

通用技术

选择性必修10

科技人文融合创新专题

TONG YONG JI SHU

普通
高中
教科
书



普通高中教科书

通用
技术

通用技术

选择性必修10

科技人文融合创新专题

STEAMS

选择性必修10

科技人文融合创新专题



绿色印刷产品

批准文号：京发改规〔2016〕13号 举报电话：12315

ISBN 978-7-116-11988-8



9 787116 119888 >

定价：7.45元

地质出版社

地质出版社

普通高中教科书

通用技术

选择性必修 10

KEJI RENWEN RONGHE CHUANGXIN ZHUANTI

科技 人文 融合创新专题

通用技术编写组 编

地质出版社

· 北京 ·



主 编：陈玲玲 王永奉
副 主 编：王明彦
本册主编：孟献军
编 写 者：孟献军 陈雪梅 刘晓岩 苏从尧 王 磊 修金鹏
高长增 赵 骏

普通高中教科书 通用技术 选择性必修 10
科技人文融合创新专题

策划编辑：王永奉
责任编辑：李 斐 周苏琴
责任校对：关风云
出版发行：地质出版社
咨询电话：(010) 66554599；(010) 66554602
网 址：<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱：huqingcui@163.com；dzhjyfsh@163.com
传 真：(010) 66554601
社址邮编：北京市海淀区学院路31号，100083
经 销：各地新华书店
印 刷：山西华文科杰印业有限公司
开 本：890mm×1240mm 1/16
印 张：6.25
版 次：2020年2月第1版·2021年7月第3次印刷
定 价：7.45元
书 号：ISBN 978-7-116-11988-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社出版处负责调换)

致同学们

在当前国际竞争日趋激烈的形势下，越来越多的国家认识到科技人文融合创新发展的重要性。创新驱动发展的核心在于科技创新，科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑。科技创新离不开人文基础，必须注重科技创新与人文精神的高度融合，推动富有人文精神的科技创新。这是彰显人民至上的价值取向，是践行社会主义核心价值观的有效途径。

科技人文融合创新主要是指基于真实的问题情境，综合运用科学、技术、工程、艺术、数学、社会（简称STEAMS）等学科的知识、方法和技能，以专题学习或项目学习的方式进行问题解决与科技创新。本课程旨在帮助同学们形成学科融合的视野，通过学习，使同学们能综合运用多学科的知识、方法，系统地分析和解决现实中的科学、技术与工程问题，发展工程思维，提高创新能力，发展综合素养。

翻开《科技人文融合创新专题》，你会发现本教材以技术与工程问题为主线，引导大家经历科技人文融合创新项目活动的全过程。本教材先简单介绍了科技人文融合创新的相关理念和基本方法，然后以桥梁设计、交通工具设计、航空器设计等项目活动为主线，让同学们经历真实情境中应用科技人文融合创新理念解决问题的过程，培养大家综合运用多学科知识解决问题的能力。栏目内容的安排注重从同学们日常生活中的案例入手，由浅入深、由低往高地引导大家学习相关领域的知识，注重“做中学、学中做”。尤其是操作性栏目的设置，既为同学们创造了体验真实产品的设计制作过程的机会，又兼顾到同学们的认知水平和接受能力。全书在编写过程中始终贯彻科技人文融合创新的教育理念，强调完成任何项目都不能仅仅依靠单一学科的知识来实现，而是要借助多学科知识的融合创新。随着科技进步和社会发展，当前社会需要的是能够践行科技人文融合创新理念的综合型人才。

同学们，从现在开始，让我们一起去感受《科技人文融合创新专题》给我们的学习和生活带来的改变，感知技术创新的魅力，享受科技人文融合创新的熏陶吧！

目 录

第一章 科技人文融合创新概述	1
第一节 什么是STS、STEM、STEM+	2
一、STS、STEM、STEM+理念的发展历程	2
二、学习领域融合对知识创新的意义	4
第二节 科技人文融合创新的结构分析	6
一、科技人文融合创新的结构	7
二、科技人文融合创新组成要素的区别和联系	8
三、科技人文融合创新项目中各因素的制约关系和通约特性	10
第二章 科技人文融合创新项目活动	13
第一节 科技人文融合创新项目活动基础	14
一、科技人文融合创新项目活动的基础条件	14
二、科技人文融合创新项目活动的技术要素	16
三、常见工程问题分析方法	18
第二节 科技人文融合创新项目活动过程	21
一、明确问题	21
二、收集信息	24
三、制订方案	25
四、制作与测试模型	28
五、完善方案	30
六、评估方案	30
第三章 桥梁设计与实践	33
第一节 认识桥梁	34
一、桥梁的含义及其分类	34
二、桥梁的基本组成	35
三、桥梁的基本形式及其力学原理	36
四、桥梁材料	39
五、桥梁与文化	40
第二节 桥梁的设计与建造	41
一、桥梁需求来源	42
二、桥梁的设计	43
三、桥梁建造过程	46
第三节 双塔斜拉桥模型设计与制作实践	48
一、明确问题	48

二、收集信息	49
三、制订方案	49
四、模型制作与测试	50
五、完善方案	52
六、评估方案	53
第四章 交通工具设计与实践	55
第一节 认识交通工具	56
一、交通工具的常见类型	56
二、交通工具系统的构成	56
三、交通工具与能源	58
第二节 常见交通工具的设计与制造	60
一、汽车的设计研发	60
二、汽车的生产制造	64
第三节 太阳能小车设计与制作实践	65
一、明确问题	65
二、收集信息	65
三、制订设计方案	66
四、模型制作与测试	69
五、完善方案	71
六、评估方案	71
第五章 航空器设计与实践	73
第一节 认识航空器	74
一、什么是航空器	74
二、航空器的常见类型	75
三、航空器在社会发展中的价值	77
四、飞机飞行的科学原理	79
五、常见航空器的系统组成	80
第二节 常见航空器的设计与制造过程	82
一、指标拟定和可行性论证	82
二、方案设计	83
三、打样设计	84
四、工作设计	85
第三节 飞机模型的设计与制作实践	85
一、明确问题	85
二、收集信息	86
三、制订设计方案	88
四、模型制作与测试	88
五、完善方案	92
六、评估方案	92



第一章 科技人文融合创新概述

21世纪是人类依靠科技人文融合创新持续发展的世纪，是科学革命不断推动技术进步，从而不断推动科技产业化和社会变革的世纪，是经济和社会发展促进科学技术突飞猛进的世纪。从国家发展到社会进步，从管理革新到产品改进……人们工作生活的方方面面无不体现出科技人文融合创新的巨大作用和力量。

那么，什么是科技人文融合创新？科技人文融合创新与哪些因素有关？科技人文融合创新有哪些重要意义？让我们开启科技人文融合创新之旅，体验科技人文融合创新的魅力吧！



第一节 什么是STS、STEM、STEM+

随着科学技术的日益发展，科学、技术、工程、艺术、数学、社会之间的关系越来越紧密，相互融合、交叉发展。国际上先后出现了阐述它们之间关系的STS、STEM、STEM+等理念，这些理念代表了科技人文融合发展的历程。下面我们将一起来认识这些理念，理解学习领域融合对知识创新的意义。

一、STS、STEM、STEM+理念的发展历程

1.STS

从20世纪中期开始，随着科学技术的迅猛发展，引发了一系列如原子能技术、电子技术、空间技术、基因工程等新技术的革命，促进了社会的发展进步，对人类的美好生活产生了积极的影响。同时，科学技术的发展也带来了一些负面问题，如能源短缺、气候恶化、环境污染等。因此，科学技术具有两面性，对人类社会可能产生积极的或消极的影响。那么，应该如何全面看待科学、技术、社会之间的关系呢？

核能与社会

核能是人类历史上的一项伟大发现。从19世纪末英国物理学家汤姆逊发现电子开始，人类逐渐揭开了原子核的神秘面纱。随着对核能的深入研究，1942年12月2日美国芝加哥大学成功启动了世界上第一座核反应堆（图1-1左）。1954年苏联建成了世界上第一座商用核电站——奥布灵斯克核电站。从此人类开始将核能应用于军事、能源、工业、航天等领域，为人类社会的发展做出了巨大的贡献。然而，1986年苏联切尔诺贝利核电站爆炸（图1-1右），导致土地、水源被严重污染，成千上万的人被迫离开家园，约800万人遭受核辐射，造成了大概2000亿美元的经济损失，成为历史上最严重的核电事故。



世界第一座核反应堆



切尔诺贝利核电站爆炸现场

图1-1 核能利用及核灾难

科学技术是一把“双刃剑”，它既可以造福人类，也可能会给人类带来灾难。

STS 发展于 20 世纪六七十年代，是将科学、技术与社会的相互关系作为一个独立对象进行系统考察的跨学科研究领域。STS 是科学 (Science)、技术 (Technology) 与社会 (Society) 的简称，它研究科学、技术与社会的相互关系。STS 将科学、技术和社会有机联系起来，以利于科学、技术的持续健康发展，促进社会的进步，从而更好地造福人类 (图 1-2)。

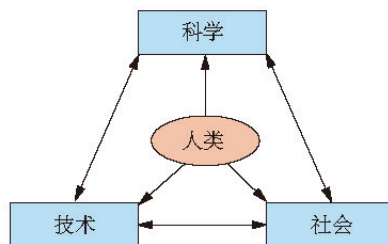


图1-2 科学、技术、社会与人类的关系

讨论交流

分组讨论 20 世纪最伟大的科学和技术革命是什么？科技革命对产业变革、社会发展和人类生活产生了哪些影响？

2.STEM

STEM 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 四门学科的简称，强调多学科的交叉融合。STEM 起源于美国，旨在提升学生科学素养，以推动国家未来的创新能力和竞争力。STEM 不是科学、技术、工程、数学的简单叠加，而是形成一个有机整体。例如，目前国内外中小学生广泛参与的机器人项目、未来工程师项目等都属于典型的 STEM 项目。

调查研究

当前，STEM 教育承担着提升国家在全球范围内核心竞争力的重大任务。我国结合国家与社会需要，汇聚社会各界的力量，不断探索 STEM 教育的实践路径。请查阅相关资料，说明什么是 STEM 教育，STEM 教育具有哪些特点。

3.STEM+

21 世纪，人们为了更好地工作和生活，需要进行更多的跨学科、跨领域整合，因此，出现了 STEM+ 的概念，其中“+”代表连接、跨界融合，代表着无限可能。STEM+ 强调人类科学精神和综合能力的无限延伸，强调 STEM 与社会价值、人文艺术、信息技术的深度融合，以及智力因素与非智力因素的融合。

阅读材料

STEM素养与STEM+素养

1. STEM 素养

STEM 素养由科学素养、技术素养、工程素养和数学素养组成，但不是它们的简单组合，而是综合运用各学科知识来探究真实世界相互联系的不同侧面的能力。STEM 素养包含要素如图 1-3 所示。

科学素养，指运用科学知识的过程（如物理、化学、生物和地球空间科学），理

解自然界并参与影响自然界的有关决策的能力。

技术素养，指使用、管理、理解与评价技术的能力。

工程素养，指对技术的工程设计与开发过程的理解能力。

数学素养，指在发现、表达、解释和解决多种情境下的数学问题时，进行分析、推断和有效交流思想的能力。

2. STEM+ 素养

STEM+ 素养包含了科学素养、技术素养、工程素养和数学素养，以及跨学科融合能力。

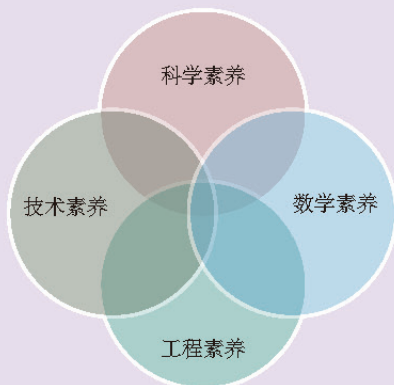


图1-3 STEM素养的要素



二、学习领域融合对知识创新的意义

20 世纪以来，以多学科融合来解决问题并取得重大科技创新和科技成果，已成为科技研发的一大特点，也是当代科技发展很有前景的方向。例如，信息技术与生物学交叉，产生了生物信息学；物理、化学和冶金学交叉，诞生了材料科学。

DNA双螺旋结构的发现

DNA 双螺旋结构（图 1-4）是 20 世纪生物学最重要的发现，这个发现阐明了生物遗传物质的结构，开辟了分子生物学领域。DNA 的发现是学科交融和科技创新的一个典型例子。发现 DNA 双螺旋结构的四位科学家分别毕业于生物专业、物理专业和化学专业。他们具有不同的知识背景和研究方法，在同一时间都致力于研究遗传物质的分子结构。他们发挥了各自专业的特长，为双螺旋结构的发现做出了各自的贡献。

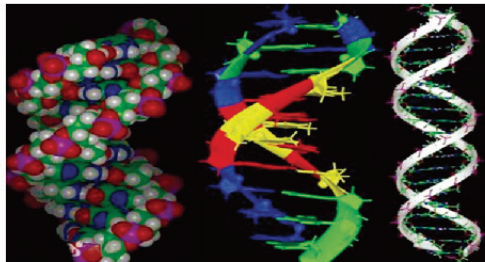


图1-4 DNA双螺旋结构

诺贝尔自然科学奖是世界最著名的科技奖项，其中的许多获奖者都具有学科交叉和融合的知识背景。这说明，在现代科学的重大理论突破和技术发明中，有许多是学科交叉和融合的产物。

阅读材料

诺贝尔奖获奖者的知识交叉背景

有学者以 20 世纪诺贝尔自然科学奖获奖者为研究对象，统计分析出了具有知识交叉背景的获奖者占获奖总人数的比例。从下表中可以看出，具有知识交叉背

景的获奖者所占比例呈现上升趋势。

1901—2000年诺贝尔自然科学奖获奖者中具有知识交叉背景的获奖人数占总人数的比例

时间/年	1901—1925	1926—1950	1951—1975	1976—2000
获奖人数/人	74	88	143	161
知识交叉背景人数/人	22	37	56	79
比例/%	29.73	42.05	39.16	49.07



1. 知识创新

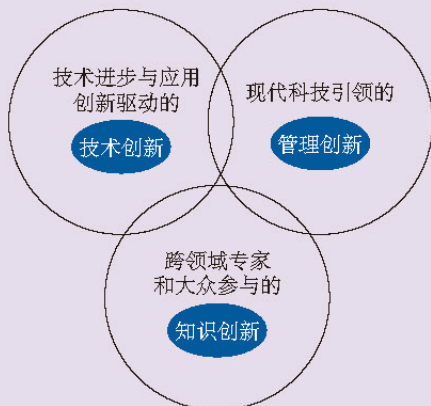
知识创新是指通过科学研究获得新的自然科学和技术科学知识的过程。其目的是追求新发现、探索新规律、创立新学说、创造新方法、积累新知识。学科交叉融合是创新思想的源泉，知识创新需要多学科的交叉研究和相互支持。重大创新成果的产生往往需要将一个学科发展成熟的知识、技术和方法应用到另一学科的前沿。在DNA双螺旋结构的发现中，富兰克林通过DNA晶体的X射线分析，拍摄到DNA晶体的X射线衍射照片；沃森和克里克受到照片启发，首先提出了DNA双螺旋结构模型，从此开启了分子生物学时代。

阅读材料

面向知识社会的科技创新体系

面向知识社会的科技创新体系由知识创新、技术创新以及管理创新三大体系构成。

知识创新依托跨领域专家与大众的参与，以科学研究为先导，核心是新的思想观念和公理体系的产生，其直接结果是新的概念范畴和理论学说的产生，为人类认识世界和改变世界提供新的世界观和方法论。技术创新是由技术进步与应用创新驱动的，核心内容是科学技术的发明和创造，其结果是推动科学技术的进步，提高社会生产力的发展水平，进而促进社会经济增长。管理创新是以现代科技为引领，核心内容是社会经济制度和管理体系等方面的革新，其结果是激发人们的创造性和积极性，促使所有社会资源合理配置，最终推动社会的进步。



知识创新是技术创新和管理创新的基础，是新技术和新发明的源泉；技术创新反过来又为知识创新和管理创新奠定了必要的物质基础；管理创新则为知识创新和技术创新提供必要的微观机制和宏观环境。知识创新、技术创新与管理创新共同塑造了面向知识社会的科技创新体系（图1-5）。

图1-5 面向知识社会的科技创新体系



2. 科技人文融合创新

科技人文融合创新主要是指基于真实的问题情境，综合运用科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、艺术（Arts）、数学（Mathematics）、社会（Society）（简称 STEAMS）等学科的知识、方法，进行问题解决与科技创新。在当今时代，涌现出许多知识创新产品和技术（图 1-6），如共享单车、高速列车、移动支付等。



共享单车

高速列车

移动支付

图1-6 科技人文融合创新产品和技术

科技推动人类社会不断探索未知领域，人文为科技提供精神支撑和价值引领。只有实现科技与人文相互融合，才能形成完备的科学知识和人文知识体系，才能推动知识创新。知识创新，促进了现代社会的变革，改变了人类的生产和生活方式。

讨论交流

近年来，故宫博物院先后推出“端门数字馆”项目、《清明上河图 3.0》高科技互动艺术展演等活动，引起社会各界关注。请以小组为单位，讨论现代技术与传统文化的关系。

技术实践

针对老年人提物上下楼梯困难的现状，请同学们以 3 ~ 4 人为一组，调查现有的辅助老年人便捷提物上下楼梯的产品，从科技人文融合创新的角度，分析它们的优缺点，并提出改进和完善建议。

第二节 科技人文融合创新的结构分析

科技人文融合创新包含多个学科领域，涉及自然科学各学科之间，社会科学各学科之间，以及自然科学与社会科学之间的重叠、渗透和交汇。

一、科技人文融合创新的结构

开眼界

FAST射电望远镜和中国载人潜水器“深海勇士”号

2016年9月25日,由中国科学院国家天文台主导建设的500 m口径球面射电望远镜FAST(图1-7)落成启用。它是具有我国自主知识产权、世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜,大大提升了我国空间探测的能力。

2017年10月3日,我国载人潜水器“深海勇士”号(图1-8)完成全部海上试验任务,胜利返航。“深海勇士”号是我国自主研发的载人潜水器,关键部件实现了91.3%的国产率。它实现了我国深海装备由集成创新向自主创新的历史性跨越,提升了我国的载人深潜核心技术,有利于更高效地探索、开发和保护海洋。



图1-7 FAST射电望远镜



图1-8 载人潜水器“深海勇士”号

FAST射电望远镜和中国载人潜水器“深海勇士”号两项重大科技项目的共同特点是综合运用了多个学科领域的知识和技术。FAST射电望远镜在建设过程中用到结构力学、建筑学、材料学、物理学等多个学科的知识和技术。载人潜水器涉及材料学、声学、通信学、电子学、控制学、动力学、机械学、设计学等多个学科领域的综合运用。它们都是涉及科学、工程、技术、管理等众多领域的超级工程。



科技人文融合创新(STEAMS)蕴含了多个学科领域(图1-9),这些学科领域并不是简单地叠加,而是形成了有机的整体,共同推动科技在社会发展和人们生活中的应用。

科学、技术、工程、数学、艺术和社会之间存在着紧密联系,在多个学科领域的竞争、选择、优化、融合中,发挥着认识和改变世界的作用,推动着人类社会的进步和发展。

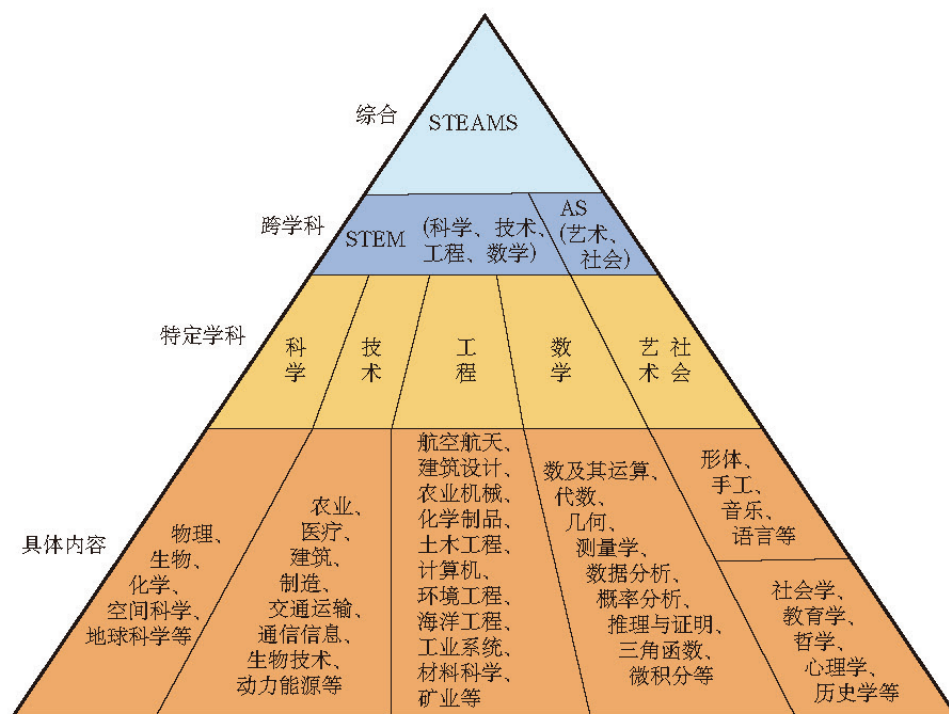


图1-9 STEAMS蕴含的学科领域

讨论交流

试举出几项影响人们生活和工作方式的新产品或新技术，并和同学们进行讨论交流，分析其中科学、技术、工程、数学、艺术、社会等学科的综合运用情况。



二、科技人文融合创新组成要素的区别和联系

1. 各要素的区别

直饮水机

直饮水机（图 1-10）是对水进行净化后满足直接饮用需求的设备。主要采用反渗透膜技术，通过对水施加一定的压力，确保水分子和离子态的矿物质元素通过反渗透膜，而溶解在水中的大部分无机盐（包括重金属）、有机物以及细菌、病毒等无法透过反渗透膜，从而达到净化饮用水的目的。



校园直饮水机



公园直饮水机

图1-10 直饮水机

直饮水机能够满足人们直接饮用水的需求。直饮水机从表面上看是一个饮用水设备，但是其背后还隐含着更深层次的问题，如水为什么要净化、水如何净化、水净化装置如何设计制造、直饮水机如何满足使用需求等。而这些问题通常涵盖科学、技术、工程、艺术、数学、社会等多个学科领域。

科学是人对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识，如水的成分组成。技术是指人类从需求出发，秉持一定的价值理念，运用各种物质或装置、工艺方法、知识与经验等，实现一定使用价值的创造性实践活动，如制作纯净水技术。工程是指应用数学、科学和技术领域的知识来系统地解决复杂问题，如安装直饮水机。艺术是通过塑造形象反映社会生活的一种社会意识形态。艺术形象地反映人们的现实生活和精神世界，满足人们的审美需求，如直饮水机的外观设计需符合人们的审美需求，与周围环境和谐统一。数学则为人们发展与应用科学、工程、艺术和技术提供思维方法和分析工具，如设计直饮水机时需考虑净化水的时间、效率以及成本等。

阅读材料

科学实践与工程实践

科学实践源于针对某种现象发出的疑问，如“天空为什么是蓝色的”，然后设法对所提出的问题给予正确的解释。工程实践一般也始于某个问题、某种需求或者期待解决某项工程问题的愿望，如改良太阳能电池作为混合动力发电装置。由此可见，科学实践和工程实践之间是有联系的，都是由问题出发。

科学实践和工程实践之间也存在区别。科学实践是构建能充分解释自然界之特性的理论的探究过程。工程实践则是解决工程问题的系统过程。工程实践的每一个初步构想都要考虑功能、技术的可行性、成本、安全、美观及合法性要求等。



2. 各要素之间的联系

科学、技术、工程、数学、艺术、社会等各学科之间存在着一种相互支撑、相互补充、共同发展的关系。科学在探究自然世界的过程中，需要运用新工具和新技术来寻找答案；技术是解决科学、工程问题的方法及方法原理；工程则通过科学发现来设计产品和流程，以满足社会需求；艺术是指美术、语言、人文、形体艺术等，从人文角度对科学、技术、工程产品进行诠释和呈现；数学可以为科学、技术、工程、艺术、社会提供思维方法和分析工具，如运用数学建模简化对自然体系的认识。科学、技术、数学彼此间相互渗透、相互干预，工程、艺术则需要科学和技术的支撑和推动。科学、技术、工程、艺术、数学既含有社会问题，也被社会问题所推动。这些要素共同拓展人们认识世界、理解世界和改变世界的能力，最终促进社会的进步和发展。

问题思考

STEAMS 各个组成要素之间有哪些区别和联系？你能用实例来说明吗？



三、科技人文融合创新项目中各因素的制约关系和通约特性

在实际的科技人文融合创新项目中通常需要满足多种指标要求，这些指标要求共同推动项目的完成。为了保证项目的顺利实施，要考虑各个指标之间的相互影响。下面我们以假肢手臂项目为例，分析科技人文融合创新项目各因素的制约关系和通约特性。

假肢手臂项目

1. 项目描述

作为一个医疗器械设计工程师，请为一名 10 岁女孩设计并制作假肢手臂，帮助她能够吃饭和提起书包。

2. 项目要求

实用方面：能够提起书包；能够在 1 min 内拿起 3 颗红枣放到嘴里；可以在一定范围内调整角度和长度。

安全方面：使用安全，不划伤皮肤；舒适。

经济方面：耐用（保证至少能正常使用一年）；能利用所给材料完成制作。

美观方面：外观逼真，符合 10 岁女孩的身心特点。

时间方面：在 8 课时内完成模型制作并进行展示。

上述案例中，在进行假肢手臂设计时要充分考虑实用、安全、经济、美观等基本需求。这些基本要求恰恰反映出科学、技术、工程、艺术、数学、社会等学科领域对于产品设计与制作的影响，如考虑人体结构特性、工具、材料、制造方式和测试方法，考虑设计制作流程、外观呈现、资金成本估算、使用者需求以及对社会和环境的影响等。不同学科领域相互融合，解决了假肢手臂项目的不同需求。只有综合考虑这些需求，才能实现假肢手臂的最优效果。假肢手臂所蕴含的STEAMS要素和功能实现如图1-11所示。

