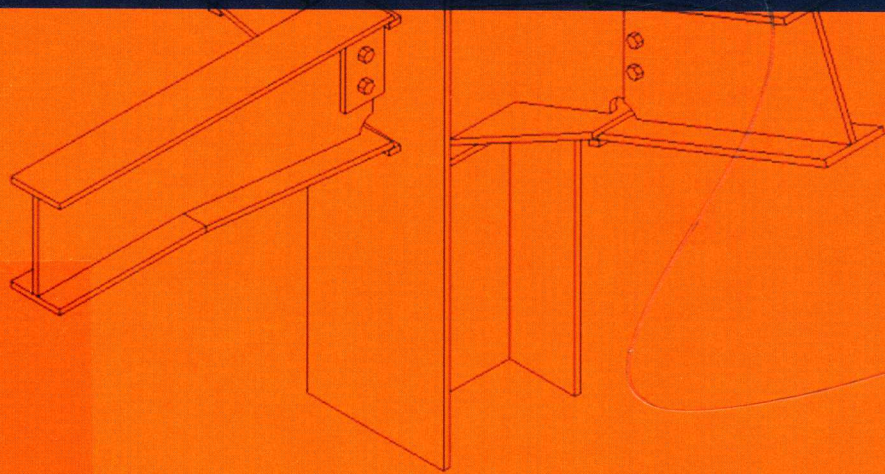


钢结构 连接节点

设计手册

(第四版)

李星荣 秦斌 编著



STEEL STRUCTURE
CONNECTION NODE DESIGN MANUAL

中国建筑工业出版社

钢结构连接节点设计手册

(第四版)

李星荣 秦 斌 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构连接节点设计手册/李星荣, 秦斌编著. —4 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 3

ISBN 978-7-112-23409-7

I. ①钢… II. ①李… ②秦… III. ①钢结构-结点 (结构)-结构设计-技术手册 IV. ①TU391.04-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 041518 号

本手册 (第四版) 是在第三版的基础上, 根据最新颁布的有关钢结构设计规范、规程等, 结合近年来国内外钢结构工程的实践, 对原手册内容作了很多增、删、插、换、改的工作。内容更加丰富, 使用更为方便。全书包括: 平面屋盖钢结构连接节点、空间钢网架结构连接节点、多层及高层钢结构连接节点、钢管桁架焊接连接节点、门式刚架连接节点。重点仍为多、高层钢结构连接节点。连接方法以焊接、高强度螺栓连接、高强度螺栓混合连接为主。内容侧重以构造规定、构造图例、计算例题以及计算图表来表达。可供建筑结构设计、科研加工厂、施工单位、教学人员参考。

* * *

责任编辑: 赵梦梅

责任校对: 李欣慰

钢结构连接节点设计手册

(第四版)

李星荣 秦斌 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 36 字数: 870 千字

2019 年 5 月第四版 2019 年 5 月第二十一印刷

定价: 99.00 元

ISBN 978-7-112-23409-7

(33713)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本书第一版由李和华主编，李星荣等参加改编。在改编第二版时李和华同志已去世，因此由李星荣、魏才昂、丁峙崐来完成。改编第三版时丁峙崐同志已去世，因此由李星荣、魏才昂、秦斌等同志来完成。

钢结构连接节点的构造设计及其连接计算，不是各自独立而是紧密地相互联系着的。是钢结构整个设计工作中的一个重要环节。连接节点的设计是否得当，对保证钢结构的强度、稳定和变形，对制造安装的质量和进度，对整个建设周期和成本都有着直接的影响。鉴于上述理由，我们根据《钢结构设计标准》GB 50017—2017，《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015，《空间网格结构技术规程》JGJ 7—2010，《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015，《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010（2015年版），《钢结构焊接规范》GB 50661—2011，《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82—2011的有关规定，结合工程实践，吸收近年来国内外科研、设计、施工可资借鉴的成果，编著了这本《钢结构连接节点设计手册》第四版，着重介绍多层及高层钢结构连接节点的构造与设计，以及空间网架结构连接节点的构造与设计。

由于焊接技术的不断发展和高强度螺栓应用的不断普及，本书在连接方法上仅述及焊接连接、高强度螺栓连接或焊接连接再辅以普通螺栓连接；在节点方面主要述及与上述连接方法相对应的焊接连接节点、高强度螺栓连接节点及普通螺栓连接节点和上述方法的混合连接节点。

