

# 中交汇通横琴广场超高层建筑箱基 底板大体积混凝土施工工艺

米晓晨, 万瑞, 米向东, 张保卫, 李晓冬  
(中交第一航务工程局有限公司, 天津 300461)

**摘 要:** 中交汇通横琴广场工程主塔楼箱形基础采用大体积混凝土综合浇筑技术进行施工, 依据现场技术条件、施工条件、平面布置情况, 利用溜槽的“快”、地泵的“广”、汽车泵的“活”有机结合, 采取合理的技术措施, 顺利地完成了主塔楼箱形基础大体积混凝土浇筑施工, 未发现异常裂缝, 积累了相关技术经验。

**关键词:** 超高层建筑; 箱基; 大体积混凝土; 施工工艺

中图分类号: U655.4 文献标志码: B 文章编号: 2095-7874(2017)08-0073-05  
doi: 10.7640/zggwjs201708017

## Mass concrete construction technology for box foundation slab of super high-rise building in CCCC Huitong Hengqin Square

MI Xiao-chen, WAN Rui, MI Xiang-dong, ZHANG Bao-wei, LI Xiao-dong  
(CCCC First Harbor Engineering Co., Ltd., Tianjin 300461, China)

**Abstract:** The main tower box-foundation of CCCC Huitong Hengqin Square project was constructed with mass concrete pouring and tamping technology. According to the technical conditions, construction conditions, and layout, we used an organic combination of "fast" chute, "wide" pump, and "flexible" auto pump, took reasonable technical measures, successfully completed the mass concrete pouring construction of the main tower box-foundation, and found no unusual cracks. It has accumulated relevant technical experience.

**Key words:** super high-rise building; box foundation; mass concrete; construction technology

### 1 工程概况

中交汇通横琴广场工程是中国交建首个投资建设的超高层高端城市综合体开发项目。工程位于广东珠海横琴新区十字门大道与汇通三路交口东南侧, 基础为( $\phi 800 \sim 2\,000$  mm)桩基和 4 层箱形基础, 基坑深约 24 m, 主塔楼地上 62 层, 檐口高度 299.5 m, 最大结构高度 309 m。结构形式为框筒加伸臂桁架结构; 核心筒为 1 200 mm 厚的钢板(80 mm)混凝土剪力墙结构, 外围为钢管混凝土框架, 柱径 1.6~2.8 m, 钢管壁厚 70 mm。本工程大体积混凝土位于主塔楼下 11 区(位置详见图

1), 厚度为 3.5 m, 局部厚达 9.8 m, 混凝土等级为 C40 P8; 浇筑量 11 969 m<sup>3</sup>, 面积 4 993 m<sup>2</sup>。底板中部原设计为 800 mm 宽后浇带, 经施工优化为 2 000 mm 膨胀加强带。

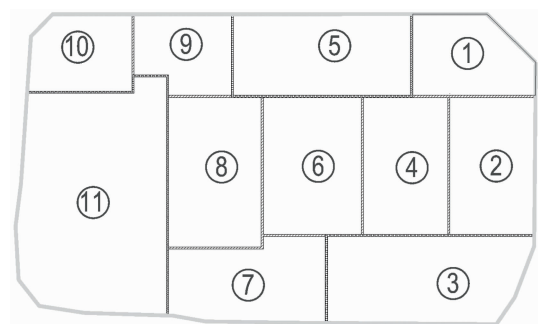


图 1 地下室底板混凝土分区图

Fig. 1 Concrete partition of basement floor slab

收稿日期: 2017-06-01 修回日期: 2017-06-09

作者简介: 米晓晨(1960—), 男, 河北唐山人, 硕士, 高级工程师, 副总经理, 工业与民用建筑专业。E-mail: mixc@cccchy.com

## 2 施工工艺及方法

本工程大体积混凝土施工的特点为：基础底板尺寸大(底板长 65.3 m, 宽 52.5 m)、桩基及周边对底板形成较强约束, 混凝土质量要求高, 施工期气温高, 一次浇筑量大、浇筑时间长, 市场原材料条件、品种有限, 工艺措施较为复杂, 施工组织、交通管理难度大、施工可借鉴经验少等。

