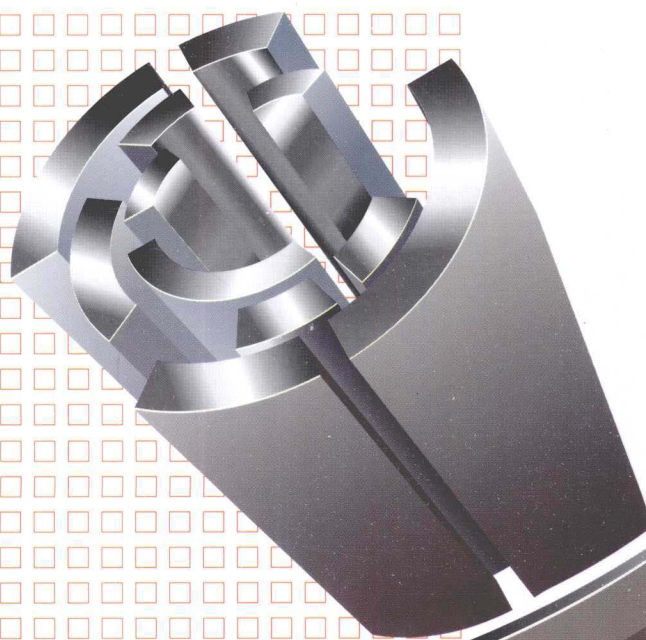


李登超 编

冷弯型钢



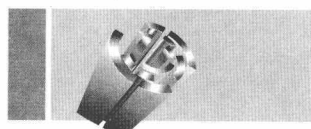
焊管生产技术



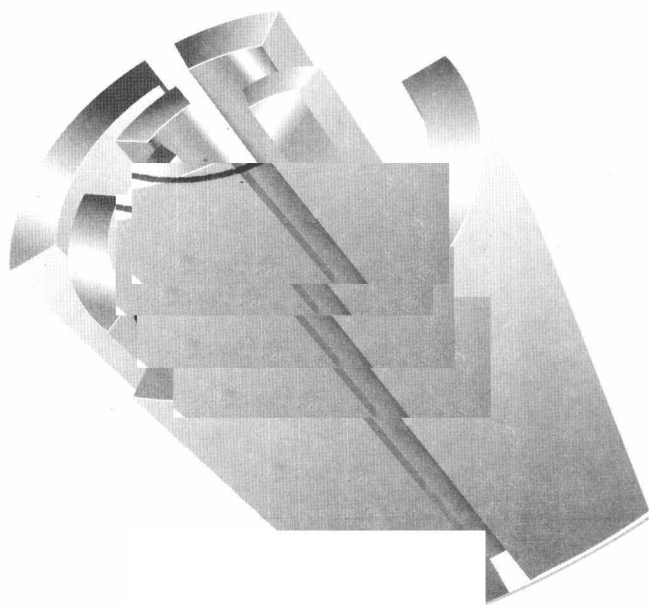
化学工业出版社

李登超 编

冷弯型钢



焊管生产技术



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

冷弯型钢及焊管生产技术/李登超编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 1
ISBN 978-7-122-10226-3

I. 冷… II. 李… III. ①型材冷弯轧制②金属管-焊接 IV. ①TG335.4②TG457.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 260630 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 余纪军
装帧设计: 韩 飞

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 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 字数 400 千字 2011 年 4 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

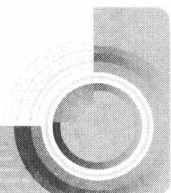
网 址: <http://www.cip.com.cn>

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: 49.00 元

版权所有 违者必究

前 言



冷弯型钢具有表面光洁,自重轻,尺寸精度高,可以根据用户需求设计各种截面形状,依靠优化截面形状来提高产品性能等优点。它作为一种高效节能的新型材料,正逐步被国民经济各行业所认可,其应用已经深入到社会生活的方方面面,特别是在公路护栏板、钢结构、汽车、集装箱、钢模板和脚手架、铁道车辆、船舶、桥梁、钢板桩、机械制造、输电铁塔等十几大类行业得到了广泛应用。随着国家鼓励用钢政策的深入实施以及钢结构建筑等行业的发展,我国冷弯行业必将得到更好更快的发展。