本书所述及的钢结构连接节点设计的主要内容有：平面屋盖钢结构连接节点的构造与连接、空间钢网架结构连接节点的构造与连接、多层及高层钢结构连接节点的构造与连接。为了提高其使用效能，书中还编入了较多的算例，编制了适合于连接节点设计所需要的计算数据和图表。

本书是建筑结构设计工具书，可供建筑结构设计、科研、加工制造、施工安装人员和高等院校有关专业师生使用和参考。

本书在编制过程中得到有关方面和同仁们的大力支持和帮助，在此致以衷心感谢。

由于编者水平所限，书中定存在不少缺点和问题，欢迎广大读者批评指正。

目 录















第一章 钢结构连接节点的基本特性	1
第一节 概述	1
第二节 连接节点的基本特性	1
第二章 钢结构的连接材料及设计指标	4
第一节 连接材料	4
第二节 设计指标	6
第三章 钢结构的连接	14
第一节 焊接连接	14
一 焊接连接的形式	14
二 对接焊缝和角焊缝的连接计算	24
三 角钢与钢板、圆钢与钢板、圆钢与圆钢之间的角焊缝连接计算	28
四 圆钢管结构中支管与主管或支管与支管的连接焊缝计算	30
五 焊接连接的疲劳计算	41
六 焊缝连接的构造要求	44
第二节 普通螺栓连接和高强度螺栓连接	47
一 普通螺栓、锚栓、高强度螺栓的连接计算	47
二 普通螺栓或高强度螺栓群的连接计算	51
三 普通螺栓和高强度螺栓连接的构件强度计算	53
四 普通螺栓和高强度螺栓连接的构造要求	55
第三节 拼接连接	56
一 钢材的工厂焊接拼接	56
二 梁和柱现场安装拼接	58
第四节 钢结构的连接设计例题	59
第四章 平面桁架屋盖结构的节点设计	66
第一节 钢桁架的连接节点设计	66
一 T形截面杆件的屋架节点设计	67
二 圆钢管桁架节点设计	86
第二节 三角形钢屋架的节点设计	97

一	设计的基本要求	97
二	节点构造与计算	97
第三节	托架的节点连接设计	101
第四节	天窗架的节点构造	105
第五节	屋盖系统中支撑的连接节点	108
第六节	屋架节点设计示例	112
第五章	钢管桁架结构的焊接节点设计	122
第一节	概述	122
第二节	适用范围	122
一	节点几何形状	122
二	材料	123
三	荷载	123
第三节	设计准则	124
一	基本要求	124
二	焊接桁架梁的设计步骤	125
三	焊接	125
四	节点加固	126
第四节	节点设计承载力表介绍	128
一	总则	128
二	承载力表符号说明	128
第五节	弦杆为圆管的节点设计承载力	131
一	应用范围	131
二	关于承载力表的说明	131
表 5-1	X 形节点设计承载力表 (弦杆和斜腹杆均为圆钢管) (kN)	132
表 5-2	T 形、Y 形节点设计承载力表 (弦杆和斜腹杆均为圆钢管) (kN)	135
表 5-3	K 形、N 形间隙和叠接节点设计承载力表 (弦杆和斜腹杆均为圆管) (kN)	138
表 5-4	间隙修正系数值	141
表 5-5	弦杆和斜腹杆均为圆钢管的 T 形、Y 形、X 形及间隙节点, 以弦杆冲切设计承载力为依据的斜腹杆设计承载力表 (kN)	142
第六节	弦杆为矩形管的节点	142
一	应用范围	142
二	有关表的说明	143
表 5-6	143
表 5-7	T 形、Y 形、X 形节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为方形管) (kN)	145

