

# 冷滚弯型钢及其在机柜中的应用

许昌继电器研究所 田 蓑

冷滚弯型钢是通过专用成型机的旋转辊轴使金属板材毛坯料（剪板下料的条料或滚剪下料的卷料）弯曲成形的工艺方法所获得的型钢。传统的型钢均为钢坯热轧方法成形，比重大，表面状态因氧化皮存在而欠佳，限制了它在某些领域的使用。冷滚弯型钢克服了热轧型钢的弊端，其应用领域日趋扩大。80年代中期，冷滚弯成形技术引入我国电控机柜生产，目前国内至少已有8家企业建立了冷滚弯型钢生产线，冷滚弯型钢的应用也向建筑、交通、电力、通讯等行业的金属构架领域扩展，在此之前还用于自行车、摩托车、汽车等行业。

## 1 冷滚弯成形工艺

### 1.1 滚弯成形生产线

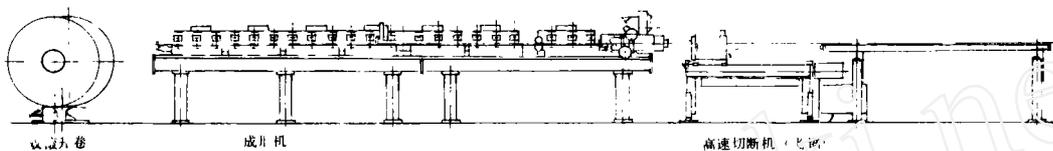


图1 滚弯成形生产线

冷滚弯成形一般由开卷、成形、修整之部分组成，典型生产线的构成情况见图1。根据型钢的形状和尺寸，设置一定数量的辊轮，最多可达40对，板材厚度一般小于3mm，辊轮直径60~140mm，轧制速度40m/min，最大可达100m/min。

### 1.2 滚弯工艺特点

滚弯成形的工艺过程见图2。滚弯成形的工艺特点是：

(1) 冷轧卷板经滚剪成符合工艺要求的一定尺寸的坯料（卷料），或板料按工艺要求剪成条形坯料，在专用多轴冷滚弯成形机上成形，生产效率比折弯成形大大提高。

(2) 坯料由型辊逐步成形，型辊的数量由坯料厚度、形状、成形精度等决定。型辊的线速度逐级提高，在坯料中产生纵向的拉应力。

(3) 型钢的长度可不受设备限制，而由坯料长度决定，因而适用于断面形状复杂、纵向尺寸很大的型材成形。

(4) 型辊一经调整稳定，型钢的尺寸、形状也趋于稳定，并且可获得较高的表面质量。

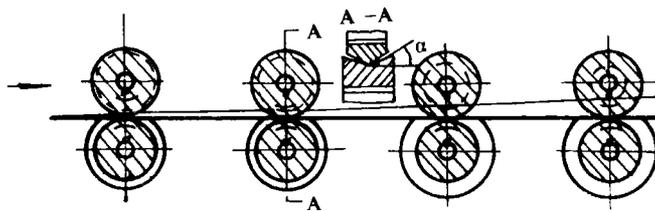


图2 滚弯过程示意图

本文1993年7月19日收稿

### 1.3 滚弯成形的工艺要点

(1) 坯料展开尺寸 滚弯件的坯料展开尺寸的计算方法大致同压弯。但对于形状复杂的断面，由于滚弯时圆角部位变薄现象较为突出，特别是为获得较小的弯曲半径时，滚弯后的展宽量可达2~5%，故实际的坯料尺寸应较计算值略小。必要时，应结合工艺实验对坯料尺寸进行修正。

(2) 滚弯方向的选择 同一断面形状的制件可以采用不同的滚弯方向，见图3。滚弯方向的选择应按以下原则考虑：

- a. 保证获得结构上重要的尺寸精度；
- b. 保证制件主要表面的外观不受破坏；
- c. 照顾后道工序如焊接、切断、卷曲、冲孔等方面的要求；
- d. 考虑在滚弯成形过程中调整、观察的方便；
- e. 考虑型辊的复杂程度。

