装载机前车架镗削加工方法改进

■ 厦门厦工机械股份有限公司　（福建　361023）　吴惠彬

摘要：随着产品订单日益增加，原来日产量不到两台已无法满足生产纲领十台的产能要求。本文通过试验，对装载机前车架的镗削加工方法进行改进，并取得突破进展。

随着XG956、XG958、XG962产品订单日益增加，原来的日产量不到2台已无法满足生产纲领10台的产能要求。在人员、设备不变以及车间场所有限的情况下，根据笔者工作经验，从工件找正、工装夹具、机床设备、工件材质分析与刀具选择、加工工艺参数调整等方面进行试验，在镗削加工实践中进行多次参数（进给量、线速度、转速）调整试验与验证，最后取得突破性进展，产能由原来一个班只能完成2台前车架提高到现在的一个班能完成4台，大大提高了工作效率，为公司节省人力、物力和财力。

1. 前车架概况及其结构

（1）前车架介绍。前车架是装载机结构四大部件之一（四大部件包括：前车架、后车架、动臂和铲斗），其结构最复杂、尺寸精度要求最高，加工难度也最大，是衔接动臂和后车架的关键部件，其质量的好坏直接影响整机的性能。

（2）前车架结构及其作用。前车架主要由左右翼箱、前桥支承梁、上下转向铰接板座、转向耳座和转斗缸支承梁组成。上下转向铰接板座和转向耳座是衔接后车架、控制装载机的左右转向。左右翼箱上的两组长孔分别是动臂油缸孔和动臂销孔，利用这两组销孔定位和支承作用，进行液压控制动臂的升降。转斗缸支承孔与动臂配合控制铲斗的装卸动作，前桥支承梁上的四个填块面用来锁前轮桥壳，以固定、平衡前轮。前车架结构如图1～图3所示（以XG958为例）。

2. 前车架加工工艺改进思路

（1）提高工件看正效率，取消划线工序。由于前车架焊后加工要进行两次装夹，原来是加工之前必须在工件上装划线工装，用六点定位法进行划线。其优点是保证各孔面都有加工余量，便于校线找正；缺点是要花费大量的时间，估算每台工件上工装、调整工件、划线、下工装及工件翻转等，至少要用2～3h以上。为了有效提高生产效率，在保证工件加工精度、不影响质量的前提下，经过深入思考，结合划线经验，总结出焊接件的变化规律，取消划线工序。

规律如下：①保证两铰接孔ϕ120mm和ϕ130mm的孔中心轴线与动臂两支承孔的孔中心轴线在空间上相互垂直。②保证第二道工序（立式）

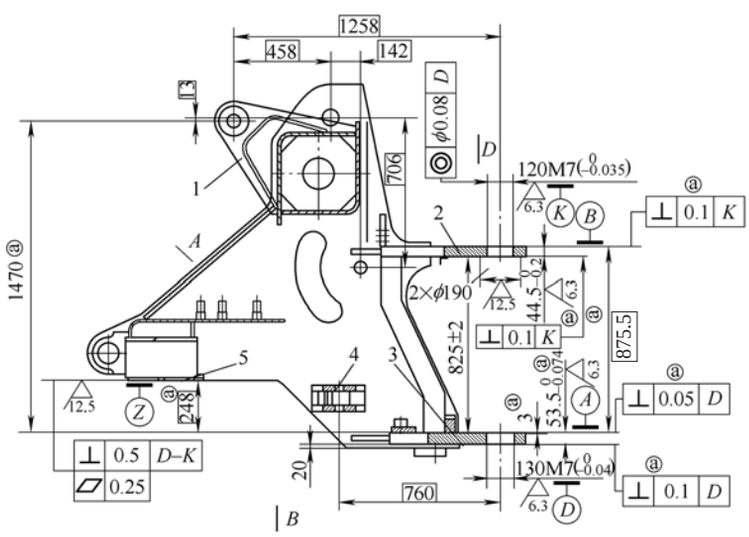

图　1

1.转斗缸支承座梁　2.上铰接板　3.下铰接板　4.转向耳座　5.前桥支承梁

加工时，使动臂销孔、动臂油缸支承孔和转斗缸支承孔各中心位置有加工余量。综合考虑以上因素，关键是在第一道工序（卧式）上下功夫。

具体找正步骤：找正水平面，使铰接轴线和转斗缸座梁两端面的中线在同一水平面上：①工件上装卧式工装，用针盘或高度游标尺初调工件中心，调整定位螺栓，使转斗缸支承梁上的支承孔两内侧端面中心、两转向耳座间的中心距和铰接孔轴线基本在同一水平面上。②利用高度游标尺的高度和刻度尺与工装成直角关系，将刻度尺伸进转斗缸支承孔内并紧贴在孔壁上，微调定位螺栓使刻度尺紧贴在孔壁上下没有缝隙（因为转斗缸支承孔端面是已加工面且与初加工孔壁是垂直）。

