



网络继续教育课程学习指导丛书·专业基础课程系列

GANGJIEGOU SHEJI XUEXI YU KAOSHI ZHIDAO
钢结构设计学习与考试指导

周焕廷 主 编

出版说明

育课程学习指导丛书·专业基础课程系列

钢结构设计 学习与考试指导

周焕廷 主编



武汉理工大学出版社

(真)80160118 13018018 80160118(150) 80160118
· 武 汉 ·

内 容 简 介

本书以钢结构例题和习题的形式,介绍了钢结构原理主要知识点及基本概念。重点对相关原理与知识点进行讲解,使钢结构的学习与先期的力学课程进行平稳过渡,减小入门难度、力争消除学习钢结构课程的茫然与不适感。主要内容包括钢结构材料、连接、轴心受力构件、受弯构件及压弯构件等教学大纲的基本内容。最后以一个钢屋架设计为例,详细介绍了 PKPM 软件中模块 STS 在钢屋架设计中的运用,方便学生运用专业软件完成钢屋架的课程设计任务。

本书可以作为土木工程专业本科生、专科生及网络生学习钢结构课程指南及考前辅导书,对于相关工程人员也可作为参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构设计学习与考试指导/周焕廷主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2013.1
(网络继续教育学习与考试指导丛书)

ISBN 978-7-5629-3942-9

I. ①钢… II. ①周… III. ①钢结构-结构设计-网络教育-继续教育-教学参考资料
IV. ①TU391.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 017792 号

项目负责人:陈军东 徐 扬

责任编辑:陈军东

责任校对:陈 萍

装帧设计:董君承

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn>

印 刷 者:武汉兴和彩色印务有限公司

经 销 者:各地新华书店

开 本:1/16

规 格:185mm×260mm

印 张:9.75

插 页:1

字 数:249 千字

版 次:2013 年 2 月第 1 版

印 次:2013 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1—2000 册

定 价:20.00 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:(027)87785758 87381631 87165708(传真)

版权所有,盗版必究。

出版说明

在产业结构转型升级的新时期,我国各行各业迫切需要大量的人才,尤其是高素质应用型人才。现代远程教育(网络继续教育)为合理利用现代教育技术手段,充分发挥优质教育资源的作用提供了有效的途径。网络继续教育是针对在职人员开展的教育学习活动,而基于现代网络技术和信息技术的网络教育自1999年以来得到了空前的发展,已经为我国经济社会发展培养了大量应用型人才。网络继续教育是我国高等教育的重要组成部分,在建设学习型社会、构建我国终身教育体系中有着不可替代的作用。《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》也明确提出:“大力发展现代远程教育,建设以卫星、电视和互联网等为载体的远程开放继续教育及公共服务平台,为学习者提供方便、灵活、个性化的学习条件。”

网络教育经过十余年的发展,已经形成了较为独特的有别于学校教育的教学模式,网络教育的教学方式已经广泛应用于函授教育中。网络继续教育教学的主体——学习者是不同的。参加网络继续教育的学员,其专业基础、文化素质、学习时间、学习习惯和学习环境都存在较大的差异,教学活动的组织也无法做到完全统一;并且网络教育的学习者主要是利用业余时间进行自主学习。网络继续教育教学的客体——知识技能也与学校教育有较大的区别。学校教育的知识内容体系包含三大类——公共基础课、专业基础课和专业课。公共基础课主要讲授高等教育的基本知识,网络成人教育新模式的公共基础课不是按照全日制模式来做,而是根据在职人员的特点来构建理论体系;专业基础课强调把学校的培养体系和企业实际应用的知识体系有机地结合起来,虽然这样的专业基础课和传统的学历教育一样按知识点来构造,但不仅是够用为准,更关键的是在保证高等教育知识体系的前提下,更多地融入实际工作和行业需要的知识与技能;而对于专业课,鉴于高等教育的教材往往严重滞后于行业技术和行业发展需要的现状,网络继续教育新模式凸显融入社会、跟踪行业实际运行过程中正在应用的技术和设备,更多地引入一些最新的技术和知识。

