

87.11083
TSH
4

0193825

鐵路航空勘察技術匯編

(4)

新建鐵路航空勘察中的 控制測量

鐵路專業設計院航空勘察處編



人民鐵道出版社

目 录

第一章 概述	2
第二章 控制測量設計	3
§2-1 控制測量設計概論	3
§2-2 进行控制測量設計前应备有的資料	4
§2-3 控制測量設計的原則	4
§2-4 控制点布置的几种形式	6
§2-5 进行控制測量設計的步驟和方法	9
§2-6 控制測量設計的整理、計算工作	11
§2-7 編制控制測量技术任务書	12
第三章 控制測量队組織定員及仪器配备	13
§3-1 控制測量队的組織形式	13
§3-2 控制測量队的定員及工率	14
§3-3 控制測量小队的仪器工具配备	15
第四章 控制点連測	16
§4-1 刺点	16
§4-2 平面高程导綫	22
§4-3 縱向高程导綫測量	27
§4-4 橫导綫上的高程測量	47
§4-5 內业計算及整理	49
第五章 地形調繪	67
§5-1 調繪目的及种类	67
§5-2 象片有效面积的确定	68
§5-3 象片的判讀	69
§5-4 象片的野外調繪	70
§5-5 地形調繪的內容	71
第六章 應該呈交的資料及技术总结的內容	73

第一章 概 述

航空摄影测量，随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，越来越广泛的应用在国民经济各部门的工作中，为了多快好省地发展铁路建设事业，近几年来，在铁路勘测中也采用了这一新技术。

在铁路航空勘察中，一般是利用航摄 1 : 20000 左右比例尺的象片，沿着线路方案编制 1 : 10000 带状地形平面图，供新建铁路初步设计用。

• 新建铁路的勘察工作，是一件艰巨而繁重的任务。在地形复杂的山区地区，人烟稀少的戈壁滩上，或是在缺乏可靠地形图的情况下，要想选择一条合理的线路，不是容易的事情。如果铁路不必要的增长一公里，在投资和今后的铁路运营方面就会造成很大的浪费和不利。如果采用航空勘察，一方面利用航摄影片有助于正确地选择线路方案；另一方面在所需制图范围内，利用航摄影片进行控制测量，只要测定很少的平面或高程控制点和象片地形调绘，就可在内业的制图仪器上，用立体摄影测量方法，编制出质量良好的供铁路设计用的地形平面图。

新建铁路航空勘察外业控制测量工作要比地面勘测工作减少，这是因为它把地面测量中占很大比重的地貌测量工作移到室内来进行，这就大大地缩短外业勘测时间，避免气候、交通、地形等的限制，同时降低了勘测费用。

在整个航空勘察工作中，外业控制测量是一个主要组成

部份，其工作內容如下：

一、拟定必要数量的平面高程控制点和高程控制点，即控制測量設計工作。

二、組織外業控制測量隊。

三、按控制測量設計，在野外選擇控制點，并在象片上辨認、固定；同時測定其平面位置和高程。

四、根據航攝象片，在野外進行地形調繪工作。

五、整理、計算所連測控制點的各項資料，得出成果，和整飾地形調繪和刺點的象片，一併交付內業進行制圖。

第二章 控制測量設計

§2-1 控制測量設計概論

控制測量設計，确切地說就是拟定必要数量的平面高程控制点和高程控制点，并把它圈定在鑲嵌复照图和接触晒印象片上，這項工作即是控制測量設計。

控制測量設計与內業攝影測量處理是密切相關的。因為控制測量設計是根據成圖的精度、內業處理方法、使用的制圖儀器來敷設控制點的，反過來說，編制完的控制測量設計圖，經過實測，就成為內業處理編制作業計劃圖的根據。因此控制測量設計所布置幾何圖形的好壞，敷設位置的恰當與否，就直接关系到內業處理時方便與否、速度快慢，成圖質量等；控制測量設計不僅如此，還涉及到外業控制測量隊的工作，因為它是直接布置外業隊的具体執行者。外業控制測量工作量的多寡，測量的方便與否，完全是取決于控制點布置的完善與否。這樣，也就牽連到外業勘測費用的開支和測量的精度。因此，控制測量設計，應在充分保證編制地形平面圖的質量下，既要滿足內業處理時的需要，又要使外業控制

