# 履带梁伸缩式挖掘机底座中心架新式组对工装的研制与应用

安宝峰，赵忠刚，杨凤国，杨强
泰安嘉和重工机械有限公司　山东泰安　271031

**摘要**：首先分析了履带梁伸缩式挖掘机的底座中心架在制造方面存在的问题、产生的原因和相应的解决措施；其次阐述了底座中心架新式组对工装的设计思路及油道安装板的改进方案，并详细论述了底座中心架新式组对工装主要零部件的结构与作用；最后简述了新式组对底座中心架工装的应用。扭转主梁定位座上主梁定位板的*L*形定位面，其增加的角度预变量恰好使底座中心架的主梁孔距在焊接后满足设计尺寸。弹簧定位销、弹簧及顶块将底座中心架的下盖板柔性地托举至主梁下，既实现了完美的自主结合，又打破了普遍应用的二次组对工艺。斜铁、摆轴和直角定位板配合定位压紧机构对主梁的定位更加精准和简捷，既提高了组对工效，又对主梁内孔两垂直面更好地同步定位压紧，保证了组对的稳定性和精准性。此外，油道安装板的设计也是减控焊接变形量的参考方案，实际应用性较强，在机械制造领域组焊工艺方面有很好的参考价值。

**关键词**：履带梁伸缩式挖掘机；底座中心架；组对；新式工装



副高级工程师　安宝峰

## 1　序言

履带梁伸缩式挖掘机的底座中心架在制造过程中一直存在诸多弊端，影响制造质量和生产效率。现结合一种小型履带梁伸缩式挖掘机的底座中心架进行阐述，其结构如图1、图2所示。对以往组焊该产品过程中存在的问题描述如下。

