SPA2033 全焊接振动给料机工艺探讨

申克（天津）工业技术有限公司 （300385） 张建民 谢殿魁

1. 概述

SPA2033 振动筛是澳大利亚申克公司设计的矿用给料机。这种给料机过去一直都是从澳大利亚进口，现在由我公司制造。其结构是两侧板为 10mm 钢板上下折边，上有 11 条 8mm 加强筋及其吊装耳，加强筋和吊装耳与侧板均为焊接连接；筛面为 10mm 钢板，给料端折 Z 形弯，筛面上部铺有不锈钢耐磨钢板与筛面由螺栓联结；下部有 8mm 厚纵横交错的加强筋与筛面底部位焊接连接；两侧板与筛面焊接连接形成一体（见图 1、图 2）。

图 1

图 2

2. 工艺分析

据澳大利亚申克公司的专家介绍，澳大利亚申克公司制作此全焊接给料机的制作工艺，是将全部结构件按照图样要求，整体铆装后再对整体给料机体进行整体焊接，目的是防止焊接变形，保证整体结构尺寸准确。但是，焊接过程复杂，其间要将给料机体整体翻转 4 次才能将筛子的所有焊缝焊接完成，不仅费时而且工艺难度大，还存在安全隐患。

经过我们对 SPA2033 给料机结构进行分析，认为 SPA2033 给料机两侧板及筛面结构并不复杂，两侧板和筛面上又有安装孔可利用，焊接时可以利用安装孔增加强化件，进行焊接强化。因此，决定将给料机分体铆装后先分体焊接，即先分别铆装两侧板和筛面，并分别进行单体焊接，而后将分体焊接的侧板和筛面再进行给料机体的整体铆装、整体焊接。这一工艺方案在征求澳大利亚专家意见后，双方一致认为这样的工艺方法既降低了焊接难度，易于保证焊缝质量，又缩短了焊接工时，安全可靠。其中需要解决的就是各分体焊接的焊接变形。由于侧板、筛面分体单独焊接，一旦任何一件出现变形都会影响到给料机体的整体结构尺寸。这一问题，我们在工艺过程中进行了有效的保证，从而很好地解决了这方面的问题。

3. 焊接工艺

（1）将两片侧板按照图样尺寸将外轮廓切割成形并修整，根据图样要求加工出所有安装孔，然后按照图样要求依次铆装各个加强筋。在铆装完成后，考虑到焊接过程中不可避免地会出现焊接变形，为防止由于焊接这些加强筋而造成侧板变形，利用侧板上已经加工好的安装侧压板的安装孔，在侧板加强筋的另一侧加装一件 120mm × 80mm × 8mm 的角钢来增强侧板的刚度，有效地抑制了侧板焊接加强筋所带来的焊接变形。焊接时，工件采取平置放置，为防止焊接变形，在焊接顺序上采取完全平衡焊接

法，最大限度从各方面降低焊接变形。

采用 CO_2 气体保护焊，电焊机采用唐山松下产 YD—500FR，选用 DW—100 ϕ1.6 mm 药芯焊丝。采用焊接电流316A，焊接电压27.2V，送丝速度3mm/s。采用这样的工艺过程，在焊接完成后，两件侧板铆装件均无焊接变形。

（2）再将筛面按照图样尺寸将外轮廓切割成形并修整，根据图样要求加工出所有安装孔，然后依次铆装筛面下方各个加强筋。为防止由于焊接筛面下方加强筋而造成筛面变形，利用筛面上已加工好的安装耐磨板的安装孔在筛面加强筋的另一侧，即筛面上面加装4件120mm×80mm×8mm的角钢来增强筛面的刚度，有效地抑制了由于焊接筛面下方加强筋所带来的筛面焊接变形。焊接时，工件采取平置放置，为防止焊接变形，在焊接顺序上采取完全平衡焊接法，最大限度从各方面降低焊接变形。焊接工艺与（1）相同。

