

西安地铁电能定额标准制定及其在管理中的应用

慕 强 葛党朝

(西安地铁运营分公司, 710018, 西安//第一作者, 工程师)

摘 要 为了促进西安地铁运营部门的节能工作, 需要研究地铁运营过程中主要用电对象的电能定额标准, 并采取有效的办法实施电能管理。通过分析西安地铁能源管理及能源消耗现状, 提出了西安地铁车站、停车场及车辆段的动力及照明电能定额标准, 以及电能定额管理方法。实践表明, 这套管理方法是有成效的。

关键词 地铁; 电能; 定额管理

中图分类号 F530.63

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.01.035

Standard Setting of Electric Energy Quota and the Application in Xi'an Metro Management

MU Qiang, GE Dangchao

Abstract To improve the energy-saving in the operation departments of Xi'an metro, it is necessary to study the electric energy quota for the main electricity users in metro operation, and implement effective energy-saving management. Through analyzing the electricity management and energy consumption status of Xi'an metro, the management of the electricity quota for motive power and lighting power at Xi'an metro station and depot is proposed. Practice shows that the set of management is effective.

Key words metro; electricity; quota management

Author's address Xi'an Metro Operation Limited Liability Company, 710018, Xi'an, China

西安地铁目前在运营线路 3 条, 运营里程共计 91.31 km, 设 66 座车站、3 个车辆段、3 个停车场及 1 座控制中心。随着地铁线网的快速发展, 能源消耗尤其是电能消耗费用占运营成本的比例逐渐加大。西安地铁各类能耗中, 电能占 90%, 热力占 6%, 天然气占 2%, 水占 2%。为减轻运营经济压力, 促进企业可持续发展, 节能降耗势在必行。此外, 国家及地方政府对于重点用能企业的能源管理工作要求近年来逐步提高。能源消耗定额是政府考评企业年度节能工作的重点内容之一。

自 2015 年开始, 西安地铁为改变能源管理被动局面、实现全员参与节能工作, 结合历史能耗数据, 从车站客流、车站设备配属及面积、不同季节的设备运行特征等多个纬度出发, 研究并制定了车站、场段动照电能定额标准, 细化了定额责任分配、定额考核及奖励标准, 通过电能定额管理的试行及完善调整, 有效推动节能工作全员参与, 使人员节能意识明显提高。

定额管理研究工作目标是: 研究制定电能定额标准, 明确管理责任; 通过定额管理全面了解西安地铁能耗现状, 有效判断节能工作薄弱环节, 确保节能工作有的放矢; 通过定额管理促进相关人员从“要我节能”到“我要节能”的思想转变, 提高地铁运营人员的整体节能意识。

1 电能定额管理的准备工作

1.1 前期基础工作

地铁系统设备种类繁多, 供电回路复杂、交叉点多。多数设备、单体建筑、楼层、用电单位等用电不具备计量条件。地铁停车场及车辆段(以下简称“场段”)区域面积大、常驻人员多、人员流动性大。这些给电能数据统计、能耗定性分析及节能责任划分等工作带来一定困难。

为做好电能定额管理研究工作, 西安地铁以供电回路核查为切入点, 结合图纸逐项对车站和场段各单体建筑、单体建筑中的各楼层及相关系统供电回路进行排查, 梳理各电源回路供电范围及计量现状, 为下一步定额管理深入研究奠定基础。

1.2 电能定额管理对象的确定

定额管理对象按照“具备计量条件的最小分类用能单位, 通过管理手段可以加以控制”的原则进行确定。据此原则, 结合供电回路及计量条件梳理情况, 以及能耗历史数据积累现状, 最终确定现阶段西安地铁能耗定额管理范围主要为车站及场段的动力及照明用电。

