

林业建設技術資料汇编

航空資料在林业建設中的應用

苏联专家

貝贊柯 奧爾山尼科夫

林业部建設局編印

1959. 北京

航攝資料在林业造設中的应用

目 录

第一部分 航攝資料在林业調查設計中的应用

緒 論	1
航攝資料在木材陆运和水运調查中的应用	1
兩阶段設計の木材运輸方案勘測法	5
航空摄影測量	15
1、航攝工作	16
2、外业地形測量工作	19
3、内业摄影測量和立体摄影測量工作	30
4、航攝照比糾正	42
5、地物象比平面图的編制	44
6、象比平面精度檢查	46
7、糾正象比略图的編制	48
8、在立体地形量測仪上进行高程加密和地貌描繪	51
9、用无扭曲模型法加密高程	59
10、用多倍摄影測量仪加密高程	88
11、直线法加密高程	90
12、利用反光立体鏡进行立体描繪地形	92
13、内业地形判讀	93
14、地物平面图和地形平面图的繪制	95
15、德洛貝雪关系立体量測仪 CTD-2 的檢查和校正	99

三角网控制测量	107
基线量测	118
全部工作的评质	129
航摄像片连测	134
利用航摄像片编制分区图的方法	143
利用五万分之一地形图进行森林测量和制图的方法	153
高斯平面直角坐标	157

第一部分

緒 說

近几年来，航空摄影资料在工程勘测工作中，正越来越多的被采用来编制各种设计工作所需要地形平面图。利用航空像片编制地形平面图的主要方法之一，是立体摄影测量法。这种方法被认为是最有效的一种方法。因为采用这种方法，可以大大地减少野外工作量，同时还能改进平面图的质量。

根据苏联国家木材运输设计院在工程勘测中利用航摄资料的經驗，在某些情况下，几乎可以完全不用旧的地面测量方法，而采用航空像片进行地面测量工作。并且在水文测量（河床测量）和森林工业及工人村建筑用地测量中，采用这种方法得到了良好的效果。

至於陆运勘测方面，航摄资料暂时还没有得到广泛地运用，而且只是在准备工作和初步勘测中，供用航摄像片来选择运材线路的主要方向。然而必须补充说明，随着无线电测高仪和稳定装置的采用和改善，广泛地供用航摄像片的可能性将会大大地增加。

航摄资料在陆运水运勘测中的应用

陆运勘测分一阶段勘测和两阶段勘测。一阶段勘测时，在外业不进行初测，而进行定测，因此，在这种情况下，航摄资料只是在准备工作中应用。

在准备工作中，供用比例尺为1:25000或大于1:25000的现有航摄资料，不进行专门的航空摄影测量，亦不进行航空像片的外业平面连测和高程连测工作。

在准备工作中，可供用单张的航空像片（未统一比例尺的）

也可使用根据航摄像片绘制的比例尺为 $1:10000-1:20000$ ，等高距为 $2.5-10.00$ 米的地形平面图，此种地形平面图是以比例尺为 $1:100,000$ 的地形图作为基础，采用简易的立体摄影测量方法编制的。

航空像片和简单的地形平面图，适用于初步选择衔接点场地和肯定运材线路主要方向的方案。

选择衔接点场地的方法如下：根据航摄像片仔细观察拟定林区运材道出口的整个地区，按照场地的分佈和大小以及地形情况，研究一切可行的方案，场地的太小按航摄像片的比例尺来确定，像片的比例尺，根据地形图利用线数比较法测定，地形则借助于从地形图上向像片上转绘等高线标高来确定（等高线标高用比例尺，按地物进行转绘）。

当利用像片最后选定衔接点的某一方案感到困难时，则可确定两个勘测方案。

用简易的立体摄影测量方法，为选择衔接点场地编制比例尺为 $1:10000$ ，等高距为 $2.5-5.0$ 米的地形平面图。此图用于图解佈置衔接点的各项工程（山下楞场，冬季编排场和中心工人村）。

