



普通高中教科书

通用技术

必修

技术与设计 1

人民教育出版社

人民教育出版社

普通高中教科书

通用技术

必修

技术与设计 1

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

人民教育出版社

· 北京 ·

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

总 主 编：褚君浩

副 主 编：朱志勇

本册主编：杨平雄

编写人员：方 伟 孔 慧 朱亮清 杨平雄

陈 伟 祖 权

责任编辑：周 琳

美术编辑：胡白珂

普通高中教科书 通用技术 必修 技术与设计1

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出版发行 人民教育出版社

（北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081）

网 址 <http://www.pep.com.cn>

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条中有关规定，我们已尽量寻找著作权人支付报酬。

著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

本册教材图片提供信息：

本册教材中的图片由全景网、视觉中国等图片网站提供。

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

通用技术是一门联系科学规律和技术应用的课程。人类在生产实践和科学实验的过程中，获得了知识，掌握了规律，形成了技术，进而在工程任务中利用技术，提升生产实践和科学实验的水平。实践—认识—再实践—再认识，这样的过程循环反复，人类的科学技术不断提升，社会生产力不断发展。

世界是物质的，物质是运动的。在我们周围充满着物质的多种多样的运动形式，除了常见的机械运动，还有光、声、热、电、磁、分子、原子、基本粒子、生命运动等。人们在观察和研究物质的这些运动形式时，发现了规律，运用规律发明了技术，相应产生了机械技术、光技术、声技术、热技术、电技术、磁技术、分子技术、核技术、生物技术等。这些技术分别或者集成起来在多类工程任务中得以应用，涉及机械工程、土木工程、热力工程、电子工程、光学工程、能源工程、环境工程、生物工程、航空航天工程、海洋工程、地质工程等。典型的工程，包括南浦大桥、世博会的中国馆、虹桥枢纽屋顶上的太阳能发电站、C919大飞机、风云四号等大工程，也包括制造服装、烹饪菜肴、室内装修、三维打印零件等小工程。工程任务完成后制造出各类产品，应用于社会方方面面不同领域，为社会创造财富。从事这些工作的勤奋踏实而富有创新精神的劳动者，成为了基础扎实的工程师和精益求精的工匠，他们是我们学习的楷模。

我国古代人民的发现和发明造就了中国科学技术的辉煌历史，不仅有指南针、造纸术、印刷术、火药等重要发明，还有以都江堰水利工程、传统木建筑的榫卯结构等为代表的水利、天文、建筑、铸造、纺织、陶瓷、冶金、航海等古代科学技术，这些杰出的技术是中国古代科技文明的精粹，对人类文明发展和社会生产力的进步产生了巨大推动作用和深远影响。

技术是人类利用自然规律实现某种功能和目标的一种能力，它的背后是科学规律，它的前面是工程任务。工程任务有明确目标，技术在完成工程任务中实现它的价值。例如，根据牛顿第三定律可以利用作用力的反作用力推进物体，这一原理可以用于火箭工程，再运用万有引力定律，可以发射地球卫星，甚至把嫦娥四号送到月球背面。技术的价值在工程任务中得到充分体现。

把技术应用于工程，就要遵循工程的规范。实现技术的应用，完成一项工程任务，首先要明确这项工程的具体目标，提出完整可行并有创新的设计方案。设计方案又涉及工程目标物的结构、工艺流程、组成系统、设计意图控制等。方案的具体内容要用技术语言和图样表达出来，根据图样来操作加工，最后实现方案，完成工程任务。工程实施过程中的经验和教训，需要同行互相交流；是否完成了预期的目标要求，需要由外部专家和使用者的评价。工程交付后，还要经受时间和应用的评判。

同学们，新时代已经来临！新工业革命正在悄悄向我们走来。如同18世纪以机械化为特征的第一次工业革命、19世纪以电气化为特征的第二次工业革命、20世纪以信息化

为特征的第三次工业革命，21世纪人类将开启以智能化为特征的第四次工业革命。人类总是先在观察或实践中发现规律，在此基础上发明了技术，进而推动技术的应用与发展。人们发现了质能关系，发明核技术；发现了受激辐射规律，发明激光技术；发现了光纤中光传输规律，发明光通信技术；发现了电磁波规律，发明无线通信技术；发现了半导体光跃迁规律，发明半导体照明技术；等等。先进技术为构建人类绚丽文明打下基础。谁掌握了规律，谁发明了技术，谁就获得了主导权。智能制造是新工业革命的重要特征，而通用技术是智能制造的基础课程之一。同学们，机遇和挑战在等待着我们！

通用技术课程必修内容包括“技术与设计1”“技术与设计2”2个模块，它们分别从技术和设计的角度阐述通用技术的一般概念，并通过实践来帮助同学们体验技术与设计的内涵。选择性必修内容包括“技术与生活”“技术与工程”“技术与职业”和“技术与创造”4个系列11个模块。整体框架由图0-1表示。学习这门课程要注重掌握概念和加强实践，尤其要通过动手实践，来培养自己的技术意识、工程思维、创新设计、图样表达和物化能力等核心素养。



图 0-1 课程内容整体框架

学习本分册后，能感知生活中技术现象的普遍性和重要性，熟悉技术设计的一般过程，能运用一定的设计分析方法，制订符合要求的方案，学习技术的性质、技术的设计、方案与实现、交流与评价等，进而形成积极的技术价值观，为深化对技术的基本认识、形成基本的学科核心素养奠定基础。

第一章 技术及其性质 1

第1节 走进技术 2

- 1.1 现代技术 3
- 1.2 技术的体系结构 6
- 1.3 技术的产生和发展 8

第2节 技术的性质 13

- 2.1 技术的基本性质 13
- 2.2 技术的其他性质 16

第3节 技术的应用 19

- 3.1 技术与设计 19
- 3.2 技术与自然 21
- 3.3 技术与社会 23

第二章 技术设计及表达 29

第1节 技术设计的一般过程 30

- 1.1 发现与明确问题 30
- 1.2 构思设计方案 33
- 1.3 表达设计意图 36
- 1.4 制作原型或模型 37
- 1.5 编写设计说明 39

第2节 技术设计原则、分析与优化 43

- 2.1 设计原则 43
- 2.2 设计分析 43
- 2.3 设计优化 50

第3节 技术设计的表达 56

- 3.1 简单图样识读 56
- 3.2 草图 59
- 3.3 三视图 62
- 3.4 计算机辅助制图 74

第三章 工艺及方案实现 83

第1节 方案实现的材料 84

- 1.1 材料及分类 84
- 1.2 材料的性能 85
- 1.3 材料的选择与规划 89
- 1.4 常见材料的连接 93

第2节 工艺技术基础 97

- 2.1 金属加工技术 97
- 2.2 木工技术 110
- 2.3 电子电工技术 114
- 2.4 数字化加工设备 118

第3节 技术产品的组装与调试 121

- 3.1 技术产品的组装 121
- 3.2 技术产品的调试 124

第四章 技术交流与评价 129

第1节 技术交流 130

- 1.1 技术交流的意义 130
- 1.2 技术交流的语言 130
- 1.3 技术交流的内容 131

第2节 技术标准及试验 135

- 2.1 技术标准 135
- 2.2 技术试验 140
- 2.3 试验数据记录与分析 145
- 2.4 试验报告 148

第3节 技术评价 149

- 3.1 技术的功用性与可靠性评价 149
- 3.2 技术的创新性与文化性评价 152
- 3.3 技术的知识产权与保护评价 154
- 3.4 评价报告 156

第一章 技术及其性质

技术是指从人类需求出发，秉持一定的价值理念，运用各种物质及装置、工艺方法、知识技能与经验等，实现一定使用价值的创造性实践活动。

那么，怎样正确理解技术？为什么要学技术？技术从何而来？技术有什么用？技术如何发展？技术的价值是如何实现的？技术与人、自然和社会是怎样的关系？

通过本章的学习，你将找到这些问题的答案，并且在学习和实践过程中，培养或形成技术意识、工程思维等通用技术学科核心素养。

第1节 走进技术

第2节 技术的性质

第3节 技术的应用



第1节 走进技术



学习目标

1. 感知生活中技术现象的普遍性和重要性。
2. 了解技术的体系结构。
3. 知道技术的来源，技术发展的机制和规律。

从刀耕火种的时代开始，技术就与人类的生活息息相关。利用技术制造的产品满足了人类不断发展变化的需求或愿望。远古时期，钻木取火使人类的祖先掌握和发展了烹饪、制陶、冶炼等技术。中国古代的造纸术、活字印刷术、指南针和火药等重要发明，不仅满足了当时人类书写、传播知识等需求或愿望，而且极大地推动了人类文明向前发展。近现代以来，经过蒸汽提供动力技术、电力驱动技术、电子与信息技术等工业革命，人类文明再一次向前大发展。技术引领我们进入现代社会，如图1-1所示。



图1-1 技术引领我们进入现代社会

1.1 现代技术

一、身边的技术

技术与我们的生活息息相关。我们的衣食住行、工作、学习、娱乐都离不开技术，如图1-2所示。

我们身上的衣服是利用现代纺织技术制造的布料缝制而成的，我们吃的粮食是利用现代农业技术栽培的，我们的住房是利用现代建筑技术建造的，我们乘坐的交通工具是利用现代交通运输技术制造的，我们用的手机、计算机是利用现代电子与信息技术生产的，还有机器人、自动化设备等智能产品，使人们的工作和学习更加高效，从而有更多的娱乐时间。

我们生活在一个丰富多彩的技术世界里。



图1-2 丰富多彩的技术世界

讨论 & 交流

请同学们思考和讨论身边有哪些技术和技术产品，分别满足了人们的哪些需求，并举例说明，完成表1-1。

表1-1 身边的技术举例

技术名称	技术产品	满足了人的需求
交通运输技术	汽车、高铁、飞机等	满足出行方便、快捷、舒适等需求，飞机还实现了过去人们的飞翔愿望

二、现代技术的发展历程

技术具有时代性，现代技术是相对以前的技术而言的。现代技术是在现代科学基础上开发的技术，它起源于20世纪40年代，与以前的技术有明显的不同。现代技术越来越多地运用科学发展的成果，使科学研究与技术开发合为一体，形成了科学、技术与生产的一体化过程。

20世纪初，物理学家提出了量子概念，建立了量子力学。美国贝尔实验室的研究人员经过多年的努力，终于在20世纪40年代末将量子力学中的原理物化，成功开发晶体管。在晶体管微型化的基础上，用半导体材料制作成组件及集成电路，形成了半导体技术。半导体技术为智能技术的发展提供了元器件上的保证，使计算机、智能手机等智能产品性能突飞猛进。智能技术的发展又使工业生产的自动化程度越来越高，形成如图1-3所示的智能制造生产线，并且推动人工智能技术的形成。

现代技术发展的特点和趋势是：一方面，渗透到现代人类生活的方方面面，提升人们的生活品质，改变人们的生活方式；另一方面，向高精尖技术方向快速发展，形成核心技术。



图1-3 智能制造生产线

三、现代技术的重要性的应用

现代技术，特别是核心技术，是国家的核心竞争力，是国家安全的保障。核心技术必须靠自力更生。只有把核心技术掌握在自己手中，才能真正掌握竞争和发展的主动权，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。

制造业是现代技术的综合应用，它是国民经济的主体，是立国

之本、强国之基。为了推动我国制造业高端化、智能化、绿色化发展，国务院于2015年印发了《中国制造2025》纲领性文件，其战略目标如图1-4所示。

在国际上，现代技术的应用也受到各国政府的重视。例如，德国政府在2013年4月的汉诺威工业博览会上正式提出的“工业4.0”(Industry 4.0)，其目的是提高德国工业的竞争力，使德国在新一轮工业革命中占领先机。工业4.0是指利用信息物理系统(Cyber-Physical Systems, CPS)将生产中的供应、制造、销售信息数据化和智慧化，最后达到快速、有效、个性化的产品供应。工业4.0概念包含了由集中式控制向分散式增强型控制的基本模式转变，目标是建立一个高度灵活的个性化和数字化的产品与服务的生产模式。

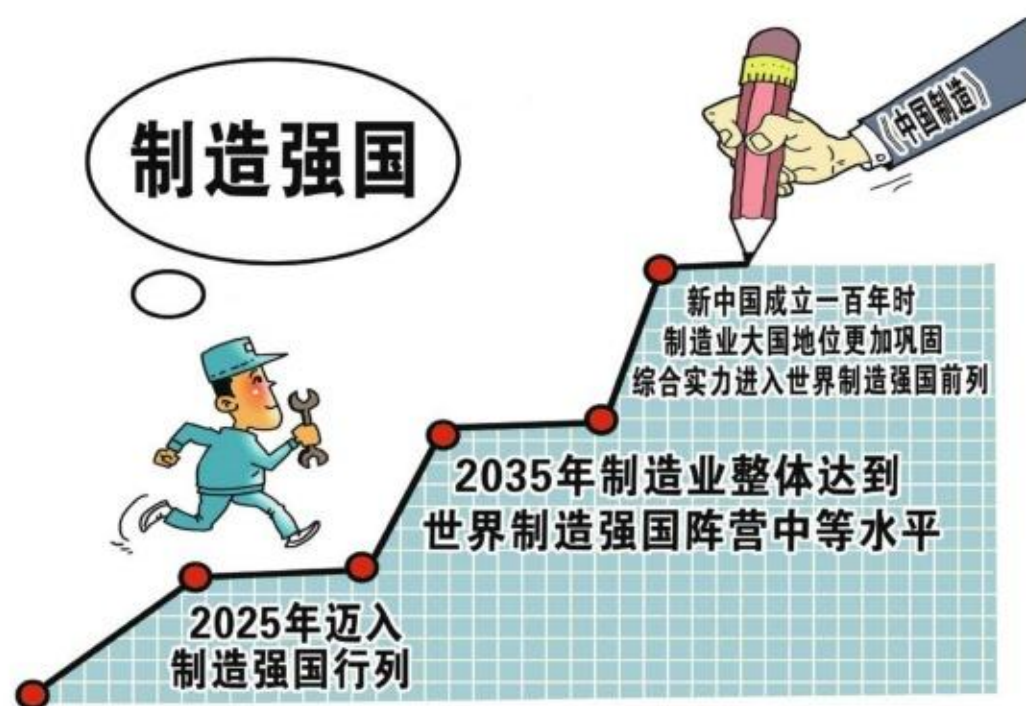


图1-4 中国制造



案例

工业从1.0到4.0的历程

工业1.0: 第一次工业革命，其特征是机械化，首先发生于英国，从18世纪60年代开始。蒸汽技术提供动力支持，推动了机器的普及、大工厂制的建立和交通运输领域的革新。开创了以机器代替手工劳动的时代。这次工业革命促进了近代城市化的兴起。

工业2.0: 第二次工业革命，其特征是电气化，发生在19世纪中期，电力驱动技术代替蒸汽技术，人类进入了“电气时代”。出现了新兴工业，如电力工业、化学工业、石油工业和汽车工业等。

工业3.0: 被认为是第三次工业革命，其特征是信息化，20世纪70年代以来，电子与信息技术飞速发展，使制造过程持续实现自动化。它是人类文明史上，继蒸汽技术革命和电力技术革命之后，科技领域里的又一次重大飞跃。电子信息控制技术不仅极大地推动了人类文明的发展，而且改变了人类的生活方式和思维方式。随着科技的不断进步，人类的衣、食、住、行、用等日常生活的方方面面也发生了重大的变革。

工业4.0: 工业4.0概念诞生于德国，由德国联邦教研部与联邦经济技术部在2013年汉诺威工业博览会上提出。主要内容是将互联网、大数据、云计算、物联网等新技术与工业生产相结合，通过CPS实现工厂智能化生产，让技术产品直接与消费需求对接。



技术的含义

“技术”一词的意思是技能、技巧和技艺。中国古籍《考工记》记载：“知者创物，巧者述之、守之，世谓之工。”大意是：智慧的人发明创造，巧干的人应用发明成果，并将其经验、技艺、技巧传给后代。这里的经验、技艺、技巧就是古代的技术。

技术的英文单词 **technology** 源于希腊文。

对技术含义的理解，存在多种学术观点，例如，欧美学者从单纯技术或人文主义角度去理解技术；日本学者从方法论、劳动工具、知识应用去理解技术，形成“方法技能说”“劳动手段说”“知识应用说”。

马克思、恩格斯认为技术是人自然的肢体的延长，是对自然的实践关系。他们说：“工艺学揭示出人对自然的能动关系。”“工艺学”发展到今天就是“技术科学”；“能动”发展到今天，人类上可达太空、下可达深海，并有能力进行原子操控、量子操控。根据马克思主义技术观，技术来源于实践又回到实践活动中去，是对自然的本质力量，是人创造人工自然过程的能力和手段。

综上所述，只有不断地学习、体会、理解和思考，才能更深刻地把握技术的含义、技术的本质和技术的性质，培养自己的技术意识和工程思维。

1.2 技术的体系结构

一、技术的种类

可以说，技术是人类对自然界物质运动形态及其转化的操作和控制手段。自然现象是自然界物质运动的表现形式。自然界中的现象一般可分为物理、化学、生物等现象。因此，技术可分为物理技术、化学技术、生物技术等。物理技术包括力技术、热技术、电技术、磁技术、光技术、声技术、核技术等。

二、技术体系的构建

随着人类文明的发展，技术经历了由简单到复杂、由低级到高级、由单一技术向多种技术组成体系的变化过程。

从宏观的角度来看，技术体系是根据技术原理、自然规律，由互相依存、相互作用的各种技术以一定方式构成的系统。换句话说，技术体系是由物理技术、化学技术、生物技术等各项技术根据系统整体功能需要，经过集成和组合构建起来的。



案例

北斗卫星导航系统的技术构成

中国北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System, BDS）是中国自主研发的全球卫星导航系统，如图1-5所示。北斗卫星导航系统由空间段、地面段和用户段三部分组成，提供覆盖全球地表范围的导航、定位、授时等服务。

北斗卫星导航系统是极其复杂的技术系统，其建造、发射与运行工程技术仍然都是各种技术的集成和应用。例如，卫星的发射升空，火箭燃料燃烧产生巨大的推力利用了化学技术与物理技术中的热技术和力技术的集成；运载火箭的控制利用了电技术、磁技术等；导航、定位、授时等涉及光技术、电技术、磁技术等集成和应用。



图1-5 中国北斗卫星导航系统



讨论 & 交流

在青少年科技活动中，有一种循迹小车如图1-6所示。在电池动力作用下，循迹小车能沿着黑色跑道自动行驶，它不仅生动有趣，还涉及机械结构、电子技术基础、传感器原理、自动控制等诸多学科知识和技术。在循迹小车中，传感模块用红色（或其他颜色）的LED（发光二极管）作为光源，由于黑线和白色地板对光线的反射系数不同，所以可以通过探测反射光的强弱来判断道路，并将道路信息转换成数字信号传递给控制模块；控制模块接收传感模块的不同信号，转换为不同的控制信号，传递给驱动模块；驱动模块根据控制模块传递过来的控制信号实现负载电动机的接通或断开，驱动车轮使小车前进或转弯，这样，小车就能始终沿着跑道行驶了。

请同学们从技术分类的角度，讨论和交流在循迹小车中有哪些技术或技术组合，并完成表1-2。



图1-6 循迹小车

表1-2 循迹小车中的技术种类

循迹小车模块	技术种类	循迹小车模块	技术种类
电池		驱动轮	
红外探测		从动轮	
控制模块			
电动机			



科学与技术

科学与技术是两个不同的概念。日常生活中，人们习惯把科学和技术两者连在一起，统称为科学技术，或简称为科技。在漫长的人类发展历史进程中，人类通过实践活动，认识自然，利用自然，积累了大量的知识、经验、技能等，形成了科学和技术。

科学源于对自然现象的认识和理解。例如，人类对火的认识和理解。当物体的温度升高至其燃点，与氧气混合，就会燃烧，出现火。这里的物体、温度、燃点、氧气、燃烧等是科学提出的术语和概念；温度高于燃点的物体遇到氧气就燃烧，是科学揭示的自然规律。科学是反映自然、社会等客观规律的知识体系。科学一般表现为概念、理论、规则、定律、原理等。人们通过实验验证理论假设，并有所发现。从事科学研究工作并取得一定成就的人，称为科学家。

技术源于人类的创新性实践活动。通过观察或模仿自然现象，人类能够利用工具再现一些自然现象。这里的自然现象，包括人体感知的自然

现象以及科学实验揭示或发现的自然现象。例如，人类认识和理解电、磁后，通过科学实验发现了电磁波；人们通过对电磁波现象的操控，掌握了无线通信技术。技术是在漫长的人类发展历史进程中，人类通过实践活动，积累了大量的自然现象的人工再现方法和丰富的技术知识，逐渐形成的一门学科。对科学各分支学科发现的现象、概念、规律的应用，就产生了多个技术分支，例如，对物理学的技术化形成了力技术、热技术、电技术、磁技术、光技术、声技术等。从事技术工作并掌握了专业技术知识的人员，称为工程师。

科学认识现象，提出概念，揭示规律，并通过科学实验发现新的现象。技术对现象进行操控，使科学概念、规律应用于生产工具、机器、装备等技术产品，这些技术产品又反过来对科学实验起支撑作用。科学与技术互为基础、互相联系、互相促进、互相制约、互相融合。科学技术是第一生产力，科技发展水平体现国家核心竞争力。

1.3 技术的产生和发展

一、技术的产生

1. 技术产生于人类的实践活动

早期，人类为了生存，在大自然中进行捕猎和采撷，刚开始全靠双手来完成。人类在长期的实践活动过程中，逐渐学会了使用和制造工具。并且，通过观察或模仿自然现象，人类能够利用工具再现一些自然现象，例如，钻木取火。这些对自然现象人工再现的手段和技能逐渐演化成为技术。



案例

从圆木柱子到轮子技术

轮子技术是人类在长期的实践活动中逐渐发明的。早期人类在移动重物的实践活动中，把一根根的圆木柱子垫在物体下面来移动重物。这根圆木柱子就是轮子的雏形。中国古籍《淮南子》中记载：“见飞蓬转而知为车”。这就是早期的轮子技术，如图1-7（a）所示。

随着工业革命的兴起，人们开始大量制造耐用的金属轮子。在金属轮子的外围加上橡胶轮胎，就是今天我们使用的车轮，如图1-7（b）所示。把金属轮子的外围加工成齿形，就是齿轮。齿轮不仅能够传递运动，而且还可以改变运动的方向，如图1-7（c）所示。为了支撑轮子、减小其运动过程的摩擦系数，人类发明了轴承，如图1-7（d）所示。

车轮、齿轮、轴承等轮子技术已经被广泛用于人们的生活、生产过程等。例如，在汽车中，它们的应用如图1-7（e）所示。

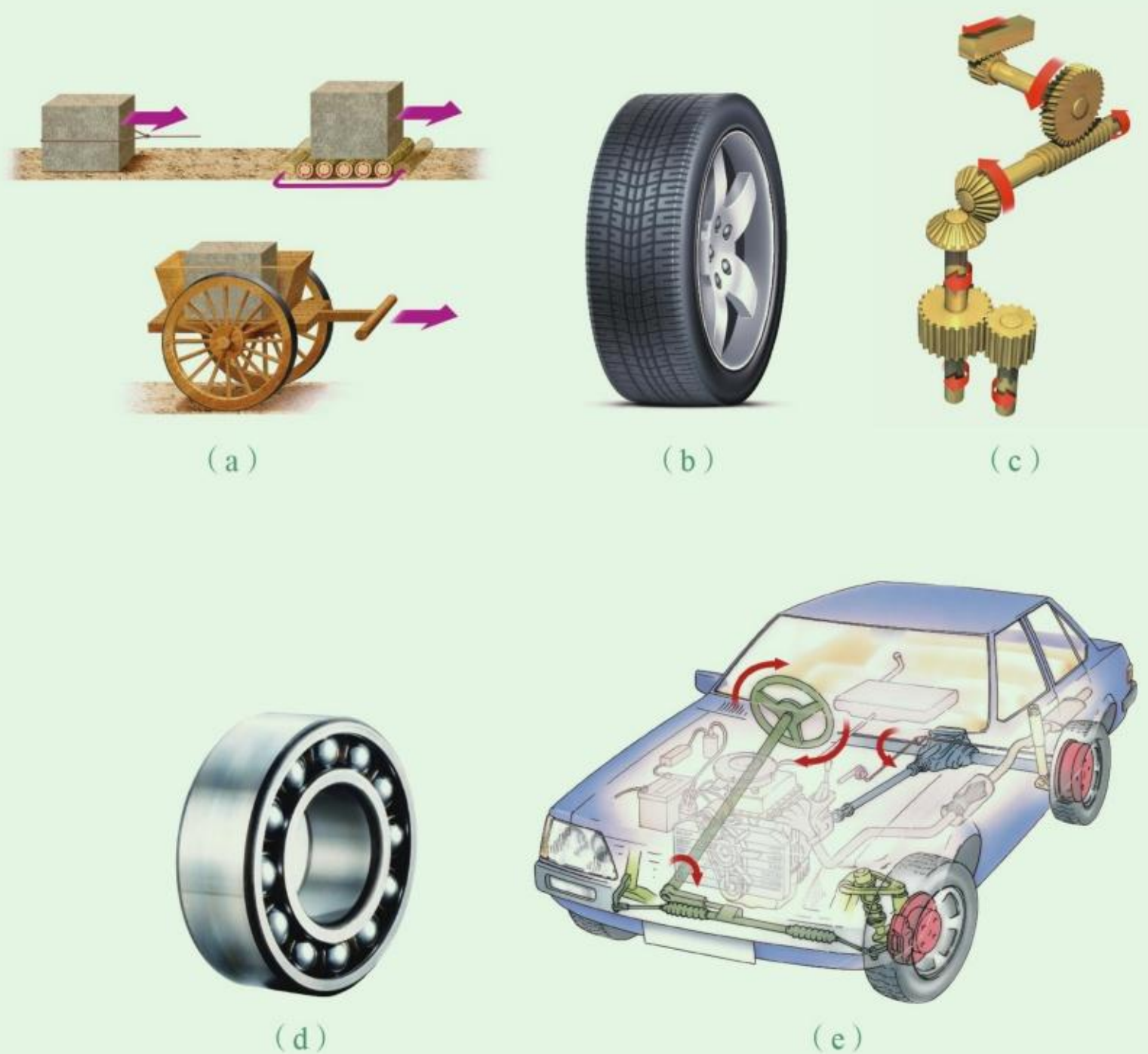


图1-7 轮子技术与应用

2. 技术是对科学概念、规律的运用

将科学中的概念、规律技术化，是技术产生的另一种途径。现代技术主要来源于科学提出的概念、揭示的规律的技术化。

案例

从量子概念到量子信息技术

量子概念，在1900年，由德国科学家普朗克提出。在此基础上，形成了量子力学。将量子力学原理技术化，对量子态进行操作和控制，就是量子信息技术。它主要包括量子计算机、量子通信等技术。

量子计算机与现行的计算机完全不同。现行计算机用比特编码数据，例如，利用晶体管的开通与关断表示比特0和1两种状态；而量子计算机用量子比特，利用量子态表示。由于量子态的叠加特性，使量子计算机处理数据的能力是现行计算机的 2^n 倍（ n 为比特数）。

量子通信也是利用对量子态的操控，分发量子纠缠态到两个不同地点，实现两个地点之间的信息交互。它可以完成现行通信不能完成的任务，例如，完全保密、完全不可窃听等。2016年8月，为了星地间量子通信技术试验，我国发射了一颗量子科学实验卫星“墨子号”，如图1-8所示。量子通信技术实验任务顺利成功完成。

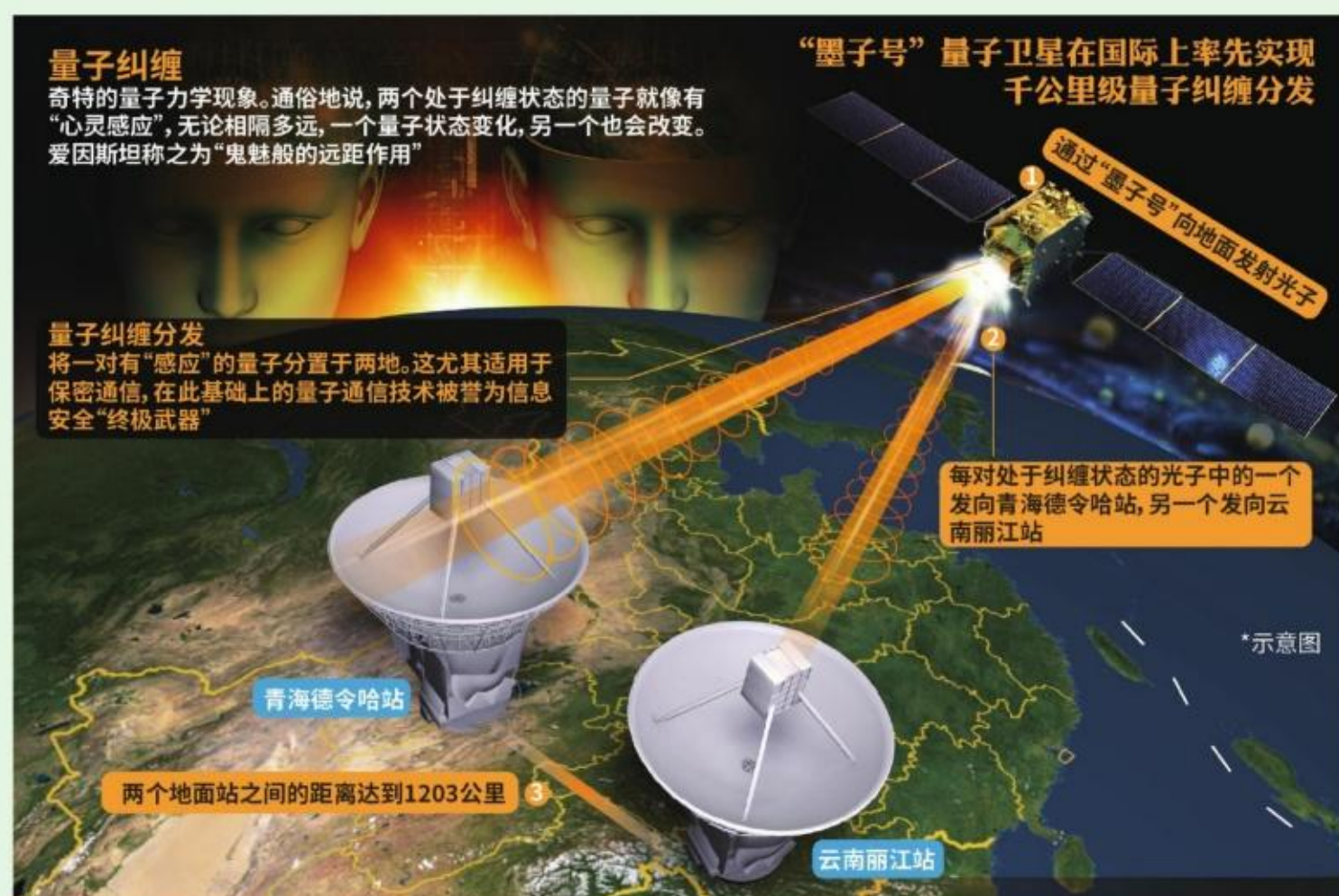


图1-8 “墨子号”量子通信实验示意图

二、技术发展的规律和机制

技术发展有其内在的规律，技术目的与技术手段之间的矛盾是技术发展的直接动力，解决这种矛盾会导致新技术的诞生。例如，人类实现空中飞行的技术目的与实现这一目的技术手段之间的矛盾，导致飞机、火箭的发明，诞生了航空航天技术。

技术发展的机制就是来自技术内部的功能提升、结构深化或应用领域的拓展。这种内部功能提升可能是新材料的应用或新模块的替换，结构的深化就是技术模块的增减等，拓展应用就是将该技术用于其他领域或作其他用途。

案例

从火到灯的技术发展

人类掌握了取火技术后，发现火除了能烹饪食物，还可以照明，于是出现了火把。在火把上蘸上动物油脂，火把能维持更长时间，如果蘸上松脂油，则产生的烟雾更少。这样，照明技术得到改进。从技术的发展机制来看，这种改进是技术内部新材料的应用，即油脂代替了木头的燃烧。将油脂倒在空心石头或者贝壳里点燃，就有了原始意义上的“油脂灯”。这一进步是结构的深化，即空心石头、贝壳等模块被利用并加入技术系统。经过漫长的岁月，人类学会了提炼植物油，并以此为原料制成蜡烛，蜡烛开始逐步用于照明。随着采矿、化工工业的发展，人类又获得了煤油、煤气等更干净的燃烧材料，于是煤油灯、煤气灯问世。至此，照明技术的发展就是不断应用新的燃烧材料替代技术内部旧的材料。

19世纪，通过对电的认识，人类掌握了控制尖端放电现象的技术。1809年，戴维发明电弧光灯，其技术来源就是尖端放电现象。弧光灯耗电大，寿命短。人们需要耗电小、寿命长、发光效率高的电灯，然而，当时的技术手段还不能实现这一技术目的。这就是技术目的与技术手段之间的矛盾。经过大量的探索和试验，1879年，人们发明了白炽灯，1890年，休伊特发明了日光灯。从此，人类进入了电照明时代。利用现代技术人们又制造了更高效率的节能灯和LED灯。从技术的发展规律来看，白炽灯、日光灯、节能灯和LED灯的发明都是为了解决耗电小、寿命长、发光效率高的技术目的与实现这种技术目的的技术手段之间矛盾的结果。

灯除了用于照明，还可以有其他用途，如灭蚊、消毒、取暖等，这些就是应用领域的拓展，使灯的技术得到进一步发展，特别是用于科学研究领域。从火到灯的技术发展路径如图1-9所示。

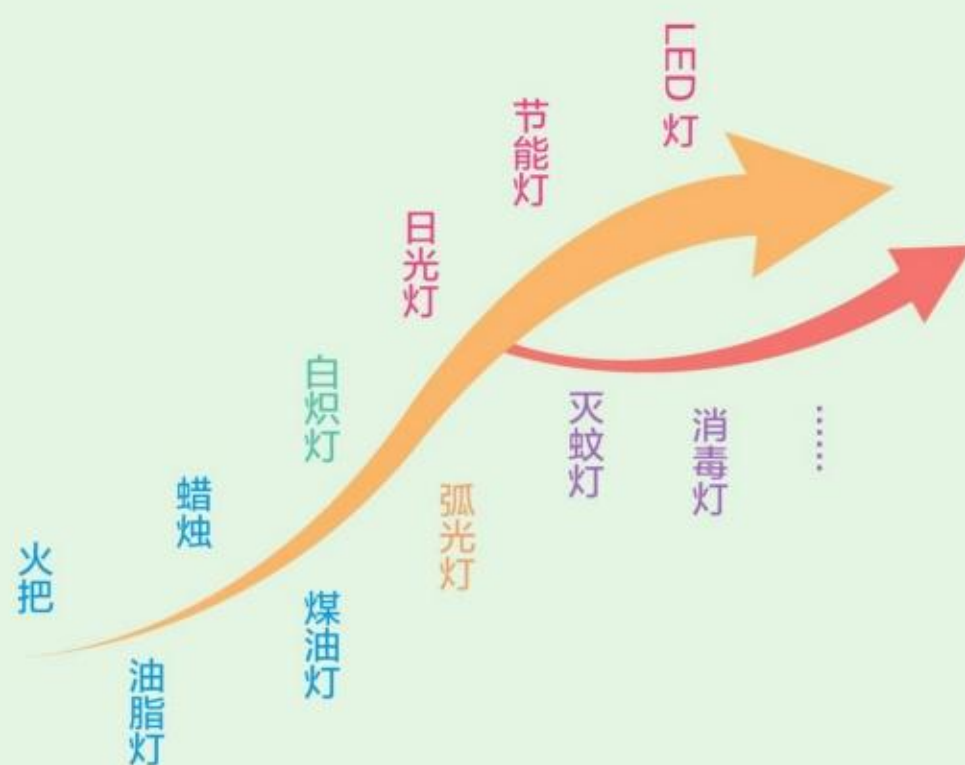


图1-9 从火到灯的技术发展示意图

课外实践

本书封面是上海光源俯瞰图，如有可能，请同学们实地参观上海光源，它位于上海市浦东新区张江高科技园区张衡路239号，或访问上海光源官网，查阅有关资料，了解上海光源工程应用的技术，以及它在我国科学研究和技术研发中的作用。



智能技术

技术的发展有其内在的机制和规律。智能技术，一般是围绕芯片和操作系统发展起来的。例如，计算机、智能手机等都需要芯片和操作系统。

芯片就是高度集成的电子控制电路。操作系统就是管理硬件资源和控制其他程序运行，并为用户提供交互操作界面的系统软件集合，任何应用软件都必须在操作系统的支持下才能运行。

芯片可分为两大主流芯片。其一，x86架构，由芯片巨头英特尔（Intel）设计制造的芯片统称，主要用于个人计算机（personal computer, PC）。其二，英国ARM公司设计的芯片，其特点是体积小、低功耗、低成本、高性能、指令执行速度快和效率高，广泛用于智能手机。操作系统也分为两大主流：用于PC机的Windows系统和

智能手机的Android系统。

芯片与操作系统结合，就形成了Wintel（Windows & Intel）和AA（Android & ARM）两大主流智能技术生态，其他应用软件、外围设备等都围绕这两大技术生态研发，使智能技术“迭代式”更新，快速发展。

在智能技术方面，我国成立了国家集成电路产业投资基金和基础软件国家科技专项。以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。推动高性能计算、移动通信、量子通信、核心芯片、操作系统等的研发和应用取得重大突破，我们正在努力构建属于自己的核心技术生态。



讨论 & 交流

请同学们查阅并整理有关工业4.0的资料。在班级中研讨它的技术成因，分析它的主要内容、技术体系结构、技术发展趋势和技术特征，并畅想它对未来人类社会发展有何重要影响，以及对我们未来生活方式可能产生的变革。

第2节 技术的性质



学习目标

1. 理解技术的实践性、目的性和两面性。
2. 了解技术的综合性、创新性和专利性。

技术已经成为影响人们生活和社会发展的重要因素。那么，技术究竟来源于何处？怎样认识和使用技术？技术创新又如何保护？在这一节里，通过学习技术的性质，我们将学会正确认识和理解这些问题，学会把握技术的基本性质和辨析技术的其他性质，形成积极的技术价值观、对待技术的积极态度和使用技术的责任意识。

2.1 技术的基本性质

一、技术的实践性

实践活动是人类存在的方式，人类为了生存必然要从自然中获取生存资料，从而建立了一种与自然的关系。人类在长期的实践活动中，掌握了劳动技巧、技能、技艺，形成了专门的技术学科。技术的实践性表现在它从实践活动中来，又回到实践活动中去。



案例

瓦特蒸汽机的产生与应用

1757年，瓦特被聘为格拉斯哥大学实验员，专门制作和修理教学仪器。大学实验员的工作为瓦特提供了良好的学习与实践的机会。1763—1765年，瓦特在修理纽科门蒸汽机时发现纽科门蒸汽机有许多缺陷，主要是效率低，燃料耗费量太大，笨拙，应用范围有限，只能用于矿井抽水和农田灌溉。瓦特决心发明一台比它更好的蒸汽机。经过大量试验，1765年，瓦特取得了关键性的进展，他将冷凝器与气缸分离开来，提高效率，并在此基础上建造了一个可以连续运转的模型。

经过反复实践，1774年，瓦特改进的蒸汽机终于投入生产。1776年，第一批新型蒸汽机制造成功，如图1-10所示，并应用于实际生产。1782年，他又成功地制造了双向式蒸汽机。1784年，瓦

特对它进行了改进，增加了自动调节蒸汽机速率装置，使它能适应各种机械运动。从此，纺织业、采矿业、冶金业、造纸业、陶瓷业等都先后采用蒸汽机作为动力。1807年，美国人富尔顿把瓦特的蒸汽机装在轮船上，开启了蒸汽动力轮船时代。1814年，英国人史蒂芬逊把瓦特的蒸汽机装在火车上，铁路运输的蒸汽时代开始了。

第一次工业革命以蒸汽机作为动力机被广泛使用为标志，这就是“蒸汽时代”，即工业 1.0。

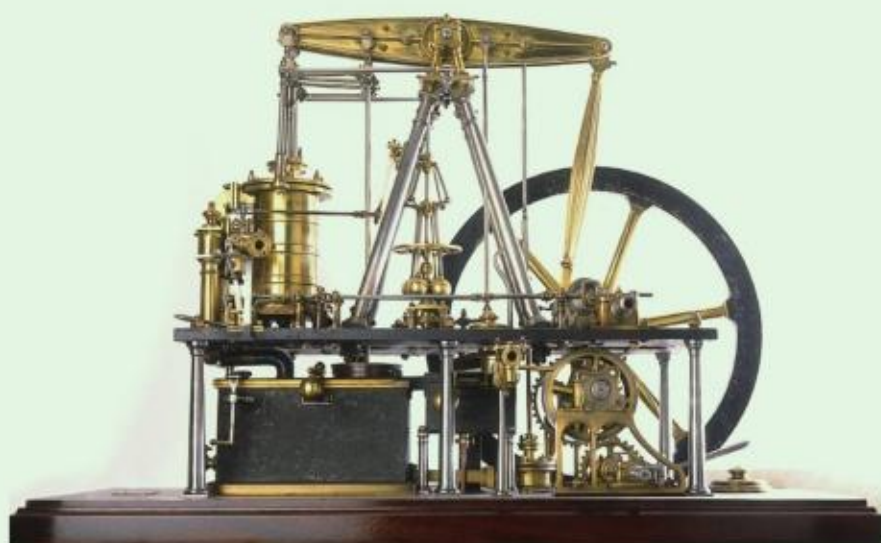


图 1-10 蒸汽机

二、技术的目的性

人类的实践是有目的的活动，因此，技术是人类有意识、有目的的活动成果。技术的产生和发展通常是从具体目的开始的，针对某个具体问题，形成解决方案，为制造产品提供先进的手段和工具。制造的产品用于满足人类的需求或愿望。



案例

莱特兄弟的飞翔梦

鸟在空中自由飞翔的现象，使人类产生了飞行的愿望。为了实现这一愿望，人类开始了有目的的实践活动，制造能够飞行的工具。美国人莱特兄弟在前人的基础上，先后进行了多次飞行试验，不断改进技术。终于在 1903 年，他们以轻质木头和帆布为基本材料、以汽油活塞发动机驱动螺旋桨的双翼飞机制造成功，即“飞行者”号。“飞行者”号被公认为世界上第一架真正意义上的飞机。这种类型的螺旋桨双翼飞机如图 1-11 所示。

如今，飞机已经成为人们远距离出行的重要交通工具。现代航空工业利用先进技术可以制造各种类型的飞机，满足人类的不同需求。



图 1-11 双翼飞机

人类的飞天梦

飞天是人类的梦想。在中国传说故事中，有了“北斗”卫星导航系统、中国空间站“天宫”和嫦娥奔月、万户飞天等。据传说，有一位名叫陶“嫦娥”工程，如图1-12所示。

成道的人，曾任“万户”之职，被后人称为“万户”。他想利用风筝、冲天炮将人送上蓝天，实现人类的飞天梦。为此，陶成道做了充分的准备。一天，他坐在一辆捆绑着多支冲天炮的飞车上。然后，点燃冲天炮。传说中飞车曾短暂离开地面。突然，一声爆响，悲剧发生了。只见蓝天上陶成道乘坐的飞车变成了一团火，他从燃烧着的飞车上跌落下来，摔在地上。虽然飞天失败了，但是，陶成道的飞天试验得到了后人的发展。

今天，中国人民不仅将人送入太空，实现了万户的飞天梦，而且，打造



图1-12 中国航天工程

三、技术的应用的两面性

在实践活动中，技术的应用在满足人类的物质需求、发展经济、推动社会发展的同时，可能也会产生负面影响。例如，交通运输技术为人们提供便捷、快速的出行工具，但是乘坐交通工具出行也可能发生车祸、空难；原子能技术可以用于核电站发电，为人类提供电力，但也可能被用来研制核武器，用于战争，给人类带来毁灭性灾难。

在利用自然、满足人类的需求或愿望的同时，技术的应用也可能会破坏环境、干扰自然生态和给人类带来灾难。

技术应用的两面性告诫我们，在技术发明和使用过程中，应该避免急功近利，坚持发展绿色技术，坚持人与自然和谐共生，坚持绿水青山就是金山银山的发展理念和坚持技术是用于造福人类的信念。

讨论 & 交流

请同学们举出日常生活中的例子，讨论技术应用的两面性，并开展辩论赛。

2.2 技术的其他性质

一、技术的综合性

现代技术产品中，小到保温杯，大到空间站，都是多个学科的多方面知识、多种技术的综合应用。例如，保温杯银色的杯胆能反射热的辐射，杯胆和杯身之间的真空绝热层能阻断热的传导，密封的杯身阻止热的对流，内胆的制作涉及胆壁抛光、裹铝箔、镀铜、镀银等化学工艺知识。另外，把保温杯的形状制作成圆柱体是因为在同等截面积下圆形周长最小，在使用方便的同时，节省材料，这涉及数学知识。可见，保温杯的技术涉及热力学知识、化学工艺知识和数学知识等。

技术的综合性除了是多个学科的多方面知识、多种技术的综合应用，还涉及政策、协议、人才、金融、资本、市场等其他要素。因此，技术的综合性表现在它是多种科学知识的交叉、是多种技术的组合、是多种其他要素的集合。



案例

芯片技术的综合性

芯片是现代智能技术产品的“心脏”。目前，指甲盖大小的芯片里能集成约 150 亿个晶体管。芯片的科学知识涉及计算机科学、化学、材料科学及物理学众多学科交叉的多个分支。芯片的产业技术涉及上、下游产业技术。上游涉及众多半导体支撑产业的技术，下游涉及众多应用领域，根据不同的应用要求，设计不同功能的芯片，如图 1-13 所示。除了上、下游产业技术，芯片生产过程本身又涉

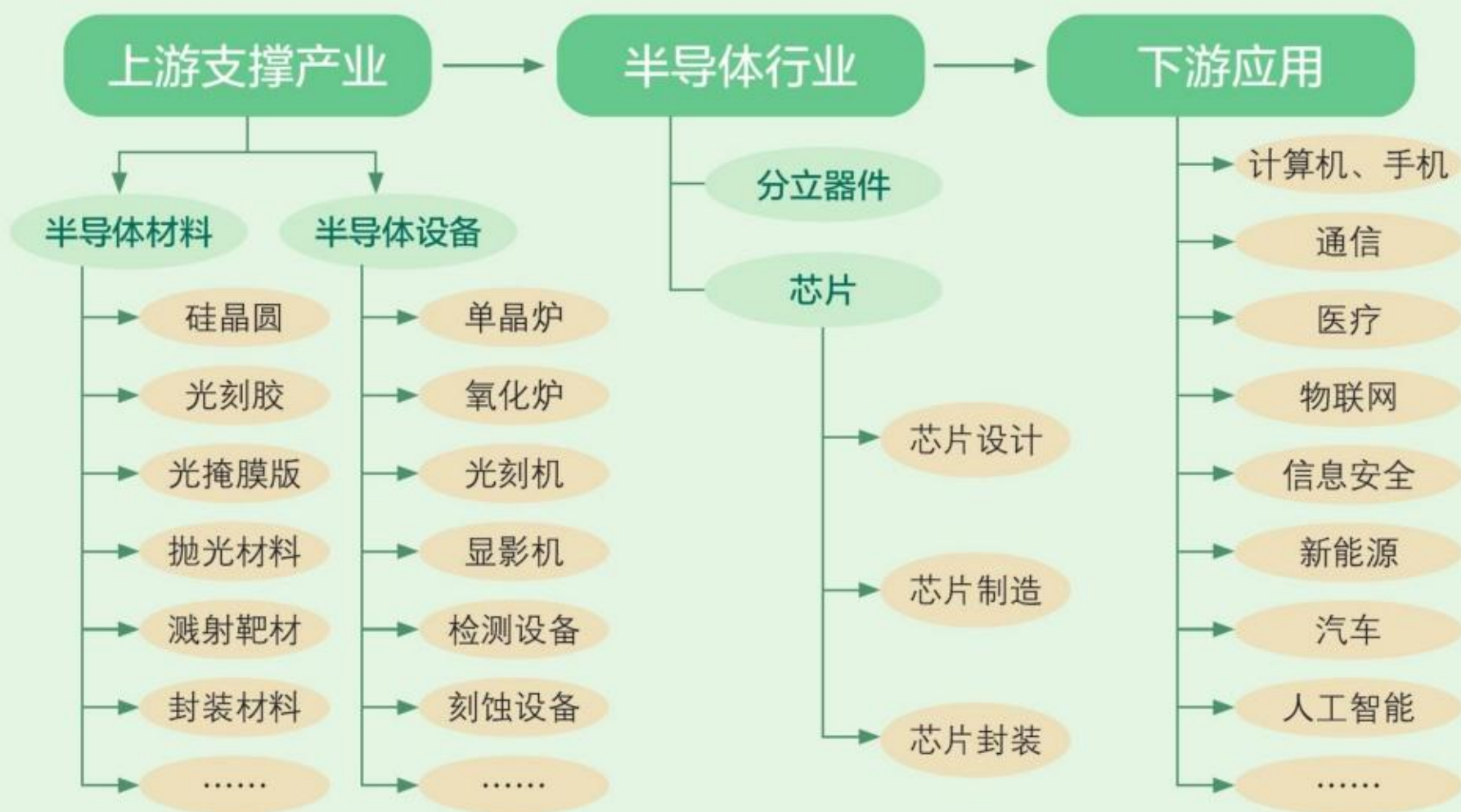


图 1-13 芯片制造上、下游产业链

及众多技术，例如，芯片设计软件技术、制造技术（图 1-14）和封装技术。

芯片的制造还涉及政策、协议、人才、金融、资本、市场等其他要素，特别是需要前期投入大量资金，是资本密集型产业。

从芯片技术可见，技术的综合性表现在它是多种科学知识的交叉，是多种技术的有机组合，也是多种其他要素的集合。



图 1-14 芯片制造技术

二、技术的专利性

技术创新是技术的生命力，是技术发展的核心驱动力。技术创新一般表现为两种形式，即技术革新和技术发明。技术革新是在现有技术的基础上的变革或改进，例如，在前面的案例“从火到灯的技术发展”中，从火把到煤油灯，都是技术革新，而电灯是技术发明。技术发明是新技术的产生，是技术创新的核心组成部分。我国不断深化科技体制改革，深化科技评价改革，加大多元化科技投入，加强知识产权法治保障，形成支持全面创新的基础制度。培育创新文化，弘扬科学家精神，涵养优良学风，营造创新氛围。

技术的创新是技术革新和发明者劳动与智慧的结晶，它的成功应用，会带来社会价值和经济价值。这就涉及技术创新的保护问题。

技术创新的保护一般有两种途径，一是保密或加密，如新材料合成工艺、医药配方、软件等；二是法律保护，即通过相关法律保护技术创新成果，如《中华人民共和国专利法》。

这类通过人的脑力活动创造的智力成果专有权利，通常称为知识产权，它包括专利权、著作权、商标权等。技术创新获得法律保护，需要经过专利申请。专利在我国又分为发明专利、实用新型专利和外观设计专利。专利权的取得必须向国家知识产权局提交申请，经法定的审批程序，审定是否授予申请人专利权。

专利具有三个特性。其一，独占性。谁先申请获批，谁就拥有专利权，受相关法律保护，其他人不得侵权。其二，时间性。专利只在规定的一段时间内受法律保护，保护期限结束或专利权人中途丧失权利，就不再受法律保护，其他人就可以无偿使用。其三，地域性。在哪个国家申请获得专利，就由哪个国家授予专利权，此专利就只在该国受法律保护。

思考 & 练习

请同学们根据自己的成长经历，自主选择一个技术案例，分析它的基本性质和其他性质，并加以归纳。通过分析理解技术的性质，说一说你形成了什么积极的技术价值观。

技术案例：

基本性质：

其他性质：

技术价值观：



第3节 技术的应用

学习目标

1. 了解设计不仅实现技术的价值，还促进技术的发展；设计是一种实践活动，也是人类智慧的展示。
2. 知道依靠技术可以实现人与自然的和谐关系。
3. 理解技术对社会发展的作用，以及技术与人的关系。

技术是人类利用自然满足需求或愿望的手段。那么，如何将技术的价值体现出来呢？技术作为应用手段，它与自然、社会是怎样的关系？它给人类和社会带来怎样的变化？在这一节里，通过学习技术的应用，我们将学会正确认识和理解这些问题，把握技术与人类文明的有机联系。

3.1 技术与设计

一、技术价值的实现

设计，这里特指技术产品的设计，是根据人的需求将一种或多种技术加以组合利用来实现技术的价值。在本书中，技术产品的设计称为技术设计或简称设计。设计是人类的一种实践活动，其目的是满足人的需求或愿望，它也是人类智慧的展示。

案例

自动翻转卸料装置设计

单个的活塞、气缸和杆，看起来很平常。但是，通过设计将它们巧妙地组合起来，就能产生巨大的力量。我们先将两个杆用铰链组合起来，形成铰链曲柄。把铰链曲柄的一杆作为活塞杆与活塞连接，形成活塞-铰链曲柄组合。如果将这种设计的活塞-铰链曲柄组合安装在卡车上，并用车厢代替杆1，将气缸的另一端与车载液压机连接，这样就构成了自动翻转卸料车，如图1-15所示。当自动翻转卸料车的车载液压油被压入气缸3中，液压油推动活塞杆2运动时，通过铰链C使车厢1绕B倾斜。当车厢倾斜达到一定角度时，物料就自动卸下。



图1-15 自动翻转卸料装置设计

课外实践

简易活塞式抽水机

如果将活塞-铰链曲柄组合装置用于手动抽水，这样就构成了手动活塞式抽水机。同学们可以利用硬塑料圆筒（或自行车打气筒外筒）、自行车内胎、铁垫圈、橡胶管（或塑料管）、金属杆等材料，制作简易活塞式抽水机（图1-16）。请同学们探究利用其他材料制作多种类型的简易活塞式抽水机。

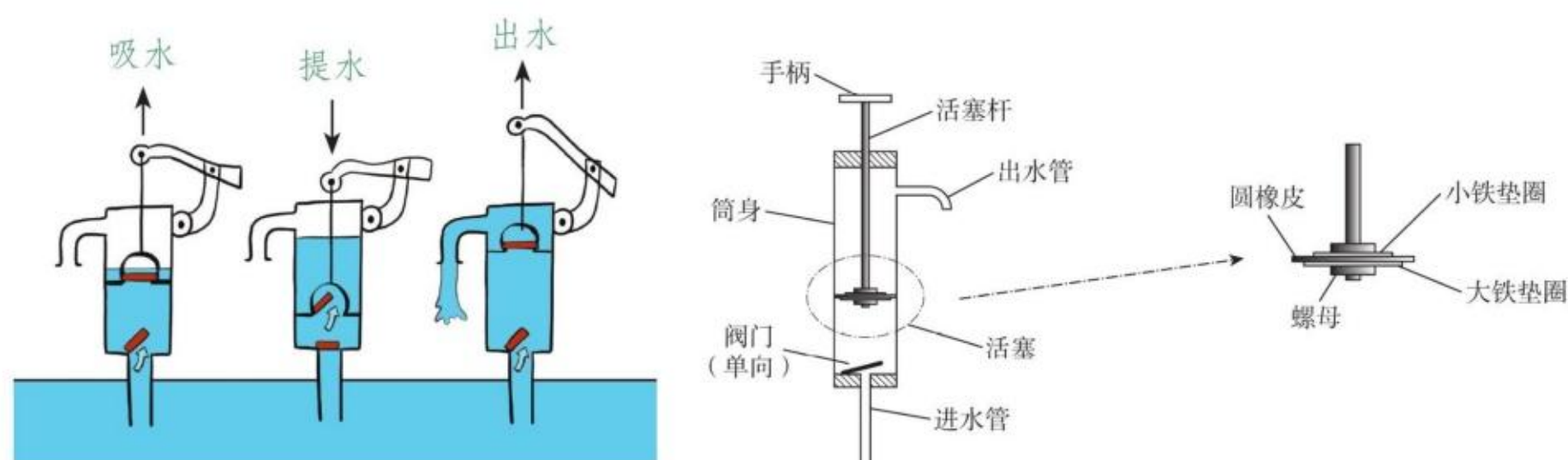


图1-16 活塞式抽水机

二、设计促进技术发展

设计不仅实现了技术的价值，还促进了技术的发展。

设计促进技术发展是通过设计将技术有机地、巧妙地组合和应用，或使技术的部分组件被更换、新材料被应用、结构被优化，从而发挥巨大作用。例如，在自动翻转卸料装置设计中，活塞、杆、铰链

等单一的技术并不能发挥大的作用。但是，通过设计，将这些个体按照整体功能需要巧妙地组合起来，发展成为能够自动翻转卸料的机械技术。

三、设计受到现有技术的制约

设计受到现有技术的制约。超出现有技术水平的概念设计难以达到实用的程度。例如，图1-17所示的会飞的汽车概念设计，在现有技术条件下，难以达到实用的程度。会飞的汽车价格高，需要机场起降，并不能解决城市道路拥堵等问题。



图1-17 会飞的汽车

3.2 技术与自然

一、技术是实现人与自然和谐共生的手段

大自然是人类赖以生存发展的基本条件，人类为了生存需要大自然提供的资源。技术，特别是绿色技术，是人类利用自然的有力手段。从古至今，有许多典型的事例证明了，技术是实现人与自然的和谐共生关系的手段。



案例

机场选址与种青引鸟

20世纪90年代，在上海浦东国际机场选址时，陈吉余院士建议把机场建在海堤外的潮滩上，这样可以节约大量土地，而且不会对周边居民区造成噪声污染。建议被采纳，机场场址向东平移640米，利用滩涂围垦造地技术，少占用农田约7 488亩，也为国家节约大量资金。

陈吉余院士又提出，机场占用的堤外湿地是鸟类迁徙路线上的一个重要驿站，既然占了鸟类的地，就应该在附近的某个地方“种青引鸟”，作为对鸟类的生态补偿。人与自然是生命共同体，无止境地向自然索取甚至破坏自然必然会遭到大自然的报复。造机场把鸟赶跑了，就得为它们另安排一个去处。这个为鸟类着想的“种青引鸟”工程建议也得到了采纳。

研究人员在机场附近地区进行了水文、气象、植被、鸟类活动等调查，确定将上海浦东国际机场以东约 11 公里处的九段沙辟为种青引鸟地区，并将芦苇等促淤植物引入新生成的沙岛。如今，这里有 3 000 亩的芦苇高滩，还有 12 000 多亩的上沙、中沙草滩。水草丰茂的九段沙湿地，已成为鸟类迁徙路上的一个新乐园。浦东机场就像白色的大鸟凭海而立，小鸟栖息于对岸沙洲的碧树绿草丛中，如图 1-18 所示。“种青引鸟”对防止飞鸟撞机和保护生态环境起到了积极作用。人们依靠技术实现了人与自然的和谐共生。



图 1-18 上海浦东国际机场和九段沙湿地

尊重自然、顺应自然、保护自然，是全面建设社会主义现代化国家的内在要求。必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展。

二、技术的局限性

人类依靠技术利用自然资源满足或实现人们的需求和愿望。但是，技术并不是万能的，也有其局限性。古今中外，有许多典型的案例，证明了技术的局限性。

案例

塔科马海峡大桥坍塌事故

桥梁垮塌的事故时有发生，有在建造时就存在质量问题垮塌的，有通车不久被超载货车压垮的，有被洪水冲垮的，还有年久失修垮塌的。你肯定没有想到，有座桥建造质量合格，验收通过，但是通车不久后，却被一股风吹垮了。这就是历史上著名的美国塔科马海峡大桥（Tacoma Narrows Bridge）坍塌事故。

大桥启用后，桥面在微风中便开始上下摆动，就像麻花一样来回扭动。建成通车仅四个月的大桥被一股不太强的风吹垮了，大桥主体轰然坠入塔科马海峡。

事故调查委员会最终得出结论，这场灾难源于一种风现象。当风吹过时，由于桥的断面阻碍风的自由通过，在桥面的上、下产生两排非对称、旋转方向相反的旋涡。当风形成的高速旋涡不断从桥身两边离开时，对桥身产生一个交替的侧向力。卡门涡街是有规律的周期性现象，这就是说旋涡的形成和侧向力的作用具有一定的频率。塔科马海峡大桥本身也有自己的频率，当这两个频率接近相等的时候，就会发生共振。共振产生巨大的破坏力，从而导致大桥坍塌。

现在的桥梁建造技术，都要考虑风致振动问题，特别为风预留通道，即风嘴，用来提高桥梁断面抗风稳定性，减少强风对桥面结构引起的共振。

3.3 技术与社会

一、技术推动社会发展

人类社会从刀耕火种时代到今天，技术不断进步。技术的进步推动人类社会的发展，从石器时代到信息时代，如图1-19所示。人类文明一路走来，技术是其重要的推动力。技术与科学、设计一起综合应用于制造技术产品，技术产品满足人类的需求或愿望。人类不断发展变化的需求或愿望又反馈于科学、技术和设计等实践活动。如此循环往复，推动人类社会向前发展。



图1-19 技术推动社会发展

二、技术与社会价值及多元文化

技术与社会关系的另一方面问题，就是它与社会价值观、文化和美学等之间的关系问题。技术不反映社会价值观及多元文化，技术也不含有文化特性和美学特征。但是，技术产品是科学、技术和设计的综合应用，是用来满足人的需求或愿望的。设计人员在技术产品设计过程中，针对不同文化背景、不同价值观的人，引入不同的文化、美学等元素，赋予技术产品文化特性和美学特征，融入了社会价值观及多元文化。

案例

上海世博会中国馆

第41届世界博览会于2010年5月1日至10月31日在中国上海市举行。

中国馆作为永久性建筑保存下来，如图1-20所示。中国馆的设计建造除了引入了当时最先进的科技成果，例如，太阳能薄膜、低辐射镀膜玻璃、生态技术隔热等，还将中国的文化、价值观、美学等元素融入建筑物中，赋予建筑物文化特性和美学特征。



图1-20 上海世博会中国馆

中国馆外形看起来像商周时期的青铜器，寓意国之重器、鼎盛中华；它也像古时的米斗，寓意天下粮仓、富庶百姓；它还像古人头上的冠帽，故此得名“东方之冠”。这些就是中国馆蕴含的文化气息。