表 5-8	T 形、Y 形、X 形节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为矩形管且 $b_0 < h_0$) (kN)	148
表 5-9	T 形、Y 形、X 形节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为矩形管且 $b_0 > h_0$) (kN)	150
表 5-10	K 形、N 形间隙节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为方形管) (kN)	153
表 5-11	设计荷载超过斜杆承载力的百分数 (%)	156
表 5-12	K 形、N 形间隙节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为矩形管且 $b_0 < h_0$) (kN)	157
表 5-13	设计荷载超过斜杆承载力百分数 (%)	159
表 5-14	K 形、N 形间隙节点设计承载力表 (弦杆、斜腹杆均为矩形管且 $b_0 > h_0$) (kN)	160
表 5-15	设计荷载超过斜杆承载力的百分数 (%)	163
表 5-16	K 形、N 形搭接节点斜腹杆设计承载力表 (弦杆为方形管、斜腹杆为方形管) (kN)	163
表 5-17	K 形、N 形搭接节点斜杆设计承载力表 (kN) (弦杆、斜腹杆均为矩形管) ($b_i < h_i$)	167
表 5-18	K 形、N 形搭接节点斜杆设计承载力表 (kN) (弦杆、斜腹杆均为矩形管) ($b_i > h_i$)	170
第六章	空间网架结构的连接节点设计	179
第一节	空间网架类型及连接节点设计	179
第二节	焊接钢板节点的设计	180
一	焊接钢板节点的主要形式	180
二	焊接钢板节点的构造与计算	182
第三节	焊接空心球节点的设计	187
一	设计的基本要求	188
二	球体承载力及其与杆件的连接	193
第四节	螺栓球节点的设计	193
一	螺栓球节点组合零件的材料选用	194
二	螺栓球节点组合零件的设计	195
第五节	水雷式螺栓球节点和嵌入式榫节点的设计	205
第六节	钢管圆筒节点和钢管鼓节点的设计	207
一	钢管圆筒节点的设计	207
二	钢管鼓节点的设计	208
第七节	网架支座节点的设计	209
一	平板压力支座节点和平板拉力支座节点的设计	210
二	单面弧形压力支座节点和单面弧形拉力支座节点的设计	213
三	双面弧形压力支座节点的设计	215
四	球铰压力支座节点的设计	218

五 板式橡胶支座节点的设计	220
第八节 网架连接节点设计例题	229
第七章 门式刚架结构连接节点设计	237
第一节 门式刚架的形式	237
第二节 门式刚架连接	238
第三节 隅撑设计	239
第四节 圆钢支撑与刚架连接节点设计	241
第五节 连接和节点设计	243
一 焊接	243
二 节点设计	245
三 构件焊缝	251
四 高强度螺栓	253
五 焊接及其他紧固件	253
第六节 门式刚架的柱脚和牛腿	254
第七节 门式刚架及节点设计实例	256
第八章 多层及高层钢结构的连接节点设计	277
第一节 概要	277
第二节 梁与梁的拼接连接	278
一 H形(或工字形)截面梁的拼接连接设计	278
二 箱形截面梁的拼接连接	285
第三节 次梁与主梁的连接	286
一 连接构造	286
二 连接设计	286
第四节 梁的侧向支承和梁腹板开洞的补强	288
第五节 柱与柱的拼接连接	291
一 一般要求	291
二 连接设计	296
第六节 梁与柱的连接	300
一 一般要求	300
二 连接设计	300
第七节 支撑与梁柱的连接	325
一 基本要求	325
二 支撑与梁柱的连接节点形式	327
三 用于悬挑结构的斜拉杆连接节点形式	331

第八节 柱脚节点设计	334
一 铰接柱脚的设计	334
二 刚性固定柱脚的设计	337
第九节 高层钢结构连接节点的抗震设计	361
第十节 高层钢结构连接节点设计例题	373
第十一节 钢结构连接节点三维设计简介	399
一、普通多层钢框架三维连接节点设计	399
二、门式刚架三维建模连接节点设计	399
三、斜梁斜柱连接节点设计	399
第九章 钢结构连接节点设计计算用表	418
第一节 型钢规格及截面特性表	418
1. 热轧等边角钢规格及截面特性表 表 9-1	418
2. 热轧不等边角钢规格及截面特性表 表 9-2	421
3. 热轧普通工字钢规格及截面特性表 表 9-3	424
4. 热轧轻型工字钢规格及截面特性表 表 9-4	425
5. 热轧宽、中、窄翼缘 H 型钢规格及截面特性表 表 9-5	426
6. 热轧 H 型钢桩规格及截面特性表 表 9-6	428
7. 普通焊接 H 型钢规格及截面特性表 表 9-7	429
8. 轻型焊接 H 型钢规格及截面特性表 表 9-8	433
9. 高频焊接轻型 H 型钢规格及截面特性表 表 9-9	434
10. 热轧普通槽钢规格及截面特性表 表 9-10	435
11. 热轧轻型槽钢规格及截面特性表 表 9-11	436
12. 冷弯薄壁等边角钢规格及截面特性表 表 9-12	438
13. 冷弯卷边等边角钢规格及截面特性表 表 9-13	439
14. 冷弯薄壁槽钢规格及截面特性表 表 9-14	440
15. 冷弯卷边槽钢规格及截面特性表 表 9-15	441
16. 冷弯卷边 Z 形钢规格及截面特性表 表 9-16	442
17. 冷弯斜卷边 Z 形钢规格及截面特性表 表 9-17	443
18. 薄壁矩形钢管规格及截面特性表 表 9-18	444
19. 焊接薄壁圆钢管规格及截面特性表 表 9-19	445
20. 焊接圆钢管规格及截面特性表 表 9-20	447
21. 热轧无缝钢管规格及截面特性表 表 9-21	448
22. 常用不锈钢材料规格表 表 9-22	451
23. 热轧圆钢、方钢规格及截面特性表 表 9-23	452
24. 压型钢板规格及截面特性表 表 9-24	454