衔接点选好以后，就用像片进行运材道的立体选线。对于地形非常复杂的个别地段要编制简单的地形平面图。在使用像片进行立体选线时，首先在像片上划出有效面积，然后将按照地形图拟定的线路转绘到像片上去。

线路转绘到像片上去以后，进行线路方向的立体观测（立体选线）。

利用像片结合在个别路段采用限制坡度（或汽车公路的最大坡度）进行立体选线的方法如下：

按照从地形图上获取的等高线标高确定个别路段起点与终点间的高差（等高线的标高按照地物用比例尺进行转绘）。然后，在立体镜下详细观察此路段，并用标高比较法选择出最适合的线路方向的方案，除允许的坡度以外，在观察像片时，还要考虑线路的最小转角，排水渠的桥位，土壤沼泽化的程度，以及其他地貌和地质因素。

主干线的立体观察从衔接点开始，支线的立体观察从支线与主干线相衔接的地方开始。

在内业选择运材线路的过程中，对线路位置的正确与否产生怀疑时，可在像片上拟定两个方案。

线路及其支线的主要方向选定后，用铅笔将其标在像片上。

将像片上选定的线路转绘到透明纸上（在每张像片的有效面积范围内进行转绘）；而后将控制点和线路一起布置到现地上去。

布置在现地的线路畧图如下：



位于线路上的或线路附近的地物点均可作为控制点用。

在描图纸上记载线段长度、线路转角的大小，以及与控制点连测的数据。

如果在准备工作中不侯用单张像片，而侯用描绘有简单地貌的地物平面图，那么，利用这种平面图进行工作和利用一般的地形图进行工作是没有任何差别的。

兩阶段激励同时

时，在个别场地上必须进行仪器测量。在这种情况下，可以采用此例尺为1:5000。等高线间距

为1:0米的地形平面图来代替通常用仪器进行的地形测量。这种地形平面图是在像片缺少野外平面和高程连测的基础上，用立体摄影的方法绘制的。

此时，测量衔接点场地使用比例尺为1:3000—1:5000的像片。测量运材道线路时使用比例尺为1:7500—1:10000的像片。

在整个木材流送勘测中，航摄资料可用于进行河流的木材流送调查，以及编制组织流送方案。

在进行河流木材流送调查时，主要是使用比例尺为1:5000—1:10000，等高线间距为20—25公尺的像片平面图。这种像片平面图是用简易的立体摄影测量法，根据比例尺为1:100000的地形图绘制的。

编制组织流送方案是使用比例尺为1:5000—1:10000，等高距为10—25公尺的地形平面图。这种地形平面图是在航摄像片缺少野外平面连测和高程连测的基础上，用立体摄影测量法绘制的。

在上述两种情况下均使用比例尺为1:5000—1:15000的像片。

两阶段设计的木材运输简易勘测法

近三年来，由于大规模地造纸森工林伐企业，因此勘测运材道的工作量空前增大。

完成这样数以万计公里的勘测工程需要吸收大量的勘测人员需要在人口稀少的地区设立据点，需要备有测量仪器工具和设备等等。而这些在目前中国的条件下是难以做到的。

为此，产生了找寻快速勘测法的问题。找寻的快速勘测法无疑，要在保证适当的勘测质量的要求下（可以有所降低），保证完成林业部门面临的各项任务。航空摄影（航空测量）是

大，能减少勘测工程量和勘测期限的主要方法之一。

在中国，由于勘测运材道的工作很集中（在一个林业局的范围内，达150—250公里），因此大量运用这个方法将是特别有效的。

在实际勘测中，现在已经不存在利用航摄资料是否合理的问题。这个问题已经解决了，并且没有一个机构在勘测中不用航测。

现在所要解决的问题，只是利用这些材料所要达到的精确度，以及繁重的地面勘测工作在运用航摄资料的情况下能够精简的程度。

在地貌非常明显的情况下（中国大多数地区是这样），线路方向的选择问题易于解决，特别是铁路的方向，线路方向基本上是顺河流的，很少越过分水岭。

汽车道运材时基本上也是这种情况，不过线路穿越分水岭的次数要比铁路运输多。

因此，预先定线时，有比例尺为1:50000—1:100000的地形图就足够了。这是因为线路方向已由自然条件预先决定了的缘故。在这种条件下，所要解决的问题，只是在当地地形条件下，一定限制坡度的线路伸入林区的距离有多长的问题。

