

工程測量學講義

維都耶夫, H. Г. 編

哈爾濱大學測量系工程測量教研室譯

工程測量學

講義

蘇聯專家技術科學博士H·Г·維都耶夫教授編

江苏工业学院图书馆
藏书章

同濟大學測量系工程測量教研室譯

1954 — 1955

I

蘇聯專家技術科學博士H.Г.維都耶夫教授編

同濟大學測量系工程測量教研室譯

緒論

§ 1. 工程測量的任務與內容

在各種國民經濟的領域內，以及在國防方面，測量學都有很廣闊的應用。測量學在工程建設中的應用有它的特性。當着想要建築某一種工程建築物的時候，必須要有該地地面上的地形的概念。在作工程建築物的設計以前，首先要詳細地研究地面上的地形情況。在建築物的設計過程當中，要作測量方面的計算。測量工作的一種特別的方式為將工程建築物的設計轉移到地面上去。在工程建築物的建造當中伴有特別的測量工作。當將一個建築物交與使用者的時候，要做測量方面的檢查工作。在使用建築物的時候，需要時常做測量方面的觀測。因以在工程建築物的勘察、設計、建造以及使用的以前和以後，都要進行測量工作。在工程建設中測量學應用的各種問題就組成了工程測量的內容。

在工程測量這門課程中，我們要研究城市居民區域的規劃、建設、及公共設備的測量工作，工業與民用建築的測量工作，公路及鐵路建築的測量工作，隧道建築、飛機場建築、水利工程建築物的修建、輸電線路、油管、及煤氣管的敷設中的測量工作。

工程測量分為下列幾部份：工程測量勘察，工程測量設計，放樣工作，及工程建築物變動的測量。

第一部份是研究在勘察設計的階段中各種測量作業中的問題，這一部份的內容為：大地測量與地形測量工作的

計劃，在編製工程建築物設計時對於國家大地測量及地形測量成果的使用，在各種不同的工程勘查、放樣工作、特種測量等々工作中，建立測量控制點及進行地形測量的特點，以及其他種的工程勘查中（地質，水文地質，水文測驗等々方面的）所要進行的測量工作，及在工程勘查當中所要進行的製圖工作。在工程測量中要研究工程測量勘查的一般原理，以及在各種不同的建設當中測量工作的特點。

工程測量的第二部份是講述編製工程建築物的設計時所要進行的測量計算。這一部份包括在地形圖上及縱斷面上解決各種工程問題，同地區內的平面設計有關的測量計算，面積的計算，與地區內高程設計有關的測量計算，土方數量的計算，以及為了將工程建築物的設計轉移到地面上去而必須作的測量準備工作。

工程測量的第三部份是研究將工程建築物的設計轉移到現場去時的測量工作的組織與方法，在建造工程建築物的期間以及將落成的建築物交於使用者時的測量工作組織與方法。這一章的主要部份為：放樣工作的精度，放樣的方法與元素，放樣工作的測量控制。將工程建築物的主軸線在現場釘出，各種工程建築物的詳細放樣，在建造過程中要進行的各種測量，施工測量。

工程測量的第四部份是講述在工程建築物使用的過程中的測量工作，如：定型測量，建築物的沉陷及傾斜的觀測，工程建築物陷壞及變形的觀測，及建築上的丈量。工程建築物變動測量的基本內容為研究觀測的方法，以觀測在長時期內才有明顯的改變的現象。

或者作為工程測量單獨的一部份，或者不作為單獨的部份，但工程測量這門課程應講述工程測量的組織與計劃的問題（在勘测設計機關中及大規模的建築中測量局的組織，進行工程測量工作的技術方案，測量工作的計劃，測量工作的計劃與施工組織計劃的配合，勞動力的組織與工程測量工作的技術標準化，工程測量工作的財務，測量作業的統計與彙報）。

測量科學在社會主義的制度下面得到了全面的發展。工程測量即為測量科學的重要支柱之一。建立各種巨大的與複雜的工程建築物，建築工業的組成，工廠製造的零件的運用，和配合結構的運用，建築工程的機械化，建築工程中新的流水快速作業法的運用，建築物的標準化以及建築零件的標準化，這一切均給測量科學提出了新的任務。而在測量知識廣闊的領域內就形成了工程測量這門科學。