教材作为教学内容的重要载体,直接联系教学活动的主体与客体。教材体系的构建必须既符合教学主体的学习和认知规律,又遵循教学客体的内在逻辑规律,有利于教学活动的组织、教学内容的传授。网络继续教育的教材还应该符合网络继续教育的特点和规律。在武汉理工大学网络继续教育学院的大力支持下,我们对网络继续教育教学特点和规律进行了认真的研究,于2009年开始组织武汉理工大学网络继续教育课程的部分优秀主讲教师进行网络继续教育教材体系的建设,并于2010年起推出网络继续教育公共基础课程的教材,包括高等数学、微积分、工程数学、大学英语以及马克思主义基本原理、毛泽东思想概论与中国特色社会主义理论体系概论等;2011年推出工程管理、工商管理等重点专业的教学资源包;2013年起将陆续推出部分专业基础课程的学习指导书。这套教材本着适应在职人员学习的特点,按照“脉络梳理,释疑解难,模拟训练,历年真题”的风格进行编写,对网络继续教育的各科基础课程的内容体系进行了简明扼要的梳理,对学习过程中存在的重点难点问题

进行了透彻的解析。各书中设有丰富的例题和附有答案的习题，书后附有精心设计的模拟训练试卷及武汉理工大学网络学院历年考试真题及详细解答。

我们将长期探索网络继续教育的教学规律，密切关注网络继续教育的发展趋势，继续完善和建设好网络继续教育的教材体系。我们也诚恳地希望各大高校的网络继续教育学院、各类教学站点在教学活动中引进这个体系，并在使用过程中提出改进的意见。希望我们共同努力，为网络继续教育事业的进一步发展做出贡献。

武汉理工大学出版社

2012年12月

前言

钢结构是土木工程专业本科生的一门重要专业课。在平时的教学过程中,深切感受到学生学习起来有相当的难度。一方面是本课程涉及较多的专业基础课,如弹性力学、塑性力学、结构稳定理论等;另一方面是学生初涉这门课,对其特有的一些基本概念及现象不熟悉,给相关问题的理解带来障碍,因而学习起来困难较多。考虑到上述因素,结合多年来讲授本科生钢结构的体会,作者编写了这本钢结构学习指南。该指南与市面上已经出版的习题集不同点在于,作者注重对基本概念的理解,每章都列出了学习的重点,并对相关知识点进行了归纳和总结。然后对本章的重要知识点以选择题和计算题的形式进行了详细的讲解。由于概念对理解相关知识点相当重要,作者对概念题的选择力争做到重点突出,并对相关知识点作出详细的解释。这与市面上的习题集只给出答案不进行解释的通行做法不同,目的是希望读者阅读此书,能够举一反三,理解相关概念的精髓。

本书在编写过程中参考了大量的资料。书中的例题和习题来自部分重点高校如同济大学、哈尔滨工业大学、武汉理工大学、华中科技大学及西安建筑科技大学的期末考试题、研究生入学考试题,同时也参考了全国高等教育自学考试中的钢结构试题。为了说明问题的方便,作者对相应题目做了改编,以适应本书讲解需要。

本书可作为土木工程专业学生学习钢结构的指南,也可供有关工程技术人员参考、阅读。

陈喜芝女士在本书编写过程中协助绘制了部分插图,研究生聂河斌对本书的文字和插图的电子文本输入做了大量的工作。在此成书之际,对上述各位的帮助致以诚挚的感谢。

限于作者水平,文中不足之处在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见,联系方式是zhouht@whut.edu.cn。该书编写得到了武汉理工大学出版社陈军东编辑的大力支持,在此表示感谢!

周焕廷于马房山
2012.10.3

目 录

第 1 章 钢材	(1)
1.1 钢结构对材料的要求	(1)
1.2 钢材的破坏形式	(1)
1.3 各种因素对主要性能的影响	(1)
1.4 钢材的疲劳强度	(2)
第 2 章 钢结构连接	(8)
2.1 焊接连接特性	(8)
2.2 角焊缝构造与计算	(9)
2.3 对接焊缝的构造与计算	(9)
2.4 减小焊接应力和焊接变形的措施	(10)
2.5 普通螺栓的工作性能和计算	(10)
2.6 高强螺栓的工作性能和计算	(12)
第 3 章 轴心受力构件	(26)
3.1 轴心受力构件的强度与刚度	(26)
3.2 轴心受压杆的整体稳定	(27)
3.3 轴心受压构件的局部稳定	(28)
3.4 轴心受压柱的柱脚设计	(29)
第 4 章 受弯构件	(39)
4.1 受弯构件的形式与分类	(39)
4.2 梁的强度和刚度	(40)
4.3 梁的整体稳定和支撑	(42)
4.4 梁的局部稳定和加劲肋设计	(43)
第 5 章 拉弯和压弯构件	(51)
5.1 拉弯和压弯构件的强度	(51)
5.2 实腹式压弯构件的稳定	(52)
5.3 实腹式压弯构件的局部稳定	(52)
5.4 格构式压弯构件	(53)
第 6 章 课程设计案例——屋架设计	(64)
6.1 屋架设计基础知识	(64)
6.2 屋架设计示例	(65)



