

腾讯大讲堂走进北航

2011.10.31

Djt.open.qq.com



1.4亿在线背后的故事

——QQ IM后台架构的演化与启示

腾讯科技（深圳）有限公司
即通平台部高级技术总监 icezhuang



自我介绍

- 2001-中国科学技术大学计算机系本科毕业
- 2004-中国科学院计算技术研究所硕士毕业
- 2004-进入腾讯，参与IM后台研发运营
 - ✓ T4专家
 - ✓ 即通平台部 高级技术总监
 - ✓ 公司软件开发通道分会 会长
 - ✓ 经历了QQ在线从千万级到亿级的过程

对海量服务的理解是长期积累的结果

7亿活跃账户

1.4亿同时在线

过万台IM服务器

百亿级的关系链对数

每天千亿级的服务请求

99.99%的可用性

团队经历了QQ在线从10万到1.4亿的整个过程，吸取了很多教训

目录

- 从十万级到百万级在线
- 千万级在线
- 亿级在线
- 总结

IM后台1.0

■适用情况

- ✓同时在线数较低（十万级）
- ✓业务功能非常简单

存储服务器



接入服务器



1.0接入服务器的核心数据结构

```
typedef struct
{
    unsigned G2_INT32 lUin;
    unsigned G2_INT32 lFlag;
    char sTeaKey[16];
    char sIP[16];
    char sPort[6];
    unsigned short shPt1;
    unsigned short shStatus;
    unsigned short shSubStatus;
    G2_TIME lAlive;
    char cReLoginFlag;
    unsigned short shConnFlag3;
    unsigned short shConnFlag4;
    unsigned short shServerID;
    G2_TIME lStatusTime;
    unsigned short shConnFlag1;
    unsigned char cIspId;
    unsigned char cMode;
    char cClientIndex;
    unsigned short shFriendNum;
    unsigned short shFriendLevel;
    unsigned G2_INT32 lFriendPos;
    G2_TIME lLoginTime;
    char sIdentifyBitmap[4];
    char sServiceBitmap[8];
    char cAllow; // yrad1030 是否允许其他人加为好友
    short shQQLevel; // 在线时长等级, 负数(-1)表示没有获取等级信息
    unsigned char cClientType; // 客户端接入类型, 比如手机、Service等
} OnlineRecord;
```

Flag]升序

IM后台1.0的典型业务流程

■ 登录

■ 在线状态的获取

✓ 实时通知

✓ 定期拉取

存储服务器



接入服务器



IM后台1.5

■ 需要更好地支持业务

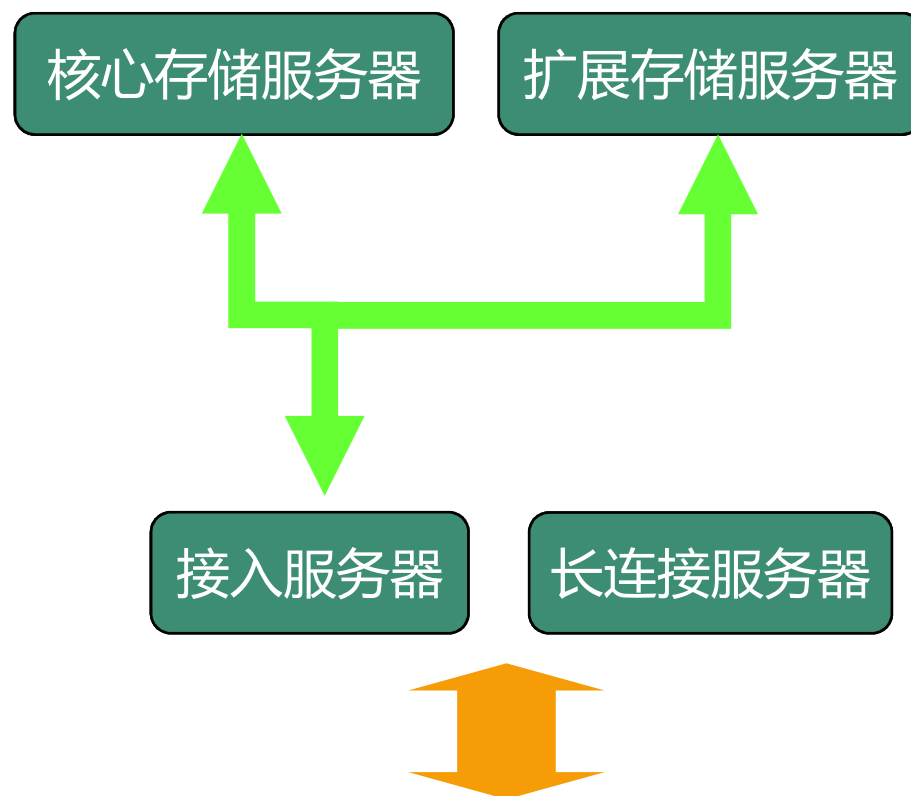
- ✓ 支持视频、语音、传文件等实时宽带业务
- ✓ 支持更多类型的用户资料

■ 增加长连接服务器

- ✓ 为无法直连的客户端进行实时宽带数据中转

■ 对存储服务器进行轻重分离

- ✓ 核心服务器保证稳定
- ✓ 扩展服务器快速支持业务



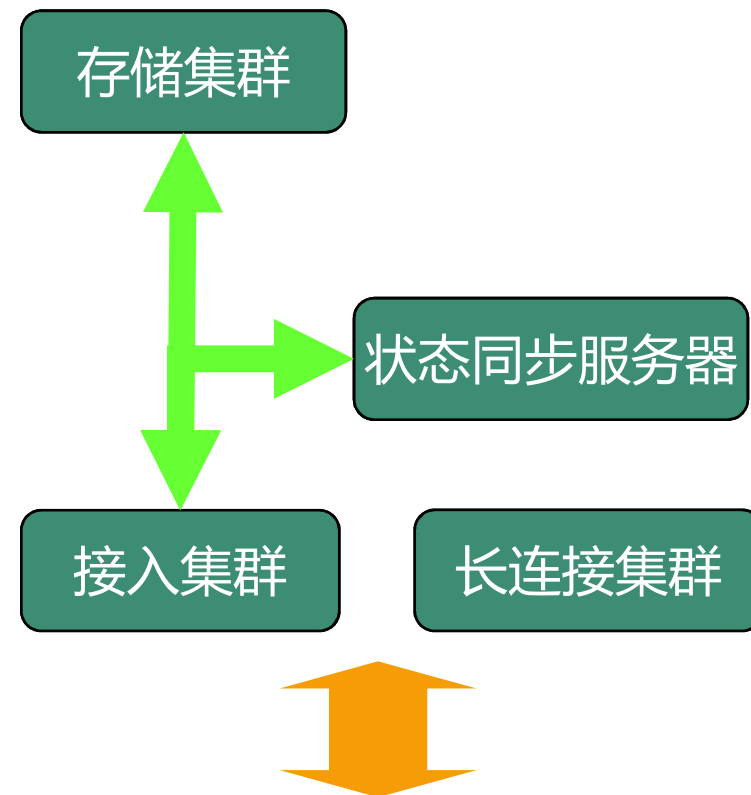
第一代架构难以支持百万级在线

- 达到一百万在线时，老架构会有各方面的瓶颈出现
- 以接入服务器的内存为例，单个在线用户的存储量约为2KB
 - ✓ 索引和在线状态 50字节
 - ✓ 好友表 $400\text{个好友} * 5\text{字节/好友} = 2000\text{字节}$
 - ✓ 大致来说，2G内存只能支持一百万在线用户
- 进一步地，还有CPU/网卡包量和流量/交换机流量等瓶颈
- 其他服务器也有类似情况
- 单台服务器支撑不下所有在线用户/注册用户

