

输液点滴速度检测仪设计

摘要

随着科学技术的飞速发展，越来越多的领域需要对流体的流量或流速进行精确控制，尤其是在医疗领域方面。例如，临床上应根据药物和患者情况不同配以适当的输液速度。输液速度对病人和医疗人员来说都是至关重要的。不适当的输液速度会给病人带来危险，还会给医护人员带来不必要的麻烦，因此用一个输液控制仪器来进行输液速度的控制是很有意义的。

本文介绍的基于单片机的液体点滴速度自动检测仪的设计是以ATMEL公司的AT89C51单片机为核心，并与直射式光电传感器相结合的液体点滴测量系统，它具有很高的应用价值和现实意义，运用实时LED模块，采用了汇编编程工具进行软件设计。系统设计充分考虑了信号检测电路及显示电路的可靠性与稳定性。该测量仪的特点是：操作简单、点滴速度测量稳定可靠、动态显示及时准确、成本低廉。

本文首先介绍了常用医用输液仪器的分类和现状以及未来医用输液仪器的发展趋势。其次，根据系统设计要求制定出传感器、单片机、显示模块等重要器件的选择方案，接着，根据实际使用要求设计了相应的单片机硬件系统，该系统能够实现数据采集、液体点滴的实时显示和报警等功能。最后，介绍了和系统硬件配套的软件设计过程。

关键词：传感器，单片机，输液，点滴速度，LED显示，计数

目 录

前言

随着科学技术的发展，越来越多的领域需要对流体的流量或流速进行精确控制，如化工领域里对微量化学元素的检测和分析常需精确控制流量。医疗保健领域中药液的流量与流速有时也要精确控制。

静脉输液是一种最常用的临床治疗方法，是护理专业的一项常用给药治疗技术。临床上应根据药物和患者情况不同配以适当的输液速度。输液过快，可能会导致中毒，更严重时会导致水肿和心力衰竭。输液过慢则可能发生药量不够或无谓地延长输液时间，使治疗受影响并给患者和护理工作增加不必要的负担。常规临床输液，普遍采用挂瓶输液，并用眼睛观察，依靠手动夹子来控制输液速度，不易精确控制输液速度，而且工作量大。

目前医用输液仪器系统主要由以下几部分组成：微机系统、泵装置、检测装置、报警装置和输入及显示装置。

医用输液仪器可满足多种功能的需求，归纳起来，输液泵能够实现以下功能：

(1)可精确测量和控制输液速度。

(2)可精确测定和控制输液量。

(3)液流线性度好，不产生脉动。

(4)能对气泡、空液、漏液、心率异常和输液管阻塞等异常情况进行报警，并自动切断输液通路。

目前在我国的、中、小型医院及下属社区卫生院、诊所等医疗机构进行输液治疗，输液速度和输液量几乎全部都是不准确的。输液速度是护士通过转动输液器上的手动滑轮来控制液体流速的，输液量也是护士用只有两个标记的液体瓶倾倒后估计的。输液速度监控等仪器设备没有被广泛采用。这样不仅会影响预期治疗效果。而且对于一些对人体器官作用敏感需要严格控制输液速度和输液量的药物，由于个体差异机体耐受力不同，特别是在手术中、大手术后以及病情危重需要严格控制输液速度和输液量的人群，会导致病情加重，有的甚至危及生命。输液泵是解决输液速度的一种有效方法，采用动力挤压输液，在一定时间内输液量是一定的，但期间点滴速度并不均匀。而且机器成本和耗材成本太高，只适用于急救和重症情况。SJK型数字输液监控仪性能稳定，使用简便、易操作，但价格比较昂贵，应用较少。而在未来的医疗机构里，特别是一些著名的大型医院里，在给病人输液时，对输液速度和输液量的数值的准确程度的要求会越来越高，因此就需要既实用又廉价的输液检测新产品的出现。

课题的任务是设计并实现一个基于单片机的液滴点滴速度自动检测仪，检测仪表具有意外情况报警功能与液滴速度实时显示功能，本课题主要完成以下几方面的工作：

(1)检测仪的整体方案设计。根据检测仪功能要求并且考虑产品的性价比，决定采用单片机与红外传感器相结合。

(2)检测仪硬件设计。主要包括单片机芯片的选型、红外传感器的选型及电路的设计。

(3)检测仪软件设计。主要包括显示、液滴检测程序设计和报警程序等。

(4)检测仪的实验结果分析。

第一章 液体点滴速度检测仪的传感器设计与分析

§ 1.1 红外传感器概述

红外线属于一种电磁射线，其特性等同于无线电或X射线^[1]。人眼可见的波长为380nm-780nm 发射波长为780nm-1mm的长射线称为红外线，红外线光电传感器，它是利用被检测物体对红外光束的遮光或反射，由同步回路选通电路而检测物体的有无，其物体不限于金属，对所有能反射光线的物体均可检测，而且检测距离可近可远，根据具体情况选择自己合适的传感器即可，图1-1为不同波长的光的分布情况。