測量有可能，所以它是在新建鐵路航空勘察中的一項很重要的工作。

§2-2 進行控制測量設計前應備有的資料

一、航攝資料驗收的報告。

二、驗收合格的鑲嵌復照圖二份（其中一份應繪有鐵路綫路位置和制圖範圍綫），接觸晒印象片二份及鐵路全綫航攝測段布置示意圖一份。

三、有關鐵路綫路經過地區的最大比例尺地形圖（最好已繪有綫路方案），及國家或其他單位設置的（有成果資料的或即將有成果的）水準基點、天文點、三角點等測量資料。

§2-3 控制測量設計的原則

新建鐵路航空勘察，目的是沿着綫路方向編制帶狀的地形平面圖，滿足初步設計之用。所以在控制測量方面它不同於國家航測和其他經濟建設部門，為工程建設用的面積航測方法。

根據幾年來新建鐵路航測為編制萬分之一地形平面圖所採用的控制測量設計，是用不同形式的平面高程橫導綫和高程橫導綫（均垂直航綫方向）所組成的四邊形作為內業制圖的依據。這些橫導綫是用縱向導綫（順航綫方向，又稱主要導綫）联接起來。主要導綫根據採用的不同，分有二種：一種是平面高程縱導綫，即联接各橫導綫坐標、高程；另一種是高程縱導綫，僅联接各橫導綫的高程。

現將控制點布置應遵循的幾點分述如下：

一、每隔8個象對設置一條平面高程橫導綫，在二條平面高程橫導綫間設置高程橫導綫。在地形困難，即在所要求

位置設置橫導綫有困难时，尽量使橫導綫間隔小于規定象对，若地形特殊困难，在个别情况下为減少外业工作量和施測方便起見，設置一条平面高程橫導綫可以超过8个象对，但一般不超过10个象对。

二、在敷設平面高程橫導綫及高程橫導綫处，每張象片上应有三个控制点，通常控制点应設在縱向三片重疊处。不得已时，才选择在二片重疊处。

三、若在一个測段內有两条以上航帶时，則橫向导綫控制点中至少必須有一个控制点，是在兩航帶中起連接作用的，也就是說位于橫向重疊的中部。

四、主要導綫的控制点（平面高程或高程），以每条摄影基綫一点为原則，如无明显地物或施測增加困难时，控制点間隔可大于一条摄影基綫。

五、選擇控制点时，在象主点上下方的两点应距象片邊緣至少1.5cm，不得已时可允許距象片邊緣1cm，但不得在象片各类標誌上（指三片重疊部份）。

六、控制点（象片中間点）不允許選擇在象主点上，要距方位綫有相当距离，但不得超过2cm。

七、控制点应選擇在明显的地物上（一般为直角交叉处），不宜選擇在銳角或鈍角处，并应尽可能位于平坦地方。所圈定範圍內的地物應該是在所有相邻象片上，都同样也能看得清楚。

所有控制点都不允許选用临时性地物、高大建筑物阴影下地物和断崖、陡坡上的地物。

八、沿河綫路，或者在測段內遇有河流或湖泊时，需要設計水位标点。

为了推求河床的水面坡度，每隔10公里左右，大致在橫導綫过河的地方設置水位标点，遇有水面坡度特殊变化处，

如河流急弯、忽宽忽狭，水中有巨石、浅滩起迄点等处，应加设水位标点。

九、应尽可能地将导线敷设在容易施测的地方，如沿着公路、大路、河流、沟谷进行；尽量使导线距离最短；导线所经过的地形起伏为最小；与三角点、水准基点连测为最方便；应避免由河谷导线急剧地转为山坡导线。

