

一种基于 Hybrid 软件包的大数据平台管理方法

卢国庆¹ 吴 波¹ 李庆忠¹ 贾云强¹ 赵 兵¹
LU Guoqing WU Bo LI Qingzhong JIA Yunqiang ZHAO Bing

摘 要

信创环境下，大数据平台安全问题趋于严峻。在应对以修复安全漏洞为代表的大数据平台管理时，开源项目 Apache Ambari+Bigtop 为代表的原生软件包 RPM/DEB 方法和少数平台产品为代表的原生软件包 Tarball 方法在兼顾开源和降本增效方面均有不足。对此，提出了一种基于混合软件包的大数据平台管理方法 HPM。首先，提出混合软件包集成方法，基于 Apache Ambari 最小化二次开发实现软件包 Tarball 到 RPM/DEB 的等价映射，全面拥抱开源的前提下兼容多种大数据管理场景。其次，利用发行版本定义方法，抑制发行版本数量膨胀，可实现发行版本数量降低至少一个数量级。实验结果验证了所提出方法在大数据平台管理的降本增效方面具有较好的效果。

关键词

大数据平台；安全漏洞；原生软件包；混合软件包；发行版本

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.07.037

0 引言

当今时代大数据产业持续发展，大数据成为推动各行业发展的新动力，大数据平台作为大数据的载体起到了关键作用。然而一旦缺少平台安全前提，数据价值释放就将受到阻碍。大数据平台广泛复用开源软件^[1]，面临着软件供应链安全^[2]、信创漏洞研究缺失^[3]等问题。CDH/HDP 停服也给直接使用 CDH/HDP 社区版本的企业带来挑战，应尽快选择大数据平台替换满足信创要求。

表 1 总结了常见的大数据平台产品路线，分为开源、商业、自建 3 类，并相应给出了多个典型大数据平台产品。

表 1 常见的大数据平台产品路线

分类	典型产品	优点	缺点
开源	CDH		1. 2022 年 03 月 EOS
	HDP		1. 2021 年 12 月 EOS
商业	CDP	1. 开源核心成员维护 2. 组件兼容性好	1. 完全付费，成本较高 2. 不支持信创
	红象云腾 CRH	1. 支持信创生态	1. 完全付费，成本高 2. 自主性 & 灵活性差
	SAAS	1. 开箱即用维护成本低	1. 潜在数据安全风险 2. 兼容新组件成本高
自建	开源	1. 复用开源	1. 技术门槛中
	自研	1. 完全自研	1. 技术门槛高 2. 未复用开源，成本较高

大数据平台管理方法总体可分为 3 种：（1）以 HDP、

开源项目 Apache Ambari+Bigtop 为代表的原生软件包 RPM/DEB 方法^[4-6]；（2）以红象云腾 CRH 为代表的原生软件包 Tarball 方法^[7]；（3）以 CDH、CDP 为代表的原生软件包 Parcel 方法^[8-9]。本文根据是否需要处理大数据软件的兼容性问题，将大数据平台管理分为 2 种场景：（1）大管理场景，如主版本号升级 / 回滚、不兼容次版本号升级 / 回滚，该场景计划性强、频次低、RTO 要求低；（2）小管理场景，如兼容次版本号升级 / 回滚、修订版本号升级 / 回滚，该场景计划性弱、频次高、RTO 要求高。

文献 [4-6] 提出原生软件包 RPM/DEB 方法，绝大多数大数据平台产品采用这种方法。依托原生的软件管理机制，可自动处理软件的文件布局、依赖关系、生命周期等。但其与操作系统强相关，制作成本较高。高频次的小管理场景下“四多问题”显著，即更多的大数据工程师参与、操作流程、RTO 跨度、发行版本数量。如 Apache Log4j 短时间内连爆三个安全漏洞 CVE-2021-44228/2021- 45046/2021-45105，以 Apache Flink 为例同步发布三个版本 1.14.1、1.14.2、1.14.3 修复，该方法也需发布三个对应的发行版本。文献 [7] 提出原生软件包 Tarball 方法，可有效解决小管理场景下的“四多问题”，但与开源项目脱离较多，没有复用软件包 RPM/DEB 原生软件管理机制。大数据软件之间的依赖关系需自行维护兼容性，极易遇到依赖地狱问题。文献 [8-9] 提出原生软件包 Parcel 方法，只适用于 CDH 和 CDP。考虑到 Cloudera Manager 闭源，缺乏普适性，本文忽略不讨论。

