

技术方案总体阐明

宁夏佳盛远达铝镁新材料有限企业整流机组滤波赔偿装置是根据招标文献提供的技术参数，并且参照了同等规模、同类负荷项目的基础上经深入优化得出，重要参照工程如下：

工程名称	生产规模	赔偿绕组电压 (kV)	安装容量 (kvar)	机组数量 (套)	电解槽系列电流 (KA)
杭州锦江集团宁夏宁东铝业	年产 30 万吨	9.5	26400	6	400
青海鑫恒水电开发有限企业	年产 60 万吨共两期	28	25800	7	430
中电投青铜峡迈科铝业有限企业	年产 31 万吨	22	27600	6	400

一、本技术方案的特点

(1) 无功赔偿量确实定参照了上述项目的经验，保证不欠补也不过补。本方案设计单机组总安装容量 26000kvar，基波赔偿容量 19700kvar。

(2) 滤波装置设 5 次、7 次以及 11 次高通滤波支路，其中 5、7 次单调谐支路以赔偿为主，同步防止 11 次如下非特性谐波放大，11 次（高通）作为主滤波通道，以滤除 12 脉特性谐波。

(3) 滤波装置采用双星型中性点不平衡电流保护，该保护方式可以很敏捷地检测出电容器内部故障。同步在滤波支路中加装避雷器和中性点避雷器，以消除由于电容器投切过程中产生的过电压，保护第三绕组系统及电容器装置使其免受到过电压的冲击。

(4) 装设滤波赔偿成套装置后，公共考核点电能质量可以抵达如下指标：

滤波赔偿装置在电解系列电流 500

KA 运行时，以及在 8 台机组和 7 台机组运行，以及全系列和半系列运行时，整流机组注入电网的谐波电流及谐波电压畸变率应满足 GB/T14549-93 国标的规定。电压总谐波畸变率 $THDu \leq 1\%$ 。

容许注入公共联接点的谐波电流容许值按国标规定考核。

在 8 套机组运行时，整流装置的总功率因数为 ≥ 0.95 ，任何运行状况下总功率因数 > 1 ；在 7 套机组运行时，整流装置的总功率因数为 ≥ 0.90 ，在任何状况下运行均不会产生谐振。不损坏电容器等设备。

滤波通道设置 5 次、7 次、11 次共 3 个滤波通道，满足在任何运行方式（8 套机组运行或 7 套机组运行）时，供电系统均不发生谐振，且谐波含量均满足本技术规定中“容许注入公共联接点的谐波电流容许值”规定。

二、本次方案针对铝厂的特殊考虑

1、针对国内电解铝行业整流变第三绕组发生事故较多的现象，本方案采用如下措施来保证第三绕组的安全性。

装设谐波保护单元，当检测谐波电流超过设计整定值时跳开电容器。

安装 PT 柜，设相对地接地保护，发生相对地接地故障时先跳开电容器装置，假如故障未消除再跳开主变开关。

在滤波装置各支路中装设避雷器及中性点避雷器，消除投切电容器时作用在整个第三绕组系统的操作过电压。

2、有关电压升高对第三绕组的影响

考虑装入赔偿装置后第三绕组电压的抬升,若投入 26000kvar 后,在额定档位时变压器计算得短路阻抗 $X_{13}=0.356$ 。

$$I_c=26000/24/1.732=625A;$$

$$\Delta U = I_c * X_{13} = 0.356 * 625 \approx 223V;$$

因此，第三绕组实际电压按 24.23kV 考虑

，本次方案设计的仿真计算均按照 24.23 的系统电压进行。

3、有关强磁场对设备的影响

由于距电容器较近处有 500kA 直流强磁场电源，我企业提供设备采用如下措施：

电容器采用不锈钢外壳，电容器框架、围栏及其附件采用低导磁材质，防止形成电磁环流。在二次回路中增长屏蔽线，我企业为设备配套的开关柜及 PT 柜均采用磁屏蔽措施，保护模块单独置于保护屏体内。

目 录

第一部分 系统分析	5
1.1 负荷特性分析	5
铝电解负荷性质和供电规定.....	5
整流装置谐波成因分析.....	5
整流装置谐波危害.....	6
1.2 项目工程概况（顾客提供）	6
1.3 治理前谐波电流仿真分析	8
第二部分 方案设计	11
2.1 引用原则	11
2.2 无功赔偿量计算	12
2.4 滤波器设计	12
2.4.1 滤波装置设计原则.....	12
2.4.2 滤波装置工作原理.....	13
重要元器件技术参数及技术规定.....	16
2.5 滤波后电能质量仿真分析.....	19
治理后功率因数.....	19
治理后谐波电流.....	19
波形仿真.....	21
滤波器容量及安全性能校验.....	24
第三部分 供货清单	26
第四部分 其他	29