1）下盖板是二次组对，二次组对方式制约了该产品的组对工效。

2）底座中心架虽然在组对时，对两主梁（矩形管）的边距（336±0.5）mm进行了1.3mm的放量，但在焊后，两主梁（矩形管）的边距不但发生

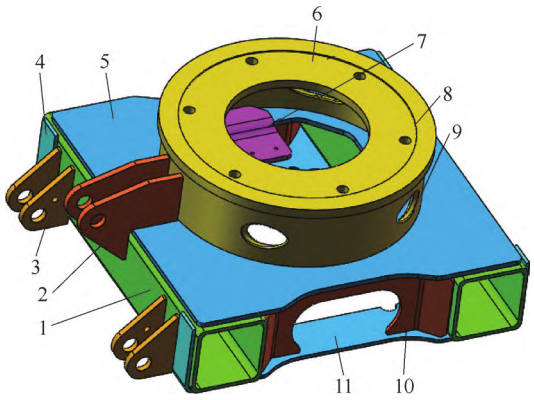



图1　底座中心架三维图

1—主梁（矩形管）　2—上耳板　3—下耳板　4—包板
5—上盖板　6—回转支承座　7—油道安装板
8—回转支承盘　9—回转支承筒　10—筋板　11—下盖板

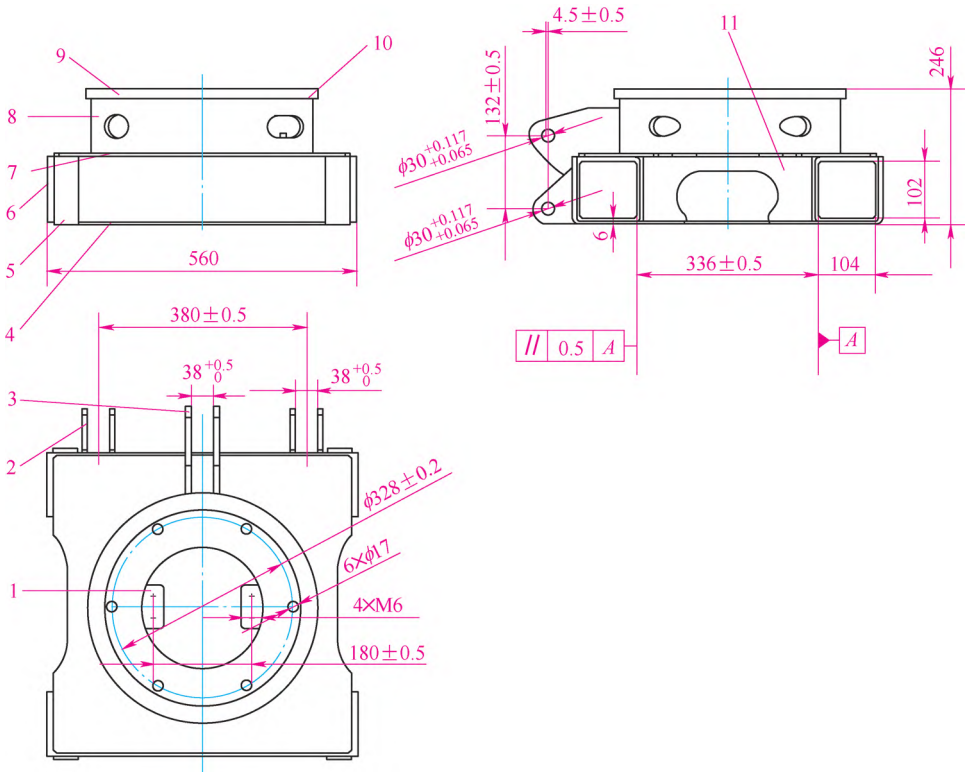



图2　底座中心架二维图

1—主梁　2—上耳板　3—下耳板　4—包板　5—上盖板　6—回转支承座　7—油道安装板
8—回转支承盘　9—回转支承筒　10—筋板　11—下盖板

了收缩问题，而且两主梁（矩形管）的立面也发生了上部向中心架中心倾斜的现象，从而导致后续安装履带梁时，时常发生履带梁的伸缩梁（两根壁厚6mm×100mm×100mm的方管）与底座中心架矩形管内壁干涉的现象，需要修磨履带梁的伸缩梁之后才可装入，严重制约了该产品的组装工效。

3）原油道安装板如图3所示，其孔距为（180±0.3）mm，也偶有超差的现象，使油道与对应的螺栓不能安装到位，需要返修。

上述问题导致制造成本增加，安装效率降低，生产计划波动，检验工作困难。为此，公司工艺部

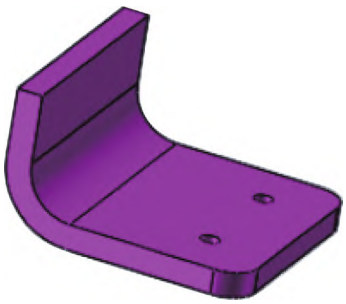


图3　原油道安装板

经过认真研究和推导模拟，设计了该底座中心架新式组对工装，避免了下盖板的二次组对问题，保证了底座中心架两矩形管边距上、下尺寸（335.7～336.4mm）均符合图样尺寸（336±0.5）mm要求。通过优化油道安装板的形状，改变了其与上盖板的组对方式，消除了其孔距的纵向组对间隙，避免了纵向焊接变形，确保了两油道安装板的焊后形位精度。在稳定产品质量的同时，提高了组对效率，杜绝了返修，减轻了质检人员的工作压力和心理负担。

## 2　产生问题的原因与对应解决措施

（1）下盖板二次组对的原因　原底座中心架的组对工装没有设制对下盖板进行托举和定位的装置。

解决措施：在工装上增加对下盖板进行托举和定位的装置。

（2）两主梁（矩形管）的边距上、下尺寸超差的原因　原组对工装是利用纯直角形结构对两矩形管进行定位，只做了边距放量，忽略了两矩形管

上、下焊量不等而引起的上、下部位变形量不等的问题，没有做全预变形控制。

解决措施：结合两主梁（矩形管）的焊后收缩量和扭曲量对其定位装置进行改进。

（3）油道安装板孔距偶有超差的原因　原油道安装板的形状是L形，如图3所示。因为折弯后其孔至其立板外面的距离有折弯工序产生的误差和上盖板的下料误差，在组对过程中立板外面与上盖板内孔壁接触间隙为0～2mm不等，偶有干涉的情况，因此需要对上盖板的内孔壁进行适量打磨，使原油道安装板完成组对。底座中心架上盖板的内孔尺寸在下料编程图上也进行了对应的放量，但此放量只是为了抵消底座中心架正常焊接下2个油道安装板之间的孔距在焊后收缩0.5～0.7mm，不能改变与上盖板内孔壁的组对间隙。在组对间隙不一致的状态下进行焊接，2个油道安装板之间的孔距收缩量也不一致，从而产生了油道安装板孔距偶有超差的问题。因此，原油道安装板的结构不适宜该产品的组焊要求。

