

2010 年上海世博会配套工程

虹桥综合交通枢纽

施工管理丛书

HUNNINGTU GONGCHENG
SHIGONG JISHU YU CHUANGXIN



混凝土工程施工 技术与创新



上海建工集团股份有限公司 · 编著

上海科学技术出版社

2010年上海世博会配套工程

虹桥综合交通枢纽

施工管理丛书



混凝土工程施工 技术与创新



上海建工集团股份有限公司 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土工程施工技术与创新/上海建工集团股份有限公司编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2012. 1
(2010年上海世博会配套工程虹桥综合交通枢纽施工管理丛书)

ISBN 978-7-5478-1098-9

I. ①混… II. ①上… III. ①混凝土施工-施工技术 IV. ①TU755

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第258474号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行
(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

上海书刊印刷有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张8.25 插页4

字数 168千

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-1098-9/TU • 146

定价: 98.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向印刷厂联系调换

内容提要

本书是上海虹桥综合交通枢纽混凝土工程施工技术与创新的总结成果。全书以虹桥综合交通枢纽混凝土工程为线索，系统地对混凝土工程的特点和难点、技术路线及措施、具体实施等进行叙述，涵盖超大面积大体积混凝土施工、清水混凝土施工、大面积地坪混凝土施工、复杂劲性混凝土施工和特种混凝土等方面。本书对混凝土工程的设计及施工有很强的实用价值和参考价值，适用于设计单位、建设单位、施工单位、高校师生及相关专业人员作为参考用书。

编委会

封面题字

蒋志权

主 任

徐 征

副主任

林锦胜 钱 培

委 员

(以姓氏笔画为序)

丁和建	王美华	毕炤伯	朱洁士	伍小平	刘国富	江逢朝	许月根
杜伟国	李 葳	杨志强	吴 杰	吴欣之	吴惠荣	吴德龙	邱锡宏
应志明	宋文俊	张 铭	张 晴	陈安民	陈晓明	范庆国	胡玉银
	姜向红	夏 钧	倪道明	高振锋	曹鸿新	龚 剑	梁其家

主 编

高振锋

编写人员

上海建工集团技术中心：	伍小平	严再春	焦常科
同 济 大 学：	袁 勇	柳 献	姜 伟
上海建工集团股份有限公司：	王伟良	徐 敏	卞耀洪
	张学进	庄亦农	储晓峰
上海市第二建筑有限公司：	汪思满	汤颂彬	张庆福
上海市第四建筑有限公司：	陈宏欣	韩 旭	
上海市第七建筑有限公司：	陶 金	华士辉	朱旭东
上海建工材料工程有限公司：	吴德龙	陈建大	戴志辉
上海市建筑构件制品有限公司：	冯为民	胡纯柏	

序

根据举行 2010 年上海世博会的需要，2005 年，上海市开始重新修编虹桥机场的总体规划工作。2006 年，上海市政府批准虹桥枢纽地区的规划，并以此为基础明确了虹桥综合交通枢纽 26.34 km² 的规划。虹桥综合交通枢纽整合了多种交通的方式，包括航空、铁路（高铁、城际）、磁浮、轨道交通、市内公共交通、长途巴士等。为了体现枢纽方便、快捷的服务，从东到西依次布置有航站楼、磁浮车站、铁路车站，然后在地下由轨道交通相连，形成枢纽的核心区域纵横交错的立体化交通。

在上海建工集团的历史上曾完成不少规模较大的群体工程，也曾分别承担浦东国际机场一期、二期工程和上海铁路南站、磁浮线路及龙阳路磁浮车站等交通枢纽工程。但将几种交通形式全部集合在一起，又高度关联，甚至交叉在一起且体量巨大，在国内外的建筑史上是绝无仅有的，上海建工集团破天荒地承担了这一国际首创的工程项目。

为此，上海建工集团面临着巨大的挑战：

挑战之一：来自工期方面。浦东机场一期、二期的实际工期大于 36 个月，虹桥机场第二航站楼工期仅为 32 个月；上海铁路南站用了 40 个月，高铁虹桥站仅为 24 个月。

挑战之二：来自施工的组织。工程有地铁、机场、高铁、磁浮、高架、道路以及河系等，采用何种组织构架，如何进行全面的布局，各种机械设备如何设置调配，等等。

挑战之三：来自界面的划分。由于业主多、设计单位多、监理单位多、参与的单位多，但全区域的管理仅为建工集团一家，如何协调各种关系，形成建设的合力。

挑战之四：来自地下工程。由于地下有 5 条地铁线进入，有两个地下车站，还有一大批商业和设备建筑，地下建筑面积达到 50 万 m²，占总建筑的三分之一；最大挖深达 31 m，挖土量 620 万 m³，相当于 70 多个标准地铁车站。因此，地下工程的成功是整个工程最关键的环节点。

挑战之五：来自工程质量的控制。面对如此大的工程量、如此紧的工期，如何做到质量管理体系的正常运转、工程质量的全面受控、工程质量的高标准，关系到工程的百年大计。

.....

