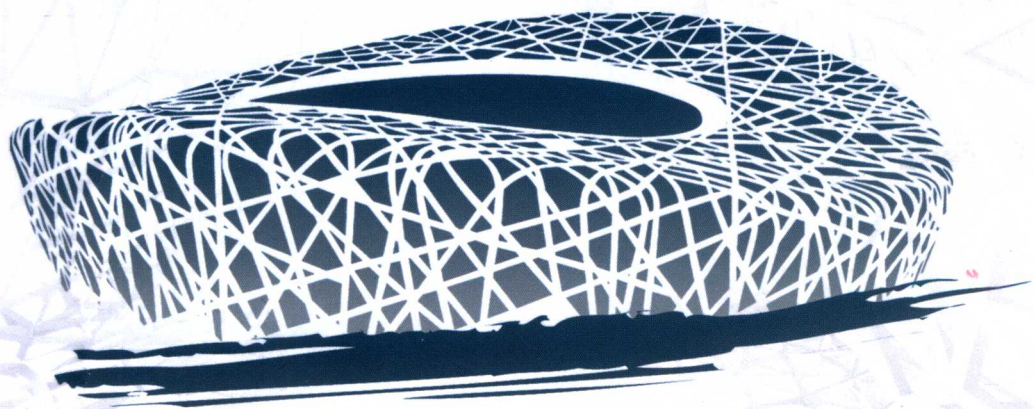


# 大跨度钢结构 张弦梁施工技术

DAKUADU GANGJIEGOU  
ZHANGXIANLIANG SHIGONG JISHU

张忠浩 编著



非  
外  
借



冶金工业出版社  
www.cnmp.com.cn

# 大跨度钢结构 张弦梁施工技术

张忠浩 编著

北京  
冶金工业出版社

2019

## 内 容 提 要

本书共分为 11 章, 主要包括大跨度钢结构的发展与展望、钢结构深化设计、钢结构材料管理、钢结构交底、地脚螺栓、地下劲性钢结构、地上钢柱钢梁结构、大跨度张弦梁结构、防火涂料、安全防护等。

本书可供大跨度钢结构吊装和预应力张拉领域的设计、施工、监理、质量检查验收及施工管理的相关从业人员使用, 可作为其上岗作业的参考, 也可作为现场施工技术交底的蓝本。

### 图书在版编目(CIP)数据

大跨度钢结构张弦梁施工技术/张忠浩编著. —北京:  
冶金工业出版社, 2019. 5

ISBN 978-7-5024-8095-0

I. ①大… II. ①张… III. ①钢结构—大跨度结构—  
建筑工程—工程施工 IV. ①TU745. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 064700 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 李培禄 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-8095-0

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷  
2019 年 5 月第 1 版, 2019 年 5 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 15.5 印张; 2 彩页; 270 千字; 231 页

55.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

总 顾 问



杨发兵

技术 指 导



安雄宝

# 序 言 一

---

近年来，随着社会经济的不断发展，大跨度结构在现代建筑中的需求越来越大。大跨度张弦梁结构是近年来快速发展和应用的一种新型大跨度预应力空间结构体系形式。张弦梁结构最早由日本大学 M. Saitoh 教授提出，是一种区别于传统结构的新型杂交屋盖体系，是由刚性构件上弦、柔性拉索、中间连以撑杆形成的混合结构体系，其结构组成是一种新型自平衡体系。张弦梁结构体系简单、受力明确、结构形式多样，充分发挥了刚柔两种材料的优势，并且制造、运输、施工简捷方便，因此在大跨度空间结构方面具有广阔的应用前景。

本书作者张忠浩，基于长期的工程实践和已建、在建的大跨度建筑工程实例及相关规范，在本书中对国内高寒地区首次采用的大跨度弦支网壳张弦梁施工关键技术、创新点及安全防护等进行了详细的分析和总结。该书的出版对于从事大跨度结构工作的工程技术人员将具有很好的参考价值，同时对于相关专业高校教师、学生也具有很好的工程实践学习价值。

