

全國測繪科學技術經驗交流會

技 術 資 料

第 十 冊

航空攝影測量外業調繪研究

對數視距光楔的精度研究
及作業方法的探討

測 繪 出 版 社

全國測繪科學技術經驗交流會

技術資料

第十冊

航空攝影測量外業調繪研究

對數視距光楔的精度研究
及作業方法的探討

測繪出版社

航空攝影測量外業調繪研究

中國人民解放軍測繪學院 趙鴻祥 田慶龍 湯濬洪
周玉山 黃 昭 榮家興

提 要

本文研究之主要內容為地形圖上各種地物在軍事上的要求和表示方法，可使作業人員了解和明確軍事要求，有目的的對各種地物正確表示和取舍。

此外尚研究了各種地物的成象特徵和野外調繪中採用內業描繪外業檢查互相配合的方法及精度，以及所需要的象片比例尺。

還通過實驗，提出了野外調繪採用變色鉛筆和用自來水鋼筆藍黑墨水代替小鋼筆著墨的方法和野外用的簡化符號，以及調繪用工具的改進。

並經實驗證明綜合採用上述各方法進行調繪可以滿足軍事要求，提高精度並可提高調繪速度兩倍。

緒 言

由於在整個航測成圖的過程中，野外調繪工作所佔的比重是最大的，而調繪工作又是航測外業工作中最重要的一項，但是目前在調繪工作中尚存在着許多問題，因此我們認為有必要進行研究。

我們在這裡僅對1:25000及1:50000比例尺地圖上地物表示方法以及在軍事上的意義作了部分的專門探討，此外通過實驗證明了在一定象比例尺情況下可以進行內業調繪及外業檢查，這樣可以提高工作速度和質量，並提出了使用變色鉛筆及用北京藍墨水自來水鋼筆在野外進行調繪完全可以代替黑墨水，因為考慮到過去的圖式符號很繁，因此提出了僅供野外適用的過渡性符號以減輕野外工作量，還對補測方法進行了綜合，對調繪工具方面的改進提供了一些意見。在設計過程中

由于实验太少，又因缺乏经验，仅从很少实验中和过去作业及实习中总结了一些经验和体会，我们觉得内容不够丰富，不够全面。特别是自全国大跃进以来，我国广大农村将迅速的改变过去的面貌，因此调绘工作要紧紧的跟上客观发展，要随时得到改进，所以今后要随时根据客观变化进行修正。

由于目前解决地图上地物描绘的唯一方法就是调绘，而地物又是地图的主要组成部分之一，所以要想使野外测量工作彻底改变旧的面貌，必须大力的研究怎样才能使调绘方法从根本上得到改进，这些是有待于今后不断研究解决的。

一、1:25000及1:50000比例尺地图上对各种地物表示方法的研究

(一) 1:25000及1:50000比例尺地图在军队中的用途:

这两种比例尺的地图主要是供给团营级以下指挥员使用，团营级以上的指挥员仅在研究局部地区或军事上的个别重要地区才会参考，工程兵是使用于1:50000比例尺地图作为放大成1:25000比例尺地图的基础。此外1:50000比例尺地图为我国基本图，不仅在军事上使用，广大经济建设部门也使用这种地图。因此，测量人员必须具备一定的军事知识，以便根据经济建设和军事上的要求，正确地取舍各种地物，使所测绘之地形图内容更臻完善。

(二) 各种地物的表示方法:

1. 居民地调绘:

(1) 居民地及其战略战术上的意义:

现代化战争中居民地有着重要的意义，国家生活的中心城市若被敌人占领就会影响这一战争的结局，一些主要的居民地将对战争的发展起很大的影响，由于在战时敌人不会依顺我们的意志行动，所以任何居民地随战争的发展均能处于第一线的位置，居民地在战争条件下还

成为空軍轟炸和炮兵射击的良好目标，在重要地形上的居民地將成为良好的方位物，特别是比較坚固的居民地会將成为殘酷的戰場，此外因为我軍是人民軍隊，須要緊密依靠人民群眾以解决战时临时宿营和物資彈藥供应，因此居民地要結合軍事上的要求正确表示。

(2) 大居民地的表示方法：

在大居民地調繪时地物取舍應該是选取主要街道，舍去部分的次要街道，1:25000比例尺地图上應該較詳細表示，1:50000比例尺地图上內部較詳細表示，其周圍一些零散的可加以綜合。街道之取舍可依据能否通行汽車为取舍原則，特殊形狀相交的街道不要舍去。居民地外的工厂，用專門工业用房符号表示之，工人宿舍要用居民地表示方法表示，但在居民地內的工人宿舍与厂房合在一起的居民地應該用工业用房符号表示。另外有其它一些具体問題表示法詳見原設計。

