



黄衍标 副教授，现为广东轻工职业技术学院产品艺术设计专业“双师型”骨干教师，主要从事嵌入式与人工智能应用相关的研究和教学工作。曾主持省部级项目4项，发表EI、CSCD等论文10余篇，指导学生参与智能产品相关专业赛事荣获省级以上荣誉30余项。

董立国 讲师，现为广州科技贸易职业学院智能制造学院“双师型”骨干教师，主要从事人工智能相关的研究和教学工作。曾主持省部级项目2项，发表SCI、EI等论文3篇，指导学生参与科技类赛事荣获省级以上荣誉20余项。

古智锋 现为广州软件学院电子系实验师，主要从事智能产品电子制作、嵌入式应用相关领域的研究和教学工作，先后被授权发明专利和实用新型专利4项；发表相关研究领域核心论文8篇；主持省部级、校级项目多项。

本课程资源二维码



微信



微博



人美APP



天猫店

www.renmei.com.cn
人民美术出版社网络信息平台 二维码



定价：60.00 元

人
民
美
术
出
版
社

桂元龙 总主编
黄衍标 主 编
董立国 副主编
古智锋 副主编

FUNDAMENTALS OF
INTELLIGENT PRODUCT
DEVELOPMENT

智能产品开发基础

中国高校艺术专业技能与实践系列教材
国家产品艺术设计高水平专业群系列教材

桂元龙 总主编
黄衍标 主 编
董立国 副主编
古智锋 副主编

随着信息技术的飞速发展，特别是近年来云计算、物联网、大数据和人工智能等颠覆性技术的迅速崛起，与其相结合的智能产品受到了大众消费者的广泛关注，智能产品的开发应用也随即成为各行各业的研究热点。

FUNDAMENTALS OF
INTELLIGENT PRODUCT
DEVELOPMENT



中国高校艺术专业技能与实践系列教材
国家产品艺术设计高水平专业群系列教材

智能产品开发基础



人 民 美 术 出 版 社

桂元龙 二级教授，高级工业设计师，现任广东轻工职业技术学院艺术设计学院院长，九三学社广东省委员会广东轻工职业技术学院支社主委。兼任教育部职业院校艺术设计类专业教学指导委员会副秘书长、中国工业设计协会科技设计分会理事长、广东省高职教育艺术设计类专业教学指导委员会主任委员等社会职务。主持中国特色高水平产品艺术设计专业群、国家职业教育广告艺术设计专业教学资源库、产品设计专业简介、产品艺术设计专业教学标准、精品课程、精品资源共享课、精品在线课程、“十三五”和“十四五”规划教材等多项国家级项目。先后荣获国家教学成果二等奖、广东省教学成果一等奖、“金尺至尊奖”等奖项，及中国工业设计十佳教育工作者、广东省劳动模范、广东省教学名师、广东十大青年设计师等称号。

中国高校艺术专业技能与实践系列教材

国家产品艺术设计高水平专业群系列教材

智能产品开发基础

ZHINENG CHANPIN KAIFA JICHU

桂元龙 ◆ 总主编

黄衍标 ◆ 主 编

董立国 古智锋 ◆ 副主编

人 民 美 術 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

智能产品开发基础 / 桂元龙总主编; 黄衍标主编;
董立国, 古智锋副主编. -- 北京: 人民美术出版社,
2024.1

中国高校艺术专业技能与实践系列教材 国家产品艺
术设计高水平专业群系列教材
ISBN 978-7-102-09218-8

I. ①智… II. ①桂… ②黄… ③董… ④古… III.
①智能技术—应用—产品开发—高等学校—教材 IV.
①F273.2-39

中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第161173号

中国高校艺术专业技能与实践系列教材编辑委员会

学术顾问: 应放天

主 任: 桂元龙 教富斌

委 员: (按姓氏笔画为序)

仓 平 孔 成 孔 伟 邓劲莲 帅 斌 叶永平
刘 珽 刘诗锋 张 刚 张 剑 张丹丹 张永宾
张朝生 陈汉才 金红梅 胡 姣 韩 焱 廖荣盛

中国高校艺术专业技能与实践系列教材

ZHONGGUO GAOXIAO YISHU ZHUANYE JINENG YU SHIJIAN XILIE JIAOCAI

国家产品艺术设计高水平专业群系列教材

GUOJIA CHANPIN YISHU SHEJI GAO SHUIPING ZHUANYEQUN XILIE JIAOCAI

智能产品开发基础

ZHINENG CHANPIN KAIFA JICHU

编辑出版 人民美术出版社

(北京市朝阳区东三环南路甲3号 邮编: 100022)

<http://www.renmei.com.cn>

发行部: (010) 67517799

网购部: (010) 67517743

总 主 编 桂元龙

主 编 黄衍标

副 主 编 董立国 古智锋

责任编辑 范 榕

装帧设计 雷 宇

责任校对 魏平远

责任印制 胡雨竹

制 版 朝花制版中心

印 刷 天津图文方嘉印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 9

字 数: 244千

版 次: 2024年1月 第1版

印 次: 2024年1月 第1次印刷

印 数: 0001—2000

ISBN 978-7-102-09218-8

定 价: 60.00元

如有印装质量问题影响阅读, 请与我社联系调换。 (010) 67517850

版权所有 翻印必究

序 言

FOREWORD

喜闻桂元龙教授主编“国家产品艺术设计高水平专业群系列教材”即将付梓，欣喜之。

常记得著名美学家朱光潜先生的座右铭：“此身、此时、此地。”朱老先生对这句话的解读，朴素且实在：凡是此身应该做且能够做的事情，绝不推诿给别人；凡是此刻做且能做的事情，便不推延到将来；凡是此地应该做且能够做的事，不要等未来某一个更好的环境再去做。在当代高职教育人的身上，我亦深深感受到了这样的勤勉与担当。作为与中华人民共和国一同成长起来的新时代职教人，于教材创新这件事，他们觉得能做、应该做、应该现在做。于是，我们迎来了桂元龙教授主编的“国家产品艺术设计高水平专业群系列教材”。

情怀和梦想之所以充满诗意，往往因为它们总是时代的一个个注脚，不经意就照亮了人间前程。中华人民共和国的高职教育，历经改革开放 40 多年的发展，在新时代的伊始，亦明晰了属于自己的诗和远方。“双高”计划的出台，其意义不仅仅是点明了现代高职教育高质量发展的道路，更是几代人“大国工匠”的梦想一点点地照进现实的写照。

时光迈入新世纪第二个十年，《国家职业教育改革实施方案》《关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见》等政策文件的发布，吹响了中国特色现代职业教育再攀高峰的号角。广东轻工职业技术学院作为粤港澳大湾区内历史最悠久、专业（群）门类最齐全、全面服务产业转型升级的国家示范性高职院校，亦在 2019 年成功申报为国家“双高”职校，艺术设计学院产品艺术设计专业群成功申报为国家“双高”专业群，更是可喜可贺！“国家产品艺术设计高水平专业群系列教材”诞生在这样的背景下，于我看来，这是对我们近 40 年中国特色高等职业教育最好的献礼。

教材是教学之本，教育活动中，各专业领域的知识与技术成果最终都将反映在教材上，并以此作为媒介向学生传播。由此观之，作为国家“三教改革”重点领域之一的教材，其重要性不言而喻。依据什么原则筛选放入教材内容、应该把什么样的内容放入教材、在教材中如何组织内容，这是现代高等职业教育教材编制的经典三问。而“国家产品艺术设计高水平专业群系列教材”则用“项目化”“模块化”“立体化”三个词，完美回答了这一系列灵魂拷问。在高质量发展成为当代高等职业教育生命线的当下，“引领改革、支撑发展、中国标准、世界一流”成为广东轻工艺术设计高职教育者的新追求。以桂元龙教授为总主编的编写团队秉持这一理念和追求，率先编写和使用这样一套高水平教材，作为他们对现代高等职业教育的思考和实践，无疑是走在了中国特色高等艺术设计职业教育的最前沿。

这种思考和实践，无论此身、此时、此地，于这个时代而言，都恰到好处！

是为序。

中国工业设计协会秘书长

浙江大学教授、博士生导师

应放天

2022 年 7 月 20 日于生态设计小镇

前言

PREFACE

随着信息技术的飞速发展，特别是近年来云计算、物联网、大数据和人工智能等颠覆性技术的迅速发展，与“云物大智”等新一代信息技术相结合的智能产品受到了大众消费者的广泛关注，“人工智能+行业应用”迅速成为各行各业的突破方向和研究热点。智能家居、智能穿戴、智能建筑、智慧城市、智慧医疗、智慧农业和智能制造等相关领域的产品也逐渐走进大众视野，成为人们生活中不可或缺的一部分。

产品设计是以技术、材料、机械和制作工艺等多学科知识为基础，针对用户需求和市场空缺，为用户问题寻找一种创新性解决方案的实践过程。任何新技术、新材料和新工艺的进步，都必须通过具体产品或具体应用传递给用户才能产生使用价值。具有跨学科能力的复合型专业人才既是行业用人的发展趋势，也是高校适应社会发展、突破传统专业限制的培养目标。本书旨在将新一代信息技术与产品设计进行结合，打破从“设计”到“技术”的认知壁垒，调和设计人员和技术人员之间的思维差异。

本书通俗易懂，主要面向没有技术背景的学生或产品设计人员，介绍智能产品相关的基础技术知识。一方面帮助产品设计人员理解技术的边界，合理利用技术进行产品功能上的整合创新；另一方面有助于减小设计人员与技术人员之间的知识差距，使产品设计师与技术工程师能够更好地沟通交流。为方便读者学习，本书的内容不涉及深入具体的技术，并刻意避免聚焦于具体的电路、程序、算法和开发平台。整本书主要以普及基本技术概念和介绍实现原理为主，并结合一些生活中常见的例子加深读者的理解，力求帮助非技术人员对智能产品的技术知识有一个整体框架的认识。

本书第一章主要介绍了智能产品的基本概念与理论，第二章和第三章分别讲述了智能产品技术实现过程中涉及的硬件技术基础知识和软件技术基础知识，第四章以空气加湿器为例，通过功能分析、硬件选型、软件功能设计等环节，介绍了智能产品技术实现的基本思路和方法。

由于信息技术日新月异，智能产品设计标准也尚未统一，外加笔者水平有限，因此，书中可能存在不足之处，恳请专家和广大读者提供宝贵意见，共同促进这一领域的发展。

编者
2023年12月

课程计划

CURRICULAR PLAN

章名	章节内容	课时分配
第一章 基本概念与理论	第一节 智能产品基础知识	2
	第二节 智能产品的技术实现思路、方法和原则	4
	第三节 智能产品的设计流程	2
第二章 智能产品的硬件基础 ——嵌入式开发技术	第一节 智能硬件的构成	2
	第二节 嵌入式处理器及常用芯片	2
	第三节 数据传输与常用通信技术	2
	第四节 信息感知与常用传感器	2
	第五节 结果执行与常用执行器	2
	第六节 人机输入及常用输入方式	2
	第七节 人机输出及常用输出方式	2
第三章 智能产品的软件基础 ——新一代信息技术	第一节 智能产品与物联网技术	2
	第二节 智能产品与人工智能	2
	第三节 智能产品和软件开发	2
	第四节 新一代信息技术背景下的智能产品架构	2
	第五节 Python编程入门	8
第四章 基于空气加湿器产品 案例分析	第一节 空气加湿器的功能分析	2
	第二节 功能硬件选型	2
	第三节 加湿器的功能实现	4
	第四节 加湿器造型及结构设计要求	2

目 录

CONTENTS

第一章 基本概念与理论	1
第一节 智能产品基础知识	2
第二节 智能产品的技术实现思路、方法和原则	8
第三节 智能产品的设计流程	11
第二章 智能产品的硬件基础——嵌入式开发技术	23
第一节 智能硬件的构成	24
第二节 嵌入式处理器及常用芯片	28
第三节 数据传输与常用通信技术	33
第四节 信息感知与常用传感器	36
第五节 结果执行与常用执行器	41
第六节 人机输入及常用输入方式	44
第七节 人机输出及常用输出方式	46
第三章 智能产品的软件基础——新一代信息技术	49
第一节 智能产品与物联网技术	50
第二节 智能产品与人工智能	56
第三节 智能产品和软件开发	72
第四节 新一代信息技术背景下的智能产品架构	79
第五节 Python 编程入门	83
第四章 基于空气加湿器产品案例分析	117
第一节 空气加湿器的功能分析	118
第二节 功能硬件选型	121
第三节 加湿器的功能实现	126
第四节 加湿器造型及结构设计要求	130
参考资料	133
后 记	134

第一章 基本概念与理论

第一节 智能产品基础知识

第二节 智能产品的技术实现思路、方法和原则

第三节 智能产品的设计流程

第一章 基本概念与理论

本章概述

本章第一节介绍了智能产品的概念、分类和智能产品设计的关键因素，使学生对智能产品有基本的理解；第二节阐述了智能产品的技术实现思路、方法和原则，帮助学生消除对信息技术的畏惧感；第三节讲述了智能产品的设计流程，进一步加强学生对智能产品从无到有、从产品机会到产品发布全流程的学习和理解。

学习目标

帮助学生建立对智能产品的概念、设计方法和设计流程的基本认识，从产品机会发现与团队构建开始，到产品调研与需求定义，再到概念生成与测试评价，直至产品开发与生产制造，最后到产品发布与运营维护整个流程。让学生明白设计一款智能产品的知识边界，进而使他们可以根据自身兴趣、能力特点来确定适合自己的学习目标。

