

中等专业学校推荐試用教材

土建类专业通用

結 构 力 学

JIEGOU LIXUE



人 民 教 育 出 版 社

（北京）

目 录

第一章 緒論	1
§ 1-1. 結構力学的研究对象和任务	1
§ 1-2. 結構力学的发展簡史	3
§ 1-3. 結構的計算簡图	11
§ 1-4. 結構的分类	14
§ 1-5. 結構的荷載	16
§ 1-6. 結構力学的理論基础	17
第二章 平面結構稳定性和靜定性的研究	21
§ 2-1. 引言	21
§ 2-2. 穩定結構、不穩定結構、危形結構	21
§ 2-3. 盘体	24
§ 2-4. 自由度	25
§ 2-5. 单鉸和复鉸	26
§ 2-6. 支承和自由度的关系	28
§ 2-7. 結構穩定和靜定的必要条件	28
§ 2-8. 虛鉸	33
§ 2-9. 結構的几何組成的分析	35
第三章 多跨靜定梁	47
§ 3-1. 引言	47
§ 3-2. 多跨靜定梁的組成及其特性	49
§ 3-3. 多跨靜定梁的数解法	53
§ 3-4. 等弯矩的多跨靜定梁	60
§ 3-5. 多跨靜定梁的性能	61
第四章 三鉸拱及靜定剛架	64
§ 4-1. 拱的基本知識	64
§ 4-2. 三鉸拱的数解法	66
§ 4-3. 三鉸拱的性能	74
§ 4-4. 靜定剛架的基本知識	74
§ 4-5. 靜定剛架的内力計算	77

第五章 靜定平面桁架	87
§ 5-1. 引言	87
§ 5-2. 桁架的分类	89
§ 5-3. 用結点数解法計算桁架杆件內力	91
§ 5-4. 用截面法計算桁架杆件內力	99
§ 5-5. 結点法与截面法的联合运用	103
§ 5-6. 求桁架內力的图解法	106
§ 5-7. 非結点荷載作用下桁架內力計算概念	111
§ 5-8. 組合桁架的內力計算	112
§ 5-9. 用查表計算桁架內力	116
§ 5-10. 三鉸拱式桁架內力計算	118
§ 5-11. 桁架性能討論	120
第六章 靜定結構的影响綫	128
§ 6-1. 引言	128
§ 6-2. 影响綫	129
§ 6-3. 簡支梁的影响綫	130
§ 6-4. 外伸梁影响綫的作法	133
§ 6-5. 簡單桁架的影响綫	135
§ 6-6. 用影响綫求反力和內力	138
§ 6-7. 利用影响綫确定荷載的最不利位置	141
§ 6-8. 由于一群集中荷載在梁內产生絕對最大弯矩的位置	146
§ 6-9. 虛功原理	148
§ 6-10. 用机动法繪制簡單梁的影响綫	151
§ 6-11. 用机动法繪制多跨靜定梁的影响綫	155
§ 6-12. 小結	158
第七章 結構的变位	161
§ 7-1. 关于結構变位的基本知識	161
§ 7-2. 計算結構变位的虛功法	162
§ 7-3. 用虛功法求梁、拱和剛架的变位	167
§ 7-4. 維氏图解积分法則	171
§ 7-5. 用虛功法求桁架結点的綫变位	178
§ 7-6. 結構的相对变位	180
§ 7-7. 变位互等定理	183
第八章 用力法計算超靜定結構	188
§ 8-1. 引言	188
§ 8-2. 超靜定結構的特征	189

