

《单片机原理》课程中断系统教学的思考与实践

王怡 方敏

电子科技大学成都学院工学院

DOI:10.12238/mef.v7i9.9206

[摘要] 《单片机原理》课程中,中断系统的内容是一个看似简单,容易被一带而过,但实则十分重要,对学生在嵌入式领域的学习影响也十分深远的一部分内容。从应用的角度讲,中断系统是51单片机片内外设中使用规则最简单的。但教会学生使用,只是本部分最基本的教学目标。该部分的教学,实则还承载了更多的使命。基于此,本文分析了中断系统对于单片机及嵌入式学科学习的重要性,阐述了该部分教学中的具体内容选择、整体的授课思路、流程以及要达成的教学目标。同时,对其中的重点和难点,给出了详细的讲授思路、方法、过程,并展示了相应的教学设计以及对教学资料的应用。

[关键词] 单片机; 中断系统; 教学内容; 教学方法; 难点

中图分类号: G420 **文献标识码:** A

Thoughts and Practice on Interruption System Teaching in the Course of "Principles of Single Chip Microcomputer"

Yi Wang Min Fang

Chengdu Institute of technology, University of Electronic Science and technology

[Abstract] In the course of "Principles of Microcontrollers", the content of interrupt systems is a seemingly simple and easily overlooked part, but it is actually very important and has a profound impact on students' learning in the embedded field. From an application perspective, the interrupt system has the simplest usage rules among the internal and external devices of the 51 microcontroller. But teaching students how to use it is only the most basic teaching objective of this section. The teaching in this section actually carries more missions. Based on this, this article analyzes the importance of interrupt systems for learning microcontroller and embedded disciplines, and elaborates on the specific content selection, overall teaching ideas, processes, and teaching objectives to be achieved in this part of the teaching. At the same time, detailed teaching ideas, methods, and processes were provided for the key and difficult points, and corresponding teaching designs and applications of teaching materials were demonstrated.

[Key words] microcontroller; interrupt system; teaching content; teaching methods; difficult points

引言

《单片机原理》课程的教学中,中断系统是一个看似简单,容易被一带而过,但实则十分重要的一部分内容。之所以看似简单,是因为从应用的角度而言,中断系统是51单片机片内外设中寄存器最少,使用规则最简单的一个。^[1]如果讲授重点和目标只是教会学生如何使用,确实不需要很多时间就能达成。但笔者认为,这只是本部分教学最基本的教学目标。从单片机课程整体的知识结构,并结合嵌入式专业的课程体系而言,中断系统的教学承载了更多的使命。首先,应该通过该部分教学,让学生理解计算机系统处理异步事件的基本方法和思路。其次,对寄存器接口部分的教学,不应该只局限于对使用规则的讲授,而应该从中断系统的基本硬件结构入手去讲。^[3]这样,学生不仅学会了这些接

口的使用,也能深入的理解使用规则,而不只是简单的记忆规则和使用规则。这对学生建立计算机思维,理解计算机系统的底层逻辑有很大的帮助,更有利于后续课程的学习。同时,中断系统的底层响应流程也应该是一个教学的重点。因为各个计算机系统都有外部中断系统,虽然使用规则和系统构成的细节不同,但基本结构和响应流程却是类似的。^[4]如果在单片机学习阶段能将这部分内容学透,对理解其他处理器的中断系统也是很有帮助的。以上是笔者梳理的教学重点和授课流程,具体方法和思路将在后面的章节中进行详细叙述。

1 中断概念的引入

笔者认为,在讲授具体的知识与方法之前,应该向学生交代清楚将要学习的内容“是什么”,以及“为什么(需要它)”是很

重要的。而“怎么用?”应该放在最后。因为搞清楚“是什么”和“为什么”,可以让学生理解将要学习的内容的来龙去脉,建立基本的思路和框架。有了这个基础,对于“怎么用”当中的众多细节,才能在理解的基础上去应用,而不只是靠单纯的记忆。这对自主进行进一步的学习也是必不可少的。

计算机系统是一个人造系统。所以,计算机各个组成部分的基本结构和基本思想,都来源于人类对自身以及社会生活的探索。因此,在讲解“是什么”和“为什么”这两个问题时,笔者的基本思路是“从已知切入未知”。所谓“已知”,是指日常生活的场景以及解决问题的思路 and 方式。用这种方法引入问题,学生理解起来比较容易,课堂氛围轻松有趣,授课效果很好。

中断概念的引入,具体的授课思路以及流程如下。

问:中断系统是用来解决什么问题的呢?

