

Gangjiegou
Chaoshengbo Tanshang Ji
Zhiliang Fenji

周在杞 主编

钢结构 超声波探伤及质量分级



 中国标准出版社

钢结构超声波探伤及质量分级

周在杞 主编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构超声波探伤及质量分级/周在杞主编. —北京:
中国标准出版社, 2008
ISBN 978-7-5066-4720-5

I. 钢… II. 周… III. ①钢结构—超声检验②钢结构—
质量检验 IV. TU391.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 206489 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 471 千字

2008 年 2 月第一版 2008 年 2 月第一次印刷

*

定价 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68533533

编写人员名单

主 编 周在杞

编写人员 周在杞 周克印 周 宇

陆绪红 莫洪斌 韩旭鹏

周 宁 饶小雁 朱之江

前 言

本书是作者根据JG/T 203—2007《钢结构超声波探伤及质量分级法》标准宣贯和专业技术人员培训的需要,总结科研成果,在长期检测工作实践基础上参考国内外的相关资料编写完成的。

作者在编制JG/T 203—2007《钢结构超声波探伤及质量分级法》标准过程中,深感至今国内外还没有一本比较全面叙述超声波检测技术在钢结构中应用的书籍;也缺乏适合于从事钢结构质量和安全控制新技术研发的工业企业人员、大学教师以及大学生使用的行业标准类应用指南。为了便于广大钢结构行业检测人员及时、准确地掌握该行业标准的内容,在建设部有关部门和出版社组织安排下,编撰出版了这本宣贯教学用书,谨作为广大读者理解JG/T 203—2007《钢结构超声波探伤及质量分级法》标准的一个窗口。

本书通过总结多年来钢网架结构超声波探伤研究的成果,讲述超声波检测原理方法及其应用等问题,以满足工程实际需要。本书还对JG/T 203—2007《钢结构超声波探伤及质量分级法》标准条文进行全面释义,作为行业标准的应用指南,预期对我国钢结构检测技术人才培养具有积极意义,同时也能对JG/T 203—2007《钢结构超声波探伤及质量分级法》标准的实施和推广起到促进作用。由于钢结构质量和安全控制方面的书籍太少,本书将在该领域发挥其点滴作用。

钢结构超声波探伤及质量分级是以超声波物理学和测量技术为基础的一门技术应用学科。以超声波作为信息载体,对钢结构产品或构件进行检测,作为金属(钢)结构、空间网架结构检验和测量的质量安全控制技术,在土木工程、海洋工程、房屋建筑、桥梁工程、隧道与地下建筑、公路与城市道路、铁路、城市轨道、岩土工程等领域将越来越重要。

本书编写过程中,周在杞担任主编,并负责全书的修改和统稿;周克印、周宇、陆绪红、莫洪斌、韩旭鹏、周宁、饶小雁、朱之江等参加了编写。苏州大学钱霖教授在百忙中认真仔细地审阅了全书,提出了宝贵意见,在此表示诚挚的谢忱。同时,很多同仁还为本书收集了大量的相关资料,并在文字、绘图和公式录入等方面付出了辛勤的劳动,中国标准出版社编辑也为本书的出版提供了帮助,在此作者表示衷心感谢!

最后,作者还要特别感谢国家建设部展磊先生的关心和指导。

由于作者才疏学浅,水平有限,加之时间仓促,本书难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编著者

2007年8月18日

目 次

第一篇 钢 结 构

第一章 绪论

第一节 什么是钢结构	3
第二节 钢结构的发展	7

第二章 钢结构用材的检验

第一节 炼钢	17
第二节 钢材的检验	21

第三章 钢结构工程

第一节 普通钢结构	27
第二节 钢结构工程施工	31

第四章 钢结构工程监理检测

第一节 钢结构工程监理	55
第二节 钢结构工程检测	57
第三节 钢结构工程验收	75

第二篇 钢结构超声波探伤

第五章 概论

第一节 无损检测概述	135
第二节 无损检测方法分类	137
第三节 无损检测技术特点	141

第六章 超声波探伤

第一节 超声波检测的物理基础	144
第二节 超声波发射声场与回波声压	165
第三节 超声换能器、探伤仪和试块	184
第四节 超声波检测通用技术	225
第五节 钢结构的超声波探伤技术	238