(3) 大居民地之調繪方法：

大居民地調繪可以采用內业着墨外业檢查的办法，內业着墨之前可以借用該居民地之平面图（一般較大的居民地皆有平面图）或先进行野外視察，內业着墨后再行野外檢查，此时可以补測一些地物及标出方位物，野外檢查应利用交通工具进行。

这样調繪可以提高質量提高速度，同时可以使地物选取較為均匀。

(4) 农村居民地表示方法：

我国农村居民地是比較分散且很多的，尤其是它非常小，有的只有几戶人家就形成一个村庄。根据此种情况看来在1:25000及1:50000比例尺地图上，如果要求詳細表示是不可能的，因此只能要求在1:25000比例尺地图上除选取主要街道外，幷根据情况选取次要街道最少是50%以上，居民地的外輪廓要較詳細表示。1:50000比例尺地图上的居民地可仅选取主要街道，如果仅有很少主要街道而次要街道很多情况下应适当选取（因为居民地的街道选取之多寡会影响該居民地通向其他居民地道路取舍的多寡，所以要根據道路网情况考虑），对主要道路出入口要詳細表示其特征，对其余的翼側可稍加忽略，但虽綜合取舍也应表示出居民地大小（另有其他方向的具体規定見原設計）。

(5) 农村居民地的調繪方法：

可用內业着墨野外檢查的方法，但是要考慮象片的比例尺大小（可參考室內判讀研究部分）。

（6）我國南方水網地區居民地表示法：

南方地區居民地較小，零散而密集，因此對這樣居民地居于中心者可以舍去一些，但要適當表示其密度，對外圍者應詳細表示，以顯示其特征。

2. 道路網的調繪：

（1）道路網在軍事上的意義：

在現代化戰爭中，由於使用眾多的軍隊，擁有大量多種的技術裝備，戰鬥行動地區又極為廣大，因此需要交通工具能夠高度緊張的進行工作，指揮員要有計劃的運用道路網就必須利用地圖資料，必要時應進行實地偵察。因此需要在地圖上的道路網及等級詳細表示。道路網不單對運輸有影響而且還有方位意義。

（2）道路網的表示方法：

主要道路不能舍掉，在戰時可作為急造公路的道路也不能舍去。

連接居民地的最短道路不能舍去。

特殊形狀交叉及多條道路匯集交叉之道路不能舍去。

居民地主要出入口的道路可以舍，但要能顯示出其特點。

（其它內容很多省略）

3. 方位物的調繪

①方位物在軍事上的意義：

方位物在軍事上用於判定地圖方位的依據，確定自己的位置，檢查前沿輪廓，進行戰鬥部屬要素的連測，和目標的交會以及準備射擊起始諸元。

②對方位物的要求：

1. 第一類方位物：不因成圖比例尺的大小做為取舍的標準，並應在進行圖根及平面控制測量時要尽可能地測定它們的平面位置，且根據需要進行刺點。

2. 第一类方位物均应到野外判定。

3. 第二类方位物每幅图要分佈均匀并注記高程50—60个，困难地区第一、二类方位物的总和不应少于50—60个。

4. 第二类方位物除綜合法外，均可由内业測定其高程。

③对方位物的取舍及判讀

1. 方位物的取舍是根据它是否是独立这一原則出发，不見得突出于地面的方位物就都可以做为第一类方位物，比如工业基地的烟囱群，只能說它們有方位意义但不能做为方位物，又比如城市入口处的道路交叉口很多这也不能做为第二类方位标。

2. 方位物的取舍：因第一类方位物要求位置精确，但因影象往往是很难判讀的，一般都要用間接的方法，或借助于立体观察判定并且要考虑到高出地面的地物在象片上成象的特性进行刺点。

