

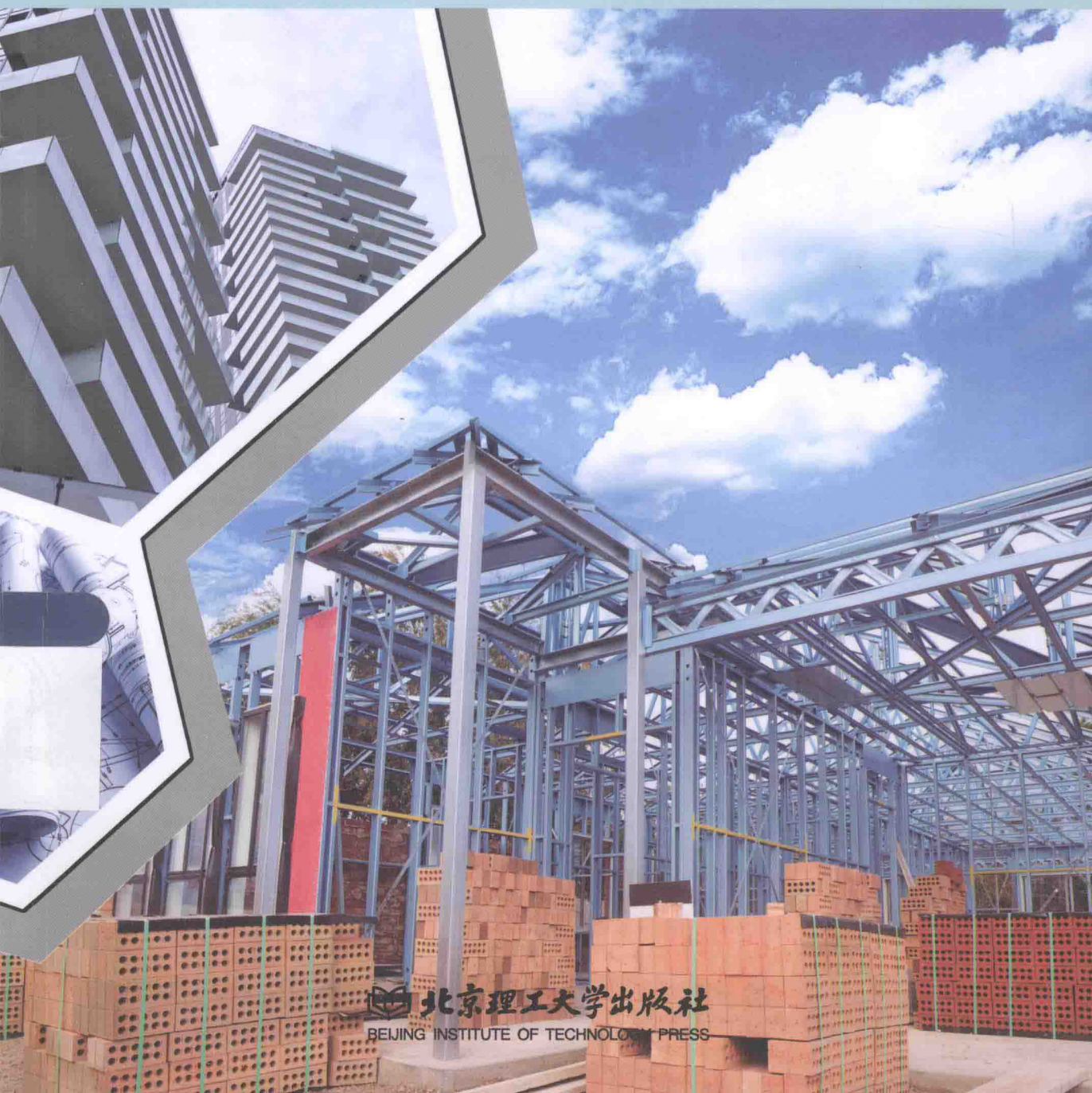
钢结构制造与安装

(第2版)

GANGJIEGOU ZHIZAO YU ANZHUANG

主 编 黄珍珍 朱 锋 郑召勇

主 审 李 辉



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

钢结构制造与安装

(第2版)

