专用汽车改装中各种材料的弯曲

□ 唐山亚特专用汽车有限公司/岳义明

为增加产品的美观与实用性，避免产品中直棱直角现象，把板材或者管材及型材圆弧化，以增强美观。

近年来管材弯曲件的使用呈现快速增长的趋势，特别在专用车改装中，为增加产品的美观与实用性，避免产品中直棱直角现象，把板材或者管材及型材圆弧化，以增强美观。其中管材与型材的弯曲明显不同于板材，由于其具有空心、薄壁等特点，弯曲加工时不仅容易发生断面形状变化，而且也会使壁厚发生变化。故其加工方法、力和弯矩的施加、产品的缺陷及其防止措施等都与板材有很大区别。由于管件的用途不同，对其成形的精度要求也不一样，决定了管材与型材弯曲工艺的多样性和复杂性。

研究板材、管材与型材的弯曲，对提高产品质量、降低成本、避免产生弯曲缺陷及优化工艺过程有重要的理论意义和实际意义，现结合本厂实际情况，把平板毛坯、管材、型材弯曲在实际应用中的可行性及优缺点进行分析比较。

板材弯曲

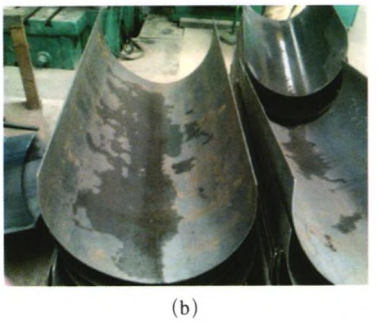
板材弯曲可分为压弯、拉弯、滚弯、滚压成型等几种。根据板材弯曲半径的大小，板材弯曲可采用压弯和滚弯，一般较小及中等曲率半径的板材弯曲采用压弯，可在压力机和弯板机上弯曲；大曲率半径的板材弯曲采用拉弯或者滚弯，可在2～4个滚轮的卷板机上弯曲。如我厂生产的混凝土搅拌车上装中后支架折弯槽圆弧为一个长为195mm、曲率半径为150mm的弧形板，因其曲率较小，采用自制简易成形胎进行压制。在实际生产中，一般采用带一定校正成分的弯曲方法，让压力机给出的力超过弯曲变形所需的力，制作胎具时只需制作曲率半径为120mm的工装进行压制（试验所得数据），如图1所示。

图 1

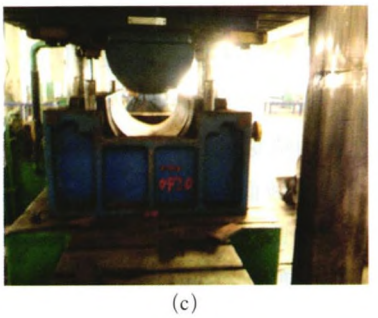
我厂生产的混凝土搅拌车上

装中加长滑料槽，其曲率半径中等（208mm），但是因其采用高强16Mn板材，压制后回弹较大，故制作精铸模具采用两次成形的方法，解决回弹较大的问题，保证产品精度。一般在弯曲半径中等板材强度较高的钢板弯曲中可以采用二次成形的方法解决回弹较大的问题，如图2所示。

(a)



(b)



(c)

图 2

我厂生产的混凝土搅拌车罐体，其曲率半径一般在600～1 250mm之间或者更大，采用三辊卷板机进行弯曲，通过调整三辊之间的距离来保证其曲率半径。在卷板机上进行板材的弯曲是通过上滚轴向下移动时所产生的压力来达到的。卷板机按轴辊数目和位置可分为三辊卷板机和四辊卷板机两类，三辊卷板机又分为对称式与不对称式两种。 用三辊弯（卷）板机弯板，其板的两端需要进行预弯，预弯长度为0.5L+（30～50）mm（L为下辊中心距）。预弯可采用压力机模压预弯或用托板在滚圆机内预弯，如图3所示。

我厂生产的混凝土搅拌车罐体上的防水圈，为一个内曲率半径较大（大于600mm），宽度为40mm的钢板弯曲而成，一般采用数控下料，但是因其圆弧较大，数控下料产生废料较多，专门制做弯板胎具。当所需弯曲钢板曲率半径较小时可以制作手动弯板胎具，但是曲率较大时，因使用扭矩较大需三、四人方可弯制，故可在弯板胎具中改进增加减速机代替人力弯管，一人操作即可简单快捷。如图4所示。

