



4? 令班人大承

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

# 科研训练结题报告

作者: \_\_\_\_\_

学院(系): 机械工程学院

专业: 机械工程

题目: 皮带输送铁矿粉自动取样器的设计

指导者: \_\_\_\_\_

评阅者: \_\_\_\_\_

2017年9月

我国作为钢铁消耗大国，在每年生产大量铁矿石的同时，对外依存度依然较高。我国的铁矿石主要从澳大利亚，巴西，印度等地进口，由货轮经海上运达。因此，海关质检等部门需在港口对外来的铁矿石进行采样。采样工作环境相对恶劣，若为人工操作，工作强度大。本文主要设计了一种自动取样器来代替人工进行采样，包括对取样器结构的运行原理、控制过程的介绍，运用pLc和CATIA取样器进行建模，最终得到取样器的控制原理图和装配工程图纸。

关键词自动采样机可编程序控制器 pLc 曲柄连杆机构

**Title** A Design of Autosampler for Iron Ore with Belt Converyor

**Abstract**

China, as a nation of large steel consumption, The external dependence is still high, although large amounts of iron ore being product every year. China's iron ore are mainly imported from Australia, Brazil, India and other places by sea with the cargos. Therefore, customs and other departments neea to sample the iron ore in the port. The environment Of sampling work is relatively poor , everyone will work intensity with the manual operation. This article is mainly about the design of an automatic sampler instead Of artificial sampling. Including the operation of the sampler principle and the control process. Using PLC and programming to control mechanism movement. Using CATIA to design model. And finally get the control of the sampler schematic diagram and assembly engineering drawings.

**Keywords** Automatic sampler Programmable logic controller PLC

Crank and connecting rod mechanism

# 目录

1 绪论 .....	1
1.1 自动取样器的原理与类别.....	1
1.2 本课题的主要任务和研究过程 .....	1
2 取样器结构设计 .....	2
2.1 传动机构设计 .....	2
2.2 采样盒设计 .....	4
2.3 传动导轨设计 .....	5
2.4 本章小结.....	6
3 取样器各结构及零件的强度校核 .....	7
3.1 长连杆与采样盒处轴的强度校核 .....	7
3.2 两杆连接处螺栓的强度校核.....	8
3.3 齿轮与短连杆处轴的强度校核.....	8
3.4 本章小结 .....	9
4 取样器驱动电机的选取 .....	10
5 运动过程分析与 PLC 程序设计.....	12
5.1 运动过程分析 .....	12
5.2 PLC 的概述与选型.....	12
5.3 PLC 控制梯形图.....	13
5.4 PLC 程序的编制和烧录 .....	15
5.5 本章小结.....	15
结论 .....	16
致谢 .....	17
参考文献 .....	18

# 1 绪论

铁矿粉作为一种常见的工业原料，我国对外依存度较高，所以对于进口来的铁矿粉，海关质检部门必须对其进行取样抽样。我国进口的铁矿粉由大型货轮经海上运输而来，所以对于铁矿粉的卸料过程来说，地点通常在港口，卸料持续时间长，通常要在半个月以上。若取样过程由人工完成，抽样人员的工作量是极大的，且由于是在露天的工作环境中，受天气因素的影响大，在下雨天或者大风天，连续定时的抽样过程对于抽样人员是一个极大的考验。更重要的是，抽样过程是定间隔定量的，人工取样很难保证抽样的准确和就均匀。所以皮带输送铁矿粉自动取样器势必取代人工成为港口铁矿粉抽检的重要工具。

## 1.1 自动取样器的原理与类别

目前市场上，应对不同的工作要求，自动取样器的种类繁多，比如污水自动取样器，粮食自动取样器，水泥自动取样器等等。对于纯机械式，为了达到工作要求，在设计出基本的零件后，可以采用四连杆机构，通过对极位夹角，摆角等参数的设计来实现取样机的往复运动。也可以采用凸轮机构，通过对凸轮形状升程和回程的设计来控制摇臂的停留时间、摆动速率和间隔时间等。对于电控式，在设计出基本零件和传动结构后，可以用 PLC 电路或者单片机编程来实现目标运动。纯机械式自动取样器制造成本较低，但是对结构设计上的要求较高，所以对于铁矿粉自动取样器这种要求长时间重复运动的机构，四杆机构或者凸轮机构通常会由于磨损而导致精度和稳定性降低甚至是报废，可能严重影响到工作效率。而电控式相对于纯机械式，优势明显，可靠性与可调节性强，灵敏度高，能大大提高机械效率，减少后续成本，在长远来看，电控式是远优于纯机械式的，所以日常生活或工业中所常见的自动取样设备，电控式自动取样设备占主要部分。目前许多高校和研究所对于机械臂技术都独立的取得了较大的成果，目前最新的机械臂能根据外界环境的变化调整工作状态，即具有一定智能，能完成一些较为精密和复杂的动作。比如目前常见的助餐机械臂，人脸肖像绘制机械臂，果实采摘机械臂等等。

## 1.2 本课题的主要任务和研究过程

主要任务：研制设计一台用于港口皮带输送机的铁矿粉自动取样器。

课题要求：该取样器可以模拟人工定时地从传输皮带上提取样品，装入样品箱内。该设备由控制电机、可编程逻辑控制器 PLC、减速传动机构和取样动作机构等部件组成，可实现：

1. 单次取样动作完整。
2. 每次取样间隔时间可以设定。

取样器运动机构设计需满足以下条件：①取样过程：取样T 采样盒移动至倒料位置T 倒料T 回到采样位置T 重复取样；⑦取样周期20min（可自主设定），每次取样动作完成时间20s；