面对众多的挑战，上海建工集团发挥整体优势，积极探索总承包管理，组织人员进行攻关，克服一个又一个的困难，创造了建筑史上的新纪录。据不完全统计，在建设期内，上海建工集团共投入各类吊装机械 100 多台，盾构机 6 台，高峰期间的劳动力近 2 万人；共完成桩基工程 2 万余根，地下连续墙 7 124 m，重力坝 6 289 m，挖土量 620 万 m³，混凝土近 300 万 m³，钢结构近 15 万 t；与此同时，完成了《上海虹桥综合交通枢纽地下工程关键技术研究——基坑围护工程关键施工技术研究》等 10 余项科技成果，共计获得专利 34 项，拥有一大批自主创新的科技成果。

上海虹桥综合交通枢纽的建设成果集中反映了该工程总承包管理以统揽全局的视野做好工程的前期策划工作，以工程总工期为目标、科学合理安排好工序和工程搭接，以工程质量为目标、严格苛求的质量标准，以实事求是、不断创新的态度在科技上取得突破的理念，这些成果的总结提炼将为我国建筑施工行业提供新的成功案例，是上海建工集团坚持科技创新的又一丰硕成果。《2010 年上海世博会配套工程虹桥综合交通枢纽施工管理丛书》的编辑出版，凝聚了上海建工集团广大技术人员和管理干部的智慧 and 心血，将对提高我国建筑企业总承包的能力，不断推进技术进步，作出积极的贡献。



前言

上海虹桥综合交通枢纽工程为 2010 年上海世博会的重要配套项目，是功能性、网络化、枢纽型城市基础设施建设的标志性工程，它集航空港、高速铁路与城际铁路、磁浮、城市轨道交通、公交和出租车等多种交通方式于一体，可实现跨区域、大范围人流物流的快速集散，是当今世界上最复杂、规模最大的超大型世界级交通枢纽工程。为了保障 2010 年上海世博会期间高密度客流安全，虹桥综合交通枢纽工程建设工程工期之紧、任务之重、施工难度之大前所未有。

虹桥综合交通枢纽核心区总建筑面积约 150 万 m^2 ，其中地下部分约 50 万 m^2 ，混凝土完成工程总量近 300 万 m^3 ，清水混凝土近 10 万 m^2 ，涉及大面积地坪混凝土约 30 万 m^2 ，还包括大量的复杂劲性混凝土结构及节点。本工程混凝土结构形式复杂，功能要求高，混凝土应用种类多，为在限定工期内完工，广大建设者在实践中积极探索，科学使用新材料、新工艺、新技术和新设备，整个工程采用了多项混凝土施工创新技术，如基于混凝土特性的超大面积大体积混凝土裂缝控制技术、预制与现浇相结合的清水混凝土、基于混凝土性能配制的特种混凝土、工厂焊接钢板箍替代劲性柱箍筋等，其中涉及新技术的混凝土约占总量的 1/5。在施工过程中还通过不断优化方案，大大提高了施工效率，在确保工程安全和工程质量的前提下，缩短了工期，达到了预期目标。为此，上海建工（集团）总公司虹桥综合交通枢纽工程总承包管理部获得了中共中央、

挑战之五：来自工程质量的控制。面对如此大的工程量、如此紧的工期，如何做到质量管理体系的正常运转、工程质量的全面受控、工程质量的高标准，关系到工程的百年大计。

.....

面对众多的挑战，上海建工集团发挥整体优势，积极探索总承包管理，组织人员进行攻关，克服一个又一个的困难，创造了建筑史上的新纪录。据不完全统计，在建设期内，上海建工集团共投入各类吊装机械 100 多台，盾构机 6 台，高峰期间的劳动力近 2 万人；共完成桩基工程 2 万余根，地下连续墙 7 124 m，重力坝 6 289 m，挖土量 620 万 m³，混凝土近 300 万 m³，钢结构近 15 万 t；与此同时，完成了《上海虹桥综合交通枢纽地下工程关键技术研究——基坑围护工程关键施工技术研究》等 10 余项科技成果，共计获得专利 34 项，拥有一大批自主创新的科技成果。

上海虹桥综合交通枢纽的建设成果集中反映了该工程总承包管理以统揽全局的视野做好工程的前期策划工作，以工程总工期为目标、科学合理安排好工序和工程搭接，以工程质量为目标、严格苛求的质量标准，以实事求是、不断创新的态度在科技上取得突破的理念，这些成果的总结提炼将为我国建筑施工行业提供新的成功案例，是上海建工集团坚持科技创新的又一丰硕成果。《2010 年上海世博会配套工程虹桥综合交通枢纽施工管理丛书》的编辑出版，凝聚了上海建工集团广大技术人员和管理干部的智慧 and 心血，将对提高我国建筑企业总承包的能力，不断推进技术进步，作出积极的贡献。