内蒙古工业大学土木工程学院院长  
教授 博士生导师  
2019年2月

王 亮

## 序言二

---

去年初冬，惊喜收到张忠浩送来厚厚一本书稿，书名《大跨度钢结构张弦梁施工技术》。我掂量书稿沉甸甸的，翻开粗略地浏览一遍。嗨！创新钢结构新领域、新技术、新工艺，内容新颖，图文并茂——概括一个“新”字。八零后出生的他，步入三十而立之年，虎虎有生气。记得2014年他担任中国华冶天津三建分公司项目总工程师，本职工作表现十分出色，项目部所承担的工程，质量优异，8次获得天津市建筑工程质量最高奖——“结构海河杯”奖，项目部被授予“安全文明工地”和“观摩工地”称号，这里自然有他的辛劳和贡献。他爱好写作，成绩突出，大有斩获。他撰写的《运河畔展风采》《造文化墙·筑精品梦》等多篇报告文学、散文作品获国家级奖项，受到国家领导人颁奖和接见。经我推荐他加入中国散文学会。他调入中建二局三公司任项目总工程师后不忘初心，方得始终，砥砺奋进，笔耕不辍，工作写作双丰收。2018年他撰写的《大跨度钢结构张弦梁施工技术》一文获《中国时代风采》征文金奖。他顺势而为，借此基础更上一层楼，收集、整理编写成此书稿，请我阅读并作序。我为他的成长和进步感到欣慰和高兴。

钢结构在我国是一个新型的朝阳产业。中建二局勇于创新，大力倡导实施大跨度钢结构张弦梁施工技术，凸显出五大优势：一是承载能力高，二是使用荷载作用下结构变形小，三是结构稳定性强，四是建筑造型适应性强，五是制作、运输、施工方便。诸多优点，它不仅满足人们对大空间建筑的需要，还提升了建筑的美感，为人们带来丰富多彩的视觉享受。伴随着我国经济社会高速发展，人们需求更大的建筑空间来满足会议交流、大型展览、体育赛事等各类社会、经济、

文体活动，促使着建筑朝着高度更高、跨度更大的方向发展。目前我国上海浦东机场候机楼、广州国际会展中心、哈尔滨国际会展中心、长春会展中心等一批建成项目，采用大跨度钢结构张弦梁施工技术，绚丽多彩的结构形式，如同百花园中盛开的千姿百态朵朵奇葩，争芳吐艳，前景十分广阔！汇集到张忠浩这本书 26 万余字、300 余幅图片，印上他的足迹，注入他的心血，是一部珍贵、引领专业技术的佳作。

张忠浩基于对自己企业和专业的热爱，“为培养我的企业和这个专业的从业者贡献哪怕一丝绵薄之力”“伴着初春莺歌燕舞花红柳绿提笔到写完这本书最后一个字已是银装素裹、千里冰封的寒冬”（张忠浩语）乐此不疲，经过近一年艰辛创作，完成书稿。

“人民有信仰，民族有希望，国家有力量”，进入新时代，安居乐业是人们追求的目标。从张忠浩身上看到他爱岗敬业，热爱自己的工作岗位，勤奋有加，全身心投入。激情奉献是一种态度，是一种精神，更是一种境界。张忠浩凭借企业给自己的发展空间和展示平台，最大限度地发挥自己的聪明才智，实现自己的人生价值，靠的是在平凡岗位的爱岗敬业。德国著名作家歌德曾说过：“你要欣赏自己的价值，就得给世界增加价值。”将爱岗敬业当做人生追求的一种境界，将会珍惜自己的工作，知恩感恩报恩，扎扎实实工作，无怨无悔地做出奉献！

让我们鉴赏他的作品过程中，跟随他的思路和足迹，饱览大跨度钢结构张弦梁施工技术，必将在祖国大地上结出累累硕果。

《中国冶金报》资深记者  
中国美术家协会会员  
中国报告文学学会会员  
中国散文学会会员

谢吉恒

2019年3月30日于北京

# 前 言

---

---

至 2018 年，改革开放已经走过了 40 年的历程，这 40 年，充满着解放思想的勇敢探索，充满着实事求是的丰富实践，充满着与时俱进的创造创新，充满着求真务实的苦干实干。在这 40 年中，我国建筑行业也有着突飞猛进的发展，特别是改革开放 40 年来的今天，我国加强民生工作、加快铁路建设、承办大型国际会议的脚步越迈越大，越走越稳。一大批大跨度钢结构的活动中心、高铁站房、会议会展中心建筑拔地而起。这些建筑代表了新时期我国建筑领域取得的新成就，也为大跨度钢结构的发展起到积极的助推作用，并开拓广阔前景。

大跨度张弦梁结构是近十余年来快速发展和应用的一种新型大跨空间结构形式。该结构形式自进入中国以来，以其明确的力流传递方式、简单轻盈的结构形态，受到诸多建筑设计师的青睐，应用在多项大跨度钢结构场馆中。本书基于已建、在建且有代表性的大跨度建筑施工实例，结合东北亚（长春）国际机械城会展中心张弦梁结构施工的最新成果和现有规范规程，对国内高寒地区首次采用的大跨度弦支网壳张弦梁施工技术中的结构创新与关键工序进行重点分析、归纳与总结；对地脚锚栓、地下劲性钢柱、标准节钢柱、层间主次梁、预应力张弦梁等环节的图纸深化、加工制作、预留预埋、高空原位安装、预应力张拉等工序的具体实施方法和经验总结进行详细描述，旨在对大跨度钢结构，特别是预应力张弦梁结构的从业人员有所帮助。

