

质心测量实验

V4-2024/12/12

质心是指物体整体上的重心，是物体所有质量的加权平均位置。质心是机械结构中一个非常重要的参数，在各种控制中要精确定位。由于结构的复杂性，质心数据通常难以通过理论计算获得理想结果，往往只能通过实验测量得到。质心测量方法有悬挂法、复摆法、称重法等多种测量方法，他们有不同的适用范围。本实验是三点称重法。

【实验目的】

质心测量的四个任务：

- 1, 理论计算质心：由于提供的实验环境均为规则匀质结构，因此可以进行理论计算，计算结果作为质心基准。根据砝码的不同位置计算总体质心位置。计算的目的是与下面的实际测量结果进行对比。
- 2, 实验测量质心：用三个电子秤共同测量整体的质量，三个电子秤的读数计算质心位置。通过对实验测量数据计算得到的质心和理论计算得到的质心进行对比，分析其中的差异。
- 3, 质心位置调整：通过增加配重把质心调整到新的位置（坐标原点）。先理论计算，然后实验验证。对比实验数据计算和理论计算的结果的差异，试分析原因。
- 4, 组合质心：给定总质量 550g 砝码，分成三组，使整体质心调整到(30,50)。

【实验环境】

实验器材

1, 圆盘：如下图 1 所示，直径为 450mm，厚度为 5mm 铝制圆盘，上有 8 个均匀分布的滑槽，间隔 45 度，其中 0 度滑槽为 X 轴正向，90 度（以 X 轴正向的逆时针旋转计算，以下雷同）滑槽为 Y 轴正向，180 度滑槽为 X 轴负向，270 度滑槽为 Y 轴负向，滑槽上有距离中心点的尺寸标识。X 轴正向标记为 0 号滑槽，逆时针依次为 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 号滑槽。

理论计算和实验得到的质心数据都以给定的坐标轴为基准。圆盘下面有 3 个距离圆周 10mm 均匀分布在圆周的支撑点 A、B、C，其中 A 点到中心点的连线与 X 轴正向夹角为-22.5 度。可以把支撑点放在三个电子秤上称重。

2, 砝码: 如图 2 所示, 有重量分别为 50g,100g,200g 若干, 砝码可以相互堆叠累加以增加分量, 例如 100g 砝码上可以叠加 50g 变成 150g 的砝码, 再叠加 200g 砝码变成 350g 的砝码。砝码有定位销, 可以在滑槽上自由移动。

3, 电子秤: 三只, 测量范围 0~5kg。

操作说明

1, 砝码放在圆盘滑槽上, 此时砝码的属性用滑槽编号 (槽号)、槽位 (砝码中心到圆盘中心的距离)、砝码质量三元组表示 (槽号, 位置, 质量)。

例如: 在图 1 所示的四个砝码表示如下:

砝码 1: (1, 150, 300), 表示本砝码在 1 号滑槽上, 槽位 150, 表示砝码到圆盘中心距离为 150mm, 砝码质量为 300g。

砝码 2: (4, 130, 100), 表示本砝码在 4 号度滑槽上, 槽位 130, 表示砝码到圆盘中心距离为 130mm, 砝码质量为 100g。

砝码 3: (6, 110, 200), 表示本砝码在 6 号滑槽上, 槽位 110, 表示砝码到圆盘中心距离为 110mm, 砝码质量为 200g。

砝码 4: (6, 170, 100), 表示本砝码在 6 号滑槽上, 槽位 170, 表示砝码到圆盘中心距离为 170mm, 砝码质量为为 100g。

2, 一个滑槽上可以在不同中心距上放置砝码。

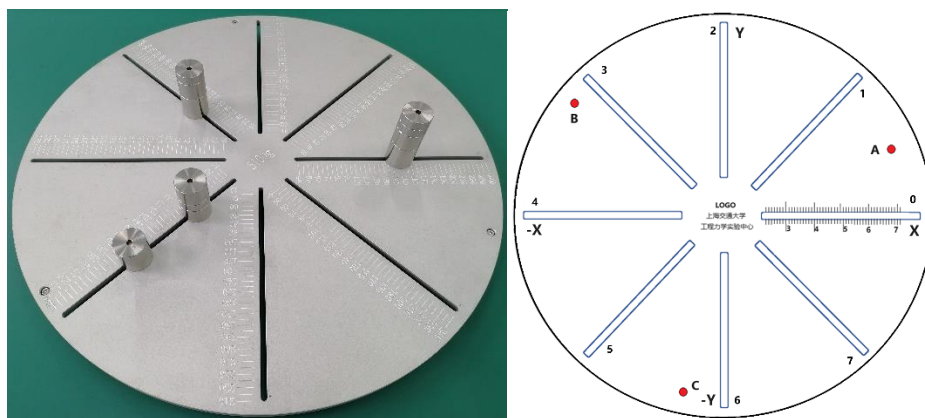


图 1 圆盘



图2 砝码

【操作说明】

熟悉电子秤的使用方法。

- 1, 把圆盘上的三个支撑脚尽量放在电子秤盘的中心点上。
- 2, 打开电子秤电源, 等待电子秤启动完成。
- 3, 如果电子秤读数不为 0.0, 对电子秤进行去皮操作。此时三个电子秤的读数为 0.0。
- 4, 去皮操作的目的是在计算质心、测量质心、调整质心时不考虑圆盘的质量。

实验过程如下:

实验前, 给每个同学发 3 个三元组数据。

三元组数据分别为: (槽号, 位置, 质量):

- 1) (_____ , _____ , _____)。
- 2) (_____ , _____ , _____)。
- 3) (_____ , _____ , _____)。

【实验 1: 质心定位】

本过程通过理论计算和实验数据计算两种方法定位质心位置。并对理论计算和测量结果进行对比, 思考差异原因。

- 1, 根据所学的理论力学知识计算所有砝码的质心, 理论计算数值为:

xy 坐标为:

- (1) (_____ , _____)。

- 2, 用电子秤称量整体重量。电子秤 A、B、C 的读数分别:

- (2) _____ 、 _____ 、 _____ 。

根据实验测量数据计算得到的质心位置为：

(3) (_____ , _____)。

3. 比较两者的差异，试分析原因。

【实验 2：质心调整】

本过程是质心调整，在保留实验过程 1 各砝码特性三元组的基础上，通过在其他 2 个与实验 1 不同槽号上配重，把质心位置调整到指定位置。注意：只能任选其他（不同于实验 1 的三个滑槽）的两个滑槽，砝码质量自由选择，注意选择的滑槽和砝码的质量足以把质心调整到指定位置。

1. 在原始三元组所在滑槽之外的五个滑槽中添加砝码进行配重，通过配重把整体质心调整到原点 (0, 0)，理论计算得到的三元组为：

(4) (_____ , _____ , _____)。

(5) (_____ , _____ , _____)。

测量验证，用电子秤称量质量：

ABC 的读数分别为：

(6) _____ 、 _____ 、 _____ 。

根据读数计算得到的 x、y 坐标为：

(7) (_____ , _____)。

2. 重新配重，在原始三元组所在滑槽之外的五个滑槽中添加砝码进行配重，把最初三元组的质心位置调整到坐标原点 (20, -20)，理论配重得到的三元组为：

(8) (_____ , _____ , _____)。

(9) (_____ , _____ , _____)。

ABC 的读数分别为：

(10) _____ 、 _____ 、 _____ 。

根据读数计算得到的 x、y 坐标为：

(11) (_____ , _____)。

【实验 3：组合质心】(选做)

给定 550 克砝码，任意分成三组，把三组砝码放置不同的滑槽上，最终的要求是，放置砝码后，砝码的整体质心位于 (30,50)。

放置的三元组是：

(12) (_____ , _____)。

(13) (_____ , _____)。

(14) (_____ , _____)。

ABC 的读数分别为：

(15) _____ 、 _____ 、 _____ 。

根据读数计算得到的 x、y 坐标为：

(16) (_____ , _____)。

【思考题】

- 1, 三元组给定后，整体位置已定 (x_0, y_0) ，现要求把质心调整到位置 (x_1, y_1) ，通过先在 X 轴上添加砝码，把质心从 (x_0, y_0) 调整到 (x_1, y_0) ，再通过再 Y 轴上添加砝码，把质心从 (x_1, y_0) 调整到 (x_1, y_1) 。请问这种方法是否可行？为什么？
- 2, 实验过程中，在通过电子秤测量数据进行实验验证的时候，三个电子秤就有特定的读数。如果把电子秤的三个测点 A、B、C 同时向圆心移动 5cm,那么与没有移动相比，三个电子秤的特定的读数会是否有变化？为什么？

【实验注意事项】

- 1, 实验过程中，要注意对电子秤的保护，不要在上面加上过大的力，防止过载损坏。
- 2, 实验结束后，把圆盘从电子秤上取下来，关闭电子秤电源，关闭**充电电源**。
- 3, 清点砝码数量，整理归位。