

矿山测量员手册

第二卷 第一分册

冶金工业出版社

礦山測量員手冊

第二卷 第一分冊

蘇聯 T.B. 波德凱維奇 和 A.H. 奧格羅布林主編

楊善慈 劉延伯
黃蔚池 張潛泉 曾卓喬 合譯

冶金工業出版社

礦山測量員手冊第二卷是礦山測量專門問題的參考材料；今分為兩分冊出版；第一分冊包括礦山巷道的各種測量定向及其精度分析、露天礦開採測量和立體攝影測量、建井時期的礦山測量工作、回採工作面測量、貫通測量、礦床幾何制圖等。第二分冊包括有益礦物的儲量計算、平衡表內儲量的現狀及動態計算和貧化損失量計算、採空地區的岩層移動及保護建築物免受其影響的措施、礦區的劃分、培養礦山測量技術人員的有關問題、與礦山企業測量部門有關的細則和規程等等。

本書的內容符合於現行的技術操作規程，並特別注重於其實用方面。

本手冊供礦山測量工程師、技術員、測量員、本專業學生參閱，也可供有關設計機構的工作人員參考。

本卷第一分冊由中南礦冶學院探礦系測量教研組楊善慈、劉延伯、黃蔚池、張溶泉、曾卓喬等同志合譯，由謝賢愷同志校稿。

СПРАВОЧНИК МАРКШЕЙДЕРА (ЧАСТЬ I)

Металлургиздат (Москва 1955)

礦山測量員手冊 (第二卷第一分冊)

編輯：崔蔭宇 設計：魯芝芳 童應菴 校對：夏其五

1959年3月第一版 1959年3月北京第一次印刷3,500冊

850×1168·1/32·420,000字·印張 $17\frac{2}{32}$ ·插頁2·定價2.10元

北京三五五廠印

新華書店發行

書號 0937

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

目 錄

第一章 聯 系 測 量

(A. H. 奧格洛布林)

§ 1. 概述	1
§ 2. 單重投點	2
§ 3. 懸錘綫擺動的觀測	6
§ 4. 多重投點	11
§ 5. 光學投影	25
§ 6. 求懸錘綫在地面上的座標	26
§ 7. 用連接三角形與懸錘綫連接	28
§ 8. 用連接四邊形與懸錘綫連接	34
§ 9. 對稱連接法	48
§ 10. 礦井定向測量時的安全措施	52
§ 11. 通過一個豎井井筒進行定向時的工作組織	53
§ 12. 通過兩個豎井井筒進行定向	58
§ 13. 磁性定向	63
§ 14. 廻轉儀定向	67
§ 15. 向井下導入座標Z	73

第二章 地下經緯儀導綫及高程控制

(A. H. 奧格洛布林)

§ 16. 概述	81
§ 17. 經緯儀導綫點的設置和編號	82
§ 18. 測量井下經緯儀導綫的角度和邊長的儀具	84
§ 19. 水平角測量	90
§ 20. 垂直角測量	103
§ 21. 邊長測量	107

§ 22. 巷道輪廓測量和繪草圖.....	114
§ 23. 地下經緯儀導綫角度和邊長測量手簿.....	115
§ 24. 地下經緯儀導綫點的座標計算.....	117
§ 25. 地下經緯儀導綫的誤差積累.....	128
§ 26. 地下經緯儀導綫平差.....	133
§ 27. 幾何水準測量.....	140
§ 28. 三角高程測量.....	145

第三章 回採工作的測量

(A. 3. 蓋爾曼)

§ 29. 概述.....	148
§ 30. 將採區巷道從設計圖上轉設到現場上.....	150
§ 31. 中段採礦巷道的測量定向.....	157
§ 32. 向中段巷道導入座標 Z	165
§ 33. 中段巷道的測量.....	166
§ 34. 回採工作輪廓的測量.....	168
§ 35. 地下峒室的測量.....	174

第四章 地下採礦工作的礦山測量

平面圖和斷面圖

(A. H. 奧格洛布林)

§ 36. 概述.....	178
§ 37. 金屬礦中礦山測量圖解文件的圖幅編錄.....	179
§ 38. 採礦工作的基本礦山測量平面圖.....	181
§ 39. 採礦工作在垂直面上的投影圖.....	185
§ 40. 正交於走向的垂直斷面圖.....	188
§ 41. 主要運輸巷道的剖面圖.....	188
§ 42. 回採工作平面圖.....	190
§ 43. 實用礦山測量平面圖.....	200
§ 44. 投影在傾斜平面上的礦山測量平面圖的繪制.....	200

