

滚压工艺简介

冷弯成形(ColdRollForming)是一种节材、节能、高效的金属成形工艺、技术。冷弯成形是通过挨次配置的多道次成形轧辊，把卷材、带材等金属板带不断地进展横向弯曲，以制成特定断面的型材。在辊式冷弯成型过程中只有弯曲变形。除坯料弯曲角局部有稍微减薄外，变形材料的厚度在成型过程中保持不变。这种加工方法特别适合于外形纵长、批量较大的高精度产品的加工。

钢门窗料型承受辊式连续冷弯成型工艺，成型时前一卷带材的尾部与后一卷带材的头部经对齐对焊，使坯料带材连续不断地进入成型机进展成型。这种成型工艺高效、高产、通用。这种成型工艺的主要优点是：

(1)带卷本钱低、切损少，因而降低了材料总本钱。

(2)可以加工外形简单的型材。

(3)型材的头尾部扭曲及张开度减小。 (4

) 由于操作几乎是连续的，因而生产率得到提高。

冷弯成形的产品用于建筑、汽车制造、矿山机械制造、农业及轻工机械制造、造船及交通运输、石油化工电力工业、仪器仪表、集装箱、纺织机械、高速大路、金属货架、民用电器和日常用品制造等各个领域，在经济进展中起着很重要的作用。

尽管承受冷弯成形工艺已到达很大的生产量，但它仍被普遍认为是一种“未把握的艺术”(BlankArt)，还未上升为科学。主要缘由是冷弯成形作为一种金属成形加工技术，本身具有的特点和规律尚未被人们完全把握和生疏。

彩板门窗型材的成型绝大多数承受辊式冷弯成型。这是由于这种工艺的生产效率高(成型速度10—30m/min)、成型精度高(尺寸掌握精度0.2—0.5mm)、大批量生产的本钱低(成型加工费1000元/t左右)。

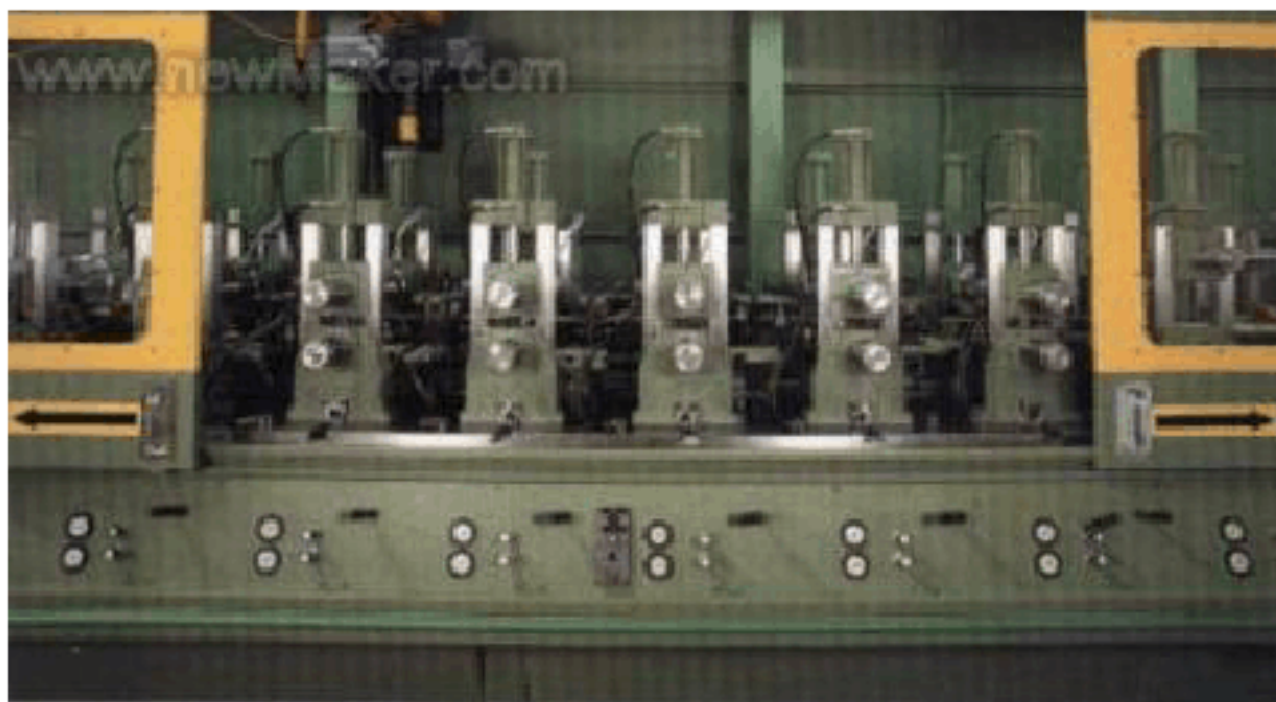


图 5-1 塞柯 (SERCONSULT) 公司的彩色门窗型材轧机

我国自 1986 年从意大利塞柯 (SERCONSULT) 公司引进彩色门窗生产线，目前已有 70 多条门窗型材生产线，生产力量到达 15 万吨足以满足门窗行业的需要。

