

全國測繪科學技術經驗交流會議資料選編

第 二 卷

大 地 測 量

上 冊

全國測繪科學技術經驗交流會議資料選編編輯委員會 編

測 繪 出 版 社

全国測繪科学技术經驗交流會議資料选編

第 二 卷

大 地 測 量

上 册

全国測繪科学技术經驗交流會議
資料选編編輯委员会 編

測 繪 出 版 社

1960·北京

全國測繪科學技術經驗交流會議資料選編

第二卷 大地測量 上册

編者	全國測繪科學技術經驗交流會議資料選編編輯委員會
出版者	測繪出版社 北京西四羊市大街地質部內 北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 号
發行者	新華書店科技發行所
經售者	各地新華書店
印刷者	北京西四印刷廠 北京安定門外六鋪炕40号

印數(京)1—5100册
開本 $33'' \times 46'' \frac{1}{32}$
字數260,000
定價 1.30 元

1960年8月北京第1版
1960年8月第1次印刷
印張 9 $\frac{9}{16}$ 插頁3

出版說明

一九五九年二月在武汉召开的全国測繪科学技术經驗交流會議广泛地交流了各方面的先进經驗和技术革新成就。为供全国測繪工作者学习先进經驗的参考，由大会秘書处組成編輯委员会，按专业編选汇集，并由測繪、建筑工程、水利电力、煤炭工业等四个出版社协作出版了单行分册，現将这些分册按专业汇集起来分六卷出版。第一卷：組織領導經驗；第二卷：大地測量；第三卷：航空摄影測量；第四卷：地形測量；第五卷：工程測量；第六卷：制圖。

本卷內容为大地測量方面的科学成就和技术經驗，分上、下二册出版，上册介紹了大地測量技术設計經驗；各种类型地区的选点經驗；基綫測量外业工作經驗；三角測量中水平角觀測經驗；司光工作經驗；并有多种工具革新經驗等。

本卷上册系由我社出版的四个分册：大地測量布网設計；三角測量选点、造标、埋石；一、二等基綫測量；三角測量觀測合訂而成，現汇集予以出版。

目 录

第一章 大地測量布网設計

第一节 大地測量技术設計	(9)
一、大地測量技术設計	长江流域规划办公室 (9)
二、实际設計的无綫电控制測量鎖的結構精度	
.....	中国人民解放军測繪学院 (31)
第二节 三角网的布設	(44)
一、三角网的加密問題	
.....	中国科学院武汉測量制图研究所周江文 武汉測繪学院陶本藻 (44)
第三节 图形权倒数的計算	(64)
一、基綫网扩大边权倒数的計算	大连工学院范家鼎 (64)
二、基綫网扩大边权倒数的近似計算公式	
.....	中国人民解放军測繪学院 (74)
三、大地四边誤差公式的探討 (摘要)	
.....	中国人民解放军測繪学院 (84)

第二章 三角測量选点、造标、埋石

第一节 选点經驗介紹	(85)
一、山地选点經驗介紹	长江流域规划办公室 (85)
二、平原地区选点經驗介紹	长江流域规划办公室 (87)
三、平原区选点高桿	长江流域规划办公室 (90)
四、选点双旗决定标高法	长江流域规划办公室 (95)
五、多旗选点法	长江流域规划办公室 (101)
六、測角图解定綫砍树通視法	长江流域规划办公室 (102)
七、沙漠地区选点經驗	国家測繪总局第九大地測量队 (103)
八、沙漠地区选造工作經驗	总參謀部測繪局第五大地測量队 (107)
九、风沙地区的选点經驗	内蒙古自治区水利厅勘测設計院 (109)
十、大兴安岭森林地区选点經驗	
.....	国家測繪总局第一大地測量队 (110)
十一、长白山森林区选点造标工作方法	
.....	总參謀部測繪局第五大地測量队 (124)

