm，临时排水管线全长 3500m，途径街道.商服.民宅.路口采取跨越或下卧方式进行避让，途径腾飞路跨线桥时水头高度为 8m，排水管应安装控制阀，有利于降水施工及检修，管道敷设按照《城市排水工程规划规范》（GB50318-200）执行。

##### 3.管道沿程水头损失计算

根据本工程所选用的管线材料及工程特性采用《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）海澄—威廉公式

根据《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）海澄—威廉公式及局部水头损失系数计算得知 3500m 临时排水管线水头损失为：

管线沿线水头损失为：189.85m+局部水头损失系数增加 1 个 90° 弯头增加 1.01m 水头损失，临时排水管线全线约 15-20 处跨越或下卧，每处需要使用 4 个弯头，20 处×4 个弯头=80m。

$$189.85+80=269.85\text{m}$$

水泵扬程为 80m，井深 21m，水泵放置井内 15m 位置，水泵扬程平流为 1:60 米。

$$1.80\text{m}-15\text{m}=65\text{m} \quad 2.65\text{m}\times 55\text{m}=3575\text{m} \quad 3.3575\text{m}-269.85\text{m}=3305.15\text{m}$$

根据以上计算得出 55 眼降水井使用每小时出水量 80T，扬程 80m，深井 潜水泵能够满足降水排水需求。

#### 4.排水管截面积计算

DN100 (mm)	DN219 (mm)	DN350 (mm)	DN450 (mm)	DN529 (mm)	DN630 (mm)
0.00785 m <sup>2</sup>	0.0314 m <sup>2</sup>	0.10122 m <sup>2</sup>	0.159 m <sup>2</sup>	0.196 m <sup>2</sup>	0.2826 m <sup>2</sup>
1 眼井	4 眼井	14 眼井	22 眼井	30 眼井	45 眼井

### 5.技术措施

#### 5.1. 降水井施工工艺

准备工作→钻机进场→放线定位→挖泥浆槽→埋设钢护筒→钻进→终孔→测量孔深→下井管→填滤料→封井→洗井→清运泥浆→残土外运→下泵→排水管线铺设及电路安装→抽水→记录。

#### 5.2. 凿井

采用泵吸收式反循环钻机，自造浆护壁。钻进前测量好钻具总长，控制钻进深度，钻进中对地层要分层描述，确定降水含水层的确切层位和岩性。终孔深度达到后，即可清孔，孔底残土≤10cm。

#### 5.3 下井管

按设计井深事先将井管排列组合，下管时所有深井的底部按标高严格控制。井

管应平稳入孔，接头要接牢固，过滤器包好井底布，下管要准确到位，自然落下，不可强力下压，以免损坏过滤结构。下好井管后，把井管居中固定。

#### 5.4 填滤料

填滤料时先把井口做好保护，防止砾料填入井内影响降水效果，砾料要从井孔四周均匀回填，防止井管挤偏或蓬堵及砾料下不到孔底，砾料直径为 $\phi 5-10\text{mm}$ ，填砾达到要求深度后停止。

#### 5.5. 洗井

用水泵洗井，保证洗井质量，直至井内出清水，基本不含砂。

#### 5.6 排水管线铺设及电路安装

各井排水管和电缆应一起铺设，排水要畅通无阻，连接合理。沉井处内管线沿基坑周边布设。

#### 5.7 下泵试抽

下入深度宜在滤水管下半部分，然后根据出水量及降深调至适当位置，直至达到降水要求。排水管道及电源线路一定要先连接好，测定井内水位及观测孔水位变化。

### 6.降排水运行方案

#### 6.1. 配电系统设计

1) 降水井.减压井线路采用高空架设方式。控制系统所需各级配电箱均采用正规厂家生产的并带有漏电保护装置的配电箱。各级配电箱均须编号，做好警示。

2) 为防止在降水期间发生意外停电事故，现场应备用电源一台 800kw，三台 500KW（如：发电机.二路供电系统），并配有切换装置。

3) 抽水井的供电电缆，在排水管沟回填土之前置于排水管一侧，与排水管合槽敷设。电缆周围填充细砂，厚度为 0.2 米。电缆经由线路（硬化地面除外），地面上每隔 20m 左右设露出 0.2m 高的标志桩。电缆敷设路径如遇过路或穿越其他建筑物时，须穿厚度为 2mm 以上护电套管加以保护。供.配电系统用的电力开关柜设有三级保护装置.过流.短路.过热保护的自动开关，动力配电箱安放在箱架上，放置地点要安全.平整，周围无杂物。为及时更换损坏电路设备，现场应备用电气设备。

4) 降水运行

(1) 降水井开始施工时，先施工两个以上降水井点，进行抽水试验，获取准确的水文地质参数，利用取得的可靠参数.参量调整施工方案。

(2) 抽水试验分 3 个阶段进行，每次水位降深值大于 1 米，稳定延续时间不小于 24 小时，单井抽水量用阀门水表控制流量，逐渐由单井设计最大出水量曲线的绘制并检验参数 K 值是否与设计值相配，从而对施工方案作出适当修正和调整。

(3) 抽水试验过程中，当水位趋于稳定时采集及时进行水样，送化验室检验，根据水的含砂量检验结果，对井底防砂过滤网的目数进行必要的调整。降水井施工完之后，必须进行群井试验，以确定群井降水效果。降水井要保证昼夜连续运转，防止因停泵使水位上升，造成“基坑突涌”事故。

(4) 降水井点施工完毕后，应及时铺设井点排水管，接到降水运行通知后，由远离周边相邻建筑物的降水井点开始启动，逐一启动降水井，坚决杜绝同时启动。

降水井抽水运行遵循上述原则，由远离周边相邻建筑物的降水井点开始启动，逐一启动降水井，并控制对称井点同时开启，观察观测井点的水位变化，能否满足基础施工要求。

(5) 当连续抽水降水液面达到设计降深要求时，降水井的抽水量大于基坑涌水量时，可视降水运行情况适当关停部分降水井点，也要以对称关停降水井点为原则。

(6) 当降水运行结束时，关停降水井，逐个关停，每组合关停时间间隔不少于 5 小时，从而使地下水水位缓慢恢复。

(7) 井点降水运行时控制水泵的运行量，从而来控制降水深度和强度，减缓降水速，均匀出水，使水位缓缓平稳下降，勿使土颗粒带出，降水时要随时注意抽水的地下水是否有浑浊现象。

降水结束需缓慢稳定抬升水位必须具备两个条件：（1）建筑物荷载满足图纸抗浮要求；（2）特殊原因需根据甲方书面要求启停降水井。

## 6.2. 排水方案

### 1) 地面排水系统

由于水井点较多，排水量大，应在建筑开挖周边两侧分别连接.由支管道进入总管道，然后集中排放，排入甲方指定排水点，外排水管可选用  $\Phi 630\text{mm}$  的螺旋钢管，排水管线螺旋钢管厚度  $\delta 10\text{mm}$ ，超过基坑边线长度。但因排水量大，在下水管道不能承受的条件下也可采用各降水井分管排水，设多个排水点（下水管道）；为方便施

工，排水管在通道处应掩埋。

## 2) 基坑内排水系统

基坑内排水系统排水管采用螺旋钢管钢管厚度  $\delta$  10mm， $\Phi$  100mm- $\Phi$  630mm 的管基坑内降水井抽出地下水流入排水管，从出土口引出地面，与地面排水系统对接，直接排入附近河流。排水管可架设在零盖板下端。每个降水井与排水管连接处均带开关阀，防止抽出地下水回灌或便于检修排水管及维修水泵等。

## 6.3. 水位观测

降水时对于不投入使用的降水井可视为观测井，降水井点开动后即对地下水位进行全面的观测记录，以便随时获得水位降落信息。降水运行时，做好水位观测记录。为了取得下降水位深度数据，可采用单井临时停泵的方法进行测量。

沉降监测在基坑外侧四个角点和中心设置两点共计六个高程点，用高程测量仪器进行地面沉降监测。

封井设计在施工底板时，降水管井在完成其使用目的后，应及时采取必要的措施进行封填。在底板浇筑过程中，在每个井位处焊接止水环，井口下卧 20cm（在底板顶板算起），在降水停止后，降水管井完成其使用目的，首先切断供电电源，拆除电缆及泵管，用与地层相符的材料进行封堵，或用有效的封井措施进行封井。

## 6.4. 降水运行

1) 根据本工程特点，本工程降水运行终止基于安全考虑，所有降水井均应在降水所在区域底板浇筑完毕并养护一周以上方可考虑停止抽水。

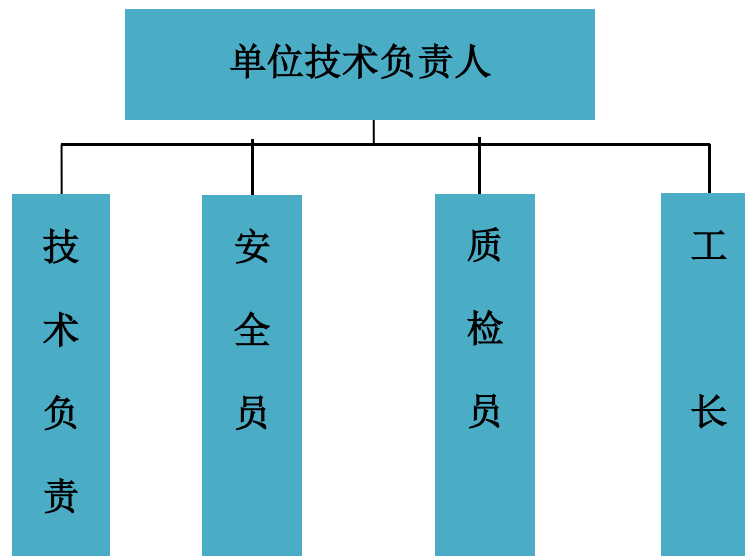
2) 由于底板分块浇筑，对分布在已浇筑底板且养护一周以上区域的降水井进行试停抽 1~2 天；但试停抽只适用于井内水位不高于当前井口的降水井，以防止井内地下水溢出；试停抽期间降水井内水泵不应拔出，且应确保抽水泵可以随时正常开启。

3) 试停抽期间观测试停抽降水井内水位以及未浇筑或底板未至强度区域的观测井水位，以确保当前降水可以满足为浇筑底板未至强度区域的降压要求；若满足要求，则延长试停抽时间，并继续保持水位观测，若无法满足要求，则必须开启预设降水井以确保基坑抗突涌安全。

4) 对于基坑中集中积水区采用明排的方式处理。

## 7.施工准备工作

### 7.1. 组织机构



### 7.2. 施工现场准备

进场前做好设备停放.材料堆放的场地调查安排；探明地下障碍物及各种管线，做好井位放线测量的前期准备工作，并调查市政排污管线，确认降排水渠道，将施工用水电引至现场，确定电源位置，并联系好排渣场地及车辆钻井井位多方按设计图纸校核。

降水工程施工分三个步骤

- 1.前期准备：包括现场井位确定.钻机进场.材料进场.挖泥浆槽，用时 2 天。
- 2.降水井点施工：包括井点施工 8 天，送电线路及排水管线敷设 15 天，抽水试验 5 天，用时 28 天。
- 3.降水工程运行：在基坑开挖前 4 天，降水井点全部启动（不准同时启动）。
- 4.降水井的后期处理  
降水施工为辅助工程项目，属于临时工程，降水井在完成使命后，应及时采取必要的措施进行封填。
- 5.井点施工时间，降水运行时间，根据基础工程的进度决定。

### 7.3. 材料设备准备

落实材料和人员，专人负责进料，确保井壁管、过滤管、围填砂、粘土等材料的质量。对施工设备全面检修，使设备完好率达到 100%；并根据施工机械及工器具的数量及特点，准备了足够的备用机械和工器具，可以确保工程的施工连续进行。

主要材料需要量计划表

序号	材料及名称	规格型号	单位	数量
1	21 米滤水器	Φ400mm	根	55
2	内排水管道	δ 10mmDN100-DN630	m	900
3	外排水管道	δ 10mmDN630	m	3500
4	1 芯 300 <sup>2</sup> 电缆线	1×300 <sup>2</sup>	m	2500
5	3 芯 35 <sup>2</sup> 防水电缆线	3×35 <sup>2</sup>	m	1750

主要施工设备配备

设备名称		型号及规格	功率 (kw)	数量 (台)
成井设备	反循环钻机			2
	铲车	50		1
	汽车吊	12T		1
	挖沟机	150		1
抽排水设备	潜水泵	QJ80-80	30	50
	电焊机	BY3-500	300	2
	配电柜	总电闸箱		4
	配电柜	分电闸箱		9

### 8. 注意事项

1 为了防止停电水井停泵使水位上升带来场地淹没事故，现场应有备用电源及降水材料，保证降水系统能正常运转，满足基坑施工要求。

2 本工程在降水井的布置上首先要在充分研究施工设计图纸的基础上，避开地下

结构的重要构件（如原有管线及井壁等），井孔施工过程中必须用经纬仪精确定位，并且要精确保证井孔的垂直度，确保降水井施工后对结构不产生影响。

3 在基坑土方开挖施工过程中浅层水降水井可逐个拆除。开挖时要防止堵死管井，应设专人对降水井井位进行控制。井点降水时应减缓降水速度，均匀出水，勿使土粒带出。降水时要随时注意抽出的地下水是否有混浊现象。抽出的水中带走细颗粒不但会增加周围地面的沉降，而且还会使井管堵塞，井点失效。

4 若发生涌水、涌砂应及时封堵，必要时回填土体稳定险情，以便进一步采取有效措施。

5 井点应连续运转，尽量避免间歇和反复抽水，以减小在降水期间引起的地面沉降量。

6 若出现其它不可预见或不可抗力因素，应根据实际情况采取相应补救措施。

## **9.质量和技术保障**

### **9.1. 降水施工质量的技术保障措施**

1) 施工前组织技术质量及全体施工人员进行技术交底，严格按照技术规范《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ/T111—2016）与降水施工方案进行施工。

2) 严格按施工方案进行降水井施工，配合土方开挖的进度安排，分区域、分段进行施工。

3) 降水运行中避免间歇和反复抽水，井点抽水工程中连续运转，定时对降水施工设备进行检测，对水位、水量及水质不定时进行监测，发现异常情况及时查明原因。

4) 随时注意抽出的地下水是否有混浊现象随时检测含砂量（允许值为 1/50000），抽出的水中带走细颗粒不但会增加周围地面的沉降，而且还会使井管堵塞、井点失效。

5) 降水井施工时严格控制成井质量，降水井的质量好坏直接影响到基坑降水的安全，对关键施工程序、关键施工部位及关键施工材料进行全程技术跟踪和监督。

### **9.2. 施工组织部署和协调管理**

1) 本降水工程是为配合土建施工的专业施工，目的是保证土建工程的实施和进度。

2) 为保证施工总体进度, 同时避免降水施工对土建施工的影响, 按照总体安排进度和工序安排降水井施工和降水运行, 需土方开挖单位及支护施工单位等密切配合, 团结协作。

3) 与监理单位协调。在施工过程中, 严格按照经业主及监理工程师审核的“施工组织设计”进行专业工程施工的质量管理。接受监理工程师的验收和检查。

4) 与建设单位、总包方及各专项专业施工协调。降水工程需要与总包方及各专业施工单位密切配合, 衔接好每一步工作流程和安排。特别是深井施工完毕后进行的降水井排水管道的安装及联合抽降时, 需要土方、建筑施工单位的大力配合和协作, 降水井井管需要根据实际情况更改排水通道及拆改, 需要总包方及建设单位的大力配合和协调支持。

## **10. 施工应急预案**

### **10.1. 成井预案**

施工前先要实地调查场地情况, 会同建设单位摸清地下构筑物和管线分布走向情况, 作详细标注说明, 并得到建设单位确认无误后方可施工。管井成井过程中一定要避开已有地下构筑物及管道, 具体方法为: 钻井前在井位先开挖 2—3m, 然后再用 2m 铁钎触探, 确认地下无管道及可疑物体后方架设钻机成井。成井过程中随时注意钻进情况, 发现钻机钻进困难、钻机振动或有异常声音要立即停止钻进, 并及时上报建设单位, 协商解决方案。

### **10.2 . 降排水过程中停电预案**

基坑开挖后, 基坑降水就不能停止, 否则会造成严重的基坑事故, 因此甲方在现场一定要保证电力供应, 现场安装变压器容量要满足施工要求, 架设的主电缆要合理 (主电源线至少要配备两根), 防止压降过大而跳闸、线路发热等。现场要设电工 24 小时值班, 做到有事立即处理解决。现场应急备用电源一台 800kw, 三台 500KW (如: 发电机、二路供电系统), 并配有切换装置, 发电机组作为停电、断电的应急电源, 以便紧急情况换用。