综上，已有大数据平台管理方法均存在不足，如何在全

1. 浪潮通信信息系统有限公司 山东济南 250100

面拥抱开源的前提下，满足大管理场景的同时解决小管理场景下普遍存在的“四多问题”是重点。

1 方法设计

1.1 混合软件包集成方法

本文将软件包 Tarball 与 RPM/DEB 的集成问题等价于 Apache Ambari 中大数据开源软件的全生命周期集成问题。RPM/DEB 全生命周期生效，Tarball 只在使生命状态“运行中”生效，详见图 1 红色虚线部分。RPM/DEB 与 Tarball 分别应用于大、小管理场景。



图 1 Apache Ambari 中大数据开源软件的全生命周期

(1) 最小化二次开发实现等价映射

Apache Bigtop 已原生定义并借助 RPM/DEB 原生软件管理机制自动解决了大数据开源软件之间的依赖关系。本文通过 Tarball 前置依赖 RPM/DEB 原生处理软件依赖关系，即直接复用 Apache Bigtop，只需要关注文件系统布局和 Hook 机制的等价实现，可最小化二次开发 Apache Ambari 实现 Tarball 到 RPM/DEB 的等价映射。

Apache Ambari 通过 Python 实现大数据开源软件的全生命周期管理，下面是面向软件 Xxx 的伪代码，其中下划线部分为二次开发内容，核心是在启动方法 start 中模拟实现 Tarball 的安装、RPM/DEB 等价映射的文件系统布局和 Hook 机制。

```
1.class Xxx(Script):
2. def install(self, env): # 下载 & 安装 (RPM/DEB), 自动识别 OS
3. def configure(self, env, upgrade_type=None): # 配置
4. def start(self, env, upgrade_type=None): # 启动
5. self.configure(env, upgrade_type=upgrade_type) # 加载配置
6. if(params.tarballurl):install_tarball() # 若配置 Tarball 则安装 & 映射
7. else: recover_package() # 若未配置 Tarball 使用 RPM/DEB
8. xxx_service(action='start', upgrade_type=upgrade_type) # 启动
9.def stop(self, env, upgrade_type=None): # 停止
10.def install_tarball():
11. if (当前版本 Tarball 已安装): 直接返回
12. pre_install() # 模拟 Hook 前置逻辑, 参考 RPM/DEB 定义
13. 安装 & 映射, 更新 bin/libs/conf/logs/pids 软连接映射到
```

Tarball

```
14. post_install() # 模拟 Hook 后置逻辑, 参考 RPM/DEB 定义
15.def recover_package():
16. 更新 bin/libs/conf/logs/pids 软连接映射到 RPM/DEB
```

伪代码核心参数 `tarballurl` 表示大数据开源软件的可用 Tarball 下载地址。小管理场景下，只需大数据运维工程师显示配置大数据开源软件目标版本 Tarball 下载地址并重启，即可实现就地升级或回滚，满足小管理场景需求。相较于软件包 RPM/DEB，该方法充分利用 Tarball 操作系统无关性的特点，无需大数据平台工程师参与定义和构建新的发行版本，管理流程简单，RTO 跨度可由小时级降低至分钟级。

例 1 ZooKeeper 安全漏洞 CVE-2017-5637，影响版本 3.4.0-3.4.9、3.5.0-3.5.2，修复版本 3.4.10、3.5.3。若大数据平台发行版 ZooKeeper 版本号为 3.5.x，为修复该安全漏洞，只需更新参数为版本号 3.5.3 的 Tarball 下载地址，如图 2 所示，重启即可实现安全漏洞修复。

