

DH17型推土机连接盘同轴度精度提升

■ 山推工程机械股份有限公司（山东济宁 272073） 宋 超 王丽媛 翟展新 李相楠

摘要：针对DH17型推土机连接盘在外圆磨削加工时造成轴承外圆同轴度过大的原因进行磨削受力研究及磨削工序分析，对工件定位心轴及加工工序进行相应的改善，有效解决了同轴度超差的问题。



DH17型推土机为全液压型推土机，连接盘位于推土机终传动内部，通过两轴承连接内外壳体，是被动齿轮与太阳轮轴旋转运动的中间介质，此处为终传动传递扭矩中至关重要的一环，同轴度的加工精度直接影响了轴承的受载及被动齿轮、太阳轮轴齿轮传动精度，该工件图样要求同轴度为0.03mm，目前经三坐标检测同轴度集中在0.05~0.10mm，同轴度合格率仅为26.09%。

1. 连接盘同轴度超差现状调查

连接盘结构如图1所示，通过内部花键连接太阳轮、周围法兰孔连接被动齿轮，两轴承外圆要求同轴度0.03mm，该轴承外圆在外圆磨床上加工。

(1) 磨削方法调查。采用外

圆磨床加工该工件外圆，使用光轴利用工件内花键齿顶圆进行定位工件，光轴两端中心孔通过机床两顶尖定心。

(2) 磨削顺序（见图2）调查。根据工件结构及方便加工测量制定的工艺顺序为：①精磨外圆1并靠磨小端面。②退砂轮并靠磨大端面2。③翻转工件，磨止口外圆3。④磨外圆4并靠磨端面（因砂轮与机床干涉及千分尺锁紧螺母与工件干涉，步骤②与步骤④无法同时进行，必须翻转工件）。

外圆1与外圆4为轴承外圆，磨削两轴承外圆中间存在1次翻转及2步磨削工序。

2. 连接盘同轴度超差分析

从人、机、料、法、环5个方面对连接盘同轴度超差进行分析，

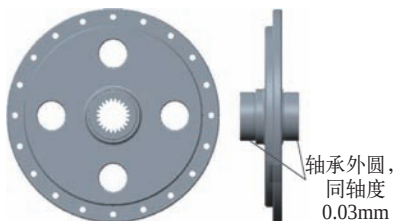


图1 产品结构

逐一排除顶尖重复定位精度差、两顶尖轴线与砂轮面不平行、工件内孔与端面不垂直三方面原因，并对存在重大隐患的靠磨大端面造成工件倾斜、工装定位不可靠两方面原因进行重点分析。

(1) 靠磨大端面分析。在连接盘磨外圆过程中靠磨大端面2（见图2）为工件加工力臂最大处，砂轮接触面也为最大，此时会产生巨大的轴向力，为整个加工过程中受力最大的部分。

若此时工件受力过大，致使工件倾斜，势必造成两轴承外圆相互倾斜，同轴度必然超差。

为验证靠磨大端面是否会造成工件倾斜位移，随机检验10件连接盘进行验证，按照加工顺序磨削外圆1，使用百分表确认此时的径

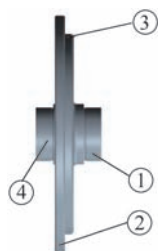


图2 磨削顺序

向圆跳动，靠磨大端面后再次使用百分表复检外圆1径向圆跳动，验证工件在靠磨端面过程中是否发生位移，测量数据如图3所示。

通过实例验证，发现在靠磨大端面后外圆1发生了0.005~0.02mm的径向圆跳动变化，工件发生了细微位移，为造成同轴度超差的原因之一。

(2) 工装定位心轴分析。目前使用的心轴为光轴，与工件内花键齿顶圆间隙定位，安装时通过螺母将工件压紧在心轴上（见图4）。

在磨削外圆加工中，砂轮与工件同时旋转，且旋向相同，砂轮的转速及直径远大于工件，此时砂轮给予工件一个竖直向下的径向力（见图5），依靠螺母端面与定位端面的摩擦力将工件锁紧在心轴上。