主 编 黄珍珍 朱 锋 郑召勇
副主编 任 博 雷 波 张建新 万常烜
参 编 辛玉刚 滕靖靖
主 审 李 辉

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书依据最新《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)进行编写。全书主要包括钢结构常用材料、钢结构连接工程、钢结构加工制作、钢结构安装、钢网架结构工程安装、压型金属板工程、钢结构涂装工程、轻型钢结构工程、钢结构施工测量与监测、钢结构施工安全与环境保护等。

本书可作为高等院校土建类相关专业的教材,也可作为函授和自考辅导用书,还可供钢结构工程施工现场相关技术和管理人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

钢结构制造与安装/黄珍珍,朱锋,郑召勇主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5640-7785-3

I. ①钢… II. ①黄… ②朱… ③郑… III. ①钢结构—结构构件—制作 ②钢结构—建筑安装 IV. ①TU391 ②TU758. 11

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第009394号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州京华印刷制版厂

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 20

字 数 / 474千字

版 次 / 2014年1月第2版 2014年1月第1次印刷

定 价 / 52.00元

责任编辑 / 申玉琴

文案编辑 / 申玉琴

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

第2版前言

钢结构是各类工程结构中应用比较广泛的一种建筑结构，在房屋建筑、地下建筑、桥梁、海洋平台、港口建筑、矿山建筑、水工建筑及容器管道等工程中都得到了广泛的应用。就现阶段我国基本建设而言，各种高强度钢材在工程建设中大量使用，薄壁型钢结构、悬索结构、悬挂结构等新型结构形式也越来越广泛地应用于轻型、大跨屋盖结构及高层建筑中，钢结构桥梁也日益增多，突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构的局面。在今后一段时期内，随着我国基本建设投资力度的日益增大和国家重大工程的大力开展，钢结构的发展前景将更为广阔，使用范围也将越来越广泛。

本教材第1版自出版发行以来，经有关院校教学使用，反应较好。根据各院校使用者的建议，结合近年来高等教育教学改革的动态，特别是《钢结构工程施工规范》（GB 50755—2012）的颁布实施，我们对本教材进行了修订。

本次修订严格按照《钢结构工程施工规范》（GB 50755—2012），并秉承理论知识够用为度，以培养面向生产第一线的应用型人才为目的进行。修订后的教材在内容上有了较大幅度的充实与完善，进一步强化了实用性和可操作性，更能满足高等院校教学工作的需要。本次修订主要进行了以下工作：

（1）为方便查阅钢结构工程相关材料的有关资料，本次修订增加了有关钢铸件、铆钉、焊接材料、紧固件等材料品种、规格、性能、选用、验收等方面的介绍。

（2）为增加实用性，删除了部分钢构件设计与计算内容，但考虑到钢结构连接为钢结构工程中很重要的部分，保留了部分连接设计与计算方面的内容，并合并到钢结构连接施工中。

（3）根据住房和城乡建设部最新颁布的《钢结构工程施工规范》（GB 50755—2012），新增了钢结构施工测量与监测、钢结构施工安全与环境保护两部分内容。

（4）调整了部分章节顺序，完善了相关细节，以更加适合教学的需要，方便学生理解、掌握。

(5) 根据国家最新钢结构工程相关规范，更新相关资料，确保教材内容的准确性、先进性。

本教材由黄珍珍、朱锋、郑召勇担任主编，任博、雷波、张建新、万常烜担任副主编；具体编写分工如下：黄珍珍编写第一章、第四章、第九章，朱锋编写第二章、第三章，郑召勇编写第五章，任博编写第七章，雷波编写第六章，张建新编写第八章，万常烜编写第十章；此外，辛玉刚、滕靖靖参与了部分章节的编写，李辉教授审阅了全书。

本教材在修订过程中，参阅了国内同行多部著作，部分高等院校教师提出了很多宝贵意见供我们参考，在此表示衷心感谢！对于参与本教材第1版编写但不再参加本次修订的教师、专家和学者，本版教材所有编写人员向你们表示敬意，感谢你们对高等教育改革所做出的不懈努力，希望你们对本教材保持持续关注并多提宝贵意见。

限于编者的学识及专业水平和实践经验，修订后的教材仍难免有疏漏或不妥之处，敬请广大读者指正。

编 者

第1版前言

钢结构是一门日益发展的科学,技术含量高,施工难度大,专业性强。同时,由于钢结构具有强度高、结构自重轻、抗震性能好、建设周期短等一系列优点而在建筑工程中得到广泛应用。

