

中国建造

BUILT BY CHINA

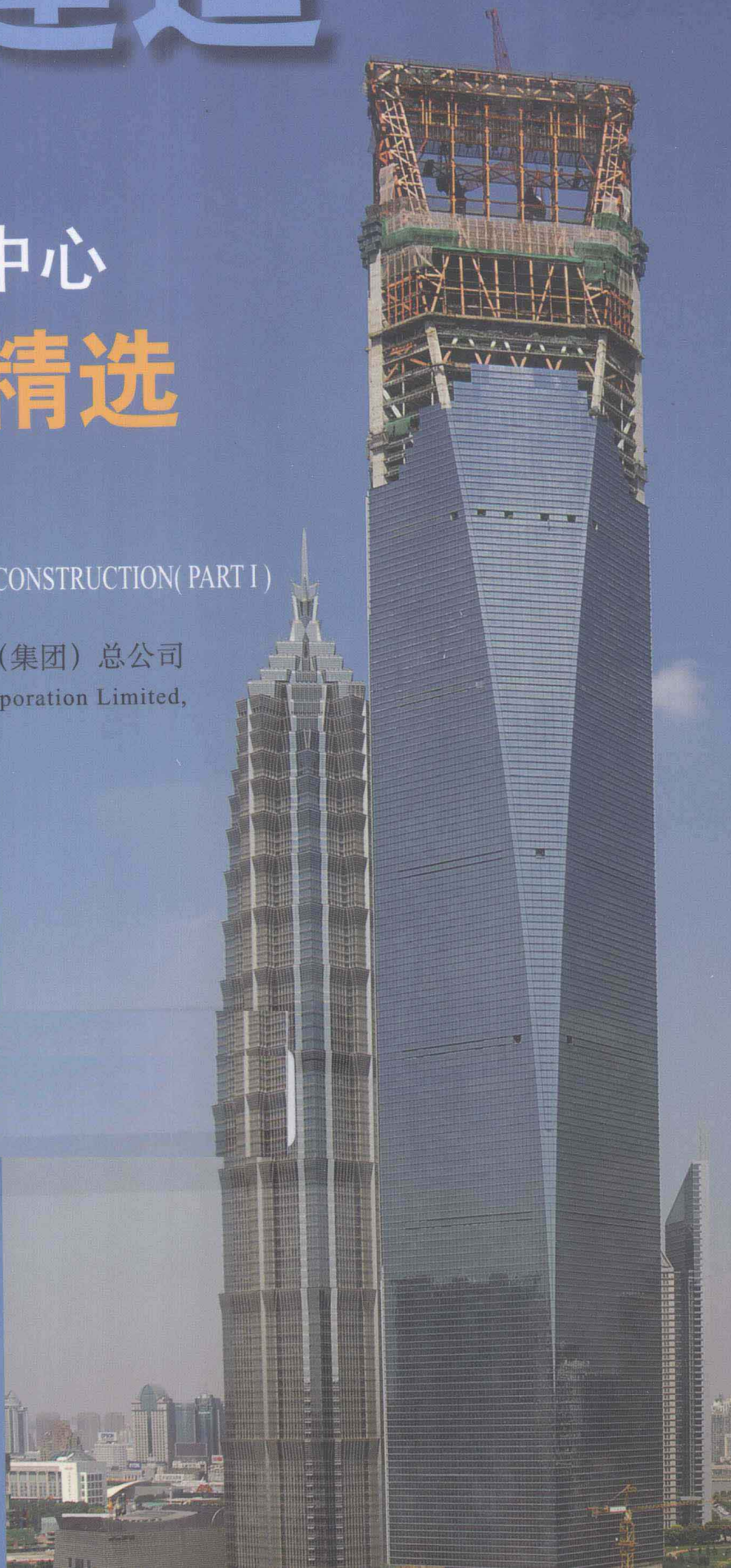
上海环球金融中心 施工方案精选 (上册)

SELECTED SCHEMES OF
SHANGHAI WORLD FINANCIAL CENTER CONSTRUCTION(PART I)

中国建筑股份有限公司 / 上海建工(集团)总公司
China State Construction Engineering Corporation Limited,
Shanghai Construction Group

王伍仁 主编
WANG WUREN Editor in Chief

中国建筑工业出版社



中国建造

BUILT BY CHINA

上海环球金融中心施工方案精选 (上册)

SELECTED SCHEMES OF
SHANGHAI WORLD FINANCIAL CENTER CONSTRUCTION (PART I)

中国建筑股份有限公司/上海建工(集团)总公司

China State Construction Engineering Corporation Limited, Shanghai Construction Group

王伍仁 主编

WANG WUREN Editor in Chief

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

上海环球金融中心施工方案精选/王伍仁主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2010. 10
中国建造
ISBN 978 - 7 - 112 - 12446 - 6

I. ①上… II. ①王… III. ①金融-建筑设计-方案-
上海市 IV. ①TU247. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180753 号

责任编辑: 徐 纺 黄珏倩
责任设计: 董建平
责任校对: 马 赛 刘 钰

中国建造

上海环球金融中心施工方案精选

中国建筑股份有限公司/上海建工 (集团) 总公司
王伍仁 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
华鲁印联 (北京) 科贸有限公司制版
北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 880 × 1230 毫米 1/16 印张: 49 1/4 字数: 1576 千字

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月第一次印刷

定价: 148.00 元 (上、下册)

ISBN 978 - 7 - 112 - 12446 - 6

(19749)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序 言

易 军

2004年11月, 中国建筑股份有限公司(原中国建筑工程总公司)牵头与上海建工(集团)总公司联合承接了上海环球金融中心大厦的建造。从工程开工到交付业主使用, 历时42个月, 整个建设过程没有出现一起重大伤亡事故。数以万计的环球大厦建设者在总承包管理团队的组织和领导下, 用实践赢得了中国建筑企业在超高层房屋建筑领域的美誉。

上海环球金融中心大厦是由日本森大厦株式会社联合40多家日本、美国企业投资兴建的一座以办公为主, 兼有商贸、宾馆、观光、会议等功能设施的摩天大厦。大厦地上101层, 地下3层, 建筑主体高度492m, 总建筑面积381600m², 建成时“楼顶高度”和“人可到达高度”两项指标世界第一。本工程具有超高、超大、结构体系复杂等特点, 工程参建单位包括来自不同国家和不同文化背景的100多家企业, 总承包商协调难度非常大。

