

# Vega Prime

## 虚拟现实开发技术

王孝平 董秀成 古世甫 著



Vega Prime

XUNI XIANSHI KAIFA JISHU



## 作者简介

王孝平，四川自贡人，现执教于四川成都西华大学电气学院。研究方向为虚拟现实/计算机视觉。发表相关研究论文近10篇；2012年出版国内第一本关于Vega Prime的书籍《Vega Prime实时三维虚拟现实技术》；2016年出版《LabVIEW2014快速入门实例精讲》。主研项目有电流互感器3D动态仿真、瓦斯继电器可视化虚拟仿真、实时三维虚拟现实技术在自动检测控制及碰撞预警中的应用等。



<http://www.xnjdcbs.com>

◎ 责任编辑 / 黄庆斌

◎ 助理编辑 / 李华宇

◎ 封面设计 / **JADE.HE**  
DESIGN STUDIO

# Vega Prime

## 虚拟现实开发技术

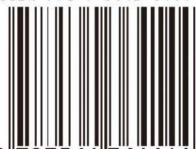


交大e出版  
微信购书 | 数字资源



官方天猫店  
上天猫 买正版

ISBN 978-7-5643-6414-4



9 787564 364144 >

定价: 68.00元

# Vega Prime

## 虚拟现实开发技术

王孝平 董秀成 古世甫 著

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

## 内容简介

本书系统地介绍了 Vega Prime 虚拟现实开发技术的相关知识及应用开发的流程和步骤,通过实例深入分析了其中的技术要点和难点,同时提供了一个应用开发框架,使开发者更为容易入门使用 Vega Prime,进阶掌握其核心技术,能够熟练灵活使用 Vega Prime 进行实际虚拟现实项目的开发。对于熟练的开发者,可以大大加快项目的开发进程。

本书内容主要包括 Vega Prime 核心模块的介绍与使用、LynX Prime 的使用、Vega Prime 的 MFC 改造、VSG 自绘图形的使用、OOBB 碰撞检测的实现、液体纹理仿真的实现、鼠标点选效果的实现、通道图形文字显示设计、通道模板效果的实现和 Vega Prime 编程框架设计等。本书是作者根据多年实际项目开发经验编写而成的,可作为大学计算机专业和非计算机专业的虚拟现实开发课程教材,也可作为其他虚拟现实开发人员的参考用书。

---

### 图书在版编目 (C I P) 数据

Vega Prime 虚拟现实开发技术 / 王孝平, 董秀成, 古世甫著. —成都: 西南交通大学出版社, 2018.8  
ISBN 978-7-5643-6414-4

I. ①V… II. ①王… ②董… ③古… III. ①虚拟现实—程序设计 IV. ①TP391.98

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 207337 号

---

## Vega Prime 虚拟现实开发技术

王孝平 董秀成 古世甫 著

---

责任编辑	黄庆斌
助理编辑	李华宇
封面设计	何东琳设计工作室

---

出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
邮政编码	610031
发行部电话	028-87600564 028-87600533
网址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印刷	四川森林印务有限责任公司

---

成品尺寸	185 mm × 260 mm
印张	23
字数	573 千
版次	2018 年 8 月第 1 版
印次	2018 年 8 月第 1 次
定价	68.00 元
书号	ISBN 978-7-5643-6414-4

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了 Vega Prime 虚拟现实开发技术的相关知识及应用开发的流程和步骤，通过实例深入分析了其中的技术要点和难点，同时提供了一个应用开发框架，使开发者更为容易入门使用 Vega Prime，进阶掌握其核心技术，能够熟练灵活使用 Vega Prime 进行实际虚拟现实项目的开发。对于熟练的开发者，可以大大加快项目的开发进程。本书内容主要包括 Vega Prime 核心模块的介绍与使用、LynX Prime 的使用、Vega Prime 的 MFC 改造、VSG 自绘图形的使用、OOBB 碰撞检测的实现、液体纹理仿真的实现、鼠标点选效果的实现、通道图形文字显示设计、通道模板效果的实现和 Vega Prime 编程框架设计等。