研究过程：首先确定机构的运动方案，并设计各个组成零件；再对机构和整个零件进行校核，保证机构强度符合要求；又对机构驱动系统进行了方案论证和设计，为了保证机构能够连续安全可靠的工作；最后用 PLC 编程控制整个运动过程。

## 2 取样器结构设计

本设计的核心是设计出取样器的传动机构和采样机构。传动机构的设计即满足能自动对铁矿粉进行取样，其过程要安全可靠，并且设计不能过于复杂。其次是采样装置的设计，要保证样品能够被采集且运动到正确的位置倒料。

### 2.1 传动机构设计

传动机构是实现将力矩从电动机传送到采样盒的机构。本设计依照曲柄连杆机构，将电动机的输出力矩经由短连杆、长连杆输送到采样盒，实现采样和倒料。整体结构如图2.1.1

所示：

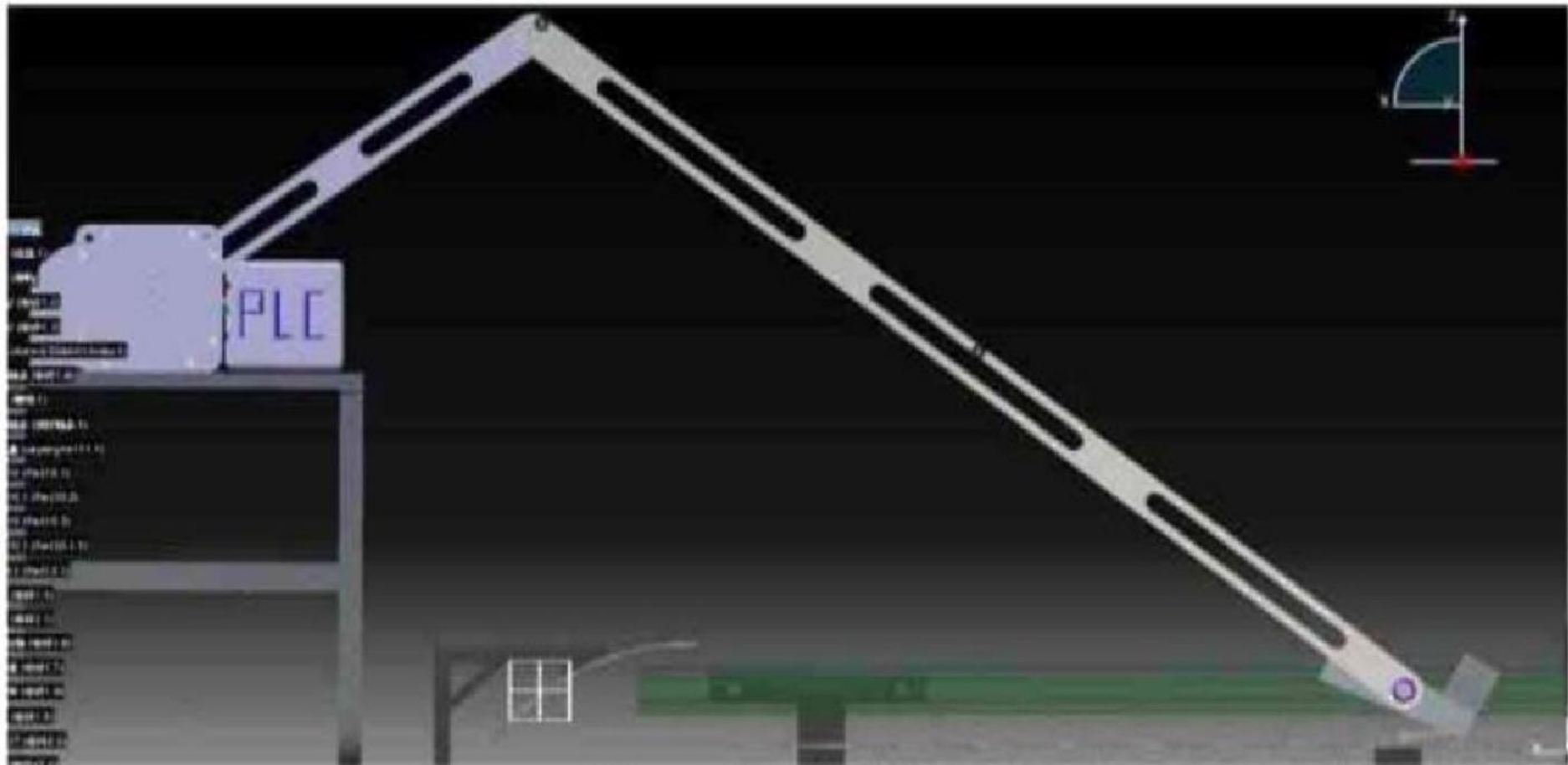


图2.1.1 传动机构整体

长、短连杆采用铝制，且中间镂空处理，目的是为了减轻杆子重量，减少力矩的消耗，同时可以增加美观性。

短连杆与电动机输出轴的连接采用键连接，如图2.1.2所示：

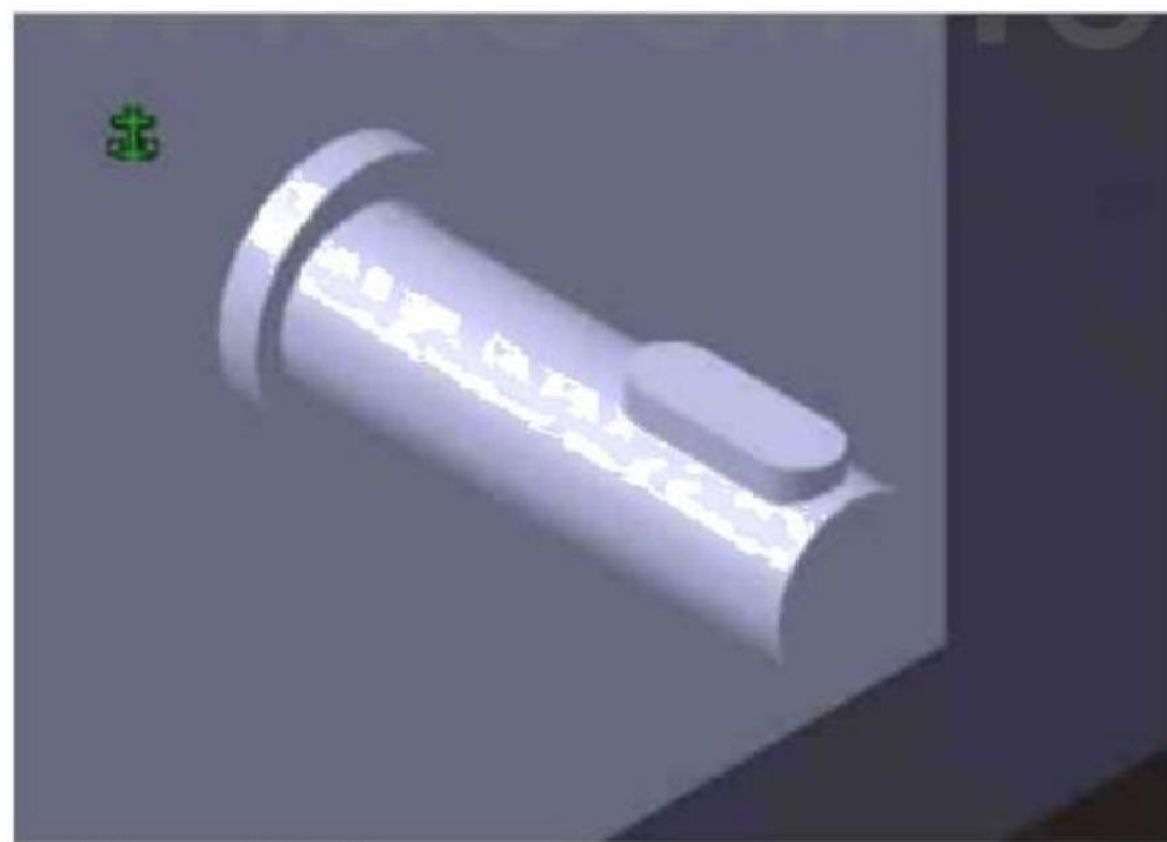


图2.1.2 键连接

短连杆与长连杆采用螺栓连接，为了减少摩擦，短连杆处使用轴承(型号为NK8/12)，且连杆连接处用垫片隔开，一方面避免两杆干涉，还可避免因螺栓夹紧力过大使连杆接触，

