

# 棘爪凸轮间歇机构在新型机载 全景相机上的应用

赵 鹏

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

**摘要** 本文探讨了全景相机中的机械协调问题; 简述了棘爪, 凸轮新型机构的设计思想及其工作原理。

**关键词:** 棘爪; 凸轮; 间歇机构; 全景相机

## 1 引 言

本文介绍的全景相机是一种最新研制的低空机载全景相机, 使用在新型的低空无人驾驶飞机上(升限 2000 米), 由无线电地面摇控来摄取地面目标。它具有体积小、重量轻, 机构紧凑, 像质分辨率高、曝光量自动控制等显著特点, 性能明显优于英国八十年代研究生产的同类型的 WENDEN 751 型相机。它的研制填补了国内空白, 达到八十年代末世界水平。

本文就为解决相机机械同步问题而设计的凸轮、棘爪间歇机构的作用及结构做一下粗浅的论述。

## 2 问题的提出

### 2.1 成像的原理:

新式全景相机是一种光学转筒式相机, 它利用转动的光学系统对地面目标成像, 并使胶片曝光。由于它摄取的范围是从飞机左舷  $90^\circ$  到右舷  $90^\circ$  的  $180^\circ$  范围, 故称其为全景相机、为了摄取  $180^\circ$  范围内的景物, 就必须实现光学成像系统绕光轴的旋转扫描运动, 在光学成像系统扫描的同时狭缝快门沿成像的圆柱形焦面扫过, 使胶片曝光而完成拍摄动作。其工作原理如图 1 所示:

图 1a: 光学系统逆时针旋转, 胶片与光学系统作反向运动, 飞行方向左舷飞行平面上的景物通过光学系统在胶片上成像并曝光。

图 1b: 扫描过程中某一位置工作情况，地面上与该位置相应的景物，通过光学系统在胶片上成像曝光。

图 1c: 完成了 180°扫描，飞行方向右舷飞行平面上景物通过光学系统在胶片上成像并曝光。

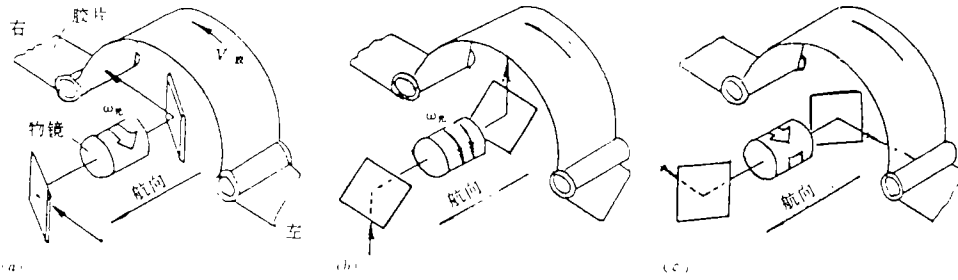


图 1 工作原理

### 2.2 视场光栏机构

由图 1 可知，光学系统每转动一周过程中有半周是拍摄状态。实际飞行中并不要求每周拍摄一次，而是先使光学系统处于转动状态，拍摄指令来到后，才执行一次拍摄。为了实现拍摄控制，必须设计一个随动的光栏机构，使胶片在照像间歇期间被遮挡，而在照像过程中光栏与光学系统的狭缝同步转动，让光线通过、使胶片正确感光。其工作示意图如图 2:

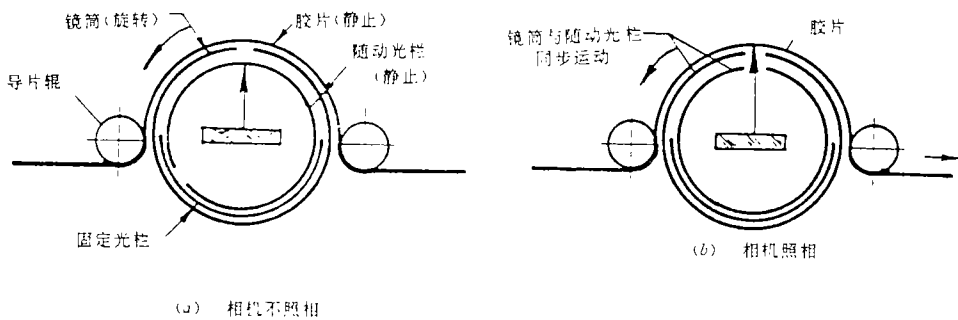


图 2 操作示意图

图 2a: 相机不照相时视场随动光栏遮挡住焦面，使其不能曝光。

图 2b: 相机照相时视场光栏与光学系统同步运动，而使胶片曝光。

### 2.3 对间歇运动的基本要求

为使相机获得较高成像质量，光学系统无卡滞、无跳动的平稳运动是十分重要的，为此，我们的设计思想是：由主电机通过齿轮减速后带动光学系统，并使其连续地转动，这样就消除了光学系统因起=停产生的运动过冲。但在使用时并不是连续地拍照，而是在需要时才使胶片曝光，同时做拉片运动完成拍摄任务。所以，光学成像系统、视场光栏、胶片一定满足同步关系：

$$\text{即：不拍照时 } V_{\text{胶}} = V_{\text{光栏}} = 0 \quad V_{\text{光}} = \omega_{\text{光}} = \omega \cdot r$$

