

高效节约型建筑用钢

热轧 H 型钢

苏世怀 孙 维 潘国平 程 鼎 编著



冶金工业出版社

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

高效节约型建筑用钢

热轧H型钢

苏世怀 孙 维 编著
潘国平 程 鼎

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2009

内 容 提 要

本书系统介绍了高效节约型建筑用钢中热轧 H 型钢产品特点和在建筑业中的应用;总结了国内外热轧 H 型钢发展历程、生产线的设计、工艺装备特点、取得的经验、关注的重点和发展动向;重点叙述了热轧 H 型钢生产和设备管理、产品开发和应用方面的经验和采用的新技术,如异型坯连铸、H 型钢轧制、自动控制、新产品开发和质量控制等。

本书可供与热轧 H 型钢技术相关的生产、科研、设计、管理和教学人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

热轧 H 型钢/苏世怀等编著. —北京:冶金工业出版社, 2009. 3

(高效节约型建筑用钢)

ISBN 978-7-5024-4849-3

I. 热… II. 苏… III. 建筑材料—热轧—型钢
IV. TU511. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 027820 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘小峰 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 侯 璐 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4849-3

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009 年 3 月第 1 版, 2009 年 3 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 32.75 印张; 794 千字; 508 页; 1-3000 册

95.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序 言

高效节约型钢材是建筑用钢的高端产品，为此开展的产品研发与生产技术研究，一可提升我国钢铁产品综合研发能力，实现我国建筑用钢的生产工艺优化与技术升级，进一步推动钢铁工业产品结构调整和升级，加快冶金生产技术进步的步伐；二可显著提高钢铁产品的附加值，通过低成本工艺技术的开发，减少钢材生产过程的资源消耗，降低生产成本。发展高效节约型建筑用钢同时也已成为我国钢铁企业坚持科学发展观，坚持自主创新、环境友好、资源节约的发展理念，在新的形势下转变经济增长方式的重要着力点。对于保持我国国民经济稳定增长，对促进我国钢铁工业持续稳定发展和推动建筑业整体进步具有重要意义。

“高效节约型建筑用钢产品开发及应用研究”项目是国家科技支撑计划项目之一，2007 年由国家科技部下达，委托安徽省科技厅负责组织实施，以马钢为主要依托单位，聚集了国内在建筑用钢产品、技术和应用研究方面具有优势的一批研究院所，如中国钢研科技集团、中国建筑科学研究院、中冶集团建筑研究总院、冶金工业信息标准研究院、中机生产力促进中心、同济大学、东北大学、北京科技大学、安徽工业大学等，组成产、学、研相结合的研究开发队伍，按照统筹规划、整体安排、联动实施的原则开展该项目的科技攻关工作。这种产学研联合的技术创新机制，体现了企业为自主创新主体的技术创新体制和技术产业化支撑要求。

该项研究主要包括以下三个方面：

(1) 高效节约型建筑用钢低成本生产工艺关键共性技术研究：包括高效节约型建筑用钢低成本冶炼技术、高效节约型建筑用钢夹杂物控制技术、高效节约型建筑用钢控轧控冷及组织控制技术；

(2) 高效节约型建筑用钢品种开发：包括低成本节约型热轧带肋钢筋产品开发，高强度抗震、耐候、耐火 H 型钢产品开发，钢结构连接件用低成本高强度非调质冷镦钢产品开发，并形成规格配套的系列产品族；

(3) 制订、修订高效节约型建筑用钢相关产品标准规范，研究与关键钢材品种相应的应用技术体系，并在此基础上研究和提出适合高效节约型建筑用钢特性和相关标准的设计施工规范，满足现代工程建筑快速发展的需求。

并力求实现:

(1) 创新集成高效节约型多功能建筑用钢低成本生产工艺系统关键技术, 形成热轧钢筋、H 型钢、高速线材示范生产线;

(2) 开发出适合我国资源状况的节约型 400MPa 级和 500MPa 级钢筋, 使我国 400MPa 级钢筋年产量比例显著提高, 500MPa 级钢筋形成并进入市场;

(3) 开发应用 390MPa 以上耐候、耐火、抗震 H 型钢, 开发钢结构连接件用 9.8 级和 10.9 级非调质冷镦钢, 逐渐使我国钢结构用钢比例达到钢材消费总量的较高比例;

