

2020 年新工科联盟-Xilinx 暑期学校团队项目设计文档

设计文稿提交格式

(Project Paper Submission Template)

作品名称	智能视力测试仪
板卡型号	Xc7s15ftgb196-1
所在班级	东南大学电子学院 A 班
成员姓名、学号、学校	曹 静 06017312 东南大学 电子科学与工程学院 闫卓娅 06017311 东南大学 电子科学与工程学院
Github 链接	https://github.com/CaoJing265/Vision-tester-on-Sea-using-Vivado.git

第一部分

设计概述 /Design Introduction

(1. 请概括地描述一下你的设计，可包括本设计目的、学习到的知识点、应用方向或者设想的应用场景等；2. 经组内成员讨论后以表格的形式描述项目中各成员在项目中发挥的作用或者贡献百分比；3. 作品的展示照片)

1、本项目使用 SEA 制作一款智能视力检测仪，传统方法中使用视力表进行视力检测具有人为误差和测量作弊的问题。因此基于 SEA 的视力仪可以产生随机方向，用户使用按键进行方向判别得出测量结果，极大的提高有效性和便利性。

知识点：IP 核封装、图像显示、状态机设计、模块化设计、长短按键设计等

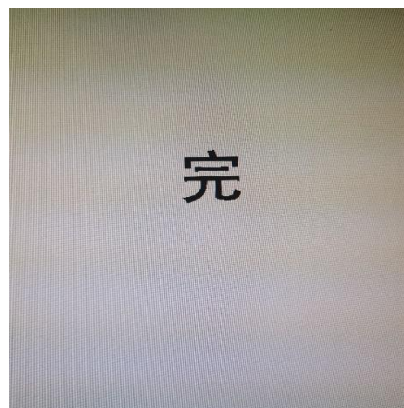
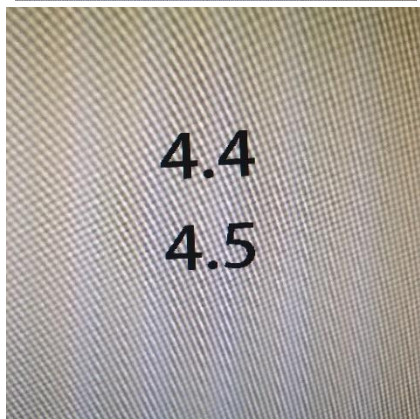
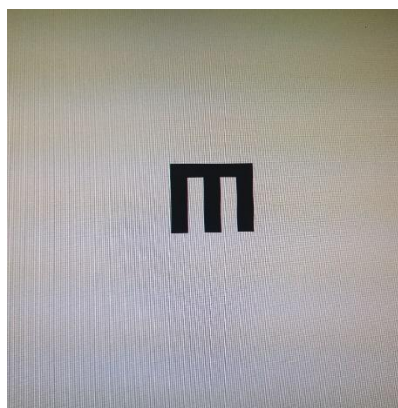
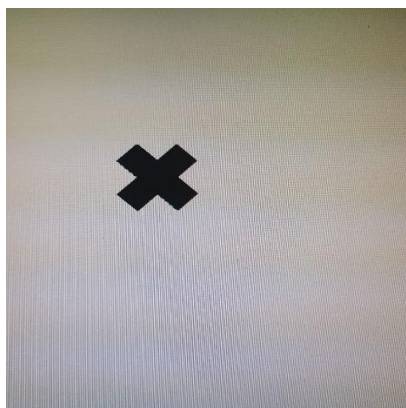
设计目的是模拟使用标准对数视力表的视力检测过程，对使用者的视力进行检测并实现视力结果的输出。用户检测过程中，显示器首先显示一个大小适中方向随机的 E 视标，用户通过 APP 按键选择自己所看到的 E 视标方向，然后中央控制模块对接收到的方向信息与显示器上的方向是否一致进行判断，再将判断结果代入检测算法中进行下一个视标的显示，最终得到用户的视力检测结果并通过显示屏显示。本作品适用于家庭生活中自我检测视力，为不方便去医院或者频繁需要检测视力掌握个人眼睛的健康状况的人们提供便捷，仅需要自己一人即可，且判断方法一致，具有对比性。若精度足够，本项目也可应用于医疗机构和医疗场所，为工作人员减轻负担。