中国馆的颜色是那一抹亮丽的“中国红”。红色有很多种，不同明度、不同彩度、不同色相的红色有上千种，究竟哪种红颜色才是“中国红”？红色是中国人日常生活中最常见的颜色，但也是最难把握的颜色，这可难倒了设计人员。设计师们请来美术专家参与选色，经过艰难的研究、调色，终于找到我们今天看到的“中国红”，它赋予了中国馆沉着而不失艳丽，温暖又带着正气的美丽色彩。

中国馆建筑物本身融合了中国哲学思想，如天人合一、和谐共生、道法自然等。它有四根粗大的方柱，托起斗拱状的红色主体结构。斗拱是层叠挑高、雄浑古朴、秩序井然的倒锥体造型，看似零碎的部件，却有难以估量的承载力，可以托起千钧重量，象征了中国人民团结、协作的伟大精神力量。

从中国馆建筑物可以看出，通过设计引入文化、美学等元素，可以赋予产品文化特性和美学特征。这就是技术产品融入了社会价值观及多元文化。

拓展阅读

技术活动的构成要素

在技术活动中，人是活动的主体，除此之外，还有经验、知识、技巧、工艺、工具和机器等众多要素。这些技术活动要素一般分成三类。经验、知识等是技术的知识形态，技巧、工艺等是技术的操控形态，工具、机器等是技术的实物形态。我们可以从这三个维度来理解技术，如图1-21所示。

在技术发展的不同历史阶段，这三类要素所起的作用和表现形态也不尽相同。

在人类历史早期，技术主要是人类直接地或

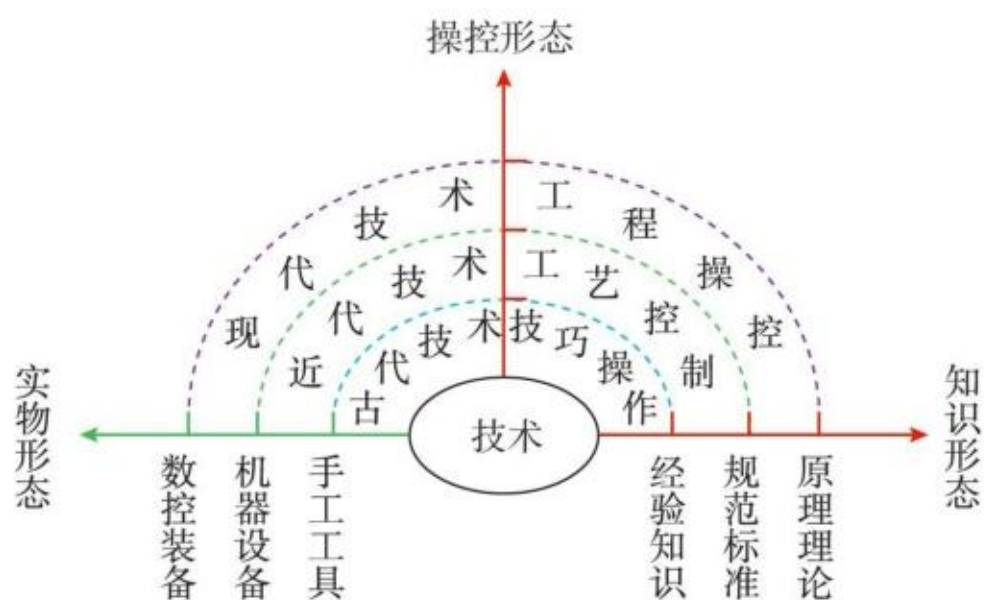


图1-21 技术活动的构成要素

利用简单工具作用于自然，就是经验、技巧的表现。因此，古代技术是以手工技巧操作为核心技术要素的单一模式结构，它是技术的实物形态和知识形态发展的基础。

近代以来，随着社会需求和自然科学的快速发展，以及蒸汽机、精密镗床的发明，逐渐诞生了和古代手工工具有着本质区别的新的机器设备的实物技术形态。因此，近代技术呈现以机器设备、工艺控制为基础的双相技术形态模式结构，它奠定了现代工业化的技术基础。

现代技术发生深刻的变化，技术要素出现新的特点，这就是技术知识处于更加突出的重要地位。例如，数控装备引起以技术科学为基础的知识形态的发展，工人不再是生产过程的主要承担者，而是站在旁边监控自动设备的运行，这就需要工人深刻理解技术的原理等理论知识。因此，现代技术是以技术理论为基础的，知识形态起着核心作用、居于主导地位，结合实物形态、操控

形态构建的三相技术形态模式结构。

纵观技术的发展史，这三类形态的技术要素不是孤立存在的，它们在技术活动中构成一个有机整体。各类技术要素之间既独立又关联，例如，古代弓弩的发明就需要丰富的经验和发达的智力，近代工匠的技能、经验促进了机器的发展和技术知识的积累，现代技术科学的物化发明了大量的机器设备、数字装备，培养了懂科学、有技术的新型劳动者。但是，工具、机器代替不了技能，技能代替不了知识，这是技术要素的独立性表现。各技术要素在技术发展过程中还存在主导性、互补性、稳定性、变异性和不平衡性。例如，经验的积累会转化为技术知识；在主导性要素发展变化后，其他要素也会发展变化，原来的稳定性就会被打破，并形成新的、更高级的技术构成要素平衡。各技术要素在技术活动中组成一个整体并发挥各自的作用，它们彼此之间的矛盾也是技术发展的直接动力。



课外实践

钻木取火技术体验

一、准备材料

1. 木杆。干燥，硬木，尽量直，长短合适方便操作，一端做成圆锥形。
2. 木板。干燥，软木，板面上有凹槽或带缺口的圆坑。
3. 干燥引燃物，如枯草、干叶、桦树皮、松针、松脂、细树枝、绒毛、棉花等。

二、取火方法

如果木板面上有凹槽，先在凹槽下边放一些引燃物，然后把木杆插入木板凹槽，并快速往返移动；如果木板面上有带缺口的圆坑，先在圆坑缺口下边放一些引燃物，然后把木杆插入木板圆坑里，并快速转动。由于摩擦生热而出现燃烧的粉末，燃烧的粉末落在引燃物上，用嘴吹气输氧，引燃易燃物，使其冒出火花，然后取火成功。

三、安全提示

戴上手套防止手受伤，注意防范火灾等。

四、技术体验感悟

我们进行钻木取火技术体验操作时，很难成功。这是为什么呢？请同学们从技术活动的构成要素在不同历史阶段所起的作用和表现形态来分析不易成功的原因。说一说，我们从中深度学习技术要素之间的关系，可以培养或形成哪些学科核心素养。

本章小结

人类在长期的实践活动中，积累了大量的经验和知识，形成了现代文明社会。人类对自然现象的认识形成了科学。科学提出概念、揭示规律，通过实验验证假设和有所发现。从事科学研究并有所成就的人，称为科学家。人类对自然现象的人工再现形成了技术。从事技术工作并掌握专门技术的人员，称为工程师。人类对单个或多个技术，按照整体系统功能需要，巧妙地组合利用就形成了技术范畴的设计。从事技术产品设计，并具有设计专业知识的人员，称为设计师。

技术的价值通过设计来实现，设计反过来又促进技术的发展。技术的进步支撑新的科学实验，通过科学实验发现新现象、提出新概念、揭示新规律。科学、技术和设计彼此之间既相互促进又相互制约，并且它们又都反作用于自然。

科学、技术和设计综合应用于制造技术产品，产品用来满足人类的需求或愿望。并且设计人员在技术产品设计过程中，针对不同文化背景、不同价值观的人群，引入不同的元素，赋予技术产品文化特性和美学特征，使技术产品融入了社会价值观及多元文化。

不断发展变化的人类需求或愿望反馈于设计，进入系统再循环。如此循环往复，推动人类文明向前发展，如图1-22所示。

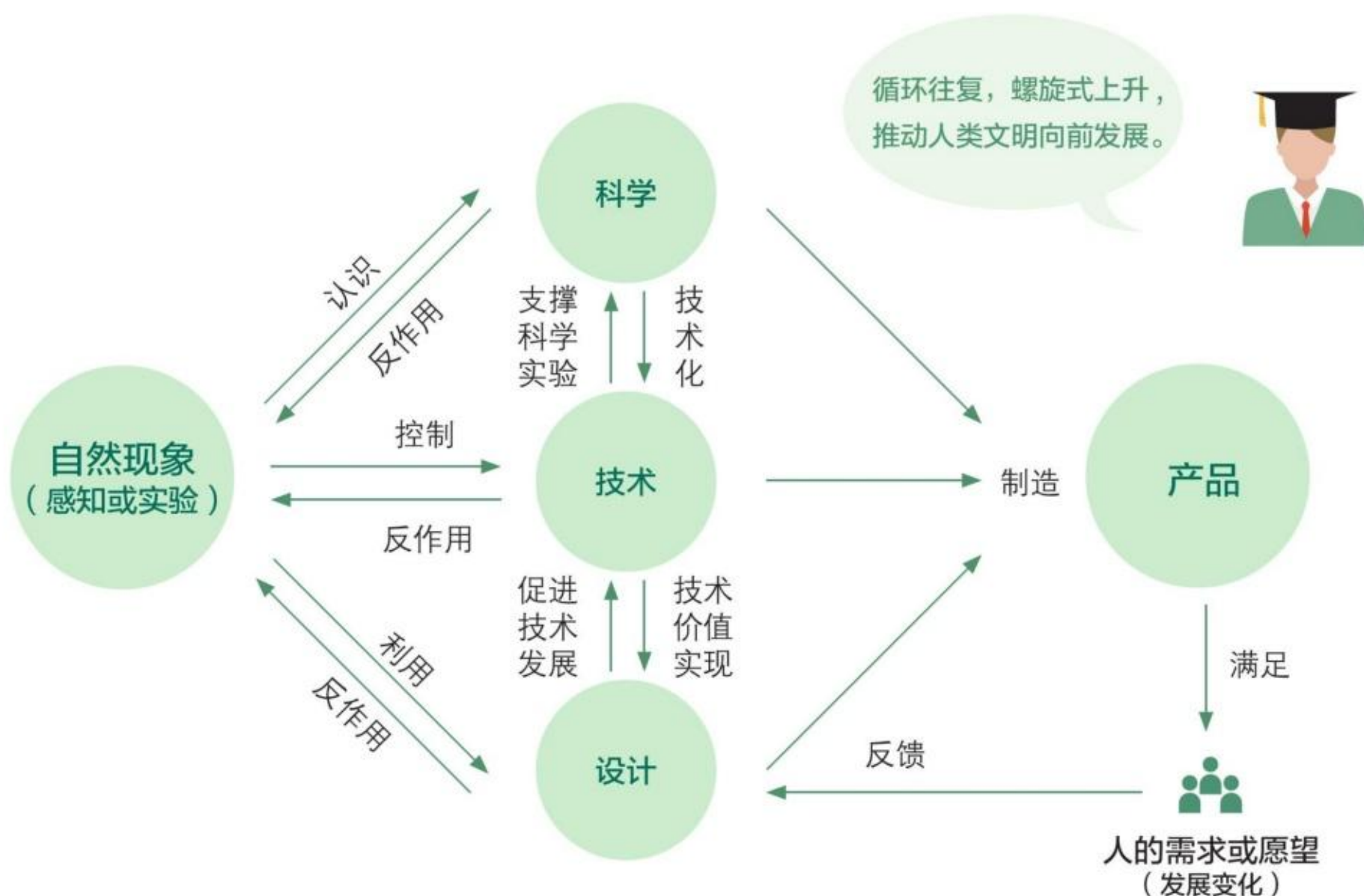


图1-22 技术、设计与人、自然等的关系

本章学习评价表

学科 核心 素养	课程内容/实践项目	评价指标	评价方式		
			自评	互评	师评
技术 意识	走进技术	感知技术现象的普遍性（举例）			
		感知技术现象的重要性（举例）			
		了解技术的种类			
		了解技术的体系是如何构建的			
	技术的性质	理解技术的实践性、目的性和两面性			
		了解技术的综合性、创新性和专利性			
	技术的应用	了解什么是技术设计			
		知道技术与自然的关系			
		理解技术与社会的关系			
工程 思维	北斗卫星导航系统	知道北斗卫星导航系统由哪三部分组成			
创新 设计	自动翻转卸料装置设计	了解活塞-铰链曲柄组合还可以用于哪些产品			
物化 能力	简易活塞式抽水机	能制作简易活塞式抽水机			
	钻木取火技术体验	能体验钻木取火技术			

等级标准：A优秀、B良好、C合格、D待改进。

第二章 技术设计及表达

在技术活动中，技术设计起着核心作用，它是技术活动的基础。技术设计是一种实践活动，设计中形成的技术产品是设计者智慧的结晶。

那么，技术设计从哪里来？如何进行技术设计？技术设计一般有哪些过程？技术设计有哪些基本的原则和方法？如何表达技术设计方案？

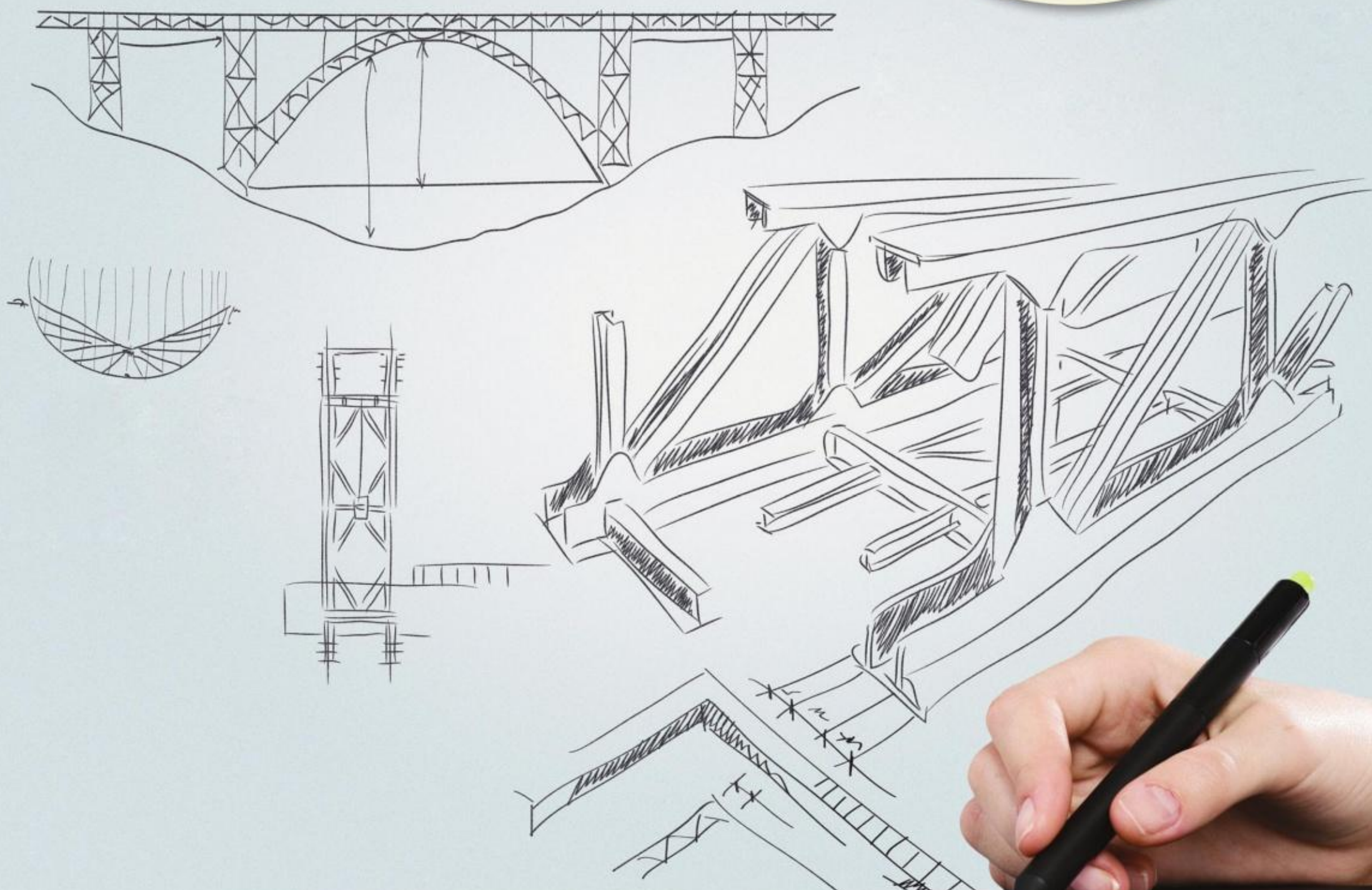
在本章中，我们将学习技术设计的过程、原则、分析、完善和优化等内容，并且学习如何通过图样、模型等技术语言来表达技术设计意图，培养或形成创新设计、图样表达、工程思维和物化能力等通用技术学科核心素养。



第1节 技术设计的一般过程

第2节 技术设计原则、分析与优化

第3节 技术设计的表达



第 1 节 技术设计的一般过程

学习目标

1. 熟悉技术设计的一般过程，学会如何明确问题。
2. 了解构思方案的一般过程。
3. 知道技术设计表达的一般方法。
4. 了解模型的作用和制作步骤。
5. 知道撰写技术设计说明的一般格式。

技术设计是在进行技术应用与实践过程中，把意图或设想通过合理的构思形成方案，用适宜的方式表达出来的过程。换句话说，技术设计是指在具体的技术应用或实践过程中，完成某项任务或解决某个问题的过程。

任何一个技术设计过程都有其明确的步骤和方法，技术设计一般过程包含发现与明确问题、构思设计方案、表达设计意图、制作原型或模型和编写设计说明五个步骤。

1.1 发现与明确问题

技术从人类需求出发，它的根本目的是解决人类需求的实际问题，而设计正是产生解决需求问题方法的主要途径。在设计的一般过程中，首先就是发现与明确技术产品存在的问题或对新产品的需求，从而改进产品设计或设计新产品，更好地满足人们的需要，其实质是发现与明确产品设计需求的问题。

一、发现需求的问题

(1) 开放式需求。面对现实困难或问题，尚未有针对性的解决方法，希望由设计者来提出一个比较适合的解决方案。例如，上海高中生在老年人需求调查中发现，随着年龄的增长，居住在多层住宅中的老年人提东西上楼比较困难，希望能在平面手拉车基础上设计一辆人力拖曳的小车，既可以在平整地面上拉动，也可以爬楼梯时使用。如图2-1所示。



图2-1 爬楼梯手拉车设计思考

(2) 封闭式需求。客户已有对问题或需求的具体解决方案、产品或结果，要求设计者以一个特定的封闭式设计方案解决这个问题。例如，完全按照样板房进行房屋装饰设计。

二、明确需求的问题

将需求转化为设计前，需要明确需求的问题，即进一步细化、拆分需求。对需要解决的问题形成明确具体的思路，并厘清方案设计中的主要方面。

初学者可以运用“框架式设计结构”来明确需求的问题。框架式设计结构是从问题、方案、材料、可行性、创新性等方面给出通识性的问题框架。框架式设计结构如下。

- (1) 解决什么问题？
- (2) 方案的效果如何？
- (3) 方案如何实现？
- (4) 方案是否可行？
- (5) 是否能够获得所需要的材料？
- (6) 方案实现是否价廉物美？
- (7) 是否有充分的时间实现设计？
- (8) 设计是否具有创新性？

运用框架式设计结构，能够帮助初学者梳理设计思路，快速进入设计过程。

思考 & 练习

请以设计一辆可以爬楼梯的手拉车为例，运用“框架式设计结构”进一步明确设计需求，完成表 2-1。

表2-1 爬楼梯手拉车的设计需求

序号	框架式设计结构	明确设计需求
1	解决什么问题？	设计一辆手拉车，可以平面拖曳，也可以爬楼梯
2	方案的效果如何？	
3	方案如何实现？	
4	方案是否可行？	
5	是否能够获得所需要的材料？	

续表

序号	框架式设计结构	明确设计需求
6	方案实现是否物美价廉?	
7	是否有充分的时间实现设计?	
8	设计是否具有创新性?	

三、信息收集与处理

1. 收集

为了满足需求,在技术设计时需要收集与设计主题相关的信息。在信息收集的过程中,根据设计需求中的关键词收集信息,可以提升信息的准确性、针对性和有效性。其中,生产厂家、行业专家和潜在用户的意见尤其应予以关注,收集目前的行业标准和国家规定等一些相关信息也是必不可少的。

2. 处理

收集到的信息是原始信息,在应用前必须处理、筛选出可以用于设计的信息。常见的信息处理方法如下。

(1) 归纳比较法。把收集的信息按性质、内容等分类归纳整理,对同类信息进行对比分析。

(2) 去伪存真核对法。对收集的信息进行鉴别,审核核对,区分真伪,提高可用信息的可靠性。

(3) 文献分析法。查阅文献,分析信息的先进程度。

(4) 其他方法。例如,逻辑分析法、信息评估法、调查研究法等。



案例

爬楼梯手拉车信息收集与处理

对设计一辆爬楼梯手拉车的需求进行思考和梳理,大体上能获得“楼梯”“手拉车”“爬”三个关键词。通过对这三个关键词信息的收集与处理,得到以下相关信息。

1. 楼梯

(1) 楼梯坡度范围是 $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$,也就是高宽比范围是 $1:2.75 \sim 1:1$ 。

(2) 住宅楼梯台阶踏步的高度和宽度应按楼梯的坡度和人脚的大小来设计。台阶踏步宽度不应小于260 mm,台阶踏步高度不宜大于175 mm,也不宜小于140 mm,各级踏步高度均应相同。

(3) 住宅楼梯台阶的宽度不应小于1 100 mm,6层及以下一边设栏杆的台阶宽度可为1 000 mm。

2. 手拉车

- (1) 应有车轮2个或者2组以上。
- (2) 拉动方便，小车高度应该在1 000 mm左右。

3. 爬

在“楼梯”和“手拉车”信息基础上，找到的爬楼梯手拉车车轮方案，如图2-2所示。



履带式爬楼梯方案 组合轮式爬楼梯方案

图2-2 爬楼梯手拉车方案信息收集

1.2 构思设计方案

一、构思设计的方法

1. 组合法

组合法就是将两种或两种以上物品进行重新组合，产生新物品或新功能的方法。例如，瑞士军刀、房车，如图2-3所示。这种组合法可以是多种物品的功能、材料、原理、结构等组合，具体组合方法如表2-2所示。



瑞士军刀



房车

图2-3 功能结构组合的产品

表2-2 构思设计的组合法

名称	目的	举例
功能结构组合	一物多用	带橡皮头的铅笔，集烧、烤、焖于一身的微波炉，瑞士军刀，房车等
材料组合	不同性质的材料组合，聚集其优点	羊毛与涤纶组合成毛涤，铝塑窗户，防弹玻璃，复合地板，磁性橡胶等
原理组合	不同技术原理结合实现某一种功能	电吉他运用了电磁学原理与弦线机械振动，将振动信号转换成电信号，放大后再经扬声器发射声波

续表

名称	目的	举例
物与物组合	物体、部件等之间的组合，同时具备各物体、部件的功能	保温杯是杯子与保温瓶胆的组合，音乐贺卡则是音乐发生器与贺卡的组合
技术与技术组合	把几种技术组合起来	豆浆机将粉碎、洗浆、烧煮结合在一起
重组组合	相同功能的部件或组件通过新的组合方式组合起来	三轮车，电动自行车

2. 列举法

列举法就是把某一物品、领域或集合中的要素一一列举出来，并从这些要素中找到改进和创新的方法。例如，修枝剪、望远镜、杯子都是使用列举法创新设计的产品，其中杯子使用了特性列举法，如图2-4所示。这种构思设计方法如表2-3所示。



修枝剪



望远镜

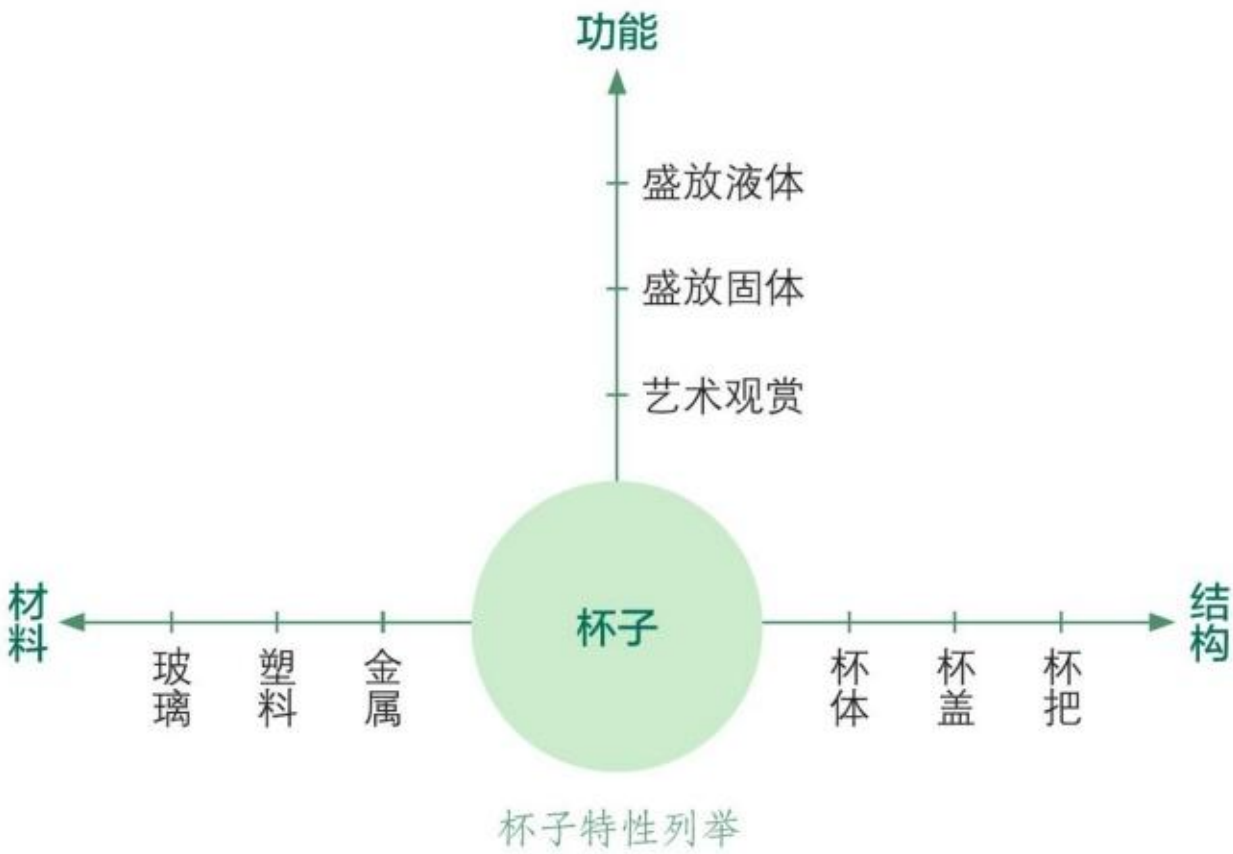


图2-4 列举法构思设计产品

表2-3 构思设计的列举法

名称	目的	举例
缺点列举法	以现有物体为研究对象，逐一把缺点列出，进行改造和创新的方法	修枝剪，带挂线的耳机等
希望点列举法	把某物体和未来的希望一一列举出来，并以这些希望为发明创新的技法。这一方法是从发明者的主观意愿出发而提出各种新的设想，它可以不受原有物的束缚，是一种积极、主动的创造发明方法	千里眼——望远镜，万里耳——电话，报时电子表，盲人电话机等
特性列举法	对研究对象的特性进行分析，并一一列举出来，然后探讨能否进行改进及怎样改进的方法	杯子

3. 其他方法

创新性设计是一种脑力劳动，是集智力、智慧、经验、知识等于一体的技术活动。构思设计不要因循守旧、照搬照抄。设计人员要注意训练创新思维、明确创新设计的方向，这样才能提高自己的创新设计能力。例如：在构思设计时，打破常规的思维方式，强化信息刺激，应用直觉思维和发散性思维，鼓励最大可能产生新设想，即“头脑风暴法”；通过多角度提出问题，寻找思路，进而获得创新性设想的“设问法”；通过观察、研究自然界的生物，仿制它们的形状、结构、功能等获得设计，即“仿生法”。

二、构思过程

构思设计方案是技术设计过程中进行设计创新的关键阶段。构思的过程一般分为准备期、酝酿期、明朗期、验证期，每一阶段有不同的构思内容，如表2-4所示。

表2-4 构思过程的阶段和构思内容

阶段	构思内容
准备期	发现需求，收集充分的资料，初步分析问题，明确目标
酝酿期	继续收集资料，通过思考和试验，寻求满足设计目的要求的技术原理以及各种方案，并使用变换、分解、组合等创新技法，对需要解决的问题进行探究
明朗期	经过一段时间的酝酿和潜伏，受到某种启发，脑海中闪现灵感，茅塞顿开，使问题的解决一下子豁然开朗，呈现出清晰的设计方案，这时候可以用草图的形式表达设计方案
验证期	对具有创意的构思进行验证和证明



案例

爬楼梯手拉车的设计方案构思

1. 准备期

在明确需求的过程中，发现爬楼梯手拉车与一般手拉车的不同是车轮具有爬楼功能。因此，爬楼梯手拉车的创新关键在于车轮的设计。

2. 酝酿期

仔细观察人上楼梯的动作，我们发现人上楼梯是一条腿支撑身体的重量，另一条腿迈上一级台阶踏步，再移动身体重心，交替上楼梯。因此，平面手拉车单边一个轮子需要改进，变成两个以上的组合轮，才可能实现爬楼梯的功能。于是，我们构思单个车轮可以由2个轮子、3个轮子或更多轮

子组合成一个大的车轮。根据收集到的信息，获得启发和灵感，寻找、酝酿可能的多种组合和方案。

3. 明朗期

经过初步权衡与比较，选择三支架组合轮作为车轮设计方向。假设台阶踏步高度为 175 mm，台阶踏步宽度为 260 mm，市场上购买的单个轮子直径为 100 mm，构思出车轮方案示意图，如图 2-5 所示。那么，利用勾股定理就可以计算出任意两个相邻轮子之间的中心距离约为 182 mm。根据尺寸标注规则，以毫米为单位时，图中可以不标注单位。

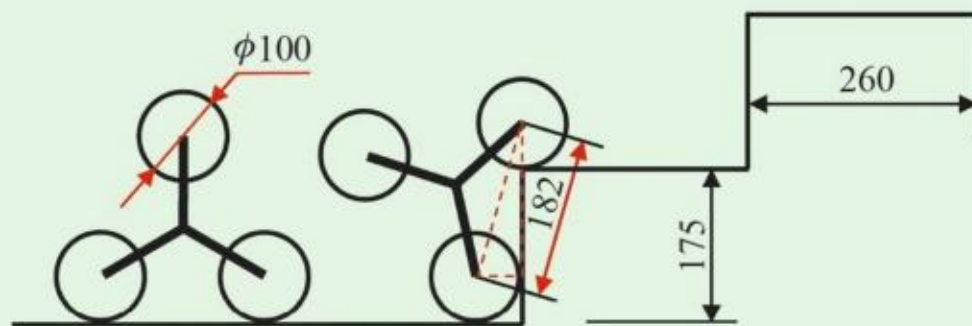


图 2-5 车轮示意图

4. 验证期

制作爬楼梯手拉车车轮简易模型，验证设计可行性。验证图 2-5 所示的三支架组合轮设计方案是否能够满足一般住宅公共楼梯所有台阶踏步高度的爬楼梯功能要求。

1.3 表达设计意图

在技术设计中，通常用设计草图、三视图和计算机辅助绘图等表达设计意图。本章第 3 节会专门学习技术设计的表达和识读。这里，以爬楼梯手拉车车轮的设计表达为例，选择三支架组合轮方案，呈现车轮设计方案中的部分草图、三视图和计算机辅助制图。

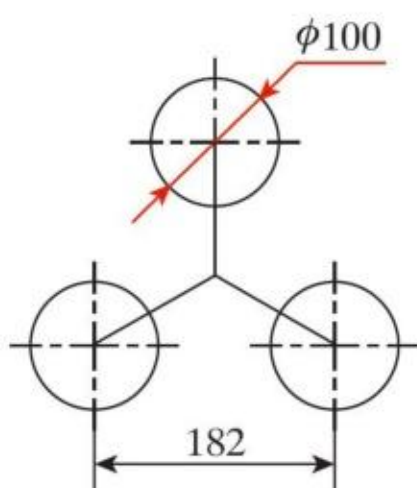


图 2-6 草图

一、草图表达

草图是根据形状、比例，徒手绘制的图样。例如，爬楼梯手拉车车轮草图，如图 2-6 所示。

二、三视图表达

三视图是在一个空间中对同一物体从三个不同方向进行投影后形成的视图。三视图可以用二维平面图的形式表达物体的三维具体形态与结构，如图 2-7 所示。

三、计算机辅助制图表达

计算机辅助制图是借助计算机辅助设计软件来进行设计和表达的一种方式，如图 2-7、图 2-8 所示。

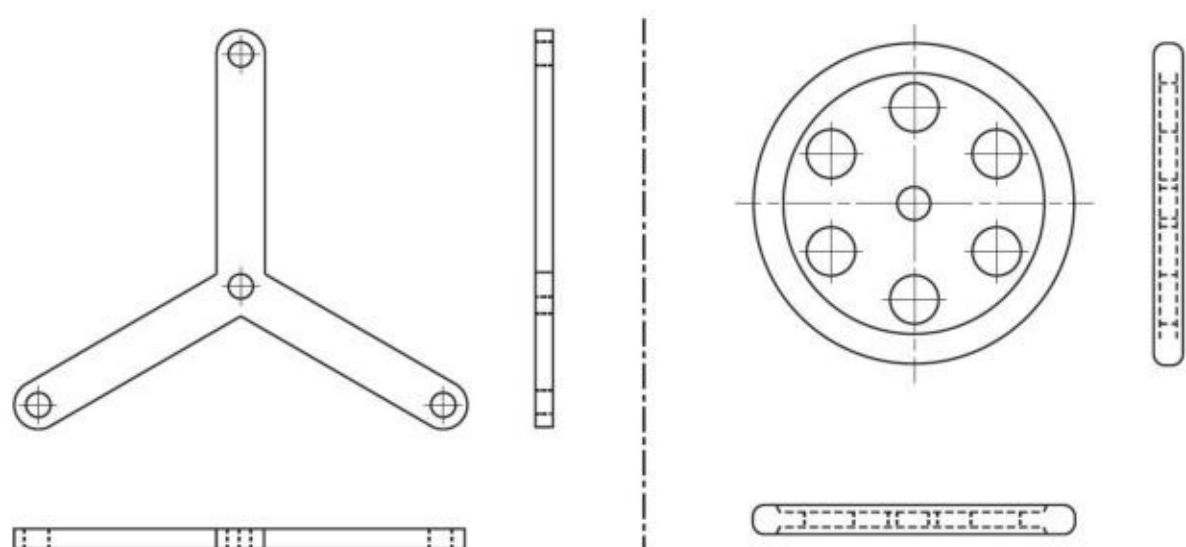


图2-7 计算机辅助绘制的支架和轮子三视图



图2-8 立体图

从上述三种常见的表达设计意图的图样中，可以看出技术设计的表达有以下三个特点。

- (1) 内容简单明确。
- (2) 表达形象、直观，通俗易懂。
- (3) 格式规范、统一。

1.4 制作原型或模型

一、原型与模型

制作原型或模型是技术设计过程中的重要环节，是对设计方案的检验和完善。模型是根据实物、设计图样或构思，按比例、特征制成的与实物相似的形体。原型是一个能反映设计产品全部功能的形体，有时候原型就是设计的最终作品。在大多数情况下，由于条件、成本等要素的限制，一般不制作原型。

1. 模型的作用

模型是设计方案的空间立体展示，它在设计中的作用如表2-5所示。

表2-5 模型在设计中的作用

作用	说明
具体化设计对象	模型形象地表达了设计的产品，是委托者或用户、生产者和设计者之间直接沟通、全面认识理解设计方案的有效途径
分析设计的可行性	设计方案和图纸能提供设计意图，很难把握设计的可行性；如果直接生产，一旦失败，损失惨重。设计必须经过模型制作进行可行性试验
交流设计思想	设计图纸具有很强的专业性，非专业人员不易看懂和理解。模型可以称得上是能形象、具体展示设计者的思想、理念的一种语言

2. 模型的分类

模型有多种类型，如大型建筑物，我们只能按比例制作模型，在设计的不同阶段制作不同模型。模型的分类有多种方法，例如，按照功能、材料、类型、加工手段等进行分类。表2-6是几种常见的模型分类。

表2-6 几种常见的模型分类

分类	说明
全尺寸模型	如果设计的产品尺寸较小，或者涉及人机工程学等，可制作全尺寸模型。全尺寸模型能够全面反映设计产品的功能、形态和性能等，对设计者来说是非常有价值的
比例模型	比例模型是按照实际产品的尺寸比例、线型、色彩、材质等制作的模型。它是大型产品设计分析和展示的一种方法
仿真模型	利用计算机辅助设计和虚拟现实（VR）技术，将产品的结构、功能等进行动态仿真和身临其境地观察设计的效果，可以缩短新产品开发周期、降低成本等，特别是在一些危险领域，如核电、航空航天等领域，可避免实物模型造成的风险
阶段模型	在设计过程的不同阶段，制作不同模型。例如，产品造型设计阶段，采用草模，即用简单立体模型表达构思意图。制作概念模型表达产品造型的整体概念。结构、功能模型用于研究产品造型与结构、部件匹配等关系。展示模型作为产品的样品，为用户提供实物体验

二、模型制作步骤

1. 选择模型种类

根据产品尺寸或设计的阶段需要，选择适当的模型种类。例如，在设计构思阶段，模型的作用主要是用简单立体形状表达构思意图，方便研讨，制作草模就可以了；在设计方案验证阶段，就需要制作结构、功能模型，或者全尺寸模型、比例模型等。如果有计算机辅助设计软件，而且设计者又有很强的软件应用操作能力，也可以制作动态仿真模型。

2. 准备材料

根据设计方案，准备制作模型的材料。常用的模型制作材料有油泥、黏土、石膏、胶片、硬纸板、木材、塑料等。在制作模型时，一般不选用金属材料，因为金属加工、成型和连接难度较大。

3. 工具与工艺选择

制作质量合格、做工精细、性能优良的模型，必须有适合的工

具、设备和工艺。例如，制作硬纸板模型常用的切割工具有美工刀、裁剪刀、手术刀等，测量工具有钢直尺、三角尺、钢卷尺、游标卡尺等，连接工具有订书机等。

4. 加工制作

按照设计方案中零件尺寸规格和质量要求，在相应的材料上仔细画线，然后使用适当的工具进行加工。在模型加工制作中，根据模型选用的材料不同，采用不同的加工技术。例如，木材采用木工技术加工，电子电工采用标准安全的电工和焊接技术进行加工等。

5. 组装调试和表面处理

对加工制作的零部件，按照设计方案进行组装成型和功能调试。全部完成后，还需要对其表面进行处理，例如，表面打磨、上漆等。

三、爬楼梯手拉车车轮的模型制作实践

1. 用简单的纸板、积木制作概念模型

可以用纸板或积木制作爬楼梯手拉车车轮概念模型，如图2-9所示。通过模型制作可以发现连接、传动等一些相关问题。例如，用纸板制作的车轮模型不能体现部件的连接和机械传动。在学习本教材第三章，掌握了木工、金工等工艺以后，可以根据设计图纸，选择合适的材料、加工工艺等，用木板、金属等材料制作车轮的结构、功能模型。



图2-9 爬楼梯手拉车
车轮概念模型

2. 计算机辅助设计仿真模型

通过计算机辅助设计的方式设计仿真模型，模拟现实场景进行分析，如图2-10所示。可以直接把计算机辅助设计软件中的电子文件传输到三维打印机中，进行模型的三维打印成型。

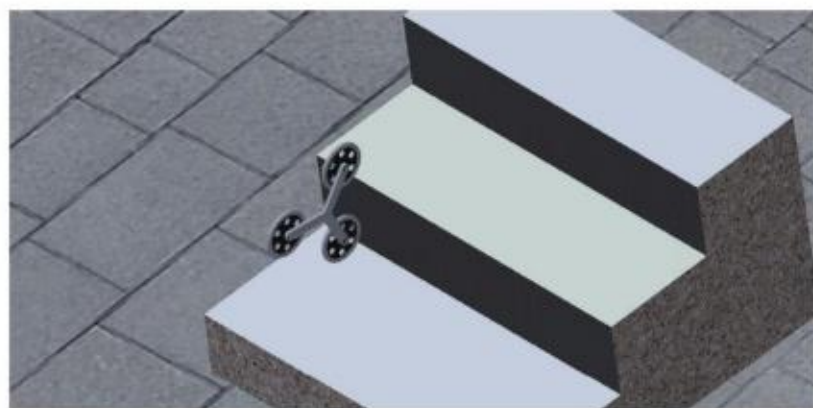


图2-10 模拟分析仿真

1.5 编写设计说明

技术设计说明是对技术设计背景、设计意图、技术实现方法及技术设计结果进行展示、说明和交流的重要文本。

一、常见的技术设计说明格式

在规范的设计说明文件中，常用的格式相对固定，下面是一个常见格式模板。

题目/题名

题目要归纳出本技术设计需要说明的基本内容，要求用词简明、准确。

作者单位 姓名

一、摘要及关键词

技术设计说明中的摘要，需要概括性地说明技术问题解决的目的、解决中用到的试验材料和技术方法，以及得出该技术问题的解决结果和最终结论等。

关键词是表达本说明的概念性词汇，可供他人检索和查阅。关键词一般可以从标题和摘要中获取，比如技术设计问题解决中涉及的关键概念、核心性能和技术突破点等，一般选取3~4个为宜。

二、正文

1. 引言

引言主要呈现本技术设计的背景、缘起和意图，也表述本设计中他人的结果和未能解决的问题，以及本研究的技术手段和目的。

2. 试验与方法

需要详细写出本技术设计所用的试验材料、技术实现的方法和手段，以及具体的研究过程和步骤。

3. 结论与讨论

结论部分需要客观描述技术应用的结果，有条件的话，用实物图、表格或曲线图等，清楚表述本技术设计的最终成果和试验数据。

讨论部分需要对本技术设计结果的价值、作用、意义做出客观的判断，说明本设计能解决什么现实问题，在哪些方面可能还存在限制。

4. 产品的使用说明

主要介绍产品的作用、性能等技术指标，应用范围、操作步骤等使用说明，维修保养、故障排除等维护方法。

三、致谢

主要表达技术设计实现过程中得到的帮助和辅导。这些帮助可能来自导师、家长或者某些公司的设计师，甚至是身边的同学和伙伴。

四、参考文献

需要罗列出与本技术设计直接相关的技术发明、类似产品、国家的法律法规、已经发表的文献等。

二、技术设计过程与设计说明格式的对应

仔细分析设计说明模板的内容，可以发现技术设计说明与技术设计一般过程是彼此呼应和对照的，具体对应关系，如图2-11所示。

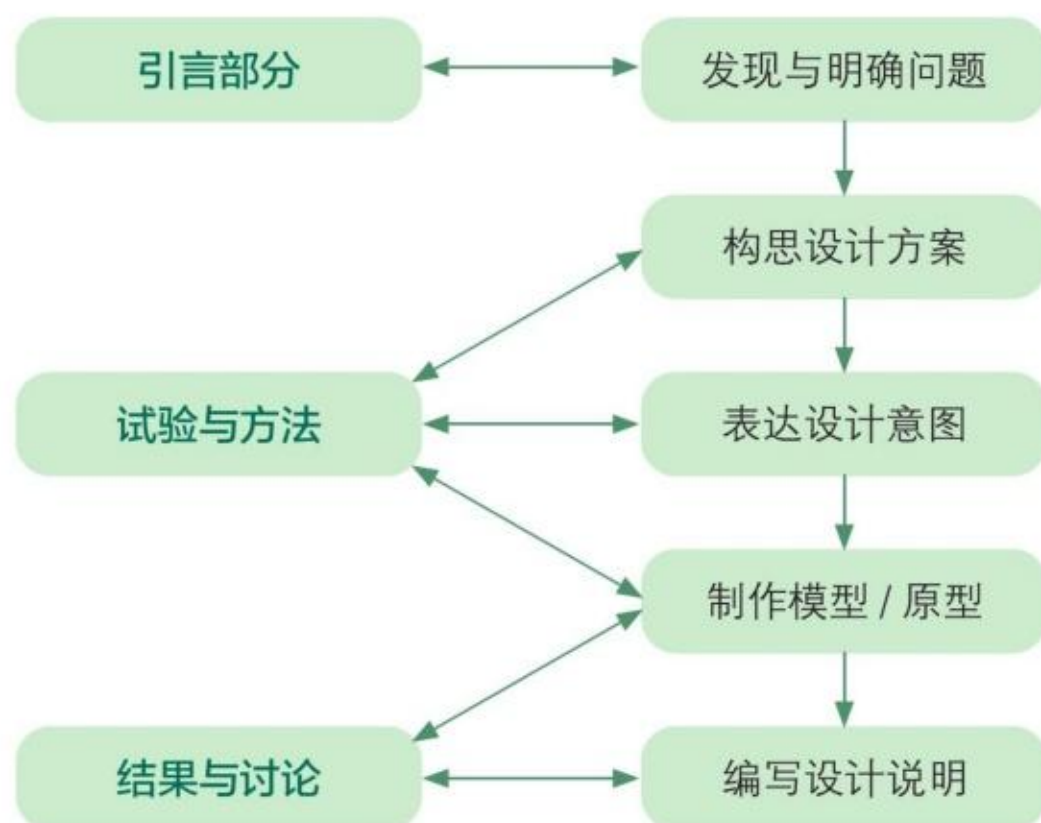


图2-11 设计说明格式与设计过程对应关系

本节以爬楼梯手拉车为载体，进行了初步的技术设计体验，展示了技术设计的全过程。技术设计是一个动态发展的过程。在具体的设计中，某些阶段或步骤可能会发生改变，步骤之间不是简单的单向关系，可能会出现循环、反复等。因此，不能把技术设计的过程完全简单化、模式化，而应该根据具体的问题需求、具体的技术设计进行灵活处理。

设计 & 操作

制作一辆简易的循迹小车，首先需要设计一个底板，用来安装车轮、电路控制板等。请同学们设计循迹小车底板，画出设计草图，并完成表2-7的评价和编写循迹小车底板设计说明。要求循迹小车底板上至少能够安装一对驱动轮、一个从动轮、一块带红外探测功能的电路板和电池盒，如图2-12所示。

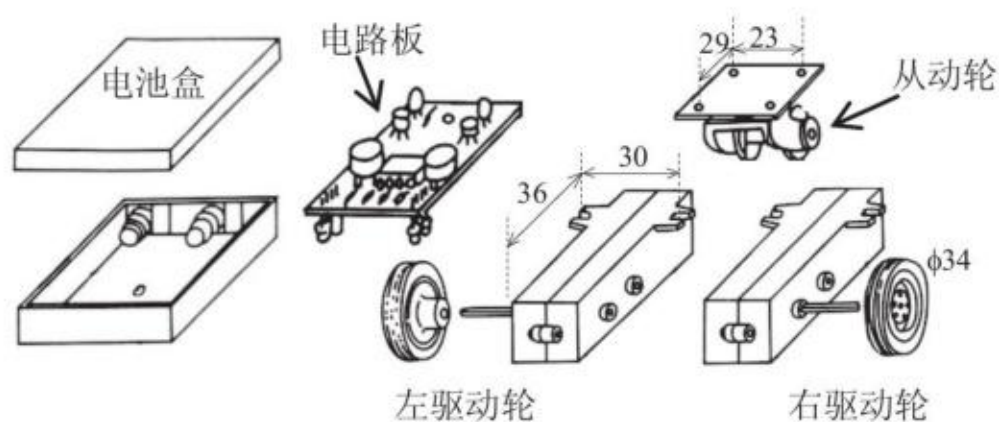


图2-12 循迹小车底板安装部件

第2节 技术设计原则、分析与优化

学习目标

1. 知道技术设计的一般原则。
2. 学会设计分析的方法和过程。
3. 熟悉设计方案优化的方法，理解方案优化贯穿于产品设计、生产、使用全过程。

技术设计是技术活动的基础，它在技术活动中起着核心作用。那么，除了我们学习过的设计的一般过程或步骤，设计人员在设计过程中还要遵守哪些设计原则？如何进行设计分析与优化？这一节，我们将学习技术设计的一般原则、分析方法与优化途径。

2.1 设计原则

设计的技术产品用于满足人的需求或愿望，技术设计作为一种实践活动，必然要遵循自然规律。在长期的设计实践中，人们逐渐总结出技术设计的一般原则，这些原则成为指导技术设计过程的基本准则，如图2-13所示。

技术设计必须遵守自然科学规律，这就是设计的科学性原则。产品设计的目的是要满足人的需求，因此，设计始终以实用性为原则。使用产品时必须保证人员的安全，产品设计必须考虑安全性问题。物美价廉是产品的市场竞争优势，产品的设计要考虑美观性、经济性问题，这就是设计的美观性原则和经济性原则。

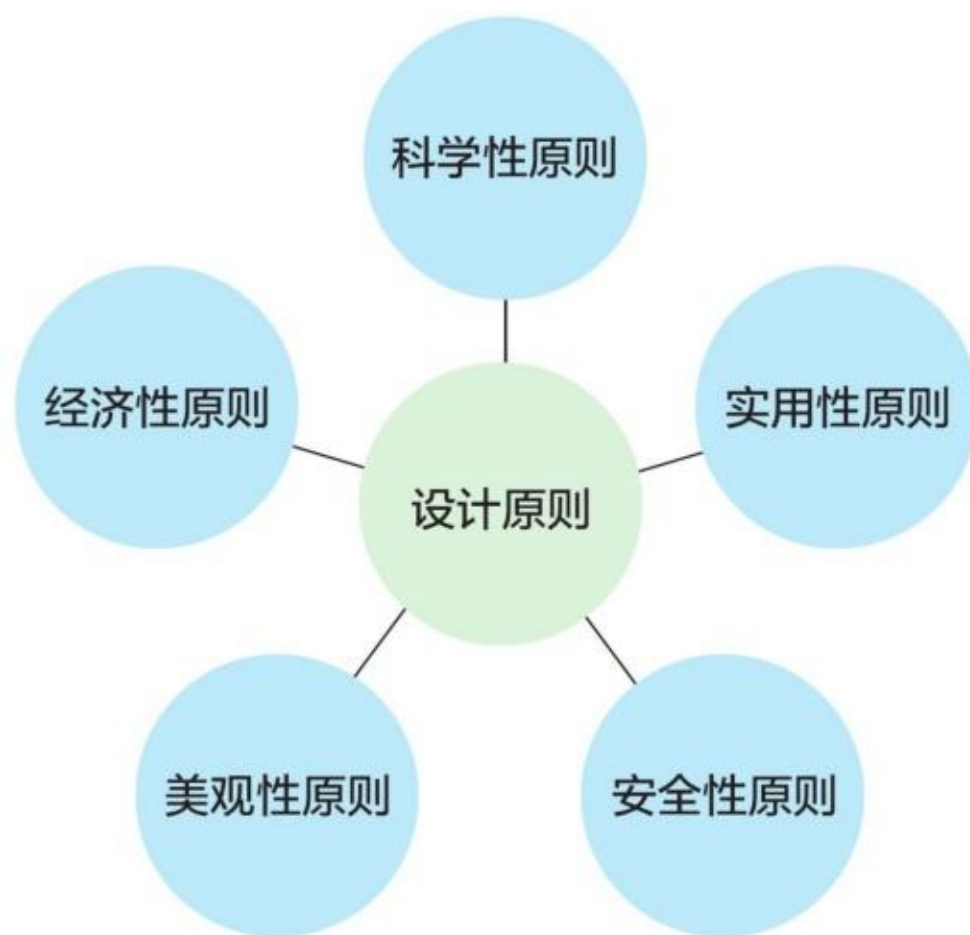


图2-13 设计的一般原则

2.2 设计分析

我们需要从不同的方面对设计进行分析、论证等，才能找到不断完善、优化设计的思路和方法，使之成为最佳的设计方案。本节

以爬楼梯手拉车的设计为例，对选择三支架组合轮方案进行设计分析的应用与体验。

一、根据设计原则进行设计分析

在长期的设计工作中，设计原则已经成为设计师设计过程中的基石。作为初学者，要养成从技术设计原则的角度进行设计分析的习惯，分析设计的产品是否满足设计的一般原则。

讨论 & 交流

请同学们从设计原则的角度对爬楼梯手拉车三支架组合轮进行设计分析，并完成表2-8。

表2-8 爬楼梯手拉车三支架组合轮设计分析

设计原则	设计分析
科学性	
实用性	
安全性	
美观性	
经济性	

二、通过制作模型进行设计分析

在设计分析的过程中，通过制作模型来分析设计的可行性，以检验设计方案是否达到性能、结构等要求。

在设计构思分析阶段，只需要制作草模进行设计分析，即简单地表达设计的立体模型，供设计人员深入研讨使用，如图2-14所示，通过模型清楚地表达设计者的构思意图。三个成120°夹角的直杆连接三个车轮组合成一个可转动的大轮子。在平面上，三个小轮子中任意两个就可以在地上滚动。在遇到台阶时，最下面的轮子被台阶阻挡不能滚动，紧邻的车轮刚好可以在上一级台阶踏步上滚动，实现车轮爬楼梯的功能。

对设计的产品进行整体分析时，需要在草模的基础上制作概念模型，以表现产品的造型、布局等。对设计的产品进行结构、功能

分析时，需要制作结构模型、功能模型，它们可被用于研究产品造型与结构的关系和连接方法，以及研究产品的各种性能和分析、检查各部分组件的相互匹配关系等，如图2-15所示为房屋结构模型。

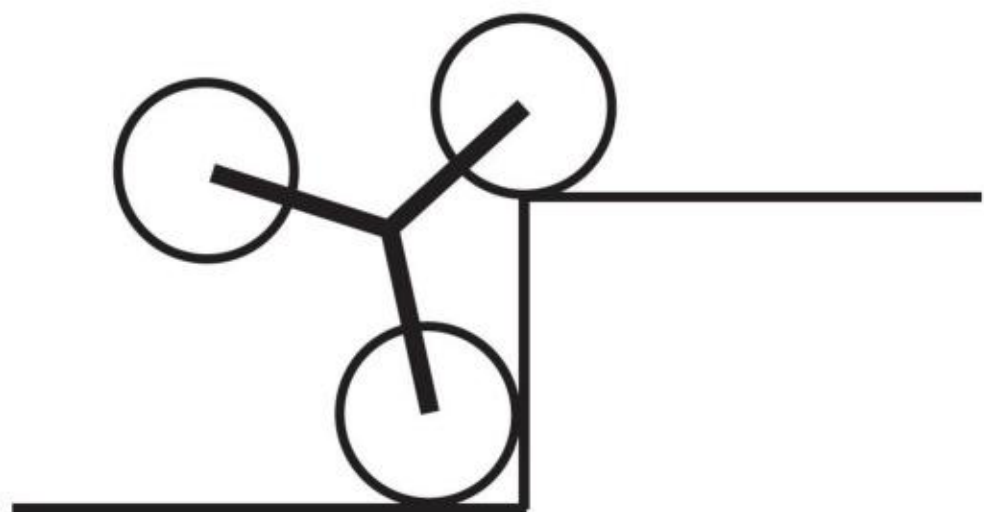


图2-14 组合车轮草模



图2-15 房屋结构模型

三、根据技术试验进行设计分析

技术试验就是从技术的角度对材料、零部件、技术产品进行测试和检验。技术试验是技术活动中的一项重要内容，本书将在第四章中详细讲解。技术试验所获得的曲线、数据、图表等是技术设计分析的重要依据。它不仅是对技术设计成功与否的直接验证，更是发现问题、分析设计缺陷等的关键。例如，飞机、高铁等设计的风洞试验，如图2-16所示。

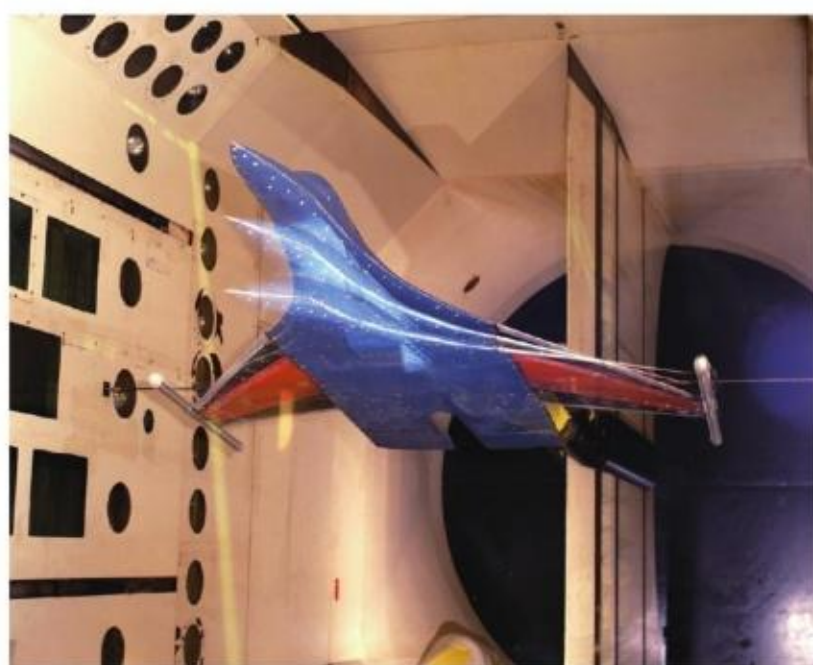


图2-16 飞机风洞试验



案例

圆珠笔

圆珠笔的笔芯试验设计分析是一个典型的设计分析案例。在圆珠笔诞生之初，设计的笔芯和钢笔墨水管是差不多粗细的。由于笔头的耐磨性不好，在使用后期会发生漏油现象。设计改进的技术思路是用耐磨材料提高笔头的耐磨性。由于耐磨材料的价格高，圆珠笔不能满足大众化的市场需求。试验发现圆珠笔一般是写到20 000个字母才开始漏油的。根据这一试验数据进行设计分析，获得另外一种技术设计改进方案就是笔芯细化，装油量减少，一支笔芯的使用寿命控制在书写15 000个字母范围内。



设计 & 操作

讨论爬楼梯手拉车三支架组合轮（图2-17）爬楼梯时的受力情况，在不考虑材料影响的条件下，定性分析其结构的强度和稳定性。

讨论结果：

强度：

稳定性：

如果需要增强这个三支架组合轮的强度和稳定性，请在下面的方框中绘制出其改进方案草图。



图2-17 三支架组合轮

四、根据技术标准进行设计分析

关于技术产品的设计，国内外制定了相关技术标准或规范。例如，国际标准、国家标准、行业标准、团体标准和企业标准等。技术标准是根据科技水平和实践经验，针对具有普遍性和重复出现的技术问题提出的最佳解决方案。

根据技术标准进行设计分析，保证设计的产品满足技术标准。在设计产品时，各行各业都有一些技术标准或规范，必须严格遵守。例如，如图2-18所示，商用客机的舷窗都是有很大圆角的，这绝不是出于美观考虑。因为，方形舷窗的拐角通常较为脆弱，在高空遇到强气流时方形舷窗拐角处会出现破碎或裂缝，导致飞机解体；而大圆角（椭圆形）舷窗，能够平均分散压力，降低了窗户破碎或裂缝的可能性。曲线形舷窗已经成为飞机舷窗企业标准。



图2-18 椭圆形飞机舷窗

五、通过交流、评价进行设计分析

设计分析的另外一个重要方面就是交流、评价。针对设计方案与专家、用户和潜在用户等典型人群进行交流和评价，咨询、调查、征集具体的反馈意见，从而改进设计的不足和缺陷。改进产品设计，

使设计的产品更适合市场和发展趋势。

六、根据人机工程学进行设计分析

1. 人机工程学

人机工程学是研究系统中人与其他组成部分的交互关系的一门科学，涉及人在某种环境中的解剖学、生理学、心理学等，并将其理论、原理、数据和方法应用于设计，以优化系统的工效和人的健康幸福之间的关系。人机工程学的研究主要是解决人、机、环境三大要素之间的关系，为人的作业效能、安全、生理和心理健康问题提供理论和方法，它的发展历程如表2-9所示。

表2-9 人机工程学发展历程

发展历程	时间	说明
古代人机关系	跨越石器、青铜、农耕时代	人类开始发明和使用工具，人和器具的关系就诞生了最原始的人机关系。该阶段的人机关系停留在感性阶段，缺乏科学的研究和设计方法
近代人机关系	19世纪80～90年代	在19世纪80～90年代，工业化兴起，出现了人与机器的关系。工业化的生产，使人要适应机器，开始研究人和机器匹配问题。通过研究人的操作与机器、人的动作与时间的关系，提出最佳人机匹配，使人适应机器。例如，著名的泰勒铁锹试验。人机工程处于萌芽时期
现代人机关系	20世纪30～40年代	在第二次世界大战期间，机器不断发展，人不可能无限制地适应机器。各个国家开始重视工业与工程设计中“人的因素”，从而使“人适应机器”变为“机器适应人”。此后，各个国家相继成立人机工程学会。科学的人机工程学诞生
人机工程迅速发展时期	20世纪60～80年代	第二次世界大战后，军事领域的继续发展和太空竞赛的促进，以及从军事领域转向民用领域，并对残疾人、妇女、儿童等特殊人群关注，出版了大批人机工程著作，使人机工程学迅速发展
弹性人机关系	20世纪80年代后	随着计算机的普及，数字产品诞生。数字产品和人机交互界面，更关注人的价值

2. 设计与人机工程学

设计与人机工程学有着千丝万缕的联系。设计的目的是设计出来的产品能够满足人的需求或愿望。因此，在设计产品时，要充分考虑人的因素，这就涉及人机工程学。认识设计与人机工程学的关系，可以从如下几个方面展开。

（1）理论层面的一致性。人机工程学关注的焦点是人、机、环境之间的关系，目标是人的效能、寻求人一机—环境系统的优化和最佳匹配，方法是系统的、科学的实验和分析。设计是为环境中的人设计他们使用的物品，是以环境为限制和约束、以人为基础和目标、以物为对象和结果。人机工程学为设计提供相关理论基础和参数数据的科学依据，设计的进步反过来推动人机工程学的发展。

（2）为设计提供科学依据。设计涉及人的因素，就需要人体尺寸参数。人机工程学利用人体测量学的方法，对人体结构和机能特征进行研究，可以提供人体尺寸、活动范围等各种特征参数，还可以提供各类感觉器官的特征分析。例如，如图2-19和表2-10所示是18岁～70岁成年男性静态人体头部尺寸（数据来源于GB/T 10000—2023《中国成年人人体尺寸》）。在头盔、耳机、眼镜等产品设计中，就要利用这些人体头部尺寸数据。利用这些尺寸数据，参考头型和形态等，就可以为这些产品造型设计提供所需要的科学依据。

