

第五届“飞思卡尔”杯全国大学生 智能汽车竞赛

技 术 报 告

附录 A 基于双舵机控制的 S 弯识别算法

学 校： 电子科技大学

队伍名称： 极 速

参赛队员： 张明吉

陈正华

吴 亮

带队教师： 刘 震

关于技术报告和研究论文使用授权的说明

本人完全了解第四届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛关保留、使用技术报告和研究论文的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人，比赛组委会和飞思卡尔半导体公司可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛模型车的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。

参赛队员签名：

带队教师签名：

日 期：

摘要

本文主要讨论了基于 Freescale 公司的 XS128 芯片制作的自主巡线智能车的设计方案和原理。文章将从机械结构设计，硬件电路设计，软件算法设计以及调试经验等四个方面全面介绍智能车的制作及调试过程。

该车主要由摇头伺服电机和激光传感器构成的道路检测随动子系统，驱动电机以及机械传动齿轮构成的动力子系统，连杆机构以及转向伺服电机构成的转向子系统，速度检测系统以及以 XS128 为中心的电路子系统构成。结合软件 PID 控制理论完成了智能车自主巡线的功能。

在调试过程中主要应用 MATLAB 和 LABVIEW 处理蓝牙模块发回的数据可以使调试过程更加得心应手。

关键词：Freescale 智能车 巡线 PID 激光传感器

Abstract

In this essay, we mainly discuss the philosophy and designing experiences of self-directed smart vehicle model based on the chip XS128 produced by Freecale company. The passage is consisted of four parts which are the designing of mechanical mechanism, the designing of circuit, the designing of program and some experiences of debugging.

The servo subsystem formed by servo motor which is used to control the direction of laser sensor, the driver subsystem formed by DC-motor and the mechanism of gears, the directing subsystem formed by the other servo motor and the mechanism of connecting bar, the speed detecting subsystem and the circuit subsystem finally form the whole vehicle model. With the help of PID theory, we accomplish the mission and made a self-directed smart car.

During the period of debugging, we use Matlab and Lab-view to process the data got from blue-tooth block which makes things easier.

Key words: Freescale, smart car, self-directed, laser sensor

目录

| | |
|--------------------------|-----|
| 附录A 基于双舵机控制的S弯识别算法..... | I |
| 关于技术报告和研究论文使用授权的说明 | I |
| 摘要 | II |
| Abstract..... | III |
| 第一章 引言 | 1 |
| 第二章 机械结构设计 | 3 |
| 2.1 概述 | 3 |
| 2.2 车体布局 | 4 |
| 2.3 舵机安装 | 4 |
| 2.3.1 摇头舵机 | 4 |
| 2.3.2 方向控制舵机 | 5 |
| 2.4 重心平衡 | 7 |
| 2.4.1 重心高度 | 7 |
| 2.4.2 重心与中心线偏离程度 | 7 |
| 2.4.3 重心前后调整 | 8 |
| 2.4.4 重心简易测量方法 | 8 |
| 2.5 转向机构调整 | 8 |
| 2.5.1 机械刹车 | 9 |
| 2.5.2 前轮C型罩修整..... | 9 |
| 2.6 四轮定位 | 10 |
| 2.6.1 主销内倾 | 10 |
| 2.6.2 前轮前束 | 10 |

| | |
|------------------------|----|
| 2.6.3 主销后倾 | 10 |
| 2.7 传动机构 | 11 |
| 2.8 编码器安装 | 12 |
| 第三章 硬件电路设计 | 13 |
| 3.1 总述 | 13 |
| 3.2 电路系统框图 | 13 |
| 3.3 电路 PCB 布局 | 14 |
| 3.4 电源管理 | 15 |
| 3.4.1 电源管理框图 | 15 |
| 3.4.2 电池的合理使用 | 15 |
| 3.4.3 各模块供电情况分析 | 15 |
| 3.4.4 电源芯片的选择 | 16 |
| 3.6 驱动电路 | 17 |
| 3.6.1 总述 | 17 |
| 3.6.2 驱动芯片的选择 | 17 |
| 3.7 最小系统设计 | 18 |
| 3.8 速度检测电路 | 18 |
| 3.9 激光传感器电路原理浅析 | 19 |
| 3.9.1 总述 | 19 |
| 3. 9.2 激光发射管原理概述 | 19 |
| 3.9.3 激光发射管的相关参数 | 19 |
| 3.9.4 激光调制电路 | 20 |
| 3.10 传感器布局简析 | 20 |
| 第四章 算法设计 | 23 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 4.1 程序流程图: | 23 |
| 4.2 舵机控制 | 23 |
| 4.2.1 摆头舵机控制 | 24 |
| 4.2.2 打角舵机控制 | 24 |
| 4.3 电机控制 | 24 |
| 4.3.1 综述 | 24 |
| 4.3.2 调速 | 24 |
| 4.3.3 速度分配 | 24 |
| 4.4 软件调试 | 25 |
| 4.4.1 硬件: | 25 |
| 4.4.2 软件: | 25 |
| 4.5 舵机及调速 PID 控制原理 | 25 |
| 第五章 调试 | 27 |
| 5.1 Code warrior IDE 编译环境 | 27 |
| 5.2 在线调试 | 27 |
| 5.3 蓝牙模块与 Matlab 串口通信 | 28 |
| 5.3.1 蓝牙模块 | 28 |
| 5.3.2 Matlab 串口通信与数据分析 | 28 |
| 5.3.3 Matlab 数据分析 | 28 |
| 第六章 车模技术参数 | 31 |
| 第七章 结论 | 33 |
| 7.1 概述 | 33 |
| 7.2 特色 | 33 |
| 7.2.1 采用激光传感器: | 33 |

| | |
|------------------------------|----|
| 7.2.2 使用双舵机 | 33 |
| 7.2.3 多种弯道的识别 | 34 |
| 7.3 存在的问题 | 34 |
| 7.3.1 机械结构不稳定 | 34 |
| 7.3.2 电路系统有发热现象 | 34 |
| 7.3.3 软件调试数据分析工具操作过于复杂 | 34 |
| 第八章 致谢 | 35 |
| 第九章 参考文献 | 37 |
| 附录 A 基于双舵机控制的 S 弯识别算法 | 39 |
| 摘要 | 39 |
| A. 1 具体算法思想 | 39 |
| A. 2 具体程序 | 40 |
| A.3 算法效果 | 42 |
| 附录 B 参考程序 | 43 |

第一章 引言

“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车竞赛是一项以汽车电子为背景,涵盖控制、模式识别、传感技术、电子、电气、计算机、机械等多个学科的科技创意性比赛,由教育部高等学校自动化教学指导分委员会主办、飞思卡尔半导体公司协办。现在,该赛事已发展成为教育部面向全国大学生的大型专业竞赛之一,对培养学生的综合工程能力、创新精神、实践动手能力及团结协作精神均具有良好的促进作用。

通过历时五个月的学习、制作、调试我们极速队最终实现了智能车的基本功能并顺利进入全国决赛。在这五个月中,我们学习前人经验,发挥创新精神,勇于攻克技术难题,团结进取是我们的理论联系实际能力,动手实践能力以及团队协作能力有了很大的提高。

本文主要讨论了基于 Freescale 公司的 XS128 芯片制作的自主巡线智能车的设计方案和原理。文章将从机械结构设计,硬件电路设计,软件算法设计以及调试经验等四个方面全面介绍智能车的制作及调试过程。

本文内容涉及汽车动力学,机械设计基础,电力驱动技术,激光传感技术,数学实验等不同学科。其引用的相关文献将在文章结尾列举。

第二章 机械结构设计

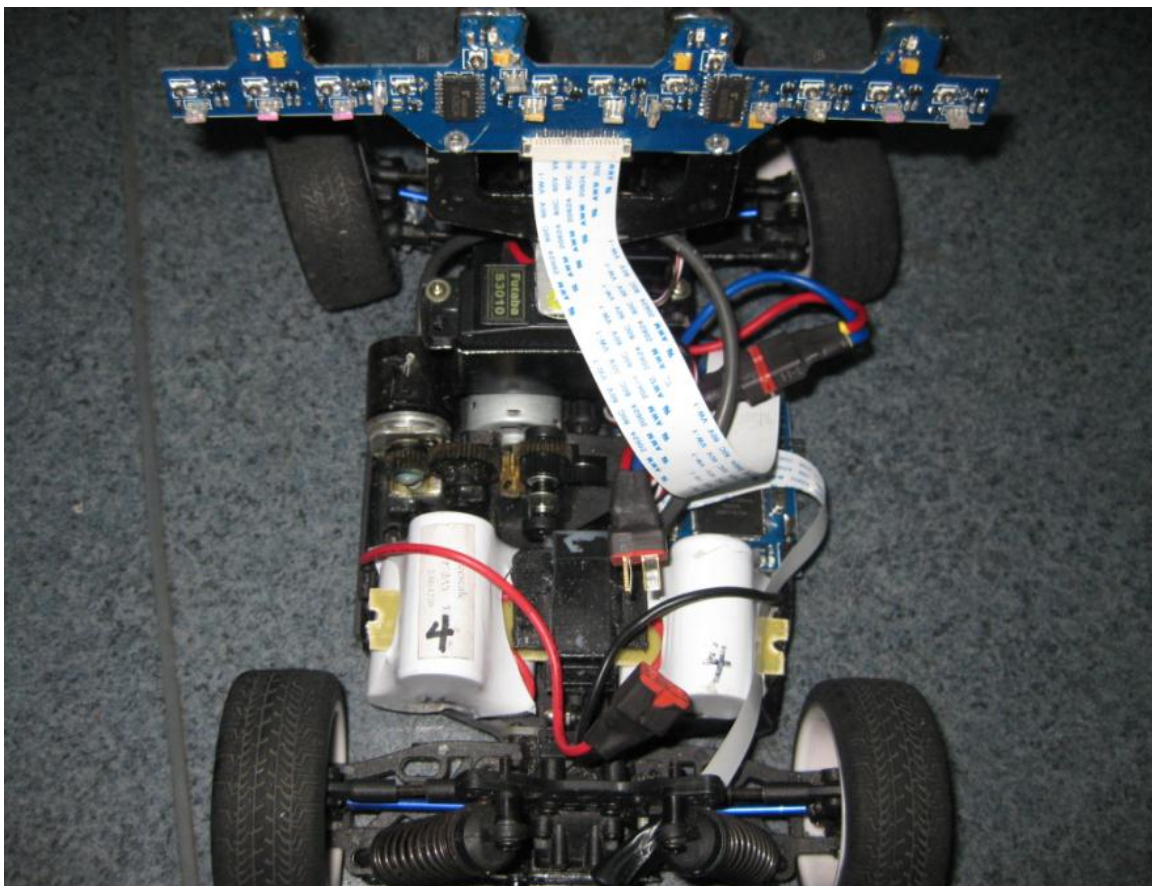


图 2.1 整车俯视图

2.1 概述

本智能车是在‘京商-mini777’车模的机械架构基础上改装而成。机械结构是智能车制作成败的关键因素。虽然软件在一定程度上可以弥补机械结构上的不足，但是机械结构的合理，严谨设计决定了车模在运行过程中的极限参数。

本章将从车体布局、舵机安装、重心平衡、转向机构调整、四轮定位、传动机构、编码器安装等七个方面介绍我们队伍的机械结构设计方案。

2.2 车体布局

本车模机械结构复杂，为了平衡重心结构和提高车体机械性能的稳定性，经过长时间尝试，我们最终决定了运用如图 2.1 所示的车体布局方案。该方案的优点是能够有效平衡车体重心，机械结构相对简单，各模块之间的内聚性高，耦合性小等。

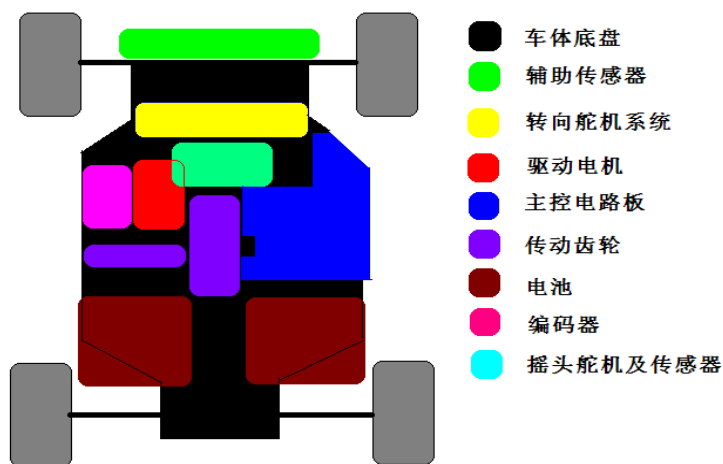


图 2.2 车体机械结构布局示意图

在调试过程中，如果某一模块出现故障，能够在不影响其他模块的情况下，快速修复。此外，在平时调试时，我们在车体前方加了防撞措施。出于降低车体总质量的考虑，我们决定在比赛时去掉。

