

# 齿轮测量的前沿技术

石照耀 教授

北京工业大学

2008.11.8

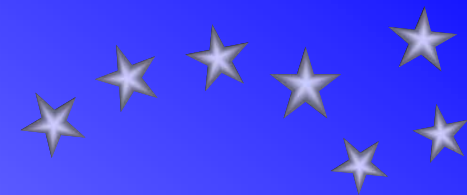


# 主要内容

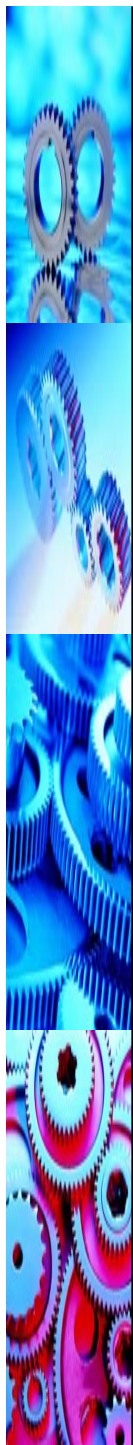
一、齿轮测量的演变

二、齿轮测量的主要问题

三、齿轮测量的前沿技术



# 一、齿轮测量的演变



齿  
轮  
测  
量

分析式测量  
(单项测量)

功能式测量  
(综合测量)

齿廓测量

齿向测量

齿距测量

单啮测量

双啮测量

齿轮整体误差测量

# 齿轮测量技术的演变

测量原理

比较测量

啮合运动测量

模型化测量

技术手段

机械为主

机电结合

光机电信集成

结果表述

指示表+目视读取

仪器记录+人工研判

计算机自动处理



# 齿轮测量仪器的演变



- ★ **单品种、单参数** → 一台仪器；典型  
仪器：单盘渐开线检查仪；
- ★ **单品种、多参数** → 一台仪器；典型  
仪器：齿形、齿向检查仪；
- ★ **多品种、多参数** → 一台仪器；典型  
仪器：齿轮测量中心、多维测量中心、等。

# 齿轮测量覆盖的范围



Modul 32-1



Modul 12-0.5



Modul 1.0-0.15



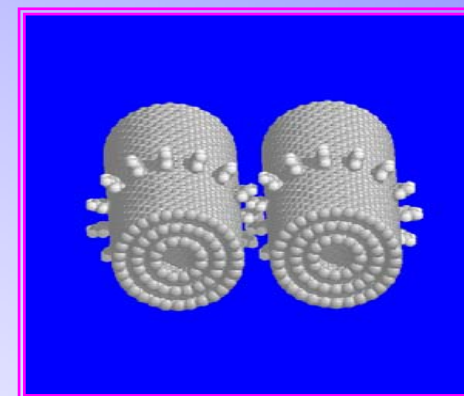
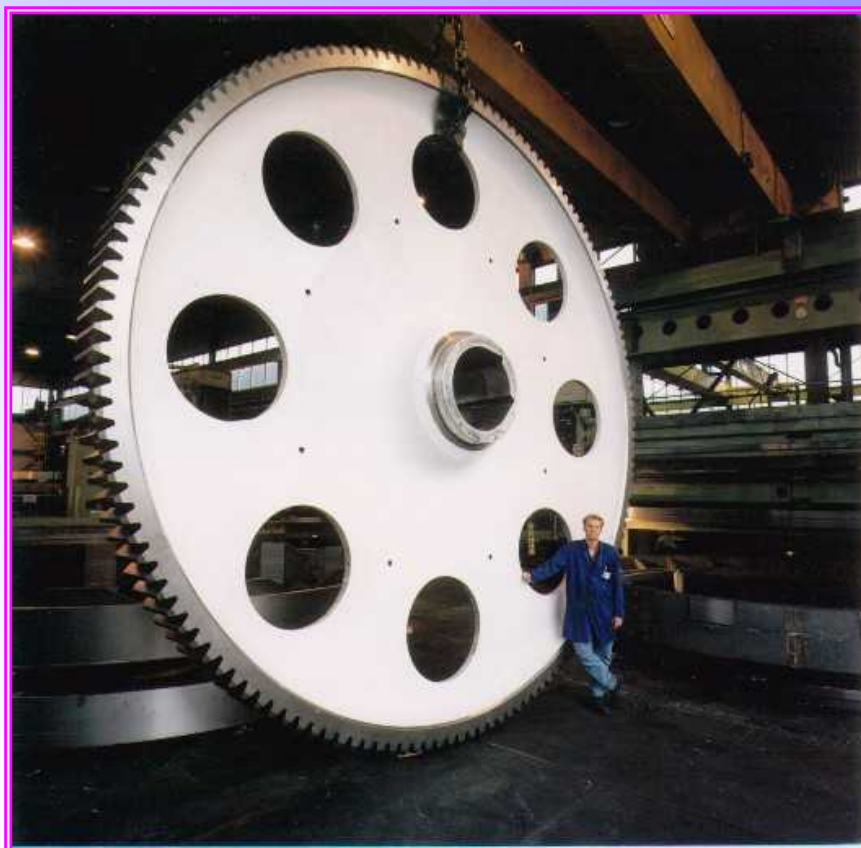
## 二、齿轮测量的主要问题