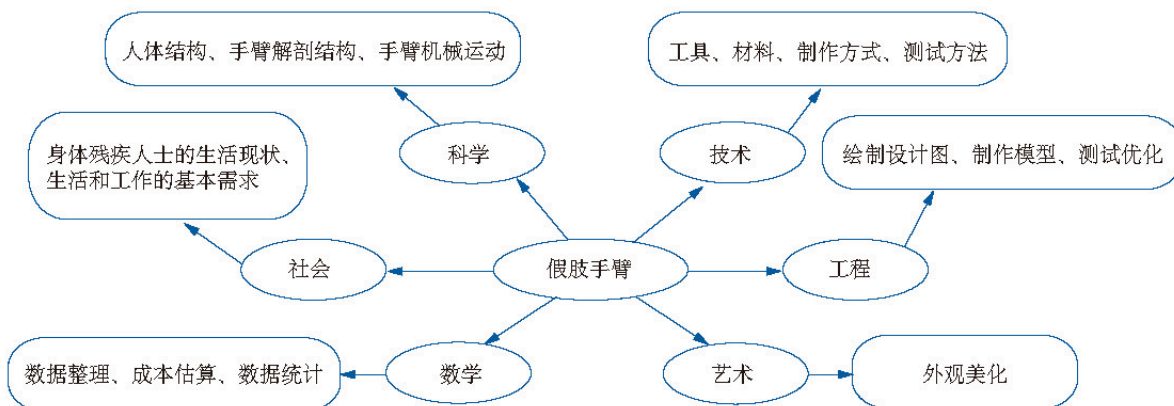


图1-11 假肢手臂所蕴含的STEAMS要素和功能实现

调查研究

在实际进行假肢手臂设计时，要根据具体情况选择适合的假肢手臂类型。假肢手臂通常有三种类型（图 1-12）：装饰型、索控式、肌电式。请查找相关资料，分析在上述案例中应该如何确定假肢手臂的类型。



图1-12 三种不同类型的假肢手臂

科技人文融合创新项目在考虑最终方案时，要考虑各因素之间的制约关系和通约特性。制约关系主要是指各因素之间彼此的约束和限制。以假肢手臂项目为例，其首先就涉及科学与技术的相互制约。通常这两方面的制约主要包括人因工程学、工程技术与材料、环境科学等。从生理学角度要考虑人体生理结构；从人因工程学角度要最大限度地满足使用者的生理和心理需求，让使用者方便、舒适地使用；从工程技术角度要考虑工程技术现状以及材料特点，选择合适的技术、工艺及材料等；从环境科学角度，要考虑环境的温度、湿度、光线的影响，以及产品的生产、制造、后期处理对环境的影响等。

具体到每个项目来说，可能存在的制约关系主要体现在以下方面：项目参与人员及技术，可获得的材料，可实现的工艺类型，可利用的资金成本，用来设计产品的时间限制，产品的设计要求（实用、美观、安全）等。这些约束和限制对应着科学、技术、工程、艺术、数学、社会等不同领域，彼此之间可能会互相冲突。例如，产品的低成本与高性能、高质量之间可能会互相排斥。因此，在确定最终方案时要综合考虑各因素之间的制约关系。

通常，可以采用比较和权衡的方法来进行最终方案的选择。方案的比较和权衡是一个综合考虑的过程，要考虑多种制约因素和评估标准。例如，在假肢手臂项目中，从实用性来看，产品要满足实用功能，这个要求是产品最核心的特征；可以安全使用则是该产品的必要特征。在假肢手臂方案评估时，有可能会遇到较高成本带来的高实用性和高安全性。

进行方案选择时，要比较和权衡相互制约的因素，研究每个方案的优势与劣势，最终确定合适的方案。在实际操作中，可以利用表格的方式来明确各个方案的符合程度，帮助进行方案选择。然后采取权衡的方法对于相关的制约因素进行审慎取舍，最终制订出最优方案。

在科技人文融合创新项目中，不同领域的功能需求与各类指标之间具有共同的作用，即通约特性。通约特性通常用来描述事物之间的互通性和共同之处。例如，假肢手臂项目是为了解决10岁女孩吃饭与提取物品的需求。这个需求是不同假肢手臂设计方案的共同要求。无论选择哪种类型，使用哪些材料，利用哪些工艺流程，最终都要满足这个需求。

技术实践

请以小组为单位，分析共享单车在进行设计与制作时一般要考虑哪些制约因素，不同品牌的共享单车具有哪些通约特性。



小结与评价

一、小结

通过本章的学习，我们了解了 STS、STEM、STEM+ 理念的发展历程，理解了学科领域融合对知识创新的意义，了解了科技人文融合创新的基本结构，对科学、技术、工程、艺术、数学、社会各学科之间的区别和联系进行了比较和分析，知道了如何分析科技人文融合创新项目中所蕴含的各要素之间的制约关系和通约特性。

请根据下列题目所提供的线索，对本章的学习内容和自己的实践过程进行小结。

- (1) 什么是科技人文融合创新？
- (2) 简述 STEAMS 各组成要素的区别和联系。
- (3) 举例说明技术与工程项目中存在的制约关系和通约特性。

二、评价

写一篇小论文，谈谈你对科技人文融合创新的理解，并对撰写的小论文进行评价。

评价提示：

- (1) 能否联系生产生活的实际，理解科技人文融合创新的内涵。
- (2) 能否从发展的角度认识科技人文融合创新的内涵演变。
- (3) 能否提出自己独特的见解。

自我评价：_____。

同学评价：_____。

老师评价：_____。



第二章 科技人文融合创新 项目活动

科技人文融合创新项目是以解决真实世界中的问题为核心的综合创新活动，强调跨学科融合，强调利用科学、技术、工程、数学、社会、艺术等相互关联的学科知识来解决实际问题。

那么，进行科技人文融合创新项目活动需要哪些基础条件？科技人文融合创新项目活动通常会经历哪些过程？让我们以技术与工程问题为牵引，开始本章的学习吧。



第一节 科技人文融合创新项目活动基础

开展科技人文融合创新项目活动时，需要考虑相关基础条件是否满足项目活动需求、常见技术要素的影响，以及常见工程问题分析方法的独特作用。

一、科技人文融合创新项目活动的基础条件

问题思考

开展科技人文融合创新项目活动需要考虑哪些基础条件呢？试举一例说明。



下面我们以悬臂梁项目为例，分析科技人文融合创新项目活动中常见的基础条件。

设计制作悬臂梁结构模型项目的基础条件

1. 要求

按照规定参数设计并制作一个悬臂梁结构（图 2-1），以便悬挂交通信号设施。要求能够承重 2 kg，悬臂长度为 350 mm。需在规定时间内完成悬臂梁结构模型的设计、制作和测试，并完成项目报告。



红绿灯



桥



墙面置物架

图2-1 悬臂梁应用示例

2. 悬臂梁结构模型评估机制

能安全地固定在测试设备上；模型测试承重量自定，可有 3 次测试机会。承重比（承重质量与悬臂梁质量之比）越大，成绩越好。

3. 项目可用资源

工具及设备：手锯、裁纸刀、砂纸、透明胶带、牙签、黏结剂。

材料：吸管（聚丙烯材质，长 190 mm，直径 6 mm，壁厚 0.2 mm）。

人力：一人承担设计师、工程师、评估员三种角色。

场地：技术教室。

4. 项目所需时间

在 8 课时内完成。

5. 项目交流与展示

(1) 展示项目报告：项目报告包括设计要求、设计方案、制作实践、测试过程、测试结果，以及悬臂梁结构模型的设计草图、零部件图(零部件图与实物比例为 1:1)。

(2) 开展悬臂梁结构模型测试及评比，评选最佳设计方案。

上述案例显示，进行悬臂梁设计与制作活动时，我们需要考虑项目的主题和目标、项目参与人员的角色分工、项目评估机制、项目所用资源、交流展示平台、项目时间等。这些都属于开展科技人文融合创新项目活动的基础条件。

概括地说，开展科技人文融合创新项目活动通常包含以下几项基础条件(图2-2)。

(1) 项目要有明确的目标和评估机制。在悬臂梁项目中，其目标是根据规定参数，设计并搭建一个悬臂梁结构，以便悬挂交通信号设施。在进行评估时，要考虑相关的评估



图2-2 开展项目活动的常见基础条件

机制。项目评估体现在项目活动的每个重要环节，包括形成性评价和终结性评价。项目评估依赖于科学的评价标准和有效的评估机制。

(2) 项目活动需要具备材料、资源、场地等相关硬件条件。例如，悬臂梁项目中用到的剪切工具与设备、吸管材料，以及进行测试时所需的技术教室等。

(3) 项目活动需要各类主体的积极参与。项目活动主体包含参与项目活动的各类人员，这些人员通常具有不同的角色，如设计师、工程师、评估者、测试者等。在项目活动中，他们发挥着不同的作用，负责解决项目活动涉及的各方面问题。

(4) 项目活动要具备实施、展示、交流、合作的平台和渠道。科技人文融合创新项目活动依托于真实世界相关联的项目，体现了项目参与人员解决生活实际问题的能力和综合素养。因此，需要多元、丰富的平台和渠道推动项目活动的顺利开展。

(5) 项目活动需要确定项目完成的时间。为了保障项目的顺利完成，项目所涉及的每个流程和步骤，如设计产品、制造产品、运输产品、培训员工等，都要确定所需时间。明确了项目完成时间，就需要项目人员严格按照时间安排进行项目管理。

二、科技人文融合创新项目活动的技术要素

科技人文融合创新项目进行方案设计、原型或模型制作时，需要充分考虑材料、工具、图样、工艺、试验等技术要素。

1. 材料

随着科技的发展，可供项目活动使用的材料越来越多。常用的材料分为天然材料和人造材料。常用天然材料包括石材、木材、陶土等（图2-3）；常用人造材料包括塑料、纤维、合成橡胶等。



图2-3 常用天然材料

在项目设计时，人们需要充分了解所选择材料的质地，特性（强度、质量等），加工方式等。在选择材料阶段要综合考虑材料的性能、加工过程，成本材料的可用性，以及材料的来源、供货的可靠性等。材料决定着项目产品的使用功能、产品寿命、外观形态、加工技术、制作工艺，因此，在进行项目设计时，要根据项目要求、现有的技术工艺水平、项目成本等，选择合适的材料。

技术探究

以小组调查的方式，探究塑料在生产和生活中的应用，并根据对应的三角形回收标识，确定塑料的种类，完成下列表格的填写。

塑料类型	英文简称	三角形回收标识	用途



2. 工具

在确定好项目所需材料后，就可以选择适合的加工工具和设备了。选择工具和设备除考虑材料外，还要考虑设计需求、制作成本、技术水平等。例如，在进行木板切割加工时，可以选择手工刀锯、电动锯、激光切割机等不同工具和设备，其操作方式是截然不同的，所制造的构件的精度也有差异。因此，不同的工具和设备决定了科技人文融合创新项目中的不同技术和工艺。

3. 图样

图样（图2-4）是一种技术文件，主要用标明尺寸的图形和文字来说明工程建筑、机械、设备等的结构、形状、尺寸及其他要求。在科技人文融合创新项目活动的设计阶段，可以通过图样来表达设计意图和思路；在模型（原型）制作阶段，可以根据图样来明确尺寸、形状、结构等；在测试阶段，可以将图样作为测试的依据。

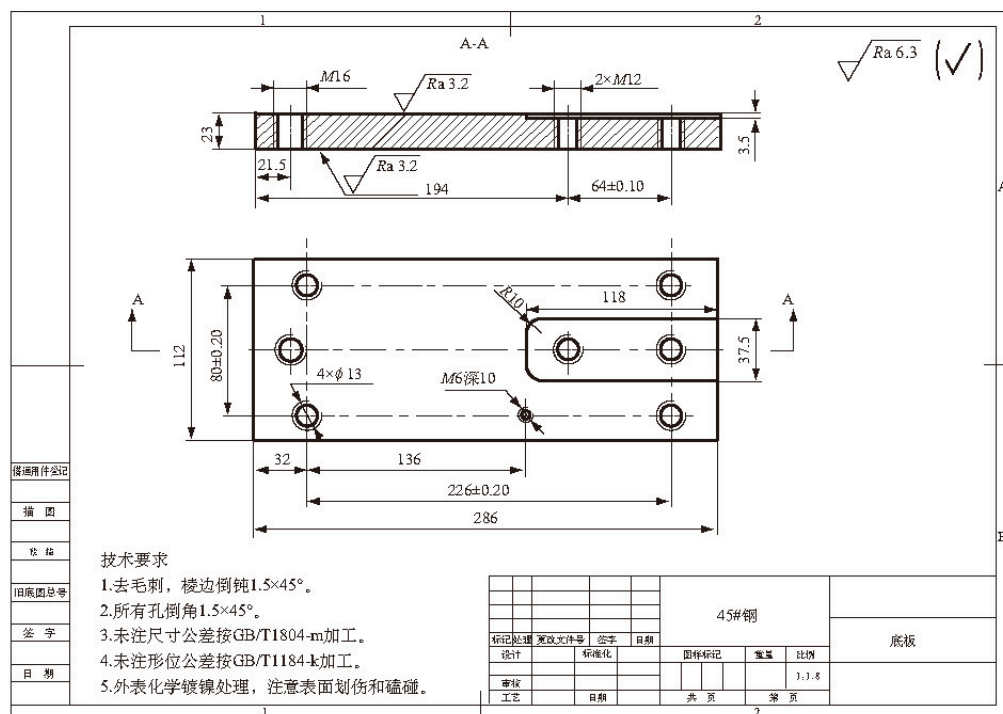


图2-4 机械加工零件图

4. 工艺

工艺是保证生产顺利进行，提高产品质量和生产效率的有效手段。不同行业有各自的生产工艺，如木工工艺、钳工工艺、机械加工工艺、热处理工艺、装配工艺、检测工艺、铸造工艺等。在科技人文融合创新项目活动中，可根据项目的需求和制约因素，选择合适的工艺类别。

5. 试验

在开展科技人文融合创新项目活动时，通常会采用技术试验方法。技术试验是一种重要的基本方法和手段，是评价设计与产品质量、优化设计方案的基本依据。它为技术应用的实现提供了有力的保障。通过技术试验，可以使设计方案得以改进和完善，将设计的风险和失误降到最低。

问题思考

你能用实例说明材料、工具、图样、工艺、试验等技术要素对科技人文融合创新项目活动的重要性吗？



三、常见工程问题分析方法

工程问题分析方法又称工程分析，是对工程项目加以分析、调查，找出其中浪费、不均匀、不合理的地方，从而进行改善的方法。科技人文融合创新项目活动中蕴含着丰富的工程问题，通常会用到性能需求、项目生命周期、标杆分析、逆向工程等工程问题分析方法。

1. 性能需求

性能需求是功能需求和质量需求的集成，通常指设计的实际功能，如结构功能、机械功能、电功能、维护要求等。从国际空间站系统到高层建筑结构，从高速铁路到共享单车，从大型水电系统到家电产品……不同的用户群体有不同的性能需求。性能需求分析主要考量系统（产品）功能在运行过程中能否达到性能指标（图2-5）。对于一个系统（产品）而言，性能需求分析十分重要。只有合理地分析需求信息，才能使产品最大限度地满足用户需求，系统（产品）才有存在的基础。任何设计都是从需求出发的，需求是设计的起点。例如，在进行共享单车设计时，要考虑其使用时限要求、定位精度要求、位置信息上报要求、可靠性要求、稳定性要求、环境适应性要求等指标，以便设计出符合用户需求的产品。


		分体式房间空调器 	
		型号 KFR-35WRDVA1P15-150(3)	
制冷剂R410A	950 g	制冷	制热
防水等级	IPX4	额定电流	4.9(1.6-5.6) 5.2(1.6-6.1) A
额定电压	220 V~	额定输入功率	1.05(0.35-1.20) 1.10(0.35-1.30)kW
额定频率	50 Hz	出厂编号	见条形码
质量	33 kg	制造日期	见条形码

图2-5 分体式房间空调器的性能指标

2. 项目生命周期

项目是指在一定的约束条件（保护时间、费用、资源）下，为实现特定目标而进行的有明确起点和终点的协调和控制活动所构成的唯一过程。大到研制高速铁路，小到撰写一本书或一篇文章，都可以作为一个项目。项目从开始到结束必然经历若干阶段，这些阶段就构成了项目的生命周期。项目生命周期一般分为规划阶段、计划阶段、实施阶段、完成阶段，每个阶段都有具体的任务要求，如图2-6所示。

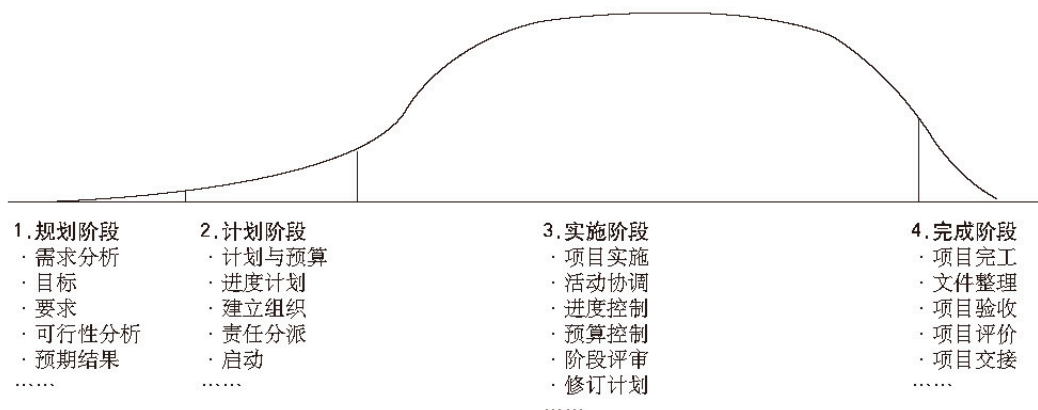


图2-6 项目生命周期示意

项目生命周期确定了项目的开端和结束。不论项目具体涉及什么内容的工作，项目生命周期都可以为管理项目提供基本框架。例如，在水电工程项目中，可以通过项目生命周期分析方法，对水电工程项目开展项目前评价、项目中评价、项目后评价，从而体现不同阶段的不同评价依据、内容、目的和功能，为水电工程项目的管理和控制提供有效支持。

3. 标杆分析

标杆即测量的参照点。“标杆”这一术语来源于工作中的测量实践，即以刻度尺为工具来测量工作台上物体的空间高度。标杆分析（又称基准分析）是一种科学研究方法，用来衡量产品、服务或流程等与业界公认的最佳实践者之间的差距，从而找到提升的潜力、路径与方法。标杆分析是一个系统的、持续性的评估过程。科技人文融合创新项目活动的最终目标是问题解决和科技创新，通过“标杆”的选择，可以明确目标、发现不足，在不断模仿、创新中，制订出满足需要的方案，并满足用户的最终需求。例如，为保证LED照明产品具有较好的质量，某省LED产业协会推出指标体系，从综合评判的角度来衡量和评价产品，并动态更新标杆指数，使得指标体系能实时反映LED产业发展水平，并引领整个LED产业的技术发展方向。

调查研究

请以小组为单位，开展调查研究，列举一个科技人文融合创新项目活动中利用标杆分析的成功案例。



4. 逆向工程

逆向工程是一种测试并分析现有产品的过程。在这个过程中，工程设计人员运用工程设计经验、知识和创新思维，对已有产品进行解剖、深化和再创造。逆向工程被广泛应用于新产品开发和产品改型设计、产品仿制、质量分析检测等领域。在对产品进行逆向工程时，必须从道德和法律两个方面考虑产品原设计者和制造者的权益。传统设计过程与逆向工程设计过程的区别如图2-7所示。

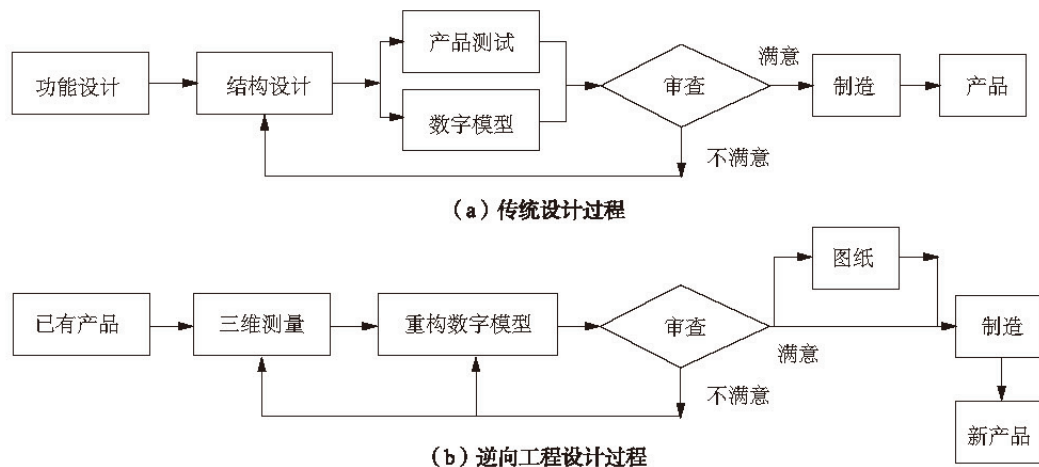


图2-7 传统设计过程与逆向工程设计过程

阅读材料

逆向工程的分类

逆向工程分为实物逆向、软件逆向、影像逆向三类。

1. 实物逆向

在已有产品实物的条件下，通过测绘和分析，对已有产品进行再创造。其过程包括功能、性能、方案、结构、材质等多方面的逆向。实物逆向的对象可以是整机、零部件或组件。例如，在设计运动鞋时，可以利用三维测量和扫描对已有运动鞋产品进行实物逆向工程设计（图2-8）。



图2-8 对运动鞋产品进行三维测量和扫描

2. 软件逆向

产品样本、技术文件、设计书、使用说明书、图纸、有关规范和标准、管理规范和质量保证手册等均称为技术软件。软件逆向有三类，分别为：既有实物，又有全套技术软件；只有实物，而无技术软件；没有实物，仅有全部或部分技术软件。

3. 影像逆向

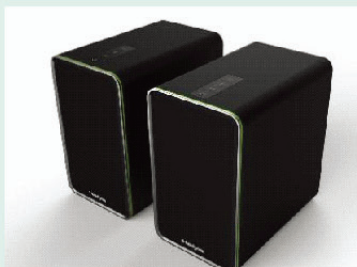
设计者既无产品实物，又无技术软件，仅有产品的图片、广告介绍或参观后的印象等，需要通过这些影像去构思、设计产品。这种逆向工程称为影像逆向。

技术探究

请以小组为单位，从以下常见的工业产品（图2-9）中选择一个进行逆向工程设计，并详细记录逆向工程设计中的创新点。



化妆包



音箱



玩具汽车

图2-9 常见的工业产品



第二节 科技人文融合创新项目活动过程

科技人文融合创新项目活动利用科学、技术、工程、数学、艺术、社会等学科相互关联的知识，提高解决实际问题的能力。科技人文融合创新项目活动包括明确问题、收集信息、制订方案、制作与测试模型、完善方案、评估方案六个环节（图2-10）。



图2-10 科技人文融合创新项目活动六环节示意

一、明确问题

明确问题也就是确定自己的研究方向，它包含两个步骤：问题的产生和问题的明确。

1. 问题的产生

科技人文融合创新项目源于生产和生活的需求。问题的产生有四种方式：一是从一直关注的领域中产生研究的问题；二是受到相关报道的启发，产生问题；三是在参观实验仪器过程中受到启发，产生问题；四是在教师给定的主题范围内确定研究问题。

问题思考

在我国农村地区，能源的主要来源为薪柴、秸秆（图2-11）、煤、天然气、电等。煤、电、天然气使用成本偏高，最经济的是薪柴、秸秆，只要付出劳动就可以从自然界中获得。

据统计，每个农村家庭每年要消耗 800 ~ 1000 kg 薪柴或秸秆，需要收集秸秆或砍伐几十亩山坡草地的植物才能取得。若是在我国西部干旱地区，要满足上述



图2-11 布满秸秆的田野

消耗量会对本就脆弱的生态环境造成破坏；薪柴、秸秆在燃烧过程中还会产生大量的烟雾，污染空气。那么，是否有可替代薪柴、秸秆的低成本能源，能避免或减少这样的情况发生呢？低成本能源可以从哪里获得呢？在我国西藏、青海、内蒙古、甘肃等地区，太阳能资源非常丰富，能不能利用太阳能来解决这些地区的能源问题呢？



2. 问题的明确

科技人文融合创新项目活动是以真实问题的解决为核心目标的综合创新活动，我们要明确需要解决的技术与工程问题，并提取和分析其中所蕴含的科学问题与数学问题。

(1) 问题产生后，需要明确研究对象，合适的研究对象要满足多种限制条件。例如，在前文提到的解决西部干旱农村地区对能源的需求，就是一个实际问题。新的能源一是要满足来源于自然，不能对环境造成危害，符合我国“绿水青山就是金山银山”的发展要求；二是农村地区经济不够发达，要满足能源设备制作、使用成本低，维护简单方便，使用寿命长的要求；三是要充分考虑当地的能源使用条件，这些地区太阳能资源较为丰富，较适合作为薪柴、秸秆的替代能源。因此，我们可以将“利用太阳能解决西部干旱地区农村的能源需求”问题明确下来。

