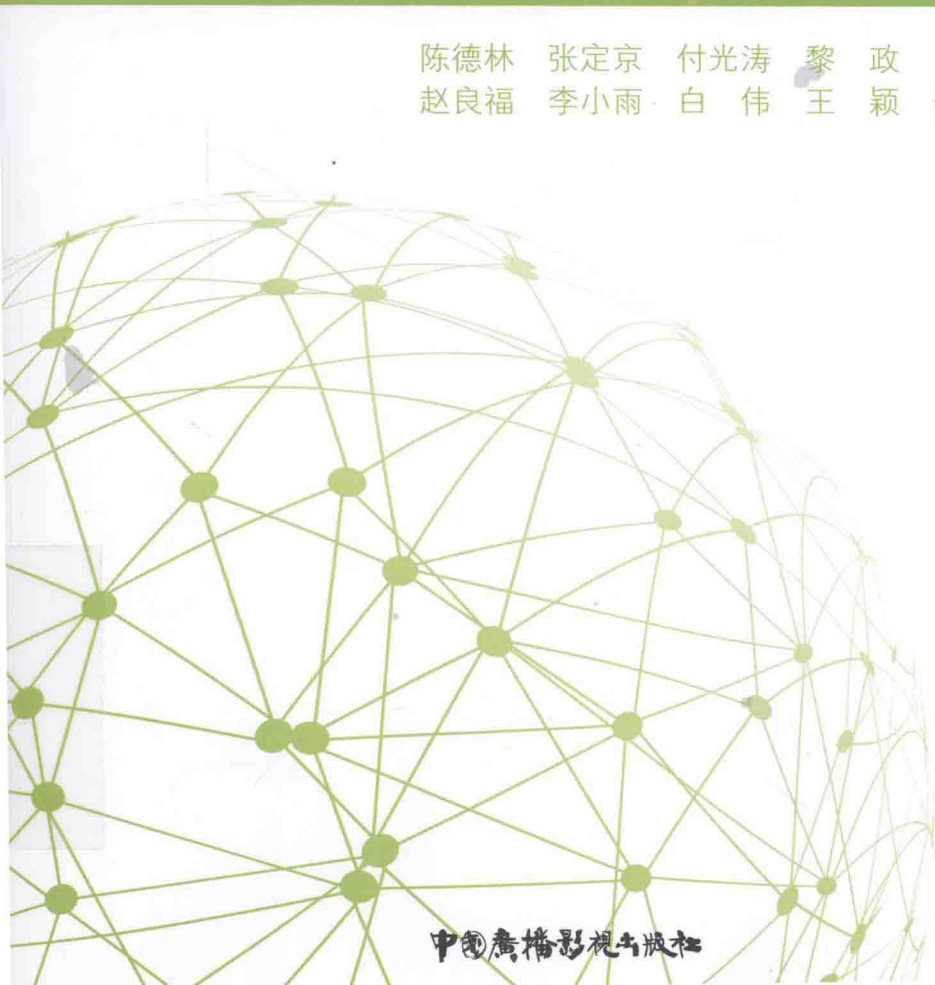




NGB TVOS v1.0 Jiagou Fenxi

NGB TVOS v1.0 架构分析

陈德林 张定京 付光涛 黎 政
赵良福 李小雨 白 伟 王 颖 付 瑞 著



中国广播影视出版社



NGB TVOS v1.0 Jiagou Fenxi

NGB TVOS v1.0 架构分析

陈德林 张定京 付光涛 黎 政
赵良福 李小雨 白 伟 王 颖 付 瑞 著

中国广播影视出版社

图书在版编目(CIP)数据

NGB TVOS v1.0架构分析 / 陈德林等著. — 北京: 中国广播影视出版社, 2015. 11
ISBN 978-7-5043-7539-1

I. ①N… II. ①陈… III. ①多媒体电视—操作系统
IV. ①TN949.198

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第266229号

NGB TVOS v1.0架构分析

陈德林 张定京 付光涛 黎 政
赵良福 李小雨 白 伟 王 颖 付 瑞 著

责任编辑 黄月蛟
装帧设计 中尚图

出版发行 中国广播影视出版社
电 话 010-86093580 010-86093583
社 址 北京市西城区真武庙二条9号
邮 编 10045
网 址 www.crtip.com.cn
电子信箱 crt8@sina.com

