



中华人民共和国国家标准

GB/T 20989—2017/IEC 61803:2011
代替 GB/T 20989—2007

高压直流换流站损耗的确定

**Determination of power losses in high-voltage
direct current(HVDC)converter stations**

(IEC 61803:2011, Determination of power losses in high-voltage direct current(HVDC)converter stations with line-commutated converters, IDT)

2017-07-31 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 总则	3
4.1 概述	3
4.2 环境条件	3
4.3 运行参数	3
5 设备损耗的确定	4
5.1 晶闸管阀的损耗	4
5.2 换流变压器的损耗	8
5.3 交流滤波器的损耗	9
5.4 并联电容器组的损耗	10
5.5 并联电抗器的损耗	10
5.6 平波电抗器的损耗	11
5.7 直流滤波器的损耗	11
5.8 附加损耗和站用设备的损耗	12
5.9 串联滤波器的损耗	13
5.10 其他设备的损耗	13
附录 A (规范性附录) 谐波电流和电压的计算	19
附录 B (资料性附录) 典型换流站损耗	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20989—2007《高压直流换流站损耗的确定》，与 GB/T 20989—2007 相比主要技术变化如下：

- 删除了“GB/T 10229—1988(IEC 60289)，电抗器”(2007 年版的第 2 章)；
- 增加了“IEC 60076—6 电力变压器 第 6 部分：电抗器”(见第 2 章)；
- 增加了术语和定义“站基本辅助负荷”(见 3.1.7)；
- 将符号 U_{v0} 含义“换流变压器阀侧空载线电压方均根值(V)”改为“换流变压器阀侧不包含谐波的空载线电压方均根值(V)”(见 3.2, 2007 年版的 3.2)；
- 增加了注释(见 4.2.1)；

——将公式 $P_{V4} = \frac{U_{V0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{4}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \\ \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \end{array} \right\}$

改为 $P_{V4} = \frac{U_{V0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{4}{3} \pi + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \\ \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \end{array} \right\}$ (见 5.1.4, 2007 年版的 5.1.4)；

- 5.2.3 中增加了注 3(见 5.2.3)；
- 删除了“也可在换流站辅助设备损耗测量时一同测量”(2007 年版的 5.2.4)；
- 增加了“在计算时,应假定交流系统运行在额定频率、滤波器组在额定工况。”(见 5.3.1)；
- 增加了“低压电容器(用于 2 次或更多调谐频率的滤波器)的损耗很小,可忽略不计。”(见 5.3.2)；
- 删除了“也可在换流站辅助设备损耗测量时一并测量”(2007 年版的 5.6)；
- 修改了辅助设备及站用损耗的描述(见 5.8)；
- 将符号说明“ R_{PLC} ——电抗器直流电阻(Ω)”改为“ R ——电抗器直流电阻(Ω)”(见 5.9, 2007 年版的 5.9)；

——将公式 $P = I_d^2 \times R_{PLC} + \sum_{n=12}^{n=48} \frac{I_n^2 \times X_n}{Q_n}$ 改为 $P = I_d^2 \times R + \sum_{n=12}^{n=48} \frac{I_n^2 \times X_n}{Q_n}$ (见 5.9, 2007 年版的 5.9)；

- 增加了“另外,串联滤波器还用于防止互联交流系统之间谐波干扰或其他目的。”(见 5.9)；

——将公式 $F_2 = \frac{[k_3^2 + k_4^2 - 2k_3 \times k_4 \times \cos(2\alpha + \mu)]^{1/2}}{2}$ 改为

$$F_2 = \frac{[k_3^2 + k_4^2 - 2k_3 \times k_4 \times \cos(2\alpha + \mu)]^{1/2}}{\sqrt{2}} \text{ (见附录 A.3, 2007 年版的附录 A.3);}$$

