



高等学校**工程管理类**本科指导性专业规范配套教材

高等学校土建类专业“十三五”规划教材

工程结构



申建红 邵军义 主编

GONGCHENG
JIEGOU



化学工业出版社

高等学校工程管理类本科指导性专业规范配套教材
高等学校土建类专业“十三五”规划教材

工 程 结 构

申建红 邵军义 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材共 13 章, 主要内容包括绪论、混凝土结构及其材料的力学性能、混凝土结构基本设计原则、钢筋混凝土受弯构件截面承载力计算、钢筋混凝土轴向受力构件、受扭构件承载力计算、钢筋混凝土结构的适用性和耐久性、预应力混凝土构件、钢筋混凝土梁板结构、单层厂房结构、多高层钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构。

本教材根据应用型人才培养的要求, 结合工程管理及相关专业特点及人才培养目标, 注重基本原理与实际应用的结合, 以实际应用为主, 进行了内容的优化调整, 对多高层结构增加了剪力墙部分的内容, 对受扭构件做了简化, 增加了梁、板、柱及剪力墙配筋的平面整体设计方法的内容。本教材各章节中有典型例题的解析, 而且各章均有提要、思考题、习题供学习参考。

本教材可作为高等学校应用型本科工程管理、工程造价及相关专业的教材和教学参考书, 也可供从事建筑设计与建筑施工的技术人员学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程结构/申建红, 邵军义主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.12

高等学校工程管理类本科指导性专业规范配套教材

高等学校土建类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-28478-5

I. ①工… II. ①申…②邵… III. ①工程结构-高等学校-教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 267988 号

责任编辑: 陶艳玲

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 宋 夏

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 29 $\frac{3}{4}$ 字数 729 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

编审委员会名单

- 编委会主任：任 宏 重庆大学
- 编委会副主任：李启明 东南大学
- 乐 云 同济大学
- 编委会成员：陈起俊 山东建筑大学
- 乐 云 同济大学
- 丁晓欣 吉林建筑大学
- 李启明 东南大学
- 李忠富 大连理工大学
- 郭汉丁 天津城建大学
- 刘亚臣 沈阳建筑大学
- 任 宏 重庆大学
- 王立国 东北财经大学
- 王孟钧 中南大学
- 赵金先 青岛理工大学
- 周天华 长安大学

本书编写人员名单

主 编：申建红 邵军义

副 主 编：王志强 李晓冬 黄瑞新

编写人员（按姓氏笔画排序）：

王 勇 王志强 申建红 刘新杰

李晓冬 邵军义 胡龙伟 姜吉坤

聂振军 夏宪成 黄瑞新



我国建筑行业经历了自改革开放以来 20 多年的粗放型快速发展阶段,近期正面临较大调整,建筑业目前正处于大周期下滑、小周期筑底的嵌套重叠阶段,在“十三五”期间都将保持在盘整阶段,我国建筑企业处于转型改革的关键时期。

另一方面,建筑行业在“十三五”期间也面临更多的发展机遇。国家基础建设固定资产投资持续增加,“一带一路”战略提出以来,中西部的战略地位显著提升,对于中西部地区的投资上升;同时,“一带一路”国家战略打开国际市场,中国建筑业的海外竞争力再度提升;国家推动建筑产业现代化,“中国制造 2025”的实施及“互联网+”行动计划促进工业化和信息化深度融合,借助最新的科学技术,工业化、信息化、自动化、智能化成为建筑行业转型发展方式的主要方向,BIM 应用的台风口来临。面对复杂的新形式和诸多的新机遇,对高校工程管理人才的培养也提出了更高的要求。

为配合教育部关于推进国家教育标准体系建设的要求,规范全国高等学校工程管理和工程造价专业本科教学与人才培养工作,形成具有指导性的专业质量标准,教育部与住建部委托高等学校工程管理和工程造价学科专业指导委员会编制了《高等学校工程管理本科指导性专业规范》和《高等学校工程造价本科指导性专业规范》(简称“规范”)。规范是经委员会与全国数十所高校的共同努力,通过对国内高校的广泛调研、采纳新的国内外教改成果,在征求企业、行业协会、主管部门的意见的基础上,结合国内高校办学实际情况,编制完成。规范提出工程管理专业本科学生应学习的基本理论、应掌握的基本技能和方法、应具备的基本能力,以进一步对国内院校工程管理专业和工程造价专业的建设与发展提供指引。

