

慈溪市高中校本课程教材(试行)

WULI YU JISHU YUANLI LIXUEPIAN

物理与技术原理

力学篇

主 编◎郭 拯

慈溪市高中校本课程教材（试行）

物理与技术原理

力学篇

主 编◎郭 拯

编 委◎胡科杰 王国勋 周 亮



宁波出版社
Ningbo Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

物理与技术原理·力学篇 / 《物理与技术原理》编委会编写. — 宁波 : 宁波出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5526-2461-8

I. ①物… II. ①物… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 075043 号

物理与技术原理·力学篇

主 编 郭 拯

责任编辑 杨青青

责任校对 徐 敏 李 强

责任审读 黄 彬

装帧设计 原色太阳

出版发行 宁波出版社(宁波市甬江大道 1 号宁波书城 8 号楼 6 楼 315040)

网 址 <http://www.nbcbs.com>

印 刷 浙江新华数码印务有限公司

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16

印 张 6.75

字 数 150 千

版次印次 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5526-2461-8

定 价 24.50 元

如有印、装质量问题,请与承印者联系调换,联系电话:0571-85155604

前言

在漫长的历史发展进程中,人类积累了丰富的科学文化知识。生产技术的创造与改进,使得生产力得到了进一步的解放与提升。科学和技术作为人类智慧的结晶,在认识世界、改造世界过程中不断推动着人类认识上的飞跃。然而,科学理论在技术发明中的巨大魔力却也蒙蔽了人们的眼睛,使得人们普遍认为:技术是科学的应用,是科学的附属;只要科学理论有了重大突破,就可以很轻松地产生技术,这种观点在教育界尤为盛行。多年来,我国的中学物理教育一直倾向于理论知识的学习,不重视技术教育,导致学生只知科学理论,不知技术应用;只知枯燥的书本知识,不知鲜活的生产实践。

随着社会高度技术化和信息化的发展,在世界各国的理科教育中,“重视技术教育、工程教育已经成为上世纪80年代以来国际教育的趋势,国际社会已经将科学、技术和数学并列,在看重它们对社会经济发展具有重要作用的前提下,认为学校课程的整体框架中应该同时设置科学、技术和数学教育,它们应该成为基础教育中的重要组成部分”^①。以美国的STEM学科集成战略而言,它首次明确提出了“科学、数学、工程和技术教育集成”,在1996年美国国家科学委员会的报告《国家行动计划:应对美国科学、技术、工程和数学教育系统的紧急需要》中真正将STEM教育纳入中小学课程改革。STEM学科的集成已经成为美国应对21世纪挑战的国家利器,成为其科技、人力资源开发的最重要内容。

本选修教材《物理与技术原理》(力学篇)立足技术教育,在高中物理理论知识的基础上,旨在通过物理基础知识在生活生产中的应用学习,了解相关基本技术的物理原理与应用,开阔学科学习的视野;发展学科能力,提高学生的技术素养,使学生具有一定的技术探究、应用物理技术原理解决实际问题的能力;形成和保持对物理学科技术的兴趣和学习愿望,让学生初步具备评价科学和技术价值的能力,发展一定的职业规划能力;促进学生个性心理品质的丰富和完善,理解科学、技术与社会的相互作用,适应现代社会技术发展的需要,为终身发展奠定基础。

技术是一个有着自己结构的特殊体系。“科学决定了一件人造物的物理可能性的极限,但它并不能设定一件人造物的最终形态。欧姆定律并没能决定爱迪生照明系统的形态和细节,麦克斯韦的公式也无法决定现代无线电接收机里电路系统的具体形式。”^②本选修教材以高中物理基础知识内容的编写顺序为线索,重点突出以下几点教学特征:

^①赵中建,施久铭.STEM视野中的课程改革.人民教育,2014,(2):65

^②巴萨拉.技术发展简史.周光发译.复旦大学出版社,2000:100

(1)与高中物理基础知识内容相衔接,为学生今后的工程、技术学习奠定基础。

(2)立足自然现象、生活现象和科技生产实际,解读其中的物理技术原理,渗透科学研究方法。

(3)发展学科能力、凸现科学思维,力求以活动形式和问题解决为基础,提高学生的技术素养。

本选修课程拟在高一第二学期开设。每章的主要内容有:

第一章:学习材料力学基础知识,同时探究学习承重结构的基本常识,为学生以后学习建筑、土木、工程力学等内容奠定初步的知识基础。

第二章:主要拓展高中物理物体平衡的知识点,也是第一章知识的延续。重点讨论物体的转动问题,通过日常生产生活中如起重机、陀螺及其他现象等内容的学习,拓宽物体转动问题的知识面。

第三章:重点通过车辆与机械传动知识的学习,为学生以后学习机械自动化、机械制造奠定相关知识基础。

第四章:学习流体动力学基础知识,通过对流体和流体机械的认识,为今后的流体动力学、空气动力学等内容的深入学习打下基础,也为学生今后的职业发展如建筑、机械、化工、水利等奠定基础。

教材在编写过程中,突出教学内容与生活生产中的各种现象、各种机械器件及原理紧密联系,通过对这些机械的结构分析和原理阐述,组织相关知识点的学习。在教学内容的结构中,每章章首提出该章学习的主要内容和研究问题,由“观察与思考”、“讨论与交流”、“实验与探究”、“练习与活动”等栏目组成主要教学内容。每章末的“回顾与展望”栏目,回顾相应科学技术的发展历程与史实,展望科技研究前景。

当今社会,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。科学与技术的发展正越来越迅猛、广泛、深刻地影响着人类的生产和生活方式,影响着人类与其赖以生存的自然环境之间的关系,影响着人们的社会关系和意识形态,同时也影响着人们对科学和技术本身的内在逻辑及其价值的理解和思考。希望《物理与技术原理》(力学篇)选修课程能给我们的高中物理教育打开一扇新的窗户,为基础理论知识的学习和基本技术的应用架设好桥梁,为学生兴趣爱好的培养和今后的职业发展规划提供参考。

本选修教材由郭拯主编,浒山中学胡科杰、三山中学王国勋、慈吉中学周亮、教育局教研室郭拯分别编写了本书的四章内容。由于篇幅和学时限制,许多已经涉及的内容也是挂一漏万,讨论还不够深入。但是作为学时较少的高中物理选修教材,学生如果能够学习并理解掌握书中提供的基本知识,便能为今后进一步的理论学习和技术应用打下扎实的基础。本书在编写过程中,得到许多人的关心、指导和帮助,在这里一并对他们表示衷心感谢。

目 录

第一章 材料形变与承重结构	1
1 材料的弹性与范性	2
2 常见的形变	5
3 房屋的承重结构	9
4 常见的桥梁结构	13
第二章 刚体的平动与转动	19
1 研究平动与转动	20
2 共点力平衡条件的应用	23
3 力矩与力偶	27
4 探究有固定转动轴刚体的平衡条件	31
5 刚体的一般平衡条件	35
6 探索影响平衡稳定的因素	38
第三章 车辆与机械传动	47
1 常见的传动方式和传动比	48
2 探究自行车的传动装置	52
3 汽车的变速原理	54
4 液压传动的原理和应用	59
第四章 流体与流体机械	69
1 流体 静止流体的基本性质	70
2 流体的稳定流动	76
3 伯努利方程	80
4 生活中常见的流体力学现象	83
5 流体机械简介	87
6 离心式泵	89
7 容积式泵	94

人的大脑和肢体一样,多用则灵,不用则废。在掌握了所读东西的记忆特征后,就唯有勤奋二字了。

——茅以升

第一章 材料形变与承重结构



你是否在电视中见过直冲云霄的迪拜塔、宛如长虹的杭州湾跨海大桥?同学们可曾想过这些建筑有什么特点?它们采用这些结构又蕴含着怎样的科学原理?