25. 轧制薄钢板规格及尺寸表 表 9-25	456
26. 轧制厚钢板规格及尺寸表 表 9-26	456
27. 花纹钢板规格及重量表 表 9-27	457
第二节 组合截面特性表	458
1. 两个热轧等边角钢 () 组合截面特性表 表 9-28	458
2. 两个热轧不等边角钢长边相连 () 组合截面特性表 表 9-29	462
3. 两个热轧不等边角钢短边相连 () 组合截面特性表 表 9-30	466
4. 四个热轧等边角钢 ( 和 ) 组合截面特性表 表 9-31	470
5. 四个热轧不等边角钢短肢相连 () 组合截面特性表 表 9-32	477
6. 两个热轧普通槽钢 ( 和 ) 组合截面特性表 (一) 表 9-33	484
7. 两个热轧普通槽钢 ( 和 ) 组合截面特性表 (二) 表 9-34	486
8. 两个热轧轻型槽钢 ( 和 ) 组合截面特性表 (一) 表 9-35	490
9. 两个热轧轻型槽钢 ( 和 ) 组合截面特性表 (二) 表 9-36	492
10. 常用组合截面回转半径近似值表 表 9-37	495
第三节 连接用紧固件规格尺寸及重量表	496
1. 普通 C 级六角头螺栓规格及尺寸表 表 9-38	496
2. 普通 C 级 1 型六角螺母规格及尺寸表 表 9-39	497
3. 普通 C 级平垫圈规格及尺寸表 表 9-40	497
4. 普通 A、B 级六角头螺栓规格及尺寸表 表 9-41	498
5. 普通 A、B 级 1 型六角螺母规格及尺寸表 表 9-42	499
6. 普通 A 级平垫圈、A 级平垫圈 (倒角型) 规格及尺寸表 表 9-43	499
7. 钢结构用高强度大六角头螺栓规格、尺寸及重量表 表 9-44	500
8. 钢结构用高强度大六角螺母规格、尺寸及重量表 表 9-45	501
9. 钢结构用高强度垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-46	501
10. 钢结构用扭剪型高强度螺栓规格、尺寸及重量表 表 9-47	502
11. 钢结构用扭剪型高强度螺母规格、尺寸及重量表 表 9-48	503
12. 钢结构用扭剪型高强度垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-49	503
13. 标准型弹簧垫圈规格及尺寸表 表 9-50	504
14. 轻型弹簧垫圈规格及尺寸表 表 9-51	504
15. 工字钢用方斜垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-52	505
16. 槽钢用方斜垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-53	505
17. 胀锚螺栓特性及构造要求 表 9-54 ~ 表 9-56	506
18. 圆柱焊钉规格及尺寸表 表 9-57	509

