# 基于Android App Bundle动态化方案探索


陈家伟

爱奇艺资深工程师



GMTC 全球大前端技术大会

主办方 Geekbang. 极客邦科技 InfoQ

Geekbang. 极客邦科技 InfoQ

# 极客邦科技
# 会议推荐2019

5月 6月 7月 10月 11月 12月

**QCon 北京**
全球软件开发大会
大会：5月6-8日
培训：5月9-10日

**QCon 广州**
全球软件开发大会
培训：5月25-26日
大会：5月27-28日

**GTLC GLOBAL TECH LEADERSHIP CONFERENCE 上海**
技术领导力峰会
时间：6月14-15日

**GMTC 北京**
全球大前端技术大会
大会：6月20-21日
培训：6月22-23日

**ArchSummit 深圳**
全球架构师峰会
大会：7月12-13日
培训：7月14-15日

**QCon 上海**
全球软件开发大会
大会：10月17-19日
培训：10月20-21日

**ArchSummit 北京**
全球架构师峰会
大会：12月6-7日
培训：12月8-9日

**GMTC 深圳**
全球大前端技术大会
大会：11月8-9日
培训：11月10-11日

**AiCon 北京**
全球人工智能与机器学习大会
大会：11月21-22日
培训：11月23-24日

Geekbang. 极客邦科技 | InfoQ 极客传媒

# InfoQ官网 全新改版上线

促进软件开发领域知识与创新的传播


关注InfoQ网站
第一时间浏览原创IT新闻资讯

免费下载迷你书
阅读一线开发者的技术干货

GMTC 全球大前端技术大会

主办方 Geekbang. 极客邦科技 InfoQ

# 自我介绍

## 陈家伟

二零一四年，毕业于南昌大学。

工作轨迹：步步高 -> 平安 -> 至今爱奇艺。

技术领域：Android 动态化，React Native 等，目前主要负责基于Android App Bundle动态化方案Qigsaw研发和推广。

# 目录

- Google减少APK体积的发展历程
- 国内插件化发展回顾及原理分析
- Android App Bundle原理介绍
- Qigsaw简介及原理分析

# 回首Android第一个10年，应用发布方式。

# Android应用用发布流程

APK

APK

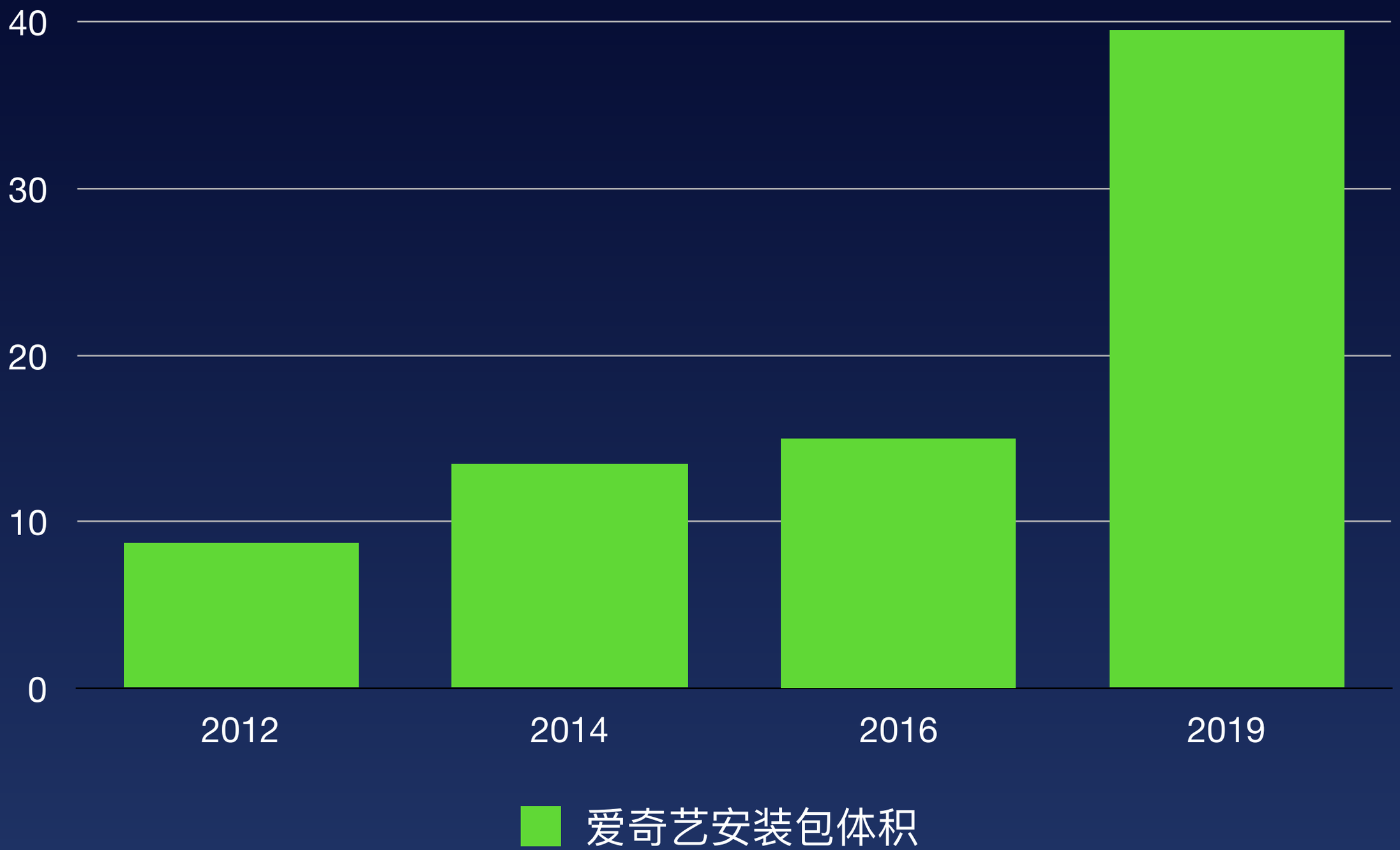
APK

# 传统发布方式弊端




**all native library,**
**all language,**
**all density,**
**all OS**
**all…**

# 难以忽视的“大”问题


40
30
20
10
0
2012
2014
2016
2019
爱奇艺安装包体积

自2012年以来，

应用平均体积增长5倍

# 应用体积越大，安装成功率越低

# Android 5.0 推出Multiple APK，旨在减少安装包体积

# Multiple APK

Multiple APK是Google Play提供一个功能，
它允许您的应用针对不同的设备配置发布不同的APKs。

https://developer.android.com/google/play/publishing/multiple-apks

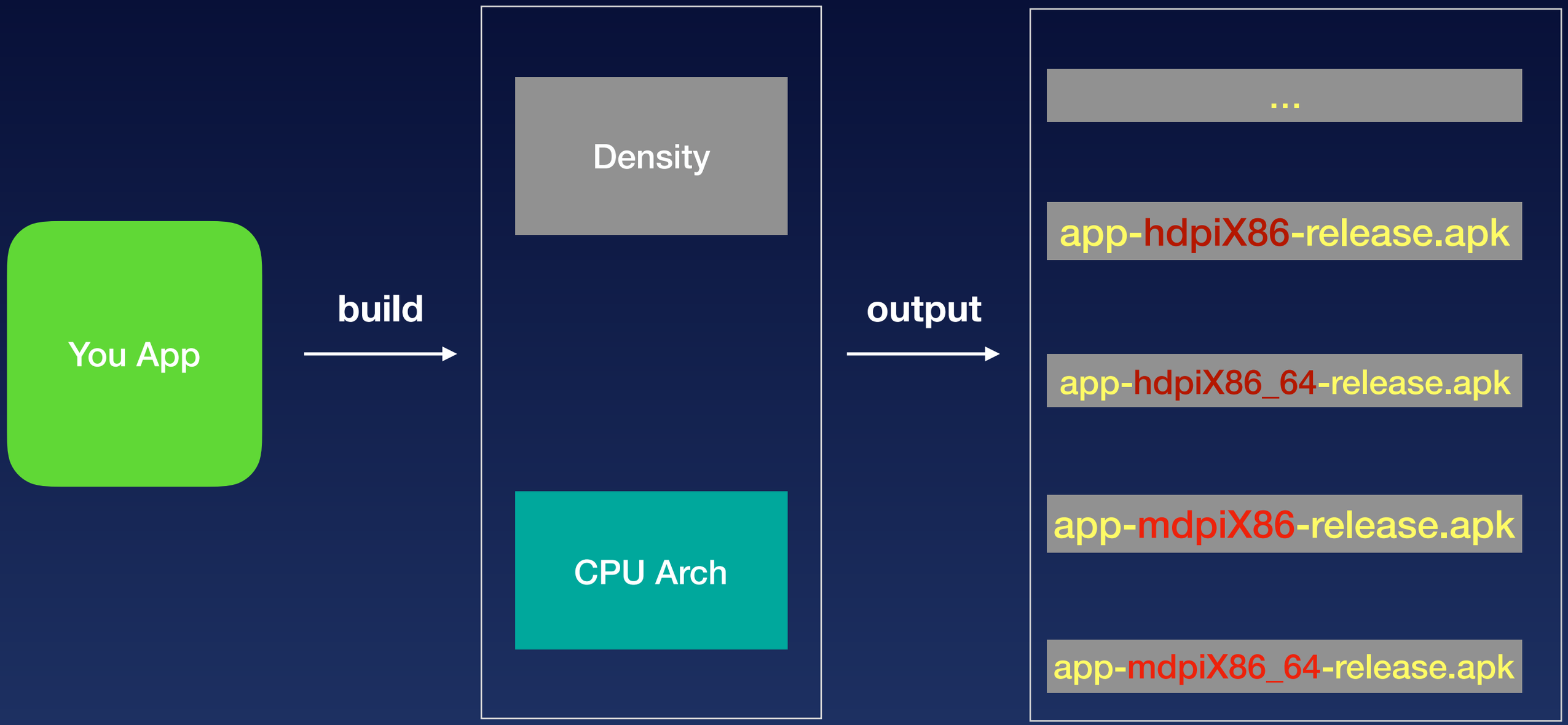
ARMv7
xx-hdpi

ARMv8
xxx-hdpi

```
android {
  ...
  splits {

    // Configures multiple APKs based on screen density.
    density {
      ...
      // Specifies a list of screen densities Gradle should not create multiple
APKs for.
      exclude "ldpi", "xxhdpi", "xxxhdpi"
    }
    // Configures multiple APKs based on ABI.
    abi {
      ...
      // Specifies a list of ABIs that Gradle should create APKs for.
      include "x86", “x86_64"

      // Specifies that we do not want to also generate a universal APK that
includes all ABIs.
      universalApk false
    }
  }
}
```