### 10.3. 降水效果达不到预期效果预案

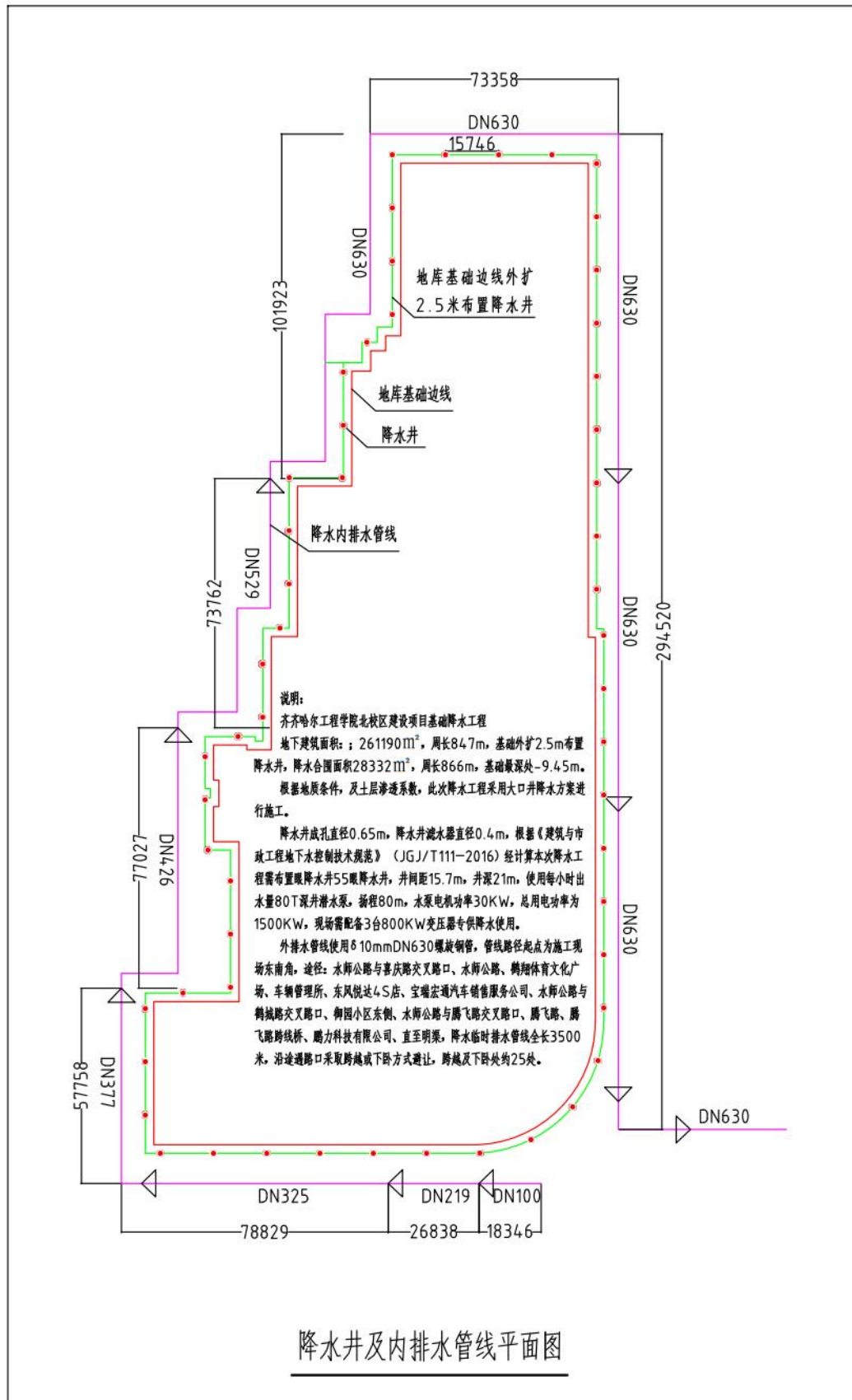
降水如果达不到预期效果，应分析找出原因，检查水管连接处有无漏气，井点管是否被撞动，灌砂是否充足，发现问题及时处理加以解决。

如进入雨季施工，防止降雨过大致使地下水位上升过快，场地降水井抽水量不能满足水位降要求时，应根据实际情况，采取增加降水井或增加污水泵排水明排等方法加以解决。

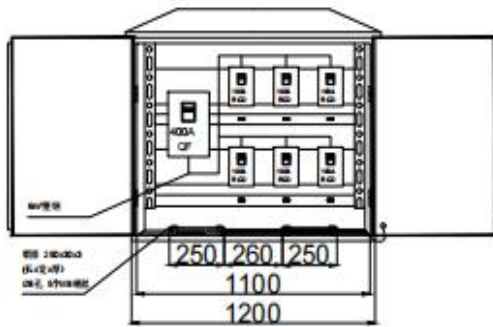
### 10.4. 信息预案

现场保证信息畅通，建立消防.急救.公安，市政等社会公共信息联络，一旦现场出现相关情况，及时报告有关部门，防止事故扩大发展。

# 十一、图纸



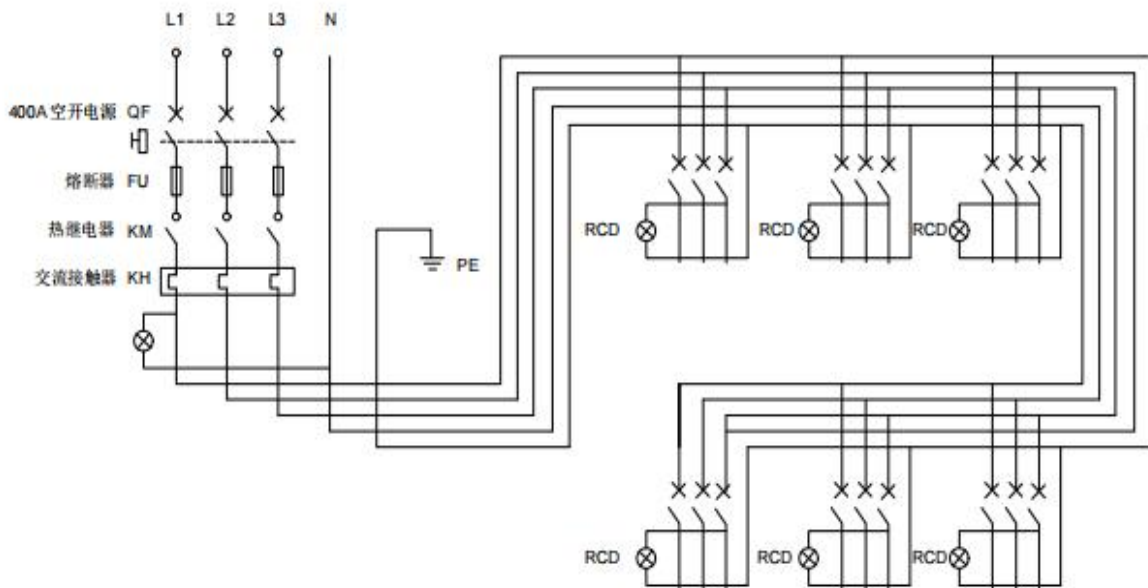
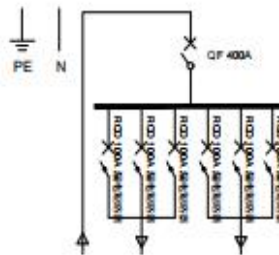
降水井及内排水管线平面图



壳体尺寸 1200x1000x600  
钢板厚度 1.5冷轧钢板

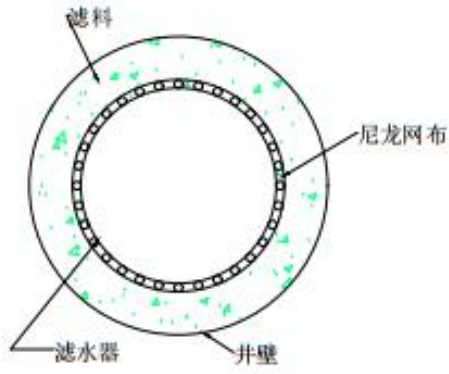
- 1、该配电箱为防腐、防尘、户外型，壳体采用1.5mm厚的冷轧钢板制作。
- 2、整体喷黄色，图标及字样为红色。
- 3、要求平开门，安装挂锁。
- 4、要求横平竖直，严丝合缝。
- 5、万能孔为36x36x3角钢制作。
- 6、配备压线卡“一”。
- 7、元件安装间距 $\geq 3\text{cm}$ 。
- 8、N线用PE线铝排配备与回路数相同的螺丝。

接线图

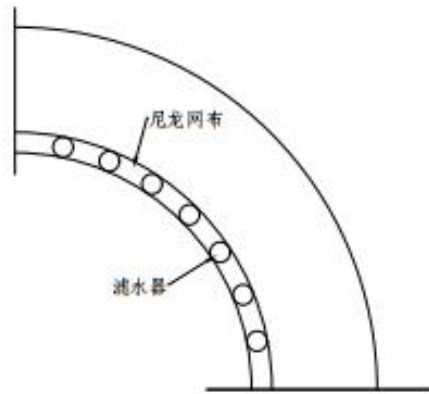


配电箱详图

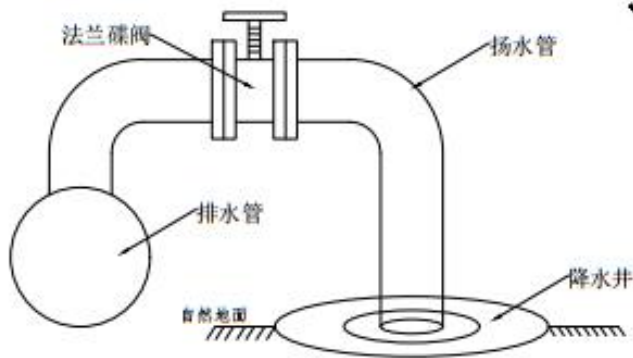
# 降水井详图



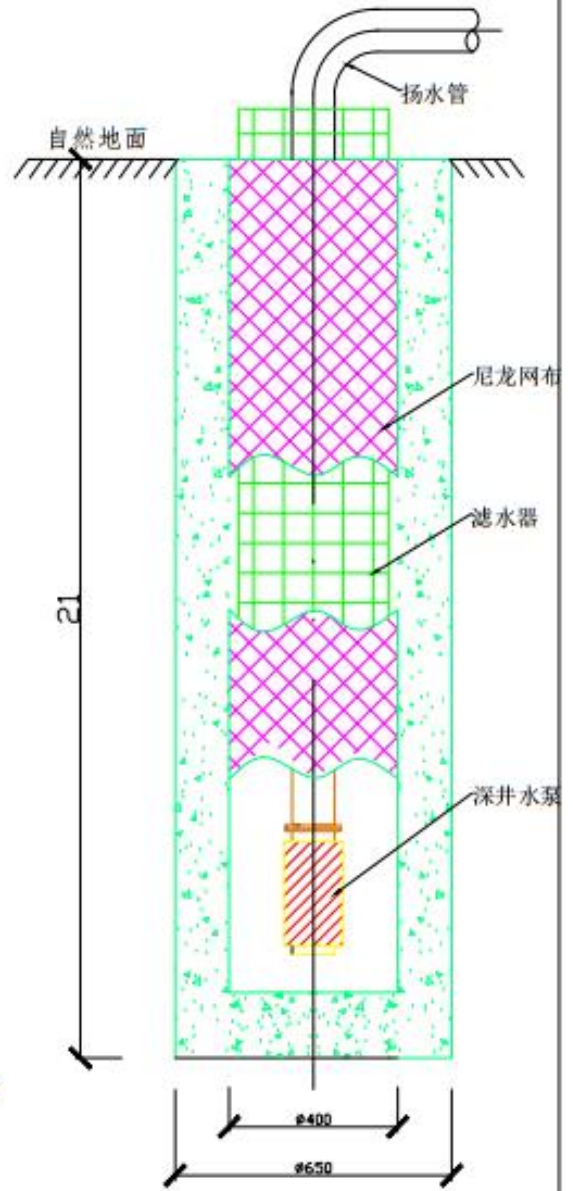
A-A



B-B



C-C



单井断面

### （三）学生研讨并优化方案建议

1. 因为施工的需要的时间也比较长，加之，施工条件较差，导致基坑工程的开展具有一定的不稳定性，按照施工环境和地质条件与周围的环境设施等不同因素，基坑支护的实施也会出现或多或少的安全问题，所以，设计基坑支护的方案时，需要进行综合考虑。

2. 土方开挖前，应会同有关单位对附近已有建筑物或构筑物、道路、管线等进行检查和鉴定，对可能受开挖影响的邻近建（构）筑物、管线，应制定相应的安全技术措施，并在整个施工期间，加强监测其沉降和位移、开裂等情况，发现问题应与设计或建设单位协商采取防护措施，并及时处理

3. 考虑基坑开挖过程中会遇到许多不利因素，建议备用钢管、沙袋备用，以备边坡垮塌临时加固使用。

4. 建议信息化施工，与设计紧密结合，及时反馈支护施工信息，调整参数，确保支护安全。

## 二. 基础工程案例

### (一) 超流态混凝土灌注桩施工简介

土长螺旋钻孔压灌超流态混凝土施工技术克服了钻孔护壁灌注桩的弱点,并且具有工效高,造价低的优点。超流混态凝土钻孔灌注桩是利用长螺旋钻机,在设计孔位处钻至设计深度在提钻的同时,通过设在钻头处的活门向孔内泵注预先制备好的超流态混凝土;至设计桩顶上 500mm 位置,随后向孔内安放钢筋笼,这种方法不仅使桩体混凝土密实度有很大提高,而且对桩身周围土有明显的挤渗加固作用,同时还解决了断桩. 缩径. 桩端虚土等问题。由于利用这种方法施工的混凝土的塌落度达 20~25cm 故称之为超流态混凝土, 使用这种方法施工的桩基础则称之为超流态混凝土钻孔灌注桩基础。超流混凝土钻孔灌注桩与其他桩基础相比既没有振动和污染。

### (二) 施工报审超流态混凝土灌注桩施工方案

#### 1 工艺原理

超流态混凝土灌注桩是利用长螺旋钻机钻孔至设计标高,停钻后在提钻的同时通过设在内管钻头上的混凝土孔,压灌超流态混凝土,压灌至设计桩顶标高后,移开钻杆将钢筋笼压入桩体。

在压灌混凝土到桩顶时,灌入的混凝土要超出桩顶 50cm,以保证桩顶混凝土强度。

#### 2 施工工艺

##### 2.1 工艺流程

平整场地→桩位放样→组装设备→安放钢护筒→钻孔机就位→钻至设计深度停止钻进→边提升钻杆边用混凝土泵经由内腔向孔内泵注超流态混凝土→提出钻杆放入钢筋笼→成桩→桩头处理→桩顶保护措施

##### 2.2 施工方法

###### 2.2.1 准备工作

2.2.1.1. 岩土工程勘察报告;

2.2.1.2. 桩基工程施工图纸及图纸会审记录;

2.2.1.3. 建筑场地和邻近区域内地下管线、地下构筑物、相邻危房等必须调查清楚,以便采取相应的加固和保护措施,进而保证桩基顺利施工;

2.2.1.4. 超流态混凝土灌注桩施工采用螺旋钻孔机,其性能资料可参考说明书;

2.2.1.5. 桩基工程中所用的原材料必须进行复验,只有经过复验且复验合格的原

材料才允许使用。

#### 2.2.1.6. 场地抄平、放线，组装设备

2.2.1.7. 安放钢护筒，钻机就位对准桩位点后必须调平，确保成孔的垂直度，结合场地实际情况铺设枕木或钢板，使钻机支撑稳定。

#### 2.2.1.8. 检测桩口标高、确定钻孔深度

### 2.1.3 制作钢筋笼

钢筋笼主筋与加劲箍筋必须焊接，用Ⅱ级钢做主筋时可不设弯钩，用Ⅰ级钢筋做主筋时桩顶应设弯钩，弯钩长度不小于钢筋直径的6.25倍，钢筋笼下端500mm处主筋宜向内侧弯曲15~30°；桩身混凝土必须留有试块每个浇注台班不得小于1组，每组3件。

### 2.3. 四成孔灌注

2.3.1. 开钻时，钻头对准桩位点后，启动钻机下钻，下钻速度要平稳，严防钻进中钻机倾斜错位；

2.3.2. 钻进中，当发现不良地质情况或地下障碍物，应立即停钻，并通知建设单位与设计单位确定处理方法、修改工艺参数或重改桩位、桩长等；

2.3.3. 钻机钻至设计孔底标高后混凝土泵开始压注混凝土，然后边压注边提钻，始终保持泵入孔中混凝土量大于钻杆上提体积量。

### 2.4 安放钢筋笼

利用钻机自备吊钩、塔吊或吊车将钢筋笼竖直吊起，垂直于孔口上方，然后扶稳旋转依靠自重和人工下入孔中，如下沉阻力大则用带自重的振动器压入，固定在设计标高。

#### 2.4.1 五成桩后对混凝土强度等级进行检验

### 2.5 操作要点

2.5.1 引点就位：钻机就位前对桩位进行复测，施工时钻头对准桩位点，稳固钻机，通过水平尺及垂球双向控制螺旋钻头中心与钻杆垂直度，确保钻机在施工中平正，钻杆下端距地面10~20cm，对准桩位，压入土中，使桩中心偏差不大于规范和设计要求的10mm；

钻机成孔 施工过程中要求边旋转钻杆边清除孔边渣土，以防止提升钻杆时土块掉入，钻孔过程要用经纬仪校正垂直度（≤1%）；

2.5.2 超流态混凝土拌制：超流态混凝土的原材料必须经过2次复验合格后方可投入使用，水泥宜选用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，强度等级不得低于32.5Mpa、

最小水泥用量 350Kg/立方米、水灰比宜为 0.5~0.6、外加剂的选用应保证塌落度达到 22cm~25cm,拌制投料时其添加顺序宜滞后于水和水泥、石子粒径宜采用 5~20cm,施工要加大水泥用量,提高水泥和易性,使石子在混凝土中悬浮,以避免混凝土离析,减少钢筋笼下沉时的粘阻力。

2.3.3 提钻压混凝土:泵送施工时,要严格控制钻杆提升速度,确保提钻速度与混凝土浇筑速度相协调。提钻杆前,要求钻杆内的混凝土高度高出地面。同时,要计算每盘泵入混凝土方量(每盘 0.44 立方米),施工时,通过混凝土泵送对钻杆产生的上鼎力,调整提钻速度,保证钻杆及叶片对混凝土有一定的挤压作用。

2.3.4 吊放钢筋笼:钢筋笼一般较长,为防止起吊时笼体变形,笼体下部应绑附钢管(沿主筋通长布置,间距为 1.5 米)。下放钢筋笼之前,要做到调直、对中;起吊时,要合理布置吊点,吊起钢筋笼头部的同时人工抬起钢筋笼底部,吊直扶稳过程中,至少由 2 名技术人员远距离垂直双方向控制指挥,严禁瞳孔壁,确保钢筋笼保护层为 70mm;钢筋笼依靠自重沉入混凝土中应连续,如遇下沉阻力过大,要及时拔出钢筋笼,重新成孔插入,钢筋下沉直至露出地面小于 1m 时,方可在端头以带配重的振动器振动压入,并用水平仪监控桩顶标高;

2.3.5 桩顶保护措施:冬季施工时,桩完成后,应立即覆盖保温,防止混凝土裸露在负温中散失热量,并在 7d 后,方可开槽,并剔除桩头超灌混凝土至设计标高。

### 3. 主要材料

水泥 石子 砂子 钢筋 粉煤灰 水

普通硅酸盐水泥强度等级 32.5Mpa 5—20cm 含泥量≤3% 中砂含泥量≤3%  $\phi 12 \phi 12$ 、 $\phi 6$  I 级工业磨细粉煤灰 自来水

