

施工组织设计·施工方案·技术交底配套范例

钢结构工程



GANG JIEGOU GONGCHENG

北京城建集团国家体育场工程总承包部

主审 杨俊峰
主编 武树春 邱德隆

中国建筑工业出版社

附网络增值服务

施工组织设计·施工方案·技术交底配套范例

钢结构工程

北京城建集团国家体育场工程总承包部

主审 杨俊峰

主编 武树春 邱德隆



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构工程/北京城建集团国家体育场工程总承包部, 武树春,
邱德隆主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

(施工组织设计·施工方案·技术交底配套范例)

ISBN 978-7-112-09723-4

I. 钢… II. ①北…②武…③邱… III. 钢结构-建筑工程-工
程施工 IV. TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 161699 号

本书以国家体育场工程 (即“鸟巢”) 的重要分部钢结构工程为基准, 全面介绍相关技术及管理, 许多内容因工程的特殊性而显独特和珍贵, 从要点到难点, 本书就将工程中实际克服的一切困难 (技术上的为主) 逐个阐述, 技术上的先进性, 使得本书在指导相关钢结构工程施工具有很高的价值。全书的施工组织设计、施工方案和技术交底更能解决读者实际中直接应用的问题。超值的网络增值服务将大量资料直接以 Word 电子文件形式提供给大家。

本书适于从事钢结构工程设计、施工人员参考, 更可作用关注奥运工程人士收藏。

* *

责任编辑: 张礼庆

责任设计: 董建平

责任校对: 孟楠 王雪竹

施工组织设计·施工方案·技术交底配套范例
钢结构工程

北京城建集团国家体育场工程总承包部

主审 杨俊峰

主编 武树春 邱德隆

*

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

北京永峥排版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 30 1/4 字数: 500 千字

2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

定价: 69.00 元 (附网络增值服务)

ISBN 978-7-112-09723-4

(16387)

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)