两侧板和筛面分别焊接完成后，各自加装的加强件均不拆下，按照图样要求，再将两件没有变形的侧板、一件没有变形的筛面进行给料机整体铆装。为防止给料机体整体焊接变形，给料机整体铆装过程中，在侧板边缘折弯处，利用已经加工好的运输梁安装孔，加装两件125mm×80mm×8mm角钢进行支撑，有效地提高了给料机体的整体刚性，可以更好地抑制由于焊接给料机体所带来的给料机体变形。

（3）给料机体整体焊接工艺过程如下：给料机体整体焊接时，分两次吊装3位置完成给料机体整体焊接。焊接工艺与（1）相同。

首先，第一位置，给料机体整体焊接：给料机体整体铆装完成后，初始位置不动，此时给料机体筛面呈水平状态，其上的加强筋朝上，给料机体两侧板呈垂直竖立。这时，先焊接给料机体筛面与给料机体侧板相连的两条焊缝。此焊缝处于水平焊位置，既有利于给料机体整体焊接，又使焊接所产生的给料机体变形小。

其次，第二位置焊接，第一次吊装：由于给料机体筛面与侧板已经完成了一面两道焊缝的焊接，因此给料机体再进行翻转是安全可靠的。此时将给料机体整体向右侧板方向翻转并将侧板平置，给料机体右侧板向下水平放置，焊接给料机体右侧板与筛面各加强筋相连接的焊缝，以及筛面与侧板连接的另一侧焊缝（即筛面上面焊缝）。此时，各焊缝仍然处于水平焊接位置，既有利于给料机体整体焊接，又使焊接所引起的给料机体整体变形小。

最后，第三位置焊接，第二次吊装：给料机体整体向左侧板方向翻转并将侧板平置，给料机体左侧板向下水平放置，焊接给料机体左侧板与筛面各加强筋相联结的焊缝，以及筛面与侧板连接的另一侧焊缝（即筛面上面焊缝）。此时，各焊缝仍然处于水平焊接位置，既有利于给料机体整体焊接，又使焊接所引起的给料机体整体变形小。

至此，将上述所有焊缝焊接完成后，SPA2033给料机体整体部分焊接完成。

4. 焊接后处理

（1）焊接应力分析　焊接过程本身会产生焊接应力，应力种类、分布状况及对给料机体的影响：沿焊缝方向的为纵向残余应力，在焊缝及其附近存在拉应力，在远离焊缝处则为压应力。焊缝上的残余应力可达到材料的屈服强度，垂直于焊缝方向的为横向残余应力分布与焊接顺序和方向有关，后焊的区段一般为拉应力，在循环应力作用下，如果在应力集中处存在着残余拉应力，则焊接残余拉应力将使焊件的疲劳强度降低。焊接残余应力与外载引起的应力相叠加，就会使焊件局部提前屈服产生塑性变形，焊件的刚度也会因此而降低。再加上给料机体的侧板及筛面均加装了为防止焊接变形的加强件，无形中又增加了抗焊接变形的应力。因此焊接完成后，给料机体整体的内部应力、外部应力都相当大。为消除这些应力，我们采取了给料机整体热处理工艺，来消除给料机体的整体焊接应力。

由于上述应力的存在，我们在选择热处理工艺时，充分考虑到给料机的结构特点及技术要求和工况条件。

（2）SPA2033给料机技术要求及工况条件　给料机整体为焊接结构件，所采用钢板大多为10mm薄钢板，由于均采用加强筋焊接强化各钢板结构件，所以整体刚性差，具有一定的柔性。

给料机的技术要求：给料机在激振电动机激振状态下工作，要求振幅稳定，振幅值8～10mm，振动平稳，工作可靠。给料机两侧板在给料端位置在振动方向的角度差、给料机两侧板中间位置在振动

