
摘 要

水是一切生命过程中不可替代的基本要素，水资源是国民经济和社会发展的基础资源。我国是世界上 13 个贫水国之一，人均水资源占有量只有世界人均水平的 1/4。生产和生活占了大量用水。其中农业灌溉用水占全国年总用水量的 67% 左右，是节水潜力最大的领域。改变农业灌溉方式是节约农业用水的主要途径。农业灌溉方式中，滴灌是目前最为有效的一种。

本设计包括硬件电路设计和软件设计两部分。硬件电路部分主要包括时钟电路设计，复位电路设计，报警电路设计，土壤湿度传感器的选用，主控单片机的选用，数据存储电路和数据采集电路的设计，LED 显示部分和串行通信的设计。单片机选用 AT89C51；数据存储电路采用外部静态数据存储器 6264；数据采集电路采用 A/D 转换器 AD574 实现数据转换；设计的显示部分采用 6 位 LED 显示，74LS138 实现其位选，CD4543 实现其段选。土壤湿度传感器将采集到的数据送入 A/D 转换器 AD574，数据存储到外部静态数据存储器 6264，最终由 LED 显示部分显示，读出数据。软件部分包括对主程序、数据采样子程序、数据处理子程序、显示子程序的简单设计。本设计的本系统的硬件电路结构简单、系统的可靠性高

关键词：农业灌溉；单片机；传感器；A/D 转换；LED 显示

Abstract

Water is the essential basic factor for all lifecycles. water resource is the important basic resource for social economics and society development. China is one of the 13 countries in the world which have the shortage problem with water resource. the average water distribution is only a quarter of the world. Production industry and every day life usages have taken up the major part of water usage. Agricultural industry uses up about 67% of the total water resource and it is the major stream for water saving. Making changes to the ways of agricultural industry water usage is the main direction of saving agricultural water usage. Drip irrigation is the most effective technique currently in agricultualeal irrigation.

This design includes hardware circuit design and software design. In this topic, the hardware circuit design includes clock circuit design, reset circuit design, alarm circuit design, the selection of soil dampness detectors, the selection of single chip microcomputer, data detection and store design, LED monitor part and serial communication circuit design. Single chip uses AT89C51; data storage circuit uses external stable data storage 6264; data detection circuit uses A/D converter AD574 to achieve the conversion; the display part of the design uses six digits LED monitor, 74LS138 achieves position selection, CD4543 achieves interval selection. Soil dampness detector will transfer detected data to A/D converter AD574; data is stored to external stable data storage space 6264, in the end, the LED monitor displays parts of the data for interpretation. Software includes the design of main program, data detection subprogram, data interpretation subprogram, and data display subprogram designs. The hardware design has advantage in a simple circuit, and high reliability of the program.

Keywords: agricultural irrigation; single chip; detector; A/D converter; LED monitor

毕业设计（论文）原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重承诺：所呈交的毕业设计（论文），是我个人在指导教师的指导下进行的研究工作及取得的成果。尽我所知，除文中特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或组织已经发表或公布过的研究成果，也不包含我为获得_____及其它教育机构的学位或学历而使用过的材料。对本研究提供过帮助和做出过贡献的个人或集体，均已在文中作了明确的说明并表示了谢意。

作者 签 名：_____ 日 期：_____

指导教师签名：_____ 日 期：_____

使用授权说明

本人完全了解_____大学关于收集、保存、使用毕业设计（论文）的规定，即：按照学校要求提交毕业设计（论文）的印刷本和电子版本；学校有权保存毕业设计（论文）的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务；学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；在不以赢利为目的前提下，学校可以公布论文的部分或全部内容。

作者签名：_____ 日 期：_____

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名： 日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权_____大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

涉密论文按学校规定处理。

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

指导教师评阅书

指导教师评价：

一、撰写（设计）过程

1、学生在论文（设计）过程中的治学态度、工作精神

优 良 中 及格 不及格

2、学生掌握专业知识、技能的扎实程度

优 良 中 及格 不及格

3、学生综合运用所学知识和专业技能分析和解决问题的能力

优 良 中 及格 不及格

4、研究方法的科学性；技术线路的可行性；设计方案的合理性

优 良 中 及格 不及格

5、完成毕业论文（设计）期间的出勤情况

优 良 中 及格 不及格

二、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

优 良 中 及格 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

优 良 中 及格 不及格

三、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

优 良 中 及格 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

优 良 中 及格 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

优 良 中 及格 不及格

建议成绩： 优 良 中 及格 不及格

（在所选等级前的内画“√”）

指导教师：

(签名)

单位：

(盖章)

年 月 日

评阅教师评阅书

评阅教师评价：

一、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

优 良 中 及格 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

优 良 中 及格 不及格

二、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

优 良 中 及格 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

优 良 中 及格 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

优 良 中 及格 不及格

建议成绩： 优 良 中 及格 不及格

（在所选等级前的内画“√”）

评阅教师：

（签名）

单位：

（盖章）

年 月 日

教研室（或答辩小组）及教学系意见

教研室（或答辩小组）评价：

一、答辩过程

1、毕业论文（设计）的基本要点和见解的叙述情况

优 良 中 及格 不及格

2、对答辩问题的反应、理解、表达情况

优 良 中 及格 不及格

3、学生答辩过程中的精神状态

优 良 中 及格 不及格

二、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

优 良 中 及格 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

优 良 中 及格 不及格

三、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

优 良 中 及格 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

优 良 中 及格 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

优 良 中 及格 不及格

评定成绩： 优 良 中 及格 不及格

（在所选等级前的内画“√”）

教研室主任（或答辩小组组长）：

（签名）

年 月 日

教学系意见：

系主任：

（签名）

年 月 日

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第 1 章 引言	1
1.1 农业自动灌溉	1
1.2 国内、外灌溉现状及发展趋势	2
1.3 课题研究目的及主要内容	4
第 2 章 农业节水灌溉系统	5
2.1 滴灌原理概述	5
2.2 土壤湿度传感器	8
2.3 模糊控制	9
第 3 章 基于 MCS-51 单片机的农业灌溉系统的硬件电路设计	11
3.1 单片机选型	11
3.2 时钟电路	14
3.3 复位电路	14
3.4 A/D 转换电路	15
3.5 数据存储电路	19
3.6 LED 显示电路	20
3.7 串行通信电路	24
3.8 报警电路	27
第 4 章 基于 MCS-51 单片机的农业灌溉系统软件设计	29
4.1 系统主程序设计	30
4.2 数据采集子程序	33
4.3 数据处理子程序	34
4.4 数据显示子程序	36
4.5 数据通信子程序	37
第 5 章 结论	40
参 考 文 献	41
致 谢	42
附 录	43

第 1 章 引言

1.1 农业自动灌溉

水资源紧缺是中国的基本国情，特别是北方地区严重缺水，人均水资源量只占全国人均水平的 1/4，水资源、土地资源、经济社会发展的布局严重失衡，生产和生活用水不断增长大量挤占了自然生态用水，已使黄河断流、华北地区地下水位大幅度下降、生态环境急剧恶化，水资源短缺已成为地区可持续发展的重要制约因素。解决北方地区缺水有多种途径，但立足点应放在节约用水上，要建设节水型社会、节水型城市、发展节水型产业，不论居民生活、城市发展，还是各项经济活动都要厉行节水，提高水的利用效率和效益。