第三篇 质量分级

第七章 概述

- 第一节 JG/T 203—2007 行业标准修编背景 275
- 第二节 JG/T 203—2007 行业标准编制说明 280

第八章 标准条文解读和内容诠释

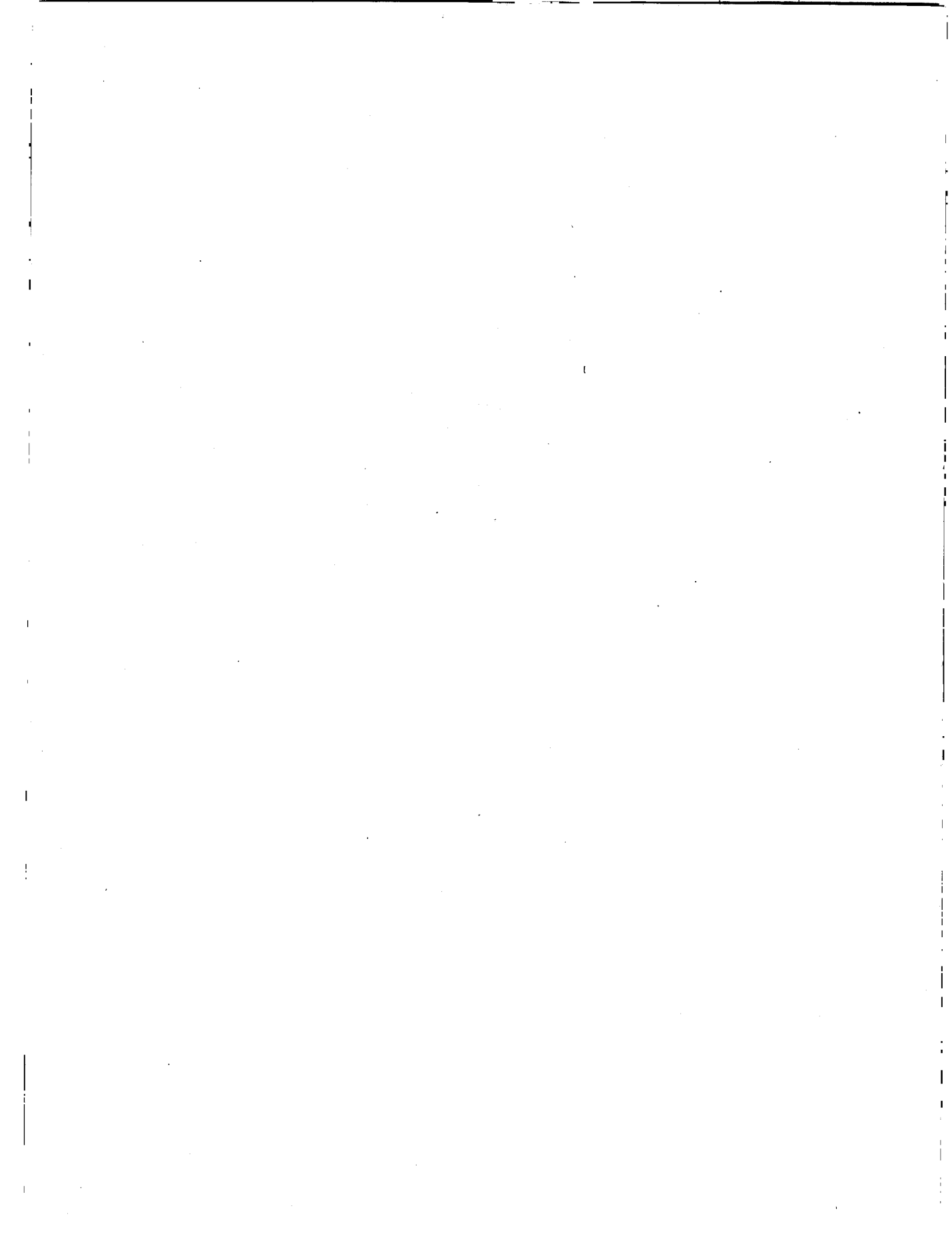
- 第一节 标准修订依据 289
- 第二节 标准条文解读 291
- 第三节 标准内容诠释 306