在这种情况下，进行两阶段设计时（初步设计和施工图设计）必须有说明敷设线路的技术可能性与经济合理性的材料。

这个问题，在按规定方向进行（大面积）航线飞行和内业按地形平面图或稀疏的航摄像片的重测定线后，将得到完善的回答。地形平面图是采用立体测绘法根据无线电测高仪测得的材料编制的。地形平面图的比例尺为1:10000；平原地区，每隔2.0—2.5米有一个地形断面；山区则每隔2.5—5.0米才有一个。

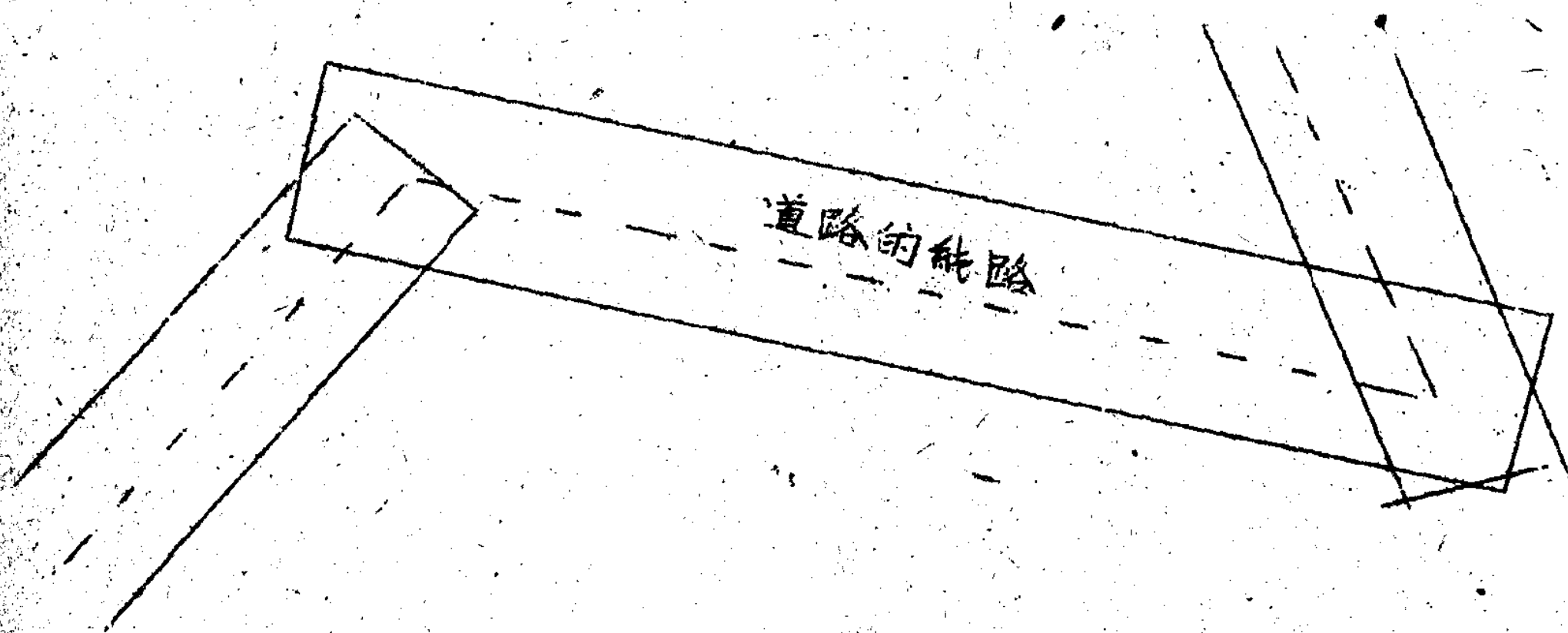
航线飞行所得的材料，一般可以满足编制二阶段设计任务的
需要。其允许误差应在平方误差 $\pm 2.5-3.0$ 米范围内。

