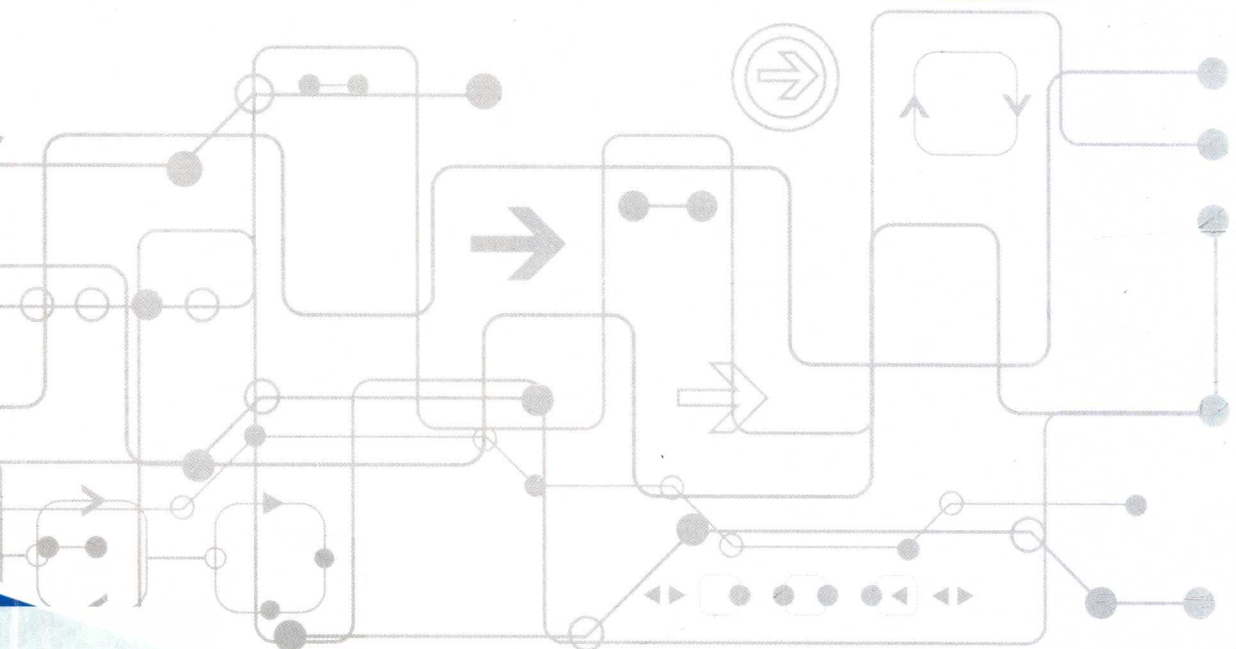


# 人工智能时代

## ——电子产品设计与制作研究

王远昌 著



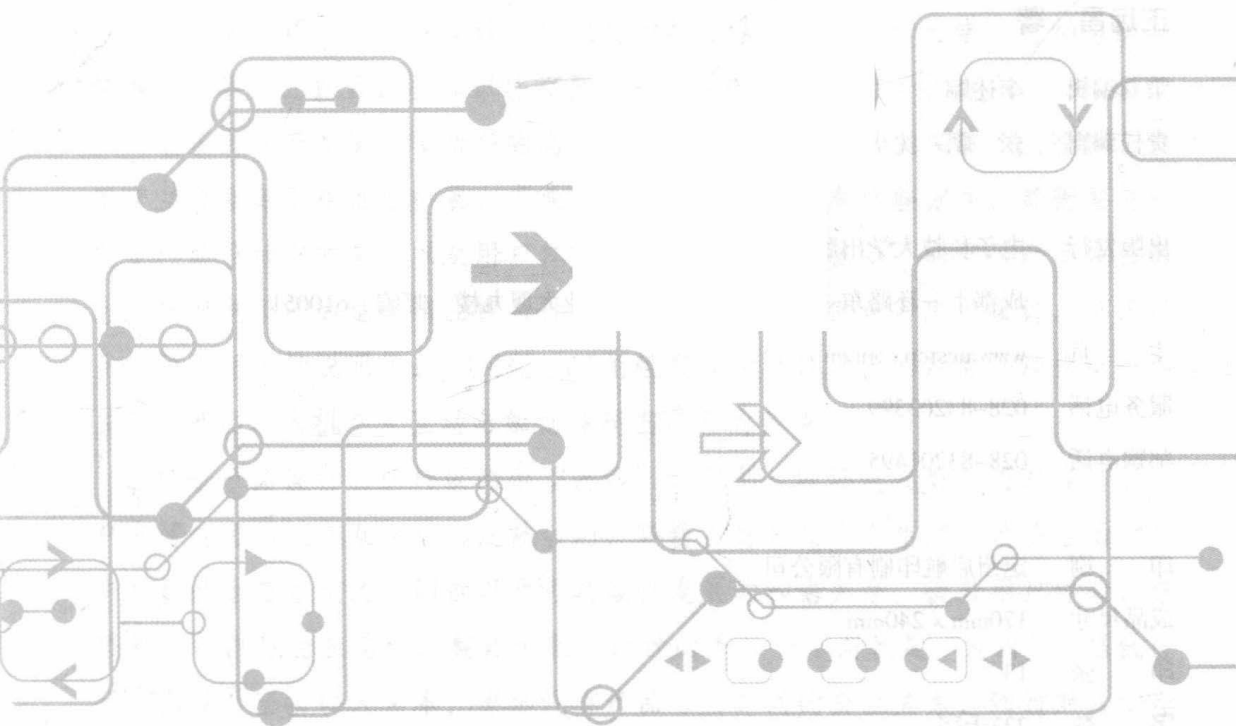
电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

