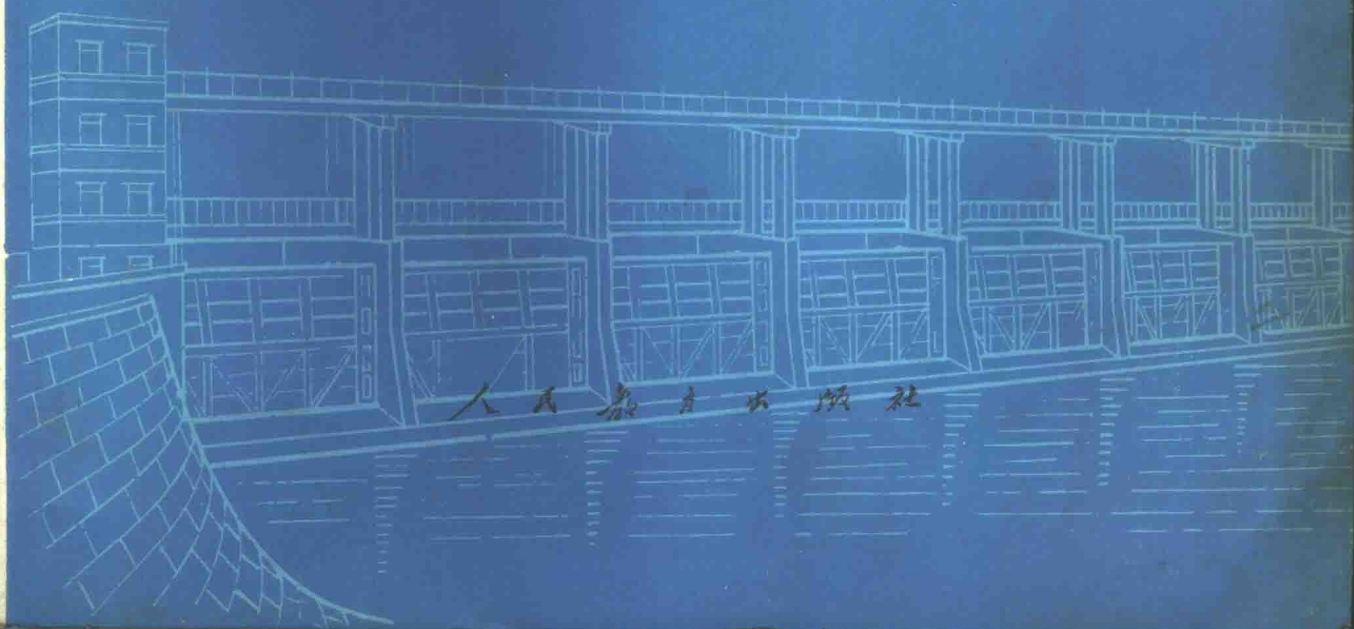


# 工程力学与工程结构

上册

武汉水利电力学院  
工程力学与工程结构教研室



**工程力学与工程结构**

上册

武汉水利电力学院

工程力学与工程结构教研室

\*

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

\*

1975年7月第1版 1976年2月第1次印刷

书号 15012·010 定价 2.45元

## 前 言

遵照毛主席关于“教育要革命”、“教材要彻底改革”的教导，无产阶级文化大革命以来，我们在党的领导下，努力学习马列著作和毛主席著作，深入水利工地，到三大革命运动第一线实行开门办学，与工农兵和专业人员一起，共同批判修正主义教育路线，对旧的工程力学和工程结构方面的教材进行了分析和批判。在提高认识的基础上，为了适应三大革命斗争的需要和教育革命的要求，编写了这本《工程力学与工程结构》新教材。

新教材是我们努力以马克思主义世界观作指导，根据水利类专业培养目标的要求，围绕水工建筑物结构设计需要编写而成的。

在编写过程中，我们在教材体现党的方针、政策，为无产阶级政治服务，为社会主义经济基础服务，为巩固和加强无产阶级专政服务，为培养无产阶级革命事业接班人服务方面作了一些努力，并注意了以下几个问题：

1. 遵循辩证唯物论的认识论，揭示力学与结构的内在规律和联系，把工程力学与工程结构的内容有机地组织起来。对于力学与结构中内容一致或相近的部分进行综合编写；对于需要分开编写的部分，则注意加强相互间的联系和配合；有些部分则是按照构件和构件系统的设计步骤，从外力分析、内力计算到截面选择或配置钢筋等，将有关力学分析和结构计算的内容贯串起来。

2. 贯彻理论与实践统一的原则，努力做到理论问题的讲述紧密结合工程实际。同时，按照“实践、认识、再实践、再认识”的认识规律，采用了分阶段的办法，使学员在实践的基础上系统地学习了一章或几章的内容以后，就能够解决一种构件或构件系统的分析和设计问题。每个阶段所要求解决的实际问题是由浅入深、由简到繁、由单个构件的设计到构件系统的设计，这样使学员在学习期间就能参加水工建筑物的结构设计，为社会主义建设作出贡献。

