

农用异形钢材孔型设计



冶金工业出版社

农用异形钢材孔型设计

《农用异形钢材孔型设计》编写组

冶金工业出版社

农用异形钢材孔型设计

《农用异形钢材孔型设计》编写组

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 19 字数 368 千字

1977年8月第一版 1977年8月第一次印刷

印数00,001~4,200册

统一书号: 15062·3252 定价(科三) 1.50 元

说 明

在毛主席革命路线的指引下，解放以来，特别是无产阶级文化大革命以来，我国大、中、小钢铁企业在异形钢材生产方面有了很大的发展，其中包括为制造农业机械提供的异形钢材，不仅数量大，而且品种规格多。经过不断的技术革新和新品种的试制，各个钢铁企业都积累了许多宝贵的生产技术经验。本书叙述的内容是鞍山、上海等地钢铁企业的广大工人和技术人员在生产农业机械制造用的异形钢材过程中，初步掌握和积累的孔型设计方法的经验。这些经验是从生产实践中总结出来的较为宝贵的经验，但由于实际生产条件的限制，难免有它的局限性，恳切希望广大读者批评指正。

本书是在鞍钢中型轧钢厂、上海新沪钢铁厂、鞍钢大型轧钢厂、鞍山红旗拖拉机厂等单位的热情支持和帮助下编写而成的。参加编写工作的有龙春满、李忠福、赵季塈、韩润霖、林健椿、李光耀等同志。

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

农业的根本出路在于机械化。

中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。

目 录

第一章 异形断面钢材孔型设计原则	1
第一节 概述.....	1
第二节 各类异形断面钢材的特点.....	1
第三节 异形断面钢材孔型设计中的几个问题.....	4
第二章 椭圆钢孔型设计	10
第一节 概述.....	10
第二节 孔型系统的选择.....	10
第三节 椭圆钢的孔型设计.....	11
第四节 椭圆钢孔型设计实例.....	15
第三章 农机用异形扁钢孔型设计	21
第一节 端部加厚扁钢孔型设计.....	21
第二节 拱面扁钢孔型设计.....	29
第三节 中凸扁钢孔型设计.....	32
第四章 农机用薄壁角钢孔型设计	36
第一节 概述.....	36
第二节 钢坯的选择及道次的确定.....	36
第三节 孔型系统.....	37
第四节 孔型设计.....	37
第五节 轧制情况.....	42
第五章 乙形钢孔型设计	44
第一节 概述.....	44
第二节 乙形钢的孔型设计.....	44
第三节 乙形钢蝶式孔型系统的一般设计原则.....	45
第四节 偏乙形钢孔型设计.....	47
第五节 偏乙形钢孔型设计实例.....	52
第六章 农机用槽钢孔型设计	61
第一节 26×14.5×4.5毫米小槽钢孔型设计.....	61
第二节 浅槽钢孔型设计.....	71
第三节 犁铧槽钢孔型设计.....	80
第四节 拖拉机用深腿槽钢孔型设计.....	92
第七章 耳形钢孔型设计	102
第一节 概述.....	102
第二节 耳形钢的孔型系统.....	102
第三节 耳形钢孔型设计中的几个主要问题.....	103

第四节	耳形钢孔型设计	104
第五节	耳形钢孔型设计实例	105
第八章	扁工字钢孔型设计	113
第一节	扁工字钢的断面特点	113
第二节	孔型系统的选择	113
第三节	孔型设计方法	115
第四节	Ⅱ号扁工字钢孔型设计实例	117
第五节	孔型在轧辊上的配置	122
第六节	轧辊强度的验算	123
第九章	双面加厚钢孔型设计	129
第一节	概述	129
第二节	孔型设计应注意的几个问题	130
第三节	钢坯的选择及道次的确定	131
第四节	孔型系统的选择	132
第五节	孔型设计	133
第六节	孔型设计实例	136
第七节	实际轧制情况	139
第十章	加厚工字钢孔型设计	141
第一节	概述	141
第二节	加厚工字钢的孔型设计分析	142
第三节	孔型系统的选择	145
第四节	异形孔型数量的确定	145
第五节	孔型设计方法	145
第六节	孔型设计实例	150
第七节	结论	152
第十一章	胶轮车挡圈孔型设计	156
第一节	胶轮车挡圈的断面特点	156
第二节	实际应用的孔型系统分析	157
第三节	孔型设计方法	162
第四节	胶轮车挡圈的孔型设计	164
第五节	实际生产与轧制情况	167
第十二章	胶轮车轮辋孔型设计	171
第一节	32×6型胶轮车轮辋的特点	171
第二节	生产胶轮车轮辋的方法	171
第三节	钢坯尺寸和道次的确定	172
第四节	孔型系统的选择	172
第五节	孔型设计	174
第六节	导卫板的形状和安装位置	181
第七节	轧制情况	182