# 人工智能时代

## ——电子产品设计与制作研究

王远昌 著



电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

集成电路，奇思妙想

## 图书在版编目(CIP)数据

人工智能时代：电子产品设计与制作研究 / 王远昌  
著. — 成都：电子科技大学出版社，2018.4  
ISBN 978-7-5647-5950-6

I. ①人… II. ①王… III. ①电子产品-智能设计-  
研究②电子产品-生产工艺-研究 IV. ①TN602  
②TN605

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第054171号

## 人工智能时代——电子产品设计与制作研究

王远昌 著

策划编辑 李述娜

责任编辑 张鹏 沈华姣

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 定州启航印刷有限公司

成品尺寸 170mm × 240mm

印 张 13

字 数 223千字

版 次 2019年1月第一版

印 次 2019年1月第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-5950-6

定 价 46.00元

版权所有，侵权必究

# 前言

随着信息技术的发展，电子产品在功能上的多样化、智能化、网络化程度已越来越高，电子产品人性化设计也越来越受重视。目前，科学技术在不断分化和延伸，也在不断融合，人类社会所面临的重大问题越来越需要从多学科融合的角度进行审视。智能化电子产品中涉及到信息技术、计算机技术、人机工程技术、交互技术、工业设计、视觉行为学、消费心理与行为学、材料与结构学等综合学科，并且这些知识已经全面融合到电子产品设计中去了。

电子信息产业是一项新兴的高科技产业，数据通信、多媒体、互联网、信息交互与服务正在迅速扩展，产业前景十分广阔。所有这些方面，都需要关注电子产品设计中的交互以及用户体验，体现“以人为核心”的电子产品设计概念。当前电子产品越来越注重人性化交互设计、可用性与易用性设计，苹果产品的脱颖而出就说明了这一问题。可用性交互设计体现出的产品外观视觉行为关系，产品的人机交互互动与触觉体现出产品的灵魂。

电子产品设计应坚持以两个“友好”为原则，即环境友好与用户友好。用户友好的可用性交互设计广泛被认同，环境友好是指产品生产和消费活动过程中与自然生态系统的协调性以及可持续性发展的和谐关系。提升用户体验，增强要素资源与功能属性的整合创新，设计的下一个方向就是“友好”。当代电子产品设计坚持以人为本，更加注重产品与用户间的交互关系，通过对人心理以及行为的分析与剖析，创造出更“友好”的新产品，为产品属性创造出更多的“满足性”卖点，提高产品与用户间的粘性，谋求为消费者带去更美好与更适用的新体验以及不一样新感受，全面满足用户对产品的“操控与驾驭感”！

