

HARDOX 悍达TM
耐 磨 钢 板

WELDOX 威达TM
超 高 强 度 钢 板

弯曲与剪切

SSAB 瑞钢奥隆
OXELÖSUND

本书阐述了HARDOX耐磨钢板和WELDOX高强度结构钢板的弯曲和剪切。在这些钢中,我们把钢的高强度与高纯度相结合,保持精确的钢板厚度公差,使其具有优越的冷弯性能。

在对我们的耐磨钢板和高强度结构钢板做了大量的弯曲和剪切试验后,我们推荐的最佳方法如下。

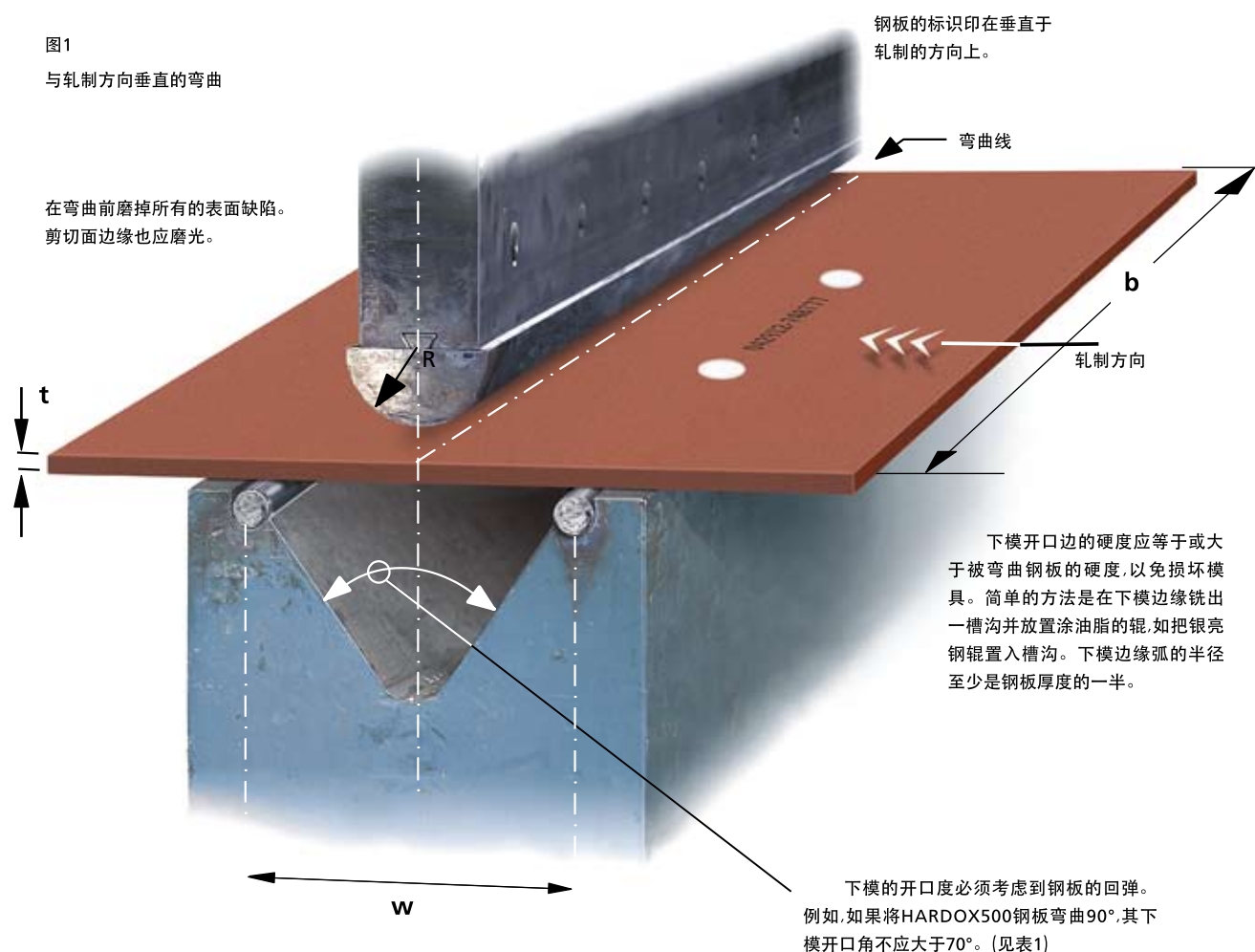
折弯

尽管可以使用压辊弯曲,但这节仅阐述自由弯曲。弯曲结果与下面三方面的因素有关:钢板、工具和工艺流程。这些因素在第3页和第4页讨论,同时还给出了几个实例。

材料的典型物理性能见最后一页的表4。

图1

与轧制方向垂直的弯曲



钢板、工具和工艺流程对弯曲结果的影响:

钢板

- 钢号

注意:弯曲力和回弹随钢板强度的增加而增加(典型拉伸强度值见表4)。所以,钢板的强度与硬度越高,则:

- 所需的弯曲力越大
- 回弹越大
- 所需的上模半径越大
- 所需的下模开口越大

- 钢板表面

我们所推荐的方法适用于喷丸清理钢板和防腐蚀涂层钢板。未经表面处理的钢板可在一定程度上弯曲到更小的半径。在弯曲时处于拉伸状态下的表面损坏与侧面锈蚀可大大降低钢板的弯曲性能。在重要情况下,这些缺损必须修磨掉。

- 钢板边缘

剪切边应该去毛边并用磨边机修磨。

- 钢板厚度 (t)

作为一条基本规律,钢板越薄,其弯曲半径越小。见表1。

表1

在钢板弯曲90°(沿轧制方向与轧制方向垂直),对应钢板厚度(t)时,推荐的最小上模半径(R)和下模开口度(W)及所对应的回弹。

	厚度 [毫米]	垂直轧制方向 [半径/厚度]	平行轧制方向 [半径/厚度]	垂直轧制方向 [宽度/厚度]	平行轧制方向 [宽度/厚度]	回弹 [度]
S355 enl. EN10025		2,5	3,0	7,5	8,5	3-5
EUROX 355		1,0	1,5	6,0	7,5	3-5
WELDOX 420/500		1,0	1,5	6,0	7,5	3-6
WELDOX 700	t<8 8≤t<20 t≥20	1,5 2,0 3,0	2,0 3,0 4,0	7,0 7,0 8,5	8,5 8,5 10,0	6-10
WELDOX 900/960	t<8 8≤t<20 t≥20	2,5 3,0 4,0	3,0 4,0 5,0	8,5 8,5 10,0	10,0 10,0 12,0	8-12
WELDOX 1100 *	t<8 8≤t<20 t≥20	3,5 4,0 5,0	4,0 5,0 6,0	10,0 10,0 12,0	10,0 12,0 14,0	11-18
HARDOX 400	t<8 8≤t<20 t≥20	2,5 3,0 4,5	3,0 4,0 5,0	8,5 10,0 12,0	10,0 10,0 12,0	9-13
HARDOX 450*	t<8 8≤t<20 t≥20	3,5 4,0 5,0	4,0 5,0 6,0	10,0 10,0 12,0	10,0 12,0 14,0	11-18
HARDOX 500 *	t<8 8≤t<20 t≥20	4,0 5,0 7,0	5,0 6,0 8,0	10,0 12,0 16,0	12,0 14,0 18,0	12-20

*) 在弯曲HARDOX450, HARDOX500和WELDOX1100时,由于钢板强度高,所需的弯力大,所以要特别小心。如果钢板断裂,其碎片可能飞出。在弯曲时,操作人员和其他人员不能站在机器前面,应该站在侧面。

- 钢板的轧制方向

弯曲线与轧制方向垂直时,钢板弯曲的半径比与轧制方向相同时的弯曲半径要小。见图1和表1。

- 弯曲长度 (b)

如果弯曲长度(见图1)小于十倍的钢板厚度,钢板弯成的半径通常比表1所给值小。

工具

- 上模半径 (R)

在弯曲HARDOX和WELDOX钢板时,采用正确的上模半径是最重要的因素。(见图1)

对强度较小的钢,即对于低于或者等于WELDOX500的钢,我们推荐使用半径等于或小于弯曲半径的上模。

对硬度较大的钢,我们推荐使用半径等于或者大于弯曲半径的上模。

表1列出了最小的推荐上模半径,在钢板弯曲到90°时,它可避免钢板开裂。▷

- 下模开口宽度(W)

表1列出了所推荐的使回弹最小的下模最小开口宽度。如果宽度增加,则弯曲力和挤压印记肯定会减小,但其回弹值会增加。

注:开口角必须足够小,以使开口允许有足够的过弯曲(见图1和表1)。在辊压弯曲中,回弹将比列表的值大很多。

弯曲过程

- 摩擦

下模边缘必须清洁完整。通过使用自由转动的圆辊作为下模边缘,或在下模边缘涂润滑油脂,可使所需的弯曲力与钢板破裂的危险性减小。

- 弯曲角

表1中推荐值对应于90°的弯曲角。如果弯曲角较小,则可使用比表中推荐半径更小的下模。
注:弯曲角对所需要弯曲力和回弹的影响比下模开口宽度和钢号对所需弯曲力和回弹的影响要小。

- 弯曲力

用下式可估计所需的弯曲力。所有尺寸单位为毫米时,所得到的力为吨(1吨对应于10千牛),精度为±20%。所用符号,见图1。钢板抗拉强度 R_m 可从表4中获得。

$$P = \frac{1,6 \times b \times t^2 \times R_m}{10000 \times W}$$

如果弯曲中所用下模半径比表1中列出的半径大许多,则所需的力就比公式计算的力大许多,除非下模开口宽度也相应增加。

实例1

某弯曲力刚好能够在开口宽度为150毫米的下模上弯曲20毫米厚度的EN10025-S355钢板。如果使用同样的下模其弯曲长度相同,则多厚的HARDOX400钢板能够在此机器的弯曲力作用下弯曲呢?