物体在力的作用下会发生形变。当讨论物体受到力的作用后会不会被破坏时,形变大小就是一个主要因素。在工程设计中,必须考虑材料的形变问题。通过这一章的学习,我们主要掌握描述材料形变的基本概念和方法,进而简单地了解生活中房屋和桥梁的结构。

1

材料的弹性与范性

当力作用在物体上时,物体的形状或体积会发生变化,这种变化称为形变。由于物体本身材料结构和受力的不同,物体发生形变的方式也往往不同。

做一做

不同材料的形变

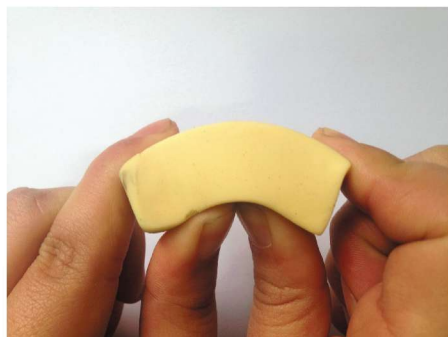


图 1.1-1

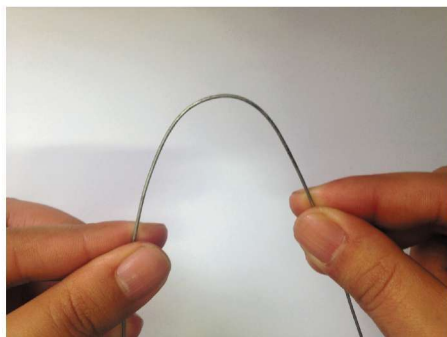


图 1.1-2

如图所示,分别把一块橡皮和一段钢丝折弯,然后释放,看一看结果有什么不同。

弹性形变及应用

物体在外力作用下可以发生形变。撤去这个外力后物体又能恢复原来的状态,例如上述做一做(图 1.1-1)中的橡皮,物体的这种性质叫作弹性,发生的形变叫作弹性形变。

在日常生活和工程实际中,弹性形变有着广泛的应用。有些比较明显,如汽车的底盘和车轮之间的减震器;有些不明显,如斜拉桥的钢索。这些弹性形变对防震、减震有着相当大的作用,它可以增加舒适度和安全性。



图 1.1-3



图 1.1-4

范性形变及应用

有些情况下当外力撤去后,物体不能恢复原来的形状,例如上述做一做(图 1.1-2)中的钢丝,物体的这种性质叫作范性,外力撤去后的物体遗留下的形变叫作范性形变。

在日常生活和工程实际中,范性形变的情况也很多。如各种塑料成品、金属锻压器件等,都利用了材料的范性。



图 1.1-5



图 1.1-6

讨论与交流

外力做功使物体发生范性形变,撤去外力后物体不能恢复到原状,可见,发生范性形变时有部分机械能转化成了其他形式的能。

(1)取一根长约为 30cm、直径约 2mm 的直铁丝,用双手把铁丝折成一个很小的角度(约 5° – 10°)后缓慢放手,感觉放手过程中铁丝对手的弹力作用,观察放手后铁丝能否恢复到原状。

(2)用双手把铁丝折成一个很大的角度(约 150°)后缓慢放手,观察放手后铁丝能否恢复到原状。

(3)用(2)中的办法,连续快速地反复折十多次,用手接触折点,体会温度有什么不一样。

(4)根据上述的现象,试着讨论其中的原因。

范性形变不仅能使材料形成所需的形状,而且还能改善某些材料的性能,如钢材经过锻压后,抗拉和抗压能力会提高。不同材料范性形变的特点是不同的,例如玻璃、石材、混凝土等材料比较脆,受到冲击时容易碎裂,因而不宜用来制造要经受较强冲击荷载的构件;而如铜、铝、银等金属材料,范性形变能力比较强,容易拉成细丝,黄金可以打成极薄的

