

实验三 齿轮测量 1：齿形测量

一、实验目的和要求

1. 了解单盘式渐开线检查仪测量齿轮齿廓偏差的测量原理；
2. 掌握仪器的使用方法；

二、测量原理与仪器说明

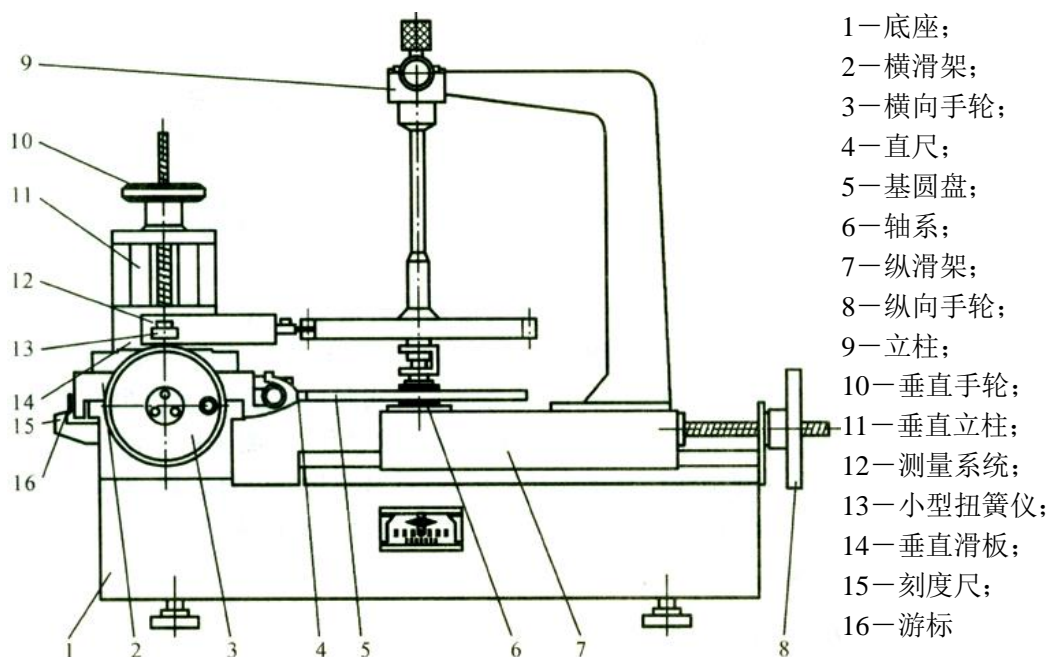


图 3-1 单盘式渐开线检查仪

根据渐开线发生的原理，单盘式渐开线检查仪产生一个理论渐开线轨迹，将实际齿形与该理论轨迹进行比较，从而评定实际齿形的正确性。如图 3-1 所示，基圆盘 5 与被检工件同轴（基圆盘的直径与被测齿轮的基圆直径相等）。基圆盘由弹簧压紧在直尺 4 上。使基圆盘与直尺面相切。直尺移动时，由摩擦力带动基圆盘作相对纯滚动，直尺与基圆盘相切的面上任意一点都相对于基圆盘画出一根理论渐开线轨迹。测量系统 12 中的测头与直尺一起移动，测头的工作点在直尺与基圆盘的接触平面上。所以当直尺与基圆盘作纯滚动时，测头就相对基圆盘走出一条理论渐开线轨迹。

当测头与被测齿廓接触时，如果齿廓无误差，则测头相对于直尺没有移动；如果有误差，测头相对于直尺就有移动。测头的移动量通过测量系统由小型扭簧比较仪 13（读表系统）显示出来。当测头滑过整个齿廓时，扭簧比较仪的最大摆动量，即为齿廓偏差。

三、实验步骤提示

1. 参看图 3-1，转动横向手轮 3，使横滑架 2 移至零线位置，即游标 16 与刻度尺 15 上的零线对准。刻度尺指零时，测头的中心通过基圆盘中心。

2. 把测量头对准被测齿轮的齿槽，并慢慢转动纵向手轮 8 使纵向滑架 7 移动，当基圆盘与直尺刚好接触时，记住纵向手轮的位置，然后再从这位置继续转动手轮半圈，从而获得工作所需的压紧力。

