



基于用户和业务的运营商通信机房综合评价和分级管理

周成贵

(中国移动通信集团湖北有限公司咸宁分公司, 湖北 咸宁 437000)

摘要: 随着运营商网络的日益壮大, 网络维护力量和成本更有限。如何利用有限成本进行高质量地网络运维成为新的挑战。通信机房作为运营商网络的核心资源, 对其精细化管理十分必要。提出面向用户和业务的运营商通信机房分级运维管理思路, 使用多因子加权方法, 利用通信机房承载的用户和业务数据对机房进行综合评价, 并根据用户和业务分布情况进行机房等级划分。

关键词: 通信机房; 多因子加权; 综合评价; 用户感知

中图分类号: TN915

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019272

Comprehensive evaluation and hierarchical management method of operator's communication room based on users and business

ZHOU Chenggui

The Xianning Branch of China Mobile Communications Group Hubei Co., Ltd., Xianning 437000, China

Abstract: The growing network scale of operators makes the network maintenance strength and cost more limited. How to use the limited cost to carry out high-quality network operation and maintenance has become a new challenge. As the important core resource of operator network, the fine management of communication rooms are very necessary. A user-oriented and business-oriented hierarchical operation and maintenance management idea for operators' communication room was presented. The multi-factor weighting method was used to evaluate the communication rooms comprehensively by the user and business data carried by the communication rooms. The communication rooms were classified according to the user and business distribution.

Key words: communication room, multi-factor weighting, comprehensive evaluation, user perception

1 引言

随着运营商全业务的发展, 网络变得更庞大和复杂。从 2G/3G/4G 无线网、家庭宽带和专线有线网到 SDH/PTN/OTN 等传输网以及 5G 网络^[1], 通

信机房、基站和网络设备数量在急剧增加, 导致维护能力欠缺。网络运维如何突出重点、实现合理分级管理成为运营商思考的新方向。通信机房作为存放各类网络和配套设备的重要场所已成为网络发展的核心资源, 对其精细化管理十分必要。

2 面向用户和业务的运维管理

运营商传统的基站机房管理大部分采用分级管理^[2-3]、抽样巡检的思路。如对传输节点机房、VIP 机房每年巡检多次，普通基站（或机房）按比例抽检等。但在对机房或基站进行等级划分时，大多数采用通过传输设备所处网络层级（如接入层、汇聚层、核心层等）来进行机房等级定义，或者通过基站覆盖区域的重要程度（商业区或重要交通干线等）对机房进行等级划分。随着运营商网络业务同质化竞争的加剧、“流量经营”转型发展的需要^[4]，提升业务感知和用户满意度成为运营商进行用户保有竞争的重要手段。需要运营商转变网络运维思路，实现由被动维护向主动维护的转变；由面向网络和设备的维护向面向业务发展和市场支撑的转变。为此，本文提出了面向用户和业务的机房分级管理方法。该方法不仅考虑机房中传输设备的网络层级或者基站覆盖区域重要性等网络因素，也兼顾用户规模、业务水平、客户价值等因子的机房等级综合评定新方法。

3 机房分级评定

从用户和业务层面对机房维护等级进行综合

评定，需要对机房的所有重要用户和业务进行量化统计，筛选所有与用户和业务有关的机房等级评估因子。同时，为了兼顾全网质量，加入部分网络类评估因子，结合专家判断利用多因子加权叠加的方法计算机房的综合评分，进行机房的维护等级划分。

3.1 评估因子的筛选与合并

以某运营商为例，现有的网络业务主要有 2G、4G 无线网业务和家庭宽带、专线有线网业务，机房评估待选因子见表 1。

其中，2G 流量和话务量评估因子：由于 4G 业务的普及，现网 2G 流量占全网流量已不足 0.1%，2G 话务量也逐渐萎缩，该类因子不纳入综合评价因子范畴。

专线价值评估因子：因为大部分集团专线采用统一定价，对机房分级区分度不高，暂不纳入综合评价因子范畴。

专线等级评估因子：根据专线是否跨省/市，服务的客户单位是否为 A 类集团等来定义专线等级，如 3A 级专线。以某运营商分公司为例，现网此类专线数量较少（该因子对全网机房等级评定影响较小），暂不纳入综合评价因子范畴。

