

基本館藏

274266

大地控制網建立的个别問題

第 二 卷

国家水准網的建立

A. И. 阿格罗斯金 著

成都工学院图书馆

測 繪 出 版 社

大地控制網建立的个别問題

第二卷

国家水准網的建立

A..И. 阿 格 罗 斯 金 著

武汉測繪学院天文大地測量系譯

測 繪 出 版 社

1960·北 京

А. И. АГРОСКИН

Часть 2

本書是苏联專家 A. H. 阿格羅斯金在上海同濟大學講課時的講稿，由武汉測繪學院天文大地測量系整理譯出。全書分三卷出版，本書為第二卷“國家水準網的編制”，闡述國家水準網的建立問題，包括一二三四等水準網的作業工作、成果整理以及精度評定。內容豐富、深入，並且密切聯繫實際，對生產工作有一定的參考價值。

大地控制網建立的個別問題
第 二 卷
國家水準網的建立

著者	A. M. 阿格羅斯金
譯者	武汉测绘学院天文大地測量系
出版者	測繪出版社
	北京西便門大街地質院內
	北京工業出版集團公司可達字第081第
發行者	新华書店科技發行所
經售者	各地新华書店
印刷者	北京市印刷一厂
	北京海運門外大街11号
印数(京)1-4000册	1960年4月北京第1版
开本850×1168 1/32	1960年4月第1次印刷
字数174,700	印張6 1/2
定价(10)1.30元	

目 录

原 序

第一篇 总 論

第一章 概 論

- § 1. 概述.....8
- § 2. 苏联水准網的建立方案与綱要.....9
- § 3. 水准点的埋設.....10

第二章 几何水准測量

- § 4. 一个測站高程差的公式.....14
- § 5. 地球曲率及折光的影响.....16
- § 6. 水准軸傾斜的改正.....18
- § 7. 望远镜視准軸和水准軸不平行的改正.....19
- § 8. 到水准尺間距离不等的影响.....20
- § 9. 水准尺傾斜的影响.....24
- § 10. 水准尺上作業米長度不正确的改正.....25
- § 11. 水准仪和水准尺垫下沉的影响.....27
- § 12. 高程系統的概念。正高改正.....31
- § 13. 水准基点間高程差的求定.....37

第二篇 三、四等水准測量

第三章 概 論

- § 14. 三、四等水准測量的用途及其建立的方案与綱要.....40
- § 15. 計劃的編制, 标誌的埋設.....42
- § 16. 仪器及其檢查与檢驗.....45
- § 17. 水准尺及其檢驗.....52

第四章 三等水准测量的施测

§ 18. 概述	62
§ 19. 测站上观测的程序	63
§ 20. 与水准标志的连接	70
§ 21. 工作的中断	71
§ 22. 通过障碍物传递高程	72
§ 23. 水准测量成果的初步(野外)整理	78

第五章 四等水准测量的施测

§ 24. 概述	82
§ 25. 测站上的观测程序	83
§ 26. 水准测量的特殊情况	87
§ 27. 水准测量成果的初步(野外)整理	88
§ 28. 斯塔多尔克维奇式水准仪	89

第三篇 一、二等水准测量

第六章 概 論

§ 29. 一等水准路线的建立	95
§ 30. 二等水准网的建立	96

第七章 重合法水准测量所用的仪器

§ 31. 概述	99
§ 32. 附有平板玻璃的定镜水准仪	102
§ 33. 附有平板玻璃的定镜水准仪的检查与检验	114
§ 34. 水准尺及其检定	138

第八章 重合法水准测量的施测

§ 35. 概述	150
§ 36. 精密及高精度水准测量的方法	151
§ 37. 重合法水准测量的施测	152
§ 38. 与永久性标志及地物的连接	157
§ 39. 水准测量的特殊情况	159
§ 40. 初步计算	165

第四篇 水准測量成果的精度評定及平差

第九章 水准測量成果精度的評定

- § 41. 概述水准綫路均方誤差的計算..... 175
- § 42. 單一水准綫路精度的評定..... 177
- § 43. 根据拉列曼公式进行水准綫路組精度的評定..... 178
- § 44. 根据魯基公式进行水准綫路精度的評定..... 180

第十章 水准測量成果的平差

- § 45. 概述。測量之权的确定..... 182
- § 46. 單一水准綫路的平差..... 183
- § 47. 条件觀測法的水准綫路系統的平差..... 185
- § 48. 間接觀測法的水准綫路系統的平差..... 190

