



责任编辑/王一维
封面设计/林 田

高等院校土建类专业新编系列教材

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. 土木建筑制图 (乐荷卿 陈美华) | 13. 钢结构原理与设计 (王先铁) |
| 2. 土木建筑制图习题集 (聂旭英) | 14. 土木工程施工技术 (廖代广) |
| 3. 理论力学 (董卫华) | 15. 建筑施工组织 (蔡雪峰) |
| 4. 材料力学 (李章政 陈妍如 侯蕾) | 16. 建筑结构 (侯治国) |
| 5. 结构力学 (胡兴国) | 17. 建筑结构 (少学时) (罗福午) |
| 6. 建筑力学 (胡兴国 张流芳) | 18. 建筑工程经济与管理 (武育秦 赵彬) |
| 7. 房屋建筑学 (舒秋华) | 19. 建筑工程造价 (武育秦) |
| 8. 土力学与地基基础 (陈书申 陈晓平) | 20. 建筑设备工程 (韦节廷) |
| 9. 土木工程材料 (伍勇华 高琼英) | 21. 建筑应用电工 (关光福) |
| 10. 建筑工程测量 (李生平) | 22. 建设工程法 (生青杰) |
| 11. 砌体结构 (张建勋) | 23. 土木工程质量缺陷事故分析及处理 (罗福午) |
| 12. 混凝土结构 (侯治国) | |



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校土建类专业新编系列教材

钢结构原理与设计

新
①
版

钢结构原理 与设计

(新1版)

西安建筑科技大学 王先铁 主 编

王先铁
主 编

武汉理工大学出版社

武汉理工大学出版社

武汉理工大学出版社
地址: 武汉市洪山区珞狮路122号
邮编: 430070
电话: (027)87515778 87515848 87785758
传真: (027)87165708
<http://www.wutp.com.cn> 理工图书网



ISBN 978-7-5629-5738-6



定价: 45.00元

GB50017-2017 新标准



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校土建类专业新编系列教材

钢结构原理与设计

(新 1 版)

王先铁 主 编

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书共分为7章。第1章阐述了钢结构的类型、特点、应用范围和发展;着重讲解了钢结构的设计原理和方法,以及钢结构常用的规范、标准。第2章主要讲解钢结构对材料性能的要求,包括钢材的物理性能和加工性能;同时论述了化学成分、冶金缺陷、温度、疲劳以及应力集中等各种因素对钢材性能的影响;给出了钢结构用钢材的种类、常用规格及选用方法。第3章介绍了焊缝、普通螺栓、高强度螺栓连接的工作性能和计算方法。第4章介绍了轴心受力构件的强度、刚度;轴心受压构件的整体稳定、局部稳定及截面设计;同时讲解了梁柱铰接连接形式及柱脚设计。第5章介绍了受弯构件的强度、刚度、稳定计算及截面设计。第6章介绍了拉弯压弯构件的强度、刚度、整体稳定及局部稳定计算;给出了受弯构件和框架柱的计算长度。第7章介绍了典型的钢结构——门式刚架轻型结构的特点、应用情况、结构形式及门式刚架结构、构件、节点设计方法。

本书既可作为土木工程专业本科教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构原理与设计/王先铁主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5629-5738-6

I. ① 钢… II. ① 王… III. ① 钢结构-理论 ② 钢结构-结构设计 IV. ① TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 181950 号

项目负责人:汪浪涛 高 英

责任编辑:王一维

责任校对:刘 凯

封面设计:林 田

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:湖北丰盈印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.25

字 数:426 千字

版 次:2018 年 8 月第 1 版

印 次:2018 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

新 1 版前言

鉴于近年来钢结构的迅速发展和《钢结构设计标准》(GB 50017—2017)《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022—2015)等的修订颁布,本书 2009 年第 3 版已经不能适应当前的需要,为此,在已有钢结构教材的基础上编写了本书。

“钢结构原理与设计”是土木工程专业的主要专业基础课之一,是研究建筑钢结构基本工作性能的一门工程技术型课程。本课程是土木工程专业方向的必修课,课程教学的目的是使学生系统地学习钢结构的基本原理、基本知识、计算方法、结构特点、钢构件的稳定及典型钢结构形式的特点和设计方法。本书在阐述钢结构基本原理的同时,还注重了学生应用能力的培养。