产生摩擦甚至形变。如图2.1.3所示：

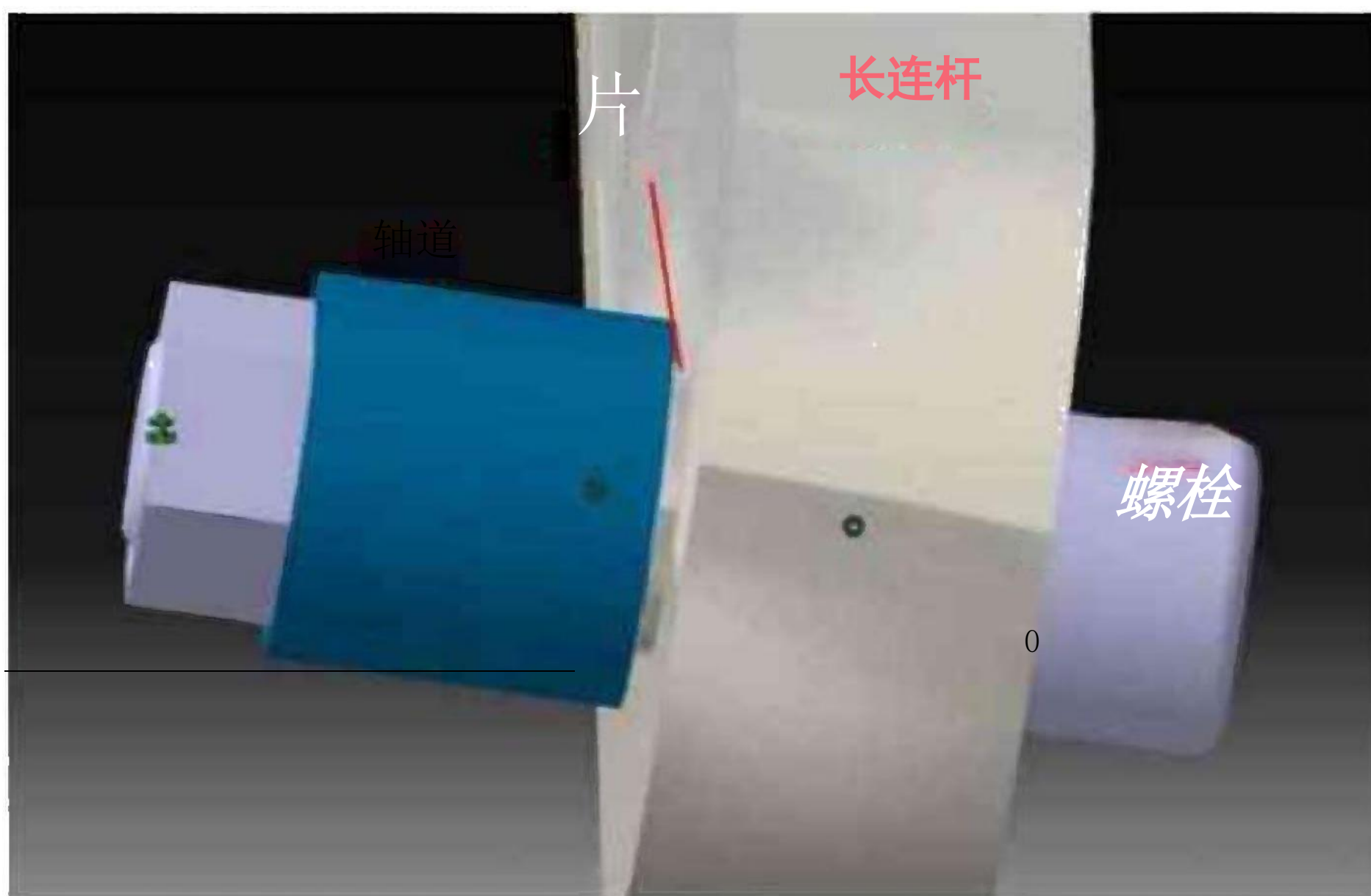


图2.1.3.1长、短连杆连接(消隐短连杆)

