中兴Android系统界面软件设计与开发

**项目解决方案**

**版本：1.0**

编写： 杨 帆

校对： 张 翔

审核： 李 联

批准： 朱怡安

**西北工业大学－中兴通讯嵌入式系统联合开发实验室**

**2011年8月**

**目 录**

[1引言 4](#_Toc302461288)

[1.1文档标识 4](#_Toc302461289)

[1.2项目概述 4](#_Toc302461290)

[1.3文档概述 4](#_Toc302461291)

[1.4参考文档 5](#_Toc302461292)

[2任务描述 6](#_Toc302461293)

[2.1需求说明 6](#_Toc302461294)

[2.1.1硬件要求 6](#_Toc302461295)

[2.1.2软件功能 6](#_Toc302461296)

[2.2资源与产出 19](#_Toc302461297)

[2.3技术要求 20](#_Toc302461298)

[3实施方案 21](#_Toc302461299)

[3.1解决思路 21](#_Toc302461300)

[3.1.1人机界面设计实现 21](#_Toc302461301)

[3.1.2 Android系统架构 21](#_Toc302461302)

[3.1.3应用 Android SDK 24](#_Toc302461303)

[3.2功能实现方案 25](#_Toc302461304)

[3.2.1功能1－锁屏 25](#_Toc302461305)

[3.2.2功能2－动态壁纸 25](#_Toc302461306)

[3.2.3功能3－时钟及天气预报 26](#_Toc302461307)

[3.2.4功能4－网络书签 26](#_Toc302461308)

[3.2.5功能5－联系人 27](#_Toc302461309)

[3.2.6功能6－社交网络 27](#_Toc302461310)

[3.2.7功能7－滑屏 27](#_Toc302461311)

[3.2.8功能8－任务管理器 27](#_Toc302461312)

[3.2.9功能9－桌面编辑 27](#_Toc302461313)

[3.2.10功能10－功能菜单 27](#_Toc302461314)

[3.2.11功能11－音乐播放控制 28](#_Toc302461315)

[3.2.12功能12－驿站 28](#_Toc302461316)

[3.3项目基本信息 28](#_Toc302461317)

[3.4工作量估算 28](#_Toc302461318)

[3.5项目报价 30](#_Toc302461319)

# 1引言

## 1.1文档标识

中文名称：《项目解决方案》。

英文名称：“Project Solution Suggestion（PSS）”。

文档版本：“1.0”。

文档编号：“SSM-ZTE-AndroidUI-PSS-1.0(E)”。

## 1.2项目概述

本文档适用于“中兴Android系统界面软件设计与开发”项目（以下简称“AndroidUI项目”）的开发过程。AndroidUI项目由中兴通讯股份有限公司（以下简称“中兴通讯”）提出，由西北工业大学－中兴通讯嵌入式系统联合开发实验室（以下简称“联合实验室”）负责实施，该项目标识号为“SSM-ZTE-AndroidUI”，其软件产品版本号为“1.0”，包括三个内部版本，分别是0.1版、0.2版和0.3版。

项目内容为：

基于Android 3.2系统版本，针对中兴通讯设计开发的平板电脑，联合实验室依据中兴通讯提出的用户需求和设计的软件界面，深度定制Android系统的人机界面及应用软件界面，完成中兴Android系统界面软件的设计与开发。

## 1.3文档概述

本文档依据国家标准[《GB/T 8567-2006计算机软件文档编制规范》](../资料/GBT%208567-2006%20计算机软件文档编制规范.pdf)制定，属于技术文档，仅限于联合实验室和中兴通讯的项目相关人员阅读。