6.3 使用 PKPM 软件辅助完成屋架设计 (69)

模拟考试试题 (85)

 模拟试题(一) (85)

 模拟试题(二) (88)

 模拟试题(三) (91)

 模拟试题(四) (95)

 模拟试题(五) (99)

参考答案..... (104)

参考文献..... (146)

(1) 考卷四第 14 题第 1 问 1.1

(11) 九章和南信林清 9.1

(12) 仲强在调书王世荣等 6.1

(13) 黄惠珍和徐林清 4.1

(14) 梁烈和徐林清 4.1

(15) 黄惠珍和徐林清 4.1

(16) 黄惠珍和徐林清 4.1

(17) 黄惠珍和徐林清 4.1

(18) 黄惠珍和徐林清 4.1

(19) 黄惠珍和徐林清 4.1

(20) 黄惠珍和徐林清 4.1

(21) 黄惠珍和徐林清 4.1

(22) 黄惠珍和徐林清 4.1

(23) 黄惠珍和徐林清 4.1

(24) 黄惠珍和徐林清 4.1

(25) 黄惠珍和徐林清 4.1

(26) 黄惠珍和徐林清 4.1

(27) 黄惠珍和徐林清 4.1

(28) 黄惠珍和徐林清 4.1

(29) 黄惠珍和徐林清 4.1

(30) 黄惠珍和徐林清 4.1

(31) 黄惠珍和徐林清 4.1

(32) 黄惠珍和徐林清 4.1

(33) 黄惠珍和徐林清 4.1

(34) 黄惠珍和徐林清 4.1

(35) 黄惠珍和徐林清 4.1

(36) 黄惠珍和徐林清 4.1

(37) 黄惠珍和徐林清 4.1

(38) 黄惠珍和徐林清 4.1

(39) 黄惠珍和徐林清 4.1

(40) 黄惠珍和徐林清 4.1

(41) 黄惠珍和徐林清 4.1

(42) 黄惠珍和徐林清 4.1

(43) 黄惠珍和徐林清 4.1

(44) 黄惠珍和徐林清 4.1

(45) 黄惠珍和徐林清 4.1

(46) 黄惠珍和徐林清 4.1

(47) 黄惠珍和徐林清 4.1

(48) 黄惠珍和徐林清 4.1

(49) 黄惠珍和徐林清 4.1

(50) 黄惠珍和徐林清 4.1

(51) 黄惠珍和徐林清 4.1

(52) 黄惠珍和徐林清 4.1

(53) 黄惠珍和徐林清 4.1

(54) 黄惠珍和徐林清 4.1

(55) 黄惠珍和徐林清 4.1

(56) 黄惠珍和徐林清 4.1

(57) 黄惠珍和徐林清 4.1

(58) 黄惠珍和徐林清 4.1

(59) 黄惠珍和徐林清 4.1

(60) 黄惠珍和徐林清 4.1

(61) 黄惠珍和徐林清 4.1

(62) 黄惠珍和徐林清 4.1

(63) 黄惠珍和徐林清 4.1

(64) 黄惠珍和徐林清 4.1

(65) 黄惠珍和徐林清 4.1

(66) 黄惠珍和徐林清 4.1

(67) 黄惠珍和徐林清 4.1

(68) 黄惠珍和徐林清 4.1

(69) 黄惠珍和徐林清 4.1

(70) 黄惠珍和徐林清 4.1

(71) 黄惠珍和徐林清 4.1

(72) 黄惠珍和徐林清 4.1

(73) 黄惠珍和徐林清 4.1

(74) 黄惠珍和徐林清 4.1

(75) 黄惠珍和徐林清 4.1

(76) 黄惠珍和徐林清 4.1

(77) 黄惠珍和徐林清 4.1

(78) 黄惠珍和徐林清 4.1

(79) 黄惠珍和徐林清 4.1

(80) 黄惠珍和徐林清 4.1

(81) 黄惠珍和徐林清 4.1

(82) 黄惠珍和徐林清 4.1

(83) 黄惠珍和徐林清 4.1

(84) 黄惠珍和徐林清 4.1

(85) 黄惠珍和徐林清 4.1

(86) 黄惠珍和徐林清 4.1

