

齿轮整体 误差测量技术的发展

我国在齿轮测量技术上的创新成就

谢华锟 姜华 石照耀 冯刚
成都工具研究所 四川大学
宁江机床集团 北京工业大学

1, 齿轮测量技术简述

渐开线圆柱齿轮 精度 GB/T10095.1/2--2001(ISO1328-1997)

轮齿同侧齿面偏差-----
齿距偏差,齿廓偏差,螺旋线偏差,切向综合偏差
径向综合偏差与径向跳动-----

- ◆ 1-1 坐标式齿轮单项几何 误差测量技术
- ◆ 1-2 啮合滚动式齿轮 综合 误差测量技术
- ◆ 1-3 齿轮整体 误差测量技术

1-1 坐标式齿轮单项几何 误差测量

- ◆ 测量坐标系:
直角坐标系,
极坐标系(圆柱坐标系),
球面坐标系。
- ◆ 测量误差项:
齿廓偏差, 齿向偏差, 齿距偏差。




成都工具研究所齿轮测量中心-
-----CV450


圆柱多坐标式齿轮测量中心 (KL)





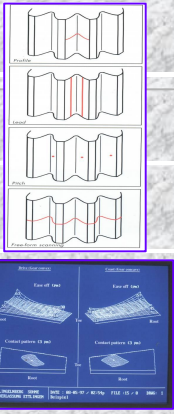
LEITZ 三坐标机 车间测量大齿轮





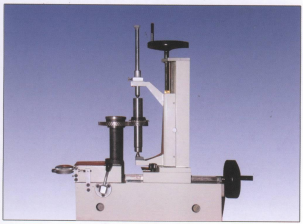
齿轮单项几何 误差

- ◆ 齿廓偏差: 齿廓总偏差, 齿廓形状偏差, 齿廓倾斜偏差;
- ◆ 螺旋线偏差: 螺旋线总偏差, 螺旋线形状偏差, 螺旋线倾斜偏差;
- ◆ 齿距偏差: 单个齿距偏差, 齿距累积偏差, 齿距累积总偏差;



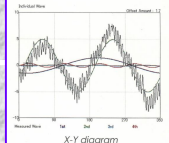
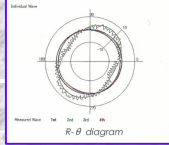
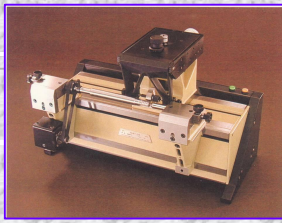
1-2 啮合滚动式齿轮 综合 误差测量

- 综合 误差测量:
单面啮合测量,
双面啮合测量.
- 切向 综合 偏差、
一齿切向 综合 偏差;
- 径向 综合 偏差、
一齿径向 综合 偏差



哈尔滨精达测量仪器公司 双啖仪

径向 综合 误差


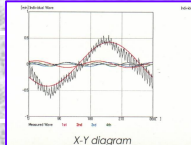
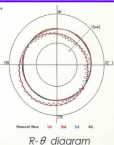




- 径向 综合 偏差
- 一齿径向 综合 偏差

日本小笠原 GRT-04 双啖仪

切向 综合 误差

- 切向 综合 偏差
- 一齿切向 综合 偏差

日本 小笠原
MEATA-3 单啖仪

径向 综合 误差测量技术的发展




成都工具研究所 齿轮分选机

1-3 齿轮整体 误差测量技术

- ‘静态’齿轮整体 误差曲线---‘连续齿形曲线’,
采用坐标式点扫描测量方法测 得所有齿的齿形
曲线,按照齿轮 各齿啮合 传动的方向、顺序和位
置集成。
- ‘运动态’齿轮整体 误差曲线-----
---采用啮合滚动点扫描间齿测量方法测 得所有
齿齿形曲线,按照齿轮 各齿啮合 传动的方向、顺
序和位置集成。

‘静态’齿轮整体 误差的测量

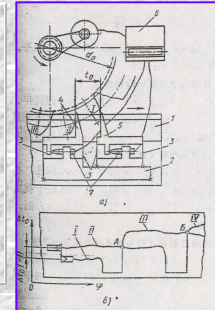
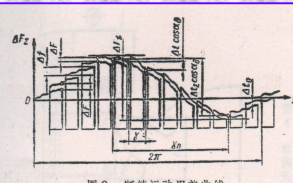



