

高通滤波器在牵引变电所中的应用

李西岐

(洛阳铁路供电段,河南 洛阳 471001)

中图分类号: TM922.4 文献标识码: C 文章编号: 1003-4897(2002)05-0059-03

1 并联补偿技术的应用

国内电气化铁道牵引变电所已经广泛采用并联电容无功补偿技术,用来提高功率因数、减少电力系统能耗、改善电力系统电压质量、提高牵引变电所母线电压、吸收高次谐波。但是目前使用的,以吸收3次谐波为主的单调谐滤波器补偿装置,很可能仍然不能满足要求。我段管内的洛阳东变电所便是如此,既有并联补偿装置(A相5700kvar, B相4800kvar)的电容器参数:6.3kV、4.0μF、50kvar,感/容抗比:0.125。但月平均功率因数仍然只能达到0.872,为此,我段经常被供电局罚款。我们在B相增设二阶高通滤波器一套,使功率因数达到0.92以上,较好地解决了此问题。

2 二阶高通滤波器补偿容量的选择

基础资料:

A. 电源及短路阻抗:该所主供电源朝阳220kV变电站用110kV供电,设备容量2×150MVA,洛阳东变电所110kV母线短路阻抗标么值: $Z_{\max}^* = 0.07665$; $Z_{\min}^* = 0.13715$;

B. 1999年9月份平均负荷10767kW,月平均功率因数0.872;

C. 1998年2月16-17日谐波测试结果:(B相)

27.5kV负荷电流95%概率最大值:493.76A;
27.5kV负荷电流平均值:261.68A;

B相并补滤波率:3次26%~40%;5次17%~24%;

(1) 平均有功功率的计算:

$$P_L = I_P U_M \cos \phi = 493.76 \times 27.5 \times 0.872 = 11840.365 \text{ (kW)} > 10767 \text{ (kW)}$$

式中: I_P ——供电臂平均电流(A);

U_M ——牵引变电所母线额定电压(kV);

$\cos \phi$ ——补偿前牵引侧功率因数。

(2) 须补无功容量的计算:

$$Q_X = P_L \left[\frac{1}{\sqrt{\cos^2 \theta_1} - 1} - \frac{1}{\sqrt{\cos^2 \theta_2} - 1} \right] \frac{1}{1 - q_0} =$$

$$11840.365 \times \left(\frac{1}{\sqrt{0.872^2} - 1} - \frac{1}{\sqrt{0.95^2} - 1} \right) = 2451.75 \text{ (kvar)}$$

式中: $q_0 = 0$ (洛阳东没有无电运行时间);

$\cos \phi_1$ ——补偿前110kV侧功率因数;

$\cos \phi_2$ ——补偿后110kV侧功率因数;

q_0 ——牵引变电所无电概率;

$$q_0 = \left(1 - \frac{N_1 \cdot \sum t_{g1}}{n_1 \cdot T} \right) \left(1 - \frac{N_2 \cdot \sum t_{g2}}{n_2 \cdot T} \right)$$

N_1, N_2 ——两供电臂计算列车数;

$\sum t_{g1}, \sum t_{g2}$ ——两供电臂计算列车带电运行时分(min);

n_1, n_2 ——两供电臂列车追踪间隔数;

T ——全日计算时间(min)。

(3) 安装容量计算:

以5次谐波吸收为主: $\frac{1}{h^2} = \frac{1}{5^2} = 0.04$, 选
= 0.042

$$Q_{\text{安}} = (1 - 0.042) \left(\frac{U_{\text{CH}}}{U_M} \right)^2 Q_X = (1 - 0.042) \times \left(\frac{29}{27.5} \right)^2 \times 2451.76 = 2611.99 \text{ (kvar)}$$

式中: U_{CH} ——电容器组额定电压(kV);

U_M ——变电所母线电压(kV)。

选用 $U_{\text{CN}} = 10.5 \text{ kV}$, $Q_{\text{CN}} = 150 \text{ kvar}$ 的并联电容器, 4串, $4 \times 10.5 = 42 \text{ (kV)}$

并联组数 = $\frac{Q_{\text{安}}}{4 \times Q_{\text{CN}}} = \frac{2611.99}{4 \times 150} = 4.35$, 考虑电容器的利用率及机车负荷增加的可能, 实际使用中, 取计算值的1.2倍, $4.35 \times 1.2 = 5.22$, 所以采用: 4串6并。选用10.5kV、4.33μF、150kvar, 实际安装容量

$$Q_{\text{实安}} = 4 \times 6 \times 150 = 3600 \text{ (kvar)}$$

$$C = \frac{6}{4} \times 4.33 = 6.495 \text{ (}\mu\text{F)}$$

电容器的容抗:

$$X_C = \frac{1}{2 f C} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 6.495 \times 10^{-6}} = 490.33 \text{ (}\Omega\text{)}$$

