

# 工程力学

上册

兰州铁道学院《工程力学》编写组



人民教育出版社

工 程 力 学

上 册

兰州铁道学院《工程力学》编写组

\*

人 民 教 育 出 版 社 出 版

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

人 民 教 育 出 版 社 印 刷 厂 印 装

\*

1976年1月第1版 1976年11月第1次印刷

书号15012·018 定价1.55元



# 毛主席语录

千万不要忘记阶级和阶级斗争

阶级斗争是纲,其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政,这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚,就会变修正主义。要使全国知道。

我们现在思想战线上的一个重要任务,就是要开展对于修正主义的批判。

教育必须为无产阶级政治服务,必须同生产劳动相结合。

学制要缩短,教育要革命,资产阶级知识分子统治我们学校的现象,再也不能继续下去了。

教材要彻底改革,有的首先删繁就简。

实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。

## 编者的话

遵照毛主席关于“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的教导，无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来，我院铁道工程系广大革命师生在工人、解放军毛泽东思想宣传队的带领下，于一九六九年夏奔赴铁路新线建设工地，以后组成五七铁路工程处，在铁道部第一工程局和院党委领导下，承担铁路新线的建设任务和试行教学、生产、科研三结合的新体制。根据毛主席关于“教育要革命”、“教材要彻底改革”的指示，我们与广大工农兵一起开展了对旧力学教材的批判，并按照辩证唯物论的认识论，从生产实际需要综合性的力学知识出发，编写了结合工程实际的力学教材。通过一个阶段的教学实践，取得了较好的效果，在此基础上进一步拟定了包括原铁道工程专业的理论力学、材料力学、结构力学三门课程的普通班工程力学教材新方案，并结合铁路新线建设完成了初稿的编写工作，在我院铁道工程专业七一、七二、七三三个年级中先后试用，作了几次修改。

在编写修改过程中，我们在以下几个方面作了一些努力：

一、努力以马克思主义世界观为指导，坚持无产阶级政治统帅业务，用辩证唯物论的观点阐述学科内容，批判唯心论和形而上学，培养学员分析问题和解决问题的能力。

二、努力充分反映无产阶级文化大革命、批林批孔运动和学习无产阶级专政理论运动的丰硕成果，反映工农兵在三大革命运动中的丰富实践经验和发明创造，使教材能适应社会主义革命和建设发展的需要。为此，我们在教材中引用了我国铁路建设中的新成就以及几年来我院五七铁路工程处工人、工农兵学员和教师在生产、科学研究和毕业实践中的部分成果和实际资料。

三、围绕学科的基本内容，选用典型结构组织教材，努力建立教材的新体系，实现理论与实际的统一。本教材选用了屋架、简易施工机具、施工便桥、桥墩、钢桁架桥、箱形钢梁、双曲拱桥、刚架桥、隧道衬砌等为典型结构，把过去三门力学课的有关内容综合讲述。这样，突出了铁道工程专业的特点，反映了铁路建设中线路、桥梁、隧道三方面的内容，有利于开门办学和在施工现场组织教学，也有利于学员在学习过程中理论联系实际，学用结合。

另外，在教材内容选择和文字叙述上也力求做到少而精和便于学员自学。

**阶级斗争是纲，其余都是目。**当前，全国人民在毛主席无产阶级革命路线指引下，坚持党的基本路线，深入批判修正主义，反击右倾翻案风，进一步促进了社会主义革命和建设的发展，教育革命、教材改革也在斗争中不断深入。限于我们的水平，本书一定存在不少缺点和错误，我们将在进一步试用的基础上继续进行修订，殷切地希望广大读者批评指正。

在本教材编写、修改和试用过程中，得到了许多铁路建设单位、兄弟院校和工农兵学员的热情指导和帮助，我们表示衷心感谢。

兰州铁道学院《工程力学》编写组

一九七六年一月

# 目 录

编者的话

绪 论	1
第一章 屋架的受力分析	8
第一节 力的基本性质、屋架的荷载	9
1-1 从物体运动转移中看力的作用	9
1-2 在实践中认识力	10
1-3 作用和反作用是力传递的普遍规律	10
1-4 结构的相对平衡	11
1-5 屋架的荷载	12
第二节 支座约束及屋架支座约束的简化	16
2-1 铁路桥梁支座及其计算简图	16
2-2 屋架支座的简化	18
2-3 其他约束	18
2-4 现场教学——实际桥梁支座和杆件连接的调查研究	19
2-5 小结	19
第三节 屋架的结构和受力分析及计算简图	20
3-1 构件的共性与个性	20
3-2 屋架结构的简化与计算简图	21
3-3 屋架的受力图	22
3-4 简单桁架的组成规律	23
3-5 小结	24
第四节 屋架结点的受力分析	24
4-1 内力与外力是一对矛盾	24
4-2 揭露矛盾的方法——截面法	25
4-3 屋架杆件的受力分析	26
4-4 屋架结点的受力分析	26
第五节 力的合成与分解, 屋架结点的平衡条件	27
5-1 合力与分力	27
5-2 求合力的平行四边形法则与力三角形	27
5-3 力的分解	28
5-4 合力投影定理	30
5-5 屋架结点的平衡条件	31
第六节 用结点法计算屋架的内力	31
第七节 关于平面汇交力系的小结	34
第八节 力矩	35
8-1 力矩是力的转动效果的度量	35
8-2 合力矩定理	36
8-3 合力矩定理的应用——重心位置的确定	38
8-4 力矩的相对平衡	40