至于城市中的方位物因方位物过多，往往会因为符号过大影响了街区及其它建筑物的描繪，所以要注意取舍，又因城市中高大建筑較多，最好是使方位标均匀分佈，类型也要多样化。

4. 水系的調繪：

(1) 在軍事上的意义：

水是地理环境中的基本要素之一，对人类的生活及活动有着极大的影响。气候、土壤、植被、地貌的形成在頗大程度上受着水的影响和作用。

在軍事上河流可作为天然地綫、障碍、交通綫、部队供水的水源。海岸也具有战略及战术的意义，海岸及沿岸島嶼均可成为战时艦队停泊及战斗的地帶。現代的軍事技术成就未能降低水的障碍作用，因为随着进攻中克服这些障碍技术的提高而防禦它們的技术也在日益提高。为了淹沒和沼水地面普通采用对已建筑攔水堤坝的破坏。加固了的河岸可成为反坦克的障碍物，因此現代化战争中的战场正面多設置于用工程設施予以加固的天然水綫上。

(2) 水系的表示方法：

a. 沿海的島嶼为表示其特征仅允許取舍不允許綜合，但在1:50000

及1:25000比例尺測圖情況下不允許綜合取舍

b. 放大比例尺表示河流的水涯綫不允許壓蓋其他地物。

c. 河流之陡岸應該合乎水流的情況，如图一。



图一

d. 河水流速註記每張象片可註記一个，在河水流速变化較大地區，在流速变化处应加註記。

e. 干沟及旧战壕当深度在1公尺寬度在1公尺以上者才予表示，若深为0.5公尺無論其寬度如何均不表示，深度为1.5公尺以上者才作深度註記。

5. 土壤植物調繪：

(1) 土壤植物在軍事上的意义：

土壤植物决定着地形情况，由于它們决定着地形因素，所以需要經常仔細的估計到它們在各种战斗行动中的影响。

森林、沼泽地、水稻田、荒漠地带和草原区对軍事行动有着一定影响的。森林、沼泽地、水稻田将会对軍事行动有很大的阻碍作用，粘土地带在冬季及少雨季节道路通行极为方便，而在雨季則泥濘不易通行，同时，在干燥季节尘土給人体以恶劣的影响，同时損害了技术装备，而砂質地在雨季由于潮湿則交通情况良好。

大片森林可以隱蔽大批部队，不致受到空中和地面的偵察。但疏林就不能隱蔽大批部队，战时只能作为單个战士隱蔽。旱地中的稻田和耕地中的小面积菜园可作为良好的方位物。

在战时軍队的牲畜是需要草牧地的飼养。根据以上情况測繪人員必須根据軍事上要求描繪出。

(2) 土壤植物的表示方法：

i. 凡具有方位意义的土壤植物要詳細表示，如：旱地中的稻田，耕地中的菜园等。

ii. 凡高在0.5公尺以上的草地应以草地表示。

iii. 对地面的疏林表示，要选取重点表示特征。如图二：



图二

6. 地貌調繪:

(1) 在軍事上的意义:

地形形狀的总貌对于战时佈置战斗队形, 选择进攻方法及設置防禦陣地之考虑是必需的。在战时如果利用有利地形即可順利前进歼灭敌人, 可巩固陣地阻止敌人运动。

在野外調繪工作中主要是調繪地貌特征, 如冲沟、雨裂等。在軍事上这些特征地貌有重大意义, 又如断絕交通的地帶限制了机械装备的使用, 因此軍隊除依靠道路之外不能通行, 又如冲沟雨裂可作为部队的掩体, 露出地面的独立岩石和露岩具有明显的方位意义, 悬崖陡壁却断絕了交通。

此外战时可借助特征地貌修筑工事, 掩体即为良好的防禦地帶。

(2) 各种特征地貌的表示方法:

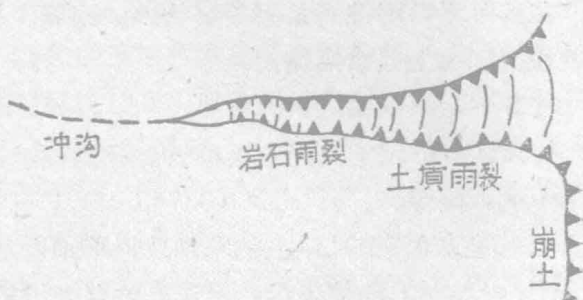
- i. 露岩: 凡依比例尺表示者如图三。若不能依比例尺表示者如图四。
- ii. 冲沟、雨裂及崩土的表示法如图五所示。
- iii. 梯田: 要表示出梯田的面积及阶梯的密度。如图六



图三



图四



图五



图六

另外一些表示方法由于不易評述，故略之。

7. 关于野外調繪片上居民地名称註記問題：

由于我国农村的居民地小，而且又較密集，因此在調繪片上註記名称，則往往会发生名称註記的面积要大于居民地面积，以致使得别人不易認出該註記是指那一居民地。因此建議在野外調繪象片上不註記名称而以阿拉伯数碼（1, 2, 3, ……）进行註記，其詳細名称在图历表內可查，以待內业轉繪时再將名称註上，同样房間数也不必註記。这样作的优点是可以減少野外工作，又可以使图面清晰，又并不妨碍最后成图。