建造一座400m以上的摩天大楼, 不仅是对设计技术、建筑材料及设备的一次挑战, 也是对施工新技术的应用、集成和创新的一次巨大推动, 建设部推广的“建筑业10项新技术(2005)”中的相关技术在该工程的建造过程中得到全部应用, 并且创新了40多项新技术。在上海环球金融中心大厦建造过程中, 中建股份始终以科技提升施工效率, 解决工期、安全、质量和造价之间的有效协同, 解决超高层建筑的施工难题, 形成了多项国家级工法和专利技术, 代表了当今超高层建筑施工的世界领先水平。

“建设一流的工程, 培育一流的人才, 总结先进经验”, 是我们在工程建造之初就提出的目标。“中国建造”系列丛书之三《上海环球金融中心施工方案精选》是环球建设者在“超高要求”下集成创新房屋建筑施工技术的实践结晶。在上海环球金融中心的建设过程, 总承包单位先后组织参建单位编写了600多个施工方案, 此次精选的39个施工方案倾注了编写人员大量心血, 相信本书的出版对我国乃至世界超高层建筑的施工水平能够起到重大的推动作用, 这也是国有重要骨干企业应尽的社会责任。



目 录

(上册)

第 1 章 主体结构施工篇	1
1.1 主楼泵送混凝土施工方案	1
1.2 巨型柱 DOKA 液压整体爬升模板方案	11
1.3 28F~31F 核心筒混凝土结构模板体系施工方案	34
1.4 57F~61F 核心筒转换墙体模板体系施工方案	63
1.5 28F~31F 钢结构安装方案	85
1.6 57F~61F 转换层钢桁架安装方案	107
1.7 79F~91F 钢结构安装方案	137
1.8 91F 铸钢节点安装方案	174
1.9 TOT 钢结构安装方案	185
1.10 阻尼器吊装方案	231
1.11 观光电梯井钢梁安装方案	248
第 2 章 裙楼地下室逆作结构施工篇	267
2.1 裙楼地下连续墙施工方案	267
2.2 裙楼基坑围护 SMW 工法施工方案	302
2.3 围堰爆破施工方案	305
2.4 基坑监测方案	316
第 3 章 装饰、幕墙篇	332
3.1 85F 游泳池不锈钢池体施工方案	332
3.2 ALC 板楼板安装方案	353
3.3 电梯厅墙面玻璃施工方案	358
3.4 办公区系统天花施工方案	362
3.5 石材幕墙工程施工方案	369
3.6 TOT 幕墙安装技术方案	403

(下册)

第 4 章 机电篇	419
4.1 空调工程调试方案	419

4.2	35kV 变电站安装方案	462
4.3	柴油发电机设备安装方案	478
4.4	变配电室电气调试方案	501
4.5	超高层双轿箱电梯吊笼安装施工方案	517
4.6	安全防范系统施工方案	541
4.7	集中计量系统施工方案	552
4.8	火灾自动报警系统施工方案	564
4.9	管道工厂化预制、装配施工方案	570
4.10	预制组合立管施工方案	584
4.11	超高悬挂式新型高压电缆敷设施工方案	601
第 5 章	垂直运输篇	628
5.1	内爬塔吊 (M440D, M900D) 79F 以下附墙架设计方案	628
附录 A	M440D 塔吊附墙架计算书	632
附录 B	M440D 塔吊附墙架验算	643
附录 C	M900D 塔吊附墙架计算书	651
附录 D	M900D 塔吊附墙架验算	664
附录 E	塔吊施工图	674
5.2	1#~5#施工升降机安装方案	697
5.3	M900D 塔吊拆除方案	727
第 6 章	其他	738
6.1	主楼地上结构测量施工方案	738
6.2	裙楼逆作测量施工方案	748
6.3	多媒体远程验收系统	753
6.4	消防自救体系设计与施工方案	765
	后记	773

第 1 章

主体结构施工篇

1.1 主楼泵送混凝土施工方案

1.1.1 工程概况

本工程上部结构 101 层，高 492m。钢筋混凝土结构包括核心筒、巨型柱及组合楼板。

结构出 ± 0.000 后，同步开始施工非标准层的核心筒和巨型柱。核心筒施工至 6F 后，开始施工核心筒外围的组合楼板，核心筒施工至 8F 后，开始施工核心筒内侧组合楼板。进入标准层后，核心筒在最高点施工，外围组合楼板和巨型柱落后核心筒 10 层，核心筒内侧组合楼板落后于外围组合楼板 7 层。91F 以上，组合楼板和巨型柱混凝土同步施工，一直到顶。

本工程混凝土总方量约为 294000m^3 ， ± 0.000 以上混凝土方量为 121000m^3 ，最大泵送高度达 492m。混凝土强度等级为 C30 ~ C60，分布见表 1-1 所示：

表 1-1

序号	部位	混凝土强度等级	备注
1	塔楼墙体	79F 以上	坍落度 18cm
		60F ~ 79F	坍落度 18cm
		60F 以下	坍落度 18cm
2	巨型柱外包混凝土	80F 以上	坍落度 18cm
		68F ~ 80F	坍落度 18cm
		68F 以下	坍落度 18cm
3	塔楼楼板	C30	坍落度 18cm

超高空高强混凝土输送是本工程重点之一，其分布情况见表 1-2、表 1-3 所示：

表 1-2

序号	混凝土强度等级	部位	最大高度 (m)
1	C60	核心筒 60F 以下	260.15
2		巨型柱 68F 以下	293.75
3	C50	核心筒 60F ~ 79F	340.15
4		巨型柱 68F ~ 80F	344.3

续表

序号	混凝土强度等级	部位	最大高度 (m)
5	C40	核心筒 79F ~ 91F	404.175
6		巨型柱 80F 以上	491
7	C30	楼板	491
8	C40 高流态	核心筒巨型斜撑至 91F	404

表 1-3

序号	部位		厚度 (mm)	浇筑量
1	底板		4000 ~ 4500	共 20160m ³ 分两次浇筑
2	筒体	B3F ~ B1F	内筒: 1800 外筒: 1000 ~ 3400	最大单层 3990.50m ³ /层
		1F ~ 6F	1600 ~ 1800	993.80m ³ /层
		6F ~ 19F	1400	580m ³ /层
		19F ~ 31F	1150	478m ³ /层
		31F ~ 43F	900	370m ³ /层
		43F ~ 55F	750	312m ³ /层
		55F ~ 67F	650	306.03m ³ /层
		67F ~ 79F	550	219.14m ³ /层
		79F ~ 91F	500	82m ³ /层
3	巨型柱		最薄处 500 ~ 2000	A 柱: 单根单层最大 118m ³ B 柱: 单根单层最大 136m ³
4	巨型斜撑			