本文档分别从项目概述、任务描述，以及实施方案这三个方面，详细说明了AndroidUI项目的解决方案，并给出了工作量估算和项目报价。

## 1.4参考文档

* [《GB/T 8567-2006计算机软件文档编制规范》](../资料/GBT%208567-2006%20计算机软件文档编制规范.pdf)，国家标准
* [《高校合作项目要求说明书－中兴Android系统界面软件设计与开发（讨论稿）》，](../资料/高校合作项目要求说明书－中兴Android系统界面软件设计与开发（讨论稿）.doc)中兴通讯提供
* [《SSM-ZTE-AndroidUI-FAR-1.0(E) 可行性分析报告》](SSM-ZTE-AndroidUI-FAR-1.0(E)%20可行性分析报告.docx)，联合实验室编写

# 2任务描述

## 2.1需求说明

### 2.1.1硬件要求

* 运行在中兴设计开发的平板电脑之上
* 采用触摸屏进行交互操作
* 屏幕分辨率为1280×800
* 屏幕尺寸为7寸～10寸之间
* 支持多点触控技术
* 支持重力感应技术

### 2.1.2软件功能

#### 2.1.2.1功能1－锁屏

锁屏后，所有当前运行任务的运行都不受影响。锁屏界面显示时间、日期和电池电量（如图1）。需要解锁时，在屏幕上长按解锁按钮，屏幕将解锁并返回锁屏前的状态。

用户可设定是否启用锁屏时默认动态壁纸，若不启用，则锁屏时壁纸为用户当前设置的壁纸，可以为静态壁纸、普通动态壁纸和可随时间和天气变幻风格的壁纸（如图1、2、3）；若启用锁屏动态壁纸，则当锁屏时壁纸切换为可随时间和天气变幻风格的壁纸，该壁纸能够获取天气信息，并根据天气和时间变幻壁纸风格。

若联网并能够获取天气数据，则动态壁纸随时间和天气变换；若没联网或无法获取天气信息时，动态壁纸仅随时间作出变换。



图1 解锁界面



图2 晴天



图3 雨天

#### 2.1.2.2功能2－动态壁纸

两个样式动态壁纸，蓝色湖面（如图4）和风吹草地（如图5、6）动态壁纸。

蓝色湖面动态壁纸：背景为蓝色湖面，湖面上有光点由远及近飘来。当有与背景进行交互的天气widget且为下雨天时，从widget中滴落下的雨滴会在湖面上形成涟漪扩散开。