▶▶ 第一节 智能产品基础知识

一、产品的概念和分类

（一）产品的概念

无论人类社会怎么发展、时代怎么进步，社会的主体始终是人类，而人类的需求是不会变的，内至七情六欲，外到衣食住行，都需要通过大量的有形或无形的产品来得到满足，如生活中常见的纽扣、钢笔、螺丝钉，还有汽车、轮船和飞机，它们都可以在某些特定情况下为人类带来方便。这种能够被人们使用和消费，并能满足人们某种需求的东西，可能是有形的物理实体，也可能是无形的服务、组织、观念或它们的组合，在现代社会我们把它们统称为产品。产品在《现代汉语词典》中的解

释为“生产出来的物品”，而在经济社会中，产品往往可以理解为组织制造出来的任何制品或制品的组合。简单来说，产品是为了满足市场需要而设计出来的功能或服务，是以使用为目的的物品和服务的综合体，它的价值是由用户来衡量的。

本质上，产品是一种能够满足用户需求、给使用者带来良好体验和实用价值，并且能为产品提供者创造利润的解决方案。它可以是有形的物品，也可以是无形的服务，或者是多种有形物品和无形服务的任意组合。

在营销学中，为了探讨消费者对产品的感受及如何进一步刺激消费者的购买意愿，通常使用核心产品、形式产品、期望产品、附加产品和潜在产品这五个维度来评估产品的本质。

1. 核心产品。产品最基本的层次是核心功能，即产品能提供给用户的基本效用和好处，也是消费者购买产品的真实动机。消费者购买某款产品并不仅仅是为了拥有该产品本身，更重要的是这个产品能满足自身特定需求。例如，智能手机的核心利益体现在它能让用户随时随地地拨打电话，同时还能满足用户处理公务和休闲娱乐等需求。

2. 形式产品。产品核心功能需要借助实体形式来实现，这个实体被称为形式产品。形式产品指的是产品在外观、特征、功能等方面所呈现给消费者的具体形态和形式。它是产品的物理存在，是让消费者能够感知、使用 and 享受产品的具体实体。它主要包括产品的构造、外形、品质、商标及包装等。

3. 期望产品。消费者在购买产品时，通常有一系列期望，包括产品质量、性能、功能和可靠性等方面的特征，以及与产品相关的服务、保修和售后支持等条件。这些期望属性和条件构成了消费者对产品的期望，也是他们购买决策的重要考虑因素之一。例如，对于购买洗衣机的人来说，期望该机器能省时、省力地清洗衣物，同时不损坏衣物、洗衣时噪声小、方便进排水、外形美观和使用安全可靠等。

4. 附加产品。主要指产品包含的附加服务和利益，主要包括运送、安装、调试、维修、产品保证、零配件供应和技术人员售后服务等。

5. 潜在产品。指的是在当前阶段，产品和其附加产品所具备的特征和功能，以及它们在未来可能发展成的潜在形态。潜在产品指明了现有产品可能的演变趋势和前景。

（二）产品的分类

产品有很多，形式千变万化，它们有多种分类方式：既有看得见的实物产品，也有看不见的无形产品；既有软件类产品，又有硬件类产品。而在本书中主要探讨下述分类：

1. 服务产品。通常是无形产品，它是为满足顾客的需求，供方（提供产品的组织或个人）和用户（接受产品的组织或个人）之间在接触时的活动以

及供方内部活动所产生的结果，并且是在供方和用户接触时至少需要完成一项活动所产生的结果。例如，医疗、运输、咨询、旅游和教育等都属于服务型产品。

2. 硬件产品。通常是有形产品，它可以作为软件产品的支撑平台或环境，如电视机、电路板、智能音响等，也可以单纯地用于给用户使用价值的物理实体，如桌子、椅子、钢笔等。硬件产品具有可数的特性，往往可以用数量描述。

3. 软件产品。软件产品由计算机和智能设备内可读的数字信息组成，需要硬件平台或环境的支撑。软件产品通常是无形的，并以方法、记录或程序的形式保存在存储器中，包括运行在服务器、计算机、手机、平板和各种智能设备上的程序，例如微信、淘宝和王者荣耀等。要特别注意的是，软件产品一定要依托于硬件平台而存在，如微信程序的运行离不开手机或电脑、服务器和各种网络设备的支持，本书涉及的智能产品大多数为电子硬件和软件的产品组合。

4. 流程性产品。流程性产品通常是有形产品，是将原材料转化成某特定状态的有形产品，其状态可能是流体、气体、粒状、带状。例如润滑油、布匹，其数量具有连续、可计量的特性，往往用计量值描述。

需要注意的是，现实中产品分类并没有这么理想化，稍微复杂一点的产品可能会由多个不同类别的子产品组成。例如，汽车是由硬件产品（如发动机、轮胎）、流程性产品（如汽油）、软件产品（如车载嵌入式系统）和服务产品（使用指南、保修等）组成的。

二、产品和智能产品

我们生活在一个充满人造物品的世界，从器物到建筑，从工具到用品、武器或衣、食、住、行等各种生活物品，共同构成了一个相异于自然界的人造物品世界。事实上，从石器时代开始，人类就一直在不断地创造各种工具和物品，这个创造活动既是为了提高生活质量，更是为了生命的存在和延

续。尽管人类经历了漫长的历史变迁，尽管技术的发展已不能同日而语，但人类造物活动从未停止，其目的和意义也从来没有改变。近代以来，我们把这种创造活动称为“设计”，它的本质就是将人类的目的或需求转换为一个具体的物品、工具或服务的造物过程。

（一）产品设计的知识范围

产品是为了满足用户需要和市场需求而创建的用于运营的功能或服务，它可以是有形的物质产品，也可以是能量形态的无形产品和能满足用户心理诉求的任意东西。如何“创造”出一种既能满足用户需求、填补市场缺口，同时又能让产品经营企业盈利的多方共赢产品方案，是产品设计的根本目的。

设计是一门跨学科的专业，它将创新、技术、商业、研究和消费者紧密联系在一起，共同进行创造性活动。设计通过可视化操作对待解决的问题进行重新解构，并提出解决方案，以便建立更好的产品、系统、服务、体验及商业网络，为行业提供新的价值和竞争优势。设计通过其输出物对社会、经济、环境及伦理方面的问题作出回应，目的是创造一个更好的世界。

产品设计旨在引导创新、促发商业成功及提供更好质量的生活，是一种将策略性解决问题的过程应用于产品、系统、服务及体验的设计活动。产品的设计应从“解决问题”的本质入手，而不是从“创造事物”入手，更不是从“造型、美化”入手，产品设计是针对问题的探索、研究、验证、定位、优化和创新解决方案的过程。产品设计涵盖了从发现产品机会到产品调研、概念生成、设计制作和发布运营等一系列环节的方方面面，其主要内容是制订产品设计任务书及实施设计任务书中的项目要求，包括产品的功能、性能、结构、规格、形式和材质，还有质量、寿命、可靠性、使用条件和应达到的技术经济指标等。在整个设计的过程中，涉及大量交叉学科的知识，包括信息技术、加工技术、材料技术和机械构造等自然学科的知识，以及美学、经济学、社会学、管理学、地理和历史等社

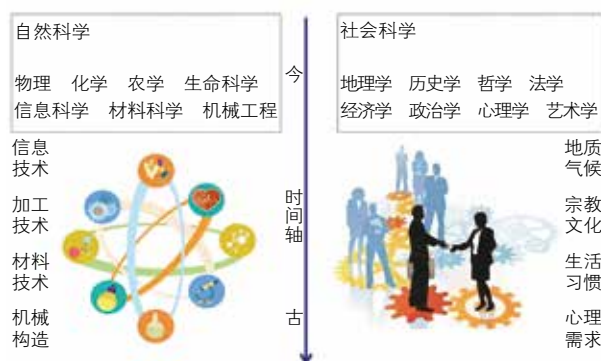


图 1-1 产品设计与科学的关系

会学科的知识，如图 1-1 所示。

自 20 世纪计算机技术诞生以来，人工智能和微电子技术在各国政府和财团的推动下得到了快速发展，特别是云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的飞速发展，使人工智能已经应用到了各行各业。智能产品就是伴随着人工智能等信息技术发展起来的新型产品，它们通常具备一定的自主性，且自动化程度高，在使用或工作过程中可以减少人工干预甚至完全自主工作。

目前人工智能等信息技术已经深入到了各个领域，并形成了各种人工智能（AI）产品，常见的 AI 产品包括以下几类：

1. 智能家居产品：智能灯具、智能电视、智能空调、智能洗衣机、智能电饭煲、智能锁和智能监控等。
2. 智能穿戴产品：智能手表、智能手环、智能耳机、智能眼镜、智能戒指、智能服饰、智能运动鞋等。
3. 智能机器人产品：包括各种医疗机器人、工业机器人和服务机器人等。
4. 其他各行业智能应用产品：智慧农业、智慧城市、智能安防和智慧金融等行业产品。

（二）智能产品的构成

智能产品的本质仍然是产品，它在传统产品外观、造型和结构的基础上集成了信息技术，具备了逻辑思维能力和自主决策功能。智能产品又可以分

为软件智能产品和硬件智能产品，一台功能完备的硬件智能产品必须具备灵敏准确的感知功能、正确的思维与判断功能以及行之有效的执行功能，为保证产品各模块能够正常工作，还必须提供稳定可靠的工作电源和运行平台（电路板）。在此基础上，如果产品需要与人互动，则还需要集成输入功能和输出功能；如果产品需要与其他产品或设备进行数据传输，则还需要加入通信功能。典型的硬件智能产品的构成如图 1-2 所示。

其中“隐藏”在产品内部的嵌入式系统是智能产品与普通产品最大的不同。嵌入式系统包括硬件部分和软件部分，其中硬件部分指的是嵌入式系统中看得见、摸得着的部分，是软件得以依托的基础和运行的载体，它主要包括以下几大类：

1. 嵌入式处理器：嵌入式系统的“大脑”，进行逻辑思维和推理判断的硬件基础。
2. 传感器：智能产品通过它感知产品周边现实环境下的各种信息。
3. 执行器：智能产品通过它将逻辑计算和智能决策结果作用于外部环境。
4. 输入设备：用户通过它将信息传递给智能产品。
5. 输出设备：智能产品通过它将信息传递给用户。

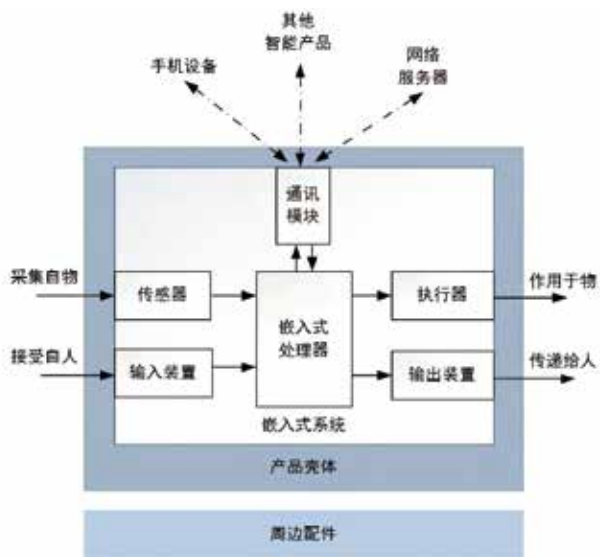


图 1-2 硬件智能产品的构成

6. 通信设备：用于跟其他产品或服务器设备等进行数据传输或信息交换。

7. 其他硬件：包括电源电路、复位电路、存储设备等。

嵌入式系统中的软件是运行在硬件中的程序，它是整个嵌入式系统的灵魂，是产品能够进行智能感知、逻辑推理和智能决策的“血液”。嵌入式软件从形式上可分为驱动程序、系统程序和应用程序三大类，其中驱动程序是硬件和软件的“黏合剂”，系统程序通过驱动程序才能调用硬件；系统程序是应用程序运行的平台，也是对整个嵌入式系统中软硬件资源的管理程序；应用程序则是针对功能需求而开发的代码集合，是用户对产品功能需求的集中体现。

在智能产品应用案例中，嵌入式软硬件是技术开发和功能实现的基础。例如，在嵌入式系统中通过选用合适的硬件接口并设计适当的软件算法，就可以让智能产品借助海量的远程服务器来进行“云计算”，对服务器上存储的海量“大数据”进行调用，并通过各种“人工智能”算法进行逻辑推理和智能决策，很多时候，还会给各种产品加上无线通信接口并组网形成“物联网”，其他诸如区块链、虚拟技术、移动互联网等新一代信息技术的运用也是同理。

三、影响智能产品设计的关键因素

智能产品是随着技术时代发展的必然产物。日新月异的新技术、新材料和新工艺并不能直接让人的生活变得更美好，必须把它们转化为产品，才能为人类创造福祉。在从技术到产品的转化过程中，不恰当的设计常常导致无法实现技术的转化，无法达成预期目标。如误判意图的智能音响、举止骇人的人形机器人等，这些有缺陷的设计常常会给人们的生活带来很多困扰，甚至还可能造成巨大的破坏，危及人类生命。

新兴技术的产品化，常常是由技术创新推进的。设计师和相关领域的人员只有清楚这些技术的特性、边界和应用范围之后，才有可能实现技术到

产品的转化。特别是随着新技术的使用门槛和部署成本不断降低，设计师等人员有更多机会发挥自己的作用，引领相关产品的设计与开发走向多样化和精细化，从以人为本的角度重新思考技术的价值，打磨出真正具备竞争力的产品。