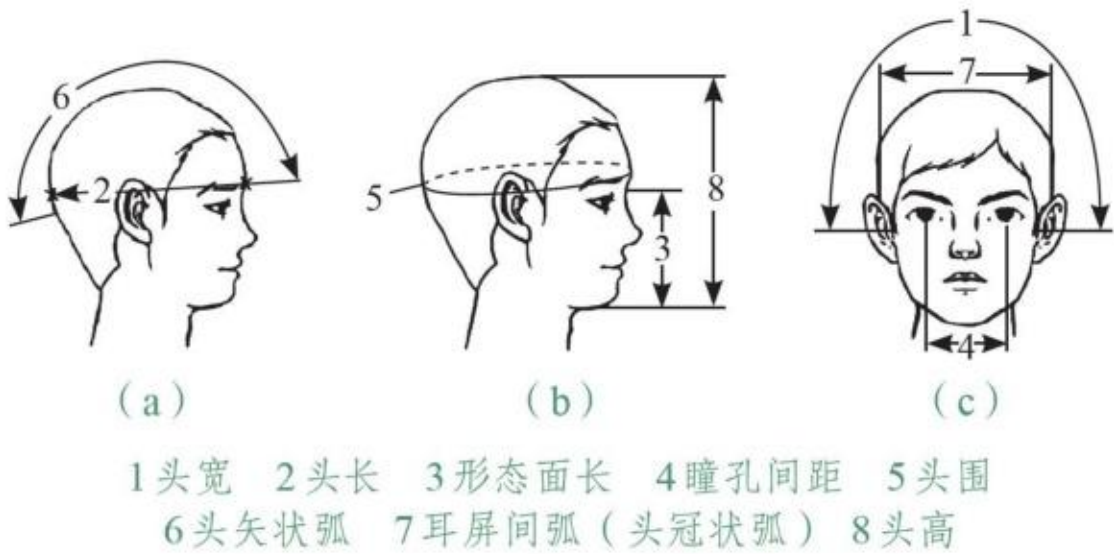


图2-19 人体头部尺寸测量项目示意图

表2-10 18岁～70岁成年男性静态人体头部尺寸百分位数

单位：mm

序号	测量项目	百分位数						
		P1	P5	P10	P50	P90	P95	P99
1	头宽	142	147	149	158	167	170	175
2	头长	170	175	178	187	197	200	205
3	形态面长	104	108	111	119	129	133	144
4	瞳孔间距	52	55	56	61	66	68	71
5	头围	531	543	550	570	592	600	617
6	头矢状弧	305	320	325	350	372	380	395
7	耳屏间弧（头冠状弧）	321	334	340	360	380	386	397
8	头高	202	210	217	231	249	253	260

(3) 为设计产品提供切入点。在产品设计中,用户需求是第一位的。怎样使产品与人和谐交互,符合用户的身心要求呢?在产品的功能布局设计上,人机工程学可以为产品设计提供切入点。例如,图2-20所示的明清时期的椅子,人坐姿的脊柱弯曲程度为椅背的形态提供切入点,手和手臂的放置位置、弧线美感为椅子的造型提供了切入点。



图2-20 明清时期的椅子

3. 产品设计中的人机工程学

在产品设计中,应该把人与机作为一个整体考虑,实现最优、协调、高效的功能分配。人在操作和使用产品过程中,追求健康、舒适、安全等原则。设计产品时,还要充分考虑普通人群和特殊人群、静态的人和动态的人、生理和心理等需求。



案例

削皮刀设计中的人机工程学

如图2-21所示是一款削皮刀,相比于传统水果刀的单方向削皮刀刃,这款削皮刀采用可旋转的刀刃,可以在果蔬的棱角处轻松旋转削皮,削皮更加彻底,并且充分利用了人机工程学原理。下面从削皮刀的四个部分,分析设计细节中的人机工程学。



图2-21 削皮刀

椭圆手柄

人机工程学:椭圆手柄是抓握舒适的理想形态。材质采用合成弹性氯丁橡胶,当表面沾水时仍然有足够的摩擦力,如图2-22所示。

美学造型:手柄以椭圆形为主,在鳍形态上有所差别,色彩使用不易显脏的黑色。

加工工艺:几何形态,容易注塑和成型。



图2-22 椭圆手柄

鳍片

人机工程学:鳍片增加摩擦力的同时相对较软,增加食指和中指把握的舒适度。还可以作为提供操作方式说明和指示,如图2-23所示。

美学造型:鳍片弧形与椭圆形手柄相呼应,在视觉上减轻手柄的重量感,显得轻巧。



图2-23 鳍片

加工工艺：在保证氯丁橡胶结构的整体性加工上，需要一定的技术，体现出产品的品质和高档次定位。

埋头孔

人机工程学：孔径较大，并且为锥度曲面，外大内小，不需要精细动作，就能悬挂，如图2-24所示。

美学造型：相对于等径通孔，锥度曲面的变化增加了产品的细节，更显精致、高雅。

加工工艺：减少用料，降低成本。



图2-24 埋头孔



图2-25 遮护板和型芯

遮护板和型芯

人机工程学：遮护板在刀片之外，形成保护结构，既防止操作时对人体造成伤害，又能够保护刀片不至于损坏，如图2-25所示。

美学造型：遮护板的曲线设计与鳍片、椭圆手柄形状相呼应，而且相对于手柄要细小，在视觉上使整体更显沉稳庄重。

加工工艺：增强手柄强度，减少金属用料，降低成本，同时也给刀片足够的支撑，保证刚性。

这款削皮刀，每一个细节设计，都充分考虑到了人的需求，最大化地体现了人机工程学原理在产品中的应用。

2.3 设计优化

技术设计方案形成后，还需要进一步优化，这是一个渐进的过程，可以借助一些方法和手段来完成。

一、方案比较、权衡和决策

设计方案是指在具体的技术应用或实践过程中，完成某项任务要求或解决某个具体产品需求问题的方法。解决一个问题可以有多种方法或途径。因此，一个具体产品的设计，存在多个设计方案。通过比较、权衡和决策，设计者可以从中选出最优方案。设计方案比较、权衡和决策的具体方法和内容，如表2-11所示。

表2-11 设计方案比较、权衡和决策

名称	说明
方案比较	将各方案的设计性能、结构功能、技术指标、外形尺寸、外观造型、成本造价、材料匹配、加工工艺等要素列表，逐一分析和比较
方案权衡	在比较的基础上，根据市场需求的偏好和产品需求人群的兴趣、爱好等，从总体上权衡各方案的优劣
方案决策	通过比较和权衡，综合考虑，择优选取一个方案。对该方案进一步完善，并且吸收其他方案的优点

讨论 & 交流

请同学们以信息收集中爬楼梯手拉车车轮三个方案为例，如图2-26所示，从爬楼能力、结构功能、成本造价、加工难易程度等进行方案比较、权衡和决策，并完成表2-12的内容。



图2-26 爬楼梯手拉车车轮方案

表2-12 三个方案进行比较、权衡、决策

序号	爬楼能力	结构功能	外观造型	成本造价	加工难度	市场偏好	权衡决策
方案一							
方案二							
方案三							

二、设计优化的方法

技术设计方案决策完成后，还需要进行优化，使其成为最佳方案，然后，才能进入方案的实现、产品的生产过程。在设计阶段，方案优化的一般方法是按照设计原则优化、按照设计分析优化、通

过比较和权衡优化、产品外观优化等，如图2-27所示。

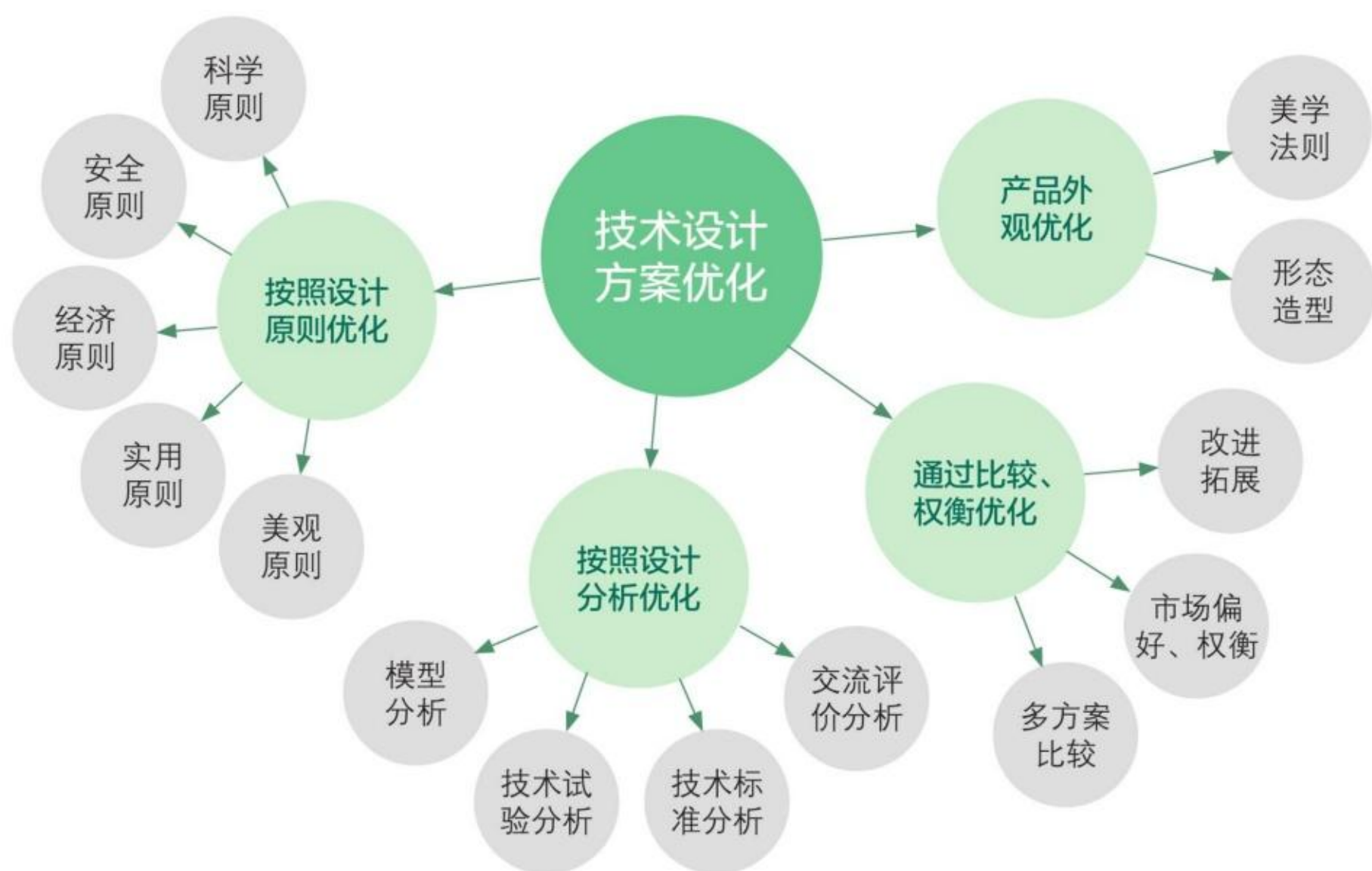


图2-27 设计优化的一般方法

三、产品的改进和拓展

方案优化不应局限在设计阶段，而应贯穿设计、生产、试用和使用全过程。选定优化设计方案后，就进入设计方案的实现、产品制作及产品试用和使用阶段。在这些环节中，仍然可以对方案进行改进、完善。例如，在产品制作中，发现原方案在材料、加工、安装、调试等环节存在设计缺陷或不足，就需要改进设计。在产品试用和使用过程中，产品的功能发挥、环境的适应性、技术指标的稳定性等都会受到检验，产品的问题也会暴露出来。这些也需要通过改进设计方案来解决。例如，图2-28就是自行车设计改进过程。改进后的现代型自行车，女性骑起来还是不方便，需要进一步改进设计。设计降低中间的横杠，这种改进型女式自行车，女性骑起来就方便多了。

产品的设计，通常是从低级到高级，从简单、单一功能到复杂、多功能逐步拓展起来的。例如，手机的发展，从单一的移动通话到能通话和发短信，再到如今通话、短信、拍照、摄像、放映、上网、办公等集于一身。

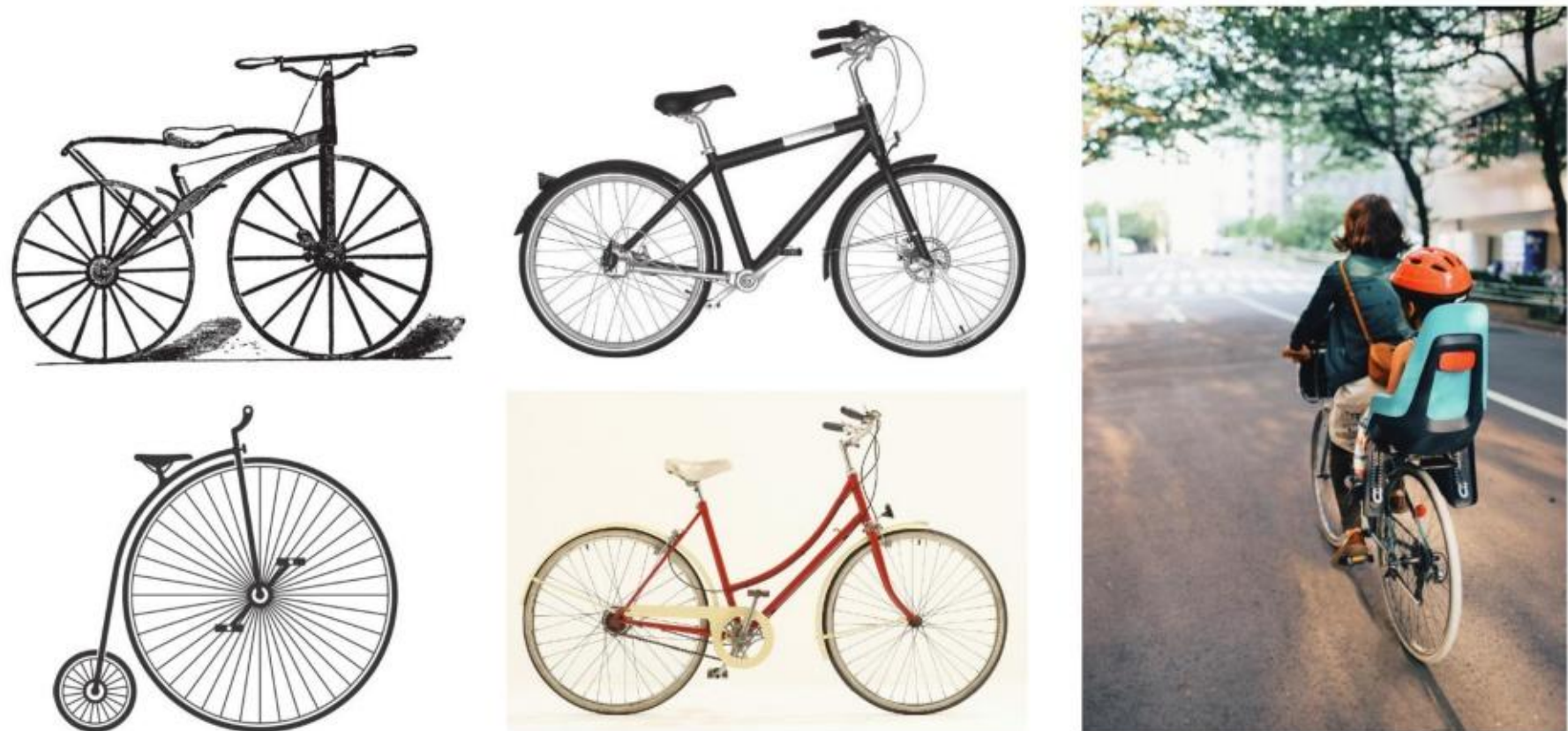


图2-28 自行车的设计改进过程

四、爬楼梯手拉车车轮的设计优化实践

在最初的爬楼梯手拉车车轮的设计构思中，用三个成 120° 夹角连接的车轮组成一个大的轮子，如图2-29 甲所示。试验分析发现这种设计方案的车轮强度和稳定性不足，改进设计使用稳定、牢固的三角形支撑架取代三个直杆，即用三角形支撑架连接三个车轮，如图2-29 乙所示，尺寸按照我国住宅台阶踏步高度的最大允许值175 mm 来进行设计，如图2-29 丙所示。此设计能满足手拉车爬楼梯的要求。

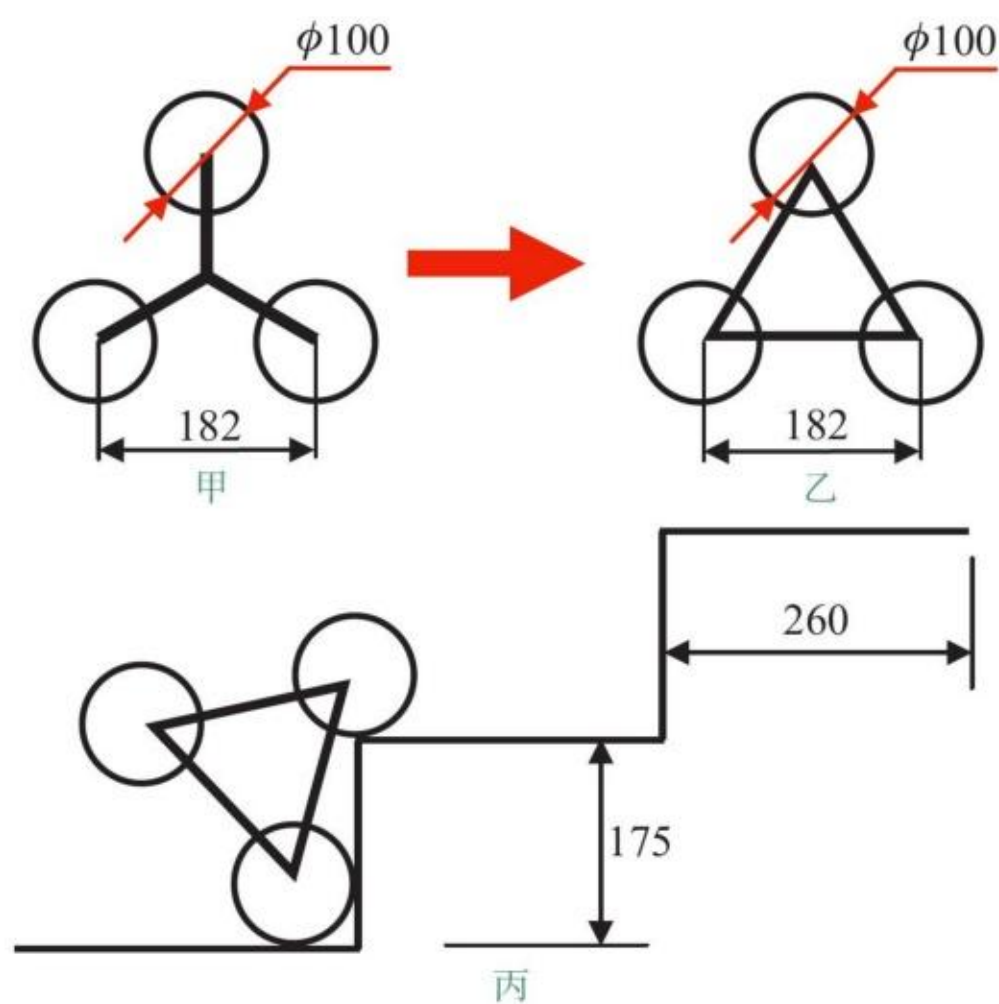


图2-29 完善构思方案

然而，在生活实际中，居民楼的楼梯台阶踏步高度并不完全相同，为了保证车轮对国家标准下的台阶踏步高度都适用，必须对车轮进行设计完善。根据之前的信息收集，台阶踏步的高度不宜大于175 mm，也不宜小于140 mm。当台阶踏步高度是最小允许值

140 mm时，车轮和台阶踏步的关系，如图2-30所示。

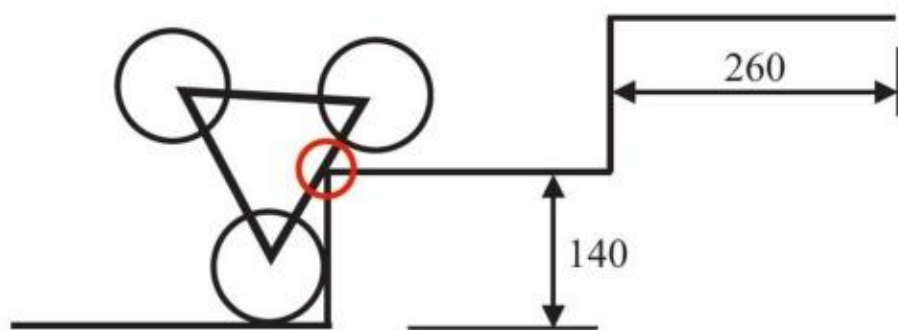


图2-30 车轮设计需要改进

从图中可以看出，组合车轮的支撑架，在爬楼梯过程中，会与台阶踏步发生碰撞，所以对于高度是140 mm的台阶踏步高度，之前的轮子设计并不合理。需要调整车轮支架的形状，吸收图2-26方案三将直边改为弧线边的设计优点。在保持两轮中心距离182 mm不变的情况下，把支架的直边改成半径为224 mm的圆弧线，修改后的设计方案，如图2-31所示，能满足国家标准范围内台阶踏步高度的爬楼梯要求。

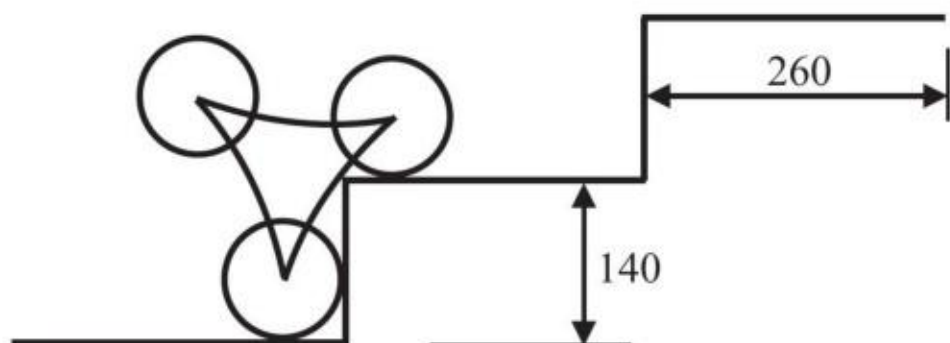


图2-31 改进设计后的车轮

通过强度测试，发现组合轮支架强度不够。对支架进行整体化的设计改进后，采用弧形实体组合三角板代替弧形三角形，并使用铝合金材料，修改后的支撑架，如图2-32所示。

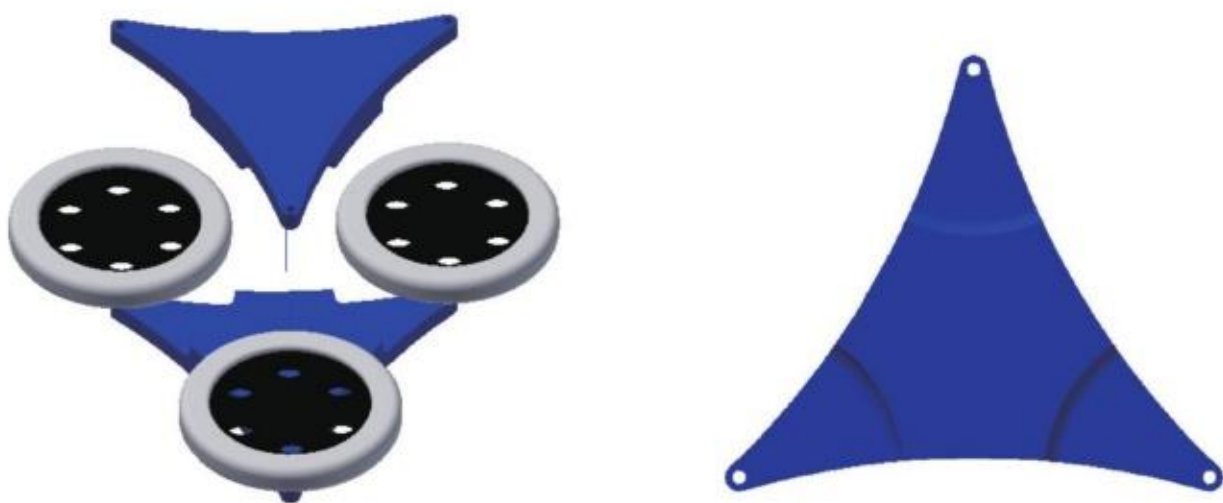


图2-32 进一步完善设计后的车轮

从上述车轮方案的设计完善实例中可以看出，在最终设计方案完成之前，设计过程的每一个步骤不是简单的线性过程，而是复杂交织、循环往复、相互促进的演化历程。从构思环节开始，后续环节都可以通过设计原则分析、改进、完善、优化技术设计方案，如图2-33所示。

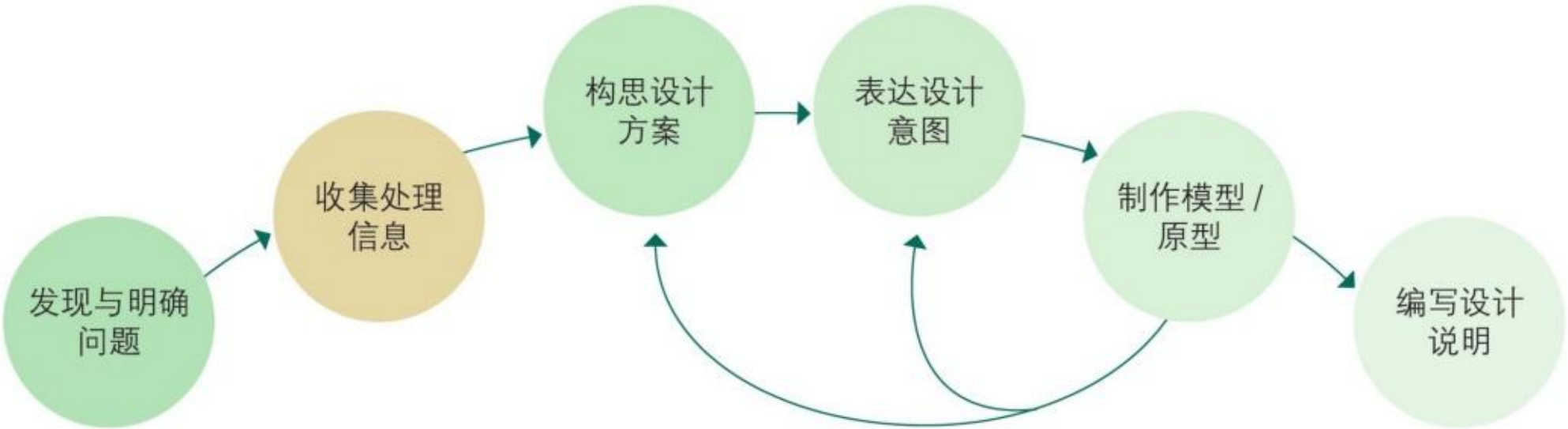


图2-33 完善设计方案演化历程

 设计 & 操作

请同学们利用本节学习的设计原则、设计分析与优化方法，完善你在第1节中设计的循迹小车底板，并完成表2-13的评价。

表2-13 循迹小车底板完善设计评价

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	符合设计的一般原则			
2	图样齐全、尺寸合理			
3	图样表达符合规范			
4	设计思路清晰			
5	比较、权衡设计方案			
6	设计美观、实用			
7	加工制作容易			
8	材料、加工、成本性价比高			
9	创新设计			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

第 3 节 技术设计的表达



学习目标

- 1. 了解技术设计常见的表达形式，能识读简单图样。
- 2. 掌握草图的绘制方法。
- 3. 能运用手工绘图工具绘制简单三视图。
- 4. 学会通过绘图软件绘制简单设计图。

技术设计的表达是通过技术语言完成的。技术语言是技术活动中用来进行交流、表达和沟通的工具。技术语言与生活语言、艺术语言一样，具有沟通、表达、交流等功能，但是，由于应用的场合和目的不同，它们各自又有不同的特征。例如，车间工人拿着一张零件图，就能准确无误地加工出符合设计要求的产品。此时，这张零件图就是设计人员与生产人员进行交流的技术语言。常见的技术语言有图样、图表、模型、符号等，如表2-14所示。

表2-14 常见的技术语言

种类	说明
图样	在工程技术中最常用的一种表达、交流工具。例如，零件图、施工图、布线图、电子电路图、徒手草图等
图表	通常用于统计数据的表达。例如，表格、柱形坐标式图表、饼形图表等
模型	用于验证设计结果。例如，建筑模型、测试模型等
符号	在电子电路图中应用较多。例如，开关、电阻、三极管等

3.1 简单图样识读

图样是一种技术语言。图样在技术设计过程中有着重要的作用和地位。在构思设计之初，可以用图样把构思设计意图清晰、完整地表达出来，便于进一步优化、完善设计方案。在整个技术设计过程中，常常用图样进行设计意图的交流与展示。在加工制作过程中，更是需要运用图样清晰、直接地表达技术设计方案。

一、机械零件图

机械零件图是运用相关的标准和规范绘制而成的指导生产加工实践的图样。如图2-34所示，零件图是表示零件结构、大小及技术要求的图样，根据它可以加工制造零件。

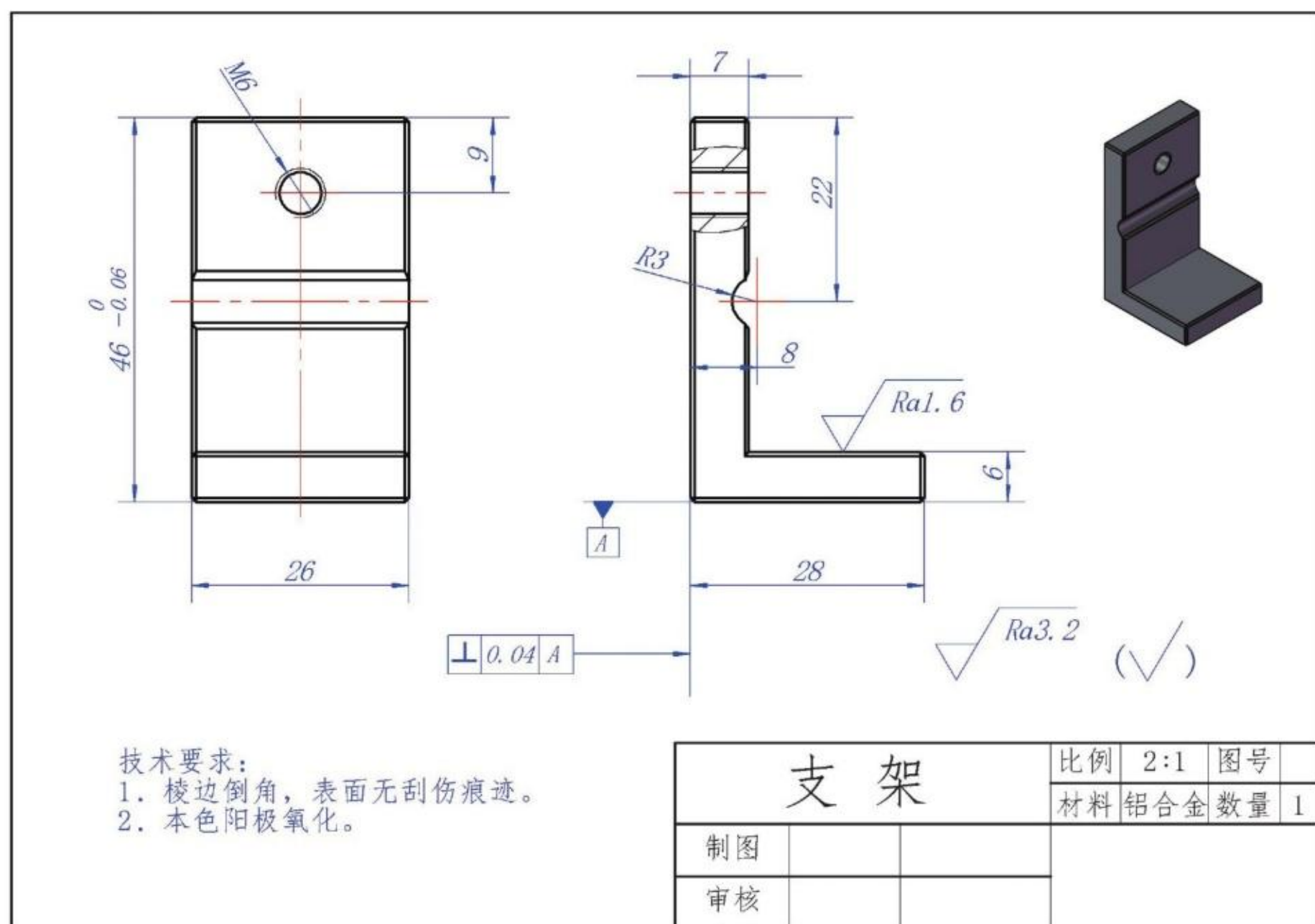


图2-34 支架零件图

识读机械零件图，要了解它的组成部分。机械零件图一般由三部分构成：标题栏及说明、三视图及尺寸标注和其他的辅助图（如局部放大图、剖面图等）。从标题栏中可以了解零件的名称、比例、图号、需要的材料和数量等基本信息。分析三视图及尺寸标注可获得产品的形状和大小。其他的辅助图帮助我们更清楚地了解三视图不能完全表示的产品形状。在技术要求说明中，我们可以了解加工的技术要求，如表面粗糙度、尺寸公差等质量指标。

二、电子电路图

电子电路图是反映电源、开关、电子元器件、仪器仪表等电路结构和电气连接情况的图纸。电子电路图可以指导人们尽快熟悉电子设备的电路结构及工作原理。例如，循迹小车电路原理图，如图2-35所示；常见的电路符号，如表2-15所示。

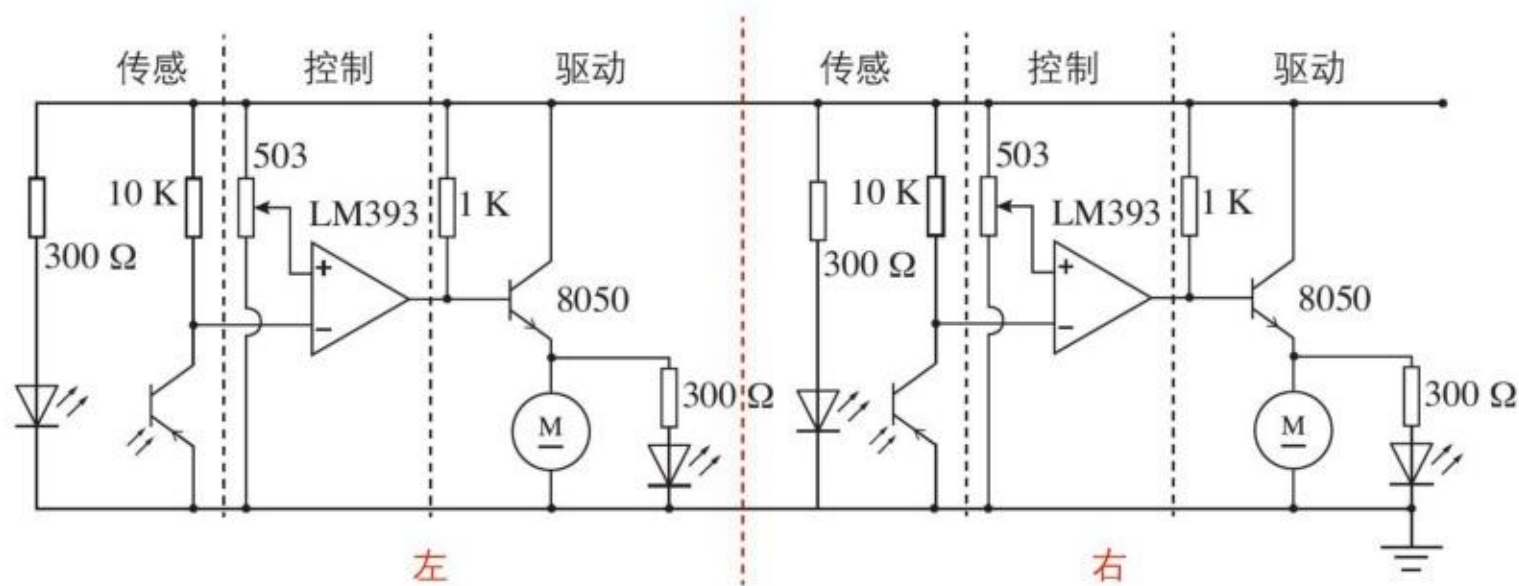


图 2-35 循迹小车电路原理图

表 2-15 常见的电路符号

符号	说明	符号	说明
	电阻		滑动变阻器
	发光二极管		红外接收三极管
	电压比较器		三极管
	直流电动机		接地

在识读电路图时，首先，要认识图中符号代表的元器件；其次，找出电路的功能单元及其工作原理，每个功能单元可以用框图表示；然后，找出电路的主要信号，根据信号流向将各单元功能框图连接起来，从整体上识读电路图。例如，在图 2-35 中，传感模块探测信号传递给控制模块；控制模块将信号处理后，传递给驱动模块；驱动模块根据接收到的信号驱动小车直行或拐弯。这就是循迹小车的工作原理。

三、效果图

效果图是用来表达设计的作品预期达到的效果图片。它是能够将

设计意图以最直观、生动的方式传递给人们的一种技术表达语言。效果图使人们能够进一步地认识和理解设计人员的设计理念和设计思想。效果图一般用于建筑、装饰等行业，如图2-36所示。

效果图是一个虚拟空间，它与现实结果可能存在差距。因此，在识读效果图时，要特别注意空间立体感，从整体上把握空间布局，从局部了解物体摆放的细节。

四、装配图

装配图是用于表达机器或部件的工作原理、运动方式、零件之间的连接及其装配关系的图样。装配图主要用于指导人们进行产品零部件的组装，如图2-37所示。

在识读装配图时，要注意各部件的安装位置及安装顺序。有些装配图附有安装流程及注意事项。



图2-36 装饰效果图

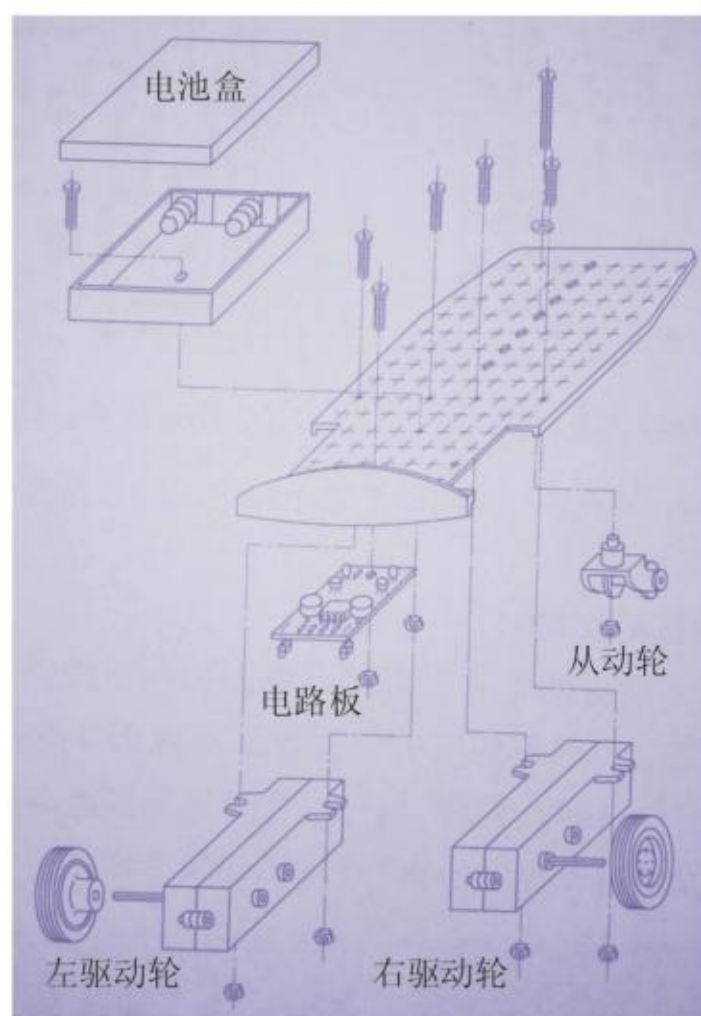


图2-37 循迹小车装配示意图

3.2 草图

一、徒手草图基础

绘制徒手草图对于技术设计人员来说是一种非常重要的技能，特别是在构思设计的开始阶段，常用徒手草图的方式绘制各种构思的设计方案。

草图是估计形状、比例，徒手绘制的图样。绘制徒手草图是指

徒手作图，不依赖绘图工具，但并不意味着潦草、随意乱画。徒手草图的线条粗细、基本的平直、长短比例、线型等需要符合国家标准。

在绘制草图的各种图线时，手腕要悬空，小指接触纸面，草图图纸可根据需要转动适当角度。例如，画斜线时，可以转动图纸呈一定角度，方便绘制。为了便于控制图形大小、比例和各图形之间的关系，可利用网格纸画草图。

二、基本图形绘制方法

1. 线的绘制

画水平线和竖直线时，执笔不宜过紧、过低。画短线时，图纸可以放得稍斜，对于固定的图纸，则可适当调整身体位置。徒手画竖直线时，应自上往下画。图线应该一次画成，对于较长的直线，可以分段画出。如图2-38所示。

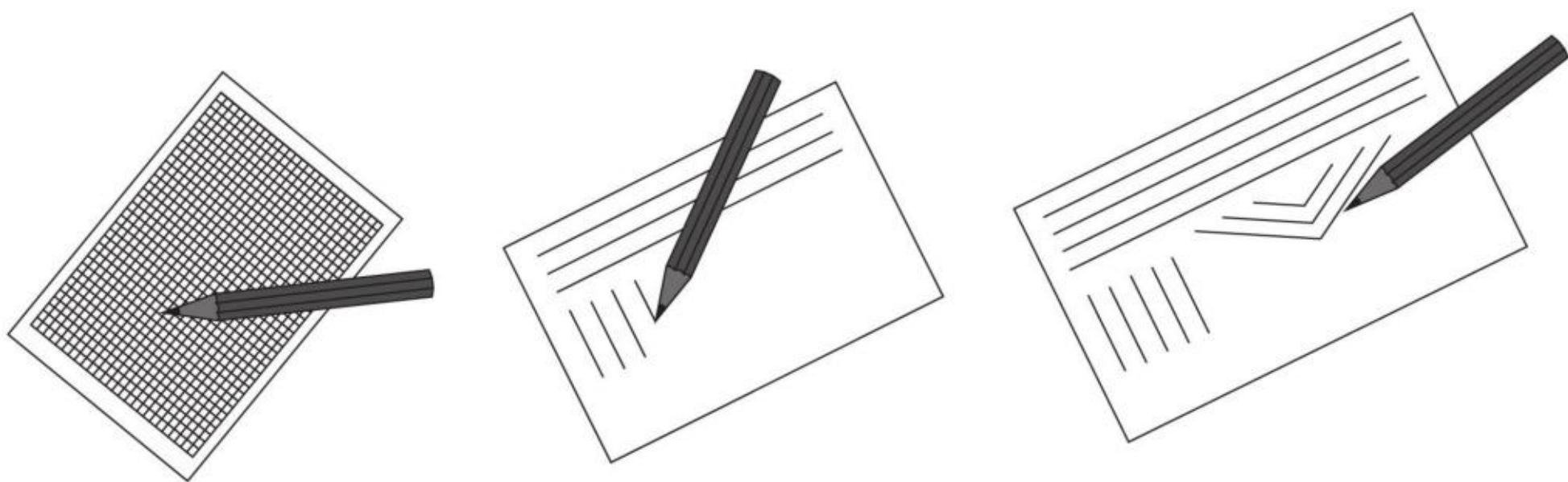


图2-38 线的绘制方式

2. 圆的绘制

先选定圆心位置，过圆心画对称中心线。画小圆时，可根据半径先在对称中心线上截取4个点，然后分4段圆弧连接成圆。画大圆时，可加画一对十字线，并截取8个点，过这8个点画圆。如图2-39所示。

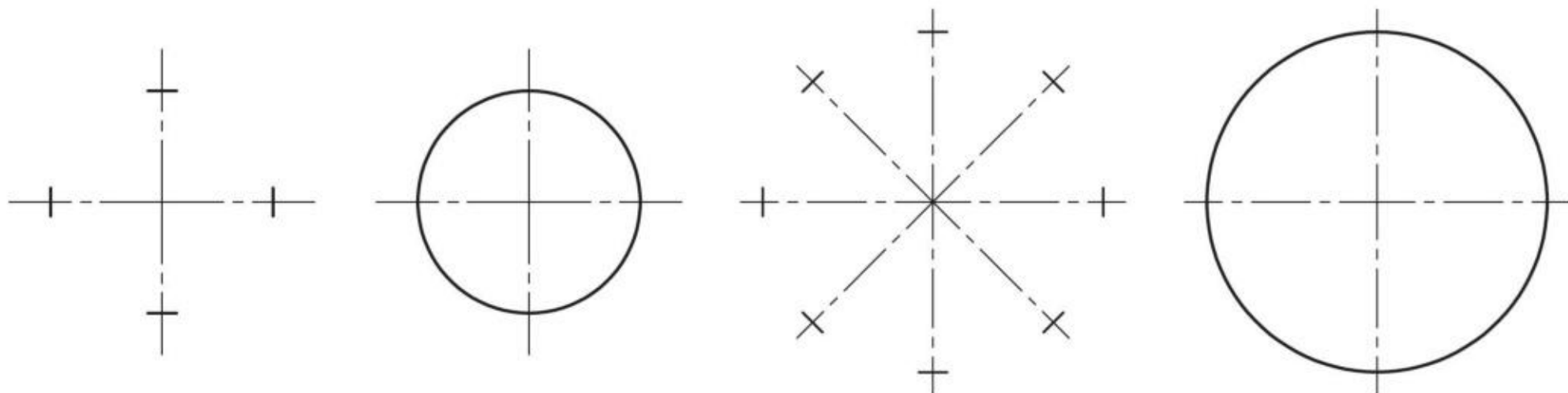


图2-39 圆的绘制

3. 简单立体图形的绘制

复杂的物体一般是由简单的物体组合而成的。因此，复杂物体的图形可以通过一些基本的几何图形来表达。例如，平面的正方形、长方形、圆，以及三维的圆柱体、正方体、锥体等。学会基本图形的绘制是画复杂图形的前提。图2-40是基本立体图形的绘制方法。

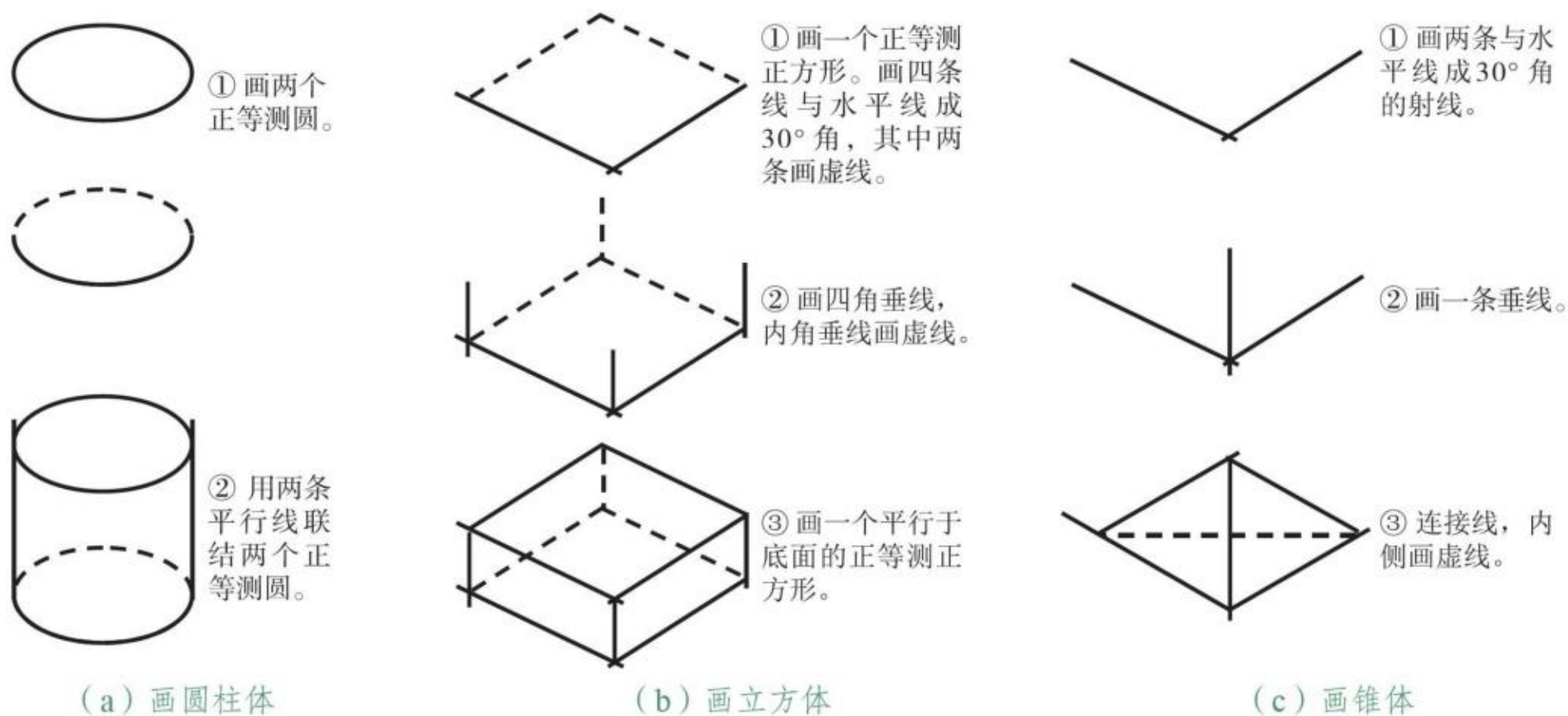


图2-40 基本立体图形的绘制

三、产品形体草图绘制

(1) 在方格纸上按照构思好的设计方案，画出产品的外观比例关系。例如，手绘制一对高脚杯草图，如图2-41(a)所示。

(2) 在准备好的透视网格纸上，画出产品的透视线，先画淡一些，等画完图形后，再描深轮廓，如图2-41(b)所示。

(3) 画产品的色彩。色彩过渡要自然，细致描绘产品的阴影、亮光等，突出形体的立体感，如图2-42所示。

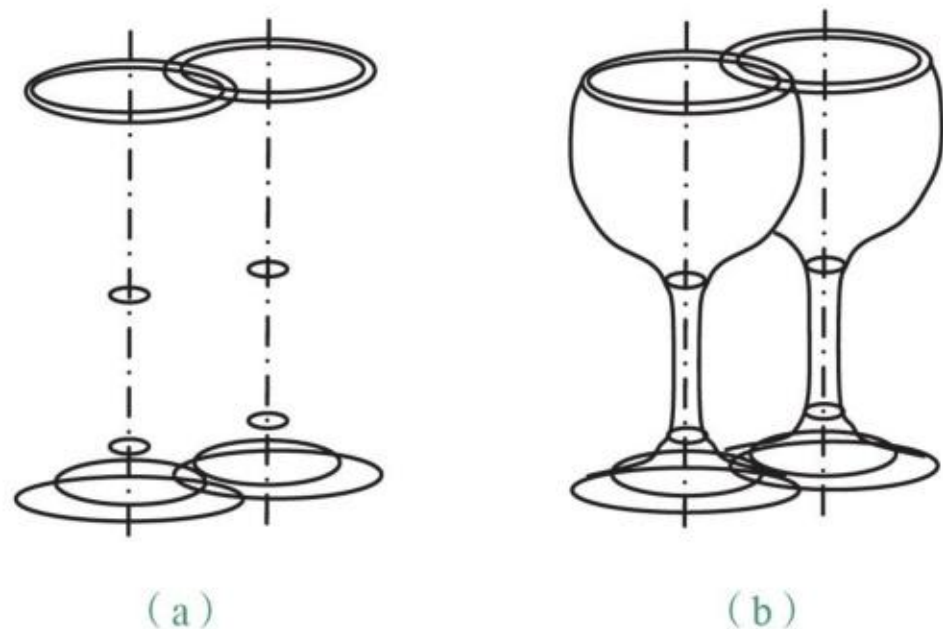


图2-41 高脚杯的外观比例和轮廓



图2-42 高脚杯的细致色彩呈现立体形态



请同学们在网格纸上，重新绘制图2-40、图2-41和图2-42草图，并完成表2-16的评价。

表2-16 基本图形绘制评价

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	线的绘制			
2	圆的绘制			
3	曲线的绘制			
4	轮廓的绘制			
5	比例			
6	阴影			
7	亮光			
8	色彩过渡自然			
9	立体感强			
10	图样表达符合规范			
11	图样表达能力			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

3.3 三视图

三视图是为了满足人们用平面图的方式准确表达三维物体形状的需求而形成的图样。三视图是在一个空间中对同一物体从三个不同方向进行投影后形成的图形。三视图可以用二维平面图的形式表达物体的三维具体形态与结构。

随着交流和应用的增多，三视图能真实、清晰、准确地表达物体基本形状和尺寸的优点，被越来越多的领域认可，三视图逐渐成为技术设计中最重要技术表达方式之一。

学习三视图的表达方式，需要了解物体方位空间的约定、视角和投影等基础知识。物体存在于三维空间，通常用物体所在位置的空间方位来定义物体的长、宽、高。习惯上，把物体左右之间的尺寸叫长，上下之间的尺寸叫高，前后的尺寸叫宽。

一、三视图的形成

1. 视角

视角可以简单理解为人们观察物体的角度。用三个两两垂直的平面把空间分成八个区间，这八个区间称为视角 I ~ VIII，如图 2-43 所示。

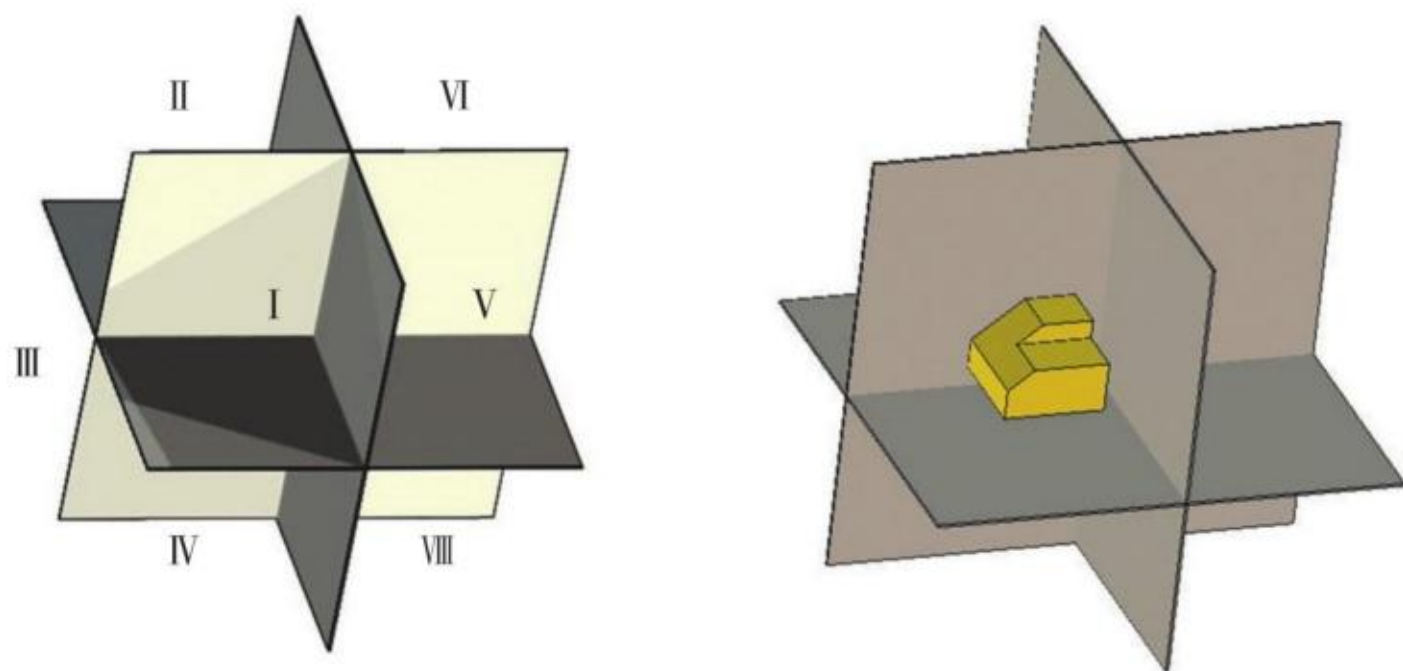


图 2-43 视角

我国使用的三视图视角是第 I 视角，让物体在第 I 视角空间进行投影，进而得到三张视图。日本和美国使用的视角是第 III 视角的三张视图。

2. 投影

人站在阳光下或灯光下，会在地面或墙面上投下人的影子，这是一种自然现象。对这一自然现象进行科学的总结和抽象，提出了投影法。

(1) 投影法基本知识。在图 2-44 中，点 S 称为投射中心，直线 SA 称为投射线，平面 P 称为投影面， SA 与 P 的交点 a 称为点 A 的投影或投影图。投影法是投射线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法。投射中心是所有投射线的起源点。投射线是发自投射中心并通过被表示物体上各点的直线。投影面是在投影法中得到投影的面。投射中心或投射线、被投影物体、投影面是形成投影的三要素。

(2) 中心投影法。投射中心位于有限远，投射线汇交于一点的投影法，称为中心投影法，如图 2-44 所示。中心投影法所得的投影称为透视投影、透视图或透视。它通常用于绘制富有逼真感的建筑物或产品立体图。

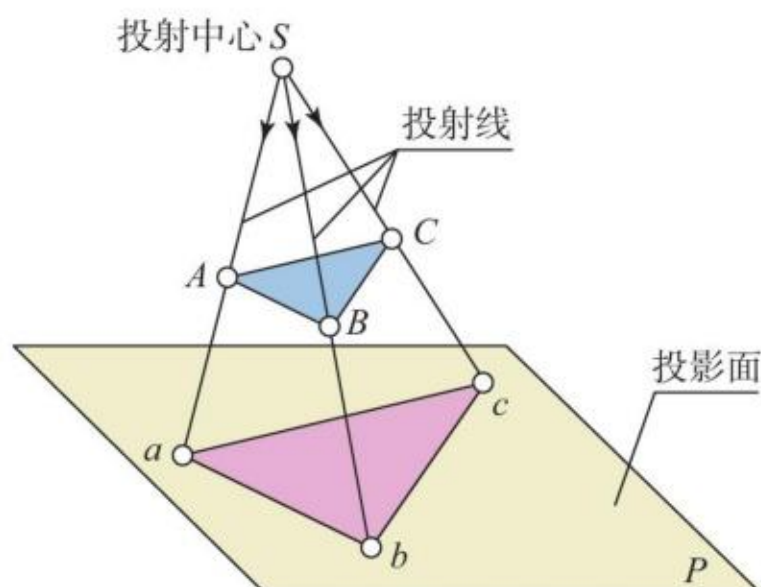


图 2-44 中心投影法示意图

(3) 平行投影法。如果投射中心位于无限远, 投射线彼此平行, 如图2-45所示, 这种投射线都相互平行的投影法, 称为平行投影法, 所得到的投影称为平行投影。平行投影法又分为正投影法和斜投影法。在图2-45中, 投射线与投影面倾斜的称为斜投影法, 所得的投影称为斜投影或斜投影图; 投射线与投影面垂直的称为正投影法, 所得的投影称为正投影或正投影图。正投影能够反映物体的真实形状和大小, 度量性好, 作图简便, 在工程中普遍采用。

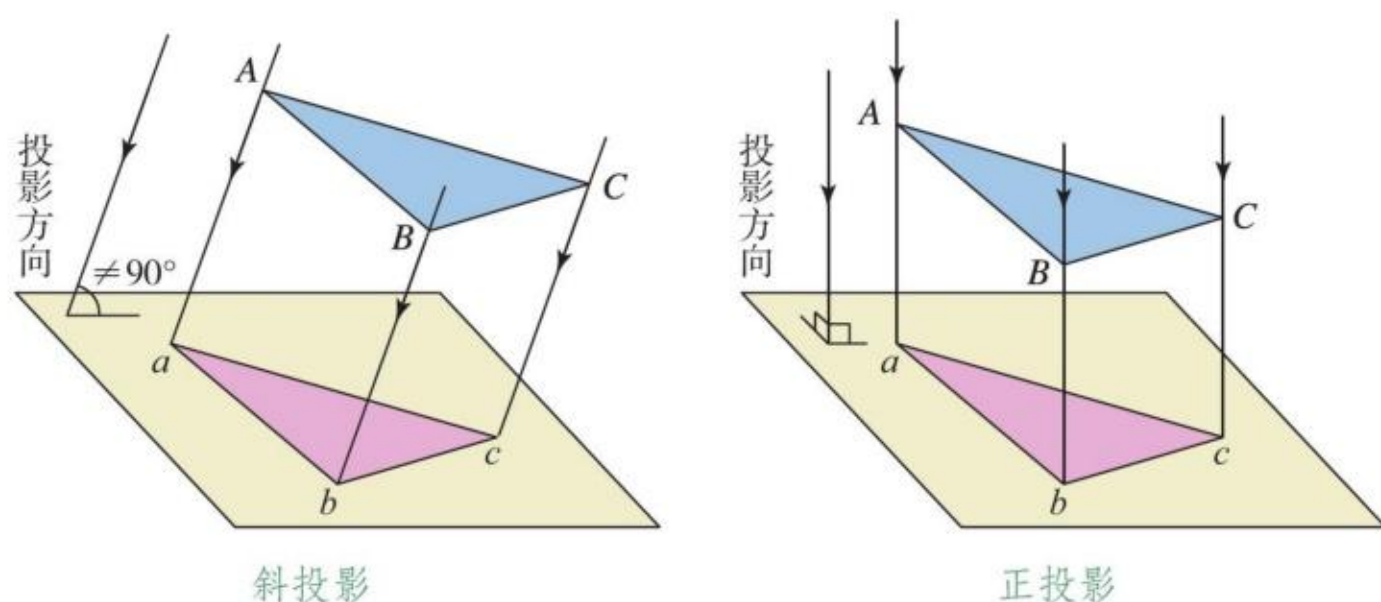


图2-45 平行投影法示意图

3. 视图

视图是根据有关标准和规定, 用正投影法所绘制出物体的图形。为了表达物体的真实形状和尺寸, 在绘制视图的时候一般不画阴影, 而更多地关注物体轮廓线的表达。

在第 I 视角三投影面体系中, 三个投影面上的视图分别叫作主视图、俯视图和左视图, 统称为三视图。

(1) 主视图。由前向后投影所得的视图称为主视图。在第 I 视角中如图2-46所示形状的物体, 不考虑阴影, 只把对物体从前向后正投影时能看得到的轮廓线都表示出来, 便得到了如图2-46所示的主视图 (V 投影面)。