图2 断线运动误差曲线

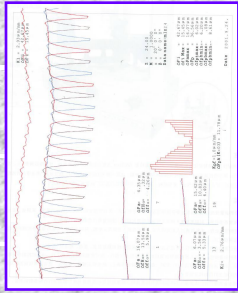
前苏联的双测头齿形测量装置

‘运动态’齿轮整体误差的测量

CZ150型小齿轮测量仪



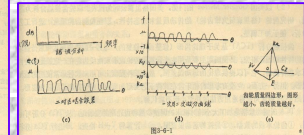
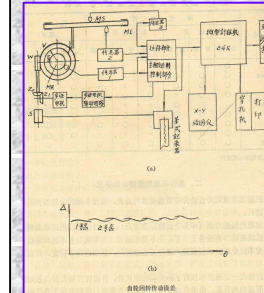
成都工具研究所 CZ150



2, 齿轮整体误差测量技术的发展

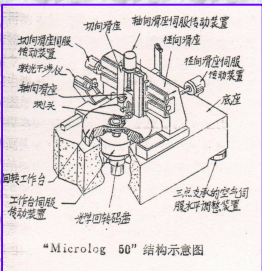
- ◆ 2-1, 国外的研究历程
- ◆ 连续齿形曲线: 东京工业大学, 美国Fellows, 前苏联; 齿轮单啮仪测量曲线: 苏联贴片, 英国Dr.Manro, 德国,
- ◆ 2-2, 我国的研究历程
- ◆ 齿轮单啮仪: 整个机床量仪制造行业
- ◆ 齿轮单啮仪测量曲线的突破啮合系数 >1
- ◆ 全国三结合单啮仪联合试验小组蜗杆式同齿测量法
- ◆ 2-3, 齿轮整体误差:
- ◆ 齿轮整体误差理论单项几何误差和综合传动精度关系
- ◆ 齿轮整体误差曲线系列图

2-1 连续齿形曲线的测量电子创成坐标式

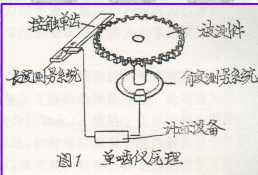


东京工业大学 精密工学研究所

2-1 连续齿形曲线的测量电子创成坐标式

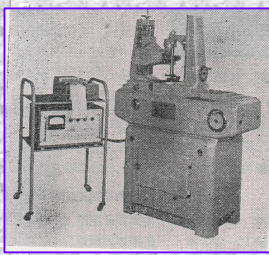


美国Fellows Microlog 50

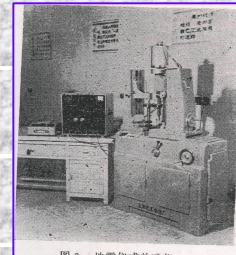


德国提出的齿条测头式单啮仪

2-2 我国齿轮单面啮合检测仪的发展



北京量具刃具厂光栅式单啮仪



成都工具所地震式单啮仪

多头蜗杆间齿测量齿轮误差的啮合过程

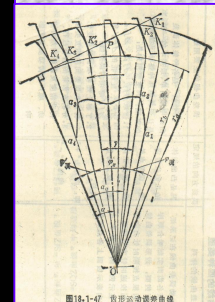
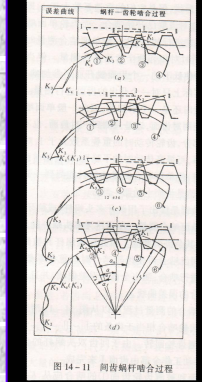