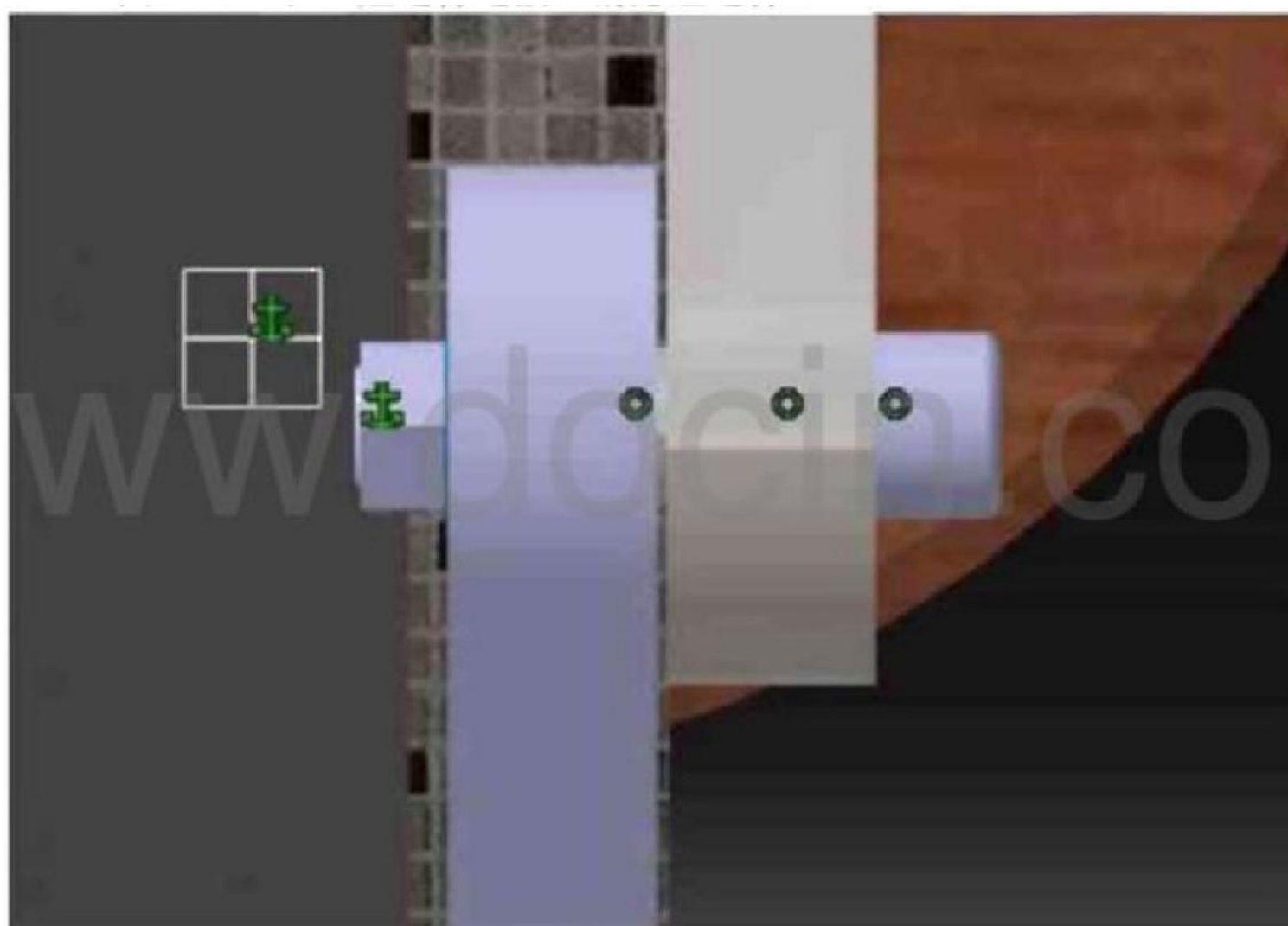


图2.1.3.2长、短连杆连接



长连杆与采样盒的连接，为了减少摩擦，长连杆处使用轴承(型号NK9/12)，如图2.1.4所示：

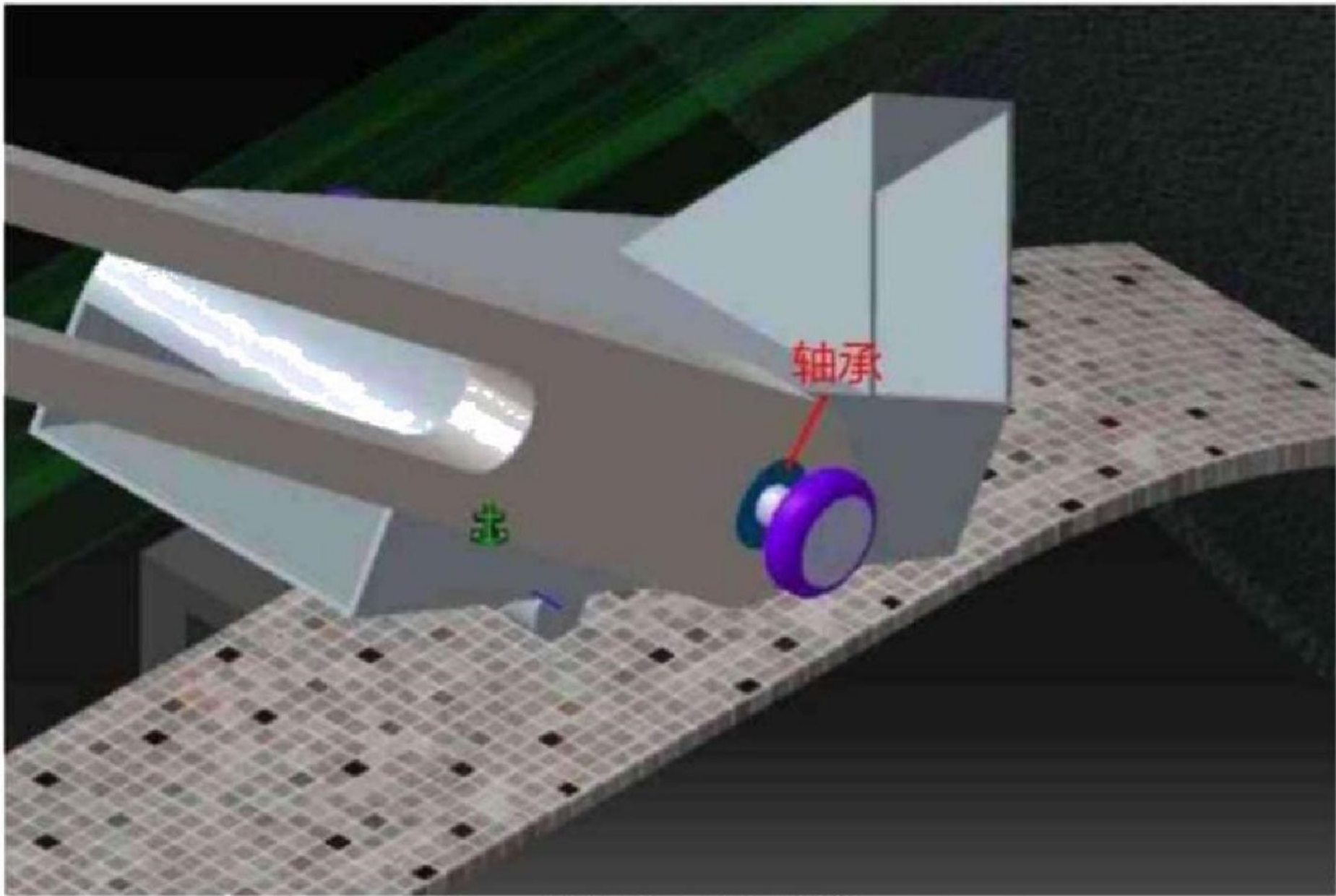


图2. 1. 4长连杆与采样盒的连接

## 2. 2采样盒设计

采样盒在采样环节中的作用尤为重要，如何将采集到样品，如何将样品输送至接料桶，如何将样品倾倒入桶中等对采样盒的结构提出种种约束条件。我组设计的采样盒三维结构如图2.2.1所示：