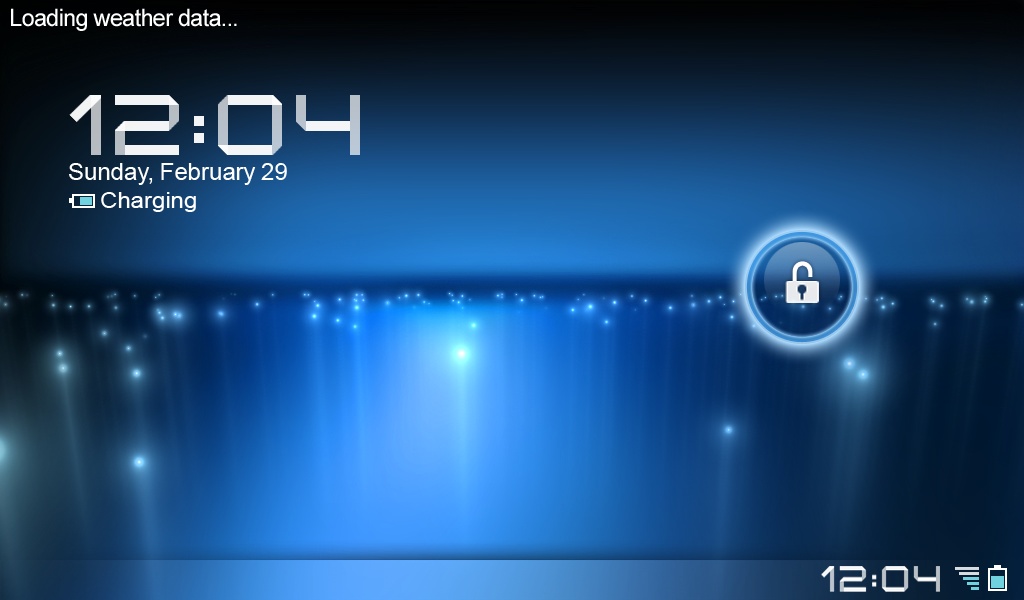


图4 蓝色湖面背景

风吹草地动态壁纸：该壁纸背景为蓝色天空下草地上小草随风飘摆。该壁纸能够随时间和天气变换不同的表现形式，可以随时间展现出白天和黑夜的场景，也可以随天气变换为飘着蒲公英、风和日丽的晴天（如图5），或者为阴云密布、电闪雷鸣下着雨的雨天（如图6），以及雪天等。



图5 晴天时，风吹草地



图6 下雨时风吹草地

#### 2.1.2.3功能3－时钟及天气预报

获取当前时间、日期和天气信息并显示。用户上下滑动可切换城市。

样式一（如图7）：widget左上角为表示天气的图片和温度等，下部为城市、日期和时间。该widget为静态显示。用户向下滑动可切换城市，天气显示为切换到城市的实时天气。



图7 样式一

样式二（如图8）：该widget上半部分为表示天气在切换时有动画效果的图片，中间偏左为温度和天气的文字，下方是时间，时间及后面表示上下午的PM、AM为立体效果，在时间发生变化时，变化的数字翻转变幻。下雨天气时，雨滴能与蓝色湖面背景动态桌面进行交互，水滴滴落的地方出现涟漪；雨滴滴落到三维数字上时，雨滴会落到数字上，并从数字上滴落同样与背景交互。下雪天气时，数字上方飘落的雪花会堆积在数字上。用户向上或向下滑动可以切换城市，切换时数字与滑动方向通向旋转一个角度后还原，天气显示为预存列表中位置的天气情况。



图8 样式二

#### 2.1.2.4功能4－网络书签

以缩略图的形式显示用户经常浏览的网站，点击缩略图，打开浏览器并进入该网站。网络书签的设计效果如图9所示，用户可通过上下滑动来查看所有书签，滑动时会有震颤效果，如图10所示。点击书签会有震颤效果，且被点击的页面会从书签中飘出到整个屏幕，后台调用浏览器显示书签保存连接地址的内容，效果如图11显示。



图9 网络书签



图10 网络书签滑动效果



图11 网络书签点击效果

#### 2.1.2.5功能5－联系人

以缩略图的形式显示用户保存的联系人（如图12）。滑动效果与网络书签类似。



图12 联系人

#### 2.1.2.6功能6－社交网络

与当前热门的微博进行整合，查看好友发布的信息并发布个人信息。

样式一（如图13）：点击刷新按钮后为从上往下翻转滑入一条新微博。

样式二（如图14）：用户向上滑动当前页面，当前页以折纸方式向上退出，下条微博由下往上滑入显示区域。

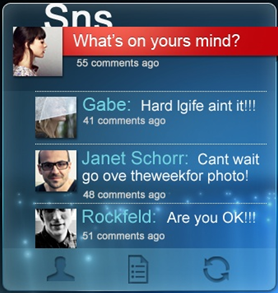
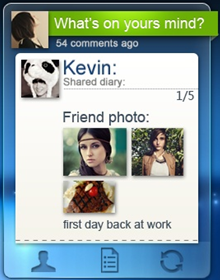
 

图13 样式一 图14 样式二

#### 2.1.2.7功能7－滑屏

用户在桌面上左右滑动进行桌面切换。

滑屏效果如图15显示，用户以普通速度滑屏时，任务栏与上面工具栏淡出桌面，导航栏从屏幕下方飞入，停顿0.5s后淡出，导航栏显示所有桌面的缩略图。桌面切换采用冰片效果，并具备柔韧性。当用户慢速滑动屏幕并且手指没有离开屏幕时，任务栏与上面工具栏淡出桌面，导航栏从屏幕下方飞入并停顿直到用户滑动结束后淡出，页面根据用户滑动的方向和速度翻转，页面缩小，同时左右显示上一页和下一页局部。当用户快速滑屏时，过程同上，但一次切换几页。另一种一次滑过几页的方法为用户使用多根手指滑屏，几根手指即为滑过几页。