(2) 俯视图。由上向下投射所得的视图称为俯视图。在第 I 视角中, 把对物体从上向下正投影时能看得到的轮廓线都表示出来, 便得到了这一物体的俯视图 (H 投影面)。

(3) 左视图。由左向右投射所得的视图称为左视图。在第 I 视角中, 把对物体从左到右正投影时能看得到的轮廓线都表示出来, 便得到左视图 (W 投影面)。

在三投影面体系中, 得到的三张视图分别在三个平面上, 并且, 这三个平面两两垂直。为了方便平面表达, 将图2-46所示的Y轴剪开, 并展开H和W平面, 就可以在同一个平面上表示物体的三视图, 如图2-47所示。

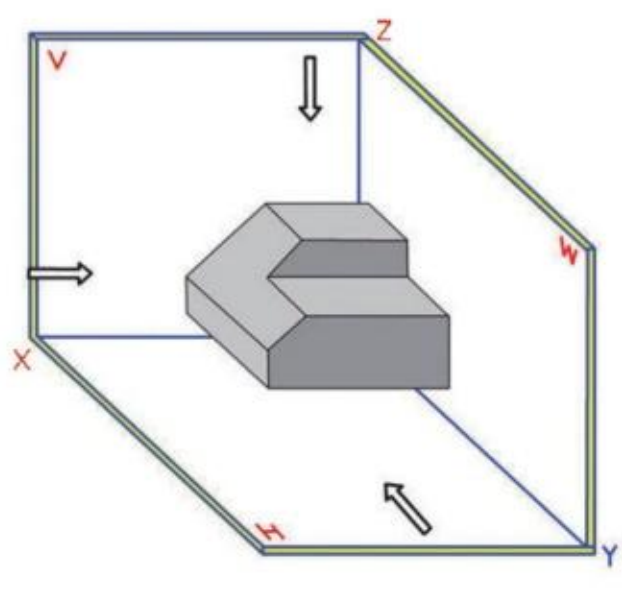


图2-46 第 I 视角内的三视图

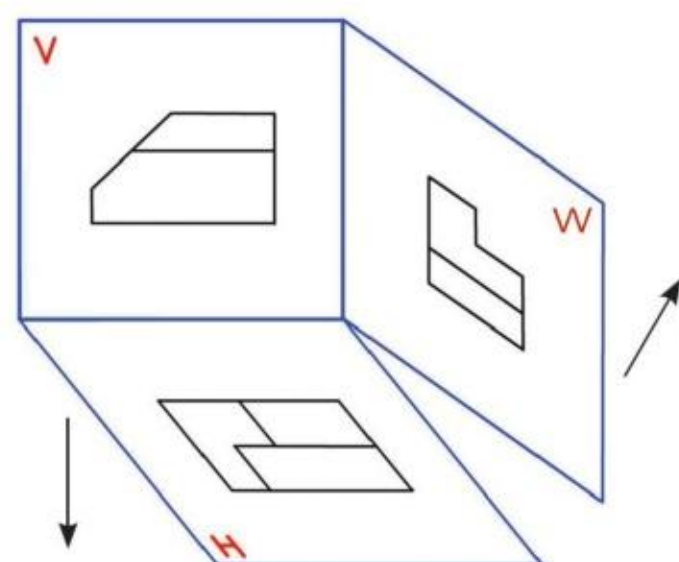
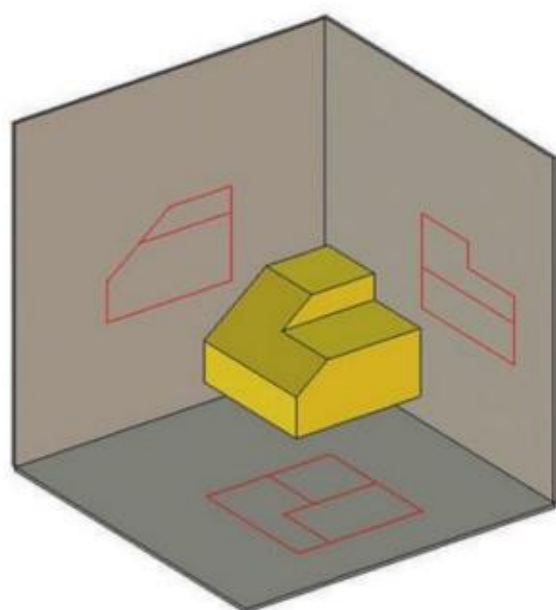


图2-47 三视图的平面展开

二、三视图投影规律

主视图、俯视图和左视图都是来自同一个物体的不同方向的投影，因此三张视图之间必然存在关系，这种关系就称为三视图投影规律，也是设计表达的规范和读图的重要依据。

图形展开之后，如图2-48所示，物体的原有位置不移动，投影图形所对应的物体空间方位不发生变化。

主视图中的四个方位是：上、下、左、右。

俯视图中的四个方位是：后、前、左、右。

左视图中的四个方位是：上、下、后、前。

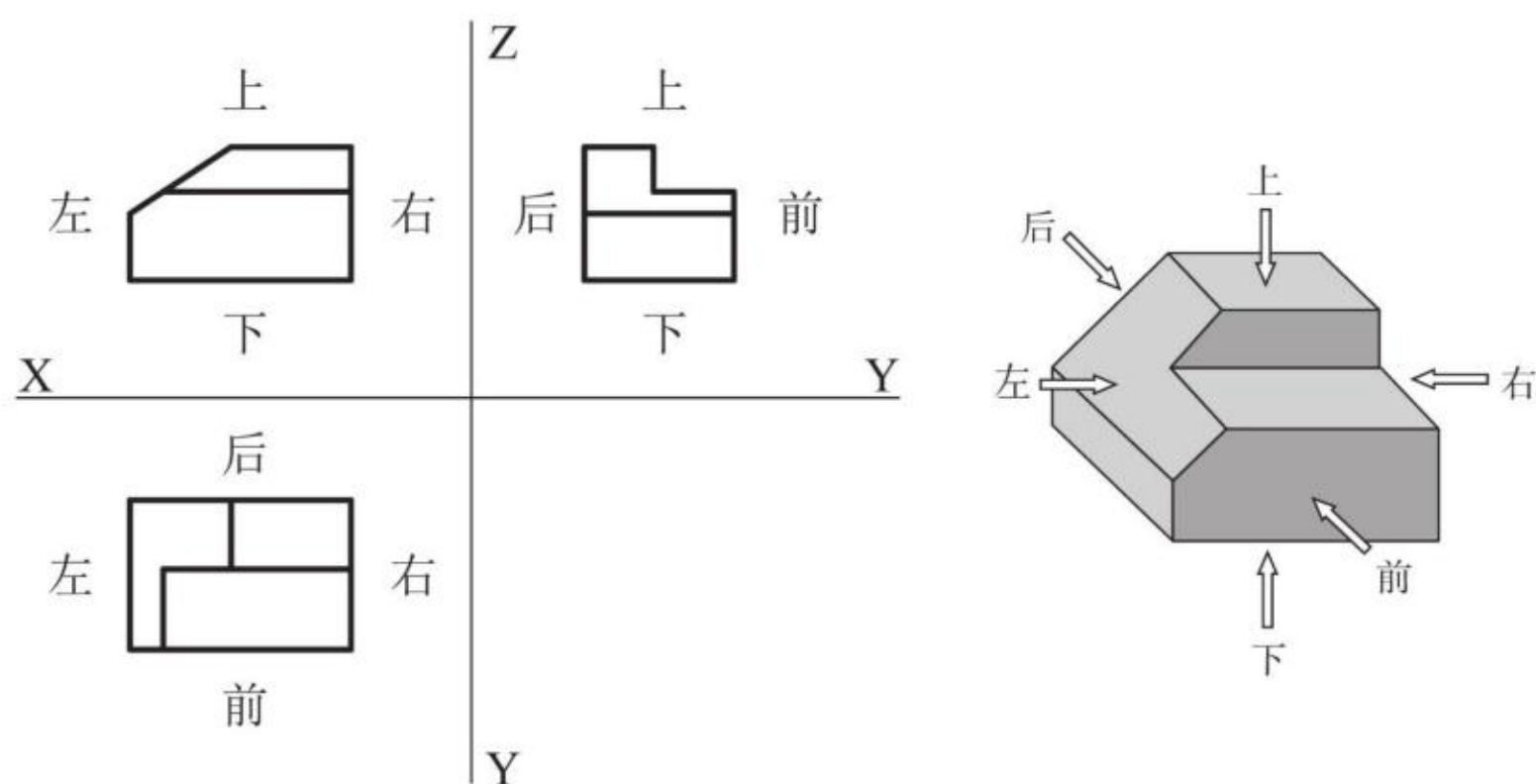


图2-48 平面图中的空间方位体现

根据空间方位，从尺寸和位置两个方面，对三张视图进行分析，可以得到如图2-49所示的三视图投影规律。

(1) 长对正：左右之间的尺寸是长，在不同的视图中，长这个尺寸不变，而且从视图的展开过程可以看出，俯视图的位置在主视

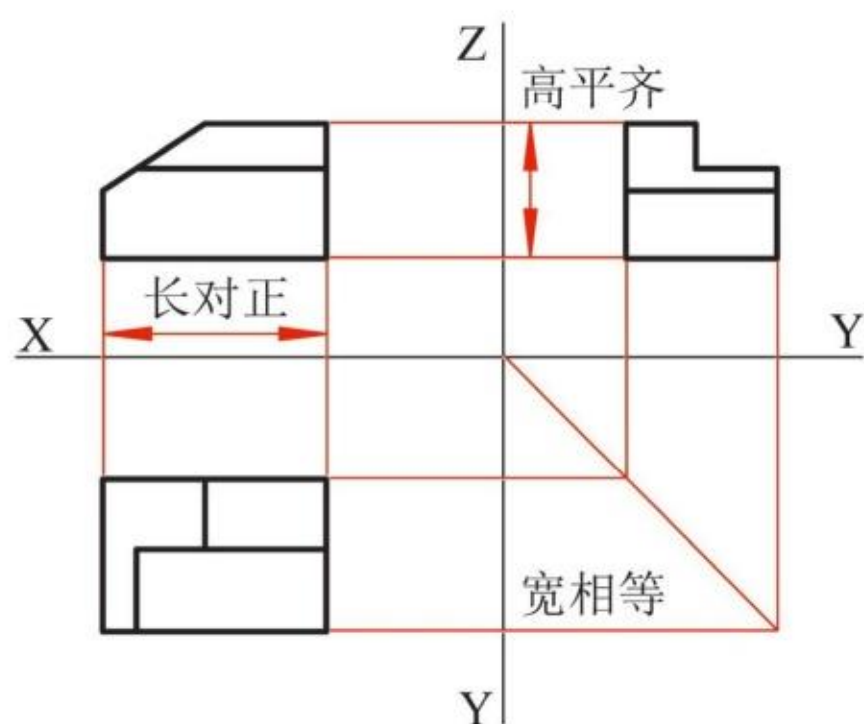


图 2-49 三视图投影规律

图的正下方。

(2) 高平齐：物体上下之间的尺寸是高，在主视图与左视图中，高的数值不变，位置关系是左视图在主视图的右侧。

(3) 宽相等：俯视图与左视图前后之间的尺寸表示宽，这个数值不变，位置关系如图 2-49 所示。

三视图投影规律是：长对正、高平齐、宽相等。这个投影规律不但反映尺寸关系，还反映视图之间的位置关系。

三、三视图的绘制

1. 三视图中的线型规定

(1) 线型及应用。为了让视图的表达更为明确规范，在视图的表达中，规定用不同的线型来表达不同的图形内涵。这里介绍常用的粗实线、细实线、细虚线和细点画线的基本线型、图线宽度及其主要应用，如表 2-17 所示。

表 2-17 国家标准规定的图线规则

名称	基本线型	图线宽度	主要应用
粗实线		$d = 0.5 \sim 2 \text{ mm}$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、引出线、剖面线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线

(2) 图线的画法。图 2-50 用正误对比说明图线画法的要点。

在同一张图样中，同类型图线的宽度应基本一致。

细虚线的短画长度和间隔应各自大小相等。

细点画线的短、长画的长度和间隔应各自大小相等，并且首、末两端应是长画。在较小的图形上绘制细点画线时，可用细实线代替。

绘制圆的对称中心线时，圆心应为长画的交点。

轴线、对称线、中心线应超出轮廓线 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

细点画线、细虚线和其他图线相交时，不应在间隔或点处相交，而都应该在长画、短画处相交。

当细虚线处于粗实线的延长线时，细虚线应留有间隔，而粗实

线应画到分界点。当虚线直线与虚线圆弧相切时，虚线直线应留有间隔，而虚线圆弧的短画应画到切点。

当两种或两种以上图线重叠时，要按照可见轮廓线、不可见轮廓线、轴线和对称中心线的顺序依次画出所需图线。

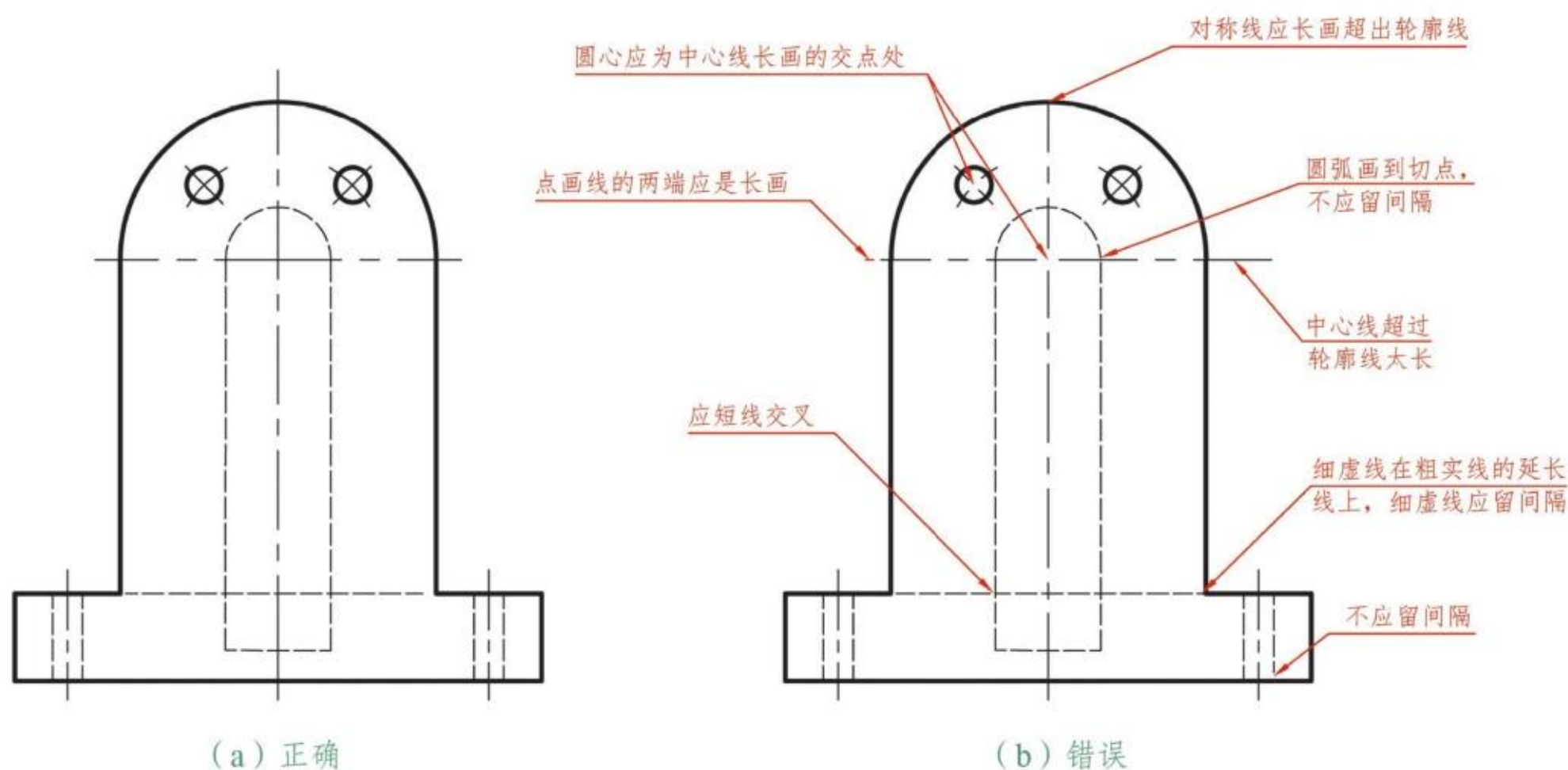


图2-50 图线画法正误对比示例

2. 三视图的绘制实例

(1) 直立圆柱体三视图，如图2-51所示。

(2) 平放六棱柱三视图，如图2-52所示。

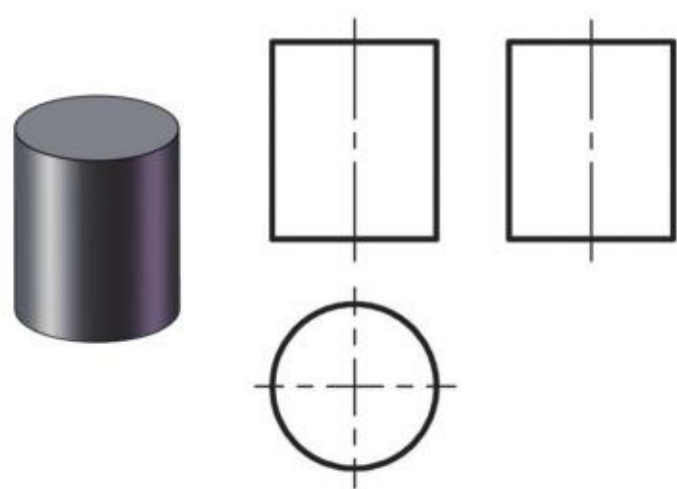


图2-51 直立圆柱体三视图

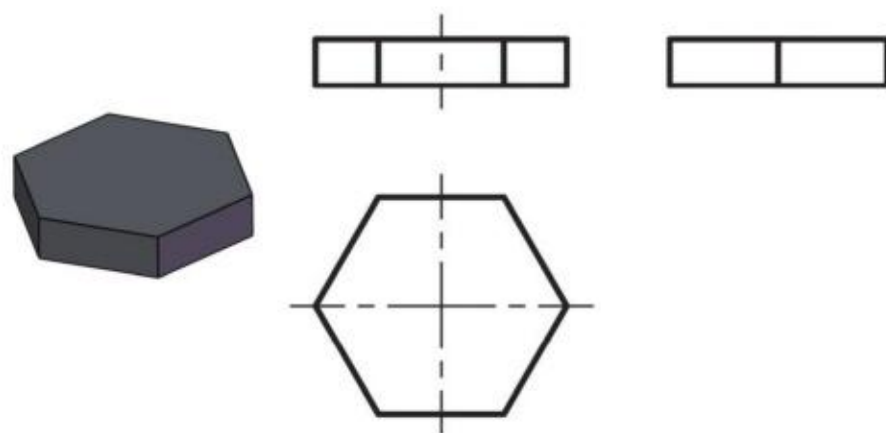


图2-52 平放六棱柱三视图

(3) 组合体视图，如图2-53所示。根据图线使用规则，组合体的通孔，在主视图可以看见，画实线；俯视时，通孔虽然看不见，但存在不可见轮廓线，在俯视图中画虚线。如果两个视图就能够清楚地表达物件的形体，就不需要再画出第三个视图。

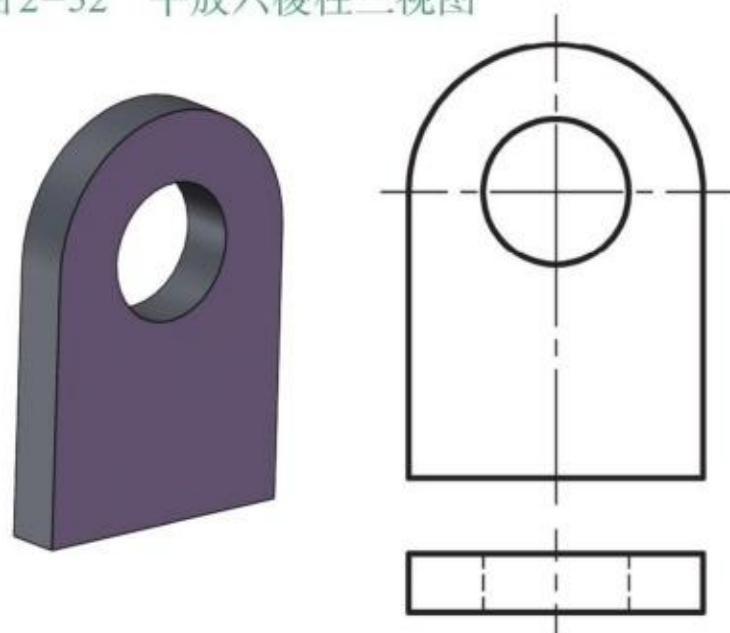


图2-53 组合体视图

3. 三视图绘制要点

(1) 三视图是用来表达物体形态和结构的工具,以明确和清楚地表达为目标。如果一个视图就可以把物体的形态及结构完全表达清楚,则不需要再绘制第二、第三个视图;如果三个视图还不能完全把物体的形态及结构表达清楚,则可以增加其他辅助视图。

(2) 零件的放置位置及主视方向的选择对三视图的呈现有一定的影响。零件的放置以自然平稳为原则,并使其表面相对于投影面尽可能多地处于平行或垂直的位置。主视图投影方向,要选择最能反映零件形体特征及各个基本体之间的相互位置,并能减少俯、左视图上虚线的方向。

(3) 每一个三视图,无论整体还是部分,都需要满足“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

思考 & 练习

请根据尺寸要求,在网格纸上绘制如图2-54、图2-55所示物件的三视图。(单位: mm)

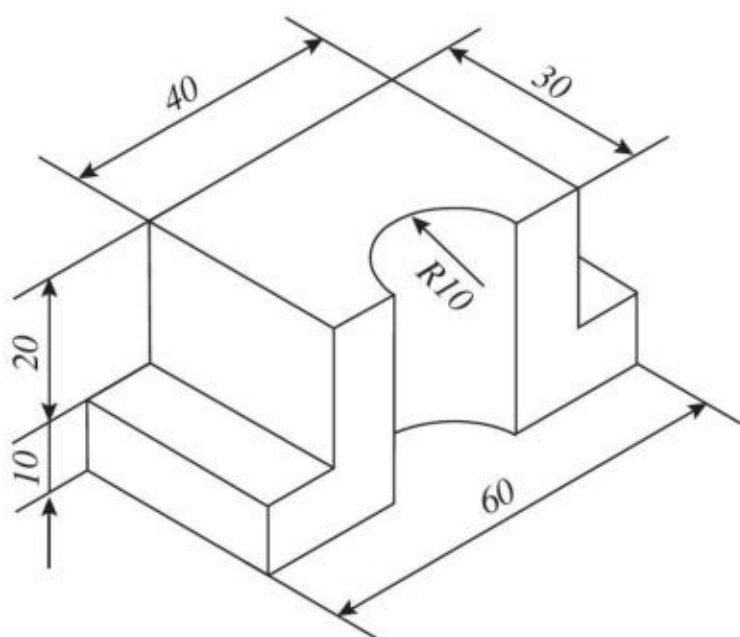


图2-54 物件形体图1

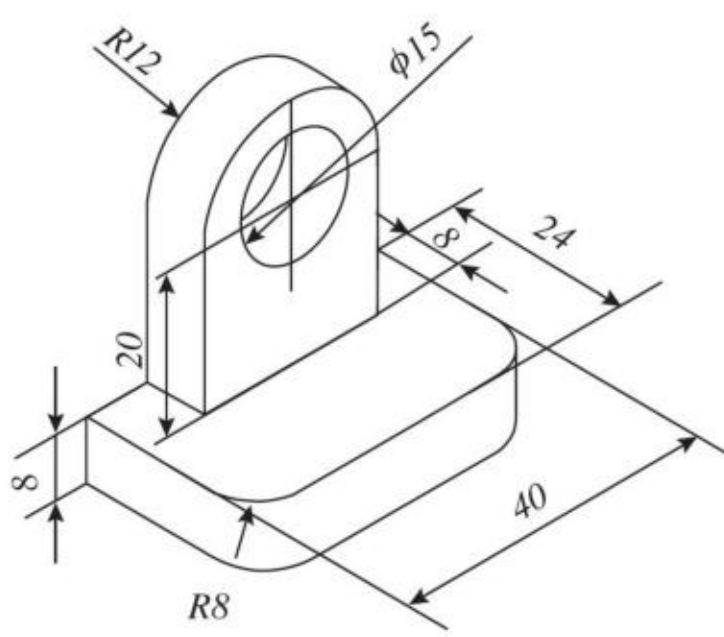


图2-55 物件形体图2

四、识读三视图

绘制三视图是根据投影规律、图线原则用三视图把已有物体的形体和结构表达出来。识读三视图则是把已有的三视图看懂,说出、想象或画出物体的形体。绝大部分人都能一眼辨识出图2-56中的两个三视图分别是简单几何体中六棱柱和圆柱体的三视图。

图2-57中所呈现的三视图,究竟是什么形体呢?如果不能一眼就能从三视图中识别出形体的组合体,可以采用形体分析法来识读组合体三视图。

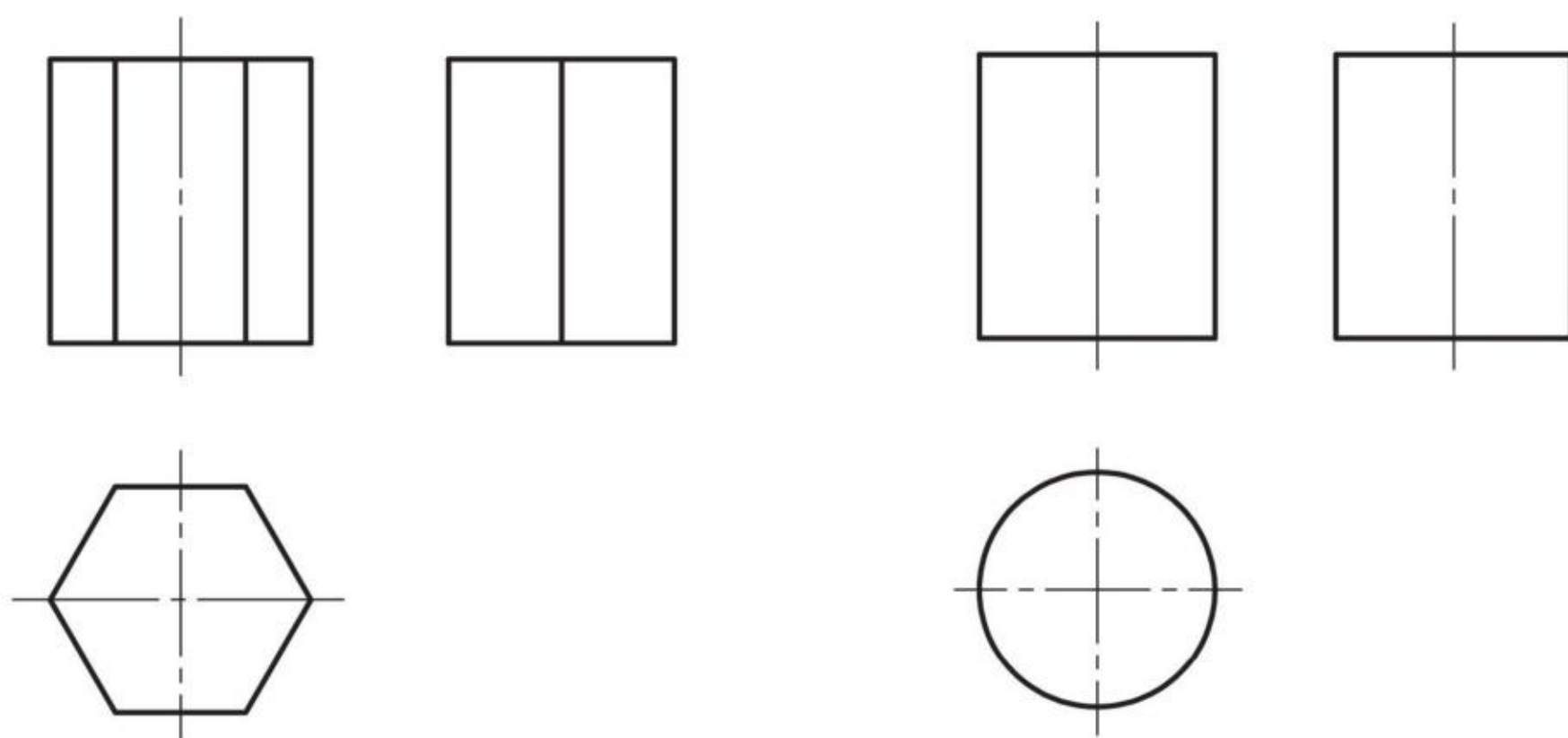


图2-56 六棱柱和圆柱体的三视图

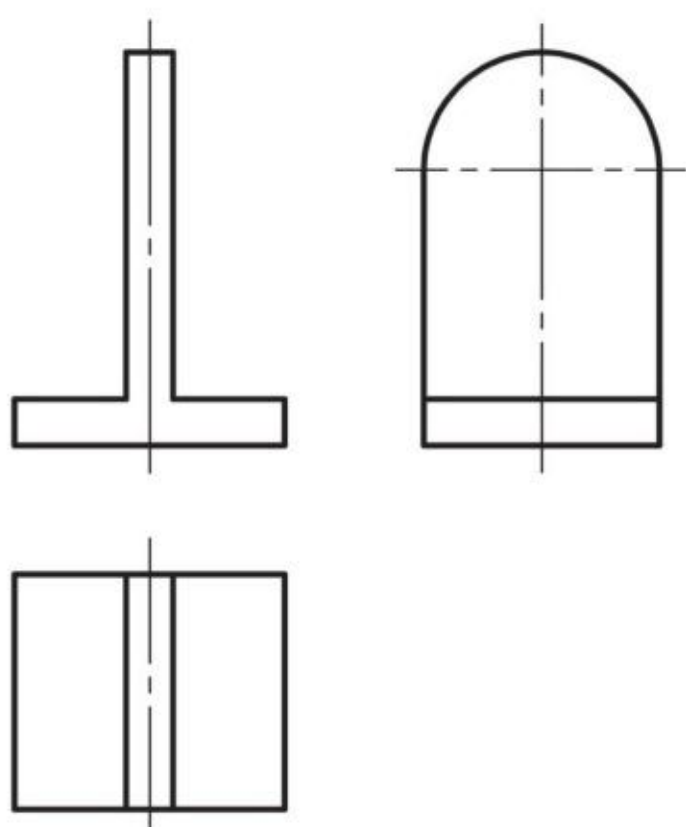


图2-57 组合体三视图

形体分析法读三视图基本方法及步骤如下。

(1) 判断物体是基本几何体还是组合体。

(2) 如果是组合体，从特征明显的视图入手读图，把组合体分解成基本几何体，并判断组合体的组合形式。

叠加：分析所叠加物体的形状、位置、衔接部分的线条。

切割：分析外轮廓形状及切除部分。

(3) 用三视图投影规律检查核对，想出他们的形状。

对于图2-57所示的三视图，根据形体分析法进行识读，发现该物体是组合体。根据三个视图的对应关系，大致可以分为三个部分，组合形式以叠加为主，如图2-58所示。在图2-58(a)中，红线和蓝线组成的形体叠加，如图2-58(b)所示；再叠加图2-58(a)中的黑线构成的形体，如图2-58(c)所示。

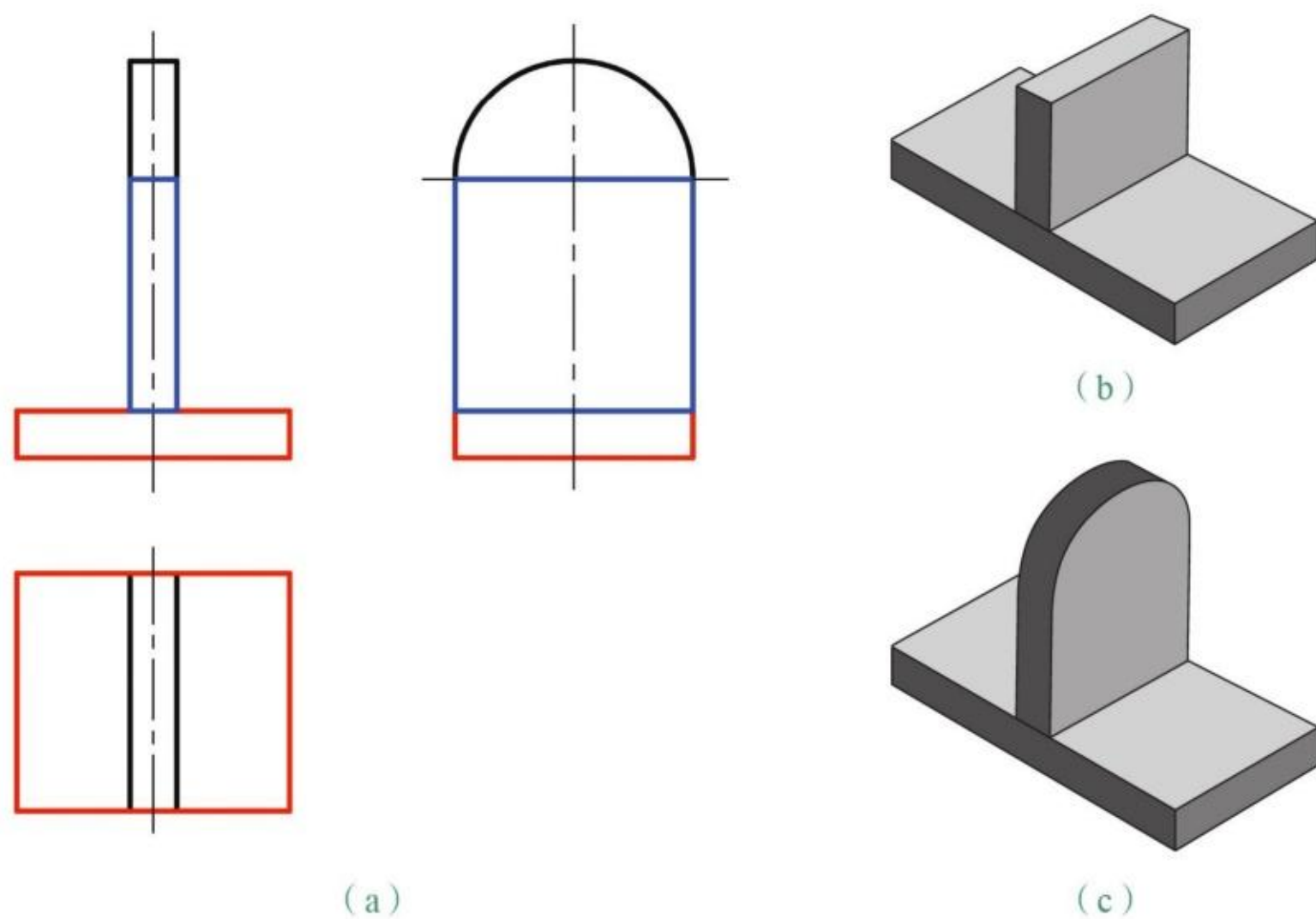


图2-58 识读三视图

思考 & 练习

请运用形体分析法识读图2-59所示的三视图表示的物件形体。

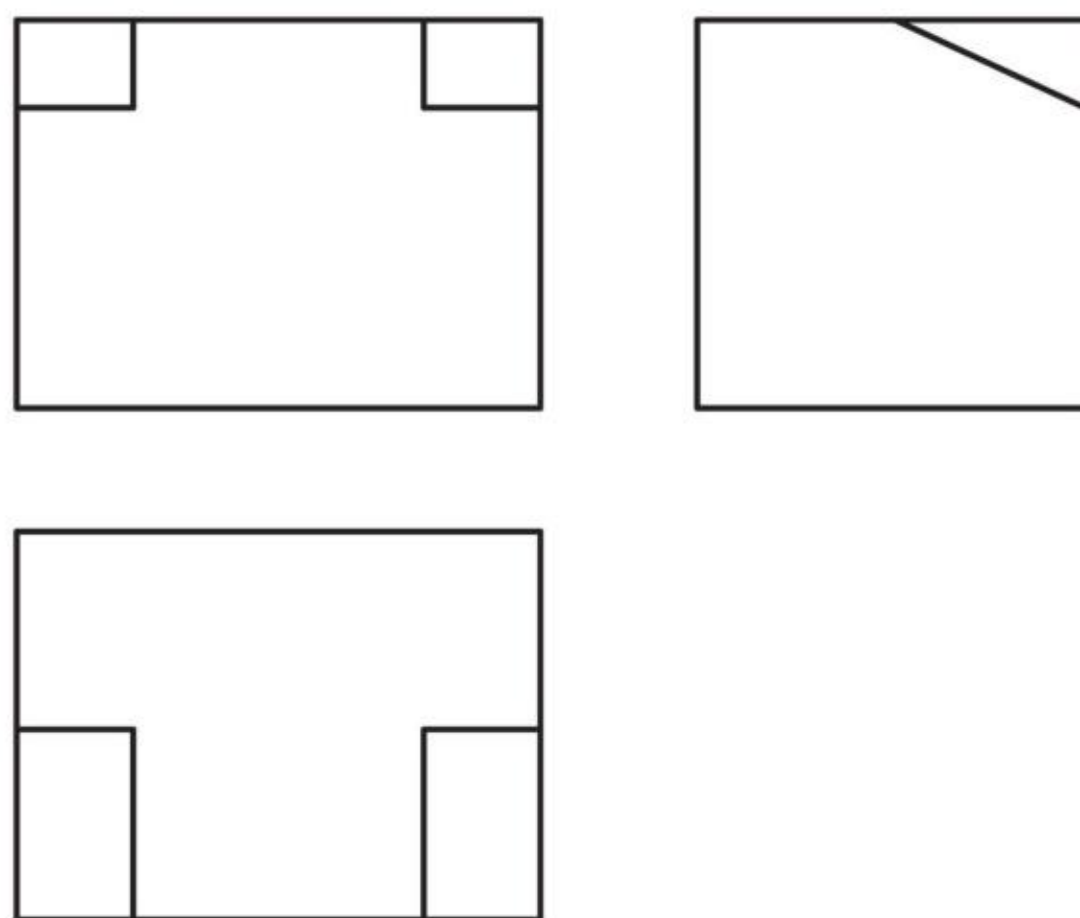


图2-59 三视图

五、剖视图

三视图中规定不可见轮廓线用虚线来表示，而内部结构复杂的零件，其视图会出现过多虚线，影响视图的清晰度。在三视图的表达中，通常会使用剖视的方法进行辅助表达，以便更清晰地表达内部结构，降低识读图样的难度。剖视图是用假想平面把零件剖开，将处在剖面 and 观察者之间的部分移去，其余部分向投影面投影形成的视图。

1. 剖视图形成过程

(1) 用假想平面将物体剖开，移去观察者与平面之间的部分，如图2-60所示。

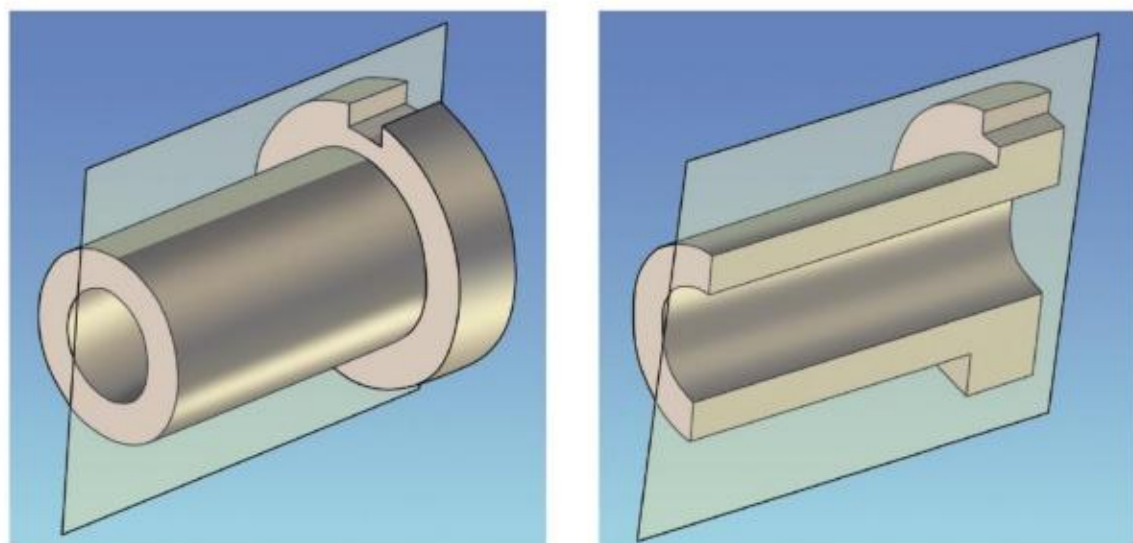


图2-60 剖视图形成过程

(2) 其余部分向投影面投影，被剖切到的部位用剖面符号表示，如图2-61所示。

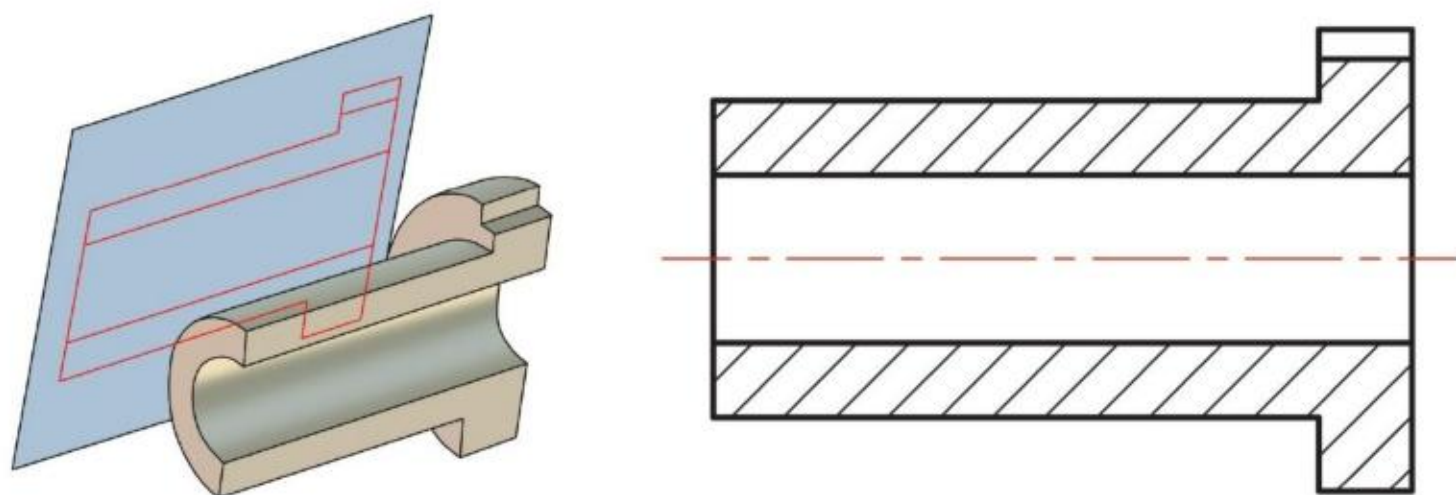


图2-61 剖视图

2. 剖视图特点

- (1) 如果一个视图已经把零件的内部形状表达清楚，其他视图的虚线可以省略。
- (2) 在剖视图上，剖面线方向、间距应该一致。
- (3) 剖视图为假想视图，剖切视图不影响其他视图的完整性。

如图2-62所示是一个零件的剖视图。

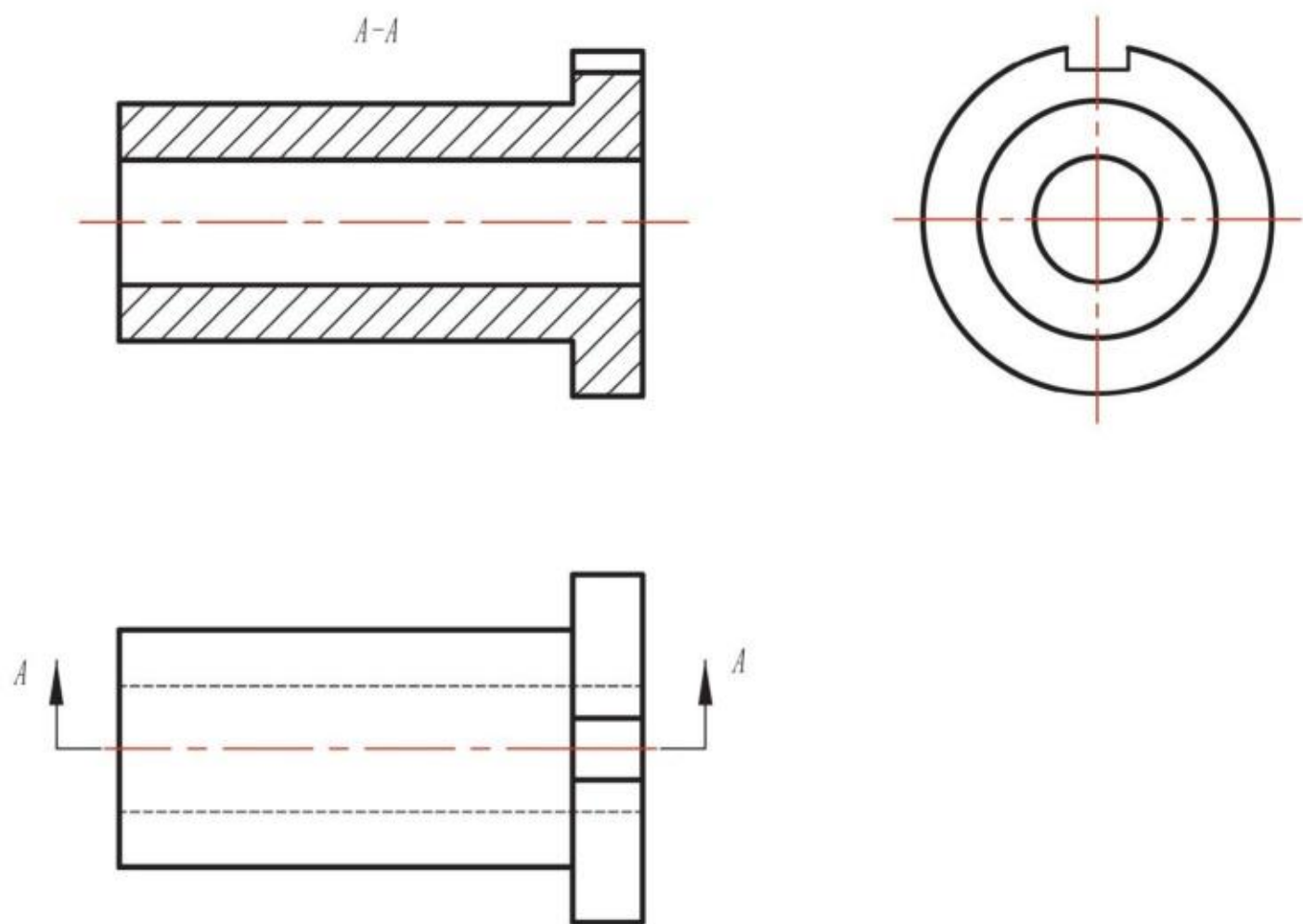


图2-62 零件剖视图

六、尺寸标注

零件的视图能表达其形状和结构关系，若要确定各结构的真实大小和位置关系，则需要对视图进行尺寸标注。

1. 尺寸标注的基本规定

(1) 物体的真实大小以数据尺寸为依据，与图形大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸，以毫米为单位时，不需要标注计量单位，如果使用其他单位表示则必须标明。

(3) 图样中所标的尺寸表示的是加工完成后的成品尺寸。

(4) 零件的每一个尺寸，只标注一次，并应标注在反映该结构的最清晰的视图上。

2. 尺寸的组成要素

尺寸标注由尺寸界线、尺寸线、箭头和数字组成。

标注直径的时候，应该在前面增加符号“ ϕ ”，在标注半径时，应在尺寸数字前加“ R ”，如图2-63所示。

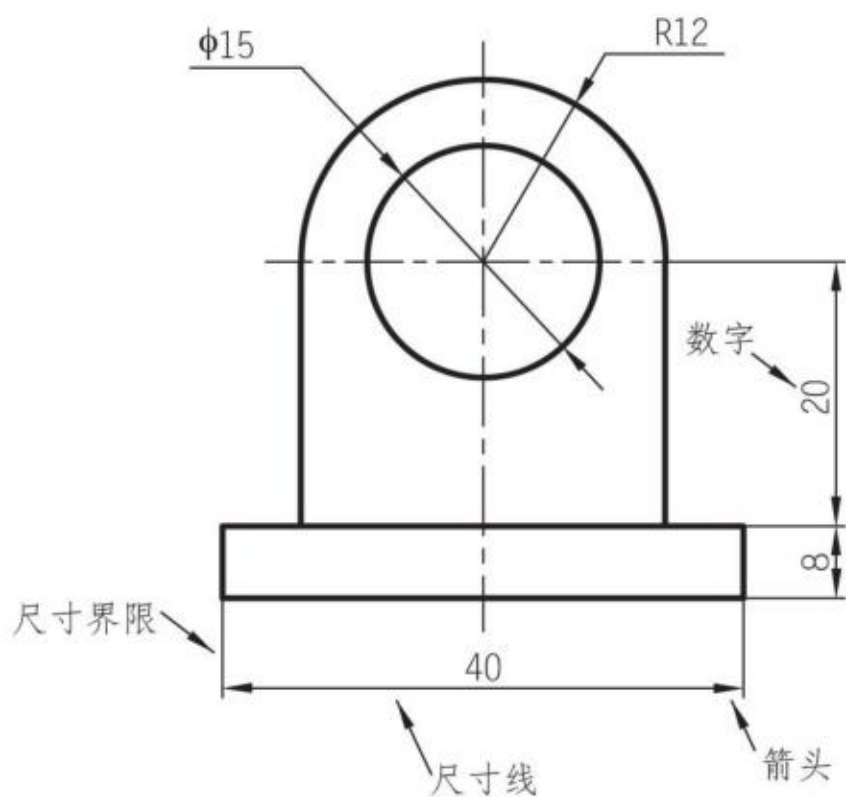


图2-63 尺寸标注

3. 常见的标注

尺寸标注的基本要求是正确、齐全、清晰、合理。常见的标注方式有线性、半径、直径和角度标注等。

(1) 线性标注的样式如图2-64所示。

(2) 半径标注的样式如图2-65所示。

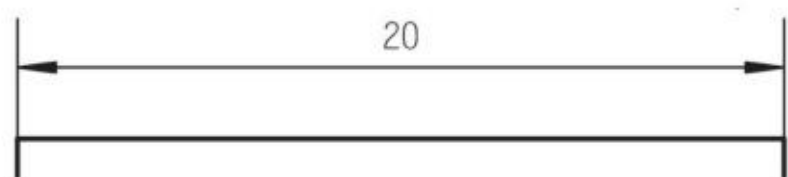


图2-64 线性标注

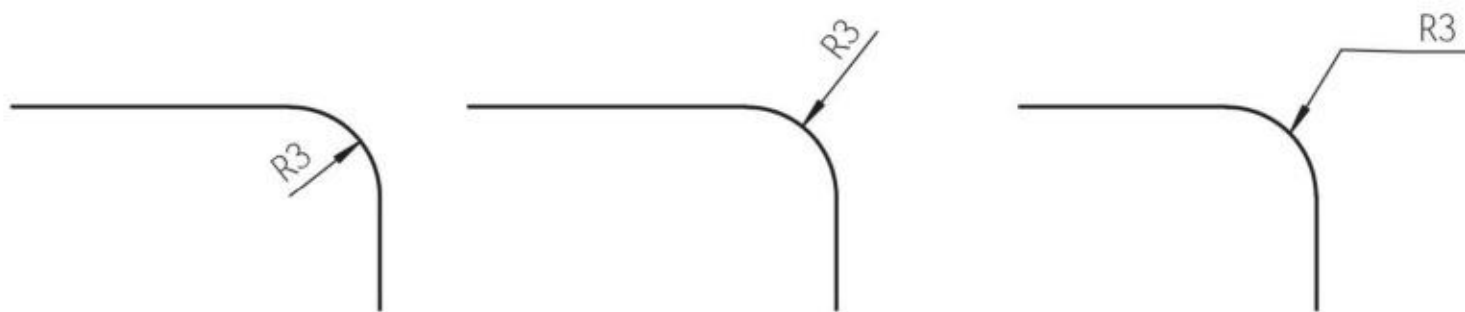


图2-65 半径标注

(3) 直径标注的样式如图2-66所示。

(4) 角度标注的样式如图2-67所示。

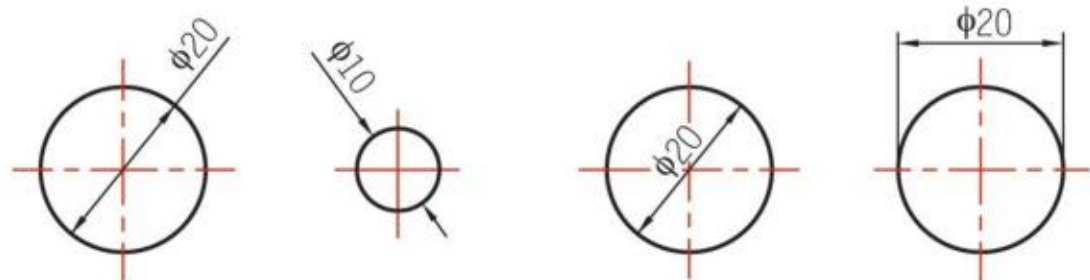


图2-66 直径标注

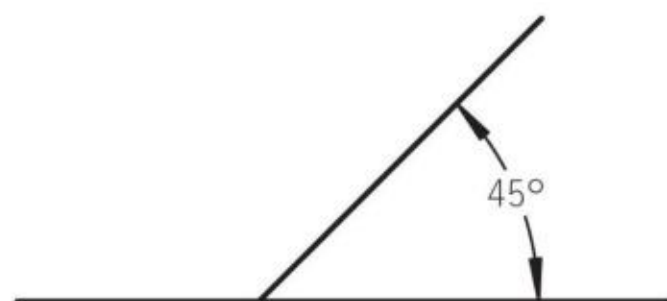


图2-67 角度标注

? 思考 & 练习

请根据尺寸要求，在网格纸上绘制如图2-68所示物件的三视图，并标注尺寸。

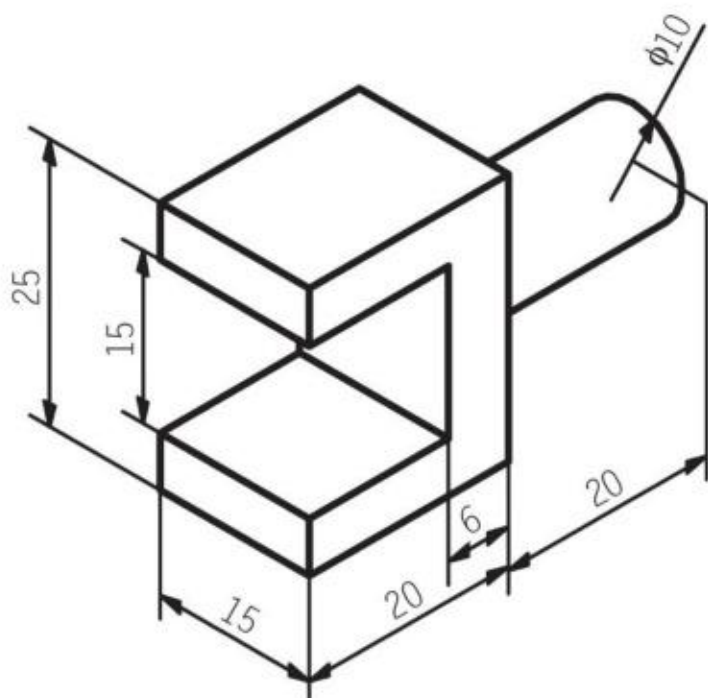


图2-68 物件形体图

板里找到“acad.dwt”文件，创建一个新的文件，出现“Drawing1”窗口后保存并命名文件为“小车底板”。

(2) 设置图纸设计环境，一般按照1:1比例就可以输出A3或A4纸张打印。对于循迹小车底板的图样，可以设置制图区域为210 mm×297 mm。其次，设置图层特性管理，包括对名称、颜色、线型、线宽、箭头及标注等基本图层特性进行设置，如图2-70所示。

状..	名称	开	冻结	锁..	颜色	线型	线宽	透明度	打印...	打..	新..	说
	0				白	CONTI...	— 默认	0	Color_7			
	CEN				红	CENTER	— 默认	0	Color_1			
	CENTER				红	CENTER	— 默认	0	Color_1			
	cl				红	CENTER	— 默认	0	Color_1			
✓	CS				青	CONTI...	— 默认	0	Color_4			
	DEFPOINTS				白	CONTI...	— 默认	0	Color_7			
	DIM				绿	CONTI...	— 默认	0	Color_3			
	PVC				洋红	CONTI...	— 默认	0	Color_6			
	TEXT				青	CONTI...	— 默认	0	Color_4			

图2-70 基本图层特性

(3) 创建尺寸标注，对标注箭头、文字、精度等基本特性进行设置，系统默认的样式名称为Standard。具体操作步骤为在命令行输入“D”，然后按回车键，打开“标注样式管理器”对话框，点击“修改”，出现“修改标注样式”后，利用该对话框定制和浏览尺寸标注样式，设置尺寸线和尺寸界线的线型、线宽、符号和箭头形式、大小及符号、文字样式及高度、主单位及公差等。

二、循迹小车底板图设计与绘制

(1) 将原点作为图形起点，点击“绘图”中的“矩形”，绘制100 mm×160 mm的矩形。根据矩形长和宽，绘制循迹小车底板中心轴线（一般用图层名称为CENTER的红色中心线）。需要注意的是，在制图过程中，应首先绘制零部件中轴线，其他分区的轴线可以后续再画。循迹小车底板的中轴线如图2-71所示。

(2) 进行循迹小车底板的设计。以中轴线为参照，使用“直线”和“修剪”功能绘制凹槽，根据尺寸情况精确绘出左侧缺口处的尺寸约束，随后利用“镜像”功能绘制右侧缺口约束，如图2-72所示。