本人在近30年的技术研究以及产品实践过程中，历经几次设计大迭代，

从20年前的苏式计划经济模式到现代互联网时代的快速设计与交付满足，从产品设计的“古典唯美主义”时代到如今的“缺陷美”时代，客户需求依照指数曲线在急速变化，很多企业及其员工每天都在努力完成着看似不可能的任务（如2017年几个互联网公司在超短时间内纷纷推出的“吃鸡游戏”“绝地求生”），演绎着中国式奇迹的诞生；尤其是产品需求变得日益复杂多样，越来越不明确，且变更频繁，再加上产品成本与性能要求间的根本性矛盾，甚至越来越多的产品是“英镑”式的性能要求，“越南盾”般的BOM成本限制，给产品的规范性设计带来诸多不利因素，也给工程师们带来无尽的烦恼！

我在三诺声智联股份有限公司任技术总监时，目睹到一些行业人员囿于其自身经历以及过往受训深度，导致他们对设计的理解有所局限，时常于不经意间裹挟一些试错行为，事后又疲于补救，事倍而功半，除去给设计者带来挫败感外，也给企业带来不低的试错成本，急需加以系统性的规避预防！

电子产品设计并非各种技术的简单罗列，而是一种艺术性的技术再加工过程！并且是一个 $1+1 > 2$ 的裂变过程。很多情况下，产品设计必须赋予其技术以外的艺术加修养才能达成既定设计目标，才会事半功倍。类似于设计音响类电子产品（需要赋予灵动活力的产品）时，如果设计团队中骨干不懂音乐也不喜欢欣赏，那么他们所设计出来的产品一般是难以值得人去“回味”以及反复把玩的，甚至有可能只是一个BOM的生硬堆砌物；再如游戏类产品的设计，如果设计者不懂游戏也不善于体验观察，他们是很难理解那帮游戏痴迷者在游戏激情时的那种癫狂体位以及手势习惯，所以习惯于常规思维的设计师们所设计出来的产品，在满足实际需求者们的真实需求时总是有点力不从心。

本书共分七章，第一章绪论，对电子产品设计与制作及其影响因素做了基础概述；第二章电子产品的设计优化，介绍了电子产品的设计以及优化方法等；第三章印制电路板设计与制作，对各种版型设计与制作方法以及在设计印制电路中存在的一些问题进行了阐述；第四章智能电子产品电磁兼容研究，介绍了我国对电子产品电磁兼容性能的要求，并通过实例对电磁兼容性设计以及电子产品中电磁兼容故障的处理方法做了讨论说明；第五章音频功放及其设计

研究，分别对传统模拟功率放大器和数字（D类）功率放大器的原理和结构进行了研究与分析探讨，对音频功放设计进行了探讨研究；第六章可穿戴智能设备关键技术研究，梳理了智能穿戴设备的发展历程，对时下热门的一些可穿戴智能设备的关键部件以及应用于其中的人机交互技术进行了分析；第七章虚拟现实关键技术研究，介绍了GPU并行计算技术，并对基于PC集群的并行渲染与基于网络计算的虚拟现实系统的关键技术展开了分析研究。

“知而获智，智存高远，使命必达”，探索和开发获得未知领域的知识，凝聚智慧高瞻远瞩才能有所突破和创新。“知识是有边界的，但想象与创造力却是无边界的”，想象力在发散思维的驱动下，在浩瀚的宇宙天际驰骋翱翔，希望本书能为广大读者带来些许思考或启迪。

在此，特别感谢三诺集团那些曾经给过我帮助的人，尤其是邹传彬先生。由于时间仓促，编者水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

