

西宁市区电力消费需求和配电网的分析与研究

Study of Electric Power Consumer Demand and Distribution Network in Xining Urban Areas

西宁供电局 陈山胜(810003)

【摘要】 文章根据 1990~1999 年经济数据和用电数据,对西宁市区的用电结构及用电特点进行分析研究,找到影响电力增长的原因,用线性模型及相关计算机软件对今后 10 年西宁市电力需求进行预测。根据西宁市区配电网的发展趋势和特点,得出满足今后 10 年用电的西宁市区配电网概况。

【关键词】 电力需求 用电分析 配电网 研究

【Abstract】 According to economy and power utility data, the paper analyses the power utility's structure, and finds out power enhancement's reason, also the paper predicts the power requirement of Xining urban areas in the future ten years by using linear model and relevant software. According to developing tendency and characteristics of Xining urban areas' distribution network, the paper obtains its general situation which satisfies the future ten years' power utility.

【Keywords】 Electric power demand Power utility analysis Distribution network Study

1 前言

电力工业是保证国民经济快速发展的基础产业。90 年代初期,由于电力发展的滞后,全国各地拉闸限电较为普遍,甚至一度对许多企业进行“停三开四”或“停四开三”的用电限制,经济发展中的“瓶颈”现象相当严重,西宁市区也发生了一天拉闸十几条线路的状况,制约了国民经济的持续稳定增长和人民生活水平的不断提高。随着厂网分开,电厂建设和电厂规划已有实质性飞跃的情况下,研究城市用电消费需求和城市供电网发展,改变“重发、轻送、不管用”的观念,更具有现实意义。特别是近几年,随着中央“西部大开发”战略的进一步实施,建设“大西宁”蓝图的进展

加快,西宁市政府制定了“十五”时期生产总值年均增长 11.5%,到 2010 年生产总值比 2000 年翻一番的奋斗目标,这就要求电力部门必须提前预测电力消费需求趋势和电力网络发展趋势,以制定合理的电力发展规划,为今后的城网改造提供指导,确保今后城市电力不仅要满足国民经济的增长,而且要超前国民经济的发展。

2 用电概况

90 年代开始,随着西宁市的改革开放,国民经济产业结构不断变化,市区总 GDP 中各产业比重发生显著变化。具体数据见表 1 所列。随着西宁市区国民经济产业结构的变化,电力消费结构也相应发生了变化。具体数据见表 2 所列。

表 1 西宁市区 1990~1999 年生产总值

年份		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
GDP 实际值 (亿元)	第一产业	2. 26	2. 67	2. 85	3. 01	3. 37	5. 05	5. 45	5. 62	5. 84	5. 36
	第二产业	11. 56	12. 62	12. 97	16. 20	24. 71	25. 32	18. 75	20. 13	23. 32	25. 49
	第三产业	9. 28	13. 90	13. 93	15. 52	15. 99	17. 85	26. 95	30. 12	32. 68	36. 47
	总值	23. 10	29. 19	29. 75	34. 72	44. 07	48. 22	51. 15	55. 87	61. 84	67. 32
占总 GDP 比重(%)	第一产业	9. 8	9. 2	9. 6	8. 7	7. 6	10. 5	10. 6	10. 1	9. 4	7. 9
	第二产业	50. 0	43. 2	43. 6	46. 7	56. 0	52. 0	36. 7	36. 0	37. 7	37. 8
	第三产业	40. 2	47. 6	46. 8	44. 6	36. 4	37. 5	52. 7	53. 9	52. 9	54. 3