第九节	力偶	42
第十节	力的平移原理	44
第十一节	屋架结构在平面一般力系作用下的平衡规律	46
11-1	力的平移原理的应用	46
11-2	屋架的平衡条件	47
第十二节	用截面法计算屋架杆件内力	50
12-1	用截面法求杆件内力	50
12-2	截面法和结点法的联合应用	51
12-3	零杆及其判别方法	52
第十三节	平面一般力系小结及例题	53
第十四节	空间结构的受力分析	59
14-1	空间结构概述	59
14-2	空间结构的受力分析	59
14-3	空间结构举例	61
第一章	习 题	63
第二章	屋架的强度计算	66
第一节	屋架杆件的应力分析	66
1-1	概述	66
1-2	轴向受力杆件横截面上的正应力	67
1-3	轴向受力杆件斜截面上的应力	68
1-4	应力集中问题	69
1-5	小结	69
第二节	材料在拉伸、压缩时的力学性质	70
2-1	低碳钢的力学性质	70
2-2	低合金钢的力学性质	74
2-3	混凝土的力学性质	75
2-4	木材在拉伸和压缩时的力学性质	76
第三节	弹性阶段内轴向受力杆件的变形规律	77
3-1	弹性模量 $E$ 的测定	77
3-2	轴向受力杆件的弹性变形规律	78
第四节	安全系数和容许应力	80
第五节	屋架杆件的强度计算	81
5-1	正应力强度条件	81
5-2	塑性材料的应力重分布问题	81
5-3	屋架杆件的强度计算	82
第六节	屋架结点的强度计算	86
6-1	受力分析	86
6-2	近似计算	87
6-3	屋架结点的强度计算	88
第七节	现场教学	90
第二章	习 题	91
第三章	简单起重机具的力学原理	94
第一节	滑车	94

1-1 滑车的构造与计算原理	94
1-2 滑车的实用计算	95
1-3 滑车的功能转化	96
<b>第二节 螺旋千斤顶</b>	97
2-1 螺旋千斤顶的构造	97
2-2 滑动摩擦时的平衡	98
2-3 螺杆的自锁	99
2-4 螺旋千斤顶的起重原理	99
<b>第三节 手摇绞车</b>	101
<b>第四节 扒杆</b>	104
4-1 独脚扒杆	104
4-2 人字扒杆	106
4-3 摇头扒杆	108
<b>第五节 缆索吊车</b>	110
5-1 轨索	111
5-2 起重索	114
5-3 牵引索的作用	115
5-4 关于钢丝绳的弯曲应力问题	116
<b>第四章 梁式桥跨的强度计算</b>	118
<b>第一节 梁的计算简图及支座反力</b>	119
1-1 桥枕的计算简图及支座反力	119
1-2 工字钢梁的计算简图及支座反力	120
1-3 其他实例	122
1-4 小结	124
<b>第二节 在固定荷载下梁的内力</b>	125
2-1 根据分离体的平衡确定截面上内力的性质和大小	125
2-2 根据变形特征规定内力的符号	126
2-3 小结	128
<b>第三节 剪力图与弯矩图</b>	128
3-1 内力图与内力方程式	128
3-2 工字钢梁在恒载(均布荷载)下的剪力图和弯矩图	130
3-3 工字钢梁在机车荷载(集中荷载)下的剪力图与弯矩图	132
3-4 工字钢梁的最大内力	133
3-5 其他实例	134
<b>第四节 剪力、弯矩与分布荷载集度之间的微分关系及其应用</b>	135
4-1 剪力、弯矩与分布荷载集度之间的微分关系	136
4-2 微分关系的应用	136
<b>第五节 用叠加法作弯矩图</b>	138
<b>第六节 多跨静定梁的内力图</b>	140
<b>第七节 梁的正应力</b>	142
7-1 平面弯曲概念	142
7-2 梁的强度问题中的两对矛盾	142
7-3 弯矩是横截面正应力合成的结果	143