设计特色在于用户的每一次按键都会给出判断结果，最终也会有自己的测试结果，在测量过程中也对自己的视力有大致地了解。

2、成员贡献比

姓名	贡献百分比
曹静	50%
闫卓娅	50%

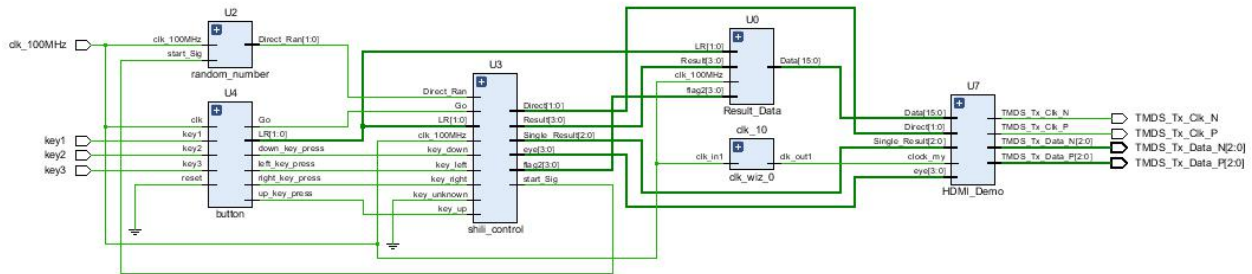
3、作品展示照片（部分显示图片）



第二部分

系统组成及功能说明 /System Construction & Function Description

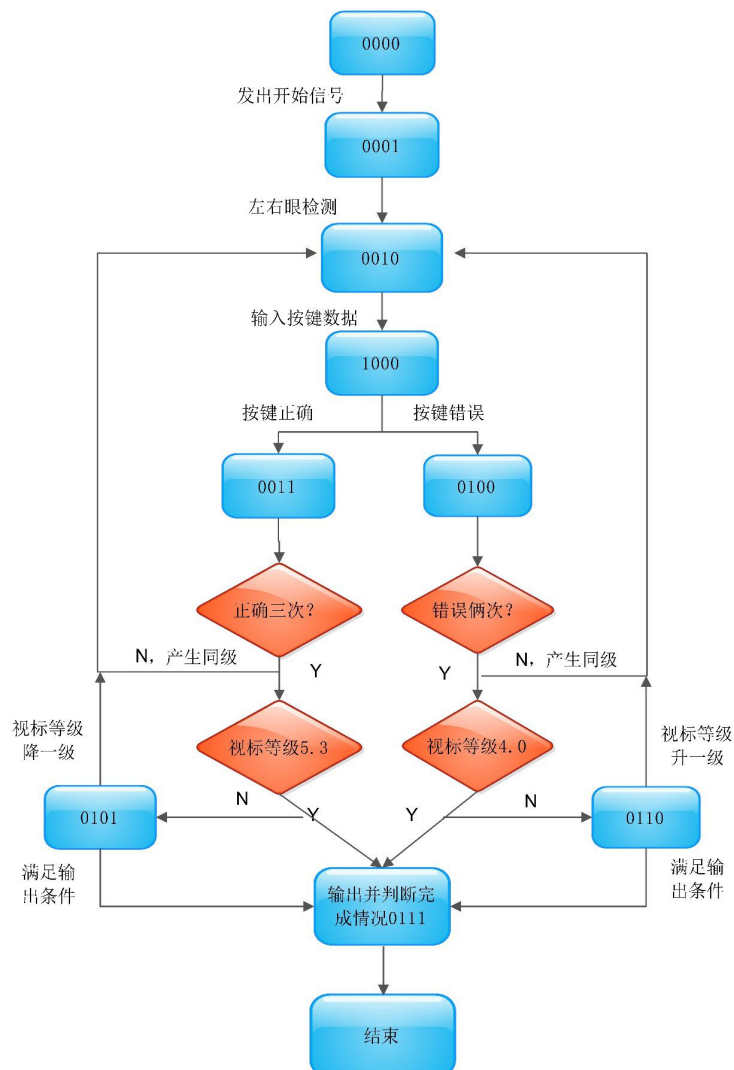
(请对作品的 1. 计划实现及已实现的功能；2. 项目系统框图；3. 使用的技术方向做说明)



