

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3078—2023

牵引网高次谐波与谐振治理技术规范

2023-06-19 发布

2023-08-01 实施

四川省市场监督管理局

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 2

5 接入 2

6 方案设计 3

7 装置的技术要求 4

8 试验及验证 5

附录 A （资料性） 滤波器类型及选用导则..... 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口并解释。

本文件起草单位：成都尚华电气有限公司、西南交通大学、国能包神铁路集团有限公司、国能朔黄铁路发展有限责任公司、京沪高速铁路股份有限公司、四川省轨道交通牵引供电工程技术研究中心。

本文件主要起草人：李群湛、李子晗、解绍锋、郭锴、周志成、刘朝晖、于国旺、李喆、易东、马庆安、周福林、黄小红、李书谦、李昱、吴波、杨振坤、杨智灵、张伟鹏、李毅、范红静、魏莎莎、苏骆宁、黄敏、王永建、何晓燕、李亚楠、邹霖、李宇航、王辉、张骥、陈民武、刘炜、刘承志。

本文件为首次发布。

牵引网高次谐波与谐振治理技术规范

1 范围

本文件规定了工频单相牵引网和牵引变电所高次谐波与谐振治理技术的术语和定义、符号和缩略语、接入、方案设计、装置的技术要求及试验验证。

本文件适用于工频单相25kV供电制式的牵引网和牵引变电所中由谐波源激发的11次及以上谐波与谐振治理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/Z 17625.4—2000 电磁兼容 限值 中、高压电力系统中畸变负荷发射限值的评估

GB/T 17626.7—2017 电磁兼容 试验和测量技术 供电系统及所连设备谐波、间谐波的测量和测量仪器导则

GB/T 25093—2010 高压直流系统交流滤波器

GB/T 32350.1—2015 轨道交通 绝缘配合 第1部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离

GB/T 32507—2016 电能质量 术语

GB 50556—2010 工业企业电气设备抗震设计规范

TB 10009—2016 铁路电力牵引供电设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公共连接点 point of common coupling; PCC

电力系统中一个以上用户的连接处。

[来源：GB/T 32507—2016，2.1.19]

3.2

牵引网 traction network

专为电力机车或电动车组提供电力的供电回路。

3.3

谐波源 harmonic source

向公用电网注入谐波电流或在公共电网中产生谐波电压的电气设备。

[来源：GB/T 14549—1993，3.9]

3.4

阻抗频率特性 impedance-frequency characteristic

从观测点看进去的系统阻抗值随频率变化的关系曲线。

[来源：GB/T 32507—2016，2.6.14]

3.5

无源滤波器 passive filter

由滤波电容器、电抗器和电阻器组合而成，用于滤除谐波同时补偿基波无功的装置。

[来源：GB/T 32507—2016，5.21]

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

T：接触网（Traction overhead equipment）

R：回流电路（Return circuit）

F：正馈线（Feeder）

AT：自耦变压器（Auto transformer）

5 接入

5.1 接入条件

5.1.1 电压等级：55 kV（2×27.5 kV）、27.5 kV、10 kV、0.4 kV、0.22kV。

5.1.2 标称频率：50 Hz。

5.1.3 场址选择和布置：场址选择和布置应符合 TB 10009—2016 中 4.3、4.5 的规定。

5.1.4 环境条件：工作场所环境条件应符合 GB/T 25093—2010 中 4 的规定。

5.2 接入位置

5.2.1 牵引变电所、牵引网区段、分区所

无源滤波器接入牵引变电所主要包括直供和AT供电两种方式。采用直供方式时，无源滤波器可接入牵引变电所、牵引网区段及分区所T-R之间；采用AT供电方式时，无源滤波器可接入牵引变电所、牵引网区段及分区所T-R、F-R之间，分别如图1和图2所示。