§ 8-3. 超靜定次數的判斷	191
§ 8-4. 用力法計算超靜定結構的概念	194
§ 8-5. 用力法計算超靜定剛架	197
§ 8-6. 用力法計算超靜定桁架	207
§ 8-7. 用力法計算二鉸拱	210
§ 8-8. 用力法計算無鉸拱——彈性中心法	213
§ 8-9. 圓形管道的計算	221
§ 8-10. 用力法計算桁梁	223
第九章 形變法和混合法	228
§ 9-1. 引言	228
§ 9-2. 形變法中所用的符號和正負號	229
§ 9-3. 單跨超靜定梁的端彎矩和反力	230
§ 9-4. 形變的迭加。端彎矩的角變位移方程式	240
§ 9-5. 形變法未知數的確定	242
§ 9-6. 形變法的一般概念	245
§ 9-7. 結點無移動時剛架的計算	252
§ 9-8. 結點無移動時剛架的計算例題	255
§ 9-9. 結點有移動時剛架的計算	259
§ 9-10. 結點有移動時剛架的計算例題	263
§ 9-11. 混合法計算剛架的概念	266
第十章 彎矩分配法	271
§ 10-1. 引言	271
§ 10-2. 彎矩分配法的物理概念	272
§ 10-3. 彎矩分配法的基本要素	274
§ 10-4. 彎矩分配法的应用步驟	277
§ 10-5. 剛架側移的分析	281
§ 10-6. 連續梁的应用及其解算	285
§ 10-7. 連續梁的最不利荷載位置	287
§ 10-8. 連續梁的包絡圖	291
§ 10-9. 用表計算連續梁	294
第十一章 單層鉸接排架分析	309
§ 11-1. 概論	309
§ 11-2. 變截面柱的側移及抗剪剛度	311
§ 11-3. 剪力分配法	314
§ 11-4. 單層鉸接排架計算例題	325
第十二章 結構動力學基礎	332

§ 12-1. 概論.....	332
§ 12-2. 一个自由度体系无阻尼自由振动.....	336
§ 12-3. 一个自由度体系有阻尼自由振动.....	344
§ 12-4. 一个自由度体系无阻尼强迫振动.....	347
§ 12-5. 一个自由度体系有阻尼强迫振动.....	353
第十三章 擋土墙	362
§ 13-1. 引言.....	362
§ 13-2. 散填体的物理性质.....	363
§ 13-3. 庫侖理論.....	365
§ 13-4. 土压力的图解法.....	370
§ 13-5. 土压力公式.....	375
§ 13-6. 总压力图与压力集度图.....	376
§ 13-7. 各种因素对土压力的影响.....	378
§ 13-8. 散填体的被动压力.....	381
§ 13-9. 擋土墙的强度計算.....	384
§ 13-10. 擋土墙的穩定校核	387

第一章 緒論

§1-1. 結構力学的研究对象和任务

在各种不同的有限荷載作用下,能够处于稳定平衡状态、并能滿足一定使用要求的体系,統称为工程結構。大而至于高樓、拱壩、桥梁、船舶和飞机,小而至于一梁一柱等等,都是工程結構的具体例子。結構力学的研究对象,就是这些由各种不同材料制成、并处于各式各样受力状态的工程結構。

我們知道,建筑設計的原則是:“适用、經濟、在可能条件下注意美观。”其中对于适用的要求,当然首先包含安全和使用方便等因素在內。也就是說,为了保证人民生命财产的絕對安全,对任何一座建筑結構的基本要求,應該是在一切可能預見的荷載作用下,在其整个使用时期,避免一切事故和災害。生产实践告訴我們,当荷載达到某种程度时,結構既可能因內部受力过大而破坏(强度問題),也可能因变形过大而影响正常使用(剛度問題),甚或由于局部压屈而导至整个結構物的傾塌(稳定問題)。以上三种可能发生的情况,都是應該千方百計設法予以避免的。这就規定了結構力学的第一个基本任务必須是:研究和解决工程实践向它提出来的有关結構的强度、剛度和稳定問題。

同时,我們的建筑設計原則对經濟問題也提出了比較明确的要求。因此,为了節約資金,加速社会主义建設的完成,每个建筑工作者在設計一座建筑結構时,不仅應該使其滿足在整个使用时期的适用要求,同时也應該考虑到它的經濟問題。說得具体些,就是要尽最大可能使得結構各部分沒有或几乎沒有多余的尺寸,使

得任何一部分的材料都要發揮它的最大潛力。要做到這一點，除了在完成第一項基本任務時，極力本着勤儉建國的精神進行“精打細算”外，還必須按照受力的具體情況和材料的物理力學性質，為結構選擇充分合理的形式。因此，結構力學的第二个基本任務，就是要從最大經濟的觀點出發，研究適應各種受力狀態和不同材料的結構的合理形式，亦即研究結構物的合理化。