编写委员会

编委会主任：谭晓春

编委会副主任：吴竞军 张从思 李久林 宋林慧 皮尤新

主 审：杨俊峰

分 册 主 编：杨俊峰 武树春《施工组织设计纲要与施工组织总设计》

武树春 杨军霞《地基与基础工程》

武树春 杜 峰《主体结构工程》

武树春 邱德隆《钢结构工程》

武树春 杨庆德《装饰装修与膜结构工程》

武树春 盛 宇 张新明《机电设备安装工程》

编委会人员（按专业/单位排列）：

施工组织设计纲要与施工组织总设计

汪 蛟 盛 宇 张新明 杨庆德 张 颖 邱德隆 王大勇 李雪梅 秦海英 杨军霞 刘 晨

王慧影 杜 峰 胡伟兵 万里程 徐 龙 李正全 袁 泉 叶 军

地基与基础工程

汪 蛟 张 颖 薛忠亚 朱 伟 刘 晨 刘 创 李 兴 张子轩 栾海涛 冯 鹏 段成涛

杨 帆 王 宾 张 宁 王慧影 杨 俊 刘 洋 王志斌 王 斌 贾 伟 董树恩 杜 峰

龚文东 胡伟兵 张朝阳 王大愚 万里程 赵红梅 宋丽敏 朱同然 陈胜林 张立亭 余齐斌

陈松坤 吴之昕 李文标 何泽民 韩 羽 王守合 倪仕海 杨乃颀 郑洪永 屈秦军 赵汉民

郑 虎 宇文建勋 王会军 刘 晔 张宏生 李 强 陈彦国

主体结构工程

汪 蛟 张 颖 薛忠亚 朱 伟 杨军霞 刘 晨 刘 创 李 兴 张子轩 栾海涛 冯 鹏

段成涛 杨 帆 王 宾 张 宁 王慧影 杨 俊 刘 洋 王志斌 王 斌 贾 伟 董树恩

龚文东 胡伟兵 张朝阳 王大愚 万里程 赵红梅 宋丽敏 朱同然 陈胜林 张立亭 余齐斌

陈松坤 吴之昕 李文标 何泽民 韩 羽 王守合 倪仕海 杨乃颀 郑洪永 屈秦军 赵汉民

郑 虎 宇文建勋 王会军 刘 晔 张宏生 李 强 陈彦国

钢结构工程

高树栋 万里程 王大勇 戎志宏 董 海 王建军 李雪梅 陈永坤 李文标 冯红涛 郭 伟

陈 晨 王 磊 封叶剑 唐 杰 崔明芝 沈李强 黄志环 魏义进 陈乔生 廖功华 乔 锋

杨乃颀 郝彤途 吴益民 武晓亮 金 菊

装饰装修与膜结构工程

汪 蛟 张 颖 陈永涛 张 鑫 徐仲卿 李 强 陈晓佳 李 欢 朱 杰 陆志民 王鸿谱

代红先 尚起超 熊 涛 杜金鹤 张熠星 曲之光 张昌平 许彦特 单利强 徐 龙 李 昊

罗伟成 吴益民 彭先国 郝彤途 李 承 屈秦军 郑 虎 胡永军 李 强 刑良忠 才志刚

张宏生 刘 晔

机电设备安装工程

于 辉 张 正 武光辉 张叙川 耿国明 陈 昊 南 海 曾 琳 邢建仓 葛京宏 闫同军

张云骧 王 臣 甄志雄 佟 瑶 蔡志伟 赵 爽 王 洲 蒋雪梅 周晓敏 吴之昕 朱景明

薛 勇 张宏伟 孟庆祝 董玉安 倪兆铭 郎德山 欧阳伟 陈卫东 魏德福 陈宪坤 张文辉

杨淑芳 李 凌 杨 光 陈庆震 陈庆宇 郎明辉 张 波 吴益民 姜远钢 李 承 郑洪永

张振宏 陈亚龙 高明涛 刘 欣 陈朋信 郁洪涛 金万成 郭金辉 王兴华

前言

随着建筑市场的逐步规范化、国际化,以及招投标制度的逐渐完善,企业除了要改善经营机制,实行现代化管理制度而外,还必须开展大力的节能降耗运动,以科学的理论和实践来创造高效益、高收益。施工组织设计、施工方案及技术交底,是用以指导施工组织与管理、施工准备与实施、施工控制与协调、资源配置与使用等全面性的技术经济文件,是对施工活动全过程进行科学管理的重要手段,其重要性越来越显著。

施工组织设计作为战略指导性技术经济文件,面向决策层;施工方案作为战术实施性技术经济文件,对象管理层;技术交底作为实施细部的细节描述,直接针对操作层。基于不同层次,就有不同的关注点,相应采用不同的表述内容、表述方式。基于技术文件的架构,层次性必须严格把握,以避免交叉重叠,无重点突出,进而缺乏针对性。因此,本书以国家体育场工程为范例,着重从整体协调统一,个体突出重点,质量、进度、造价三者统筹技术和经济,使本套丛书能真正体现配套范例的作用。

本套《施工组织设计·施工方案·技术交底配套范例》丛书具有十大特点:

- (1) 配套性(所选实例均具有施工组织设计、施工方案、技术交底配套的特点)
- (2) 针对性(所选实例均针对某分部工程的实际情况编写,能够直接指导施工)
- (3) 先进性(所选实例多为建筑科技创新项目或四新项目)
- (4) 实用性(书中内容修改后可直接作为编制技术标书的素材或指导建筑施工的技术文件)
- (5) 广泛性(所选实例涉及规范规定的分部分项工程较多)
- (6) 可操作性(所选技术交底可直接作为工人操作的依据)
- (7) 指导性(所选实例可作为各地建筑业技术培训教材,具有可借鉴的意义)
- (8) 技术权威性(作者为国家体育场建设专家,相关技术文件代表国内领先、国际先进的水平)
- (9) 资料收藏性(所选实例是国家体育场,是奥运会开、闭幕式的主场馆,由其设计理念的新颖、结构的美观、建设的难度,必将使得“鸟巢”成为中国的骄傲、世界的经典,作为“鸟巢”的建设资料,具有相当的收藏价值)
- (10) 网络增值性(在出书时尚有很多技术内容属于保密的文件,但作者想全面介绍国家体育场工程,为使广大购买正版书的读者感觉本书物超所值,凡购买本丛书的读者,在奥运会结束后,均可在后续网络增值服务中获得更多相关施工组织设计、施工方案、技术交底内容,其量将超过纸质书,但将只有正版读者独自享有,先买先得,让您惊喜不断)

本套丛书内容涉及16个建筑科技创新项目及20项新技术、新材料、新工艺、新设备的推广应用项目可供建筑业同行借鉴,另外还有很多常规技术和管理经验,充分体现2008北京奥运会的“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”的主旨,值得大家全面掌握本套丛书相关内容。

作者

2008年五一国际劳动节于北京

目 录

案式安装工艺规程 二十三
案式工艺规程 三十三

上篇 施工组织设计

一、钢结构工程施工组织设计	3
---------------------	---

中篇 施工方案

二、钢结构工程柱脚安装方案	75
三、钢结构工程主结构安装方案	116
四、钢结构工程立面次结构及钢楼梯安装方案	150
五、钢结构工程顶面及肩部次结构安装方案	169
六、钢结构工程支撑塔架安装方案	190
七、钢结构工程合龙方案	202
八、钢结构工程支撑塔架卸载方案	217
九、钢结构工程桁架柱现场拼装施工方案	240
十、钢结构工程顶面及肩部次结构制作工艺方案	264
十一、钢结构工程冬期施工方案	309
十二、钢结构工程安装安全防护专项方案	323
十三、钢结构工程施工防雷专项方案	366

下篇 技术交底

十四、柱脚安装焊接技术交底	377
十五、柱脚锚梁安装焊接技术交底	385
十六、桁架柱拼装技术交底	388
十七、拼装桁架柱焊接技术交底	399
十八、C10 下柱安装焊接技术交底	404
十九、C10 下柱安装焊缝处理技术交底	407
二十、C10 上柱安装焊接技术交底	409
二十一、C10 上柱安装焊缝处理技术交底	412
二十二、主桁架拼装技术交底	414
二十三、主桁架安装焊接技术交底	424
二十四、主桁架安装焊接预热后热技术交底	431
二十五、立面次结构拼装技术交底	433
二十六、顶面次结构拼装技术交底	442
二十七、肩部次结构拼装技术交底	450
二十八、次结构安装焊接技术交底	458
二十九、合龙口焊接技术交底	465
三十、涂装技术交底	467
三十一、钢结构工程冬期焊接技术交底	473