本书是作者根据多年实际项目开发经验编写而成的，可作为大学计算机专业和非计算机专业的虚拟现实开发课程教材，也可作为其他虚拟现实开发人员的参考用书。

# 前 言

Vega Prime 是 Presagis 公司推出的最新虚拟现实开发工具，具有面向对象、功能强大、界面友好、平台兼容性好等特点。Vega Prime 集成了最新的虚拟现实研究成果，同时具备开发 32 位和 64 位应用程序的强大功能，被广泛应用于航空航天飞行器试验、工业机械装置实时模拟仿真、房地产视景楼盘呈现、数字化城市等。随着 4G 时代的纵深发展，虚拟技术将会得到更加广泛的应用。

Vega Prime 最底层是 OpenGL，OpenGL 之上是 Presagis 公司自己的跨平台场景渲染引擎 VSG，VSG 之上就是 Vega Prime。Vega Prime 提供的 LynX Prime 是一个可视化的图形用户接口编辑工具，能够让开发者不写一行代码而实现虚拟现实仿真；同时提供的 Vega Prime 库，采用 C++ 方式，提供面向对象编程接口。这样，Vega Prime 既拥有了 OpenGL 的强大功能，又提供了界面友好的开发环境，极大提高了图形开发的效率，满足了虚拟现实仿真这种大型图形开发的要求。

本书是在 2012 年出版的国内第一本 Vega Prime 方面图书的基础上，依据作者项目组近几年的实际项目开发经验和总结 Vega Prime 应用开发项目的步骤和方法，通过纠正错误、补充内容、完善结构编写而成的。本书系统地介绍了 Vega Prime 相关知识及应用开发的流程和步骤，通过实例深入分析了其中的技术要点和难点，同时提供了一个应用开发框架，使开发者更为容易入门使用 Vega Prime，进阶掌握其核心技术，能够熟练灵活使用 Vega Prime 进行实际虚拟现实项目的开发。对于熟练的开发者，可以大大加快项目的开发进程。本书内容主要包括 Vega Prime 核心模块介绍与使用、LynX Prime 的使用、Vega Prime 的 MFC 改造、VSG 自绘图形的使用、OOBB 碰撞检测的实现、液体纹理仿真的实现、鼠标点选效果的实现、通道图形文字显示设计、通道模板效果的实现和 Vega Prime 编程框架设计等。

本书由西华大学电气信息学院王孝平和古世甫共同完成，其中王孝平负责第 1, 5, 6, 9, 10 章，古世甫老师负责第 2, 3, 4, 7, 8 章。西华大学电气信息学院董秀成对本书进行了审核。本书得到了董秀成教授工作室的大力支持，包含郑海春和张帆的大力协助，工作室的部分研究生同学也提供了帮助，在此表示感谢。本书还得到了技研新阳集团-西华大学机器人联合实验室和四川省信号与信息处理实验室的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

作 者

2018 年 8 月



# 目 录

第 1 章 认知 Vega Prime .....	1
1.1 认识 Vega Prime .....	1
1.1.1 Vega Prime 的特性和基本模块 .....	2
1.1.2 Vega Prime 的增强模块选项 .....	3
1.1.3 Vega Prime 的第三方工具 .....	6
1.1.4 Vega Prime 的应用领域 .....	9
1.2 Vega Prime 入门指引 .....	9
1.2.1 Vega Prime 的版本问题 .....	9
1.2.2 Vega Prime 入门指引 .....	10
1.3 Vega Prime 应用开发 .....	11
1.3.1 Vega Prime 的结构及资源 .....	11
1.3.2 Vega Prime 系统结构及应用组成 .....	13
第 2 章 Vega Prime 主要功能模块 .....	16
2.1 Vega Prime 基本概念 .....	16
2.1.1 Vega Prime 中的六自由度 .....	16
2.1.2 Vega Prime 中的基本概念 .....	17
2.2 Vega Prime 主要功能模块 .....	18
2.2.1 应用 vpApp .....	19
2.2.2 内核 vpKernel .....	20
2.2.3 管道 vpPipeline .....	21
2.2.4 窗口 vpWindow .....	21
2.2.5 通道 vpChannel .....	22
2.2.6 场景 vpScene .....	23
2.2.7 观察者 vpObserver .....	24
2.2.8 对象 vpObject .....	24
2.2.9 自由度 vsDOF .....	25
2.2.10 转换 vpTransform .....	26
2.2.11 运动模式 vpMotion .....	27