金箔,因而广泛地用于塑性成型。

练习与活动

1. 请你举出几个生活中常见的弹性形变和范性形变。
2. 参观附近的工厂,了解一下金属的锻造过程。

2 常见的形变

在物体的各种形变中,由于作用在物体上的力的方式不同,物体发生形变的方式也不同。本节我们研究几种最简单、最常见的形变。

做一做

不同的形变

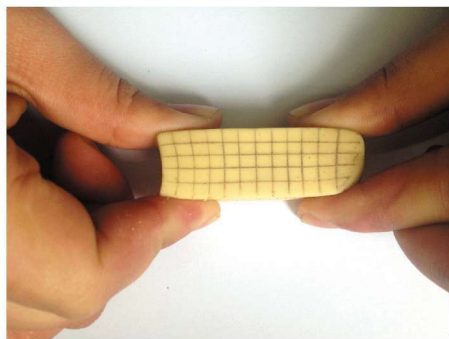


图 1.2-1

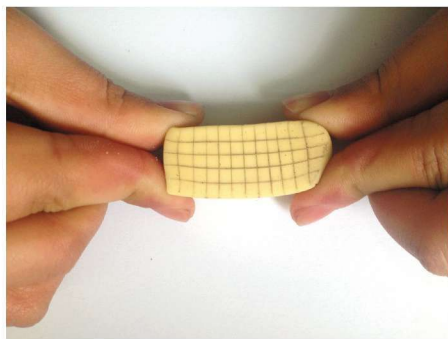


图 1.2-2

分别如图 1.2-1、图 1.2-2 两图所示,在一块橡皮上画上网格,然后分别用指尖拉伸或者挤压,看一看结果有什么不同。

伸长和压缩形变

从实验观察可知,当橡皮受到沿轴方向一对大小相等、方向相反的作用力时,橡皮将发生伸长或缩短变形,这种变形称为伸长形变或压缩形变。

在生活生产中,伸长形变或压缩形变随处可见,小到平时我们坐的凳子,凳子受到一个向下的压力,发生了压缩形变;大些的如起吊机,拉索受到一个向外的拉力,发生了伸长形变。



图 1.2-3



图 1.2-4

剪切形变

剪切形变也是一种最基本的形变。当物体受到垂直于轴线的一对大小相等、方向相反、作用线平行且距离很近的力的作用时,两个力之间的横截面沿外力方向发生相对错动的变形称为剪切形变。例如,用剪刀剪断物体时即发生这类形变。这时在它内部任一截面(剪切面)的两方会出现相互作用力,以抵抗这种外力的作用,并力图使物体从变形后的位置恢复到变形前的位置,这种作用力称为剪切应力。



图 1.2-5

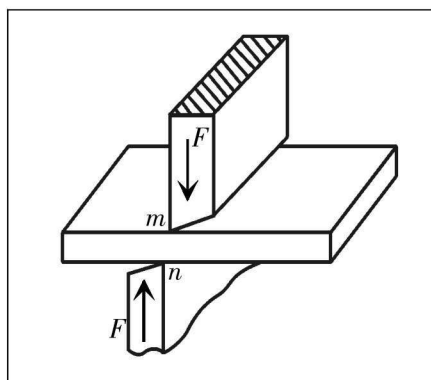


图 1.2-6

剪切形变的受力特点:两个外力大小相等、方向相反并且距离很近。

剪切形变的特点:构件沿两力作用线之间的某一截面产生相对错动或错动趋势,由矩形变为平行四边形。如图所示,连接两块钢板的螺栓,当两力足够大时,螺栓将发生上、下相对错动的变形。