You App
build
Density
CPU Arch
output
...
app-hdpiX86-release.apk
app-hdpiX86_64-release.apk
app-mdpiX86-release.apk
app-mdpiX86_64-release.apk

# Multiple APK 弊端

您可能为每个版本构建数百个APK，降低迭代效率。

# Multiple APK的“恶果”

开发者宁愿它“胖”，也
不愿麻烦。
导致用户设备存在大量
未使用过的内容。

# Android App Bundles

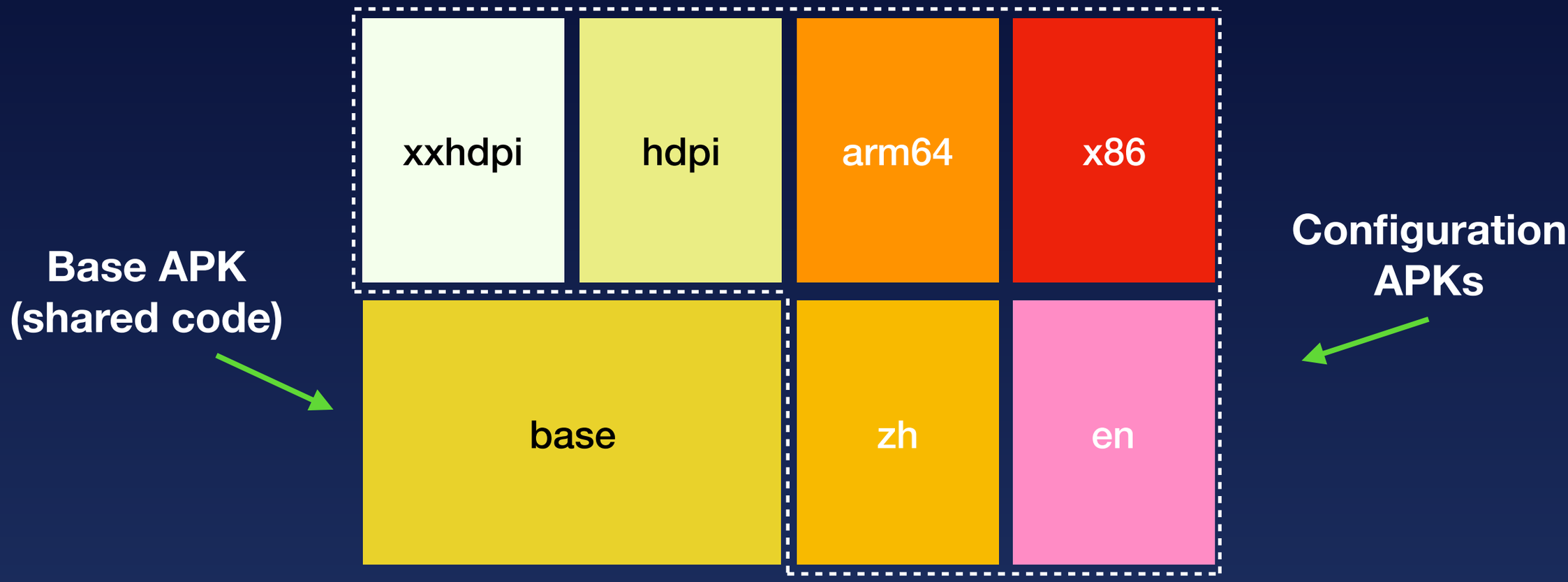
# Android App Bundle发布流程

Pixel 2XL

Bundle

Android App Bundle

Android APKs


xxhdpi
hdpi
arm64
x86
Configuration APKs
Base APK (shared code)
base
zh
en

**Pixel 2 XL**

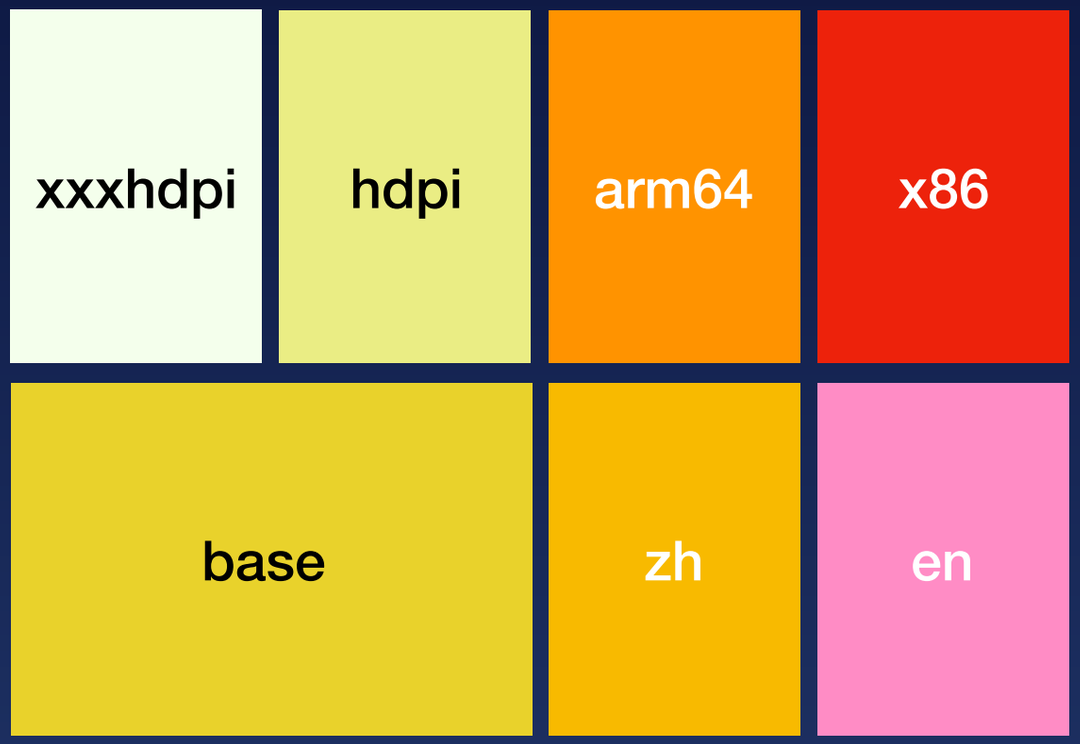
en

xxxhdpi

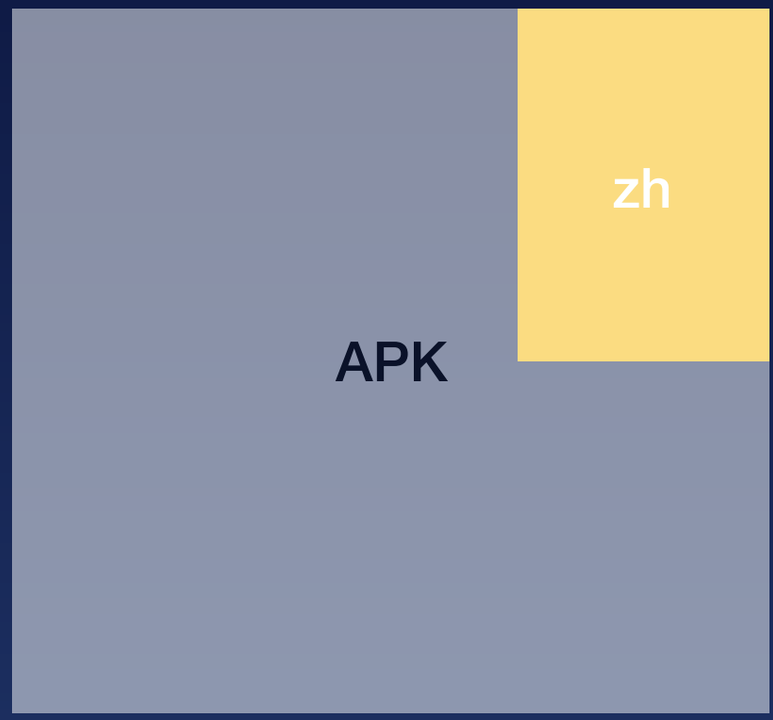
arm64

**Dynamic Delivery**

**Pixel 2 XL (pre L)**
en
xxxhdpi
arm64



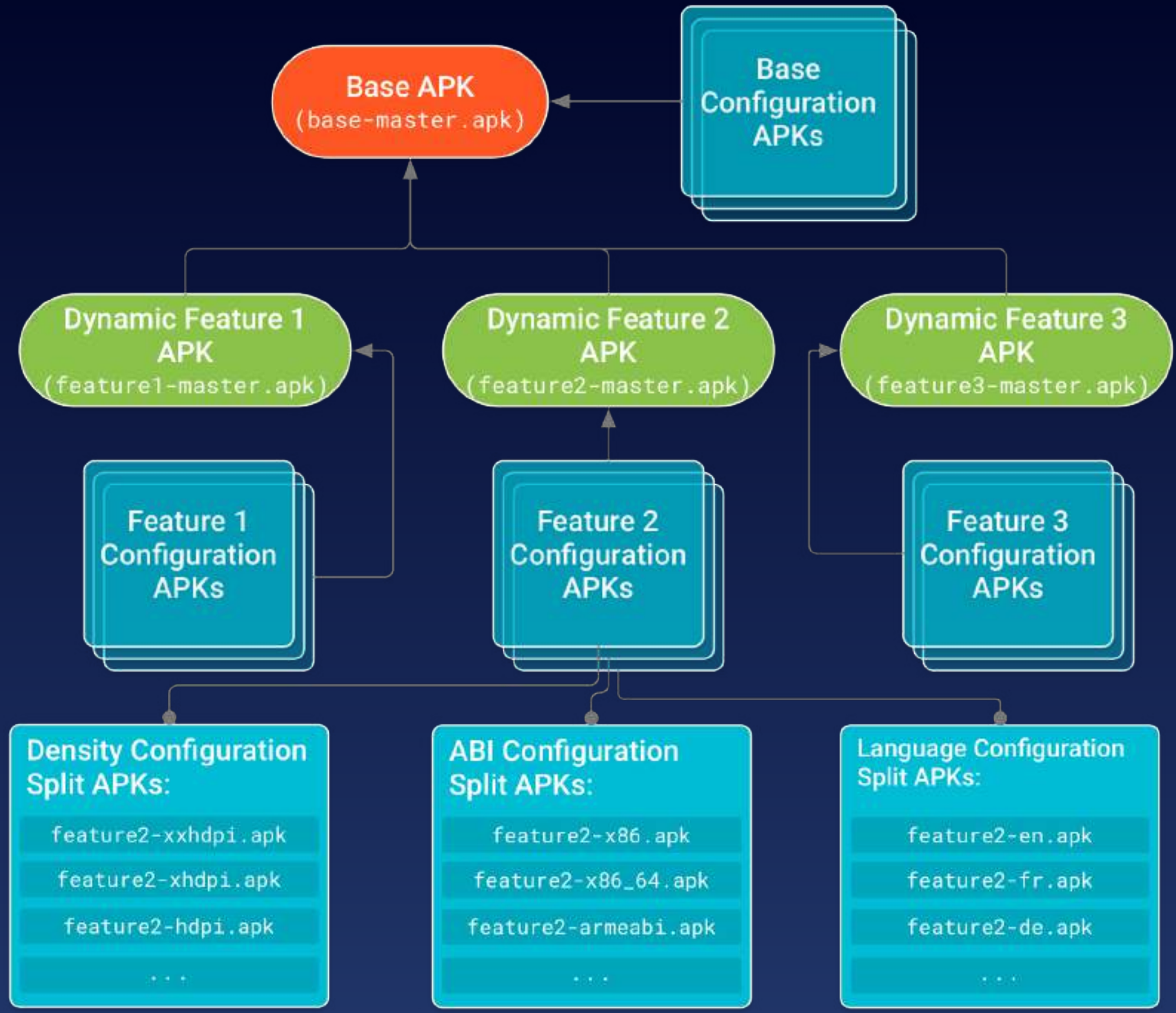

**Split APKs**




**Optimized APK**

# Dynamic Feature

- 安装时不需要的大型功能(付费高级功能、AR功能等)。
- 针对特定受众群体的功能(商业应用中特定用户下载专属功能)。
- 很少使用的功能(身份验证、信用卡扫描)。


Base APK
(base-master.apk)
Base Configuration APKs
Dynamic Feature 1 APK
(feature1-master.apk)
Dynamic Feature 2 APK
(feature2-master.apk)
Dynamic Feature 3 APK
(feature3-master.apk)
Feature 1 Configuration APKs
Feature 2 Configuration APKs
Feature 3 Configuration APKs
Density Configuration Split APKs:
feature2-xxhdpi.apk
feature2-xhdpi.apk
feature2-hdpi.apk
...
ABI Configuration Split APKs:
feature2-x86.apk
feature2-x86_64.apk
feature2-armeabi.apk
...
Language Configuration Split APKs:
feature2-en.apk
feature2-fr.apk
feature2-de.apk
...