经 销 全国各地新华书店
印 刷 北京墨阁印刷有限公司

开 本 710毫米×1000毫米 1/16
字 数 336(千)字
印 张 22
版 次 2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5043-7539-1
定 价 58.00元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

序

智能电视操作系统是一项对广电发展产生广泛而又深远影响的基础性工作，始终受到中央和总局领导的高度重视，在当前推进三网融合的形势下，对于保障我国文化安全、支撑我国广播电视数字化网络化智能化、促进我国智能电视产业良性发展，具有重要意义。近年来，国家新闻出版广电总局在部署下一代广电网（NGB）研究中，加强领导和加大支持力度，专门设立了中间件与智能电视操作系统专题组，协调产业链上下游各环节资源，吸纳产、学、研、用 17 家单位联合开发 NGB TVOS 关键技术，实现了源代码共享（开源），制定了合作开发协议、NGB 知识产权管理政策，形成了智能电视操作系统 TVOS v1.0 软件。

2013 年 12 月 26 日，国家新闻出版广电总局科技司发布了 NGB TVOS v1.0 软件，标志着由我国自主开发的 NGB 智能电视操作系统取得了阶段性成就，TVOS v1.0 进入正式应用。

NGB TVOS v1.0 软件的及时发布，将满足各地有线网络公司 NGB 数字电视终端的标准化智能化的迫切需求，也为广电实现数字电视终端标准化智能化奠定了坚实基础。随着 TVOS v1.0 软件在全国有线网络的普及应用，我国智能电视终端将逐步走向统一，从而将结束长期以来电视终端不统一、网络区域分割的局面。

2014 年 6 月，国家新闻出版广电总局发文要求“大力开展智能电视操作系统 TVOS v1.0 规模应用试验，加快推动广播电视终端标准化智能化”（新广电发〔2014〕149 号文件），文件要求各有线电视网络公司通过 TVOS v1.0 规模应用试验，进一步完善 TVOS v1.0 及相应智能电视机顶盒的应用，探索总结 TVOS v1.0 智能电视终端运营管理的流程和方式以及相应业务创新模式，总结提炼具有大规模推广示范意义的成功经验和方法，加快推进智能电视终端标准化智能化指导意见草案的出台。

目前 NGB TVOS v1.0 版本的参考代码已经开源，读者可从合作开发组官方

网站 www.ngb-tvos.cn 注册下载。面对海量的参考代码，读者会感觉无从下手。为帮助读者能深入了解 NGB TVOS v1.0 系统，本书将作为 NGB TVOS v1.0 参考源代码的配套文档，从 NGB TVOS 的软件架构着手，先总体后局部，由浅入深、由粗到细地对 NGB TVOS 进行剖析，以此来阐述 NGB TVOS 的设计思路和技术路线。

本书适用于智能电视终端研发和智能电视应用开发人员。

国家新闻出版广电总局广播科学研究所所长

邵 山峰

2015 年 10 月 1 日

目 录

序	/001
---	------

1 概述 /001

1.1 上下文环境	001
1.2 输入输出模型	002
1.3 适用的终端类型	003
1.4 支持的应用类型	003
1.5 功能要求	004
1.5.1 电视直播要求	004
1.5.2 视频点播要求	004
1.5.3 应用管理要求	004
1.5.4 多桌面支持要求	004
1.5.5 可升级支持要求	004