(87) 黄惠珍和徐林清 4.1

(88) 黄惠珍和徐林清 4.1

(89) 黄惠珍和徐林清 4.1

(90) 黄惠珍和徐林清 4.1

(91) 黄惠珍和徐林清 4.1

(92) 黄惠珍和徐林清 4.1

(93) 黄惠珍和徐林清 4.1

(94) 黄惠珍和徐林清 4.1

(95) 黄惠珍和徐林清 4.1

(96) 黄惠珍和徐林清 4.1

(97) 黄惠珍和徐林清 4.1

(98) 黄惠珍和徐林清 4.1

(99) 黄惠珍和徐林清 4.1

(100) 黄惠珍和徐林清 4.1

第1章

Chapter 1 钢 材

学 习 目 标

1. 了解钢材的性能指标。
2. 了解钢材的破坏形式。
3. 掌握影响钢材性能的各种因素及其影响机理。
4. 掌握钢材的疲劳强度的计算方法。

1.1 钢结构对材料的要求

用作钢结构的钢必须符合下列要求:

(1)较高的抗拉强度 f_u 和屈服点 f_y , f_y 是衡量结构承载力的指标, f_y 高则可减轻结构自重,节约钢材和降低造价。

(2)较高的塑性和韧性。塑性和韧性好的钢材制作的结构在静荷载和动荷载作用下有足够的应变能力。

(3)良好的工艺性能,主要是冷加工、热加工和焊接性能。

此外,根据结构的具体工作条件,有时还要求具有适应低温、高温和腐蚀性环境的能力。

1.2 钢材的破坏形式

钢材有两种破坏形式:塑性破坏和脆性破坏。

塑性破坏在破坏前有较大的塑性变形,断裂后的断口呈纤维状,色泽发暗,断裂前有明显的变形,破坏不致引起严重后果。

脆性破坏前变形较小,甚至没有塑性变形,无法及时察觉和采取补救措施,破坏后果严重。在设计、施工和使用钢结构时,应避免出现脆性破坏。

1.3 各种因素对主要性能的影响

(1)化学成分

钢的基本元素为铁,此外常含有有益元素碳、硅、锰及有害元素硫、磷、氧、氮等,这些元素的含量不同,导致钢材的力学性能不同。

(2) 冶金和轧制过程

按照炉种不同,我国结构用钢主要有三种冶炼方法:碱性平炉炼钢法、顶吹氧气转炉炼钢法、碱性侧吹转炉炼钢法。按照脱氧程度的不同,分为沸腾钢、半镇静钢。沸腾钢的塑性、韧性差,容易发生时效和变脆;镇静钢的脱氧程度较高,性能较好。

(3) 时效

随着时间的增长,纯铁体中残留的碳、氮固溶物逐步析出,形成自由的碳化物或氮化物约束纯铁体的塑性变形,此为时效。时效将提高钢材的强度,降低钢材的塑性、韧性。

(4) 冷作硬化

冷加工过程中引起的强度提高称为冷作硬化,冷加工包括剪、冲、辊、压、折、钻、刨、铲、撑、敲等。

(5) 温度

当温度达到 250°C 时,钢材抗拉强度提高,塑性下降,表面氧化膜呈蓝色,即发生蓝脆现象。温度超过 300°C 时,钢材抗拉强度和极限强度显著下降,达到 600°C 时强度几乎等于零。

(6) 应力集中和残余应力

由于钢结构构件中存在的孔洞、槽口、凹角、裂缝、厚度变化、内部缺陷等原因,使这些区域产生高峰应力,此谓应力集中现象。应力集中越严重,钢材塑性越差。

残余应力在构件内部自相平衡而与外力无关。残余应力的存在容易使钢材发生脆性破坏。

(7) 复杂应力状态

复杂应力状态应按照第四强度理论,以折算应力是否大于 f_y 来判断钢材是否从弹性状态转变为塑性状态。

钢材在多轴应力状态下,当处于同号应力场时,钢材易产生脆性破坏,而当处于异号应力场时,将发生塑性破坏。

1.4 钢材的疲劳强度

钢材的疲劳强度断裂是微观裂纹在连续的重复荷载作用下不断扩展直至断裂的脆性破坏。所有应力循环中,应力幅保持常量时,称为常幅循环荷载;所有应力循环中的应力幅不为常量时,称为变幅循环荷载。