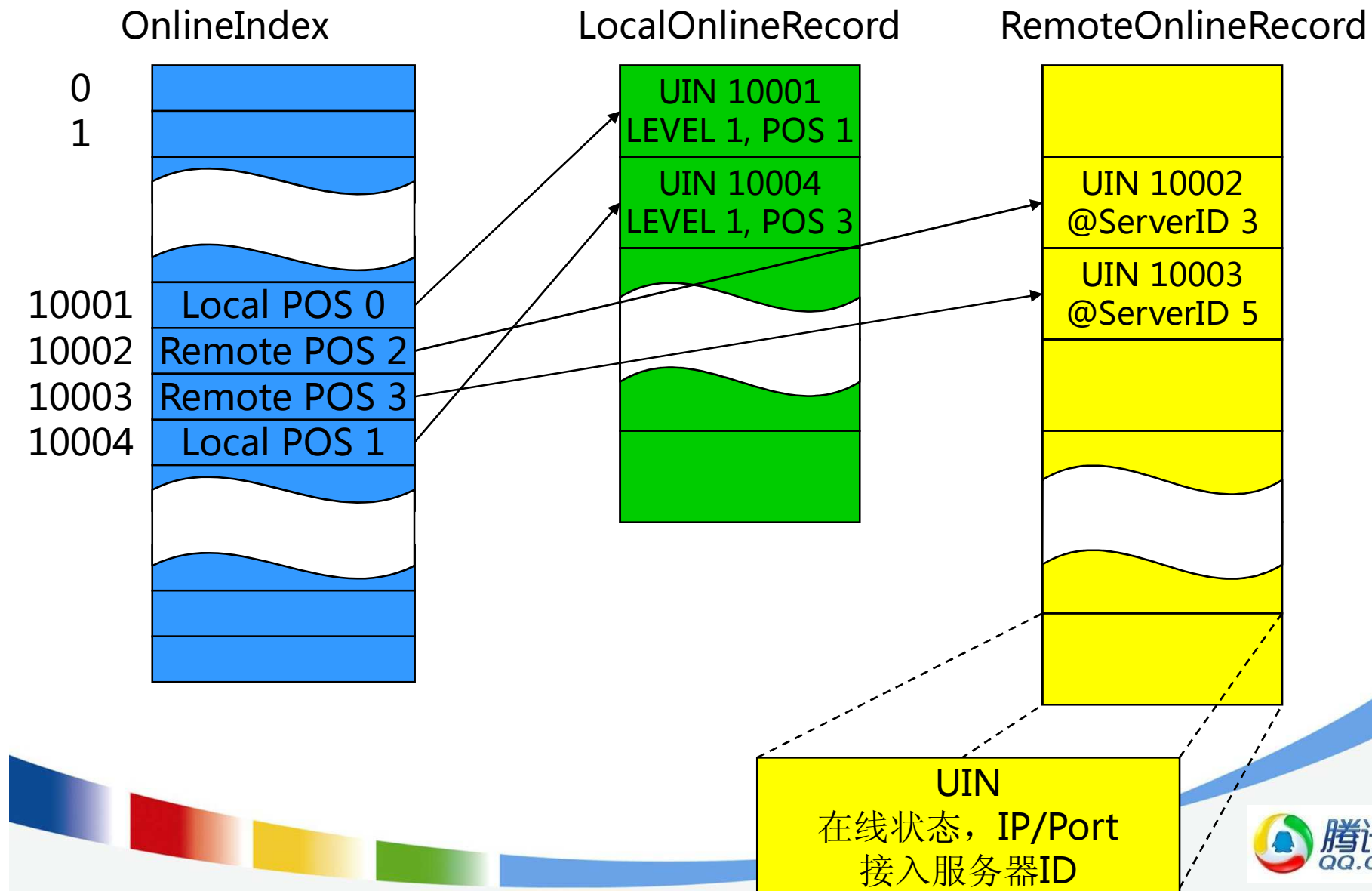
第一代架构无以为继，必须升级！

IM后台2.0

- 单台服务器扩展成集群
- 增加状态同步服务器
 - ✓ 在接入服务器之间同步在线状态



2.0接入服务器的核心数据结构



IM后台2.0的典型业务流程

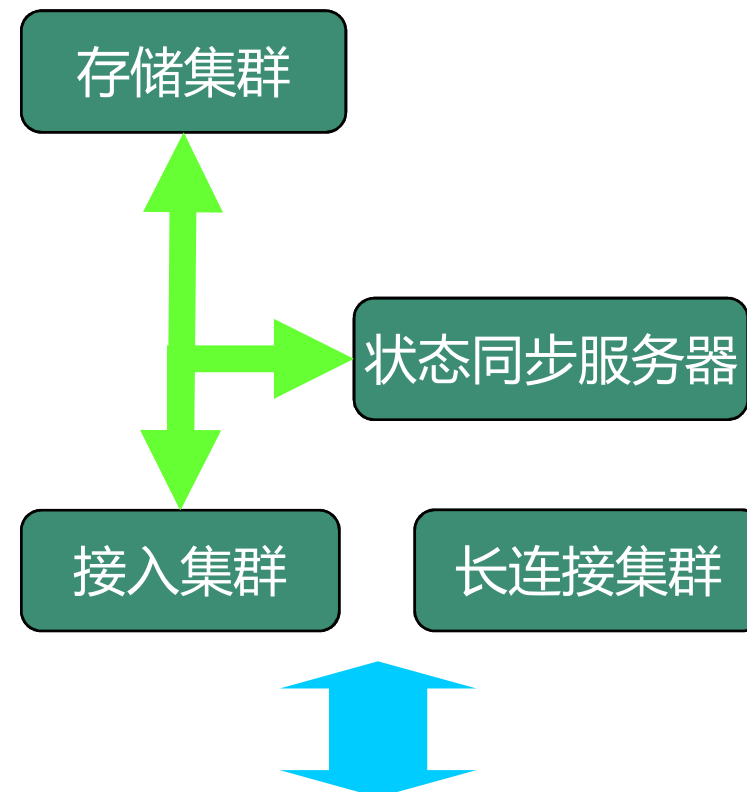
■登录

■在线状态的获取

✓定期拉取

✓实时通知

(三种方式)

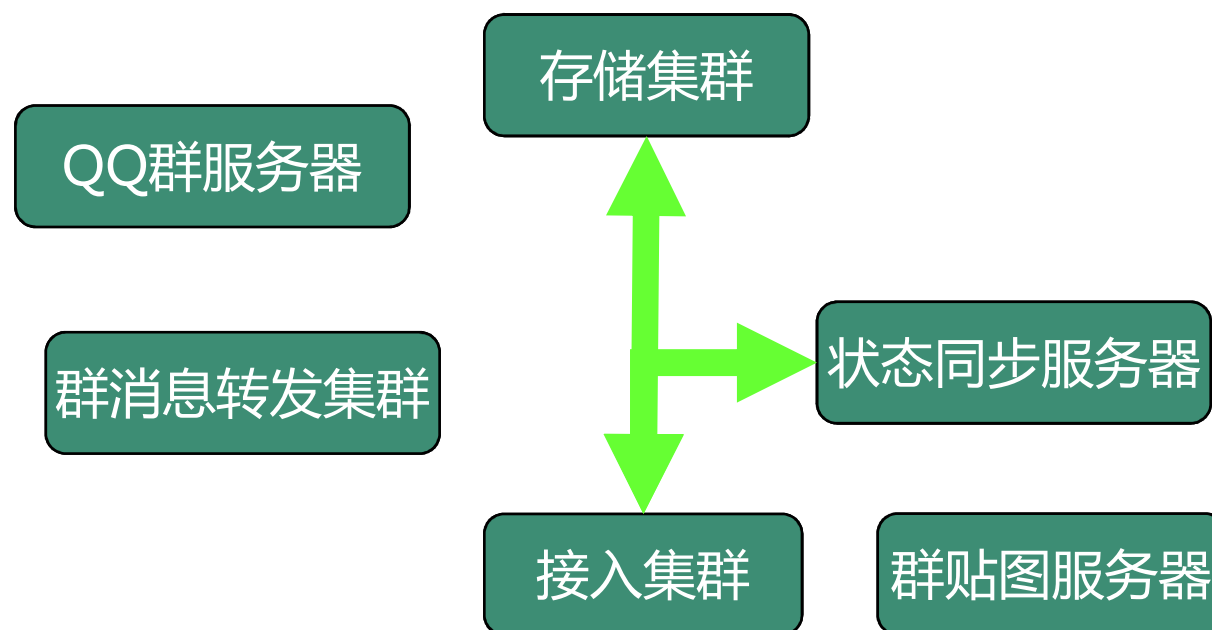


2001年，QQ同时在线突破一百万



IM后台2.5

支持QQ群等新业务



启示：十万级到百万级在线的关键技术

- Kenny “违抗” PonyMa的故事
- ARPU对比：中国移动73，腾讯2.5
- PCU/Box：某著名IM数万；QQ 数十万
- CTO：IT成本的高低决定互联网企业的存亡
- 只用传统IT行业1/10到1/100的IT成本