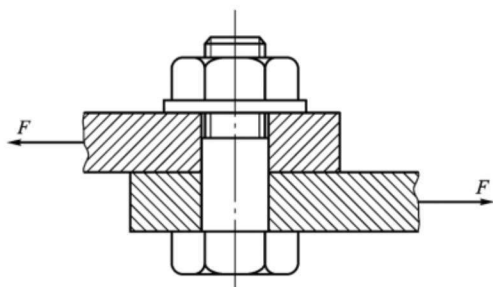


图 1.2-7

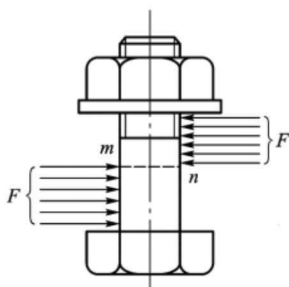


图 1.2-8

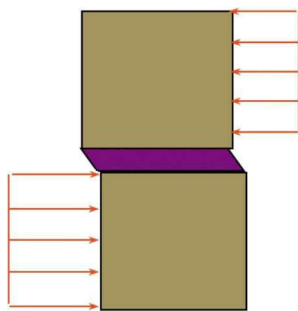


图 1.2-9

弯曲形变

物体发生弯曲时产生的变形叫作弯曲形变。物体弯曲得越厉害,产生的弹力就越大。例如,将鱼竿拉得越弯,说明竿子承受的弹力就越强。汽车通过桥梁,汽车越重,桥面弯曲得越厉害。超过一定的受力范围,桥梁就会产生危险。



图 1.2-10



图 1.2-11

观察与思考

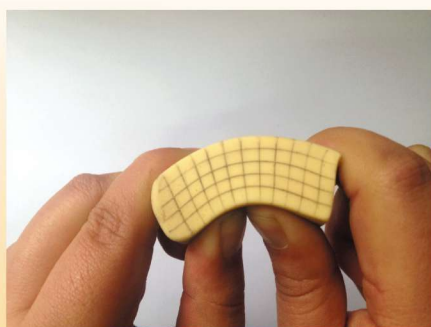
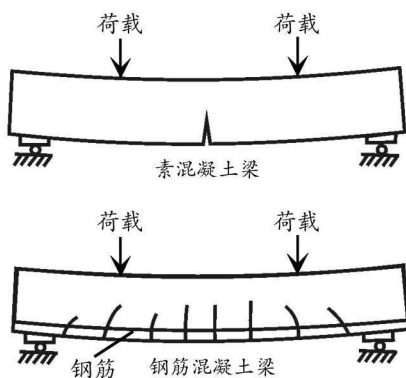


图 1.2-12

如图所示，两手用力把条形橡皮弯曲，观察橡皮条的形变有何特点，两手所施的力有什么特点。

从上面实验可以发现，条形橡皮发生弯曲形变时，各部分形变情况是不一样的。上面部分伸长，下面部分收缩，说明各部分受力不同。所以，在实际生活生产中，不仅要考虑到物体的抗压，还要考虑物体的抗拉效果，例如钢筋混凝土结构。

混凝土是由水泥、砂子、石子和水按一定的比例拌和而成，凝固后坚硬如石，受压能力好，但受拉能力差，容易因受拉而断裂。钢筋受拉能力好，所以在物体承受拉力部分沿着拉力方向放置钢筋，就能大大提高建筑的安全性。建筑中常用的预制板就是预先制成的钢筋混凝土构件。



两种梁受力情况图

图 1.2-13



图 1.2-14

扭转形变

如图,条形橡皮的两端受方向相反的力矩作用而扭转,这种形变称扭转形变。扭转形变很常见,例如拧毛巾时毛巾发生扭转,钻头钻孔时钻头在钻床的动力矩和工件的阻力矩作用下发生扭转,司机转动方向盘时方向盘的扭转等。