§ 2. 工程測量與鄰近的科學課程的關係

工程測量為測量科學的一部份，它與所有各種的測量知識有着緊密的連系。許多的工程測量中的問題要在基本的測量課程中——即普通測量找到它的說明。當為了工程的勘查及工程建築物的放樣而研究建立測量的控制時，工程測量最緊密地與大地測量學連系着。當研究工程測量的勘查及工程建築物變動測量時，它與物理大地測量（重力測量及地球形狀的理論）發生密切的連系。攝影測量及立體攝影測量在工程測量中的應用為新的航空攝影測量的勘查方法創造了條件，為對於工程建築物的變形及水流的現象應用新的立體攝影測量的觀測方法創造了條件。在研究工程測量的勘查時，數學的幾何學、地圖的編繪與出版、經

濟的製圖學等問題將得到某些說明。工程測量的勘查，測量的放樣工作及建築物變形測量等的研究與測量儀器學相連系着。建造工程建築物必須有足夠的精度。這種情況就確定了工程測量與測量誤差理論，最小二乘法及數學統計的連系。工程測量的組織與計劃的實施，是與國家測量、國家地形測量及國家製圖等工作的組織與計劃緊密地連系着。工程測量的本身還反映了整個的測量科學中的最新的成就。例如在工程測量的進行當中採用了最新式的測量儀器（光學經緯儀，光學視距儀，改進了的水準儀等），採用了大比例尺的航空攝影測量的新方法，採用了建立測量控制點的新方法（視差角導線，交会法，基線尺視距導線等），以及最新的無線電測量的方法。

工程測量像整個的測量科學一樣，是與數學、物理學、地理學、地質學、地貌學及地球物理學等連系着。

當在工程建設工作的各種部門內研究測量的應用問題時，工程測量又與工程事務的這些部門很緊密地發生連系。當研究在城市建築中所進行的測量工作時，工程測量就與城市建築這門科學（如城市的規劃，城市的公共設備，城市工程建築物，城市的地下網道等）發生連系。當研究在工業與民用建築中所進行的測量工作時，工程測量就與建築學這門科學發生關係。工程測量好像是測量科學與其他的專門科學的連系環節，這些專門科學例如施工技術，建築機械，施工組織，木結構，金屬結構，石結構，混凝土結構，鋼筋混凝土結構，建築設計，工程地質，土壤力學，地基及基礎。測量工作所需精度的估算是根據着工程測量與建築力學的連系。在研究在道路修築中所進行的測量工作時，測量就與道路的踏勘，設計及建築發生關係。在公

路修築與鐵路修築中所進行的測量工作各有其特殊的性質。在勘查與建築橋樑時，測量工作就要與橋樑建築這門科學相配合。在研究勘查與建築飛機場時所進行的測量工作時，就要考慮到航空路線與飛機場設計的問題。

工程測量與礦山測量有緊密的關係，特別是當研究在有用礦床的尋覓、鑽探及經營中所進行的測量工作的時候。在工程測量中要研究在隧道建築中所進行的各種地下測量工作。

工程測量與河道測量有關係。在水利工程的建設當中要進行各種的河道測量工作。當研究與水利工程建築物、水電站及土壤改良等工作有關係的測量工作時，工程測量就與水文學，水文地質學，水文測驗，水力學發生必要的關係，並且與應用在水能利用，土壤改良，及河道交通中的水利工程建築物這門科學發生關係。

工程測量又研究在土地整理及森林經營中所進行的測量工作。因此，工程測量就與一系列的 land reclamation 及森林經營的科學發生關係。

所有上述的工程測量與其他各種科學的關係不是機械的，而是有機的配合。當研究某一種測量方式時，就要從這一種工程建築物勘查，設計，建造與使用的任務與內容，來考慮對這種測量工作的要求。

§ 3. 工程測量的歷史上的起源及其發展

測量學像所有其他的科學一樣，是從社會實踐（主要是物質生產）中發生的。測量學的發生是在上古時代，它經歷了很長的歷史路程。可以這樣說：在測量知識的一切支派中，工程測量是最早發生的。在建設尼羅河、杜拉河及埃發拉底河流域的灌溉系統時，就曾經需要進行工程測