问题提出以后,可提示学生在教材相应章节寻找答案。

答:处理计算机系统的异步事件。

这个回答通常是教材给出的标准答案。

问:什么是异步事件呢?

答:紧急事件、突发事件、重要事件等。

问:那什么样的事件是重要紧急事件、突发事件、重要事件呢?

这个问题提出之后,学生们通常会七嘴八舌的回答。但并不能很好的提炼和总结。此时,教师可以举一个生活中的例子来引导学生思考。如“地震”。讨论思考完成后,教师可做如下总结并要求学生做笔记。

教师总结:异步事件,是不能预测是否发生、什么时候发生以及发生频率的必须给与处理的重要事件。

之后,教师应展开自己的教学设计。利用一些生活场景引导学生去思考对异步事件的基本处理方法。并明确不同方法的优缺点。具体过程如下。

教师以学生一天的学校生活为背景设计教学情景。把上课作为学生一天学校生活的主任务。以此为背景,展开教学。

问:如果你今天有一个十分重要的快递包裹要到学校。相对主任务来说,这是一个异步事件么?

答:是。

问:如果你上课既没有带手机,也借不到手机,同时也没有人能帮你做这件事,你该怎么办?

以上情景设置限制条件很重要。一方面模拟计算机系统初期硬件匮乏的情况,另一方面可以约束学生的思维,从而引导他们想到相应的问题上。

答:只有抽空去学校门口的快递点看看。

学生给出上述方法之后,教师就可以顺着这个思路进一步阐述:这种方法,就是计算机系统在初期没有中断时采用的处理异步事件的“查询法”。之后,可设置情景,比如“最幸运”和“最倒霉”,来引导学生分析总结“查询法”的缺点。鉴于篇幅问题,这里不展开叙述。

问:有了手机之后,怎么处理取快递的问题呢?

答:我就专心上课。手机会自动帮我查询快递信息。快递没到就不会提醒我。快递到了会主动提醒我。我收到提醒后,课间可以去取。

教师总结:所以,你可以做到快递没来就专心完成你的主任务。快递到了你再去处理。你不会浪费时间去查询快递状态,也不会漏收快递了。这就是中断系统处理异步事件的基本思路:有中断就处理,没有中断就不处理,运行主任务即可。就像你需要手机帮你查询快递状态并提示你一样。中断系统是一块专门的硬件,会在CPU执行程序的时候,自动查询外部事件的状态,有事件发生之后再主动通知CPU。

以上教学设计,完成了问题的初步引入。教师可以在以上情景的基础上,加入一些条件。按照相似的思路与学生进行问答,可以将“中断优先级”,“中断标志位”,“中断服务程序”等基础概念都进行引入讲解。

2 讲授中断系统的硬件组成

中断系统的硬件组成是该系统应用的基础。把这一部分的来龙去脉讲授清楚,一方面可以帮助学生理解应用规则。^[2]另一方面,可以简化对一些复杂规则和讲解和掌握。中断系统硬件组成的讲解基于以下结构图:

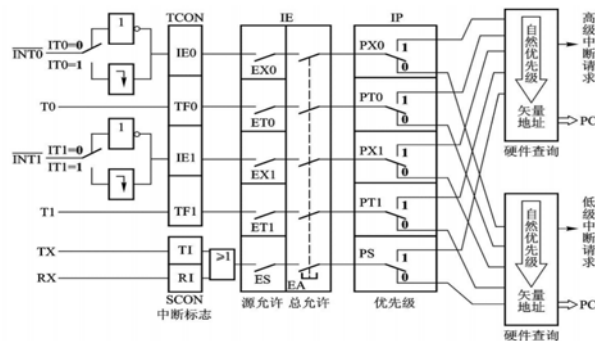


图1 AT89S51的中断系统结构示意图

讲解上图的基本原则,是按照实际信号的流向,从左至右进行讲解。讲解重点如图中标注的1,2,3处。

第一处的讲解,主要是引导学生观察TI和RI两个中断标志位送出寄存器之后的处理。具体过程如下:

问:TI和RI信号送进了什么器件?

答:或门。

问:所以,送入中断使能电路的信号和TI和RI的关系具体是什么样的?