6 注意事项

(1) 二阶高通滤波器不能单独投入使用,以免
造成3次谐波放大。

(2) 二阶高通滤波器的投入使用,会造成27.5
kV 母线电压的升高,所以主变压器分节开关必须调
节到合适的挡位,以保证设备的安全。

7 结束语

国内电气化铁道采用的以吸收3次谐波为主的

单调谐滤波器补偿装置,随着牵引负荷的增大已经
不能满足要求。虽然,国内电气化铁道有采用晶闸
管相控电抗器的动态无功功率补偿装置,但是其费
用太昂贵,超过百万元,对运营单位来说,可望而不
可及,此方案花费约二十万元,且结构优化、布局紧
凑、占地少,对运营单位无异于事半功倍的效果。

收稿日期: 2001-05-29

作者简介: 李西岐(1964-)男,从事铁路牵引供电检修、
试验工作。

Application of high-pass filter in traction power substation

LI Xi-qi

(Luoyang Railway Power Supply Section, Luoyang 471001, China)

中国高等学校电力系统及其自动化专业第十八届学术年会征文通知

全国高等学校电力系统及其自动化专业第十八届学术年会预
定2002年10月中旬在海军工程大学举行。现将征文范围、论文排
版格式和其它事项通知如下:

1 征文范围

- 电力系统规划、设计与可靠性;
- 电力系统稳态运行分析与控制;
- 电力系统暂态过程分析与控制;
- 高压直流输电及灵活交流输电技术;
- 能量管理系统及配电网自动化;
- 电力系统继电保护;
- 电力系统自动化及运动技术;
- 电力设备监测与故障诊断;
- 人工智能在电力系统中的应用;
- 电力市场;
- 理论电工;
- 教学研究及其它。

请按论文范围填写回执中“论文所属方向”栏。

2 论文排版格式

- 论文可用中文或英文撰写。论文应由题目、作者姓名、单位、
摘要、关键词、引言、正文、结论和参考文献等组成。
- 论文各节按1,2,3,...编排,引言编号为0,各分节按1.1,1.
2,...格式进行;各标题前、后各空一行;摘要不编号。
- 论文中的公式、插图和表格序号不分节,一律各用阿拉拍数
字统编(如图1,表5,...等)。
- 应列出主要参考文献,并在文中引用处的右上角用[]中标明
其序号,不要引用尚未发表的资料。

注: 欢迎向本次年会投稿的同时投寄《继电器》(E-mail:relay@public2.zj.ha.cn)。来稿请注明“电自专业年会论文”。这些论文经本刊审稿录
用后,将于会后在《继电器》杂志上陆续发表。

e. 论文用16K纸单面打印,文字应在纸中间215mm×145mm范
围内:正文用五号宋体,论文题目用小二号黑体,各节标题用四号黑
体,各分节标题用小四号宋体;摘要和参考文献目录用小五号宋体,
摘要、关键词五个字用黑体字。

f. 论文稿内容经次序核对准确后,页码用铅笔注在右下角。

g. 每篇论文一般不超过6页,论文被录用时,从第7页起每超
过一页除原版面费(另行通知)外,增付60元。

h. 论文若被录用,需统一制版印刷,故请将论文软盘(3.5寸)
连同论文稿件一起寄来,论文应在OFFICE97或OFFICE2000下编
辑。请作者认真审核,避免差错。

3 其它事项

论文(包括打印原件)一式四份、论文软盘及“回执”,请于2002
年7月1日前(以邮戳为准)挂号寄到我校。请在信封的背面注明
“电自专业年会征文”字样。过期本届年会不录用。为保证稿件邮
寄无误,请作者在稿件寄出10天后向我单位电话确认。

我校将聘请专家对论文进行评审决定是否录用,并于2002年9
月1日前将评审结果通知作者,如不录用,恕不退稿。

本届学术年会大会报告人和报告内容由个人自荐,单位推荐,
专家评审确定。请本专业的同仁和单位积极推荐,使中青年学者能
脱颖而出。

若有意见、建议和要求,盼及时通告会议筹备组,以便改进。

本届年会筹备组通信地址:湖北武汉海军工程大学电气工程系
402教研室;邮编:430033;会议联系人:戚连锁,徐国顺,李红江;稿
件和软盘收件人:张超,张莉,叶志浩;

电话:(027)83661380 83661382 83661372

传真:(027)83661381;E-mail:dianzi_2002@263.net