

基于模块化方案的变电站投资估算指标测算方法

朱斌

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 可研投资控制指标对于前期工作中匡算电网规划投资、审核可研投资估算具有重要参考作用。为提升可研投资控制指标的精度, 增强可研投资控制指标的实用性, 通过选取近期批复项目中代表性较强、同类技术方案数量较多的工程, 对同类样本群进行规范化处理, 统一工程规模和费用标准, 并采用模块化方法对数据进行重组, 测算出典型技术方案在近期价格水平下的变电站可研投资控制指标。经过严谨的统计学算法检验, 该方法测算出的指标精密度较高, 价格水平合理。

关键词: 变电站; 投资估算指标; 模块化测算方法

中图分类号: F284

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)S1-0183-04

Calculation Method Based on Modularization Design Concept to Estimate the Investment of Substations

ZHU Bin

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: The investment control index of feasibility study has an important role in estimating the investment of power grid, calculating the cost of preliminary work and auditing the investment of the project. To promote the precision of the investment control index of substations and make that index practical, this paper applies the modularization design concept to measure and calculate the investment of substations on feasibility study. The result show that: the modularization design concept could be applied into achieving the accuracy of the predictions.

Key words: substations; investment control index; the concept of modularization design

可行性研究是在项目建议书被批准后, 对项目在技术上和经济上是否可行所进行的科学分析和论证。电网工程在可研阶段的工作重点是分析项目方案上的可行性和经济上的合理性, 为投资决策提供科学依据。

在电网工程建设前期阶段, 为匡算变电站规划投资以及为审核可研投资估算提供参考和依据, 需要测算近期价格水平下的变电工程可研投资估算指标。

目前南方电网已分年度印发《电网工程可研投资控制指标》, 该指标根据上一年度各省公司、广州、深圳供电局已批复电网工程的投资估算作为编制基础^[1], 采用统计学方法提炼后形成典型技术方

案的可研投资控制指标。

虽然南方电网现阶段已全面推行标准设计, 变电站建设规模在可研方案设计阶段得到了较好的控制。但由于不同地区、站址情况、高中低压出线规模差异等, 导致同一年度、同类规模的变电站建设投资水平仍有较大幅度差别^[2], 加之某一年度内相同规模的变电站样本数量有限, 而不同年度的项目在价格水平上又不十分具有可比性, 故采用统计学方法测算出的估算指标并不足以精确反映近期新建变电工程在一定技术方案下的投资水平。

为此, 本文对用于编制变电站可研投资控制指标样本数据的提炼采取模块化思路, 针对可研阶段对投资水平影响较大, 且容易因工程个体差异导致投资水平上下浮动的技术指标(如设备选型、出线回路数、征地面积及建设场地征用及清理费等)按典型技术方案进行规范化处理, 并采用模块化方法对数据进行重组, 最终确定出近期价格水平下典型

收稿日期: 2015-03-08

作者简介: 朱斌(1985), 男, 贵州贵阳人, 经济师, 硕士, 主要从事电网工程技术经济研究工作(e-mail)zhubin@gedi.com.cn。

技术方案在具体工程实施中的可研投资控制指标。

1 控制指标内容构成

变电站工程可行性研究属于项目前期阶段,投资估算的作用主要在于分析拟建项目技术经济的合理性,为投资决策和方案的比选提供依据。如果仅对近期同类工程投资估算数据进行简单统计拟合,提炼出的投资控制指标由于未能考虑到具体项目的特点(如建场费、地基处理等),失去对实际工程决策的参考意义;如果指标内容过于细碎,超过可行性研究方案设计的深度,又将导致投资匡算和造价控制工作过于繁琐,降低可研投资控制指标的实用性和可操作性。

因此,可研控制指标技术方案的拟定,应针对影响可研阶段投资水平较为明显的技术指标进行模块化提炼。

1.1 控制指标技术条件

对于 35~220 kV 新建变电工程,可研阶段对投资水平影响较大的技术指标主要有^[2]:

- 1) 电压等级。
- 2) 主变规模(主变容量、本期/远期规模)。
- 3) 设备选型(主变绕组、配电装置 GIS/AIS、二次设备选型)。
- 4) 布置方式(户内/户外)。
- 5) 出线回路数(本期/远期规模)。
- 6) 与站址有关的单项工程费用(包含地基处理、站外道路、站外电源、站外水源)。
- 7) 征地面积及建设场地征用及清理费。