目前,我国生产的焊管主要包括高频直缝电阻焊管(ERW、HFW)、螺旋埋弧焊管(SSAW)、直缝埋弧焊管(LSAW)三大类型。直缝电阻焊管直径从4mm到660mm,壁厚从0.26mm到24mm,最高钢级可达X80、N80;螺旋埋弧焊管直径从168mm到3000mm,最高钢级X80,最大壁厚18.4mm,B类钢级最大壁厚25.4mm;直缝埋弧焊管直径从406mm到1800mm,最大壁厚32mm,钢级可达X120;方矩形管边长从15mm到500mm,最大壁厚可达20mm,最高钢级达到Q34。焊管用于输水、输气、输油、供热、地质、冶金、煤炭、化工、航空航天、汽车、船舶、电站、交通、建筑、机械、仪器仪表、家用器具等各个行业和领域,对国民经济建设的作用巨大。据不完全统计,我国是世界上焊管机组数量最多而且发展最快的国家。20世纪70年代末为200多套,80年代为400多套,90年代初约1500套,90年代中期约1600套。

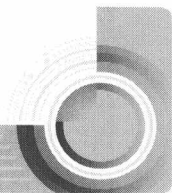
从冷弯成型原理上讲,焊管是闭口冷弯型钢之一,国内不少高频直缝焊管机组也可以生产冷弯型钢,故本书内容包括冷弯型钢和焊管生产两部分。冷弯型钢和焊管是钢材深加工产品,本书主要介绍目前我国冷弯型钢和焊管的生产工艺和设备,尤其是介绍先进企业高等级焊管生产线的新工艺和新设备。本书可供冷弯型钢及焊管生产领域的工程技术人员阅读,也可作为职业院校材料成型及控制、材料工程技术、金属压力加工等专业教学和相关专业(工种)生产一线人员培训用教材。

本书在编写过程中引用了众多专家的文献资料,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中不当之处难免,请读者批评指正。

编者

目 录



第 1 章 冷弯型钢概述	1
1.1 冷弯型钢的定义	1
1.2 冷弯型钢的分类	1
1.3 制造冷弯型钢的材料	2
1.4 冷弯型钢的特点	3
1.5 目前国内外冷弯型钢生产发展现状	4
1.6 我国冷弯型钢国家标准介绍	5
1.6.1 GB/T 6725—2008 冷弯型钢	5
1.6.2 GB/T 6728—2000 结构用冷弯空心型钢	6
1.6.3 GB/T 6723—2008 通用冷弯开口型钢、尺寸、外形、重量及允许偏差的 品种标准	6
第 2 章 辊式冷弯成型理论和工艺	8
2.1 辊式冷弯成型的定义	8
2.2 辊式冷弯成型工艺的特点	10
2.3 辊式冷弯成型时金属的应力应变	11
2.3.1 槽型材成型过程及边缘延伸现象	11
2.3.2 槽型材成型时应力和应变	14
2.4 最小弯曲半径	15
2.5 临界弯曲角的确定	17
2.6 成型功、成型力和成型力矩	18
2.7 变形区长度	19
2.8 成型机架间距和数量	19
2.9 成型辊轴径和底径	20
2.10 成型底线	20
2.11 成型速度	20
2.12 辊型设计	21
2.13 孔型设计	22
2.13.1 孔型设计的一般概念及方法	22

2.13.2	带坯宽度	22
2.13.3	成型道次	23
2.13.4	型材断面对水平辊中心线位置、基轴与基准线段的选取	24
2.13.5	辊花图设计	25
2.13.6	孔型构成和辊型参数设计	27
2.14	配辊	30
2.15	冷弯成型辊材料和工艺润滑	32
2.15.1	成型辊材料	32
2.15.2	冷弯成型的工艺润滑	32

第3章 冷弯型钢机组及其设备 34

3.1	冷弯型钢机组的分类	34
3.1.1	按带钢准备工艺分类	34
3.1.2	按机组的产品品种分类	35
3.1.3	按机组的坯料尺寸及产品规格分类	35
3.2	冷弯型钢机组的命名方式	36
3.3	带钢准备段的组成及主要设备	36
3.3.1	开卷机	36
3.3.2	矫平机	37
3.3.3	剪切对焊机	38
3.3.4	活套装置(贮料器)	43
3.4	成型机	47
3.4.1	成型机架	47
3.4.2	立辊机架	50
3.4.3	型钢矫直机	51
3.4.4	成型机的传动系统	51
3.4.5	成型机组设备装配及精度	53
3.5	定尺切断设备	54
3.5.1	定尺切断设备的基本功能	54
3.5.2	定尺切断设备的组成	55
3.5.3	定尺切断设备分类	55
3.5.4	飞剪机的剪切型式	56
3.5.5	XFJ508 数控旋铣飞锯机	59
3.6	收集和打捆设备	61
3.6.1	型钢输出装置	62
3.6.2	型钢收集装置	62
3.6.3	打捆机	63
3.7	组合加工技术与设备	63
3.7.1	组合加工的种类	63

