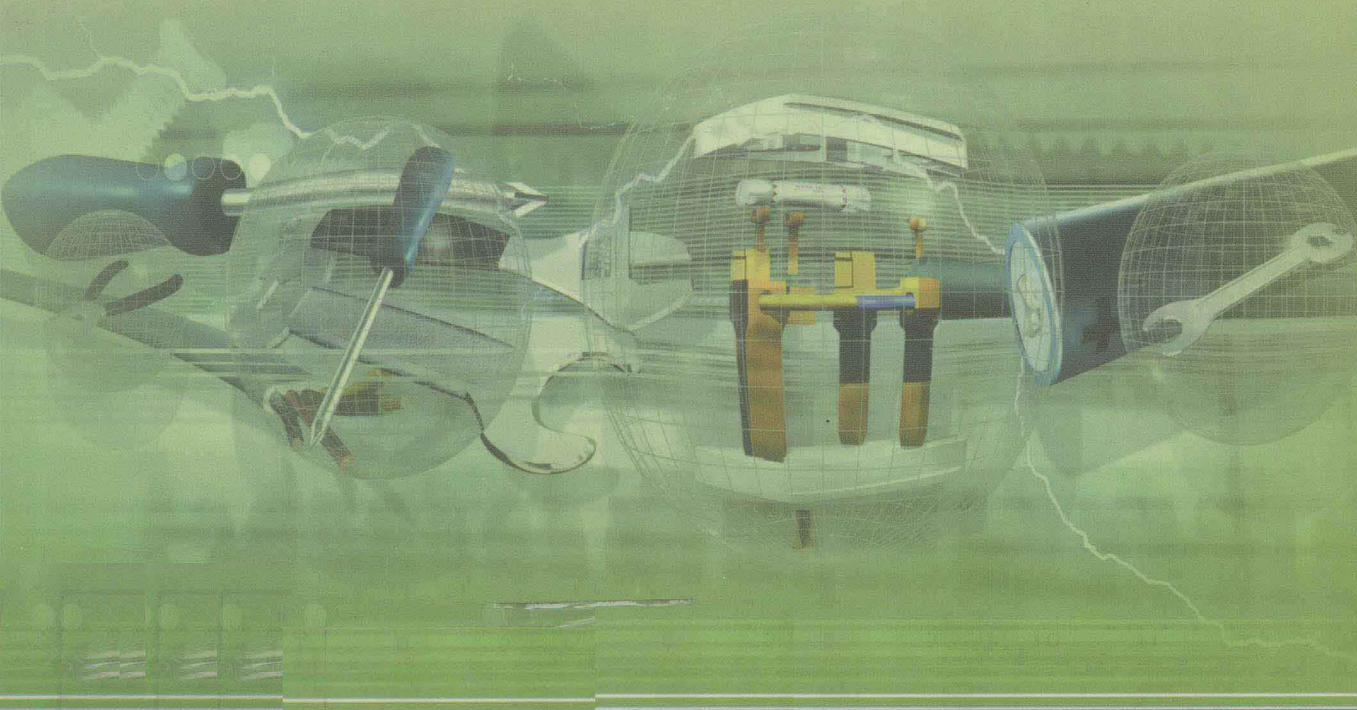


技术设计实践

许琼 主编



中国出版集团

现代教育出版社

技术设计实践

主 编 许 琼

副主编 唐晓波 邰育红

江苏工业学院图书馆
藏书章

现代教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

技术设计实践 / 许琼主编. —北京: 现代教育出版社,
2007.9

ISBN 978-7-80196-512-7

I. 技… II. 许… III. 工业设计-师资培训-教材
IV. TB47

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第143487号

技术设计实践

JISHU SHEJI SHIJIAN

主 编: 许 琼

责任编辑: 王春霞 李叶

出 版: 现代教育出版社

(北京市朝阳区安华里504号E座 邮政编码: 100011)

印 刷: 北京市艺辉印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 11

字 数: 200千字

版 次: 2007年9月第1版, 2007年12月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-80196-512-7

定 价: 24.00元

前言

当前，为了培养知识广博的人才，世界著名的综合大学都开设了培养学生技术素养的公共选修课，通用技术课程也在我国应运而生。

在我国，高中课程改革中增设了通用技术课程，包括两个必修模块和七个选修模块。本书参照国家《高中通用技术课程标准》的要求编写，为高中通用技术课程教师和校外科技活动指导教师提供深造的学习资料和课堂活动资源。本书与《技术设计基础》配合使用，内容以案例分析和实操指导为主，为学习者提供设计实践的课题，培养学员的技术设计实践能力。

本书具体内容为具有典型意义的专题性技术设计，它们是结构与设计、流程与设计、系统与设计、控制与设计。这些技术设计专题具有丰富的思想内涵和广泛的应用性，实施条件也具有一定的开放性。

