

冷弯薄壁型钢结构设计手册



中国建筑工业出版社

冷弯薄壁型钢结构设计手册

《冷弯薄壁型钢结构设计手册》编著组

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本手册为配合《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GBJ 18—87)的实施及冷弯薄壁型钢结构的推广使用而编写。书中内容完全以上述规范及最新的型材和紧固件的标准为依据。

手册分冷弯薄壁型钢结构设计原理、冷弯薄壁型钢结构设计,以及冷弯薄壁型钢结构计算图表三篇。对于冷弯薄壁型材的分类、性能及选用标准、基本设计规定,基本构件及连接的计算和构造要求等在第一篇内作了详细的叙述。第二篇冷弯薄壁型钢结构设计包括有:压型钢板、檩条、屋架、墙梁、龙骨、刚架、网壳及货架等,也叙述了冷弯薄壁型钢结构的制造、安装与防腐蚀的要求。计算图表一篇列有冷弯型材及紧固件的各种规格、特性数据,受压、受弯构件的稳定系数、变(等)截面山形门式刚架静力计算图表、构件及连接的承载力设计值等。

本手册可供土建专业设计、施工、制造和安装技术人员使用。

* * *

责任编辑 黎 钟

冷弯薄壁型钢结构设计手册

《冷弯薄壁型钢结构设计手册》编著组

*

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

北京顺义板桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16印张: 38 1/4 字数: 928千字

1996年3月第一版 1996年3月第一次印刷

印数: 1—5,200册 定价: 49.50元

ISBN 7-112-02714-4

TU·2077(7813)

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)

编委: 张中权 陈雪庭 牟再明 胡学仁
主编: 张中权
编著: 第一篇 张中权
第二篇
第一章 薛明
第二章 张中权
第三章 孔次融 陈雪庭
第四章 胡学仁 刘大成
第五章 魏潮文 李 硕
第六章 胡学仁 钱若军 杨大伟
第七章 何保康 张耀春 遇平静
第八章 李 硕 王治元
第九章 魏富榕 杨大伟
第三篇 牟再明 方山峰 陈雪庭 孙祖龙 王世纪 李 硕
附 录 张中权
参加编写工作的还有:
金昌成 周国梁 张寿庠

按概率极限状态设计法编制的国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GBJ18—87)业已颁行有年,为配合规范的实施,适应在我国进一步推广、应用和发展高效、经济的冷弯薄壁型钢结构的需要,根据中国建筑工业出版社的要求,设于中南建筑设计院的国家标准薄壁型钢结构技术规范管理组适时组织了该规范修订组部分成员,在认真总结工程实践经验和吸取国内外有关最新研究成果的基础上,参阅了国内外大量有关文献资料,广泛征求同行专家的意见,反复修改,数易其稿,编制了这本《冷弯薄壁型钢结构设计手册》,以供广大设计、施工、制造和安装技术人员参考使用。

本书共分三篇:

第一篇阐述冷弯薄壁型钢结构设计原理,主要包括:材料的分类、性能及选用,基本设计规定,基本构件及连接的计算和构造要求,基本构件和连接的计算示例等。

第二篇为冷弯薄壁型钢结构(构件)设计,包括:压型钢板、檩条、屋架、墙梁、龙骨、刚架、网架、网壳、货架结构等的计算方法、构造要求和设计示例,以及冷弯薄壁型钢结构制作、安装与防腐蚀等方面的要求和规定。

第三篇为冷弯薄壁型钢结构设计计算图表,包括:冷弯型钢的规格、尺寸及截面特性,紧固件的规格及尺寸,轴心受压构件的稳定系数,受弯构件的整体稳定系数,轴心受压构件弯扭失稳长细比换算系数,变(等)截面山形门式刚架静力计算图表,构件及连接的承载力设计值等。

此外,在本书的附录中尚列有相关标准及代号、材料性能、截面特性近似计算公式,以及国内冷弯型钢(含压型钢板)的生产厂商及主要产品规格一览表。

在国内编制冷弯薄壁型钢结构设计手册尚属首次,由于编著者经验不足,加以时间和水平所限,收集和掌握的资料可能不够全面,书中内容难免有不足或不妥之处,敬希广大读者批评指正。