# 国内插件化发展回顾

AndroidDynamicLoad

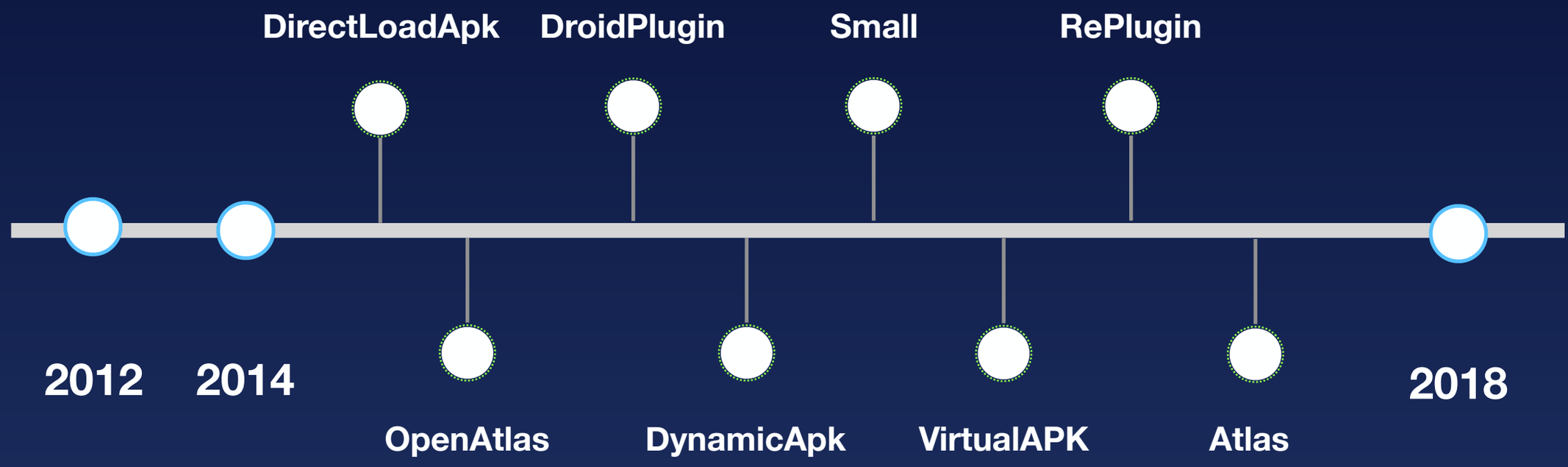
2012

DynamicLoadAPK

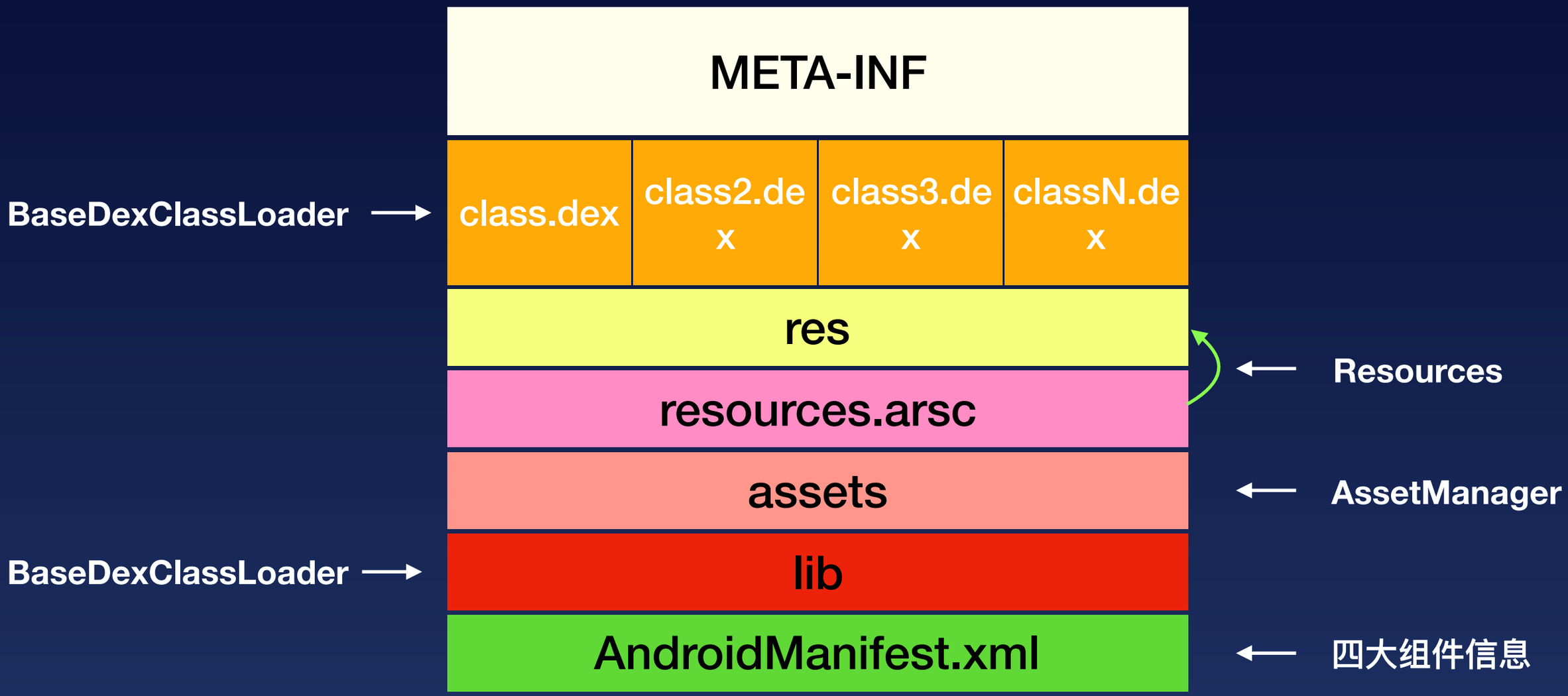
2014

Neptune

2018

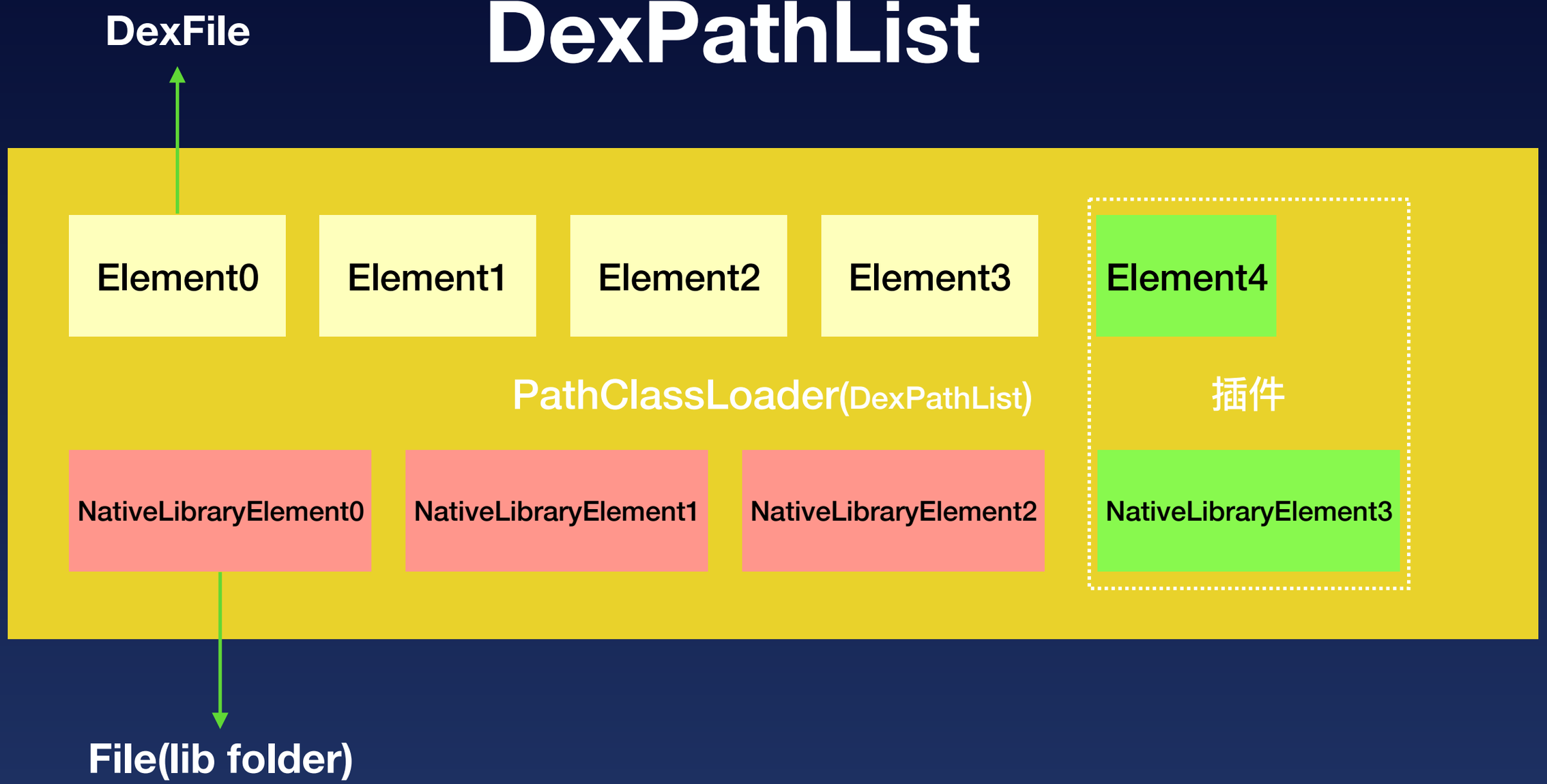

DirectLoadApk
DroidPlugin
Small
RePlugin
2012
2014
OpenAtlas
DynamicApk
VirtualAPK
Atlas
2018

# 国内插件化原理简介

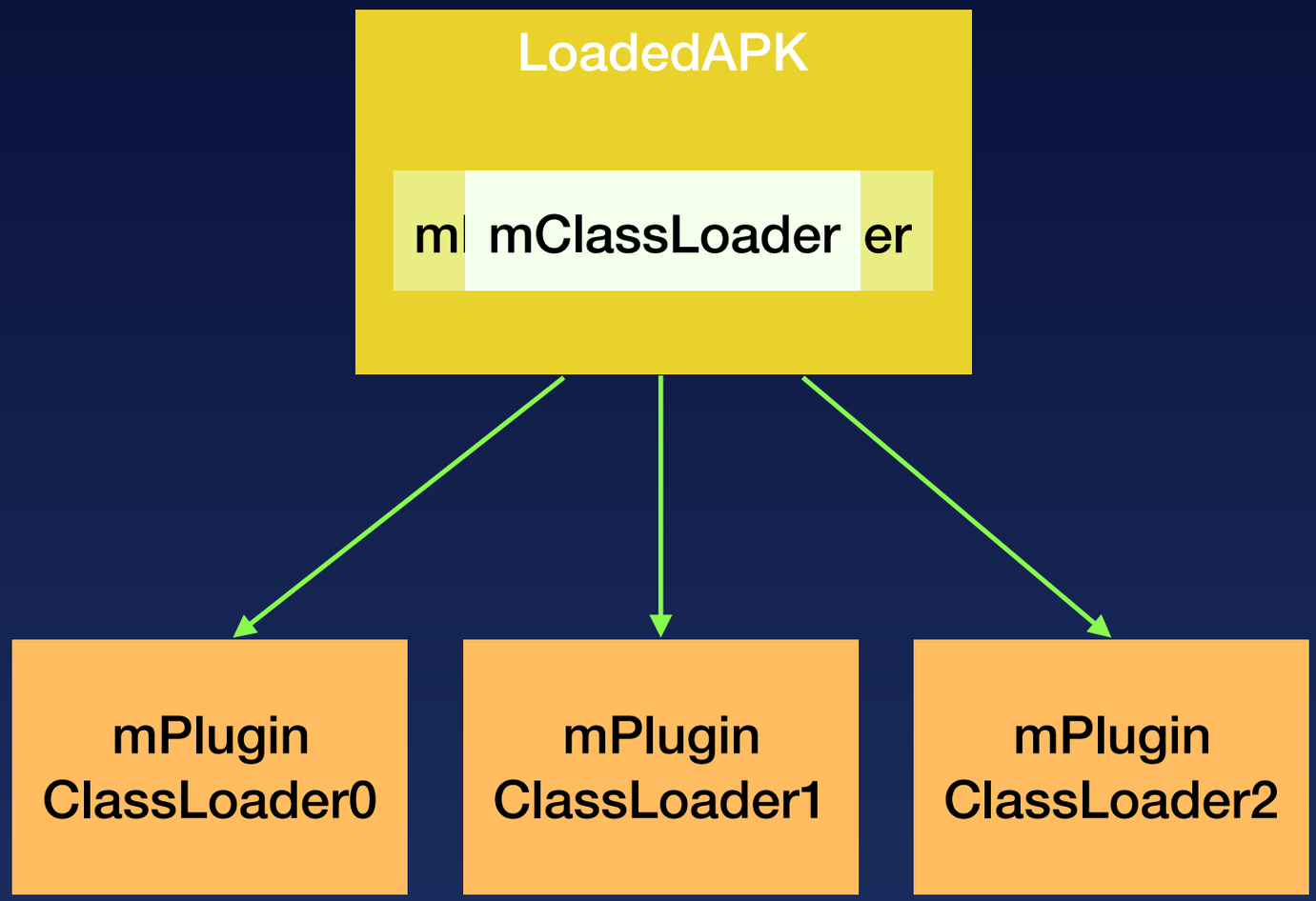