本书内容由三部分组成：第一部分是对设计原理的概述；第二部分提供该设计范围内的典型案例，进一步阐释设计原理，帮助学习者学习设计过程，领会设计思想；第三部分设计了适于学习者实际操作的技术设计课题，在这个部分，阐明设计原理，搭建“脚手架”，引导学习者自己设计，并给出该设计在实际生活中的应用情况。设计课题按照由浅入深的顺序排列。设计课题由任课教师根据条件选用。

本书可作为综合技术教育本科学习的教材，也可用于教师继续教育。

由于编者水平有限，全书难免有不尽人意之处，敬请广大读者批评、指正。

编者

2007年2月

目 录

第一章 设计中的结构	1
第一节 设计中的结构原理简述	1
第二节 设计中的结构案例分析	9
第三节 结构设计实操活动	18
第二章 控制与设计摘要	35
第一节 控制原理	35
第二节 控制设计案例分析	37
第三节 控制设计实操	41
第三章 设计中的流程	59
第一节 流程概述	59
第二节 流程设计的案例	62
第三节 流程设计实操	75
第四章 系统与设计的实践	79
第一节 系统设计的基本观点与方法	79
第二节 系统设计的案例与实操	82
第五章 创新的灵魂——创意	117
第一节 创意与创新思维	117
第二节 技术发明的案例分析	120
第三节 技术发明实操——发明活动	129
第六章 计算机辅助设计（CAD）技术	163
第一节 CAD系统的基本功能	163
第二节 LightWave 3D 应用示例	164

第一章 设计中的结构

第一节 设计中的结构原理简述

结构（structure）是指物体（如房屋、桥梁、机械、家具、生命体等）中的一部分，在环境因素的影响下起着维持该物体形状的作用。环境是指任何与结构相接触的物质，也包括结构本身，例如风、温度、地震、重力等都会通过对结构施加作用而影响结构。环境主要以力和荷载的形式影响结构。

一、结构的特点与功能

（一）结构的特点

1. 结构的物质性

结构是人类对物质存在方式的认知，是抽象思维的结果。结构与物质是同一事物的两个方面，一虚一实，互相依存，密不可分，是矛盾统一体，各方都以对方的存在为条件，任何一方都不能失去对方而独立存在。我们研究结构，首先必须强调结构的物质性，离开物质性研究结构，极易陷入神学和宗教的领域。在结构科学研究中，我们更加关注物质结构和结构表现出来的特性与功能。

2. 结构的普遍性

结构存在于万物之中，大至宇宙，小至分子、原子、生物细胞、遗传基因等等，都有自己的特殊结构。人类社会也同样存在复杂的社会、经济、文化等结构，我们身边发生的大小事情，也是由时间、地点、人物、起因、经过、结果等诸元素以特定的结构组成的。因此，结构是物质的自然属性，自然界的一切形态都通过结构合理地组织在一起，都嵌在结构上，离开结构，就失去存在的合理性和必然性。

3. 结构的时空性

结构的时空性表现在物质对时空的占有方式上,时空不仅为物质提供了栖息的场所和载体,提供了运动舞台,而且是结构的重要因素和内容。因此,结构是物质占有时空的方式,结构不同,亦即物质占有时空的方式不同。同一种物质,由于占有的空间维数不同,物质的性质就产生了变化。物质的组合、排列、构架都遵循一定的次序规则,以一定的次序占有时空,例如晶体是一列列规规矩矩地排列的原子。

4. 结构的系统性

所谓系统,就是由相互联系和相互作用的诸因素所组成并且有特定功能的总体。任何系统都不是它的组成因素的简单相加,而是这些因素在特定联系方式的数量配比下形成的有机总体,例如动物的神经系统、呼吸系统、消化系统等等。结构有单一结构、复合结构和复杂结构三种。其中,复合结构和复杂结构具有系统性。结构总体具有不同于组成因素(或子系统)的新功能,总体“大于”各组成部分的孤立属性之简单总和。例如,电视机是一个总体,它包括高频、电源等五个子系统,这些组成部分单独存在时都不具备接收音像的功能,只有它们有机组合在一起,才能成为人们的“千里眼”和“顺风耳”。这是系统的总体性原理,也是结构的系统性原理。

(二) 结构的功能

物质的功能、特性,主要取决于它的结构。结构不仅是万物存在的方式,而且也是万物存在的意义和价值本源,因此,结构即万物的内在本质。从这个意义上理解结构,可知结构对物质的主导作用不是一种外在的控制,而是一个内在的决定。

1. 安全性。安全性要求结构承担在正常施工和正常使用时可能出现的各种作用,包括直接作用和间接作用,而不产生破坏,并且在设计规定的偶然事件发生时以及发生后,能保持必需的整体稳定性,不至于因局部损坏而产生连续破坏。

