

# Study on the Investment Cost Monitoring Algorithm of Electric Cloud's Resource Pool

Huayong Luo<sup>1</sup>, Feng Shang<sup>1</sup>, Tao Chen<sup>1</sup>, Guoxia Wang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Beijing China-Power Information Technology Co. LTD., State Grid Information & Telecommunication Group, Beijing

<sup>2</sup>School of Automation and Electrical Engineering, University of Science & Technology Beijing, Beijing  
Email: kdmycevin@sohu.com, \*my\_zhg0127@sina.com

Received: Sep. 15<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 10<sup>th</sup>, 2018; published: Oct. 17<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

This paper studied the base schema of electric cloud's resource pool and made clearly the key factors of resource pool. Base on this, this paper analyzed the investment const of resource pool and built the investment cost model. Compared with the traditional information construction, the investment cost monitoring algorithm was also built. The investment cost model can compute the investment cost of different scope resource pool, the investment cost monitoring algorithm can monitor the investment cost, and the algorithm can get the condition of getting positive economic benefit and how much it can gain. Enterprises can monitor and analyze the investment cost and the gain, and can get the direction of the investment deviation and node. At the same time, enterprises would take effective and remedial measures to revise.

## Keywords

Electric Cloud, Resource Pool, Cloud Computing, Investment Cost, Cost Monitor

---

# 电力云资源池投资成本监控算法研究

罗华永<sup>1</sup>, 尚 枫<sup>1</sup>, 陈 涛<sup>1</sup>, 王国霞<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>国家电网信息通信产业集团, 北京中电普华信息技术有限公司, 北京

<sup>2</sup>北京科技大学, 自动化学院, 北京

Email: kdmycevin@sohu.com, \*my\_zhg0127@sina.com

收稿日期: 2018年9月15日; 录用日期: 2018年10月10日; 发布日期: 2018年10月17日

---

\*通讯作者。

## 摘要

本文对电力企业的电力云资源池的基础架构进行了研究,明确了资源池包括的关键要素,在此基础上对电力资源池建设的投资成本进行分析,并建立了投资成本模型,然后和传统信息化建设对比建立了电力云资源池的投资监控算法。应用该投资成本模型可以计算不同建设规模下的投资成本,应用投资监控算法可以对电力云资源池建设成本进行监控,掌握资源池建设获得正向经济收益的条件和经济收益的多少,从而使企业能对资源池建设的成本进行有效的监控和分析,掌握发生投资偏离的方向和节点,以采取最及时、最有效的补救措施。

## 关键词

电力云, 资源池, 云计算, 投资成本, 成本监控

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

国家支柱产业的电力企业对云计算技术积极响应,并进行了大量的研究[1] [2] [3] [4],建设自己的电力云,而资源池建设作为电力云建设的第一步,从2010年开始启动建设。大量的研究关注了云计算技术本身,较少关注云计算建设的效益问题。

针对电力云资源池建设而言,与传统的信息化建设相比,它的投资成本是否缩减?是否存在投资盲目性,等等。电力云资源池建设是一个复杂的工程项目,同时电力企业本身和产品都具有别的企业所不具有的特殊性,依靠纯粹的财务数据不能给出资源池建设的效益评价。在电力云资源池关键要素的基础上,借助客观的投资成本和收益的分析,建立针对电力云资源池的投资效益评价模型和评价算法,从投资成本的规模、投资收益情况等方面进行评价,能够较为准确地评价资源池建设的投资效益,避免投资失误。

## 2. 电力云资源池的基础架构

电力云是云计算在电力系统中一种具体应用,是结合电力企业应用实践研究并提出来的概念。电力云,是通过硬件资源、平台组件、应用软件的集中服务,为电力企业及电力客户、合作伙伴提供集中统一、按需服务、弹性扩展、安全可控的云计算服务模式,提升资源应用效率、提高信息处理能力、增强集约化管理水平,降低系统建设运营成本。

资源池是将数据中心的硬件和软件等资源进行整合,业务应用可以通过申请获得相应资源,使用后资源再次被释放回池中[5] [6] [7]。资源池打破了传统架构下各个烟囱的孤岛状态,完全围绕业务系统,把所涉及到的硬件资源进行通用化、平台化、模块化的整合,达到了围绕业务转的目的。并使得业务系统不用关心自己运行在哪台物理服务器上,即使有新增资源,也仅仅是整个池的补充,而不隶属于某个业务系统[8] [9] [10]。