国务院授予的“上海世博会先进集体”荣誉称号。

本书的出版得到了铁道部、上海虹桥综合交通枢纽建设指挥部、上海机场建设指挥部、上海机场（集团）有限公司、上海铁路局、同济大学、华东建筑设计研究院、铁道第三勘察设计院集团有限公司、上海市政工程设计研究总院等单位的大力支持与多方帮助。特别感谢铁道部郑健、上海机场建设指挥部王其龙、唐洁耀等领导对我们工作的长期关心和指导，在此表示深深的谢意！

编者希望能够总结虹桥综合交通枢纽混凝土工程施工的经验，力求将本工程混凝土施工技术创新的全貌呈现给读者，但限于编者水平有限，难免挂一漏万，忽略更多值得加重笔墨的地方，疏漏之处还望广大读者不吝赐教。

编 者

2011 年 10 月

目录

第1章 虹桥综合交通枢纽混凝土工程概况	1
1.1 总体布置及设计	2
1.2 单体工程介绍	3
1.2.1 航站楼	3
1.2.2 东交通中心	4
1.2.3 磁浮车站	8
1.2.4 高铁车站	8
1.2.5 西交通中心	9
1.3 单体边界	10
第2章 工程分析与技术路线	13
2.1 超大面积大体积混凝土施工	14
2.1.1 工程分析	14
2.1.2 施工技术路线	15
2.2 清水混凝土施工	15
2.2.1 工程分析	15
2.2.2 施工技术路线	16
2.3 大面积地坪施工	17
2.3.1 工程分析	17
2.3.2 施工技术路线	17
2.4 劲性结构及复杂节点施工	17
2.4.1 工程分析	17
2.4.2 施工技术路线	19

第3章 超大面积大体积混凝土施工技术 21

3.1 超大面积大体积混凝土底板与楼板分块技术	22
3.1.1 理论分析	22
3.1.2 底板分块实施	26
3.1.3 楼板分块实施	27
3.2 超长混凝土墙板分块技术	28
3.2.1 理论分析	30
3.2.2 墙板分块实施	35
3.2.3 分块分段技术	37
3.2.4 现场实施	37

第4章 清水混凝土施工技术 39

4.1 技术要求与结构形式	40
4.1.1 航站楼清水混凝土	40
4.1.2 东交通中心清水混凝土	41
4.1.3 西交通中心清水混凝土	42
4.2 施工策划	42
4.2.1 清水混凝土与框架结构脱开施工的设计优化	43
4.2.2 立面分块设计深化	43
4.2.3 结构形式及节点的设计深化	46
4.3 预制清水混凝土施工技术	50
4.3.1 预制挂板的制作工艺技术研究	50
4.3.2 运输与吊装施工工艺技术	51

4.3.3	预制结构与现浇原结构处理技术	54
4.3.4	总结	54
4.4	现浇清水混凝土施工技术	55
4.4.1	施工质量标准的确定	55
4.4.2	施工流程的确定	57
4.5	实施效果	57
第5章	大面积地坪混凝土施工技术	59
5.1	施工对策及措施	60
5.1.1	分仓缝设置	60
5.1.2	细部处理	60
5.1.3	耐磨地坪施工	62
5.2	实施效果	64
第6章	劲性混凝土结构及节点施工技术	65
6.1	结构形式确定	66
6.1.1	型钢混凝土优点	66
6.1.2	节点疲劳试验	66
6.2	劲性混凝土施工技术	68
6.2.1	劲性结构节点设计优化	68
6.2.2	施工模拟技术	69
6.2.3	设计措施	71

6.2.4	钢筋处理技术	71
6.3	实施效果	76

第7章 混凝土材料性能研究 81

7.1	大体积低水化热混凝土性能研究	82
7.1.1	配制的技术路线	82
7.1.2	配合比设计	82
7.2	耐久性混凝土性能研究	84
7.2.1	耐久性混凝土技术要求	84
7.2.2	耐久性混凝土原材料的选择	85
7.2.3	混凝土配合比设计	89
7.2.4	混凝土的生产过程控制	90
7.3	超纤维防裂混凝土性能研究	91
7.3.1	纤维选择	92
7.3.2	研制的技术路线	93
7.3.3	材料选择	94
7.3.4	防裂混凝土性能研究	96
7.3.5	防裂效果试验	97
7.4	清水混凝土性能研究	99
7.4.1	现浇薄壁清水混凝土的材料研究	99
7.4.2	预制挂板的材料研究	100
7.5	大面积地坪混凝土性能研究	100
7.6	特殊混凝土性能研究	102