图3 模具二次成形

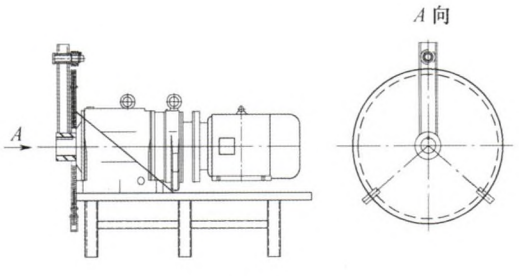


图 4

管材与型材弯曲

近年来管材弯曲件在专用车改装中使用尤其是外梯子、护栏及挡泥板等部位的使用呈快速增长的趋势。但是受到管材弯曲加工时不仅容易发生断面形状变化，而且也使壁厚发生变化等因素的制约，其产品产量及质量受到较大影响。

在管材和型材弯曲时经常采用许多与板材弯曲不同的方法，如施加弯矩方法的改进、芯棒的应用、填充料、充内压等。这些方法按弯曲方式可分为压制弯曲、绕弯、拉弯、滚弯、推弯无模弯曲等。因压制弯曲后制件的形状不够理想，常常使模具压制成形后管件弯曲部位产生严重塌瘪，因此需要装入填充料。但是对充填物要求较高，压制效率比较低。故根据本厂实际，主

要采用绕弯，但是圆管在弯曲后有断面椭圆化趋向，利用模具型腔容易使断面畸变后最大直径得到控制。然而模具对最小直径的控制效果不大，因此，绕弯工艺还常常配合使用内部填充和芯棒等工艺措施。如图5所示，一般芯棒直径比管内径小0.5～1.5mm，即

$d=D_1-(0.5\sim1.5)$

芯棒长度一般取直径的3～5倍，即

$L=(3\sim5)\,d$

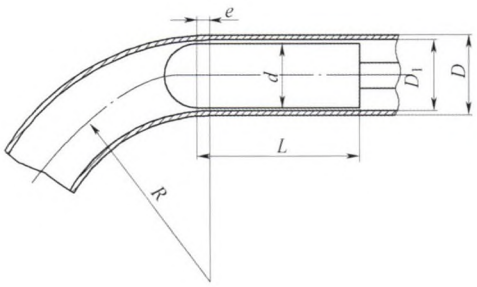


图5

芯棒的头部球面形心应比弯曲型轮中心线超前一段距离e。一般情况下，e的初始值应根据管材直径、弯曲半径及芯棒尺寸的大小初步确定，然后再根据现场实际情况进行适当的调整。e值可由下式初步确定：

$$e=\sqrt{2(R+D_1/2)\delta-\delta^2}$$

式中，D_1为管材内径；R为中性层曲率半径；δ为管径内径与芯棒之间的间隙；$\delta=D_1-d$（d为芯棒直径）。

弯管机一般可分为两类，一种动力为手动驱动，另一种由液压驱动或其他减速机驱动。人力弯管机（见图6）所提供的扭矩一般，故人力弯管机弯曲的圆管一般直径小于1寸管（1寸=33mm）；而数控弯管机因为是使用液压驱动，所提供的扭矩很大，所弯曲的矩形管或圆管的直径较大，一般应不小于1寸管。

本厂生产的混凝土搅拌车中外梯子、护栏支撑及挡泥板支撑均使用管材，其中护栏支撑弯管为管径12mm的90°圆管，因直径较小，弯管使用的弯曲力较小，制作人力弯管机，人力弯管机的力臂一般较大，需要接出一部分，具体由现场实际决定。

图6 人力弯管机

混凝土搅拌车中外梯子由矩形管弯曲而成，因其弯管角度各异，且弯曲力比较大，制作专门数控弯管机，其夹紧模、加压模由液压驱动，弯曲模采用电动机带齿轮驱动，数控控制折弯角度，随时可以调节，折弯角度固定后可采用手动控制及脚踏板控制，弯曲简单灵活。缺点：管件批次或厂商不一样时，弯曲后回弹角度不一样，需试验出补偿角多大时，弯曲后的管材才符合图样，只有试验合格后才能批量弯曲，比较适合一家厂商生产同批次的管件大批量的弯曲。如图7、图8所示。

混凝土搅拌车中挡泥板支撑由内径较大的圆管弯曲而成，制作专用的弯曲模、夹紧模、加压模在数控弯管机上使用，如图9所示。

弯曲工艺中使用芯棒能较好地维持管材断面形状，但不可避免

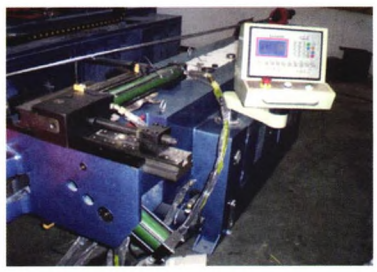


图7 数控弯管机

图8 弯曲成型后样件

图 9

地降低了工作效率。为解决上述矛盾，可采用反向预变形弯管法，其原理是在管材进入弯曲变形区前，使管材内、外侧分别产生于弯曲变形断面畸变方向相反地预变形，而弯曲后断面畸变和预变形互相抵消，使管材断面基本保持原形，以满足断面畸变程度要求。