(3) 滚弯件基准面（点）和中心线的选择

滚弯成形基准面（点）是确定型辊直径和制件成形线速度的依据。基准面（点）必须处于制件滚弯过程中不参与变形的区域，或者是在第一道工序参与变形，而在以后的工序中不再变形的区域。在多辊轧制时，基准面（点）应始终处于一个水平面（点）上（见图4）。

(4) 滚弯顺序的选择

滚弯件在成形过程中，一般采取先内后外的顺序（图5a），此时坯料所受横向流动阻力小，坯料边缘平直。经变形后的中间部分在以后的工序中不再变形，定位稳定。如果坯料的展开尺寸计算不甚精确而可能出现多料或短料现象，这些缺陷均会反映在制件的边缘上，便于修正。

采用先外后内的滚弯顺序时（图5b），可充分发挥型辊的作用，改善坯料的展宽趋势。但此时展开料计算应精确，否则会因此而影响制件的断面精度。

(5) 滚弯角度的选择

滚弯成形是分阶段进行的，滚弯角度不可能象折弯一样一次就能达到要求。在一道工序中，同时滚弯的角度不能超过2个，一次弯曲的角度也不宜超过45°。一次弯曲角可参考表1选取。

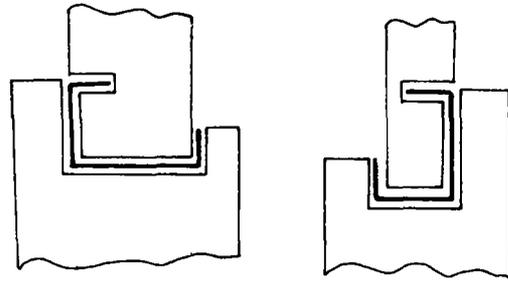


图3 不同的滚弯方向

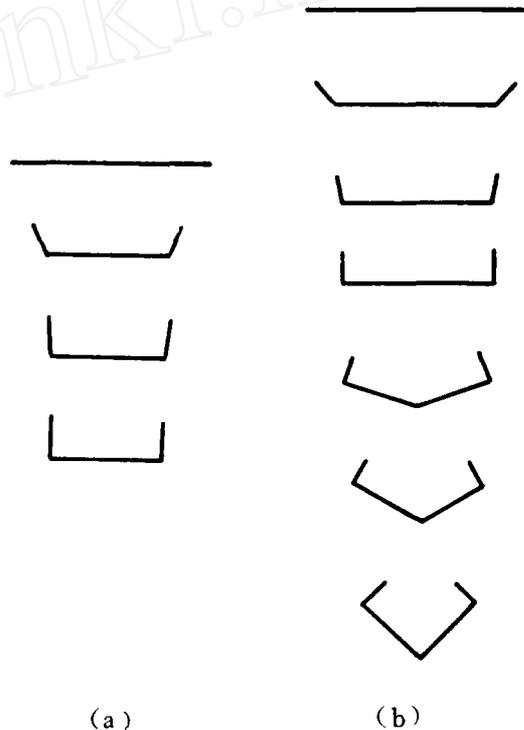


图4 滚弯基准面（点）的选择

表 1 一次弯曲成形角

材料厚度 (mm)	一次弯曲角 (°)
<1	30~45
>1~2.5	25~35
>2.5	20~30

为补偿滚弯过程中材料产生的回弹，后几个工步应考虑对弯曲角作适当的修正（见图 6）。

在滚弯成形后，往往还采用一级或数级定形辊，以获得精确的断面尺寸和形状，并消除在滚弯过程中纵向产生的扭曲，改善型钢的直线度。

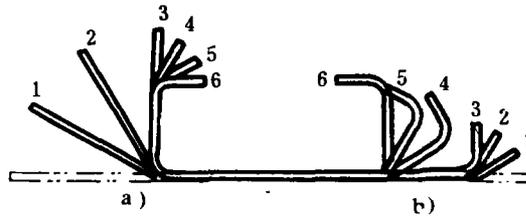


图 5 滚弯顺序的选择

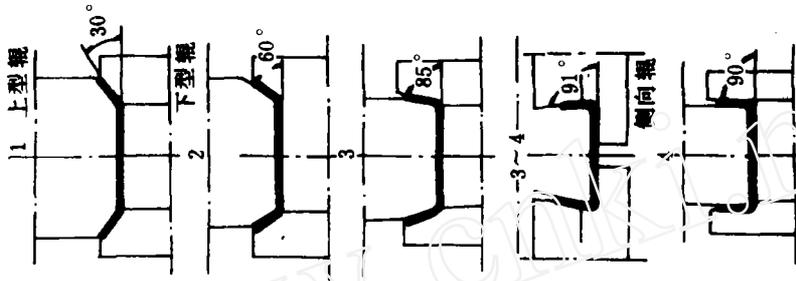


图 6 滚弯过程及弯曲角修正

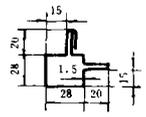
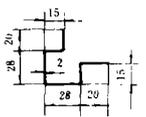
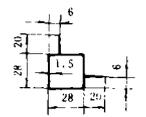
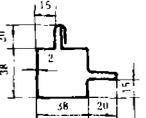
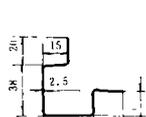
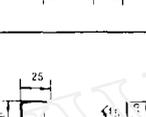
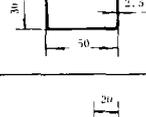
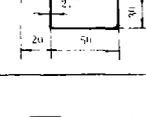
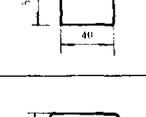