附录 钢结构检测相关标准、规范 316

参考文献 322

第一篇

钢 结 构



第一章 绪 论

第一节 什么是钢结构

一、概述

在房屋建筑、隧道与地下建筑、公路与城市道路、铁路、桥梁、城市轨道、岩土工程等领域的钢结构设计、施工、管理和科研等部门从事专业和管理工作的工程技术人员,对各种钢结构,包括钢结构基本原理和结构设计,以及检验测试的知识的掌握是至关重要的,超声波检测(探伤)技术在钢结构领域的质量安全控制方面则起着重大的作用。

钢结构检测的目标是在理论力学、材料力学、结构力学等的基础上,掌握有关钢材(包括铸钢)、钢构件及其连接和钢结构体系的超声波检测基本概念、原理和方法,更好地贯彻执行新颁布的行业标准——《钢结构超声波探伤及质量分级法》,从而达到控制质量安全的目的。

二、钢结构的分类和应用

(一) 钢结构的分类

钢结构是指用钢板和热轧、冷弯或焊接型材通过连接件连接而成的能承受和传递荷载的结构形式。在钢结构行业,通常将钢结构分为轻型钢结构、高层钢结构、住宅钢结构、空间钢结构和桥梁钢结构等五大类。

钢结构体系具有自重轻、工厂化制造、安装快捷、施工周期短、抗震性能好、投资回收快、环境污染少等综合优势,与钢筋混凝土结构相比,更具有在“高、大、轻”三个方面发展的独特优势,受到了建筑行业的青睐,在海洋工程中也独树一帜。在全球范围内,特别是发达国家和地区,钢结构和导管架在建筑工程和海上石油平台领域中得到了广泛的应用。

2005年12月23日的美国《商业周刊》评选出了中国十大新建筑奇迹,包括北京奥体主会场、国家旅游中心、北京首都国际机场、国家大剧院、中央电视台、当代 MOMA、上海世界金融中心、上海崇明东滩生态城、东海大桥(上海)。其中应用钢结构的就占了大多数。

(二) 钢结构的应用

1. 轻型钢结构应用

轻型钢结构简称轻钢结构,在工业厂房、仓库、单层双层构筑物 and 商品交易市场的应用到处可见。在我国各地的经济开发区,成批建设标准厂房,大多采用轻钢结构。

轻钢结构系新型建筑材料,它采用 H 型钢及薄壁冷弯 C、Z 型钢组合而构建房屋骨

架,屋面和墙体采用彩色涂层压型钢板或夹芯彩板,并逐步取代传统的钢筋混凝土建筑。这种结构具有轻型美观、成本低、施工周期短、安全可靠等优点,广泛应用于工业厂房、仓库、商业建筑、办公大楼、报刊岗亭及民宅等建筑物。轻型钢结构是以 H 型钢为承重主体附以 C 型、Z 型檩条及柱间支撑连接件,通过螺栓或焊接等方式固定,屋面和墙面以彩色压型钢板围护而形成的新型建筑体系,与传统建筑结构相比具有以下优越特性:

- (1) 材料强度高:钢的自重虽较大,但强度却高得多,比其他建筑材料柔韧性大;
- (2) 房屋自重小:轻钢建筑主体结构的含钢量通常在 $25\text{ kg}\sim 80\text{ kg}$ 左右,彩色压型钢板的重量低于 10 kg 。轻钢房屋的自重仅为砼结构的 $1/8\sim 1/3$,可大大降低基础的造价;
- (3) 安全可靠:钢材质地均匀,各向同性,弹性模量大,有良好的塑性和韧性。为理想的弹性-塑性体,因此钢结构计算准确,可靠性强;
- (4) 工业化生产程度高:钢结构工业化生产程度最高,能成批大量生产,制造精确度高。采用工厂化制造、工地安装的施工方法,可大大缩短工期,提高经济效益;
- (5) 美观大方:轻钢结构的围护为彩色压型钢板,使用年限为 30 年,不褪色,不锈蚀。由于彩涂板颜色的多样性,使得建筑物线条明朗,观感舒适,且比较容易造型;
- (6) 重复利用:钢结构的主体骨架连接为高强螺栓连接,围护板为自攻钉连接,拆卸比较方便,若建筑需要搬迁,只要拆掉螺栓把钢构件运到需要的地方,重新组合即可;
- (7) 抗震性能好:由于主要承重构件为钢结构,其韧性和弹性较大,檩条的抗剪和抗扭作用以及柱、梁间的支撑,大大加强了整体结构的稳定性;
- (8) 适用范围广:适用于工业厂房、仓库、办公室、报刊岗亭、农贸和商品交易市场等。