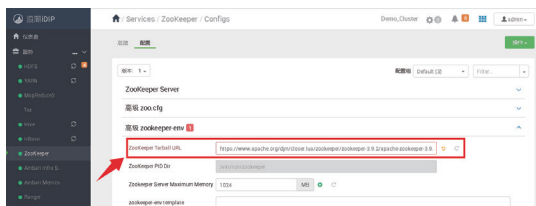


图 2 Tarball 声明式参数管理示例

(2) 兼容大小管理场景

图 3 给出了基于混合软件包的大数据平台管理流程中是如何兼容大小管理场景的。

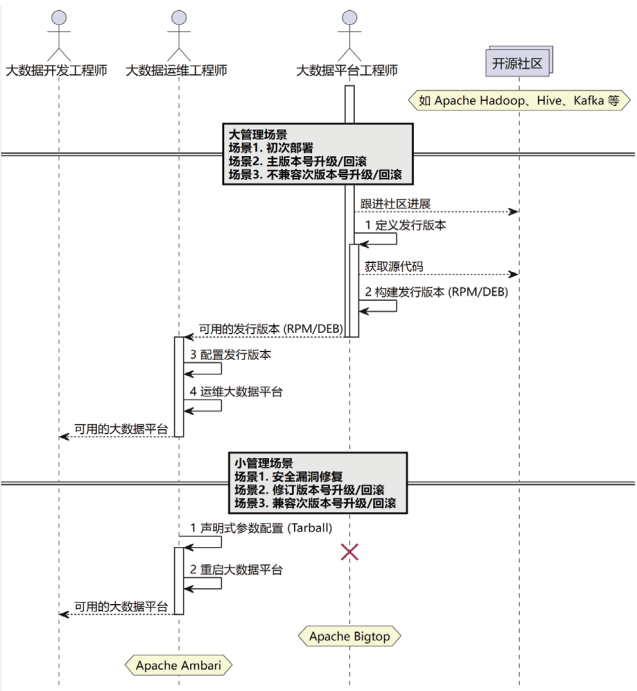


图 3 基于混合软件包的大数据平台管理流程

该方法以开源项目 Apache Ambari+Bigtop 为基础,混合软件包由 RPM/DEB 和 Tarball 组成,分别应用于大、小管理场景。大管理场景下完全复用开源项目,大数据平台工程师完成定义和构建发行版本输出 RPM/DEB,大数据运维工程师基于可用的发行版本完成部署,提供可用的大数据平台供大数据开发工程师使用。任意大数据开源软件版本号变更,都需要大数据平台工程师定义和构建新的发行版本。小管理场景下基于 Apache Ambari 二次开发,不需要大数据平台工程师参与,不再有新的发行版本产生,只需要大数据运维工程师完成面向大数据开源软件 Tarball 的声明式参数管理。

1.2 发行版本定义方法

本文采用大数据开源软件语义化版本的次版本号参与发行版本定义,替换业界普遍采用的修订版本号,本质是分离了语义化版本中不变与变化,次版本号是相对不变的,修订版本号是变化的。修订版本号不参与发行版本定义,通过 Tarball 声明式参数管理方式集成。小管理场景下可实现发行版本数量降低至少一个数量级。

定义1(发行版本定义方法)发行版本 A.B.C 包含的大数据开源软件版本号为 D.E.x,不是 D.E.F。

其中,变量 x 的默认值建议为构建时开源软件次版本号对应的最新修订版本号。

例2表2给出 iDIP v3.2 与 v3.3 发行版本定义示例,列示 CDP v7.1.8 作对比。iDIP v3.2 参照 CDP v7.1.8 使用相同的大数据开源软件次版本号,iDIP v3.3 跟进开源社区最新版本。考虑到 HBase 与 Hadoop 的版本兼容性,HBase 2.4.x 兼容 Hadoop 2.10.x/3.1.1+/3.2.x/3.3.x, v3.2 Hadoop 至少是 3.1.1。HBase 2.5.x 兼容 Hadoop 2.10.2+/3.1.1+/3.2.3+/3.3.2+, v3.3 Hadoop 至少是 3.3.2。

表2 发行版本定义示例

软件名称	CDP v7.1.8	iDIP v3.2	iDIP v3.3	社区版最新版本
Hadoop	3.1.1	3.1.1+	3.3.2+	3.3.6, 3.2.4, 3.1.4
Hive	3.1.3	3.1.x	3.1.x	3.1.3, 2.3.9
Spark	2.4.8	2.4.x	3.3.x	3.5.0, 3.3.4, 2.4.8
ZooKeeper	3.5.5	3.5.x	3.9.x	3.9.1, 3.5.10