高性能

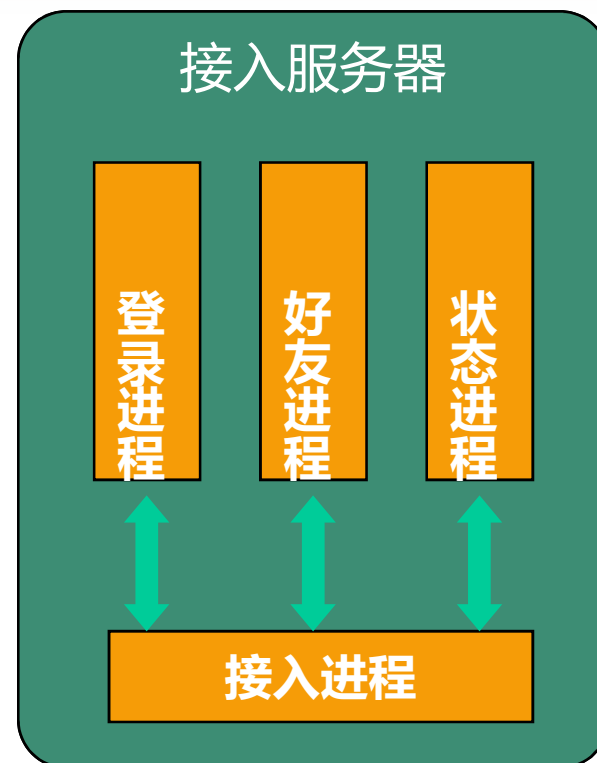
- OICQ的故事
- 用户忍耐度对比：信用卡系统维护VS用脚投票

7乘24小时连续服务

高性能；7乘24小时连续服务

QQ后台如何实现高性能

- 绝不使用企业级解决方案
- 逻辑层多进程
- 万有一失的无锁设计
- 用户态IPC
- MySQL分库分表
- 好友表自写文件存储
-



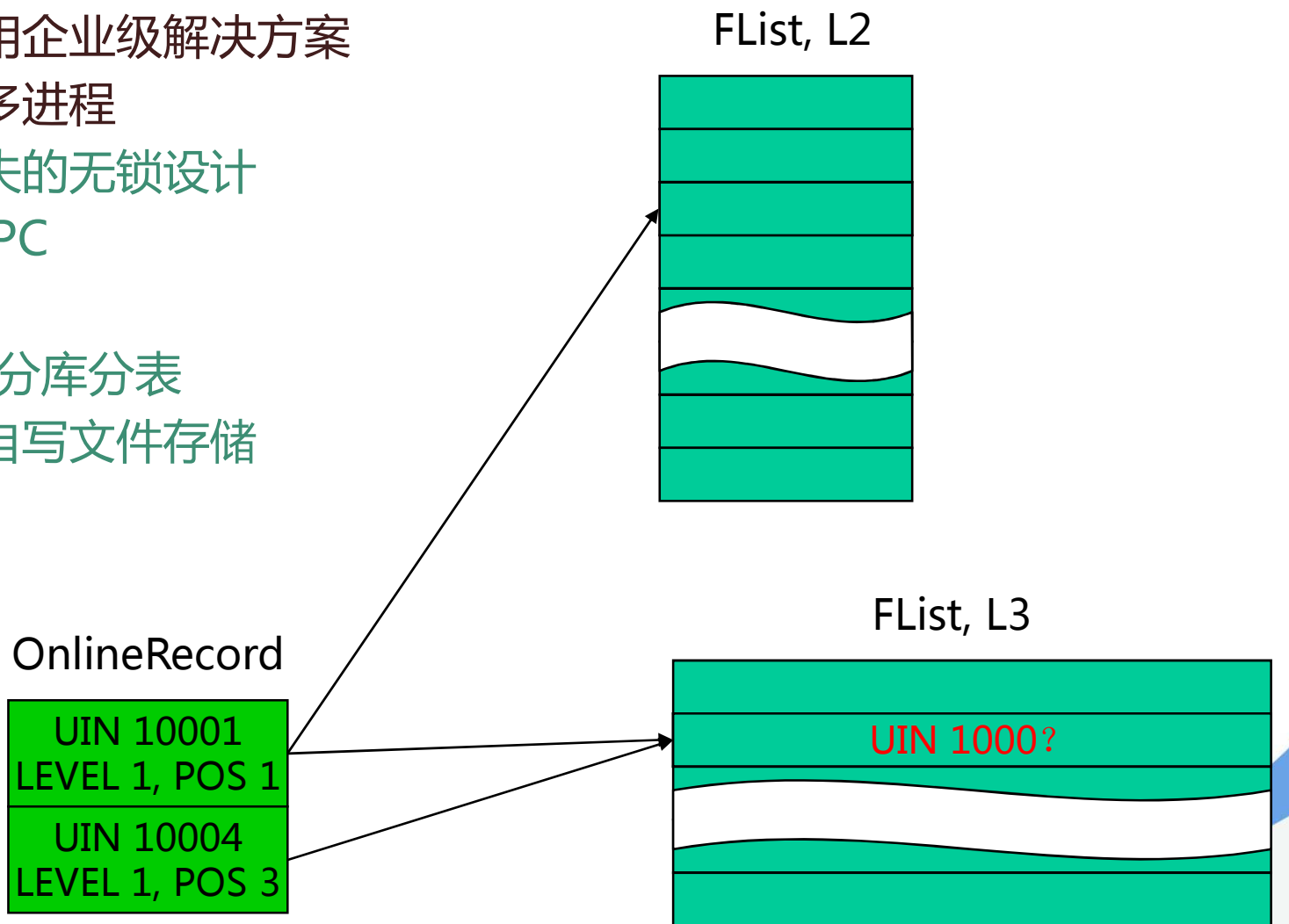
用户10003, 好友表: 10001,0x0; 10020,0x0

用户10003, 好友表: 10001,0x0; 10020,0x1

用户10003, 好友表: 10001,0x0; 10005,0x1; 10020,0x0

QQ后台如何实现高性能

- 绝不使用企业级解决方案
- 逻辑层多进程
- 万有一失的无锁设计
- 用户态IPC
- MySQL分库分表
- 好友表自写文件存储
-



QQ后台如何实现7乘24小时连续服务

- 大系统小做
- 平滑重构
 - ✓ 在高速行驶的列车上更换发动机
- 核心数据放入共享内存
- 接入层与逻辑层分离
- 命令分发动态配置化

目录

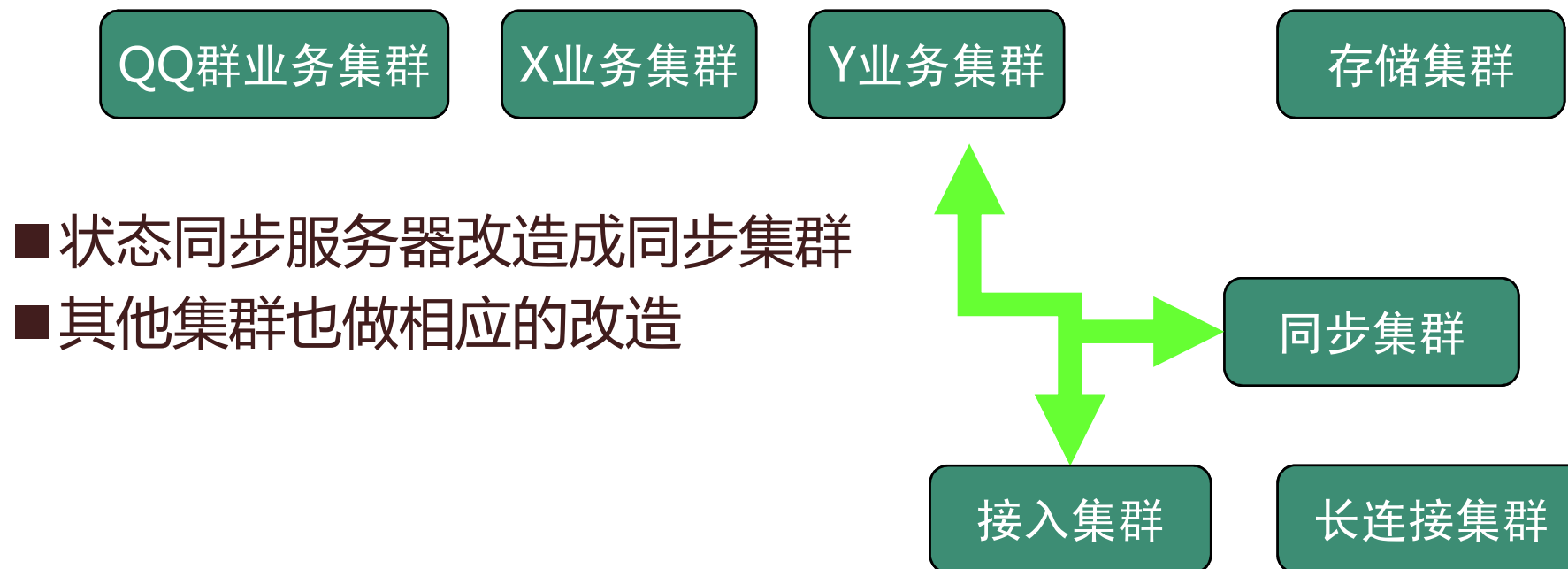
- 从十万级到百万级在线
- 千万级在线
- 亿级在线
- 总结

第二代架构难以支持千万级在线

- 同步流量太大，状态同步服务器遇到单机瓶颈
- 所有在线用户的在线状态信息量太大，单台接入服务器存不下
 - ✓ 如果在线数进一步增加，则甚至单台状态同步服务器也存不下
- 单台状态同步服务器支撑不下所有在线用户
- 单台接入服务器支撑不下所有在线用户的在线状态信息

第二代架构无以为继，必须再次升级！

IM后台3.0



2005年，QQ同时在线突破一千万



根本来不及高兴：我们再也受不了了！

- 手机从不敢离身
- 发布新代码提心吊胆
- 时不时要扩容，又烦又怕
- 时不时要紧急恢复服务
- 时不时被用户骂、被老板K
- 到底怎么了？

深入分析，我们发现了什么

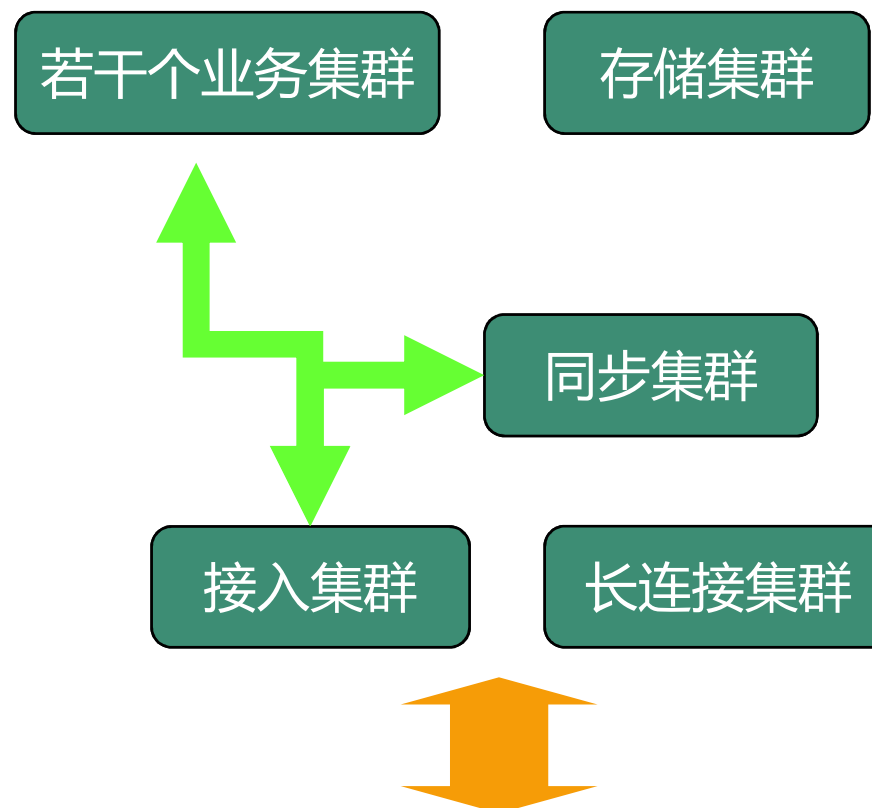
- 后台机器越来越多，单机死机/故障经常出现，IDC故障也不少，影响服务，也影响人员生活
- 每周有新代码发布，BUG不断出现，严重影响服务
- 监控机制原始、报警设置不全，出事了都不知道
- 运维操作通过vim或者mysql进行，非常容易失误