### 4. 机具设备

#### 4.1 长螺旋钻机

目前,国产机型号为 IZD800,钻机功率为 90KW,钻杆直径有 400mm、600mm、800mm 等规格,此种钻机需要 1 台 30t 以上履带吊配套使用。

#### 4.2 混凝土搅拌设备和运输设备

根据单桩混凝土灌注量和单桩连续灌注的时间,确定混凝土搅拌设备和运输设备的型号、规格及数量。

#### 4.3 混凝土输送泵

混凝土输送泵规格由泵送混凝土高度和泵送距离来确定,要注意保证泵送混凝土时有足够的压力。

#### 4.4 钢筋笼吊放机械

利用 15t 履带吊吊放和压入钢筋笼,也可利用长螺旋钻机配套履带吊或搭式钻机上的副钩吊放和压入钢筋笼。

#### 4.5 其他机具

主要有钢筋制作机具、钢护筒、余土外运机具等。

#### 5. 安全措施

5.1 建立健全安全管理机构,设专职安全员。上岗人员坚守岗位,各司其职。夜间作业有充分的照明,高空作业要系安全带;

5.2 清除妨碍施工的高空和地下障碍物,平整打桩范围内的场地,桩机行走的道路要压实;

5.3 对施工场地附近的建筑和地下管线要认真查清,采取有效措施,以避免震坏原有建筑而发生伤亡事故;

5.4 专人操作和保养施工机具,并定期检查。

### (三) 学生研讨并优化方案建议

1. 建议施工场地平面布置将控制点按轴线布设在施工区域周围,高程控制点布设在施工区域内,并加以保护,防止施工中机械碰到及碾压,致使实测值与真实值之间误差较大影响工程质量。

2. 埋设方法:提高测量精度方便现场施工,控制点作为现场施工测量高程控制点。控制网的确认及复测,场区控制网经自检合格后,由总包单位、监理单位检测,在施工过程中随时对业主提供的基准点和控制网进行复测。

3. 钢筋笼制作,钢筋笼采用整体加工方式,依照设计图纸制作钢筋笼。要求焊工须持证上岗。箍筋盘成螺旋状采用 22"铁线绑扎,主筋采用闪光对焊或搭接焊连接,加强箍筋焊接在钢筋笼主筋内侧。笼子成型后,每个笼子必须设置明确的标识,钢筋笼经过质检员验收合格再报监理验收后方可使用。

4. 根据现场实际情况,钢筋笼成型后根据规范要求进行自检、隐检,内容包括钢筋(外观,品种.型号.规格)钢筋笼允许偏差(主筋间距.箍筋间距、钢筋笼直径和长度等),并做好记录。结合钢筋连接取样试验和钢筋原材复试结果,有关内容报请监理工程师检验,合格后方可吊装。

5. 吊放钢筋笼,混凝土浇筑至标高后,应迅速将钻机移走,立即组织人员和吊车进行吊放钢筋笼工序,钢筋笼须检查合格后方能使用,钢筋笼采用“整体起吊一次下

放到底”工艺。钢筋笼吊筋为 HPB235 直径 8 的钢筋，吊筋长度现场确定，锚桩笼采用三吊点法起吊。

### 三、主体混凝土工程案例

**模板工程：**现浇混凝土结构施工用的模板，是保证混凝土结构按照设计要求浇筑混凝土成型的一种临时模型结构，它要承受混凝土结构施工过程中的水平荷载（混凝土的侧压力）和竖向荷载（模板自重、材料结构和施工荷载）。模板工程的费用，约占现浇混凝土结构工程费用的 1/3 左右，支、拆用工量占 1/2 左右。因此，模板工程的正确选用，对于提高工程质量，加速施工进度，提高工作效率，降低工程成本和实现文明施工，都具有重要的影响。

#### （一）模板的分类

##### 1.按材料性质分

模板是混凝土浇筑成型的模壳和支架。按材料的性质可分为木模板、钢模板、塑料模板和其他模板等。

（1）木模板。混凝土工程开始出现时，都是使用木材来做模板。木材被加工成木板、木方，然后经过组合成构件所需的模板。

20 世纪 50 年代我国现浇结构模板主要采用传统的手工拼装木模板，耗用木材量大，施工方法落后。近些年，出现了用多层胶合板做模板料进行施工的方法。对这种胶合板做的模板，国家专门制定了《混凝土模板用胶合板》的专业标准，对模板的尺寸、材质、加工提出了规定。用胶合板制作模板，加工成型比较省力，材质坚韧，不透水，自重轻，浇筑出的混凝土外观比较清晰美观。

（2）钢模板。国内使用的钢模板大致可分为两类。一类是小块钢模，是以一定尺寸模数做成不同大小的单块钢模，最大尺寸是 300mm×1500mm×5mm，在施工时拼装成构件所需的尺寸，亦称为小块组合钢模，组合拼装时采用 U 形卡将板缝卡紧形成一体；另一类是大模板，用于墙体的支模，多用在剪力墙结构中，模板的大小按设计的墙身大小而定型制作。

（3）塑料模板。塑料模板是随着钢筋混凝土预应力现浇密肋楼盖的出现，而创制出来的。其形状如一个方的大盆，支模时倒扣在支架上，底面朝上，称为塑壳定型模板。在壳模四侧形成十字交叉的楼盖肋梁。这种模板的优点是拆模块，容易周转；缺点是仅能用在钢筋混凝土结构的楼盖施工中。

##### 2.按施工工艺条件划分

模板按施工工艺条件可分为现浇混凝土模板、预组装模板、大模板、跃升模板、水平滑动的隧道工程模板和垂直滑动的模板等。

（1）现浇混凝土模板。根据混凝土结构形状不同就地形成的模板，多用于基础、

梁、板等现浇混凝土工程。模板支承系多通过支于地面或基坑侧壁以及对拉的螺栓承受混凝土的竖向和侧向压力。这种模板适应性强，但周转较慢。

(2) 预组装模板。由定型模板分段预组成较大面积的模板及其支撑体系，用起重设备吊运到混凝土浇筑位置。多用于大体积混凝土工程。

(3) 大模板。由固定单元形成的固定标准系列的模板，多用于高层建筑的墙板体系。用于平面楼板的大模板又称为飞模。

(4) 跃升模板。由两段以上固定形状的模板，通过埋设于混凝土中的固定件，形成模板支撑条件承受混凝土施工荷载，当混凝土达到一定强度时，拆模上翻，形成新的模板体系。多用于变直径的双曲线冷却塔、水工结构以及设有滑升设备的高耸混凝土结构工程。

(5) 水平滑动的隧道工程模板。由短段标准模板组成的整体模板，通过滑道或轨道支于地面、沿结构纵向平行移动的模板体系。多用于地下直行结构，如隧道、地沟、封闭顶面的混凝土结构。

(6) 垂直滑动的模板。由小段固定形状的模板与提升设备，以及操作平台组成的可沿混凝土成型方向平行移动的模板体系。适用于高耸的框架、烟囱、圆形料仓等钢筋混凝土结构。根据提升设备不同，又可分为液压滑模、螺旋丝杠滑模，以及拉力滑模等。

## (二) 模板的技术要求

现浇混凝土结构工程施工用的模板结构，主要由面板、支撑结构和连接件三部分组成。面板是直接接触新浇筑混凝土的承力板；支撑结构则是支撑面板、混凝土和施工荷载的临时结构，保证模板结构牢固地组合，做到不变形、不破坏；连接件是将面板与支撑结构连接成整体的配件。模板结构使用的材料种类很多，常用的有木材和钢材，其他尚有铝合金、竹（木）胶合板等。为了确保模板结构的质量和施工安全，模板结构材料必须满足以下要求：

1. 具有足够的强度，以保证模板结构具有足够的承载能力。
2. 保证模板结构具有足够的刚度，确保在使用过程中结构的稳定性。
3. 必须确保新浇筑混凝土的表面质量。
4. 坚持因地制宜、就地取材的原则，做到支拆简便，周转次数多。
5. 保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互位置的正确。
6. 能可靠地承受新浇筑混凝土的自重和侧压力，以及在施工过程中所产生的荷载。

- 7.构造简单,装拆方便,并便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护等要求。
- 8.模板的接缝不应漏浆。

### (三) 模板安装

模板结构一般由模板和支架两部分构成。模板的作用,是使混凝土浇筑成形,使硬化后的混凝土具有设计所要求的形状、尺寸和强度。支架部分的作用是保证模板形状和位置并承受模板和新浇筑混凝土的质量以及施工荷载。模板安装工艺随模板种类不同而有较大差异。因模板种类较多,下面主要介绍较为常用的钢模板的安装。

#### 1.施工前的准备工作

(1) 安装前,要做好模板的定位基准工作:

①进行中心线和位置的放线。首先引测建筑的边柱或墙轴线,并以该轴线为起点,引出每条轴线。模板放线时,根据施工图用墨线弹出模板的内边线和中心线,墙模板要弹出模板的边线 and 外侧控制线,以便于模板安装和校正。

②做好标高测量工作。用水准仪把建筑物水平标高根据实际标高的要求,直接引测到模板安装位置。

③进行找平工作。模板承垫底部应预先找平,以保证模板位置正确,防止模板底部漏浆。常用的找平方法是沿模板边线用 1:3 水泥砂浆抹找平层。另外,在外墙、外柱部位,继续安装模板前,要设置模板承垫条带,并校正其平直。

④设置模板定位基准。一种做法是按照构件的断面尺寸先用同强度等级的细石混凝土浇筑 50~100mm 的短柱或导墙,作为模板定位基准;另一种做法是采用钢筋定位,即根据构件断面尺寸切割一定长度的钢筋或角钢头,点焊在主筋上(以勿烧主筋断面为准),并按二排主筋的中心位置分档,以保证钢筋与模板位置的准确,

(2) 模板安装前,应做好下列准备工作:

①支承支柱的土地面,应事先夯实整平,并做好防水、排水设施,准备支柱底垫木。

②竖向模板安装的底面应平整坚实,并采取可靠的定位措施,按施工设计要求预埋支承锚固件。

③模板应涂刷脱模剂。结构表面需做处理的工程,严禁在模板上涂刷废润滑油。

#### 2.模板支设安装

(1) 模板的支设安装,应遵守下列规定:

①按配板设计循序拼装,以保证模板系统的整体稳定。

②配件必须装插牢固。支柱和斜撑下的支承面应平整垫实,要有足够的受压面积。

支承件应着力于外钢楞。

③预埋件与预留孔洞必须位置准确，安设牢固。

④基础模板必须支撑牢固，防止变形，侧模斜撑的底部应加设垫木。

⑤墙和柱子模板的底面应找平，下端应与事先做好的定位基准靠紧垫平，在墙、柱上继续安装模板时，模板应有可靠的支撑点，其平直度应进行校正。

⑥楼板模板支模时，应先完成一个格构的水平支撑及斜撑安装，再逐渐向外扩展，以保持支撑系统的稳定性。

⑦多层支设的支柱，上下应设置在同一竖向中心线上，下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力或加设支架支撑。下层支架的立柱应铺设垫板。

(2) 模板安装时，应符合下列要求：

①同一条拼缝上的 U 形卡，不宜向同一方向卡紧。

②墙模板的对拉螺栓孔应平直相对。钻孔应采用机具，严禁采用电、气焊灼孔。

③钢楞宜采用整根杆件，接头应错开设置，搭接长度不应少于 200mm。

### 3. 模板支设安装要点

模板的支设方法基本上有两种，即单块就位组拼和预组拼，其中预组拼又可分为分片组拼和整体组拼两种。采用预组拼方法，可以加快施工速度，提高模板的安装质量，但必须具备相适应的吊装设备和有较大的拼装场地。

(1) 柱模板支设安装应符合下列要求：

①保证柱模的长度符合模数，不符合部分放到节点部位处理；或以梁底标高为准，由上往下配模，不符模数部分放到柱根部位处理；高度在 4m 和 4m 以上时，一般应四面支撑。当柱高超过 6m 时，不宜单根柱支撑，宜几根柱子同时支撑连成构架。

②柱模根部要用水泥砂浆堵严，防止跑浆；在配模时应一并考虑留出柱模的浇筑口和清扫口。

③梁、柱模板分两次支设时，在柱子混凝土达到拆模强度时，最上一段柱模先保留不拆，以便于与梁模板连接。

④柱模安装就位后，立即用四根支撑或有花篮螺栓的缆风绳与柱顶四角拉结，并校正中心线和偏斜，全面检查合格后，再群体固定。

(2) 梁模板支设安装应符合下列要求：

①梁口与柱头模板的节点连接符合要求。

②梁模支柱的设置，应经模板设计计算决定，一般情况下采用双支柱时，间距以 60~100cm 为宜。

③模板支柱纵、横方向的水平拉杆、剪刀撑等，均应按设计要求布置；当设计无规定时，支柱间距一般不宜大于 2m。纵横方向的水平拉杆的上下间距不宜大于 1.5m，纵横方向的垂直剪刀撑的间距不宜大于 6m。

④采用扣件钢管脚手架作支架时，横杆的步距要按设计要求设置。采用桁架支模时，要按事先设计的要求设置，桁架的上下弦要设水平连接。

⑤由于空调等各种设备管道安装的要求，需要在模板上预留孔洞时，应尽量使穿梁管道孔分散，穿梁管道孔的位置应设置在梁中，以防削弱梁的截面，影响梁的承载能力。

(3) 墙模板支设安装应符合下列要求：

①组装模板时，要使两侧穿孔的模板对称放置，以使穿墙螺栓与墙模板保持垂直。

②相邻模板边肋用 U 形卡连接的间距，不得大于 300mm，预组拼模板接缝处宜对严。

③预留门窗洞口的模板应有锥度，安装要牢固，既不变形，又便于拆除。

④墙模板上预留的小型设备孔洞，当遇到钢筋时，应设法确保钢筋位

⑤墙模板的门子板，设置方法同柱模板。门子板的水平间距一般为 2.5m。

(4) 楼板模板支设安装应符合下列要求：

①采用立柱作支架时，立柱和钢楞（龙骨）的间距，根据模板设计计算决定，一般情况下立柱与外钢楞间距为 600~1200mm，内钢楞（小龙骨）间距为 400~600mm。调平后即可铺设模板。在模板铺设完标高校正后，立柱之间应加设水平拉杆，其道数根据立柱高度决定。一般情况下离地面 200~300mm 处设一道，往上纵横方向每隔 1.6m 左右设一道。

②采用桁架作支撑结构时，一般应预先支好梁、墙模板，然后将桁架按模板设计要求支设在梁侧模通长的型钢或方木上，调平固定后再铺设模板。

③楼板模板当采用单块就位组拼时，宜以每个节间从四周先用阴角模板与墙、梁模板连接，然后向中央铺设。相邻模板边肋应按设计要求用 U 形卡连接，也可用钩头螺栓与钢楞连接。亦可采用 U 形卡预拼大块再吊装铺设。

④采用钢管脚手架作支撑时，在支柱高度方向每隔 1.2—1.3m 设一道双向水平拉杆。

(5) 楼梯模板一般比较复杂，常见的有板式和梁式楼梯，其支模工艺基本相同。施工前应根据实际层高放样，先安装休息平台梁模板，再安装楼梯模板斜楞，然后铺设楼梯底模、安装外侧模和踏步模板。安装模板时要特别注意斜向支柱（斜撑）的固

定，防止浇筑混凝土时模板移动。楼梯段模板组装情况。

(6) 预埋件和预留孔洞的设置。梁顶面和板顶面埋件的留设方法如四、模板拆除

混凝土结构在浇筑完成一些构件或一层结构之后，经过自然养护（或冬期蓄热法等养护）之后，在混凝土具有相当强度时，为使模板能周转使用，就要对支撑的模板进行拆除。一般说拆模可分为两种情况：一种是在混凝土硬化后对模板无作用力的，如侧模板；另一种是混凝土已硬化，但要拆除模板则其构件本身还不具备承担荷载的能力。那么，这种构件的模板不是随便就可以拆除的，如梁、板、楼梯等构件。

#### **(四) 模板拆除条件**

##### **1. 现浇混凝土结构拆模条件**

对于整体式结构的拆模期限，应遵守以下规定：

(1) 非承重的侧面模板，在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而损坏时，方可拆除。

(2) 底模板在混凝土强度达到要求后，始能拆除。

(3) 已拆除模板及其支架的结构，应在混凝土达到设计强度后，才允许承受全部计算荷载。施工中不得超载使用已拆除模板的结构，严禁堆放过量建筑材料。当承受施工荷载大于计算荷载时，必须经过核算加设临时支撑。

(4) 钢筋混凝土结构如在混凝土未达到所规定的强度时进行拆模及承受部分荷载，应经过计算复核结构在实际荷载作用下的强度。必要时应加设临时支撑，但需说明的是强度系指抗压强度标准值。

(5) 多层框架结构当需拆除下层结构的模板和支架，而其混凝土强度尚不能承受上层模板和支架所传来的荷载时，则三层结构的模板应选用减轻荷载的结构（如悬吊式模板、桁架支模等），但必须考虑其支撑部分的强度和刚度。或对下层结构另设支柱（或称再支撑）后，才可安装三层结构的模板。

#### **(五) 模板拆除程序**

1. 模板拆除一般是先支的后拆，后支的先拆，先拆非承重部位，后拆承重部位，并做到不损伤构件或模板。

2. 肋形楼盖应先拆柱模板，再拆楼板底模，梁侧模板，最后拆梁底模板。拆除跨度较大的梁下支柱时，应先从跨中开始分别拆向两端。侧立模的拆除应按自上而下的原则进行。

3. 工具式支模的梁、板模板的拆除，应先拆卡具，顺口方木、侧板，再松动木楔，

使支柱、桁架等平稳下降，逐段抽出底模板和横档木，最后取下桁架、支柱、托具。

4.多层楼板模板支柱的拆除：当上层模板正在浇筑混凝土时，下一层楼板的支柱不得拆除，再下一层楼板支柱，仅可拆除一部分。跨度 4m 及 4m 以上的梁，均应保留支柱，其间距不得大于 3m；其余在下一层楼的模板支柱，当楼板混凝土达到设计强度时，始可全部拆除。