我国农业灌溉用水占全国年总用水量的 67% 左右，是用水大户，也是节水潜力最大的领域，节约灌溉用水对我国实施可持续发展战略具有重要意义。因为：第一、农田灌溉耗水量最多，约占全国总耗水量的 2/3，北方地区更是高达 80% 左右，节约灌溉用水可有效缓解水的供需矛盾；第二、目前农田灌溉无效耗水的比重很大，发展节水灌溉不仅可以减少无效耗水、提高作物产量，同时还能减少土地盐渍化危害和面源污染，改善生态问题，一举多得^[1]。

因而，解决农业灌溉用水的问题，对于缓解水资源的紧缺是非常重要的。在灌溉领域合理地推广自动化控制，不仅可以提高资源利用率，缓解水资源日趋紧张的矛盾，还可以增加农作物的产量，降低农产品的成本。灌溉系统的自动化水平较低，这也是制约我国高效农业发展的主要原因。以色列、日本、美国等一些国家已采用先进节水灌溉制度。由传统的充分灌溉向非充分灌溉发展，对灌区用水进行监测预报，实际动态管理。采用传感器来监测土壤的情况和农作物的生长，实现水管理的自动化。高效农业和精细农业要求我们必须提高水资源的利用率。要真正实现水资源的高效，仅凭单向节水灌溉是不可能实现的。必须将水源开发、输配水、灌水技术和降雨、蒸发、土壤情况和农作物需水规律等方面统一考虑。做到降水、灌溉水、土壤水和地下水联合调用，实现按期、按需、按量自动供水。

自动灌溉技术在发达国家，特别是大面积种植或缺水地区极其适用。按灌溉方式分为喷灌、地面灌、微灌等。微灌又分为滴灌、微喷灌、涌泉灌、地下渗灌。自动灌溉将充分发挥现有的节水设备的作用，优化调度，提高效益；通过自动控制节水技术的应用，更加节水节能，降低灌溉成本，提高灌溉质量；使灌溉更加科学、方便，提高管理水平；研制和推广节水灌溉控制新技术是实现农业现代化的需要^[2]。

1.2 国内、外灌溉现状及发展趋势

地面灌溉技术研究方面，水平畦灌、阶式水平畦灌的研究不断深入，传统的畦灌、沟灌也由过去单纯研究灌水技术要素对灌水均匀性、水分深层渗漏的影响，转向综合研究灌水技术要素对土壤水肥运移、对水肥淋失的影响；同时，开发了膜上灌等新型灌水技术，并得到较大面积推广。水平畦灌是田面非常平整条件下的畦灌，要求供水流量大、土地平整精度高，必须在进行大地测量后，采用激光平地技术。该技术在美国等发达国家被称为是地面灌溉最重要的进展之一。波涌灌溉利用了致密层在发展中不断减小田面糙率与土壤入渗特性这一客观规律，逐次为以后各周期的灌溉水流创造了一个加速水流推进与提高减渗效果的新接口。浑水波涌灌溉则是利用含沙量较高的水进行波涌灌溉，能够起到更加明显的效果。

在喷、技术研究方面，国外一直非常重视喷灌水肥需求规律及水肥耦合高效利用方面的研究，施肥灌溉应用十分普遍。在微灌水肥高效利用方面，以色列、美国、荷兰等国家针对不同作物的施肥灌溉制度和微灌施肥灌溉专用液体肥料进行了 20~30 年的研究，取得了丰富的成果，已经研制出了针对多种经济作物水肥高效利用的专家管理系统。我国从 20 世纪 70

年代起，就针对微灌开始了研究和试验示范工作，开展了微灌条件下的土壤水分与溶质运移规律、日光温室和大田经济作物的灌溉制度、水肥耦合模式、滴灌施肥技术等研究工作。在喷微灌设备方面，对注肥设备的研制取得了可喜的进展，但对滴灌施肥灌溉条件下养分的运移以及施肥灌溉系统运行参数几乎没有涉及。施肥灌溉自动控制环节薄弱，施肥灌溉软件方面研究严重滞后是造成这一局面的主要原因。国外现有滴灌施肥灌溉自动控制软件也只能在给定施肥量的情况下控制肥液浓度与施肥历时，而未能将作物施肥灌溉制度、土壤特性、氮素运移模式相结合，形成决策、管理一体化的软件。国外由于长期的技术积累，一些著名公司不断有新产品推出。在节水灌溉产品快速开发平台技术中，提出的高精度快速成型专用设备是快速成型领域研究的热点，但是目前没有见到开发成功的报道。特别是微涂层的实现是技术难点，由于受到材料性能的限制，依靠自然流平无法达到很小的层厚，并且受到表面浸润性能的影响，必须采取相应措施才能实现，目前正从材料、涂层方法方面力争有所突破。近几年，根据中国国情，我国已研发出大射程旋转式微喷头、长流道新型薄壁微灌带、带离心清洗装置的自动反冲过滤器、带稳压机构的连续精量水动式施肥泵、低压压力调节器、节能异形喷嘴、可调雾化程度及射程的多功能喷头、新型短流道喷头、轻小型喷灌机组、新型中远射程喷头、国产激光控制精细平地铲运设备等节水灌溉设备和系统。一批节水产品初步表现出较强的市场前景和进一步开发的潜力。如蜂窝管渗流集蓄新产品，长流道新型薄壁微灌带，带离心清洗装置的自动反冲过滤器，带稳压机构的连续精量水动式施肥泵，作物根区局部控水灌溉装置，国产激光控制精细平地铲运设备，控制性分根交替灌溉孔口灌灌水器和交替阀等将会取得较大突破[3]。

在工程节水技术方面，国内外的研究主要集中在渠系建筑物建设技术方面。相对来说，技术正在趋于成熟，主要是探索新型建筑结构形式。而新材料配方及其应用技术的研究却相对要活跃得多。国内外都正在较普遍的将高分子材料应用在渠道防渗中，尤其是在高分子膜料的应用上已取得了不少实用的研究成果。但薄膜易刺破和冻胀地区冻融破坏的问题还没有很好的解决。因此，各国都正在不断研究开发技术可靠、经济合理的高分子合成新材料。我国目前采用的渠道防渗防冻技术主要是保温整体刚性防渗防冻胀措施，适应性较差、易损坏或成本高。刚柔结构具有适应冻融变形、胀而不裂和防渗、减轻冻胀的特性，能同时有效解决渗漏和冻胀的问题，应用高分子材料研制技术可靠、结构简单、经济合理的刚柔混合结构或纯柔性结构作为渠道的护砌结构是我国科技人员正在努力研究的方向。

