

528

地质工作参考资料（第十四辑）

苏联地质测量方法指南

（比例尺 1 : 5 万）

（第一卷）



中国地质科学院情报所 译印

福建省地质局科技情报室翻印

前 言

为了适应社会主义经济建设不断发展的需要，进一步贯彻中央（1970）75号文件精神，我国部分省、市、自治区在1：20万区域地质调查工作的基础上已逐步开展了1：5万区域地质调查工作。有些省局（队）已经积累了许多经验。

为了配合我国开展大比例尺区域地质测量工作，我们选译了苏联1974年出版的《1：5万比例尺地质测量方法指南》（两卷本）的第一卷。书中谈到了当前苏联对1：5万比例尺区域地质测量工作的要求，介绍了沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩、第四纪沉积和风化壳发育地区的地质测量方法。与以往我们所了解的苏联区测情况相比，这个《指南》更加注意了航空地质、地球物理和地球化学方法以及各种方法的综合运用。此外，较详细地说明了地质测量过程中普查工作的性质和特点，介绍了苏联“联合地质测量”和区域深部研究的情况。

毛主席说：“自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。”遵照毛主席这一教导，我们相信，随着我国1：5万比例尺区测工作的广泛开展和经验的不断积累，在有批判地吸收国外经验的基础上，将会创造出具有我国特点的大比例尺区测工作方法，从而为我国地质工作尽快实现“四个改变，一个提早”作出贡献。

在翻译本书过程中，湖北地质学院汤臣健同志参加了部分章节的翻译工作，我们在此表示感谢。

由于我们思想水平和业务水平有限，在翻译出版过程中难免有谬误之处，希望同志们批评指正。

中国地质科学院情报所

1977年1月

翻 印 说 明

为了满足全面开展 1 : 5 万比例尺的地质测量工作需要, 我们又重新翻印中国地质科学院情报所译印的《苏联地质测量方法指南 (比例尺 1 : 5 万) 》。

因为时间紧迫, 故采用直接照相排印的方法。所以文中个别处特别是照片及部分插图的清晰度较差, 望参考使用的同志见谅!

福建省地质局科技情报室

1978 . 6 . 12

目 录

第一篇 地质测量的基本内容及其组织

第一章 地质测量的目的、任务和进行原则	(1)
第二章 1:5万比例尺地质测量地区的准备工作	(4)
一、航空摄影测量	(4)
二、航空物探工作	(9)
三、其它几种航测方法	(12)
四、双层和三层构造区准备工作的特点	(14)
第三章 设计和准备工作	(15)
一、工作设计书的编写	(15)
二、准备工作	(17)
(一) 航空照片的初步判读	(17)
(二) 航测方法的综合运用	(23)
三、在准备工作基础上编制的图件	(25)
第四章 进行野外工作的一般程序	(29)
一、对地形底图的要求	(29)
二、在单层、双层和三层地区进行地质测量的一般程序及主要方法	(29)
三、路线和地质、物探、化探等观测点以及山地工程和钻孔的布置	(30)
四、地质测量资料的图示法	(35)
五、对老测区的补充研究	(43)
六、深部填图和立体填图	(44)

第二篇 沉积岩发育区的地质测量

第五章 沉积岩系地质测量方法	(46)
一、沉积岩的野外观测	(46)
二、地质测量过程	(95)
(一) 在沉积岩发育区应用航空方法的特点	(96)
(二) 基本地层剖面的研究	(97)
(三) 已划分的地层单位的追索	(97)
(四) 沉积岩中各种构造运动表现形态——不整合、剥蚀、褶皱、断裂的研究	(100)
(五) 构造判读	(105)
三、沉积岩地质测量资料的专门解释和据此作出的结论	(110)

第三篇 岩浆岩发育区的地质测量

第六章 岩浆岩分类	(113)
第七章 火山岩发育区的地质测量	(120)
一、出野外前对航空摄影资料的判读及地质草图的编制.....	(120)
(一) 喷发岩、火山管道岩和次火山岩物质成分的判读.....	(120)
(二) 火山岩区航空照片的仪器判读.....	(122)
二、层状火山岩地质测量方法.....	(125)
(一) 层状火山岩的类型(按相成分)及其标志.....	(125)
(二) 火山岩系成分中熔岩和凝灰岩的数量比例(喷发性质).....	(127)
(三) 区分水下和地面火山岩的标志.....	(127)
(四) 岩石露头的野外鉴定和描述.....	(128)
(五) 喷发岩和凝灰岩产状要素的测定, 岩被底面、顶面和原始倾斜角 的确定.....	(129)
(六) 火山活动间断和岩系产状不整合的确定.....	(132)
(七) 火山岩系的划分.....	(133)
(八) 火山岩系对比原则.....	(134)
(九) 火山成因构造形态的划分和研究.....	(136)
(十) 褶皱构造和断裂的研究.....	(139)
三、火山管道岩和次火山岩的地质测量方法.....	(142)
(一) 火山管道相和次火山相的标志.....	(142)
(二) 火山管道岩体和次火山岩体的圈定.....	(144)
(三) 火山管道岩体和次火山岩体物质成分的研究.....	(144)
(四) 古火山机构的查明.....	(145)
(五) 火山机构内部构造的研究.....	(146)
四、火山岩原始构造单元的研究.....	(157)
五、火山岩的显微构造分析.....	(152)
六、岩浆期后热液蚀变岩石的研究.....	(155)
七、火山岩的取样方法(供查明矿物特征和地球化学特征用).....	(158)
第八章 侵入岩发育区的地质测量	(159)
一、侵入岩地质测量的内容.....	(159)
二、侵入体接触面的研究.....	(160)
三、侵入期的划分.....	(162)
四、侵入岩相的划分.....	(163)
五、脉岩的研究.....	(166)
六、原始构造单元的研究.....	(166)
七、接触蚀变岩石和热液蚀变岩石的研究.....	(169)
八、侵入后构造变动的研究.....	(171)
九、侵入后岩墙的研究.....	(172)

