

建筑工程部綜合勘察院第四屆勘察測量會議

技術革新資料

測量專輯

建筑工程出

建筑工程部綜合勘察院第四屆勘察測量會議

技 術 革 新 資 料 匯 編
(測 量 專 輯)

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內 容 提 要

本輯專門介紹測量的先進經驗。包括控制測量、地形測量、管理工作及其他四大部分，其中介紹了各種先進的操作方法，以及測量人員大膽革新與創造的各種測繪工具。這些都是值得大力推廣的。

本書對測繪工作者來說是值得閱讀的。

建筑工程部綜合勘察院第四屆勘察測量會議

技 術 革 新 資 料 匯 編

(測量專輯)

編 輯、設 計：朱象清

1958年12月第1版

1959年1月第2次印刷 3,061—7,370冊

787×1092· $\frac{1}{25}$ ·150千字·印張 $7\frac{15}{25}$ ·插頁2·定價(9)0.82元

建筑工程出版社印刷廠印刷

• 新華書店發行

• 書號：1451

建筑工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

目 录

編者的話	(6)
------------	-------

控 制 測 量

一、城市大地控制測量全面布網法的經驗介紹	城市設計院測量室(7)
二、城市測量主三角網單級布網法	河南省勘測公司(27)
三、菱形基綫網权倒数查表法	綜合勘察院西南分院(34)
四、三角插入点相互联結問題	綜合勘察院西北分院(39)
五、活动标頂竹杆标塔	河南省勘測公司(43)
六、活动标架	綜合勘察院西北分院(49)
七、Ⅳ等水准点及Ⅱ等三角点埋石之改进	綜合勘察院西北分院(51)
八、一等三角網的觀測	綜合勘察院西南分院(52)
九、介紹两种三角測量归心計算的方法	城市設計院測量室(65)
十、簡化解法方程式的計算表	綜合勘察院华东分院(69)
十一、巴保夫平差的改进	綜合勘察院华东分院(74)
十二、示誤三角形的图解平差法	綜合勘察院华东分院(78)
十三、用普通鋼尺代替鋼基綫尺进行高級导綫的丈量	河南省勘測公司(81)
十四、自制的鋼綫尺	湖南省基本建設局勘測队(83)
十五、水准觀測方法的初步比較	城市設計院測量室(88)
十六、山区Ⅱ級水准觀測日測18公里的經驗	城市設計院測量室(91)
十七、精密水准測量的体会	四川省城市勘測公司(93)
十八、山区間接高程測量	綜合勘察院西南分院(96)

地 形 測 量

十九、关于为初步规划施测县城1/5000地形

测量的点滴体会……………黑龙江省建设厅设计室测量队(104)

二十、快速测图法……………冶金工业部勘察公司测绘科(116)

廿一、在雨雾中进行地形测量的一点体会

……………四川省城市勘测公司(125)

廿二、三人图根法……………甘肃省建筑工程局勘测大队(127)

廿三、图根控制一次作业法……………综合勘察院(134)

廿四、平坦地区一人测图根水准法……………综合勘察院(138)

廿五、一人测绘街坊内部地物细部法……………综合勘察院(140)

廿六、街坊区图根导线测角130站的经验

……………成都市城市建设委员会测量队(142)

廿七、关于图根导线单人选点的经验介绍

……………黑龙江省建设厅设计室测量队(143)

廿八、多尺跑点法……………综合勘察院贵州工作站(145)

廿九、关于1:500地形测量每组日达到28.5~31.5格

的经验介绍……………青海省城市设计院(147)

三十、圆形建筑物中心座标的简捷算法

……………综合勘察院西南分院(149)

管 理 工 作

卅一、邯郸工地管理工作的经验总结……………综合勘察院(152)

卅二、我们是怎样掀起生产大跃进高潮的

……………山西省勘测公司地形队(159)

卅三、大跃进中的地形测量劳动组织……………综合勘察院西南分院(165)

其 他

卅四、反光晒象法……………西安市城市建设局测量队(167)