$V_{\text{胶}}$  — 胶片运动速度；

$V_{\text{光阑}}$ —视场光阑运动速度;

$\omega$ —光学系统转动角速度;

$r$ —圆形焦面的半径;

$V_{\text{光}}$ —光学系统运动速度。;

拍照时  $V_{\text{光}} = \omega \cdot r = V_{\text{光阑}} = -V_{\text{胶}}$

也就是光阑随光学系统转动,胶片在拉片机构带动下做等速反向运动。

综上所述,为使相机工作正常就必须设计一种间歇的运动机构使胶片、视场光阑、光学系统协调运动,在控制系统控制下完成拍摄任务。

### 3 棘爪、凸轮间歇机构

根据上述要求设计了棘爪、凸轮机构,如图3所示,其运动规律为:

当不拍照时凸轮  $L1$  与光学系统相连接,在主电机带动下连续转动。凸轮  $L2$  与凸轮  $L3$  及下面齿轮固联,再通过齿轮变速带动光阑和拉片机构。此时凸轮  $L2$  通过滚动轴承与凸轮  $L1$  形成滑动副, $L1$  转动, $L2$  静止。故光学系统转动,光阑与胶片静止,且光阑挡住焦面不能拍照。当主控计算机发出拍照指令后,电磁铁吸合,拉动棘爪  $J1$  绕轴  $Z1$  转动,放开了棘爪  $J2$ 。棘爪  $J2$  在被拉伸的弹簧  $H2$  收缩作用下抬起,放开了棘爪  $J4$ 。棘爪  $J4$  与弹簧  $H4$  构成一个缓冲系统。 $H3$  收缩拉动棘爪  $J3$  绕  $Z3$  轴转动,使  $J3$  的勾头与凸轮  $L1$  的槽啮合,由于轴  $Z3$  把棘爪  $J3$  铰接固定到凸轮  $L2$  上;这时,凸轮  $L2$  与凸轮  $L1$  联成了一体,同步转动,而使拉片机构、光阑与光学系统按要求规律同步运动。当凸轮  $L2$  的凸部与棘爪  $J2$  的顶头接触,并逐渐推动  $J2$  绕  $Z2$  轴转动,此时电磁铁已放开棘爪  $J1$ , $J1$  在弹簧  $H1$  的收缩作用下卡住棘爪  $J2$ 。 $J2$  上由螺钉固定的顶块与棘轮接触并逐渐受力。由于  $H3$  的作用下拉开棘爪  $J3$ ,棘爪  $J4$ ,使凸轮  $L1$  棘爪与棘爪  $J3$  脱离,这时凸轮  $L1$  转动而凸轮  $L2$  被锁定静止,即光学系统转动;而光阑、胶片静止,成为照像间歇状态。图中棘爪  $L5$  与凸轮  $L3$  的作用是防止凸轮  $L2$  在诸多弹簧作用下反转或振动,起锁定作用。

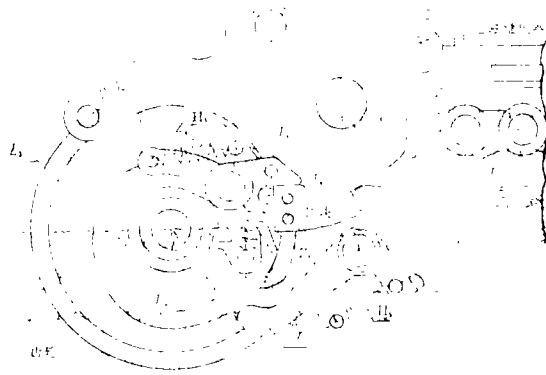


图3 棘爪凸轮结构

这套机构巧妙地完成了间歇传动的任务。该机构运动位置相互约束,弹簧可选范围大,装

配容易，定位准确。相机光学系统转动周期为 500 毫秒，该间歇机构运动状态的转换在几十毫秒内就可完成，其响应速度很快。试验证明：无论是在空中恶劣的气候条件下还是地面几千次的寿命疲劳试验中，该机构工作可靠，完全满足设计要求。

## 4 结 论

在设计指标中体积、重量受到严格限制的情况下，几十个小零件构成的间歇机构、精确地实现了机械协调运动，减少了重量，压缩了体积。作为相机研制的关键部件，棘爪凸轮间歇机构在该机载全景相机设计上得到了成功的应用。

### 参 考 文 献

- [1] [苏] Я. Е. 谢尔巴科夫，航空照相机设计和计算。  
[2] 薛实福，李庆祥，精密仪器设计。北京：清华大学出版社，1991：442

## Application of Cam Mechanism in Panoramic Aerocamera

Zhao Peng

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130024)

### Abstract

In this paper, the problems of mechanical coordination in a panoramic camera have been discussed, also the design idea and the principle of a new mechanism is composed pawls and cams for a panoramic camera have been presented.

**Key Words:** Pawls; Cams; Intermittent mechanism; Panoramic camera