第十三章 磁极钢孔型设计	187
第一节 概述	187
第二节 磁极钢孔型系统	188
第三节 设计方法	192
第四节 $18 \times 21 \times 36$ 磁极钢的设计实例	194
第十四章 犁铧钢孔型设计	201
第一节 犁铧钢的轧制特点	201
第二节 采用立压孔轧制犁铧钢的孔型设计分析	202
第三节 采用平轧闭口孔型轧制犁铧钢的孔型设计分析	206
第四节 轧制犁铧钢的孔型系统选择	213
第五节 犁铧钢孔型设计	213
第六节 103毫米犁铧钢孔型设计实例	217
第七节 犁铧钢的轧制	220
第十五章 拖拉机履带孔型设计	223
第一节 履带板的断面特点	223
第二节 孔型系统的选择	223
第三节 孔型设计	228
第四节 C-80型拖拉机履带板孔型设计	231
第十六章 周期断面犁铧钢孔型设计	235
第一节 产品的形状及特点	235
第二节 生产周期断面犁铧钢的方法	237
第三节 周期断面犁铧钢的孔型设计方法	239
第四节 钢坯的选择及道次的确定	240
第五节 轧制周期断面犁铧钢的孔型系统	241
第六节 周期断面犁铧钢的成品孔型设计	242
第七节 周期断面犁铧钢的成品前孔设计	245
第八节 犁铧钢各变形孔设计	246
第九节 成品孔型在轧辊上的配置	246
第十节 轧辊材质的选择	247
第十一节 149周期断面犁铧钢孔型设计	247
第十二节 周期断面犁铧钢成品轧辊孔型的加工	254
第十三节 成品孔导卫装置设计与安装	257
第十四节 周期断面犁铧钢的轧制缺陷	262
第十七章 肋骨钢孔型设计	264
第一节 肋骨钢的断面形状和特点	264
第二节 孔型系统的选择	265
第三节 孔型设计	267
第四节 I型肋骨钢的孔型设计实例	272
第十八章 纵轧胶轮车轴坯周期断面孔型设计	278

第一节	纵轧周期断面钢材的轧制工艺	279
第二节	轧制温度和轧制速度对前滑的影响	281
第三节	变形区形状对前滑的影响	282
第四节	周期断面辊型设计	283
第五节	JLC-2000 胶轮车轴坯周期断面孔型设计实例	286

第一章 异形断面钢材孔型设计原则

第一节 概 述

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在全国农业学大寨群众运动的推动下，我国农业生产日益发展，农业机械化水平的不断提高，农业机械制造工业所需要的钢材，不但数量迅速增加，而且品种不断扩大。

钢铁工业战线上的广大职工，遵照毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的伟大教导，坚决贯彻“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针，解放以来，特别是无产阶级文化大革命以来，努力增加钢材各类新品种的同时，扩大了农业机械制造用的异形钢材的生产，使钢铁工业在支援农业方面取得了新的成就，作出了新的贡献。到目前为止，已试制和生产上百种农机用型材，其中有拖拉机专用的深腿槽钢，胶轮大车用的轮辋和挡圈，脱谷机用的耳形钢和单面周期的肋骨钢、犁铧钢、双面周期的大车轴等（详见图1），有力地支援了农业机械、农机配件和中小型农具的制造工业。

除大型钢铁联合企业外，遍布全国各地的地方工业和中小型企业，为实现农业机械化，发挥着越来越大的作用。

我国生产农机用异形断面钢材的方法，概括起来有下列三种：

铸造方法：用可锻铸铁，在一定形状的铸模内，铸成农机用的异形断面形状。铸造后经过一定工序的处理，即可装配使用。但是产品质量低，强度低，工艺复杂，成本高。因此，它只适合于小数量的生产。

锻造方法：根据异形断面钢材的尺寸，选择相应的坯料，切成一定长度和宽度，在炉内加热到 $1100\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，然后放到异形的锻模上锻压成型。用锻造方法生产的异形断面钢材，断面不易规则，生产效率很低，金属消耗大，成本高，不适合于大批生产。