2 主要用电对象的电能定额标准制定

2.1 车站动力及照明用电的电能定额标准

综合参照车站客流及建筑面积、设备不同运行工况下的历史能耗数据,针对不同类型的车站,制定与其相匹配的能耗约束值,以作为车站用电的能耗定额标准。

2.1.1 车站用电量同客流及车站面积关系

2015 年西安地铁 1 号线车站总动力及照明用

电量为 3 283.48 万 kWh,同比减少 0.20%;客流量为 1.35 亿人次,同比增加 1 355.71 万人次(增幅达 11.2%);西安地铁 2 号线车站总动力及照明用电量为 3 740.01 万 kWh,同比下降 0.04%,客流量为 2.08 亿人次,同比增加 3 068.44 万人次(增幅达 17.3%);线网车站平均动力及照明用电量为 5 355 kWh/(站·d),同比下降 0.28%。车站用电量、面积及客流关系图如图 1 所示。

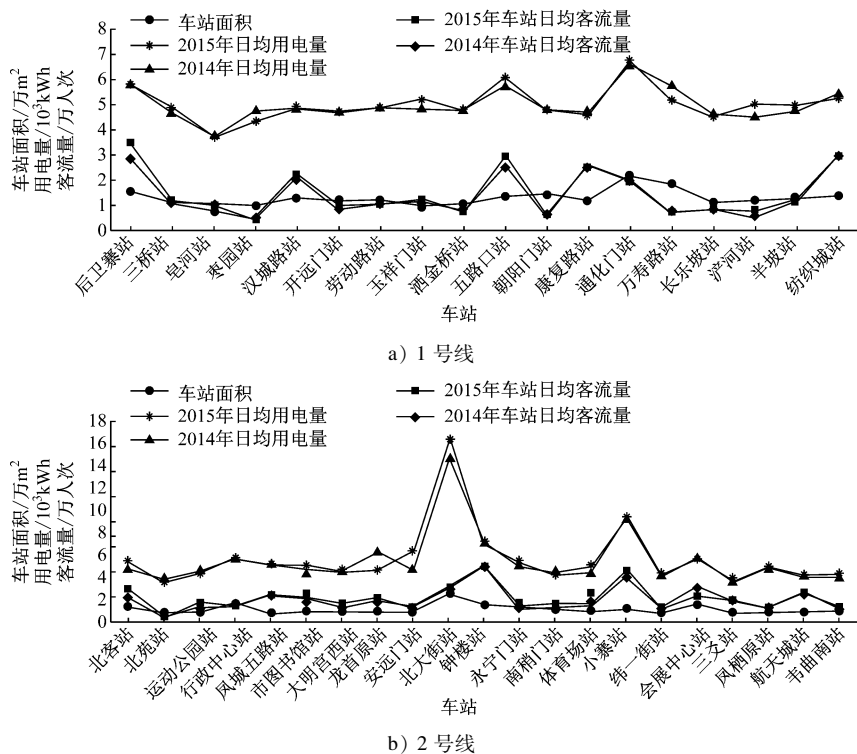


图 1 西安地铁车站用电量同建筑面积及客流的关系

根据图 1 的数据统计及分析,可以看出:

(1) 2015 年西安地铁 1、2 号线客流量共增加 4 424.15 万人次,而车站动力及照明用电与 2014 年相比基本保持不变。经分析,在运营初期,客流的增加必然会增加车站空调、电扶梯、自动售检票等设施的用电量;当车站客流量达到一定规模时,车站客流相关设备基本达到设定的固有用电量,客流波动幅度对用电量的影响相对较小,且为离散型关系。因此,客流量仅作为车站动力及照明电能定额标准制定的参考因素。

(2) 车站动照用电量与建筑面积相关性显著。由于车站面积与设备配数关联性较大,因此,在制定车站动力及照明电能定额标准时,需将车站按照面积大小进行划分,并将车站面积作为不同车站能耗定额标准的重要指标。

2.1.2 车站用电量与设备运行工况关系

西安地铁 1、2 号线车站用电量与设备运行工况(空调季、非空调季)的关系见表 1、表 2。

由表 1 及表 2 可见:

(1) 各车站空调季月均用电量均高于非空调季。可见,设备不同运行工况对车站能耗影响较大。因此,在制定车站能耗定额标准时,应区分不同的设备运行工况。

(2) 2014、2015 年各车站非空调季能耗波动小,空调季能耗波动相对较大。这反映出各车站在空调季期间对设备的节能控制水平不一。这是后续需要进一步加强节能管控的重点内容。

