

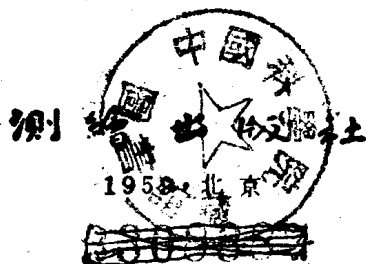
电子学研究所图
56-116
71.3

精密导线测量

B. B. 达尼洛夫 著

中国人民解放军测绘学院 译
中国人民解放军总参谋部测绘局 校

3308388



В. В. ДАНИЛОВ
ТОЧНАЯ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ

2-е исправленное издание

ГЕОДЕЗИЗДАТ

МОСКВА 1953

精密导线测量法与三角测量法同样是建立国家控制网(包括一等网在内)的方法之一,它已经存在了三十年。时间虽然这样的短,但已有了很多研究此种方法的书籍。本书对大地测量学中这一新的科目的研究作了总结,并陈述了内、外业新方法的理论基础和实验基础。

关于平差计算方面,本书首次提出了任意形状的导线网的独立平差以及导线网与三角系一併平差的一般严格方法(用条件观测法和间接观测法),因而使这个问题具备了至今仅在三角系平差中所具有的明确性和完备性。其次,本书对于一系列的其他问题作了新的研究,例如导线测量中的误差影响,导线的设计和选点,三角测量法和精密导线法的配合等。与三角测量法共同的问题,例如埋石和角度观测法等,在这里作了新的阐述。本书省略了所有与三角测量法完全相同的问题,因为这些问题在Ф. Н. 克拉索夫斯基教授和В. В. 达尼洛夫教授的“大地测量学”一书中已有了详细的说明,本书仅将这些材料补充到精密导线测量法的各部分中。

本书供测量工程师、教师、研究生以及高等测量学校的学生作为研究大地测量学中精密导线测量一章的参考。

精密导线测量

著者 В. В. 达尼洛夫
译者 中国人民解放军测绘学院
出版者 测绘出版社
北京西四大街大街编辑部
北京市书刊出版业营业登记证出字第081号
发行者 新华书店科技发行所
经售者 各地新华书店
印刷者 北京崇文印刷厂

印数(京)1—2500册
开本 33"×46" 1/4
字数 204,000
定价(10)1.65元

1959年12月北京第1版
1959年12月第1次印刷
印张7 1/2 插页4

目 录

第一版原序	6
第二版原序	11
緒 論	12
§ 1. 建立国家控制網的精密导綫測量法	12
§ 2. 三角測量和精密导綫測量之比較 采用精密导綫測量的条件	14
§ 3. 精密导綫測量的等級	18
§ 4. 精密导綫網的原則性的方案	19

第一章 精密导綫測量中的誤差傳播

§ 5. 精密导綫中边的方位角(坐标方位角)的誤差	26
§ 6. 精密导綫的縱、橫向誤差和方位角誤差 导綫的总誤差	31
§ 7. 主导綫容許的曲折度	45
§ 8. 插导綫和輔助导綫的容許曲折度	47
§ 9. 坐标傳算誤差以及“自由”导綫中的总誤差	52

第二章 計劃精密导綫測量的基本原則

§ 10. 計算公式	56
§ 11. 导綫的縱、橫向誤差的預先計算	62
§ 12. 計劃精密导綫測量的基本原則	66

第三章 选 点

§ 13. 拟訂导綫的初步計劃	73
§ 14. 主点的勘选	74
§ 15. 詳細选点	78

第四章 导綫測量的中心标和觇标

§ 16. 中心标 中心标的埋設和使用	81
§ 17. 导綫測量觇标	87

第五章 角度測量

§ 18. 經緯儀 三联脚架 置中器械	90
§ 19. 觀測水平角最有利的時間 折光差 減弱折光差影響的方法	94
§ 20. 水平角的觀測方法	100
§ 21. 復測法	106

第六章 量距導綫測量

§ 22. 器械	108
§ 23. 綫長丈量 綫長歸算	112
§ 24. 間接測距 聯結導綫主點	119
§ 25. 高程控制	122
§ 26. 導綫與三角系的聯結	123
§ 27. 量距導綫測量的野外整理	124
§ 28. 外業工作的組織	125

第七章 視差導綫測量

§ 29. 視差環節的各種圖形	126
§ 30. 視差角和基綫的偶然誤差和系統誤差對視差環節長度的影響	134
§ 31. 視差環節各種略圖形的比較	137
§ 32. 視差導綫測量	143
§ 33. 視差導綫測量的偶然誤差和系統誤差	153

