

全液压推土机外壳体大孔径加工同轴度超差问题分析

■ 山推工程机械股份有限公司（山东济宁 272073） 孙政辉 刘志凯 张敬华

摘要：推土机终传动外壳体属于铸造件，具有结构复杂、刚性差及压装难等特点，加工时容易变形，导致外壳体同轴度、垂直度及圆柱度等形位公差超差。通过优化外壳体加工路线、增加辅助支撑点、增加工艺块、优化压装方式、切削参数及工件吊放处理等办法，减少了外壳体形变，提高了外壳体形位公差等级。

推土机终传动外壳体是一种铸造件，用于安装各种高精度传动件，如齿轮、轴及轴承等；此外，外壳体还需要具有密封、防尘等性能，使箱体内的零件不受外界环境的影响，所以对于外壳体轴孔本身的尺寸精度、形状精度和表面粗糙度质量都有很高的要求，否则容易造成轴承早期快速磨损、齿轮啮合精度降低甚至损坏，引起终传动噪声、振动、高温及结合面渗油等现象，严重影响整机使用性能及寿命。

本文针对推土机终传动外壳体加工出现的同轴度超差问题，从多个方面改进了加工工艺，明显提高了孔的同轴度公差等级，满足了性能需求，并对改善后所测同轴度数值进行了简要分析，也为此类结构外壳体同轴度问题的解决提供经验和思路。

1. 问题描述及工艺分析

此终传动外壳体为铸钢件，材料牌号SC450W，铸造完成后进行正火处理，硬度在131HB以

上。外壳体结构为复杂不规则圆形腔体。本文主要分析的是中间一组孔 $\phi 614H8$ 和 $\phi 150N7$ 的同轴度问题。其中孔系 $\phi 614H8$ 、 $\phi 150N7$ 同轴度 $\leq \phi 0.05\text{mm}$ ，如图1所示。

加工后，用三坐标检测两批次共12件外壳体，具体检测数值如表1所示。从测量结果中可以看出 $\phi 614H8$ 、 $\phi 150N7$ 同轴度最大 $\phi 0.2579\text{mm}$ ，超差400%，平均 $\phi 0.1740\text{mm}$ ，超差250%，合格率

只为0。显然，这样的外壳体同轴度与设计数值相差甚远，不能使用。

外壳体的加工工艺流程如图2所示。由于车间只有一把 $\phi 600\text{mm}$ 以上的精镗刀，因此 $\phi 614H8$ 加工工艺为先用铣刀加工然后用精镗刀精镗。我们分析测量结果超差的原因如下：

表1 外壳体三坐标检测报告

(单位：mm)

编号	同轴度 ($\odot \leq \phi 0.05$)	$\phi 614H8$ 孔圆度	$\phi 150N7$ 孔圆柱度
1#	$\phi 0.1587$	$\phi 0.0645$	$\phi 0.0531$
2#	$\phi 0.2579$	$\phi 0.0682$	$\phi 0.0535$
3#	$\phi 0.2267$	$\phi 0.0671$	$\phi 0.0534$
4#	$\phi 0.1700$	$\phi 0.0647$	$\phi 0.0521$
5#	$\phi 0.2037$	$\phi 0.0656$	$\phi 0.0534$
6#	$\phi 0.1469$	$\phi 0.0622$	$\phi 0.0503$
7#	$\phi 0.2006$	$\phi 0.0653$	$\phi 0.0531$
8#	$\phi 0.1926$	$\phi 0.0599$	$\phi 0.0507$
9#	$\phi 0.1095$	$\phi 0.0591$	$\phi 0.0479$
10#	$\phi 0.1042$	$\phi 0.0596$	$\phi 0.0455$
11#	$\phi 0.1933$	$\phi 0.0648$	$\phi 0.0527$
12#	$\phi 0.1239$	$\phi 0.0590$	$\phi 0.0487$
平均值	$\phi 0.1740$	$\phi 0.0633$	$\phi 0.0512$

