

大比例尺成图学术会议

论文资料

1986年11月12—18日 于昆明

中国测绘学会工程测量专业委员会

1986年7月31日

大比例尺成图学术会议

论 文 资 料

1986年11月12~18日 于 昆 明

中国测绘学会工程测量专业委员会

1986年7月31日

大比例尺成图学术会议论文资料

说 明

中国测绘学会工程测量专业委员会于1986年11月12日至18日在昆明主持召开了大比例尺成图学术会议,会议共收到论文78篇,约合41万字。按照以往的作法,这些论文均应由作者单位复制,在会议期间发与代表,这种方法的缺点是:①由于论文印数有限,非代表拿不到论文,不利于会议技术信息的传播;②油印本不好保存也不便于阅读。为了克服以上缺点,根据改革精神,这次会议的全部论文均由我会集中铅印,由于铅印份数较多,代表与非代表、全国有关工程测量单位均可得到会议全部论文。这是一次新的尝试,暂名为“大比例尺成图学术会议论文资料”(简称“资料”),现将有关问题说明如下:

1. “资料”收集了本次会议的全部论文(包括报告论文及资料交流论文),7月底以后收到的论文暂不编入。这些论文我会只作一些编辑加工,文字未做任何改动。

2. 论文编排顺序一律以来文日期前后为序,每篇论文右上角黑体阿拉伯字为其编号,然后根据论文的内容进行分类、编目、排定目录表。

3. 有的附图质量较差,主要是论文作者未按我会要求清绘,迫于时间,只好照印。

4. “资料”为内部资料,请注意保存。

本资料由徐让同志汇总编辑,工作中得到北京市测绘处有关科室的大力支持,特表感谢。由于新的尝试经验不足,时间又紧,错误之处尚希指正。

中国测绘学会工程测量专业委员会

1986年7月31日于北京

目 录

一 摄影测量方法成图

- 02 摄影测量在煤炭设计阶段大比例尺测图工作中的应用.....郑金淼 (6)
- 04 卧式纠正巨幅大比例尺成图的探讨.....黄裕生 陈学廉 (16)
- 06 1 : 2000航测小放大成图几个问题的探讨.....周广志 (23)
- 07 一种供规划用的经济实用的大比例尺影像图的制作.....林海云 (30)
- 10 低空摄影初步试验及分析.....牛卓立 (43)
- 12 摄影测量解析法进行地籍面积测定的试验.....李伟清 李广文 (53)
- 13 北京市规划市区 1 : 5000比例尺影像地图的研究.....陈学彦 执笔 (59)
- 15 陆摄断面扩图法.....路昌瑾 (72)
- 21 成都市 1 : 2000比例尺航测综合法成图小结.....黄显国 舒嘉 (99)
- 22 航测桩点法加密碎部高程点的应用.....舒嘉 黄显国 (103)
- 23 航测桩点法测图生产情况介绍.....付文宝 (108)
- 32 云南省测绘局 1 : 1万航测地形图检测概况.....王家谟执笔 (147)
- 34 解析测图仪测绘工业厂区大比例尺地形图的应用实例.....包大中 (158)
- 38 B8s测图仪用于 1 / 1000测图.....高永录 (177)
- 3城市9 1 : 500数字成图法.....胡振威 张福安 (180)
- 40 关于我局 1 : 1千、1 : 2千航测成图情况.....王振符 李贵芳 (191)
- 41 城市 1 : 1000立体测图研究.....高潮富 (193)
- 43 大比例尺航测法成图—1 / 1000城区地形图成图方法及精度初探.....白峰 (205)
- 48 应用工程测图仪Technocart进行大比例尺成图试验研究报告.....祝敬张 (232)
- 49 航测大比例尺成图应重视的七个问题.....游传金 (239)
- 51 黄河小浪底水利枢纽航测 1 / 500比例尺地形图试验报告.....宋佛山 吴叔骏 (252)
- 52 航测大比例尺图的像片调绘.....葛腾 (264)
- 56 航测高倍放大成图的几点意见.....王占生 (277)
- 58 航测大比例尺成图精度及精度评定.....马玉先 (288)
- 60 关于综合判调测绘大比例尺地形图.....王汉彩 (303)
- 63 城市航测解析坐标法大比例尺成图.....许廷均整理 (315)
- 66 特殊航测解析公式及其应用.....丁伯皋 陈福生 (326)
- 69 对全能法作业中模型变形的探讨.....陈绍光 (345)
- 72 利用航测方法修测 1 : 2千比例尺地形图.....徐孝庄 (361)
- 73 充分发挥航空摄影测量优势改革常规航测生产流程加快出图的几点意见
.....李光祖 (363)
- 78 系留气球空中摄影技术.....张新执笔 (384)

二 大比例尺机助成图

- 11 数字地形模型 (DTM) 的两种内插方法试验...李伟清 李广文 兰孝奇 (47)