量的工作。大家知道在紀元前十六至十四世紀時，在埃及就已經知道了在地下建築中應用的連結方向的測量方法。紀元前七世紀時，在建築連接尼羅河與紅海的長150公里的運河時，就曾採用了現代水準儀的原型“*Σοραβατ*”。古希臘人和羅馬人在土地整理，道路及水利工程建設，城市建設，堡壘修築及礦山當中，曾廣泛的應用測量學。阿拉伯人也曾進行了許多的工程測量。在十四世紀時，由於商業及航海術的廣濶的發展，就需要編繪比較完善的地圖。在十五及十六世紀時，測量學的發展就引起了對於大區域製圖學的需要。從十七世紀開始就開始應用具有望遠鏡的測量儀器，較為完善的測量方法也得到了發展，特別是三角測量。

在俄國進行的著名的測量工作（丈量 Керчь 與 Татань 之間的距離）是在十世紀。根據十二世紀“俄羅斯真理”紀念碑，我們知道了俄國當時的測量情況。到現在還保存了十六世紀末葉所繪製的地圖。大規模的製圖工作是在十七世紀由 П. Голунов 及 С. Ремезов 所完成的。在彼得一世時曾進行了各種的大地測量、地形測量及製圖工作。工程測量曾在建築 Вышневолоцк 的水路系統，Приладожск 運河，Капторск 及 Нарвск 堡壘及其他的防禦工事中进行過。對於俄國測量科學的發展，1725年成立的科學院擔負了重要的任務。在製圖學方面，俄國的天才學者 М. В. Ломоносов 享有很大的功勳。在大地測量學及其他的測量科學的領域內有著名的著作的為 В. Я. Струв, А. Н. Савиц, В. В. Витковский 及其他很多的俄國學者。在1822年建立的軍事地形測量學校對於測量科學的發展有過很重要的貢獻。除了大弧的測量，大規模的地形測及地圖的繪製以外，

在建設西伯利亞鐵路幹線中，在調查金礦區域中，在建設 Амурской 鐵路中，在建設跨越高加索山脈的鐵路中，在勘查 Урал 及 Донецк 的煤礦區中，軍事地形測量學校也作了工程測量的勘查工作。俄國的許多的民用部門在鐵路及水利工程的建築當中，進行了各種的工程測量的工作。但是在沙皇的制度下，測量科學不能得到廣滴的發展。地形測量主要的是在可能成為戰場的範圍內進行的，工程測量也是死板的，沒有創造性的。

只有在偉大的十月社會主義革命以後，測量學才廣泛地應用到研究國家的生產力這一方面來。在 1919 年 B. M. 列寧簽署了關於組織測繪總局的指令，其中規定了要進行全國的地形測量及製圖工作，擬定了這些工作進行的方法，並使測量工作，測量學的科學研究工作及大地測量與地形測量幹部的培養工作互相配合與監督。在蘇維埃政權的年代內，在蘇聯的領土上進行很多的建立測量控制點的工作，很大的面積以不同的比例尺進行了地形測量，編繪了並且出版了國家的地形圖，研究了進行大地測量，地形測量及製圖工作的科學方法，解決了測量學的基本科學問題——確定了地球的形狀和大小，建立了自己的製造各種測量儀器的光學技術工業，培養了大量的測量工程師與技術員。在 Волховский 及 Днепровский 水電站的建築中，在白海至波羅的海運河的建築中，在 Колхидский 窪地的土壤改良中，在莫斯科河至伏爾加運河，莫斯科地下鐵道的修建中，在舊城市的重修及新城市的建設中，在各種工業企業的建設中，在橋樑及高大房屋的建築中，測量科學的各個門類都得到了自己的發展，工程測量也就形成了測量知識中獨立的一門科學。

在測量科學中有最大的功勳的為蘇維埃的科學家Ф.Н. Красовский, А.С. Чеботарев, А.А. Изотов, В.В. Данилов, В.В. Попов, Н.А. Уртаев, Н.Т. Келль, Ф.В. Дробышев, М. Д. Коншин, Н.М. Алексапольский, А.С. Скиридов, 以及許多其他的科學家。

在革命以前的時期內，工程測量上的問題在某種程度上只是包括所謂初等測量這門課程內，而在土地測量學院或者交通運輸學院中加以講述，內容多少不一，但在偉大的十月社會主義革命以後新建立起來的測量系中，就開始學習了一門新的科學——測量在工程中的應用。進一步更建立了獨立的測量學院，實行了工程測量課程的講授，而且在測量系中還設置了工程測量專業。