同样，传统方法评估因子是根据传输设备网络层级或基站覆盖区域重要性对机房进行等级划

表 1 机房评估待选因子

分类	评估因子	说明	是否选取
无线业务	2G 话务量	机房中 2G 基站话务量	否
	2G 流量	机房中 2G 基站流量	否
	VoLTE 话务量	机房中 4G 基站的 VoLTE 话务量	否
	4G 流量	机房中 4G 基站流量	是
有线业务	家庭宽带用户规模	机房中 OLT 设备覆盖家庭宽带用户数	是
	专线数量或服务用户规模	机房中专线数量及覆盖集团用户数	是
	专线价值	机房中集团专线收益	否
	专线等级	3A/2A/A/普通专线	否
全网性	传输设备节点重要性	如 PTN 设备邻居节点的数量，反映节点对全网影响程度	是
其他评估因子	传统方法评估因子	VIP/节点机房等	否



分的, 现网此类机房的数量较少, 为方便应用, 该类因子不纳入综合评价因子范畴。

根据市场正常发展规律, 4G 流量业务占比较高的区域 VoLTE 业务也应该相对较高^[5], 通过对某运营商分公司 2019 年 1 月现网 4G 流量与 VoLTE 话务量进行相关性分析, 4G 流量与 VoLTE 话务的相关性高达 0.893。由于 4G 流量和 VoLTE 话务量因子的高相关性, 因此将两个因子合并, 只保留 4G 流量因子。

通过筛选和合并, 最后与用户和业务有关的评估因子共有 4 个, 分别是 4G 流量、家庭宽带、用户规模、专线数量和传输设备节点重要性 (如节点的度)。

3.2 评估因子的标准化

由于不同评估因子的量纲 (或单位) 和数值区间差异, 综合评价时不能直接进行数学计算, 需要将每个评估因子取值进行标准化处理, 使所有评估因子取值处于统一数量级 [0, 1] 区间内或者均值为 0、标准差为 1 的正态分布。为分析不同标准化方法对评估结果的影响, 选取常用的 3 种标准化方法进行标准化处理^[6-7], 分别是比重法、min-max 法和 Z-score 法。

对每个评估因子原始取值 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 3 种标准化变换式如下。

(1) 比重法

$$y_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (1)$$

标准化后的取值 $y_1, y_2, \dots, y_n \in [0, 1]$, 且 $\sum_{i=1}^n y_i = 1$ 。

(2) min-max 方法

$$y_i = \frac{x_i - \min_{1 \leq j \leq n} (x_j)}{\max_{1 \leq j \leq n} (x_j) - \min_{1 \leq j \leq n} (x_j)} \quad (2)$$

其中, min 和 max 函数分别代表计算 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的最小值和最大值。标准化后取值 $y_1, y_2, \dots, y_n \in [0, 1]$,

$$\text{且 } \sum_{i=1}^n y_i = 1。$$

(3) Z-score 方法

$$y_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

其中, μ 代表原始数据 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的均值, σ 代表原始数据 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的标准差。标准化后取值 $y_1, y_2, \dots, y_n$ 满足均值为 0, 标准差为 1。

3.3 评估因子的权重

综合评价机房等级, 需要确定每个评估因子权重。基于“以用户和业务为导向^[5], 兼顾全网网络质量”的机房综合评定思路, 结合专家判断对 4 个评估因子进行权重划分。

基站机房评估因子权重见表 2, 截至 2019 年 3 月, 某运营商分公司 4G 用户约 130 万; 宽带用户约 16 万户 (根据全国第 6 次人口普查数据, 家庭户均人口 3.1 人/户), 服务用户约 50 万; 专线服务集团用户规模约 45 万。为了体现用户与业务导向, 经过专家讨论, 业务类评估因子权重为 p_1 , 网络传输节点重要性评估因子权重为 p_2 ($p_1 + p_2 = 1$)。由此按比例计算各评估因子权重 (所有因子权重之和等于 1)。

表 2 基站机房评估因子权重

评估因子	服务用户数/万	权重比例	权重
4G 流量	a_1	p_1	W_1
家庭宽带用户规模	a_2		W_2
专线数量	a_3		W_3
传输节点重要性	/	p_2	W_4