问题分析和解决（1）

- 后台机器越来越多，单机死机/故障经常出现，IDC故障也不少，影响服务，也影响人员生活
 - ✓ 传统行业设备少单价高，故障很少出现
 - ✓ 互联网行业设备多单价低，故障是常态

IM后台3.0的容错/容灾分析

- 每个集群只有一份
- 机器选择全人工配置
- 集中在一个IDC



IDC的实际可用性只有2个9

数据中心可用性级别概述

GB50174-08	TIA942	说明	年故障时间	可用性指标
A	T4: 容错级	多路电源对等接入到末端设备, 所有设备与线路冗余备份, 整系统无单点故障	0.4 hrs	99.995%
	T3: 可并行维护级	多路电源对等接入到末端设备, 整系统无单点故障	1.6 hrs	99.982%
B	T2: 关键模块冗余级	单路电力接入, 关键设备冗余	22 hrs	99.741%
C	T1: 基础配电级	单路电力接入, 不需要设备冗余	28.8 hrs	99.671%

租来的IDC的级别：
B或C

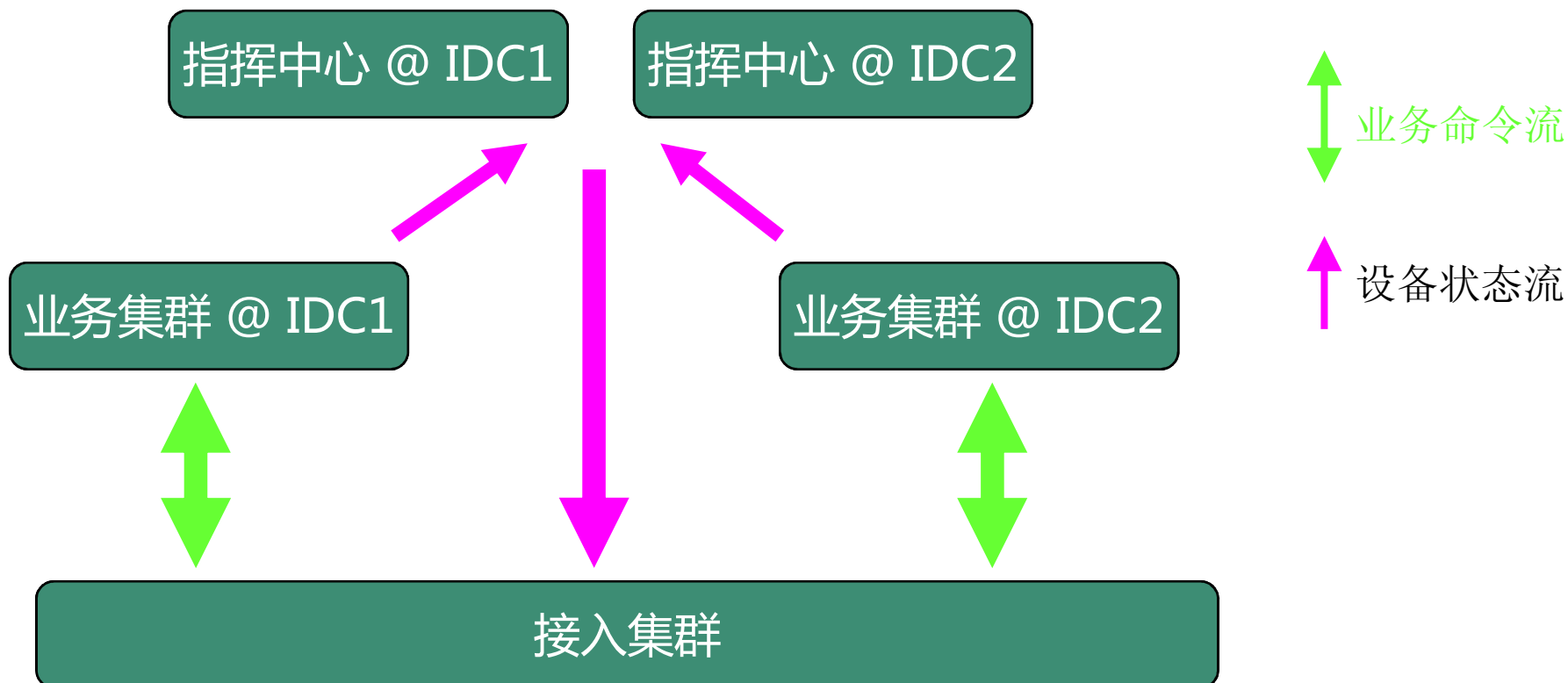
Grade	Availability	Downtime/Year	Examples
1	90.0%	36 days 12 hours	Personal clients
2	99.0%	87 hours 36 minutes	Entry-level businesses

老架构没前途，必须进行容灾改造！

容灾改造的思路

- 存储集群：半自动切换模式
 - ✓ 主/从服务器
 - ✓ 从服务器死机，业务不受影响
 - ✓ 主服务器死机，多数命令不受影响，修改资料命令受影响
- 业务集群、接入集群、同步集群：自动切换模式
 - ✓ 迅速应对死机等情况，基本不影响业务
- 分布在两套IDC
 - ✓ 可以应对IDC整体故障

业务集群的容灾改造



问题分析和解决（2）

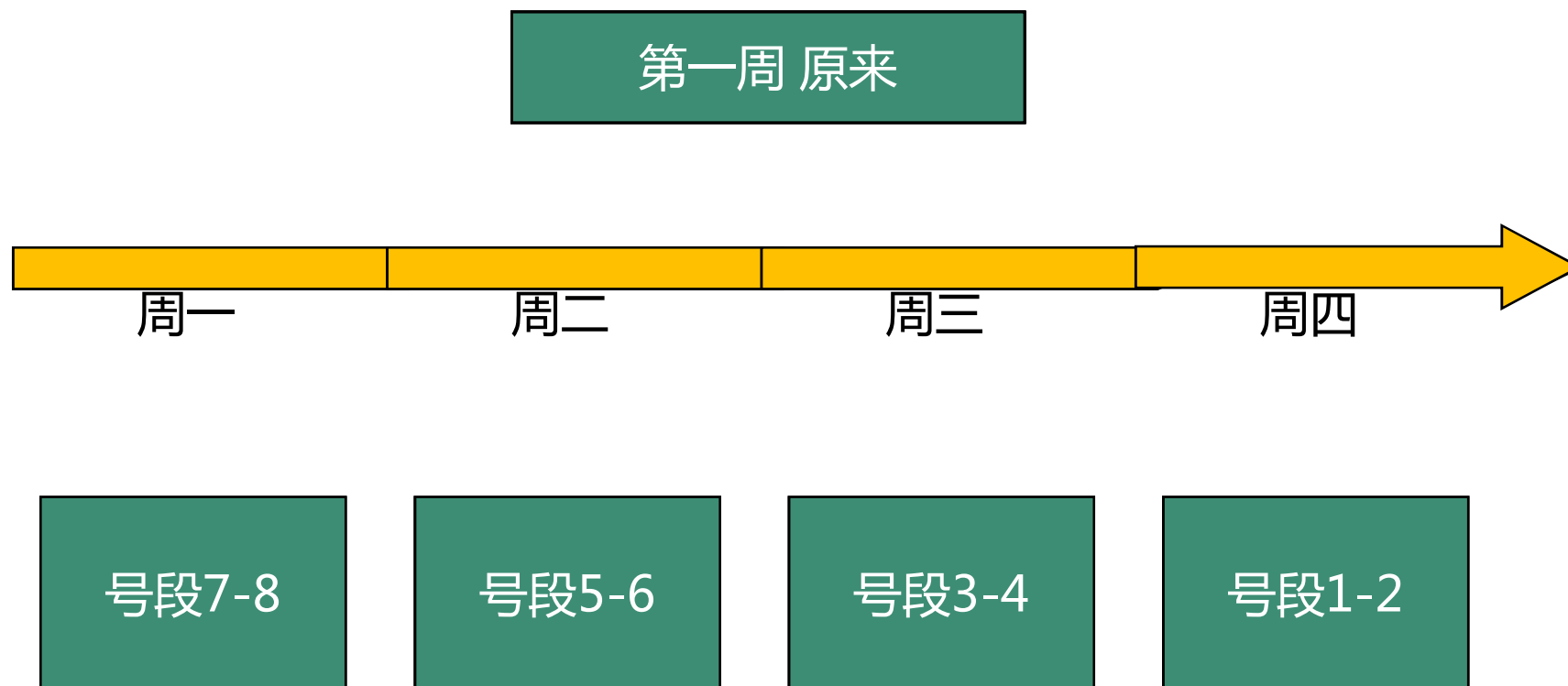
■每周有新代码发布，BUG不断出现，严重影响服务

- ✓ 大部分子系统每周发布一个版本的新代码

■解决方法

- ✓ 代码review
- ✓ 灰度发布

灰度发布演示



问题分析和解决 (3)

