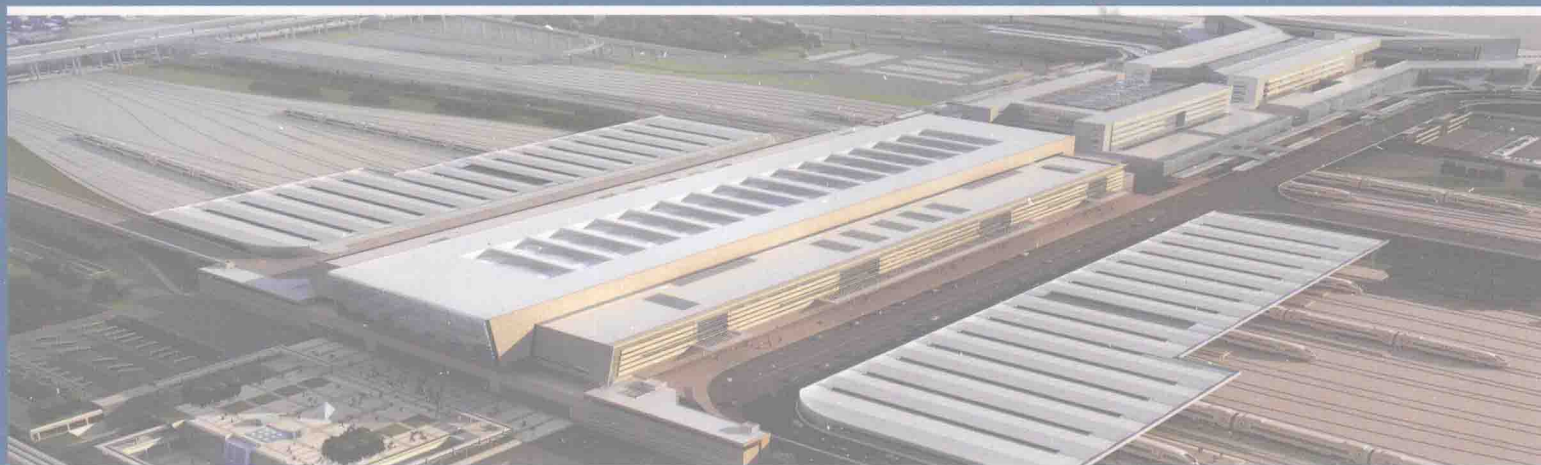


2010 年上海世博会配套工程

虹桥综合交通枢纽

施工管理丛书

GANGJIEGOU SHIGONG JISHU



钢结构施工技术



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



钢结构施工技术



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

钢结构施工技术/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. 3

(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 978-7-5478-1162-7

I. ①钢… II. ①上… III. ①钢结构-工程施工

IV. ①TU758. 11

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第021745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 13.5 插页 4

字数 270千字

2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-1162-7/TU • 150

定价:98.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
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核心区工程主体建筑群的结构安装工艺和施工管理的文字、图片资料纪实。主要包括主体钢结构安装施工和建筑幕墙、金属屋面安装施工的成套工艺，以及这些工艺路线、技术措施在工程中具体实施的真实效果；也包括一体化管理策略在主体钢结构和幕墙、屋面系统两项施工主承包管理中成功实施的具体情况。这些资料集萃还体现了施工人员积极创新的理念和实践，可供从事建筑结构安装的工程技术人员参阅。

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	高振锋	曹鸿新	龚 剑	梁其家	

主 编

吴欣之

编写人员

上海市机械施工有限公司：沈新华 陆 春 冯 琰 吴 昊 张 杰
张 兵 吴 轶 王 萱 金俞槐 杨 堃
上海建工集团股份有限公司：徐 敏 庄亦农 王伟良 张学进 卞耀洪

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 km^2 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 m^2 ，占总建筑的三分之一；最大挖深达 31 m，挖土量 620 万 m^3 ，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的主体钢结构体量庞大，覆盖面广，布局紧凑，衔接贯通，由东西向一字排列的2号航站楼、东交通中心、磁浮车站、高铁车站及环结构两侧的楼前高架等单体工程组成，其屋脊高度达40 m，劲性结构深入地下约27 m处，钢结构安装总量15万余吨。此工程钢结构施工难度大，期间由于其他相关工程同步施工，施工场地极其狭小，钢结构安装全过程中只能考虑本体结构范围以内作为施工场地，因此对钢结构吊装设备的选用布置、构件运输拼装堆放产生很大影响。特别是由于结构体系中劲性结构众多，使得在钢结构施工期间必然要与土建工程交错施工，对钢结构吊装产生很大影响；同时，由于钢结构是结构体系中至关重要的组成部分，其布局又将对整体的施工方案产生影响，因此上海建机施公司在虹桥枢纽建设指挥部、机场建设指挥部和上海建工集团股份有限公司总承包的统一协调指挥下，参与工程总体规划，掌握施工现场环境，了解设计的意图和总体布局。在实施之前经过了多方案的充分比较，最终采取对各自影响最小、最利于同步施工且效率较高的施工方案。