国家电网公司在2010年就开始启动了资源池的建设,根据电力企业的特殊性,经过不断的建设-修正-再修正,目前已经形成了相对完备的设计和实施方案,提出了资源池的六层物理模型,该模型从高到低是包含和被包含的关系,如图1。

资源池六层模型中的数据中心，按其规模，分为集中式数据中心和省级数据中心，集中式数据中心分布在北京、上海、西安，省级数据中心分布在 27 个省(市)公司。不同数据中心拥有权限、数据重要性、池的性能等都都有所区别。

交付单元是组成管理单元的最小单位，一般以机柜为单位交付，按照功能要求，支付单元在硬件配置方面有所区别；管理单元由多个支付单元组成，这些交付单元公用一组管理组件，使得同一管理单元内部的服务器均能访问同一管理单元内的存储设备；资源组由多个同类型的管理单元组成，比如 X86 虚拟机池的资源组在集中式数据中心按照应用登记保障规范分为三级和二级，按照资源的性能承诺分为高性能和高密度；池由多个资源组组成，在考虑各种因素后，设置池的数量和规模有所区别；功能区由多个池组成，数据中心按照功能可分成不同分区。

通过电力云资源池六层物理模型的描述，结合资源池环境中的资源现状，一个数据中心资源池基础架构设计的全景图，如图 2 所示，从图中可以看出一个资源池的六层模型如何实现，在具体的实现中，都包含哪些要素以及哪些要素是如何组装在一起的。

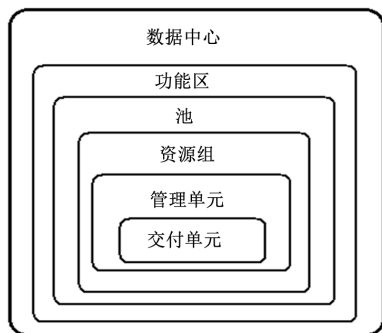


Figure 1. Six-layer physical model of resource pool  
图 1. 资源池六层物理模型

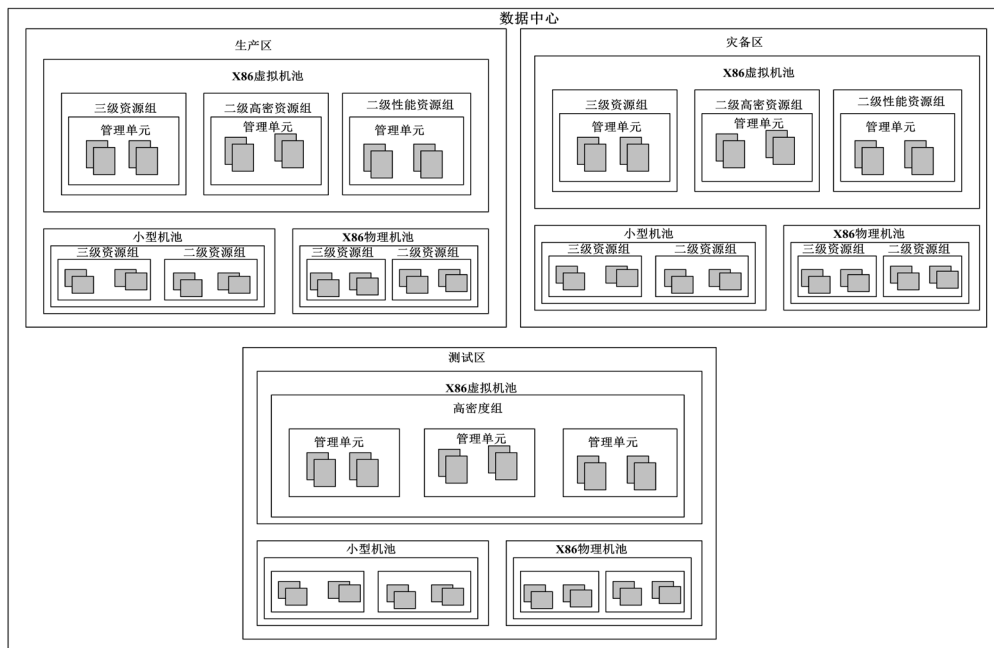


Figure 2. The basal architecture of one data center's resource pool  
图 2. 数据中心资源池基础架构