录 目

三十二、	焊接工艺评定方案	
三十三、	主桁架加工制作工艺方案	
三十四、	柱脚加工制作工艺方案	
三十五、	钢结构工程防腐涂装体系配套方案	
三十六、	钢结构工程合龙方案	附录一
三十七、	钢结构工程防火涂装施工方案	
三十八、	桁架柱加工制作工艺方案	
三十九、	安装测量方案	
四十、	施工控制测量实施方案	附录二
四十一、	柱脚及支撑塔架预埋件施工方案	附录三
四十二、	顶面、肩部次结构拼装施工方案	附录四
四十三、	主桁架及内环桁架现场拼装施工方案	附录五
一、	钢结构工程安装施工组织设计中:	附录六
图 1-29	主结构安装流程图	附录七
附录一	典型主桁架吊装工况分析报告	附录八
附录二	组合钢柱安装工况报告	附录九
附录三	支撑塔架卸载工况计算报告	附录十
附录四	支撑塔架设计计算报告	附录十一
附录五	焊接工艺评定指导书	附录十二
四、	钢结构工程立面次结构及钢楼梯安装方案	附录十三
图 4-6 ~ 图 4-17	立面次结构吊装图	
五、	钢结构工程顶面及肩部次结构安装方案	
图 5-20 ~ 图 5-32	吊装过程中的变形图、节点位移图和整体 Mises 应力分析主图	附录十四
附录一	典型次结构构件吊装计算	附录十五
附录二	次结构安装接口相对变形差模拟计算	附录十六
七、	钢结构工程合龙方案	附录十七
附件一	合龙计算	附录十八
附件二	国家体育场钢结构现场人工测温试验	附录十九
附件三	国家体育场钢结构工程合龙温度测试方案	附录二十
附件四	国家体育场钢结构合龙焊接整体降温预可研分析及方案	附录二十一
		附录二十二
		附录二十三
		附录二十四
		附录二十五
		附录二十六
		附录二十七
		附录二十八
		附录二十九
		附录三十
		附录三十一
		附录三十二
		附录三十三
		附录三十四
		附录三十五
		附录三十六
		附录三十七
		附录三十八
		附录三十九
		附录四十
		附录四十一
		附录四十二
		附录四十三
		附录四十四
		附录四十五
		附录四十六
		附录四十七
		附录四十八
		附录四十九
		附录五十
		附录五十一
		附录五十二
		附录五十三
		附录五十四
		附录五十五
		附录五十六
		附录五十七
		附录五十八
		附录五十九
		附录六十
		附录六十一
		附录六十二
		附录六十三
		附录六十四
		附录六十五
		附录六十六
		附录六十七
		附录六十八
		附录六十九
		附录七十
		附录七十一
		附录七十二
		附录七十三
		附录七十四
		附录七十五
		附录七十六
		附录七十七
		附录七十八
		附录七十九
		附录八十
		附录八十一
		附录八十二
		附录八十三
		附录八十四
		附录八十五
		附录八十六
		附录八十七
		附录八十八
		附录八十九
		附录九十
		附录九十一
		附录九十二
		附录九十三
		附录九十四
		附录九十五
		附录九十六
		附录九十七
		附录九十八
		附录九十九
		附录一百

上 篇

施 工 组 织 设 计



一、钢结构工程施工组织设计

钢结构安装施工组织设计编制说明

本施工组织设计是在国家体育场工程施工组织总设计（修改初步设计版）基础上编制的，是作为钢结构安装工程施工的指导原则和组织施工准备以及编制钢结构各专项施工方案的纲领性文件。

针对本钢结构工程规模大（4.2万t用钢量）、结构形式复杂（马鞍形、双曲杆件）、节点复杂、加工制作和测量测控及安装技术的挑战性、工期紧迫以及与其他分项工程交叉作业复杂等特点，本施工组织设计编制以实现建设“国内最好、世界一流”的体育场，全面贯彻落实“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”的理念为指导思想，坚持科学管理、科技创新，秉承“建立完善的技术创新机制，高效运用现代信息技术，充分利用国内外各方面技术、资源优势”原则进行组织部署，以确保圆满完成工程安全、质量、功能、工期和造价等方面的建设目标，保证2008年奥运会成功举办。

国家体育场钢结构安装方案的选定依据不同的设计条件情况，主要经历了三个阶段：

第一阶段，方案设计阶段。依据2003年11月15提供的方案设计技术条件，总承包部组织相关单位，进行了三种安装方案（Ⅰ—整体提升，Ⅱ—局部提升+散装，Ⅲ—散装）的编制与比选，初步选定了内环14000t的局部提升+散装的总体方案，于2004年3月10日提交了初步的安装方案。2004年3月11日由奥指办组织项目公司、设计联合体、中咨监理公司听取并讨论该初步安装方案，基于当时的设计技术条件，该方案原则上得到了认可。

