題目：

反摺式雙平行四連桿機構的彈性材料靜平行？

反摺連動式雙平行連桿升降機構的重力矩平衡

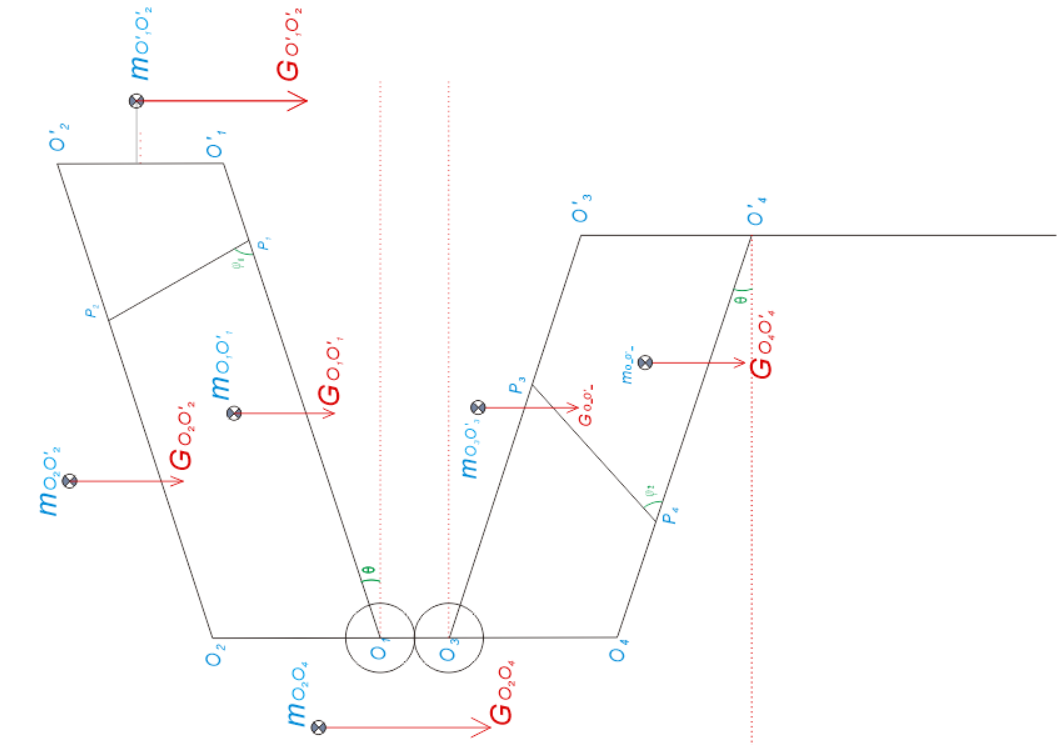
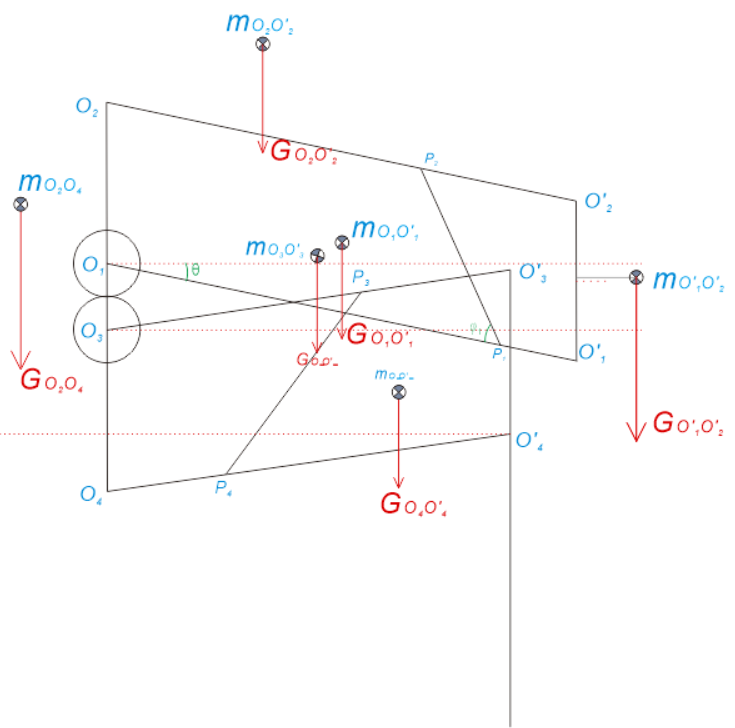
基於並聯式雙平行連桿升降機構重力矩的數值分析