目前国内钢门窗型材生产厂家所承受的成型机，基本上和塞柯公司的类似。这种成型机一般由 24—32 道水平辊机架和矫直辊机架组成。按型材成型要求配置不同关心变形辊和立辊。水平辊是传动机架，担当变形的主要任务。关心辊是被动的，设立于两架水平辊间或成组设立，主要作用是对平辊无法压实的盲角局部变形、并削减水平辊的道次。立辊设置在水平辊孔型的同一平面内，用于最终几道的边部成型。对于咬口的封闭街面，还要设置芯子、拉杆、咬口压痕等部件。

轧机的压下形式可分为螺旋机械压下和液压压下。机械压下本钱较低，液压压下操作便利。传动方式为万向轴式，上下水平辊可有较大的调整范围，以适应多品种门窗型材的生产。为便于轧辊的更换，外侧机架与底板多为可翻转的铰链连接。

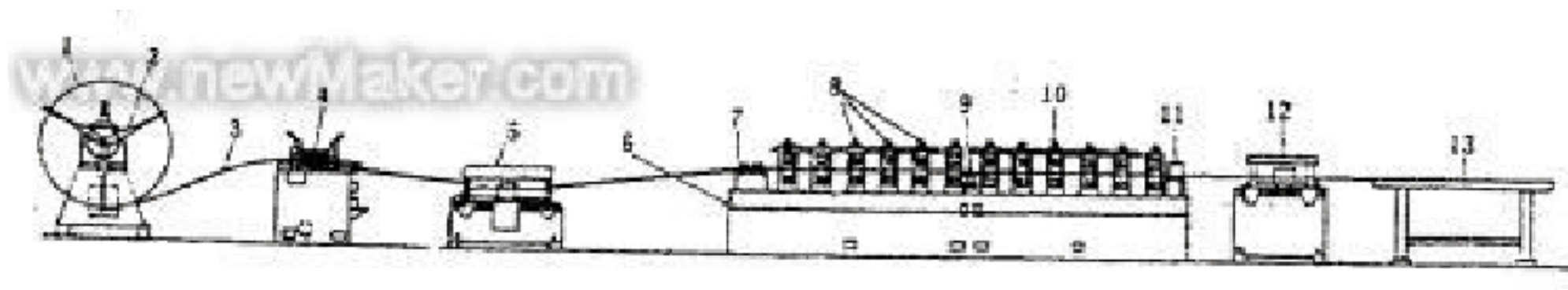


图 5—2 钢门窗辊式连续冷弯成型工艺示意图

1—带卷 2—开卷机 3—坯料 4—对焊平台 5—加热 6—贴膜 7—进料 8—成型机 9—关心辊 10—驱动平辊 11—矫直台 12—飞锯切断 13—储料台

彩板门窗型材的一般生产工艺为：

开卷——纵剪——红外线加热——贴膜——成型轧制——矫直——切断——打捆

也有企业为了降低成本，略去了红外线加热和贴膜工序，这种状况下，对成型轧制轧辊的外表和生产掌握有更高的要求。

其次节型材开放尺寸计算

型材开放尺寸是确定纵剪下料的依据。生产中通常依据理论计算值先确定根本的尺寸，然后依据实际轧制状况作一些调整。假设算法选得比较好，计算机也能直接给出准确的结果。

一般可按图形分析法计算坯料宽度，简单断面要用计算机程序进展准确计算。料宽通常按断面中性层长度打算。一般认为中性层不经受弯折或横向拉伸变形。计算出的结果再考虑弯折处金属变薄及横向拉伸而加以修正。一个门窗型材，不管其外形多么简单，总是由直线和圆弧单元组成的。要确定一个给定型材所需要的带宽，把它划分为直线段和圆弧段后，沿中性线对各段长度进展求和。

各弯曲段对应的带坯宽度由弯曲角的大小和中性线所对应的弯曲半径（称为名义弯曲半径，所确定，即

$$W=r_m \alpha$$

式中 W ——弯曲段长度，mm；

r_m ——名义弯曲半径，mm

α ——弯曲角角度，rad。

名义弯曲半径 r_m 为：

$$r_m = r + kt$$

式中 r — 弯曲角内径, mm

k 一系数（弯曲因子）

t 一带坯厚度，mm.