在灌区灌溉用水管理中，综合各种预测技术、优化技术的灌溉用水计算机管理系统已开始在我国灌区大面积应用，使灌区的灌溉用水实现了由静态用水向动态用水的转变，为提高灌区水资源的利用率提供了技术保障。为实现渠系优化配水的要求，应用计算机技术的渠道水量、流量实时调控的研究也在国内外逐步兴起。灌区用水管理系统方面，已逐步转向研究将数据库、模型库、知识库和地理信息系统有机结合的灌区节水灌溉综合决策支持系统。特别是近年来发达国家已开展了基于田间水肥等生产要素的巨大差异性，利用 GPS 和 GIS、RS 和计算机控制系统，精细准确调整灌水施肥的精准灌溉技术研究，为最大限度地优化各项农业投入，充分挖掘田间水肥差异性所隐含的增产潜力创造了条件。实现灌区现代化管理，首先要有灌溉工程控制设备的自动化，其次有先进的系统运行软件对系统控制问题进行决策，从而建立灌区现代化管理决策支持系统，指导灌溉用水过程。

1.3 课题研究目的及主要内容

节水灌溉技术及其配套设备，在我国经过近 30 多年的快速发展，在总结相关成果的基础上，初步形成了其技术体系，在某些方面已达到或接近国际先进水平。但由于我国经济发展水平及科研体制的限制，我国的节水灌溉技术与发达国家还有很大的差距。随着我国水资源供需矛盾日益尖锐，农业用水分配额减少的问题势必日益突出，同时为了缓解我国进入 WTO 外国农产品对我国农业发展的压力，如何快速发展我国的节水灌溉技术及其配套设备，从而缓解我国农业用水压力及发展高品质农产品以加大同国外产品的竞争已经是一个不容忽视的严峻问题。

我国目前 95% 以上的灌溉面积采用地面灌溉方法。改进地面灌溉技术，提高地面灌溉的灌水效果对缓解我国水资源短缺、保持灌溉农业的可持续发展具有重要意义。

本课题任务是设计一个通过单片机控制的节能农业灌溉系统。要实现与传统的农业灌溉系统相比具有结构简单、安全可靠、实时性好、灵敏度高；功耗低，操作简便等优点。测量数据能够在 LED 上显示出来，结果直观。和传统的农业灌溉设备相比成本大大降低，而且抗干扰性好、安装维护方便、测量精度高，具有较高的性能和价格比。该系统可对不同土壤的适度进行监控，并进行适时、适量的灌溉。

第2章 农业节水灌溉系统

2.1 滴灌原理概述

喷灌、滴灌、微喷灌等任何一种高效节水灌溉技术的应用，都必需通过与技术相配套的设备来实现的。长期以来，我国的喷灌、滴灌、微喷灌技术的推广应用一直没有得到长足的发展，这与国内节水灌溉设备、器材制造业发展滞后有密切关系。国内现有的节水灌溉设备、配套器材制造厂多为一些转产的小企业，生产技术装备落后、专业化生产程度低，生产与科研脱节，这是国产节水灌溉设备成本高，性能不稳定、质量差、不耐用的根本原因。国产设备价高，质量差不仅影响了技术的推广应用，还给农民造成不应有的经济损失，甚至挫伤农民节水灌溉的积极性。因此，抓好喷灌、滴灌、微喷灌的设备生产，以质优、价廉的国产设备来支持高效节水灌溉技术的加速发展是必要的。在事实上，加速发展高效节水灌溉技术与节水灌溉设备和配套器材制造业的发展壮大，也是存在互动关系，相互依存，相互促进发展，也是可以取得“双赢”的效果。

微灌技术大都用于经济作物，是目前农民比较关心的一种节水灌溉技术，它是在滴灌的基础上发展起来一种节水灌溉技术，微灌包括滴灌、微喷灌、渗灌、小管涌流灌等多种方式。它是以少量的水湿润作物的根区附近的部分土壤的一种局部灌溉技术，其特点是灌水流量小、一次灌溉延续时间较长，灌水周期短，能够准确的控制水量，能把水和养分直接地输送到作物根部附近的土壤中去。微灌特别是在经济作物，应用效益十分突出，因此很适合一家积使用一户小面积使用。据统计，采用该项技术后，可节水 50%（每亩每茬可节水 287.5 立方米，省电 71.88 度），省地 15~20%、省工 50%、省肥 20~30%，省药 10%，增产 15~30%，特别是明显降低棚内的湿度，解决了冬季温棚生产放风减湿与封闭保温的矛盾，有利于作物的稳产高产。

微灌具有以下优点：

(1) 高效省水微灌系统全部由管道输水，因此损失少，灌水时只湿润作物根部附近的部分土壤，灌水量小，灌水均匀度可达 80~90%，水的利用率高。

(2) 节能 微灌比喷灌的工作压力低、耗能少。

(3) 增产微灌能适时适量地向作物根系附近灌水，供肥，有的还可调节棵间的温度和湿度，不会造成土壤的板结，为作物提供了良好的生长环境，有利于实现高产和稳产，提高产品质量。实践证明，微灌较地面灌水方式可增产 30% 左右。

(4)对土壤和地形的适应性强微灌的灌水速度可快，可慢。因此对粘土和沙土都适合。可以进行间隙灌溉，这样可使作物的根系经常保持合适的水分，又不会产生深层的渗漏。

(5)省工、省力。

(6)利用咸水、污水咸水、污水经过处理后，当水质达到要求时可进行微灌灌溉^[4]。

滴灌技术是通过干管、支管和毛管上的滴头，在低压下向土壤经常缓慢地滴水；是直接向土壤供应已过滤的水分、肥料或其它化学剂等的一种灌溉系统。它没有喷水或沟渠流水，只让水慢慢滴出，并在重力和毛细管的作用下进入土壤。滴入作物根部附近的水，使作物主要根区的土壤经常保持最优含水状况。这是一种先进的灌溉方法。

滴灌技术的优点：

(1)节水、节肥、省工

滴灌属全管道输水和局部微量灌溉，使水分的渗漏和损失降低到最低限度。同时，又由于能做到适时地供应作物根区所需水分，不存在外围水的损失问题，又使水的利用效率大大提高。灌溉可方便地结合施肥，即把化肥溶解后灌注入灌溉系统，由于化肥同灌溉水结合在一起，肥料养分直接均匀地施到作物根系层，真正实现了水肥同步，大大提高了肥料的有效利用率，同时又因是小范围局部控制，微量灌溉，水肥渗漏较少，故可节省化肥施用量，减少污染。运用灌溉施肥技术，为作物及时补充价格昂贵的微量元素提供了方便，并可避免浪费。滴灌系统仅通过阀门人工或自动控制，又结合了施肥，故又可明显节省劳力投入，降低了生产成本。

(2)控制温度和湿度

传统沟灌的大棚，一次灌水量大，地表长时间保持湿润，不但棚温、地温降低太快，回升较慢，且蒸发量加大，室内湿度太高，易导致蔬菜或花卉病虫害发生。因滴灌属于局部微灌，大部分土壤表面保持干燥，且滴头均匀缓慢地向根系土壤层供水，对地温的保持、回升，减少水分蒸发，降低室内湿度等均具有明显的效果。采用膜下滴灌，即把滴灌管（带）布置在膜下，效果更佳。另外滴灌由于操作方便，可实行高频灌溉，且出流孔很小，流速缓慢，每次灌水时间比较长，土壤水分变化幅度小，故可控制根区内土壤能够长时间保持在接近于最适合蔬菜、花卉等生长的湿度。由于控制了室内空气湿度和土壤湿度，可明显减少病虫害的发生，进而又可减少农药的用量。

