

一九五六年全國鐵道科學工作會議

論文報告叢刊

(29)

1952.11.24
綫路業務工作方法

人民鐵道出版社

前 言

1956年全国铁道科学工作会议征集了技术报告、总结、论文三百余篇。它的内容，包括铁路业务的各个方面，基本上显示着全体铁路技术人员和有关高等学校教师们几年来在科学技术方面辛勤劳动的成果。对现场实际工作有参考价值，对铁路新技术的采用和发展方向，有启示作用。为此，刊印丛刊，广泛流传，保存这一阶段内的科技文献，以推动科学研究的进一步开展。

会议以后，我们对全部文件进行一次整编工作，然后组织部内设计总局、工程总局、工厂管理局、人民铁道出版社、车务、商务、机务、车辆、工务、电务各局、铁道科学研究院、北京和唐山铁道学院、同济大学、大桥、定型、电务等设计事务所的有关专业同志对每篇内容仔细斟酌，选择其中对目前铁路业务有广泛交流意义，或是介绍铁路新技术方向和系统的经验总结，将性质相近的文件合订一册，单独发行。为了避免浪费，凡是其他刊物或是以其他方式刊印过的文件，除特殊必要外，一般都不再刊载。出版顺序根据编辑和定稿的先后，排定靠刊号顺序，付印刷，並無主次之分。

苏联铁道科学代表团在会议期间曾经作过多次学术报告，我们已将文字整理，编入了丛刊。

文件中的论点，只代表作者意见，引用或采用时，还应由采用人根据具体情况选择判断。

丛刊方式还是一种尝试，我们缺少经验，希望读者提出意见，逐步地改进。

铁道部技术局

1957年2月

1. 调整基线拨道法.....周孟义
2. 道岔分股铺钉法.....济南铁路管理局工务处
3. 曲线缩短量求算器.....中国人民解放军铁道兵施工技术部

一九五七年 正月七日

調整基綫撥道法

周 孟 义

序 言

这里提出一个新的撥道計算法——調整基綫法，它是圖解撥道法之一種方法，就是把調整曲綫計算正矢和撥量的过程，部分的或全部的用圖綫表示出来，在圖上決定正矢的調整法，並在圖上量出撥量。根据利用圖解的程度分为完全圖解法和半圖解法。

完全圖解法，利用比規量度数值作圖，全部过程使用圖解，不需要任何計算，又名比規法。圖解与計算參杂使用的为半圖解法。兩次累計过程全用計算，只在最后修正撥量时使用圖解，为第一类半圖解法；一般的問題都可以使用此法。全部过程使用計算，但仍配合繪制草圖以帮助選擇最佳的調整方法的，为第二类半圖解法，它在情况复杂的曲綫以及在技术設計中要求比較严格时使用之。

使用本法所求得的最後結果，極易修正，因而最便于滿足各种控制条件（如桥梁，道口，道岔等）。例如浙嶺綫 K 864 的曲綫，粵汉綫圈山坪南岔外的曲綫，在大中修施工时，使用其他方法整正，曾遭到極大的困难，最后使用本法解决。

使用本法，圓曲綫正矢可以完全一致，綫和曲綫正矢可以完全成等差級数。如果正矢測量准确，可以代替經緯儀的偏角法和角圖法来用于旧綫改善的技术設計，它比角圖法更便于适应各种控制条件。

在目前曲綫技术状态很乱、难于掌握的情况下，应用此法对掌握曲綫技术状态有所帮助 (§35)。

本文主要的分为三部分：第一部分包括專用名詞的解釋，第一类半圖解法和用比規量度的完全圖解法。这一部分，只說明一般作法，不涉及任何理論，初学者或文化程度較低的同志只学第一部分就够了。为了学完这一部分后，就可以应用于解决一般的問題，有个别的地方 (§12, 18)，不免与后面有些重复，目的在保持这一部分的完整性；第二部分就調整基綫的理論予以說明分析；第三部分为应用于技术設計的理論与实际，其中包括第二类半圖解法。第二三兩部分，系以有适当技术基础的人員为对象。

學習本文时应着重注意：§10, 11, 12, 13 关于第一类半圖解法的作法与規律；§17, 18, 19 关于完全圖解法的作法；§38 关于第二类半圖解法的实例。

本文系假定讀者已經懂得了基本的計算方法，对兩次累計的基本計算法不再作說明。

第一部分 一般作法

1. 几个名词的意义

为了解释和说明方便起见，先把几个常用名词的意义说明一下：

§1. 测点、测点距、基线

用一根20公尺长的细弦线，在曲线上每隔10公尺的地方，把正矢量下来，这些量取正矢的地方，叫做测点。

在图上首先划一根横的直线，在这根直线上划出许多距离相等的点，并编号为0、1、2、3……这些点就代表实际的测点；图上两相邻测点的距离（现场为10公尺），叫做一个测点距（通常用5公厘或10公厘代表一个测点距）；这根横线叫做基线（参阅图1甲）。