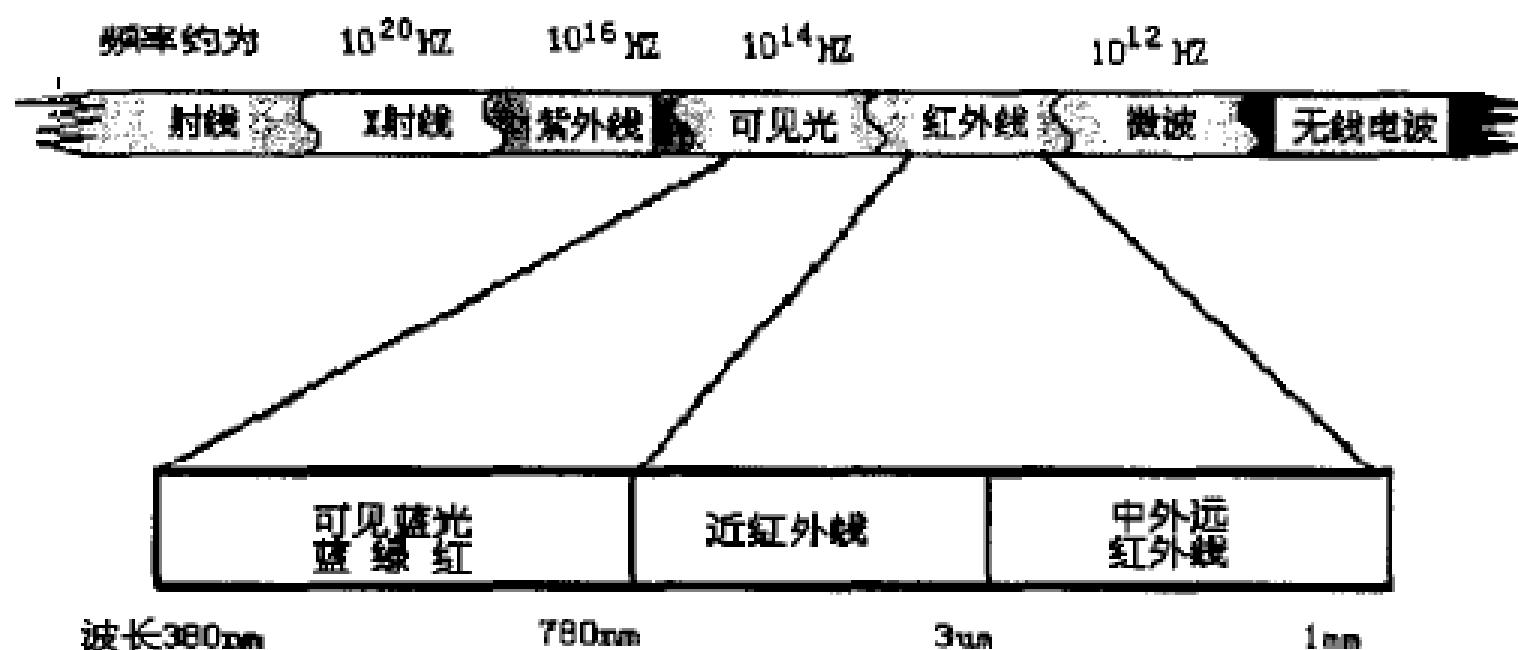


图 1-1 光的波长分布图

§ 1.1.1 直射式光电传感器

直射式光电传感器包括在结构上相互分离且光轴相对放置的发射器和接收器，发射器发出的光线直接进入接收器。当被检测物体经过发射器和接收器之间且阻断光线时，光电开关就产生了开关信号。当检测物体是不透明时，直射式光电传感器是最可靠的检测模式。直射式光电传感器结构示意图如下：



图 1-2 直射式光电传感器结构示意图

§ 1.1.2 直接反射式光电传感器

直接反射式光电开关是一种集发射器和接收器于一体的传感器，当有被检测物体经过时，将光电开关发射器发射的足够量的光线反射到接收器，于是光电开关就产生了开关信号。当被检测物体的表面光亮或其反光率极高时，直接反射式的光电开关是首选的检测模式。直接反射式光电传感器结构示意图如下：

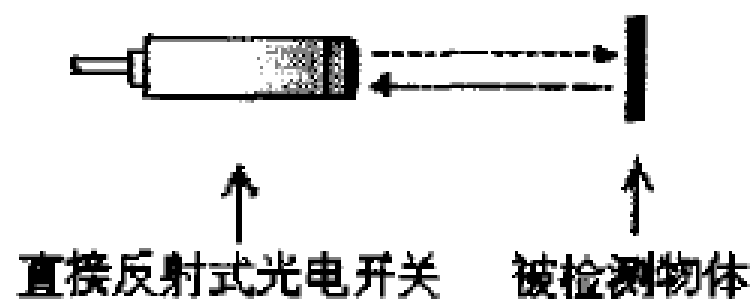


图 1-3 直接反射式光电传感器结构示意图

§ 1.1.3 槽式光电传感器

槽式光电开关通常是标准的U字型结构其发射器和接收器分别位于U型槽的两边，并形成一个光轴，当被检测物体经过U型槽且阻断光轴时，光电开关就产生了检测到的开关量信号。槽式光电开关比较安全可靠，适合检测高速变化的信号，分辨透明与半透明物体，但槽间的距离一般比较小，不适合检测体积较大的物体。槽式光电开关传感器结构示意图如下：

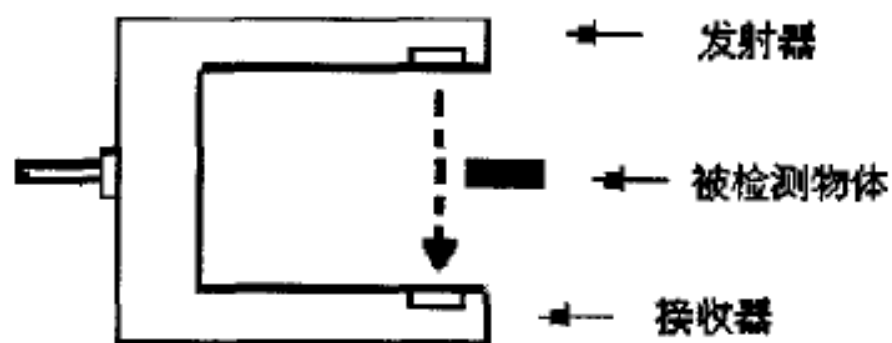


图 1-4 槽式光电开关传感器结构示意图

§ 1.1.4 反射板反射式光电传感器

反射板反射式光电开关亦是集发射器与接收器于一体，光电开关发射器发出的光线经过反射板，反射回接收器，当被检测物体经过且完全阻断光线时，光电开关就产生了检测开关信号。反射板反射式光电传感器示意图如下：