轧制方法：采用轧制方法生产农机用异形断面钢材，可以获得比较精确的断面形状和尺寸，减少农机厂的加工量，节约金属和燃料，而且生产效率高，成本低，比铸造和锻造方法具有较多的优点。因此，轧制方法已被广泛应用。

轧制方法，通常以方形或矩形断面的钢锭或钢坯，经过加热后在轧机上轧制成各种不同形状的钢材。为了得到所要求的钢材成品，钢锭或钢坯需要通过一系列的孔型来逐渐变形。选择孔型系统，确定孔型的形状、数目和尺寸，并将其配置在轧辊上的工作称为孔型设计。本书叙述的内容，是在生产农机用型钢过程中不断积累的孔型设计方法上的经验。

第二节 各类异形断面钢材的特点

在异形断面钢材的品种中，类别较多，有各种各样的横断面形状，必须对它们进行具体分析，认识和掌握它们各自的特点，并根据它们的不同特点，在孔型设计和生产过程中，采取相应的不同办法，使其达到预期的效果。

一、产品的分类

在图1中列出了一些产品的横断面形状，这些产品各有不同的特点。实践证明，随着各产品的横断面形状复杂程度不同，在轧制中就会出现不同的问题和困难，这是由它们的特性所决定的。但它们也有共同点，有着内部的联系，即轧制各种异形断面产品都存在着不均匀变形，而各种断面的不均匀变形程度和特点，又和横断面的对称性有关。某些产品对垂直轴是对称的，而对水平轴不对称；有的产品对水平轴是对称的，对垂直轴又不对称；有的产品断面对两个轴都是对称的，或者都是不对称的。一般对称程度相近的产品，在轧制中出现的问题往往类似，必须采取类似的办法加以解决。现将各种断面形状的产品划分成四类，如图1所示。

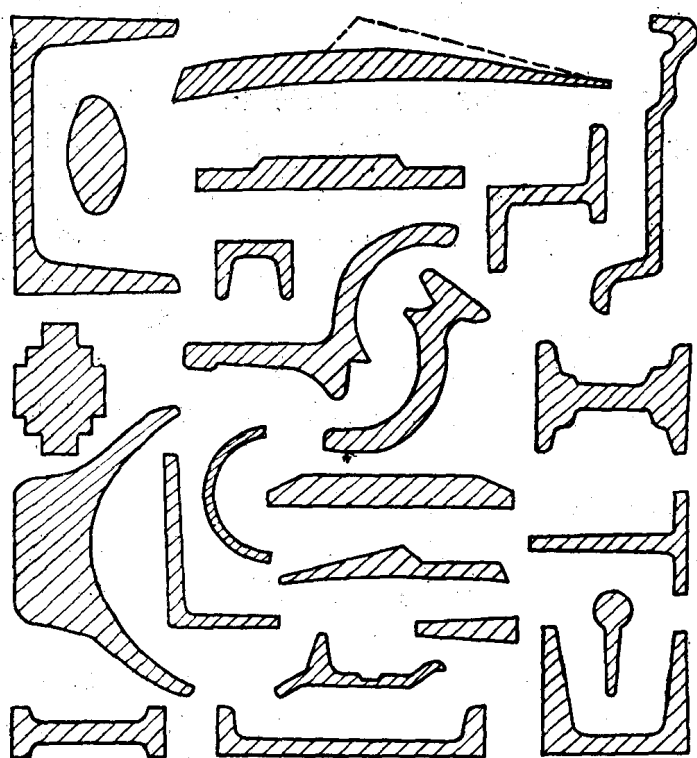


图1 各种农机用异形钢材的断面形状

断面形状对垂直轴和水平轴都是对称的产品。如图1的扁工字钢、双面加厚钢等；

断面形状对垂直轴对称，而对水平轴不对称的产品。如图1的深腿槽钢、磁极钢等；

断面形状对水平轴对称，而对垂直轴不对称的产品。如图1的丁字钢、弧形钢等；

断面形状对垂直轴和水平轴全不对称的产品。如图1的拖拉机履带板、胶轮大车轮辋、耳形钢等。

上述产品的共同特点是：横断面形状都有凸起和凹入部分，也就是横断面各处厚度不同。因此，用方坯或矩形坯（有时用异型坯）轧制，不可避免的产生不均等的压下，从而产生不均匀变形。并由此引起凸缘部分产生拉缩、增长以及横向强迫展宽等现象。当然，各类产品又有它的各个不同特点，在轧制过程中应该采用不同的方法有针对性的予以解决。