7-4	由实验确定正应力的分布规律	143
7-5	由平衡条件确定中性轴的位置	145
7-6	正应力公式	146
7-7	正应力公式的应用	147
7-8	小结	148
第八节 截面几何性质		150
8-1	概述	150
8-2	静面矩	151
8-3	形心和中性轴	152
8-4	惯性矩与移轴公式	154
8-5	截面系数	156
第九节 梁的正应力强度计算		158
9-1	梁的正应力强度条件	158
9-2	桥枕和工字钢梁的强度计算	159
9-3	梁的正应力强度计算的其他实例	161
9-4	容许应力法和极限状态法	165
第十节 梁的剪应力和剪应力强度计算		167
10-1	剪力是剪应力合成的结果	167
10-2	剪应力双生现象	168
10-3	矩形截面梁的剪应力计算公式	169
10-4	验算桥枕的剪应力	171
10-5	工字形截面梁的剪应力公式及工字钢梁的剪应力计算	172
10-6	圆形截面的剪应力公式	174
10-7	梁的剪应力强度计算的其他实例	174
第十一节 关于梁的正应力和剪应力强度计算的小结		176
11-1	两对矛盾、两种强度条件	176
11-2	提高梁的承载能力的途径	176
11-3	关于应用公式的条件	178
11-4	计算实例	180
第十二节 在移动荷载下梁的影响线与最大内力		182
12-1	移动荷载	182
12-2	影响线概念	183
12-3	在直接荷载作用下梁的反力、内力影响线	184
12-4	影响线的应用	189
12-5	换算均布荷载与换算均布荷载表	197
第十三节 变截面梁与包络图		200
13-1	变截面梁	200
13-2	简支梁的包络图	202
13-3	简支梁的绝对最大弯矩	204
第十四节 梁的主应力、按强度理论校核梁的强度		205
14-1	正应力与剪应力强度条件的特殊性	205
14-2	由特殊到一般	206
14-3	按主应力区分应力状态的类型	207
14-4	二向应力时单元体斜截面上的应力	208



14-5 应力圆——二向应力的图解法	209
14-6 复杂应力状态下应力与应变的弹性定律	215
14-7 复杂应力状态下的强度校核	216
14-8 小结	220
<b>第四章 习 题</b>	220
<b>第五章 梁式桥跨的刚度计算</b>	229
第一节 变形是梁的运动的表现形式	229
1-1 什么是梁的变形	229
1-2 挠曲线的近似微分方程	230
第二节 积分法	231
2-1 用积分法求位移方程式	231
2-2 工字钢梁在恒载下的最大挠度和转角	231
2-3 简支梁在一个集中力作用下的位移方程	233
第三节 梁的刚度计算	235
3-1 刚度条件	235
3-2 校核铁路便桥工字钢梁的刚度	236
第四节 叠加法	236
4-1 叠加法的根据	236
4-2 计算实例	237
第五节 能量法	239
5-1 能量转化与守恒定律简述	239
5-2 实功与虚功	239
5-3 梁的变形能	241
5-4 虚功原理	244
5-5 梁的位移公式	245
5-6 图乘法	247
5-7 互等定理	251
5-8 小结	252
第六节 共轭梁法	253
6-1 共轭梁法的基本原理	254
6-2 共轭梁法的应用	256
6-3 变截面梁的刚度计算	258
6-4 共轭梁法的发展——弹性荷载法	261
第七节 位移影响线	265
7-1 什么是位移影响线	265
7-2 位移影响线的作法	265
第八节 现场教学	266
<b>第五章 习 题</b>	267
<b>附录一</b>	270
常见工程材料容重表	270
<b>附录二</b>	271
几种材料的容许应力值	271
木材的容许应力	271

木材容许应力系数表 .....	271
<b>附录三 型钢表</b> .....	<b>272</b>
表 1 热轧等边角钢 .....	272
表 2 热轧不等边角钢 .....	275
表 3 热轧普通槽钢 .....	279
表 4 热轧普通工字钢 .....	280
表 5 普通低合金钢等边角钢 .....	281
表 6 普通低合金钢不等边角钢 .....	282
表 7 普通低合金钢热轧轻型槽钢 .....	283
表 8 普通低合金钢热轧轻型工字钢 .....	283
<b>附录四</b> .....	<b>284</b>
公制螺栓表 .....	284
<b>附录五 国产钢丝绳性能表</b> .....	<b>284</b>
表 1 钢丝绳 6×19+1 .....	284
表 2 钢丝绳 6×37+1 .....	285
<b>附录六</b> .....	<b>285</b>
各种断面的几何性质表 .....	285

## 绪 论

建国以来,在毛主席无产阶级革命路线指引下,我国铁路建设事业飞速发展,特别是无产阶级文化大革命以来,进展更快。可以预料,在不远的将来,一个四通八达的铁路布局将在我国逐步形成。为了保证铁道工程结构安全使用,必须遵照毛主席的教导,要“精心设计、精心施工”。铁道工程专业的《工程力学》就是研究铁道工程结构设计的基本原理和计算方法的一门课程。

毛主席教导我们:“自从有阶级的社会存在以来,世界上的知识只有两门,一门叫做生产斗争知识,一门叫做阶级斗争知识。自然科学、社会科学,就是这两门知识的结晶,哲学则是关于自然知识和社会知识的概括和总结”。作为自然科学的《工程力学》发展历史证明,这门学科的形成和发展“主要地依赖于物质的生产活动”,是随着人类物质生产活动的发展而发展起来的,因而也总是同生产关系和上层建筑的变革联系在一起。旧力学教材,是修正主义教育路线的产物,充满着封、资、修毒素。为了彻底改革旧的力学教材,促进这门学科的不断发展,我们认真总结历史经验,以阶级斗争为纲,用无产阶级政治统帅业务,坚持马克思主义的认识论,坚持唯物辩证法。下面分别讲述工程力学的发展与物质的生产活动和政治路线的关系、实践与认识的关系和工程力学研究的基本矛盾等三个方面的问题。

