



嵌入式系统联谊会  
[www.esbf.org.cn](http://www.esbf.org.cn)

# 微控制器的源头、历史与未来

2016.11.19 北京

北航空航天大学

《单片机与嵌入式系统应用》

何立民



中国单片机三十年  
China MCU 30 Years

# 微控制器的源头、历史与未来

2016年，是微控制器领域值得回顾与纪念的一年

- ◆微控制器源头图灵机诞生**80周年**
- ◆第一台电子计算机诞生**70周年**
- ◆8位微控制器MCS-48诞生**40周年**
- ◆全国单片机学会创建**30周年**

如今，在这次纪念单片机学会诞生30周年纪念会上，让我们回顾一下微控制器的源头与历史，并展望其未来。

# 微控制器的源头、历史与未来

- ◆历史上被称**单片机**、**嵌入式系统**、**智能系统**的东西，其正规学名应为**微控制器**MCU。
- ◆“单片机”称谓突出其单片形态、“嵌入式系统”称谓突出其嵌入式应用模式，“微控制器”称谓突出其智能控制本质。
- ◆本次演讲中使用“**微控制器**”称谓。  
研究技术发展史十分重要，过去写过一些文章，此次视角略有不同。

# 微控制器的源头、历史与未来

## 讲4个问题

1. 微控制器的**历史源头**
2. 微控制器的**全局史观**
3. 微控制器应用的**30年**
4. 微控制器**产业的未来**

# 1. 微控制器的历史源头

微控制器不是突然出现的事物，有源头、有演化史。

**源头**，是80年前图灵学者们对“计算”的思考与探索成果。

**演化史**，有第一台电子计算机的研制、图灵机的内核演化。

1.1 1930年代图灵学者们的**智能计算理论**

1.2 具有图灵机灵魂的**第一台电子计算机**

1.3 图灵机内核化的**微处理器**终结

1.4 微处理器的**历史使命**

# 1. 微控制器的历史源头

## 1.1 1930年代图灵学者们的智能计算理论

### ◆从传统计算到智能计算

传统计算：除数以外没有什么可计算的东西。

智能计算：**万物皆可计算**，将“计算”扩展到“**智能计算**”

1935年5月，邱奇发表了 $\lambda$ 算子的论文，其核心思想是“**万物皆可为函数**”，试图用函数来形式化整个逻辑系统。

### ◆从计算机到人工智能机

1936年5月图灵也发表了著名论文《论可计算数及其在判定问题上的应用》，并提出了图灵机概念。将“一切皆可计算”的概念科学化成为**可计算原理**，并设计出**人工智能机**。

# 1. 微控制器的历史源头

## ◆图灵学者们奠定了人工智能的软硬件理论基础

图灵机概念奠定了现代计算机的硬件基础；一切皆可计算的算法研究则开辟了现代计算机独立的软件开发进程。

如今，在计算机界，言必称计算，给“计算”赋予更多的人工智能内涵。

30年代的这批人工智能的先驱们，超越了时代。从图灵机模型诞生到现代计算机实用化的微处理器，经历了漫长的30多年历程。

请参阅参考文献 [2]：

包云岗，“世纪图灵纪念”，《中国计算机学会通讯》，2012年11月

# 1. 微控制器的历史源头

## 1.2 具有图灵机灵魂的第一台电子计算机

### ◆起因于**控制计算**

第一台电子计算机的研制，起步于美国军方对新型大炮、导弹弹道数学模型研究的迫切需求。1942年，宾夕法尼亚大学莫尔电机工程学院的莫希利提出试制第一台电子计算机后，立即得到军方响应，并拨出巨款，成立研制小组，开始研制工作。

### ◆图灵机概念融入

第一台电子计算机遇到困难时，约翰·冯·诺依曼加入到了研制小组，并将图灵机思想带入到计算机的创建之中。1945年，冯·诺依曼提出了一个全新的“**存储程序通用电子计算机方案**”。对计算机研制过程中许多关键性问题的解决做出了重要贡献。