第二阶段，初步设计阶段。依据2004年3月24日提供的初步设计图纸等技术条件，根据总承包合同条款以及上级指示精神的要求，于2004年5月20日至6月26日，总承包部和项目公司联合在国内外范围内进行了初步安装方案的征集，通过征集共有国内五家国外三家单位应征，经中国钢结构协会专家委员会的评审，选出了三个优选方案，三个优选方案都是采用局部提升+散装的方案，区别在于局部提升的范围（重量）各有不同。方案征集完成之后，总承包部组织相关单位，充分吸收各家应征方案的优点，对3月10日选定的初步方案进行了调整和优化，于2004年7月22日向项目公司和中咨监理公司提交了钢结构施工组织设计纲要。

第三阶段，初步设计修改阶段。按照奥运“瘦身”计划，钢结构进行了设计优化和调整，安装方案为与设计调整紧密结合，在2004年8月31日、9月2日设计联合体提供的调整后的初步主结构布置和截面尺寸图技术条件下，总承包部组织相关单位开展了调整设计后的安装方案的编制工作。9月14日项目公司组织设计、监理、PMA等就新编制的钢结构安装方案进行了内部论证，详细讨论了“局部提升”和“散装”两种方案。2004年9月19日总承包部向奥指办、市建委、中国钢结构协会有关专家、项目公司、设计联合体、中咨监理公司、PMA等作了汇报，与会各方依据调整后的设计技术条件，一致通过了设计调整后选定的“散装”安装方案，并对该方案提出了一些具体的深化要求。依据2004年11月15日提供的修改初步设计图纸等技术条件，对9月19日的初步方案进行了进一步的完善。本施工组织设计即是在该初步安装方案的基础上进行深化编制的。

由于本施工组织设计编制的依据是目前调整后的初步设计条件，尚存在诸多不确定因素，同时考虑到钢结构工程的重要性、复杂性、艰巨性、紧迫性，除参建各方的共同努力，今后仍

需社会资源的大力支持。本施工组织设计中所涵盖的各种专项施工方案的编制,需要在此基础上,结合进一步提供的设计条件和各种资源的落实,作进一步的深化完善。

参与本施工组织设计编制的有:北京城建精工钢结构工程有限公司、中信国华建设有限公司、江苏沪宁钢机股份有限公司、上海宝冶集团、同济大学。同时,本施工组织设计编制得到了中国钢结构协会专家委员会专家周文瑛同志及关忆芦的大力支持,在此深表感谢。

1 编制依据

1.1 设计文件 (表 1-1)

设计文件				表 1-1
序号	图 纸 名 称	时 间	备 注	
1	国家体育场工程初步设计图纸	2004-03-20		
2	国家体育场工程初步设计修改图纸	2004-11-15		
3	国家体育场岩土工程勘察报告 2003 技 208	2003-09-30		
4	国家体育场水文地质勘察报告 2003 水 053	2003-09-28		

1.2 合同协议 (表 1-2)

合同协议				表 1-2
序 号	名 称	签 订 方	签 订 时 间	备 注
1	特许权协议	北京市政府	2003-08-05	
2	国家体育场直接协议	北京市政府	2003-08-05	
3	国家体育场协议	北京市政府、奥组委	2003-08-05	
4	国家体育场项目建筑安装工程施工总承包合同	国家体育场有限责任公司	2004-04-30	

1.3 规范、规程及标准 (表 1-3)

规范、规程及标准				表 1-3
序 号	名 称	编 号		
1	钢结构设计规范	GB 50017—2003		
2	建筑抗震设计规范	GB 50011—2001		
3	建筑结构设计荷载规范	GB 50009—2001		
4	碳素结构钢	GB/T 700—2006		
5	低合金高强度结构钢	GB/T 1591—94		
6	高层建筑结构用钢板	YB 4104—2000		
7	厚度方向性能钢板	GB/T 5313—85		
8	碳钢焊条	GB 5117		
9	低合金钢焊条	GB 5118		
10	熔化焊用钢丝	GB/T 14957		

续表

序 号	名 称	编 号
11	气体保护焊用钢丝	GB/T 14958
12	钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程	JGJ 82—91
13	建筑钢结构焊接技术规程	JGJ 81—2002
14	钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果的分级	GB 11345—89
15	钢融化焊对接接头射线照相和质量分级法	GB 3323
16	钢结构制作安装施工规程	YB 9254—95
17	钢结构制作工艺规程	DBJ 08—216—95
18	钢结构工程施工质量验收规范	GB 50205—2001
19	门式刚架轻型房屋钢结构技术规程	CECS 102: 2002
20	高层民用建筑钢结构技术规程	JGJ 99—98
21	网架结构设计与施工规程	JGJ 7—91
22	网壳结构技术规程	JGJ 61—2003
23	膜结构技术规程	CECS 158: 2004
24	涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级	GB 8923
25	工程测量规范	GB 50026—93
26	建筑工程测量规程	DBJ 01—21—95
27	建筑设计防火规范 (2001 年修订版)	GBJ 16—87
28	高层民用建筑设计防火规范	GB 50045—95 (2001 版)
29	钢结构防火涂料通用技术条件	GB 14907
30	钢结构防火涂料应用技术规范	CECS 24: 90
31	建筑施工安全检查标准	JGJ 59—99
32	高空作业机械安全规则	JG 5099—98
33	建筑机械使用安全技术规程	JGJ 33—2001
34	建筑工程施工现场供用电安全规范	GB 50194—93
35	建筑施工高处作业安全技术规范	JGJ 80—91
36	起重机安全规程	GB 6067
37	北京市建筑工程施工安全操作规程	DBJ 01-62-2002
38	建筑工程施工质量验收统一标准	GB 50300—2001

