

## 28 | 业务高可用的保障：异地多活架构

2018-06-30 李运华 来自北京

《从0开始学架构》



无论是高可用计算架构，还是高可用存储架构，其本质的设计目的都是为了解决部分服务器故障的场景下，如何保证系统能够继续提供服务。但在一些极端场景下，有可能所有服务器都出现故障。例如，典型的有机房断电、机房火灾、地震、水灾.....这些极端情况会导致某个系统所有服务器都故障，或者业务整体瘫痪，而且即使有其他地区的备份，把备份业务系统全部恢复到能够正常提供业务，花费的时间也比较长，可能是半小时，也可能是 12 小时。因为备份系统平时不对外提供服务，可能会存在很多隐藏的问题没有发现。如果业务期望达到即使在此类灾难性故障的情况下，业务也不受影响，或者在几分钟内就能够很快恢复，那么就需要设计异地多活架构。

今天我来聊聊**异地多活架构**，接下来还会再讲异地多活架构的设计技巧和流程。

### 应用场景

顾名思义，异地多活架构的关键点就是异地、多活，其中异地就是指地理位置上不同的地方，类似于“不要把鸡蛋都放在同一篮子里”；多活就是指不同地理位置上的系统都能够提供业务服务，这里的“活”是活动、活跃的意思。判断一个系统是否符合异地多活，需要满足两个标准：

正常情况下，用户无论访问哪一个地点的业务系统，都能够得到正确的业务服务。

某个地方业务异常的时候，用户访问其他地方正常的业务系统，能够得到正确的业务服务。

与“活”对应的是字是“备”，备是备份，正常情况下对外是不提供服务的，如果需要提供服务，则需要大量的人工干预和操作，花费大量的时间才能让“备”变成“活”。

单纯从异地多活的描述来看，异地多活很强大，能够保证在灾难的情况下业务都不受影响。那是不是意味着不管什么业务，我们都要去实现异地多活架构呢？其实不然，因为实现异地多活架构不是没有代价的，相反其**代价很高**，具体表现为：

系统复杂度会发生质的变化，需要设计复杂的异地多活架构。

成本会上升，毕竟要多在一个或者多个机房搭建独立的一套业务系统。

因此，异地多活虽然功能很强大，但也不是每个业务不管三七二十一都要上异地多活。例如，常见的新闻网站、企业内部的 IT 系统、游戏、博客站点等，如果无法承受异地多活带来的复杂度和成本，是可以不做异地多活的，只需要做异地备份即可。因为这类业务系统即使中断，对用户的影响并不会很大，例如，A 新闻网站看不了，用户换个新闻网站即可。而共享单车、滴滴出行、支付宝、微信这类业务，就需要做异地多活了，这类业务系统中断后，对用户的影响很大。例如，支付宝用不了，就没法买东西了；滴滴用不了，用户就打不到车了。

当然，如果业务规模很大，能够做异地多活的情况下还是尽量。首先，这样能够在异常的场景下给用户提供更好的体验；其次，业务规模很大肯定会伴随衍生的收入，例如广告收入，异地多活能够减少异常场景带来的收入损失。同样以新闻网站为例，虽然从业务的角度来看，新闻类网站对用户影响不大，反正用户也可以从其他地方看到基本相同的新闻，甚至用户几个小时不看新闻也没什么问题。但是从网站本身来看，几个小时不可访问肯定会影响用户对网站的口碑；其次几个小时不可访问，网站上的广告收入损失也会很大。

## 架构模式

根据地理位置上的距离来划分，异地多活架构可以分为同城异区、跨城异地、跨国异地。接下来我详细解释一下每一种架构的细节与优缺点。

### 1. 同城异区

同城异区指的是将业务部署在同一个城市不同区的多个机房。例如，在北京部署两个机房，一个机房在海淀区，一个在通州区，然后将两个机房用专用的高速网络连接在一起。

如果我们考虑一些极端场景（例如，美加大停电、新奥尔良水灾），同城异区似乎没什么作用，那为何我们还要设计同城异区这种架构呢？答案就在于“同城”。

同城的两个机房，距离上一般大约就是几十千米，通过搭建高速的网络，同城异区的两个机房能够实现和同一个机房内几乎一样的网络传输速度。这就意味着虽然是两个不同地理位置上的机房，但逻辑上我们可以将它们看作同一个机房，这样的设计大大降低了复杂度，减少了异地多活的设计和实现复杂度及成本。