2 软件架构 /005

2.1 动态架构	005
2.2 静态架构	006
2.2.1 音频系统	009
2.2.2 图形系统	010
2.2.3 按键消息输入系统	011

3 技术基础 /013

3.1 Binder 框架	013
3.1.1 Native Binder 框架和分层通信模型	013
3.1.2 Java Binder 框架和分层通信模型	016
3.1.3 ProcessState	017
3.1.4 IPCThreadState	017

3.2	服务管理器 (ServiceManager)	017
3.2.1	服务注册	018
3.2.2	服务获取	019
3.2.3	服务使用	019
3.3	孵化器 (zygote)	019
3.4	启动过程	019
3.4.1	init 进程	021
3.4.2	启动系统服务进程	025
3.4.3	启动 Native 服务	026
3.4.4	启动 Java 服务	027
3.4.5	启动 Home 主应用 (Launcher)	031
3.5	广播 (Broadcast) 机制	031
3.6	观察者 (Observer) 机制	031
3.7	Java 服务组件的基本模型和构成元素	038
3.7.1	2-Box 模型	038
3.7.2	3-Box 模型	041
3.7.3	1-Box 模型	042
3.8	Native 服务组件的基本模型和构成元素	043
3.8.1	2-Box 模型	044

4 硬件抽象层 /047

4.1.1	音频 (Audio) 模块	055
4.1.2	音频策略 (Audio Policy) 模块	057
4.1.3	摄像头 (Camera) 模块	061
4.1.4	Gralloc 模块	062
4.1.5	HWComposer 模块	066
4.1.6	传感器 (Sensors) 模块	068

5 Native 能力层 /070

5.1	系统服务进程	070
5.1.1	adbd	070
5.1.2	bluetoothd	070
5.1.3	bootanimation	071
5.1.4	console	071
5.1.5	debuggerd	072

5.1.6	dbus-daemon	072
5.1.7	dhcpcd_eth0	073
5.1.8	drmserver	073
5.1.9	dtvserver	074
5.1.10	dumpstate	076
5.1.11	installd	076
5.1.12	keystore	077
5.1.13	mediaserver	077
5.1.14	mtpd	079
5.1.15	netd	080
5.1.16	racoon	080
5.1.17	remote_server	080
5.1.18	secu_agent	081
5.1.19	servicemanager	081
5.1.20	surfaceflinger	083
5.1.21	ueventd	084
5.1.22	vold	085
5.1.23	wirelesskey	086
5.1.24	wpa_supplicant	086
5.1.25	zygote & system_server	087
5.2	服务组件	092
5.2.1	drmserver 进程管理的 Native 服务组件	092
5.2.2	dtvserver 进程管理的 Native 服务组件	097
5.2.3	mediaserver 进程管理的 Native 服务组件	100
5.2.4	surfaceflinger 进程管理的 Native 服务组件	138
5.2.5	system_server 进程管理的 Native 服务组件	145
5.3	函数库	150

6 Java 空间 /156

6.1	Java 执行环境——TVM	156
6.2	Java 系统服务组件	158
6.2.1	SystemService init2 () 创建的 1-Box 模型 Java 系统服务组件	158
6.2.2	SystemService init2 () 创建的 2-Box 模型 Java 系统服务组件	166

6.3	Java 应用框架服务组件	192
6.3.1	SystemServer init2 () 创建的 2-Box 模型 Java 应用框架服务组件	192
6.3.2	SystemServer init2 () 创建的 3-Box 模型 Java 应用框架服务组件	282
6.4	Java 其他形式组件	311
6.4.1	SystemServer init2 () 创建的观察者组件	311
6.4.2	SystemServer init2 () 创建的其他组件	312
6.5	Java 库	316
6.6	Java API	318
6.6.1	Java ME API	318
6.6.2	NGB-J API	321
6.6.3	Android API	322
6.7	Java 应用	325
6.7.1	应用组件	325
6.7.2	清单文件	328
6.7.3	安装包	334
7	Web 空间 /337	
7.1	基本 Web 技术要求	337
7.2	NGB-H 定义 JS 对象	337
7.3	Web 执行环境——浏览器	338
7.4	Web 应用	339
	参考文献 /341	