卅五、原图晒图法……………四川省城市勘测公司(169)

卅六、视距改正器……………天津市建设委员会测量队(171)

- 卅七、輕便直讀高程尺 綜合勘察院西北分院(173)
- 卅八、大平板儀彈簧滑動比例尺 綜合勘察院西北分院(174)
- 卅九、利用電唱機磨墨 重慶市設計院勘測隊(177)
- 四十、插繪等高綫透明板 濟南市城市建設局測量隊(178)
- 四十一、自動垂直照準杆 河南省勘測公司(180)
- 四十二、自來水描圖筆 綜合勘察院貴州工作站(181)
- 四十三、計算機速算法的實際運用 綜合勘察院西南分院(182)
- 四十四、怎樣防止儀器鏡片霉腐現象 綜合勘察院西南分院(191)
- 四十五、活頭測傘 陝西省城市勘察院(194)

編 者 的 話

建筑工程部綜合勘察院于一九五八年九月在北京召开了第四屆勘察測量會議，除綜合勘察院所屬各分院、工作站到会参加外，还有27个省、市、自治区及中央各工业部等一百多个勘察單位参加了會議。在會議期間，广泛地交流了全国各地勘察測量技术上的先进經驗。如測量方面的图根一次作业法、反光晒象等；勘察方面的在細砂含泥地层中取水問題、压縮空气代替冲洗鑽进、一人輕便鑽等；試驗方面的土工試驗計算尺、二氧化硅快速分析等。各个工种中的經驗，有很多是具有較高的技术水平和实用价值的。推广这些項目，对提高勘察工作的劳动生产率、保証質量有很大的作用，无疑地将会促使勘察部門的技术革命走向一个新的阶段。

为此，我們認為有必要把在會議期間所交流的一部分主要經驗和資料汇编成冊，以供有关部門学习参考之用。

这里选出的先进經驗共91篇，共分水文地質，工程地質，土工試驗及化学分析、測量四輯出版。

由于編印時間短促，有些內容沒有来得及仔細研討，这中間可能有些不完善之处，尚希讀者加以指正。

建筑工程部綜合勘察院

1958年10月

控制測量

一、城市大地控制測量全面 布網法的經驗介紹

城市設計院測量室

全面布網法，實質上就是邊長特短而圖形較多的小三角網的整體布置，其特点是層次簡化，重複勞動減少，操作和工程材料的費用降低，而所得精度仍可獲得完全滿意的結果。所謂Ⅲ級布網，Ⅱ級操作和Ⅰ級精度是也。

在黨的總路綫光輝照耀下，我室第三大隊全體職工發揮了革命的積極性、創造性和敢想、敢做的風格，從武漢、西安以及其他若干城市的全面布網和小三角形魚鱗式快速布網等老法中吸取經驗，並在蘇聯最先進的連續布網法理論啟示下，按土洋結合精神，在蕪湖、安慶、肇慶等中等城市和北海、欽縣、樂昌等小城市地區使用全面布網方法，並且使用同型異類的另一種方法——全面插網法——於具有國家網控制下的廣州地區（1260平方公里），均獲得滿意的預期效果。但是此項工作僅是一個開端，許多實際工作問題和理論方面，均有待於進一步充實提高，我們限于經驗和理論水平，缺點和錯誤在所難免，今將全面布網法的實踐經過作一比較全面的介紹，相信在黨的正確領導下，大家共同動手，一定能夠獲得更加美滿的結果。關於在國家網控制下的全面插網方法，另行總結介紹。

甲、蕪湖、安慶地區布網要點

一、網形結構

蕪湖、安慶均居長江下游，測量面積分別為330和230平方公里，蕪湖區內為平原地形，大江自北而南，經過測區的中部偏西；安慶則東南為平原，而西北為丘陵，大江自西而東，橫穿測區的中部偏南。