§2-4 控制点布置的几种形式

根据§2-3所述，控制点布置基本上是属于同一种性质（四边形），即是在相隔一定的基线数目下，设置平面高程横导线和高程横导线。由于所在测区受地形条件的限制和成图的精度问题，横导线组合有以下两种形式。

一、隔绝平面高程横导线法

此种方法的特点是外业控制测量工作量最小和误差累积。

一般每隔 8 个象对设计平面高程横导线，在两条平面高程横导线中间设计高程横导线，用纵向的高程导线把各横导线连接起来，如图 1 所示。



● 平面高程控制点，代表符号 O_n 。

○ 高程控制点，代表符号 B_m 。

— 平面高程导线，经纬仪或水准仪施测。

— 高程横导线，用经纬仪或水准仪施测。

— 纵向高程线，用水准仪施测。

图 1

这种方法，每条平面高程横导线的坐标是假定的，利用一端的平面高程横导线决定模型比例尺，用通过内业大地四边行平差推算统一座标（详见内业制图部份）。

二、平面高程纵向导线法，可分为两种：

（一）平面高程纵向导线

这种方法，适用于测段内航带数目少（通常是一条或二条）、山坡陡峭、两旁山沟不多且短的河谷地带；或者铁路线路有比较方案，而使测段组成闭合环（图2）。

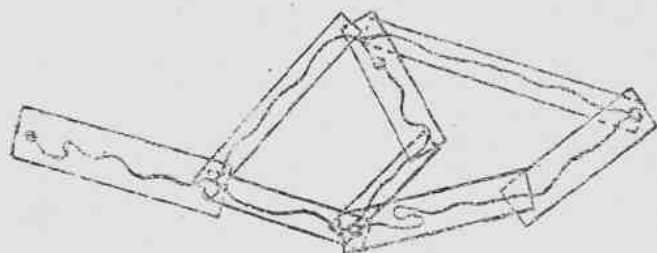


图 2

这种方法，除在测段接头处必须设计平面高程横导线外，在测段内适当地布设平面高程横导线。高程横导线是按四个象对设计一条，以其组成四边形（图3）。

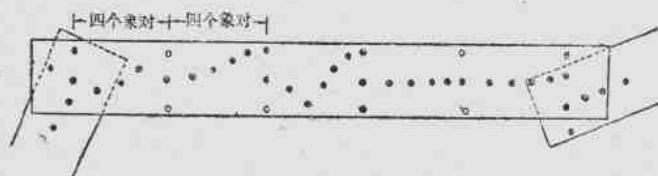


图 3

所有的平面高程控制点用外业实测将其座标统一，内业制图是利用纵向的平面高程控制点或横向的平面高程控制点求定模型比例尺。

若这种方法用于双航带，则纵向平面高程控制点应设在

相邻航带旁向重叠的中部。因为这样做后，纵向平面高程控制点在同一航带可以相互利用（图4）。

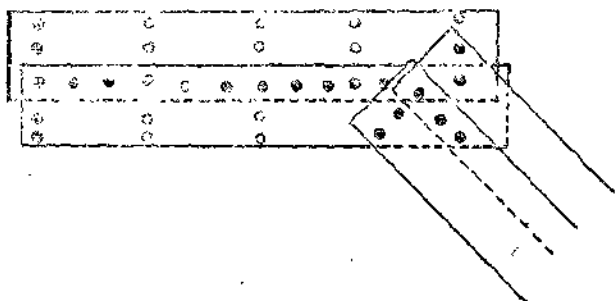


图 4

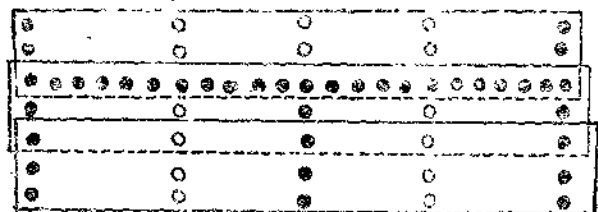


图 5

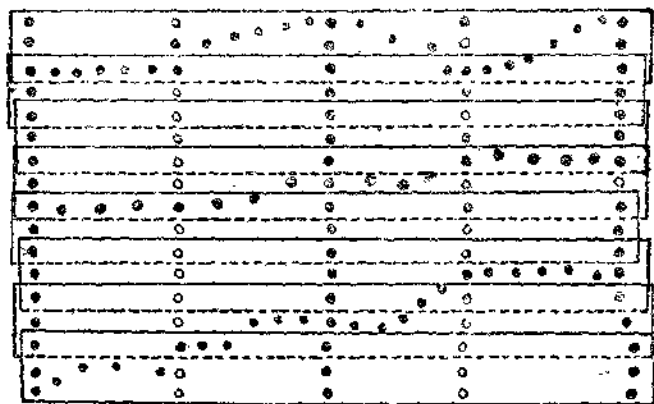


图 6

用于三条航带以上时，实际上是与隔絕导线相結合的一种方法（图5）。

（二）多边形闭合平面高程导线

这种方法适用于較大面积测图。

采用多边形闭合导线，不仅减少内业制图过程中的計算工作，及时的檢查外业測量成果的精度，而且对测区能全面控制。布置方法見图6。

§2-5 进行控制測量設計的步骤和方法