## 3　底座中心架新式组对工装的设计思路

（1）设计思路　对底座中心架上述问题产生的原因、对应的解决措施进行分析、总结后，创新设计了一种新式组对该产品的工装，新式组对工装在原工装的基础上进行了以下两方面改进。

1）底座中心架的下盖板用4个弹性装置进行托举，这4个弹性装置使下盖板的上平面高出底座中心架矩形管下面（4±1）mm，且能保证在对底座中心架的矩形管施压时，矩形管的下面能够与工装的定位装置面接触良好。此外，对下盖板与矩形管纵向平行的1个侧面进行定位。

2）对底座中心架主梁（矩形管）定位座的直角面在垂直方向上进行了扭转，使左主梁（矩形管）的定位座立面上部向左倾斜，使右主梁（矩形管）的定位座立面上部向右倾斜。

3）利用弹性装置进行托举，可以使因下料导致变形的下盖板上面与矩形管的下面良好地接触，且不影响矩形管与工装定位装置的接触；此外，还节省了利用螺栓顶或斜铁顶等辅具对下盖板进行调整的过程。

（2）监测验证　经过多批次监测发现，底座中心架两矩形管边距上部尺寸实际为335.5～335.8mm（收缩1.5～1.8mm）、下部尺寸实际为336.3～336.5mm（收缩0.8～1.0mm），即其内孔水平面扭转量0.375mm，立面扭转量0.382mm，又测得底座中心架矩形管的内孔最小尺寸为102.9mm×100.9mm（符合GB/T 6728—2017结构用冷弯空心型钢的标准规定和采购协议的要求）。按照此条件绘制其变化状态如图4所示。

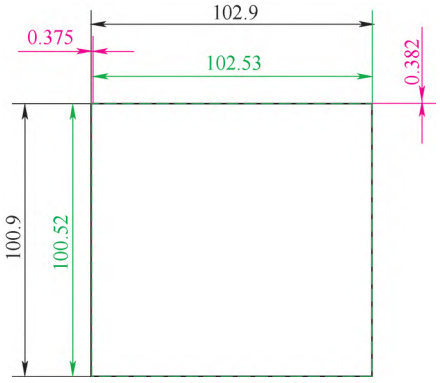



图4　底座中心架焊后主梁孔截面扭转状态下的再生矩形示意

由图4可知，其再生矩形为102.53mm×100.52mm。经过多批量测量履带伸缩梁的外廓尺寸，发现其最大外廓尺寸为100.2mm×100.16mm，符合GB/T 6728—2017结构用冷弯空心型钢的标准规定和采购协议的要求。由此可知，其立面的最小安装间隙为100.52mm－100.2mm=0.32mm，水平方向最小安装间隙为102.53mm－100.2mm=2.33mm。

由于底座中心架主梁（矩形管）和履带伸缩梁（方管）存在直线度偏差，采购协议规定，每米弯曲量≤1mm。履带伸缩梁有2个方管（壁厚6mm×100mm×100mm），长度均为280mm。根据采购协议，其弯曲量最大值应≤0.28mm。现场对多批量锯料后的长矩形管（壁厚6mm×100mm×100mm）进行直线度测量，最大弯曲量仅为0.11mm，符合采购协议的规定。由此可推算出履带伸缩梁全部装入底座中心架主梁内部后，其最小间隙为100.52mm（底座中心架主梁内孔扭转再生矩形截面最小高度）－100.2mm（履带伸缩梁最大尺寸）－0.11mm（履带伸缩梁最大弯曲量）=0.21mm。由此可知，底座中心架安装履带梁伸缩梁时，理论上没有问题，但底座中心架主梁（矩形管）焊后会发生内孔上、下面不共面的情况，履带

伸缩梁焊后也会发生外廓上、下面不共面的情况，导致个别变形较大的履带伸缩梁与底座中心架主梁发生安装干涉问题。因型材尺寸已固定，履带伸缩梁的两方管焊后平行度和其上、下面的共面度误差均在0.1mm以内，因此，保证底座中心架主梁的焊后平行度是最好的改进方案。为此，组对底座中心架时，对主梁（矩形管）的安置状态做2个预变形：矩形管内壁的边距再增加1.3mm；其立面上部均向外倾斜0.38mm，以保证底座中心架的焊后尺寸符合图样要求。