附件 1 企业简介	29
附件 2 重要业绩及图片	31
附件 3 质量保证体系	35
附件 4 质量和售后服务等的承诺	36

第一部分 系统分析

1.1 负荷特性分析

1.1.1 铝电解负荷性质和供电规定

按生产过程，铝电解属于熔盐电解，依托不停地供应电解槽以直流电能，在1000℃左右将包括氧化铝的电解质进行加热和电解，生成的熔融铝沉于电解槽下部，持续不停的输入直流电流方能保持电解槽正常生产所需要的槽温。当减少直流电流时，将引起槽温下降，因而破坏槽子的热平衡，此时浮于上部的氧化铝将开始下沉槽底结疤，槽子的电阻值增大，槽电压升高，阳极效应增多，槽子处在病态，严重时电解不也许正常进行，因而工艺生产规定恒定的直流电流。直流电流大幅度的波动或减少，不仅将破坏电解槽的正常生产，并且会导致槽子局部过热。当发生全停电事故时，如停电一种小时，除产生上述大幅度电流波动的严重影响外，还因电解槽逐渐冷却而危及槽子的正常寿命。铝电解负荷为一级负荷，因此设计铝电解厂供电系统和电气设备的选择，必须考虑到在检修和一般故障状况下不得影响铝电解的正常生产，不应减少负荷和电解电流等。

1.1.2 整流装置谐波成因分析

变流装置是电网的重要非正弦受电设备。虽然电网供电电压为理想正弦波，由于整流阀的单向导电作用，

在正反向电压作用下其电阻值迥然不同样，因而整流装置从交流电力系统取用的电流也是非正弦的。这种非正弦电流波形，根据系统参数、整流装置相数、接线和运行条件的不同样而发生很大的畸变。将这些电流波形按照傅氏级数可以分解为基波及一系列不同样频率和振幅的谐波，但一般不包括直流分量。因此整流装置是从电力系统取用谐波电流的受电设备。

整流装置从电网中取用的非正弦电流，流经系统中包括发电机、输电线、变压器在内的多种阻抗元件，必然产生非正弦的电压，使交流系统内各点的电压波形也发生不同样程度的畸变。电压畸变的程度取决于整流装置容量与电网容量的相对比值以及供电系统对谐波频率的阻抗。畸变的电压反过来对整流装置从系统中取用大的电流波形又有影响，因而谐波电流友好波电压相伴而生，互相影响。

整流装置直流侧输出电压和电流，亦非理想的直流平滑波形，可视为直流分量及一系列交流谐波分量的综合。直流分量及交流分量的的大小，取决于整流装置运行条件、相数、接线方式、系统参数等一系列原因。一般状况下，整流装置靠近直流负荷，除高压直流输电及直流牵引网络外，直流侧谐波较交流侧谐波影响面小。

1.1.3 整流装置谐波危害

谐波作为电网的污染源，对电网及电力设备的侵害表目前诸多方面：

- **对变压器的影响**

谐波电流增长变压器铜损、铁损，使变压器温度上升，影响其绝缘能力，并导致容量裕度减小。谐波也也许引起变压器绕组及线间电容之间的共振，及引起铁心磁通饱和或歪斜，而产生噪声。

- **对电力电容器的影响**

伴随谐波电压的增高，会加速电容器的老化，使电容器的损耗系数增大、附加

损耗增长，从而轻易发生故障和缩短电容器的寿命；另首先，电容器的电容与电网的感抗构成的谐振回路的谐振频率等于或靠近于某次谐波分量的频率时，就会产生谐波电流放大，使得电容器因过热、过电压等而不能正常运行。

- **对电力电缆的影响**

在导体中非正弦波电流产生的热量与具有相似均方根值的纯粹弦波电流相比较，非正弦波有较高的热量，该额外温升是由众所周知的集肤效应和邻近效应引起的，而这两种现象取决于频率及导体的尺寸和间隔。这两种效应如同增长了导体的交流电阻，进而导致线路损耗增长。

此外，谐波还会引起继电保护和自动装置误动作，使电能计量出现混乱。对于电力系统外部，谐波对通信设备和电子设备会产生严重干扰。

1.2 项目工程概况（顾客提供）

1.2.1 使用的环境条件

海拔高度：1230 米

年平均环境温度：9.2℃

最热月平均气温：23.4℃

最冷月平均气温：-7.4℃

极端最高气温：39.5℃

极端最低气温：-26.9℃

平均相对湿度：9.2%

年平均降雨量：222.9mm

日最大降雨量：77.8mm

年平均蒸发量：2055.3mm

最大冻土深度：80 cm

最大瞬时风速：38m/s

年平均风速：2.9m/s

主导风向：W 和 ENE

静风频率：25%

安装方式：户内安装，安装面积 20mX14.5m(单套)