阅读材料

太阳能利用的基本方式

1. 光热利用

光热利用的基本原理是将太阳辐射能收集起来，通过与物质的相互作用转换成热能加以利用。目前使用最多的太阳能收集装置，主要有平板型集热器、真空管集热器和聚焦集热器三种。通常根据所能达到的温度和用途的不同，把太阳能光热利用分为低温利用 (<200 ℃)、中温利用 (200 ℃~ 800 ℃) 和高温利用 (>800 ℃)。

目前，低温利用主要有太阳能热水器 (图 2-12)、太阳能干燥器、太阳能蒸馏器、太阳房、太阳能温室 (图 2-13)、太阳能空调制冷系统等。



图2-12 太阳能热水器



图2-13 太阳能温室

中温利用主要有太阳灶(图2-14)、太阳能热发电聚光集热装置(图2-15)等。高温利用主要有高温太阳炉(图2-16)等。



图2-14 太阳灶



图2-15 太阳能热发电聚光集热装置

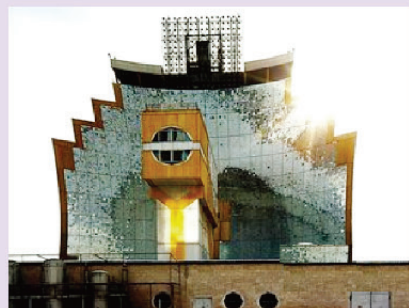


图2-16 高温太阳炉

2. 太阳能发电

未来,太阳能的大规模利用主要是发电。利用太阳能发电的方式有多种。目前已实际应用的主要有以下两种:光—热—电转换(图2-17)和光—电转换(图2-18)。



图2-17 光—热—电转换



图2-18 光—电转换

3. 光化利用

这是一种利用太阳辐射能直接分解水制氢的光—化学转换方式。

4. 光生物利用

通过植物的光合作用实现将太阳能转换成生物质的过程。目前主要有速生植物(如薪炭林)、油料作物和巨型海藻。



在确定研究对象时，还要遵守下面的三个原则：

一是研究方向不能背离社会的伦理道德、宗教信仰等；二是如果研究内容损害国家安全，或者研究者、相关人员的人身安全，是绝不允许的；三是对于需要以动物等进行试验的课题应该慎重选择。

(2) 问题产生后，需要明确目前是否具备研究的基础条件，如材料、加工工艺是否能达到要求，需要哪些知识技能，研究过程中需要的设备、仪器能否备齐，成本是否可以接受等。

另外，除了前面的主观分析外，还可以借助信息收集、调查分析等研究手段，进一步明确问题的内容和价值。

通过前面的学习分析，我们明确了研究的问题，即利用太阳能解决西部干旱地区农村的能源需求问题，并将制作太阳灶模型确定为科技人文融合创新项目活动。

二、收集信息

收集信息是指通过各种方式获取研究所需信息的过程。明确了问题后，就要进行信息的收集。

1. 收集信息的原则

- (1) 准确性原则。信息要真实可靠，力求准确无误。
- (2) 全面性原则。信息要全面完整地反映管理活动和决策对象发展的全貌。

阅读材料

中国古代对太阳能的利用——医病救人

根据《黄帝内经》和《本草纲目》中的记载：公元前3—5世纪，我们的祖先就掌握了日光疗法。除此以外，古人还曾用太阳光中的紫外线检验骨伤。《洗冤集录》中记载：“验尸并骨伤损处，痕迹未见，用糟醋泼卷尸首；于露天，以新油绢或明油雨伞覆欲见处，迎日隔伞看，痕即见。”让光线通过油伞，使有利于观察的射线充分集中，这与现代医学上用紫外线检查伤痕的原理相同。



- (3) 时效性原则。及时提供最有利用价值的信息，避免过时信息干扰决策。

技术实践

太阳灶能够满足家庭生活需要，可以通过测量家中燃气灶的功率来收集太阳灶的功率信息。

第一步，测量家用燃气灶的功率（图2-19）。根据物理公式：功率=功/时间，时间可以用秒表测得，功粗略地理解为燃气灶放出的热量。在忽略热量损失的情况下，



图2-19 测量燃气灶的功率

燃气灶放出热量可以认为是水和壶吸收的热量。热量计算公式为 $Q = cm\Delta t$ 。 Q 为吸收的热量； c 为物质的比热容， m 为物体的质量， Δt 为温度的变化量。

第二步，设计测量的表格，并根据测量情况填写完整。

功率=功/时间	时间	功				
		水的质量	壶的质量	水的比热容	壶的比热容	温度变化

注：默认水和壶的初始温度和末温度相同。温度变化用末温度减去初始温度。

第三步，确定太阳灶的设计功率。根据第二步中逆向工程确定的技术参数，确定太阳灶功率参数为 ____ kW。



2. 收集信息的方法

常见的收集信息的方法主要有调查法、观察法、实验法、文献检索、网络信息收集五种。在日常收集信息的过程中，访谈法和问卷调查法是使用频率较高的两种方法。

技术实践

(1) 用太阳能功率表（图 2-20）测定你所在地区的太阳能在一天中的分布情况，并记录下来。



图2-20 太阳能功率表

测试条件：天气晴好。

时间	7:00	8:00	9:00	17:00	18:00
太阳能功率						

(2) 通过上面的记录表格，分析一天中哪段时间是利用太阳能最好的时间。



三、制订方案

方案是针对项目的具体计划或某一问题制订的规划。制订方案是科技人文融合创新项目活动中关键的一步。科技人文融合创新项目活动在完成明确问题和收集信息两个环节后，要利用收集到的信息进行权衡，制订项目实施方案。完整的方案内容如图 2-21 所示。一般的科技人文融合创新项目活动中，结合信息分析确定目标，完成实施步骤就可以了。

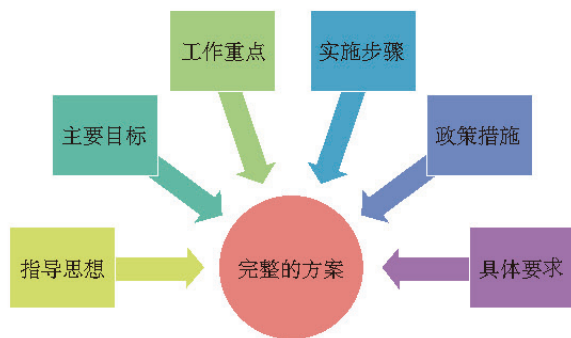


图2-21 完整的方案内容示例

阅读材料

目前普遍应用的太阳灶类型

1. 热箱式太阳灶（图 2-22）

形状像个箱子，上面开有窗洞，窗洞对准太阳，箱内温度靠不断积累的太阳能上升到蒸烤食物的程度。

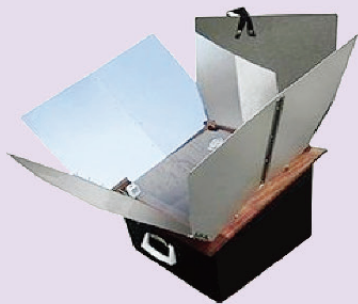


图2-22 热箱式太阳灶



图2-23 聚光式太阳灶

2. 聚光式太阳灶（图 2-23）

用反射聚光器把太阳光直接反射集中到锅上或食物上，反射聚光器呈抛物面或球面。

3. 蒸汽式太阳灶

利用平板型太阳能热水器把水烧沸产生蒸汽，利用蒸汽蒸煮食物。

4. 储热式太阳灶（图 2-24）

聚光器把阳光汇聚到热管蒸发段，热量通过热管传导到冷端，传递给硝酸盐储存，使用时高温泵把硝酸盐输送给炉盘加热厨具。

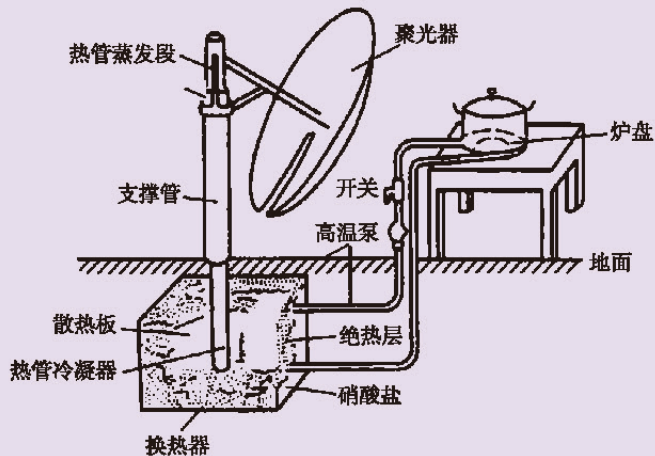


图2-24 储热式太阳灶



科技人文融合创新项目活动首先要确定指导思想，这是战略性目标。项目的主要目标是具体的、量化的目标，例如太阳灶项目中的太阳灶功率、寿命、抗风强度、成本等；项目的工作重点是确保项目完成的要点；实施步骤是项目操作的顺序；政策措施是保证项目完成的方法和手段；具体要求是实现目标的策略。

技术实践

在制作太阳灶的案例中，实施步骤包括选择阳光汇聚的方式与确定太阳灶的立体结构搭建方案。

1. 阳光汇聚方式的选择与权衡

使光线汇聚的光学器件有凸透镜（图 2-25）和凹面镜（图 2-26），要制作通过光线汇聚提供热能的太阳灶，选择哪个更好呢？请结合实际收集的相关信息，论证哪个光学器件使用更方便，制作更简单，成本更低，产品更美观。



图2-25 凸透镜聚光实验

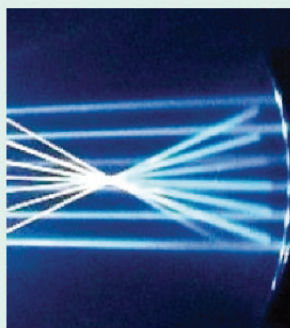


图2-26 凹面镜聚光实验

2. 太阳灶的立体结构搭建方案的确立

(1) 层叠法（图 2-27），是把一个立体结构在水平方向上一层层切割成薄片再叠加起来，类似等高线。层叠法可以制作任意立体图形，3D 打印技术实际上就是利用的层叠法。

(2) 模具法，是指用制作好的阴模或阳模进行加工的方法，如工业生产中的冲压，塑料制品的模具吹塑成型，翻砂铸造等。其特点是生产效率高，产品一致性好。

(3) 构架搭建法（图 2-28），是指采用水平、竖直方向的构件搭建立体结构的方法。

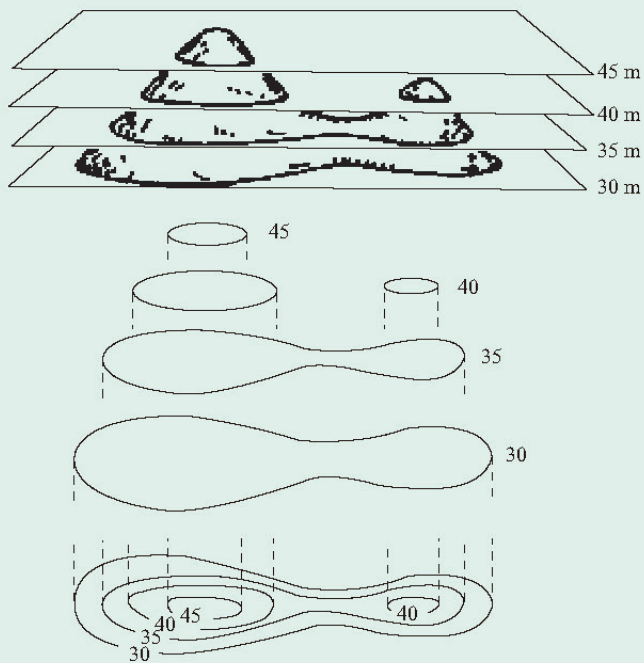


图2-27 层叠法

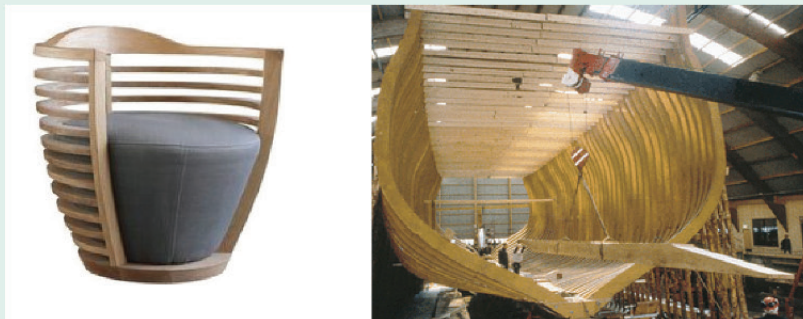


图2-28 构架搭建法

请结合以上内容的学习，完成太阳灶反光面的制作。

根据前面提出的问题，明确了使用太阳灶解决农村烧水做饭的燃料问题，并选用抛物面反射汇聚阳光的方案。反光面使用镀铝膜，价格低廉，后期的使用维护的费用较低。

按照这一方案，我们应该选取的抛物线是：_____。
_____。选取抛物线时，你考虑了哪些因素？

怎样制作太阳灶的反光面呢？请说明具体的设计方案，并与同学们一起交流讨论。



四、制作与测试模型

1. 模型制作

模型制作是指按照设计方案、加工工艺制作模型。

根据前文制订的设计方案，我们可以按照以下步骤进行太阳灶模型的制作。

(1) 参照根据家用燃气灶收集到的太阳灶的功率信息，以及利用太阳能功率表收集到的一天当中太阳能辐射功率的信息，计算得出需要接收太阳能的面积。（根据地区不同，测算结果可能也不同，接收太阳能的面积大约为 1.2 m^2 ，考虑到水壶本身的吸热和散热，需要半径约为 0.7 m 的圆形太阳灶）

(2) 从数学模型中选取适合的曲线 $y = ax^2$ 。在确定 a 的值时，要考虑到实际应用中焦点的位置，不能太远（结构不容易设计），也不能太近（易弄脏反光面），还要考虑到太阳灶的口径和深度的关系。空间曲线旋转图如图2-29所示。

(3) 方程选择好后要考虑工程问题，如何把一条抛物线转化成可以建造的抛物面，就是工程问题，需要解决结构、材料、使用时间、成本、加工工艺等问题。

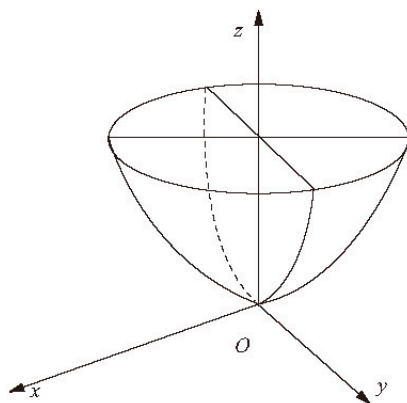


图2-29 空间曲线旋转图

技术实践

选择设计方案、加工工艺制作太阳灶模型。

(1) 选择抛物线，考虑到抛物线的焦点应在抛物面外，避免煮饭时溅洒出来的液体污损反光面，即焦点到反光面顶点的距离大于反光面的深度（图2-30）。

(2) 描点法制作母线，再把母线粘贴在木板上制作抛物线母板（图2-31）。

(3) 在水平地面上堆圆锥形土堆，圆锥底面直径为 1.6 m ，高为 0.6 m 。土堆正中安装一根与水平地面垂直的轴，用于安装检查土堆的母板。

(4) 用母板检查土堆是否为抛物面, 进行修补, 确保精度 (图 2-32)。

(5) 在抛物面表面粘贴废报纸, 完成抛物面模具制作。

(6) 利用棉布粘贴在模具上, 完成抛物面的制作。

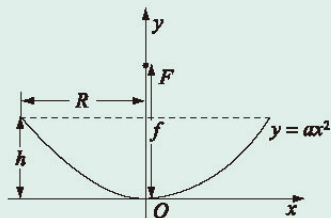


图2-30 抛物线选择

h —抛物面深度, f —抛物面焦距, F —焦点,
抛物线方程 $y = ax^2$, $f > h$ —避免溅洒液体

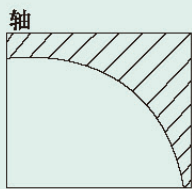


图2-31 描点法制作母板

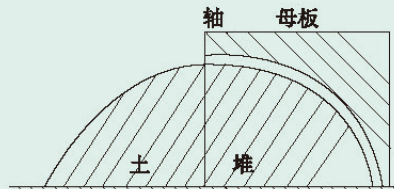


图2-32 母板检查土堆是否符合抛物线



2. 模型测试

模型测试是指在技术活动中为了某种目的对样品或模型所进行的尝试、检验、优化等探索性实践活动, 是对原型或模型按照设计的要求进行测试, 以确定其能否达到设计标准, 它属于技术试验的范畴。一般测试的内容包括安全测试、性能测试、经济测试等。一个方案只有经得起实践检验, 才能称得上是好方案。因此, 我们要对方案进行技术试验, 通过对产品的检测、测试, 发现方案中不合理的地方和设计上的缺陷, 然后加以改进, 这就是模型测试。

技术实践

太阳灶模型制作完成后, 需要进行模型测试来判断太阳灶模型的制作效果。请尝试完成下列测试。

1. 太阳灶的稳定性测试

在加热支架上放上厨具和杠铃片, 直到太阳灶倾倒, 测试太阳灶结构的强度和稳定性是否能满足设计要求。

2. 太阳灶抗风稳定性测试

从各个方向进行抗风实验, 测试倾倒前太阳灶能承受的最大风速。

3. 太阳灶耐脏性测试

从支架中心悬重锤, 测量重锤距离反光面的距离。(重锤离太阳灶反光面越远, 耐脏性越强)

4. 太阳灶功率测试

用加热水的方法测试在晴好天气下太阳灶的加热功率, 判断其是否可以满足设计要求。



五、完善方案

完善方案的过程是对项目完成情况的重新审视，针对模型测试过程中发现的问题，分析原因并加以改进，具体实施步骤如下。

- (1) 在模型（原型）测试中找出关键未达标因素。
- (2) 列举方案中的每个步骤，分析每一步对最终结果产生的影响。
- (3) 找出影响结果的关键因素并加以改进。
- (4) 按照改进后的方案实施，观察是否能达到设计要求。

方案完善的过程就是先通过测试发现问题；再通过分析问题产生的原因，明确是设计问题、工艺问题、材料问题，还是流程问题；然后改进方案，再进行试验；通过不断改进和试验，最终达到要求。

技术实践

请完善太阳灶项目的方案。（可从以下几方面发现问题：是否因材料问题影响了强度？是否因反光面的反射率不够影响了效率？是否因抛物面制作得不够精确影响了焦点的位置……）

自制太阳灶的主要问题：

分析可能的原因：

改进的方案：



六、评估方案

科技人文融合创新项目的实施是否成功，受很多因素的影响，在项目完成后，还需要对项目进行一个系统的评估。在评估的过程中，需要从多个角度进行分析，项目的成功固然重要，在项目中经历的挫折也是一种学习，要正确地看待科技人文融合创新项目的成败。科技人文融合创新项目的评估内容包括以下四个方面。

- (1) 实施进度评估。实施进度评估侧重项目实施的过程管理。如果每一步或者每一阶段都能够严格按照进度执行，可以提高项目的成功率。
- (2) 项目成本评估。包括时间成本和金钱成本的评估。
- (3) 实现功能评估。检验项目能否实现设计目标要求的功能，合理设计评价量表，尽量用数据进行评价，明确项目的成败。

技术实践

(1) 测定太阳灶的功率。

功率=功/时间	时间	功				
		水的质量	壶的质量	水的比热容	壶的比热容	温度变化

(2) 请你分析太阳灶的功率是否达到设计指标的要求,并对你的设计进行评估。



(4) 项目效果评估。科技人文融合创新项目开展的重点是让学生经历整个过程。项目不一定是成功的,项目失败对于学习者来说也是有收获的,分析失败的原因,吸取教训,记录亮点,也是项目效果评估的重要组成部分。

评估方案是对整个项目的自我检查与评价。这是一个发现不足,吸取教训,积累经验,自我提高的过程。科技人文融合创新项目的评价是多维度的,从评价的主体看,可分为自评、他评;从实施的角度看,可分为过程性评价、终结性评价等。

技术实践

(1) 请以小组为单位,对太阳灶及其完成过程进行相应的评价。

1) 对太阳灶进行评价。

项目	很好	好	一般	不满意	备注
功能性					
稳定性					
安全性					
美观性					
经济性					
效率					

2) 对太阳灶的完成过程进行评价。

项目	非常棒	很棒	一般	不满意	备注
设计思想					
知识运用					
操作技巧					
参与度					

(2) 请对自己在太阳灶完成过程中的表现进行评价。



小结与评价

一、小结

通过本章的学习，我们了解了开展科技人文融合创新项目活动的基础条件，知道了科技人文融合创新项目中蕴含的技术要素，知道了常用的工程分析方法及其在项目活动中的独特作用，掌握了科技人文融合创新项目活动包含的明确问题、收集信息、制订方案、制作与测试模型、完善方案、评估方案六个环节，以及各环节的相关要求。

请根据下列题目所提供的线索，对本章的学习内容和自己的实践过程进行小结。

- (1) 谈谈你对开展科技人文融合创新项目活动应该具备的基础条件的理解。
- (2) 在太阳灶项目活动中主要用到了哪些工程分析方法，这些方法具有什么特点？
- (3) 一般来说，科技人文融合创新项目活动包含哪些过程？

二、评价

运用本章学习的内容，以小组的形式选择一个校园中需要解决或者改进的科技人文融合创新项目活动，撰写项目活动方案，并进行评价。

评价提示：

- (1) 能否提出明确的问题？
- (2) 项目活动方案综合运用了科学、技术、工程、数学、艺术、社会学科中的哪些知识要素？
- (3) 项目活动中使用了哪些技术要素？

自我评价：_____。

同学评价：_____。

老师评价：_____。



第三章 桥梁设计与实践

桥梁是人类在生活和生产活动中，为克服天然障碍而建造的建筑物，它是人类文明与智慧的深刻展示。桥梁的种类有哪些？它们是如何设计和建造的？让我们一起揭开桥梁设计与建造的神秘面纱吧。



第一节 认识桥梁

不论是身在城市还是乡村，也不论是乘坐汽车还是火车出行，我们都会遇到各式各样的桥梁。桥梁是由哪几部分组成的？桥梁是如何受力的？本节就让我们一起来认识一下桥梁。

一、桥梁的含义及其分类

讨论交流

生活中有很多桥梁，你能找出一些例子说明它们的具体功用吗？



桥梁是铁路、公路、管线或渠道跨越河流、海峡、山谷或其他障碍的空中建筑物，也可以说，桥梁就是空中的道路。

我们生活中最常见的桥梁是跨越河流的跨河桥，除此之外还有跨越海峡的跨海大桥（图3-1左）、跨越山谷的跨谷桥（图3-1右）等。



港珠澳跨海大桥



四渡河大桥

图3-1 跨海大桥与跨谷桥

以上桥梁是按照跨越障碍的性质进行分类的，除此之外，桥梁还可以按用途、长度和跨径、承重结构所用材料、结构的平面布置、上部结构的行车道位置、可移动性等进行分类。不论何种分类方式，桥梁的主要作用都是跨越障碍，使通行更加便捷。

阅读材料

桥梁按照用途不同的分类

按照用途不同,桥梁可分为铁路桥、公路桥、公路铁路两用桥、城市立交桥、人行桥、水运桥或渡槽、管线桥等,如图3-2所示。

铁路桥专供铁路列车行驶,因其承受的铁路车辆荷载较大,所以桥梁的跨度和宽度都有限。铁路桥对平顺度的要求会很高,梁高也比较大。

相对于铁路桥,公路桥的车辆荷载较小,其跨度和宽度相对较大。城市中的公路桥比较注重造型和景观,往往会成为一个城市的地标性建筑。

公路铁路两用桥是在同一个桥跨结构上同时通行铁路和公路的桥梁,这些桥梁一般跨越大江大河,处在重要的交通节点上。公路铁路合建,既可节约土地,也可节约资金。二者可以分层布置,也可以布置在同一平面内。

城市立交桥是为了提高城市交叉路口的通行能力而建造的桥梁,具有线性复杂、结构特殊的特点。

人行桥是专供行人使用的桥梁,一般建设在市区车流量较大的车道或者封闭路段,供行人穿越街道使用。

水运桥,也称为渡槽,两端与渠道相接,它是输送渠道水流跨越河渠、溪谷、洼地和道路的架空水槽,普遍用于灌溉输水,也可用于排洪、排沙等。



图3-2 桥梁按用途不同的分类

二、桥梁的基本组成

如图3-3所示,横跨在河上的那一部分叫作梁,梁的两端各有一个坚固的台子用来对梁起到支撑作用,这个台子叫作桥台。若河面较宽,一根梁无法跨越,就需要多个梁,这时还要在河中修建一些墩子,叫作桥墩。一个梁称为“一跨”,因此常以“跨”作为桥梁的单位,桥墩之间一个梁跨越的长度叫作“跨度”。