另外，底座中心架的主梁（矩形管6mm×116mm×114mm）和履带伸缩梁（方管6mm×100mm×100mm）原材料的每米弯曲量及底座中心架主梁的内孔与履带伸缩梁的外廓尺寸偏差也影响着其安装状态，应做好检验。

由于油道安装板孔距偶有超差的问题，将油道安装板结构由图3改为图5，与底座中心架上盖板的接触由立板外侧面与内孔壁连接，变成其折弯后上部平板的下面与底座中心架上盖板的上面搭接，消除了2个油道安装板孔距方向上的组对间隙，确保了两油道安装板孔距放量0.5～0.7mm，与随底座中心架上盖板的焊后收缩量0.5～0.7mm保持一致，消除了其他影响孔距尺寸精度的变化因素。

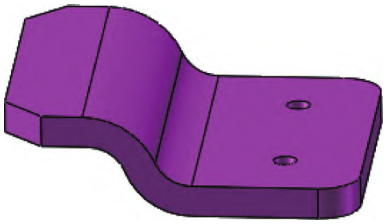


图5　新式油道安装板

## 4　底座中心架新式组对工装结构

结合图2底座中心架的形位尺寸及有关变量，新式组对工装如图6所示。主要由工装座、主梁左定位座、螺栓心轴/螺母/垫圈、下耳板定位座、上耳板定位座、主梁右定位座、摆轴、螺栓销、销轴、斜铁、直角定位板、油道安装板定位座及螺钉、回转支承定位盘、M24螺母及垫圈、M16螺栓销及垫圈、挡座、弹簧定位销、弹簧以及顶块等组成，工装座上面的各座体均用M16螺栓销定位并压紧于工装座上的对应位置。

其特殊零部件的结构与作用如下。

（1）心轴　主体是$\phi$50mm的45钢调质材料，其上组焊了耳板和定位销，如图7所示。其底部螺纹为M30、顶部螺纹为M24。耳板与心轴主体必须焊接牢固，定位销组焊在耳板孔中，上端带有较大的倒角，可以使油道安装定位座的止转孔能够快速与

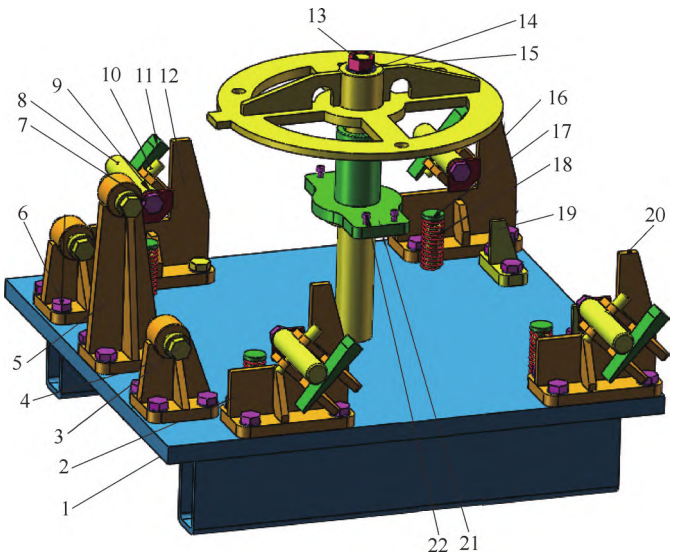



图6　底座中心架新式组对工装

1—工装座　2—主梁左前定位座　3—螺栓心轴/螺母/垫圈　4—下耳板定位座　5—上耳板定位座　6—M16螺栓销、垫圈　7—螺栓销　8—摆轴　9—直角定位板　10—销轴　11—斜铁　12—主梁右前定位座　13—心轴　14—M24螺母、垫圈　15—回转支承座定位盘　16—主梁右后定位座　17—顶块及弹簧　18—弹簧定位销　19—挡座　20—主梁左后定位座　21—油道安装定位板　22—油道安装板定位螺栓销