两区均有国家的三角点位，点数少，等级低，水利部在测区内有不少Ⅲ、Ⅳ等点，其点位可资利用。两区的布网设计自3月底开始，用选点构图的方法进行图形设计，所选之点大部分均构成主网，少数作插点，主网与插点同级对待，仅计算上分别平差而已。

蕪湖及安慶選點中利用舊點的情況 表 1

測區	總 點 數			利 用 點 位			新 設		利 用 率	備 注
	基綫點	主網	插點	標石標架	標石	高建築	普通標	2公尺內塔		
蕪湖	4	32	22	14	8	5	29	2	46.5%	
安慶	2	28	13	22		2	17	2	65.7%	

、蕪湖及安慶主網布局如图 1 及图 2 所示。

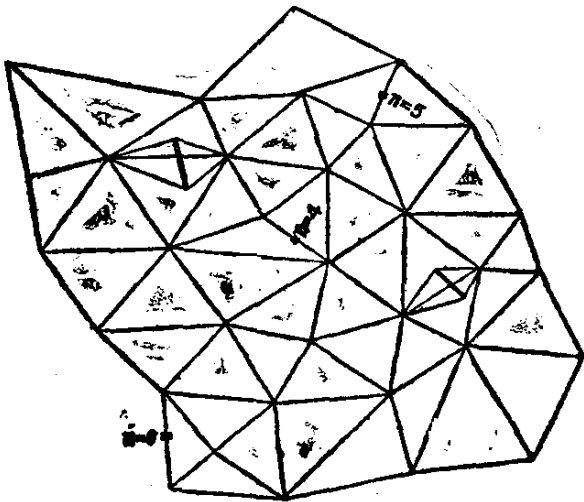


图 1 蕪湖全面布網略图

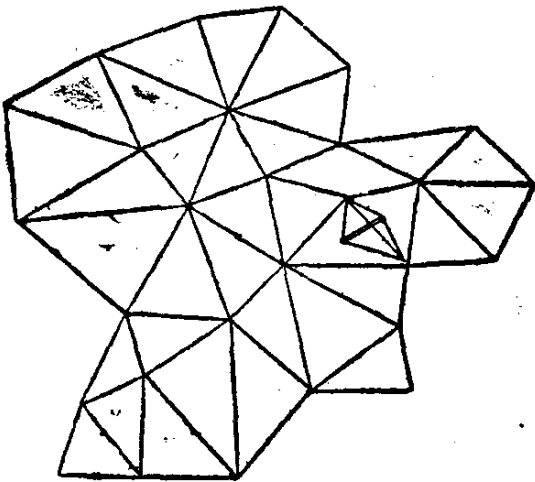


图 2 安慶全面網略图

两網的結構特性可归納为以下几点：

- ①平均边長在 3 ～ 4 公里之間，近于Ⅲ級独立網規定的边長。
- ②小角（40°以下）的比重很大，图形中，个别缺向，長短边之比悬殊（蕪湖大小比为2.5；安慶大小比达3.4），但图形指标則变化很小，相差仅为对数 1×10^{-8} 。較六重以上任意三角形的連續網相差为 10×10^{-8} ，較正三角形網相差为 20×10^{-8} 。
- ③两網的图形强度在2.00至2.38之間，較一般逐层布網值約高11 ～ 32%，由于未知数与条件数之間差別的增大，使平差結果更为有利。
- ④两網的最弱边距基綫的三角形个数延伸至 8 ～ 9 个。

蕪湖及安慶全面布網主要图形数据

表 2

項 目	蕪 湖	安 慶	項 目	蕪 湖	安 慶
主網点数	32	28	基綫端点数	4	2
主網边数	80	60	最小角度	28°20'	25°32'
三角形数	48	35	最大角度	117°31'	112°31'
极点数	17	9	40°以下小角个数	14	15
图形重数	5	3½	最小边長	2.08公里	2.10
測角(方向)数	143	104(123)	最大边長	5.06	7.13
图形中缺向数	1	1	平均边長	3.55	3.95
基綫網数(間隔)	2(7)	1	图形条件数	47	34
距基綫最远边三角形数	8	9	极条件数	17	9
图形强度	2.38	2.00	基綫条件数	1	
图形指标	1.42	1.43	測站条件数	17	