2. 高层和住宅钢结构的应用

高层钢结构及多层、摩天大楼的应用,如已建成的上海金茂大厦、台北 101 大楼等商住建筑物。将于 2008 年竣工的上海环球金融中心位于浦东陆家嘴。建成后的环球金融中心高达 492 m ,比金茂大厦高 72 m 。整个大厦主体为 $7\sim 77$ 层近 $3\,300\text{ m}^2$ 的办公楼,其中在 472 m 处建造的 55 m 长的观光天阁将超过加拿大 CN 电视塔(447 m),成为世界最高观光厅。也就是在“楼顶高度”和“人可到达高度”两项指标上都创下世界第一,以上海的都市全景为背景的观光天阁及观光大厅成为世界新的观光景点。大厦分布: $94\sim 101$ 层为观光层; $79\sim 93$ 层为超五星级宾馆; $7\sim 77$ 层为写字楼; $3\sim 5$ 层为会议室;地下 $2\sim 3$ 层为商业设施(地下 $3\sim$ 地下 1 层规划 1100 台的停车位)。环球金融中心的用钢量总计达 6.2 万 t ,是目前国内民用单体建筑中用钢量最大的工程。

3. 空间钢结构的应用

空间钢结构的应用,其中空间网格钢结构的应用更显其多姿多彩:它在奥运会场馆、大型机库、会展中心、文体设施、候车室和候机厅等建筑中应用极广。例如,著名的国家体育场“鸟巢”、北京奥运会国家游泳中心“水立方”、射击馆及其他体育场馆,深圳机场扩建航站楼钢屋盖、浦东国际机场、成都双流机场、沈阳桃仙机场、广州白云机场和北京首都机场新航站楼、北京植物园展览温室屋盖结构、广州会展中心以及各种公路收费站等工程。

国家体育场是北京 2008 奥运会的主会场,奥运会期间可容纳观众 9.1 万人,是世界空前的体育场馆项目,工程难度居世界之最。鸟巢整个工程占地面积 20.4 hm^2 ,总建筑面积约 25.8 万 m^2 、檐高 68.5 m ,东西长 297 m ,南北长 333 m 。体育场建筑呈椭圆的马

鞍形,外壳是由约 4.8 万 t 钢结构有序编织成“鸟巢”状的独特建筑造型;体育场内部为上、中、下三层碗状看台。鸟巢外壳由钢结构互相连接成体,没有任何的固定支架,是世界独一无二的“建筑奇观”,可能是至今最大的环保型体育场。

施工技术的难点在于设计师追求的是浑然天成的建筑结构造型,只是在图纸上画出了一个造型,甚至是一条条曲线,这种曲线不是用一个数字函数就能够表现出来的,只能采用样条函数曲线去描绘。“鸟巢”这个辐射式旋转而成的梦幻般造型,使 4.2 万 t 钢的受力点集中在 24 根柱子和柱脚上。其钢结构最大跨度达到 343 m,若使用普通钢材,受力厚度要达到 220 mm,则钢材重量将超过 8 万 t。钢板太厚,焊接技术要求就更高,焊接难度就会更大。为“鸟巢”准备的 110 mm 厚的 Q460E 钢板被成功轧制并进入批量生产。400 t Q460E 钢材,成了“鸟巢”钢筋铁骨中最坚硬的部分。124 根钢管柱、228 根斜梁、600 多根斜柱、112 根 Y 型柱共 1064 根柱子,与空间曲面环梁相互交织,构成支撑整个鸟巢的力量。边长 1 m 的方钢管被连接成 124 根长短不同、倾斜角度多样的钢柱,且 70% 以上都是双斜柱:一根柱子在垂直面上扭转两次。鸟巢中最高的钢柱全长 21 m。