### 3. 电力云资源池投资成本监控算法

#### 3.1. 电力云资源池投资成本监控算法

进行投资成本监控的目标主要是控制资源池的建设成本，使投资成本最小化，而任何的项目投资成本的大小和该项目带来的收益是正相关的。收益是在成本消耗所带来的、以价值形式表现出的经济收益、劳动成果或使用价值，所以投资成本监控的根本目标是保证一定收益的情况下，投资成本最小化，或在投资成本最小化的同时，要保证收益最大化，以避免投资的盲目性。

资源池建设的投资成本有有形成本(或直接成本)和无形成本(或间接成本)组成，直接成本以有形的形式存在，可以直接计算得到，甚至通过历史数据及其它企业的经验数据较为容易地通过预算获得。相反，间接成本是较难估算出来的。

本文在对资源池建设的投资成本进行监控时，仅考虑了建设成本，不考虑运营成本，而建设成本主要包括咨询设计成本、设备购置成本、人工建设成本等，这些都可视为直接成本，由于间接成本和直接成本相比，所占比例较小而忽略不计。在考虑资源池投资收益时，把资源池建设和同等能力传统架构建设对比，所节约的资源作为资源池建设的效益来考量。

令资源池投资成本为  $Z(x)$ ，同等能力传统架构的建设成本为  $T(x)$ ，投资收益为  $Y(x)$ ，则有投资收益模型如式(1)所示：

$$Y(x) = T(x) - Z(x) \quad (1)$$

根据上述分析，可得资源池投资建设成本监控算法，其基本算法原理是投资收益大于 0 时，收益越大，说明资源池和同等能力传统架构建设相差越大，资源池建设越可行；反之，当收益小于 0 时，说明资源池和同等能力传统架构建设成本高，说明投资成本超饱和，不易投资。

#### 3.2. 成本分析

成本是指获取收益所产生的各种资金消耗，这种资金消耗是在项目执行过程中已消耗的生产资料的转移价值和必要劳动创造价值的货币表现[11]。就资源池建设而言，该项目的投资成本是指资源池建设过程中产生的资金消耗，也就是建设过程发生的所有费用的总和。

##### 1) 资源池投资成本分析

资源池建设的投资成本主要由咨询设计成本、人工成本和设备购置成本组成的，其中设备购置成本是最为主要的一项，也可称其为核心成本。

核心成本  $C_h(x)$ ：从电力资源池六层物理模型和基础架构设计的全景图可以看出，电力云资源池以最小交付单元为单位进行设计，资源池的规模可以用最小交付单元的个数来计算，那么资源池的核心投资成本也可以用最小交付单元的成本来衡量，既：

$$C_h(x) = c_{\min}(x) \times N \quad (2)$$

其中  $C_h(x)$  为核心成本， $c_{\min}(x)$  为最小交付单元成本， $N$  为资源池规模。

从交付单元的定义可以看出，一个最小交付单元的成本包括机架、服务器、存储器、交换机、虚拟化软件、实施成本等。例如一个典型的最小交付单元含 24 台 2 路服务器、4 台存储、两台光纤交换机，如表 1 所示为一个典型的最小交付单元的成本计算。

人力成本  $C_R(x)$ ：是指资源池建设过程投入的人力部分成本。它和建设规模、当地人员的工资水平息息相关。如果单位规模需要的人员  $\phi$ ，人员为平均年薪为 100,000 元/年，则人工成本为：

$$C_R(x) = N \times \phi \times 100,000 \quad (3)$$

**Table 1.** Composition cost of the typical mini-delivery unit. Unit: ten thousand Yuan  
**表 1.** 典型最小交付单元的组成成本。单位：万元人民币

类别	计价单位	数量	单位	成本
服务器	台	24	15	360
二级存储	台	4	30	120
交换机	台	2	25	50
机架	组	2	2	4
虚拟化软件	CPU 颗数	48	2	96
存储管理软件	套	1	5	5
能耗管理软件	CPU 颗数	48	0.2	9.6
实施成本	-	-	-	15
	合计			660

