

GB/T 13498-2007 高压直流输电术语

《GB/T 13498-2007 高压直流输电术语》定义用于电力换流器将交流转换成直流或将直流转换成交流的高压直流输电系统和高压直流换流站的术语。

《GB/T 13498-2007 高压直流输电术语》适用于具有通常以采用单向电子阀（例如半导体阀）的三相桥式（双路）联结为基础的电网换相换流器的高压直流换流站。

相关文章：

[高压直流换流站交流侧谐波测试方案](#)

[直流电流检测方法](#)

[柔性直流输电](#)

[柔性直流输电相比传统直流输电的优势及应用场合](#)

[直流电压互感器计量方法简介](#)



电机试验台测控整体解决方案

为电机设计、质量检验等提供重要的数据支撑



WP4000 变频功率分析仪

WP4000 变频功率分析仪_全局精度功率分析仪



正余弦旋转变压器综合测试仪

适用于正余弦旋转变压器的型式试验、出厂试验和研究性试验



中国变频电量测量与计量的领军企业
国家变频电量测量仪器计量站创建单位
国家变频电量计量标准器的研制单位

咨询电话：400-673-1028 / 0731-88392611

产品网站：www.vfe.cc

E-mail: AnyWay@vfe.cc



中华人民共和国国家标准

GB/T 13498—2007/IEC 60633:1998
代替 GB/T 13498—1992

高压直流输电术语

Terminology for high-voltage direct current(HVDC) transmission

(IEC 60633:1998, IDT)

2007-06-21 发布

2008-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 符号和缩略语	1
4 图形符号	2
5 术语和定义	2
6 换流器单元和阀	4
7 换流器运行状态	6
8 高压直流系统和换流站	9
9 高压直流换流站设备	11
10 控制方式	12
11 控制系统	13
12 控制功能	15
中文索引	25
英文索引	31
参考文献	37

前 言

本标准等同采用 IEC 60633:1998《高压直流输电术语》。

为便于使用,本标准 5.1 增加了注。

本标准自发布之日起实施,代替 GB/T 13498—1992。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力电子学标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:中国电力科学研究院、西安电力电子技术研究所。

本标准参加起草单位:西安西电电力整流器有限公司、国电北京网联直流输电工程咨询有限公司、西安高压电器研究所。

本标准主要起草人:王明新、白继彬、田方、白光亚、苟锐锋、赵畹君、蔚红旗、孟庆东、吴铁铮、马振军。

本标准于 1992 年首次发布,1992 年版本的主要起草人为:戴耀基、孙强。

高压直流输电术语

1 范围

本标准定义用于利用电力换流器将交流转换成直流或将直流转换成交流的高压直流输电系统和高压直流换流站的术语。

本标准适用于具有通常以采用单向电子阀(例如半导体阀)的三相桥式(双路)联结为基础(参见图2)的电网换相换流器的高压直流换流站。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.33—2004 电工术语 电力电子技术(IEC 60050-551:1998, IDT)

GB/T 3859.1—1993 半导体变流器 第1部分:基本要求的规定(eqv IEC 60164-1-1:1991)

GB/T 4728.5—2000 电气简图用图形符号 第5部分:半导体管和电子管(idt IEC 60617-5:1996)

GB/T 4728.6—2000 电气简图用图形符号 第6部分:电能的发生和转换(idt IEC 60617-6:1996)

IEC 60027(所有部分) 在电力技术中使用的字母符号

3 符号和缩略语

本章仅包含使用最频繁的符号。用于静止换流器的更完整的符号表见 IEC 60027 及规范性引用文件和参考文献列出的其他标准。

3.1 文字符号

U_d 直流电压(可为任意定义值)

U_{d0} 标称空载直流电压

U_{d10} 理想空载直流电压

U_{dN} 额定直流电压

U_L 换流变压器网侧线电压,方均根值,包含谐波

U_{LN} 换流变压器网侧线电压额定值

U_{v0} 换流变压器阀侧相对相空载电压,方均根值,不包含谐波

I_d 直流电流(可为任意定义值)

I_{dN} 额定直流电流

I_L 换流变压器网侧电流,方均根值,包含谐波

I_{LN} 换流变压器网侧电流额定值

I_v 换流变压器阀侧电流,方均根值,包含谐波

α (触发)延迟角

β (触发)超前角

γ 关断角

μ 换相角

p 脉动数

q 换相数

3.2 脚标

0 空载

N 额定值或额定负荷

d 直流电流或电压

i 理想

L 换流变压器网侧

v 换流变压器阀侧

max 最大值

min 最小值

n 与 n 次谐波有关的量

3.3 缩略语

下列缩略语总是用没有点的大写。

HVDC 高压直流

MVU 多重阀(单元)(见 6.3.2)

SCR 短路比(见 7.32)

ESCR 有效短路比(见 7.33)

MTDC 多端高压直流输电系统(见 8.2.2)

MRTB 金属回线转换开关(见 9.12)

ERTB 大地回线转换开关(见 9.13)

VDCOL 取决于电压的电流指令限制(见 12.9)