3. 运用典型分析的方法，正确处理一般与特殊的关系，“由特殊到一般”，“由一般到特殊”，“从感性认识而能动地发展到理性认识，又从理性认识而能动地指导革命实践”，结合典型工程，在三大革命运动中培养学员分析问题和解决问题的能力。在组织本书的体系和内容时，曾注意与我院农田水利专业和水工建筑专业教育计划中的渡槽设计、重力坝断面设计、土坝枢纽设计、水闸设计和排灌站或水电站设计等几个典型工程的学习紧密配合。同时，在适当的位置，分别介绍一些典型结构的设计实例，应用已经掌握的理论知识进行综合分析，使学员能了解结构设计的一般规律、思想方法和正确步骤，并把前面学过的有关理论知识在紧密结合应用的过程中系统地贯串起来，进一步发展和深化。

本书分三册出版。上册介绍结构设计的一些基本知识和单个构件的结构设计问题；中

册介绍构件系统的结构设计和某些有关问题；下册介绍一些供水利类不同专业选学或作为学员参考的内容。在实际教学中，为了适应开门办学的需要，对本教材的内容，可根据具体情况，按照所结合的典型任务，将前后的次序作适当的变动。

学习毛主席关于理论问题的重要指示，进一步推动了教育革命。教材改革正在不断深入。我们将在进一步试用的基础上对本书进行修订。限于我们的水平，书中一定存在不少的缺点和错误，殷切地期望广大读者批评指正。

在编写本书的过程中，得到了广大工农兵以及许多水利工地、工程单位和兄弟院校的热情指导和帮助，同时还吸取了一些有关资料中的部分内容，在此表示衷心的感谢。

武汉水利电力学院  
工程力学与工程结构教研室

一九七五年七月

# 目 录

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 前言                                | 1          |
| 绪论                                | 1          |
| 第一节 工程力学与工程结构的研究对象                | 1          |
| 第二节 工程力学与工程结构的基本任务和结构设计的一般程序      | 6          |
| 第三节 工程力学与工程结构在我国的发展               | 8          |
| <b>第一章 结构的受力分析</b>                | <b>11</b>  |
| 第一节 作用在结构上的力及其效应                  | 11         |
| 第二节 力的合成和分解                       | 13         |
| 第三节 力矩和力偶                         | 18         |
| 第四节 作用在结构上的荷载和反力                  | 26         |
| 第五节 结构的计算简图                       | 32         |
| 小结                                | 36         |
| 习题                                | 38         |
| <b>第二章 结构的静力平衡</b>                | <b>41</b>  |
| 第一节 作用在结构上的力系                     | 41         |
| 第二节 结构在平面汇交力系作用下的平衡               | 43         |
| 第三节 结构在平面平行力系作用下的平衡               | 46         |
| 第四节 结构在平面一般力系作用下的平衡               | 49         |
| 第五节 结构在空间力系作用下的平衡                 | 59         |
| 小结                                | 66         |
| 习题                                | 67         |
| <b>第三章 材料的力学性质和匀质轴心受拉(压)构件的强度</b> | <b>73</b>  |
| 第一节 杆件在轴心拉伸(压缩)下的内力、应力和应变         | 73         |
| 第二节 钢材的拉伸和压缩试验                    | 76         |
| 第三节 工程中常用钢材的品种及其主要的力学性质           | 82         |
| 第四节 混凝土的主要力学性质                    | 87         |
| 第五节 钢筋与混凝土的共同工作                   | 92         |
| 第六节 木材的主要力学性质                     | 94         |
| 第七节 工程中常用材料力学性质的比较                | 95         |
| 第八节 容许应力和匀质轴心受拉(压)构件的强度           | 97         |
| 小结                                | 102        |
| 习题                                | 103        |
| <b>第四章 受弯构件的内力</b>                | <b>105</b> |
| 第一节 工程实际中的受弯构件                    | 105        |