近年来，以人工智能、大数据、云计算、物联网等为代表的新一代信息技术发展迅速，越来越多更快、更好、更强的人工智能算法、系统和平台日趋成熟，特别是在图像识别、语音识别、生物识别和深度学习等应用领域已经取得了很多历史性的突破。但消费者不会为这些算法和技术买单，算法和技术的价值想要得到消费者的认可就必须把它们体现在产品、服务或者系统的创新中，把它们转化成更优秀的产品，改善人们的生活。在这个转化的过程中，必须综合考虑技术、文化、艺术、人因和商业等因素，这些因素共同“构成”一个设计的过程，而因素内部的打磨、凝练和配合协调是技术顺利转化为产品的基础。

（一）技术因素

技术因素考虑的代表性问题是：产品怎么做？

技术因素是智能产品概念能够产品化的关键。智能产品设计的过程，以及智能产品最终的载体，都离不开技术因素的支撑。无论多好的灵感，多有想象力的概念，要变成用户既可以购买又可以使用的商品、系统或服务，一定会涉及大量的技术问题。例如，将看不见、摸不着的概念变成一张图纸，需要平面或三维等产品设计的软件技术；将图纸变成产品模型，需要用 3D 打印等打样和建模技术；为这些模型赋予基本的功能，从而可以测试概念是否合理，需要快速原型的软硬件开发技术；进入小批量试制或大批量生产后，则需要用到模具、材料、机械和自动控制等技术。本书讨论的智能产品的开发、部署和使用，必然离不开物联网、人工智能、大数据和云计算等技术的支持。技术因素是创新设计最本质的特征之一，也是实现预期功能、达到预期性能和产品落地实施的关键。

此外，技术因素也是一款产品能在激烈的市场

争夺中得以存活、保持优势的关键。在网络信息时代，尽管互联网打破了知识和信息的极度不平等，知识获取的门槛越来越低，技术商品化的趋势越来越明显，但技术因素却仍然是创新设计中的一个非常重要的角色。例如，技术壁垒、技术秘密等的存在，都在强调和证明技术对于一款产品甚至一个企业的重要性，强调技术因素在产业价值体系中的基础性和决定性作用。相对于其他的设计因素，优秀的技术因素往往有一定门槛，难以模仿和抄袭。技术创新给产品带来的竞争力，经常会优于商业模式的创新、艺术因素的创新和文化因素的创新。事实上，很多最初由商业驱动、业务驱动的企业，在它们发展到一定规模和阶段后，往往都会投入大量人力、物力和财力成立以技术创新为核心的研发部门，这也从侧面证明了技术因素的重要性。

（二）人因因素

人因因素考虑的代表性问题是：产品怎么用？

管理学大师彼得·F·德鲁克有句名言：“不考虑人因，其他所有的生产因素都是没用的。”产品设计和生产的目的是满足人们对物质文化生活的需求，提升或扩展人的能力，为人创造新的价值。如果不考虑人的因素，即使最先进的算法也无法真正体现其价值。而设计的本质，不是仅仅做出看起来精美的产品，更重要的是创造出能为人们带来价值的产品。

人机工程是设计中考虑人因因素的重要体现。人机工程学主要研究人、机器、环境的相互作用和相互制约，使得设计输出更加符合人类的生理和心理特点。人机工程主要研究人体尺度、生物力学特征等。例如，为了设计一把椅子，必须先要参照用户群体的人体尺寸数据，才能确定椅子的各部位尺寸。手机设计也是同理，在物理键盘时代，需要基于人机工程的研究结果考量物理键盘的分布、键帽的大小和形状、按键的力反馈等设计因素；而在触摸屏时代，也同样需要考虑大量人机工程的内容。例如，随着屏幕越来越大（或者越来越小，如智能手表），应该如何设计应用的交互界面、虚拟键

盘、触觉反馈等，以满足用户的输入需求？

除了人机工程外，用户体验也是设计中人因因素的重要内容，特别是消费类智能硬件或者智能软件，在设计阶段往往需要重点关注和考虑用户的认知和心理感受等。

（三）商业因素

商业因素考虑的代表性问题是：产品怎么卖？

商业因素的思考主要涉及构建和发展合理的商业模式，即企业如何创造、传递和获取价值。创造价值是指企业基于用户需求提供解决方案的过程；传递价值是企业通过多种渠道向用户交付解决方案的过程；获取价值是指企业通过一定的盈利模式持续获得利润的过程。构建合理的商业模式，获取足够的利润是团队能够继续创造新的价值、企业得以生存和发展的必要保障。

在智能软件产品领域，经常出现各种“免费模式”，如“免费使用+广告植入”“免费使用+收费增值服务”等。例如，很多手机 App 就是典型的“免费+广告”盈利模式。办公软件 WPS 采用“免费+广告+会员”模式，王者荣耀采用“免费+合作+收费增值服务”模式。

商业模式画布是思考商业因素的常用工具，它将商业模式设计过程拆解为多个任务，让不同领域的团队能够一步步厘清现状，提出切实可行的商业模式。商业模式画布主要从以下九个方向来考量商业因素：

1. 价值主张：为用户或客户提供什么产品和提

供什么服务或价值，帮助用户解决什么根本问题？

2. 客户细分：目标用户群体是谁？

3. 核心资源：拥有什么核心资源可以保证所有商业行为的执行与落实？

4. 关键业务：需要实现哪些关键业务才能使得用户和服务能够正常运行？

5. 渠道通路：通过什么方式或途径将出品或服务传递给用户，并使得用户能够为此买单？

6. 客户关系：通过什么方式或机制可以保证产品和服务和用户之间拥有长期的利益关系？

7. 合作伙伴：需要和哪些上下游企业进行重度合作？

8. 成本结构：在所有的商业运作过程中包含哪些成本支出？

9. 收入来源：企业的主要收入来源是什么？

（四）文化因素

文化因素考虑的代表性问题是：产品怎么火？

设计中考虑文化构成，最基本和最常用的思考是：在产品的外观、造型和使用方式等方面如何显得“有文化”？

文化可以分为三个层次，第一层次为有形的、物质的；第二层次为行为习惯、仪式习俗的；第三层次为意识形态、精神层面的。这三个层次在产品设计中分别对应到材质和视觉、功能和交互、体验和品牌。因此，产品设计中的文化表达不仅要有视觉上的设计，更应该有交互、功能和服务等每个层面的设计。

第二节 智能产品的技术实现思路、方法和原则

智能产品设计是一个多学科交叉领域，智能产品设计的学习和实践需要从两个方面来展开：一方面是以工业设计为代表的设计面，这一面需要学习和掌握关于工业设计、产品设计、交互设计和用户体验等知识和技能；另一方面是以新一代信息技术为代表的技术面，这一面需要学习一定的计算机、电子、嵌入式、大数据、人工智能、物联网和云计算等知识。设计面和技术面是智能产品设计绕不开的口，对于技术人员来说，可以不用深入掌握设计，但必须全面了解设计；同样，对于设计人员来说，可以不用深入掌握技术细节，但必须全面了解技术。

一、智能产品的技术基础

（一）技术发展的困境

人类社会每一次生产技术的进步都给人类社会带来了巨大的变化。18 世纪末，英国的瓦特改良蒸汽机后，工场手工化生产逐渐转变成机械化动力生产，人类体力劳动大幅减少，生产力还得到了极大提升；随着 19 世纪中期电力的发明和应用，人类社会再次进入电气时代，这个阶段出现了电动机、电话、内燃机和电灯，促使整个人类社会的生产和生活都出现了颠覆性的改变。汽车让我们人类拥有了跑得更快的腿、内燃机让我们变得力大无穷、飞机让我们拥有了飞翔的翅膀、电话让我们拥有了能千里传音的绝世内功，但这些都必须要有人在人的操控下才能完成，那么有什么能代替人类的大脑呢？

（二）最强大脑的诞生

1946 年，美国宾夕法尼亚大学诞生了一个占



图 1-3 世界第一台通用计算机 ENIAC

地面积约 170 平方米，高 2.4 米，有 30 个操作台，重达 30 吨，耗电量 150 千瓦，造价高达 48 万美元的“大怪物”，如图 1-3 所示。它就是世界上第一台通用计算机埃尼阿克（ENIAC），它每秒能计算 5000 次，是当时人类手工计算速度的 20 万倍。毫无疑问，它将会成为人类的“最强大脑”。

（三）计算机相关技术的快速发展

自第一台通用计算机 ENIAC 问世后，科学家很快发现了它潜在的巨大价值。在接下来的几十年，欧美国家众多工业巨头嗅到了计算机后面蕴藏的商机，纷纷往计算机和微电子领域注入大量的研究资金，于是一批又一批的科研人员投入到对这个“最强大脑”的拓展应用中来。计算机不会感知，就研究出了传感器拓展其感知能力；计算机无法改变外部环境，就研究出了执行器拓展其执行力；计算机跟人没法交流，于是研究出了人机交互装置；计算机不会交流，于是研究出了各种网络通信方式；计算机和周边硬件体积太大了，于是大力发展

微电子技术，各种超大规模集成电路可以把整个系统体积大大缩小的同时还能把性能大幅提高。自此，将计算机这个“最强大脑”应用到各行各业终于成为可能，嵌入式技术也随之诞生。

二、智能产品的技术实现方法

（一）人体功能参考模型

模拟人类、辅助人类、代替人类工作或延伸拓展人体功能是硬件智能产品的主要作用。我们人类在工作或执行某项任务时，大脑会根据大脑中存放的知识以及我们的感知器官获取到的信息来进行逻辑推理和计算，并把大脑思考的结果通过语言或肢体表达出来。人体简化功能如图 1-4 所示，其中，我们身体对周边环境的感知主要是通过眼睛的视觉能力、耳朵的听觉能力、鼻子的嗅觉能力、舌头的味觉能力和皮肤的触觉能力来实现的。大脑的思考结果可以通过嘴巴以语言的形式表达出来，也可以直接通过手脚形成肢体动作传递到周边环境。例如，太阳下山后，眼睛渐渐看不清东西，大脑就知道天要黑了，然后发送开灯的信号给我们的身体，身体接到信号后，让脚走到电灯开关的附近，让手

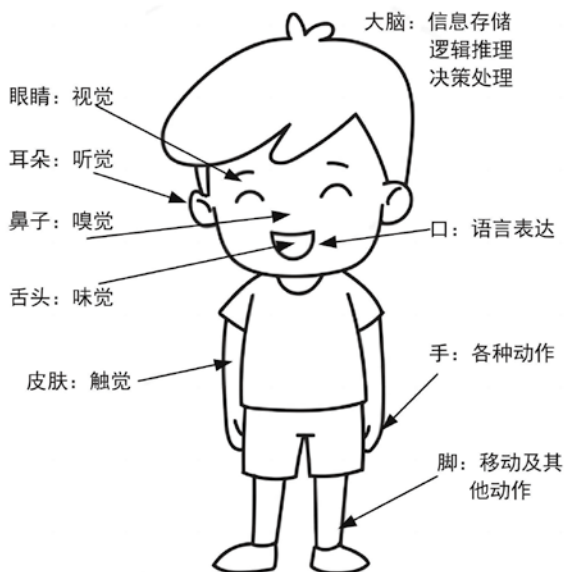


图 1-4 人体功能示意图

去把灯打开，于是完成了一次天黑后开灯的过程。

（二）人体功能简化法

人工智能是一门研究如何模拟、延伸和拓展人类智能的技术，它必须通过某种途径（比如工具或服务）来满足人类的需求或解决用户的问题。而智能产品是人工智能及各种相关技术的具象化实体，人类通过它才能体会到智能科学给人类带来的进步。

智能产品的技术实现过程，其本质是如何借助人工智能及各种技术来模拟人类的信息感知、判断思考和结果输出的整个过程，也是寻找合适的模块替代人体器官功能的过程。人体功能与技术模块替换关系如图 1-5 所示，人类大脑是核心，用来进行学习、思考、决策和判断等，眼、耳、鼻、舌、身用来进行各种信息的感知，手、脚和嘴巴甚至身体可以把我们思考的结果以某种指定的方式传递出去。把人类的功能映射到一个智能产品中，就可以选用嵌入式处理器作为大脑，用视觉传感器、听觉传感器、嗅觉传感器、味觉传感器、触觉传感器作为感知装置，用各种执行器作为输出装置，输入/输出装置作为人一机互动接口，通信模块作为机—