(3) 绘出左上侧和右上侧圆角。定位左上侧圆心中心线，绘制“圆”，输入半径“5”，用“修剪”绘制功能绘制圆弧，用“镜像”功能绘制右上角圆角，如图2-73所示。

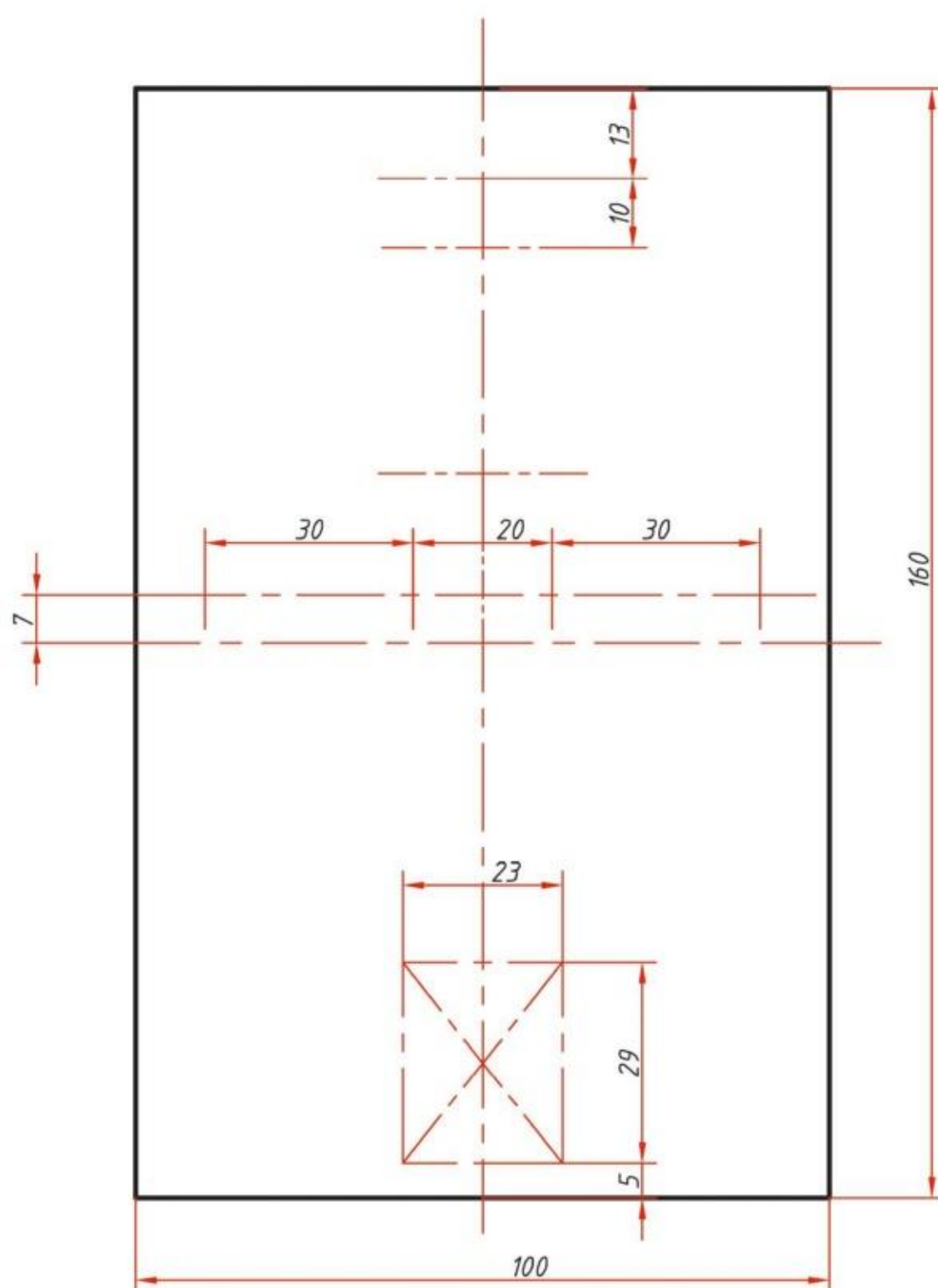


图 2-71 循迹小车底板中心线

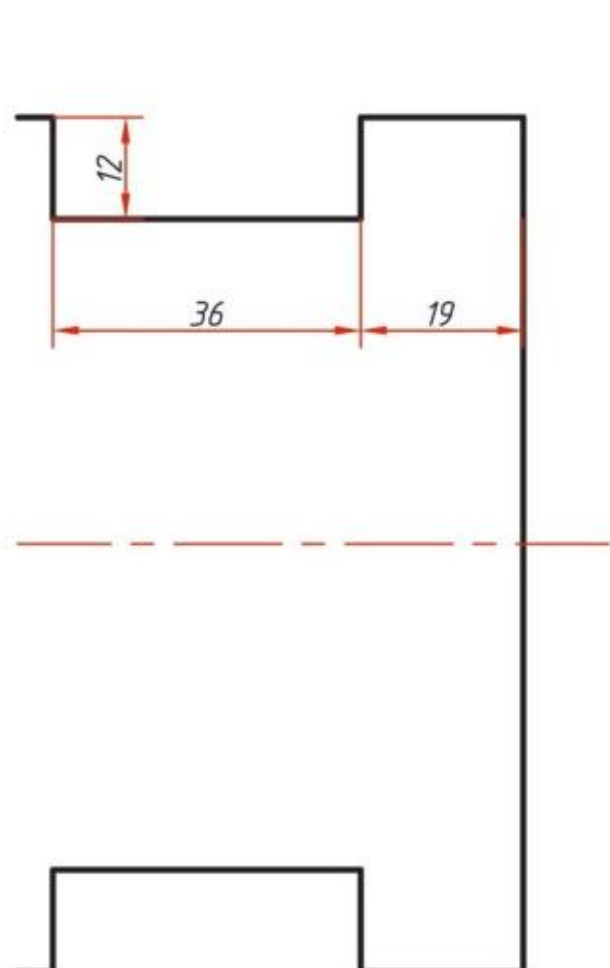


图 2-72 循迹小车底板左右侧缺口

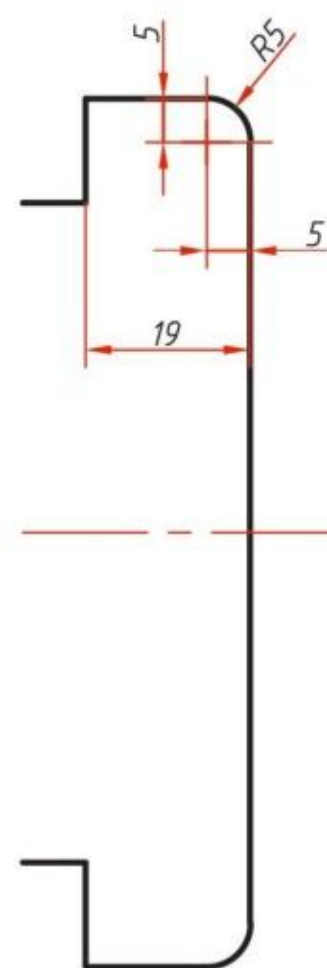


图 2-73 循迹小车底板左右上侧圆角

(4) 绘制左下方倾斜角处尺寸约束。使用“直线”和“修剪”功能绘制左下角，再用“镜像”功能绘制右下角约束，如图2-74所示。

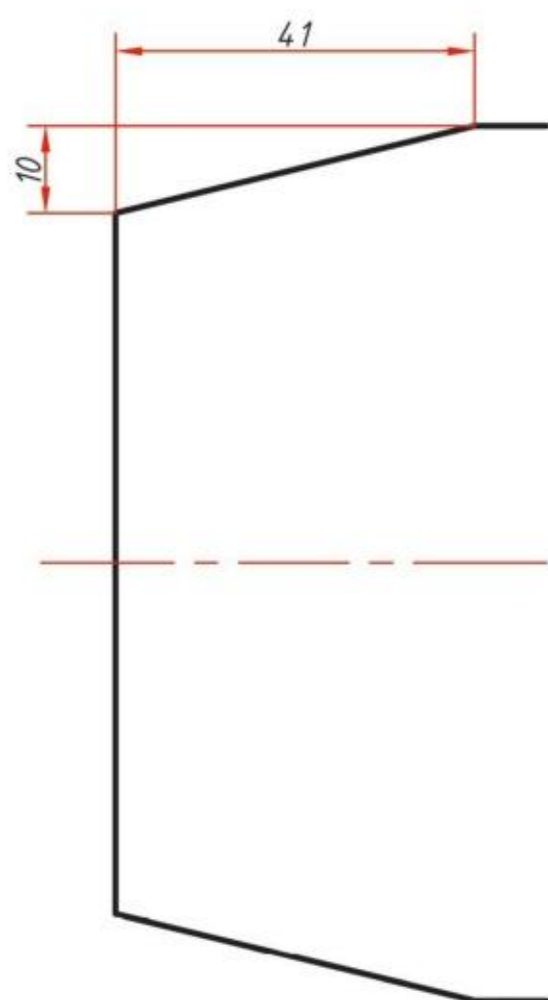


图2-74 循迹小车底板左右下角约束

(5) 绘制上半部直径为3.5的7个圆孔和下半部直径为4的4个圆孔，如图2-75所示。

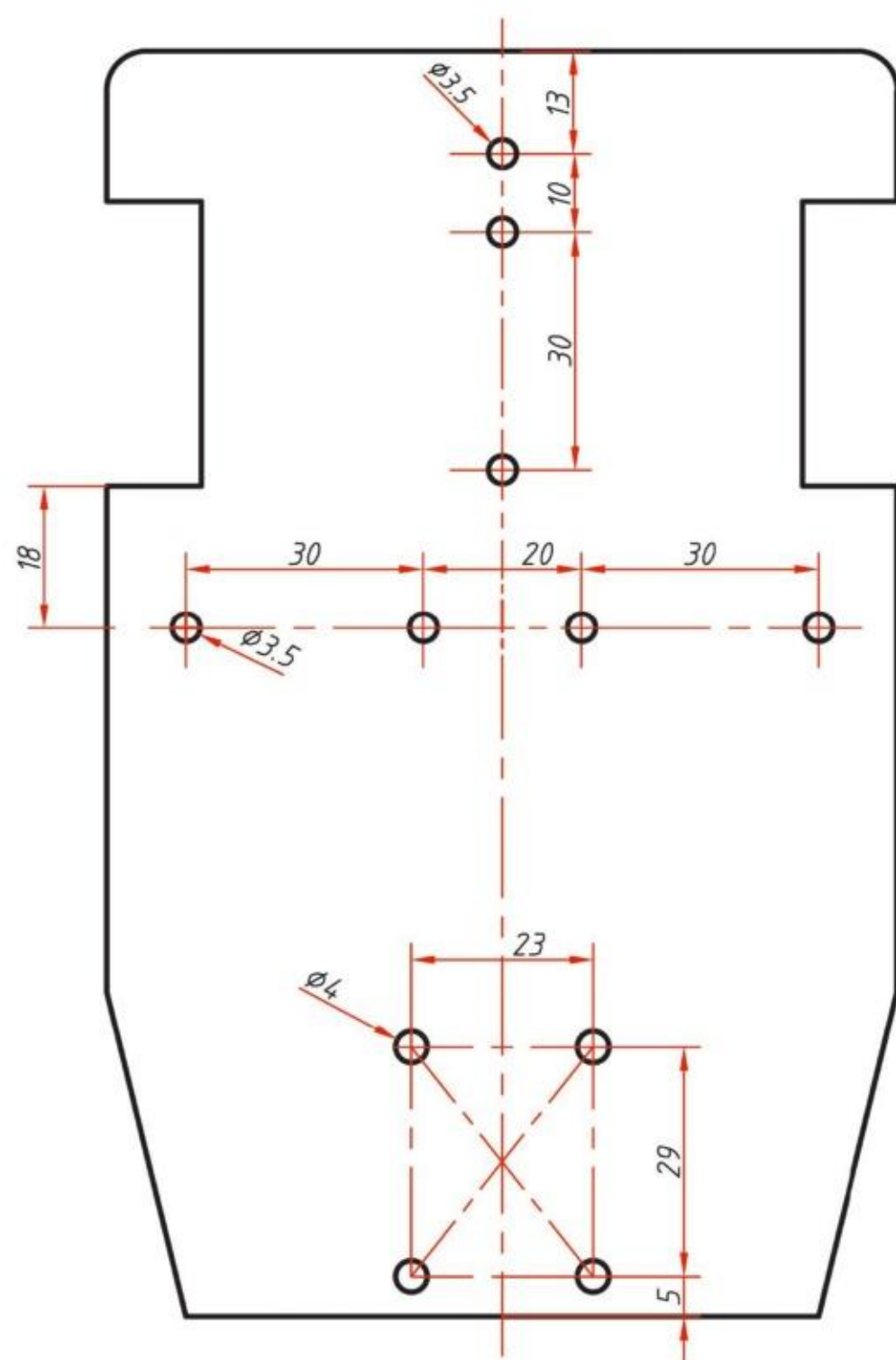
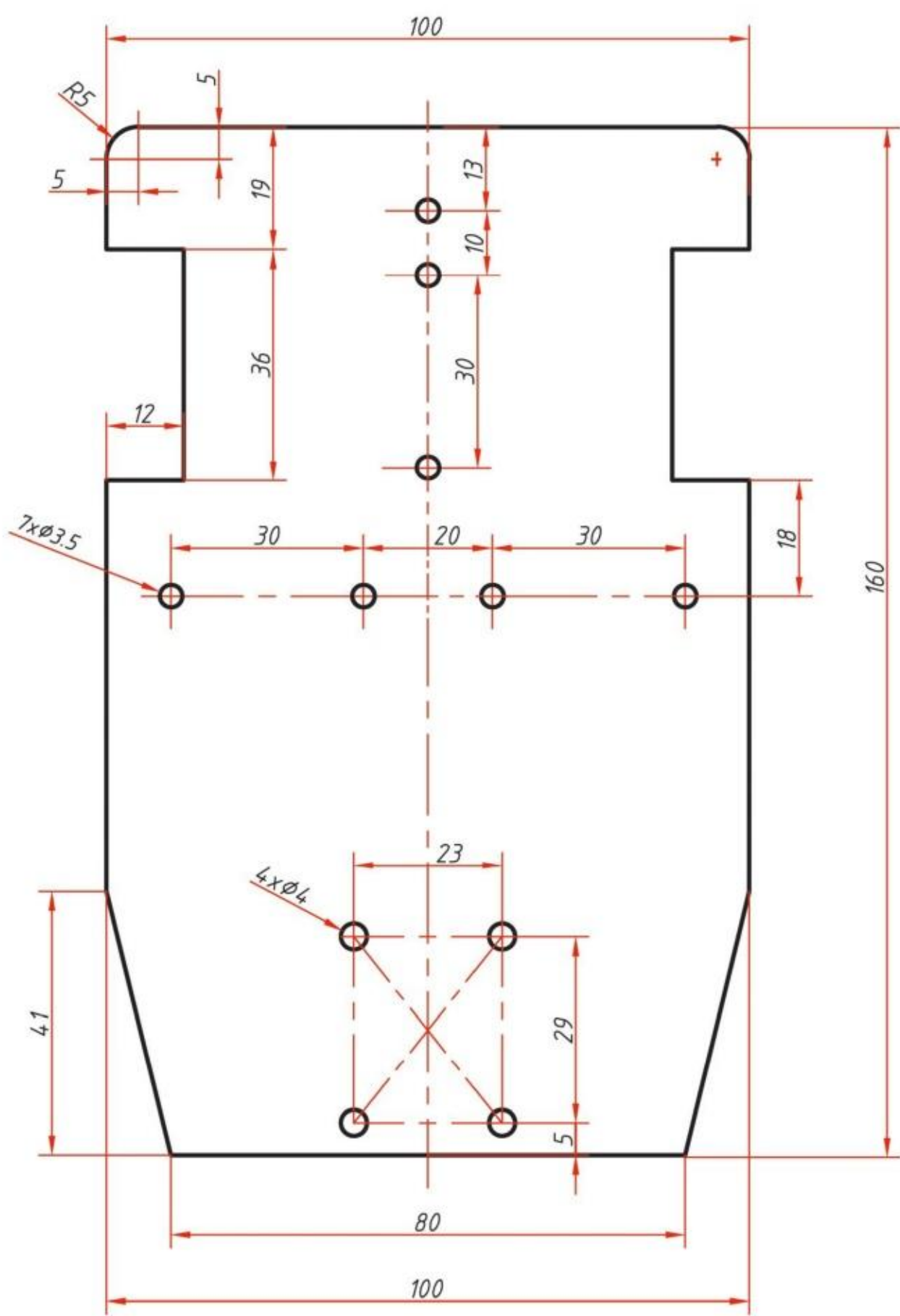


图2-75 循迹小车底板圆孔绘制图



名称	循迹小车底板图			
制图	校对	审核	比例	日期
			1:2	

图 2-77 循迹小车底板设计图

本章小结

本章首先以爬楼梯手拉车为载体，经历和感受了明确设计需求、构思设计方案、表达设计意图、制作模型或原型以及撰写设计说明五个部分。设计过程的每个步骤不是简单线性过程，而是复杂交织、循环往复、相互促进的演化历程。从构思环节开始，后续环节都可以反复来改进、完善、优化技术设计方案。

技术设计的原则、分析与优化是完善技术方案的关键。技术设计的原则是指导技术设计的依据。利用这些原则进行设计分析，并且通过技术试验数据、制作模型或原型、交流、评价等进行设计分析；经过方案比较、权衡和决策、方案改进与拓展、方案优化等获得最佳技术设计方案。通过草图、三视图和计算机辅助制图等技术语言表达技术设计方案。如图2-78所示。

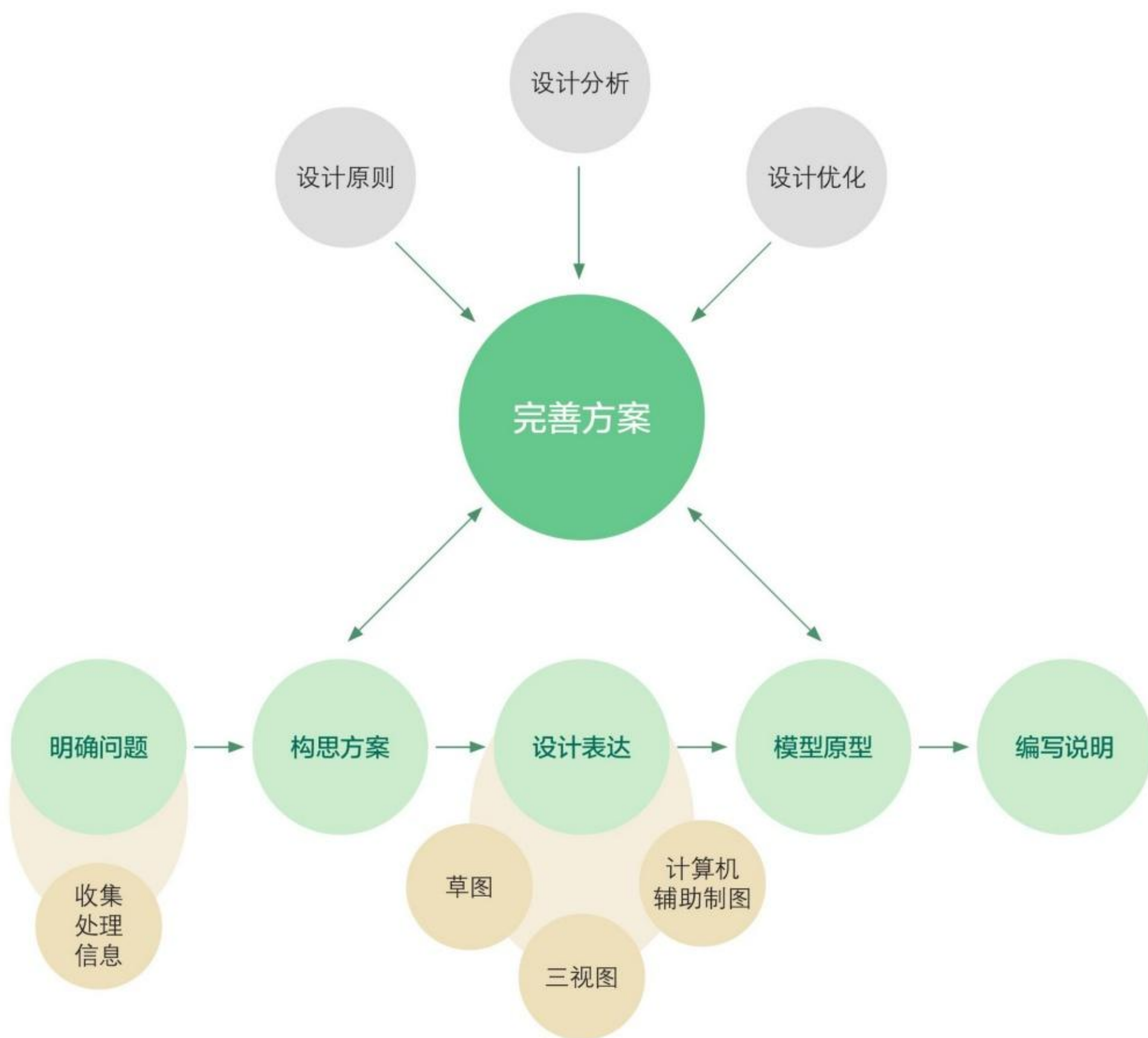


图2-78 技术设计过程

本章学习评价表

学科 核心 素养	课程内容/实践项目	评价指标	评价方式		
			自评	互评	师评
创新 设计	技术设计的一般 过程	知道设计的一般步骤			
		了解常用的构思设计方法			
		了解模型在设计中的作用			
		知道爬楼梯三支架组合轮的创新点			
	循迹小车底板设计	设计的作品有创新点			
	设计的原则、分析与 优化	知道爬楼梯三支架组合轮是如何优化的			
		能优化设计的循迹小车底板			
		知道技术设计的一般原则			
		学会设计分析的方法			
		熟悉设计方案优化的方法			
图样 表达	技术设计的表达	能识读简单图样			
		能绘制线、圆、曲线			
		能手绘简单产品形态草图			
		能绘制简单的三视图			
		能识读简单的三视图			
		能正确标注尺寸			
	计算机辅助制图	学会用一种简易绘图软件制图			
工程 思维	爬楼梯手拉车设计 方案	能对三种方案进行比较、权衡与决策			
	循迹小车底板设计	能根据需要安装的部件要求构思设计			
物化 能力	爬楼梯手拉车组合轮 模型	能制作爬楼梯手拉车组合轮模型			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

第三章 工艺及方案实现

中国古籍《天工开物》记载：“金木受攻而物象曲成”“水火既济而土合”。技术产品必须通过适当的材料和恰当的工艺来制造，这个过程就是技术设计方案的实现。

制作技术产品的适当材料如何选择？这就需要学习材料的分类、常见材料的性能、材料的选择以及常用材料的连接方式等。

常见的加工工艺或技术有哪些呢？一般有金属加工技术、木工加工技术、电子电工技术和数字加工技术等。

根据设计方案恰当选择加工工艺，加工所得的产品零部件，通过组装和调试，成为技术产品，最终完成技术设计方案的实现过程。

在这一章中，我们通过动手实践，学习如何实现技术设计方案，进一步培养或形成物化能力、图样表达、工程思维和创新设计等通用技术学科核心素养。

第1节 方案实现的材料

第2节 工艺技术基础

第3节 技术产品的组装与调试



第 1 节 方案实现的材料



学习目标

1. 了解材料及其分类。
2. 知道常见材料的性能及应用。
3. 能根据设计方案选择和规划材料。
4. 掌握一些常用材料的连接方法。

方案的实现，首先需要合适的材料。例如，在第二章中，设计了循迹小车底板，要实现这个设计方案，就要考虑小车底板选什么材料的问题。这就需要我们学习什么是材料，材料有哪些种类、特性，以及如何根据方案选择和规划材料等。

1.1 材料及分类

一、材料

材料是天然的或人工合成的资源，任何技术产品均由材料构成。材料是造型的要素之一，是实现技术设计方案的必要条件。技术设计的功能或形态都必须由加工后的材料实现。

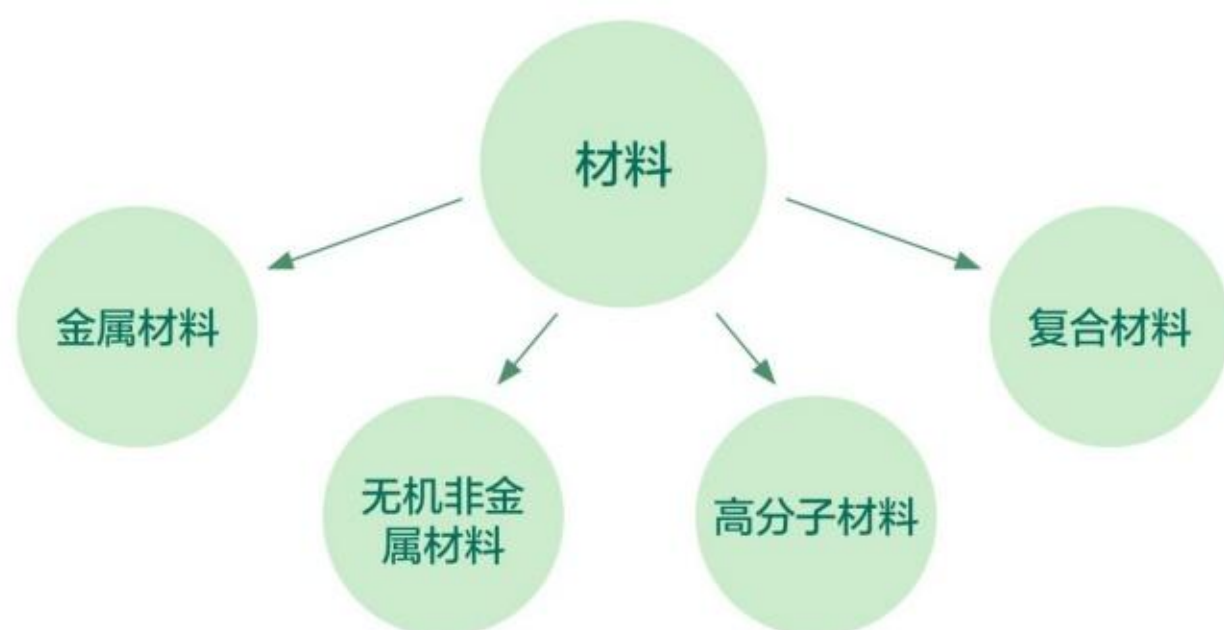
二、材料的分类

早期，人类能找到的材料都是未经加工的天然材料。例如，木材、藤条、兽皮、石头、天然金块等。木材、藤条、兽皮等属于有机材料。石头、天然金块等属于无机材料。石头与金块的特性又有很大的不同，金块之类的材料属于金属材料，石头之类的材料属于无机非金属材料。

有机材料现在一般指高分子材料，它主要由碳、氢、氧、氮、硅等元素形成的大量高分子长链聚集而成。分子链中的原子之间通过共价键连接，链与链之间一般通过弱的分子间力结合。金属材料主要由金属元素组成，内部原子通过金属键结合在一起。无机非金属材料主要有金属与非金属元素间的化合物，以及一些非金属的单质或化合物，如氧化物、硅酸盐、磷酸盐、氮化物、碳化物等，它

的内部原子以离子键、共价键或它们的混合键结合为主。

随着科技的发展，人类掌握了将不同材料加工混合成新材料的方法。这种混合的、性能更优的新材料都属于复合材料。于是，材料就可以分为金属材料、无机非金属材料、高分子材料、复合材料等，如图3-1所示。



除上述分类外，材料还有多种分类方法，例如，按照材料的成分、用途、性能等进行分类。

1.2 材料的性能

一般情况下，设计师不会用皮毛材料去造房子，也不会用橡胶材料制作日常服装的主体。这是因为不同的材料具有不同的性能和用途。设计师根据不同材料的性能来实现设计方案中各个不同部件的功能。

一、材料的使用和加工性能

材料在使用和加工过程中表现出来的特性，称为材料的性能，如图3-2所示。

1. 材料的使用性能

材料的使用性能是指材料在工作条件下所具备的性能，它包括物理性能、化学性能和机械性能等。物理性能是指材料在各种物理条件下所表现出来的性能，包括密度、熔点、导热性、导电性和磁性等。化学性能是指材料在室温或高温条件下抵抗外界环境化学侵蚀的能力，包括耐蚀性、抗氧化性和还原性等。

材料的机械性能，又被称为力学性能，是指材料在外力作用下

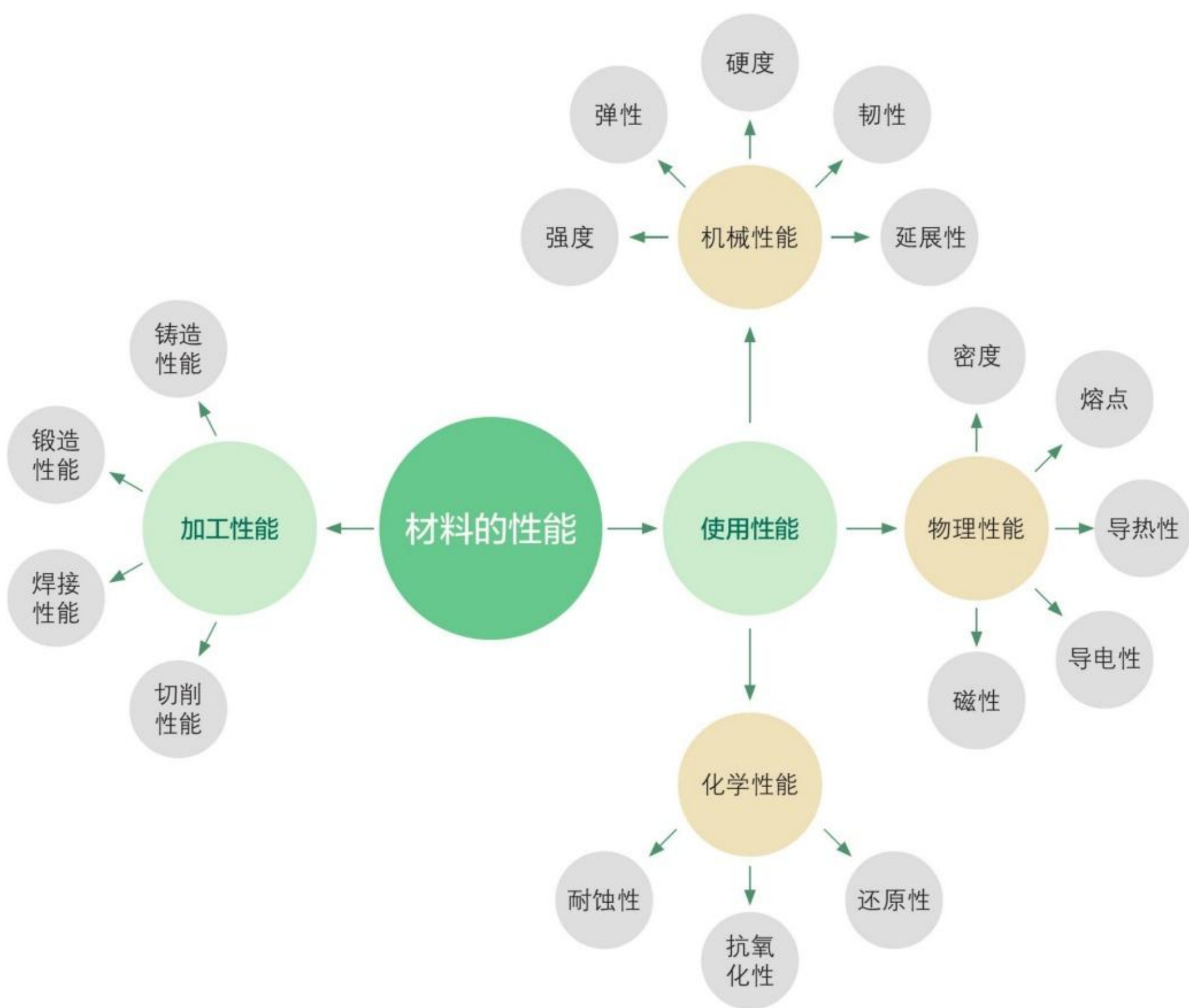


图3-2 材料的性能

表现出来的抵抗能力，是工程材料最主要的使用性能，主要包括强度、弹性、硬度、韧性及延展性等。

（1）强度。

材料的强度是指材料在外力作用下抵抗过度变形和断裂破坏的能力。强度是材料机械性能的一个重要指标，根据受力种类的不同主要分为以下几种。

- ① 抗压强度：材料承受压力的能力。
- ② 抗拉强度：材料承受拉力的能力。
- ③ 抗弯强度：材料抵抗弯曲不断裂的能力。
- ④ 抗剪强度：材料承受剪切外力的能力。

（2）弹性。

材料的弹性是指材料在外力作用时产生了变形，当外力移除后能恢复原先形状及尺寸的能力。钢材和木材都是高弹性材料。

(3) 硬度。

材料的硬度是指材料抵抗其他硬度更高的物体压入其表面的能力。比如铅笔上的型号6B、5B、HB、H、6H等表示铅笔芯的硬度，B是BLACK的缩写，意为黑度，代表石墨的含量；H是HARD的缩写，意为硬度。型号B前的数字越大代表石墨的含量越高，铅笔就越黑越软；型号H前的数字越大代表黏土的含量越高，铅笔就越硬越浅；HB硬度介于中间。

(4) 韧性。

材料的韧性是指材料抵抗冲击载荷而不被破坏的能力，是材料在发生断裂前进行一定塑性变形的特性。如金、铝、铜等金属是高韧性材料，玻璃、石墨则是低韧性材料。

(5) 延展性。

材料的延展性是指材料在拉应力或压应力的作用下，断裂前承受一定塑性变形的特性。常见金属都具有延展性。

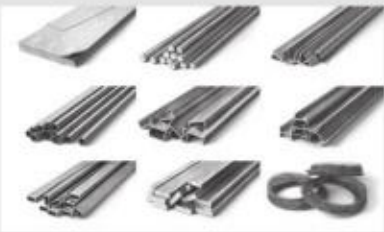
2. 材料的加工性能

材料适应实际生产工艺要求的能力，称为材料的加工性能，包括铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削性能等。通过对材料进行加工，可以获得某些优于原材料的性能。例如，经过锻造后的钢材，会具有更高的硬度和弹性。

二、常用材料的性能与应用比较

生活中有很多常见材料，本节主要从应用的角度介绍部分常见材料的性能，如表3-1所示。

表3-1 常见材料的主要性能与应用

材料名称	质感	使用性能	应用举例
金属材料 	质地坚硬，表面光滑，有金属光泽。常给人理性、坚定等感觉	强度高，硬度大，延展性强，密度、熔点高，导电性、导热性强，部分金属的化学性质活泼	机械零部件，建筑材料，导线等
木质材料 	质地粗糙，有纹理。常给人自然、古典等感觉	韧性、弹性大，顺纹方向与横纹方向的机械性能差别大。导热性、导电性弱，遇火燃烧但有一定耐火性能。部分刨花板、密度板等合成木材料含有甲醛，天然木材耐蚀性弱	家具，装饰，建筑材料等

续表

材料名称	质感	使用性能	应用举例
纸质材料 	质地轻、脆，表面光滑有纹理。常给人细腻、柔韧等感觉	横向和纵向的强度和韧性等都不同，一般情况下，抗拉强度和抗弯强度高，抗压强度和抗剪强度低。密度、熔点低，导热性、导电性弱。一般纸张的抗氧化性比较弱	报纸，书画，纸艺，纸板箱等
塑料材料 	质地轻便，色彩丰富。常给人优雅、俭朴等感觉	抗压强度、抗拉强度、抗弯强度高，抗剪强度低，韧性、弹性大。密度低，导热性、导电性弱。化学性能稳定	日常生活和办公用品，工业生产，医疗卫生用品等
玻璃材料 	质地脆，色彩多，透光性非常好。常给人高雅、精致等感觉	硬度很大，抗拉强度远低于抗压强度，是典型的脆性材料。导热、导电性弱。化学性能稳定	门窗，日用品，艺术品，医疗用具，化学仪器，电子仪表等
橡胶材料 	质地软、高弹，耐磨，无光泽。常给人稳重、忍耐等感觉	日常温度下韧性、弹性大，抗振动效果较强。熔点低，导热性、导电性弱。抗氧化性、耐腐蚀性弱	轮胎，防振部件，黏合剂，胶带软管，电线电缆的绝缘层等

思考 & 练习

除了上述表格中的材料，还有哪些你了解的新材料？可以查阅相关资料后，在表3-2中进行相应补充。

表3-2 新材料的性能与应用举例

材料名称	质感	使用性能	应用举例

1.3 材料的选择与规划

设计方案是通过材料物化实现的。虽然，科技已经达到可以根据特殊设计需要来研发新材料的水平，但是，一般技术设计方案的实现，还是在现有材料中进行选择和规划。

一、选择材料

在技术设计方案的实现过程中，能否正确、合理地为每个零部件选择材料，直接影响技术产品的性能、成本、外观、制作流程等。

1. 选择材料的一般原则

产品是用来满足人的需求的，产品方案实现的选材要保障其在生产和使用过程中的安全性。材料选择还要从节约利用、减少环境破坏与污染等方面考虑，尽量选取再生、可再生和储藏量丰富的材料资源。制作产品的原材料还要符合国家的政策和法规要求。在保证实用功能的同时，合理运用材质自身的表面特征，努力使产品的实用与审美达到和谐统一。同时，还要分析材料的经济因素，优先选用价格低廉、运输及回收处理费用低的材料。并且，尽可能选用产品使用者的社会文化认同的材料，契合他们的文化特征。选择材料的一般原则如图3-3所示。



图3-3 选择材料的一般原则

2. 选择材料的方法

除了选择材料的一般原则，还可以从产品的使用性能及材料的加工性能等方面进行综合分析和试验，以此作为选择材料的依据。必要时还要通过力学计算，才能准确选择所需材料。



案例

轴类零件材料选择

轴类零件是五金配件中经常遇到的典型零件之一，它主要用来支撑传动零部件、传递扭矩和承受载荷，按轴类零件结构形式不同，一般可分为转轴（如图3-4所示，笔记本电脑翻开和闭合的轴）、心轴（如图3-5所示，自行车前轮轴）和传动轴（如图3-6所示，机动车驱动轴）等。



图3-4 转轴



图3-5 心轴



图3-6 传动轴

(1) 轴类零件工作条件分析。

转轴在工作时，承受弯曲和扭转应力的复合作用，心轴只承受弯曲应力，传动轴主要承受扭转应力。此外，轴还会承受一定程度的过载和冲击。

(2) 轴类零件的主要失效形式。

- ① 断裂，大多是疲劳断裂。
- ② 磨损，轴的相对运动表面的过度磨损。
- ③ 形变，发生过量扭转或弯曲变形。
- ④ 腐蚀，有时可能会发生腐蚀失效。

(3) 轴类零件的主要性能要求。

- ① 具有足够的强度及良好的韧性，以防止断裂及过量变形。
- ② 具有高的疲劳强度，防止疲劳断裂。
- ③ 在相对运动的摩擦部位，应具有较高的硬度和耐磨性。
- ④ 具有一定的淬透性（可硬化性），保证轴的淬透深度为半径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

(4) 轴类零件的材料选择及处理工艺。

根据工作条件、失效形式及性能要求的分析，不同种类的轴选择的材料及处理工艺如表3-3所示。

表3-3 轴类材料的选择及处理工艺

轴的种类	选择的材料	处理工艺
轻载、低速的轴	可选Q235、Q255、Q275等型号钢	通常不进行热处理
中等载荷且精度要求一般的轴	可选优质碳素结构钢，如35、40、45、50等型号钢	一般要进行热处理
受较大载荷或要求精度高的轴以及处于强烈摩擦或高、低温等恶劣条件下工作的轴	应选合金钢	根据合金钢的种类应采用复杂的热处理

二、标准件的选择

在现代生活和生产中，人们越来越多地使用标准件，而不是用原始材料从头加工。标准件是指结构、尺寸、画法、标记等各个方面已

经完全标准化，并由专业工厂生产的常用的零（部）件，如螺纹件、键、销、滚动轴承等。

常用标准件包括标准化的紧固件、连接件、传动件、密封件、液压元件、气动元件、轴承、弹簧等机械零件，如表3-4所示。

标准件的使用可以极大地节省产品的制造成本，同时，对于产品的维护和维修也提供了便利。所以设计人员在对零件进行选材时，应首先选择标准件。

表3-4 常用标准件

		
紧固件	连接件	传动件
		
密封件	液压元件	气动元件
		
轴承	弹簧	

三、规划材料

规划材料一般是指在满足设计、加工等要求的前提下,将所有需要的零件,按照尺寸大小及形状规格,在选定的板材上进行科学的排列,以最小面积或最短长度排出用料定额。其目的就是提高材料的利用率,降低产品成本。

规划材料按照从外向内、先大后小、先主后次的顺序进行规划,排列时“平直对平直、凹形对凸形”合理排放。对于木材料或服装面料等有纹理朝向或图案的材料,要预估好成品的纹理一致、图案对称等要求,避免不必要的损失。

规划材料的常用方法有复写纸法、样板法、直接画法、计算机辅助设计等,如图3-7至图3-10所示。

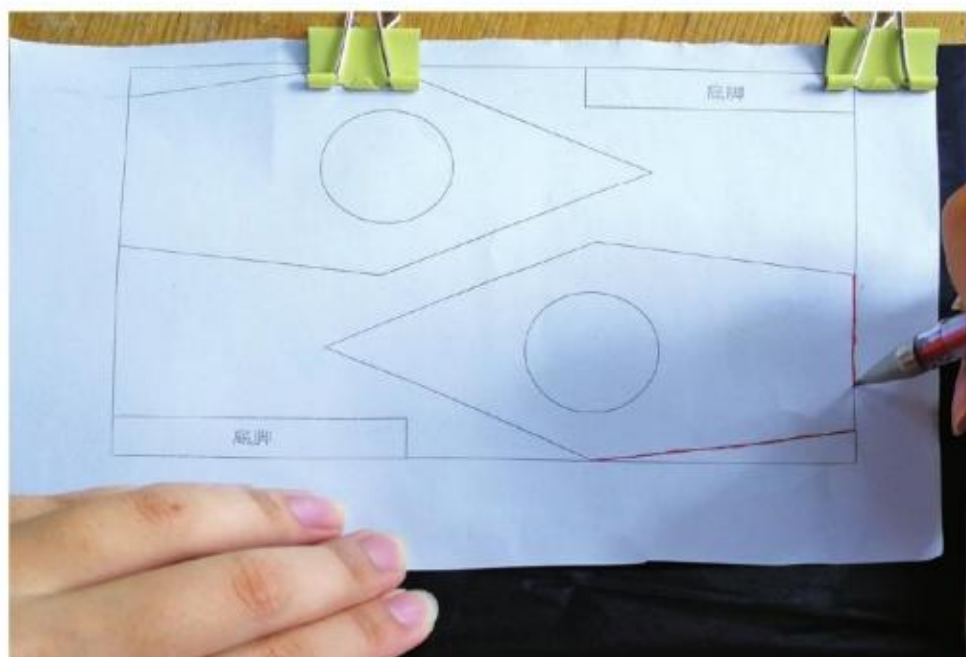


图3-7 复写纸法



图3-8 样板法



图3-9 直接画法

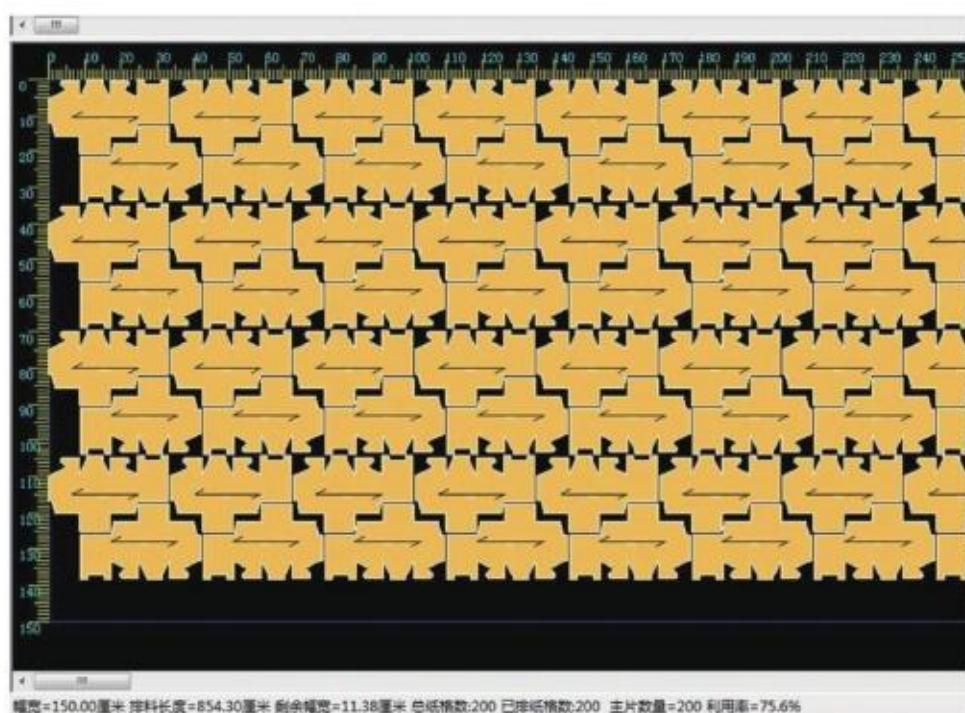


图3-10 计算机辅助设计



设计 & 操作

如图3-11为钥匙收纳盒的实物图及零件图,请参考该图纸,分别在2块规格为 $160\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 及1块规格为 $190\text{ mm} \times 130\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 的桐木板上规划材料,并说明制作此钥匙收纳盒选用哪种规格的桐木板更合理。

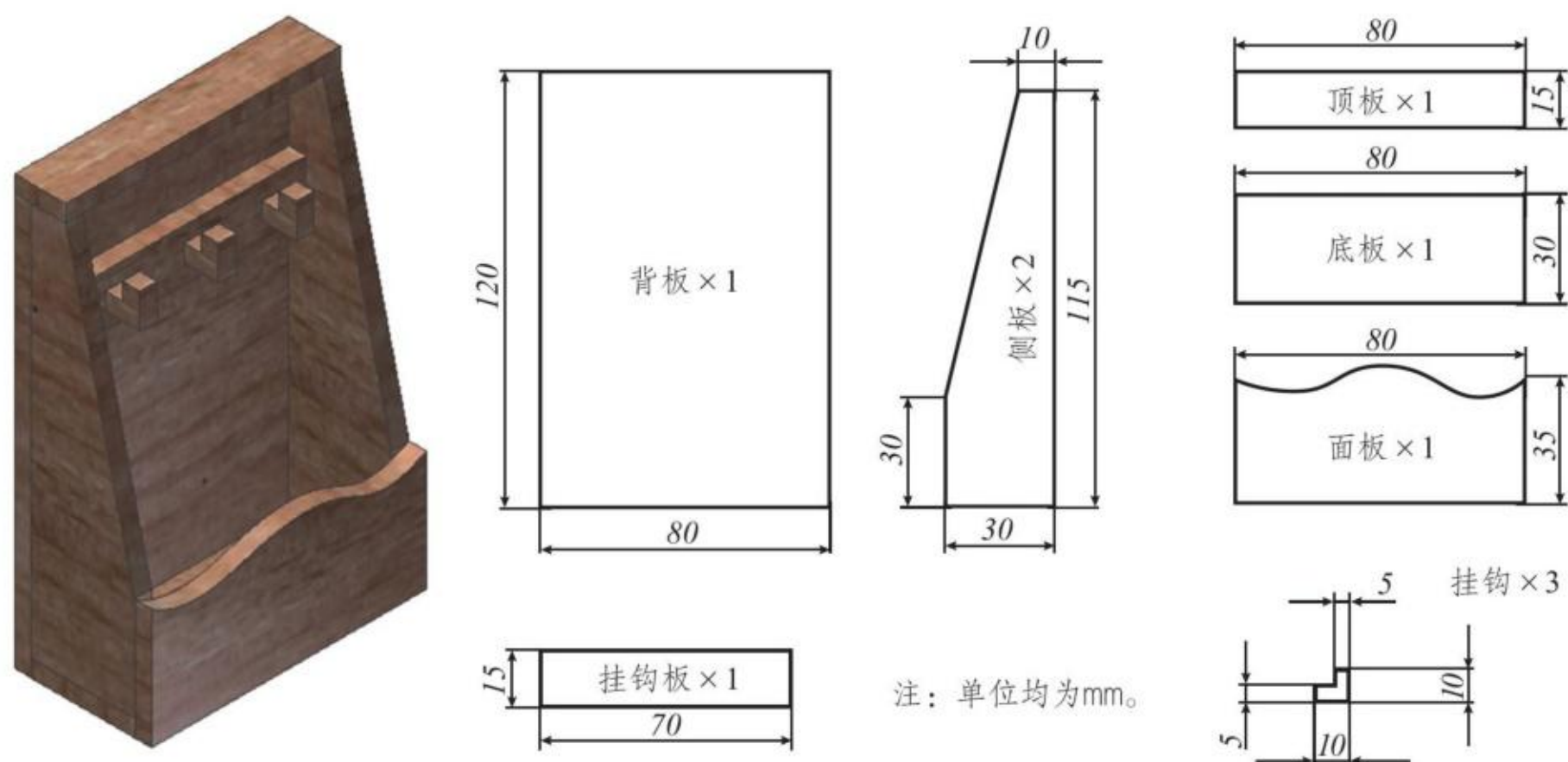


图 3-11 钥匙收纳盒

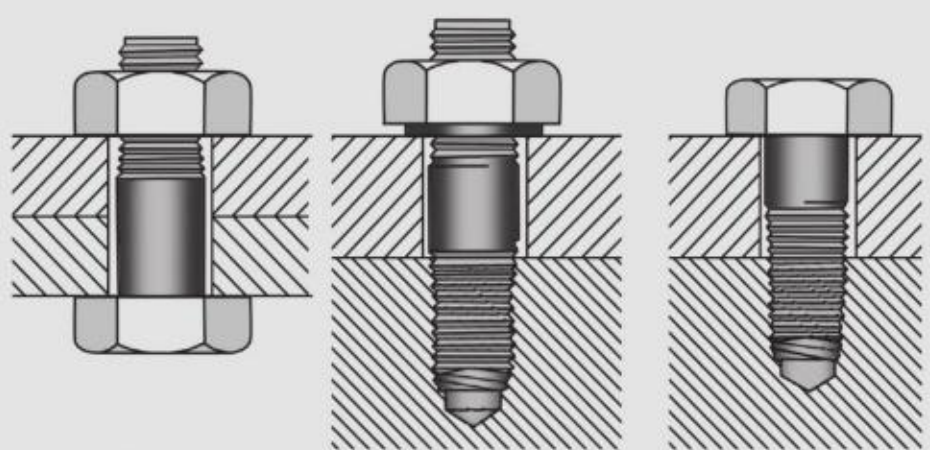
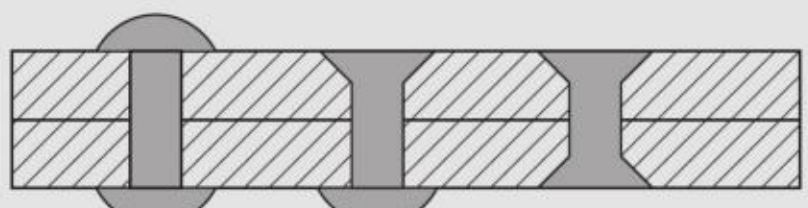
1.4 常见材料的连接

技术产品的物化过程中，材料和材料之间需要用一些固定或者半固定的方式连接起来。采用什么样的连接方式，需要根据材料性质、使用场合及技术产品的功能等决定。常见材料的连接方式如表 3-5 所示。

表 3-5 常见材料的连接方式

连接方式	典型图示	应用说明
榫卯连接		木材料连接中的主要形式之一，常用于对连接工艺水平要求较高的家具制作、建筑工程等
钉连接		木材料连接中常见的固定连接方式，常用于对连接工艺水平要求不太高的日常家具制作和装修工程等

续表

连接方式	典型图示	应用说明
销连接		主要用于定位、过载保护和轴与毂组合连接，适用于有一定强度和硬度的材料
卡扣连接		用于零部件之间的嵌入或整体闭锁，通常用于连接两个需要经常拆开的零件，日常的卡扣连接常使用具有一定韧性的塑料材料
螺纹连接	 螺栓连接 双头螺柱连接 螺钉连接	一种广泛使用的可拆卸的固定连接。可用于同种材料之间的连接，也可以用于不同种材料之间的连接
铆钉连接	 圆头 半埋头 埋头	铆钉有空心和实心两大类。实心铆钉连接多用于受力大的金属零件的连接；空心铆钉连接用于受力较小的薄板或非金属零件的连接
胶连接		不仅适用于同种材料的连接，也适用于不同材料的连接。是木材料、玻璃材料等主要的连接方式，也是纸质材料、塑料材料常用的连接方式

续表

连接方式	典型图示	应用说明
焊接	 锡焊  电焊  气焊	锡焊一般用于电子元件以及铜、铁小金属的连接。电焊适用于大件金属连接。气焊主要用于金属薄板焊接或有色金属焊接
热熔连接		主要用于热熔后可塑性较好的材料。金属与金属、塑料管材与管件、金属复合管材与管件等都可以使用热熔连接方式



拓展阅读

榫卯连接

榫卯连接是在两个木构件上所采用的一种凹凸结合的连接方式。凸出部分叫榫，凹进部分叫卯，榫和卯咬合，起到连接作用。榫卯是中国传统木作的一种构件连接技术，充分体现了我国劳动人民的智慧和创造精神。它是中国古代建筑、

家具及其他器械的主要连接方式，十分稳固和牢靠，并避免了钉子对木材的破坏。榫卯作为中国传统文化的一部分，目前已知可追溯到浙江省余姚市的河姆渡文化遗址，其出土文物证实我国在七千年前的新石器时代，就在大量的木构件中使

用了榫卯结构。

榫卯组成的斗拱结构不但可以承受较大的荷载，而且在外力冲击下会产生一定的变形，起到减震缓冲的作用。北京故宫，如图3-12所示，在过



图3-12 故宫的榫卯斗拱结构

去的600年间，经受住了多次地震。故宫专题纪录片《紫禁城的秘密》中，科学家运用故宫模型，仿真验证了复杂的榫卯斗拱结构能使建筑物在10级地震中岿然不动，再现了先辈们的智慧。

榫卯连接的方式很多，日常生活中木材料连接中常见的拼接和插接，也属于榫卯连接方式，如图3-13所示。

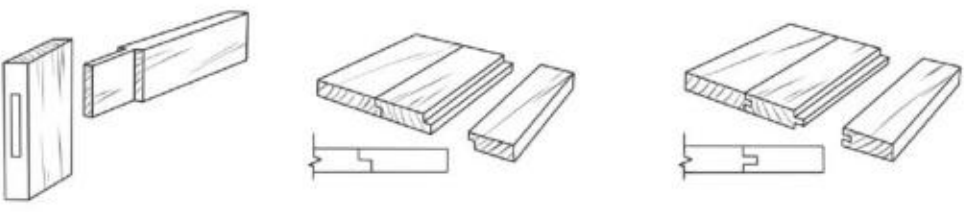


图3-13 拼接和插接



设计 & 操作

请写出循迹小车各部件选用的材料以及选择原因，并在表3-6中填写可能会用到的材料连接方式。

表3-6 循迹小车各部件的材料及连接方式选择

小车部件	材料	选择材料原因	连接方式
车身外观	纸板 木材	1. 有一定防撞弹性 2. 便于后期美工制作	插接、螺纹连接

第2节 工艺技术基础

学习目标

1. 掌握简易金工、木工、电子电工常用工具的一些使用方法。
2. 学会根据设计方案和产品用途选择与规划材料，以及选择适当的加工工艺。
3. 了解激光切割机、三维打印机等数字化加工设备的使用方法。

工艺是指劳动者利用生产工具，按不同的设计要求，对原材料或半成品进行加工和处理，以达到预期要求的各种科学方法和技术的统称。当循迹小车底板的材料确定好之后，就要根据不同材料选择相关工艺进行加工，才能制作出符合设计要求的底板。这一节，我们将学习工艺技术基础知识和掌握基本操作技能。

2.1 金属加工技术

金属加工简称金工，是一种把金属材料加工成为物品、零件、组件的工艺，被广泛应用在科学、工业、艺术品、手工艺等不同的领域。

本节介绍金属加工中的基础工艺——钳工。钳工是切削加工、机械装配和修理作业中的手工作业，主要工艺包括划线、锯削、锉削、钻孔加工等。

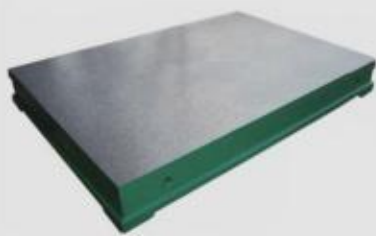
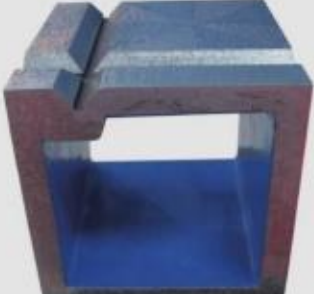
一、划线

划线是指根据图样或实物的尺寸，使用划线工具，准确地在工件表面划出加工界线的操作。

1. 常用钳工划线工具

划线一般在划线平台上操作。划线时，为了能在工件表面留下清晰的痕迹，要使用划针或者划规，用直尺或角尺等工具辅助，在工件上划出符合设计要求的线条。高度尺和方箱不但可以辅助划平行线或垂直线，也是检验平行度和垂直度的主要工具。划线后一般还要用样冲在某些关键位置打出样冲眼，以使标记更加清晰、明确，便于加工。表3-7展示了钳工划线的一些主要工具。

表3-7 钳工划线工具

			
划线平台	划针	划规	钢直尺
			
角尺	高度尺	方箱	样冲

2. 钳工划线的一般步骤

- (1) 检查毛坯，去除不安全毛坯刺。
- (2) 根据图纸确定划线基准。

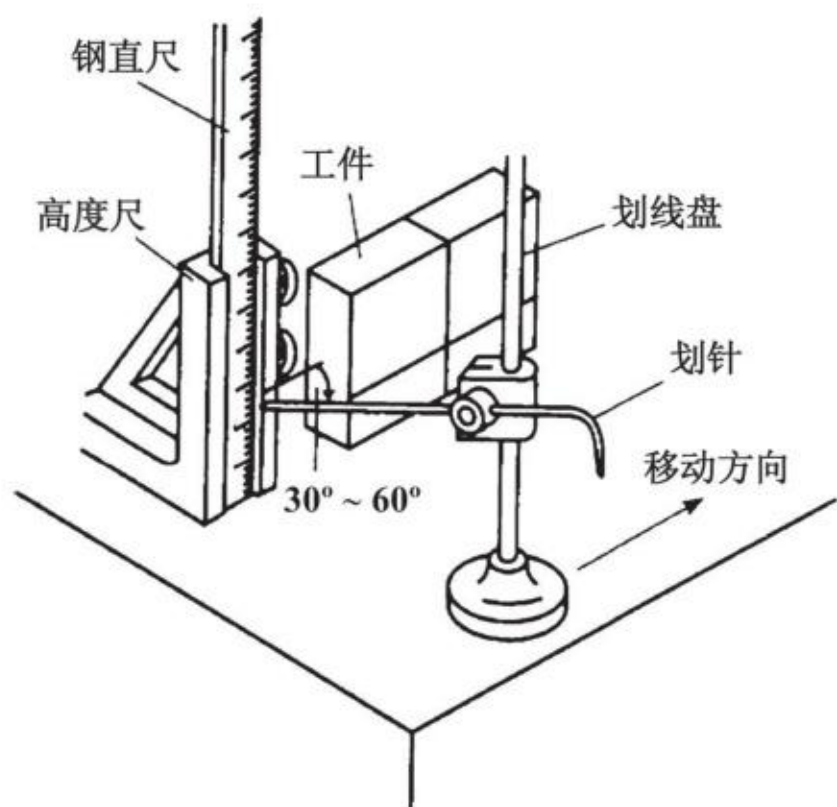


图3-14 划线盘和工件安放

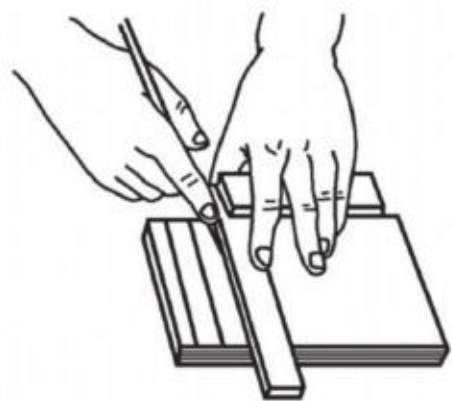
- (3) 在工件表面涂色。

- (4) 正确安放工件。

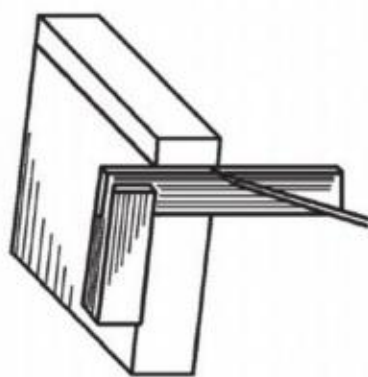
工件的安放以方便划线操作为原则。形状规则的工件注意水平，形状不规则的工件注意定位，如图3-14所示。

- (5) 选用划线工具划线。

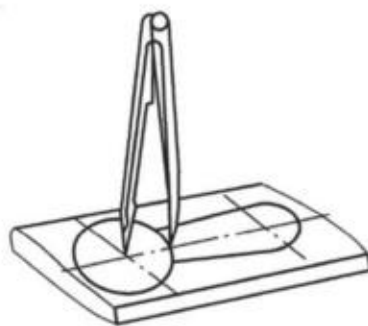
根据工件划线部位及要求，选择不同的划线工具进行划线。例如，划针用来划直线或曲线，划规用来划圆弧，角尺在划线时用作划垂直线或平行线的导向工具，工件上某些水平线可以借助高度尺来划线，如图3-15所示。



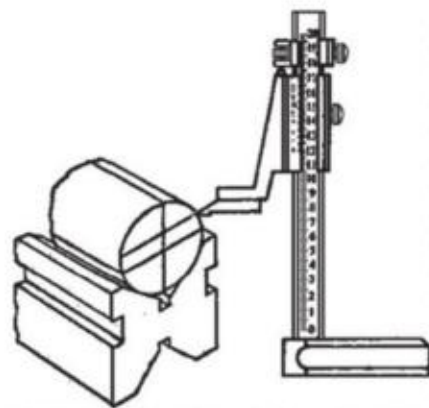
(a) 划平行线



(b) 划垂直线



(c) 平面划线



(d) 立体划线

图3-15 划线工具的选择

用划针划线时针尖要紧靠导向工具（如钢直尺）的边缘，并用手压紧导向工具。划针向划线方向倾斜一定角度，如图3-16甲所示；划针上部倾斜与水平垂直方向成 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 夹角，如图3-16乙所示。