第四节 型钢孔距规线、连接垫板间距及连接尺寸表	509
1. 热轧角钢孔距规线表 表 9-58	509
2. 热轧工字钢孔距规线表 表 9-59	510
3. 热轧槽钢孔距规线表 表 9-60	511
4. 两个热轧等边角钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-61	512
5. 两个热轧不等边角钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-62	513
6. 两个热轧槽钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-63	514
7. 热轧普通工字钢的连接尺寸表 表 9-64	514
8. 热轧轻型工字钢的连接尺寸表 表 9-65	516
9. 热轧普通槽钢的连接尺寸表 表 9-66	517
10. 热轧轻型槽钢的连接尺寸表 表 9-67	518
第五节 连接的承载力设计值表	519
1. 每 1cm 长直角角焊缝的承载力设计值表 表 9-68	519
2. 每 1cm 长对接焊缝的承载力设计值表 表 9-69	520
3. 两个热轧等边角钢相连的直角角焊缝计算长度选用表 表 9-70	521
4. 两个热轧不等边角钢长边相连时的直角角焊缝计算长度选用表 表 9-71	522
5. 两个热轧不等边角钢短边相连时的直角角焊缝计算长度选用表 表 9-72	523
6. 一个普通 C 级螺栓连接的承载力设计值表 表 9-73	524
7. 一个普通 A 级、B 级螺栓连接的承载力设计值表 表 9-74	525
8. 一个摩擦型高强度螺栓连接的承载力设计值表 表 9-75	526
9. 一个承压型高强度螺栓连接的承载力设计值表 表 9-76	528
10. Q235 钢 Q345 钢锚栓选用表 表 9-77	530
11. 钢格板承载力标准值表 表 9-78	534
第六节 型钢拼接连接选用表	535
1. 热轧等边角钢拼接连接选用表 表 9-79	535
2. 热轧不等边角钢拼接连接选用表 表 9-80	537
3. 热轧普通工字钢拼接连接选用表 (一) 表 9-81	538
4. 热轧普通工字钢拼接连接选用表 (二) 表 9-82	539
5. 热轧轻型工字钢拼接连接选用表 (一) 表 9-83	540
6. 热轧轻型工字钢拼接连接选用表 (二) 表 9-84	541
7. 热轧普通槽钢拼接连接选用表 表 9-85	542
8. 热轧轻型槽钢拼接连接选用表 表 9-86	543
9. 梁与梁和梁与柱用螺栓铰接连接参考尺寸表 表 9-87	544
10. 梁与梁和梁与柱翼缘用坡口对焊, 腹板用高强度螺栓摩擦型 刚性连接参考尺寸表 表 9-88	545

11. H 型钢支撑斜杆用高强度螺栓摩擦型刚性连接参考尺寸表 表 9-89	546
12. 框架梁与柱（梁）相连时节点连接件选用表 表 9-90	547
13. 次梁与主梁相连时节点连接件选用表 表 9-91	548
附录	549
1. 常用焊缝的标注形式	549
2. 手工电弧焊焊接接头的基本形式与尺寸	552
3. 埋弧焊焊接接头的基本形式与尺寸	556
主要参考资料	561

第一章 钢结构连接节点的基本特性

第一节 概 述

1-1 钢结构的连接节点选用的主要型材与结构形式及其所用材料、加工制造和施工安装等有着密切的联系。在连接节点中，通常采用的型材有钢板、角钢、槽钢、圆钢管、方钢管、工字型钢、H型钢、剖分T型钢、冷弯薄壁型钢以及焊接箱形钢等。

1-2 本书述及的连接节点，是指把各种不同形状的杆件（或构件）组成的一个平面或立体的连接结构实体。

1-3 在确定连接节点的构造形式及其连接时，要遵循以下原则：

- (1) 在节点处内力传递简捷明确，安全可靠；
- (2) 确保连接节点有足够的强度和刚度；当有抗震设防时，节点的承载力应按有关规定大于杆件（梁、柱、斜杆）的承载力。
- (3) 节点加工简单、施工安装方便；
- (4) 应该是经济合理的。

1-4 由于焊接技术的不断发展和高强度螺栓连接的不断普及，目前在钢结构中采用的连接方法主要有：焊接连接、高强度螺栓连接和普通螺栓连接。与上述连接方法相对应的连接节点有：焊接连接节点、高强度螺栓连接节点和普通螺栓连接节点，以及采用上述连接方法的混合连接节点，即栓焊连接节点。但在同一连接接头中高强度螺栓连接不应与普通螺栓连接混用，承压型高强度螺栓连接不应与焊接混用。

