平车箱形中梁下料工艺

中国南车眉山车辆有限公司 （四川 620032） 孙满平 吴玉川

【摘要】 根据巴基斯坦平车箱形中梁的结构特点及主要技术要求，分析其中梁腹板、中梁下盖板的工艺特性，制定出合理的下料工艺方案。

一、概述

巴基斯坦平车中梁采用箱形结构，主要由中梁腹板、上下盖板及隔板等组成（见图1），全长(18 580±10) mm。它是该车的主要承载部件，承担着传递牵引力、冲击力和垂直载荷的重任，是车辆的最重要的受力部件之一。其下料加工工艺制定是否合理，将直接影响到中梁腹板及上下盖板等构件的质量，进而影响到中梁的组装及整车的装配质量。

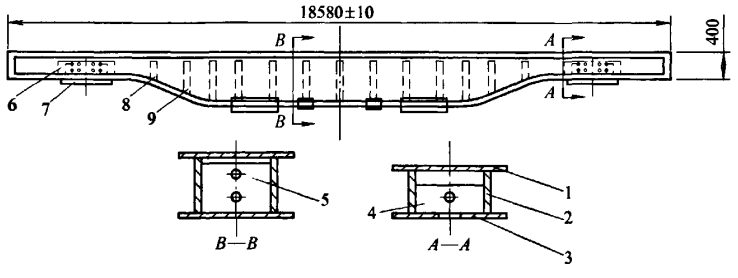

图 1

1. 中梁上盖板 2. 中梁腹板 3. 中梁下盖板 4. 枕梁隔板组成
5. 中梁隔板（3） 6. 补强板 7. 上心盘 8. 中梁隔板（1） 9. 中梁隔板（2）

二、工艺分析

根据产品图的技术条件，两枕梁间的上挠度为22～28mm，采用计算机放样，测出中梁腹板全长的挠度应为28～35mm。

中梁腹板及下盖板为长大构件加工，根据工厂现有的工艺装备能力，在试制及批量生产时，确定腹板及下盖板分三段下料，必须采用数控下料，且每种工件的接长位置必须在产品规定的接长区域内，焊缝需错开400mm以上。

中梁腹板及下盖板在下料过程中存在如下工艺难点：

（1）中梁腹板及下盖板属于长大构件，采用数控火焰切割下料，因此存在控制长大件在切割过程中的变形及确保数控下料时如何保证工件的挠度在31mm的问题。

（2）因下盖板（左右）采用14mm厚的板料压制成形，其材质为Q345，压型圆角半径为600mm和586mm，车间的折压胎上模最大圆角半径为50mm，故如何压制下盖板使其压型后不偏心，且为合格的工件也成为一个难点。

（3）为了保证中梁组装后两枕梁中心线间挠度为22～28mm，中梁腹板接长后必须加工出预挠度，这就涉及到如何保证接长后腹板的挠度达到要求、如何控制角变形及接长后腹板下盖板的平面度等问题。