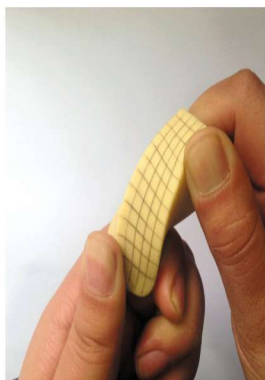


图 1.2-15



图 1.2-16



图 1.2-17

以上我们研究了伸长、压缩、剪切、弯曲、扭转这几种基本的形变。实际上物体的受力情况很复杂,在力的作用下,物体往往同时发生几种形变,这种情况下的形变称为组合形变。

练习与活动

1. 留心观察身边的直杆,看看有哪些形变。
2. 观察教室的横梁有什么特点,查找资料说明其设计原理。

3

房屋的承重结构

承重结构，是指直接将本身自重与各种外加作用力系统地传递给基础地基的主要结构构件和其连接接点，包括承重墙体、楼扳、梁与柱、屋架、桁架、悬索、拱、网架等。

例如在我们的房屋中,楼板的重量、家具的重量等,都是通过楼板传递给承重墙、结构梁,再通过承重墙、结构梁传递给下层承重墙或者结构柱,再传递给基础地基,形成整个房屋的结构骨架,就像人体的骨骼,承重结构是决定建筑安全的重要部分。

承重墙

承重墙指支撑着上部楼层重量的墙体,在工程图上为黑色墙体,打掉承重墙会破坏整个建筑结构;非承重墙是指不支撑着上部楼层重量的墙体,只起到把一个房间和另一个房间隔开的作用,在工程图上为中空墙体,有没有这堵墙对建筑结构没什么大的影响。

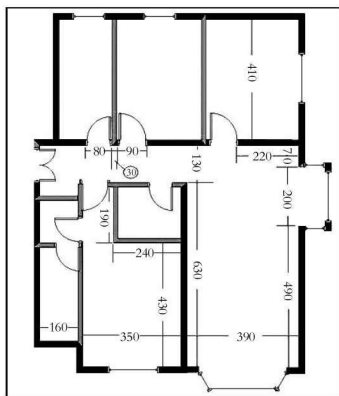


图 1.3-1



图 1.3-2

梁与柱

梁是建筑物中水平放置的主结构件,最主要的作用是承重。柱是建筑物中垂直的主结构件,承托在它上方物件的重量。

例如在中国木建筑中,横梁直柱,柱阵列负责承托梁架结构及其他部分的重量,如屋檐,在主柱与地基间,常建有柱础。另外,也有其他较小的柱,不置于地基之上,而是置于梁架上,以承托上方物件的重量,再透过梁架结构,把重量传至主柱之上。

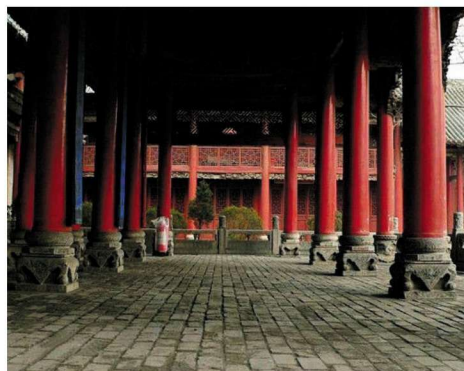


图 1.3-3

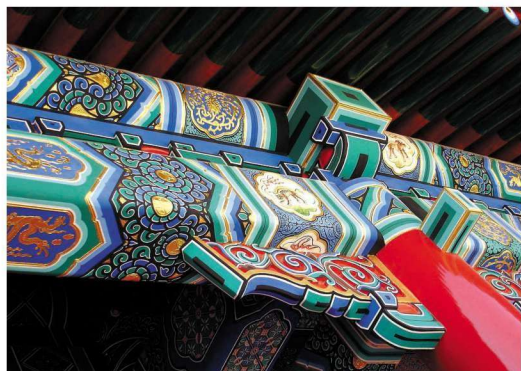


图 1.3-4

桁架

桁架是一种由杆件彼此在两端用铰链连接而成的结构，一般是具有三角形或四边形的平面或空间结构。桁架的优点是杆件主要承受拉力或压力，可以充分发挥材料的作用，以节约材料，减轻结构重量，是大跨度建筑常用的一种结构，例如大型建筑屋顶、桥梁等。



