组合式制动梁梁架工艺方案的确定

成都铁路局重庆机器制造厂 (400053) 杨久辉

随着铁路货车高速重载的发展，铁道部明文规定，从今年起各站段和新造车工厂均采用组合式制动梁取代槽钢制动梁（由槽钢弯曲焊接而成）。组合式制动梁梁架采用整体钢结构，使用性能好，疲劳寿命长，更适合铁路货车重载的需要，有利于铁路行车安全。我厂在试制此项产品时，进行了大量的工艺研讨和比较，在投资少、起点低的中小型企业，最终找到了合理的工艺方案。

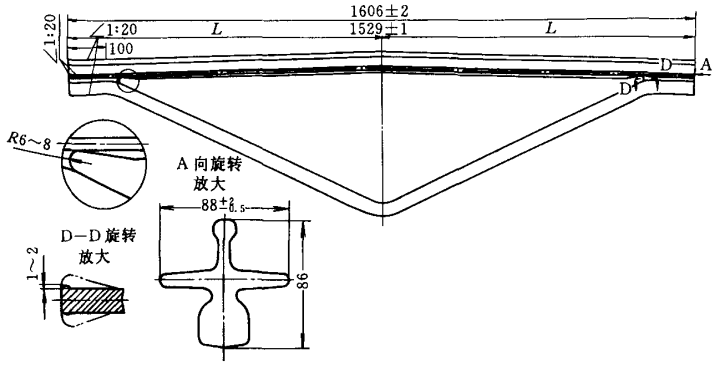
一、产品技术要求

1. 制动梁梁架

制动梁梁架产品图如图 1 所示，是整体钢质结构。毛坯重 34kg，属于典型的锻造工艺零件。

2. 产品结构分析

经分析，我们将制动梁梁架由以前的槽钢焊接结构改为整体钢结构，体现其对铁路运输的重要性。



技术要求

1. 必须是锻造组织，应有锻造纤维流线，不允许存在魏氏组织，表面脱碳层深度不大于 0.3mm，整体进行磁粉探伤检查，不允许存在裂纹。
2. R6～8mm 应以热挤压的方式成形。
3. 两“L”差不大于 3mm，两端腿的相对扭曲量不大于 0.5mm。
4. 不允许存在折叠和深度大于 0.5mm 的压痕、划伤等缺陷。各过渡面及 R6～8mm 处应圆滑。拉制后不允许产生局部颈缩。
5. 屈服强度 $\sigma_s \geq 420$MPa，其他性能指标不低于材料本身。
6. 其余符合 GB12361—1990《钢质模锻件通用技术条件》的要求。

图 1

特别是 R6～8mm 处应以热挤压的方式成形，并且此处筋板厚度应比原材料单面厚 1～2mm（图 1 中 D—D 旋转图），这是该产品的工艺难点，也是众多生产厂家在选择工艺方案时难以抉择的关键。

二、产品主要工艺方案的确定

1. 工艺路线

该产品的工艺路线主要是：下料→加热→切分→拉弓→成形→快速冷却→低温回火→抛丸→探伤。

2. 原材料的选择

不少生产厂家选择双面留有凸台的轧制型材（如图 2 所示）作为原材料。切分成形后打磨，以保证此处产品的最终尺寸，但这种工艺使纤维组织在 R6～8mm 处被割断，不符合产品技术要求的第 3 条。尽管最终尺寸能保证，但产品的性能和疲劳寿命明显降低。所以，我厂采用横截面一致的轧制原材料，使金属产生塑性变形，通过热挤压方式保证此处的尺寸，材料纤维组织不受割断。况且，带凸起的型材给厂家增加了轧制工艺的难度，使得目前市场上每吨原材料价格高 1000 元以上，增加了产品的制造成本。