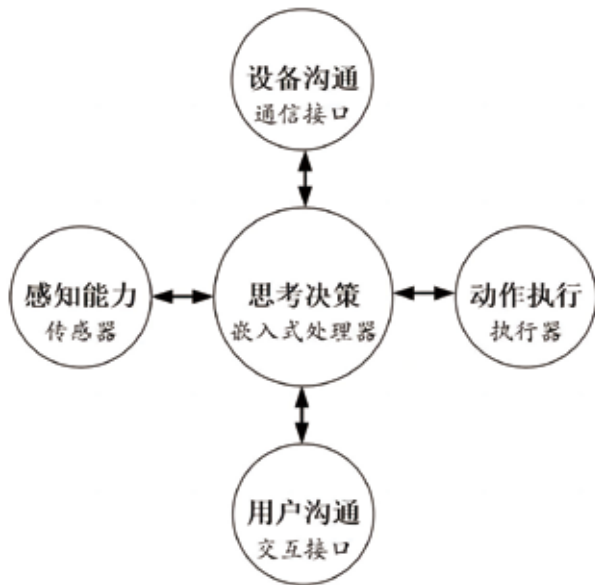


图 1-5 人体功能与技术模块替换关系

机互动接口。

在进行智能产品技术设计时，就可以模拟人类对指定应用场景的感官需求和处理方式给“大脑”选配合适的感官和肢体。可以用摄像头等视觉类传感器来代替眼睛看，可以用噪声传感器、麦克风等听觉类装置来模拟耳朵听，用对应的气体检测传感器来代替鼻子检测要闻的特定气体，用对应物质的化学物品检测传感器来实现对指定物质的检测，用对应的硬度、温度和湿度传感器来代替皮肤对硬度、温度和湿度的感知。需要把“大脑”思考处理的结果传递给用户时，可以配上音频播放装置代替嘴巴让它“说”出来，也可以给它装上各种执行器代替手脚传达出来，还可以给它搭载通信模块以方便把信息传递给其他智能系统。在智能产品的使用过程中，如果需要与用户进行互动的还会用到各种输入装置和输出装置，最后根据具体的功能要求、性能要求和算法复杂度等指标选用合适的嵌入式处理器作为大脑，通过电路把它们连接起来就构成了智能产品的硬件系统，最后开发相应的软件程序就实现了智能产品的技术功能。

（三）人体功能简化法的基本步骤

在这里，我们把参考、模拟人类完成任务的设计过程称作人体功能简化法，利用人体功能简化法来进行智能产品的技术实现过程可以分为以下几步：

第1步，分析人类完成该项工作的过程，明确完成这项工作要用到的人体机能和决策步骤，比如人类在完成该任务时需要通过眼睛看什么，耳朵听什么，鼻子闻什么，舌头尝什么，皮肤感知什么？大脑要对接收到的信息做何种判断决策，判断决策的结果是通过嘴巴、手还是脚体现出来？

第2步，把用到的感知器官和对应的感知对象、大脑判断决策的思路及思考结果的执行方式列出来。

第3步，根据人体功能参考模型，选择能模仿人体机能并满足应用需求的传感器、执行器和微处理器，有人机互动时加上输入/输出装置，需要跟

其他产品或设备互动时则加入通信模块，最终就构成了一个智能产品的硬件系统。

第4步，根据产品概念预设的功能，设计相关程序流程图并开发相应的软件程序，将软件程序写入硬件系统就得到了完整的产品功能。

三、智能产品的技术实现原则

在进行智能产品的嵌入式系统设计过程中，必须遵循一些基本的原则。这些原则既是设计的基本原则，也是用户和市场评价智能产品的基本标准。主要有以下原则：

1. 功能完整。产品是指作为商品提供给市场，被人们使用和消费，并能满足人们某种需求的解决方案。智能产品的功能主要通过技术手段实现，如果开发出来的产品功能不够完整，轻则会导致产品市场占有率降低，重则产品被用户市场抗拒。

2. 设计科学。智能系统的设计过程中，需要用到大量自然科学知识，因而必须严格遵循各种客观自然规律。比如，照相机镜头加增透膜必须遵循光的反射原理和折射原理；冰箱智能控温系统必须遵循汽化吸热、蒸发制冷的科学原理；智能产品涉及动力装置时须遵守能量守恒和转化定律等。

3. 系统可靠。系统可靠性是指智能产品在规定的时间内和规定的条件下能够完成指定功能的能力。智能系统的可靠性又可以分为三个方面：第一个可靠性是运行的稳定性，指系统能够长期稳定运行，不会出现死机等异常状态；第二个可靠性是指智能产品执行结果的可靠性，如智能空调能快速把空间温度调整到指定值、送餐机器人能把餐盒送到正确的位置等；第三个可靠性是指系统的安全性，即智能产品在工作过程中不会对用户和周边环境造成直接的伤害，更不会因系统突发故障影响用户的生命安全。

4. 成本合理。成本合理是指用较低的成本获得较好产品的原则。设计者应该从合理选用电子元器件及材料、合理的设计要求、注意加工工艺的经济性等方面综合考虑，使整个产品的实现能符合经济性原则。

▶ 第三节 智能产品的设计流程

无论是什么形式的产品，它们的设计开发过程都可以归纳成五个阶段：机会发现与团队构建、产品调研与需求定义、概念生成与测试评价、产品开发与生产制造、产品发布与经营维护。在每个阶段，各种形式的产品开发都有其共通的原则与方法，也有各自特别的关注点与模式。本书主要从信息技术角度，介绍智能产品开发的设计阶段，即从发现产品机会到构建概念原型阶段的相关知识与方法。

一、机会发现与团队构建

（一）机会识别

产品来源于想法，这些想法就是团队讨论过程中经常听到的“要做满足用户何种需求的产品”，它们也被称为产品的机会。产品的设计开发过程是对产品机会不断细化、修正、实现以及验证的过程。寻找到有价值的机会是产品成功的第一步，这个过程被称作机会识别。它通常可以分为确定产品宗旨、机会挖掘与探索、机会评价与筛选3个步骤。

1. 确定产品宗旨

确定产品宗旨，即明确产品需要实现的目标。该步骤初步明确了产品的领域、主要形式和目标用户等因素，是后续机会探索与挖掘的基础和出发点。产品宗旨通常可以用简洁明确的一句话概括。例如，一个玩具公司想要开发新的产品，它的产品宗旨可以描述为“一款针对学龄前儿童的电子拼图类玩具，通过增强现实技术来实现，并在一年内向市场推出”。

对于大型企业来说，产品宗旨通常是由企业管理者提出；对于独立的团队，产品宗旨通常由团队内部讨论得出或由创意最初发起人员提出。产品宗

旨可以来源于对用户需求的洞察、对某一领域产品市场现场的剖析，以及个人生活体验等。

2. 机会挖掘与探索

确定产品宗旨后，即可进入机会挖掘与探索阶段。产品机会的“量”是“质”的前提，因此，在该过程中，团队会借助各种策略产生大量想法，作为后续机会筛选评估的保障。

头脑风暴是设计团队在该过程中常用的一种方法。在设计过程的初期，特别是在明确设计问题与设计需求后的创意开发阶段，头脑风暴法能够极大地激发团队的创造力，使其在短时间内收获大量的创新构想。

为了给团队创造一个安全舒适的交流平台，使团队成员能够高水平发挥，头脑风暴应该遵循以下4个原则：

（1）追求数量。头脑风暴以“数量成就质量”为前提，团队成员无须考虑实用性、可行性等因素，只需尽可能多地提出不同想法。

（2）暂缓批评。为了保障想法的表达与交流，头脑风暴过程中成员对他人想法不随意提出异议或者批评。

（3）随心所欲。头脑风暴鼓励团队成员从不同角度提出想法，确保其思维不受束缚。

（4）彼此借鉴。头脑风暴过程中鼓励成员在他人已有的想法基础上进行补充与改进。

同时，头脑风暴的流程可能会随具体需求的不同而有所改变，但一次完整的头脑风暴会议流程基本会包含以下4步：

第1步，确定参与成员，事先明确此次头脑风暴的问题或主题，并强调头脑风暴的基本原则。

第2步，从问题或主题出发，成员之间自由讨论，产生大量的创意想法。

第3步，成员一起对所有创意进行评估和

分类。

第4步，选择令人满意的创意或创意组合，并记录此次讨论的收获，以供后续发展。

3. 机会评价与筛选

在拥有大量产品机会以后，团队需要对它们进行评价，并从其中筛选出最有价值的产品机会作为后续设计的基础。有价值的产品机会需要兼顾4个方面：创新的想法、满足用户需求、符合市场要求以及切实可行。在进行产品机会评估时，可参考以下10个问题：

- (1) 产品要解决什么问题？（产品价值）
- (2) 为谁解决这个问题？（目标用户与目标市场）
- (3) 成功的机会有多大？（市场规模）
- (4) 怎样判断产品成功与否？（度量指标或收益指标）
- (5) 有哪些同类产品？（竞争格局）
- (6) 为什么团队最适合做这个产品？（竞争优势）
- (7) 时机合适吗？（市场时机）
- (8) 如何把产品推向市场？（营销组合策略）
- (9) 成功的必要条件是什么？（解决方案需要满足的条件）
- (10) 根据以上结论，给出评估结论。（继续深入这个想法，或者放弃）

（二）团队构建

产品团队的能力需要与所开发产品的应用领域、产品机会相匹配。

对于偏软件的产品设计开发团队，一般需要具备需求提炼（如从用户行为和数据凝练出用户真实需求）、产品设计（包括界面设计和交互设计等）、技术实现（系统框架、前端开发实现等）、产品运营这几类能力。因此，一个比较完整的软件产品开发团队一般应包含以下成员：产品经理、交互设计、界面设计、技术开发、产品测试和产品运营人员等。

对于偏硬件的产品开发来说，所需的产品团



图 1-6 产品开发团队能力构成图

队除上述人员外，还需要考虑硬件的研发和生产，相关人员包括产品外观造型设计、结构设计、电子设计、固件设计、硬件测试、品控管理等。由于涉及实体产品，团队中还需要相关人员负责产品的仓储、运输以及售后退换等服务。因此，硬件产品团队的成员往往是软件产品团队成员的两倍甚至更多，团队成员之间的协调与配合往往也更复杂。产品团队能力构成如图 1-6 所示。

在实际项目开发中，团队能力的选择可以根据实际情况有所取舍，建立符合实际情况与需求的团队。组织团队成员时需要结合产品涉及的领域与需求，招募具有不同能力的成员。同时，团队成员的人数宜少不宜多，优先考虑兼具多项能力的成员。人数较少的团队更具灵活性，团队成员之间的沟通成本也低，每个成员对产品的理解也更加深入详尽，有利于团队成员之间的协作和结果的快速产出，复杂庞大的项目也普遍是由多个小团队合作推进。

二、产品调研与需求定义

在产品调研和需求定义阶段，团队根据前一阶段得出的产品机会，有针对性地进行产品调研，并根据结果对产品需求进行定义。产品调研一般包含

用户研究、市场调研和竞品分析三部分。用户研究关注使用产品的人，市场调研关注产品所处的大领域，竞品分析关注其他的同类产品。该过程能够帮助团队明确产品的目标用户，了解市场发展现状及趋势，厘清相关竞品的特征与局限，为后续的产品设计和实现提供依据与灵感。

（一）用户研究

用户能够顺利使用产品完成特定的行为，实现特定目标，产品价值就能得以体现。以用户为中心的思想贯穿整个设计过程，因此用户研究在产品设计与开发中不可或缺。用户研究能够帮助产品团队理解用户，从而设计出更加符合用户需求的产品。

在用户研究中，产品团队可通过不同的方法了解用户特征与需求，并针对性地给出相应的解决措施。

1. 用户需求

在初期产品需求尚未明确阶段，用户研究的主要目的是对用户需求进行探索。用户需求可分为3类：

（1）显性需求，即用户能够清晰明确传达的需求，如产品的尺寸、价格的高低等。然而，用户很多时候并不能准确地表达他们的需求。他们对产品的想法、诉求与期待大都来源于已有的解决方案，因此设计团队需要具备从用户的表达中提炼真实需求的能力。

（2）潜在需求，是尚未被大多数用户发现与认可，但又实际存在的需求。这些需求大多未知且无解决方案，如果它们能够被发掘并实现，将显著提高用户满意度。潜在需求也是产品实现创新的重要依据。

（3）隐性需求，指那些无法用语言精确描述的需求，它们通常与用户的情绪、认知有关，如对音乐风格、颜色的喜好。在产品设计中关注隐性需求，更容易引起用户的情感共鸣，使产品更具吸引力。

2. 用户研究方法

用户研究方法可分为定性与定量两大类：

（1）定性研究，可分为两种，一种是在目标

用户尚未明确的情况下，定性研究面向的大众人群。其目的是获得用户信息，辅助团队明确目标用户，并获得产品灵感。第二种则是在目标用户已经明确的情况下，通过对少量目标用户进行深入了解，发掘用户行为背后的动机、需求。典型的定性研究方法包括用户访谈、实地调查和焦点小组等。

（2）定量研究，指对一定事物进行测量与分析，来检验关于该事物的假设是否正确或是否有意义的方法。典型的定量研究方法包括问卷调查、A/B测试和可用性测试等。

在实际应用中，团队通常可以根据项目的进展与需求情况，使用不同类别的方法组合起来进行研究。

定量研究可作为定性研究的验证工具。例如，某儿童教育类产品设计团队通过用户访谈（定性研究），得出儿童用户相较于平板电脑类产品外观，更加偏好毛绒玩具类的产品外观。于是，团队通过A/B测试（定量研究），发现具有毛绒玩具产品外观的儿童教育产品销量更高，用户反馈也更好（结果验证）。

定性研究可作为定量研究的归因工具。例如，某公司拥有两款智能语音交互产品，通过对销售额进行分析发现上季度A产品销量比B产品销量多30%（定量研究）。公司认为产品外观的原因造成了销量的差异，并决定投入精力改变B产品的外观。然而在下一季度，B产品的销量仍旧明显落后于A产品。最终，产品设计团队通过用户访谈（定性研究），发现用户偏爱A产品的原因是A产品在响应用户时更具拟人性，给用户带来了更自然的交互体验（原因归纳），而两种产品的外观对销量并没有明显的影响。

3. 用户研究步骤

挖掘用户需求可结合用户访谈和观察法两种研究方式进行，具体执行步骤为如下6步：

第1步，构建团队。用户访谈需要三类人员：沟通人员、拍照人员和记录人员。沟通人员负责与用户进行沟通。拍照人员通过视频、拍照等方式记录调研过程，并观察周围环境与特征。记录人员对访谈过程中的关键信息进行摘录。