那如果采用了同城异区架构，一旦发生新奥尔良水灾这种灾难怎么办呢？很遗憾，答案是无能为力。但我们需要考虑的是，这种极端灾难发生概率是比较低的，可能几年或者十几年才发生一次。其次，除了这类灾难，机房火灾、机房停电、机房空调故障这类问题发生的概率更高，而且破坏力一样很大。而这些故障场景，同城异区架构都可以很好地解决。因此，结合复杂度、成本、故障发生概率来综合考虑，同城异区是应对机房级别故障的最优架构。

### 2. 跨城异地

跨城异地指的是业务部署在不同城市的多个机房，而且距离最好要远一些。例如，将业务部署在北京和广州两个机房，而不是将业务部署在广州和深圳的两个机房。

为何跨城异地要强调距离要远呢？前面我在介绍同城异区的架构时提到同城异区不能解决新奥尔良水灾这种问题，而两个城市离得太近又无法应对如美加大停电这种问题，跨城异地其实是为了解决这两类问题的，因此需要在距离上比较远，才能有效应对这类极端灾难事件。

跨城异地虽然能够有效应对极端灾难事件，但“距离较远”这点并不只是一个距离数字上的变化，而是量变引起了质变，导致了跨城异地的架构复杂度大大上升。距离增加带来的最主要问题是两个机房的网络传输速度会降低，这不是以人的意志为转移的，而是物理定律决定的，即光速真空传播大约是每秒 30 万千米，在光纤中传输的速度大约是每秒 20 万千米，再加上传输中的各种网络设备的处理，实际还远远达不到理论上的速度。

除了距离上的限制，中间传输各种不可控的因素也非常多。例如，挖掘机把光纤挖断、中美海底电缆被拖船扯断、骨干网故障等，这些线路很多是第三方维护，针对故障我们根本无能为力也无法预知。例如，广州机房到北京机房，正常情况下 RTT 大约是 50 毫秒左右，遇到网络波动之类的情况，RTT 可能飙升到 500 毫秒甚至 1 秒，更不用说经常发生的线路丢包问题，那延迟可能就是几秒几十秒了。

以上描述的问题，虽然同城异区理论上也会遇到，但由于同城异区距离较短，中间经过的线路和设备较少，问题发生的概率会低很多。而且同城异区距离短，即使是搭建多条互联通道，成本也不会太高，而跨城异区距离太远，搭建或者使用多通道的成本会高不少。

跨城异地距离较远带来的网络传输延迟问题，给异地多活架构设计带来了复杂性，如果要做到真正意义上的多活，业务系统需要考虑部署在不同地点的两个机房，在数据短时间不一致的情况下，还能够正常提供业务。这就引入了一个看似矛盾的地方：数据不一致业务肯定不会正常，但跨城异地肯定会导致数据不一致。

如何解决这个问题呢？重点还是在“数据”上，即根据数据的特性来做不同的架构。如果是强一致性要求的数据，例如银行存款余额、支付宝余额等，这类数据实际上是无法做到跨城异地多活的。我们来看一个假设的例子，假如我们做一个互联网金融的业务，用户余额支持跨城异地多活，我们的系统分别部署在广州和北京，那么如果挖掘机挖断光缆后，会出现如下场景：

用户 A 余额有 10000 元钱，北京和广州机房都是这个数据。

用户 A 向用户 B 转了 5000 元钱，这个操作是在广州机房完成的，完成后用户 A 在广州机房的余额是 5000 元。

由于广州和北京机房网络被挖掘机挖断，广州机房无法将余额变动通知北京机房，此时北京机房用户 A 的余额还是 10000 元。

用户 A 到北京机房又发起转账，此时他看到自己的余额还有 10000 元，于是向用户 C 转账 10000 元，转账完成后用户 A 的余额变为 0。

用户 A 到广州机房一看，余额怎么还有 5000 元？于是赶紧又发起转账，转账 5000 元给用户 D；此时广州机房用户 A 的余额也变为 0 了。

最终，本来余额 10000 元的用户 A，却转了 20000 元出去给其他用户。

对于以上这种假设场景，虽然普通用户很难这样自如地操作，但如果真的这么做，被黑客发现后，后果不堪设想。正因为如此，支付宝等金融相关的系统，对余额这类数据，一般不会做跨城异地的多活架构，而只能采用同城异区这种架构。