|            |                            |            |
|------------|----------------------------|------------|
| 第二节        | 梁的内力——剪力和弯矩                | 108        |
| 第三节        | 剪力图和弯矩图                    | 114        |
| 小结         |                            | 128        |
| 习题         |                            | 129        |
| <b>第五章</b> | <b>匀质受弯构件的强度和刚度</b>        | <b>132</b> |
| 第一节        | 匀质梁的正应力强度                  | 132        |
| 第二节        | 匀质梁的剪应力强度                  | 146        |
| 第三节        | 匀质梁的挠度和刚度校核                | 157        |
| 第四节        | 极限弯矩和塑性设计的概念               | 164        |
| 小结         |                            | 166        |
| 习题         |                            | 169        |
| <b>第六章</b> | <b>应力状态和强度理论</b>           | <b>172</b> |
| 第一节        | 研究应力状态和强度理论的意义及基本方法        | 172        |
| 第二节        | 平面应力状态的应力分析                | 176        |
| 第三节        | 主应力                        | 180        |
| 第四节        | 广义虎克定律                     | 187        |
| 第五节        | 强度理论                       | 191        |
| 小结         |                            | 203        |
| 习题         |                            | 204        |
| <b>第七章</b> | <b>钢筋混凝土受弯构件的强度</b>        | <b>207</b> |
| 第一节        | 钢筋混凝土梁的试验研究结果和强度计算方法       | 207        |
| 第二节        | 单筋矩形梁(板)横截面的强度计算           | 211        |
| 第三节        | 双筋矩形梁横截面的强度计算              | 227        |
| 第四节        | T形截面梁横截面的强度计算              | 230        |
| 第五节        | 钢筋混凝土梁的主拉应力                | 240        |
| 第六节        | 钢筋混凝土梁斜截面的强度计算             | 245        |
| 第七节        | 梁的材料图                      | 252        |
| 小结         |                            | 256        |
| 习题         |                            | 257        |
| <b>第八章</b> | <b>钢筋混凝土受弯构件的抗裂和裂缝宽度计算</b> | <b>260</b> |
| 第一节        | 抗裂计算                       | 260        |
| 第二节        | 限制裂缝开展宽度的计算                | 263        |
| 第三节        | 东风拦河闸工作桥纵梁计算实例             | 272        |
| 小结         |                            | 285        |
| 习题         |                            | 286        |
| <b>第九章</b> | <b>压杆的稳定</b>               | <b>287</b> |
| 第一节        | 工程结构中杆件的稳定问题               | 287        |
| 第二节        | 细长压杆的临界力                   | 290        |
| 第三节        | 压杆的临界应力                    | 295        |
| 第四节        | 压杆的设计                      | 296        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 小结                          | 302        |
| 习题                          | 303        |
| <b>第十章 钢筋混凝土轴心受压(拉)构件</b>   | <b>305</b> |
| 第一节 工程实际中的轴心受压(拉)构件         | 305        |
| 第二节 轴心受压钢箍柱的计算              | 306        |
| 第三节 轴心受拉构件的计算               | 311        |
| 小结                          | 314        |
| 习题                          | 314        |
| <b>第十一章 匀质偏心受压(拉)构件</b>     | <b>315</b> |
| 第一节 工程实际中的偏心受压(拉)构件         | 315        |
| 第二节 匀质偏心受压(拉)构件的强度计算        | 316        |
| 第三节 偏心受压杆件的纵向弯曲             | 319        |
| 第四节 混凝土偏心受压构件               | 323        |
| 第五节 空心墩的结构计算                | 326        |
| 第六节 混凝土重力坝的应力近似分析           | 339        |
| 第七节 混凝土重力坝的应力计算实例           | 346        |
| 小结                          | 349        |
| 习题                          | 350        |
| <b>第十二章 钢筋混凝土偏心受压(拉)构件</b>  | <b>352</b> |
| 第一节 工程实际中的钢筋混凝土偏心受压(拉)构件    | 352        |
| 第二节 钢筋混凝土偏心受压构件的强度计算公式      | 354        |
| 第三节 钢筋混凝土偏心受压构件强度计算的步骤和构造规定 | 359        |
| 第四节 对称配筋偏心受压构件的强度计算         | 366        |
| 第五节 钢筋混凝土偏心受拉构件的强度计算        | 368        |
| 第六节 钢筋混凝土偏心受压(拉)构件的抗裂计算     | 372        |
| 第七节 钢筋混凝土牛腿设计               | 373        |
| 第八节 红旗渡槽矩形槽身设计实例            | 379        |
| 小结                          | 389        |
| 习题                          | 391        |
| <b>第十三章 受扭构件</b>            | <b>393</b> |
| 第一节 工程实际中的受扭构件              | 393        |
| 第二节 匀质圆形截面杆的扭转              | 394        |
| 第三节 匀质矩形截面杆的扭转              | 398        |
| 第四节 钢筋混凝土受弯-受扭构件            | 400        |
| 小结                          | 402        |
| 习题                          | 403        |
| <b>第十四章 构件的连接计算</b>         | <b>404</b> |
| 第一节 构件的连接                   | 404        |
| 第二节 剪切和承压的实用计算              | 405        |
| 第三节 螺栓连接                    | 408        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第四节 焊接连接·····                        | 418 |
| 小结·····                              | 425 |
| 习题·····                              | 426 |
| <b>附录 I 平面图形的几何性质</b> ·····          | 428 |
| 第一节 研究平面图形几何性质的意义·····               | 428 |
| 第二节 重心、形心和面积矩·····                   | 429 |
| 第三节 惯性矩、惯性积和极惯性矩·····                | 436 |
| 第四节 平行移轴公式·····                      | 442 |
| 第五节 形心主轴和形心主惯性矩的概念·····              | 446 |
| <b>附录 II 型钢表</b> ·····               | 450 |
| <b>附录 III 钢筋的截面面积、重量和弯钩长度表</b> ····· | 462 |