第八章 三角測量法與精密導綫測量法的綜合

§ 34. 問題的提出	155
§ 35. 用間接法確定導綫主邊預期精度的概算	156

第九章 精密導綫鎖的平差

§ 36. 精密導綫測量中平差計算的任務	162
§ 37. 導綫閉合邊長的計算	165
§ 38. 計算導綫主邊長度之例	170
§ 39. 兩固定點和兩固定坐標方位角之間任意形	

精密导线测量

B. B. 达尼洛夫 著

中国人民解放军测绘学院 译
中国人民解放军总参谋部测绘局 校

测绘出版社

1958年 北京

В. В. ДАНИЛОВ
ТОЧНАЯ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ

2-е исправленное издание

ГЕОДЕЗИЗДАТ

МОСКВА 1953

精密导线测量法与三角测量法同样是建立国家控制网(包括一等网在内)的方法之一,它已经存在了三十年。时间虽然这样的短,但已有了很多研究此种方法的书籍。本书对大地测量学中这一新的科目的研究作了总结,并陈述了内、外业新方法的理论基础和实验基础。

关于平差计算方面,本书首次提出了任意形状的导线网的独立平差以及导线网与三角系一併平差的一般严格方法(用条件观测法和间接观测法),因而使这个问题具备了至今仅在三角系平差中所具有的明确性和完备性。其次,本书对于一系列的其他问题作了新的研究,例如导线测量中的误差影响,导线的设计和选点,三角测量法和精密导线法的配合等。与三角测量法共同的问题,例如埋石和角度观测法等,在这里作了新的阐述。本书省略了所有与三角测量法完全相同的问题,因为这些问题在Ф. Н. 克拉索夫斯基教授和В. В. 达尼洛夫教授的“大地测量学”一书中已有了详细的说明,本书仅将这些材料补充到精密导线测量法的各部分中。

本书供测量工程师、教师、研究生以及高等测量学校的学生作为研究大地测量学中精密导线测量一章的参考。

精密导线测量

著者 В. В. 达尼洛夫
译者 中国人民解放军测绘学院
出版者 测绘出版社
北京西四大街大街编辑部
北京市书刊出版业营业登记证出字第081号
发行者 新华书店科技发行所
经售者 各地新华书店
印刷者 北京崇文印刷厂

印数(京)1—2500册
开本 33"×46" 1/32
字数 204,000
定价(10)1.65元

1959年12月北京第1版
1959年12月第1次印刷
印张7-1/2 插页4

目 录

第一版原序	6
第二版原序	11
緒 論	12
§ 1. 建立国家控制網的精密导綫測量法	12
§ 2. 三角測量和精密导綫測量之比較 采用精密导綫測量的条件	14
§ 3. 精密导綫測量的等級	18
§ 4. 精密导綫網的原則性的方案	19

第一章 精密导綫測量中的誤差傳播

§ 5. 精密导綫中边的方位角(坐标方位角)的誤差	26
§ 6. 精密导綫的縱、橫向誤差和方位角誤差 导綫的总誤差	31
§ 7. 主导綫容許的曲折度	45
§ 8. 插导綫和輔助导綫的容許曲折度	47
§ 9. 坐标傳算誤差以及“自由”导綫中的总誤差	52

第二章 計劃精密导綫測量的基本原則

§ 10. 計算公式	56
§ 11. 导綫的縱、橫向誤差的預先計算	62
§ 12. 計劃精密导綫測量的基本原則	66

第三章 选 点

§ 13. 拟訂导綫的初步計劃	73
§ 14. 主点的勘选	74
§ 15. 詳細选点	78

第四章 导綫測量的中心标和觇标

§ 16. 中心标 中心标的埋設和使用	81
§ 17. 导綫測量觇标	87

第五章 角度測量

§ 18. 經緯儀 三联脚架 置中器械	90
§ 19. 觀測水平角最有利的時間 折光差 減弱折光差影響的方法	94
§ 20. 水平角的觀測方法	100
§ 21. 復測法	106

第六章 量距導線測量

§ 22. 器械	108
§ 23. 綫長丈量 綫長歸算	112
§ 24. 間接測距 聯結導線主點	119
§ 25. 高程控制	122
§ 26. 導線與三角系的聯結	123
§ 27. 量距導線測量的野外整理	124
§ 28. 外業工作的組織	125

第七章 視差導線測量

§ 29. 視差環節的各種圖形	126
§ 30. 視差角和基綫的偶然誤差和系統誤差對視差環節長度的影響	134
§ 31. 視差環節各種略圖形的比較	137
§ 32. 視差導線測量	143
§ 33. 視差導線測量的偶然誤差和系統誤差	153