4 图形符号

图 1 所示的特定图形符号仅用于本标准定义的对象。用于静止换流器的更完整的图形符号表见 GB/T 4728.5—2000 和 GB/T 4728.6—2000。

5 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

注：用于静止换流器的更完整的术语表见 GB/T 2900.33—2004 和 GB/T 3859.1—1993。

5.1

换流 conversion

在高压直流输电领域内，将交流电能转换为直流电能，或将直流电能转换为交流电能，或者二者的组合。

注：“换流”系高压直流输电领域内的惯用术语。在电力电子技术领域内，更多的是使用术语“变流”（见 GB/T 2900.33—2004 和 GB/T 3859.1—1993）。

5.2

换流器联结 converter connection

构成换流器主电路功能所必须的臂和其他部件的电气布置。

5.3

桥(式)[换流器联结] bridge (converter connection)

由六个换流臂组成的双路联结，其联结在图 2 中说明。

注：术语“桥”可用于说明电路联结或实现该电路的装置(见 6.2)。

5.3.1

均一换流桥 uniform bridge

换流桥的所有臂均可控,或者均不可控。

5.3.2

非均一换流桥 non-uniform bridge

换流桥中包含可控的和不可控的臂。

5.4

[换流]臂 (converter) arm

换流运行电路的一部分,连接在交、直流端子之间,具有定义为正向的单向导电能力。

注:换流臂的主要功能是换流,也可执行电压限制和阻尼等附加功能。

5.4.1

可控换流臂 controllable converter arm

可由外部施加的信号决定开始正向导通的换流臂。

5.4.2

不可控换流臂 non-controllable converter arm

由加在端子上的电压独自决定开始正向导通的换流臂。

5.5

旁通通路 by-pass path

一个或多个桥除交流电路外的直流端子间的低阻通路。

注:旁通通路既可由单向通路例如旁通臂或旁通对构成,也可由双向通路例如旁通开关构成。

5.5.1

旁通臂 by-pass arm

仅在直流端子之间连接的单向导通的旁通通路,通常用于汞弧阀技术(图2中没有表示)。

5.5.2

旁通对 by-pass pair

一个桥中连接到同一相交流端子而形成旁通通路的两个换流臂(见图2)。

5.6

换相 commutation

电流在任意两个通路间转换,且在此过程中两个通路同时流过电流。

注:换相可发生在任意两个换流臂(包括其所接的交流各相)之间,换流臂与旁通臂之间,或电路中任意两个通路之间。

5.6.1

电网换相 line commutation

由交流系统提供换相电压的换相方法。

5.7

换相组 commutating group

一组换流臂,它周期性换相而与其他换流臂无关,亦即这些换相通常不同时(见图2)。

注:一个换流桥中,换相组由连接到同一直流端子上的换流臂组成。在某些情况下,例如包含大电流和(或)大换相电抗时,属于同一换流桥的两个换相组中的换相不必无关。

5.8

换相电抗 commutation inductance

换相电路中与换相电压串联的全部电抗。

5.9

脉动数 pulse number

脉波数

p

换流器联结的特性,以交流线电压一个周期内出现的非同时对称换相的次数表示。

注: 桥的脉动数总为 $p=6$ 。

5.10

换相数 commutation number

q

交流线电压一个周期内,在每个换相组中发生的换相次数。

注: 在桥中,每个换相组的换相数 $q=3$ 。

6 换流器单元和阀

6.1

换流器单元 converter unit

由一个或多个换流桥与一台或多台换流变压器、换流器控制装置、基本保护和开关装置以及用于换流的辅助设备(如有)组成的运行单元(见图3)。

注: 如果一个换流器单元由两个相位互差 30° 的换流桥组成,则此换流器单元构成 12 脉动单元(见图7),也使用术语“12 脉动组”。

6.2

[换流]桥 (converter) bridge

用于实现桥式换流器联结和旁通臂(如使用)的装置。

注: 术语“桥”可用于说明电路联结或实现该电路的装置(见5.3)。

6.2.1

阳极阀换相组 anode valve commutating group

用于实现与阳极端子互连的桥的一个换相组的换流臂的装置。

6.2.2

阴极阀换相组 anode valve commutating group

用于实现与阴极端子互连的桥的一个换相组的换流臂的装置。

6.3

阀 valve

实现可控或不可控运行的组装阀设备,正常情况下仅单向导电(正向)。在换流桥中,能实现换流臂功能。

注: 不可控组装阀设备的例子是半导体二极管阀。可控组装阀设备的例子是晶闸管阀。

6.3.1

单阀[单元] single valve (unit)

仅由一个阀组成的单个结构。

6.3.2

多重阀[单元] multiple valve (unit)