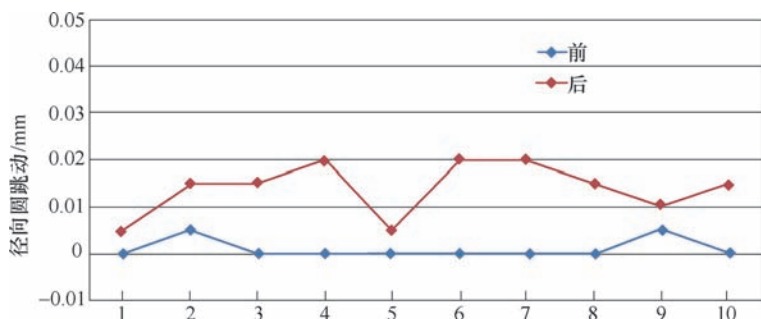


图3 靠磨端面前后外圆1径向圆跳动对比

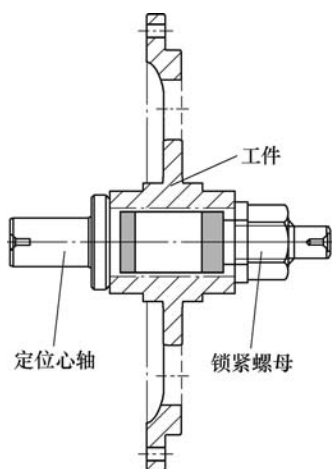


图4 工装压紧方式

工装心轴使用标准右旋螺纹，顺时针旋动螺纹为旋紧，磨削外圆时，砂轮给予的径向力方向与螺纹旋紧方向相同，此时工件越转越紧（见图6），但工件调头时则使径向力的方向与螺纹旋紧方向相反，此时可能造成螺母锁紧力不足（见图7），工件发生径向位移。

为验证工装定位是否可靠，连续对10件磨削外圆4（见图2）的径向圆跳动进行检测，检测数据如图8所示，其中有两件的径向圆跳动超过0.02mm，将两件工件进行标记，送三坐标检测同轴度分别达到0.058mm、0.067mm，远超出公差要求，通过验证发现部分工件发生了径向的位移，是造成部分工件超差过大的主要原因。

通过上述分析可知，造成磨削外圆同轴度超差的原因有两

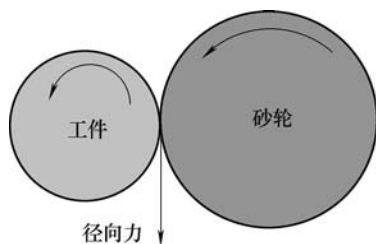


图5 磨削加工受力情况

个，即靠磨大端面造成工件倾斜及工装定位不可靠。针对问题分别制定改变磨削顺序，磨两轴承外圆之间不加入靠磨端面，以及设计新型工装防止工件相对于工装旋转等两个解决对策。

3. 磨两轴承外圆之间不加入靠磨大端面

靠磨大端面为造成工件倾斜的主要原因，确定在磨两端轴承外圆过程中不加入靠磨大端面，从操作简便及方便尺寸测量两个方面考虑，选择如下方案（见图9）：①磨两端轴承外圆。②靠磨大端面，翻转工件。③磨止口外圆。

