

优化电压等级组合, 提高配电网 电压是我国农网发展的重要途径

原河峰 相丽徙

(电机系)

提 要

本文在考虑现有电压等级并预计20千伏可能列为我国标准电压情况下, 按照六种电压组合, 六种负荷密度, 对某专区15000平方公里进行了规划设计。并以[6]作为引例, 进一步说明220/110/20/0.38千伏电压组合是一种最优的电压等级组合, 20千伏应列入我国标准电压等级。

关键词: 电压等级组合, 标准电压。

我国目前配电网运行电压, 绝大部分地区为10千伏, 个别地区也有用35.6千伏的。由于历史的原因, 电压等级组合多为220/110/35/10(6)/0.38千伏。随着我国工农业的发展, 各类电力负荷的迅速增加, 供电范围越来越大, 现有的220/110/35/10(6)/0.38千伏电压组合已逐渐显露出不适应性。

首先, 现行电压组合模式单一, 与我国地大物博, 千差万别的现状不相适应, 即不论山区、平原、负荷密度高低和送电距离远近, 都采用单一模式供电。不能因地制宜, 造成了人为的不便和浪费。

其次, 现行电压制度层次多, 除区域主网电压为220千伏和低压配电电压为0.38千伏外, 中间还有110、35和10千伏三级电压, 需经110/35和35/10(6)千伏两次降压, 需设大量的35千伏变电所, 重复容量很大, 使现行电网投资增加, 网损率高, 管理复杂。

国外从五十年代开始, 已注意到优化电压等级组合问题, 六十年代, 已在对原有电网不断进行改造。他们经过反复计算, 认为电网最优电压等级数目一定为四。即除区域电网电压和低压配电电压外, 中间只应有两个电压等级, 一个是较高的输电电压, 一个是较低的配电电压。如法国从六三年开始把全国电压等级组合逐步改造为380/225/20/0.38千伏。西德已确定的电压标准为380/110/20(10)/0.38千伏。苏联一些加盟共和国在六十年代初, 也把10千伏配电电压升高到20千伏, 取得了良好的效果。

再次, 现行电压等级中配电电压低, 供电能力小, 损耗大。一般10千伏配电电压只能输送220~1000千瓦左右, 经济供电半径在负荷密度为20~30千瓦/平方公里时, 仅为10~12公里, 负荷密度为40千瓦/平方公里时, 还不足8公里, 与农村负荷分散的特点不相适应。

电网合理电压等级的选择是一个涉及面很广的问题, 它直接影响到投资和年运行费用。它取决于变电所分布的稀疏、负荷密度、送电距离以及配电点的多少等因素。选择的合理与否对国民经济的发展有一定的影响。我国现行的电压等级为500、330、220、110、(60)、

35、10、6、3千伏。其中220及110千伏是各地较普遍使用的输电电压, 60千伏在东北地区还有保留。近年来有提出把20千伏电压列入标准电压等级的意见, 他们认为20千伏电压一般可输送500~1000千瓦负荷, 其供电半径在负荷密度为40千瓦/平方公里时为16~20公里, 更适合农村供电的特点。如果我们考虑20千伏电压有被列为标准电压的可能性, 则我国现行电压等级组合有下列六种可能:

1. 220/110/35/10/0.38千伏;
2. 220/110/35/0.38千伏;
3. 220/110/10/0.38千伏;
4. 220/110/20/0.38千伏;
5. 220/60/20/0.38千伏;
6. 220/60/10/0.38千伏。

为了对上述六种电压组合进行优选, 我们对某专区15000平方公里的面积, 按六种面负荷密度(0.5、15、35、55、75、95千瓦/平方公里)进行了理论上的规划。为求得互相间的可比性及对比的合理性, 我们作了如下规定:

1. 各方案主网电压等级都以220千伏作为总电源侧电压, 而不计及该电压设置的合理性, 低压侧以0.38千伏为标准, 符合我国现行的标准电压。

2. 进行比较的各方案, 均采用统一的布局方式, 负荷模型为六边形, 变电所出线统一为六回路, 互相间隔60度, 最终10、20、35千伏配电电压每回供电范围为等边三角形, 供电半径为 R , 供电面积为 $R^2/\sqrt{3}$, 如图1所示。