二、室內判讀及室內着墨配合野外检查 調繪方法的研究

航攝象片除具有量測的性能外，还可以在其上确定各种影象的真相。所以航攝象片具有可判讀的特性。据此提出了室內判讀的問題。

1. 室內判讀应顧及的客观条件

在进行室內判讀之前应考虑攝影时的時間、季节和測区地物的特征。因为这些情况都对攝取的影象直接或間接地产生影响。

2. 根据影象在室內进行判讀的討論

室內判讀时要根据下列諸因素：

（1）影象的形狀——地物的形狀是不尽相同的，反映在象片上的影象也会如此；因此，它是判認物体形态的主要标誌。另外，还要熟悉具有高度的物体的成象規律。

（2）構象的大小——从各种影象大小的对比中来分辨地物的种

类也是主要標誌之一。物体有形狀之別，必有大小区别。

(3) 色調——它作为判讀地面特征的標誌是相当可靠的。但它不能作为稳定的判讀標誌，因为色調的濃淡取决于很多因素。对于已熟悉的地物判讀是相当重要的因素。

(4) 阴影——在判讀地形、植物、人工建筑物中，阴影起很大的作用，根据它的大小、形狀、色調、方向，綜合地研究，才能有效地利用这种因素。

另外，还要从地面物体的互相連系、互相制約的关系中判断各种地物才更为有效。

3. 对各种地物室內判讀的實驗和分析：

本實驗根据前述的原則进行了驗証，并分析說明了判讀的过程及其正确性，具体的內容不便詳述，故略之。

4. 室內判讀的作业方案：

(1) 审閱測区內的象片，归納出各种影象的特征及普遍存在的影象。

(2) 选择出典型象片到实地判讀，認清各种影象的本貌。

(3) 完成(1)(2)項工作即可在室內运用第(二)項的方法进行室內判讀。与野外判讀的样片完全相似的影象即可对照描繪，但不可机械地对照，要綜合考虑后才能进行。

(4) 有任何怀疑的或无法辨認的影象要到野外判讀对实。

5. 对象比例尺的建議

(1) 成图比例尺为1:25000，可以采用1:35000以及更大的象比例尺。

(2) 成图为1:50000象比例尺最小为1:45000。当地物繁杂可以将調繪片放大，若地物簡單可用1:45000比例尺的象片。

人烟稀少地区可以采用1:60000比例尺的象片。

以上建議是經我們野外实地实验研究，各种不同比例尺象片的地

物成象清晰程度对調繪質量及判讀做了具体分析得出以上結論。采用以上比例尺象片可以确保成图精度，还可以用室內判讀和野外檢查的方法进行調繪。

三、采用变色鉛笔調繪

1. 問題的提出：

以往在外业进行象片調繪是用不同硬度的普通鉛笔在象片上着鉛，回到室內来再着墨进行的。着墨一般是在晚上进行，由于外业情况下照明設備还没有得到很好的解决，着墨时在有蜡燭光下或是在煤油灯下进行，由于灯光弱、亮度不够，着墨是異常困难的。更主要的是，以往这种調繪方法是着鉛、着墨兩道工序进行，这样就加大了工作量，由于作业員全力投入工作，就自然对政治学习和业务进修有所忽略。还不尽如此，由于着鉛后还要着墨，就很容易产生移位、錯划、多划、少划的地方，直接影响到地图的成图質量。如果能够把室外的着鉛和室內着墨兩道工序一次解决，不是更可以提高作业率和提高成图精度嗎。

2. 用变色鉛笔調繪是一种好方法：

用变色鉛笔进行調繪，經過我們多次实验是完全可以的，其效果良好。

用变色鉛笔进行調繪和用普通鉛笔进行調繪，其方法是一样的，因此它具有很多鉛笔調繪的优点。鉛笔使用和携帶都很方便，划錯了可以用橡皮擦掉。

如果調繪片是使用我国公元半光紙，則事先应对象片进行擦光或刮光的处理（柯达象紙則可省略这一过程），由于公元半光紙具有象“砂紙”一样的麻面，就是使用普通的 H 鉛笔来調繪，这一处理过程也是不可免的。如果这样的象紙不經過擦光或刮光的处理，則鉛笔耗損很快，画上去的鉛跡不实，表面有浮鉛。紙条不实、表面有浮鉛，鉛跡容易被抹掉和沾染其他部分，影响綫条的纖細和均匀，影响美观