## 附表索引

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 表 1-1  | 常用材料的容重                                 | 28  |
| 表 3-1  | 常用钢材的主要力学性质                             | 83  |
| 表 3-2  | 钢材分组的尺寸                                 | 84  |
| 表 3-3  | 普通钢筋混凝土结构常用热轧钢筋的主要力学性质                  | 85  |
| 表 3-4  | 钢筋冷拉参数                                  | 86  |
| 表 3-5  | 钢筋的平均屈服极限                               | 87  |
| 表 3-6  | 混凝土强度随龄期的相对增长率                          | 89  |
| 表 3-7  | 混凝土的强度极限                                | 89  |
| 表 3-8  | 混凝土的弹性模量                                | 92  |
| 表 3-9  | 确定木材应力等级的检验指标                           | 94  |
| 表 3-10 | 钢材的容许应力                                 | 93  |
| 表 3-11 | 常用木材的容许应力和弹性模量                          | 99  |
| 表 4-1  | 内力图的特性及其相互之间的关系                         | 125 |
| 表 5-1  | 几种常用梁在各种受力情况下的变形                        | 161 |
| 表 5-2  | 匀质受弯构件的容许挠度                             | 164 |
| 表 5-3  | 几种薄壁截面的弯曲中心位置                           | 169 |
| 表 7-1  | 钢筋混凝土结构的强度安全系数                          | 212 |
| 表 7-2  | $A_0$ 与 $\alpha$ 值计算表                   | 217 |
| 表 7-3  | 绑扎钢筋接头的搭接最小长度                           | 221 |
| 表 7-4  | 钢筋焊接接头                                  | 222 |
| 表 7-5  | T形梁翼缘计算宽度                               | 231 |
| 表 8-1  | 钢筋混凝土构件的裂缝平均宽度容许值                       | 263 |
| 表 8-2  | 锚钩长度                                    | 284 |
| 表 8-3  | 钢筋混凝土受弯构件不需作刚度(挠度)验算的最小高跨比              | 286 |
| 表 9-1  | 杆端支承方式与相应的临界力                           | 293 |
| 表 9-2  | 轴心受压杆件纵向弯曲系数                            | 298 |
| 表 9-3  | 截面惯性半径的近似值                              | 299 |
| 表 10-1 | 钢筋混凝土轴心受压构件纵向弯曲系数                       | 308 |
| 表 11-1 | 混凝土结构的强度安全系数                            | 323 |
| 表 11-2 | 混凝土构件的纵向弯曲系数                            | 324 |
| 表 12-1 | 钢筋混凝土偏心受压构件的 $\alpha_e$ 值               | 359 |
| 表 13-1 | 矩形截面受扭杆件系数 $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $c$ 的数值 | 400 |
| 表 14-1 | 普通螺栓的标准直径与相应的横截面面积                      | 410 |
| 表 14-2 | 普通螺栓连接的容许应力                             | 410 |
| 表 14-3 | 铆钉连接的容许应力                               | 414 |
| 表 14-4 | 高强螺栓连接构件间的摩擦系数 $f$ 值                    | 416 |

|         |                     |     |
|---------|---------------------|-----|
| 表 14-5  | 高强螺栓的预拉力 $P$ 值      | 416 |
| 表 14-6  | 焊缝的容许应力             | 421 |
| 表 14-7  | 角钢与板件连接时两侧焊缝面积分配值   | 424 |
| 表 I-1   | 常用截面的几何性质           | 448 |
| 表 II-1  | 厚钢板(GB709-65)       | 450 |
| 表 II-2  | 等边角钢(YB166-65)      | 451 |
| 表 II-3  | 不等边角钢(YB167-65)     | 455 |
| 表 II-4  | 普通槽钢(GB707-65)      | 458 |
| 表 II-5  | 普通工字钢(GB706-65)     | 460 |
| 表 III-1 | 钢筋的截面面积、重量和弯钩长度     | 462 |
| 表 III-2 | 各种钢筋间距时板宽一米内钢筋的截面面积 | 463 |

## 绪 论

在伟大领袖毛主席和中国共产党的领导下,我国的水利建设事业取得了辉煌成就,大、中、小型水利工程遍布祖国各地。

在水利工程中,为了满足各种使用要求,需要兴建不同的水工建筑物,例如渡槽、水闸、排灌站、水电站和水坝等。在建造这些建筑物时,需要进行结构设计。水利类专业的《工程力学与工程结构》就是研究水工建筑物结构设计中有关力学分析和结构计算及构造问题的一门课程。

下面分别就工程力学与工程结构的研究对象、基本任务和结构设计的一般程序以及工程力学与工程结构在我国的发展等问题进行介绍。

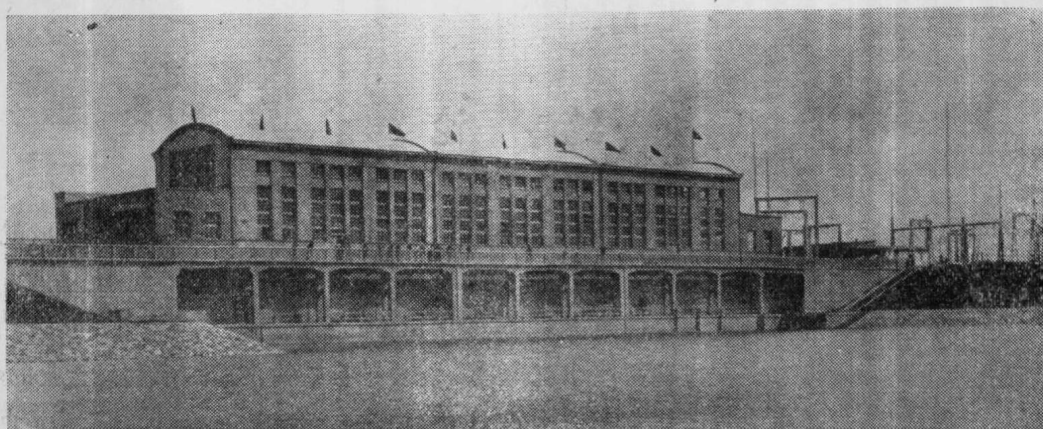
### 第一节 工程力学与工程结构的研究对象

毛主席教导我们:“理论的基础是实践,又反过来为实践服务。”工程力学与工程结构是在生产实践和科学实验的基础上发展起来的,工程力学与工程结构的理论又反过来为工程结构的设计和施工服务。水利类专业的工程力学与工程结构研究的对象就是水工建筑物的结构和构件。

