

大地控制网建立的个别问题

第三卷

三角测量

〔苏联〕А. И. 阿格罗斯金 著

武汉测绘学院天文大地测量系 译

中国工业出版社

大地控制网建立的个别問題

第 三 卷

三 角 測 量

〔苏联〕A. И. 阿格罗斯金 著

武汉測繪学院天文大地測量系 譯

中 国 工 业 出 版 社

1962 北 京

А. И. Агроскин
ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ
ОПОРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
ЧАСТЬ 3
ТРИАНГУЛЯЦИЯ

* * *

大地控制网建立的个别问题
第三卷
三角测量
武汉测绘学院天文大地测量系译

*

国家测绘总局测绘书刊编辑部编辑 (北京三里河国家测绘总局)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $15^{1/4}$ ·插页2·字数402,000

1962年4月北京第一版·1964年10月北京第二次印刷

印数2,801—3,335·定价(科七)2.95元

*

统一书号: 15165·1297(测绘-14)

本书共分三卷出版。本书为第三卷“三角测量”。主要是討論国家三角测量的精度估算和設計的問題，測角儀器的度盘分划誤差及其檢驗和有关三角測量中角度觀測的問題、天文大地网总体平差的方法和三角測量与导綫測量一併平差的方法。

原 序

本卷包括建立国家三角测量的个别問題，它是对新成立的中华人民共和国武汉測繪学院中專業教研組的教师們講授的，在講授課程中所包含的各項問題及其叙述的順序是根据大地測量教研組、工程測量教研組及測量学教研組的教师們的願望而确定的。

本卷內容包括有誤差在三角測量中的作用及技术設計方面的各項問題，測角仪器的度盤分划誤差及其檢驗和有关三角測量中角度觀測的問題，天文大地網总体平差的方法，以及三角測量与導綫測量一併平差的方法。在編写本講义时，广泛地应用了杰出的苏联学者 Ф. Н. 克拉索夫斯基及 В. В. 达尼洛夫的大地測量学教科書，苏联內务部測繪总局最新的三角測量技术細則以及在所述各項問題方面的現有的測量文献，在本課文中都指出了所有的这些来源，在一系列的情况下，讀者会遇到我們的对当代技术細則中各別理論的証明，这样做是必要的，因为在文献中它們未曾得到适当的說明。

本講义是由孙德本及閩大学同志譯成中文，大地測量教研組許多教师也都参加了笔譯和口譯工作。学院教材与出版科的工作人員在我們的工作中給予了很大的帮助，所有这些同志們的巨大而高貴的劳动促成了富有成效的工作。

我認为这是我的应有的义务向学院的領導、天文大地測量系的領導、全体教师、一般問題的翻譯周鴻生同志和学院的職員和工友們在工作中給予本人的巨大帮助在此表示真誠的感謝。

中华人民共和国武汉市 1956—1957 年

A. И. 阿格罗斯金

目 录

原序	3
第一章 概論	8
§ 1. 測量控制網及其建立方法	8
§ 2. 三角測量方法的要点	11
§ 3. 三角測量中所用的几何圖形	13
§ 4. 苏联所采用的建立三角測量的方案和計劃	15
第二章 三角測量各元素精度的預先估算	22
§ 5. 概述	23
§ 6. 支三角鎖边長求定的精度	24
§ 7. 兩端具有起算边的鎖中边長求定的精度	31
§ 8. 三角形的最有利的形狀	35
§ 9. 支三角鎖各边方位角求定的精度	43
§ 10. 兩端具有起算方位角的鎖中求距边方位角的誤差	51
§ 11. 关于理想鎖的端点相互位置求定的精度	58
§ 12. 为圖形和基綫条件按角度平差的理想鎖之縱向誤差	74
§ 13. 为圖形和方位角条件平差的理想鎖之橫向誤差	77
§ 14. 顧及鎖內起算边的誤差	81
§ 15. 顧及鎖內起算方位角的誤差	83
§ 16. 关于大地四边形的某些特性	84
§ 17. 关于中点多边形的某些特性	111
§ 18. 双三角鎖	131
§ 19. 三角網	135
§ 20. 基綫網	147
第三章 一等三角測量的設計	163
§ 21. 概述	163
§ 22. 鎖段总的方向和三角点位置的选择	165
§ 23. 三角測量中三角形角度的容許数值	167
§ 24. 鎖段內几何連系誤差的容許数值	169
§ 25. 基綫網	172