2. 适用性。适用性要求结构在使用时能满足正常的使用要求,具有良好的工作性能。如桥梁结构的变形不能过大,否则影响车辆的运行;墙板的裂缝不能过宽,否则会出现渗水并影响观瞻等等。这些虽然可能对结构的安全影响不大,但影响结构的正常使用。

3. 耐久性。耐久性要求结构在正常使用和维护条件下,在规定的使用期内,能够满足安全和使用功能的要求,如材料的老化、腐蚀等不能超过规定的限制,否则将影响结构的安全和正常使用。

二、结构的类型

结构的类型很多,按照不同的标准可分为不同的类型。

1. 按空间观点, 结构可分为平面结构和空间结构两类。平面结构或空间结构的叫法, 通常是指对结构内力进行分析的模式, 而不是指它们的形状。若组成结构的所有杆件的轴线均在一个平面内, 且载荷也在同一平面内, 则此结构为平面结构, 否则为空间结构。

2. 按计算所用方法不同, 结构可分为静定结构和超静定结构。如果一个结构所有反力和任一截面的内力都可用静力平衡条件求得且其值是唯一确定的, 就称为静定结构。如果反力或内力单由静力平衡条件求得但不是唯一确定的, 还需要同时考虑变型条件才能求得时, 就叫超静定结构。

3. 工程结构按照使用的材料形式可分为钢筋混凝土结构、砖体结构、钢结构、组合结构和木结构。

钢筋混凝土结构由钢筋和混凝土两种材料组成, 它的优点是强度高, 耐久性、耐火性及抗震性能好, 因此, 它被广泛应用于工业和民用建筑中。但钢筋混凝土结构也存在着自重大, 抗裂能力差, 现浇费工、费模板、工期长等缺点。

砖体结构是用砖、石等块材用砂浆砌筑而形成的整体, 以砌体作为建筑的主要承重骨架的结构形式。该结构具有造价低、耐久性好、施工工艺简单等优点, 因此, 在工业和民用建筑中应用较为广泛。其缺点在于强度低、自重大、施工速度缓慢、抗拉性能差等。

钢结构是由钢材制成的结构, 其优点是强度高、自重轻、材质均匀、制作简单、运输方便等。但是, 钢结构也有一些缺点, 如因钢材易生锈, 需要定期进行防锈和除锈, 维修费用高; 另外, 钢材在高温下会变形甚至熔化, 遇到火灾时结构易丧失承载能力。目前, 钢结构主要用于屋盖结构、大跨度结构、高层建筑等。

组合结构是根据结构的特点及不同功能选用不同的结构材料, 从而形成一种具有多种材料的组合结构。

木结构是指用木材作为建筑物的承重骨架的结构。由于木结构可以就地取材、加工制作简单、施工方便, 所以, 在木材产地采用较多。

4. 按照几何特征, 结构可分为杆件结构、薄壁结构(或板壳结构)、实体结构(或块体结构)。杆件是指其长度远远大于其他两个尺度即截面的宽度和高度, 如房屋建筑中的梁和柱。由杆件组成的结构便称为杆件结构或杆系结构。薄壁结构是指其厚度远小于其他两个尺度即长度和宽度的结构, 如板或壳。实体结构的三个方向的尺度相近, 如地基、水坝等(如图1.1)。

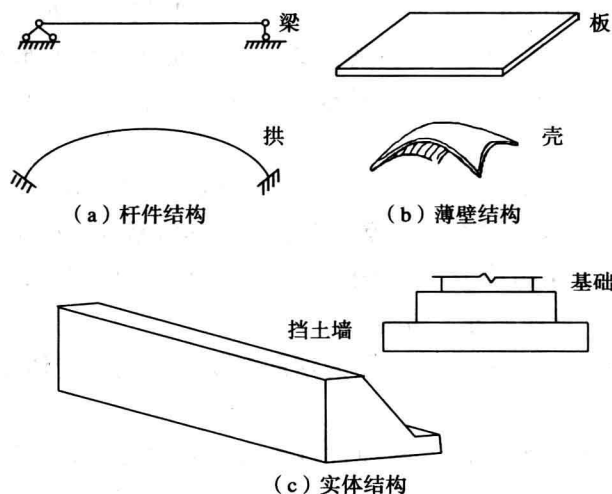


图1.1

三、结构受力分析

(一) 荷载与结构

当一个结构受到外力作用时，内部各质点之间的相互作用会发生改变，产生一种抵抗的力，称为内力。应力是构件单位截面上所产生的内力，当应力达到某一极限时，结构就会遭到破坏。