# 1、极端测量问题



大小齿轮测量?



## 2、现场的高速测量问题

❁ 齿轮应用越广，对其质量要求越高，相应地对齿轮测量技术提出**100%**检测的要求。

- ▶ **2007年我国汽车产量过880万辆!**
- ▶ **要求：生产现场的快速测量!**



如何解决大批量齿轮的在线快速测量？

### 3、齿轮整体误差测量的发展问题

1. 不同规格的测量工件都须用不同规格的测量元件，使得测量仪的**测量柔性差**，成本高。
2. 高精度的**测量蜗杆制造较困难**，尤其是大模数测量蜗杆加工更加困难。
3. 斜齿轮的法向啮合齿形和端面渐开线齿形不统一，影响它的推广和传递精度。

## 4、溯源与量值传递问题

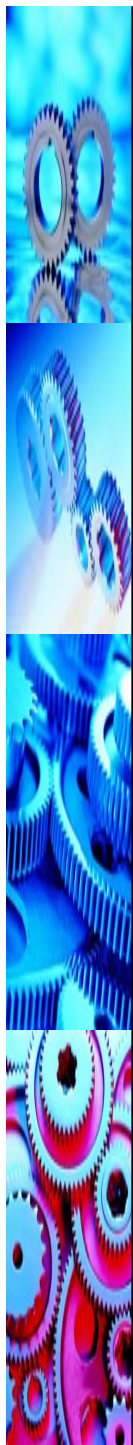
- 齿轮样板问题？
- 齿轮样板测量问题？ 基准仪器？



如何保证齿轮量值的统一？



## 三、齿轮测量的前沿技术





A、小模数齿轮测量:

(1) 基于**光纤测头**的齿轮分析测量技术

(2) 基于**双驱动同步测量原理**的齿轮单面啮合测量技术。

B、齿轮的快速测量: **双面啮合多维测量原理**

C、齿轮整体误差测量: 整体误差的**柔性测量**技术。

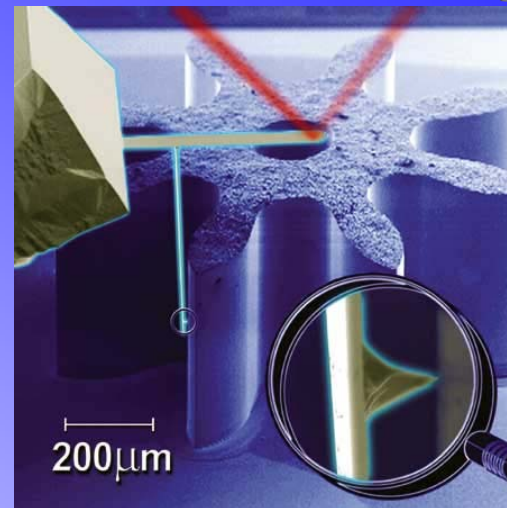
D、溯源与量值传递:

(1) **简单形体样板** (渐开线量值传递中的非渐开线方法);