- 将所有“变流器”改为“换流器”,所有描述变压器的“抽头”改为“分接开关”。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61803:2011《采用电网换相换流器的高压直流换流站损耗的确定》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则(GB 1094.1—2013, IEC 60076-1:2011, MOD)；

GB/T 20989—2017/IEC 61803:2011

- GB 1094.6—2011 电力变压器 第6部分:电抗器(GB/T 1094.6—2011,IEC 60076-6:2007,MOD);
- GB/T 20990.1 高压直流输电晶闸管阀 第1部分:电气试验(GB/T 20990.1—2007,IEC 60700-1:1998,IDT);
- GB/T 15291 半导体器件 第6部分:晶闸管(GB/T 15291—2015,IEC 60747-6:2000,IDT);
- GB/T 11024.1 标称电压1 000 V以上交流电力系统用并联电容器 第1部分:总则(GB/T 11024.1—2010,IEC 60871-1:2005,MOD)。

本标准做了下列编辑性的修改或勘误:

- 3.1.1中,为便于理解,增加了“注”;
- 3.2中,根据我国使用习惯,“(触发)延迟角”改为“触发角”,“重叠角”改为“换相角”;
- 5.1.7中,删除了“在晶闸管及阻尼电阻上”,因为单个阀关断损耗指不仅是“在晶闸管及阻尼上”的损耗,而是该阀全部的损耗。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电力电子系统和设备标准化技术委员会(SAC/TC 60)归口。

本标准起草单位:中国电力科学研究院、西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电电力系统有限公司、中电普瑞电力工程有限公司、国网北京经济技术研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、国电南瑞科技股份有限公司、西安西电电力电容器有限责任公司、南方电网超高压输电公司检修试验中心。

本标准主要起草人:张晋华、庞广恒、王明新、杨晓辉、王华伟、刘宁、蓝元良、李亚男、杨一鸣、邱伟、梁帅奇、吴方劼、查鲲鹏、苏开云、王奇、宁大龙、张晋波、彭杨涵。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 20989—2007。

高压直流换流站损耗的确定

1 范围

本标准适用于电力系统中变换功率的所有电网换相型高压直流换流站。本标准假定使用的是 12 脉动晶闸管换流器,6 脉动晶闸管换流器也可参照使用。

在某些工程中,可能将同步补偿机或静止无功补偿器连接在高压直流换流站的交流母线上。本标准不包括确定这些设备的损耗的方法。

本标准提出了一套确定高压直流换流站的总损耗的标准方法。典型的高压直流设备如图 1 所示。这些方法涉及除了上段提及的设备外的所有部分,定义了空载损耗和运行损耗,并提出了尽可能使用测量参数确定这些损耗的计算方法。

若换流站的设计与本标准假定的典型设计相比,采用了新的元件或新的回路结构,或采用了可能影响损耗的特殊的附加电路,则其损耗应视具体情况而定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

IEC 60076-1 电力变压器 第 1 部分:总则(Power transformers—Part 1: General)

IEC 60076-6 电力变压器 第 6 部分:电抗器(Power transformers—Part 1: Reactors)

IEC 60700-1 高压直流输电晶闸管阀 第 1 部分:电气试验(Thyristor valves for high voltage direct current power transmission—Part 1: Electrical testing)

IEC 60747-6 半导体器件 第 6 部分:晶闸管(Semiconductor devices—Part 6: Thyristors)

IEC 60871-1 交流系统中额定电压在 1 kV 以上的并联电容器 第 1 部分:总则(Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V—Part 1: General)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

附加损耗 auxiliary losses

向换流站附加系统供电所需功率。附加损耗与换流器处于空载状态还是负载状态有关,在负载状态下还取决于负载功率水平。

注:附加系统包括辅助设备及站用设备。

3.1.2

空载损耗 no-load operation losses

换流站设备在下述状态下产生的损耗:换流站已带电,但换流器处于闭锁状态,立即带负载所需的辅助设备和站用设备已投入运行。