第八章 三角測量法與精密導線測量法的綜合

§ 34. 問題的提出	155
§ 35. 用間接法確定導線主邊預期精度的概算	156

第九章 精密導線鎖的平差

§ 36. 精密導線測量中平差計算的任務	162
§ 37. 導線閉合邊長的計算	165
§ 38. 計算導線主邊長度之例	170
§ 39. 兩固定點和兩固定坐標方位角之間任意形	

式导线在平面上的平差	172
§ 40. 用直角坐标按条件观测法平差任意形式的导线之例	181
§ 41. 一个或数个中间固定方位角 (坐标方位角的情况)	181
§ 42. 各种特殊情况	184
§ 43. 用大地坐标预先平差一等导线锁段	186
§ 44. 用大地坐标最后平差一等导线锁段	188

第十章 独立导线网的平差和导线网与三角网一併 平差 在平面上的—般严格平差法和近似平差法

§ 45. 以条件观测法严格平差任意导线网	197
§ 46. 以条件观测法严格一併平差导线网和三角网	201
§ 47. 用間接观测法严格一併平差三角网和导线网	208
§ 48. 以条件观测法和間接观测法严格一併平差三角测量 及导线测量之例	219
§ 49. 导线网近似平差法概論	231
§ 50. 以条件观测法近似平差导线网	232
§ 51. 以間接观测法近似平差导线网	236

参考文献

献给我的学生们

第一版原序

精密导线测量法与三角测量法同样是建立国家控制网方法之一，它大约产生于三十年前。在近二十年来已出版了许多关于精密导线测量问题文献，但除 Ф.Н. 克拉索夫斯基和 В.В. 达尼洛夫的名著“大地测量学”中的很少章节（上卷第二分册第十五章）外，如果没有一本根据各种刊物和杂志彙集起来的书籍作详细陈述，就会使工程师和学生们在研究精密导线测量时大感困难。本书的目的，就是要弥补这个缺点；在这本对于苏联大地测量学者们完全必要的参考书尚未出版以前，我不能认为自己在精密导线测量领域中从事二十多年的工作已结束了。

在着手写此书时，我并不想写一本什么指南或教科书。本书的主要目的，是为了正确地解释精密导线测量中的野外工作方法和平差计算，而给予一些经验所证实了的理论基础，根据这些理论基础可以批判地对待所得的成果，以便在今后改进此种大地测量工作方面进行创造性的工作。同时附带彙集了过去所写的理论和实际性的著作，并引证一些主要文献的史料，使读者根据这些文献可以更详细了解一些与此有关的问题。为了达到这些目的，本书采取不广泛联系的方式是合适的。但是，在写作的过程中，对有详细阐述必要的某些实际问题——新的尚未充分研究过的或按其作用很重要的问题，在本书都作了充分的说明。因此，本书对于从事实践的工程师将更为有用。

我认为以后不需要编写精密导线测量法的专门指南或教科书。如果真的写精密导线测量教科书，那末无论在原则上和实际

上都是錯誤的，因為兩種方法——三角測量和精密導線測量——是同等的、是互相替代的，並具有共同的理論基礎和實踐基礎，它們應在同一本大地測量學中加以論述。但可惜得很，這種意圖未能得到完全採納。甚至在近代最完善的 Ф.Н. 克 拉 索 夫 斯 基 教授所著的大地測量學里，關於國家天文大地網的建立和平差問題的說明中，幾乎完全沒有談到精密導線測量法，而只用很小的篇幅孤立地在十五章敘述了精密導線測量問題，在某種程度上是補償了此缺點；但仍未完全涉及到導線測量與三角測量一併平差的問題。由於這些情況及兩種方法的基礎之共同性，所以在本書中採取了另一個方針，即將所有精密導線測量法和三角測量法相同的和在 Ф.Н. 克 拉 索 夫 斯 基 的 著 作 中 已 詳 細 說 明 了 的 問 題 一 概 略 去；這樣就可以大大地減少本書的篇幅；因此，本書又是 Ф.Н. 克 拉 索 夫 斯 基 教授 的 “大地測量學” 一書的不可缺少的補充資料。根據這些情況，本書在某種程度上可供莫斯科測繪工程學院三、四年級學生研究精密導線之用。當然，它也給高等測量學校教師和研究生帶來極大的好處。

