

工程測量經驗小丛书

第四集

工業建設測量技術
設計的經驗介紹

黃懋胥著

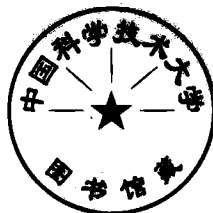


測 繪 出 版 社

這本書扼要地闡述了工業建設測量的特征、在進行測量時對已有資料的利用經驗、平面控制測量設計的方法和交叉作業法的經驗。

在介紹上述各問題時，本書除對實作的方法和操作的步驟有系統的說明外，並對每一個課題提出了自己在實際作業中的體會和問題，使讀者在研究問題時能得到進一步的啓發和幫助。

這書是武漢黑色金屬礦山設計院勘察公司黃懋晉工程師於1958年5月在中國測量制圖學會武漢分會學術報告會上的報告。現在按原稿適當地加以整理出版，以供工程測量人員學習參考。



工程測量經驗小叢書

第四集

工業建設測量技術設計的經驗介紹

著者 黃 懋 晉

出版者 測 繪 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業登記證出字第081號

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 出 版 社 印 刷 廠

印數(京) 1—3050冊 1959年3月北京第1版

開本 31"×43" 1/32 1959年3月第1次印刷

字數 34,000 印張 1張

定價(8) 0.17元 統一號書: T15039·235

目 录

一、工業建設測量的特征	1
二、对已有資料的利用	5
1. 起算边的利用問題	5
2. 利用已有点位，重新佈置三角網圖形問題	8
3. 对于已有控制網的联系問題	10
4. 对已有低精度控制網的利用問題	12
5. 对已有地形資料的应用	14
三、平面控制測量設計的一些体会	15
1. 有关控制主網圖形佈置的几个問題	16
2. 以小三角網代替导线加密控制的一些体会	25
3. 加密控制網的另一种方法	32
4. 建筑方格控制網的測設	37
四、工序交叉作業法	46

工業建設測量技術設計的經驗介紹

工業建設測量在今天來說，還是一項新的課題。現在僅就我們在工作中的實踐和向專家學習的體會，將在技術設計工作上所考慮過和解決過的問題，從下列四個方面來作介紹，並提供大家作進一步的研究。

一、工業建設測量的特征

為了使大家了解工業建設測量工作的情況，和一些技術措施的处理，首先談談在目前情況下的兩個特征。

1. 工業建設測量不單為設計服務，而且是為施工服務。也就是說：一方面為設計者收集基礎資料，另一方面也為施工者確定定線放樣的依據。因此工業建設測量是工業建設的重要組成部分。

工業建設測量的任務是由設計單位提出的。在廠址選定之後，按正規的設計階段進行。即初步設計，技術設計和施工圖設計；測量也隨設計的階段進行不同的工作。如在初步設計中，測圖比例尺是 1:2000 或 1:5000，以及管綫索道的帶狀地形圖。在技術設計階段，測量比例尺為 1:500 或 1:1000，和一些管綫縱橫断面。在施工圖設計中對測量要求較少，除補測外，還施測 1/200 或更大比例尺的局部地形圖。但在工業大躍進的今天，要爭取在十五年，或者在更短的時間內超過英國，在工業建設設計者已打破了常規，由三段設計改為兩段設計，有些小型廠甚至改為一次擴大設計。所以

測量工作也是隨着設計階段的變化而進行不同的工作。如過去初步設計的1:5000和技术設計的1:1000，是分開來測的，而現在却同時下達任務，往往只測1:1000圖，再縮成1:5000圖應用，工作量是減少了，但時間上的要求却大大的縮短。在各種管綫測量上，多數採用現場定綫，這些都是隨着設計階段的變化而不同的情況。

其次對測圖的精度要求上，亦隨設計階段和對象來決定。譬如，在平坦地區地形點的間距，一般建築要求圖上不超过4公分就可以，但在廠房，尤其是煉鐵區域，則要求不超过圖上2公分，使設計人員更能掌握地形的實況。又如鐵路和公路測量時，為了計算土石方和填挖方的利用，則要加測斷面性的標高點；廠房建築地區的水塘，必須測出水綫和水深，以便設計者的考慮。又如一個鋼鐵廠中，高爐和煉鋼車間的相對點位要求高一些，一般不大于5公分，在耐火材料車間則可以寬一些。到了廠前區、倉庫等區域相對點位就可以差到10公分，如民用建築區、綠化區則可以差到20公分。因此，在控制精度的安排和測圖比例尺都有不同處理。