### 2.1 人员、材料、机械配备情况

#### 1) 人员配置

根据混凝土浇筑组织方案, 现场分两班进行作业, 共计配备管理人员 62 名, 配备 200 余名施工人员。

#### 2) 混凝土供应

按照现场施工组织预估混凝土浇筑时间为 52 h, 预计浇筑高峰期混凝土供应量达到 480 m<sup>3</sup>/h。已选择的两家商品混凝土供应公司共有 7 条生产线, 混凝土供应量可达到 600 m<sup>3</sup>/h, 配备 62 辆搅拌机承担运输任务。

#### 3) 设备及设施

混凝土浇筑施工采用 3 台 60 m 长臂杆汽车泵、2 台 HBT80 型地泵、8 套溜槽设施进行混

土浇筑施工, 具体机械及物资配置详见表 1。

表 1 主要机械、设施材料配置表

Table 1 List of main machinery and facilities materials

施工阶段	使用机械设备	设备型号	数量	备注
3 号塔楼区	地泵	HBT80	2 台	
	汽车泵	60 m	3 台	
	混凝土搅拌车	12 m <sup>3</sup>	62 台	
	振捣棒	50	35 个	备用 20
	平板振捣器	ZW7	4 个	
	抹光机	HSM1000	8 个	
	夜间施工照明	—	10 个	
	溜槽	φ300 mm 钢管	8 个	
	水泵	76.2 mm(3 吋)、101.6 mm(4 吋)	8 台	冷却管 4 台, 排水 4 台
	塑料布	—	10 000 m <sup>2</sup>	
	棉被	—	5 000 m <sup>2</sup>	
	土工布	—	5 000 m <sup>2</sup>	
	排水管	—	600 m	
	测温设备	—	4 台	

### 2.2 施工工艺及设施设备部署

#### 2.2.1 混凝土浇筑顺序

主塔楼底板混凝土总量为 14 332 m<sup>3</sup>, 局部电梯井基坑厚 9.8 m(详见图 2)。

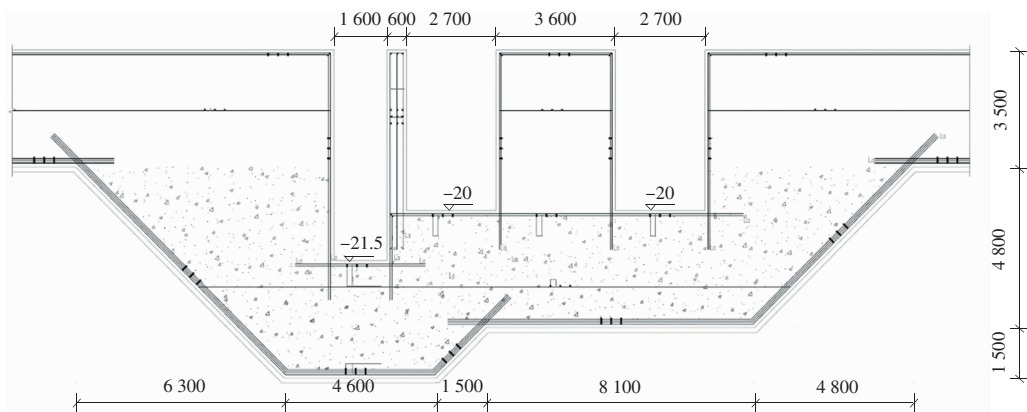


图 2 主塔楼底板水平分区施工示意图

Fig. 2 Horizontal partition construction of main tower bottom slab

施工中按照水平分成 2 次进行浇筑, 即先浇筑电梯井基坑范围的混凝土然后浇筑底板混凝土。第 1 次浇筑至标高 -18.7 m(坑中坑内混凝土)混凝土数量为 2 363 m<sup>3</sup>; 第 2 次浇筑至标高 -15.2 m, 浇筑数量为 11 969 m<sup>3</sup>。