一、設計前的准备工作：

（一）明确内业編制地形平面图所使用的仪器及編制地形图的方法。

（二）向线路人員了解有关测区内线路所經過的經濟控制点，和线路附近城镇分布情况、地形复杂情况等，作为在控制測量設計时在布置外业控制測量队任务及編制技术任务書时参考。

（三）將已經获得的三角点、天文点、水准基点資料，参照已有的地形图将这些資料标记在鑲嵌复照图上，便于控制点布置时連測用。

（四）进行对航摄資料的质量檢查：在整个铁路航空勘察工作中，航摄資料质量的檢查，是一項单独向进行航摄单位驗收的工作，而控制測量設計时仅着重檢查下列二方面，

1. 依据航摄資料驗收报告对所提出的地方进行核实。
2. 在設計工作进行中，全面地注意防止在驗收时連漏超出規定的航偏角、重疊度、傾斜角、漏洞、象片影象的质量等。

航摄质量檢查的目的，在于确定处理办法，使我們在控制点設計时对以下問題引起注意：如象片影象质量，应尽量

使控制点不設在有云影、阴影、积雪的地方；在航偏角过大的地方加設控制点，以免內业多倍仪处理上的困难；在漏洞地段如何实地补测地形或利用国家小比例尺象片来补测等。

上述这些质量不好的地方，都用記号标记在鑲嵌复照图上，在控制点設計时注意提出。

二、控制点設計步骤和应考虑的問題：

控制点設計是借立体反光鏡在接触晒印象片上，观察立体，布置控制点，供摄影测量处理。

根据我們在控制点設計工作中的体会，用以下的順序进行较为合适：

（一）根据测区情况，确定控制点布置形式。

（二）根据象对数目、地形情况，先在鑲嵌复照图上选定几种布設横导綫位置的方案，包括与相邻测段衔接处的平面高程横导綫的相互利用。

（三）确定横导綫位置后，在立体观察下，选择控制点位置；用带色圓圈（平面高程控制点紅色，高程控制点藍色）圈定在接触晒印象片上和相应位置的复照图上。

（四）选择好横向的控制点后，同样在立体观察下，选择縱向的控制点。

（五）若是沿河綫路或遇有湖泊，須設置水位标点。水位标点不需用圓圈将其圈定范围，只需用水位标点字样（ypb）写明。

（六）在鑲嵌复照图上檢查控制点布置有无遺漏，或有无多余的控制点，并檢查鑲嵌复照图与接触晒印象片上所圈定控制点的位置是否一致。

控制点設計是无定型的，在滿足成图精度下，要根据地区的地形条件取決，尽量使外业工作量为最少，測量最方便，以符合多快好省的原則。

§2-6 控制測量設計的整理、計算工作

一、鑲嵌復照圖上，控制點上墨整飾工作：

這項工作是在設計好控制點，經過設計人再次核對，并經第二人審核確認控制點設計，無問題時進行。

(一) 上墨整飾方面 (在復照圖上)