注: 数据来源于 2001 年西宁市统计年鉴

表 2 西宁市区 1990~1999 年三大产业和居民生活及 10kV 配网用电量数据

年份		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
用电量 消费(亿 kW·h)	全社会用电量	14. 00	14. 93	15. 57	16. 46	18. 85	19. 08	17. 84	18. 49	18. 82	20. 92
	第一产业	0. 16	0. 22	0. 25	0. 29	0. 21	0. 32	0. 31	0. 35	0. 32	0. 35
	第二产业	12. 06	12. 73	12. 96	13. 5	15. 68	15. 40	13. 83	14. 01	14. 13	15. 55
	第三产业	1. 31	1. 44	1. 67	1. 96	2. 12	2. 40	2. 52	2. 67	2. 76	2. 88
	居民生活	0. 47	0. 54	0. 69	0. 71	0. 84	0. 96	1. 18	1. 46	1. 61	2. 14
用电量 增长(%)	配网用户电量	5. 71	6. 41	7. 02	7. 75	8. 36	9. 25	8. 74	9. 65	9. 52	10. 97
	总增长率	8. 64	6. 64	4. 29	5. 72	14. 52	1. 22	- 6. 50	4. 38	1. 78	11. 16
	第一产业增长率	15. 62	37. 51	13. 64	16. 00	- 27. 59	52. 38	- 3. 12	12. 9	- 8. 57	9. 37
	第二产业增长率	6. 71	5. 56	1. 81	4. 17	16. 10	- 1. 79	- 10. 19	1. 30	0. 85	10. 05
	第三产业增长率	7. 26	9. 85	16. 55	15. 98	5. 10	16. 50	5. 00	5. 95	3. 37	4. 43
用电构成 (%)	居民生活增长率	11. 58	14. 52	27. 78	2. 90	18. 31	14. 29	22. 92	23. 73	10. 27	32. 92
	第一产业比重	1. 14	1. 47	1. 61	1. 76	1. 11	1. 68	1. 74	1. 89	1. 70	1. 67
	第二产业比重	86. 14	85. 26	83. 24	82. 02	83. 18	80. 71	77. 52	75. 77	75. 08	74. 33
	第三产业比重	9. 36	9. 65	10. 72	11. 91	11. 25	12. 58	14. 13	14. 44	14. 67	13. 77
	居民生活比重	3. 36	3. 62	4. 43	4. 31	4. 46	5. 03	6. 61	7. 90	8. 55	10. 23

注: 数据统计来源于西宁供电局相关报表。总用电量减去第二产业中 110、35kV 用户电量为配网用户电量。

1990~199 年期间, 第一产业用电量增长率总趋势为增长减缓, 用电比重保持平衡状态; 第二产业用电量增长率及用电比重总趋势下降; 第三产业和居民生活用电量在同期则保持了较高的增长率。由此可见, 三大产业及居民生活用电随西宁国民经济的发展, 它们的速度是不相同的。另外, 1990~1999 年全社会用电量增长了 49.43%, 年增长 4. 56%, 而其中的配网用户电量增长了 92.12%, 年均增长 7.52%, 可见城市配网电量增长速度较快。

3 用电分析

3.1 第一产业用电

根据西宁国民经济发展战略, 要加强农业基础地位, 优化农业经济结构, 加快市郊发展, 加大以蔬菜、豆薯、花卉苗木、中藏药材、饲料饲草等为主的经济类作物生产, 扶持壮大农村产业化“龙头”企业, 加快形成乳品、肉类、土豆、蔬菜、绒毛、皮张、面粉饲料、油脂等农蓄产品加工体系, 提高加工档次、附加值和市场竞争力, 并加快南北山生态灌溉工程建设。从表 1、2 可看出, 第一产业用电比重随第一产业占总 GDP 的比重不变而基本不变。因此, 在一定时期内第一产业用电仍能保持平稳适度增长。但西宁市区是四山狭四川的“十”型地貌, 每川有河流, 耕地面积有限且逐渐减小的趋势下, 再加上第一产业在 90 年代用电基数