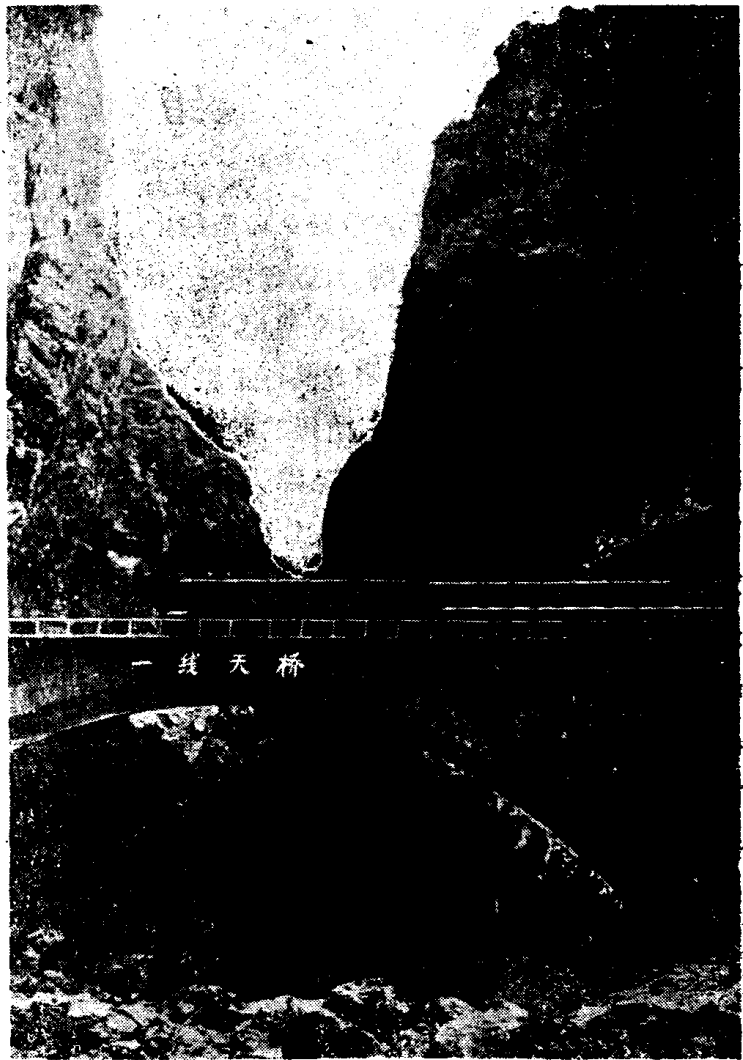
### (一)

“中国是世界文明发达最早的国家之一”。几千年来,勤劳勇敢的中国人民在阶级斗争、生产斗争和科学实验中,推动历史向前发展,创造了灿烂的文化,在工程技术及工程力学领域里也取得了光辉的成就。

远在我国社会由奴隶制向封建制急剧转变的春秋战国时期,代表没落奴隶主阶级利益的儒家主张复古倒退的反动政治路线和唯心主义的“天命观”,严重地阻碍了生产和科学技术的发展。而代表新兴地主阶级利益的法家,则主张进步的政治路线和朴素的唯物主义自然观,对儒家展开了激烈的斗争,在劳动人民推动下,对生产和科学技术的发展起了积极的促进作用。在这一时期,出身于下层,搞过手工业劳动的墨翟也反对儒家思想,墨家主张“非命”反对“天命”,主张认识来源于“耳目之实”反对“生而知之”,他们在劳动人民推动下,参加实践,注意总结劳动群众的生产实践经验。墨家代表作《墨经》记载了我国春秋战国时期丰富的光学、力学、几何学等自然科学知识。在《墨经》中,对“力”作了初步论述,认为“力,刑之所以奋也”;“力,重之谓。下、举,重奋也”;对力矩也进行了系统研究,指出一根木料横放支承起来,“相衡则本短标长。两加焉重相若,则标必下,标得权也”;对梁能抗弯而绳只能受拉等也都有详细说明。《墨经》是世界上最早对力下定义并系统记载力学资料的一部著作。开始于春秋战国时期的儒法两条路线斗争,在我国历史

上延续两千多年，它深刻地影响着我国社会生活的各个方面，也影响着科学技术的发展，对工程力学的发展也有影响。如秦始皇推行法家路线，统一六国之后，为了巩固中央集权的封建国家，大修驰道，出现了石柱桥。由秦代以前的独木桥发展到石柱桥，是桥梁结构形式的一个飞跃，对工程力学的发展是一个促进。北宋王安石变法，推行进步的政治路线，对生产和科学技术的发展则有较大的促进。为了适应当时的生产发展，李诫总结了前人的建筑技术成就，写成了《营造法式》一书，统一了建筑规范，对结构的力学分析和计算，起了总结和促进发展的作用。如书中关于矩形木梁高宽比的规定是三比二，与现在的力学分析十分相近，这种认识比西方要早六百多年。我国科学技术虽然发展得很早，但在封建社会后期和半封建半殖民地社会，由于剥削阶级的反动统治、残酷剥削压迫劳动人民和帝国主义的侵略，再加之政治思想上受儒家反动路线的影响，社会生产和科学技术的发展则比较缓慢，工程力学的发展也受到阻碍。