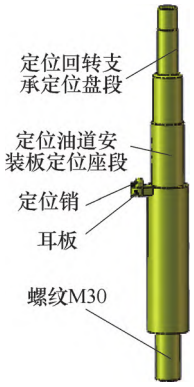



图7　心轴结构示意

其安装。

（2）主梁左（前、后）、右（前、后）定位座　其结构如图8所示，左定位座均由底板、主梁定位板、挡板筋和摆轴耳板组焊而成，右定位座均不焊挡板筋。焊后须加工底板下平面及其4个通孔。主梁定位板是关键零部件，其L形面对底座中心架主梁有定位作用，结合底座中心架主梁焊后的变形状态，设制主梁定位板时，须做好L形定位面的预变形尺寸，其变位状态及尺寸如图9所示。主梁（左、右）前定位座的定位板L形立面上部向前偏0.375mm，主梁（左、右）后定位座的定位板L形立面上部向后偏0.375mm，L形两面的垂直度依然是90°。挡板筋比主梁定位板L形定位面的水平面高4mm，在组对底座中心架过程中对主梁（矩形管）端面起定位作用。摆轴耳板之间安装底座中心架组对工装的摆轴，耳孔安装定位摆轴的销轴，如图6所示。主梁（左、右）后定位座的结构与图8相似，只是其挡板筋的上端不高于主梁定位板L形定位面的水平面。

（3）摆轴、螺栓销、销轴、斜铁及直角定位板　结合图6，摆轴在各主梁定位座的耳板之间，

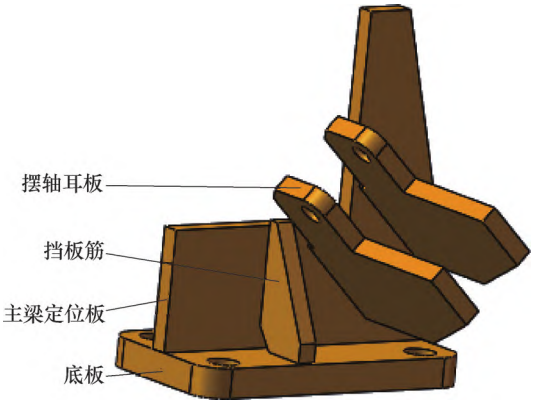



图8　主梁左右定位座

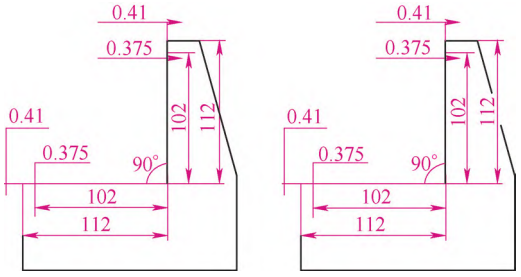



图9　主梁前、后定位座的定位板L形面变位示意

其径向孔插入主梁定位座耳板孔中的销轴限位，直角定位板被螺栓销定位在摆轴轴头上，所有的孔轴（或销）都是间隙配合。直角定位板的结构如图10所示，其左立面与下边的水平面相互垂直，在应用过程中，对底座中心架主梁的内孔两立面具有定位作用。直角定位板为厚度4mm的NM400板，线切割成形。

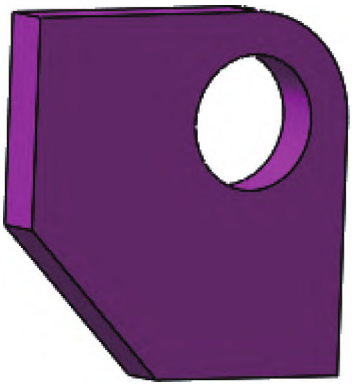


图10　直角定位板

（4）油道安装板定位座　其结构如图11所示，由定心套和定位板组焊而成，定心套的内孔$\phi$40mm与心轴的配合公差带F7/f6[2]，配合间隙为0.05～0.091mm，配合长度为160mm，保证其安装在心轴后，定位板的底面与心轴轴心线的垂直度误差

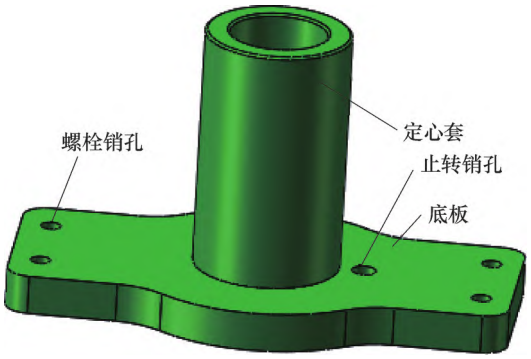



图11　油道安装板定位座

≤0.15mm。定位板上有5个销孔，中部的销孔是止转孔，应用时该孔与心轴的止转销配合后，确定定位板在心轴上方，其余4个孔用于安装油道安装板定位螺栓销，其纵向孔距比图样尺寸增加了0.6mm。油道安装定位座在心轴上自由滑动，能够使底座中心架的油道安装板在折弯尺寸有误差的情况下，也能与底座中心架上盖板的水平面实现无隙接触，确保油道安装板的焊接稳定性。