1. 制圖範圍綫——用黑色墨水。
2. 平面高程控制點——用紅色墨水，直徑為5毫米。
3. 高程控制點——用藍色墨水，直徑為5毫米。
4. 水位標點——用藍色墨水，用ypb字樣標明。

(二) 在地形困難地段，控制點連測關係比較複雜，或者在兩隊接頭處，應在立體的觀察下，用特種鉛筆標出控制點連測路綫，供控制測量時參考。

(三) 在隊的分界處 (接頭處) 必須表示出刺點、導綫、水平在何處連接，并在復照圖上加以文字說明。

二、工作量計算：

計算工作是在鑲嵌復照圖上，以測段為單位，按所標定的比例尺進行。計算項目如下：

(一) 調繪面積：以平方公里為單位。

(二) 控制點數目：以點為單位，分別計算出平面高程控制點，用水準儀測量的縱向高程控制點，及用經緯儀視距測量的高程控制點。

(三) 平面高程導綫 (包括縱向和橫向)：以公里為單位，工作量算出后，酌加5~10%。

(四) 高程橫導綫：以公里為單位，工作量算出后酌加5~10%。

(五) 主要導綫：以公里為單位，工作量算出后酌加5~10%，分一次抄平或二次抄平 (一次抄平和二次抄平視沿

綫有否国家水准基点閉塞而定，一般每隔10公里左右有国家水准基点可供閉塞时，就采用一次抄平。

(六) 眞方位角观测：以处为单位，平面高程导綫的端点，如无三角点可以連測取得眞方位角时，应施測眞北；如导綫长度过长，可在每隔10~15公里处加測眞方位角。

計算出的工作量，均应写明在复照图上。調繪面积写在复照图正面（图7）；其他各项写在复照图反面（图8）。

正 面

面积 $\times \times$ 平方公里

設計人 $\times \times \times$
审核人 $\times \times \times$

图 7

反 面

主要导綫 ($\times$ 点) $\times \times$ 公里
平面导綫 ($\times$ 点) $\times \times$ 公里
高程横导綫 ($\times$ 点) $\times \times$ 公里
眞北观测 $\times$ 处

图 8

計算出的工作量，仅作为安排計劃之用。外业控制測量队在結束控制測量时，按照实测导綫距离、控制点数目、眞北数，以及用实测距离求近似比例尺所算得面积，才是控制測量工作量的成果。