十、侵入岩的取样	(173)
十一、在双层和三层构造区研究侵入体的特点	(175)
十二、侵入岩区填图时航空照片的应用	(179)
第九章 岩浆岩地质测量资料整理及专门研究	(184)
一、室内整理方法	(184)
(一) 岩石学研究	(184)
(二) 矿物学研究方法	(187)
(三) 岩石化学特点的研究	(190)
(四) 地球化学特点的研究	(193)
(五) 物理性质的研究	(194)
(六) 绝对年龄的测定	(195)
二、室内工作结果的综合和解释	(197)
(一) 划分和对比	(197)
(二) 建造属性的确定	(205)
(三) 地质图、剖面图编制的特点	(207)
(四) 岩浆岩成矿专属性的确定	(210)
三、岩石成因设想	(214)
(一) 古火山的恢复	(214)
(二) 古火山恢复结果的图示法	(222)
(三) 侵入体形成深度的确定	(222)
(四) 侵入体侵蚀截面深度的确定	(223)
(五) 岩体形成机制的确定	(224)
(六) 侵入体形成过程的研究	(226)
(七) 同岩浆源的确定	(227)
(八) 侵入岩浆作用与地质发展史关系的确定	(228)
四、宇宙成因的圆形构造	(229)

第四篇 变质岩发育区的地质测量

第十章 变质岩系地质测量方法	(232)
一、变质岩系地层划分方法	(232)
二、变质岩系和变质带填图的航空方法	(234)
三、变质岩系相互关系的研究	(237)
(一) 剖面的描述	(237)
(二) 不整合的查明	(238)
(三) 标志层的划分	(240)
四、划分变质岩系的古生物学方法	(240)
五、测定变质岩绝对年龄的放射性方法	(243)
六、变质岩系的构造研究	(245)

(一) 变质岩系的构造特点	(245)
(二) 露头中构造形态的研究	(250)
(三) 在地质填图过程中大型构造形态的查明	(252)
七、恢复变质岩原岩性质的方法	(254)
(一) 区别正变质岩和副变质岩的准则	(254)
(二) 原生沉积变质岩形成条件的确定	(258)
八、变质沉积物形成条件的确定(通过研究化学元素的组合及活动性次序)	(267)
九、前寒武纪变质风化壳的研究	(268)
十、区域变质作用的研究方法	(270)
(一) 变质相的划分	(270)
(二) 变质带填图	(273)
(三) 褶皱作用与变质作用相互关系的研究	(274)
十一、超变质杂岩的地质填图	(279)
十二、交代作用的研究	(282)
十三、对在地质图上表示变质现象的若干建议	(284)
十四、变质杂岩成矿专属性的特点	(286)
(一) 变质杂岩的继承含矿性(受变质的矿体及矿床)	(286)
(二) 变质杂岩的变质成因的含矿性(变质生成和超变质生成的矿体和矿床)	(288)

第五篇 第四纪沉积物和风化壳的地质测量

第十一章 第四纪沉积物的地质测量	(290)
一、地质测量工作的一般任务	(290)
二、地层划分	(292)
三、成因类型的确定	(293)
四、研究方法	(293)
五、地质图	(303)
六、第四纪沉积物研究资料的整理和解释	(305)
七、第四纪沉积物地质测量工作中采用航测方法的特点	(310)
第十二章 风化壳发育区地质测量的特点	(314)
一、风化壳的形成条件和类型	(314)
二、风化壳发育区地质测量的一般任务和特点	(316)
三、根据地貌条件对风化壳分布规律的研究	(317)
四、风化壳的地层研究原则	(317)
五、在研究风化壳时进行山地工作和钻探工作的特点	(319)
六、风化壳的野外描述和岩石成分的研究	(319)
七、残积岩石的室内研究	(321)
八、风化壳发育区大比例尺图件的编制方法和内容	(324)
九、风化壳发育区专门地质图上的岩石图例	(325)

第一篇 地质测量的基本内容及其组织

第一章 地质测量的目的、任务和进行原则

地质测量的任务是编制地质图。所谓地质图，一般是指地形与地质体的相交迹线在水平面上的投影，或者换句话说，地质图就是用一定的比例尺把出露于地表的地质体反映在图上。

但在地质测量过程中，要求编制地质图的却往往不只是出露于地表的地质体，而且还有埋藏于深部的地质体。这样的地质图，或者是为地表以下相对海平面而言的一定平面编制的，或者是为某个地层层位的底面（顶面）编制的（例如为新第三系底面编制的），或者是为某一地质体表面（例如为玄武岩被表面，侵入体表面等）编制的。

