差速器壳体半轴轮端面深度测量方法优化与研究

刘春秀[1]，李自香[2]，马清文[1]，谭勇[1]

1.山东蓬翔汽车有限公司　山东烟台　265607

2.烟台科技学院　山东烟台　265607

摘要：针对目前差速器壳体半轴轮端面深度尺寸要求精度高但又只能采用三坐标测量的现状，为了满足对差速器壳半轴轮端面深度的快速测量，对现有的测量方法进行优化，将要测量的深度尺寸转换为测量与基准值差值的原理，采用千分表测头、量具体及底座制作一种结构简单、操作和使用方便的深度量具，经对测量数据与三坐标测量数据对比偏差较小，满足产品精度要求。此测量方法解决了差速器壳体中的半轴轮端面深度尺寸只能采用三坐标测量机测量的弊端，可广泛应用于生产过程中操作者对差速器壳体半轴轮端面深度尺寸的快速测量，可实现对半轴轮端面深度尺寸的实时监控，对差速器壳体半轴轮端面深度测量方面有较大的研究和使用价值[1]。

关键词：测量方法；差速器壳体；半轴轮端面深度

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.04.009

在汽车驱动桥中，差速器总成是驱动桥中一个极为重要的总成，差速器的作用是一方面向两边车轮传递动力，另一方面在汽车转弯、打滑或在不平路面上行驶时，允许两边车轮以不同的转速旋转，可以使两边车轮以纯滚动的形式不等速行驶，减少车轮轮胎与地面的摩擦[2]，广泛应用于汽车转弯、打滑等两侧驱动轮以不同转速转动的场景，确保车辆在曲线行驶中能够顺利转弯和行驶。

其中差速器总成中差速器壳体的加工精度直接影响整个车辆的使用寿命及行驶安全性。差速器壳体半轴轮端面的深度直接影响差速器中半轴齿轮与行星齿轮的啮合及齿轮寿命。

某汽车差速器壳体半轴轮端面深度尺寸$162.6^{+0.11}_{+0.056}$mm（见图1），该尺寸要求精度高，在工件的加工过程中需要进行一定比例的抽样检测以控制工件的加工精度。但目前只能使用三坐标测量机测量，在实际加工过程中该尺寸抽检频率低，尺寸精度控制困难。因此提出一种制作简单、操作使用方便，适合加

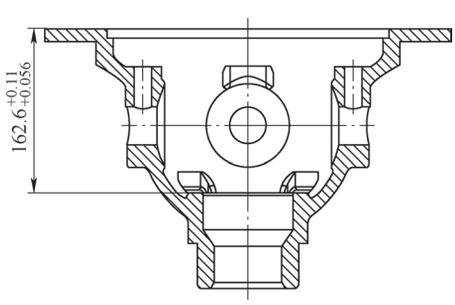

图1　差速器壳体

工过程中测量差速器壳体半轴轮端面深度的测量方法势在必行[1]。

测量方法分析

1.原测量方法存在的问题

随着差速器壳产量需求增加及类似件种类的增多，均采用三坐标测量机测量只能满足首检检测频次的需求，实际生产中检测时必须把工件拿到三坐标室进行检测。从开始检测到反馈出检测结果这段时间，为避免加工出不良品，设备需暂停加工，等待检测结果，造成生产效率较低无法满足产能要求。若采用千分表测头直接接触到差速器壳体半轴轮端面进行测量，因测头过长造成测量误差较大，测量精度较低，无法稳定、准确地测量出产品尺寸。

2.优化后的测量方法

为提高检测、加工效率，对差速器壳体半轴轮深度检测方案进行了改进，巧妙利用间接测量的设计思路，将直接测量半轴轮端面深度尺寸转化为测量与量具基准值差值的方法，缩短测头长度，提高测量精度及稳定性。

根据差速器壳内腔结构设计制作出一种专用深度检验量具（见图2）。用三坐标测量机测量出量具底座上端面与支撑板上平面之间的高度差作为基准值，用量具测量出差速器壳体半轴轮端面深度与基准值的差

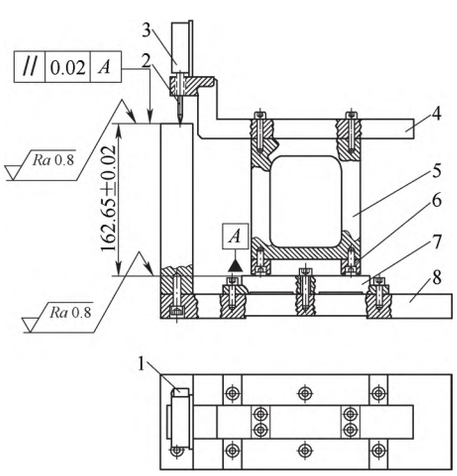

图2　量具结构示意

1－紧固螺钉　2－侧头　3－千分表表头　4－量具体　5－立板　6－定位板　7－支撑板　8－底座

值，从而可推算出差速器壳体半轴轮端面的深度。

此测量方法需要注意的一点是：设计该深度检验量具时，量具底座上端面与支撑板上平面之间的高度差与所要测量的差速器壳体半轴轮深度理论尺寸的差值不得大于千分表表头量程。只要针对不同深度尺寸制作出合适尺寸量具，此测量方法便可适用于测量不同尺寸的差速器壳体半轴轮端面深度尺寸。