注：同轴度为图样要求，圆度和圆柱度是为了分析原因出具的数据。

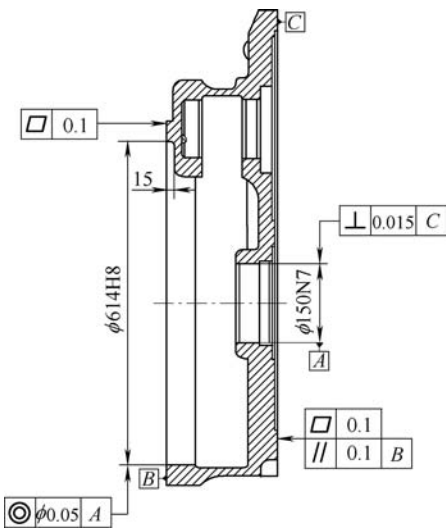


图1 外壳体加工内容示意图

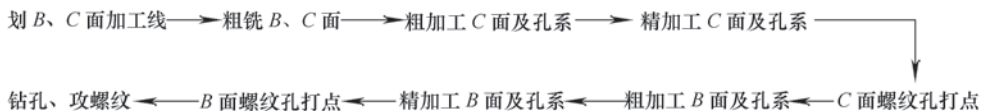


图2 外壳体加工流程

(1) 粗精加工未分开导致的切削残余应力。本壳体加工时是B、C面是直接加工到图样尺寸，并且孔的铸造余量在20mm左右，面的铸造余量在10mm左右，采用一次压装，粗精加工一起连续完成，所以在加工过程中会出现力耦合作用即切削残余应力，在切削残余应力的作用下工件与刀具的接触部分发生弹性变形，同时产生大量的切削热，造成工件各部位温度不均，发生热变形。此壳体是不规则圆形腔体，壁厚也较薄，所以在松开工件时用百分表检测有明显的形变，圆度和圆柱度分别达到 $\phi 0.063\ 3\text{mm}$ 和 $\phi 0.051\ 2\text{mm}$ ，对同

轴度的检测有很大的影响。

(2) 工件的装夹不合理。由于粗加工无法保证B、C面的平面度在0.1mm以内，所以在精加工压装前需要对工件进行百分表找平，找平后对工件空虚处用薄铜片塞实，由于壳体结构的原因，C面的加工压装方式如图3所示，所以在装夹力的作用下工件A点悬空位置很容易发生形变，在内部形成装夹应力并产生相应的位移，当刀具进行切削时，会出现“过切”或“欠切”的现象，从而造成工件表面几何误差变形，用百分表检测压装后表面变形0.15mm左右。B面加工压装方式如图4所示，压紧后百分表检测表

面变形在0.1mm左右。壳体B、C面粗加工表面粗糙度及平面度都一般，在装夹过程中容易导致平面压装变形，由于本壳体刚性一般，导致整个壳体都产生形变，装夹误差大。

(3) 基准不统一。本产品孔系的粗加工、半精加工及精加工是在同一设备上连续完成的，如图1所示， $\phi 150\text{N}7$ 孔是以基准面C作为基准有垂直度要求，而 $\phi 614\text{H}8$ 孔是以 $\phi 150\text{N}7$ 孔和基面C作为加工基准，但是在实际生产中 $\phi 150\text{N}7$ 孔是以基准面B作为基准，虽然在加工 $\phi 614\text{H}8$ 孔前找正 $\phi 150\text{N}7$ 孔，但是这两个孔的基准不统一，产生基准不重合误差，对同轴度有很大影响。

2. 加工工艺改善及同轴度分析

(1) 从加工工艺的角度出发，重新调整外壳体的加工工艺路线如图5所示。将工件的B、C面粗精加工分开加工，保证工件内应力及时释放，减少变形，同时精加工C面及孔系时 $\phi 150\text{N}7$ 孔预留1mm加工余量与 $\phi 614\text{H}8$ 孔最后同时加工，保证加工、定位基准统一，消除基准不重合误差；将钻孔工序调整至孔面精加工之前，减少孔和面的变形；最后精加工 $\phi 614\text{H}8$ 孔前松开压板，释放工件残余应力后在轻压压板进行加工至图样要求尺寸。