本书编写过程中曾得到不少单位和专家同行的大力支持和热忱帮助,谨此一并致谢。

目 录

绪论	1	第五章 连接设计	54
第一节 冷弯型钢发展简史	1	第一节 概述	54
第二节 冷弯型钢在建筑业中的应用概况	2	第二节 焊接连接	55
第三节 冷弯型钢结构的特点	3	一、焊缝连接	55
第一篇 冷弯薄壁型钢结构设计原理		二、电阻点焊连接	63
第一章 总则	6	第三节 螺栓连接	63
第二章 材料	7	一、普通螺栓连接	63
第一节 结构钢材	7	二、摩擦型高强度螺栓连接	67
一、结构钢材的分类和性能	7	第四节 组合 I 形截面的缀合连接	68
二、结构钢材的选用	9	第五节 异型铆钉连接简介	69
第二节 连接材料	12	第六节 拼接	72
一、连接材料的类别与性能	12	第六章 基本构件和连接计算示例	74
二、连接材料的选用	13	第一节 基本构件计算示例	74
第三章 基本设计规定	14	第二节 连接计算示例	96
第一节 设计原则	14	第三节 截面特性的近似计算示例	100
第二节 设计指标	16	第二篇 冷弯薄壁型钢结构(构件)设计	
第三节 构造的一般规定	21	第一章 压型钢板	106
第四章 基本构件设计	23	第一节 一般规定	106
第一节 轴心受力构件设计	23	第二节 压型钢板的计算	107
一、轴心受力构件的计算	23	一、设计原则	107
二、轴心受压构件的长细比计算	24	二、有效截面计算	108
三、格构式轴心受压构件的缀材设计	26	三、强度验算	110
第二节 拉弯、压弯构件设计	28	四、挠度计算	112
一、拉弯构件的计算	28	五、屋面排水计算	112
二、实腹式压弯构件的计算	28	第三节 压型钢板的构造	113
三、格构式压弯构件的计算	30	第四节 压型铝板设计	119
第三节 受弯构件设计	32	第五节 压型钢板的制造、安装与验收	120
一、受弯构件的计算	32	一、制作与运输	121
二、受弯构件整体稳定系数的计算	34	二、安装	121
三、简支梁双弯矩的计算	36	三、验收	123
四、受弯构件的刚度	37	第六节 设计示例	124
第四节 构件中的受压板件	38	一、按公式计算	124
一、板件分类	38	二、直接查表	128
二、受压板件局部稳定性的计算	38	表 2.1.1-1 建筑用压型钢板规格、 型号	128
三、确定各类构件的有效截面	53		

表2.1.2-2 常用压型钢板的	有效截面特性	132	一、一般规定	244
表2.1.2-3 常用压型钢板的最大容许	跨度	135	二、墙体龙骨设计	245
第二章 檩条		145	三、吊顶龙骨设计	248
第一节 一般规定		145	四、轻钢龙骨的计算	251
第二节 实腹式檩条		150	第五节 设计示例	253
一、概要		150	第五章 刚架	267
二、实腹式檩条的计算		150	第一节 概要	267
三、实腹式檩条的构造		153	一、刚架的特点	267
第三节 平面格构式檩条		155	二、门式刚架的结构形式及适用范围	268
一、概要		155	三、门式刚架结构布置	269
二、平面格构式檩条的计算		156	第二节 门式刚架结构静力分析	270
三、平面格构式檩条的构造		158	一、荷载及荷载组合	270
第四节 檩条选用示例		159	二、等截面刚架的静力分析	271
一、实腹式檩条选用示例		159	三、变截面刚架的静力分析	271
二、平面格构式檩条选用示例		162	第三节 实腹式刚架设计	274
第五节 设计示例		164	一、初选截面	274
第三章 屋架		181	二、截面验算	274
第一节 概要		181	三、刚架柱的计算长度	275
第二节 荷载及内力分析		184	第四节 格构式刚架设计	276
第三节 屋架杆件截面选择		186	一、初选截面	276
第四节 屋架的构造与节点设计		189	二、刚架横梁截面验算	277
第五节 天窗架		198	三、刚架柱截面验算	278
一、天窗结构的形式		198	第五节 刚架的构造与连接	280
二、天窗结构的计算		199	一、梁、柱拼接节点	280
三、天窗结构的构造		201	二、山形门式刚架屋脊拼接节点	281
第六节 屋盖结构的支撑		202	三、柱脚	281
一、一般规定		202	四、其他	285
二、支撑形式和布置原则		204	第六节 设计示例	285
三、支撑设计		209	第六章 网架与网壳	308
四、支撑的构造		211	第一节 概要	308
第七节 设计示例		212	第二节 网架与网壳常用节点的设计	310
第四章 墙梁及龙骨		235	与选用	310
第一节 概要		235	一、焊接空心球节点	310
第二节 墙梁的计算		236	二、螺栓球节点	312
一、一般规定		236	三、焊接钢板节点	315
二、荷载与荷载组合		238	四、冲压板节点	316
三、内力分析		238	五、其他形式的节点	317
四、截面选择		240	第三节 平板网架的设计	318
第三节 墙梁的构造		243	一、平板网架的分类及选型	318
第四节 轻钢龙骨的设计		244	二、平板网架的计算	321
			三、设计要点	332
			第四节 网壳结构设计	334