META-INF
class.dex
class2.dex
class3.dex
classN.dex
res
resources.arsc
assets
lib
AndroidManifest.xml
BaseDexClassLoader
BaseDexClassLoader
Resources
AssetManager
四大组件信息

# 单类加载器

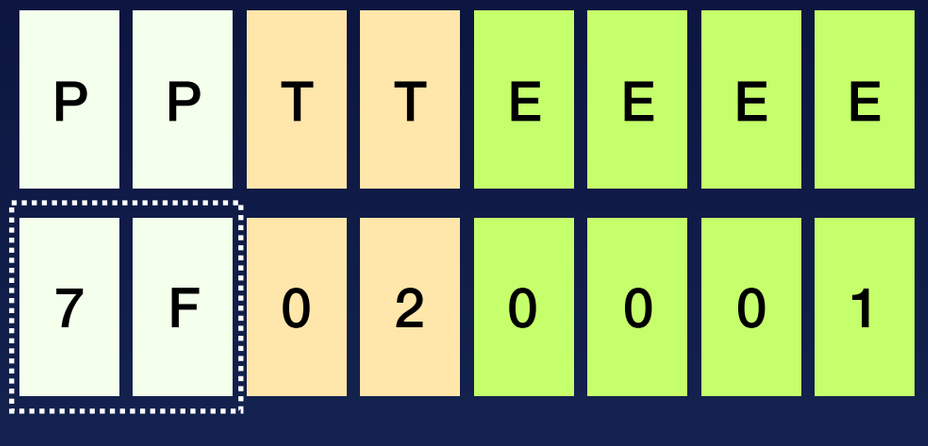
## DexPathList



# 多类加载器


LoadedAPK
mClassLoader
mPlugin ClassLoader0
mPlugin ClassLoader1
mPlugin ClassLoader2