因此,对特定电压等级、主变容量及布置方式的样本群进行规范化处理,并采用模块化方法对数据进行重组,再通过严谨的统计学算法验证重组数据合理性以保证控制指标的精密度^[3],进一步确定典型技术方案的可研投资控制指标。

1.2 样本规范化处理

对于变电工程可研投资控制指标的测算,为消除收资样本数据(即近期已批复项目的可研估算)的离散性,需从技术条件入手,保证相同技术规模前提下的估算指标被用于可研投资控制指标的测算中。

变电工程样本规范化处理原则为:

- 1) 建设场地征用及清理费 E 根据近期已批复可研项目及对应的典型技术方案规模联合确定:

$$E = S \times I \quad (1)$$

式中: S 为围墙内征地面积,按标准设计对应方案统一; I 为采用系数估算法得到样本群的建场费价格指数(单位:万元/围墙内面积);

2) 建筑工程费中与站址有关的单项工程费用按各技术方案所对应样本的经验值,采用经验估计法统一调整;

3) 新建变电站各电压等级出线规模按各技术方案在标准设计中对应的出线规模进行统一^[4]。

以新建 110 kV、GIS、2/3×63、户内方案下的技术条件为例^[2]:符合编制可研控制指标的要求样本工程数量为 13 个;工程主要分布地区为广东、贵州、广西;围墙内征地面积由 2 000~7 000 m²不等;高压侧出线回路数为 2 回至 4 回。为规范化样本工程规模,缩小由于工程规模不同而导致的投资差异,减少样本数据的离散程度,对工程样本收资数据和工程规模进行如下调整,见表 1。

表 1 基于典型技术方案的样本工程规范化处理

Table 1 Sample Project Specification Technology Scheme Based on Typical Process

工程名称	本期出线回数				站址单项工程费/万元		征占地面积/m ²	
	110 kV		10 kV		收资	调整	收资	调整
	收资	调整	收资	调整				
新联变	2	2	30	30	175	423	5 409	3 071
罗沙变	2	2	30	30	292	423	4 002	3 071
美豪变	2	2	30	30	143	423	2 034	3 071
龙盘变	2	2	30	30	84	423	4 000	3 071
移动 A 变	2	2	30	30	455	423	3 902	3 071
铝兴变	4	2	16	30	86	423	5 402	3 071
如意变	2	2	30	30	403	423	3 131	3 071
康王变	2	2	32	30	256	423	1 121	3 071
力康变	2	2	16	30	454	423	4 056	3 071
官桥变	2	2	32	30	451	423	5 276	3 071
柏塘变	2	2	32	30	460	423	7 290	3 071
逸彩变	2	2	32	30	371	423	2 481	3 071
洪石变	2	2	30	30	791	423	4 071	3 071

由表 1 所示,将样本工程中影响可研阶段投资水平较为明显的技术指标进行规范化处理,目的是缩小由于工程规模不同而导致的投资差异,减少样本数据的离散程度。样本工程规范化处理后,重组出的新样本静态投资能够反映出相同规模和技术条件下典型工程的造价水平。

2 样本重组数据检验

经过规范化处理并重组后的样本理论上分布趋于

集中，数据精密度有明显提升，但受可行性研究方案设计深度所限，仅选取影响可研阶段投资水平较为明显的技术指标对样本工程进行规范化处理，并不足以完全消除样本数据的离散性，个别异常样本仍有可能影响变电工程可研投资控制指标的测算精度。因此需对规范化并重组后的样本数据进行检验。

2.1 样本数据分组频率

以 110 kV 户内站，本期 2 × 50 MVA，远期 3 × 50 MVA，低压 10 kV，GIS 方案为例，重组前后样本投资数据分组频率曲线分别如图 1 所示。

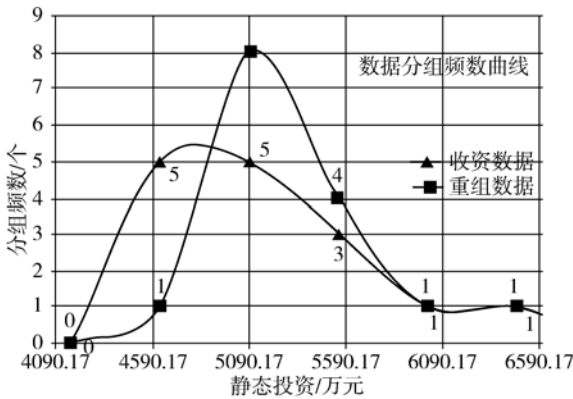


图 1 样本投资数据分组频率曲线

Fig. 1 The Packet Frequency Curve of the Sample Investment Data

通过对 2013 年批复可研项目投资重组，样本数据精密度指标对比见表 2。

表 2 数据重组前后样本投资精密度对比

Table 2 The Comparison of Sample Investment Precision

数据属性	样本均值 \bar{x}	样本精密度	
		标准方差/S	相对标准方差/RSD
收资数据	4 984	507.23	10.20%
重组数据	5 090	320.07	6.30%