图15 滑屏

#### 2.1.2.8功能8－任务管理器

点击任务栏上 按钮，从左侧推出扇形任务管理器(如图16所示)。主要功能如下：

1. 沿扇形区域列出了当前打开的各个应用程序缩略图，并在其右上角有一个“删除”按钮，点击该按钮，可以关闭该缩略图对应的应用程序。

2. 手指短按住扇形的某个区域时，该区域附近（XZ平面）沿Y轴有一个轻微的上下颤动。

3. 手指沿着扇形弧线滑动时，除第2条功能效果外，整个扇形块呈钟摆式转动。同时，转动方向与手指滑动方向相同，速度和手指的滑动速度成正比。

4. 手指长按住某个应用程序缩略图时（激活该图对应的应用程序），同时沿Z轴水平旋转180度后，以XY平面内顺时针轨迹，像冰片一样从扇形区域飘出来，并逐步占满整个屏幕。另外，该扇形任务管理器从屏幕左侧消失。

5. 点击界面下方和系统栏上的“返回”按钮，可以关闭当前应用程序。该应用程序界面沿着第4条的轨迹逆向返回原来在扇形区域的位置，也逐渐从屏幕消失。



图16 多任务

#### 2.1.2.9功能9－桌面编辑

默认情况下有五个桌面，用户可根据自身需求增加或删除。用户可向指定桌面添加widget，应用程序的快捷方式，并可更改桌面背景。

点击界面右上角的“页面编辑”按钮，进入页面编辑界面（如图17所示）。主要功能如下：

1. 布局：屏幕上半部分放置五个桌面，该五个桌面紧贴XZ轴沿Y轴具有透视效果。中间部分等距离分布四个按钮，分别是”Widgets”，”App Shortcuts”，”Wallpaper”，”More”。下半部分紧贴XY轴、Z轴方向逐渐倾斜放置若干应用程序图标，错落分布于冰片面板上。

2. 进入方式：上半部分和下半部分沿Z轴从前向后推入，中间部分逐渐出现。上半部分五个桌面随机沿Y轴前后轻微颤动。

3. 手指滑动冰片面板，该面板随之水平移动，方向与滑动方向相同，速度与滑动速度成正比。

3. 点击“Widgets”按钮，冰片面板显示当前所有的widgets，可通过左右滑动查看。（见图17）长按某一widget（见图18）时，该缩略图改变摆放方式为沿XZ竖直放置，并没XY轴前后轻微颤动。将其拖动至某一指定桌面时，直线移动到指定桌面位置。同时，桌面背景呈现若干等距经纬直线。

点击“App Shortcuts”按钮，可采用与添加widget相同的方式向指定桌面添加应用程序的快捷方式，呈现效果如前所述。

点击“Wallpaper”按钮，显示所有的背景，点击图片可更改桌面背景（见图19），呈现效果如前所述。



图17 页面编辑-Widgets



图18 页面编辑-拖拽



图19 页面编辑-墙纸

#### 2.1.2.10功能10－功能菜单

用户点击右上角  图标，将切换至功能菜单界面，显示系统中的各种应用（如图20）。

点击功能菜单中应用图标将启动相应应用程序，长按图标将从下方飞入导航栏，显示各个桌面的缩略图，这时可将图标拖动到任意一个桌面的任意位置，当手指离开屏幕后该应用将在相应桌面创建快捷方式，并当前显示为这个页面。