（5）回转支承座定位盘　其结构如图6中的序号15所示。使用时，先将回转支承座（见图1）6个孔中的3个与回转支承座定位盘的3个孔对正，紧固上螺栓销，一起吊起，使回转支承座定位盘的中心套孔安装在心轴上，凸出部分对正底座中心架的上耳板内挡处，在心轴上拧上螺母，将其压紧在底座中心架的上盖板上。

（6）弹簧定位销、弹簧及顶块　如图12所示，是一套对底座中心架下盖板高度自定位的弹性托举装置，使用时的安装状态如图6所示。弹簧定位销的下部是M20螺栓、上部有$\phi$12mm的深孔用于安装顶块轴，其配合间隙为0.05mm。根据下盖板的质量计算每个弹簧需要承担的质量，确定弹簧的规格后，在工装上试验，全部安装好后，放上底座中心架的下盖板，下盖板的上平面略高于各主梁定位板水平面的高度即可，高出（3±0.5）mm，否则，须对弹簧进行适当磨削。弹簧支撑高度不满足条件时，可以在弹簧下面垫厚度适宜的垫圈。顶块采用45钢车削制做，表面中频淬火处理，硬度为35～40HRC，

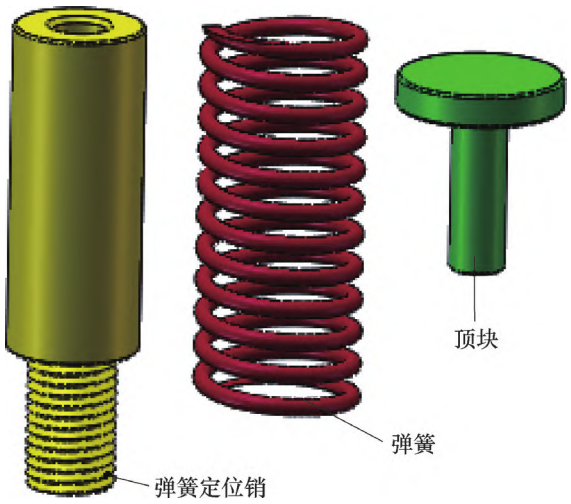



图12　弹簧定位销、弹簧及顶块

深度为0.8～2mm[1]。

（7）其他零件　工装的其他零部件相对简单，工装座由1块厚度30mm的钢板和2根矩形管组焊后，在立式加工中心上加工平面和各丝孔（均有5mm深的止口用于定位），以确保各加工部位的形位精度。下耳板定位座和上耳板定位座均由钢套和钢板组焊后镗铣而成，其钢套的内孔尺寸及公差与底座中心架耳板孔的尺寸及公差一致，钢套的长度为（38.25±0.05）mm，因耳板组焊后变形很小，故取其耳板档部基准尺寸和公差带的一半即可，各孔的中心高度与底座中心架在组对状态中的对应高度一致；挡座由2块钢板组焊而成，须加工其底板的下平面和螺栓销孔以及立板上定位底座中心架下盖板的侧面。M16螺栓销的圆柱段为$\phi$16g7，与其配合的各耳板定位座、主梁左（右）定位座及挡座的底板孔公差为H8，即H8/g7配合精度，该间隙较适中，既便于加工和安装，又能满足工装所必需的定位条件，但各耳板定位座和主梁左（右）定位座可以在其对角孔安装2个这样的螺栓销，另外2个孔安装普通的M16×45mm（8.8级）六角头螺栓[2]。图6中的序号11斜铁的斜度为6°～8°[3]，以确保其在撑紧摆轴过程中的牢固性。