2.1.3 车站能耗定额标准

根据数据统计以及测算分析,车站动力及照明用电的能耗定额应主要从车站面积、设备运行工况

表 1 西安地铁 1 号线车站用电量与设备运行工况的关系

万 kWh

车站名	空调季月均用量		非空调季月均用量	
	2015 年	2014 年	2015 年	2014 年
后卫寨站	22.46	22.08	14.33	14.50
三桥站	18.40	18.32	12.24	11.40
皂河站	14.44	14.18	8.84	9.46
枣园站	17.12	19.36	10.46	11.00
汉城路站	18.66	17.82	12.04	12.60
开远门站	18.26	17.88	11.37	11.87
劳动路站	19.30	18.54	11.74	12.20
玉祥门站	21.50	18.72	11.63	11.77
洒金桥站	18.80	18.70	11.49	12.09
五路口站	23.94	22.56	14.37	14.11
朝阳门站	18.92	18.08	11.31	11.97
康复路站	18.20	18.80	10.96	11.11
通化门站	26.40	25.12	16.96	17.24
万寿路站	19.58	21.04	13.03	14.87
长乐坡站	17.20	17.02	11.07	12.16
浐河站	19.44	17.46	12.19	10.96
半坡站	19.44	18.36	11.87	11.70
纺织城站	20.50	21.28	12.87	13.31

(空调季和非空调季)出发,取相同维度下的车站历史平均动力及照明耗电量作为定额标准。具体如表 3 所示。

表 2 西安地铁 2 号线车站用电量与设备运行工况的关系

万 kWh

车站名	空调季月均用量		非空调季月均用量	
	2015 年	2014 年	2015 年	2014 年
北客站站	21.4	17.9	13.2	13.1
北苑站	13.9	14.6	9.46	10.0
运动公园站	16.6	17.8	11.1	11.7
行政中心站	23.0	22.1	13.5	14.3
凤城五路站	20.8	21.0	12.3	12.6
市图书馆站	18.5	19.5	12.1	13.1
大明宫西站	17.5	17.4	11.5	12.1
龙首原站	17.9	23.4	12.3	16.8
安远门站	24.9	16.2	15.8	13.7
北大街站	42.7	43.8	27.6	27.6
钟楼站	25.2	27.6	18.5	17.9
永宁门站	21.0	18.5	12.8	13.3
南稍门站	16.2	17.2	10.5	10.8
体育场站	17.1	18.6	11.6	13.0
小寨站	34.6	31.2	24.6	26.5
纬一街站	16.7	16.8	11.4	12.0
会展中心站	21.8	22.2	13.8	15.0
三爻站	15.1		9.34	
凤栖原站	18.6		12.5	
航天城站	16.3		10.4	
韦曲南站	16.8		11.0	

表 3 各车站动力及照明电能定额标准

线路	建筑面积/ (万 m ²)	车站	动力及照明用电的能耗定额标准值/(万 kWh/站)	
			空调季 (5—9 月)	非空调季 (1—4 月、10—12 月)
西安地铁 1 号线	0.9 ~ 1.3	三桥站、皂河站、枣园站、汉城路站、开远门站、劳动路站、玉祥门站、洒金桥站、康复路站、长乐坡站、浐河站、半坡站	91.0	79.8
	1.3 ~ 1.9	后围寨站、五路口站、朝阳门站、万寿路站、纺织城站	105.0	94.5
	1.9 ~ 2.3	通化门站	129.0	119.7
西安地铁 2 号线	0.9 ~ 1.3	北苑站、运动公园站、凤城五路站、市图书馆站、大明宫西站、龙首原站、安远门站、永宁门站、南稍门站、体育场站、纬一街站、三爻站、凤栖原站、航天城站、韦曲南站	91.0	85.4
	1.3 ~ 1.8	北客站站、行政中心站、会展中心站、小寨站、钟楼站	132.5	128.1
	1.8 ~ 2.6	北大街站	216.4	193.2