“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展”。解放后，劳动人民群众的创造力得到了极大的发挥，随着我国社会主义革命和建设事业的发展，科学技术也在迅猛发展。以我国铁路建设事业来说，真是日新月异，文化大革命以来就有成昆(照片一)、湘黔(照片二)和焦枝等大动脉相继建成通车，许多新线工程正在设计和施工。铁路桥梁，解放以来，新建的超过过去百年



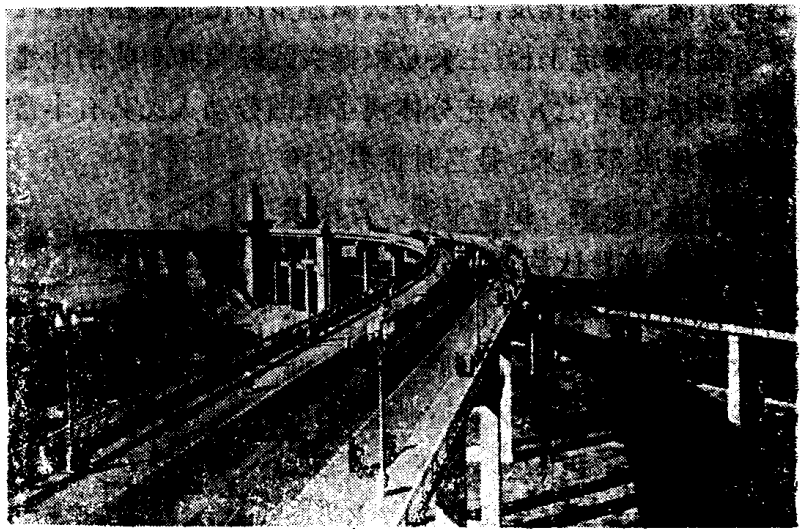
照片一



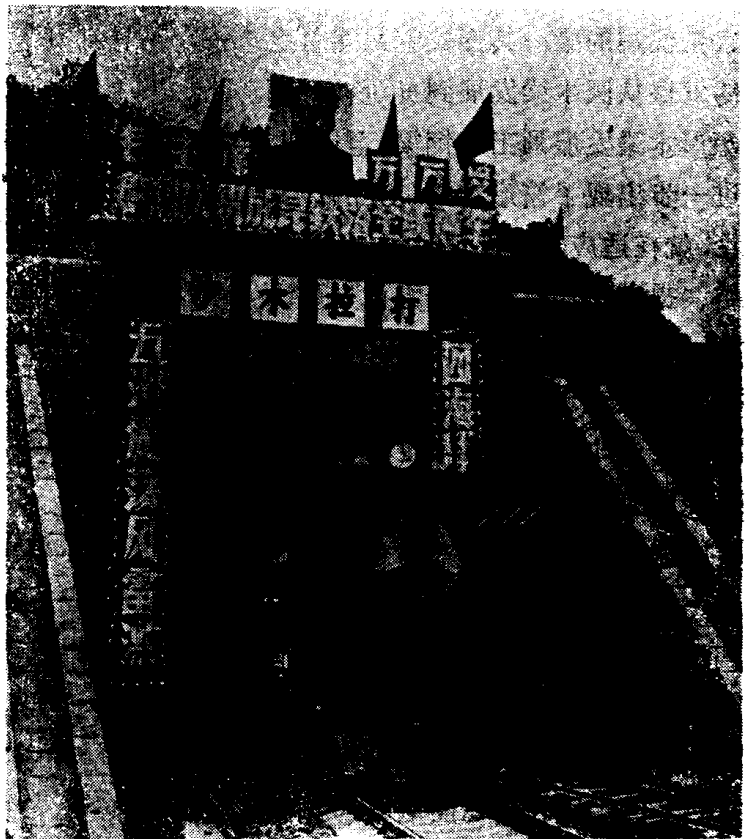
照片二

的总和,在长江上已建起四座大桥,天堑变通途。南京长江大桥(照片三)是我国自己设计、制造和施工的现代化大型铁路、公路两用桥,铁路桥长 6772 米,梁跨 160 米,基础采用管柱重型混凝土沉井等大型基础。黄河上解放前只有三座桥,现在仅兰州地区就有十座,大河上下旧貌变新颜。在隧道方面,解放以来,全国铁路隧道由解放前的二百多座总长几十公里,增加到三千多座总长一千几百公里,长度在二公里以上的就有一百三十三座(照片四)。随着铁道工程建设的发展,新的结构形式不断出现,如双曲拱桥结构(照片五),箱形钢梁结构,薄壁空心高桥墩结构(照片六)等,这些都促进了工程力学的基本理论和计算方法的发展。

“人民,只有人民,才是创造世界历史的动力。”科学技术是劳动人民创造的,进步的政治路线对科学技术的发展起着有力的促进作用。我们一定要在毛主席无产阶级革命路线指引下,在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动中,学习和总结工农兵的丰富实践经验和发明创造,应用和发展工程力学,并使力学教材的改革努力体现党的路线和政策,为无产阶级政治服务,为社会主义经济基础服务,为培养无产阶级革命事业接班人服务。