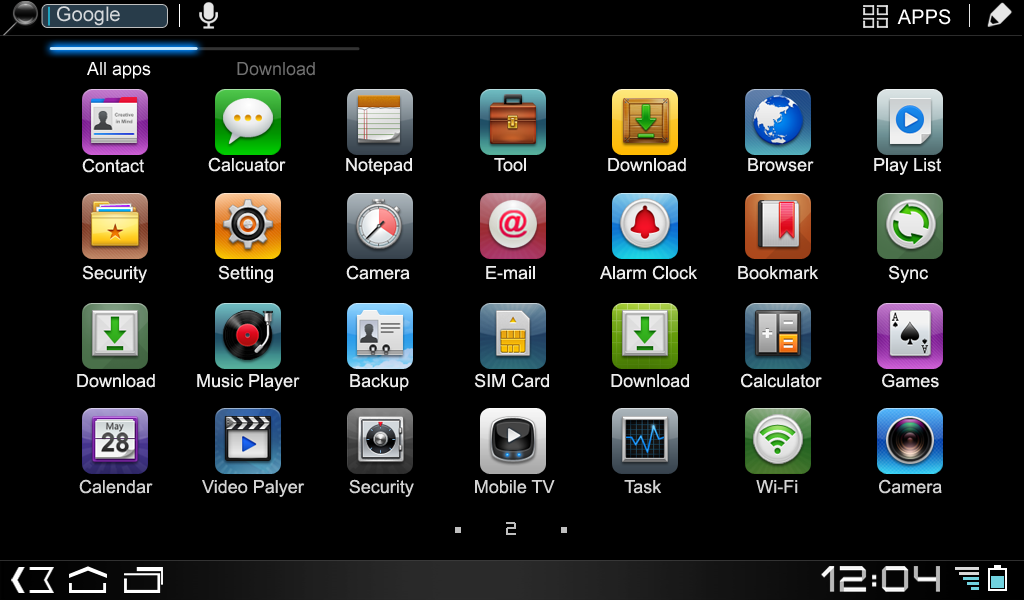


图20 功能菜单

#### 2.1.2.11功能11－音乐播放控制

开关和音乐播放控制条集成在状态栏中，用户可以查看当前播放的音乐信息，播放进度，等，并和以进行播放、关闭，上一首、下一首等操作（如图21）。



图21 音乐播放控制

#### 2.1.2.12功能12－驿站

该功能尚不明确。

## 2.2资源与产出

中兴通讯负责提供如下资源：

* 软硬件开发环境，包括平板电脑、Android3.0或3.1系统源代码及相关文档；
* 软件开发规范，包括编码规范、代码走查规则、代码编译要求；
* 用户需求；
* UI设计方案及相关资源；
* 软件版本计划及要求；
* 软件外部测试报告；
* 项目验收标准。

联合实验室负责提供如下资源：

* 项目开发场所；
* 项目开发用PC机、笔记本、网络服务器、网络环境；
* 项目开发人员；

联合实验室负责提供如下产出：

* 软件项目解决方案；
* 软件项目开发计划；
* 软件需求规格说明书；
* 软件人机界面设计说明书；
* 软件详细设计说明书；
* 软件源代码及版本说明文档；
* 软件代码走查报告；
* 项目阶段进展报告；
* 软件内部测试报告；
* 软件安装包及使用说明书；
* 项目验收申请报告。

## 2.3技术要求

* 基于Android 3.2系统版本；
* 针对触摸屏设计，支持多点触控技术，支持重力感应技术；
* 开发过程中采用自动化软件工具CheckStyle进行代码走查；
* 优化人机交互方式。

# 3实施方案

## 3.1解决思路

本方案的设计思路是在熟练掌握Android-SDK应用的基础上，深入研究Launcher应用，掌握Launcher的运行机制及各个类负责实现的功能。针对中兴通讯提供的UI设计方案进行设计分析，对Launcher应用程序进行深度定制，最后将定制过的Launcher替换系统自带的Launcher，从而实现Android 系统界面的定制。

### 3.1.1人机界面设计实现

根据中兴通讯提供的UI设计方案要求，参考Android 3.2系统已有的功能界面，分析设计一套人机界面交互框架，并针对中兴通讯的风格进行美化设计，最终实现一套独一无二的中兴Android系统人机界面。