■ 监控机制原始、报警设置不全，出事了都不知道

- ✓ CPU 100%的故事

■ 解决方法

- ✓ 完善监控和报警

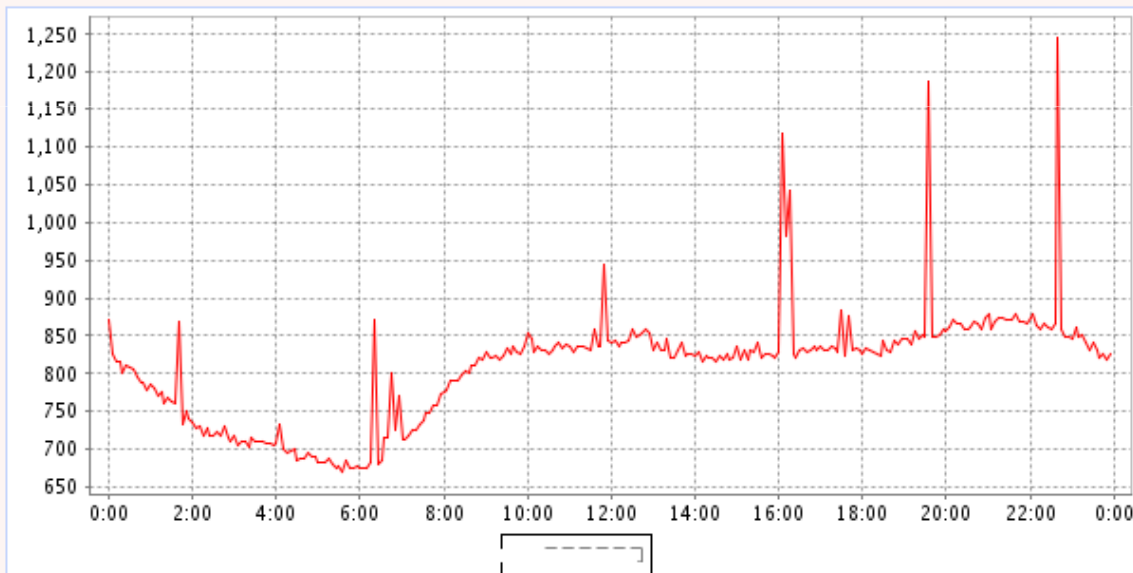
完善监控和报警

数据类型: ☐ 收包量 ☐ 发包量 ☐ 成功数 ☐ 失败数 ☒ 平均处理时间 ☐ 异常失败量 ☐ 验证登陆态失败量 ☐ 报备请求量 ☐ 业务失败率 ☐ 系统失败率 ☐ 全选

命令号: 子命令号: IDC: SVR IP: BU IP:

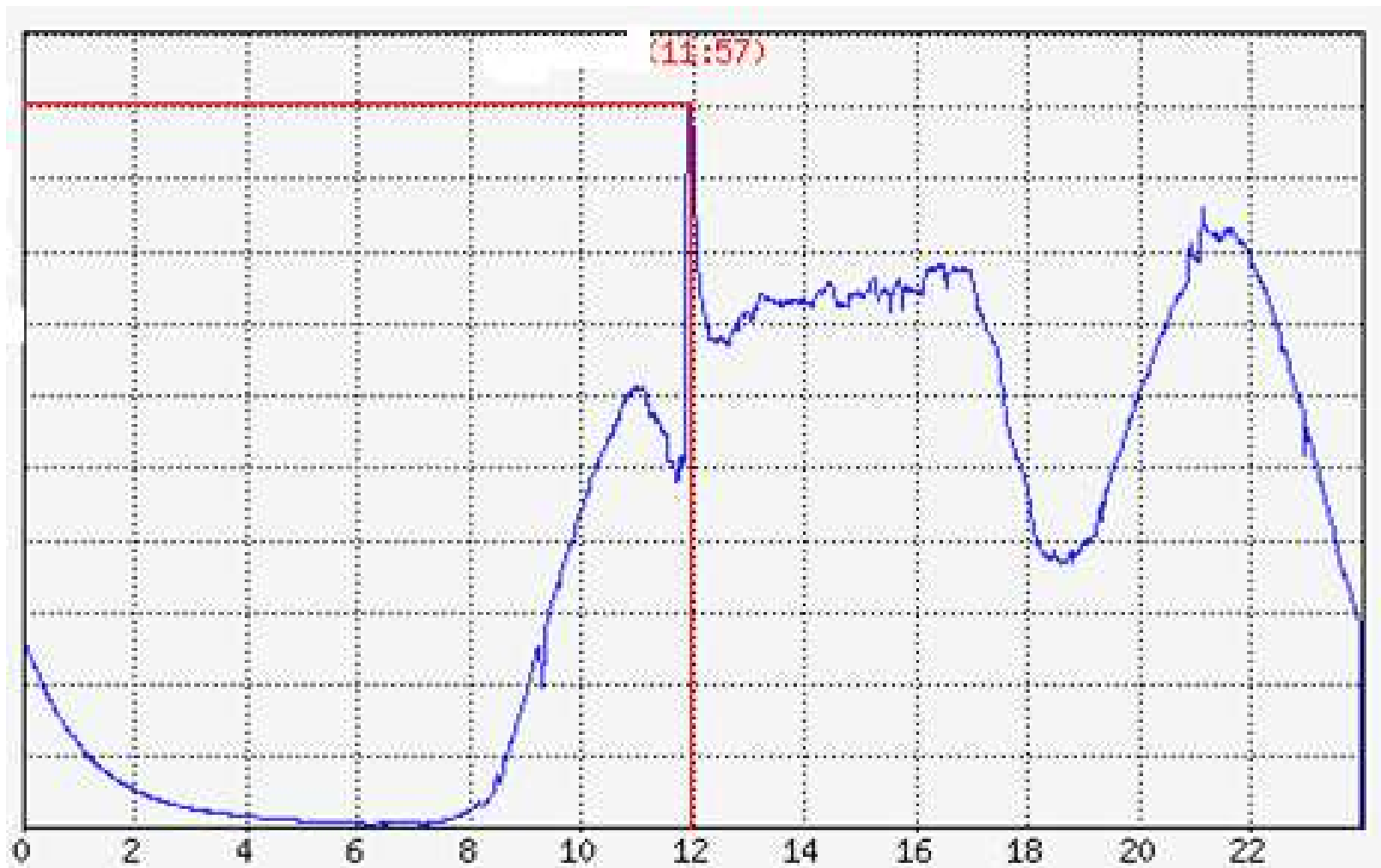
分类显示: 查看粒度: 查看时间:

2011-08-15至2011-08-15 粒度: 5分 平均处理时间

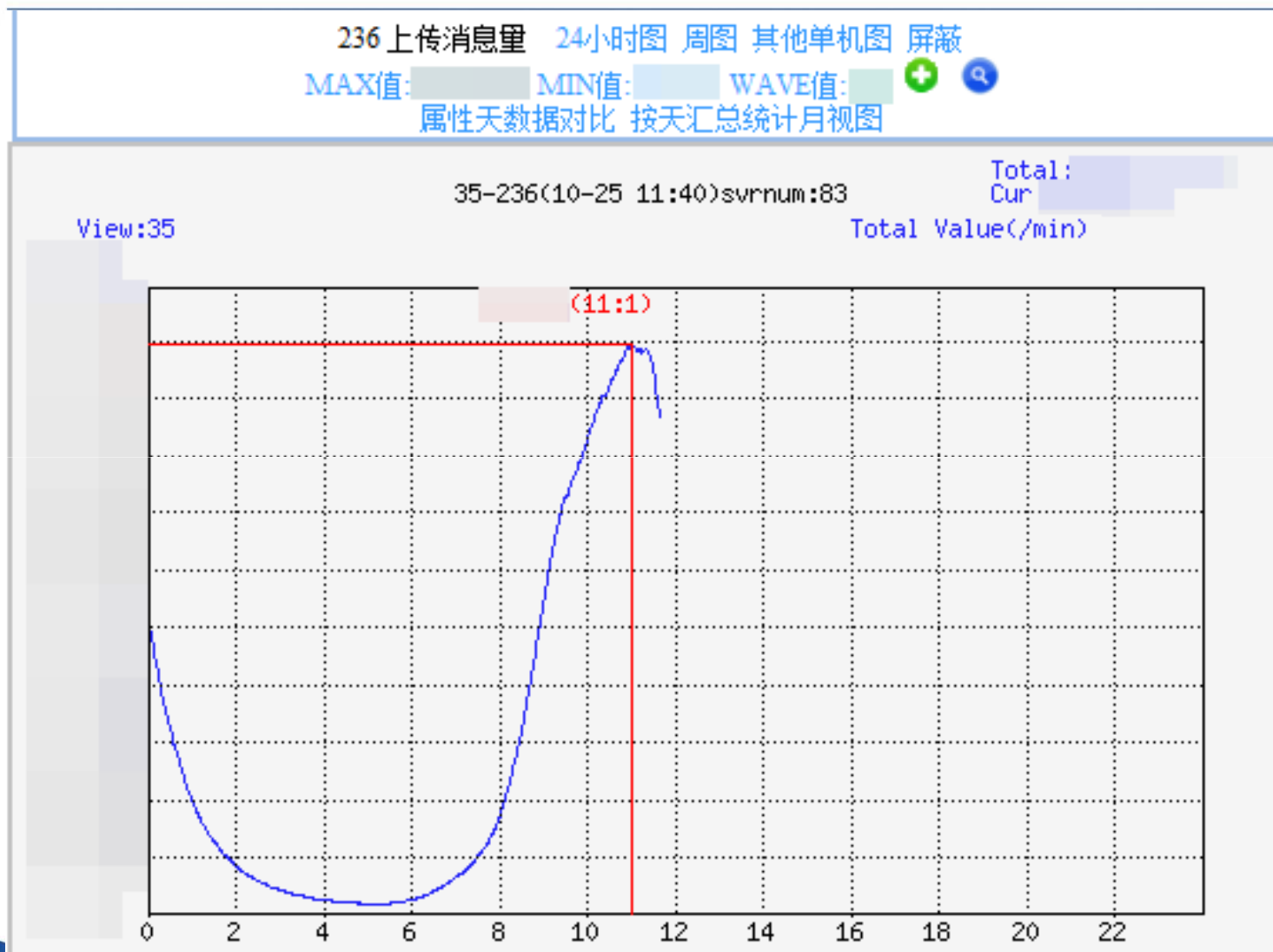


平均处理时间: 808(微秒)