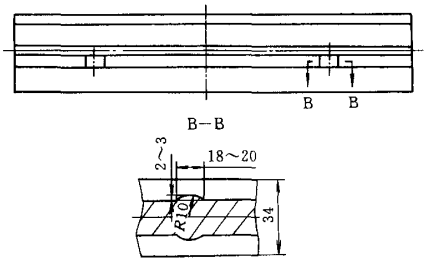


图 2

3. 下料

常规棒料的下料方法包括：

（1）带锯下料。

（2）砂轮片下料。

（3）电液锯下料等。

通过分析可知，下料长度在2mm的公差之内，端面垂直度不大于0.5mm。根据工艺要求，我厂采用电液锯下料，确保了下料质量，生产率也比其他下料方法有明显的提高。

4. 加热

一般来说，棒料锻造加热采用燃料炉加热和电加热两种方式。对质量要求高的产品采用中频感应电炉透热连续加热方式。但对该异型截面棒料来说，能否采用中频感应电炉连续加热的方式，国内还没有案例参阅。为此，我厂经过大量的计算和工艺验证，自制了一台350kW的中频感应电炉和连续进料的透热炉体，实现了该产品的中频感应加热连续作业的方式。

目前，众多生产厂家均采用箱式电炉加热和燃料炉加热，造成生产作业的不连续，特别是一旦后面的切分等工序出现故障和设备损坏时，容易造成正在堆积加热的原材料产生过热的内在质量缺陷，甚至过烧造成产品的报废等。电力成本可作计算比较：采用中频加热用电为17.5kW·h/件，箱式电炉加热用电为22.5kW·h/件。中频加热每件产品加热用电是箱式电炉用电的77%，节约了大量电力成本。连续生产作业对后序切分、拉弓成形等模具冷却具有稳定性，利于控制和掌握产品热胀冷缩的特性，最终利于产品质量的稳定。

5. 切分

长度达1340mm的切刀刃口在常规锻压零件中是很少见的，这给刀片制作和延长刃口使用寿命造成难度。综合众多生产厂家的刀片方案，不外乎两种：对刀结构（见图3a）和错刀结构（见图3b）。对刀结构的优点是切分后产品不发生横截面的扭曲位移变形，但在不使刀片发生碰伤的前提下能否充分切开是难点；错刀结构的优点是能够保证充分切开，但容易产生横截面的扭曲位移变形。

在生产过程中，我厂最后决定采用对刀结构，因为错刀结构的不足（横截面的扭曲位移变形）是难以纠正的，采用压边机构尽管可以解决这个问题，但会增加模具制造和设计的难度。而采用对刀结构，只要控制好压力机主动缸的行走位移，操作者随时掌握刃口磨削受损程度，就能够充分切开，而且可以保证切口质量。所以，我厂采用此方案在3000kN单动液压机上完成，效果良好。

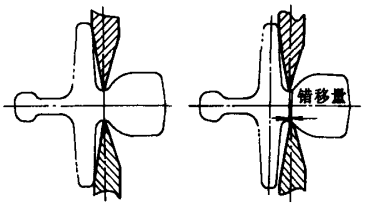


图 3

6. 拉弓和成形

切分后的型材，经过拉弓和成形工序才能达到产品图样尺寸。所谓拉弓，就是把从对称型材中部切分后的一面，利用加热后的余热进行拉制变形，达到图样规定的高度。然后，再通过成形模具的精确整形校正，最终达到产品图样要求的尺寸。拉弓和成形过程如下：

（1）两端头的压紧。

（2）拉制切分后材料的拉弓变形。

（3）成形 $R6\sim8$mm的凸起（双面成形）。

（4）梁架整体整形（双面压制）。

如图4所示，毛坯水平放置在双动液压机的工作台面上，顺序实现压紧、拉弓和成形工序，再利用压力机主缸的压力，纵向成形产品的各项尺寸，达到图样要求。其中，压紧、拉弓和成形工序均可采用一套液压动力站系统，压紧和成形工序为对称双缸。退模时，按照整形、成形、拉弓和压紧的路线退出。