(3)保持土壤结构

在传统沟畦灌较大灌水量作用下，使设施土壤受到较多的冲刷、压实和侵蚀，若不及时中耕松土，会导致严重板结，通气性下降，土壤结构遭到一定程度破坏。而滴灌属微量灌溉，水分缓慢均匀地渗入土壤，对土壤结构能起到保持作用，并形成适宜的土壤水、肥、热环境。

(4)改善品质、增产增效

由于应用滴灌减少了水肥、农药的施用量以及病虫害的发生，可明显改善产品的品质。总之，较之传统灌溉方式，温室或大棚等设施园艺采用滴灌后，可大大提高产品产量，提早上市时间，并减少了水肥、农药的施用量和劳力等的成本投入，因此经济效益和社会效益显著。设施园艺滴灌技术适应了高产、高效、优质的现代农业的要求，这也是其能得以存在和大力推广使用的根本原因^[5]。

在农业节水灌溉中，描述土壤中水含量的概念有：体积百分数，重量百分数，水层厚度，田间持水量，相对含水量，水储量，土壤湿润层深度。

通常所测量的土壤含水量是指土壤的容积含水量，因为这样可以忽略土样的容重。土壤的容积含水量是容积土壤中水分容积与土壤容积的比例。重量百分数是指湿、干土质量之差与干土质量的比值，就是土的含水量。水层厚度是指在一定厚度的土层中，水分的厚度毫米数；用它表示土壤含水量的优点在于与气象资料和作物耗水量所用的水分表示方法一致，便于互 相比较和互相换算。田间持水量指在地下水较深和排水良好的土地上充分灌水或降水后，允许水分充分下渗，并防止蒸发，经过一定时间，土壤剖面所能维持的较稳定的土壤含水量。达到田间持水量时的土水势为 $-50\sim-350$ 毫巴，大多集中于 $-100\sim-300$ 毫巴间。田间持水量长期以来被认为是土壤所能稳定保持的最高土壤含水量，也是土壤中所能保持悬着水的最大量，是对作物有效的最高的土壤水含量，且被认为是一个常数，常用来作为灌溉上限和计算灌水定额的指标。但它是一个理想化的概念，严格说不是一个常数。虽在田间可以测定，但却不易再现，且随测定条件和排水时间而有相当的出入，故至今尚无精确的仪器测定方法。相对含水量是指土壤自然含水量占某种水分常数的百分数。土壤湿润层深度是决定灌水定额的主要参数之一，实际中湿润层的深度硬取决于作物根系密集层深度，并与土壤剖面水分的消失深度有关，它随着生育期和根系发育的变化而改变。

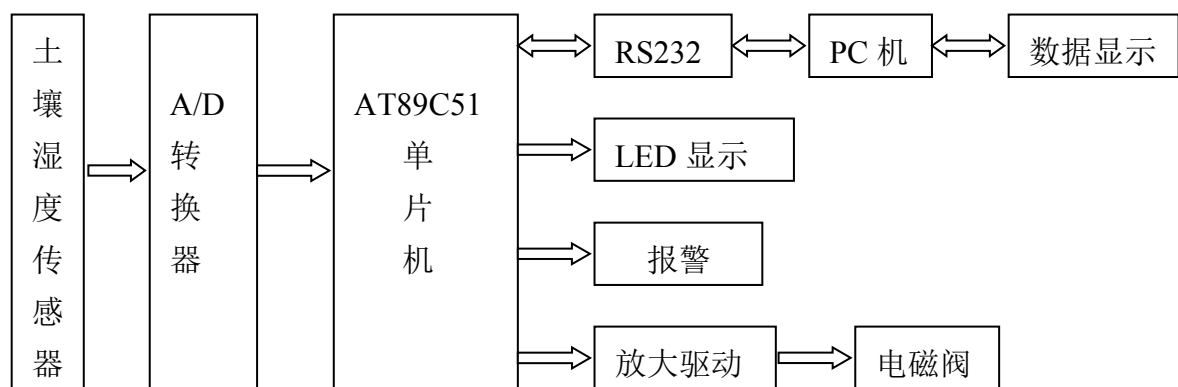


图 2-1 单片机控制系统结构图

2.2 土壤湿度传感器

传感器是检测系统中与被测对象直接发生联系的部分，是信息输入的窗口，它为检测系统提供必要的原始信息。检测系统获取信息的质量也往往是由传感器的性能一次性确定。为了能使其输出在精度要求范围之内反映被测量，传感器必须具备一定的特性，因为只有这样，传感器的输出才能作为其输出的量度。

传感器的基本特性是指传感器的输出与输入之间的关系特性，一般分为静态特性和动态特性两类。当被测量不随时间变化或变化很慢时，可用一系列静态参数来描述和表征传感器的静态特性。当被测量随时间变化很快，可用一系列动态参数来描述和表征传感器的动态特性^[6]。

本设计采用的是美国生产的 AQUA-TEL-TDR 便携式土壤水分仪。其技术参数如下：

- (1)测量土壤水分范围:0-100%vol
- (2)重复性误差:<1
- (3)温度范围:-600℃ to 850℃；精度:+2℃
- (4)电源:12VDC 士 20% 40mA
- (5)输出:0~1 mA 可选 4~20 mA 或 0~5V

其特点如下：

- (1)可长期埋设；
- (2)长度增加，提高测量的准确性；
- (3)容易携带，使用简单；
- (4)能耗极低；
- (5)最经济的 TDR 原理水分探头。

2.3 模糊控制

在传统的控制领域里，控制系统动态模式的精确与否是影响控制优劣的最主要关键，系统动态的信息越详细，则越能达到精确控制的目的。然而，对于复杂的系统，由于变量太多，往往难以正确的描述系统的动态，于是工程师便利用各种方法来简化系统动态，以达成控制的目的，但却不尽理想。换言之，传统的控制理论对于明确系统有强而有力的控制能力，但对于过于复杂或难以精确描述的系统，则显得无能为力了。因此便尝试着以模糊数学来处理这些控制问题。

模糊理论(Fuzzy Theory)是为解决真实世界中普遍存在的模糊现象而发展的一门学问，是积极承认主观性问题的存在，进而以模糊集合理论来处理不易量化的问题，以便能适当而可靠的处理人们主观评估问题的方法。1974年，英国的E.H.Mamdani首次用模糊逻辑和模糊推理实现了世界上第一个实验性的蒸汽机控制，并取得了比传统的直接数字控制算法更好的效果，从而宣告模糊控制的诞生^[7]。

传统的矢量控制系统需要电机的精确数学模型，当由于磁饱和或电机绕组温度变化引起电机内部参数变化时，会影响系统的控制效果。模糊逻辑处理是利用隶属函数和模糊规则来求解那些含糊不清、不确定及不精确的问题。模糊控制是指基于模糊逻辑描述一个过程的控制算法。模糊控制器主要嵌有操作人员的经验和直觉知识。模糊控制的最大优点在于不依赖被控对象的精确数学模型，并能克服非线性因素的影响，对调节对象的参数变化不敏感，即具有较强的鲁棒性。