§ 26. 測量觚標和中心標石	174
§ 27. 測量觚標高度的計算	179
§ 28. 野外勘察	181
§ 29. 關於一等三角測量精度的一些意見	182
第四章 關於二、三、四等三角網的建立	193
§ 30. 關於三角網中三角形邊長大小的問題	194
§ 31. 關於建立三角網時測量的必需精度	197
§ 32. 關於二等三角網中起算邊的設置	202
§ 33. 二等三角測量中邊的起算方位角的設置	205
§ 34. 關於二等三角測量的圖形	207
§ 35. 二等三角網對一等鎖段邊的連接	210
§ 36. 建立三等三角測量原則性的方案	210
§ 37. 在高等級三角形中插點時的邊長求定精度	215
§ 38. 關於利用座標角來進行典型圖形的平差和 各元素的精度評定	220
§ 39. T 點位置對邊長求定精度的影響	225
§ 40. 待定點點位的精度評定	227
§ 41. 關於用單點插入構成的網中的最弱地點	234
§ 42. 關於起算三角形形狀的影響	235
§ 43. 高等級四边形中的插點	236
§ 44. 高等級四边形中兩點系統的插入	240
§ 45. 建立在高等級三角測量邊上的由三個點組成的系統	248
§ 46. 關於四等三角測量的建立	252
§ 47. 關於在角度觀測時利用兩個高等點方向的情況	255
§ 48. 關於顧及起算數據誤差的問題	259
§ 49. 為計算三角點平均位置誤差的諸謾圖	269
第五章 測角儀器度盤誤差的檢查	270
§ 50. 關於度盤分划誤差	270
§ 51. 度盤分划誤差對角度觀測結果的影響	274
§ 52. 度盤的對徑誤差	277
§ 53. 度盤對徑誤差的檢查	279
§ 54. 度盤分划短週期誤差的檢查	305
第六章 關於經測站平差後的觀測成果和一組方向的等價性	314

§ 55. 測站上的觀測成果可以表示為一組方向的条件	314
§ 56. 等價特征之一	322
§ 57. H. A. 烏爾馬耶夫教授的公式	321
第七章 三角測量中角度觀測的個別問題	328
§ 58. 概述	328
§ 59. 三個方向法	330
§ 60. 角度的對稱觀測法	339
§ 61. 兩組方向觀測結果的測站平差	360
第八章 大地測量結果化算至參考橢圓體面上	366
§ 62. 概述	366
§ 63. 角度測量結果由於垂綫偏差的改正	367
§ 64. 由於觀測對象的高程的改正	372
§ 65. 由橢圓體上法截面化算至大地綫的改正	375
§ 66. 測得的基綫長度化算至參考橢圓體面上	376
第九章 關於國家一等三角測量平差	384
§ 67. 國家一等三角測量總體平差的任務	384
§ 68. 關於一等三角測量總體平差的方法	386
§ 69. 關於在一等三角測量總體平差時利用天文測量成果的 問題	387
第十章 用間接觀測法平差天文大地網	388
§ 70. H. A. 烏爾馬耶夫方法的一般原理	388
§ 71. 誤差方程式的列立	390
§ 72. 關於待平差元素的權	395
§ 73. 關於法方程式的列立和解算程序的一些原理	398
§ 74. 平差後值精度的評定	399
第十一章 用條件觀測法平差天文大地網	401
§ 75. Ф. H. 克拉斯夫斯基方法的一般原理	401
§ 76. 緯度條件方程式的列立	405
§ 77. 經度條件方程式的列立	420
§ 78. 拉普拉斯條件方程式的列立	431
§ 79. 按方向列立條件方程式。待平差元素權數的確定	433
§ 80. 根據 Д. А. 拉林方法在平面上列立條件方程式	435