完善监控和报警



完善监控和报警



完善监控和报警



完善监控和报警

我的空间

值班监控

服务器

视图

告警设置

属性

高级功能

意见反馈

icezhuang(庄泗华)

注销

业务类型

平台服务

假日值班

刷新

关键字:

即时通信产品部

新业务类型

Conn

即通数据中心

即通运维

扩展类

RTX

鉴权平台

部门协作业务

其它

DB

资源池

CRM

国际版QQ

微博

安全中心

腾讯研究院

业务类型:

关键字:

范围:

新增

修改

批量修改

删除

模板新增

修改负责人

批量添加

	ID	视图名称	业务类	图	更新时间				
5	10	GroupStatus消息...	Status	h...	2011-10-18	1...	42	3...	
6	16	长连接-中转配置...	长连接	j...	2011-09-07	13	0	0...	
7	18	各业务在线(TM、...	Conn	i...	2011-01-26	14	0	0...	
8	19	monitor	公共运...		2011-01-27	20	0	0...	
9	26	imqq流量图	IM官网...	d...	2011-01-26	10	1	1...	
10	27	QQ-PC Online	QQ统计	r...	2011-01-27	3	0	0...	
11	35	群	群Serv...	s...	2011-10-25	6...	2...	4...	
12	39	电信单中转-IDC...	长连接	j...	2011-08-26	9	0	0...	
13	41	好友分组运营数据	好友分...	iv...	2011-01-10	59	6	1...	
14	42	自动升级	即通运...	ri...	2011-03-15	0	0	0...	

第 1 页 / 共 84 页

共 1672 条记录 显示 1 - 20

页面加载耗时: 0.915 秒

当前时间: 2011-10-25 11:51:18

问题分析和解决（4）

■ 运维操作通过vim或者mysql进行，非常容易失误

- ✓ Grandy的故事

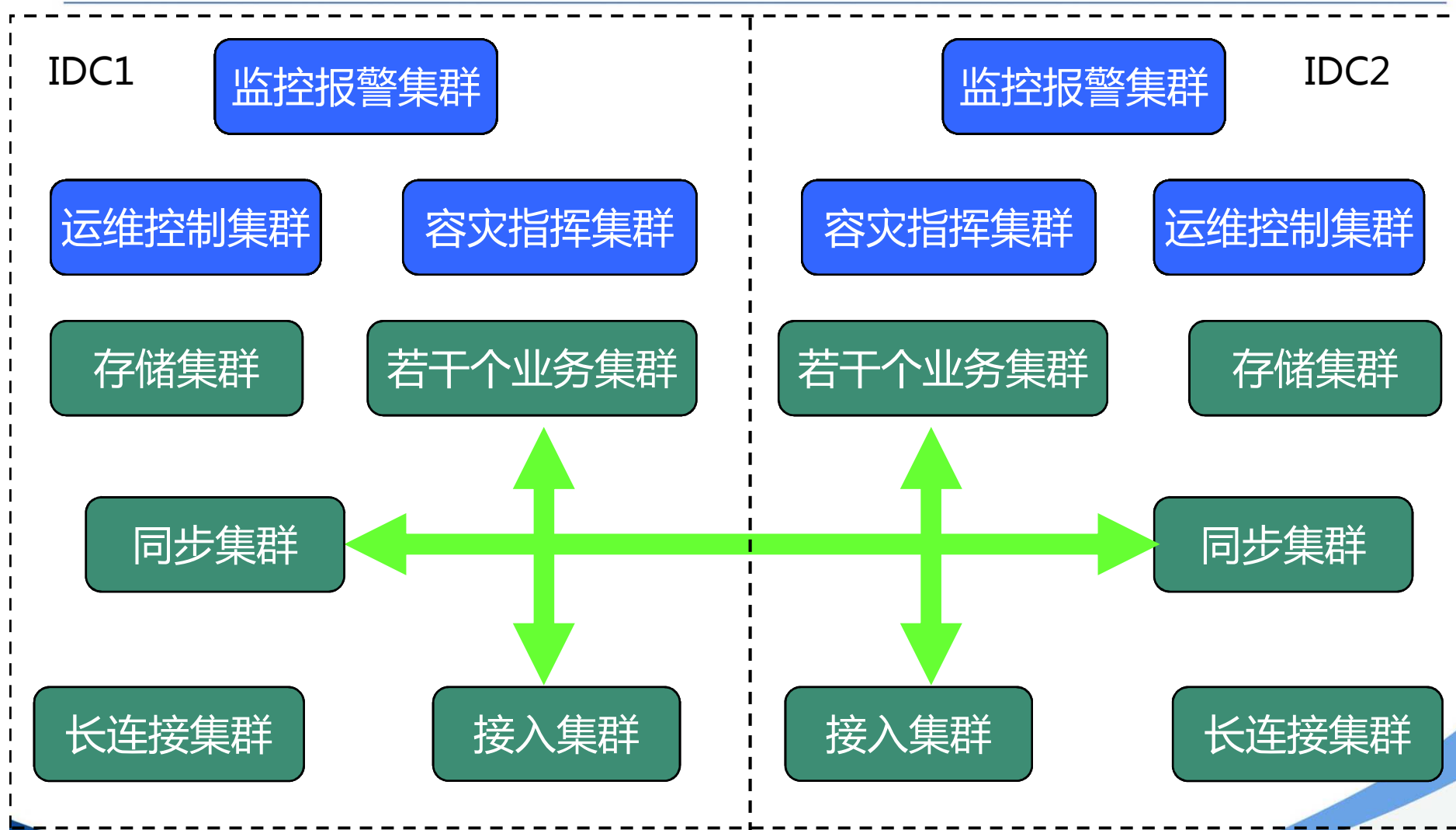
■ 解决方法

- ✓ 运维操作Web化（半自动化）、自动化
 - IM后台3.5的运维页面已经废除，后面有IM后台4.0的运维页面截图

服务可用性终于提升到了行业先进水平

Grade	Availability	Downtime/Year	Examples
1	90.0%	36 days 12 hours	Personal clients
2	99.0%	87 hours 36 minutes	Entry-level businesses
3	99.9%	8 hours 46 minutes	ISPs, mainstream businesses
4	99.99%	52 minutes 33 seconds	Data centers
5	99.999%	5 minutes 15 seconds	Carrier-grade Telco, medical, banking
6	99.9999%	31.5 seconds	Military defense system, CG goal

IM后台3.5架构



启示：千万级在线的关键技术

- 对外提供高可用性的服务
- 对内提供高可运维性的系统
- 灰度发布
- 运营监控
- 容灾
- 运维自动化/半自动化

高可用性；高可运维性

腾讯大讲堂走进北航

2011.10.31

Djt.open.qq.com



1.4亿在线背后的故事(2)

——QQ IM后台架构的演化与启示

腾讯科技（深圳）有限公司
即通平台部高级技术总监 icezhuang



目录

- 从十万级到百万级在线
- 千万级在线
- 亿级在线
- 总结

随着亿时代的接近，新烦恼又来了

■ 灵活性：**太差！**

- ✓ “昵称”长度增加一半，需要两个月
- ✓ 增加“故乡”字段，需要两个月
- ✓ 最大好友数从500变成1000，需要三个月

■ 亿时代的重要能力：**想都别想！**

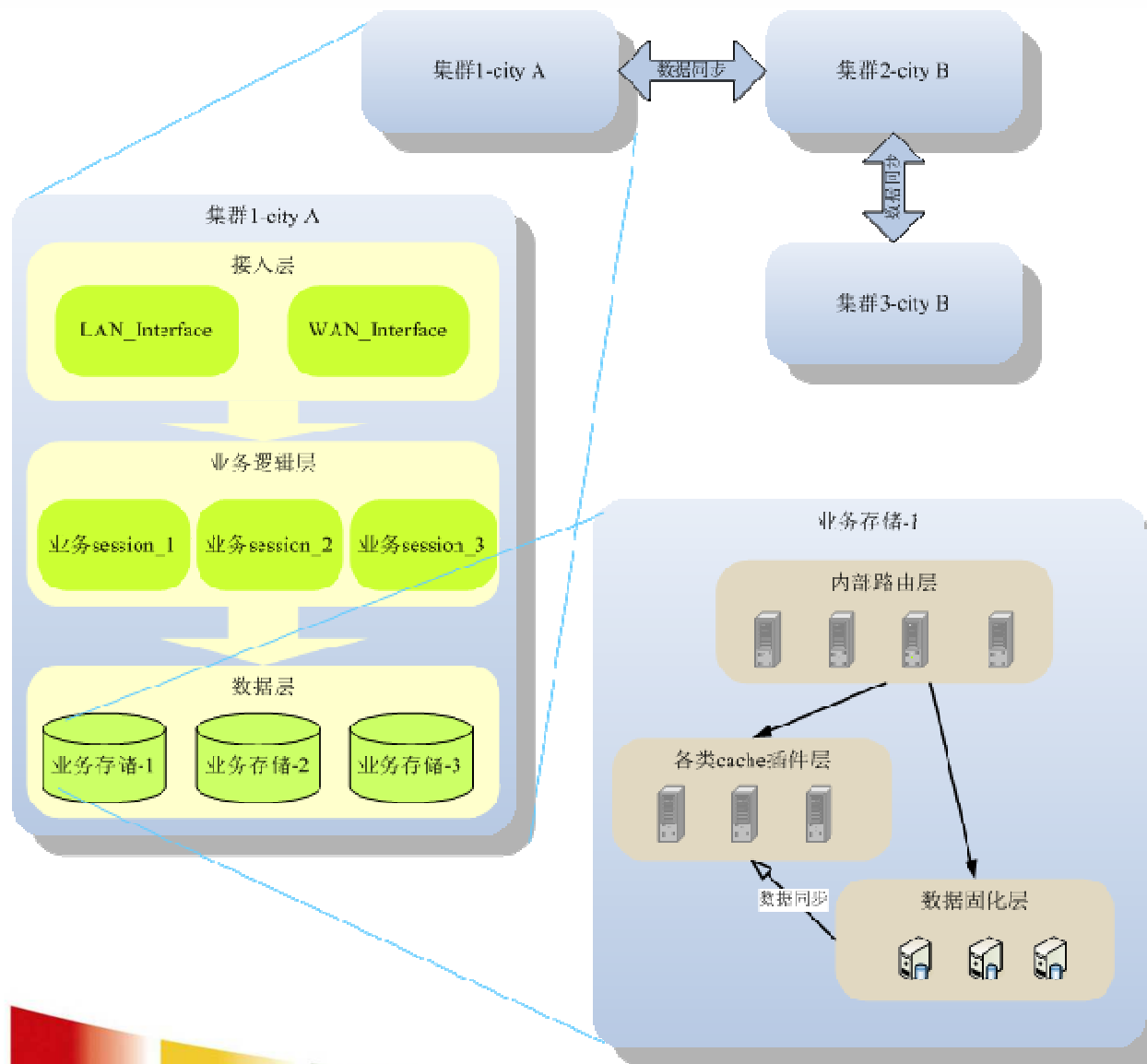
- ✓ 上万好友
- ✓ 隐私权限控制
- ✓ PC QQ与手机QQ别互踢
- ✓ 微信与QQ互通
- ✓ 异地容灾