规范的编制更是为了促使各高校跟踪学科和行业发展的前沿,不断将新的理论、新的技能、新的方法充实到教学内容中,确保教学内容的先进性和可持续性;并促使学生将所学知识运用于工程管理实际,使学生具有职业可持续发展能力和不断创新的能力。

由化学工业出版社组织编写和出版的“高等学校工程管理类本科指导性专业规范配套教材”,邀请了国内 30 多所知名高校,对教学规范进行了深入学习和研讨,教材编写工作对教学规范进行了较好地贯彻。该系列教材具有强调厚基础、重应用的特色,使学生掌握本专业必备的基础理论知识,具有本专业相关领域工作第一线的岗位能力和专业技能。

目的是培养综合素质高，具有国际化视野，实践动手能力强，善于把 BIM、“互联网+”等新知识转化成新技术、新方法、新服务，具有创新及创业能力的高级技术应用型专门人才。

同时，为配合做好“十三五”期间教育信息化工作，加快全国教育信息化进程，系列教材还尝试配套数字资源的开发与服务，探索从服务课堂学习拓展为支撑网络化的泛在学习，为更多的学生提供更全面的教学服务。

相信本套教材的出版，能够为工程管理类高素质专业性人才的培养提供重要的教学支持。

高等学校工程管理和工程造价学科专业指导委员会 主任

任宏

2016 年 1 月

前言



Foreword

土木工程学科是工程管理类专业的重要支撑学科,本学科相关课程构成了该类专业的技术平台课程。《工程结构》课程是工程管理类相关专业的技术平台课程中的一门主干课程,其目的是通过本课程的教学使学生掌握工程结构的基本概念、原理和结构设计的理论与实用设计方法,具备简单工程结构的设计能力。通过熟悉结构构件的受力及破坏特征,加深对工程结构构造的理解和掌握。

本着“重视培养学生的创新精神、实践能力、创新能力和创业能力”的教育思想观念,本教材广泛、充分地借鉴国内相关高校和专家的先进的科学技术成果,参照高等学校工程管理类本科指导性专业规范的主干课程教学基本要求,突出应用型人才培养的要求,注重基本原理与实际应用的结合,以实际应用为主。综合了《混凝土结构设计原理》、《混凝土结构设计》、《砌体结构》等课程的内容,经过优化整合,对多高层钢筋混凝土结构增加了剪力墙部分的内容,对受扭构件做了简化,增加了梁、板、柱及剪力墙配筋的平面整体设计方法的内容,内容结构合理,详略得当。

本教材在编写过程中,紧密结合现行规范和规程要求,注重教材内容的时效性,根据最新发布的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)等编写而成。

本教材的编写人员都具有丰富的教学和工程实践经验。全书由青岛理工大学申建红教授、青岛黄海学院邵军义教授担任主编,青岛理工大学王志强、李晓冬及青岛农业大学黄瑞新任副主编。其中,第1、4章由邵军义编写,第2章由王志强编写,第3章由姜吉坤(青岛理工大学)编写,第5章由黄瑞新编写,第6、9章由申建红编写,第7章由王勇(中德生态园管委会规划建设局)编写,第8章由李晓冬、聂振军(青岛理工大学)编写,第10章由夏宪成(青岛理工大学)编写,第11章由刘新杰(山东兴华建设集团)编写,第12章由胡龙伟(青岛理工大学)编写,第13章由李晓冬编写。孙晓宁、张云华、刘丽丹、王硕参加了本书的插图和校对工作。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎读者批评指正。