王远昌

2018年1月9日



# 目录

## 第一章 绪论 / 001

第一节 电子产品概述 / 001

第二节 电子产品设计与制作原则 / 002

第三节 电子产品设计与制作的主要影响因素 / 011

## 第二章 电子产品的设计优化 / 020

第一节 电子产品设计范式 / 020

第二节 电子产品设计的要求与方法 / 023

第三节 电子产品的优化设计 / 029

第四节 电子产品的可靠性设计 / 032

## 第三章 印制电路板设计与制作 / 038

第一节 单面板、双面板和多层板的设计 / 038

第二节 印制电路设计存在的若干问题及解决方法研究 / 049

第三节 印制电路板的制作 / 080

## 第四章 智能电气产品电磁兼容问题研究 / 084

第一节 概述 / 084

第二节 我国国家标准对电子产品电磁兼容性能的要求 / 086

第三节 电子产品中电磁兼容故障处理和电磁兼容性设计实例 / 094

第五章 音频功放及其设计研究 / 101

第一节 传统模拟功率放大器 / 101

第二节 D类功率放大器 / 105

第三节 音频功放的设计 / 117

第六章 可穿戴智能设备关键技术研究 / 122

第一节 智能穿戴设备的发展与应用 / 122

第二节 智能穿戴设备的关键器件 / 130

第三节 智能穿戴设备的交互技术 / 148

第七章 虚拟现实关键技术研究 / 170

第一节 GPU 并行计算技术 / 171

第二节 基于 PC 集群的并行渲染 / 173

第三节 基于网络计算的虚拟现实系统 / 174

参考文献 / 197



# 第一章 绪论

## 第一节 电子产品概述

从20世纪90年代后期开始,融合了计算机、信息与通信、消费类电子三大领域的信息家电开始广泛地深入家庭生活。它具有视听、信息处理、双向网络通讯等功能,由嵌入式处理器、相关支撑硬件(如显示卡、存储介质、IC卡或各类存储卡的读取设备)、嵌入式操作系统以及应用层软件包组成。随着信息技术的发展、物联网的应用,电子产品向着智能化方向发展。例如,信息家电包括所有能够通过网络系统交互信息的家产品,如PC、网络机顶盒、手机、手游、HPC、DVD、PDA、ELP、播放器、无线数据通信设备、视频游戏设备、WEBTV、无线路由器等。目前,音频、视频和通信设备是信息家电的主要组成部分。从发展来看,电冰箱、洗衣机、微波炉等白家电也正在发展成为信息家电,并与其他信息家电一同构成智能家电系统,尤其是在语音识别等智能端口技术交叠融入后,使得很多产品与用户的行为习惯粘性日益密切。

消费类电子产品是指用于个人、家庭与广播、电视有关的音频和视频产品,主要包括电视机、机顶盒、影碟机、DVR、摄录机、收音机、收录机、播放器、组合或便携式音响、激光唱机(CD)等。而在很多发达国家,则把数码相机、手机、平板电脑、电话、个人电脑,ELP,PDA,电玩,手触、3D产品、家庭办公设备、家用电子保健美容设备、汽车电子产品等也归在消费类电子产品中,也有简单说成是:黑、白家电加粉色家电产品。

很多国家,随着小型无人机技术的发展,它已然接近成为消费电子类产品。不过无人机带来的安全问题是严肃的话题,也涉及到国家安全,尽管无人机从



使用属性及其价格而言是可以成为消费类电子产品的，但基于国家安全的考虑，它是会被政府严加看管的。

我们生活在一个充满人造物品的世界中。从器物到建筑，从工具到用具、武器、衣、食、住、行等各种物品，形成了一个相异于自然界的人造物的世界，即所谓的人工世界，又称之为“第二自然”。第二自然的形成是人类为了适应自然生存法则，而从事的体外创造活动的结果。

从石器时代开始，人类就一直不断地在造物，为生命的存在与延续，为生活质量的提高制造所需要的工具和物品。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，但人类造物活动的意义并没有改变。人类为了生活而创造生产出来的物品，就称为产品。

20世纪现代文明与科技发展，形成了这一时代背景下的人类造物活动：工业设计。由此所构成的人造环境正对当今人类社会生活和生存方式产生着重要的影响。在工业设计中的产品是指用现代化大机器生产手段批量生产出来的工业产品，如各种家用电器、生活起居用品、交通工具等。

产品设计的内容很广，小到纽扣和钢笔，大到汽车与飞机设计等。因此，产品设计的复杂程度也大不相同，和产品设计相关的各门学科和领域也相当广泛。

在产品设计中，人机交互是很重要的一个方面。人机交互是指人与机器的交互，研究人机交互的最终目的在于探讨如何使所设计的产品能帮助人们更安全、更高效地完成各种任务。交互系统通常包括产品通过输出或显示设备给人提供大量信息及提示，以及人通过输入设备向产品输入有关信息问题及应答等。从早期的面板开关、显示灯和穿孔纸带等交互装置，发展到今天的视线跟踪、语音识别、手势输入、感觉与感知反馈等具有多种感知能力的交互装置。