在轧钢生产中，从轧件在轧制过程中的稳定性来看，轧制对垂直轴对称的产品比较容易掌握，如扁工字钢、深腿槽钢等产品，虽然形状比较复杂，但横断面形状对垂直轴是对称的，所使用的孔型必然是对称的，由于孔型对称，金属在孔型内的变形对垂直轴来说是匀称的，这为轧制稳定性的提高创造了有利的条件。当然，用方坯或矩形坯轧制，断面厚的部分压缩量小，断面薄的部分压缩量大，因而产生不均匀变形，但由于左右侧压下量是匀称的，也就是延伸是均称的，轧件在孔型中不易产生扭转和串动，轧辊也不易产生轴向串动。轧制这类产品比较稳定，且容易掌握。

相反，轧制对垂直轴不对称产品时（第3、4种类型），就不易掌握，因为这类产品横断面形状的不对称性，决定了所作的孔型必然存在着相对的不对称性，金属在这类孔型中，不但由于不均匀变形引起拉缩和强迫展宽，而且各部分的受力也不平衡，且有轴向力

和力偶。以简单的楔形断面为例（图 2），两端厚度不同，右侧压下量大于左侧，轧件是一个整体，轧件脱离孔槽后向着压下量小的左侧弯曲，这是最简单的不均匀压下的例子。对于轧制断面稍复杂的产品，例如轧制丁字钢之类的产品（图 3），这种现象就更为严重，轧件在孔型中必然产生扭转、串动，轧辊也容易产生轴向串动，尽管调整工人把瓦座固定得再紧，导卫板安装得再牢固，由于延伸不等，轧件总是有扭转和串动的趋势。因此，进行这类产品孔型设计时，孔型的结构和轧辊的配置，都要采取相应的措施，以便消除上述的不利因素。

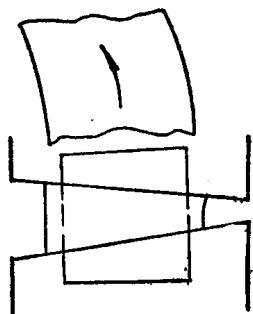


图 2 楔形轧件的不均匀变形情况

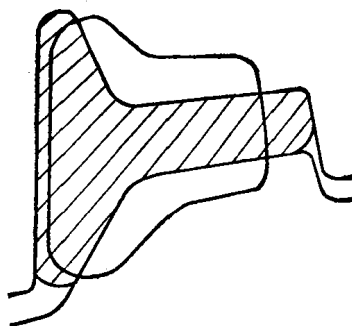


图 3 丁字钢粗轧孔变形情况

二、针对各种产品形状的特点采用不同的孔型结构

列宁说：“要真正地认识对象，就必须把握和研究它的一切方面、一切联系和‘媒介’。”设计某种钢材产品的孔型，首先必须研究这个产品的特点，因为孔型设计是依据产品技术标准要求和设备条件进行的，所以要了解产品的用途和使用方法，找出产品的关键部位，针对这些部位在孔型设计中采取相应措施，集中力量解决这些难轧和关键部位，与此同时，也要考虑横断面其它部位形状和尺寸，考虑各部位之间的相互联系。难轧部位解决了，其它部位的尺寸和形状，也就比较容易地得到解决。

技术标准中对每种产品都有很多要求，但从轧制角度来看，每种产品都有难轧部位或关键部位。例如，轧制简单形状的方钢和槽钢，尖角部位是难轧部位。在孔型设计时应该充分的注意到这些特点，为了保证尖角的形状，一般成品孔采用图 4 之开口形状，其它各孔也要采用相应措施，确保这些部位达到要求。而成品孔如果采用图 5 之开口形状，拟达到标准中规定的要求就比较困难。

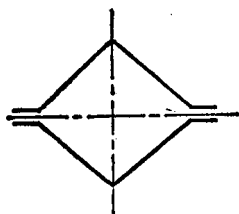


图 4 轧制方钢和槽钢的正确开口方式

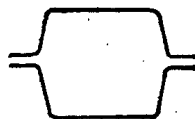
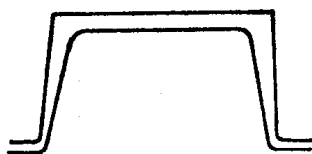
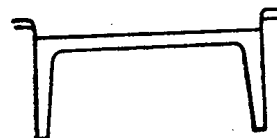


图 5 轧制方钢和槽钢的错误开口方式



对于工字钢，要求腰和腿保持 90° ，腿外侧为平直。如果采用图 6 之开口形状的成品孔轧制工字钢，就很难获得腿外侧是平直的工字钢。如果采用图 7 所示之开口式成品孔，就比较容易获得腿外侧平直的产品。