应力公式：

$$\sigma = F/S$$

其中F为内力，S是受力面积， σ 是应力。

荷载或载荷，指周围环境或其他任何物体（包括结构本身或其他结构）作用于该结构上的力，例如结构的自重、楼面的使用荷载、列车的轮压等。根据外力作用的具体情况，荷载可分为集中荷载和分布荷载。分布荷载在杆系结构中用荷载的线分布集度来表示，即沿杆轴单位长度上的作用力。分布荷载可以是均匀分布的，也可以是非均匀的。楼面荷载、人群荷载等为均布荷载，静水压力则为非均布荷载，或称均变荷载。一般地说，集中荷载是有一定着力点的力（例如轮压力、柱压力等）。事实上，这种荷载也分布于结构的一定长度或表面上，但是这个长度或表面比结构的长度或表面要小得多，因此，荷载就被视为作用于一点上。

一般情况下，作用于结构上的多个荷载不处于平衡状态，其中的一些荷载是在不断变化的，然而，结构通常是静止的，即处于平衡状态。显然，为了保持这一平衡状态，要有其他作用于此结构的力与施加的荷载处于平衡状态。我们称这些力为反作用力——它们“反作用”于该结构以保持结构平衡。这些反作用力通常由结构的支撑体——一般为地基或由另一个结构提供。现实中我们看到：用到的结构都受到各种各样的力的作用，但均能抵抗这些外力，并保持自身的形状不变。例如椅子

能承受人体的压力和自身的重力，桥梁能承受自身重力及负载的压力、大风的作用力、雨雪荷载等其他外力。

(二) 结构形式对内力的影响

结构构件的形状，特别是它们在纵向轴与施加荷载模式相关的形状决定了内部所发生的内力种类，并且影响这些力的大小。这两种因素——由特定荷载所产生的内力的种类和大小对于能够得到的结构效应有明显的影响，因为它们决定着保证构件具有足够强度和刚度所需材料的用量。

建筑结构中的构件主要承受轴向内力或弯曲内力，它们也可能承担这些内力的组合。就结构实效来说，轴向内力和弯曲内力的区分是很重要的，因为轴向内力比弯曲内力能够更加有效地被抵抗掉。其主要原因是轴向受力构件截面上发生的应力分布基本上是定值，这种均布应力允许构件中所有材料的应力达到极限。选择好截面尺寸，就可以确保应力达到其所作用的材料能够安全抵抗并充分发挥材料效应的程度，从而使所有材料都发挥全部作用。弯曲应力在截面上每一处的强度都不同（图1.2），在中性轴处为最小，在最外纤维处为最大。因此，只有在最外纤维处的材料能够达到最大应力，大部分材料都未完全达到完全应力值，因此材料没有得到充分利用。

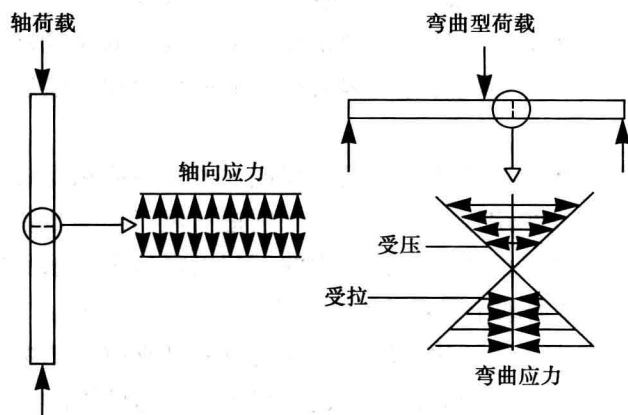


图1.2 轴向应力和弯曲应力

其应力大小在每个截面上都不相同，从一端受压应力最大到另一端受拉应力最大。(a) 承担纯轴向荷载的构件承受轴向应力，应力密度在穿过所有截面平面时均为恒值；(b) 纯弯曲型荷载（即垂直于构件轴向的荷载）使弯曲应力在所有截面上发生。

发生在构件中的内力类型取决于它的主轴（纵向轴）方向和它所承受的荷载方向之间的关系（图1.3）。如果一根杆件是直的，而施加的荷载沿它的纵向轴作用，则轴向内力就会发生；如果所施加的荷载与纵向轴成直角，则发生弯曲型内力；如果倾斜施加荷载，将出现轴向和弯曲应力的组合。仅轴向和仅弯曲情况事实上是最一般组合情况的特例，但它们是在建筑结构中最常见的荷载类型。