咨询设计成本  $C_i(x)$ ：资源池建设之前需要进行资源池建设咨询，需要咨询设计费，以及网络环境改造费用和资源池管理系统建设费用等，这些成本也是和建设规模息息相关。假设单位规模的费用为  $\beta$ ，则有：

$$C_i(x) = \beta \times N \tag{4}$$

那么资源池建设的投资成本如式(5)所示：

$$Z(x) = C_h(x) + C_r(x) + C_i(x) \tag{5}$$

### 2) 同等能力传统架构建设的成本

传统架构的建设和资源池建设相比，一方面资源池利用虚拟化技术可以在一台物理服务器上运行多台虚拟机，从而使得实际需要的服务器数量大幅降低。另一方面是资源池系统通过弹性计算，实现多个应用系统之间的资源共享，达到不同系统资源随着业务负载的变化“削峰填谷”，而传统架构的建设要满足高峰的应用需求，需要配置数量较多的设备。

基于上述分析看，假如一个典型的最小交付单元，其虚拟化比率为 1:4，冗余比为 3:1，则该最小交付单元可交付  $3 \times 24 = 72$  台虚拟机，也就是说同等能力传统架构建设设置的服务器数是资源池的 3 倍，由此可得同等能力传统架构的成本分析如下：

核心成本：

$$C'_h(x) = 3 \times N \times c_s \tag{6}$$

其中  $c_s$  为单台服务器的价格。

人力成本和咨询设计成本也是建设规模相关，同等能力的传统架构的规模大于资源池，但其建设的技术难度要低于资源池，故可假设二者在人力成本和咨询设计成本基本可以相当，如式(7)所示：

$$C'_r(x) + C'_i(x) = C_r(x) + C_i(x) \tag{7}$$

### 3.3. 算法的实践与分析

把式(2)和式(6)代入式(1)可得，资源池建设的投资收益如式(8)所示：

$$Y(x) = 3 \times N \times c_s - c_{\min} \times N \tag{8}$$

从式(8)可以看出投资收益和资源池建设的规模息息相关，表 2 给出了不同建设规模的收益情况。图 3 给出了不同建设规模下各自的成本及收益情况。

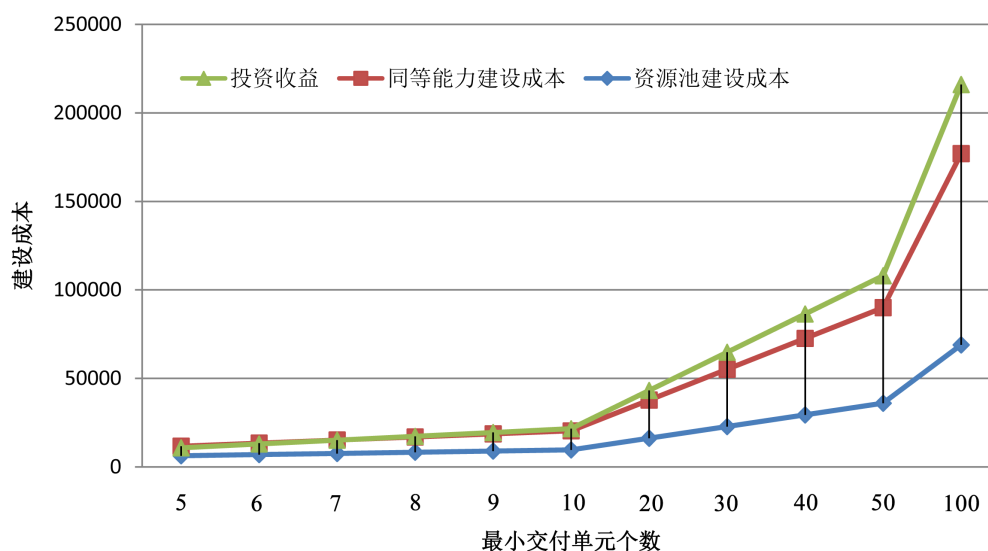
从表 2 和图 3 可以看出,资源池的投资收益与其建设规模是紧密相关的,当资源池规模很小,比如最小交付单元个数小于 8 时,投资收益是负值,也就是说同等规模的资源池建设的成本大于传统架构的建设成本,不适合进行资源池建设投资。当最小交付单元个数在 8 个时,资源池建设的收支平衡,当资源池规模大于该平衡点时,规模越大,投资收益就会越大,尤其是最小交付单元个数超过 100 时,投资收益会加速上升。

