

推土机台车瓦孔轴套配合分析及改善

■ 山推工程机械股份有限公司（山东济宁 272073） 陈天野 翟展新 宋 超

摘要：台车是推土机联接传动及行走部分的重要件，其瓦孔内轴套除了联接后桥之外还有润滑的作用，因此一旦发生轴套与台车脱落现象，将严重影响整机质量。本文从设计、原材料、压装方法和配合尺寸等方面分析轴套压装困难及部分轴套松动的原因，并提出改进措施。

推土机是我公司的主导产品，而台车是推土机的主要大型结构件之一，是推土机上主要的联接类零件，是整个推土机行走的核心部件，承担着将传动装置的动力传递到行走装置的作用；此外，台车还与主机架联接，与平衡梁共同调节主机行走时的摆动。而台车与主机架联接处的轴套是靠过盈配合限制自身蹿动的，整体配合关系如图1所示。一旦发生轴套松动掉出，会造成漏油和行走机构的整体损毁。

台车整体是焊合件，而瓦孔处毛坯采用覆膜砂压铸而成，整体质量较均匀，加工后瓦孔直径为 $95H8 \left(\begin{smallmatrix} +0.054 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm。由于研究部门根据外部质量反馈信息将此处轴套的外径由 $95n7 \left(\begin{smallmatrix} +0.058 \\ +0.023 \end{smallmatrix} \right)$ mm改为 $95s7 \left(\begin{smallmatrix} +0.106 \\ +0.071 \end{smallmatrix} \right)$ mm，将原来的过渡配合改为过盈配合，这就导致了部分套难以压入，需要使用大锤砸入，劳动强度很高；同时外部推土机台车掉套现象减少但仍然存在。因此将整体归结为两个问题：①压套困难原因分析。②轴套松动原因分析。

1. 压套困难原因分析

台车压套的工艺过程为：

① -20°C 冷冻轴套（外径可冷缩 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$ ）。② 涂抹润滑

剂。③ 将轴套对正孔，并敲击压入 10mm 左右（认头）。④ 压力机压入。具体过程如图2所示。

经过对现场调查发现，一般

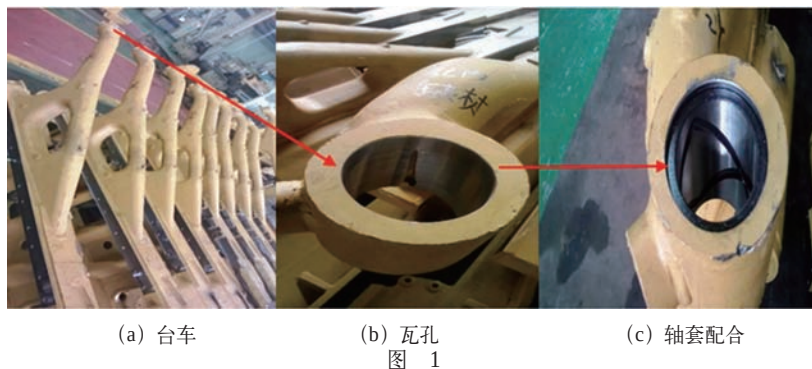


图 2

10件中有7~8件无法完全压入，比例很高，通过对工序流程分析，列出检验项目如下：

(1) 瓦孔孔径。台车的瓦孔是通过镗孔专机一次加工成形，对于批量加工的瓦孔，孔径一般会稳定在一个区间内，通过对现场台车随机抽检6台，每台瓦孔选取6个位置测量公差，结果如表1所示，测量位置如图3所示。

测量结果发现瓦孔直径一般集中在 $95^{+0.005}_{-0.004}$ mm之间，同时部分位置椭圆。原因为刀片刀尖在加工过程中磨损导致振刀。

(2) 轴套外径。台车瓦孔内所需压入的轴套一般在普通冰柜中-20℃下冷藏12h后使用，现场抽取54件轴套，每件分别在相同

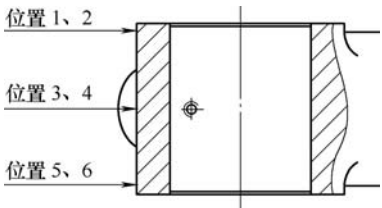


图 3

对应位置取4组数据，结果如图4所示。

去除个别异常数据后，发现轴套外径一般集中在(95+0.08) mm，少数+0.11mm。按设计尺寸，过盈量在0.06mm以内可以保证现有压力机顺利压入。因此现有大部分瓦孔轴套配合过盈量在0.04mm，应该符合工艺要求。但是实际的调差结果为大部分轴套无法压入瓦孔，这与测量结果不符。为探索原因，下一步开始验证设计的压入过盈量能否满足实际压套需求。