方向的角度差、给料机两侧板出料端位置在振动方向的角度差，这三者角度差之和≤4。

给料机的工况条件：给料机作为整条煤处理生产线的第一道工序，承接的煤料复杂，大小块料、大小粒料参差不等，冲力大，连续不均匀。要将进入到给料机的物料连续均匀地送出，确保给料机在整个给料过程中，始终保持物料均匀地喂给受料设备，不能出现断料及不均匀现象。同时，保证给料机使用寿命。

（3）焊接后处理　首先，结合给料机的上述内容，我们最终的热处理选择是：给料机整体高温回火的热处理工艺，具体参数如图3所示。

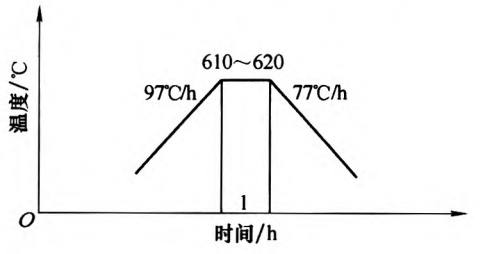

图　3

热处理时，由于各种应力的释放，如果让给料机体处于自由状态，会造成给料机体的变形，造成给料机体几何尺寸超差，所以给料机体整体焊接过程中所加装的各处加强件均不能拆下，与整体给料机体一起进行热处理。这样在热处理时，确保了给料机体整体不会因为应力释放作用而发生变形，保证给料机体几何尺寸正确无误，待给料机体热处理完成后，再将给料机体各部位加桩的加强件全部拆除（见图4）。

图　4

其次，在热处理完成以后，为进一步去除表面残余应力，将所有加强件拆除后，再进行表面喷砂处理，最大限度去除可能残存的表面应力。

5. 给料机测试

（1）几何尺寸测试　全部焊接工艺、热处理工艺、表面喷砂工艺过程完成后，我们对给料机体进行了整体测量。给料机体整体尺寸测量结果：出料端与入料端水平误差3mm，出料端与入料端对角线误差2mm。

测量结果符合给料机体整体的技术要求：出料端与入料端水平误差≤4mm，出料端与入料端对角线误差≤4mm。

（2）整机性能测试　将处理好的给料机体喷漆后进行整机完全组装，把弹簧吊装装置、激振电动机、不锈钢耐磨筛板全部安装到位，给料机悬挂在试验台上，对SPA2033给料机进行整体测试（见图5）。

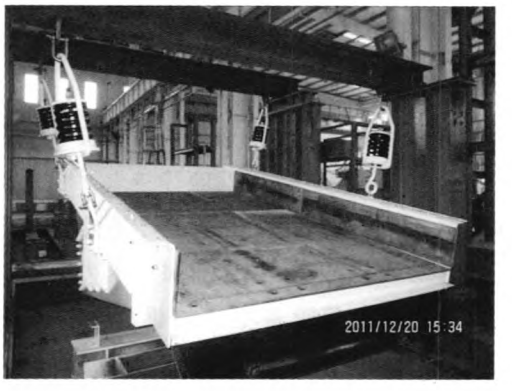

图　5

SPA2033给料机测试过程分三个阶段：第一阶段：跑合阶段，振动电机转速980r/min，振动电动机偏心块配置为30%，运行4h。

第二阶段：初期预加载阶段，振动电动机转速980r/min，振动电动机偏心块配置为70%，运行4h。SPA2033给料机整机测试结果显示，入料端、中部、出料端之间角度偏差之和为3°，振幅为7mm，符合要求。

第三阶段：模拟工况运转阶段，振动电动机转速980r/min，振动电动机偏心块配置为85%，运行4h。测试结果显示，入料端、中部、出料端之间角度偏差之和为1.5°，振幅为8mm。

第三阶段测试结果表明，SPA2033给料机的运行指标完全符合要求。

生产实践证明，我们采取的工艺方法，完全可以达到该产品的技术要求。既安全可靠，节省工时，又降低了生产成本。**MW**　　（20120302）