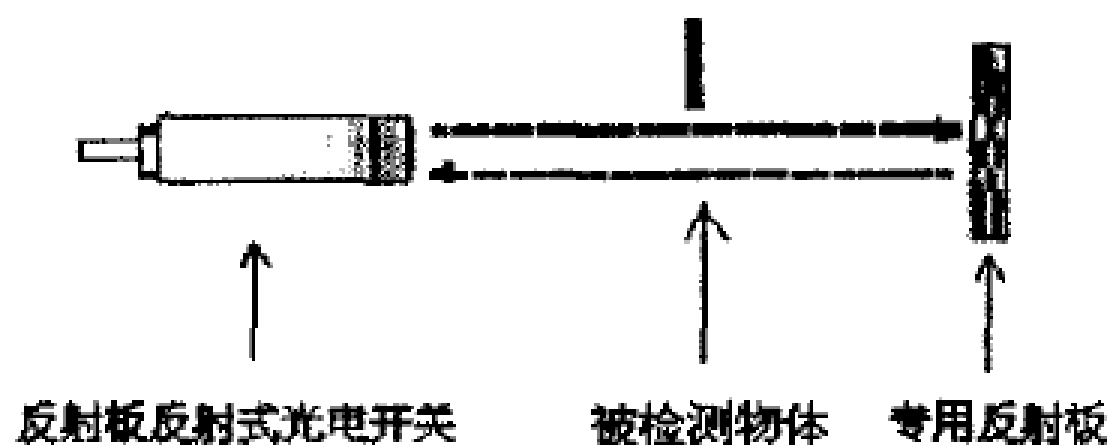


图 1-5 反射板反射式光电传感器

§ 1.2 传感器的设计

§ 1.2.1 传感器的选用原则

传感器千差万别，即便对于相同种类的测量量也可采用不同工作原理的传感器，因此根据需要选用最适宜的传感器^[5]。

现代传感器在原理与结构上千差万别，如何根据具体的测量目的、测量对象以及测量环境合理地选用传感器，是在进行某个量的测量时首先要解决的问题。当传感器确定之后，与之相配套的测量方法和测量电路也就可以确定了。测量结果的成败，在很大程度上取决于传感器选择是否合理。

§ 1.2.1.1 根据测量对象与测量环境确定传感器的类型

要进行一个具体的测量工作，首先要考虑采用何种原理的传感器，这需要分析多方面的因素之后才能确定。因为，即使是测量同一个物理量，也有多种原理的传感器可供选用，哪一种原理的传感器更为合适，则需要根据被测量的特点和传感器的使用条件考虑以下一些具体问题：测量距离的大小；被测量位置对传感器体积的要求；测量方式为接触式还是非接触式。信号的引出方法，有线或是无线测量。传感器的来源，国产还是进口，价格能否承受，还是自行研制。在考虑上述问题之后，就能确定选用何种类型的传感器，然后再考虑传感器的具体性能指标。

§ 1.2.1.2 输入光波长的选择

通常，在光电传感器的使用范围内，可见光的影响是无处不在的。因此要注意光电开关发射器与光电开关接收器的波长敏感范围。如果接收器可接收的光的波长范围很宽，与被测量无关的外界光信号也容易混入，也会被放大系统放大，影响测量精度。因此选择光电传感器的时候，要求传感器本身应具有最佳波长使用范围，尽量减少外界信号的干扰，如果传感器对可见光非常的敏感，可以将传感器系统与可见光隔离，避免其受到外界影响。

§ 1.2.1.3 频率响应特性

传感器的频率响应特性决定了被测量的频率范围，必须在允许频率范围内保持不失真的测量条件，实际上传感器的响应总会有一定延迟，希望延迟时间越短越好。传感器的频率响应高，可测的信号频率范围就宽，频率低的传感器可测信号的频率较低，在动态测量

中，应根据实际信号的特点来确定所需传感器的频率响应特性，以免产生过大的误差，因为液滴下落的速度很慢，要求传感器频率很低即可，所以一般的光电传感器都可以满足此项要求。

§ 1.2.1.4 稳定性

传感器使用一段时间后，其性能保持不变化的能力被称为稳定性。影响传感器长期稳定性的因素除传感器本身结构外，主要是传感器的使用环境。因此，要使传感器具有良好的稳定性，传感器必须要有较强的环境适应能力。在选择传感器之前，应对其使用环境进行调查，并根据具体的使用环境选择合适的传感器，液体点滴速度测量装置的使用环境非常好，此项要求很容易得到满足。

§ 1.2.1.5 精度

精度是传感器的一个重要的性能指标，它是关系到整个测量系统测量精度的一个重要环节。传感器的精度越高，其价格越昂贵，因此，传感器的精度只要满足整个测量系统的精度要求就可以，不必选地过高。这样就可以在满足同一测量目的的诸多传感器中选择比较便宜和简单的传感器。

§ 1.2.2 传感器的选用

在此次设计中，对于测量液滴的滴数来说，可以选用多个传感器。根据传感器的特性分析得出，红外传感器是比较好的选择。在红外传感器中，又分很多种。所以需要选用一个最佳的方案。

方案一，采用液位传感器来检测。将一液位传感器置于受液瓶中，根据液位传感器感受到的液位起伏来检测是否有点滴落下。

方案二，采用红外对管实现，根据光敏三极管接收到的光强的强弱变化，从而使光敏三极管产生电流，经整合形成高低电平进行输出，通过对高低电平的变化来判断是否有液滴地下。

方案三，采用光纤传感器，将光线传感器固定于滴斗外侧。当有液滴落下时，光纤传感器感知滴斗壁是否产生特定抖动，从而判定是否有液滴落下。

综合分析，方案一将传感器置于液体中，不可取。同时由于相邻两次液位差距很小，会引入较大的测量误差。方案三采用光纤传感器，测量精度较高，但是光纤传感器的成本很高。方案二成本低，电路简单，且不受可见光的干扰，稳定性好，测量相邻点滴下落时间间隔即可确定点滴速度。因此采用方案二。