工程中的幕墙及屋面工程覆盖面很大，而其施工流程又和钢结构施工密切相关，因此如果能够将钢结构工程与幕墙工程紧密结合，必将大大提高工程的效率。所以从航站楼工程开始，我们就在探索一条如何提高钢结构与幕墙无缝连接之路，经过航站楼、东交通中心、磁浮的施工实践及总结，最终探索出一种钢结构与幕墙全面融合的管理模式，并在高铁车站施工全过程中得到应用。

在上海建机施公司和各参建单位的共同努力之下，通过在钢结构、幕墙及屋面不断地探索和改进，最终成功完成这一举世瞩目的“空铁联运”高度集成的综合交通枢纽工程，并总结出了一套成功的实施经验。本书就是将这一过程记录下来，在描述之中，特别对工程实施过程的方案进

进行了全方位的总结概括。依靠以往在大型钢结构安装方面积累的成套技术、专用施工设备自主设计制造和改造,针对钢结构和幕墙、屋盖的结构形式、特点、现场环境及同步交错施工状况,研究确定了总体施工技术路线,并通过技术创新、工艺优化及设备改造,分别编制了切合实际的各单位工程施工方案、具体技术措施和施工管理策略。这些施工方案在工程中的成功实施,证明了它们是科学合理和切实可行的,本书对这些方案及其实施情况进行了总结和记述。

本书由 5 个章节组成。第 1 章至第 4 章分别对 2 号航站楼、东交通中心及磁浮车站、高铁车站、楼前高架五个独立的钢结构和幕墙、屋面系统的施工工艺及其实施情况作具体介绍,第 5 章对整个工程施工的一体化管理作概要介绍。

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、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、华建设计院等单位的大力支持与积极配合,在此深表谢意!特别感谢铁道部郑健和上海机场建设指挥部王其龙、唐洁耀等领导对我们的长期关心和指导。

本书意在用简单易懂的语言,避免华而不实的词藻,向读者呈现上海虹桥综合交通枢纽主体钢结构安装和建筑幕墙、金属屋面施工技术和工程管理的真实全貌。但限于编者水平有限,且在有限的时间内完成此书的撰写,难免有疏漏之处,还望广大读者不吝赐教,若本书有不当和差错之处,欢迎批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目录

第1章 2号航站楼钢结构工程	1
1.1 基本情况	2
1.1.1 工程概况	2
1.1.2 环境概况	2
1.1.3 结构概况	2
1.2 钢结构特点及施工难点	6
1.3 总体施工技术路线	7
1.3.1 技术路线	7
1.3.2 总平面布置	7
1.3.3 主要吊装机械开行路线、道路处理、胎架布置	7
1.4 钢结构安装关键工艺	10
1.4.1 高空钢连廊安装与卸载	10
1.4.2 三角形钢屋架安装与张拉	12
1.4.3 悬挂结构安装工艺	14
1.4.4 办公楼安装工艺	15
1.4.5 办票大厅大跨度钢结构屋面	16
1.4.6 登机桥钢通廊安装	17
1.4.7 幕墙钢框架安装	17
1.5 专项技术研究	18
1.5.1 起重设备改造	18
1.5.2 塔吊荷载计算	18
1.5.3 履带吊荷载计算及地基加固	19
1.5.4 高空钢连廊组合钢桁架的吊装变形分析	20
1.5.5 三角形钢屋架的张拉变形分析	21
1.5.6 高空连廊稳定措施研究	24

1.6	幕墙工程	24
1.6.1	幕墙结构概况	24
1.6.2	结构特点及施工难点	28
1.6.3	深化设计	29
1.6.4	四性试验	31
1.6.5	防水措施	31
1.7	工程实施	33
1.7.1	施工技术实施保证工期	33
1.7.2	施工技术实施保证质量	33

第2章 东交通中心、磁浮车站钢结构工程 35

2.1	基本情况	36
2.1.1	工程概况	36
2.1.2	环境概况	36
2.1.3	结构概况	38
2.2	工程特点及难点分析	46
2.2.1	对“孤岛”施工环境提出较高管理要求	46
2.2.2	劲性结构节点复杂，与土建施工交叉多	47
2.2.3	相邻建筑接口多、涉及单位广，技术、管理协调难	49
2.2.4	阳光雨篷造型独特、功能齐全，钢结构安装制约因素多	49
2.2.5	施工环境受制约，超长、超重 TJ 型屈服约束支撑安装 难度高	50
2.2.6	机械设备分布广，结构验算工作量大	51
2.2.7	塔吊“凌空”行走作业，设备基础要求极高	51
2.3	技术路线确定	52

2.3.1	施工技术路线	52
2.3.2	钢结构安装工程总平面布置	55
2.4	钢结构安装主要内容	56
2.4.1	现场胎架布置及拼装	56
2.4.2	“东交”钢结构安装工艺	62
2.4.3	“磁浮”站钢结构安装工艺	68
2.4.4	起重设备及设备基础	72
2.4.5	TJ 型屈曲约束支撑	73
2.5	幕墙工程主要内容	79
2.5.1	幕墙结构概况	79
2.5.2	结构特点及施工难点	82
2.5.3	深化图纸、四性试验、样品确认	82
2.6	工程实施效果	84
2.6.1	东交通中心	84
2.6.2	磁浮虹桥站	84