一座桥梁一般可分为上部结构、下部结构、支座以及附属设施四个部分。

上部结构是桥跨部分,位于桥梁支座以上。桥跨结构是架设在空中直接承受外部荷载的结构物,它起到跨越河流、山谷或其他线路障碍的作用。

下部结构包括桥墩、桥台和基础,它们的主要作用是支撑上部结构并将上部结构传

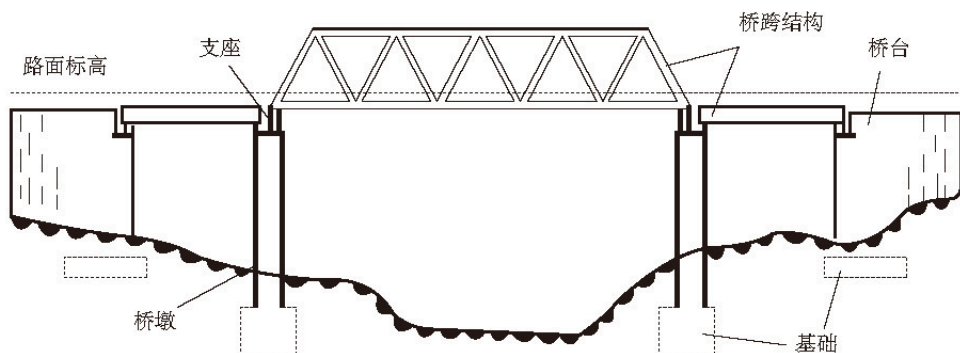


图3-3 桥梁的基本组成

来的负荷及自重传递到地基，同时，承受地震、水流和船舶撞击等荷载。桥台还要起到衔接路堤、防止路堤垮塌的作用。

支座设置在桥墩（台）顶，是用于支撑上部结构的传力装置。

附属设施包括桥面系、伸缩缝、桥台搭板、锥形护坡等，以及交通与机电工程设施，如标志标牌、景观系统（图3-4）、通信和监控系统、收费系统等。



图3-4 桥梁夜间景观系统

技术探究

选择你见过或听说过的一座桥梁，分析一下它由哪几部分组成，每一部分分别起到了什么作用。



三、桥梁的基本形式及其力学原理

根据结构体系和受力特点，桥梁一般分为梁桥、拱桥、悬索桥以及组合体系桥等。

1. 梁桥

梁桥是最常见的一种桥梁形式。梁桥最主要的特点是在竖向荷载的作用下只产生竖向反力，不出现水平反力和弯矩。根据桥跨结构受力特点的不同，梁桥可分为简支梁桥（图3-5）、连续梁桥和悬臂梁桥。根据桥跨结构构造形式的不同，梁桥又可分为实腹梁桥和桁架梁桥。



图3-5 山东新沂河桥——铁路简支梁桥

简支梁桥在竖向荷载的作用下，梁向下弯曲，其上表面承受压力，下表面承受拉力，如图3-6所示。桥跨结构连续跨过三个及以上桥墩而且墩顶不断开的梁桥称为连续梁桥（图3-7）。与简支梁桥相比，其跨径较大，更节省材料，接缝少，平顺度高，但对地质条件的要求也高。

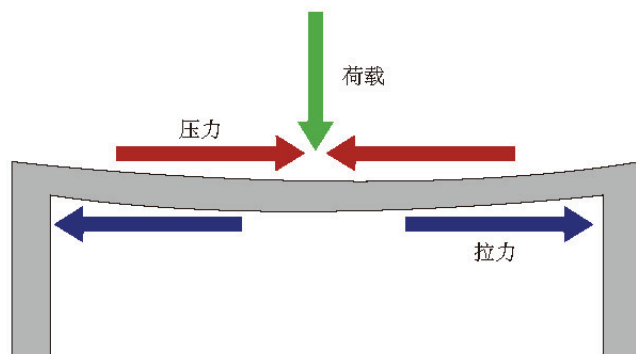


图3-6 简支梁桥传力途径示意

悬臂梁桥（图3-8）的桥跨结构通过支座支撑在桥墩上并带有悬臂，其内力较同样跨径的简支梁桥小，因此其跨越能力加大。但在荷载作用下，悬臂端竖向变形及转角较大，对行车不利。



图3-7 千岛湖大桥——连续梁桥



图3-8 柳州柳江大桥——悬臂梁桥

2. 拱桥

拱桥由拱上结构和主拱组成，拱上结构直接承受荷载，将力传给主拱。主拱因为是受压结构，可以采用混凝土、钢结构作为主拱结构，也可以采用钢筋混凝土作为主拱结构。拱桥传力途径如图3-9所示。

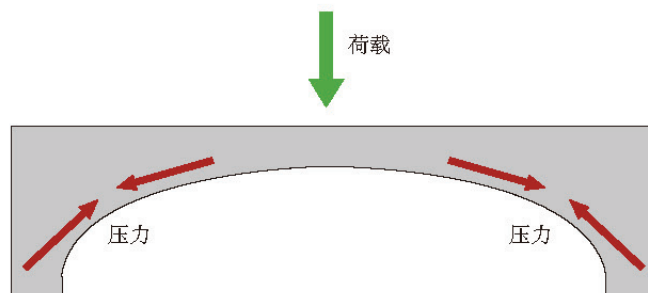


图3-9 拱桥传力途径示意

技术探究

通过查阅资料，了解拱桥的类型。你能找出一些不同的拱桥实例，并分别说明它们是哪种类型的拱桥吗？



3. 悬索桥

悬索桥是以绳索为主要承重结构的桥梁，作用在主梁上的荷载通过吊索作用于主缆，然后经桥塔及桥墩传递到基础。荷载主要由主缆承受，主缆由高强度钢丝制成，具有很大的承载能力，因此，悬索桥是目前跨越能力最大的一种桥梁形式。悬索桥传力途径如图3-10（右）所示。

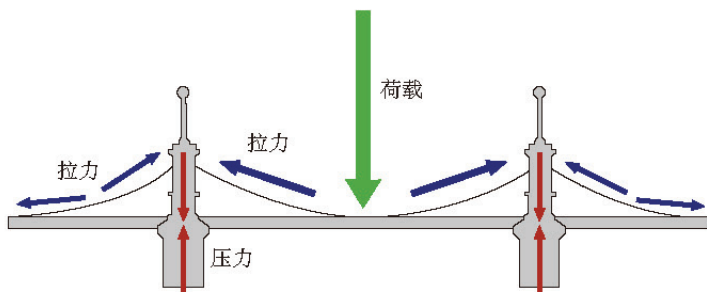


图3-10 悬索桥及其传力途径示意

4. 组合体系桥

组合体系桥（图3-11）由以上几种基本体系桥组合而成，如斜拉桥为拉索和梁的组合，梁拱组合桥为梁桥和拱桥的组合等。



图3-11 斜拉桥与梁拱组合桥

桁架桥是梁与桁架的组合体系，其传力途径如图3-12（右）所示。桁架桥通过杆件分配荷载，每个杆件承受不同的力，有的是拉力，有的是压力。两端及上方的杆件受力最大，中间的杆件几乎不受力。因此，桁架桥的承载能力比普通梁桥要高。

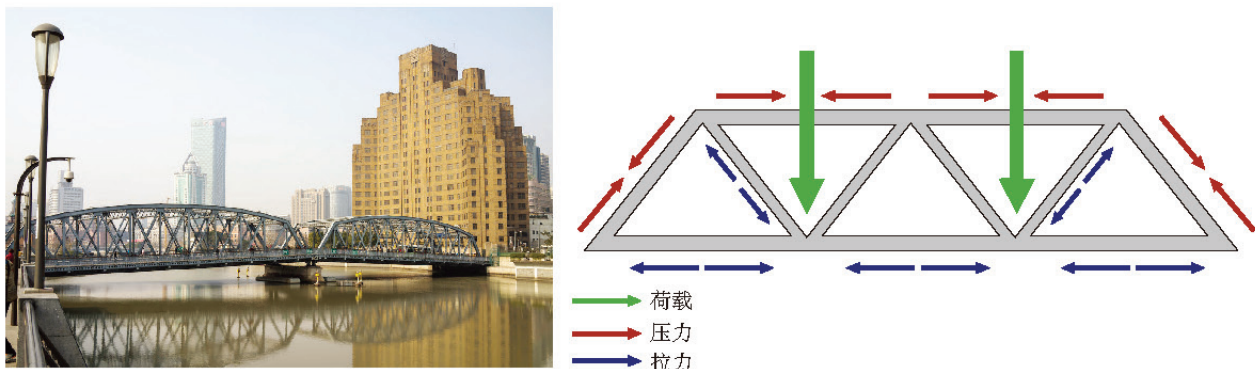


图3-12 桁架桥及其传力途径示意

四、桥梁材料

从最初期使用的木材、石材，到后来的铁材，再到现在普遍应用的钢材、混凝土，桥梁的建筑材料在不断地发生变化，其建造技术也在飞速提高。

钢材的应用使得桥梁的跨度达到了前所未有的长度，人们又将钢材和混凝土结合起来，发明了一种新型结构——钢筋混凝土梁和预应力混凝土梁。

钢筋混凝土梁是在混凝土底部加入钢筋，以增强梁的抗拉能力，但是混凝土仍会因承受拉力而出现裂纹。为了消除梁底部的裂纹，人们想到为梁施加一个水平压力，以抵抗梁所受的拉力。这两种材料结合在一起的方法把它们的应用推向了新的极限。

预应力混凝土梁的科学原理（图3-13）为：预应力用来减小或抵消荷载所引起的混凝土拉应力，从而将结构构件的拉应力控制在较小范围，甚至处于受压状态，以推迟混凝土裂缝的出现和发展，从而提高构件的抗裂性能和刚度。施加的预应力应该综合桥梁自重、荷载等计算得出。

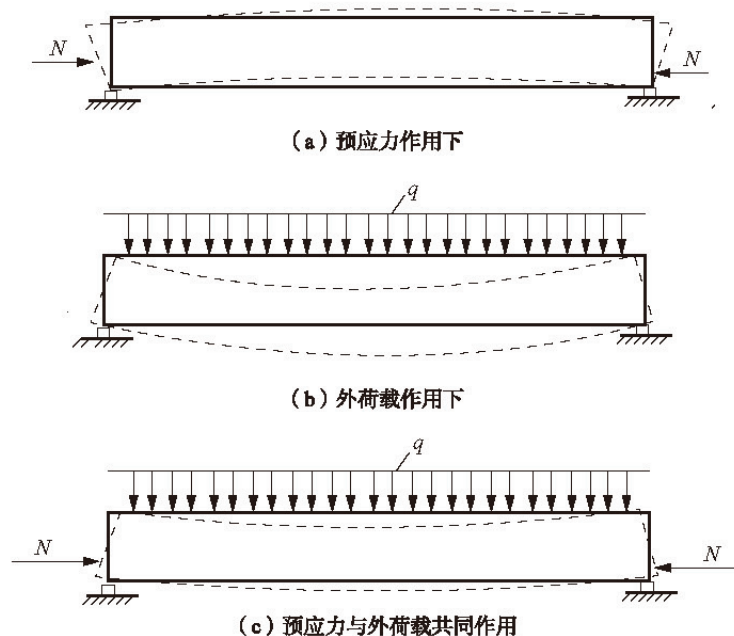


图3-13 预应力混凝土梁原理

五、桥梁与文化

自有人类活动开始桥梁就存在了。倒下横卧在溪流上的树干也许就是第一座桥梁，人类在这些自然形成的天然桥的启发下学会了建造桥梁。古往今来，文人墨客留下了很多关于桥的名篇佳作。由此可见，桥梁不仅仅是具有使用功能的建筑物，同时也往往是一座立体的艺术工程和景观。它是技术与艺术的完美结合，也是人类文明与智慧的深刻展示。一些标志性的桥梁建筑（图3-14，图3-15）已经成为一个城市乃至一个国家的名片与象征。



图3-14 中国古代人民智慧的结晶——赵州桥、风雨桥



图3-15 城市名片——伦敦塔桥、悉尼海湾大桥

一座桥梁建筑犹如一座大型的公共雕塑，它融入周边环境并与之形成千丝万缕的联系。桥梁本身承载着历史背景和岁月的变迁，使我们可以看到民族风情、宗教信仰、审美情趣等文化的沉淀。

在中国古代，“为官一任，造福一方”是官员们的仕途理想，造桥修路是其重要的政绩。桥梁有时也是宗教文化的载体，如桥梁上的莲花石刻承载了佛教文化。除此之外，桥梁雕刻艺术也传承着民俗文化，如桥头的石狮、各式吸水兽石刻等承担着桥梁守护神的角色。与桥梁有关的历史事件、历史人物会赋予桥梁特定的文化内涵，如泸定桥

(图3-16)有红军强渡的军事文化内涵,汀泗桥有北伐名将叶挺战功赫赫的名人文化内涵,等等。

当今社会,桥梁建设也代表了一个国家的科学技术水平和综合国力。中国改革开放以来,经济迅速发展,综合国力日益增强,高速铁路、高速公路的建设为桥梁的建设提供了巨大的机遇和挑战,我国正大步迈入桥梁大国和桥梁强国的行列,图3-17中的南京大胜关长江大桥被誉为“世界铁路桥之最”。



图3-16 泸定桥



图3-17 南京大胜关大桥

21世纪的桥梁,将成为代表社会进步与文明的标志性建筑,并向着多元化、层次化,以及更多地与人文精神、文化底蕴相结合的方向发展。

讨论交流

你了解哪些与桥梁有关的文学或艺术作品?你认为桥梁在社会发展中起到了什么作用?



第二节 桥梁的设计与建造

从小河上搭建的一块木板或者原木作为桥梁,到后来的石拱桥,再到现在的钢筋混凝土桥,桥梁的建造材料在不断地变化,建造技术也在飞速提高。但是不论技术如何进步,桥梁的设计与建造都要遵循安全可靠、经久耐用、经济合理、技术先进、保护环境和可持续发展等基本原则。

调查研究

加拿大的魁北克大桥（图3-18）于1904年开工，1918年双线铁路通车，至今仍保持着悬臂梁跨径世界第一的记录，但在其建造的过程中却经历了两次倒塌事故。请你调查一下魁北克大桥的设计和建造过程，说明桥梁设计需要考虑哪些因素，桥梁建造需要经历哪些过程。



图3-18 魁北克大桥



一、桥梁需求来源

随着国民经济的发展，城镇化的进程不断加快，交通客货运输需求持续增长。为了满足日益增长的运输需求，我国的道路交通网络也在不断完善，公路、铁路里程不断提升。一方面新建公路、铁路多位于中西部山区，另一方面，高速铁路和高速公路的建设力度不断增强，使得我国道路交通的桥隧比不断提高，桥梁建设的需求越来越强烈。

另外，随着海洋经济的蓬勃发展，为了提高海洋开发、控制、综合管理的能力，对陆海联通桥梁也有了更多的需求和更高的要求。因此，我国近年来设计和建设了多座技术水平高超的跨海大桥。

港珠澳大桥的建设需求分析

随着我国珠江三角洲地区的经济发展，香港与珠江三角洲地区的经济互动日益频繁，但香港与珠江西岸的交通联系却一直比较薄弱。受珠江阻隔，珠江西岸与香港之间的陆路交通需要绕行虎门大桥，水路交通也耗时较长且受天气影响较大，现有交通基础设施难以满足珠江两岸经济的发展和交通运输的需要。尽快构建港珠澳交通大通道，增强香港及珠江东岸地区的经济辐射带动作用，充分挖掘珠江西岸的发展潜力，已成为三地共同的愿望。

讨论交流

以身边的一座桥梁为例，调查其建造的需求因素，并与同学讨论交流。



二、桥梁的设计

桥梁的设计建造必须按照基本建设程序要求，循序渐进地开展工作。一般要经历前期工作、工程立项、设计任务书、三阶段设计、招投标及签订承包合同、开工报告、施工及验收等过程。桥梁的三阶段设计包括初步设计、技术设计、施工图设计。一般的桥梁采用初步设计和施工图设计两阶段设计，对于技术简单、方案明确的小桥，也可采用一阶段设计，即施工图设计。

在进行桥梁设计时，必须收集多方面的资料，然后进行勘测和设计。主要包括选择桥位，设计桥梁纵、横断面，选择桥梁形式，设计各构件结构等。

1. 选择桥位

在进行桥梁设计时，要根据调研桥梁的具体任务，桥上交通种类及其要求等，选择2~3个可能的桥位，测量每个可能桥位附近的地形并绘制地形图，对桥位处进行地质钻探并绘制地质剖面图，调查当地的水文、气象、地震、施工条件等情况。

以港珠澳大桥为例，其最终方案确定东岸为香港大屿山机场西南的散石湾，跨越珠江口，形成“Y”字形，西岸一端连接珠海拱北，一端连接澳门明珠。工程建设包括海中桥隧主体工程，香港、珠海、澳门三地人工岛口岸工程，三地连接线及配套工程等三项内容。港珠澳大桥方案示意如图3-19所示。

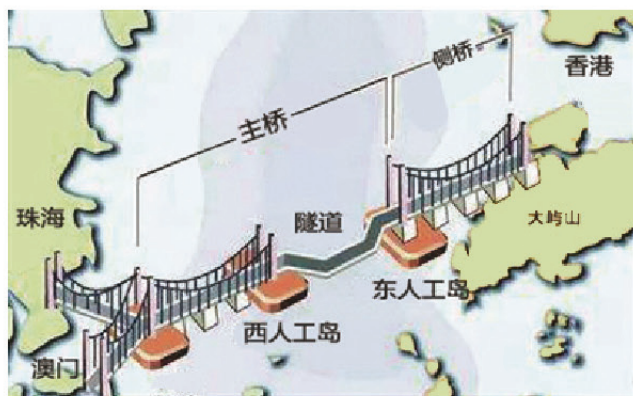


图3-19 港珠澳大桥方案示意

2. 桥梁纵、横断面设计

桥梁纵断面设计包括确定桥梁总跨径、桥梁分孔、桥面标高以及桥梁纵坡等。对于通航河流，需要与航运部门协商并确定航道等级、通航水位和通航净空等要求。这些数据需要依据相应的建筑标准并综合考虑地质、水文等环境计算得出。

桥梁横断面设计主要指车行道、人行道、非机动车道的宽度及其在桥梁横向的布置位置。

桥梁设计要符合相应的规范和标准，需要用到多方面的综合知识，如数学作为工具为其提供了理论基础，力学、工程材料学、工程地质学、岩土力学、水力学、水文学等为其提供了科学依据，混凝土结构工程、钢结构工程、基础工程、铁道公路工程、计算机辅助设计技术为其提供了技术基础。

阅读材料

港珠澳大桥设计标准及其方案的确定

港珠澳大桥属于近海离岸跨海通道工程，面临着气象条件恶劣、水文条件复杂、海上航线密集、机场航空限高等诸多问题。同时它还要穿越白海豚保护区，对环境保护的要求很高。这些都对桥梁设计提出了更高的要求。

港珠澳大桥连接三地，其设计需要符合三地的标准和要求。其主体工程采用六车道高速公路标准，路面总宽度 33.1 m，最大纵坡小于等于 3%，桥面横坡 2.5%，隧道路面横坡 1.5%，设计速度 100 km/h，设计寿命 120 年。设计最高水位 3.82 m，最高通航水位 3.52 m。全桥阻水比要求小于 10%。

海中主体工程总长约 30 km，采用桥隧结合方案。其中桥梁路段约 23 km，包括青州航道桥、江海直达船航道桥、九洲航道桥和非通航孔桥。

以青州航道桥（图 3-20）为例，其桥跨布置（图 3-21）为 110+236+458+236+110=1 150 m，主梁采用扁平流线型的整体式钢箱梁（图 3-22），索塔采用横向 H 形框架，塔身高 163 m，塔柱为钢筋混凝土构件，下横梁为全预应力混凝土构件，上横梁采用钢结构“中国结”造型。塔上锚固为钢锚箱方案，塔柱及下横梁采用现浇施工。索塔高度与主跨之比为 0.246。标准索距 15 m，斜拉索采用扇形布置，空间双索面，在两侧锚定。



图3-20 青州航道桥

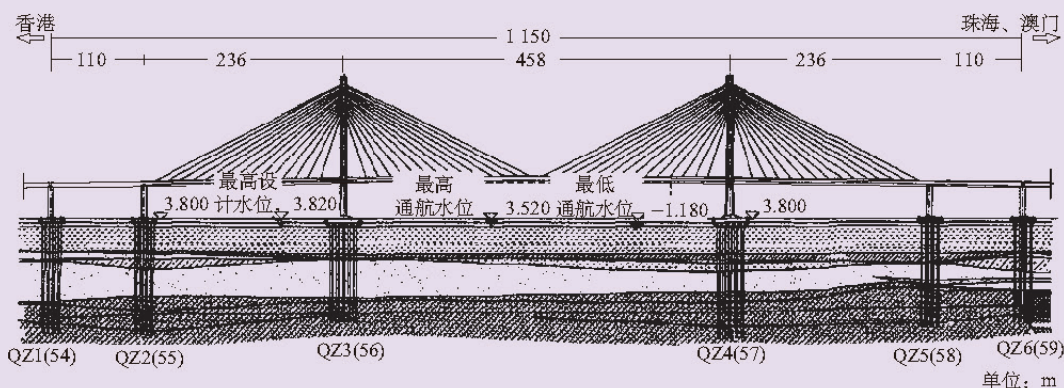


图3-21 青州航道桥桥跨布置

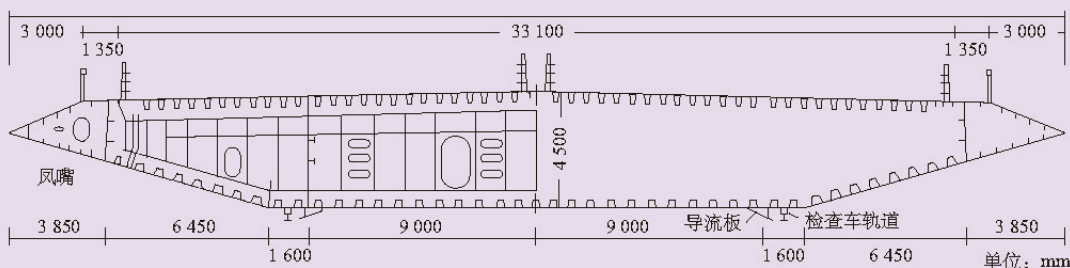


图3-22 钢箱梁横断面

青州航道桥采用钢管复合桩基础，38根直径2.0~2.5m的钢管组成一个复合桩，采用梅花形布置。基础之上是索塔承台，其平面呈哑铃形，由2个分离的直径36.5m的圆形承台通过系梁连接而成。青州航道桥基础及承台如图3-23所示。

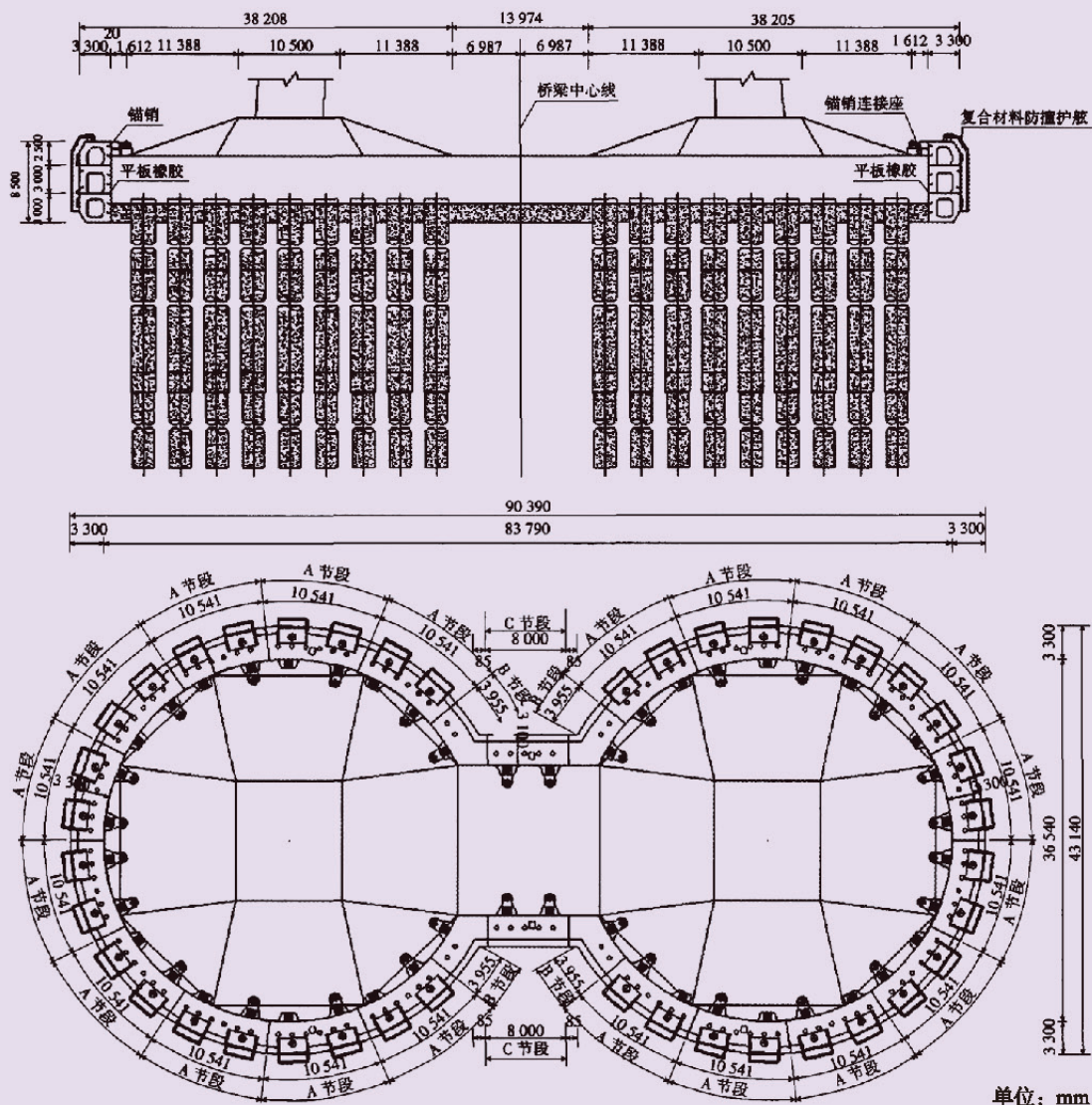


图3-23 基础及承台平面图

3. 桥梁的形式选择

桥梁纵、横断面确定后，还需要确定桥梁的形式。主要依据安全、适用、经济和美学的要求进行方案比选。大型桥梁的建造需要很大的经济投入，因此，经济性是需要重点考量的内容。桥梁作为一个地方的标志性建筑，还应该与周围的环境相适应，起到美化环境的功能。