§ 1.3 传感器的几何光学分析

传感器几何光学分析主要说明红外发光二极管与光敏三极管的各种不同安装位置，对检测结果的不同影响，如果安装位置不合理，会导致检测失败，从而不能够达到检测输液速度的目的。通过分析红外发光二极管与光敏三极管中心线与水滴滴落过程中的相对位置关系，得出水地下落过程中，红外发光二极管与光敏三极管可靠的检测位置。根据主要药液的折射率的范围，这里选用的折射率的平均值为1.40^[12]。

此次设计中，传感器是由一个光电耦合系统组成，这个系统主要由一个发光二极管和一个光敏三极管构成。通过光敏三极管对光的强弱感应，进行电流的变化，电流经整流后

由CD4093整合成电平信号进行输出。

§ 1.4 本章小结

本章主要介绍了红外传感器的分类、各种红外传感器的结构、选用、各种分析等。同时在传感器的选择方面，进行了多种方案的提出、选择、与比较，最终确定了在本次设计中使用由光敏器件构成的传感器。

第二章 硬件设计

§ 2.1 系统总体设计

系统原理框图如图2-1示：

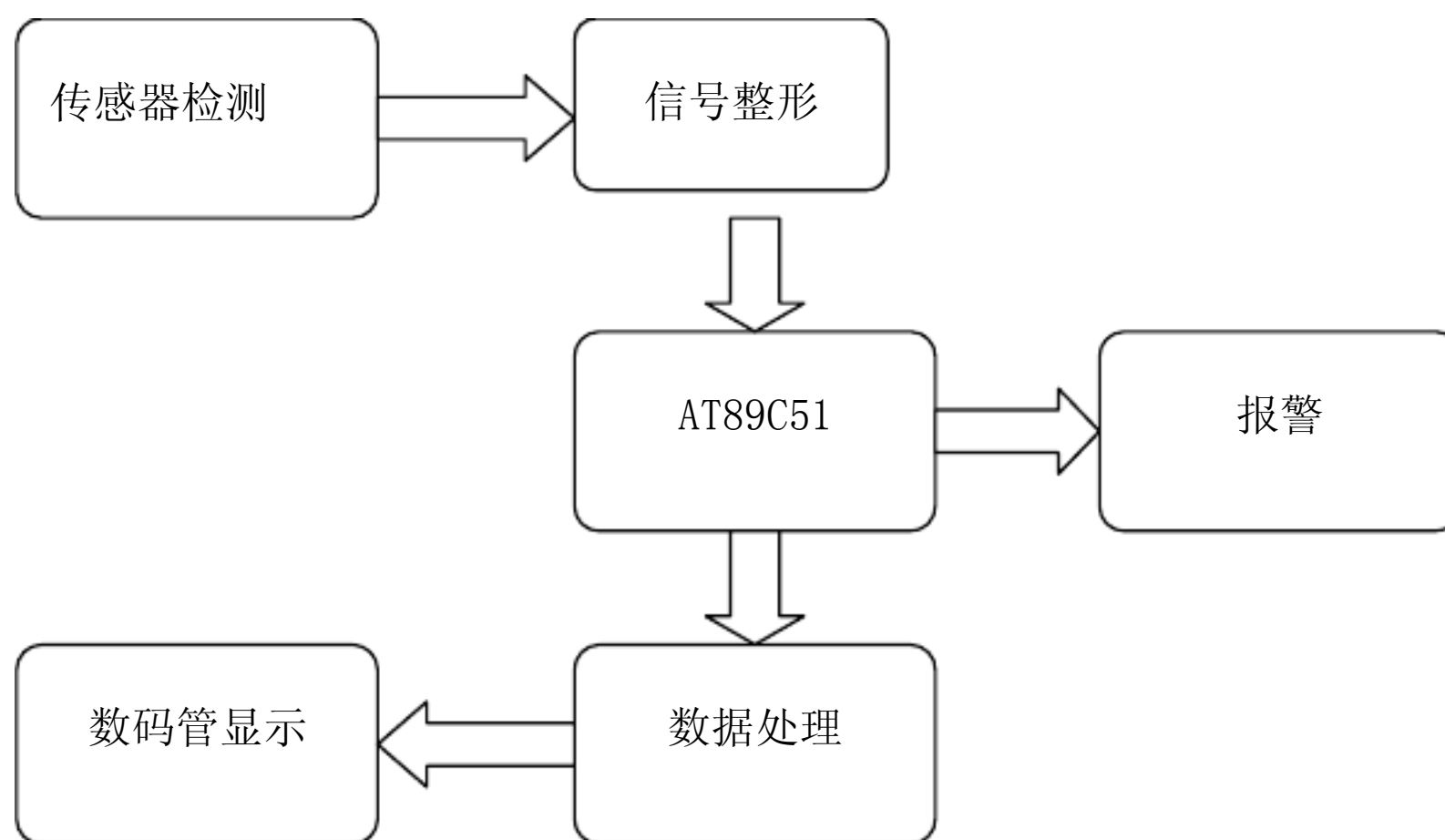


图 2-1 系统设计框图

点滴速度检测仪以AT89C51单片机为核心，由数码管电路、传感器检测电路、限速报警电路等部分组成。传感器检测电路发出微弱的电信号，经过信号调理电路的放大整形处理，转变成单片机能够接收的电信号，通过单片机的定时计数控制，经过数据的计算处理送数码管显示模块显示，实时显示当前液滴数，可实现实时更新一次当前输液速度值。当液体点滴速度超过所设定的极限速度时限速报警电路发出报警信号，提示医护人员目前的输液状况异常。