这里，地质问题将是特别复杂的问题。因为线路在现地尚未划出土质的调查有时也就不在线路中心线上进行。因此，地质工作者在出发到现场去以前，最好自己具备有事先拟定线路方向的像片。地质工作者根据相片上的定向标，就可以使自己的调查比较，正确地接近最终的线路中心线。

在一阶段勘测线路时，勘测工程的工艺图中包含下列内容：

(1) 根据现有的制图材料和其他材料，编制运输开发方案，运输开发方案，应严格地与开发次序与探代计划相协调。根据管理初步方案的精细程度，地面勘测或航测方法。

(2) 根据事先拟定的线路方向，确定航空摄影的航线方向。飞行应顺着需要勘测的线路直线进行；在线路方向明显地方，应重叠1—2条摄影基线到一测区内，最好有两条以上的航线。



拟勘测的线路的摄影比例尺，平均为 $1:10000-15000$ ；衔接点场地的摄影比例尺为 $1:5000-1:7500$ 。

纵向和横向重叠为60%。进行航空摄影时一定要使用1带

有定向天线) 无线电测高仪和高差仪。航测工作, 最好在开始勘测的前一年进行。

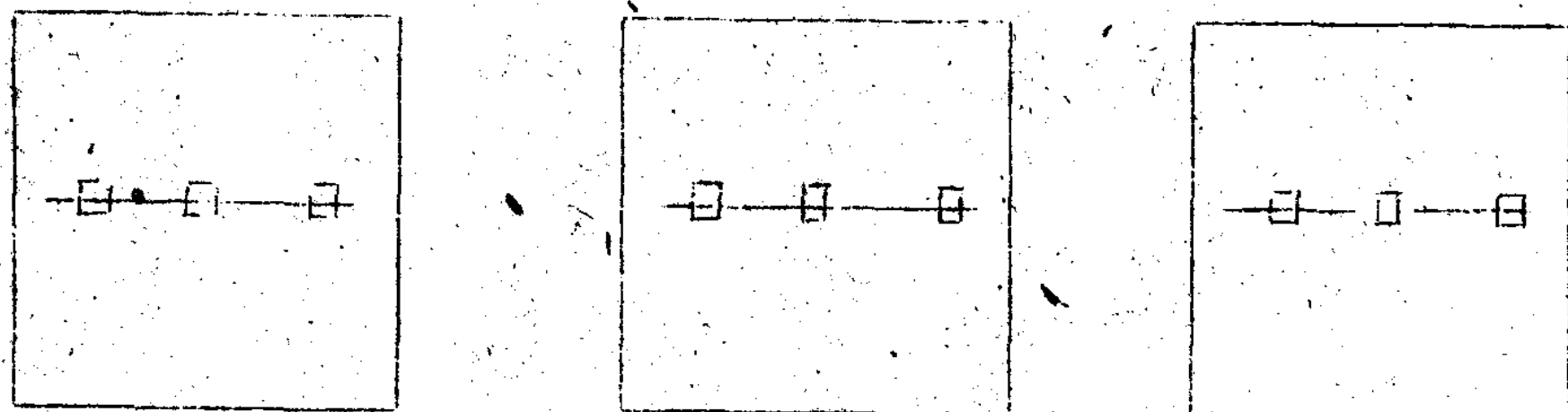
(3) 航摄像片的内业处理:

① 编制比例尺为 $1:10000$ 的平面像片三角测量底图。

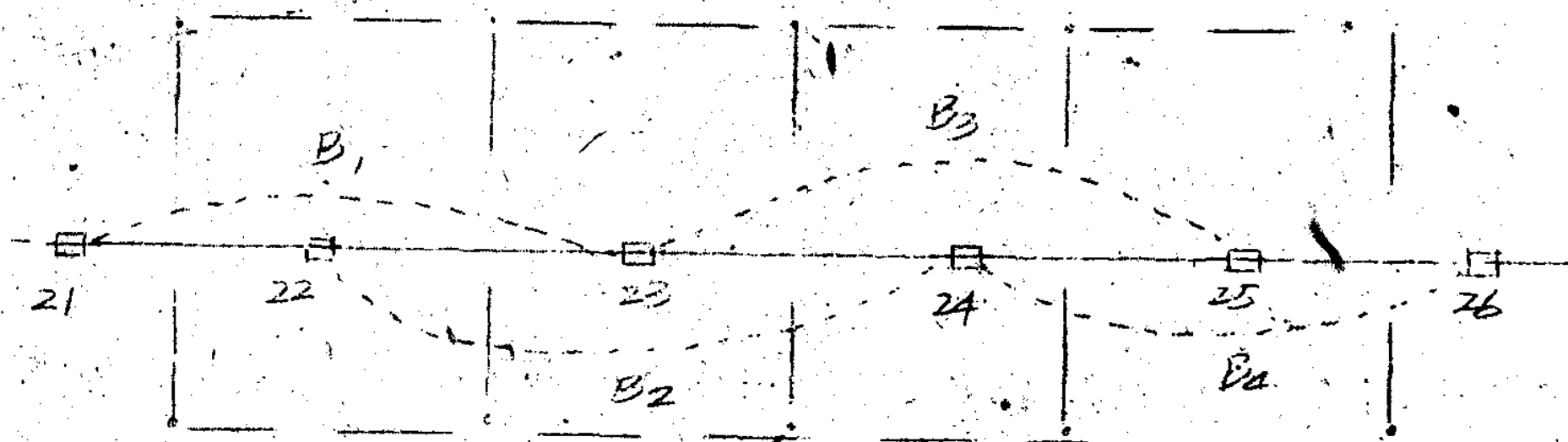
附注: 当飞机上有稳定装置时, 根据系数修正比例尺, 以代替像片的纠正工作。

② 根据双基线与无线电测高仪的读数, 将像片三角测量网改正为规定的比例尺。

在一个测区(或图幅)范围内, 在每条航线上建立自由平面像片三角测量网——平坦地区用图解法(菱形网)进行, 丘陵地区用多倍投影测图仪进行。在中向航线的每张底片上, 测定双基线(B)。



适当地量测像片三角测量自由发展网上的双基线:



像片的双基线比例尺的分母按下式求得

$$m = \frac{H_A + H_n}{2f_k} = \frac{H_{CP}}{f_k}$$

式中： f_k 为已知数（由航空摄影相机的说明书上摘录）；摄影高度 H_A 和 H_n ，每张像片都根据无线电测高仪的读数求出。

附注：如果无线电测高仪有定向天线，那末高度 H 可直接由无线电测高仪的分划线上取得。利用无定向天线的无线电测高仪时，将从无线电测高仪分划线上取的高度 H ，根据专用的诺模图（列线图解）或根据视差网引到主点。

因而知道每条双基线的 f_k 和 H （平均），就可以求出 m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 和 m_5 。

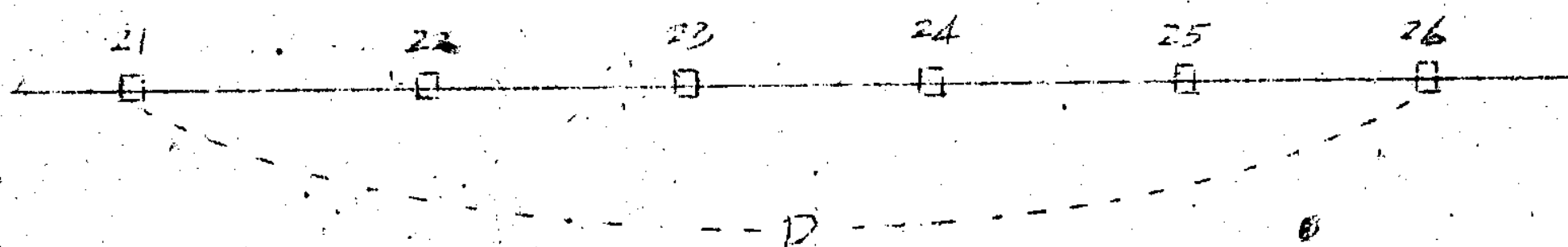
假如规定比例尺的分母经过 M 表示，那么按照下式就容易计算出中间航线像片三角测量网的每双基线的归标系数：

