

平 衡 吊

北 京 电 机 厂 编

机 械 工 业 出 版 社

机械工业技术革新技术改造选编

平 衡 吊

北京电机厂编



机械工业出版社

内容提要 平衡吊是利用平行四边形四连杆机构原理制成的一种简易起重设备，用于起吊 15~500 公斤的中等重量的零部件。它具有结构简单、便于制造和维修、用力小、操作方便等特点。

本书介绍了平衡吊的原理、结构以及在生产中的应用，可供有关工人和技术人员参考。

平 衡 吊

北 京 电 机 厂 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $1\frac{1}{4}$ · 插页 2 · 字数 23 千字

1975 年 12 月北京第一版·1975 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—14,000 · 定价 0.14 元

*

统一书号：15033·4332

毛 主 席 语 录

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

我们必须打破常规，尽量采用先
进技术，在一个不太长的历史时期
内，把我国建设成为一个社会主义的
现代化的强国。

出版说明

在批林批孔运动的推动下，机械工业技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大职工阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

目 录

一、概述.....	1
二、平衡吊的平衡原理及计算.....	3
三、平衡吊的主要结构及作用.....	11
四、平衡吊的电气线路.....	22
五、平衡吊在生产中的应用.....	27
六、平衡吊设计时的注意事项.....	30
七、平衡吊实例.....	37

一、概 述

在一般工厂中加工中等重量(15~500 公斤)的零件时,都是用桥式吊车或电动葫芦来起运、装卸和进行产品组装的,只是在数年前才出现了工业上用的各种机械手。

采用桥式吊车和电动葫芦的优点是,应用范围广,起吊重量大。但对于几台机床加工同样的零件来说,由于装卸次数多,往往因此会产生停机等吊的现象,造成工时的浪费;或与高效率机床配合使用时,由于动作量大,动作方向又受到限制,因而也不适合于高精度的操作使用。

近几年来,许多工厂在某些机床上采用了机械手装置。但从其本身结构特性来看,一般机械手的起吊重量不大,活动范围小,所以在使用上也受到了限制。

根据以上所述情况,为了满足生产不断发展的需要,北京电机厂与一机部第八设计院相协作,于1974年初,研制成了有50公斤、100公斤、300公斤三种规格的人形机械的平衡吊,并已用于生产。这种平衡吊是一种利用平行四边形四连杆机构原理制成的简易起重设备。平衡吊的平衡臂起升和下降由电动机带动,速度一般不超过15米/分;平衡臂的水平移动和回转运动则用人力推拉,其推拉力一般不超过5公斤。

实践证明,应用平衡吊有以下几方面的优点:

1. 结构简单、体积小

平衡吊平衡臂的升降是由电动机的正、反转经皮带轮、齿轮、丝杠、丝母以及丝母支架来带动的,这些零件在一般工厂中都能制造。平衡吊本身体积小,占地面积很少,也不

受厂房结构型的限制，对于简易的不能安装其他型式吊车的厂房尤为适用。

2. 操作方便、工作效率高

由于平衡吊可以变更其升降速度，又可以按操作者的要求在三维空间内自由动作，这不但适应于吊装一般的零件，而且对于带有顶尖孔零件的装卡和带有定位止口零件的进胎，以及对于产品零部件的组装都很方便。对于大批量生产的形状比较复杂的零件，可以在平衡吊上装以专用夹具使用，这就更能减少装卸零件的辅助时间，提高效率。

3. 作业范围大

平衡吊以立柱为中心，可以回转 360° 。如果采用固定式的平衡吊，一台平衡吊可供一台或两台机床上下料用，如果采用悬挂轨道式的平衡吊，一台平衡吊可供多台机床上下料用。总之，根据需要，可以更换平衡吊的某一零件或是改变其安装方式，就可更有效地为生产服务。