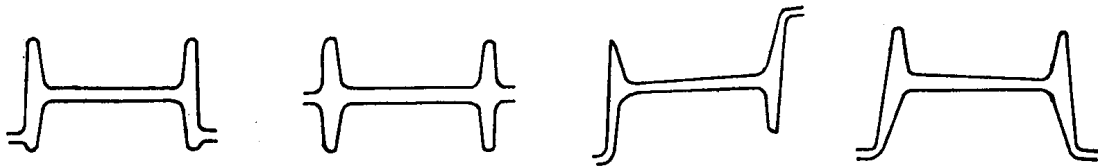


图 6 轧制工字钢错误的成品孔构成

图 7 轧制工字钢正确的成品孔构成

总之，要根据各种产品的特点，采用不同孔型系统和不同的孔型结构。除了成品孔之外，所有孔型都应该为所有的难轧部位创造有利条件，保证产品在该部位充填良好。

第三节 异形断面钢材孔型设计中的几个问题

近来，在扩大型钢的钢材品种中，绝大多数是属于复杂断面和不对称断面的异形钢材，这些产品的孔型设计，目前还没有完整的理论计算公式。因而对同一产品可以采用不同的孔型系统和不同的孔型设计方法。但是最合理的孔型系统和孔型设计方法，应具备如下的条件，即应保证轧钢机调整方便，工人劳动强度低，金属加工程序好，产品表面精度高，产量高，质量好。经过生产实践的检验，对于复杂断面与不对称断面产品的孔型设计，我们所遇到的共同性问题主要有以下几点：

一、轧制异形断面钢材孔型系统的选择

毛主席教导我们说：“在复杂的事物的发展过程中，有许多的矛盾存在，其中必有一种是主要的矛盾，由于它的存在和发展，规定或影响着其他矛盾的存在和发展。”在生产异形断面钢材时，不管设计哪一种产品的孔型，都有很多矛盾存在，但孔型系统的选择在整个孔型设计中是主要矛盾。因为孔型系统包括从钢坯到成品的整个变形过程，而钢材在每个孔中的变形又是相互关联的，并关系到轧制全过程的成效。

一种产品，可以用几种不同的孔型系统轧制，但孔型系统选择的合理与否，直接关系到产品的质量、产量，关系到水、电的消耗，关系到轧辊寿命和生产操作等各个方面。如果孔型系统选择的合理，尽管某个孔型尺寸设计的稍有不当，可以在原有辊槽的基础上，作比较小的改动即可正式投入生产。假如孔型系统选择不合理，那就不好修改，弄不好，全套轧辊都得作废，造成很大的浪费。

所谓孔型系统，一般指孔型形式而言，如轧制槽钢，常用槽式孔型系统或蝶式孔型系统。轧制工字钢，常用直轧孔型系统或斜轧孔型系统，这些都是指孔型形状而言。此外孔型系统也包括轧制道次，即包括若干个减缩断面的孔型和几个异形变形孔。至于轧制某种产品采用的异形孔型形状，要根据产品的形状而定。轧制对垂直轴对称的产品，异形孔的形状一般做成类似成品的形状，从钢坯到成品采用逐渐变形的办法，如轧制工字钢、槽钢等产品就是如此。轧制断面形状不对称的产品，设计时力求把异形孔设计成对称的和近似对称形状的，由粗轧孔到成品孔逐渐变成成品的形状，如图 8 所示之孔型系统。

1. 轧制道次的确定

在进行异形断面钢材孔型设计时，总的原则应力求轧制道次少些，因为总的轧制道次越少，轧制工艺就越简化，轧机的产量就越高。但也必须注意到异形孔过少，有时不但不能提高产量，反而会明显的影响轧机的产量和产品的质量。比如，异形孔太少，在接近成品孔的异形孔内，必然产生很大的不均匀变形，使孔型很快磨损，不但使孔型寿命缩短，换

辊次数增加，而且将严重的破坏各孔及断面各部分间的变形关系，影响到产品的质量和断面的稳定性，如在550轧机上，采用4个变形孔轧制Ⅱ形钢（图9），就出现过这种现象。所以，轧制复杂断面产品，异形孔的数目要根据不同产品而定。对于断面比较厚的产品，异型孔的数目可以少一些，但不应少于4个。对于断面比较薄而宽度比较大的产品，异形孔的数目最好不少于5~7个。