如图 1 和表 2 可见，重组后的样本数据分布更加集中，样本精密度有明显提高，能够突出反映出同类规模典型技术方案条件下的实际工程投资。

2.2 样本数据正态分布特征

再对重组后的样本数据进行正态分布特征检验，主要考察样本数据偏态性质和峰度性质^[3]：偏态描述的是数据分布的不对称性，用于测度数据分布偏斜程度的统计量；峰度描述的是数据分布的扁平或尖峰程度，反映数据分布的离散性。样本重组前后正态分布曲线如图 2 所示。

如图 2 所示，规模重组后的样本数据符合正态

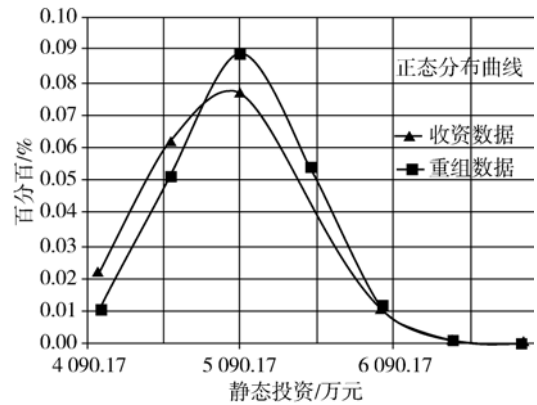


图 2 样本投资数据正态分布曲线

Fig. 2 Normal Distribution Curve of the Sample Investment Data

分布曲线，偏态系数与峰度系数得到明显改善，符合编制可研控制指标的要求。

2.3 格拉布斯(Grubbs)检验

再对符合要求的样本再进行拟定检出水平 $\alpha = 0.05$ ，置信水平 $P = 0.95$ 的格拉布斯(Grubbs)检验，剔除离散程度高的样本并形成控制指标。格拉布斯检验结果如表 3 和图 3 所示：

表 3 格拉布斯(Grubbs)检验结果

Table 3 The Result of Grubbs Test

测定值	第 1 次检验(置信水平 95%)		
	G 值	G_{crit} 值	数据筛选 (当 $G > G_{crit}$)
4 888	0.482	2.409	舍弃
4 667	1.008	2.409	保留
4 486	1.437	2.409	保留
4 756	0.794	2.409	保留
5 298	0.495	2.409	保留
5 084	0.014	2.409	保留
5 485	0.939	2.409	保留
5 127	0.087	2.409	保留
5 540	1.072	2.409	保留
6 161	2.55	2.409	舍弃
4 931	0.379	2.409	保留
5 000	0.214	2.409	保留
5 001	0.213	2.409	保留
4 690	0.953	2.409	保留
5 238	0.351	2.409	保留

注：应对样本进行两次以上格拉布斯(Grubbs)迭代检验，直到所有样本数据均满足条件 $G \leq G_{crit}$ 。篇幅所限，上表只记录第一次检验的结果。

如表 3 和图 3 所示，经过检出水平 $\alpha = 0.05$ ，置信水平 $P = 0.95$ 的格拉布斯检验，可以剔除离散程度高的样本^[5]，保证可研控制指标的精密程度。

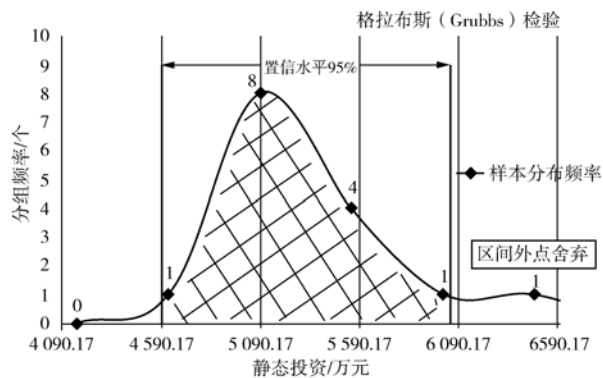


图3 格拉布斯(Grubbs)检验

Fig. 3 Grubbs Test

3 可研投资控制指标使用说明

上文通过对用于测算可研投资控制指标的变电工程样本进行典型技术方案分类处理、模块化提炼样本投资以及数据精密度的假设检验三个步骤的处理,能够在样本相对有限的情况下更加精确合理地反映影响变电工程可研阶段主要技术指标的投资水平,再利用统计学方法将模块化的投资按典型技术方案进行重组,得出典型技术条件下变电工程可研投资控制指标。

