

电气化铁路电能质量综合补偿技术研究

林 晨

中国铁路设计集团有限公司 天津 300000

摘要: 随着我国社会主义经济的不断发展,我国交通运输行业也在稳步攀升,电子技术行业的不断完善,在一定程度上推动着我国电气化铁路事业的稳步前行。我国电气化铁路具有“速度快”“能量低”“环保性强”的优点,但是在运行的过程当中,避免不了负荷冲击所导致的系统功率下低,从而导致电力系统的谐波增大,影响整个电力系统的正常运行。基于这一情况,为了进一步提高,电气化铁路的运行质量和效率,降低其对电力系统的负面影响,做好电气化铁路电能质量的综合补偿尤为重要,基于此观点,本文就电气化铁路电能质量综合补偿技术研究展开探讨和论述,希望给广大工作者以星点启发。

关键词: 电气化铁路; 电能质量; 综合补偿技术; 研究

Research on Comprehensive Compensation Technology of Electric Railway

Chen Lin

China Railway Design Group Limited Tianjin 300000

Abstract: With the continuous development of China's socialist economy, China's transportation industry is also rising steadily, and the continuous improvement of the electronic technology industry, to a certain extent, promotes the steady progress of China's electrified railway industry. China's electrified railway has the advantages of “fast speed”, “low energy” and “strong environmental protection”, but in the process of operation, the system cannot avoid the low power caused by the load impact, resulting in the harmonic increase of the power system, affecting the normal operation of the whole power system. Based on this situation, in order to further improve, electrified railway operation quality and efficiency, reduce the negative impact on the power system, completes the electrified railway power quality comprehensive compensation is particularly important, based on this view, this paper is electrified railway power quality comprehensive compensation technology research, hope to inspire the general workers to star.

Keywords: Electrified railway; power quality; Comprehensive compensation technology; Research

引言:

电气化铁路带动着我国经济的发展和社会的进步,其运行的质量,是会受供电系统的安全性和稳定性的影响。而电力机车的供电方式一般都是采用单项整流式。而在充电过程中的谐波和无功率等问题是会对供电质量产生不同程度的影响。那么就会直接影响到整体电系统的稳定性和安全性,那么做好电能质量的综合补偿措施,增强空间系统的安全性和可靠性有着重要作用。在我国铁路事业的发展过程当中,铁路一直都是我国国民经济的重要支柱,通过电气化铁路的供电系统,可以保证铁路运行的高效和快捷,但是在具体的电气化铁路电力系

统运行当中,是会受到一些电能质量的问题影响。不能保证运输的稳定性和持久性,这是会限制铁路行业的持续发展,因此在电气化铁路运行当中,保障其运输的效率和质量,可以通过电力系统的合理分配,保障其运行正常,以促进国民经济的可持续发展。

一、电气化铁路负荷的特点及其对电力系统的影响分析

1. 电气化铁路负荷特点

单向交流工频,可以说是在国内外都深受欢迎被广泛应用到电气化公路的建设当中。就我国来说。牵引负荷在电气化铁路中有三大主要特点,首先牵引负荷具有

“单向移动性”，可以以大地和铁路的钢轨作为牵引的复合体。其次，和列牵引负荷和列车运行的速度是呈现一个“正比”，速度运行的快慢和加速度程度和牵引变化，等因素组成，同时具有短时的“冲击性”。最后就是牵引负荷在结构上具有“不对称性”，这就导致返回电气系统中的电流会存在一定的负序电流。

2. 牵引负荷对电力系统的影响

电气化铁路在正常的运输过程当中，电力负荷会对电力系统产生不同程度的影响，一般体现在三个方面。第一方面就是负序电流的影响。电气化铁路在实际的运输过程当中，牵引系统会产生一定的电流，这种电流就是“负序电流”。有一部分负序电流会对电动机产生逆向的磁场，那么受到磁场影响，定转子就会产生一定的“电流”，我们叫做“谐波电流”。谐波电流，会导致电动机的热功能不断增大，而功率就会降低。除此之外，负序电流，还可能导致整个电力系统当中的负序分量发生着变化，从而导致继电保护装置出现错误操作的情况。第二个方面就是无功电流。铁路在实际的运输过程当中，无功电流不光是会造成整个接触网中的电流出现增加的情况。电能和电压的损失也会增多，则导致整个电力机车的电压质量出现下降的情况。而且在这种情况下，会增加电力系统的内部损耗，导致变压器和发电机等设备出现效率低的情况，那么一旦造成设备的可使用效率下降，那么整个电力系统的稳定性，必然会受到影响。第三方面就是谐波电流，有一点需要注意的是谐波电流中的谐波是会受到通信系统的影响，那么低次的谐波，是会导致电网中的电能损耗增多，导致电动机的运输效率下降，那么补偿电器的电流就会增加，导致整个继电保护系统出现失灵的情况。

电能质量的实际测量方法和输出结果

类型	测量和控制	分析在显示
三相电压潮流 1. 步波形采样 周期图形	三相电压 均方根值采样 周期图形	分析在显示 FFT分析 趋势分析 谐波分析
长期电压波动	三相电压 均方根值采样 周期图形	趋势分析 幅值示、周期图
短期电压波动和中断	三相电压 均方根值采样 周期图形	幅值示、周期图
电压不平衡度(不平衡度)	三相电压 均方根值采样 周期图形	幅值示、周期图
高次谐波(4~100Hz)	三相电压 均方根值采样 周期图形	幅值示、周期图