编者
2016. 10



► 第 1 章 绪论

1

1.1 工程结构简介	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 研究工程结构的意义	2
1.2 工程结构的分类与应用概况	3
1.2.1 按所用材料的不同分类	3
1.2.2 按受力和构造特点的不同分类	6
1.2.3 其它分类	8
1.3 工程结构课程简介和学习要点	8
1.3.1 课程简介	8
1.3.2 本课程学习要点	9
思考题	10

► 第 2 章 混凝土结构及其材料的力学性能

11

2.1 混凝土结构	11
2.1.1 混凝土结构的一般概念	11
2.1.2 混凝土结构的组成	12
2.1.3 混凝土结构的发展和应用简况	13
2.2 混凝土结构的钢筋	15
2.2.1 钢筋的品种和成分	15
2.2.2 钢筋的形式	16
2.2.3 钢筋的力学性能	17
2.2.4 混凝土结构对钢筋质量的要求	18
2.3 混凝土	19
2.3.1 混凝土的强度	19
2.3.2 混凝土的变形性能	22
2.3.3 混凝土的时随变形——徐变和收缩	27
2.4 钢筋与混凝土的黏结	28

2.4.1 基本术语	28
2.4.2 黏结力的组成	28
2.4.3 黏结力的试验	29
2.4.4 影响黏结强度的因素	30
思考题	32
习题	33

第 3 章 混凝土结构基本设计原则

34

3.1 极限状态设计原则	34
3.1.1 设计理论和概率理论之间的关系	34
3.1.2 建筑结构的性能要求	35
3.1.3 结构可靠度和安全等级	35
3.1.4 结构的极限状态	36
3.1.5 结构上的作用 F 、作用效应 S 与结构抗力 R	37
3.1.6 结构极限状态方程	38
3.2 荷载和材料强度的取值	38
3.2.1 荷载代表值	38
3.2.2 材料强度标准值	39
3.2.3 材料强度的设计值	40
3.3 概率统计极限状态设计方法	40
3.3.1 结构安全度的三种处理方法	40
3.3.2 可靠度、失效概率、可靠指标	41
3.3.3 目标可靠指标 $[\beta]$	43
3.3.4 极限状态设计表达式	44
思考题	46

第 4 章 钢筋混凝土受弯构件截面承载力计算

47

4.1 概述	47
4.1.1 基本术语	47
4.1.2 概述	48
4.2 受弯构件正截面受弯性能	49
4.2.1 适筋梁实验研究分析	49
4.2.2 适筋梁正截面工作的三个阶段	50
4.2.3 配筋率对正截面破坏性质的影响	51
4.3 受弯构件正截面承载力计算方法	53
4.3.1 基本术语	53
4.3.2 基本假定	53
4.3.3 适筋梁正截面的受力分析	54
4.3.4 等效矩形应力图形	55
4.3.5 界限受压区高度 ξ_b 与界限配筋率 ρ_b	56

4.3.6 最小配筋率	57
4.4 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	58
4.4.1 一般构造要求	58
4.4.2 单筋矩形受弯构件正截面基本计算公式与适用条件	61
4.4.3 基本公式的应用	61
4.5 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	64
4.5.1 受压钢筋的强度	65
4.5.2 基本计算公式与适用条件	65
4.5.3 基本公式的应用	66
4.6 T形截面受弯构件正截面承载力计算	69
4.6.1 概述	69
4.6.2 基本公式与适用条件	70
4.6.3 基本公式的应用	72
4.7 受弯构件斜截面承载力计算	75
4.7.1 概述	75
4.7.2 无腹筋梁斜截面的受力特点和破坏形态	75
4.7.3 有腹筋梁斜截面的受力特点和破坏形态	79
4.7.4 影响斜截面受剪承载力的主要因素	79
4.7.5 受弯构件斜截面抗剪承载力计算	82
4.7.6 受弯构件斜截面承载力的计算方法	87
4.7.7 纵向钢筋的弯起	90
4.7.8 纵向钢筋的截断、锚固和连接	93
思考题	98
习题	99