十二、一等三角鎖选造合併 进行.....	总參謀部測繪局第一大地測量队	(132)
十三、分組单独选点作业法	黄河水利委员会勘测設計院三角一队	(133)
十四、选設基綫工作中的 体会.....	黄河水利委员会勘测設計院三角一队	(134)
第二节 选点工具革新		(138)
一、輕便小測板.....	总參謀部測繪局第四大地測量队	(138)
二、活动高梯.....	总參謀部測繪局第四大地測量队	(139)
三、选点反光鏡.....	黄河水利委员会勘测設計院	(139)
四、多稜形反光鏡和球状反光鏡.....	黄河水利委员会勘测設計院	(140)
五、三角柱形旗.....	黄河水利委员会勘测設計院	(142)
六、草把代旗.....	黄河水利委员会勘测設計院	(143)
七、节约鉄絲的标旗埋設法.....	广东省水利电力勘测設計院	(144)
第三节 觚标的革新		(145)
一、普通复合 标.....	建筑工程部城市設計院測量室	(145)
二、簡易标頂.....	总參謀部測繪局第五大地測量队	(145)
三、觚标梯子的改进.....	黄河水利委员会勘测設計院	(146)
四、傾立式独脚标介紹.....	长江流域规划办公室	(146)
五、試制竹櫓柱三角标之介紹.....	河南省勘测公司	(150)
六、改良四脚錐形标回光台安置法.....	长江流域规划办公室	(152)
七、三种活动觚标 簡 介.....	长江流域规划办公室	(153)
八、森林区活树造标 总 結.....	总參謀部測繪局第一、五大地測量队	(154)
第四节 造标施工經驗		(159)
一、建造木标和鋼标的点滴經驗.....	河北省水利厅勘测設計院	(159)
二、高标地面排架法.....	黄河水利委员会勘测設計院	(163)
三、木質觚标的树立——整体 拉 标.....	黑龙江省水利厅勘测設計院	(166)
四、高木标的标頂安裝办 法.....	总參謀部測繪局第五大地測量队	(171)
五、复杂高标检查櫓的标定法.....	长江流域规划办公室	(172)
六、高标內料材的制造及裝釘法.....	长江流域规划办公室	(173)
七、輕易移动櫓柱法	长江流域规划办公室	(174)

八、橫梁礮槽挖制法	长江流域规划办公室	(175)
九、垂直鑽孔法	长江流域规划办公室	(177)
十、大标集中,小标分散的工作方法	黄河水利委员会、内蒙古自治区勘测设计院	(177)
十一、造标运料方面的經驗	黄河水利委员会勘测设计院	(177)
十二、沙漠地区造标的經驗	内蒙古自治区水利厅勘测设计院	(178)
十三、三天建造二十米四脚复合高标的經驗	河北省煤矿管理局	(179)
第五节 造标工具革新		(182)
一、建造木标施工放样	长江流域规划办公室	(182)
二、标定橦柱坑位法	长江流域规划办公室	(185)
三、长把鑽改制手搖鑽	内蒙古自治区水利厅勘测设计院	(186)
四、土白漆代替白鉛油	建筑工程部城市设计院	(187)
五、活动铁踏脚	长江流域规划办公室	(187)
六、斧子加門柄上鑽孔系繩	长江流域规划办公室	(188)
七、絞盘	长江流域规划办公室	(189)
八、原生树做簡易絞盘	国家測繪总局第一大地測量队	(191)
九、木制人力打椿机	国家測繪总局第一大地測量队	(192)
十、活动丁字尺	国家測繪总局第一大地測量队	(193)
第六节 觇标扭轉		(194)
一、大地測量觇标扭轉試驗报告(摘要)	中国科学院武汉測量制图研究所	(194)
第七节 埋石經驗		(197)
一、沙漠地区造标埋石方法	国家測繪总局第七大地測量队	(197)
二、菱苦土标石代替混凝土标石	鞍鋼地質勘探公司地形測量队	(200)
三、关于澆灌混凝土标石的几点經驗	长江流域规划办公室	(202)
四、澆制混凝土标石快速脱模法	四川省水利厅水利水电設計院大地測量队	(205)
五、沉箱埋石法	黑龙江省水利厅勘测设计院	(207)
六、安全隔水沉箱	黄河水利委员会勘测设计院	(208)
七、綫吊垂球法	总参謀部測繪局第五大地測量队	(209)

- 八、造标埋石投影法 山东省煤炭工业局地质勘探局測量队 (210)
- 九、标石刻字模板 江西省水利电力勘测設計院 (212)
- 十、用埋电桿的窩掘挖标石坑 重庆鋼鐵公司設計处勘测科 (213)