二、全面網的优点及經濟上的比較

全面網的結構特点,說明了全面布網法具备着以下几个优点:

1.在300平方公里左右的地区,可以直接布設Ⅲ級網,而免除Ⅰ級和Ⅱ級網布設的全部工作,包括远点設計、造标埋石、觀測及平差計算工作,以下是我們所担任的合肥、蕪湖等两个工区两种不同情况的比較:

表 3

工 区	三角点等級及其个数	总点数	觀測仪器及方法	总測站数	視准总回 数	使用生产工日
合 肥	基 ₂ Ⅰ ₁₂ Ⅰ插 ₄ Ⅱ插 ₁₃ Ⅲ插 ₂₈	59	Ⅰ T ₃ ×12, Ⅱ T ₃ ×8, Ⅲ T ₃ ×6	82	3544	316.5
蕪 湖	基 ₄₁ 主 ₃₃ 插 ₂₁	58	T ₃ ×8	60	1908	191
比 較				4:3	7:4	5:3

附注:合肥总測站数,按原来做法約有100站左右,今年作Ⅱ、Ⅲ級觀測时,已加簡化,原測站数減为82个。蕪湖、合肥两地的基綫網情况相同,未加入比較。

2.全面網在角度和边長上的差異可以很大,对图形要求的限制少,因而能够充分地選擇原有的点位和利用高地,使点的使用效果加大。

3.視綫較短,因而通过的障碍物的机会也少一些,标架高度和通視困难也相对地減小,造标材料的費用因而降低很多,以下是蕪湖和

合肥两地的实际比較:

标的新建与利用情况比較

表 4

工 区	新建普通內架	新建四脚錐标	新建三角錐标	利用高建筑物	利用高标	修理利用旧标	材料費总数
合 肥	15	4	14	2	2(8—12公尺)	22	11595
蕪 湖	2		35	2		19	1546
比 較							750:100

附注: 造标費用高, 还有其他原因。

4. 基于全面網的整体性, 全網中大量几何条件的共同影响, 使全面網有了很高的图形强度, 以下是蕪湖、安庆和廬山測区未知边(最弱边)权倒数 $\frac{1}{P}$ 的比較:

表 5

	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	$n = 6$	$n = 7$	$n = 8$	$n = 9$
蕪 湖		2.5843 (5.1686)	5.1591 (10.3182)			7.4567 (14.9134)	
安 庆	7.6403				16.9664		29.9209
合 肥	10.4366						
廬 山			16.1800				

注: 蕪湖栏括号內系乘以 2 之数。

上表数字系摘略平差計算的解答結果。蕪湖系角平差, 故应按原值乘以 2, 以便与方向平差作同等比較。自表中数字知 網中权倒数 $\frac{1}{P_E}$ 的比較, 合肥与蕪湖都有两基綫。合肥在 $n = 3$ 时, 相当于蕪湖的 $n = 5$ 。廬山和安庆同为一基綫, 廬山的 $n = 5$ 时, 相当于安庆的 $n = 7$ 。換一句話說, 就是 3 ~ 5 重的全面網比一般逐級布網在同一权倒数时, 約多了两个图形。至于同为全面網由于重数的不同, 安庆比蕪湖也有显著的差異。此外蕪湖、安庆两網的图形角度均較合肥、廬山为差, 如果加以考虑, 則所差当可更大一些。