1.1.2 泵车选择

本工程 200m 以下混凝土泵采用 HBT90CH-2122D 型, 200m 以上采用 HBT90CH-2135D 型。HBT90CH-2135D 为超高层混凝土泵, 其性能参数见表 1-4:

HBT90CH-2135D 混凝土输送泵

表 1-4

技术参数	HBT90CH-2135D		
整机质量	kg	13000	
外形尺寸	mm	7450 × 2480 × 2950	
理论混凝土输送量	m ³ /h	87/53	
理论混凝土输送压力	MPa	19/35	
主油缸直径 × 行程	mm	Φ180 × 2100	
输送缸直径 × 行程	mm	Φ180 × 2100	
主油泵排量	cm ³ /r	260 × 2	
柴油机动率	kW	273 × 2	
上料高度	mm	1420	
料斗容	m ³	0.7	
理论最大输送距离 (125mm 管)	m	水平 2500	垂直 835

对于混凝土泵来说,体现其泵送能力的两个关键参数为出口压力与整机功率。出口压力是泵送高度的保证,整机功率是输送量的保证。从理论计算与实际应用两个方面对出口压力与功率进行计算。

1.1.2.1 理论计算

1. 泵送混凝土至 492m 高度所需压力的计算:

混凝土泵送所需压力 P 包含三部分:混凝土在管道内流动的沿程压力损失 P_1 、混凝土经过弯管及锥管的局部压力损失 P_2 以及混凝土在垂直高度方向因重力产生的压力 P_3 。

$$P_1 = \Delta p_1 \times l = \frac{4}{d} \left[k_1 + k_2 \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) V_2 \right] a_2 \times l = 6.3 \text{ MPa}$$

式中 Δp_1 ——单位长度的沿程压力损失;

l ——管道中长度,垂直高度 492m,加上布料杆长度及水平管道部分,总长约 650m;

k_1 ——黏着系数,取 $k_1 = (3.00 - 0.10S) \times 102 \text{ (Pa)}$, S 为坍落度,约 200mm;

d ——混凝土输送管直径,为了与香港金融中心工程作比较,按 125mm 计算;

k_2 ——速度系数,取 $k_2 = (4.00 - 0.10S) \times 102 [\text{Pa}/(\text{m} \cdot \text{s})]$;

$\frac{t_1}{t_2}$ ——混凝土泵送分配阀切换时间与活塞推压和混凝土时间之比,其值约 0.2 ~ 0.3;

V_2 ——混凝土在管道内的流速,当排量达 $40 \text{ m}^3/\text{h}$,流速约 0.91 m/s ;

a_2 ——径向压力与轴向压力之比,其值约 0.9。

$$P_2 = 17 \times 0.1 + 0.2 = 1.9 \text{ MPa}$$

弯管共 17 个,锥管 1 个,每个弯管、锥管压力损失 0.1MPa,分配阀压力损失 0.2MPa。

$$P_3 = \rho g H = 12.5 \text{ MPa}$$

ρ ——混凝土密度,取 2600 kg/m^3 ;

g ——重力加速度;

H ——泵送高度,按 492m 计算。

计算结果为:

泵送 492m 高度所需压力总压力:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 6.3 + 1.9 + 12.5 = 20.7 \text{ MPa}$$

2. 发动机功率验算:

条件说明:

(1) 主系统油压为 $p = 20 \text{ MPa}$ 。

(2) 柴油机额定转速为 2000rpm。

(3) 主油泵 2 台,排量为 520 ml/r 。

(4) 恒油泵 2 台,排量 28 ml/r ,最高工作压力 16 MPa 。

(5) 齿轮泵 2 台,排量 22 ml/r ,最高工作压力 11 MPa 。

主油泵功率 $W_1 = P \times Q / 60 = 24 \times 1040 / 60 = 346 \text{ kW}$

恒压泵功率 $W_2 = P \times Q / 60 = 24 \times 56 / 60 \times 2 = 29.9 \text{ kW}$

辅助泵功率 $W_3 = P \times Q / 60 = 11 \times 44 / 60 \times 2 = 16.1 \text{ kW}$

发动机功率:

$$W = (W_1 + W_2 + W_3) \eta = (346 + 29.9 + 16.1) / 0.88 = 445 \text{ kW}$$

η ——机械下率,取 0.88。

1.1.2.2 实际应用

在一般的泵送施工经验中，混凝土泵的最大出口压力应比实际所需压力高 15% ~ 20%，多出的压力储备用来应付混凝土变化引起的异常现象，避免堵管。对于上海环球金融中心这种特高层建筑的混凝土泵送，其意外的因素更多，要求的可靠性更高，应该有更多的压力储备。因此，根据上面的计算结果，我们将泵的最大出口压力设计为 35MPa，一方面有 41% 的压力储备，另一方面，在正常的工作状况下，液压系统工作压力不超过 25MPa，工作的可靠性更高。

确定的功率为 546kW，不确定因素较少。设计的泵送量为 $53\text{m}^3/\text{h}$ ，按 80% 的容积效率计算，设计泵送量在 $40\text{m}^3/\text{h}$ 以上，因此功率无须再增加储备，选取不低于计算的较大值就可以满足要求，现场选两台 273kW 的 DUETZ 柴油机，总功率为 546kW。

1.1.2.3 泵车数量及布置位置

在现场东侧施工道路上沿地下连续墙布置两台 HBT90CH-2122D 和 HBT90CH-2135D 泵车。同时为确保泵送的顺利进行，在现场增设 HBT90CH-2122D 和 HBT90CH-2135D 各一台作为备用泵车。

1.1.3 泵管排布方案

1.1.3.1 泵管材料

本工程混凝土浇捣总高度为 492m，采用一泵到顶的施工技术，对泵管性能要求相当高。故高压处采用 $\phi 15212\text{mm}$ 厚高压钢管，材质为 45 号钢材，硬度 HRC55-60。直管钢管分节有 3000mm、2000mm、1000mm，弯管有 450mm、900mm，局部采用异形管，泵管接口采用平口法兰连接。其他位置采用 6mm 厚普通泵管，接口以卡箍连接。在泵车出口处及泵管上行转弯前分别设置止回阀。