(4) 制订、修订一批高效节约型建筑用钢相关产品标准;

(5) 建立与新型建筑用钢产品标准与设计规范相配套的应用技术支撑体系;

(6) 形成一批我国拥有的“高效节约型建筑用钢”领域的自主知识产权。

希望通过该项目的实施, 为国家建立一支高水平的从事高效节约型多功能建筑用钢开发、应用的高素质人才队伍, 促进国家及安徽省“高性能建筑用钢工程技术研究中心”等创新基地建设, 建成三条以上高效节约型建筑用钢低成本工艺示范生产线, 开发形成高效节约型建筑用钢产品族, 基本建立高效节约型建筑用钢应用技术支撑体系、配套的标准和使用规范, 为我国国民经济的可持续发展做出有效贡献。

在高效节约型建筑用钢的研究开发中有必要系统总结以往的经验, 在学习国内外先进的、成功的经验与做法的基础上不断创新; 同时也希望与国内外同行进行积极的交流, 以利共同进步。据此, 马钢安排苏世怀副总工程师负责组织力量编著《高效节约型建筑用钢》系列书籍, 计划在两年内陆续出版。这套书的特点是密切联系钢铁企业生产一线, 注重总结生产中实际操作和研发体会, 研讨在生产工艺的简约、产品质量的提高和品种结构的优化等方面的具体做法, 尽可能地凸现我国在高效节约型建筑用钢方面生产与研发的动态与水平, 为我国在钢铁大国的基础上快速上升为钢铁强国做出贡献。

顾建国

2009 年 2 月

前 言

建筑业是我国钢材消费量最大的行业，占国内钢材全部消费量的 50% 以上。建筑业的发展对建筑用钢的性能、质量提出了更高的要求。建筑用钢的发展趋势主要表现为：一是提高钢材的使用效率，主要通过提高钢材强度和耐用性来减少钢材使用量，因此，高强度、高韧性、可焊接性、抗震、抗层状撕裂、耐火、耐候性等已成为衡量现代建筑用钢基本性能的主要指标；二是节约使用钢材，在满足建筑结构的大载荷、高楼层和大跨度发展要求的同时，降低建筑成本、节约国家资源。目前，我国建筑业整体进步迫切需要发展高效节约型建筑用钢，以推动建筑业整体水平的进步，满足国民经济发展的新要求。

热轧 H 型钢是高效节约型建筑用钢品种队伍中的重要构成部分，是我们承担的国家科技支撑计划项目“高效节约型建筑用钢产品开发及应用研究”研发内容之一。1998 年 7 月，马鞍山钢铁股份有限公司率先引进了我国第一条热轧 H 型钢及普通大型型钢生产线，轧出了中国的第一根 H 型钢。该生产线由德国曼内斯曼·德马克公司、西门子公司和美国依太姆公司提供技术和主要设备，具有 20 世纪 90 年代国际先进水平。自此，H 型钢这一新型钢材品种开始在我国进入了一个崭新的时代。

经过近十年的市场开拓与发展，我国目前已成为世界上发展速度最快的新兴的 H 型钢生产基地。多年来，为了适应高层建筑、铁路工程、桥梁以及石油平台对钢材高强度高韧性大规格的需求，国内马钢等企业坚持开展热轧 H 型钢产品开发与应用技术研究，组织了大规格、高强度、高韧性 H 型钢新产品的开发，取得了相应的成功。在市场方面，我国热轧 H 型钢从 1998 年的年消费量 3 万 t 左右到 2007 年的近 500 万 t 左右；在生产方面，产量也从 1999 年的 11.31 万 t 到 2007 年的近 600 万 t，产品已出口到世界十几个国家和地区，成长之快在各类钢材中名列前茅。

十年来，马钢在热轧 H 型钢生产领域里，坚持创新发展，在开拓市场、生产工艺集成创新、品种开发等方面都取得了显著成绩。在面对进一步自主创

新的关键时期，我们有必要系统地对以往的工作加以总结，并通过广泛收集国内外热轧 H 型钢的技术进步和产品开发的经验，以求记录热轧 H 型钢技术的发展历程和取得的经验，以便更好地完成国家科技支撑计划项目“高效节约型建筑用钢产品开发及应用研究”及其成果的推广。

