

# 钢结构 连接节点 设计手册

李星荣 魏才昂 丁峙岷 李和华 编著

(第二版)

中国建筑工业出版社



# 钢结构连接节点设计手册

(第二版)

李星荣 魏才昂 丁峙崑 李和华 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/李星荣等编著. —2版. 北京:  
中国建筑工业出版社, 2004  
ISBN 7-112-07076-7

I. 钢... II. 李... III. 钢结构-结构设计-技术手册  
IV. TU391.04-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 132845 号

本手册 (第二版) 是在第一版的基础上, 根据最新颁布的《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81—2002) 等, 结合近年来国内外工程实践资料重新改编, 并增加了门式刚架连接节点及钢管桁架焊接连接节点两章。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, 重点仍为多层及高层钢结构节点。连接方法以焊接、高强度螺栓连接及焊接与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、加工制造、施工安装和教学人员参考。

\* \* \*

责任编辑: 黎 钟  
责任设计: 崔兰萍  
责任校对: 王雪竹 王金珠

## 钢结构连接节点设计手册

(第二版)

李星荣 魏才昂 丁峙岷 李和华 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京蓝海印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 34 字数: 824 千字

2005 年 4 月第二版 2005 年 4 月第七次印刷

印数: 23001—27000 册 定价: 59.00 元

ISBN 7-112-07076-7

TU·6309 (13030)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

## 第二版编写说明

本书第二版遵循第一版的宗旨，综合最新的工程实践成果，编制一本适合建筑结构设计施工人员等应用的手册性工具图书。第二版除按 2000 年以后出版的新规范，如《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》（CECS 102: 2002）、《建筑钢结构焊接技术规程》（JGJ 81—2002）等进行改编外，还专门增加了门式刚架连接节点及钢管桁架连接节点两章，并有大量钢管桁架连接节点的设计计算用表和例题，可供设计直接使用。

本书第一版由李和华主编，李星荣等参加编写。在组织改编第二版期间，李和华同志不幸去世。为此，第二版主编由中国城市规划设计院李星荣担任，修改、补充和编校工作由原来参加过部分校核工作的轻鑫工程设计院魏才昂、中国纺织工业设计院丁峙崐等同志共同完成。

第二版修订前期李和华同志已作了不少工作，修订编制过程中又得到有关方面和同仁们大力支持和帮助，在此谨作说明并致以衷心感谢。由于我们水平有限，书中还会存在不少缺点和问题，恳请广大读者提出批评指正。

## 第一版前言

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，对保证钢结构的整体性和可靠度，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《钢结构设计规范》(GB 50017—88)、《网架结构设计与施工规程》(JGJ 7—91)、《高层民用建筑钢结构设计与施工技术规程》(JGJ—92 年送审稿)和《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)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》，着重介绍多层及高层钢结构连接节点的构造与设计，以及空间钢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，书中相应地编入了较多的算例，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。

本书由李和华主编；参加编著的有李和华、李星荣、李连生、谢明钟，还有鲍广镛、叶永昌、赵俊等参加部分章节的制图和校核工作。

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，在此谨致以衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中还会存在不少缺点和问题，恳请广大读者批评指正。