根据建筑业发展规划,到2010年,我国城镇化水平将达到45%,城镇人口将增加到6.3亿,住房建设的社会需求量十分巨大。目前,我国每年新建建筑约为20亿平方米,其中10%采用钢结构建筑。另外,钢结构桥梁日益增多,突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构的局限。今后一段时期内,在跨江、跨海的大跨度钢结构桥梁不断涌现的同时,公路交通建设及市政建设中立交桥、人行桥及地铁、轻轨等的建设也会越来越多地采用钢结构技术。由此可见,钢结构在我国的市场空间和发展前景十分广阔。

为满足钢结构发展对专业人才的需求,积极推进课程改革和教材建设,满足高等教育改革与发展的需要,我们根据高等院校建筑工程技术专业教学要求,组织编写了本教材。本书编写着重突出以下特点:

(1) 在总结近年来教学实践的基础上,借鉴部分高等院校优秀的教学模式和经验,根据本课程教学大纲编写而成。全书以适应社会需求为目标,以培养技术应用能力为主线,系统地介绍了钢结构的材料要求、构件设计要点、钢结构的加工制作要求以及钢结构的安装工艺、施工方法和质量要求。

(2) 以《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)和《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)为主要依据,同时参照现行的相关行业标准进行编写。在编写方式上力求简明扼要,在内容编排上以“必需、够用”为度,以“讲清概念、强化应用”为重点,深入浅出,注重实用。

(3) 本书共分十章,从钢结构常用钢材、钢结构连接设计与计算、钢构件设计与计算、钢结构连接施工、钢结构加工制作、钢结构安装施工、钢网架结构工程安装、压型金属板工程、钢结构涂装工程、轻型钢结构工程等方面介绍了钢结构材料性能与选用以

及钢结构设计、制作、安装、质量通病防治等基础理论知识，并附有钢结构设计计算常用数据资料，以指导学生掌握钢结构设计、制作、安装的原理及技术方法，为以后走上工作岗位打下坚实的基础。

(4) 采用图、表、文字三者相结合的编写形式，注重原理性、基础性、现代性，强化学习概念和综合思维，着重培养学生解决实际问题的能力，有助于知识与能力的协调和发展。

(5) 各章前设置【学习重点】和【培养目标】，对学生学习和教师教学作了引导；各章后设置【本章小结】和【思考与练习】，从更深层次给学生以思考、复习的切入点，构建了“引导—学习—总结—练习”的教学模式。

本书由朱锋任主编，麻媛、周拨云任副主编。本书主要作为高等院校建筑工程技术专业和其他相关专业的教材，也可供建筑设计人员和施工人员参考使用。本书编写过程中，参阅了国内同行多部著作，部分高等院校老师也提出了很多宝贵意见，在此，对他们表示衷心的感谢！

本书的编写虽经推敲核证，但限于编者的专业水平和实践经验，仍难免有疏漏或不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第一章 钢结构常用材料	7
第一节 钢材	7
第二节 钢铸件及碳素钢热轧圆钢	16
第三节 焊接材料	18
第四节 紧固件	28
第二章 钢结构连接工程	35
第一节 钢结构焊缝连接	36
第二节 普通螺栓连接	76
第三节 高强度螺栓连接	81
第四节 钢结构连接施工质量通病与防治	92
第三章 钢结构加工制作	100
第一节 钢结构施工图	100
第二节 钢结构加工生产准备	107
第三节 钢零件及钢部件加工	110
第四节 钢构件组装与预拼装	123
第五节 钢结构加工制作质量通病与防治	127
第四章 钢结构安装	136
第一节 起重设备和吊具	136
第二节 钢结构施工准备	149
第三节 钢结构安装	152
第四节 钢结构安装质量通病与防治	188
第五章 钢网架结构工程安装	195
第一节 钢网架结构形式	195