国家游泳中心“水立方”是节能环保型的建筑。游泳池内的水将由太阳能加热,泳池的双重过滤装置可实现水的再利用,就连多余的雨水也将被收集并储存在地下的水池中。复杂的工程系统和弯曲的钢结构使得外部结构像一个泡沫,这种独特的结构设计使得“水立方”几乎经得起任何地震的袭击。

4. 桥梁钢结构的应用

桥梁钢结构在长江上大展宏图。在江苏省境内由西向东依次就有南京长江三桥、一桥、二桥、润扬大桥、江阴长江大桥和苏通大桥。著名的苏通长江大桥,南接苏州(常熟)市,北连南通市,是创下斜拉桥四个世界第一的现代化特大型桥梁工程:主跨径达 1088 m 世界最长;主塔高 306 m 世界最高;主桥两个基础墩用 120 m 长的群桩,世界最大规模;主桥最长斜拉索 580 m 世界最长,其钢箱梁则为天堑长江国内之最。钢桥面的长度是 2088 m,总面积超过 6.5 万 m^2 。这座全长 32.4 km 的大桥,将是 2008 年通车的世界最大跨径的斜拉大桥。

苏通大桥为斜拉桥,由跨江大桥工程和南、北岸接线工程三部分组成,全线采用双向 6 车道高速公路标准。大桥总投资约 64.5 亿元。斜拉桥自上世纪 50 年代开始修建,世界上已建成的各类斜拉桥有 200 余座。目前世界上已建成的最大跨径斜拉桥为日本的多多罗大桥,其主跨为 890 m,在建的香港昂船洲大桥主跨 1 018 m。苏通大桥跨径最长,其基础也最深。主墩基础由 131 根长约 120 m、直径 2.5 m~2.8 m 的钻孔灌注桩组成,承台长 114 m、宽 48 m,面积有一个足球场大,是世界规模最大、入土最深的桥梁桩基础。其塔桥也最高。目前已建最高桥塔为多多罗大桥的 224 m 钢塔,苏通大桥桥塔为高 306 m 的混凝土塔,比在建的香港昂船洲大桥桥塔高 6 m,为世界最高的桥塔。其拉索最长。苏通大桥最长拉索为 580 m,最大重量为 59 t,比多多罗大桥斜拉索长 100 m,为世界上最长的斜拉索。

苏通大桥是世界第一跨度斜拉桥,是中国由桥梁大国向桥梁强国转变的标志性建筑。

世界最长的杭州湾跨海大桥北起嘉兴市海盐(靠近乍浦)郑家埭,跨越杭州湾海域,止

于宁波市慈溪水路湾,总长度 36 km,钢箱梁等共需钢材 76.9 万 t(可建造 110 座法国巴黎艾菲尔铁塔),大桥按双向 6 车道高速公路设计,时速 100 km/h,使用年限为 100 年,总投资约 118 亿元。整座大桥平面呈 S 形曲线,有如长桥卧波,线形优美。将在北京奥运会开始前建成通车。

此外,我国建国后为改善一些海岛的交通,兴建了一些海提式的陆岛通道工程。最早兴建的是厦门集美连陆工程——集堤并陆。除厦门集美大桥外,我国近几年修建的跨海大桥还有广东汕头市海湾大桥、浙江北仑港一大树岛大桥和石浦港—南田岛大桥。澳门与离岛(□仔岛)之间的大桥、香港连接港九一大屿山新机场的青马大桥也相继建成。广东省南澳岛跨海大桥,其跨海宽度为 8.3 km。浙江舟山朱家尖大桥,其跨海宽度为 2.4 km,把朱家尖岛与舟山本岛连接起来。福建省东山岛跨海大桥,取代原有的八尺门海堤,恢复原有生态环境,以利于水产养殖。