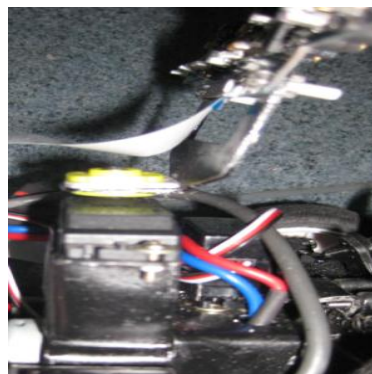
2.3 舵机安装

舵机安装的好坏决定了所控制部件的性能。本小节将分为两部分分别介绍摇头舵机和方向控制舵机的安装方式及方案对比。

2.3.1 摇头舵机

摇头舵机是道路检测子系统的主要部件。摇头舵机的稳定性，重心分布和水平程度是安装过程中所需要考虑的主要因素。

经过西部赛区比赛和经验交流，我们发现使用摇头的安装情况大同小异。在此，各种方案对比不再赘述。下面仅对我队所采用的安装方式进行简略介绍。



我们队伍所采用的摇头机构如图所示

该安装方式的优点是：

图 2.3 摇头舵机安装图

一：平衡重心：由于车模固有驱动结构的影响，致使车模总体重心便向车中心线的左方。利用舵机结构的不对称性，可以有效的平衡重心。

二：安装独立性高：可以独立拆卸而不影响其他结构。这点在调试过程中给重心的前后平衡调整带来了极大的方便。

三：水平性好：摇头传感器的水平性是影响道路检测效果的重要因素。如果安装不水平，那么在传感器摆动过程中前瞻距离会随着摆动角度的不同而不断变化，给程序调试以及车体稳定性带来了极大的消极影响。影响赛道的正确识别，特别是在十字线和起跑线的识别上容易发生错误。

2.3.2 方向控制舵机

舵机安装的好坏决定了车体在弯道时所能达到的极限速度。方向控制舵机安装时主要考虑的因素有：重心，最大转角，等效力臂长度，响应速度，极限拉力等因素。

目前比较主流的安装方式主要有：

靠前立式安装：将转向舵机安装在车头前轮差速器上方。经实验验证，该法限制了舵机力臂长度致使转向过程中拉力过小，而且车体重心靠前对前轮转向压力过大降低了转向性能。（经粗略统计，西部赛区使用B型车模的队伍占40%左右）

靠后立式安装：将转向舵机安装在智能车前传动轴上方。经实验验证，该法限制了舵机力臂长度致使转向过程中拉力过小，带来的消极影响车体稳定性较低，重心过高等问题。



图 2.4 靠后立式安装实物图

传统安装：在比赛前期我们尝试过改进车体原有机械结构的舵机安装，该安装方式的优点是能够提供比较大的转向拉力，但是缺点也比较明显。其一，舵机出力臂较短导致反应速度较低，在 S 弯处尤其明显。其二，机械结构复杂，经常容易出现故障，维修不方便导致可靠性低，拆卸后难以恢复原有状态。



图 2.5 传统安装实物图

卧式安装：这种安装方式是我们队目前所采用的安装方式。其特点是：

一：舵机拆装方便：由于舵机的稳定性较差，容易发生内部齿轮断裂和烧毁内部驱动电机，拆装的方便是转向舵机结构设计时必须考虑的因素之一。

二：力臂长度较为灵活；在实验过程中，舵机力臂在不断调整。最终确定为 20mm，这样的安装方式为确定舵机力臂提供了方便。

三：有效减少舵机虚位：舵机的虚位是由于舵机制造过程中内部齿轮中心距，轴距，模数等相关参数引起的，本舵机安装方式采用较厚的力臂，能有效减少舵机前后的虚位。

经过实验和优缺点对比，我们最终决定采用卧式安装。

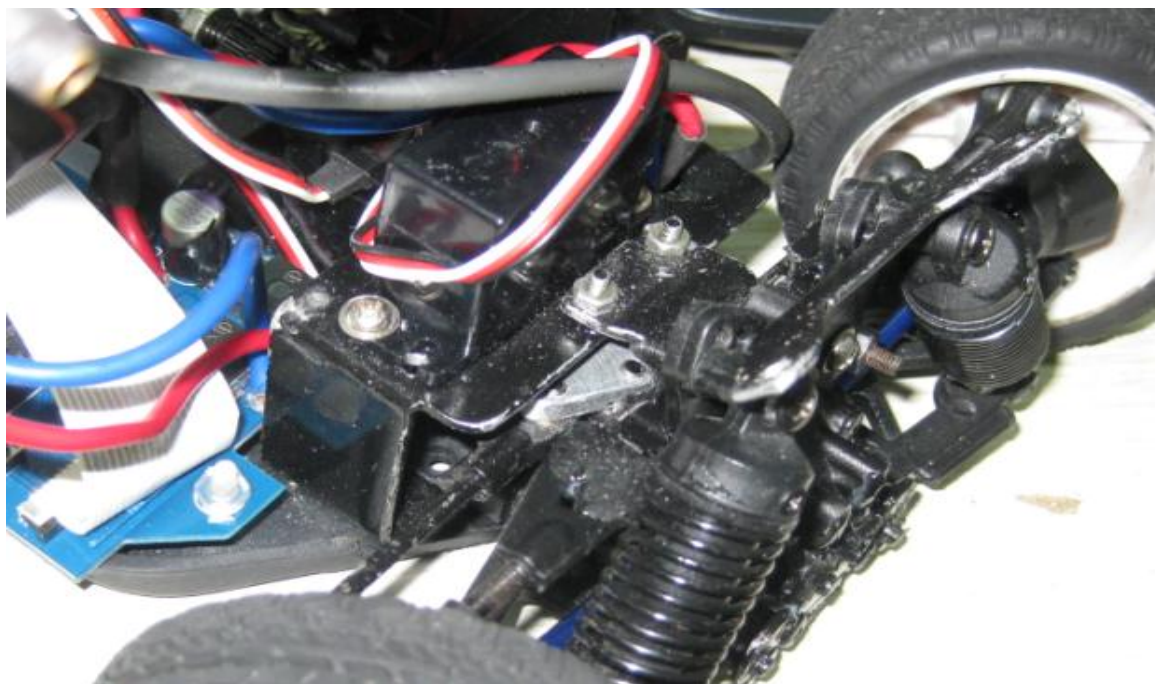


图 2.6 卧式安装实物图

2.4 重心平衡

重心是影响智能车稳定性以及转向性能的关键因素之一。其调节的原则应当是在车模必须构件的安装中寻找方法，尽量不额外附加配重。这样车上的每个构件不仅具备其原有功能，更起到平衡重心的作用。

本小节将从重心高度调节呢重心、中心线偏离程度调节、重心前后调节四重心测量方法等四个方面入手讨论智能车设计过程中重心平衡问题。

2.4.1 重心高度

重心的高度是影响智能车稳定性的因素之一。当重心高度偏高时，智能车在转弯过程中会发生后轮抬起，即‘抬脚’现象，严重时甚至翻车。

本队重心高度的调节主要从以下方面着手：

一、车底盘高度调整：合理的底盘刚度和底盘高度调节会提高智能车的加速性能。智能车的重心应该越低越好，降低地盘时实现重心下降的较为直接的方式。应注意到底盘高度的调节是将智能车的其他性能提高以后间接的帮助加速性能提高。但是由于赛道中坡道的限制，底盘的高度在低于 5mm 时将会冲撞坡道，并不使地盘受到不必要的磨损和震荡，剧烈的冲击甚至会撞坏转向机构。因此地盘距离地面高度不能低于 5mm。降低底盘的方式可以通过在减震弹簧中增加套管实现

二、车体构件高度调整：在智能车改装过程中，我们一直把重心作为考虑因素之一。使重量的分布尽量靠近底盘。此外更小体积的电路板可以恰好镶嵌在底盘其他构件的空隙之中。

三、紧固螺丝：在智能车对于紧固程度要求不高的地方，如电路板固定螺丝，传感器定位螺丝等，采用尼龙材质的螺丝；在车底盘等高度较低的地方采用车模原配螺丝。这样不仅可以降低整车重量，而且可以使重心高度尽量降低。

2.4.2 重心与中心线偏离程度

重心与中心线偏离程度主要影响左右转弯性能的对称性。车模固有结构重心与重心线严重偏离，因此，应该在再设计过程中予以纠正使之尽量靠近中心线。方法请参照 2.4.1。

2.4.3 重心前后调整

调试经验证明，前后重心应位于中间差速齿轮箱附近。此时车体性能较好。

重心过于靠前将引起前轮压力过大，转向舵机需要更大的极限拉力（为提供更大的极限拉力必须短力臂，但此举降低了转向反应速度）。

重心过于靠后引起前轮压力过小，前轮抓地力不牢，转向性能下降。

2.4.4 重心简易测量方法

一、绳子测量法：利用拉紧的绳子，将车放于其上，使绳子平行（测中心偏离中心线程度）或垂直于车体中心线（测重心前后偏移程度），移动车子使车在绳子上平衡。平衡处既是车重心所在直线。



图 2.7 单点测量重心法

二、单点测量法：利用凸型物体（如鼠标，车模配套十字架等）将车放于其上，使之平衡。平衡处即是重心。注：此法不适于测量重心高度。如上图所示

2.5 转向机构调整

如前所述，转向机构是制约智能车极限速度的关键因素。本小节将介绍我们队伍在调试过程中对转向性能起到主要作用的两个构件即：机械刹车和前轮 C 型罩修整。

2.5.1 机械刹车

利用机械刹车机构可以有效的提高转向性能。机械刹车的原理可以简述如下：当汽车在转向过程中如果前轮内轮的速度低于外轮的速度，转向性能可以有效提高。例如，当汽车向左转向时，如果能够使左轮速度低于右轮速度，那么车体的转向效果将明显好于两轮同速的情况。反之，如果汽车向左转向，而左轮转速高于右轮转速，车体转向性能将在很大程度上降低。



图 2.8 机械刹车实拍

机械刹车的结构如图所示：图中黑色部分与车体连成一体，白色部分是尼龙螺杆，当舵机达到最大转角时可使内轮转速锐减。车体在正常行驶过程中该结构不起作用。

注：在调节过程中，减速螺杆不可过度调节。过度调节将导致车轮在弯道行驶中产生抱死情况，速度锐减。同样的功能也可以通过调节差速器松紧程度来调节。但是由于差速机构复杂，并且不易调节。这种方法更加简单实用。

2.5.2 前轮 C 型罩修整

车模‘京商 mini777’本是越野车，原装车模的转向性能不能满足像飞思卡尔智能车大赛这样的竞速赛转向要求。期限至因素除前述转向舵机安装方案之外就是前轮 C 型罩处的塑料连杆限制了转向的极限角度。

调试经验证明通过切割 C 型罩和连杆内壁可以使最大转角增加 8 到 12 度左右。



图 2.9 前轮 C 型罩修整效果

2.6 四轮定位

2.6.1 主销内倾

主销内倾的调整应该保持在一个合适的范围，“一般来说 $0^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 度范围内皆可”。在实际的调整中，只要将角度调整为 5° 左右就会对于过弯性能有明显的改善。如果赛道比较滑，可以将这个角度再调节的大一些。在实际制作中，这个角度调节为 8° 左右。

2.6.2 前轮前束

前轮前束的调整是方便的。主销内倾的调整由于要拧开螺丝钉，固定件又为塑料，所以频繁的调整容易引发滑丝现象。而前束不会，所以调整前束是最安全、方便的。

前轮前束调整最好与主销内倾保持一致，前束在摩擦大的时候有明显的效果。但是一定不要太大，适当的放开一两圈就够了。

由于前面转向系统磨损严重，一定要定时检查固定螺丝是否松动，不然将严重影响智能车行驶。甚至损坏智能车。

调节合适的前轮前束在转向时有利过弯，还能提高减速性。将前轮前束调节成明显的内八字，运动阻力加大，提高减速性能。由于阻力比不调节前束时增大，所以直线加速会变慢。

智能车采用稳定速度策略或者采用在直道高速弯道慢速的策略时，应该调节不同的前束。后一种策略可以适当加大前束。

2.6.3 主销后倾

主销后倾的作用是增加汽车直线行驶时的稳定性和在转向后使前轮自动回正。

由于主销后倾，主销（即转向轴线）与地面的交点位于车轮接地点的前面。这时，车轮因受到地面的阻力，总是被主销拖着前进。这样，就能保持行驶方向的稳定。当汽车转弯时，由于离心力的作用，地面对车轮的侧向反力作用在主销的后面，使车轮有自动回正的趋势。