图2. 2. 1采样盒三维结构

在采样过程中，采样盒有如下三种标志性的状态，如图2. 2. 2所示：

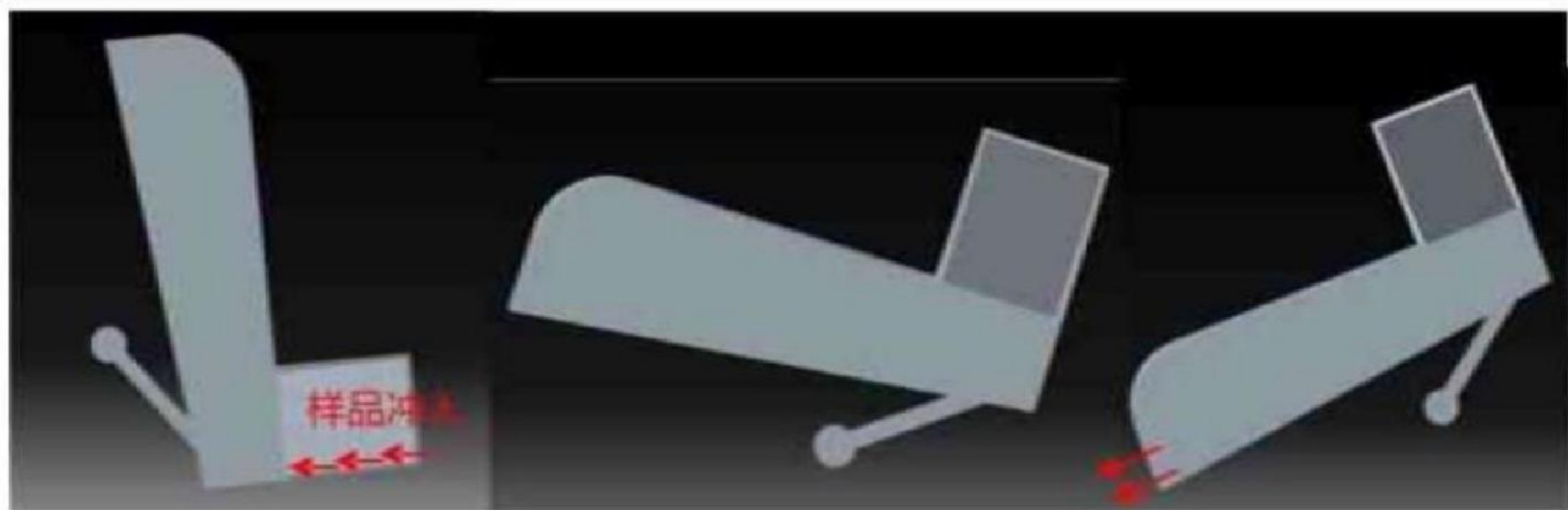


图2. 2. 2. 1采样状态

图2. 2. 2. 2运输状态

图2. 2. 2. 3倒料状态

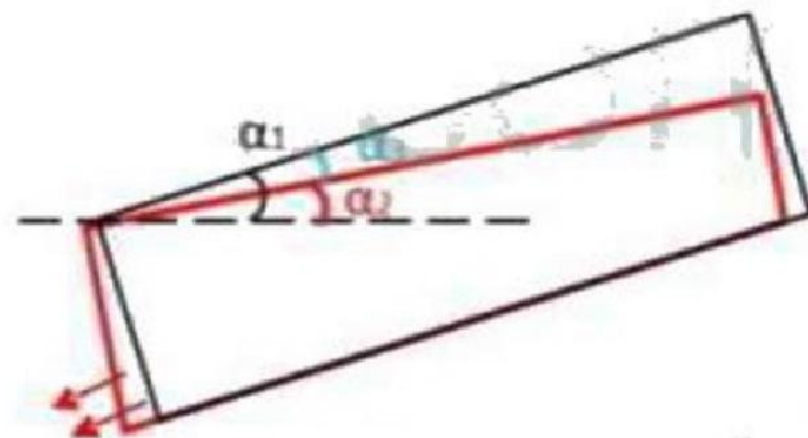
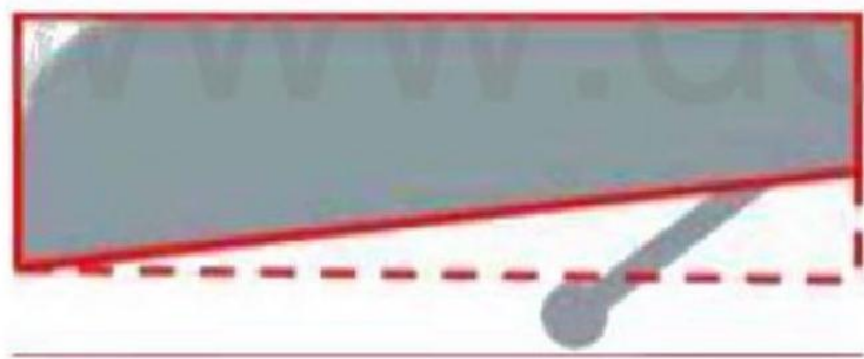
采样状态：采样盒的接料口承三角形，利用铁矿粉在输送带上自身的惯性是铁矿粉冲进接料口中，实现采样。

运输状态：采样盒在长连杆的带动下运动至倒料处。

倒料状态：采样盒受到顶部挡板的限制，迫使其前端向下压低，当达到一定角度时，内部的样品便会从出料口倒出，被桶收集。

采样盒特点说明：

1. 结构特殊：如图2. 2. 3. 1所示，采样盒整体结构为长方形，但设计时将右下半部分截取掉了，而左上角使用弧形，这样使得倒料时达到使样品滑落的角度所要求采样盒的转角减小了 $\alpha_3$  (如图2. 2. 3. 2所示), 方便样品滑落。



2. 为减小摩擦，底部连接小轮。

## 2.3传动导轨设计

同样的，为了减少采样盒与导轨的摩擦，本设计采用工业导轨。工业导轨有承载能力强，有效伸缩范围大，摩擦力小，价格低廉等优点，生活中常见的工业导轨如抽屉、电脑键盘放置板等。本设计选用长度55mm的304不锈钢工业导轨，实物图如下：