# 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 .....                      | 5  |
| 第三章 钢结构的连接 .....                    | 10 |
| 第一节 焊接连接 .....                      | 10 |
| 一 焊接连接的形式 .....                     | 10 |
| 二 对接焊缝和角焊缝的连接计算 .....               | 12 |
| 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 ..... | 15 |
| 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 .....    | 17 |
| 五 焊接连接的疲劳计算 .....                   | 23 |
| 六 焊缝连接的构造要求 .....                   | 24 |
| 第二节 普通螺栓连接和高强度螺栓连接 .....            | 28 |
| 一 普通螺栓、锚栓、高强度螺栓的连接计算 .....          | 28 |
| 二 普通螺栓或高强度螺栓群的连接计算 .....            | 30 |
| 三 普通螺栓和高强度螺栓连接的构件强度计算 .....         | 33 |
| 四 普通螺栓和高强度螺栓连接的构造要求 .....           | 34 |
| 第三节 拼接连接 .....                      | 35 |
| 一 钢材的工厂焊接拼接 .....                   | 35 |
| 二 梁和柱现场安装拼接 .....                   | 37 |
| 第四节 钢结构的连接设计例题 .....                | 38 |
| 第四章 平面桁架屋盖结构的节点设计 .....             | 45 |
| 第一节 钢桁架的连接节点设计 .....                | 45 |
| 一 T形截面杆件的屋架节点设计 .....               | 46 |
| (一) 设计的基本要求 .....                   | 46 |
| (二) 节点构造与计算 .....                   | 50 |
| 二 圆钢管桁架节点设计 .....                   | 63 |
| (一) 设计的基本要求 .....                   | 63 |
| (二) 节点构造与计算 .....                   | 65 |
| 第二节 三角形钢屋架的节点设计 .....               | 72 |
| 一 设计的基本要求 .....                     | 72 |
| 二 节点构造与计算 .....                     | 72 |
| 第三节 托架的节点连接设计 .....                 | 76 |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 第四节        | 天窗架的节点构造  | 80         |
| 第五节        | 屋盖系统中支撑的连接节点                                      | 83         |
| 第六节        | 屋架节点设计示例  | 87         |
| <b>第五章</b> | <b>钢管桁架结构的焊接节点设计</b>                              | <b>97</b>  |
| 第一节        | 概述  | 97         |
| 第二节        | 适用范围  | 97         |
| 一          | 节点几何形状  | 97         |
| 二          | 材料  | 97         |
| 三          | 荷载  | 98         |
| 第三节        | 设计准则  | 99         |
| 一          | 基本要求  | 99         |
| 二          | 焊接桁架梁的设计步骤  | 100        |
| 三          | 焊接  | 100        |
| 四          | 节点加固  | 101        |
| 第四节        | 节点设计承载力表介绍  | 103        |
| 一          | 总则  | 103        |
| 二          | 承载力表符号说明  | 103        |
| 第五节        | 弦杆为圆管的节点设计承载力                                     | 106        |
| 一          | 应用范围  | 106        |
| 二          | 关于承载力表的说明   | 106        |
| 表 5-1      | X形节点设计承载力表(弦杆和斜腹杆均为圆钢管)                           | 107        |
| 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)                        | 110        |
| 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)                    | 113        |
| 表 5-4      | 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 | 117        |
| 第六节        | 弦杆为矩形管的节点   | 117        |
| 一          | 应用范围  | 117        |
| 二          | 有关表的说明  | 118        |
| 表 5-5      | T形、Y形、X形节点设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为方形管)                     | 120        |
| 表 5-6~7    | T形、Y形、X形节点设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为矩形管)                     | 123        |
| 表 5-8      | K形、N形间隙节点设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为方形管)                      | 128        |
| 表 5-9~10   | K形、N形间隙节点设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为矩形管)                      | 132        |
| 表 5-11     | 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)                | 138        |
| 表 5-12     | K形、N形搭接节点斜杆设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为矩形管)<br>斜杆设计承载力         | 142        |
| 表 5-13     | K形、N形搭接节点斜杆设计承载力表(弦杆、斜腹杆均为矩形管)                    | 145        |
| <b>第六章</b> | <b>空间网架结构的连接节点设计</b>                              | <b>154</b> |
| 第一节        | 空间网架类型及连接节点设计                                     | 154        |
| 第二节        | 焊接钢板节点的设计   | 155        |
| 一          | 焊接钢板节点的主要形式                                       | 155        |
| 二          | 焊接钢板节点的构造与计算                                      | 157        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| (一) 十字型板节点的构造与计算 .....           | 157 |
| (二) 管筒型板节点的构造与计算 .....           | 162 |
| <b>第三节 焊接空心球节点的设计</b> .....      | 162 |
| 一 设计的基本要求 .....                  | 163 |
| 二 球体承载力及其与杆件的连接 .....            | 167 |
| <b>第四节 螺栓球节点的设计</b> .....        | 168 |
| 一 螺栓球节点组合零件的材料选用 .....           | 169 |
| 二 螺栓球节点组合零件的设计 .....             | 169 |
| (一) 螺栓球体的设计 .....                | 169 |
| (二) 高强度螺栓的设计 .....               | 170 |
| (三) 长形六角套筒的设计 .....              | 174 |
| (四) 锥头和封板的设计 .....               | 177 |
| (五) 销子和开槽圆柱端紧固螺钉的设计 .....        | 178 |
| <b>第五节 水雷式螺栓球节点的设计</b> .....     | 179 |
| <b>第六节 钢管圆筒节点和钢管鼓节点的设计</b> ..... | 180 |
| 一 钢管圆筒节点的设计 .....                | 180 |
| 二 钢管鼓节点的设计 .....                 | 182 |
| <b>第七节 网架支座节点的设计</b> .....       | 182 |
| 一 平板压力支座节点和平板拉力支座节点的设计 .....     | 183 |
| (一) 平板压力支座节点的设计 .....            | 183 |
| (二) 平板拉力支座节点的设计 .....            | 185 |
| 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 ..... | 186 |
| (一) 单面弧形压力支座节点的设计 .....          | 186 |
| (二) 单面弧形拉力支座节点的设计 .....          | 188 |
| 三 双面弧形压力支座节点的设计 .....            | 188 |
| 四 球铰压力支座节点的设计 .....              | 191 |
| 五 板式橡胶支座节点的设计 .....              | 193 |
| <b>第八节 网架连接节点设计例题</b> .....      | 198 |
| <b>第七章 门式刚架结构连接节点设计</b> .....    | 205 |
| 第一节 门式刚架的形式 .....                | 205 |
| 第二节 门式刚架节点设计 .....               | 206 |
| 第三节 门式刚架的柱脚和牛腿 .....             | 208 |
| 第四节 门式刚架及节点设计实例 .....            | 210 |
| <b>第八章 多层及高层钢结构的连接节点设计</b> ..... | 233 |
| 第一节 概要 .....                     | 233 |
| 第二节 梁与梁的拼接连接 .....               | 234 |
| 一 H形(或工字形)截面梁的拼接连接设计 .....       | 234 |
| (一) 一般要求 .....                   | 234 |
| (二) 连接设计 .....                   | 236 |
| 二 箱形截面梁的拼接连接 .....               | 241 |
| 第三节 次梁与主梁的连接 .....               | 242 |