一、概要	334
二、网壳结构的计算	335
三、筒状网壳设计	340
四、穹顶网壳设计	345
第五节 设计示例	352
第七章 货架结构	372
第一节 概要	372
第二节 荷载及荷载效应组合	374
一、荷载	374
二、荷载效应组合	377
第三节 组装式货架结构设计	378
一、一般规定	378
二、托盘横梁设计	380
三、竖向框架设计	381
第四节 组装式货架结构的试验方法	384
一、概述	384
二、短柱试验	384
三、托盘横梁试验	385
四、门架试验	386
五、货架单元整体试验	387
第五节 固定式货架结构设计	387
一、一般规定	387
二、立柱设计	389
三、支撑布置	391
第六节 设计示例	392
第八章 冷弯薄壁型钢结构的制作 与安装	401
第一节 概要	401
第二节 冷弯薄壁型钢结构的制作	401
一、放样、号料和切割	401
二、矫正、成型	402
三、制孔	402
四、高强度螺栓连接的摩擦面处理	403
五、组装及拼装	403
六、焊接	404
七、构件验收	412
第三节 安装	413
第九章 防腐蚀	417
第一节 一般规定	417
第二节 钢材的表面处理	418
一、概要	418
二、冷弯薄壁型钢的表面处理方法	418

三、表面处理钢板	422
第三节 防腐涂料	423
一、选择防腐涂料的注意事项	423
二、防腐涂料的组成、性能及底、面漆 配套	424
三、涂料的施工	432
四、防腐涂层的验收	432
第四节 防腐涂层的维护	433

第三篇 冷弯薄壁型钢结构(构件) 设计计算图表

第一章 冷弯薄壁型钢的规格、尺寸及 截面特性	438
第一节 闭口截面	438
表3.1.1-1 方钢管	438
表3.1.1-2 矩形钢管	439
表3.1.1-3 焊接薄壁圆钢管	440
第二节 开口截面	441
表3.1.2-1 等边角钢	441
表3.1.2-2 卷边等边角钢	442
表3.1.2-3 槽钢	443
表3.1.2-4 卷边槽钢	444
表3.1.2-5 卷边Z形钢	445
第二章 紧固件的规格及尺寸	446
表3.2.0-1 A级、B级六角头螺栓的规格 及尺寸	446
表3.2.0-2 A级、B级I型六角螺母的 规格及尺寸	447
表3.2.0-3 A级平垫圈、A级平垫圈(倒 角型)的规格及尺寸	448
表3.2.0-4 C级六角头螺栓的规格及 尺寸	448
表3.2.0-5 C级I型六角螺母的规格 及尺寸	449
表3.2.0-6 C级平垫圈的规格及尺寸	450
表3.2.0-7 钢结构用高强度大六角头螺 栓的规格、尺寸及重量	450
表3.2.0-8 钢结构用高强度大六角螺母 的规格、尺寸及重量	451
表3.2.0-9 钢结构用高强度垫圈的规格、 尺寸及重量	452
表3.2.0-10 钢结构用扭剪型高强度螺	