模糊控制的优点：

(1)它是一种非线性控制方法，工作范围宽，使用范围广，特别适合非线性系统的控制。

(2)它不依赖于对象的数学模型，对无法建模或很难建模的的复杂对象，也能利用人的经验知识来设计模糊控制器完成控制任务；而传统的控制方法都要已知被控对象的数学模型，才能设计控制器。

(3)它具有内在的并行处理机制，表现出较强的鲁棒性，对被控对象的特性变化不敏感，模糊控制器的设计参数容易选择调整。算法简单，执行快，容易实现。不需要很多的控制理论知识，容易普及推广^[8]。

模糊控制的基本思想：把人类专家对特定的被控对象或过程的控制策略总结成一系列以“IF(条件)THEN(作用)”形式表示的控制规则，通过模糊推理得到控制作用集，作用于被控对象或过程。控制作用集为一组条件语句，状态语句和控制

作用均为一组被量化了的模糊语言集,如“正大”,“负大”,“正小”,“

负小”，零等。

模糊控制的作法即直接将对事物多个方面评估的意见与其影响事物状况的重要程度作加权的运算，其意义在于希望系统性的分析出该事物的真实情况，其运算方式类似一般常用的“加权平均”，易于为人所接受。

简言之，模糊控制理论就是模仿人的思维方式和经验来实现自动控制的一种控制方法。

第 3 章 基于 MCS-51 单片机的农业灌溉系统的硬件电路设计

3.1 单片机选型

鉴于控制的复杂性和兼顾显示、报警、闭环控制等较高要求，本设计决定用单片机作为中心控制器。现流行的单片机有很多种，8 位单片机的控制功能较强，品种最为齐全。它不仅具有较大的存储容量和寻址范围，而且中断源、并行 I/O 接口和定时器/计数器个数都有了不同程度的增加，并集成有权双工串行通信接口；在指令系统方面，普遍增设了乘除指令和比较指令。其中 MCS-51 系列以较高的性价比博得很多用户的青睐。所以，本系统采用美国 Intel 公司生产的 AT89C51 型单片机，由于其具有集成度高、处理功能强、可靠性高、系统结构简单、价格低廉等优点并具有 4K 字节的程序存储器，使得它应用起来更加方便。

1、AT89C51 功能特性如下所述：

- (1)8 位 CPU；
- (2)内含 4KBytes 的程序存储器；
- (3)内含 256KBytes 的数据存储器；
- (4)程序存储器可外部扩展至 64Kbytes；
- (5)数据存储器可外部扩展至 64Kbytes；
- (6)一组全双工的串行口；
- (7)两组 16 位计时/计数器；
- (8)五个具有可编程为 2 层中断优先权的中断源；
- (9)具有逻辑运算能力；
- (10)32 条双向且可被独立寻址的 I/O；
- (11)具有时钟振荡电路，一般工作频率为 12MHz 或 11.0592MHz。

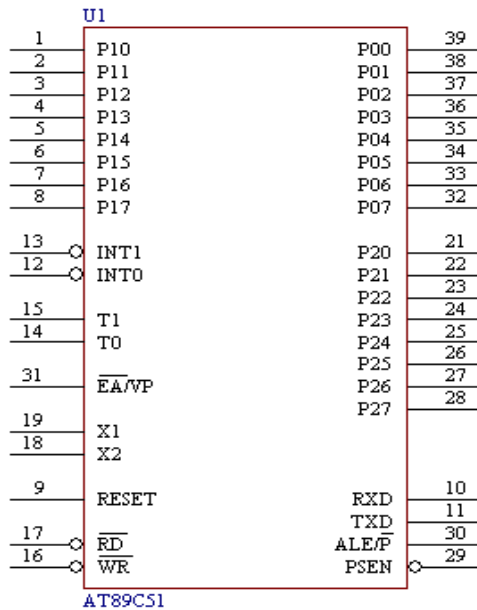


图 3-1 AT89C51 引脚图

2、主要引脚功能：

(1)VCC：供电电压。

(2)GND：接地。

(3)P0 口：P0 口为一个 8 位漏级开路双向 I/O 口，每脚可吸收 8TTL 门电流。当 P1 口的管脚第一次写 1 时，被定义为高阻输入。P0 能够用于外部程序数据存储器，它可以被定义为数据/地址的第八位。在 FLASH 编程时，P0 口作为原码输入口，当 FLASH 进行校验时，P0 输出原码，此时 P0 外部必须被拉高。

(4)P1 口：P1 口是一个内部提供上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P1 口缓冲器能接收输出 4TTL 门电流。P1 口管脚写入 1 后，被内部上拉为高，可用作输入，P1 口被外部下拉为低电平时，将输出电流，这是由于内部上拉的缘故。在 FLASH 编程和校验时，P1 口作为第八位地址接收。

(5)P2 口：P2 口为一个内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 口缓冲器可接收，输出 4 个 TTL 门电流，当 P2 口被写“1”时，其管脚被内部上拉电阻拉高，且作为输入。并因此作为输入时，P2 口的管脚被外部拉低，将输出电流。这是由于内部上拉的缘故。P2 口当用于外部程序存储器或 16 位地址外部数据存储器进行存取时，P2 口输出地址的高八位。在给出地址“1”时，它利用内部上拉优势，当对外部八位地址数据存储器进行读写时，P2 口输出其特殊功能寄存器的内容。P2 口在 FLASH 编程和校验时接收高八位地址信号和控制信号。

(6)P3 口：P3 口管脚是 8 个带内部上拉电阻的双向 I/O 口，可接收输出 4

个 TTL 门电流。当 P3 口写入“1”后，它们被内部上拉为高电平，并用作输入。作为输入，由于外部下拉为低电平，P3 口将输出电流（ILL）这是由于上拉的缘故。

P3 口也可作为 AT89C51 的一些特殊功能口，如下表所示：

表 3-1 P3 口管脚功能表

端口引脚	特殊功能
P3.0	RXD（串行输入口）
P3.1	TXD（串行输出口）
P3.2	$\overline{INT0}$ （外部中断 0）
P3.3	$\overline{INT1}$ （外部中断 1）
P3.4	T0（定时/计数器 0 外部输入）
P3.5	T1（定时/计数器 1 外部输入）
P3.6	\overline{WR} （外部数据存储器写选通）
P3.7	\overline{RD} （外部数据存储器读选通）

P3 口同时为闪烁编程和编程校验接收一些控制信号。

(7)RESET：复位输入。当振荡器复位器件时，要保持 RESET 脚两个机器周期的高电平时间。

(8)ALE/ \overline{PROG} ：当访问外部存储器时，地址锁存允许的输出电平用于锁存地址的地位字节。在 FLASH 编程期间，此引脚用于输入编程脉冲。在平时，ALE 端以不变的频率周期输出正脉冲信号，此频率为振荡器频率的 1/6。因此它可用作对外部输出的脉冲或用于定时目的。然而要注意的是，每当用作外部数据存储器时，将跳过一个 ALE 脉冲。如想禁止 ALE 的输出可在 SFR8EH 地址上置 0。此时，ALE 只有在执行 MOVX，MOVC 指令是 ALE 才起作用。另外，该引脚被略微拉高。如果微处理器在外部执行状态 ALE 禁止，置位无效。