主销后倾角越大，方向稳定性越好，自动回正作用也越强，但转向越沉重。实际汽车主销后倾角一般不超过 30，由前悬架在车架上的安装位置来保证。本车模的实际主销后倾角大概在 15-20 度左右。由于智能车行驶的速度较低，可以适当减小主销后倾角，方法如图。图中下方与车体连接孔的高度调节可以在一定范围内调整主销后倾角。



图 2.10 主销后倾调整

2.7 传动机构

由于本车模是四轮驱动，因此传动机构即差速器的调整将影响车模的加速性能和转弯性能。

智能车在拐弯时车轮的轨线是圆弧，如果汽车向左转弯，圆弧的中心点在左侧，在相同的时间里，右侧轮子走的弧线比左侧轮子长，为了平衡这个差异，就要左边轮子慢一点，右边轮子快一点，用不同的转速来弥补距离的差异。

如果轮轴做成一个整体，就无法做到两侧轮子的转速差异，也就是做不到自动调整。

当转弯时，由于外侧轮有滑拖的现象，内侧轮有相对滑动的现象，两个驱动轮此时就会产生两个方向相反的附加力，由于“最小能耗原理”，必然导致两边车轮的转速不同，从而破坏了三者的平衡关系，并通过半轴反映到半轴齿轮上，迫使行星齿轮产生自转，使外侧半轴转速加快，内侧半轴转速减慢，从而实现两边车轮转速的差异。

驱动桥两侧的驱动轮若用一根整轴刚性连接，则两轮只能以相同的角度旋转。这样，当汽车转向行驶时，由于外侧车轮要比内侧车轮移过的距离大，将使外侧车轮在滚动的同时产生滑拖，而内侧车轮在滚动的同时产生滑转。即使是汽车直线行驶，也会因路面不平或虽然路面平直但轮胎滚

动半径不等（轮胎制造误差、磨损不同、受载不均或气压不等）而引起车轮的滑动。

车轮滑动时不仅加剧轮胎磨损、增加功率和燃料消耗，还会使汽车转向困难、制动性能变差。为使车轮尽可能不发生滑动，在结构上必须保证各车轮能以不同的角度转动。

传动机构一般调节到同时拨动两个前轮或连个后轮时，中间差速齿轮能够跟着转动的情况，同时，用手推动智能车，声音圆滑无齿轮打齿的声音为理想状态。

2.8 编码器安装

编码器是速度控制的核心要素，其安装的好坏将直接影响传动机构，重心平衡，测速平稳性，以及速度控制精度。

影响测速精度的因素主要在于两方面：第一，编码器固有精度，即标称线数。但是随着线数增多，编码器体积会随之增大。给安装带来不便，甚至不可行。第二，此外在空间约束条件下可以通过采用尽量小的齿轮作为编码器输入齿轮。我们的安装方式如图所示，其齿轮采用塑料齿轮，模数为 M5，能够较好的与传动机构啮合。由于空间所限，采用惰轮传动。

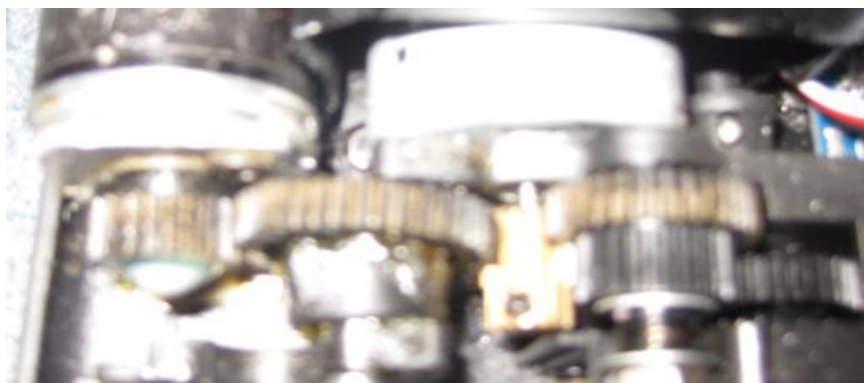


图 2.11 编码器安装实拍

第三章 硬件电路设计

3.1 总述

电路部分主要包括传感器电路，电源电路，测速电路，MCU 最小系统，驱动单元电路以及一些辅助电路。通过前端传感器和测速装置采集小车当前的位置和速度信息，对数据进行分析并达到对小车实时的闭环控制。

3.2 电路系统框图

在电路系统设计中，我们秉承的原则是“简单高效稳定”。电路中包括的模块如下图所示。

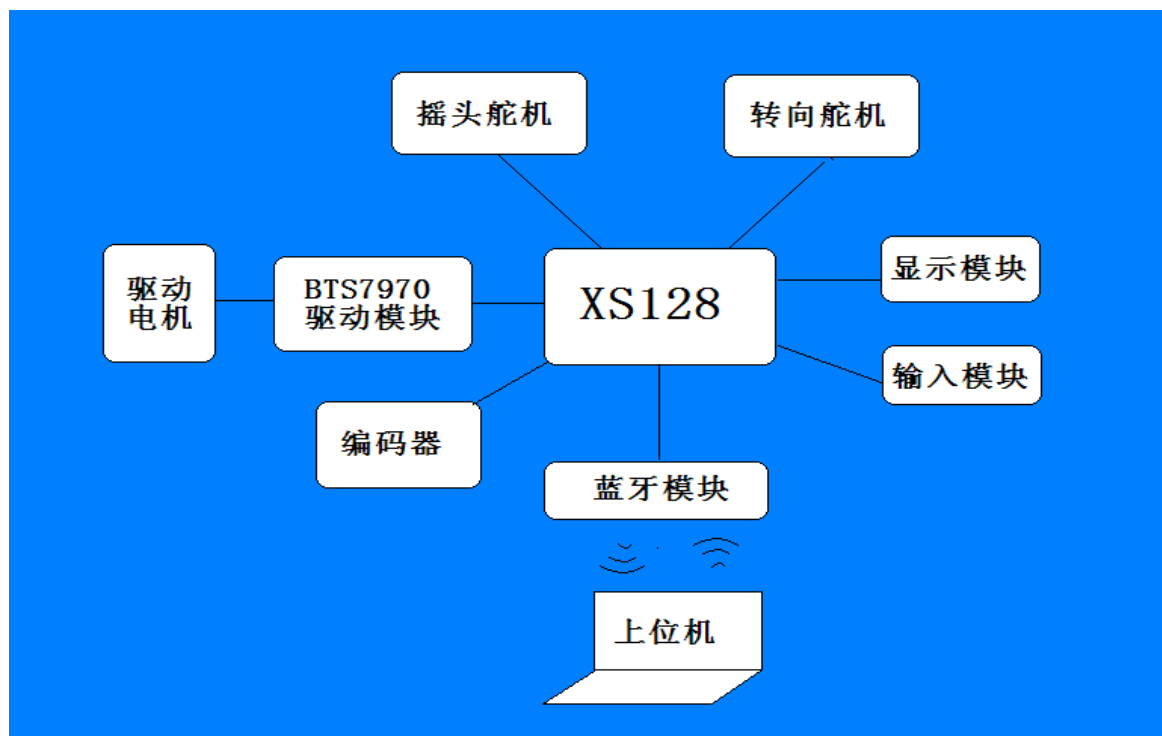


图 3.1 电路系统框图

3.3 电路 PCB 布局

在后期的调试过程中我们发现，重心的高度对车的弯道极限速度有很大的限制，因此做出更小的 PCB 电路主控版显得更加紧急。经不断改进最终确定板型如下。

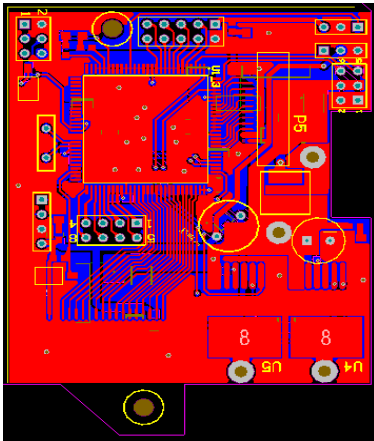


图 3.2 最小系统 PCB 布局

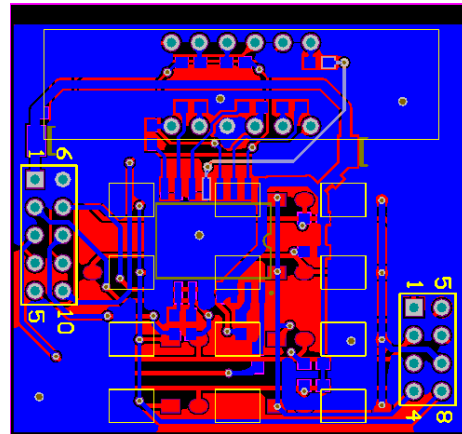


图 3.3 按键 P C B 布局图



图 3.4 激光传感器 P C B 布局图

主传感器的设计我们采取 12 发射管配合 4 接收管。

3.4 电源管理

3.4.1 电源管理框图

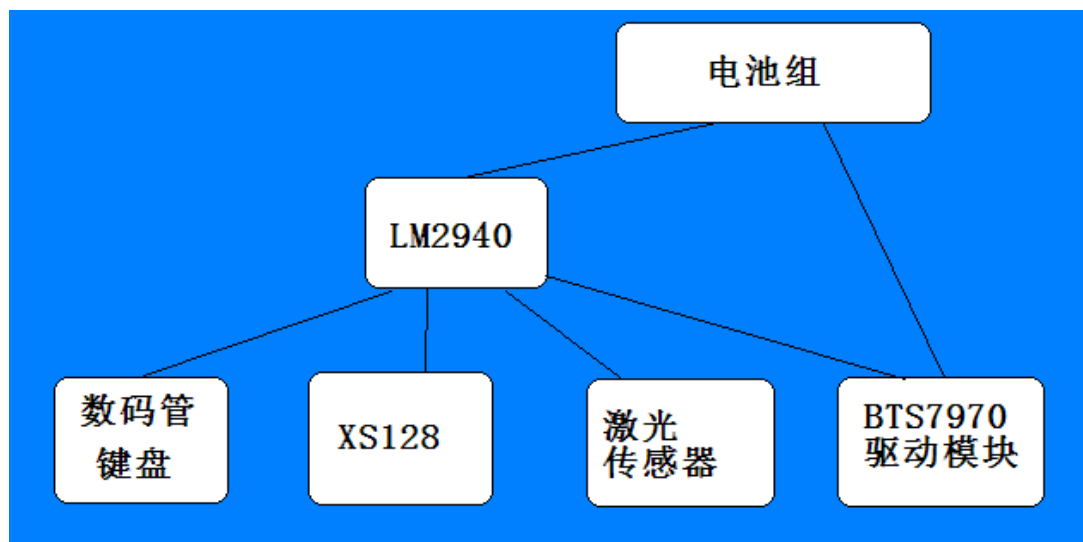


图 3.5 电源管理框图

3.4.2 电池的合理使用

飞思卡尔智能车的电源为大赛组委会提供的 7.2v 镍-镉充电电池。该电池记忆性较强，因此合理的充放电是保护电池的必要措施。合理使用电源包括如下措施：

第一，实时检测电池电压，避免放电过度对电池造成损害，设计低压预警。考虑到电路的简洁性和稳定性，最终投板时我们并没有设计低压警报模块。

第二，合理充电，控制充电时间，充满电。

3.4.3 各模块供电情况分析

驱动电路：小车在运行过程中驱动部分耗电量最大，尤其是在电机工作时会导致电池瞬间电压下降，因此决定采用独立的供电模块对其进行供电防止干扰。

舵机：在调试过程中我们发现智能车在出弯直道变速时电池电压会急剧下降。经实验，空载加速至 85%占空比时电池电压会在瞬间急剧下降至 6V 左右，并持续若干毫秒，带载情况甚至更低。在这种低电压的情况下如果采用普通的三端