研究和纪录地质体及地质现象，编制地质图，这只是地质测量的基本任务之一。地质测量的另一个很重要的任务是寻找与这些地质体有关的矿产，查明矿产分布规律，并在此基础上划分远景区。最后，如果进行地质测量的地区是正在进行或预计要进行工业或民用建设的地区，那么地质测量还有第三项任务，这就是为这种建设查明水文地质和工程地质条件。

要完成上述三项任务，就需要采用各种研究方法（包括地质方法，地球物理方法和地球化学方法等）。因此，地质测量就带有综合性质，是一种复杂而多方面的科研工作。由于地质测量当中的研究工作具有综合性，因此就需要编制多种图件。除地质图外，还要编制矿产图，矿产分布规律和预测图，以及地球物理、地球化学、工程地质、地貌等专门图件，具体要视地质测量任务和工作地区情况而定。

不同比例尺的地质测量，其任务是有本质区别的。对于两种主要比例尺——中比例尺和大比例尺的地质测量来说，尤其如此。大比例尺（1：5万—1：2.5万）地质测量与中比例尺（1：20万—1：10万）的最本质的区别，在于前者必须查明测区在经济上适合开采的深度范围以内的各种主要矿产的远景，而在建设地区必须研究建筑物对岩石实际上可能产生影响的深度范围以内的地质构造。这就需要广泛地利用地球物理方法和一定工作量的钻探来研究测区的地质构造——不仅是地表的地质构造，而且还有深部的地质构造。

1：20万的地质测量，其普查工作的主要任务是圈出对发现矿产有远景的地段。

1：5万的地质测量则与此不同，其普查工作不仅限于这个目的，而且还要发现矿点和矿床，并对其作出地质评价。如果说在进行1：20万比例尺地质测量时，凡是测区内可能存在的矿产都要普查，那么在进行1：5万比例尺地质测量时，普查着重于测区的主要矿产，虽然也不放过其它所有矿产。这实际上意味着，凡是能控制测区主要矿产形成和产出的地质构造单元，都应予以更深入的研究，都应将其更详细地反映在图上。

大比例尺地质测量首先是在经前人工作确认有矿产远景的工业区以及经济开发区进行。在大比例尺地质测量中要比在 1 : 20 万地质测量过程中更广泛地采用物、化探方法和钻探来找矿。

在转入大比例尺工作之后，在地质体的划分和沿走向对其追索方面要求比在中比例尺地质测量当中作得更详细，对岩石物质成分的研究也要求作得更详细。

这一切往往需要在进行大比例尺地质测量的同时，布置专门的地层、岩石、构造、地球物理等研究工作，并采用专门的方法（例如，航空照片的仪器判读方法，精确的地球物理方法等）。

一、地质测量地区的类型

在为某一地区所确定的研究深度范围内，一个剖面可能有三套岩系以不同关系互相搭配组成。根据一个地区的研究对象是第四系、盖层岩系还是褶皱岩系，可以把进行地质测量的地区分为单层的、双层的和三层的三种（表 1）。

地 质 测 量 地 区 的 类 型

表 1

岩 系	单 层 地 区			双 层 地 区			三层地区
	I	II	III	IV	V	VI	VII
第 四 纪	+	-	-	+	+	-	+
盖 层	-	+	-	+	-	+	+
褶 皱	-	-	+	-	+	+	+

注：加号表示在该区研究深度范围内有该岩系存在，减号表示没有。

对于上述根据“层数”对测区所作的分类，必须作几点说明。第一，上面提到的这个“层”，可能与测区已知的地层上的层和构造上的层不一致。在组成相应“层”的第四系，盖层岩系和褶皱岩系范围内，可以有一个或几个地层上的层或者一个或几个被不整合分开的构造上的层。例如，盖层岩系可能是由几个地层上的层组成的，而褶皱岩系则可能是由几个构造上的层组成的。第二，在为某一地区所确定的研究深度范围内，可能只有一个第四系，或者只有第四系和地台岩系，或者只有褶皱岩系，虽然在该区三个岩系可能都存在（图 1）。第三，许多测区在其不同的部分有不同的岩系出露，这种地区的层数问题要根据其研究深度对不同的部分分别加以解决。换句话说，该区的一部分可能是单层的，而另一部分又可能是双层的和三层的。由上所述可以作出结论：层数决定于研究深度。这就是说，根据进行地质测量的条件而定的测区类型，与其说是个地质概念，不如说是个地质—经济概念。因此，在把测区根据层数多少划入某种类型时，经济上的考虑，即确定经济上有利的研究深度乃是主要的准则之一。

进行地质测量的地区可能具有不同的地质构造，这会严重地影响地质测量所采用的方法及其组织安排。足以说明这点的是，盖层岩系可能由沉积岩或火山岩组成，而褶皱岩系则除此而外还会发生不同程度的变动、变质和被侵入体所贯穿，侵入体也可能贯穿盖层岩系。