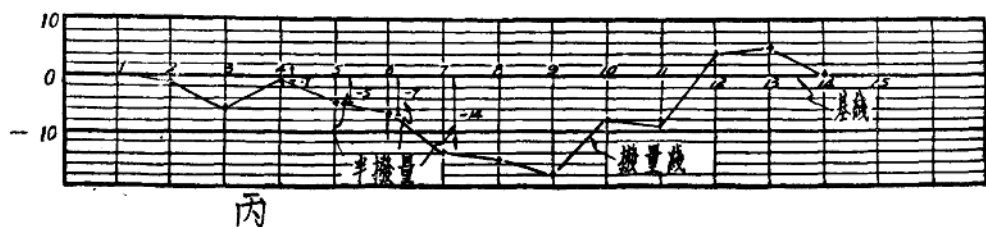
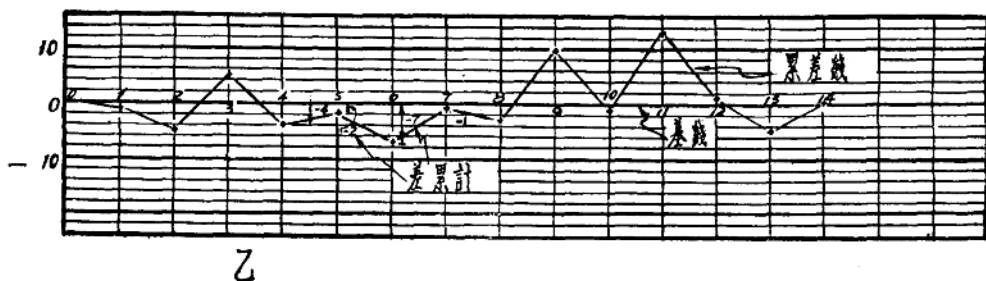
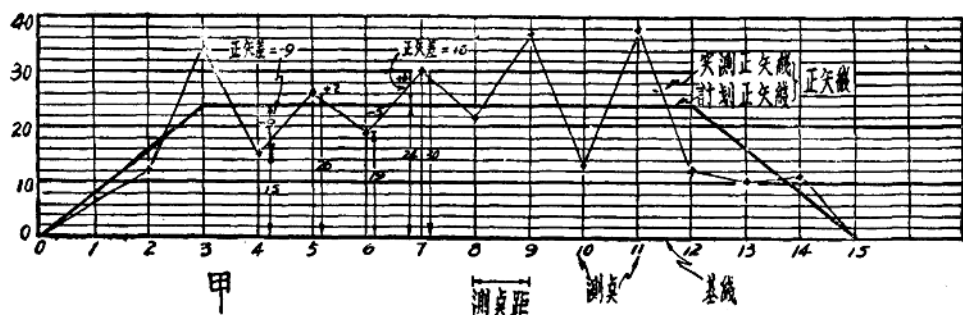


图 1.

§2. 正矢綫、实测正矢綫、计划正矢綫

在基綫上每一測点处划一根垂綫，在这根垂綫上，从基綫上量一个一定的长度代表这一測点的正矢，例如某曲綫第4、5、6、7等測点的正矢是15、26、19、30公厘（参閱表1中第2行），在圖1甲各該点的垂綫上，量取15、26、19、30公厘（或7.5、13、9.5、15公厘），这些垂綫的高度，便代表4、5、6、7各測点的正矢大小，把这些綫的頂点联起来，这根联結綫叫做正矢綫，如果正矢綫是代表实测正矢的，叫做实测正矢綫；代表计划正矢的，叫做计划正矢綫。例如（圖1甲及表1第3行）圓曲綫部分的计划正矢是24公厘，則计划正矢是一根与基綫平行的直綫，兩綫相隔24公厘。

§3. 正矢差、累差綫

每一个測点的实测正矢減计划正矢便得正矢差，如表1第4行，在圖上（圖1甲）实测正矢綫和计划正矢綫間的距离，就是正矢差。实测正矢在上，计划正矢在下的，其正矢差为正；反之，其正矢差为負。圖1甲4、5、6、7各測点的正矢差为-9、+2、-5、+6。

表1

1	2	3	4	5	6	7
測 点	实测正矢	计划正矢	正 矢 差	差 累 計	半 撥 量	撥 量
0	0	0	0	0	0	0
1	7	8	-1	-1	0	0
2	12	16	-4	-5	-1	-2
3	34	24	+10	+5	-6	-12
4	15	24	-9	-4	-1	-2
5	26	24	+2	-2	-5	-10
6	19	24	-5	-7	-7	-14
7	30	24	+6	-1	-14	-28
8	22	24	-2	-3	-15	-30
9	37	24	+13	+10	-18	-36
10	13	24	-11	-1	-8	-16
11	38	24	+14	+13	-9	-18
12	12	24	-12	+1	+4	+8
13	10	16	-6	-5	+5	+10
14	13	8	+5	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
合 計	288	288	0 (±50)	0 (±29)		

表1第5行差累計，是把正矢差依次累計起來的，用划正矢綫同樣的辦法，把這些差累計成一根圖綫如圖1乙，這根綫叫做累差綫。4、5、6、7各點的累差數是-4、-2、-7、-1。

§4. 撥 量 綫

把累差綫上各點的數量再累計起來，就得到半撥量（表1第6行）。把這些半撥量用上面同樣的辦法畫一根圖綫，這根綫叫做撥量綫（圖1丙）。

畫撥量綫和畫累差綫不同。根據表1，例如測點5以前的差累計為-2，畫累差綫時，這個-2就畫在測點5下面；但測點5以前半撥量為-7，則在畫撥量綫時，這個-7就要畫到測點6的下面，所以根據半撥量畫撥量綫時，應向右移動一個測點。

撥量綫上的數值，如果用與正矢綫、累差綫同樣的比例尺，它只代表半撥量。如果把比例尺縮小一半來看，便是全撥量了。例如圖1丙中的-1、-5、-7、-14與甲、乙的比例尺相同，它是半撥量；如果把丙的比例尺縮小一半，這些數就變成-2、-10、-14、-28，這便是全撥量了。

§5. 調整基綫、累差調整基綫、撥量調整基綫

累差綫和撥量綫的基綫，在調整工作的過程中，需要把原有的基綫放棄不要，另外畫一根新的基綫，這一根新的基綫與累差綫和撥量綫的關係已經改變，這根新基綫叫做調整基綫。累差綫與撥量綫的調整基綫是完全不同的，不能混淆，為了把它們區分清楚，前者稱為累差調整基綫，後者稱為撥量調整基綫。如圖6乙及丙。

§6. 公 差

理想上的緩和曲綫正矢，完全成等差級數，其計劃正矢為一傾斜直綫，相鄰兩點的正矢差，應該都相等，這個相等的正矢差，叫做緩和曲綫正矢的公差。表1第3行，緩和曲綫的正矢為0、8、16、24，它的公差就是8。又如圖4，緩和曲綫正矢的公差是6個單位，其他任何傾斜直綫，其相鄰兩點高度之差，都叫公差，例如圖6丙調整基綫的公差為1公厘。

§7. 截距、單位截距

兩直綫相交，在交點前面某處兩綫的上下距離，叫做截距（圖2）；在交點前面一個測點距處兩綫的上下距離，叫做單位截距。例如圖8丙，調整基綫和原基綫在測點4處相交，在測點5處兩綫上下相隔1公厘（或n公厘，）這就是單位截距。