5. 蕪湖、安庆两網的边長不 及 4 公里, 建筑区一般不小于 3 公

里，如按点位誤差作 5 公分計，則要求的相对誤差为：

$$\frac{m_s}{S} = \frac{5}{300000} = 1:60000$$

据我們实验結果，安庆最弱边 $n = 9$ 处，其相对誤差 $\frac{m_s}{S}$ 为 1:54000，点位誤差 m_s 为 5.4 公分。

也就是說象安庆这样 3 ~ 4 重的全面網，由一基綫直推至第九个三角形，其边長誤差尚能滿足建筑区的一般要求。

如果加以适当安排，使基綫位于建筑区中，則建筑区的边缘之 n 值一般当可不大于 5，故要求 $m_s = \pm 5$ 公分，更能达到。

6. 由于图形强度的增高，边長的縮短，在点位誤差为一定时，測角精度可以相对地降低一些，一般方向中誤差如定为 $2''.0$ ，則測角中誤差約为 $3''.0$ ，三角形閉合差限值可定为 $12''$ 。这样，假定建筑区最远边为 $n = 5$ ，郊区为 $n = 9$ ，就安庆、蕪湖的網重和布網的具体情况說来，則建筑区最远边为：

$$m_{lgs_5} = 2''.0 \sqrt{10.1382} = 6.42,$$

$$\frac{m_s}{S} = \frac{6.42}{\mu \cdot 10^6} = 1:67000 \quad (m_s < 5.0 \text{ 公分})$$

郊区最远边

$$m_{lgs_9} = 2''.0 \sqrt{29.9209} = 10.92,$$

$$\frac{m_s}{S} = \frac{10.92}{\mu \cdot 10^6} = 1:40000 \quad (m_s < 10 \text{ 公分})$$

所以，低級仪器的潛力，可以得到充分發揮。

7. 全面網平差后測角中誤差比較穩定，就蕪湖为例，有以下情况：
按三角形閉合差算得的測角中誤差：

$$m_1 = \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} = \pm 1''.16$$

从平差結果中按拉林公式求得的

$$m_2 = \sqrt{\frac{2[PVV]}{r_H + r_y}} = \pm 1''.16$$

由绝对值中数算得 $m_s = \frac{[1W1]}{n} = 1''.15$

莫斯科、列宁格勒等几个城市中的角度误差按菲列罗公式计算的平均数为 $0.8''5$ ，而平差后则为 $1.0''1$ ，我国解放后所做的若干城市也有类似情况，这说明了全面网不仅图形强度很高，而由全盘平差的共同影响，偶然误差的大部分得到合理的抵偿，从平差中所得测角中误差之值能够保持较高的精度。

三、蕪湖、安庆两工区的施工经过和工程技术经济指标

1. 施工经过简述：

蕪湖、安庆工作均自三月下旬开始，采取并行流水作业，两地同时并进。设计、选、造、埋工作历时一月，观测工作历时一个半月，平差工作历时两个半月。

两区施工期间，均值江南黄梅季节，阴雨天气所占比重很大，加以时值初春，草木竞茂，我们造的标都是普通标，视线较低，个别原来能够通视的，过一些时候就看不见了，给工作上带来一定的困难，所幸边长较短，尚能设法及时克服。在观测方面我们采用 T_2 作六测回观测，安庆工区中还夹用 T_2 作八测回的。我们事先已注意到短边的瞄准问题，规定标顶加钉，作为瞄准和投影的标志，但在执行时候尚不习惯，在安庆测区中贯彻不够，因而测角情况较差，有四个三角形超过 $7''$ ，未能符合设计书的要求，但仍远在建筑区小于 5 公厘和郊区小于 $10 \sim 20$ 公厘的规定之内。

平差计算方面，我们采用克吕格尔分组平差，以图形条件为第一组，极和基线条件为第二组，并考虑到蕪湖条件较多，为进一步节约工程量起见，蕪湖采用角度平差，这样在第二组另加 17 个圆周条件。安庆主网解答的工程为第一组方程式 34 个，第二组方程式 9 个，改化系数共 $34 \times 9 = 306$ 个，蕪湖第一组 47 个方程式全部免去解答，第二组法方程式为 37 个，改化系数的工作量极小，可以直接写出，两区比较，结果蕪湖点数虽多，但工作量相差很少。蕪湖单位权中误差，最初我们用一般公式，即

$$m_0 = \sqrt{\frac{[PVV]}{r}}, \text{ 計算以后改用D.A.拉林公式}$$

$$\text{即 } m_0 = \sqrt{\frac{2[PVV]}{r_H + r_y}}, \text{ (見“論連續三角網的精度”第46頁)}$$

所得結果較為合理。

插点仍用过去习用方法，單点或双点插入。

2. 工程技术經濟指标:

按两工区的劳动力計算，每一个点的平均总工作日为 $\frac{1}{2}(14.13 + 15.12) = 14.82$ 工作日，按我們現有直接生产人員52人計，今年除工区轉移及例假外，年工作日作240計，每点按新規定平均控制7平方公里面积，則每年我們可完成約6000平方公里的任务，經費支出方面按业务費支出決算数，每一百平方公里为1368.54元，仅为今年上級規定節約指标5000元的27.4%。在工程質量方面，两工区的建筑区点位誤差据平差結果为1.10~3.01公分，郊区最远处点位誤差为2.10~4.86公分，同級插点点位誤差为1.45~2.45公分，完全能滿足城市建設的要求。

劳动力表(工日/每点)

表 6

項 工 区 目		蕪 湖		安 庆		备 考
		1	2	1	2	
等級/面积		I / 330平方公里		I / 230		一、总点数中，包括基綫網、主網及插点。
三角点个数		58点		43		
每点控制面积		5.68平方公里		5.34		
水准路綫長度		102.9公里		118.4		
各 工 序 需 用 工 作 日	設計、选、造、埋	272	402.8	244	4245	二、①指生产人員工日，不包括工区轉移及每月两次例假； ②指絕對工日，将加班折算为每日 8 小时并加上見习人員临时雇工等。
	三角观测	175	191.3	118	1170.9	
	水准观测	121	113.1	130	179.6	
	基綫測量	119	238	57	91	
	平差計算	130	184.5	1.04	175.1	
	其 他	26	65.9			
	总 計	843	1195.6	653	1041.1	
	每点所需工日	14.53		15.12		
		26.60		24.21		

业务費支出表(元)

表 7

項目 工 区	工程 面积	临 时 工 資	旅差費	運輸費	材料費	机具 修理	其他	总 計	每 100 平 方 公 里 用 費
安 庆	230	222.31	428.96	399.69	1378.35	21.61	294.12	2745.04	1193.48
蕪 湖	330	359.23	632.42	818.14	1546.52	672.90	601.50	4630.81	1543.60
平 均									1368.54

乙、全面網的設計，选、造、埋、 观测和平差計算

一、全面網的設計

全面布網法，为区别逐层布網法的相对名詞。全面網是指一般独立網說的，用于沒有强制条件（不包括基綫条件）的地区，但有时亦可用作附合網或有个别座标条件、方位角条件的地区。至于在高级網下加密的插網，我們曾使用全面插網方法，这一方面我們將另为介紹，不在本文範圍之內。

1. 全面網中主網和插点的布設。全面網的設計应考虑到测区的具体情况，首先是测区面积，建筑区与非建筑区的划分、点的密度、精度要求等等，其次我們就要注意到边長、三角形个数、平差条件，这些都需要結合当地地形原有資料进行考虑。

全面網的主要技术特点就是整体平差，因此不論地区多大，点子数量多少，但就工程上說来不能是漫无节制的，按照苏联普罗沃洛夫教授所論証的：連續三角網图形精度的資料中指明了網重在五重以下时，图形强度的增加依重数的加多迅速增大，超过五重至九重时亦略有增加，但已不甚显著。依照我們的工作經驗，一般近乎方形或近于長方形的地区，網重在四、五重时，条件約50~70个，平差工作将大为加重，三重以下則精度递降甚大，亦不妥善。为符合多快好省的方針，我們認為以四、五重左右为宜，据此計算，則全面網的点数以30~40左右为宜，这是第一个原則。