1.4 其他 (表 1-4)

其他文件

表 1-4

序 号	名 称	编 号
1	国家体育场工程施工组织设计 (修改初步设计版)	2004. 12
2	建筑结构长城杯工程质量评审标准	DBJ/T 01-69-2003
3	建筑长城杯工程质量评审标准	DBJ/T 01-70-2003
4	北京城建集团类似工程管理经验	
5	北京城建集团工程总承包管理体系文件	2003 年版

2 工程概况

2.1 工程简介

国家体育场看台的放射状混凝土框架结构与环绕它们并形成主屋盖的空间钢结构完全分离。空间钢结构由 24 榀门式桁架围绕着体育场内部碗状看台区旋转而成, 其中 22 榀贯通或基本贯通。结构组件相互支撑、形成网格状构架, 组成体育场整体的“鸟巢”造型。所有钢结构构件形成结构及建筑外形 (见图 1-1)。

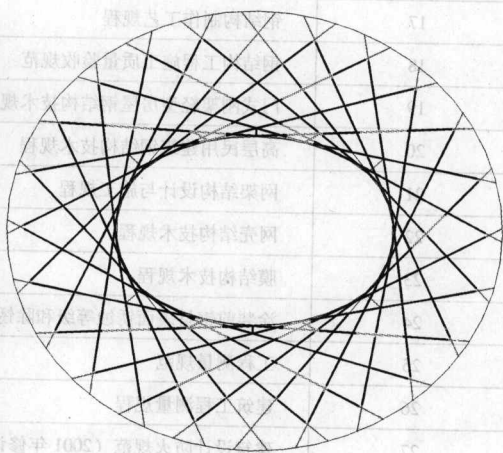
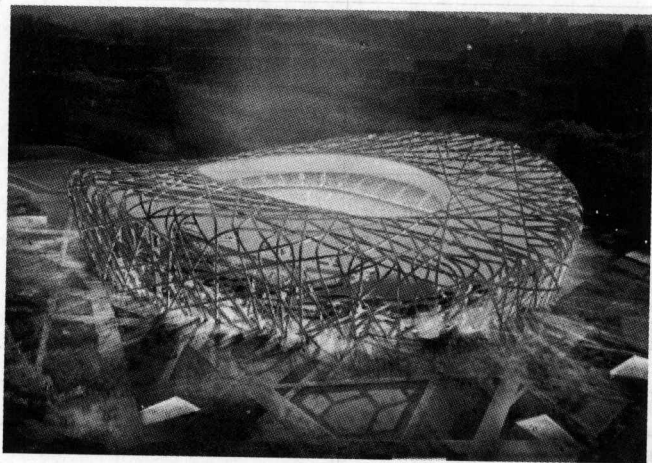


图 1-1 钢结构构件形成结构及建筑外形

工程 ± 0.000 标高相对于绝对标高为 43.500m, 钢结构屋盖呈双曲面马鞍型, 南北向结构高度为 40.746m, 东西向结构高度为 67.122m。屋顶主结构均为箱型截面, 上弦杆截面基本为 1000mm $\times$ 1000mm, 下弦杆截面基本为 800mm $\times$ 800mm, 腹杆截面基本为 600mm $\times$ 600mm, 腹杆与上下弦杆相贯, 屋顶矢高 12.000m。竖向由 24 根组合钢结构柱支撑, 每根组合钢结构柱由两根 1200mm $\times$ 1200mm 箱型钢柱和一根菱形钢柱组成, 荷载通过它传递至基础。立面次结构截面基本为 1200mm $\times$ 1000mm, 顶面次结构截面基本为 1000mm $\times$ 1000mm。

2.1.1 钢结构设计重量

主桁架: 12720t

组合柱: 12548t

次结构: 11670t

楼梯: 4137t

马道: 800t

合计: 41875t

2.1.2 钢材型号厚度

钢板的最大厚度 100mm。当钢板厚度 ≤ 34 mm 时, 采用 Q345 钢材; 当钢板厚度 ≥ 36 mm 时, 采用 Q345GJ 钢材; 少量厚钢板采用 Q460、S460ML 钢材。局部采用铸钢件。

厚度分布:

(1) 组合钢柱除少量菱形柱底部和顶部为 90 ~ 100mm, 其余为 50 ~ 80mm, 另外两根方形斜柱板厚绝大多数为 30、25、20mm。

(2) 桁架上弦杆个别段为 50mm 外, 其余均在 40mm 以下, 大多数为 30、25、20mm。

(3) 桁架下弦杆个别段为 50、42mm 外, 其余绝大多数为 20mm。

(4) 腹杆为 20、14、10mm, 多数为 10mm。

(5) 次结构板厚最大 36mm, 绝大部分为 20mm 以下。

2.1.3 钢材性能

(1) 冲击性能要求 (表 1-5)