稳压电源芯片或开关电源，其输入电压将小于最小输入电压，此时输出为零。如此以来，如果在出弯时刻舵机输入电压为零，将会引起舵机复位或无输出力矩，导致智能车冲出跑道。

这种情况的解决办法可以考虑用升压芯片升压后再降压稳压，但是这样的电路复杂，而且元件增多，可靠性下降。

我们的解决办法是将电池电压直接接入舵机电源输入端。由于舵机内部电路有保护措施，不会烧毁。而且增加了舵机的响应速度和输出力矩。

激光光源：我们所设计的每个激光光源功率大概在几毫瓦左右。由于功耗较小，因此采用一片 LM2940 对除单片机外的所有模块提供 5V 电源。

最小系统及其他：最小系统虽然功耗小，但是容易受其他模块的干扰。为了提高最小系统的稳定性，我们采用一片 LM2940 对单片机独立供电。

3.4.4 电源芯片的选择

在电源管理芯片的选择中，常用的是 LM7805，LM7806。但由于电池的工作电压为 7.2V。而 LM7805，LM7806 正常工作时，其输入输出引脚之间的电压差较大，电机工作时引起瞬间电压下降，造成芯片输出电压下降，影响其他模块的工作。因此我们采用的是低压降的芯 LM2940，即使在电压急剧下降的情况下也能够保证电源的稳定。在电路设计中，考虑到由于电机驱动所引起的电源不稳定（主要为瞬态脉冲），在电源输入端，各芯片电源引脚都加入了滤波电路。电源的稳定是其它系统正常工作的保证，在车上因为有检测器件，电源系统更需仔细考虑。开关电源以它的高效率本应被优先考虑，但它会在检测电路引入很大的纹波从而影响电源的稳定，因此我们舍弃了开关电源。同时为了减小单片机及

其他功率器件对检测电路的影响，在单片机正电源上加入 10uH 电感可以有效降低干扰。

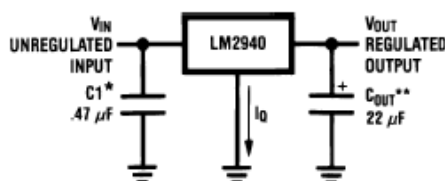


图 3. 6LM2940 应用电路

3.6 驱动电路

3.6.1 总述

电池系统和电机驱动系统决定了智能车在运行过程中的加减速性能。

3.6.2 驱动芯片的选择

MC33886: 从驱动能力上来说，MC33886 的驱动电流可达 5.0A，满足本系统的需要。在设计时，我们采用两片 MC33886 并联的方法来驱动电机，总的驱动电流可达 10A。但是 33886 的内阻、自身功耗和压降都较大。相对即将讨论的 BTS7970 而言，此芯片并不适合这种追求速度的比赛。

BTS7970: 其标称驱动电流最大可达 68A，内阻为 7 至 9 毫欧，比 MC33886 高出一个数量级，其内阻小，功耗小，压降小。因此我们最终方案使用的是两片 BTS7970 并联作为驱动芯片。

经实验对比好的由两片 BTS7970 并联作为驱动比两片 MC33886 作为驱动在同样的程序同样的跑道（35 米）条件下要快出至少 0.5 秒左右。以 BTS7970 作为核心的驱动电路原理图如图所示。

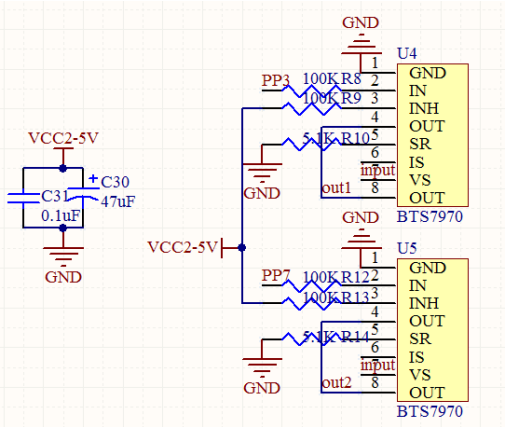


图 3.7 双 BTS7970 并联驱动原理图

3.7 最小系统设计

最小系统主要提供传感器接口应有：蓝牙通信接口，测速接口，驱动接口和一些辅助的显示与键盘接口等。通过自行设计可以将电路板的尺寸形状与车模有效衔接，这样可以节省空间，使车体结构紧凑。外观精美，外部功能扩展方便。同时，将电路板紧贴于车模上可以降低重心，使小车在运行时更加的稳定。最小系统原理图如图所示：

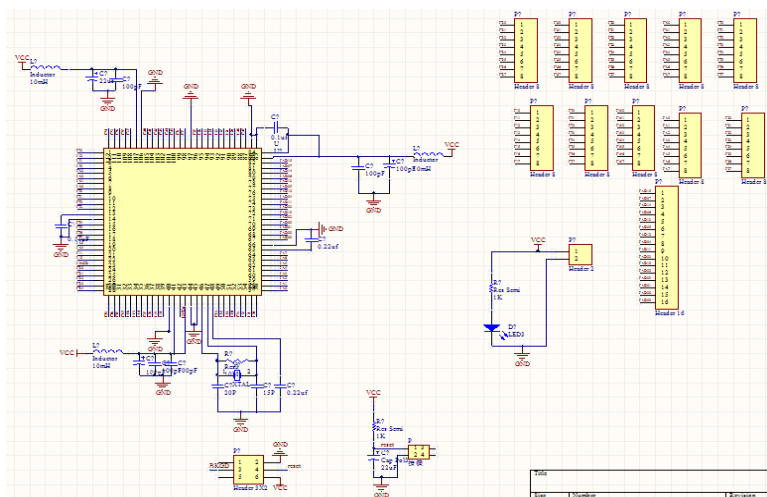


图 3.8 最小系统原理图

3.8 速度检测电路

速度检测电路主要用于反馈实时速度，从而进行闭环控制。因为驱动电机采用 PWM 波控制，但是由于地面阻力的因素，实际的速度不会达到预期的输出。因此要使用速度反馈机构。同时，通过读取当前的速度信息对当前小车的运行状态进行实时的监控已达到实时的控制。目前的速度反馈主要有霍尔效应法，光电码盘法，发电机电压 AD 转换法等。其中发电机转换方式会造成能量的损失，所以不予采用。霍尔效应方式由于机构复杂，而且速度检测精度不高，因此也不采用。

我们采用的方案是使用光电编码器。光电编码器具有检测精度高，易安装，可靠性高等优点。虽然成本较高，机械安装比较复杂，而且属于有接触式的测量，会增加电机的负载，但是这些缺点相对于控制精度的要求显然是可以克服的。

3.9 激光传感器电路原理浅析

3.9.1 总述

近年来，光电组的传感器已经由红外传感器全面升级至激光传感器。激光传感器的优点是前瞻距离远，抗干扰性强，可调制发射激光，反射效果好。从往届赛事成绩上来看，光电组的速度几乎可以与摄像头组想媲美。

3.9.2 激光发射管原理概述

激光的基本结构：垂直于 PN 结面的一对平行平面构成法布里——珀罗谐振腔，它们可以是半导体晶体的解理面，也可以是经过抛光的平面。其余两侧面则相对粗糙，用以消除主方向外其它方向的激光作用。

半导体中的光发射通常起因于载流子的复合。当半导体的 PN 结加有正向电压时，会削弱 PN 结势垒，迫使电子从 N 区经 PN 结注入 P 区，空穴从 P 区经过 PN 结注入 N 区，这些注入 PN 结附近的非平衡电子和空穴将会发生复合，从而发射出波长为 λ 的光子，其公式如下：

$$\lambda = hc/E_g \quad (1)$$

式中： h —普朗克常数； c —光速； E_g —半导体的禁带宽度。

上述由于电子与空穴的自发复合而发光的现象称为自发辐射。当自发辐射所产生的光子通过半导体时，一旦经过已发射的电子—空穴对附近，就能激励二者复合，产生新光子，这种光子诱使已激发的载流子复合而发出新光子现象称为受激辐射。如果注入电流足够大，则会形成和热平衡状态相反的载流子分布，即粒子数反转。当有源层内的载流子在大量反转情况下，少量自发辐射产生的光子由于谐振腔两端面往复反射而产生感应辐射，造成选频谐振正反馈，或者说对某一频率具有增益。当增益大于吸收损耗时，就可从 PN 结发出具有良好谱线的相干光——激光。

3.9.3 激光发射管的相关参数

(1) 波长：即激光管工作波长，目前可作光电开关用的激光管波长有 635nm、650nm、670nm、

690nm、780nm、810nm、860nm、980nm 等。

(2) 阈值电流 I_{th} : 即激光管开始产生激光振荡的电流, 对一般小功率激光管而言, 其值约在数十毫安, 具有应变多量子阱结构的激光管阈值电流可低至 10mA 以下。

(3) 工作电流 I_{op} : 即激光管达到额定输出功率时的驱动电流, 此值对于设计调试激光驱动电路较重要。

(4) 垂直发散角 θ_{\perp} : 激光发射管的发光带在垂直 PN 结方向张开的角度, 一般在 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 左右。

(5) 水平发散角 $\theta_{//}$: 激光发射管的发光带在与 PN 结平行方向所张开的角度, 一般在 $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 左右。

(6) 监控电流 I_m : 即激光管在额定输出功率时, 在 PIN 管上流过的电流。

3.9.4 激光调制电路

为了有效的去除自然光的干扰, 准确的采集路面信息, 我们采用调制发射的方案。激光的调制频率为 180KHZ, 发出 180KHZ 的调制光, 而相应的接收管是与之对应的它只能接收相应的调制光最终以数字信号的形式输出。这样有效的从电路上避免了自然光的干扰。调制接收电路如图。

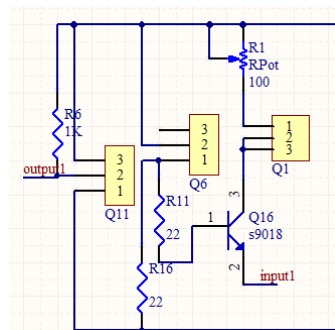


图 3.9 激光调制电路原理图

3.10 传感器布局简析

数字型光电传感器只有 0 与 1 两种状态, 各个传感器的布局间隔将影响车对路径的识别精度以及对舵机的控制算法的优劣。由于大赛规定黑线宽度 25mm, 当任何时候只有一个传感器在黑线上时, 这样的布局可能会出现没有传感器打线或者两个传感器同时打线的短暂情况, 这样会使读取的数据产生干扰无法进行精确控制。当传感器在黑线上的点数为 1-2-1 变化时(如图 3.10 所示),

这时由 1 到 2 的移动距离为 d_1 , 由 2 再到 1 的移动距离为 d_2 , 要使状态进行 1-2-1 变化时移动的距离一致, 由计算可得 $d_1=d_2=25 \div 3=8.3$ 。则两传感器的间距为 $x=2*d_1=16.6$ 。这样可以达到在保证检测精度的情况下以最少的传感器数量来实现相同的检测范围。

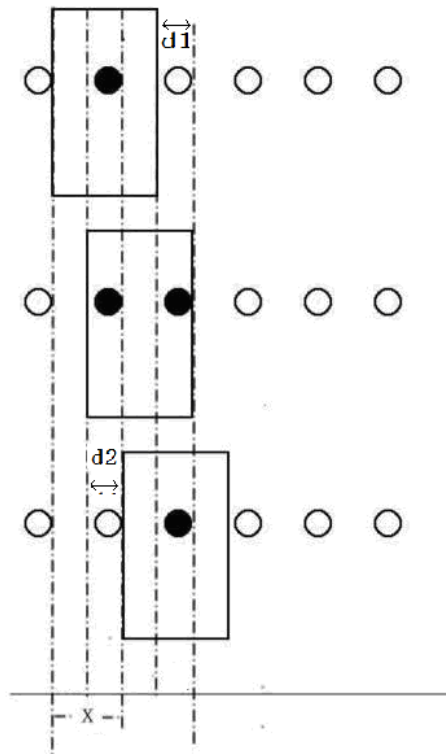


图 3.10 传感器布局分析图

在调试过程中我们发现此时的间距可以达到预期的效果。即用最少的激光发射管数量实现高分辨率的道路检测。这种间距在水平距离的检测精度为 8mm 。由于前瞻较远的原因, 当车体有轻微抖动时, 传感器打线的状态就会剧烈震动, 因此, 在此基础上加以修正。即中间两个传感器间距减少为 12mm , 此时可以有效防止车体的震动使得在直道的调整量更小。