#### 1) 第一次混凝土施工

电梯井基坑前期先行浇筑, 浇筑方法采用斜面分层法, 为做好与第二次浇筑混凝土的结合紧密, 增加抗剪钢筋直径 12 mm, 间距 600 mm。

#### 2) 第二次混凝土施工

混凝土浇筑方向是从南北两侧向膨胀加强带位置同时推进, 采用斜面分层法<sup>[1]</sup>浇筑, 见图 3。

#### 2.2.2 施工设施、设备部署

针对第二次混凝土施工, 采用综合布料法进行施工部署, 考虑现场技术条件、施工条件、平面布置情况, 利用溜槽的“快”、地泵的“广”、汽车泵的“活”有机结合在一起形成组合布料体系。

1) 采用溜槽布料方式主要是发挥其“快”的

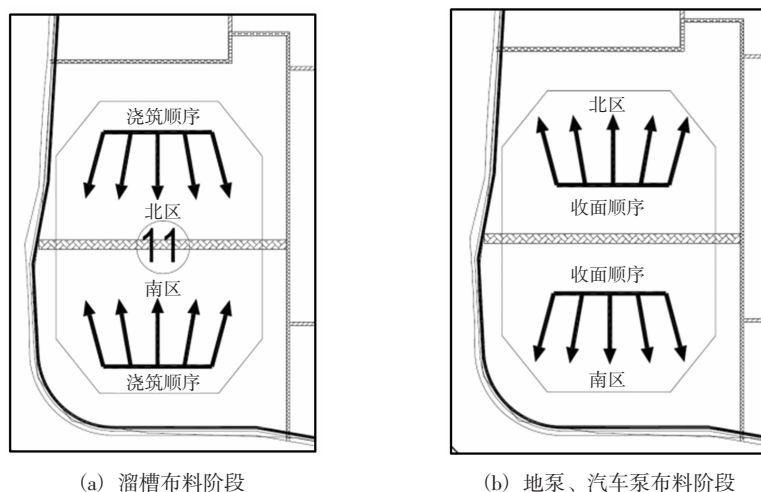


图3 混凝土浇筑方向

Fig. 3 Pouring direction of concrete

优势。可快速将混凝土输送至浇筑位置,浇筑速度约  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ ,无堵管风险;由于布料速度快,可避免浇筑过程中冷缝的产生;溜槽部署在基坑边沿,搅拌车到位后即全速放料,因而占用道路时间短,可保证现场道路有序畅通;减少泵送费用,节约混凝土浇筑成本。其缺点是受混凝土工作度影响浇筑范围有限,无法进行混凝土浇筑的收尾工作。溜槽布料工艺布置见图 4(a)。

2) 采用地泵布料方式主要是发挥其“广”的优势。通过排布输送管,可将混凝土输送至每个角落;由于现场混凝土浇筑区域中有一部分受钢筋混凝土基坑支撑影响,只有利用地泵浇筑区域广的优势方能顺利完成本次浇筑;在收面过程中,使用地泵连接布料机更方便快捷。其缺点是整体浇筑速度慢,约  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ ,浇筑路线固定,易堵

管,且拆装泵管使用劳动力多。地泵布料工艺布置见图 4(b)。

3) 采用汽车泵布料方式主要是发挥其“活”的优势。在其臂长覆盖范围内可将混凝土以最快速度送达浇筑点;箱基底板内部设置了钢结构墙柱预埋螺栓、冷却水管,并设置了加强带,浇筑过程中只有利用汽车泵的灵活性提前将 3 个部分进行浇筑,方能保证地脚螺栓、冷却水管不偏位,加强带内侧与外侧混凝土高差不超过  $1 \text{ m}$ ;采用汽车泵布料可弥补溜槽之间的浇筑空隙,同时在其臂长覆盖范围内收面最为方便快捷。其缺点是浇筑范围固定,被基坑支护遮盖的区域无法将混凝土送达;支设汽车泵占地面积大,不利于搅拌车行走,影响整体布料。汽车泵布料工艺布置详见图 4(c)。