冷藏温度。为继续探索过盈量与对瓦孔配合的影响，特引入深冷处理设备（见图5a），该设备降温主要依靠液化氮气（见图5b）在内部循环过程中气化吸热。该设备在30min内温度降幅可达150℃，要想达到理想的收缩尺寸，需保温90min以上，降温过程如图6所示。试验数据如表2所示。

表 1

机型	序号	台车号	测量结果/mm					
			位置1	位置2	位置3	位置4	位置5	位置6
SD16	1	1604054	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05
	2	1606027	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
	3	1606034	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
	4	1606028	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.02
	5	1605038	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	6	1605025	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05

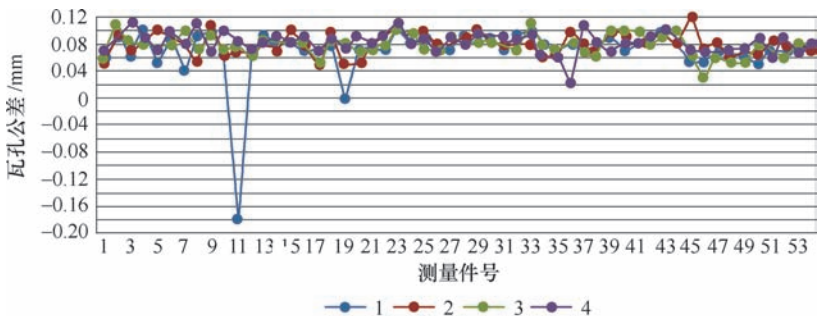


图 4

根据实验数据及与原-20℃冷藏数据对比判断；外径95mm，壁厚7.5mm，材质20CrMo的轴瓦，在0~-150℃范围内，每降低10℃，直径方向可收缩0.009mm。数据如图7所示。

下一步开始对不同温度的冷冻轴套进行分组压装试验，试验用台车瓦孔全部选取($\phi 95+0.04$) mm，试验结果为：-48℃组，9件中3件无法压入；-78℃组，13件中4件无法压入；-138℃组，10件中6件无法压入。从结果上来看，冷藏温度在-48℃时，压套合格率上升；在-78℃时，合格率再次上升但不明显；而在-138℃时，合格率开始明显下降。

通过压套试验结果可以看出两个问题：①在低温冷冻情况



(a) 深冷处理设备



(b) 液化氮气罐

图 5

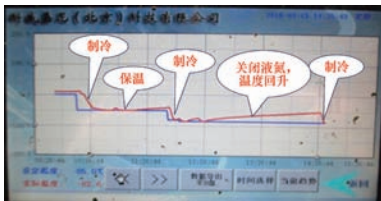


图6 温度变化曲线

表 2

温度	-48℃		温度	-78℃		温度	-138℃	
序号	原直径/mm (95+)	收缩量/mm	序号	原直径/mm (95+)	收缩量/mm	序号	原直径/mm (95+)	收缩量/mm
1	0.095	-0.050	1	0.080	-0.065	1	0.079	-0.119
2	0.075	-0.055	2	0.075	-0.065	2	0.079	-0.129
3	0.070	-0.050	3	0.080	-0.070	3	0.079	-0.129
4	0.070	-0.065	4	0.079	-0.069	4	0.079	-0.119
5	0.075	-0.050	5	0.079	-0.069	5	0.079	-0.119
6	0.080	-0.050	6	0.079	-0.069	6	0.079	-0.109
7	0.080	-0.038	7	0.079	-0.054	7	0.079	-0.119
8	0.082	-0.047	8	0.079	-0.054	8	0.079	-0.119
9	0.085	-0.050	9	0.079	-0.074	9	0.079	-0.109
—	—	—	10	0.079	-0.054	10	0.079	-0.119
—	—	—	11	0.079	-0.079	—	—	—
—	—	—	12	0.079	-0.099	—	—	—
—	—	—	13	0.079	-0.069	—	—	—

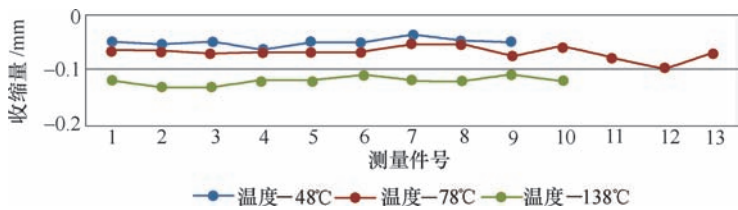


图7 轴套收缩量

下，压装时轴套与瓦孔已经是间隙配合，理论上来说不用外部压力也可以很顺利放入，但实际压装过程中使用压力机压入并不顺利，同时仍存在无法压入的情况（见图8）。这说明导致轴套无法压入的情况一定有其他原因。②3个试验温度对照组的结果显示，合格率并没有一直随着冷藏温度的降低而升高，相反到达一定区间之后，合格率反而出现了下降的趋势。