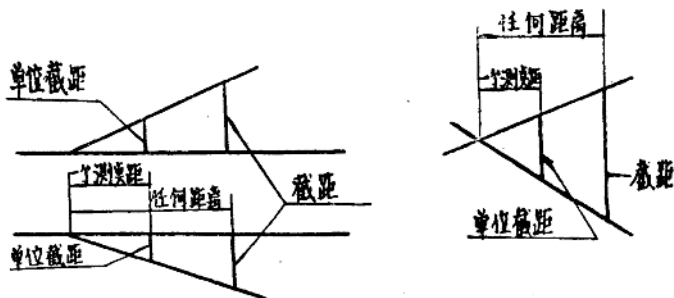


圖2. 截距和單位截距

2. 基本 概 念

§8. 表1与圖1的对照关系

表1是一个計算的例子，为了首先建立一个圖解的基本概念，我們完全按照表1的数字繪成圖1。

首先，按照§2的叙述，画一根橫綫作为基綫（圖1甲），在基綫上以1公分作为測点距，写好測点的編号0，1，2，3……。

其次，按照§3的叙述，把表1第2行的实测正矢按1:1的比例画出实测正矢綫，把表1第3行的計劃正矢画出計劃正矢綫。在表1中，第2行的实测正矢減去第3行的計劃正矢，就得第4行的正矢差。圖1甲中，实测正矢綫和計劃正矢綫的上下距离就是正矢差。

按照§4的叙述，測点3，5，7，9，11，14的实测正矢在上，計劃正矢在下，其正矢差应为正；測点1，2，4，6，8，10，12，13的实测正矢在下，計劃正矢在上，其正矢差应为負。試把表1第4行和圖1甲相比，各点正矢差的大小和符号应该一致。

第三，把表1的第5行，即差累計，按照上面同样的办法，画出如圖1乙的果差綫，正的画在基綫上面，負的画在基綫下面。注意在这个例子中，由于实测正矢和計劃正矢总数相等（都是288），所以正矢差的正值和負值的总数相等（都是50），因为差累計在測点14以后等于0，所以圖1乙上果差綫的末端是落在基綫上的。

第四，把表1第6行用与上面同样的办法画出圖1丙的撥量綫，此綫与基綫間的上下距离代表半撥量，正的画在基綫上面，負的在基綫下面。这里要注意表1中第5，6兩行两种累計的方式不同，也就是在§5所講的根据半撥量画撥量綫时，要向右边移动一个測点。还要注意在这个例子中，差累計的正值和負值的总数相等（都是29）。所以測点14以后的撥量为0，因此撥量綫的末端是落在基綫上的。

表1第6行是我們所求的曲綫撥动量的一半，即圖1丙撥量綫和基綫間的上下距离，把这些数字加一倍，就可用来进行撥道。

3. 第一类半圖解法

§9. 概 述

圖解与計算同时使用的为半圖解法。只在修正撥量时才用圖解，其余仍用計算的为第一类半圖解法。下面用一个实例来加以說明。

表2中第2行是某曲綫的实测正矢，前面完全使用計算，和一般的計算法一样。为了計算簡便，要注意三点：1.实例正矢和計劃正矢可以不相等，容許有少量(20公厘以內)的差別，这样，計劃正矢就可以定得很有規則，並可以減少修正工作。表2第3行的計劃正矢，圓曲綫部分完全用60，緩和曲綫部分用0+2，10，20，30，40，50，60-2，（其中2是 $\frac{1}{6} \times$ 公差，此处公差为10）。2.由于計劃正矢和实测正矢的总值容許不相等，因而正矢差的累計值，在曲綫末端不是0，而是一直下去都是-12（此数值等于实测正矢的总值減去計劃正矢的总值）；第二次累計（即半撥量，表2第6行）在曲綫末端也不是0，而是每一个数都比前面一数多-12；3.在計算过程中，果差与半撥量的数字，尽管看来离

表 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
測 点	实测正矢	计划正矢	正 矢 差	差 累 計	第二次累計 (半撥量)	从圖上量得 的半撥量	調整以后的 計劃正矢	附 註
	0	0	0	0	0		0	圖 3 按第 6 項数字 繪出
0	5	0+2	+3	+3	0	0	4	
1	10	10	0	+3	+3	+1	12	
2	25	20	+5	+8	+6	0	22	
3	36	30	+6	+14	+14	+2	32	
4	36	40	-4	+10	+28	+8	42	
5	35	50	-15	-5	+38	+8	52	
6	54	60-2	-4	-9	+33	-9	60	
7	67	60	+7	-2	+24	-32	60	
8	72	60	+12	+10	+22	-48	60	
9	64	60	+4	+14	+32	-52	60	
10	78	60	+18	+32	+46	-52	60	
11	60	60	0	+32	+78	-34	60	
12	47	60	-13	+19	+110	-16	60	
13	44	60	-16	+3	+129	-11	60	
14	85	60	+25	+28	+132	-22	60	
15	69	60	+9	+37	+160	-8	60	
16	65	60	+5	+42	+197	+15	60	
17	50	60	-10	+32	+239	+43	60	
18	58	60	-2	+30	+271	+61	59	
19	37	60	-23	+7	+301	+78	59	
20	61	60	+1	+8	+308	+73	59	
21	40	60	-20	-12	+316	+70	59	
22	69	60	+9	-3	+304	+48	59	
23	69	60	+9	+6	+301	+36	60	
24	46	60	-14	-8	+307	+34	60	
25	62	60-2	+4	-4	+299	+16	54.5	
26	48	50	-2	-6	+295	+6	46.5	
27	55	40	+15	+9	+289	-3	36.5	
28	19	30	-11	-2	+298	+8	26.5	
29	10	20	-10	-12	+296	+11	16.5	
30	4	10	-6	-18	+284	+8	6.5	
31	6	0+2	+4	-14	+266	+1	2	
32	2	0	+2	-12	+252	0	0	
33	0	0	0	-12	+252-12	0		
合 計	1488	1500	+138 -150		+252-24		1488	