MVU

由多个阀叠装而成的单个结构。

注: 多重阀单元的例子是分别用2个、4个、8个阀串联构成的双重阀、四重阀和八重阀。

6.4

主阀 main valve

用于换流臂的阀。

6.5

旁通阀 by-pass valve

用于旁通臂的阀。

6.6

晶闸管组件 thyristor module

阀的部件,由晶闸管与紧靠它们的辅助设备及电抗器(如使用)的机械组合构成。

注1:晶闸管组件可是阀的结构中的元件,可为了维修的目的更换。

注2:不赞成使用术语“阀组件”表示相同的意思。

6.7

电抗器组件 reactor module

阀的部件,用于某些阀的设计,系一个或多个电抗器的机械组合。

注:电抗器组件可是阀的结构中的元件。

6.8

阀组件 valve section

由许多晶闸管和其他部件构成的电气组合,按比例呈现完整阀的电气性能。

注:这个术语主要用于定义阀试验时的试验对象。

6.9

(阀)晶闸管级 (valve) thyristor level

阀的部件,由一个晶闸管或若干并联的晶闸管与紧靠它们的辅助设备及电抗器(如有)构成。

6.10

阀支架 valve support

阀的部件,安装阀组件、机械支撑阀的带电部分并将其对地电气绝缘。

6.11

阀结构 valve structure

安装阀的晶闸管级的实体结构,对地电位有相应的绝缘。

6.12

阀接口(电子设备)[单元] valve interface (electronics) (unit)

提供地电位控制设备与阀电子电路或阀装置之间接口的电子设备。

注1:典型情况是,阀接口电子设备(如使用)安装在靠近阀的地电位处。

注2:这个设备也用术语“阀基电子单元”(VBE)。

6.13

阀电子电路 valve electronics

在阀电位上执行控制功能的电子电路。

6.14

阀避雷器 valve arrester

在阀两端跨接的避雷器(见图3)。

6.15

换流器避雷器 converter unit arrester

在换流器的直流端子间跨接的避雷器(见图3)。

6.16

换流器直流母线避雷器 converter unit d. c. bus arrester

从换流器的高压直流母线到换流站接地网间跨接的避雷器(见图 3 和图 7)。

6.17

中点直流母线避雷器 midpoint d. c. bus arrester

在 12 脉动换流器的两个 6 脉动换流桥的中点与换流站接地网之间跨接的避雷器(见图 7)。

注:在某些高压直流换流站设计中,两个 12 脉动换流器串联连接。在这种情况下,上位 12 脉动换流器的中点直流母线避雷器不是连接到换流站接地网,而是连接到下位 12 脉动换流器的高压直流母线。

6.18

阀[阳极][阴极]电抗器 valve (anode) (cathode) reactor

与阀串联的电抗器,通常用于汞弧阀技术。

6.19

换流变压器 converter transformer

将电能从交流系统传输给一个或多个换流桥,或者进行相反传输的变压器(见图 3)。

6.19.1

网侧绕组 line side windings

换流变压器连接交流系统的绕组。

6.19.2

阀侧绕组 valve side windings

换流变压器连接一个或多个换流桥交流端子的绕组。

6.20

旁通开关 by-pass switch

跨接在一个或多个换流桥直流端子间的机械电力开关装置。此装置在换流桥关断过程中短路换流桥,在换流桥开通过程中将电流转换至旁通臂或旁通过对(见图 3)。

注:此装置也可用于长时间旁路换流桥。

7 换流器运行状态

7.1

整流运行 rectifier operation

整流 rectification

换流器或高压直流换流站将电能从交流侧转换到直流侧的运行方式。

7.2

逆变运行 inverter operation

逆变 inversion

换流器或高压直流换流站将电能从直流侧转换到交流侧的运行方式。

7.3

正向 forward direction

导通方向 conducting direction

电流从阀的阳极端子流向阀的阴极端子的方向。

7.4

反向 reverse direction

非导通方向 non-conducting direction

电流从阀的阴极端子流向阀的阳极端子的方向。

7.5

正向电流 forward current

正向流过阀的电流。

7.6

反向电流 reverse current

反向流过阀的电流。

7.7

正向电压 forward voltage

阳极相对于阴极为正时,加在阀或臂的阳极与阴极端子间的电压。

7.8

反向电压 reverse voltage

阳极相对于阴极为负时,加在阀或臂的阳极与阴极端子间的电压。

7.9

导通状态 conducting state

通态 on-state

阀呈现低电阻时的状态(这个状态的阀电压如图 6 所示)。

7.10

阀电压降 valve voltage drop

在导通状态期间,阀端子间呈现的电压。

7.11

非导通状态 non-conducting state

阻断状态 blocking state

阀呈现高电阻时的状态(见图 6)。

7.11.1

正向阻断状态 forward blocking state

断态 off-state

在可控阀的主端子上施加正向电压时的非导通状态(见图 6)。

7.11.2

反向阻断状态 reverse blocking state

在阀的主端子上施加反向电压时的非导通状态(见图 6)。

7.12

开通 firing

在阀中建立正向电流。

注:在单个晶闸管中建立电流的控制操作也称为触发或门控。

[GB/T 2900.33—2004]