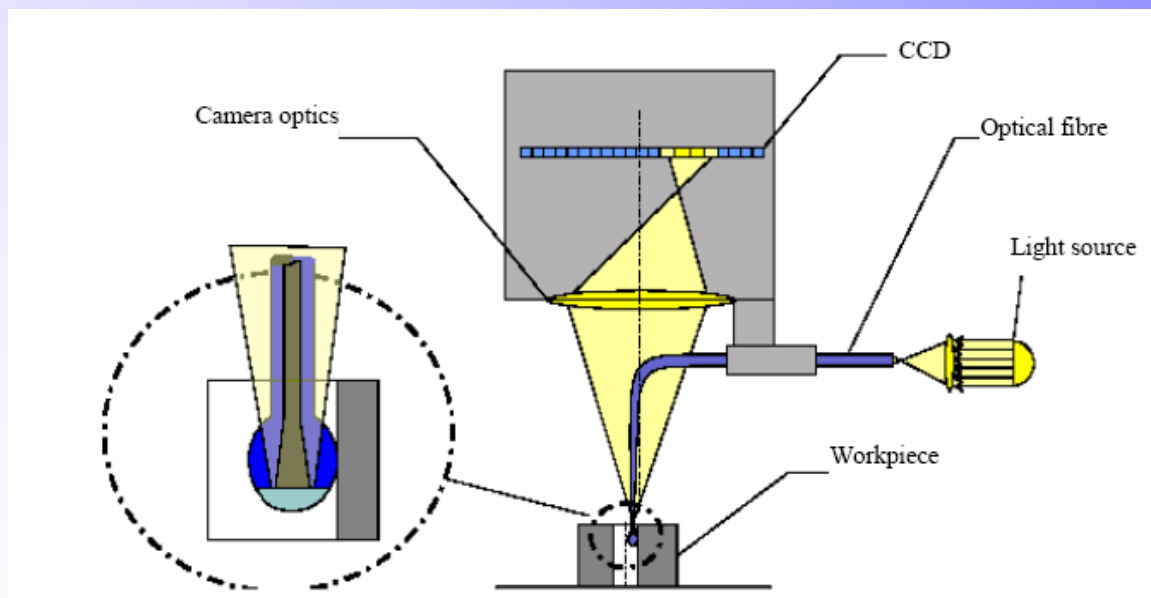
(2) 超精密齿轮测量仪 (**基准仪器**)

# 1、基于光纤测头的小齿轮分析测量技术

关键：小测头、小测量力

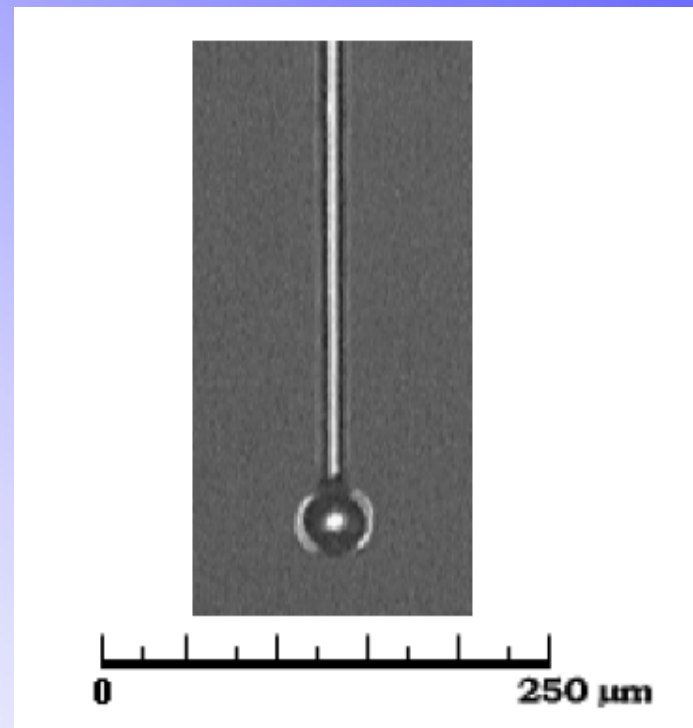


工作原理：采用光纤头进行定位、使用光学测头进行位置测量





接触式光纤测头**最小直径为 $25\ \mu\text{m}$** （通常为 $25\text{--}250\ \mu\text{m}$ ），**最小测力为 $1\ \mu\text{N}$** （通常为 $1\text{--}10\ \mu\text{N}$ ）