1.1.3.2 布管方案

1. 泵管布置遵循一次性布置到位，尽量少拆装的原则。根据每次浇捣混凝土的方量，本工程采用两路泵管。从东侧施工道路旁的泵车引出沿 1F 楼面架设至 A、B 楼梯间旁边的风管井内，再转弯上行。考虑到裙房土方开挖施工的影响，1F 的水平管需分阶段布置，具体如下所述：

(1) 第一阶段：钢结构堆料平台形成之前，敷设水平泵管。

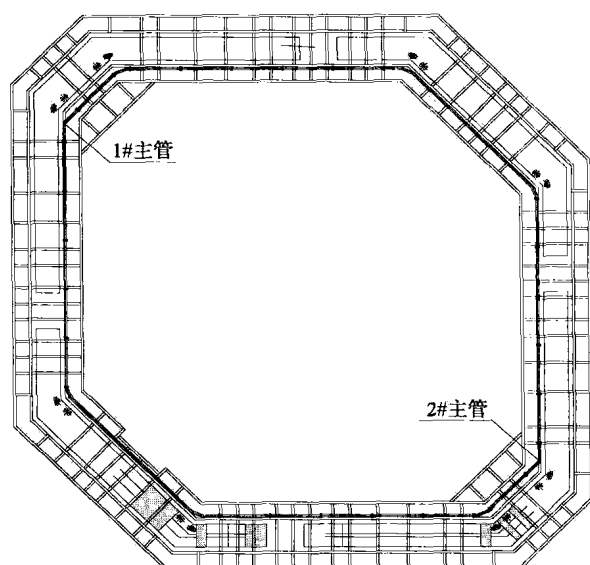
(2) 第二阶段：钢结构堆料平台形成之后，裙房部位挖土时，根据现场情况对水平泵管改道。

(3) 第三阶段：裙房的顶板施工结束后，将水平泵管恢复到原位。

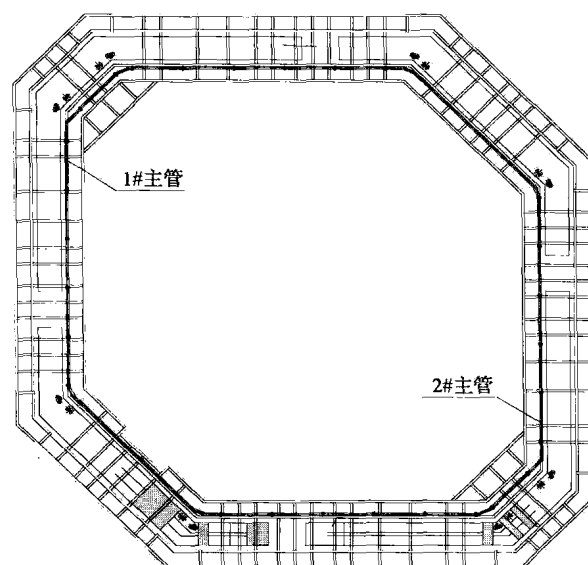
2. 为满足核心筒、组合楼板、巨型柱混凝土浇捣的要求，两路竖向主管随核心筒施工层面升高而加高。在泵管的分节上考虑在竖向泵管中间拆除一节泵管，接出水平管以满足核心筒内外组合楼板、巨型柱混凝土浇捣的需要。

3. 由于本工程泵管送混凝土高度达到 492m，为减小泵管底部的回压力，在 35F ~ 40F 和 67F ~ 72F 分别设置缓冲弯，缓冲弯立管位置在 A、B 楼梯间休息平台处。

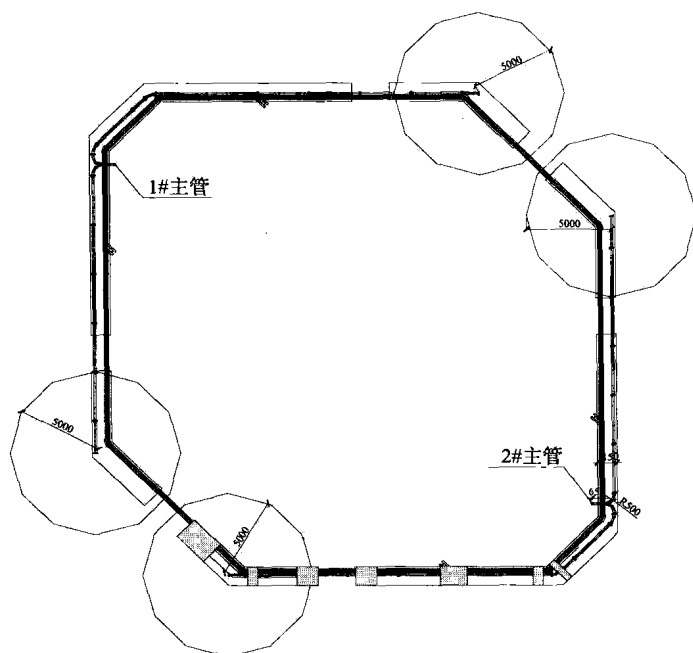
4. 核心筒混凝土浇筑层水平泵管采用 6mm 厚普通管，沿剪力墙接硬管直接送混凝土，这样能确保混凝土浇捣时的安全。有钢平台的楼层泵管布置在钢平台上，无钢平台施工的楼层泵管布置在剪力墙上，泵管下垫旧轮胎。核心筒混凝土浇筑泵管布置见图 1-1 所示：



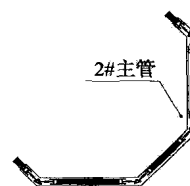
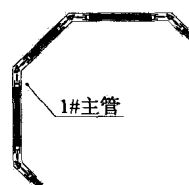
核心筒混凝土浇筑泵管布置 1
(有钢平台, 竖向主泵管在原始位置)



核心筒混凝土浇筑泵管布置 2
(有钢平台, 竖向主泵管在缓冲段位置)



核心筒混凝土浇筑泵管布置 3
(29F~31F, 53F~55F 无钢平台, 泵管沿核心筒布置
管端配置 5m 长软管)



核心筒混凝土浇筑泵管布置 4
(79F~91F 剪力墙内存在劲性钢结构, 泵管只能固定在
脚手架上, 故尽量少接硬管, 采用软管浇筑)