不同的争论者对弯曲因子k 选取的数值不同。卡尔特普罗菲尔(Kaltprofile)推举的 k 值如下：

r/t	>0.65	>1.0	>1.5	>2.4	>3.8
k	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50

美国《金属手册（第九版）》推举的k 值

计算公式为(参见图 5—3)

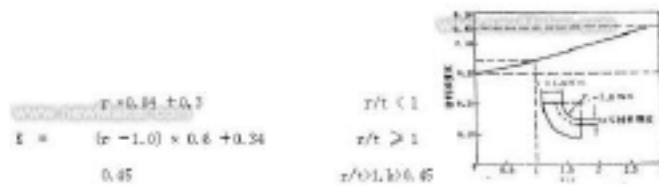


图 5—3 中性线位置与相对弯曲半径 r/t 的关系

美国金属学会推举按下表计算 k 值：

r/t	0	0-2	>2
k	普通带坯0.33 难变形材料0.5	0.33	0.5

按德国 DIN6935 标准，k 值的计算公式为：

式为：

$$k=0.5[0.65+0.51g(r/t)]$$

$$k=0.5$$

当r/t>5时

上式可以重整理为：

r/t	0.65-1.0	1.0-1.5	1.5-2.4	2.4-3.8	>3.8
k	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5

计算板带宽度的公式

有很多，需要注意这些公式的导出条件及其适用范围。

Proksa 方法是依据非线性微分方程公式，由龙格-库塔（Runge—Kutta）法求出的；Bogojawl

enski j 方法是由数学统计方法得出的，适用于 U 型断面壁厚 1-8mm，r=5-35mm，弯曲角 0—90

度，板带宽度为 100-350mm；德国工程师协会标准 VDI3389 是依据边缘变形角为 90 度的准确试

验结果得出的，适用于 V 或 U 型断面；Oehler 方法适用于弯曲角为 30—150 度。

总之，弯曲因子 k 值主要取决于弯曲内径与带坯厚度的比值，而根本上与弯曲角的大小无关。如弯曲角内径为零，弯曲角分别为90°和180°时，对应的弯曲段长度为 $1/3t$ 和 $2/3t$ 。因此，在实际生产中计算带坯宽度仅考虑 r/t 的影响，材料在弯角处减薄较多或材料的强度很高时需要考虑材料的影响。

图5—4是一个专利产品，30°平开窗的一个料型。对于这样一个比较简单的断面，承受计算机计算是格外便利的。表5—1给出了按不同公式计算得出的数据。

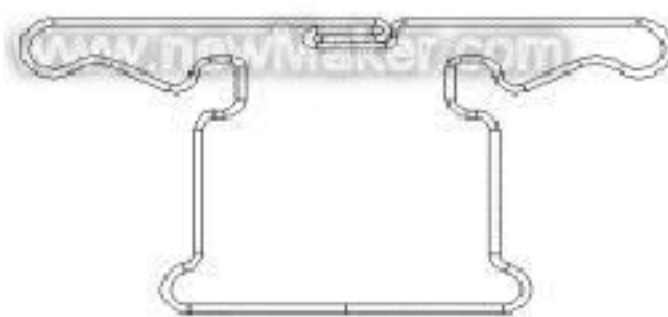


图5—430°平开窗料型断面

表5-130°平开窗料型开放宽度计算值 mm

计算方法	展开长度
中心线	223.007
DIN 6935	218.021
Proksa	221.565
Bogojawlenskij	218.021
VDI 3389	218.427
Oehler	221.244

第三节轧辊的计算机辅助设计（CAD）技术

目前冷弯型钢正朝着高精度的方向进展。以彩色钢板门窗料型为例，为保证良好的气密性、水密性，料型的制造公差在 $\pm 0.3\text{mm}$ 左右，相应地轧辊的制造公差也应掌握在 $0.02\sim 0.03\text{mm}$ 之间，这对于简单轮廓的截面来说，用一般的人工设计及手工制造来说是不可能到达的。

对于冷弯成形行业，初级的CAD系统是以计算机绘图为主要功能的。由于手工设计时，无法在一张图纸上画出二、三十道次的变形辊花图，因而在设计每一道轧辊时需要进展坐标的转换，使得计算工作量相当大和繁琐。利用计算机作图极大地简化了这一过程，通过编制的专用程序，可以很快地作出辊花图和轧辊图。但是只解决计算作图是远远不够的。门窗料型要求有良好的气密性和水密性，几何精度要求高；外表质量要求也极高，不允许擦伤彩色涂层；而彩色钢板的厚度一般较薄(0.6—1.0mm)，板带料宽达200—400mm；这就极易产生翘曲和折皱等冷弯缺陷，是目前工程应用中亟待解决的问题。解决好这一难题对冷弯成形工艺具有普遍应用价值。