|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 一 连接构造                          | 242 |
| 二 连接设计                          | 242 |
| 第四节 梁的侧向支承和梁腹板开洞的补强             | 244 |
| 第五节 柱与柱的拼接连接                    | 246 |
| 一 一般要求                          | 246 |
| 二 连接设计                          | 251 |
| 第六节 梁与柱的连接                      | 255 |
| 一 一般要求                          | 255 |
| 二 连接设计                          | 255 |
| (一) 梁与柱的铰接连接                    | 255 |
| (二) 梁与柱的刚性连接                    | 264 |
| 第七节 支撑与梁柱的连接                    | 277 |
| 一 基本要求                          | 277 |
| 二 支撑与梁柱的连接节点形式                  | 279 |
| 第八节 柱脚节点设计                      | 283 |
| 一 钢接柱脚的设计                       | 283 |
| 二 刚性固定柱脚的设计                     | 286 |
| (一) 刚性固定露出式柱脚的设计                | 286 |
| (二) 刚性固定埋入式柱脚的设计                | 298 |
| (三) 刚性固定包脚式柱脚的设计                | 305 |
| 第九节 高层钢结构连接节点的抗震设计              | 309 |
| 第十节 高层钢结构连接节点设计例题               | 317 |
| 第十一节 钢结构连接节点三维设计简介              | 341 |
| <b>第九章 钢结构连接节点设计计算用表</b>        | 349 |
| 第一节 型钢规格及截面特性表                  | 349 |
| 1. 热轧等边角钢规格及截面特性表 表 9-1         | 349 |
| 2. 热轧不等边角钢规格及截面特性表 表 9-2        | 352 |
| 3. 热轧普通工字钢规格及截面特性表 表 9-3        | 355 |
| 4. 热轧轻型工字钢规格及截面特性表 表 9-4        | 356 |
| 5. 热轧宽、中、窄翼缘 H 型钢规格及截面特性表 表 9-5 | 357 |
| 6. 热轧 H 型钢桩规格及截面特性表 表 9-6       | 359 |
| 7. 普通焊接 H 型钢规格及截面特性表 表 9-7      | 360 |
| 8. 轻型焊接 H 型钢规格及截面特性表 表 9-8      | 364 |
| 9. 高频焊接轻型 H 型钢规格及截面特性表 表 9-9    | 365 |
| 10. 热轧普通槽钢规格及截面特性表 表 9-10       | 366 |
| 11. 热轧轻型槽钢规格及截面特性表 表 9-11       | 367 |
| 12. 冷弯薄壁等边角钢规格及截面特性表 表 9-12     | 369 |
| 13. 冷弯卷边等边角钢规格及截面特性表 表 9-13     | 370 |
| 14. 冷弯薄壁槽钢规格及截面特性表 表 9-14       | 371 |
| 15. 冷弯卷边槽钢规格及截面特性表 表 9-15       | 372 |
| 16. 冷弯卷边 Z 形钢规格及截面特性表 表 9-16    | 373 |
| 17. 冷弯斜卷边 Z 形钢规格及截面特性表 表 9-17   | 374 |