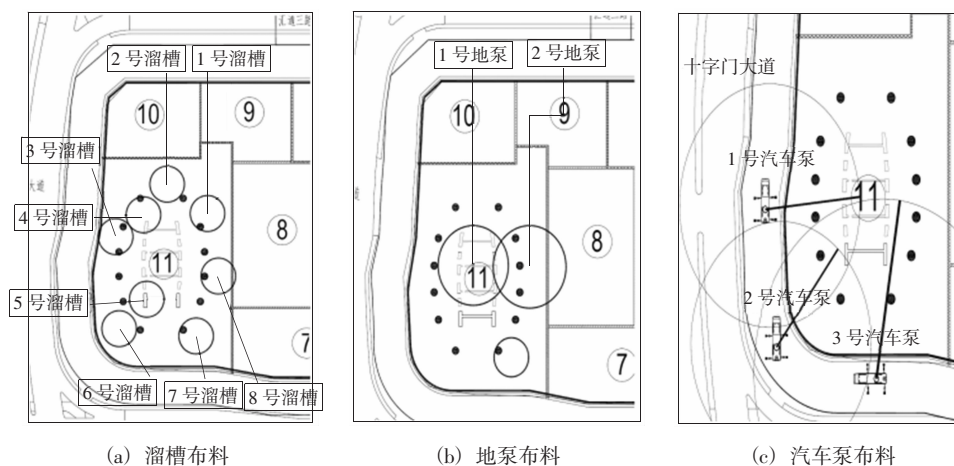


图4 混凝土布料方式布置图

Fig. 4 Layout of concrete distribution

## 2.3 综合浇捣工况

### 2.3.1 工况 1 为溜槽施工阶段

初期利用溜槽“快”的特点,以最快的速度浇筑底板混凝土,利用汽车泵“活”的特点同步完成预埋锚栓及加强带区域的混凝土浇筑。本阶段混凝土浇筑顺序为从南北两侧向中间推进,主要浇筑底板内厚度为 2.4 m 的混凝土。浇筑控制要点为控制预埋锚栓周边、加强带区域两侧混凝土高差均衡,溜槽布料区域禁止用振动棒拖带布料。

### 2.3.2 工况 2 为汽车泵为主浇筑阶段

溜槽施工速度降低后,汽车泵发挥优势,在

继续配合浇筑预埋锚栓及加强带区域混凝土的情况下,增加从中间向两边的浇筑量。浇筑控制要点为控制溜槽之间布料分层,保证布料均匀。

### 2.3.3 工况 3 为收尾阶段

主要利用地泵“广”和汽车泵“活”的特点,完成面层及困难区域混凝土的浇筑施工。浇筑控制要点为整体标高及平整度,防止局部浮浆过厚。

三种工况根据不同配合比的混凝土,配合相应位置的汽车泵、地泵或溜槽,按浇筑部位需求分别顺次浇筑。

各工况信息见表 2。

表 2 各工况信息表

Table 2 Information sheet of each working condition

工况	浇筑时间/h	浇筑部位	布料速率/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	生产线/条	浇筑方式	预计浇筑方量/m <sup>3</sup>	主要特点
工况 1	23	大基坑及加强带	400	6	8 个溜槽+1 号汽车泵	溜槽 7 900, 汽车泵 200	快、活
工况 2	17	大基坑及加强带、900 mm 厚底板	200	4	直到溜槽无法使用后陆续撤出,换汽车泵	溜槽 2 000, 汽车泵 1 000	广、活
工况 3	12	900 mm 厚底板	180	4	2 台地泵+3 台汽车泵	汽车泵 1 000, 地泵 800	广、活

## 2.4 混凝土振捣

为保证混凝土振捣密实,现场使用插入式振捣器分区分层振捣。布置详细的振捣范围,固定振捣区域,责任到具体操作人员。针对钢筋密集区、坑槽区、柱脚锚栓区,明确相应的具体措施,防止混凝土离析、漏振。