3.7.2	组合加工中塑性加工设备	64
3.7.3	包合材加工	65
3.7.4	型材在线表面处理	65
3.8	冷弯型钢生产线实例——高速公路护栏板在线冲孔连续成型生产线	67
3.8.1	单张冷弯成型生产线	67
3.8.2	连续冷弯成型生产线	67
3.8.3	机组的主要技术参数	68
3.8.4	机组主要设备选型和结构特点	68
3.8.5	在线冲孔成型工艺的几个关键控制因素	69

第4章 冷弯型钢产品缺陷及成型辊调整方法 71

4.1	纵向弯曲和扭曲	71
4.1.1	纵向弯曲试验	71
4.1.2	纵向弯曲和扭曲的发生	72
4.1.3	纵向弯曲和扭曲的消除	73
4.2	侧弯(镰刀弯)	75
4.2.1	对称断面型钢的侧弯	75
4.2.2	侧弯的发生	76
4.2.3	侧弯的消除	76
4.3	扭曲	77
4.3.1	断面的非对称率和扭曲	78
4.3.2	扭曲的发生和消除	78
4.3.3	扭曲的消除	78
4.4	扭曲、侧弯、弯曲的复合缺陷	79
4.5	袋形波	80
4.5.1	袋形波与轧辊孔形配置表	80
4.5.2	袋形波的产生	82
4.5.3	袋形波的消除	83
4.6	边浪	84
4.6.1	宽幅断面型钢边浪试验	85
4.6.2	边浪的产生	85
4.6.3	边浪的产生界限	86
4.6.4	边浪的消除	87
4.7	角部皱褶(鲑骨波纹效应)	88
4.8	边角裂纹和撕裂	89
4.9	切断端口变形	89
4.9.1	切断端口变形的产生	89
4.9.2	切断端口变形的去除	90
4.9.3	消除切断端口变形的过弯轧辊角度	90

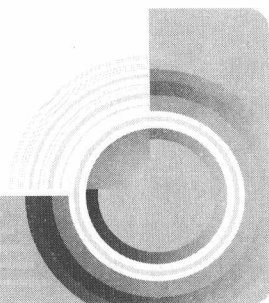
4.10	波纹板的非均匀回弹变形	91
第5章 高频直缝电阻焊管生产技术		
5.1	高频直缝连续电焊管生产工艺流程	93
5.1.1	产品范围	93
5.1.2	工艺流程	93
5.2	辊式成型技术	97
5.2.1	辊式成型机	98
5.2.2	管坯变形过程	100
5.2.3	成型定径后材料力学性能的变化	102
5.2.4	轧辊孔型设计方法	103
5.2.5	成型机的调整	106
5.2.6	成型管筒常见的缺陷及产生原因	108
5.3	排辊成型	110
5.3.1	轧辊的公用化技术	110
5.3.2	排辊成型的定义及原理	111
5.3.3	排辊式成型主要生产工艺布置和设备组成	112
5.3.4	排辊成型机的换辊与调整	116
5.3.5	排辊调整理论和方法	117
5.3.6	排辊成型的主要技术特点	118
5.3.7	排辊成型技术存在的问题	119
5.4	FFX 成型	120
5.4.1	概述	120
5.4.2	FF 轧机的自动控制系统	123
5.4.3	FFX 成型技术的先进性和主要特点	123
5.5	直缝焊管毛刺清除	124
5.5.1	外毛刺清除	124
5.5.2	内毛刺清除	124
5.6	焊缝热处理技术	129
5.6.1	概述	129
5.6.2	在线高频焊管焊缝热处理装备	131
5.7	宝钢高频直缝电阻焊管生产线	133
5.7.1	产品品种与产量	133
5.7.2	已经生产的产品规格、钢级和标准	134
5.7.3	生产工艺流程	135
5.7.4	焊管线自动控制系统	137
第6章 螺旋埋弧焊管生产技术		
6.1	概述	141