# 1. 微控制器的历史源头

## ◆计算机的经典体系

第一台通用电子计算机诞生：1946年ENIAC诞生，它不仅吸纳了图灵的理论精髓，还奠定了**计算机的经典体系**结构，这一经典体系结构延续至今。

## ◆ENIAC的缺陷与努力

ENIAC的高昂造价、**庞大体积**，难以实现图灵学者们的人工智能初衷，**只能用于计算不能实现智能控制**。随后，便是漫长的完善之路，开始了晶体管、集成电路基础上的探索，直到微处理器诞生。

# 1. 微控制器的历史源头

## 1.3 图灵机**内核化**的微处理器终结

图灵机是一个内涵丰富又极为简约的模型机；

半导体微处理器是图灵机内核化的理想终结；

为了了解微处理器的图灵机源头，我们不妨仔细了解一下80年前，图灵对图灵机结构与运行状况的描述。

当我们将它与半导体微处理器相对应时，可以看到它们具有的极大相似性：

(1) 一条无限长的纸带。纸带的一端可以无限伸展

(相当于微处理器的**程序存储器**，与存放其中的**程序指令**)；

# 1. 微控制器的历史源头

(2) **一个读写头**。读写头可以在纸带上左右移动，它能读出当前所指的格子上的符号，并能改变其符号

(相当于微处理器的**指令读取与指令译码**)；

(3) **一套控制规则表**。它可以根据当前机器所处的状态以及读写头所指示的格子上的符号来确定读写头下一步的动作，并改变状态寄存器的值，令机器进入一个新的状态

(相当于微处理器的**指令规则**，以及指令运行下的**操作进程**)；

(4) **一个状态寄存器**。它用来保存图灵机当前所处的状态

(相当于微处理器中的**程序状态寄存器与程序状态字**)。

**“格子上符号”** 是微处理器机器指令中的“0”和“1”。

由此，我们看到了一个与**图灵机**一脉相承的半导体**微处理器**。

# 1. 微控制器的历史源头

## 1.4 微处理器的历史使命

由图灵机**人工智能源头**确定的**历史使命**

- ◆微处理器源头是**图灵机**
- ◆图灵机本质是**人工智能机**
- ◆人工智能机**兼顾计算与控制**
- ◆图灵机的终结形态是**微处理器**
- ◆微处理器**计算与控制**的历史使命