#### **(六) 拆模过程中应注意的问题**

1.拆除时不要用力过猛、过急，拆下来的木料应整理好及时运走，做到活完地清。

2.在拆除模板过程中，如发现混凝土有影响结构安全的质量问题时，应暂停拆除。经处理后，方可继续拆除。

3.拆除跨度较大的梁下支柱时，应先从跨中开始，分别拆向两端。

4.多层楼板模板支柱的拆除.其上层楼板正在浇灌混凝土时，下一层楼板模板的支柱不得拆除.再下一层楼板的支柱，仅可拆除一部分。

5.拆模间歇时，应将已活动的模板、牵杆、支撑等运走或妥善堆放，防止因扶空、踏空而坠落。

6.模板上有预留孔洞者，应在安装后将洞口盖好。混凝土板上的预留孔洞，应在模板拆除后随即将洞口盖好。

7.模板上架设的电线和使用的电动工具，应用 36V 的低压电源或采用其他有效的安全措施。

8.拆除模板一般用长撬棍。人不许站在正在拆除的模板下。在拆除模板时，要防止整块模板掉下，拆模人员要站在门窗洞口外拉支撑，防止模板突然全部掉落伤人。

9.高空拆模时，应有专人指挥，并在下面标明工作区，暂停人员过往。

10.定型模板要加强保护，拆除后即清理干净，堆放整齐，以利再用。

11.已拆除模板及其支架的结构，应在混凝土强度达到设计强度等级后，才允许承受全部计算荷载。当承受施工荷载大于计算荷载时，必须经过核算，加设临时支撑。

**钢筋工程：**钢筋工程主要包括钢筋的进场检验、冷加工、接头连接、配料与绑扎安装等施工过程。

### （七）钢筋进场检验

1.检查产品合格证、出厂检验报告。钢筋出厂，应具有产品合格证书、出厂试验报告单，作为质量的证明材料，所列出的品种、规格、型号、化学成分、力学性能等，必须满足设计要求，符合有关的现行国家标准的规定。当用户有特别要求时，还应列出某些专门的检验数据。

2.检查进场复试报告。进场复试报告是钢筋进场抽样检验的结果，以此作为判断材料能否在工程中应用的依据。

钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧钢筋》的有关规定抽取试件做力学性能检验，其质量符合有关标准规定的钢筋，可在工程中应用。

检查数量按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。有关标准中对进场检验数量有具体规定的，应按标准执行，如果有关标准只对产品出厂检验数量有规定的，检查数量可按下列情况确定：

（1）当一次进场的数量大于该产品的出厂检验批量时，应划分为若干个出厂检验批量，然后按出厂检验的抽样方案执行。

（2）当一次进场的数量小于或等于该产品的出厂检验批量时，应作为一个检验批量，然后按出厂检验的抽样方案执行。

（3）对连续进场的同批钢筋，当有可靠依据时，可按一次进场的钢筋处理。

3.进场的每捆（盘）钢筋均应有标牌。按炉罐号、批次及直径分批验收。分类堆放整齐，严防混料，并应对其检验状态进行标识，防止混用。

4.进场钢筋的外观质量检查应符合下列规定：

（1）钢筋应逐批检查其尺寸，不得超过允许偏差。

（2）逐批检查，钢筋表面不得有裂纹、折叠、结疤及夹杂，盘条允许有压痕及局部的凸块、凹块、划痕、麻面，但其深度或高度（从实际尺寸算起）不得大于0.20mm，带肋钢筋表面凸块，不得超过横肋高度，钢筋表面上其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位尺寸的允许偏差，冷拉钢筋不得有局部缩颈。

（3）钢筋表面氧化铁皮（铁锈）重量不大于16kg/t。

（4）带肋钢筋表面标志清晰明了，标志包括强度级别、厂名（汉语拼音字头表示）和直径（mm）数字。

### （八）钢筋冷加工

钢筋冷加工是指在常温条件下，通过对钢筋的强力拉伸，达到提高钢筋的抗拉能力，同时还可适当增加细钢筋规格。钢筋冷加工的常用方法有冷拉与冷拔两种。

### 1.钢筋冷拉原理及时效强化

工程中将钢材于常温下进行冷拉使之产生塑性变形，从而提高钢材屈服强度，这个过程称为冷拉强化。产生冷拉强化的原理是：钢材在塑性变形中晶格的缺陷增多，而缺陷的晶格严重畸变对晶格进一步滑移将起到阻碍作用，故钢材的屈服点提高，塑性和韧性降低。由于塑性变形中产生了内应力，故钢材的弹性模量降低。将经过冷拉的钢筋于常温下存放 15~20d 或加热到 100~200℃ 并保持一定时间，这个过程称为时效处理，前者称为自然时效，后者称为人工时效。冷拉以后再经时效处理的钢筋，其屈服点进一步提高，抗拉极限强度也有所增长，塑性继续降低。由于失效强化处理过程中内应力的消减，故弹性模量可基本恢复。工地或预制构件厂常利用这一原理，对钢筋或低碳钢盘条按一定程度进行冷拉或冷拔加工，以提高屈服强度节约钢材。

热轧钢筋的拉伸特性，其原因是塑性变形后，钢筋内部晶格滑移，晶粒变形，因而钢筋的屈服点得以提高。弹性模量也有所降低。

### 2.钢筋冷拉参数及控制方法

钢筋的冷拉应力和冷拉率是影响钢筋冷拉质量的两个主要参数。钢筋的冷拉率就是钢筋冷拉时包括其弹性和塑性变形的总伸长值与钢筋原长的比值（%）。在一定限度范围内，冷拉应力或冷拉率愈大，则屈服强度提高愈多，而塑性也愈降低。但钢筋冷拉后仍有一定的塑性，其屈服强度与抗拉强度之比值（屈服比）不宜太大，以使钢筋有一定的强度储备。钢筋冷拉可采用通过控制应力来控制冷拉率的方法。用作预应力筋的钢筋，冷拉时宜采用控制应力的方法，或采用既控制应力，又控制冷拉率的方法。不能分清炉批号的热轧钢筋的冷拉不应采用控制冷拉率的方法。

（1）控制应力的方法。采用控制应力的方法冷拉钢筋时，其冷拉控制应力及最大冷拉率应符合规定，冷拉时应随时检查钢筋的冷拉率，当超过规定时，应进行力学性能检验。

（2）控制冷拉率的方法。采用控制冷拉率的方法冷拉钢筋时，其冷拉率应由试验确定。即在同炉批的钢筋中切取试样（不少于 4 个），冷拉应力拉伸钢筋，测定各试样的冷拉率，取其平均值作为该批钢筋实际采用的冷拉率。冷拉率确定后，便可根据钢筋的长度求出钢筋的冷拉长度。

### 3.钢筋冷拉操作

钢筋冷拉主要工序有钢筋上盘、放圈、切断、夹紧夹具、冷拉开始、观察控制值、

停止冷拉、放松夹具、捆扎堆放。

冷拉设备主要由拉力装置、承力结构、钢筋夹具及测量装置等组成。拉力装置一般由卷扬机、张拉小车及滑轮组等组成。当缺乏卷扬机时也可采用普通液压千斤顶、长冲程千斤顶或预应力用的千斤顶等代替。但用千斤顶冷拉时生产率较低，且千斤顶容易磨损。承力结构可采用钢筋混凝土压杆；当拉力较小或临时性工程中，可采用地锚。

冷拉长度测量可用标尺，测力计可用电子秤或附有油表的液压千斤顶或弹簧测力计。测力计一般宜设置在张拉端定滑轮组处，若设置在固定端时，应设防护装置，以免钢筋断裂时损坏测力计。为安全起见，冷拉时钢筋应缓缓拉伸，缓缓放松，并应防止斜拉，正对钢筋两端不允许站人，冷拉时人员不得跨越钢筋。

冷拉操作要点如下：

(1) 对钢筋的炉号、原材料的质量进行检查，不同炉号的钢筋分别进行冷拉，不得混杂。

(2) 冷拉前，应对设备，特别是测力计进行校验和复核，并做好记录以确保冷拉质量。

(3) 钢筋应先拉直（约为冷拉应力的 10%），然后量其长度再行冷拉。

(4) 冷拉时，为使钢筋变形充分发展，冷拉速度不宜快，一般以 0.5~1m/min 为宜，当达到规定的控制应力（或冷拉长度）后，须稍停（约 12min），待钢筋变形充分发展后，再放松钢筋，冷拉结束。钢筋在负温下进行冷拉时，其温度不宜低于—20℃，如采用控制应力方法时，冷拉控制应力应较常温提高 30MPa；采用控制冷拉率方法时，冷拉率与常温相同。

(5) 钢筋伸长的起点应以钢筋发生初应力时为准。如无仪表观测时，可观测钢筋表面的浮锈或氧化铁皮，以开始剥落时起计。

(6) 预应力钢筋应先对焊后冷拉，以免后焊因高温而使冷拉后的强度降低。如焊接接头被拉断，可切除该焊区总长约为 200~300mm，重新焊接后再冷拉，但一般不超过两次。

(7) 钢筋时效可采用自然时效，冷拉后宜在常温（15~20℃）下放置一段时间（一般为 7~14d）后使用。

(8) 钢筋冷拉后应防止经常雨淋、水湿，因钢筋冷拉后性质尚未稳定，遇水易变脆，且易生锈。

#### 4.冷拉钢筋质量要求

冷拉后，钢筋表面不得有裂纹或局部颈缩现象，并按施工规范要求要求进行拉力试验和冷弯试验。其质量应符合各项指标。冷弯试验后，钢筋不得有裂纹、起层等现象。

### 5.钢筋冷拔原理及应用

冷拔是使直径6~8mm的HPB300级钢筋在常温下强力通过特制的直径逐渐减小的钙合金拔丝模孔，使钢筋产生塑性变形，以改变其物理力学性能。钢筋冷拔后横向压缩纵向拉伸，内部晶格产生滑移，抗拉强度可提高50%~90%；塑性降低，硬度提高。这种经冷拔加工的钢丝称为冷拔低碳钢丝。与冷拉相比，冷拉是纯拉伸应力，而冷拔既有拉伸应力又有压缩应力。冷拔后，冷拔低碳钢丝没有明显的屈服现象，按其材质特性可分甲、乙两级，甲级钢丝适用于作预应力筋，乙级钢丝适用于作焊接网，焊接骨架、箍筋和构造钢筋。

#### （九）钢筋连接绑扎连接

钢筋绑扎连接是利用混凝土的黏结锚固作用，实现两根锚固钢筋的应力传递。为保证钢筋的应力能充分传递，必须满足施工规范规定的最小搭接长度的要求。且应将接头位置设在受力较小处。

##### 1.绑扎工艺要点

（1）钢筋搭接处，应在中心和两端用镀锌钢丝扎牢。

（2）钢筋的交叉点都应采用镀锌钢丝扎牢。

（3）焊接骨架和焊接网采用绑扎连接时，应符合下列规定：

①焊接骨架的焊接网的搭接接头，不宜位于构件的最大弯矩处。

②焊接网在非受力方向的搭接长度，不宜小于100mm。

③受拉焊接骨架和焊接网在受力钢筋方向的搭接长度，应符合设计规定；受压焊接骨架和焊接网在受力钢筋方向的搭接长度，可取受拉焊接骨架和焊接网在受力钢筋方向的搭接长度的0.7倍。

（4）在绑扎骨架中非焊接的搭接接头长度范围内，当搭接钢筋未受拉时，其箍筋的间距不应大于5d，且不应大于100mm。当搭接钢筋为受压时，其箍筋间距不应大于10d，且不应大于200mm（d为受力钢筋中的最小直径）。

（5）钢筋绑扎用的镀锌钢丝，可采用20~22号镀锌钢丝，其中22号镀锌钢丝只用于绑扎直径12mm以下的钢筋。

（6）控制混凝土保护层应采用水泥砂浆垫块或塑料卡。水泥砂浆垫块的厚度应等于保护层厚度。垫块的平面尺寸：当保护层厚度等于或小于20mm时为30mm×30mm；大于20mm时为50mm×50mm。当在垂直方向使用垫块时，可在垫块

中埋入 20 号镀锌钢丝。塑料卡的形状有两种；塑料垫块和塑料环圈，塑料垫块用于水平构件（如梁、板），在两个方向均有凹槽，以便适应两种保护层厚度。塑料环用于垂直构件（如柱、墙），使用时钢筋从卡嘴进入卡腔；由于塑料环圈有弹性，可使卡腔的大小能适应钢筋直径的变化。

## 2. 绑扎方法

（1）一面扣法。其操作方法是将镀锌钢丝对折成 180°，理顺叠齐，放在左手掌内，绑扎时左手拇指将一根钢丝推出，食指配合将弯折一端伸入绑扎点钢筋底部；右手持绑扎钩子用钩尖钩起镀锌钢丝弯折处向上拉至钢筋上部。以左手所执的镀锌钢丝开口端紧靠，两者拧紧在一起，拧转 2~3 圈。将镀锌钢丝向上拉时，镀锌钢丝要紧靠钢筋底部，将底面筋绷紧在一起，绑扎才能牢靠。一面扣法，多用于平面上扣很多的地方，如楼板等不易滑动的部位。

（2）其他钢筋绑扎方法有：十字花扣、反十字花扣、兜扣加缠、套扣等，这些方法主要根据绑扎部位进行选择。

①十字花扣、兜扣适用于平板钢筋网和箍筋处绑扎。

②缠扣，多用于墙钢筋网和柱箍。

③反十字花扣、兜扣加缠，适用于梁骨架的箍筋和主筋的绑扎。

④套扣用于梁地架立钢筋和箍筋的绑扎。

## （十）焊接连接

钢筋的焊接质量与钢材的可焊性、焊接工艺有关。焊接工艺（焊接参数与操作水平）亦影响焊接质量，即使可焊性差的钢材，若焊接工艺合宜，亦可获得良好的焊接质量。目前普遍采用的焊接方法有电弧焊、闪光对焊、电阻点焊、气压焊、电渣压力焊、窄间隙电弧焊、预埋件钢筋埋弧压力焊等。

### 1. 一般规定

（1）各种焊接方法的适用范围查表。

①电阻点焊时，适用范围的钢筋直径指两根不同直径钢筋交叉叠接中较小钢筋的直径。

②电弧焊含焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法。

③在生产中，对于有较高要求的抗震结构用钢筋，在牌号后加 E，焊接工艺可按同级别热轧钢筋施焊；焊条应采用低氢型碱性焊条。

④生产中，如果有 HPB235 钢筋需要进行焊接时，可按 HPB300 钢筋的焊接材料和焊接工艺参数，以及接头质量检验与验收的有关规定施焊。

(2) 电渣压力焊适用于柱、墙、构筑物等现浇混凝土结构中竖向受力钢筋的连接；不得用于梁、板等构件中水平钢筋的连接。

(3) 在钢筋工程开工之前，参与该项工程施焊的焊工必须进行现场条件下的焊接工艺试验，并经试验合格后，方准予焊接生产。

(4) 钢筋焊接施工之前，应清除钢筋、钢板焊接部位以及钢筋与电极接触处表面上的锈斑、油污、杂物等；钢筋端部当有弯折、扭曲时，应予以矫直或切除。

(5) 带肋钢筋闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊和气压焊，宜将纵肋对纵肋安放和焊接。

(6) 焊剂应存放在干燥的库房内，若受潮时，在使用前应经 250~350℃ 烘焙 2h。使用中回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并应与新焊剂混合均匀后使用。

(7) 两根同牌号、不同直径的钢筋可进行闪光对焊、电渣压力焊或气压焊，闪光对焊时钢筋径差不得超过 4mm，电渣压力焊或气压焊时，钢筋径差不得超过 7mm。焊接工艺参数可在大、小直径钢筋焊接工艺参数之间偏大选用，两根钢筋的轴线应在同一直线上。对接头强度的要求，应按较小直径钢筋计算。

(8) 两根同直径、不同牌号的钢筋可进行闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊或气压焊，其钢筋牌号应在规定的范围内，焊条、焊丝和焊接工艺参数按较高牌号钢筋选用，对接头强度的要求按较低牌号钢筋强度计算。

(9) 进行电阻点焊、闪光对焊、埋弧压力焊、埋弧螺柱焊时，应随时观察电源电压的波动情况；当电源电压下降大于 5%、小于 8% 时，应采取提高焊接变压器级数等措施；当大于或等于 8% 时，不得进行焊接。

(10) 在环境温度低于 -5℃ 条件下施焊时，焊接工艺应符合下列要求：

① 闪光对焊时，宜采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊；可增加调伸长度，采用较低变压器级数，增加预热次数和间歇时间。

② 电弧焊时，宜增大焊接电流，减低焊接速度。电弧帮条焊或搭接焊时，第一层焊缝应从中间引弧，向两端施焊；以后各层控温施焊，层间温度控制在 150~350℃ 之间。多层施焊时，可采用回火焊道施焊。

(11) 当环境温度低于 -20℃ 时，不应进行各种焊接。

(12) 雨天、雪天进行施焊时，应采取有效遮蔽措施。焊后未冷却接头不得碰到雨和冰霜，并应采取有效的防滑、防触电措施，确保人身安全。

(13) 当焊接区风速超过 8m/s 在现场进行闪光对焊或焊条电弧焊时，当风速超过 5m/s 进行气压焊时，当风速超过 2m/s 进行二氧化碳气体保护焊时，均应采取挡风

措施。

(14) 焊机应经常维护保养和定期检修，确保正常使用。

## 2. 钢筋电阻点焊

混凝土结构中钢筋焊接骨架和钢筋焊接网，宜采用电阻点焊制作。常用的点焊机有单点点焊机（用以焊接较粗的钢筋）、多头点焊机（用以焊钢筋网）和悬挂式点焊机（可焊平面尺寸大的骨架或钢筋网）。现场还可采用手提式点焊机。点焊时，将已除锈污的钢筋交叉点放入点焊机的两电极间，使钢筋通电发热至一定温度后，加压使焊点金属焊牢。