2 实验结果与分析

本节将通过具体的场景和实验来对 HPM 方法的效果进行分析、验证和说明。实验环境由 32 台 x86 服务器构成,配置为 CPU 2×32.4 GHz,内存 4×16 GB RDIMM,硬盘 10×1.2 TB,单口万兆网卡,万兆交换机。

2.1 实验指标

本文提供 2 种大数据平台管理场景(大、小),使用 3 种管理方法(混合软件包 HPM,代表产品 iDIP v3.2;原生

软件包 RPM/DEB,代表产品 Apache Ambari v2.7.6+Bigtop v3.2.0;原生软件包 Tarball,代表产品红象云腾 CRH v9.0)

(对标 Bigtop v3.2.0,对 iDIP 和 CRH 发行版本中部分开源软件版本号做了调整,屏蔽大数据开源软件版本对定量分析中性能的影响),采用定性和定量分析 2 种方法评估上述 3 种方法在大数据平台管理降本增效方面的效果。

定性分析涉及大数据工程师岗位数量、管理流程长度、RTO 跨度、脱离开源社区、发行版本数量 5 个维度。定量分析采用大数据平台性能基准测试标准 TPCx-BB。数据规模为 10 TB 的 TPCx-BB 数据,选出 5 条最有代表性的语句(代表 I/O 密集型、CPU 密集型、报表、分析性、交互式查询),涉及 13 个表,表 Store_sales 的记录数超过 280 亿行,表 Catalog_sales 超过 143 亿条。

2.2 效果分析

(1) 大管理场景

图4雷达图的面积越大表示成本越高。HPM 与 RPM/DEB 成本相同,Tarball 成本最高。HPM 与 RPM/DEB 在 5 个维度上均一致,Tarball 脱离开源社区、RTO 跨度 2 个维度较大。综上,验证了 HPM 全面拥抱开源,大管理场景下与 RPM/DEB 保持完全一致。

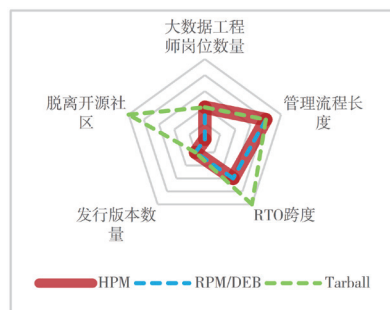


图4 大管理场景下的定性分析

图5展示了3种方法在5个SQL任务的执行时间中位值,时间越短越好。10 TB 级别的 SQL 任务大致执行时间在几百秒内,HPM 与 RPM/DEB 在 5 个任务执行情况一致中,Tarball 整体执行耗时都较长一些。原因是 Tarball 未复用 Apache Bigtop 构建发行版本时实施的优化措施。综上,验证了 HPM 方法大数据场景下,在性能方面与 RPM/DEB 持平,性能相对稳定、可靠。

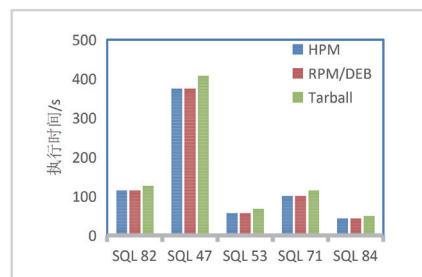


图5 大管理场景下的定量分析

(2) 小管理场景

图6中,HPM成本最低,Tarball次之,RPM/DEB最高。HPM与Tarball在4个维度上一致,脱离开源社区Tarball较大,HPM较小。RPM/DEB除了脱离开源社区有优势,其他4个维度较大,即小管理场景下大数据平台管理的“四多问题”。综上,验证了HPM方法在全面拥抱开源社区的前提下,解决了小管理场景下的“四多问题”。

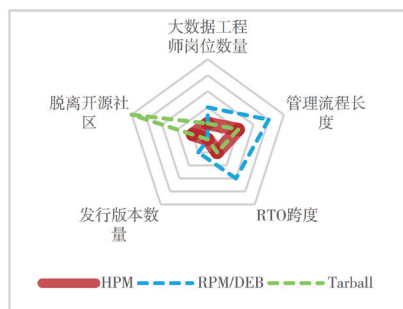


图6 小管理场景下的定性分析

图7展示了3种方法在5个SQL任务的执行时间中位值,时间越短越好。10TB级别的SQL任务大致执行时间在几百秒内,HPM和Tarball在5个任务执行情况一致,HPM/DEB整体表现最优。原因是HPM和Tarball直接使用开源软件原生Tarball,未复用到Apache Bigtop构建发行版本时实施的优化措施。综上,验证了HPM方法小数据场景下,牺牲了部分性能来解决小管理场景下的“四多问题”,但性能损失较少,相对稳定、可靠。