西湾大桥是连接澳门半岛和凼仔岛的第三座大桥,于 2002 年 10 月 8 日动工兴建,主桥于 2004 年 6 月 28 日合龙。西湾大桥北起澳门半岛融和门,南至凼仔码头,采用“竖琴斜拉式”设计,两个主桥之间跨度达 180 m。该桥总长 2 200 m,分上下两层:上层为双向 6 车道,下层箱式结构,双向 4 车道行车,可在 8 级台风时保证正常交通,桥内还预留了铺设轻型铁轨的空间。在 2007 年通车的还有组成港深西部通道的深圳湾大桥。

舟山大陆连岛工程宁波连接线工程项目,按双向 4 车道高速公路标准设计,设计时速每小时 100 km,与舟山大陆连岛工程的金塘大桥终点相接。舟山大陆连岛工程总长近 50 km,包括岑港大桥、响礁门大桥、桃夭门大桥、西堠门大桥、金塘大桥等 5 座大桥,9 座谷桥,2 座隧道和 6 处互通立交。一期三座大桥——岑港大桥、响礁门大桥、桃夭门大桥建成后,最为关键的金塘大桥起自金塘岛上的雄鹅嘴,接西堠门大桥,横跨沥港水道和灰鳖洋海域,止于镇海炼化西侧,与宁波市规划建设的沿海北线高速公路相连,全长 27 km,其中跨海大桥长约 18.5 km。金塘大桥是舟山大陆连岛工程的第五座跨海大桥,也是整个舟山大陆连岛工程中投资最大,最为关键的一座大桥。它的建成,将使舟山从孤悬海中的岛屿,变成同大陆相连的半岛。这样舟山就愈加可以无缝接轨宁波,直至融入长三角的区域一体化发展进程,舟山和宁波在经济产业带以及旅游等各个方面都能进行更大范围的资源融合和提升。金塘岛和六横岛可供开发的深水岸线就达 40 多 km,连岛工程可加强甬舟港口资源联合开发,极大地提升港口的综合竞争力。与北仑港相比较,距其仅 1.9 海里的金塘岛的优势明显,金塘岛岸线水深在 15 m 以下。比起洋山港两座小岛,两处主要深水岸线,可建 33 个深水泊位,并且由舟山本岛做屏障,不易受台风影响,适宜建大型集装箱码头。

长江口岛桥工程和崇明岛大桥(连接上海长兴岛、崇明岛和江苏南通地区)正在建设之中。此外还规划有港珠澳跨海大桥。珠海、澳门以东,珠江口伶仃洋海面,分布着 70 多个岛屿;最东边的牛头岛与香港大屿山相隔仅 4.5 km。连接岛屿成桥,将形成广州—深圳—香港—澳门—珠海—广州交通环线和捷径。

我国远景规划建设的跨海通道工程有:渤海海峡通道工程(连通辽东半岛与山东半岛)、琼州海峡大桥(海南岛连陆)工程等,甚至还有台湾海峡海底高速通道工程等等。

第二节 钢结构的发展

一、钢结构的特点

钢结构具有强度高、自重轻、抗震性能好、施工速度快、地基费用省、占用面积小、工业化程度高、外形美观等一系列优点,与混凝土结构相比它是环保型的和可再次利用的,也是易于产业化的结构。发达国家在房屋建筑中广泛采用钢结构。我国自钢产量突破亿吨及实行合理利用钢材和积极采用钢结构的政策以来,建筑钢结构得到迅速发展。

当前,我国一改过去钢材不足的局面,转而成为钢材供过于求,摆在日程上的课题早已不是少用钢材,而是积极合理地扩大钢结构在建筑中的应用。

建筑钢结构以房屋钢结构为主,也用于各类构筑物。从当前的发展情况看,大致可分为普通钢结构和轻型钢结构。其中普通钢结构包括采用大截面和厚板的结构,如高层钢结构、重型厂房和某些公共建筑等;轻型钢结构主要指采用轻型屋面和墙面的门式刚架房屋、某些多层建筑、压型钢板薄壁拱壳屋盖等。此外,还有网架、网壳等网格空间结构。

如上所述,建筑钢结构是环保型的、易于产业化和可再次利用或者说可持续发展的结构,应该更加积极地发展。多层建筑既可用于住宅,也可用于旅馆、旅游建筑、办公楼等其他设施,它量大面广,在发达国家应用十分广泛,对我国建筑业必将起到巨大的推动作用。至于造价偏高问题,一方面应该从设计和材料方面精打细算;另一方面,应着眼于它的综合效益和良好前景,相信它所具有的优点将向用户表明,建造层钢结构房屋是值得的。与此同时,在钢结构用材和其他类型的钢结构方面,也将取得新进展。