### 2.5 混凝土收面

混凝土经振捣密实后,面层采用平板振捣器进行二次振捣,再采用抹面机粗抹二遍<sup>[2]</sup>,混凝土粗抹后用压光机配合人工铁板抹光。按照混凝土浇筑顺序从一端向另一端依次抹平、压光。抹面压光时随时控制好平整度,采用 2 m 靠尺检查。收面后及时覆盖保湿保温。

## 3 施工关键技术措施

### 3.1 控制混凝土总体绝热温升及入模温度

1) 控制混凝土拌合物总体绝热温升,降低水化热对大体积混凝土质量的影响。在施工中调整了拌和站的早强水泥,采用了水化热较低的普通硅酸盐水泥,调整掺合料的比例,优化混凝土配合比<sup>[3-4]</sup>。

2) 选用骨料有遮蔽棚的混凝土供应单位,同时采用水雾炮降低棚内粗骨料温度,增加空气对流,使仓内粗骨料温度较环境温度降低 2~4℃。

3) 搅拌用水降温,采用加冰措施降低水温,在每方混凝土用水加冰 70 kg,保证搅拌用水温度控制在 15℃以内。

4) 通过控温措施,混凝土浇筑时室外温度为 25~28℃,混凝土入模温度均在 26~30℃范围内。

### 3.2 布置降温管降温

在主塔楼大体积混凝土中埋设循环冷却水管,经计算冷却管布置及控制要点为:采用 DN32 镀锌钢管,竖向间距为 600 mm,横向间距 1 200 mm,管内循环水采用蓄水方式,控制水温,流量为 0.5~2.5 m<sup>3</sup>/h;流速为 0.3~1.4 m/s。混凝土浇筑施工完成后即开始通水,直到出水口处的水温已基本稳定或混凝土的内部与外部温差不超过 20℃时停止<sup>[5]</sup>。

### 3.3 构造措施

经计算论证,将本工程底板内温度后浇带变更为膨胀加强带<sup>[2]</sup>,混凝土浇筑时先浇筑加强带外混凝土,始终保持加强带外混凝土高于膨胀加强带内混凝土不大于 1 m。膨胀加强带尺寸为宽 2.0 m,高 3.5 m。加强带内混凝土掺加 12%SY-T 型膨胀剂,加强带两侧掺加 8%SY-T 型膨胀剂<sup>[6-7]</sup>。

### 3.4 保温措施

为防止混凝土温差裂缝,利用软件及 BIM 技



术进行温度应力分析、混凝土仿真模拟计算<sup>[5]</sup>,结合经验采取“一膜、一被、一布”方法进行保温养护。即在混凝土终凝后,先覆盖一层塑料薄膜,在薄膜上及时覆盖一层棉被、一层土工布(或麻片)等保温材料进行保温。根据混凝土水化温升情况,调整保温养护措施,始终保持混凝土的内外温差、混凝土表面与环境温差、降温速率等指标在规定范围内<sup>[3]</sup>。

### 3.5 温度监测

在3主塔楼底板布置1号~14号共14个温度监测点,测温点平面布置如图5所示,其中5号、6号、12号温度监测点监测加强带温度,其余监测点监测底板温度及电梯井基坑混凝土内部温度。