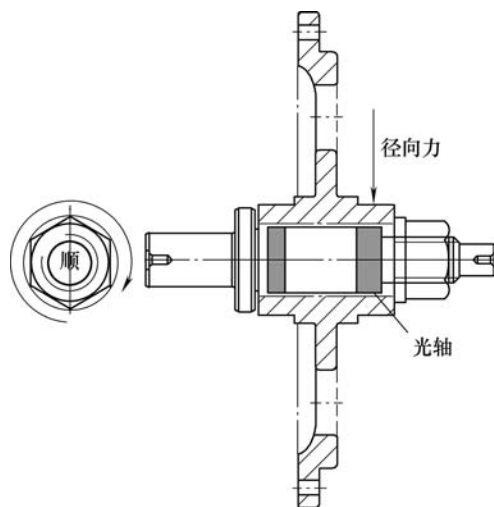


图6 正向磨削

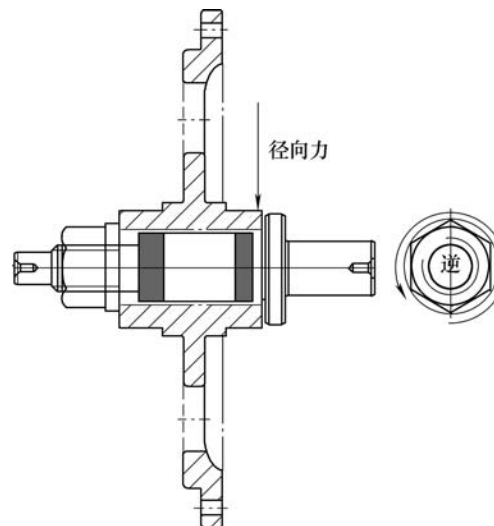


图7 调头磨削

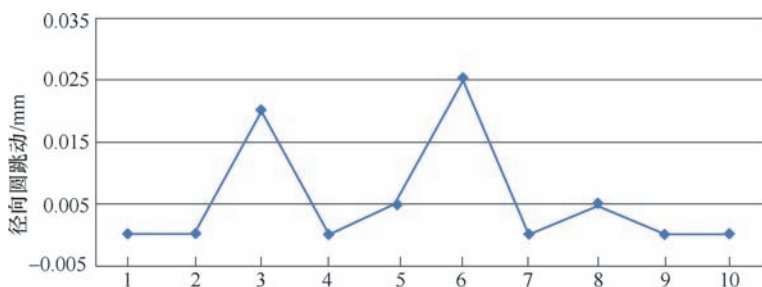


图8 磨削后外圆径向圆跳动数据

该方案的优点为：一次装夹完成两个轴承外圆的磨削，方便千分尺在线测量尺寸，砂轮与机床无干涉。

4. 花键心轴的设计制作

为有效地防止工件相对于工装旋转，完全可以参考实际装配中太阳轮轴与连接盘的连接形式，通过花键的齿面定位（见图10）、螺母旋紧的方式实现装夹，花键带动连接盘旋转运动，砂轮给予工件的径向力不会通过

摩擦力传递至螺母上。此装夹方式可将装配基准与加工基准统一。

(1) 花键心轴的齿厚确定。

工件的配合齿厚为： $S = \pi m = 7.8540$ (mm)；连接盘内花键齿厚为： $S_1 = mz \cdot \sin [\pi / (2z) - 2X \tan \alpha / z] = 2.5477$ (mm)。设计配合间隙为0.02~0.04mm，则设计花键心轴的齿厚为： $S_2^1 = S - S_1 - 0.02 = 5.2863$ (mm)， $S_2^2 = S - S_1 - 0.04 = 5.2663$ (mm)，则确定花键心轴齿厚范围为5.2663~5.2863mm，通过齿厚确定心轴M值为64.2894~64.3367mm ($\phi 4.5$ mm)。



图9 优化后的磨削方案

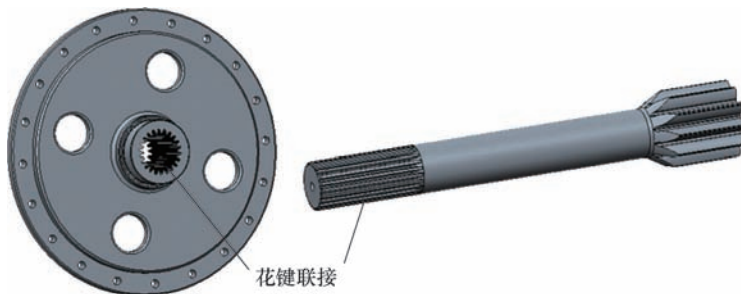


图10 装备联接方式

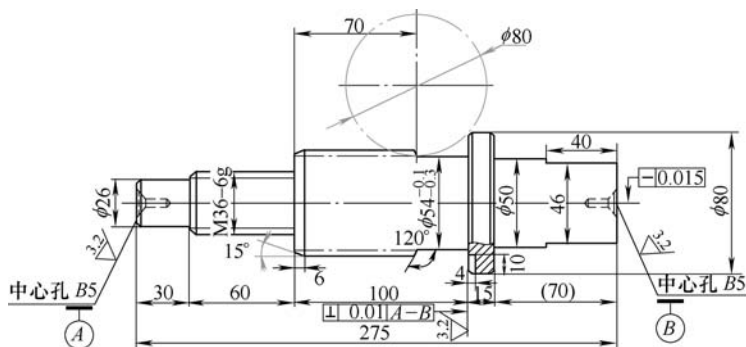


图11 心轴设计方案

(2) 花键心轴的整体设计。该心轴的核心部位为花键定位，其余部分类似于普通光轴定位，依靠端面进行轴向定位，利用螺母旋紧的方式压紧工件，心轴两端中心孔用于对心轴定位，为保证心轴的耐磨度，心轴采用整体渗碳淬火，淬火硬度58~64HRC，设计方案如图11所示。

(3) 花键心轴的制作。为保证心轴的制作精度，满足使用要求，制定详细的加工工序，按照粗车→铣槽→滚花键→渗碳→车渗碳层→淬火→车螺纹→磨端面→磨齿的顺序完成心轴的加工。心轴三维图及成品如图12所示。

5. 结语

为验证对策的有效性，对后续加工的104件连接盘同轴度全部进行三坐标检测，仅有1件同轴度为0.032mm，产品合格率达99.0%，解决了同轴度超差问题，达到了预期效果。



图12 心轴三维图及成品

参考文献：

- [1] 余铭. 渐开线圆柱齿轮齿厚测量方法及其计算公式[J]. 金属加工(冷加工), 2009(6): 46-48.
MW (收稿日期: 20170421)