### 3.1.2 Android系统架构

Android的系统架构和其操作系统一样，采用了分层的架构，如图22所示，Android系统架构分为四层，从高到低分别是应用程序层、应用程序框架层、系统运行库层和Linux核心层。



图22 Android系统架构图

**1) 应用程序**

Android系统会同一系列核心应用程序包一起发布，该应用程序包括email客户端，SMS短消息程序，日历，地图，浏览器，联系人管理程序等。所有的应用程序都是使用JAVA语言编写的。

**2) 应用程序框架**

开发人员可以完全访问核心应用程序所使用的API框架。该应用程序的架构设计简化了组件的重用，任何一个应用程序都可以发布它的功能块，并且任何其它的应用程序都可以使用其所发布的功能块（不过得遵循框架的安全性限制）。同样，该应用程序重用机制也使用户可以方便的替换程序组件。

隐藏在每个应用后面的是一系列的服务和系统, 其中包括：

* 丰富而又可扩展的视图(Views)，可以用来构建应用程序， 它包括列表(lists)，网格(grids)，文本框(text boxes)，按钮(buttons)， 甚至可嵌入的web浏览器。
* 内容提供器(Content Providers)使得应用程序可以访问另一个应用程序的数据（如联系人数据库）， 或者共享它们自己的数据
* 资源管理器(Resource Manager)提供非代码资源的访问，如本地字符串、图形和布局文件( layout files )。
* 通知管理器 (Notification Manager) 使得应用程序可以在状态栏中显示自定义的提示信息。
* 活动管理器( Activity Manager) 用来管理应用程序生命周期并提供常用的导航回退功能。

**3) 系统运行库**

(1) 程序库

Android 包含一些C/C++库，这些库能被Android系统中不同的组件使用。它们通过 Android 应用程序框架为开发者提供服务。以下是一些核心库：

* 系统 C 库：一个从 BSD 继承来的标准 C 系统函数库(libc)， 它是专门为基于 embedded linux 的设备定制的。
* 媒体库：基于 PacketVideo OpenCORE;该库支持多种常用的音频、视频格式回放和录制，同时支持静态图像文件。编码格式包括MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG 。
* Surface Manager：对显示子系统的管理，并且为多个应用程序提供了2D和3D图层的无缝融合。
* LibWebCore：一个最新的web浏览器引擎用，支持Android浏览器和一个可嵌入的web视图。
* SGL：底层的2D图形引擎。
* 3D libraries：基于OpenGL ES 1.0 APIs实现，该库可以使用硬件3D加速(如果可用)或者使用高度优化的3D软加速。
* FreeType：位图(bitmap)和矢量(vector)字体显示。
* SQLite：一个对于所有应用程序可用，功能强劲的轻型关系型数据库引擎。

(2) Android 运行库

Android 包括了一个核心库，该核心库提供了JAVA编程语言核心库的大多数功能。

每一个Android应用程序都在它自己的进程中运行，都拥有一个独立的Dalvik虚拟机实例。Dalvik被设计成一个设备可以同时高效地运行多个虚拟系统。Dalvik虚拟机执行(.dex)的Dalvik可执行文件，该格式文件针对小内存使用做了优化。同时虚拟机是基于寄存器的，所有的类经由JAVA编译器编译，然后通过SDK中 的 "dx" 工具转化成.dex格式由虚拟机执行。Dalvik虚拟机依赖于Linux内核的一些功能，比如线程机制和底层内存管理机制。

**4) Linux 内核**

Android 的核心系统服务依赖于Linux 2.6内核，如安全性、内存管理、进程管理、网络协议栈和驱动模型。Linux内核也同时作为硬件和软件栈之间的抽象层。