图10为采用反变形辊轮的情形。管材3置于弯管型轮4与反变形轮1之间，并用夹块7压紧在弯曲模上。反变形轮将管材压紧以产生反向预变形（图中$A-A$剖视）。导向轮2的凹槽为半圆形，起引导管材进入弯曲型轮和防止管材偏摆的作用。当弯曲型轮旋转时，管材便绕

弯曲型轮逐渐弯曲成形。由于弯曲前管材断面受到了与弯曲畸变方向相反地预变形，使弯曲成形后预变形量与断面畸变量互相抵消，而弯曲后管材断面基本上保持圆形（图中$B-B$剖视）。图10a为利用反变形绕弯原理采用反变形滑槽弯管的情形，与图10b相比仅以反变形滑槽代替反变形轮。

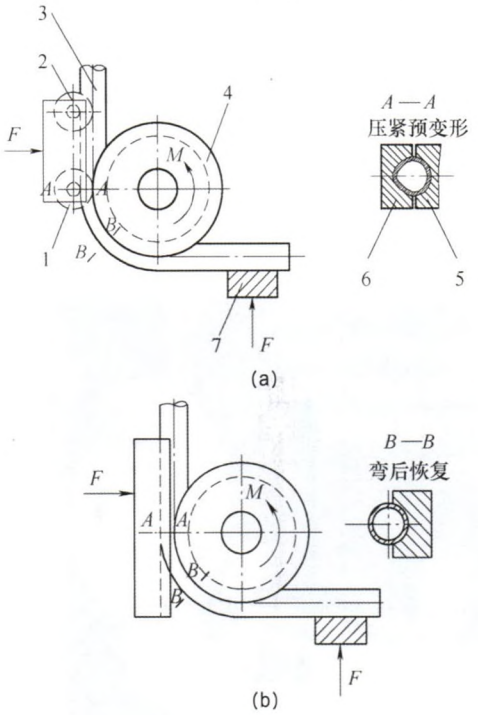


图 10

1.反变形轮 2.导向轮 3.管材 4.弯管型轮 5.弯曲型轮 6.滚轮或滑槽 7.夹块

在通常情况下，只要反变形轮（槽）尺寸适当，可使管件截面的椭圆度极小。因此反变形轮（槽）的形状尺寸直接影响弯管质量。反变形轮（槽）一般采用双圆弧卵形，轮（槽）深比管材半径稍大，弯曲型轮的凹槽可采用半圆形或卵形。反变形法和采用芯棒相比，具有许多优点：省去了芯棒的调整准备工作，生产效率高；管内不需要润滑，同时可避免管件内部划伤；不需要复杂、昂贵而寿命低的芯棒，从而降低生产成本。AME

岳义明

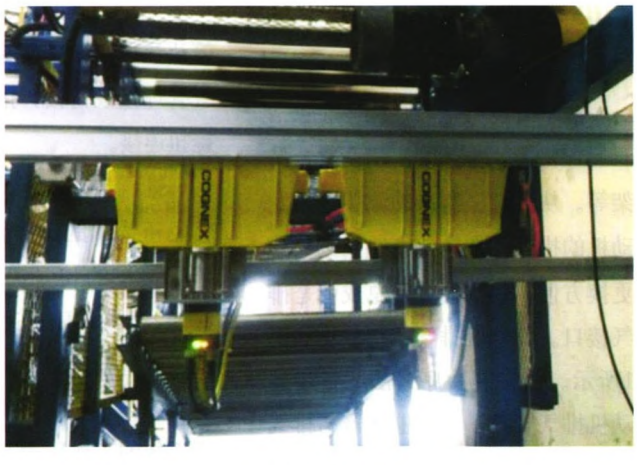
工程师，现从事专用汽车的工装夹具设计及焊接工艺管理。

（上接第61页）

康耐视助力客户提升市场竞争力

“Xpand图像扩展技术和hotbars技术，让我们在轮胎读码项目上出色完成了工作，表现非常优异。我们对能够使用可改善读取性能、缩短安装时间，以及降低拥有成本且具有成本竞争力的产品策略感到兴奋。”润昆自动化公司的工程师说道，“目前，康耐视扩展版解决方案为代码读取应用程序提供了更有力的支持，以更高效的图像采集效率，让我们最大限度地减少了读取失败次数，大大提高了处理量与生产效率，同时也减少了代价高昂的返工成本。”

“润昆自动化公司的设备在采用DataMan视觉读码器后，读码性能大大提升。现在采用了两台DataMan 303 X +Xpand 15，我们的方案具有较少的故障点、较低的整体成本、易安装和易排除故障等诸多优势，”润昆自动化公司的工程师总结说，“读取率基本在99%左右，而利用HotBars技术，在条码出现扭曲破损、特别是在轨道下面的读取，设备同样表现出很好的阅读性能。” AME



安装整体示意图