本书共分为 7 章。第 1 章阐述了钢结构的类型、特点、应用范围和发展;着重讲解了钢结构的设计原理和方法,以及钢结构常用的规范、标准。第 2 章主要讲解钢结构对材料性能的要求,包括钢材的物理性能和加工性能;同时论述了化学成分、冶金缺陷、温度、疲劳以及应力集中等各种因素对钢材性能的影响;给出了钢结构用钢材的种类、常用规格及选用方法。第 3 章介绍了焊缝、普通螺栓、高强度螺栓连接的工作性能和计算方法。第 4 章介绍了轴心受力构件的强度、刚度;轴心受压构件的整体稳定、局部稳定及截面设计;同时讲解了梁柱铰连接形式及柱脚设计。第 5 章介绍了受弯构件的强度、刚度、稳定计算及截面设计。第 6 章介绍了拉弯压弯构件的强度、刚度、整体稳定及局部稳定计算;给出了受弯构件和框架柱的计算长度。第 7 章介绍了典型的钢结构——门式刚架轻型结构的特点、应用情况、结构形式及门式刚架结构、构件、节点设计方法。

本书第 1、2、5 章(第 1 版)由周绥平编写,第 3 章(第 1 版)由魏瑞演编写,第 4、6 章(第 1 版)由窦立军编写,第 7 章(第 2 版)由舒兴平编写。第 2 版的修订工作及主编由周绥平担任。第 3 版中,第 1~5 章由周绥平进行修订,第 6、7 章由窦立军进行修订。周绥平、窦立军任第 3 版主编。此次修订,第 1、2 章由王先铁负责,第 3 章由马尤苏夫负责,第 4、5 章由田黎敏负责,第 6、7 章由郑江负责。全书由王先铁负责统稿。

本书新 1 版的修订得到了西安建筑科技大学苏明周教授的帮助和指导,编者对此表示衷心感谢!

本书既可作为土木工程专业本科教材,也可供有关工程技术人员参考。

对于书中存在的不足之处,敬请读者批评指正!

编 者
2018 年 7 月

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 绪论 | 1 |
| 1.1 钢结构的特点及应用范围 | 1 |
| 1.1.1 钢结构的特点 | 1 |
| 1.1.2 钢结构的应用范围 | 2 |
| 1.2 钢结构的类型及组成 | 7 |
| 1.3 钢结构的设计原理及方法 | 10 |
| 1.4 有关钢结构的规范、规程及标准简介 | 15 |
| 1.5 钢结构的发展 | 16 |
| 1.6 钢结构课程的任务、特点及学习方法 | 18 |
| 2 建筑钢材 | 21 |
| 2.1 建筑钢材的基本要求 | 21 |
| 2.2 建筑钢材的主要机械性能 | 21 |
| 2.2.1 强度和塑性 | 21 |
| 2.2.2 冷弯试验 | 24 |
| 2.2.3 韧性 | 24 |
| 2.2.4 可焊性 | 25 |
| 2.3 建筑钢材的两种破坏形式 | 25 |
| 2.4 影响钢材性能的主要因素 | 26 |
| 2.4.1 化学成分的影响 | 26 |
| 2.4.2 冶炼、浇注、轧制过程及热处理的影响 | 27 |
| 2.4.3 钢材的冷作硬化与时效硬化 | 28 |
| 2.4.4 复杂应力和应力集中的影响 | 29 |
| 2.4.5 残余应力的影响 | 31 |
| 2.4.6 温度的影响 | 32 |
| 2.4.7 钢材的疲劳 | 32 |
| 2.5 建筑钢材的种类、规格及选择 | 32 |
| 2.5.1 建筑钢材的种类 | 32 |
| 2.5.2 建筑钢材的规格 | 37 |
| 2.5.3 建筑钢材的选择 | 39 |
| 3 钢结构的连接 | 42 |
| 3.1 钢结构连接的种类及其特点 | 42 |