经过如上分析, 我们最终决定应用如下的传感器布局方案。

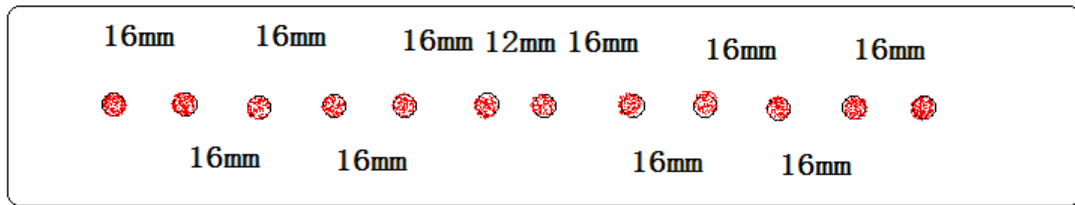


图 3.11 传感器布局示意图

第四章 算法设计

4.1 程序流程图：

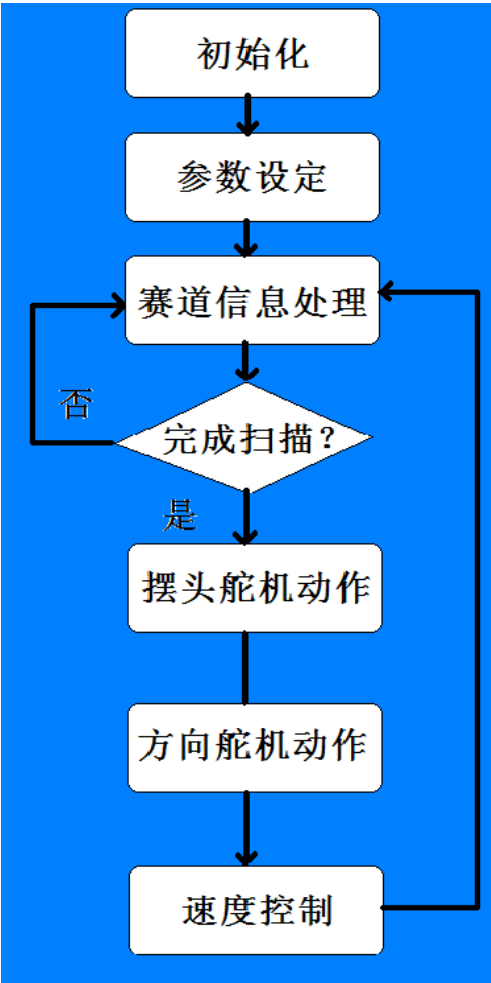


图 4.1 程序流程图

4.2 舵机控制

舵机作为车的方向控制结构，其控制算法直接影响到车运行的整体质量，如果舵机的控制算法不好，会导致舵机转角不平滑，弯道中多次转弯，使车速在

弯道时大大的减小，从而影响最终的比赛成绩。因此，使舵机平滑及时的过渡是舵机控制算法的主要目的地。通过长时间的调试我们的控制方法如下：

4.2.1 摆头舵机控制

摆头舵机我们采用的是增量式 PID 控制，我们上面传感器的间距是 16mm，所以在正常情况下是一个或者是两个传感器达线，经过处理后反馈回来的状态值是-11~+11，针对这个偏差利用增量式 PID 可以很好达到摆头传感器跟线的目的。

4.2.2 打角舵机控制

打角舵机的控制输入由两部分构成：第一部分是上面摆头舵机的反馈值，第二部分是摆头舵机跟线的偏差值，两部分综合作用来控制打角舵机的。这种控制方法精确快速。

4.3 电机控制

4.3.1 综述

电机控制可以分为两部分，第一部分是调速，第二部分是速度分配。

4.3.2 调速

我们的电机调速采用的是增量式 PID 加棒棒控制，当偏差很大时我们采用的是棒棒控制，当进入一定的范围后我们采用的是 PID 控制，因为我们都知道，棒棒控制响应快，但是精度不高，所以我们采用的是棒棒和 PID 结合的算法，通过实践发现效果比较理想。

4.3.3 速度分配

我们速度分配的基本原则是直道高速，入弯减速，弯道中适当加速。我们测试了普通玩弯道的极限速度和 S 弯的极限速度，当我们判断出是什么弯后就给出这种弯的极限速度。

4.4 软件调试

4.4.1 硬件：

主要是蓝牙模块和数码管。当需要观察大量数据时我们采用蓝牙模块将数据发回电脑，再结合相关软件进行分析处理。

当只是单个或者几个数据时，我们直接采用数码管显示，这样比较直观。

4.4.2 软件：

调试过程中会存在对大量数据的提取与分析，我们主要用到的调软件是 MATLAB 和 LABVIEW，这两款软件在数据分析方面都有很大优势。在我们调试过程中起到了很大的作用。

4.5 舵机及调速 PID 控制原理

4.5.1 改进 PID 算法

智能车的控制是由飞思卡尔公司的 S12 芯片完成，所以对智能车的控制要采用计算机控制方法。本文针对智能车控制的特殊性，对传统数字 PID 算法做了一些改进，这样可以更好地满足智能车控制的需要。

4.5.2 PID 调节在方向控制中的应用

智能车对方向的控制有两点要求：在直道上，方向保持稳定；在转弯处，需要方向变化准确而且迅速。只有这样，才能保证智能车在跑道上高速、稳定地运行。为了提高方向控制的鲁棒性，本文还对路线偏差进行了模糊化处理。图 5 是智能车方向模糊前馈控制的结构图，图中和分别是直道和弯道两种情况下的前馈控制函数。

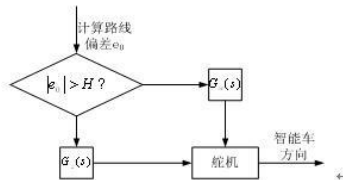


图 4.2 智能车方向控制系统结构图

第五章 调试

5.1 Code warrior IDE 编译环境

该智能车采用 Code warrior IDE 软件集成运行环境作为开发工具对飞思卡尔的 HCS12 微控制器进行软件开发。开发界面如图 5.1

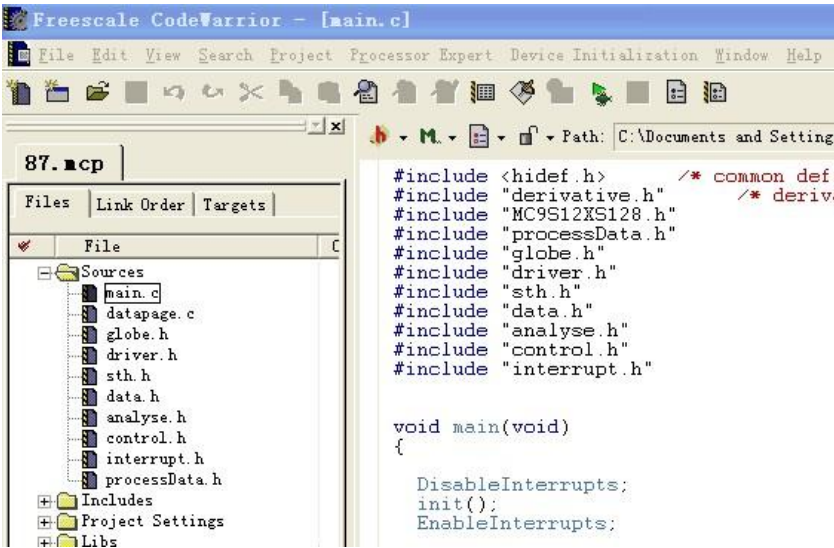


图 5.1 软件开发界面

5.2 在线调试

通过 Code warrior IDE 的在线调试工具，对传感器不同排布的特性进行详细的了解，并辅助制定控制策略。如图 6.2

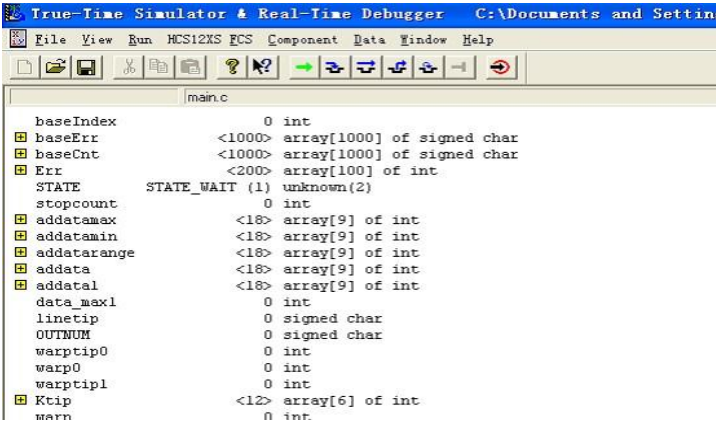


图 5.2 在线调试方法

5.3 蓝牙模块与 Matlab 串口通信

5.3.1 蓝牙模块

通过车载蓝牙模块可以把智能车的实时信息通过蓝牙无线通信传至上位机。

5.3.2 Matlab 串口通信与数据分析

通过 matlab 自带函数库可以实现蓝牙串口通信。参考程序如下

```
s=serial('com2');%串口初始化选择端口%
s.baudrate=9600;%波特率 9600%
fopen(s);%打开串口%
recdta=fread(s,255,'uint8');%读入 255 个数据,8 位无符号整型%
fclose(s);%关闭串口%
delete(s);%删除串口变量%
clear s;%清除变量%
A=dec2bin(recdta);%读入数据存入矩阵 A%
fid=fopen('zmj.txt');
fprintf(fid,'%f \n',recdta);
fclose(fid);
plot(recdta)
```

5.3.3 Matlab 数据分析

通过编写 Matlab 程序,可以对采集的数据进行后期处理,给发现 and 解决调试中的问题带来了很大的方便。

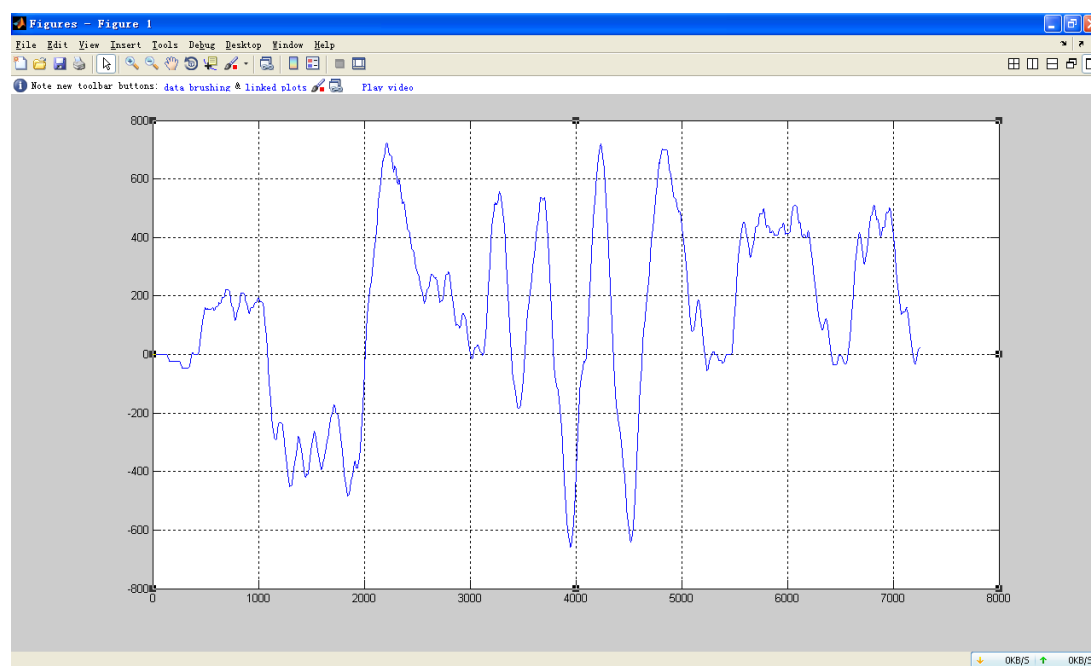


图 5.3 Matlab 分析转向舵机输出角度实时变化

第六章 车模技术参数

表 6.1 车模技术参数

| 项目 | 参数 |
|-------------------|--|
| 路径检测方法（赛题组） | 光电 |
| 车模几何尺寸（长、宽、高）（毫米） | 260*190*150 |
| 车模平均电流（匀速行驶）（毫安） | 1400 |
| 电路电容总量（微法） | 1850 |
| 车模轴距/轮距（毫米） | 150/150 |
| 传感器种类及个数 | 激光传感器（6 个） |
| 新增加伺服电机个数 | 1 |
| 赛道信息检测空间精度（毫米） | 8.3 |
| 赛道信息检测频率（次/秒） | 20 |
| 主要集成电路种类/数量 | LM2840 两片、ULN2803 三片、BTS7970 两片、XS128 一片 |
| 车模重量（带有电池）（千克） | 1.2 |