第二节	钢网架节点构造与制作·····	197
第三节	钢网架拼装·····	203
第四节	钢网架吊装·····	207
第五节	钢网架安装·····	210
第六节	钢网架结构安装质量通病与防治·····	219
第六章	压型金属板工程·····	225
第一节	压型金属板工程材料的要求及选用·····	225
第二节	压型金属板制作·····	229
第三节	压型金属板安装·····	231
第四节	压型金属板防腐·····	237
第五节	压型金属板工程质量通病与防治·····	239
第七章	钢结构涂装工程·····	242
第一节	钢材表面处理·····	242
第二节	钢结构涂装方法·····	247
第三节	钢结构防腐涂装·····	250
第四节	钢结构防火涂装·····	259
第五节	钢结构涂装工程质量通病与防治·····	267
第八章	轻型钢结构工程·····	272
第一节	轻型钢结构简介·····	272
第二节	轻型钢结构设计·····	274
第三节	轻型钢结构的制作、安装及防护·····	279
第九章	钢结构施工测量与监测·····	285
第一节	钢结构施工测量·····	285
第二节	钢结构施工监测·····	295
第十章	钢结构施工安全与环境保护·····	299
第一节	登高作业安全技术·····	299
第二节	钢筋连接与加工安全技术·····	302
第三节	钢结构涂装施工安全技术·····	303
第四节	环境保护措施·····	305
参考文献 ·····		312

绪 论

一、钢结构的组成、类型及特点

(一)钢结构的组成

(1)由钢拉杆、钢压杆、钢梁、钢柱、钢桁架、钢索等基本构件组成的下列结构为钢结构。

1)梁式结构：包括次主梁系、交叉梁系、单独吊车梁等。

2)桁架式结构：包括平面屋架、空间网架、橡檩屋盖体系、由三面或更多面平面桁架组成的塔桅结构等。

3)框架式结构：由钢梁、钢柱相互连接成的平面或空间框架，它们之间可为铰接也可为刚接。

4)拱式结构：由桁架式或实腹式钢拱组成。

以上所有钢结构中构件的主要受力状态一般为受弯、受剪、轴心受拉、轴心受压、偏心受拉和偏心受压。

(2)钢板和各种型钢——角钢、工字钢、槽钢、钢管等是上述各种钢构件的组成材料。

(3)钢构件间的连接方法有以下三种。

1)焊缝连接(主要连接方法)，包括电弧焊、电阻焊和气焊。其中，电弧焊的焊缝质量比较可靠，是最常用的焊接方法，它又分为手工电弧焊和自动或半自动埋弧焊。焊缝形式主要有对接焊缝和角焊缝两种。

2)螺栓连接：包括普通螺栓和高强度螺栓。

3)铆钉连接：用一端带有铆钉头的铆钉烧红到适当温度后插入铆钉孔，再用铆钉枪挤压另一端形成铆钉头，以此连接钢构件。其最大优点是韧性和塑性较好、传力可靠，但因其构造复杂、用钢量大，目前几乎被淘汰。

(二)钢结构的类型

钢结构是各类工程结构中应用比较广泛的一种建筑结构。由于使用功能及结构组成方式不同，钢结构主要分为厂房类钢结构、桥梁类钢结构、海上采油平台钢结构及卫星发射钢塔架等。下面主要介绍前两类钢结构。

1. 厂房类钢结构

厂房类钢结构是指主要的承重构件是由钢材组成，如钢柱子、钢结构基础、钢梁、钢屋架及钢屋盖等。厂房类钢结构主要包括轻型钢结构厂房和重型钢结构厂房。

2. 桥梁类钢结构

桥梁类钢结构在公路、铁路领域有极广泛的应用，如板梁桥、桁架桥、拱桥、悬索桥、斜拉桥等。

(三) 钢结构的特点

1. 钢结构的优点

(1) 钢材的重量较轻, 且抗拉、抗压及抗剪强度相对较高, 适用于跨度大、高度大、承载大的结构, 也适用于抗地震、可移动、易装拆的结构。

(2) 钢材的塑性和韧性较高, 可靠性好, 不会因偶然超载或局部超载而发生断裂。

(3) 钢结构的密封性好, 适宜气密性及水密性要求较高的高压容器、大型油库、输送管道等的建造。

(4) 钢结构制作简便, 施工工期短, 可降低投资成本。

(5) 钢结构面积小, 相应建筑物的使用面积大, 增加了建筑物的使用价值和经济效益。

2. 钢结构的缺点

(1) 钢结构耐腐蚀性差, 应采取防护措施。钢材在潮湿的环境中易腐蚀, 需进行防腐处理, 并隔一定的时间要进行维护, 增加投资成本。

(2) 钢结构耐火性差。钢材耐热而不耐火, 随着温度的升高, 钢结构的强度会迅速降低, 应在钢结构表面喷涂防火材料。

二、钢结构的应用范围

钢结构应用范围广泛, 应根据钢结构的特点并结合我国国情进行合理的选择, 钢结构的应用范围包括以下几个方面。

1. 重型钢结构

近年来, 随着网架结构的应用, 许多工业车间采用了钢结构, 如冶金厂房的平炉车间、转炉车间、混铁炉车间、初轧车间, 重型机械厂的铸钢车间、水压机车间、锻压车间等。