图2.2.3.1特殊结构

图223.2角度减少



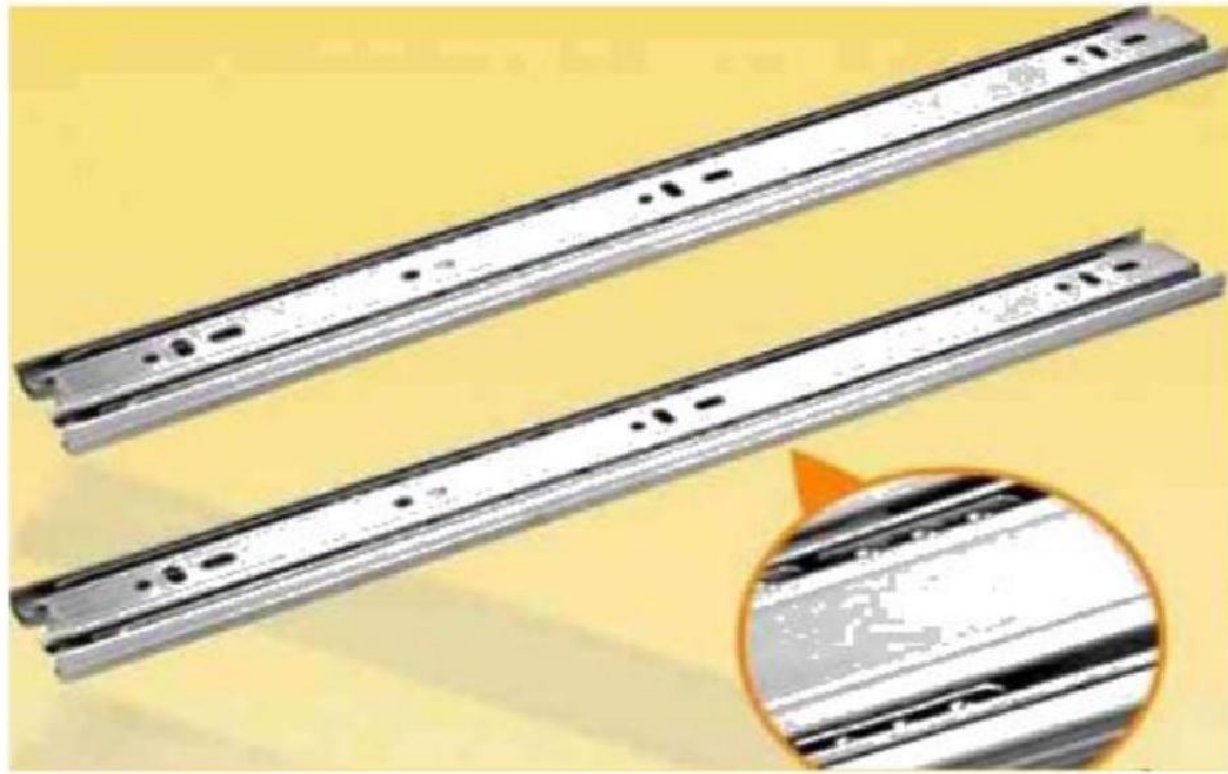


图2.2.4工业导轨

采样盒下方有支撑板，给采样盒支撑。倒料处上方有挡板，使采样盒前端压低，方便倒料。如图2.2.5所示：

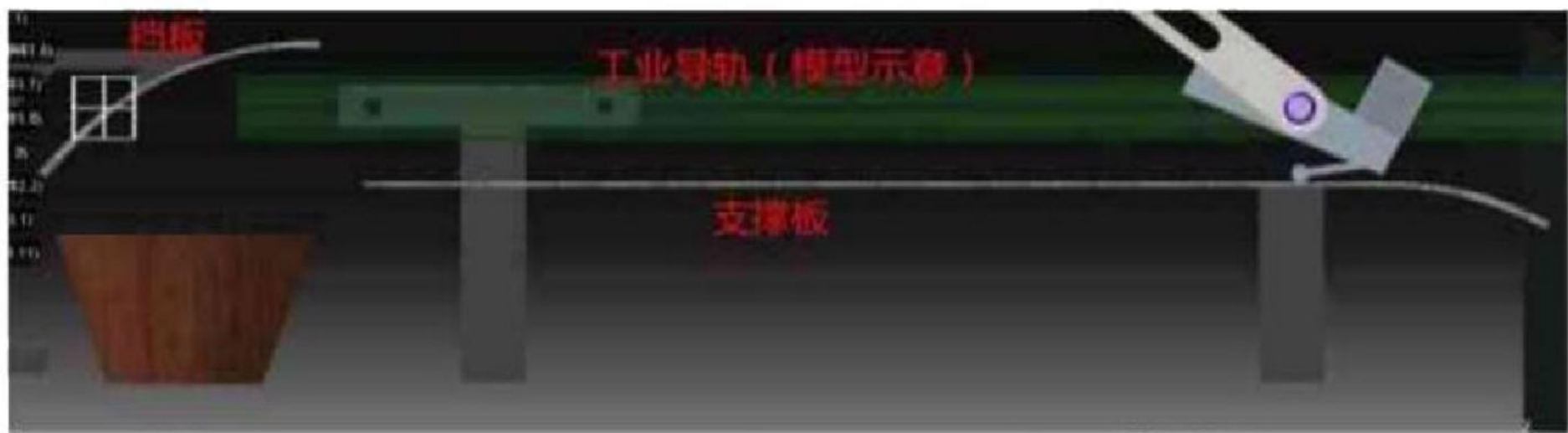


图2.2.5传动导轨结构

## 2.4本章小结

本章主要对机构的传动(传动机构和采样机构)进行说明，分析了各部分的结构和连接方式，同时对相关结构尺寸进行创新设计和优化，并在CAHA中进行三维建模。

### 3 取样器各结构及零件的强度校核

在所设计的结构中，电机的扭矩通过减速箱转变后经短、长连杆传递给采样盒，使其带动采样盒运动，因而主要的载荷来源于采样盒和样品的质量。在强度校核时，主要考虑齿轮与短连杆相连的轴、长短连杆连接处的螺栓和长连杆与采样盒连接处的轴的强度。