港珠澳大桥作为标志性建筑，其景观设计也非常具有代表性。三座通航桥都是斜拉桥，但是桥塔设计各有特点。例如，青州航道桥塔顶结型撑吸收了“中国结”的文化元素（图3-24），与附近连接隧道的东西人工岛形成“珠联璧合”的总体造型理念。



图3-24 青州航道桥塔顶结型撑的“中国结”造型

调查研究

请你查阅相关资料，调查港珠澳大桥中的另两座通航桥——江海直达船航道桥和九洲航道桥的造型分别体现了哪些设计元素？表达了怎样的文化内涵？



4. 桥梁各构件结构设计

结构设计需要对桥梁进行结构计算，确定施工方案，调整各部分尺寸，以满足桥梁在强度、刚度、稳定性和耐久性等方面的要求。

三、桥梁建造过程

桥梁的设计工作完成后，由施工技术人员按照施工图进行桥梁建造。一般来说，首先进行基础施工，然后建造桥墩，最后建造桥跨部分。根据桥梁形式的不同，其施工过程也有所差异。以斜拉桥为例，其施工包括基础、桥墩桥塔、主梁、斜拉索四部分。先进行基础和桥墩桥塔施工，然后进行主梁和斜拉索的安装。

桥梁基础的施工是桥梁建造工程中最重要也是最困难的部分，尤其是深水基础施工。根据桥梁类型的不同，基础施工方法也不尽相同。大型桥梁结构基础一般分为沉井基础（图3-25）和桩基础两大类。桩基础分为打入桩和钻孔桩。

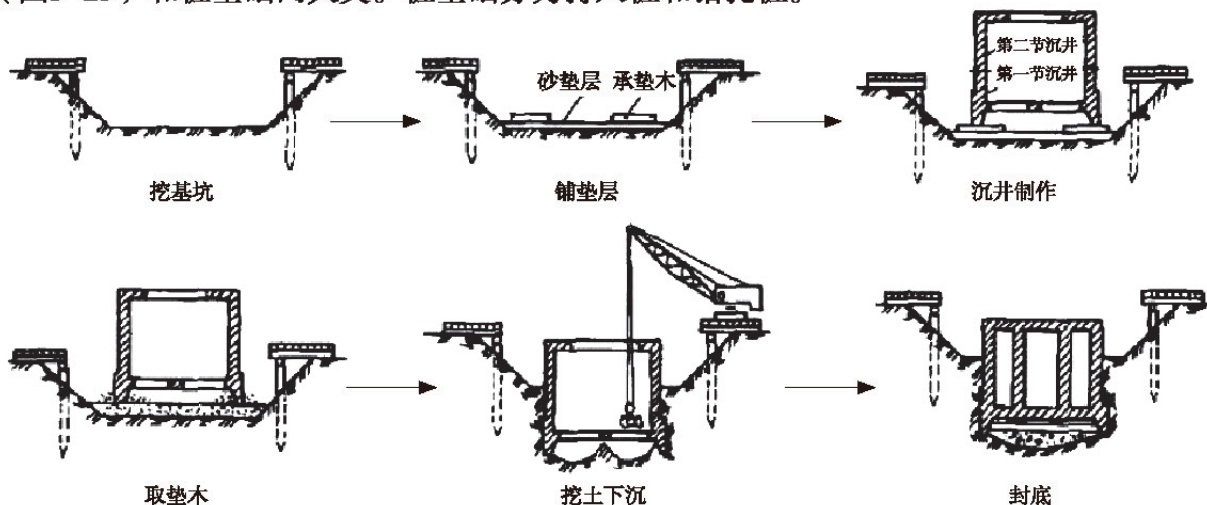


图3-25 沉井基础施工工艺

阅读材料

青州航道桥关键施工技术

1. 钢管复合桩基础技术

青州航道桥采用钢管复合桩基础(图3-26),最大桩长超过100 m,钢管参与受力设计。施工时采用整体式导向架、液压振动锤同时振沉,确保复合桩中心平面位置绝对误差小于150 mm,各桩之间相对误差小于50 mm的精度要求。

2. 大型主墩承台钢套箱整体吊装技术(图3-27)

青州航道桥的主墩承台钢套箱长90.99 m、宽43.74 m、高8.5 m,平面面积近4 000 m²,重达1 700 t,采用两台大型浮吊抬吊,整体一次吊装到位。



图3-26 钢管复合桩基础施工



图3-27 大型主墩承台钢套箱整体吊装施工

3. 超高混凝土结构主塔施工技术(图3-28)

青州航道桥索塔为混凝土结构,采用液压爬模方法施工。由于具备自爬的能力,因此不需要起重机械的吊运,这既减少了施工中运输机械的吊运工作量,同时也省去了施工过程中的外脚手架,具有施工速度快、经济效益好等优点。



图3-28 主塔施工

4. 主梁施工技术(图3-29)

青州航道桥主梁采用悬臂施工技术,其原理为从桥墩开始,对称或不对称地逐段悬臂浇筑或悬臂拼装桥梁的主梁,悬臂长度不断增加,直至主梁合拢。架设时,吊机首先将钢箱梁提升至预定高度,然后进行精确调位、临时锁定,最后进行焊接作业,完成节段的吊装。在节段安装完毕后进行相应节段斜拉索的安装和张紧。





图3-29 主梁悬臂施工



技术实践

请查阅相关资料，总结梁桥和拱桥的施工方法，并判断下表中图片所示的分别是哪种施工方法。

梁桥和拱桥的施工方法

桥梁类型	图片	施工方法	桥梁类型	图片	施工方法
梁桥			拱桥		
					
					



第三节 双塔斜拉桥模型设计与制作实践

桥梁设计与建造是一个系统工程，不仅需要用到多方面的综合知识，而且需要团队协作共同完成。我们可以通过制作桥梁模型的方式，在实验室里体验桥梁的设计与建造过程。

一、明确问题

问题思考

为满足经济发展的需要，我国建造了越来越多的跨海大桥工程。跨海大桥往往需要非常大的跨径，那么，哪种桥梁形式最适合建造跨海大桥呢？



从技术角度分析，跨海大桥的跨度一般都比较长，短则几千米，长则数十千米，所以对设计和施工的技术要求非常严格，也能体现目前最顶尖的桥梁设计和建造技术。跨海大桥一般跨越海峡或海湾，需要满足一定的通航能力。从力学角度分析，它要承受海浪的冲刷和海风的冲击，因此，其抗台风、抗海浪冲击能力需要着重考虑。

现有某海港城市因经济发展需要，急需建造一座跨越海湾的大桥，让我们根据前面所学习的知识一起来完成这个任务吧。

二、收集信息

明确了问题之后，我们需要进行信息收集工作。信息收集包括研究桥梁的基本形式、受力情况，以及不同材料的力学特性等。

通过科学分析和工程实验，我们可以发现梁桥随着跨度的增大，承重能力降低，而且由于自重原因，其跨度不可能无限制增大。拱桥承重能力很强，但其跨度有限。悬索桥和斜拉桥由于其受力全部传导到桥墩和基础上，具有很强的承重能力，并且可以满足较大的跨度，较适合用来建造跨海大桥。

技术探究

分组制作同等跨度的简支梁桥和斜拉桥模型，并测试其承受压力荷载的情况。模型制作的材料使用桐木板、桐木条，连接方式使用胶接。注意要使桥梁自重尽可能相同，以保证其具备可比性。

也可通过桥梁模拟搭建软件，搭建不同形式的桥梁，进行定性或定量分析和验证。

探究结论：同等跨度、同等自重下，两种桥型的承重能力排序为：_____ > _____。



三、制订方案

结合收集到的信息，我们可以进行桥梁模型方案的制订（仅从主跨桥梁结构这一个方面进行研究）。

1. 方案的比较与选择

悬索桥和斜拉桥都可以做到非常大的跨度，但是悬索桥的主索两端需要锚定，其刚度不如斜拉桥，因此我们选择斜拉桥方案，制作一个双塔斜拉桥模型，在保证承重的情况下，最大限度地增大跨径。

斜拉桥（图3-30）的主要组成部分为主梁、桥塔和拉索，它们互相关联和制约，因此，应该从总体考虑进行全桥模型的综合设计。

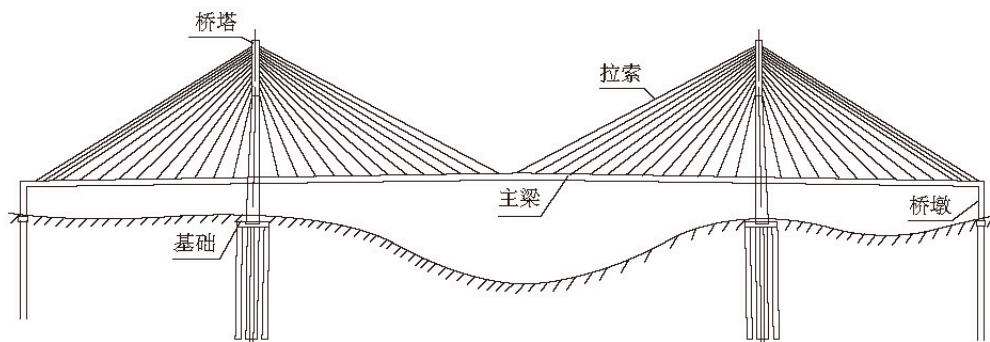


图3-30 斜拉桥构造图

2. 桥梁结构设计的科学依据

实际桥梁设计中应以交通量确定桥面宽度，而模型制作中不将其作为重点考虑。主跨的跨长由实际情况决定。主梁的高度不仅与主跨有关，还随着桥宽、主梁截面面积、截面形式的变化而变化。桥塔的结构形式、高度根据斜缆的布置形式有所不同。拉索的索距应配合塔和梁的高度、刚度，以及整体桥形综合考虑。在进行桥梁设计时，要确定跨度划分、主梁结构、梁塔墩的连接方式、斜缆类型等问题。

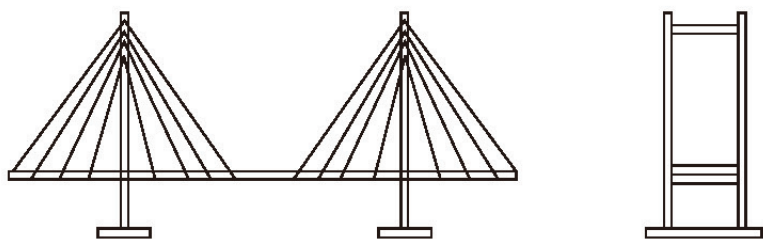


图3-31 双塔斜拉桥模型纵断面与横断面

考虑到承重及美观，我们可以选择双塔三跨形式，双索面全漂浮体系结构，主梁采用肋板式结构，拉索采用扇形，桥塔采用H形。设计草图如图3-31所示。

桥塔越高，斜缆的倾角越大，斜缆垂直分力对主梁的支撑效果越好，但是桥塔太高，材料数量也会增加，因此，桥塔的合理高度要根据经济性确定。

技术实践

通过查阅资料，了解斜拉桥的结构和相关技术标准，确定模型制作所需要的相关数据。

模型全长：_____ cm 主跨：_____ cm
 桥宽：_____ cm 桥塔高度：_____ cm
 桥墩高度：_____ cm 索数量：_____ 根



四、模型制作与测试

1. 确定加工工艺

根据桥梁模型设计方案，我们可以使用简单木工技术手工制作，也可以使用激光切割

技术进行切片后组装，还可以使用3D打印技术一次成型。根据场地和材料的便捷性，我们选择木板及方木条来制作桥梁模型（图3-32），包括7 mm × 100 mm × 1 000 mm松木板1块，16 mm × 16 mm × 500 mm松木条4根，细尼龙线8 m左右。采用手工制作方式完成模型加工，使用到的工具主要有手锯、砂纸、台钻等。



图3-32 斜拉桥模型制作材料

2. 模型制作阶段

在模型制作过程中要注意合理统筹资源，加工要精细，确保各零件尺寸精确。

第一步，进行下料。按照图纸在材料上画线，并使用手锯进行锯割。第二步，制作桥墩与桥塔（图3-33）。先在桥塔相应位置使用台钻进行打孔，以便后面进行缆索安装。然后使用胶接方式将桥塔零件组合成H形，并在主梁高处增加一根木条，作为主梁支撑。为了防止模型失稳，在桥墩底部胶接一块木板以增强稳定性。第三步，制作主梁、安装缆索（图3-34）。截取相应长度的木板作为主梁。根据设计尺寸确定桥塔位置和缆索位置，并画线标记。在需要绕缆索的位置打孔，然后安装主梁和缆索。拉线采用扇形，全部拉线由一整根线来回牵拉构成，并在与桥面和桥塔的连接点处打结。



图3-33 桥墩与桥塔

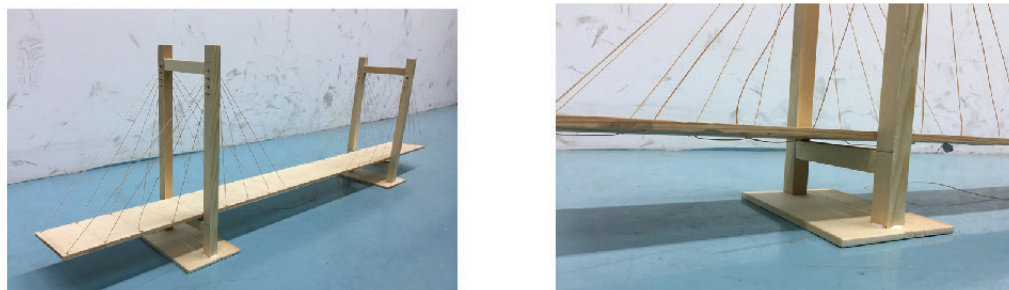


图3-34 安装缆索

安全提示

使用电钻时要注意正确夹紧工件，佩戴护目镜、安全帽等防护用品，禁止戴手套操作，以免被旋转的钻头缠绕引发事故。

使用手锯进行锯割时要注意安全，规范操作，防止划伤。

3. 景观艺术设计

对桥面进行处理，划分车道，进行装饰（图3-35）。

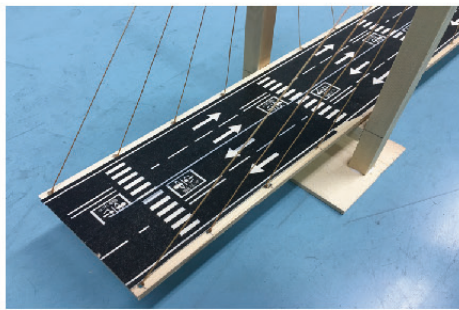


图3-35 桥面装饰

4. 技术测试

模型制作完成后需要对模型进行测试。测试包括稳定性测试以及承重测试。稳定性测试主要检测桥梁在风、震动等外力作用下能否保持稳定不倾倒。测试方法主要是在添加上述扰动的前提下进行测试。

承重测试（图3-36）主要检测桥梁模型能否承受一定的静荷载。给桥梁施加一个竖向静荷载，测试其承重能力。该测试主要考察在负载作用下桥面是否产生较大弯曲变形甚至断裂。

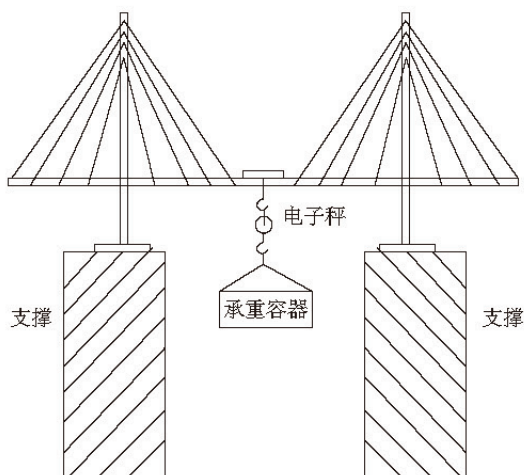


图3-36 简易承重测试示意图

技术实践

请以小组为单位，设计并完成桥梁模型的承重测试。

- (1) 根据制作的桥梁模型设计承重测试方案。
- (2) 根据测试方案的要求，给桥梁施加一个竖向荷载直至桥梁破坏，记录其最大承重值。
- (3) 计算最大承重值与桥梁自重的比值，并以此衡量桥梁模型的承重能力。
- (4) 分析哪些因素影响了斜拉桥模型的承重能力，并试着进行改进。



五、完善方案

经过前面的活动，我们完成了斜拉桥模型的尺寸计算及方案设计，并通过工程实践完成了制作。根据测试发现的问题，我们可以从工艺、流程、技术、材料等方面提出改进措施，进一步完善方案。另外，也可以着重从桥的艺术设计方面进行改进，赋予其一定的人文内涵。

技术实践

与小组同学讨论交流完善方案的内容，并试着填写下表。

改进方面	改进措施
工艺	
流程	
技术	
艺术设计	
其他	



六、评估方案

对项目的评估分为桥梁承重测试与项目整体评价。承重测试主要评估设计方案是否能够解决所提出的问题。项目整体评价包括项目的科学性、美观性、经济性、时间成本以及改进措施等。

技术实践

请你对项目整体进行评价，可按照科技人文融合创新项目综合评价表进行自评、互评和师评。

桥梁设计项目综合评价表

序号	项目	自评	互评	师评
1	解决方案的科学合理性	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
2	外观设计的艺术性	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
3	完成该项目的经济成本	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆

如果要进一步改进当前设计方案，你打算从哪些方面进行改进？怎样改进？

你认为在桥梁设计项目中，综合应用数学、科学、技术、工程、艺术和社会等学科的知识了吗？请举例说明。



小结与评价

一、小结

通过本章的学习，我们了解了桥梁的含义及其分类、桥梁的基本组成、桥梁的基本形式及其力学原理、桥梁与文化、桥梁的设计与建造等基本内容，并以双塔斜拉桥为例设计并制作了一座桥梁模型。

请根据下列题目所提供的线索，对本章的学习内容和自己的实践过程进行小结。

- (1) 常见的桥梁有哪些？
- (2) 桥梁的基本组成包括哪几部分？
- (3) 桥梁的基本形式及其力学原理是什么？
- (4) 桥梁的设计与建造过程涉及的科学原理及工程技术有哪些？

二、评价

选取生活中的一座桥梁，通过查阅资料、对桥梁建筑师进行访谈、走访桥梁建筑部门等方式，调研该桥梁的设计与建造过程。请根据调研的情况，从提高桥梁的通行能力、节约资源、保护环境等课题中任选其一，提出改进设计方案，形成一篇研究报告，并对该研究报告进行评价。

自我评价：_____。

同学评价：_____。

老师评价：_____。



第四章 交通工具设计与实践

衣食住行是人类生活的基本需要，交通工具的发明和革新促进着人类社会的进步和发展。那么，交通工具的系统构成和基本结构有哪些？怎样设计和制作一辆常用交通工具的模型呢？让我们一起来探索吧！



第一节 认识交通工具

人们日常出行可根据距离、效率、功能等因素选择合适的交通工具，各式各样的交通工具提升了我们的生活品质，促进了社会的和谐发展。

一、交通工具的常见类型

人类为了代步或运输货物发明了形式多样的交通工具，如图4-1所示。从动力源的类型上，将交通工具划分为人力、燃油和新能源交通工具；从使用空间上，将其划分为水用、陆用和空用交通工具。不论哪种分类方式，交通工具的主要功能均是实现运输。



图4-1 常见的交通工具

交通工具的生产和使用过程涉及诸多行业，如汽车的生产制造过程，与钢铁、橡胶、塑料、玻璃、电子元器件、石油提炼与加工等行业密切相关，在使用过程中，依赖于维修、保养、保险等行业。交通工具的发展离不开科学、技术、工程、艺术、数学和社会等相关学科知识的支撑。

二、交通工具系统的构成

交通工具一般由动力系统、传动系统、转向系统和控制系统四大部分构成。汽车是最常见的交通工具之一，由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成，如图4-2所示。电动汽车与传统的内燃机汽车相比，由电机取代了发动

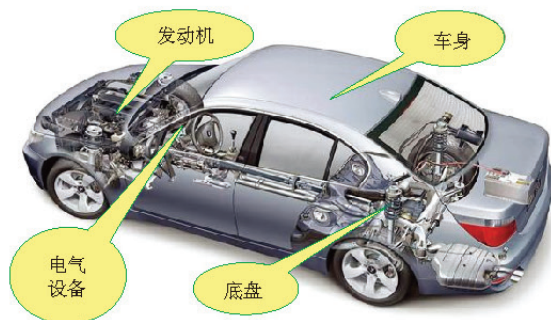


图4-2 汽车的四大组成部分

机，电池取代了油箱。

发动机为汽车的动力来源，是汽车的心脏。发动机由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系、冷却系、润滑系和点火系组成，如图4-3所示。

底盘承载着整车的重量，接受发动机的动力，使汽车运动并按驾驶员的操作行驶，是汽车的骨架。底盘包括传动系、行驶系、转向系和制动系四部分，如图4-4所示。

车身（图4-5）起着承载乘客的作用，在发生碰撞的情况下可以保护乘客。它的外观设计也决定着风阻系数和美观性，反映着汽车品牌与车型的特性。

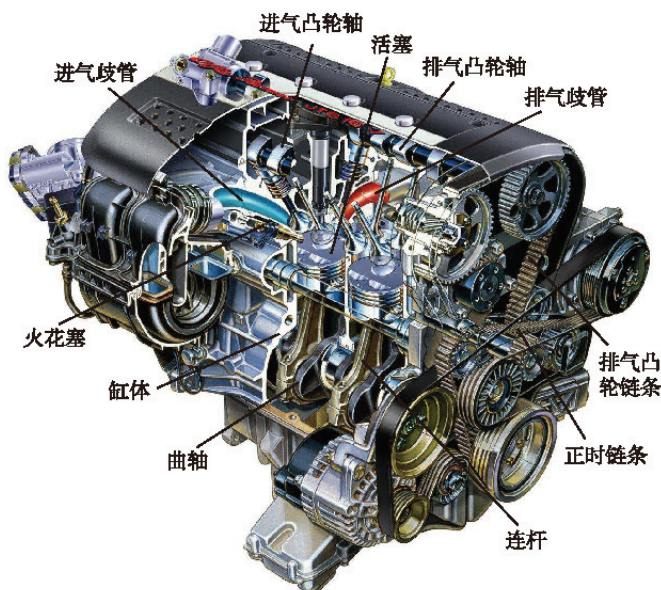


图4-3 汽车发动机系统

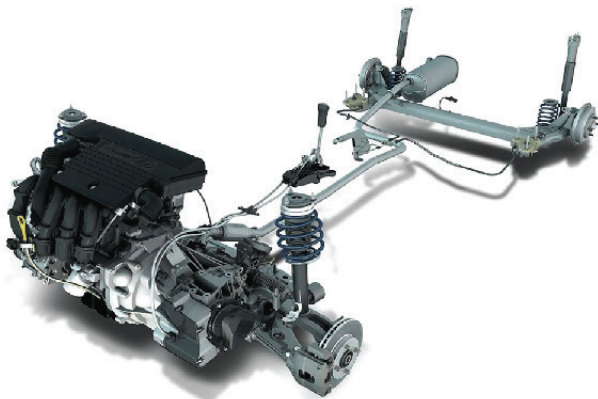


图4-4 底盘

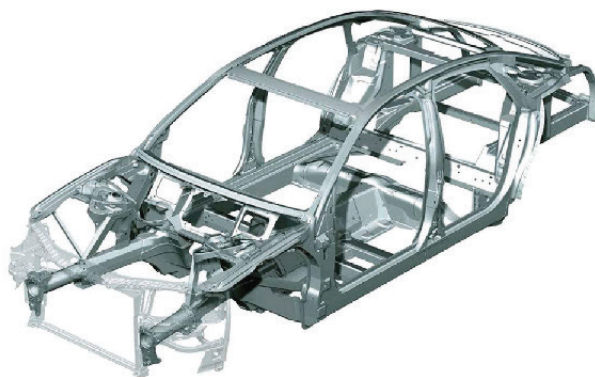


图4-5 车身

电气设备（图4-6）由电源和用电设备组成，包括发电机、蓄电池、起动系、点火系、照明装置、信号装置和仪表等。汽车每种功能的实现均需对应的电气设备来控制，如转向需要控制转向灯的电子元件，倒车需要探测雷达的距离传感器，开关空调需要温度传感器，解锁车门需要红外传感器等。