地质测量地区的许多分类是根据各种不同标志作出的，例如根据构造状况（褶皱区，地台，过渡带）、地质构造复杂程度、可判读程度、地理位置、交通情况，等等。

所有这些分类都是为一定目的而制定的，因而在《方法指南》中不可能都加以考虑。

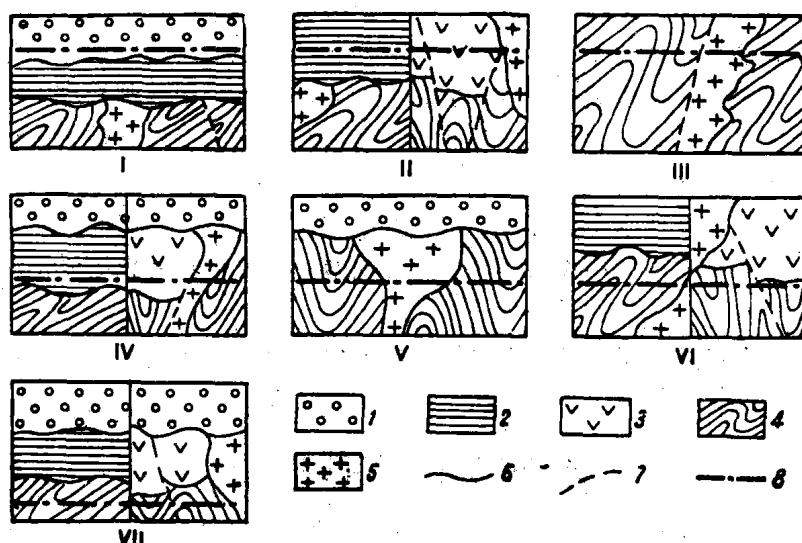


图1 地质测量地区的类型 (表1中的 I—VII)

1—第四系；2—盖层（沉积）岩系；3—盖层（火山）岩系；4—褶皱岩系；5—侵入体；
6—层的界线；7—断裂；8—该区研究深度界线

只利用某些主要标志（层数，岩石成分，岩石的变动和变质程度），便可以划分出大量地质构造不同的地区，因而在《方法指南》里，对地质测量方法的描述，乃是分别针对以某种岩石（沉积岩，火山岩，侵入岩和变质岩）发育为主的地区来作的，同时考虑了这种岩石会严重地影响测量方法的那些特点。例如，测区属于地台区还是属于褶皱区，这对沉积岩的地质测量具有重要意义，存在层状还是爆破喷出岩体，对火山岩的地质测量有着重要意义，而岩石的变质程度则对变质岩的地质测量有着重大意义，如此等等。地质测量地区的这些以及其它构造特点，本《方法指南》均给予了考虑。

二、地质测量工作的组织

联合地质测量

地质测量一般是在2—4个图幅的面积上进行的，时间为2—4年。地质测量队的组成依测区的地质构造和地理条件而定，一般由一个地质测量小队和一个普查小队组成，但在必要时亦可包括一些专业小队（物探小队、化探小队、地层小队等）或一批专业人员。目前，所谓“联合地质测量”得到了广泛发展。联合地质测量就是在广泛采用航空方法的基础上，特别是在多次判读航空照片的基础上，在大面积（8—10个图幅）上同时进行测量。在进行联合地质测量中，根据航空照片的初步判读和对已有的地球物理调查资料的解释，就能找出一些对解决测区地层、构造和岩浆活动基本问题具有关键意义的地段以及推测有矿产存在的地段。

研究了这些地段之后，就要在其余地区加密路线，并进行有计划的普查。在交通不

便的地区，为了把地质人员送到工作路线上，为了把钻机和工人运到工地，可以广泛地使用直升飞机。这样安排工作，就能更有依据地判断测区地层、岩浆活动、构造和成矿作用的情况，避免在讨论图幅边界的地质构造时发生意见分歧，从而就不必再跑编图—接图路线，就能更合理地布置路线网，在人迹罕至的地方安排钻探和山地工程，节约工作筹备和收尾以及基地建设等项的开支。目前，苏联各个地区都在进行中比例尺和大比例尺的联合地质测量，有关联合地质测量进行的程序已有专门文献论述*。

地质测量队的机构及其组织，不仅要根据地质测量的任务来决定，而且也要根据测区的地理条件和气候条件来决定。应当据此来选择运输工具、设备和装备，在某些情况下要求地质人员作些专门的个人准备，而在任何情况下他们都得知道安全技术和急救的基本常识。

所有这一切在野外地质学教程和专门的工作细则里均有阐述，《方法指南》里就不多讲了。

地质测量工作的阶段

地质测量工作包括几个工作阶段：（1）拟测地区的准备工作；（2）设计和准备工作；（3）野外工作；（4）室内工作。地质测量过程中每个阶段的作用及其工作内容，取决于测区的地质构造和矿产情况，也取决于测区的地理位置。

在某些情况下，例如在编制双层和三层地区的地质图时，准备工作和室内工作阶段的作用要比野外工作阶段大得多。对于在更大比例尺（更详细）地质测量资料基础上来编制1:5万比例尺的地质图时，也是如此。

凡此种种，在地质测量的设计过程中都应予以考虑。

第二章 1:5万比例尺地质测量地区的准备工作

对测区要求进行的初步准备，已载明在《组织和进行1:5万（1:2.5万）比例尺地质测量工作基本条例》中，这就是：在进行大比例尺地质测量之前，必须先进行1:20万或1:10万的地质测量工作，必须先进行详细程度相当的航空摄影测量和航空物探工作，而在双层和三层构造地区则还必须先进行地面物探和钻探工作。

一、航空摄影测量

凡是缺乏相应比例尺和相当质量的航空摄影资料的地区，航空摄影测量应当是1:5万（1:2.5万）比例尺地质测量工作的先导。航空照片地质判读效果的好坏，与航空摄影测量的条件有很大关系。