在每一個廠區測量中，尤其是在控制測量方面，同時要滿足施工定綫的要求。定綫測量的精度，必須與設計圖的比例尺的圖解精度相適應。也就是說：定出位置的中誤差決定於平面圖地物點位置的中誤差，即在 ± 5 公分之內。為了達到這種精度，在佈置控制時，就應該考慮到定綫的應用。同時每個建築物本身定綫的精度，比測圖的精度要高，如金屬結構柱架的定綫，誤差不能大于 ± 2 公分，鋼筋混凝土樁定

綫誤差不大于 ± 3 公分,石格磚牆可到 ± 5 公分,在工人村的定綫則可差到 $\pm 15-20$ 公分。由此說明,在施工定綫的精度要求中,有部分是較高的。在定綫工作中,虽然可以从本身調整提高一些精度,但在控制網的精度上要創造一些条件。

因此,在控制測量开始的时候,精度的估算:一方面是滿足設計的需要,另方面还要考虑滿足定綫的要求。如果精度要求过高,則造成浪費和拖延建設時間。如果达不到精度的要求,也可能使工業建設遭到毀坏的損失。如某鋼厂扩建平爐时,由于測 1:500 所作導綫控制網精度不够,未作檢查和調整进行金屬結構基础定綫,到安裝时發現柱架脚的点位誤差达到 54 公厘,超过公差限差 ± 20 公厘,所以將基础毁坏重建,損失很大。由此可見,工業建筑測量还要滿足施工的需要。虽然在高精度定綫时,可以另作建筑方格控制網来解决,但是建筑網的建立基础仍在測量控制網上,所以測量控制網必須滿足施工上一定的要求。

这是与其他工程測量所不同的地方。

2. 另一个特征,就是測区面积小,而無固定对象。一般中小型厂区面积都在 10—20 平方公里,最大也不会超过 100 平方公里以上。同时地区分散,且不能預先固定。在目前大躍进中,当厂址决定后,就希望立即能測出圖以供設計之用,往往所給勘测的时间是很短的,有时是一二十天,最長也不过 2—3 个月,这就不能按一般測量程序来进行工作,事前也不可能作好一切准备,有时也連工序也排不上,故技术措施上也形成了工業建設測量的不同特点。如馬鞍山某厂

的 1:500 測圖面積 3.3 平方公里，只給一個月時間；鄂西某廠 1:5000 測圖面積 10km^2 ，連開工到提交資料，不過 10 天。在總路綫光輝的照耀下，要達到多、快、好、省的建設方針，要達到這個目的，與技術方案的設計有很大的關係。因為“技術方案的浪費是最大的浪費，技術方案的節約是最大的節約。”因此，技術方案的設計是工業測量中一項重要的工作。我們每一項工程都要作出技術方案來指導生產，要求如何做到先進，減低工作量，推廣先進經驗等來解決工業建設的要求。

在今天偉大的整風運動中，思想獲得解放，以沖天的干劲，和敢想、敢說、敢作的精神，大鬧技術革命，解放生產力，掌握工業建設測量的特點，向多、快、好、省的方針邁進。

由於技術計劃，就是指導每個工程生產的技術方案，就必需保證滿足設計和施工的要求，減低工作量，縮短工期，以及節約費用的具體技術措施。至於方案的內容和形式與城市測量的技術方案相仿，其內容大致有下列幾項：

- ①對舊有資料的調查，收集和分析；
- 任務和測區情況的分析，提出有利和不利的因素；
- ③控制方案的設計，通常是要提出 2—3 個方案進行比較決定；
- ④碎部測量方案的設計，提出施測方法和技术要求；
- ⑤實施計劃的決定，要提出人員多少、時間、定額和作業計劃等。