(6) 检查划线的精度以及线条有无遗漏。

(7) 在线条上打样冲眼。

在线条上打样冲眼可以使加工线更加明确，交叉、转折处必须打上样冲眼，打样冲眼时样冲尖应对准所划线条正中，如图3-17所示。

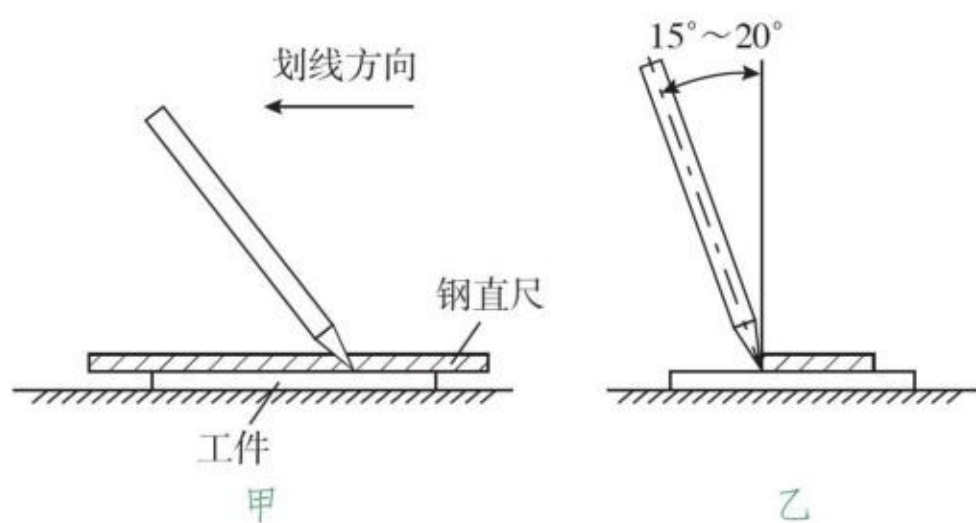


图3-16 针尖位置

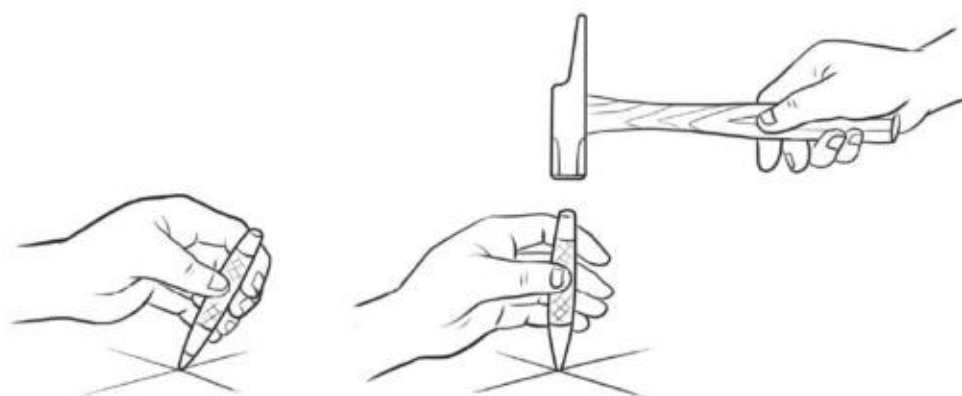


图3-17 样冲的用法

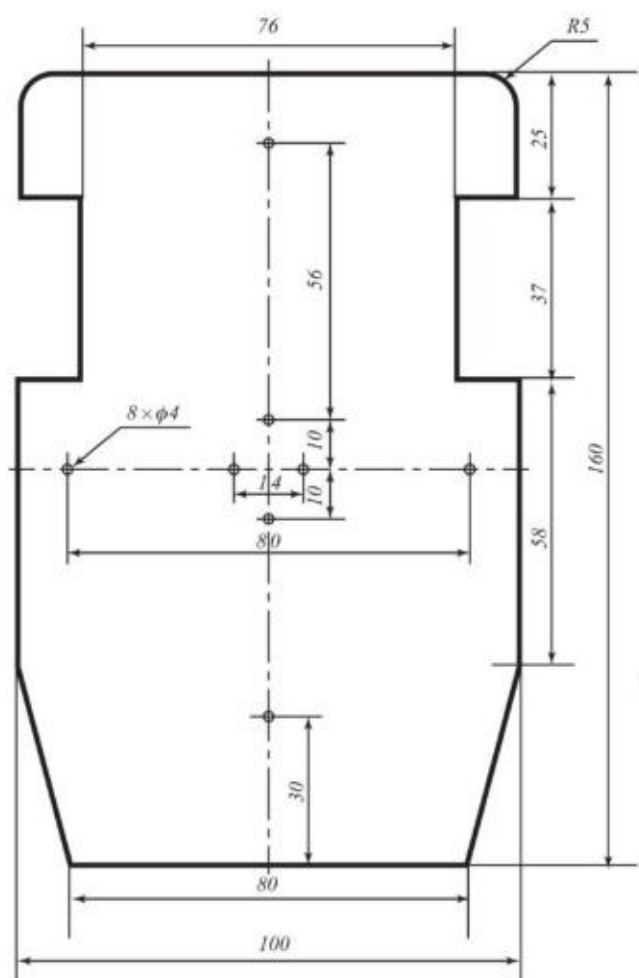
 讨论 & 交流

请参考图3-18, 分析划线误差过大和划线划歪的原因。



图 3-18 划线误差过大与划线划歪

 设计 & 操作



请参照图3-19所示的循迹小车底板加工图纸，在铝金属薄板上，选择划线基准，完成底板外轮廓划线操作，并根据表3-8所列项对操作进行评价。图3-19标注的尺寸仅供参考，请根据电路控制板、车轮、电池盒等实际大小调整尺寸。

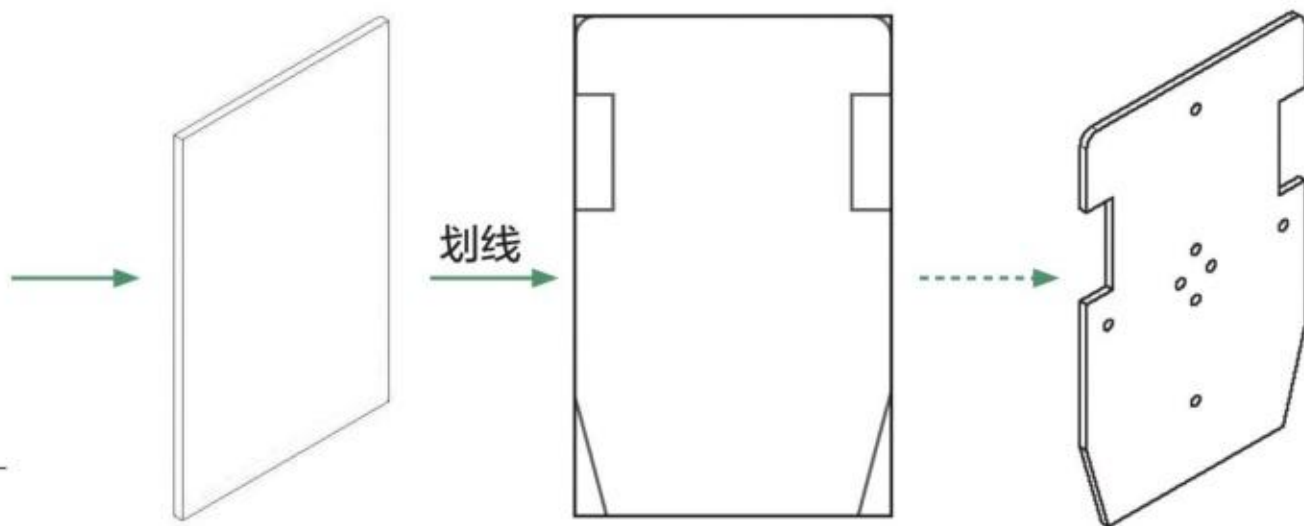


图3-19 循迹小车底板的划线操作

表 3-8 划线操作评价表

序号	操作内容	要求和效果
1	检查毛坯，去除不安全毛坯刺	没有伤手锐边、尖角及毛坯刺
2	根据图纸确定划线基准	你选择的划线基准是 _____
3	在工件表面涂色	涂色均匀并与工件颜色有反差
4	正确安放工件	你划线的工件安放方式是 _____
5	选用划线工具进行划线	你选用的划线工具是 _____
6	检查划线的精度以及线条有无遗漏	你一共需要划线 _____ 处
7	在线条上打样冲眼	在线条交叉处打样冲眼
8	划线完成后工具整理	划线完成后工具回归原位

讨论 & 交流

若给孔的位置划线应该怎么划？底板外轮廓划线时能否把孔的位置一起划出？此时一起划线的利与弊各是什么？

二、锯削

锯削是运用锯切工具把工件加工成所需形状的切削方法。

1. 锯削的主要设备及工具

(1) 台虎钳。

台虎钳是钳工中的重要设备，台虎钳的构造如图 3-20 所示。

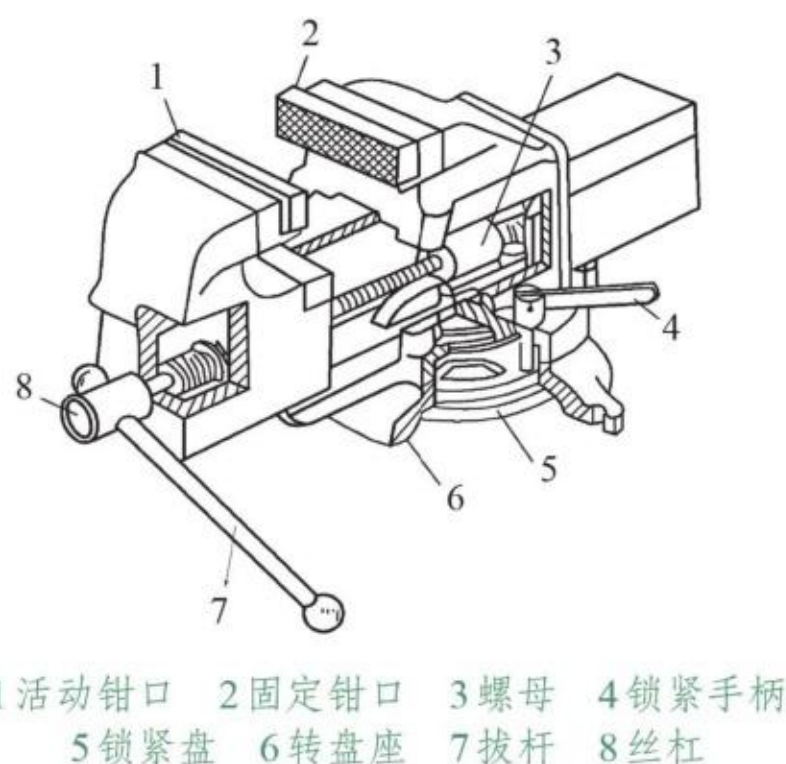


图 3-20 台虎钳构造图

(2) 手锯。

锯削的常用工具手锯由锯弓和锯条组成，如图3-21所示。安装锯条时锯齿应向前，松紧应适当，不能有歪斜和扭曲，否则锯削时锯条易折断。

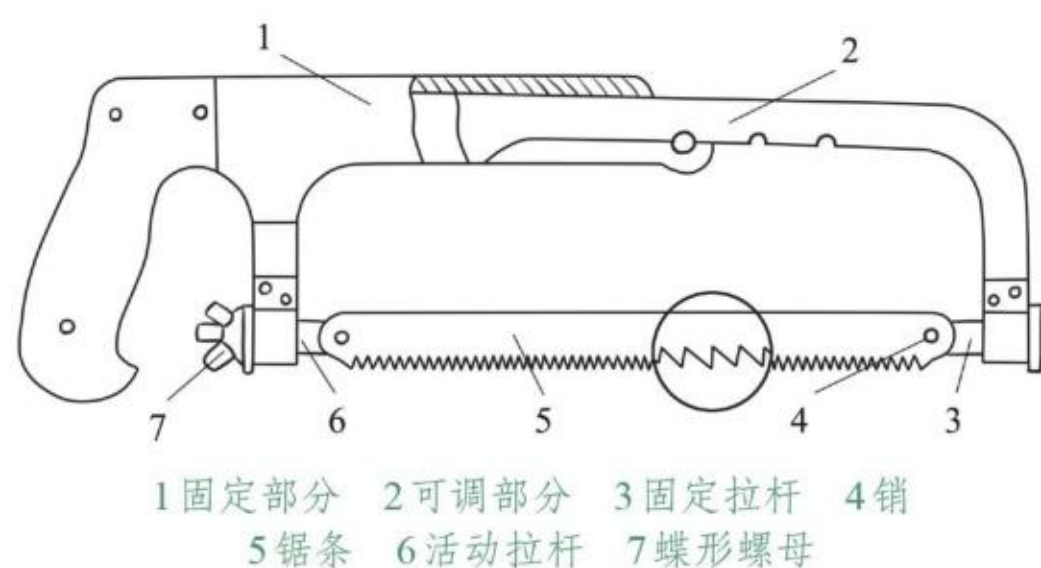


图3-21 可调锯弓式手锯

锯削要根据加工材料的硬度和厚薄选择不同的锯条，如图3-22所示。锯削铝、铜等软材料或厚材料时，应选用粗齿锯条。锯削硬钢、薄板及薄壁管子时，应该选用细齿锯条。锯削软钢、铸铁及中等厚度的工件则多用中齿锯条。厚度1 mm以下的薄板一般不适合锯削加工。

2. 钳工锯削的一般步骤

(1) 工件装夹。

锯削操作，因为需要使用较大强度的力，通常用台虎钳夹持工件。如图3-23所示，夹持工件时，工件伸出台虎钳钳口不应过长，锯线距台虎钳侧边缘10~20 mm，防止工件在锯削时产生振动；锯割线应和钳口垂直，惯用右手的操作者应把工件装夹在台虎钳的左边，以便操作。工件装夹时，既要夹紧，又要防止变形和夹坏已加工表面。

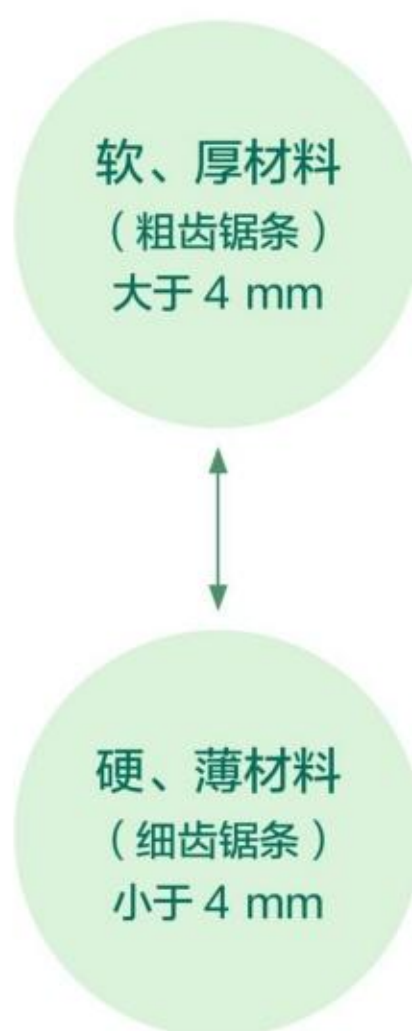


图3-22 锯条的选择

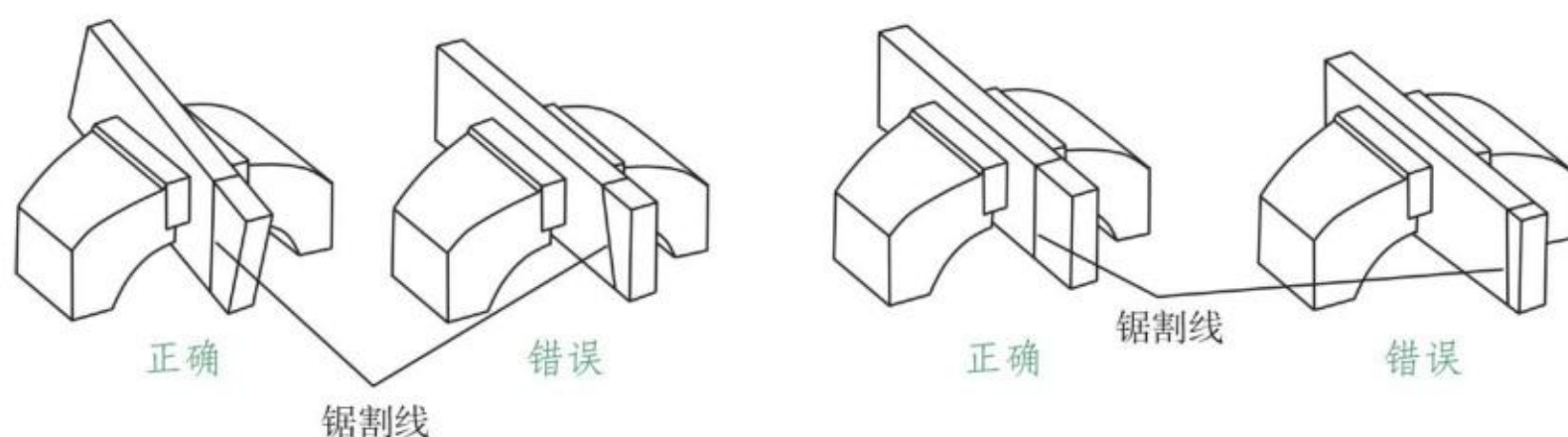


图3-23 工件的装夹

(2) 起锯。

起锯是锯削工作的开始，良好的起锯可以提高锯削效率。在钳工锯削时，一般从工件远离自己的一端起锯，起锯倾斜角度以不超过 15° 为宜，锯齿逐步切入材料，不易被卡住，这种方式称为远起锯。为使起锯的位置准确和平稳，起锯时可用左手大拇指挡住锯条的方法来定位，如图3-24所示。起锯的位置应在锯割线外 $1\sim 2\text{ mm}$ 处，以保证锯削后留有足够的加工余量，便于后续加工。起锯时行程要短，压力要小，当锯齿切入工件 $2\sim 3\text{ mm}$ 后，才能开始正常锯割。

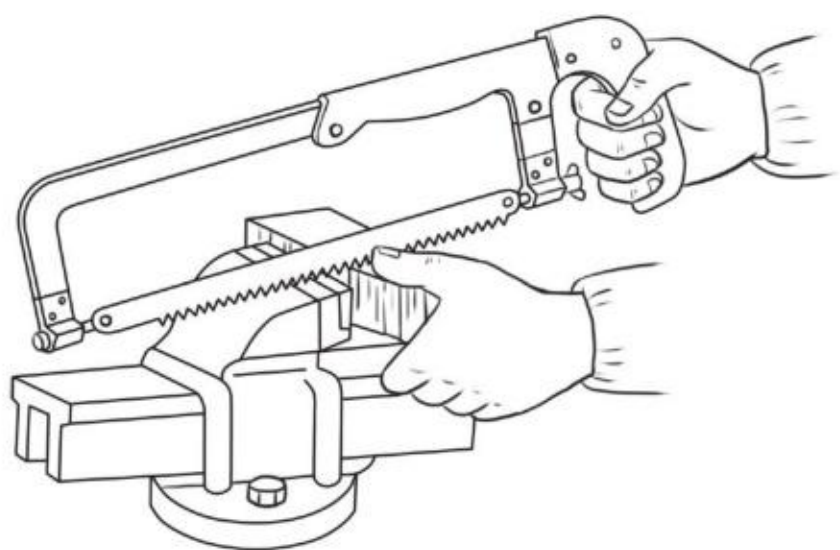


图3-24 起锯

(3) 运锯。

起锯完成后便进入了使用手锯往复运动进行锯削的运锯阶段。手锯推出时为切削行程，应施加压力，如图3-25所示，返回行程不切削，不施加压力做自然拉回。运锯速度以每分钟往复 $20\sim 40$ 次为宜，速度过快锯条容易磨钝，反而会降低切削效率。运锯时一般推拉锯弓的往复长度不应小于锯条长度的三分之二并且始终以锯割线为参考，保证锯路的直线度。



图3-25 运锯

(4) 收锯。

工件将要被锯断时压力要小，避免压力过大使工件突然断开，手向前冲造成事故。此时要用左手扶住工件断开部分，避免掉下砸伤脚或损坏工件。锯削完毕，应将锯条放松保存，不要卸下锯条，以免锯弓零件丢失。



拓展阅读

锯 削 姿 势

锯削时站立姿势：身体正前方与台虎钳中心线成约 45° 角，右脚与台虎钳中心线成 75° 角，左脚与台虎钳中心线成 30° 角，如图3-26所示。

锯削时握锯姿势：右手握柄，左手扶弓，如图3-27所示。推力和压力的大小主要由右手掌握，左手压力不要太大。

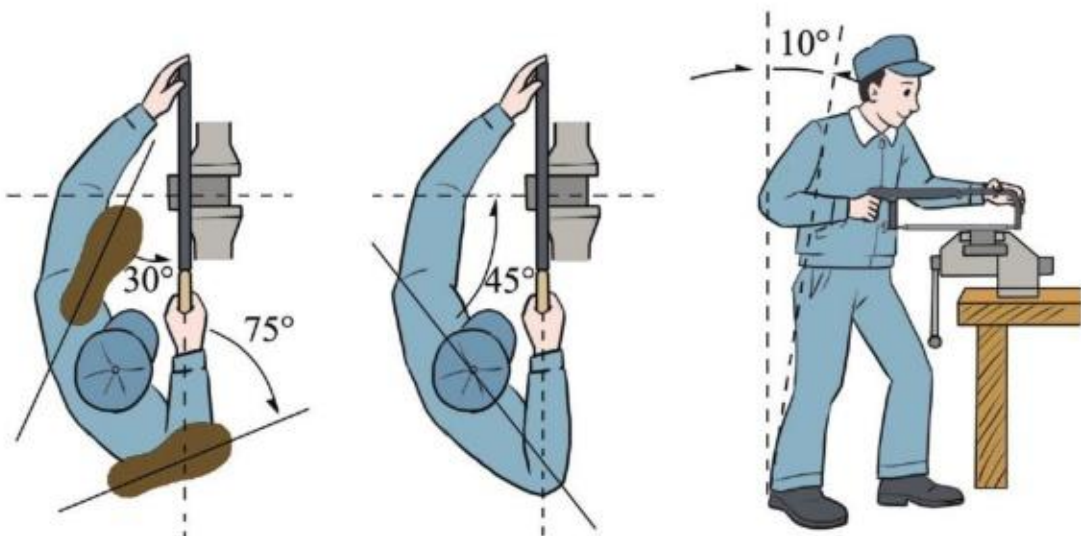


图3-26 锯削站立姿势

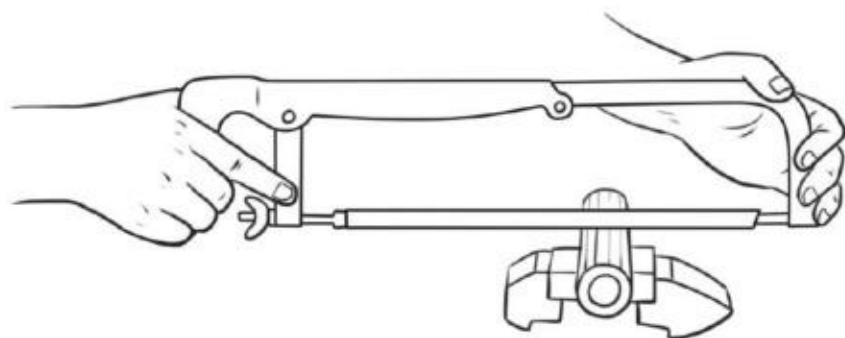


图3-27 握锯姿势



设计 & 操作

请根据已完成划线的底板进行锯削操作，去除多余的金属材料，如图3-28所示，并根据表3-9对操作进行评价。

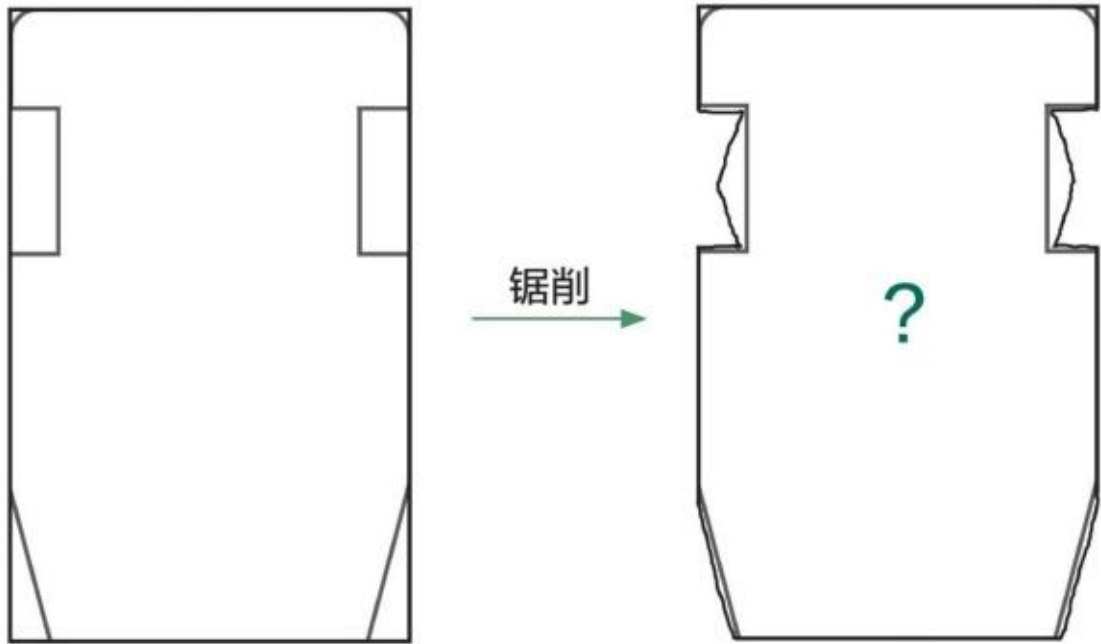


图3-28 循迹小车底板的锯削操作

表3-9 锯削操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	工件装夹合理牢固			
2	起锯准确			
3	运锯速度和锯条往复长度合理			
4	收锯规范			
5	锯缝与所划线条平行			
6	保留1 mm左右的加工余量			
7	操作规范安全			
8	操作后清理场地			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。



讨论 & 交流

请同学们讨论和交流循迹小车底板外轮廓两侧凹槽如何锯削。

三、锉削

锉削是使用锉刀对工件表面进行切削加工，使工件达到设计要求的尺寸、形状和表面粗糙度的操作。

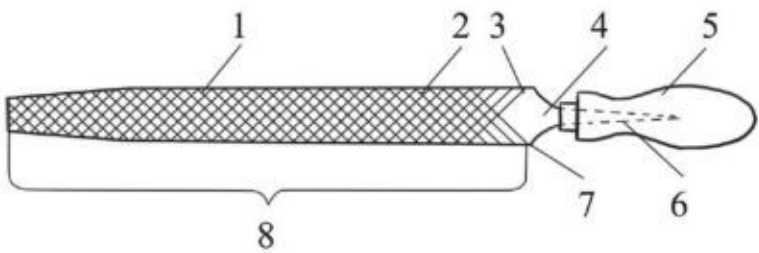
1. 锉削的主要工具及种类

(1) 锉刀。

锉刀基本由锉身和锉柄两部分组成，其中锉身包括锉刀面、锉刀边、底齿、面齿，如图3-29所示。钳工锉还有锉刀尾、锉刀舌等部分。

(2) 锉刀的种类。

在金属加工中，平面、曲面、外表面、内孔、沟槽和各种形状复杂的表面都需要锉削加工，这就要求操作者能根据不同的加工要求，合理选择如表3-10所示的不同的锉刀进行加工，以达到加工要求。



1 锉刀面 2 锉刀边 3 底齿 4 锉刀尾
5 木柄 6 锉刀舌 7 面齿 8 锉身

图3-29 锉刀的构造

表3-10 锉刀的种类

普通钳工锉		异形锉	整形锉
平锉			
方锉			
圆锉			
半圆锉			
三角锉			

2. 锉削方法

(1) 工件装夹方法。

锉削时，工件应尽量装在台虎钳中间位置，工作面朝上距钳口5~10 mm，伸出部分不可过高，如图3-30所示。工件夹持要牢固，但不能将工件夹至变形。特殊几何形状的工作件，夹持时要加衬垫。



图3-30 工件装夹

(2) 锉刀的握法。

如图3-31所示，不同型号的锉刀有不同的握法，正确握持锉刀有助于提高锉削质量。锉刀必须装柄使用，以免刺伤手腕，松动的锉刀柄应装紧后再用。

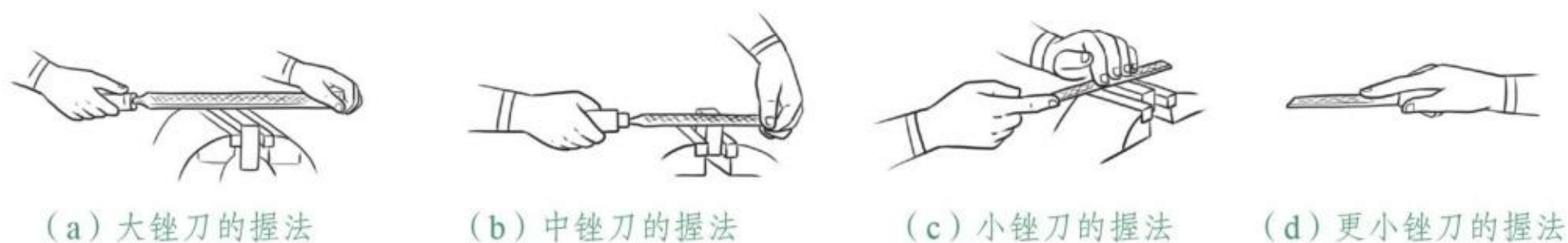


图3-31 锉刀的握法

(3) 锉削姿势。

锉刀的平直运动是锉削的关键，锉削时两手压力大小的变化要保持对工件的力矩相等，确保锉刀平直运动。锉削时速度一般为每分钟30~60次，过快，操作者容易疲劳，且锉齿易磨钝；过慢，切削效率低。如图3-32所示，锉削过程中的正确姿势，能减轻操作者的疲劳，并可提高锉削质量和效率。

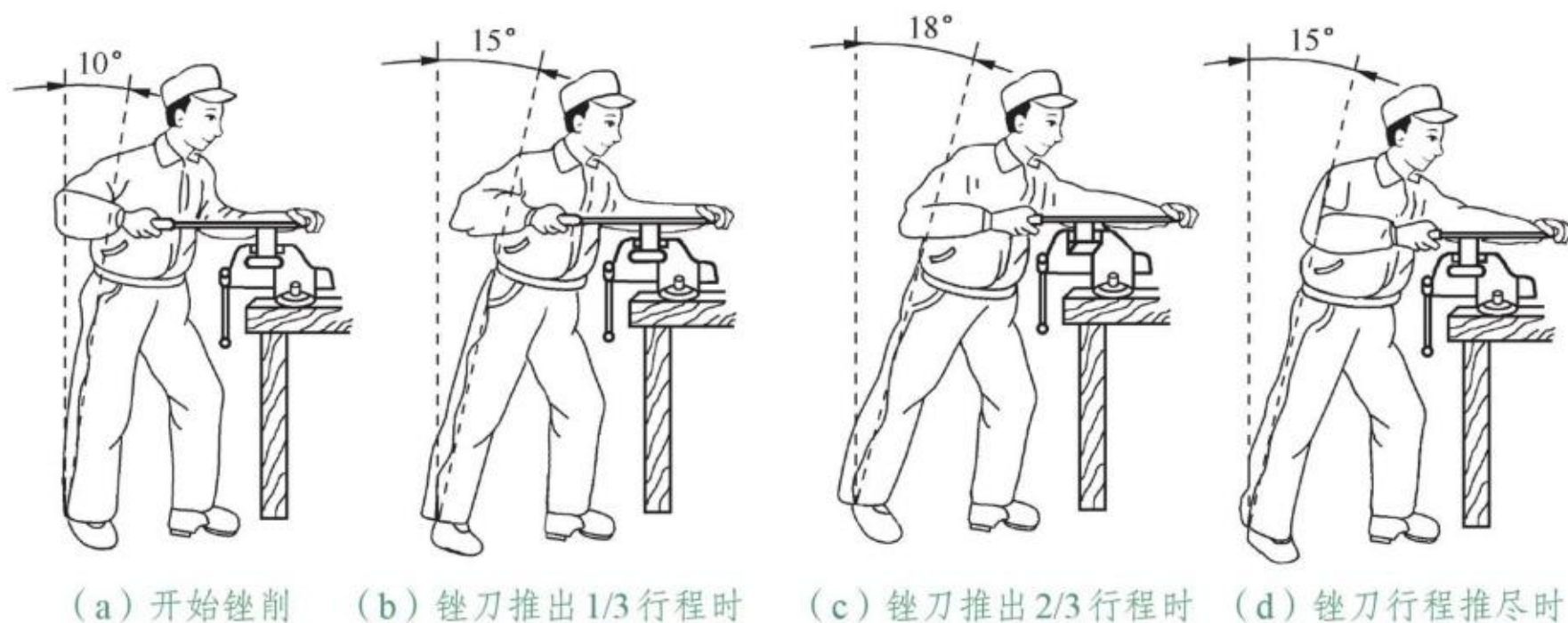


图3-32 锉削过程身体的姿势

(4) 锉削方法。

根据加工面的不同，锉削分为平面锉削、弧面锉削、球面锉削等。平面锉削是锉削加工基本类型，平面锉削的方法有顺向锉、交叉锉、推锉等，如图3-33所示。

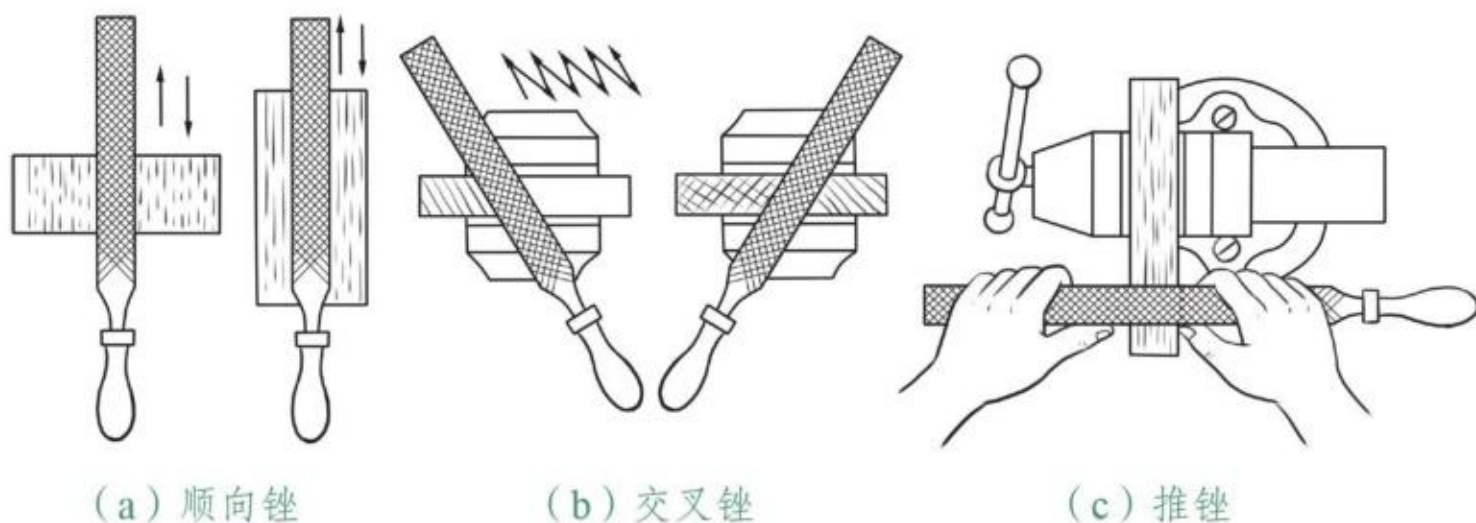
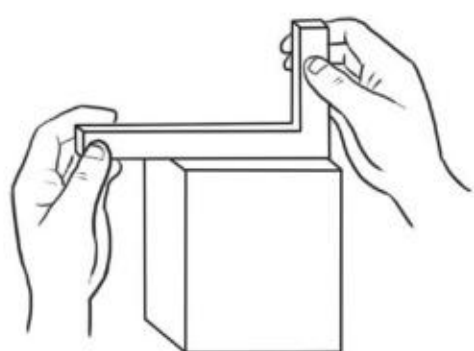
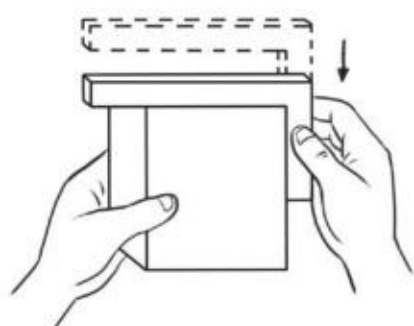


图3-33 平面锉削的方法



平直度检查



垂直度检查

图3-34 质量检查

顺向锉是锉刀沿着工件表面横向或纵向移动，锉削平面可得到正直的锉痕，比较美观。适用于平面的精锉或小平面的锉平。

交叉锉是以交叉的两个方向顺序地对工件进行锉削。由于锉痕是交叉的，容易判断锉削表面的不平程度，因此也容易把表面锉平，交叉锉法去屑较快，适用于平面的粗锉。

推锉是两手对称地握着锉刀，用两大拇指推锉刀进行锉削。这种方式适用于在较窄表面且已锉平、加工余量较小的情况下，修正和减少表面粗糙度。

(5) 锉削中的质量检查。

钳工操作的精度要求主要由锉削加工来实现。在锉削过程中要根据加工图纸要求，需要随时检查技术要求的达标程度。平面锉削加工中常用角尺进行平直度和垂直度检查，如图3-34所示。检验过程中避免用手接触锉痕，防止汗迹或油污影响后续锉削。

讨论 & 交流

如果要求工件平面锉削加工后其锉面平直或垂直，但是用角尺检测锉削面的情况如图3-35所示，请同学们分析以下锉面的形成原因，谈谈如何避免和修正。

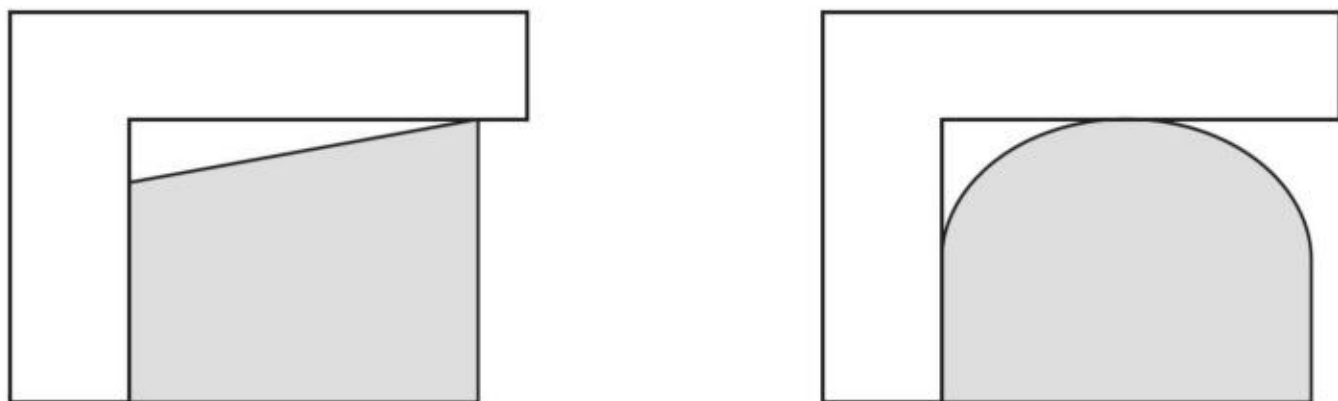


图3-35 不合格锉面

（6）锉屑的处理。

锉削会产生很多金属锉屑，有时会导致锉刀堵塞，影响锉削效果。在锉削过程中或锉削结束整理中需要清理锉屑时，应用钢丝刷顺着锉刀锉纹方向刷去锉屑，台虎钳和桌面上的锉屑可用毛刷刷去。禁止用嘴吹或用手擦除锉屑，以免造成伤害。

设计 & 操作

请对已锯割完成的底板进行锉削操作，锉去多余的金属材料，如图3-36所示，包括倒角（锉掉过于尖锐的棱角）。锉削过程中要随时进行质量检测，以达到设计图纸的尺寸要求。完成操作后，请按照表3-11进行评价。

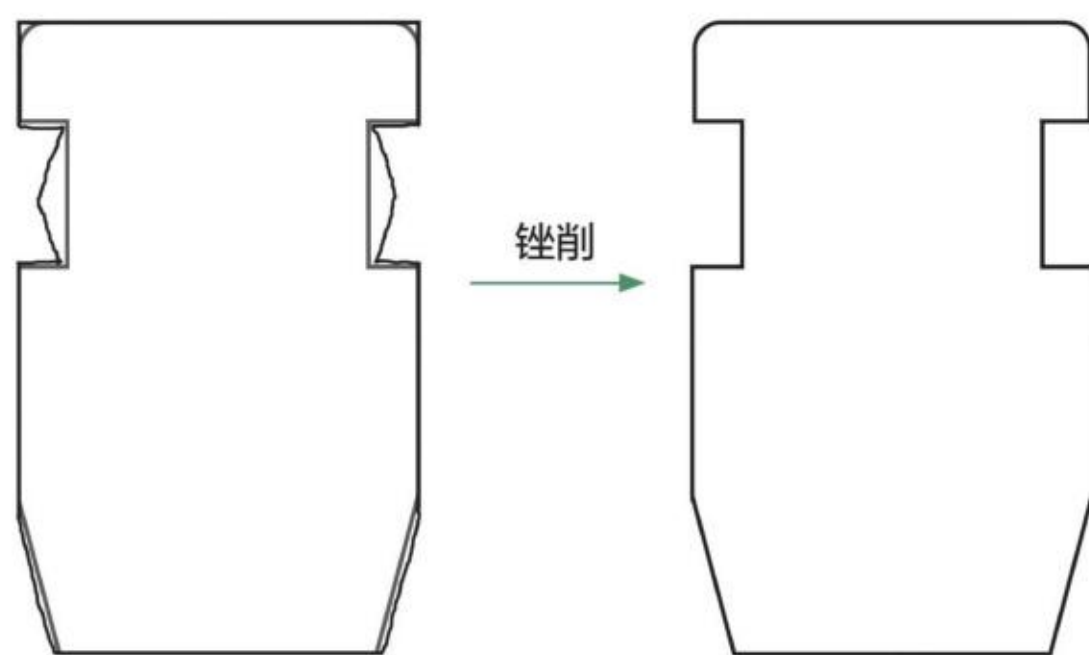


图3-36 循迹小车底板的锉削操作

表3-11 锉削操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	锉削时工件装夹合理			
2	锉刀握法正确			
3	锉削姿势和速度恰当			
4	锉削工具和方法运用恰当			
5	合理运用锉削检查方法			
6	按照图纸要求完成加工精度			
7	锉屑处理得当			
8	锉削过程规范安全			
9	加工完成后清理场地			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

四、钻孔

钻孔是用钻头在实体材料上加工孔的操作。

1. 钻孔的设备和工具

(1) 钻床。

钻床设备有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床三种。常见的台式钻床简称台钻，是一种在工作台上使用的小型钻床，主要用于加工小型工件上的各种小孔。

(2) 钻头。

钻头是钻孔用的切削工具，常用高速钢制造。钻头的直径大小需要根据设计图纸要求进行选择，如图3-37所示。钻孔前需要选择合适的钻头及型号，将其竖直装夹在钻夹头上，并用紧固扳手紧固钻头。



图3-37 不同直径大小的钻头

(3) 夹具。

夹具用于工件的装夹。钻孔操作时常用的夹具除前文介绍的台虎钳外，还有平口钳、V型铁和压板等，如图3-38所示。



平口钳



V型铁



压板

图3-38 常用工件夹具

2. 钻孔的一般步骤

(1) 划线定位。

钻孔前，需要用划线工艺进行孔中心划线，并应将孔中心的样冲眼用样冲再冲大一些，使钻头的横刃可以落入样冲眼的锥坑中，这样钻孔时钻头不易偏离孔的中心，如图3-39所示。

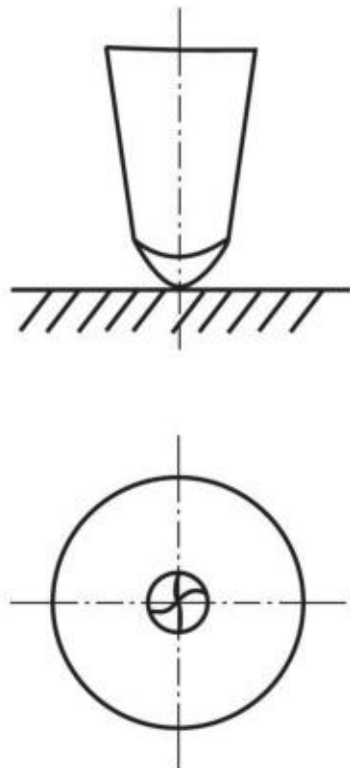


图3-39 划线定位

(2) 工件装夹。

需要钻孔的小型工件一定要用合适的夹具装夹，方能进行钻孔操作。

(3) 起钻。

起钻是正式钻孔前，让钻头对准孔中心的定位样冲眼后，扳动钻床手柄，施加小力在孔中心钻一个浅锥坑。起钻能帮助钻头在钻孔时不偏离孔的中心。如起钻后的浅坑与所划中心孔位置有一定偏移，可以移动工件的位置再次起钻，或在正方向上再打样冲眼的办

法来纠正。

(4) 进给和排屑。

扳动钻床手柄，让钻头对准孔中心后启动台钻，加压进给。钻小孔或深孔时，应及时退钻排屑，以免长条切屑旋转伤人，或孔被钻屑堵塞甚至折断钻头。通孔将要钻穿时，必须减小进给量，避免钻头抖动折断或使工件转动发生事故。

3. 钻孔的注意事项

钻床是钳工操作为数不多的电动机械，安全操作一定要放在首位。

(1) 操作钻床时不可戴手套，袖口必须扎紧，女生必须戴工作帽。

(2) 工件必须夹紧，特别是在小工件上钻削较大直径的孔时装夹必须牢固，孔将钻穿时，要尽量减少进给量。

(3) 钻孔时不可用手和棉纱或用嘴吹来清除切屑，必须用毛刷清除，钻出长条切屑时，要用钩子钩断后除去。

(4) 操作者的头部不得与旋转着的主轴靠得太近，停车时应让主轴自然停止，不可用手去扶，也不能用反转制动。

(5) 严禁在开车状态下装拆工件，检验工件和变换主轴速度，须在停车状态下进行。

设计 & 操作

请对已完成锉削的底板进行钻孔操作，如图3-40所示，并根据表3-12对操作进行评价。

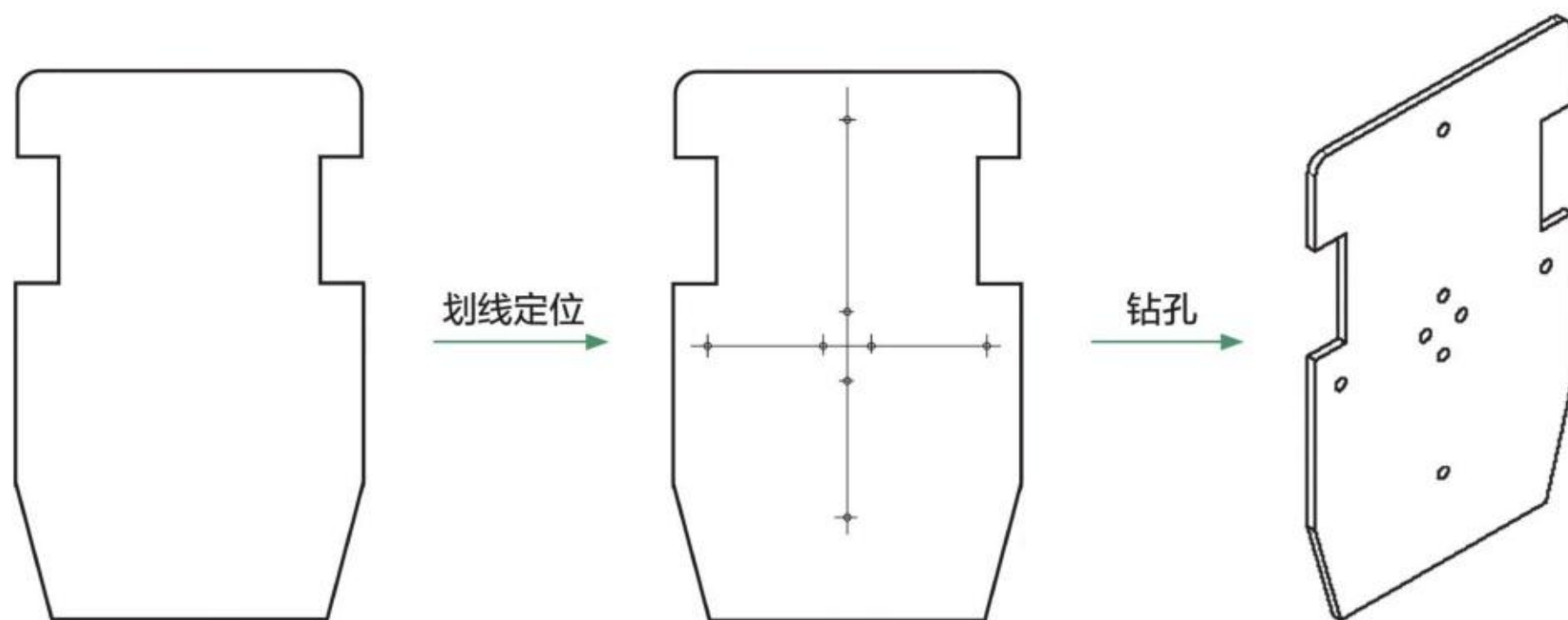


图3-40 循迹小车底板的钻孔操作

表3-12 钻孔操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	钻孔工件装夹合理			
2	根据图纸要求，合理选用钻头			
3	钻孔定位准确			
4	钻孔方法运用恰当			
5	钻孔过程规范安全			
6	加工完成后保持场地整洁			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

2.2 木工技术

木工技术是指以木材料或木制品为加工对象的加工技术。我国在春秋战国时期的木工就已经达到了很高的水平，被后世尊为木匠鼻祖的公输班（鲁班）就是其中的杰出代表。

随着技术的不断发展，机械化加工设备大大提高了木工生产效率和产量，也降低了木工工人的劳动强度。但与此同时，随着我国整体文化和生活水平的提高，人们开始意识到机械量产的木工产品在质量方面存在诸多不足。如今大部分的高品质木工产品，仍会选用传统木工工艺进行加工。

一、木工工艺流程

传统木工工艺的一般流程如图3-41所示。随着材料工艺的改进以及胶黏剂性能的提高，在简单木工制品制作中，也常常使用简易加工流程，如图3-42所示。



图3-41 传统木工工艺的一般流程



图3-42 木制品的简易加工流程

思考 & 练习

传统木工工艺的一般流程和木制品的简易加工流程有什么联系和区别？

拓展阅读

随着科技的发展，木工工具的种类、功能不断完善，出现了电动、智能木工工具。但是，传统木工工具仍然有其价值，例如，制作简易木制品、简单木工维修等，仍然使用传统木工工具。表3-13列举了一些传统木工工具及其使用方法。

表3-13 传统木工工具和使用方法

传统木工工具	使用简介	图示
 墨斗由墨仓、线轮、墨线（包括线锥）、墨签四部分构成	1. 画长直线：将染墨后的墨线一端固定，拉出墨线牵直拉紧在需要的位置，再提起中段弹下即留下线痕 2. 画短直线或者做记号：配合墨签和拐尺使用 3. 画竖直线：运用重力当铅坠使用	
 框锯由工字形木框架、绞绳、绞片与锯条等组成	在使用框锯前，先用旋钮将锯条角度调整好，并用绞片将绞绳绞紧，使锯条平直。框锯的使用方法有纵割和横割两种	
 平刨由刨身、刨刀、手柄、楔木、盖铁等部分组成	推刨时两手应紧握刨柄，食指向前伸出，大拇指须加大推力，食指略加压力，双手平行用力向前推进，中途用力要均匀，一直推到手臂伸直为止	

二、简易机械木工加工

1. 机械木工设备

锯磨组合机床由锯床和磨床组合而成，如图3-43所示。锯床可以进行锯割加工，磨床结合平面磨和侧面磨，可打磨平面，也可以磨各种圆角直边。



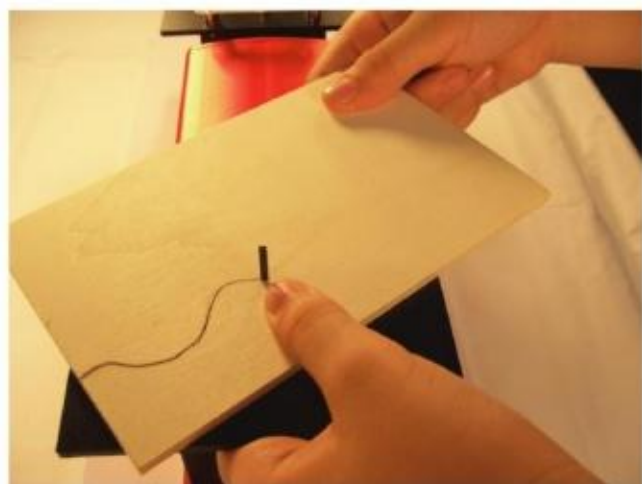
1 直流电源线 2 导轨 3 锯平台 4 锯条 5 调速开关 6 保险丝
7 砂圈 8 防护罩 9 平面磨平台 10 砂皮 11 侧面磨平台

图3-43 锯磨组合机床

2. 锯磨组合机床的操作方法

（1）锯割。

在锯床上以左手大拇指与四指松紧适度地捏紧锯平台上的加工件，左手拇指越靠近锯条越要压紧工件，右手用来控制加工件的进退，如图3-44（a）所示。锯割时要保持锯条在工作状态中的垂直，进行平稳锯割。



（a）锯割操作



（b）平面磨操作



（c）侧面磨操作

图3-44 锯磨组合机床的操作

(2) 打磨。

打磨平面时，如图3-44（b）所示，将工件平放在磨床平台上，压紧平推即可，可反复进行多次操作，达到所需的尺寸要求。利用侧面磨打磨工件端面的圆角时，如图3-44（c）所示，可在工件上先确定一个中心点，然后缓缓地转动，直至打磨到加工线；打磨直边时，在侧面磨上缓缓推进，保持手的平稳，这样磨出的直边会平直。



设计 & 操作

请根据图3-45所示的天鹅摆件，自行设计作品的长、宽、高尺寸，然后用相应规格的桐木板材料进行加工。加工完成后，请根据表3-14对操作进行评价。

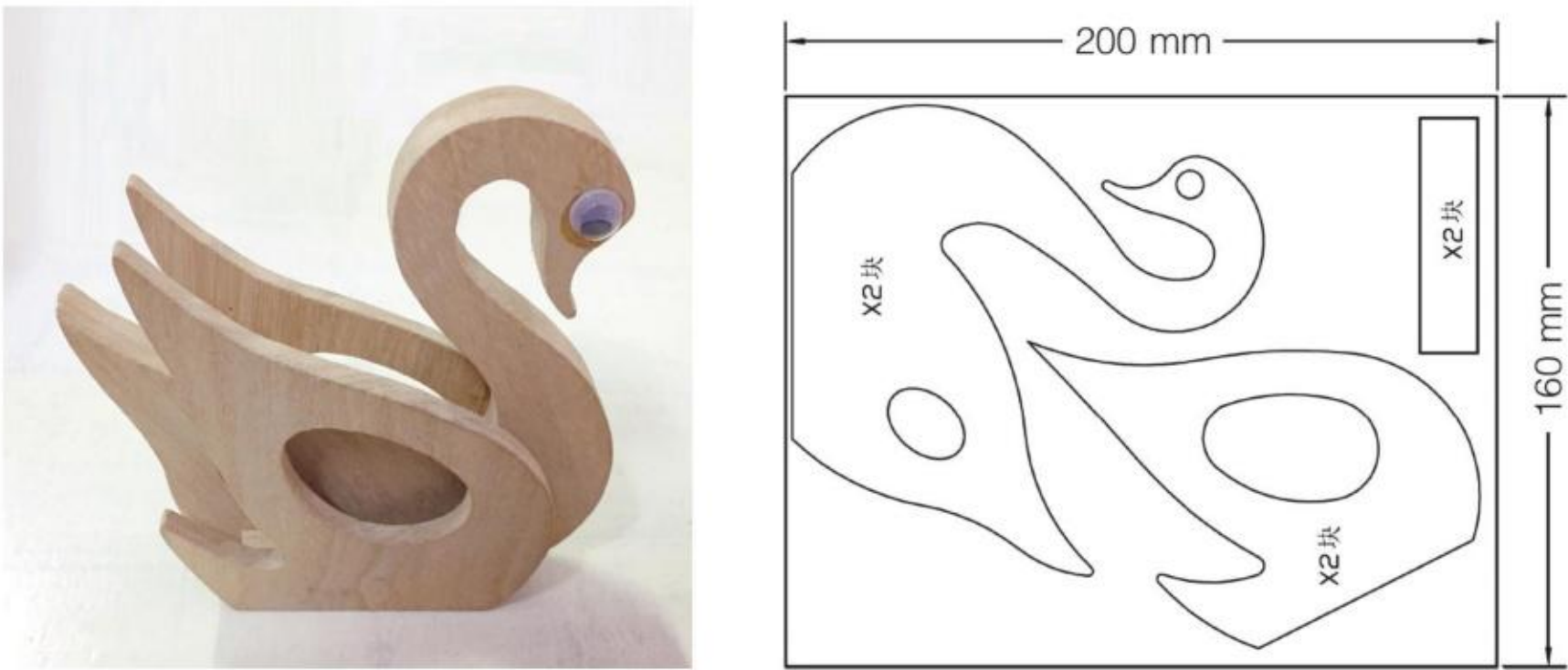


图3-45 天鹅摆件加工参考图

表3-14 木工加工操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	合理使用材料			
2	正确使用加工工具			
3	各项尺寸达到设计图纸的精度要求			
4	注意操作安全			
5	保持施工场地整洁			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。



设计 & 操作

请同学们参考图3-11 钥匙收纳盒的零件图，分别以桐木板和亚克力板（一种塑料板）为材料，恰当选择加工工艺，按照板材厚度修改相关尺寸。小组内一部分同学合作完成制作桐木板的钥匙收纳盒，另一部分同学合作完成制作亚克力板钥匙收纳盒，完成如图3-46所示的作品，并填写表3-15。



(a) 桐木板钥匙收纳盒



(b) 亚克力板钥匙收纳盒

图3-46 不同材质的钥匙收纳盒

表3-15 不同材质钥匙收纳盒加工工艺比较

钥匙收纳盒的材料	使用的工具	加工工艺	影响外观质量的工艺
桐木板			
亚克力板			

2.3 电子电工技术

电子电工技术，是电子技术和电气工程技术的综合技术。本节介绍电子电工技术中的常用工具及手工锡焊的操作方法。

一、电子电工技术工具

1. 常用的简单工具

验电笔、电工刀、螺丝刀等是电子电工技术中结构简单、应用普遍的常用工具，其图示及使用注意事项如表3-16所示。

表3-16 常用的简单电子电工工具

工具	使用注意事项	工具	使用注意事项
 验电笔	使用前须检验验电笔本身是否正常工作，并严格按照验电笔允许测量电压范围及测量方法进行操作	 电工刀	使用时注意切入导线深度，不要伤及导线芯线，使用完毕后必须折叠，切记不能割带电导线
 螺丝刀	应根据旋紧或者松开的螺钉头部的槽宽和槽形选用适当的螺丝刀，例如，不可以用较小的螺丝刀旋拧较大的螺钉	 镊子	使用中切勿过度用力，不可利用镊子的尖头去戳、扎其他物体，保持好镊子头部的形状，轻微形变要及时修理
 钢丝钳	注意保护绝缘手柄不受损伤，根据不同的用途要选用不同规格的钢丝钳，钢丝钳不可以当榔头使用	 斜口钳	斜口钳不可以用来剪切钢丝、钢丝绳和过粗的铜导线、铁丝，否则容易导致钳子崩牙和损坏
 尖嘴钳	钳头比较尖细，且经过热处理，所以钳夹物体不可过大，用力时不可过猛，防止损坏钳头	 剥线钳	选择的切口直径必须大于线芯直径，不能用小切口剥大直径的导线，以免切伤芯线

2. 万用表

万用表又叫多用表，是一种多功能、多量程的测量仪表，一般可测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻及半导体器件的一些参数等。万用表可分为指针式万用表和数字式万用表，如图3-47所示。



图3-47 万用表

(1) 在使用指针式万用表之前，应先进行“机械调零”，即在没有被测电量时，检查表针是否停在表盘左端的零位，如有偏离，可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮，使表针指零。

(2) 在使用指针式万用表时，必须水平放置，以免造成误差。同时，不论数字式万用表还是指针式万用表，都要注意避免外界磁场对万用表的影响。

(3) 在使用万用表过程中，不能用手去接触表笔的金属部分，这样一方面可以保证测量的准确性，另一方面也可以保证人身安全。

(4) 在测量某一电量时,不能在测量的同时换挡,否则会使万用表毁坏。如需换挡,应先断开表笔,换挡后再进行测量。

(5) 万用表使用后,应拔出表笔,将选择开关旋至“OFF”挡,若无此挡,应旋至交流电压最大量程挡。长期不用的万用表,应将表内电池取出,以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

3. 电烙铁

电烙铁是手工锡焊的主要工具。

(1) 常用电烙铁。

电烙铁主要由烙铁头和烙铁芯两部分组成,烙铁芯直接用220 V交流电源加热。常用电烙铁分内热式和外热式两种。一般印刷电路板的焊接通常选用20 W或25 W的内热式电烙铁。

(2) 电烙铁的握法。

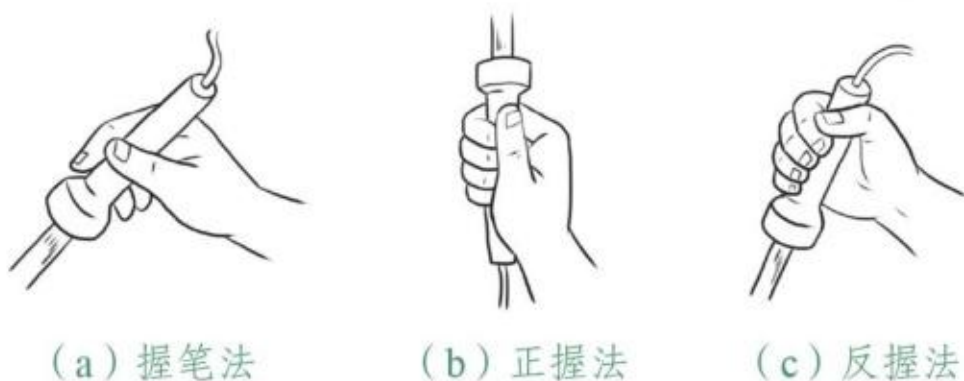


图3-48 电烙铁握法

电烙铁有三种握法,如图3-48所示。握笔法,适用于轻巧型的小功率电烙铁,焊接散热量小的被焊件。一般在操作台上焊接元器件及维修电路板时,多采用握笔法。正握法适用于中功率电烙铁或带弯头电烙铁的操作,多用于电路板垂直桌面情况下的焊