► 第5章 钢筋混凝土轴向受力构件

102

5.1 受压构件概述	102
5.2 受压构件的基本构造要求	103
5.2.1 材料强度等级	103
5.2.2 截面形式和尺寸	103
5.2.3 纵向钢筋	104
5.2.4 箍筋	105
5.2.5 柱中钢筋的搭接	105
5.3 配有普通箍筋的轴心受压构件的正截面承载力计算	108
5.3.1 轴心受压短柱的应力分布及破坏形态	108
5.3.2 轴心受压长柱的应力分布及破坏形态	108
5.3.3 轴心受压构件正截面承载力计算	110
5.4 螺旋式（或焊环式）箍筋轴心受压构件正截面承载力计算	111
5.4.1 螺旋式箍筋的横向约束作用	112
5.4.2 配置螺旋式箍筋构件正截面受压承载力计算	112

5.5 偏心受压构件正截面承载力计算的有关原理	114
5.5.1 偏心受压构件正截面的破坏形态和机理	114
5.5.2 偏心受压构件的纵向弯曲影响	116
5.5.3 偏心受压构件正截面承载力计算的基本假定	117
5.5.4 附加偏心距	117
5.5.5 两种破坏形态的界限	117
5.5.6 小偏心受压构件中远离轴向偏心力一侧的钢筋应力	118
5.6 不对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	119
5.6.1 大偏心受压构件正截面承载力计算 ($\xi \leq \xi_b$)	119
5.6.2 小偏心受压构件正截面承载力计算 ($\xi > \xi_b$)	121
5.6.3 偏心受压构件正截面承载力校核	123
5.6.4 不对称配筋条件下大小偏心受压构件的判别	123
5.7 对称配筋矩形截面偏压构件的承载力计算公式	125
5.7.1 对称配筋条件下大、小偏心受压构件的判别	125
5.7.2 偏心受压构件对称配筋截面承载力的计算与复核	126
5.8 I形截面偏心受压构件	129
5.8.1 非对称配筋截面	129
5.8.2 对称配筋截面承载力计算	131
5.9 N_u - M_u 相关曲线	131
5.10 受拉构件承载力计算	132
5.10.1 概述	132
5.10.2 轴心受拉构件的构造要求	133
5.10.3 轴心受拉构件正截面承载力计算	134
5.10.4 矩形截面偏心受拉构件	134
5.10.5 小偏心受拉构件正截面承载力计算	135
5.10.6 大偏心受拉构件正截面承载力计算	135
5.11 轴向偏心受力构件斜截面受剪承载力计算	138
5.11.1 偏心受压构件斜截面承载力计算	138
5.11.2 偏心受拉构件斜截面承载力计算	139
思考题	140
习题	141

► 第6章 受扭构件承载力计算 142

6.1 概述	142
6.2 纯扭构件承载力计算	143
6.3 受弯矩、剪力和扭矩共同作用的构件承载力计算	146
6.4 弯剪扭构件的构造要求	147
思考题	148

► 第7章 钢筋混凝土结构的适用性和耐久性 149

7.1 概述	149
7.2 裂缝的控制与验算	149
7.2.1 裂缝的原因、形态及影响因素	149
7.2.2 荷载引起的裂缝控制的目的与验算	154
7.2.3 裂缝的出现与分布规律	154
7.2.4 平均裂缝间距	155
7.2.5 平均裂缝宽度	156
7.3 最大裂缝宽度与裂缝宽度验算	158
7.3.1 影响裂缝宽度的主要因素	158
7.3.2 最大裂缝宽度的计算	158
7.4 受弯构件的挠度控制	159
7.4.1 挠度控制的目的和要求	159
7.4.2 受弯构件刚度的试验研究分析	160
7.4.3 受弯构件短期刚度的计算	161
7.5 受弯构件长期刚度及挠度的验算	164
7.5.1 受弯构件长期刚度	164
7.5.2 受弯构件的变形验算	164
7.6 混凝土结构的耐久性	165
7.6.1 研究结构耐久性的重要意义	165
7.6.2 影响结构耐久性的因素	165
7.6.3 材料的劣化	166
7.6.4 混凝土结构耐久性设计	171
7.6.5 提高混凝土结构耐久性的技术措施	173
本章小结	174
思考题	175