（4）如何吊运接长后的腹板和上下盖板。

三、工艺方案的确定

1. 中梁腹板及上下盖板数控下料工艺方案的确定

根据组焊工艺确定腹板的挠度及腹板、下盖板焊接收缩量，确定腹板及下盖板的下料尺寸，采用整体放样，把握关键尺寸（总长、接头位置及挠度），分段下料，见图2。

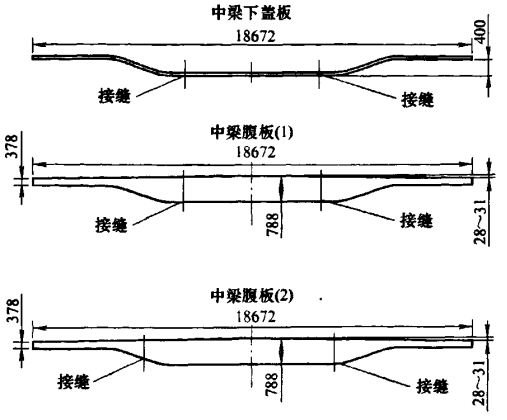

图 2

在数控下料时必须切割出挠度。根据经验公式：

$f=(1.5\sim1.8)L/1000$

$=(1.5\sim1.8)\times18\,672/1000\text{mm}=28\sim34\text{mm}$

为避免数控下料时因变形影响切割质量，故取挠度值31mm为下料时的预挠度。

中梁件均为长大构件，数控下料时可采用断点法、控制数控起枪收枪位置法及在切割过程中顺逆时针混合运用的方法来控制切割变形。在此次生产过程中，根据来料的情况采用其中的一种方案下料，很好地解决了数控切割变形。但是在生产过程也出现了超出公差的工件，所以需要在以后的生产过程中摸索变形规律，以便更好地解决数控切割的变形问题。

2. 下盖板压型工艺方案的确定

根据工艺分析，要压出符合工艺要求的下盖板可采用两种工艺方案：一是设计出一套模具来压型；二是采用点压法压型。因工厂工艺装备还不能够采用模具一次压制成形，故在试制时采用第二种方案加工。

首先采用计算机放样计算出圆弧的展开尺寸，标注压型时的画线位置，由操作者按照展开图画线等距点压成形。这样克服了无专用模具压型的困难，加工出的下盖板符合工艺要求。压型展开图见图3。

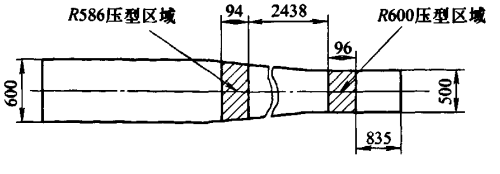

图3 中梁下盖板（2）展开压型

3. 防止腹板、上下盖板对接时角变形的工艺方案

（1）腹板及下盖对接时产生的角变形与焊接热输入量、焊缝坡口形式、焊缝截面积及焊接工艺有关。腹板及下盖板厚度分别为12mm、14mm，在对接前必须开坡口，坡口形式见图4。防止腹板、上下盖板接长时角变形工艺方案有三种：一为反变形法，此方法是事先估计反变的大小及方向，然后在组对时给予一定相反的变形量与焊接变形相抵消，使构件达到工艺要求；二为刚性固定法，此方法是在没有反变形的情况下，将构件固定，限制其焊接变形；三为合理地选择焊接方法和规范可控制角变形。在此次生产中采用三种方案混合的方法加工，加工后的腹板及下盖板的平面度均符合设计要求。为了使焊接后的中梁腹板挠度达到要求，在接长时，在工装（见图5）上预制出挠度，焊前用粉线检测组对时挠度是否符合要求，焊接后待腹板冷确后检测，如有不符合工艺要求的工件，采用火焰矫正使其达到工艺要求。

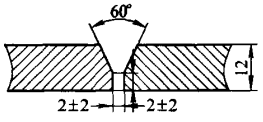

图 4

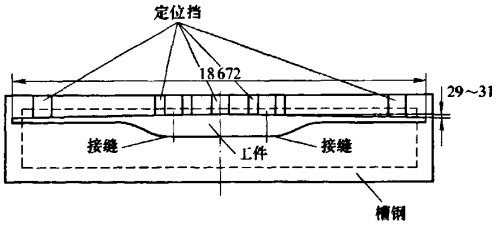

图5 中梁腹板预制挠度及组对工装

（2）焊接参数及焊接方法的确定。根据腹板及下盖板的材质为Q345，其化学成分见表1，力学性能见表2。

表1 化学成分（质量分数） （%）

元素	C	Mn	Si	S	P	Al	Nb	V	Ti
含量	≤0.2	1.0~1.6	≤0.55	≤0.035	≤0.035	≥0.015	0.01	0.015~0.06	0.02~0.2