角度找正：调整下铰接板待加工面和前桥支承面的距离d，一般298mm≤d≤300mm，实际加工尺寸为301.5mm。

尺寸校核为第二道工序作准备。用高度游标尺在工装平板上作参照物，用卷尺逐一对待加工孔进行测量、微调。通过多次加工并反复测量，发现大部分动臂销孔和动臂油缸孔的中心轴线偏差在2.0mm左右，

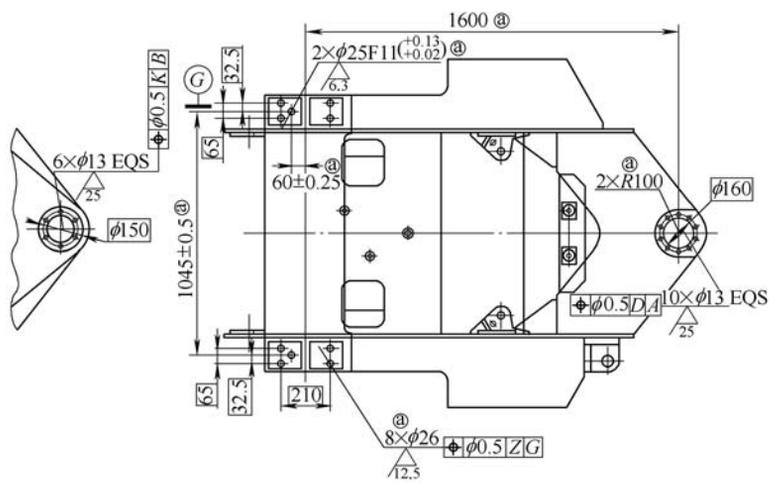

图 2

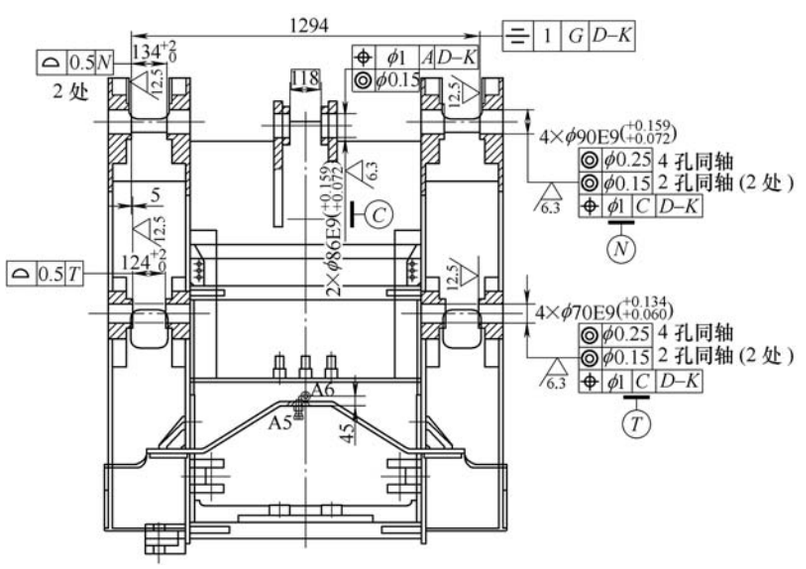

图 3

确保了焊接件的尺寸变化规律在可控的范围内，因此证明取消划线工装不影响工件加工质量。

目前，此方法已经在卧式镗铣专机实现，并且大批量生产，效果良好。第二道工序的看正相对简单，将工件转位90°，装镗孔工装，以前桥支承面及下铰接孔定位，并在锁前桥的销孔加一菱形销限位，利用两镗头的对称性用顶针进行各孔校验，保证加工余量。

（2）工件装夹。工件装夹和拆卸的顺序要严格规范，工件装好工装看正后，有如下要求：①用套管锁紧下铰接面和前桥支承面。②用大扳手先紧固待加工φ70mm的两定位点后，再紧固φ90mm的定位点。原因是以往装夹中常出现装夹不牢或顺序错误，导致翼箱两侧过紧使两平面有缝隙，加工时容易产生振动。同样在拆卸方面应该与装夹时顺序相反，否则插在前桥支撑面的两定位销被卡，不易拔出，浪费时间。

（3）了解工件结构及待加工的毛坯情况，结合镗床（加工中心）结构，利用机床带滑枕的功能，保证镗削加工刚性。

XG956、XG958、XG962前车架属于焊后加工的结构件，以12mm钢板为主拚焊成的箱体式车架，两组待加工孔毛胚直径小，分别为60mm、80mm，两组孔中心位置度偏差较大，加工余量大，且孔内有焊缝和焊渣。每组孔的加工长度300mm以上，故镗杆至少要330mm，按理论数控加工中心理想加工标准，镗杆长度不应超过加工孔径的3倍，而