第三章 一、二等基綫測量

- 第一节 基綫尺比較 (215)
 - 一、作业基綫尺比較的經驗 长江流域规划办公室 (219)
- 第二节 基綫測量工具 (219)
 - 一、半导体測溫計 北京矿业学院 (220)
 - 二、自搖溫度計 黄河水利委员会勘测設計院 (221)
- 第三节 基綫測量作业經驗 (221)
 - 一、基綫測量新的劳动組織 总參謀部測繪局第一大地測量队 (222)
 - 二、基綫測量外业工作經驗总结
 - 国家測繪总局第一大地队基綫組 (234)
 - 三、在浅水中将重錘置于水桶內量綫的方法
 - 国家測繪总局第一大地队基綫組 (235)
 - 四、运送基綫尺过河的簡便方法 江西省地質局測量大队一队 (235)
 - 五、鉄鍊吊基綫尺脚架滑輪法 长江流域规划办公室 (236)
 - 六、阿斯坎尼亚50公尺带状鋼綫基綫尺的改装及使用 方法
 - 长江流域规划办公室 (240)
- 第四节 光速測距 (241)
 - 一、关于光速測距及其試驗情况 武汉測繪学院紀瑞爵 (249)

第四章 三角測量觀測

第一节 水平角觀測

- 一、經緯仪上加找方向的指标 (249)
- 二、沙漠地区觀測經驗介紹 国家測繪总局 (249)
- 三、用威特 T₃ 經緯仪觀測一等鎮的經驗 长江流域规划办公室 (251)
- 四、二等三角測量觀測回数数的探討 长江流域规划办公室 (257)
- 五、回光与觀測連环配合法 长江流域规划办公室 (263)
- 六、双边觀測 长江流域规划办公室 (264)
- 七、角觀測手簿循环核算法 长江流域规划办公室 (265)

八、非完全方向观测法之测站平差的简化计算方法	长江流域规划办公室	(266)
九、在测站上估算方向观测精度的用表	西安分局计算室	(272)
第二节 天顶距观测		(274)
一、天顶距观测手簿记录的改进	广东水利厅勘测设计院	(274)
二、天顶距和指标差的简化计算	总参测绘局第四大地测量队	(276)
第三节 回照器和回光灯的改进		(278)
一、简装两用回照器	长江流域规划办公室	(278)
二、回照器与回光灯合并装置	总参测绘局第二大地测量队	(280)
三、自动控制和间歇发光的回光灯		(280)
四、扇形回照器	长江流域规划办公室	(283)
五、利用手电筒供光的夜间观测法	长江流域规划办公室	(285)
第四节 司光工作经验		(287)
一、怎样做好三角观测的司光工作	黄河水利委员会勘测设计院	(287)
二、司光经验介绍	国家测绘总局第一大地测量队	(295)
三、对司光工作的点滴体会	国家测绘总局第八大地测量队	(299)
第五节 归心投影		(302)
一、利用分划投影器的一人投影法		(302)
二、垂直投影仪	黑龙江省燃料厅地质局测量大队	(304)

第一章

大地測量布网設計

第一节

大地測量技术設計

一、大地測量技术設計

长江流域规划办公室

(一) 前言

我办自1956年开始按苏联1954年大地測量法式操作，并进行了六个地区的技术設計工作。技术設計是根据苏联伊凡諾夫編著的“大地地形工作的技术設計和預算的編制法”及参考其他有关文件，并在苏联大地測量专家叶果洛夫指导下进行的。

技术設計的目的，是把該測区的任务要求，总的布置，及具体問題等用“技术設計書”及“技术設計图”表达之。使該区的作业方案既能滿足近期的測图需要，又能照顧到远景扩展的要求。同时在保證精度的基础上，尽量节省人力和物力。

技术設計理应包括經費預算的編制，但由于資料不全，例如：缺乏可靠的地形图，及測区内障碍物、房屋、树林等高度的資料，目前又不可能抽調作业員进行实地調查，因此直接影响觚标高度的确定。所以对經費預算一項暫未編制。

設計的过程中，应严格遵循从整体到局部，从高級到低級的原則，如設計水准网，应首先考虑精密水准环，其次考虑三等水准网，再补充四等水准綫，只有如此做法，才能保證密度和誤差的均匀性。

对于設計的步驟，我們認為，首先应了解測区輪廓和測量的

任务要求，其次編制設計底图的輪廓，了解和鑑定測区內的已有資料，可以事半功倍。因为对測区輪廓有了較深刻的認識，关于測区以外的資料可以不鑑定，已鑑定的旧有三角水准所在的平面位置，亦有更深刻的記憶。隨即編制“技术設計图”。在編制过程中，如發現問題，而設計图上无法表达者，应記入专用的記載本中，待編写“技术設計書”时說明之。