很小和“十五”目标中第一产业 GDP 年均增长仅 5%，因此第一产业用电在今后相当长的时期内占总用电的比重仍相当小。

3.2 第二产业用电

根据西宁国民经济发展战略，重点发展有色金属冶炼加工，中藏药、生化食品、建材和新型建材制品、盐化工、绒纺及皮革加工等六大优质产业，把生物制品等领域作为发展高新技术的重点，提高产品技术含量和附加值，形成特色产品优势，建设好国家级西宁经济技术开发区和城南新区，使其成为全省高新技术产品和扩市提位的重要依托。引导企业向规模型、科技型、外向型方面发展，创出一批地方名牌产品、拳头产品，培育一批高科技含量、高附加值产业。由此可见，今后第二产业的单位用电量所创造的经济价值将进一步提高。从表 1、2 中可看出，第二产业用电比重随第二产业占总 GDP 的比重下降而明显下降。由于第二产业在 90 年代用电基数本身就比较大，“十五”目标中又制定了第二产业 GDP 年均增长 13%，第二产业今后用电绝对量上升幅度仍大，但相对量下降。

3.3 第三产业用电

根据西宁国民经济发展战略，将集中力量抓好交通建设，形成西宁市“七纵十六横”的城市交通体系。抓好房地产开发和住房建设，“十五”期间的房地产开发及住宅建设面积达到 800 万 m²。城市公用设施建设加快。创建青藏高原生态旅游消费城市和全国著名的避暑胜地。积极稳定发展商贸、金融、保险、会计、咨询、法律中介服务等，拓

宽第三产业发展领域。从表 1 可看出，第三产业占总 GDP 的比重增长迅速，已超过 1/2，总量上也超过了第二产业。从表 2 可看出，第三产业用电比重与第三产业占总 GDP 比重的上升速度并不同步，这是因为其电量增长率远落后于其经济增长率的行业特点造成的。由于第三产业在 90 年代用电基数本身一般，在“十五”目标中第三产业 GDP 年均增长 10.7%，第三产业用电的发展趋势将是绝对量有一定升幅，而相对量还是有限。

3.4 居民生活用电

近几年来，经济的发展，人民生活水平的提高及居住条件的改善，家用电器的普及和更新，特别是市区推行“一户一表”工程后的电炊和家用电锅炉的增加，使得居民生活用电成为用电市场新的增长点。城南新区对州县等地区人口的吸引，也使市区居民生活用电量将进一步增加。

80 年代发达国家的生活用电超过 1000kW·h(人·年)，主要家用电器普及率日趋饱和，居民生活用电量增长速度较慢。但人均居民生活用电量在低于 1000kW·h(人·年)时，都以较高速度发展，例如前西德 1967~1976 年间生活用电增长率为 10.45%，日本 1967~1970 年增长率为 13.75%。从表 3 可见，西宁市区 1999 年的人均生活用电量为 233kW·h(人·年)，远低于发达国家的人均生活用电量水平，因此，西宁市区目前居民生活用电处于高速增长阶段。根据发达国家的居民生活用电发展过程可推断：2001~2010 年为高速发展阶段，2011~2020 年为中速发展阶段。

表 3 西宁市区 1990~1999 年居民生活用电情况

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
总人口(万人)	67.63	68.10	68.16	71.23	73.69	72.83	74.67	78.08	82.27	91.95
居民生活用电量(亿 kW·h)	0.47	0.54	0.69	0.71	0.84	0.96	1.18	1.46	1.61	2.14
人均生活用电量(kW·h)	69.5	79.3	101	99.8	114	132	158	187	196	233
人均生活用电量年增长率(%)	11.8	14.1	27.4	-1.2	14.2	15.8	19.7	18.4	4.8	18.9

注：数据来源于 2001 年西宁统计年鉴和西宁供电局相关报表。

80 年代国外平均每平方米居民住宅生活用电量：美国为 71kW·h(年·m²)，法国为 55kW·h(年·m²)，日本为 49kW·h(年·m²)，均已达到较高水平。1999 年西宁市区人均居住面积为 9.08m²，居民住宅用电密度为 25.7kW·h(年·m²)，