■ IM后台从1.0到3.5都是在原来基础上做改造升级，但是：

■ 持续打补丁已经难以支撑亿级在线

IM后台4.0必须从头开始，重新设计实现！

IM后台4.0存储系统 架构



IM后台4.0存储系统 运维页面

 SNS后台管理	Server列表								
	<input type="checkbox"/> 全选	serverid	所在idc	所属set	unit个数	用途	IP	配置状态	运营状态
<input checked="" type="checkbox"/> 配置信息管理	<input type="checkbox"/>	0		3	140	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-server信息查询	<input type="checkbox"/>	1		3	142	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-unit信息查询	<input type="checkbox"/>	2		3	129	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-添加server	<input type="checkbox"/>	3		3	135	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-添加units	<input type="checkbox"/>	4		3	136	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-查看units分散度	<input type="checkbox"/>	5		3	144	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
<input checked="" type="checkbox"/> 运维订单管理	<input type="checkbox"/>	6		3	131	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-一次性执行类订单	<input type="checkbox"/>	7		3	135	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
-循环执行类订单	<input type="checkbox"/>	8		3	150	Cache Server	172.23.	正常运营	运行中
<input checked="" type="checkbox"/> 运维操作集合									
-Load&Dump&Redo units									

IM后台4.0存储系统 成果

- 历时3年完成
- 千万级好友
- 隐私权限控制
- 灵活扩展字段
- 高可运维性
 - ✓ 运维操作组件化
 - ✓ 负载自动转移
- 高性能
 - ✓ 自写存储层

认证用户热度总榜	听众总数	娱乐热度总榜	听众总数	体育热度总榜	听众总数
1  何炅	23885496	1  何炅	23885496	1  刘翔	23759884
2  刘翔	23759884	2  莫文蔚	23174872	2  林丹	14005086
3  莫文蔚	23174872	3  蔡康永	21895679	3  梅西	13699813

系统设置

- 基本设置
- 状态和提醒
- 好友和聊天
- 安全设置
- 隐私设置
- QQ空间访问

隐私设置

您可以设置谁可以查看我的以下信息，点击可改变设置。

基础资料	扩展资料
性别 所有人可见	姓名 部分好友可见
生日 仅好友可见	英文名 所有人可见
年龄 所有人可见	地址/邮编 所有人可见
生肖 所有人可见	电话 仅自己可见
星座 所有人可见	手机 部分好友可见
	邮箱 所有人可见
	主页 所有人可见
	职业/职位 所有人可见
	学历 所有人可见
	学校 所有人可见

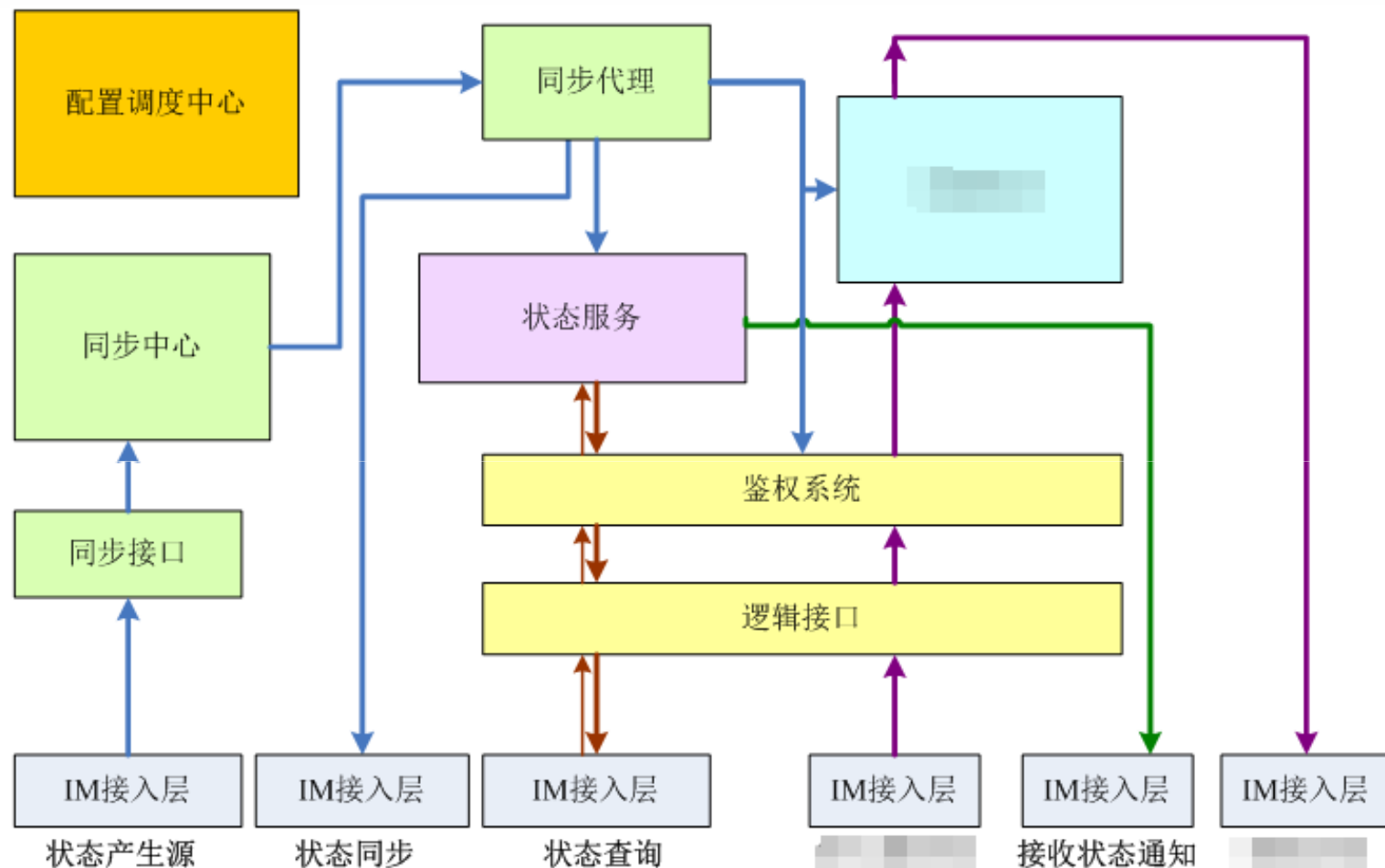
部分好友可见

<input checked="" type="checkbox"/> USTC9611	<input checked="" type="checkbox"/> ICT
<input checked="" type="checkbox"/> Tencent	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 同行	<input checked="" type="checkbox"/> 华附
<input type="checkbox"/> 亲戚	<input checked="" type="checkbox"/> USTC
<input checked="" type="checkbox"/> 育才	<input checked="" type="checkbox"/> 家人
<input type="checkbox"/> 其他好友	<input checked="" type="checkbox"/> IMPD