3. 根据要求，当测量左齿廓时，把方向旋钮按箭头指向左侧；反之测量右齿廓时，把旋钮指向右侧，微调直尺，把扭簧仪读数调到零。

4. 开始测量。转动横向手轮，并进行刻度尺上的读数。起始读数为测头的半径尺寸，以后每移动 2mm，进行一次读数（通过游标 16 及刻度尺 15 直接读出的数值减去测头半径即为被检齿轮的渐开线展开长度），并同时把扭簧比较仪的读数记录下来。

5. 绘制渐开线展开长度 S 与指示表指示偏差 K 的曲线图，分析测量结果。根据 ΔF_a 的数值评定齿轮精度等级或按规定精度评定合格与否。图 3-2 为曲线实例。计算齿廓偏差 ΔF_a 时，可不考虑齿根部齿形的非工作部分线段，可按误差曲线斜率急剧的变化点近似地确定非工作部分的位置。

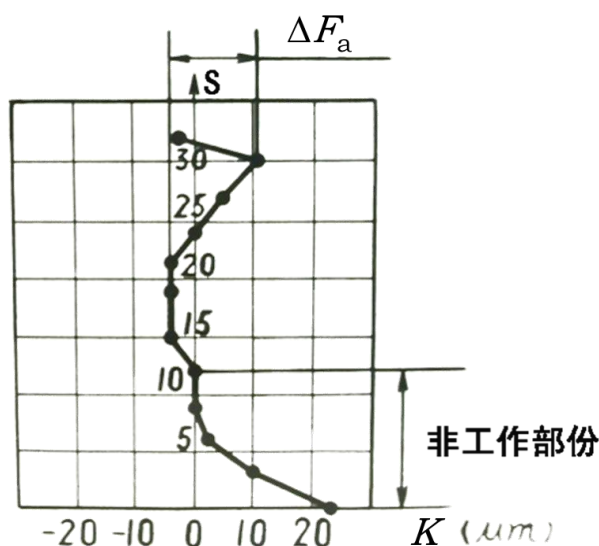


图 3-2 齿廓偏差测量曲线图

四、思考题

1. 齿廓偏差对齿轮传动质量有何影响？

实验三 齿轮测量 2：齿轮综合测量

一、实验目的和要求

- 1、理解设备的测量工作原理。
- 2、掌握齿轮综合测量的设备操作步骤与流程。

二、实验内容与仪器说明

实验主要对渐开线齿轮的齿轮齿廓偏差、螺旋线偏差、齿距偏差和径向跳动等几何形状偏差进行测量，通过连续几何轨迹点扫描(展成)测量方式，所测得的齿轮误差是被测齿轮齿面上被测点的实际位置坐标(实际轨迹或形状)和齿轮测量仪器对应测量运动所形成的测量轨迹之间的差异。通过测量结果评定，可对齿轮(尤其是首件)加工质量进行分析和诊断、对齿轮加工工艺参数进行再调整和优化。

实验设备采用哈尔滨量具刃具集团有限责任公司生产的 3040A 型齿轮测量中心，如图 3—3 所示。3040A 型齿轮测量中心是一种综合性的齿轮测量仪器。采用电子展成法，长、圆光栅数字定位采样，智能化微机控制，可以实现全自动循环测量。3040A 是一种当前主流水平的中规格齿轮测量仪器，可测量最大外径为 400mm 的渐开线圆柱齿轮的齿廓偏差、螺旋线偏差、齿距偏差、径向跳动、以及剃齿刀、插齿刀的齿廓偏差、齿距偏差、径向跳动等，最高可测 4 级精度渐开线齿轮。