## 5　底座中心架新式组对工装的应用

该工装应用状态如图13所示，首先，把底座中心架的下盖板安装在工装4个弹簧的顶块上，并使其1个侧面顶在工装的挡座上；其次，将底座中心架的两主梁安装在对应的主梁定位座上，使其左端顶在左定位座的挡板筋上，旋转摆轴，适当推紧斜铁，使摆轴上直角定位板的两垂直面压紧主梁内壁的上平面和1个立面，把主梁紧固在对应的耳板定位座上，此时下盖板会在弹簧顶力的作用下紧贴在2个主梁上，将其点焊固定后，再组对底座中心架的筋板、上盖板、包板和各耳板等，耳板用常用的螺栓心轴固定，点焊各组件；再次，将油道安装板用螺栓销紧固在油道安装板定位座上，再把油道安装板定位座套在心轴上，使油道安装板与上盖板靠实并进行点焊固定；最后，将安装好的回转支承座定位盘套在心轴上，拧上螺母，使回转支承座的支撑筒与底座中心架的上盖板靠实后点焊固定，依次卸下回转支承座定位盘、油道安装板定位座，吊起底座

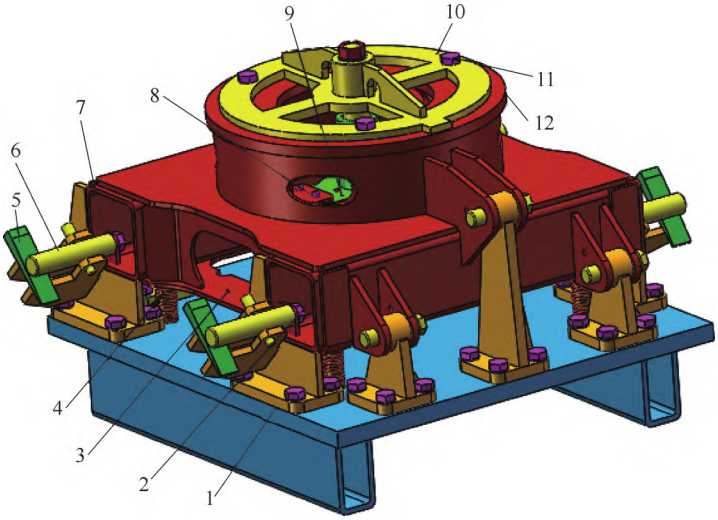



图13　底座中心架新式组对工装的应用

1—工装　2—底座中心架　3—下盖板　4—弹簧　5—斜铁　6—摆轴　7—直角定位板　8—油道安装板
9—油道安装板定位座　10—回转支承座定位盘　11—螺栓销　12—回转支承座

中心架，组对完成。

## 6　结束语

该工装设计新颖、定位准确、操作简捷且组对高效，对操作人员技能要求不高。主要利用弹簧支顶下盖板的方式使下盖板与两矩形管底面实现了完美的贴合；摆轴和直角定位板的设计实现了对矩形管立面和平面高效、稳准的定位夹紧。此外，4个主梁定位座与矩形管的贴合面在垂直平面内进行了相应的直角旋转，解决了该产品焊后两矩形管内壁上、下距离尺寸误差较大的问题。该底座中心架新式组对工装保证了其回转支承盘的位置一致性，以回转支承盘的螺栓孔和端面作为装夹基准在焊接机器人上进行焊接。该工装的设计与应用开拓了组对该类挖掘机底座中心架的新局面，有较好的参考借鉴价值。

**参考文献：**

[1] 李益民. 机械制造工艺设计简明手册[M]. 北京：机械工业出版社，2004.
[2] 朱耀祥，浦林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2016.
[3] 王纯祥. 焊接工装夹具设计及应用[M]. 北京：化学工业出版社，2020.

MW 20240920

## 前三季度工业经济高质量发展扎实推进 9月份工业生产明显回升

2024年前三季度，各地区各部门深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，有效统筹国内国际两个大局，积极推动工业高质量发展，工业经济总体保持平稳增长。全国规模以上工业生产延续2023年四季度以来较快增长态势，工业品出口逐季加快，企业利润保持增长，制造业高端化、智能化、绿色化发展稳步推进，工业企业对未来经营状况预期改善，信心有所增强。

前三季度，全国规模以上装备制造业增加值同比增长7.5%，高于全部规模以上工业1.7个百分点。装备制造业增加值占全部规模以上工业的比重达33.8%，已连续19个月保持在30%以上，较1—8月份提升0.3个百分点，“压舱石”作用不断增强。

（来源：中国机械联统计与信息工作部）