6.1.1	螺旋焊管的生产特点	141
6.1.2	螺旋埋弧焊管机组分类	142
6.2	螺旋埋弧焊管生产工艺流程	145
6.2.1	主要工序设备	146
6.2.2	用预精焊法生产螺旋埋弧焊管	149
6.3	螺旋焊管成型原理和基本几何关系	152
6.3.1	螺旋焊管成型原理	152
6.3.2	基本几何关系	153
6.4	螺旋焊管成型工艺	155
6.4.1	成型辊	155
6.4.2	成型器的分类	157
6.5	成型机的调型	160
6.5.1	三辊弯板机工作辊的布置与调整	160
6.5.2	成型机的调型	161
6.6	残余弹复量控制技术	162
6.6.1	管坯环的残余弹复表现型式	163
6.6.2	螺旋焊管的弹复特性与其成型定径方式的关系	163
6.6.3	管坯环不同残余弹复表现的原因分析	167
6.7	螺旋埋弧焊管常见工艺缺陷产生原因及预防措施	167
6.7.1	铣边缺陷对螺旋埋弧焊管质量的影响及应对措施	167
6.7.2	热轧钢带月形弯(或镰刀弯)对螺缝焊管生产的影响及控制	171
6.7.3	常见成型工艺缺陷及产生的主要原因	174
第7章 直缝埋弧焊管生产技术		178
7.1	UOE直缝埋弧焊管生产	178
7.1.1	UOE直缝埋弧焊管生产线三大主成型工艺	178
7.1.2	UOE直缝埋弧焊管生产线三大主成型设备	180
7.1.3	宝钢UOE机组的装备水平与工艺技术	183
7.2	JCOE直缝埋弧焊管生产	188
7.2.1	巨龙钢管公司JCOE直缝埋弧焊钢管生产线	188
7.2.2	旋弯式JCOE直缝埋弧焊管生产	193
7.3	气体保护焊(MAG)——预焊	195
7.3.1	预焊工艺	195
7.3.2	预焊设备	197
7.3.3	预焊常见问题及处理措施	198
第8章 钢管的高频焊和埋弧焊		200
8.1	高频焊接	201
8.1.1	高频焊原理	202

8.1.2	高频焊管设备	207
8.1.3	高频感应焊管工艺及参数的选择	215
8.1.4	其他材料的高频感应焊接	219
8.1.5	高频焊接质量	221
8.2	埋弧焊	224
8.2.1	埋弧焊过程原理及其特点	224
8.2.2	埋弧焊工艺方法及其分类	225
8.2.3	螺旋焊接钢管的埋弧焊接工艺参数和焊接技术	228
8.2.4	直缝焊接钢管的埋弧焊接工艺	235
8.2.5	埋弧焊接钢管用的焊剂	238
8.2.6	埋弧焊接钢管的主要焊接缺陷及其预防措施	239

参考文献	—————	247
-------------	-------	-----

第1章 冷弯型钢概述



1.1 冷弯型钢的定义

冷弯型钢是众多钢材品种中的一种。一定宽度的钢带，在常温条件下经过一组纵向排列的轧辊，逐步变形，达到符合使用要求的形状尺寸，再经确定尺寸剪切成相应长度，这种产品就是冷弯型钢。当然，还可以来用冲压、折弯或拉拔等变形方法得到冷弯型钢。但是辊弯成型方法适合于大批量的工业化生产，其产品质量、加工成本、生产效率是其他方法不可比的，是当前冷弯型钢的主要生产工艺。如果在机组中配有焊接设备（如高频焊、氩弧焊等）还可生产闭口断面的冷弯型钢。

冷弯型钢与焊接钢管的区别主要是：焊接钢管主要是用于输送流体，如煤气、自来水、石油、液化气、蒸汽等，要求钢管承受一定的压力。而冷弯型钢是用于制造结构，在承受外力下对型钢的截面、形状、尺寸和力学性能有一定的要求。

1.2 冷弯型钢的分类

(1) 冷弯型钢按尺寸规格分类 以产品厚度和展开宽度分为大型、中型、小型、宽幅4种。

- ① 大型冷弯型钢：产品厚度为6~16mm，产品展开宽度600~2000mm。
- ② 中型冷弯型钢：产品厚度为3~6mm，产品展开宽度200~600mm。
- ③ 小型冷弯型钢：产品厚度为0.5~3mm，产品展开宽度30~200mm。
- ④ 宽幅冷弯型钢：产品厚度为0.5~4mm，产品展开宽度700~1600mm。

(2) 冷弯型钢按形状分类 可分为开口和闭口两类。

① 通用开口冷弯型钢有等边与不等边角钢；内卷边与外卷边角钢；等边与不等边槽钢；内卷边或外卷边槽钢；Z形钢；卷边Z形钢；专用异形开口型钢等。

② 闭口冷弯型钢是经过焊接的闭口形断面的冷弯型钢，按形状有圆形、方形、矩形和异形。

(3) 冷弯型钢按用途分类 各行业对冷弯型钢有不同的要求，冷弯型钢的生产厂可满足各行业不同的要求，生产各种专用的冷弯型钢。主要可列出下列各项。



① 汽车制造用冷弯型钢：小型客车，多数用异形开口型钢，如车窗、雨水槽、座椅机滑轮。大客车多数用闭口的矩形钢和异形钢，货运汽车多数用开口冷弯型钢；专用车辆如消防车、工程车多数用矩形和异形冷弯型钢等。