栓的规格、尺寸及重量	452	公式	489
表3.2.0-11 钢结构用扭剪型高强度螺母的规格、尺寸及重量	453	表3.4.2-1 对称双铰变截面山形门式刚架	489
表3.2.0-12 钢结构用扭剪型高强度垫圈的规格、尺寸及重量	454	表3.4.2-2 对称无铰变截面山形门式刚架	491
第三章 冷弯薄壁型钢结构的计算系数	455	表3.4.2-3 I形截面一端加腋杆的形常数 α 、 β	496
第一节 轴心受压构件的稳定系数	455	表3.4.2-4 集中力作用下I形截面一端加腋杆的载常数 R^P	497
表3.3.1-1 Q235钢轴心受压构件的稳定系数 ϕ	455	表3.4.2-5 均布荷载作用下I形截面一端加腋杆的载常数 R^W	502
表3.3.1-2 16Mn钢轴心受压构件的稳定系数 ϕ	456	表3.4.2-6 集中力矩作用下I形截面一端加腋杆的载常数 R^M	503
表3.3.1-3 Q235钢热轧圆钢轴心受压构件的稳定系数 ϕ	456	表3.4.2-7 双臂格构式截面一端加腋杆的形常数 α 、 β	504
表3.3.1-4 16Mn钢热轧圆钢轴心受压构件的稳定系数 ϕ	457	表3.4.2-8 集中力作用下双臂格构式截面一端加腋杆的载常数 R^P	505
第二节 轴心受压构件弯扭失稳长细比换算系数	458	表3.4.2-9 均布荷载作用下双臂格构式截面一端加腋杆的载常数 R^W	509
表3.3.2-1 等肢卷边角钢轴心受压构件弯扭失稳的长细比换算系数	458	表3.4.2-10 集中力矩作用下双臂格构式截面一端加腋杆的载常数 R^M	510
表3.3.2-2 槽钢轴心受压构件弯扭失稳长细比换算系数	459	第三节 带中间铰接柱的等截面山形门式刚架静力计算公式	512
表3.3.2-3 内卷边槽钢轴心受压构件的弯扭失稳长细比换算系数	460	表3.4.3-1 带两个中间铰接柱的等截面山形门式刚架静力计算公式	512
表3.3.2-4 帽形钢轴心受压构件的弯扭失稳长细比换算系数	461	表3.4.3-2 带中间铰接柱的等截面双跨山形门式刚架静力计算公式	514
第三节 受弯构件的整体稳定系数	462	第五章 冷弯薄壁型钢结构构件和连接的承载力	516
表3.3.3-1 Q235钢受弯构件的整体稳定系数 ϕ_b	462	第一节 轴心受压构件的承载力	516
表3.3.3-2 16Mn钢受弯构件的整体稳定系数 ϕ_b	470	表3.5.1-1 Q235钢轴心受压构件的承载力设计值	517
第四节 考虑冷弯效应的钢材强度设计值	481	表3.5.1-2 16Mn钢轴心受压构件的承载力设计值	527
表3.3.4-0 考虑冷弯效应的钢材强度设计值 f'	482	第二节 简支梁的整体稳定承载力矩	540
第四章 山形门式刚架的静力计算	486	表3.5.2-1 均布荷载作用下Q235钢简支梁的整体稳定承载力	
第一节 单跨等截面刚架静力计算公式	486		
表3.4.1-1 柱脚铰接等截面山形门式刚架	486		
表3.4.1-2 柱脚刚接等截面山形门式刚架	487		
第二节 单跨变截面刚架的静力计算			

矩设计值	541
表3.5.2-2 跨中作用一集中力的Q235 钢筒支梁整体稳定承载力 矩设计值	543
表3.5.2-3 均布荷载作用下16Mn钢 筒支梁的整体稳定承载力 矩设计值	545
表3.5.2-4 跨中作用一集中力的16Mn 钢筒支梁的整体稳定承载 力矩设计值	547
第三节 单位长度焊缝的承载力	548
表3.5.3-1 每1mm长直角焊缝的 承载力设计值	548
表3.5.3-2 每1mm长对接焊缝的承 载力设计值	548
第四节 螺栓连接的承载力	549
表3.5.4-1 一个Q235钢C级螺栓的承 载力设计值	549
表3.5.4-2 一个摩擦型高强度螺栓的 抗剪承载力设计值 N_v^b	549
表3.5.4-3 一个摩擦型高强度螺栓的 抗拉承载力设计值 N_t^b	550
第五节 异型铆钉连接的承载力	550
表3.5.5-1 K型抽芯铆钉规格、尺寸 及单件的承载力设计值	550
表3.5.5-2 F型抽芯铆钉规格、尺寸 及单件的承载力设计值	552
表3.5.5-3 击芯铆钉规格、尺寸及单 件的承载力设计值	553
表3.5.5-4 铆螺母的规格、尺寸及单 件的承载力设计值	553
表3.5.5-5 环槽铆钉规格、尺寸及单 件的承载力设计值	554