$$\frac{b_1 \cdot m_1}{B_1 \cdot M} = k_1; \frac{b_2 \cdot m_2}{B_2 \cdot M} = k_2; \frac{b_3 \cdot m_3}{B_3 \cdot M} = k_3; \text{等}。$$

由此平均系数将为：

$$K_{(\text{平均})} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n}{n}$$

为了按规定比例尺 $(\frac{1}{M})$ 修正像片三角测量网，应测量该网中两端主点之间的距离 (Q) 。



以平均归标系数 $(K_{(\text{平均})})$ 乘以测得的距离 (Q) ，得出按规定比例尺修正的距离 (Q_0) ，即

$$Q_0 = Q \cdot K_{(\text{平均})}$$

这时，必须考虑到航摄胶卷系统变形的影响：

$$K_g = \frac{L}{e}$$

式中： e —— 已在底片上量测的座标点之间的距离

L —— 航摄照相机的座标点之间的距离（取自航摄照相机的说明书）

e 值在几张底片上测定，取平均标数值为最终值。

公式的最终形式为

$$D_s = D : K_{av} \cdot K_g$$

根据距离 D_s ，将三角测量网放在像片还原仪上修正成规定的比例尺。

K (平均) 按下列公式计算

底片号	Hge	Hep	在底片上测量			在底照			M	$\frac{E}{B}$	$\frac{m}{M}$	K
			第一	第二	中间	第一	第二	中间				
21	1908	—	113.2	113.0	113.1	87.5	87.4	87.4	—	—	—	—
22	1912	1915	112.5	112.5	112.6	87.5	87.4	87.4	19112	1.288	0.724	0.984
23	1921	1917	109.3	109.3	109.3	85.0	85.0	85.0	19132	1.285	0.765	0.983
24	1922	1890	111.9	111.8	111.8	85.7	85.8	85.8	18862	1.303	0.754	0.982
25	1860	1865	117.2	117.0	117.1	88.2	88.2	88.2	18613	1.337	0.744	0.995
26	1808	1824	120.0	120.0	120.0	88.8	88.7	88.8	18204	1.351	0.728	0.984
27	1787	1812	119.5	119.4	119.4	87.8	87.7	87.8	18094	1.360	0.724	0.985
28	1818	1824	117.2	117.2	117.2	86.6	86.4	86.5	18204	1.355	0.728	0.986
29	1861	—	115.0	115.0	115.0	85.5	85.4	85.4	—	—	—	—

$$K_{cp} = 0.9856$$

$$D_0 = D \cdot K_{cp} \cdot K_g = 43.4 \times 0.9856 \times 1.0038 = 42.94 \text{ 厘米}$$