由於祖國社會主義建設規模的空前巨大，一些傳統的、舊有結構形式，日漸難於完全滿足各類新型建築的實際需要，因而人們不斷地創造各式各樣新的結構形式來與之相適應。但是，這些創造出來的新型結構，內部組織是否健全，能否在各種荷載作用下保持自己的幾何形狀和位置等等，則是我們極為關心的問題，而這些問題也都是要在結構力學中獲得解決的。因此，結構力學的第三个基本任務，就是要探尋結構組成的一般規律，保證它在各種荷載作用下能夠處於穩定的平衡狀態中。

黨的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義的總路綫，是照耀我們各項工作前進的燈塔。我們在設計和建造建築物時必須貫徹黨的社會主義建設總路綫的精神。而建築事業多快好省地發展，在一定程度上取決於結構的計算和設計。通過結構力學的計算分析，建築工作者不僅能夠預見即將出現的新結構中各個部分的工作性能，並且也能够根據實際需要和可能，妥善地設計出既安全又經濟的建築物，把安全和經濟這兩個互相矛盾的方面，統一地考慮在設計方案中。

順便提出：材料力學雖然也研究“強度、剛度和穩定”問題，但只局限於單個構件，而在結構力學中，則以杆件組成的結構（杆件體系）為主。但結構力學與建築結構課的任務也是不同的，在建築結構課程中雖然也解決建築物的安全和經濟問題，但它是在結構力學已經揭示了結構內部受力情況和變形情況的基礎上，確定結

構構件的尺寸和具體構造。

結構力學是一門技術科學，是古典力學的一個分支。對它的研究方法，也對其他科學部門一樣，應當以馬克思列寧主義、毛澤東思想為指導。首先，人們通過生產實踐，積累了大量直觀樸實的實際經驗，並且從工程技術中提煉出許多與生產密切相關的問題（這類問題通常是極為複雜的）。後來，人們利用基礎科學的大量成果和抽象化方法，將這些經驗和問題進行科學的分析與綜合，總結出一種對工程技術具有普遍指導意義的基本原理和方法，從而上升為理論。最後再將這種理論用之于生產實踐，促進生產的發展，並在實踐過程中得到考驗和修正。同時由於人們在生產實踐中不斷積累的新經驗和不斷提出的新問題，使這種理論得到進一步的豐富和提高，然後再在生產實踐中發揮它推動生產、使生產更快發展的作用。結構力學就是這樣通過“實踐→理論→實踐”的反復過程，不斷豐富、提高和發展起來的。這正如毛主席在實踐論中所寫的一樣：“理論的基礎是實踐，又轉過來為實踐服務”^①。

§1-2. 結構力學的發展簡史

恩格斯曾經說過：“科學的發生和發展從開始起便是由生產所決定的”^②。作為最古老的三大科學（天文學、數學和力學）之一的力學，情況尤其如此。遠在古代，人們在同大自然作殊死鬥爭的過程中，就逐漸積累了一些力學知識。後來，由於農業的發展（水利灌溉）、城市的誕生和大建築物的興建，積累的實際經驗愈來愈多，一些原來極為樸素的力學知識，逐漸在人們的頭腦中形成一種比較普遍的直觀概念。這些直觀概念後來經過人們的概括與綜合，就構成了古典力學中最先引進的那些基本公理。往後，隨着社會

① 毛澤東選集，第一卷，第273頁，人民出版社，1960年。

② 恩格斯：“自然辯證法”，第149頁，人民出版社，1955年。

生产力的进一步发展,力学知識的积累愈来愈丰富,体系也愈来愈完整,于是在力学的总体中,依研究对象和角度的不同,逐漸形成了理論力学、材料力学、結構力学等等各个分支。因而在历史发展的前期,結構力学同一般力学实际上是交織在一起的。