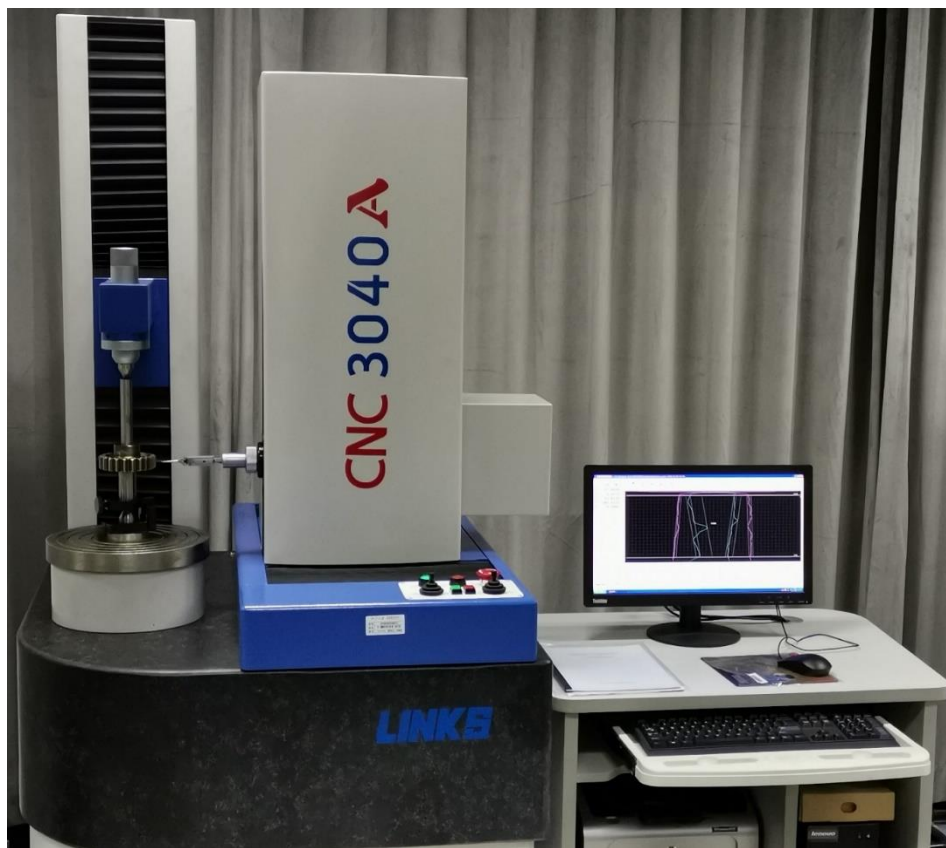


图 3—3 设备外观图

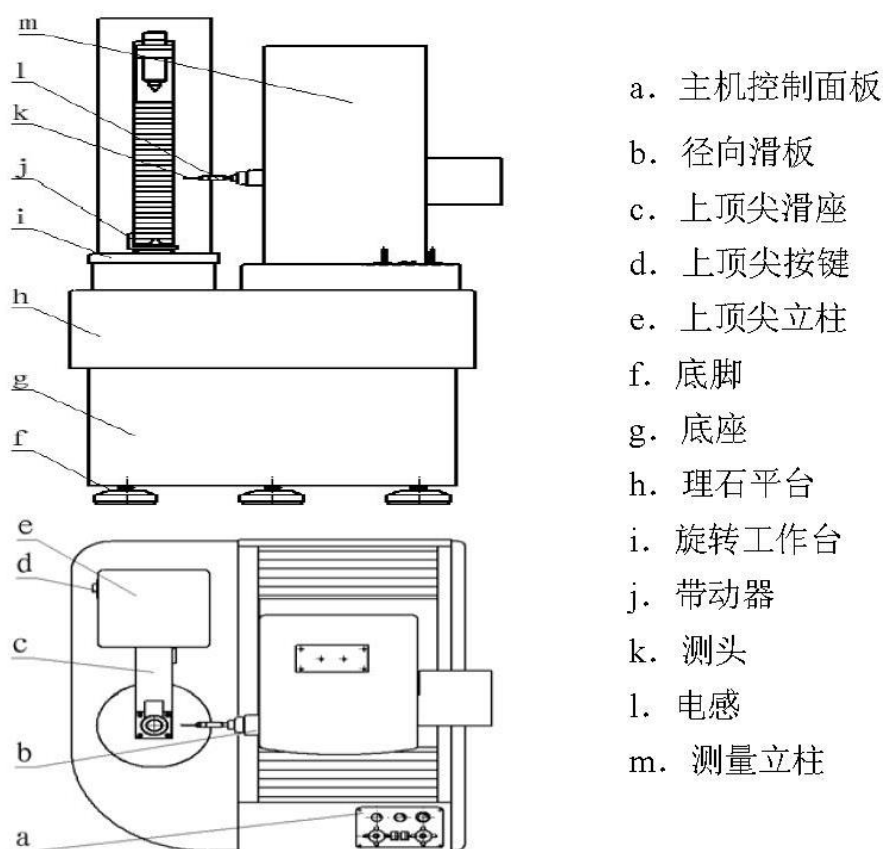


图 3—4 设备主机组成

3040A 型齿轮测量中心不同于机械传动式的齿轮测量仪器，设备主机如图 3—4 所示，采用电子展成的方法（如图 3—5），并采用微机数控方式测量齿轮偏差。以测量齿轮齿廓为例：电感测头（如图 3—6）与被测齿面接触，在齿轮转动的同时电感测头沿渐开线的法线移动，圆光栅编码器与被测齿轮同轴，长光栅编码器与电感测头同步运动，电感测头沿渐开线的法线，以一定间隔连续运动，在每次间隔，电感、长光栅、圆光栅同时采样，微机采集数据后由计算机处理，测量由计算机自动控制，逐点连续测量完毕后，经误差处理后输出检验报告单。