7.13

[阀]控制脉冲 (valve) control pulse

在其整个持续期间允许阀开通的脉冲。

7.14

[阀]开通脉冲 (valve) firing pulse

启动阀开通的脉冲,通常由阀控制脉冲驱动。

7.15

换流器闭锁 converter blocking

通过停发阀控制脉冲阻止换流器继续换流的操作。

注：此操作也可包括为形成旁通通路选择的阀或阀组的开通。

7.16

换流器解锁 converter deblocking

通过解除换流器闭锁允许开始换流的操作。

7.17

阀闭锁 valve blocking

通过停发阀控制脉冲阻止可控阀的继续开通的操作。

7.18

阀解锁 valve deblocking

通过解除阀闭锁允许可控阀开通的操作。

7.19

相控 phase control

控制可控阀正向电流在一个周期内开始导通时刻的方法。

7.20

[触发]延迟角 (trigger) delay angle

触发角

α

从理想正弦换相电压正向过零点至正向电流导通开始时刻的时间,以电角度度量(见图4)。

7.21

[触发]超前角 (trigger) advance angle

β

从正向电流导通开始时刻至理想正弦换相电压负向过零点的时间,以电角度度量。

超前角 β 与延迟角 α 的关系为: $\beta = \pi - \alpha$ (见图4)。

7.22

重叠角 overlap angle

换相角

μ

两个换流臂之间换相的持续时间,以电角度度量(见图4和图5)。

7.23

关断角 extinction angle

γ

从电流导通结束至理想正弦换相电压的下一个过零点的时间,以电角度度量。

关断角 γ 与超前角 β 及换相角 μ 的关系为: $\gamma = \beta - \mu$ (见图4和图5)。

7.24

关断期 hold-off interval

从可控阀的正向电流减小到零的时刻,到同一阀承受正向电压时刻的时间(见图5)。

注:关断期以电角度度量时,通常认为是关断角。但是,应该注意到关断角与关断期概念的区别,如图5所示。

[GB/T 2900.33—2004]

7.24.1

临界关断期 critical hold-off interval

使逆变器能维持工作的最小关断期。

7.25

导通期 conduction interval

阀在一个周期内处于导通状态的那段时间(见图 6)。

7.26

阻断期 blocking interval**空闲期 idle interval**

阀在一个周期内处于非导通状态的那段时间(见图 6)。

7.27

正向阻断期 forward blocking interval

阻断期的一部分,可控阀在此期间处于正向阻断状态(见图 6)。

7.28

反向阻断期 reverse blocking interval

阻断期的一部分,阀在此期间处于反向阻断状态(见图 6)。

7.29

误开通 false firing

阀在不正确的时刻开通。

7.30

开通失败 firing failure

阀在整个正向电压期间未实现开通。

7.31

换相失败 commutation failure

正向电流从导通的换流臂向相继换流臂转换失败。

7.32

短路比 short-circuit ratio**SCR**

高压直流换流站交流母线联结点处电压标么值为 1 时的交流电网短路水平(单位为兆伏安(MVA))与高压直流换流站额定直流功率(单位为兆瓦(MW))的比值。

注:此处短路比定义与 GB/T 3859.1—1993 中的定义不同。

7.33

有效短路比 effective short-circuit ratio**ESCR**

高压直流换流站交流母线联结点处电压标么值为 1 时的交流电网短路水平(单位为兆伏安(MVA))减去连接至该点的并联电容器组和交流滤波器的无功功率(单位为兆乏(Mvar)),与高压直流换流站额定直流功率(单位为兆瓦(MW))的比值。