(2) 在图4压点A处增加了辅助支撑点（见图6），可增加外壳体刚性，消除了零件大平面加

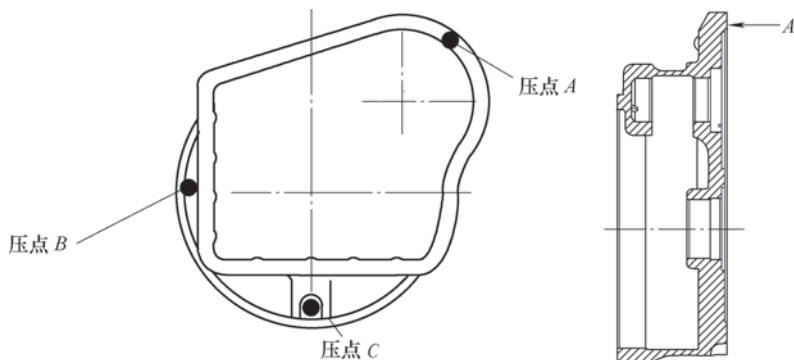


图3 壳体C面压装图

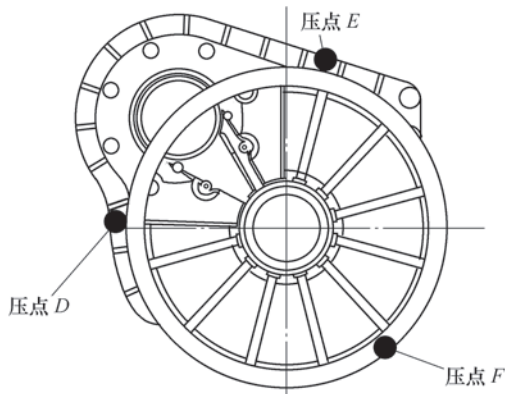


图4 壳体B面压装图

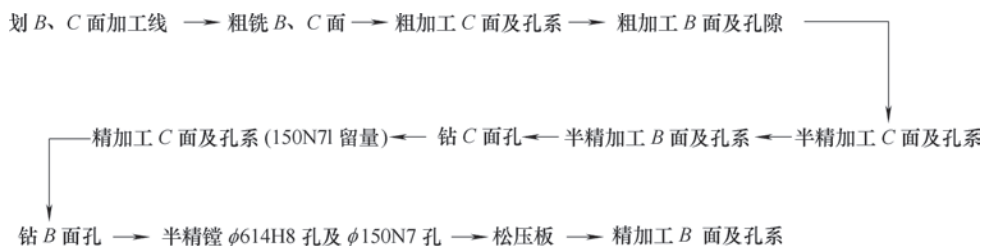


图 5

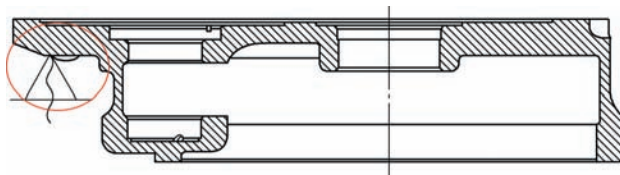


图 6

工时的振动现象。

(3) 工件压装优化。因为壳体刚性差，压装易变形，另外在加工 $\phi 614H8$ 孔时是靠C面定位，C面的平面度大概在 $0.05 \sim 0.1\text{mm}$ 之间，这样C面就相当于“过定位”，压装后壳体容易产生形变。于是我们将壳体用4个等高块支撑起来，靠点定位，并在需要压装的地方焊上工艺块，避免壳体悬空压装，这样就消除了平面度和刚性差对压装的影响。具体方案如图7所示。

具体加工方法如下：①总共需要焊接4个工艺块，均在B、C面粗加工后焊接，其中工艺块1比B面低 0.5mm ，工艺块2比C面低 0.5mm ，这样能保证在半精加工B、C面时能将4个工艺块一起铣平，保证4个工艺块分别与B、C面在同一平面上。②具体压点如图7所示，加工C面时，压点C、D在壳体上，压点A、B为工艺块1；加工B面时，压点G、H在壳体上，压点E、F为工艺块2。③压点A、B、C、D及E、F、G、H均压装在4个等高块上，等高块先按点布局位置固定在工作台上，

用机床将等高块铣平，保证平面度 $\leq 0.02\text{mm}$ 。

通过以上改进，使用三坐标再次测量了相关尺寸（见表2）。从数据中看出， $\phi 150N7$ 孔与 $\phi 614H8$ 孔的同轴度得到了明显改善，并且 $\phi 150N7$ 孔与 $\phi 614H8$

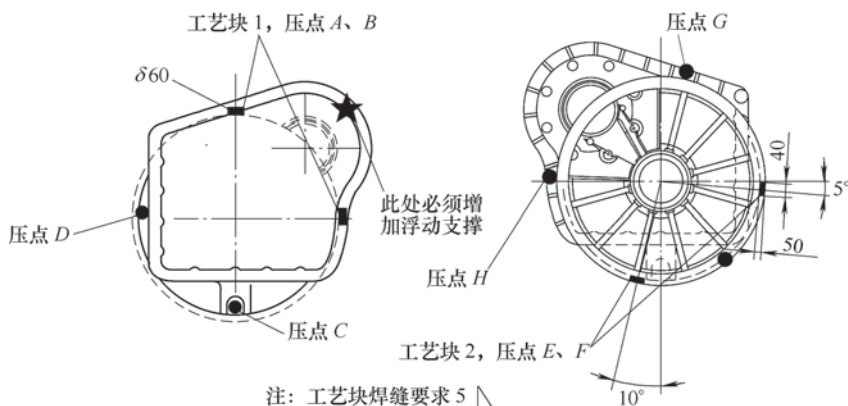


图7 壳体压装示意图

表2 改善后的同轴度检测结果 (单位: mm)