第七章 结论

7.1 概述

从三月初着手学习智能车至今已有近五个月时间，我们学习前人经验，发挥创新精神，勇于攻克技术难题，团结进取是我们的理论联系实际能力，动手实践能力以及团队协作能力有了很大的提高。本章主要从三个方面介绍我们在智能车制作过程中的特色。

7.2 特色

7.2.1 采用激光传感器：

普通光电管的有效距离一般为 20-30cm，而且易受光线的影响。激光传感器的有效距离一般可做到 50-60cm，而且由于是调制光，所以不受外界自然光的影响，大大提高了信号的准确性。但实际上传感器不可能每个传感器都用不同频率的发射管来发射从而进行不同频率的调制，因此不可能利用多种调制频率的方法来解决。为了减小各个传感器之间的干扰我们采用分时跳变发射的方法。此外我们采用的激光传感器是返回的是数字信号，只需用 IO 口直接读取即可，无需 AD 进行采样，可靠性高，程序简单。

7.2.2 使用双舵机

我们的双舵机一个是负责小车打角，另一个负责路径的跟踪，传感器实时跟线来扩大传感器的检测范围，就不会出现固定式传感器转弯时丢线的问题了，而且摆头舵机的转头值可以用作打角舵机的参考，这样控制更及时更精确。在转向舵机的控制上，一般情况下都是采用固定时间的控制方法，而我们为了使转向变得更加平滑以固定路径长度作为转向的控制。这样避免打角舵机的频繁动作。当速度慢时，相同时间内舵机的动作周期变得很长动作缓慢，相反速度较快时则动作周期变得很短动作迅速。这样既保证了低速时弯道中的调整次数缓慢，又保证高速时快速动作。以适应不同速度下的运作。

7.2.3 多种弯道的识别

由于我们摆头舵机使传感器一直跟线，所以我们把摆头舵机在一段范围内的值记录下来，找出其中的正向偏离最大值赋给 `bait_max`，负向偏离最大值赋给 `bait_min`，当 `bait_max>600` 且 `bait_min>-300`，为左小弯；当 `bait_max>300` 且 `bait_max<600` 且 `bait_min>-300`，为左大弯；当 `bait_max<300` 且 `bait_min<-600`，为右小弯；当 `bait_max<300` 且 `bait_min<-300` 且 `bait_min>-600`，为右大弯；当 `bait_max>300` 且 `bait_min<-300`，为 S 弯。当判断出是什么弯之后，我们给出这种弯对应的 PID 参数，和这种弯的极限速度。

7.3 存在的问题

7.3.1 机械结构不稳定

经过五个月的调试，目前我们已经能够各种机械故障的原因和排除办法，但是，仍然存在很多不稳定因素。智能车在调试一段时间后机械性能就会下降。经维护后很难回到性能下降之前的原始状态。只能是尽量逼近。

解决方案：在调试过程中设计故障日志和维修日志，这样出故障时有根据可以遵循。此外，定期的维护也是解决办法之一。

7.3.2 电路系统有发热现象

由于最终的系统板体积太小，因此散热情况不好。运行时间过长就会发生芯片发热现象。

解决方案：优化 PCB 布局，检查电路设计。

7.3.3 软件调试数据分析工具操作过于复杂

虽然 Matlab 和 Labview 具有强大数据处理和分析功能，但是其操作相对复杂，程序针对性太强，上位机与下位机通讯接口匹配复杂等因素都给调试带来了不便。

解决办法：在时间允许的情况下做出适合自己的软件调试工具。

第八章 致谢

在本次飞思卡尔杯智能车大赛中，我们克服了种种困难，最终能够参加全国赛，这离不开在调试的四个月中那些支持我们的人。是您们让我们有了前进的动力，是您们让我们的制作调试过程有了保障。

感谢飞思卡尔半导体公司对于智能车竞赛的大力支持和投入，正是贵公司给了我们这样理论结合实践，提高动手能力的平台。

感谢电子科技大学教务处程红霞老师和杨月寒老师为我们提供了坚实的后勤保障，和政策支持。

感谢指导老师刘震在我们困难的时候为我们指点迷津。

感谢带队老师李超给予我们生活上的关怀，和精神上的鼓励。

第九章 参考文献

【1】MEASUREMENTS & CONTROL 1995 年 12 月作者: TAMARA BRATLAND , ROBERT BICKING 和 BHARAT B. PANT

【2】新型 PID 控制及其应用 2002 年 作者: 陶永华主编机械工业出版社

【3】控制系统仿真及 MATLAB 语言 2009 年 作者: 吴忠强等电子工业出版社

【4】智能车专题培训 张树波

【5】学做智能车 2004 年 作者: 邵贝贝等 北京航空航天大学出版社.

附录 A 基于双舵机控制的 S 弯识别算法

摘要

我们都知道今年 B 型车舵机的扭矩很小（只有 1.7~2.3KGCM），基本上只有去年舵机 S3010 的三分之一，这就基本决定了我们小车转向舵机的连杆长度，经过计算，我们舵机的连杆长度取的是 18cm，此时是在满足扭矩情况下比较合适的一个值，相比于去年 S3010，一般舵机的连杆长度在 30~50cm，由此可见，今年 B 型车的转向灵敏性下降了一倍多。众所周知，在过 S 弯时，就是需要我们的舵机有很灵敏的转向（尤其对于光电组），否则 S 弯的极限速度必然很低（相对于整体速度），如果不对 S 弯进行识别，那么弯道速度就会因为 S 弯而受到限制。针对这种情况，我们充分利用双舵机的优势，对 S 弯进行了识别，这样在 S 弯中，我们会给出 S 弯的极限速度跑，当是普通弯时，我们给出普通弯的极限速度，这样优化了我们的速度控制算法，同时在 S 弯中我们也使用了不同的 PID 参数，优化了小车的路径，起到了很好的效果。

关键字： 算法 S 弯识别

A. 1 具体算法思想

由于我们的传感器采用分时随动系统，即传感器一直跟线，所以我们直接处理传感器的摆头值，即可以知道现在黑线处于车的什么位置。我们使用一个数组 `record[200]` 记下最近两百个周期内摆头舵机的值，然后求出其中的最大值赋给 `record_max`，最小值赋给 `record_min`，这样我们通过判断 `record_max`, `record_min` 的值范围，即可判断出是否为 S 弯，其实也可以通过调成记录数据的值的范围，判断出是大 S 还是小 S，由于时间的限制，我们只是简单的识别了一下是否为 S 弯，没有具体区分大 S 还是小 S 弯，而且我们车在大 S 和小 S 的极限速度差不多，所以没有做具体区分了，有必要的话，可以自己尝试下。

A. 2 具体程序

```
void renew_record(int bait_data)
{
    static int record[200]={0};
    int record_cnt=0;
    int max_record=0,min_record=BA+1200;
    int max_record_S=0,min_record_S=BA+1200;
    for(record_cnt=198;record_cnt>=0;record_cnt--)
        record[record_cnt+1]=record[record_cnt];
    record[0]=bait_data;
    for(record_cnt=0;record_cnt<150;record_cnt++)
    {
        if(record[record_cnt]>max_record)
            max_record=record[record_cnt];
        if(record[record_cnt]<min_record)
            min_record=record[record_cnt];
    }
    for(record_cnt=0;record_cnt<130;record_cnt++)
    {
        if(record[record_cnt]>max_record)
            max_record_S=record[record_cnt];
        if(record[record_cnt]<min_record)
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
        min_record_S=record[record_cnt];

    }

    if((max_record_S>BA+200)&&(min_record_S<BA-200))

        SS_flag=1;

    else

        SS_flag=0;

    if((max_record>BA+300)&&(min_record<BA-300))

        S_flag+=4;

    else

        S_flag-=4;

    if(S_flag>400)

        S_flag=400;

    else if(S_flag<0)

        S_flag=0;

    if(S_flag>8)

        S_flag_sp=1;

    else

        S_flag_sp=0;

}
```

当 S_flag_sp 为 1 时，即为 S 弯。我们通过蓝牙将数据才回来通过 MATLAB 分析，作图得到如下图形：

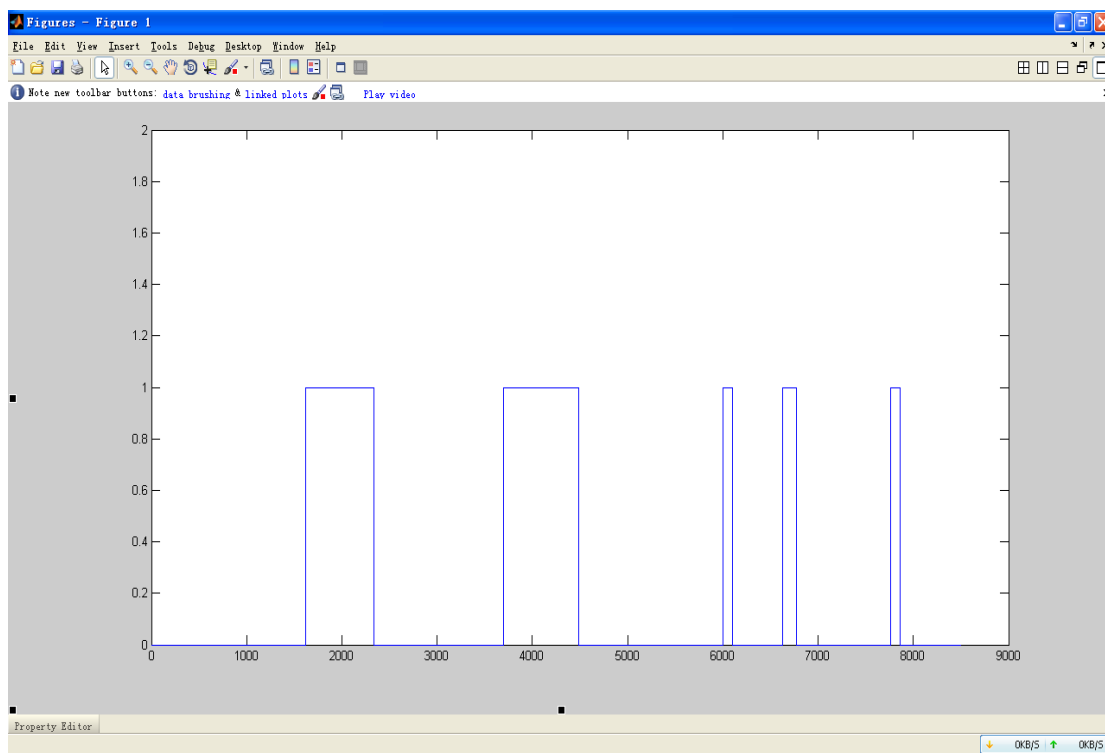


图 A.1 S 弯识别程序 S_flag_sp 图像

我们的跑道中有两个 S 弯，通过上图可以发现识别是正确的，至于后面出现的几个很小的类 S 弯，是这样的，有些弯是左弯出来立刻接右弯，其实此时本身就是一个 S 弯，只是他是一个 S 的弯，而不是连续的，此时对舵机的响应也是要求比较高的，所以也是有必要适当减速的，把它识别成 S 弯也是可以的。

A.3 算法效果

通过这种算法，我们很好的对 S 弯进行了识别，优化了路径和速度控制，实践证明这种方法是很有效的。

附录 B 参考程序

```
#include <hidef.h>      /* common defines and macros */

#include <MC9S12XS128.h> /* derivative information */

#pragma LINK_INFO DERIVATIVE "mc9s12xs128"


#define DJ 2810 //打脚舵机    2810

#define BA 3040 //摇头舵机    3040


#include "lanya.h"

#include "init.h"

#include "position.h"

#include "1602.h"

#include "key.h"

#include "record.h"

char process_sensor(void); //函数申明

void baitou(void) ;

void dajiao(void);

void fashe(void);


void main(void)

{

    /* put your own code here */
```

```
SetBusCLK_64M();

IOinit();

EnableInterrupts;


pwminit();

PWMDTY45=DJ; //打角舵机复位

PWMDTY01=BA; //摇头舵机复位

    //对打角舵机复位的修正方向    偏大（减小）

PWMDTY23=0; //电机 1

PWMDTY67=0; //电机 2


jian_shijian=anjian_key();

speed_pulse[0]=anjian_key();

speed_pulse[2]=anjian_key();

speed_pulse[3]=anjian_key();


InitSCI();//初始化串口

while(PORTE&0x04);

delay(10);

while((PORTE&0x04)!=0x04);


for(de=0;de<3500;de++)

{

    fashe();
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
    data_L=0;

    data_H=0;

}

delay(8);


ect_init();

init_spd();

PWMDTY23=3000;


while(1)
{
    fashe();    //传感器的发射

    _asm(nop);

    _asm(nop);

    position=process_sensor();

    _asm(nop);

    _asm(nop);

    // show1(position);

    if(flag_huizheng)    //过坡的、、*****
    {

        baitou(); //舵机摆头

        //  time[3]=TCNT;  //时间测试用

        _asm(nop);

        _asm(nop);
```

```
    if((PACNT-tiao_last_count>150)||((tiao_count>PACNT))

    {

        tiao_last_count=PACNT;

        _asm(nop);

        dajiao() ;// 舵机打角

        _asm(nop);

    }

    tiao_count=PACNT;

}

else

{

    flag_huizheng=1;

    PWMDTY01=BA;

    PWMDTY45=DJ;

}

//识别起始线

if(start_flag>=2)

{

    stop_de++;

    if(stop_de>150)

    {

        stop_de=160;

        DisableInterrupts;

        TSCR1_TEN=0;
```