● 系统包含五个模块

- 1、button: 有用户进行按键，选择自己看到的视标方向
- 2、random_number: 随机产生视标方向，确保方向随机性
- 3、shili_control: 主控模块，将用户输入方向与产生的方向进行对比，判断下一次视标输出的大小
- 4、single_result: 传输每一次的测量结果，给出视标所处的大小等级，方便 HDMI 显示模块进行显示
- 5、HDMI_Demo: 对每次用户判断正确和错误的结果进行显示、对随机产生的视标进行显示

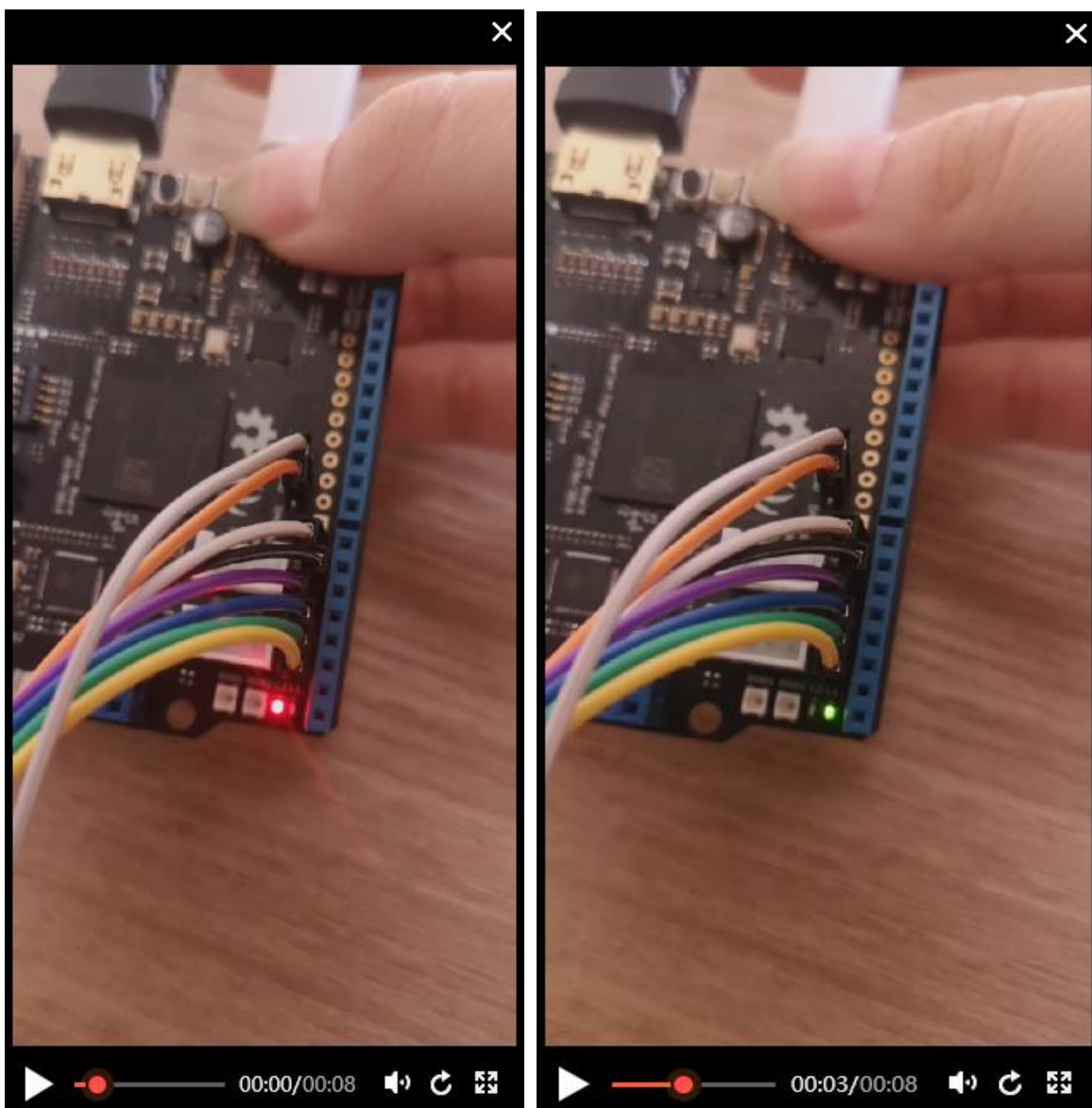
● Shili_control 模块的逻辑图



- Button 模块逻辑

由于按键不足，我们采用长短按的方法进行区分，进行了单个按键的识别，短按长按分别对应红灯和绿灯亮，视频符合结果。按键模块正常。

```
module button
[
  input clk,
  input reset,
  input [2:0] key, //三个按键
  output reg left_key_press, //key2单次
  output reg right_key_press, //key2长按