与世界各国水平相比是比较低的。从表 4 可见，居民住宅条件逐步得到改善，尤其“十五”末计划人均居住面积将达到 15m²，西宁市区居民生活用电将有很大增长。

表 4 西宁市区人均居住面积

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
市区人均居住面积(m ²)	6.06	6.70	6.70	6.90	7.00	7.00	7.10	7.50	8.12	9.08

注: 数据来源于 2001 年西宁统计年鉴

综上所述, 西宁市区居民生活用电比重会有较大上升, 用电绝对量增长很高, 在全社会总用电量中将很快占较大比例。

4 电力需求中期预测

市场需求估计的统计方法有多种, 但最主要的是回归分析法, 我们利用 1990 ~ 1999 年经济数据和用电数据对西宁市区电力需求进行中期预

测, 2001 ~ 2010 年经济发展目标均按“十五”指标考虑, 既生产总值年均增长 11.5%, 其中第一产业年均增长 5%, 第二产业年均增长 13%, 第三产业年均增长 10.7%。这里我们用“城市电网规划辅助决策系统软件”的线性模型进行预测列表, 对 4 类用电量求和得总用电量, 总用电量减去第二产业中 110kV、35kV 用户电量即为配网用户电量, 预测结果见表 5。

表 5 三大产业用电、居民用电、总用电量、配网电量中期预测值

单位: 亿 kW·h

年份	第一产业	第二产业	第三产业	居民生活	总用电量	配网电量
2001	0.380	16.539	3.223	3.108	23.250	12.735
2002	0.392	15.057	3.411	3.745	24.605	13.807
2003	0.404	17.591	3.609	4.512	26.116	15.028
2004	0.416	18.142	3.818	5.438	27.814	16.429
2005	0.429	18.710	4.039	6.552	29.730	18.040
2006	0.443	19.290	4.274	7.306	31.313	19.317
2007	0.456	19.894	4.521	8.146	33.017	20.702
2008	0.470	20.517	4.784	9.083	34.854	22.211
2009	0.485	21.159	5.061	10.127	36.832	23.854
2010	0.500	21.821	5.355	11.292	38.968	25.647

注: 因“十五”期间, 城网“一户一表”用户达到 20 万户, 故 2006 ~ 2010 年的居民生活用电量年增长率这里改按生产总值年均增长 11.5% 核算。

表 5 可看出, 第一产业 2001 ~ 2010 年期间的年均电量增长率为 3.1%; 第二产业同期的年均电量增长率为 3.9%; 第三产业同期的年均电量增长率为 5.8%; 居民生活用电 2001 ~ 2005 年的年均增长率高达 20.5%。全社会用电量年均增长 5.9%, 而其中的配网用户电量年均增长 8.1%。

5 配电网分析

5.1 西宁市区配电网 10kV 线路发展概况及分析

1968 ~ 1975 年, 西宁城网开始实施第一次改造, 市区 10kV 配电线路的导线截面从 50 ~

70mm² 更换为 150、185mm² 的大截面导线, 木形电杆更换为水泥杆。1983 ~ 1989 年对市郊 10kV 配电线路进行了同样的改造。1992 年为解决城市电网的走廊困难, 开始出现同杆双回线。1997 年为解决城市树线矛盾, 城网开始将裸导线更换为绝缘线。1999 年西宁城网改造工程正式启动, 从城市供电更加可靠、环保的角度出发, 出现配电电缆线路和城市供电开闭所。10kV 线路设备可以满足带负荷电流 400A。但 10kV 分支线仍普遍为裸线, 低压变台冬季仍有部分过负荷。