表2 力学性能

伸长率 A（%）	屈服点 R_{eH}/MPa
≥22	≥324~259

（下转第38页）

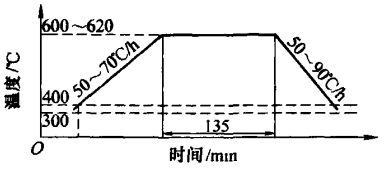

图4 热处理工艺曲线

3. 注意事项

（1）焊接时应执行 JB/T 4709—2000《钢制压力容器焊接规程》和 SH/T 3527—1999《石油化工不锈钢复合钢焊接规程》，按照 JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》进行焊接工艺评定。

（2）施焊前焊丝应清除油锈，焊剂、焊条应严格按使用说明书要求烘焙和使用。

（3）本评定为防止焊道过宽，所设计的基层坡口角度较小，使焊渣清理困难，因此必须用砂轮将坡口及焊道之间的焊渣清理干净并打磨坡口。

（4）堆焊过渡层、复层前应按 JB/T 4730—2005《压力容器无损检测》对基层做磁粉或渗透检验，检验合格后在复层距坡口 100mm 范围内表面涂敷防飞溅涂料，然后施焊。过渡层焊接时应严格控制热输入，减小熔合比，防止碳元素过度扩散和合金元素稀释。

4. 焊接检验

（1）外观检验 按以上工艺对 00Cr19Ni10/Q345/00Cr19Ni10 双面复合板进行焊接，焊后外观检查无气孔、焊瘤、凹陷及咬边等缺陷，焊缝成形良好。

（2）无损检测 焊接后按 JB/T 4730—2005 进行 100% 射线探伤（按 JB 4708—2000，要求焊缝无裂纹）和 100% 渗透探伤（Ⅰ级合格），各项指标完全符合要求。

（3）力学性能和弯曲性能试验 按 JB 4708—2000 进行拉伸试验、冲击试验和弯曲试验，试验结果完全符合各标准要求。

5. 结语

以上各试验结果表明：通过以上焊接和热处理工艺获得的焊接接头的使用性能符合各项要求，焊接工艺评定合格。**MW** （20080913）

（上接第 33 页）

焊接材料的选用原则要求：焊缝焊材的选用强度应大于或等于母材，选用低氢钠型焊条。查焊工手册选用 E505（J507）型焊条。其化学成分见表3，力学性能见表4。

表3 化学成分（质量分数） （%）

元素	C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	V	Ti
含量	0.071	1.11	0.53	0.09	0.016	0.02	0.01	0.01	0.01

表4 力学性能

R_{el}/MPa	A（%）	ψ（%）
≥390	≥22	79

焊接方法采用焊条电弧焊，ϕ5.0mm 的焊条，焊接电流 200～300A 进行焊接。焊接工艺流程为：检查来料→定位焊→正面坡口焊接（多层焊）→反面清根（碳弧气刨）→反面焊接→自检（修形）→专检→探伤（焊缝为Ⅰ级焊缝）→送中梁组对。

吊运工艺难点采用设计专用吊具加以克服。

四、结语

在生产过程中采用所确定的工艺方案，加工出的中梁部件符合工艺文件的要求，为以后生产类似的箱形梁提供了一定的经验。**MW** （20080501）

（上接第 35 页）

四、焊后清理及外观检验

1. 焊后清理

利用钢丝轮和角向磨光机清理焊道表面的熔渣、粉尘及飞溅。打磨时不得伤及母材，不得破坏焊道原始表面。

2. 焊接检验

（1）焊缝外观成形均匀一致，焊缝及其附近表面不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅、焊瘤和未焊透等缺陷。

（2）焊缝表面不应低于母材表面，焊缝余高≤1.6mm，局部不得 >4mm。

（3）焊后错边量≤1.6mm。

（4）焊缝宽度比外表面坡口宽度每侧增加 0.5～2.5mm。

（5）咬边深度不得超过 0.5mm；咬边深度 <0.3mm 为合格；咬边深度为 0.3～0.5mm 时，其单个长度不得超过 30mm，累计长度不得大于焊缝全长的 15%。

（6）背面凹坑深度≤1.4mm，总长度≤68mm。

（7）X 射线探伤需达到Ⅱ级片标准。**MW** （20080922）