17	速测法自动化测图——传统地面测图方法的进步	于子洋	(83)
28	机制大比例尺地形图野外测量数据的处理	齐晓光	(131)
29	数字地形测图的研究和试验	宋其友执笔	(136)
64	大比例尺工程图机助成图系统研究	北京市测绘处研究所	(321)
65	利用AUTOCAD绘图软件包绘制工厂现状图	余忠宁	(324)
68	建立大比例尺地形图数据库软件系统的试验研究	高峰 刘翰生	(339)
三 传统成图方法的改革、精度评定			
01	大比例尺地形图检测及其精度评定方法的探讨	曾志元	(1)
03	墙上导线点标志的测设与应用	玉家鸥 汤 江	(10)
05	大比例尺地形图的精度试探	赵于君	(20)
08	大比例尺图生产、管理与使用	李新生	(35)
14	浅论保持大比例尺地形图现状问题	张忠文	(67)
16	直角坐标法测图	张 琼 张立群	(79)
18	1 : 200比例尺量距、量角器法测图	赵纪邦	(86)
19	大比例尺地形图的精度	胡先明	(89)
20	城市大比例尺地形图地物点的平面精度及其衡量	周正新	(94)
33	山区大比例尺测图地貌表示	张基石	(151)
45	论城市地籍图修测之设站方法及精度分析	刘庆恕	(217)
46	一种高效大比例尺成图方法及其精度分析	仲德林 申宪忠 徐承德 周兴华	(221)
50	大比例尺地形图——速测方法试探	谢世德	(245)
53	双竖角法测定碎部点	梁盛智	(268)
54	谈谈大比例尺测图中的检查工作	赵晏荣 金承寿	(271)
62	大比例尺测图的一种方法	刘益善	(312)
70	大比例尺测图投影选择问题	张家骥	(350)
71	回归分析在坐标变换中的应用及其pc-1500机程序	陈兰生 许因凡	(355)
74	前方交会法用于大比例尺地形测量	林璋 陈文昭	(368)
75	用Elt ₀₂ 进行大比例尺测图初探	王腊芝 杨正尧	(372)
76	小面积简捷测绘地形图	施允春	(377)
77	关于采用DM ₅₀₂ 红外测巨仪测绘地形的探讨	连其良 周伟德 王大武	(378)
四 专用图的成图方法及精度分析			
09	进行城市综合管网测量的几点体会	宋龙官	(39)
24	带状地形图在市政工程中的应用与施测	刘大启	(112)
25	成都市地下管线综合成图过程	毛金塔 张克勤	(116)
35	厂区细部测量的几点体会	李范基	(161)
36	火电厂管线测量的精度和方法浅析	李德文 朱朝仪	(167)
42	机械工厂现状图表示方法的探讨	陈培正	(201)
44	工厂竣工测量的特点与各种专业图的测绘	陈和鸣	(212)

- 47 工厂现状图测量的审核工作.....赵书玉 (228)
- 57 县城镇地下综合管线现状图的测绘.....段文亭 周书生 (286)
- 67 北京市地下管线竣工测量方法与体会.....孟 武 (335)

五 特殊、复杂地区的大比例尺成图

- 26 不通航和险滩急流河段水下地形测量的体会.....白荣光等 (121)
- 27 大比例尺水下地形图精度的探讨.....扬志藻 (125)
- 55 滇池水下地形测量.....朱作人 (274)
- 61 山城地区地物地貌的特点和处理意见.....唐新民 (308)

六 仪器、工具的革新

- 30 极坐标地形测图仪的制做与使用.....宫同森 王振京 周明贞 (142)
- 31 军用大比例尺地形图外业连测带划的经验.....宫同森 王振京 周明贞 (144)
- 37 浅谈大比例尺地形图在石油工业建设中的作用和测量标尺的改革意义
.....刘 祥 (174)
- 59 适合传统地面测量方法使用的可调式地形尺与高程计算盘.....肖志鸿 (299)
- 附: 7月31日以后收到的论文目录..... (395)

大比例尺地形图检测 及其精度评定方法的探讨

西南有色地质勘探公司测绘队 曾志元

大比例尺(1:500~1:2000)地形图是工矿建设、城乡规划、建筑工程勘察设计过程中不可缺少的技术资料。其数学精度的高低将直接影响到工程设计及施工的质量。因此,对地形图精度通过必要的检测而进行客观的评价有着十分重要的意义。本文对大比例尺地形图检测方法、数据处理和地形图数学精度评定方法进行了初步探讨,并着重论述了数理统计中参数的区间估计方法在地形图精度评定中的应用。

一、地形图检测方法简述

大比例尺地形图地物平面位置精度及地形点高程精度一般是通过野外观测求出检测点平面坐标与高程,与图上同名点的坐标、高程相比较而求出较差值 $d(d=L_{\text{检}}-L_{\text{图}})$,并加以适当的数据处理后进行评价的。检测方法大多为平板仪视距测量或经纬仪配合钢尺量距平板展绘,也有部分情况下采用测距仪极坐标法(解析法)检测。至于航内求点检查则只能检验内业成图划线精度。由于成图与检查均采用同样的象片控制成果,定向后模型存在的系统性残差大致相同,故检测精度大多偏高。表一所列的滇南某矿区171幅1:2千航测图检测结果亦说明了这一点,故一般不采用航内求点检查结果来评定地形图精度。按测点分布形式又可分为散点法、剖面法和导线法。检测测站及检测点数按文献[1]规定,对平板仪测图“图上平面位置和高程的误差,以每幅图至少设五个测站……测算的数据不少于图内该项测定总数的1%”。

而对于航测图文献[1]没有明确规定。目前,航测法成图已在大比例尺成图领域内逐步开展应用,但因航摄漏洞的存在,或因植被覆盖、新增地物、地形变化等原因,航测大比例尺图往往仍需采用平板仪测量或其它方法进行野外补测,以保证地形图内容的完整性和现势性。因而即使是航测大比例尺图,仍然是以平板仪测量为辅助手段的产物。鉴于航测图无须在野外大量布设控制点,且其误差分布较平板仪测图更均匀,笔者认为大比例尺地形图航测宜采用平板仪散点法,每幅设2~4站。至于航测点数,按一般地区平板仪测图计,每平方分米内测点不会多于100,每幅按25平方分米则高程检测点数按上述规定不少于25点即可。而地物平面位置检测点数当视图幅内地物多寡而定,一般情况下它不会多于高程检测点数(城市工矿区等地物密集图幅除外)。笔者认为每幅检测20~40点,并使其分布均匀较为适宜。这与文献[2]介绍的美国摄影测量学会建议的检验方法基本相符。该方法要求用一种限制性的随机抽样使成图区的检查点分布均匀,即“要求在地图的各个象限有5个检查点,这些检查点彼此分离,并距控制点 $0.1D$ (D 为地图上最长的对角线长度)”。