照片三



照片四

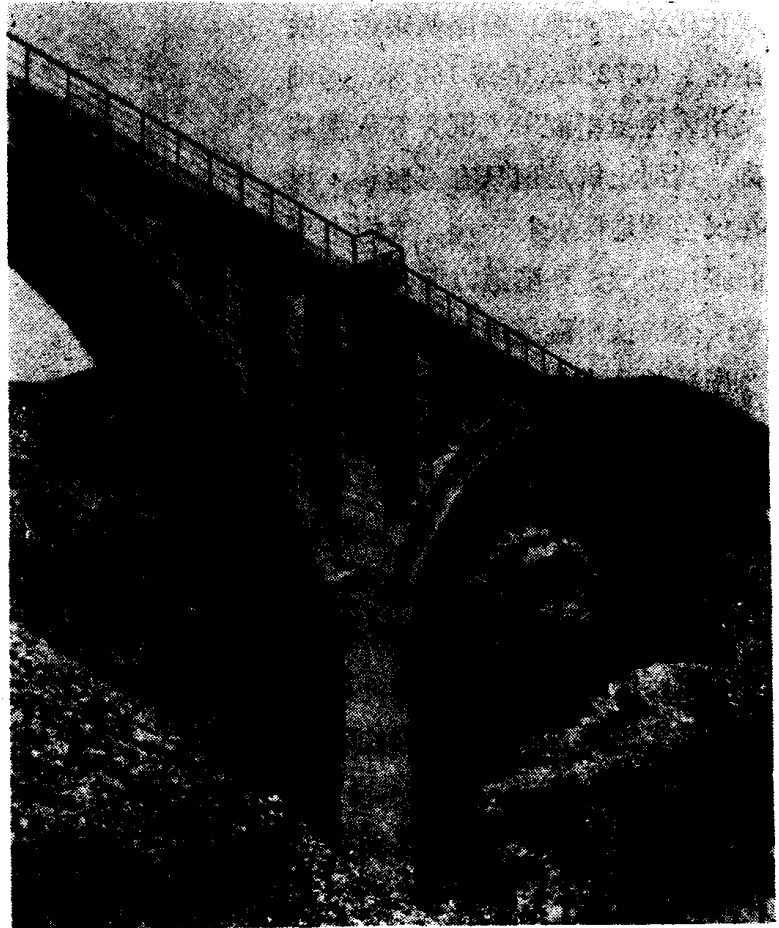
## (二)

工程力学是随着人类社会生产的发展从生产实践中产生的,并在生产实践过程中经历实践、认识、再实践、再认识的多次往复循环而逐步提高的。实践和认识之每一循环的内容,都比较地

进到了高一级的程度,在这样认识逐步深化的过程中工程力学达到了今天这样的水平。

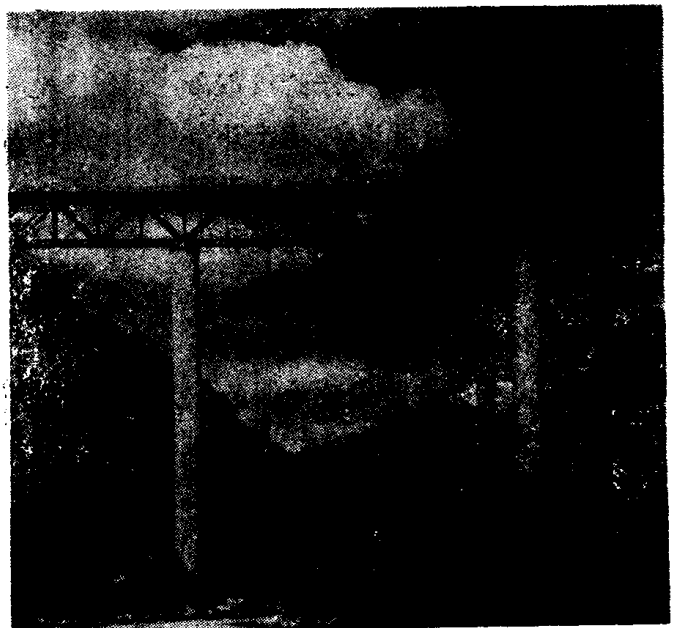
古代的建筑工程,主要是根据实践经验和粗略估计建造的。隋代由工匠李春主持修建的著名的赵州桥(照片七),就充分体现了我国劳动人民具有丰富的力学知识和敢于创新的勇气和智慧。

该桥跨度达 37.4 米,是当时世界上跨度最大的石拱桥。拱极平缓,首次采用圆弧拱,高跨比约为五分之一,与现代石拱桥十分相近。在大拱背上,还首次做了小券拱,构成敞肩拱桥,这样既减轻了桥的自重,又可渲泄洪水,增加了桥的稳定和安全。一千多年来,赵州桥安然无恙。大量的工程实践是工程力学发展的基础。例如工程结构中大量使用的梁,其形式就是随着生产的发展从圆木梁发展到矩形木梁,从矩形木梁发展到工字钢梁,至近期,又进一步出现了箱形钢梁。梁的计算理论,就在适应这一发展过程中,不断总结、提高和日益完善。它首先是认识到正应力强度这一个侧面,随后又认识到剪应力强度这个侧面,然后再认识到更多的方面。这个过程说明理论来源于实践,理论都是应当时生产