2.2.12	碰撞 vpIsector .....	27
<b>第 3 章</b>	<b>LynX Prime 的使用 .....</b>	<b>29</b>
3.1	LynX Prime 的界面组成 .....	29
3.1.1	LynX Prime 的启动与退出 .....	29
3.1.2	LynX Prime 的界面构成 .....	30
3.2	LynX Prime 的使用 .....	32
3.2.1	创建场景 vpScene .....	33
3.2.2	操作对象 vpObject .....	35
3.2.3	设置观察者 vpObserver .....	37
3.2.4	建立转换 vpTransform .....	37
3.2.5	创建运动模式 vpMotion .....	39
3.2.6	应用碰撞检测 vpIsector .....	40
3.2.7	建立特效 vpFx .....	43
3.2.8	设置窗口 vpWindow .....	50
3.2.9	建立环境 vpEnv .....	51
3.2.10	设置通道 vpChannel .....	54
<b>第 4 章</b>	<b>运行 Vega Prime 应用 .....</b>	<b>59</b>
4.1	VC++编程基础 .....	59
4.1.1	安装 VC++ .....	59
4.1.2	进程优先级 .....	60
4.1.3	使用多线程 .....	61
4.1.4	创建控制台程序 .....	63
4.1.5	创建 MFC 对话框程序 .....	64
4.2	配置 Vega Prime 应用程序编译运行环境 .....	65
4.2.1	配置运行控制台仿真程序 .....	66
4.2.2	配置 MFC 对话框运行环境 .....	68
4.3	导出 ACF 文件 .....	68
4.3.1	导出 ACF 文件 .....	68
4.3.2	Vega Prime 的最小应用程序 .....	68
4.4	剖析 Vega Prime 应用程序组成 .....	71
4.4.1	基本组成 .....	72
4.4.2	创建容器 .....	73
4.4.3	初始化模块 .....	73
4.4.4	建立内核 .....	74
4.4.5	建立路径 .....	74
4.4.6	建立管道 .....	74

4.4.7	建立窗口	75
4.4.8	建立通道	76
4.4.9	建立观察者	77
4.4.10	建立场景	77
4.4.11	建立转换	78
4.4.12	建立对象	78
4.4.13	建立碰撞检测	80
4.4.14	建立碰撞服务	81
4.4.15	建立循环服务	81
4.4.16	建立环境	81
4.4.17	建立太阳	82
4.4.18	建立运动模式	83
4.4.19	建立特效	83
4.4.20	配置应用	84
<b>第 5 章</b>	<b>建立基于 MFC 对话框的 Vega Prime 应用程序</b>	<b>87</b>
5.1	配置 MFC 对话框 Vega Prime 应用程序的编译环境	87
5.1.1	MFC 对话框 Vega Prime 应用程序的理解	87
5.1.2	配置 MFC 对话框 Vega Prime 应用程序的编译环境	88
5.2	建立 MFC 对话框 Vega Prime 应用程序	89
5.2.1	MFC 对话框程序界面改造	90
5.2.2	添加 Vega Prime 应用公共类 PublicMember	91
5.2.3	启动 Vega Prime 应用主线程	109
5.2.4	启动包含 ACF 文件的主线程	111
<b>第 6 章</b>	<b>Vega Prime 编程对象的实例使用</b>	<b>113</b>
6.1	建立内核实例	114
6.2	建立管道对象	114
6.3	建立窗口	115
6.4	建立场景	116
6.5	改造路径搜索对象	116
6.6	加载物体函数设计	117
6.7	设置运动模式	120
6.8	建立转换	121
6.9	控制观察者	122
6.10	配置键盘函数	123
6.11	控制物体缩放比例及透明	126