接。反握法适用于大功率电烙铁的操作,焊接散热量大的被焊件。

(3) 电烙铁使用注意事项。

① 电烙铁的加热体主要部分为镍铬电热丝,通电后非常脆弱,忌撞击。

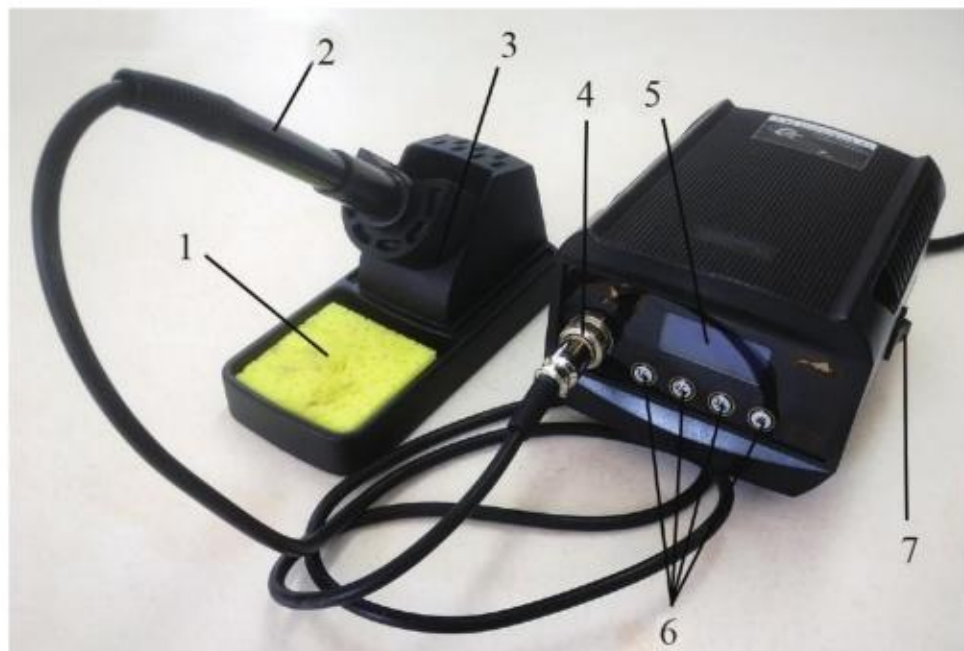
② 电烙铁不工作时,不可长期处于烧热状态,以免将烙铁头烧坏,影响其寿命。

③ 使用中的电烙铁要放置在烙铁架上,要注意导线尤其是电烙铁的电源线等物不要碰烙铁头。

④ 烙铁头一般用紫铜制成,对于有镀层的烙铁头,一般不要锉或打磨。

4. 电焊台

电焊台是一种常用于电子焊接工艺的手动工具,如图3-49所示,具有防静电、节约能源、烙铁头使用寿命长、温度调节方便等特点。电焊台烙铁手柄一般为直流24 V加热,安全可靠,不仅适合工业化生产,也适合学生实习操作。



1 清洁海绵 2 烙铁手柄 3 烙铁座 4 手柄接口
5 显示屏区域 6 控制按钮 7 电源开关

图3-49 电焊台

二、手工锡焊技术

1. 手工锡焊的操作步骤

焊接前，电烙铁要充分预热并上锡，然后对被焊接物体的金属表面进行清洁处理，如在引线上镀一层锡或清除焊接部位的氧化物等。

初学者一般用“五工序法”进行焊接操作，如图3-50所示。准备时，充分预热电烙铁。送烙铁时，同时加热元件引脚和覆铜片。送焊丝时，焊丝在元件引脚和覆铜片连接处遇热熔化，渗入连接处间隙充填。焊锡达到适量后快速移离焊丝。移烙铁时，电烙铁沿元件引脚上提。



图3-50 五工序法

2. 焊点的质量分析

对焊点的质量要求，包括电接触良好、机械结合牢固和外观光洁整齐三个方面。一个好的焊点应是光亮而圆润、焊件紧密结合、焊锡不多但能浸没接头，如表3-17所示。

表3-17 常见焊点及质量分析

焊点外形	外观及锡焊结果	原因分析
	外形对称均匀，锥形光洁美观，连接可靠	焊料适当，焊接温度恰当，焊点自然成圆锥形
	焊料面呈凸形，焊料过多，可能暗藏缺陷	焊锡撤离过迟
	焊料过少，机械强度不足	焊锡撤离过早
	焊料不均匀，未流满焊盘，机械强度不够	焊锡流动性不好，加热不均匀
	外形拉出尖刺，易造成桥接	烙铁撤离角度不当
	焊接处松动，电路导通不良或不导通	焊锡未凝固前引线移动，或者引线氧化层未处理好

设计 & 操作

用提供的电子元件、工具和材料，用万用表选择正确的元件，焊接制作一个简易双闪灯电路，如图3-51所示，接通3 V直流电源后两个LED交替闪烁。焊接完成后，请根据表3-18对操作进行评价。

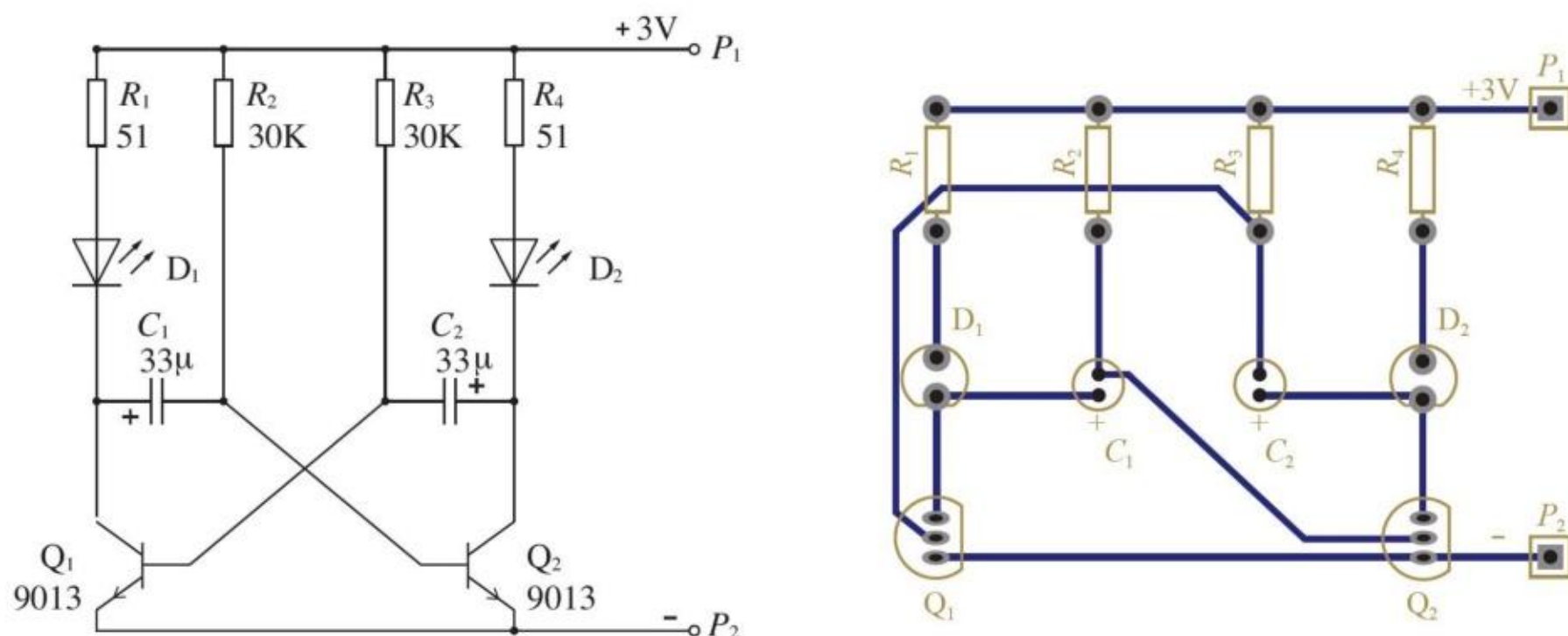


图3-51 简易双闪灯电路

表3-18 电子锡焊操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	万用表检测元件正确			
2	电子元器件安装位置准确、插装方式合理			
3	焊点光亮而圆润			
4	焊接操作安全规范			
5	电路工作正常、效果良好			
6	保持焊接场地整洁			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

2.4 数字化加工设备

随着信息化技术的发展，出现了越来越多的加工设备，可以将图像等复杂多变的信息转变为可以度量的数字等数据，便于人们进行各种技术加工。

数字加工设备种类繁多，功能各异。本节选取了激光切割机及三维打印机两种设备进行简单介绍，使同学们对数字加工设备有一个初步了解。

一、激光切割机

激光的英文名称是laser (light amplification by stimulated emission of radiation)。激光切割机是使用激光器发射出的高功率密度的激光束,将光束到达处的工件材料局部加热至熔点或沸点,并随着光束与工件相对位置的移动,最终使材料形成切缝,从而达到切割的目的。激光切割加工用光束代替了传统的机械刀,具有精度高、切割快速、不受切割图案限制、切口平滑、加工成本低等特点,将逐渐取代传统的切割工艺设备。

激光切割可以理解为是边缘的分离。激光切割机的操作,首先应在平面设计软件里将图形做成矢量线条的形式,然后存为相应的PLT、DXF等格式,用激光切割机操作软件打开该文件,根据所加工的材料进行能量和速度等参数的设置再运行即可。激光切割机在接到计算机的指令后会根据软件产生的飞行路线进行自动切割。如图3-52所示。

激光切割机的应用越来越普及,在钣金加工、广告牌制作、高低压电器柜制作、机械零件、厨具、汽车等行业都得到了广泛应用。图3-53为激光切割机加工的木质拼接作品。

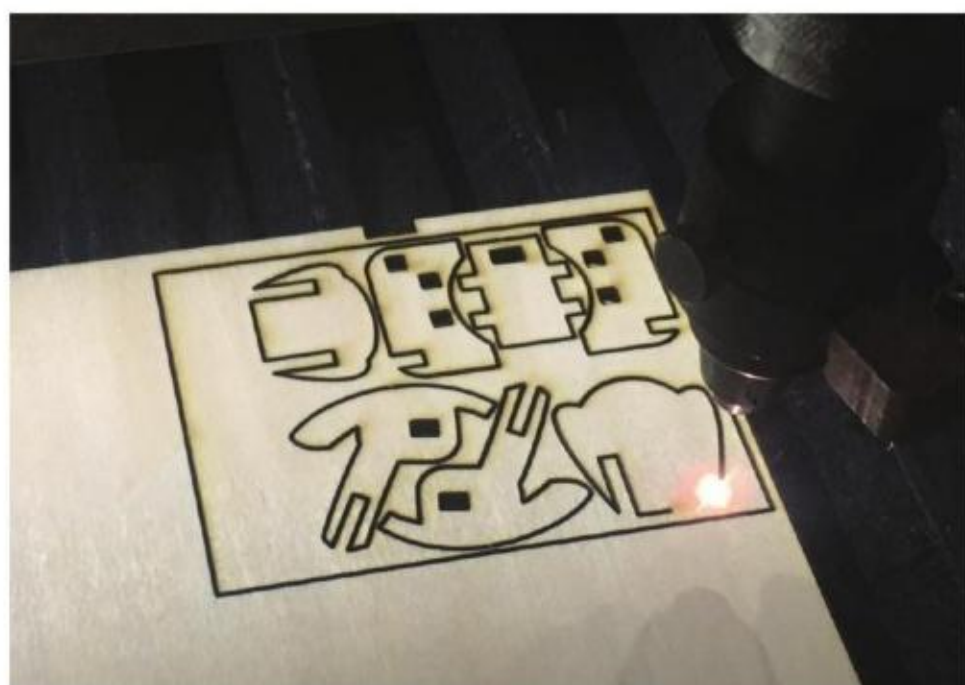
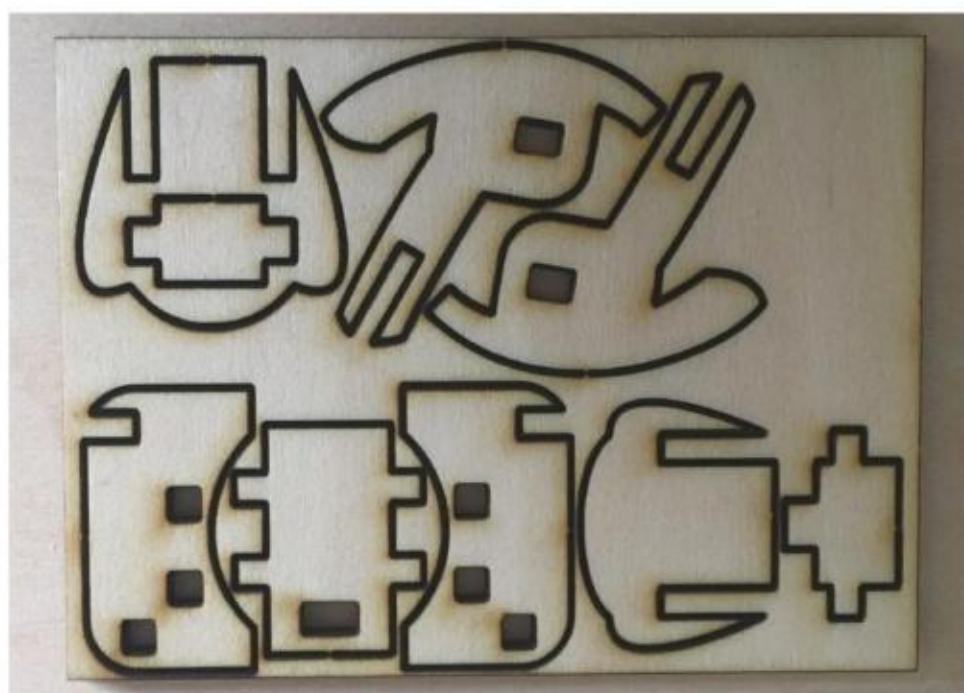


图3-52 激光切割机工作中



(a) 激光切割机切割的板材



(b) 拼接完成的作品

图3-53 激光切割机加工的木质拼接作品



课外实践

请用计算机软件设计循迹小车底板,输出与激光切割机格式匹配的文件,并进行激光切割。与木工和金工制作进行比较,归纳激光切割技术的优点和缺点。

二、三维打印机

三维打印是以数字模型文件为基础，通过逐层打印特殊蜡材、粉末状金属或塑料等可黏合材料制造三维物体的技术。也叫3D（3 dimensional）打印。这项技术概括地讲就是“分层制造，逐层叠加”。三维打印技术属于快速成型技术的一种，又称为增材制造。

3D打印机，又称为数字技术材料打印机，是实现3D立体打印的载体和设备。常在工业设计等领域用于制造模型，后逐渐用于一些产品的直接制造。该技术在汽车、航空航天、医疗产业、教育、土木工程等领域都有越来越多的应用。

3D打印前，要先通过计算机建模软件建模，再将建成的三维模型转换为3D打印机程序的文件，从而使用打印机逐层打印。

3D打印机与普通打印机工作原理基本相同，只是打印材料有些不同，普通打印机的打印材料是墨水和纸张，而3D打印机有金属、陶瓷、塑料、砂土等不同的打印材料，打印机与电脑连接后，通过电脑控制可以把打印材料一层层叠加起来，如图3-54所示，最终把设计的蓝图变成实物。图3-55为3D打印作品及部分涂色后作品的效果。

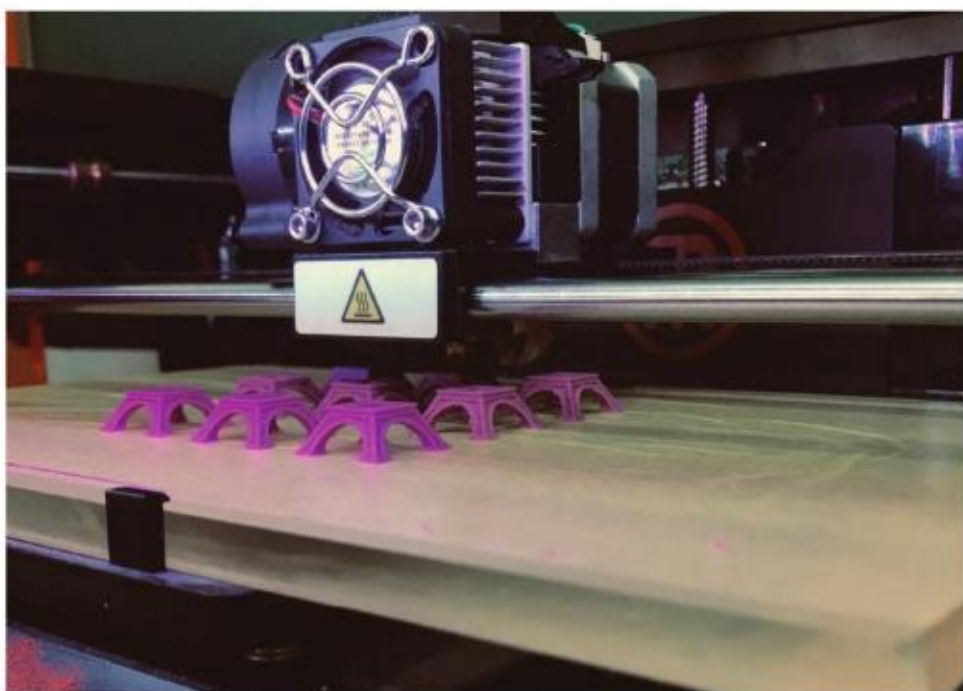


图3-54 3D打印机工作中



图3-55 3D打印作品



课外实践

请用计算机软件设计循迹小车徽标或者车身外观，输出为3D打印通用的STL格式文件，进行3D打印成型。与木工和金工制作进行比较，归纳3D打印技术的优点和缺点。

第3节 技术产品的组装与调试

学习目标

1. 了解技术产品组装和调试的基础知识。
2. 知道技术产品组装的流程及要求。
3. 掌握技术产品调试方法。

完成底板制作后，汇总循迹小车材料包中的所有材料，如图3-56所示。有些是组成循迹小车这一技术产品的最小单元，称为零件，例如，黑色的盒子和电池极片等。将若干零件组合在一起并具有一定功能的组合，称为组件，例如，将电池极片插入黑色的盒子中，就组成了电池盒，那么电池盒就是组件。将一些零件、组件组合成的能完成某种功能的组合体就是部件，例如，齿轮箱和电路控制板等。接下来我们要学习如何将一些零件、组件以及部件组装成一个技术产品。

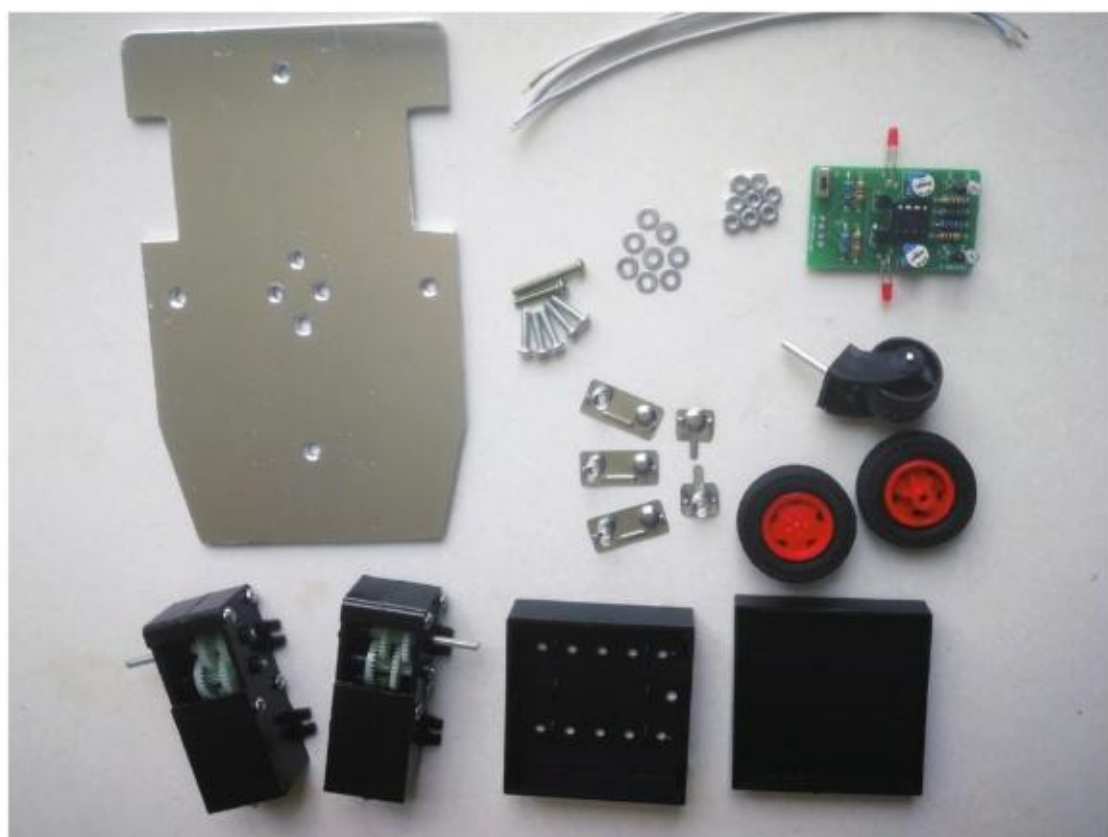


图3-56 循迹小车零件

3.1 技术产品的组装

技术产品的组装分为部件组装和整机组装。部件组装是指组合组件或部件的过程。整机组装是指将组成整机的各零件、组件和部件，经单元测试、检验合格后，按照设计要求进行装配、连接，再经整机调试、检验而形成一个合格的、功能完整的整机产品的过程。

一、整机组装的一般工艺流程

产品的整机组装不但对场地、组装人员有严格要求，对组装工艺流程也有要求，整机组装一般工艺流程，如表3-19所示。

表3-19 整机组装的一般流程

序号	工艺	说明
1	配套准备	整机组装前，对所有准备好的零件、组件、部件进行调试，调试合格后进入整机装配过程
2	整机装配	将零件、组件、部件全部安装在一个基准零件上，一般确定整机底板或机架等为基准零件
3	整机调试	各项性能指标的初步调试，调试合格进入合拢总装
4	合拢总装	将配件、机壳等部件进行装配
5	整机检验	检验整机的各种电气性能、机械性能和外观质量



设计 & 操作

将循迹小车的全部零件填入表3-20中。

表3-20 循迹小车零件一览表

零件名称	规格型号	数量
循迹小车控制板	—	1

二、整机组装的基本要求

- (1) 进行整机组装的零件、组件和部件要经过检验合格。
- (2) 认真阅读工艺要求等文件，严格遵守工艺规程，装配完成后的整机应符合图纸和文件的要求。
- (3) 严格遵守整机组装的顺序要求，前道工序不得影响后道工序的安装、后道工序不改变前道工序的装接原则。
- (4) 整机组装过程中不损伤元器件和零部件，保证安装正确，保证产品的电性能稳定、机械强度和稳定度。
- (5) 整机组装中每一个阶段都要有严格的检验。



设计 & 操作

1. 参考循迹小车装配图，如图3-57所示，尝试将组装内容等要求填入表3-21中。

表3-21 循迹小车组装要求表

组装内容	辅助材料和工具	达到标准	检验手段
车轮安装在齿轮箱的轴上	热熔胶和胶枪	轴与车轮紧密连接	齿轮箱通电转动

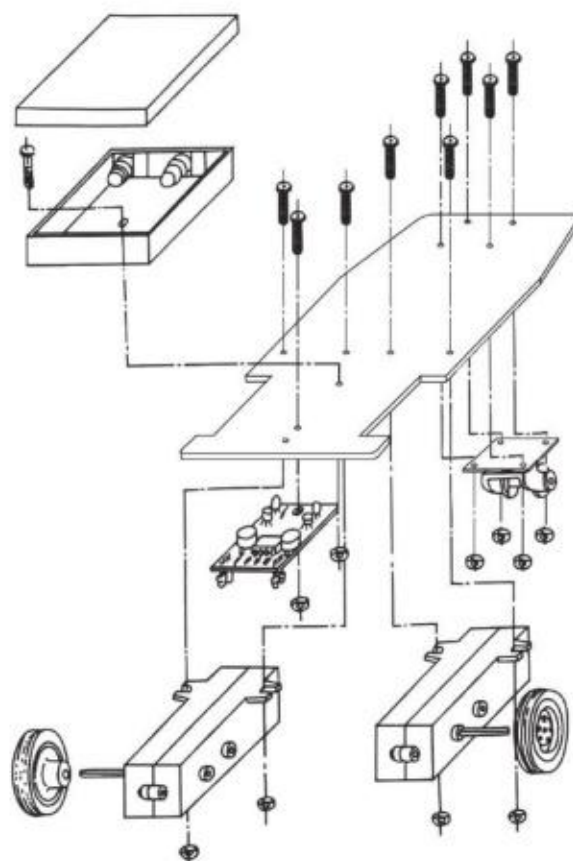


图3-57 循迹小车装配示意图

2. 请将组装内容排序，设计循迹小车组装流程并尝试组装，然后根据表3-22对操作进行评价。

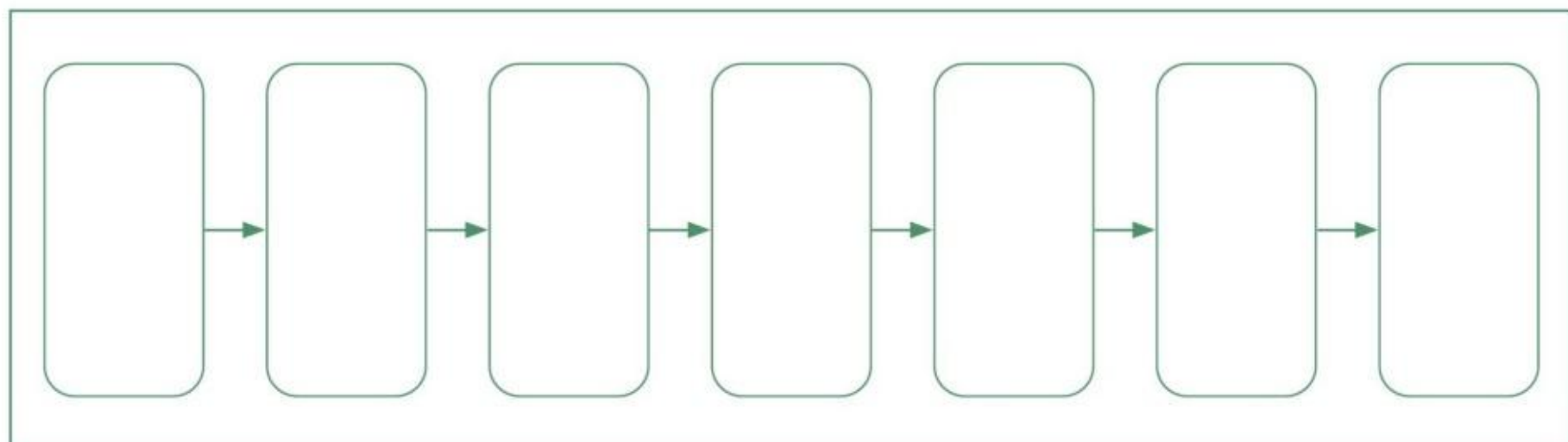


表3-22 循迹小车组装操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	组装流程合理			
2	正确安全使用工具			
3	各部件连接达到技术要求			
4	保持操作场地整洁			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

3.2 技术产品的调试

机械产品的整机调试，一般都是出厂之后，经过一段时间的走合之后进行的。在出厂前，机械部分调试也称装配检验。保证各连接部件紧固合理，无松动现象；保证传动部分运转正常，无卡、滞现象。电子技术产品的整机调试，通常是伴随着产品的整机组装而分步进行的。下面我们以电子产品为例，学习技术产品的整机调试。

一、电子产品的调试内容

- （1）通电检查及电源调试。通过观察判断有无短路、断路等故障，对电源部分进行调试，使之达到设计要求。此内容一般是对样机进行的调试。
- （2）分级分板调试。在整机组装前，按照产品功能模块，逐级进行调试，使之达到设计要求。
- （3）整机性能指标调试。整机组装后，按照设计要求对整机进行的调试。如果是样机则分整机联调（调功能）和整机细调（调性能）两项内容。
- （4）整机通电老化。按照设计要求，连续工作一定时间，对整机性能进行检验。这个过程也叫“考机”。
- （5）参数复调。整机通电老化后，再次调整各项参数，使产品性能达到设计要求。
- （6）环境试验。按要求抽取一定比例的产品，进行严寒、酷暑、潮湿、干燥等极端天气条件下的测试。

二、电子产品的调试过程

电子产品的调试一般是样机产品整机调试，如图3-58所示。样机产品不仅指电子产品试制过程中制作的样机，而是泛指各种试验电路。样机产品整机调试不是一道生产工序，而是产品设计的过程之一，是产品定型和完善的必经之路。

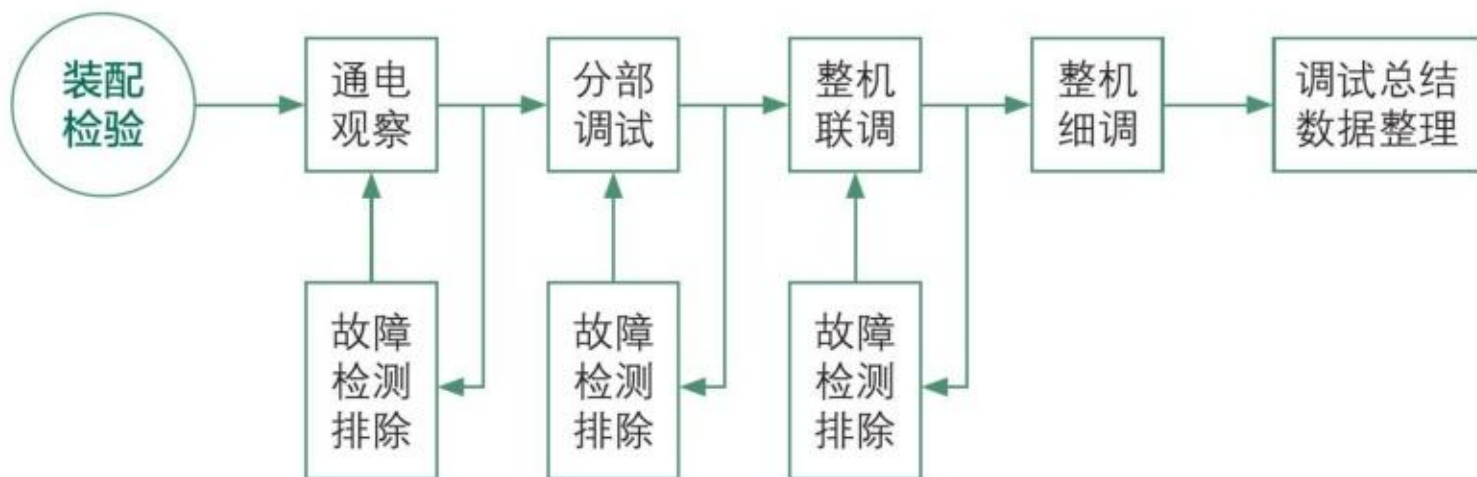


图3-58 样机的整机调试过程



拓展阅读

循迹小车的调试

一、循迹小车功能介绍

循迹小车电路控制板由三个模块组成，分别为传感模块、控制模块和驱动模块。其中，传感

模块和驱动模块均由左、右两个单元组成，如图3-59所示。

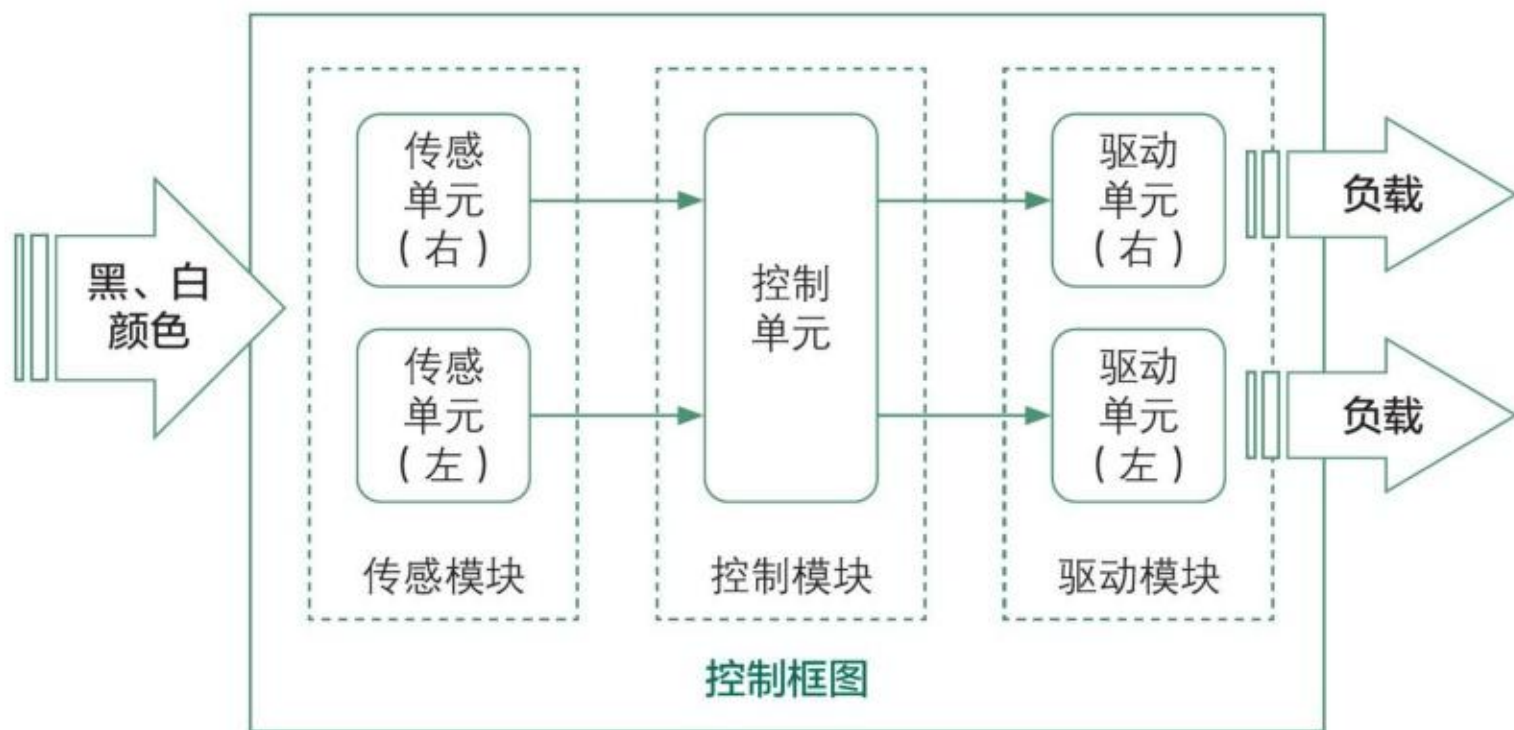


图3-59 循迹小车电路控制板

每一个传感模块可以将黑、白颜色不同光反射转换成数字信号，传递给控制模块；控制模块接收传感模块的不同信号，转换为不同的高低电平信号，传递给驱动模块；驱动模块用控制模块

传递过来的电平信号实现负载电动机的接通和断开。也就是说，小车在某一侧探测到白色表面时，同侧电动机转动；探测到黑色表面时，该电动机停止。循迹小车就在左、右电动机不断接通

和断开的摇摆中实现了依黑色线条前行。

二、循迹小车整机调试的步骤

循迹小车的整机调试可以参照“样机产品的整机调试”相关内容来进行。

1. 通电前检查

通电前除了检查电路元器件的焊接质量，还要检查连线和电池极性，必要时用万用表在电池盒接线柱两端测量电源电压。

2. 通电调试

打开开关，调节电位器，在室内光环境下，使传感单元探测到白色表面时，同侧电动机转动；探测到黑色表面时，该电动机停止。

3. 整机性能调试

把小车放在黑色轨道上进行整机性能调试。调节电位器，及控制板和地面的距离，使小车能顺利循着黑色线条前行，如图3-60所示。



图3-60 循迹小车运行中

设计 & 操作

对组装好的循迹小车进行调试，使小车能顺利依循着黑色线条前行，如图3-61所示。调试完成后，根据表3-23对操作过程进行评价。

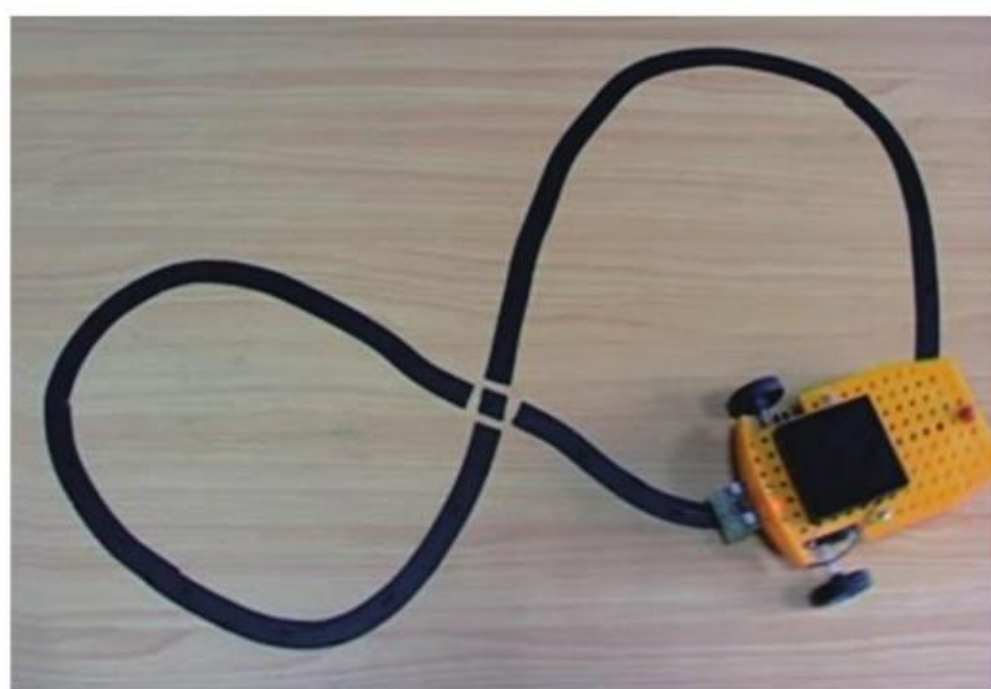


图3-61 循迹小车运行轨道

表3-23 循迹小车调试操作评价表

序号	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
1	正确使用工具			
2	调试中的问题解决			
3	小车能循黑色线条前行			
4	保持操作场地整洁			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

本章小结

材料是实现技术设计方案的必要条件。不同的材料有不同的特性，应根据技术设计方案和产品用途，选择和规划合适的材料，以及恰当的连接方式，使材料的性能与产品及部件的功能取得良好的匹配。

每一种材料的加工技术和工艺都蕴含着古往今来工匠们的经验和智慧。在本章中，我们学习了锉削、锯割、电子手工锡焊等基础操作，经历了每一个技能技法的体验和练习，以及了解了激光切割机和三维打印机。我们还学习了利用合适的工具和工艺进行材料加工、制作技术作品或部件，实现技术设计方案。

产品的制作过程要经过零件或者部件的装配才能完成。在装配过程中，整机组装是装配工艺的重要组成部分。整机组装的零配件必须经过严格检验。整机组装的过程，伴随着检验和调试。技术产品的设计性能能否最终实现，整机组装和调试至关重要。本章内容框图如图3-62所示。

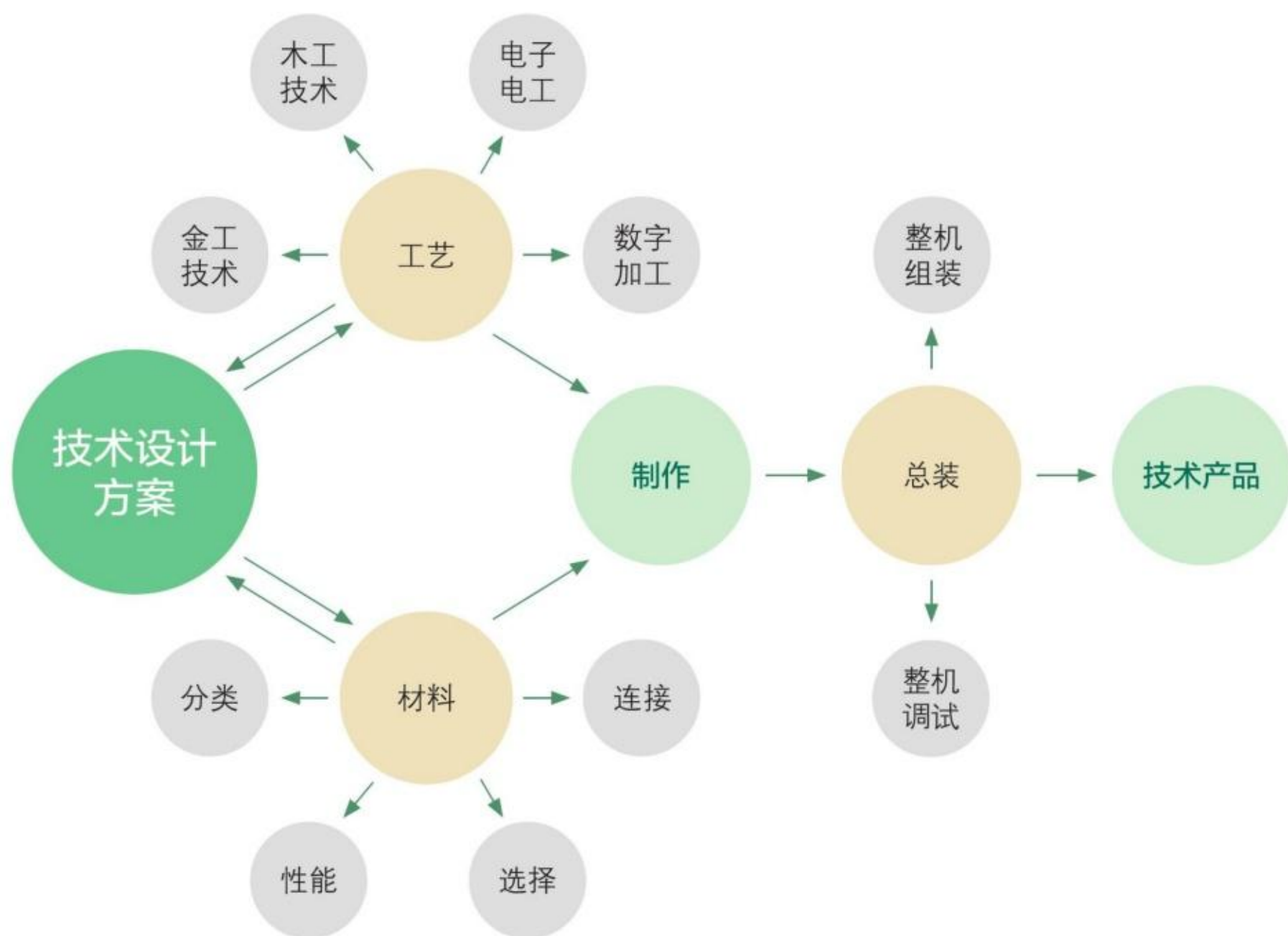


图3-62 技术设计方案的实现

本章学习评价表

学科 核心 素养	课程内容/实践项目	评价指标	评价方式		
			自评	互评	师评
技术 意识	方案实现的材料	能结合某一材料的发展,分析其对当前及今后的社会、文化、经济、环境等可能产生的影响			
	工艺技术基础	能在某一加工过程中,恰当处理人技关系,形成规范、安全的技术习惯			
		能结合某一加工工艺的分析,形成对技术的理性态度和评价			
	技术产品的制作、组装与调试	能结合循迹小车组装过程的分析,形成对技术的理性态度和评价			
工程 思维	方案实现的材料	通过材料选择的过程,初步进行设计方案的多因素分析,了解比较、权衡、优化等系统分析方法			
	工艺技术基础	在某一类技术加工体系中,能解释某一具体工艺环节对加工质量是如何影响的,形成初步的工程意识与思维			
	技术产品的制作、组装与调试	在循迹小车的调试过程中,能分析影响小车循迹的因素,尝试通过改变输入和干扰等对循迹效果进行优化			
创新 设计	方案实现的材料	能尝试用不同的材料解决同一个技术问题,并能说明理由			
	工艺技术基础	能尝试用不同的加工工序解决同一个技术问题			
	技术产品的制作、组装与调试	能选择用适当的方法解决循迹小车组装与调试中出现的问题			
图样 表达	方案实现的材料	能识读简单的机械图,辨析材料的连接形式			
	工艺技术基础	能识读机械零件图和电子电路图,并能完成加工			
	技术产品的制作、组装与调试	能识读一般的机械零件图和简单的电子电路图,按照简单的装配图进行装配			
物化 能力	方案实现的材料	在实施设计方案的过程中,能从环境、经济、质量、美学等方面考虑材料的使用			
	工艺技术基础	能结合金工或木工等某一技术领域,掌握一些特殊材料的属性及加工方法,根据方案设计要求选择材料和工具,确定方案实现的时序和工序			
		能分析设计方案,并根据方案设计要求选择合适的材料,具有初步的工具思维和工匠精神,完成天鹅摆件、钥匙收纳盒等作品的制作			
	技术产品的制作、组装与调试	能分析设计方案,并根据方案设计要求选择合适的材料,具有初步的工匠精神,完成循迹小车的装配			

等级标准: A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

第四章 技术交流与评价

在技术发明、技术革新和技术推广的活动中，需要通过技术交流提前发现设计的瑕疵、了解市场需求；需要通过技术标准保证设计思想、技术方案和技术产品在交流中的协同性和规范性；更需要通过技术试验及评价进一步发现问题、深化认识、推动技术进步与设计创新。

通过本章的学习，你将理解设计中技术交流的意义、方式和内容，了解技术标准在技术革新、产品升级和抢占市场等活动中的关键作用，并学会通过技术试验对技术设计或技术产品进行检验和改进。在实践中学会如何从功用性、可靠性、创新性、文化性等角度来评价技术产品，并能认识到技术产品具有经济价值和社会价值，进而初步形成知识产权的保护意识，进一步培养或形成技术意识、工程思维等通用技术学科核心素养。

第1节 技术交流

第2节 技术标准及试验

第3节 技术评价



第 1 节 技术交流



学习目标

1. 了解技术交流的意义。
2. 知道技术交流的常用语言。
3. 了解技术交流的内容。

开放交流是实现彼此取长补短、相互促进、共同提高的重要途径，即你有一个思想，我有一个思想，交流后我们各有两个思想。技术交流是技术人员或组织之间相互提供、传递、利用科技成果和先进技术的活动，其目的是使技术方法、思想、观点得到沟通和交流。这一节，我们将学习技术交流的常用语言以及技术交流的内容，特别是技术产品的说明书。

1.1 技术交流的意义

技术交流是技术提供者、专家、用户等之间相互展示、沟通、交换技术成果的活动。

在技术交流过程中，技术提供者需要准确、简明、完整地表达设计思想，展示技术方案的模型或原型，甚至是技术产品；倾听者也会对技术成果发表自己的观点和看法。

通过技术交流可以找到设计的不足，发现存在的隐患，完善优化设计方案。通过技术交流还可以了解市场需求，面向社会推广技术成果，使其成为服务于社会的产品。

1.2 技术交流的语言

在技术活动中，实现展示、沟通、交换、借鉴的工具或方式，统称为技术交流的语言。其主要特征是表达形式直观、形象、通俗易懂；表达内容简单、明确；表达格式规范、统一；表达途径多种多样。常见的技术交流的语言种类及其应用汇总如表4-1所示。

表 4-1 技术交流语言种类及其应用汇总

名称	应用	名称	应用
口头语言	面对面交流	文本语言	各种技术文件，产品说明书，用户手册，药品说明书等
手语	强噪声环境下或无法言语的人（即聋哑人）互相交际和交流思想	旗语	古代通信方式，现在是世界各国海军通用语言
技术图纸	呈现复杂产品的设计方案和对设计进行详细说明（规范、直观、准确）	程序语言	用于人与计算机之间通信的语言
模型或原型	用于建筑物、建筑群的表示，以及地理、军事上的沙盘模型（形象、直观）	技术图表	用于统计数据的表达，呈现构思方案、比较方案等
技术演示	常以计算机为载体，用多种媒体进行交流 and 表达的工具（动态化、虚拟化、直观）	技术符号	用规定的标志、符号来表示一些特殊的对象和要求

讨论 & 交流

- 1. 想一想你日常生活中都接触过哪些技术交流语言？请你选择一种与传统的生活语言进行比较。
- 2. 多样化的技术交流语言给人类文明发展带来了怎样的影响？请谈一谈你对此的看法和理解。

1.3 技术交流的内容

技术交流预期达到的两个目标是提前发现设计的不足和存在的隐患，以及了解市场需求和推广技术成果。因此，技术交流的内容需要从以下三个方面开展。

一、交流设计思想

由于参加交流的人员知识背景、经验和分析问题角度的不同，通过彼此的思想交流极有可能提前发现设计的不足和存在的隐患。交流设计思想实现的途径主要为技术方案讨论和演讲汇报，如图 4-1 所示是交流设计思想。



图4-1 交流设计思想

二、交流技术成果

当设计者或技术人员完成了其设计的预期产品时，他们需要将产品的具体功能和应用场景与潜在的用户进行交流，达到了解市场需求和推广技术成果的目标。实现的途径主要有样机、模型、产品、设计文档、正式论文、报告、产品说明书等。其中产品说明书是与用户交流的最常用、最可靠的方式。

三、产品说明书

传递产品的详细技术信息，可以通过产品说明书或用户手册。让用户正确地使用产品、全面地了解产品功能和注意事项。因此，产品的生产者必须提供产品说明书或用户手册。

产品说明书一般由标题、正文和其他信息组成，具体如表4-2所示。

表4-2 产品说明书结构和内容

结构	包含的具体内容
标题	商标、型号、货名以及“说明书”或“使用说明书”
正文	一般包括构造、性能、适用范围、技术参数、安装、使用方法、注意事项等
其他信息	商标、厂家名称、地址、电话、邮编、代号或批准文号、照片或图片等



案例

旋转式脱水拖把产品说明书

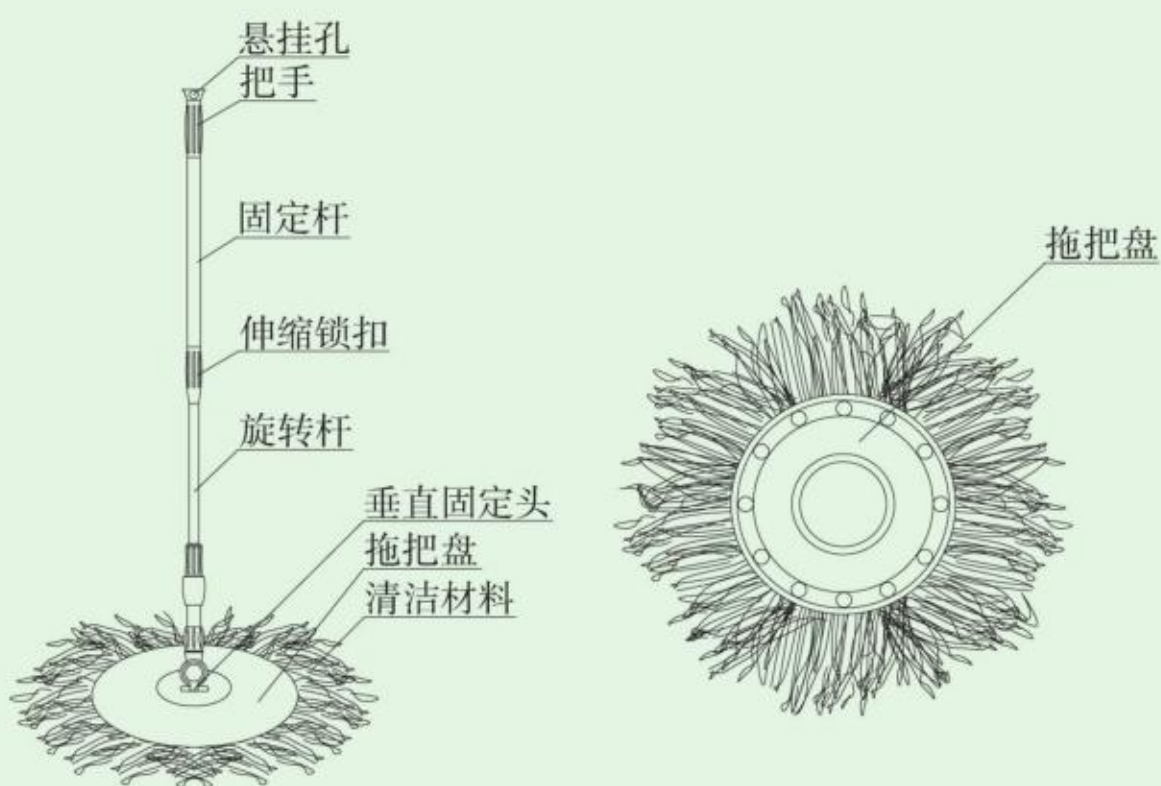
感谢您使用本产品！使用产品之前请仔细阅读本产品使用说明书，以便您正确合理地使用产品。请妥善保管好产品使用说明书。

1. 安装说明

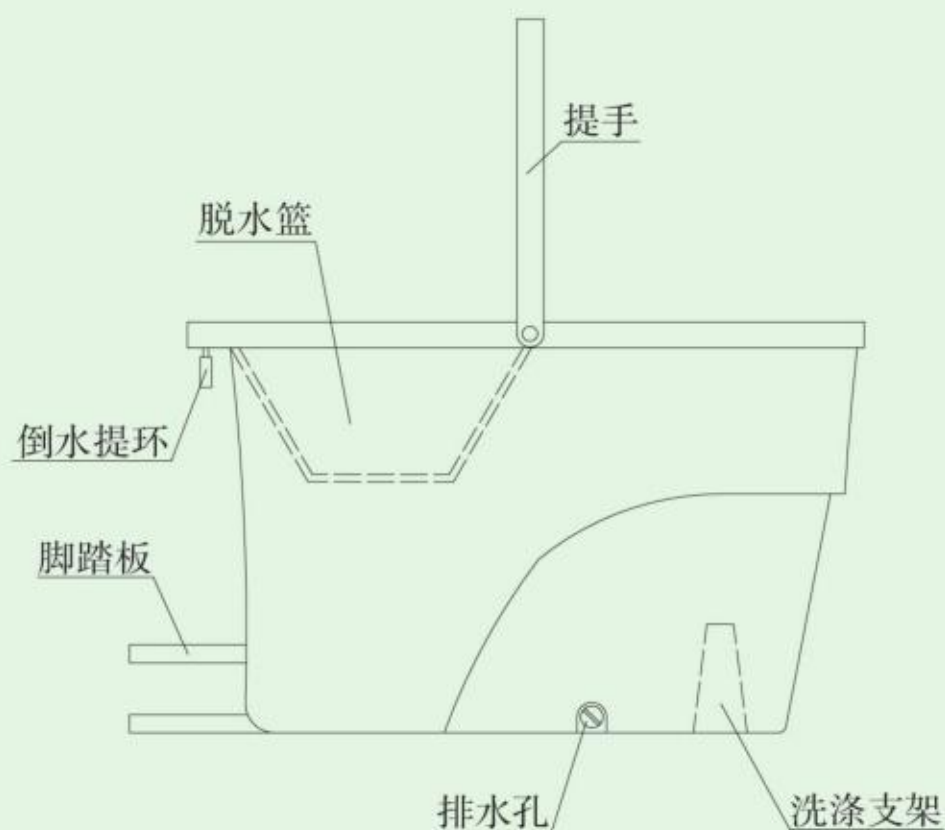
将旋转式拖把的面板平整地放置在地上，然后将拖把盘对准拖把头，以垂直状态按下，用脚轻轻踩下拖把盘，当听到咔嚓一声响的时候，即可完成旋转式拖把的安装工作。



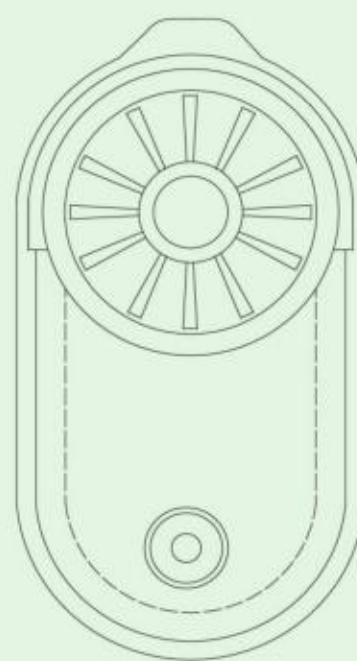
产品实物图



拖把结构示意图



水桶结构示意图



2. 使用说明

使用前请确认拖把杆各部件、组件之间结合严密。使用旋转式拖把打扫房间时可以自行调整角度为45°、90°、180°等，轻轻松松就可以把死角清理干净。

3. 清洗和脱水说明

将旋转式拖把放到水龙头下冲洗干净，然后放到附带的水桶里，轻踩脚踏板，就能快速把水甩干。

4. 更换布条

旋转式拖把使用一段时间后，布条可能会出现磨损的现象，需要及时更换布条。用脚踩住上圆盘边缘的布条，方向一定要和螺丝的方向相同，然后紧握住拖把朝身体反方向推动，就可以让圆盘和布盘分离开了。

5. 旋转式拖把的保养

(1) 使用旋转式拖把后，一定要搓洗干净并拧干放置通风处，以免产生异味。

(2) 使用旋转式拖把后，如果发现拖把上有毛发，请使用刷子协助清理干净，或等到拖把干燥时再用胶带黏除。

(3) 为保持居家清洁卫生，建议每2~3个月更换一次拖把头。



思考 & 练习

按照表4-2产品说明书的结构和内容要求，并参考上述产品说明书案例，请你给爬楼梯手拉车或循迹小车编写作品说明书。

第2节 技术标准及试验



学习目标

1. 了解技术标准的定义、分类及其适用范围。
2. 知道技术试验的内涵和分类，学会设计简单的技术试验方案并实践。
3. 学会记录试验数据，并能够运用恰当的方法进行数据分析。
4. 掌握试验报告的写作格式，知道内容要求。

技术成果的推广应用是技术创新的最终目的，也是衡量一个技术开发创新项目成败的尺度。新技术成果能被大范围应用的前提是必须遵守该领域产业化的相关标准和规范，这是创新产品进入市场的保证。同时，新技术成果能否进入应用需要足够多的试验与试用，反复验证技术的可靠性、稳定性。这一节，我们将学习技术标准及试验，了解技术标准的种类，学会结合技术设计进行简单试验，以及试验数据记录和处理等。

2.1 技术标准

社会的进步和生产的发展提出了标准化需求并推动着标准化向前发展。人们的生活越来越依赖于标准。从日常的家居生活、科技创新、企业管理到国际市场、公共管理、环境保护，无一不与标准密切相关。但标准究竟是什么？本小节学习涉及标准的基本知识、概念。

一、标准化

标准化是指为了在既定范围内获得最佳秩序，促进共同效益，对现实问题或潜在问题确定共同使用和重复使用的条款以及编制、发布和应用文件的活动。标准化活动确立的条款，可形成标准化文件，包括标准和其他标准化文件，例如，GB/T 14692—2008《技术制图 投影法》。标准化的主要效益在于为了产品、过程或服务的预期目的改进它们的实用性，促进贸易、交流以及技术合作。例如，汽车轮胎坏了，只需要去汽车修理店更换一个新轮胎，而不是报废整辆汽车。这就是标准化带来的效益。对标准化的本质可以从如下几个方面进一步理解。

1. 标准化目的。标准化是为了在既定范围内获得最佳秩序，促

进共同效益。“既定范围内”表明了标准化活动范围，例如，国际标准化是指在全球范围内的标准化，国家标准化是在一个国家范围内的标准化，企业标准化是在一个企业范围内的标准化。标准化关注的是“共同效益”，而企业标准化不仅要促进共同效益，更关注企业自身的效益。

2. 标准化对象。标准化对象包括两个方面，现实问题或潜在问题，且具有共同使用和重复使用的特征。现实问题是指已经发生或存在的问题需要标准化，而潜在问题是指还没有发生或存在某些隐患的问题需要标准化。例如，对转基因潜在问题的标准化研究。

3. 标准化活动。标准化不是一个孤立的事件，它是一项有目的、有组织的活动。活动是有过程的，且过程是循环往复、螺旋式上升的。每经过一个循环，标准的水平就提高一步。

4. 标准化原则。标准化活动过程需要遵循简化、统一、协调、优化等一般性原则。当标准化对象的多样性范围过大时，简化消除多余、可替换、低功能的环节就非常必要。在标准化活动过程中，需要消除不必要的多样化而造成的混乱，建立共同遵循的统一秩序。为使整体功能最佳，系统中一个功能单元必须与其他功能单元进行协调。标准系统的构成因素及其关系通常有特定目标和限制条件，需要进行优化，使之达到最佳效果。

5. 标准化成效。标准化活动的结果是产生标准，包括技术规程、规范等。制定标准、组织实施标准，以及对标准制定、实施进行监督是标准化活动的主要任务。标准化效果是通过标准的实施来完成的。一个好的标准要在生活、生产实践中得到应用或者实施，才能发挥它的实际价值。

二、标准及其种类

标准是指通过标准化活动，按照规定的程序经协商一致制定，为各种活动或其结果提供规则、指南或特性，供共同使用和重复使用的文件。对标准概念可以从如下几个方面进一步理解。

1. 标准来源。标准是人类对客观事物规律认识的经验结晶，是科学、技术和经验的综合成果。这里的“经验”是成功经验，失败的经验不能写到标准里去。“协商一致”是要求执行标准各方达成一致，一般要求相关成员四分之三以上通过。这样制定的标准才具有可执行力，得到有关成员方的有效实施。

2. 标准时效性。随着科技进步，标准不断发展变化。因此，标准具有一定的时效性。标准不断修订就是要吸收最先进科学、技术

成果和成功经验，使标准与科技发展、人类对客观事物规律认识的水平相协调。标准是规则、指南或特性，统一是标准的本质。标准的统一程度应该与现代科技发展水平一致。

3. 标准种类。标准具有为各种活动或其结果提供规则、指南或特性，并且具有共同、重复使用的特性。依据活动范围或其结果范围，标准可以分为中国标准、外国标准和国际标准。按照管理层级，中国标准又分为国家标准、行业标准、地方标准、团体标准和企业标准；而依据标准化对象，标准也可以分成基础标准、方法标准、产品标准以及工作标准，如表4-3所示。按照贯彻方式，我国标准还可以分为强制性标准和推荐性标准，分别用“GB”和“GB/T”表示。例如，GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》是国家强制性标准。

表4-3 技术标准的种类

划分方法	标准种类	说明
按照层级管理	国家标准	由国务院标准化行政主管部门制定，在全国范围内统一的技术要求
	行业标准	由国务院有关行政主管部门批准发布，在全国某个行业范围内统一使用的标准
	地方标准	由省、自治区、直辖市行政主管部门制定，并报国务院相关主管部门备案，在该地区范围内统一使用的标准
	团体标准	由团体按照团体确立的标准制定程序自主制定发布，由社会自愿采用的标准
	企业标准	由企业制定，由企业法人代表或法人代表授权的主管领导批准、发布的技术标准
按照标准化对象	基础标准	在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用，具有广泛指导意义的标准
	方法标准	以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定、作业等各种方法为对象制订的标准
	产品标准	为保证产品的适用性，对产品必须达到的某些或全部要求所制订的标准
	工作标准	对标准化领域中需要协调统一的工作事项所制定的标准，或对工作的范围、责任、权利、程序、要求、效果、检查方法等所做的规定，或按工作岗位制定的有关工作质量的标准