1 概述

操作系统（OS）是指用来管理计算机系统的全部资源（包括硬件、软件及数据资源）、控制程序运行、改善人机界面、为其他应用软件提供支持等的系统软件。

智能电视操作系统（TVOS）是指运行于数字电视接收终端之上的操作系统软件，接收终端可以是机顶盒、一体机，或其他形态。

下一代广播电视网智能电视操作系统（NGB TVOS）是指适用于 NGB 的智能电视操作系统。

1.1 上下文环境

NGB TVOS 在数字电视接收终端中所处的上下文环境及与外围的接口示意图见图 1。



图 1 TVOS 在数字电视接收终端中所处的上下文环境

TVOS 处于接收终端硬件层之上、应用层之下，屏蔽了硬件层的差异，为应用的运行提供了统一的环境，为应用的开发提供了完整、统一的应用编程接口（API）。

TVOS 与外围有三类接口：

- 应用编程接口，即 TVOS 提供给应用开发者的接口；
- 系统移植接口，即 TVOS 针对具体硬件平台需要进行移植的接口；
- 应用信令，即 TVOS 与运营前端进行交互的接口。

安装 NGB TVOS 的智能终端在整个 NGB 系统中所处的上下文环境见图 2。

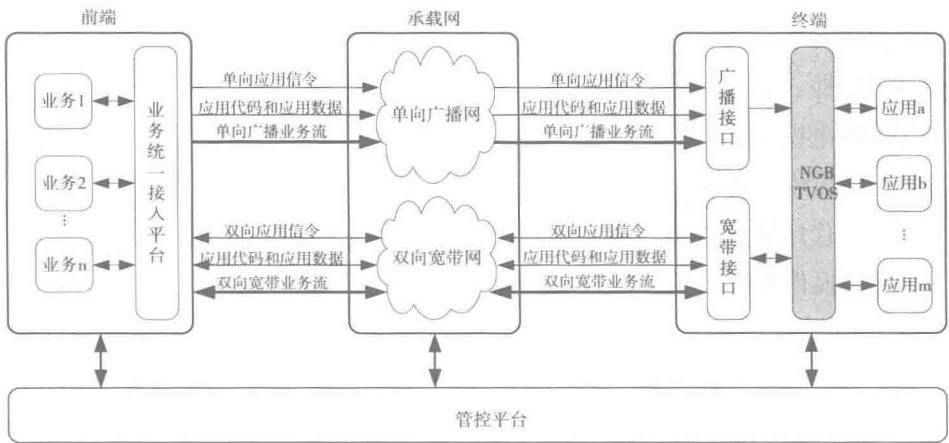


图 2 安装 NGB TVOS 的智能终端在 NGB 系统中所处的上下文环境

1.2 输入输出模型

TVOS 所能支撑的数字电视接收终端其输入输出模型见图 3。

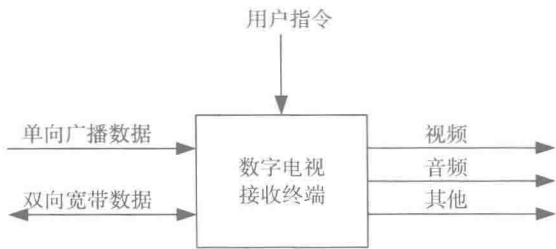


图 3 TVOS 所支撑的数字电视接收终端输入输出模型

TVOS 所能支撑的数字电视接收终端具备从单向广播网和 / 或双向宽带网接收数据的能力，并通过双向宽带网回传交互数据；解压缩图像、处理多媒

体数据，并将混叠后的音、视频信号输出给扬声器、显示器等输出设备；接收处理遥控器、键盘、鼠标等输入设备发出的用户指令。

数字电视接收终端对图形图像的要求参见 GY/T 267-2012《下一代广播电视网（NGB）终端中间件技术规范》附录 A。

1.3 适用的终端类型

NGB TVOS 适用的终端形态有：

- 机顶盒（DVB、DVB+OTT、OTT）；
- 一体机；
- 家庭网关。

1.4 支持的应用类型

TVOS 所能支持的应用，按应用程序代码开发语言可分为 Java 应用和 Web 应用：

- Java 应用是指采用 Java 编程语言开发的应用的统称；
- Web 应用是指采用 HTML、JavaScript、CSS 等 Web 技术开发的应用的统称。