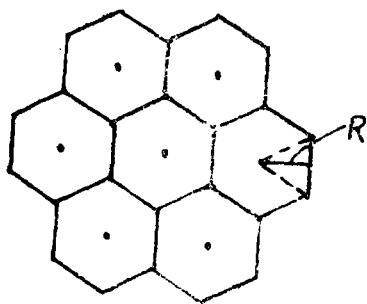


图 1

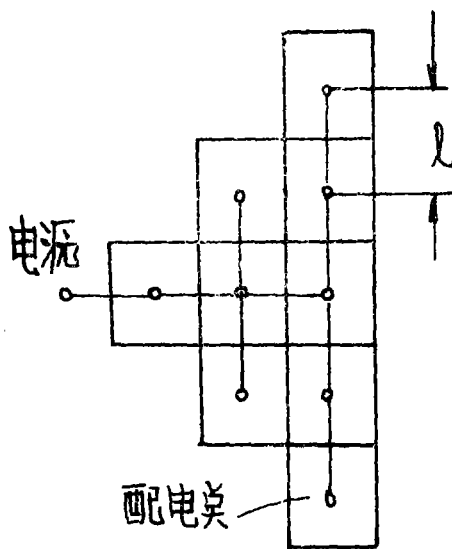


图 2

由于负荷的均匀分布, 每个小三角形中有许多支线, 为了计算简便, 其供电模型如图2所示。并认为各支线截面相同。为了求取支线长度, 我们作如下标记:

1—两配电点之间距离(公里);

A—小三角形面积(平方公里);

R—干线总长度(合理供电半径)(公里);

N—连接的配电点数目; $N = \Delta P_0 S_T \cos \phi$

P_0 —供电地区的负荷密度(千瓦/平方公里);

S_T —配电点的单台容量(千伏安);

$\cos \phi$ —负荷功率因数;

$f = A/N$ —单个配电点供电面积(平方公里);

很明显在采用上述模型后, 其线路总长度为: $L_0 = \sum l = \sum \sqrt{f} = N\sqrt{f} = \sqrt{NA} \cdots (1)$

所以支线总长度为 $L_z = L_0 - R \cdots \cdots (2)$

3. 配电网的合理供电电压主要是供电距离与负荷密度的函数, 无论是按允许电压损失, 还是按年运行费用最小推导, 它们之间的关系都可用一个变系数的三次方程式表示:

$$AR^3 + BR = C \cdots \cdots (3)$$

式中: R—合理供电半径(公里);

A—随负荷密度变化的系数;

B—随电网电压变化的系数;

C—随允许电压损失变化的系数;

由式(3)可求得配电网的合理供电半径如表一所示:

表1

合 理 供 电 半 径 表 (公里)						
负荷密度KW/Km ²	0.5	15	35	55	75	95
电压(KV)						
35	46	20.6	15.6	13.8	12.5	11.6
20	22.55	20.3	13	11.9	11.1	10.5
10	13.8	9.4	8.7	7.4	6.95	6.44

4. 配电网中各项运行参数, 在计算中功率因数为0.9, 允许电压损失均按 $\pm 5\%$, 最大负荷小时数为2000~4000小时, 同时系数为0.6, 电价取0.06元/度, 折旧维修费用的百分数如表2所示:

表2: 折旧维修费用表

项 目	35千伏以上线路	35千伏以上变电站	10(20)线路及变压器
折旧维修费用(%)	5	4	7

5. 在作方案经济比较时, 考虑国民经济发展较快, 投资效益按静态经济比较不能反映它的真正效果, 故各项计算均考虑年复利, 其单位面积年计算费用(推导从略)为:

$$NF/\Delta = (0.11Z + 1.1F_0)/\Delta \text{ (万元/年} \cdot \text{单位面积)} \cdots \cdots (4)$$

式中: Z—折算到第m年的总投资;

F_1 —每年的运行费用;

Δ —规划面积(平方公里);

6. 规划所用经济指标参照西安电力设计院《电力系统规划设计手册》, 水电部农电司“县级农村电气化规划编制方法要点”, 以及《电力工程预算手册》等进行的。其计算结果如表3所示:

表3 单位面积年计算费用表

负荷密度 WK/Km ²	0.5	15	35	55	75	95
电压等级KV						
220/110/35/10/0.38	0.03791	0.151214	0.2505	0.37836	0.54507	0.57486
220/110/35/0.38	0.030125	0.12275	0.2496	0.36756	0.465	0.5073
220/110/20/0.38	0.032538	0.1103	0.2428	0.32542	0.44598	0.50285
220/60/20/0.38	0.03696	0.14672	0.2630	0.35027	1.43752	0.50816
220/110/10/0.38	0.07035	0.189419	0.250984	0.391551	0.49367	0.57136
220/60/10/0.38	0.64314	0.18165	0.31364	0.41996	0.51595	0.589437

单位: 万元/年·平方公里

从计算结果可看出如下几点:

1. 220/110/20/0.38千伏电压组合, 在负荷密度小于每平方公里100千瓦的情况下, 经济性能均优于其它各种电压组合。

2. 220/110/35/10/0.38千伏电压组合, 其经济性能较差, 与220/110/20/0.38千伏电压组合相比, 后者可节省投资10~30%, 运行费用15~40%, 电能损耗20~40%。

3. 在负荷密度大于每平方公里100千瓦的地区, 可用220/110/35/0.38千伏电压组合。即把35千伏作为配电电压最为经济。

4. 在目前已使用220/60/10/0.38千伏电压组合的地区, 如改为220/60/20/0.38千伏电压组合, 其经济性远优于220/60/10/0.38千伏电压组合。

5. 在上述六种电压组合中, 以110千伏作为配电电压的各种电压组合, 其经济性能均较差, 这种差别随负荷密度的增加越来越大。

为了验证上述结论正确与否, 在河南省电业部门的支持下, 对驻马店地区平舆县以110/20/0.38千伏电压组合进行了可行性研究。该县总面积为1282平方公里, 人口75万, 85年负荷密度为每平方公里5千瓦, 年人均用电量为26度, 工业负荷占用电负荷的15%左右, 是一个农业以为主的县。他们以110/35/10/0.38千伏电压组合对全县作了15年规划, 我们另外按照110/20/0.38千伏, 110/35/0.38千伏电压组合对全县重新作了15年规划(以下简称10、20、35千伏方案)。比较结果如表4所示。

表4 方案经济比较一览表

项 目		10千伏方案		20千伏方案		35千伏方案	
		1990年	2000年	1990年	2000年	1990年	2000年
		万元	万元	万元	万元	万元	万元
投资	新建	807.3	790.2	772.3	617.2	1174.9	769.6
	改建			96.8		91.1	
	小计	807.3	790.2	1869.1	617.2	1266	769.6
投资差 (以10千伏方案为准)		0	0	+1061.8	-173	+458.7	-20.6
年运行费用		109.6	135.5	82.4	74.8	97.4	82.2
年运行费用差 (以10KV为准)		0	0	-27.2	-6.7	-12.2	-53.3
电能损耗 (万度)		373	776	159	434	140	367
电能损耗差 (万度)		0	0	-214	-342	-233	-409
(以10千伏方案为准)							

由上表可见:

1. 20千伏方案虽然在1990年投资略高于10千伏方案,但因年运行费用少,所以只需二、三年即可抵偿。

$$\text{抵偿年限} = 61.8 / 27.2 = 2.23$$

即1990年后到2000年,20千伏方案不但投资比10千伏方案少173万元,而且运行费用每年还可节省60万元,所以20千伏方案经济性优于10千伏方案。

2. 35千伏直配方案,由于1990年投资太大,与10千伏方案相比较抵偿年限达37年,所以经济性最差。

3. 10千伏方案虽然在平舆县具体情况下,其经济性优于35千伏直配方案,但与20千伏相比则较差。

4. 从节能效果来看,20千伏和35千伏两种配电方案节能效果显著,而10千伏方案能耗最高。

经计算1990年20千伏方案比10千伏方案少损失213万度电,以每度电0.06元计算,折合12.8万元/年。若按照社会效益每度电2元计算,折合为每年426万元。2000年20千伏方案比10千伏方案少损失338万度,约合每年20万元。