現在提出我們在大躍進中設計技術方案的一些體會如

下，以供同志們參考。

二、对已有資料的利用

为了达到多、快、好、省的目的，对已有資料的利用，是一項重要的工作，能够利用已有資料，可以减少工作量和縮短工期。在一般城市附近，都有一定的測量資料，以我們几年来的經驗，不外是有：①城市系統；②国家系統；③附近厂矿系統的測量成果資料。这些資料，在目前很多还不能滿足工業建設的需要。如以城市系統來說，一般較大的城市，多数是解放前留下来的控制網和地形圖；在范围來說：多数局限于商業和住宅区。而今天工業建設場地則多在市郊外20—30公里，控制就还要扩充才能滿足要求。在質量上，很多資料的精度不一致，也不能滿足当前的要求。

有些厂矿的資料，虽精度一般可以滿足要求，但都是局限于該厂矿的范围，作为扩充控制網也有困难的。

因此，利用已有資料在我們目前工作中，还是一項困难的課題。現將我們在設計中利用已有資料的几点体会介紹如下：

1. 起算边的利用問題

根据工業建設測量的原則，基綫的長度在三角網內必須保持密切的与实地長度一致，这样能使施工定綫的精度与設計符合。因为每一个厂房或建筑物的距离是按实际的尺長来衡量决定的。所以工業建設測量的長度，应与实地丈量長度一致，这与大地測量的基綫長度要求不同，可以不归算到中

等海水面或者归算到橢圓体平面上去，而要归算到測区的平均高程面上去。因此，一般在国家系統上的三角边長就不能直接利用。尤其是在高斯-克呂格投影，以 6° 分帶时，如离中央子午綫 20 公里以外，如 50 公里仅有 1:32000 的相对精度，变形差逐渐扩大，精度更不能滿足要求，必要重新丈量基綫，这样工作量很大。

为了解决这个問題，我們是首先求出其边長的变形差数，使能变作平面实量的長度，据实验結果精度很好。不过要說明，原三角边長本身的相对精度不好时，还是不能使用。

現举一例來說明：

我們在河南某厂厂区測量，是利用某單位的二等三角鎮的边長，作为起算边，基綫的相对精度很好，达到 1:910000，扩大边相对精度为 1:736 000，点位誤差也在 ± 5 公分，我們所使用的边長为基綫外第一个三角边長，照理誤差的傳播是不大，但由于是 6° 帶中央子午綫投影，子午綫为 111° ，边長 $S_1 = 6489.776$ 公尺，此边的中心大地位置为 $113^\circ 19'$ ；与中央子午綫相差 $2^\circ 19'$ ，如圖 1 所示。

我們化为 3° 帶，以 114° 为中央子午綫，則边長 $S_2 = 6486.578525$ 公尺，已相差 3 公尺多。这时还离中央子午綫有 61 公里，超过 20 公里，如果以任意度帶把中央子午綫移至起算边的中心，則計算工作量較大。

現在我們采用变形差数公式：

$$\text{距离改正 } d - S = \frac{y_m^2}{2R^2} S \text{ 米計算得}$$

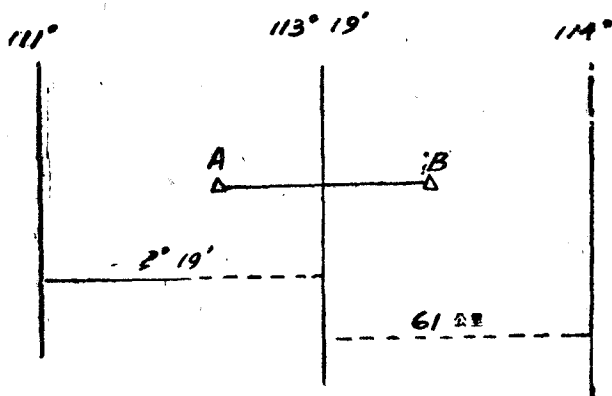


圖 1

$$d - S = \frac{61^2}{2 \times 6370^2} \times 6486.58 = 0.297413 \text{ 公尺.}$$

改正后的边长为:

$$S_2 = 6486.281112 \text{ 公尺.}$$

再由中等海水面归算到湖区平面 179 公尺上, 则:

$$\Delta H = +D \frac{(Dm_1 - Dm_2)}{R} = 6486.281112 \times \frac{179}{6370000} \\ = +0.182268 \text{ 公尺.}$$