4 机房等级综合评价

分别使用 3 种标准化方法, 按式 (4) 对所有机房进行多因子加权综合打分。

$$S_i = \sum_{j=1}^4 W_j \cdot y_{ij} \quad (4)$$

表3 Top10 机房业务情况

机房	4G 流量/MB	专线数量/条	家庭宽带用户数/户	机房节点度	比重法排序	min-max 法排序	Z-score 法排序
机房 1	98 819.13	0	217	3	11	1	1
机房 2	99 568.37	0	0	2	12	2	2
机房 3	69 406.97	0	0	3	20	6	3
机房 4	24 864.63	46	8 299	10	2	3	4
机房 5	64 888.85	5	0	2	21	8	5
机房 6	0	161	3 275	14	7	4	6
机房 7	16 717.06	105	4 327	5	4	11	7
机房 8	0	85	9 383	6	1	9	8
机房 9	7 124.079	60	3 434	19	16	5	9
机房 10	7 851.364	131	3 603	8	9	10	10

其中, W_j 代表每个评估因子权重; y_{ij} 代表第 i 个机房对应第 j 个评估因子的标准化得分; S_i 代表第 i 个机房的综合得分。

4.1 评估结果的合理性

对所有机房综合得分进行排序, Top 10 机房业务见表 3, 呈现了按 Z-score 方法排序的 Top 10 机房业务情况。

由表 3 可以看出, 综合评价后的机房不仅从某一维度来衡量机房的重要程度。Top 10 机房中, 既有 4G 流量高价值机房(如机房 1、2、3), 也有宽带用户覆盖的高价值机房(如机房 4、8)、专线覆盖高价值机房(如机房 6、10)和各类业务均相对突出的高价值机房(如机房 7、9)。

另外, 将现网(传统方法)定义的汇聚机房/VIP 机房与综合评价后的 Top 40%高价值机房(将 Top 40%高业务贡献率的机房定义为高价值机房)进行比较。现网 84%的汇聚机房和 93%的 VIP 机房出现在综合评价的高价值机房中。综合评价的高价值机房基本涵盖了现网定义的汇聚/VIP 机房。但现网定义的汇聚机房/VIP 机房数量很少, 并没有全面反映该运营商分公司的业务分布情况。

4.2 评估方法的稳定性

不同标准化方法会对最终机房综合评价排序结果有一定影响。为分析不同方法机房综合

评价结果的稳定性, 本文使用秩相关^[8]来衡量评估结果的稳定性。3 种评估方法的排序结果两两相关性都在 0.9 以上, 最高达 0.987, 不同评估方法机房评估排序结果的相关性见表 4。其反映了 3 种方法综合评价结果是高度一致的。其中, Z-score 的评估结果与其他两种方法的评估结果相关性最高。

表4 不同评估方法机房评估排序结果的相关性

评估方法	比重法	min-max 法	Z-score 法
评估方法			
比重法	—	0.925	0.963
min-max 法	—	—	0.987

分别提取每种评估方法 Top 10%~40%的高价值机房进行重合度比较, 3 种评估方法的 Top 10%的高价值机房的平均重合度为 83.4%, Top 40%的高价值机房平均重合度为 88.63%。说明 3 种评估方法评估结果是稳定的, 不同评估方法机房评估排序结果的 Top 机房的重合度见表 5。

4.3 机房综合等级划分

Z-score 方法的综合评价结果与其他两个方法评价结果的相关性及高价值机房重合度都最高, 因此, 以 Z-score 方法的综合评价结果来进行机房等级划分。通过统计机房各类业务贡献情况



表 5 不同评估方法机房评估排序结果的 Top 机房的重合度

Top 高价值机房	比重法 vs min-max 法	比重法 vs Z-score 法	min-max 法 vs Z-score 法	平均重合度
Top 10%	76.98%	85.28%	87.92%	83.40%
Top 20%	81.29%	88.66%	90.74%	86.89%
Top 30%	79.22%	87.41%	90.55%	85.73%
Top 40%	83.55%	89.04%	93.29%	88.63%

