

# 煤矿专用钢材——19号槽帮钢的轧制及孔型设计

林健椿

(攀钢轨梁厂)

本文介绍了19号槽帮钢的断面特征、产品孔型设计特点以及轧制中金属在孔型中变形情况，提出了获得关键部位中间爪部小台尺寸的几项措施，分析了产品轧制缺陷及消除缺陷的方法，对成品孔采用万能机架的优缺点及其设计要点作了充分的评述。

19号槽帮钢系煤炭工业专用钢材，是制造刮煤机的主要材料之一。该产品过去由日本进口。为发展我国煤炭工业，攀钢轨梁厂试制了19号槽帮钢，并于1980年正式投入批量生产，到1985年底共生产2792 t。填补了我国冶金产品一项空白。几年来通过改进孔型设计，提高操作水平，加强质量管理，使产品的一级品率达到98.15%。目前，我国刮煤机采用攀钢生产的槽帮钢已逐步代替了进口的钢材。

19号槽帮钢属于异形复杂断面钢材，轧制难度大，尤其中间爪部小台的高度，在轧制时很难获得，长、短两腿腿端也不易充满。为了解决这些技术难题，在设计中采用了“翻钢立压挤爪”工艺，轧出了合格的产品。成品孔采用万能机架使产品达到高精度要求。

## 一、断面特点

19号槽帮钢断面类似山字形，它由长、短腿、中间爪、斜腰和直腰五个部分组成。其断面尺寸见图1。单重为51.2kg/m。从断面形状分析，它具有以下几个特点：

1. 两腿长度不同，长腿110mm，短

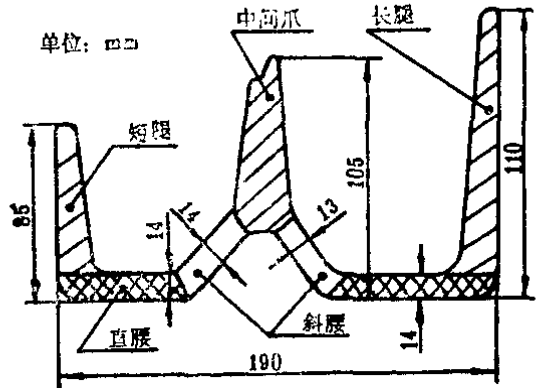


图1 19号槽帮钢断面尺寸

腿85mm，两腿长度相差25mm；

2. 中间爪端部有个小台，这是产品的关键部位，靠这个小台将两根槽帮钢用钢板焊接成一个构件，煤在钢板上运行；

3. 斜腰厚度不同；

4. 下槽内侧斜度小；

5. 成品宽度要求严，按标准不大于2mm。

## 二、主轧跨设备简介

主轧跨由四架轧机组成，轧机为两排横列式布置，第一列为 $\phi 950$ mm二辊可逆轧机，轧机前后设有推床及翻钢钩，轧件在

该轧机上往复轧制数道次。第二列由两架三辊式800轧机和一架二辊式850精轧机架组成。轧件进出孔型靠导卫板控制。轧机前应有夹料辊和翻钢圈。

### 三、孔型系统

孔型系统直接关系到产品的产量、质量及钢材的消耗。有关槽帮钢的设计资料不多，在这种情况下，国内兄弟厂曾于1974年在800/630两列四架轧机上采用图2(a)的孔型设计系统试制过，但由于中间爪尖的高度尺寸未能轧出，试制未成功。在设计19号槽帮钢前，我们对图2(a)的孔型系统进行了分析：

1. 开坯机第I孔槽底中间凸起的设计方法值得借鉴，因中间爪部凸起的金属有利于抵销孔型闭口部位的拉缩，以便获得要求的爪部尺寸。

2. 槽钢腿部朝下配置的孔型有很多缺点。因为①中间爪部小台运行中与辊道接触容易被磨平，同时易产生刮伤；②不易检查轧件各部位（尤其是腿尖）的充满程度，致使轧机不能及时调整，影响产品质量；③中间爪和两腿高度不同，轧件倾斜进入孔型，顶角对不准，轧制不稳定。