5.2 西宁市区配电网变电设备发展概况及分析

1990 年以前城区变电站 10kV 出线 CT 普遍为 200/5 和少量的 300/5, 三刀闸额定电流为

400A 和 200A, 出线电缆普遍为铝芯 120、150、185mm² 截面。为满足负荷的增长需要, 到 2000 年城区各变电站 10kV 出线 CT 已普遍更换为 400/5 和少量的 600/5, 三刀闸额定电流基本为 400A、630A, 小截面出线电缆已完成加并或更换工作, 10kV 变电设备可以满足带负荷电流 400A。

5.3 2000 年西宁市区配电网框架概况及分析

10kV 线路 83 条, 开闭所 8 座, 城网绝缘化 14.5%, 电缆化 6%, 城网 10kV 手拉手联络率占 59%, 市中心线路普遍联络, 市郊线路树型分散。冬大负荷下能真正实现手拉手的联络率不足 30%, 说明城网线路供电半径过长, 也说明 1/3 有电器联络的线路总负荷在冬大负荷下接近或超过

400A, 同时说明线路负荷分配还不够合理。配电网对用户供电的“n-1”原则不高。如果要求 10kV 配网线路都实现真正的手拉手联络, 目前线路理想条数应是实际线路条数乘 1.3 以上的系数。

6 满足城市供电量的城市供电线路条数中期预测

利用表 6 中 1992~2000 年的西宁市区 10kV 配网线路条数, 结合 2001~2010 年市区配网电量进行中期预测。结果见表 7。线路条数 II 为线路条数 I 乘 1.3 系数, 即理想条数。

表 6 西宁市区 1992~2000 年 10kV 线路条数及其最大负荷情况

年份	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
线路条数	47	53	57	61	65	71	82	83	83
冬大负荷(GW)	134.8	145.9	153.2	170.7	184.2	200.2	227.5	238.4	274.8

注: 数据统计于西宁电网负荷日记录。

表 7 西宁市区 10kV 线路数量中期预测值

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
配网电量(亿 kW·h)	12.735	13.807	15.028	16.429	18.040	19.317	20.702	22.211	23.854	25.647
线路条数 I	90	99	108	117	128	138	149	161	174	188
线路条数 II	117	129	140	152	166	179	194	209	226	244

7 结论

7.1 2010 年西宁市区的用电结构中, 第一、第二、第三产业和居民生活所占比例为 1.28%、55.99%、13.74%、28.98%, 分别达到 0.5、21.821、5.355、11.292 亿 kW·h, 以满足地区经济发展的需要。可见今后 10 年的城市配网改造任务仍然艰巨。

7.2 由于西宁市区居民生活用电比重迅速增长, 今后城网改造应注重低压台区和小巷道里的 10kW·h 分支线的改造。

7.3 2010 年西宁市区 10kW·h 配网线路将达到 200 多条, 由于西宁的特殊地理环境, 街道非常有限, 只有在市区内充分利用电缆井道, 发展城市地下电网, 同时以开闭所和电缆环网柜取代柱上联络开关而大有用武之地。此外在市郊规划同杆多

回绝缘导线是发展方向, 以满足第二产业的快速增长。市区变电站主变大容量、出线多间隔将是趋势。市区内 10kV 配网线路供电半径将小于 2km, 甚至在 1km 左右。

7.4 2010 年, 西宁市区 10kV 配网经过 10 年改造和负荷的合理分配, 不再存在“手拉手”形同虚设的问题, 供电可靠性极高。城市配电网联络点将会很多, 配电网结构架可靠、合理, 市区供电线路稠密对调度及现场操作提出了较高的要求, 必须实现配网自动化。

参考文献:

1. 西宁统计年鉴. 中国统计出版社, 2001.
2. 西宁市国民经济和社会发展“十五”计划纲要. 2001;
3. 李金山. 管理经济学. 企业管理出版社, 1999.
4. 西宁供电局电量报表. 1989~1999.
5. 西宁供电局调度负荷记录表. 1992~2000.

收稿日期: 2001-11-19