# Introduction

並聯式雙平行連桿升降機構（double parallelogram mechanism)是一種結構緊湊且堅固的平面多連桿機構，其較低的起始位置、較大的延伸高度，且輕量化的特質令其在工業中常被採用為升降機構，如車載升降工作平台、高空作業平台等。同時由於其末端連桿在升降過程中始終保持與設備底部相同的角度，令其被應用於搭載探測設備的升降，或者外骨骼機械人（exoskeleton）中（因為沒有文獻支持，所以可以去掉）。

雙平行連桿機構在重載場境的應用下一般都以液壓缸（hydraulic cylinder）作為主驅動，分別驅動兩個獨立的平行四邊形。而在輕載的情況下則主要以電機驅動，通過齒輪副連接雙平行四邊形，使兩個平行四邊形形成並聯式聯動，從而使得只用一個驅動電機就可以使上下兩個平行四邊形同時運動。但是如果整個機構及負載的重力矩都由電機負荷，則需要較大功率的電機，或者增加電機的數量，即增大了成本同時增大機構的載重。為了使驅動電機盡量克服較小的重力矩就可帶動整個機構運動，本文採取利用彈性裝置或者彈性材料的回復力平衡機構靜力矩的方式，研究整個機構在任意高度靜平衡的條件，並通過數值模擬方式給出優化彈性材料安裝位置的一般方法。

# 機構描述

上升狀態 下降狀態'

圖1 並聯式雙平行連桿升降機構描述

本部分描述本文研究的並聯式雙平行四邊形機構。並聯式雙平行四邊形機構由（圖1）上下兩部分構成，下部的平行四連桿機構通過鉸鏈與基座固定連接，上部的平行四連桿機構通過一對嚙合的齒輪與下部分的四連桿機構連接傳動，以使得兩個平行四邊形可以同時伸展，因此驅動電機可以選擇安裝在、、、、、任意一個鉸鏈上並帶動連桿運動。和為設置在機構上抵禦重力矩的彈性材料，可單在上部或者下部的平行連桿上安裝，也可同時安裝。彈性材料可以是普通的彈簧，rubber band，或者Gas spring。表示了各個連桿的質心位置。

（質心在這裡表示是否換成的表示方式？）

# 相關研究

兩篇美國專利展示了雙平衡四邊形機構在工業上的應用，由於是重載的使用環境，所以均採用了液壓式的驅動方式，雖然是雙平行四邊形機構，但兩個平行四邊形機構均獨立運作。

對於雙平行四邊形的並聯式機構，對其研究的論文相對較少，主要針對

只有關於一般關於四連桿或多連桿的相關論文。

本文針對並聯動的平行四邊形升降機構，分析重量矩對機構的影響

# Calculation model

## 座標及彈性材料長度計算

本計算中的*θ*為自變量，所有桿長，桿件重心相對於該桿件鉸鏈的位置，重量已知，以為原點建立坐標系，可求出任意角度下之桿件各端點座標以及彈性材料之長度，因計算冗長，此處將其省略，並假設所有端點座標及長度已經求出。

## 機構上下部計算

### 上部豎桿：

將上部拆解,對於來說由於固連了其它設備,所以會有作用,由,,*M*受力平衡,可列方程式: 。

由M平衡可以算出。

,同時。

其中確定可求出(固定可求出的加上標\*表示)

如果在上沒有固連其他裝置即,則。

### 上部上連桿：

對於來說所以會有作用,由,,*M*受力平衡,可列方程式:

A close up of a map

Description automatically generated

圖 15

將(4)代入(6)可求出。

現在計算有:

(4) 代入 (8)可求出

由(11)式可求出:

現在計算有:

將 (4)代入(9)可求出。

現在計算有: 。

將代入(5),可得。

### 上部下連桿。

A close up of a map

Description automatically generated

圖 16

對於來說會有作用,由,,*M*受力平衡,可列方程式: 。

由

至此,上部結構所有變數表達式全部求出：

### 下部上連桿：

A close up of a map

Description automatically generated

圖 18

（注意在此的方向為順時針,因為是受到上部上連桿的反作用力。)

由(25)代入(27)可求出：

由(25)代入(29)可求出：

將(32)代入28可求出: 。

將(12),(19),(32)代入(22),可得出: 。

### 下部下連桿：

A close up of a map

Description automatically generated

圖 19

上式中的Md 是電機扭矩,在不採用電機的情況下直接設為0即可。

## 建立f1 和f2 關係

### 求f1

(8)+(16) 。

可以求出*f1*的一般通式。

假設上部能夠獨立平衡,則*Mc*=0,否則繼續進行下部的計算。

### *f1*和*f2*和*θ*的關系函數

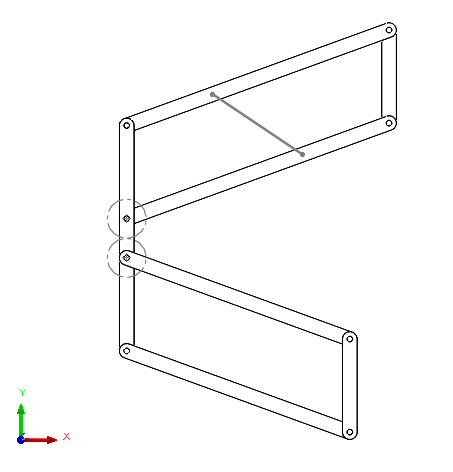
在現實中,往往會在機構上下兩部分各安裝多條彈性材料,為令在該情況下扭矩總式(39)仍成立,作出以下部驟: 。

由觀察(37),(38)及(39)式推導過程可留意到,拉力f1 和f2並未參與其中消上各桿件未知相互作用力作用點的部驟,故即使將扭矩總式(39)中兩拉力矩替換成於上下部各自由多條彈性材料所施加的拉力矩和後總式仍然成立,即：

不難看出,將Md設為0時,上式則會變成一個各彈性材料的安裝位置和θ的關係係,而接下來的目標則是找出一種彈性材料的安裝方式,令在不同的角度下上式都成立,即機構於任意角度皆可達到平衡即式(40)恆成立。