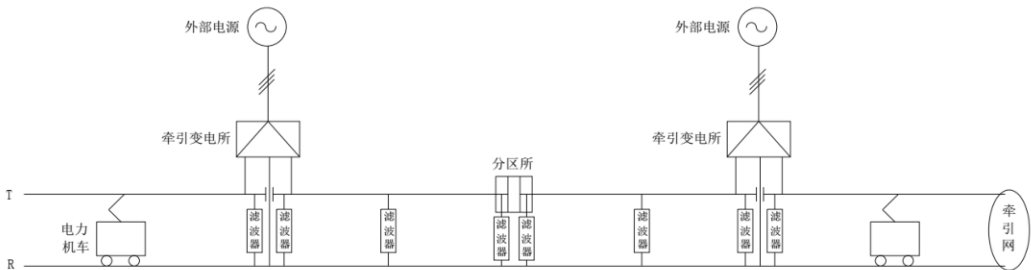


图1 直供方式接入位置示意图

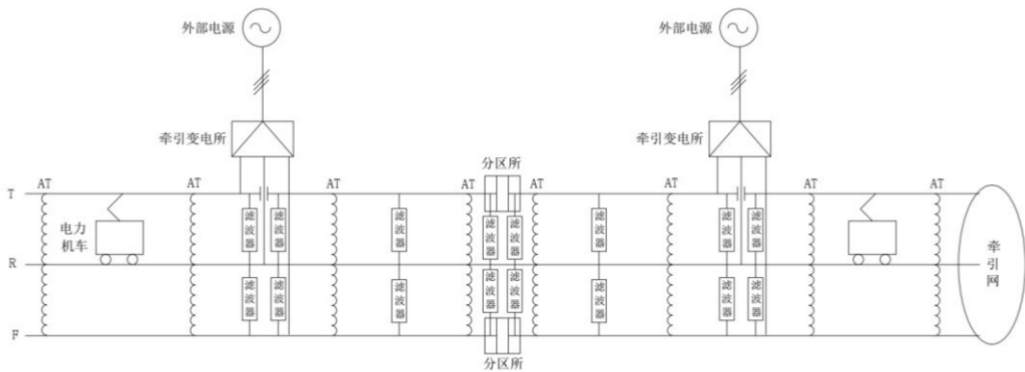


图2 AT 供电方式接入位置示意图

5.2.2 所内动力配电母线

无源滤波器接入所内动力配电母线主要包括自用变压器高压侧和低压侧两种方式，当自用变压器高压侧由牵引母线供电时可采用高压侧接入方式，无源滤波器接入低压侧与所内用电设备并联运行时，主要包括三相动力配电母线接入滤波器方式、单相动力配电母线接入滤波器方式，如图3所示。