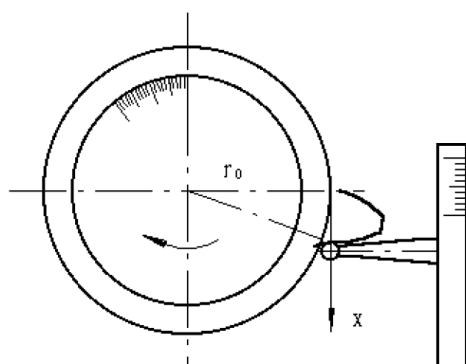


图 3—5 展成法测齿廓

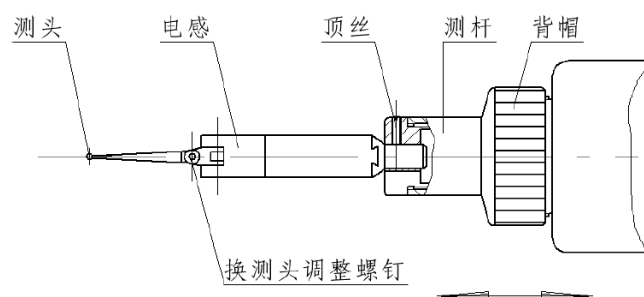


图 3—6 电感测头

三、实验步骤提示

1. 启动计算机和齿轮测量中心，装夹齿轮，通过测量立柱的侧面的上下按键控制顶尖压紧齿轮芯杆，如图 3—7、3—8 所示。

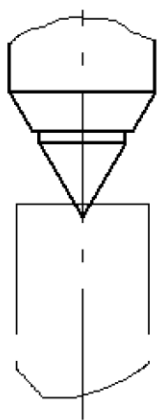


图 3—7 上顶尖压紧齿轮芯杆

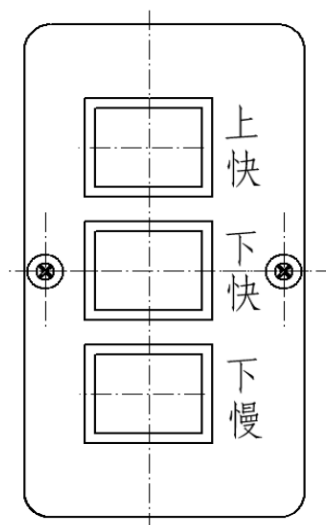


图 3—8 上顶尖移动操作面板

2. 启动测量软件，选择“外圆柱齿轮”，进入测量主界面，如图 3—9 所示。

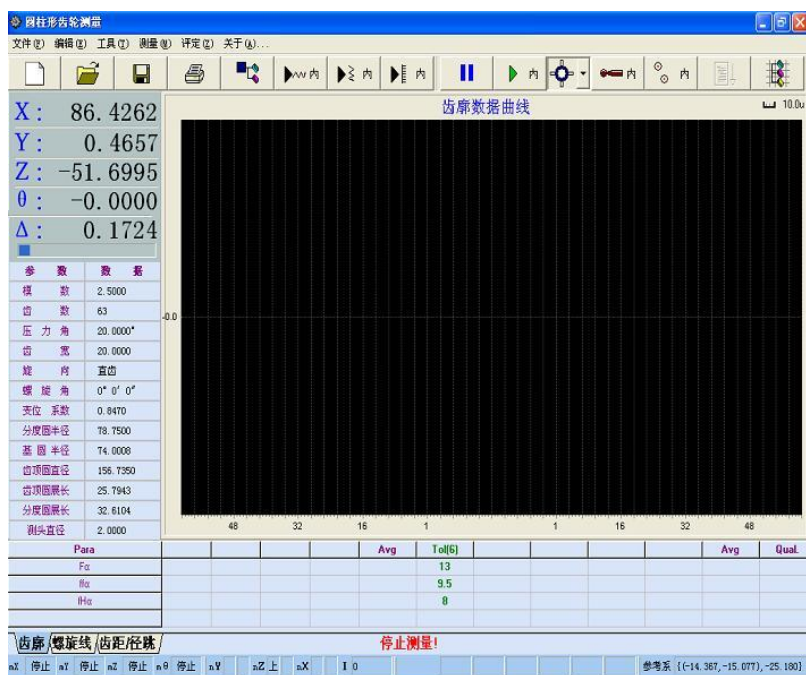



图 3—9 测量主界面

3. 用操纵杆调整 Y、X、Z 轴位置，使电感测头接近芯棒，停在芯棒的正前方约 5mm 处，单击工具栏“通过芯棒校正机器零点”按钮 ，弹出校正零点界面，按提示输入芯棒直径，按下主机控制面板“测量”按键，电感测头就会在微机的控制下自动校正零位。