|   |            |
|---|------------|
| 18. 薄壁矩形钢管规格及截面特性表 表 9-18   | 375        |
| 19. 焊接薄壁圆钢管规格及截面特性表 表 9-19  | 376        |
| 20. 焊接圆钢管规格及截面特性表 表 9-20  | 378        |
| 21. 热轧无缝钢管规格及截面特性表 表 9-21   | 379        |
| 22. 热轧圆钢、方钢规格及截面特性表 表 9-22  | 382        |
| 23. 压型钢板规格及截面特性表 表 9-23   | 383        |
| 24. 轧制薄钢板规格及尺寸表 表 9-24  | 385        |
| 25. 轧制厚钢板规格及尺寸表 表 9-25  | 385        |
| <b>第二节 组合截面特性表</b>  | <b>386</b> |
| 1. 两个热轧等边角钢 (  ) 组合截面特性表 表 9-26  | 386        |
| 2. 两个热轧不等边角钢长边相连 (  ) 组合截面特性表 表 9-27   | 390        |
| 3. 两个热轧不等边角钢短边相连 (  ) 组合截面特性表 表 9-28   | 394        |
| 4. 四个热轧等边角钢 (  和  ) 组合截面特性表 表 9-29      | 398        |
| 5. 四个热轧不等边角钢短肢相连 (  ) 组合截面特性表 表 9-30   | 405        |
| 6. 两个热轧普通槽钢 (  和  ) 组合截面特性表 (一) 表 9-31  | 412        |
| 7. 两个热轧普通槽钢 (  和  ) 组合截面特性表 (二) 表 9-32  | 414        |
| 8. 两个热轧轻型槽钢 (  和  ) 组合截面特性表 (一) 表 9-33  | 418        |
| 9. 两个热轧轻型槽钢 (  和  ) 组合截面特性表 (二) 表 9-34 | 420        |
| 10. 常用组合截面回转半径近似值表 表 9-35   | 423        |
| <b>第三节 连接用紧固件规格尺寸及重量表</b>   | <b>424</b> |
| 1. 普通 C 级六角头螺栓规格及尺寸表 表 9-36   | 424        |
| 2. 普通 C 级 1 型六角螺母规格及尺寸表 表 9-37  | 425        |
| 3. 普通 C 级平垫圈规格及尺寸表 表 9-38   | 425        |
| 4. 普通 A、B 级六角头螺栓规格及尺寸表 表 9-39   | 426        |
| 5. 普通 A 级、B 级 1 型六角螺母规格及尺寸表 表 9-40  | 427        |
| 6. 普通 A 级平垫圈、A 级平垫圈 (倒角型) 规格及尺寸表 表 9-41   | 427        |
| 7. 钢结构用高强度大六角头螺栓规格、尺寸及重量表 表 9-42  | 428        |
| 8. 钢结构用高强度大六角螺母规格、尺寸及重量表 表 9-43   | 429        |
| 9. 钢结构用高强度垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-44  | 429        |
| 10. 钢结构用扭剪型高强度螺栓规格、尺寸及重量表 表 9-45  | 430        |
| 11. 钢结构用扭剪型高强度螺母规格、尺寸及重量表 表 9-46  | 431        |
| 12. 钢结构用扭剪型高强度垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-47  | 431        |
| 13. 标准型弹簧垫圈规格及尺寸表 表 9-48  | 432        |
| 14. 轻型弹簧垫圈规格及尺寸表 表 9-49   | 432        |
| 15. 工字钢用方斜垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-50  | 433        |
| 16. 槽钢用方斜垫圈规格、尺寸及重量表 表 9-51   | 433        |
| 17. 胀锚螺栓特性及构造要求 表 9-52 ~ 9-54   | 434        |
| 18. 圆柱焊钉规格及尺寸表 表 9-55   | 437        |
| <b>第四节 型钢孔距规线、连接垫板间距及连接尺寸表</b>  | <b>437</b> |
| 1. 热轧角钢孔距规线表 表 9-56   | 437        |
| 2. 热轧工字钢孔距规线表 表 9-57  | 438        |
| 3. 热轧槽钢孔距规线表 表 9-58   | 439        |