7.6.1	高密度混凝土	102
7.6.2	轻质混凝土	104

第8章	构造缝的设计与处理	107
------------	------------------	------------

8.1	后浇带的处理	108
8.2	施工缝的处理	110
8.3	伸缩缝的处理	115
8.4	诱导缝的处理	115

后记	116
-----------	------------

参考文献	118
-------------	------------

第 1 章

虹桥综合交通枢纽 混凝土工程概况

总体布置及设计

单体工程介绍

单体边界

虹桥综合交通枢纽是集轨、路、空三位于一体的世界级大型综合交通枢纽，其核心区域包含多个单体工程，各单体工程的功能各有不同，又相互联系。因其功能的不同，采用的结构形式也各有不同，包含普通混凝土结构、预应力混凝土结构、钢结构、钢混组合结构等多种结构形式。

虹桥综合交通枢纽项目工程量巨大，工期紧张，完成的混凝土工程总量近 300 万 m^3 ，清水混凝土近 10 万 m^2 ，涉及大面积地坪混凝土约 30 万 m^2 ，还包括大量的劲性混凝土结构及节点。本工程混凝土结构形式复杂，功能要求高，为在规定工期内完工，整个工程采用了多项混凝土施工新技术，涵盖了超大面积大体积混凝土裂缝控制、清水混凝土施工、大面积地坪混凝土裂缝控制、劲性混凝土施工、特种混凝土材料应用等多个方面。整个项目涉及不同标号的混凝土材料及大量特种混凝土材料，其中涉及新技术的混凝土约占总量的 1/5。本书仅介绍涉及创新技术的混凝土施工，普通混凝土以及桩、墙混凝土施工技术不在本书中介绍。

1.1 总体布置及设计

虹桥综合交通枢纽核心区建筑东西向长约 2.0 km，南北向宽约 1.2 km，总建筑面积约 150 万 m^2 ，其中地下部分约 50 万 m^2 。核心区域由东至西依次为虹桥机场 2 号航站楼（以下简称航站楼）、东交通中心、磁浮车站、高铁车站、西交通中心，平面、剖面布置如图 1-1 和图 1-2 所示。

本工程由多家设计单位设计，包括华东建筑设计研究院有限公司（以下简称华东院）、铁道第三勘察设计院集团有限公司（以下简称铁三院）和上海市市政工程设计研究总院（以下简称市政院），其中华东院设计的项目有航站楼、东交通中心、磁浮车站，铁三院设计高铁车站和西交通中心 B 区，市政院设计西交通中心 A 区和 C 区。各家设计风格、理念不尽相同，增加了工程的复杂性及施工难度。

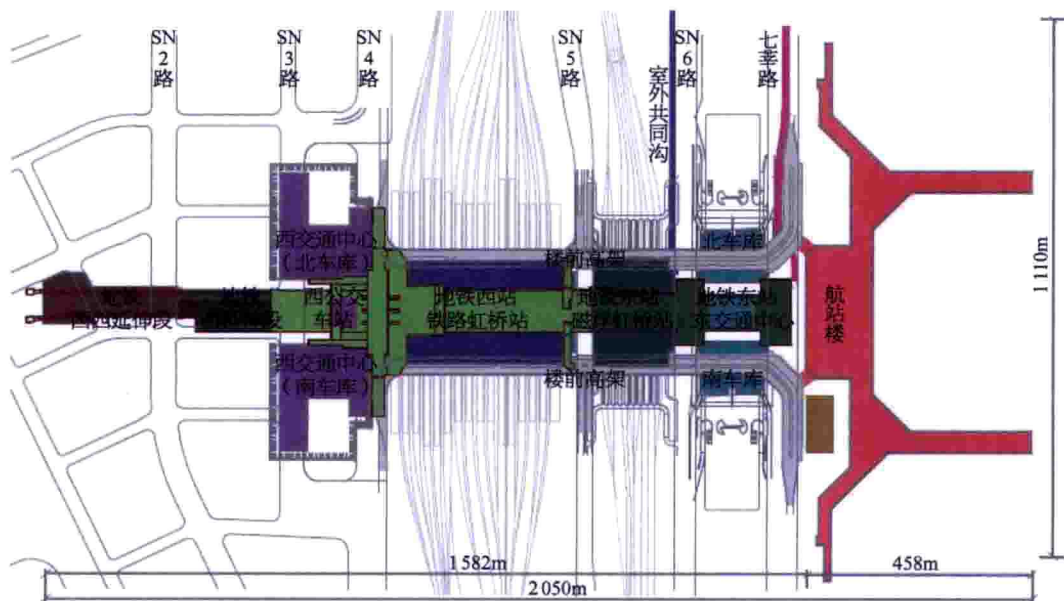


图 1-1 虹桥综合交通枢纽建筑平面布置图