## 2 冷滚弯型钢的应用

冷滚弯型钢因其比强度（刚度）高、表面质量好、生产效率高等优点，应用领域日渐扩展。汽车和摩托车的车圈、高速公路护栏、建筑行业的轻钢龙骨、电力工业的电缆支架、石油化工的金属桁架等，都陆续采用冷滚弯型钢。

国外从 70 年代开始，冷滚弯型钢应用于电控机柜制造，最著名的有德国 AEG 公司的 SE 机柜和 SIEMENS 公司的 8MF 机柜，其断面形状及力学性能见表 2 序号 1 和序号 6，两种机柜的构成形式分别见图 7 和图 8。冷滚弯型钢在机柜中的应用，使机柜由焊装式变成组装式得以容易实现。机柜生产也因此发生了变革：传统的由剪切备料、冲孔切角、弯曲成型、焊接组合、表面涂装的工艺大大简化，生产过程中大量的剪切、折弯工序大大减少或者基本取消，专业化生产的实现，使一些中小企业不必设置钣金生产车间而直接从事电气机柜的组装和配线。几种典型的机柜生产工艺路线比较见图 9。

随着我国冷滚弯型钢生产技术的日臻成熟和机柜生产的专业化，以及我国电控机柜的设计水平的提高，包括继电保护装置在内的我国电控成套设备的水平必将有进一步的提高。

表 2 机柜立柱断面形状

序号	断面形状 	材 料	截面积 cm <sup>2</sup>	每米重量 kg/m	断面模量 I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	断面模量 I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	弯曲模量 W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	弯曲模量 W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	成型方法
1		冷轧带钢	2.8	2.2	5.67	4.66	2.14	1.64	滚压
2		冷轧带钢或冷轧板	2.4	1.9	4.36	4.36	1.37	1.37	滚压或冷弯
3		钢管	2.6	2.0	5.39	5.39	1.78	1.78	滚压
4		冷轧带钢	4.4	3.4	14.54	12.31	4.62	3.62	滚压
5		冷轧带钢或冷轧板	3.1	2.4	9.34	9.34	2.47	2.47	滚压或冷弯
6		冷轧带钢	3.8	3.0	4.13	37.52	2.19	7.81	滚压
7		冷轧带钢或冷轧板	3.3	2.6	4.65	12.20	2.83	4.88	滚压或冷弯
8		冷轧板	3.4	2.7	5.60	17.24	3.20	4.13	冷弯
9		冷轧板	4.0	3.1	11.27	10.46	5.64	3.38	冷弯
10		方钢	5.0	3.9	12.26	22.53	6.13	9.01	轧制