第2步，确定目标市场与采访（观察）地点，并整理需要采访用户的问题，或观察需要的内容。访谈问题的设计遵循“由易到难、由粗到细、通俗易懂、合理迭代”四个原则。在访谈开始阶段可以设计一些简单的问题，这样可以拉近与用户之间的信任关系，促使访谈顺利进行。访谈问题不宜涉及过多专业词汇，容易使用户沮丧或分心。在访谈过程中，沟通人员可能会获得新的观点或启发，在该情况下需要沟通人员回顾项目研究主题，并根据实际情况对问卷内容做出迭代更新。

第3步，正式访谈或观察前，团队事先进行练习，确保正式过程中能够熟练运用各种设备，团队能够顺畅沟通与协作。

第4步，确定访谈（观察）人群。根据研究目的的不同，需要关注的目标人群也不同。通常选择6—8个目标用户即可获得较为可靠的信息。

第5步，正式访谈（观察）阶段。沟通人员首先要向用户说明来意，获取访谈或观察的许可，随后有目的地进行问题询问或行为观察。在此期间，沟通人员需要关注用户的注意力、其间产生的想法与提出的不满。拍照人员和记录人员要尽可能完整地记录整个过程。

第6步，访谈结束后的需求分析。团队成员对访谈得到的原始资料进行整理，并将过程中发现的用户需求进行总结归类，特别需要关注用户的隐性需求。然后梳理并总结用户描述背后的潜在需求，并陈述用户需求背后的产品问题。

（二）市场调研

通过市场调研，产品团队能够了解产品相关行业的成熟度、市场发展空间、未来的市场规模、市场发展趋势及其他对行业有影响力的方面，为产品需求的定义提供灵感和依据。

产品调研的方法有很多，以常用的5W2H思考方式为例。该方式以五个W开头的英语单词（WHY，WHERE，WHAT，WHO，WHEN）和两个H开头的英语单词（HOW，HOW MUCH）对思考的内容进行发问。在市场调研中，可以将思考方

式详细描述为7类问题，并通过各种资料的整合回答这些问题。

1. 为什么（why）：消费者为什么购买或使用当前产品？
2. 在哪里（where）：在什么地方/地域购买或使用？
3. 有什么（what）：目前市场中，有哪些相关的产品？
4. 是谁（who）：自己产品的目标用户都有谁？
5. 何时（when）：用户在什么季节/时间购买产品？
6. 如何（how）：产品是怎么实现的？产品怎么满足用户的需求？
7. 多少（how much）：购买和使用的数量、价格分别是多少？

（三）竞品分析

在产品的较量中，只有充分了解竞争对手才能让自己的产品做到更好。通过竞品分析，产品团队能够知晓竞争对手做了哪些工作，使用了哪些策略，尚存哪些不足。仔细参考这些信息，更有机会让自己的产品在中脱颖而出。竞品分析通常可按照以下步骤进行：

首先，寻找竞争对手。常用的寻找方法有：使用关键词搜索，通过相关领域的媒体报道进行收集，收集同类产品的用户反馈（如各类电商平台的用户评分与评价）。

其次，团队对收集的信息进行整理，建立竞品分析矩阵，将其转化为更加有用的信息。竞品分析矩阵的组织形式多样，随着产品类别与团队关注点的不同而改变。矩阵中常见的信息类别有类别、平台、定价、公司背景、目标用户、市场时间、主要功能、关键用户体验、关键痛点和用户评价等。

最后，通过分析矩阵可以更加直观地分析产品竞争对手的状态，并寻找到自己在市场中的落脚点，从而进行下一步计划。

另外，竞品分析阶段也需要关注各大众筹网站上的各种产品或者概念设计方案，无论其是否众筹

成功，都可以从其描述和用户反馈中感受到其他人或市场对于类似设计的反馈。

（四）需求定义

完成产品调研后，团队掌握了详细的行业领域信息、竞品信息以及目标用户的特征与需求。接下来需要将这些信息转化为产品需求，并根据产品需求完成产品规划。

产品需求分析包含三个阶段：需求产生与收集阶段，需求分析与筛选阶段，形成产品需求以及可执行的产品规划阶段。

产品需求可以从用户需求中总结提取，也可能来源于团队内部成员和外部的其他人员。在提出产品需求的过程中，需要兼顾用户诉求、实现成本和实现难度。如果用户需求没有结合这三个方面进行平衡与取舍，则产品的定位与后续实现都可能出现。例如，当设计开发一个新的显示屏时，用户提出了“轻薄、护眼、高精度、可折叠”等一系列要求，如果产品团队直接将用户需求作为产品需求，花费极大成本真正实现这样“完美”的产品时，却可能发现用户大概率会因为过于昂贵的价格而放弃所谓“满足用户需求”的产品，转而选择购买那些价格较低、性能尚可的显示器。

在获得大量的产品需求后，团队需要对需求进行分类。需求分类并没有统一的标准，常见的分类方法可以将需求分为功能类、数据类、运营类、体验类和设计类等。在完成需求分类后，对需求进行权重考虑并筛选出最主要的产品需求。

产品需求是对产品关注问题的主观描述，但不能明确产品该如何设计开发以解决问题。团队需要将产品需求转化为可执行的产品目标，并通过规划产品功能实现产品目标。

以微信这种典型的软件产品为例，如果要实现一个“增进朋友圈中朋友之间的沟通”的产品需求，其产品目标可以被更明确地描述为“增加用户在朋友圈的活跃度”。接下来，设计团队将产品目标与对应的产品功能相结合进行思考。用户在使用朋友圈时与活跃度有关的功能包括朋友圈查看、朋

友圈留言、拍照发朋友圈、朋友圈中分享链接等。若要实现上述产品目标，微信团队可以结合用户行为特征，提出产品在上述功能上的改进，或者提出新的功能。

对于硬件产品来说，设计开发中则常使用产品规格来明确产品功能的详细信息。例如，一辆自行车产品的需求是“儿童也能动手DIY的自行车”，其产品目标可描述为“自行车构件轻便且易于组装”，对应的规则可以描述为“自行车悬架重量不大于2kg”“将悬架安装于车架的平均时间少于75秒”“自行车所有零部件数量小于30个”等。硬件产品规格的整理在设计开发中至少要经历两轮。需求定义之后的产品规格代表团队对产品的期望，这些规格尚无法确定是否能够实现。在确定产品概念和样机原型后，团队将会结合实际情况修订最终产品规格。

三、概念生成与测试评价

产品概念是对产品相关技术、工作机理和产品形式的大致描述，能够简要说明该产品具体是什么，以及如何满足用户需求。产品概念的质量决定了最终产品是否能够达到产品目标，是否能够真正被用户接受。产品概念探索通常会经历概念生成、概念测试和概念评价三个阶段。

（一）概念生成

产品概念的生成过程亦即把粗略的产品构思转化为具体产品概念的过程。概念生成五步法是获得产品概念的一种典型方法。它又可分为厘清问题、外部搜索、内部搜索、系统搜索和概念总结5个步骤，如图1-7所示。

厘清问题首先要了解问题。设计团队通过之前

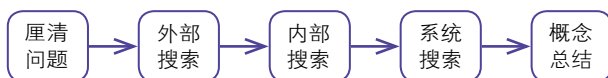


图 1-7 概念生成五步法

得到的产品机会、用户需求及产品规格等内容深入理解问题。以智能灯具设计为例，团队在设计之初将产品机会定位为“卧室灯具的智能化设计”，用户需求为“灯具能够根据睡眠情况自动开关”，结合用户需求规定的产品功能包括“灯具需要具备睡眠监测功能，灯具的开关由用户生理信号控制，灯光的波长需要考虑是否影响睡眠”等。

在了解设计问题的基础上，需要把复杂的设计问题拆分成多个关键子问题，该过程被称为问题分解。例如上文的智能灯具设计问题，可以拆分为睡眠监测部分设计、灯具开关设计、灯光设计等一系列关键子问题。常用的问题分解方式包括按照模块功能进行拆分、按照用户使用顺序进行拆分及按照客户不同的需求进行拆分等。

外部搜索是指寻找设计问题已有的解决方案，其本质上是资料收集的过程。通过掌握并灵活使用已有的解决方案，产品团队能够节省时间，从而将主要精力花在尚无有效解决方案的关键问题上。外部搜索通常采用先扩展后集中的收集策略：首先根据需要扩展搜索范围，广泛搜集相关资料，然后对密切相关的领域进行深入搜索。搜集信息的主要来源包括以下几种：领先用户咨询、专家咨询、专利检索、文献检索、相关产品。团队可通过网络、纸质材料、电话访谈、面谈等形式对上述类别材料进行收集。

内部搜索是指利用个人、团队的知识与创造力来提出产品的解决方案。在该阶段，头脑风暴是团队内部常用的方法。在该过程中可以利用一些前人总结的思维技巧来辅助高质量产品概念的生成，包括以下常用技巧：

1. 类比思维。是否有其他产品能够解决相同问题？该问题在自然界或生物界是否有相似解决方法？其他相关领域是否有相同问题及解决形式？问题本身是否比自己考虑的范围更大或者更小？

2. 积极设想。以“我想我们可以……”或“如果……会发生什么”开启讨论，以积极的态度激发团队探索产品新的可能性。

3. 替换想法。对已有方案进行改变，从而产生新的方案。常用的替换方法有：替代、合并、适

应、修改、放大和缩小等。

4. 量化目标。在讨论过程中量化任务，例如，每人想出 10 个方案。

系统搜索是指对通过外部搜索和内部搜索得到的大量解决方案进行整合和调整，得到较为合理的产品概念。在该过程中，概念分类树和概念组合表是两种能够高效组织已有方案的工具。

最后，团队回顾前面 4 个阶段获得的概念结果，确定最终产品概念，并对上述过程进行反思和总结。

（二）概念测试

在概念形成后，需要对其进行测试以保证其合理性和可行性。原型测试是一种典型的概念测试方法。原型是指能够部分或者全部反映最终产品特性的产品近似品，它能够直观地展示产品的形态和功能。通过构建原型，设计团队能够以较低的金钱成本和时间成本快速地对概念进行验证，及时发现其中的问题并进行修正。

不同形式的产品原型会略有差异。对于软件类产品来说，其原型构建可以分为草绘（sketch）、线框图（wireframe）、界面原型（mockup）、功能原型（prototype）4 个阶段。

对硬件类产品来说，其原型实现则可以分为草绘（sketch）、草模（sketch model）与实物原型（prototype）3 个阶段。

草绘又可以分成两个阶段。在第一阶段中，团队采用类似头脑风暴的形式，根据产品概念尽可能多地构思产品的基本形态、产品功能实现形式及产品的基础交互方式。草绘无需体现产品概念的具体规格与形态，其内容也不局限于产品本身，也可以是产品的使用场景。在草绘过程结束后，团队针对草绘结果进行讨论，并初步确定产品的形态和功能实现方式。进入草绘第二阶段后，团队工作又分成两类。一部分成员进行外观造型设计，即根据上一阶段草绘结果确定产品的尺寸及具体形态，并通过精细手绘或者 3D 建模展示。另一部分成员探索产品功能的软硬件技术实现，即着手寻找能够实现产

品主要功能的技术及所需用到的元器件，并进行功能可行性初步尝试。其中对智能产品的软硬件技术实现思路也是本书后面章节的重点讲述内容。

以一款智能睡眠辅助产品为例。它先通过检测用户睡眠质量和睡眠环境，进而结合用户偏好改善睡眠环境，从而带来优质的睡眠体验。团队通过前期调研与讨论，确定产品具备以下功能：检测用户睡眠状态、检测睡眠环境、从多观感维度调整睡眠环境。

确定产品的功能后，团队中负责产品形态的成员通过草绘与 3D 建模相结合的方式对产品外观造型的探索。产品形态设计人员通过参考同类产品，提出“模块化”的产品形式，并通过草绘探索产品可能的形态。在对所有草绘内容进行讨论后，绘制更加详细的产品草绘，确定智能睡眠辅助产品的整体形态。

智能睡眠助手的主要功能模块包括检测模块、香薰模块、灯光模块及音箱模块，其产品形态设计必须兼具相应功能。在确定产品形态后，负责产品外观造型设计的成员使用 3D 建模软件进一步确定产品的尺寸和结构外观；负责功能实现的成员使用各种电子元器件，以及各种信息技术，验证各个功能的可行性。在整个过程中，两部分成员必须不断地沟通，确保产品元器件能够合理地放置在产品结构中。

草绘阶段结束后就进入草模阶段。草模是指在短时间内，通过简单的技术和低成本材料，构建一个能够粗略反映产品形态与功能的类似品。团队在此过程中关注产品在真实世界中如何实现，以及发现过程中可能出现的各类问题。草模制作材料需要具备易得、易处理、易改变的特质，常用的材料有塑料泡沫、纸板、KT 板等。草模构建过程中常用的工具按功能可以分为草绘、测量、粘贴、切割及钻孔等类别。如果产品涉及复杂结构，还可借助激光切割、3D 打印等。

产品的实物原型阶段完成度较高，在外观上与实际产品结果非常接近。相较于前两个阶段，实物原型的制作更加耗时，成本也更高。实物原型的制作过程需要仔细考虑多项因素，包括产品各个部位