第3章 京沪高铁钢结构和幕墙安装工程 85

3.1	钢结构安装工程基本情况	86
3.1.1	钢结构安装工程概况	86
3.1.2	环境概况	86
3.1.3	结构概况	87
3.1.4	“高铁”虹桥站竣工实景	91
3.2	钢结构安装工程特点及施工难点	93
3.2.1	“高铁”虹桥站地下结构特点、难点	93
3.2.2	“高铁”虹桥站上部结构特点、难点	93

3.2.3	无站台柱雨篷结构特点、难点	94
3.3	钢结构安装施工总体技术路线	94
3.3.1	技术路线	95
3.3.2	施工总平面布置	95
3.3.3	主要施工设备的选择及布置	101
3.3.4	现场拼装胎架布置	102
3.4	钢结构安装关键工艺	104
3.4.1	柱脚埋件复测及处理	104
3.4.2	钢构件分段研究	106
3.4.3	高铁站房地下结构钢帽梁安装工艺	107
3.4.4	高铁站房地上结构安装工艺	107
3.4.5	无站台柱雨篷安装工艺	111
3.5	钢结构安装专项技术研究	113
3.5.1	履带吊深基坑边缘行走验算	113
3.5.2	履带吊过栈桥验算	113
3.5.3	400t 履带吊西交通中心吊装验算	114
3.5.4	塔吊上楼层行走结构裂缝验算	115
3.5.5	40.00 m 屋面卸载工况计算	116
3.5.6	汽车吊在 10.00 m 标高楼层施工验算	117
3.5.7	40.00 m 屋面临时支架卸载前后各控制点变形测试结果	118
3.5.8	温度缝变形缝变形控制	118
3.6	建筑幕墙安装工程	119
3.6.1	幕墙工程概况	119
3.6.2	幕墙工程技术难点	120
3.6.3	南、北立面幕墙深化设计	120
3.6.4	东、西立面幕墙深化设计	122

3.6.5	石材幕墙施工工艺	125
3.6.6	铝板幕墙施工工艺	126
3.6.7	玻璃幕墙施工工艺	127
3.6.8	斜锯齿型单索玻璃幕墙	128
3.7	金属屋面安装工程	131
3.7.1	金属屋面工程概况	131
3.7.2	金属屋面工程难点	133
3.7.3	金属屋面工程施工总体技术路线	133
3.7.4	金属屋面板系统安装方案	134
3.7.5	屋面天沟安装方案	140
3.8	工程实施	141
3.8.1	施工技术实施保证工期	141
3.8.2	施工技术实施保证质量	142

第4章 楼前高架钢结构工程 143

4.1	钢结构工程基本情况	144
4.1.1	工程概况	144
4.1.2	环境概况	144
4.1.3	结构概况	144
4.1.4	现场实景	145
4.2	钢结构特点及施工难点	146
4.3	总体施工技术路线	147
4.3.1	技术路线	147
4.3.2	总平面布置	147
4.4	钢结构关键安装工艺	152

4.4.1	钢箱梁制造工艺	152
4.4.2	临时支撑的设置与布置	156
4.4.3	桥面分块场内运输	157
4.4.4	桥面就位安装滑移工艺	159
4.4.5	桥面板分段焊接	163
4.4.6	临时支撑的卸载、拆除	164
4.4.7	测量定位及变形监测	164
4.4.8	涂装施工	169
4.5	专项技术研究	173
4.5.1	桥面吊装及支撑反力计算	173
4.5.2	拼装过程中桥面计算	174
4.5.3	组合滑移梁计算	177
4.6	工程实施	178
4.6.1	施工技术实施保证工期	178
4.6.2	施工技术实施保证质量	179

第5章 枢纽建筑结构安装施工的一体化管理 181

5.1	钢结构和幕墙、屋面安装施工的一体化管理	182
5.1.1	一体化管理策略的确定	182
5.1.2	基本管理目标	183
5.1.3	管理的组织落实	183
5.2	钢结构安装施工主承包管理	184
5.2.1	钢结构施工主承包管理是一体化管理的基础	184
5.2.2	施工技术准备的管理	185
5.2.3	施工资源的采购管理	186

5.2.4	施工场地管理	187
5.2.5	构件运输管理	187
5.2.6	现场技术管理	188
5.2.7	相关单位的施工协调	189
5.2.8	施工现场的质量综合监测	189
5.3	幕墙、屋面系统施工主承包管理	192
5.3.1	幕墙、屋面系统主承包管理的三个阶段	192
5.3.2	落实施工管理的针对性措施	195
5.4	施工后续管理	196
5.4.1	资料管理创优	196
5.4.2	工程施工总结	197
5.4.3	竣工后续服务的管理	197
	后记	198

第 1 章

2 号航站楼钢结构工程

基本情况

钢结构特点及施工难点

总体施工技术路线

钢结构安装关键工艺

专项技术研究

幕墙工程

工程实施