而对数据一致性要求不那么高，或者数据不怎么改变，或者即使数据丢失影响也不大的业务，跨城异地多活就能够派上用场了。例如，用户登录（数据不一致时用户重新登录即可）、新闻类网站（一天内的新闻数据变化较少）、微博类网站（丢失用户发布的微博或者评论影响不大），这些业务采用跨城异地多活，能够很好地应对极端灾难的场景。

### 3. 跨国异地

跨国异地指的是业务部署在不同国家的多个机房。相比跨城异地，跨国异地的距离就更远了，因此数据同步的延时会更长，正常情况下可能就有几秒钟了。这种程度的延迟已经无法满足异地多活标准的第一条：“正常情况下，用户无论访问哪一个地点的业务系统，都能够得到正确的业务服务”。例如，假设有一个微博类网站，分别在中国的上海和美国的纽约都建了机房，用户 A 在上海机房发表了一篇微博，此时如果他的一个关注者 B 用户访问到美国的机房，很可能无法看到用户 A 刚刚发表的微博。虽然跨城异地也会有此类同步延时问题，但正常情况下几十毫秒的延时对用户来说基本无感知的；而延时达到几秒钟就感觉比较明显了。

因此，跨国异地的“多活”，和跨城异地的“多活”，实际的含义并不完全一致。跨国异地多活的主要应用场景一般有这几种情况：

为不同地区用户提供服务



例如，亚马逊中国是为中国用户服务的，而亚马逊美国是为美国用户服务的，亚马逊中国的用户如果访问美国亚马逊，是无法用亚马逊中国的账号登录美国亚马逊的。

### 只读类业务做多活

例如，谷歌的搜索业务，由于用户搜索资料时，这些资料都已经存在于谷歌的搜索引擎上面，无论是访问英国谷歌，还是访问美国谷歌，搜索结果基本相同，并且对用户来说，也不需要搜索到最新的实时资料，跨国异地的几秒钟网络延迟，对搜索结果是没有什么影响的。

## 小结

今天我为你讲了异地多活架构的应用场景和常见架构模式，希望对你有所帮助。

这就是今天的全部内容，留一道思考题给你吧，假设我们做了前面提到的高可用存储架构中的数据分区备份，又通过自动化运维能够保证 1 分钟就能将全部系统正常启动，那是否意味着没有必要做异地多活了？

欢迎你把答案写到留言区，和我一起讨论。相信经过深度思考的回答，也会让你对知识的理解更加深刻。（编辑乱入：精彩的留言有机会获得丰厚福利哦！）

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

## 精选留言 (71)



空档滑行

2018-06-30

备份系统平常没有流量，如果直接上线可能触发平常测试不到的故障。  
再实时的系统也会有数据延时，如果涉及到金融这种系统，仍然是不敢直接切换的。  
系统运行过程中会有很多中间数据，缓存数据等。系统不经过预热直接把流量倒过来，大流量会直接把系统拖垮

作者回复：分析全面，赞👍

共 4 条评论 >

👍 136



**Geek\_88604f**

2019-09-17

首先第一点业务会中断一分钟，这对于微信或支付宝这样的系统来说是不可接受的，特别是像春节这样的关键时刻，万万不可掉链子。

第二点数据不一致，如果在主分区故障前还没有将数据同步到备分区，那么在主分区恢复前数据一直不一致。对于像新闻或微博之类的应用还好说，对于电商或微信等系统就不可接受。

