

关于环境条件对航空摄影机畸变的影响

导 言

航空摄影机通常在实验室中，既在规定的条件下校准。温度规定为 20°C ；对于平均海平面高度位置，气压相应为0米和600米，在700—760千之间。由于压力和温度随着飞行高度急剧减弱，故此航空摄影条件中有一部分产生强烈的差异而不同于实验条件。随着温度和压力航空摄影物镜的几何性质（摄影机常数和畸变）产生变化。这种变化可以通过计算的方法加以探索。这就必须知道压力和温度。可是压力和温度不仅依赖于飞行高度，而且也依赖于怎样把航空摄影机安置在飞机中的方式。下面首先谈到的是主要的安置方式，其后再探索这种规定的的环境条件对蔡司一摄影机畸变的影响。

很早就曾叙述过“有关飞机密封玻璃对航空摄影机畸变的影响”。下面的研究超越了这篇文章的地方是，除了密封环境的影响之所证明的）为照片之间差别的存在和位置的实时探测提供了新的能力。这种技术的某些优点列表如下：

- 摄影图象的实时相减；
- 光学透过的真实相减（不是相乘）；
- 平行光信息处理器；
- 无连续扫描；
- 不需要计算机；
- 速度快；
- 利用原始摄影透明照片；
- 无中间摄影处理程序（例如，干涉图或接触印制的透明照片）；
- 同时调正配准和相减；
- 补偿透明照片的不同平均密度等级（由

外，同时还研究了航空摄影物镜的影响。既总的光学摄影系统。

一、摄影飞机的航空摄影装置

航空摄影机的装置主要受飞机种类与所企图飞行的高度的影响。值得注意的是，必须从4000米起为飞行员准备氧气，而从8000米起应该具有压力舱。一般说来，装置的区别在于受保护装置和不受保护装置。而不受保护装置的区别应该是附加的加热装置和没有附加的加热装置。

1. 受保护装置

在受保护装置中，位于摄影机的前面有一个较高质量的光学玻璃板。这样外界大气便与船舱隔绝。根据飞机制造厂的报告，船舱压力应调整在与2千米飞行高度相适应的不同的太阳照明或由不同摄影处理引起的）；

直观或摄影硬拷贝输出；

采用非相干光源（仅仅三角干涉仪）

对改进型来说（采用一个附加三角干涉仪或另一块剪切板），对于这两种方法包含下面附加能力。

采用非相干光源，

采用扩展光源，

小的输入光学系统（准直器直径不需要超过一张透明照片的宽度），

处理器技术大大降低了系统的光学元件所需要的波前质量。

译自：“Applied Optics”Vol.15 No.4
p871—876. 1976.

600千。温度调整在 20°C 。摄影机通过它附带的电的元件（如：马达，照明等）而产生特热。这样它的“体温”便超过了周围的温度而达到约 60°C 这样一来环境条件已经清楚：在密封玻璃前面，气压和温度适应于外界温度（正常温度），船舱中压力是600千，温度在 20°C ，相机本身的“体温”是 26°C 。

2. 不受保护的装置

在不受保护的装置中没有密封玻璃，这样船舱便置于外界大气的压力之下，关于温度有带有加热船舱和没有加热船舱的变体。带有船舱加热而处于外界温度作用之下的，只有摄影机前面的部分，带有滤光镜，物镜前面透镜与锥体部分。摄影机剩余部分便处于近似船舱的温度中。其中摄影机旁的洞的密封对摄影机有影响。在1.1中所提到过的摄影机自身的热对最终温度有所参考。摄影机的温度经过多次测量约在 $+7^{\circ}\text{C}$ 。

没有加热的舱中，摄影机既处于外界压力下，也或多或少处在外界温度的影响下。加上摄影机自身的热，仪表温度在 -12° 与 -30° 之间。从下面的表中可以得到详细的飞行高度，压力与仪表温度之间的配合

高 千 米	正 常 大 气 压 力 温 度	仪 表 温 度
6	354千 -24°C	-120°C
8	267千 -37°C	-20°C
10	198千 -50°C	-25°C
12	145千 -57°C	-30°C
14	106千 -57°C	-30°C