6.12	控制碰撞检测 .....	128
6.13	控制特效 .....	130
6.14	配置灯光效果 .....	131
6.15	制造幻影效果 .....	133
6.16	控制声音 .....	134
6.17	控制父子关系 .....	137
6.18	操作 Switch .....	140
6.19	操作 DOF .....	142
6.20	获取 DOF 的坐标 .....	148
6.21	配置多通道 .....	149
6.22	物体平面影子效果 .....	154
6.23	物体颜色控制 .....	155
6.24	雨雪天气控制 .....	159
6.25	场景能见度控制 .....	164
6.26	纯色场景控制 .....	165
6.27	仿真场景全屏设计 .....	167
6.28	加快仿真场景物体加载速度 .....	169
<b>第 7 章</b>	<b>Vega Prime 自绘图形设计 .....</b>	<b>172</b>
7.1	认识 VSG .....	172
7.1.1	VSG 的特点 .....	172
7.1.2	VSG 的功能模块 .....	173
7.1.3	VSG 的图形绘制过程 .....	173
7.2	VSG 图形绘制 .....	174
7.2.1	简单几何体绘制 .....	175
7.2.2	箱体绘制 .....	178
7.2.3	梯形平台绘制 .....	180
7.2.4	平面绘制 .....	182
7.2.5	球体绘制 .....	184
7.2.6	字符输出 .....	186
7.3	图形纹理控制 .....	189
7.4	图形材质控制 .....	192
7.5	VSG 在场景中显示中文 .....	196
7.5.1	图片产生类设计 .....	196
7.5.2	纹理切换控制设计 .....	201
<b>第 8 章</b>	<b>Vega Prime 和 OpenGL 混合编程 .....</b>	<b>206</b>

8.1	OpenGL 基础 .....	206
8.1.1	OpenGL 的特点 .....	206
8.1.2	OpenGL 开发环境配置 .....	207
8.1.3	OpenGL 程序构成 .....	207
8.1.4	OpenGL 绘制几何图形 .....	209
8.1.5	OpenGL 的颜色模式 .....	215
8.1.6	OpenGL 视图变换 .....	218
8.2	OpenGL 在 Vega Prime 应用中绘制图形 .....	220
8.2.1	理解 Vega Prime 与 OpenGL 混合编程 .....	220
8.2.2	定义订阅者类 .....	221
8.2.3	Vega Prime 中使用 OpenGL .....	225
<b>第 9 章</b>	<b>Vega Prime 中的实用功能实现 .....</b>	<b>230</b>
9.1	Vega Prime 中的重叠效果 .....	230
9.1.1	点到点重叠效果 .....	231
9.1.2	闭环重叠效果 .....	232
9.1.3	二维字体重叠效果 .....	233
9.1.4	二维图片重叠效果 .....	234
9.2	自定义碰撞检测类 .....	235
9.2.1	Vega Prime 的碰撞检测 .....	235
9.2.2	自定义查找物体顶点类 .....	237
9.2.3	自定义碰撞检测类 .....	239
9.2.4	自定义碰撞检测类的使用 .....	242
9.3	窗口鼠标控制的完整实现 .....	247
9.3.1	窗口鼠标函数的认识 .....	247
9.3.2	窗口鼠标类的设计实现 .....	248
9.3.3	窗口鼠标类的配置 .....	251
9.4	场景通道屏幕文字和图形显示 .....	254
9.4.1	通道屏幕文字显示类的设计实现 .....	254
9.4.2	通道屏幕文字显示类的配置调用 .....	263
9.4.3	通道屏幕绘图功能设计实现 .....	265
9.5	鼠标点选通道对象功能设计 .....	267
9.5.1	通道挑选 Picker 类的设计实现 .....	268
9.5.2	窗口鼠标类的辅助设计实现 .....	272
9.5.3	通道挑选 Picker 类的配置使用 .....	275
9.6	仿真通道的屏幕图片抓取 .....	278
9.6.1	通道屏幕图片抓取功能的设计 .....	278
9.6.2	通道屏幕图片抓取功能的配置使用 .....	281