弯曲力应该一样,只有钢板的厚度(t)和抗拉强度(R_m)不同。代入下式并简化得:
 $20^2 \times 550 = t^2 \times 1250$

HARDOX钢板的厚度(t)是13.3毫米。

则HARDOX400钢板的下模开口宽度与钢板厚度之比为150/13.3=11.3,根据表1可知此比值满足要求。

实例2

要通过弯板制作某长为2000毫米的托架。有两种选择:
a) 10毫米厚的EN10025-S355钢板,其典型抗拉强度为550牛/平方毫米。
b) 7毫米厚的WELDOX 700钢板,其典型抗拉强度为860牛/平方毫米。

以上两种钢板都使用开口宽度为100毫米的下模。对应两种钢板所需的压力各为多少?

对EN100025-S355钢板:

$$P = \frac{1,6 \times 2000 \times 10 \times 10 \times 550}{10000 \times 100} = 176 \text{ 吨}$$

对WELDOX700钢板:

$$P = \frac{1,6 \times 2000 \times 7 \times 7 \times 860}{10000 \times 100} = 135 \text{ 吨}$$

因为钢板厚度比钢板强度的影响更大,在这种情况下弯曲WELDOX钢板所需的力就要低一些。

	钢板厚度,毫米			
S 355 / EUROX 355	10	20	30	60
WELDOX 700	8	16	24	48
WELDOX 900 / 960	7	14	21	42
HARDOX 400	6	13	19	38
	↓	↓	↓	↓
每米弯曲力[吨]	120	240	330	660
下模开口度(W)[毫米]	75	150	240	480

表2
下模开口宽度(W)如表,每米钢板弯曲长度需相同弯曲力时的钢板厚度。

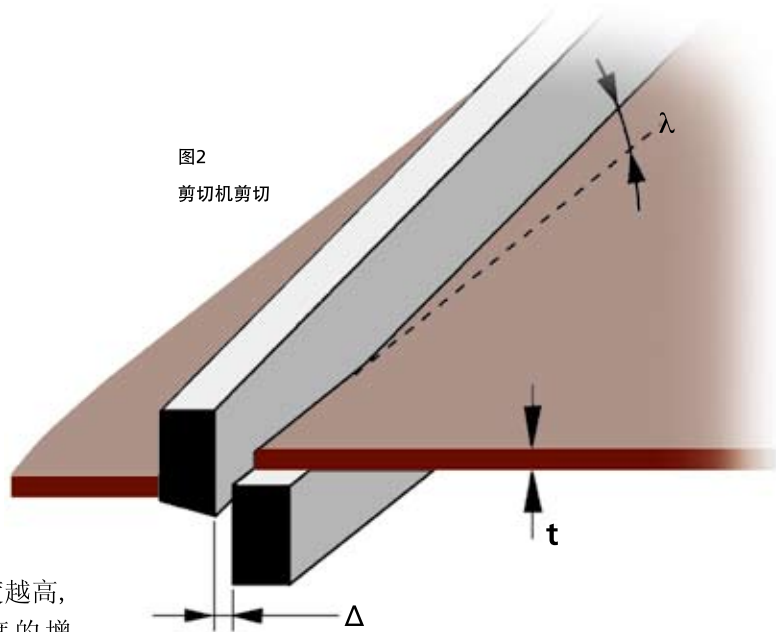


图2
剪切机剪切

剪切机剪切

高强度钢板同样可以被剪切。通常, 抗拉强度越高, 所需的剪力就越大。工具磨损也随拉伸强度的增加而增大, 因此我们不建议剪切 WELDOX1100, HARDOX450和强度更高的钢。

剪切高强度钢板要获得满意的效果就得有良好的工具和正确的剪切参数。请注意, 我们建议的剪切参数只是在一般情况下使用的。在实际操作中, 要根据机器的稳定性和刀刃的条件进行选择。

刀刃

刀刃应该坚硬, 锋利, 并且稍带一点圆边。

间隙Δ

这是取得满意效果最重要的参数。移动刀刃与固定刀刃间的间隙应该随钢板的拉伸强度的增加而增加 (见表3)。不正确的间隙将造成剪切面不平, 在随后的焊接或弯曲中可能引起钢板的开裂。