|  |     |
|--|-----|
| 4. 两个热轧等边角钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-59                      | 440 |
| 5. 两个热轧不等边角钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-60                     | 441 |
| 6. 两个热轧槽钢组合时连接垫板的最大间距表 表 9-61                        | 442 |
| 7. 热轧普通工字钢的连接尺寸表 表 9-62                              | 442 |
| 8. 热轧轻型工字钢的连接尺寸表 表 9-63                              | 444 |
| 9. 热轧普通槽钢的连接尺寸表 表 9-64                               | 445 |
| 10. 热轧轻型槽钢的连接尺寸表 表 9-65                              | 446 |
| <b>第五节 连接的承载力设计值表</b>                                | 447 |
| 1. 每 1cm 长直角角焊缝的承载力设计值表 表 9-66                       | 447 |
| 2. 每 1cm 长对接焊缝的承载力设计值表 表 9-67                        | 448 |
| 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 9-68                    | 449 |
| 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 9-69                | 450 |
| 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 9-70                | 451 |
| 6. 一个普通 C 级螺栓的承载力设计值表 表 9-71                         | 452 |
| 7. 一个普通 A 级、B 级螺栓的承载力设计值表 表 9-72                     | 453 |
| 8. 一个摩擦型高强度螺栓的承载力设计值表 表 9-73                         | 454 |
| 9. 一个承压型高强度螺栓的承载力设计值表 表 9-74                         | 456 |
| 10. Q235 钢 16Mn 钢锚栓选用表 表 9-75                        | 458 |
| 11. 钢格板承载力标准值表 表 9-76                                | 460 |
| <b>第六节 型钢拼接连接选用表</b>                                 | 461 |
| 1. 热轧等边角钢拼接连接选用表 表 9-77                              | 461 |
| 2. 热轧不等边角钢拼接连接选用表 表 9-78                             | 463 |
| 3. 热轧普通工字钢拼接连接选用表 (一) 表 9-79                         | 464 |
| 4. 热轧普通工字钢拼接连接选用表 (二) 表 9-80                         | 465 |
| 5. 热轧轻型工字钢拼接连接选用表 (一) 表 9-81                         | 466 |
| 6. 热轧轻型工字钢拼接连接选用表 (二) 表 9-82                         | 467 |
| 7. 热轧普通槽钢拼接连接选用表 表 9-83                              | 468 |
| 8. 热轧轻型槽钢拼接连接选用表 表 9-84                              | 469 |
| 9. 梁与梁和梁与柱用螺栓铰接连接参考尺寸表 表 9-85                        | 470 |
| 10. 梁与梁和梁与柱翼缘用坡口对焊接, 腹板用高强度螺栓摩擦型<br>刚性连接参考尺寸表 表 9-86 | 471 |
| 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 9-87                | 472 |
| 12. 框架梁与柱 (梁) 相连时节点连接件选用表 表 9-88                     | 473 |
| 13. 次梁与主梁相连时节点连接件选用表 表 9-89                          | 474 |
| <b>第七节 部分国外型钢表</b>                                   | 475 |
| 1. 日本等边角钢规格及截面特性表 表 9-90                             | 475 |
| 2. 日本不等边角钢规格及截面特性表 表 9-91                            | 477 |
| 3. 日本斜翼缘工字钢规格及截面特性表 表 9-92                           | 478 |
| 4. 日本普通 H 型钢规格及截面特性表 表 9-93                          | 479 |
| 5. 日本宽翼缘工字钢规格及截面特性表 表 9-94                           | 490 |
| 6. 美国等边角钢规格及截面特性表 表 9-95                             | 496 |
| 7. 美国不等边角钢规格及截面特性表 表 9-96                            | 498 |