(9) \overline{PSEN} ：外部程序存储器的选通信号。在由外部程序存储器取指期间，每个机器周期两次 \overline{PSEN} 有效。但在访问外部数据存储器时，这两次有效的 \overline{PSEN} 信号将不出现。

(10) \overline{EA}/VPP ：当 \overline{EA} 保持低电平时，则在此期间外部程序存储器（0000H-FFFFH），不管是否有内部程序存储器。注意加密方式 1 时， \overline{EA} 将内部锁定为 RESET；当 \overline{EA} 端保持高电平时，此间内部程序存储器。在

FLASH 编程期间，此引脚也用于施加 12V 编程电源（VPP）。

(11)XTAL1：反向振荡放大器的输入及内部时钟工作电路的输入。

(12)XTAL2：来自反向振荡器的输出^[9]。

3.2 时钟电路

MCS-51 虽然有内部振荡电路，但要形成时钟，必须外接元件，图 3-2 是 MCS-51 的外部时钟电路。外接晶体以及 C2 和 C3 构成并联谐振电路，接在放大器的反馈回路中。电容的大小会影响振荡器频率的高低、振荡器的稳定性、起振的快速性和温度的稳定性。该设计选用 12MHz 晶振，与之相适应的电容的典型值是 30pF 左右。

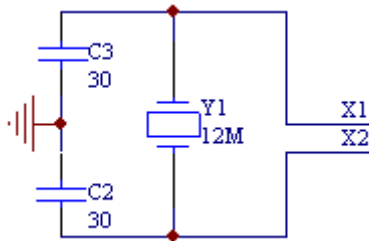


图 3-2 时钟电路原理图

3.3 复位电路

MCS-51 复位是由外部的复位电路来实现的。单片机在开机时都需要复位，以便中央处理器 CPU 以及其它功能部件都处于一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作。

复位电路通常采用上电复位和按钮复位两种方式。该电路兼有上电复位和按钮复位。

复位电路如图 3-3 所示。工作原理为：按钮按下后，RC 电路充电，RESET 引脚端出现正脉冲，只要 RESET 端保持 10ms 以上的高电平，就能用单片机有效的复位。该设计时钟频率为 12MHz，C 取 22 μ F，R 取 1K 欧姆。复位电路如图 3-3 所示。

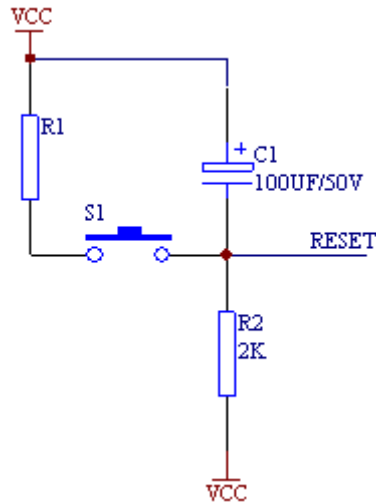


图 3-3 复位电路原理图

3.4 A/D 转换电路

A/D 转换接口是系统数据采集前向通道的一个重要环节。数据采集是在模拟信号源中采集信号，并将之转换为数字信号送入计算机的过程。因此，完成数据采集应具备下述基本部件：模拟多路转换开关和信号调节电路，采样/保持放大器，模拟/数字(A/D)转换器，通道控制电路。

前向通道中，被测物理量经传感器转换成电信号，而每一种传感器都有与之配套的接口电路，接口电路再将这一信号转换成电压信号。多路转换开关用来完成多路模拟信号的切换，信号调节则是将微弱的模拟信号转换成能满足 A/D 转换器需要的电平信号。为了减少动态数据采集的孔径误差，需要加入采样/保持电路。因此，数据采集电路的设计不仅仅限于是单纯 A/D 转换芯片的接口设计，还必须综合考虑传感器到 CPU 的全过程^[10]。

AD574 是美国模拟器件公司 (Analog Devices) 生产的 12 位逐次逼近型快速 A/D 转换器，其转换速度为 $35 \mu s$ ，转换误差 $\pm 0.05\%$ ，是目前我国广泛应用、价格适中的 A/D 转换器，其内部有三态输出缓冲电路，可直接与各种微处理器连接，且无须加逻辑接口电路，便能与 CMOS 及 TTL 电平兼容。内部配置高精度参考电压源和时钟电路，使它不需任何外部电路和时钟信号，就能完成 A/D 转换，应用非常方便。

AD574 由两部分组成，一部分是模拟芯片，另一部分数字芯片，其中模拟部分由高性能的 12 位 D/A 转换器 AD565 和参考电压组成。数字部分由控制逻辑电路，逐次逼近型寄存器的三态缓冲器组成。

控制逻辑部分，用来发出启动/停止始终信号及复位信号，并控制转换过程，此部分信号包括 5 个外部信号以及内部转换结束信号。整个转换过程结束后，输出一个标志状态 STS（低电平表明转换结束）。另外，当 START 信号出现高电平时，标志状态 STS 开始变为高电平，直到转换过程结束才变为地电平。

在 AD574 芯片上有两组控制引脚，即通过控制引脚（CE， \overline{CS} 和 R/\overline{C} ），以及内部寄存器控制输入引脚（ $12/\overline{8}$ 和 A）。通用控制引脚的功能与大多数 A/D 转换器相似，主要决定装置定时、寻址、启动脉冲和读使能等功能。内部寄存器控制输入引脚是大多数 A/D 转换器所没有的，它们用来选择输出数据的形式和转换脉冲长度。AD574 的引脚如图 3-4 所示。

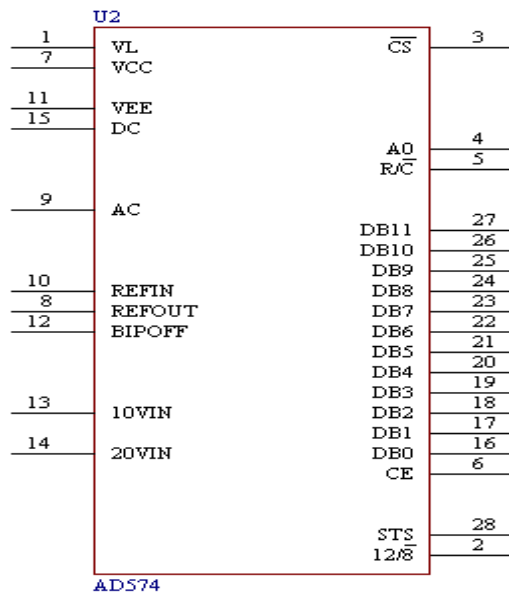


图 3-4 AD574 引脚图

主要引脚功能：

(1)CE 是转换器的启动和数据读出端。 \overline{CS} 和 R/\overline{C} 引脚来控制的。当 CE=1 时， $\overline{CS}=0$ ，且 $R/\overline{C}=0$ 时，转换过程开始；而 CE=1， $\overline{CS}=0$ ，而 $R/\overline{C}=1$ 时，数据可以被读出。