2. 轻型钢结构

轻型钢结构是一种新型钢结构体系, 广泛应用于中小型房屋建筑、体育场看台雨篷、小型仓库等建筑结构中。

3. 大跨度钢结构

钢结构被广泛应用于飞机装配车间、飞机库、干燥棚、大会堂、体育馆、展览馆等大跨度结构中, 其结构体系可为网架、悬索、拱架以及框架等。

4. 高耸钢结构

大多数高耸结构(如电视塔、通信塔、石油化工塔、火箭发射塔、钻井塔、输电线路塔、大气监测塔、旅游瞭望塔等)采用钢结构。

5. 建筑钢结构

旅馆、饭店、办公大楼等高层建筑采用钢结构的情况越来越多, 一些小高层建筑(12~16层)、多层建筑(6~8层)也有采用钢结构的趋势。

6. 桥梁钢结构

桥梁钢结构的应用越来越多, 特别是用于中等跨度和大跨度的斜拉桥中。

7. 板壳钢结构

钢结构在对密闭性要求较高的容器(如大型储油库、煤气库、炉壳等)及能承受很大内

力的板壳结构中都有广泛的应用。

8. 移动钢结构

由于钢结构具有强度高、重量相对较轻的特点，在装配式房屋、水工闸门、升船机、桥式起重机及各种塔式起重机、龙门起重机、缆索起重机等移动结构中的应用也越来越多。

9. 其他构筑物

其他构筑物有栈桥、管道支架、井架和海上采油平台等。

三、我国钢结构的发展概况

1. 钢结构的发展历史

钢结构建筑工程是我国建筑行业中蓬勃发展的行业，在房屋建筑、地下建筑、桥梁、塔桅、海洋平台、港口建筑、矿山建筑、水工建筑及容器管道建筑中都得到了广泛的应用。

20 世纪五六十年代国民经济恢复时期，钢结构工程在工业厂房及民用建筑中都得到了应用，如鞍山钢铁公司、长春第一汽车制造厂及武汉钢铁公司都大量应用了钢结构，民用建筑方面也建成了天津体育馆、北京人民大会堂等钢结构房屋。

20 世纪六七十年代，我国工业发展受到很大阻碍，钢产量也处于停滞状态，钢结构的应用受到了很大限制。但在此时期，我国科研人员研究开发了由圆钢和小角钢组成的轻钢屋盖，应用于小跨度的厂房建设。

20 世纪 70 年代后期至 80 年代的改革开放时期，我国钢产量逐年稳步增长，钢结构也得到了更广泛的应用。高强度钢材和薄壁型钢结构、悬索结构、悬挂结构等新结构形式越来越多地应用于轻型、大跨屋盖结构及高层建筑中。

在大跨度建筑和单层工业厂房中，网架、网壳等结构的广泛应用，受到世界各国的瞩目。上海体育馆马鞍形环形大悬挑空间钢结构屋盖和上海浦东国际机场航站楼张弦梁屋盖钢结构的建成，更标志着我国的大跨度空间钢结构已进入世界先进行列。

2. 钢结构的发展前景

目前，我国每年新建建筑约 20 亿平方米，其中 10% 采用钢结构建筑。北京、上海、天津、山东等地对钢结构住宅建筑的开发已逐步展开，其中山东莱钢建设有限公司在绿色环保钢结构住宅体系开发、产业化发展模式方面已取得良好进展。

另外，钢结构桥梁日益增多，突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构桥梁的局面。在今后的一段时期内，在跨江、跨海的大跨度钢结构桥梁不断涌现的同时，公路交通建设及市政建设立交桥、人行桥及地铁、轻轨等的建设也会越来越多地采用钢结构桥梁技术。