## 第二节 电子产品设计与制作原则

要设计一个好的产品，应该遵循一些基本的设计原则，即在长期的设计实践中，人们形成的对设计的共性要求。设计必须符合科学性、易用性、美观性、安全性、技术规范性、可持续性发展性、经济性、创新性等一般性原则。这些原则既是设计的基本原则，又是评价设计作品的基本标准。这些原则之间往往互相关联、互相制约、互相渗透、互相影响，并体现在设计过程的各个环节之中。

## 一、科学性原则

电子产品在设计过程中，需要遵循客观自然规律，例如考虑以下的一些设计：

- (1) 音响设计时需遵循电源总能量守恒定律，电源以及音效处理决定播放质量的原则；
- (2) 音箱设计时，各频段总能量守恒，SPL 总量不变，提升低频 SPL 就必须压缩中频；
- (3) 设计电动机、发电机应遵循电磁感应等的电磁科学原理；
- (4) 照相机的镜头加增透膜遵循光的反射和折射等的光传输的科学原理；
- (5) 电子显微镜设计时，遵循电子轰击衍射成像以及微电子散射噪声的原则，遵循光电转换原则，光与电场加速，电子束高压电场加速以及噪声原理；
- (6) 汽车制造成流线型需要遵循的流体力学中减小阻力等的动力科学原理；
- (7) 设计电冰箱遵循的汽化吸热、蒸发制冷等的热交换科学原理；
- (8) 设计液晶电视机遵循的 LCD 通过电压的更改产生电场而使液晶分子排列产生变化来显示图像的规则，遵循图像与信号处理，以及信号传输等的基本原理；
- (9) 监控设备设计遵循传感器输入信号通过处理器处理信号、图像解压缩、信号采集与识别技术等科学原理；
- (10) 设计手机应遵循网络技术以及无线传输，多路分集复用等的现代通信科学原理。

不遵循自然科学规律的任何设计终将失败，比如永动机，期望不消耗能量而能永远对外做功的机器，它违反了能量守恒定律；在没有温度差的情况下，从自然界中的海水或空气中不断吸取热量而使之连续地转变为机械能的机器，它违反了热力学第二定律，故称为“第二类永动机”。第一类永动机和第二类永动机都是难以在可预见时间内制造出来的（也可以说是不可能被制造出来的），因为它们都违背了科学定律的基本原则。电子产品的设计必须遵循自然界的科学规律，但这个规律必须是权威性的，且为科学再现所证实，而非某些个人或小团体的主观臆断，我们需要格外关注与防止伪科学压制新生事物以及技术创新！我们在设计时，必须遵循普适性科学规范及其原则。

## 二、易用性、美观性原则

易用性是产品设计中要考虑的重要特征。在以前的一些传统产品的设计中，



由于受到当时的设计理念和科学技术的束缚限制，在产品的使用层面上，常常偏重于以工程设计为主导的用户“可用性”设计。设计出来的产品往往要求用户在掌握一定专业知识的基础上，才能适应和学习产品的各种功能和操作应用。但现在随着客户使用文化的巨变、产品功能、科学技术的不断进步，那种以“可用性”为基础的传统设计早已不能适应用户对产品的认知和使用行为习惯了，尤其是对于日新月异的信息技术一体化产品；如何最大限度地使用户易用、乐用和高效应用成为一个新课题，于是“易用性”就成为产品使用层面上的设计重心。伴随着“可用性”到“易用性”转移，一门崭新的学科——产品交互设计学就出现在设计师的面前，尽管很多设计人员对此理解得还不是很透彻，但这门技术无疑已经成为现代产品设计属性中决胜于对手产品的重要因素之首了。

例如：以前靠按钮或旋钮来实现开关或调台的传统电视机早就被淘汰，目前普遍使用了遥控器，现在还出现远程控制、手势控制、语音识别控制等智能家电。由于以前的电视机操作比较麻烦，接收效果不是很好，实用性比较差。现在带遥控的电视机操作方便，实用性更强了，而语音识别控制技术使得用户控制体验更加贴近生活，带有语音识别以及情景对话功能的家电正在不断被推出。总之电视机变得越来越实用了——因为它们的设计都遵循了实用性原则。电视机的外壳和颜色也不断地更新，更加适合人们生活的需要。手机外形也因不断地创新设计而变得更加酷炫了，尤其是针对女性白领的定制性设计，更加人性化了，它不再仅是通讯工具，同时也成了一件装饰品以及生活起居的必需品了。爱美之心，人皆有之，追求美是大众时尚。产品的美观，其内涵是非常丰富的，除了形状美、色彩美、材料美以外，还有文化性的美、技术性的美、气质性的美、风格性的美、趣味性的美等，一件好的设计作品能充分体现设计者的美学造诣，因此设计还应遵循美观性原则。