第三点备用分区的可用性，发生故障往往是在业务高峰期，这个时候备份区能否抗住是值得怀疑的。一个从来没有锻炼过的人，突然让他跑马拉松估计扛不住。

最后一点缓存，如果系统中存在缓存，缓存的数据在备分区是没有的，缓存需要预热，一下子切到备出现缓存击穿导致存储扛不住

作者回复: 分析到位

共 3 条评论 >

👍 45



**王磊**

2018-06-30

文章提到异地多活的代价时，说到复杂的架构，但通篇没有一个架构图，从文字看，也没完全理解架构的细节，例如异地之间如何同步，一地出现问题，如何切换，例如北京的业务系统出问题了，怎么用广州的业务系统来抗过去。

作者回复: 后面还有两篇



👍 22



**微风**

2018-10-06

李老师，像文中提到的不同的异地多活架构产生的不同成本，没有直观印象，您能否系统性的给个具体的分析～

作者回复: 支付宝为了底层支持异地多活，自己写了Oceanbase，Oceanbase写了7～8年了还没有完全代替MySQL 😊



👍 18



**Mr.Null**  
2018-06-30

现在流行云服务，对于企业做异地多活、灾备会不会很省事？

作者回复：不会，云服务一样宕机

共 2 条评论 >

👍 12



**叁工鸟**  
2018-07-02

支付宝多活也不是正在意义上的多活吧。我记得之前支付宝故障影响部分用户，感觉更多像是分区提供服务



👍 10



**CYH**  
2018-07-02

请教个问题：文章说支付宝类的金融服务一般采用的是同城异区架构.那假如真的发生了类似奥尔良水灾问题，支付宝如何保证业务正常？要解决这问题的话是多地部署（多地间服务状态不同步），存储高可用？

作者回复：支付宝也没法100%保障，不然蓝翔挖掘机就不会导致支付宝故障了



👍 10



**大宝**  
2018-10-22

最近看CIPS（人民币跨境支付系统）的相关信息，官网中有这么一条新闻：  
“本次CIPS主备中心切换用时67秒，较上一次切换运行用时缩短了19秒，进一步提高了切换效率及系统连续运行能力。此次切换运行充分验证了CIPS二期全面投产后备份中心系统配置的正确性和可用性。后续，CIPS运营机构将进一步提高业务连续性保障能力，完善系统服务功能，提升用户使用体验。”

结合老师讲的最近几章，推断CIPS是主备系统架构，不是异地多活，使用的是数据分区备份，并且官网之前也提到主系统在上海，备份系统在无锡。

但是我感觉有两个奇怪的地方：一个是：主备在上海和无锡，这两个地方觉得不远也不近，看了下地图约150公里吧，感觉既不是“同城异区”，也算不上“跨城异地”。另一个他作为金融系统使用主备架构，而没有使用异地多活架构，是不是有点业余？



作者回复: 1. 距离这么近确实有问题, 例如台风或者地震, 很可能两个机房都受影响  
2. 金融系统大部分使用主备架构, 不算业余但也不算上先进, 金融系统对数据一致性要求很高, 异地多活很多业务做不了

共 2 条评论 >

👍 8



**freebird4ever**

2018-07-11

文章中支付宝转账的例子不对。支付宝通过分布式事务保证转账交易的原子性。oceanbase保证异地多个节点中大部分节点写成功。未写成功的节点异步恢复。未恢复前不可发生新的交易。

作者回复: 文中的例子是多地都可以同时写, oceanbase底层基于paxos算法, 从业务的角度看起来是多地都可以写, 但本质上是通过一致性算法避免同时写, paxos同时写会出现冲突, 冲突就要重新发起写操作



👍 5



**夜行者**

2020-03-18

支付宝跨国异地多活是怎么架构的? 用户在国外也能用支付宝呀

作者回复: 第一我真不知道, 第二知道了也不能说😂



👍 4



**孙振超**

2018-08-27

假设我们做了前面提到的高可用存储架构中的数据分区备份, 又通过自动化运维能够保证 1 分钟就能将全部系统正常启动, 那是否意味着没有必要做异地多活了?