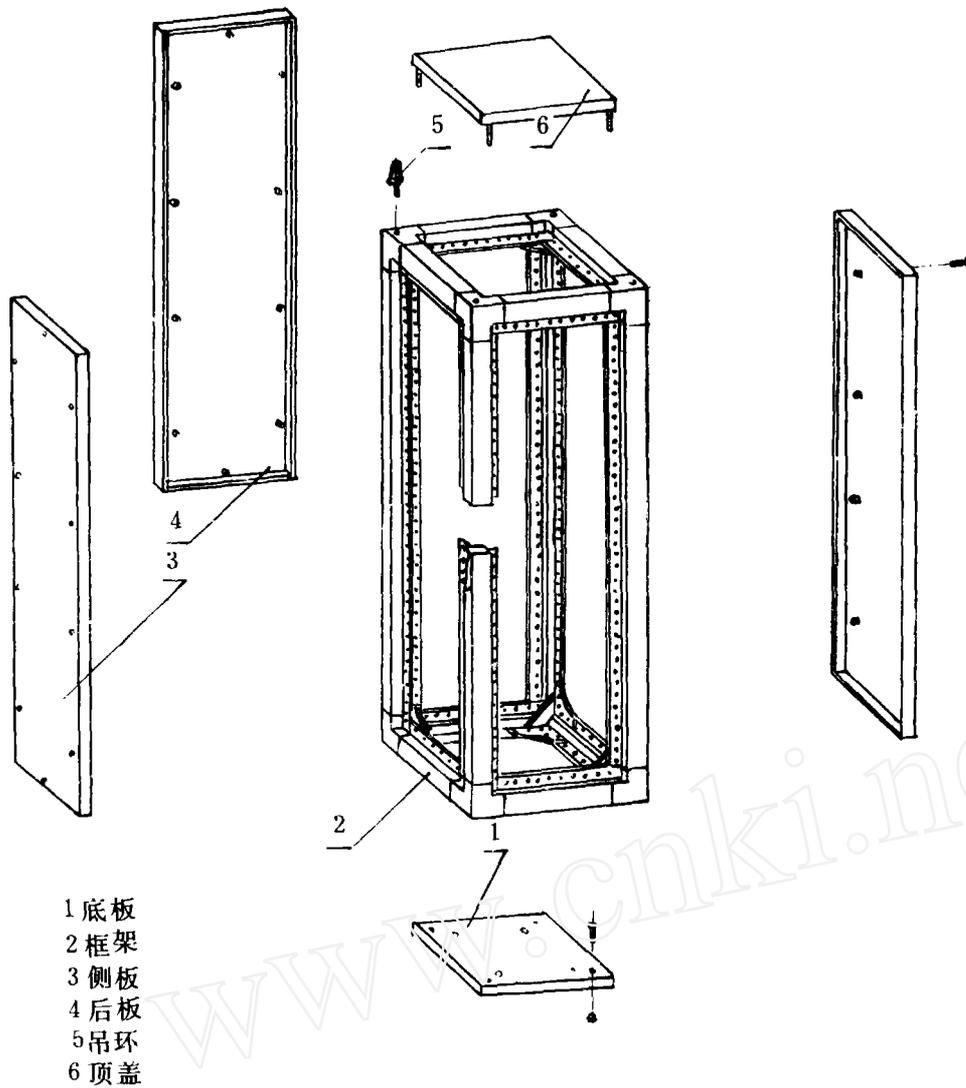


图7 AEG SE 机柜

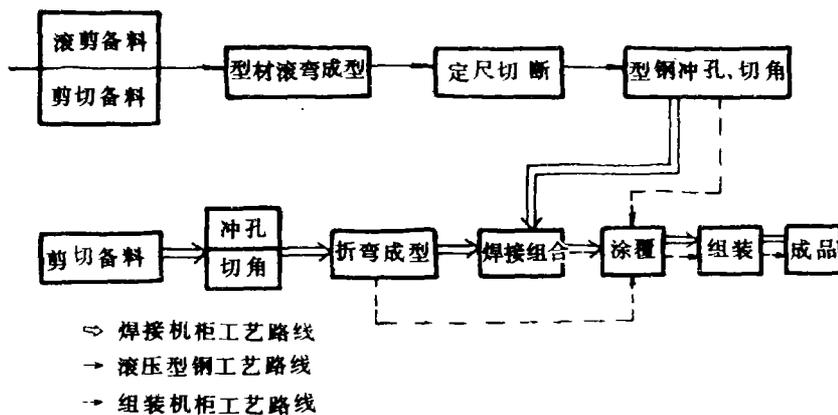


图9 机柜生产典型工艺路线

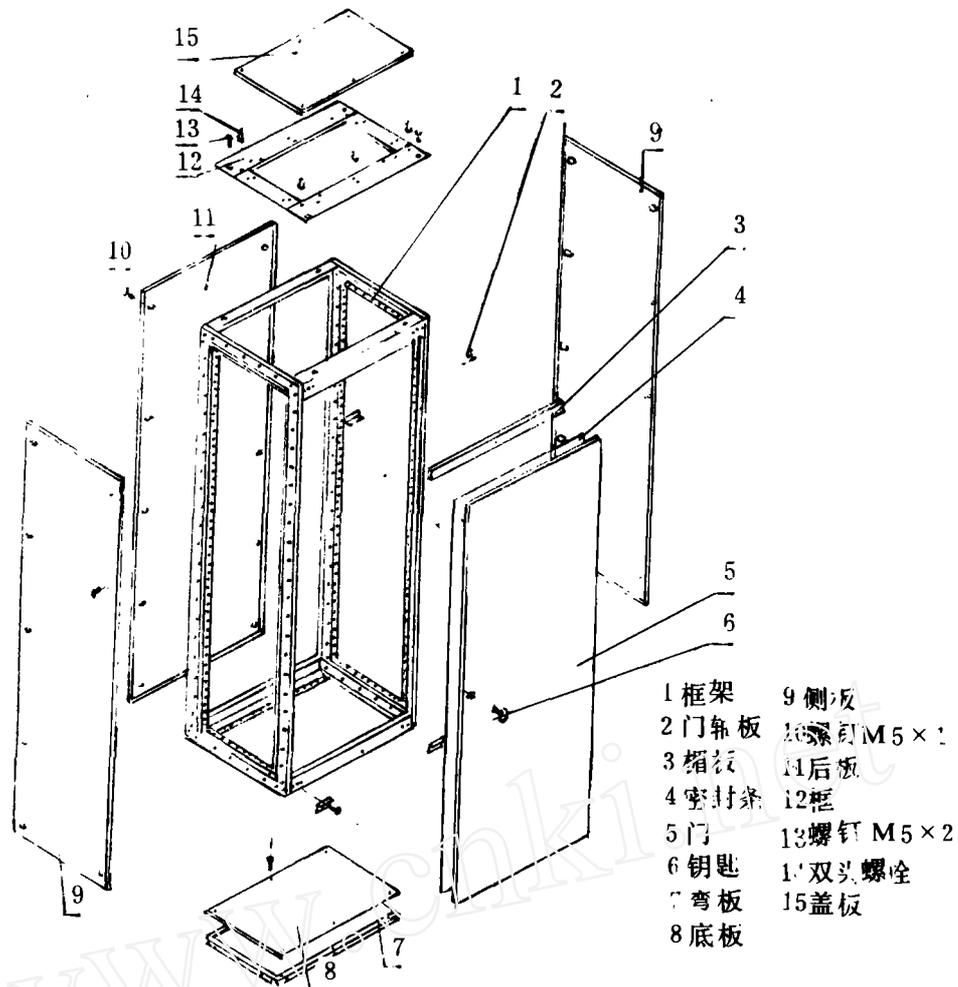


图 8 SIEMENS 8MF 机柜

参考文献

- 1 Dreistern Der Partner mit Profil; Dreistern P 60/90 standard rollforming system, Maschinenbau GmbH & Co. KG
- 2 机械工程手册第 7 卷第 41 篇. 机械工业出版社. 北京, 1982 第一版.
- 3 AEG; Modular assembly system Intermas; Standard system cubiele type SE.
4. SIEMENS; Cabinet system 8MF directions for assembly, GWE 224/010 J-101.