检测仪工作过程

第一：接通电源，发光二极管开始点亮

第二：液滴通过传感器，传感器工作，进行信号输出。

第三：信号进入单片机，单片机进行内部计数，同时存储。

第四：将计数后的结果送至数码管进行动态显示。

第五：可以预先设定输液速度的上限值与下限值，当前显示的输液速度高于上限值或

低于下限值时，可以自动发出报警信号，提醒医护人员。

第六：关闭电源，停止检测。

§ 2.2 传感器滴数检测电路

传感器滴数检测电路主要由发光二极管和光敏三极管组成的一对发射、接收管的电路组成，如图2-2示。无液滴低落时，接收管接收到的光强较强。有液滴低落时，下落中的水滴对红外光有较强的漫反射、吸收及一定的散射作用，导致接收光强的较大改变。接收管接收到的信号经整形后，送至单片机的计数器T0，据此就可以正确地检测出液滴的滴落。图2-2给出了传感器滴数检测电路的电路图。

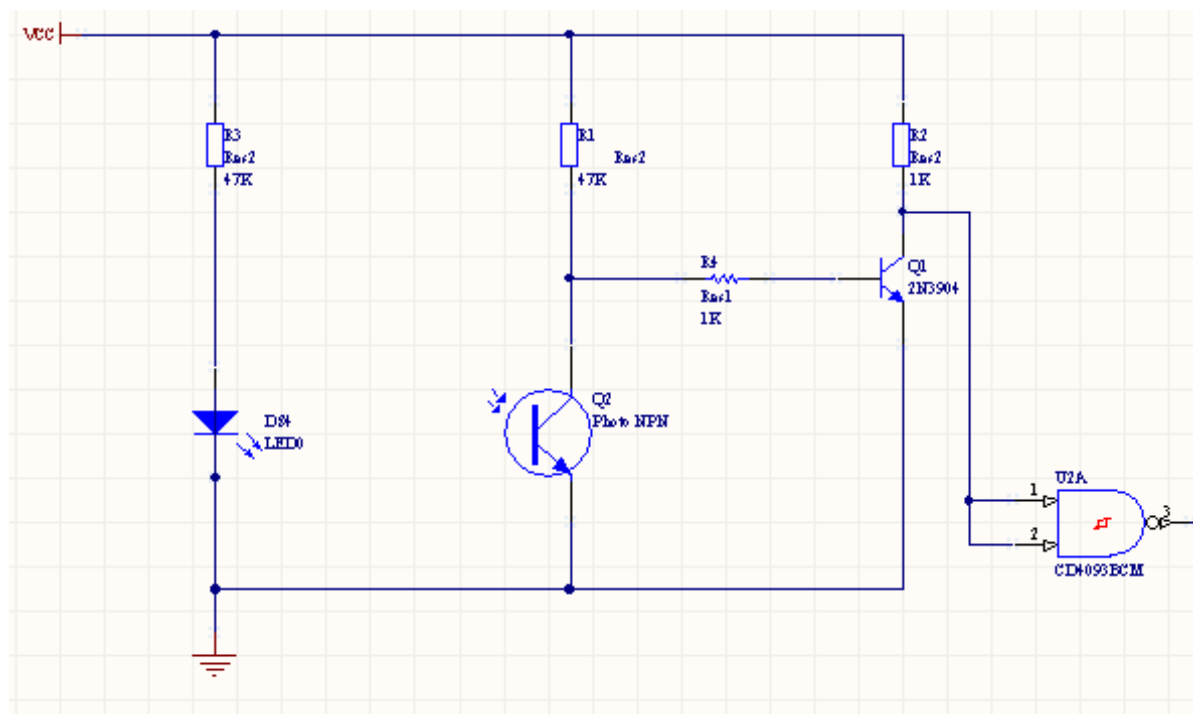


图 2-2 传感器检测电路

§ 2.3 发射器与接收器

选用砷化镓红外发光二极管与硅光敏三极管，构成直射式光电传感器。主要应用于光电输入机及光电读出装置的光源，也可应用于光电控制自动控制及光电耦合的红外光源，结构上采用环氧树脂全包封，工作温度适用于-40 -85 [8]。

§ 2.3.1 红外发光二极管

砷化镓红外发光二极管主要用于光电输入机及光电读出装置的光源，光电控制以及光电耦合的红外光源，采用环氧树脂全包封[8]。

红外发光二极管的特性曲线：在这里介绍红外发光二极管的特性曲线，是用来确定二极管正常工作时的正向电压，发光波长，工作电流的。正向伏安特性取向和发射光谱分布曲线如图 2-3 示。图 2-3 中，左图为正向伏安特性曲线，右图为发射光谱特性曲线。

左图中，可以看出，正向电压小于1V时，正向电流几乎不变化，等于零；当正向电压大于1V时，电流随着电压的增大显著变化。红外发光二极管正常工作时，正向电压大约为1.3V。在右图中，根据曲线可以看出，当红外发光二极管的发光波长为0.94 μm 时，相对发光强度达到顶峰值，因此理想光敏三极管对入射光波长的敏感响应程度也应该在0.94 μm 附近时选择光敏三极管的重要依据。