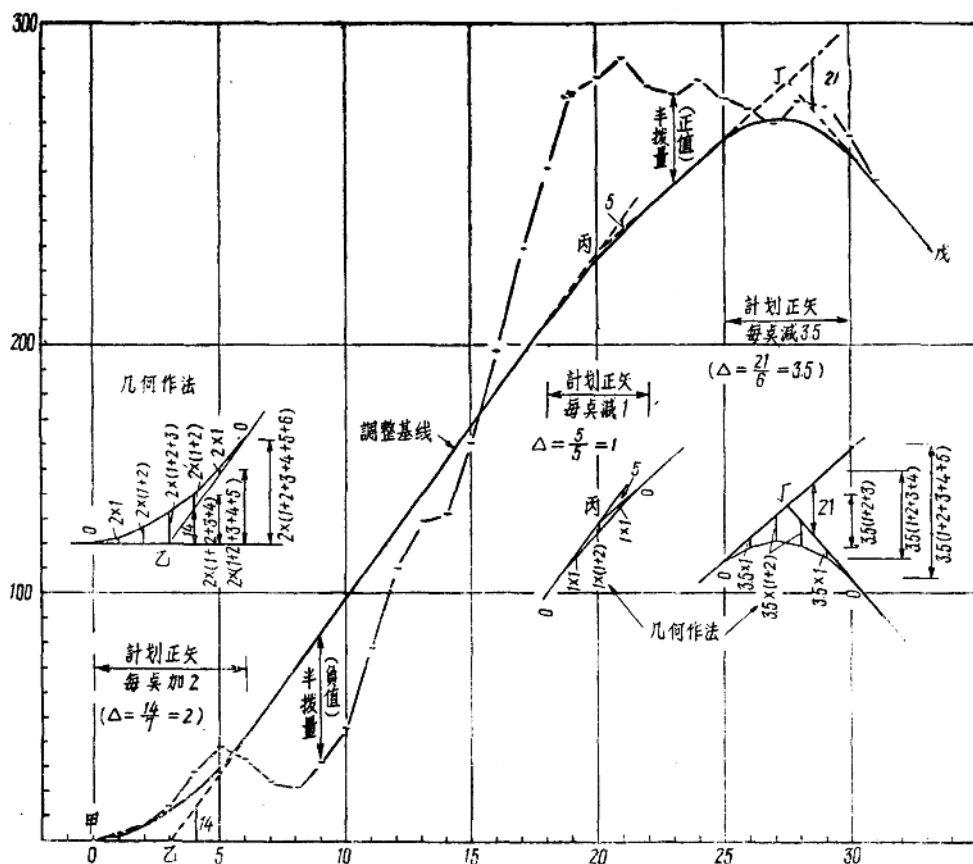


圖3. 第一类半圆解法

我們的要求很远，但並不需要修正它，这样便简化了計算过程。

把表 2 第 6 行的第二次累計的数（半撥量）用 1 : 2 的比例繪出圖 3。这是一根撥量綫，在撥量綫上，要进行修正工作，即画一根調整基綫（撥量調整基綫）。調整基綫与撥量綫間的上下距离就是我們所需要的半撥量，可从圖上量下来，列列表 2 第 7 行。这种半撥量的对应的計劃正矢，比表 2 第 3 行原有的計劃正矢当然要改变一些，但它的总数已經自动調整到和实测正矢一样多了（1488）。它对計劃正矢的影响，示于圖 3。

§10. 圖 3 的撥量調整基綫的作法

1. 把撥量綫末端直綫部分延長（戊丁）；
2. 画直綫乙丙，丙丁，左边与原有的基綫相交于乙，右边与撥量綫末端直綫延長部份相交于丁。直綫丙丁和乙丙的位置可以隨便画，所以可以只划一根直綫，也可划多根直綫，不受任何限制；
3. 在兩直綫相交处，即乙，丙，丁等处，用曲綫連起来，这样由甲～戊就成一根新的基綫，即調整基綫。

上述連結兩相交直綫的曲綫，其性質为拋物綫（§31），它的作法如下：

第一个办法，可利用一些現成的拋物綫（圖 17），这些拋物綫可画在透明紙上，然后

套在圖 3 之乙，丙，丁等处，适当移动，酌量选一根曲线使与调整基线的两相交直线相切，注意抛物线的轴要保持垂直，把这根抛物线印到圖 3 上，就得到乙，丙，丁等連結曲线，这就是我們所需要的调整曲线。

第二个办法为几何作法：

1. 量取乙，丙，丁等处的单位截距，各值分别量得为 14，5，21；
2. 酌量决定每根曲线所经过的测点数，例如曲线乙从测点 0 至测点 6，共经过 7 个测点，单位截距 14 就用 7 来除得 2，用 Δ 表示之（ $\Delta = 14 \div 7 = 2$ ）；曲线丙从测点 18 到 22，共经过 5 个测点，单位截距 5 就用 5 来除得 1（ $\Delta = 5 \div 5 = 1$ ）；同样，曲线丁处 $\Delta = 21 \div 6 = 3.5$ 。必须注意这个曲线的长度是随便决定的，除掉两相邻的曲线间应有一段直线外其他不受限制。
3. 曲线与直线间的上下距离，从曲线两端开始，向曲线中央方向，依次为 0， $\Delta \times 1 = \Delta$ ， $\Delta(1+2) = 3\Delta$ ， $\Delta(1+2+3) = 6\Delta$ ， $\Delta(1+2+3+4) = 10\Delta$ ，以下依次为 15Δ ， 21Δ ， 28Δ ，……。圖 3 之乙，丙，丁等处連結曲线的几何作法在该圖中均分别单独表明。

§11. 撥量調整基線的規律

撥量調整基線的原理和規律，詳述于 §24 至 §31，这里先举出其一部分要点。

1. 使調整基線的始端与原基線一致，尾端与撥量綫一致，則其中間部分不論如何改变，其所对应的计划正矢总值不發生变化，也与实测正矢总值相等。
2. 如果用兩根相交的直綫作为調整基綫，在交点处的测点，其计划正矢增加或减少一个数值，这个数值等于該交点处的单位截距。直綫轉換方向如为反时针时，其值为增加；顺时针方向时，其值为减少。