在冶金工业出版社支持下，经过“高效节约型建筑用钢产品开发及应用研究”项目组通力合作，在完成该项目中“高效节约型建筑用钢——热轧 H 型钢技术调研”的基础上，编著了《高效节约型建筑用钢——热轧 H 型钢》一书，其中收录了国内外一些同行提供的相关资料，采纳了他们的成书建议，在此一并致谢。

企业出书的特点是注重对生产设备的选择、管理和维护技术的总结，对生产工艺操作、产品研发、产品质量的提高和品种结构的优化等方面的具体做法的分析介绍，较为适合钢铁企业、钢铁设备设计制造部门的技术人员、技工、技师、冶金院校高年级学生、研究生和教师学习参考。

书中不妥之处，敬请指正和谅解。

于世怀

2009 年 2 月

目 录

1 概述	1
1.1 热轧 H 型钢及其在建筑领域应用优势	1
1.1.1 现代建筑用钢技术发展趋势	1
1.1.2 热轧 H 型钢在建筑领域应用的技术特点	2
1.1.3 热轧 H 型钢品种规格分类及标准	4
1.2 热轧 H 型钢发展历程	8
1.2.1 热轧 H 型钢技术形成的过程	8
1.2.2 H 型钢的生产发展概况	14
1.3 现代热轧 H 型钢的技术特点	22
1.3.1 产品覆盖面广, 组产便捷	22
1.3.2 装备技术不断进步, 推动新型 H 型钢的开发	23
1.3.3 轧机配置和布置更趋新颖、高效	23
1.3.4 生产坯料全部采用连铸坯	24
1.3.5 形成了系统高效的工艺技术	25
1.4 H 型钢生产技术的发展	27
1.4.1 外形尺寸一定的 H 型钢开发	27
1.4.2 薄腹 H 型钢开发	28
1.4.3 TM-SC 轧制技术	28
1.4.4 QST 工艺	29
1.4.5 H 型钢自由规格轧制技术	29
1.5 高效节约型建筑用 H 型钢的开发	30
1.5.1 我国研发高效节约型建筑用 H 型钢的意义	30
1.5.2 高效节约型建筑用 H 型钢的主要研究内容	30
参考文献	32
2 热轧 H 型钢生产线	33
2.1 H 型钢生产线工艺流程和轧制线布置	33
2.1.1 现代 H 型钢生产基本工艺流程	33
2.1.2 热轧 H 型钢轧制线布置	33
2.2 国外 H 型钢生产线概况	39
2.2.1 日本 H 型钢生产线	39
2.2.2 欧洲 H 型钢生产线	42
2.2.3 美国 H 型钢生产线	44
2.3 马钢 H 型钢生产线	47

2.3.1 大 H 型钢生产线	47
2.3.2 中小规格 H 型钢生产线	52
2.4 莱钢 H 型钢生产线	55
2.4.1 中小规格 H 型钢生产线	55
2.4.2 大型 H 型钢生产线	59
2.5 津西公司大型 H 型钢生产线	64
2.5.1 生产工艺流程及布置	65
2.5.2 主要工艺设备技术参数	65
2.6 长钢 H 型钢生产线	68
2.6.1 工艺流程	68
2.6.2 主要设备及技术参数	68
2.6.3 设计特点	69
2.7 鞍山第一轧钢厂 H 型钢生产线	72
2.7.1 工艺流程	72
2.7.2 设备配置	73
2.8 日照钢铁有限公司 H 型钢生产线	73
2.9 新建 H 型钢生产线需要考虑的问题	74
2.9.1 产品方案的确定	74
2.9.2 坯料的选择	74
2.9.3 轧机布置	76
2.9.4 轧机选型	76
2.9.5 精整及主要辅助设备	77
2.9.6 轧辊及轧辊材质	78
参考文献	78

3 异型坯连铸装备与工艺	80
3.1 异型坯连铸概况	80
3.1.1 异型坯连铸机的建设	80
3.1.2 采用连铸异型坯的优点	82
3.1.3 近终形异型坯连铸的特点	82
3.2 异型坯连铸机主机设备	83
3.2.1 钢包回转台	83
3.2.2 中间包小车及中间包	84
3.2.3 钢水喂入系统	85
3.2.4 结晶器及结晶器振动装置	86
3.2.5 扇形段及二次冷却装置	88
3.2.6 拉坯矫直机	90
3.2.7 引锭及引锭杆存放装置	90
3.2.8 火焰切割设备及相关设备	91