1-5 对于杆系结构中杆件的相互连接即拼接，通常都采用焊接连接，有时采用普通（C级）螺栓作为安装的临时固定而后进行焊接。

设有支托的剪拉连接，可采用普通（C级）螺栓连接，此时，剪力由支托承担，拉力由普通（C级）螺栓承担。承受拉力的安装连接，也可采用普通（C级）螺栓连接。

1-6 对于梁系或实腹式柱结构本身的连接，通常有以下几种：

- (1) 翼缘和腹板都采用焊接连接。在这种情况下，通常是翼缘采用完全焊透的坡口对接焊缝连接，腹板采用角焊缝连接。
- (2) 翼缘采用完全焊透的坡口对接焊缝连接，腹板采用高强度螺栓摩擦型连接。在这种情况下，应先将连接腹板的高强度螺栓紧固，而后进行翼缘的焊接。
- (3) 翼缘和腹板都采用高强度螺栓连接。

第二节 连接节点的基本特性

1-7 连接节点的类别，根据节点处传递荷载的情况、所采用的连接方法以及其细部

构造,按节点的力学特性,可分为刚性连接节点、半刚性连接节点和铰接连接节点。

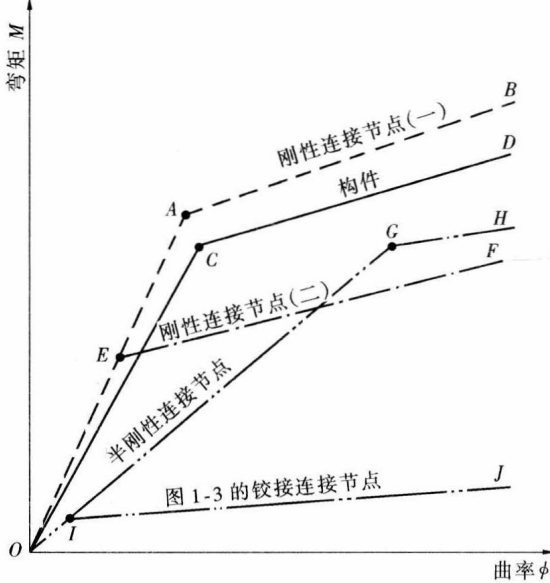


图 1-1 连接节点的特性曲线

这种拼接连接节点的承载力只有构件全强度(各种承载力)的一部分。这样的拼接连接节点不能保证构件的连续性,因而就不能作为完全的刚性连接节点。但是,在这种情况下,根据所选择的连接板的刚度不同,可以使拼接连接节点的弹性刚度等于或大于构件的弹性刚度,而只是承载力比构件的连续部分低,但仍在连接节点承载力的范围内。对于这样的连接节点,亦可视为刚性连接节点。这样的连接节点的特性,则如图 1-1 中的点划线 OEF 所示(刚性连接节点(二))。

1-9 对于某些连接节点,即使能保证其承载力等于或大于构件的承载力,但由于所采用的连接方法和细部构造设计的关系,致使连接节点的弹性刚度比构件的弹性刚度显著的低,这样的连接节点称为半刚性连接节点。如果采用弯矩-曲率($M-\phi$)关系表示,则有图 1-1 中的点划线 OGH 表示的“半刚性连接节点”的特性。

半刚性连接节点,作为设计的要求一般是不采用的。不过,像这样的连接节点,假如在设计中已经考虑了其刚度的降低,就不是什么特殊的问题。但是,如果不注意到这种刚度的降低,仍错误地按图 1-1 中所示的刚性连接节点(一)或(二)的特性进行设计,结果将会导致结构产生过大的挠度和变形等。在节点设计时,设计人员应根据具体情况、灵活运用。

1-8 作为构件的刚性连接节点,从保持构件原有的力学特性来说,在连接节点处应保证其原来的完全连续性。这样的连接节点将和构件的其他部分一样承受弯矩、剪力和轴力的作用。如果采用连接节点所能承受的弯矩和相对应的曲率关系来近似地表示刚性连接节点的特性,则如图 1-1 中的虚线 OAB 所示(刚性连接节点(一))。从图中可以看出,能确保构件连续性的刚性连接节点,具有与构件相同的 $M-\phi$ 关系,如图 1-1 中的实线 OCD 所示。

在构件的拼接连接节点中,根据拼接连接所处的位置,有时在拼接连接节点处不能传递被连接构件的全强度(各种承载力)也是可以的。这种节点只根据作用于拼接连接节点处的内力来设计。因此,这种