## 2. 微控制器全局史观

微处理器**计算**与**控制**的历史使命，导致**现代计算机**的微计算机与微控制器的**两大分支**。因此，研究微控制器的历史必须有现代计算机的全局视野。

2.1 现代计算机的**全局视野**

2.2 微处理器源头的**两大分支**

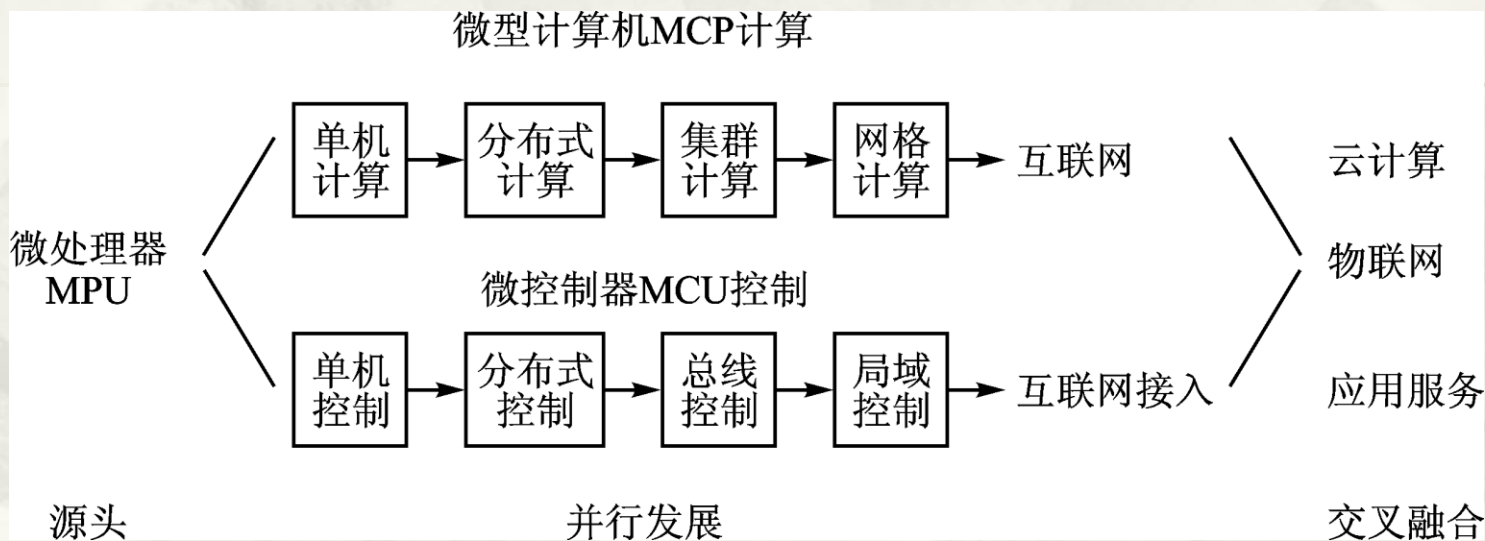
2.3 两大分支**并行不悖**的发展史

2.4 物理网的微控制器**时代特征**

# 2. 微控制器全局史观

## 2.1 现代计算机的全局视野

现代计算机是微处理器基础上微型性与微控制器的总称；  
一个源头、两大分支、一个结局的现代计算机全局视角。



## 2. 微控制器全局史观

### 2.2 微处理器源头的两大分支

微处理器诞生后发生的历史现实

年代	微处理器	
1971	第一个4位微处理器4004诞生	
1972	完善到到8位微处理器8008	
1974	第一个微控制器F-8诞生	8080通用微处理器诞生
1976	MCS-48诞生	8086通用微处理器诞生
1978		
1980	MCS-51诞生	
1981		IBM-PC微型机诞生
	控制机（微控制器）	计算机（微计算机）

## 2. 微控制器全局史观

### 2.3 两大分支并行不悖的发展史

微计算机智能计算与微控制器智能控制并行不悖的发展史

#### ◆无法兼容的两大分支：

高速、海量的数值计算平台与突出控制功能的物联体系，  
智能计算的独立结构体系与突出外围交互的感知与控制。

#### ◆绝然不同的发展道路：

智能计算：单机计算、分布式计算、集群计算、网格计算  
→ 互联网

智能控制：单机控制、分布式控制、总线控制、局域控制  
→ 网络控制



## 2. 微控制器全局史观

### ◆殊途同归的必然结果：

人工智能目标、微控制器“上天”、“入地”的必然结局；  
微控制器普遍具备了物联与入网的能力；  
微控制器与互联网交叉融合诞生了物联网；  
物联网的**物联基因**是微控制器的**物联体系**。

## 2. 微控制器全局史观

### 2.4 物理网的微控制器时代特征

物联网时代微控制器领域的基本特征：

- ◆ 微控制器物联、入网的技术成熟时代
- ◆ 微控制器独立产业消失的时代悄然而至
- ◆ 微控制器为物联网应用服务的时代到来

# 3. 我国微控制器的30年

历史总结十分重要，会有不同视角、不同观点，突出时代特点，模糊的年代分割，了解时代变迁

- 3.1 微控制器的**启蒙时代**
- 3.2 传统电子的**智能化改造时代**
- 3.3 智能电子系统的**创新时代**
- 3.4 物联网应用的**服务时代**
- 3.5 从微控制器看**学科演化**进程