附 录

附录一 有关的标准及代号	558
一、材料标准及代号	558
二、型材、钢带、钢板的标准及代号	558

三、紧固件的标准及代号	558
附录二 材料性能	559
附表2.1 钢材的化学成分和力学性能	559
附表2.2 部分优质碳素结构钢、合金结 构钢的化学成分和力学性能	560
附表2.3 碳钢焊条熔敷金属的化学成分 和力学性能	561
附表2.4 低合金钢焊条熔敷金属的化学 成分和力学性能	562
附表2.5 碳钢焊条的药皮类型和焊接电源	563
附表2.6 低合金钢焊条的药皮类型和焊 接电源	564
附表2.7 焊接用钢丝的化学成分	564
附表2.8 焊剂参考成分及用途	565
附表2.9 高强度螺栓、螺母、垫圈的性 能等级和力学性能	567
附录三 截面特性近似计算公式	567
一、线元特性计算公式	567
二、线元直角相交的截面特性近似计算公式	570
三、计及圆折角影响的线元截面特性近 似计算公式	573
附录四 国内冷弯型钢生产厂商及主 要产品规格一览	579
一、国内主要冷弯型钢生产厂商	579
附表4.1-1 主要冷弯型钢生产厂一览表	579
附表4.1-2 主要冷弯型钢生产厂通讯录	581
二、主要产品规格、尺寸	582
附表4.2-1 等边角钢	582
附表4.2-2 槽钢	584
附表4.2-3 卷边槽钢	586
附表4.2-4 Z形钢	588
附表4.2-5 卷边Z形钢	590
附表4.2-6 矩形管	592
附表4.2-7 方管	594
附表4.2-8 圆管	596
附录五 国内部分压型钢板生产厂商 简介	598

绪 论

冷弯型钢是一种高效经济型材，由热（冷）轧钢板或钢带在常温下冷加工成型。当前，冷弯型钢多采用辊式机组连续辊轧成型，小批量生产采用压力机模压成型，或由弯板机弯曲成型，某些形状特别复杂的冷弯型钢可由冷拔成型。近年来，随着科技、生产的发展，已采用高频电流局部加热型材弯曲部位的方法生产高强度厚壁型钢，用红外线预热的方法生产涂镀复层压型钢板。这类产品属热弯曲成型，可称为热弯型钢，但由于其产量及规格、品种均甚少，故现仍归入冷弯型钢范畴。

第一节 冷弯型钢发展简史

自1838年起，在俄、美、英等国先后采用压力机或冷拔机生产单件冷弯型钢，产品质量较差、产量低、品种少。1910年，美国首创辊式冷弯成型工艺，建设了第一套辊式冷弯成型机组，开始批量生产商品冷弯型钢，其后，英、德、法、捷等国相继建成了专业化生产的冷弯机组，使冷弯型钢的生产和应用发展到了一个新阶段。但是，当时由于薄板和钢带的生产不能满足冷弯型钢业的需要，加之用户对冷弯型钢的特点和效益认识不足，故冷弯型钢未能得到广泛应用，影响了冷弯型钢业的进一步发展。进入60年代之后，由于各国相继建设了大量宽带冷、热轧机，使钢材的品种结构有了较大的变化，薄板和钢带的产量不断增加，为冷弯型钢业提供了充足的原材料。此外，随着科技的进步和生产的发展，随着适用配套材料的涌现、有关标准规范的问世、实践经验的积累、其优越性的广为人知，而导致国民经济各部门需求量的日增，使各国日益重视这种高效经济型材的开发和利用，促进冷弯型钢的生产、应用和研究的迅猛发展，日趋成为一个重要的工业部门。