§2-7 編制控制測量技术任务书

技术任务書，应每条綫路編写。若在同一地区，情况相同可允許合併編制技术任务書。

技术任务書应具有下列內容：

一、任务根据。

二、执行单位及其組織机构、人員配备。

三、工作总量（用附表說明）。

四、完成日期。

五、航攝資料情況，沿綫三角點、水標基點情況。

六、工作方法及技術要求。（包括應交資料的名稱）

七、其他。

技術任務書，由擔任控制點設計人員負責擬訂。

外業控制測量工作表

表1

測段號	面 積 平方公里	主要導綫		平面導綫		高程導綫		真 北 (處)	附 注
		點數	公里	點數	公里	點數	公里		

第三章 控制測量隊組織定員及儀器配備

3-1 控制測量隊的組織形式



各組工作內容如下：

一、內業組——負責復核檢查外業各項記錄本，計算各種資料及填寫座標成果表計算數字。

二、选点組——野外选刺控制点，整理、整飾刺点象片、鑲嵌复照图，編制座标成果表。

三、平面导綫組——連測平面高程控制点。

四、水平組——連測縱向高程控制点，或是縱向平面高程控制点（視控制点設計所采用的形式而定）。

五、高程导綫組——連測橫导綫高程控制点。

六、調繪組——室內外进行地形、地物調繪及整飾工作。

七、事务組——有关事务、會計及保管領发仪器、材料方面工作。

外业各生产小組，应根据进度快慢及其他一些具体情况由小队领导，灵活掌握，互相調配，使各組工作平衡进展。小队技术負責人应随时对全小队内外业工作，督促檢查；解决技术上所存在的問題，对成果質量負責。

§3-2. 控制測量队的定員及工率

參閱表2及表3。

小 队 定 員 表

表 2

职 称			人 数	备 注
小 队 长			1	
工 程 师			1	技术負責人
技 术 員			3	不包括地調繪人員
測 工			14	
事 務 員			1	
炊 事 員			1	
司 机			1	
司 机 助 手			1	
医 生			1	
临 时 工 員				視需要而定
机 操 員				視需要而定

在勘測工作中如有必要尚应另配地質調繪人員

小組定員及工率表

表3

組 別	人 數				工 率 (每組天)	備 注
	技術人員	測、普工	臨時工	小 計		
選 點	1	1	1	3	8 点	分二組，臨時工 配為打傘用，視 天氣情況決定
平面高程導線	1	7~8		7	6 公里	
高程橫導線	1	3		4	6 公里	
水 平	2	4	2	8	8 公里	
調 繪	1			1	12~20 平方公里	
內 業	2			2		
技術負責人	1					
總 計	9	15~16	3	25		

§3-3. 控制測量小隊的儀器工具配备

參閱表4。

小队儀器工具配备表

表4

名 稱	規 格	單位	數量	備 注
經緯儀	精度30"至1'	架	3	附視測太陽用的濾光鏡
水平儀	放大倍>15 靈敏度>25"	架	3	
望遠鏡		架	1	若使用竹尺丈量，必須配备一 根鋼尺，作較驗用
放大鏡	5倍	個	2	
反光立體鏡	折迭式	架	2	
鋼尺或竹尺	50m	根	2	
鋼尺或竹尺	30m	根	1	最好配备苏联費路林克視距尺 帶尺墊，最好配备双面水平尺
視距尺	4 m	根	6	
水平尺	三节5m	根	6	
花 杆		根	8	
測 釘	每組11支	組	3	
綫 錘		個	10	
小鋼尺	2 m	把	3	

續上表

名 称	規 格	单位	数量	备 注
天文年历		本	1	
繪圖儀器		盒	1	
計算机			1	
計算尺		把	1	
算 盘		把	4	
特种铅笔	紅花			指玻璃、瓷器用鉛筆視需要而定
木 桩	按規格做			視需要而定（每百公里 150个）
水准基点桩	—“—”			視需要而定
紅白旗				視需要而定（每百公里 350面）
小竹竿				視需要而定（每百公里350根）
象片袋				視需要而定（每測段平均5个）
資料箱		只	3	
工具袋		”	12	
汽 車		輛	1	
自行車		”	2	
医学用品				按定員人数，一般測量队需要准备
文体用品				按定員人数，一般測量队需要准备
炊 具				按定員人数，一般測量队需要准备
帳 篷				按定員人数，一般測量队需要准备
繪圖桌				按定員人数，一般測量队需要准备
凳 子				按定員人数，一般測量队需要准备
行軍床				按定員人数，一般測量队需要准备
其 他				包括照明、总务、材料等用品
斧 头				
鋤 子				
電 台				視需要而定

第四章 控制点連測

§4-1 刺点

在航攝象片上，根据控制測量設計所圈定的範圍內，选定明显的地物点，在現地釘桩，并在象片相应的地方刺点。