疲劳强度计算采用容许应力法。疲劳强度与构造状况、作用的应力幅及循环荷载重复次数等有关。

□ 本章例题精解

1. 屋架的设计图纸上要求注明钢材牌号,最合理的选项是()。

A. 3号钢 B. Q235 C. HPB235 D. Q235B

解答:3号钢是作废规范(GB 700—79)中的钢种名称,新规范称为Q235;在图上要求注明钢材的强度等级,这里只有D是完整的表述。

2. 下列有关钢结构材料的论述,不正确的选项是()。

A. 强度是钢材的重要指标 B. 钢材的塑性指标不重要
C. 伸长率可反映钢材的塑性能 D. 冷弯试验可检验钢材的冶金质量

解答:塑性是钢材的重要指标,其性能优劣关系到做成结构后的变形性能。因此,B不正确。

3. 含碳量增加会导致钢材()。

A. 强度提高而塑性降低 B. 强度降低而塑性提高
C. 强度和塑性提高 D. 强度和塑性降低

解答:含碳量增加导致钢材强度提高而塑性降低,因此,不能随意提高碳的含量。答案是A。

4. 大跨度结构常采用钢结构的主要原因是钢结构()。

A. 密封性好 B. 自重轻 C. 制造工厂化 D. 便于拆装

解答:大跨度结构采用常规结构将使得重量较大显得不经济,因此一般使用钢结构作为大跨度结构的形式。答案是B。

5. 钢结构的承载能力极限状态是指()。

A. 结构发生剧烈振动 B. 结构的变形已不能满足使用要求
C. 结构达到最大承载力产生破坏 D. 使用已达五十年

解答:结构的承载能力极限状态包括承载能力极限状态和正常使用极限状态。前者包括结构或构件达到最大承载力或是出现不适于继续承载的变形,后者包括出现影响正常使用的变形、局部损坏及影响正常使用的振动等。答案是C。

6. 同类钢种的钢板,厚度越大,()。

A. 强度越低 B. 塑性越好 C. 韧性越好 D. 内部构造缺陷越少

解答:厚度越大,缺陷如夹渣、孔洞等的影响越大,强度越低。答案是A。

7. 以下关于应力集中的说法中正确的是()。

A. 应力集中降低了钢材的屈服强度
B. 应力集中产生同号应力场,使塑性变形受到限制
C. 应力集中产生异号应力场,使钢材变脆
D. 应力集中可以提高构件的疲劳强度

解答:产生同号应力场时,其相互垂直方向的约束效应与泊松效应相反,使变形无法自由开展,破坏是脆性的。因此答案是B。

8. 钢材屈服点 f_y 的高低反映材料()。

A. 受静荷时的最大承载能力 B. 受静荷时的最大变形能力
C. 受动荷时的最大承载能力 D. 受静荷时发生塑性变形前的承载能力

解答:钢材在屈服值即应力值达到 f_y 后,从弹性阶段进入塑性阶段。注意韧性是衡量动荷载下的塑性变形能力,不要混淆。答案是D。

9. 在三向正应力状态下,当出现下列何种情况时,钢材易发生脆性破坏()。

A. 异号应力,且应力差较小 B. 异号应力,且应力差较大

- C. 同号拉应力,且应力差较小 D. 同号拉应力,且应力差较大

解答:折算应力公式是 $\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$,从公式中看出,在应力差较大时,折算应力将较大。对于同号应力由于变形无法自由开展,容易进入脆性(参考题 7)。答案是 D。

10. 对于常温下承受静力荷载、无严重应力集中的碳素结构钢构件,焊接残余应力对下列各项没有明显影响的是()。

- A. 构件的刚度 B. 构件的极限强度
C. 构件的稳定性 D. 构件的疲劳强度

解答:由于残余应力是自平衡内力,对结构的极限强度没有影响。但是,残余应力较大时,一方面将会使得构件的部分截面提早进入塑性;另一方面使得较为均匀的材质由于局部应力的改变,其纤维的弹性模量不再是均匀的。因此,这些变化影响构件的刚度、稳定及疲劳强度。答案是 B。