序号	图号	同轴度	$\phi 150N7$ 圆柱度	$\phi 614H8$ 圆柱度	$\phi 150N7$ 圆度	$\phi 614H8$ 圆度
1#	114H-18-01001	0.042 3	0.014 3	0.028 2	0.008 8	0.026 2
2#	114H-18-01001	0.035 5	0.021 1	0.020 4	0.004 6	0.025 0
3#	114H-18-01001	0.040 2	0.027 4	0.015 6	0.014 8	0.025 7
4#	114H-18-01001	0.030 0	0.011 5	0.013 4	0.009 5	0.013 2
5#	114H-18-02001	0.040 4	0.024 5	0.022 7	0.011 5	0.023 9
6#	114H-18-02001	0.025 8	0.013 7	0.017 1	0.010 4	0.016 1
7#	114H-18-02001	0.034 8	0.022 0	0.023 5	0.016 2	0.023 1
8#	114H-18-02001	0.036 9	0.020 4	0.017 4	0.016 1	0.039 6
平均值		0.042 3	0.019 4	0.019 8	0.011 5	0.024 1

孔的圆度及圆柱度也有较大的改善。其中两孔的同轴度合格率较之前提升100%，满足图样要求及装配要求。

3. 结语

通过以上工艺改进，提高了外壳体孔的同轴度。此外，本壳体同轴度图样标注方法与实际装配有一定的出入，图样标注是以 $\phi 150N7$ 孔看 $\phi 614H8$ 孔，这样就会放大三坐标实际检测结果，如果将同轴度的测量基准改为公共轴线，可减少基准偏移对测量结

机床用自动刹车机构设计

■ 齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司 （黑龙江 161005） 郭兴龙 王清华

摘要：本文介绍了一种用于机床安全保护作用的刹车机构。

对于大型机床，主轴箱、平衡重锤及可升降操作台等部件都是做垂直升降运动的。这些部件质量轻的有1~2t，重的有10t以上，其垂直运动是通过钢丝绳或链条联结后进行升降的，其中，钢丝绳或链条有安全隐患，一旦断裂，就会发生坠落，引发机床损坏甚至人身事故，所以必须要有相应的安全措施。

本文介绍一种自动安全刹车装置（见附图），其可以起到防止重物突然坠落的安全保护作用。

工作原理：如附图所示，升降机构的提升链条下端固定在刹车体上，刹车体通过回转轴固定在升降机构上。且该刹车体为杠杆结构，回转轴即为杠杆支点，正常提升时，链条的提升力通过

回转轴可以将杠杆另一端的碟形弹簧组压缩，同时可使刹车片与刹车导轨脱离。当链条突然断裂时，链条的提升力消失，碟形弹簧力释放，并推动刹车体将刹车片压紧在刹车导轨上，这样产生反向摩擦力，可以使重物停止下落或减缓下落速度。附图中的调整螺母可以调整碟形弹簧的弹簧

力大小，调整螺钉可以调整刹车片与刹车导轨的距离。

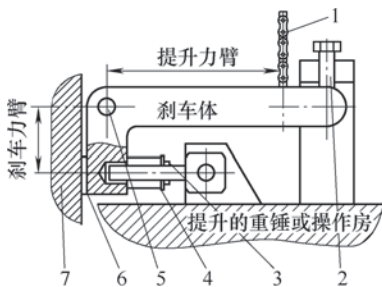
参考文献：

[1] 陈国定. 机械设计基础[M]. 北京：机械工业出版社，2006.

MW（收稿日期：20160620）

专家点评

现在的一些机床并没有这种保护机构，确实存在安全隐患。本文介绍的刹车机构能有效地避免重物突然降落时可能造成的伤害，可以推广到其他相似的产品中应用，具有一定的推广价值。



自动安全刹车装置

1.提升用链条 2.调整螺钉
3.调整螺母 4.碟形弹簧组 5.回转轴
6.刹车片 7.刹车导轨

果造成的影响，相对于原来的测量方法，使用测量公共轴线的方法测量同轴度，更加切合实际装配要求，这一点也在实际生产中得到了证实。

参考文献：

[1] 刘胜永，万晓航，董兆伟. 切削

中残余应力对工件加工变形影响研究[J]. 制造技术与机床，2005，（25）：88-90.

[2] 李洪海，盛况，李洪洲. 基准不重合误差的分析与研究[J]. 工具技术，2009，43（12）：83-84.

[3] 李红英. 浅谈工件过定位的消

除方法[J]. 装备制造技术，2009，（3）：147-149.

[4] 叶宗茂. 用三坐标测量机正确测量同轴度误差[J]. 工具技术，2007，41（3）：77-80.

MW（收稿日期：20160605）