表一

检查方法	航内求点	解析法	平板仪散点
m_h (米)	± 0.5	± 0.98	± 0.89
m_s (图上毫米)	± 0.3		± 0.5

二、中误差计算公式的选取

地形图检测所获取的平面或高程较差数
据处理实质上就是由同名点测图观测与检查
观测这种双观测值之差 d 求出测图观测的平
面或高程中误差。目前,常见的实用计算公
式有二:

$$m_d = \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \quad (1)$$

(白塞尔公式 $\sqrt{\frac{[dd]}{n-1}}$ 计算结果与(1)式差
别很小此处不另列出讨论)

$$m_1 = \sqrt{\frac{[da]}{2n}} \quad (2)$$

式中 d 为观测较差, n 为检测点数。

使用(1)式的根据是认为检测采用高精
度方法(如解析法),检查观测本身的误差可
忽略不计。而使用(2)式的根据则是认定检
测与测图观测为同精度观测。由测量实践可
知,任何观测都存误差在,即使是解析法检
测也不例外,因而完全忽略检测误差对较差
的影响是不恰当的。加之目前国内测绘部门
地形图检测采用解析法的并不多,而大量的
是采用平板仪检测。只不过在检测时选择较
好的观测条件,诸如选择性能较好的仪器工
具,由技术熟练的操作员或专职质量检查担
任测手,严格控制观测距离,发现大的较差
要重复观测加以证实等,检测观测的精度一
般来说略高于测图观测精度。从笔者多年从
事质量检查工作的经验及有关统计数据看,
检测观测中误差 $m_{\text{检}}$ 一般不会大于测图观
测中误差的 $2/3$,即 $m_{\text{检}} \leq \frac{2}{3} m_{\text{图}}$ 。取 $m_{\text{检}} = \frac{2}{3} m_{\text{图}}$, 则

$$m_{\text{图}} = \sqrt{\frac{[dd]}{n}} = \sqrt{m_{\text{图}}^2 + m_{\text{检}}^2} \approx 1.202 m_{\text{图}} \quad (3)$$

$$\text{所以, } m_{\text{图}} = 0.832 m_d = 0.832 \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \quad (4)$$

从定性的角度看,(4)式避免了将检测
精度过高或过低地估计这两种极端的处置方
法。实测资料的计算分析亦表明,用(1)式
计算的中误差评定测图精度往往偏低,用
(2)式计算结果又大多偏高。而采用(4)式
计算测图中误差是更合理的。

三、地形图精度评定的数理统计方法

1. 较差区间分布百分比评定方法: 按文
献[1]规定,地形图数学精度以图幅或图板
为单位按全部散点检测的结果依照表二中百
分比规定来评定“合格”、“良”、“优”
品级。

表二

限 差 区 间	品 级		
	合格	良	优
	较差出现的比例		
小于或等于 $\sqrt{2m}$	60%	70%	80%
大于 $2\sqrt{2m}$, 小于或等于 $2m$	34%	26%	18%
大于 m (其中包括大于 $2\sqrt{2m}$ 但不超过 2%)	6%	4%	2%

注: m 为规范规定的平面或高程中误差。

一般情况下,观测误差是服从正态分布
的随机变量,当观测不存在系统误差或系统
误差很小时,大量检测较差值 d 是服从以零
为数学期望,以 m_d 为方差根的正态分布的。
由正态分布函数可知,遵从 $N(0, m^2)$ 分布
的较差列在上述三个区间内出现的比例为
84.2%、11.2%及4.6%,其中误差(即标准
差 σ)为 m ,按规范要求中误差为 m 的图幅其
数学精度应评为合格,但若按表二的0~
 $\sqrt{2m}$ 区间比例则可评为优级,而按大于 $2m$
区间比例又只能评为合格,这就产生自相矛
盾的结果。另外,表二中三个区间的比例也
不符合误差正态分布规律。实际检测中同时
满足同一品级的三个区间的百分比分布的实
例几乎没有,而往往是落在第一、三区间的
比例偏大,而落在第二区间的比例偏小。此

外,规范只规定了各种比例尺地形图的中误差限值,至于中误差计算采用公式及精度评定方法却没有说明,加之每幅图检测点数不多,由此计算的百分比受个别点数值变化的影响产生较大波动,因此在实际作业中很少采用表二的方法评定精度,而是以检测数据计算的中误差为依据来评定的。