(图为电能质量的实际测量方法和输出结果)

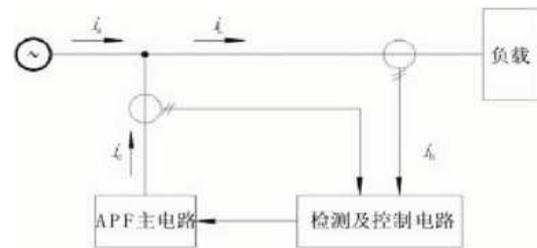
二、电气化铁路供电系统电能质量综合补偿技术研究现状

1. 主动治理

一般来说，主动治理的方法可以分为四种，第一种就是在设计最初的时候就尽量把牵引网的容量进行扩大。为了就是提高牵引网电能质量的平稳运行，降低其负面影响。第二种就是在牵引变电所连接的部位。可以选择“择换相接法”，这种方法是可以在很大程度上降低其负面影响。第三种就是选择转相质量比较好的变压器可以很好地降低负序。第四种，就是选择“交—直—交型电力机车”降低谐波的负面影响。

2. 被动治理

通常情况下来说，被动治理的方法有三种，第一种就是使用无缘的补偿器。一般都是选择静止无功的补偿器。第二种就是选择有缘的补偿器，常见的有缘的补偿器，有源电力滤波器和铁路功率调节器等。如下图的就是有源电力滤波器基本结构^[1]。



(有源电力滤波器基本结构图)

三、电气化铁路电能质量综合补偿新方法研究

1. SVG的补偿原理

广义来说，SVG是英文“Static Var Generator”的缩写。直译为中文就是“静止无功发生器”。是一种比较普遍且先进的被广泛应用于电气化铁路运输的一种无功补偿装置。无功补偿装置的补偿原理就是把自换的桥式电路通过电抗器直接连接到电网上，或者是把无功补偿装置和电网运行“并联”，然后利用桥式电路中的电压幅值进行调节工作，使其发出无功电流，就是以这样的方式达到无功补偿的目的。就相关的研究分析表明，如果说在一个平衡的三相电路当中，无论负荷的功率呈现什么状态，对三相瞬时功率都不会造成什么影响，因为他的“值”始终是不会发生变化的。这个“值”等于三相电路总区间的总功率。由此可见，在这个电路和负载之间是完全没有无功能量的流入，或者是无功电量的流出。而无功能量主要是上述我们提到的三相电流之间的流进或者是流出，而形成的。那么基于这一研究理论成果得知，只要能满足三项各个部位之间的无功能量可以综合到一起进行处理，那么就可以达到消除无功的主要目的了。SVG可以对无功功率进行一定程度上的吸收，这样就可以达到动态控制下无功补偿的目的^[2]。

2. SVG的优点

SVG采用的是比较先进的数控技术，对于数控技术来说我们并不陌生，不光是可以使整个电力系统实现“安全性”和“可靠性”，并且可以对其“稳定性”上得到了很大的提升。除此之外，在阻尼系统的“震荡”方面，其性能也优越于传统的装置当中。此外，由于SVG拥有智能化的操作平台，所以并不需要对其进行日常的维护工作，这相较于常规装置当中可以减少一定的维护费用。与此同时，电压和“无功潮流”的优化控制可以通过EMS来实现，这也就是我们经常提到的数字化电力系统的重要组成部分之一。除此之外，SVG具有良好的灵活控制能力，且控制范围也可以进行自主的调节或者是智能化的调节。可以实现连续且快速的调节。值得一提的是，其响应的速度可以高达“毫秒级别”。而在SVG的静止状态下运行，其稳定程度和完整性是非常强的，而且不会产生任何的噪音。一方面可以延长自身的使用寿命，另一方面对周边的环境也起到保护作用^[3]。

3. SVG应用现状

SVG的应用范围可以说是非常广泛，在电力系统中可以保持最大的无功功率电流。这里有一点要说明，SVG

的无功功率电流和系统的电压并没有直接的关系。除此之外，可以增加各种类型的SVG。而在SVG的桥式交流电路的多平台技术应用中和PWN技术中可以对谐波进行有效的处理，为的就是降低谐波的负面影响。

四、结束语

总而言之，随着我国社会主义。经济不断进步，电气化铁路也在越来越多，电力系统的应用范围也越来越广泛，为了使电力系统可以发挥自身的优势，减少一些负面的影响，对其进行综合补偿就显得尤为重要。那么在实际的应用过程当中，对综合因素进行考虑，在此基础上选择最适合的补偿方法，对我国电气化系统持续发展具有重要意义。

参考文献：

- [1]丁秀香, 邵文妍. 电气化铁路电能质量评估分析[J]. 电工技术, 2022, (1): 59-61.
- [2]王佩, 朱辉, 李骑, 李海军. 电气化铁路投入对新疆电网电能质量影响分析[J]. 电工技术, 2021, (23): 57-58+61.
- [3]马天娇, 李青, 张明江, 张琪瑞. 基于莫合泉变电站实测数据分析电气化铁路对电网电能质量的影响[J]. 黑龙江电力, 2021, 43(5): 412-415.