11. 钢结构用钢的含碳量一般不大于()。

- A. 0.6% B. 0.25% C. 0.22% D. 0.2%

解答:答案是 C。

12. 在构件发生断裂破坏前,无明显先兆的情况是()的典型特征。

- A. 脆性破坏 B. 塑性破坏 C. 强度破坏 D. 失稳破坏

解答:脆性破坏的破坏发生突然,无明显征兆,材料变形小,破坏断口齐平,晶粒往往在一个面断裂而呈光泽的晶粒状。答案为 A。

13. 钢材中硫的含量超过限值时,钢材可能会出现()。

- A. 冷脆 B. 热脆 C. 蓝脆 D. 徐变

解答:硫在固态铁中的溶解度很小,几乎不能溶解。它在钢中以 FeS 的形式存在,而 FeS 和 Fe 易形成熔点较低的共晶体。当钢在高温下进行热加工时,分布于晶界的低熔点共晶体熔化而导致开裂,形成热脆现象,故本题选 B。

14. 钢结构具有良好的抗震性能是因为()。

- A. 钢材的强度高 B. 钢结构的质量轻
C. 钢材良好的吸能能力和延性 D. 钢结构的材质均匀

解答:答案为 C。

15. 钢材的强度指标是()。

- A. 延伸率 B. 韧性指标 C. 屈服点 D. 冷弯性能

解答:延伸率、韧性指标、冷弯性能是变形性能指标。答案是 C。

16. 关于建筑结构钢材的优缺点,下列说法中错误的是()。

- A. 钢材的强度较高,结构自重轻
B. 钢材具有良好的冷加工和热加工性能
C. 钢结构的耐腐蚀性能很好,适合在各种恶劣环境中使用
D. 钢结构的耐热性很好,但耐火性能很差