第十二章	用具有未知数的条件观测法平差天文大地網	441
§ 81.	普兰尼斯-普兰涅維奇方法的要点	441
§ 82.	关于在已知点間插入三角鎖的問題	449
§ 83.	天文大地網中緯度条件方程式的列立	460
§ 84.	天文大地網中經度条件方程式的列立	462
§ 85.	天文大地網中方位角条件方程式的列立	463
§ 86.	拉普拉斯条件方程式的列立	465
§ 87.	按普兰尼斯-普兰涅維奇方法平差时条件方程式的 列立和解算	466
§ 88.	周江文教授的方法	468
第十三章	三角测量与导綫测量的一併平差	472
§ 89.	概述	472
§ 90.	备備面法去微面化算至大地綫的改正	375
§ 66.	測得的基綫長度化算至参考橢圓体面上	376
第九章	关于国家一等三角測量平差	384
§ 67.	国家一等三角測量总体平差的任务	384
§ 68.	关于一等三角測量总体平差的方法	386
§ 69.	关于在一等三角測量总体平差时利用天文測量成果的 問題	387
第十章	用間接观测法平差天文大地網	388
§ 70.	H. A. 烏尔馬耶夫方法的一般原理	388
§ 71.	誤差方程式的列立	390
§ 72.	关于待平差元素的权	395
§ 73.	关于法方程式的列立和解算程序的一些原理	398
§ 74.	平差后值精度的評定	399
第十一章	用条件观测法平差天文大地網	401
§ 75.	Φ. H. 克拉索夫斯基方法的一般原理	401
§ 76.	緯度条件方程式的列立	405
§ 77.	經度条件方程式的列立	420
§ 78.	拉普拉斯条件方程式的列立	431
§ 79.	按方向列立条件方程式。待平差元素权数的确定	433
§ 80.	根据 Д. А. 拉林方法在平面上列立条件方程式	435

大地控制网建立的个别問題

第 三 卷

三 角 測 量

〔苏联〕A. И. 阿格罗斯金 著

武汉測繪学院天文大地測量系 譯

中 国 工 业 出 版 社

1962 北 京

本书共分三卷出版。本书为第三卷“三角测量”。主要是讨论国家三角测量的精度估算和设计的问题，测角仪器的度盘分划误差及其检验和有关三角测量中角度观测的问题、天文大地网总体平差的方法和三角测量与导线测量一併平差的方法。

原 序

本卷包括建立国家三角测量的个别問題，它是对新成立的中华人民共和国武汉測繪学院中專業教研組的教师們講授的，在講授課程中所包含的各项問題及其叙述的順序是根据大地測量教研組、工程測量教研組及測量学教研組的教师們的願望而确定的。

本卷內容包括有誤差在三角測量中的作用及技术設計方面的各项問題，測角仪器的度盤分划誤差及其檢驗和有关三角測量中角度觀測的問題，天文大地網总体平差的方法，以及三角測量与導線測量一併平差的方法。在編写本講义时，广泛地应用了杰出的苏联学者 Ф. Н. 克拉索夫斯基及 В. В. 达尼洛夫的大地測量学教科書，苏联內务部測繪总局最新的三角測量技术細則以及在所述各项問題方面的現有的測量文献，在本課文中都指出了所有的这些来源，在一系列的情况下，讀者会遇到我們的对当代技术細則中各別理論的証明，这样做是必要的，因为在文献中它們未曾得到适当的說明。

本講义是由孙德本及閻大学同志譯成中文，大地測量教研組許多教师也都参加了笔譯和口譯工作。学院教材与出版科的工作人員在我們的工作中給予了很大的帮助，所有这些同志們的巨大而高貴的劳动促成了富有成效的工作。