图 1-1

5. 核心筒外侧楼板、巨型柱施工提前于核心筒内侧楼板 7 层左右, 核心筒外侧混凝土浇筑时泵管无法直接从该浇筑楼层的竖向主管分接出来 (因为无脚手), 故在下面核心筒内侧已施工完的楼层面由主管分接水平管至次立管, 如图 1-2 所示:

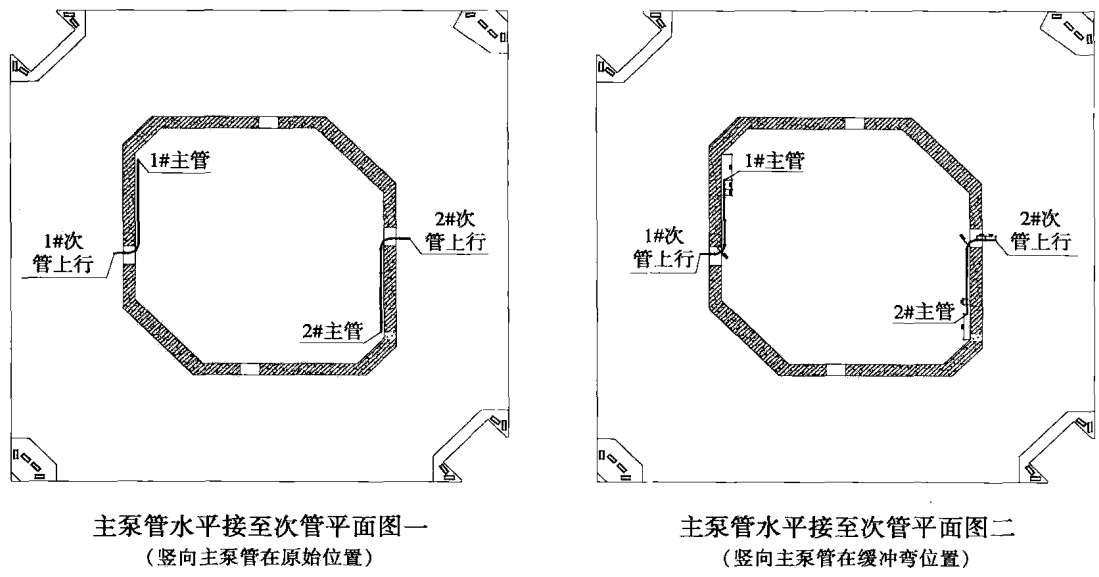


图 1-2

次立管延伸至顶部混凝土浇筑层，再接 90°水平弯管供混凝土。次立管高度不超过 10 层。主次立管之间水平管每隔三层接一次。水平管每接一次，拆除上下水平管之间的竖向次管，次立管顶部按照核心筒外围楼板、巨型柱施工面升高而加高。巨型柱及核心筒外围组合楼板混凝土浇筑泵管布置如图 1-3 所示：

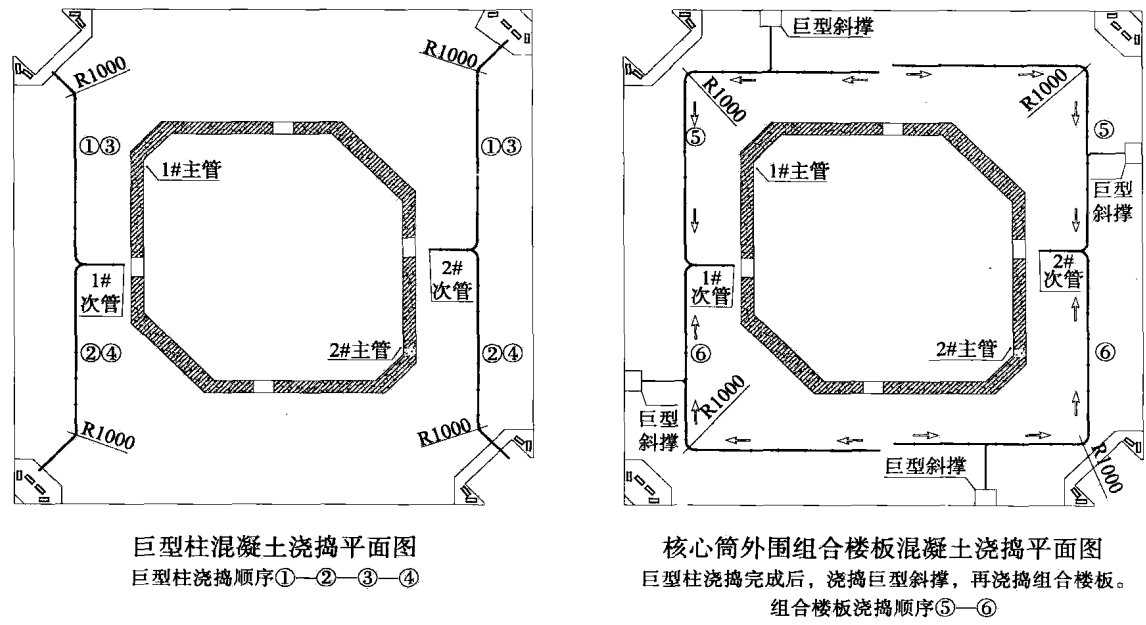
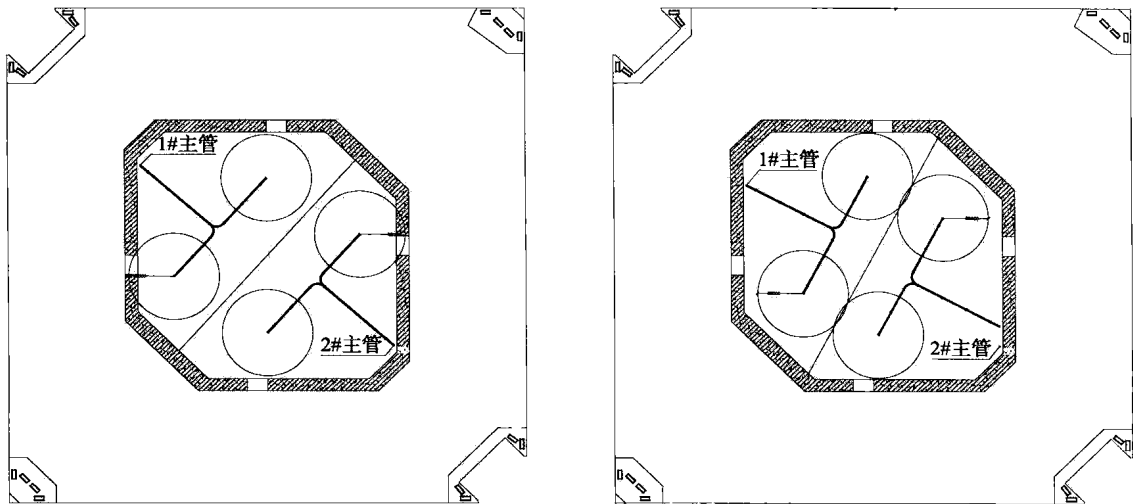