例如,图 0-1 所示的排灌站,其横剖面和纵剖面如图 0-2 中所示,它上部厂房的主体部分是由圆筒形薄壳屋盖、拱肋、吊车梁和柱子等组成。厂房受到各种力(如风力、屋顶积雪重量、吊车的作用力和厂房各部分的自重等)的作用。这些主动作用于建筑物上的力在工程中叫做“荷载”。建筑物中承受荷载和传递荷载作用的部分叫做“结构”。结构又是由若干“构件”组成的。薄壳屋盖、拱肋、吊车梁和柱子等都是“构件”,由这些构件组成了“厂房结构”。

当我们进行厂房结构设计时,面对着整个厂房如何下手呢?“全局是由局部构成的”。整体是由部分组成的,整体与部分是辩证的统一。我们首先要对厂房进行整体结构布置,然后把厂房结构分解成各个基本构件(图 0-3),逐个进行设计,设计时要考虑各构件在厂房结构整体中的地位以及它们之间的联系。这样,就把一个庞大而复杂的厂房的结构设计,化为一些相对小的、比较简单的构件设计,然后再通过构造处理将各个构件联系起来,就构成了厂房结构的整体。简单地说就是:在整体指导下化整(整个结构物)为零(单个构件),各个解决,然后合零为整(处理好各个构件之间的联系),设计出一个完整的结构物。这种整体统帅局部、分割解决的办法是结构设计中很重要的一个方法。但是必须指出,随着设计方案和计

算方法的不同，“化整为零”和“合零为整”的方法也可能不同，而其中的“零”，可以是一些单个构件，也可以是由一些构件组成的构件系统。



(a)



(b)

图 0-1

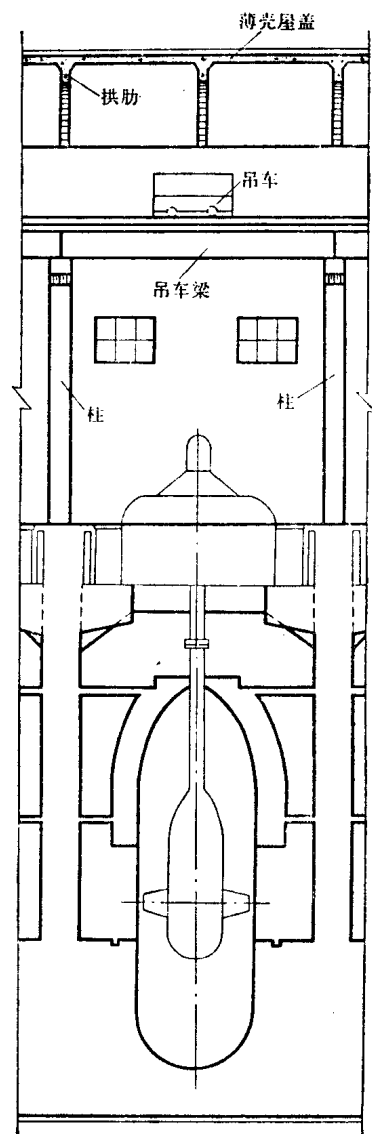
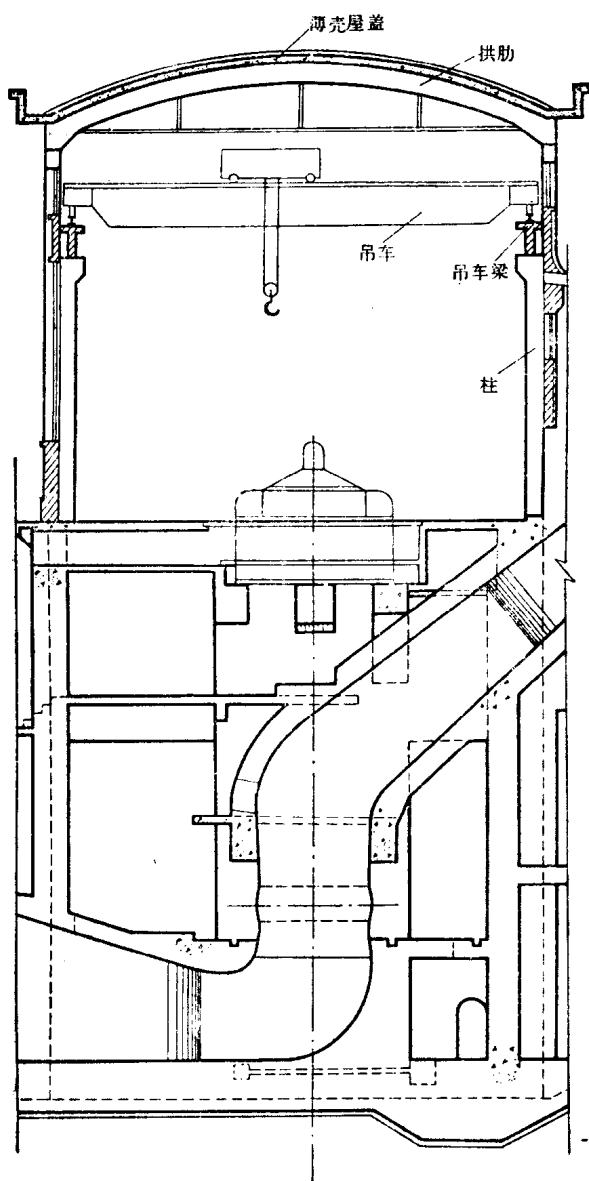