§ 45. 礦山測量平面圖的圖例符號.....	203
§ 46. 在礦山測量平面圖和斷面圖上註記的縮寫符號...	207
§ 47. 礦山測量圖上註記的字體.....	210
§ 48. 圖紙的材料，圖紙的變形.....	210
§ 49. 座標格網的劃分與恢復.....	213
§ 50. 繪圖與填圖.....	215
§ 51. 圖的複制.....	216
§ 52. 平面圖的照相複制.....	219

第五章 用相向工作面掘進巷道時的 礦山測量工作

(Г. И. 格拉西敏科與 М. Г. 巴巴佐夫)

§ 53. 概述.....	223
§ 54. 在一個礦井區域內進行水平巷道與傾斜巷道的 貫通.....	225
§ 55. 地下不相通連的水平巷道和傾斜巷道的貫通.....	228
§ 56. 豎直巷道的貫通.....	230
§ 57. 標定礦山巷道在水平面內的方向.....	235
§ 58. 標定礦山巷道在垂直面內的方向（坡度）.....	238
§ 59. 相向工作面銜接誤差的預計.....	240
§ 60. 在一個礦井區域內掘進水平巷道與傾斜巷道時 相向工作面銜接誤差的預計.....	240
§ 61. 在兩井間掘進水平巷道和傾斜巷道時其相向工 作面銜接誤差的預計.....	243
§ 62. 豎直巷道相向工作面銜接誤差的預計.....	248

第六章 礦井建設時期的礦山測量工作

(Р. И. 康多爾斯基)

§ 63. 建設、改建及恢復礦井時礦山測量員的任務.....	253
§ 64. 將設計的基本幾何要素轉設於實地上.....	253

§ 65. 井筒中心及主要中心綫（井筒十字中綫）的標定.....	258
§ 66. 房屋及建築物的標定.....	262
§ 67. 礦井提昇設備安裝及檢查時的礦山測量工作.....	263
§ 68. 生產豎井提昇設備的礦山測量檢查.....	278
§ 69. 豎井井筒掘進、支護及裝備時的礦山測量工作.....	289
§ 70. 掘進井底車場巷道時的礦山測量工作.....	301
§ 71. 礦井移交生產時須提供的礦山測量文件.....	312

第七章 露天開採的礦山測量工作

(M. A. 魯達科夫)

§ 72. 概述.....	315
§ 73. 露天礦測量的控制網.....	315
§ 74. 露天礦的碎部測量.....	327
§ 75. 爆破工作的測量和說明書.....	333
§ 76. 開掘塹溝時的礦山測量工作.....	336
§ 77. 標定露天礦的運輸路綫.....	339
§ 78. 排土場和貧礦堆的礦山測量工作.....	344
§ 79. 排水坑道的測量及其說明文件.....	345
§ 80. 露天礦的礦山測量平面圖和斷面圖.....	347
§ 81. 礦山測量和丈量計算的說明文件.....	352
§ 82. 計算剝離物和礦石的體積.....	353
§ 83. 編制露天礦生產計劃時的礦山測量工作.....	361
§ 84. 確定露天開採的深度.....	364

第八章 露天礦的地面立體攝影測量

(P. P. 西納揚)

§ 85. 概述.....	371
§ 86. 立體視覺是地面立體攝影測量的基礎.....	372

§ 87. 像片的定向元素及其確定法	375
§ 88. 實地上點子的基綫坐標值與其在像片上構像的 攝影坐標值間之關係式	379
§ 89. 確定點的基綫座標的誤差	381
§ 90. 外業用的設備	382
§ 91. 外業	386
§ 92. 攝影和底片處理過程	394
§ 93. 內業概述	395
§ 94. 立體座標比較儀及在該儀器上來量測像片	395
§ 95. 由定向元素誤差引起的攝影座標和綫性視差的 誤差	400
§ 96. 處理立體像對的圖解法	403
§ 97. 攝影制圖板	405
§ 98. 像片的處理及用網格板繪制平面圖	408
§ 99. 露天礦立體攝影測量精度之實際數據	409

第九章 用水力法及採金船法開採砂 礦時的礦山測量工作

(K. Г. 馬夫利琴基與 M. Л. 魯達科夫)