TVOS 1.0.x 版本支持 Java 应用和 Web 应用，这两种类型的应用不依赖于底层的软硬件平台类型，可实现一次开发到处运行。

TVOS 所能支持的应用，根据其来源不同，可分为系统内置应用、运营商定制应用、用户自选应用：

- 系统内置应用是指随操作系统发布的、系统内置的应用，例如 Launcher 等，由操作系统提供者开发和维护；
- 运营商定制应用是指运营商根据自己的特点定制的应用，以体现与其他运营商的差异，例如 EPG 等，由运营商自行开发或委托专业第三方开发和维护；
- 用户自选应用是指用户根据自己的偏好从应用商店下载安装的应用，

例如游戏等。

TVOS 所能支撑的应用，按其与广播节目内容的关联性可分为节目内容关联型应用和独立型应用：

- 节目内容关联型应用是指应用与一个或多个广播业务关联或与广播业务中的一个或多个广播节目关联，选择或切换广播业务对应用的生命周期和运行状态有影响；
- 独立型应用是指应用未与任何广播业务关联，广播业务的切换对应用的生命周期和运行状态无影响。

1.5 功能要求

1.5.1 电视直播要求

支持标清 / 高清数字直播节目，支持 EPG，支持 GY/T 267-2012《下一代广播电视网（NGB）终端数字电视中间件技术规范》中有关广播流格式的解码要求，例如对 MPEG-2、MPEG-4、H.264 等视频格式以及 AAC、AC3 等音频格式的支持。

1.5.2 视频点播要求

支持基于 GY/T 258-2012《下一代广播电视网（NGB）视频点播技术规范》的视频点播要求。

1.5.3 应用管理要求

支持符合应用管控要求 APK 应用的下载、安装、运行和卸载等。

1.5.4 多桌面支持要求

支持安装多个桌面应用，用户可根据喜好自行选择桌面应用。

1.5.5 可升级支持要求

支持操作系统可升级要求。

2 软件架构

2.1 动态架构

NGB TVOS 软件平台的动态架构反映了各构成模块运行时的状态，其概况见图 4 所示。

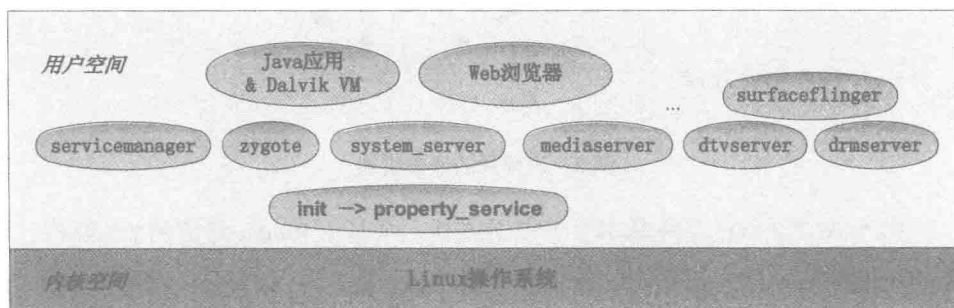


图 4 NGB TVOS 动态架构概况

Linux 操作系统是 NGB TVOS 的基础，站在 Linux 的角度，NGB TVOS 在 Linux 之上的各种构成本质上是一堆用户空间 Linux 应用程序的集合，例如 servicemanager 应用、zygote 应用、Java 虚拟机应用、Web 浏览器应用、媒体服务器应用等等，每个 Linux 应用运行在独立的进程空间。