刀面角λ

刀面角越大, 钢板侧移的可能性越大或所切的钢板发生扭转变形的可能性越大, 但剪切力越低。通常, 刀面角应随所切钢板强度的增加而增加。见图2 和表3。

剪切力P

在给定刀面角条件下, 剪切力与钢板强度成正比增加的关系。见图3和表4。

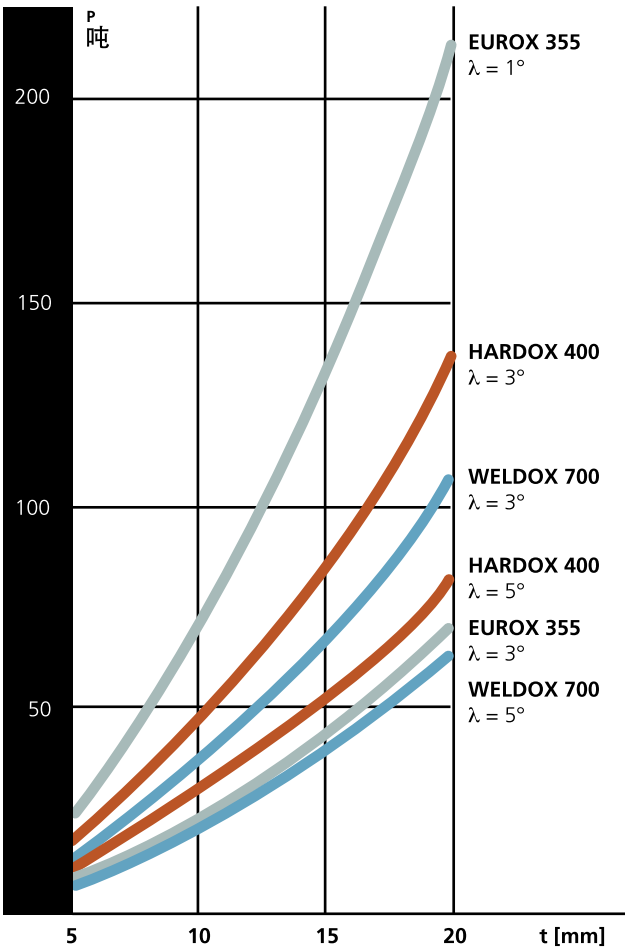


图3
剪切与钢板厚度及刀面角λ之间的关系

	刀刃间隙, Δ 板厚度的百分数	刀面角, λ [度]
EUROX 355	8-10	1-5
WELDOX 420	8-10	1-5
WELDOX 500	9-12	2-5
WELDOX 700	12-15	3-5
WELDOX 900	14-16	3-5
WELDOX 960	14-16	3-5
HARDOX 400	16-18	3-5

表3
不同钢板强度的刀
刃间隙与刀面角值

表4

典型的物理性能

	拉伸强度 R_m [牛/平方毫米]	伸长率 A_5 [%]	硬度 [布氏硬度]
S355 enl. EN10025	550	28	~ 180
EUROX 355	525	28	~ 170
WELDOX 420	550	23	~ 180
WELDOX 500	620	20	~ 200
WELDOX 700	860	17	~ 260
WELDOX 900	1030	15	~ 315
WELDOX 960	1050	15	~ 325
WELDOX 1100	1350	11	~ 430
HARDOX 400	1250	10	~ 400
HARDOX 450	1440	9	~ 450
HARDOX 500	1550	8	~ 500

如您需要了解更多信息, 请与我们的客户技术服务部联系。

《弯曲和剪切》手册附于成套说明书中, 为使用HARDOX和WELDOX钢板提供建议和说明。

《焊接》、《机加工》手册也在此套说明书中。您可通过我们的市场部索取说明书。



SSAB Oxelösund
613 80 Oxelösund
Sweden

Tel. 0155-25 40 00
Fax 0155-25 40 73
www.ssabox.com

瑞典钢铁奥克隆德有限公司

北京代表处

北京市西城区阜成门外大街2号
万通新世界广场A座1902室
邮编:100037
电话:010-68587961 / 68587962
传真:010-68587996
Email:tony.qiu@ssabox.com
www.ssabox.com

上海代表处

上海市长宁区仙霞路317号
远东国际广场B座1002室
邮编:200051
电话:021-62350065
传真:021-62754161
Email:henry.luo@ssabox.com
www.hardox.com.cn

广州代表处

广州市天河北路183号
大都会广场1410B室
邮编:510620
电话:020-87551793
传真:020-87553291
Email:forest.dai@ssabox.com
www.weldox.com.cn