则得起算边为:

$$S_3 = 6486.46338 \text{ 公尺.}$$

我們为了証实上述計算的边长与实地长度一致, 我們請城市建設部測量公司丈量了这条边长, 是采用法国綫狀鋼、鋼尺, 往返 4 次測定, 相对精度达到 1:1400 000, 則得边长 $S'_1 = 6486.398715$ 公尺, 归算到平均地面 179 公尺时,

其边長則为:

$$S'_2 = 6486.438429 \text{ 公尺.}$$

那么: 算計的边長 $S = 6486.463380$ 公尺

实量的边長 $S' = 6486.438429$ 公尺

相差 $\Delta S = 0.024951$ 公尺, 达到相对精度 $1:259450$ 。

証明上述的处理是滿足工業建設測量的精度要求。如不經過改算, 則与实地相差 3.495 公尺, 仅有 $1:2000$ 的精度, 就不能滿足 $1:500$ 測圖的要求, 更不能滿足施工的要求。不过这是我們的实践, 希望大家进一步的从理論上来解决証实。

2. 利用已有点位, 重新佈置三角網圖形問題

通过分析和鑑定已有控制網的精度不能滿足要求时, 就不考虑已有資料的利用, 重新佈置。这样有时在一个山头上, 竟于数公尺內同样埋上两个点位, 一个新的, 一个旧的。苏联專家說: 在社会主义国家里應該尽可能節約, 任何一点东西都是国家的, 所以必須考虑利用旧有点位, 改造圖形, 来提高精度滿足測圖与施工的要求。

我們在某厂区施測 $1:500$ 地形圖时, 曾在所測区内的控制網进行改进利用, 具体情况介紹如下:

在厂区内已有資料是由两个單位所測的控制, 其佈置圖形如圖 2 所示, 是形成内外两个網形, 外網是原有的城市系統, 內網是补充網。

内外網是互相独立的, 內網仅利用外網 4 号点, 重量边長, 故内外網精度不一致, 边長也不一致, 是独立網的

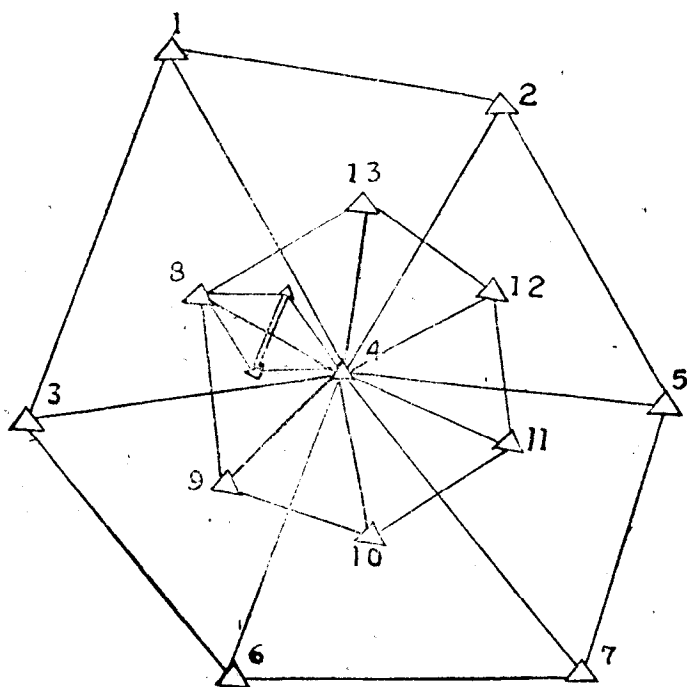


圖 2

形式。

我們就这个圖形作了改造工作，首先研究外網的基綫精度情况，就在外網的兩边量有基綫，精度很高，而誤差的傳播也不大，認為可靠，可以不必自己丈量基綫，就把內外網联成一起，組成一个填充在原有三等三角網的的补点網，不單加强了精度，而簡化了操作。如圖 3 所示。