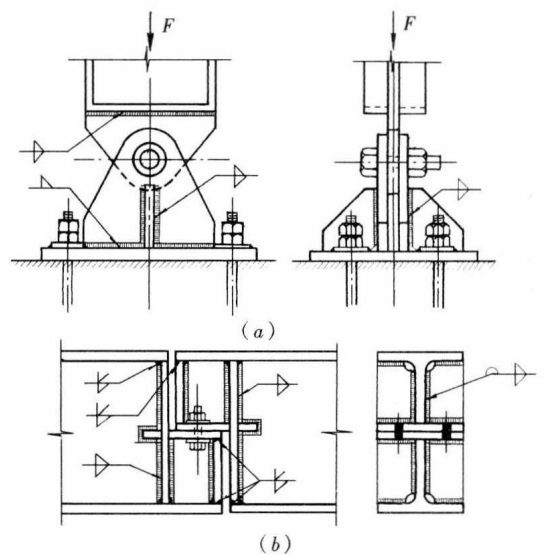


图 1-2 理想铰接连接节点示例
(a) 柱脚的铰接支座; (b) 梁端的铰接支座

1-10 铰接连接节点，从理论上讲是完全不能承受弯矩的连接节点，因而一般不能用于构件的拼接连接；铰接连接节点通常只用于构件端部的连接，比如柱脚、梁的端部连接（图 1-2）和桁架、网架杆件的端部连接等。但是在建筑结构中，作为铰接的连接节点，其特性并非完全铰接，如图 1-3 所示的常用的连接节点，其特性如图 1-1 中的点划线 *OIJ* 所示；它对弯矩并不是完全不能承受，只是抗弯刚度远低于构件的抗弯刚度，因而在工程实际中把它视作铰接连接来处理，这是简便可行的，并不会降低杆件的承载能力。

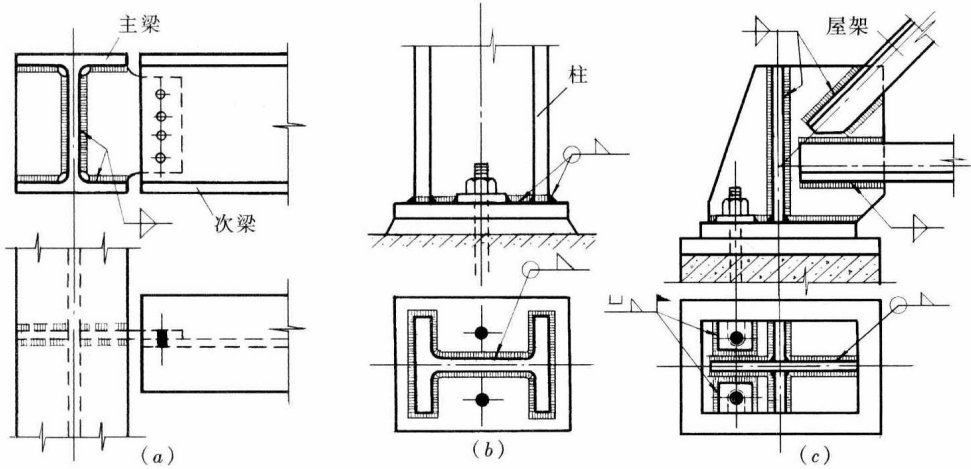


图 1-3 建筑结构常用的铰接连接节点示例

(a) 次梁梁端与主梁的连接；(b) 轻型柱脚的连接；(c) 屋架支座的连接

1-11 在钢结构设计工作中，连接节点的设计是一个重要的环节。为使连接节点具有足够的强度和刚度，设计时，应根据连接节点的位置及其所要求的强度和刚度，合理地确定连接节点的形式、连接节点的连接方法和连接节点的具体构造以及基本计算公式。

为简化计算起见，通常连接节点的设计（手工计算和程序计算），一般都按完全刚接或完全铰接的情况来处理。至于因节点构造形成的半刚性连接，对整个结构的安全度是不会有影响的，相反对个别杆件的安全储备是有一定好处的，但在设计中均不予以考虑。

第二章 钢结构的连接材料及设计指标

第一节 连接材料

2-1 用作钢结构连接的连接材料均应与被连接构件所采用的钢材材质相适应。将两种不同强度的钢材相连接时，可采用与低强度钢材相适应的连接材料。

2-2 手工电弧焊应采用符合国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定。为使经济合理，选择的焊条型号应与构件钢材（主体金属）的强度相适应。选用时，可按下列要求确定：