二、对畸变的环境影响

1. 原因

航空摄影物镜是由许多精密的，带有空气间隙的互相排列的单透镜组成。它们相应于光学构造。显示出或多或少的畸变。单透镜由具有固定的，光学的和热的特性（折射

率，热膨胀）的玻璃组成。并且通过曲率半径和中间厚度表示其几何特徵。在单透镜之间的空间处在大气压力下，并且显示出一个精密的，通过镜柜部分实现的空气间隙。空气压力的变化产生出折射率的变化，温度变化相应地使半径，中间厚度，空气间隔和折射率变化。如果弄清楚了环境条件，和使用的玻璃，以及镜柜材料的系数就可以算出相应的畸变变化。对于目标来说，在受保护装置方面必须以船舱条件为基础。附加上通过密封板产生的畸变。

板由于内部压力而弯曲。除此之外，由于适应的压力差异船舱大气的折射率不同于外界大气折射率。至于详细情况请参考文献^[3]。物镜与密封玻璃的影响必须作为整体来看待。

在不受保护装置中，物镜前面没有密封板。因此只有适应1.2中提到的环境条件对物镜的影响作为总结果。

可以明确地指出，前面研究的对象是通过在航空摄影机里面或是直接在航空摄影机前面的环境条件所产生的光学变化。但不包括作为地球与航空摄影机间所存在的不均匀

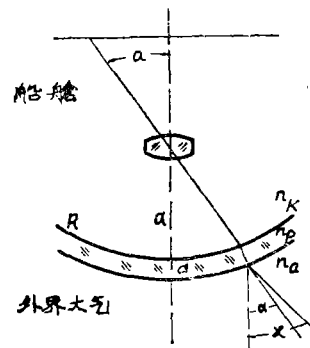


图1 带飞机密封板的航空摄影机

大气影响的折射。关于这种影响和其它影响（如：地球曲率）将在文献中谈到（例如文献1）。

2. 结果

这个计算是为下面系列的蔡司测量摄影物镜进行的：

超广角: S-Pleogon A 4/85
 广角: Pleogon A 4/153
 中等角: Toparon A 5,6/210
 正常角: Topar A 5,6/305
 狭角: Telikon A 6,3/610

千米和14千米飞行高度时全部的畸变变化在 ± 2 微米以内, 因此没有图解:

三、从结果得出的结论

前面已经为不同的装置方法综合了蔡司物镜的畸变变化。其中证明了不受保护装置的量较小。是否应该安装在压力舱里。人的问题多于仪器问题。开始就已经指出, 从生理的原因出发从 800 千米飞行高度以上, 几乎不能放弃压力船舱。但是, 这样的装置从仪器角度也提供出一个优点。航空摄影仪器不适于在过激的条件下工作。主要是能控制和调节这些条件。与此相反, 在不受保护装置方面, 关系多少是不清楚的, 更主要的是由于加热舱中摄影机处于不理想的剧烈的温度下降作用被排除了。也因为这个原因人宁愿在高空飞行中选择受保护装置。

最后再一次指出这种研究的理论性质, 畸变变化是运用几何一光学计算进行探索的。除此之外对于实验或者航空摄影校准问题还存在着不同的看法和解释。因此做一个有计划的飞行实验来检验前面数据有推荐价值。由于大的飞行高度还需要一个大的固定场地。因此这些探索超越了个人进行的可能性。而看来要通过大规模的摄影测量组织—IGP 或者 OEEPE 来进行。