3.2.9 钢坯收集装置及冷床	93
3.2.10 打号、取样及称重设备	93
3.2.11 连铸机液压系统	94
3.2.12 连铸机润滑系统	94
3.3 异型坯连铸的工艺技术	94
3.3.1 连铸钢水的准备	94
3.3.2 中间包冶金	101
3.3.3 保护浇铸	103
3.3.4 结晶器冶金	105
3.3.5 异型坯连铸二冷区的传热与冷却制度	120
3.3.6 异型坯连铸对冷却水质的要求	129
3.4 连铸异型坯的生产操作	130
3.4.1 浇铸前后检查与准备	130
3.4.2 浇铸操作	134
3.4.3 常见浇铸事故及处理措施	141
3.4.4 操作安全防范措施	145
3.5 异型坯连铸典型钢种的生产操作	146
3.5.1 异型坯质量要求	146
3.5.2 典型钢种生产工艺控制要点	147
3.6 异型坯连铸结晶器表面修复和制造技术	152
3.6.1 异型坯连铸结晶器表面修复技术的开发	152
3.6.2 异型坯连铸结晶器制造关键技术的开发	156
3.6.3 结晶器使用效果分析	161
参考文献	163
4 H型钢轧制装备	164
4.1 概述	164
4.1.1 H型钢主要轧制方式	164
4.1.2 H型钢轧机类型	166
4.1.3 万能轧机	168
4.2 H型钢轧制线的主要设备	170
4.2.1 加热炉	171
4.2.2 开坯机	177
4.2.3 万能轧机	182
4.2.4 锯机	191
4.2.5 定尺机	194
4.2.6 冷床	195
4.2.7 矫直	199
4.2.8 压力矫直机	207

4.3 H 型钢辅助生产设备	210
4.3.1 辊道	210
4.3.2 台架	215
4.3.3 推床及翻钢机	220
4.3.4 主传动系统	222
4.4 万能轧机导卫系统	225
4.4.1 导卫的作用和设计原则	225
4.4.2 万能轧机导卫的组成	225
4.4.3 万能轧机组的腹板导卫的装配形式	225
4.4.4 万能轧机组导卫的设计原则	226
4.5 万能轧机的辊型	227
4.5.1 H 型钢万能轧机水平辊	227
4.5.2 H 型钢轧辊磨损规律的探讨	233
参考文献	237
5 H 型钢轧制工艺技术	238
5.1 H 型钢轧制原料与工艺的选择	238
5.1.1 H 型钢轧制原料	238
5.1.2 使用不同坯料轧制 H 型钢的特点	238
5.2 H 型钢基本生产流程与主要工序要求	241
5.2.1 H 型钢生产工艺流程	241
5.2.2 H 型钢生产对主要工序要求	242
5.3 H 型钢轧制主要工序操作	247
5.3.1 原料准备工序	247
5.3.2 加热工序	252
5.3.3 开坯工序	261
5.3.4 万能轧机组粗、精轧工序	262
5.3.5 精整工序	264
5.3.6 检查区域	269
5.3.7 堆垛区域	270
5.3.8 剖分机	272
5.4 生产准备	272
5.4.1 生产准备的工作内容	272
5.4.2 轧辊	273
5.4.3 导卫	275
5.4.4 轧辊预组装	277
5.5 H 型钢孔型设计技术	278
5.5.1 开坯机孔型设计	278
5.5.2 万能轧机孔型设计	281