目前，各国冷弯型钢的年产量已突破1000万t，各主要工业国的冷弯型钢一般约占轧制钢材总量的2%~4%左右。1985年，美国冷弯型钢年产量约300万t，前苏联为180万t，日本约150万t。预计近年内，美、俄等国的冷弯型钢生产仍将有所增长。冷弯型钢产品的规格品种已逾11000种，坯料厚度约为0.1mm~32mm，幅宽为20mm~2000mm，除习用的槽钢、卷边槽钢、Z形钢、闭口方（矩形）管、圆管等外，还生产各种幅宽、不同波形的压型钢板、宽幅钢板桩和多种异形专用型钢。近年来，各类热处理强化冷弯型钢、刚性重型冷弯型钢、夹芯压型钢板和周期性截面型钢的生产有较大发展。70年代前，冷弯型钢产品主要采用碳素结构钢；其后，高强度低合金钢、合金钢乃至不锈钢等均有不同程度的应用并正继续得到推广。

我国冷弯型钢的生产和应用始于50年代后期，30余年来虽由于种种原因几经起落，但目前已具相当规模。仅冶金部门所属专业厂（院）已拥有辊式冷弯机组54套，年设计额定生产能力达87万t。此外，建筑、汽车制造、集装箱制造、交通运输等行业尚拥有一批自备机组。1992年，我国冷弯型钢年产量已达47万t。迄今，国内生产的冷弯型钢产品规格

逾600多个,主要有槽钢、卷边槽钢、Z形钢、角钢、闭口方(矩形)管、圆管、空腹龙骨钢、各种波形、幅宽的压型钢板和异形截面型钢等;坯料厚度约为0.5~8mm,宽度约为30mm~1066mm;坯料多为碳素结构钢和高强度低合金钢,常用的是Q235钢(原3号钢)和16Mn钢。近年来,国内兴建的有机涂层压型钢板生产线和大型冷弯型钢机组相继投产。预期90年代,我国冷弯型钢业将会登上一个新台阶。

第二节 冷弯型钢在建筑业中的应用概况

作为一种高效经济型材,冷弯型钢被广泛用于国民经济各个部门:农机制造业、交通运输业、汽车制造业、轻工业、电力工业、造船业及物流业。但是,自冷弯型钢问世起,建筑业就一直是冷弯型钢的大宗用户。以日本为例,在1980年,其冷弯型钢产品的70%以上是用于建筑业的,而机械制造业、交通运输业和造船业等方面的用量不足10%,欧、美等发达国家的情况亦大致如此。

在土木建筑方面,冷弯型钢被广泛用作檩条、屋架、桁架、刚架、网架、墙架、龙骨、平台、楼梯、屋面板、楼板、墙板、门窗、栏杆乃至容器、管道、围堰、桥墩、钢板桩、防波堤等。此外,发展了由冷弯型钢组合而成的应力蒙皮结构、网壳、穹窿、货架等多种新型结构型式;研制了全部由冷弯型钢制作的单层和多层房屋。

据有关资料介绍:在日本,冷弯型钢和H型钢业已成为建筑业的主材;加拿大用于建筑业的冷弯型钢量已超过普通热轧型钢;瑞典的金属压型板已在工业建筑中占屋面用材的90%和墙面用材的70%以上,年耗量达 $3\text{m}^2/\text{人}$!我国已在200余万 m^2 的工业与民用建筑中采用了各种类型的冷弯型钢结构,除用作一般的建筑结构构件外,还研制并建造了全部用冷弯型钢制作的高亭、农用温室、薄壁筒仓、多层房屋及各类货架结构等;还开始组织冷弯型钢结构的商品化、系列化、专门化的生产。

建筑业中采用的冷弯型钢壁厚一般不大于6mm,通常称为冷弯薄壁型钢,相应的结构称作冷弯薄壁型钢结构。

第三节 冷弯型钢结构的特点

冷弯型钢系在常温下加工成型。这种成型方式有很大的灵活性,能根据需要生产出材料分布最优的合理截面形状。因此,冷弯型钢的问世及应用,开拓了主要借助优化截面形状而不是单纯依赖增加材料用量及改善材性来提高材料利用率的新途径。这对于节约能源和资源具有十分重要的意义,特别是对于象我国这样一个发展中的国家来说,能源和原材料的供需矛盾在今后相当长的一个时期内都将显得十分突出,重视冷弯型钢这种高效经济型材的开发和推广、应用尤为重要。