§ 100. 水力開採砂礦的方法	413
§ 101. 測量勘查	416
§ 102. 水力回採區之丈量	418
§ 103. 採金船開採砂礦的方法	426
§ 104. 採金船回採砂礦的採礦方法	435
§ 105. 劃定要回採的採金船採場所進行的地形測量 工作	438
§ 106. 砂礦的礦體幾何制圖	439
§ 107. 採金船採場之圈定和儲量計算	439
§ 108. 採金船工作的礦山測量計算	442

第十章 礦床幾何制圖

(B. H. 庫茲明)

§ 109. 礦床幾何制圖方法的發展簡史	454
§ 110. 礦床幾何制圖的實質和任務	457
§ 111. 礦床幾何制圖的理論基礎	459
§ 112. 數理統計學在解決礦床幾何制圖問題中的應用	460
§ 113. 礦床幾何制圖所需用的原始資料。幾何制圖 概述	472
§ 114. 產狀要素及其測定法	473
§ 115. 褶皺	481
§ 116. 斷裂破壞	484
§ 117. 構造（形狀）幾何制圖	495
§ 118. 礦產及圍岩性質特徵的幾何制圖	506
§ 119. 幾種礦床的幾何制圖舉例	510

第一章 聯系測量

教授、技術科學博士 Д. Н. 奧格洛布林

§1 概 述

定義 聯系測量的目的是要保證井下測量計算能按照地面測量計算所採用的同一個座標系統來進行。

聯系測量包括井下測量的定向和向井下導入 Z 座標。

進行定向後，就可以按地面所採用的座標系統來求出井下測量第一個測站的 X 、 Y 座標和第一邊的方向角。

導入 Z 座標就可以確定埋設在井底車場內的水準點的標高。

方向角的確定具有最重大的意義。

若使： θ ——定向時確定井下第一條邊的方向角的誤差；

L ——井下測量的最後測站 A_n 至起始站的距離；

M_n ——確定最後測站時的綫量誤差。

$$M_n = L \frac{\rho'}{\rho},$$

式中 ρ' ——一個弧度的分值。

當 $L = 5000$ 公尺和 $\theta = \pm 10'$ 時，

$$M_n = \frac{5000}{3438} \times 10' = \pm 14.6 \text{ 公尺。}$$

沒有進行聯系測量，就不可能正確和安全地進行井下採礦工作。

當井巷相向掘進和解決另外一些礦山測量問題時，聯系測量也是必要的。

定向的三種主要情況 在礦山測量實際工作中，可遇到下列三種主要定向情況：

(a) 通過平窿或斜井進行定向；

(6) 通過有巷道連通的兩個豎井進行定向;

(B) 通過一個豎井進行定向。

第三種情況最為困難，因為這時是利用掛在井筒中的二條懸錘綫間的一段很短的綫段來實現定向測量工作的。

礦井定向測量的方法有兩種：幾何定向和物理定向。第一種方法利用幾何原理，組成輔助的聯系圖形，並量出其各要素。第二種方法利用物理現象的特性。屬於第一法的有：通過二井進行定向，利用懸錘綫進行一井定向。屬於第二法的有磁性定向和迴轉儀定向。

技術操作規程對定向精度的基本要求為：

(a) 礦井每一個水平的定向測量應不少於二次，並且要獨立地進行；

(6) 當有兩個（或更多個）地下相連通的豎井時，必須用“兩井定向”的方法；

(B) 根據兩次互相獨立的定向測量所算出的井下同一個邊的方向角的差數不應超過 $3'$ ；

如果定向是由不同的礦井進行的，則公共邊的方向角的差數 $\Delta\alpha$ 不應超過下式的規定：

$$\Delta\alpha \leq \pm \sqrt{(3')^2 + (1'.5)^2 n},$$

式中 n —— 連結定向邊（由定向測量直接求出其方向角的邊）的井下經緯儀導綫的角的個數；

(r) 由斜井二次獨立定向所算出的井下導綫邊的方向角的差數及測站座標的差數，不應超過對一級經緯儀導綫所規定的範圍（見第二章 § 26）。

§ 2 單 重 投 點 (圖 1)