我認为这是我的应有的义务向学院的領導、天文大地測量系的領導、全体教师、一般問題的翻譯周鴻生同志和学院的職員和工友們在工作中給予本人的巨大帮助在此表示真誠的感謝。

中华人民共和国武汉市 1956—1957 年

A. И. 阿格罗斯金

目 录

原序	3
第一章 概論	8
§ 1. 測量控制網及其建立方法	8
§ 2. 三角測量方法的要点	11
§ 3. 三角測量中所用的几何圖形	13
§ 4. 苏联所采用的建立三角測量的方案和計劃	15
第二章 三角測量各元素精度的預先估算	22
§ 5. 概述	23
§ 6. 支三角鎖边長求定的精度	24
§ 7. 兩端具有起算边的鎖中边長求定的精度	31
§ 8. 三角形的最有利的形狀	35
§ 9. 支三角鎖各边方位角求定的精度	43
§ 10. 兩端具有起算方位角的鎖中求距边方位角的誤差	51
§ 11. 关于理想鎖的端点相互位置求定的精度	58
§ 12. 为圖形和基綫条件按角度平差的理想鎖之縱向誤差	74
§ 13. 为圖形和方位角条件平差的理想鎖之橫向誤差	77
§ 14. 顧及鎖內起算边的誤差	81
§ 15. 顧及鎖內起算方位角的誤差	83
§ 16. 关于大地四边形的某些特性	84
§ 17. 关于中点多边形的某些特性	111
§ 18. 双三角鎖	131
§ 19. 三角網	135
§ 20. 基綫網	147
第三章 一等三角測量的設計	163
§ 21. 概述	163
§ 22. 鎖段总的方向和三角点位置的選擇	165
§ 23. 三角測量中三角形角度的容許数值	167
§ 24. 鎖段內几何連系誤差的容許数值	169
§ 25. 基綫網	172

§ 26. 測量規標和中心標石	174
§ 27. 測量規標高度的計算	179
§ 28. 野外勘察	181
§ 29. 關於一等三角測量精度的一些意見	182
第四章 關於二、三、四等三角網的建立	193
§ 30. 關於三角網中三角形邊長大小的問題	194
§ 31. 關於建立三角網時測量的必需精度	197
§ 32. 關於二等三角網中起算邊的設置	202
§ 33. 二等三角測量中邊的起算方位角的設置	205
§ 34. 關於二等三角測量的圖形	207
§ 35. 二等三角網對一等鎖段邊的連接	210
§ 36. 建立三等三角測量原則性的方案	210
§ 37. 在高等級三角形中插點時的邊長求定精度	215
§ 38. 關於利用座標角來進行典型圖形的平差和 各元素的精度評定	220
§ 39. T 點位置對邊長求定精度的影響	225
§ 40. 待定點位的精度評定	227
§ 41. 關於用單點插入構成的網中的最弱地點	234
§ 42. 關於起算三角形形狀的影響	235
§ 43. 高等級四边形中的插點	236
§ 44. 高等級四边形中兩點系統的插入	240
§ 45. 建立在高等級三角測量邊上的由三個點組成的系統	248
§ 46. 關於四等三角測量的建立	252
§ 47. 關於在角度觀測時利用兩個高等點方向的情況	255
§ 48. 關於顧及起算數據誤差的問題	259
§ 49. 為計算三角點平均位置誤差的諸謨圖	269
第五章 測角儀器度盤誤差的檢查	270
§ 50. 關於度盤分划誤差	270
§ 51. 度盤分划誤差對角度觀測結果的影響	274
§ 52. 度盤的對徑誤差	277
§ 53. 度盤對徑誤差的檢查	279
§ 54. 度盤分划短週期誤差的檢查	305
第六章 關於經測站平差後的觀測成果和一組方向的等價性	314