采用点焊代替绑扎可提高工效、节约劳动力，成品刚性好，便于运输。电阻点焊的工艺参数应根据钢筋牌号、直径及焊机性能等具体情况选择变压器级数、焊接通电时间和电极压力。

点焊时，部分电流会通过已焊好的各点而形成闭合电路，这样将使通过焊点的电流减小，这种现象叫电流的分流现象。分流会使焊点强度降低。分流大小随通路的增加而增加，随焊点距离的增加而减少。个别情况下分流可达焊点电流的 40% 以上。为消除这种有害影响，施焊时应合理考虑施焊顺序或适当延长通电时间或增大电流。在焊接钢筋交叉角小于  $30^\circ$  的钢筋网或骨架时，也需增大电流或延长时间。

### (1) 点焊工艺。

① 钢筋焊接骨架和钢筋焊接网在焊接生产中，当两根钢筋直径不同时，焊接骨架较小钢筋直径小于或等于 10mm 时，大、小钢筋直径之比不宜大于 3 倍；当较小钢筋直径为 12~16mm 时，大、小钢筋直径之比不宜大于 2 倍。焊接网较小钢筋直径不得小于较大钢筋直径的 60%。

② 电阻点焊的工艺过程中，应包括预压、通电、锻压三个阶段。

③ 焊点的压入深度应为较小钢筋直径的 18%~25%。

④ 钢筋焊接网、钢筋焊接骨架宜用于成批生产；焊接时应按设备使用说明书中的规定进行安装、调试和操作，根据钢筋直径选用合适电极压力、焊接电流和焊接通电时间。

⑤ 在点焊生产中，应经常保持电极与钢筋之间接触面的清洁平整；当电极使用变形时，应及时修整。

⑥ 钢筋点焊生产过程中，应随时检查制品的外观质量；当发现焊接缺陷时，应查找原因并采取措施，及时消除。

### (2) 钢筋焊接骨架和焊接网质量检验。

1) 不属于专门规定的焊接骨架和焊接网可按下列规定的检验批只进行外观质量检查:

①凡钢筋牌号、直径及尺寸相同的焊接骨架和焊接网应视为同一类型制品,且每300件作为一批,一周内不足300件的亦应按一批计算,每周至少检查一次。

②外观质量检查时,每批应抽查5%,且不得少于5件。

2) 焊接骨架外观质量检查结果,应符合下列规定:

①焊点压入深度应符合规定。

②每件制品的焊点脱落、漏焊数量不得超过焊点总数的4%,且相邻两焊点不得有漏焊及脱落。

③应测量焊接骨架的长度、宽度和高度,并应抽查纵、横方向3~5个网格的尺寸,其允许偏差应符合规范规定。

④当外观质量检查结果不符合上述规定时,应逐件检查,并剔除不合格品。对不合格品经整修后,可提交二次验收。

3) 焊接网外形尺寸检查和外观质量检查结果,应符合下列规定:

①焊点压入深度应符合规定。

②钢筋焊接网间距的允许偏差应取 $\pm 10\text{mm}$ 和规定间距的 $\pm 5\%$ 的较大值。

网片长度和宽度的允许偏差应取 $\pm 25\text{mm}$ 和规定长度的 $\pm 0.5\%$ 的较大值;网格数量应符合设计规定。

③钢筋焊接网焊点开焊数量不应超过整张网片交叉点总数的1%,并且任一根钢筋上开焊点不得超过该支钢筋上交叉点总数的一半;焊接网最外边钢筋上的交叉点不得开焊。

④钢筋焊接网表面不应有影响使用的缺陷;当性能符合要求时,允许钢筋表面存在浮锈和因矫直造成的钢筋表面轻微损伤。

### 3. 钢筋对焊

钢筋对焊是将两钢筋呈对接形式水平安置在对焊机夹钳中,使两钢筋接触,通以低电压的强电流,把电能转化为热能(电阻热),当钢筋加热到一定程度后,即施加轴向压力挤压(称为顶锻),便形成对焊接头。钢筋对焊具有生产效率高、操作方便、节约钢材、焊接质量高、接头受力性能好等许多优点。

(1) 钢筋对焊工艺。先将钢筋夹入对焊机的两电极中(钢筋与电极接触处应清除锈污,电极内应通入循环冷却水),闭合电源,然后使钢筋两端面轻微接触,这时有电流通过,由于接触轻微,钢筋端面不平,接触面很小,故电流密度和接触电阻

很大，因此接触点很快熔化，形成“金属过梁”。过梁被进一步加热，产生金属蒸汽飞溅（火花般的熔化金属微粒自钢筋两端面的间隙中喷出，此过程称为烧化），形成闪光现象，故也称闪光对焊。通过烧化使钢筋端部温度升高到要求温度后，便快速将钢筋挤压（称顶锻），然后断电，即形成对焊接头。

根据所用对焊机功率大小及钢筋品种、直径不同，钢筋闪光对焊可采用连续闪光焊、预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺方法。

①连续闪光焊。连续闪光和顶锻过程施焊时，先闭合一次电路，使两根钢筋端面轻微接触，此时端面的间隙中即喷射出火花般熔化的金属微粒——闪光，接着徐徐移动钢筋使两端面仍保持轻微接触，形成连续闪光。当闪光到预定的长度，使钢筋端头加热到接近熔点时，就以一定的压力迅速进行顶锻。先带电顶锻，再无电顶锻到一定长度，焊接接头即告完成。

②预热闪光焊。预热闪光焊是在连续闪光焊前增加一次预热过程，以扩大焊接热影响区。其工艺过程包括：预热、闪光和顶锻过程。施焊时先闭合电源，然后使两根钢筋端面交替的接触和分开，这时钢筋端面的间隙中即发出断续的闪光，而形成预热过程。当钢筋达到预热温度后进入闪光阶段，随后顶锻而成。

③闪光—预热闪光焊。闪光—预热闪光焊是在预热闪光焊前加一次闪光过程，目的是使不平整的钢筋端面烧化平整，使预热均匀。其工艺过程包括：一次闪光、预热、二次闪光及顶锻过程施焊时首先连续闪光，使钢筋端部闪平，然后同预热闪光焊。

生产中，可根据不同条件按下列规定选用施焊工艺：

- ①当钢筋直径较小，钢筋牌号较低，规定的范围内，可采用“连续闪光焊”。
- ②当钢筋直径超过规定，钢筋端面较平整，宜采用“预热闪光焊”。
- ③当钢筋直径超过规定，且钢筋端面不平整，应采用闪光—预热闪光焊

## （2）焊接工艺参数选择。

施焊中，焊工应熟练掌握各项留量参数，以确保焊接质量。闪光对焊时，应按下列规定选择调伸长度、烧化留量、顶锻留量以及变压器级数等焊接参数：

①调伸长度的选择，应随着钢筋牌号的提高和钢筋直径的加大而增长，主要是减缓接头的温度梯度，防止热影响区产生淬硬组织；当焊接 HRB400、HRBF400 等牌号钢筋时，调伸长度宜在 40~60mm 内选用。

②烧化留量的选择，应根据焊接工艺方法确定。当连续闪光焊时，闪光过程应较长；烧化留量应等于两根钢筋在断料时切断机刀口严重压伤部分（包括端面的不平整度），再加 8~10mm；当闪光预热闪光焊时，应区分一次烧化留量和二次烧化留量。

一次烧化留量不应小 10mm，二次烧化留量不应小于 6mm。

③需要预热时，宜采用电阻预热法。预热留量应为 1~2mm，预热次数应为 1~4 次；每次预热时间应为 1.5~2s，间歇时间应为 3~4s。

④顶锻留量应为 3~7mm，并应随钢筋直径的增大和钢筋牌号的提高而增加。其中，有电顶锻留量约占 1/3，无电顶锻留量约占 2/3，焊接时必须控制得当。焊接 HRB500 钢筋时，顶锻留量宜稍微增大，以确保焊接质量。

3) 当 HRBF335 钢筋，HRBF400 钢筋、HRBF500 钢筋或 RRB400W 钢筋进行闪光对焊时，与热轧钢筋比较，应减小调伸长度，提高焊接变压器级数，缩短加热时间，快速顶锻，形成快热快冷条件，使热影响区长度控制在钢筋直径的 60%范围之内。

4) 变压器级数应根据钢筋牌号、直径、焊机容量以及焊接工艺方法等具体情况选择。

(3) 焊后通电热处理。HRB500、HRBF500 钢筋焊接时，应采用预热闪光焊或闪光预热闪光焊工艺。当接头拉伸试验结果，发生脆性断裂或弯曲试验不能达到规定要求时，尚应在焊机上进行焊后热处理。焊后热处理是通过电热处理的方法对焊接接头进行一次退火或高温回火处理，以达到消除热影响区产生的脆性组织，改善塑性的目的。焊后通电热处理应待接头稍冷却后进行，过早会使加热不均匀，近焊缝区容易遭受过热。热处理温度与焊接温度有关，焊接温度较低者宜采用较低的热处理温度，反之宜采用较高的热处理温度。

热处理时采用脉冲通电，其频率主要与钢筋直径和电流大小有关，钢筋较细时采用高值，钢筋较粗时采用低值。通电热处理可在对焊机上进行，其过程为：当焊接完毕后，待接头冷却至 300℃（钢筋呈暗黑色）以下时，松开夹具，将电极钳口调到最大距离，把焊好的接头放在两钳口间中心位置，重新夹紧钢筋，采用较低的变压器级数，对接头进行脉冲式通电加热（频率以 0.52s/次为宜）。当加热到 750~850℃（钢筋呈橘红色）时，通电结束，然后让接头在空气中自然冷却。

(4) 钢筋的低温对焊。钢筋在环境温度低于 -5℃ 的条件下进行对焊则属低温对焊。在低温条件下焊接时，焊件冷却快，容易产生淬硬现象，内应力也将增大，使接头力学性能降低，给焊接带来不利因素。因此，在低温条件下焊接时，应掌握好冷却速度。为使加热均匀，增大焊件受热区域，宜采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊。

其焊接参数与常温相比：调伸长度应增加 10%~20%；变压器级数降低一级或二级；烧化过程中的速度适当减慢；预热时的接触压力适当提高，预热间歇时间适当延长。

(5) 焊接质量检查。

1) 闪光对焊接头的质量检验，应分批进行外观质量检查和力学性能检验，并应符合下列规定：

①在同一台班内，由同一个焊工完成的 300 个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台班内焊接的接头数量较少，可在一周之内累计计算；累计仍不足 300 个接头时，应按一批计算。

②力学性能检验时，应从每批接头中随机切取 6 个接头，其中 3 个做拉伸试验，3 个做弯曲试验。

③异径钢筋接头可只做拉伸试验。

2) 闪光对焊接头外观质量检查结果，应符合下列规定：

①对焊接头表面应呈圆滑、带毛刺状，不得有肉眼可见的裂纹。

②与电极接触处的钢筋表面不得有明显烧伤。

③接头处的弯折角度不得大于  $2^\circ$ 。

④接头处的轴线偏移不得大于钢筋直径的  $1/10$ ，且不得大于 1mm。

### 5. 钢筋电弧焊接头

钢筋电弧焊是以焊条为一极，钢筋为另一极，利用焊接电流通过产生的电弧进行焊接的一种熔焊方法。电弧焊应用范围广，如钢筋的接长、钢筋骨架的焊接、钢筋与钢板的焊接、装配式结构接头的焊接及其他各种钢结构的焊接等。

钢筋电弧焊时，可采用焊条电弧焊或二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法。二氧化碳气体保护电弧焊设备应由焊接电源、送丝系统、焊枪、供气系统、控制电路五部分组成。钢筋二氧化碳气体保护电弧焊时，应根据焊机性能、焊接接头形状、焊接位置等条件选用焊接工艺参数，如焊接电流、极性、电弧电压（弧长）、焊接速度、焊丝伸出长度（干伸长）、焊枪角度、焊接位置、焊丝直径等。钢筋电弧焊应包括帮条焊、搭接焊、坡口焊、窄间隙焊和熔槽帮条焊五种接头形式。

(1) 焊条选用。钢筋焊条电弧焊所采用的焊条，应符合现行国家标准非合金钢及细晶粒钢焊条) 或《热强钢焊条》的规定。钢筋二氧化碳气体保护电弧焊所采用的焊丝，应符合现行国家标准的规定。其焊条型号和焊丝型号应根据设计确定。

(2) 钢筋电弧焊焊接时，应符合下列规定：

①应根据钢筋牌号、直径、接头形式和焊接位置，选择焊接材料，确定焊接工艺和焊接参数。

②焊接时，引弧应在垫板、帮条或形成焊缝的部位进行，不得烧伤主筋。

③焊接地线与钢筋应接触良好。

④焊接过程中应及时清渣，焊缝表面应光滑，焊缝余高应平缓过渡，弧坑应填满。

(3) 帮条焊时，宜采用双面焊；当不能进行双面焊时，可采用单面焊，帮条长度应符合表的规定。当帮条牌号与主筋相同时，帮条直径可与主筋相同或小一个规格；

(4) 搭接焊时，宜采用双面焊，当不能进行双面焊时，可采用单面焊，搭接长度可与帮条长度相同。

(5) 帮条焊接头或搭接焊接头的焊缝有效厚度  $S$  不应小于主筋直径的 30%；焊缝宽度  $6$  不应小于主筋直径的 80%。

(6) 帮条焊或搭接焊时，钢筋的装配和焊接应符合下列规定：

①帮条焊时，两主筋端面的间隙应为 2~5mm。

②搭接焊时，焊接端钢筋宜预弯，并使两钢筋的轴线在同一直线上。

③帮条焊时，帮条与主筋之间应用四点定位焊固定；搭接焊时，应用两点固定；定位焊缝与帮条端部或搭接端部的距离宜大于或等于 20mm。

### (十一) 机械连接

钢筋机械连接是通过连接件的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接方法。具有施工简便、工艺性能良好、接头质量可靠、不受钢筋焊接性的制约、可全天施工、节约钢材和能源等优点。常用的机械连接接头类型有锥螺纹套筒接头等。

#### 1. 钢筋锥螺纹套筒连接

锥螺纹钢筋接头是利用锥形螺纹能承受轴向力和水平力以及密封性能较好的原理，依靠机械力将钢筋连接在一起。

操作时，先用专用套丝机将钢筋的待连接端加工成锥形外螺纹；然后，通过带锥形内螺纹的钢连接套筒将两根待接钢筋连接；最后利用力矩扳手按规定的力矩值使钢筋和连接钢套筒拧紧在一起这种接头工艺简便，能在施工现场连接直径 16~40mm 的热轧 HRB335 级、HRB400 级同径和异径的竖向或水平钢筋，且不受钢筋是否带肋和含碳量的限制。适用于按一、二级抗震等级设施的工业和民用建筑钢筋混凝土结构的热轧 HRB335 级、HRB400 级钢筋的连接施工。但不得用于预应力钢筋的连接。对于直接承受动荷载的结构构件，其接头还应满足抗疲劳性能等设计要求锥螺纹连

(1) 钢筋锥螺纹加工要求。

1) 钢筋应先调直再下料。钢筋下料可用钢筋切断机或砂轮锯，但不得用气割下料。下料时，要求切口端面与钢筋轴线垂直，端头不得挠曲或出现马蹄形。

2) 加工好的钢筋锥螺纹丝头的锥度、牙形、螺距等必须与连接套的锥度、牙形、螺距一致，并应进行质量检验。检验内容包括：

①锥螺纹丝头牙形检验。

②锥螺纹丝头锥度与小端直径检验。

3) 其加工工艺为：下料—套丝—用牙形规和卡规（或环规）逐个检查钢筋套丝质量—质量合格的丝头用塑料保护帽盖封，待查和待用。

锥螺纹的完整牙数，不得小于规定值。

4) 钢筋经检验合格后，方可在套丝机上加工锥螺纹。为确保钢筋的套丝质量，操作人员必须坚持上岗证制度。操作前应先调整好定位尺，并按钢筋规格配置相对应的加工导向套。对于大直径钢筋要分次加工到规定的尺寸，以保证螺纹的精度和避免损坏铣刀。

5) 钢筋套丝时，必须采用水溶性切削冷却润滑液，当气温低于 0 度时，应掺入 15%~20%亚硝酸钠，不得采用机油作冷却润滑液。

## (2) 钢筋连接。

①连接钢筋之前，先回收钢筋待连接端的保护帽和连接套上的密封盖，并检查钢筋规格是否与连接套规格相同，检查锥螺纹丝头是否完好无损、有无杂质。

②连接钢筋时，应先把已拧好连接套的一端钢筋对正轴线拧到被连接的钢筋上，然后用力矩扳手按规定的力矩值把钢筋接头拧紧，不得超拧，以防止损坏接头丝扣。拧紧后的接头应画上油漆标记，以防有的钢筋接头漏拧。锥螺纹钢筋连接方法。

③拧紧时要拧到规定扭矩值，待测力扳手发出指示响声时，才认为达到了规定的扭矩值。锥螺纹接头拧紧力矩值见，但不得加长扳手杆来拧紧。质量检验与施工安装使用的力矩扳手应分开使用，不得混用。

④构件受拉区段内，同一截面连接接头数量不宜超过钢筋总数的 50%；受压区不受限制。连接头的错开间距大于 500mm，保护层不得小于 15mm，钢筋间净距应大于 50mm。

⑤在正式安装前要做三个试件，进行基本性能试验。当有一个试件不合格，应取双倍试件进行试验，如仍有一个不合格，则该批加工的接头为不合格，严禁在工程中使用。

⑥对连接套应有出厂合格证及质保书。每批接头的基本试验应有试验报告。连接套与钢筋应配套一致。连接套应有钢印标记。

⑦安装完毕后，质量检测员应用自用的专用测力扳手对拧紧的扭矩值加以抽检。

**混凝土工程施工：**是按照设计图纸，进行钢筋制作绑扎、模板摆放固定、用符合要求的原材料拌制、运输、浇筑、养护等，同时对各环节进行全过程质量控制和检验。

## （十二）混凝土的原材料水泥

### 1.水泥的选用

水泥的品种和成分不同，其凝结时间、早期强度、水化热和吸水性等性能也不相同，应按适用范围选用。

在普通气候环境或干燥环境下的混凝土、严寒地区的露天混凝土应优先选用普通硅酸盐水泥；高强混凝土（大于 C40）、要求快硬的混凝土、有耐磨要求的混凝土应优先选用硅酸盐水泥；高温环境或水下混凝土应优先选用矿渣硅酸盐水泥；厚大体积的混凝土应优先选用粉煤灰硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；有抗渗要求的混凝土应优先选用普通硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥；有耐磨要求的混凝土应优先选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥。