如图 1 所示，可以看出，综合评价的高价值机房各类业务的贡献率都很高。其中，Top 10%机房 4G 流量业务贡献占比 38%、专线业务贡献占比 67%、家庭宽带用户贡献占比 83%；Top 40%机房 4G 流量业务贡献占比 77%、专线业务贡献占比 89%、家庭宽带用户贡献占比 96%。通过加权平均之后 Top 10%机房业务贡献占比 54%、Top 40%机房业务贡献占比 84%。说明综合评价方法可以很好地呈现机房用户和业务情况。

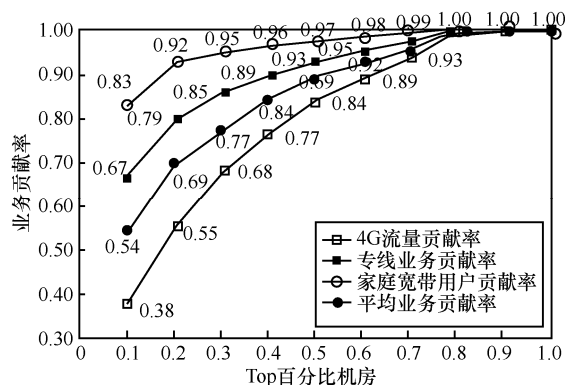


图 1 Top 百分比机房业务贡献情况

根据机房业务贡献综合评价情况将机房划分为高、中、低 3 个等级，机房等级划分及与现网高价值机房对比见表 6。将现网定义的传输汇聚机房和 VIP 机房与综合评价的机房进行对比，现网

84%的汇聚机房出现在综合评价的高价值机房中，仍有 16%的汇聚机房为非高价值机房。高价值机房中汇聚机房占比仅为 8%。同理，现网 93%的 VIP 机房出现在综合评价的高价值机房中，仍有 7%的 VIP 机房为非高价值机房。高价值机房中 VIP 机房占比仅为 22%。

其中，汇聚/VIP 机房出现率为现网汇聚/VIP 机房有多少比例出现在相应综合评价等级机房中；汇聚/VIP 机房占比为现网汇聚/VIP 机房在相应综合评价等级机房中的占比。

由此可以看出，现网汇聚/VIP 机房数量非常有限，而且存在不小比例的汇聚/VIP 机房为非高价值机房。新的机房综合评价方法可以指导对 VIP 机房进行合理调整。

4.4 机房分级管理应用

通过周期性机房综合评价，对高价值机房和 VIP 机房进行微调，可以保证机房日常巡检重点更突出、更有针对性，如优先巡检高价值机房，最大限度保证大部分用户感知和业务完好；可以在维护资源有限的情况下优先整治高价值机房，排除安全隐患；可以指导传输、优化专业优先对高价值机房网络结构、路由、设备容量等方面进行优化；可以指导动环等专业资源科学投放，如

表 6 机房等级划分及与现网高价值机房对比

综合评价维护等级	机房占比	业务贡献度	汇聚机房出现率	汇聚机房占比	VIP 机房出现率	VIP 机房占比
高 (Top 10%)	10%	54%	59%	23%	57%	54%
中 (Top 10%~40%)	30%	30%	25%	3%	36%	12%
底 (Top 40%~100%)	60%	16%	16%	1%	7%	1%

优先保障高价值机房电源保障能力等^[9-11]。

5 结束语

随着运营商网络、用户和业务规模的日益庞大,运营商网络维护力量和成本欠缺。流量经营转向、同质化竞争的加剧也对网络支撑市场发展能力提出了更高要求。面对新的形势,需要运营商转变运维思路,逐步向提升用户感知、支撑市场发展转变。运营商机房作为支撑网络和业务发展的核心资源,对其进行日常巡检和维护是一项十分重要的工作。本文创新性提出面向用户和业务的运营商机房综合评价和分级管理方法,不同于传统基于机房节点或覆盖区域重要性来简单进行分级管理,而是综合了用户、业务规模以及网络节点多维度对机房进行综合评价和呈现。针对综合评价后的高价值机房进行精细化运维管理,可以更好地集中维护力量和运维成本,为市场发展支撑、用户满意度提升发挥更大价值^[12-14]。

参考文献:

- [1] 张建敏, 谢伟良, 杨峰义. 5G 超密集组网网络架构及实现[J]. 电信科学, 2016, 32(6): 36-43.
ZHANG J M, XIE W L, YANG F Y. Architecture and solutions of 5G ultra dense network[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(6): 36-43.
- [2] 杨怡. 基站分级让网络维护更高效——重庆移动精细管理提升网络价值[J]. 重庆通信业, 2005(2): 63-63.
YANG Y. Base station classification makes network maintenance more efficient—Chongqing mobile fine management improves network value[J]. Chongqing Communication, 2005(2): 63-63.
- [3] 代平. 浅谈通信基站的维护及其重要性[J]. 通信管理与技术, 2013(3): 57-58.
DAI P. Maintenance and importance of communication base stations[J]. Communication Management and Technology, 2013(3): 57-58.
- [4] 丁亦志, 吕红卫, 牛瑛霞, 等. 全面深化流量经营部署方案探讨[J]. 电信科学, 2016, 32(6): 195-200.
DING Y Z, LV H W, NIU Y X, et al. Discussion on the deployment solution of comprehensive traffic management[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(6): 195-200.
- [5] 周成贵. 用户导向的 4G 基站维护方法与网络运维建议[J]. 移动通信, 2019, 43(4): 93-96.
ZHOU C G. User-oriented 4G base station maintenance method and network operation and maintenance recommendations[J]. Mobile Communications, 2019, 43(4): 93-96.
- [6] 刘竞妍, 张可, 王桂华. 综合评价中数据标准化方法比较研究[J]. 数字技术与应用, 2018, 36(6): 94-95.
LIU J Y, ZHANG K, WANG G H. Comparative study on data standardization methods in comprehensive evaluation[J]. Digital Technology and Application, 2018, 36(6): 94-95.
- [7] 李玲玉, 郭亚军, 易平涛. 无量纲化方法的选取原则[J]. 系统管理学报, 2016(6): 1040-1045.
LI L Y, GUO Y J, YI P T. The selection principle of dimensionless method[J]. Systems Engineering-Theory Methodology Application, 2016(6): 1040-1045.
- [8] 徐唐先. 关于等级相关中斯皮尔曼公式的性质问题[J]. 统计与决策, 1995(11): 22-23.
XU T X. On the properties of Spearman's formula in rank correlation[J]. Statistics & Decision, 1995(11): 22-23.
- [9] 李志强. 整合资源创建基站维护精细管理新模式[J]. 电信技术, 2010, 1(3): 78-81.
LI Z Q. Integrating resources to create a new mode of base station maintenance and fine management[J]. Telecommunications Technology, 2010, 1(3): 78-81.
- [10] 石朗昱, 马玲. 精细化核算移动通信基站电源配置[J]. 电信工程技术与标准化, 2009, 22(11): 69-72.
SHI L Y, MA L. Fine accounting of power configuration of mobile communication base station[J]. Telecom Engineering Techniques & Standardization, 2009, 22(11): 69-72.
- [11] 王明明. 浅析 4G 时代中国移动 PTN 本地传输网优化思路[J]. 中国新通信, 2018, 20(9): 87.
WANG M M. Analysis on the optimization of China mobile PTN local transmission network in 4G era[J]. China New Telecommunications, 2018, 20(9): 87.
- [12] 谢蓓, 彭晓辉. 从运营管理角度谈电信运维精细化管理[J]. 通信世界, 2007(16B): 14-15.
XIE J, PENG X H. On the refined management of telecom operation and maintenance from the perspective of operation management[J]. Communications World, 2007(16B): 14-15.
- [13] 李琪, 宫辉. 网络精细化时代运营商如何准确锁定“价值区域”[J]. 通信世界, 2017(32): 43-45.
LI Q, GONG H. How to accurately lock in “value area” for operators in the era of network refinement[J]. Communications World, 2017(32): 43-45.
- [14] 陈涛, 鲁萌, 陈彦名. 运营商大数据技术应用研究[J]. 电信科学, 2017, 33(1): 130-134.
CHEN T, LU M, CHEN Y M. Research on operators' big data technologies and applications[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(1): 130-134.

[作者简介]



周成贵(1985—), 男, 中国移动通信集团湖北有限公司咸宁分公司通信工程师, 主要研究方向为核心网、4G 基站维护等。