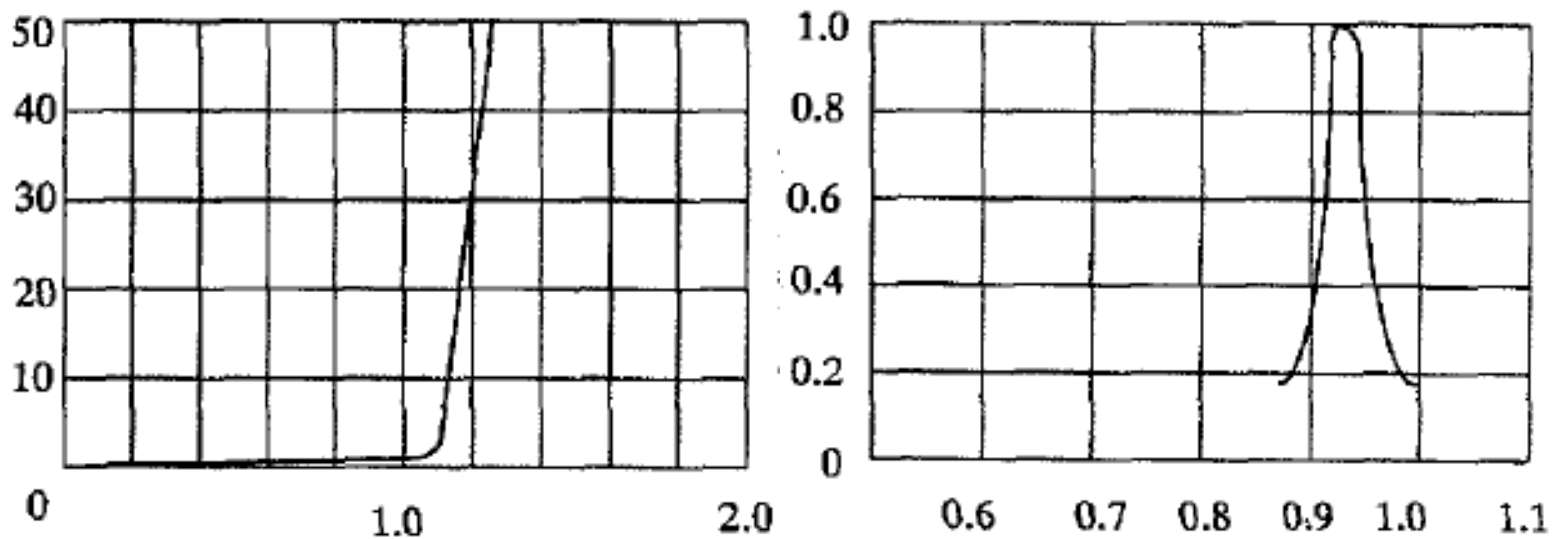


图 2-3 发光二极管特性曲线图

§ 2.3.2 光敏三极管

光敏三极管由三个引脚组成，如图2-4示，包括1脚发射极，2脚基极，3脚集电极。

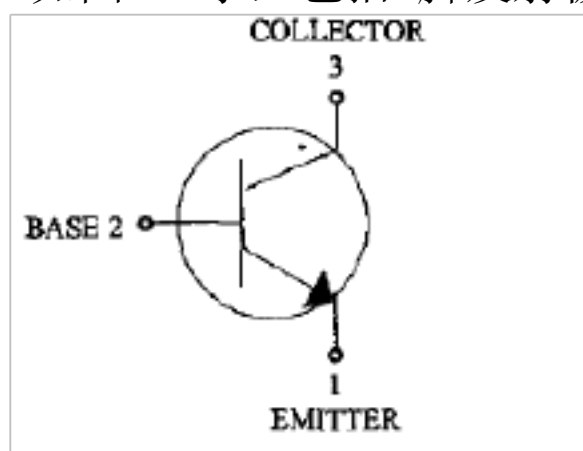


图 2-4 光敏三极管

硅光敏三极管用于近红外光探测器，以及光耦合，特性识别，过程控制等方面。用陶瓷底座环氧封装。上面分析到光敏三极管的理想响应波长应为 $0.94\mu\text{m}$ 。真样才能让设计达到理想的效果。光敏三极管容易受外界环境因素的影响。当光线增强时，光电流也随之增强；当环境温度升高时，光电流也随之变强了，从而可见，光敏三极管容易受外界环境因素的影响，尤其是光线和温度的影响。在设计过程中是个不可忽视的因素。对外界环境因素的考虑要慎重，否则一点小的马虎就会影响设计的结果和效果。

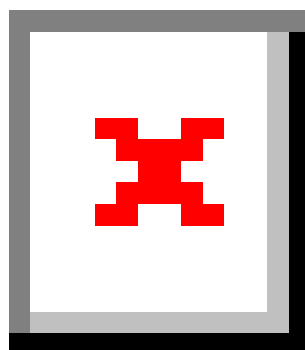
§ 2.4 电路参数的计算

在图2-2中，当液滴地落在二极管与硅光敏三极管之间时，硅光敏三极管被液滴遮挡不能接受到红外光，因此硅光敏三极管截止，三极管9014导通，输出端产生低电平信号，当红外发光二极管与硅光敏三极管之间没有液滴滴下时，红外发光二极管发出的光能够被硅光敏三极管接收，因此硅光敏三极管导通，三极管9014截止，输出端产生高电平信号，产生的高低电平信号经过CD4093整形变成标准的高低电平信号送入单片机进行计数，单片机的另外一个定时/计数器进行定时，进过一定的程序算法实现了对液体点滴速度的检测。

如图2-2示，红外发光二极管选定后，红外发光二极管的正向压降最大正向电流确定了，因此根据电源电压，可以算出电阻 \square ，如式2-1。

<2-1>

式中： \square ：电源电压



U_{CE} ：正向压降 (< 1.50)

I_{CE} ：最大正向电流

当光敏三极管选定后，三极管的集电极与发射极间的饱和电压、集电极电流为已知参数，通过式2-2可以求得 U_{CE} 。

$$U_{CE} = U_{CE(sat)} + I_{CE} R_{CE} \quad (2-2)$$

式中： U_{CE} ：电源电压

$U_{CE(sat)}$ ：光敏三极管集电极与发射极间的饱和电压

I_{CE} ：光敏三极管集电极电流

当三极管9014选定后，根据式2-3可以求得 I_{CE} 。

(2-3)

式中： U_{CE} ：电源电压

$U_{CE(sat)}$ ：9014集电极与发射极间的饱和电压

I_{CE} ：9014集电极电流

根据选定的三极管9014，可以用式2-4求得 I_{CE} 。

$$I_{CE} = \frac{U_{CE} - U_{CE(sat)}}{R_{CE}} \quad (2-4)$$

(2-4)