通过对试验中无法压入的轴

套与孔重新测量发现，瓦孔的内径对比压装前有收缩，收缩量与压套的对正放置时间有关系，同时轴套外径尺寸变大。这说明压装前操作者在调试轴套对瓦孔的压装起始位置过程中（见图9），轴瓦和孔壁之间发生热传递，轴瓦快速升温导致外径增大，孔壁快速降温，导致孔径减小，而在一定温度下，瓦孔的收缩量比轴套的剩余收缩量大，从而出现压装困难的情况。因此，压装过程中需要将冷藏温度控制在一定范

围内，同时加快压装速度。从试验结果及成本上来看，-48℃组效果最好。

（3）同轴度。通过之前的冷藏温度试验发现，减小瓦孔与轴套之间的过盈量，无法压入的情况仍然存在，这就说明轴套与瓦孔间的配合问题，主要原因不是过盈量的问题。而轴孔间的过盈配合除了过盈量的因素外，就只有互相间的同轴度影响最大。台车的瓦孔采用专机一次镗孔成型，自检过程中径向跳动较小，而轴套属于外协件，采用外圆磨床加工，来件只提供外圆直径的数据。因此决定选取一件无法压入（ $\phi 95+0.04$ ）mm标准瓦孔的轴套进行测量，测量项目及方法步骤如下：①在轴向上每隔5mm分15层取测量点，规定好正方向（见图10a）。②在径向上每层取8个，共计120个测量点，测量并记录（见图10b）。③以第一层所测数据为基准。将百分表固定在平台上，表头压住第一点，然后水平移动轴套，记录跳动变化。共计120个点（见图10c）。

在常温测量后将结果汇总如表3、表4所示。

将所有结果汇总后放大，绘制成公差圆如图11所示，红色部分为所有结果拟合成的最大公差圆。

因此得出结论：轴套整体上下椭圆且错合，同轴度最大错合



图8 低温无法压入现象



图9 调整对正过程

为0.03mm，孔径方向最大直径为95.149 2mm。

台车孔径为95.04mm，此轴套与其配合实际过盈量为0.10mm，导致无法压入。

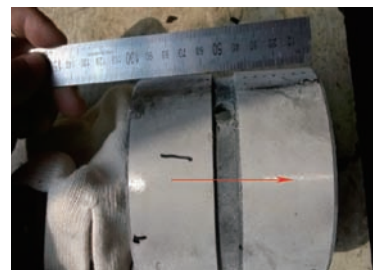
通过对现场剩余无法压入件进行排查发现，压套过程中大部分无法压入的轴套均为此种情况，检查测量时只能测量单层的外径，无法测量每层外圆间的同轴度变化，因此会造成这种测量孔径合格但无法压入的情况。



(a)



(b)



(c)

图 10

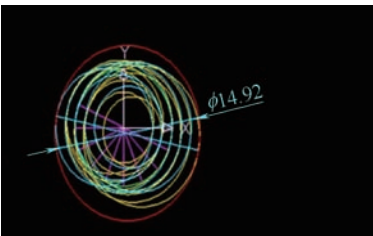


图11 公差圆绘制拟合

表3 径向测量尺寸

径向最大尺寸测量（步骤②测量结果）/mm								
测量位置	1	2	3	4	5	6	7	8
5mm	0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.10
10mm	0.10	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10
15mm	0.11	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06	0.08	0.10
20mm	0.11	0.10	0.09	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10
25mm	0.11	0.11	0.09	0.08	0.06	0.07	0.08	0.11
30mm	0.11	0.11	0.10	0.10	0.07	0.07	0.08	0.10
35mm	0.12	0.11	0.10	0.08	0.08	0.07	0.09	0.10
40mm	0.12	0.10	0.10	0.11	0.06	0.06	0.08	0.10
60mm	0.11	0.10	0.11	0.09	0.07	0.06	0.08	0.11
65mm	0.10	0.11	0.09	0.10	0.08	0.07	0.09	0.1
70mm	0.10	0.10	0.10	0.09	0.06	0.07	0.08	0.11
75mm	0.09	0.10	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.10
80mm	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.09	0.11
85mm	0.08	0.09	0.10	0.07	0.06	0.07	0.08	0.10
90mm	0.06	0.06	0.05	0.06	0.04	0.07	0.07	0.09