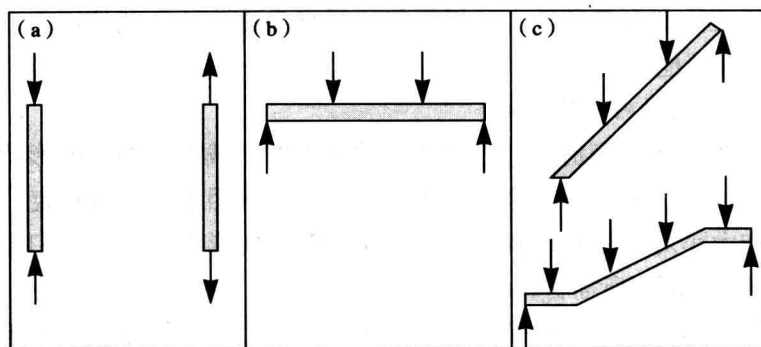


图1.3 荷载与结构构件之间的基本关系

(a) 沿主轴方向的荷载：轴向内力；(b) 与主轴垂直的荷载：弯曲型内力；(c) 与主轴倾斜的荷载：轴向和弯曲混合型内力

(三) 建筑结构受力分析

建筑结构是建筑物抵抗各种外力作用的骨架，作为房屋骨架的建筑结构，必须是稳定的（不能是可变体系）。建筑结构是由材料按照合理方式组成并能承受外力作用的稳定的物体和体系。建筑物下部扩大、与地基相连的部分称为基础，基础也是结构的组成部分，地基是指支撑建筑物的土体或岩石。

房屋的地上部分（如墙或柱子）通常用强度比较高的建筑材料建造，这些材料可以承受较大的应力，从而使房屋的墙或柱子的横截面积可以建造得较小，获得较大的使用空间。

支撑建筑物的土体的强度通常都低于墙或柱子，不能承受较大的应力，为了使房屋下面的土体能够支撑房屋的重量，就必须把房屋下部与地基相连部分的横截面积加大，把房屋上部传来的力分散到较大的面积以降低土体承受的应力。这与沙漠中的骆驼脚掌较大，从而减小了对沙漠的应力的道理是一样的。

在房屋中，屋架支撑在两边的墙上，墙通过基础支撑在地基上。屋架能够抵抗作用在屋顶上的各种外力并把力传到两边的墙上；两边的墙除了能抵抗墙自身的重量、屋架传来的力外，还要抵抗风的作用，并把力传到支撑房屋的地基上。屋架、两边的墙体和基础就组成了房屋最简单的结构。在桥涵中，跨越河流的桥梁抵抗桥上车、人群的作用，并把力传到支撑桥梁的桥墩上；桥墩承受桥梁传来的垂直压力以及土的压力和水的压力，并把力传到地基上。梁和桥墩就组成了桥涵的结构。在闸坝中，坝体要承受很大水的压力而不能有任何移动，也是一种结构。如图1.4。

四、结构要求

为了实现抵抗可能施加在结构上的任何荷载，结构必须具有四种特性：它必须能够达到一种平衡状态；必须稳定；必须具有足够的强度；必须具有足够的刚度。

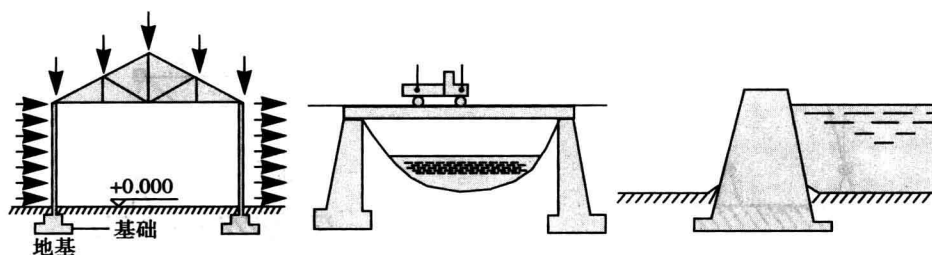


图1.4 三种最简单的房屋、桥涵和闸坝的结构

(一) 平衡

结构必须能够在外部施加荷载作用下达到一种平衡状态。这就要求结构内部的布置及其与基础的连接方式在所有外施荷载作用下必须与基础所产生的反力完全达到平衡。我们以手推车为例进行分析：当手推车不动时，它处在静力平衡状态，由自重和它里面装的东西的重量所产生的重力垂直向下作用，与作用于车轮和其他支承处的反作用力准确地保持平衡。当推车人在车轮上施加了一种水平力时，手推车就水平向前移动，因此，它就不再处于静力平衡状态。这种情况之所以发生，是因为车轮与地面的接触面不能够产生水平反作用力。

(二) 稳定性

结构的稳定性是指保持结构的几何形体并允许结构的构件共同作用于抵抗荷载的性质。在图1.5所示的排架受力试验中，这个排架能够在重力荷载作用下达到平衡状态。具有四个铰接的排架能够达到平衡状态，但却不稳定，因为对于柱的任何轻微的侧向扰动都将导致这个排架的破坏。图中右边的框架通过对角构件布置而保持稳定，但对角构件对抵抗重力荷载没有直接作用。