9.7	仿真通道的视频录制	283
9.7.1	通道屏幕视频录制类的设计	283
9.7.2	通道屏幕视频录制功能的配置使用	289
9.8	虚拟仿真中的半透明处理和纹理运动仿真	293
9.8.1	虚拟仿真中的半透明处理	293
9.8.2	虚拟仿真中的纹理运动仿真	295
9.9	虚拟仿真中的聚光灯光源使用	299
9.9.1	聚光灯光源 vpLightLobe 的理解	300
9.9.2	聚光灯光源 vpLightLobe 的使用	300
9.10	渲染策略的使用	302
9.10.1	物体渲染策略的使用	302
9.10.2	通道渲染的使用	305
9.11	模板效果的设计与使用	309
9.11.1	模板效果的基本要素	309
9.11.2	单通道模板效果设计	310
9.11.3	双通道模板效果设计	318
9.12	仿真辅助线程设计	331
9.12.1	C++中的线程	331
9.12.2	线程函数	331
9.12.3	线程控制	332
9.12.4	数据辅助线程设计	333
<b>第 10 章</b>	<b>Vega Prime 编程框架设计</b>	<b>335</b>
10.1	MFC 下的框架总体设计	335
10.2	具体窗口功能设计实现	336
10.2.1	预备设计	336
10.2.2	主窗口背景色彩控制	339
10.2.3	主窗口背景图片布局	341
10.2.4	主窗口全屏幕自适应设计	342
10.2.5	功能窗口初步设计	344
10.2.6	TabControl 初始化设计	345
10.2.7	TabControl 功能切换设计	347
10.2.8	功能窗口再次设计	348
10.3	运行效果设计	354
	参考文献	356
	附件 虚拟现实开发实例	357

# 第 1 章 认知 Vega Prime

Vega Prime 是 Presagis 公司推出的最新虚拟现实开发工具，具有面向对象、功能强大、界面友好、平台兼容性好等特点。Presagis 推出的虚拟现实开发工具一直受到市场广泛的欢迎，Vega Prime 就是该公司推出的最新版本。Vega Prime 是一个应用程序编程接口(API)，它大大扩展了 Vega Scene Graph，也是一个跨平台的可视化模拟实时开发工具。Vega Prime 是一个进行实时仿真和虚拟现实开发的高性能软件环境和良好工具，它由以下 3 部分组成：图形用户接口，LynX Prime; Vega Prime 库；C++头文件，可调用的函数。Vega Prime 的功能还被其他特殊功能模块所扩展，这些模块扩展了用户接口的同时，也为应用开发提供了功能库。

## 【本章重点】

- Vega Prime 的特性；
- Vega Prime 的基本模块；
- Vega Prime 的增强模块；
- Vega Prime 的应用领域；
- Vega Prime 的入门指引；
- Vega Prime 的学习资源；
- Vega Prime 的配置；
- Vega Prime 的组成；
- Vega Prime 的特点。

## 1.1 认识 Vega Prime

Vega Prime 在提供高级仿真功能的同时，还具有简单易用的优点，使用户能快速准确地开发出满足要求的视景仿真应用程序。它将易用的工具和高级视景仿真功能巧妙地结合起来，从而使用户能够简单迅速地创建、编辑、运行复杂的实时三维仿真应用。由于它大幅减少了源代码的编写，软件的进一步维护和实时性能的优化变得更容易，从而大大提高了开发效率。同时，它还拥有一些特定的功能模块，可以满足特定的仿真要求，如特殊效果、红外和大面积地形管理等。

此外，Vega Prime 包括了许多有利于减少开发时间的特性，包括自动的异步数据库调用、碰撞检测与处理、对延时更新的控制和代码的自动生成。Vega Prime 还具有可扩展可定制的

文件加载机制、对平面或球体的地球坐标系统的支持、对应用中每个对象进行优化定位与更新的能力、星象模型、各种运动模式、环境效果、模板、多角度观察对象的能力、上下文相关帮助和设备输入/输出支持等。

## 1.1.1 Vega Prime 的特性和基本模块

### 1. Vega Prime 的特性

- 跨平台性：它支持 Microsoft Windows、SGI IRIX、Linux 和 Sun Microsystems Solaris 等操作系统。同时，用户的应用程序也具有跨平台特性，用户可以在任意一种平台上开发应用程序，且无须修改就能在另一个平台上运行。
  - 与 C++ STL(Standard Template Library)兼容。
  - 支持双精度浮点数。
  - 可定制用户界面和可扩展模块：Vega Prime 可扩展的插件式体系结构技术复杂但使用简单。用户可以根据自己的需求调整三维应用程序，能快速设计并实现视景仿真应用程序，以最低的硬件配置获得高性能的运行效果。此外，用户还可以开发自己的模块，并生成定制的种类。
    - 同时支持 OpenGL 和 Direct3D。
    - 高效的生产率：Vega Prime 提供了许多高级功能，能满足绝大部分视景仿真应用的需要，同时还具有简单易用的特性、高效的生产率。
    - 支持 MetaFlight 文件格式：MetaFlight 是 Presagis 公司基于 XML 的数据描述规范，它使运行数据库能与简单或复杂的场景数据库相关联，MetaFlight 极大地扩展了 OpenFlight 的应用范围。