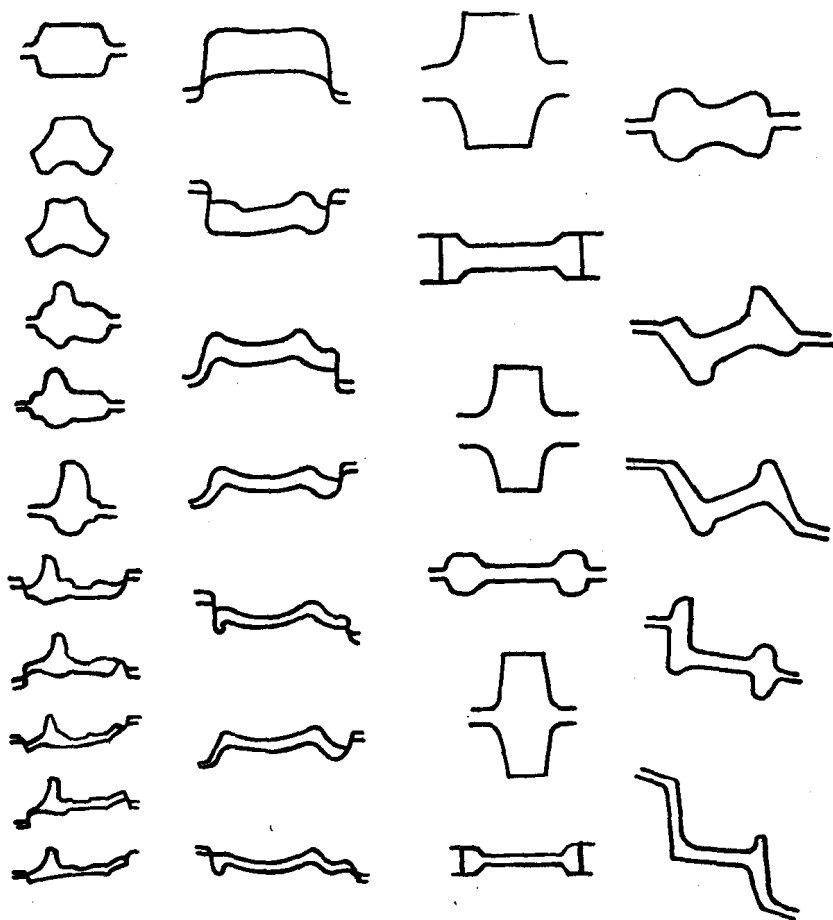


图8 轧制农机用异形钢材的孔型系统



图9 轧制Ⅱ形钢孔型系统

2. 立压孔的应用

在选择孔型系统时，是否采用立压孔，要根据具体条件而定。立压孔的作用主要是减缩和控制轧件宽度，有时可弥补展宽值计算之不足；然而，采用立压孔，势必使轧制道次和翻钢次数增加，这对轧机高产是极为不利的。所以采用立压孔有利有弊。

我们认为，在有条件的情况下，尽量不采用立压孔。即使采用立压孔，也应该放在粗轧机上，因为放在精轧机上，轧件已经很薄，通过立压孔时轧件产生弯曲，进入后一孔又展开，起不到控制轧件宽度的作用，同时轧件很长，翻钢困难。

但是，对于那些产量较低，新投产的轧钢车间，由于对各种产品的展宽数据还没有掌

握，可以采用立压孔，以便给调整留有余地。

二、展宽问题

1. 确定展宽的方法

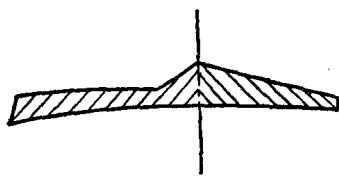


图 10 犁铧钢对称轴的确定

展宽的计算方法，一般说来，都是以孔型断面中心线为准。实际应用上，有两种具体的确定方法。一种是按孔型宽度进行计算。在型钢生产中，常见的箱形孔、工字形孔和槽形孔，都是按孔型宽度进行计算展宽量。不对称断面的产品，一般情况下，按左右侧面积渐近相等的对称轴来分配展宽量，如图10所示。

另一种方法，是按照孔型中心线来进行计算展宽量。例如，对于那些厚度相等或相近的蝶式孔型轧制的产品，或者是腰与腿相接处圆弧较大，而且拐角与主体厚度相等或相近的产品，如轮辋、波形钢、偏乙形钢、弧形钢等产品的展宽量，都是按照孔型中心线来进行计算的，如图11所示。