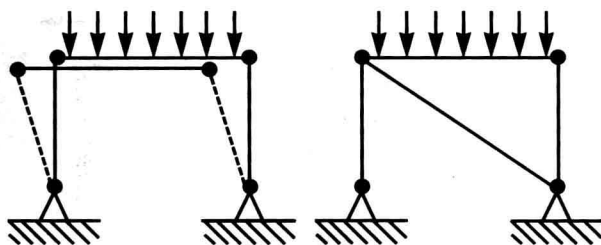


图1.5 结构的稳定性与平衡

可以看出，对于任意构件布置的几何稳定性的基本要求之一，就是结构必须能够抵抗来自正交方向的荷载（平面布置有两个正交方向，三维布置有三个正交方向）。这是构件布置在遇到来自三个正交方向上的力时必须能够达到平衡状态的另一种说法。因此，通过考虑各组相互垂直的作用力对于某种构件布置的影响，就能够判断稳定性。其判断方法为：不管在使用中真正施加的荷载模式是什么，如果这种结构能够抵抗三个方向上的全部作用力，那么它就是稳定的。相反，如果构件布置不能

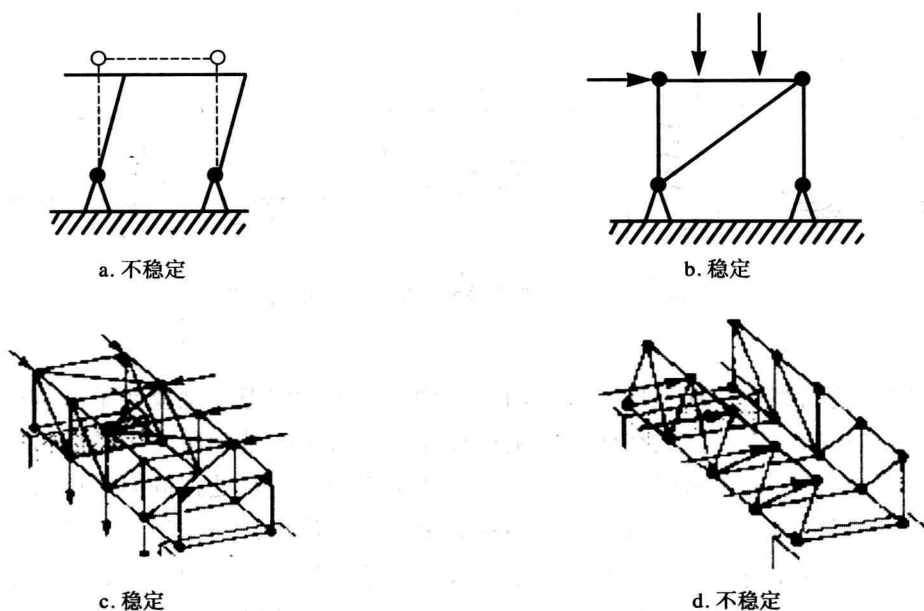


图1.6 排架稳定性的条件

抵抗来自三个正交方向上的作用力，那么它在使用中就是不稳定的，尽管实际中所施加的作用力往往只来自一个方向。如果二维系统在抵抗来自两个相互垂直方向上的力时能够达到平衡，它就是稳定的；如果三维系统能够抵抗来自三个方向上的力，它就是稳定的。

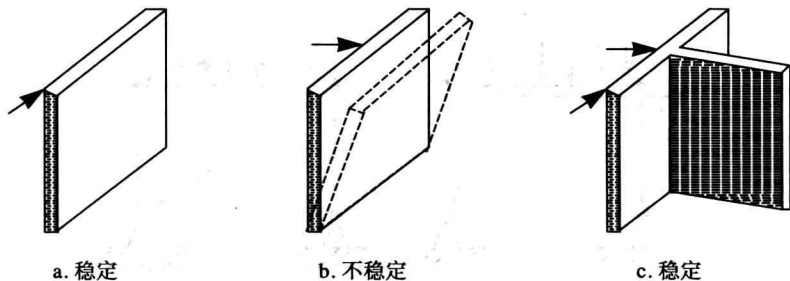


图1.7 围护墙结构的稳定性

(三) 强度与刚度

结构的强度 (strength) 是指结构具有的抵抗被外力破坏的能力，满足强度要求就是要求结构的构件在正常工作时不发生破坏。刚度是指结构或构件抵抗变形的能力，满足刚度要求就是要求结构的构件在正常工作时产生的变形不超过允许的范围。例如：用力弯折直径和长度相等的实心钢管和木头，哪个费劲哪个刚度 (弯曲