# 3. 微控制器应用的30年

## 3.1 微控制器的启蒙时代（1980年代初，南北两大中心）

- ◆ 得益于改革开放

- ◆ 南北两大中心

  - 北京工业大学（单板机）、复旦大学（单片机）

- ◆ 低门槛的智能电子启蒙

  - 器件平台（MCU）、开发平台（仿真器）、厂家技术支持

- ◆ 全方位、群众性的启蒙运动

  - 所有电子技术领域的相关学科、高校、工程师

# 3. 微控制器应用的30年

## 3.2 传统电子的智能化改造时代（1986年到20世纪末）

### ◆ 电子工程师为**主体**：

传统电子技术领域首当其冲，电子工程师们技术变革。

### ◆ 非计算机的**控制领域**

工科院校非计算专业的变革热潮，单片机课程普及。

### ◆ 传统电子的**智能化改造**

电子技术、自动控制、仪器仪表、家用电气改造热潮。

### ◆ 浓重的**电子技术色彩**

传统电子的惯性思维、低水平应用，从敲机器码开始。

### ◆ 单片机学会辉煌的年代

# 3. 微控制器应用的30年

## 3.3 智能电子的创新时代（21世纪第1个10年）

### ◆ 电子技术与计算机技术**交叉融合**

后PC时代，大批计算机界人士进入，主体成份改造。

### ◆ 微控制器应用技术**脱胎换骨**

计算机工程方法，集成开发环境、高级语言、操作系统普遍应用，应用技术迅速提升。

### ◆ 一批创新**智能电子**产品诞生

PDA、MP3、导航仪、智能家居、汽车电子、医疗电子等

### ◆ **微机学会**的嵌入式系统**转向**

微机学会成嵌入式系统专委会，单片机学会逐渐隐去

# 3. 微控制器应用的30年

## 3.4 物联网应用的服务时代（2010年-今） 略去（详见4. 微控制器产业的未来）

---

# 3. 我国微控制器的30年

## 3.5 从微控制器看**学科演化**进程

从微控制器历史，看现代学科从**单科学**、**多科学**到**大科学**的演化现象，诠释当前不断更迭的科技概念。

### ◆单片机时代的是单学科时代

电子技术学科领域的传统电子智能化改造时代，

### ◆嵌入式系统时代的多学科时代：

微电子、电子技术、计算机学科交叉融合的多学科时代

### ◆物联网时代的大科技时代：

微电子技术、电子技术、计算机技术、信息技术的大科学时代。



### 3. 我国微控制器的30年

◇单学科：可**自以为是**，用自己的学科概念诠释一切；

◇多学科：**各说各话**，有不同视角；

例如，MCU（单片微型计算机、单片微控制器不同视角）

◇大学科：强势学科交叉融合，应相互借鉴与包容，用中性的**大概念包容**。如，物联网、云计算、大数据等概念。

大学科概念已被认可。研究现代科技发展史时要对新汇词科学分析，**不同的观点有不同的视角**，不以对、错评判。

大科学不是概念炒作，具有多学科交叉融合的时代特征。

大科学不是原有学科延伸。要有多个视角，不能以一家之言概之。瞎子摸象、各有所长，综合视野、相益得彰。

# 4. 微控制器产业的未来

物联网时代，是嵌入式系统**技术成熟**的时代；

物联网时代，嵌入式系统**独立产业逐渐消失**的时代；

物联网时代，是嵌入式系统的**应用服务**时代。

服务时代特征：平台化科技创新与平台化整合应用

## 4.1 物联网时代的嵌入式系统

## 4.2 嵌入式系统的物联网应用服务

## 4.3 嵌入式系统的平台化服务

## 4.4 大众整合创新的启示

# 4. 微控制器产业的未来

## 4.1 物联网时代的嵌入式系统

### ◆技术成熟：

微电子的**集成电路技术**，智能电子的**智能化水平**，各种智能系统的**网络接入手段**，可以满足各种形式的物联网应用。