实际情况是约5倍，超过标准要求，加上主轴伸长，使镗杆的刚性变差。为了改善镗杆刚性，建议：①利用机床滑枕的伸缩，尽量避免主轴伸出长度过长。②镗杆直径尽可能接近待加工孔径，按标准，刀杆直径为孔径的0.6～0.8倍，如粗镗ϕ70mm到ϕ64.5mm时，镗杆直径为56mm，理论上刀杆直径越大则刚性越好，但要做好排屑处理，保证切屑不缠绕在刀杆上，引起温度过高把刀头烧坏。

（4）分析工件材质，选择相应刀具。前车架工件材料分析：16Mn是优质碳素结构钢，抗拉强度42kg/m^2，布氏硬度为143HBW，经调质后的硬度≤180HBW。

根据材料特点，前车架粗加工及半精加工时的加工性为：加工余量大、表面粗糙、孔偏移尺寸不规则、有焊缝、断续切削冲击性很大，使刀尖区域内温度高，而且变化大，使刀具加剧磨损，寿命降低，为适应此加工特点，刀具选择原则：①选择适合于粗加工耐冲击的刀具材料作为硬质合金刀具材料。②粗加工、半精加工时，选择较大前角、负刃倾角，刀尖半径大点（建议刀尖半径0.8～1.2 mm）使切屑能流向待加工面。

目前，所用的刀片有肯纳刀片KT9125和山特维克刀片GC4015，基本具备上述两点要求。

（5）加工工艺参数调整与验证。对肯纳刀片KT9125提供的参数进行如下分析：

在良好工况（即连续切削、高切削速度、预加工表面毛胚均匀、非常稳定的零件夹紧）下，切削速度v_c=150m/min、切削深度a_p=2mm、进给量f=0.2mm/r；而实际额定切削速度为80%×150m=120m/min，以加工ϕ70mm为例（毛胚孔60mm），粗镗到ϕ64.5mm，转速n=1 000×120/（3.14×64.5）=590r/min，半精镗到ϕ69.5mm，n=550r/min。

上述结果是在良好工况下的理论额定值，而实际加工工件毛胚孔不均匀，经常单边切削深度大于3mm，刀杆长度是加工孔径的5倍，综合考虑客观因素，应降低额定转速，减少进给量。现将粗镗加工过程进行调整。

具体步骤如下：①将转速降为理论转速的一半，即300r/min，调整进给量f=0.18mm/r，进行试加工，发现工件振动厉害，并伴有跳动声，排屑不流畅，加工出的工件表面粗糙。②上调转速350r/min，进给量f=0.15mm/r，再次加工，工件仍然有些振动。③上调转速380r/min，进给量f=0.12mm/r，再次加工，连续切削无振动，排屑顺畅，切屑呈金白色状。④继续调大转速，分别为400r/min、450r/min， 进给量f不变，已加工孔面光滑，效果良好。⑤转速维持400～450r/min，上调进给量f=0.15mm/r，换算为进给率为60～68mm/min，效果良好。⑥继续上调进给量f=0.18 mm/r，换算为进给率为72～81mm/min，有轻微振动，继续无极调速到进给速度为90～110mm/min，振动加剧；特别当进给速度超过100mm/min时，刀头抖动明显，切屑易脆发黑，已加工表面粗糙。将转速无极调至500r/min，进给速度维持100mm/min，仍然振动厉害，已加工表面呈螺纹状。

经过镗削加工验证，粗加工参数由原来的转速250r/min、进给速度30mm/min，提升到转速400～450r/min、进给速度为80mm/min，试验成功，同样对半精镗和精镗加工也进行类似尝试，并试验成功。半精镗试验结果：加工参数由原来的转速250r/min、进给速度30mm/min，提升到转速400～450r/min，进给速度为90mm/min。精镗试验结果：加工参数由原来的转速400r/min、进给速度24mm/min，提升到转速600r/min，进给速度为50mm/min。

3. 结语

经过这次工艺改进，取消了划线工序，大大地提高了工效。第一工位调整校正时间约为20min，原划线工序时间为150min，取消原划线工序节省130min。第二工位在立式加工时，粗镗转速和进给率分别提升到400r/min、80mm/min；半精镗的转速和进给率分别提升到400～450r/min、进给率为90mm/min；精镗转速和进给率分别提升到600r/min、50mm/min。

效率各提高了近一倍多，且保证了产量和质量，使得公司的生产安排得到保证。节省了设备投资费用、人工成本等，为公司争取了时间的同时也获得更多客户。

参考文献：

[1] 孟少农. 机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，1991.

MW（收稿日期：20170406）