#### 3.1 长连杆与采样盒处轴的强度校核

长连杆与采样盒处由于存在轴承连接，因而只需对轴进行弯曲强度校核。

已知：轴的直径  $d=9\text{mm}$ ，材质为铝 2A11，采样盒自重  $m_0=0.3\text{kg}$ ，设采样重量为  $m_1=0.2\text{kg}$ ， $CD=0.3\text{mm}$ ， $AB=0.56\text{mm}$ ， $CA=0.22\text{mm}$ ， $BH=10\text{mm}$ 。

采样盒运动模型简化如下：

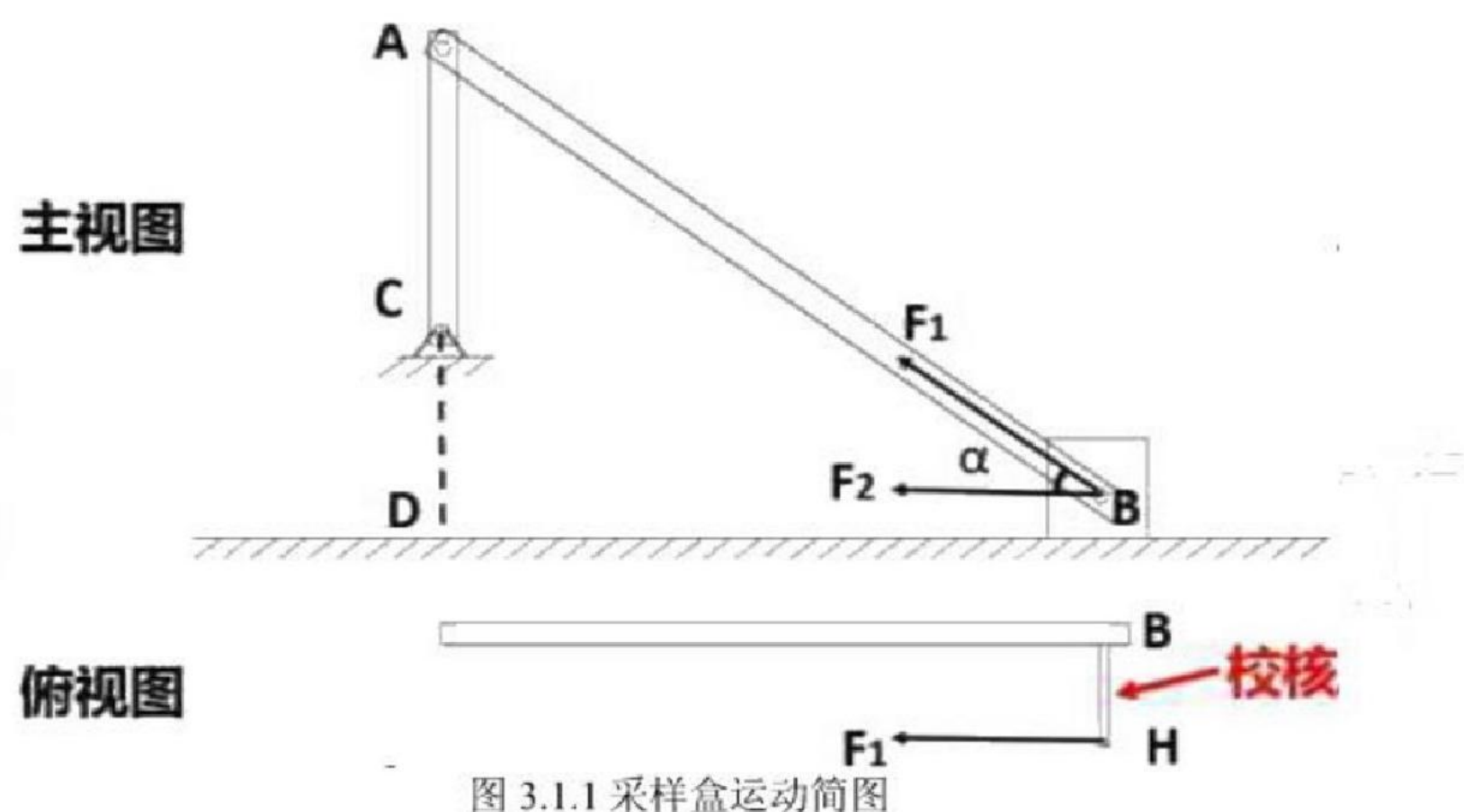


图 3.1.1 采样盒运动简图

当AC 杆竖直时，轴受到的力最大。

$$\sin\alpha = \frac{l_{AC} + CD}{l_{AB}} = \frac{0.3 + 0.22}{0.56} = 0.928$$

得到：

$$\alpha = \arctan 0.928 = 68.2^\circ$$

取工业导轨的摩擦系数为  $f=0.1$ ， $g=10\text{m/s}^2$  有：

$$F_2 = f \cdot (m_0 + m_1)g = 0.1 \times 0.5 \times 10 = 0.5\text{N}$$

$$F_1 = \frac{F_2}{\cos\alpha} = \frac{0.5}{\cos 68.2^\circ} = 1.35\text{N}$$

俯视图中，危险截面位于E 点。

$$M_{\max} = F_1 \cdot BH = 1.35 \times 0.01 = 0.0135\text{N}\cdot\text{m}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/175001200032011221>