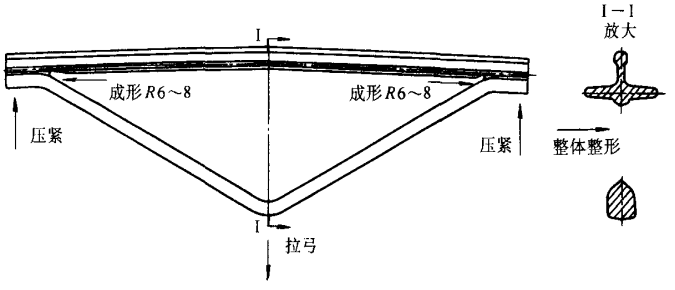


图 4

150t 钢液罐耳轴的生产改进

济钢机制公司技术科 （山东济南 250101） 刘 宁 吕纪武 张相福

150t 钢液罐是板坯连铸机的主要配套设备，其耳轴需要承受包括钢液包本体及包内所装钢液的负荷，是钢液罐承吊的关键受力部件。使用过程中耳轴要承受弯曲力及剪应力，尤其是耳轴板的连接处。此次制作耳轴，我们先采用 20CrMo 锻打成形，再经焊接工序组焊成一体。

一、耳轴材质的化学成分（见表 1）

表 1 耳轴材质的化学成分（质量分数） （%）

成分	C	Si	Mn	Mo	Cr	P	S
含量	0.17～0.24	0.17～0.37	0.40～0.70	0.15～0.25	0.80～1.10	<0.025	<0.025

二、成形方法的选择

成品耳轴的重量为 1260kg，直径为 520mm，长度为 900mm，找不到适用的圆钢锻造，只能采用铸造钢锭为坯料锻打成形。

三、耳轴的锻造

ϕ520mm×900mm 耳轴属于大型锻件，只能采用钢锭直接进行锻造。但冶炼、铸锭过程对锻件内部质量的影响导致锻造难度较大。如果没有严格的质量控制，锻后极易出现白点及裂纹等缺陷，因此我们从钢锭的加热（见图 1）和锻造过程两个方面进行了严格的质量控制。

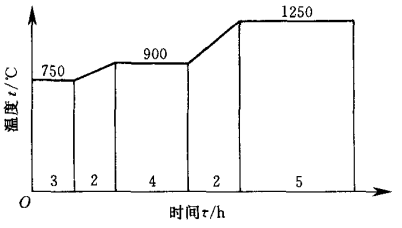


图 1 耳轴冷钢锭的加热规范曲线

1. 钢锭的加热

钢锭的加热主要包括钢锭的装炉温度、保温时间和加热时间。选择合理的参数可以避免钢锭因温度应力过大引起裂纹，还能借助高温扩散作用使其组织均匀化。

2. 锻造过程

钢锭拔长时应在始锻温度下倒棱，使钢锭皮下气泡焊合，消除钢锭锥度，提高钢锭表面塑性。镦粗前钢锭应加热到材料允许的最高温度，并进行适当的保温，使钢锭内外温度均匀，防止镦粗时钢锭中心偏移或不均匀变形。

我们把耳轴锻造后的力学性能与国家标准（GB/T3077—1999、JB/T6396—1992）进行了对比，

目前，许多生产厂家根据该产品的工序要求，制作了专用压力机来实现拉弓和成形，但价格昂贵，模具结构调整性较差。

7. 其他工序

其他工序都采用常规锻造后续工艺方案。但在成形后的快速冷却时，应注意产品的摆置方法和冷却的均匀性。否则，弓型梁架因冷却速度的不同会产生扭曲变形。

三、结语

（1）采用中频电炉热透连续加热，是该产品工艺方案的第一大特点，也是我厂在此产品上的创新，使产品内在质量得以保证和稳定。

（2）采用不带凸台的轧制型材，降低了产品原材料的成本。而采用挤压方式成形内圆角更符合锻造工艺的金属塑性流动原理，提高了产品的使用寿命。

（3）分析产品的成形过程，采用普通液压机，合理制定成形工艺方案，使复杂的工序简单化。对资金相对薄弱的中小型企业，在开发新产品时有举一反三的作用。

（20040729）