注：实验中使用上顶尖替代芯棒进行校零操作。校零时，控制上顶尖稍稍抬起，露出侧面圆柱面，替代芯棒进行校零操作，如图 3—10。校零完毕后，控制上顶尖向下移动压紧齿轮芯杆。

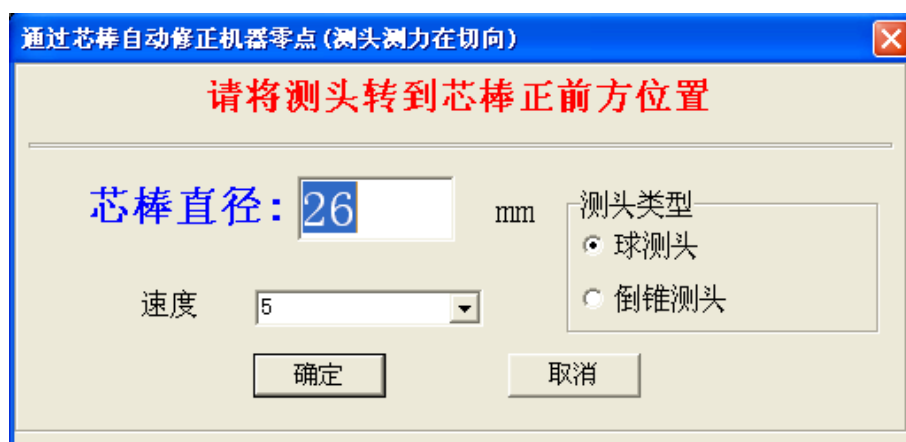


图 3—10 通过芯棒校正机器零点

4. 调整操纵杆使测头停在被测齿轮外径以外的任意位置，最好尽量接近齿轮以便缩短测量时间。测头起始位置在切向零位之后则先测量齿轮左齿面，在切向零位之前则先测量齿轮右齿面。
5. 打开软件的参数设置界面，选择测量速度，输入被测齿轮的齿数、模数、压力角、螺旋角等齿轮参数，输入测量日期、操作者等信息，选择测量项目。
6. 测量时可一次装夹就把齿廓偏差、螺旋线偏差、齿距偏差和径向跳动全部测出，在选择测量项目时，把齿廓、螺旋线、齿距都选择测量。调用选择连续测量程序，按下主机操作面板“测量”按键，自动完成测量。
7. 记录测量结果到实验报告。

四、思考题

- 1、3040A 型齿轮测量中心不同于机械传动式的齿轮测量仪器，采用电子展成的方法进行齿轮测量，试简要论述电子展成法与机械展成法的测量原理。与机械展成法相比，电子展成法有什么特点？