在苏联，航空测量通常是用像幅为18×18厘米的TЭ（地形测量电摄影）型航空摄影机（АФА）来作的。这种航空摄影机，视焦距（以毫米计）大小称为TЭ—70型，TЭ—100型等。当像幅固定时，焦距便决定着航空摄影机的视角。焦距100毫米和更小的

* 参见《组织和进行1:20万比例尺联合地质测量和航空摄影地质填图基本条例》，莫斯科，《Недра》，1973年。

航空摄影机，称为广角航空摄影机，而焦距更大的，则叫常角航空摄影机。TЭ—140和TЭ—200型航空摄影机拍摄的影像，较之TЭ—100型拍摄的，质量一般都要好，而TЭ—70型拍摄的影像，质量则一般都比TЭ—100型拍摄的差。用常角航空摄影机拍的镜头，允许在无损于影像清晰度的条件下予以放大（或称照像放大）的倍数，要比用广角航空摄影机拍的镜头大。因此，在用同样比例尺进行航空测量的情况下，那些在广角航空摄影机拍摄的镜头上看不清的小目标，可以在常角航空摄影机拍摄的镜头上判读出来。此外，不太明显的地区界线，在用常角航空摄影机拍的照片上仍然是看得出来的，但若用广角航空摄影机，无论测量的比例尺多大，都不能构成影像。

用广角航空摄影机拍摄的航空照片，影像的走样相当厉害，也就是说，感光度朝着镜头边缘逐渐减小，或者偶尔由于从物镜内平面发出反光，而使感光度朝着边缘增大。在印航空照片时，这种缺陷不能完全弥补，有时会使影像走样更厉害。因此，航空照片上感光度（照片色调）的分布情况在很大程度上是任意的，而照片色调也就成了目标的不可靠的判读标志。航空照片上相近地段感光度的差别，是一个比较客观的数值。明显的界线不会被照走样。常角航空摄影机同样会引起走样现象，但较之广角航空摄影机，走样程度要小得多。

选择航空摄影胶片具有极为重要的意义。目前，黑白航空摄影用的是15和17型正全色航空胶片。用17型航空胶片可以得到质量较好的影像，但是它的感光度要比15型的低些。正色航空胶片（AC—1，PΦ—3）只有在为了专门目的而进行大比例尺航空测量（例如测量浅的海底）时才是适用的。红外胶片对红光和红外光感受灵敏（达750—850HM），这种胶片主要用于植被的航空摄影，也用于高程在三公里以上的航空摄影（可以减小空中烟雾的影响）。ИH—3型三层航空胶片用于彩色航空摄影。在彩色航空照片上，地物影像的颜色接近于本色，这就在某些情况下使判读容易作了。不过，彩色航空摄影只有用常角航空摄影机才能进行，而且摄影的比例尺往往是很大的（滤光镜会破坏色散射，然而在从高程很大的空中摄影的时候，若不用滤光镜，空中烟雾的影响便会令人不能容忍地增大）。

只有在出露地区，即在岩石露头的颜色可以在空中分辨出来，从而露头的颜色可能成为露头的判读标志的那些地区，才可建议将彩色航空摄影测量用于地质目的。用得最普遍的是谱带航空摄影测量，也就是用CH—6型双层航空胶片摄影，而这种胶片的一层是全色片，另一层是红外片。由谱带航空底片洗印出来的彩色航空照片，能以一定的颜色反映地物。只有当测区的湿度和植被成为测区地质构造的重要标志的时候，以及在从很大高程的空中摄影的情况下，谱带航空摄影测量对地质判读才是有利的。谱带航空照片同彩色航空照片一样，比黑白航空照片昂贵得多。关于运用彩色和谱带航空摄影测量进行地质判读的详细资料，可参阅 IO.A 扎伊策夫和 A.A 穆希纳娅的著作（1966年）。

地形强烈切割的地段的航空照片，感光度的反差一般都很大，受到阳光照射的阳坡的亮度比阴坡的亮度大许多倍，因此照片上显示出是浅色的。阴坡在照片上是曝光不足的部分，其影像是不可细分的黑斑。降低航空胶片和航空照片反差度的照片加工工作，或许会部分地弥补这一缺陷，或许会导致即使阳坡上的反差小的目标显示不出来。为了减少落入航空照片上阴暗部分和不能反映出来的目标的数量，山区的航空摄影测量应在太阳升到最高的时候，即在五、六和七月的午间进行。在高山地区和极区，只有在当地

冰雪大量消融以后的时期，才适合作航空摄影测量，但这并不是总能办得到的。

在太阳处于最高位置时作的航空摄影测量，虽能减少阴暗部分的面积，但却不能获得其余阴暗部分的影像。还可以采用另一种方法：当太阳所处的高度位置成 30° 以下角度的时候，利用不带滤光镜，用正色胶片的常角航空摄影机进行航空摄影测量。在这种情况下，阴暗部分遮盖的面积是很大的，可是，胶片所感受的阳坡和阴坡的亮度反差，却仅为上述情况的若干分之一。这样就可以得到阴暗部分及其以外部分的影像。当然，第二种方法只有在大气层的透明度很大，而且烟雾的影响可以忽略不计的时候才能采用（航空摄影测量其实往往是在使用滤光镜哪怕是弱滤光镜的情况下进行的，因为如果不用滤光镜，烟雾的影响便显得很厉害）。大多数处于阴暗部分之内的目标，如果在电子扫描仪上印制航空照片，就可以使其恢复影像。