的材质、外观造型、内部结构、交互方式、技术实现和相关元器件布局等。实物原型可能无法实现真实产品的所有功能细节，但是产品的主要功能必须能够展示。

（三）概念评价

概念测试主要关注产品概念在原理上是否可行，概念评价则结合团队综合能力与当前限制对概念是否能够成为最终产品进行综合评估。这里的限制因素包括人力、资源和技术储备等。

RWW（Real-Win-Worth）是一个常用的概念评价模型，该模型主要从是否真实、是否有竞争力和是否值得做三个维度来对产品概念进行评价，具体内容如图 1-8 所示。

四、产品开发与生产制造

在学习阶段，产品设计与实现一般止步于概念产品阶段。在实际情况中，产品还涉及开发、制造、运输和仓储等环节。智能产品包括软件产品和硬件产品两大类。

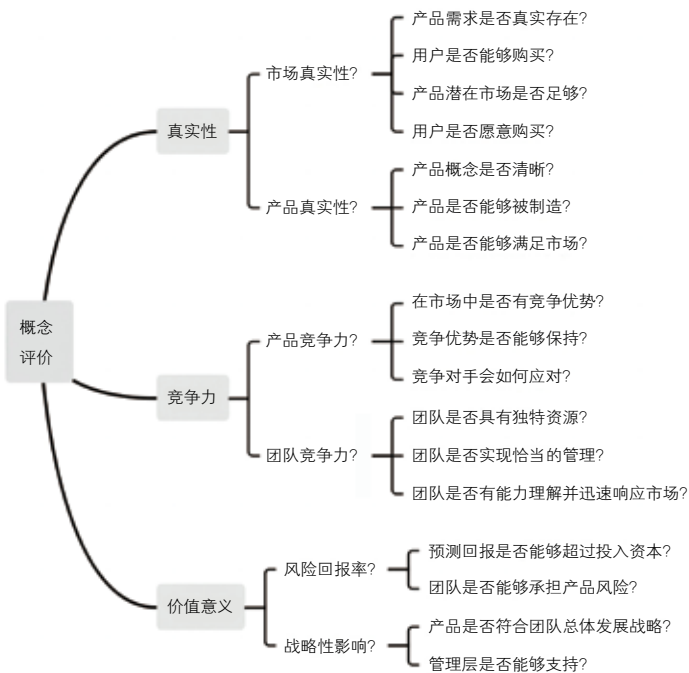


图 1-8 RWW 概念评价模型的三个维度

（一）软件产品开发流程

软件产品的设计开发包括原型设计、界面设计、视觉设计等内容。在设计完成后，由开发人员将设计稿实现为可用产品。

该阶段需要设计师和开发人员保持良好的沟通与协作。一款优秀的产品在设计初期就要综合考虑技术与设计，释放出这两种技能的潜力。设计师和开发人员进行协作时，主要遵循以下原则：

1. 组建团队，一起决策。设计师和开发人员从一开始就应该进行团队协作。这个团队最好还能包含客户，定期对产品原型进行评估和反馈。这样团队就不需要花费过多时间去反复确认产品的可行性。

2. 项目组一开始就让开发人员参与进来。在许多公司中，开发人员只有在产品开发阶段才参与到项目中。其实，开发人员能够帮助团队验证设计的技术可行性，从技术角度指出未来可能出现的问题，甚至能够激发设计团队或产品经理产生前所未有的新想法。

3. 建立开放沟通的环境。没有限制的开放式对话有助于团队成员开拓思路，探索新的想法。在早期设计环节，开发人员参与方案的评估；在产品设计的实现阶段，设计人员不断完善设计。在整个过程中需要保证自由宽松的沟通条件，帮助开发人员和设计人员打破沟通壁垒，使得每个人都能表达想法，并得到他人的反馈和思考结果。

4. 养成验证的意识和习惯。一般人认为，产品验证只有在产品真正实现后才进行。在产品设计开发的最初阶段，团队一般会产生多个想法与原型。在原型初期即进行用户验证，团队能够快速确定哪些设计策略是有效的。在设计与开发过程中，时刻保持验证的意识，能够帮助团队更高效地实现预期产品目标，避免后期不必要的工作。

5. 把精力更多放在原型上，而不是演示上。团队协作意味着所有成员对产品的进展有更明确的认识，因此能够减少以互通信息为目标的演示次数，花更多的时间在产品本身的实现与用户测试上，缩短产品的设计开发时间。

（二）硬件产品开发制造流程

硬件产品的设计开发包含产品外观造型设计、电子电路设计、软件设计和内部结构设计、组装测试等几个阶段。

1. 外观造型设计，它对于硬件类产品来说非常重要。优秀的产品外观能够传达产品的风格与定位，也能够为产品带来更多的附加价值。除了美观外，产品外观造型设计还要充分考虑可实现性。例如，在造型设计时考虑元器件的装配空间、环境交互硬件及人机交互硬件的接口预留、产品外观形体是否能满足开模条件等。产品外观造型设计的大概过程为：首先设计师通过软件实现外观建模，并由负责人（产品经理）进行初步评审，初步评审通过后，即可将产品外观造型进行打样，并检查其是否存在问题，在软件中调整优化后再次进行打样与检查，一直重复到确保没有问题后，产品外观造型设计即完成。

2. 电子电路设计，就是对产品功能所需的各种元器件的选择、电路设计、打板验证、优化修改、再次验证直至最终确定的过程。在该过程中，除了需要考虑相关技术问题外，还需考虑相关电子元器件的成本以及后续是否有稳定的货源。

3. 软件设计，是电子元器件构成的硬件系统变得“智能”的一个必需环节。包括了面向底层硬件的驱动程序设计、面向资源调度管理的系统程序设计，以及面向用户的应用程序设计，它配合电子硬件共同实现产品的各种功能。在软件设计过程中，会用到各种信息技术，如物联网、大数据、云计算、人工智能、移动互联网等。

4. 产品内部结构设计，考虑的是产品的“内脏”结构，主要包括静态结构和动态结构两大类。其中静态结构主要解决产品造型各部件的衔接问题、电子元器件在产品内部的布局 and 固定问题以及交互接口预留问题。动态结构则是在产品有机机械位移动或运动部件时，需要结合动力驱动、机械传动等跨学科知识，解决内部结构的动力输出问题。

5. 组装测试，在上述问题基本实现后，即可对产品进行整机组装，先将软件设计得到的固件烧写

到电子硬件中，再将电子硬件、传动机构和产品造型的外壳进行组装，并验证样机是否能够按照预期正常运行，对其间出现的问题也要进行修复。当样机正常运行后，最好再将产品交给真实用户进行验证，从用户角度测试产品的性能，及时发现产品在交互、使用场景等方面可能存在的问题，供产品进一步地修正。

当上述阶段均完成后，硬件产品即可进入备料、开模阶段，为产品的批量生产做准备。在批量生产阶段，产品同样可能需要进行多次测试与修改。在确保没有任何问题后，硬件产品进入大批量生产阶段。

五、产品发布与运营维护

产品发布也是设计开发的重要环节。完成设计开发的产品，必须根据目标用户和目标市场的特征，以恰当的方式进行宣传和推广，让更多用户意识到产品的价值，吸引目标用户进入消费阶段。同时，设计开发团队也需要通过发布和运营维护以进一步明确产品的定位，优化产品的开发环节，规划下一步发展策略，实现团队价值，推动长期发展。

产品的发布与运维主要包含设计叙事、产品命名、知识产权保护和运营维护等内容。

（一）设计叙事

人类天生喜欢听故事和讲故事，那是分享信息最自然的方式之一。设计叙事，就是通过讲故事的形式让客户了解产品，是一种为用户传达产品真实体验、增进用户对产品理解的方式。

对于设计团队来说，设计叙事主要有以下意义：

1. 通过叙事对产品的设计合理性、用户、市场和使用情景进行检验。

2. 叙事过程中描述用户面临的问题与困境，帮助设计团队建立同理心，始终站在用户角度看待问题。

3. 将设计过程中的抽象数据以易理解、人性化的方式呈现。

4. 解释产品设计开发过程中各环节背后存在的关系。

5. 作为产品发布前的最后一道反思。

6. 为后续产品发布、市场推广确定叙事思路。

同时，一个完整的设计叙事应该包含以下因素：

背景：包括时间、地点等内容。

主题：即用户使用产品要实现的目的。

人物：包含产品使用过程中涉及的所有相关人员，其中最核心的人物是目标用户，其他相关人员包含与产品相关的工作人员等角色。

情节：故事 = 主角 + 困境 + 摆脱困境。故事情节一般可分为开始、中期、结尾三个阶段，故事的冲突与高潮阶段（在设计叙事中即是使用产品摆脱困难）一般在中期或结尾。

风格：根据上述故事内容的不同，故事的视觉风格也可能相应改变。

另外，成功的设计叙事还要做到以下几点：

1. 聆听用户的声音。设计叙事的情节不是由设计师编造的，而是基于产品调研过程中收集到的用户实际经历。

2. 保证真实性。设计叙事的目标不是创造“美”的故事，而是反映用户的真实经历与体验。因此，故事可能是虚构的，但叙事过程中也要尽量避免夸大其词、捏造事实等情况发生。

3. 从观看者的角度进行思考，营造同理心。当故事中的角色与观看者有相似之处时，更容易引起观看者的共鸣，从而使其置身于故事当中。

4. 不断优化故事。产品叙事会随着受众群体的变化而不同。因此，在针对不同群体（如投资者、工程师、真实用户等）进行设计叙事时，在产品主要信息不变的情况下，其他信息将按需变化。同时，随着产品的优化和时代的发展，叙事过程中的信息也应进行相应更新。

（二）产品命名

产品名称是用户了解产品的最快方式之一。恰当的产品名称能够反映产品的特征，吸引消费者注意，有利于产品在目标消费者之间的传播。

常见的中文产品命名方法有谐音法、夸张法、特征法。谐音的产品名称在表达产品特征的同时能够为用户营造一种天然的熟悉感，有助于用户记忆，如“闲鱼”“掌生谷粒”等。夸张法是通过夸张修辞手法强化产品特征，吸引用户的眼球，如“尖叫”音频、“能力”机器人等。特征法是指产品名称能够明确体现产品本身的特征，从而降低用户对产品的识别成本，如“美的”电器、“全球通”等。

常见的英文产品命名方法有：易品读的无实意单词（Ebay、Google等）、有实际含义的单词或词组（Hotmail、Amazon等）、缩写（KPMG、EXOS等）、缩略词（ToysRus、FedEx等）、谐音词（Z8、Samsonite等）。

一般来说，产品命名可按以下步骤进行：

第1步，对产品本身信息、产品定位、产品设计团队理念进行整理。

第2步，确定产品名称需要向消费者传达怎样的情绪。

第3步，确定产品需要强调的主要属性。

第4步，根据产品的定位与市场确定产品名称可能使用的语言及风格。

第5步，根据以上四步信息，团队进行头脑风暴获取尽可能多的名称。

第6步，按照一定规则对头脑风暴的结果进行排序与分类，并从中选出3—5个最佳候选名称。

第7步，通过查询确认名称是否被使用。常用的查询平台可以用中国商品信息服务平台，也可以通过百度、谷歌等通用搜索平台或淘宝、京东等电子商务平台进行搜索。

第8步，思考产品名称是否有歧义、是否会给用户带来困惑等。比如，名称中是否包含多音字、敏感词义、敏感发音等内容。

第9步，结合上述所有信息，最终确定产品名称。

（三）知识产权保护

产品的价值不仅体现在最终的产品结果，还包

括产品设计与实现过程中产生的无形价值，包括受法律保护的与产品相关的构想、概念、名称、设计与技术等。知识产权（Intellectual Property，IP）是产品无形价值保护最主要的形式，它也是企业最具价值的资产之一。

产品设计开发过程中涉及以下类别的知识产权：

1. 专利。专利是国家授予申请人在一定时间内禁止他人在未经许可的情况下，以生产经营为目的，实施其专利所涵盖的技术或设计的权利。我国的专利主要包括发明专利、实用新型专利和外观设计专利三种类型。

2. 商标。商标是商品生产者为了与其他商品生产者提供的商品区分开来而使用的区别性标记。在产品设计开发中，商标通常包含产品名称与Logo。

3. 商业秘密。商业秘密是指不被公众知道，能为权利人带来经济利益，具有实用性，并由权利人采取保密措施的技术信息和经营信息。

4. 版权。版权是指作品在法律上所享有的复制和传播的排他性权利，包括文字、图形、音乐和艺术等形式。

在关注与维护产品设计开发团队自身知识产权的过程中，也需要注意避免侵犯他人的知识产权。

（四）运营维护

在这一阶段，产品真正开始走向用户，产品团队的努力也开始收获回报。为了推动公司团队和产品项目的长期发展，通常还要对产品进行迭代优化和运维跟进，软件类产品和硬件类产品在这方面会有一定区别。

软件产品在发布后，随之而来的是多次产品迭代。迭代是产品不断成长与完善的过程。在用户使用产品的过程中，一些局限和之前未考虑到的问题会逐渐暴露出来；同时，产品也需要随着社会及用户需求的变化而灵活改变。为了促进用户增长，维持用户黏性，软件产品往往会根据用户的行为反馈，结合市场趋势对产品功能进行扩展。此外，诸如游戏、购物等软件平台还会策划并上线各种运营活动。

硬件产品在这一阶段难以进行修改和迭代，产品团队思考的是如何能够销售得更好。因此，该阶段产品相关团队主要进行营销、推广相关工作，以及保障产品质量，保证产品的产量和销量能够实现平衡等。硬件产品的维护主要是售后以及软件系统的定期更新。根据其销量情况，团队还要规划下一代产品或全新产品的设计与开发。