这样的改造使获得一个完整的独立三角網形，既連系了

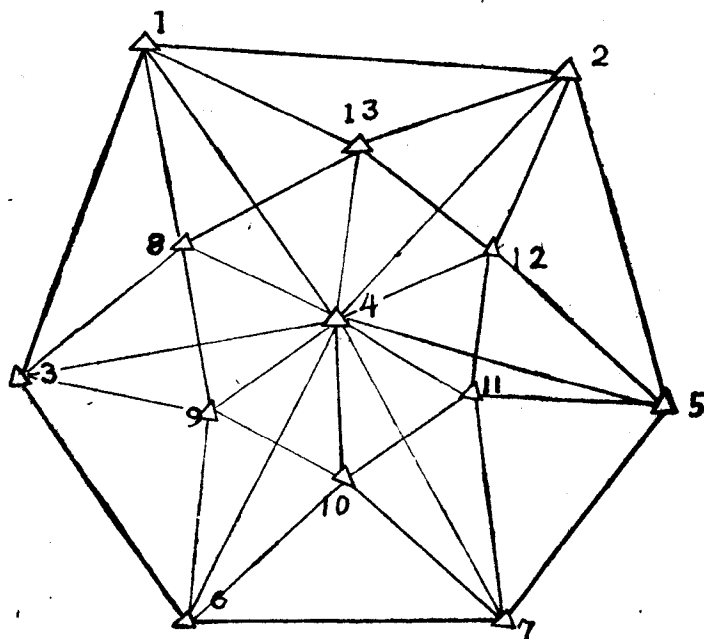


圖 5

已有的城市系統，又利用了原有点位，同时滿足設計与施工的要求。省却了选点造标埋石的工作量，仅作了观测和計算，就可以完成三角測量的工作。

3. 对于已有控制網的联系問題

自成一個体系的建設，控制網可以独立的建立起来，不必与其他控制網連系。但是今天的工業場地必須依賴着城市的支援，和与各方面的联系，或者要利用四周已測的成圖和

交通系統的銜接，因此在联系中就遇到一些情况：如有些联系的控制系統精度不高，像这种情况我們只联系一点的生标和方位角，重新丈量基綫，佈置成独立網形来联系。

另一种情况是有些城市有兩套成果，在研究联系那一套成果的問題中，我們在湖南湘潭市郊測量某厂时，湘潭市的測量成果是利用前長委洞庭工程处的成果，在1953年測量是采用長委第一次改算的老成果；到了1955年又作第二次改算为高斯投影（克拉索夫斯基的原子）。这两套成果的坐标相差2公尺，在洞庭工程处所抄成果則以第二套为正式成果，已將第一套成果作廢，按理应使用第二套成果。但由于湘潭市还是采用第一套成果，未作改算，而全市地形資料也以第一套成果測出，根据苏联專家的意見；在測量來說，应使用第二套正式成果，但站在設計人員來說，則以第一套成果为好，可以与城市系統一致，設計就方便多了，应按設計的要求来处理。

有时与其他系統的联系較远，是否一定要联系上？在什么情况要联系或不联系，应从節約上和精度上来考虑，我們从实际中得出如下的数字：

測区面积(km ²)	測区边沿至可以联系的点的距离(公里)	
	平面控制	高程控制
50—100	10	50
25—50	7	25
10—25	4	10
1—10	2	5

这些数字是从兩方面来考虑，一方面：联系工作量不超过基础控制網的工作量，因为超过了基础控制網的工作量，成本太高，而且面积愈小，其联系的价值就不大。如以測区面积为 50—100 平方公里，則基础控制为一个中心網形，即 10×10 公里，为了不超過此工作量，得出联系的距离不应超过 10 公里。另一方面是精度問題，由于联系已知網来扩展，層次加多了，点数多了，都会降低精度。

高程控制方面，在 50—100 平方公里面积內，其基础多数佈置成 4 个环形，4 个环线路長度在 50 公里左右，故联系工作量不超过此数。因此联系的距离，以測区面积来确定，超过此限时，可作为假定系統来处理。