上式亦可化簡成以下形式︰

# Virtual prototype

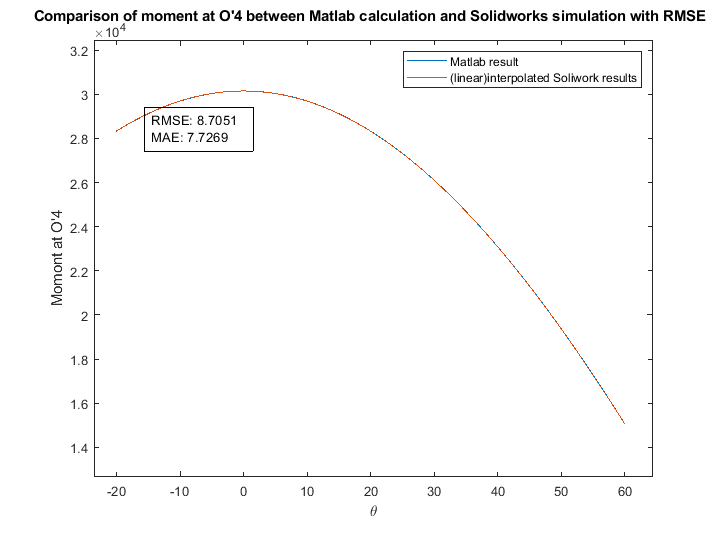


齒輪副

馬達

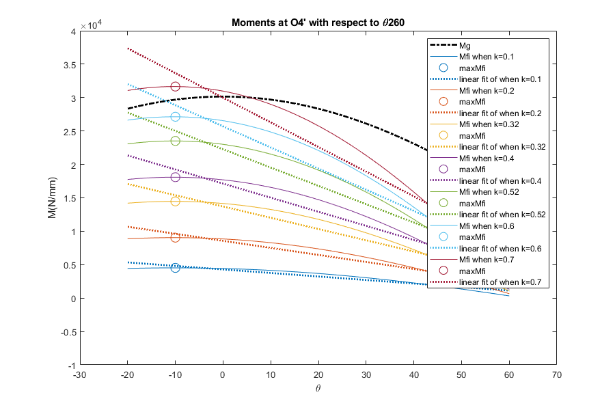
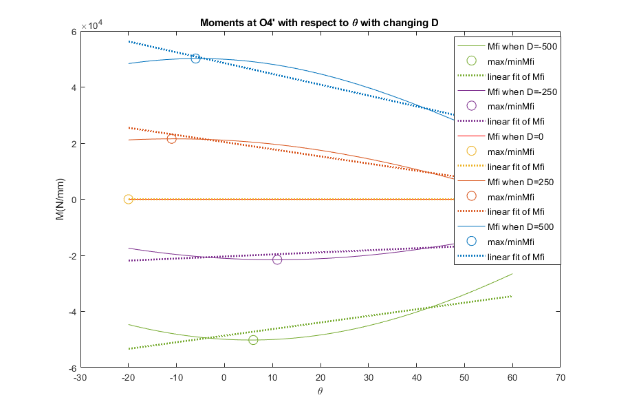
桿件材料設置為6061鋁合金，參數和重量如下表所示

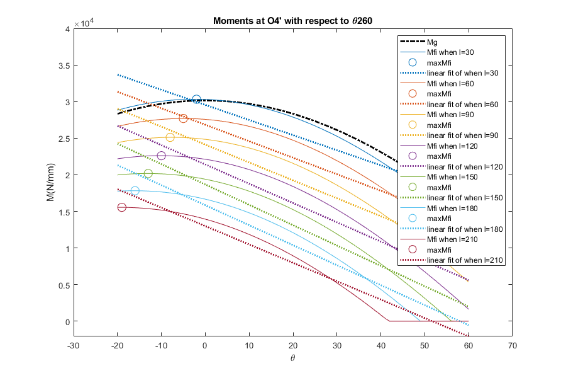
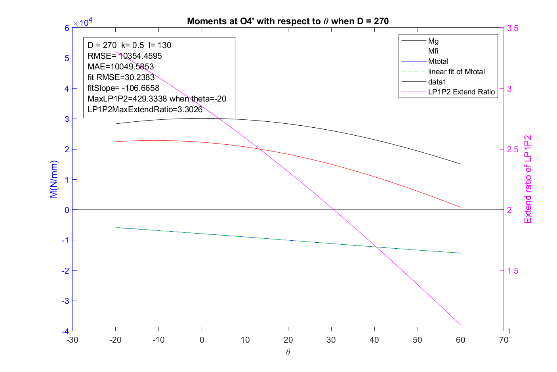
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | length | 重量 單位g |
|  | 762 | 847.34661 |
|  | 254 | 298.70661 |
| 中部豎桿615 | 615 | 679.04403 |
| 下部連桿648 | 648 | 724.22661 |



Solidworks verification

# Numeric analysis

# Conclusions

1. 運動仿真證明公式的正確性，同時上下的彈性裝置可以分別獨立支撐整個機構也可以同時作用以支撐整個機構。
2. 彈性材料對裝置產生的總體扭矩只與其安裝時同一個平行四邊的上下連桿支點的距離差有關，而與其安裝的絕對位置無關，故可假設全部彈性材點都安裝在同一支點上。
3. 計算出彈性材料比較優化的安裝角度，盡量多的在升降的全行程減少重力矩的作用

# future

1. 每條桿的重心偏移對整個力矩的影響。
2. 重心偏離的時候，重力矩的變化。

在相差260的時候，拉力接近于線性

橡皮筋內力越大，機構越容易變形

# reference