三、标准在产品设计与生产中的作用

标准是质量之母，质量是企业之魂。经济社会发展的实践证明，标准在提高产品、工程、服务质量，保障人身财产安全健康，促进产业和社会可持续发展，维护市场秩序，促进贸易等方面都发挥着重要作用。例如，我国秦朝时实行“车同轨”“书同文”，统一全国的度量衡制度和币制，是中国古代标准化史上浓墨重彩的一笔，促进了沟通交流和经济贸易，提升了国家治理能力。1841年，英国机械工程师惠特沃思建议采用统一的螺纹尺寸（惠氏螺纹）并很快被英国和欧洲各国采用，为第一次工业革命做出重要贡献。标准在产品设计与生产中的作用具体可归纳为以下几个方面。

1. 保证质量，保障安全，维护消费者权益。
2. 规范市场秩序。
3. 促进贸易发展。
4. 引导产业发展，优化产业结构。
5. 促进科研成果和技术创新成果的推广应用。
6. 有利于保护环境和合理利用资源，推动社会可持续发展。

四、标准的发展趋势

随着经济的发展，社会的进步和科学技术的突飞猛进，标准的对象越来越多，标准的水平越来越高，标准的应用越来越广。标准的发展趋势可归纳为以下几个方面。

1. 标准的应用领域不断扩大。按照现行《中华人民共和国标准化法》的规定，标准涵盖了工业、农业、服务业和社会事业等领域，不仅仅局限于技术领域。
2. 标准走向国际化。随着经济全球化和贸易国际化的发展，各国越来越重视把本国标准和要求提升为国际标准，不断扩大影响，占有市场，维护本国利益。
3. 制定、修订标准的速度不断加快，标准的文件形式更加多样。为了适应市场的需求，制定标准机构不断加快制定、修订标准，并采用多样的文件形式，便于用户采用。例如，出版技术规范、技术报告、技术协议等。



案例

移动通信技术标准

移动通信技术正在给我们的社会生活带来巨大的变化，如图4-2所示。



图4-2 移动通信技术的应用

在过去的数十年中，移动通信技术经历1G、2G、3G和4G等发展阶段，如图4-3所示。从4G向5G演变时，5G带来的关键变革主要有更快的速度，同时容纳更多用户的能力，更低的网络时间延迟。它既能够给每个设备提供更快的网络速度，又能满足极高密度设备联网的负荷，同时还能降低数据的网络延迟。



图4-3 从1G到5G

在移动通信技术的演进历程中，我国依次经历了“2G跟踪，3G突破，4G同步”的各个阶段。在5G时代，我国立志于占据技术制高点，全面发力开展5G相关工作。在5G标准制定过程中，我国运营商、设备商占据了主导地位。2016年11月，在第三代合作伙伴计划（3GPP）会议的5G短码方案讨论中，中国华为公司主推的极化码方案，成为5G控制信道场景编码的最终方案。这是我国通信史上举世瞩目的成就。

在移动通信技术标准领域，竞争还在继续，暗潮涌动之下是各国在技术实力、凝聚力、知识产权等综合实力的较量。



请你结合移动通信技术标准，谈一谈技术标准对国家的重要意义、价值和关键作用。

2.2 技术试验

技术活动中为了某种目的所进行的尝试、检验、优化等探索性实践活动属于技术试验。

技术试验与科学实验有共同之处，它们都是人类认识自然、利用自然的探索性实践活动。

一、常见技术试验的种类

在技术发展的漫长历史中，人们总结了许多成熟的技术试验方法，常见技术试验的种类如表4-4所示。

表4-4 常见技术试验的种类

试验种类	说明
优化条件试验	已知被试对象的性质、结构和所预期的表现状态，寻求最佳条件或条件组合。例如，袁隆平进行杂交水稻的培育
状态预测试验	已知被试对象的结构、性质和输入条件的变化，预测对象将发生什么变化。例如，天气预测
结构功能试验	改变对象的结构，寻求表现状态或功能的变化。例如，桥梁的静力加载试验
信息试验	主要用于分析测量、识别精度，以及选择、处理方法对试验结果的直接影响。例如，机器人功能试验
模拟试验	通过再现的形式来模拟现实发生情况的方法。例如，汽车整车碰撞试验
移植试验	在相互具有差异的事物之间，将某些共同相关的因素从一个物体移植到另外一个物体。例如，果树嫁接，移花接木

技术试验是从多方面、多角度地检验材料和产品性能的技术手段。同一个试验，从不同的角度分析也可能同时属于不同的试验类型，例如，汽车碰撞试验既是模拟试验，又是结构功能试验，同时也是破坏性试验。当然，试验方法也不局限于上面提到的方法。

二、技术试验在设计中的作用

技术试验不仅是为技术研究和技术开发提供重要科学资料和各种数据的重要环节，更是对设计方案的检验。它在设计过程中的核心作用如图4-4所示。

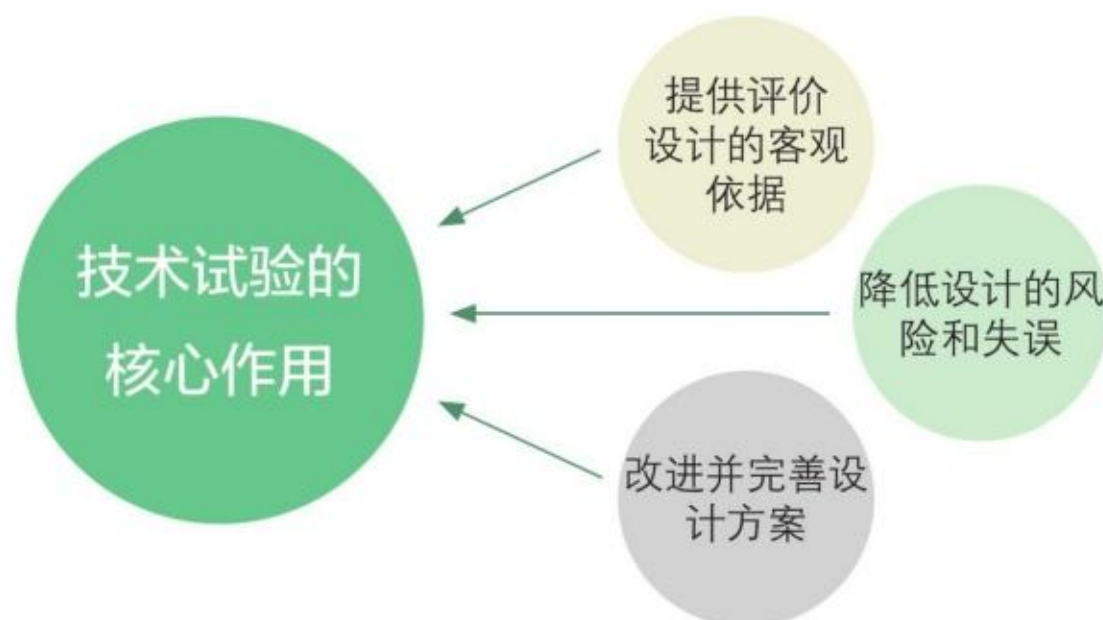


图4-4 技术试验在设计中的作用



案例

中国探月工程试验

我国的月球探测工程，如图4-5所示，以嫦娥命名，嫦娥工程分三期，简称为绕、落、回。绕，即发射我国第一颗月球探测卫星，实现首次绕月飞行，这一目标于2007年10月由嫦娥一号卫星的发射顺利实现；落，即发射月球软着陆器，并携带月球巡视勘察器（俗称月球车）在着陆器落区附近进行就位探测，2019年1月3日嫦娥四号探测器自主着陆在月球背面南极区域的冯·卡门环形山，实现了人类探测器首次在月球背面软着陆；回，就是返回月球表面特定区域并进行采样然后将月球样品带回地球，在地面上对样品进行详细研究。2020年12月，嫦娥五号返回器携带1731克月壤返回地球。2024年6月，嫦娥六号首次实现月球背面采样返回。中国的嫦娥系列月球探测试验均完成了卫星关键技术研发和论证工作，为人类和平使用月球迈出了新的一步。

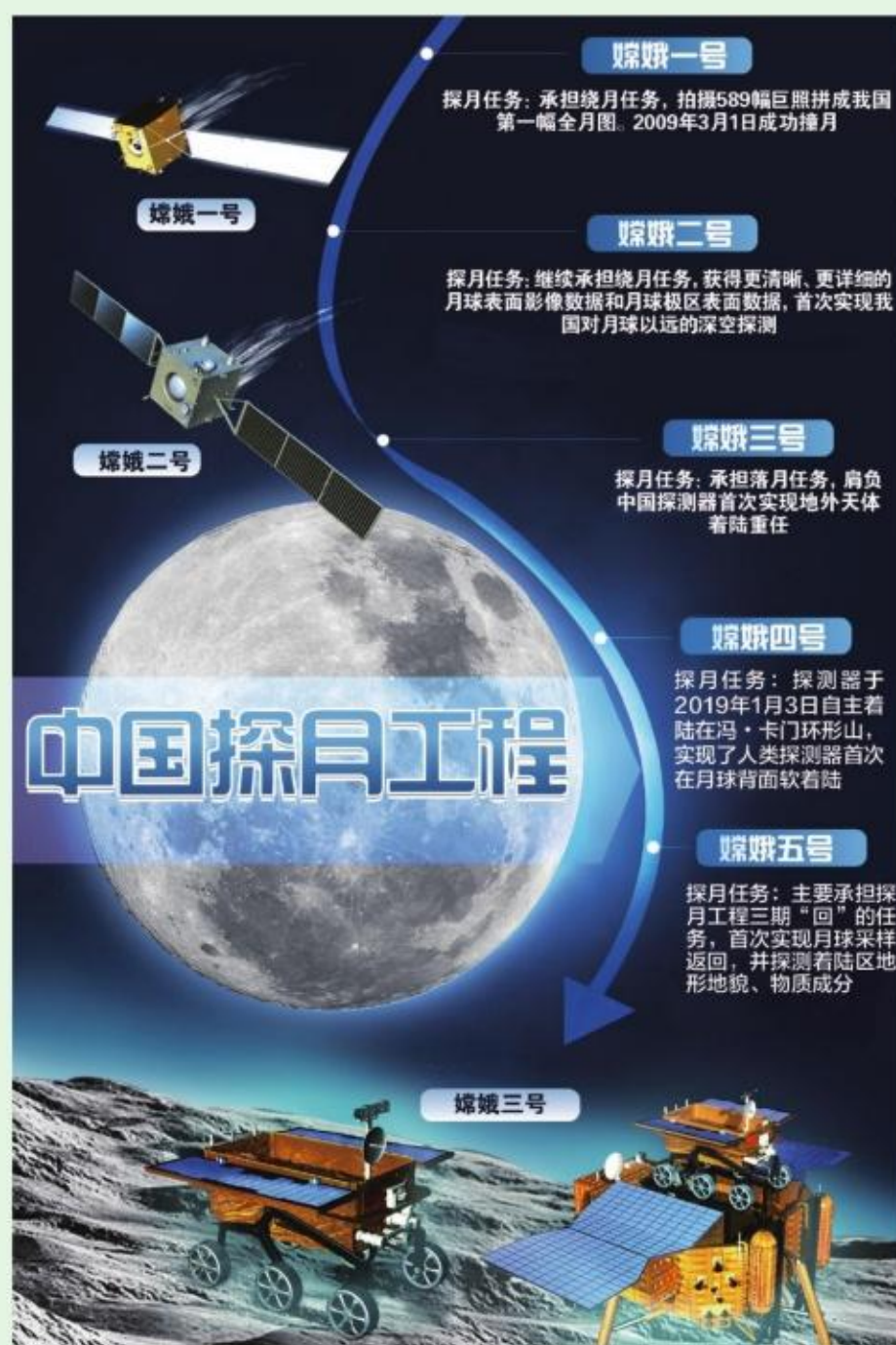


图4-5 中国探月工程

三、技术试验的实施

进行试验时要按照图4-6所示的步骤实施，这样才能确保技术试验顺利进行。技术试验是一个尝试、探索等实践性活动，实施时可能会经历许多次的失败，因此开展试验者必须具备顽强的毅力和严谨的态度。



图4-6 技术试验过程流程



案例

应用拉伸试验判断橡皮筋质量

一些简单的机械装置常利用橡皮筋拉伸、扭曲产生的弹性势能作为动力源，如橡皮筋动力小车（图4-7）和橡皮筋动力飞机（图4-8），具有取材方便、价格低廉、容易制作、易于调整的特点。同时整体装置的重量相对较轻、动力强劲，例如，在短距离竞速车模型中，橡皮筋动力车模型可以说是所有动力车模型中速度较快的。

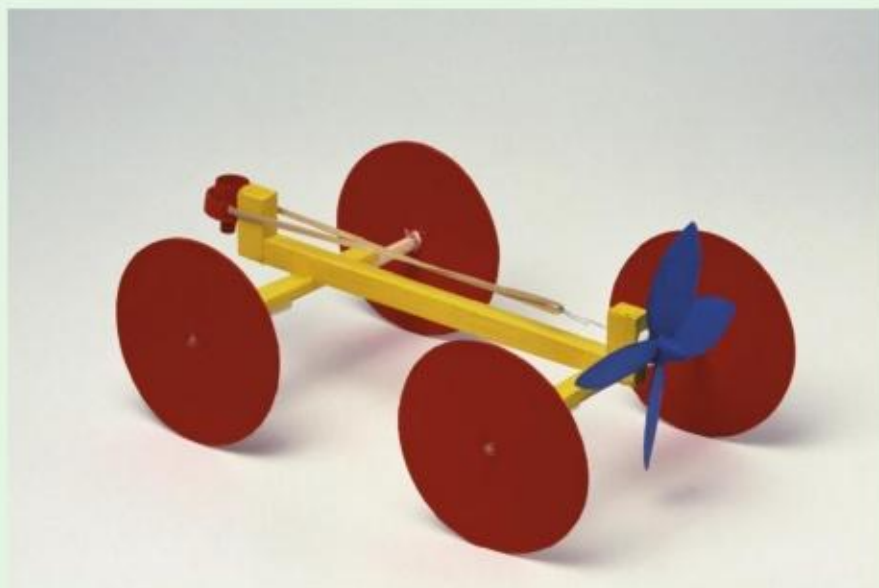


图4-7 橡皮筋动力小车

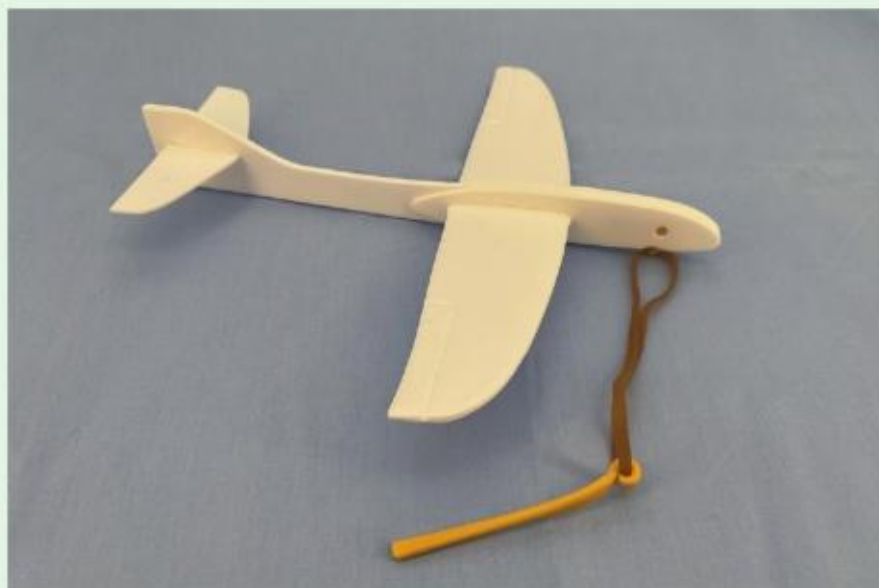


图4-8 橡皮筋动力飞机

但在实际应用中，橡皮筋动力车提供动力的时间不够长，车上不宜安装复杂的设备，其行驶的距离由橡皮筋的弹性势能存储能力决定，影响因素包括：橡皮筋质量好坏、粗细规格和长度（或绕圈数目），特别是橡皮筋（易老化）的质量直接关系到提供动力的可靠性。

请按照上面的试验实施步骤设计一个测试橡皮筋质量和弹性势能存储能力的技术试验。

1. 试验目标

(1) 探究弹力和橡皮筋伸长的定量关系, 甄别所选橡皮筋质量的好坏, 为确定车子行驶指定距离需要缠绕多长橡皮筋提供定量参考。

(2) 学会利用列表法、图像法分析研究技术试验中测量数据间的关系。

2. 测试工具

橡皮筋、砝码若干或已知重量挂物、铁架台(可选)、毫米刻度尺等。

3. 测试方案及内容

一种简单的试验测试装置示例如图4-9所示。试验时, 将橡皮筋上端固定, 在竖直悬挂的橡皮筋下端逐一增减已知重量挂物, 例如硬币。

4. 进行试验

测试不同原长和不同直径橡皮筋的形变特性。每增减一个挂物均记下对应的橡皮筋伸长量, 并设计合理的表格记录试验数据。

5. 记录分析数据

根据测量数据, 作出增挂钩码和减挂钩码时的橡皮筋伸长量 Δl 与拉力 F 关系的图像, 同时拟合分析试验测试结果。

6. 得出结论

根据试验数据, 分析不同长度和直径的橡皮筋伸长与所受拉力关系的测试结果, 并判断橡皮筋质量的好坏和估算弹性势能存储能力。



图4-9 试验测试装置示例



设计 & 操作

测试循迹小车直线行驶试验

前期课堂上, 大家设计并加工组装出了循迹小车, 如图4-10所示, 且实现了沿轨道循迹行驶的功能。如果需要循迹小车直线行驶, 那么循迹小车在前行中可能出现跑偏的情况,

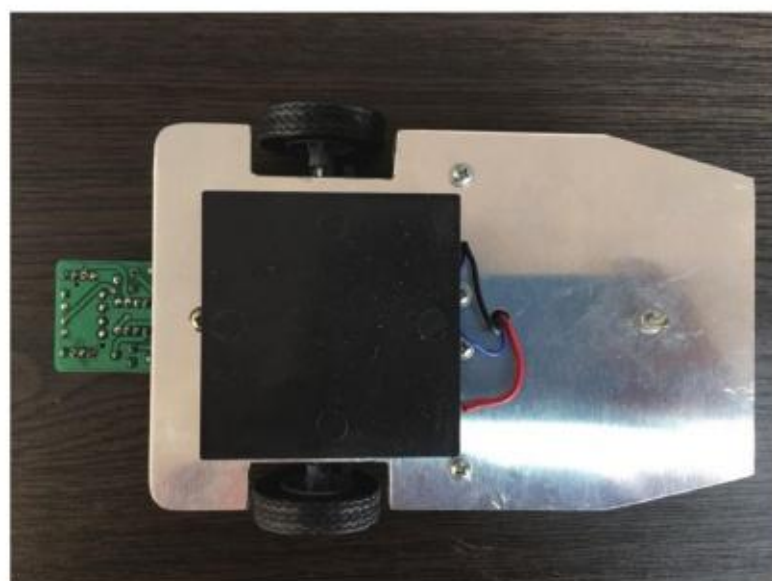


图4-10 循迹小车正面图

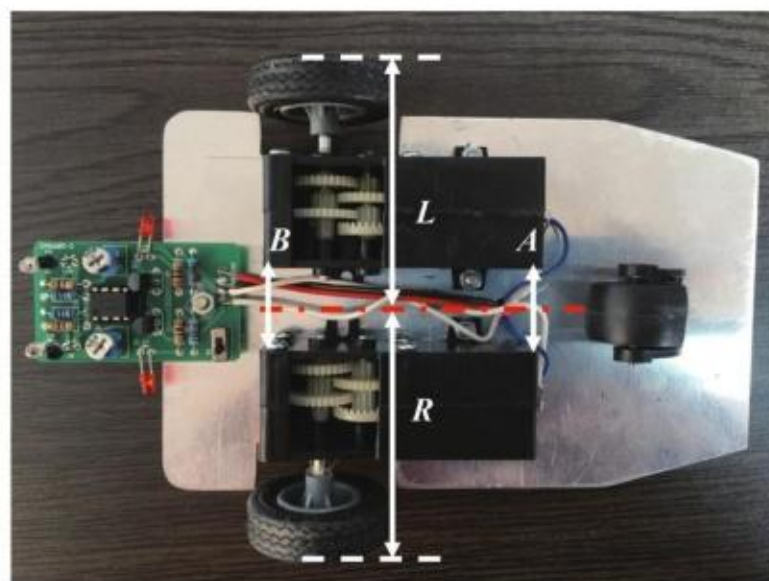


图4-11 循迹小车反面结构图

跑出一段距离之后偏离原来直线。一般产生该情况的可能原因是什么呢？下面通过试验，来分析产生非直线行驶的原因，并通过直线行驶，调试有关参数，使循迹小车调整到最佳状态。

请参考下面的试验步骤，测试你制作的循迹小车是否达到预期的直线行驶的技术试验。

1. 试验目标

- (1) 测试制作的循迹小车直线行驶性能，并分析非直线行驶产生的原因。
- (2) 学会利用列表法、图像法分析研究技术试验中测量数据之间的关系。

2. 测试工具

循迹小车、平整大桌台、游标卡尺、卷尺等。

3. 测试方案及内容

调试循迹小车某一个参数，例如，左、右车轮偏离底板中心线的距离 $\Delta LR=L-R$ ，左、右轮子的周长误差值 ΔS ，左、右轮子安装位置是否平行（两齿轮箱相邻边前、后端之间距离差 $\Delta AB=A-B$ ）等（图4-11）。试验测试示例如图4-12所示。试验时，初始设定循迹小车沿着直线运动，让循迹小车运行一段固定距离，根据形成的轨迹可以定量表征小车的非直线行驶特性。

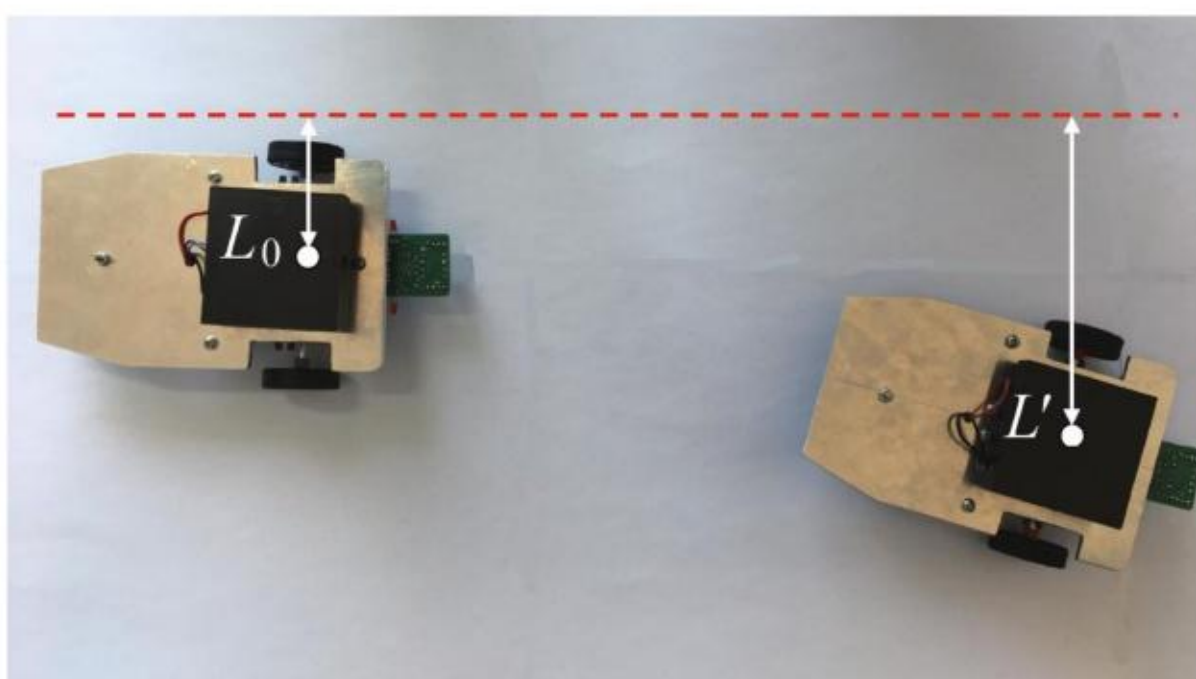


图4-12 试验测试示例

4. 进行试验

调试或固定循迹小车某一个参数，用直尺或卷尺测量循迹小车每次行驶 x 距离，偏离预定直线的偏移量 $\Delta x=L'-L_0$ （图4-12），将测试数据填入表4-5。

以下步骤5和6请在学习了“2.3 试验数据记录与分析”以后再完成。

5. 记录分析数据

根据测量数据，作出测试循迹小车行驶距离与偏移量 Δx 的图像，同时拟合分析试验测试结果。

6. 得出结论

根据试验数据，分析非直线行驶产生的可能原因，并给出你的解决思路或方案。

表 4-5 循迹小车行驶距离 x 与偏移量 Δx 的测试数据

调试参数			调试参数			调试参数		
	x/cm	$\Delta x/\text{cm}$		x/cm	$\Delta x/\text{cm}$		x/cm	$\Delta x/\text{cm}$
左、右 车轮偏 离底板 中心线 的距离 ΔLR	10.00		左、右 轮子的 周长误 差值 ΔS	10.00		左、右 轮子安 装位置 是否平 行（两 齿轮箱 相邻边 前、后 端之间 距离差 ΔAB ）	10.00	
	20.00			20.00			20.00	
	30.00			30.00			30.00	
	40.00			40.00			40.00	
	50.00			50.00			50.00	
	60.00			60.00			60.00	
	70.00			70.00			70.00	
	80.00			80.00			80.00	
	90.00			90.00			90.00	
	100.00			100.00			100.00	

2.3 试验数据记录与分析

一、试验数据的记录

数据记录要遵循真实性与科学性的原则。真实性要求记录的数据必须是未经篡改的原始数据，记录必须清晰准确。科学性要求严格按照程序进行试验，试验方法正确，测量过程规范，记录的数据符合要求，注意有效数字的读取。

试验前要熟悉掌握各种测试工具的使用，试验中除记录数据外，还要记录试验环境的温度、所用仪器的型号与编号、试验过程中遇到的问题与故障等。

二、试验数据的分析

丰富的科学信息往往隐藏在原始数据中，如何正确分析数据进而揭示出其背后的规律至关重要。

1. 测量与误差

测量是指将待测量与选作标准的同类量对比，得到倍数关系的过程，该倍数称为测量值。测量值除数值外，还必须有单位。测量值与其真实值之差称为误差，误差有正有负。由于真实值不可能确切知晓，一般是用同等条件下多次重复测量的算术平均值来代表真实值。

2. 数据处理方法

对原始数据进行正确处理，才能发现隐含其中的规律和可能存在的问题，因而数据处理非常重要。数据处理方法有多种，常见的有列表法、作图法、曲线拟合。下面以测量两根弹性橡皮绳（原长均为60.00 cm，直径分别为0.50 cm和0.60 cm）在不同拉力下的伸长量为例来说明。

（1）列表法。

列表法是将原始数据填入二维表格，可简单明了地表示出两组测量量之间的关系。表4-6为多次测量的原始数据，从中可看出列表法有如下要点。

- ① 根据试验内容设计合适的表格，并给出标题。
- ② 写明每组数据的意义，并给出单位。
- ③ 数据本身要符合读数规范，正确反映有效数字。

表4-6 橡皮筋伸长量与拉力关系测量数据

砝码质量/g	第 <i>n</i> 次测量直径0.50 cm橡皮筋的伸长量/cm					第 <i>n</i> 次测量直径0.60 cm橡皮筋的伸长量/cm				
	<i>n</i> =1	<i>n</i> =2	<i>n</i> =3	<i>n</i> =4	<i>n</i> =5	<i>n</i> =1	<i>n</i> =2	<i>n</i> =3	<i>n</i> =4	<i>n</i> =5
200	1.89	1.99	1.89	1.89	1.99	0.51	0.61	0.69	0.65	0.62
300	3.72	3.51	4.03	3.79	3.75	1.71	1.79	1.81	1.69	1.81
400	5.81	5.79	5.79	5.85	5.79	2.79	2.83	2.81	2.99	3.11
500	7.89	7.99	7.99	8.29	8.21	4.75	4.79	4.59	4.72	4.69
600	10.77	10.81	10.75	10.79	10.81	6.71	6.81	6.79	6.82	6.69
700	14.99	14.89	14.81	14.79	14.75	9.31	9.49	9.29	9.35	9.39
800	18.29	17.99	17.99	18.25	18.49	10.89	10.79	10.75	10.49	10.79

表4-7是将五次测量的数据取算术平均值后得到的结果。

表4-7 橡皮筋伸长量与拉力关系

砝码质量/g		200	300	400	500	600	700	800
拉力/N（ <i>g</i> 取10 N/kg）		2	3	4	5	6	7	8
伸长量平均值/cm	细（0.50）	1.93	3.76	5.81	8.07	10.79	14.85	18.20
	粗（0.60）	0.62	1.76	2.91	4.71	6.76	9.37	10.74

(2) 作图法。

作图法是将两列数据以图线的形式直接在坐标轴上直观表达出来。作图法直接可视化数据，对于个别明显偏离的数据点，可直观看出，便于分析原因，合理取舍。作图法有如下要点。

① 选取合适的坐标纸，一般为直角坐标纸，确定横纵坐标轴，横坐标代表自变量，纵坐标代表因变量，在坐标轴中部注明测量量名称、符号及单位，单位加在括号内。

② 确定坐标轴比例和分度。坐标纸的最小格应是能精确读取的最后一位。举例来说，由上表数据可知能精确测得的最小分度是毫米，因而坐标纸的最小一格长度应该代表1毫米。

③ 标出数据点，若有不同数据画在同张表格时，要用不同符号区分，如 $\odot$ 、 $\circ$ 、 $+$ 、 $\times$ 等。

④ 连点成线，用直尺将数据点连成一条平滑、细且清晰的直线，尽可能使数据点位于直线上或均匀分布在直线两侧。

⑤ 写出图线名称及必要说明。在坐标纸顶部或横坐标下方写上图名，并在空白处加些必要说明，如试验时的温度。

(3) 曲线拟合。

选择合适曲线类型来拟合测量数据并得到两组数据之间定量公式关系的方法称为曲线拟合，它可避免作图法在绘制过程中可能引入的误差。当拟合曲线为直线时，称为线性拟合。线性拟合可在Word中实现，过程如下。

① 打开Word，点击“插入”下属的“图表”，选择“XY（散点图）”，并点击“确定”，弹出一个表格。

② 将两组数据填入表格后，关闭表格，双击图表后，点击“添加图表元素”，选择“趋势线”下属的“线性（L）”。

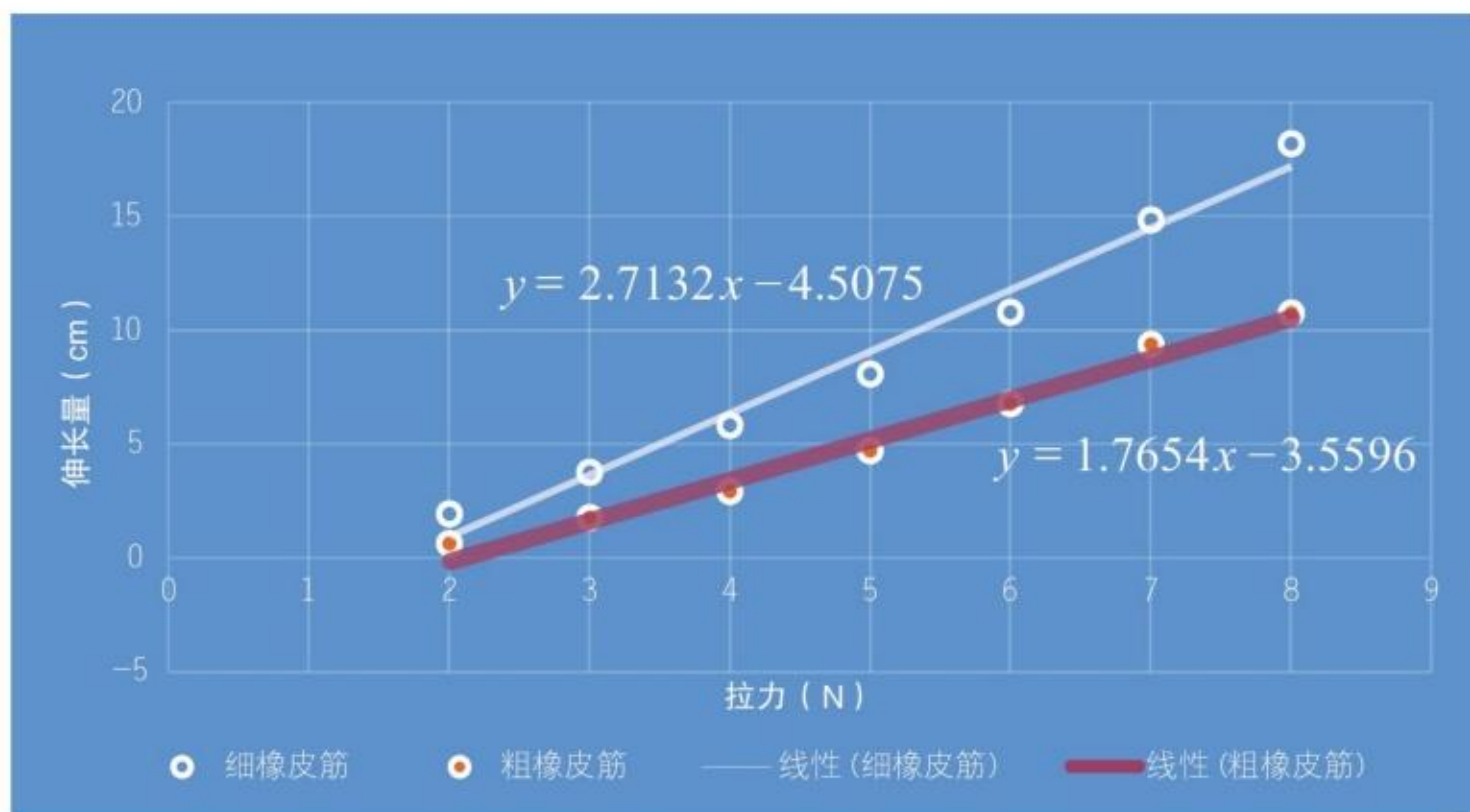


图4-13 不同粗细橡皮筋伸长量与拉力关系

③ 双击图表中出现的直线，在出现的“趋势线选项”中，勾选“显示公式”即可。

在图4-13中， y 与 x 的关系式是按照上述方法得到的两根不同粗细橡皮筋的伸长量与拉力关系的拟合方程， x 前系数的倒数即表示橡皮筋的劲度系数。在图4-13中，线性拟合线不过“0”点，我们在中学物理橡皮筋实验中也观察到这一现象，主要是因为橡皮筋的伸长与它的截面积的减小、拉伸方式等因素有关。



设计 & 操作

请同学们根据学会的试验数据记录与分析，完成在“测试循迹小车直线行驶试验”中的记录分析数据和得出结论部分。

2.4 试验报告

根据前面的试验及数据分析，本节即可完成试验报告。试验报告的内容一般具有如下几个部分，如图4-14所示。

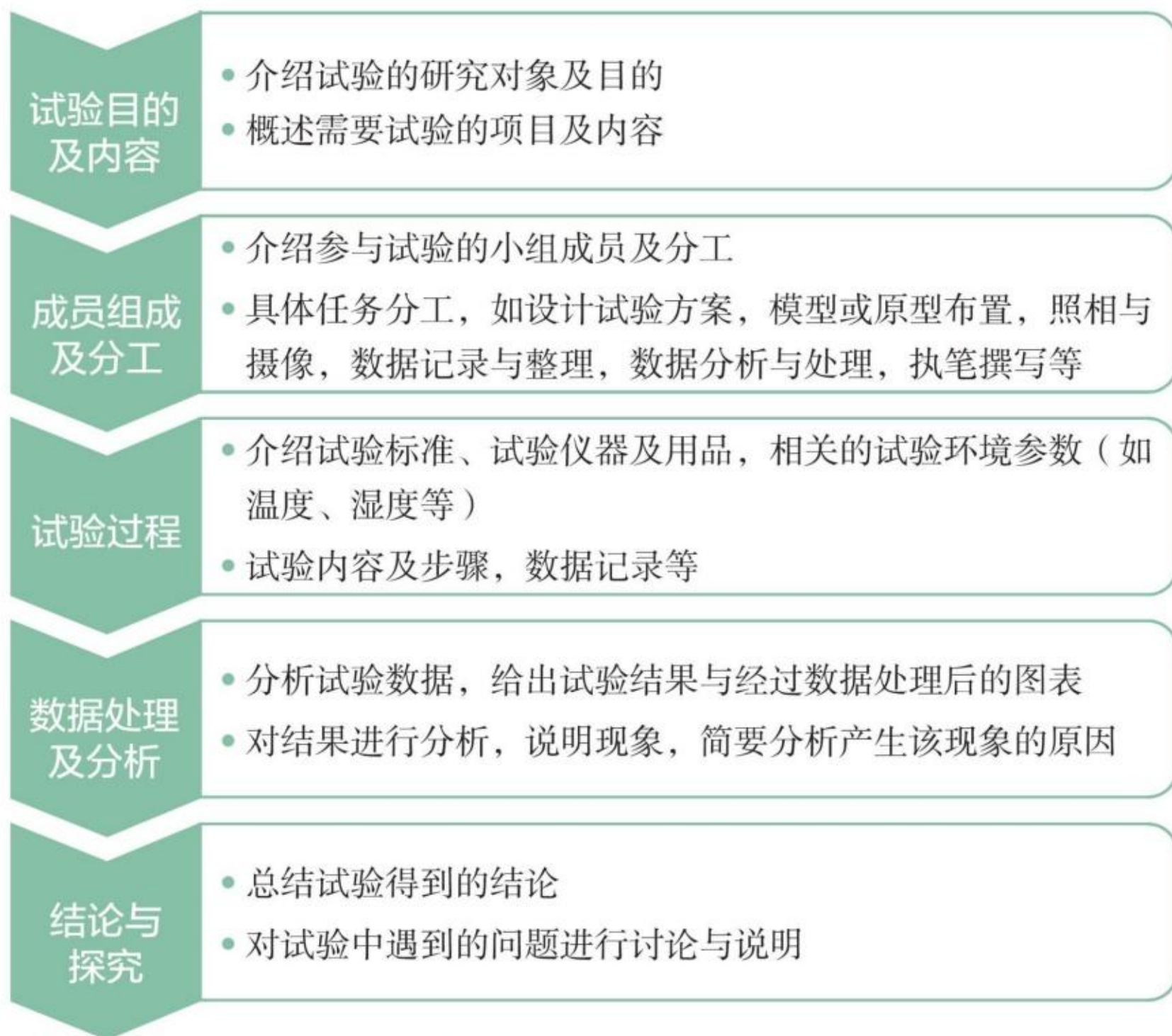


图4-14 试验报告主要内容

第3节 技术评价



学习目标

1. 初步学会从功用性与可靠性的角度去评价技术产品。
2. 了解从技术的创新性与文化性角度去评价技术产品。
3. 知道技术设计产品具有知识产权，理解知识产权的重要性和对其保护的必要性。
4. 综合功用性、可靠性、创新性与文化性等评价，初步学会撰写评价报告。

技术评价是对某项技术进行的全方位整体评价，需要从技术的功用性、可靠性、创新性、文化性等方面，对其潜在的经济价值与社会价值进行评价。产品是技术实现的载体，因而技术评价并不单纯地评价技术，而是贯穿融合在对技术产品及其设计过程的评价之中。

3.1 技术的功用性与可靠性评价

一个好的技术产品要能满足人类需求，需达到预定功用，且其功用的实现还要可靠。因此可从功用性与可靠性角度来评价技术。

一、技术的功用性评价

技术的目的在于应用，在于服务于人，因此功用性是技术评价中必须首要考虑的，是技术存在的根本。

产品源于需求。从目标导向来看，功用性体现在是否实现了既定目标。如淋浴用防滑垫，如图4-15所示，对其功用性评价在于是否起到了防滑的作用；又如医用保温箱，如图4-16所示，对其功用性评价在于是否达到设定时长下特定温度的保温作用。在此基础上，如果要求医用保温箱还具有不间断温度监测、监测数据存储、温度显示及报警功能，则需要对这些增加的功能进行评价。



图4-15 淋浴用防滑垫



图4-16 医用保温箱

从问题导向来看，功用性体现了技术产品在多大层面和多高层次上解决了现实中需要解决的问题。如宇航员在太空中需要用笔来记录各种数据，但由于太空环境的特殊性，如何设计出一款太空书写笔成了一个难题。



课外实践

20世纪60年代美苏太空竞争高峰时期，有个关于航天的趣闻。据说，美国宇航局的科学家知道钢笔、圆珠笔无法在微重力环境下书写，便花费好几年时间及数百万美元，研发出一支无须重力拉引墨水的笔。知道此事后的苏联人笑了笑，给美国宇航局寄了封信，上面写道：“何不试试铅笔？”。请思考讨论如下问题。

1. 美国人是否真的存在认知偏差？请通过调研了解此趣闻的真实性。
2. 请从问题导向来分析，在太空中写字用笔可能会遇到哪些问题？如何解决？
3. 请从功用性角度来评价，普通钢笔、圆珠笔和铅笔，哪类能作为太空用笔？



图4-17 太空用笔之争

二、技术的可靠性评价

如果夏天对淋浴用防滑垫进行功用性测试，发现其具有较好的防滑效果，满足了功用性要求，可是到了寒冷的冬天，却发现组成防滑垫的材料性质发生了变化，失去了防滑效果。

可见仅有功用性评价是不够的，还需要对产品的可靠性进行评

价。可靠性体现在产品在一定时间和特定条件下无故障地实现其规定功用性的能力，如图4-18所示。

1. 一定时间

随着使用时间增加，产品出现故障的概率增加，可靠性下降，因而产品的可靠性量度必须规定一定的使用时间。如一把锁，刚出厂和出厂三年后的故障率是不一样的。因而产品出厂前一般需进行老化试验。

2. 特定条件

随着环境和工作条件的改变，产品的可靠性会有所变化。例如，在某些酷热高温天气下，空调可能无法正常工作；同一型号的发动机在青藏高原运行，其可靠性与在上海会有较大不同；同一型号的新能源汽车，其续航里程在夏天和冬天也是不一样的。因此，产品也需要进行极端条件下的试验及破坏性试验。

3. 规定功用

规定功用指产品必须具备的功能及其技术指标。所要求功能的多少及其技术指标的高低，直接决定了产品可靠性指标的高低。例如，电风扇的主要功能有转叶、摇头和定时，是三个功能都要满足，还是只考虑叶片能转即可，其所得的可靠性评价结果是不同的。

4. 无故障

无故障要求在实现规定功用性的同时，不引起本身或者其他方面的故障。



图4-18 可靠性评价

拓展阅读

可靠性评价可以使用概率指标或时间指标来衡量，如可靠度、失效率、平均无故障工作时间等，如图4-19所示。

可靠度：产品的可靠度是指产品在规定条件下和规定时间内，完成规定功能的概率，是可以量化的指标。

失效率：也称故障率，用希腊字母 $\lambda(t)$ 表示，是一个工程系统或产品失效的频率，单位通常用失效次数/小时。

平均无故障工作时间：即产品在操作使用或测试期间的平均连续无故障工作时间。

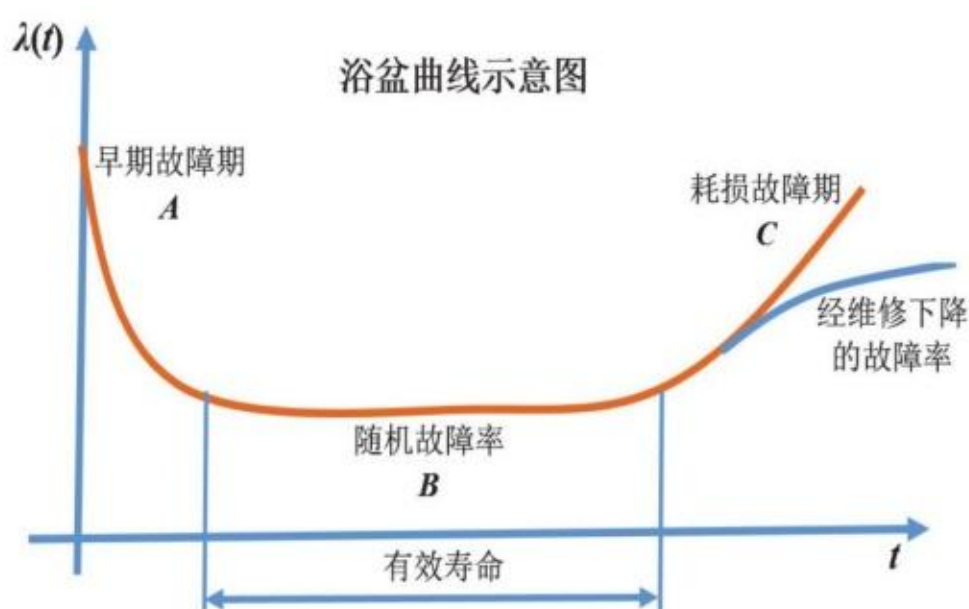


图4-19 典型故障曲线（浴盆曲线）示意图

在某些情况下，可靠性低的产品会引起安全问题，造成的危害甚至是致命的，因而可靠性评价不可忽视。



案例

“挑战者”号事故及费曼的冰水试验

美国东部时间 1986 年 1 月 28 日上午 11 时 39 分，在美国佛罗里达州肯尼迪航天中心上空刚起飞 73 s 的挑战者号航天飞机发生解体，机上 7 名人员全部遇难。事发后，美国宇航局成立了事故调查委员会，诺贝尔物理学奖获得者费曼教授应邀参与，他发现事故原因为右侧固体火箭助推器的 O 型环密封圈在低温下失效。航天飞机发射当天清晨，地面温度仅为 29 °F（约 -1.67 °C），而该 O 型环在温度低于 53 °F（约 11.67 °C）时，其韧性就会发生显著变化。

火箭上的每个 O 型环都经过了耐热的特别设计，但唯独对低温寒冷环境没有特别考虑。在一次面向公众的电视直播会议上，费曼用尖嘴钳将 O 型环变形后，置于冰水中，一段时间后取出，发现此时的 O 型环失去韧性，无法复原。这说明在此条件下 O 型环性能的可靠性降低。



讨论 & 交流

1. 通过阅读上述案例，体会可靠性评价的重要性，并与身边的同学讨论一下你所理解的可靠性评价。
2. 在功用性评价的思考与讨论中已得出结论，铅笔满足功用性要求，可以作为太空笔使用，而普通的圆珠笔和水笔则无法满足条件。请你再从产品可靠性的角度来评价一下，铅笔是否真的可以作为太空笔供宇航员使用？
3. 通过检索查阅，再列举一些由产品可靠性导致的重大安全问题的实例。

3.2 技术的创新性与文化性评价

技术产品除了满足人类的物质需求，还能满足人类精神文化的需求，其在设计过程中也融入了艺术元素，因而具有创新性、文化性等特质，可从创新性与文化性角度对技术产品进行评价。



图 4-20 创新性评价

一、技术的创新性评价

创新可理解为利用现有的知识与物质基础，在社会进步和人类发展的需求下，改进或者革新出新元素、新事物、新方法、新产品、新模式的行为。

技术产品领域的创新可分为技术创新和设计创新，最终目的是实现产品创新，如图 4-20 所示。

技术创新可以是对已有技术的更新改造，或开发出新技术。设计创新往往来源于理念上的创新，是基于已有的技术成果，通过巧妙构思、组合融合和创新思维，设计出具有新颖性、创造性和实用性的新产品。产品创新可来自技术创新，亦可来自设计创新，还可以来自二者的共同作用。



案例

无叶片风扇和骑栏花盆

电风扇是炎热夏季里较为常用的日常生活用品，无论落地扇、吊扇还是台扇，其最核心部件是电机驱动的叶片。但图4-21给出的电风扇却是无叶片的，具有一定创新度。可分析得到其创新性体现在如下几个方面。

创新度	产品视觉 创新度	独特性 创新度	使用 安全性	环保价值 创新度	功能 先进性
具体 评价	简洁、时尚，流线美、清爽，酷炫	无传统叶片但有风、设计构思新颖	不会伤到手指，更安全，更人性化	无叶片旋转能耗低，更轻，节省叶片材料，节能环保	无须拆卸叶片擦洗灰尘，出风原理不同，风速平稳



图4-21 无叶片风扇

花盆一般不能放在栏杆上，会有掉落的风险。图4-22是一种名为“骑栏花盆”的新式设计，具有一定创新度。可分析得到其创新性体现在如下几个方面。

创新度	产品视觉 创新度	独特性 创新度	使用 安全性	功能 先进性
具体 评价	稳重，悬空处独显一抹绿色风景线	底部分成两侧，中间镂空，养花功能不变	若重心降低且有安全扣、仿藤条编织，增大摩擦，搬花时不易滑落	可直接放栏杆上，若为真藤条编织，则透气透水性好，无须底部开孔



图4-22 骑栏花盆

二、技术的文化性评价

技术产品是人类智慧的结晶，必然蕴含着设计者的美学品位、艺术追求、人文情怀、伦理价值等多方面的文化特性。对技术产品的评价需要从文化性角度来评价。如在第一章曾提到过的被称为



图4-23 技术产品评价维度

“东方之冠”的世博会中国馆，它屹立于黄浦江畔浦江之东，斗拱构造配着中国红，恢宏、大气、厚重，具有浓郁的中国特色，这是产品具有文化性的实例。

对产品的创新性与文化性评价可概括在图4-23所示的八个维度中，其中文化性体现在情感/文化创新维度里。每个维度还可以扩展，比如功能创新度，可分为功能喜好性、独特性、齐备性、先进性等，对于情感/文化创新度，可分为审美情趣、情感价值、价值观、语言文化、地域文化等。评价时可以根据具体的产品类型，参考借鉴。



讨论 & 交流

请你找出一些日常生活中的具有一定创新性或文化性的技术设计产品，与同学们交流分享。

3.3 技术的知识产权与保护评价

技术及产品的开发需要人力、物力的投入，技术及产品凝聚着发明人和设计者的智慧与劳动，它们的应用必然会带来经济价值和社会价值，必须要对其进行立法保护。这就需要从技术的知识产权与保护的角度对产品设计过程和最终产品进行评价。

一、技术的经济价值

技术产品的经济价值可以从成本、销售额、市场需求等方面来综合考虑。没有销售额或者销售额很微薄的技术产品没有经济价值。某些销售额小于成本，但市场需求或潜在市场需求很大的技术产品，可能暂时没有开发价值，但具有潜在的经济价值，随着未来科技发展或研发投入增加，可降低其成本，实现它的经济价值。

二、技术的社会价值

技术具有显著的社会价值，且其社会价值具有综合性，可从对社会文明的推动程度、人员就业、环境保护、伦理文化、艺术人文等方面进行衡量。

从望远镜的发展历程可知，技术的社会价值可能巨大，但却需要时间来显现，要放在历史的长河中看待技术的社会价值。



案例

望远镜及其社会作用

1608年，德国籍荷兰眼镜商汉斯·利伯希（Hans Lipperhey）发明了一个小仪器——望远镜。一年后，伽利略自制了一台望远镜并将它指向了天空，如图4-24所示。他发现月亮上竟也有山脉和陨石坑，天体并不完美。他还发现有四颗卫星绕着木星转，原来并不是所有的天体都绕地球转。这些发现进一步支持了哥白尼1543年提出的日心说，动摇了当时还在盛行的地心说以及黑暗中世纪以来的基督神说，客观上为当时的文艺复兴推波助澜，也成为现代科学的开端。谁也不会想到这个在当时看来并不起眼的技术发明竟然革新了人类对自身、对宗教、对宇宙的认识，推动了人类社会的重大变革，激起了人类对宇宙、对自身所处位置的思考。如今人类不仅拥有了从射电（图4-25）到X射线、从地基到太空等各波段全方位的望远镜，还拥有探测中微子、引力波等非电磁波的“望远镜”，人类认识宇宙的多信使时代已经来临，而这些全都离不开技术的应用。

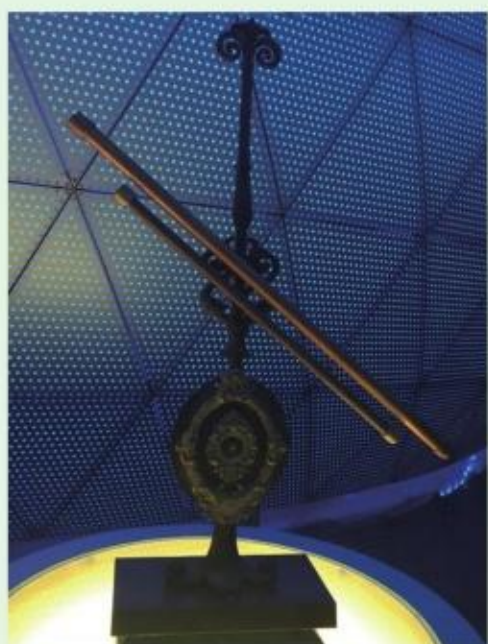


图4-24 伽利略制造和使用过的望远镜（仿）



图4-25 中国天眼500米口径球面射电望远镜全景图

三、知识产权及其保护

知识产权指权利人对其智力劳动所创作的成果享有的专有财产权利，是知识的所属权，通常只在有限时间内有效。技术的开发凝聚了发明人的智力劳动，因而具有知识产权。技术具有经济和社会价值，需要立法对其加以保护。知识产权保护相当于要给技术“付费”，有利于激发更多创新。2017年4月20日，我国最高人民法院首次颁布《中国知识产权司法保护纲要（2016—2020）》，足见国家对知识产权保护的日渐重视。



讨论 & 交流

某同学说，通过立法保护知识产权，禁止了对新技术发明的模仿，这不利于新技术发明的推广，阻碍了社会的进步。请你思考为何这样的说法是不对的？你该如何让该同学认识到知识产权保护的必要性？可以小组辩论的形式展开讨论。

3.4 评价报告

前面已经学习了如何撰写产品说明书，也知道如何撰写试验报告。基于本节所学，就可以从不同视角和不同维度对技术产品设计过程及最终产品进行整体评价，写出评价报告。评价报告可以是自评报告，但更多的是从第三方的角度来公正、客观地评判技术产品。评价报告中应有定性评述，也要有定量衡量。技术评价报告没有严格统一的格式，对于各行各业的不同技术设计产品，评价报告格式不完全一样。较为完整的评价报告一般包括如图4-26所示的内容。



图4-26 完整评价报告的内容



思考 & 练习

请根据此处有关评价报告的内容，分组作业，写出循迹小车的最终评价报告，并在不同组中进行交流分享。



本章小结

技术设计过程需要通过技术交流来批判和改进,获得对作品客观、全面的评价和反馈。在技术交流活动中,需要运用丰富多彩的技术语言进行交流、表达和沟通,例如产品说明书、技术符号、技术图样、图纸、图表等。

对于大众用户而言,通常难以与设计者直接交流获得设计产品的详细技术信息,只能通过产品说明书或用户手册来全面地了解产品的功能、注意事项和使用方法,因此要重视产品说明书的编写。

在技术设计过程中,还需要遵守相关的技术标准,以保证设计产品的通用性、规范性和安全性。同时,技术试验,包括试验数据的记录与分析、试验报告的撰写,是技术设计研究中不可缺少的基本方法和手段,它对技术应用的实现提供了有力保障作用。技术试验可以使设计得以改进和完善,将设计的风险和失误降到最低。

对技术产品的评价是产品设计的最后环节,但也是不可或缺的重要环节。通过学习,要意识到可以从不同的角度和不同的维度来评价技术产品。产品的功用性与可靠性是产品必须达到的最低要求,可理解为满足使用者物质方面的需求,相对而言有较为统一的评价标准。产品的创新性与文化性则是在另一个维度,可理解为满足使用者精神层面的需求,当然创新本身也带来产品功用性、可靠性能方面的提高。相对而言,创新性与文化性评价的标准不唯一,且较难定量,但只要在评价过程中遵循同一标准,还是能够在一定程度上进行评价。

一项技术产品的问世需要人力、物力的成本,凝聚了发明人的智慧与劳动,具有经济价值和社会价值,需要对其进行知识产权的保护。同学们要深入理解知识产权的保护在实质上是促进而不是阻碍科技文明的进展,进而能在今后自觉尊重他人的知识产权,并形成知识产权自我保护的意识。

学完全书内容后,同学们要能在前期设计、制作实现、产品试验、评价等基础上,形成对最终产品的整体评价,并写出一份简单的评价报告。本章内容框图如图4-27所示。

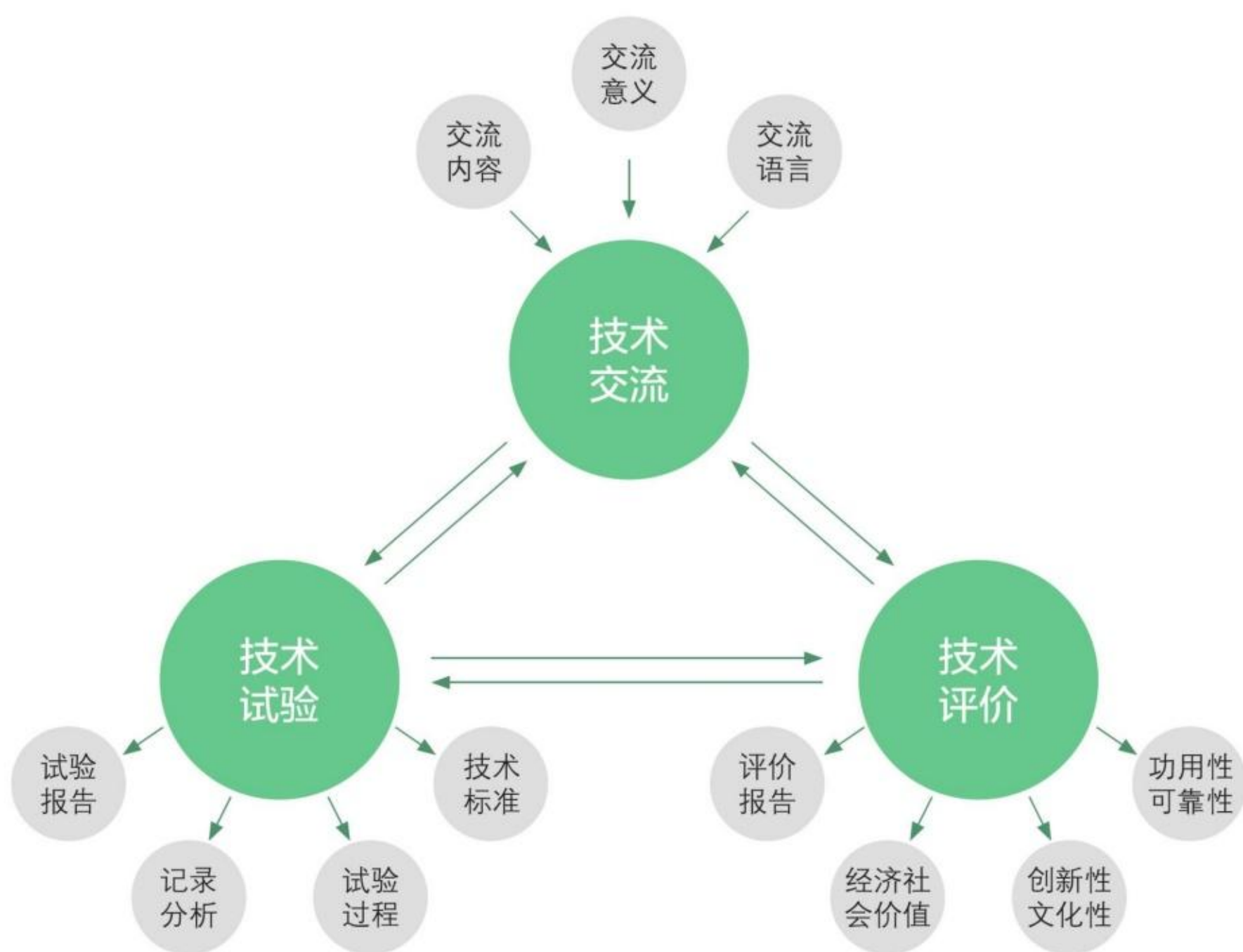


图4-27 技术交流、试验与评价

本章学习评价表

学科 核心 素养	课程内容/实践项目	评价指标	评价方式		
			自评	互评	师评
技术 意识	技术交流	了解技术交流的意义和价值			
		知道技术交流的常用语言			
		了解技术交流的内容			
	技术标准及试验	了解技术标准的定义及分类			
		学会技术试验的数据记录及分析			
		掌握技术试验报告的写作格式			
	技术评价	初步学会从功用性和可靠性去评价技术产品			
		了解从创新性和文化性去评价技术产品			
		初步学会撰写技术产品评价报告			
工程 思维	第五代移动通信技术标准	了解我国的技术水平和贡献			
	嫦娥探月工程	了解工程分几个阶段及每个阶段的试验目标			
	天文望远镜发展史	了解望远镜利用了哪些技术			
创新 设计	应用拉伸试验判断橡皮筋质量	能应用拉伸试验判断橡皮筋质量			
物化 能力	循迹小车直线行驶试验	能完成循迹小车直线行驶试验			

等级标准：A 优秀、B 良好、C 合格、D 待改进。

本册教科书根据教育部颁布的《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》编写，2020年经国家教材委员会专家委员会审核通过。

编写过程中，上海市通用技术教学研究基地（上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地）及基地所在单位华东师范大学等单位给予了大力支持。

在此感谢所有为本套教科书编写提出修改意见，提供过帮助与支持的单位以及专家、学者、教师和社会各界朋友！

本册教科书投入使用后，我们根据各方意见作了修订，真诚希望广大师生和家长继续提出宝贵意见！

联系方式

电 话：010-58758527

电子邮箱：jcfk@pep.com.cn

编者



PUTONG GAOZHONG JIAOKESHU
TONGYONG JISHU



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-35007-8



9 787107 350078 >