冲击性能要求			表 1-5
钢材牌号	主 结 构	次 结 构	
Q345、Q345GJ	D 级, -20°C 时 $A_{kv} \geq 34\text{J}$	C 级, 0°C 时 $A_{kv} \geq 34\text{J}$	
Q460、S460ML	E 级, -40°C 时 $A_{kv} \geq 34\text{J}$	—	

(2) Z 向性能要求 (表 1-6)

Z 向性能要求					表 1-6
钢板厚度 (mm)	$T < 40$	$40 \leq t \leq 60$	$60 < t \leq 80$	$t > 80$	
Z 向要求	—	Z15	Z25	Z35	

2.2 工程特点

2.2.1 工程规模大, 构件吨位重

(1) 马鞍形钢屋盖长轴约 333m, 短轴约 280m; 内环长轴约 182m, 短轴约 124m; 矢高 12m。

(2) 组合钢柱最大重量约重 520t, 每延米最重约 10t; 主桁架每延米最重约 3t。

2.2.2 节点复杂 (见图 1-2)

主结构均为大截面箱型构件, 节点在空间汇交多根杆件; 次结构节点复杂多变、规律性少。

2.2.3 施工难度大

(1) 钢结构与混凝土结构施工交叉作业, 必须从安全、质量、功能、工期、造价等方面综合考虑, 选择最优施工方案。

(2) 钢结构制作方面, 参与制作的单位多, 加工制作的精度要求高, 加工周期短, 施工图非常规表达, 节点设计复杂, 且非一致, 无法流水线生产。

(3) 钢结构工厂加工、多杆件汇交节点设计、现场以及高空组拼制作、钢屋架安装临时支撑的设计布置、吊装、焊接、安装测量、工况计算与实现难度大。

(4) 钢构件呈不规则形状, 局部扭曲, 截面不断变化, 加工难度大。

(5) 钢结构现场组拼、安装精度要求高, 精度控制实现难度大。

(6) 由于杆件组拼的桁架均为曲面, 且设计要求曲线变化平滑自然, 对焊工水平、焊接设备、组拼胎架要求很高。

(7) 空间交汇的节点, 杆件多而复杂, 部分交汇角度小; 局部超厚钢板焊接、高强钢 Q460 钢焊接、铸钢件焊接等纳入专门的研究课题, 采取有效的预控措施, 确保焊接质量, 现场焊接难度大。现场焊接工作量大, 焊材总消耗量约 200t。