- (1) 对 Q235 钢焊件宜采用 E43 × × 型焊条。
- (2) 对 Q345 钢焊件宜采用 E50 × × 型焊条。
- (3) 对 Q390 钢或 Q420 钢焊件宜采用 E55 × × 型焊条。
- (4) 对 Q420, Q460 钢焊件宜采用 E55XX, E60XX 型焊条。
- (5) 对 Q345GJ 钢宜采用 E50XX, E55XX 型焊条。

(6) 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293、《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470 的规定。

2-3 自动或半自动埋弧焊应采用与焊件材料强度相适应的焊丝和焊剂。焊丝应符合国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定。选用时，可按下列要求确定：

(1) 对 Q235 钢焊件，一般可采用 H08、H08A、H08E 焊丝配合中锰型、高锰型焊剂或采用 H08Mn、H08MnA 焊丝配合无锰型、低锰型焊剂。

(2) 对 Q345 钢、Q390 钢焊件，可采用 H08A、H08E 焊丝配合高锰型焊剂或采用 H08Mn、H08MnA 焊丝配合中锰型或高锰型焊剂或采用 H10Mn2 焊丝配合无锰型或低锰型焊剂。

(3) 焊条或焊丝的型号和性能应与相应母材的性能相适应，其熔敷金属的力学性能应符合设计规定，且不应低于相应母材标准的下限值；

对直接承受动力荷载或需要验算疲劳的结构，以及低温环境下工作的厚板结构，宜采用低氢型焊条。

2-4 钢结构连接用 4.6 级与 4.8 级普通螺栓（C 级螺栓）及 5.6 级与 8.8 级普通螺栓（A 级或 B 级螺栓），其质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 和《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1 的规定；C 级螺栓与 A 级、B 级螺栓的规格和尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定；

2-5 锚栓采用符合国家标准《碳素结构钢技术条件》GB/T 700 规定的 Q235 钢制

成；当使用的部位比较重要、条件要求比较严格时，锚栓钢材可采用符合国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 钢制作，还可用 Q390 或者强度更高的钢材，其质量等级不低于 B 级。

2-6 性能等级为 8.8 级的高强度螺栓宜采用符合国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 规定的 45 号钢或 35 号钢制成。

2-7 性能等级为 10.9 级的高强度螺栓宜采用符合国家标准《合金结构钢技术条件》GB 3077 规定的 20MnTiB、40B 钢或 35VB 钢制成，或采用符合国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈与技术条件》GB/T 1228 规定的 35VB 钢制成。

2-8 高强度螺母和垫圈宜采用 45 号钢、35 号钢或 Q345 钢制成。

2-9 高强度大六角头螺栓（性能等级 8.8s 和 10.9s）连接副的材质、性能等应分别符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230 以及《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定。

扭剪型高强度螺栓（性能等级 10.9s）连接副的材质、性能等应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

高强度螺栓，螺母，垫圈的性能等级采用钢材牌号适用规格及使用组合高强度大六角头螺栓连接副性能等级及使用配合。

高强度大六角头螺栓连接：

1. 螺栓、螺母、垫圈的性能等级和材料按表 2-1.1 的规定。

螺栓、螺母、垫圈等级和材料 表 2-1.1

类别	性能等级	材 料	标准编号	适用规格
螺栓	10.9s	20MnTiB ML20MnTiB	GB/T 3077 GB/T 6478	≤M24
		35VB		≤M30
	8.8s	45, 35	GB/T 699	≤M20
		20MnTiB、40Cr ML20MnTiB	GB/T 3077 GB/T 6478	≤M24
		35CrMo	GB/T 3077	≤M30
		35VB		
螺母	10H	45, 35 ML35	GB/T 699 GB/T 6478	
	8H			
垫圈	35HRC ~ 45HRC	45, 35	GB/T 699	

2. 螺栓、螺母、垫圈的使用配合按表 2-1.2 的规定。

螺栓、螺母、垫圈的配合 表 2-1.2

类 别	螺 栓	螺 母	垫 圈
型式尺寸	按 GB/T 1228 规定	按 GB/T 1229 规定	按 GB/T 1230 规定
性能等级	10.9s	10H	35HRC ~ 45HRC
	8.8s	8H	35HRC ~ 45HRC

扭剪型高强度螺栓连接副：

3. 螺栓，螺母，垫圈材料按表 2-1.3 使用