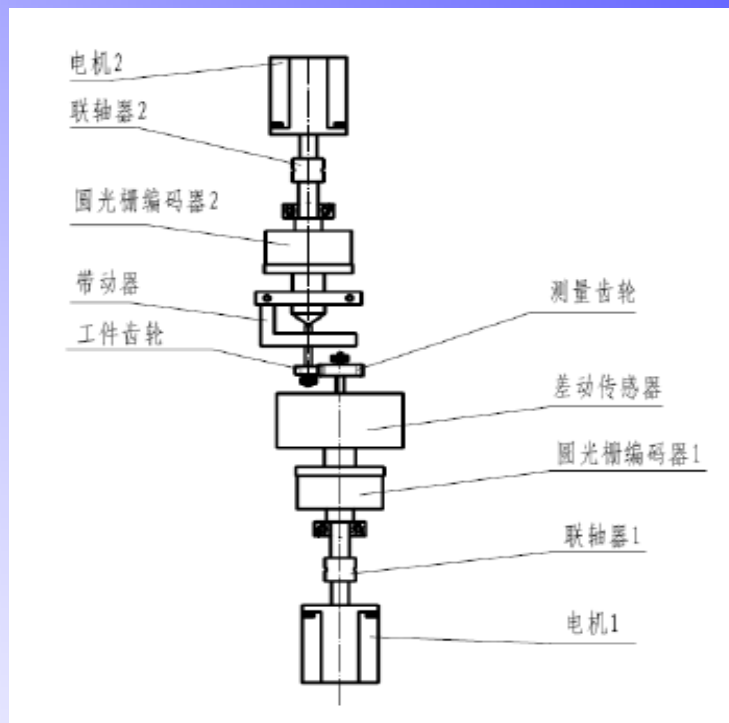
## 2、基于双驱动同步测量的单面啮合测量技术

- 对于小模数齿轮的测量，需要解决传统单面啮合测量技术存在两大难题：
  - 1) 消除仪器轴系阻力和大惯量对小齿轮的影响；
  - 2) 小质量、小模数齿轮回转运动精度的精确测量。



因小齿轮自身特点，使其  
单啮测量一直是**世界性技术难题**

# “双驱动同步测量原理”单面啮合测量技术



该测量技术，为解决小模数齿轮精度检测开辟了一条**新途径**！

### 3、齿轮的快速测量

#### 齿向信息？

关键问题：——

齿轮双面啮合测量所获得的径向综合误差，很难保证齿轮轴向精度指标（如齿向误差）是否合格。

轮轴向精度是与齿轮寿命、振动和噪声相关联的。

轴向精度测量在计量室条件比较成熟。

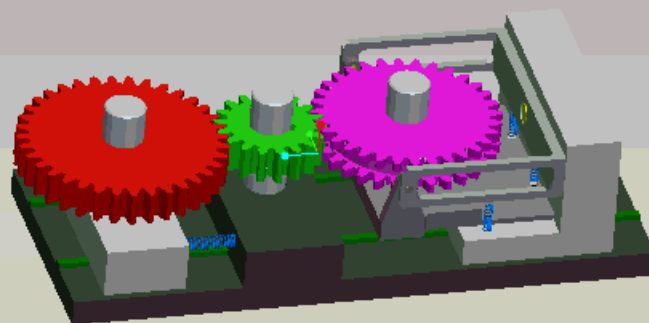
在生产现场的大批量齿轮快速分选检测中，如何快速获取齿轮的轴向精度信息却成了一个**关键问题**。