② 铁路车辆：客车和货运车辆多数用专用异形冷弯型钢，比如，冷弯中梁取代热轧中梁。长期以来，敞车、篷车和罐车底盘所采用的中梁均为热轧乙字钢拼焊结构，它采用两根高 310 的热轧乙字钢拼焊而成，由于中梁采用热轧型钢拼焊结构，它存在重量大、焊接质量要求高（需无损检测）、工序繁多、综合成本高的缺点。所以，铁道部门希望能够开发出一种整体成型、重量轻、强度高、刚度好的高效冷弯型钢代替热轧乙字钢。武钢开发的冷弯中梁采用热轧卷板为原料，通过连续辊式成型所得到整体式中梁。又比如齐车集团在 1985 年开发了端墙横带和帽型钢侧柱用冷弯型钢，在 1993 年开发了尖角矩形管上侧梁用冷弯型钢，材质为耐候钢 09CuPTiRE-A，屈服强度为 295MPa。冷弯型钢在我国铁路货车上的应用才刚刚起步，从铁路业发达的国外的货车发展方向来看，冷弯型钢在我国货车上的应用会越来越多。

③ 电梯：升降梯用空心导轨，自动电梯用结构架和其他异形构件用冷弯型钢。

④ 货架：小型超市货架和大型仓储式超市货架用冷弯型钢。

⑤ 输电铁塔：着重研究用冷弯型钢代替传统的热轧角钢，提高铁塔综合性能，降低成本。在高压长距输电铁塔中，高强耐腐结构钢管已在各地试用。通讯铁塔采用冷弯型钢制造的三角形铁塔结构也正在抓紧研制中。

⑥ 工程机械：起重机升降臂、支撑臂、塔式吊车构架用冷弯型钢。

⑦ 电气设备制造行业：电气箱柜、电缆桥架用冷弯型钢。

⑧ 农业机械：拖拉机、犁、耙及收割机用冷弯型钢，农用车梁用冷弯型钢。

⑨ 建筑行业：钢结构（梁、柱）、维护结构、屋面、墙面、门窗、装潢用冷弯型钢。

⑩ 家具：凳、椅、橱、床等为专用冷弯型钢。

凡是使用钢材的地方均可用到冷弯型钢，这里不能全部列出。

1.3 制造冷弯型钢的材料

冷弯型钢是以碳钢为主，还有耐候钢，低合金高强度钢，不锈钢。现主要介绍碳钢制造的冷弯型钢。

通常用于制造冷弯型钢的碳钢为 Q235A-B。该钢号是 1988 年修订国家标准以后修改的钢号，与国际标准接轨。Q 代表钢的屈服强度，235 代表屈服强度值，A-B 代表等级；A 级是最基本的也是最低要求；B、C、D 级逐步提高要求；同组钢号还有 Q195、Q215。该组钢号与日本钢号 SS400、德国钢号 ST37-2 相近，属同一等级的钢种，如无特殊要求可相互通用。

低合金高强度结构钢也可用于制造冷弯型钢，其代表钢号为 Q345A-B，其屈服强度不低于 345N/mm^2 (MPa) 相当于钢号 16Mn，现标准号为 GB/T 1591—1994，与日本钢号 SM490A、德国钢号 ST52-3 属同一等级钢号，化学成分和力学性能的指标相近，如无特殊要求可通用。但国内某些钢厂生产的 16Mn 由于冶炼工艺上的不足，裂纹倾向性较大，冷弯时角部易产生裂纹。

高耐候钢也可用于制造冷弯型钢。现行标准的代号为 GB/T 4171—84，该钢种含有少



量铜和磷，具有良好的耐大气腐蚀能力。为了改善加工性能及耐候性能加入少量的稀土铈、钒、钛、铌等微量元素。目前已大量用于制造铁路客货车辆、海运集装箱等产品。该标准中的 09CuPCrNi-A、09CuPCrNi-B 是钢中除有少量铜磷外，另加入少量镍、铬元素；耐大气腐蚀能力大为提高，而且力学性能和冷加工的性能也大为改善。

耐海水腐蚀钢，可用于制造海上石油平台的上层结构。宝钢研制的钢号为 Marilog G41A 和 S50A，可以制造冷弯型钢。

耐火钢应用始于 2001 年以后，“9·11”事件以后钢结构的耐火性能提到日程上，各大钢厂纷纷研制耐火钢。冷弯型钢也要采用耐火钢。武钢已研制成功耐火钢，其牌号 WGJ510C2，在火灾发生时可保持强度一定时间，为营救受灾人员争取宝贵时间。钢结构建筑上应用耐火耐候性能的冷弯型钢是比较好的选择。