1.2.2 接入电源系统参数

(1) 铝厂 330KV 母线处：

- 1) 工作电压：U1=330+10%, -5%kV，频率=50±0.5Hz
- 2) 系统短路参数：铝厂 330kV 母线处，短路容量为***MVA。
- 3) 频率：50±0.5Hz

(2) 铝厂电源公共连接点的用电协议容量：XXX MVA

铝厂电源公共连接点的供电设备容量：XXX MVA

(3) 整流变设备参数

1) 型号 ZHSFPTB-148.4MVA/330kV，整流机组共 8 组。

2) 每台机组的参数如下：

机组通过容量	148.4MVA
单机组额定直流电流	2X39KA
赔偿绕组容量	42 MVA
赔偿绕组电压	24 kV

3) 每机组 12 相整流，8 机组构成等效 96 相脉波。

4) 整流机组阻抗

机组的各级容量阻抗由整流变压器中标厂家提供。

运行方式：

方式：8 台整流机组运行；

方式：7 台整流机组运行。

(4) 电解工艺概况

◇ 电解槽数：总数量 366 台，其中备用槽 8 台；

系列正常电流：500kA

◇ 饱和电抗器控制深度：70 V

◇ 额定系列电压：1650 V

◇ 槽平均电压：3.93 V

1.2.3 治理后规定抵达的电能质量指标

(1) 滤波赔偿装置在电解系列电流 500 KA 运行时，以及在 8 台机组和 7 台机组运行，以及全系列和半系列运行时，整流机组注入电网的谐波电流及谐波电压畸变率应满足 GB/T14549-93 国标的规定。电压总谐波畸变率 $THDu \leq 1\%$ 。

容许注入公共联接点的谐波电流容许值按国标规定考核。

(2) 在 8 套机组运行时，整流装置的总功率因数为 ≥ 0.95 ，任何运行状况下总功率因数 > 1 ；在 7 套机组运行时，整流装置的总功率因数为 ≥ 0.90 ，在任何状况下运行均不会产生谐振。不损坏电容器等设备。

(3) 滤波通道设置 5 次、7 次、11 次共 3 个滤波通道，满足在任何运行方式（8 套机组运行或 7 套机组运行）时，供电系统均不发生谐振，且谐波含量均满足本技术规定中“容许注入公共联接点的谐波电流容许值”规定。

(4) 电容器采用双星型联接，并设中性点不平衡电流互感器。

1.3 治理前谐波电流仿真分析

整流设备在理想状况下，流经调压变压器的谐波电流只有 $12K \pm 1$ 次特性谐波（K 为整数）。8 套机组同步运行时，流入 330kV 母线的谐波电流只有 $96 K \pm 1$ 次特性谐波；1 套机组检修，7 套机组运行时，流入 330kV 母线的谐波电流则有 $12K \pm 1$

次特性谐波。实际上由于系统运行存在诸多原因的偏差，亦存在一定比例的其他非特性次谐波。

谐波电流计算措施如下所示：

➤ 理论计算公式：

α ， γ 的计算（参照硅整流所电力设计 P238-P239）

$$\cos(\alpha + \gamma) = \cos \alpha - 2 \times K_x \times X_H^* \times I_d^*$$

$$U_d^* = \frac{U_d}{U_{dio}} = \cos \alpha - K_x \times X_H^* \times I_d^*$$

$$\alpha = \arccos(U_d^* + K_x \times X_H^* \times I_d^*)$$

$$\gamma = \arccos(U_d^* - K_x \times X_H^* \times I_d^*) - \alpha$$

K_x ：换相电抗直流电压降相对值计算系数，对于三相桥式接线

$$K_x = 1/2 = 0.5$$

X_H^* ：换相电抗，即系统电抗（以调压整流变压器容量为基准）和调压整流变压器短路阻抗之和

$$X_H^* = \frac{S_J}{S_{dx}} + X_z^*$$

S_J ：调压整流变压器容量 S_{dx} ：系统短路容量

X_z^* ：调压整流变压器短路阻抗

I_d^* ：电流标么值 $I_d^* = \frac{I_d}{I_{dN}}$

$$\text{理想空载电压： } U_{dio} = \frac{U_{dN} \times [1 + \frac{K_x e_x}{100} + \frac{\Delta P}{P_T}] + S N_s U_{TM} + \sum U_s}{\cos \alpha_{\min} (1 - b/100)}$$

$$\text{系统短路容量： } S_{dx} = \sqrt{3} U_1 \times I_{\min}$$

网侧基波电流的有效值：(GB/T3859.2-93 P28)等效 IEC146-1-2(1991)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/477146133103006113>