在 3 圖中，如果乙处不用曲线相連，則测点 3 的计划正矢增加 14；在丙处，如果不用曲线相連，則测点 20 的计划正矢减少 5；同样，在丁处如果不用曲线相連，則测点 27 和 28 的中央处的计划正矢减少 21。三处计划正矢共计增加 14，减少 26，总值中将减少 12（即 $26 - 14 = 12$ ）。再与表 2 的第 2，3 行比较，计划正矢总值 1500 减少 12 以后，便与实测正矢总值 1488 相等了。从这里可以看出，調整基綫是怎样把计划正矢的总数自动調整到和实测正矢总数相等的。

3. 調整基綫中，兩相交直綫用拋物綫連結起来。在拋物綫范围以內（包括起点和終点），各测点的计划正矢增加或减少一个数值，这个数值就是圖 3 中的 Δ 。拋物綫向上弯曲的为增加，向下弯曲的为减少；在上面的例子里，测点 0 ~ 6 每处计划正矢增加 2；测点 18 至 22，每处计划正矢减少 1；测点 25 至 30 每处计划正矢减少 3.5。

§12. 怎样滿足控制条件的要求

根据 §12 中所講的第一規律，調整基綫可以随便移动，因之要滿足各种控制条件的要求，只要把調整基綫，适当移动一下就行。茲以表 2 所列的曲线为例以說明之。假如，测点 16 恰在道口上，不能撥动，要求这一点的撥量为 0，我們只要把圖 3 中的乙丙綫向上移动，使它通过测点 16 处的撥量綫，那末該点的撥量便自然为 0 了。又假如测点 7 下股受信号机或其他固定建筑物的淨空所限制，不容許向下撥，即撥量不容許有負值，只要把乙丙綫与原基綫的交点乙向右移动，测点 7 的撥量就可以由負值变为正值。諸如此类的控制条件，都可以用移动調整基綫的办法，得到滿足。

4. 完全图解法（比規法）

§13. 概 述

調整曲線的全部过程，完全使用圖解，不參用任何計算的為完全圖解法。完全圖解法用比規作圖並量取數值，故又稱比規法。完全圖解法使用 1 : 1 的比例，用比規作圖時會有誤差，每點誤差一般不會超過 0.2 公厘，這遠在測量正矢所包含的實際誤差以內，故作圖的誤差一般是在容許範圍以內的。

§14. 計劃正矢綫的形式

單曲線的計劃正矢綫的形式（圖 4）像一個梯形，圓曲綫部份的計劃正矢綫是梯形上面的橫直綫，緩和曲綫部份的計劃正矢綫是梯形的兩個斜邊，緩和曲綫的起點和終點（ TS 、 SC 、 CS 、 ST ）在梯形的四個角。但是緩和曲綫和直綫相接處（ TS 和 ST ）的正矢不是零，緩和曲綫和圓曲綫相接處（ SC 與 CS ）的正矢不等於圓曲綫正矢，它們正確的數值是：緩和曲綫和直綫相接處（ TS 與 ST ）的正矢 = $\frac{1}{6} \times \text{公差}$

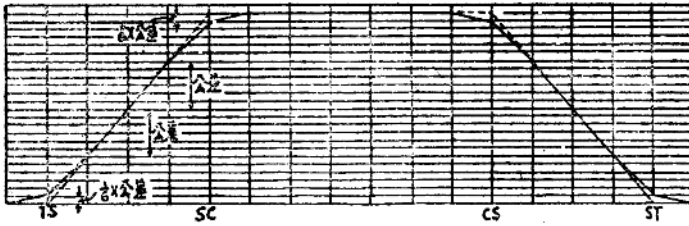


圖4. 計劃正矢綫的形式

緩和曲綫和圓曲綫相接處（ SC 或 CS ）的正矢 = 圓曲綫正矢 - $\frac{1}{6} \times \text{公差}$

如果半徑大、緩和曲綫長，公差一定很小，計劃正矢綫作成一個完全的梯形就可以，不一定要考慮 $\frac{1}{6} \times \text{公差}$ ；但如半徑小、緩和曲綫短，公差一定比較大，這時的計劃正矢綫必須考慮進 $\frac{1}{6} \times \text{公差}$ ，畫成圖 4 的樣子。

§15. 怎樣畫計劃正矢綫

根據測量紀錄畫實測正矢綫，已在§9中講過，這裡只說明一下計劃正矢綫的画法。畫計劃正矢綫的次序是：

首先畫圓曲綫部分，即穿插在實測正矢綫之間畫一根直綫與基綫平行；這裡要注意，這根直綫與基綫間的距離，本來應該代表圓曲綫部分實測正矢的平均數，但是為了作圖方便起見，不一定要達到這個要求，只要這根直綫大致能代表它的平均情況就夠了。例如圖 1 甲和圖 6 甲，實測正矢綫完全一樣，但圖 1 甲的圓曲綫計劃正矢是 24，它是代表實測正矢的平均值的；而圖 6 甲則為 23，它是不能代表實測正矢的平均值，不過是比較接近罷了。

其次是畫梯形的兩個斜邊，作為緩和曲綫的計劃正矢綫，它應該穿插在實測正矢綫兩

端的傾斜部份。

最后按照 §15 的要求，在梯形下面兩個角处加上 $\frac{1}{2} \times$ 緩和曲綫的公差；在梯形上面的兩個角处減去 $\frac{1}{2} \times$ 緩和曲綫的公差。

前面圖 1 甲和表 1 所列的計劃正矢和实测正矢总数相等，实际上也应该相等。但按照本节所講的办法所划出来的計劃正矢綫，其正矢总值与实测正矢总值就不一定相等了。例如圖 6 甲和表 3（它們是成对照关系的），实测正矢总值是 286，計劃正矢总值則只有 272，相差 14。为使画圖簡化，这样作出来的計劃正矢綫並不需要修正。这正同 §10 所講的容許計劃正矢总值和实测正矢总值不相等的道理一样。

又例如圖 23 甲，与表 2 第 2，3 行是一致的。

§16. 累差綫的画法（比規法）

累差綫有兩種画法：

第一可以利用計算好的数字画到圖上去，例如圖 1 乙是根据表 1 第 5 行画的；圖 6 乙是根据表 3 第 5 行之 1 画的；圖 23 乙是根据表 2 第 5 行画的。这个办法，在第三部分所講的第二类半圖解法中用之；