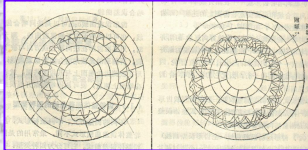
图14-11 同齿蜗杆啮合过程

图14-1-47 齿形误差曲线

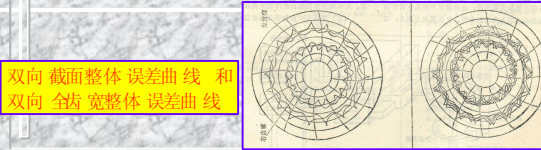
工具所齿轮整体 误差测量仪的生产



2-3 齿轮整体 误差曲线系列图



截面整体 误差曲线 和 全齿宽整体 误差曲线



双向 截面整体 误差曲线 和 双向 全齿宽整体 误差曲线

3 啮合/滚动点扫描测量技术的发展

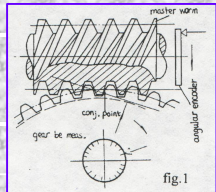
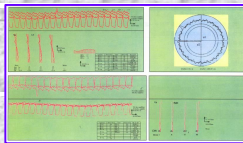
- ◆ 3-1 圆柱渐开线齿轮的测量---蜗杆式
- ◆ 3-2 大型圆柱渐开线齿轮的测量---齿条测头式
- ◆ 3-3 弧锥齿轮/准双曲线齿轮的测量---锥齿轮式
- ◆ 3-4 包络蜗杆的测量---平面测头式
- ◆ 3-5 长齿条的测量---齿轮式
- ◆ 3-6 摆线齿轮的测量---球形测头式
- ◆ 3-7 凸轮曲轴的测量---圆柱销测头式
- ◆ 3-8 国外的发展圆柱渐开线齿轮的测量---齿轮式

圆柱渐开线齿轮的测量--蜗杆式整体误差测量

CZ450 型齿轮整体误差测量仪

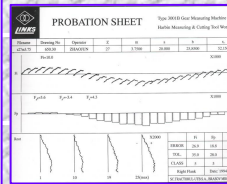


成都工具研究所 CZ450



圆柱渐开线齿轮点测头式静态整体误差测量

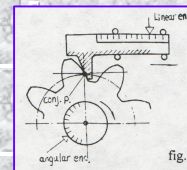
万能齿轮测量机 3001B 型
GEAR MEASURING MACHINE
MODEL 3001B



哈尔滨量具刃具厂
万能齿轮测量机 3001B 型


大型圆柱渐开线齿轮的测量--齿条测头式

CZE-1200DA 座式大齿轮测量仪



成都工具研究所 ---
-----CZE1200DA

弧锥齿轮的测量---锥齿轮整体误差测量



CSZ500A 型锥齿轮测量仪

成都工具所 CSZ500A

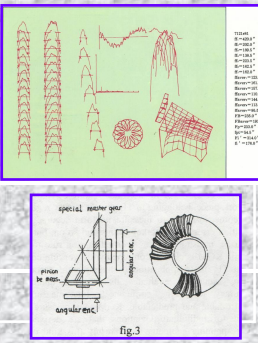
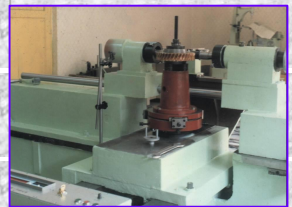


fig.3

包络蜗杆的测量---专用测头式



成都工具研究所
平面二次包络蜗杆副测量仪

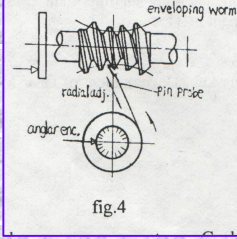


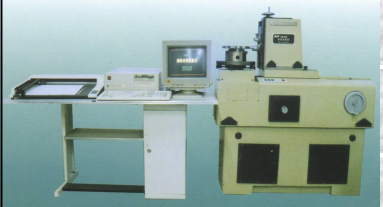
fig.4

齿条误差的测量---测量齿轮式

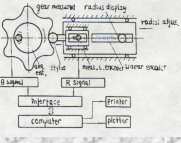


成都工具研究所 长齿条误差测量仪 CT800D


摆线齿轮误差的测量---球形测头式



成都工具所 CQB700D



凸轮轴、曲轴的测量---圆柱销式测头



TL800-1000型

北京中科恒业中自技术
TL系列凸轮轴测量仪

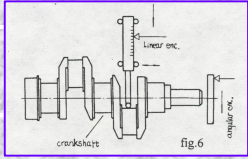

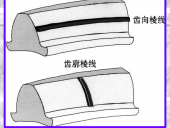


fig.6

德国 FRENCQ的 URM 齿轮测量仪系列

常内齿轮
常外齿轮