| | | |
|----------|---------------------|------------|
| 3.2 | 焊缝连接 | 43 |
| 3.2.1 | 焊接方法 | 43 |
| 3.2.2 | 焊缝连接的形式 | 45 |
| 3.2.3 | 焊缝连接的缺陷、质量检验和焊缝质量级别 | 47 |
| 3.2.4 | 焊缝符号及标注方法 | 47 |
| 3.3 | 对接焊缝连接 | 50 |
| 3.3.1 | 对接焊缝的形式和构造 | 50 |
| 3.3.2 | 对接焊缝连接的计算 | 51 |
| 3.4 | 角焊缝连接 | 56 |
| 3.4.1 | 角焊缝的形式与构造 | 56 |
| 3.4.2 | 角焊缝的连接强度 | 59 |
| 3.4.3 | 角焊缝连接的计算 | 60 |
| 3.5 | 焊接残余变形和残余应力 | 71 |
| 3.5.1 | 焊接残余变形和残余应力及其产生的原因 | 71 |
| 3.5.2 | 焊接残余变形和残余应力的危害 | 72 |
| 3.5.3 | 消除和减少焊接残余变形及残余应力的措施 | 72 |
| 3.6 | 普通螺栓连接 | 73 |
| 3.6.1 | 普通螺栓连接的构造 | 73 |
| 3.6.2 | 普通螺栓连接的受力性能和计算 | 76 |
| 3.7 | 高强度螺栓连接 | 89 |
| 3.7.1 | 概述 | 89 |
| 3.7.2 | 高强度螺栓摩擦型连接的计算 | 92 |
| 3.7.3 | 高强度螺栓承压型连接的计算要点 | 98 |
| 4 | 轴心受力构件 | 102 |
| 4.1 | 概述 | 102 |
| 4.2 | 轴心受力构件的强度及刚度 | 103 |
| 4.2.1 | 轴心受力构件的强度 | 103 |
| 4.2.2 | 轴心受力构件的刚度 | 104 |
| 4.3 | 实腹式轴心受压构件的整体稳定 | 105 |
| 4.3.1 | 关于稳定问题的概述 | 105 |
| 4.3.2 | 失稳的类别 | 107 |
| 4.3.3 | 理想轴心受压构件的受力性能 | 107 |
| 4.3.4 | 实际轴心受压构件的计算方法 | 110 |
| 4.4 | 实腹式轴心受压构件的局部稳定 | 116 |
| 4.5 | 实腹式轴心受压构件的截面设计 | 117 |
| 4.5.1 | 选择轴心受压构件的截面形式 | 117 |
| 4.5.2 | 选择截面尺寸 | 118 |

| | | |
|----------|---------------------------|------------|
| 4.5.3 | 截面验算 | 118 |
| 4.5.4 | 构造规定 | 119 |
| 4.6 | 格构式轴心受压构件 | 121 |
| 4.6.1 | 格构式轴心受压构件的组成 | 121 |
| 4.6.2 | 格构式轴心受压构件的整体稳定 | 122 |
| 4.6.3 | 单肢的稳定性 | 123 |
| 4.6.4 | 格构式轴心受压构件的缀材设计 | 123 |
| 4.6.5 | 格构式轴心受压柱的横隔 | 124 |
| 4.6.6 | 格构式轴心受压构件的设计 | 125 |
| 4.7 | 梁与柱的铰接连接形式和构造 | 129 |
| 4.7.1 | 柱顶支承梁的构造 | 129 |
| 4.7.2 | 柱侧支承梁的构造 | 130 |
| 4.8 | 柱脚设计 | 131 |
| 4.8.1 | 柱脚的形式和构造 | 131 |
| 4.8.2 | 轴心受压柱脚的计算 | 131 |
| 5 | 受弯构件 | 138 |
| 5.1 | 概述 | 138 |
| 5.2 | 梁的强度和刚度 | 139 |
| 5.2.1 | 梁的强度 | 139 |
| 5.2.2 | 梁的刚度 | 144 |
| 5.3 | 梁的整体稳定 | 146 |
| 5.3.1 | 梁整体稳定的临界弯矩 M_{cr} | 146 |
| 5.3.2 | 受弯构件整体稳定计算 | 148 |
| 5.3.3 | 保证梁整体稳定性的措施 | 150 |
| 5.3.4 | 侧向支撑 | 151 |
| 5.4 | 型钢梁设计 | 151 |
| 5.5 | 钢板组合梁设计 | 154 |
| 5.5.1 | 截面设计 | 154 |
| 5.5.2 | 截面规格 | 156 |
| 5.5.3 | 梁截面沿长度的变化 | 156 |
| 5.5.4 | 翼缘焊缝计算 | 157 |
| 5.6 | 组合梁的局部稳定和腹板加劲肋设计 | 160 |
| 5.6.1 | 梁翼缘宽厚比的限值及腹板加劲肋的布置 | 160 |
| 5.6.2 | 组合梁腹板局部稳定验算 | 163 |
| 5.6.3 | 加劲肋截面选择及构造要求 | 166 |
| 5.6.4 | 支承加劲肋的构造和计算 | 167 |
| 5.7 | 组合梁的屈曲后强度 | 171 |