式中： $U_{CE(sat)}$ ：9014基极-发射极饱和压降

β ：9014电流放大倍数额定值

I_{CE} ：9014集电极电流

由此来设计传感器的检测电路，以上为传感器检测电路的设计。

$$U_{CE(sat)} = \frac{I_{CE}}{\beta} \quad (2-5)$$

§ 2.5 单片机的选择

§ 2.5.1 现有主流单片机的概述

MCS-51系列单片机是Intel公司在20世纪80年代初研制出来的，很快就在全世界得到广泛的推广应用。十多年来，MCS-51系列单片机无论在教案、工业控制、仪器仪表、信息通信，还是在交通、航运、家用电气领域，都取得了大量的应用成果。Intel公司虽然已经把精力集中在计算机的CPU生产上，而渐渐放弃了微控制器的生产。但是，以MCS-51技术核心为主导的微控制器技术已被ATMEL、PHILIPS等公司所继承，并且在原有基础上又进行了新的开发，从而产生了和MCS-51兼容而功能更加强劲的微控制器系列。ATMEL公司所生产的89系列单片机就是基于Intel公司MCS-51系列而研制的并与MCS-51兼容的微控制器系列。

ATMEL公司是美国在20世纪80年代中期成立并发展起来的半导体公司。该公司的技术优势在于Flash存储器技术和高质高可靠性生产技术。随着业务的发展，在20世纪90年代初，ATMEL公司一跃成为全球最大的EEPROM供应商。1994年为了介入单片机市场，ATMEL公司以EEPROM技术和Intel的80C31单片机核心技术进行交换，从而取得80C31核

的使用权。ATMEL公司把自身的先进Flash存储技术和80C31核相结合，从而生产出了Flash单片机AT89C51系列。这是一种内部含Flash存储器的特殊单片机。由于它内部含有大容量的Flash存储器，所以，在产品开发及生产便携式商品、手提式仪器等方面有着十分广泛的应用，也是目前取代传统的MCS-51系列单片机的主流单片机之一。该芯片不仅具有MCS-51系列单片机的所有特性，而且片内集成有4K字节的Flash存储器。其价格低、引脚方便，是目前性能价格比较高的现用主流单片机芯片之一。

§ 2.5.2 单片机的选用

本检测仪在数据处理上速度要求不是很高，8位机即可。单片机采用美国ATMEL公司生产的AT89C51单片机。AT89C51是一种低功耗、高性能的片内含有4KB快闪可编程/擦除只读存储器(FPEROM-Flash Programmable and Erasable Read Only Memory)的8位CMOS微控制器，使用高密度、非易失存储技术制造，并且与80C51引脚和指令系统完全兼容^[3]。

§ 2.5.2.1 主要性能^[5]:

- <1> 与MCS-51微控制器产品系列兼容。
- <2> 片内有4KB可在线重复编程的快闪擦写存储器
- <3> 存储数据保存时间为10年
- <4> 宽工作电压范围：V_{CC}可为2.7V到6V
- <5> 全静态工作：可从0Hz至16MHz
- <6> 程序存储器具有3级加密保护
- <7> 128*8位内部RAM
- <8> 32条可编程I/O线
- <9> 两个16位定时器/计数器
- <10> 中断结构具有5个中断源和2个优先级
- <11> 可编程全双工串行通道
- <12> 空闲状态维持低功耗和掉电状态保存存储内容