§ 55. 測站上的觀測成果可以表示為一組方向的條件	314
§ 56. 等價特征之一	322
§ 57. H. A. 烏爾馬耶夫教授的公式	324
第七章 三角測量中角度觀測的個別問題	328
§ 58. 概述	328
§ 59. 三個方向法	330
§ 60. 角度的對稱觀測法	339
§ 61. 兩組方向觀測結果的測站平差	360
第八章 大地測量結果化算至參考橢圓體面上	366
§ 62. 概述	366
§ 63. 角度測量結果由於垂綫偏差的改正	367
§ 64. 由於觀測對象的高程的改正	372
§ 65. 由橢圓體上法截面化算至大地綫的改正	375
§ 66. 測得的基綫長度化算至參考橢圓體面上	376
第九章 關於國家一等三角測量平差	384
§ 67. 國家一等三角測量總體平差的任務	384
§ 68. 關於一等三角測量總體平差的方法	386
§ 69. 關於在一等三角測量總體平差時利用天文測量成果的 問題	387
第十章 用間接觀測法平差天文大地網	388
§ 70. H. A. 烏爾馬耶夫方法的一般原理	388
§ 71. 誤差方程式的列立	390
§ 72. 關於待平差元素的權	395
§ 73. 關於法方程式的列立和解算程序的一些原理	398
§ 74. 平差後值精度的評定	399
第十一章 用條件觀測法平差天文大地網	401
§ 75. Ф. H. 克拉索夫斯基方法的一般原理	401
§ 76. 緯度條件方程式的列立	405
§ 77. 經度條件方程式的列立	420
§ 78. 拉普拉斯條件方程式的列立	431
§ 79. 按方向列立條件方程式。待平差元素權數的確定	433
§ 80. 根據 Д. А. 拉林方法在平面上列立條件方程式	435

第十二章	用具有未知数的条件观测法平差天文大地網	441
§ 81.	普兰尼斯-普兰涅維奇方法的要点	441
§ 82.	关于在已知点間插入三角鎖的問題	449
§ 83.	天文大地網中緯度条件方程式的列立	460
§ 84.	天文大地網中經度条件方程式的列立	462
§ 85.	天文大地網中方位角条件方程式的列立	463
§ 86.	拉普拉斯条件方程式的列立	465
§ 87.	按普兰尼斯-普兰涅維奇方法平差时条件方程式的 列立和解算	466
§ 88.	周江文教授的方法	468
第十三章	三角測量与导綫測量的一併平差	472
§ 89.	概述	472
§ 90.	条件平差法	474
§ 91.	間接平差法	482
§ 92.	补充意見	485

第一章 概 論

主要問題：

1. 測量控制網及其建立方法。
2. 三角測量方法的要点。
3. 在三角測量中所用的几何圖形。
4. 在苏联所采用的建立三角測量的方案和計劃。

主要參考書：

1. Ф. Н. 克拉索夫斯基及 В. В. 达尼洛夫——大地測量学，第一卷第一冊，莫斯科，1939年。
2. С. 苏达科夫——关于苏联領域內采用統一測量坐标及高程系統問題，科学技术及生产論文集，第17期，莫斯科，1948年。
3. С. 苏达科夫——国家三角測量的計劃和方案問題，科学技术及生产論文集，第19期，莫斯科，1948年。
4. А. А. 依佐托夫——根据現代数据的地球形狀和大小，莫斯科，1950年。

§ 1. 測量控制網及其建立方法

国家的国民經济經常地需要測量資料和反映个别地区以及整个国家經济現况和天然資源的制圖产品。沒有这个，工程建筑物的建設就不可想像，現有矿产的調查与利用就不可能，国家的工業、農業及林業經济，科学与文化等的發展，也就成为不可能。

根据需要，要經常地在國內各地进行各种不同精度的測量及地形測圖工作。根据个别地区的地形測量資料，随即产生制圖的成品，它們表現着个别地区的、省份的及全国的境域。

为了能够根据个别地区的測量資料（这是在不同時間由不同