和縮小時的清晰，且容易在用蒸气燻和在漂白象片过程中发生扩散現象。

在室外进行調繪时，最好用挖有方孔的透明膠片复在象片上面，以避免出汗的手或因摩擦把象片給沾污了。回到室内来，將一天調繪的象片用盛开水的暖水瓶和盛开水的水杯上面燻，使其均匀变色。燻时要避免水蒸汽在象片上結成水珠，以防綫条着色不匀和綫条散形的現象。

内业进行象片漂白处理时，应放在5%的赤血鹽溶液中，千万不要用手去洗，可以搖动它。象片在漂白液中最好是药膜向下，以避免在漂白过程中产生的顏料沉淀染污了象片。漂白好以后，进行水洗，再放入20%的亞硫酸鈉溶液中进行清洁处理。

3. 变色鉛筆的性質

变色鉛筆的鉛芯是用鹽基顏料作成的，鹽基顏料与碱性作用向灰黑色轉变，这就更有利于我們制成縮小片。

变色鉛筆的硬度可以达到普通鉛筆的1H和2H，这样的硬度是完全可以供我們外业情况使用的，北京三星鉛筆等厂告訴我們变色鉛筆的硬度还可以增加，那就更不成問題了。

由于变色鉛筆的鉛芯是鹽基顏料作成的，它不象普通鉛筆一样，随着气温的升高而变軟。相反地，随着气温的增高和空气干燥，变色鉛筆的鉛芯的硬度和韌性都稍有增加。不过，在下霧的天气里，霧的濃度足可以使象片潮湿的情况下，变色鉛筆的硬度和韌性有显著下降。

4. 用变色鉛筆調繪的象片的保存：

用变色鉛筆調繪的象片最好是用蒸汽燻过后保存之。但由于有的調繪片要接边，要进行必要的改正，如果用蒸汽燻过后变色保存，发现錯誤进行改正时，就很难擦掉，如此用变色鉛筆調繪的調繪片应存放在干燥的地方，应放在同調繪象片大小相等的特制的木箱中，箱中有方框形的厚紙板將每張象片隔开，以免象片互相摩擦把象片沾污，

木箱中还应放上一二干燥剂，以保证木箱中经常保持干燥。

四、用鋼笔蓝墨水直接調繪的研究

1. 过去調繪时存在的缺点

(1) 用两个工序完成一个工作。

过去調繪在野外先用鉛笔描繪一遍，到室内再着墨，这样同样是一个工作却需要两个工序，給作业人员增加負担。

(2) 不能保证精度。

由于鉛笔痕迹在野外工作时的摩擦，往往是影象不清在实际工作中因此造成地物移位，或遺漏是常有的。

2. 采用自来水鋼笔进行調繪

用普通的自来水鋼笔进行調繪可以把描繪过程的两个工序併成一个在野外用鋼笔一次画好。至于笔尖的粗细可以定做或加工。

3. 采用蓝黑墨水

采用什么墨水很重要。經实验証明，使用自来水鋼笔时，用北京藍黑墨水在野外条件下不但流水順暢，使用也方便。用这种墨水調繪的象片，在內业进行漂白处理时，浸入鉄氰化鉀溶液中時間不得过长，且需用大苏打輔助。