### 2. Vega Prime 的基本模块

Vega Prime 包括 Lynx Prime 图形用户界面配置工具和 Vega Prime 的基础 VSG(Vega Scene Graph)高级跨平台场景渲染 API。此外，Vega Prime 还提供了多个针对不同应用领域的可选模块，使其能满足特殊行业的仿真需要，同时支持用户自主开发自己的模块。

LynX Prime 是一种可扩展的、跨平台的、单一的 GUI 工具，为用户提供了一个简单明了的开发界面。Lynx Prime 基本上继承了 Lynx 的功能，同时又增加了一些新功能：向导功能可以对 Vega Prime 的应用程序进行快速创建、修改和配置，大大提高了生产效率；基于工业标准的 XML 数据交换格式，能与其他应用领域进行最大限度的数据交换；它可以把 ACF(Application Configuration File)自动转换为 C++代码。

VSG(Vega Scene Graph)是跨平台的场景渲染 API，是 Vega Prime 的基础。Vega Prime 包括了 VSG 提供的所有功能，并在易用性和生产效率上做了相应的改进。在为视景仿真和可视化应用提供的各种低成本商业开发软件中，VSG 具有最强大的功能，它为仿真、训练和可视化等高级三维应用开发人员提供了最佳的、可扩展的基础。VSG 具有以下特性：

- 帧频率控制；
- 内存分配；



- 内存泄漏跟踪;
- 基于帧的纹理调用;
- 异步光线点处理;
- (优化的)分布式渲染;
- 跨平台可扩展的开发环境, 支持 Windows、Irix、Linux 和 Solaris;
- 与 C++ STL 相兼容的体系结构;
- 强大的可扩展性, 允许最大限度的定制, 使得用户可调整 VSG 来满足应用需求, 而不是根据产品的限制来调整应用需求;
- 支持多处理器多线程的定制与配置;
- 应用程序也具有跨平台性, 用户在任意一种平台上开发的应用程序无须进行修改就可以在另一个平台上运行;
- 支持 OpenGL 和 Direct3D 的优化渲染功能, 应用程序能基于 OpenGL 或 Direct3D 运行, 其间无须改动程序代码;
- 支持双精度浮点数, 使几何物体和地形在场景中能够精确地放置并表示;
- 支持虚拟纹理、软件实现图像的动态查阅, 使高级功能与平台无关。

### 3. Vega Prime 的可选模块

Vega Prime 为了满足特定应用开发的需求, 除了上述基本模块之外, 还提供了功能丰富的可选模块。Vega Prime 的可选模块基本上覆盖了 Vega 的可选模块, 其中包括:

- Vega Prime FX: 爆炸、烟雾、弹道轨迹和转轮等;
- Vega Prime Distributed Rendering: 分布式渲染;
- Vega Prime LADBM: 非常大的数据库支持;
- DIS/HLA: 分布交互仿真;
- Blueberry: 3D 开发环境;
- DI-GUY: 三维人体;
- GL-Studio: 仪表;
- Vega Prime IR Scene: 传感器图像仿真;
- Vega Prime IR Sensor: 传感器图像实际效果仿真;
- Vega Prime RadarWorks: 基于物理机制的雷达图像仿真;
- Vega Prime Vortex: 刚体动力学模拟;
- Vega Prime marine: 三维动态海洋。

#### 1.1.2 Vega Prime 的增强模块选项

##### 1. Vega Prime Marine

Vega Prime Marine 为在实时 3D 仿真应用中创建极具真实感的海洋、湖泊、海岸线水流表面提供了理想的解决方案。该选项使用户能够很方便地在任何 Vega Prime 应用中添加动态真实的水流表面效果。图 1.1.1 所示为海洋效果图片。