# 资源加载




## AAPT | AAPT2

## 资源加载调用AssetManager#addAssetPath(String)即可

**注：Android 5.0之前无法动态增加资源路径**

# AssetManager中已加载资源路径：

系统资源

/system/framework/framework-res.apk (PP:01)

/system/framework/framework-res-hwext.apk (PP:02)

/product/overlay/frameworkResOverlay.apk (PP:03)

App资源 /data/app/com.iqiyi.test-tX6rCsTDr08d9EOfzYy5ug==/base.apk (PP:7F)

插件资源 /data/user/0/com.iqiyi.test/app_split/plugin.apk (PP:7E)

/system/framework/framework-res.apk (PP:01)

/system/framework/framework-res-hwext.apk (PP:02)

/product/overlay/frameworkResOverlay.apk (PP:03)

/data/user/0/com.iqiyi.test/app_split/plugin.apk (PP:7F)

资源隔离：每个插件拥有独立Resources对象，无法直接访问宿主资源。

/system/framework/framework-res.apk (PP:01)

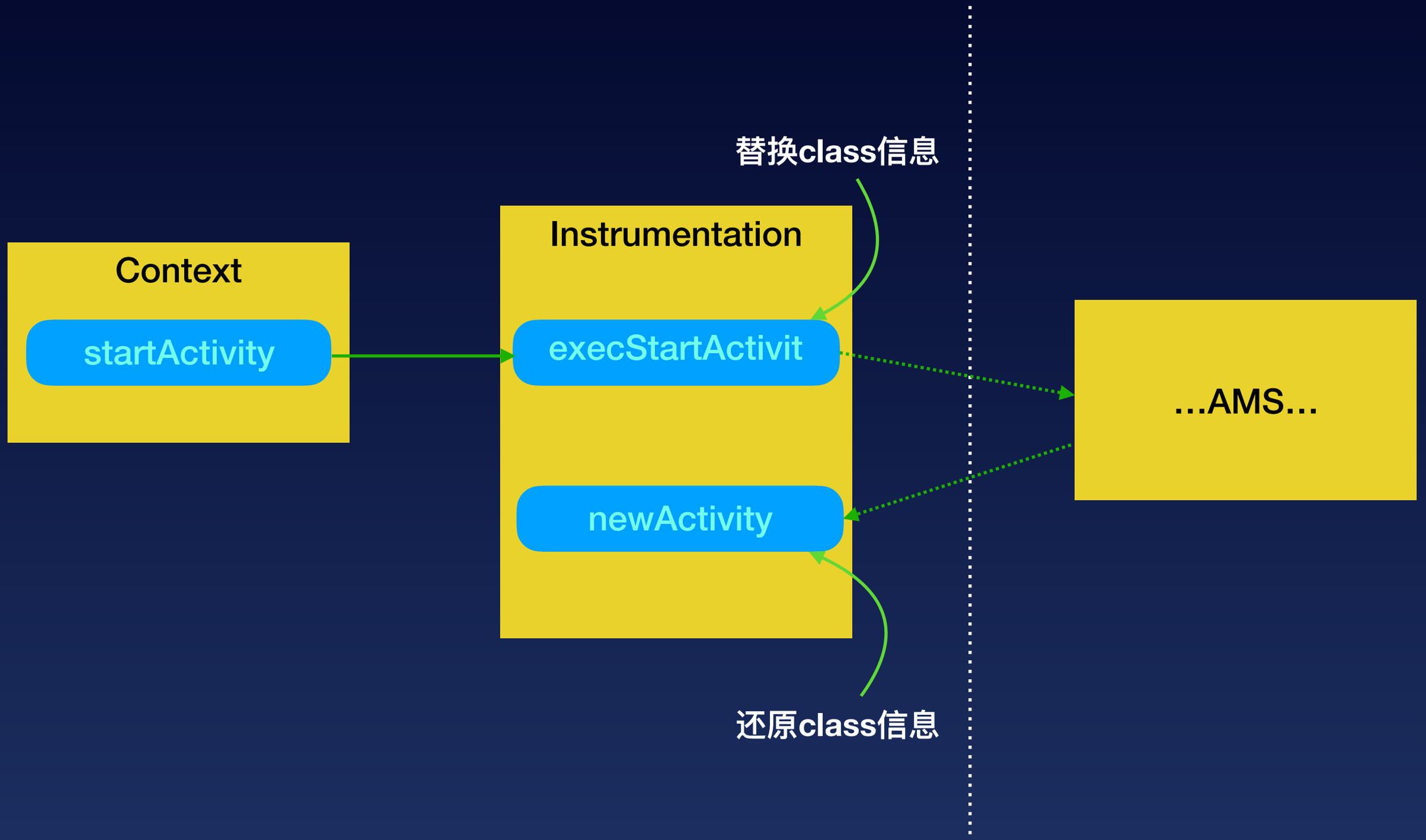
/system/framework/framework-res-hwext.apk (PP:02)

/product/overlay/frameworkResOverlay.apk (PP:03)

/data/app/com.iqiyi.test-tX6rCsTDr08d9EOfzYy5ug==/base.apk (PP:7F)

/data/user/0/com.iqiyi.test/app_split/plugin.apk (PP:7E)

资源分区：插件和宿主共用Resources对象，可互相访问资源。




采用插桩预埋方式启动未在宿主AndroidManifest文件注册的Activity

# Android App Bundles原理

# Split APKs

# Android 5.0
# Framework层功能

# 目的：减少APK体积

# 特点1： 签名相同

# 特点2：同一应用

# Split APKs安装

# ADB安装

*adb install [apk]*

*adb install-multiple [base-apk, split1-apk]*

# PackageInstaller安装

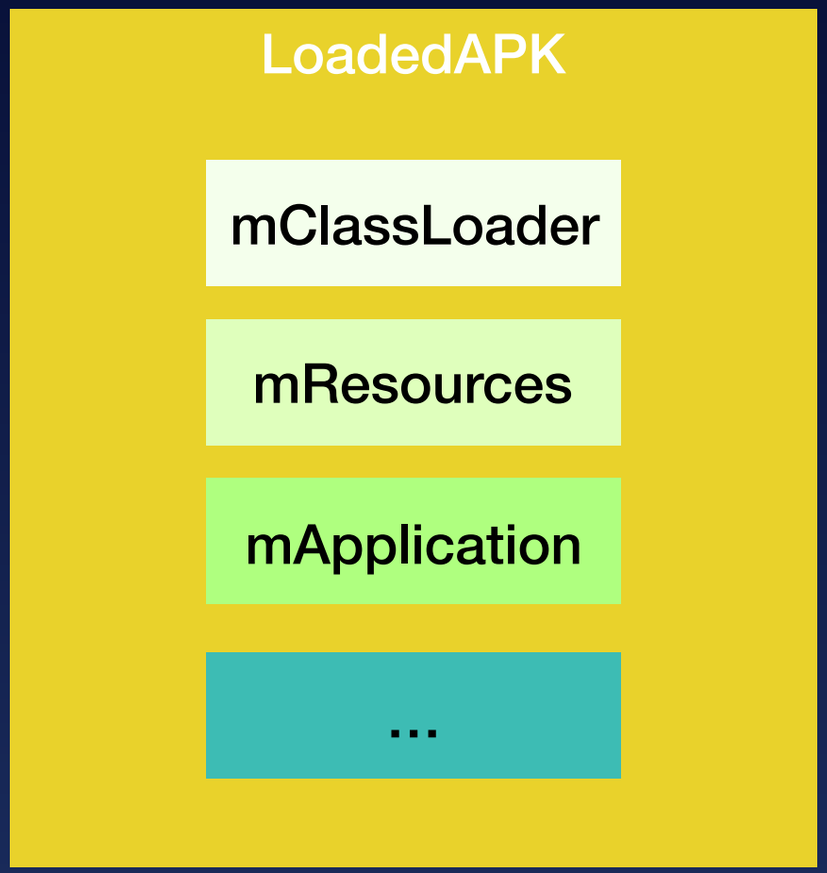
# 第三方应用利用PackageInstaller可在应用运行期间安装Split APKs


3:26
On Demand Sample
是否要为这一现有应用安装更新？您现有的数据不会丢失，且安装过程无需任何特殊权限。
取消

# 系统应用可以静默安装Split APKs

# 系统版本低于7.0，需重启才能生效

# Split APKs加载




**LoadedAPK：用于保存当前已加载APK的本地状态**

Split APKs路径集合

```
private void createOrUpdateClassLoaderLocked(List<String> addedPaths) {
    ...
    if (mClassLoader == null) {
        ...
        mClassLoader = ApplicationLoaders.getDefault().getClassLoader(zip,
                mApplicationInfo.targetSdkVersion, isBundledApp,
librarySearchPath,
                libraryPermittedPath, mBaseClassLoader,
                mApplicationInfo.classLoaderName);
        ...
    }
    ...
    if (addedPaths != null && addedPaths.size() > 0) {
        final String add = TextUtils.join(File.pathSeparator, addedPaths);
        ApplicationLoaders.getDefault().addPath(mClassLoader, add);
        // Setup the new code paths for profiling.
        needToSetupJitProfiles = true;
    }
    ...
}
```