8 高压直流系统和换流站

8.1

高压直流系统 HVDC system

在两个或多个交流母线之间,以高压直流的形式传输能量的电力系统。

8.2

高压直流输电系统 HVDC transmission system

在两个或多个地理位置之间传输能量的高压直流系统。

8.2.1

两端高压直流输电系统 two-terminal HVDC transmission system

由两个高压直流输电换流站和连接它们的高压直流线路组成的高压直流输电系统(见图 8)。

8.2.2

多端高压直流输电系统 multiterminal HVDC transmission system

MTDC

由多于两个独立的高压直流换流站和互连的高压直流线路组成的高压直流输电系统(见图 9 和图 10)。

8.2.3

高压直流背靠背系统 HVDC back-to-back system

在同一地点的交流母线之间传输能量的高压直流系统。

8.3

单向高压直流系统 unidirectional HVDC system

仅以一个方向传输能量的高压直流系统。

8.4

可逆高压直流系统 reversible HVDC system

能双向传输能量的高压直流系统。

注:多端高压直流系统中如果有一个或多个换流站可逆,则系统是可逆的。

8.5

[高压直流][系统]极 (HVDC) (system) pole

高压直流系统的一部分,包括各换流站的全部设备和互连的输电线路(如有)。在正常运行时,其直流部分对地处于共同的直流电压极性(见图 8)。

8.6

[高压直流][系统]双极 (HVDC) (system) bipole

高压直流系统的一部分,包括两个高压直流系统极。在正常运行时,两个直流极对地处于相反的直流电压极性。

8.7

双极[高压直流]系统 bipolar (HVDC) system

具有两个对地处于相反极性的极的高压直流系统。

注:两个极的架空线(如有)可悬挂在共同的或分别的塔上。

8.7.1

双极大地回线[高压直流]系统 bipole earth return (HVDC) system

以大地作为高压直流系统中性点之间的电流返回通路的双极系统。

8.7.2

双极金属回线[高压直流]系统 bipole metallic return (HVDC) system

以一个金属电路作为高压直流系统中性点之间的电流返回通路的双极系统。

8.8

单极[高压直流]系统 monopolar (HVDC) system

仅有一个极的高压直流系统。

8.8.1

单极大地回线[高压直流]系统 monopolar earth return (HVDC) system

以大地作为大地做高压直流换流站中性点之间的电流返回通路的单极系统。

8.8.2

单极金属回线[高压直流]系统 monopolar metallic return (HVDC) system

以一个金属电路作为高压直流换流站中性点之间的电流返回通路的单极系统。

8.9

高压直流换流站 HVDC substation

高压直流系统的一部分,由安装在单个地点的一个或多个换流器单元与相应的建筑物、电抗器、滤波器、无功补偿设备、控制、监测、保护、测量设备和辅助设备所组成(见图7)。

注:构成高压直流输电系统一部分的高压直流换流站可称为高压直流输电换流站。

8.9.1

[高压直流]抽能换流站 (HVDC) tapping substation

额定值为系统中整流站额定值的很小部分、主要用于逆变的高压直流换流站。

8.10

[高压直流]换流站双极 (HVDC) substation bipole

双极高压直流系统在换流站内的部分。

8.11

[高压直流]换流站极 (HVDC) substation pole

高压直流系统极在换流站内的部分(见图8)。

8.12

高压直流输电线 HVDC transmission line

高压直流输电系统的一部分,由架空线路和(或)电缆线路组成。其终端在高压直流换流站内(图8)。

8.13

高压直流输电极线 HVDC transmission line pole

属于同一高压直流系统极的那部分高压直流输电线。

8.14

接地极 earth electrode

放置在大海或海中的导电元件的阵列,提供直流电路某一点与大地之间的低电阻通路,具有传输连续电流一定时间的能力(见图7)。

注1:接地极可安置在与换流站相距一定距离的地点。

注2:安置在海中的电极可称为海水电极。

8.15

接地极线路 earth electrode line

连接换流站直流中性母线与接地极的绝缘的线路(图7)。

9 高压直流换流站设备

9.1

交流滤波器 a. c. filter

为降低交流母线上的谐波电压和注入相连的交流系统的谐波电流而设计的滤波器(见图7)。

9.2