内蒙古工业大学土木工程学院院长王岚教授对全书进行了细致的审阅并为本书作序，内蒙古工业大学范会明老师为本书做了大量工作，在此表示深深的谢意！

衷心感谢《中国冶金报》河北记者站站长（中国艺术家协会会员、

中国报告文学学会会员、中国散文学会会员) 谢吉恒老师为本书出版给予大力支持和帮助,并在百忙之中为本书作序。

为本书做出贡献的还有中建二局三公司吴鹏翔、刘勇兴、苏立健、赵贵文、王忠鑫、谷明亮、张利刚、董春阳;中建二局安装公司廊坊分公司副总经理李健、许兴年。中国中元设计院设计师祖义祯(博士)、徐斌(硕士),中建二局安装公司廊坊分公司总工程师陈峰为本书提供了宝贵意见和建议。在此一并表示感谢!

由于编著者水平有限,加之时间仓促,疏漏与错误之处在所难免,敬请读者谅解,并不吝赐教。书中引用了一些建筑施工图片、图表,更给读者以直观、清晰的印象,在此对这些图片、图表的所有者表示感谢。

张忠浩

2019年3月



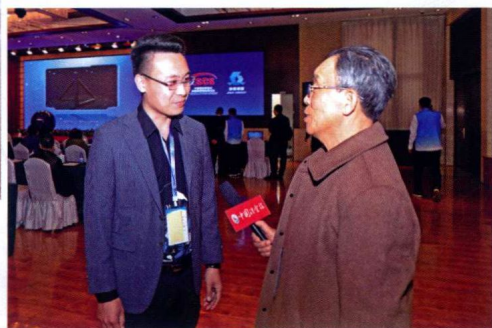
国家教育部原副部长张天保为作者颁奖



作者与中国工程院院士、中国钢结构协会会长岳清瑞（中）和《中国冶金报》记者谢吉恒（右一）在装配式标准化钢结构建筑科技论坛上交流合影



作者与国家装配式标准化钢结构建筑研究院院长（钢结构大师）蔡玉春博士交流合影



作者接受《中国冶金报》记者采访

## 津西钢铁集团篇



首届中国装配式标准化钢结构建筑科技论坛在唐山南湖紫天鹅大酒店举行



论坛上,岳清瑞、高真、付振波、韩敬远、艾长征共同启动国家钢结构工程技术研究中心装配式标准化钢结构建筑研究院揭牌仪式



《中国冶金报》记者谢吉恒与中国东方集团董事局主席兼首席执行官、津西集团董事长兼总裁韩敬远合影



与会领导、专家学者及嘉宾合影



赵一臣、谢吉恒、韩敬远、李明东合影



谢吉恒与于利峰合影



“我和我的祖国”采风团在洛阳交运集团  
21 分公司采风



纯电动新能源汽车



孟津民兵运输连合影



田延通总经理接受《中国冶金报》  
记者谢吉恒专访



“我和我的祖国”采风团在  
黄河小浪底采风



田延通总经理在洛孟专线试运营  
仪式上致辞

## 常州黑山冶金公司篇



常州黑山冶金技术有限公司（烧节点火炉制造有限公司）



“我和我的祖国”采风团在采风



孙小平总经理接受《中国冶金报》记者专访



冶金生产线现代化设备



孙小平总经理(左一)、《中国冶金报》  
资深记者谢吉恒(中)合影

# 目 录

---

---

<b>1 大跨度钢结构的发展</b> .....	1
1.1 发展概述 .....	1
1.2 国内发展情况 .....	2
1.3 发展展望 .....	4
<b>2 大跨度张弦梁结构概述</b> .....	6
2.1 张弦梁结构简介 .....	6
2.2 张弦梁结构的源起与发展 .....	6
2.3 长春会展中心张弦梁结构 .....	7
<b>3 钢结构深化设计</b> .....	9
3.1 概述 .....	9
3.2 深化设计软件 .....	9
3.3 深化设计主要工作 .....	9
3.4 BIM 在深化设计中的应用 .....	10
<b>4 钢结构材料管理</b> .....	11
4.1 材料验收 .....	11
4.1.1 材料种类 .....	11
4.1.2 材料验收 .....	11
4.2 材料存储 .....	11
4.2.1 钢板存储 .....	11
4.2.2 焊材存储 .....	12
4.2.3 焊剂存储 .....	12
4.2.4 油漆存储 .....	13
4.2.5 栓钉与高强螺栓存储 .....	13
4.3 材料取样 .....	14
4.4 材料复试与检验 .....	15
4.4.1 钢板复试 .....	15