5.6 H 型钢的控制轧制和控制冷却技术	288
5.6.1 H 型钢控制轧制和控制冷却的基本方法	288
5.6.2 控轧技术在 H 型钢生产中的应用	291
5.6.3 控制冷却技术	297
参考文献	302
6 H 型钢生产自动化	304
6.1 概述	304
6.1.1 H 型钢生产自动化的特点	304
6.1.2 主要控制系统功能简述	308
6.2 异型坯连铸机过程控制	309
6.2.1 系统构成	309
6.2.2 系统功能	311
6.2.3 过程控制优化	311
6.2.4 与 H 型钢厂二级系统通信的实现	314
6.3 加热炉燃烧控制系统	314
6.3.1 主要功能及其结构	315
6.3.2 燃烧控制（一级）系统	316
6.3.3 燃烧监控（二级）系统	317
6.4 万能型钢轧机自动化控制系统	319
6.4.1 传动控制级——0 级自动化系统	320
6.4.2 一级自动化控制系统	325
6.4.3 二级自动化系统管理的功能	326
6.4.4 三级自动化系统	327
6.4.5 万能型钢轧机调零方案及其改进	328
6.4.6 H 型钢轧机设备自动位置控制系统	330
6.4.7 万能粗轧机组小张力控制系统	334
6.4.8 H 型钢轧机中的液压动态轴向调整系统	335
6.4.9 H 型钢万能轧机液压自动辊缝控制系统	339
6.5 H 型钢冷锯控制系统	350
6.5.1 系统配置	351
6.5.2 主要控制功能	352
6.6 矫直机自动控制系统	354
6.6.1 系统配置	354
6.6.2 主要控制功能	355
参考文献	357
7 热轧 H 型钢产品开发	359
7.1 海洋石油平台用热轧 H 型钢	359

7.1.1 国内外海洋石油平台用钢的性能要求	360
7.1.2 产品设计与生产工艺	361
7.1.3 产品实物质量	363
7.2 热轧 H 型钢桩 BS 55C 的开发	364
7.2.1 技术要求及难点	364
7.2.2 基本设计原则	364
7.2.3 成分设计与优化	365
7.2.4 生产工艺	365
7.2.5 实物质量	368
7.3 590MPa 级超低碳贝氏体 H 型钢	369
7.3.1 技术特性	369
7.3.2 设计特点	370
7.3.3 使用情况	371
7.4 抗震 H 型钢的开发	371
7.4.1 对抗震钢材性能的基本要求	371
7.4.2 几种典型抗震钢材	372
7.4.3 高强度抗震建筑用钢的开发进展	374
7.5 车辆用热轧 H 型钢	375
7.5.1 SM400B 铁道车辆用 H 型钢	375
7.5.2 汽车大梁专用热轧 H 型钢的开发	377
7.6 建筑用耐火 H 型钢	380
7.6.1 建筑用耐火钢的基本特点	380
7.6.2 耐火钢的发展状况	382
7.6.3 耐火钢的防火设计	384
7.6.4 耐火钢的合金化原理	386
7.6.5 生产工艺对耐火钢性能的影响	387
7.6.6 490MPa 级试制耐火钢的综合性能	388
7.6.7 马钢耐火钢的开发	389
7.7 外部尺寸一定的 H 型钢生产技术	399
7.7.1 我国热轧 H 型钢存在的不足	399
7.7.2 关键生产技术	402
7.7.3 生产工艺及设备	406
7.8 含铌高强度可焊接型钢开发	407
7.8.1 生产流程	408
7.8.2 采用不同轧制工艺的效果	408
7.8.3 化学成分对 H 型钢性能的影响	415
7.8.4 高强度结构钢的应用	419
参考文献	421

8 热轧 H 型钢的质量控制	424
8.1 连铸坯的质量控制	424
8.1.1 连铸坯凝固机理	424
8.1.2 连铸坯高温性能	426
8.1.3 连铸坯的铸态组织结构	430
8.1.4 连铸坯质量控制	436
8.2 H 型钢典型缺陷的特征	457
8.2.1 H 型钢腹板表面纵向裂纹	457
8.2.2 H 型钢翼缘龟裂缺陷	459
8.2.3 H 型钢表面结疤缺陷	460
8.3 H 型钢的轧制缺陷及其控制	460
8.3.1 裂纹	460
8.3.2 腿端圆角	461
8.3.3 轧痕	462
8.3.4 折叠	464
8.3.5 波浪	464
8.4 H 型钢常见精整缺陷及其控制	464
8.4.1 矫裂	465
8.4.2 矫痕	466
8.4.3 弯曲	466
8.5 热轧 H 型钢腹板偏心	468
8.5.1 热轧 H 型钢腹板偏心现象	468
8.5.2 腹板偏心原因	469
8.5.3 解决措施及应用实例	470
8.6 H 型钢腹板力学性能异常原因与控制	471
8.6.1 力学性能异常的现象	471
8.6.2 腹板力学性能异常的原因	471
8.6.3 腹板力学性能改进措施	473
8.7 H 型钢断面性能	473
8.7.1 H 型钢断面性能分布	473
8.7.2 造成 H 型钢断面性能不均原因	475
8.7.3 改善 H 型钢断面性能均匀性的措施	477
8.8 部分检验规定和专用量具	477
8.8.1 热轧 H 型钢产品质量和检验的一般规定	477
8.8.2 H 型钢外形尺寸专用量具的设计与应用	477
参考文献	479
9 热轧 H 型钢在建筑领域中的应用	482
9.1 国内热轧 H 型钢在建筑领域应用概况	482