统计资料表明,同样面积的冷弯型钢和热轧型钢相比,回转半径可增大50%以上,惯性矩和面积矩约可增大50%~180%,故若以同样质量制成的冷弯型钢结构构件和热轧型钢结构构件相比,前者承载能力较高,整体刚度较大,受力性能较好,可以节约材料、减轻结构重量,制作、施工、运输、安装均较方便,宜于组织工业化、商品化生产,有利于改善劳动条件,缩短建设周期,取得较好的经济效益。例如,用冷弯型钢制作车厢,较采用热

轧型钢约可节约钢材35%左右；用于制作汽车大梁约可节约钢材25~30%，减少费用25~42%；用于农机制造、交通运输业，约可节约钢材15~60%，降低费用12~28%；用于建筑业约可节约钢材30~60%左右，表0.3-1~表0.3-6中所列仅为数例。

屋面体系材料用量比较表(kg/m²)

表 0.3-1

类别	跨度 (m)	12	15	18
	冷弯薄壁型钢屋架体系		10.95	11.68
钢筋混凝土组合屋架体系		69.17	99.60	95.00

注：表中所列屋面体系质量仅包括屋架、檩条、天窗及支撑等的质量。

单个构件质量比较表(一)(kg/榀)

表 0.3-2

构件类别	跨度 (m)	12	15	18	附注
	冷弯薄壁型钢屋架(无天窗)		262	418	597
钢筋混凝土组合屋架(无天窗)		1700	3100	3700	$q_k = 0.87 \text{ kN/m}^2$

单个构件质量比较表(二)(kg/榀)

表 0.3-3

构件类别	跨度 (m)	21	24	30	附注
	冷弯薄壁型钢屋架(无天窗)		627	874	1500
普通钢屋架(无天窗)		1619	2150	4600	

厂房体系造价及施工周期比较表

表 0.3-4

厂房类别	相对造价 (不包括运费)	施工周期 (月)	附注
冷弯薄壁型钢结构 棉纺厂厂房(1万锭)	100%	9	施工人数：熟练工人49人，非熟练工人412人
钢筋混凝土锯齿形 棉纺厂厂房(1万锭)	130%	15	熟练工人180人，非熟练工人610人

屋盖体系用钢量比较表(kg/m²)

表 0.3-5

类别	跨度 (m)	12	15	18	附注
	冷弯薄壁型钢屋架体系		10.96	11.68	11.89
钢筋混凝土组合屋架体系		12.84	12.24	11.62	

单个构件用钢量及造价比较表

表 0.3-6

类别	21		24		30		附注
	用钢量 (kg/m ²)	造 价 (元/m ²)	用钢量 (kg/m ²)	造 价 (元/m ²)	用钢量 (kg/m ²)	造 价 (元/m ²)	
冷弯薄壁型钢屋架	5.00	12.50	6.07	15.18	8.30	20.75	屋架间距按6m计, 造价按2500元/吨计
普钢屋架	12.80	25.60	14.90	29.80	25.50	51.00	造价按2000元/吨计

由各表中所列可见, 冷弯薄壁型钢结构的经济效益是相当可观的。

第 一 篇

冷弯薄壁型钢结构设计原理

第一章 总 则

1.1.0-1 本手册适用于工业与民用房屋和一般构筑物的冷弯薄壁型钢结构的设计与施工。

1.1.0-2 本手册不适用于受有强烈侵蚀作用的冷弯薄壁型钢结构。

1.1.0-3 本手册未考虑直接承受动力荷载的冷弯薄壁型钢承重结构的特殊要求。

1.1.0-4 设计在地震区的、有防火要求的或其他特殊情况下的冷弯薄壁型钢结构时，除参照本手册外，尚应符合现行有关国家标准规范或规定的要求。

1.1.0-5 冷弯薄壁型钢结构的设计必须贯彻国家的技术经济政策，从我国的实际情况出发，合理选择材料、结构方案和构造措施，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。

1.1.0-6 冷弯薄壁型钢结构必须满足下列功能要求：

1. 能承受在正常施工和正常使用条件下可能出现的各种作用；
2. 在正常使用时具有良好的工作性能；
3. 在正常维护情况下具有足够的耐久性；
4. 在意外（偶然）事件发生时及发生后，仍能保持必需的整体稳定性。