技术設計图通常分为二张：三角測量技术設計图和水准測量技术設計图。水准測量技术設計图中包括有三角高程測量的技术設計。

(二) 三角測量技术設計图的編制

1. 准备工作：

了解上級指定的測区輪廓和測量的任务要求后，即着手編制技术設計图，使測区的輪廓展繪到設計图上。

大面积三角測量技术設計，均在国家一等三角鎖环內填补各級三角网，其面积大都为4—7万平方公里，故設計底图的比例尺通常采用1/50万比較适合。

編制的初步工作，以本測区内占面积最大的某一省1/5万图为主，求出測区内最北部分和最南部分的平均图廓长度，再按其长度以1/50万的比例尺在設計图底上画出相应的图幅綫，以虛綫—·—·—表示之，此綫与經緯綫及三角点的方向綫应有所区别，否則就会增加内外业看图的麻煩。

其次，把邻省的1/5万图幅綫亦按1/50万比例尺移于設計底图上。为此，先找出本省图上与邻省重迭部分的同名点，如山头、县城、鎮集等展繪于設計底图上。再把邻省的同名点及图幅綫展于透明紙上，把透明紙盖在設計底图上，力求同名点重合。稍加移动后，即可将邻省的图幅綫用小針刺于底图上，再用不同虛綫—·—·—一連接之，并註明各省的图幅編号，以便查图。

在取舍两省軍用图同名点时，最好多利用明显的同名山头（制高点），因1/5万伪陆軍图的成图过程中，对山头是比較重

觀的。其次為城鎮。設計底圖的圖幅綫決定後，再把一等鎮展上去，整個測區的輪廓就可以顯示出來了。

2. 了解和鑑定資料：

資料了解得愈全面，工作過程就愈順利。如對已有各種比例尺地形圖的情況，已有三角網的分布情況、精度、標石類型，基綫密度、長度、精度、最後擴大邊的中誤差等都要摸底。至於丈量基綫所用基綫尺的檢定歷史，和各種測量的技術總結等有關資料也要看一遍。只有如此，在設計過程中，才能全面考慮問題，不至於忘記連測，避免返工。

3. 新基綫的設計位置和舊基綫的利用：

蘇聯1954年大地法式：是在一等三角網環內填布二等網，再在二等三角形內加密三、四等點。因此二等網是整體的，高級的。二等基綫設計位置的優劣，是二等網精度的主要因素

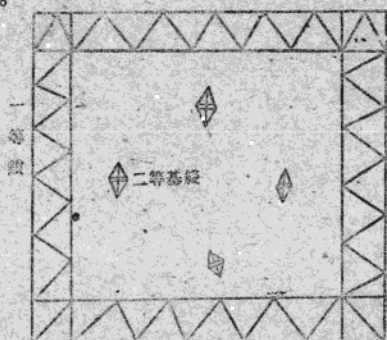


圖1

之一，我們認為採取以下圖形的基綫布置比較有利。（圖1）所有新設計基綫網最後擴大邊，均應布設天文點。

關於舊有基綫的位置，如適合於新二等網，那麼就可以考慮它的精度、長度、及擴長的可能性，倘能滿足設計需要，就把它展於底圖上。

如無舊基綫，應先在二等網的適當地點尋找二等基綫場，並決定最後擴大邊的位置，及與二等網通視的可能性。遵照細則規定，二等基綫至一等邊可採用9個圖形，而二等邊平均邊長為13公里，故二等基綫場至一等邊的距離約為60—70公里。而兩二等基綫場之間的距離可採用14個圖形約為90—100公里。

舊有基綫，原則上應當全部利用。如因其位置不能滿足新的

布点方案要求，且其长度过短，又无增加长度的必要时，我們認為把它納入新設計的三、四等三角系統內，大有好处。除了利用該旧有基綫的两端点外，尚可把旧成果（旧的基綫丈量的长度）与新的四等边边长进行比较，由于旧成果是直接丈量的，所以就創造了最有利的校核条件。

