

铁路负荷对接触网电压质量影响分析

◆杨睿乔

(宝鸡铁路技师学院 陕西宝鸡 721000)

摘要: 随着现代社会的不断发展与进步, 以高铁、动车组等为代表的铁路运输构成了我国陆路运输系统的主要组成部分, 目前大部分铁路将电能作为其动力来源, 形成了由牵引站、接触网以及机车构成的电气化铁路系统。钢轨上方的接触网通常为单相, 这就造成了接触网以及牵引站三相负荷分配不均匀, 不对称性问题比较突出。另外考虑到电力机车负荷较大, 其启停会对接触网以及牵引站造成一定的冲击, 会对供电可靠性以及电压质量指标带来一定的挑战, 进而可能会危及机车牵引站以及上级电网的供电安全。

关键词: 铁路负荷; 接触网; 电压质量

引言: 电气化铁路已经成为我国保持经济快速增长的运输命脉, 其重要性已经不言而喻。因铁路负荷自身以及供电接触网结构的独特性, 电力机车的运行会对牵引站以及接触网的电压质量带来一定影响。为了充分利用铁路运输的巨大能力以及满足社会对铁路的发展需求, 要综合分析其影响并制定应对措施。本文在介绍了电气化铁路供电系统结构的基础上, 分析了交直和交直交两种类型的电力机车的电气特性和负荷特性。以某牵引变电站实际数据为算例, 分析了电力机车运行对接触网以及牵引站的电压偏差、电压波动以及三相电压不平衡度指标的影响情况并给出了几种对电气化铁路进行改良的解决方案。

1. 电气化铁路供电系统

电力机车需要的电能来自牵引变电站, 牵引变电站与上级主电力系统相连接, 从而从电力系统获取电能。由于电力机车具有位置移动性, 而牵引变电站是固定的。所以为了让移动的列车持续获得电能, 一般会在钢轨上方架设接触网。

电力机车直接从接触网获得电能, 使电动机驱动列车前进。由于铁路线路较长, 而牵引变电站的供电半径是有一定限制的, 所以钢轨上方的接触网是分段的, 每段取自不同牵引变电站的电能, 每段的连接处设置分相开关进行电分相, 以免来自不同牵引变电站的电能因为相序不同而发生短路故障对于取单相电能的接触网系统, 在每个牵引变电站处通常会设置回流线, 从而使变电站、接触网、机车、大地以及回流线构成回路^[1]。

2. 铁路负荷特性分析

2.1 电气特性

根据使用驱动电动机类型的不同, 可以将列车分为交食型和交直交型两种, 这也是我国铁路公司常用的两种型号机车。4 交直交型电力机车采用的是直流电动机, 通过机车内部的电力装置将从接触网获取的交流电整流成直流电后供给; 置: 流电动机使用《考虑到谐波成分与整流装置成本的矛盾性, 出于控制成本目的该类机车的供电装置内部会产生较大的谐波, 这会对直流电动机造成不利影响, 其功率因数数值也较低。直流电再经过逆变器逆变成交流电后供电机车的交流电动机转动驱动机车行驶。车载变压器与机车钢轨间连^[2]。

2.2 负荷特性

电力机车从接触网获取电能, 对于接触网、牵引站以及电力系统来讲其表现为具有一定特殊特性的用电负荷。其负荷特性主要与机车启动功率、稳定运行速率、机车总体质量以及钢轨倾斜度等几个因素有关。(1) 机车启动功率。电力机车从静止开始慢慢加速需要很大的启动功率, 这时电力机车会从接触网获取较大的电流值, 会造成接触网以及牵引站母线出现较大的电压降落, 而且该降落值一般会随着启动功率的增大而增大。(2) 稳定运行速率。电力机车加速结束后进入稳定运行状态, 速度达到匀速运行, 此时电力机车主要受到空气阻力和钢轨的摩擦力。空气阻力与机车的运行速度成正相关关系, 机车运行速度越大其受到的空气阻力值也越大。(3) 机车与列车机箱、钢轨之间会存在一定的动摩擦力, 其值与机车以及机箱的总体质量有关。质量越大, 动