解答:为了保证钢结构在腐蚀性环境中的耐久性,需要进行防腐蚀处理,如涂刷防腐涂料,这是钢结构的一大弱点。答案为 C。

17. 钢结构设计中,对下列哪一项内容需按正常使用极限状态进行验算()。

- A. 构件的变形 B. 构件的强度
C. 构件的疲劳强度 D. 构件的整体稳定

解答: 构件的强度、疲劳强度、整体稳定的破坏属于承载能力极限状态验算范围。答案为 A。

18. 为防止厚钢板在焊接时或承受厚度方向的拉力时发生层状撕裂, 必须测试钢材的()。

- A. 抗拉强度 f_u B. 屈服点 f_y
C. 冷弯 180° 试验 D. Z 向收缩率

解答: 抗拉强度、屈服点、冷弯性能属于钢材常规力学性能要求。答案为 D。

19. 不同质量等级(A、B、C、D)的同一类钢材, 下列哪项力学指标不同()。

- A. 抗拉强度 f_u B. 冲击韧性 A_k
C. 伸长率 δ D. 屈服点 f_y

解答: 质量等级由 A 到 D, 对冲击韧性要求逐级提高。答案为 B。

20. 最易产生脆性破坏的应力状态是()。

- A. 单向压应力状态 B. 三向拉应力状态
C. 单向拉应力状态 D. 二向拉一向压的应力状态

解答: 参阅题 7 的解释。答案为 B。

□ 本章习题

一、选择题

1. 钢材的弹性模量 E 和切线模量 E_t , ()。

- A. E 、 E_t 都是常量 B. E 、 E_t 是变量
C. E 是常量, E_t 是变量 D. E 是变量, E_t 是常量

2. 钢材的抗剪设计强度 $f_v =$ ()。

- A. $f/\sqrt{3}$ B. $\sqrt{3}f$ C. $f/3$ D. $3f$

3. 钢材的设计强度是根据()确定的。

- A. 比例极限 B. 弹性极限 C. 屈服点 D. 极限强度

4. 钢材的剪切模量数值()钢材的弹性模量数值。

- A. 高于 B. 低于 C. 等于 D. 近似于

5. 钢材经历了应变硬化(应变强化)之后()。

- A. 强度提高 B. 塑性提高 C. 冷弯性能提高 D. 可焊性提高

6. 钢材是理想的()。

- A. 弹性体 B. 塑性体 C. 弹塑性体 D. 非弹性体

7. 钢材在复杂应力状态下的屈服条件是由()等于单向拉伸时的屈服点决定的。

- A. 最大主拉应力 σ_1 B. 最大剪应力 τ_1

- C. 最大主压应力 σ_3 D. 折算应力 σ_{eq}

8. 在进行第二种极限状态计算时, 计算用的荷载()。

- A. 需要将永久荷载的标准值乘以永久荷载分项系数



- B. 需要将可变荷载的标准值乘以可变荷载分项系数
- C. 永久荷载和可变荷载都要乘以各自的荷载分项系数
- D. 永久荷载和可变荷载都用标准值,不必乘以荷载分项系数
9. 进行疲劳验算时,计算部分的设计应力幅应按()。
- A. 标准荷载计算 B. 设计荷载计算
- C. 考虑动力系数的标准荷载计算 D. 考虑动力系数的设计荷载计算
10. 沸腾钢与镇静钢冶炼浇注方法的主要不同之处是()。
- A. 冶炼温度不同
- B. 冶炼时间不同
- C. 沸腾钢不加脱氧剂
- D. 两者都加脱氧剂,但镇静钢再加强脱氧剂
11. 当温度从常温下降为低温时,钢材的塑性和冲击韧性()。
- A. 升高 B. 下降 C. 不变 D. 升高不多
12. 验算组合梁刚度时,荷载通常取()。
- A. 标准值 B. 设计值 C. 组合值 D. 最大值
13. 结构钢的屈服强度()。
- A. 随厚度增大而降低,但与质量等级(A、B……)无关
- B. 随厚度增大而降低,并且随质量等级从 A 到 D(E)逐级提高
- C. 随厚度增大而降低,并且随质量等级从 A 到 D(E)逐级降低
- D. 随厚度增大而提高,并且随质量等级从 A 到 D(E)逐级降低
14. 钢结构设计中钢材的设计强度为()。
- A. 强度标准值 f_k
- B. 钢材屈服点 f_y
- C. 抗拉强度值 f_u
- D. 钢材的强度标准值除以抗力分项系数(f_k/γ_R)
15. 热轧型钢冷却后产生的残余应力()。
- A. 以拉应力为主 B. 以压应力为主
- C. 包括拉、压应力 D. 拉、压应力都很小
16. 钢材强度设计值应根据钢材厚度或直径分组采用,对于轴心受拉和轴心受压构件分组时,()。
- A. 工字钢和槽钢按翼缘的厚度进行分组
- B. 工字钢按翼缘的厚度进行分组,槽钢按腹板的厚度进行分组
- C. 工字钢和槽钢按腹板的厚度进行分组
- D. 工字钢按腹板的厚度进行分组,槽钢按翼缘的厚度进行分组

二、填空题

1. 衡量钢材受动荷载作用的韧性指标是_____值,该值越小,表明击断试件所消耗的功越_____,钢材性能越_____。
2. 采用概率极限状态设计法设计结构或构件,是以_____来度量结构或构件的安全度的。
3. 钢结构防火常采用的方法有_____、_____。

4. 建筑钢材的主要性能指标有伸长率、屈服强度、抗拉强度、冷弯性能、冲击韧性、Z向收缩率。其中伸长率是衡量钢材_____的指标；_____是衡量钢材抗层状撕裂能力的指标。

5. 高强度低合金钢的焊接性能可以通过_____来衡量。

6. 钢材受三向同号拉应力作用时,即使三向应力绝对值很大,甚至大大超过屈服点,但两两应力差值不大时,材料不易进入_____状态,此时发生的破坏为_____破坏。

7. 在温度为 250℃ 左右时,钢材的性能与在常温时相比较,强度更_____,塑性更_____。

8. Q235A 级钢不能用于主要焊接结构,原因在于不能保证_____。

9. 当采用手工电弧焊,材料为 Q345 的钢构件相焊接时,应选择_____型焊条;材料为 Q235 和 Q345 的钢构件相焊接时,应选择_____型焊条。

10. 两块板厚为 t 、宽度为 b 的板采用对接焊缝连接,施焊时未设引弧板,则计算长度取为_____。

11. 残余应力对构件的强度承载力_____影响,降低_____承载力,_____刚度。

三、简答题

1. 冷拉将明显改变钢材的什么力学性能指标?

2. 钢结构对钢材有何要求?

3. 什么是疲劳断裂?

4. 结构的可靠度的定义是什么?

5. 与其他材料结构相比,钢结构有何优缺点?