|  |            |
|--|------------|
| 8. 美国 W 系列 H 型钢规格截面及特性表 表 9-97 .....   | 500        |
| 9. 美国 M 系列 H 型钢规格及截面特性表 表 9-98 .....   | 512        |
| 10. 美国 HP 系列 H 型钢规格截面及特性表 表 9-99 ..... | 513        |
| <b>附录</b> .....                        | <b>514</b> |
| 1. 常用结构钢材机械性能 .....                    | 514        |
| 2. 常用焊缝的标注形式 .....                     | 514        |
| 3. 手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸 .....             | 518        |
| 4. 埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸 .....               | 522        |
| 5. 钢管桁架节点设计承载力计算公式及应用范围 .....          | 527        |
| 主要参考资料 .....                           | 531        |

# 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。

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。

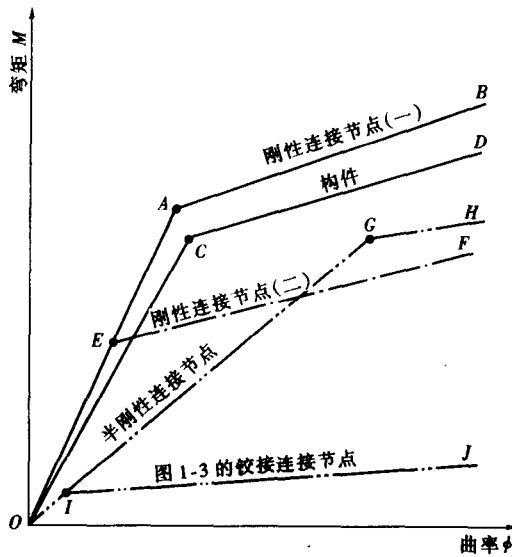


图 1-1 连接节点的特性曲线

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，象这样的连接节点，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。

1-10 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

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。

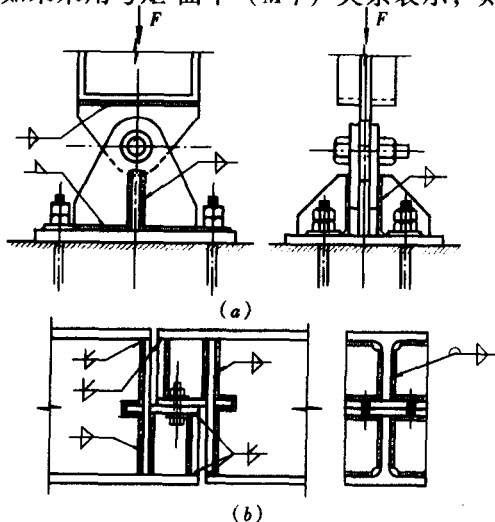


图 1-2 理想铰接连接节点示例  
(a) 柱脚的铰接支座；(b) 梁端的铰接支座

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。

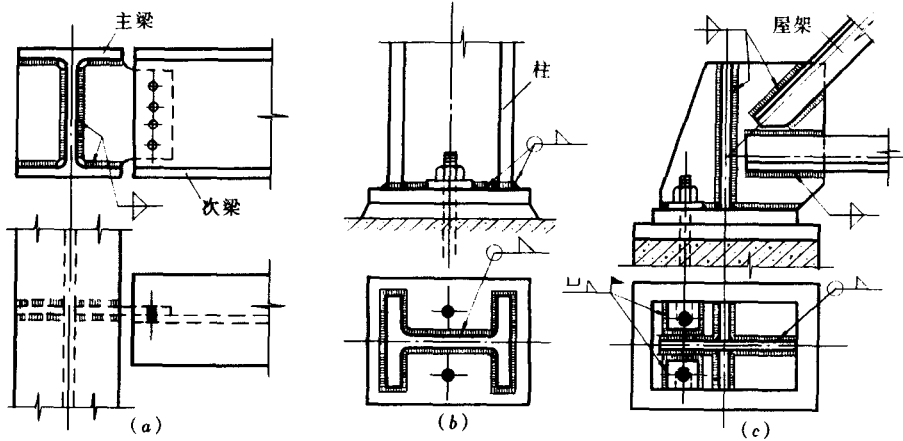


图 1-3 建筑结构常用的铰接连接节点示例

(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《碳钢焊条》(GB 5117—95)或《低合金钢焊条》(GB 5118—95)规定的焊条。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。