产品设计应最大程度上满足人们的审美需求，满足人们的使用习惯，满足人类对消费产品的操纵与控制欲，使人们在使用产品的过程中不仅体验到功能的便利，更能够获得一种精神驾驭感上的愉悦，在审美需求设计中要符合产品的情感化设计，充分满足客户对产品的身份体验感以及征服感，努力通过产品来实现人类的某些心理预期。

产品的情感化设计是指在设计过程中，设计师可以分别从用户本能的、行为的和反思的三种维度去展开设计。本能水平的设计关注的是外形，行为水平的设计关注的是操作，反思水平的设计关注的是形象和印象。本能和行为水平在全世

界都是相同的，尽管有迥然各异的文化。只有反思水平在文化间有很大的差异。如何从反思水平展开分析，从产品设计中赋予更多的趣味、反思、印象、情怀等情感性要素，是设计者尤其必须去关注的，对于不了解这些设计秘笈的设计师们而言，则需要快速补课，以增加自己的设计资本，提高自己对设计的精准理解与把握，不然就可能会被技术边缘化。由于很多工程师对于诸如情怀设计，反思情节设计，个人感情赋予设计等的新概念非常陌生，所以他们还是难以设计出值得推敲的拳头产品来，例如：一些医疗产品的设计者，由于传统行业的闭门造车，这些产品总是显得硬邦邦的，缺少人情味更缺少病痛时的人文关怀，完全把病患作为一个动物来对待。

### 三、安全性原则

安全性是系统在可接受的最小事故损失条件下发挥其功能的一种品质，也定义为不发生事故的能力。对于产品开发，设计人员需要具备产品安全设计意识。安全设计意识是指设计中考虑降低产品各种可能出现的安全隐患，不仅仅指给用户造成的各种人身伤害，还包括系统的重大功能失效。安全性设计涵盖内容极广，本章节仅从人机交互接口设计角度来阐述设计中的安全意识。安全性设计往往是系统化思维和思想意识的问题，以人机交互设计思想为例，融会贯通，最终贯穿整个产品设计。

电子产品在设计前必须要按有关设计标准进行设计，标准是设计者行为指南，是设计界宪法，不熟悉设计标准其实就是一种变相的违法。不同的国家和地区有不同的标准规范，同一地区，海拔高度不一样，安全要求也不一样；在设计产品时需要调研所设计的产品是销往什么地方，这些产品在什么样的环境中工作以及被如何使用，使用者的大致分布规律。使用人员从专业技术人员扩展到办公人员，甚至到一般家庭中的老人、妇女、儿童。电子产品的安全性能已经在很大的使用范围内关系到使用者的人身安全及其周围的环境安全。因此，在设计电路时不但是考虑电路的正确与否，还要考虑产品的整体结构及其持续的安全性问题。

电子产品的安全设计原则如下。

- (1) 电子产品和设备在正常工作条件下，不得对使用人员以及周围的环境造成威胁。
- (2) 设备在单一的故障条件下，不得对使用人员以及周围的环境造成威胁。
- (3) 设备在预期的各种环境应力条件下，不得受外界影响而变得不安全。





电子产品的安全设计基本原则如下。

### (1) 电子产品的安全要求

1) 防电击：电子产品的防电击功能是所有用电设备的最起码的要求。为此任何电子产品都必须具有足够的防触电措施，包括外壳物理开孔处，使用直径3毫米15毫米长的金属探针探入壳内时，不得触及任何冷端带电体。严格遵循一类设备漏电接地保护，二类设备双重绝缘保护的安全设计规范，不可混用标准。

2) 防能量集中释放的危险：大电流输出端短路，能造成局部打火、熔化金属、引起火灾，因为低压电路也能存在能量瞬间大量释放时的焦耳热转换危险。

3) 防着火：用于电子产品中的材料，特殊及安全部位一般要使用阻燃或缓燃物料，着火后烟雾小，毒气小的材料做外壳，意外发生火灾警情时，不会产生二次着火，烟雾小不影响工作人员逃生，中毒的机会就小，锂离子电池受到金属硬物体刺戳时，不得出现化学能量急剧释放后导致出现的引燃或爆燃之现象。