單重投點時，懸錘重量是不變的。

用這種方法投點，需要有：(1) 升降懸錘綫用的手搖絞車（圖 2）；(2) 將懸錘綫導向井內用的滑輪（圖 3）；(3) 鋼

絲；(4) 懸鍾；(5) 穩定液；(6) 定點板 (圖 4)。這些設備在定向時的佈置如圖 1 所示。

懸鍾的重量取決於：(1) 井的深度；(2) 井筒內的風流速度；(3) “滴水”的強弱；(4) 懸鍾綫間的距離。

井深小於 100 公尺時，用 30 至 50 公斤的懸鍾。井深大於 100 公尺時，用 50 到 100 公斤的懸鍾。

若懸鍾綫間的距離為 4 公尺，懸鍾的最小重量可按表 1 大致決定。當懸鍾綫間距離不等於 4 公尺時，則表中所列的重量應按比例作相應的改變。

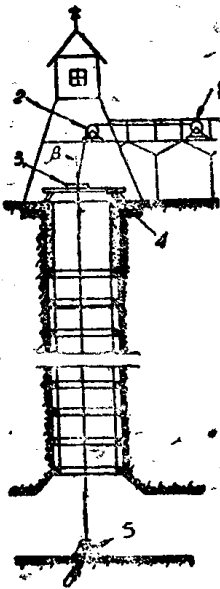


圖 1 單重投點時的各種設備佈置略圖

1—下放懸鍾綫的絞車；
2—導向滑輪；3—定點板；
4—木台架；5—懸鍾；
6—穩定液桶

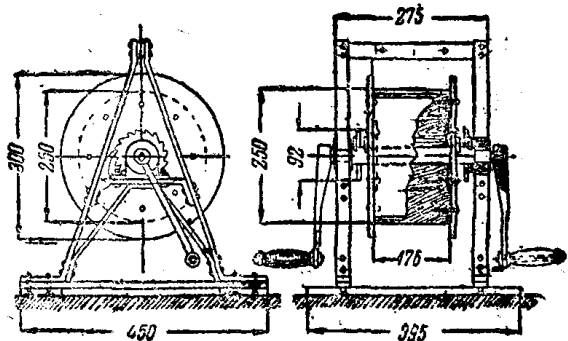


圖 2 下放懸鍾綫用的絞車

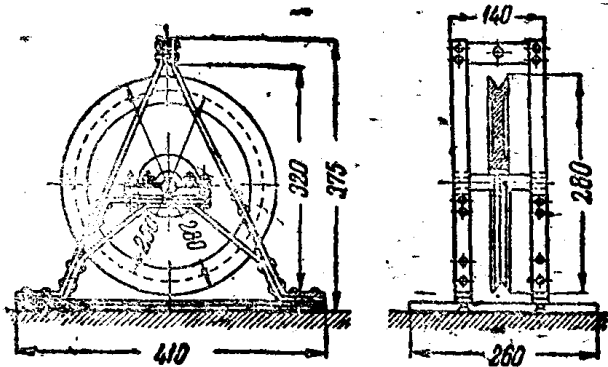


圖 3 下放懸鍾綫用的導向滑輪

例 若 $H=340$ 公尺， $v=0.6$ 公尺/秒， $\phi=3.4$ 公尺。試求懸鍾的最小重量。

由表 1 查出: $H=300$ 公尺, $v=0.7$ 公尺/秒, $Q=80$ 公斤。當改算為 $c=3.4$ 公尺的錘重時, 得:

$$Q = \frac{80 \times 4}{3.4} = 95 \text{ 公斤。}$$

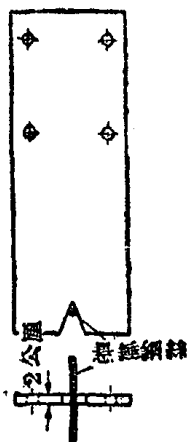


圖 4 定點板

表 1

在各種不同的投點條件下 ($c=4$ 公尺) 所採用的
懸錘重量 (分子, 公斤) 和鋼絲直徑 (分母, 公厘)

風 速 v 公尺/秒	井 深 H , 公 尺					
	100	200	300	400	500	600
0.5	20	40	50	70	100	140
	0.5	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2
0.7	30	50	50	120	200	—
	0.5	1.0	1.0	1.0	1.8	—
1.0	50	100	200	300	—	—
	1.0	1.2	1.8	2.0	—	—

表 2

含碳彈性鋼絲的容許抗張應力 (公斤)