③ 用无线电水准测量法计标 各像片像主点的高度。

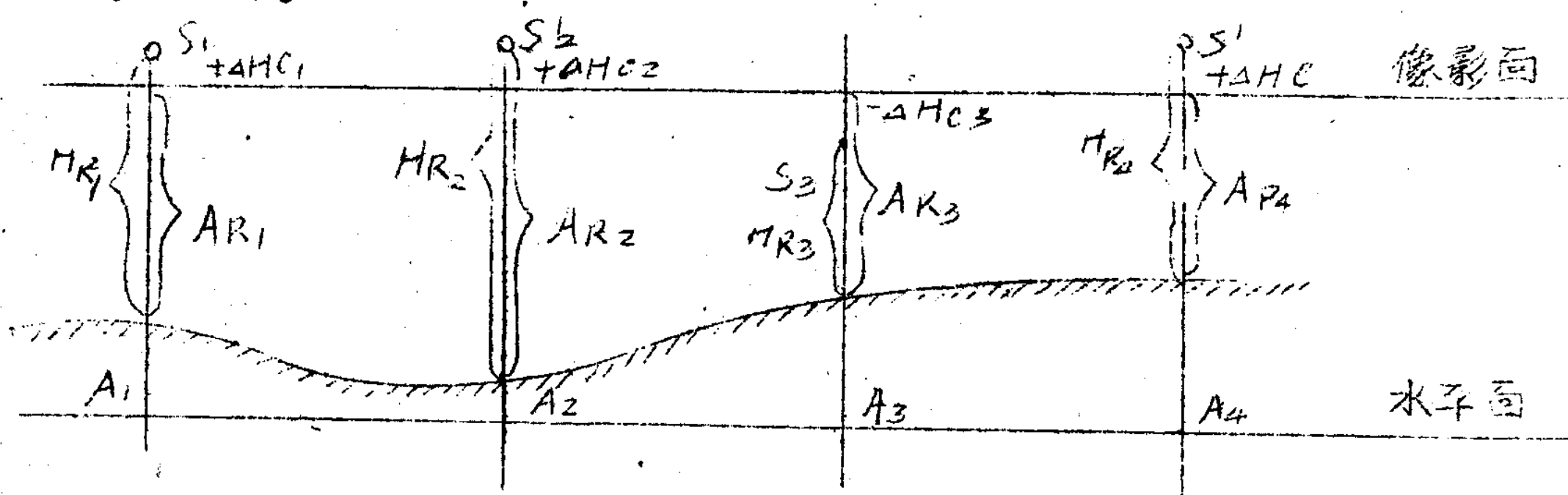
运用此法时，要採用所有現有的高程网及大比例尺的地形图。

利用无线电测高仪和高差仪的读数确定各像片像主点高度的原則是在於：根据无线电测高仪的读数（根据无线电测高仪分划线的读数）测定每张像片的摄影高度 H_n

附註：

利用无定向天线的无线电测高仪时，应将由无线电测高仪分划线上取得的高度 H_R 換称为像主点。

此外，根据高差仪的读数，可以确定像影面上投影中心的高差 ΔH_c 。

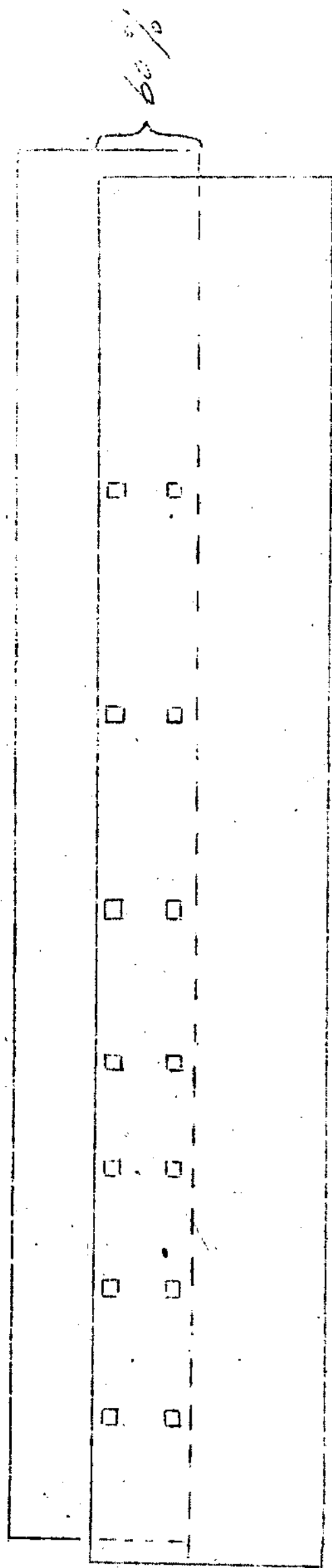


摄影高度的差数 H_R 和在像影面上的飞机高差 ΔH_c ，即为相当於此面的像片像主点的高度。

$$A_R = H_R - \Delta H_c$$

知道了一个像主点的测量标高以后，便可以按一定的公式计标出所有其他像主点的测量标高。

进行无线电水准测量后，就可以根据每张像片的 3—4 个高程点建立高程控制网。



- ④ 利用地形立体测量仪或用无扭曲的模型法进行控制网高程的摄影测量加密。