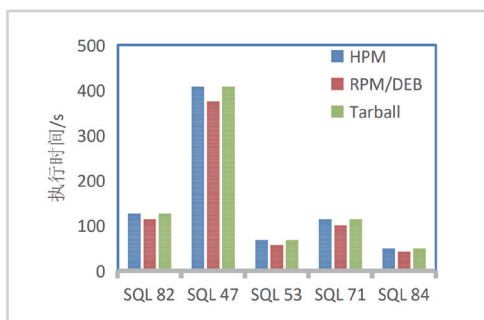


图7 小管理场景下的定量分析

3 结语

本文提出了一种基于混合软件包的大数据平台管理方法HPM。该方法混合使用软件包RPM/DEB和Tarball分别应用于大数据平台的大小管理场景,实现了在全面拥抱开源的前提下,满足大管理场景的同时有效解决小管理场景下大数据平台管理普遍存在的“四多问题”。

未来工作,希望进一步开展大数据平台开源软件供应链安全的研究,强化大数据平台安全管理。开展AI大模型驱动的智能大数据平台管理^[9-11]的研究,强化大数据平台智能管理。

参考文献:

- [1] 中国信息通信研究院安全研究所. 大数据平台安全研究报告 [EB/OL].(2021-02-01)[2024-03-22].<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/ztbg/202102/P020210201518402039065.pdf>.
- [2] 纪守领,王琴应,陈安莹,等. 开源软件供应链安全研究综述[J]. 软件学报,2023,34(3):1330-1364.
- [3] 詹奇,潘圣益,胡星,等. 开源软件漏洞感知技术综述[J]. 软件学报,2024,35(1):19-37.
- [4] DANGE M S, SULAIMAN S.A comparative study between big data solutions hortonworks,cloudera and microsoft azure HD insight[J].International journal of advances in engineering and management, 2022,4(11):933-941.
- [5] MUNSHI A, ALHINDI A, QADAH T M, et al.An electronic commerce big data analytics architecture and platform[J].Applied sciences, 2023,13(19):10962.
- [6] 张亚威,张世富,王一大,等. 基于bigtop+ambari的智能大数据管控平台研究与应用[J]. 信息技术与信息化, 2023(11): 183-187.
- [7] 张焱. 基于 Ambari 的跨平台组件管理方法、系统、终端及存储介质 :CN201910683332.7[P].2023-12-14.
- [8] MAHDAWI A.A comparative study in cloudera,azure and AWS[EB/OL].(2022-11-02)[2024-04-04].<https://www.techrxiv.org/users/458044/articles/680360-a-comparative-study-in-cloudera-azure-and-aws>.
- [9] 姜璐璐,高锦涛. 面向机器学习的数据库参数调优技术综述[J]. 计算机工程与应用,2024,60(3):1-16.
- [10] ZHOU X, LI G, SUN Z, et al.D-bot:database diagnosis system using large language models[EB/OL].(2023-12-03)[2024-04-10]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.01454>.
- [11] LIU X, YIN Z, ZHAO C, et al.PinSQL:pinpoint root cause SQLs to resolve performance issues in cloud databases[C]//2022 IEEE 38th International Conference on Data Engineering.[v.1]. Piscataway:IEEE,2022:2549-2561.

【作者简介】

卢国庆(1989—),男,山东济南人,硕士,高级工程师,研究方向:大数据、软件架构。

吴波(1994—),男,重庆人,本科,工程师,研究方向:大数据。

李庆忠(1990—),男,山东菏泽人,本科,工程师,研究方向:大数据、软件架构。

贾云强(1991—),男,山东济南人,硕士,工程师,研究方向:大数据、平台架构。

赵兵(1984—),男,山东济南人,本科,工程师,研究方向:云计算、系统架构。

(收稿日期:2024-05-07)