同时兼顾**速度、环境和精度**等方面的因素。

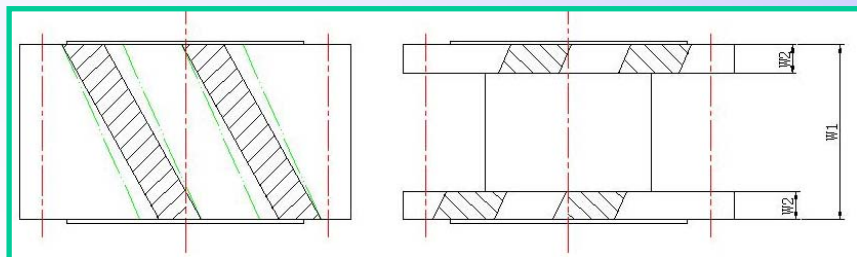
# 多维测量原理研究



## 齿轮双面啮合多维测量 装置及其原理

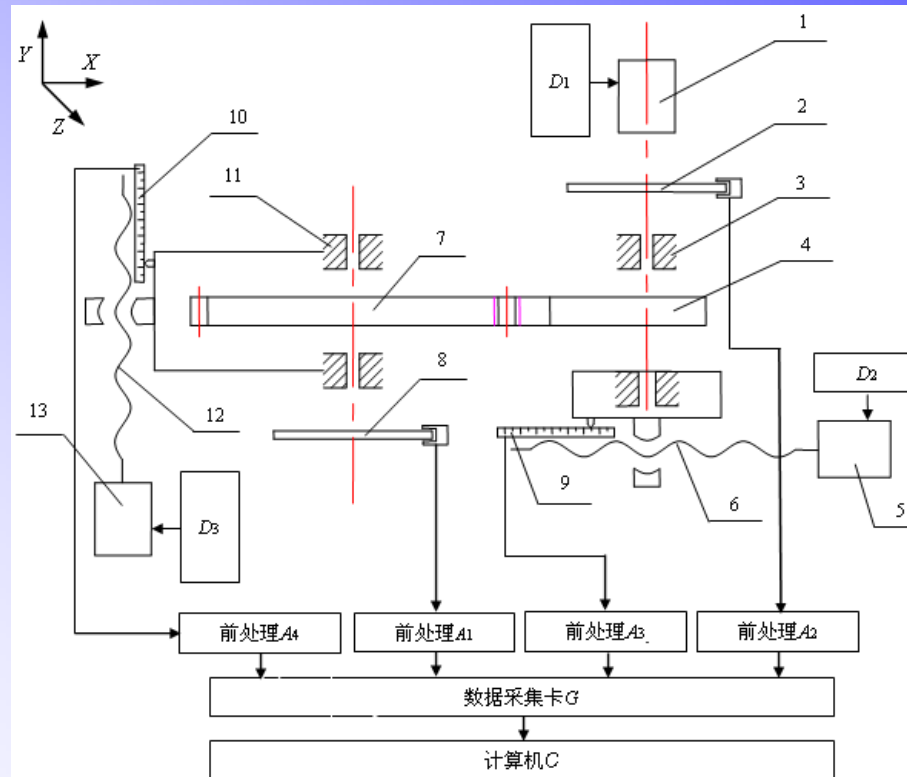