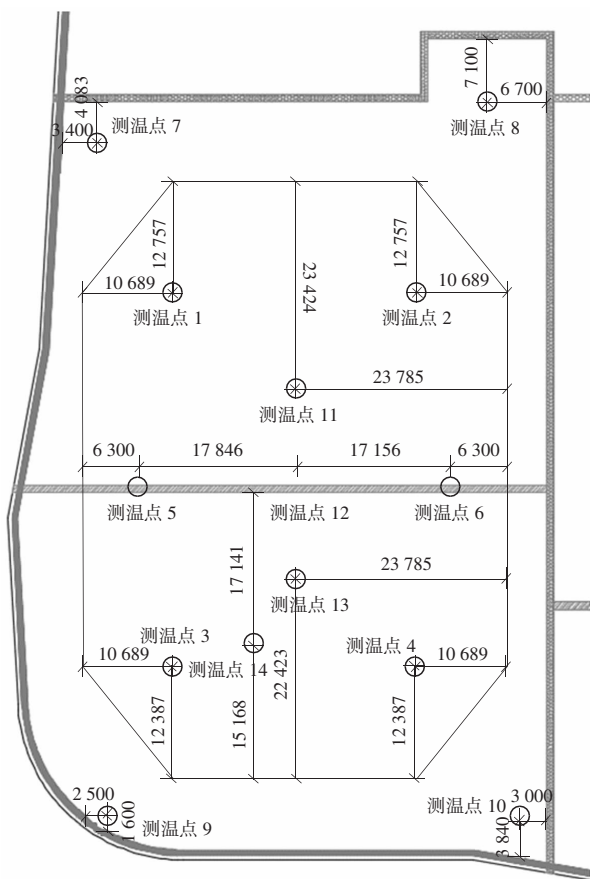


图5 主塔楼底板及电梯基坑温度监测点平面布置示意图

Fig. 5 Layout of the main tower bottom slab and the temperature monitoring points for elevator pit

## 4 结语

采用大体积混凝土综合浇捣技术进行施工,较好利用了各种浇筑方式的优点,证明了施工工艺及措施制定的科学合理,准确有效,针对性强。不仅保证了混凝土施工质量,有效地节约了施工成本。同时还在48 h内浇筑完成了11 969 m<sup>3</sup>混凝土,创造了一次浇筑数量和浇筑时间两项本企业新纪录。利用混凝土仿真模拟计算为混凝土入模温度及温差控制提供了可靠的技术指导,在混凝土施工过程中温升、温差控制、通水降温效果和保温养护效果与现场实际基本相符,未发现异常裂缝,达到了预期的效果。经施工优化后浇带改为加强带,验证了加强膨胀带的设置及效果,不仅对膨胀带设计及内部构造、几何尺寸进行了探索实践,而且加强膨胀带和膨胀剂的应用也收到了预期效果。

### 参考文献:

- [1] JGJ 6—2011, 高层建筑筏形与箱形基础技术规范[S]. JGJ 6—2011, Technical code for tall building raft foundations and box foundations[S].
- [2] DBJ 15—92—2013, 高层建筑混凝土结构技术规程[S]. DBJ 15—92—2013, Technical specification for concrete structures of tall building[S].
- [3] GB 50496—2009, 大体积混凝土施工规范[S]. GB 50496—2009, Code for construction of mass concrete[S].
- [4] 杨绍斌, 苏怀平, 张洪. 大体积混凝土入模温度控制研究[J]. 中国港湾建设, 2013(4): 38—41. YANG Shao-bin, SU Huai-ping, ZHANG Hong. Temperature control in mass concrete before casting[J]. China Harbour Engineering, 2013(4): 38—41.
- [5] 樊士广, 王宇, 王新刚. 大体积混凝土温度应力仿真分析及防裂措施[J]. 中国港湾建设, 2015, 35(7): 53—56. FAN Shi-guang, WANG Yu, WANG Xin-gang. Temperature stress simulation analysis and crack control measures of mass concrete[J]. China Harbour Engineering, 2015, 35(7): 53—56.
- [6] GB 50119—2013, 混凝土外加剂应用技术规程[S]. GB 50119—2013, Code for concrete admixture application[S].
- [7] 周群, 王章夫, 王桂祥, 等. 混凝土膨胀剂对补偿收缩混凝土的有效作用[J]. 混凝土, 2000(5): 34—37. ZHOU Qun, WANG Zhang-fu, WANG Gui-xiang, et al. Expanding agent of concrete effectively act on compensate-shrinking concrete [J]. Concrete, 2000 (5) : 34—37.