1. 测量：从横、竖、斜三个方向测量了数据点。示意图如下：



1. 测得结果如下图：图中黑色数据是我测的，蓝色是殷怡测的，因为很接近，所以图中也未特别区别。X数据为横向、o数据是竖向、□数据为斜向的测量结果。



1. 因为测量数据有一定的误差，因此在计算前，先把离的很近的数据做了一次平均。即下图中相同颜色的o数据，平均（质心）为红色菱形点。
2. 我用的是最小二乘法，对三个圆弧半径进行优化。约束是外测两段圆弧要分别与水平、竖直方向相切，中间段的圆弧要与两边的圆弧相切。在这些限定条件下，三段圆弧的半径就可以决定过渡曲线的形状。

然而优化的结果是两边圆弧就可以取得最佳结果，第三段圆弧的弧长为0。从竖直方向往水平方向（从左往右）的过渡圆弧半径依此计为 R1, R2, R3。得到的优化结果是：R1=8.796, R2=32.019。

1. 取整为R1=9和R2=32，拟得的曲线见下图，图中o为圆心位置。



1. 由于水平和垂直方向上的两个切点是人为设置的，因此还想进一步考察一下它们对数据拟合的影响，为此使用了三阶贝塞尔曲线拟合数据。约束条件始终包括过渡曲线与水平、竖直方向相切。

当两个切点的位置限制死时，得到的拟合曲线见下图，图中4个菱形点是贝塞尔曲线的控制点。实事表明一条两自由度的三次曲线拟合效果实事上是优于三自由度的圆曲线。（残差平方和开方后的结果为：1.1479 < 1.5861）



当不限制切点位置时，得到的拟合曲线见下图虚线。图中x点为优化得到的两个切点，（残差平方和开方后的结果为：0.6006 < 1.1479 < 1.5861）。

两个手工量取的切点位置为21.5和29.5，优化后的切点是21.52和37.82。竖直方向基本没变，水平方向有比较大的误差。结果比较合理，因为最后水平段比较平，较小的测量误差也会导致比较大的切点误差。