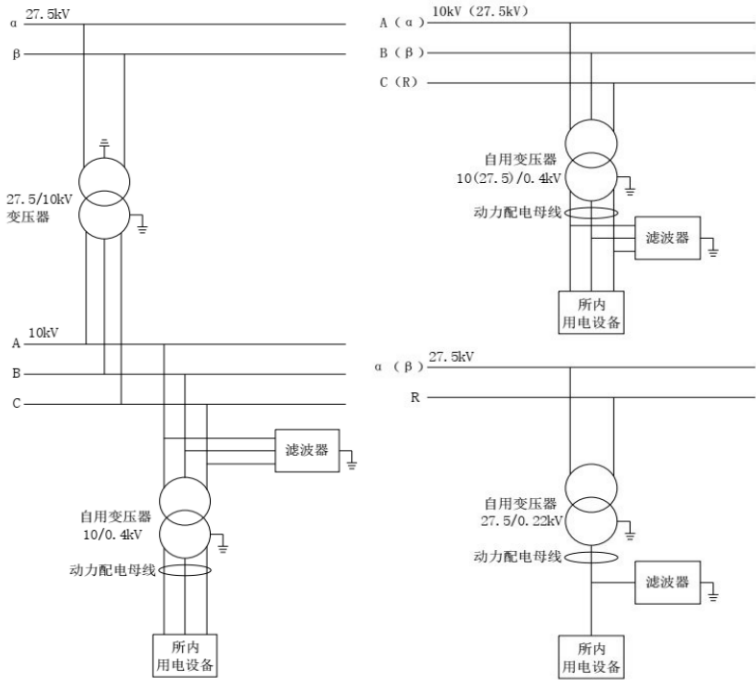


图3 自用变高压侧和低压侧接入位置示意图

5.3 信号检测

谐波测量范围不低于50次，测量过程及测量仪器应符合GB/T 17626.7—2017中的规定。

6 方案设计

6.1 概述

设计总体步骤如下：

- a) 牵引网谐波测试及分析;
- b) 牵引网阻抗频率特性、负载谐波特性分析;
- c) 无源滤波器选型。

6.2 设计输入

6.2.1 一般规定

应包含但不限于以下内容,如牵引变电所配置有其他设备(如无功补偿设备等),设计时应一并考虑其参数对治理效果的影响。

6.2.2 公共连接点(PCC)

系统短路阻抗。

6.2.3 牵引变电所

牵引变电所主接线、主要电气设备参数。

6.2.4 牵引网

供电方式、导线参数及空间分布。

6.2.5 牵引网负载

电力机车取流特性(基波和谐波)、行车组织方案。

6.2.6 所内动力配电网

所用变接线方式及参数、负载参数。

6.3 安全要求

6.3.1 电气设计绝缘配合应符合 GB/T 32350.1—2015 中的规定。

6.3.2 安全标志应符合 GB 2894—2008 中的规定。

6.4 系统功率因数

无源滤波器接入后不宜降低系统原有功率因数。

7 装置的技术要求

7.1 主接线拓扑

无源滤波器主接线拓扑类型及选用导则见附录A。

7.2 一次设备技术要求

一次设备包括由电容器、电抗器及电阻器不同接线型式组成的无源滤波器及其配套的避雷器、互感器、断路器和隔离开关。无源滤波器户内布置时,电容器、电抗器及电阻器宜采用干式设备,独立式金属柜安装方式;户外布置时,根据用户要求选用干式或油浸式设备。

7.3 装置整体性能指标

7.3.1 基波损耗要求：不超过无源滤波器额定功率 5%。

7.3.2 噪声要求： ≤ 75 dB (A)，根据应用场景需求该指标可做适当调整。

7.3.3 抗震要求：应符合 GB 50556—2010 中的规定。

7.4 保护

无源滤波器的保护包括内部故障保护、整体的继电保护和操作过电压的限制。无源滤波器的保护与所接入的牵引变电所的保护设备间应做到充分配合，避免出现误动或拒动，保护设备信号应取装置自带的或者用户指定的电压互感器、电流互感器。

内部故障保护：滤波电容器的内熔丝保护、外熔断器保护、压力释放保护（油浸式）、油压保护（油浸式）、温度保护、电抗器的瓦斯保护（油浸式）、电抗器的温度保护等，应在满足电容器（组）、电抗器安全运行的条件下，根据装置的容量、接线方式以及各项目的实践经验进行配置选择。整体的继电保护有速断保护、过电流保护、不平衡保护（差压、差流）、过电压保护和失压保护。