由此可见，在今后相当长的一段时期内，钢结构行业将保持持续快速增长的趋势。

随着我国基本建设投资力度的日益增强和国家重大工程的大力开展，钢结构发展前景和市场空间更加远大。当然，钢结构行业广阔的发展前景与快速的发展速度对钢结构数控加工装备的发展提出了更高的要求。不仅要提高加工能力，还要提高加工质量水平以满足钢结构发展的需要。因此，企业在坚持自主创新的同时，加大与发达国家数控装备合资合作的力度，鼓励引进、吸收、再创新，大力研发适应国情的、具有世界先进水平的钢结构数控加工装备，更好地为我国钢结构行业的跨越式发展服务。

四、钢结构的设计

1. 钢结构的设计原则

(1) 承重结构应按下列承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

1) 承载能力极限状态包括: 构件和连接的强度破坏、疲劳破坏和因过度变形而不适于继续承载, 结构和构件丧失稳定, 结构转变为机动体系和结构倾覆。

2) 正常使用极限状态包括: 影响结构、构件和非结构构件正常使用或外观的变形, 影响正常使用的振动, 影响正常使用或耐久性能的局部损坏(包括混凝土裂缝)。

(2) 设计钢结构时, 应根据结构破坏可能产生的后果, 采用不同的安全等级。

一般工业与民用建筑钢结构的安全等级应取为二级, 其他特殊建筑钢结构的安全等级应根据具体情况另行确定。

(3) 按承载能力极限状态设计钢结构时, 应考虑荷载效应的基本组合, 必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合; 按正常使用极限状态设计钢结构时, 应考虑荷载效应的标准组合; 对钢与混凝土组合梁, 尚应考虑准永久组合。

(4) 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时, 应采用荷载设计值(荷载标准值乘以荷载分项系数); 计算疲劳时, 应采用荷载标准值。

(5) 对于直接承受动力荷载的结构: 在计算强度和稳定性时, 动力荷载设计值应乘动力系数; 在计算疲劳和变形时, 动力荷载标准值不乘动力系数。

计算吊车梁或吊车桁架及其制动结构的疲劳和挠度时, 吊车荷载应按作用在跨间内荷载效应最大的一台吊车确定。

2. 荷载和荷载效应计算

(1) 设计钢结构时, 荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数、动力荷载的动力系数等, 应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)的规定采用。

结构的重要性系数 γ_0 应按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)的规定采用, 其中对设计使用年限为 25 年的结构构件, γ_0 不应小于 0.95。

注: 对支撑轻屋面的构件或结构(檩条、屋架、框架等), 当仅有一个可变荷载且受荷水平投影面积超过 60m^2 时, 屋面均布活荷载标准值应取为 0.3kN/m^2 。

(2) 计算重级工作制吊车梁(或吊车桁架)及其制动结构的强度、稳定性以及连接(吊车梁或吊车桁架、制动结构、柱相互间的连接)的强度时, 应考虑由吊车摆动引起的横向水平力(此水平力不与荷载规范规定的横向水平荷载同时考虑), 作用于每个轮压处的此水平力标准值可由下式进行计算:

$$H_k = \alpha P_{k, \max}$$

式中 $P_{k, \max}$ ——吊车最大轮压标准值;

α ——系数, 对一般软钩吊车 $\alpha=0.1$, 抓斗或磁盘吊车宜采用 $\alpha=0.15$, 硬钩吊车宜采用 $\alpha=0.2$ 。

注: 现行国家标准《起重机设计规范》(GB/T 3811—2008)将吊车工作级别划分为 A1~A8 级。在一般情况下, 本书中所指轻级工作制相当于 A1~A3 级; 中级工作制相当于 A4、A5 级; 重级工作制相当于 A6~A8 级, 其中 A8 属于特重级。