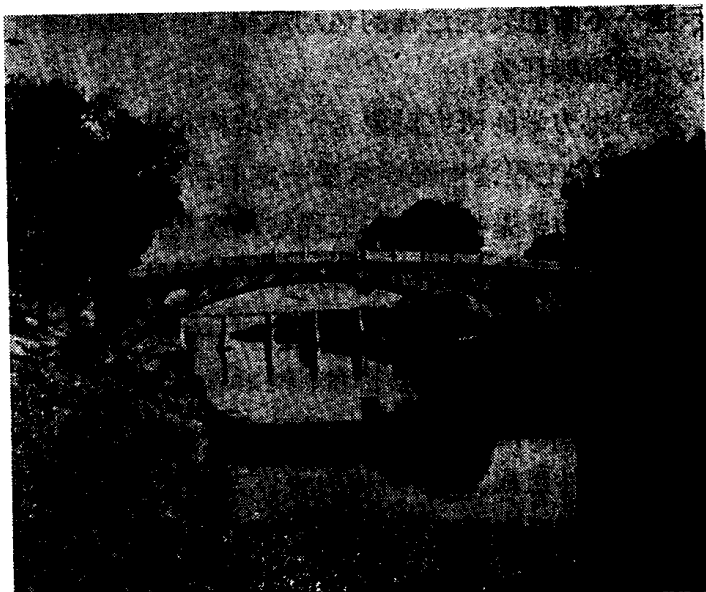
照片五

发展的需要而产生的,并与当时生产水平相适应。压杆稳定理论的发展也是一个例证。人们早期对压杆稳定的重要性认识不足,研究不够,据统计,从 1881 年到 1897 年,世界上发生的二十四起桥梁灾害性事故中,就有十六起是由于压杆失稳而造成的。1896 年瑞士孟希太因坦铁路桥梁,在双机牵引列车通过时,就因桁架压杆失稳而发生倒塌,造成了较大的损失。生产实践的迫切需要,促使人们加强了这方面的研究,从而逐步认识了稳定问题,使工程力学的稳定理论在二十世纪得以形成和迅速发展。实践有力地证明,“通过实践而发现真理,又通过实践而证实真理



照片六

和发展真理”，也是发展工程力学学科的途径。但是，长期以来，由于剥削阶级偏见的影响，在工程力学学科内，在认识与实践的关系上，唯物论的反映论同唯心论的先验论进行了长期、尖锐的斗争。这种斗争在力学教学和教材中都有反映。否认认识来源于实践，否认认识是从感性上升到理性、是由特殊到一般，即否认认识过程的第一个飞跃，是唯心论的先验论在力学教材中的一个突出表现。例如：文化大革命前的旧力学教材，在刘少奇修正主义教育路线统治下，不把工程力学的研究对象看作是实际存在于各种工程结构内的力学客观规



照片七

律，论证不是从实际工程结构出发，而是从理想模型出发，从概念出发，并片面追求所谓严密的数学推导，使认识脱离实践的基础，成为“无源之水、无本之木”，结果使学生越学越脱离实际，越学越觉得力学难学。旧力学教材中唯心论的先验论还表现在否认教材应体现认识过程的第二个飞跃，即由理论到实践的飞跃。它从理论到理论，不去结合实践将力学理论综合应用于生产实际，就是例题，也是从假拟的计算简图开始，以印证理论而告终。结果使学生学完力学课程以后，得到的只是一些不得要领、不会应用的抽象结论，是“公式一大套、实际不对号”，很难获得分析和解决实际问题的能力。更严重的是，旧教材宣扬历史唯心主义，向学生灌输科学家创造科学的反动观点，用资产阶级个人奋斗、成名成家的名利思想，以及轻视实践、轻视劳动和劳动人民的思想，腐蚀毒害学生，力图把学生培养成为资产阶级的精神贵族，使力学课成为资产阶级专无产阶级政的工具。这种严重现象必须彻底改变，力学教材必须彻底改革。

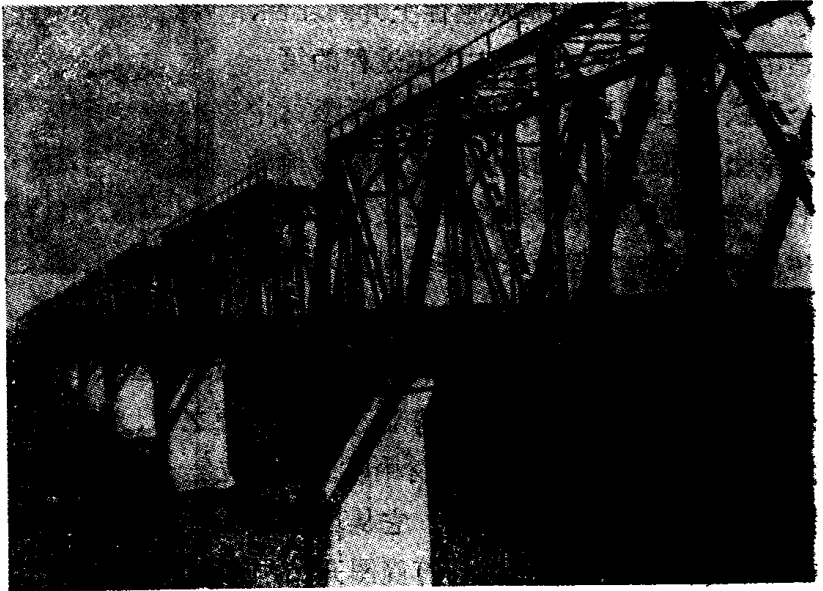
无产阶级文化大革命和批林批孔运动批判了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线，几年来，教育革命沿着毛主席革命路线，在斗争中胜利前进。广大教师和工农兵学员深入三大革命实践，实行开门办学，对教材进行改革，努力按照马克思主义认识论组织力学教材，体现从实践到认识、从认识到实践这两个飞跃，正确处理特殊与一般，个性和共性的关系。我们根据铁道工程专业的特点，在这本新教材中也力图以实际工程结构中若干个典型结构为分析对象，从中提出问题，进行分析，并从理论和实际的结合上解决问题。经过几次试用，实践表明，这样做有利于培养学员无产阶级的世界观，有利于培养学员分析问题和解决问题的能力。