2.1.4 车站电能定额管理责任主体

车站仅能统计到总动力及照明用电量,对各子系统能耗数据却无法分项统计。为更好地实现车站动力及照明能耗定额管理的便利性及统一性,责任主体宜按照属地管理方式划分。由客运部(站务)作为车站动照能定额的责任部门,履行车站管辖范围内的所有节能监督职责,发现及制止其它部门、专业及外单位存在的节能问题,对各车站电

能定额指标负责。

2.2 场段动力及照明能耗定额标准

2.2.1 场段能耗与设备运行工况的关系

场段能耗主要为生产、生活和办公用电。其用电量与季节变化关系大,全年用电量趋势总体呈正弦波,即空调季(5—9月)、取暖季(1—4月)用电量高,过渡季(10—12月)用电量相对较低。场段变电所年动力及照明用电量变化如表4、表5所示。

表 4 车辆段某变电所动力及照明用电量统计

年度	各月耗电量/万 kWh											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2014 年	17.3	15.8	10.7	6.2	7.6	10.8	14.1	11.2	7.9	7.6	11.1	19.6
2015 年	14.7	10.7	9.7	9.0	9.4	11.2	16.7	14.5	10.1	8.0	16.0	15.9
2016 年	16.8	14.9	11.8	9.3	10.7	13.0	17.4	23.1	11.5	8.8	11.9	12.4

表 5 停车场某变电所动力及照明用电量统计

年度	各月耗电量/万 kWh											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2014 年	11.2	10.8	8.5	6.6	6.7	7.9	9.8	8.5	6.6	6.5	8.9	11.2
2015 年	11.3	9.8	8.6	6.6	6.9	7.2	8.9	8.2	6.5	6.9	9.3	10.8
2016 年	6.9	11.1	7.6	5.2	5.7	7.3	9.2	9.9	6.8	5.8	8	9

2.2.2 场段能耗定额标准制定

统计现有各场段变电所动力及照明用电量的历史数据,按照各年度用电量趋势,取相同趋势月份的平均动力及照明用电量作为定额标准。场段用电主要为生产、生活和办公用电,因此场段动力及照明电能定额标准按照季节维度进行划分(见表6)。

2.2.3 场段电能定额管理责任主体

受现有计量条件限制,场段动力及照明用电只能计量至各变电所的400 V进线侧。各变电所涉及的用电部门较多,无法分项统计用电量。场段动力及照明电能定额管理的责任主体主要在各变电所涉及的用电部门中选取。选取原则主要为:

(1) 管理实施便利性原则:责任主体在定额区域或周边均有人员办公,便于管理实施。

(2) 管理责任均衡性原则:均衡各部门管理责任,整体提升节能意识。

根据以上原则,西安地铁运营分公司统筹考虑、合理安排,确定机电部、工电部、通号部、车辆部、办公室、物资部分别作为场段各变电所电能定额管理的责任主体,履行日常节能监督检查工作。

表 6 西安地铁场段动力照明电能定额标准

场段	变电所	耗能定额标准/(万 kWh)		
		空调季 (5—9月)	非空调季 (1—4月)	非空调季 (10—12月)
渭河车辆段	混合牵引变电所	39.0	32.0	24.0
	综合楼跟随所	89.0	36.0	26.0
	空压机间跟随所	19.0	28.0	18.0
	控制中心跟随所	170.0	68.0	60.0
西咸车辆段	混合牵引变电所	9.0	7.0	5.0
	综合楼跟随所	79.0	55.0	37.0
	运用库跟随所	26.0	18.5	13.5
灞河停车场	混合牵引变电所	4.1	2.3	1.6
	停车列检库跟随所	25.0	23.0	22.0
灞河停车场	混合牵引变电所	13.0	9.5	8.0
	运用库跟随所	39.0	31.0	24.0