创建PathClassLoader

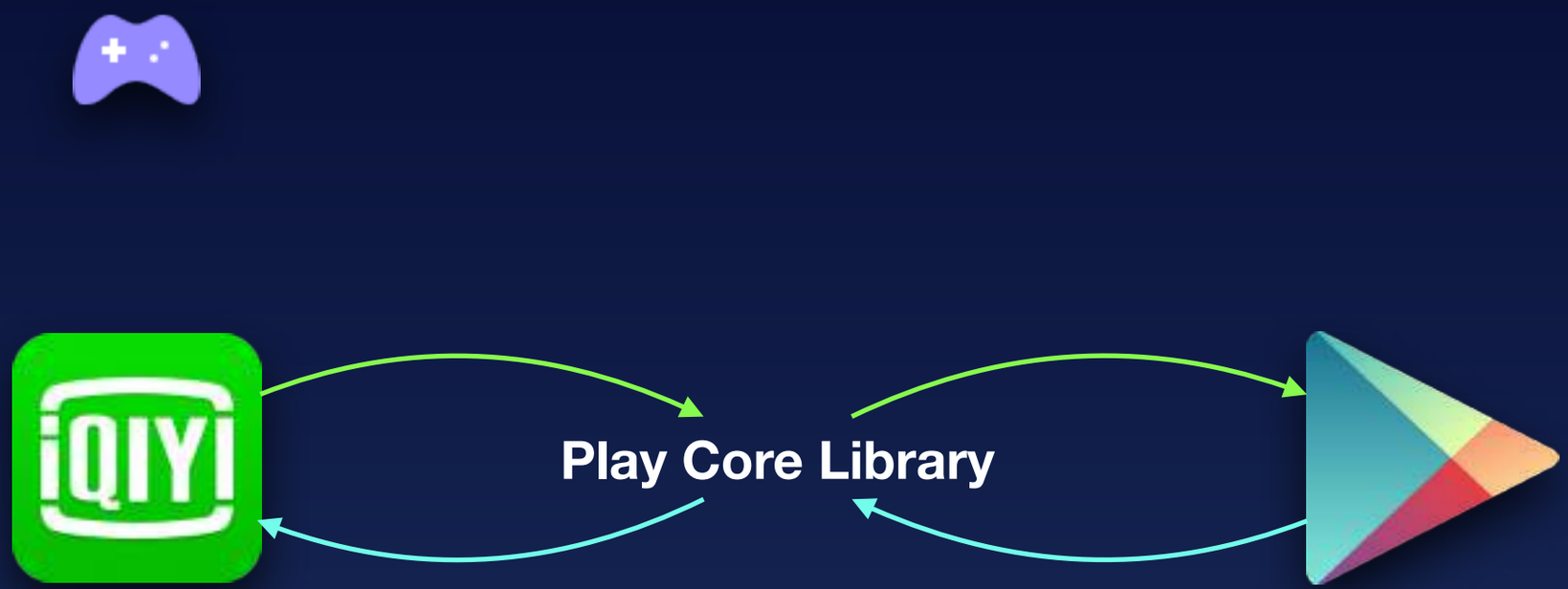
增加Split APKs路径

```
public Resources getResources() {
    if (mResources == null) {
        final String[] splitPaths;
        try {
            splitPaths = getSplitPaths(null);
        } catch (NameNotFoundException e) {
            throw new AssertionError("null split not found");
        }
        mResources = ResourcesManager.getInstance().getResources(null,
mResDir, splitPaths, mOverlayDirs, mApplicationInfo.sharedLibraryFiles,
                Display.DEFAULT_DISPLAY, null, getCompatibilityInfo(),
                getClassLoader());
    }
    return mResources;
}
```