1.1.0-7 冷弯薄壁型钢结构构件应尽量采用标准设计或定型设计。

1.1.0-8 设计冷弯薄壁型钢结构构件时，一般不得因考虑锈蚀影响而加大型材截面或厚度。

1.1.0-9 设计冷弯薄壁型钢结构构件时，应优先采用相应国家产品标准中比较经济的型材；确有必要时，可根据需要另行设计专用型钢或采用由型钢及板材制作的组合截面。

1.1.0-10 冷弯薄壁型钢结构构件的钢种、钢号，应根据其设定条件（受力情况、周围环境、施工条件和使用要求等）确定。在技术经济合理并有严格管理的情况下，可在同一构件中采用两种不同钢号的钢材。

1.1.0-11 冷弯薄壁型钢结构构件的构造设计应和构件的计算图形相符。

1.1.0-12 设计冷弯薄壁型钢结构构件时，应根据材料供应情况和施工条件，力求使其具有连续生产、组合安装的可能性，以减少制作、安装的工作量。

冷弯薄壁型钢结构的安装连接应采用传力可靠、制作方便、易于固定和调整的型式。

1.1.0-13 冷弯薄壁型钢结构构件的最大外形尺寸应满足铁路或公路极限运输尺寸的要求，通常，运输部件的长度不得大于12m，每个运输单元均应满足单个构件安装和运输过程中的强度、稳定性和刚度要求。

1.1.0-14 冷弯薄壁型钢结构构件的重量应满足起重及运输能力的要求，构件不宜过重，以方便制作、安装、翻转和搬移。

第二章 材 料

第一节 结 构 钢 材

一、结构钢材的分类和性能

1.2.1-1 用于冷弯薄壁型钢结构的钢材多为碳素结构钢和低合金结构钢，其质量标准应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB700—88)和《低合金结构钢》(GB1591—88)的规定。

1.2.1-2 在现行国家标准《碳素结构钢》(GB700—88)中，碳素结构钢按下列方法分类：

1.按屈服点值分为5个牌号：Q195，Q215，Q235，Q255，Q275。各牌号首位字母“Q”后的数值即为其相应屈服点限值（单位为 N/mm^2 ）。

2.按化学成分和力学性能分为若干个质量等级，分别以A、B、C、D表示，其中D级技术要求最高，A级最低。

A级钢：按力学性能和化学成分供应，其基本保证条件是：屈服点、抗拉强度、伸长率合格；碳、锰、硅、硫、磷的含量合格，残余元素如铬、镍、铜、砷以及氧气转炉钢的氮含量合格；当其力学性能符合规定时，碳、锰含量可不作为交货条件；需要时，可附加冷弯试验合格的要求；此时，抗拉强度上限可不作为交货条件。

B、C、D级钢：按力学性能和化学成分供应，其基本保证条件是：屈服点、抗拉强度、伸长率、夏比（V形缺口）冲击试验、冷弯试验及碳、锰、硅、硫、磷的含量合格，残余元素含量合格。B、C、D级夏比冲击试验温度分别为 $20^{\circ}C$ 、 $0^{\circ}C$ 和 $-20^{\circ}C$ 。此外，D级钢中应有足够的形成细晶粒结构的元素，例如，钢中酸溶铝含量不小于0.015%，或全铝含量不小于0.020%。

3.按冶炼方法：钢由氧气转炉、平炉或电炉冶炼。通常，目前因对这三种方法冶炼的钢的质量要求是相同的，在质量证明书中一般不注明冶炼方法。除非需方有特殊要求，并在订（供）货合同中注明，否则，冶炼方法由供方自行决定。

4.按脱氧程度分为沸腾钢、半镇静钢、镇静钢和特殊镇静钢。

1.2.1-3 碳素结构钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号和脱氧方法符号等4个部分依序组成。其代用符号如表1.2.1-1所示。

在牌号表示方法中，符号“Z”与“TZ”常予省略。

例示：牌号Q235-A·F表示屈服点为 $235N/mm^2$ 的A级沸腾钢；

屈服点为 $215N/mm^2$ 的B级镇静钢的牌号可写作Q215—B。

1.2.1-4 建筑结构用冷弯型钢一般采用Q215和Q235钢，现行国家标准《碳素结构