第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
PWMDTY67=0;    //如果有中断，还要禁止

PWMDTY23=0;

count_time=count_time/10*8;

while(1)
{
    fashe();    //传感器的发射

    position=process_sensor();

    baitou(); //舵机摆头

    dajiao(); // 舵机打角

    show1(count_time);

}

}

}

void baitou(void)
{
    error=12-position;

    d_error=error-last_error;

    if((error<4)&&(error>-4))

        V_bait+=error+d_error/15;

    else

        V_bait+=6*error/5+d_error/10;
```

```
//      send_data2(d_error);

last_error=error;

if(V_bait>1000)

    V_bait=1000;

else if(V_bait<-1000)

    V_bait=-1000;

bait=BA+V_bait;

PWMDTY01=bait;

}

void dajiao(void) //打角舵机的控制  PWM1

{

    if(ROAD_TYPE==ROAD_TYPE_STRAIGHT)* 直道 */

    {

        setsteer = error1*14/10 + errorD10/4;

        if(new_type_time<130)* 进入新类型时间（当前为进入直道时间） new_type_time 道路

        类型改变一次从 0 计时 */

        targetspeed = 5000;

        else

            targetspeed = 4000;

    }
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
else if(S_FLAG>=1)    /* S 弯 */
{
    setsteer= error1*18/10 + errorD10/3 + errorD10/4*(error1*errorD10<0);

    targetspeed = 3800

        - max(abs(err40_max),abs(err40_min))*4 - abs(errorD20)*5
        - abs(error40)*4 - abs(errorD40)*5
        -
    (max(abs(err40_max),abs(err40_min))-60)*6*(max(abs(err40_max),abs(err40_min))>60);

    if(targetspeed<2700) targetspeed=2700;
}
else /* 普通弯 */
{
    setsteer= error1*18/10 + errorD10/3 + errorD10/4*(error1*errorD10<0);

    targetspeed = 4000

        - max(abs(err40_max),abs(err40_min))*4 - abs(errorD20)*5
        - abs(error40)*4 - abs(errorD40)*5
        -
    (max(abs(err40_max),abs(err40_min))-60)*6*(max(abs(err40_max),abs(err40_min))>60);

    if(targetspeed<2900) targetspeed=2900;
}
```

```
if(CrossFlag>=2)/* 坡道、交叉线、起始线 CrossFlag 黑色个数>=4 开始计时(单位 ms) 黑色个数<4 清零 */
```

```
    setsteer = setsteer20;
```

```
    if(AfterSlopeLength>=100&&AfterSlopeLength<=130) targetspeed = 3000;
}
```

```
void fashe(void)
```

```
{
```

```
    static int step=4;
```

```
    switch(step)/* 分时触发 */
```

```
{
```

```
    case 0:/* 采集 00 04 08 */
```

```
        eyedata[0]=(EYE00==EYE_BLACK);
```

```
        LASER00=LASER_OFF; LASER01=LASER_ON;
```

```
        eyedata[4]=(EYE04==EYE_BLACK);
```

```
        LASER04=LASER_OFF; LASER05=LASER_ON;
```

```
        eyedata[8]=(EYE08==EYE_BLACK);
```

```
        LASER08=LASER_OFF; LASER09=LASER_ON;
```

```
        step=1;
```

```
        break;
```

```
    case 1:/* 采集 01 05 09 */
```

```
        eyedata[1]=(EYE01==EYE_BLACK);
```

```
        LASER01=LASER_OFF; LASER02=LASER_ON;
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
eyedata[5]=(EYE05==EYE_BLACK);

LASER05=LASER_OFF; LASER06=LASER_ON;

eyedata[9]=(EYE09==EYE_BLACK);

LASER09=LASER_OFF; LASER10=LASER_ON;

step=2;

break;

case 2:/* 采集 02 06 10 */

eyedata[2]=(EYE02==EYE_BLACK);

LASER02=LASER_OFF; LASER03=LASER_ON;

eyedata[6]=(EYE06==EYE_BLACK);

LASER06=LASER_OFF; LASER07=LASER_ON;

eyedata[10]=(EYE10==EYE_BLACK);

LASER10=LASER_OFF; LASER11=LASER_ON;

step=3;

break;

case 3:/* 采集 03 07 11 */

eyedata[3]=(EYE03==EYE_BLACK);

LASER03=LASER_OFF; LASER04=LASER_ON;

eyedata[7]=(EYE07==EYE_BLACK);

LASER07=LASER_OFF; LASER08=LASER_ON;

eyedata[11]=(EYE11==EYE_BLACK);

LASER11=LASER_OFF; LASER00=LASER_ON;

step=0;

break;
```

```
default:

    LASER00=LASER_ON;  LASER01=LASER_OFF;

    LASER02=LASER_OFF;  LASER03=LASER_OFF;

    LASER04=LASER_ON;  LASER05=LASER_OFF;

    LASER06=LASER_OFF;  LASER07=LASER_OFF;

    LASER08=LASER_ON;  LASER09=LASER_OFF;

    LASER10=LASER_OFF;  LASER11=LASER_OFF;

    step=0;

    break;

}

}

void speed_con()

{

    sp_set=speed_pulse[speed_index];

    sp=PACNT; //读取当前速度

    // send_data1(PACNT);

    PACNT=0;

    error_sp=sp_set-sp;//得到当前速度的偏差值

    derror_sp=error_sp-lasterror_sp;

    if(error_sp>80)

    {

        PWMDTY23=3200; //保守使用，可以再提高

        PWMDTY67=0;
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
    }

    else if((error_sp<-50)&&(flag_str_cur==1))

    {

        PWMDTY23=0;

        PWMDTY67=0; // PWMDTY6=200;

    }

    else

    {

        if(error_sp>50)

            adjust+=250;

        else

            adjust+=sp_P*error_sp+sp_D*derror_sp;

        if(adjust<10)

            adjust=10;

        else if(adjust>3200)

            adjust=3200;

        lasterror_sp=error_sp;

        PWMDTY23=adjust;

        PWMDTY67=0;

    }

}

#pragma CODE_SEG __NEAR_SEG NON_BANKED

void interrupt 9 ect()
```

```
{  
  
    zhongduan_ii++;  
  
    // send_data1(PACNT);  
  
    if(zhongduan_ii<80)  
  
        PACNT=0;  
  
  
    else  
  
    {  
  
        zhongduan_ii=130;  
  
        speed_con(); //暂时不要所以要加 PACNT=0;这句  
  
    //    PACNT=0;  
  
    }  
  
    if(start_flag==1)  
  
    {  
  
        count_time++;  
  
        if(count_time>10000)  
  
            count_time=10000 ;  
  
    }  
  
    TFLG1_C1F=1;  
  
    TC1=(unsigned int)(TCNT+8000); //每 8ms 调整一次  
  
}
```

Lanya.h

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
void InitSCI()
{
    SCIOBDH = 0x00 ;

    SCIOBDL = 35 ;    //115200

    SCIOCR2 = 0x0C ; //发送允许,接收允许

    SCIOSR1_TDRE = 0 ;

    SCIOCR2_TE = 1 ;

}

void sendByte(char dataSend)
{
    while(!SCIOSR1_TDRE);

    SCIODRL=dataSend;

    SCIOSR1_TDRE = 0 ;

}

void send_data(uint data)
{
    uchar qian=0,bai=0,shi=0,ge=0;
```

```
    qian=data/1000;

    bai=data% 1000/100;

    shi=data% 100/10;

    ge=data% 10;

    sendByte(0x30+qian);

    sendByte(0x30+bai);

    sendByte(0x30+shi);

    sendByte(0x30+ge);

    sendByte(' ');

}

void send_data0(uint data)
{
    uchar shi=0,ge=0;

    shi=data/10;

    ge=data% 10;

    sendByte(0x30+shi);

    sendByte(0x30+ge);

    sendByte(' ');

}

void send_data1(uint data)
{
    uchar bai=0,shi=0,ge=0;
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
    bai=data/100;

    shi=data%100/10;

    ge=data%10;

    sendByte(0x30+bai);

    sendByte(0x30+shi);

    sendByte(0x30+ge);

    sendByte(' ');

}

void send_data2(int data)

{

    uchar shi=0,ge=0;

    if(data<0)

    {

        data=0-data;

        shi=data/10;

        ge=data%10;

        sendByte('-');

        sendByte(0x30+shi);

        sendByte(0x30+ge);

        sendByte(' ');

    }

    else

    {
```

```

        shi=data/10;

        ge=data%10;

        sendByte(0x30+shi);

        sendByte(0x30+ge);

        sendByte(' ');

    }

}

```

Position.h

```

char process_sensor(void)

{

    const static int pos[12]={-27,-22,-17,-12,-7,-2,2,7,12,17,22,27};

    const static int max_allow=6,left_most_index=0,right_most_index=11;

static

int left=0,right=0,i=0,index=0,index_last=6,blacknum=0,edgenum=0,LoseTime=0,LoseNum=0;

    static int GuideLine=0,GuideLine_last=0,GuideLineRecord[5]={0},index_record[5]={0};


    /* 检查数据是否可靠 */

    for(i=left_most_index,blacknum=0;i<=right_most_index;i++)/* 统计黑色个数 */

        blacknum+=data[i];

    for(i=left_most_index,edgenum=0 ;i<=(right_most_index-1);i++)/* 统计边缘个数 */

        edgenum +=(data[i]!=data[i+1]);


    if(blacknum>=4||edgenum>=3)/* 黑色太多 或边界数量太多 */

```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
{  
  
    LoseTime=6;  
  
    GuideLine=(GuideLineRecord[0]+GuideLineRecord[1]+GuideLineRecord[2]+GuideLineRecord[  
3]+GuideLineRecord[4])/5;  
  
    index_last=(index_record[0]+index_record[1]+index_record[2]+index_record[3]+index_record[4  
])/5;  
  
    LoseNum=min(LoseNum+2,2000);  
  
    /* 弯道丢线 50ms 或 直道丢线 700ms 即停 */  
  
    if(LoseNum>=1000)  
        GameFlag=GameFlag_over;  
  
    CrossFlag=min(CrossFlag+2,300);/* 交叉线 */  
  
    SlopeFlag=min(SlopeFlag+2,300);/* 坡道 */  
  
    return 0;  
}  
  
left =max(index_last-max_allow,left_most_index);    /* 左边 有效视野 */  
right=min(index_last+max_allow,right_most_index);    /* 右边 有效视野 */
```

```
for(;data[left]==0&&left<=right_most_index;left++)  ;

for(;data[right]==0&&right>=left_most_index;right--) ;


if(left>right)

{

    LoseTime=6;

    LoseNum=min(LoseNum+2,2000);

    if(LoseNum>=1000) GameFlag=GameFlag_over;

    return GuideLine;

}


LoseTime=max(LoseTime-2,0);

if(LoseTime>=2) return GuideLine; /* 此次数据正常，可能仍不可靠 */


/* 数据可靠 */

LoseNum=max(LoseNum-2,0);

CrossFlag=0;

SlopeFlag=max(SlopeFlag-2,0);


for(index=left,GuideLine=0;index<=right;index++)

    GuideLine+=pos[index];
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
GuideLine/=(right-left+1);

index=(right+left)/2;

if(GuideLine>(GuideLine_last+3)) GuideLine=GuideLine_last+3;
else if(GuideLine<(GuideLine_last-3)) GuideLine=GuideLine_last-3;

if(index>=(index_last+1)) index_last++;
else if(index<=(index_last-1)) index_last--;

GuideLine_last=GuideLine;