► 第 8 章 预应力混凝土构件

176

8.1 概述	176
8.1.1 预应力的概念	177
8.1.2 预应力混凝土的等级与预应力度	179
8.1.3 预应力混凝土结构的类型	180
8.1.4 预应力混凝土结构的优缺点	181
8.1.5 预应力混凝土及其工作原理	182
8.1.6 预应力混凝土的使用范围	182
8.2 预应力损失	182
8.2.1 预应力损失的影响因素	182
8.2.2 预应力损失的组合	183
8.3 预应力轴心受拉构件各阶段的应力分析	184
8.3.1 先张法预应力混凝土轴心受拉构件各阶段应力状态	184
8.3.2 后张法预应力混凝土轴心受拉构件各阶段应力状态	186

8.4 预应力混凝土轴心受拉构件的计算	191
8.4.1 使用阶段强度计算	192
8.4.2 使用阶段裂缝验算	192
8.4.3 施工阶段验算	193
8.5 预应力混凝土受弯构件各阶段应力状态	193
8.5.1 预应力混凝土受弯构件截面形式	193
8.5.2 受弯构件各阶段的应力分析	195
8.6 预应力混凝土受弯构件承载力计算	195
8.6.1 破坏阶段应力分析	195
8.6.2 预应力混凝土受弯构件正截面承载力计算	196
8.6.3 预应力混凝土受弯构件斜截面受剪承载力计算	198
8.7 预应力混凝土受弯构件的裂缝控制验算	199
8.7.1 正截面裂缝控制验算	199
8.7.2 裂缝宽度计算	200
8.7.3 预应力混凝土受弯构件的挠度计算	200
8.7.4 受弯构件裂缝出现时的弯矩 M_{cr}	202
8.8 预应力的传递长度和锚固区的局部承压	202
8.8.1 预应力的传递长度	202
8.8.2 锚固区的局部承压	203
8.9 预应力混凝土构件的构造要求	205
8.9.1 先张法构件	205
8.9.2 后张法构件	206
8.10 无黏结预应力混凝土的基本原理	208
8.10.1 无黏结预应力混凝土的概念与特点	208
8.10.2 无黏结预应力混凝土的材料与锚固体系	209
8.10.3 无黏结预应力混凝土板的形式	211
8.10.4 无黏结预应力混凝土梁的形式及截面选择	212
8.10.5 无黏结预应力混凝土受弯构件的一般构造要求	213
8.11 体外预应力混凝土结构简介	213
8.11.1 现代体外预应力混凝土结构的发展	213
8.11.2 体外预应力混凝土结构的组成	214
习题	215

第9章 钢筋混凝土梁板结构

217

9.1 概述	217
9.2 现浇整体式楼盖结构的分类	218
9.3 现浇整体式楼盖结构布置	219
9.3.1 柱网布置	219
9.3.2 梁格布置	219
9.4 肋梁楼盖的受力体系	220

9.4.1 板	220
9.4.2 次梁与主梁	221
9.5 钢筋混凝土单向板肋梁楼盖的内力计算	221
9.5.1 按弹性理论计算	221
9.5.2 考虑塑性内力重分布的计算方法	225
9.6 单向板的计算和配筋	229
9.6.1 设计要点	229
9.6.2 配筋构造	229
9.7 次梁的计算和配筋	232
9.7.1 设计要点	232
9.7.2 配筋构造	232
9.8 主梁的计算和配筋	233
9.8.1 计算要点	233
9.8.2 截面配筋构造	234
9.9 单向板肋梁楼盖设计例题	235
9.9.1 设计步骤	236
9.9.2 梁板配筋的平面整体设计方法	247
9.9.3 绘制配筋图	251
9.10 双向板楼盖	251
9.10.1 双向板的受力特点	252
9.10.2 弹性体系双向板的静力计算	253
9.10.3 双向板按塑性理论的计算方法	255
9.10.4 双向板的极限荷载	256
9.10.5 双向板按塑性理论的设计	257
9.10.6 双向板支承梁的计算	259
9.11 楼梯、雨篷的计算与构造	260
思考题	263