量具结构设计与使用

1.量具结构分析

量具结构包含底座、量具体等零部件，底座呈L形，支撑板固定在底座上，定位板、立板及量具体固定成一个整体。量具体上设有销孔，侧面设有螺纹孔，紧固螺钉通过侧面螺纹孔将千分表表头固定在量具体上，千分表表头与测头螺纹联接。

量具使用前用三坐标测量机测量出底座上端面与支撑板上平面之间的高度差（图2中162.65±0.02mm）的真实值作为基准值。检测后将该数值准确记录在量具底座上，以便以后计算使用。量具中底座上端面与支撑板上平面之间的高度差是量具的一个关键尺寸，其加工精度要求较高，底座上端面与支撑板上平面均需一次磨削加工，材料采用耐磨性较好的材质。

2.量具使用方法

（1）步骤一　首先将千分表表头归零，将量具体放置到底座上，量具体上的定位板放置在支撑板上，测头轻轻接触量具底座上端面。根据千分表表头显示的数值用手旋转千分表表头，将表头指针归零（数值小于0时逆时针旋转，数值大于0时顺时针旋转）。

（2）步骤二　将加工完待测量的差速器壳体吊运至检测平台上，大端面朝上放置。测量前用机布将差速器壳体半轴轮端面和大端面表面擦拭干净，将量具体放置到差速器壳体内腔内，如图3所示。量具体上的定位板放置在差速器壳体半轴轮端面上，测头轻轻地接触差速器壳体大端面，待千分表表头指针稳定后读出千分表表头指示的数值，多次手动旋转调整量具体的放置位置，可实现对工件的多点测量，以保证测量数据的准确性。测量时随机测量出3处深度ΔH_1、ΔH_2、ΔH_3，然后计算出平均值$\Delta H=(\Delta H_1+\Delta H_2+\Delta H_3)/3$。

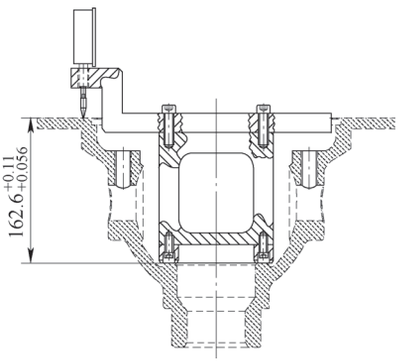

图3　量具测量差速器壳体示意

（3）步骤三　为避免损伤千分表测头，检测完毕后需将量具体平放到检测平台上。根据计算出的数值Δ*H*及量具基准值，计算出该差速器壳体半轴轮深度=基准值+Δ*H*。

测量数据统计分析[3]

1.检测时间

改进后的测量方法不需要再把工件拿到三坐标室进行检测，操作者自己在工位可以随时进行检测，提高了检测频次及检测效率，缩短了设备等待时间，降低了生产成本。新量具与三坐标测量机测量使用情况对比见表1。

表1　新量具与三坐标测量机测量使用情况对比

测量设备	三坐标测量机	专用深度检验量具
测量频次	更换工装或更换品种后的首件检验	抽检20%，自检100%
检测耗时/min	10～12	2.5
辅助时间/min	10	1

2.检测数据对比

以山东蓬翔汽车有限公司批量生产的某汽车差速器壳体半轴轮端面深度尺寸为$162.6^{+0.11}_{+0.056}$mm为例，设计的量具的基准值为162.660mm。随机选取4件差速器壳，用三坐标测量机和此测量方法两种测量方式分别测量，测量结果对比见表2。

3.检测结果分析

从表2中对比偏差值可以看出，测量同一个工件，此测量方法的测量结果与三坐标测量机的测量结果不一致，存在一定的偏差。分析原因为：采用三坐标测量机测量时数据采集的是一条线（相当于无数个点），而使用该测量方法检验测量时采集的是三个点，采集点的个数不如三坐标测量机采集的多，两种测量方法存在一定的偏差，但经上述数值对比分析，该测量方法与三坐标测量机测量的最大偏差为0.006mm，测量重复性：GR&R≤20%，从控制产品生产过程质量稳定性、缩短生产等待时间及降低生产成本角度方面考虑，此偏差完全可以接受。该测量方法简单实用，对同类零件检具的设计具有一定的借鉴作用。

表2　数据对比情况　（单位：mm）

三坐标测量	量具测量均值	偏差值
162.660	162.666	0.006
162.658	162.656	0.002
162.668	162.669	0.001
162.664	162.660	0.004

结语

此测量方法通过间接测量的方式，巧妙设计制作了一种深度检验量具，将难以直接测量差速器壳体半轴轮端面深度尺寸转换为测量与量具高度差值的方式。此测量方法使用的量具结构简单、制作成本低，生产过程中操作使用方便、读数明了，实现了在加工工位就可直接测量出差速器壳体半轴端面深度尺寸。

通过与三坐标测量机的测量结果对比，表明此测量方法完全可用在机械加工过程中，实现在生产过程中对差速器壳体端面深度的快速测量、实时监控，不需再转运至三坐标测量机测量，缩短了检测时间，降低工人劳动强度，缓解了三坐标测量机的测量工件的压力。

参考文献：

[1] 廉保军，王雪，戈广岭，等.巧测差速器壳体球心位置度[J].机械工程师，2008（10）：131-132.

[2] 余志生.汽车理论[M].2版.北京：机械工业出版社，2009.

[3] 袁小江.差速器壳体内球径测量检具设计[J].制造技术与机床，2010（8）：156-159.