6. 简述以屈服强度 f_y 作弹性设计强度指标的依据。

2.3 对接焊缝的构造与计算

C 第2章

Chapter 2 钢结构连接

学 习 目 标

掌握钢结构连接方法、焊接方法和焊缝连接形式,角焊缝的构造与计算,对接焊缝的构造与计算,焊接应力和焊接变形,螺栓连接构造,普通螺栓连接的工作性能和计算。教学要求是:

1. 要求掌握连接的构造设计,能熟练地进行传力分析及连接计算。
2. 能严格区分:
 - ① 对接焊缝连接和直角角焊缝连接的工作状态和计算方法的不同点。
 - ② 普通螺栓连接和摩擦型高强螺栓连接的工作状态和计算方法的不同点。
 - ③ 了解各种连接的特点。
 - ④ 了解焊缝残余应力和焊接残余变形的基本概念。

2.1 焊接连接特性

(1) 焊接连接特性

焊接连接优点是构造简单,各种形式的构件连接均可运用;用料经济,不削弱截面;制作加工方便,可实现自动化操作;连接的密闭性好,结构刚度大。

缺点是焊接部位容易引起钢材材质变脆;焊接残余应力和参与变形使受压构件承载力降低;焊接结构对裂纹很敏感,局部裂纹一旦发生,容易扩展到整体;低温冷脆问题突出。

(2) 焊接的常见缺陷

常见的焊缝缺陷包括裂纹、夹渣、咬边、未融合、未焊头等,以及焊缝尺寸不符合要求、焊缝成形不良等。

(3) 焊缝质量检验

焊缝质量检验包括外观检查和焊缝内部缺陷的检查。外观检查主要采用目视检查,辅以磁粉探伤、渗透探伤检查表面和近表面缺陷。内部缺陷主要采用射线探伤和超声波探伤。

焊缝按其检验方法和质量要求分为一级、二级和三级。三级焊缝只要求对全部焊

缝做外观检查且符合三级质量标准即可;一级、二级焊缝除要求外观检查外,还要求一定数量的超声波检验并符合相应级别的质量标准。

2.2 角焊缝构造与计算

2.2.1 最大与最小焊脚尺寸

为了避免焊缝区的金属过热,减小焊件的焊接残余应力和残余变形,除钢管外,角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件的 1.2 倍。 $h_{\text{fmax}} \leq 1.2t$,这里 t 为较薄焊件的厚度。

当板件厚度 $t > 6 \text{ mm}$ 时,取 $h_{\text{fmax}} \leq t - (1 \sim 2) \text{ mm}$,当 $t \leq 6 \text{ mm}$ 时, $h_{\text{fmax}} \leq t$ 。

焊脚尺寸不能过小,否则由于施焊时冷却速度过快,容易导致母材开裂。

$h_{\text{fmin}} \geq 1.5\sqrt{t}$, t 是较厚焊件的厚度。

2.2.2 焊缝的适宜长度

焊缝长度必须满足最大焊缝长度和最小焊缝长度要求,即要满足 $\max(8h_{\text{f}}, 40 \text{ mm}) \leq l_{\text{w}} \leq 60h_{\text{f}}$,对于内力沿侧面角焊缝全长分布时,如焊接梁翼缘与腹板的连接焊缝,屋架弦杆与节点板的连接焊缝等计算长度的最大值可不受上述最大值的限制。

2.2.3 强度计算的基本公式

直角角焊缝在各种应力综合作用下的计算公式是:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{f}}}{\beta_{\text{f}}}\right)^2 + \tau_{\text{f}}^2} \leq f_{\text{f}}^{\text{w}} \quad (2.1)$$

式中 σ_{f} ——按焊缝有效截面计算,垂直于焊缝长度方向的名义应力;

τ_{f} ——按焊缝有效截面计算,沿焊缝长度方向的剪应力;

β_{f} ——正面角焊缝强度设计值增大系数,对承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构,取 1.22,对于承受动力荷载的焊缝取 1.0;

f_{f}^{w} ——角焊缝的抗剪强度设计值。

2.3 对接焊缝的构造与计算

2.3.1 对接焊缝的构造

对接焊缝的形式:常见的有直边缝、单边 V 形、双边 V 形、U 形、K 形和 X 形等。

对接焊缝的优缺点:对接焊缝的优点是用料经济、传力均匀、无明显的应力集中,利于承受动力荷载;缺点是需开切口,焊件长度要精确。

对接焊缝的构造处理:

(1)起落弧处容易有焊接缺陷,所以要有引弧板。但采用引弧板施工复杂,因此除承受动力荷载外,一般不用引弧板,而是在计算时将焊缝长度两端各减去 5 mm。

(2)对于变厚度板的对接,在板的一面切成坡度不大于 1:4 的斜面,避免应力集中。