§ 2.5.2.2 AT89C51引脚图

AT89C51有40个引脚，如图2-5示。

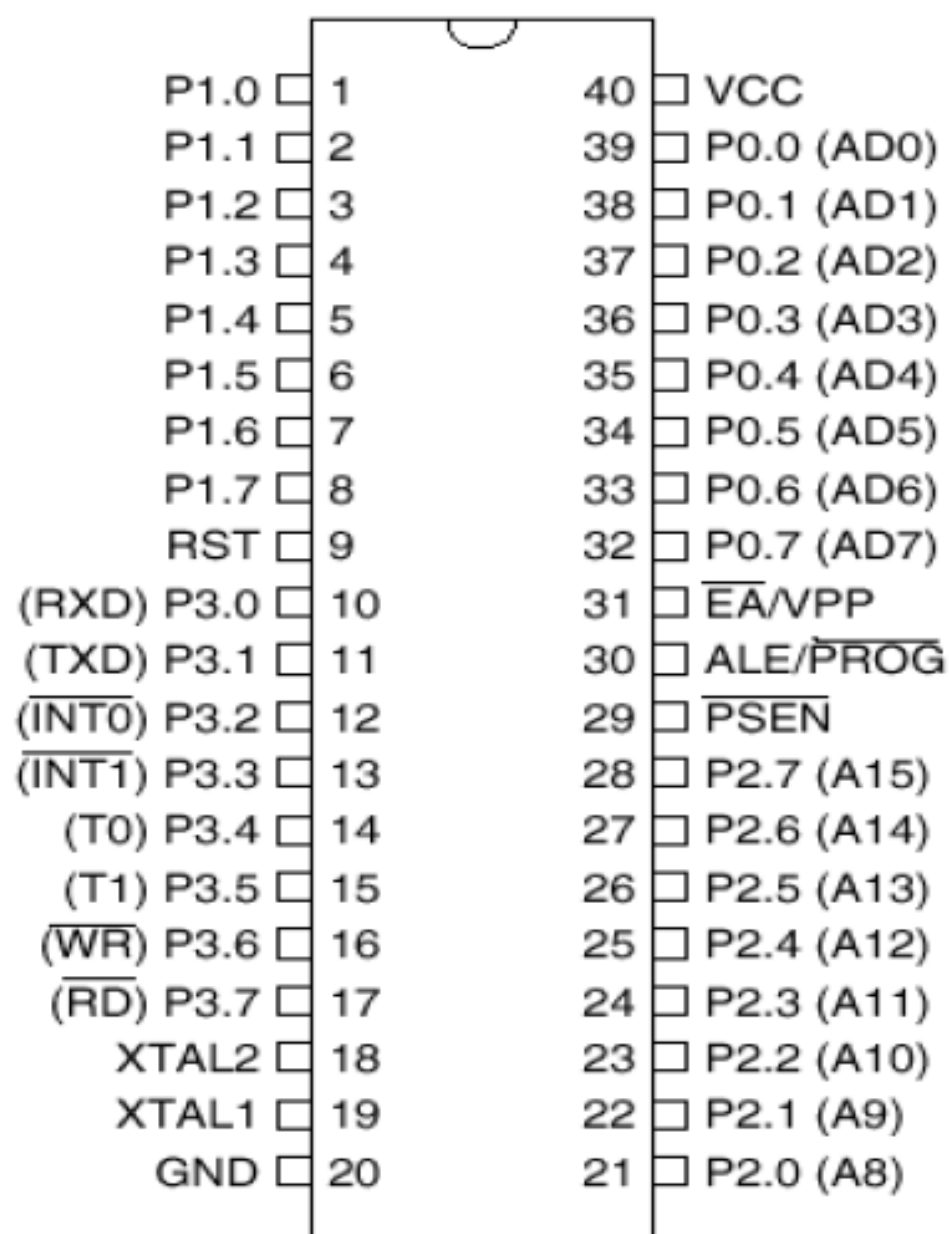


图 2-5 AT89C51 引脚图

§ 2.5.2.3 各个引脚说明

图2-5为AT89C51的引脚图，对其在本次设计中的主要使用的引脚说明如下：

VCC：电源电压，AT89C51电源的正极输入端，接+5V电压使AT89C51单片机正常工作。是单片机的电源提供端口。

P0：P0口(P0.0~P0.7)是一个8位漏极开路双向输入输出端口，当访问外部数据时，它是地址总线(低8位)和数据总线复用。外部不扩展而单片应用时，则作一般双向I/O口用。P0口每一个引脚可以推动8个LSTTL负载。

P2：P2口(P2.0~P2.7)是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，当访问外部程序存储器时，它是高8位地址。外部不扩展而单片应用时，则作一般双向I/O口用。每一个引脚可以推动4个LSTTL负载。

P1：P1口(P1.0~P1.7)是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，其输出可以推动4个LSTTL负载。仅供用户作为输入输出用的端口。

P3：P3口(P3.0~P3.7)是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，它还提供特殊功能，包括串行通信、外部中断控制、计时计数控制及外部随机存储器内容的读取或写入控制等功能。其特殊功能引脚分配如下：

P3.0 RXD 串行通信输入。

P3.1 TXD 串行通信输出。

P3.2 INT0 外部中断0 输入，低电平有效。

P3.3 INT1 外部中断1 输入，低电平有效。

P3.4 T0 计数器0 外部事件计数输入端。

P3.5 T1 计数器1 外部事件计数输入端。

P3.6 WR 外部随机存储器的写选通，低电平有效。

P3.7 RD 外部随机存储器的读选通，低电平有效。

XTAL1: 接外部晶振的一个引脚。在单片机内部，它是一个法相放大器输入端，这个放大器构成了片内振荡器。它采用外部振荡器时，此引脚应该接地。

GND: 电源接地端。

此次设计中，用单片机实现的是一个计数存储功能。主要应用的计数器是其内部的定时器/计数器。单片机的定时器/计数采用增量式计数。也就是说，当运行于定时器方式时，每隔一个机器周期定时器自动加一；当运行于计数器方式时，每当引脚出现下跳沿，计数器自动加1。无论是作定时器还是计数器，当T0或T1加满回零后，定时器回零标志置1。而当允许中断时，TF可以申请中断进而在中断服务中作相应的操作；TF也可以用程序判断定时到或计数满的标志位^[13]。

§ 2.6 显示部分设计与分析

显示技术是传递信息的技术，显示器件是显示技术的基础。几十年来的发展，显示器件已成为一个大家庭。利用不同的电光原理，具有不同的结构特点，适应不同环境和条件的各种显示器件构成一个大家庭。

显示器在仪器仪表、手持设备、电话系列、家用电器、运动耗材、医疗保健仪器等电子产品中得到了充分广泛的应用。同时对显示器的要求要显示清晰、直观、准确。

此次设计的显示部分可有多种方法实现，可以用液晶显示，可以用数码显示，还可以用荧光管显示。但是考虑到此次设计的标准何和可实现性。对于液晶显示器来说，费用相比较较高，虽然实现与操作方便，但是考虑到费用，相比液晶显示器和荧光管显示器来说，数码管显示是比较理想的选择。

§ 2.6.1 数码管的选用与特性分析

数码管按段数分为七段数码管和八段数码管，八段数码管比七段数码管多一个发光二极管单元(多一个小数点显示)；按能显示多少个“8”可分为1位、2位、4位等等数码管；按发光二极管单元连接方式分为共阳极数码管和共阴极数码管。共阳数码管是指将所有发光二极管的阳极接到一起形成公共阳极(COM)的数码管。共阳数码管在应用时应将公共极COM接到+5V，当某一字段发光二极管的阴极为低电平时，相应字段就点亮。当某一字段的阴极为高电平时，相应字段就不亮。共阴数码管是指将所有发光二极管的阴极接到一起形成公共阴极(COM)的数码管。共阴数码管在应用时应将公共极COM接到地线GND上，当某一字段发光二极管的阳极为高电平时，相应字段就点亮。当某一字段的阳极为低电平时，相应字段就不亮。在此次设计中，使用的是共阴极七段数码管。是因为计数的值全位整数，没有小数^[22]。

点亮LED显示器有静态和动态两种方法。所谓静态显示，就是显示某一字符时，相应的发光二极管恒定的导通和截至，这种方式，每一位显示都需要一个8位输出口控制，占用硬件较多，一般仅用于显示器位数较少的场合。

所谓动态显示，就是一位一位地轮流点亮各位显示器。对每一位显示器而言，每隔一段时间点亮一次。显示位的亮度既跟导通电流有关，也和点亮时间与间隔时间的比例有

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/427065002101010005>