1.4 冷弯型钢的特点

冷弯型钢是一种可以多变形的高效经济钢材，最主要的优点是节省材料，据国外资料冷弯型钢与热轧型钢相比可节约材料 30%~50%。

① 冷弯型钢由于生产工艺方法与热轧型钢不同，可制造更薄更宽的型钢，从截面特性上看钢材用在更需要的地方。如：一个 20 号轻钢槽钢腹板厚 5.2mm，翼缘厚 9mm，而冷弯槽钢可生产 3mm 厚度的冷弯槽钢，还可减薄到 2mm 以下，所以冷弯型钢可生产更薄的型钢。

同样 20 号轻型槽钢其翼缘宽 76~80mm，而冷弯槽钢可大于 80mm，可达到或超过 200mm，所以冷弯型钢可生产更宽的型钢。冷弯型钢可增加内外卷边，热轧型钢是不可生产内卷边的。卷边起到稳定截面，增加抗弯和抗扭能力的作用。圆、方、矩形等中空截面的型钢，热轧更难以生产，冷弯则可生产，冷弯型钢还可以满足结构上的要求轧制出异形截面，如卷帘门型钢、空腹钢窗型钢、彩板轧成的钢窗型钢、L 形檩条型钢、钢门框和钢门等。

② 冷弯型钢是冷成型，钢材在冷加工变形过程中提高钢屈服强度。经测试在矩形管中一般可提高 10%~15%，有的可提高 20%，在结构设计中应充分利用，在建筑领域中利用冷加工提高屈服强度的实例还很多，如檩条经张拉后使用，不但长度增加应力也增加，冷拔低碳钢丝，冷轧带筋钢筋，冷轧扭钢筋都是利用冷加工提高屈服强度而提高设计的许用应力。但是冷弯型钢形状和尺寸变化大小，屈服强度提高的程度也不相同，美国轻钢设计规范中就利用这一因素。

③ 冷弯型钢可生产许多有表面防护层的型材，如镀锌、镀铝锌、镀锡、涂塑等材料，解决防锈问题，彩色涂层钢板轧成波纹钢板是做屋面和墙面的理想材料。宝钢生产的以镀锌板为基板再涂树脂材料的彩板，可保证 20 年寿命。澳大利亚 BHP 公司利用铝锌合金镀层板为基板的彩板可保证寿命更长。攀钢、宝钢等钢企也研制成功镀铝锌合金的彩板。

④ 冷弯型钢可以与各种深加工的工艺连接，如冲孔、焊接、涂漆等，为零件的工厂化生产创造条件。新西兰汉斯工厂制造的檩条件专用机组可生产槽钢，内卷边槽钢（C 形型钢）、Z 形型钢、卷边 Z 形型钢，不用更换轧辊即可生产各种规格尺寸冷弯型钢并附有冲孔设备，切断设备，直接生产零件。

⑤ 冷弯型钢宏观综合经济效益比较见表 1-1。

表 1-1 冷弯型钢宏观综合经济效益比较

名称	冷弯型钢	热轧型钢
设备投入	低	高
能源消耗	低	高
金属消耗	低	高
定尺率	高	低
原料价格	高	低
结构重量	轻	重
施工工期	短	长

综上所述,宏观综合经济效益比较,冷弯型钢优于热轧型钢,如用于建筑结构则重量减轻,基础的投入减少,降低造价,缩短工期。

1.5 目前国内外冷弯型钢生产发展现状

冷弯型钢生产设备不仅在冶金行业中,而且在各行业中均有各自的冷弯机组,产量是以件或米统计。所以难以取得准确的数据。据不完全统计(不包括焊接钢管),我国冷弯型钢总产量大约在120万吨,约占全国钢材产量的1.2%,而美国、日本、俄罗斯等工业发展国家,其冷弯型钢的产量约占其钢材总产量的3%~5%。如果我国冷弯型钢产量达到钢材总产量的3%,需达到300万吨。相比较差距很大,主要是我国钢结构建筑起步较晚发展较迟缓,日本的冷弯型钢50%以上是用于建筑领域。另外我国过去钢材少,限制了钢结构的应用发展,现在我国钢产量为世界第一。2002年钢卷板产量达3500万吨,今后5年内可达到5000万吨,为扩大冷弯型钢生产提供了可靠的原料保证条件。

世界上冷弯型钢生产的大国主要是美国、日本、俄罗斯。仅美国已有18000余条生产线,年产冷弯型钢350余万吨(20世纪80年代数据),日本也有东芝钢管、九一钢管、日本制管制造株式会社等大型企业,以生产方矩形管和普通开口型钢为主,最大的方矩管可达400mm×400mm×6mm,圆管最大达φ660mm×19mm,小型企业以高质量复杂截面小批量多种高附加值的产品为主,俄罗斯由于过去计划经济影响仅钢铁联合企业有冷弯型钢专业生厂,重点开发铁路客货车辆冷弯型钢,客货汽车用冷弯型钢。