  output reg up_key_press, //key1单次
  output reg down_key_press, //key1长按
  output reg Go, //key3长按
  output reg [1:0] LR //左眼默认为1，右眼按下key3单次变为1
];
```

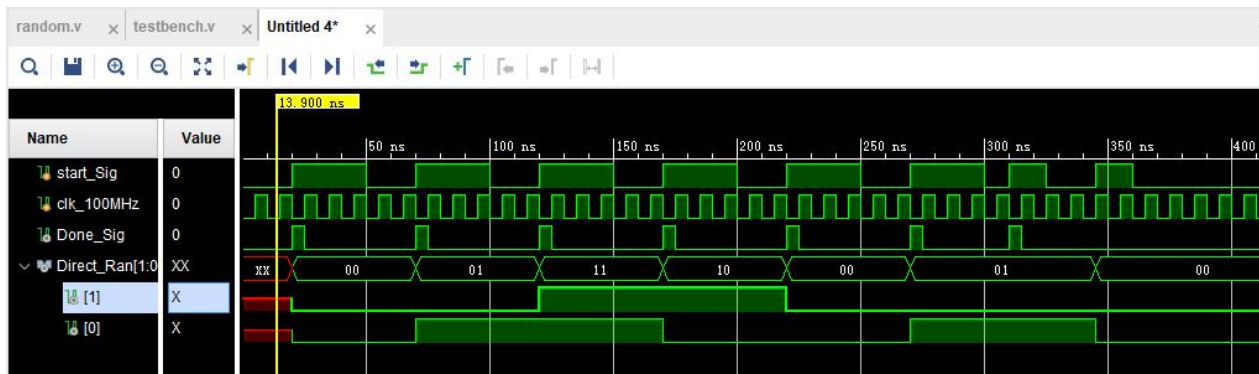


- Random_number 模块

设置 00、01、10、11 代表四个方向，设置四位数组 4' b0011，当收到随机数采集开始的信号，四位

循环寄存器不断循环，输出最低两位作为随机产生的视力方向。

编写 testbench，测得仿真波形如下：



可以随着时钟和 start_Sig 的脉冲，随机产生方向，图中产生 00、01、11、10 四个方向分别代表了上下左右四个方向。验证了随机数模块产生正常。

● Single_result 模块

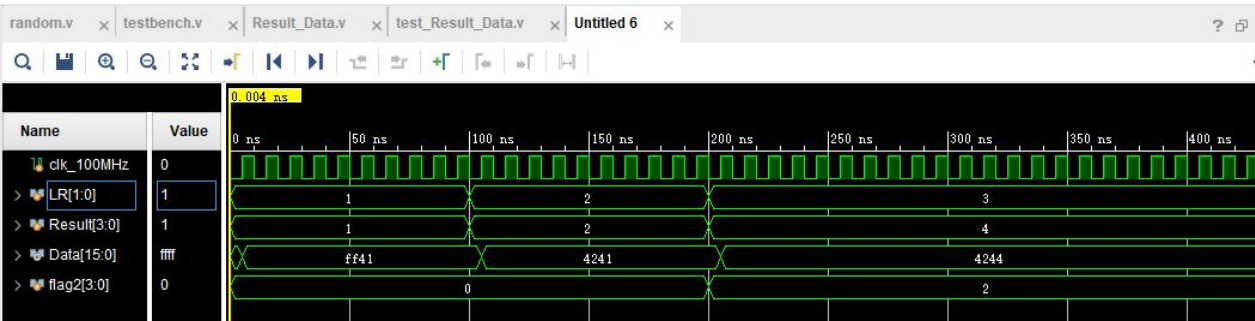
Shili_control 传来下一次的视标大小信息，在此模块进行解码，区分当前在测试左眼或右眼，将大小信息转换给显示模块。