第十一章 对所講課程的补充

- § 49. 概述..... 197
- § 50. 中央測繪科学研究所研究資料的主要結論..... 198
- § 51. 在高精度水准測量工作中所起的变化..... 205
- § 52. 在三、四等水准測量工作中所起的变化..... 207

原 序

本書是 1955—1956 學年 度 在 上海 同 濟 大 學 對 測 量 系 各 專 業 教 研 組 的 教 師 們 講 授 測 量 控 制 網 建 立 的 個 別 問 題 講 稿 的 第 二 卷。

這 一 部 分 講 稿 是 闡 述 國 家 水 准 網 的 建 立 問 題。它 包 括 了 對 於 頭 兩 年 級 學 生 測 量 學 大 綱 所 規 定 的 三 四 等 水 准 測 量 部 分 以 及 對 於 測 量 系 天 文 大 地 專 業 三 年 級 學 生 高 等 測 量 學 大 綱 所 規 定 的 精 密 水 准 測 量 和 高 精 度 水 准 測 量 部 分。

這 一 部 分 講 稿 中 的 許 多 問 題 比 起 通 常 對 學 生 所 講 授 的 作 了 更 全 面 的 敘 述，而 在 很 多 情 況 下，我 們 個 別 理 論 的 証 明 是 不 同 於 教 科 書 和 專 門 文 獻 中 所 作 的 証 明；這 樣 做 的 原 因 是 由 於 全 面 的 講 述 這 門 課 程 對 於 領 導 課 程 作 業 和 畢 業 設 計 以 及 較 全 面 闡 述 蘇 聯 在 這 一 方 面 所 累 積 起 來 的 豐 富 經 驗 都 是 有 這 種 必 要 性。

在 寫 本 講 稿 時，我 們 廣 泛 的 應 用 了 蘇 聯 杰 出 的 學 者 A. C. 契 巴 塔 廖 夫、Ф. H. 克 拉 索 夫 斯 基 及 B. B. 達 尼 洛 夫 的 測 量 學 和 高 等 測 量 學 教 科 書，以 及 現 有 的 關 於 敘 述 這 些 問 題 的 測 量 文 獻，在 本 課 文 中 都 指 出 了 所 有 這 些 來 源。

在 高 精 度 及 精 密 水 准 測 量 部 分 對 於 現 代 最 完 善 的 水 測 儀 構 造 及 其 在 水 准 測 量 工 作 中 的 應 用 予 以 很 大 的 注 意。

在 寫 這 一 部 分 講 稿 時 曾 經 考 慮 到 了 各 專 業 教 研 組 教 師 們 的 願 望。

講 稿 譯 成 中 文 後，葉 雪 安 教 授 及 崔 希 璋 教 授 親 自 担 任 了 翻 譯 的 總 校 訂。

在 向 教 師 們 講 課 時 是 由 講 師 李 青 岳 譯 為 中 文 的。

李 慶 海 教 授 及 楊 銓 曾 講 師 在 翻 譯 課 文 工 作 中 給 予 了 很 大 的 幫 助。

上 述 同 志 們 極 其 可 貴 的 勞 動 幫 助 了 各 專 業 教 研 組 的 教 師 們 對 所 講 課 程 有 效 的 理 解。

學 校 及 測 量 系 的 領 導，一 般 問 題 的 翻 譯 周 鴻 生 及 孫 德 本 同

志，系內及学校教材科的全体人員在我們工作中都給了很大的帮助。

我們在这里对于上述所有工作的同志表示衷心的感謝。

中华人民共和国 上海市 1953 年

А. И. 阿格罗斯金

第一篇 总 論

第一章 概 論

主要問題:

1. 一般介紹。
2. 苏联水准網的建立方案与綱要。
3. 地面上水准点的埋設。

主要参考書:

- О. Н. 克拉索夫斯基及 В. В. 达尼洛夫——大地測量学，第一卷，莫斯科，1938年。
- А. С. 契巴塔廖夫——測量学，第二卷，莫斯科 1949年。
- 苏联內务部測繪总局——苏联国家大地控制網法式，莫斯科，1954年。
- 苏联內务部測繪总局——一、二、三、四等水准測量规范。

§ 1. 概 述

全国大地控制網在測量方面是作为研究国家領土的一个基础，也是以必需的大地測量和地形測量資料来保証国家国民經济各个部門工作的实施以及解决許多科学和工程問題的基础。

全国大地控制網分成平面的和高程的，平面測量控制点在橢圓体上的位置是用三角測量或者导綫測量的方法来測定。国家高程控制点的高程是用几何水准測量的方法在全国統一的系統內測量定的。