§ 4. 工程測量專家的專業修養

當在各種大規模的建築工地進行測量工作時，必需有素質很高的工程測量專家——測量工程師。城市規劃，建築和城市公共設備，大規模的工業及民用建築，公路幹線和鐵路的勘測、設計及修建，各類大型的橋樑，各種不同用途的隧道，飛機場的建築，輸電線的敷設，煤氣管道及輸油管的敷設，大型水庫的建築，大規模的水利工程建築物，水力發電站及治河工程的勘查、設計和興建，規模宏大的內河港口和海港的建築，灌溉、排水及其它各種不同的土地改良工程的實施，土地整理和森林經營，對所有這些工程所進行的測量工作，都是由測量工程師來領導。測量工程師——工程測量專家，在土木工程的设计和建築組織中工作時，他是擔任測量管理局（部、處）的首長（主任），大隊的領導者（或隊，分隊，支隊的首長），主要測量工作，異常重要的放樣工作及其它各種工程測量工作的高級測量人員。

培養工程測量專家的專業課程為工程測量學，這門課程是講述測量學在工程中運用的一些問題。測量工程師應該具有全面的政治思想的修養，經常地研究馬克思列寧主義的原理和政治經濟學，並廣泛的把馬克思主義的辯證法運用到各種科學課程中去。工程測量知識的培養不僅是在工程測量這門課程當中，而且也在其他的測量課程中以及土木工程課程中培養，而對後述課程的學習，可先於工程測量課程的講述，或者是與工程測量課程同時講述。

屬於測量的專業課程有：普通測量學，地形繪圖，最小二乘法，大地測量，重力測量，實用天文學，攝影測量學，製圖學，測量業務組織與計劃。測量知識的培養是從測量學這門基礎課程的研究開始，這門課程包括經緯儀，水準儀，視距測量，導線和各種不同比例尺的地形測量的研究。這門課程是天文大地測量專業、航空攝影測量專業和工程測量的共同課程。在這門課程裡面就敘述了工程測量的主旨——如在地形圖、平面圖和断面圖上解決工程問題，面積的劃分，工程水準測量，水準測量，在各種工程勘查中視距測量的應用等。但是在測量學這門基礎課程中，主要的要學習實施測量的一般方法，測量成果的整理，及繪製地形圖。測量的誤差理論，最小二乘法，或然率理論的若干原理及統計學的透澈學習是先於工程測量的研究。此時，對於工程測量中精度的估算，平差和以各種不同的方法所決定的點的座標及高程的精度估算，要給予應有的注意。工程測量專家要深入地學習大地測量學這課程，在這門課程中除了對主要的國家測量控制網及橢球大地測量學作足夠詳細的研究以外，還要注意網的加密，城市的測量工作，“線”三角測量，及在大規模的工程勘查中的測量控制網。

在無線電測量這一專業課程中，講授關於無線電物理學，無線電技術及無線電測量原理這幾方面的必要知識，較為次要的課程重力測量是給予學生以關於重力測量和地球形狀的理論概念，這種概念對於研究大地測量和工程建築物的變動的測量問題時是必須具備的。在實用天文學這門課程中，敘述了在大規模的工程勘查中所應進行的天文測量工作。攝影測量學這門課程的大綱包括攝影學，航空攝影學，航空攝影工作，航攝像片的幾何分析，攝影測量工作，空中和地面立體攝影測量，以及航空攝影測量在各程國民經濟部門中的应用等方面的知識。在製圖學中，敘述製圖學的原理（關於地圖的學說，歷史，製圖的材料），數學製圖學（地圖投影理論，量圖學），地形圖和特別地圖的編繪與校閱，地圖的出版和野外製圖。

專業的土木課程為：工程建築物勘查原理，建築工程製圖，工程建築物的設計與施工。工程建築物勘查是敘述了各種不同種類的工程建築物勘查的任務與內容，及一些關於水文測驗與水利工程勘察方法的知識。工程建築物設計是敘述了各種不同種類的工程建築物的結構，技術規程與這些工程建築物的設計原理。在這門課程中還包括關於材料力學和工程建築物靜力學方面必要的知識，建築施工包括施工技術與施工組織的問題。工程測量專家要有足夠的普通技術修養，所以要研究高等數學、物理、理論力學、普通化學、地質學和地貌學、画法幾何和投影幾何，在這個專業的教学計劃中，應當注意外國語的研究和體育活動。