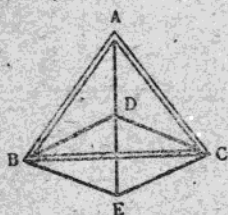


图 2

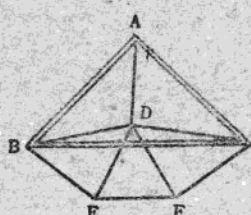


图 3

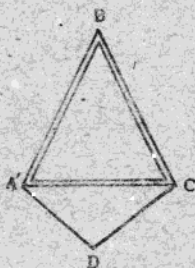


图 4

4. 二等网的布設：

基綫場決定后，进行二等网的設計，二等网与一等鎖之間必須用坚强的图形連接之。通常采用菱形（图 2）或扇形（图 3）的标准图形連接之。

扇形（图 3）应連接 AD 的方向綫，使图形的强度增加。至于菱形（图 2）的方向綫 AD ，如不通視可以不必勉强連接，在一等边特別短的情况下，可采用图 4 的形式連接之。由于国家一等鎖有时过长过大，或一等点不是安置于制高点，所以我們有时也迫不得已用任意图形連接之。但必然降低二等网的强度。因此建議进行一等鎖技术設計及实地选点时，均应考虑到二等网的連接問題。

二等网的平差計算，过去和現在都是一个区一个区的分区整体平差，因而在一等鎖的中心綫就形成两个地区的分界綫（图 5），两个地区边沿的二等点可以互不通視，仅須連接一等鎖的边，就可滿足要求。如此做法，是由于目前的計算工具尚不可能进行大規模的二等全面网整体平差的緣故。于是在一等鎖最弱边

地段，两区二等点的点位误差是很大的（根据苏联专家薩因科的解释是：二等連續网的精度很高，但由于一等点已有坐标的限制，势必迫使一等鎖最弱边地段的二等网发生偏扭。），鉴于电子计算机将来可利用作为大规模二等全面网平差計算的工具，因此要求两区的二等网不但要連接一等边，而且彼此也互相連接起来，如图5的虛綫；并等权观测之，使它连接成一大規模的二等全面网，为将来整体平差計算提供必要的資料。布置基綫（图1）时，也要考虑到基綫密度須符合这个远景要求。

由于在設計二等基綫网时，已考虑到最后扩大边与全面网的通視問題，故二等网的設計，最好从一等边开始向二等基綫网推进。

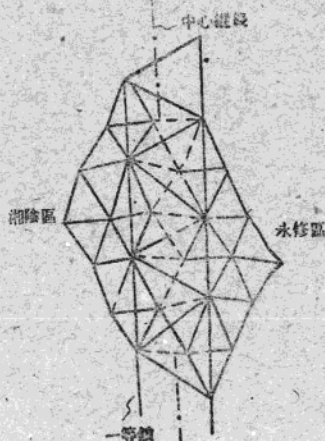


图5

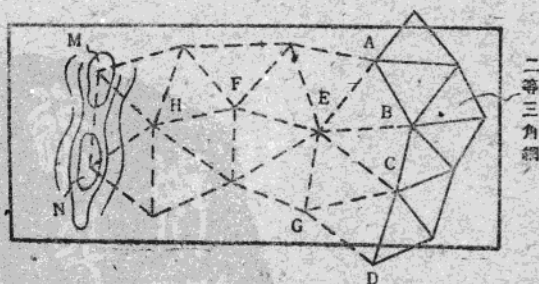


图6

在图上选点过程中，最好把四张或六张图拼接、摊开，先找出制高点，由制高点再考虑三角形的连接。如图6。

A、B、C、D为已经选定的新三角点，設M、N点均为制高点，且为連續的主要分水岭，則我們选定了M、N点后，在M、N至已选点A、B、C、D之間的空白地区內，有足夠的伸縮余地，可以补点。若仅采用在已选的A、B、C、D点上，以逐个三角向西推进的方式进行，則到达M、N分水岭时，所組成三角形的边不是过长，就是过短，角度亦不合理想，甚至有时为了越过分水岭，做成技术性的返工現象，延長設計工时。

由于二等网是整体的、高級的，所以应避免个别角度过小而引起的誤差影响全局，因此对二等网的图形强度应加注意。在完成全面二等网后，再在設計底图上全面检查一次，如發現可以更改者，应随时更改，庶可使三角形的边长、角度、符合要求，标高的決定最合理、最經濟。

在二等全面网的最后方案肯定后，进行精度估算工作。随即用典型图形进行三等点加密。

5. 精度估算：

新设计的二等网的精度估算，如下列各式：

(1) 鎖段中最弱边长相对誤差。

$$\frac{m_s}{S} = \sqrt{\left[\frac{m_b}{b}\right]^2 + \left[\frac{m''}{1.23 \times 10^5}\right]^2} \frac{1}{P} \quad (1)$$

式中 m_b 表起算边的中誤差， m'' 表測角中誤差， $\frac{1}{P}$ 表图形权倒数。

(a) 单三角形图形权倒数

$$\frac{1}{P} = \frac{4}{3} \Sigma [\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B]$$