答:只要TI和RI信号中其中任意一个或两个信号为1,输出信号就为1。

教师总结:所以,TI和RI信号被合成了一个信号。大家再往图的右侧看。可以看到,这两个信号经过或门之后,就只有一个中断允许,一个优先级,以及一个中断触发信号。也就是说,虽然有两个中断标志位。但对系统来说,只要按照一个中断源来处理。

以上问题,讲到这里就可以了。待后续讲解中断标志清除时,可回到这里,帮助学生理解为什么TI和RI只能软件清除。其实同

时也掌握了一种数字硬件的设计思路。

第二处的讲解,需要引导学生观察联动开关和分开关的串联关系。这个关系与后续寄存器的配置息息相关。教材通常对此处的配置用文字进行说明,理解起来有一定的难度。但这种串联关系通过看图是一目了然的。因此,此处引导学生弄清楚串联关系,后续的配置方法不需要再进行文字叙述。提高了授课和学生理解的效率。

第三处的讲解,主要强调两点:

(1)此处所做的查询是硬件查询。可回到最初的问题引入部分,对比“取快递”问题中的手机的作用,加强理解。

(2)引导学生从左至右梳理一遍信号的流向。如图中带箭头的直线所示。经过梳理,向学生提问。

问:硬件查询查的是什么?

答:查的是中断标志位。

教师补充:中断标志位为1,则触发中断。

问:按照这个硬件的原理。如果中断被禁止,用查询法处理,软件是否可以查到中断标志位?

因为图中所示很清楚,中断被禁止,只是开关被断开,与中断标志位无关。所以学生可以很明确的回答这个问题。

答:可以。

通过以上问答,查询法和中断法的核心就梳理清楚了。

3 中断响应流程的讲解

教材对于中断响应流程的讲解,通常是以大段的文字描述的形式出现的。笔者认为,这样的呈现形式理解起来有一些难度。因此,笔者在教学中,采用了流程图加注释的形式来呈现中断响应流程,使该部分的呈现形式更加直观和易于理解。流程图如下:

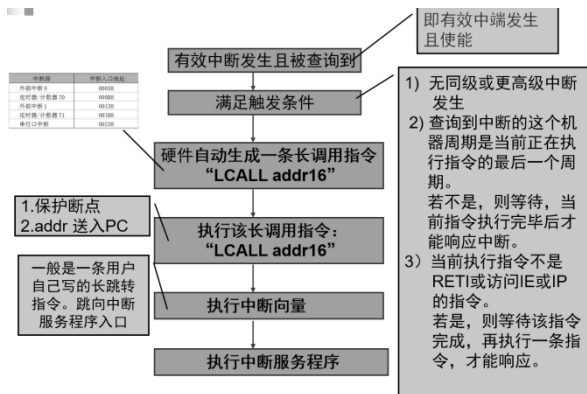


图2 AT89S51的中断系统响应流程图

以上流程图的讲解,需要一些汇编语言的知识作为铺垫。所以,在本章内容讲解之前,教师需要精选汇编语言部分的核心内容,教授给学生。当然,汇编语言的教学存在一些争议点。有些教师认为汇编语言在实际编程中很少使用,可以不讲。但笔者认为,想要把51单片机学透彻,把重要问题讲清楚,讲授和学习汇编语言部分的核心内容是十分有必要的。

该流程图讲解的难点在流程的第二步,即“满足触发条件”这一步。该部分的讲解可采用如下流程,以第二条的讲解为例:

(1)带学生读一遍相应内容;

(2)请学生用一句话总结该条的核心内容。

此处等学生讨论完,教师可做总结并板书:程序的执行可以被中断打断,但一条指令的执行是不能被打断的。

(3)举例及板书画图说明该处的细节。

最后,可在讲解中断响应时间这一小节的时候,基于上图进行分析,完成对该图的进一步理解、熟悉及应用。

综上所述,本文从中断概念的引入、讲授中断系统的硬件组成、中断响应流程的讲解这三方面,阐述了《单片机原理》课程中中断系统部分的授课目标、内容、方法以及重难点。笔者在多年的教学实践中,运用上述基本原则和方法,取得了较好地教学效果。

[参考文献]

- [1]徐国全,廖益龙,杨胜林.“单片机原理及应用”课程教学改革探讨[J].南方农机,2024,55(14):185-188+198.
- [2]谭浩强.C程序设计[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [3]王洋.《单片机原理及接口技术》课程思政教学与实践[J].电子元件与信息技术,2021,5(11):223-224.
- [4]申彩英,张丽萍.单片机原理及应用课程教学改革研究[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2024,26(1):99-101.

作者简介:

王怡(1979—),女,汉族,四川省安岳人,北京航空航天大学硕士研究生,研究方向:嵌入式系统硬件设计。