(2) $12/\overline{8}$ 为数据格式选择端。当 $12/\overline{8}=1$ 时，双字节输出，即 12 位数据线同时生效输出，可用于 12 位或 16 位微型计算机系统。 $12/\overline{8}=0$ 时，为单字节输出，可与 8 位 CPU 接口连接，AD574 采用左对齐的数据格式， $12/\overline{8}$ 与 A 配合，使数据分两次输出。A=0 时，高 8 位数有效。A=1 时，则输出低 4 位数据加 4 位附加 0。请注意， $12/\overline{8}$ 引脚不能有 TTL 电平控制，必须直接接至 +5V（引脚 1）或数字地（引脚 15）。

(3)A 为字节选择端。A 引脚有两个作用，一是选择字节长度；二是与 8

位微处理器兼容时，用来选择读出字节。在转换之前，设 $A=1$ ，AD574 按 8 位 A/D 转换，转换时间为 $10\mu s$ 。设 $A=0$ ，12 位 A/D 转换，转换时间为 $25\mu s$ ，这与 $12/\bar{8}$ 的状态无关。再读周期中， $A=0$ 时，高 8 位数据有效； $A=1$ 时，则低 4 位数据有效。注意，如果 $12/\bar{8}=1$ ，A 的状态不起作用。

综上所述，可写出 AD574 控制信号组合表，如表 3-2 所示。

表 3-2 AD574 控制信号组合表

CE	\overline{CS}	R/\overline{C}	$12/\bar{8}$	A	操作
0	x	x	x	x	禁止
x	1	x	x	x	禁止
1	0	0	x	0	启动 12 位转换
v	0	0	x	1	启动 8 位转换
1	0	1	接 1 脚 (+5V)	x	输出数据格式为并行 12 位
1	0	1	接地	0	输出数据格式为并行 8 位
1	0	1	接地	1	低 4 位加上尾随 4 个零

数据线 DB0 到 DB11，高 8 位接于 P00 到 P07，低 4 位接于 P04 到 P07。数据格式控制端 $12/\bar{8}$ 接地，可与 8 位单片机兼容，12 位数据分两次传送。WR, RD 与非门后，接于 CE，无论读或写， $CE=1$ 时 AD574 均工作。 R/\overline{C} 通过 74LS373 接于 P01，只要 $P01=0$ 则启动转换器； $P01=1$ 则读取转换结果。

A0 通过 74LS373 接于 P00，即接于 P00 的状态可控制转换位数和读取字节的方式。

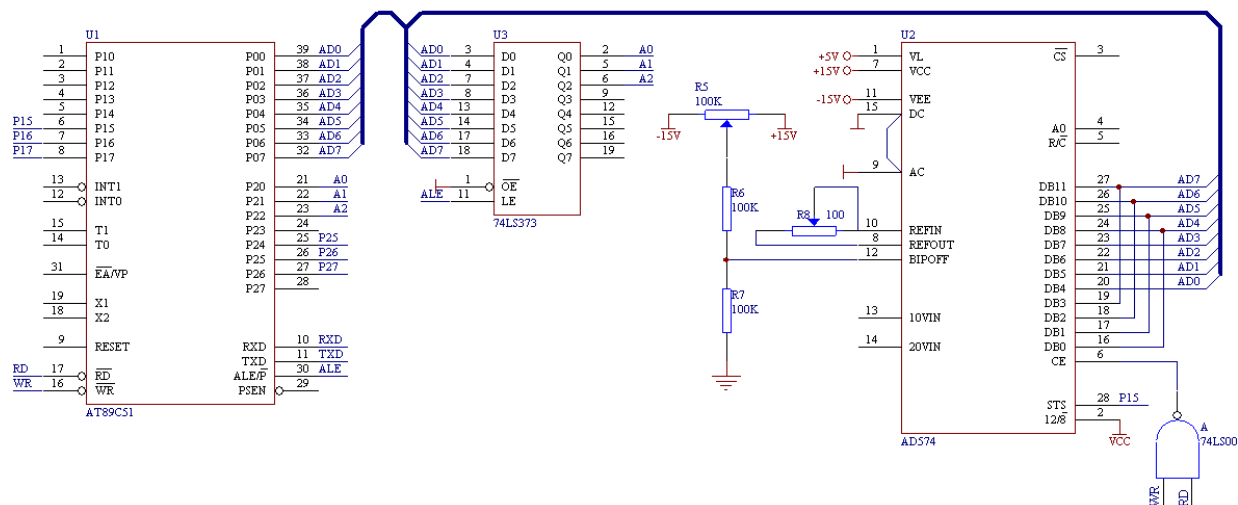


图 3-5 AD574 与单片机接口电路图

3.5 数据存储电路

AT89C51 单片机片内有 128B 的 RAM, 在实际应用中仅靠这 256B 的数据存储器是远远不够的。这种情况下可利用 MCS-51 单片机所具有的扩展功能扩展外部数据存储器。MCS-51 系列单片机最大可扩展 64KB。常用的数据存储器有静态数据存储器 and 动态数据存储器。由于在实际应用中, 需要扩展的容量不大, 所以一般情况采用静态 RAM。6264 是静态 RAM 扩展。

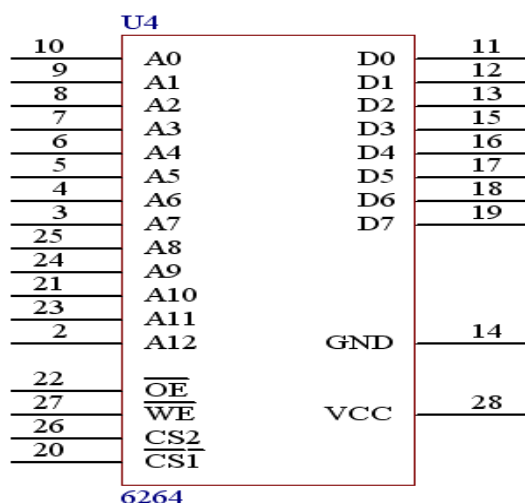


图 3-6 6264 引脚图

6264 是 8K×8 位静态随机存储器, 采用 CMOS 工艺制造, 单一+5V 电源供电, 额定功率 200mW, 典型存取时间 200ns, 采用双译码编址方式, 为 28 线双列直插式封装, 其引脚如图 3-6 所示, 工作方式选择如表 3-3 所示, 6264 与 AT89C51 硬件连接图 3-7 所示。其引脚功能如下所述:

(1)地址线 A12~A0 (13 条): A12~A0 位输入地址线, 用于传送 CPU 送来的址编码信号, 高电平表示为“1”, 低电平表示“0”。

(2)数据线 D7~D0 (8 条): D7~D0 位双向数据线, D7 为最高位, D0 位最低位, 正常工作时, D7~D0 用来传送 6264 的读写数据。

(3)控制线 (4 条):

①允许输出 \overline{OE} : 该输入线用于控制从 6264 中读出的数据是否送到数据线 D7~D0 上。

②片选输入线 CS1 和 $\overline{CS1}$ ：若 CS1=1 和 $\overline{CS1}$ =0，则本芯片被选中工作；否则，本 6264 不被选中工作。