二、平衡吊的平衡原理及计算

1. 平衡原理

在实际结构中，平衡吊的平衡臂自重是用拉簧来平衡的，所以在下面计算中不考虑平衡臂的重量，只分析在重物 Q 作用下各臂受力状态。

平衡臂是一平行四边形的四连杆机构。

当平衡臂起升一角度 β 时，重物 Q 与分力 Q_2 成一夹角 α ，如图 1 所示。

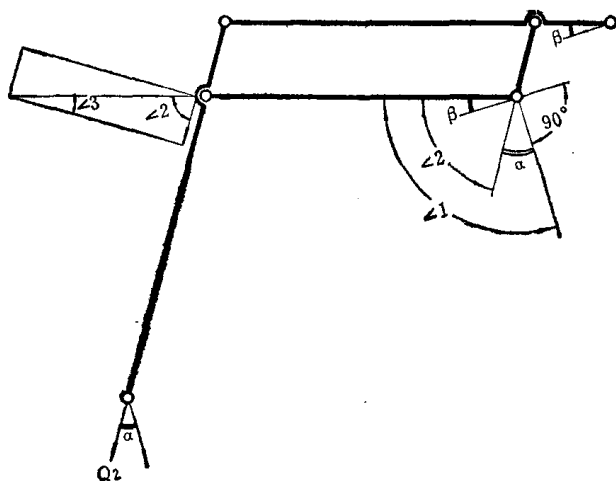


图 1

可以求得：

$$\angle 1 = 90^\circ + \beta \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 \angle 2 &= \angle 1 - \alpha \\
 &= 90^\circ + \beta - \alpha \\
 &= 90^\circ - \alpha + \beta \\
 &= 90^\circ - (\alpha - \beta)
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 \angle 3 &= 90^\circ - \angle 2 \\
 &= 90^\circ - [90^\circ - (\alpha - \beta)] \\
 &= 90^\circ - [90^\circ - \alpha + \beta] \\
 &= 90^\circ - 90^\circ + \alpha - \beta \\
 &= \alpha - \beta
 \end{aligned} \tag{3}$$

重物 Q 有两个分力，分别为 Q_1 和 Q_2 ，如图 2 所示。

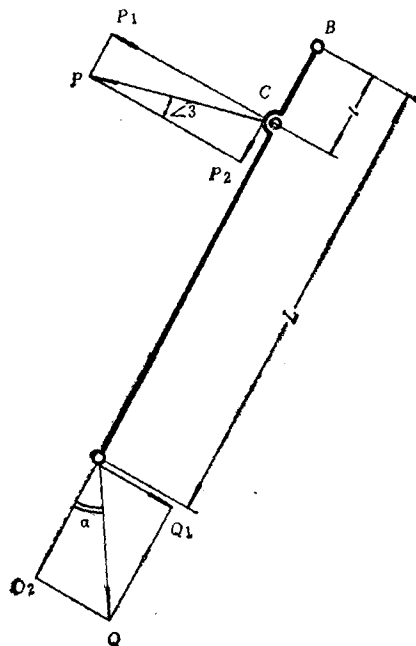


图 2

$$Q_1 = Q \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

$$Q_2 = Q \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

支点 C 的反作用力 P 也有两个分力, 即 P_1 和 P_2 。

$$P_1 = P \cdot \cos \angle 3 = P \cdot \cos(\alpha - \beta) \quad (6)$$

$$P_2 = P \cdot \sin \angle 3 = P \cdot \sin(\alpha - \beta) \quad (7)$$

对 B 点取矩 (假设 B 点为固定点):

$$\Sigma M_B = Q_1 L - P_1 l = 0$$

$$\therefore Q_1 L = P_1 l$$

$$P_1 = \frac{Q_1 L}{l} = \frac{L}{l} \cdot Q_1 = \frac{L}{l} \cdot \sin \alpha \cdot Q \quad (8)$$

将公式 (6) 代入公式 (8), 得:

$$P \cdot \cos(\alpha - \beta) = \frac{L}{l} \cdot \sin \alpha \cdot Q$$

$$P = \frac{L \cdot \sin \alpha}{l \cdot \cos(\alpha - \beta)} \cdot Q \quad (9)$$

如图 3 所示:

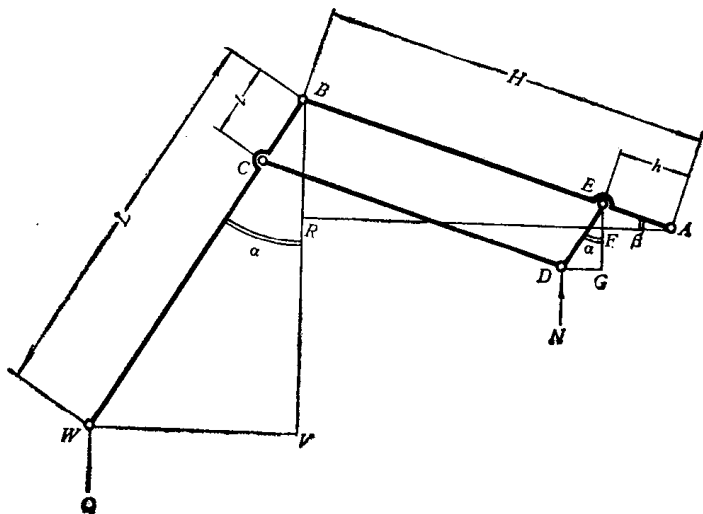


图 3

在 $\triangle BWV$ 中, 边长 $WV = L \cdot \sin \alpha$

$\triangle BRA$ 中, 边长 $RA = H \cdot \cos \beta$

$\triangle EDG$ 中, 边长 $DG = l \cdot \sin \alpha$

$\triangle EFA$ 中, 边长 $FA = h \cdot \cos \beta$

对 A 点取矩 (假设 A 点为固定点):

$$\Sigma M_A = Q \cdot (WV + RA) - N \cdot (DG + FA) = 0$$

$$Q \cdot (WV + RA) = N \cdot (DG + FA)$$

$$N = \frac{WV + RA}{DG + FA} \cdot Q = \frac{L \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \beta}{l \cdot \sin \alpha + h \cdot \cos \beta} \cdot Q \quad (10)$$