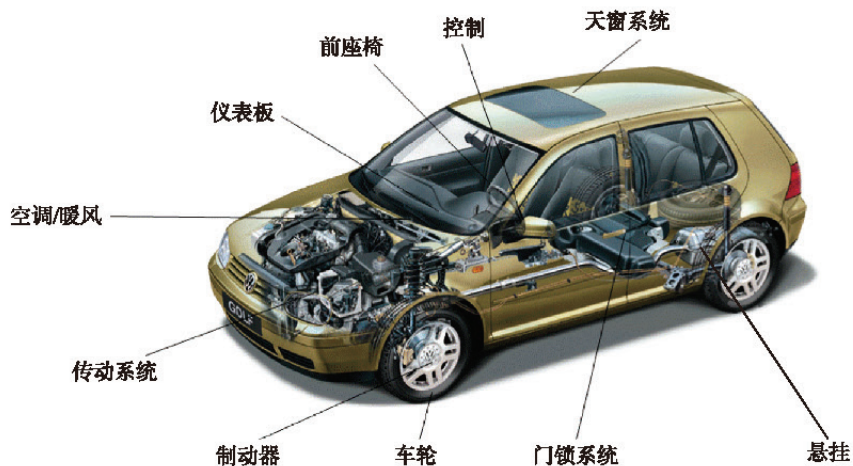


图4-6 汽车电气设备

技术探究

遥控车模中的科学与技术知识

寻找一款遥控车模，如图4-7所示，分小组合作完成以下任务，并回答相应的问题。

(1) 拆开车模的电路部分，观察它由哪些部分构成。它是怎样实现车模的转向和变速控制的？

(2) 拆开电机架、底盘、车架、差速箱，观察电机转速和实际车轮转速的运动转换，分别涉及了哪些传动机构，每种传动机构由哪些构件组成。请你计算出传动比。

(3) 观察电机铭牌，上面的额定电压和额定电流分别是多少？请你计算出额定功率。使用多用电表测量锂电池的输出电压和输出电流，并判断电池和电机是否匹配。

(4) 观察遥控车模的系统由哪几部分构成。

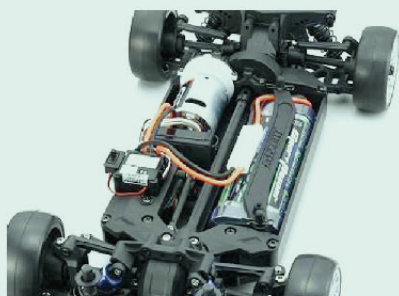


图4-7 遥控车模示例



三、交通工具与能源

能源是可以直接或通过转换产生的、提供人类所需能量的资源，如太阳能、核能、煤、石油、天然气等。交通工具采用的能源一般为石油和电能。

调查研究

以小组合作的形式，研究石油的形成过程以及当今石油资源的使用情况。以“石油与交通”为题进行深入调查，完成研究性学习报告，并进行交流展示。



1. 能源与动力

交通工具的能源动力技术主要有内燃机技术、电动技术、混合动力技术、氢能源技术等。当前世界主流的汽车动力技术为内燃机技术，原理为发动机燃烧汽油或柴油致使气体膨胀推动活塞做功为汽车提供动力。

阅读材料

常见的汽车能源与动力技术

1. 内燃机汽车

内燃机分为汽油内燃机和柴油内燃机，工作原理是在气缸内燃烧燃料做功，

推动活塞进行往复运动，带动曲柄连杆机构输出动力。

2. 纯电动汽车

纯电动汽车一般采用蓄电池作为储能动力源，通过电池向电动机提供电能，驱动电动机运转，从而推动汽车行驶。

3. 混合动力汽车

混合动力汽车的驱动系统由两个或多个能同时运转的单个驱动系统联合组成，依据车辆的实际行驶状态动力由单个或多个驱动系统共同提供。

4. 氢能源汽车

氢能源汽车是利用氢气和空气中的氧气在催化剂的作用下，在燃料电池中经电化学反应产生电能来驱动的汽车。氢能源车实质上是纯电动汽车的一种，主要区别在于动力电池的工作原理不同。氢气的储存可采用液化氢、压缩氢气或金属氢化物等形式。



2. 交通工具与能源、环境、社会的关系

在我国经济发展的进程中，交通领域的发展占有重要地位，尤其是汽车产业的发展。随着城镇化进程的加快和家用汽车的普及，我国迅速成为世界上最大且增速最快的汽车市场。然而，近年来汽车带来的环境问题日益突出，主要表现在汽车尾气排放加重了城市空气污染和温室效应（图4-8）。同时，汽车在使用过程中需要消耗大量的石油能源，汽车数量的增加，使不可再生的石油资源日益减少。为了保护环境、实现社会的可持续发展，我国正在大力发展汽车新能源技术，大幅减少石油能源的使用与温室气体的排放，坚决打好蓝天保卫战。



图4-8 汽车尾气排放加重空气污染

调查研究

收集本地空气质量指数 PM2.5 的数据与本地机动车尾气排放 PM2.5 的数据，分析机动车的尾气排放对空气的污染情况。



3. 汽车节能技术

汽车作为最主要的交通工具，它的节能技术主要有内燃机节能技术、整车节能技术和混合动力节能技术。

内燃机节能技术主要是提高燃油利用率和提升发动机热效率。现有技术主要有发动机稀薄燃烧技术、增压技术、燃油掺水节油技术、发动机可变气门正时技术、可变进气歧管技术、可变压缩比技术和汽油机燃油喷射技术等。

整车节能技术可通过优化结构设计、采用轻质材料，减轻车身自重来达到节能的目的；可通过符合空气动力学的外观设计，减小空气阻力来节能；可改进传动系统，减小滚动阻力来节能；也可采用自动启停，在车辆停止时暂时关闭发动机来减少燃油消耗。

混合动力是指由多个驱动系统组成的车辆，一般指油电混合动力汽车，内燃机和电动机为其动力源。优点在于车辆启停及低速时，只靠电机驱动，不达到一定速度，内燃机就不工作。因此，能使发动机一直保持在最佳工作状态，动力性好，排放量低，而且电能的来源是发动机，只需加油即可。

第二节 常见交通工具的设计与制造

汽车是生活中最常见、应用最普遍的一种交通工具，你知道汽车是怎样设计和制造出来的吗？从一个创意到一部真实的汽车，中间都经历了哪些过程呢？

一、汽车的设计研发

设计研发一部汽车，是一个大的设计工程，是概念设计、方案设计和样车制作及试验三个阶段的集合。概念设计主要包括市场调研、市场定位、整车布局设计、外观造型设计、油泥模型制作、数字模型设计等内容。方案设计主要包括整车动力总成技术研发和整车结构设计。样车制作及试验包括零部件验证和整车测试。整车测试包括碰撞试验、进排气试验、整车振动噪音试验、整车道路路试、疲劳耐久试验、高速试验、极限环境工况测试等内容。

1. 布局设计与工程制约

设计前期，首先要进行布局设计。布局设计就是将引擎、座位、轮胎、储物空间按照车型目标合理地安排在一个空间内。设计工作会受到工程总目标的制约，如市场定位、目标群体、行李箱空间等。在确定了车型目标后，设计师可手绘一些布局设计图。例如，设计师要设计一款家庭用车，可先尝试选择不同类型的发动机布局、座位布局和行李箱布局，进行创意组合，绘制出设计草图，如图4-9所示。

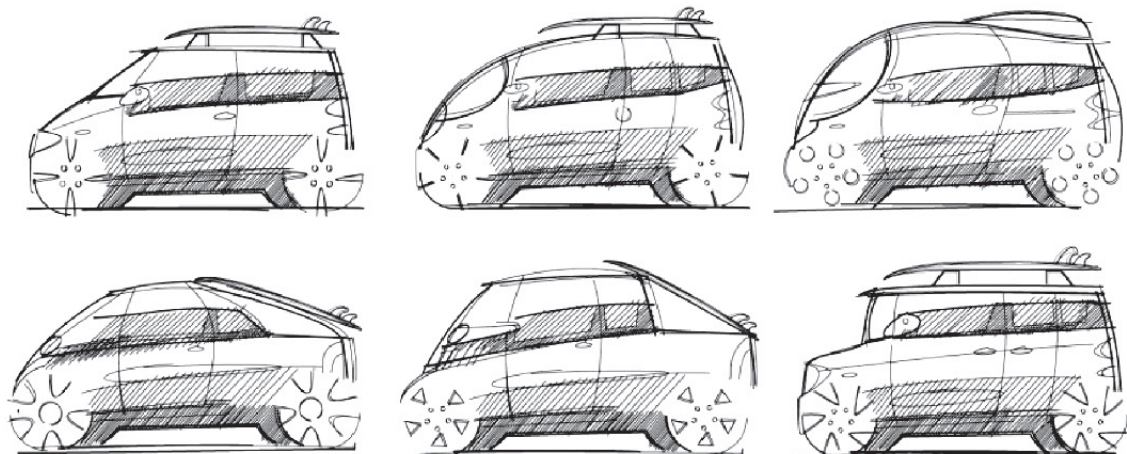


图4-9 家庭用车的布局设计创意草图

设计师在布局设计时，还需考虑工程师提出的多种限制条件，这些条件被称为设计硬点，如底盘与车身相关零部件连接的控制点及控制结构，内饰人机尺寸，轴距、轮距、总长、总宽、车轮定位等参数，油箱的形状和尺寸等。设计师需在整车设计的艺术性与工程制约间取得平衡。

2. 外观造型设计与艺术美感

基本的布局设计确定好后，就需要进行外观造型设计。好的造型设计不仅外观优美，辨识度高，能体现出品牌文化与车型定位，功能上也能实现风阻系数小、制造成本低、易于维修的要求。

外观造型设计阶段是设计师将品牌与车型的市场定位准确地表达出来的过程。好的设计看起来往往一气呵成，线条流畅而富有美感。为了整车给人一种整体性的艺术美感，设计师会采取统一的设计语言，设计语言是设计的灵魂。例如，某款车以柔美为设计语言，设计师从大自然中汲取到了灵感，线条灵感源于叶片和花朵的形态，如图4-10所示。



图4-10 汽车造型设计示例

技术实践

在外观造型设计中应用设计美学



图4-11 汽车外观造型设计草图

请选定一款车型和一个设计主题，应用设计美学规律（变化与统一、对称与均衡、比例与尺度、对比与调和、节奏与韵律）中的一条或几条进行外观造型设计。使用轴测图或透视法绘制设计草图，如图4-11所示，并分组交流和展示你的设计作品。



阅读材料

中国传统文化中的“轿子文化”

据史料记载，“轿子”（图4-12）始于春秋时期，盛于宋朝，是重要的交通工具及身份的象征。“轿子”中最气派的当属“八人大轿”，隆重而尊贵。如今“轿子”没了，取而代之的是现代化的轿车（图4-13），虽然轿车从外观和功能上与“轿子”不同，但其作为交通工具的作用是一样的。“轿子”讲究两头对称，有头有尾，与中国传统文化价值观中“做事要有头有尾、善始善终”相呼应。



图4-12 中国古代的轿子



图4-13 现代的轿车



3. 模型制作与技术工艺

设计方案形成后，需按照参数制作汽车模型来验证和评估。汽车模型制作材料有木材、钢材、泡沫、油泥等。从制作的时间周期、易修改性、制作难度、材料成本、效果呈现等角度综合权衡，汽车设计公司一般选用油泥作为造型主材，钢材及木材作为支撑结构材料。油泥可塑性强，对温度敏感，微温可软化造型，不易风干。油泥模型是表达汽车创

意设计的一种方式,比效果图更加立体真实,还能表达二维图像无法体现的真实感。小比例油泥模型(图4-14)具有制作难度较低、工作量小、易于修改的特点,常用的比例有1:10、1:5、1:4。小比例油泥模型经过论证修改后,将制作1:1的全尺寸油泥模型,并且使用专业贴膜技术进行装饰,进行投产前的外观验证。

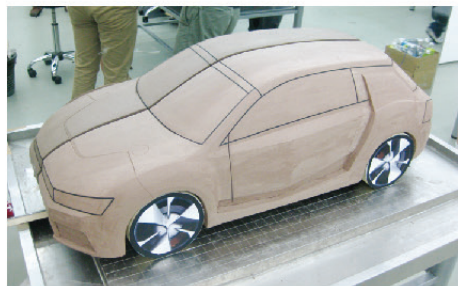


图4-14 汽车油泥模型

4. 数字建模与数学曲率

汽车外观和内饰设计方案经过油泥模型验证确定后,数字模型工程师将对汽车外观进行高质量的曲面建模(俗称汽车A级曲面),如图4-15所示。这一阶段的研发重点是确定曲面的品质符合A级曲面要求。A级曲面的要求是相邻曲面之间的间隙在0.005 mm以下,切率改变0.16度以下,曲率改变0.005度以下,符合这样的标准才能确保钣金件的环境反射不会有问题。

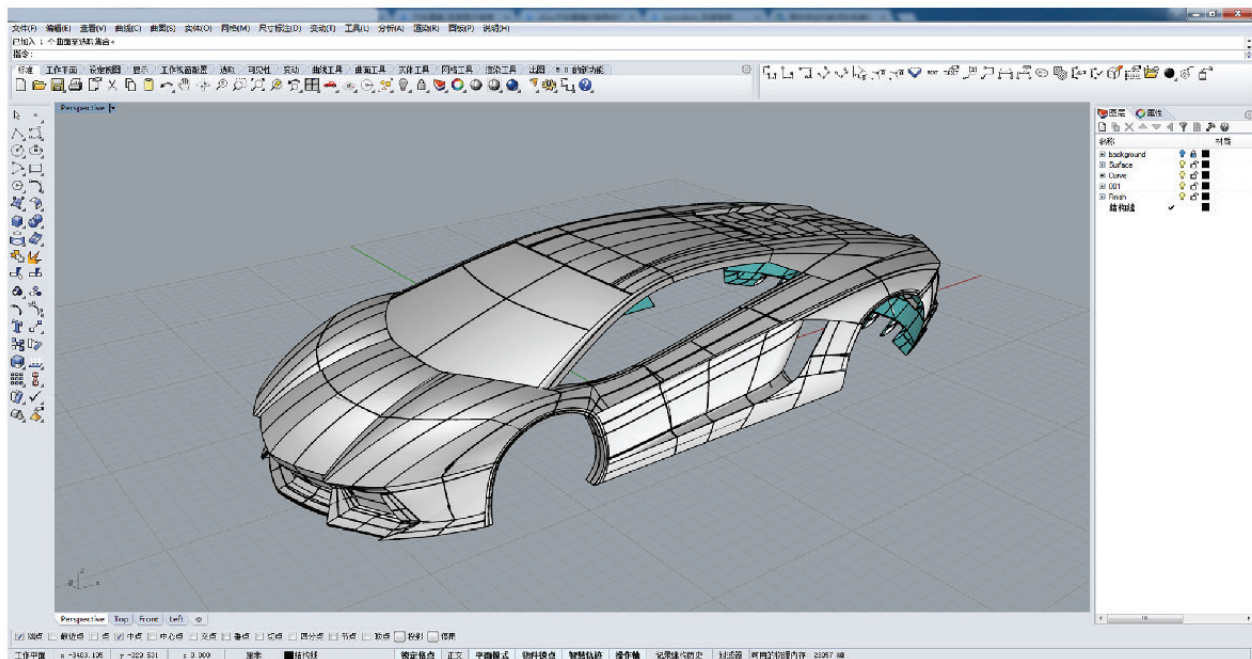


图4-15 汽车的数字曲面建模

技术实践

请使用一款三维建模软件进行简单的汽车建模,可选择难度较低的车型,如越野车、皮卡车等。

建模策略提示:

- (1) 对建模任务进行形态分析,简化造型。
- (2) 在二维草图内绘制封闭的曲线,然后对其编辑调整。
- (3) 对调整好的曲线使用拉伸、扫掠、放样等工具生成实体。
- (4) 使用实体合并、剪切、分割、面的移动变形旋转等工具进行组合和修改。



二、汽车的生产制造

问题思考

我们经常会在电视上看到汽车生产制造的画面，如图4-16所示。请通过网络搜集有关汽车生产制造的纪录片，认真观看并思考下列问题：



图4-16 汽车生产流水线

- (1) 由一块块的金属、塑料、橡胶、玻璃原料到一辆汽车，汽车的制造过程中都经历了哪些阶段？
- (2) 为什么汽车组装要采用流水线生产作业的方式？



汽车的生产制造由四大工艺组成，分别为冲压、焊装、涂装和总装，汽车生产制造的车间如图4-17所示。

冲压是将提前采购好的钢板运送到冲压车间，在装有对应模具的冲压机器上将钢板压成车型各部件的钣金形状。

焊装是机器人将冲压好的金属钣金件使用电焊技术按设计要求连接在一起，形成白车身（焊接完但未涂装的车身）。

涂装包括涂装前的表面处理、电泳、中途喷漆、面漆喷涂等过程。喷漆室对温度、湿度、风速、空气清洁度、车间明亮度等环境参数要求很高，所以一般为无人的全自动化流水线作业车间。

总装生产线一般包括底盘线、内饰线、调整检测线，是将涂装生产流水线运输过来的车身与动力总成、内饰装配件、车门玻璃、轮胎等车身附件组装起来，并进行最后的检查调试。检查调试一般包括四轮定位、灯光测试、侧滑试验、转毂试验、尾气分析、动态路试、淋雨试验、整车面漆检查等。



冲压车间



焊装车间



涂装车间



总装车间

图4-17 汽车生产制造车间

第三节 太阳能小车设计与制作实践

一、明确问题

目前，汽车的动力源主要为内燃机，排放的尾气中含有多种污染物，会加重空气污染，对我们的生态环境造成破坏。

汽车尾气中含有上百种化合物，其污染物主要有固体悬浮微粒、一氧化碳、二氧化碳、碳氢化合物、氮氧化合物、二氧化硫、含铅化合物，以及微量的醛、酚、过氧化物和有机酸等。这些污染物是造成城市空气污染的重要因素。汽车尾气排放的污染物除了会对环境造成污染外，也会对人体健康产生危害。

使用燃油汽车需要消耗大量的石油，石油是制造汽油和柴油的原料，属于非可再生能源。全球的石油储量有限，随着不断地开采，石油资源枯竭的问题迫在眉睫。

为了应对环境污染和非可再生能源枯竭问题，急需设计制造更洁净、节能的新能源汽车。在众多的新能源汽车类型中，可选择制作太阳能小车作为项目活动来进行实践。

二、收集信息

在开始设计太阳能小车前，需收集材料、加工工艺、零配件等相关信息，为构思设计方案提供参考。

在选择材料和工艺类型时需从整体项目实施的角度，全方位地考虑涉及的工程因素。

技术探究

请以小组为单位，任选下面工艺中的一种，收集相关信息，探究该工艺涉及的工程因素，并共同完成表格。

工程因素 工艺	材料	材料成本	连接方式	制作难度	制作时间	特色
木工	松木板					
	桐木板					
3D 打印	PLA 塑料					
	ABS 塑料					

(续表)

工程因素 工艺	材料	材料成本	连接方式	制作难度	制作时间	特色
激光切割	三合板					
	亚克力板					



收集太阳能小车装配需使用的零配件信息。首先应确定所需的全部零配件种类和数量，然后通过调研的方式确定各零配件的参数和尺寸信息。

调查研究

通过走访市场、网络调研、实物测量等方式收集太阳能小车零配件的相关信息，并完成下表。

零配件名称	设计参数	测量尺寸
太阳能电池板		
电机		
传动轮		
电池仓及电池		
开关		
LED 灯		



三、制订设计方案

太阳能电动小车是以汽车为样板进行设计的，我们可以通过了解汽车的系统构成、基本组成结构及设计汽车的流程和方法，制订它的设计方案。对于太阳能小车项目，设计制作的流程可分为布局设计、创意设计、模型制作和测试。

科技人文融合创新项目具有多学科综合的特点，需要对项目的功能、成本、美观等方面提出具体的要求。这就是以目标为依据，应用相关科学知识和技术手段将设想转化为人造物的工程。太阳能小车项目的具体工程要求，如下表所示。

太阳能小车的工程要求

实用要求	1. 能依靠太阳能作为动力源正常行驶 2. 方便维修维护
成本要求	1. 零配件成本控制在 30 元以内 2. 材料成本控制在 20 元以内
美观要求	1. 满足设计美学规律中的一条或几条 2. 具有整体性的设计美感和统一的设计风格
设计要求	1. 总体尺寸在长 200 mm、宽 70 mm、高 80 mm 以内 2. 车辆比例设计协调美观 3. 具备照明系统
结构要求	1. 静止和行驶时均具有较强的稳定性 2. 不同构件间的连接方式稳定可靠，易拆装维修
项目周期	整个项目能够在 10 课时内完成

1. 布局设计

对于太阳能小车项目的车辆布局设计，可先选定一个意向车型，如城市越野车，然后按照选定车型的比例，绘制侧视设计草图，对太阳能电池板、电池仓、轮胎、传动系统等进行空间排列布局，如图4-18所示。太阳能小车的动力系统由太阳能电池板和电机组成，储能系统由充电电池和电池仓组成，传动系统可用皮带传动。需准备的制作材料可参考图4-19。

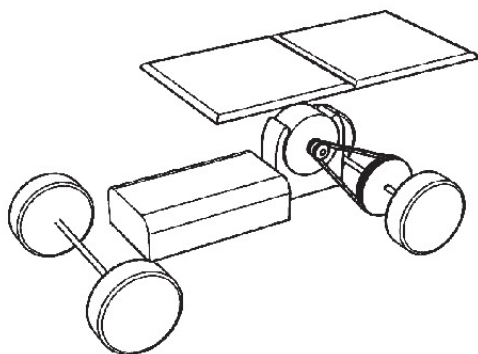


图4-18 太阳能小车侧视设计草图

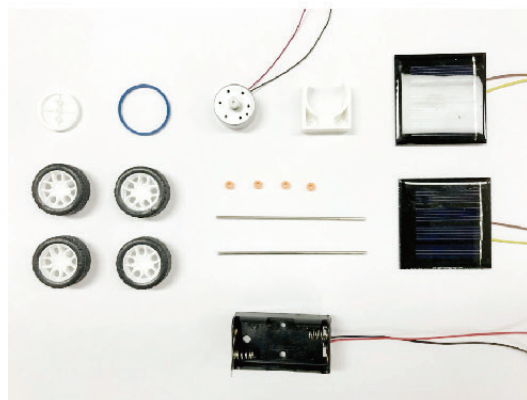


图4-19 太阳能小车制作材料参考图

2. 创意设计

创意设计主要包括比例设计和外观造型设计。

比例是汽车设计中最重要的一环，车身的比例能让人感受到这辆车的姿态、气势、性格和优美度。

阅读材料

汽车的比例设计

在汽车设计专业术语中，我们常见的有A柱、B柱、C柱、腰线、裙线、轴距、前悬、后悬等，如图4-20所示。汽车的比例设计可以说就是轴距、前悬、后悬、腰线、车顶线、车宽、轮胎、车窗等设计元素之间的位置和大小关系。不同的车型有着不同的比例设计，如图4-21所示。

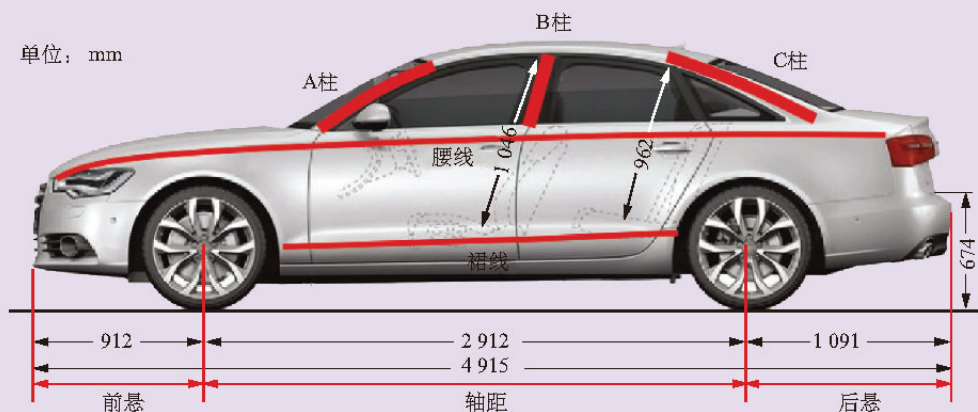


图4-20 汽车设计专业术语示意图

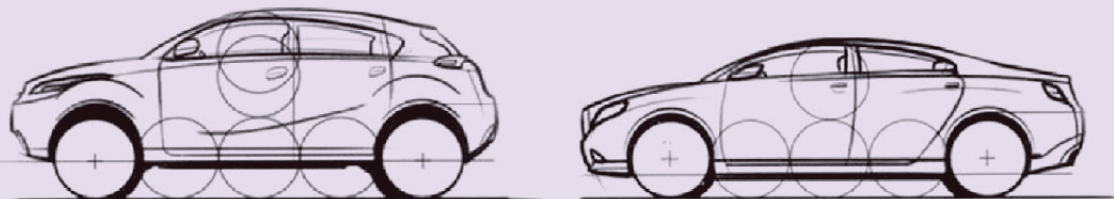


图4-21 城市越野车和轿车的比例设计

汽车的外观造型设计决定着车辆的风阻系数、美观性以及设计语义。在此设计阶段，创意的表现形式主要为手绘草图，它是直接高效的一种设计方法。

技术实践

请按照设计要求绘制太阳能小车的设计草图，从比例设计的角度围绕同一个车型绘制不同的侧视图设计方案。将该方案与全组同学交流，每个小组最终选出一个设计方案，并进行外观造型设计。

太阳能小车的车身为壳体结构，底盘需与钢轴、电机、电池仓等部件连接，结合收集信息中的各加工工艺进行比较权衡后得知，木工与激光切割适合制作以平面组合为主的模型，3D打印可制作空间造型较复杂的模型。为了更好地展现模型车身设计细节和底盘结构，本项目选择三维建模与3D打印技术进行设计和制作，如图4-22所示。