在平坦的平原地区，人们往往力图在航空照片上加强微地形的影像。为达此目的，最好使用广角航空摄影机在太阳不太高（ $20-30^\circ$ ）的时候进行航空摄影测量。

大多数地区最适宜在春季，在洪水刚刚退去，土壤还未干涸，树叶未茂，田野上未长植物的时候摄影。为了选择航空摄影测量的时间，还必须考虑植物的地质指示作用，大气层透明度的昼夜和季节性变化及晴天数。如果未曾得到春季的照片，那末，在沙漠和半沙漠地区最好要有秋季的，而不是夏季的照片。在落叶森林地带，在秋季的落叶期间或者落叶之后作的航空摄影测量，对地质判读并非总是合适，因为落下的树叶遮掩地质构造细节的程度，和树叶繁茂的树木不相上下，而光秃树木的地质指示特点，实际上又判读不出来。凡是地区影像全部或局部被云彩、由云彩引起的阴影、洪水或雪所掩盖的照片，均不利于地质判读（在高山地区和极区，应当在冰雪覆盖面积最小的时期进行航空摄影测量）。

如果在填图地区尚未进行航空摄影测量，或者如果现有航空摄影测量材料不能满足地质判读的要求，那末，在测区准备阶段，就要定作一次新的航空摄影测量。进行这次航空摄影测量时，最好同时使用焦距不同亦即测量比例尺不同，或者胶片类型不同的两种航空摄影机。这样作时，其中一种航空摄影机被视为是主要的，它决定着飞行的价值，另一种航空摄影机则被视为是辅助的（表 2）。

航空摄影测量的大致比例尺和航空摄影机的类型

表 2

地 区 级 别。	采 用 投 影 印 像		不 采 用 投 影 印 像	
	航 空 摄 影 机			
	主 要 的	辅 助 的	主 要 的	辅 助 的
1. I—II	1 : 50,000	1 : 70,000	1 : 50,000	1 : 35,000
	TЭ—100	TЭ—70	TЭ—100	TЭ—140
2. III—IV	1 : 50,000	1 : 35,000	1 : 25,000	1 : 50,000
	TЭ—100	TЭ—140	TЭ—200	TЭ—100
3. V	1 : 35,000	1 : 25,000	1 : 25,000	1 : 18,000
	TЭ—140	TЭ—200	TЭ—140	TЭ—200
	TЭ—100	TЭ—140	TЭ—100	TЭ—140

• 这里划分的地区级别，是按地质勘探工作综合预算定额手册定的。——编者注

在最近几年里，随着航空摄影飞机飞行高度的加大，所谓高空航空摄影测量，也就是飞行的绝对高程在10公里左右的1:10万—1:20万的航空摄影测量，应当得到广泛采用。高空照片照例是不能代替普通航空照片的，但是它的视场比其它任何航空照片都要宽广，正因为如此，它能使地质判读的效率大为提高。

(一) 对航空摄影测量材料的要求

判读时使用的航空摄影测量材料

人们最常利用航空照片（接触印像）来进行判读。对彩色和谱带航空胶片进行室内判读最好直接根据航空底片，因为航空照片，由于彩色像纸的特点，不能充分显示出胶片上存在的颜色差别。判读航空底片需要对工作有一定的熟练程度。对仪器判读来说，采用黑白航空底片有时也是合适的，因为这种底片即使放大6—8倍，亦无损于它的清晰度，而航空照片却只能保持到放大3—4倍。

在采用小比例尺航空摄影测量和没有放大机的时候（例如在野外条件下），可用投影印像即放大的航空照片来提高判读的详细程度。为了加大判读的视场和获得统一的摄影影像，可将若干张照片略图汇集成为整张图幅，这些照片略图乃是由一套接触印像或投影印像剪贴而成的，作法是把相邻印像的边缘部分顺着相同的线剪掉，然后将剪下的中央部分贴到纸板或另外的坚硬底板上。

应当利用从地形图上抄录下来的标识符号，把精确照片略图或不定向照片平面图与上述照片略图区别开来。精确照片略图或不定向照片平面图是由若干作过修板的航空照片（校正了航空测量的倾斜角）剪贴而成的。精确照片略图一般用地形图比例尺制成，当高差十分大时地形会引起走样，这就需要每张照片修板二次（或若干次）来加以补偿，以便在所取得的一个印像上用所需比例尺映出较高的地段，而在另一个印像上映出较低的地段，并且要使照片略图只包括这些地段（即所谓按带修板）。1:5万和1:2.5万比例尺的精确照片略图可作为地质图的地形底图。

航空照片的修板和精确照片略图的制作是一项繁重的工作，需要有相当的设备和专业人员，1:5万比例尺图幅的精确照片略图，其成本要比一般照片略图昂贵数十倍，而且还会随着航空摄影测量比例尺和地区高差的增大而增加。除精确照片略图外，有时还要为判读制作一套作过修板的航空照片。在平原地区，每张作过修板的航空照片都可作为摄影地段的地形底图。作过修板的航空照片能够进行测量判读，判读的精度比未作过修板的航空照片要高些，所用的手段也要简单些。在缺乏小比例尺航空照片的情况下，除利用照片略图和精确照片略图外，还利用这两种图缩小后的照相复制图。