(3) 计算屋盖桁架考虑悬挂吊车和电动葫芦的荷载时, 在同一跨间每条运行线路上的台

数：对梁式吊车不宜多于 2 台；对电动葫芦不宜多于 1 台。

(4) 计算冶炼车间或其他类似车间的工作平台结构时，由检修材料所产生的荷载，可乘以下列折减系数：

主梁：0.85；

柱(包括基础)：0.75。

(5) 结构的计算模型和基本假定应尽量与构件连接的实际性能相符合。

(6) 建筑结构的内力一般按结构静力学方法进行弹性分析，当符合超静定结构时，可采用塑性分析。采用弹性分析的结构中，构件截面允许有塑性变形发展。

(7) 框架结构中，梁与柱的刚性连接应符合受力过程中梁柱间交角不变的假定，同时连接应具有充分的强度承受交汇构件端部传递的所有最不利内力。梁与柱铰接时，应使连接具有充分的转动能力，且能有效地传递横向剪力与轴心力。梁与柱的半刚性连接只具有有限的转动刚度，在承受弯矩的同时会产生相应的交角变化。在内力分析时，必须预先确定连接的弯矩和转角特性曲线，以便考虑连接变形的影响。

(8) 框架结构内力分析应符合下列规定。

1) 框架结构可采用一阶弹性分析。

2) $\frac{\sum N \cdot \Delta u}{\sum H \cdot h} > 0.1$ 的框架结构可采用二阶弹性分析，此时应在每层柱顶附加考虑由下

式计算的假想水平力 H_m 。

$$H_m = \frac{\alpha_y Q_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}}$$

式中 Q_i ——第 i 楼层的总重力荷载设计值；

n_s ——框架总层数；当 $\sqrt{0.2 + 1/n_s} > 1$ 时，取此根号值为 1.0；

α_y ——钢材强度影响系数，其值：Q235 钢为 1.0；Q345 钢为 1.1；Q390 钢为 1.2；Q420 钢为 1.25。

对无支撑的纯框架结构，当采用二阶弹性分析时，各杆件杆端的弯矩 M_{II} 可用下列近似公式进行计算：

$$M_{II} = M_{Ib} + \alpha_{2i} M_{Is}$$
$$\alpha_{2i} = \frac{1}{1 - \frac{\sum N \Delta u}{\sum H h}}$$

式中 M_{Ib} ——假定框架无侧移时按一阶弹性分析求得的各杆件端弯矩；

M_{Is} ——框架各节点侧移时按一阶弹性分析求得的杆件端弯矩；

α_{2i} ——考虑二阶效应第 i 层杆件的侧移弯矩增大系数；

$\sum N$ ——所计算楼层各柱轴心压力设计值之和；

$\sum H$ ——产生层间侧移 Δu 的所计算楼层及以上各层的水平力之和；

Δu ——按一阶弹性分析求得的所计算楼层的层间侧移，当确定是否采用二阶弹性分析时， Δu 可近似采用层间相对位移的容许值 $[\Delta u]$ ；

h ——所计算楼层的高度。

五、本课程的内容与学习要求

钢结构制造与安装工程涉及的内容比较广泛，如钢结构工程中的技术规程、技术规范、工艺标准等。本课程主要由钢结构制造、钢结构安装、钢结构测量、钢结构施工安全与环境保护四个部分内容组成。钢结构制造部分包括：钢结构常用材料；钢结构连接施工；钢结构加工制作。钢结构安装部分包括：钢结构安装施工；钢网架结构工程安装；压型金属板工程；钢结构涂装工程；轻型钢结构工程。钢结构测量部分包括：钢结构测量和钢结构监测。钢结构施工安全与环境保护部分包括：钢结构施工安全和环境保护措施。

本课程主要针对建筑工程技术专业学生，方便其学习钢结构的设计原理、钢结构加工制作与安装。要求学生通过本课程的学习，具备钢结构的基本知识，掌握钢结构设计、加工制作及安装的原理及技术方法，能够对钢梁、钢柱、钢屋架等基本构件进行设计、加工制作与安装，并对其他类型的钢结构有一定的了解，为以后走上工作岗位打下坚实的基础。

第一章 钢结构常用材料

能力目标

1. 能够根据施工的需要、设计的要求合理选择钢材。
2. 能够正确地检验和验收材料,以保证正常施工。

知识目标

1. 了解钢材的品种及规格;熟悉钢材的主要性能及影响因素;掌握钢材的选用、订货及验收。
2. 了解钢铸件、铆钉与螺栓的品种与化学成分,熟悉它们的主要性能。
3. 了解常用焊接材料产品标准,熟悉它们的主要性能,掌握它们的质量检验方法。
4. 了解普通螺栓、高强度螺栓的质量要求,熟悉高强度螺栓采用的钢材性能等级;掌握螺栓紧固件的仓库保管;掌握螺栓紧固件的进场检验要求。