平波电抗器 d. c. (smoothing) reactor

在直流侧与换流器单元或换流器单元组串联的,主要用于平滑直流电流和降低暂态电流的电抗器(见图7)。

9.3

平波电抗器避雷器 d. c. reactor arrester

连接在平波电抗器端子间的避雷器(见图7)。

9.4

直流滤波器 d. c. filter

与平波电抗器和直流冲击电容器(如有)配合,主要功能是降低高压直流输电线和(或)接地极线路电流或电压波动的滤波器(见图7)。

9.5

直流阻尼电路 d. c. damping circuit

电路元件的组合,用于降低直流线路暂态电压和(或)改变谐振条件(见图7)。

9.6

直流冲击电容器 d. c. surge capacitor

在直流线路与换流站接地网之间直接或间接连接的电容器阵列,主要功能是降低施加到换流站设备上的雷电冲击波的幅值和陡度(见图7)。

9.7

直流母线避雷器 d. c. bus arrester

在直流母线(位于平波电抗器与直流线路隔离开关之间的点)与换流站接地网之间连接的避雷器(见图7)。

9.8

直流线路避雷器 d. c. line arrester

在高压直流线路(位于高压直流换流站内)与换流站接地网之间连接的避雷器(见图7)。

9.9

高压直流换流站接地网 HVDC substation earth

导电元件的阵列,提供从高压直流换流站设备的接地部分到大地的低阻抗通路,具有承受瞬间大冲击电流的能力(见图7)。

9.10

[直流]中性母线电容器 (d. c.) neutral bus capacitor

在直流中性母线与换流站接地网之间连接的电容器阵列(见图7)。

9.11

[直流]中性母线避雷器 (d. c.) neutral bus arrester

在直流中性母线与换流站接地网之间连接的避雷器(见图7)。

9.12

金属回线转换开关 metallic return transfer breaker

MRTB

将直流电流从大地回线通路转换到金属回线通路的开关设备(见图7)。

9.13

大地回线转换开关 earth return transfer breaker

ERTB

将直流电流从金属回线通路转换到大地回线通路的开关设备(见图7)。

注:在某些应用中,此转换职能由旁通开关执行(见图3)。

10 控制方式

10.1

控制方式 control mode

控制换流器单元、极或高压直流换流站,以保持一个或多个电参量处于整定值的方法。这些整定值可随时间变化,或作为一个测量参量和定义优先次序的函数。

10.2

电压控制方式 voltage control mode

高压直流系统中,交流或直流侧电压的控制。

10.3

电流控制方式 current control mode

高压直流系统中,直流电流的控制。

10.4

功率控制方式 power control mode

高压直流系统中,传输功率的控制。

10.5

无功功率控制方式 reactive power control mode

在换流器单元或高压直流换流站与连接的交流电网之间交换的无功功率控制。

10.6

频率控制方式 frequency control mode

通过改变传输的功率,对连接的一个或多个交流电网频率的控制。

10.7

阻尼控制方式 damping control mode

辅助控制方式,提供对连接的一个或多个交流电网中的电网不稳定或次同步振荡(SSO)等机电振荡的阻尼。

11 控制系统

11.1

[高压直流]控制系统 (HVDC) control system

主要的站设备如线路断路器、阀、换流变压器及其分接开关变换器的控制、监测或保护功能,或用于这些功能的设备,组成高压直流系统的一部分。

注:图 12 展示了一个典型的高压直流控制系统的层次。

11.2

[高压直流]系统控制 (HVDC) system control

管理由一个以上换流站组成的完整高压直流系统的运行,并根据一个以上换流站的信息实施控制、监测和保护功能(图 12)。

11.2.1

多端控制 multiterminal control

对多于两个换流站的高压直流系统的控制。

11.3

[高压直流]主控制 (HVDC) master control

高压直流系统控制配合的总体概念。

注:高压直流主控制可在双极级和(或)极级完成。

11.4

[高压直流系统]双极控制 (HVDC system) bipole control

双极的控制系统(见图 12)。

11.5

[高压直流系统]极控制 (HVDC system) pole control

极的控制系统(见图 12)。

注:当高压直流系统没有双极,而是一个或多个极,则极控制与高压直流系统控制接口。

11.6

[高压直流]换流站控制 (HVDC) substation control