全国高程控制網是分佈在整个国家領土內的水准網，它的佈置要能够很好的滿足所有国民經济部門的需要，并且要很有成效的解决由測量来推求地球構造，地球行星的生命等問題有关的一些科学問題。

属于这一类科学问题的有：地壳构造，陆地与海岸线的变迁，海水面的差数，地极的运动等等问题。

由上述可知，国家高程控制网是具有很大的科学和实用意义的，对于这种网要有很高的要求，它的点应该坚固的埋设在地上，并以很高的精度来测定这些点的高程。关于国家高程控制的建立问题，或者如通常所讲的，水准网的建立问题，在科学方面和实际方面都是测量学中一个复杂问题。

§ 2. 苏联水准网的建立方案与纲要

苏联国家水准网是根据由整体到局部的原则建立的。整个国家水准测量划分成四等。为了将统一的国家高程系统扩展到整个国家的领土上，同时为了解决较复杂的科学问题，在国家内敷设一等的特别水准路线，一等点在以后就是所有其余水准测量工作的基础。

以一等水准路线为基础来建立均匀分佈在整个国家领域内的二等多边形。敷设三等水准路线，然后敷设四等水准路线以进行水准网的继续加密。

用最后两等的水准测量把国家水准网加密到这样的程度，使其能满足国家的地形测量以及各种工程工作特殊用途的测图工作。一二等水准测量是主要的国家高程控制，利用它们在全国建立起极其精密的高程统一系统。由于这个原因，一二等水准测量称之为精密水准测量，实际上它们就是精密大地测量工作中的一种形式。

作为整个国家水准网的基础和具有很大科学意义的一等水准路线，是按照有关部门的学者所拟订出来的特别计划敷设的。要特别注意选择一等水准测量的干线以及埋设水准标志的地点，使其能保证精密水准测量工作的进行并能在长时期内保存这些水准点。

二等水准测量是建成全长500—600公里的多边形，并附合到一等点上。该等水准测量确定了整个国家领土内全国高程统一

系统的最合理的佈置。这一等的水准测量同样是要通过有利于实施精密水准测量工作的地区，因此，这些线路一般是沿着铁路、公路、改良过的交通道路和大河等等来敷設。

用三等水准测量將全国水准網繼續加密，这一等的水准路線是敷設在二等多边形的里面。为了全国制圖的目的，建立三等水准测量时要使得这些路線所形成的多边形的周長不超过150—200公里，而在預备进行1:5000及更大比例尺地形测量的区域，这些多边形的周長应为60公里。

为了实施地形测量和特殊用途的工作，在一、二、三等点还不够的情况下，則敷設四等线路以进行国家水准網的繼續加密。建立該一等級的水准测量，是要用全国高程控制点来完全控制該一测区。

实施現代的一等测量水准时，要使每一公里线路高程差的偶然均方誤差 $\eta = \pm 0.5$ 毫米，系統誤差 $\sigma = 0.05$ 毫米。

二等水准测量每公里线路高程差的均方誤差 $m = \pm 2.5$ 毫米，三等水准测量則为 ± 5 毫米，四等为 ± 10 毫米。

§ 3. 水准点的埋設

国家水准点都是用一种被称为水准基点的特殊標誌埋設在地面上的，埋設这些標誌时要保證它們能够長期保存并且使它們的高度穩定。

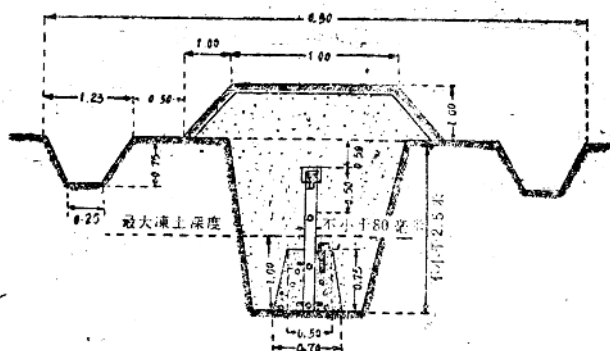
水准基点按其用途又分为普通水准基点与主要水准基点。第一种是作为埋設普通水准点之用，而第二种則作为埋設一等点之用，这些一等点是被用于特别重要的科学目的上的。