冷弯型钢行业承受计算机技术是从轧辊的孔型设计开头的，轧辊的计算机设计（即CAD）技术在国内应用已有近十年的历史。问题是在多大程度上可“关心”人们完成设计。一般的CAD代替了人工计算与出图，缩短了轧辊的设计周期，但这种设计依靠的仍旧是几何关系和设计者的实践阅历。

目前的CAD要向更高的层次进展。一是向自身内涵的深度进展，用计算机技术分析成形过程的应力、应变，为确定成形工艺供给模拟方法，为实际生产供给最优的辊型设计。二是向外延扩展的广度进展，用计算机技术不仅完成轧辊设计，还要实现关心制造、生产治理、本钱核算、质量掌握，即实现设计制造一体化（CAD/CAM）甚至是计算机关心工程（CAE）和计算机集成制造（CIMS）技术。由德国dataM开发的COPRA是解决辊弯成型设计的集成软件。

对用户来说，一个好的冷弯型钢轧辊设计软件应具有良好的界面，能适应不同的轧机参数，能实现多种方法的设计。COPRA是在微机上AutoCAD平台运行的一个优秀软件，该软件系统地归纳总结了冷弯成形领域的理论成果、相关的标准标准以及大量的试验数据和阅历。可计算显示弯曲应变水平，计算各种材料的回弹，优化成形过程，用户可以自己定义参数存入数据库。从断面设计到轧辊制造、本钱核算的全过程都可以由计算机很快地完成。

冷弯型钢计算机设计应有完整、系统的理论体系支持，例如计算板料宽度应供给有关的行业标准或 Proksa、Bogojawlenski 等计算方法。依据不同的材料，给出回弹计算结果，修正辊型设计参数，能够设计彩色钢板、不锈钢板、多种金属的合金板等。依据断面计算出截面面积、重量、重心坐标、几何惯性矩、截面模量、扭转几何惯性矩、载荷中心坐标、失稳参量计算等，为断面设计供给根本力学参数，为生产工艺过程供给变形力学分析依据。应力、应变计算功能，承受FEM、能量法等对冷弯变形过程计算，给出最大应变值、应力分布状况，不断优化设计结果。数据库治理功能，存储用户自定义的企业标准、试验数据、阅历公式，存储和治理本企业的型材断面资料、轧辊资料、库存治理等。能进展辊的本钱核算，直接给出锯切下料表、成品辊的重量。

在进展冷弯型钢轧辊设计之前，要先确定轧机的参数文件。如机组辊的排列方式、轧辊轴线的位置、驱动直径、各架次的传动比等。这些参数可由人机对话的方式输入，也可写成相应的数据文件。一个生产厂可按不同的机组，确定几个参数文件，设计时只要选择对应的轧机文件即可。轧辊设计的有关参数，例如平辊的内径构造尺寸、最大轴向长度，轧辊的最大、最小直径，立辊的内孔构造尺寸等都可由参数文件确定。对于具体的生产企业，上述参数只需一次确定即可。在实际设计时，只要输入截面的外形尺寸，计算机就能够排出各道次的辊花图，随后可利用轧辊的编辑模块设计出轧辊的零件图。

由于设计软件可以依据给定的参数，指导设计者确定每一道轧辊的设计和装配关系，因而轧辊的安装、调整就不会出任何问题。一旦超过极限值，就会得到一个错误或警告信息。设计者可预先了解下辊和上辊辊环的间隙，是否会发生碰撞，轧辊的最大直径是否会超过机架的最大开口度，以及是否在轧辊的端面上有足够的位置做标记槽。

一般的计算机设计软件中虽然都包括了尺寸标注功能，但逐一地标出全部尺寸，仍是费时费力的枯燥工作。供给应用户一个特地的适用于尺寸标注的软件包，这包括单件轧辊尺寸的自动标注、配辊平面图尺寸的自动标注、自动标注孔型尺寸等功能。尺寸标注是自动执行的，用户

可以对标注的尺寸移动和修改。由于这一过程是自动进展的，不但可以节约大量的时间，而且可避开尺寸的漏注和错标。

依据不同的用户需求可选择不同的尺寸标注方法。设计者可以选择轧辊轮廓的自动标注、适用于数控加工要求的自动尺寸标注。需要说明的是，承受计算机数控方法加工要按相交点和切线方式标注尺寸，这样可节约数控编程的时间和避开错误。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/425010020011011223>