仿真测试波形如下：给定左右眼信息和当前是单眼双眼信息，以及测试传递的视标大小信息，可以得出 Data 的显示信息。

```

module test_Result_Data();
  reg clk_100MHz=0;
  reg [1:0]LR=2'b01;
  reg [3:0]Result ;
  wire [15:0]Data;
  reg [3:0]flag2=0;
  initial
  begin
    LR=2'b01;
    Result=4'b0001;
    #100 LR=2'b10;
    Result=4'b0010;
    #100
    LR=2'b11;
    flag2=4'b0010;
    Result=4'b0100;
  end
  Result_Data test(
    .clk_100MHz(clk_100MHz), .LR(LR), .Result(Result), .Data(Data), .flag2(flag2)
  );
  always #5 clk_100MHz = ~clk_100MHz;
endmodule

```



可以看出随时钟和左右眼信息，Data 会进行变化 LR=01，则左眼无数据，为 ff，仅传递右眼的 41 号视标，Data 会进行变化 LR=10，则传递左眼的 42 号视标，flag2>=10,可以同时传递左右眼，取决于当前测试的眼睛情况，图中改变了右眼变为 44 号视标。

● 显示模块

显示模块采用 VGA 接口的分辨率为 1024×768 的显示器，由于 SEA 官方提供了相关实例，通过调用相关的驱动函数，实现 HDMI in 与 HDMI out。

显示终端主要实现的功能包括：接受从主控端发来的按键或陀螺仪方向信息，驱动显示屏显示视标和字符（数字、中文），通过视标方向的随机变换以及大小变换的算法模拟视力检测的整个过程并显示出视力检测结果。

VGA 显示的内容包括：显示 E 视标/C 视标, 过程提示以及最后的视力检测结果。其中 E 视标有 13 种型号，每种型号又有 4 个不同的方向（上下左右），方向判断的正误以及视力结果的显示包括数字和汉字。本设计中对于 E 视标根据标准视标大小采用描点的方式进行显示，其他字符图样则采用图片的方式进行显示。在 E 视标的描点显示中，为了保证视力检测的效果，视标尽量显示在中央位置，同时在选择像素格数时需要进行误差计算，最后选择误差最小的一组数据，使误差值满足视力表要求中的±5%之内。

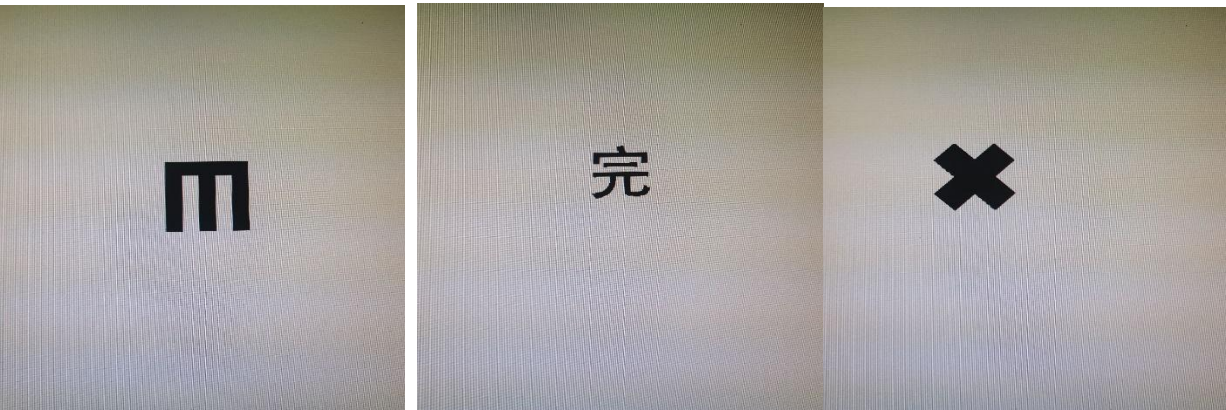


图 2：显示效果

第三部分

完成情况及性能参数 /Final Design & Performance Parameters

（作品已实现的功能及性能指标）

本项目设置了五个模块，分为 random_number、button、HDMI 显示、shili_control 主控模块，single_result 模块目前五个部分均已完成。