2.采用中误差评定地形图数学精度:目前,国内大多数测绘单位采用(1)式计算的中误差评定地形图精度,也有部分单位采用(2)式或(1)、(2)两式的修正公式 $m = K \sqrt{\frac{[dd]}{2n}}$ ($k = 1.1 \sim 1.2$ 计算。从数理统计的观点看,地形图检测及精度评定过程就是利用随机抽样的方法进行检测,并根据子样值计算子样参数来估计母体参数的过程。根据大数定律可知,只有当子样容量 n 趋近于 ∞ 时,子样分布函数才依概率1收敛于母体分布函数。而当 n 为有限值时,由于子样值估计母体参数将产生偏差。由于经济条件和时间的限制,不可能也没有必要投入大量的人力物力来进行地形图检测及精度评定,而只能随机地抽取有限个子样,并以此为依据评价地形图精度。这样,若直接用检测数据计算的中误差(子样参数)来代替测图中误差(母体参数)将会因 d 的个数 n 偏小而产生偏差。而且 n 越小,偏差越大。在实际工作中,检测中误差相同而检测点数不同的图幅自然以 n 大的地形图检测结果置信程度高。但若检测点数与中误差的均不同时,如甲图 $n = 20$ 、 $m_h = \pm 1.0$ 米,乙图 $n = 60$ 、 $m_h = \pm 1.2$ 米,就很难断定甲图的精度优于乙图。因此,由检测数据计算出的测图中误差与规范规定限差比较时,要顾及到由于抽样规模小而可能产生的偏差。这里,利用下述参数区间估计的方法来处理检测数据、评定地图精度是有利的。这不仅可以适当减少外业检测工作量,提高检测效率,并使不同抽样规模的检测成果可以用同一指标衡量其精度,而且利用高置信度条件下的区间估计求出母体方差根的置信上限来

评定地形图精度,可以使精度估计对产生统计检验中的第二类错误——纳伪的概率降到很低,使为用户提供质量可靠的地形图在技术检验措施上有了保证。

3.用参数区间估计方法评定地形图精度:所谓区间估计就是由子样构成两个子样函数 $\hat{\theta}_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 和 $\hat{\theta}_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$, 设 $(\hat{\theta}_1 < \hat{\theta}_2)$, 而用区间 $(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)$ 作为母体参数 θ 可能取值范围的一种估计,对于给定的 α 值 ($0 < \alpha < 1$), 若 $\hat{\theta}_1$ 和 $\hat{\theta}_2$ 能满足 $P(\hat{\theta}_1 < \theta < \hat{\theta}_2) = 1 - \alpha$, 就称区间 $(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)$ 为 θ 的 $100(1 - \alpha)\%$ 的置信区间。根据母体方差根 σ 的区间估计方法及规范规定的中误差限值,可对地形图高程(或平面)中误差 m 图进行单侧置信区间估计,即地形图中误差 m 图的 $100(1 - \alpha)\%$ 置信区间为 $(0, \frac{\sqrt{n-1} m}{\sqrt{\chi^2_{1-\alpha}(n-1)}})$, 式中 m 为子样标准差,这里用由(4)式求出的 m 图代替,则 $\frac{\sqrt{n-1} m}{\sqrt{\chi^2_{1-\alpha}(n-1)}}$ 称为 m 图的置信上限 m^A 。

为减少纳伪的概率,选取 $\alpha = 0.025$, 并将(4)式代入,则 m 图的 97.5% 置信上限 m^A 为:

$$m^A = 0.832 m_d \cdot \frac{\sqrt{n-1}}{\sqrt{\chi^2_{1-\alpha}(n-1)}} \quad (5)$$

令 $\frac{0.832 \sqrt{n-1}}{\sqrt{\chi^2_{1-\alpha}(n-1)}} = k$, 则由 χ^2 分布表可计算出 $n = 10 \sim 61$ 的 k 值如表三。

为方便使用,利用回归分析方法求出 k 的回归方程式代替表三,结果为 $k^A = 1.013 \cdot e^{\frac{3.587}{n}}$, 代入(5)式,则:

$$\hat{m} = 1.013 e^{\frac{3.587}{n}} \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \quad (6)$$

($n = 10 \sim 61$)

由于采用(6)式计算图幅测图中误差置信上限评定精度顾及了检测点数 n 对中误差估值的影响,因而能更客观地反映图幅精度。而且选用 97.5% 的高置信度,使产生纳伪错误(即达不到相应品级精度的图幅通过

检验)的概率降低到2.5%以下。

表三

n	K	n	K	n	K	n	K
10	1.52	20	1.22	30	1.12	40	1.07
11	1.46	21	1.20	31	1.12	41	1.06
12	1.41	22	1.19	32	1.11	42	1.06
13	1.37	23	1.18	33	1.10	43	1.06
14	1.34	24	1.17	34	1.10	44	1.05
15	1.31	25	1.16	35	1.09	45	1.05
16	1.29	26	1.15	36	1.09	46	1.05
17	1.27	27	1.14	37	1.08	51	1.04
18	1.25	28	1.13	38	1.08	61	1.01
19	1.23	29	1.13	39	1.07		

表四

图 号	n	m_a	$\hat{m}$	N	M_a	$\hat{m} - M_a$
1	25	0.67	0.78	62	0.57	0.21
2	25	1.03	1.20	42	0.84	0.36
3	29	1.17	1.34	52	0.99	0.35
4	12	0.63	0.86	57	0.63	0.23
5	24	0.94	1.11	128	1.08	0.03
6	12	0.76	1.04	72	0.78	0.26
7	15	0.75	0.96	102	0.93	0.03
8	18	0.64	0.79	97	0.66	0.13
9	20	0.79	0.96	81	0.70	0.26
10	12	0.65	0.89	60	0.74	0.15
11	11	0.46	0.65	29	0.61	0.04

现以滇南某矿区11幅1:2千地形图检测数据为例,说明本方法的应用。该区航片比例尺平均为1:1.6万,属山区地形,高程中误差限值1条等高线(2米),采用平板仪进行了两次各自独立的随机抽样检测,表中 N 表示大子样容量, M_a 表示大子样较差中误差(按(1)式计算):