在 NGB TVOS 中，Linux 用户空间的进程根据用途进行划分，有以下几类：

- 后台守护进程：该进程在系统初始化阶段被启动后一直在后台运行，周期性地执行某种任务或等待处理某些发生的事件，例如 installd、netd、adbd、debuggerd 等；
- 系统服务进程：该进程由系统在初始化阶段启动，作为 C/S 架构中的 Server 端管理着一个或多个服务（Service），例如 system_server、media_server、surfaceflinger、dtvserver、drmservice 等；
- 用户应用进程：该进程由用户点击桌面应用图标后由系统启动，若

该应用为 Java 应用,该进程会启动 Java 虚拟机;若该应用为 Web 应用,该进程会启动 Web 浏览器;该进程一般作为 C/S 架构中的 Client 端,通过 IPC 机制访问 Server 端的服务。

针对进程之间的通信问题,NGB TVOS 沿用了 Linux 的 IPC 机制,例如管道、socket 等,特别地沿用了 Linux v3.x 版本以后提供的 Binder 机制,见图 5 所示。

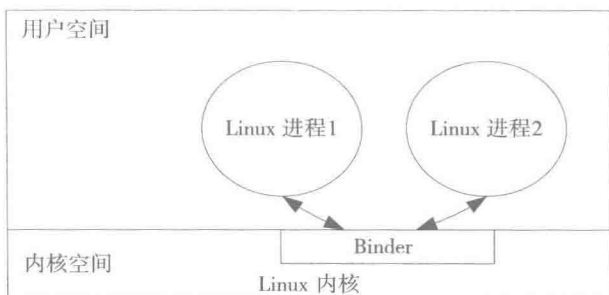


图 5 进程间的通信机制

整个 NGB TVOS 系统基本上可以看成是一个基于 Binder 通信的 C/S 架构,Binder 像网络一样,把系统的各个部分连接在一起。

2.2 静态架构

NGB TVOS 软件平台的静态架构反映了各构成模块之间的调用关系,见图 6 所示。

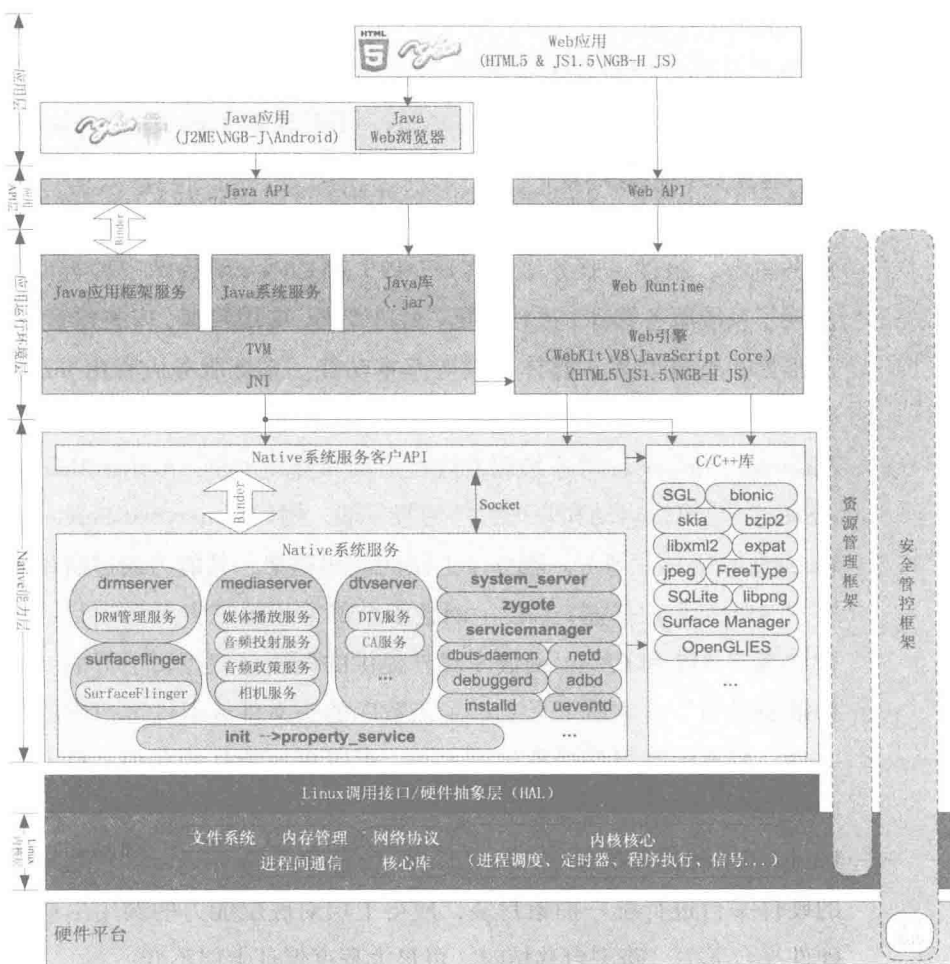


图6 NGB TVOS 静态调用逻辑架构

NGB TVOS 的软件架构按照依赖关系从上到下分为：应用 API 层、应用运行环境层、Native 能力层、Linux 调用接口和硬件抽象层、Linux 内核层。

——应用 API 层对底层能力的重用进行了简化，并采用高级语言（Java、JS）封装，上层应用程序调用应用 API 实现对系统功能组件能力的调用，方便应用程序开发，增加了程序的清晰度，降低了程序设计的难度；NGB TVOS 针对 Java 和 Web 两种高级编程语言，分别实现了 Java API 和 Web API；Java API 中引入了 Android API，可兼容支