### 2.水泥的验收

水泥进场应对其品种、级别、包装、出厂日期等进行检查，并对强度、安定性等指标进行复检，其质量必须符合国家标准。

检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

检查方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

重新检验：当使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）应视为过期水泥，使用时须重新检验、确定标号。

### 3.水泥贮存

入库的水泥应按品种、标号、出厂日期分别堆放、并挂牌标识；做到先进先用，不同品种的水泥不得混掺使用。

安定性不合格的水泥不能使用。钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中，严禁使用含氯化物的水泥。

## （十三）砂

混凝土用砂以细度模数为 2.5~3.5 的中粗砂最为合适；当混凝土强度等级高于或等于 C30 时（或有抗冻、抗渗要求），含泥量不大于 3%；当混凝土强度等级低于 C30 时，含泥量不大于 5%。

## （十四）石子

常用石子有卵石和碎石。卵石混凝土水泥用量少，强度偏低；碎石混凝土水泥用

量大，强度较高。

1.石子的级配：石子的级配越好，其空隙率及总表面积越小，不仅节约水泥，混凝土的和易性、密实性和强度也较高。碎石和卵石的颗粒级配应优先采用连续级配。

2.石子的含泥量：混凝土强度等级高于或等于 C30 时，含泥量 $\leq 1.0\%$ ；混凝土强度等级低于 C30 时，含泥量 $\leq 2.0\%$ （泥块含量按重量计）。

3.石子的最大粒径：在级配合适的情况下，石子的粒径越大，对节约水泥、提高混凝土强度和密实性都有好处。

但由于结构断面、钢筋间距及施工条件的限制，石子的最大粒径不得超过结构截面最小尺寸的 1/4，且不超过钢筋最小净距的 3/4；对混凝土实心板不超过板厚的 1/3，且最大不超过 40mm（机拌）；任何情况下石子的最大粒径机械拌制不超过 150mm，人工拌制不超过 80mm。

#### （十五）水

饮用水都可用来拌制和养护混凝土，污水、工艺废水不得用于混凝土中。海水不得用来拌制配筋结构的混凝土。

#### （十六）外加剂

为改善混凝土的性能，提高其经济效果，以适应新结构、新技术的需要，外加剂已经成为混凝土的第五组分，主要有：

##### 1.减水剂

一种表面活性材料，能显著减少拌和用水量，降低水灰比，改善和易性，增加流动性，节约水泥，有利于混凝土强度的增长及物理性能的改善，尤其适合大体积混凝土、防水混凝土、泵送混凝土等。

##### 2.早强剂

加速混凝土的硬化过程，提高早期强度，加快工程进度。三乙醇胺及其复合早强剂的应用较为普遍。有的早强剂（氯盐）对钢筋有锈蚀作用，在配筋结构中使用其掺量 $\gt$ 水泥重量的 1%，并禁止用于预应力结构和大体积混凝土。

##### 3.速凝剂

加速水泥的凝结硬化作用，用于快速施工、堵漏、喷射混凝土等。

##### 4.缓凝剂

延长混凝土从塑性状态转化到固体状态所需的时间，并对后期强度无影响。主要用于大体积混凝土、气候炎热地区的混凝土工程和长距离输送的混凝土。

##### 5.膨胀剂

使混凝土在水化过程中产生一定的体积膨胀。膨胀剂可配制补偿收缩混凝土、填充膨胀混凝土、自应力混凝土。

#### 6.防水剂

配制防水混凝土的方法之一。用水玻璃配制的混凝土不但能防水，还有很大的粘结力和速凝作用，用于修补工程和堵塞漏水很有效果。

#### 7.抗冻剂

在一定负温条件下，保持混凝土水分不受冻结，并促使其凝结、硬化。如亚硝酸钠与硫酸盐复合剂，能适用于-100C 环境下施工。

#### 8.加气剂

在混凝土中掺入加气剂，能产生大量微小、密闭的气泡，既改善混凝土的和易性、减小用水量、提高抗渗、抗冻性能，又能减轻自重，增加保温隔热性能，是现代建筑常用的隔热、隔声墙体材料。

混凝土外加剂应检查产品合格证、出厂检验报告，并按进场的批次和产品抽样检验方案复检，其质量和应用技术应符合现行国家标准和技术规程。

#### （十七）外掺料

采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥拌制混凝土时，为节约水泥和改善混凝土的工作性能，可掺用一定的混合材料，外掺料一般为当地的工业废料或廉价地方材料。外掺料质量应符合国家现行标准的规定，其掺量应经试验确定。

掺入适量粉煤灰既可节约水泥、改善和易性，还可降低水化热、改善混凝土的耐高温、抗腐蚀等方面的性能。

掺入适量火山灰既可替代部分水泥，又可提高混凝土抗海水、硫酸盐等侵蚀的能力。

#### （十八）混凝土的和易性及强度

混凝土的和易性及强度是衡量混凝土质量的两个主要指标。

混凝土的和易性目前尚无全面反映混凝土拌和物和易性的指标和简单测定方法。根据对和易性的需求不同，混凝土有塑性混凝土和干硬性混凝土之分。塑性混凝土的和易性一般用坍落度测定，干硬性混凝土则用工作度试验确定。

和易性好的混凝土，易于搅拌均匀；运输和浇筑时，不发生离析泌水现象；捣实时，流动性大，易于捣实，成型后混凝土内部质地均匀密实，有利于保证混凝土的强度与耐久性。和易性不好的混凝土，施工操作困难，质量难以保证。

#### 1.混凝土和易性指标及测定

目前尚无全面反映混凝土拌和物和易性的指标和简单测定方法。根据对和易性的需求不同，混凝土有塑性混凝土和干硬性混凝土之分。塑性混凝土的和易性一般用坍落度测定，干硬性混凝土则用工作度试验确定。

表 3 混凝土的和易性指标

混凝土名称	坍落度 (mm)	工作度 (s)
流动性混凝土	50~80	5~10
低流动性混凝土	10~30	15~30
干硬性混凝土	0	30~180

坍落度测定主要反映混凝土在自重作用下的流动性，以目测和经验评定其粘聚性和保水性。

## 2.影响混凝土和易性的因素

(1) 水泥的影响：水泥颗粒越细，混凝土的粘聚性和保水性越好，如硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的和易性比火山灰水泥、矿渣水泥好；在水灰比相同的情况下，水泥用量越大，则和易性越好。

(2) 用水量的影响：在保持水泥用量不变的情况下，减少拌合用水量，水泥浆变稠，水泥浆的黏聚力增大，使粘聚性和保水性良好，而流动性变小。

混凝土加水过少时，不仅流动性太小，粘聚性也变差，混凝土难以成型密实。但若加水过多，水灰比过大，水泥浆过稀，将产生严重的分层离析和泌水现象，并严重影响混凝土的强度和耐久性。

(3) 砂率的影响：砂率过大，水泥浆被比表面积较大的砂粒所吸附，则流动性减小；砂率过小，砂子的体积不足填满石子间的空隙，石子间没有足够的砂浆润滑层，会使混凝土拌合物的流动性、粘聚性和保水性均差，甚至发生混凝土骨料离析、崩散现象。

(4) 骨料性质的影响，用卵石和河沙拌制的混凝土拌合物，其流动性比碎石和山砂拌制得好，用级配好的骨料拌制的混凝土拌合物和易性好。

(5) 外加剂的影响：混凝土拌合物掺入减水剂或引气剂，流动性明显提高，引气剂还可有效改善混凝土拌合物的粘聚性和保水性，还分别对硬化混凝土的强度与耐久性起着十分有利的作用。

## (十九) 混凝土的强度

混凝土以抗压强度作为控制和评定混凝土质量的主要指标。

混凝土抗压强度是边长为 150mm 的立方体试件，在标准条件下（温度  $20\pm 30^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\geq 90\%$ ）养护 28d 后，按标准试验方法测得，据此来划分混凝土强度等级。

### 1.影响混凝土强度的主要因素

影响混凝土抗压强度的主要因素一是水泥强度，二是水灰比。

（1）水泥强度：在相同条件下，所用水泥强度等级越高，混凝土的强度也就越高；反之，强度则低。

（2）水灰比：混凝土在硬化过程中，和水泥起水化作用的水只占水泥质量的 15%~20%，其余的水只是为了满足混凝土流动性的需要。水泥石在水化过程中的孔隙率取决于水灰比，如果水灰比大，则水泥浆中多余的水在混凝土中呈游离状态，硬化时会形成许多小孔降低混凝土的密实度，从而降低混凝土强度。

当混凝土混合料能被充分捣实时，混凝土的强度随水灰比的降低而提高。

### 2.影响混凝土强度的其他因素

（1）混凝土振捣：浇筑混凝土时，充分捣实才能得到密实度大、强度高的混凝土。对于干硬性混凝土，可利用强力振捣、加压振捣等振捣条件提高混凝土强度；塑性混凝土则不宜利用振捣条件提高混凝土强度，过振会使混凝土产生离析泌水现象，强度降低。

（2）粗骨料的尺寸与级配：当水泥用量和稠度一定时，较大的骨料粒径其表面积小，所需拌和水较少，较大骨料趋于形成微裂缝的弱过渡区，含较大骨料粒径混凝土拌和物比含较小粒径的强度小。

粗骨料级配良好比未采用连续级配的混凝土强度高。

碎石表面比卵石表面粗糙，它与水泥砂浆的粘结性比卵石强，当水灰比相等或配合比相同时，碎石配制的混凝土强度比卵石高。

（3）混凝土养护：混凝土强度与养护温度、湿度有关。当湿度合适时，在  $4\sim 40^{\circ}\text{C}$  范围内，温度愈高，水泥水化作用愈快，其强度发展也愈快；反之则愈慢。当温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时，混凝土强度停止发展，甚至因冻胀而破坏。

（4）混凝土的龄期：混凝土的强度随着龄期的增长而逐渐提高，在正常养护条件下，混凝土在最初的 7~14d 内发展较快，以后逐渐趋缓，28d 达到设计强度等级，此后强度增长过程可延续数十年。

### 3.混凝土的其他性质

（1）抗渗性和抗冻性：混凝土渗水主要是混凝土中的多余水分蒸发留下的毛细

通道。提高混凝土的抗渗性和抗冻性的主要措施是：降低水灰比、控制用水量、改善和易性、振捣密实、加强养护。或采用真空脱水，对抗渗要求较高的部位采用防水混凝土。

(2) 耐热性：普通混凝土如长期受到 70℃ 以上的温度作用，强度会降低，混凝土在 200℃ 以上的环境工作须采取隔热措施，处于高温作用的结构，应配制耐热混凝土。

(3) 混凝土的干缩湿胀：混凝土在硬化过程中，其体积要收缩；但受潮后又会膨胀。混凝土过大的干缩会产生干缩裂缝，应在设计、施工中予以注意。

## (二十) 混凝土的运输

### 1. 混凝土运输的基本要求

(1) 保证混凝土的浇筑量：在不允许留施工缝的情况下，混凝土运输须保证浇筑工作能连续进行，应按混凝土的最大浇筑量来选择混凝土运输方法及运输设备的型号和数量。

(2) 应保证混凝土在初凝前浇筑完毕：应以最短的时间和最少的转换次数将混凝土从搅拌地点运至浇筑地点，混凝土从搅拌机卸出后到振捣完毕的延续时间见下表 3：

表 4 混凝土从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间 (min)

混凝土强度等级	气候	
	≤25℃	>25℃
≤C30	120	90
>C30	90	60

(3) 保证混凝土在运输过程中的均匀性：避免产生分层离析、水泥浆流失、坍落度变化以及产生初凝现象。

### 2. 混凝土运输方法和运输机具

(1) 混凝土地面水平运输：分为间歇式运输机具（手推车、机动翻斗车、自卸汽车、搅拌运输车）和连续式运输机具（皮带输送机、混凝土泵等）。手推车、机动翻斗车适用于运输距离短、运输工程量不大的混凝土输送；混凝土泵适用于水平距离在 1500m 内、需连续进行的混凝土输送；混凝土搅拌运输车适用于建有混凝土集中

搅拌站的城市内混凝土输送；自卸汽车适用于长距离的混凝土输送。

混凝土搅拌运输车是一种长距离输送混凝土的高效机械，适用于建有混凝土集中搅拌站的混凝土输送，容量一般为 6~12m<sup>3</sup>。运输途中搅拌筒以 2~4r/min 的转速搅动筒内混凝土拌合料，以保证混凝土在长途运输中不致离析；在远距离运输时可将混凝土干料装入筒内，在运输途中加水搅拌，整个运输途中拌筒的总转数应控制在 300 转以内。

(2) 混凝土垂直运输：混凝土垂直运输机具主要是各类井架、提升机、塔吊和混凝土输送泵等。采用塔式起重机时，可考虑将混凝土搅拌机布置在塔吊工作半径内，混凝土直接卸入吊斗内，垂直提升后直接倾入混凝土浇筑点。

(3) 混凝土输送泵：可一次完成水平及垂直输送，将混凝土直接输送至浇筑地点，是一种高效的混凝土运输和浇筑机具。我国目前主要采用活塞泵，液压驱动。由料斗、液压缸和活塞、混凝土缸、分配阀、Y 型输送管、冲洗系统和动力系统等组成。

混凝土输送泵可分为拖式泵（固定式泵）和车载泵（移动式泵）两大类。

混凝土拖式输送泵称固定泵，最大水平输送距离 1500m，垂直高度 400m，混凝土输送能力为 75（高压）-120（低压）m<sup>3</sup>/h，适合高层建（构）筑物的混凝土水平及垂直输送。

车载式混凝土输送泵：转场方便快捷；占地面积小；有效减轻施工人员的劳动强度，提高生产效率。尤其适合设备租赁企业使用。

混凝土输送管用钢管制成，直径一般为 110、125、150mm，标准管长 3m，也有 2m、1m 的配管，弯头有 90°、45°、30°、15° 等不同角度的弯管。管径的选择根据混凝土骨料的最大粒径、输送距离、输送高度及其他施工条件决定。

泵送混凝土时，应保证混凝土的供应能满足混凝土泵连续工作。输送管线宜直、转弯宜缓、接头要严密；泵送前先用适量的水泥砂浆润湿管道内壁，在泵送结束或预计泵送间隙时间超过 45min 时，及时把残留在混凝土缸体和输送管内混凝土清洗干净。

#### (4) 混凝土泵车

混凝土泵车均装有 3~5 节折叠式全回转布料臂、液压操作。最大理论输送能力为 150m<sup>3</sup>/h，最大布料高度 51m，布料半径 46m，布料深度 35.8m。可在布料杆的回转范围内直接进行浇筑。

#### (5) 混凝土布料杆

可根据现场混凝土浇筑的需要将布料杆设置在合适位置，布料杆有固定式、内爬

式、移动式、船用式等。HGT41 型内爬式布料机布料半径 41m，塔身高度 24m，爬升速度 0.5m/min，臂架为四节卷折全液压形式，回转角度 3650，末端软管长度 3m。

### 3.混凝土运输的注意事项

(1) 尽可能使运输线路短直、道路平坦，车辆行驶平稳，减少运输时的振荡；避免运输的时间和距离过长、转运次数过多。

(2) 混凝土容器应平整光洁、不吸水、不漏浆，装料前用水湿润，炎热气候或风雨天气宜加盖，防止水分蒸发或进水，冬季考虑保温措施。

(3) 运至浇筑地点的混凝土发现有离析和初凝现象须二次搅拌均匀后方可入模，已凝结的混凝土应报废，不得用于工程中。

(4) 溜槽运输的坡度不宜大于 300，混凝土移动速度不宜大于 1m/s。如溜槽的坡度太小、混凝土移动太慢，可在溜槽底部加装小型振动器；当溜槽太斜或用皮带输送机运输，混凝土移动速度太快时，可在末端设置串筒或挡板，以保证垂直下落和落差高度。

(5) 当混凝土浇筑高度超过 3m 时应采用成组串筒，以保证混凝土的自由落差不大于 2m。

(6) 当混凝土浇筑高度超过 8m 时，应设置带节管的振动串筒或多级料斗。

#### 皮带运输机

皮带运输机移动方便，可远距离准确地将混凝土输送入模，节约了混凝土浇筑运输道的搭拆，且浇筑现场利索、整洁。

#### 溜槽

施工场地高差达十多米，架设溜槽可使混凝土通过滑道直达施工部位，使浇筑施工方便、快捷。

### (二十一) 混凝土成型及养护

#### 1.混凝土浇筑前的准备工作

(1) 检查模板的标高、位置及严密性，支架的强度、刚度、稳定性，清理模板内垃圾、泥土、积水和钢筋上的油污，高温天气模板宜浇水湿润；

(2) 做好钢筋及预留预埋管线的验收和钢筋保护层检查，做好钢筋工程隐蔽记录；

(3) 准备和检查材料、机具等；

(4) 做好施工组织和技术、安全交底工作。

#### 2.混凝土浇筑的一般要求

(1) 混凝土须在初凝前浇筑：如已有初凝现象，则应再进行一次强力搅拌方可入模。如混凝土在浇筑前有离析现象，亦须重新拌合才能浇筑。

(2) 混凝土浇筑时的自由倾落高度：对于素混凝土或少筋混凝土，由料斗、漏斗进行浇筑时，倾落高度不超过 2m；对竖向结构（柱、墙）倾落高度不超过 3m；对于配筋较密或不便于捣实的结构倾落高度不超过 60cm。否则应采用串筒、溜槽和振动串筒下料，以防产生离析。

(3) 浇筑竖向结构混凝土前，底部应先浇入 50~100mm 厚与混凝土成分相同的水泥砂浆，以避免产生蜂窝、麻面及烂根现象；

(4) 混凝土浇筑时的坍落度

坍落度是判断混凝土施工和易性优劣的简单方法，应在混凝土浇筑地点进行坍落度测定，以检测混凝土搅拌质量，防止长时间、远距离混凝土运输引起和易性损失，影响混凝土成型质量。