二、钢结构的发展

(一) 钢结构用材

1. 我国钢号表示方法概述

钢的牌号简称钢号,是对每一种具体钢产品所取的名称。根据国家标准《钢铁产品牌号表示方法》中规定,我国的表示方法采用汉语拼音字母、化学元素符号和阿拉伯数字相结合的方法表示。

(1) 钢号中化学元素采用国际化学符号表示,例如:Si, Mn, Cr……等。混合稀土元素用“RE”(或“Xt”)表示。

(2) 产品名称、用途、冶炼和浇注方法等,一般采用汉语拼音的缩写字母表示。

2. 普通及机械结构用钢板中常见的日本牌号

(1) 日本钢材(JIS 系列)的牌号中普通结构主要由 3 部分组成:第 1 部分表示材质,如:S(Steel)表示钢,F(Ferrum)表示铁;第 2 部分表示不同的形状、种类、用途,如:P(Plate)表示板,T(Tube)表示管,K(Kogu)表示工具;第 3 部分表示特征数字,一般为最低抗拉强度。如:SS400——第 1 个 S 表示钢(Steel),第 2 个 S 表示结构(Structure),400 为下限抗拉强度为 400MPa 的普通结构钢。

(2) SPHC——首位 S 为钢(Steel)的缩写, P 为板(Plate)的缩写, H 为热(Heat)的缩写, C 为商业(Commercial)的缩写, 整体表示一般用热轧钢板及钢带。

(3) SPHD——表示冲压用热轧钢板及钢带。

(4) SPHE——表示深冲用热轧钢板及钢带。

(5) SPCC——表示一般用冷轧碳素钢薄板及钢带, 相当于中国 Q195—215A 牌号。其中第三个字母 C 为冷(Cold)的缩写。需保证抗拉试验时, 在牌号末尾加 T 为 SPCCT。

(6) SPCD——表示冲压用冷轧碳素钢薄板及钢带, 相当于中国 08AL(13237)优质碳素结构钢。

(7) SPCE——表示深冲用冷轧碳素钢薄板及钢带, 相当于中国 08AL(5213)深冲钢。需保证非时效性时, 在牌号末尾加 N 为 SPCEN。

冷轧碳素钢薄板及钢调质代号: 退火状态为 A, 标准调质为 S。1/8 硬为 8, 1/4 硬为 4, 1/2 硬为 2, 1/1 硬为 1。表面加工代号: 无光泽精轧为 D, 光亮精轧为 B。如 SPCC—SD 表示标准调质、无光泽精轧的一般用冷轧碳素板。再如 SPCCT—SB 表示标准调质、光亮加工, 要求保证机械性能的冷轧碳素薄板。

(8) JIS 机械结构用钢牌号表示方法为:

S+含碳量+字母代号(C、CK), 其中含碳量用中间值 X100 表示, 字母 C: 表示碳, K: 表示渗碳用钢。如碳结卷板 S20C 其含碳量(质量分数)为 0.18%~0.23%。

3. 我国硅钢片牌号表示方法

(1) 冷轧无取向硅钢带(片)

表示方法: DW+铁损值(在频率为 50Hz, 波形为正弦, 磁感峰值为 1.5T 时的单位重量铁损值)的 100 倍+厚度值的 100 倍。如 DW470—50 表示铁损值为 4.7w/kg, 厚度为 0.5 mm 的冷轧无取向硅钢, 现新型号表示为 50W470。

(2) 冷轧取向硅钢带(片)

表示方法: DQ+铁损值(在频率为 50Hz, 波形为正弦, 磁感峰值为 1.7T 时的单位重量铁损值)的 100 倍+厚度值的 100 倍。有时铁损值后加 G 表示高磁感。