图 1.3-5



图 1.3-6

做一做

桁架的稳定结构

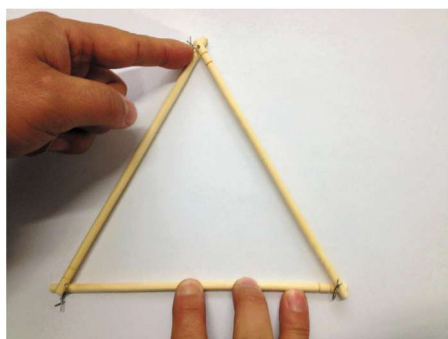


图 1.3-7

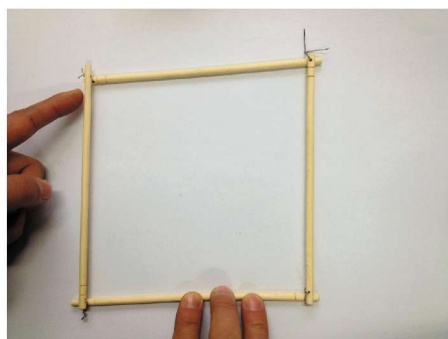


图 1.3-8

如图分别由直杆构成了三角形框和四边形框，分别用相同的推力作用于结构上方，看一看哪个结构牢固。

通过实验,我们知道三角形具有稳定的结构。

实验与探究

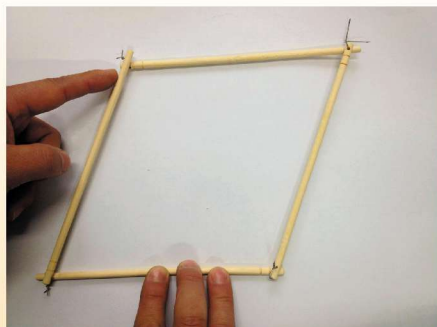


图 1.3-9

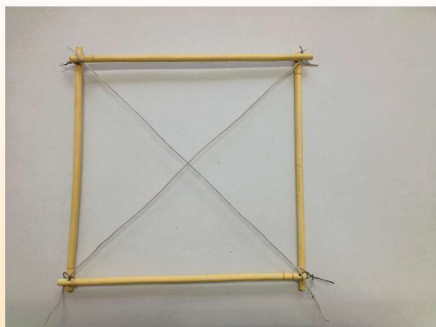


图 1.3-10

1. 由图 1.3-9 可知四边形的稳定性比较差,怎样可以使四边形也变得比较稳定?
2. 如图 1.3-10 所示,在四边形的对角线上拉上钢丝后的情况会怎样?
3. 分别推 1.3-10 中四边形上部两个不同的顶角,钢丝的受力一样吗?

通过实验,我们知道四边形的稳定性比较差,所以在四边形桁架的某些对角线方向上装上杆件,将四边形划分成四个小三角形。在桁架设计中,要根据荷载的实际情况进行分析,了解各个四边形的每条对角线方向的形变类型,以确定哪些对角线方向要加杆件,哪些对角线方向不必加杆件,以节约材料,减轻自重。

常见的房屋结构

房屋建筑结构是根据房屋的梁、柱、墙等主要承重构件的建筑材料划分的类别。常见的建筑结构有:砖木结构、钢筋混凝土结构、钢结构等。

砖木结构:承重的主要结构是用砖、木材建造的。这种结构的房屋在我国农村非常普遍,常用于农村的屋舍、庙宇等。它的空间分隔较方便,自重轻,并且施工工艺简单,材料也比较单一。不过,它的耐用年限短,设施不完备,而且占地多,建筑面积小。



图 1.3-11



图 1.3-12



图 1.3-13