早在公元前十二世紀前后,我們勤劳勇敢的祖先就曾通过自己的生产活动,对結構力学作出了不朽的貢獻。这些貢獻突出地表现在“木构原則”的形成和“斗拱”的运用上。三千多年来,我国古代房屋一直保持着自己独特的結構方法,这种方法是:先用木料做成架子作为軀干,然后砌筑牆壁。房屋上层和屋頂的重量以及一切可能的荷載,全由骨架担承;牆壁仅仅具有遮蔽風雨、抵御寒暑的作用。中国木材結構能够享有三千多年的历史仍盛行不衰,这不能不归功于“木构原則”的应用。横观現代一切形式的大小建筑,不管是工业的还是民用的,其結構方法亦莫不脫胎于上述原則,只是骨架的形式略有不同而已。与木构原則形成的同时,斗拱也在我国古代建筑中得到了巧妙的运用。斗拱的作用是承托由橫梁傳来的屋頂荷載,并把这些荷載集中起来,通过立柱輸送至基石。它是横展結構与豎向結構的重要关节。它的存在,減低了梁端的巨大剪力和应力集中現象。我国木材建筑的保存年代,有高达千年以上的,这就是斗拱的显著功效。由此可見,斗拱从它誕生之日起,就具有完整的力学意义。在工程实践中,至今人們还是不得不予以特殊注意的应力集中現象,三千多年前我們的祖先就有所認識,并利用斗拱的作用把它处理得很好了。我国古代劳动人民在結構力学方面的这些輝煌成就,即使是用現代的力学眼光来考察,也是足以引以自豪的。

在这期間,古代的非洲和欧洲对結構力学也作出了不少杰出的貢獻。例如埃及古代的金字塔和农田灌溉,羅馬的神殿和拱門等等,都是非常巨大的工程,其中无疑会有不少結構力学实践知識

的积累和应用。

从公元前五世紀的春秋战国时代到十二世紀的宋代,当欧洲对力学知識还在蒙昧阶段的时候,我們的祖先除了对一般力学仍在作出广泛而巨大的貢獻外,在建筑結構經驗的文字总结,以及桥梁建造和造船技术方面,尤其做出了不少的惊人成績。例如宋代喻皓(十世紀)所著的“木經”和李明仲所著的“营造法式”(初刊于1102年),在建筑結構技术的領域內,至今仍然閃耀着灿烂的光輝。

在桥梁建造方面,我国古代已經达到了高度的技术水平。其中最著名的,当以南北朝(公元420—580年)时即已流行于我国西北一带的飞桥,稍后流行于西南各省的竹索桥,以及遍及全国各地的磚石拱桥为代表。飞桥系从河流两岸用木材层层挑出,如同两只巨臂高悬空中,再在两只巨臂之間架設一根木梁而成。无可諱言,这种做法实是近世悬臂桥梁的嫡系祖先。竹索桥應該說是一种比較定形的悬桥,它的高明处就在不用当时根本沒有的鋼索,而用价廉、可以就地大量取材、但又具有一定韌性的竹索。而西方之有悬桥,还只是公元1800年前后的事。至于磚石拱桥,更是值得我們大书特书了。举世聞名的、跨越在河北赵县汶水河上的赵州石拱桥,就是一个比較卓越的例子。該桥始建于隋代(581—618年),是中国古代著名桥梁工程师李春的杰作。为了适应当时航运发展的需要,以及为了克服在水深流速大和土质松軟的河道上建造桥墩的困难,該桥采取了长达37.5米的大跨度;这样长的跨度在当时是空前未有的。然而它的偉大处,还不仅在于跨度大,它的创造性的結構方法,也是值得人們称道的。譬如:为了减少拱身的豎向荷載以及洪水时期水流对桥身的側向荷載,設計人在該桥的主拱上做了四个小拱,以便削弱汛期桥身对水流的阻擋面积。这种“空腹式”的做法,直到1912年才初次出現在欧洲,比起我們祖

先的脚步来,已是迟緩 1300 多年了。

我国古代的造船事业究竟始于何年,目前虽无足够的历史文献可資查考;但是無論如何,在公元六世紀,我們的船舶就已經具有惊人的規模了。例如,在公元六世紀的隋代,楊素在永安就建造过能容战士八百多人的战船;当时通行于运河中的船只,已有长 100 米、高 23 米的大船了。到了宋代,我們的船只已具有四桅九帆的装备;迄至明代,則更扩展为能够航行远洋的巨輪了。