如图 4 所示, 在任意三角形 NN_1D 中, 边角关系为

$$\frac{N}{\sin \angle 2} = \frac{N_1}{\sin \alpha} \quad (\text{正弦定理})$$

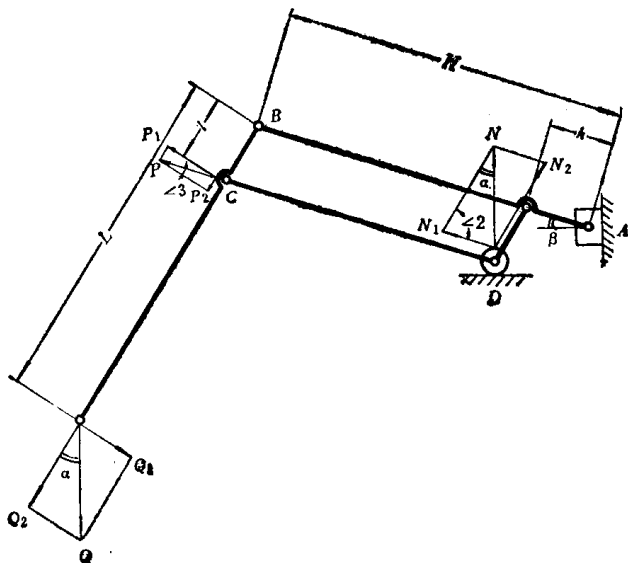


图 4

将公式 (2) 代入, 得:

$$\frac{N}{\sin[90^\circ - (\alpha - \beta)]} = \frac{N_1}{\sin \alpha}$$

$$\therefore \sin[90^\circ - (\alpha - \beta)] = \cos(\alpha - \beta)$$

$$\therefore \frac{N}{\cos(\alpha - \beta)} = \frac{N_1}{\sin \alpha}$$

$$N_1 = \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \cdot N$$

平衡条件：在图 4 中

$$\text{令} \quad N_1 = P$$

$$\text{即：} \quad \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \cdot N = \frac{L \cdot \sin \alpha}{l \cdot \cos(\alpha - \beta)} \cdot Q$$

$$\text{化简，} \quad N = \frac{L}{l} \cdot Q \quad (11)$$

将公式 (10) 代入上式，可求得：

$$\frac{L \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \beta}{l \cdot \sin \alpha + h \cdot \cos \beta} = \frac{L}{l}$$

$$L \cdot (l \cdot \sin \alpha + h \cdot \cos \beta) = l \cdot (L \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \beta)$$

$$L l \sin \alpha + L h \cos \beta = L l \sin \alpha + H l \cos \beta$$

$$\text{化简} \quad L h = H l$$

$$\frac{L}{l} = \frac{H}{h} \text{ 即为平衡方程式}$$

2. 在起升重物 Q 时，丝杠所需要的推力 G

座标 y 轴力的和为零，如图 5 所示。

图中 Q——被起升的重物；

N——水平滚轮的反作用力；

G——丝杠的推力。

$$\sum y = N - Q - G = 0$$

$$G = N - Q$$

将公式 (11) 代入上式，所以丝杠的推力为：

$$G = \frac{L}{l} \cdot Q - Q = Q \cdot \left(\frac{L}{l} - 1 \right)$$

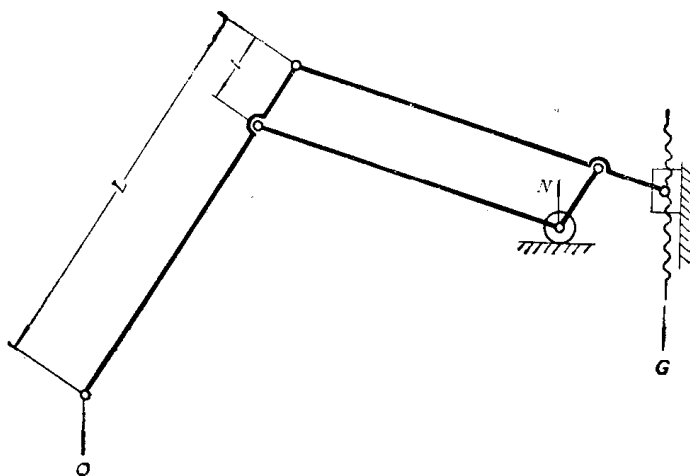


图 5

3. 滚轮 D 水平移动距离

由图 6 所示可知:

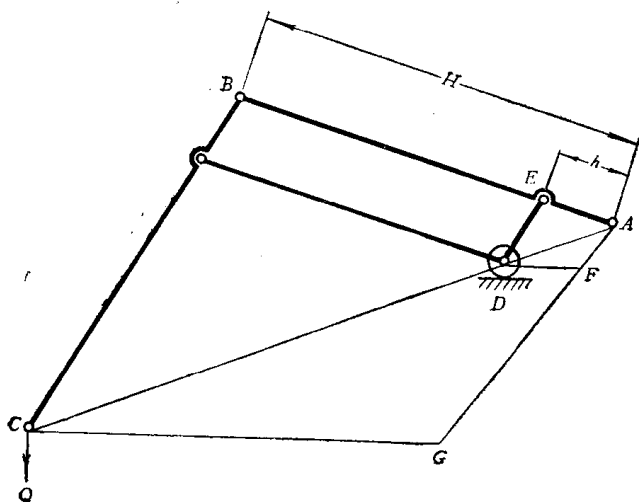


图 6

$$\therefore \triangle AED \sim \triangle ABC$$

$$\therefore \frac{AD}{AC} = \frac{AE}{AB}$$

$$\therefore \triangle ADF \sim \triangle ACG$$

$$\therefore \frac{AD}{AC} = \frac{DF}{CG}$$

$$\text{则: } \frac{DF}{CG} = \frac{AE}{AB}$$

$$\frac{DF}{CG} = \frac{h}{H}$$

所以, 滚轮 D 水平移动距离 $DF = \frac{h}{H} \cdot CG$

图中 DF ——滚轮 D 水平移动距离;

CG ——重物 Q 水平移动距离。

4. 丝母支架 A 垂直移动距离

由图 7 所示可知:

$$\therefore \triangle AED \sim \triangle ABC$$

$$\therefore \frac{AD}{AC} = \frac{AE}{AB}$$

$$\frac{AD}{AC - AD} = \frac{AE}{AB - AE}$$

$$\frac{AD}{CD} = \frac{AE}{BE}$$

$$\frac{AD}{CD} = \frac{h}{H - h}$$

$$\therefore \triangle AFD \sim \triangle CGD$$

$$\therefore \frac{AF}{CG} = \frac{AD}{CD}$$

$$\frac{AF}{CG} = \frac{h}{H - h}$$

所以, 丝母支架 A 垂直移动距离

$$AF = \frac{h}{H - h} \cdot CG$$

三、平衡吊的主要结构及作用

平衡吊主要由立柱1、回转减速箱2、拉簧3、平衡臂4、手柄5、吊钩6、电源控制箱7及电动机8等零部件组成，如图8所示。其外型尺寸参阅表1。

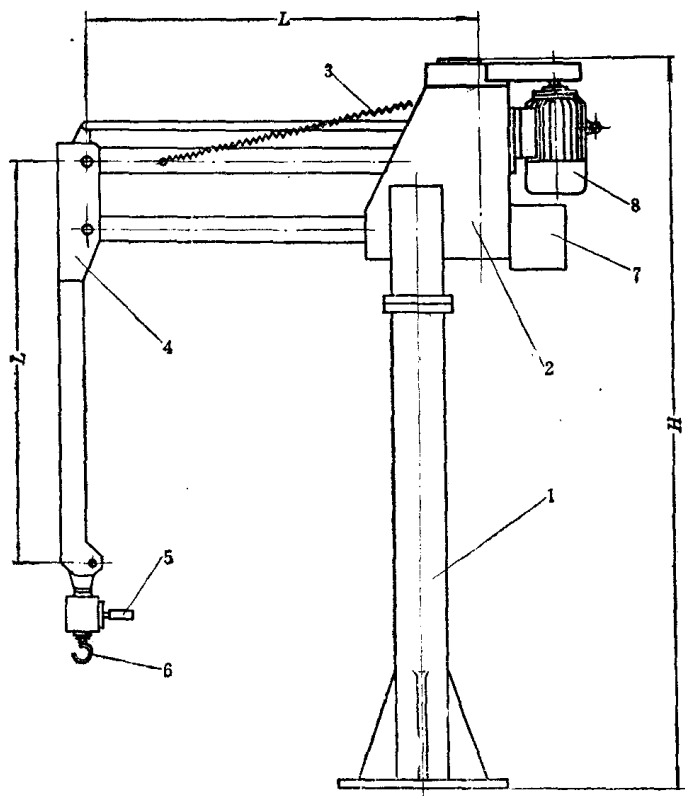


图8 平衡吊结构示意图

1—立柱；2—回转减速箱；3—拉簧；4—平衡臂；5—手柄；
6—吊钩；7—电源控制箱；8—电动机