3. 中间爪尖成形孔太多，轧件从一

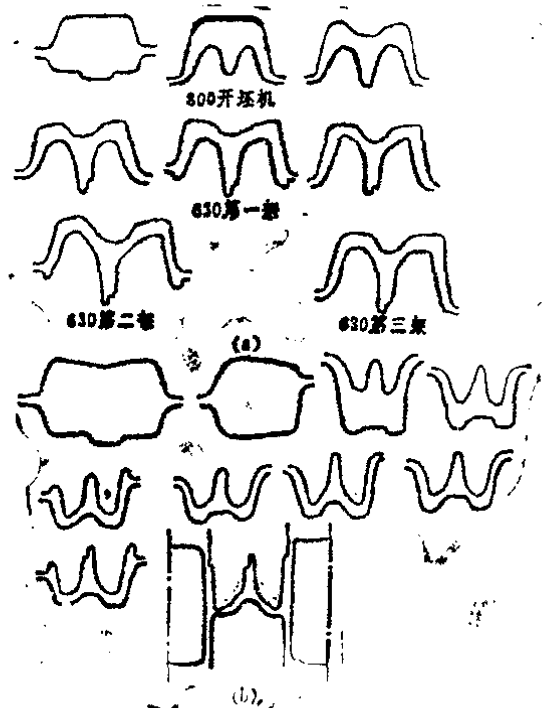


图2 19号槽帮钢孔型系统

个孔进入另一个孔时，中间爪尖容易产生折叠。

根据上述分析，19号槽帮钢采用图2(b)的孔型系统。950开坯机配置3个孔型轧7道，开坯机压下规程见表1。在开坯机上充分利用高温可塑性，采取高温大压下，使轧件初步成形。800—850机列轧7道，即800—I架轧3道，800—II架轧3道，成品机架轧1道，用两个控制孔控

950开坯机压下规程

表 1

孔号	道次	高度(H)×宽度(B)	压下量(Δh)	指针数
I	1	270×285	55	50
I	2	217×300 翻钢	53	-3
II	3	255	45	45
I	4	207×230 翻钢	48	-3
II	5	249	50	90

制腿部尺寸。图2 (b) 与图2 (a) 相比较, 这种孔型系统有以下几个优点:

1. 腿部朝上, 便于观察腿部充满情况, 使轧机调正方便。同时减少腿尖和中间爪尖擦伤。这种配置方法保证了轧件在运行中的稳定性, 从而使全长尺寸波动减小到最低值。

2. 用翻钢立压挤爪方法获得中间爪部尺寸, 中间爪部小台是本产品的关键部位。从变形特点来看, 中间爪部在轧制中受两方面的拉缩作用。其一, 由于受工艺设计的限制, 中间爪必须连续在几个闭口槽内进行轧制 (图2 (a) 为6个闭口槽, 图2 (b) 为8个闭口槽), 闭口槽对中间爪产生较大的拉缩作用。其二, 19号槽帮钢断面大, 在开坯机的切深孔中 (图2 (b) 的950轧机第Ⅰ孔), 轧件中间爪部金属受两侧楔子作用被拉短 (图3)。因此, 仅靠开坯机Ⅰ孔槽底中间凸起的方法不能保证获得要求的爪部尺寸。为此, 在设计19号槽帮钢时, 除开坯机第Ⅰ孔采用中间凸起的槽底外, 在开坯机上增加1个立压孔 (950轧件第Ⅱ孔)。当轧件从950开坯Ⅰ孔轧出后, 翻钢进Ⅰ孔, 中间爪部受压缩比为3的垂直大压下量而增长。

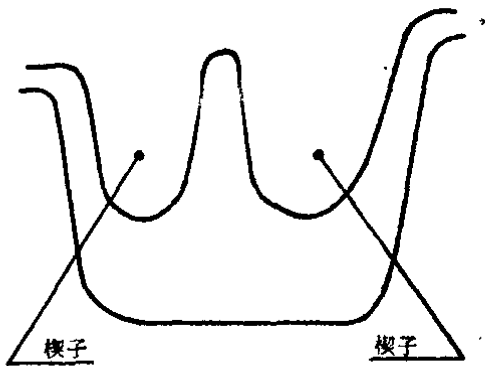


图3 19号槽帮钢开坯机切深孔

3. 成品孔采用万能轧制法提高钢材内部质量和表面尺寸精度。用户要求槽帮钢宽度在成批生产时, 其差值不得大于2 mm。槽帮钢外侧斜度严于普通槽钢。为了满足用户要求, 改变了通常的二辊轧制法, 将成品孔配置在万能机架上, 即成品机架由一对水平辊和一对立辊组成。轧件在成品孔中, 上下左右受到压缩, 使钢材质量得到改善。由于主辊无斜度, 因而万能机架轧出的成品钢材外侧斜度很小。采用万能机架后, 成品宽度不受轧辊重车时尺寸变化所带来的影响, 从而使轧制规格稳定。