为了便于说明问题,我们又对河南某负荷密度高的县作了一个框算:该县面积为1908平方公里,人口为49.9万,1985年负荷为29862千瓦,2000年负荷为87193千瓦,1985年人均用电300度,2000年人均用电880度,根据他们2000年规划,我们按照1985年的负荷水平,把现有的10千伏电气设备改造为20千伏电气设备,其改造结果如表5所示。

表5 两种方案投资年运行费用比较表:

电压等级 (千伏)	费用 (万元)	1985年 负荷水平		2000年 负荷水平	
		改造增加投资	年运行费用	增加投资	年运行费用
110/35/10			288.6	2013.85	567.76
110/20	856		148.99	1727	310

由表中计算可见,就85年负荷水平而言,全部改造费用回收需6.17年。即:

$$856 / (288.6 - 148.99) = 6.17 \text{ 年}$$

如以2000年负荷水平来估算,投资收回年限应为2.2年。即:

$$[(1727 + 856) - 2013.85] / [567.76 - 310] = 2.2$$

如果考虑到更换下来的设备加以折价,所需时间会少于两年。如果把110/20千伏方案节能39%的社会效益也计入,该县早做改造会带来较大的经济效益。

从上述几种计算结果分析,笔者认为:

1. 220/110/20/0.38千伏电压组合在负荷密度小于每平方公里100千瓦的情况下,是六种电压组合方案中的最优组合。因此,应考虑增加一级20千伏标准电压,便于各地区根据情况,选取配电网的电压。

2. 220/110/35/0.38千伏电压组合在下述情况下可以采用:

- (1). 负荷密度大于每平方公里100千瓦的地区,用35千伏作为配电电压经济性最好。
- (2). 在负荷密度较小或负荷分布成带状的山区,平原或“走廊”地带,分支线一般不长的地区。
- (3). 在负荷较大而又相对集中的地区,用20千伏输送又很不经济,可以考虑用35千伏作为配电电压。

3. 应逐渐淘汰220/110/35/10/0.38千伏电压组合,在短期不能淘汰的情况下,可限制它的应用范围。

4. 在110千伏布点比较稠密的地区(或负荷密度较小发展又不大的地区)可采用220/110/10/0.38千伏电压组合。

总之,对农网配电电压的研讨不仅涉及到电业部门,而且涉及到制造部门和各个用户。即使20千伏电网在理论上能够得到满意的结果,那么,对现有10千伏电网如何进行改造,困难也是有的。目前国外以20千伏作为配电电压已有20余年,国内讨论20千伏问题也有两年多了,建议有关领导部门重视这个问题,组织人力,更深入的研究探讨,可以先搞几个试点,逐步总结经验,因地制宜的加以推广,以满足农村电力负荷不断增长的需要,使农村配电网的运行水平更加提高一步。

参 考 文 献

- [1] А.А.глазунов, С.А.галикошки и.называющие ишее число промежуточных напряжений в электрически й системах.《электричество》.1946 No7
- [2] Патаметры воздушных электрических сетей.
- [3] 张奔 能源经济学及电力系统规划
- [4] 西安供电局 国外电力技术动态 1978年
- [5] 乐岳峻 国外对农网最佳电压制的研究与运用
- [6] 河南平舆县110/20千伏规划设计可行性研究报告。 农村电气化杂志 87年第一期
- [7] 采用20千伏电压改造配电网设备的浅析 农村电气化杂志 87年第六期

THE IMPORTANT WAY TO DEVOLP OUR COUNTRY-SIDE ELECTRIC—NETWORK IS THE COMBINATION OF VOLTAGE CLASS TO BE OPTIMIZED AND THE RATION VOLTAGE TO BE RAISED

Yuan hefeng Yang litu

(Electrical engineering dePartment)

Abstract

Considering the present voltage classes and the possibility of 20 KV to be used as the standard voltage of our country. on the basis of the six kinds of voltge combination and six kinds of load density, we have made a plan for a certain area of 15000 square kilometres. And citing the report on the feasible research of 110/20KV electric—network in PingYu. Hennan as in-stance, we have a further explanation that 220/110/20/0.38KV voltage combination is a kind of the most excellent one and 20KV should be listed in the standard voltage of our country.

Key words: Voltage Class, Reference Voltage