### 3.1.3应用 Android SDK

Android平台的应用程序是用Java语言编写的，所以最基本的还是需要J2SE平台提供的Java编译工具以及运行时环境。仅有这些还不够，既然是开发Android平台的应用程序，还必须配置使用Android平台的SDK。

Android SDK中包含非常的丰富的开发资源，包括丰富的辅助工具和完备的开发参考。

* “add-ons”中包含的是附加资源，主要是Google API第三版的开发包和文档资源。
* “docs”中包含的是完整的Android SDK参考文档，包括SDK发布信息、开发引导和API参考。
* “platforms”中可能包含多个版本的SDK的内容，每个版本的文件夹中，又包含该版本相关的内容。其中比较重要的内容有：
  + “images”中存放的是该版本平台的核心镜像文件，包括QEMU系统的镜像文件。
  + “skins”中存放的是该版本平台模拟器的皮肤设置。
  + “tools”中存放的是与该版本平台有关的工具，包括调试桥接工具、模拟器、数据库工具等。
  + “android.jar”文件是Android SDK的内核，是支持Android平台的核心包。
* “tools”文件夹中存放的是SDK附带的Android平台的共用工具。
* “usb\_driver”文件夹中是USB设备的驱动，支持x86和amd64架构。

## 3.2功能实现方案

### 3.2.1功能1－锁屏

采用Android SDK提供的android.app.admin.DevicePolicyManager包实现锁屏功能。采用Property Animation实现锁屏的动画效果以及使用android.app.WallpaperManager调用不同的壁纸。

### 3.2.2功能2－动态壁纸

采用RenderScript（渲染脚本）技术实现动态壁纸功能，RenderScript具备高性能的3D渲染和计算操作。首先使用RenderScript API 实现图形渲染和计算功能，用C语言实现。然后Android的构建工具根据这些代码自动映射一系列的Java类。最后在Android 框架内使用android.renderscript提供的方法调用C语言实现的功能。

### 3.2.3功能3－时钟及天气预报

时钟和天气预报功能属于桌面Widget定制，在android系统1.5以后提供了AppWidget framework可方便用户通过AppWidgetHost、AppWidgetManager进行Widget定制，功能中需要定制两种风格的Widget，一种为静态Widget，一种为动态Widget。关于静态Widget定制，目前可供参考源码相对较多，通过系统提供的API可较容易实现，动态Widget定制由于需要根据天气、时间调整壁纸亮度，与壁纸进行交互等功能，而且需要大量的3D特效实现，实现方案还需进一步研究确认，因此提供以下两种方案。

#### 3.2.3.1方案一

在Widget中直接进行壁纸交互的控制，如雨天、雪天在Widget中控制臂之中雨滴或者雪块的形成，3D特效采用系统提供的OpenGL接口实现。

#### 3.2.3.2方案二

Widget应用与动态壁纸应用程序进行数据交互，由壁纸应用在接收到天气Widget数据后控制产生交互效果，3D特效采用系统提供的OpenGL接口实现。

### 3.2.4功能4－网络书签

通过android.provider.Browser等类接口重新开发书签Widget，然后实现Widget上下拖动振颤效果，浏览器启动效果在无源码情况下可能无法实现。

### 3.2.5功能5－联系人

采用系统提供的android.provider.ContactsContract等接口实现联系人Widget后，再采用系统提供的OpenGL接口实现实现3D特效。

### 3.2.6功能6－社交网络

社交网络功能可定义为微博Widget定制，在实现本功能前需要首先选定一款API接口完善的微博应用，如新浪微博，应用系统提供的Widget定制接口，完成微博Widget功能定制，3D效果采用系统提供的OpenGL接口实现。

### 3.2.7功能7－滑屏

采用Android 提供的OpenGL API 实现滑屏功能。

### 3.2.8功能8－任务管理器

使用Android提供的Notification API 在原有状态栏上添加一个按钮，点击按钮调用任务管理器。再使用android.app.ActivityManager包来管理当前系统正在运行的程序。