#### 四、孔型设计原则

1. 加高钢坯尺寸, 使开坯机第Ⅰ孔中间凸起部分充满, 这种充满直接关系到成品中间爪部尺寸, 按正常设计采用的钢坯尺寸为 $280 \times 280 \text{mm}^2$ 。考虑到在开坯机上压下量大, 拉缩量较大, 为使开坯机第Ⅰ孔中间槽底凸起部位充满, 将钢坯高度由280mm增至325mm。

2. 800—850机列孔型槽底凹入, 利用切深作用, 使金属向爪部方向流动, 以利于中间爪部尺寸的增长。

3. 合理设计立压孔 (开坯机第Ⅰ孔), 防止轧件扭转。立压孔是本孔型系统中最重要孔型。由于轧件在立压孔中各部压下量不均, 中间爪部压下量大于其它部位, 为防止轧件往压下量小的方向扭转, 产生耳子缺陷, 将立压孔的辊缝做成不对称, 与中间爪部反向一侧辊缝上移15mm, 同时减少立压孔槽底尺寸, 使轧件进立压孔时, 被槽底侧壁夹持而不左右摆动。

4. 增加950开坯机各孔型长腿部位的金属, 使成品长、短腿尺寸达到标准要求, 为使长腿达到所需长度, 采取两个措施:

①将950开坯机的切深孔(第Ⅲ孔)的切深楔子做成不对称,使长腿厚度大于短腿厚度。这样,轧件进入800—850机列时,长腿部位的侧压加大,有利于腿部的增长。  
 ②将950开坯第Ⅰ,Ⅱ孔的短腿部位切去一个角,使进入950开坯第Ⅲ孔的短腿金属减少,以抵消长、短腿的差值。

5. 19号槽帮钢斜腰厚度不同,相差1mm。为防止由腰厚不同而产生的扭转现象,孔型设计时,取两斜腰厚度的压下系数相等。

6. 减少中间爪部小台的成形孔型,防止小台产生折叠。国内某厂曾采用4~5个小台的成形孔,我们认为,这样愈易产生折叠,这是由于无特殊导卫装置时,小台不易对正造成的。为此,19号槽帮钢采用两个小台成形孔。

7. 为减少轧件各部位的拉缩作用,将成品断面分为五部分(斜腰、平腰、长腿、短腿及中间爪),并使各部分延伸系数相差不大。一般不超过0.03。

8. 正确选择腿部和爪部拉缩量,根据我厂实际经验,长、短腿拉缩量按槽钢设计方法选取,各孔型开口腿的增长量为0—1mm,闭口腿拉缩量为6~8mm。中间爪由于连续在几个闭口孔中轧制,拉

缩量较大,取5~12mm,前几孔取大值,后几孔取小值。

9. 加大腿部斜度,以利于获得要求的腿部尺寸。我厂轧制工字钢和槽钢时孔型腿外侧斜度通常<10%,而槽帮钢孔型腿外侧斜度加大到25%。

10. 减少中间爪闭口腿侧压,防止爪部拉缩。通常设计闭口腿时,腿端侧压很小,根部有一定侧压。而槽帮钢设计时闭口腿端部及根部几乎没有侧压。

11. 正确选择轧制线,使轧制线与孔型面积平分线相重合,保证轧件平稳轧制。

12. 成品孔采用万能孔型,为防止成品腰与腿连接处产生耳子,将成品前孔该处的圆弧尺寸加大。

### 五、轧制及孔型修改

1977年进行首次试轧。轧件在950立压孔轧制时,中间爪部虽受强烈压下,但轧件未扭转,说明立压孔型设计是正确的。其它各孔咬入顺利。成品钢材各部尺寸都符合标准要求,中间爪部的小台尺寸在负公差范围内,在各孔型轧制时电流负荷见表2。

19号槽帮钢各孔电流表 表2

轧机道次	1	2	3	4	5	6	7
950 电流, A	2500	3500	2000	3000	2000	3000	2500
800—850 电流, A	3000	2000	2500	1500	1500	1000	2000