在建设规模较小时,从式(2)和式(6)及最小交付单元的组成,可以看出,传统架构建设的核心成本低于资源池建设的核心成本,故资源池建设的投资收益成为负值。随着建设规模的增加,由于资源的虚拟化,同等能力的资源池和传统架构相比,其核心成本可获得大幅降低,故随着规模的扩大,资源池建设的投资收益会越来越大。

**Table 2.** Financial rewards of different scale resource pool. Unit: ten thousand Yuan

**表 2.** 不同规模的资源池经济回报。单位: 万元人民币

最小交付单元个数	涉及的物理服务器数量	可提供虚拟机数量	建设成本	同等能力传统架构建设成本	经济回报
5	120	360	6298	5400	-898
6	144	432	6957.6	6480	-477.6
7	168	504	7617.2	7560	-57.2
8	192	576	8276.8	8640	363.2
9	216	648	8936.4	9720	783.6
10	240	720	9596	10,800	1204
20	480	1440	16,192	21,600	5408
30	720	2160	22,788	32,400	9612
40	960	2880	29,384	43,200	13,816
50	1200	3600	35,980	54,000	18,020
100	2400	7200	68,960	108,000	39,040



**Figure 3.** Investment cost and rewards of different construction scale

**图 3.** 不同建设规模下的投资成本及收益

## 4. 结论及展望

本文针对电力企业的资源池行了研究,给出了电力云的资源池建设情况,重点研究了它的投资成本,把电力云资源池建设与传统信息化建设相比较,建立了它的投资收益监控算法,得出资源池建设的投资回报同建设规模有着直接的关系。

本文的投资监控算法对资源池建设阶段的投资成本和投资收益进行了研究,在云计算的整个运营过程中,还有大量的因素会影响到收益情况[12][13],对企业接入云计算整个运营过程的投资收益情况进行研究是本文下一步的研究目标。

## 基金项目

北京工程实验室建设基金项目(京发改[2014]2400号);国家电网实验室建设基金项目。

## 参考文献

- [1] 朱征,顾中坚,吴金龙,等. 云计算在电力系统数据灾备业务中的应用研究[J]. 电网技术, 2012, 36(9): 43-50.
- [2] 王德文. 基于云计算的电力数据中心基础架构及其关键技术[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(11): 67-71.
- [3] 沐连顺,崔立忠,安宁. 电力系统云计算中心的研究与实践[J]. 电网技术, 2011, 35(6): 171-175.
- [4] 赵俊华,文福栓,薛万胜,等. 云计算:构建未来电力系统的核心计算平台[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(15): 1-8.
- [5] 王健伟. 一种全新的IT建设架构—统一资源池[J]. 数据通信, 2011(5): 10-12.
- [6] 白云川,钱敏谨. 利用虚拟化技术构建资源池是实现云计算的第一步[J]. 中国制造业信息化, 2010(12): 34.
- [7] 张科,董亮,邹澄澄. 利用云计算技术建立电力信息系统硬件资源池[J]. 湖北电力, 2014, 38(6): 1-3.
- [8] 姚岳. 运营商业平台云计算资源池建设方案探讨[J]. 电信技术, 2015(4): 39-45.
- [9] 董亮,詹伟,袁慧,等. 湖北省电力公司云硬件资源池系统建设实践[J]. 信息与电脑, 2015(15): 87-90.
- [10] 李小康. IaaS资源池管理平台的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京:北京邮电大学, 2013.
- [11] 洪桔荣. 企业云计算应用的成本效用分析与决策[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨:哈尔滨商业大学, 2015.
- [12] 刘营,周丽媛,隗小渝. 企业接入云计算的成本分析[J]. 电子信, 2011(10): 295.
- [13] 刘森. 企业云计算信息化的投资回报率分析[J]. 中国科技论坛, 2014(6): 83-87.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8763, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [sg@hanspub.org](mailto:sg@hanspub.org)