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 1495—94)、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T 8110—95)、《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) 对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构,宜采用低氢型焊条。

2-4 性能等级为 C 级和 A 级、B 级的普通螺栓,一般采用符合国家标准《碳素结构钢技术条件》(GB/T 700—88)规定的 Q235 钢制成。

2-5 锚栓采用符合国家标准《碳素结构钢技术条件》(GB/T 700—88)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—94)规定的 Q345 钢制作。

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《优质碳素结构钢技术条件》(GB/T 699—1999)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—1999)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 ~ 1231)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 根据国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈技术条件》(GB/T 1228 ~ 1231) 和国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件》(GB/T 3632—3633), 高强度螺栓、螺母、垫圈所采用的钢材及其标准、适用规格、螺栓与螺母垫圈的使用组合, 可参照表 2-1 采用。

高强度螺栓、螺母、垫圈的性能等级、采用钢材牌号和钢号、适用规格及使用组合 表 2-1

| 类别           | 性能等级          | 采用钢号                               | 钢材标准                        | 适用规格                        | 使用组合 |                                 |  |
|--------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|---------------------------------|--|
|              |               |                                    |                             |                             | 螺母垫圈 |                                 |  |
| 高强度大六角头螺栓连接副 | 8.8 级         | 45 号钢                              | GB 699—1999                 | $\leq M22$<br>$\leq M16$    | 8H   | HRC35 ~ 45                      |  |
|              |               | 35 号钢                              |                             |                             |      |                                 |  |
|              | 10.9 级        | 20MnTiB 钢                          | GB 3077—1999                | $\leq M24$<br>M27 ~ 36      | 10H  | HRC35 ~ 45                      |  |
|              |               | 40Cr 钢<br>35VB 钢                   |                             |                             |      |                                 |  |
|              | 螺母            | 8H                                 | 35CrMo 钢<br>40Cr 钢          | GB 699—1999                 |      |                                 |  |
|              |               | 10H                                | 45 号钢<br>35 号钢<br>Q345 钢    | GB 699—1999<br>GB 3077—1999 |      |                                 |  |
| 垫圈           | 硬度 HRC35 ~ 45 | 45 号钢<br>35 号钢                     | GB 699—1999                 |                             |      |                                 |  |
| 扭剪型高强度螺栓连接副  | 10.9 级        | 20MnTiB 钢                          | GB 3077—1999                | $\leq M24$                  | 10H  | HRB98 ~ HRC28<br>HV30 221 ~ 274 |  |
|              | 螺母            | 35 号钢<br>15MnVB 钢                  | GB 699—1999<br>GB 3077—1999 |                             |      |                                 |  |
|              | 垫圈            | 硬度 HRB98 ~ HRC28<br>HV30 221 ~ 274 | 45 号钢                       | GB 699—1999                 |      |                                 |  |

## 第二节 设计指标

2-10 钢材的强度设计值, 应根据钢材牌号、厚度或直径按表 2-2 采用。

钢材的强度设计值 ( $N/mm^2$ ) 表 2-2

| 钢 材    |                 | 抗拉、抗压和抗弯<br>$f$ | 抗 剪<br>$f_v$ | 端面承压 (刨平顶紧)<br>$f_{ce}$ |
|--------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------------|
| 牌 号    | 厚度或直径<br>(mm)   |                 |              |                         |
| Q235 钢 | $\leq 16$       | 215             | 125          | 325                     |
|        | $> 16 \sim 40$  | 205             | 120          |                         |
|        | $> 40 \sim 60$  | 200             | 115          |                         |
|        | $> 60 \sim 100$ | 190             | 110          |                         |