图 0-2

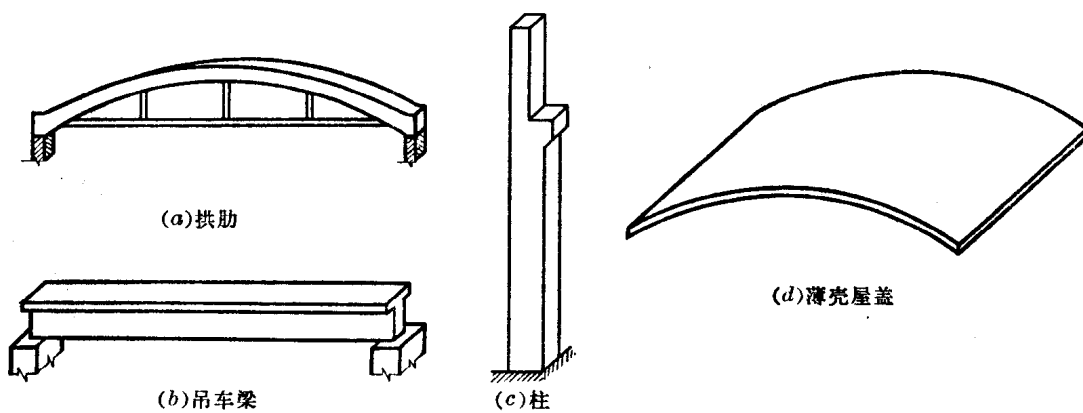


图 0-3

对于图 0-4 中所示水闸的工作桥(启闭台)和挡土墙结构, 在进行设计时, 同样可以将它们分解为如图 0-5 中所示的面板、纵梁、边梁、悬臂梁、挡土墙和刚架等。

一般的混凝土重力坝是由若干个坝段组成的, 图 0-6 中所示的是混凝土重力坝中的一个坝段, 它可以看作是一个大体积的混凝土构件。

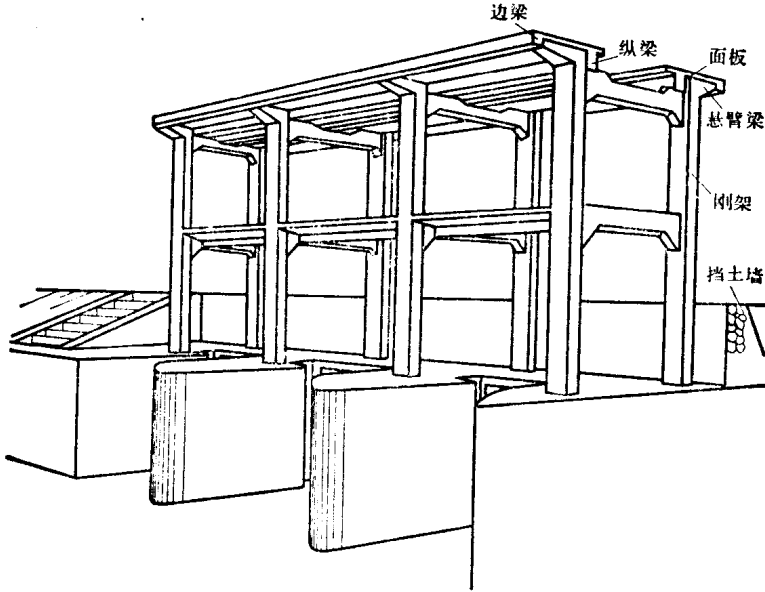


图 0-4

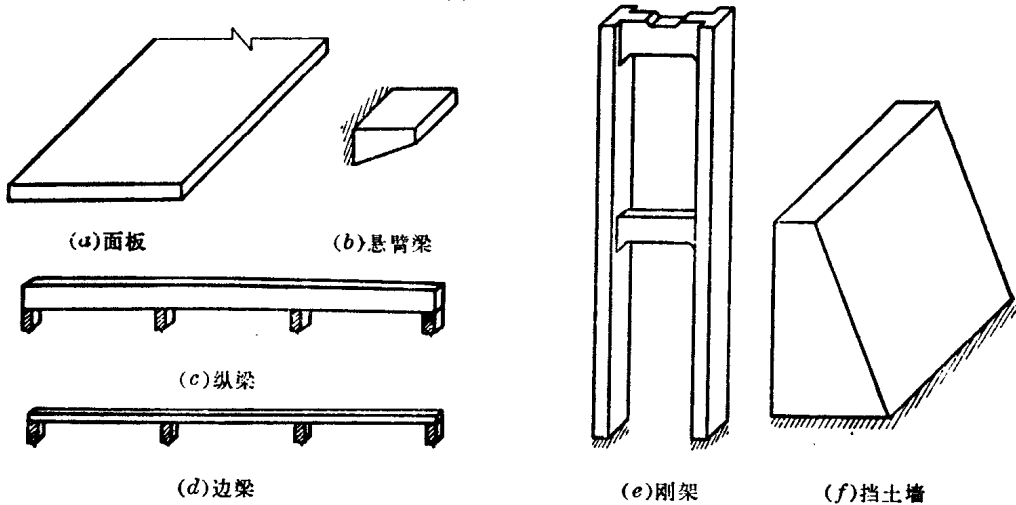


图 0-5

一般的结构物都可以象上面所列举的结构一样, 将它们分解为一些基本的构件或构件系统。在工程实际中, 构件的形式虽然是多种多样的, 但是“由于每一个事物内部不但包含了矛盾的特殊性, 而且包含了矛盾的普遍性”, 因此, 它们都分别具有某些共同的特点。我们可以根据某些主要的共同点对它们进行抽象、概括和分类的工作, 以便于对它们进行研究。例如根据它们的几何特征就可以将各种各样的构件归纳为以下四类:

(1) 杆件 如图 0-7a 所示, 它们的几何特征是细而长, 即  $l \gg h$ ,  $l \gg b$ 。杆件又可分为

直杆和曲杆。例如图 0-3 中的吊车梁、柱子和图 0-5 中的悬臂梁、纵梁、边梁等都是直杆。图 0-3 中的拱肋就是曲杆。用杆件可以组成各种杆件系统(又称杆件体系),如图 0-5 中所示的刚架就是由梁和柱子组合而成的杆件系统。

(2) 板和壳 如图 0-7b 所示,它们的几何特征是宽而薄,即  $a \gg t$ ,  $b \gg t$ 。平面形状的称为板,曲面形状的称为壳。例如,图 0-5 中的面板就是板,图 0-3 中的薄壳屋盖就是壳。