国外冷弯型钢品种达10000种以上各个领域均可使用,我国经常生产的品种不过400~500种,在专用品种上还有很大的差距。

冷弯型钢发展的历史已有100多年,但快速发展在近50年。在20世纪初俄罗斯的工厂已用弯折方法制造冷弯型钢。由于板带产量少而贵,冷弯型钢生产几乎没有什么发展,到20世纪初美国生产了第一台辊式冷弯机组。从此冷弯型钢进入工业化生产的阶段,到20世纪60年代有了快速发展。

我国在解放前上海的一些弄堂小厂用拉拔方法生产一些冷弯型钢,主要用于装璜。20世纪50年代中期第一汽车厂有自备机组生产汽车专用的封窗和车身冷弯型钢,上钢十厂建设了我国冶金行业的第一台小型冷弯机组,由于钢带质量不好,所产的冷弯型钢不能满足用户要求,不久就停产,20世纪60年代中期为改变我国援外工程中“肥梁胖柱大屋顶”的落后面貌,冶金部在北京、天津、重庆、上海布点生产冷弯型钢。曾为我国第二汽车制造厂全部用冷弯型钢,建设20余万平方米的厂房。但由于带钢供应不足,价格偏高,没有得到推广。20世纪80年代初,改革开放的春风吹醒了中华大地,国外的设备、汽车进入中国,看



到国外的汽车、设备都用上了冷弯型钢，美观又轻巧，人们纷纷向冶金行业提出要求，为冷弯型钢的发展打开了广阔空间。而建筑领域还稍晚一些，首先在大型体育馆中少量使用冷弯型钢，如上海体育馆、上海游泳馆；20世纪90年代又在上海东方明珠电视塔的钢结构球体、宝钢三期工程中均大量使用冷弯型钢。目前正在向住宅钢结构建筑中发展和应用。

1.6 我国冷弯型钢国家标准介绍

我国冷弯型钢国家标准是1986年发布推行的。在1992年修订过，2001年由中国钢协冷弯型钢协会提出并组织有关企业，在冶金工业信息标准研究院帮助下对现行标准逐步修改。

现将与建筑行业有关的3项标准，介绍如下。

1.6.1 GB/T 6725—2008 冷弯型钢

本标准规定了冷弯型钢的订货内容、分类和代号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、验收规则、包装、标志和质量证明书。本标准适用于冷加工变形的冷轧或热轧钢板和钢带在连续辊式冷弯机组上生产的冷弯型钢。它是一份统一冷弯型钢技术条件标准，需要说明有如下几条。

(1) 冷弯型钢所采用的钢的牌号的化学成分 制造冷弯型钢牌号和钢号，通常有以下几个：

GB/T 699	优质碳素结构钢	代表钢号 10 钢 20 钢 45 钢
GB/T 700	碳素结构钢	代表钢号 Q215 Q235
GB/T 1591	低合金高强度结构钢	代表钢号 Q345
GB/T 4171	耐候结构钢	代表钢号 09CuPRE
GB/T 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带	代表钢号 Cr18Ni9

根据需方要求，345、390 强度级别可使用细晶粒钢生产。

如提出用其他牌号钢号生产冷弯型钢的，可以向生产企业提出。国外也有更高强度钢种制造冷弯型钢，如澳大利亚、新西兰用屈服强度等级在 450MPa 制造 C 形型钢和 Z 形型钢作厂房檩条，厚度仅 1.5~2mm，美国用抗拉强度 900MPa 的钢种制造小轿车的保险杠，我国也在研制这些型材。

(2) 关于冷弯型钢的交货状态 标准中规定：冷弯型钢以冷加工状态交货，如有特殊要求由供需方协商确定。一般条件下对冷弯型钢的交货状态没有严格的需求，冷加工状态即可。对一些动态的疲劳负载工作条件，其交货要求较高。有时要求对闭口断面的焊缝进行在线热处理，可消除焊接应力改善焊缝组织。还有些使用要求更加严格，或还需要弯曲冲压等较大变形量的深加工，这就要求对冷弯型钢整体进行消除应力的退火或正火热处理。建筑行业往往要利用冷加工提高屈服强度值，所以不需处理。

(3) 冷弯型钢的力学性能 冷弯型钢产品屈服强度、抗拉强度、断后伸长率应符合表 1-2 的规定，其他钢级或特殊要求由供需双方协商确定。

由于冷加工的原因成品取样和原料取样的试验结果不同。成品上屈服强度有所提高，延伸率降低。各种不同规格和材料降低的数值是不同的，许多大钢厂冶炼和热轧的技术水平提高，故延伸率较高，留有较大的余地，经冷弯型钢加工以后仍可保证延伸率不低于标准规定值。在不影响钢结构安全的条件下可由供需双方协商一个考核指标。