Split APKs资源路径数组

创建Resources

# 使用*Play Core Library*安装插件




PlayCoreLibrary提供SplitCompat模式让app可立即使用插件。

SplitCompat与国内插件化框架工作原理类似

- 单类加载器方式加载插件代码
- *AssetManager#addAssetPath(String)* 加载资源。


Qigsaw

# What's Qigsaw?

# Qigsaw是利用AAB开发套件，爱奇艺自研的一套动态组件化方案

# Why Qigsaw?

# 开发者希望插件和基线

# 能在同一工程协作开发

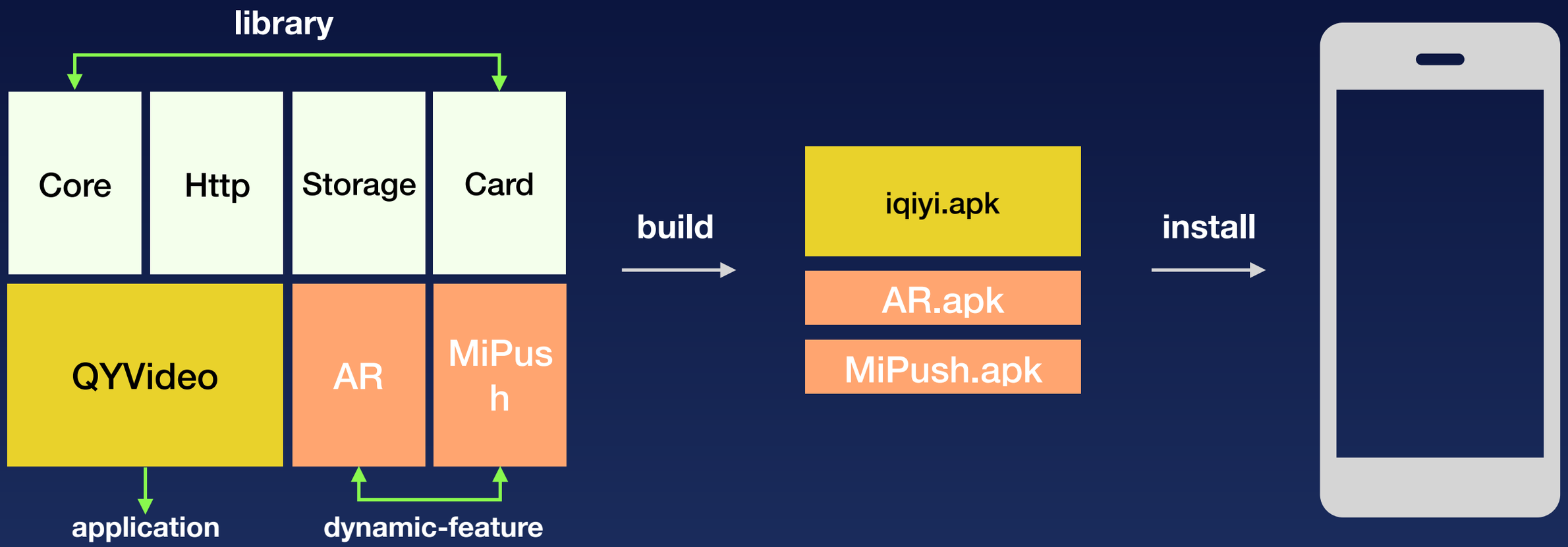
# Android P私有API访问限制

# 利用AAB强大开发套件

# 便于走向国际

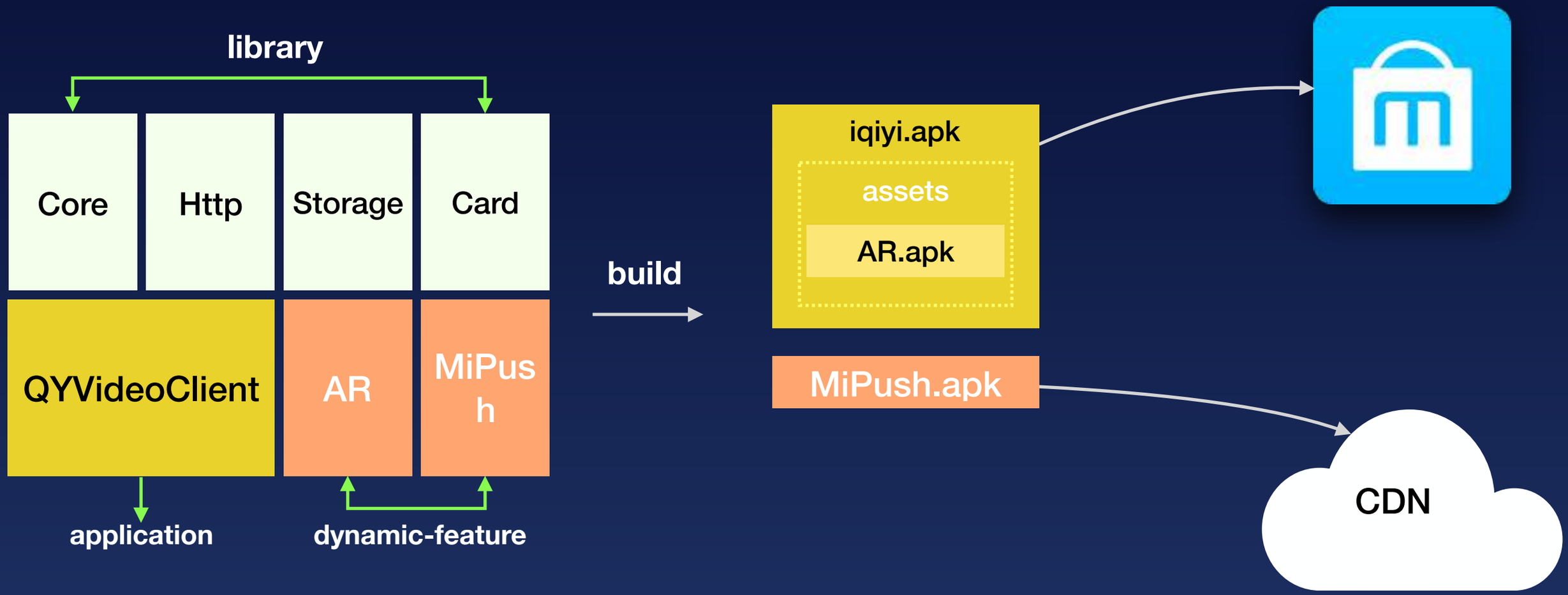
# Qigsaw开发初体验

# Debug阶段




*adb install-multiple [base-apk, split1-apk]*

# Release阶段




Qigsaw提供打包插件让开发者享受一条龙服务

# Qigsaw核心优势

# “山寨”*Play Core Library*公开接口实现

## 开发者阅读官方文档即可愉快开发

# 1 Hook，少量私有API访问（grey list）

# 利用AAB开发工具

# 领略极速开发体验

支持Android 4.0及以上

任何进程均可加载插件

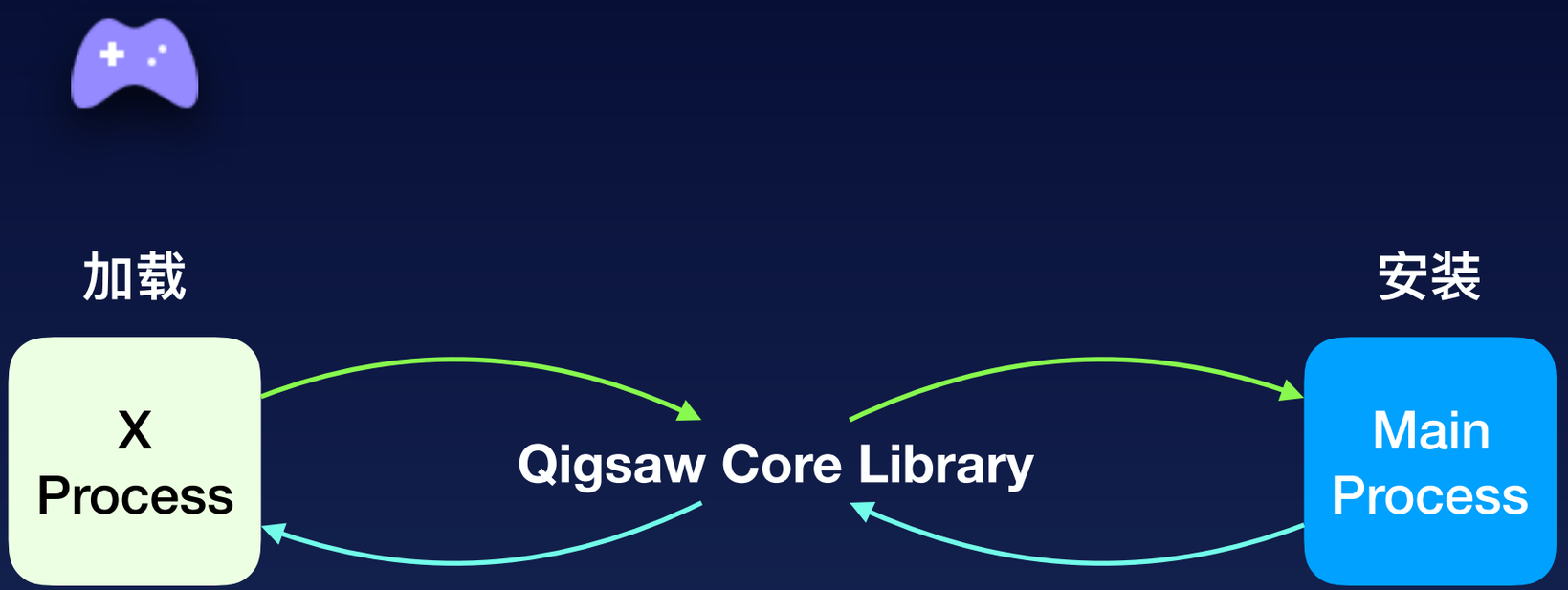
# 国际化应用可无缝切换至AAB

# 对比其他插件化框架，有啥优势！？

接入使用超级方便，

用过的朋友都说好！

# Qigsaw插件安装加载过程




# QisawCoreLibrary提供SplitCompat模式让进程可立即使用插件。

# Qigsaw插件加载

- 代码加载采用单类加载器方式。
- 资源加载使用Qigsaw独有方式加载。

# Qigsaw资源加载

```
public class MyActivity extends Activity {

    @Override
    protected void onCreate(@Nullable Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
    }

    @Override
    public Resources getResources() {
        SplitInstallHelper.loadResources(this, super.getResources());
        return super.getResources();
    }
}
```