这样凡是藍黑墨水的綫划皆变黑，綠色、紅色或棕色皆保持不变。在野外作业时，如果画錯可以用消字灵去掉，效果良好，既不損害影象，又比較清洁。

五、野外調繪工作适当采用过渡性(或称临时性)符号問題

1. 采用过渡性符号的必要性

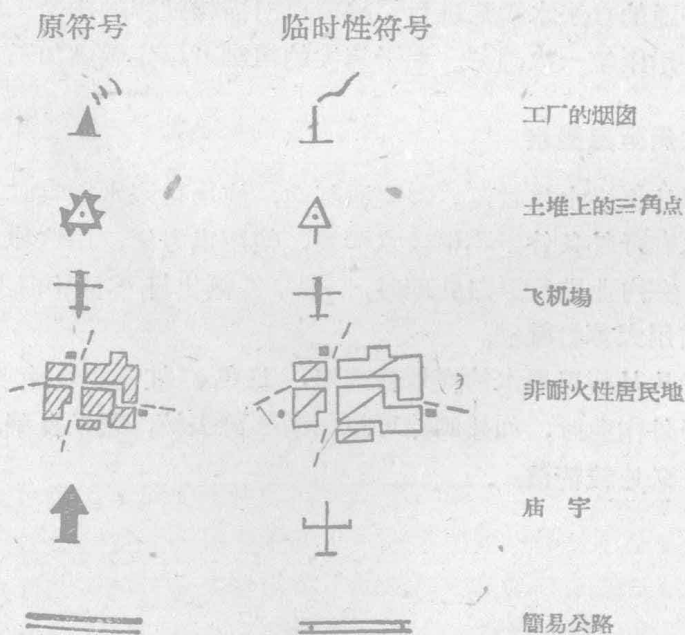
根据目前野外調繪工作当中使用地形图图式符号存有以下的缺点:

(1) 綫划复杂, 不能极迅速画出; (2) 不易画准地物位置降低了精度; (3) 佔图面大, 妨碍图幅的清晰程度。

为了克服这些缺点, 使野外工作人员在复杂多变的条件下能迅速而准确的工作, 可以建立一套仅供外业队使用的临时性符号。

2. 建立过渡性符号的主要依据

- (1) 符号本身笔划簡單容易描繪;
- (2) 尽可能使用直綫組成符号;



图七

(3) 容易画准地物位置；

(4) 适当考虑与原符号及地物形状相象。

由于符号較多不便于一一写出，只举例子說明一下。

3. 在內业的处理工作和一些符号的补充

当野外工作队把調繪象片交到內业进行清繪处理时，再把临时性的符号恢复成地形图图式符号。

特殊的地物，应补充一些新的符号。比如架空的水道，也就是引水上山的水渠以及隱蔽的道路等（詳細情况可見原始材料）。

六、关于地物补測問題

由于我国正处在社会主义建設的高潮中，新的建筑不断的出現，这就增加了航測外业調繪的补測工作。現將补測的方法归納如下。

1. 大面积的补測工作通常是用仪器补測，在明显地物上（两个以上）分別向欲补測的地物的外輪廓讀取水平角而后在室内进行透明昏交会。

2. 常見的小地物的补測

① 尽量找鄰近的相关地物来确定新地物的位置。

② 如果在新地物鄰近缺乏明显地物时可以采用方向綫交会的方法。

③ 在較平坦的地区可以在实地量它到明显地物的距离再依象比例尺縮到象片上的方法确定之。

④ 距离交会法：可在补測地物的周圍找出若干明显地物来依步測量得各点至补測地物間的距离，然后依象比例尺縮小后用圓規画圓交会求得新地物。

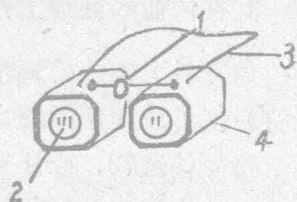
⑤ 根据配成立体模型后依照地形特征結合明显地物共同来判定的方法来确定水庫等边界是很方便的。

⑥ 鄰近相当远的距离內有地物点可判定时，可以采用測量上通常使用的后方交会法但要借助于照准器，故又叫半仪器測定。

七、調繪工具的改进

1. 立体鏡的改进：为了适用于野外作业，建議用眼鏡式立体鏡，它可以补偿因立体鏡的腿架所引起的，描繪曲綫时鉛筆运行困难，及刺点等困难，如图所示。

- 1 为眼基綫調節器
- 2 可以調節焦距的鏡頭
- 3 松紧帶
- 4 塑料制成的眼鏡架



图八

2. 調繪板之改进

改用附帆布套折叠式調繪板，板上可同时放置一个立体象对，这样可以配合立体眼鏡使用，以便于立体观察。

此外上附有小卷尺、鉛笔盒、半图仪、直角尺、刺針等附件，可供野外使用，体积小，攜帶輕便。

八、建議調繪工作应配合交通工具

我們認為調繪工作的效率很大程度上决定于跑路的速度，因此我們覺得在平坦的地区可以配备自行車进行作业，經实验效果良好。在丘陵地区以及平坦地区配备馬匹，也是很好的。这样会大大提高效率的。

以上所提出的諸問題，通过外业实验結合証明，若綜合起来采用可以提高作业速度兩倍左右，并能使外业人員除每天进行业务外尚有政治学习技术学习时间。若計劃好还可以減少天候对外业工作的限制（如雨天可以在内业着墨），我們認為可以提供作业單位参考。