数据分区备份意味着分区中的数据 and 当前提供服务的机房数据可能存在着延迟, 同时备份系统启动后能否按照期望的sla提供服务是无法保证的。

但不同类型的系统对于数据和可用性的要求也是不同的, 对于新闻、网络小说、论坛、政府学校等以阅读资讯为主的系统来说如果可以做到分钟级正常重启, 是没有必要做异地多活的; 对于电商、银行和钱相关的系统还是需要做异地多活的。

作者回复: 分析正确



👍 4



**天使**

2018-07-07

“您提到的支付宝同城异区万一主区出现故障。转账的时候正好停留在那1ms没能到达备用区域怎么解决？”我理解的是：日志+补偿+人工处理肯定是能从业务上解决这个问题的；纯技术角度，区块链是另外的选择，就是不是很了解目前的技术成熟度是否能满足支付宝这么大的体量；还有一个就是未来量子计算机发展到一定程度了，或许就没有“异地多活”了。

作者回复: 量子计算机会颠覆目前所有的技术，包括高性能，高可用，加解密，人工智能，如果真的出现了，人类估计已经去征服太空了，谁还在地球玩啊😄



👍 4



**浪子恒心**

2018-06-30

这期讲的有点浅，希望能更深入的谈谈异地多活怎么实现，有没有什么模式。

作者回复: 后面还有两章



👍 4



**Regular**

2018-06-30

这得看这1分钟对业务的影响，如果影响不大就没必要做，如果影响较大，还是得做异地多活

作者回复: 就算是现在异地多活的系统，也做不到实时异地多活的，分钟级的影响都是存在的



👍 4



**ZHANGPING**

2021-07-15

异地多活不是那么好做，当前服务依赖的服务需要对等安装，如果存在跨机房调用：会因为网络延迟，导致吞吐量直线下降，流量拥塞，服务雪崩一系列问题。

作者回复: 异地多活不能存在大量的跨机房调用, 也不能依赖跨机房调用才能完成业务, 因为出故障的时候, 异地机房都访问不了, 异地多活的关键是另外一个机房要能够接管业务



👍 2



**碧海蓝天**

2018-10-17

余额数据同城异区对比跨城异地在数据一致性上同样存在时间差, 只是时间窗口更小而已, 如果两地都支持写的话, 存在被双花攻击的可能, 风险还是很大, 有什么方法避免吗

作者回复: 没有, 余额和库存一般不做双写, 目前Oceanbase通过paxos算法支持多机房写入, 但实际性能我不太了解



👍 2



**J**

2018-08-26

老师, 我对文章中提到的支付宝不采用跨城异地, 而采用同城异区的多活存在疑问, 从逻辑上来讲同城异区即便网络延迟很小, 但总归是有延迟的, 也会从某种程度上影响一致性, 架构也必须引入方案解决一致性问题, 两者不存在一致性上的复杂度差异, 而同城和异地的差异是不是应该是在用户体验上来区别? 比如, 同样是转账业务, 一个转账请求需要在多个活动机房都同步后才向用户返回成功, 这样的话, 同城的优势就在于响应时间很快, 而异地可能就会很慢。

作者回复: 同城异区也是有延迟的, 但是延迟小, 故障切换时快, 但是是有可能有用户数据不一致, 这种数量小就可以容忍, 人工修复和事后补偿的代价都可以接受, 不存在所有用户都没任何问题的方案。

转账请求一般不做同步, 做好备份就可以了, 因为对实时性要求不高



👍 2



**Ryan Feng**

2018-07-03

异地多活做到的公司不多, 出问题敢切的就更少了, 尤其金融类



👍 2



**今夕是何年**

2018-07-01

还是要考虑异地多活的。数据备份和存储高可用没法应对大规模停电 地震这种极端灾难。

作者回复: 异地多活也是需要数据备份和存储高可用的



👍 2



**王磊**

2018-06-30

有个问题，不太清楚。异地多活，即使同城异区，他们都有对用户不同的访问ip吗，当一地出现问题的时候，用户自己尝试访问另一地?如果是自动切换，是什么机制，dns全部解析到另一地的ip?

作者回复: 每个机房都对外提供服务，都有不同出口ip，由DNS等负载均衡设备切换(适应web)，或者端自己切换(适应app)



👍 2