# 特殊测量齿轮



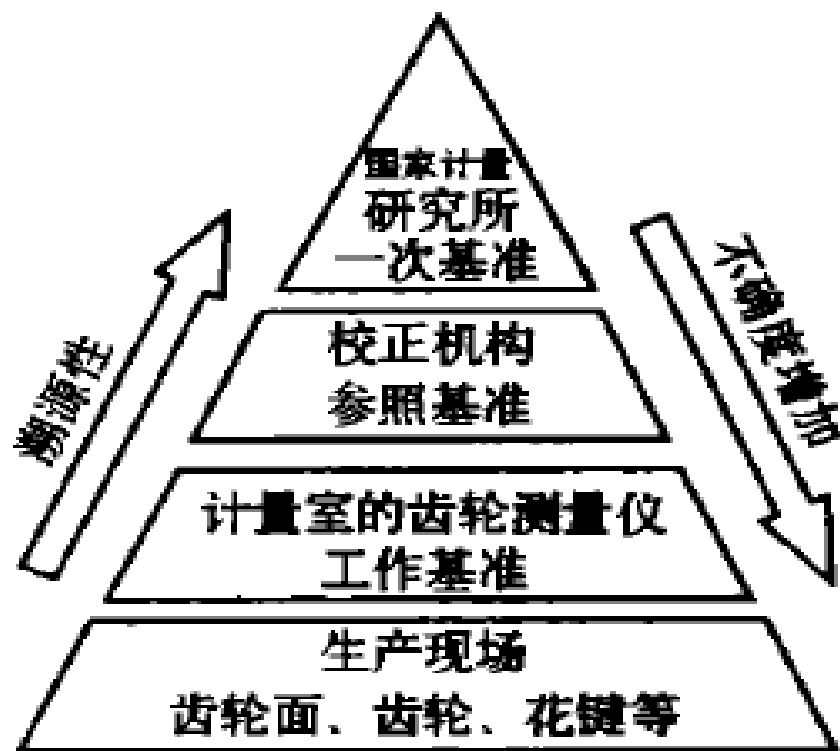
测量齿轮

# 4、齿轮整体误差的柔性测量技术



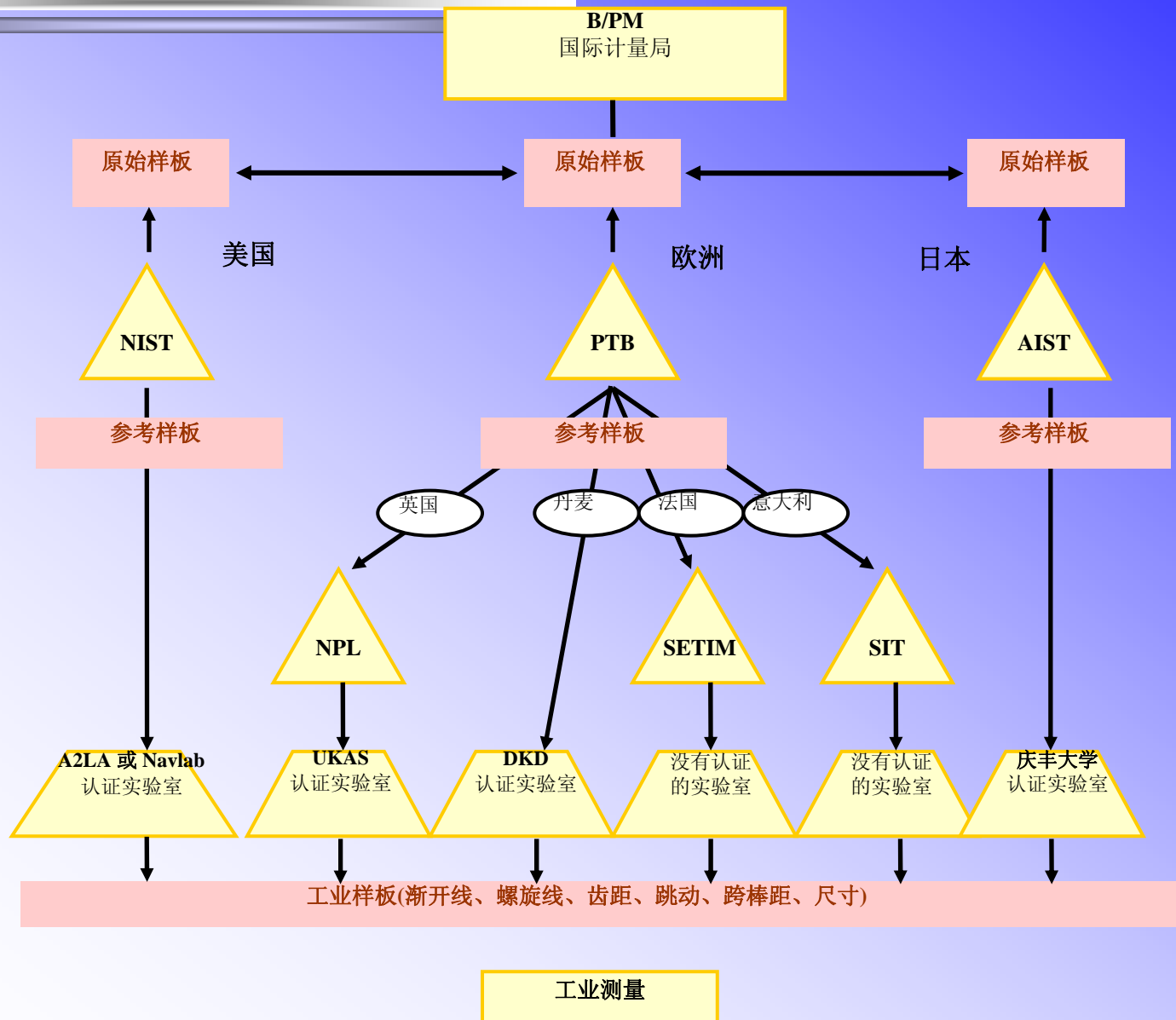