图 1-3

6. 核心筒内侧楼板混凝土采取从主管水平接出普通管浇捣的方式，并在水平管端部接软管，以加大每根泵管的浇捣面积。核心筒内侧楼板混凝土浇筑泵管布置如图 1-4 所示：



核心筒内楼板浇捣平面布置图一
(竖向主泵管在原始位置)

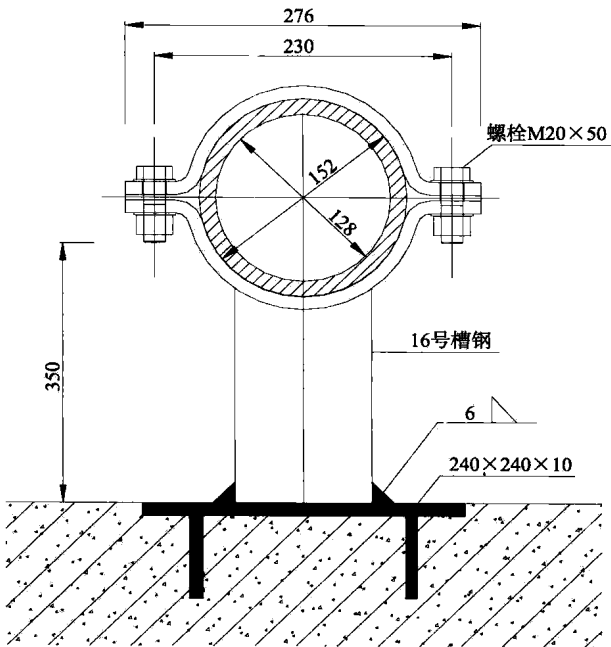
核心筒内楼板浇捣平面布置图二
(竖向主泵管在缓冲弯位置)

图 1-4

7. 核心筒内自顶部组合楼板施工层往上（共计 17 层高度）主泵管上的各固定支架抱箍临时松弛，抱箍口径比泵管口径大 5mm，以确保该 17 层泵管在中间拆装时能顺利被起吊。该部分松弛支架随组合楼板往上施工，逐层禁钢。

1.1.4 泵管固定支架、预埋件及止回阀设置

水平管和竖向管每节长度大于 1m 的泵管，设置 2 个支架；小于 1m 的泵管设置 1 个支架；弯管处设置 1 个支架。支架位置在离管端 500mm 处。支架及预埋件如图 1-5 所示：



泵管水平或竖向固定节点

图 1-5 (一)

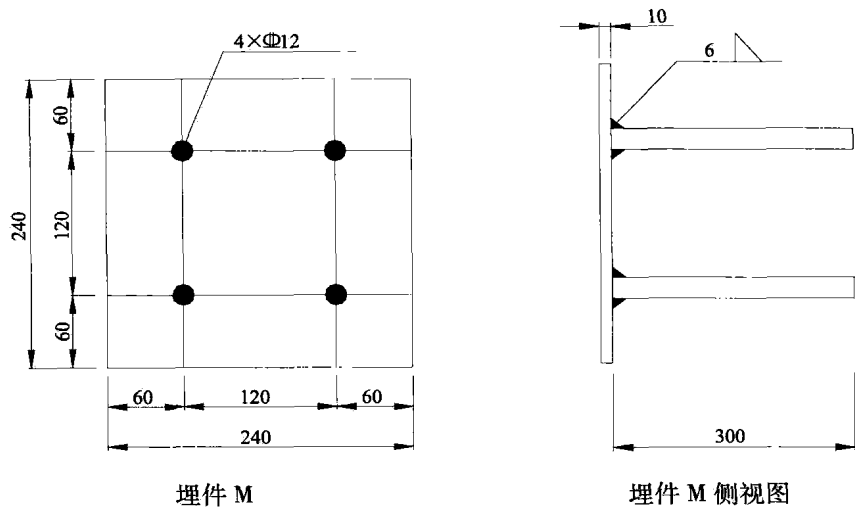


图 1-5（二）

1F 水平泵管标高为 5.49m，结构面低于 5.14m 时，支架位置做混凝土墩子，混凝土墩子平面尺寸为 400mm × 400mm，止回阀处墩子尺寸为 850mm × 780mm，墩子内配主筋 4 Φ16，箍筋 Φ8@200，墩子上口标高 5.14m，上面设置预埋件。混凝土墩如图 1-6 所示：

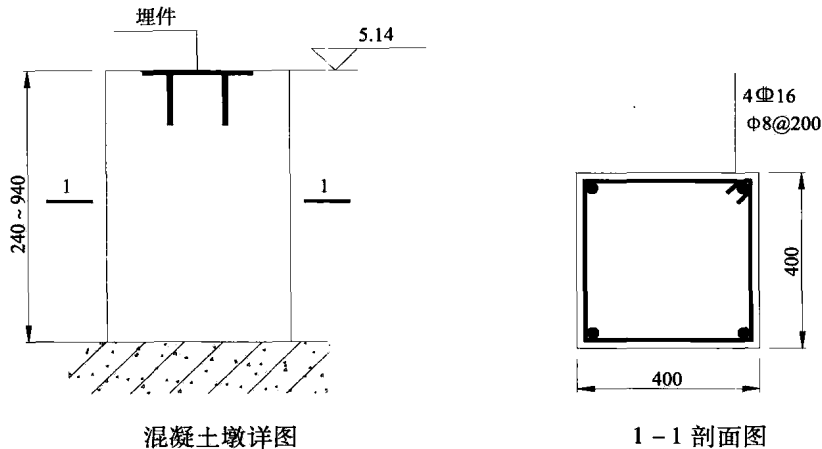


图 1-6

1F 水平泵管与竖向泵管相交处设置现浇混凝土墩，尺寸为 1000mm × 1000mm × 1000mm，以抵抗泵管冲击。此处混凝土墩如图 1-7 所示：

每根泵管在 1F 泵车出口及水平管接弯管上行之前分别设置一个止回阀，以便于泵管维修和清洗。每个止回阀中间单独设置一个支架，支架下设置 4 块 150 × 150 × 10 预埋件，如图 1-8 所示：