以220 kV户内站,本期 2×240 MVA,远期 4×240 MVA,低压10 kV, GIS方案为例,可研投资控制指标内容及构成见表4。

表4 可研投资控制指标内容及构成

Table 4 The Investment Control Index of Feasibility Study

方案规模	220 kV 户内站, GIS 方案/静态投资 15 821 万元
电气部分	主变规模 本期 2×240 MVA, 远期 4×240 MVA(2587 万元/每增、减一台主变)
	220 kV 本期 3 回, 远期 6 回/391 万元/每增、减一回本期出线
	110 kV 本期 7 回, 远期 14 回/207 万元/每增、减一回本期出线
出线回路数	10 kV 本期 20 回, 远期 30 回/10 万元/每增、减一回本期出线
土建部分	全户内配 电装置楼 与站址有关的 单项工程
	钢筋混凝土框架结构, 建筑面积 10 755 m ² , 单位造价: 3 300 元/m ² 包括地基处理、站外道路、站外电源、站外水源, 费用共计 752.65 万元
其他部分	建设场地征 用及清理费
	项目按一次征地、分期建设设计。典型方案站区围墙内用地面积 8 757 m ² 建设场地征用及清理费: 含土地征用费、施工场地租用费、迁移补偿费、余物清理费等, 共计 556.70 万元, 单位造价: 636 元/围墙内用地面积
基本预备费	基本预备费 = (建筑工程费 + 安装工程费 + 设备购置费 + 其他费用 + 编制年价差) \times 4% 典型方案基本预备费共计: 640 万元

由表4可见典型技术方案可研投资控制指标为15821万元,若需匡算的拟建工程规模为:本期 3×240 MVA; 220 kV 本期4回出线; 征地面积10 000 m²; 配电装置楼建筑面积为11 800 m²; 可研方案其他指标与典型方案一致。则拟建工程静态投资匡算为:

$$(15\ 821 - 3\ 549 + 11\ 800 \times 0.33 + 2\ 587 + 391 + 1\ 243 \times 0.0636 - 640) \times (1 + 4\%) = 19\ 326 \text{ 万元。}$$

由此可见,对可研投资控制指标应的典型技术方案的进行模块化调整,能够更加灵活和精确地匡算出一定规模的拟建工程静态投资。

4 结论

基于模块化的变电站可研投资控制指标测算方法,能够在样本数据相对有限的条件下,保证指标测算的精确度与合理性。模块化指标能够有效反馈实际工程中某些对可研投资影响较为明显的技术指标造价差异水平;同时,投资控制指标的模块化提炼使得精确匡算拟建项目静态投资变得更加具有可操作性。能够更好地为电网规划投资及可研阶段的投资决策提供科学的参考依据。

参考文献:

- [1] 中国南方电网有限责任公司. 南方电网公司220千伏及以下电网工程可研投资控制指标(2014年版)[R]. 广州: 南方电网公司计划部, 2014.
- [2] 王玲, 朱斌, 库陶菲, 等. 南方电网公司电网工程可研投资控制指标(2015年版)研究报告[R]. 广州: 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 2015.
WANG Ling, ZHU Bin, KU Taofei, et al. South Power Grid Corp Power Grid Project Control Index Research Investment Research Report(2015 Edition)[R]. Guangzhou: Guangdong Electric Power Design Institute, China Energy Engineering Group Co., Ltd., 2015.
- [3] 吴翊, 李永乐, 胡庆军. 应用数理统计[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1995: 244-285.
WU Yi, LI Yongle, HU Yongjun. Application of Mathematical Statistics[M]. Beijing: National University of Defense Technology Press, 1995: 244-285.
- [4] 中国南方电网有限责任公司. 南方电网公司35 kV~500 kV变电站工程典型造价应用手册[K]. 北京: 中国电力出版社, 2014.
China Southern Power Grid Group Ltd. The Typical Application of 35 kV~500 kV Substation Project Cost Manual of Southern Power Grid[K]. Beijing: China Power Press, 2014.
- [5] LOMBARD F, POTGIETER C J. Another look at The Grubbs Estimators[J]. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 2012(110): 74-80.

(责任编辑 高春萌)