如 DQ133—30 表示铁损值为 1.33, 厚度为 0.3 mm 的冷轧取向硅钢带(片), 现新型号表示为 30Q133。

(3) 热轧硅钢板

热轧硅钢板用 DR 表示, 按硅含量的多少分成低硅(含硅量 $\leq 2.8\%$)、高硅钢(含硅量 $> 2.8\%$)。表示方法: DR+铁损值(用 50Hz 反复磁化和按正弦波形变化的磁感应强度最大值为 1.5T 时的单位重量铁损值)的 100 倍+厚度值的 100 倍。如 DR510-50 表示铁损值为 5.1, 厚度为 0.5 mm 的热轧硅钢板。

(4) 电镀锡板和热镀锌板

电镀锡板: 电镀锡薄钢板和钢带, 也称马口铁, 这种钢板(带)表面镀了锡, 有很好的耐腐蚀性, 且无毒, 可用作罐头的包装材料、电缆内外护皮、仪表电讯零件、电筒等小五金。等厚镀锡量和差厚镀锡量的规定见表 1.1.1。

表 1.1.1 等厚镀锡量和差厚镀锡量的规定

符 号	公称镀锡量/(g/m ²)	最小平均镀锡量/(g/m ²)
E1	5.6(2.8/2.8)	4.9
E2	11.2(5.6/5.6)	10.5
E3	16.8(8.4/8.4)	15.7
E4	22.4(11.2/11.2)	20.2
D1	5.6/2.8	5.05/2.25
D2	8.4/2.8	7.85/2.25
D3	8.4/5.6	7.85/5.05
D4	11.2/2.8	10.1/2.25
D5	11.2/5.6	10.1/5.05
D6	11.2/8.4	10.1/7.85
D7	15.1/5.6	13.4/5.05

热镀锌板:在薄钢板和钢带表面用连续热镀方法镀上锌,可以防止薄钢板和钢带表面腐蚀生锈。镀锌钢板和钢带广泛用于机械、轻工、建筑、交通、化工、邮电等行业。

(5) 沸腾钢板与镇静钢板

沸腾钢板是由普通碳素结构钢沸腾热轧成的钢板。沸腾钢是一种脱氧不完全的钢,只用一定量的弱脱氧剂对钢液脱氧,钢液含氧量较高,当钢水注入钢锭模后,碳氧反应产生大量气体,造成钢液沸腾,沸腾钢由此而得名。沸腾钢含碳量低,由于不用硅铁脱氧,钢中含硅量也低(含硅 $<0.07\%$)。沸腾钢的外层是在沸腾所造成的钢液剧烈搅动的条件下结晶成的,故表层纯净、致密,表面质量好,有很好的塑性和冲压性能,没有大的集中缩孔,切头少,成材率高。沸腾钢生产工艺简单,铁合金消耗少,钢材成本低。沸腾钢板大量用于制造各种冲压件,建筑及工程结构及一般机器的结构零部件。但沸腾钢心部杂质较多,偏析较严重,组织不致密,力学性能不均匀;同时由于钢中气体含量较多,故韧性低,冷脆和时效敏感性较大,焊接性能也较差。因此,沸腾钢板不适于制造承受冲击载荷以及在低温条件下工作的焊接结构。

镇静钢板是由普通碳素结构钢镇静热轧制成的钢板。镇静钢是脱氧完全的钢,钢液在浇注前用锰铁、硅铁和铝等进行充分脱氧,钢液含氧量低(一般为 $0.002\%\sim 0.003\%$),钢液在钢锭模中较平静,不产生沸腾现象,镇静钢由此得名。在正常操作条件下,镇静钢中没有气泡,组织均匀致密;由于含氧量低,钢中氧化物夹杂较少,纯净度较高,冷脆和时效倾向小;同时,镇静钢偏析较小,性能比较均匀,质量较高。镇静钢的缺点是有集中缩孔,成材率低,价格较高。因此,镇静钢材主要用于低温下承受冲击的构件、焊接结构及其它强度要求较高的构件。低合金钢板都是镇静钢和半镇静钢钢板。由于强度较高,性能优越,能节约大量钢材,减轻结构重量,其应用已越来越广泛。

(6) 优质碳素结构钢板

优质碳素结构钢是含碳小于 0.8% 的碳素钢,这种钢中所含的硫、磷及非金属夹杂物