(5) 混凝土的分层厚度

为使混凝土振捣密实，混凝土必须分层浇筑。其浇筑层厚度见表 4：

表 5 浇筑层厚度

捣实混凝土的方法		浇筑层的厚度
插入式振捣		振捣器作用部分长度的 1.25 倍
表面振动		200
人工 捣固	在基础、无筋混凝土或配筋稀疏的结构中	250
	在梁、墙板、柱结构中	200
	在配筋密列的结构中	150
轻骨 料混凝土	插入式振捣器	300
	表面振动（振动时需加荷）	200

(6) 混凝土浇筑的允许间歇时间

混凝土浇筑应连续进行，由于技术或施工组织上原因必须间歇时，其间歇时间应尽可能缩短，并在下层混凝土未凝结前，将上层混凝土浇筑完毕。混凝土运输、浇筑及间隙的全部不得超过表 5 的允许间歇时间：

表 6 混凝土运输、浇筑和间隙的允许时间（min）

混凝土强度等级	气温	
	≤25℃	>25℃
C30 及 C30 以下	210	180

C30 以上	180	150
--------	-----	-----

(7) 混凝土在初凝后、终凝前应防止振动

当混凝土抗压强度达到 1.2MPa 时才允许在上面继续进行施工活动。

### 3.混凝土施工缝的留设

由于施工技术或施工组织的原因，不能连续将结构整体浇筑完成，预计间隙时间将超过规定时间时，应预先选定适当的部位留置施工缝，施工缝宜留在结构受剪力较小且便于施工的部位。

(1) 柱子应留水平缝，柱子施工缝宜留在基础的顶面、梁或吊车梁牛腿的下面、吊车梁的上面、无梁楼板柱帽的下面。

(2) 和板连成整体的大断面梁，施工缝留在板底以下 20~30mm 处；当板下有梁托时，留在梁托下面；

(3) 单向板的施工缝留在平行于板的短边的任何位置；

(4) 有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑，施工缝应留在次梁跨度的中间 1/3 范围内；

(5) 墙体的施工缝可留在门洞口过梁跨中 1/3 范围内，也可留在纵横墙的交接处；

(6) 双向受力楼板、大体积混凝土结构、拱、蓄水池、多层钢架的施工缝应按设计要求留置施工缝。

### 4.后浇带的设置

后浇带是防止因温度变化和混凝土收缩导致结构产生裂缝的有效措施。后浇带的间距由设计确定，一般为 30m，后浇带的保留时间一般为 40d，最少应为 28d，后浇带宽度一般为 70~100cm，后浇带处的钢筋不宜断开。

### 5.普通混凝土的浇筑方法

(1) 台阶式柱基础：浇筑单阶柱基时可按台阶分层一次浇筑完毕，不允许留设施工缝，每层混凝土一次卸足，顺序是先边角后中间，务必使混凝土充满模板。

浇筑多阶柱基时为防止垂直交角处出现吊脚（上台阶与下口混凝土脱空），可在第一级混凝土捣固下沉 2~3cm 暂不填平，在继续分层浇筑第二级混凝土时，沿第二级模板

底圈将混凝土做成内外坡，外圈边坡的混凝土在第二级混凝土振捣过程中自动摊平，待第二级混凝土浇筑后，将第一级混凝土齐模板顶边拍实抹平。

## （2）柱子混凝土的浇筑

柱子应分段浇筑，每段高度不大于 3.5m。

柱子高度不超过 3m，可从柱顶直接下料浇筑，超过 3m 时应采用串筒或在模板侧面开孔分段下料浇筑；

柱子开始浇筑时应在柱底先浇筑一层 50~100mm 厚的水泥砂浆或减半石混凝土；柱子混凝土应分层下料和捣实，分层厚度不大于 50cm，振动器不得触动钢筋和预埋件；

柱子混凝土应一次连续浇筑完毕，浇筑后应停歇 1~1.5h，待柱混凝土初步沉实再浇筑梁板混凝土。

浇筑整排柱子时，应由两端由外向里对称顺序浇筑，以防柱模板在横向推力下向一方倾斜。

## （3）梁板混凝土的浇筑

肋形楼板的梁板应同时浇筑，浇筑方法应由一端开始用“赶浆法”，即先将梁根据梁高分层浇筑成阶梯形，当达到板底位置时再与板的混凝土一起浇筑，随着阶梯形不断延长，梁板混凝土浇筑连续向前推进。

## （4）剪力墙混凝土的浇筑

剪力墙应分段浇筑，每段高度不大于 3m。门窗洞口应两侧对称下料浇筑，以防门窗洞口位移或变形。窗口位置应注意先浇窗台下部，后浇窗间墙，以防窗台位置出现蜂窝孔洞。

## （5）施工缝地处理

在施工缝已硬化的混凝土表面上浇筑混凝土前，应清除垃圾、杂物及已松动的砂石和软弱混凝土层，必要时混凝土表面应凿毛，用水冲洗干净并充分湿润，水平施工缝宜先铺 10~15mm 的水泥砂浆，避免直接靠近缝边下料，振动器由远向缝边接近，在靠近缝边 80~100mm 处停止振捣，但应加强施工缝接缝的捣实工作。

## 6.大体积混凝土的浇筑方法

大体积混凝土浇筑后水化热量大，水化热积聚在内部不易散发，而混凝土表面又散热很快，形成较大的内外温差，温差过大易在混凝土表面产生裂纹；在浇筑后期，混凝土内部又会因收缩产生拉应力，当拉应力超过混凝土当时龄期的极限抗拉强度时，就会产生裂缝，严重时贯穿整个混凝土基础。

### （1）浇筑方案

高层建筑或大型设备的基础，基础的厚度、长度及宽度也大，往往不允许留施工

缝，要求一次连续浇筑。施工时应分层浇筑、分层捣实，但又要保证上下层混凝土在初凝前结合好，可根据结构大小、混凝土供应情况采用如下三种方式：

第一层全面浇筑完毕，在初凝前回来浇筑第二层，施工时从短边开始，沿长边逐层进行。适用于平面尺寸不大的基础。

浇筑工作从浇筑层的下端开始，逐渐上移。适用于基础的长度超过厚度三倍的基础。

混凝土从底层开始浇筑，进行一定距离后回来浇筑第二层，依次向前浇筑以上各层。适用于厚度不大而面积或长度较大的基础。

## （2）大体积混凝土施工措施

常用的大体积混凝土施工措施有：

①选用低水化热的水泥，如矿渣水泥、火山灰或粉煤灰水泥；

②掺缓凝剂或缓凝型减水剂，也可掺入适量粉煤灰等外掺料；

③采用中粗砂和大粒径、级配良好的石子，尽量减少混凝土的用水量；

④降低混凝土入模温度，减少浇筑层厚度，降低混凝土浇筑速度，必要时在混凝土内部埋设冷却水管，用循环水来降低混凝土温度；

⑤加强混凝土的保湿、保温，采取在混凝土表面覆盖保温材料或蓄水养护，减少混凝土表面的热扩散；

⑥与设计方协商，设置后浇带。

## 7.水下混凝土的浇筑方法

水下混凝土的浇筑目前常用“导管法”。方法是利用导管输送混凝土使之与水隔离，依靠管中混凝土的自重，压管口周围的混凝土在已浇筑的混凝土内部流动、扩散，以完成混凝土的浇筑工作。

### （1）工作程序

导管安放（下部距底面约 10cm）→在料斗及导管内灌入足量混凝土→剪断球塞吊绳（混凝土冲向基底向四周扩散，并包住管口，形成混凝土堆）→在料斗内持续灌入混凝土、管外混凝土面不断被管内的混凝土挤压顶升→边灌入混凝土、边逐渐提升导管（保证导管下端始终埋入混凝土内）→直至混凝土浇筑高程高于设计标高→清除强度较低的表面混凝土至设计标高。

### （2）注意事项

①必须保证第一次浇筑的混凝土量能满足将导管埋入最小埋置深度  $h_1$ ，其后应能始终保持管内混凝土的高度；

②严格控制导管提升高度，只能上下升降，不准左右移动，以免造成管内返水事故

③导管直径的选择：水深小于 3m 可选 $\Phi 250$ ，施工覆盖范围约  $4\text{m}^2$ ；水深 3~5m 可选 $\Phi 300$ ，施工覆盖范围约  $5\sim 15\text{m}^2$ ；水深 5m 以上者可选 $\Phi 300\sim 500$ ，施工覆盖范围约  $15\sim 50\text{m}^2$ ；当面积过大时，可用多根导管同时浇筑；

④当混凝土水下浇筑深度在 10m 以内时，导管埋入混凝土的最小深度为 0.8m，当混凝土水下浇筑深度在 10~20m 时，导管埋入混凝土的最小深度为 1.1~1.5m。

## （二十二）混凝土的密实成型

### 1.混凝土的振动密实成型

混凝土振动密实的原理：振动机械将振动能量传递给混凝土拌合物时，混凝土拌合物中所有的骨料颗粒都受到强迫振动，呈现出所谓的“重质液体状态”，因而混凝土拌合物中的骨料犹如悬浮在液体中，在其自重作用下向新的稳定位置沉落，排除存在于混凝土拌合物中的气体，消除孔隙，使骨料和水泥浆在模板中得到致密的排列。

#### （1）插入式振动器

①振动器选用：坍落度小的用高频、坍落度大的可用低频；骨料粒径小的用高频、骨料粒径大的用低频。

#### ②振捣方法

垂直振捣：容易掌握插点距离、控制插入深度（不超过振动棒长度的 1.25 倍），不易产生漏振，不易触及模板、钢筋，混凝土振后能自然沉实、均匀密实。

斜向振捣：操作省力，效率高、出浆快，易于排出空气，不会产生严重的离析现象，振动棒拔出时不会形成孔

插点的分布有行列式和交错式两种。对普通混凝土插点间距 $\geq 1.5R$ （ $R$  为振动器作用半径， $R=300\sim 400\text{mm}$ ）；对轻骨料混凝土则 $\geq 1.0R$ 。与模板、钢筋的距离 $\geq$ 作用半径的 0.5 倍，应将振动棒上下来回抽动  $50\sim 100\text{mm}$ ，插入下一层未初凝混凝土中的深度 $\leq 50\text{mm}$ ，每一插点的振捣时间为  $20\sim 30\text{S}$  为宜。

③插入式振动器的操作要点直上和直下、快插与慢拔；插点要均布，切勿漏点插；上下要振动，层层要扣搭；时间掌握好，密实质量佳。

#### （2）表面振动器

主要有平板振动器、振动梁、混凝土整平机和渠道衬砌机等，其作用深度较小，多用在混凝土表面进行振捣。平板振动器适用于楼板、地面及薄型水平构件的振捣，振动梁和混凝土整平机常用于混凝土道路的施工。

### (3) 外部振动器

又称附着式振动器，它通过螺栓或夹钳等固定在模板外部，通过模板将振动传给混凝土拌合物，因而模板应有足够的刚度。宜于振捣断面小且钢筋密的构件，如薄腹梁、箱型桥面梁等及地下密封的结构，无法采用插入式振捣器的场合。其有效作用范围可通过实测确定。

#### 2.混凝土离心成型法

离心法是将装有混凝土的模板放在离心机上，在离心力作用下，使混凝土分布于模板的内壁、混凝土中的水分挤出，使混凝土密实。适用于管柱、管桩、电杆、上下水管等构件的生产。

采用离心法成型，石子最大粒径不应超过管壁厚的  $1/3 \sim 1/4$ ，水泥用量不低于  $350\text{kg}/\text{m}^3$ ，不得使用火山灰水泥，坍落度控制在  $30 \sim 70\text{mm}$ 。

#### 3.混凝土真空作业法

真空作业法是借助于真空负压，将水从刚浇筑成型的混凝土拌合物中吸出并使混凝土密实的成型方法。真空作业法有表面真空作业和内部真空作业，较常用的是在混凝土构件的上、下表面或侧面布置真空腔进行吸水。表面真空作业法在机场跑道、道路、隧道顶板、水池、桥墩、预制构件中都有应用。

### (二十三) 混凝土养护

#### 1.自然养护

定义：在自然气温条件下（高于 $+50^\circ\text{C}$ ）采取覆盖浇水养护或塑料薄膜养护。

#### 2.覆盖浇水养护

是在混凝土浇筑完毕后的  $3 \sim 12\text{h}$  内用草帘、麻袋、锯末等将混凝土覆盖，浇水保持湿润，普通水泥、硅酸盐水泥和矿渣水泥拌制的混凝土养护不少于  $7\text{d}$ ，掺用缓凝型外加剂和抗渗混凝土养护不少于  $14\text{d}$ ；当气温在  $15^\circ\text{C}$  以上时，在混凝土浇筑后的最初  $3\text{d}$ ，白天至少每  $3\text{h}$  浇水一次，夜间应浇水两次，以后每昼夜浇水三次左右。高温或干燥气候应适当增加浇水次数。

对于地坪、楼屋面板等大面积结构可采用蓄水养护；对于贮水池一类工程可在拆除内模后采取注水养护；对于地下基础工程可采取覆土养护。

当日平均气温低于  $5^\circ\text{C}$  时，不得浇水。

#### 3.塑料薄膜保湿养护

是以塑料薄膜为覆盖物，使混凝土与空气隔绝，水分不再蒸发，水泥靠混凝土中的水分完成水化作用而凝结硬化。它改善施工条件，节省人工，节约用水，保证混凝

土的养护质量。保湿养护可分为塑料布养护和喷涂塑料薄膜养生液养护。

#### 4.加热养护

是通过混凝土加热来加速其强度的增长，加热养护的方法很多，常用的有蒸汽养护、热膜养护、太阳能养护等。

#### （二十四）混凝土的质量检查

混凝土质量检查包括施工中检查和施工后检查。

施工中的检查：对混凝土拌制和浇筑过程中所用材料的质量及用量、搅拌及浇筑地点的坍落度的检查，每工作班内至少检查 2 次；对执行混凝土搅拌制度及现场振捣质量也应随时检查。

施工后的检查：对已完成混凝土进行外观质量及强度检查，有抗冻、抗渗要求的混凝土进行抗冻抗渗性能检查。

##### 1.混凝土外观质量检查

混凝土结构拆模后，应从外观上检查其表面有无麻面、蜂窝、孔洞、露筋、缺棱掉角、缝隙夹层等缺陷，外形尺寸是否超过规范允许偏差。

##### 2.混凝土的强度检验

混凝土的强度检验主要是抗压强度检验，它既是评定混凝土是否达到设计强度的依据，是混凝土工程验收的控制性指标，又可为结构构件的拆模、出厂、吊装、张拉、放张提供混凝土实际强度的依据。

#### （1）混凝土试件的取样与留置

混凝土试件应在混凝土的浇筑地点随机抽取试样，取样与试件留置应符合下列规定：

- ①每 100 盘且不超过  $100\text{m}^3$  的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- ②每工作班的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；
- ③一次连续浇筑超过  $1000\text{m}^3$  时，同一配合比的混凝土每  $200\text{m}^3$  取样不得少于一次；
- ④每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- ⑤每次取样应至少留置一组（3 个）标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。
- ⑥每组三个试件应在浇筑地点的同盘混凝土中取样制作。

#### （2）每组试件强度的确定

- ①取三个试件的算术平均值；

②当 3 个试件强度中的最大值和最小值之一与中间值之差超过中间值的 15%时，取中间值；

③当 3 个试件强度中的最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%时，该组试件不作为强度评定的依据。

### (3) 有抗渗要求的混凝土结构

其试件应在浇筑地点随机取样。同一工程、同一配合比的混凝土取样不应少于一次，留置组数可根据实际需要确定。

### (4) 混凝土强度的验收

混凝土强度应分批验收，同一验收批的混凝土由强度等级相同、龄期相同及生产工艺和配合比基本相同的混凝土组成。按单位工程的验收项目划分验收批，同一验收批的混凝土强度应以全部标准试件的强度代表值评定。

①当混凝土的生产条件在较长时间内能保持一致，且同一品种混凝土的强度变异性能保持稳定时，应由连续的 3 组试件代表一个验收批，其强度应同时满足下列要求：

$$m_{fcu} \geq f_{cu,k} + 0.7\sigma_0$$

$$f_{cu,min} \geq f_{cu,k} - 0.7\sigma_0$$

当混凝土强度等级不高于 C20 时：

$$f_{cu,min} \geq 0.85f_{cu,k}$$

当混凝土强度等级高于 C20 时：

$$f_{cu,min} \geq 0.9f_{cu,k}$$

式中： $m_{fcu}$ ——同一验收批混凝土强度的平均值 ( $N/mm^2$ )；

$f_{cu,k}$ ——设计的混凝土强度标准值 ( $N/mm^2$ )；

$\sigma_0$ ——验收批混凝土强度的标准差 ( $N/mm^2$ )；

$f_{cu,min}$ ——同一验收批混凝土强度的最小值 ( $N/mm^2$ )。

混凝土强度标准差 $\sigma_0$ 应根据前一个检验期同一品种混凝土试件的强度数据，按下式确定：

$$\sigma_0 = \frac{0.59}{m} \sum_{i=1}^m \Delta f_{cu,i}$$

式中： $\Delta f_{cu,i}$ ——前一检验期内第  $i$  验收批混凝土试件强度中最大值与最小值之差；

$m$ ——前一检验期内验收批总批数。

每个检验期不应超过三个月，且该期间内验收总批数不得少于 15 组。

②当混凝土的生产条件不满足上述规定或前一个检验期内的同一品种混凝土没有足够的数据来确定验收批混凝土强度标准差时，应由不少于 10 组的试件代表一个验收批，其强度应同时满足下列要求：

$$m_{f_{cu}} - \lambda_1 S_{f_{cu}} \geq 0.9f_{cu,k}$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,u}$$

式中： $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——合格判定系数，按表 6 取值：

表 7  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  取值

试件组数	10~14	15~24	$\geq 25$
$\lambda_1$	1.70	1.65	1.60
$\lambda_2$	0.9	0.85	

$S_{f_{cu}}$ ——验收批混凝土强度的标准差 ( $N/mm^2$ )