(3) 块体 如图 0-7c 所示,它的几何特征是在三个方向的尺寸都是同量级大小的,如图 0-5f 所示的挡土墙、图 0-6 所示的混凝土坝就是块体。

(4) 薄壁杆件 如图 0-7d 所示的槽形钢材就是一个例子。它的几何特征是长、宽、厚三个尺寸  $l, b, t$  都相差很悬殊,即  $l \gg b \gg t$ 。

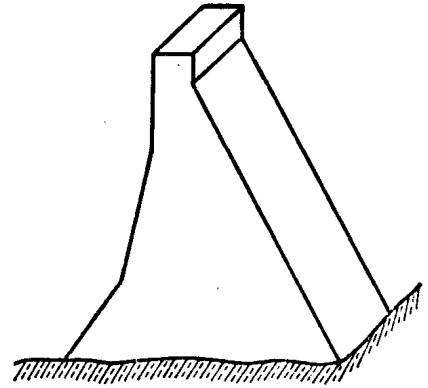
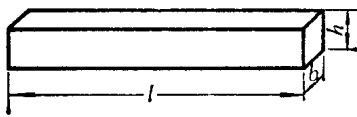


图 0-6

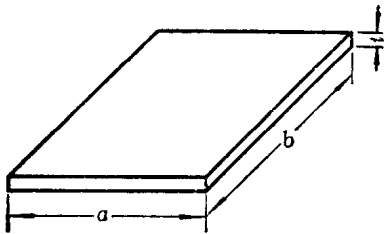


直杆

(a)



曲杆

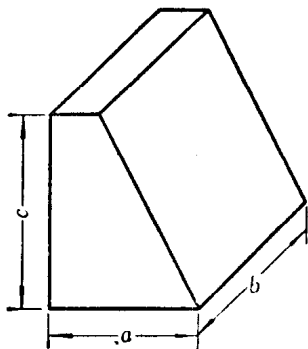


板

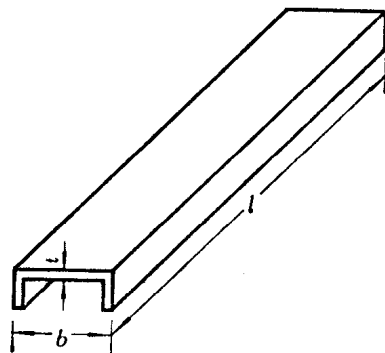
(b)



壳



(c) 块体



(d) 薄壁杆件

图 0-7

工程力学与工程结构的研究对象，主要就是上述这些基本构件以及由它们所组成的结构。

如果我们根据构件的受力与变形特点，则可将构件归纳为：受拉(压)构件、受弯构件、受剪构件和受扭构件等几种基本形式。在工程实际中，有些构件的受力与变形情况比较简单，只是上述几种基本形式中的某一种，有些则比较复杂，可能是几种基本形式的综合。在本书中将对上述的几种基本构件及其组合情况分别进行研究。

## 第二节 工程力学与工程结构的基本任务和结构设计的一般程序

### 一、工程力学与工程结构的基本任务

“人在实践过程中，开始只是看到过程中各个事物的现象方面”。例如，图 0-1 所示的吊车梁，在所受荷载的作用下，会发生弯曲变形，当梁的变形过大时，吊车的行驶就会不平稳，钢筋混凝土的吊车梁还会发生裂缝。当吊车梁所受的荷载超过一定限度时，梁甚至会弯断破坏。又如，柱子在竖向荷载作用下会发生压缩变形，如果柱子过于细长，还有可能在过大的竖向荷载作用下突然屈曲，由直变弯而破坏。