沿着各等水准路線埋設普通基点时不得少于5—7公里。主要水准基点是埋設在一等水准測量建立計劃所預先規定的地点以及一二等水准路線的交叉处。

水准基点應該是经过很好修飾而被標誌出来的点子，水准基点的高程应由水准測量来測定。

水准基点可以埋設在地下和堅固建筑物的牆上。前一种情况

称为地下水准基点，第二种情况则称为牆上水准基点。圖 1 表示一般型式的地下普通水准基点。随着土壤的性質，冻層深度以及其他条件的不同，其型式也可以有所不同。



[圖] 1

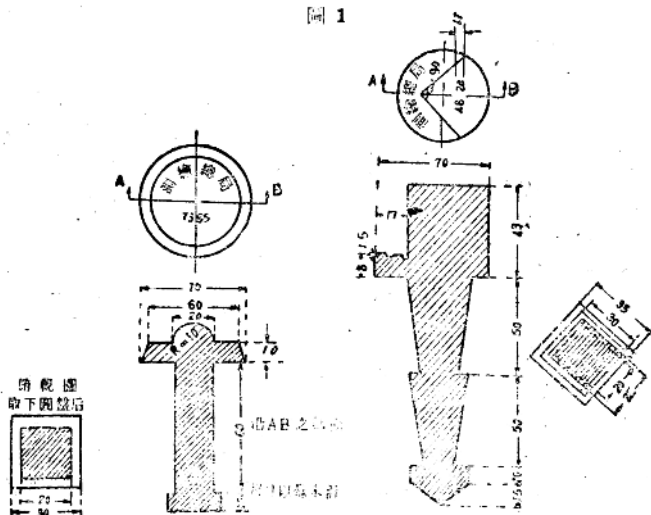


圖 2

圖 3

当水准点埋設在岩石上时，則只用混凝土將水准基点上被标誌出来的部分固定起来（圖 2），这种基点称为岩石水准标点。

將水准点埋設在坚固建筑物的牆上时是有两种型式。如果是考慮把水准尺放在标誌的上面部分时，如同地下水准基点那样的話，那末这种标誌就称为牆上水准基点（圖 3）；当这个点是預备用来放置悬掛水准尺时，在这样的情况下，标誌是固定在建筑物的牆上（圖 4），这种型式的牆上水准标誌即称为牆上水准标点。

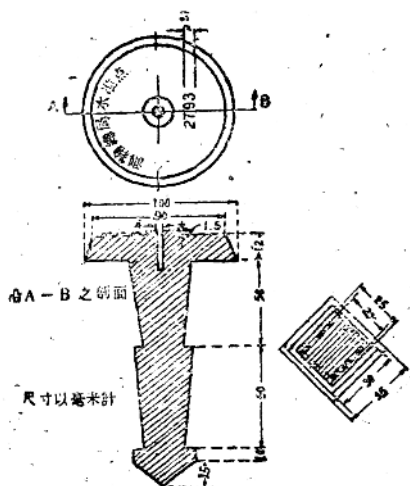


圖 4

水准标誌是要埋設在能够保證它們長期保存和穩固性的地方，因此在編制水准測量計劃和进行地面踏勘时，对于这个問題要予以特別的注意。

不管为了什么任务而进行某一等級的水准測量，它們的点都应该沿着水准路綫埋設在有利于今后工作的地方，例如，現有的和預定的居民点所在的地方，铁路和公路以及大河的交叉处，气象站等等地方。

在相应的技术规范中都給出了有关国家水准点水准标誌的型

式和特征的詳細指示。在那里面也給出了有关在地面上設置和埋設水准标誌的步驟，因此我們不再詳加敘述。

沿高等水准路綫所埋設的主要水准基点，目的是要使高程控制保存到非常長的时期，同时是用来研究地球表面和海水面的变动。这些主要水准基点的構造应完全不受地表層和外界气候所發生的影响，因此这些水准基点應該設置在地質特別堅固的地区。主要水准基点的結構應該要考虑到国家內各个区域的自然地理条件而拟定。

每一个水准点都要編制略圖，註明所在地位和寻找它們时所要用到的一些数据。

第二章 几何水准测量

主要問題:

1. 一个測站高程差的公式。
2. 地球曲率及折光的影响。
3. 水准軸傾斜的改正。
4. 視准軸与水准軸不平行的改正。
5. 到水准尺間距离不等的影响。
6. 水准尺傾斜的影响。
7. 作業水准尺不正确的改正。
8. 水准仪与水准尺垫下沉的影响。
9. 高程系统的概念。正高改正。
10. 水准基点間高程差的求定。

主要参考書:

1. Ф. H. 克拉索夫斯基及 B. B. 达尼洛夫——大地测量学, 第一卷; 莫斯科, 1939年。
2. A. C. 契巴塔廖夫——测量学, 第二卷, 莫斯科, 1949年。
3. 苏联內务部測繪总局——一、二、三、四等水准测量规范。

§ 4. 一个測站高程差的公式

为了在国家內建立起水准網, 就要应用到近代被称为几何水准测量的方法。

大家知道, 这种方法的原理就是: 根据水平視綫在直立水准尺上所得到的讀数来求定地面上两个相鄰点間的高程差。

建立国家高程控制的最終目的就是要得到各个水准点的高程, 因此在进行国家水准测量时是应用复杂的基点几何水准测

量^①，在施测的过程中，水准尺是放置在可以移动的特制水准尺垫上面，而水准测量是以“中间”法来进行的，因为这一个方法是最精密和最有生产成效的方法。

现在我们来导出求定一个测站上高程差的公式。这里我们假设水准仪和水准尺是完全正确的，并且在工作时它们在测站上的位置是不变动的。

在水准测量的时候，测站上的仪器和水准尺的位置示于图 5。大家知道，水准仪旋转轴是在垂线的方向上，因而视准轴是与通过 J 点所作的水准面的切线相重合。经过 A 点作一水准面。为了安置水准尺而放过水准尺垫的地面点 A 和 B 是一个很近的距离，因此 J 点同 A 点的水准面在实际上可以认为是平行于主要水准面 A_0B_0 。

由于地表层的空气密度不同，在水准尺上读数时的视线是某一曲线 JN_1 及 JN_2 （图 5），因此后视尺和前视尺上的读数便是减段 $\overline{AN_1}$ 和 $\overline{BN_2}$ 。现在分别用 a 及 b 来代表这些读数。

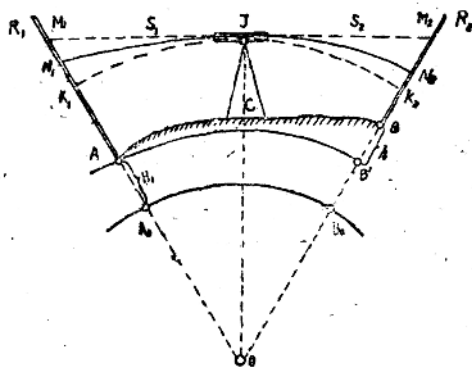


图 5

用 N_1 及 N_2 表示截段， $\overline{M_1K_1}$ 及 $\overline{M_2K_2}$ ，这就是地球曲率的

- ① 复杂的几何水准测量即指多测站的几何水准测量。——译者註。
- ② 主要水准面即指大地水准面。——译者註。

改正，同样以 y_1 及 y_2 表示截段， $\overline{M_1N_1}$ 及 $\overline{M_2N_2}$ ，这便是尺上讀数的折光改正。

从圖 5 得：

$$\begin{aligned}\overline{AK_1} &= \overline{B'K_2} \\ \overline{AN_1} &= a + y_1 - x_1 \\ \overline{B'K_2} &= h + b + y_2 - x_2\end{aligned}$$

由此得：

$$a + y_1 - x_1 = h + b + y_2 - x_2$$

現在得到：

$$h = (a - b) + (y_1 - y_2) - (x_1 - x_2) \quad (2.1)$$

我們用下式表示地球曲率及折光对于一个測站上高程差的影响：

$$r = r_y - r_x \quad (2.2)$$

式中

$$\left. \begin{aligned} r_y &= y_1 - y_2 \\ r_x &= x_1 - x_2 \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

§ 5. 地球曲率及折光的影响

大家知道，地球曲率的改正是按下式求定：

$$x = \frac{S^2}{2R}$$

每一个尺上讀数都有这个改正，由此便得到一个測站上高程差的改正为：

$$r_s = \frac{S_1^2 - S_2^2}{2R} = \frac{S_1 + S_2}{2R} (S_1 - S_2) = \frac{S_0}{R} \Delta S \quad (2.4)$$

假使水准仪到水准尺之間的距离为 100 米，而水准仪离开測站中心的偏差为 10 米，則在高差內所引起的誤差为 15×10^{-2} 毫米。在实际上数值 ΔS 將具有不同的正負号，因此地球曲率的影响是有偶然的性質。所有这些都証实了，在“中間”法的最精密水准測量中，地球曲率的影响实际上是察觉不出的，在計算各个測站上的高程差以及一个水准路綫上的高程差时也就不需要顧及这