| | | |
|----------|---------------------|------------|
| 5.8 | 梁的拼接和连接 | 172 |
| 5.8.1 | 梁的拼接 | 172 |
| 5.8.2 | 次梁与主梁连接 | 174 |
| 6 | 拉弯构件和压弯构件 | 180 |
| 6.1 | 概述 | 180 |
| 6.2 | 拉弯构件和压弯构件的强度和刚度 | 181 |
| 6.2.1 | 拉弯构件和压弯构件的强度 | 181 |
| 6.2.2 | 拉弯构件和压弯构件的刚度 | 184 |
| 6.3 | 实腹式压弯构件的整体稳定 | 185 |
| 6.3.1 | 实腹式压弯构件在弯矩作用平面内的稳定性 | 185 |
| 6.3.2 | 实腹式压弯构件在弯矩作用平面外的稳定性 | 190 |
| 6.4 | 实腹式压弯构件的局部稳定 | 191 |
| 6.4.1 | 腹板的局部稳定 | 191 |
| 6.4.2 | 翼缘的局部稳定 | 192 |
| 6.5 | 压弯构件及框架柱的计算长度 | 193 |
| 6.5.1 | 框架柱在框架平面内的计算长度 | 194 |
| 6.5.2 | 框架柱在框架平面外的计算长度 | 196 |
| 6.6 | 实腹式压弯构件的截面设计 | 198 |
| 6.7 | 格构式压弯构件 | 200 |
| 6.7.1 | 格构式压弯构件的整体稳定 | 200 |
| 6.7.2 | 分肢的稳定性 | 201 |
| 6.7.3 | 缀材计算 | 201 |
| 6.7.4 | 格构式压弯构件的强度计算 | 201 |
| 6.8 | 框架中梁与柱的连接 | 203 |
| 6.9 | 框架柱的柱脚 | 204 |
| 7 | 门式刚架轻型钢结构 | 209 |
| 7.1 | 概述 | 209 |
| 7.1.1 | 单层门式刚架结构的组成 | 209 |
| 7.1.2 | 单层门式刚架结构的特点 | 210 |
| 7.1.3 | 门式刚架结构的应用情况 | 211 |
| 7.2 | 结构形式和布置 | 211 |
| 7.2.1 | 结构形式 | 211 |
| 7.2.2 | 建筑尺寸 | 212 |
| 7.2.3 | 结构平面布置 | 213 |
| 7.2.4 | 支撑布置 | 213 |
| 7.3 | 作用效应计算 | 214 |
| 7.3.1 | 门式刚架荷载 | 214 |

| | | |
|-------|----------------------------|-----|
| 7.3.2 | 荷载组合 | 215 |
| 7.3.3 | 分析方法 | 216 |
| 7.4 | 刚架柱和梁的设计 | 217 |
| 7.4.1 | 梁柱板件的宽厚比限值和腹板屈曲后强度利用 | 217 |
| 7.4.2 | 刚架梁、柱构件的强度计算 | 218 |
| 7.4.3 | 梁腹板加劲肋的配置 | 220 |
| 7.4.4 | 变截面柱在刚架平面内的整体稳定计算 | 220 |
| 7.4.5 | 变截面柱在刚架平面内的计算长度 | 221 |
| 7.4.6 | 变截面柱在刚架平面外的整体稳定计算 | 228 |
| 7.4.7 | 斜梁的设计 | 228 |
| 7.4.8 | 隅撑设计 | 230 |
| 7.5 | 变形规定 | 234 |
| 7.6 | 节点设计 | 235 |
| 7.6.1 | 门式刚架斜梁与柱的连接 | 235 |
| 7.6.2 | 门式刚架柱脚 | 238 |
| 7.6.3 | 牛腿 | 239 |
| 7.6.4 | 摇摆柱与斜梁的连接构造 | 239 |
| 7.7 | 檩条设计 | 240 |
| 7.7.1 | 檩条的截面形式 | 240 |
| 7.7.2 | 檩条的荷载和荷载组合 | 240 |
| 7.7.3 | 檩条的内力分析 | 241 |
| 7.7.4 | 檩条的截面选择 | 242 |
| 7.7.5 | 构造要求 | 245 |
| 附录 | | 251 |
| 附录 1 | 钢材和连接的强度设计值 | 251 |
| 附录 2 | 轴心受压构件的稳定系数 | 254 |
| 附录 3 | 柱的计算长度系数 | 258 |
| 附录 4 | 各种截面回转半径的近似值 | 270 |
| 附录 5 | 热轧等边角钢 | 271 |
| 附录 6 | 热轧不等边角钢 | 278 |
| 附录 7 | 热轧普通工字钢 | 287 |
| 附录 8 | 热轧普通槽钢 | 290 |
| 附录 9 | 热轧 H 型钢和部分 T 型钢 | 293 |
| 附录 10 | 锚栓规格 | 306 |
| 附录 11 | 螺栓的有效直径和有效截面面积 | 306 |
| 附录 12 | 梁的整体稳定系数 | 307 |
| 参考文献 | | 311 |