### (三)

“事物矛盾的法则，即对立统一的法则，是自然和社会的根本法则”。整个自然界处在不断的运动、变化、转变和发展中。因此，“不仅哲学，而且一切科学，现在都必须在自己的特殊领域内揭

示这个不断的转变过程的运动规律。”坚持用唯物辩证法来阐明工程力学知识是这门教材改革中的一项重要任务。

工程力学的研究对象是工程结构和构件。在铁道工程中,不论是铁路桥梁、隧道,还是线路、房屋,这些工程结构都要承受一定的荷载,例如列车重量、结构自重、土壤压力、风压力和水压力等。工程力学是把荷载与工程结构或构件作为一个整体来研究的,也就是研究在一定的荷载作用下各种工程结构或构件的矛盾运动及其规律。因此,荷载和结构承载能力之间的矛盾,是工程力学的基本矛盾。以钢桁架桥为例(照片八),桥是由桥墩、桥台、钢桁架梁等部分组成,而钢桁架梁又由许多根构件组成。工程结构的整体,除承受自身的重量外,还要承受列车的重量及冲击力,水流冲击力等等。桥在各种荷载的共同作用下能处于正常的工作状态,是因为设计时已经考虑了这些荷载的作用,从结构形式到具体尺寸,以及材料选择,都作了合理的安排,使桥的各个部分都有足够的承载能力,达到了荷载与结构承载能力的对立统一。



照片八

然而在世界桥梁史上,由于桥梁承载能力不足而发生事故也曾多次出现,究其原因,多数都是由于当时科学水平的限制,以及剥削阶级的唯心论和形而上学的偏见,未能全面认识荷载与结构承载能力这对基本矛盾的各个方面,因而没有处理好矛盾的对立统一关系。正确认识荷载与结构承载能力这对矛盾的运动规律,研究其相对统一的条件,从理论和实践的结合上,提供结构设计的理论和计算方法,把工程结构设计得既安全又经济,这就是工程力学的研究任务。

结构承载能力,在不同的条件下,具有不同的表现形式:

1. 在过大的荷载作用下,结构或构件可能发生破坏。例如当梁的荷载超过一定限度时,就会因弯曲折断而破坏。这类问题称为强度问题。结构设计必须保证结构有足够的强度。
2. 桥梁在一定的荷载作用下,虽然没有因强度不足而破坏,但如果发生过大的弯曲变形,列车就不能平稳地通过,因而也就失去了正常工作的能力。这类问题称为刚度问题。结构设计必须将变形限制在一定的限度以内,保证结构有足够的刚度。
3. 对于工程中的受压构件,例如柱子,当柱顶上的压力超过一定限度后,稍有扰动,就不能保持原来的直立状态,突然发生弯折,以致引起整个结构的倒塌。这类问题称为稳定问题。结构设计必须保证在荷载作用下结构工作状态的稳定。

由此可见,结构承载能力是由强度、刚度和稳定三个方面综合决定的。工程力学研究的荷载与结构承载能力这对基本矛盾,也就是研究结构在强度、刚度和稳定三个方面的矛盾运动及其规



律,以指导工程结构的设计和计算。

“唯物辩证法认为外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用。”荷载是结构可能发生强度、刚度和稳定问题的外因,而结构的强度、刚度和稳定性能则是结构的内因。经验表明:同样尺寸的钢梁、混凝土梁与木梁,三者的承载能力不同;同样材料,截面大与截面小的梁的承载能力不同;矩形截面梁与工字截面梁的承载能力也不同,等等。所以,在相同的荷载条件下,结构的运动状态取决于结构形式、尺寸和所用的材料性质等内在因素。设计工作的任务,就是根据一定的荷载,选择适当的材料和结构形式,确定适当的尺寸,使结构有足够的强度、刚度和稳定性,使结构的承载能力与荷载的矛盾中结构承载能力居于主导方面。

结构变形以致破坏和丧失稳定等现象,和宇宙中一切事物的运动一样,是有规律的。客观规律是可以逐步为人们所认识和掌握的。工程力学就是揭示这一运动规律的科学。我们必须坚持无产阶级政治挂帅,以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导,研究和掌握这门科学,更好地为社会主义革命和建设服务,为巩固无产阶级专政服务。