4) 防高温：凡是外露的零部件一般都有特别用途，有的是为了散热，有的是为了功能的需要，我们就要去考虑它的温度情况，如果该部件会产生出过高的温度则可能会造成对使用者的意外灼伤，对于产品耗散功率相对较大者，需要考量整机散热热阻及有效的热对流与辐射，把热量快速交换出去。

5) 防机械性危险：在电器产品中也存在一些运动器件，如电风扇的扇叶，尖刃的金属物体，这些都可能造成对使用者的不当伤害，这种伤害不能因为企业在产品说明书中的使用性强制要求就可以被免责。另外，就是产品的外壳，接合处不能存在刀刃状。产品重心的配置，存在高真空度负压的器件都是我们设计人员必须去考虑的。

6) 防辐射：辐射分四大类，一是声频辐射，二是射频辐射，三是光辐射，四是电离子辐射。电子产品的使用者对辐射是全然不知的，也不可能要求客户先去了解与学习这些知识后再来使用我们的产品，这完全要靠我们设计团队在设计时提前去认真考虑。

7) 防化学危险：接触某些液态物质，也是存在一些危险的，比如：汞，日光灯的汞蒸气，蓄电池内的酸液，电解电容中的电解液，锂离子电池中的电解液，这些都是化学物质，如有泄漏就会对使用者带来伤害。

### (2) 电子产品的安全措施

为了防止以上的情况在产品中出现，在设计时必须认真地去考虑如何消除这些问题的存在，如何预防元器件失效后导致的关联风险。

1) 为了防止电击可能性存在,在设计时要对产品作绝缘处理,一类电气产品有接地要求,可以把电泄漏快速导入到大地,以保护用户;二类产品一般一个产品都有两个以上的防电击处理措施,一是基本绝缘条件,二是附加绝缘条件。例如一个电子产品的最基本的绝缘条件是塑胶外壳。电路板与外壳间的距离为附加绝缘条件。设计人员不能因为有了附加绝缘条件而降低基本绝缘条件,另外,还可以增加一些其他方法的绝缘方式。

2) 瞬间的大电流在使用中也可能造成危害,大电流产品在设计过程中要考虑线路漏电流的情况,这里所说的漏电流,是指对人体有伤害的电流,这种电流在用电设备中是可以想法子去掉的,在一些电器上加上隔离电容或者是增加释放回路,这样可以消除一些寄生干扰,还可以减少漏电流对人体的伤害,一般当电压在250V时,隔离电容的容量不能超过6200PF(如常规中的Y电容);再大,就会出现电泄漏危害了。

3) 为防止电器起火,在设计时要考虑到,起火的三大要素,一是燃料,二是温度,三是氧气。要从这三个方面入手切断起火的根源。一是外壳用阻燃材料做,这样不易着火,二是想法降低发热件的温度、这样着火的可能性就会减少。

4) 电子产品在过高的温度中工作时间长了会减少其工作寿命、降低绝缘性能,因此,在大部分有一定功率输出的电子设备中,就要加散热方案,被动热沉散热或主动散热,如给在外壳上开通风口以增加风道,功率元件加热沉散热器,必要时增加风扇来实施主动散热,有的还可以采用水冷方式进行散热。

5) 机械结构上也能引起对使用者的不当危害,如体积较大电器的重心不稳是可能引起倾覆类的不良后果,产品边角太锐利,高速运动部件存在的危险性,产品运输及交付途中导致内部物体松脱出现的不当意外;产品使用后,表面产生微粒析出现象,高湿度、高粉尘环境导致机器长时间工作后出现异常以及关联损害;外壳开孔处的安全性考量:防止水漏进去,防止儿童手指插入,防止金属插入后触电等等,设计时都要去提前加以思考。

6) 辐射在我们应用的电气产品中无处不在,有好些产品都带有辐射,只是标准还达不到伤及人的生命的程度如我们使用的显像管,红外线,紫外线,DVD的光头(激光),声频,射频这些辐射的指标一旦发生变化将对人产生非常大的伤害,而这些辐射则是我们发现不了的。