思维拓展：自行查找资料扩展学习 “头脑风暴法及应用”

民间有句谚语：“三个臭皮匠，胜过一个诸葛亮。”意思是说，三个才能平庸的人，如果能同心协力集思广益，也能提出比诸葛亮还高明的计策。一千多年以来，诸葛亮作为中国人心目中智慧的象征，怎么会输给三个皮匠呢？这是因为一个人的知识、阅历和视野终究是有限的，其思维也必然存在局限性，在处理不同问题时容易陷入思维死角。这与“三人行，必有我师焉！”“一个篱笆三个桩，一个好汉三个帮！”是同样的道理。一个群体只有团结一心，发挥各自的优势且互相配合才能做好事情。

智能产品的设计和开发过程十分复杂，一款优秀的智能产品背后必然离不开一个戮力同心、群策群力的跨学科专业团队。作为智能产品设计流程中的第一个环节，发现一个好的产品机会是万里长征的开端，也是非常关键的一步，它决定了所有后期工作的价值高度。

为了充分发挥团队各成员的想象力和创造力，在项目初期借助头脑风暴法进行产品功能创新是一种非常不错的选择。头脑风暴法具体的内容请自行查阅学习相关的资料。

第二章 智能产品的硬件基础——嵌入式开发技术

第一节 智能硬件的构成

第二节 嵌入式处理器及常用芯片

第三节 数据传输与常用通信技术

第四节 信息感知与常用传感器

第五节 结果执行与常用执行器

第六节 人机输入及常用输入方式

第七节 人机输出及常用输出方式

第二章 智能产品的硬件基础——嵌入式开发技术

本章概述

本章第一节介绍了智能产品的硬件构成，让学生对智能产品的硬件有个基本印象；第二节到第七节对智能产品的六大功能和对应的六大类常见硬件技术分别作了讲述，它们分别是：嵌入式处理器及常用芯片、数据传输与常用通信技术、信息感知与常用传感器、结果执行与常用执行器、人机输入与常用输入方式和人机输出与常用输出方式。增强学生对智能产品六大功能及相关硬件技术的进一步理解。

学习目标

帮助学生建立对智能产品中相关硬件系统结构的认识，并以此展开对智能产品涉及的常见嵌入式处理器、通信模块、传感器、执行器、输入装置和输出装置的深入学习，明确六大类模块中智能产品设计过程中的功能定位和选用方法、原则，培养学生对智能硬件产品的设计意识。

智能产品越来越多地出现在人们的生活中，比如智能手表、智能水杯、智能门锁、智能音箱和智能汽车等。这些智能硬件产品通过提供不同的功能和服务使人们的生活变得更加便利。智能硬件产品具有一些共同特点，包括具备物理实体、能够从外部环境采集信息或获取用户输入，并对这些信息进行处理，将处理结果反馈给用户或作用于外界环

境。智能硬件是物联网、人工智能、云计算和大数据等技术的重要承载者。那么，到底什么样的产品可以称为智能产品？智能产品有哪些特征？智能产品的硬件有哪些类型？应该选用哪些硬件来实现智能产品的相关功能？本章将针对这些问题，对智能硬件产品的几大类硬件进行学习。

第一节 智能硬件的构成

一、智能硬件概述

智能硬件，也称作智能终端设备，通常是指带物理实体的智能产品，它是指与软件相结合的、经过先进的科学技术（包括云计算技术、物联网技术、大数据处理技术、人工智能技术、数据通信技

术、传感器技术和自动控制技术等）改造过从而被赋予额外能力的传统产品。被赋予的额外能力包括：感知外界环境（传感器数据采集）、改变外界环境状态（自动控制和执行）、与人类进行互动（计算机交互）、智能连接（数据传输和通信）和智能计算与决策（人工智能）等能力，这些能力在

产品中可以表现为自动测量、自动控制、自动调节、智能预警和远程监控等各种不同的功能。

被改造升级的传统产品既可以是电子设备，比如台灯、空调、电视和冰箱等，也可以是非电子设备，比如手表、门锁、水杯和椅子等，如图 2-1 所示。通过产品设计师和工程师的设计和开发，给产品嵌入各种技术进行改造，改造完成后，传统产品就变成了智能产品，它们以新设计、新材料、新工艺硬件为载体，具备了智能感知、网络互连、信息共享、人机交互、新型显示和大数据处理等新一代信息技术的特征。产品设计人员借助智能技术，在传统手表计时功能的基础上加入 SIM 通话、血糖管理、跌倒监测、体温检测、心率检测、血氧饱和度监测等新的功能，在传统台灯的基础上加入灯光亮度和色温调节、亮度色温记忆、番茄作息等功能，并通过集成 Wi-Fi 或蓝牙通信实现智能家居终端控制等功能，就可以得到全新的智能产品。图 2-2 所示为在同类传统产品基础上更新升级的智能手表及智能护眼台灯。



(a) 石英机械腕表



(b) 普通台灯

图 2-1 传统产品



(a) 智能手表



(b) 智能护眼台灯

图 2-2 升级改造后的智能产品

二、智能硬件产品的常用硬件

智能硬件的种类多种多样，从能够检测人体健康的可穿戴设备到可以自动驾驶的交通工具，从家家户户可见的智能家居产品，到各大商场、医院、银行都能看到的服务型智能设备或智能机器人。所有这些智能硬件产品基本都具备以下组件：作为智能产品的“大脑”负责逻辑推理、数据计算和智能决策的微控制器，用于检测产品及其周边环境的传感器，用于输出信息并改变周边环境的执行器，用于进行人机交互的输入设备和输出设备，以及用于进行数据通信与网络连接的通信接口等六大类硬件。

(一) 微控制器

微控制器（Micro Controller Unit, MCU）也可称为单片机，是把计算机的中央处理器（CPU）上的频率和规格作适当缩减，并将存储器、定时/计数器、各种输入/输出接口等集成在一块集成电路芯片上所形成的芯片级微型计算机，用于协调和指挥设备工作。简单来说，微控制器就是将一个计算机系统集成到了一块芯片上，这块芯片就相当于一台计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜、输入/输出接口简单。微控制器能接收外界传递给它的各种数据和信息，并对这些数据进行逻辑推理和分析决策，然后将决策结果进行输出或改变外界环境状态。例如，空调之所以能使室温达到某个指定的温度，是因为微控制器中有一段程序，这段程序代码能够通过温度传感器获取到室内当前的温度状态，并将检测到的室温跟设定温度进行分析比较，当室温高于设定温度时，微控制器就可以控制空调中的温度控制部件（蒸发器、压缩机、冷凝器等）来进行制冷，以便室温达到目标温度。

(二) 传感器

对于智能硬件产品来说，传感器是系统获取外部信息非常重要的一个渠道。通过写入合适的程

序代码后，微控制器能通过传感器随时随地获取智能产品自身及周边环境的信息，并针对获取的环境信息进行推理、计算和分析，当这些环境信息发生改变时做出正确的应对。例如，有些智能音响搭载了摄像头和麦克风传感器装置等，这些传感器能够帮助智能音响更全面地感知和掌控周边环境信息，如摄像头能够获取周边环境的图像信息，麦克风阵列能够获取到周边环境的语音信息，并对获取到的图像信息和声音信息进行分析处理，如果这些信息跟智能音响有关则会做出正确的响应。值得注意的是，传感器的类型和精度在一定程度上决定了智能硬件的性能，因此在智能硬件产品的技术研发过程中，选择合适的传感器非常重要。

（三）执行器

执行器是控制类智能产品中必不可少的一个组成部分。它的作用是接收来自微控制器的控制信号，通过改变被控对象的角度、开度、速度、位置和状态等，从而使被控变量维持在所需的状态或设定的范围内。例如，在部分高配汽车上有一个能解放司机右脚的功能叫“定速巡航”，该功能主要是通过改变汽车节气门的开度来调节喷油量从而控制车速的。具体实现思路为：巡航控制器首先通过转速传感器读取当前车速的脉冲信号，并将当前车速与设定车速进行比较，如果当前速度小于设定车速，则加大节气门开度提升喷油量以增加车速，反之，若当前车速大于设定车速，则减小节气门开度降低喷油量以降低车速，再结合比例—积分—微分控制（PID）算法来稳定车速。

在控制领域使用的执行器有很多，但大多用于工业控制领域，在民用智能产品领域常见的执行器包括水、电控制执行器和用于控制行程、角度的各种电机等。

（四）输入设备

输入设备是指用户向控制系统输入信息和数据的部件，是系统与用户之间的信息桥梁。对于智

能硬件产品而言，系统中的信息包括逻辑数据、数字数据、文字数据、声音数据、图像数据等多种形式，每种形式的信息都有对应的输入设备，如用于输入逻辑信号的开关和按钮，用于输入数字、文字信号的键盘，用于输入声音信号的麦克风，用于输入图形图像信号的摄像头和扫描仪等。

（五）输出设备

输出设备是指将计算机系统的信息传递给用户的设备。在智能产品中，这类设备能够将智能产品推理决策的结果以图像、声音及行为等方式传递给用户。视觉类输出设备和听觉类输出设备是最常用的两类输出设备，如图 2-3 所示。例如，智能报警器可以通过声光报警的方式提醒用户；智能机器人不但可以通过显示屏显示其工作状态给用户，也可以通过语音来提醒用户，还可以做出特定动作来服务用户。由于智能硬件产品能够通过多种不同的方式传递信息给用户，因此在智能硬件产品的设计过程中，要充分考虑如何搭配不同的输出设备使智能产品更高效、更舒适地向用户传递信息。

（六）通信接口

通信接口是指计算机与网络进行连接的接口。当前的主流智能产品往往都需要以某种方式跟以互



（a）听觉类输出装置



（b）视觉类输出装置

图 2-3 常见的听觉和视觉类输出装置

联网为代表的网络进行连接，从而与网络中的服务器、用户端软件或网络中的其他智能设备进行通信，以便积累、分析和综合利用产品检测到的数据，以及通过用户端软件对智能产品进行远程监视和控制。智能产品可以通过有线和无线两种方式与网络进行连接。对于摆放在室内固定位置的大型智能产品，如智能打印机、银行智能服务机、智能贩卖机以及用于监控特定位置的安防设备等，通常会采用有线连接方式，虽然有线连接方式需要考虑线

路排布问题，但网络通信更加稳定可靠。对于放置在室内的小型可移动智能产品，可以采用 Wi-Fi 等无线方式进行连接，而对于可移动的室外型智能产品，比如智能穿戴产品，则可以使用蜂窝网络等无线方式进行连接。在复杂的智能硬件系统中，可能会有多种不同的网络接口，各种不同的网络接口跟不同的设备进行连接，实现不同的网络功能，如图 2-4 所示。



图 2-4 家居服务机器人系统中的通信网络及作用

▶ 第二节 嵌入式处理器及常用芯片

一、嵌入式处理器的概念和作用

智能产品相较于传统产品最大的区别在于其智能性，智能指的是能够模仿人类、代替人类进行逻辑思维和推理决策的一种能力，实现这种能力最重要的硬件就是系统内部的“大脑”——嵌入式处理器。

自第一台通用计算机 ENIAC 诞生以后，科学家们很快发现了它潜在的巨大价值，接下来几十年里，在欧美国家众多资本的推动下，一批又一批的技术人员投入对 ENIAC 这个史上最强大脑的拓展应用研究中：把 ENIAC 系统与工业控制相结合诞生了可编程逻辑控制器（Programmable Logical Controller, PLC），彻底取代了传统的继电器接触器系统，极大程度地推动了世界工业历史的发展进程；把 ENIAC 的功能和性能直接延伸，诞生了后来的计算机（包括个人计算机、商用计算机和服务器等），全球进入计算机和互联网时代；将 ENIAC 系统放到普通产品中，让普通产品具有能感知、会思考、可执行的能力，就诞生了嵌入式处理器，也就是颠覆传统产品认识的核心硬件。

嵌入式处理器是由通用计算机中的 CPU 演变而来的专门用于嵌入式系统中进行推理运算和决策控制的硬件，嵌入式处理器与普通计算机处理器在设计和原理上相似，但嵌入式处理器相对于普通处理器具有更高的工作稳定性、更低的功耗、更强的环境适应能力、更小的体积及更多的集成功能。嵌入式处理器广泛应用于家居生活、工业、农业和航空航天等领域，并衍生出各种智能硬件产品。

作为智能产品的“大脑”，嵌入式处理器主要有控制时间、处理指令、处理数据和执行操作等功能。通俗地说，嵌入式处理器的主要作用就是通过执行事先编写好的程序代码，完成智能产品的相关

功能：首先感知外部环境信息和获取用户的输入信息，对获取的信息进行逻辑推理、计算分析和决策判断等处理，再将处理的结果输出给用户或者通过执行器作用到指定对象。

二、常见的嵌入式处理器

在整个智能硬件产品的应用领域中，各种嵌入式处理器的应用比通用处理器更加广泛。嵌入式系统具有应用针对性强的特点，不同的产品、不同的功能及不同的应用场景下对处理器的要求千差万别，所以嵌入式处理器种类繁多。据不完全统计，全世界嵌入式处理器的种类已经超过 1000 种，流行的体系结构有 30 多个，但主流的嵌入式处理器主要分为四大类。