第二个办法，可用比規去量取正矢差，用变更比規开度的办法，把正矢差的累計值量下来，依次画到圖上去，便得累差綫。

茲以圖 1 的例子說明其实际作法如下（圖 5）（圖 6 和 23 的累差綫也可以用这个办法做）：

1. 画好基綫，用比規在圖 5 甲量取測点 1 的正矢差 $1' - 1'' (-1)$ ，在圖 5 乙的对应点划上 $1 - 1'$ ；

2. 保持比規的寬度 (-1) 不变，把兩脚放在圖 5 甲測点 2 之 $2' - 2''$ ，保持 $2''$ 的脚不动，將在 $2'$ 之脚移动至 $2''$ 。这时比規兩脚的寬度等於 $2'' - 2'$ (-5) ，代表測点 2 的差累計，把这个寬度移到圖 5 乙的 $2 - 2'$ ；

3. 仍保持比規的寬度 (-5) 不变，把兩脚放在圖 5 甲測点 3 处的 $3' - 3''$ ， $3''$ 处的脚保持不动， $3'$ 处的脚移到 $3''$ 处，这时比規兩脚的寬度代表測点 3 的差累計，其值为正 $(+5)$ 。把这个寬度移画到圖 3 乙的測点 3 处（即 $3 - 3'$ ）；

4. 保持比規 $(+5)$ 的寬度，把兩脚放在圖 5 甲的 $4' - 4''$ ， $4''$ 处的脚保持不动， $4'$ 处的脚移到 $4''$ 处，这时兩脚的距离 $(4'' - 4')$ 代表測点 4 处的差累計，其值为負 (-4) ，把这个負数划到圖 5 乙的測点 4 处；

5. 如此繼續画下去，便得出一个完全的累差綫，如圖 1 乙。

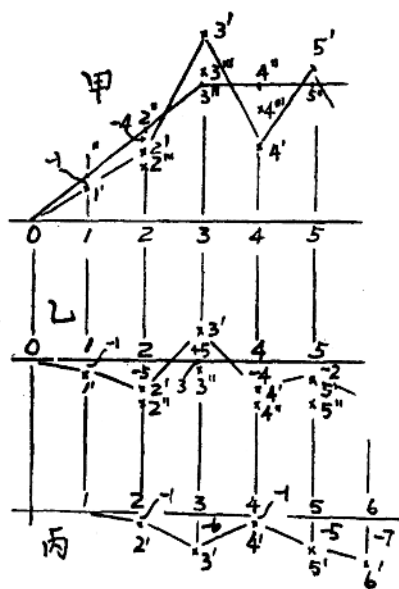


圖 5. 比規法

§17. 累差調整基綫

在圖 6 中，按照 §17 的辦法，画出累差綫如該圖之乙。這根累差綫的末端是離開基綫的。另外畫一根直綫，它的左邊與基綫的任一點例如 0 點相連接，右邊與累差綫末端直綫上的任一點例如 14 點連結，這便是累差調整基綫。這根調整基綫與累差綫間的距離就是修正的差累計，將這些修正的差累計用 §17 的辦法再累計一次就得撥量綫。划撥量綫時要注意 §9 中第四點（即從累差綫的圖上某點量出的累計數，要在撥量綫圖上畫在次一位的測點處）。

累差調整基綫有兩個要求：（1）它與累差綫成封閉狀態；（2）它要穿插在累差綫之間，使修正的差累計的正負不要相差太多，如圖 6 乙的累差調整基綫是最簡單的，它已經符合了這些要求。但圖 23 乙如果也按照這個作法便達不到第（2）點的要求，因此改用幾根相連的直綫。

§18. 累差調整基綫與計劃正矢的關係

累差調整基綫如為一水平直綫，對計劃正矢不發生影響；如為向右上的傾斜直綫，在此傾斜直綫範圍以內，對應的計劃正矢，均增加一值，其值等於該傾斜直綫的公差；如為向右下傾斜時其值為減數。

圖 6 乙中調整基綫公差為 +1，測點 1 至 14 每點計劃正矢增加 1；圖 23 乙中，測點 0 至 5 每點正矢加 2，25 至 30 每點減 4，6 至 24 正矢不變，均分別表示在該圖中。

撥量調整基綫的作法及其規律，在第一類半圖解法中已討論過，此處不另重複。

第二部份 調整基綫的定理和規律

1. 累差調整基綫

§19. 累差綫終點的位置

累差綫在任何一點的數值，等於這一點及其前面全部實測正矢總數，減計劃正矢總數。例如：表 1 測點 4 的差累計是 -4，該點以前的實測正矢總數為 $7+12+34+15=68$ ，計劃正矢總數為 $8+16+24+24=72$ ，其差為 $68-72=-4$ ，與差累計相同。在其對應的圖 1 上，自然也符合這一點。整個曲綫的實測正矢總數和計劃正矢總數必須相等，所以累差綫最後一點必須為零，即必須落在基綫上（圖 1 乙）。普通的計算表上，差累計的最後一點必須為零（表 1 第 5 行）。

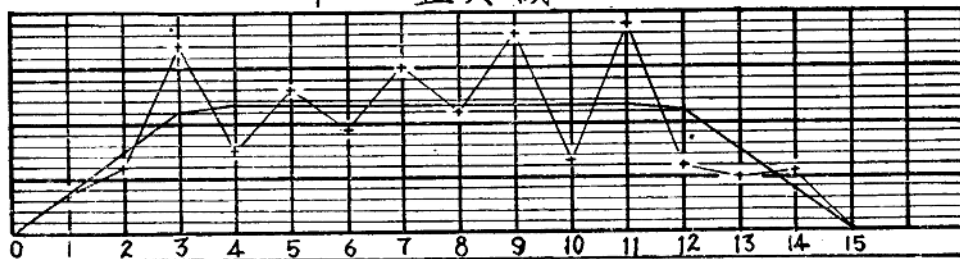
在 §16 中已經說過，畫計劃正矢綫並不要求其總值與實測正矢總值相等。而且要使計劃正矢綫的總值恰好等於實測正矢綫的總值，事實上也很難辦到。兩種總值既不相等，則差累計的末尾必不為零，累差綫的末端必不落在基綫上，而與基綫保持一定的距離，並可延長成一很長的直綫，它與基綫間的垂直距離，恰等於實測正矢總值減計劃正矢總值。把圖 6 乙和表 3 第 5 行之 1 對照看起來，自然明白。在表 3 中，實測正矢總值為 286，計劃正矢總值為 272，兩個的差為 $286-272=+14$ ，末尾以後的差累計都是 +14；在其對應的圖 6 乙中，累差綫的末端與基綫相距 +14，並可向右邊無限延長。