3 电能定额管理方法及效果

3.1 电能定额管理方法

西安地铁电能定额管理处于初期试行阶段。为充分调动员工积极性,鼓励员工全面参与节能工

作,西安地铁按照重奖励、轻考核的原则进行电能定额考评标准的制定,以推动电能定额管理工作的良好持续发展。

3.1.1 定额考核标准

定额考核分为1—4月、5—9月、10—12月等3个考核周期。责任主体部分严格控制考核周期内管辖车站或场段各区域的动力及照明用电量,不得超出定额指标。考核周期内定额管理区域实际用电量超出定额标准共分为3个等级(10%以内、10%~20%、20%以上),每个超标等级对应不同的考核分数;同时针对各责任主体部门在履行节能监督检查过程中发现其它部门、专业存在的节能问题,结合问题严重程度按单件问题进行考核。

3.1.2 定额奖励标准

考核周期内,车站或场段各区域实际动力及照明用电量低于定额标准共分为3个等级(5%以内、5%~15%、15%以上),每个达标等级对应不同的奖励分数。

3.2 电能定额管理的效果

通过开展电能定额管理工作,西安地铁车站动力及照明用电量由2014年的5 524 kWh/(站·d)降至2016年的5 328 kWh/(站·d),下降幅度达到3.5%,车站年平均节约电费约120万元;2016年第4季度场段动力及照明用电量为892万kWh,较2015年季度下降32万kWh,节约电费约27万元。

车站及场段动力及照明用电量整体控制情况较好,定额管理取得了良好的效果。

电能定额管理工作进一步加强了内部能耗管理控制,增强了广大员工整体节能意识,促进了各部门建立长效节能管理机制,全面贯彻落实用能、节能管理的相关要求,逐步改变了前期能源管理工作的被动局面。

4 结语

西安地铁总结了近年来的电能定额管理工作实践经验,取得了一定的节能效果,同时也发现了目前节能工作中存在的不足及下一步节能发掘潜力,为后续节能工作的良好发展指明了方向。

参考文献

- [1] 西安市地下铁道有限责任公司运营分公司. 运营日报[Z]. 西安:西安市地下铁道有限责任公司运营分公司,2016-01-01.
- [2] 西安市地下铁道有限责任公司运营分公司. 关于印发运营分公司车站动照能耗定额标准(试行)的通知:市地铁运营发[2016]119号[Z]. 西安:西安市地下铁道有限责任公司运营分公司,2016.
- [3] 西安市地下铁道有限责任公司运营分公司. 关于下发运营分公司场、段动照能耗定额标准(试行)的通知:市地铁运营发[2016]182号[Z]. 西安:西安市地下铁道有限责任公司运营分公司,2016.

(收稿日期:2017-05-10)

(Continued from Commentary)

complex, the mutual coupling effect exists between the excavation deformation and the dynamic load induced by moving trains, all of this makes the regular railway system even more complex. Due to the vast territory and various geological conditions in China, difficulties in the design of underground crossing engineering in different regions are further increased. The soft soil areas in Yangtze River Delta and the Southeast Coast are taken as an example, where the economy is very developed. On one hand, a large amount of infrastructure is under construction, requiring a lot of crossing engineering under HSR lines; on the other hand, the deformation control is extremely difficult because of the soft soil stratum.

In order to solve the problems in underground crossing construction, new design theory, control technology and construction machinery are urgently needed. With a lot of crossing-railway construction practices and decades of scientific research, the research team led by Prof. Zhou Shunhua (Tongji University) has developed a set of systematic and reliable technologies for underground crossing-HSR construction, including the design theory based on system dynamics, the construction technology for millimeter-scale deformation control, and the high-accuracy construction machinery to guarantee millimeter-scale deformation control, all of this makes China a world leader in the field of underground crossing-railway engineering.

In 2012, a Hangzhou metro tunnel successfully crossed under the Shanghai-Hangzhou HSR line, since then, hundreds of underground crossing-HSR projects have been completed in China. Based on these complex and important projects, Prof. Zhou Shunhua presided over the first technology code for crossing-HSR engineering in the world: Technical Specification for Highway and Municipal Engineering Crossing under High Speed Railway (TB 10182—2017), which standardizes the technology requirements for design, construction and safety monitoring of underground crossing-HSR engineering. The systematic solution for technical problems involved in underground crossing-HSR engineering, including but not limited to metro tunnels, road and pipelines, guarantees not only the HSR network operation, but also the smooth completion of the underground infrastructure related to railway lines.