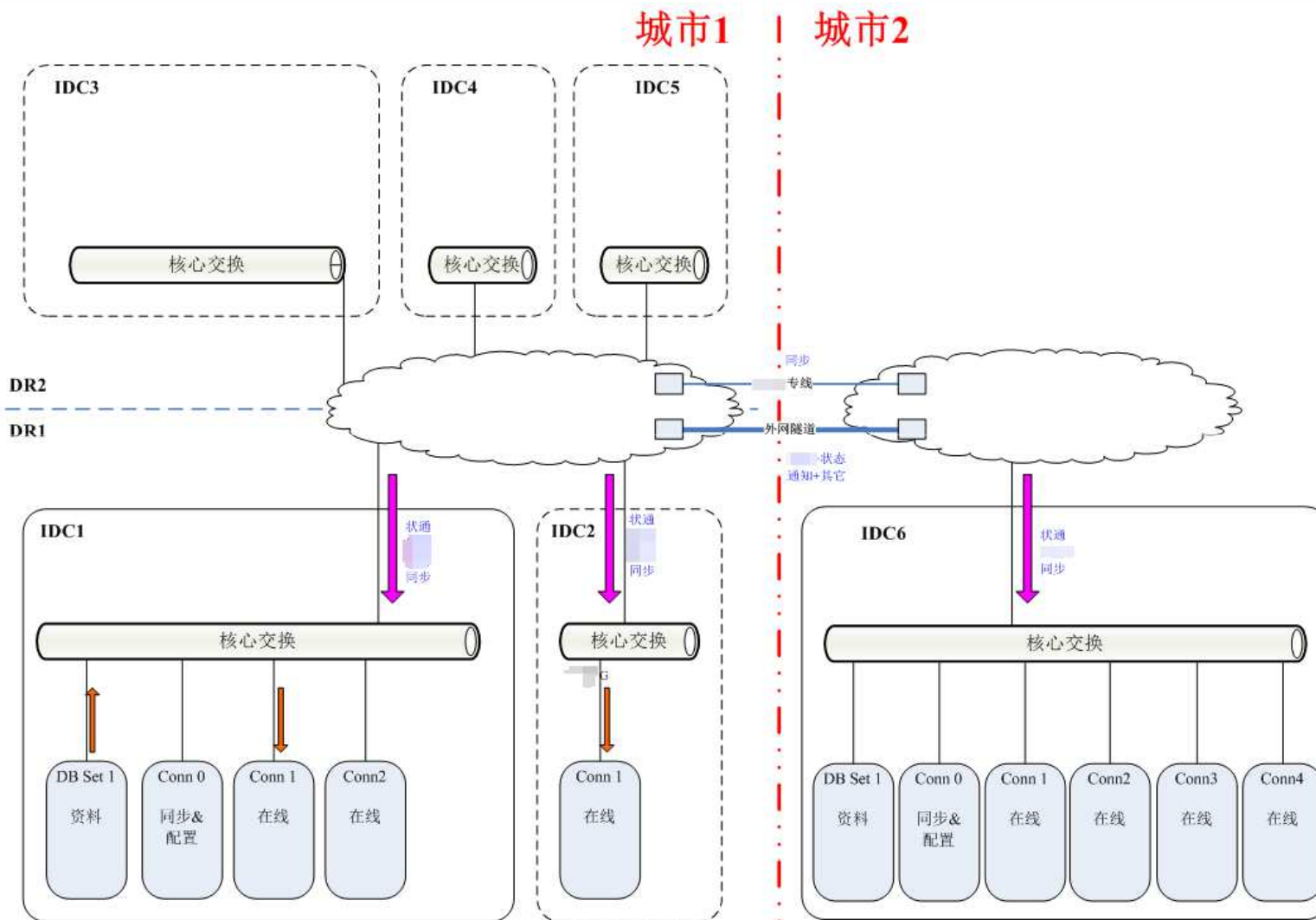
确定 取消



IM后台4.0通信系统 逻辑架构



IM后台4.0通信系统 物理架构



IM后台4.0通信系统 运维页面

动态信息查询条件:

地区(Region): 不选择 模块(Module): status(5) IDC名称: 不选择 容灾系统(Dr): 不选择

ShardID(用","分割多个ID): SandBoxID(用","分割多个ID):

CoreID(用","分割多个ID): HuijuID(用","分割多个ID):

服务器名(用","分隔多个名字): ServerID(用","分隔多个ID):

内网IP(用","分隔多个IP): 外网IP(用","分隔多个IP):

CurLoad>= MaxLoad>= HealthFlag:

CurLoad<= MaxLoad<= StatusId: 不选择

查询

重置条件

--Module Num: 1 Region Num: 3 Server Num: 474 动态信息来源: sched_dr1_ x(10.137 -- 刷新

Modules: status(5)

Regions:

模块(Module): status(5) 地区(Region): 信息来自: 静态配置,原始上报,动态信息 缺少: 无

SandBox: 0, Dr: 容灾1(1), Idc: , Core: 1, Huiju: 2 || ServerNum: 75 Total Curload: 633505 Total MaxLoad: 6000000 Total Weight: 6000000 (为可修改列) 刷新

ShardId	ServerId		ServerName	CurLoad	MaxLoad	Weight	StatusId	HealthFlag	RefreshTime	IP
1	105	status_s1	n1-2_105	8,763	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:14	10.139. 0.0.0
1	110	status_s1	n1-2_110	8,459	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:14	10.139. 0.0.0
1	115	status_s1	n1-2_115	8,060	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:13	10.139. 0.0.0
1	120	status_s1	n1-2_120	8,577	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:13	10.139. 0.0.0
1	125	status_s1	n1-2_125	7,693	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:14	10.139. 0.0.0
1	130	status_s1	n1-2_130	10,179	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:14	10.139. 0.0.0
1	135	status_s1	n1-2_135	8,652	80,000	80000	normal(0)[单控]	0X00000000	2011-10-31 09:56:13	10.139. 0.0.0

IM后台4.0通信系统 阶段成果

- 历时2+年完成
- 多点登录
- 支持5至10亿个实例同时在线
- 方便接入微信等多种业务
- 区域自治
- 高可运维性
 - ✓ 物理架构详细到机架
 - ✓ 故障分析智能化



启示：亿级在线的关键技术

■ 提供高灵活性的业务支持

- ✓ 传统IT行业可以半年到两年出一个新版本
- ✓ 互联网行业要求每个月出一个新版本

■ 同时保持高性能、高可用性、高可运维性

高性能；高可用性；高可运维性；高灵活性

腾讯IM服务的未来之路

- 全球化分布
- 高效率的研发
- 监控告警的智能化

目录

- 从十万级到百万级在线
- 千万级在线
- 亿级在线
- 总结

QQ IM后台技术演化的启示

- 1.0十万级、2.0百万级
 - ✓ 高性能；7乘24小时连续服务
- 3.0千万级
 - ✓ 高可用性；高可运维性
- 4.0亿级
 - ✓ 高性能；高可用性；高可运维性；高灵活性

QQ IM后台技术演化的启示

- 只实现功能，不难
- 高性能/低成本
- 高可用性
- 高可运维性
- 高灵活性
- 很难！
- 在线量每提升一个量级，技术难度也提升一个量级

对海量服务的理解是长期积累的结果

7亿活跃账户

1.4亿同时在线

过万台IM服务器

百亿级的关系链对数

每天千亿级的服务请求

99.99%的可用性

团队经历了QQ在线从10万到1.4亿的整个过程，吸取了很多教训

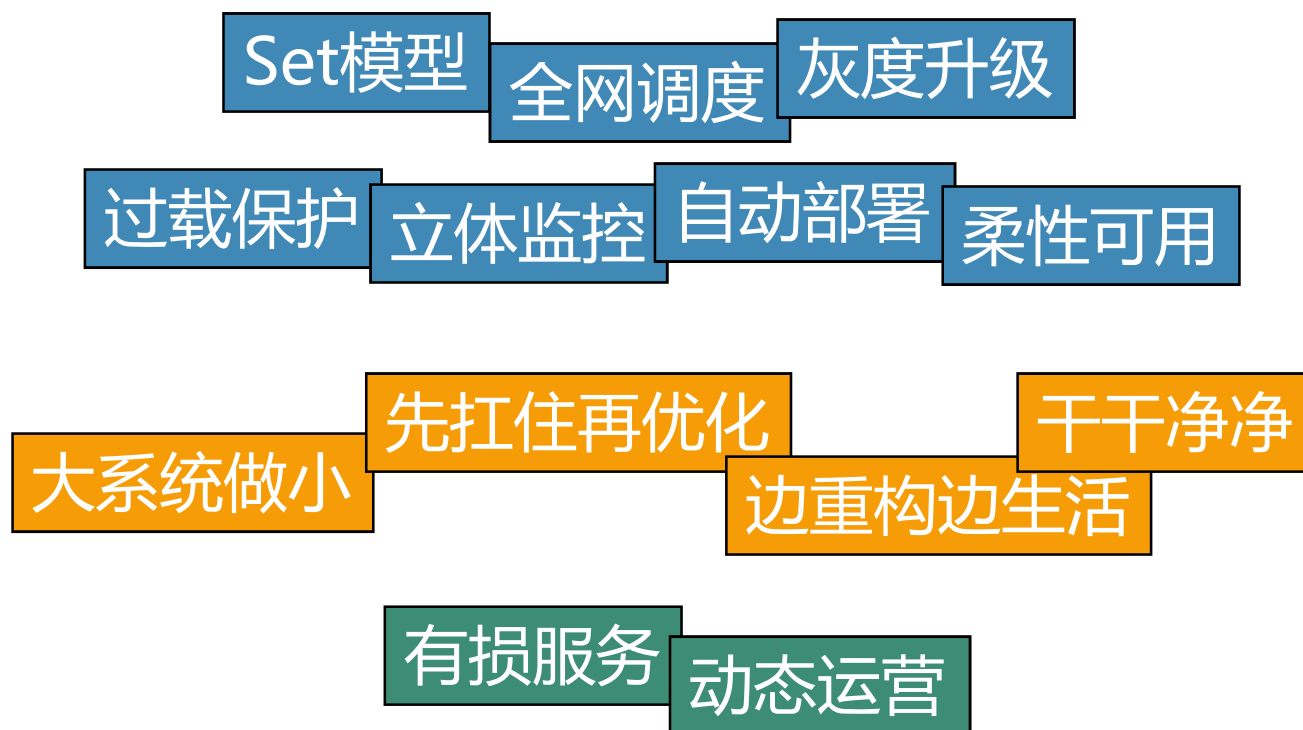
互联网与传统IT行业区别很大

	传统IT行业	互联网行业
ARPU	数十元	低于三元
IT成本的重要性	只占总成本的不到10%	占总成本的大部分
设备数量与单价	数量少单价高	数量多单价低
设备故障	极少	常态
对延迟的忍耐度	较高	很低
对数据错误的忍耐度	万无一失	万有一失
版本更新速度	半年以上	一个月左右

互联网行业有自己的技术规律，需要做自己的技术积累

腾讯在海量服务方面的技术积累和总结：

《海量服务之道》系列课程



Q & A