§20. 累差調整基線的作用

計劃正矢的總數和實測正矢的總數，終究必須相等。要達到這個目的，有下面兩個辦法：

1. 消滅累差綫末端與基綫間的距离；

(甲) 正矢綫



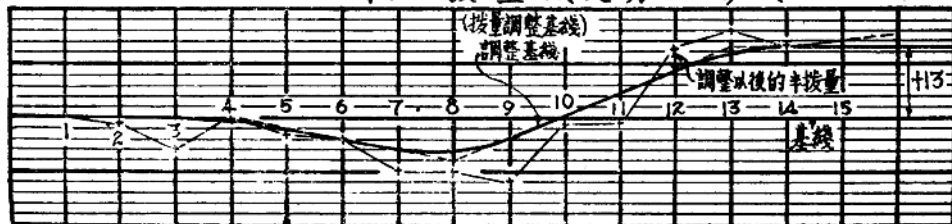
(乙) 累差綫



(丙) 撥量綫



(丁) 撥量綫之另一形式



2. 如果累差綫的末端与基綫間的距离保持不变, 則利用撥量調整基綫, 如 §12 所討論的一样, 也可达到这个目的。

这里只就第一个办法討論一下, 即怎样使累差綫末端与基綫間的距离消灭? 我們只要把基綫左边适当的点, 和通过累差綫末端的橫綫上或其延長綫上适当的点, 用一根直綫 (或几段直綫相連的綫) 联起来 (如图 6 乙的斜直綫), 作为新的基綫 (这根新的基綫, 如 §6 所述, 叫做調整基綫或累差調整基綫), 便可以消灭累差綫末端与基綫間的距离。由此得出一个对应的新的計劃正矢, 它的总数是与实测正矢的总数相等的。

这样得出的对应的新的計劃正矢是什么? 我們可以不管它, 这對於求撥量没有什么关系。由下面 (§22) 所講的規律, 新的計劃正矢的形式和数值是可以知道的, 但是並不需要画出来或写出来, 只要掌握它的大概形式, 使它保持一定的規律性就可以了。

由此得知, 累差調整基綫的第一个作用是消灭累差綫末端与基綫間的距离, 使之成封閉状态, 从而得到計劃正矢与实测正矢的总值相等; 除此以外, 第二个作用是它穿插在累差綫之間, 使差累計有正有負, 正負总值相差不太大, 因而撥量綫不致离基綫太远, 傳撥量綫的圖幅适当减小, 使繪制撥量調整基綫的工作更加便利。

表 3

1	2	3			4			5				6			
測 点	实 测 正 矢	計 划 正 矢			正 矢 差			差 累 計				半 撥 量			
		1	2	3	1	2	3	1	2	1+2	3	1+2	3	(1+2) +(3)	
0	0	0			0			0				0		0	
1	7	7	+ 1	(+ 1)	0	- 1	(- 1)	0	- 1	- 1(-1)		0		0	
2	12	15	+ 1		- 3	- 1		- 3	- 2	- 5(-1)	- 1(-1)	- 2		- 3	
3	34	22	+ 1		+12	- 1		+ 9	- 3	+ 6(-1)	- 6(-2)	- 8		- 8	
4	15	23	+ 1		- 8	- 1		+ 1	- 4	- 3(-1)	0(-3)	- 3		- 3	
5	26	23	+ 1		+ 3	- 1		+ 4	- 5	- 1(-1)	- 3(-4)	- 7		- 7	
6	19	23	+ 1		- 4	- 1		0	- 6	- 6(-1)	- 4(-5)	- 9		- 9	
7	30	23	+ 1		+ 7	- 1		+ 7	- 7	0(-1)	-10(-6)	-16		-16	
8	22	23	+ 1		- 1	- 1		+ 6	- 8	- 2(-1)	-10(-7)	-17		-17	
9	37	23	+ 1		+14	- 1		+20	- 9	+11(-1)	-12(-8)	-20		-20	
10	13	23	+ 1		-10	- 1		+19	-10	0(-1)	- 1(-9)	-10		-10	
11	38	23	+ 1		+15	- 1		+25	-11	+14(-1)	- 1(-10)	-11		-11	
12	12	22	+ 1		-10	- 1		+15	-12	+ 3(-1)	+13(-11)	+ 2		+ 2	
13	10	15	+ 1		- 5	- 1		+10	-13	- 3(-1)	+16(-12)	+ 4		+ 4	
14	11	7	+ 1	(- 1)	+ 4	- 1	(+ 1)	+14	-14	0	0	+13	(-13)	0	
15	0	0			0			+14	-14	0		+13	(-13)	0	
合計	286	272	+14		+14	-14		:	:			:	:		

§21. 累差調整基綫的定理

圖 8 甲为計劃正矢綫, 乙为累差綫, 丙为撥量綫 (乙、丙只有基綫, 累差綫和撥量綫本身沒有划出来)。

假定測點 4 的計劃正矢加 1 (圖 7 甲和圖 8 甲左, 並比較表 4 第 3 行之 2), 則 4 及以後各點的差累計都要 -1, 累差綫在測點 4 及以後各點都要向下移動 1 (圖 7 乙並比較表 4 第 5 行之 2)。為了作圖方便, 可以把累差綫保持不動, 把測點 4 及以後部份的基綫向上移動 1 (圖 7 丙及圖 8 乙左), 移動以後的基綫, 如 §6 所述, 叫做調整基綫, 調整基綫與原累差綫間的距離, 可以代表修正的差累計, 由此得定理如下 (圖 8 甲、乙):