除此之外，工程測量專家可以按照自己的願望來研究一些選修的課程，如：高樓和高大建築物的建築，隧道和地下結構物的建築，水利工程，海洋及內河航行交通和工程技術史。

培養的時間為4年零10個月，上述各種課程進行的次序，亦即按照學期的分配，以及教學進度表，教科書講授的時數（以學時計）和教學的方式都是依照教學計劃而執行的。工程測量是在第六、第七、第八和第九四個學期中講授的。

5.5 工程測量專課教學大綱的概括說明

現在講授的工程測量這門專課的教學大綱與對於測量系中或測量學院中工程測量專業的学生所採用的工程測量教學大綱是有些隔別的。它是打奠對於同濟大學測量系工程測量教研室的研究生應用的，其目的第一為培養工程測量的師資，第二為培養在工程測量這個領域內的科學工作者。教學大綱一方面包括了對於測量系工程測量專業的学生所講述的工程測量課程的基本問題，同時也包括了現代的測量科學及技術的問題，這些問題對於工程測量教研室的教師及科學工作者的工作是重要的。在這個專課當中，綜合了蘇聯在工程測量這個領域內豐富的生產經驗、科學經驗、及教學組織的經驗。

這個教學大綱規定研究下列的項目：

1. 城市的設計，建造及公共設備中所進行的測量工作。
城市測量的歷史。城市三角測量。城市導線測量。城市水準測量。
2. 城市的設計，建造及公共設備中所進行的測工作。
城市和村鎮的地上碎部測量，城市及村鎮的地下建築物的測量。
3. 城市的設計，建造及公共設備中進行的測量工作。
城市和村鎮的航空攝影測量。
4. 工業及民用建築中所進行的測量工作。
測量的控制。放樣工作。工業企業的總平面圖。
5. 勘察和建造公路與鐵路時進行的測量工作。
路線測量與放樣工作。曲線的設置。緩和曲線，蛇形曲線。

6. 勘測與建造橋樑時的測量工作。
7. 建築隧道時的測量工作。
8. 地心人的測量工作。
9. 建築飛機場時的測量工作。
10. 勘測與建造水利工程建築物時的測量工作。
11. 水利工程的勘測中的工程測量。
12. 勘測與建造水利工程建築物時的測量工作。
13. 大的水利工程的放樣。

在學習每一個項目時，所產生不僅要了解所討論的問題及科學大，在生產中的現代的原理，而且要了解其課堂上及實習課中的講述方法。同時還要講述工程測量的教學實習及生產實習的內容，課程設計及畢業設計的教學方法，工程測量教學中的教學工作及科學研究工作中的問題，教學室的科學研究工作與生產部門的連系，學生自學的組織，及教研室如何引導學生進行科學研究工作，等等。

工程測量所培養的培養的期限為八年。工程測量專課的教學大綱，也是按照這個期限來編寫的。

3.6 關於培養工程測量專家的教學工作方式

在培養測量工程師時，係採用下列的教學方式：1) 講課，課後實習（實驗，計算機練習，課堂討論），學生自修，課程設計，答疑，教學實習與生產實習，及畢業設計。在該專業的教學計劃中，每門課程的教學大綱中，教學室的教學計劃中，教學工作法和改進教學法的工作計劃中都規定了這些教學方式。

所有的課程都進行總課及課堂實習。但外國語，地形繪圖和建築工程製圖，亦不包括在內，對這些課程來說僅只進行課堂實習。測量學，大地測量學，製圖學，建築施工，工程建築物設計，工程測量學，和測量業務組織與計劃等專業課程皆要進行課程設計。普通測量學課程設計為複線導線網的平差，該項設計在第四學期中進行。大地測量學的課程設計為在大規模的工程勘測中發展起來的各種三角網的平差。這項設計在第六學期中進行。製圖學的課程設計在第九學期中完成，它的內容為根據各種不同的製圖資料來編製地形圖。建築施工大方針的課程設計在第六學期中完成。工程建築物設計的課程設計在第七學期中進行，其內容為：公路的設計，小大堤的設計或者其它建築物的設計。測量業務組織與計劃的課程設計是在第九學期中進行，其內容為在大規模的勘測中所進行的天文大地測量和地形測量工作的技術設計。工程測量學在第六第七和第九三個學期作兩個課程設計。第八個課程設計的內容為在大工業建築的場地內所進行的測量工作。在該項設計中要研究在大工業企業的場地上所必須進行的工程測量工作。第九個課程設計是以測量學在水利工程、橋梁建築或隧道建築中的運用為內容的。