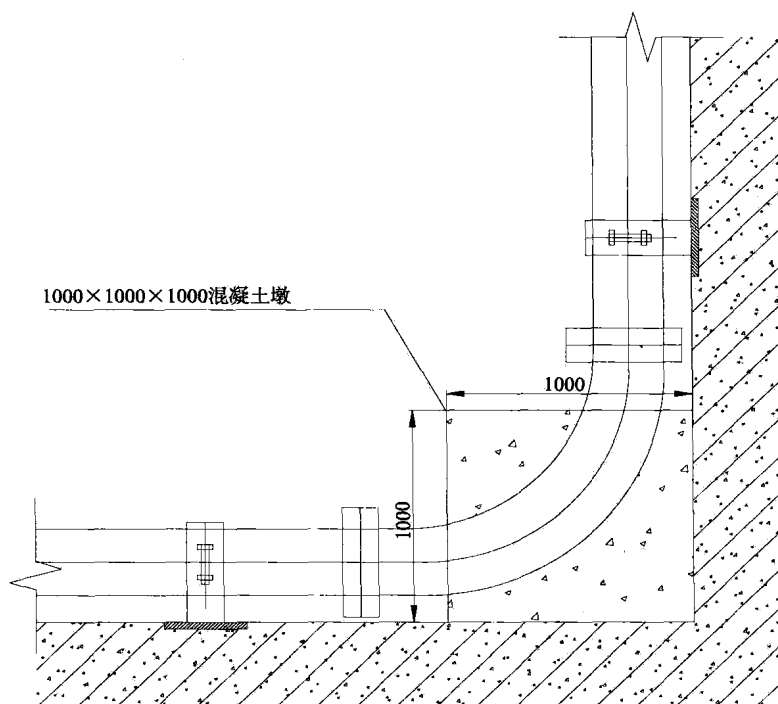


图 1-7 一层泵管水平与竖向相交处混凝土墩详图

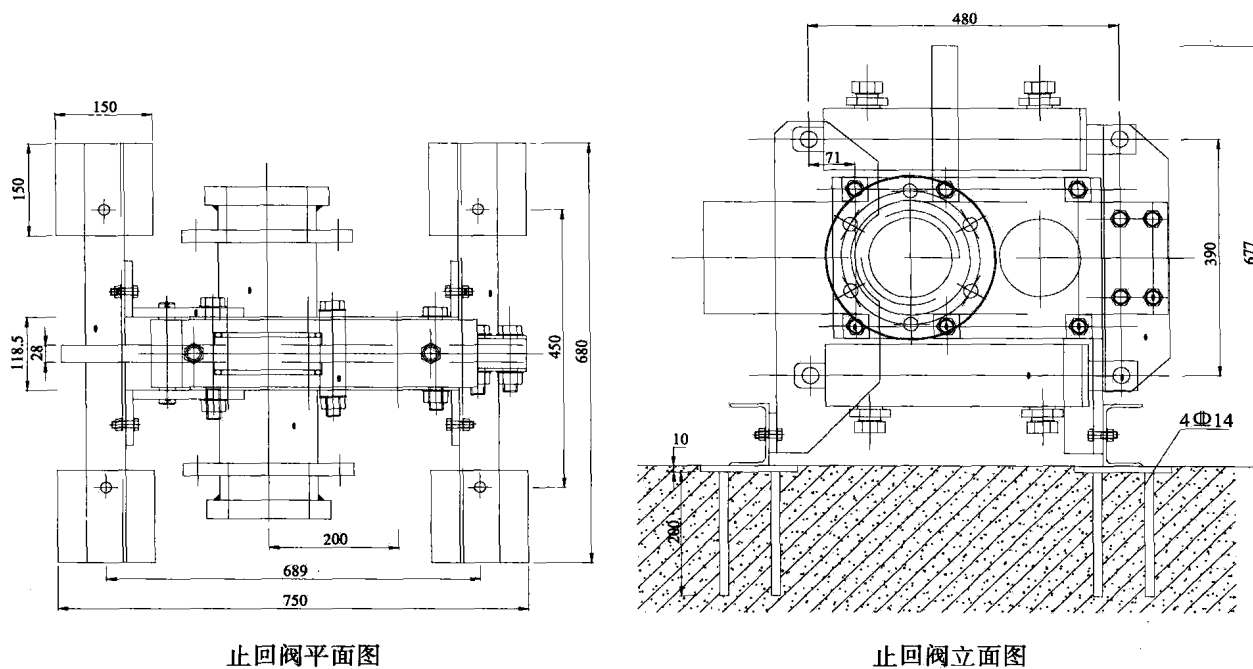


图 1-8

1.1.5 泵管水洗技术

传统的超高层泵送管路清洗方式：混凝土浇筑完成后，将海绵球塞入浇筑层之管头，再打开 1F 的截止阀，则管路中混凝土因自重作用而下降，在下降的时候造成真空将海绵球吸下从

而清洗管壁。当海绵球被吸至 9F 左右时，管中混凝土流动阻力与自重压力平衡，此时利用水泵泵送高压水沿着副管至 9F，经混凝土高压管将 9F 以下管中混凝土回流至搅拌运输车中，如此完成整个管路的清洗作业。此种清洗方法需要另接一套副管至 9F，同时，回收的混凝土因不能重复利用而浪费。

本工程利用专利技术的混凝土活塞、自动补偿磨损间隙的眼睛板、切割管及管路的良好密封性，直接用混凝土泵泵送水洗，做到泵送多高，水洗多高。水洗输送管可以最大限度利用管道中的混凝土，减少混凝土浪费和对施工环境的污染。

现场在泵车旁边（场地东侧临时道路上）建一个水池（容积约 9m^3 ， $1\text{m} \times 1\text{m} \times 9\text{m}$ ），接二根水管到二台泵车旁边，以便循环水洗，并定期清理沉淀砂浆、石子等物。水池上采用预制混凝土盖板。另外再制作二个斗（容积约 $1 \sim 2\text{m}^3$ ），用于承接水洗时不干净的混凝土和部分脏水。