7) 化学危险也是对人体有害的因素之一,如离子电池的爆浆及漏液,日光灯管内的汞蒸气,电解电容的电解液的意外爆浆,纽扣电池的意外爆浆,一些有害





胶粘剂对人体的潜在损害，这些都是需要考虑的。

### (3) 关键零部件的安全

元器件、零部件是构成整机产品的基本单元。有一些元部件是保证整机安全的关键件，它们的安全性能直接影响着整机的安全性能，如果它们发生短路、断路或安全指标不稳定等故障，整机的某个部分或整机就可能发生安全事故，进而可能造成电击，起火或有害射线、激光和毒性物质产生过剂量等安全事故。

#### 1) 可触及的元部件

可触及元器件包括插头、插座、器具耦合器、电线电缆、开关、控制器、熔断器等。

#### 2) 不可触及的元件

不可触及的元件是指装在机内的元件，有的可能是带电的端子，比如机内的线路板，电源变压器，熔断器和一些带电接插件以及电路板的支撑器件。

所有可触及或不可触及的元部件都必须防灰尘和潮气。为了达到产品的安全性能，在设计线路板时一定要考虑产品的安全性能，要保证元器件间的安全距离，尤其是电气安全件之间的距离，称为电器间隙或爬电间隙，设计时一定要考虑好内部结构涉及到的爬电距离和绝缘穿通距离，留足余量，否则，就会存在漏电或电气击穿的可能，这个爬电距离或间隙与使用地区，海拔高度，所处地带分布有关，具体的可以参照有关安规标准去执行。

有关安规类标准与设计规范：GB8898-2001；EN60065；2002/A1；2006/A11；2008；IEC 60065；2005；UL60065-2003；AS/NZS60065；2002+A1；2006。

## 四、技术规范性原则

技术规范可以降低成本，减少工作量。对消费者选购产品以及企业进入国际市场也有很大的帮助，所以设计应该遵循技术规范性原则。

首先请大家思考以下问题：

为什么很多产品上都标有“通过国际 ISO9000 体系、ISO9001 验证、ISO14000”等系列质量、环保标准？因为这些产品的制造都是按照国际上统一的技术规范。例如，国际上多数国家都使用相同的移动电话技术规范来建设他们的移动通讯信号收发系统，所以具有全球漫游功能的移动电话可以在全世界上百个国家自由地漫游通话。

这些事例说明，各行各业都有一些对设计实施约束的技术规范，这些规范往

往是实践经验和科学理论的总结，设计时必须遵循。有的技术规范是以“技术标准”的法规式文件出现的，这是产品设计制造必须达到的技术要求，也是设计界的基本宪法，设计时必须严格执行，否则，可能出现性能使用或者是质量以及安全方面的隐患问题。

## 五、可持续发展性原则

可持续性原则的基本思想是指在设计阶段将环境因素和预防污染的措施纳入设计之中，将环境保护作为产品的设计目标和出发点。把产品的设计要求考虑到人类长远的发展，资源与能源的合理利用，生态的平衡等可持续发展的因素，技术、产品是与生态、环境、资源等紧密相连的。可持续性发展原则包括以下主要内容：

- (1) 设计过程的每一个决策充分考虑尽量减少对环境的破坏作用；
- (2) 尽可能减少对原料和自然资源的使用，减轻各种技术以及工艺对环境的污染；
- (3) 在设计过程中最大限度地减小产品重量和体积，减少产品消耗，在生产中减少物料损耗，在流通中降低成本，在消费中减少对环境的污染；
- (4) 改进产品结构，产品废弃物中尚有利用价值的资源或部件要便于回收，减少废弃物导致的垃圾量。

减少对环境的污染，减少对不可再生资源 and 材料的消耗，节省常规资源（不可再生资源），同时也是为了减少对自然环境的污染，减少有害气体的排放。

## 六、经济性原则

经济性原则是用较低的成本获得较好的设计产品的原则。设计者应该通过合理使用材料，合理制定设计规则及要求，注意加工工艺过程经济性等方面的综合考虑，使自己的设计符合经济性原则。即从材料、技术、管理工艺（加工方法）、包装、运输、仓储等方面综合考虑。

## 七、创新性原则

产品设计的创新形式是至关重要的，创新是设计的灵魂，产品设计的创新原理主要可概括为以下两个方面：

- (1) 注重价值，经济实用的经济价值性原理；