### 3.2.9功能9－桌面编辑

基于Android SDK 3.2，在Launcher应用中实现桌面编辑功能。

### 3.2.10功能10－功能菜单

参考Android手机Launcher的源码，研究相关技术，主要是获取当前系统所有的应用程序信息、调用应用程序、卸载应用程序以及拖动应用程序快捷方式至桌面。掌握相关技术后，使用Android 3.2 SDK实现功能菜单。

### 3.2.11功能11－音乐播放控制

重新开发SystemUI应用，首先实现SystemUI已有的功能，再实现音乐播放控制功能，最近替换原生的SystemUI应用。

### 3.2.12功能12－驿站

因功能尚不明确，暂无解决方案。

## 3.3项目基本信息

项目名称：中兴Android系统界面软件设计与开发

项目负责人：朱怡安

项目联系人：李联

项目经理：杨帆

项目组员：朱怡安、蒋泽军、杨帆、陆伟、黄姝娟、段俊花、李联及研究生八人

## 3.4工作量估算

对于工作量估算如表1所示：

表1 项目工作量估算表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **任务** | **技术难度** | **复杂度** | **工作量预估** | **开发人员** |
| 系统架构设计及技术 | ★★★★★ | ★★★★★ | 2.0人月 | 朱怡安（教授、博导） |
| 用户界面交互设计 | ★★★★ | ★★★★ | 1.0人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 用户界面美术设计 | ★★★ | ★★★ | 1.0人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 单桌面多任务模块 | ★★★ | ★★★ | 1.0人月 | 蒋泽军（教授） |
| 功能菜单模块 | ★★ | ★★★ | 1.0人月 | 蒋泽军（教授） |
| 运行任务管理模块 | ★★★ | ★★ | 1.0人月 | 陆伟（博士、讲师） |
| 设备状态显示模块 | ★★ | ★★★★ | 1.5人月 | 陆伟（博士、讲师） |
| 自动手动锁屏模块 | ★★ | ★★ | 1.5人月 | 陆伟（博士、讲师） |
| 常用功能快捷启动模块 | ★★ | ★★ | 0.2人月 | 陆伟（博士、讲师） |
| 桌面Widget应用模块 | ★★★ | ★★★ | 1.0人月 | 黄姝娟（博士、讲师） |
| 系统设置模块 | ★★★ | ★★★★ | 1.5人月 | 黄姝娟（博士、讲师） |
| 3D视效模块 | ★★★★★ | ★★★★★ | 2.0人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 拨号模块 | ★★ | ★★★★ | 1.5人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 语音通话模块 | ★★★★ | ★★★★ | 1.5人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 来电提示模块 | ★★★ | ★★ | 1.5人月 | 段俊花（讲师） |
| 通话记录模块 | ★★ | ★★ | 1.5人月 | 段俊花（讲师） |
| 通话设置模块 | ★★ | ★★ | 1.5人月 | 段俊花（讲师） |
| 发送短消息模块 | ★★★ | ★★★★ | 1.5人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 短消息管理模块 | ★★ | ★★ | 1.5人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 短消息设置模块 | ★★ | ★★ | 1.5人月 | 杨帆（博士、讲师） |
| 通讯录管理模块 | ★★ | ★★★★ | 1.0人月 | 朱怡安（教授、博导） |
| 综合联系人管理模块 | ★★★ | ★★★★★ | 2.0人月 | 蒋泽军（教授） |
| 项目管理与协调 | ★★ | ★★ | 0.3人月 | 李联（助理研究员） |
| **合计** | **30.0人月** | | | |

说明：

* 技术难度指该模块所采用技术的难易程度，“★”数目越多难度越高，最高5颗“★”。
* 工作复杂度指该模块开发任务的复杂程度，“★”数目越多难度越高，最高5颗“★”。

## 3.5项目报价

本项目工作量估算为30.0人月，每人月报价为6500.00人民币（联合实验室约定价格），即工作量报价19.50万元。

故本项目整体报价为人民币19.5万元整。