鋼 絲 直 徑 公 厘	鋼 絲 級 別			
	加強度的鋼絲 (II 級)		高強度的鋼絲 (B 級)	
	張力強度極限	容 許 荷 重	張力強度極限	容 許 荷 重
0.5	43	22	52	26
0.8	100	50	130	65
1.0	153	76	196	98
1.5	336	168	388	194
2.0	550	275	628	314

註: 選擇投點用鋼絲時, 安全係數採用 2。

懸掛懸錘應儘可能採用直徑小而又有高抗張強度的鋼絲。含碳彈性鋼絲 (ГОСТ 5047—49 型的鋼絲) 的容許抗張應力 (荷重) 數值列於表 2 中。

掛了懸錘 Q 公斤後鋼絲的伸長值 Δl 按下式計算:

$$\Delta l = k \cdot Q \cdot l,$$

式中 l ——鋼絲的長度 (公尺) ;
 k —— 1 公尺鋼絲受 1 公斤拉力時的伸長值。

k 的值列於表 3 中。

此時 k 和 Δl 以公分爲單位來

計算:

例 $d=1$ 公厘; $l=100$ 公尺;

$Q=50$ 公斤。

$$\Delta l = 0.0064 \times 100 \times 50 = 32 \text{ 公分。}$$

鋼絲的“工作”部分 (即要對它進行觀測的部份) 應在下列位置:

(a) 在定點板的下方不少於 0.5 公尺之處;

(b) 在鋼絲與懸錘連結點的上方不少於 0.5 公尺之處。

應用定點板 (圖 4) 是爲了使懸錘綫的懸掛點在全部投點過程中不改變位置。定點板裝在專設的台架上, 或裝在固定於井架上的木樑上。

放下懸錘綫時, 須遵守下列安全措施:

(a) 爲了把懸錘綫放下, 可先在鋼絲上掛一個 2~3 公斤的小懸錘; 在定向水平上再換掛工作懸錘。

(b) 定向工作領導人應在放下懸錘綫之前令所有人員離開井筒;

(B) 懸錘下放的速度不可大於 1~2 公尺/秒, 每放下 50 公尺要停一下, 以便穩定懸錘;

(r) 領導人必須親自檢查整個鋼絲, 並應讓懸錘綫“通過手”⁰ 下放;

(A) 在下放懸錘綫之前, 應預先約好升降懸錘的信號; 可以仍採用礦井提升時所用的信號。

爲了證實懸錘綫沒有和井筒中的井壁、U 形釘 (也稱扒釘)、

⁰ 將手握成拳狀, 並使鋼絲經過手心, 這樣可很靈敏地檢查鋼絲是否打結或曲折——譯者。

表 3
係數 k 的值

直 徑 d 公厘	係 數 k
0.5	0.0255
0.8	0.0100
1.0	0.0064
1.5	0.0028
2.0	0.0016

欄板、貫道樑等物接觸，應對它進行檢查，故要：

(a) 從上面沿鋼絲放下“信號圈”，這種圈是用金屬絲或金屬片做的輕圓環；

(6) 校對地面和定向水平懸錘綫間的距離。

由地面和井下所量得的懸錘綫間的水平距離的差數不應超過 2 公厘。

§ 3 懸錘綫擺動的觀測

若使用一般穩定液（將懸錘沉入水中或粘性液體中）尚不能使懸錘綫的擺幅小於 2—3 公厘時，則可按標尺來進行錘綫擺動的觀測。為此目的，可採用目鏡尺和附有標尺的對點盤或索波列夫斯基 (П.К. Соболевский) 氏鏡。

標尺讀數的全部整理計算式

以 $l_1, l_2, \dots, l_n$ —— 表標尺左邊的讀數；

$r_1, r_2, \dots, r_n$ —— 表標尺右邊的讀數；

n —— 表讀數的總次數（奇數）；

$\frac{n+1}{2}$ —— 左邊讀數的次數；

$\frac{n-1}{2}$ —— 右邊讀數的次數；

a_0 —— 相當於懸錘綫穩定位置的讀數；

b_0 —— 平均半擺幅；

e —— 兩個相隣半擺幅間的差數（“衰減指數”）。

則有

$$a_0 = \frac{l_0 + r_0}{2}; \quad (1)$$

$$l_0 = \frac{\sum l}{\frac{n+1}{2}}; \quad r_0 = \frac{\sum r}{\frac{n-1}{2}}. \quad (2)$$