第 10 章 单层厂房结构

265

10.1 概述	265
10.1.1 单层厂房的特点	265
10.1.2 单层厂房的结构体系	266
10.2 单层厂房的结构组成与结构布置	268
10.2.1 结构组成及其主要构件	268
10.2.2 平剖面结构布置及变形缝设置	278
10.3 排架内力分析	281
10.3.1 计算简图	282
10.3.2 荷载计算	283
10.3.3 排架内力分析	288
10.3.4 排架内力组合	292

10.4 钢筋混凝土柱设计	293
10.4.1 柱的计算长度	294
10.4.2 吊装、运输阶段的承载力和裂缝宽度验算	294
10.4.3 牛腿设计	296
10.5 钢筋混凝土柱下独立基础设计	298
10.5.1 独立基础底面积的确定	299
10.5.2 偏心受压独立基础高度验算	300
10.5.3 偏心受压基础配筋计算	302
10.5.4 偏心受压基础的其它构造要求	303
思考题	303
习题	304

► 第 11 章 多高层钢筋混凝土结构

305

11.1 概述	305
11.2 多高层房屋结构体系	306
11.2.1 框架结构	307
11.2.2 剪力墙结构	308
11.2.3 框架—剪力墙（筒体）结构	309
11.2.4 筒体结构	310
11.3 框架结构	310
11.3.1 结构布置、梁柱尺寸及计算简图	310
11.3.2 在竖向荷载作用下框架内力的近似计算	313
11.3.3 水平荷载作用下框架柱剪力的近似计算	320
11.3.4 框架内力计算	326
11.3.5 水平荷载作用下框架侧移近似计算	327
11.3.6 荷载效应组合	328
11.3.7 防连续倒塌设计原则	332
11.3.8 框架柱配筋的平面整体设计方法	332
11.4 剪力墙结构	334
11.4.1 剪力墙结构概述	334
11.4.2 剪力墙结构受力特点及内力计算方法	335
11.4.3 剪力墙结构设计及配筋构造	337
11.4.4 剪力墙配筋的平面整体设计方法	346
思考题	350
习题	350

► 第 12 章 砌体结构

351

12.1 概述	351
12.2 砌体材料及其力学性能	352
12.2.1 砌体材料	352

12.2.2 砌体的种类	355
12.2.3 砌体的力学性能	358
12.2.4 砌体的变形	362
12.3 砌体结构设计方法及强度指标	363
12.3.1 极限状态设计方法	363
12.3.2 砌体的强度标准值和设计值	364
12.4 无筋砌体构件承载力计算	367
12.4.1 受压短柱的承载力分析	367
12.4.2 砌体局部受压计算	371
12.5 配筋砖砌体构件承载力及构造措施	374
12.5.1 网状配筋砖砌体受压构件	374
12.5.2 组合砖砌体构件	375
12.5.3 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	377
12.5.4 配筋砌块砌体构件	378
12.6 混合结构房屋墙、柱设计	378
12.6.1 概述	378
12.6.2 混合结构房屋的结构布置方案	379
12.6.3 房屋的静力计算方案	381
12.6.4 砌体房屋墙、柱设计计算	384
12.7 混合结构房屋其他构件及墙体构造措施	388
12.7.1 圈梁	388
12.7.2 过梁	389
12.7.3 墙梁	391
12.7.4 混合结构房屋的构造措施	392
思考题	399

► 第 13 章 钢结构

401

13.1 钢结构的特点及应用	401
13.2 钢结构的计算原则	402
13.2.1 钢结构的计算方法概述	402
13.2.2 以概率论为基础的极限状态设计法	403
13.3 钢结构的材料	403
13.3.1 钢材的破坏形式	403
13.3.2 钢材的主要力学性能	403
13.4 钢材种类、牌号及其选用	405
13.4.1 钢材的种类	405
13.4.2 钢材的规格	406
13.4.3 钢材的选用	407
13.5 钢结构连接	408
13.5.1 连接种类及特点	408