从以上所述的情况看来,結構力学在我国的发展是很早的,并且直到公元十四世紀,一直是走在世界的最前列。

公元十五世紀以后,在欧洲許多国家中,由于資本主义开始萌芽,对技术科学提出了一系列新的要求,因而力学也随之发展起来。

不过,在十六世紀到十八世紀期間,主要是使理論力学和材料力学得到了巨大的发展。意大利数学家兼力学家伽利略 (1564—1642 年) 曾經对落体运动和斜面运动作过深刻的研究,也曾作过梁的弯曲試驗。法国天文学家兼力学家刻卜勒 (1571—1630 年) 对天体的运行規律作了仔細的觀察,从而得出了著名的天体运动三定律。英国著名科学家牛頓 (1642—1727 年) 在总结前人經驗,特别是伽利略和刻卜勒研究成果的基础上,建立了力学的基本定律,奠定了古典力学的基础。1678 年英国物理学家虎克 (1635—1703 年) 根据試驗結果,提出了拉伸情况下应力与应变成正比的虎克定律。随后,法国伯諾里 (1654—1705 年) 在研究梁的变形时,提出了平面截面假設。俄国彼得堡科学院院士欧勒 (1707—1783 年) 建立了梁軸弯曲的彈性曲綫微分方程式,并于 1744 年第一个解决了压杆的稳定問題。法国著名工程师庫侖 (1736—1806 年) 建立了梁的橫向弯曲理論,并研究了圓軸的扭轉問題。而俄国偉大科学家罗蒙諾索夫 (1711—1765 年) 的能量不灭定律,在整个力学中都起

着巨大的作用。这样,到十九世紀初叶,材料力学的基础得以全部奠定,并从理論方面为结构力学的进一步发展創造了条件。

十九世紀中,由于資本主义正处在发展阶段,工业生产的規模愈来愈大,对外貿易愈来愈頻繁,因而对工厂結構、铁路桥梁和船舶制造等都提出了較高的要求,使得结构力学在十九世紀向前跨了一个大步。在这一时期,工作做得卓著成效的首推俄国著名的桥梁工程师儒拉夫斯基(1821—1891年)他的研究工作,不仅解决了現在材料力学中讲授的橫梁弯曲的剪切計算問題,結束了橫梁弯曲强度的全部初等解答,而且也給桁架的計算理論奠定了坚实的基础。

到了廿世紀,由于新型建筑結構的层出不穷,大型木工建筑物的兴建,以及飞机和船舶上輕型构件的采用等等,促使结构力学以历史上最高的速度发展起来。本世紀 20 年代以来的最大特点是:在偉大的十月社会主义革命成功以后,在大規模社会主义建設蓬勃发展的条件下,苏联的结构力学获得了世界历史上空前未有的輝煌成就,使结构力学的国际水平得到了一个惊人的跃进,把世界上所有的老牌資本主义国家如英、法和最发达的資本主义国家的美国远远地抛在后面。这一时期,苏联在结构力学方面的成就,大体上可以簡略地分成下列几个方面:

第一个方面: 复杂超靜定結構的計算理論。

举凡广泛采用于輕重工业中的連續斜頂排架、多层塔架;民用建筑中的高层房屋;交通運輸业中的連框空腹桁架、悬桥;水利工程中的連拱坝等等;以及在国家經濟建設中必然出現的巨型結構物,都属于复杂超靜定結構之列。最近三十多年来,苏联的科学家們在这个問題上作出了巨大的貢獻。

第二个方面: 薄壁杆件和薄壁壳体的計算理論。

最近二十多年来,由于建筑、船舶和飞机制造的高度发展,薄

壁結構已被廣泛地应用于民用工业和国防工业的許多部門中。正因为如此，薄壁結構的計算理論，就成为各国結構力学工作者极为重視的問題。這個問題的完滿解决，应归功于苏維埃时代杰出的科学家 B. 3. 符拉索夫教授。

第三个方面：彈性地基上梁板的計算理論。

彈性地基上基础梁板的分析理論，也是工程界中一个重要而且还没有十分完滿解决的課題。不論是陆地或水中的建筑物，例如房屋基础、鐵路路基、地下鐵道、船塢船閘、海底隧道以及各种水利工程中的水工結構物基础等等，都牽涉到这个重要的問題。

第四个方面：結構的彈性穩定理論。

几乎可以这样說，有結構强度問題存在的地方，就有結構的彈性穩定問題。因而，直到今天，它一直是工程師們不敢忽視而为从事結構力学工作的科学家们极感兴趣的問題。它的发展是与整个結構理論的发展平行前进的。继 1744 年俄国科学家欧勒第一次解决了单个直杆的稳定問題之后，全世界特别是苏联的科学家们，都在这块园地上从事着辛勤的劳动。