4.4.2	栓钉复试	16
4.4.3	成品支座、铸钢件检验	17
4.4.4	焊接材料验收	17
4.4.5	螺栓检验	17
4.4.6	涂装材料检验	18
<b>5</b>	<b>钢结构交底</b>	<b>19</b>
5.1	交底形式	19
5.2	交底目的	19
5.3	交底时间	19
5.4	交底人员	19
5.5	交底内容	19
<b>6</b>	<b>地脚螺栓</b>	<b>21</b>
6.1	地脚螺栓形式	21
6.2	地脚螺栓深化	21
6.3	地脚螺栓验收与复试	22
6.4	地脚螺栓安装	22
6.4.1	安装思路	22
6.4.2	安装流程	22
6.4.3	安装工艺	22
6.4.4	地脚螺栓定位	22
6.4.5	地脚螺栓安装注意事项	23
<b>7</b>	<b>地下劲性钢结构</b>	<b>25</b>
7.1	地下劲性钢结构加工	25
7.1.1	劲性钢柱加工	25
7.1.2	劲性钢梁加工	52
7.1.3	除锈	63
7.1.4	涂装	65
7.1.5	信息化追踪	66
7.1.6	构件运输	67
7.2	地下劲性钢结构安装	69
7.2.1	劲性钢柱安装	69
7.2.2	劲性钢梁安装	78

8 地上钢柱钢梁结构 .....	82
8.1 地上钢梁加工 .....	82
8.1.1 H型钢梁加工流程 .....	82
8.1.2 深化加工流程 .....	82
8.1.3 H型钢梁加工 .....	82
8.1.4 H型钢梁加工注意事项 .....	96
8.2 地上钢柱安装 .....	97
8.2.1 钢柱进厂验收与码放 .....	98
8.2.2 吊车选择 .....	99
8.2.3 钢丝绳选择 .....	100
8.2.4 钢柱安装流程 .....	101
8.2.5 钢柱安装 .....	103
8.2.6 钢柱焊接 .....	106
8.2.7 钢柱喷涂 .....	108
8.2.8 注意事项 .....	109
8.3 地上钢梁安装 .....	109
8.3.1 钢梁吊装 .....	109
8.3.2 高强螺栓安装 .....	114
9 大跨度张弦梁结构 .....	119
9.1 张弦梁方案选择与论证 .....	119
9.1.1 方案对比选择 .....	119
9.1.2 方案专家论证 .....	123
9.2 张弦梁设计与加工 .....	124
9.2.1 BIM 深化设计 .....	124
9.2.2 张弦梁加工 .....	130
9.3 张弦梁安装 .....	146
9.3.1 安装思路与交底 .....	146
9.3.2 场地规划选择 .....	149
9.3.3 安装机具 .....	151
9.3.4 吊车选择 .....	154
9.3.5 张弦梁卧拼 .....	158
9.3.6 吊耳与钢丝绳选择 .....	162
9.3.7 支撑架安装 .....	165
9.3.8 张弦梁安装 .....	168

9.3.9	撑杆安装 .....	177
9.3.10	张弦梁焊接 .....	178
9.4	预应力高钒索 .....	188
9.4.1	预应力索与销轴 .....	188
9.4.2	预应力索深化设计 .....	188
9.4.3	预应力索加工 .....	190
9.4.4	拉索进厂验收与存放 .....	192
9.4.5	拉索施工 .....	194
9.5	张弦梁预应力张拉 .....	197
9.5.1	张弦梁安装过程仿真验算 .....	198
9.5.2	设计张拉数据模拟 .....	200
9.5.3	张拉施工 .....	205
9.5.4	测量施工 .....	207
9.5.5	张弦梁施工剪影 .....	209
<b>10</b>	<b>防火涂料 .....</b>	<b>211</b>
10.1	前期准备 .....	211
10.2	工艺流程 .....	211
10.3	施工要点 .....	211
10.3.1	涂装机具 .....	211
10.3.2	涂装施工方法 .....	212
10.3.3	涂层厚度控制 .....	213
10.4	特别注意事项 .....	213
<b>11</b>	<b>安全防护 .....</b>	<b>215</b>
11.1	安全风险分析 .....	215
11.2	个人防护措施 .....	217
11.2.1	个人防护措施需求分析 .....	217
11.2.2	个人防护措施的配备 .....	217
11.3	安全管理制度 .....	219
11.3.1	三类人员和一般性管理人员的安全教育与培训 .....	219
11.3.2	工人的安全教育 .....	219
11.3.3	经常性安全教育 .....	220
11.4	高空作业防护 .....	220
11.5	现场安全措施 .....	224