- ⑤ 根据摄影测量加密高度结果所获得的标准点立体描绘地貌。
- ⑥ 绘制地物像片平面图或图解平面图。
- ⑦ 根据绘制成的像片平面图或地形平面图，对线路中心线进行内业定线。
- ⑧ 编制线路的纵断面图。

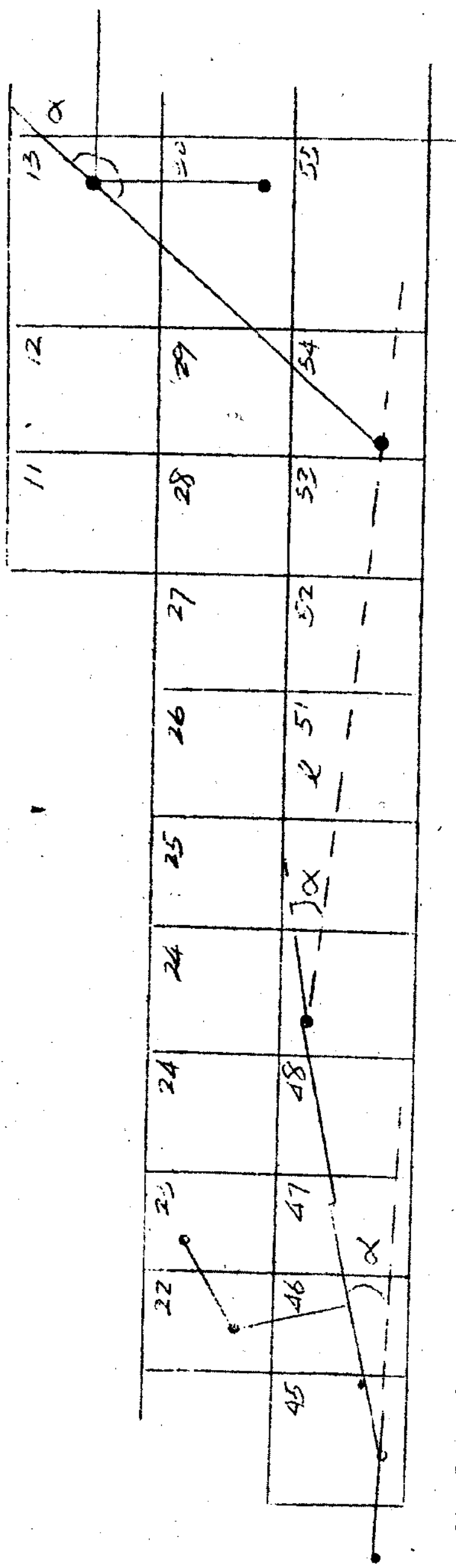
下一阶段的工作是将断面图发送施工，将内业设计的线路拿到现场去。这一阶段的工作，根据施工的需要在设计时进行。

一般，在最终编制设计书以前，先将线路的头几公里敷设在实地，以便在头一年或头一期进行定线。

将线路搬到现场去的技术是在于：

定线员与摄影测量员共同在像片平面图或像片上定线（在有效面积范围内），同时确定线路的一切因子。然后，用一张透明纸将线路及现场定线所依据的控制点从像片平面图或像

图上描下。



以利用分布在线路上的或在线路附近的地物点作为控制点。

在描图纸上，标出线路的长度、线路转角的大小及控制点的坐标资料。

为了利用精度提高了的航摄材料（中误差为 $\pm 1.0-1.5$ 米），必需进行稀疏的像片外地形量测。

在这种情况下，用一条航线沿线路中心线方向进行航空摄影测量。比例为 $1:10000$ 时，航摄影像的宽度约为 1.8 公里。