（一）嵌入式微处理器

嵌入式处理器的字长一般为 16 位或 32 位，英特尔（Intel）、美国超威半导体公司（AMD）、摩托罗拉（Motorola）、安谋（ARM）等公司提供很多这样的处理器产品。嵌入式微处理器通用性比较好、处理能力较强、可扩展性好、寻址范围大、支持各种灵活的设计，且不限于某个具体的应用领域。

在实践应用中，嵌入式微处理器需要在芯片外配置随机存取存储器（RAM）和只读存储器（ROM），根据应用要求往往要扩展一些外部接口设备，如网络接口、全球定位系统（GPS）、模拟信号转换数字信号（A/D）接口等。嵌入式微处理器和存储器、总线、外设等安装在一块电路板上，称为单板计算机。

嵌入式微处理器在通用性上有点类似通用处



图 2-5 基于 5G 通信技术的高通骁龙 888 和三星 Exynos 980

理器，但前者在功能、价格、功耗、芯片封装、温度适应性和电磁兼容方面更符合嵌入式系统应用要求。嵌入式处理器有很多种类型，比较出名的嵌入式处理器类型有 Am186/88、386EX、SC-400、Power PC、ARM 系列、MIPS 等，其中 ARM 公司的 Cortex-A 系列 /StrongArm 系列是目前手机和掌上电脑等移动通信设备开发的高性能微处理器的主流选择。基于 5G 通信的手机专用高性能处理器高通骁龙 888 微处理器和三星 Exynos 980 微处理器如图 2-5 所示。

（二）嵌入式微控制器

尽管嵌入式微控制器已经经历了几十年的发展历史，但它依然是最常用的嵌入式处理器，占据了嵌入式领域 70% 以上的市场份额。从功能来看，可以把嵌入式微控制器理解为一种集成有外设的微处理器芯片。除了处理器内核外，嵌入式微控制器还在芯片内部集成了各种外设和功能模块，如 RAM、各种非易失性存储器、总线控制器、定时 / 计数器、看门狗、输入 / 输出 (I/O) 口、串行 (USART) 口、脉宽调制输出 (PWM)、模数 / 数模转换器 (ADC/DAC) 等。这些内置的外设和功能非常适用于控制领域，所以它也被称为微控制器。

从结构上来看，微控制器的最大特点就是将计算机所需的各个部件及一些应用所需的控制器和外部设备集成在一个单独的芯片上，实现了功能的单片化。这种单片化设计使得微控制器的尺寸大大减小，从而降低了系统的总功耗和成本，并提高了可靠性。因此微控制器也被称为单片机。

典型的嵌入式微控制器包括 MCS-51 系列、ARM 的经典系列、Cortex-M 通用系列和 Cortex-R 实时控制系列处理器等。

（三）数字信号处理器

在数字化时代，数字信号处理是一门应用广泛的技术，如数字滤波、快速傅里叶变换 (FFT)、频谱分析、语音编码、视频编码、数据编码和雷达目标提取等。这些芯片经过特殊设计，其系统结构和指令系统针对数字信号处理的特点进行了优化设计，在其内部集成了乘法累加器单元，算术运算直接在硬件中进行，不需要像微处理器那样借助软件算法实现，因此其信号处理速度是微处理器的 2 到 3 倍，具有很高的处理效率。较常见的 DSP 芯片有美国德州仪器公司 (Texas Instruments, TI) 的 TMS320C2000/C5000 系列、亚德诺半导体技术有限公司 (ADI) 的 ADI DSP 系列、Motorola 公司的 DSP56xx 系列和 DSP96xx 系列、美国电话电报公司 (AT&T) 的 DSP16/16A 和 DSP32/32C 等。TI 公司面向低功耗、手持设备和无线终端应用推出的 TMS320C5000 系列产品如图 2-6 所示。

（四）片上系统

由于某一类特定的应用对嵌入式系统的性能、功能、接口有相似的要求，针对这个特点，利用大



图 2-6 基于 TMS320C55xDSP 内核的数字信号处理器

规模集成电路技术将该类应用所需的大多数模块集成在同一块芯片中，从而在芯片上实现一个嵌入式系统大部分核心功能，这种芯片就是片上系统（System on Chip, SoC），也叫芯片级系统。

片上系统把微处理器和特定应用中常用的模块集成在一个芯片内，在应用开发时只需要在 SoC 外部扩充内存、接口驱动、一些分立元件及供电电路就可以构成一套实用的系统，能大幅降低系统设计的难度，同时还有利于减小电路板面积、减少系统开发成本，在必要时，还能在不同的系统单元间实现更快更安全的数据传输，具有更快的整体系统速度、更低的功耗、更小的物理尺寸和更高的可靠性等优势。SoC 是嵌入式处理器的一个重要发展趋势。

SoC 按用途可以分成两类：一种是通用 SoC 芯片，它将嵌入式系统所需要的绝大部分部件，如 CPU、DSP、RAM、I/O 等硬件资源集成在同一块芯片内，同时提供用户设计所需要的各种逻辑资源和软件编程所需的软件资源，用户通过它可以快速完成特定领域的项目开发。另一种是专用 SoC 芯片，是专用集成电路（ASIC）向系统级集成的自然发展，如飞利浦（Philips）的 Smart XA 芯片，它支持超过 2048 位复杂 RSA 加密算法，是一块可以加载 JAVA 或 C 语言的专用 SoC，在互联网安全方面有广泛应用。此外，英飞凌公司 AURIX™ 系列的 32 位 TriCore 微控制器也是一款具有代表性的汽车电子行业专用 SoC，如图 2-7 所示，该芯片在汽车中的应用非常广泛，包括内燃机控制、纯电动和混合动力汽车、变速器控制单元、底盘域控制、

制动控制系统、电动转向系统、安全气囊和高级驾驶辅助系统等，并推动汽车行业往自动化、智能化以及网联化的方向发展。

三、热门处理器

智能硬件的分布领域非常广，所使用的各种嵌入式处理器也非常多，但对于生活中常见的各种中小型智能产品而言，使用最多的还是嵌入式微控制器。根据 2021 年微控制器在产品应用中出现的频率和其技术社区的规模，筛选出以下几款较受欢迎的微控制器。

Top1: STM32F103C8T6

STM32F103C8T6 是基于 ARM 的 STM32F103x 系列微控制器的一个流行型号，它采用高性能 ARM Cortex-M3 32 位 RISC 内核，工作频率为 72 MHz，拥有 37 个增强型 I/O 及连接到两条 APB 总线的外围设备，该控制器能提供两个 12 位 ADC、三个通用 16 位定时器和一个 PWM 定时器，以及标准和高级通信接口：两个 I2C 口和 SPI 口、三个 USART 口、一个 USB 口和一个 CAN 口，其芯片实物如图 2-8 所示。该芯片广泛应用于消费类电子、医疗设备、通信设备和汽车电子等领域，例如用于智能家居、智能穿戴设备和智能移动设备等产品的控制和数据通信，用于计步器、血压计和血糖仪等设备的控制和数据处理。

Top2: ATmega328

ATmega328 一直是许多设计人员的首选，可



图 2-7 英飞凌公司 AURIX™ 系列的 32 位 TriCore 微控制器



图 2-8 STM32F103C8T6 微控制器



图 2-9 基于 ATmega328 的 Arduino 开发板

以说是世界上最受欢迎的微控制器之一。其实物如图 2-9 所示，它是一款基于先进 RISC 架构的 8 位 AVR 微控制器，结合 32KB ISP 闪存和边读边写功能，具有高性能、低功耗的特点。Arduino UNO 就是一款以 ATmega328 为核心的开发板，随着近些年 Arduino 的火爆，ATmega328 也就顺理成章地成为当前最流行的微控制器。Arduino 硬件开发平台容易上手、功能强大且使用灵活，配有专用的编程开发软件，省略了很多烦琐的底层开发，无需把大量精力耗费在功能实现上就能快速开发出智能硬件的原型，而且价格便宜。这些特点对没有技术开发基础的人极其友好，可以说，Arduino 是一款适用于每个人的硬件开发平台。

Top3: ATtiny85

ATtiny 系列微控制器因其体积小、功耗低且价格便宜而广受欢迎，被认为是有体积限制的小型智能产品项目的首选微控制器。在这个系列的所有微控制器中，ATtiny85 被认为是最受欢迎的，虽然 Microchip 公司推出了一系列新的 ATtiny 芯片，并对其进行了显著的性能升级，但 ATtiny85 仍然备受推崇，这主要是因为大多数设计者随着时间的推移对它已经非常熟悉。ATtiny85 是市面上最小巧的微控制器之一，其尺寸仅仅只有 $5.5\text{mm} \times 7.2\text{mm} \times 2.9\text{mm}$ ，可广泛应用于各种小型智能产品，如激光笔、智能笔和超声波游标尺等产品中。其对应的实物图和引脚功能框图如图 2-10

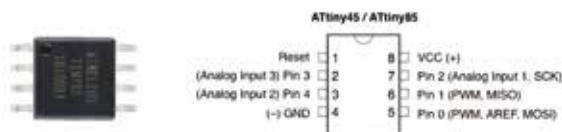


图 2-10 最小巧的微控制器 ATtiny85 及其引脚图

所示。

Top4-5: ESP8266 和 ESP32

物联网技术是当前智能产品的核心技术之一，ESP8266 作为一款融合了 Wi-Fi 功能的国产物联网芯片，具有非常突出的优点：第一，价格便宜，售价在 5 元左右；第二，通信质量高，普通 Wi-Fi 的传输距离多在 100 米左右，而据德国相关机构测试结果显示，ESP8266 可以在空旷区 300 米范围内保持可靠连接，超过 400 米后信号才会丢失；第三，开发使用门槛低，ESP8266 的开发环境有很多，除了官方自己的开发环境外，还有其方案商安可信出品的集成开发环境 ESP8266 IDE2.0；此外 Arduino IDE 也支持 ESP8266，使其程序开发门槛大幅降低。因此，ESP8266 非常适合物联网 (IoT) 产品和家庭自动化领域的项目开发。在过去十年，ESP8266 已成为最具影响力的微控制器之一，也是当前具有融合通信能力的微控制器趋势的标杆之一。

ESP32 是乐鑫推出的一款高集成度、低功耗的 Wi-Fi 和蓝牙双模芯片。它是 ESP8266 的升级版，在功能和性能上都有显著提升。相较于 ESP8266 的功耗，ESP32 的工作电流为 $5\mu\text{A}$ （微安），远低于 ESP8266 的 $20\mu\text{A}$ ；同时，ESP32 还具备更高的时钟频率，其性能为 ESP8266 的 2—3 倍；ESP32 的 GPIO（通用输入/输出）引脚更多，可以满足更多的接口需要；另外，ESP32 内部同时集成的 Wi-Fi 和蓝牙双模可以满足产品的联网需求，在物联网智能产品领域有非常广泛的应用。

四、嵌入式处理器的选用原则

对智能产品的硬件系统设计来说，评估和选择一款合适的嵌入式处理器至关重要。在选择嵌入式处理器时需要考虑的问题包括以下几点：

1. 产品对处理速度的要求和内存大小？
2. 项目是否需要硬件外围设备，这些设备需要哪些特定的通信接口？
3. 是否需要直接内存访问 (DMA) 等高级功能？

4. 产品的物理尺寸、功耗和成本有什么限制？
5. 有哪些开发工具和软件库可用？
6. 参与开发的开发人员是否有使用开发工具的经验？如果没有，他们将面临什么样的学习曲线？
7. 有没有第三方文档或在线社区之类的外部资源可用？

知识拓展：中国芯片行业的发展状况

芯片是半导体元件的统称，是集成电路（IC，integrated circuit）的载体，它是一个把实现特定功能所需的集成电路封装在一块半导体衬底或绝缘基片上形成的矩形物理实体。半导体材料是芯片的基础，集成电路芯片的核心。我们最终看到的芯片是一块封装后的正方形或长方形模块。在信息技术时代，芯片被广泛应用在军事、航天、工业、通信、智慧交通和消费电子等许多领域。甚至可以说，几乎所有用电的东西，其内部都或多或少会用到芯片。每天接触的手机、计算机和各种家用电器，还有路上的汽车、天上的飞机、太空的工作站，一旦缺失芯片都将马上陷入瘫痪，芯片的重要性可见一斑。

由于国际上芯片产业供给体系非常成熟，一直以来中国芯片主要依赖进口，因而中国的集成电路产业起步较晚，但从2018年4月以来，中兴、华为等一大批中国龙头企业受“实体清单”影响，被限制“不得以任何形式购买美国芯片和相关软件”，芯片技术成为中国稳健发展的“卡脖子”技术。为推动国产芯片行业的发展，2020年国

家“十四五”规划提出了国产芯片自给率要在2025年达到70%的目标，并制定了诸如重点研发计划、创新投资、企业资助等各种政策引导、促进国产芯片的发展。同时，科创板也为芯片企业融资提供了新的渠道。

虽然目前中国芯片产业整体上还处于落后状态，但这几年国产芯片企业在面对强大国际竞争对手的压力下，一步步突破技术短板，一点点拓展市场份额，并取得了可喜的成绩。根据国际商业策略公司统计的数据显示，2022年中国大陆的芯片自给率已达到为25.61%，中国芯片行业已经实现了从0到1的跃变，在困境中有了不错的开局。

尽管中国芯片产业目前还面临各种挑战和竞争，但随着国内帮扶政策的一步步落实，以及高端技术人才的引进培养，还有中国这个全球最大的芯片消费市场加持，中国芯片产业发展前景依然十分乐观。相信在不久的将来，中国芯片产业将实现更大、更多的突破，为中国的科技进步和经济发展做出更加重要的贡献。