表 1-2 力学性能

产品屈服强度等级	壁厚 t /mm	屈服强度 R_{el} /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A /%
235	≤19	≥235	≥370	≥24
345		≥345	≥470	≥20
390		≥390	≥490	≥17

需方如有要求并在合同中注明,可进行冲击试验。对于北方低温条件下工作的钢结构,要求钢材的低温冲击性能,应在订货时提出。

对于断面尺寸≤60mm×60mm(包括等周长尺寸的圆及矩形冷弯型钢)及边厚比×14的冷弯型钢产品,平板部分断后伸长率应不小于17%。

(4) 冷弯型钢的表面质量 冷弯型钢的表面不得有气泡、裂纹、结疤、折叠、夹杂和端面分层,允许有不大于公称厚度10%的轻微凹坑、凸起、压痕、发纹、擦伤和压入的氧化铁皮;冷弯型钢的表面缺陷允许用修磨方法清理,但清理后的冷弯型钢厚度不小于最小允许厚度;对表面质量有特殊要求的冷弯型钢由供需双方协商确定。

(5) 焊缝质量 冷弯焊接空心型钢焊缝处不得有开焊、搭焊、烧穿及严重错位;焊缝处的缺陷允许补焊、打磨,但补焊修磨后应达到本标准所规定的要求;焊缝处的外毛刺应予以清除。焊缝处的内毛刺一般不清除,如有特殊要求,由供需双方协商确定。

1.6.2 GB/T 6728—2000 结构用冷弯空心型钢

标准的内容包括冷弯空心型钢的范围、分类、代号、尺寸、外形、重量、允许偏差及标记,需要说明的有以下几条:

(1) 外形 冷弯空心型钢外形增加圆形和异形,保留方形、矩形,考虑到圆形断面用于结构日益增多,国际标准 ISO4019 中将圆断面纳入标准,为了与国际标准接轨我国现行标准也纳入圆形;

(2) 尺寸 方形从 20mm×20mm×1.2mm 到 500mm×500mm×16mm,目前可生产 300mm×300mm×12mm;矩形从 30mm×20mm×1.2mm 到 600mm×400mm×16mm,目前可生产 400mm×200mm×12mm;圆形从 $\phi 21.3$ mm×1.2mm 到 $\phi 610$ mm×16mm,目前可生产 $\phi 508$ mm×10mm;异形具体尺寸根据用户要求可提供带钢展开宽度 1100mm 以内的异形管;

(3) 长度 可提供 4~12m 的长度,如使用要求超出此范围也可生产。定尺精度有普通精度和精确定尺两种,定尺长度有按使用长度,精确定尺即可直接使用,无切头废料;

(4) 尺寸允许偏差 已与国际先进标准接轨,欧洲共同体标准 EN 10219—2 标准考核,如有特殊要求还可以与生产企业协商;

(5) 其他 另外对弯曲度、锯切口斜度、扭曲度均按国际标准做了明确规定。

1.6.3 GB/T 6723—2008 通用冷弯开口型钢、尺寸、外形、重量及允许偏差的品种标准

该标准纳入了 8 种形状:

冷弯等边角钢 $\text{L} 20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 1.2\text{mm} \sim \text{L} 300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$

冷弯不等边角钢 $\text{L} 30\text{mm} \times 20\text{mm} \times 2\text{mm} \sim 300\text{mm} \times 260\text{mm} \times 16\text{mm}$

冷弯等边槽钢 $\text{C} 20\text{mm} \times 10\text{mm} \times 1.5\text{mm} \sim 600\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$



冷弯不等边槽钢	\square 50mm×32mm×20mm×2.5mm~550mm×300mm×250mm×16mm
冷弯内卷边槽钢	\square 50mm×30mm×10mm×2.5mm~600mm×150mm×60mm×16mm
冷弯外卷边槽钢	\sqsubset 30mm×30mm×16mm×2.5mm~600mm×250mm×150mm×16mm
冷弯Z形钢	\lrcorner 80mm×40mm×2.5mm~400mm×150mm×8.0mm
冷弯卷边Z形钢	\lrcorner 100mm×40mm×20mm×2mm~400mm×120mm×40mm×10mm

国外冷弯型钢品种很多,但标准中纳入品种规格并不多,但是它在标准中写明,生产企业应满足用户提出的要求,也就是说用户提出的要求只要在生产设备允许范围内,就可按此标准制造和提供冷弯型钢。