應該注意，現有的關於精密導線測量方面的參考書籍，無論如何也不能令人滿意。在這些書籍中只注意到四—六等導線測量和一些特種形式的導線測量，例如城市導線測量，也就是說，只是相對於普通測量教程中之一部分。但精密導線測量是建立國家控制網的方法之一，是大地測量學的一個組成部分，因而，應作適當的敘述。這就是為什麼在寫作本書的過程中要重新研究某些問題，例如誤差影響（第一章）、設計和選點（第二、三章）、精密導線測量和三角測量的綜合（第八章），特別是平差計算等問題（第九、十章）。

事實上，直到導線測量應用於極小面積上建立低等控制網——四—六等加密網——時為止，在平差計算方面只限於研究嚴格平差單獨導線或附有兩三個結點的最簡單導線網的情況，而在較複雜的情況下，則進行各種簡化，有時以任意的假定來進行平差。實際上，敷設於極大面積上（甚至直到一個或更多的一等

三角鎖环的面积)的精密导綫測量,应与三角測量同样有一严格平差任意形狀导綫網的一般方法。但無論在我国和外国,对这一問題的研究都是不能令人滿意的。因此,直到最近以前,严格一併平差三角測量和导綫測量的問題仍未能認真地提出来。这就是为什么說叙述严格平差單独导綫網和导綫網与三角測量一併严格平差的一般方法(条件观测和間接观测)之第十章是特別重要的,而且大部分是新的材料。

現在把本書的主要內容分別說明如下。

在第一章中导出了概算自由导綫和非自由导綫中誤差所需的全部公式,同时也导出了計算导綫容許曲折度所必需的公式。利用所导出的公式,可以仔細地比較一下导綫測量和三角測量的精度,以便更清楚地了解它們的特性和拟定这两种方法傳算坐标的精度相等的途徑。作者首次导出了“自由”导綫 (§9) 傳算坐标的中誤差公式。

第二章所述是計算公式的彙集 (§10) 和所設計的导綫鎖各要素的根据 (§12)。

第四章是說明一些关于标石、埋石方法以及其在永远冻结、深冻结、間断層和流沙等自然地理地区內保存和使用的基本原理。这一章里并引用了中央測繪科学研究所土壤冻结研究委员会多年来的工作成果;我在1933年至1937年曾是此委员会的主席和参加者。从这样的观点来談标石的問題,在文献中还是第一次,因此我想这也是大家所关心的。

第五章所述是角度观测問題,也是大家所关心的問題,同时补充和修正了我在克拉索夫斯基和达尼洛夫的“大地測量学”(上卷第二分冊)中所写的第九章。在这一章里較詳細地叙述了折光差和减弱它的方法等問題 (§19);又一次說明了(虽然較簡略,但我認為更适当,也更明确)在用經緯仪測角时,彈性后效的影响及削弱它的方法等問題 (§20);同时指出和論証了用复測法測量角度的某些有效的改进 (§21)。因此,第五章是簡述了我在測量水平角方法的問題上多年工作(从1929年开始)的最后結果。

第八章中，非常完整地叙述了关于沿西伯利亞人烟稀少地区的大河流敷設一、二等大地鎖时，綜合应用三角測量法和精密導綫測量法各种可能的形式，并証明了在这种情况下，甚至对于一等鎖的主边也能获得足够的精度（§35）。

第九章中叙述了以条件觀測法严格平差精密導綫單独鎖的問題。这一章只对一般情况作了独創而詳細的說明。§43 和 §44 是新創的，在这兩节中談到关于用大地坐标严格平差一等導綫鎖段（概略平差和最后平差）的問題，这在我国文献中还是第一次，这就弥补了目前关于平差一等大地鎖問題所存在的缺点。

第十章闡述了关于任意導綫網的独立平差以及導綫網与三角網一併平差的一般严格方法（条件觀測和間接觀測法）。这里 §49, §50 所述的是以条件和間接觀測法平差任意形式導綫網的一般趋近法（分別叙述），来代替現存的、較簡單同时也較普通的“波波夫法”和“等价代替法”。

第九、十兩章中，对于严格平差導綫網以及導綫網与三角測量一併严格平差的問題，已經賦予了直到現在仅在三角測量中才具有的那种完整性、明确性和共同性。当然，平差導綫網的問題一般只适合于平面上平差的情况，但是，这里对于解答此問題所用的必要数学公式和方法都是在橢圓面上求得的。

第十一章中所述的是关于精密導綫測量法的發展簡史以及引用的文献。在这里最后的 §54 和 §55 中談到了精密導綫測量法有利的各方面，并說明了在我国實踐中沒有充分采用它的原因以及消除这些原因的办法。