如条件允许，宜增加谐波过流保护或全电流保护。

在无源滤波器支路装设避雷器来限制操作过电压。

7.5 通信和监控

7.5.1 通用要求

保护测控装置通信接口和协议应与用户设备相配合，具备通用性与兼容性。

7.5.2 监控范围与内容

无源滤波器外部监测：公共连接点（PCC）处电压电流总谐波畸变率、各次谐波含量监测及记录。宜监测记录主要设备的总电流谐波畸变率、各次谐波含量。

无源滤波器内部监控：无源滤波器支路电流、各设备电流、开关状态及各设备运行状态（含非电量信号）。

8 试验及验证

8.1 例行试验

电容器、电抗器、电阻器、避雷器、互感器、断路器、隔离开关及保护装置应符合相关国家标准，并通过例行试验。

8.2 现场试验和验证

现场试验可分为：

——在上主电前进行的设备和分系统试验；

——在上主电后进行的系统试验。

应进行已存在的谐波水平的测量试验，目的是为了验证滤波器设计和性能。

试验项目及要求可参照 GB/T 25093—2010 中 7 的规定。

8.3 治理目标

8.3.1 公共连接点（PCC）治理目标

公共连接点（PCC）处谐波电压满足 GB/T 14549—1993 或 GB/Z 17625.4—2000 要求。

8.3.2 牵引网侧治理目标

8.3.2.1 滤除牵引网和牵引变电所谐波源激发的高次谐波。

8.3.2.2 改变牵引网阻抗频率特性，降低谐振振幅。

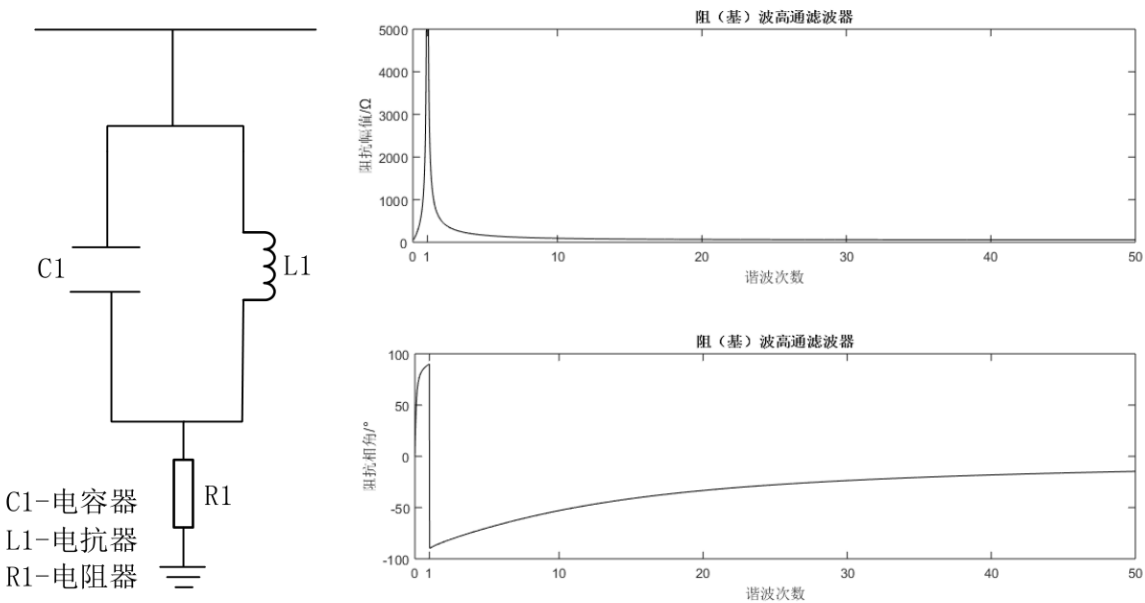
8.3.3 所内动力配电网治理目标

低压动力配电网谐波电压满足GB/T 14549—1993要求。

附录 A
(资料性)
滤波器类型及选用导则

宜按照GB/T 25093—2010中附录A中介绍的滤波器类型及选用导则执行，阻（基）波高通滤波器和频率响应见图A. 1。

电容器C1与电抗器L1并联后再串联电阻器R1，C1和L1调谐于基波频率并联谐振，与系统不发生基波无功交换，对于高次谐波形成低阻抗通道及阻尼衰减。



注：高次谐波水平超标或引发系统谐振时宜采用该电路结构的滤波器，此处高次谐波的定义与治理范围一致，为11次以上谐波。

图A. 1 阻（基）波高通滤波器和频率响应