第五个方面：結構的振动理論。

結構的振动理論之所以重要，是因为在各种工程結構中随时随地都要碰到這個問題。譬如：在冲击和变动荷載作用下的桥梁結構、在巨大机器振动影响下的厂房結構、在地震区域的高楼建筑、在海洋巨浪襲击下的船舶結構、在高速飞行中承受气流作用下的飞机結構等等一系列的重大实际問題，都向世界科学界提出了发展結構振动理論的要求。振动理論是結構力学中至今仍未解决得十分完滿的一个复杂部門，无数斗志坚强的苏联科学家们，正在为着这个复杂部門的完滿解决进行着艰辛的劳动。

第六个方面：按极限状态計算結構的理論。

結構力学这一部門的主要特点，是要确定使整个結構丧失承

載能力的最大荷載；換句話說，在這種荷載作用下，結構將處於“極限”狀態；此時，結構各部的變形早已超過比例極限，應力與形變間已經不再服從虎克定律的直線關係。因此，為了計算這種結構，必須尋找應力與形變間存在着的新的關係。這種問題蘇聯的科學家們曾予以特別的注意和研究。

解放以前，由於近百年以來的帝國主義侵略，再加上三十多年國民黨的反動統治，我國人民長期處在水深火熱之中，社會生產力一直處於停滯的狀態，使我國古代勞動人民在結構力學方面的卓越創造，沒有得到應有的應用和發展，因而我國的科學（包括結構力學在內）事業受到了極大的摧殘與損害。

解放以後，中國人民在偉大、光榮、正確的中國共產黨領導下，在偉大盟邦蘇聯和其他兄弟國家無私的援助下，正高速度地建設着社會主義的祖國。十一年來，由於黨和政府對科學事業無微不至的關懷和英明領導，我國的結構力學已經取得了不少的成就，這些成就主要表現在下述的幾個方面：

1. 建造了許多規模巨大的結構物。

建國以來短短的十一年里，全國各地建造了許許多多結構新穎、規模巨大的建築物。這些建築物的規模之大，不僅在我國歷史上是空前的，在全世界也是罕見的。例如在橋梁結構方面，我國的武漢長江大橋，全長連引橋共達 1670 米，它是世界東方最大的鐵路、公路兩用橋。在建築結構方面，北京火車站的大廳採用了鋼筋混凝土的雙曲扁殼，北京工人體育館採用了大跨度的懸掛式屋蓋，這都是新型結構在我國使用的例子。在船舶結構方面，眾所周知的和平號萬噸巨輪，僅用了三個月時間就使其駛航在海洋上。這些結構物的建造，是我國結構力學獲得巨大發展的具体標志。

2. 開始建立了一支力學工作者隊伍。

解放以前，由於帝國主義的扼殺和反動政府的摧殘，我國的力

學工作者可以說是寥寥無幾。即使有少數正直的科學家在力學方面進行了一些辛勤的勞動，但因當時社會生產力的重重束縛，對結構力學遼闊領域的認識也是不深不廣的。解放以後，黨和政府注意到這方面的情況，從而對新生力量的培養極為重視。早在1952年，北京大學就成立了我國有史以來的第一個力學專業。1955年中國科學院正式成立了我國有史以來的第一個力學研究所，並於1956年在北京召開了全國第一屆力學學術會議，檢閱和動員了我國力學工作者隊伍的力量。隨後又相繼成立了中國科學院土建研究所、中國建築科學研究院。最近以來，更在許多高等工業院校中增設了工程力學專業或工程力學系，這些都是培養力學工作者的強大陣地。因此，在短短的十一年里，在我國各地已經設立了許多力學研究單位，並且逐漸建立起來一支力學工作者隊伍，這就為我國今後大力發展力學（包括結構力學）事業打下了基礎。

3. 擴大了結構力學的領域。

解放以前，我國工程界對結構力學比較普遍的理解，多僅限於“結構靜力學”這一狹小的範圍內。解放以後，由於學習了蘇聯的先進經驗，以及由於大規模社會主義建設的激勵，我國目前的結構力學水平向世界最高峰邁開了一個大步。十一年來，我們除了對結構靜力學作了比較深廣的發展、充實與提高外，更對結構動力學、結構穩定理論、薄殼結構的計算理論、彈性地基上梁板的計算理論、結構的荷載和安全度的分析，以及塑性變形和蠕變現象對結構的影響等等，都作了不同程度的研究，而且也有了一定的成果。