刚度)就大。很显然是钢管的大,你有可能把木头弯折,但要弯折钢管就很难。用力弯折长度相等而直径不等的实心钢管,当然是直径小的容易弯折,那就是直径小的刚度小了。荷载施加到结构中,会在构件中产生内力,而在基础部分产生外部反力,因此构件和基础必须有足够的强度和刚度来抵抗这些力。当施加最大荷载时,它们一定不能产生破坏,由最大荷载造成的变形也一定不能过大。观察自然界中的天然结构,如植物的根、茎和叶,动物的骨骼,蛋壳的外壳,可以发现它们的强度和刚度不仅与材料有关,而且和它们的造型有密切的关系。很多工程结构就是受到天然结构的启发而创制出来的。结构设计不仅要考虑结构的强度和刚度,还要做到用料省、重量轻。减轻重量对某些工程尤其重要,如减轻飞机的重量就可以使飞机航程远、上升快、速度大、耗能低。

结构强度、刚度和稳定性受多种因素影响,通常一种因素会同时影响强度、刚度和稳定性,而且结构稳定性和刚度有着直接的关系。一般来说,影响结构强度、刚度和稳定性的因素主要有以下几个:

1. 材料。材料的强度对结构的强度和刚度有着明显的制约作用。不同的材料承受应力极限的能力和受力后变形的性能不同,在其他条件相同的情况下,材料不同,结构强度和刚度也不同。

2. 结构类型。显而易见,不同的结构类型会带来不同的强度、刚度和稳定性。根据建筑对强度、刚度和稳定性的要求进行合适的结构选型,是结构设计的重要一环。

3. 构件断面形状。构件的断面形状影响着构件材料性能的发挥,对于构件的强度和刚度也有很大影响。

可以看出,对于结构各指标的控制应该考虑结构的实际使用要求和人的主观因素。这是因为强度反映的是局部概念,刚度及稳定性反映的是整体概念;刚度反映的是正常使用极限状态,可靠度指标降低,反映在规范中限值为推荐性;强度、稳定性是承载能力极限状态,可靠度指标要求高,反映在规范中限值为强制性。

第二节 设计中的结构案例分析

案例1-1 新型课桌椅(专利申请号:O2246377刘宇)

普通课桌高度是固定的,桌面可放置物品有限。新型课桌椅的设计目的是解决课桌高度不可调、书多无处放的技术问题。

新型课桌椅主要由笔槽、活动书桌、滑动槽、桌腿、调节柱、衣板、调节座、椅腿、搁板构成。其特征是:笔槽内嵌安装在桌面的左上角的位置,桌面的右侧面位置活页安装在活动书桌的左侧面的位置,具有用途广泛、制作简单、成本低廉、使用方便的特点。

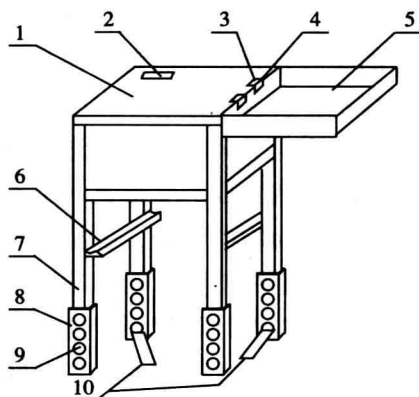


图1.8 新型课桌椅

一、新型课桌椅结构

新型课桌椅由桌面（1）、笔槽（2）、螺钉（3）、活页（4）、活动书桌（5）、滑动槽（6）、桌腿（7）、调节柱（8）、调节孔（9）、踏脚板（10）、螺栓（11）、衣板（12）、衣架（13）、椅背（14）、调节座（15）、椅腿（16）、扶手（17）、椅面（18）、搁板（19）构成。桌腿（7）的上端位置插销安装在桌面（1）的下端位置，桌面（1）的下端位置插销安装在桌腿（7）的上端位置，椅背（14）的下端位置粘接安装在椅面（18）的上面角的位置，椅面（18）的下面角位置插销安装在椅腿（16）的上端位置。

二、技术特征

桌腿的上端位置插销安装在桌面的下端位置，桌面的下端位置插销安装在桌腿的上端位置，结合成长方体形状的固定结构，功能是起支撑的作用。椅背的下端位置粘接安装在椅面的上面角的位置，椅面的下面角位置插销安装在椅腿上端的位置，结合成长方体形状的固定结构，功能是起支撑的作用。在形状、构造及其结合上，该设计独特的技术特征是：笔槽的整体位置内嵌安装在桌面的左上角位置，桌面的右侧面位置活页安装在活动书桌的左侧面位置，结合成长方体形状的活动结构，功能是起放东西的作用。桌腿的中部位置螺钉安装在滑动槽的侧面位置，滑动槽的槽面位置托起安装在扶手的下面沿的位置，结合成长方体形状的活动结构，功能是起固定距离的作用。螺栓的圆柱端位置插嵌安装在调节柱的调节孔的位置，调节柱的内部位置插嵌安装在桌腿的下端的位置，结合成长方体形状的活动结构，功能是起调节高度的作用。这样就实现了新型课桌椅解决高度不可调、书多无处放的技术问题的目的。