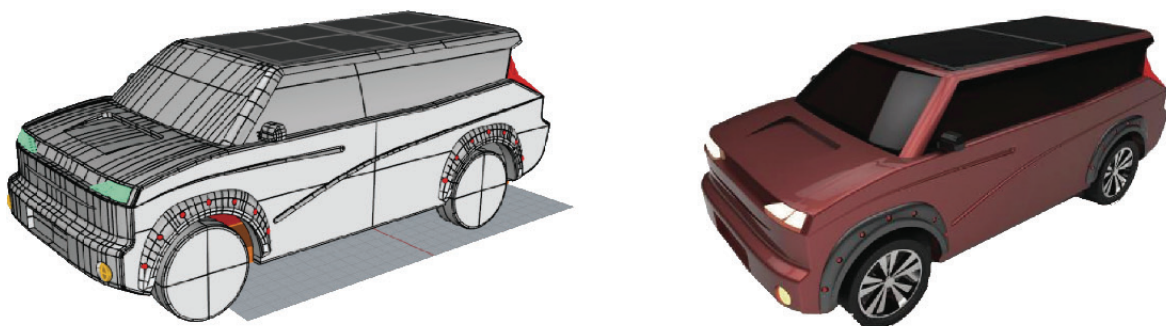


图4-22 太阳能小车的三维建模和渲染输出效果图

四、模型制作与测试

1. 模型制作

三维建模完成后，输出3D打印的STL通用格式，导入切片软件进行打印参数设置并打印，如图4-23和4-24所示。

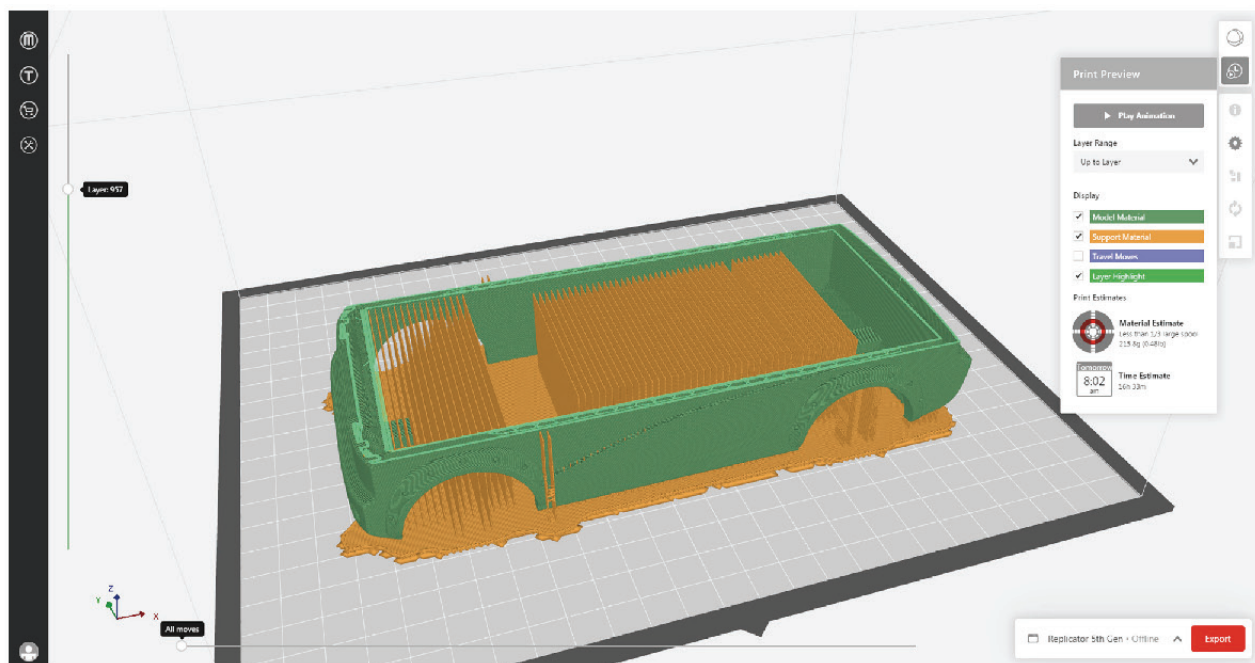


图4-23 3D打印前的切片检查

打印完成后使用尖嘴钳、小刀、锉刀等工具进行去支架和打磨处理。将电机、电机架、橡胶圈、车轴、车轮、电池等部分与打印好的底盘进行连接组装，将太阳能电池板与车壳进行组装，将太阳能电池板与电机的电路部分进行焊接，车模组装完成后进行涂装装饰。车模组装过程如图4-25所示。

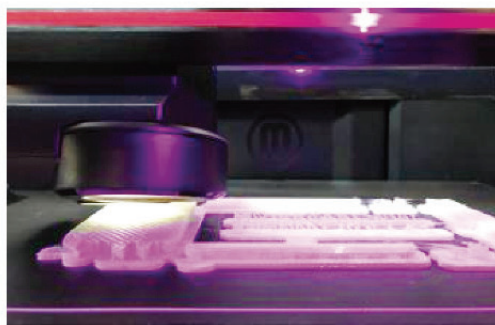


图4-24 3D打印制作

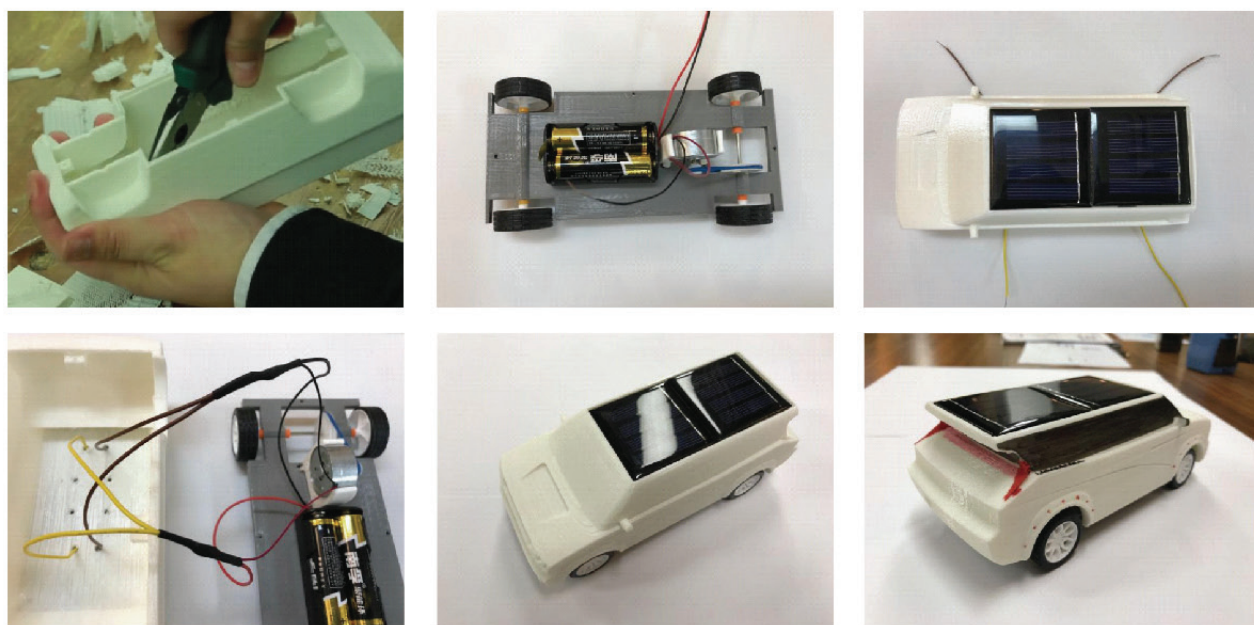


图4-25 车模组装过程

安全提示

使用小刀去除支架时，应刀背朝向身体，刀头朝外，避免割伤。使用尖嘴钳在狭小的部位去除支架时注意用力方向，忌用蛮力。



技术实践

请分组使用 3D 打印机打印设计方案，并选择合适的方式组装汽车模型。



2. 模型测试

将制作好的太阳能小车拿到户外有阳光的地方进行测试，观察小车能否正常行驶，能否走直线，前进方向是否正确。

技术实践

1. 比一比谁跑得快

让小车在指定的测试区域内行驶，选取行驶的一段距离作为测试段，在该测试段内使用秒表计时，计算小车通过的平均速度，按组做好记录。

2. 比一比谁跑得好

让小车在指定的测试区域内直线行驶，看哪辆小车跑得直，测量小车偏离直线的距离和角度，按组做好记录。



五、完善方案

在太阳能小车项目中，从创意构思、三维建模到模型制作，项目人员会发现创意设计与具体的工程实施之间的差异，这就需要根据实际情况调整设计方案。例如，设计的车身结构在组装时是否存在稳定性和强度问题，材料成本是否可以降低，项目周期是否可以优化，是否可以选择其他工艺进行制作等。通过对这些问题的思考和分析，可以进一步提出优化改进措施，完善设计方案。

技术实践

针对制作完成的小车，与小组内成员进行交流讨论，发现设计的不足之处和功能方面有待加强的地方，并提出优化设计方案。



六、评估方案

对项目整体的评价，可从科技人文融合创新项目活动的角度出发，以项目目标、进度计划、工程周期、项目成本、工艺选择、技术难度、解决方案的合理性、完成度、实际效果等方面设计评价表，进行自评、互评和师评。

技术实践

请按照科技人文融合创新项目活动的综合评价表，对项目进行自评、互评和师评。

交通工具设计项目综合评价表

序号	项目	自评	互评	师评
1	燃油汽车造成的环境污染问题是否能有效地解决	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
2	解决方案的科学合理性	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
3	外观设计的艺术性	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
4	完成该项目的经济成本	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
该方案与其他组的方案相比，优势在哪儿？劣势在哪儿？				
如果想进一步改进当前设计方案，你打算在功能方面和车型设计方面怎样改进？需要哪些技术支持？				

(续表)

序号	项目	自评	互评	师评
通过该项目,你的数学、科学、技术、工程、艺术和社会等学科的知识得到综合应用了吗?请举例说明。				
从项目立项到问题解决的周期是多长?如果重新做一次,你会优化项目进度吗?				



小结与评价

一、小结

通过本章的学习,我们分析了能源与动力、交通、环境、社会之间的关系,初步掌握了交通工具的系统构成和基本结构,了解了汽车的动力技术、节能技术,分析了汽车的设计和制造过程,并能够根据项目要求,设计制作一辆太阳能小车。

请根据下列题目所提供的线索,对本章的学习内容和自己的实践过程进行小结。

- (1) 常见的汽车动力技术有哪些?
- (2) 遥控车模中的控制系统有哪些?传动系统由哪些构件组成?它是如何实现机械传动的?
- (3) 汽车设计的流程有哪些?
- (4) 你能将汽车创意方案进行手绘表达或三维建模吗?

二、评价

通过查阅书籍、网络调查、与司机访谈、走访汽车研发部门等方式,调研汽车的节能技术。从提高发动机热效率、运用空气动力学的外观设计、轻量化的车身结构设计、用车节油小窍门等课题中任选其一,提出你的汽车节能改进设计方案,形成研究性小论文,并对撰写的小论文进行评价。

自我评价:_____。

同学评价:_____。

老师评价:_____。



第五章 航空器设计与实践

自从莱特兄弟 1903 年第一次进行了有动力的飞行后，人类就进入了航空时代。经过 100 多年的发展，航空工业已成为对人类政治、军事、经济和生活产生重要影响，并能反映国家的科技发展水平和工业能力的重要领域之一。那么，究竟什么是航空器？它们为什么能翱翔天际？它们是如何设计和建造的？让我们一起来探索吧！



第一节 认识航空器

人类很早就有像鸟类一样在空中飞行的梦想。中国自古就有人们尝试用各种工具实现脱离大地束缚的记录，如羽毛、风筝、飞行器等。这些工具就是早期航空器的灵感来源。那么什么是航空器？航空器有哪些用途呢？

一、什么是航空器

问题思考

火箭、飞艇、飞机是否都是航空器？为什么？

飞行器	大气层内飞行	大气层外飞行
飞艇		
飞机		
火箭		



航空器（图5-1）是指在大气层中飞行的飞行器，即通过机身与空气的相对运动而获得空气动力升空飞行的任何机器，包括飞机、飞艇、气球等。



飞艇



气球



飞机

图5-1 常见的几种航空器

阅读材料

大气层

大气层（图5-2）又称大气圈，是在地球引力作用下聚集在地球表面的一层混合气体，是地球最外部的气体圈层，包围着海洋和陆地。这些混合气体的主要

成分为氮、氧、氩、二氧化碳和比例不到 0.04% 的微量气体，在地球周围形成数千千米的大气层。



图5-2 大气层

飞机、直升机等航空器都在大气层内飞行，大气在与之有相对运动的航空器上产生空气动力，大气的状况又直接影响航空器发动机的工作性能和航空器中飞行人员的生活条件。因此，飞机、直升机等航空器的飞行是与大气层密切相关的。

二、航空器的常见类型

调查研究

请查阅不同航空器的相关资料，分析这些航空器产生升力的基本原理是什么。

通过上述调查，我们知道：能在大气层内飞行的各类航空器都必须产生一个大于自身重力的向上的力，才能升入空中。根据产生向上力的基本原理的不同，航空器可分为轻于空气的航空器和重于空气的航空器两大类（图5-3）。下面我们介绍几种常见的航空器。

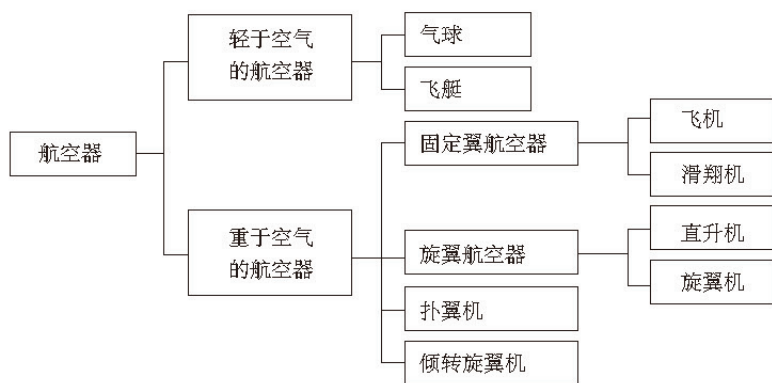


图5-3 航空器分类



图5-4 飞艇

1. 飞艇

飞艇（图5-4）是一种轻航空器，其飞行升力来自作用在机身上的空气浮力，具有操纵和推进系统，通常其推进系统是由航空发动机驱动的螺旋桨系统构成的。飞艇一般有一个巨大的气囊，里面充满了轻于空气的气体，如氢气、氦气。

开眼界

中国第一艘飞艇的诞生过程



图5-5 谢缙泰

谢缙泰（图5-5）是中国著名的飞艇设计师。1895年4月17日，日本强迫清政府签订了不平等条约——《马关条约》。面对国家危难，谢缙泰下定决心加快飞艇的设计与研究，以便将飞艇献给国家，使国家强盛起来。1899年春，他终于出色地完成了飞艇的设计工作。谢缙泰采用了当时最新的科技成果，以铝合金为支架，以电动机作动力，以螺旋桨作推进器，制造出一艘硕大的呈纺锤状、极为壮观的新型飞艇，并将它命名为“中国”号飞艇。“中国”号飞艇试飞那天，在场观看的人们不禁为之欢腾，当时国内外多家媒体都纷纷做了专题报道，大长了中国人的志气。



调查研究

请你查阅相关资料，分析一下飞艇是怎样进行水平移动的。



2. 飞机



图5-6 国产运20大型运输机

飞机（图5-6）是指由动力装置产生前进的推力或拉力，由机身的固定机翼产生升力，在大气层内飞行的重于空气的航空器。

3. 旋翼航空器

旋翼航空器，包括旋翼机和直升机，

是由旋转的旋翼产生空气动力的一种航空器。旋翼机的旋翼没有动力驱动，当它在动力装置提供的拉力作用下前进时，迎面气流吹动旋翼像风车似地旋转，从而产生升力。有的旋翼机还装有固定小翼面，由它提供一部分升力。直升机（图5-7）的旋翼是由发动机驱动的，由旋翼产生升力和水平运动所需的拉力。



图5-7 我国自主研发的直九直升机

4. 倾转旋翼机

倾转旋翼机是一种将固定翼飞机和直升机特点融为一体的新型航空器，如图5-8所示。倾转旋翼机具有旋翼和固定翼，并在机翼两侧翼梢处各安装有一套可在水平和垂直位置之间转动的可倾转旋翼系统。倾转旋翼机在引擎旋转到垂直位置时，可进行垂直起降、悬停、低速空中盘旋等直升机的飞行动作；而在引擎旋转至水平位置时相当于螺旋桨飞机，可实现比直升机更快的航速。它在空中能自如地向前飞，后退飞，侧着飞，甚至翻筋斗。它可以不需要机场，只要有块小空地，便能起飞降落。



图5-8 倾转旋翼机

技术实践

孔明灯的制作

孔明灯（图5-9）又叫天灯、许愿灯、祈天灯，在我国古代曾用于传递军事信号。现代人放孔明灯多作为祈福之用，一般在元宵节、中秋节等重大节日燃放。因安全等问题，城市里已少见孔明灯。

(1) 请大家查阅相关资料，研究孔明灯能飞上天空的原理。

(2) 分组设计并制作一盏孔明灯，进行放飞试验。

放飞孔明灯的注意事项：孔明灯必须在无风的天气和空旷的场地上放飞。放飞时，需要2~3人协作配合。另外，可以在孔明灯的底部拴上线，这样既可以重复放飞，又能控制飞行高度和范围，避免引起火灾。

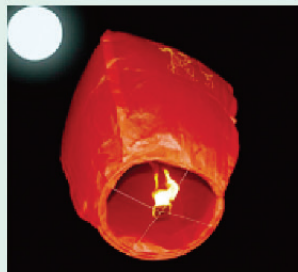


图5-9 孔明灯



三、航空器在社会发展中的价值

调查研究

查阅有关资料，探究航空器的发展与社会进步的关系，并撰写调研报告。



1. 航空器的发展满足了社会经济发展的需求

通用航空具有机动灵活、快速高效等特点，作业项目覆盖了农、林、牧、渔、工业、建筑、科研、交通、服务等多个行业（图5-10）。通用航空的具体内容包罗万象，如航

空摄影、医疗救护、气象探测、空中巡查、人工降水、海洋监测，以及陆地及海上石油服务、飞机播种、空中施肥等。



空中施肥



在灾区空投救援物资

图5-10 飞机在农业和救援方面的应用

C919大型客机研制成功为我国带来的经济效益

C919大型客机(图5-11)成功首飞意味着中国实现了民用飞机技术集群式突破,形成了以上海为龙头,22个省市、200多家企业、近20万人参与的民用飞机产业链,带动了动力、航空电子、飞行控制器、电源、燃油、起落架等机载系统产业的发展,建立了一批航空产业配套园区。我国具有自主创新能力和自主知识产权的航空产业链正在形成。



图5-11 C919大型客机

2. 航空器的发展满足了现代综合交通运输体系建设的需要

民用航空已经成为现代交通运输体系的重要支撑。交通运输能力的提升,意味着运送速度和运载量的提升。航空器发展到现在,运输机的速度已接近音速或超过音速,大型飞机的载客量多达数百人,商业运输的载货量则达上百吨,航程超过一万千米。航空运输大大提升了人员交流、商品运输与信息传递的便捷性。

3. 为了保障国家安全,需要大力发展航空器

我国空军目前正在向战略空军转型,远程奔袭、大区域巡逻、防区外攻击能力对新型战斗机和大型运输机需求旺盛。当前我国军用飞机正处于更新换代的关键时期,战斗机、运输机、轰炸机、预警机及无人机等军机将会有较大幅度的数量增长。因此,大力发展航空工业,是我国实施国防战略的重要保障。

四、飞机飞行的科学原理

随着社会的进步和科学技术的发展，人类对航空器的需求越来越多。下面我们以飞机的设计为例，学习重于空气的航空器的相关知识。

问题思考

飞机为什么能够在天空飞行？

阅读材料

伯努利定理

伯努利定理通常称伯努利原理，它的含义是：由不可压缩的、理想的流体沿流管做定常流动时，流动速度增加，流体的静压将减小；反之，流动速度减小，流体的静压将增加。但是流体的静压和动压之和——总压，始终保持不变。伯努利定理是飞机起飞原理的根据。

当飞机滑行时，机翼在空气中移动。从机翼与空气的相对运动来看，空气沿机翼流动，被机翼分成上、下两部分。从图 5-12 中可以看到，机翼横截面上表面有弧度，下表面比较平，所以上表面的长度大于下表面的长度。在相同时间内，机翼上表面的空气通过的路程较长，流动速度较快；机翼下表面的空气通过的路程较短，流动速度较慢。根据伯努利定理推出，空气对机翼下表面的压力大于上表面的压力，由此，产生了向上的升力。飞机在实际设计过程中，要考虑的因素很多，其中空气作用在飞机上的力（空气动力）是重要因素之一。

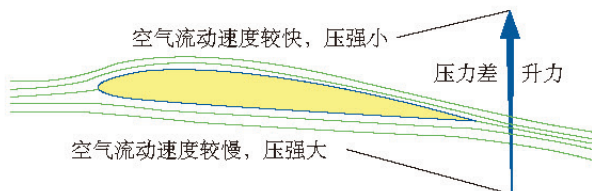


图5-12 升力产生示意图

技术实践

请准备一张普通的纸，长 14 cm，宽 5 cm。将纸的一端贴在你的下嘴唇上，再向下吹纸条。观察纸条发生了什么现象？为什么会产生这样的现象？

五、常见航空器的系统组成

问题思考

飞机的结构形式多种多样，那么飞机的基本结构是否相同呢？



飞机一般由机翼、机身、尾翼、起落装置、动力装置五个主要部分组成，如图5-13所示。

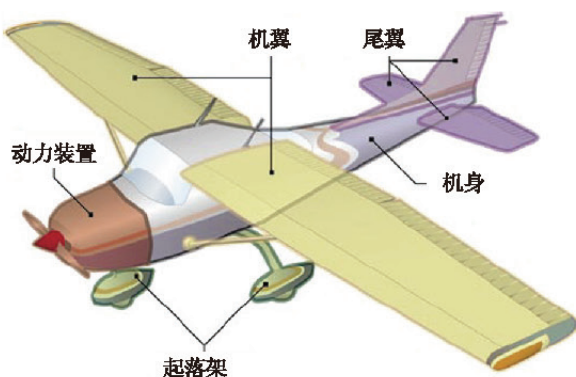


图5-13 飞机主要结构图

1. 机翼

机翼（图5-14）是飞机用来产生升力的主要部件，一般分为左右两个翼面，对称地布置在机身两边。机翼的一些部位是可以活动的，主要是前缘和后缘。驾驶员操纵这些部位可以改变机翼的形状，从而控制机翼升力或阻力的分布，以达到增加升力或改变飞机姿态的目的。机翼上常用的活动翼面有各种前后缘增升装置、副翼、扰流板、减速板、升降副翼等。



图5-14 机翼

2. 机身

机身是飞机的重要部件，它的主要功用是固定机翼、尾翼、起落架等部件，使之连成一个整体；同时它还用来装载人员、货物、燃油及各种设备。其构造形式有构架式、硬壳式和半硬壳式，如图5-15所示。

3. 尾翼

尾翼是用来保持或改变飞机的飞行姿态的装置。尾翼设计的成败直接关系到飞机的稳定性与操纵性，同时在一定程度上影响飞机的飞行能力，如速度、升限等，所以尾翼是根

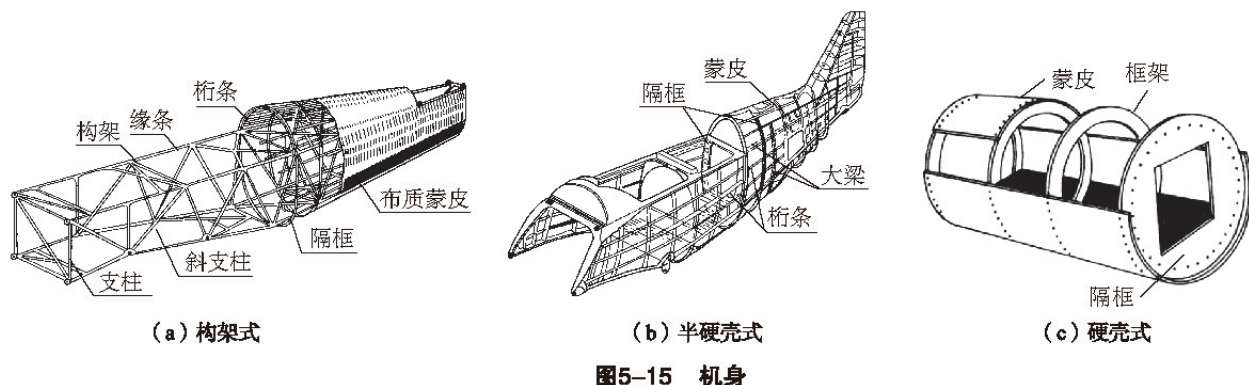


图5-15 机身

据飞机的操纵性和稳定性要求进行设计的。

尾翼包括垂直尾翼和水平尾翼两部分，如图5-16所示。垂直尾翼的固定部分叫作垂直安定面，活动部分叫作方向舵，能使飞机在空中进行左右偏转。水平尾翼的固定部分叫作水平安定面，活动部分叫作升降舵，能使飞机在空中进行上仰和下俯运动。

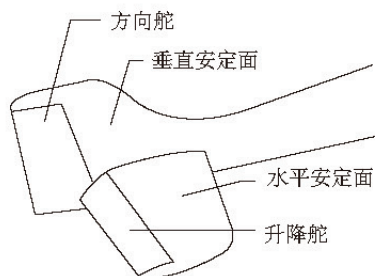


图5-16 尾翼结构示意图

4. 起落装置

起落装置又称起落架（图5-17），陆上飞机的起落装置一般由减震支柱和机轮组成，用于起飞与着陆滑跑、地面滑行和停放时支撑飞机。

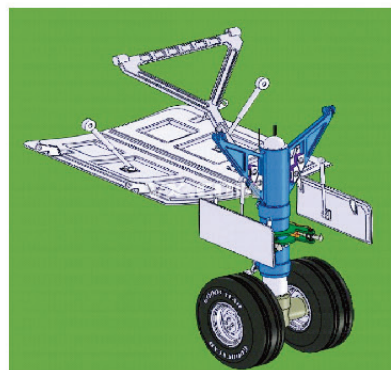


图5-17 飞机起落架

5. 动力装置

动力装置主要为飞机提供拉力或推力，使飞机前进。作为飞机的心脏，它直接影响飞机的性能。其次也可以为飞机上的用电设备提供电力。现代航空发动机主要有两种类型：活塞式发动机（图5-18）和喷气式发动机（图5-19）。