以上所述，只不過是建國十一年來結構力學方面輝煌成就的一部分事例；就是這些，也足以說明當前我國的結構力學水平已達到了何等高的程度。我們深信，在黨中央和毛主席的英明領導下，在黨的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義的總路線的光輝照耀下，在全民大躍進形勢的推動下，我國的結構力學事

业一定能够出現一个史无前例的大跃进,一定能够在最短期間内赶上和超过世界先进水平,走在世界力学科学的最前列!

§ 1-3. 结构的計算簡图

所謂结构的計算簡图,就是經過理想化的結構示意图。在研究一座真实的結構物时,为什么要把它理想化呢?这是由于:即使是一座非常简单的实际結構,要想根据现在的科学水平絕對精确、完全严格地进行分析,也会变得极端复杂,甚而是不可能的。例

如:当你决定一个梁

(图 1-1) 的跨度时,

是取梁的全长 L , 还

是淨孔 l 呢? 是取梁

的中距 c , 还是取支

承反力的間距 d 呢?

这个问题的回答看来

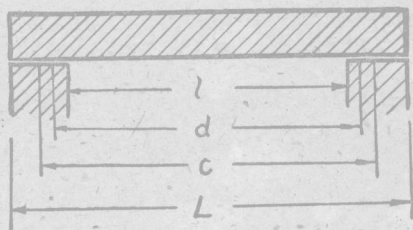


图 1-1.

也不是轻而易举的。因此,为了使研究结果能够在实际应用中为人们所接受,能够帮助人们赢得时间和精力的充分节约,结构理论不可能、也没有必要绝对严格地考虑问题的各个方面,它只能抓住起着决定作用的一些主要因素,而把那些只有使问题变得复杂但对结果没有本质影响的次要因素全盘放弃。由此可见,选择结构的計算簡图,是结构計算本身的一个极为重要的组成部分;簡图的选择正确与否,直接关系到計算结果与真实情况的符合程度,因而选择时必须缜密考虑。总的說来,一个成熟的結構計算簡图,应该具备下列两个条件:

(1) 通过这种計算簡图得来的结果,务必能够保证与实际情况相去不远,应该尽可能正确地反映问题的本质;

(2) 通过这种計算簡图进行計算时,必须使分析工作的手續

簡單而明确。

对于一座实际結構來說,能够滿足上述兩項要求的計算簡圖,一般可能不止一个;这就要求人們应有一定的結構計算經驗,并且善于想象一个問題中各个不同因素的相对重要性,准确而果斷地決定計算簡圖的取舍。在一些比較复杂的情况中,为了适应不同精度要求,对于同一的結構有时还可采用几种計算簡圖。譬如作初步設計时,可以采用一个比較簡單、比較粗糙的計算簡圖,而在初步設計的基础上作定型設計时,則可采用一个比較复杂、比較精确的計算簡圖。

我們現在来考察一个关于計算簡圖的例子。

图 1-2, *a* 表示一个工业厂房的金属屋架,其所有結点都是用鉚釘連接起来的。它的計算簡圖通常多采用如图 1-2, *b* 所示的鉸接桁架,这种桁架是根据下列几項假定得来的:

(1) 屋架的每一杆件均絕對平直,并能以其几何軸綫所代替,这些軸綫位于同一平面內;

(2) 屋架的所有結点均是毫无摩擦的理想鉸接,亦即各杆間的夹角可以自由改变;汇集于同一結点的杆件,其几何軸綫严格地汇交于鉸的中心;

(3) 荷載作用綫位于屋架几何軸綫所在的平面內、并作用于桁架各結点上;

(4) 屋架兩端的不动支座和可动支座也认为是沒有摩擦的鉸接。

屋架的实际情况与具有上述四項条件的理想桁架还有着相当的距离,特别是关于“鉸接”的假定尤其与实际情况不相符合。如果放弃这一假定而假定所有結点均系“剛接”,亦即各杆間的夹角絲毫不能改变,就会得到如图 1-2, *c* 所示的比較精确的計算簡圖。