當 $n=3$ 時，

$$a_0 = \frac{l_1 + 2r_1 + l_2}{4}; \quad (3)$$

$$b_0 = \frac{l_0 - r_0}{2}; \quad (4)$$

$$c = \frac{6}{n(n^2-1)} \sum k_i l'_i; \quad (5)$$

其中 $k_i = (n - 2i + 1)(-1)^i; \quad (6)$

$$l'_i = l_i - l_0. \quad (7)$$

一次標尺讀數的均方誤差:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\delta_i^2]}{n-3}}. \quad (8)$$

讀數平均值的均方誤差:

$$M_{a_0} = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}. \quad (9)$$

“衰減指數”的均方誤差:

$$M_c = \pm m \sqrt{\frac{12}{n(n^2-1)}}. \quad (10)$$

例 有一組懸錘綫擺動觀測結果包括 9 個左邊讀數和 8 個右邊讀數, 要求對此組標尺讀數進行全部整理計算 (所有計算列在表 4 中):

(1) 計算左邊讀數和右邊讀數的平均值

$$l_0 = 97.37; \quad r_0 = 31.06;$$

(2) 按公式 (1) 求懸錘綫穩定位置的標尺讀數

$$a_0 = \frac{97.37 + 31.06}{2} = 64.21;$$

(3) 按公式 (4) 求平均半擺幅

$$b_0 = \frac{97.37 - 31.06}{2} = 33.16;$$

(4) 按公式 (5) 求“衰減指數”

$$c = \frac{6 \times (-47.8)}{17 \times (17^2 - 1)} = -0.05 \text{ 公厘};$$

井下懸錘擺動觀測成果整理表

礦 井 _____ 懸錘錢 _____ 日 期 _____
水 平 _____ 標 尺 _____ 觀測者 _____

1. 穩定位置的標尺讀數 a_0 和“衰減指數” c 的計算

標 尺 讀 數		換算後 的讀數 l'_i	k_i	$k_i l'_i$	a_0	b_0	c
l_i	r_i						
97.9	30.6	+ 0.53	-16	-8.5	$a_0 = \frac{97.37 + 31.06}{2} = 64.21$		
		- 0.46	+14	-6.4			
97.7	30.7	+ 0.33	-12	-4.0	$b_0 = \frac{97.37 - 31.06}{2} = 33.16$		
		- 0.36	+10	-3.6			
97.3	31.3	- 0.07	- 8	+0.6			
		+ 0.24	+ 6	+1.4			
97.7	31.2	+ 0.33	- 4	-1.3	$k_i = (n-2i+1)(-1)^i =$ $=(18-2i)(-1)^i$		
		- 0.11	+ 2	+0.3			
97.7	31.0	+ 0.33	0	0.0	$c = \frac{6(-47.8)}{17(17^2-1)} =$ $= -0.05 \text{公厘}$		
		- 0.03	- 2	+0.1			
97.2	30.9	- 0.17	+ 4	-0.7			
		- 0.19	- 6	+1.0			
97.1	31.0	- 0.27	+ 8	-2.2			
		- 0.06	-10	+0.6			
96.9	31.8	- 0.47	+12	-5.6			
		+ 0.74	-14	-10.4			
96.8		- 0.57	+16	-9.1			
$l_0 = 97.37$	$r_0 = 31.06$			$\Sigma k_i l'_i = -47.8$			

2. 均方誤差 m_i, M_{a_0} 及 M_c 的計算

L_i	l_i	δ_i	δ_i^2	R_i	r_i	δ_i	δ_i^2
97.77	97.9	- 0.13	0.02	30.71	30.6	+ 0.11	0.01
97.67	97.7	- 0.03	0.00	30.91	30.7	+ 0.11	0.01
97.57	97.3	+ 0.27	0.07	30.91	31.3	- 0.39	0.15
97.47	97.7	- 0.23	0.05	31.01	31.2	- 0.19	0.04
97.37	97.7	- 0.33	0.11	31.11	31.0	+ 0.11	0.01
97.27	97.2	+ 0.07	0.00	31.21	30.9	+ 0.31	0.10
97.17	97.1	+ 0.07	0.01	31.31	31.0	+ 0.31	0.10
97.07	96.9	+ 0.17	0.03	31.41	31.8	- 0.39	0.15
96.97	96.8	+ 0.17	0.03	—	—	—	—
		+ 0.75	0.32			+ 0.95	0.57
		- 0.72				- 0.97	