我想，我从事了二十余年精密導綫測量方面的科学研究工作所完成的这本书，对苏联大地測量学者們在研究这门大地測量学的新科目时，將是有用的，同时也可作为今后在这方面發展的新推动力。如果我的学生們——莫斯科測繪工程学院的学生們，讀了这本在偉大的衛國战争年代——艰苦的和偉大胜利的年代里、在法西斯炮火的轟击和我們胜利的礼炮齐鳴下——所写成的書时，能滿怀着对自己專業的热爱和創造性的探討精神，从而如我

所希望的，將這本書更加充實完善，並沿着發展道路將它向前推進，使之成為我們偉大祖國的一份財產，那麼，我將因自己的勞動而感到非常愉快。

最後，我應該真誠地感謝 A.M. 維洛威茨教授和博士 H.A. 烏爾馬耶夫教授，他們在評閱本書時曾提出了寶貴的意見並作了修正。

技術科學博士 B. 達尼洛夫教授

1944 年 8 月 24 日於莫斯科

第二版原序

近些年来，阻碍着精密导线测量法运用到生产中去条件有了重大的变化，相反地，已出现了一些新的有利因素，例如布置大规模的大比例尺测图时，为了控制这种测图，精密导线测量法最为适合。实际上，我国工业已经开始制造一些质量优良的新型光学经纬仪，已经会制造殷钢的和超殷钢的线状尺和带状尺，并已开始制造改良过的整套基线测量和导线测量装备；我国高等测绘院校讲授精密导线测量这一课程已十余年了，并造就出许多通晓新作业法的测量工程师。因此，在生产中广泛采用精密导线测量，特别是视差导线测量，在干部和专门器材方面都不缺乏了。视差导线测量就其实质上而言，是负有使一等三角控制网加密到供斯大林时代伟大共产主义建设的1:10 000和1:5000比例尺航测成图所需要的密度的任务。

新出版的“精密导线测量”里，消除了某些在第一版中所发现的错误；除了因在这一段时间内所发现某些新事物，例如新的光学经纬仪，新的国家三角测量方案等等，而需要加以修改外，其余的原文几乎没有改变。第十章 § 46 中补充了已条件观测法一併严格平差三角测量和导线测量时，纵横坐标条件方程式的普遍公式的推导，这样就使对这个问题的说明简化了。在本版里我没有增加平差的例题，因为上版中所引用的那些例子已足以说明平差法的实质了。除此之外，省略第十一章“精密导线测量法发展的各个主要阶段”，因为，对这些問題感到兴趣的人们，可以根据第一版来研究。

技术科学博士 B. 达尼洛夫教授

1951年10月31日于莫斯科

緒 論

§ 1. 建立国家控制網的精密导綫測量法

大家都知道，在导綫測量法中，控制点是某一折形导綫的頂点，而該导綫的所有各边及轉折角均于实地上直接測得。因此，每后一控制点对前一控制点的位置是用極坐标来确定的，也即是說由至前一点的距离（导綫边）和方向（对前一控制点的轉折角）来确定。在建立大地控制網的各种方法發展的初期，直接在实地量測上述的極坐标似乎最簡單和最自然；因此，精密导綫測量实际上就是大地測量工作者曾用来解决国家地形測圖、經濟測圖、工程技术測圖控制的实用問題和解决科学問題（布置所謂弧度測量）的第一个方法。当然，最初綫長丈量的精度是不高的：綫長是用某一量距仪器（木杆尺和測鏈等等）沿着地面于測綫的方向綫上直接量得的；当时低精度的角度測量是与低精度的綫長丈量相适应的：角度是用所謂象限仪測得的，而在后一时期是用具有照准設備的測角仪測得的。一般來說，当时导綫測量是不够精密的，而主要的是沒有进一步提高精度的远景。实际上，就是較明确的丈量綫長的方法（木杆尺放在木樁上測量的方法）也不能有效地用于导綫測量中，因为这种方法太慢，并且不能越过地面上較大的障碍物。

由于上述原因，自然就会产生关于間接測定距离的問題，这便是十七世紀荷蘭大地測量学家斯奈留斯所提議的众所周知的三角測量法^①，并且于1614—1616年在阿尔克瑪尔城和卑根城之間敷設了由22个三角形所組成的三角鎖进行了試驗。在三角測

① 一般意見認為斯奈留斯是創立三角測量法的第一人其实这是不正确的，早在古代埃及就已采用了这种方法。显然，中世紀以后的十四世紀，即腓力浦二世的年代里，以 d'Alcala de Henare's 大学数学教授 Petro Esquivel 为代表的西班牙人，在大地測量工作中已第一次采用了它。