(b) 四边形和多边形图形权倒数

$$\frac{1}{P} = \Sigma (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B)$$

(2) 一等鎖环內全面网(取銷二等基本鎖)最弱边边长相对誤差为

$$\frac{m_s}{S} = \sqrt{\left[\frac{m_b}{b}\right]^2 + \left[\frac{m''}{0.615 \times 10^6}\right]^2 \frac{1}{P}} \quad (2)$$

上式 m_b 表起算边, m'' 表测角中误差, $\frac{1}{P}$ 表图形权倒数。

全面网图形权倒数为

$$\frac{1}{P} = 0.77n - 0.77 \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{n}{2}} - \left(\frac{1}{2} \right)^{n+1} \right]$$

n 为最弱边至起算边的三角形个数。

(3) 菱形基线网权倒数估算公式。

$$\frac{1}{P} = 0.53 \frac{\Sigma(\delta_1 + \delta_2)^2 + (\theta_4 + \delta_1')^2 + (\theta_4 - \delta_2')^2 \delta_4}{(\delta_4 + \delta_4')^2} \quad (3)$$

δ 表正弦对数 $1''$ 表差, θ 表余弦对数 $1''$ 表差。

我們經常利用上列第 (2) 式估算各基线网之間的最弱边相对中误差 (如图 1 所示, 四个基线网所包围的中心部分)。估算結果, 不应大于 1:150 000 (按苏联专家阿格罗斯金所編写的关于建立三角网所需的精度第一系列的数值)。

6. 三、四等点的加密:

三等点是用典型图形在二等三角形或二等边上加密之, 典型

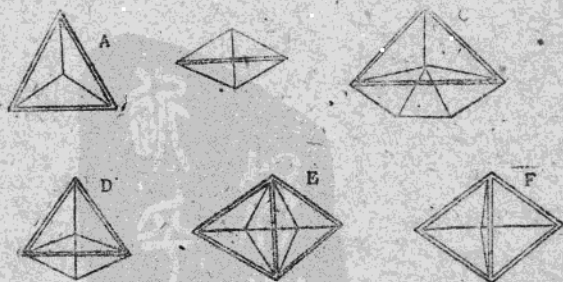


图 7

图形可參閱地質部測繪局学习資料第五期登載的苏联阿格洛夫“用二等点加密一等网标准图形之选定”一文。該文中所提的二

等点和一等网相应于本文中的三等点和二等网，大約有以下的图形。

其中以图 E 的图形最强，图 B 的图形較劣，但可解决起始边过长的矛盾。三等点最好按以上图形加密，最弱边的相对中誤差是可以达到 1:100 000 的（亦按阿格罗斯金編写的第一系列数值）。

四等点亦可按以上图形在三等三角形或三等边上加密之。則最弱边的相对中誤差可以达到 1:75 000（亦按阿格罗斯金編写的第一系列数值）。

对三角的设计，我們認為只須考虑二、三等点，因在野外选点过程中，对二等点的图形稍加变动，則四等点的图形变动甚剧，所以对四等的设计就失去了意义。三等点，如作业单位同意，亦可由作业单位进行设计。

二等点的平均边长为 13 公里，三等点的平均边长为 8 公里。为了顧及整体到局部，高級到低級的原則，二、三等点的平均边长不应有显著的出入。边长过大，影响四等点加密的困难，边长过短，会造成浪费现象。实际上，三等点的边长如果过短，也会降低三等点的图形强度。四等点的边长，視測图比例尺及成图方法而定，它的采用范围为 2—6 公里。

7. 經緯綫的决定：

大面积技术设计底图通常用 1/50 万比例尺，当图上距离为 1.0 公厘时，地面距离为 500 公尺。而經緯度的誤差不大于 $20''$ 时，图上距离約为 1.0 公厘。故决定經緯度时，可利用旧有三角点的大地坐标，求出該坐标与设计图需要的經緯綫的差数 $\Delta\lambda$ 、 $\Delta\phi$ ，凑整至 $20''$ 的整数化为边长。与图廓綫大致平行的方向，展于图上。連接各点的經緯綫，就可得出全区的經緯綫。为了提高工效起見，在决定了四隅的經緯綫后，可用鄰区同緯度的經綫或同經度的緯綫套在设计底图上，稍加移动重合，用小針刺点連接之。

若新设计地区缺乏或沒有旧有的大地坐标，則可用鄰区同緯度的經緯綫延長之。