照片平面图是地形填图过程中采用的一种精度较高的照片略图。把某个单位所拥有的照片平面图或精确照片略图制成考贝，需要的成本不高。

在山区，当1:5万比例尺图幅上的地形高差超过500—700米时，制作精确照片略图和照片平面图就不合适了，因为精确照片略图和照片平面图的影像质量较低，而且有时界线位置的准确度也较低。

正视照片平面图是一种在任何地形条件下均可保持影像准确度和质量的照片平面图，是最宝贵的一种航空摄影材料。制作正视照片平面图需要新型的复杂设备。有等高线表示出地形的照片平面图和正视照片平面图，称之为地形照片平面图或照片图。苏联

近年来计划统一发行一批照片图。使用照片图要与地形图结合起来，因为在照片影像上只反映出稀少的一些地形物。

为了把航空照片汇集成一个图幅或其一部分，为了编写工作设计，为了判断航空摄影测量路线的方向和有无重复现象，以及为了其它目的，可以复制剪贴图。复制剪贴图通过照相来完成，也就是把该图幅的全部航空照片沿相同界线互相拼合起来以后，再把它们拍摄下来。照像大致要缩小三分之二，其照片质量一般都低，而几何变形较之照片略图要大得多。因此，复制剪贴图不能代替缩小的照片略图，更不能代替其它航空摄影测量材料。

(二) 对收集航空摄影测量材料的要求

地质测量队应具备下列航空摄影测量材料：

1. 必要份数的接触印像。至少应当有三份：一份供初步判读用，另一份供野外判读用，第三份供最终编制地质图时核对用。此外，一般还需要多有几份接触印像，以供同一图幅相邻地段工作的测量人员用，供编制照片略图以及报告插图用。因为接触印像的成本不高，在份数上讲节约是很不适当的。

2. 必要份数的复制剪贴图，以便保证地质测量人员人手一份和供工作设计用。

3. 所采用的各种航空摄影测量的说明书副本。说明书中说明了航空摄影机的焦距，焦距值的大小在作立体判读时会影响模式，而对测量判读又是必不可少的。说明书中还说明了航空摄影测量的比例尺以及其它参数。

4. 1:2.5万和1:5万比例尺的精确照片略图，供平原地区地质测量用，以及在缺乏转绘仪器（把已判读出的界线转绘到图上的仪器）的情况下使用。如果保存有胶片或以前使用过胶片的单位手中有照片平面图或精确照片略图，则在任何情况下都要向其定购这种照片的复制品。

5. 一份彩色接触印像（彩色印像的价钱比黑白印像贵10—15倍），这是采用彩色或谱带航空摄影测量得到的。使用彩色接触印像时，一般都要把判读资料标在用同一航空胶片制成的黑白印像上。

6. 必要份数的投影印像，如果航空摄影测量比例尺小于详细判读所要求的照片影像比例尺的话（见表3）。制作投影印像的比例尺最好为1:2.5万，但也要用1:1万—1:1.5万的比例尺来作为补充（对整个面积和个别地段）。若计划制作精确照片略图，则最好用同样比例尺的作过修板的照片来代替投影印像。除放大或作过修板的航空照片外，对判读的所有阶段还应当提供接触印像。

7. 若干照片略图（当缺乏精确照片略图或照片平面图时）。如果航空摄影测量的比例尺大于判读视场所要求的比例尺（见表3），则最好还要有照片略图缩小后的复制图。

定购航空摄影测量材料时必须说明，绒面照相纸和光面照相纸的照片各要多少份。

(三) 对航空摄影测量材料的质量要求

云彩或其阴影、刻痕、斑点等的影像都会在航空照片上产生干扰，而判读航空照片时重要的就是要没有这些干扰。

为了进行判读，接触印像应当具有最优感光度反差。当感光度反差为最优时，白色就只表示地形上个别最明亮的部分（岸滩上的砂、灰岩露头），而黑色则表示最不明亮的物体（河流、湖泊、深的阴影）。如果航空照片上感光度反差小，毫无接近黑白二色的色调，那就说明照像纸选得不对。印像应在反差较大的照像纸上反复做。当既有黑色又有白色，而且这两种颜色的影像占了地区的很大部分，从而使其细节显示不出时，则必须用较软的（即反差较小的）照相纸。有时印像纸的号码虽然选对了，但印像出现曝光过度（“模糊”）或不足的现象，即是说，印像的平均色调很暗或太亮，致使对细小部分观察不清。这同样会妨碍判读。

印像上不应察觉出光亮度有向画面边部降低的现象；航空照片中心的和边部的相似物体应大致具有同一色调。印像上不应有斑点和假界线，斑点和假界线有时是因像片在热显影液中放置不均或像片各部分受显影液作用的时间长短不同而产生的。

保证印像质量的一条重要准则是在曝光瞬间要把航空底片和照像纸夹紧，即是说要使航空底片的乳剂层与照像纸贴紧在一起。根据画面上各个部位界线影像的清晰度，就可检验出在曝光时是否把航空底片和照像纸夹紧了。

若接触印像有上述某种毛病，就应报废并送回返工。对放大的航空照片也应提出这样的要求。由于制作符合质量要求的放大的航空照片比制作接触印像更为复杂，因此，检查照片的清晰度和色调显示是否合格，就显得尤其重要。