至于任务書認為可以不联系，或者仅求出联系的換算数据就可以时，可以不作联系。

4. 对已有低精度控制網的利用問題

从上面所分析已有資料的情况，还有很多資料的精度不能滿足需要，但如果時間要求很迫，不可能立即重新佈置控制；或者有些地区虽然精度低，但設計上过去已經使用了，不能再改变，如果改变，則設計上过去的圖紙均返工，耗費太大。因此，低精度的成果亦有利用的必要，可以分兩方面来談：

一方面：由于時間要求急，或者条件不允許，或者測区不断的扩大，控制網一再补充，一时来不及建立高精度的控制網，这时对于低精度的控制利用，采取分阶段的不同要求来处理，滿足各阶段的精度办法来进行。測如 1:5000 时，

仅考虑如何满足 1:5000 測圖的要求，先提出初步設計用的圖，而 1:500 和施工的要求留待下一步再作；如河南某厂測 1:5000 面积达 300 平方公里，時間很短，不可能重新佈置高精度的控制網，就利用原有黃河水利委员会的三角成果，作填充網先測圖。但在作填充網时就考虑下一步 1:500 測量时，如何为它創造条件，使今后花最小的工作量来提高精度。我們到了測 1:500 地形圖时，在原三角填充網內取一个中心網形改算了边長后，用原測角度重新平差計算，減少外業工作，这样可以爭取時間。还有一种情况：如福建某厂的厂区 1:500 測量，起初区域很小，后来增加 10 平方公里以上，那么原佈置代替二等导綫的小三角網为主網，就不能再扩大，因不能滿足精度的要求。那么，我們就在扩大后的測区佈置三等三角網，尽可能的套上原有代替二等导綫的小三角点，而以原測的代替二等导綫網加以扩充成为三等三角網的加密網，这样处理能使前后精度获得一致。

另一方面：就是明知道精度不够，但是已經利用作設計圖紙之用，造成非利用不可，这时我們必須掌握設計的总体佈置和施工的关系，將測圖与施工分开来处理。所有測圖的誤差，在施工定綫时来調整。如大冶某厂的厂区 1:500 測量，在 1950 年曾作一个导綫網为主控制，并測有 1:500 地形圖，由于当时技术水平有限，不了解精度要求，丈量的鋼尺未經檢定，以及方法不对，精度很低，在 51 年扩建时已使用此地形圖設計，到了 1955 年扩建任务加大，而原測地形圖已大变，要求修測和扩大。当时我們檢查此导綫網精度，主網仅有 1:2000 精度，那么，低級控制的精度更低，在

1:1000 以下，与要求相差甚远。以我们的看法非全部重测不可，但苏联专家不同意，因为重测地形图之后，数年来设计的图纸资料全部返工。为设计方便起见，必须利用这低精度进行修测和扩大，仅要求在测量上保证已有误差均匀，相关位置保持可靠就可以，余下的问题由施工定线测量时来解决。如连续生产车间，应保持一定的精度，误差应推到一些次要的车间或测区边缘去，具体情况由施工定线时调整。在施工测量中，采取不同生产系统，与精度有密切关系的车间建筑物，放在一个系统内，各作独立的建筑方格网，保证在本系统内的定线精度要求，然后再作相关车间的调整工作。这样我们就利用了低精度的控制完成了扩建的任务。

由上述情况说明：必须掌握建设的具体要求来变通处理，才能使多快好省的完成任务，这是很重要的问题。苏联专家给我们的启发也是很大的。

5. 对已有地形资料的利用

一般在城市和矿山附近，都会有一些大比例尺的地形图，但是由于这些地形图施测时间已很久，地形变化很大，或者精度不高，或者专业性的不同，不能达到设计的需要，过去往往是不利用的，造成浪费。其实经过鉴定和修测之后，很多资料是可以利用的。

鉴定的方法：首先作控制的鉴定，精度的要求是按比例尺的精度来要求，如 1:5000 地形图，其控制点的点位误差可允许到 0.5 公尺，1:2000 可达到 0.2 公尺。多数采用在图根点上作检查导线来衡量，按面积大小而布置若干条检查导