9.1.1	国内 H 型钢的表观消费量	482
9.1.2	国内 H 型钢使用构成	483
9.1.3	H 型钢在建筑等领域用量	483
9.2	热轧 H 型钢在建筑结构领域中应用优势	485
9.2.1	热轧 H 型钢的截面特性优良	485
9.2.2	产品规格多、质量好、使用方便	486
9.2.3	构件美观省工省料	486
9.2.4	热轧 H 型钢与其他材料在建筑领域应用的比较优势	488
9.2.5	高强度低合金 H 型钢在建筑中的应用优势	492
9.3	H 型钢在建筑领域的应用实例	494
9.3.1	梅兰芳大剧院屋面梁	494
9.3.2	H 型钢无节点板桁架	495
9.3.3	大型城市公用设施、交通设施、桥梁方面的应用	496
9.3.4	民用住宅建筑方面的应用	498
9.3.5	大跨度、大柱网空间网格方面的应用	504
9.3.6	H 型钢在强防震性复合结构桥墩中的应用	506
9.3.7	电力方面的应用	507
参考文献		508

1 概 述

1.1 热轧 H 型钢及其在建筑领域应用优势

1.1.1 现代建筑用钢技术发展趋势

自 20 世纪 30 ~ 50 年代欧美等先进国家建筑行业率先使用钢结构起, 现代建筑用钢的发展进入了全新的时代, 他们借助于各种设计软件、规范、标准等成熟技术, 使用高性能钢材、焊材、连接件等相关材料, 形成了专业化、现代化的建筑用钢系统技术。这些技术包括新型高效节约型建筑用钢的开发、钢结构的设计制作与建筑施工技术等, 从而促使了建筑商和冶金工程师对接受和选择钢结构形成了广泛而深刻的共识, 推动了国际建筑用钢的快速发展。而钢铁业在开发和生产建筑用钢方面形成的丰富经验和强大的研发能力, 更为建筑领域中采用新型建筑用钢提供了便利和优势, 而目前正在将注意力集中在为满足现代环保和资源利用领域对建筑用钢在高效节约方面的新的、更高的要求而开展研究。

目前, 国际现代建筑业根据世界建筑钢结构的发展状况, 已确定将高效节约型建筑用钢的开发与使用作为今后建筑钢材发展的重点, 其技术发展趋势是^[1]:

(1) 在降低成本上, 要求结构材料继续提高强度, 从而减薄结构钢厚度、减轻结构重量, 降低材料运输、结构制作、连接安装和整体工程的成本;

(2) 在提高安全可靠上, 要求材料具有抵抗脆性断裂能力的高冲击韧性, 对于高强度钢这种韧性和延展性要求更高, 必须与可以接受的缺陷尺寸相平衡;

(3) 在焊接连接方式上, 要求材料具有足够低的碳当量和裂纹敏感性及可焊性;

(4) 地震区的建筑钢结构必须具有良好的抗震能力, 因而要求材料具有低屈强比 ($\sigma_s/\sigma_b < 0.80$);

(5) 要求建筑物具有一定的抵抗火灾的能力, 至少在火灾发生后的 2 ~ 3h 内钢结构不“软化”坍塌, 因而要求使用耐候钢, 保证在 600℃ 下屈服强度大于常温下强度的 2/3。

高强度、高韧性、可焊接性、抗震、抗层状撕裂、耐火、耐候性等已成为衡量现代建筑用钢基本性能的主要指标。

根据国外钢铁材料研究开发的最新趋势, 日本、欧洲、韩国等正在通过高纯净度、高均匀性和微米级超细组织来充分挖掘钢铁材料的潜力, 最大限度地优化钢的性能。

我国高效多功能节约型建筑用钢开发和应用尚处于初级阶段, 与国外先进国家尚有较大差距, 相关建筑设计规范也不够完善。现代建筑用高效多功能节约型建筑用钢开发与应用已成为我国钢铁业与建筑业的重要课题和任务, 并已获得国家的高度支持, 确定为国家科技支撑项目, 正在组织力量开展研究。