(8) 部分钢构件组拼而成的刚架为不规则曲面, 对此巨型钢结构组拼和安装实施三维测量控制, 确保组拼、安装的精度难。

(9) 针对钢结构复杂多变的曲线、曲面造型, 必须通过计算机模拟制作、安装工况。由于曲线、曲面很难用方程式表达, 因此工况计算、建模工作量大。

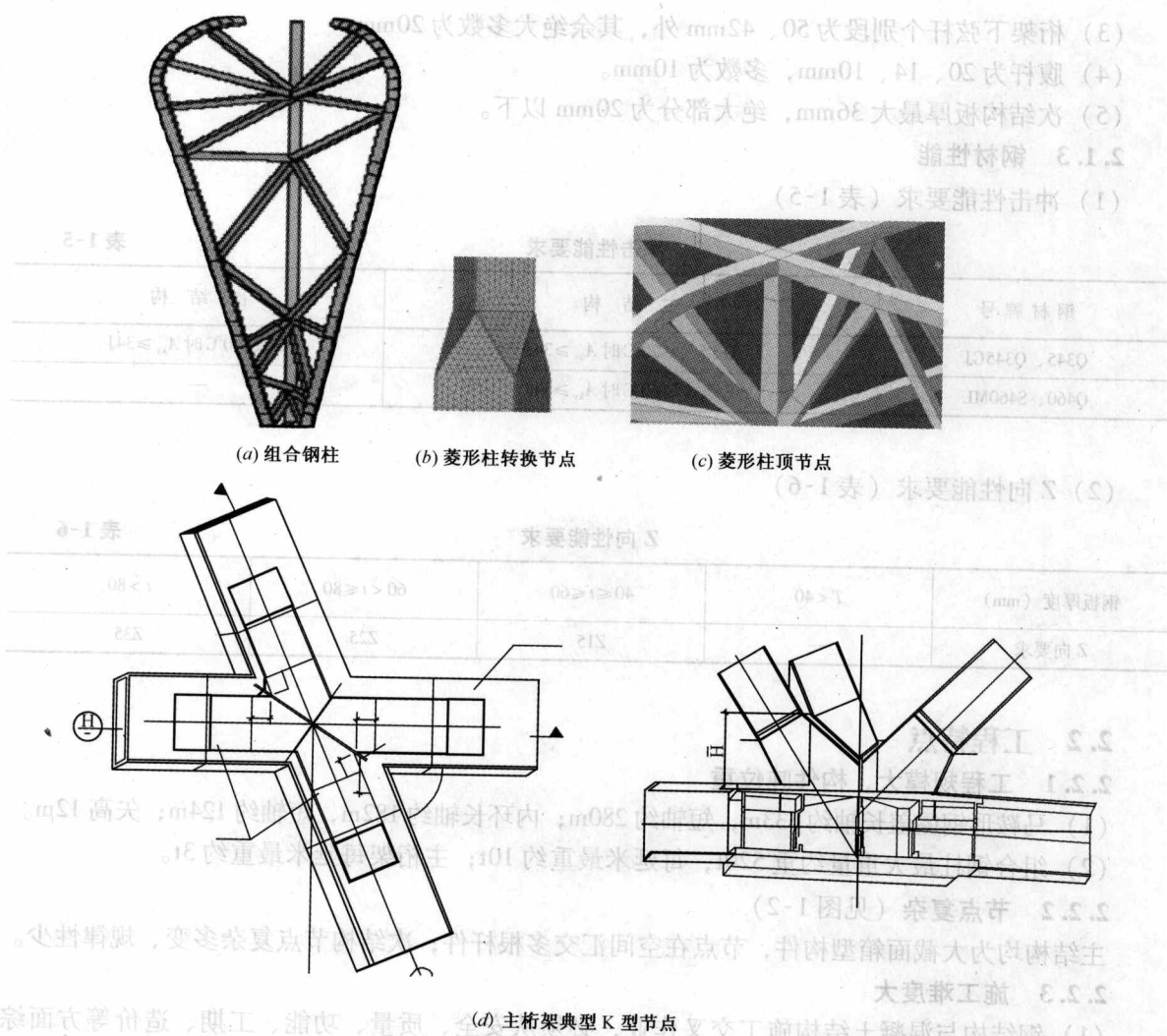


图 1-2 节点复杂

- (10) 大跨度巨型钢结构屋盖, 支撑数量多, 分布面积大, 卸载实施控制难度大。
- (11) 钢结构 100 年使用年限, 需要对构件进行长效防腐处理; 而且由于防腐面积巨大, 如需进行再次涂装, 工程量非常大且实施难度高。

2.2.4 工期要求紧

体育场工程的工期以钢结构施工为主线, 其施工的进度直接影响体育场看台、基座、膜结构以及其他相关工程的施工。

3 施工部署

3.1 部署原则

施工, 保证钢结构和混凝土结构的施工顺序交接、先后有序、自然过渡。钢结构施工部署按照施工组织总设计的总体部署要求为原则, 在混凝土看台施工的后期从南北向开始插入钢结构的施工, 保证钢结构和混凝土结构的施工顺序交接、先后有序、自然过渡。

在时间上作到计划先行、统筹考虑, 综合安排, 充分考虑北京地区季节性气候的影响, 做

好分阶段钢结构的验收安排。

在空间上做到均衡对称、各相关专项工程及时插入合理组织交叉作业，保证连续施工。

以施工总进度计划为依据科学合理的安排钢结构施工进度计划，做到各种资源配置合理，编制现场组织专项方案，对施工临设、道路交通、施工用电水等进行阶段性调整，做到投入最低而收益最大。

充分发挥项目总承包管理的优点，积极调动各专项施工单位的专业优势，做到强强联合，优势互补。

3.2 目标

钢结构工程在安全、质量、功能、工期、现场管理、造价、科技创新等各项目目标服务于施工组织总设计的总体目标。确保“钢结构金奖”。

3.3 组织管理体系（图 1-3）

钢结构工程的总体安排以钢结构的安装为统筹主线，钢结构施工图设计决定钢结构施工的开始时间，同时施工图的完成需要钢结构详图设计、加工制作、安装单位和膜结构等专业厂家的协同配合；另外，钢结构工程与混凝土看台交叉作业，而且制约着基座工程的开始乃至整个工程的竣工，因此，需要建立一个完善有效的组织管理体系，对钢结构工程进行全面系统的管理，以保证总体施工顺利实施。

说明：

（1）加工制作单位由总包单位、项目公司联合招标，钢结构安装单位直接对加工制作单位实施构件加工制作的调度和管理，以确保安装工程进度的需求，总包单位对加工制作单位进行间接管理。

（2）钢材采购由总包单位、项目公司联合招标，由加工制作单位具体负责采购实施。总包单位对钢材供应商进行间接管理。

（3）加工制作单位初步拟定三四家，结合钢材供应，制定和实施详细的加工制作计划，实现材料采购和加工制作紧密协调；加工制作单位除保证本区域内的加工，又要与相邻区域制作厂家沟通；制作厂家完成杆件制作，预拼装构件合格后解体运输至施工现场，并负责现场的地面组拼。

（4）详图设计由总包单位、项目公司联合招标，委托一家有专门资质的单位完成，其与设计联合体、制作、安装单位需密切配合。

3.4 钢结构总体安装思路

3.4.1 总体安装方案的选定

国家体育场钢结构为特大型大跨度空间结构，构件自重产生的内力所占比例较大。钢结构施工顺序对结构构件在重力荷载作用下的内力将产生明显影响。为了满足国家体育场工程总工期的要求，按照施工组织总设计的部署，看台混凝土结构先行施工，钢结构部分随后进行施工。因此协调钢结构安装与混凝土结构施工的关系，对保证混凝土看台连续施工、钢结构的顺利安装、室内装修工程及机电设备工程及时插入以及外围基座尽早施工具有重大的意义。