2. 展宽量的选取方法

轧制异形断面钢材展宽量的确定是一个复杂的问题，目前还没有实用的理论公式计算，只能根据所使用的工具形状、横断面各部位金属断面大小的相互关系、摩擦条件等具体情况，凭各厂实际经验确定。所以轧制较简单断面的钢材，在有条件的情况下，尽可能的采用自由展宽，因为它比限制展宽有着一系列的优越性，如：

简化轧钢机的调整；

电能的消耗显著减少；

可以使用较小辊径的轧辊，从而降低轧辊的制造费用；

可采用开口孔，减少因出耳子而造成的废品。

但是，轧制断面比较复杂的异形产品，应尽可能采用限制展宽的孔型，这是由于下述原因。

轧制异形产品的关键问题是如何保证轧件断面各部分充填良好，而轧件在孔型中的稳定性对充填情况起着主要作用。采用限制展宽的孔型，轧件在孔型内轧制时比较稳定，因而金属在孔型内各部位的充填情况比较稳定；可以增大咬入角，为开始几道粗轧变形孔给予强烈的不均匀变形创造一定的条件；可以避免产生脱壳的缺陷。在实际生产中，凡采用自由展宽的孔型，即轧件两侧为自由端，不受孔型限制，而其断面为凸缘型的轧件，在轧制过程中经常产生脱壳的缺陷，例如，轧制两端加厚扁钢采用图12的孔型就有这种缺陷。一般说来，轧出的轧件凹处宽度，应该与孔槽凸部宽度相等，或者由于冷缩和孔槽磨损而稍小一些。但实际情况与此相反，轧出的轧件在该部位的 $B > b$ ，即大于楔子的宽度，我们称为脱壳。类似这种孔型往往出现这种缺陷，而采用闭口孔型或限制展宽，可以避免这种现象发生。

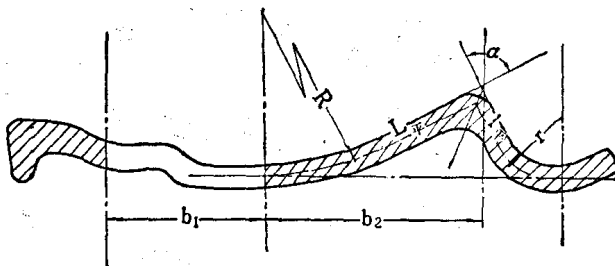


图 11 胶轮车轮辋孔型中心线的确定

在选择孔型系统时,采用哪一种类型展宽的孔型,要根据具体情况而定,片面的强调某一个方面都是不正确的。比如,对于断面形状比较复杂,尺寸要求严格,不对称性的产品,采用限制展宽孔型比较自由展宽的孔型好一些。

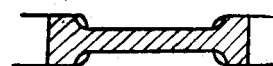


图 12 端部加厚扁钢的自由展宽孔型

三、变形的分配问题

1. 不均匀变形的分配

轧制异形产品所用的钢坯,多是方形坯或矩形坯,但是,采用方形坯或矩形坯轧制异形的断面,必然发生严重的不均匀变形,它对轧件断面各部分间金属的流动和轧槽磨损有直接影响,这是一个矛盾。但如何解决这个矛盾,这是在孔型设计中需要解决的问题。认识来源于实践。我们在生产实际中总结一条经验,就是采用“趁热打铁”的方法。也就是说,在开始几道的变形孔内,尽可能的给予强烈的不均匀变形。因为金属在高温状态下,有着极其良好的塑性,金属断面很厚的部分容易从压下量较大的地方流向压下量较小的地方,而且也不易由于强烈的不均匀变形而产生过大的拉缩,强迫展宽以及产生耳子,折叠和撕裂等缺陷。这样在最后2~3个孔内,就有条件采用均匀的较小的变形,这对保证成品的精确性、尺寸的稳定性和表面光洁度都是有利的。因此,在孔型设计时,在粗轧孔内应根据最大咬入角,轧辊强度和主电机能力等条件给予最大的变形,使简单断面的坯件经2~3道次轧成产品的雏形(如图13),然后进入精轧孔成型。