所有这些现象说明了什么问题呢？我们必须进一步“从感性认识跃进到理性认识”，“到达于逐步了解客观事物的内部矛盾”。

我们知道，在工程实际中，构件的主要作用是承受荷载和传递荷载，由于荷载的作用，将使构件产生变形，并且存在着发生破坏的可能性。但是构件本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力，叫做“承载能力”。构件承载能力的大小与构件的材料性质、几何形状和尺寸、受力性质、工作条件以及构造情况等有关。构件所受的荷载与构件本身的承载能力是矛盾的两个方面。在结构设计中，当其他条件已经确定时，如果把构件的截面设计得过小，构件的承载能力小于所受的荷载，则结构将因发生过大的变形不能正常地进行工作，或因强度不够迅速地破坏倒塌。如果把构件的截面设计得过大，构件的承载能力过分地大于所受的荷载，又会造成人力、物力上的浪费。可见，在结构设计中，既要分析荷载这一方，又要对构件的承载能力这一方进行研究。同时，还要正确地认识和运用荷载与承载能力之间的对立统一规律，使两者互相适应，设计出最合理的结构。

由上可知，在设计过程中尽管会遇到很多矛盾，但其中构件所受的荷载与构件本身的承载能力之间的矛盾则是贯串整个结构设计全过程的基本矛盾。在设计工作中，一定要贯彻执行党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，一定要全面地分析和处理好这个基本矛盾，把设计工作搞得更好。这就是工程力学与工程结构的基本任务。

在工程实际中，构件所受的荷载与构件本身承载能力之间的矛盾可能表现为以下几个方面的问题：

1. 构件在荷载的作用下发生破坏。例如，当吊车起吊重物时，吊车梁可能被弯曲断裂。因此，在设计任何构件时，都要首先保证在荷载作用下不会发生破坏，也就是说，构件必须有



足够的强度。这时基本矛盾表现为“强度问题”。

2. 在荷载作用下,构件虽然有足够的强度不致发生破坏,但如果产生的变形过大,也会影响它的正常使用。例如,吊车梁的变形如果过大,吊车就不能在它上面正常地行驶。因此,设计时还要保证构件的变形数值不超过正常工作所容许的范围,也就是说,构件要有足够的刚度。这时基本矛盾就表现为“刚度问题”。

3. 对于比较细长的中心受压构件(如细长的中心受压柱子),当压力超过某一定值时它会突然地由直变弯,改变它原来受压的工作性质,发生弯曲破坏。这种现象叫做丧失稳定。因此,设计时必须保证构件不会丧失稳定,也就是说,构件要有足够的稳定性。这时基本矛盾就表现为“稳定问题”。

此外,对于水利工程中经常遇到的钢筋混凝土构件,它的承载能力有时还要受到一个特殊要求的控制。这就是为了保证构件不发生钢筋锈蚀、渗水等不正常现象,不能容许混凝土出现裂缝,或者在出现裂缝后,其裂缝的宽度不能超过某一容许的范围。因此,在设计钢筋混凝土构件时,基本矛盾又可能表现为“裂缝问题”。

可见,要处理好构件所受的荷载与构件本身的承载能力这个基本矛盾,就必须保证设计的构件有足够的强度、刚度和稳定性(对于钢筋混凝土构件,有的还要满足限制裂缝方面的要求)。

## 二、结构设计的一般程序

结构设计是一种综合性的工作,需要围绕着荷载与承载能力这个基本矛盾从各个有关的方面来进行研究。下面按照结构设计的一般程序来分别介绍它们的主要内容。

1. 调查研究,收集和分析关于结构的建筑目的、必须满足的要求、荷载的情况、地形和地基以及建筑材料等方面的资料,遵照党的社会主义建设的总路线和有关的方针政策,为建筑物选择合理的结构型式和建筑材料,进行结构布置,确定恰当的设计方案。

2. 分析结构在施工和使用过程中所受的外力情况,按照国家标准确定出它的设计荷载。与此同时,也要确定其他需要考虑的外部影响因素(例如温度变化、地基沉陷等)。

3. 进行结构的力学计算、结构实验和材料实验以及截面的设计工作。力学计算包括计算在荷载作用下结构的支承反力、结构各部分间相互作用的内力以及结构的变形情况。截面设计包括根据结构在强度、刚度和稳定(钢筋混凝土结构还有限制裂缝)等方面的要求,设计构件的截面形状和尺寸,对钢筋混凝土结构还要配置钢筋。这些工作必须参照国家有关主管部门颁布的设计规范来进行,同时也要注意及时总结生产实践中的先进经验,反映工农兵的发明创造。

在结构设计中,有时需要了解某些材料的力学性质,必须进行材料实验。对于复杂的或者尺寸比较特殊的结构,其变形情况和内力分布规律用一般计算方法来求不一定可靠或很冗繁时,还必须通过专门的结构实验来确定。

4. 为了保证结构具有设计的承载能力,在整个设计过程中还需要对结构的构造要求和施工工艺等问题进行研究。