GuideLineRecord[4]=GuideLineRecord[3]; /* save guide line record */
GuideLineRecord[3]=GuideLineRecord[2];
GuideLineRecord[2]=GuideLineRecord[1];
GuideLineRecord[1]=GuideLineRecord[0];
GuideLineRecord[0]=GuideLine;

index_record[4]=index_record[3]; /* save index record */
index_record[3]=index_record[2];
index_record[2]=index_record[1];
index_record[1]=index_record[0];
index_record[0]=index_last;

return GuideLine;
```

```
}
```

```
record.h
```

```
//数据更新
```

```
int S_flag=0,SS_flag=0;
```

```
char S_flag_sp=0;
```

```
void renew_record(int bait_data)
```

```
{
```

```
    static int record[200]={0};
```

```
    int record_cnt=0;
```

```
    int max_record=0,min_record=BA+1200;
```

```
    int max_record_S=0,min_record_S=BA+1200;
```

```
    for(record_cnt=198;record_cnt>=0;record_cnt--)
```

```
        record[record_cnt+1]=record[record_cnt];
```

```
    record[0]=bait_data;
```

```
    for(record_cnt=0;record_cnt<150;record_cnt++)
```

```
    {
```

```
        if(record[record_cnt]>max_record)
```

```
            max_record=record[record_cnt];
```

```
        if(record[record_cnt]<min_record)
```

```
            min_record=record[record_cnt];
```

```
    }
```


第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
for(record_cnt=0;record_cnt<130;record_cnt++)  
  
    {  
  
        if(record[record_cnt]>max_record)  
  
            max_record_S=record[record_cnt];  
  
        if(record[record_cnt]<min_record)  
  
            min_record_S=record[record_cnt];  
  
    }  
  
if((max_record_S>BA+200)&&(min_record_S<BA-200))  
  
    SS_flag=1;  
  
else  
  
    SS_flag=0;  
  
if((max_record>BA+300)&&(min_record<BA-300))  
  
    S_flag+=4;  
  
else  
  
    S_flag-=4;  
  
if(S_flag>400)  
  
    S_flag=400;  
  
else if(S_flag<0)  
  
    S_flag=0;
```

```
if(S_flag>8)

    S_flag_sp=1;

else

    S_flag_sp=0;

}
```

1602.h

```
#define LCD_CS_Low   PTS&=0xdf
#define LCD_CS_High PTS|=0x20
#define LCD_EN_Low   PTS&=0x7f
#define LCD_EN_High  PTS|=0x80
```

```
void delay_lcd(int tt)

{

    int i,j;

    for(i=0;i<tt;i++)

        for(j=0;j<4000;j++);

}
```

```
void write_com(char com)

{
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
LCD_CS_Low;

delay_lcd(5);

PTM=com;

LCD_EN_High;

delay_lcd(5);

LCD_EN_Low;

}
```

```
void write_data(char data)
```

```
{

LCD_CS_High;

delay_lcd(5);

PTM=data;

LCD_EN_High;

delay_lcd(5);

LCD_EN_Low;

}
```

```
void init()
```

```
{

DDRS=0xFF; //1602 的控制口

DDRM=0xFF; //1602 的数据口

PTS=0x00;

delay_lcd(5);

write_com(0x38);
```

```
        delay_lcd(5);

        write_com(0x01);

        delay_lcd(5);

        write_com(0x0C);

        delay_lcd(5);

        write_com(0x06);

        delay_lcd(5);

    }

void data_dis(int lcd_data) //显示四位
{
    int ge=0,shi=0,bai=0,qian=0,wan=0;

    qian=lcd_data/1000;

    bai=lcd_data% 1000/100;

    shi=lcd_data% 100/10;

    ge=lcd_data% 10;

    //  write_com(0x80);

    delay_lcd(10);

    write_data(0x30+qian);

    write_data(0x30+bai);

    write_data(0x30+shi);

    write_data(0x30+ge);

}

void data_dis0(int lcd_data) //显示两位
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
{  
  
    int ge=0,shi=0;  
  
    if(lcd_data<0)  
    {  
  
        lcd_data=0-lcd_data;  
  
        shi=lcd_data/10;  
  
        ge=lcd_data%10;  
  
        //  write_com(0x80);  
  
        delay_lcd(10);  
  
  
        write_data('-');  
  
        write_data(0x30+shi);  
  
        write_data(0x30+ge);  
  
    }  
  
    else  
  
    {  
  
        shi=lcd_data/10;  
  
        ge=lcd_data%10;  
  
        //  write_com(0x80);  
  
        delay_lcd(10);  
  
  
        write_data(0x30+shi);  
  
        write_data(0x30+ge);  
  
    }  
}
```

```
}
```

```
void data_dis1(int lcd_data) //显示三位
```

```
{
```

```
    int bai=0,ge=0,shi=0;
```

```
        bai=lcd_data/100;
```

```
        shi=lcd_data%100/10;
```

```
        ge=lcd_data%10;
```

```
        delay_lcd(10);
```

```
        write_data(0x30+bai);
```

```
        write_data(0x30+shi);
```

```
        write_data(0x30+ge);
```

```
}
```

Init.h

```
void SetBusCLK_64M(void)
```

```
{
```

```
    CLKSEL=0X00;    //disengage PLL to system
```

```
    PLLCTL_PLLON=1; //turn on PLL
```

```
    SYNRR =0xc0 | 0x07;
```

```
    REFDV=0x80 | 0x01;
```

```
    POSTDIV=0x00;    //pllclock=2*osc*(1+SYNR)/(1+REFDV)=128MHz;
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
_asm(nop);          //BUS CLOCK=64M

_asm(nop);

while(!(CRGFLG_LOCK==1)); //when pll is steady ,then use it;

CLKSEL_PLLSEL =1;      //engage PLL to system;

}

/*void SetBusCLK_32M(void)

{

    CLKSEL=0X00;    // disengage PLL to system

    PLLCTL_PLLON=1;  // turn on PLL

    SYNRR =1;  // pllclock=2*osc*(1+SYNR)/(1+REFDV)=64MHz;

    REFDV=0;

    _asm(nop);      // BUS CLOCK=32M

    _asm(nop);

    while(!(CRGFLG_LOCK==1)); //when pll is steady ,then use it;

    CLKSEL_PLLSEL =1;      //engage PLL to system;

} */

void IOinit()

{

    DDR0AD0=0xfc;//AD 口用于传感器的接受

    DDR1AD0=0xfc;

    ATD0DIENH=0xff;

    ATD0DIENL=0xff;

    PT0AD0=0x00;
```

```

PT1AD0=0x00;

DDRA=0x0f; //按键输入

DDRT=0x0f; //显示输出 低四位

DDRK=0x0f; //显示输出 低四位

// PTTRR=0xf0;

DDRM=0x3f; //下排传感器

DDRS=0xc0; //下排传感器 4,5 接收

PTM=0x00;

PTS=0x00;

DDRE=0x00; //E2 主按键
}

void pwminit()
{

    PWMPOL_PPOL1=1;

    PWMCLK_PCLK1=0; // 选择时钟 A 舵机 1 摇头

    PWMPRCLK|=0X05; //选择总线时钟 2M

    PWMCAE_CAE1=0; //左对齐

    PWMCTL_CON01=1; //01 通道级联

    PWMPER01=30000; //100Hz

    PWMDTY01=0;

    PWMPOL_PPOL5=1;

    PWMCLK_PCLK5=0; //时钟 A 舵机 2 打角

```


第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

PWMPRCLK|=0X05; // 时钟 2M

PWMCAE_CAE5=0; //左对齐

PWMCTL_CON45=1; //45 通道级联

PWMPER45=40000; //50HZ

PWMDTY45=0;

PWME|=0X22;

PWMPOL_PPOL3=1; //控制舵机 1 电机 1

PWMCLK_PCLK3=0; //选择时钟 B

PWMPRCLK|=0X00; //不分频 64M

PWMCAE_CAE3=0;

PWMCTL_CON23=1;

PWMPER23=3200; //20k

PWMDTY23=0; //脉宽 1500us 1 为 1us 400us 转动 45 度 1500us 为 0 度
1470

PWME|=0X08;

PWMPOL_PPOL7=1; //控制舵机 1 电机 1

PWMCLK_PCLK7=0; //选择时钟 B

PWMPRCLK|=0X00; //不分频 64M

PWMCAE_CAE7=0;

PWMCTL_CON67=1;

PWMPER67=3200; //20k

```

    PWMDTY67=0;          //脉宽 1500us      1 为 1us   400us 转动 45 度   1500us 为 0 度
1470

    PWME|=0X80;

}

//速度检测程序

//定时器 1ms 中断一次

void ect_init()
{
    TIOS|=0X02;

    TSCR2=0X06;          //1MBUSCLOCK

    TC1=(unsigned int)(TCNT+8000);    //8ms //15000

    TFLG1|=0X02;

    TIE_C1I=1;

    TSCR1_TEN=1;
}

void init_spd(void)    //脉冲累加器初始化
{
    PACTL=0x40;

    PACNT=0;

    PAFLG_PAOVF=1;

    PAFLG_PAIF =1;
}

```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
void delay(int tt) //约 20us
```

```
{  
    int i,j;  
    for(i=0;i<tt;i++)  
        for(j=0;j<200;j++);  
}
```

```
void delay_ms(int tt)
```

```
{  
    int i,j;  
    for(i=0;i<tt;i++)  
        for(j=0;j<10000;j++);  
}
```

key.h

```
/******
```

数码管的显示

和

键盘的接口程序

```
*****/
```

```
uchar location[4]={0x07,0x0b,0x0d,0x0e};

/*****

延迟

函数

*****/

void delay_show(uint tt)

{

    int i,j;

    for(i=0;i<tt;i++)

        for(j=0;j<300;j++);

}

/* void delay_ms(int tt)

{

    int i,j;

    for(i=0;i<tt;i++)

        for(j=0;j<5000;j++);

}

*/

/*****/

显示

一个

四位数
```

第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
*****/
```

```
void show(uchar *date)
```

```
{
```

```
    char i;
```

```
    for(i=3;i>=0;i--)
```

```
    {
```

```
        PTT=location[i];
```

```
        PORTK=date[i];
```

```
        delay_show(100);
```

```
    }
```

```
}
```

```
/******
```

将一个十进制整数转换为

个 十 百 千

```
*****/
```

```
void show1(int value)
```

```
{
```

```
    uchar sett[4]={0};
```

```
    char i;
```

```
    uint data;
```

```
    if(value<0)
```

```
        value=0-value+1000;
```

```
    data=1000;
```

```

    for(i=3;i>=0;i--)
    {
        sett[i]=value/data;

        value=value%data;

        data=data/10;
    }

    show(sett);
}

/*****

```

按键检测程序

检测单个按键值

```

*****/

uchar anjian(void)
{
    uchar code1,code2;

    uchar key;

    int i=4;

    code1=0x01;

    PORTA=0XF0;

    if((PORTA&0XF0)!=0XF0)
    {
        delay_show(400);

        PORTA=0XF0;
    }
}

```

```
if((PORTA&0XF0)!=0XF0)
{
    delay_show(300);
    while(i--)
    {
        PORTA=~code1;
        delay_show(10);
        code2=PORTA&0xf0;
        code2=code2|((~code1)&0x0f);
        switch(code2)
        {
            case 0x7e: key=0; break;
            case 0x7d: key=1; break;
            case 0x7b: key=2; break;
            case 0xbe: key=3; break;
            case 0xbd: key=4; break;
            case 0xbb: key=5; break;
            case 0xde: key=6; break;
            case 0xdd: key=7; break;
            case 0xdb: key=8; break;
            case 0xee: key=9; break;
            case 0xed: key=10; break;
            case 0xeb: key=11; break;
            default: key=20; break;
        }
    }
}
```

```

        }

        code1=code1<<1;

        if(key!=20)

        {

            while((PORTA&0XF0)!=0XF0);

            return(key);

        }

    }

}

return 20;

}

/*****

按键检测

将得到的值转换为

一个十进制整数

*****/

int anjian_key(void)

{

    char i,j;

    int value;

    uchar zhi;

    uchar code1=0x08;

    uchar sett[4]={0};

```


第五届全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
j=1;

while(j)

{

    zhi=anjian();

    if(zhi==10)

        j=0;

    else if(zhi!=20)

    {

        for(i=3;i>0;i--)

            sett[i]=sett[i-1];

        sett[0]=zhi;

    }

    show(sett);

}


j=40;

while(j--)

{

    show(sett);

}

PTT=0XFF;

value=1000*sett[3]+100*sett[2]+10*sett[1]+sett[0];

return(value);

}
```

```
void xian_error(int x_err)
{
    int zh=0;

    int j=0;

    PORTA=0Xf0;

    delay(1);

    while((PORTA&0xf0)==0xf0)
    {
        show1(x_err);
    }

    delay(40);

    while((PORTA&0xf0)!=0xf0);
}
```