學生成績的主要檢查是在每一學期末尾的考試期間(冬季和春季)完成的。日常成績的檢查是在學生課堂實習的將間內所作，並且是採用類似檢查的方式。課程設計是學生獨立工作成果，這也是學生成績的一種檢查。

學生的教學實習在第八，第二，和第三學年末尾的夏季進行。八年級學生進行普通測量學和地籍學的教學實習。

在普通測量學的教學實習中要進行导线儀測量，水準儀測量，視距測量，以及大比例尺的地形測量。地貌學的教學實習是以旅行的形式並且在地形測量的過程中來完成。二年級的學生要進行普通測量和攝影測量的教學實習。普通測量的教學實習包括：氣壓高程測量，三等和四等水準測量，导线和中等比例尺，小比例尺的地形測量。攝影測量的教學實習包括：地形綜合測繪法，以及航空攝影測量時的測量工作。三年級教學實習的時間為九週，二年級為八週。三年級進行的教學實習為大地測量（四週），工程勘測（三週），和天文學（三週）。在大地測量學方面，是實際地來練習三角測量工作，精密导线和精密水準測量等工作。工程勘測教學實習包括：水文測驗工作，工程測量勘測，路線測量和放樣工作等。在天文學教學實習中要練習測定緯度，經度和方位角的某些方法。

經過理論學習和教學實習學生們就可以在大學機關裡擔任技術員的工作。工程測量的生產實習規定在四年級時進行，共計四個星期。這個實習完全是由學生進行着大規模的工程測量工作的機關裡進行。

培養測量工程師的最後一個階段為畢業設計，運用生產實習中收集的資料或者是其他的原始資料，學生要作一個在大規模的建設工程中所進行的全套工程測量工作的設計。畢業設計答辯由國家考試委員會裡進行，國家考試委員會授予學校畢業期滿並且畢業設計答辯及格的學生以測量工程師的稱號。

當學習工程測量專課時，同濟大學工程測量教研室研究生的學習方式規定如下：講課，課堂實習，答疑，課程

設計，畢業設計（方法部份）和改試。除此以外研究生還必須參加教研室的教学方法的工伴，完成一小部份工程測量教研室工伴計劃中規定的科學研究工伴。

講課是根據前述的工程測量專課的大綱進行，總共計有十二次。第一次（導言），亦即這份講義，是由蘇聯專家對教研室的教師和研究生講授。事先把講稿譯成中文，提前發給教研室的所有成員，包括研究生在內。在講課時，專家講本講義中扼要的內容，並回答大家提出的問題。準備好的問題最好提前送給專家。

以後的講課，即課程大綱中所指出的1—11項，由教研室主任講授，或者由教研室主任委託教研室的其他教師講授。他們講課的教材或講課提綱由專家準備。這些講課內容以發生的問題及答疑將解決，答疑由教研室主任及專家支持。

對研究生而言，工程測量專課的課堂實習包括：完成一個相當於對工程測量專業學生的工程測量教學大綱中的課程練習，擬出其他課程設計的進行方法，完成一個工程測量課程設計，擬出工程測量的第二個課程設計的進行方法，按照本校工程測量教研室對於工程測量這門課程的工伴計劃，擬定工程測量的總課提綱，擬定工程測量教學實習工伴計劃和生產實習一般方法，編寫生產實習報告，擬定工程測量的改試題籤，評定一項教師或者是研究生的講課，在系裡進行一次講課和一次課堂實習。工程測量教研室教師根據教研室主任製定的計劃來領導研究生的課堂實習。蘇聯專家給予全面的幫助，主要是答疑。研究生的課堂實習指導教師要經常也系統地檢查研究生的工伴情況。