大家好！我是来自上海科技大学的陈稼霖，现在就由我来给大家介绍一下第13题莫织物密度计的工作。

这是本次报告的纲要，我会从最基本的模型出发，说明我们对于织物密度测量装置的改进，然后对它的应用进行推广。

在此之前，让我们先来回顾一下题目。

题目要求我们设计一种基于莫尔条纹原理的织物密度计，或者说织物密度镜，来测量织物的编织密度，

然后考察这一织物密度镜的测量精度，

最后需要我们来探究这一织物密度镜是否适用于更为复杂的织物。

为了更清晰地阐述我们的方案，我们从莫尔条纹最基本的模型开始讲起。

什么是莫尔条纹？莫尔条纹是两组周期性图案叠加产生的条纹。

可能我这么说，大家并不会有一个直观的理解，我们来看它最简单的一个模型。

大家看：左边是一组周期为p的等间距平行线簇，

右图则是一组周期为p+δp的等间距平行线簇，

当这两组周期性图案相叠加，就会产生右边所示的明暗相见的条纹，这就是莫尔条纹。

这是由于叠加图案不同位置两组周期性图案重合程度不同导致的。

通过简单的推到我们可以得到，明暗相间的莫尔条纹的两条相邻明条纹的间距是与两组原始线簇的周期之差，也就是δp，成反比。

两组原始线簇的周期相差越大，莫尔条纹的条纹间距就越大。

基于这个模型，我们来讨论我们设计的莫尔织物密度镜的方案。

我们先来看看市场上已有的一种织物密度镜是怎么工作的，然后在此基础上进行进一步的设计改造。

这种织物密度镜说白了就是一块画有不同斜率的直线的透明玻璃，我们称之为斜线型的织物密度镜。

我们将这种织物密度镜覆盖在织物上就会看到密度镜和织物的纹理相叠加产生了类似于菱形状的莫尔条纹，这一“菱形”的顶点对应的刻度就是织物的编织密度。

那么它的原理是什么呢？

我们将组成织物的线抽象为一组等间距的平行线簇，称为纺线，而织物密度镜上的条纹刚才已经说过，是一系列斜率不同的斜线，称为刻线，莫尔条纹就是这两组图案叠加而成的。

如果我们将两组图案叠加区域从左至右分化成一条条细长的矩形，我们会发现，每个小矩形的区域中都是两组等间距平行条纹形成的黑白相间莫尔条纹。

而织物密度镜上的刻线的间距是由左向右逐渐递减的，叠加产生的莫尔条纹的间距由左向右变化，因此小矩形中的莫尔条纹间距由左向右逐渐变化，当刻线与纺线的间距相等，δp为0，莫尔条纹间距变为无穷，从而产生了中间的竖条纹。因此中间竖条纹对应处的刻线密度与纺线密度相等。由此可以得到纺线密度，也就是织物的编织密度。

我们通过联立刻线与纺线的方程，可以得到莫尔条纹的曲线方程以及中心竖条纹的位置，依据这一公式我们可标注织物密度镜的刻度和读数。

我们发现，这一斜线型的织物密度镜存在三个误差来源：

一是我们刻线的间距是从左向右非线性变化的，这导致我们的刻度标注无法是线性的，从而无法对最小刻度做进一步的估读；

二是测量的结果受我们如何放置织物密度镜的影响，如果我们的织物密度镜不是严格沿着经向或纬向摆放，就会造成误差；

三是我们的中间竖条纹是有宽度的，这意味着我们实际读数时读的并非一个确定的点，而是一个小区间，这也导致了误差。

理论上如果我们能对最小刻度做进一步的估读，那么理论上我们的测量结果的有效位数可以提升一位。因此我们先来解决第一点。

为此我们设计了双曲线型的织物密度镜，它的使用方法与斜线型的相同。

此时利用同样的方法分析易得，织物密度镜的刻度可以标为线性的。

从而我们消除了误差的第一个来源。

然而无论是斜线型还是双曲线型的织物密度镜，摆放角度造成误差的问题都没有解决。为了消除角度对于测量结果的影响，我们将织物密度镜设计成一系列的同心圆。当同心圆的半径以这一形式递增时，织物密度镜的刻度可以标注为线性的。