用于高压直流换流站内控制、监测和保护的系统。

注：高压直流换流站控制可在双极级和(或)极级完成，这可称为就地控制。

11.6.1

[高压直流]换流站双极控制 (HVDC) substation bipole control

换流站双极的控制系统(见图 12)。

11.6.2

[高压直流]换流站极控制 (HVDC) substation pole control

换流站极的控制系统(见图 12)。

11.7

换流器单元控制 converter unit control

用于单个换流器控制、监测和保护的系统(见图 12)。

11.7.1

换流器单元顺序控制 converter unit sequence control

换流器单元控制的一部分，与换流器单元开通控制、变压器分接开关变换控制、监测和保护的运行相配合，在相关换流器单元的运行条件发生任何变化时对操作的顺序进行控制。

11.7.2

换流器单元开通控制 converter unit firing control

换流器单元控制的一部分，对阀预期的开通定时。

11.7.3

换流器单元分接开关变换控制 converter unit tap changer control

换流器单元控制的一部分，对换流变压器分接开关变换进行控制。

11.7.4

换流器单元监测 converter unit monitoring

换流器单元控制的一部分，监测电气、机械和热参量。

11.7.5

换流器单元保护 converter unit protection

换流器单元控制的一部分，通过启动对相关换流器单元部件的保护，避免由于不正常的电气、机械或热条件造成危害。

11.8

阀控制 valve control

用于阀开通、监测和保护的系统。

11.8.1

阀[控制]开通 valve (control) firing

阀控制的一部分，启动阀开通。

11.8.2

阀[控制]监测 valve (control) monitoring

阀控制的一部分，监测阀的状态。

11.8.3

阀[控制]保护 valve (control) protection

阀控制的一部分，通过启动或停止阀开通来保护阀。

12 控制功能

12.1

等延迟角控制 equal delay angle control

按相控制 individual phase control

通过从其换相电压过零点定时,分别控制每个阀的阀控制脉冲的方法。

12.2

等距开通控制 equidistant firing control

控制阀控制脉冲的一种方法。在稳态时,对于所有阀,一个控制脉冲与其先前的控制脉冲之间的延迟均相等,与换相电压的不平衡或畸变无关。

12.3

延迟角控制 α control

由设计决定的一种控制方式,实现延迟角在最小值与最大值之间的控制。

12.4

最小延迟角控制 minimum α control

防止延迟角减小到低于最小设置值的控制。

12.5

关断角控制 γ control

由设计决定的一种逆变器控制方式,实现关断角在最小值与最大值之间的控制。

12.6

最小关断角控制 minimum γ control

防止关断角减小到低于最小设置值的控制。

12.7

控制指令 control order

在控制方式中,期望的控制参量的定值。

12.7.1

(直流)电流[控制]指令 (d. c.) current (control) order

直流电流调节器的电流定值(见图 11)。

12.7.2

(直流)电压[控制]指令 (d. c.) voltage (control) order

直流电压调节器的电压定值(见图 11)。

12.8

电流裕度 current margin

在两端高压直流的极中,整流站电流定值与逆变站电流定值之差。

注:在两端高压直流输电系统中,整流站的电流定值总是比逆变站的电流定值高。

12.9

取决于电压的电流指令限制 voltage dependent current order limit

VDCOL

作为直流电压函数的电流定值的限制。

12.10

极(电流)平衡 pole (current) balancing

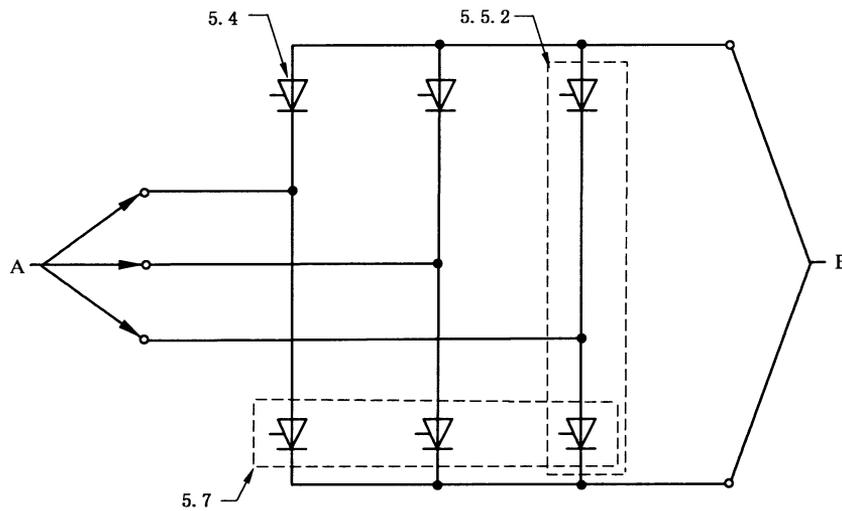
平衡双极系统两个极电流的控制操作,以限制高压直流系统中性点之间流过的差分电流的幅值。

No.	符号	说 明
1		不可控阀或臂
2		可控阀或臂
3		不可控桥
4		可控桥

注 1: 符号 2 和 4 用于表示阀、臂或桥的一般含义,与控制能力无关。

注 2: 上面的符号与阀、臂或桥组成的设备类型无关。

图 1 图形符号



A——交流端子;

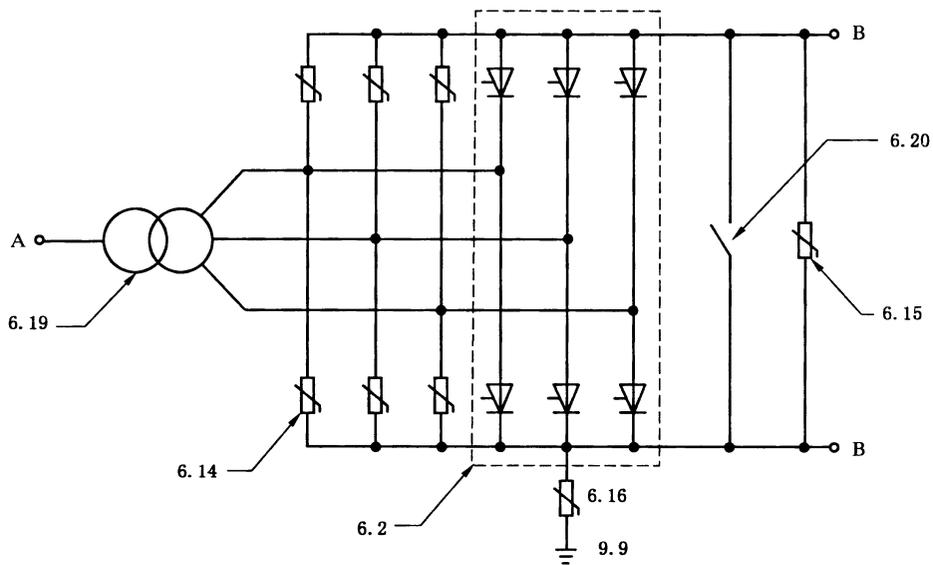
B——直流端子;

5.5.2——旁通对;

5.7——换相组;