关于这一推論的根据，請參看普罗沃洛夫著“論連續三角網的精度”一書第109頁表26，其中說明了五重比双重的誤差約低40%，比三重低20%，值得我們注意。

因此如果測区面积为400平方公里，其中建筑区占120平方公里，按我院測量室整改意見的一般規定，設建筑区5平方公里一点，郊区10平方公里一点，如果完全不用插点則全面網的点数为 $\frac{120}{5} + \frac{280}{10} = 52$ 点。超过上述第一原則的30~40%。这样，我們可以考慮建筑区仍按每10平方公里一点布設，而其不足之数再作一次同級加密。这时：

$$\text{主網点数: } \frac{120}{10} + \frac{280}{10} = 40 \text{ 个}$$

$$\text{插点: } \frac{120}{5} - \frac{120}{10} = 12 \text{ 个}$$

$$\text{共: } 52 \text{ 个}$$

我們也可以这样考慮，在主網方面把建筑区定为每6平方公里一点，郊区定为每20平方公里一点，这样：

$$\text{主網点位: } \frac{120}{6} + \frac{280}{20} = 34$$

$$\text{建筑区插点: } \frac{120}{5} - \frac{120}{6} = 4$$

$$\text{郊区插点: } \frac{280}{10} - \frac{280}{20} = 14$$

由于全面網对图形要求不象那样严格，边長的大小之比也可以大一些，所以从建筑区到郊区可以采取由密而稀的特殊布置。6平方公里一点与20平方公里一点在边長上約为 $\sqrt{\frac{6}{20}} = 1:1.73$ ，不及两倍，

当可获得妥善安排。至于一些点留作插点，也有其好处，这些点可以便于为某些專門的目的而进行选择，而且可以不受主網图形种种特有要求的过多限制。

面积更大的一些測区，例如1200平方公里，由于重数所限，我們需要采取兩級布置，主網可取25平方公里一点为标准，使构成为40左

右的点数，而后再按需要分区加密，一般大面积地区，不可能一下都要低级点，这样做也有道理。至于面积很小的地区，如80平方公里大的，就可以采取中心为三四个点，周围为六七个的全面网，如图3所示。

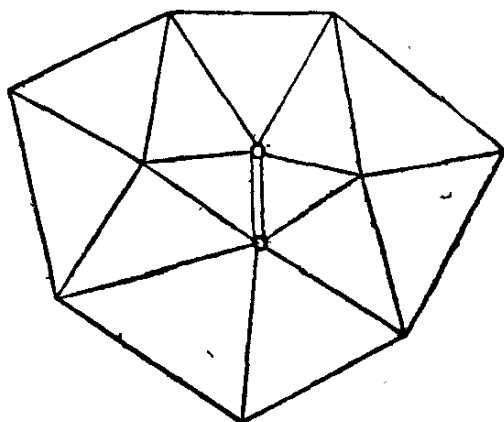


图 3

如果布设图形时，欲使疏密适当，可以采用五边中点形为宜。

2.全面网的基线。在300平方公里以下的全面网，一条基线已足，长度不必超过2公里，仍作I级精度进行丈量，因为全面网的精度很高，基线低了影响较大。在小于200平方公里地区以下的基线还可以直量起算边，直量起算边有很大好处，起算边的要求比基线要低的多，一般1:30万至1:20万就够了。这样可以多多地采用折线，折线的折角可定为 10° 以内，转折数亦可有两个甚至有三个，这样可以充分利用道路、堤面和其他合适地区。首先可以避免损坏农作物，减小工程费用。同时在观测方面也省了整个基线网。基线网在100平方公里以内测区的观测工程量为全部三角点观测量的50%至80%，在平差计算方面基线网的工作也占很大比重。

在300平方公里以上狭长地区，应该考虑使用两条基线，两基线布设的地方应作特别考虑，如果边缘地带没有扩充的必要，应放在距边约三、五个三角形处。两基线相隔不必小于8~10个三角形，过近则无必要。基线在一般情况下不能使用两次扩充，以免有过大工程量，在1000平方公里以内的测区，基线长度亦不必超过2.5公里，如果直量起算边，则例外。基线的图形要求仍按规范规定。