试轧时存在问题是950开坯第Ⅲ孔轧件往上挠。这是由于第Ⅲ孔的闭口腿配置在上辊上,轧辊对轧件有楔卡作用的结果。后来将Ⅲ孔的轧制线上移15mm后,轧制很顺利。

1980年开始批量生产,当时由于轧辊磨损、导卫板光洁度不够、轧制温度等因素的影响,使钢材出现折叠,斜腰厚度不够等缺陷。经过逐步改进,使产品质量不断上升,现将19号槽帮钢变形特点、轧制

缺陷及孔型修改情况分析如下：

1. 轧辊轴向串动力大，斜腰厚度超过允许偏差。19号槽帮钢两腿高度不同，轧制时长、短腿分别对轧辊产生大小相等、方向相反的 $A_1$ 、 $A_2$ 和 $B_1$ 、 $B_2$ 力。由于作用于上辊的力 $A_1$ 大于 $B_1$ ，作用于下辊的力 $A_2$ 大于 $B_2$ ，使上辊向左串动，下辊向右串动（图4），造成长腿处的斜腰厚度减薄，短腿处的斜腰厚度增厚。当温度稍低时，其厚度就超过允许偏差。为消除上述缺陷，自800机列第Ⅳ孔开始，加厚长腿的斜腰厚度，减薄短腿的斜腰厚度。

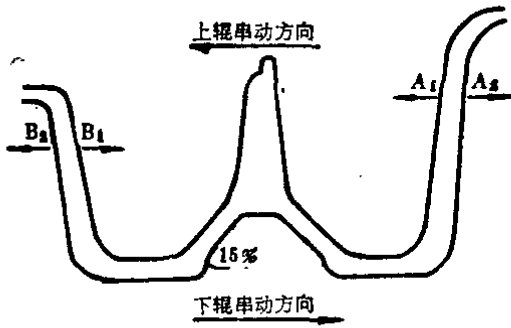


图4 槽帮钢轧辊串动示意图

2. 下槽内侧斜度小，轧制时经常产生折叠缺陷。19号槽帮钢下槽内侧由45%和15%两个斜度构成（图4），原设计对此重视不足，按通常设计原则，自800机列第Ⅲ孔到成品孔分别取为（%）：23，21，18，16，15。在批量生产时，轧件温度稍低，成品下槽内侧15%斜度处就产生全长性的折叠，后来加大为（%）：33，28，24，20，15，轧后未发现折叠。

3. 中间爪尖拉缩量，影响小台尺寸，当轧件温度低时，爪尖小台充满不好。为消除这种缺陷，将成品在前孔爪尖部位切去一块，减少爪尖的拉缩作用，使爪尖充满。

4. 轧制稳定性好，800—850机列不

需复杂的导卫装置，尽管槽帮钢属于异形复杂断面，但由于采用腿部向上的孔型配置方法，使腰部平面接触辊道，运行稳定，减少了轧件扭转趋势，从而简化了导卫装置。同时中间爪在闭口槽连续轧制时，受两侧楔子的夹持，不左右摇动，增加了轧件的稳定性。因此，用普通导卫板就可轧制。

5. 中间爪连续在8个闭口槽中轧制，拉缩量，因此950—Ⅰ孔中间凸起部位必须有足够的金属，以抵销爪部的拉缩。原设计中间爪的宽度为100mm，厚度为35mm，现加大到162×50mm。

## 六、机械性能和质量指标

19号槽帮钢采用24Mn<sub>2</sub>K和30Mn<sub>2</sub>K两种钢质，机械性能检验指标如下：

$$\sigma_s = 385 \sim 480 \text{ MPa},$$

$$\sigma_b = 555 \sim 700 \text{ MPa},$$

$$\delta_s = 23.5 \sim 28.5\%.$$

1984年质量指标为：一级品率97.2%，成材率92.4%。

## 七、结 语

1. 采用翻钢立压挤爪的轧制工艺是获得小台尺寸行之有效的办法。

2. 腿部向上的配置方法，使轧件运行稳定，便于轧机调整，同时使轧件全长尺寸波动减小到最低值。

3. 成品孔采用万能轧制法有利于提高钢材内部质量和表面尺寸的精度。

4. 中间爪部受两侧楔子作用，必须给足够的拉缩量，以保证爪部高度。

5. 长短两腿高度相差大，设计时必须考虑轧辊的轴向串动。