持 Android 应用；

- 应用运行环境层是指 Java 和 Web 应用代码的解释执行环境；针对 Java 应用，NGB TVOS 实现了 TVM，可实现对 Java ME 和 Android Java 字节码的解释执行；
- Native 能力层是 NGB TVOS 软件平台功能的主要实现体，包括系统服务进程、组件（服务端、客户 API）和 C/C++ 函数库三种类型，实现了系统服务管理、进程孵化、窗口管理、应用管理、安装包管理、图形库、标准 C 库、媒体播放等基本功能。系统服务进程由 init 进程启动，服务于整个软件系统；组件的服务端由 system_server、mediaserver、dtvserver 等系统服务进程启动和管理（注：ActivityManagerService 也可以启动和管理组件的服务端，例如 BatteryStatsService、UsageStatsService 等），服务于上层的应用框架，其能力通过组件的客户 API 对上层暴露；C/C++ 函数库全部采用第三方开源项目。组件的客户 API 和 C/C++ 函数库对外提供的调用接口逻辑上形成“组件抽象接口”，本质上是 C/C++ 函数库的头文件或组件客户端的头文件。只要保持组件抽象接口不变，可以更换组件的实现，且不影响上层的代码；
- Linux 调用和硬件抽象层（HAL，Hardware Abstract Layer）对差异化的硬件平台进行统一抽象封装，使得上层对底层能力的调用尽量与硬件平台无关，跨平台移植时，可最大程度保证上层不变；
- Linux 内核层担当起实际的操作系统任务，实现了进程管理、存储管理、I/O 管理、网络协议栈、安全保护和驱动等系统核心服务；
- 资源管理框架制定了一整套从上至下的资源管理策略，可对系统稀缺资源实现全局高效协同管理；
- 安全框架制定了一整套从上至下的安全保护策略，实现系统安全的全局防控。

NGB TVOS 中，音频、图形、按键消息输入等子系统从上到下贯通所有软件层，对这样的子系统其静态架构分别阐述于后续子章节。