# 5、溯源与量值传递

ISO 18653:2003



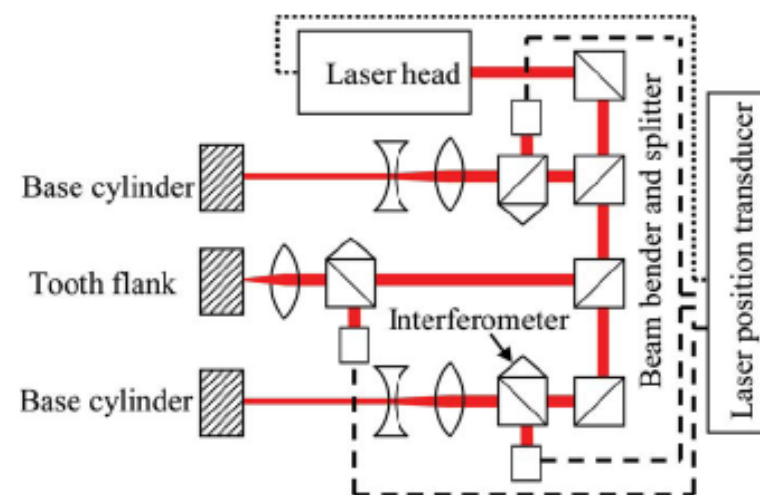
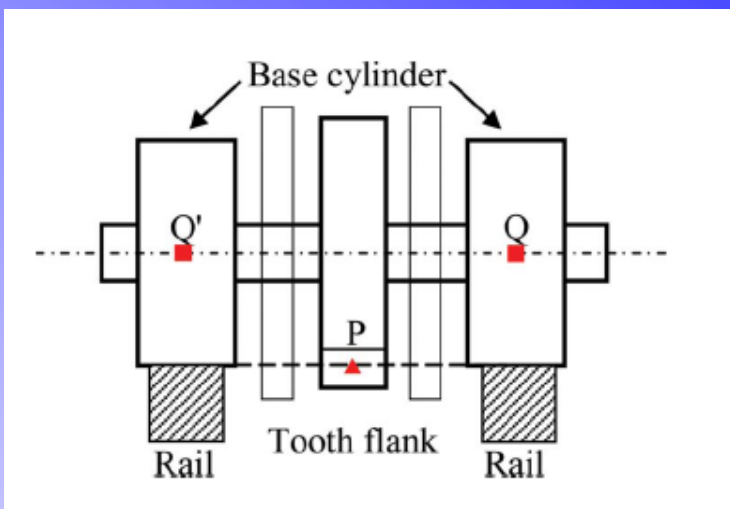
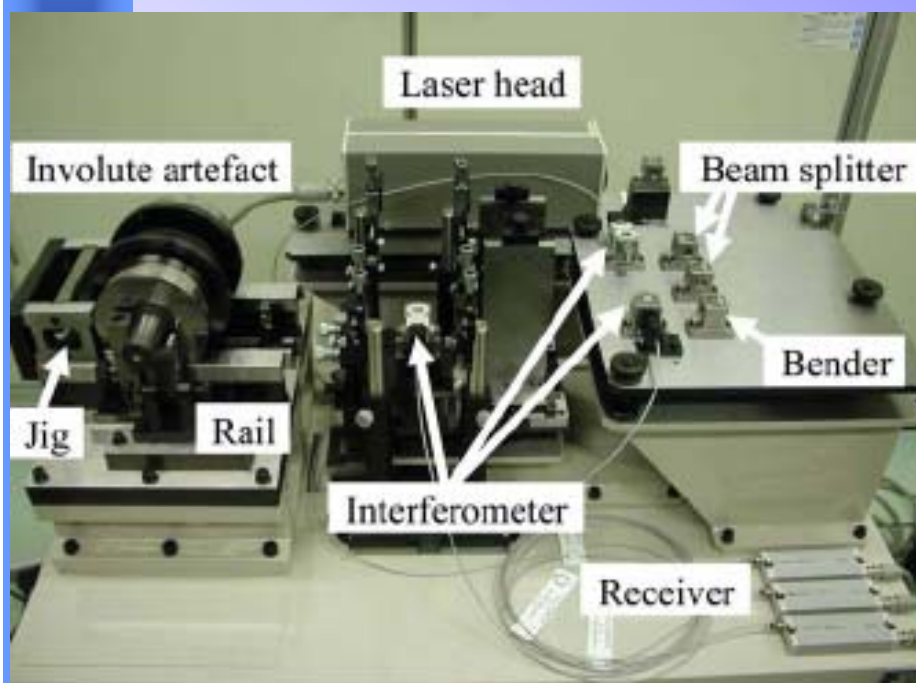