除了上述五个主要部分之外，飞机上还装有各种仪表、通信设备、领航设备、安全设备等。

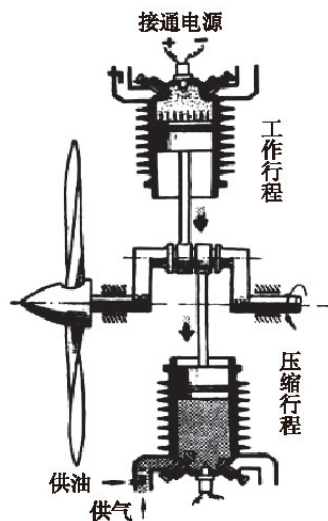


图5-18 活塞式发动机

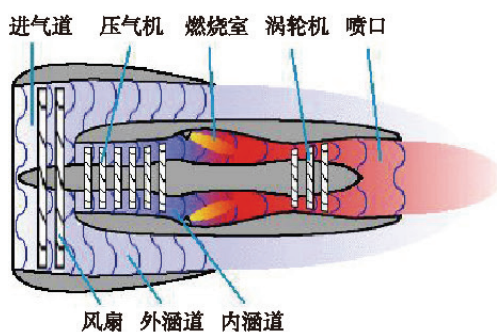


图5-19 喷气式发动机

第二节 常见航空器的设计与制造过程

现代飞机的设计与制造是一个既先进又复杂的工程系统，需要综合运用科学、技术、工程、艺术、数学、社会等方面的知识和方法。在设计中要遵循科学性、安全性、经济性、环保性、舒适性、功能性等基本原则。下面，我们以C919大型客机为例，学习飞机的设计与制造过程。

讨论交流

(1) 请你查阅相关资源，并与小组同学交流：我国为什么要在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中将大飞机的研制列为16项重大专项之一？

(2) 2017年5月5日，我国拥有完全自主知识产权的国产大飞机C919首飞成功。C919的研制是建设创新型国家的标志性工程。请你与小组同学一起讨论C919的设计和制造经历了哪些过程。



飞机的设计与制造是一个复杂的过程，技术含量高，系统构成复杂，研制周期长，耗资巨大。因此，飞机的设计和制造必须按流程，分阶段开展和控制。

飞机的设计过程，首先要拟定指标和进行可行性论证，然后在此基础上进行方案设计、打样设计（也叫初步设计）和工作设计（也叫详细设计）。上述各个阶段之间无明显的界线。根据现代飞机的研制要求，飞机的设计工作已延伸到生产定型，甚至使用回收的全过程。

一、指标拟定和可行性论证

调查研究

请你查阅相关资料，从物、人、环境三个方面，分析飞机的设计需考虑哪些因素。



飞机的设计是为满足社会发展需要而进行的一项科学严谨的工作，需要根据飞机的具体用途，对指标和技术要求进行分析。民用飞机的指标和技术要求应根据国民经济水平、交通运输结构、航线的类别和需求、国家的工业基础和技术水平等综合考虑后提出。飞机

的设计指标和技术要求主要包括用途、装载量或载客量、航程、速度、机场情况、可能采用的发动机和机载设备、经济指标、可靠性、维修性和使用维护条件等。对于这些指标的可行性要进行充分的论证。

开眼界

C919大型客机的设计技术

- (1) 采用先进气动布局 and 新一代超临界机翼等先进气动力设计技术，达到比现役同类飞机更好的巡航气动效率。
- (2) 采用先进的发动机，以降低油耗、噪声和排放。
- (3) 采用先进的结构设计技术和较大比例的先进金属材料、复合材料，以减轻飞机的结构重量。
- (4) 采用先进的电传操纵和主动控制技术，提高飞机的综合性能，改善人为因素和舒适性。
- (5) 采用先进的综合航电技术，减轻飞行员负担，提高导航性能，改善人机界面。
- (6) 采用先进客舱综合设计技术，提高客舱舒适性。
- (7) 采用先进的维修理论、技术和方法，降低维修成本。



二、方案设计

制订飞机的总体设计方案要从飞机的安全性、经济性、舒适性和环保等方面出发，包括：初步确定飞机的形式和外形，主要设计参数，部件的主要几何尺寸，结构形式和重量；初步选择动力装置和设备；根据飞行剖面的要求初步拟定各段航迹的操纵方案；选择模型吹风；等等。此阶段要画出飞机的三面草图和总体布置草图，进一步论证飞机技术要求的可行性和经济效益。

阅读材料

C919大型客机总体技术方案

C919飞机为单通道150座级中短程商用干线客机，采用后掠下单翼、翼吊发动机、正常式尾翼及前三点可收放式起落架的总体布局。其基本型全经济级布局为168座，混合级布局为158座；基本型航程为4 075 km，增大型航程为5 555 km。飞机采用综合化、模块化、开放式航电系统和先进的电传操纵及主动控制技术，飞机上可选装旅客个人娱乐系统、无线互联网服务和个人移动通信服务。



三、打样设计

在打样设计（初步设计）阶段要开展以下工作：确定飞机各部件的结构受力形式和相互连接关系，进行部位安排和重心定位，绘制各部件的结构打样图，进一步确定几何尺寸、重量和动力装置参数。完成气动计算、强度计算、气动弹性计算、飞行性能的操纵性和稳定性计算、系统功能计算等。进行部件、全机的吹风试验，系统功能试验和新结构新材料的试验，以及绘制出正式的飞机三视图（图5-20）、结构打样图、总体布置图，进行重量、重心定位计算，提出各部件和各系统的设计任务书、发动机安装设计任务书和重量分配指标。

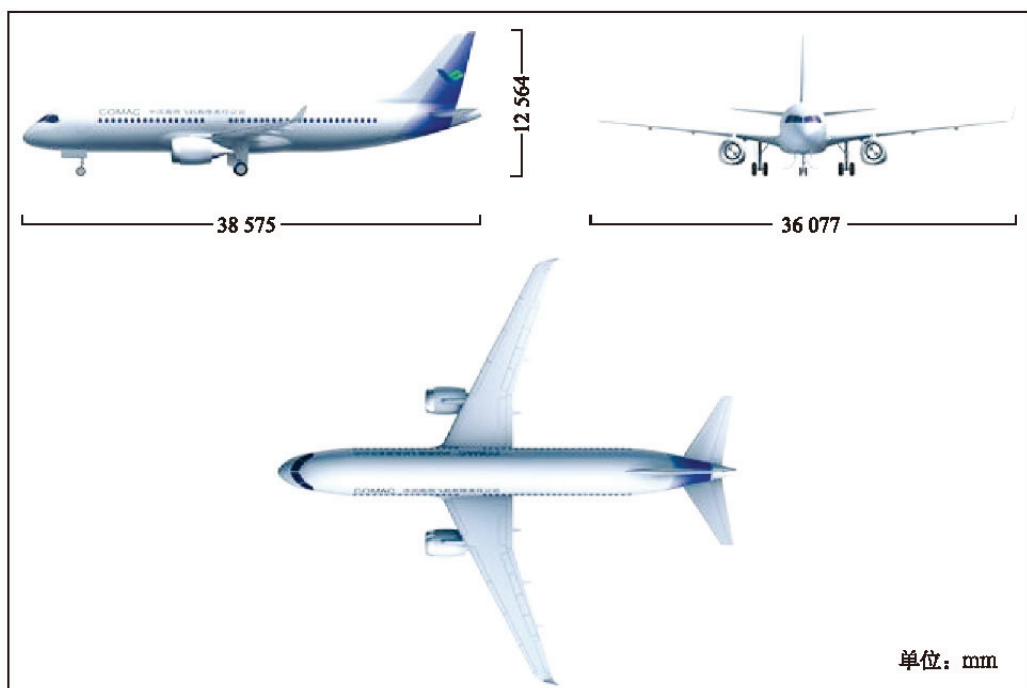


图5-20 C919三视图

阅读材料

C919大型客机打样设计阶段的过程

在C919大型客机的打样设计阶段，设计人员对国内多家航空公司和航空维修单位进行了调研，收集并分析了飞机的维修、使用要求和客户服务要求等信息，为飞机的设计和客户服务工作提供了有力支持。在飞机设计和优化过程中，设计人员组织开展了大量的流体力学计算和验证工作。为考核结构技术方案的合理性，专门试制了展示、工程、数字三大样机，以及中央翼、襟翼、铝锂合金机身等直段、吊挂、平尾等七大部段，进行了多项结构研发试验和强度研发试验等。最终，试验数据和理论计算吻合良好。



四、工作设计

工作设计（详细设计）阶段需要运用数学方法，开展技术试验工作。根据确定的总体方案和打样设计的结果，完成零部件、系统、全机装配的工作图纸和生产、验收的技术文件，包括零部件的强度、刚度、颤振和重量计算，飞机气动性能及各系统性能的精确计算，结构的静、动强度和疲劳试验，以及特种设备和各个系统的台架试验，另外，还要试制原型机，并制订试飞大纲。

阅读材料

C919设计过程中的静力试验

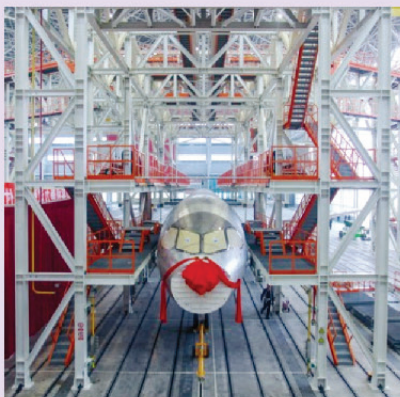


图5-21 C919飞机全机静力试验

静力试验（图5-21）是飞机研发过程中重要的地面试验。通过固定装置和荷载加载管线，模拟飞机飞行中的空气动力、发动机推力等的荷载和其他环境条件；研究飞机结构、部件等在不同程度拉或压的静荷载作用下的强度和刚度，以及应力、变形分布情况；验证飞机是否满足飞行所要求的结构强度。静力试验是保证飞机飞行安全的重要手段。C919飞机全机静力试验包括机身增压静力试验、吊挂静力试验等多项静力试验。



第三节 飞机模型的设计与制作实践

飞机模型的设计与制作实践是一个创作、创新的过程。设计者要将材料、加工工艺、结构设计、空气动力学、数学和物理学等科学技术知识进行综合应用，因此，飞机模型的设计与制作实践是一个综合程度较高的工程活动。

一、明确问题

在航空器的使用领域，面对一些高风险、高强度的任务，人们开始利用无人机替代有人飞机来执行。无人机由于体积小、重量轻，起降简单，操作灵活并能代替人类完成空中作业，因此，在较恶劣的气象条件下，也能非常有效地进入危险地区上空长时间实施监视和侦察，以获取各种情报信息，并能实时传输目标图像，从而掌握处置危险的主动权。无人机的应用范围日益广泛，具有旺盛的市场需求和广阔的发展前景，在国民经济建设中的作用日益

突出，将成为关系国家经济发展的重要产业。

问题思考

学校要召开校运动会，航模组的同学们想在运动会上展示自己设计和制作的无人机，并进行表演。如果你是航模组的成员，请你想一想，应该怎样设计和制作这架无人机呢？



二、收集信息

讨论交流

请与小组同学一起讨论无人机的设计要求。



无人机，是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机，分为固定翼无人机、无人驾驶直升机两大类。

调查研究

请你收集相关资料，分析固定翼无人机和无人驾驶直升机的技术特点。



固定翼无人机通过动力系统和机翼的滑行实现起降和飞行，遥控飞行和程控飞行均容易实现，抗风能力也较强，类型较多，能同时搭载多种遥感传感器，比较适合矿山资源监测、林业和草场监测、海洋环境监测、污染源及扩散态势监测、土地利用监测，以及在水利、电力等领域的应用。

无人驾驶直升机的技术优势是能够定点起飞、降落，对起降场地的条件要求不高，其飞行是通过无线电遥控或通过机载计算机实现程控。但无人驾驶直升机的结构相对来说比较复杂，操控难度也较大，所以种类有限，主要应用于突发事件的调查，如山体滑坡勘查、火山环境的监测等。

阅读材料

常用的几种无人机的技术性能

1. 长虹1号无人机的技术特点

长虹1号无人机（图5-22）是一种大型喷气式无线电遥控高亚音速飞机，可

执行大气污染监控、地形与矿区勘察等任务。该机采用典型高亚音速布局,机身为细长流线型,机翼平直,展弦比大。水平尾翼呈矩形,安装在垂直尾翼中部。机身前、后段为铝合金半硬壳式结构。发动机及其进气道装在机身下部的吊舱内。该飞机借助起飞车自动滑跑起飞。



图5-22 长虹1号无人机

动力装置:1台 WP-6 涡轮喷气发动机,最大推力 24 500 N。

主要机载设备:雷达角反射器,红外设备吊舱和曳光弹等。

尺寸数据:翼展 7.5 m,机长 8.4 m,机高 2.95 m,机翼面积 8.5 m²。

重量及荷载:起飞重量 2 060 kg,空重 1 537 kg,燃油重量 600 kg。

性能数据:平飞速度(高度 11 000 m 以上)920 km/h,使用高度 50 ~ 18 000 m,最大航程 950 km,续航时间 1.2 h。

2. 赛斯纳 182 模型飞机(图 5-23)的技术特点



图5-23 赛斯纳182模型飞机

(1)性能方面:擅长低速飞行,飞行中无动力滑翔性能十分稳定,机翼上面可以升级带襟翼功能,为飞机提供更好的升力,使飞机安定性更高。

(2)整机造型方面:美观、结构简洁。

(3)技术方面:动力系统采用无刷配置,动力强劲,能轻松完成倒飞、横滚、筋斗、超低空飞行等特技表演动作。

(4)材料方面:机体使用抗摔 EPO 材料制造,耐碰撞能力强。

(5)安装和维护方面:零部件容易安装,机翼和尾部部件可拆装更换。

(6)安全和操作方面:前轮带有减震功能,容易进行操纵。

技术探究

请同学们收集固定翼飞机模型的设计数据,以及无线电遥控器、舵机、电子调速器、电池等主要电子设备的性能参数、优缺点和价格等信息,进行数据对比分析,并最终确定一款合适的机型进行设计和制作。

同学们通过讨论，提出遥控无人机的设计要求：①操作灵活、成本较低、安全、先进、功能完全。②能够完成一个飞机限时滑行起落（起飞高度25 m以上），并保证模型飞机飞行安全可靠。通过对收集信息的分析和比较，确定选择赛斯纳182模型飞机作为最终设计和制作的机型。

三、制订设计方案

讨论交流

分组讨论遥控无人机的设计方案，并进行展示和交流。

同学们依据设计要求，通过对赛斯纳182模型飞机进行比较和分析，初步确定了飞机的形式和外形、主要设计参数、部件的主要几何尺寸、结构形式和重量；初步选择了动力装置、设备；最终确定了合适的设计方案。

阅读材料

赛斯纳182模型飞机的方案设计

- (1) 确定模型飞机的布局：飞机的起降是飞行中的基本动作，采用上单翼布局。
- (2) 确定几何尺寸和翼荷载：机翼翼展1 200 ~ 1 260 mm，机翼面积26 ~ 28 dm²，机身全长950 mm左右；飞行重量不超过1 100 g。翼型采用平凸翼型。
- (3) 确定模型飞机结构：采用半蒙板构架式、矩形上单翼、机身剖面为矩形的结构形式。起落架采用后三点式。机体使用抗摔EPO材料制造。
- (4) 确定遥控设备：选用6通道遥控器、2212电机、30A电调、8060桨、08MA舵机和YZW舵机，以及2 200 mAh锂电池，满足限时飞行起降任务。

四、模型制作与测试

1. 制作工具

装配过程需要的简易工具、耗材：502胶、热熔胶、尖嘴钳子、平口钳子、胶带、大小螺丝刀、壁纸刀。

2. 制作材料

赛斯纳182模型飞机零部件，如下表所示。

模型飞机零部件

零部件名称	规格	数量
电机	2212 电机	1
电调	30 A	1
舵机	9 g 舵机	4
电池	2 200 mAh 锂电池	1
充电器	B3 平衡充电器	1
Y 线	舵机 Y 线	1
螺旋桨	8060APC 螺旋桨	2
机身	EPO 材料套材	1

3. 制作步骤

(1) 电子设备的连接：连接好电机，使舵机正常运转，如图5-24所示。



接收机



电机螺旋桨



遥控器

图5-24 电子设备的连接

(2) 尾翼的安装：压入垂尾时，注意保持垂尾和机身垂直，如图5-25所示。



尾翼粘接



舵角粘接

图5-25 尾翼的安装

安全提示

涂抹胶水时，为防止胶水溅入眼睛，请佩戴护目镜。使用热熔胶枪固定完作品，应及时切断电源，避免长时间空热。



(3) 起落架安装：通过机身中部的木板，用固定螺丝进行主起落架的固定，如图5-26所示。

(4) 电机、电调安装：将电机、电调和电机座固定到机头内部，如图5-27所示。



图5-26 起落架安装

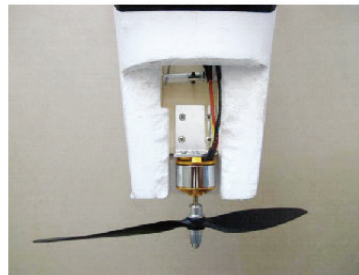
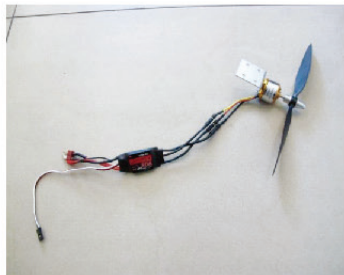


图 5-27 电机、电调安装

(5) 舵机安装：①沿着事先插好并通过机身的孔洞插入钢丝连杆，将快速接头螺丝固定在舵机的摇臂上，要能自由转动（图5-28）。安装舵机后，打开遥控器，除油门放在最低外，其他各通道微调置于中间位置，接上电池让舵机回中。②固定尾部升降舵与方向舵，如图5-29所示。

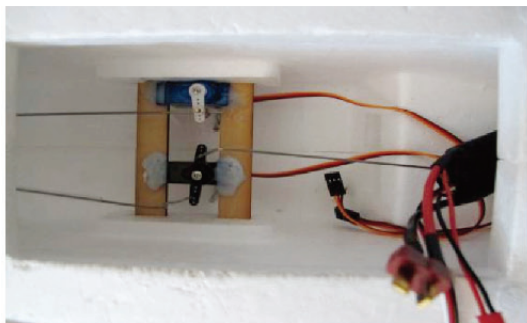
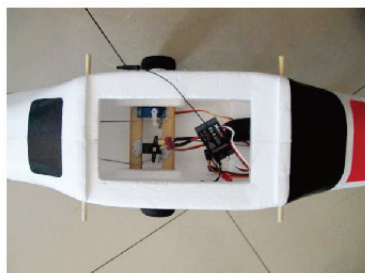


图5-28 快速接头螺丝固定



图5-29 尾舵连接

(6) 机翼安装：将机翼的两个横截面涂胶后，对准左右横截面黏合好，碳管及时压入槽内，再在截面对接处用透明胶带缠住，使两段机翼形成一个整体，如图5-30所示。



竹条固定



碳管压入



机翼连接

图5-30 机翼安装

(7) 副翼的安装：副翼活动面的舵角孔插入舵角并用胶固定好，再放入舵机用胶粘牢。打开遥控器，通道微调放在中位，使副翼2个舵机归位回中。然后将副翼钢丝和夹头连接于副翼舵机的摇臂和舵角，如图5-31所示。最后，用透明胶带将舵机线和Y线粘在碳

管上面的槽里，如图5-32所示。

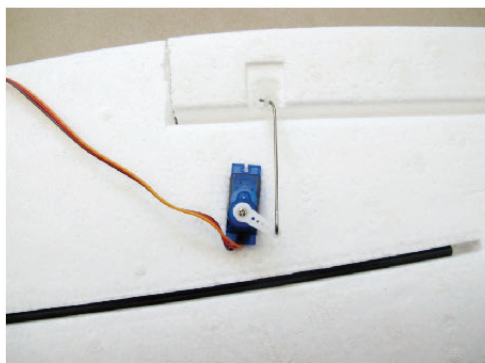


图 5-31 舵角安装



图5-32 副翼舵机、Y线连接

技术实践

请根据之前完成的设计方案，选择合适的模型材料及加工工具完成赛斯纳182模型飞机的制作。



4. 试飞测试

模型的试飞测试应选择空旷的水泥地面。试飞过程中应记录相应舵面的位置信息，分析除自然风外的组装误差原因，直至飞机平稳起降。

技术实践

对组装完成的赛斯纳182模型飞机进行试飞测试，并填写下表。

项目	发射机拨杆位置					飞机状态变化	预判纠正方法
	油门	襟距	副翼	升降舵	方向舵		
地面低速滑跑							
地面高速滑跑至离地							
离地至飞机安全高度25 m							
直线平飞							
左转弯飞行							
着陆							



五、完善方案

完善方案其实就是一个再设计的过程，分析所选飞机模型的主要设备和各类数据记录是否符合最初的设计要求，判断是否需要重新制订方案或者局部调整修改，并再次进行飞行试验，验证是否符合要求。

技术实践

请根据试飞中出现的问题，与组内成员交流讨论，找出问题的原因和需要改进的地方，进一步完善设计方案。



六、评估方案

在项目活动中，要组装出一架性能安全可靠、操纵性良好的飞机模型，必须清晰评价项目方案的优缺点。通常使用表格、图例、数据分析等做出自我评价、同学评价和教师评价，并与小组同学共同分析方案改进的可能性或者再次修改方案。

技术实践

请按照科技人文融合创新项目活动的综合评价表，对项目进行自评、互评和师评。

赛斯纳182模型飞机项目综合评价表

序号	项目	自评	互评	师评
1	解决方案的科学合理性	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
2	制作是否符合工艺要求	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
3	能否完成一个限时滑行起落	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
4	外观设计是否美观	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
5	完成该项目的成本和经济成本	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆

如果进一步改进当前的方案，你会从哪些方面进行改进？为什么？

你认为在飞机模型设计与制造过程中，数学、科学、工程、技术、艺术、社会等学科的知识得到综合应用了吗？请举例说明。



小结与评价

一、小结

在本章的学习中，我们了解了什么是航空器，航空器的常见类型及其在国家国防和经济建设上的作用。初步理解了常见航空器的系统组成及空气动力学原理在航空器设计中的应用。通过学习常见飞机模型的设计与制作过程，理解了科学、技术、工程、数学、艺术、社会各学科之间的紧密联系。

请根据下列题目所提供的线索，将本章的学习内容和自己的实践过程进行小结。

- (1) 常见的航空器有哪些类型？它们在社会发展中起到了什么作用？
- (2) 飞机升空的科学原理是什么？
- (3) 常见飞机的设计与制造过程包括哪些方面？

二、评价

(1) 结合你的飞机模型设计方案，通过查阅资料、与飞机设计师访谈、走访飞机设计相关部门等方式，调研飞机的设计与建造过程。可从提高飞机的飞行高度和速度、降低飞机的重量、节约、环保等课题中任选其一，提出你的改进方案，并对该改进方案进行评价。

自我评价：_____。

同学评价：_____。

老师评价：_____。

- (2) 请参考下面的格式，完成“赛斯纳 182 模型飞机项目”的工作报告。

工作报告

一、发现与明确问题

1. 设计主题的来源分析
2. 设计要求

二、制订设计方案

1. 设计分析
2. 设计方案表达
 - (1) 设计草图。
 - (2) 最终方案。

三、制作模型或原型

1. 材料的选择
2. 工具的选择
3. 制作工艺
4. 模型或原型照片

四、试验并优化

1. 试验报告
2. 设计方案的优化

后 记

本教材是根据教育部颁布的《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》编写的。在编写过程中，我们以落实立德树人为宗旨，以培养学生的正确价值观、必备品格和关键能力为目标，通过案例引入、任务引领、问题嵌入的方式，整合基础知识和实践内容。在教学内容的选择及教材内容结构的架构上，力求从学生的真实需求出发，让学生面向真实世界的真实问题，采用任务驱动的形式体现学生为中心、实践为核心的学习过程，以促进学生创新思维能力的提高和学科核心素养的养成。

本套教材的原主编为孙世强、鲍琰、陈玲玲。本套教材的修订主编为陈玲玲、王永奉，副主编为王明彦；本册教材的主编为孟献军，由孟献军、陈雪梅、刘晓岩、苏从尧、王磊、修金鹏、高长增、赵骏编写，朱士文、高德志、唐菁君参加了本册教材编写框架和样章的研讨，宗博旭、郝志华参加了本册教材的统稿工作。

本册教材的编写工作得到了许多专家、学者和老师的指导与帮助。北京师范大学的李春密教授对本册教材的编写框架和样章进行了审阅，提出了重要的修改意见。山东省教科院王秀玲老师、湖南省教科院董仲文老师、贵州省教科院刘惠平老师、河北省教科所王秋岩老师及石家庄市教科所胡刚老师等对本册教材的编写工作给予了大力支持和指导，在此深表感谢。

本册教材在山东、北京、河北、湖南、贵州、四川、广东等多个省（市）进行了试教，并请了一批一线教师进行了审读，根据师生的反馈意见，我们对本册教材先后进行了多次修改。在此，对参加审读与试教的各位老师和同学一并表示感谢。