当 $S_{f_{cu}}$ 的计算值小于  $0.06f_{cu,k}$  时，取 $S_{f_{cu}}=0.06f_{cu,k}$

$f_{cu,i}$ ——验收批内第  $i$  组混凝土试件的强度值 ( $N/mm^2$ )；

$n$ ——验收批内混凝土试件的总组数。

③对零星生产的预制构件混凝土或现场搅拌、批量不大的混凝土，可采用非统计法评定。此时，验收批混凝土的强度必须同时满足下述要求：

$$m_{f_{cu,i}} \geq 1.15f_{cu,k}$$

$$f_{cu,min} \geq 0.95f_{cu,k}$$

非统计法的检验效率较差，存在将合格产品误判为不合格产品，或将不合格产品误判为合格产品的可能性。

#### (5) 混凝土非破损检验

由于施工质量不良、管理不善、试件与结构中混凝土质量不一致，或对试件试验结果有怀疑时，可采用钻芯取样或回弹法、超声回弹综合法等非破损检验方法，按有关规定进行强度推定。

## （二十五）砌体工程施工

### 1.砌体材料

#### 1.1 砌块

主要有混凝土空心砌块、加气混凝土砌块和粉煤灰砌块。

混凝土空心砌块为竖向方孔，规格为 390×190×190mm。

强度等级分为 MU20、MU15、MU10、MU7.5、MU5 五个强度等级。

加气混凝土砌块的规格较多，一般长度为 600mm，高度有 200mm、240mm、300mm，宽度有 A、B 两种系列。强度等级分为 MU7.5、MU5、MU3.5、MU2.5、MU1.0 五个强度等级。按其容重、外观质量又分优等品（A 极品）、一等品（B 极品）和合格品。

粉煤灰砌块的规格为 880×380~430×240mm 两种，强度等级分为 MU13、MU10 两个强度等级。

#### 1.2 砌筑砂浆

常用的砌筑砂浆有水泥砂浆、水泥混合砂浆和石灰砂浆。砂浆的强度等级有 M15、M10、M7.5、M5、M2.5 五个强度等级。

##### 1.2.1 原材料要求

水泥使用前应对其强度、安定性进行复检，水泥出厂超过三个月（快硬水泥为一个月）或对水泥质量有怀疑时应复查试验。

不同品种的水泥不得混合使用！

水泥砂浆采用的水泥强度等级不宜大于 32.5，水泥混合砂浆采用的水泥强度等级不宜大于 42.5。

砂浆用砂不得含有有害杂物，砂的含泥量一般不超过 5%，对强度等级小于 M5 的水泥混合砂浆可适当放宽，也不得超过 10%。砖砌体砂浆宜用中砂，石砌体砂浆宜用粗砂。

生石灰熟化成石膏时，应用孔径不大于 3×3mm 的网过滤，熟化时间不少于 7 天，严禁使用脱水硬化的石灰膏。

使用袋装磨细生石灰粉，其熟化时间不少于 2 天。

##### 1.2.2 砂浆的制备

砂浆制备应采用经试配调整后的配合比。水泥配料的误差控制在±2%以内，砂、石灰膏和外掺料控制在±5%以内。

砂浆中掺入外掺料可改善其和易性,常用的外掺料有黏土膏、电石膏和粉煤灰等。

在砂浆中掺入有机塑化剂、早强剂、缓凝剂、防冻剂等,应经检验和试配符合要求后方可使用。

掺用外加剂时,应将外加剂按规定浓度溶入水中,将其溶液与拌和水一起投入拌和,不得将外加剂直接投入拌制的砂浆中。

砂浆应采用机械拌和,水泥砂浆和水泥混合砂浆的拌和时间不少于 2min,水泥粉煤灰砂浆和掺用外加剂的砂浆不少于 3min,掺用有机塑化剂的砂浆不少于 3~5min。

砂浆的稠度对砖砌体宜控制在 70~90mm,对石砌体宜为 30~50mm。

### 1.2.3 砂浆的使用

砂浆应随拌随用,水泥砂浆和水泥混合砂浆应分别在 3h 和 4h 内用完,如气温超过 30°C 时,应分别在 2h 和 3h 内用完。

基础工程一般应采用水泥砂浆,强度要求较高或砌体环境潮湿的墙体应采用水泥混合砂浆,强度要求不高且环境干燥的砌体可采用石灰砂浆。

### 1.2.4 砌体材料的取样检验

#### 1.2.4.1 砖的取样检验

按烧结砖 15 万块、多孔砖 5 万块、灰砂砖及粉煤灰砖 10 万块为一验收批,抽检数量为一组。

#### 1.2.4.2 砂浆的强度验收

(1) 取样:每一楼层(基础可按一个楼层计)或不超过 250m<sup>3</sup> 砌体为一验收批,各品种和强度等级取样不少于 3 组,每台搅拌机应至少抽检一次。在砂浆搅拌机出料口取样制作砂浆试块,同盘砂浆只应制作一组试块。

(2) 试件强度:砂浆试块强度以边长 70.7mm 的立方体试块、标准养护 28d 的抗压试验结果为准。

(3) 合格标准:同一验收批砂浆试块平均抗压强度大于或等于设计强度等级;同一验收批砂浆试块的最小一组平均值大于或等于设计强度等级的 0.75 倍。

当砂浆试块缺乏代表性或试块数量不足、对砂浆试块的试验结果有怀疑或争议、砂浆试块的试验结果不能满足设计要求时,可采用现场检验方法对砂浆和砌体强度进行原位检测或取样检测,并重新判定其强度。

## 2. 砖砌体施工

### 2.1 砖砌体施工工序

普通烧结砖砌筑工序包括：抄平→放线→摆砖样→立皮数杆→立头角、挂线→铺灰、砌砖、勾缝等工序。

#### (1) 抄平

砌砖墙前，先在基础面或楼面上按标准的水准点定出各层标高，并用水泥砂浆或C10细石混凝土找平。

#### (2) 放线

底层墙身按龙门板上轴线定位钉为准，拉线、吊线锤，将墙身中心轴线投放至基础顶面，并据此弹出墙身边线及门窗洞口位置。

楼层墙身的放线，应利用预先引测在外墙面上的墙身中心轴线，用经纬仪或线锤向上引测。

轴线的引测是放线的关键！

#### (3) 摆砖样

按选定的组砌方法，在墙基顶面放线位置试摆砖样（生摆，即不铺灰），尽量使门窗垛符合砖的模数，偏差小时可通过竖缝调整，以减少斩砖数量，并保证砖及砖缝排列整齐、均匀，以提高砌砖效率。

摆砖样在清水墙砌筑中尤为重要！

#### (4) 立皮数杆

立皮数杆可控制每皮砖砌筑的竖向尺寸，并使铺灰、砌砖的厚度均匀，保证砖皮水平。皮数杆标有砖的块数、灰缝厚度及门窗洞、过梁、楼板的标高。它位于墙的转角处，其基准标高用水准仪校正。如墙很长，可每隔10~20m再立一根。

#### (5) 盘角、挂线

砌砖通常先在墙角以皮数杆进行盘角，然后将准线挂在墙侧，作为墙身砌筑的依据，每砌一皮或两皮，准线向上移动一次。

#### (6) 铺灰砌砖

铺灰砌砖的操作方法很多，与各地的操作习惯、使用工具有关。常用的砌砖工程施工方法有：挤浆法、刮浆法和满口灰法。操作工具北方多用大铲，南方多用泥（瓦）刀。

当采用铺浆法砌筑时，铺浆长度不得超过750mm，施工期间气温超过300C时，铺浆长度不得超过500mm。

常用的砌砖工程施工方法有：挤浆法、刮浆法和满口灰法。

目前建筑业流行的砌砖方法是“三一砌砖法”。三一砌砖法是刮浆法的一种，其操

作口诀是：“一铲（刀）灰、一块砖、一挤揉”。

### 砖墙的组砌方法

为提高砌体的整体性、稳定性和承载力，砖块排列应遵循上下错缝的原则，避免垂直通缝出现，错缝或搭砌长度一般不小于 60mm。实心墙体的组砌方法有“一顺一丁”“三顺一丁”“梅花丁”等方法。

### 2.2 一般规定

（1）砖的品种、强度等级必须符合设计要求，砖应提前 1 天浇水湿润，避免砖过多吸收砂浆中的水分而影响粘结力，烧结普通砖、空心砖含水率宜为 10%~15%，灰砂砖、粉煤灰砖含水率宜为 5%~8%（现场用“断砖法”检查，砖截面四周浸水深度 15~20mm 时为符合要求的含水率）。

（2）在有冻胀环境和条件的地区，地面或防潮层以下不宜采用多孔砖。

（3）在墙上留置临时洞口，其侧边离交接处墙面不应小于 500mm，洞口净宽不应超过 1m。

（4）不允许留设脚手眼的墙体或部位：

- ①120mm 厚的墙体、独立柱；
- ②宽度小于 1m 的窗间墙；
- ③门窗洞口两侧 200mm 和转角处 450mm 范围内；
- ④梁或梁垫下及其左右 500mm 范围内；
- ⑤过梁上与过梁呈 60° 角的三角形范围及过梁净跨度 1/2 的高度范围内。

（5）尚未施工楼板或屋面的墙或柱，当可能遇到大风时，超过限值时，应采取临时支撑等有效措施。

（6）240mm 厚承重墙的每层墙的最上一皮砖、砖砌台阶的上水平面及挑出层，应整砖丁砌；

（7）搁置预制梁板的砌体顶面应找平，安装时应再坐浆；

（8）多孔砖的孔洞应垂直于受压面砌筑；

（9）墙厚 370mm 及以上的砌体宜双面挂线砌筑；

（10）竖向灰缝不得出现透明缝、瞎缝和假缝。

（11）框架梁的填充墙砌至梁底应预留 18~20cm，间隔一周左右时间后再用实心砖斜砌挤紧，砂浆饱满。间隔一周是让新砌体完成墙体自身沉缩，斜砌可减少灰缝收缩，以防止梁底由于墙体沉缩造成开裂。

### 2.3 质量要求

砌筑工程质量的基本要求是：横平竖直、砂浆饱满、灰缝均匀、上下错缝、内外搭砌、接槎牢固。

横平竖直、砂浆饱满——指灰缝要横平竖直，实心砖砌体水平灰缝的砂浆饱满度不得低于 80%。水平缝厚度和竖缝宽度规定为  $10\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 。

上下错缝——指砖砌体上下两皮砖的竖缝应当错开，以避免上下通缝。

“接槎”——指相邻砌体不能同时砌筑而设置的临时间断，它可便于先砌砌体与后砌砌体之间的接合。

(1) 水平灰缝的砂浆饱满度不得小于 80%，用百格网检查砖底面与砂浆的黏结痕迹面积，每检验批抽查不少于 5 处，每处检测 3 块，取其平均值；

(2) 砖砌体的转角处和纵横墙交接处应同时砌筑，严禁无可靠措施的内外墙分砌施工，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎，斜槎水平投影长度不小于高度的  $2/3$ 。

(3) 非抗震设防及抗震设防烈度为 6、7 度地区的临时间断处，当不能留斜槎时，除转角处外，可留直槎，但直槎必须做成凸槎，并加设拉结钢筋。

拉结钢筋沿墙高每 500mm 留设一道，数量为每 120mm 墙厚放置 1 $\Phi$ 6 拉结钢筋（120mm 厚墙放置 2 $\Phi$ 6）；埋入长度从留槎处算起，每边均不应小于 500mm，抗震设防烈度 6、7 度的地区，不应小于 1000mm；末端应有 90° 弯钩。

(4) 砖砌体轴线位置偏移不得大于 10mm；砖砌体的垂直度允许偏差，每层楼为 5mm，建筑物全高 $\leq 10\text{m}$  时为 10mm，全高 $> 10\text{m}$  时为 20mm；

(5) 砖砌体组砌方法应上下错缝、内外搭砌，砖柱不得采用“包心砌法”。要求清水墙、窗间墙无通缝，混水墙大于或等于 300mm 的通缝每间房不超过 3 处，且不得位于同一面墙上；

(6) 砖砌体的灰缝应横平竖直、厚薄均匀，水平灰缝厚度宜为 10mm，但不应小于 8mm，也不应大于 12mm。一步架的砖砌体，每 20m 抽查一处，用尺量 10 皮砖砌体高度折算。

## 2.4 混凝土构造柱

### (1) 混凝土构造柱的构造

①构造柱的截面尺寸不宜小于  $240\times 240\text{mm}$ ，构造柱配筋中柱不宜少于 4 $\Phi$ 12，边柱、角柱不宜少于 4 $\Phi$ 14；箍筋宜为  $\Phi$ 6@200（楼层上下 500mm 范围内宜为  $\Phi$ 6@100）；竖向受力钢筋应基础梁和楼层圈梁中锚固；混凝土强度等级不宜低于 C20。

②砖墙与构造柱的连接处应砌成马牙槎，每一个马牙槎的高度不宜超过 300mm，

并沿墙高每隔 500mm 设置 2Φ6 拉结钢筋，拉结钢筋每边伸入墙内不宜小于 600mm。

## (2) 构造柱施工

①钢筋混凝土构造柱应遵循“先砌墙、后浇筑”的程序进行。施工程序为：绑扎钢筋→砌砖墙→支模板→浇混凝土→拆模。

②构造柱与墙体连接处的马牙槎，从每层柱脚开始，先退后进，马牙槎沿高度方向不宜超过 300mm，齿深 60~120mm，沿墙高每 500mm 设 2Φ6 拉结钢筋；

③马牙槎砌好后，应立即支设模板，模板必须与墙的两侧严密贴紧、支撑牢固，防止模板漏浆，模板底部应留出清理孔，以便清除模板内的杂物，清除后封闭。

④浇灌构造柱混凝土前，应将砌体及模板浇水湿润，利用柱底预留的清理孔清理落地灰、砖渣及其他杂物，清理完后立即封闭洞眼；

⑤浇灌混凝土前先在结合面处注入适量与混凝土配比相同的去石水泥砂浆，构造柱混凝土分段浇灌，每段高度不大于 2m，振捣时，严禁振捣器触碰砖墙；

## 3. 中小型砌块砌体施工

### 3.1 混凝土小型空心砌块砌体

#### 3.1.1 构造要求

(1) 地面或防潮层以下的砌体应采用普通混凝土小砌块和 M5 水泥砂浆；

(2) 五层及五层以上房屋的底层墙体应采用不低于 MU7.5 的混凝土小砌块和 M5 的砌筑砂浆；

(3) 下列部位的砌体，应采用 C20 混凝土灌实砌体的孔洞：

①底层室内地面或防潮层以下的砌体；

②无圈梁的檩条和楼板支承面下的一皮砌体；

③未设置混凝土梁垫的屋架、梁等构件支承处，灌实宽度、高度不小于 600mm 的砌块；

④挑梁支承面下内外墙交接处，纵横各灌实 3 个孔洞，灌实高度不小于三皮砌块。

(4) 先砌墙与后砌隔墙交接处，应沿墙高每 400mm 在水平灰缝内设置不少于 2Φ4、横筋间距不大于 200mm 的焊接钢筋网片。钢筋网片伸入后砌隔墙内不小于 600mm。

#### 3.1.2 混凝土小型空心砌块砌筑施工

(1) 施工时所用的砌块的龄期不应小于 28d，砌筑时不得浇水。

(2) 砌块的砌筑应立皮数杆、拉准线，从转角处或定位处开始，内外墙同时砌筑、纵横墙交错搭接。

(3) 砌块的砌筑应遵循“对孔、错缝、反砌”的规则进行，即上皮砌块的孔洞对准下皮砌块的孔洞，则上下皮砌块的壁、肋可较好传递竖向荷载，保证砌体的整体性和强度；错缝（搭砌）可增强砌体的整体性；将砌块生产时的底面朝上，便于铺放砂浆和保证水平灰缝的饱满度。

上下皮小砌块竖向灰缝错开 190mm，特殊情况无法对孔砌筑时，普通混凝土小砌块错缝长度不小于 90mm，轻骨料混凝土砌块错缝长度不小于 120mm。无法满足此规定时，应在水平灰缝中设置 4Φ4 钢筋网片，网片每端均应超过该竖向灰缝长度 400mm。

(4) 小砌块砌体的临时间断处应砌成斜槎，斜槎长度不小于高度的 2/3。转角处及抗震设防区严禁留置直槎。非抗震设防区的内外墙临时间断处留斜槎有困难时，可从砌体面伸出 200mm 砌成阴阳槎，并每三皮砌块设拉结筋或钢筋网片，接槎部位延至门窗洞口。

(5) 承重墙体严禁使用断裂砌块；

(6) 需移动砌体中的砌块或砌块被撞动时，应重新铺砌

(7) 砌块的日砌筑高度一般控制在 1.4m 或一步架内。

### 3.1.3 芯柱施工

(1) 小砌块砌体的下列部位宜设置芯柱：

①在外墙转角、楼梯间四角的纵横墙交接处的三个孔洞，宜设置素混凝土芯柱；

②五层及五层以上房屋，宜在上述部位设置钢筋混凝土芯柱。

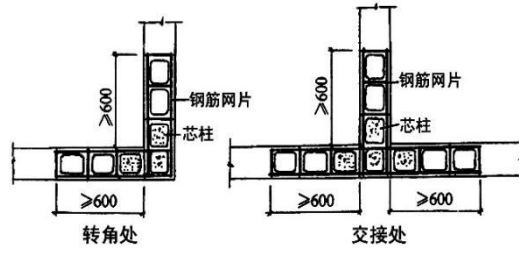
(2) 芯柱截面不小于 120×120mm，宜用不低于 C20 细石混凝土浇灌。

(3) 钢筋混凝土芯柱每孔不应小于 1Φ10 带肋钢筋，底部应伸入室内地坪下 500mm 或与基础圈梁锚固，顶部应与屋盖圈梁锚固。

(4) 芯柱柱脚应留设清扫口，砌至要求标高后，应及时清理芯柱孔内壁及芯柱孔内掉落的砂浆等杂物。

(5) 砌筑砂浆强度达到 1MPa 时方可浇灌芯柱混凝土，浇灌芯柱混凝土前应清除孔洞内砂浆杂物，并用水冲洗，先注入适量的与混凝土相同的去石水泥砂浆，再分层、连续浇筑，不得留施工缝。

(6) 芯柱应沿房屋全高贯通，并与各层圈梁整体现浇。芯柱处沿墙高每隔 400mm 应设Φ4 钢筋网片拉结，每边伸入墙体不小于 600mm。见下图：



(7) 对于配筋小型空心砌块砌体，芯柱混凝土应在装配式楼盖处贯通，不得削弱芯柱截面。