小子样容量平均 $n = 18$,大子样 $N = 71$,子样容量增大后,测算的高程中误差与 m_a 相比有6幅增大,4幅减小,1幅不变。但

M_a 都落在根据小子样容量检测数据按(6)式计算的97.5%置信度的中误差置信区间 $(0, \hat{m})$ 内,且11幅高程中误差置信上限 $\hat{m}$ 与其相应图幅大子样检测中误差 M_a 的较差中误差仅为0.22米,相当于高程中误差限值

2米的 $\frac{1}{9}$ 。由此可见,按(6)式方法估计图幅精度是可行的,它既可减少部分外业工作量,又可提高图幅质量评定的可靠性,使达不到相应品级的图幅通过检验的可能性减少

少到2.5%以下。

四、结论与建议

1.大比例尺地形图精度检测宜采用平板仪散点法或解析法,检测图幅每幅设2~4站,观测20~40点,检测观测精度应略高于测图观测精度。

2.检测较差 d 包含了测图观测与检测观测两种误差,当检测点数 n 足够大时(如 $n \geq 100$),测图中误差 $m_{\text{图}}$ 的估算应采用顾及了检测误差影响的(4)式计算,这样能比较客观地反映测图观测本身的精度。

3.评定地形图数学精度应基于野外检测(随机抽样)的结果进行统计分析。利用小规模随机抽样结果评定地形图精度时,应顾及抽样规模 n 的变化对计算结果的影响。为减少纳伪发生的概率,即保证向用户提供质量可靠的地图而又不增加外业检测工作量,建议采用参数区间估计方法评定地图精度。即

根据检测较差按本文(6)式求出图幅高(或平面)中误差的置信度为97.5%的区间上限 m ,并以此作为图幅精度评定的统一指标。使各图幅的不同子样容量的抽样结果都具有可比性,以利于地形图精度评定的标准化。

参考文献

- [1] 国家测绘总局《测绘成果成图检查验收规定》1978年
- [2] 《美国》Andrew C.Kellie Darrell G.Bryan “地形图高程精度野外检验方法的比较”《测绘译丛》1984年4期
- [3] 于宗俦 鲁林成主编《测量平差基础》(增订本) 测绘出版社 1978年
- [4] 李庆海 陶本藻《概率统计原理和在测量中的应用》 测绘出版社 1982年

摄影测量在煤矿设计阶段 大比例尺测图工作中的应用

江苏煤矿设计院 郑金淼

煤矿设计阶段工程测量主要内容有各种大比例尺地形测图，比例尺为 1 : 500 ~ 1 : 2000。目前测图手段仍然是小平板测图，同时也逐渐推广应用地面立体摄影测量和航测高倍放大成图。兹将摄影测量在我们测图工作中的应用和体会总结如下。

一、地面立体摄影测量的应用

地面立体摄影测量主要应用于山高坡陡

的山区，这种地区人工野外测图比较困难，地形条件适合于应用地面立体摄影测量，取得的效果比较好，一般效率可提高 2 ~ 4 倍（见下表），大大减轻劳动强度和缩短外业周期，或图质量也比较高。

（一）使用的仪器设备

外业仪器：东德蔡司 19 / 1318 摄影经纬仪。

内业仪器：① 1318EL 型立体自动测图

地面立体摄影测量工效统计表

工程名称	成图比例尺	成图面积	测区类别	机—桌放大比	陆摄消耗工日				人工测图定额			工提倍	效高数
					控制	外业	内业	合计	控制	测图	合计		
桑树坪工业广场	1 : 1000	0.75	3.5	1 : 2	25	15	9	49	50	101	151	3	
霍林河火药厂	1 : 1000	1.70	2	1 : 4	21	21	14	56	30	141	171	3	
霍林河采石场	1 : 2000	3.0	3	1 : 2	15	15	6	36	25	148	173	4.5	
馒头山工业广场	1 : 500	0.3	3	1 : 5	12	18	14	44	25	160	185	4	
	1 : 1000	1.0		1 : 2									
车村工业广场	1 : 500	0.35	4	1 : 2	25	25	15	65	40	276	316	4.5	
	1 : 1000	1.3	3	1 : 4									

注：生产定额按“煤矿设计工程测量生产定额”计算，上表不包括清绘上墨工日。

仪。② C 型工程测图仪 (Technocart C)，它是托普卡 C 型地形测图仪的付产品，与 1318EL 型仪器相比，使用范围扩大，不仅能处理 13 厘米 × 18 厘米象对，同时能处理 4 厘米 × 4 厘米 ~ 23 厘米 × 23 厘米象对，投影主距扩大到 50 ~ 215 毫米，适用于各种焦距的摄影机。与老式工程测图仪相比，测标直径由 0.06 毫米改进为 0.04 毫米；仪器的 X、

Y 手轮可以变速，可进行较快速的象对定向；增加了 Y ~ Z 运动转换杠杆，方便了断面图的测制；配备 900 毫米 × 1200 毫米的大型绘图桌，方便了“机 ~ 桌比”较大情况下的测图。