Shili_control_FPGA 主控：可以产生具有随机性的 E 方向，并对用户正确与否做出判断，可以成功的完成用户左右眼视力检测。

HDMI 显示：在显示屏上显示当前视标大小，可以在单次判断后即给出用户此次判别结果的正误，

提示测量是否完成以及显示最终左右眼的测量结果。

button: 有用户进行按键, 可以利用有效的按键完成, 区分长短键达到不同的效果

random_number: 可以随机产生视标方向, 确保方向随机性

single_result: 可以传输每一次的测量结果, 给出视标所处的大小等级, HDMI 各个大小等级的视标可以正常切换显示。

缺点: 各个模块连接起来可以实现单次检测, 由于内存不够, 省去了很多图片显示的 IP 核, 效果有些简陋, 目前左右眼切换会时不时出现问题, 系统还不太稳定, 分析可能是长短按键和后面的时钟配合问题, 目前项目有些粗糙, 还需要以后的完善。

性能参数:

1. 视标 E 方向显示具有随机性
2. 视标大小与标准视力表误差: <5%

第四部分

总结 /Conclusions

(谈一谈完成暑期学校课程后的收获与感想。请每位组员分开写。)

1、06017312 曹静

不知不觉中, 为期为两个星期的暑期学校就已经迎来了尾声, 今年由于疫情的影响, 暑期学校在线上进行, 虽然线上进行我们无法面对面交流探讨, 但是听讲座, 做实验习题, 也让这个特别的暑假充实了很多, 学习到了不少新东西, 收获良多。

虽然之前也对 FPGA 有过一定的了解, 但是每一次学习还是能够发现新的知识, 新的乐趣。状态机的不同的编程方式, IP 核的设计以及封装、复杂 IP 的设计等等, 让我对 Vivado 有了更多的了解, 比如我以前不知道 Vivado 的仿真还可以看波形, 在这次的实验过程中才发现这个功能。Vivado 这个强大的软件还有很多东西需要去学习, 去探索, 希望自己未来可以学会更多的运用。

在项目开发的过程中, 我们也遇到了很多困难, 比如快递物流太慢, 其中在买 HDMI 转接线的时候我还遇到了一次卖家发错货的情况, 耽误了一些时间。由于开发时间短, 我们并没有如期达到计划书中想要的效果, 实际作品比预期中简陋了很多, 希望在后面的时间内可以进一步完善我们的作品, 最终达到我们的理想预期。

2、06017311 闫卓娅

暑期学校项目接近结束, 半个月的时间也收获到了很多, 在前几天的讲座中对 FPGA 的介绍、复杂 IP 系统设计等有了初步了解, 跟随实验指导书也进行了很多的小实验, 每天都非常的充实。

作品开发时间非常短, 对于 SEA 的这块板子我们决定拿他来做一款视力仪, 最初制定了很多的实验计划标准, 但最终并没有完全实现和达到。但在这个过程中, 对于 FPGA 的开发流程和设计了进一步的了解, 尤其是状态机的设计采用三段式将会非常的便捷和而利于修改, 整个过程中无论是随机数的、按键长短判断还是主控状态都让我们学习到很多, 一个个模块仿真通过后再模块化调用搭建在一起, 最终实现一个庞大的系统。就像老师说的搭建数字积木一样不断的堆砌和整理, 形成新的城堡。在这个过程中也遇到了很多困难, 需要不断查找资料和询问有经验的同学得到解答。

今年形式特殊, 线上的暑期学校也增加了不少困难, 缺少硬件设备, 快递模块、同学线上交流、老师线上讲座等, 这些困难都被大家一一克服, 感谢助教同学的答疑, 还有学长的指导, 他们为暑期学校的开展贡献了很大一部分力量。项目进展到这里很多不足, 过程也十分艰辛, 可能还存在一些可以优化的地方和系统不稳定的地方可以改善。最后感谢暑期学校, 为我们提供学习的机会。