摩擦力越大, 机车为了克服这一摩擦力所需要的牵引动力就会越大。(4) 钢轨倾斜度。当列车在平地钢轨运行时, 其机车牵引力主要是克服摩擦力以及空气阻力。当列车运行位置具有一定坡度即列车上坡运行时, 其牵引力除克服空气阻力以及摩擦力外, 还需要克服一定的自身重力。

3. 铁路负荷对电压质量影响分析及对策研究

考虑到接触网供电系统的结构以及电力机车的负荷特性可以看出电力机车负荷具有明显的不对称性、波动性以及冲击性, 这会对电力机车的接触网以及牵引站母线的电压质量带来一定影响。由于接触网一般为单相, 所以二相电压可能存在很大的不平衡性问题。再考虑到接触网具有一定的分段性, 机车的频繁经过以及启动都会给接触网带来电压偏差大以及电压波动值大等问题。本文以某牵引变电站为例分析机车的负荷特性对电压质量产生的影响。该牵引变电站共有两条电源进线, 分别来自两个不同的上级主网变电站。该迁移站共有两条牵引线出线, 分别以单相形式构成电力机车的接触网供电系统^[3]。

3.1 电压偏差和电压波动

当系统结构形式或者电源出力与负荷水平发生变化时, 供电系统中潮流分布以及网络电压也会随着发生变化。对于由牵引站、接触网以及电力机车构成的牵引电源网络, 当电力机车通过时, 接触网以及牵引站的电压就会发生变化, 当电力机车通过某牵引站所带接触网时, 会给供电系统带来一定冲击, 造成供电网络的电压波动。当电力机车在某一接触网上运行时, 由于外在环境变化机车运行功率并不是恒定的, 所以也会带来一定的系统扰动。

3.2 三相不平衡度

国家有关标准对配电线路的三相不平衡有着严格的规定, 对于一般系统其 P C C 节点处三相电压不平衡度的限制一般为 2%, 这是一个长时间尺度的限制范围, 即三相电压不平衡不能长时间超过 2% 的限制值。短时限内可以越过 2% 的限值, 但是最大值不能超过 4%。考虑到牵引站电源进线对牵引出线的影响以及不同的运行模式, 根据牵引电源进线不同的功率水平制定了 5 种场景, 分析每种场景下该牵引站牵引线的三相不平衡度指标。

3.3 解决措施

为了应对电力机车对接触网以及牵引站甚至上级电网的电压质量的影响问题, 采取的应对措施有: (1) 牵引站的电源进线采用三相轮换的方式接入上级变电站中, 达到均衡牵引站负荷的目的, 从而降低牵引站整体对上级供电系统的冲击。(2) 具有多条牵引出线的牵引变电站, 尽可能均分每条牵引出线的负荷, 甚至均分每相的负荷值。(3) 根据列车调度以及客车类型、出行计划等, 尽可能的均衡发车。(4) 在牵引站设置相应的 S V G 设备, 通过灵活吸收或者发出无功提高迁移站母线的电压质量。(5) 必要时采用阻抗平衡变压器来减少电压波动、均衡三相电压。

4. 结论

电气化铁路的飞速发展给牵引站以及主网的供电可靠性带来了全新的挑战。在介绍了电气化铁路供电系统结构的基础上, 本文分析了交直和交直交两种类型的电力机车的电气特性以及负荷特性。以某牵引变电站实际数据为算例, 分析了电力机车运行对接触网以及牵引站的电压偏差、电压波动以及三相电压不平衡度指标的影响情况。

参考文献:

- [1] 杜习周, 陈栋新, 余晓鸥, 等. 电气化铁路负荷对电网电能质量的影响[J]. 华中电力, 2010, 23(6): 3537.
- [2] 云明轩. 铁路牵引负荷对电网电能质量的影响及治理[J]. 宁夏电力, 2016(6): 3841.