（二）对几个问题的探讨

1. 关于超控制测图的问题。一般规定“象对测图的范围，不应超出定向点连线外

1 厘米”。但从实践中看到：超控制测图一般并不会影响成图的质量，检查象对的接边差和图幅的接边差都能满足规范限差的要求。对此，可以这样理解：象控点的布设不是单纯为了成图时图板定向的需要，同时可以指导消除外业摄影时的误差；测图仪上各安置螺丝，既是为了安置内外方位元素的需要，同时当第一次定向超限时，改变这些安置螺丝的安置值，缩小定向误差使之满足规范要求，这时安置螺丝起了纠正的作用。因此，我们认为：只要定向顺利，应尽量利用这个象对测图，这有利于效率的提高，其质量可由象对接边差限制。其实，19/1318 摄影经纬仪本身仪器精度就满足不了内业量测精度的要求，例如该仪器定向装置的水平度盘最小读数为 $1'$ ，而为了满足内业量测精度的要求 ($m_x = m_y = \pm 0.02$ 毫米、 $m_p = \pm 0.01$ 毫米)，则要求偏角误差 $d\varphi \leq \pm 12''$ ，交角误差 $d\gamma \leq \pm 7''$ ，这显然在外业是做不到的，而必须通过内业象对定向时改动安置螺丝来消除摄影时定向的误差。在实际工作中，定向误差的改正往往都是通过变动 γ 螺丝来完成的。

2. 关于模型比例尺和成图比例尺的放大比（即机~桌比）问题。“机~桌比”的大小关系到成图精度和效率。对于精度要求较高的矿井工业广场竣工图，精度要求较高，因此“机~桌比”不宜过大，以 2 倍左右为宜。对于设计阶段用图，系一次性用图，精度要求较低，因此“机~桌比”可以放大，以 3~4 倍为宜。当“机~桌比”达到 5 倍时，一个象对就可以成二幅图，这时成图范围远处的摄影比例尺和成图比例尺的放大比已达到 8 倍。由于工程测图仪精度较高，大的“机~桌”放大比成图，完全可以满足规范的精度要求，同时效率获得很大的提高，这种大象对成图，可以大大减少野外工作量，也可以减少内业的定向工作。

3. 象控点的布设。①当“机~桌比”较小时，即一个象对成图范围在一个图幅之

内，按象对标准布点；当“机~桌比”较大时，即一个象对成图范围超过一个图幅时，应按图幅布点。②当测图范围内明显地物较多时，先摄影然后选取明显地物选刺象控点是比较好的，保证点位能较好的满足布点要求。③加测光轴方位以代替一个象控点，可以加速内业定向的速度。

4. 象控点的测定。采用短程红外测距仪导线做地面立体摄影测量的控制可以简化野外工作量。由于象控点是按象对的布点要求布设的，往往很难照顾到点子之间的通视和组成一定的图形，因此，布设测距仪导线就显得灵活方便。一般可以把摄影基线端点纳入测区的首级导线中，然后在这些摄影站点上对象控点用单边支导线直接进行联测，这也为摄影时联测光轴方位提供了方便。

(三)地面立体摄影测量解析法简易成图的探讨

地面立体摄影测量内业自动测图仪对于分散的工程测量单位显得过于昂贵，使用率也低，因而推广应用有困难。因此探索一种简易的解析法成图是很必要的。

所谓解析法简易成图，就是使用立体坐标量测仪量测象片坐标，然后用计算的方法求得摄影坐标，继而计算出象点的大地坐标，最后用坐标展点仪或手工展点勾绘成图。对此，长期以来已有不少单位进行了对比试验，一般结论为：效率和平板仪测图相当，优点是减少了野外工作量，缺点是要进行大量繁复的计算，因为一幅图所需计算的观测点数目也相当于平板仪测图的测点数目。

近几年来，由于袖珍计算机的广泛应用，例如 TI-59、PC-1500 等，已能有效地解决简易解析法成图中的计算问题。我们曾编制了以上二种袖珍计算机的陆摄解析法简易成图计算程序，通过可行性试验，得到的初步结论是：效率比平板仪测图可提高一倍左右。内业成图的观测、计算、展点也可以如同平板仪测图一样流水作业，计算每一

象点时, 仅需输入观测值 x 、 z 、 p , 瞬时输出该点大地坐标 X 、 Y 、 H , 展点勾图可参照立体象对进行。

提高陆摄解析法简易成图精度的关键在于利用象控点消除摄影测量误差的影响(即大地定向)。对于每一测点而言, 要求的精度并不高, 平面误差为图上0.6毫米, 高程误差为 $1/3$ 等高距, 因此大地定向工作可简略这样处理: 由象控点的大地坐标反算其理论的摄影坐标, 和由象控点的象片坐标量测值计算出的摄影坐标相比较, 计算出象控点的象片坐标量测值的改正数 dp 、 $dx_{左}$ 、 $dz_{左}$, 然后取整个象对所有象控点的象片坐标改正数的平均值施加于这个象对的所有象点量测值。这显然是一种近似改正, 实验证明, 这样改正已能满足测图的大地定向要求。

随着电子计算机应用的广泛和深入, 象片解析法成图将会由简易逐步过渡到自动化成图。而计算机和自动绘图桌这一类昂贵的设备, 在勘测设计单位已不必作为测量的专用装备引进, 测量人员只需利用单位电算站的设备就可以了, 这当是今后分散的工程测量单位发展摄影测量解析法成图的方向。

二、航测高倍放大成图的应用

航测高倍放大成图主要应用于测区已有小比例尺航测象片的地区。这些象片本来是用中、小比例尺测图的。例如煤炭开发, 在地质勘探阶段, 需要有 $1:5000$ 或 $1:10000$ 区域地形图, 现在已基本采用航测成图, 象片比例尺一般为 $1:8000 \sim 1:15000$, 矿井建设也都在这同一区域内, 所以煤矿设计所需的大比例尺地形图, 可以利用已有的航测象片高倍放大成图。

为了利用矿区现存的 $1:8000 \sim 1:15000$ 航测资料测制 $1:1000$ 地形图, 煤炭工业部曾经组织“ $1:1000$ 比例尺航测高倍放大成图”试验小组, 试验成果通过了部级鉴定, 得到了推广应用。试验成果和生产实践证明:

航测高倍放大成图在理论上是可行的, 作业方案完善, 质量稳定, 成图精度满足1979年国家建委颁发的《工程测量规范》要求, 经济效益显著, 效率比平板仪测图提高2~5倍。

$1:1000$ 航测高倍放大成图的生产可分为三个阶段: 准备工作、外业工作和内业测图。

(一) 准备工作:

1. 在矿区已有中小比例尺地形图上划分测图范围, 在航测部门找出测区的航摄底片并晒印一套象片, 在象片上进行分幅设计。

2. 按图幅进行象片的局部放大, 每幅图各放大一对比例尺相同的放大片, 以构成立体模型、供野外选刺象控点及调绘用, 放大片比例尺以 $1:3000 \sim 1:4000$ 为宜。在放大片上预选象控点, 一张 $1:8000 \sim 1:15000$ 象片可以划分4~16幅 $1:1000$ 图幅, 因此布点既要满足象对定向的需要, 也要满足图幅定向的需要, 为此首先在一个象对内按全能法的布点要求选取4个基本平高控制点, 然后再在每幅图的四角各布设一个平高点。预选点应是影象清晰、点位可靠的明显地物, 预选工作可在精密立体测图仪上建立立体模型进行。

(二) 外业工作:

1. 确定象控点的实地点位。这是一项十分重要的工作, 提高刺点精度是高倍放大成图的关键。首先按室内的预选点位在实地确认点位中心并打桩, 当预选点实地有变化, 就得另选新点。然后在放大片上刺点并绘制点位略图进行注记说明, 要求达到详细、明确, 并经第三者检查确认。

2. 象控点的联测。可采用各种方法联测象控点, 但要注意必须保证有足够的点位精度。要注意高倍放大成图的特点, 一幅图仅用图幅四角附近的四个象控点定向, 点之间的距离远, 形成“长边定向”, 因此象控点的相对精度应该比常规成图高, 经论证和

实践,一般要求达到 $\frac{1}{5000}$ 。

3. 象片调绘。大比例尺成图,地物表示一般均按其实际大小依比例尺画出其轮廓线,因此象片调绘以定性调绘为主。室内能正确判读、影象清晰的地物均不调绘。同时,航测高倍放大成图强调外业人员跟随内业成图,能有效地保证象片调绘的质量。

4. 新增地物的补测。新增地物较少时,可以采用解析法测定其坐标,内业展象控点同时展到图板上。新增地物较多时,可用小平板补测,内业再转绘到图板上。而对于大范围内新增地物较多又分散的情况,可采用先内业测图然后外业调绘补测。

(三)内业成图:

内业成图在Ⅰ、Ⅱ级精密测图仪上进行。要求作业认真细致,要有外业人员跟随作业,以帮助辨认象控点、协助处理成图过程中出现的问题。

定向工作分二步完成,先在1:2000控制薄膜图上进行全象对定向,并且检查整个象对内的所有象控点,然后用1:1000测图薄膜进行图幅定向。象控点的照准,均采用辨认的方法进行。

由于外业以定性调绘为主,因此内业地

物测绘是以立体模型为准确定其大小、方向及相互关系。测图内容应满足专业用图(煤矿设计)的需要,地形显示和地物要素要与设计要求相适应,做到准确、清晰、易读。

航测高倍放大成图是利用现存的航摄像片来测制大比例尺地形图的,因此,如果航摄像片过于陈旧,实际地形地物变化较大;或象片质量较差,放大后影象不清晰;或象片比例尺太小等原因,都不能进行高倍放大成图,所以这种方法是带有局限性的。但是在目前国内大比例尺航空摄影一般尚难以应用于分散的小面积工程测图的情况下,做为一种手段,还有其实用价值,同时也为大面积大比例尺航测成图决定经济的航摄比例尺提供了有益的经验。

参 考 文 献

- [1] 《地面立体摄影测量及其应用》中国科学院地理研究所主编 测绘出版社1980年
- [2] 《TECHNOCART C—地面摄影立体测图仪使用说明》刘梅贞译 西安煤矿设计院1982年。
- [3] 《1:1000 比例尺航测高倍放大成图试验总结》煤炭工业部“1:1000 航测放大成图试验小组”1980年

墙上导线点标志的测设与应用

冶金工业部沈阳勘察公司 王家鸥 汤江

提 要 本文系测绘科学技术领域里的一篇应用技术性质的文章。主要论述将城市测量和厂区总图测量的固定导线点标志设到墙上去,然后如何采用典型的连结图形,以达到应用自如地利用该墙上导线标志作测绘工作,并对其精度损失作了分析。使固定导线点标志的埋设造价降到很经济的程度。以解决建筑区测量标志经常被损坏和长期保存问题且稳定性好。

一、墙上导线点的产生

城市测量和厂区总图测量,加密平面控制网的布设方案,不论过去现在和将来,都优先采用导线测量的方法。城市和厂区建设随着时间的推移,改造扩建工程不断增加,地面和地下标志往往不易寻找,加之对测量标志保管不当,使很多导线点遭到毁灭性的损坏,影响一系列测绘工作的顺利进行,给建设工作造成了损失。例如过去我公司为了鞍钢厂区的总图测量,在该厂区范围内,在首级平面控制三角网下面,加密布设一、二级导线点285个,中间经历了十个年头,为了总图的更新,首先检查了平面控制点的完好率,结果发现有235个点被损坏,损坏率占导线总数的82.5%。又据抚钢厂区的统计,布设了一、二级导线点43个,在过了十个年头后,作了全面检查,有29个点被损坏,占总数的67.4%。据其它单位统计,损坏情况基本相似,有的则更为严重。使总图的更新和补测工作以及施工测量等均不能顺利进行,不得不大量补足平面控制点或重新加密建立平面控制网,工作量大费用多影响工期造成浪费,而且还会出现旧点与新点的连接差异,旧点与新点的连接是一个比较复杂的技术处理问题,如解决得不妥切,便会影响总图的精度即质量的好坏,很可能给工程建设带来不良后果,如果各导线点大部保存