三、设计附图说明

图1.9（1）是本实用的新型课桌椅的桌子整体结构示意图；

图1.9（2）是本实用的新型课桌椅的桌腿调节柱与调节孔结构示意图；

图1.9 (3) 是本实用的新型课桌椅的椅子整体结构示意图。

示意图中零部件的标号说明：

1. 桌面 2. 笔槽 3. 螺钉 4. 活页 5. 活动书桌 6. 滑动槽 7. 桌腿 8. 调节柱 9. 调节孔 10. 踏脚板 11. 螺栓 12. 衣板 13. 衣架 14. 椅背 15. 调节座 16. 椅腿 17. 扶手 18. 椅面 19. 搁板

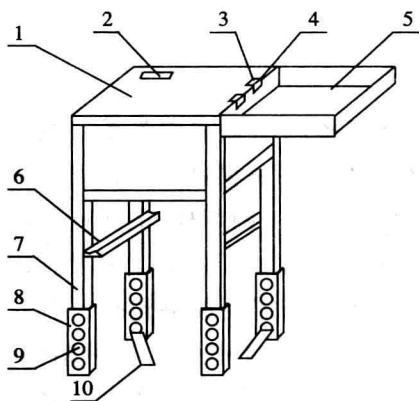


图1.9 (1)

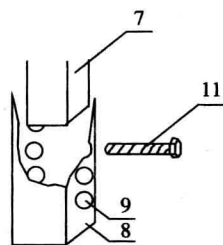


图1.9 (2)

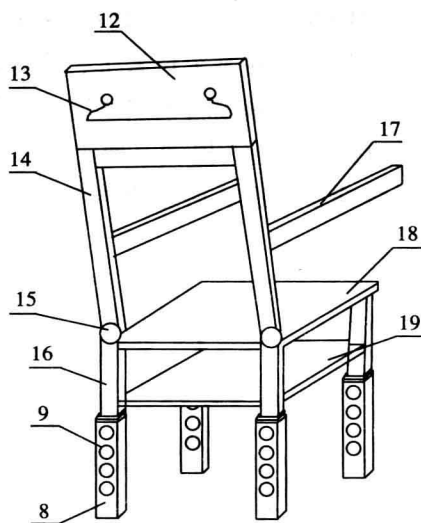


图1.9 (3)

该结构与普通课桌的技术相比，有以下优点和改进：

第一，由于技术方案中设计了笔槽的整体位置内嵌安装在桌面的左上角位置，桌面的右侧面位置活页安装在活动书桌的左侧面的位置，结合成长方体形状的活动结构，所以更容易解决放东西的技术问题。

第二，由于在技术方案中设计了桌腿的中部位置螺钉安装在滑动槽的侧面位置，滑动槽的槽面位置托起安装在扶手的下面沿的位置，结合成长方体形状的活动结构，所以更容易解决固定距离的技术问题。

第三，在技术方案中设计了螺栓的圆柱端位置插嵌安装在调节柱的调节孔的位置，调节柱的内部位置插嵌结合成长方体形状的活动结构，所以更容易解决调节高度的技术问题。

四、使用方法

在下面的使用方法中可以看出本新型课桌椅的动态结构关系。在使用中，当需要放书的时候，首先打开活动书桌5，然后调节好书桌高度，即可把书放好。当需要调节高度时，首先抬起书桌椅，通过螺栓11插入调节柱8的相同高度的调节孔9中，使桌腿7插嵌在调节柱8上，即可完成调节高度的任务。当需要挂衣服时，首先打开衣板12，调节好衣架13，挂上衣服即可。当需要放书包时，首先调节好椅子高度，叠好书包放在搁物板19上，从而完成放书包的任务。这种结构设计新颖，解决了一般课桌椅所不能解决的问题，满足了高度可调、书多有处放、外衣有处放的需求。

案例1-2 使用中可移动的梯子（专利申请号：03114041谢刚）

用于作业的各种梯子一般只能放在某个位置上，供登高作业者使用。但很多时候人们需要在不同位置作业，这就要将梯子搬来搬去，再爬上爬下，非常不方便。本案例就是要解决这一实际的技术问题，提供一种使用中可移动的梯子，也就是说，人在梯子上即可根据需要操纵梯子前进、后退或转弯，从而非常方便地移动梯子到达指定位置。

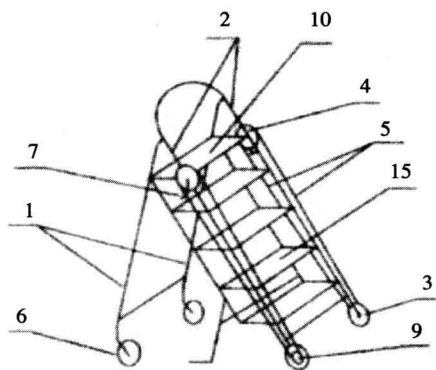


图1.10 可移动的梯子