# 国外齿轮样板传递机构



# 基准仪器的研制:

## (1) 双基圆盘式





## 2) 超精密仪器



# 非渐开线样板

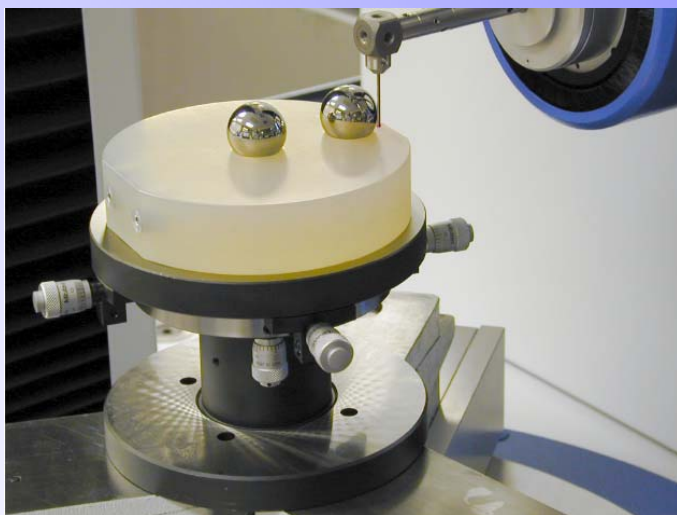


图 3 安装在齿轮测量仪上的DBA

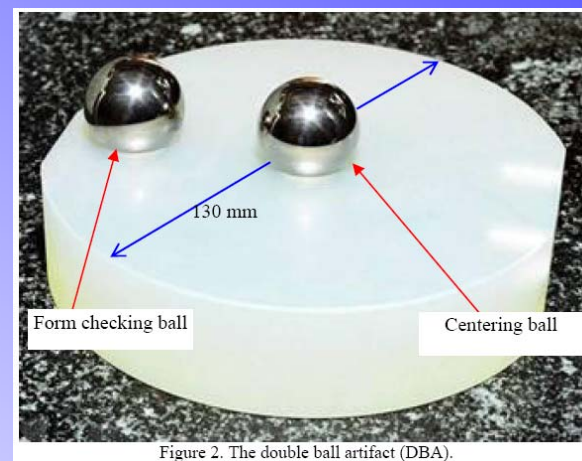
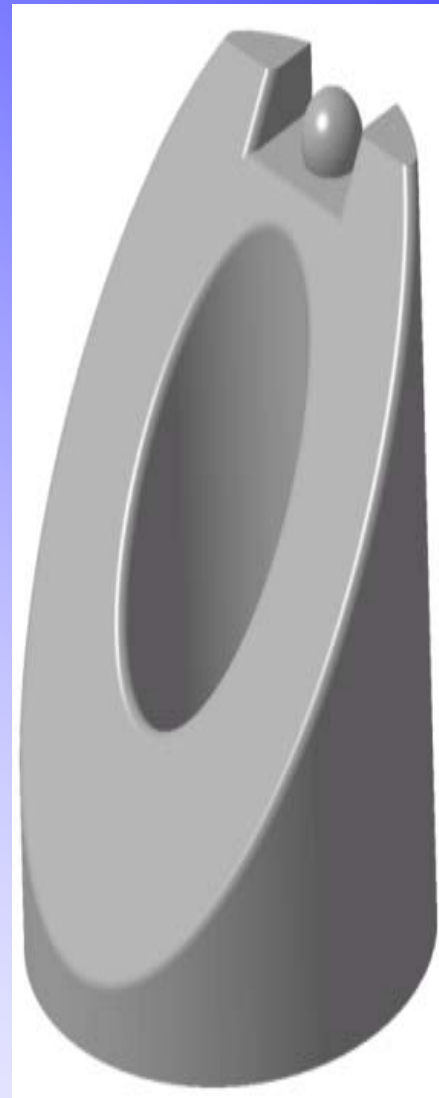


Figure 2. The double ball artifact (DBA).

- 螺旋线样板+渐开线样板





敬请批评指正!

**Thanks for your time!**

[www.Chinagear.com](http://www.Chinagear.com)