图 13 胶轮车挡圈的粗轧变形孔

2. 成品孔和成品前孔变形系数的分配

在型钢孔型设计中,成品孔和成品前孔的设计是很重要的。为了保证轧出成品的稳定

表 1 农机用钢的有关设计数据

产 品 规 格	轧 机	钢 坯		成品面积 (毫米 ²)	总 延 伸 系 数	道 次	平均延伸 系 数
		尺 寸 (毫米)	面 积 (毫米 ²)				
10×20尖椭圆钢	230	28×60	1680	143	11.7	9	1.315
80端部加厚扁钢	550	115×115	13000	1009	12.99	9	1.330
2.5号薄壁角钢	250	40×40	1570	98	16.05	9	1.361
偏乙形钢	360/280	85×85	7060	855	8.25	11	1.211
26×14.5×4.5槽钢	230	28×60	1680	207	8.13	9	1.262
6号浅槽钢	230	28×60	1680	380.3	4.43	9	1.179
耳形钢	360/280	70×70	4900	995	4.914	9	1.198
II号扁工字钢	400/370	85×85	7060	1598	4.44	9	1.18
双面加厚钢	320/270	90×90	7950	1637	4.86	9	1.192
胶轮大车挡圈	250	50×50	2480	315	7.88	9	1.24
105 犁铧钢	320/270	90×90	7950	834.5	9.61	12	1.208
I形肋骨钢	230	28×60	1680	426	3.94	5	1.315
18×21×26磁极钢	230	28×60	1680	487	3.45	9	1.147
149 周期犁铧	550	115×115	13000	1294.5	10.3	7	1.396
18C拖拉机槽钢	800	205×95×215	29900	3360	8.90	9	1.275
胶轮大车轮钢	550	115×115	13000	888	14.60	9	1.341
拖拉机履带板	800	140×240	33000	3920	8.42	9	1.268

性和减少轧辊消耗，在成品孔和成品前孔都取较小的延伸系数。一般情况下，成品孔的延伸系数取1.08~1.10左右，成品前孔取1.10~1.20左右。在此同时，孔型断面各单体间延伸系数取相等或相近。所有异形孔的平均延伸系数为1.2~1.3左右，详见表1。

此外，为了轧制稳定和减少轧辊车修量，尽可能利用成品孔允许的最大斜度。有时，

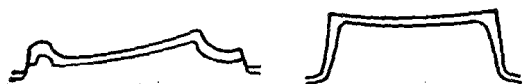


图 14 弯腰的成品孔

将成品孔做成弯曲形状，如轧制槽钢成品孔，将它的腰部设计成具有12~15%斜度；轧制轮辋成品孔的腰部也设计成弯曲的（图14），经冷矫后，才达到标准形状。

3. 凸缘孔型闭口槽部分压缩量的分配

在轧制凸缘轧件时，往往由于闭口槽侧压大或垂直压下量大而引起缠辊、顶铁等事故。为了避免上述现象产生，设计孔型时，对于闭口端部厚度小于4毫米、根部厚度小于10毫米、高度大于其平均厚度四倍的闭口槽，其尺寸应按下列关系式确定：

$$\begin{aligned} b &\approx b' \\ a' &> a \end{aligned}$$

式中符号见图15。



图 15 前一孔的轧件进入闭口轧槽

这种孔型闭口槽的垂直加工量最好不超过5毫米。

设计凸缘轧件的孔型时，可按相似系数校核凸缘轧件各部分压下系数的关系。所谓相似系数，是指某轧件与成品断面相比较而用百分数来表示的系数，它说明一个轧件与另一个轧件的相似性，如图16是最简单的例子。表示公式是：

$$K_n = \frac{T_n : T_{\text{成}}}{t_n : t_{\text{成}}} \times 100\%$$

式中 K_n ——某一孔的楔形轧件对成品的相似性；

T_n ——某一孔型厚端的厚度；

t_n ——某一孔型薄端的厚度；

$T_{\text{成}}$ ——成品孔型厚端的厚度；

$t_{\text{成}}$ ——成品孔型薄端的厚度。

首先决定 K_0 ，即钢坯对成品的相似性，然后把100%和 $K_0\%$ 之差值分配到各变形孔内，每相邻两孔相似系数的差值，就是不均匀变形的程度。

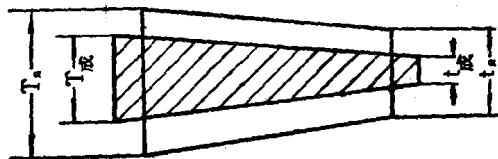


图 16 楔形轧件图

四、孔型的构成和断面的划分

把对垂直轴不对称的产品，尽可能的设计成对称的或近似对称的孔型形状。例如4.33尺胶轮大车挡圈的孔型设计，就是按照这项原则进行的（见图17）。



图 17 4.33尺胶轮大车挡圈孔型