完好稳定,这种浪费和质量问题便不会存在。测设墙上导线点标志图,可最大限度地避免浪费。

墙上导线点标志,顾名思义是把导线点标志测设在墙上,即在可能的条件下把过去经典的埋设在地面和地下的导线点标志设到墙上去,以便与永久建筑物共存,即能够长期保存,因为这种建筑物的拆除等变动,往往是有计划的或事先就知道的,该墙上导线点如仍有保存价值,则完全可以作移植处理,而不会被默默无闻地损坏掉了,测设墙上导线点对测绘工作者来说,正如中国俗语中说的那样,基本上能起到“一劳永逸”的效果。

埋设测量标志的目的,最重要的在于今后的正确应用。除不被损坏的条件外,还应保证点位的稳定性。如果标志虽保存完好,但点位已有了变化,即平面座标 X 、 Y 和高程 H 变化了,那么也就不能正确应用,也就徒劳了。为了保证测量标志的稳定,则也要动一翻脑筋才能凑效,如牵涉到标石标志的式样、埋设深度、外力振动受压和气象条件等等。如把导线点标志测设到固定建构筑物的墙上,非特殊情况,其稳定性不会有什么问题,能做到经济实惠稳定的目的。

墙上水准点早已被测绘工作者广为采用,已显示了它的优越性了。如果墙上导线点标志,其样式规格设计得合理,两者通用合二为一,就更有共优越性了。

二、墙上导线点标志的测设

墙上导线点标志的测设,是在过去经典导线点的基础上,把固定的测量标志设到墙上去,今后再以固定的墙上导线点标志为依据,完成各种测量工作。在城市和工厂区在地面或地下不再埋设固定导线点标志,仅作测设时的过渡点和当前应用点。

选点:墙上导线点标志的选定,应掌握的主要原则,便利长期保存和稳定,便利埋设连测和使用。在测设导线点基础上,测设墙上导线点标志,即当导线点选定后,在其附近的建构筑物墙上,选定成对墙上导线点标志,如图1所示。导线点与墙上导线点标志的距离希望在20米以内,高度基本在一个水平面上,三米水准尺能直立在标志上。有条件时可埋设第三点作校核和备用。墙上导线点标志的编号最好按导线点以顺时针方向编号,如I36-1, I36-2。选点结束后按需要绘制点之记。

埋设:在选定标志点位上,采用混凝土钻在墙上钻0.1米直径,0.2米深的孔,用水冲洗干净,将加工好的标志端正地塞入孔内,在标志正面以钢模打印点号,用水泥沙浆挤满灌入孔隙处,外面整齐抹好,待固结后即成。

测角,在观测导线点方向时,同时测定墙上导线点标志的方向,也可分开测量,所使用仪器和测回数及技术要求同各级导线测量。

量距,导线点至墙上导线点标志的距离较短,要求不超过20米,丈量中误差不大于±3毫米。使用工具用钢尺或红外光电测距仪均可。

测高,墙上导线点标志可以广泛地代替墙上水准点,因此可在布设高程线路时,一并考虑完成。

计算,当地面导线点平差计算结束后,便可计算墙上导线点标志的纵横座标X,Y。由计算座标反算成对墙上导线点标志间的距

离与实量距离比较应不大于±25毫米。高程值由高程平差时求得。

成果,将墙上导线点标志的编号、间距、纵横座标值和高程值编制成果表,以利应用。

三、墙上导线点标志样式和规格

从我们的实践来看,墙上导线点标志的样式和规格,以下三种是比较合适的,而且可以代替墙水准点使用,即可以同时作水准点用和导线点标志用。其规格尺寸见图2所示。

1. 钢轨型墙上导线点标志
2. 鼓型墙上导线点标志
3. 扇型墙上导线点标志

四、应用墙上导线点标志进行测量,对精度损失的分析。

1. 测设墙上导线点标志精度损失分析。把固定导线点标志测设到墙上,应该说其精度一定会有损失。如图3所示,墙上导线点标志对导线点的点位中误差为:

$$m_c = \pm \sqrt{\alpha^2 + \delta^2}$$

式中: α 为横向误差,来自测角误差,
 δ 为纵向误差,来自量距误差。

由测角和测距的最低要求进行推算,测角中误差采用±20",测距中误差采用±3毫米,则

$\alpha = \pm 20'' / \rho \cdot 20 = \pm 2$ 毫米, $\delta = \pm 3$ 毫米。其实当间距不超过20米时,其测距中误差不大于±3毫米是容易做到的,测角中误差不大于±20"也是容易做到的。于是所求点相对于导线点的点位中误差 $m_c = \pm$

$\sqrt{3^2 + 2^2} = \pm 3.6$ 毫米,该值即为测设墙上导线点标志的精度损失。再考虑到导线点的点位中误差,《工程测量规范》规定为±5厘米,则墙上导线点标志的点位中误差为:

$$m_c = \pm \sqrt{50^2 + 3.6^2} = \pm 50.13 \text{ 毫米。}$$

2. 墙地点精度损失分析。把墙上导线点标志引测到地面上来,即墙地点,也有一个