60m 以下高度时，采用下图所示海绵塞的水洗方法。顶部泵管出来的砂—石混合料采用接料斗接料，然后用塔吊吊下（见图 1-9）。

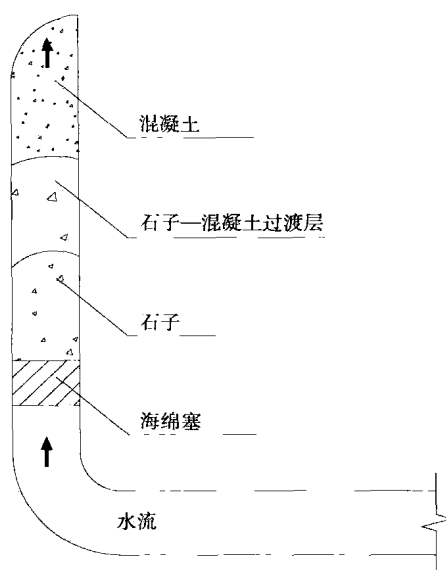


图 1-9

60m 以上高度时，如果仍用海绵塞，由于海绵塞不能完全对高压水密封，渗过海绵塞的高压水形成小激流，流速比海绵塞快，从而冲走混凝土的砂浆，使海绵塞前的石子越积越多。由于石子与管壁摩擦为滑动摩擦，摩擦阻力很大，再加上石料自重，当水流推力不足以克服石料自重和阻力时，就发生堵管。因此，我们采用下图所示的水洗方法，用混凝土泵直接泵水清洗，其原理与泵送混凝土的原理一样。首先，水冲击砂浆，形成一堆石子和过渡层，之后，在高压水柱的强大层流作用下，水柱推动石子、过渡层和混凝土同速前进，石子与管壁摩擦为滚动摩擦，摩擦阻力小，不会出现石料堆积现象，实现泵送多高，水洗多高。当浇筑层之管头出现过渡层混凝土时，用斗承接，直到出水。然后反抽，首先残留石子在自重作用下，沉入管路底层，反抽形成真空，在高层水柱压力作用下，残留石子压回料斗，完成整个管路清洗。各工况见图 1-10。

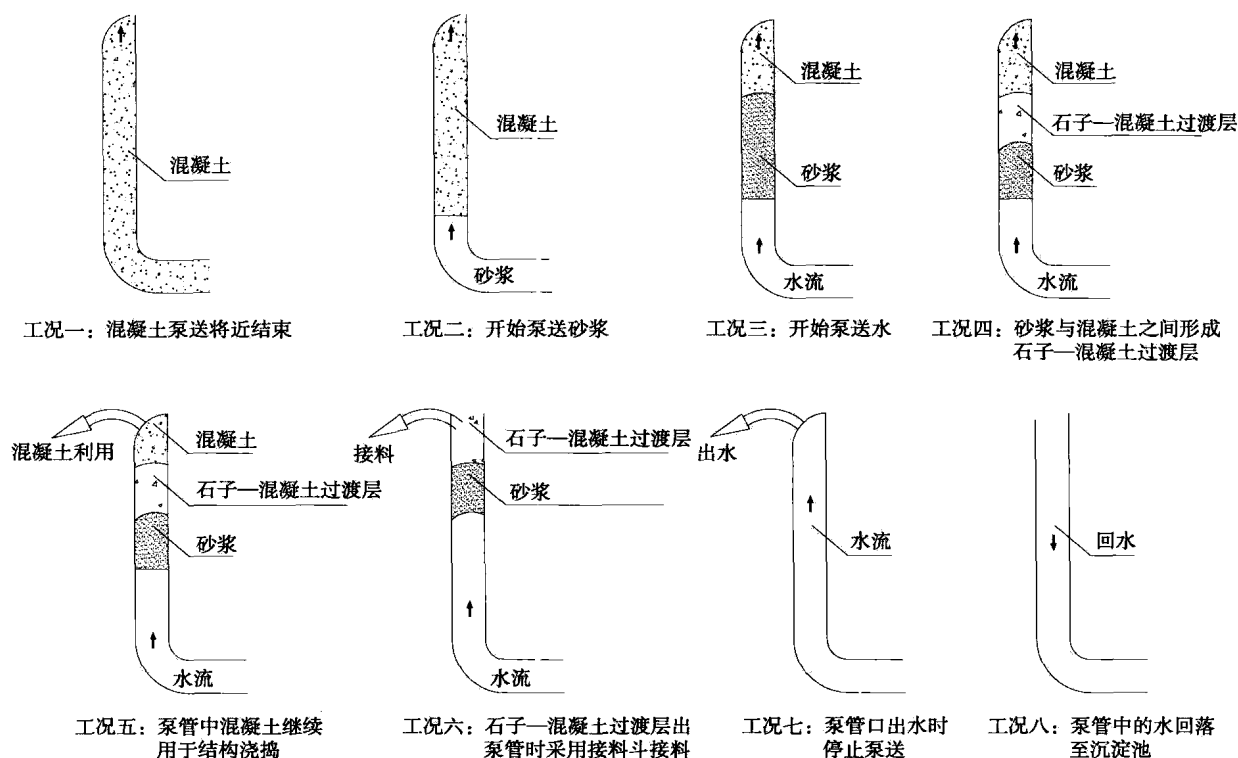


图 1-10 工况图

1.2 巨型柱 DOKA 液压整体爬升模板方案

1.2.1 工程概况

本工程共有 4 根巨型柱，2 根 A 型柱和 2 根 B 型柱，为钢骨劲性混凝土结构。巨型柱竖筋以 $\Phi 40$ 、 $\Phi 36$ 为主，水平筋为 $\Phi 16$ ，混凝土强度等级分别为 C60、C50、C40。8F 以上巨型柱施工时外侧模板采用 DOKA 液压整体爬升模板体系，内侧模板采用常规脚手架体系。

1.2.1.1 A 巨型柱概况

A 型柱位于主楼的东北角和西南角，结构范围为 8F 到顶层，沿高度方向保持垂直不变，总高度达 492m，如图 1-11 所示：

1.2.1.2 巨型柱 B 概况

B 型柱位于主楼的东南角和西北角，结构范围为 8F~91F，1F~19F 保持垂直，从 19F 开始倾斜，并在 43F 开始分叉为 2 根巨型柱，分别沿平行于建筑外围轴线向所对应的 A 型柱靠拢，并一直延伸到 91F，高度达 398m。由于 B 型柱的倾斜，大楼东南及西北立面呈逐层收缩的趋势，如图 1-12 所示：