表4 轴向测量尺寸

轴向最大尺寸测量（步骤③测量结果）/mm								
测量位置	1	2	3	4	5	6	7	8
5mm	-0.03	-0.02	-0.04	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0
10mm	0	0	0	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0
15mm	0	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	0
20mm	0.01	0	0	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0
25mm	0.01	0	0	-0.01	-0.03	-0.02	-0.01	0.01
30mm	0	-0.01	0	0	-0.02	-0.02	-0.01	0
35mm	0	0.01	0	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0
40mm	-0.01	0.02	0.01	0	-0.03	-0.02	-0.01	0
60mm	0	0	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.01	0
65mm	0	0	-0.01	0	-0.01	-0.02	-0.01	0
70mm	-0.01	0.01	0	-0.01	-0.03	-0.02	-0.01	0.01
75mm	0.01	0	-0.01	0	-0.02	-0.01	-0.01	0
80mm	0.01	0	0	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0
85mm	-0.01	-0.01	0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0
90mm	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	-0.02	0

2. 轴套松动原因分析

通过以上的检测结果发现，部分轴套因为整体上下椭圆且错合，导致压套时无法完全压入。而对于这种情况，现场一般采用大锤敲击的方法强行砸入。这就导致了轴套与瓦孔实际配合时只有彼此间特殊的高点在接触，而整机在使用一段时间后，因为摩

擦等原因造成高点被磨平，轴套开始松动。

3. 改进措施

通过原因分析发现，无论是压套困难还是轴套松动都是轴套本身的上下错合导致与瓦孔配合不良造成的，因此需要改进现有轴套的磨削工艺。但是因为轴套本身为外协件，故在现有外协

减速器输出轴轴端密封装置的改造及应用

■ 山东莱芜煤矿机械有限公司 (271100) 梁吉军

摘要: 介绍了山西阳泉选煤厂加压仓内减速器输出轴轴端密封装置存在的问题、改造后的结构特点和实际应用效果。

山西阳泉选煤厂设计原煤洗选能力为90万t/a, 采用一台GPJ72盘式加压过滤机处理浮选精煤, 盘式过滤机安装在加压仓内工作, 加压仓内的最大工作压力是0.6MPa; 盘式过滤机主传动

系统中的减速器在0.6MPa环境下工作; 该选煤厂2016年5月底安装完毕, 经过1个月的试运行, 设备运行正常; 在第2个月运行期间, 减速器输出轴轴端出现漏油现象, 停产后, 经过多次观察、

仔细分析现场实际运行情况, 发现加压仓内的灰尘通过减速器轴端密封处进入减速器箱体, 污染箱体內的油, 减少齿轮的使用寿命, 同时密封圈磨损严重, 寿命短, 出现严重的漏油现象。

检查项目下增加同轴度的检测项目。同时, 在自身方面改进压套工艺, 尽量减小压套时的过盈量。而减少过盈量的方法, 有增大压装时瓦孔内径和减小压装时轴套外径两个方向。

减小轴套外径的方面采用前面试验的-48℃冷藏, 这个温度压装时与瓦孔热交换变化较小, 轴套收缩较明显。

增大瓦孔外径方面准备试验

现压装的方式, 即加工瓦孔加工完成后立即压装的方式。而我们发现瓦孔镗孔完成后再放置一段时间, 会因为回复加工时的弹性变形而导致孔径有所收缩。通过总共40件左右的跟踪得到数据如图12所示。

根据跟踪的轴套热变形测量结果, 发现通常热变形量在0.03~0.04mm, 因此镗孔时通常把孔控制在0.07mm, 冷却后会回缩到

0.04mm左右。

因此根据试验结果改进后工序为: 轴套-48℃冷藏2h, 台车瓦孔镗孔孔径控制在(95+0.07)mm, 镗孔后立即进行压装。

4. 效果验证

通过改进后的工序, 压套困难的情况基本被控制住。但是推土机轴套松动的情况仍然存在, 这说明如果不改变现有轴套磨削加工工艺, 将难以解决问题。因此决定下一步深入外协配件厂, 协助更改工艺。

参考文献:

- [1] 全林斯, 梁爱琴, 李少通. 配合性质与公差原则的关系剖析[J]. 机械工业标准化, 1996 (9): 22-23.

MW (收稿日期: 20170512)

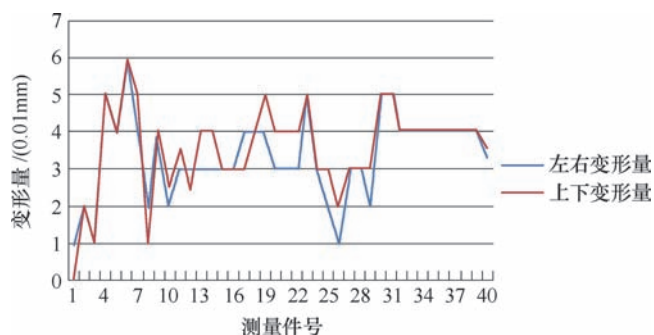


图 12