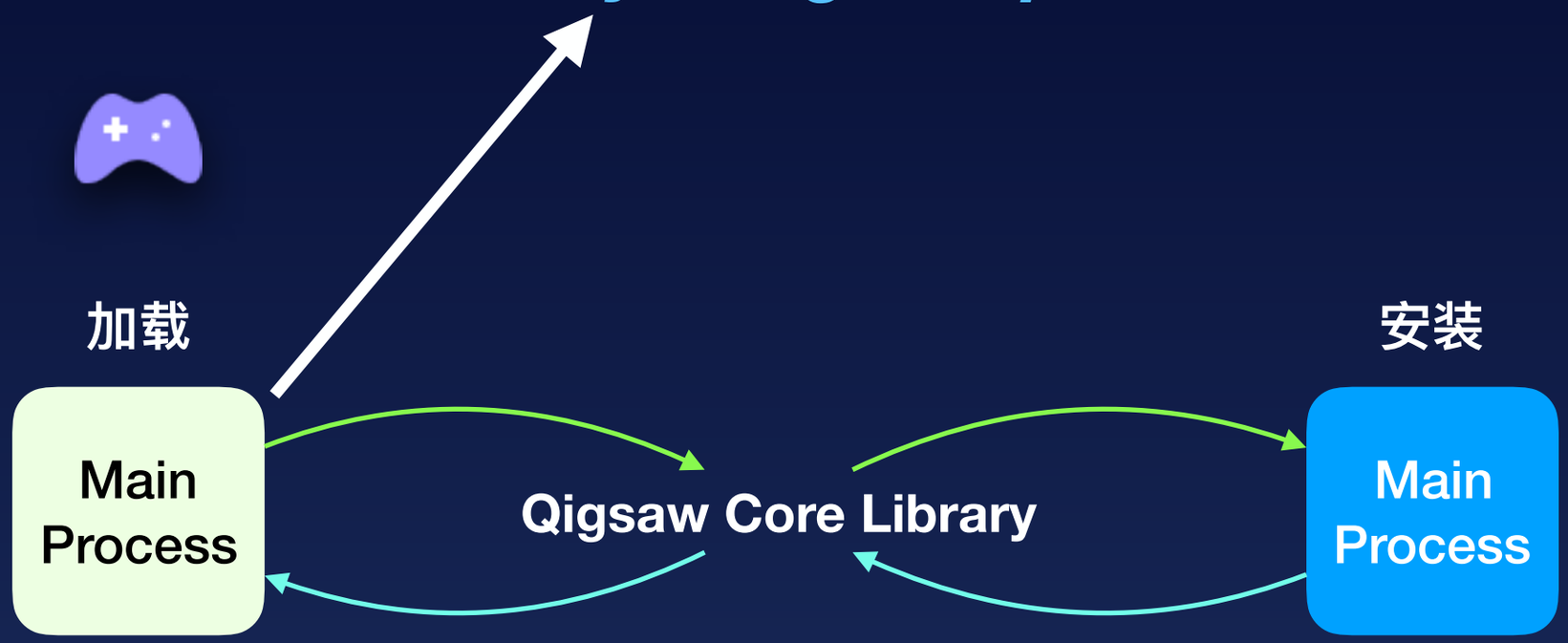
为避免开发者重复写大量模板代码，Qigsaw提供插件在打包过程中插入模板代码。

# 拓展功能

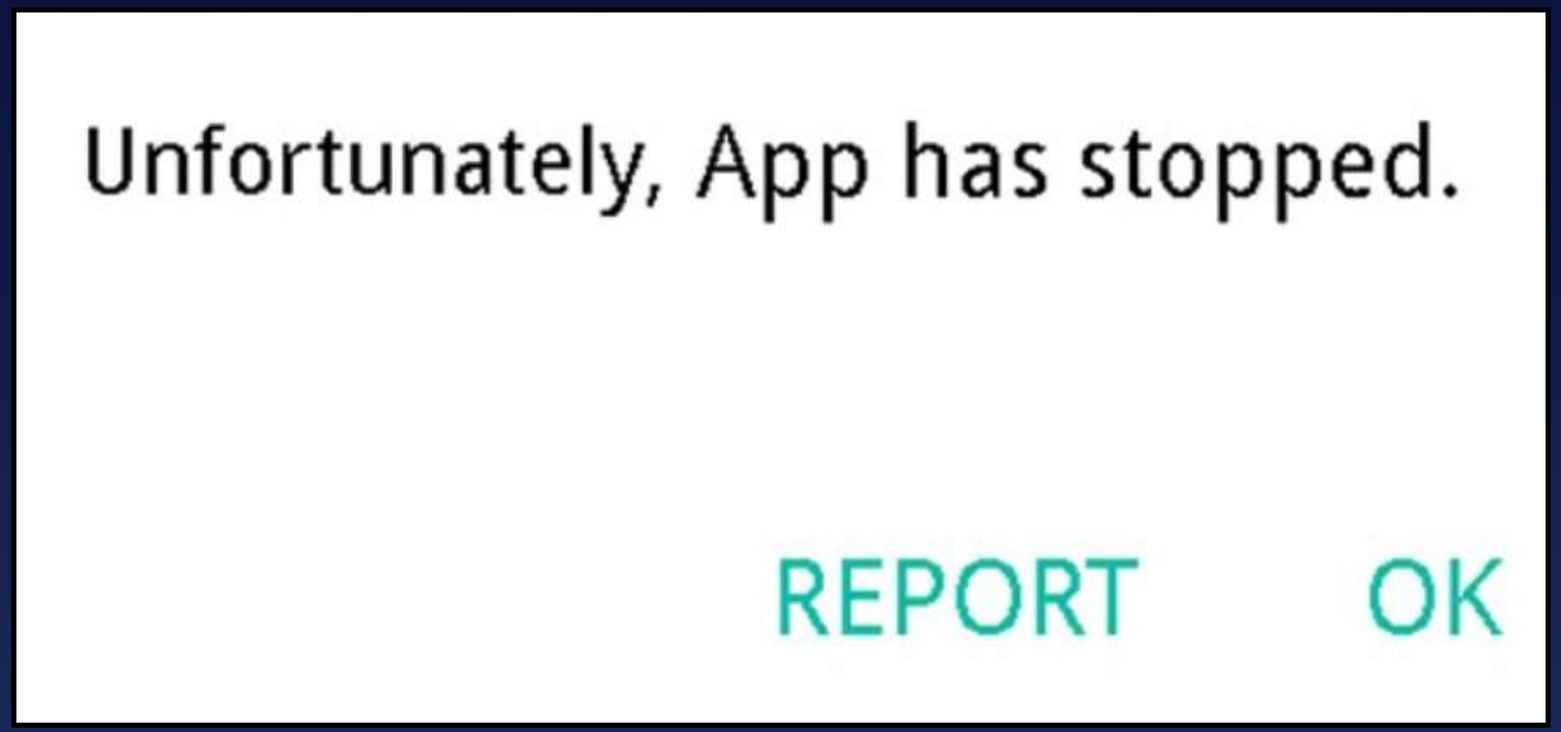
# (一) 多进程支持

*GameActivity01（main process）*

*GameActivity02（game process）*




哪个进程发起插件安装请求，就在哪个进程加载插件


Unfortunately, App has stopped.
REPORT
OK

# 插件在“:game”进程未加载导致ClassNotFoundException

# 解决方案

# (一)

# 进程启动阶段加载所有已安装插件

## Application#attachBaseContext

(二)

# Hook PathClassLoader

# （二）续

**当出现ClassNotFoundException时**

- 判断异常类是否为插件四大组件。
- 如果是，则加载所有已安装但未加载插件。
- 当加载完成后，依然出现类找不到异常。
- 返回空四大组件类防止进程崩溃。

# （三）支持插件Application

在插件启动时创建Application实例，
并调用对应生命周期方法。

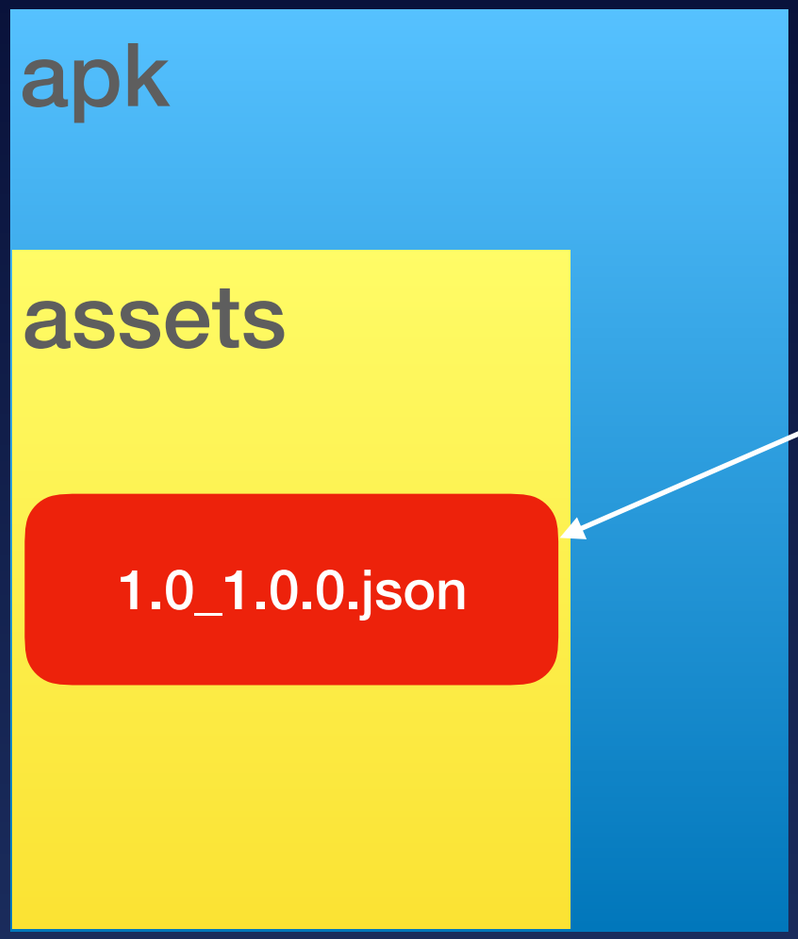
# （三）支持插件Provider

在进程启动时候移除插件所有Provider，

在插件启动时再进行Provider安装。

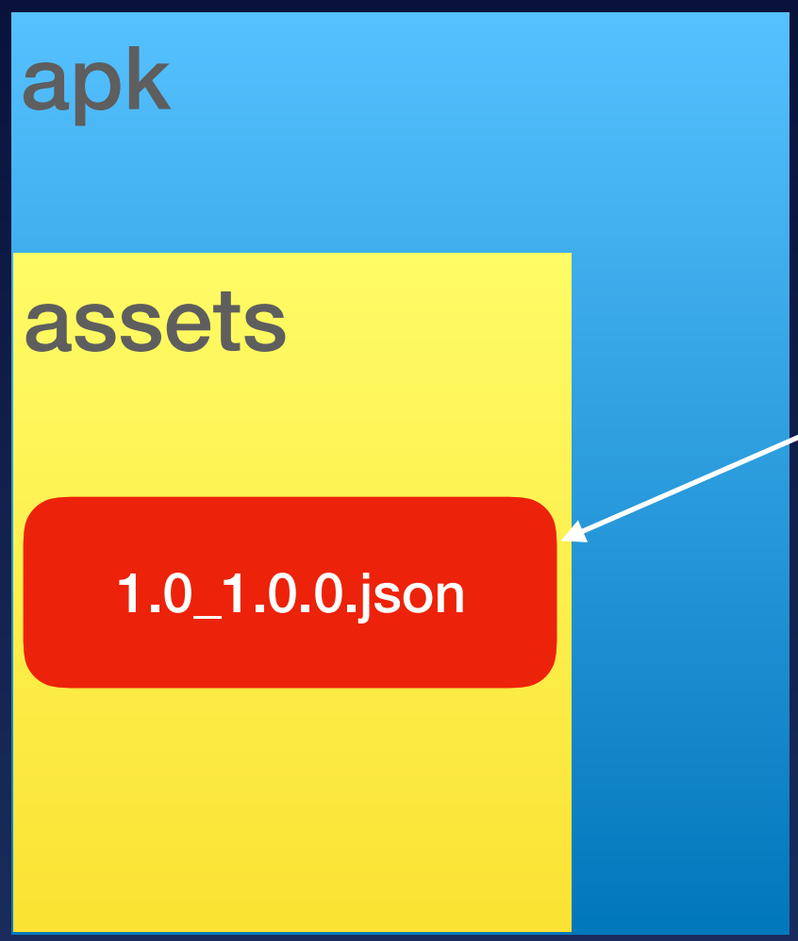
# 与Tinker融合

# 通过Tinker Patch下发插件更新




该文件记录插件信息
包括下载地址

```
{
    "qigsawId":"1.0_146959974",
    "appVersionName":"1.0",
    "splits":[
        {
            "splitName":"java",
            "url":"assets://java.apk",
            "builtIn":true,
            "size":17082,
            "version":"1.1@1",
            "workProcesses":[
                ":silk",
                ""
```




如果该文件更新了，
那么插件也就更新了。

Tinker开启资源修复即可。

# Qigsaw在爱奇艺App的使用


4:39
小程序
发射2048
我的小程序
您还没有添加小程序哦 >
爱奇艺家族
全部 >
商城
奇秀
游戏直播
轻小说
为你推荐
全部 >
看图猜成语
成语小秀才
守望者
发射2048
最近使用
一笔画英雄
登录后小程序数据可多设备同步
立即登录

从19年年初上线至今，

踩过无数坑，经受数亿用户检验

→0%

# Qigsaw在爱奇艺公司的使用





主播版


# 开源计划

Qigsaw开源交流群

该二维码7天内(6月25日前)有效，重新进入将更新

# Q&A

极客大学

# 前端训练营

用3个月时间，彻底学透前端开发必备技能

讲师：程劭非（winter）

前手机淘宝前端负责人

- 线下线上混合式学习
- 名师手把手教学
- 一线大厂项目实操
- 毕业即享内推服务

了解详情

GMTC 全球大前端技术大会

主办方 Geekbang. 极客邦科技 InfoQ

Geekbang. | TGO 鲲鹏會

# TGO鲲鹏会

## 汇聚全球科技领导者的高端社群

全球12大城市

850+高端科技领导者

使命 Mission

为社会输送更多优秀的
科技领导者

愿景 Vision

构建全球领先的有技术背景
优秀人才的学习成长平台

扫描二维码，了解更多内容

# THANKS

GMTC
全球大前端技术大会