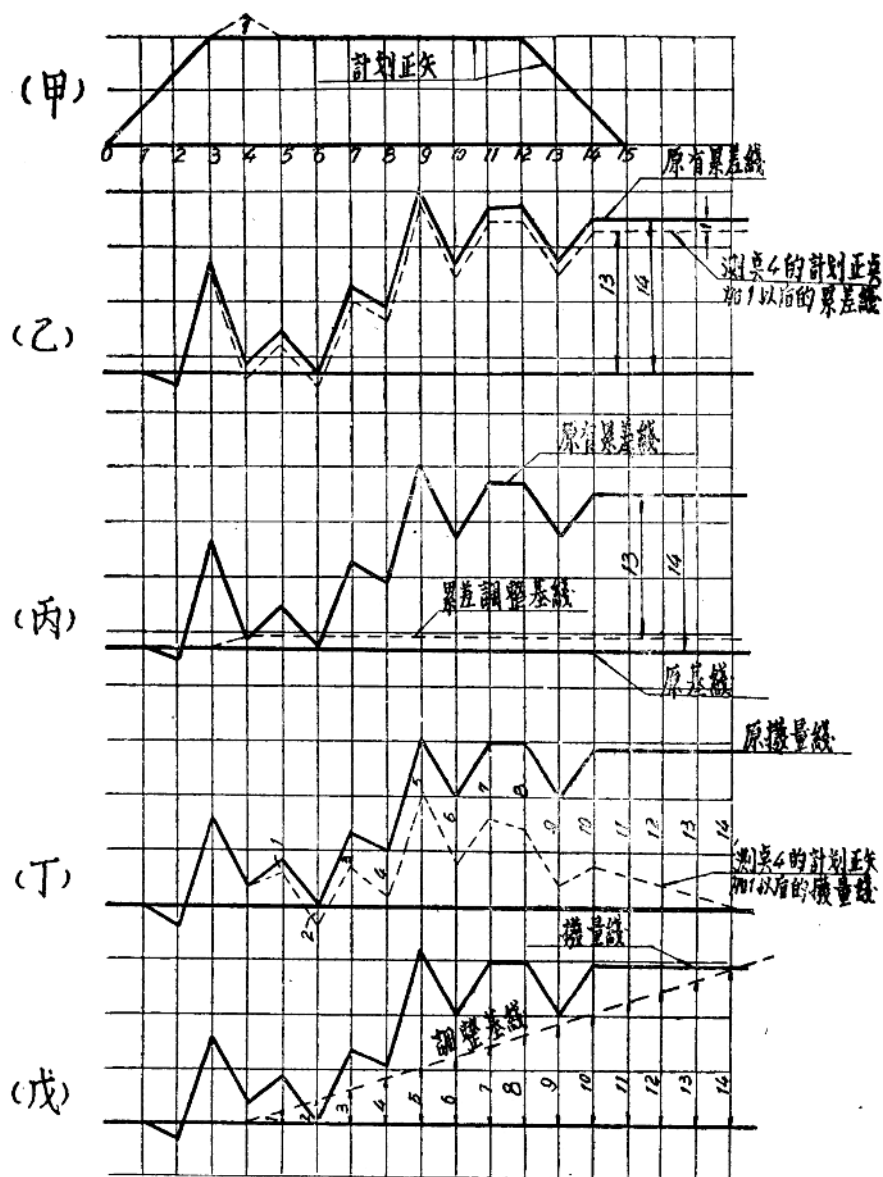


圖 7. 調整基綫的原理

表 4

1	2	3			4			5			6		
		計劃正矢			正矢差			差累計			半撥量		
測點	實測正矢	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	0			0			0					
1	7	7		(+1)	0		(-1)	0		(-1)			
2	12	15			-3			-3		(-1)			
3	34	22			+12			+9		(-1)			
4	15	23	+1		-8	-1		+1	-1	(-1)		0	
5	26	23			+3			+4	-1	(-1)		-1	
6	19	23			-4			0	-1	(-1)		-2	
7	30	23			+7			+7	-1	(-1)		-3	
8	22	23			-1			+6	-1	(-1)		-4	
9	37	23			+14			+20	-1	(-1)		-5	
10	13	23			-10			+10	-1	(-1)		-6	
11	38	23			+15			+25	-1	(-1)		-7	
12	12	22			-10			+15	-1	(-1)		-8	
13	10	15			-5			+10	-1	(-1)		-9	
14	11	7		(-1)	+4		(+1)	+14	-1	0		-10	
15	0	0			0			+14	-1			-11	
合計	286	272			+14			∴	∴			-12	

任一測點（例如第 4 點）的計劃正矢增加（或減少） n 公厘，則累差基線從該點起及其以後部份全部向上（或向下）平行移動 n 公厘。反之，如果從某點（例如第 4 點）起及其以後部份的累差基線向上（下）平行移動 n 公厘，它的對應計劃正矢綫，一定在該點（如第 4 點）向上（下）增加（減少） n 公厘，其他各點都不變。

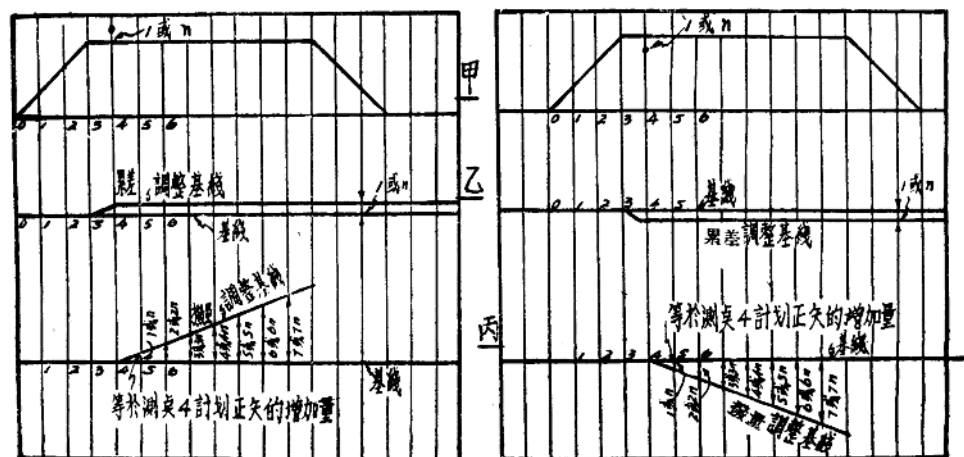


圖 8. 調整基綫（一個測點變更正矢）