第一节 钢 材

一、钢材的品种与规格

(一)钢板与钢带

一般情况下,钢板是指一种宽厚比和表面积都很大的扁平钢材。

钢带一般是指长度很长,可成卷供应的钢板。

(1)根据钢板的薄厚程度,钢板大致可分为薄钢板(厚度小于或等于4 mm)和厚钢板(厚度大于4 mm)两种。在实际工作中,常将厚度为4~20 mm的钢板称为中板;将厚度为20~60 mm的钢板称为厚板;将厚度在60 mm以上的钢板称为特厚板,也统称为中厚钢板。成张钢板的规格以厚度×宽度×长度的毫米数表示。

(2)钢带也可分为两种,当宽度大于或等于600 mm时,为宽钢带;当宽度小于600 mm时,则称为窄钢带。钢带的规格以厚度×宽度的毫米数表示。

(二)型钢

1. 按材质的不同分类

按材质的不同,型钢分为普通型钢和优质型钢。

(1)普通型钢是由碳素结构钢和低合金高强度结构钢制成的型钢,主要用于建筑结构和工程结构。

(2)优质型钢也称优质型材,是由优质钢,如优质碳素结构钢、合金结构钢、易切削结

构钢、弹簧钢、滚动轴承钢、碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢、不锈钢、耐酸钢、耐热钢等制成的型钢，主要用于各种机器结构、工具及有特殊性能要求的结构。

2. 按生产方法的不同分类

按生产方法的不同，型钢分为热轧(锻)型钢、冷弯型钢、冷拉型钢、挤压型钢和焊接型钢。

(1)用热轧方法生产型钢，具有生产规模大、效率高、能耗少和成本低等优点，是型钢生产的主要方法。

(2)用焊接方法生产型钢，是将矫直后的钢板或钢带剪裁、组合并焊接成形，不但节约金属，而且可生产特大尺寸的型材，生产工字钢的最大尺寸达到 $2\,000\text{ mm} \times 508\text{ mm} \times 76\text{ mm}$ 。

3. 按截面形状的不同分类

按截面形状的不同，型钢分为圆钢、方钢、扁钢、六角钢、等边角钢、不等边角钢、工字钢、槽钢和异形型钢等。

(1)圆钢、方钢、扁钢、六角钢、等边角钢及不等边角钢等的截面没有明显的凸凹分支部分，也称简单截面型钢或棒钢，在简单截面型钢中，优质钢与特殊性能钢占有相当大的比重。

(2)工字钢、槽钢和异形型钢的截面有明显的凸凹分支部分，成形比较困难，也称复杂截面型钢，即通常意义上的型钢。

异形型钢通常是指专门用途的截面形状比较复杂的型钢，如窗框钢、汽车车轮轮辋钢、履带板型钢以及周期截面型钢等。周期截面型钢是指其截面形状沿长度方向呈周期性变化的型钢，如周期犁铧钢、纹杆钢等。

(三) 钢管

钢管是一种具有中空截面的长条形管状钢材。钢管和圆钢等实心钢材相比，在抗弯抗扭强度相同时重量较轻，是一种经济截面钢材，故钢管广泛用于制造结构件和各种机械零件。

钢管按照横截面形状的不同，分为圆管和异形管。

(四) 钢筋

1. 按化学成分分类

按化学成分分类，钢筋可分为碳素钢钢筋和普通低合金钢钢筋两种。

(1)碳素钢钢筋是由碳素钢轧制而成。碳素钢钢筋按含碳量多少又分为：低碳钢钢筋($\omega_c \leq 0.25\%$)；中碳钢钢筋($0.25\% < \omega_c < 0.6\%$)；高碳钢钢筋($\omega_c \geq 0.6\%$)。常用的有 Q235、Q215 等品种。含碳量越高，强度及硬度也越高，但塑性、韧性、冷弯及焊接性等均降低。

(2)普通低合金钢钢筋是在低碳钢和中碳钢的成分中加入少量元素(硅、锰、钛、稀土等)制成的钢筋。普通低合金钢筋的主要优点是强度高、综合性能好，用钢量比碳素钢少 20% 左右。常用的有 24MnSi、25MnSi、40MnSiV 等品种。

2. 按生产工艺分类

按生产工艺分，钢筋可分为热轧钢筋、余热处理钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢丝、碳素钢