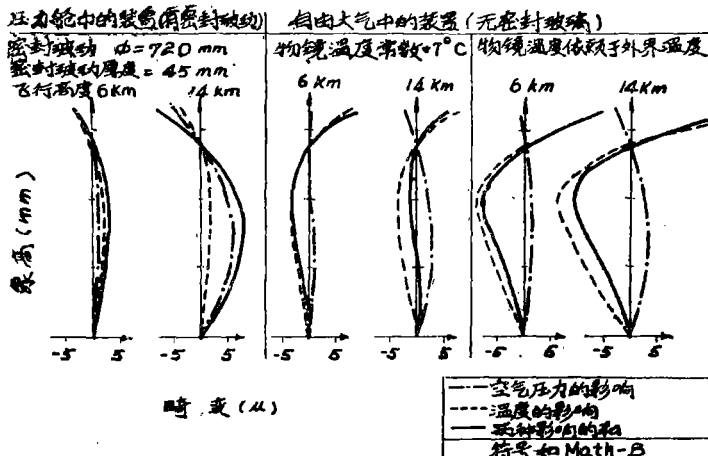
结果已在上列图表里表示出来。这个结果是受保护装置(在压力舱中的装置)与带有加热舱和不带加热舱的不受保护装置(在自由大气中的装置)做出的。其飞行高度是对 6 千米和 14 千米的。表示出了空气压力和温度的各自影响。以及共同作用的总畸变变化。

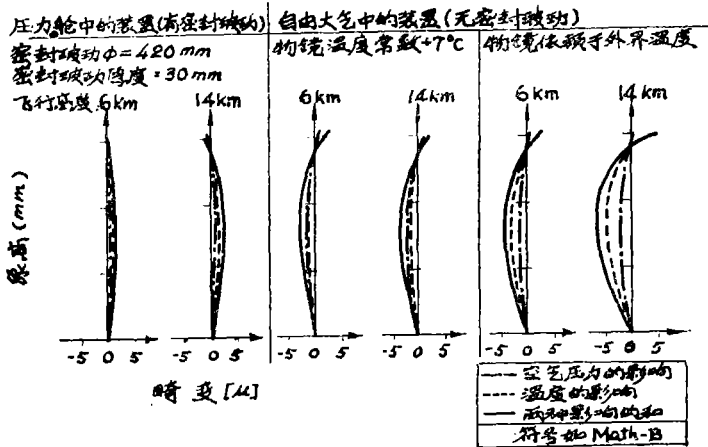
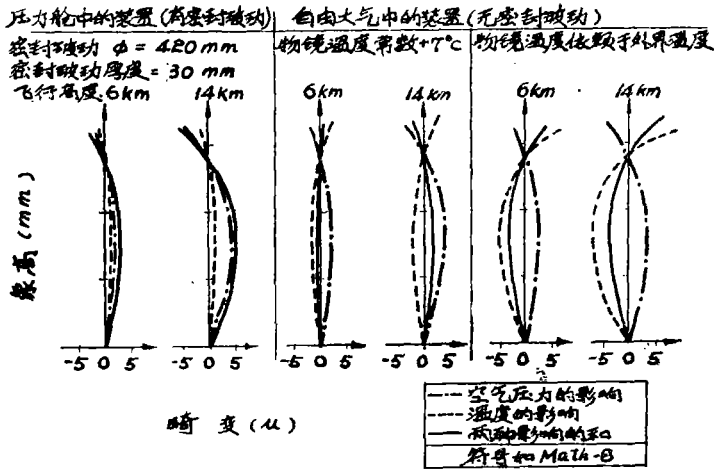
超广角: S-Pleogon A 4/85 (参看图 2)

广角: Pleogon A 4/153 (参看图 3)

中等角: Toparon A 5,6/210 (参看图 4)

对于物镜的正常角度: Topar A 5,6/305 和狭角 Telikon A 6,3/610 已经计算出在 6





结 论

适应于飞行高度的摄影机处于不同的环境条件下,温度和空气压力依赖于飞行高度。并且也依赖于飞机中安装航空摄影机的方式。这将区别为受保护与不受保护的装置。并且计算地探索在不同的飞行高度对蔡司航空摄影机畸变的影响。虽然处于过激环境条件下,畸变变化仍旧使人吃惊的小。它们依

赖于象角,对于超广角来说它们是最大的。而最终在到正常角度下降2微米阈值。有趣的是对于超广角与广角来说,最小变化不是出现在受保护装置里,而是出现在不受保护的装置里一加热舱。这里压力和温度得到令人满意的抵销。以至畸变变化保留在2—3微米以内。与此相反,在压力舱的装置方面还估计有6—8微米的畸变变化。

译自“Bildmessung und Luftbildwesen” p69-73(1975.2)(张联维译,芦寿栢校)