③读写命令线 \overline{WE} ：若 \overline{WE} 为高电平，则 6264 建立读出工作状态；若 \overline{WE} 为低电平，则 6264 处于写入状态。

(4)电源线（2 条）：VCC 为+5V 电源线，允许在±10%范围内波动；GND 为接地线^[11]。

AT89C51 单片机外接数据 RAM 时，P2 口输出存储器的高 8 位，P0 口分时输出地址的低 8 位和传送指令字节或数据。P0 口先输出低 8 位地址信号，在 ALE 有效时将它锁存到外部地址锁存器中，然后 P0 口作为数据总线使用，此处地址锁存器选用 74LS373，实际电路连接如图 3-7 所示。

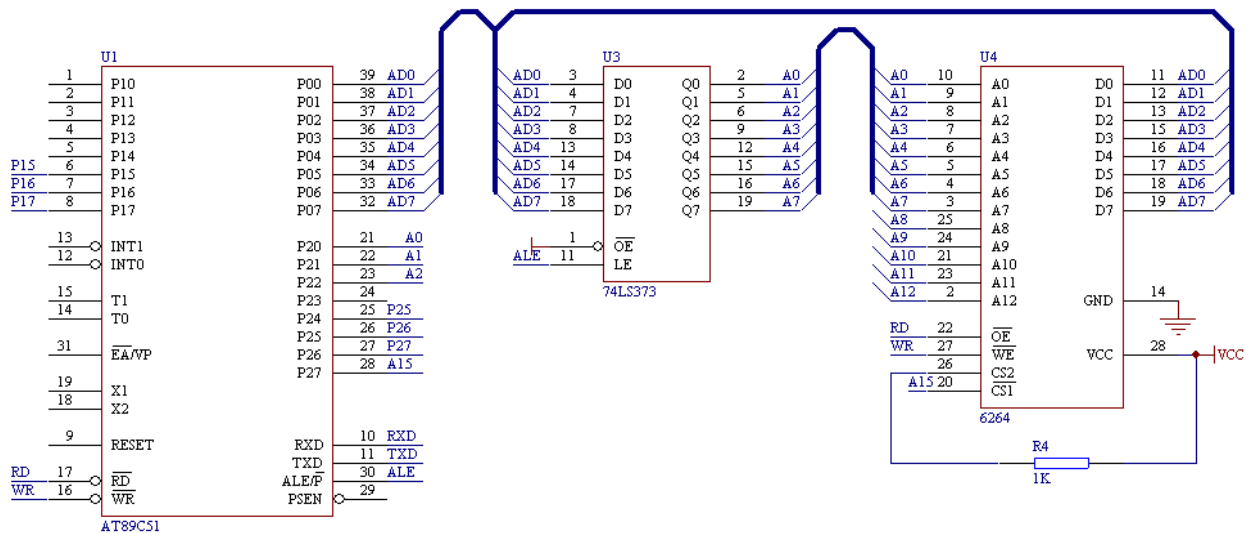


图 3-7 6264 与 AT89C51 硬件连接原理图

3.6 LED 显示电路

进入二十一世纪以来，显示技术作为人机联系和信息展示的窗口，已应用于娱乐、工业、军事、交通、教育、航空航天、卫星遥感和医疗等各个方面，显示产业已经成为电子信息工业的一大支柱产业。在我国，显示技术及相关产业的商品在信息产业的总产值的 45%左右。

电子显示器可分为主动发光型和非主动发光型两大类。前者是利用信息来调制各像素的发光亮度和颜色，进行直接显示；后者本身不发光，是利用信息调制外光源而使其达到显示的目的。显示器器件的分类有各种方式，按显示内容、形状分为数码、字符、轨迹、图表、图形的图像显示器；按所用显示材料可分为固体、液体、气体、等离子体和液晶显示器。

单片机应用系统中，常用的显示器件有 LED（发光二极管显示器）和 LCD（液晶显示器）。这两种器件都具有成本低廉、配置灵活、与单片机接口方便的特点。随着电子技术的飞速发展。近年来，也开始出现有配置简易形式的 CRT 显示器，以方便图形显示。

LED 显示块是由发光二极管显示字段的显示器件。这种显示块有共阴极和共阳极两种。共阴极 LED 显示块的发光二极管共地。当某个发光二极管的阳极为高电平时，发光二极管点亮；共阳极 LED 显示块的发光二极管阳极并接，当某个发光二极管的阴极为低电平时，发光二极管点亮。在单片机应用系统中通常使用的是七段 LED 显示块中有 8 的发光二极管，也叫 8 段显示器。其中 7 个发光二极管构成 7 笔字型“8”；一个发光二极管构成小数点的“.”。7 段发光二极管，再加上一个小数点位，共计 8 位，因此提供给 LED 显示器的字型数据正好一个字节。本设计选用的显示块是共阴极的 LED（共阴极 LED 显示块的发光二极管阴极接地，当某个发光二极管的阳极为高电平时，发光二极管点亮）。

将单片机 I/O 口的 8 位线与显示块的发光二极管的引出端（a~dp）相连，共阴极低电平有效，选通有效后 8 位并行输出口输出不同的数据就点亮相应的发光二极管，获得不同的数字或字符。共阴极和共阳极 LED 数码显示器的字模如表 3-3。

表 3-3 LED 显示器字模表

显示字符	共阳极	共阴极	显示字体	共阳极	共阴极
0	C0H	3FH	b	83H	7CH
1	F9H	06H	c	C6H	39H
2	A4H	5BH	d	A1H	5EH
3	B0H	4FH	E	86H	79H
4	99H	66H	F	8EH	71H
5	92H	6DH	P	8CH	73H
6	82H	7DH	U	C1H	3EH
7	F8H	07H	Y	91H	31H
8	80H	7FH	H	89H	6EH
9	90H	6FH	L	C7H	76H
a	88H	7FH	“灭”	FFH	00H

单

片

机控制控制 LED 显示器工作时,要提供段选码和位选码,减轻软件负担,选码通常用硬件译码芯片获得。这些芯片常用的有:

(1)CD-7 段译码驱动器。其功能是输入 BCD 码,输出 7 段显示器的字行码。如 MC14558 等。

(2)D-7 段译码驱动器。其功能是输入 BCD 码,输出 7 段显示器的字型码,且内带段输出驱动器。如: MC14547、74LS47 等。上述两类接口芯片无输入锁存能力。

(3)BCD-7 段锁存/译码/驱动器。其功能是输入 BCD 码,经锁存、译码后输出 7 段显示器的字型码,并带段输出驱动器,如 MC14513、MC14495。

本设计显示部分选用 LED 显示器,其由发光二极管组成,采用动态显示方法;74LS138 实现位选,CD4534 段选。

74LS138 是一个 3-8 译码器,共 16 个引脚,其引脚说明如下:

(1)A、B、C: 选择端即信号输入端;

(2)E1、E2、E3: 使能端,其中 E1、E2 低电平有效,E3 高电平有效;

(3)Y0~Y7: 译码输出信号,始终只有一个为低电平;

(4)Vcc: 电源端,+5V;

(5)GND: 线路地。

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/305021031244012010>