1.1.2 热轧 H 型钢在建筑领域应用的技术特点

1.1.2.1 H 型钢在建筑领域应用的优势^[2]

H 型钢是由工字钢优化发展而成的,是一种经济型断面的建筑用钢材,因其断面形状与英文字母“H”相似,故称之为“H 型钢”。H 型钢一般包括做梁、柱和桩用的各种腿内侧无斜度的工字钢。H 型钢有热轧和焊接两大类。

热轧 H 型钢是内外翼缘互相平行且截面为 H 形的型钢,又称宽平行边工字钢或宽缘钢梁,具有平行的腿部,外观形状如图 1-1 所示,是一种经济断面高效钢材,具有壁薄、断面金属分配合理、重量轻而截面模数大、便于拼装组合等特点。

热轧 H 型钢采用万能法代替孔型法轧制,依据截面高宽比不同可分为宽翼缘 H 型钢(HW)、中翼缘 H 型钢(HM)、窄翼缘 H 型钢(HN)、桩用 H 型钢(HP),也可以按用途或重量进行分类。宽翼缘 H 型钢适用于柱、桩等受压构件,窄翼缘 H 型钢适用于梁等受弯构件。

建筑中使用 H 型钢不仅可使建筑结构重量减轻,而且因腿内、外侧平行,腿端成直角,便于拼装组合成各种构件,从而减少焊接、铆接工作量。H 型钢通常用于要求承载能力大、截面稳定性好的大型桥梁、高层建筑、重型设备、高速公路等方面,预计 H 型钢的产量将占大型型材产量的 30%~45%。

热轧 H 型钢在建筑工程使用中表现出如下技术特点和优势^[3]:

(1) 断面力学性能好,使用高效节约。热轧 H 型钢与普通工字钢相比,膜板高(H)与翼缘宽(B)之比(H/B)较小,前者 H/B 仅为 0.95~1.46,而后者为 1.47~1.73,这是 H 型钢在尺寸上的一个显著特点。因此 H 型钢具有良好的抗弯、抗扭和抗压性能。以横断面面积相近的 H 型钢和工字钢相比,前者对 x 轴和 y 轴的惯性矩 I_x 和 I_y 、抗弯截面量 W_x 和 W_y 远大于后者。在同等承载条件下, H 型钢较工字钢节约金属 10%~15%。

(2) 断面几何形状合理,制作省工、造型美观。热轧 H 型钢腿内侧无斜度或斜度很小($0^\circ \sim 1.5^\circ$),腿端平直,由于 H 型钢具有平行的腿部,用 H 型钢制造钢结构便于加工、组合及焊接,使钢结构的连接部位处理简单,省工易行,一般可节省加工费用 4%~13% 左右,并且造型美观。使用 H 型钢要比普通工字钢经济,生产 H 型钢具有显著的经济效益。

(3) 应用范围广。热轧 H 型钢的断面几何形状合理,其抗弯、抗扭、抗压等力学性能比普通工字钢要好,可广泛地用于承载能力大、稳定性好的大型桥梁、高层建筑、工业厂房、大型电力和水利建设、重型设备、高速公路以及车辆、船舶甲板承重梁、地铁和立交桥的支柱等方面。

(4) 产品规格多,用户使用方便。由于热轧 H 型钢是用万能轧机生产的,而万能轧

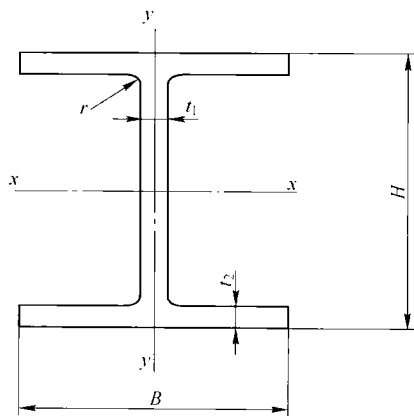


图 1-1 H 型钢外观形状

H —高度; B —宽度; r —圆角半径;

t_1 —腹板厚度; t_2 —翼缘厚度