大跨度钢结构常用的安装方案有整体提升、滑移、分段吊装高空组拼方法（简称散装法）和局部提升等方式。针对国家体育场钢结构工程及其与其他分部工程之间的时空关系，在钢结构安装方案的选择过程中考虑了上述四种方式。由于采用整体提升方案时看台混凝土部分不能先期施工，因而室内装修工程、机电设备工程无法提前插入，导致在总体工期上受到限制；采用滑移方案时，受到施工场地的限制以及面临的巨大技术挑战等因素，因此主要进行了散装法和局部提升法的比选。

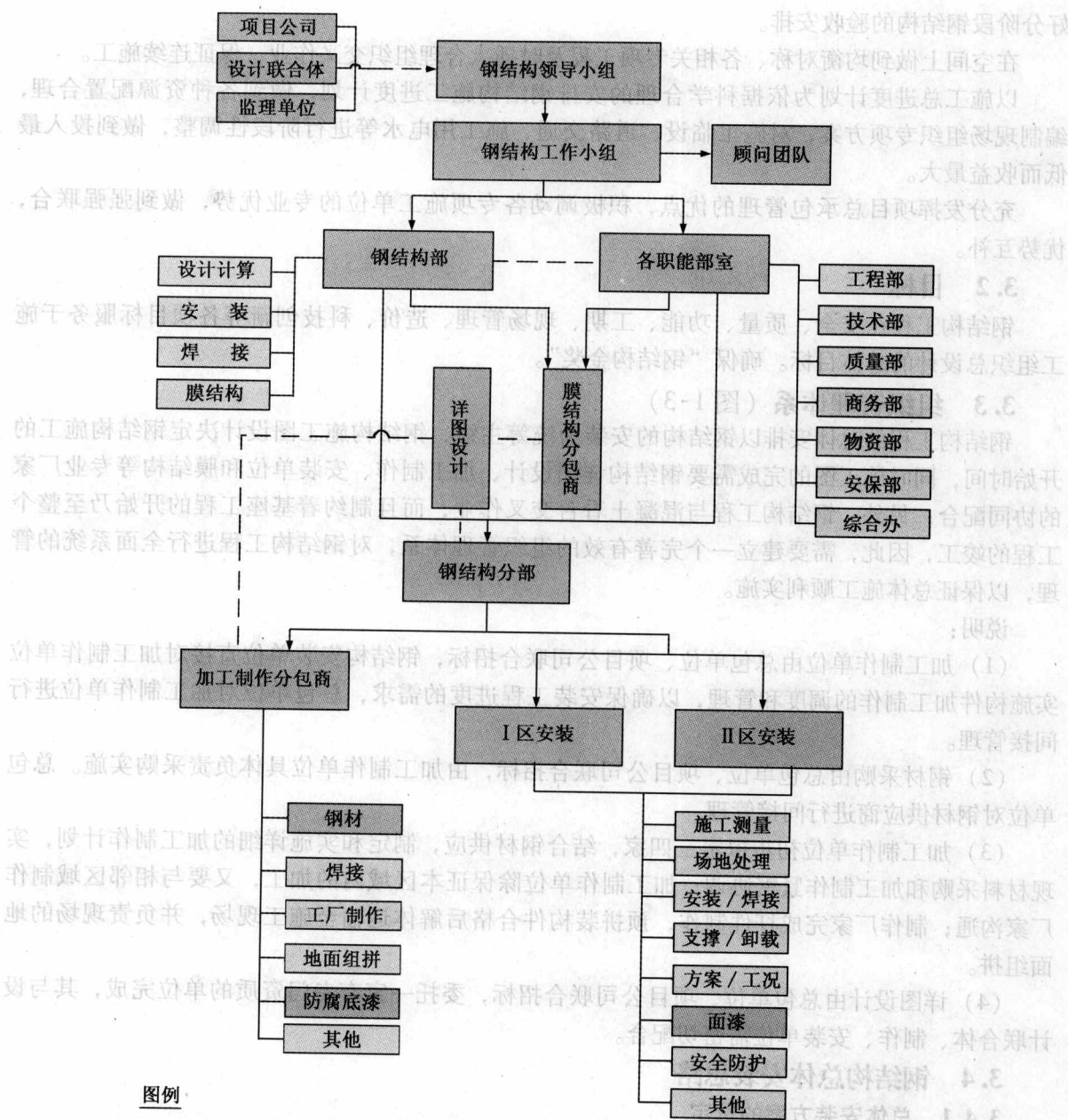


图 1-3 钢结构组织管理体系

根据调整后初步设计的具体技术条件，鉴于以下主要原因：

- (1) 屋盖钢结构调整设计后已经没有真正意义上的“内环桁架”。
- (2) 由各榀贯通的主桁架形成的“内环桁架”平面尺度很大，而且截面板厚比调整设计前