人类已进入科技超前的拉动消费时代。

### ◆基础产业完备：

微电子的**系统集成**、嵌入式产品的**模块化**、科技创新的**平台转化**、平台基础上的**整合创新**。完备的产业进程。

### ◆科技成功转型：

科技创新精英化、科技成果平台化。

十个科技创新中，一个平台转化后，九个被边缘化。

# 4. 微控制器产业的未来

## 4.2 嵌入式系统的物联网应用服务

### ◆独立产业逐渐衰退：

从市场需求到服务需求。如，医疗电子的智慧医疗体系，智能家居的智慧社区，汽车电子的智慧交通。

### ◆从智能电子到智慧电子：

从**智能**（技术、能力）转向**智慧**（人文、社会、服务）体会“智慧城市”、“智慧社区”、“智慧交通”、“智慧医疗”等新概念。从技术到服务内涵。

### ◆物联网应用服务的开阔视野：

如，监控系统追踪到车，智慧交通系统整合追踪到人。

# 4. 微控制器产业的未来

## 4.3 嵌入式系统的平台化服务

三大特征：**产业转型**、**产业分工**、**整合创新**

### ◆技术成熟后的**平台转型**

从产品到平台转型。从医疗电子到智慧医疗模块配套。

### ◆平台化的**产业分工**

**科技创新平台化与平台基础上的整合应用**是现代科技发展的一般规律。任何不能实现平台转化的科技创新都会被边缘化。

### ◆平台基础上的**整合创新**

平台模式的残酷现实：**少数精英创新、普罗大众应用**。早期VCD/DVD、PC机到ARM莫不如此，**中国制造2025**又如何？

# 4. 微控制器产业的未来

## 4.4 大众整合创新的启示

从昆山智能制造转型初步印象看中国制造2025未来；  
平台模式显神通、官产一马当先，学研恐被边缘化。

### ◆ 前沿科技发展的产业垄断现象

创新企业垄断（台达、西门子技术创新的模块平台）  
昆山转型的快速模式（模块平台模式下的智能制造）

### ◆ 官产学研危机的思考

产业精英团队平台产业的扇出效应将高校边缘化。

### ◆ 高校科技的未来思考

前沿科技平台化与平台化的产业应用不是高校强项，昆山智能制造转型中地方学校活跃，鲜见重点高校身影。

# 微控制器的源头、历史与未来

多讲几句：

为纪念单片机30周年，也为未来杂志社的未来调研，10月份花了半个月时间，走访了长三角、珠三角地区产业界的老朋友。虽然走马观花，但收获很大，感触颇多。回来后思考了四个专题内容，准备向大家汇报。

1. **全局视野**的微控制器史观
2. 全国单片机学会的**历史遗产**（学会体制、办会观念）
3. 产学研的现状与**未来的警示**（产业与学研的分离趋势）
4. 嵌入式系统联谊会**未来建言**（从技术到观念、方法）

今天是第一个专题，后三个专题相互关联，将在联谊会的微信群中与大家切磋。希望微信群走**工作群**、**专业群**之路。

# 微控制器的源头、历史与未来

## 参考文献

- [1] 何立民, “从现代计算机视角看嵌入式系统”,  
《单片机与嵌入式系统应用》2016年第1、2、3、4期
- [2] 包云岗, “世纪图灵纪念”,  
《中国计算机学会通讯》, 2012年11月
- [3] 何立民, “建设单片机应用平台, 实施平台开发战略”,  
《今日电子》2000年第2期
- [4] 何立民, “嵌入式系统的知识平台与平台模式”,  
《单片机与嵌入式系统应用》2008年第9期
- [5] 何立民, “嵌入式系统的产业模式”,  
《单片机与嵌入式系统应用》2006年第1期
- [6] 何立民, 《知识学原理》, 北航出版社, 2012年4月



# 谢谢大家

---