高山地区的航空照片即使是按上述要求制作成的，判读效果仍然很差。这是因为阳坡与阴坡之间的明亮度以及冰雪与暗色岩石之间的明亮度差别很大的缘故，而且，就是选择好印像条件也无法补偿。平原地区当存在明亮度差异悬殊的物体时也会发生类似的情况。在这种情况下，只要在电子复制仪上加印航空照片，判读的效率便可以大为提高。

航空摄影测量材料对于地质判读的适用程度，还取决于航空摄影测量的条件，即季节、昼夜时间、大气层状况、航空摄影机型号、胶卷等。

二、航空物探工作

所谓航空物探工作，指的是利用安装在飞机或直升飞机上的仪器对天然和人工物理场进行各种测量的航测工作。航空物探方法有航空磁法，航空放射性测量法和航空电法。

航空磁法记录的是地磁场矢量的增长模量 T_s ， T_s 是由地质体的某种磁化强度所决定的。

航空放射性测量法有两种：伽玛法和光谱—伽玛法。第一种方法测量伽玛射线的总强度及其“刚性”组份，这种刚性组份是由某些岩石中所含的放射性元素造成的；第二种方法是按刚性将伽玛射线细分，并用专门设备将其换算成铀、钍和放射性钾在岩石中的含量。

航空电法（长导线法，旋转场法，感应法等）的依据是人工或天然电磁场的强度和极化度与岩石的电性存在着依存关系。

航空磁法和航空放射性测量法在地质测量和普查中所要解决的问题将在下面几章中叙述，因此这里只是简短的谈谈航空电法的使用条件。如果把航空电法的测量结果表示

在电磁场组分图上,那么这些结果就可以用来查明电阻较低的地带和地段,例如破碎带、石墨化片岩段、硫化物矿体等。

有人提出的对用感应法(包括长导线法)取得的资料进行整理的方法,由于可将测量结果表示为有效电阻 ρ ,因而有可能判断研究地段上具有不同电阻的地质体的分布面积及其界线。这一方法大大扩充了物探图的内容,因而就使利用物探图来解决范围更大的地质课题的可能性相应地增加了。

在苏联,用于地质目的和找矿目的的航空磁测和航空放射性测量得到了最普遍推广。

为了记录相对磁场,可以使用 AM—13 型, AMM—13 型和 AMΦ—21 型铁探测仪。AMΦ—21 型磁力仪是 АСГ—46 型和 АСГ—48 型航空物探站的一个组成部分,这两种航空物探站除测量磁场外,还要测量测区的放射性。

当代的要求是务必要把测量中获得的磁场相对值列入正常地磁场。为了达到这个要求,不仅要利用在苏联全国设置的绝对控制网,而且要在航空磁测过程中测定磁场模量的绝对值。

测定绝对值使用 ЯП—1、ЯПУ 和 АЯАМ—6 型核旋进磁力仪,后一种核旋进磁力仪的用途是建立制图控制网。在航空磁测过程中,用 ЯП—1 型和 ЯПУ 型核旋进磁力仪对磁场总强度 T_s 进行不连续测量,时间间隔为 1—2 秒。目前,为了查明磁场强度小 ($\Delta T_s = 15—25\gamma$) 的异常,用计算时间短的 АПМ—7 型核旋进磁力仪进行试验性测量。

航空放射性测量用的仪器是 АСГ—46 型和 АСГ—48 型航空物探站的一个组成部分。仪器中的射线定位器是闪烁计数器。使用这种计数器使仪器灵敏度比使用气体放电计数器的仪器有了提高,因而使得有可能创造一种按伽玛异常的强度对伽玛异常作定性评价的方法。АСГ—46 型航空物探站中的仪器除了记录总放射性强度外还要记录在铀系放射体中占优势的伽玛射线部分,而 АСГ—48 型航空物探站中的仪器也同样是根据射线的刚性来记录铀(镭)、钍和钾的含量。按照放射性元素的含量划分伽玛场的方法,称为“伽玛-光谱测定法”。

在航空地球物理测量中,对观测线进行平面测量和高程测量时必须有辅助的记录仪器和测量仪器。进行平面测量,既可用对标定点作摄影测量的办法或者按飞行路线对地面进行连续测量的办法,也可用放射性大地测量法;放射性大地测量法是适合在标定点少的地区或水区采用(И.Д.鲍什尼亚克维奇,Ю.С.格列鲍夫斯基,1963年)。

高程测量用放射性测高仪和气压测高仪进行。第一种测高仪用来测定相对飞行高度,第二种测高仪用来测定绝对飞行高度。二者的记录对下一步在剖面图上绘出地形和飞行路线是必不可少的。

航空地球物理测量按路线进行,路线事先在地形图上拟定出来,称之为“规定飞行路线”。“规定飞行路线”一般选用直线,间距对于 1:2.5 万和 1:5 万比例尺的航空物探测量来说分别为 250 米到 500 米。在进行 1:5 万比例尺的测量时,对规定飞行路线的容许偏差为 100—200 米。进行这种比例尺的测量时,测定飞机位置的误差应当不超过 50—100 米,而在 1:2.5 万比例尺的测量中,则应当不超过 25—50 米。

对测量时的飞行高度规定了安全飞行的最低允许高度,后者依据测区特点介于 25 米到 100 米之间。