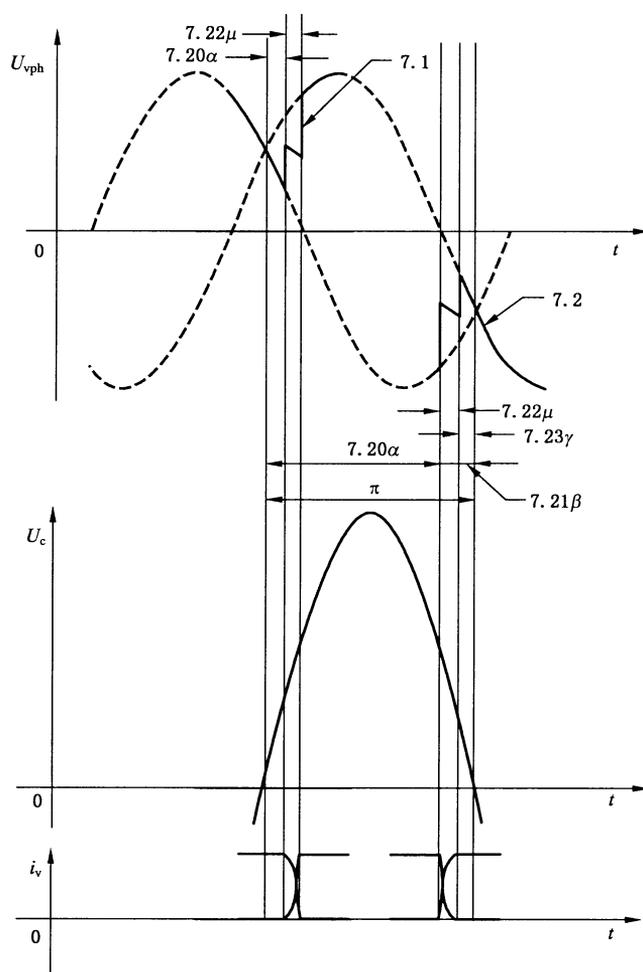
5.4——换流臂。

图 2 桥式换流器联结



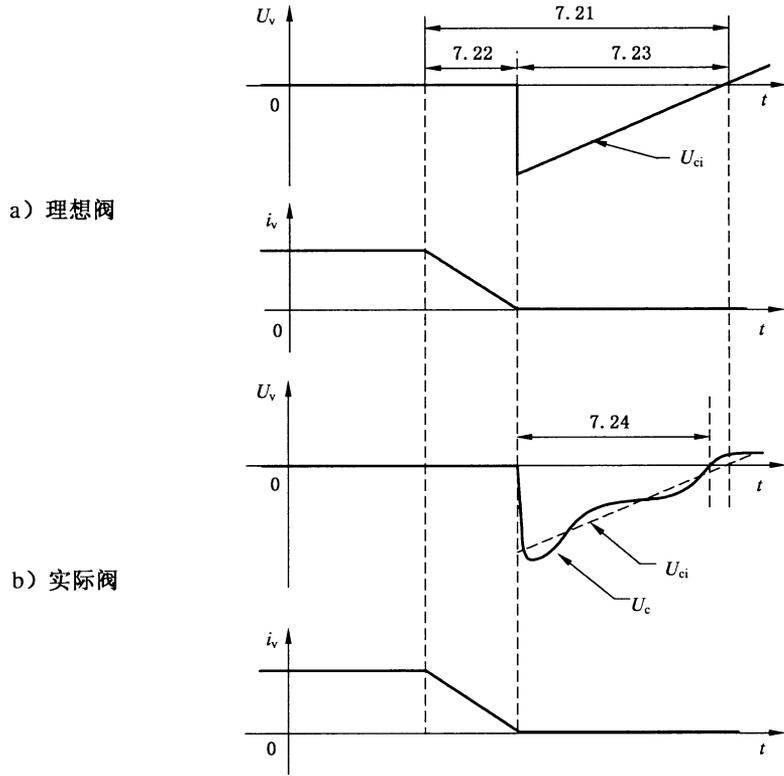
- A——交流端子；
- B——直流端子；
- 6.2——换流桥；
- 6.14——阀避雷器；
- 6.15——换流器避雷器；
- 6.16——换流器直流母线避雷器；
- 6.19——换流变压器；
- 6.20——旁通开关；
- 9.9——换流站接地网。

图 3 换流器单元举例



- U_{vph} ——相电压；
- U_c ——换相电压；
- i_v ——阀电流；
- t ——时间；
- 7.1——整流运行；
- 7.2——逆变运行；
- 7.20——延迟角 α ；
- 7.21——超前角 β ；
- 7.22——换相角 μ ；
- 7.23——关断角 γ 。

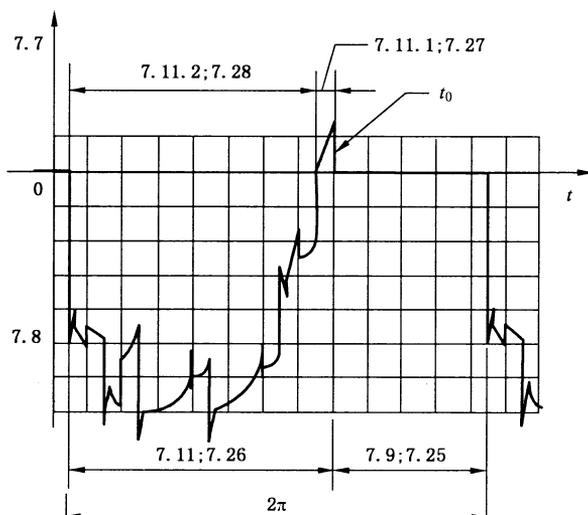
图 4 整流和逆变方式运行的换相过程



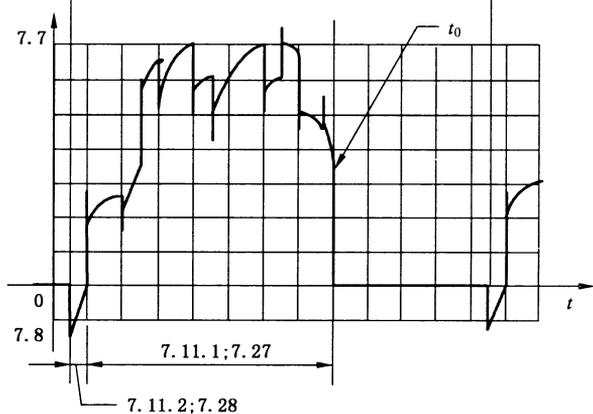
- U_v ——退出阀上的电压；
- i_v ——退出阀中的电流；
- U_{ci} ——理想换相电压；
- U_c ——实际换相电压；
- t ——时间；
- 7.21——超前角 β ；
- 7.22——换相角 μ ；
- 7.23——关断角 γ ；
- 7.24——关断期。

图 5 逆变方式运行换相的说明

a) 整流运行



b) 逆变运行



t ——时间；

t_0 ——开通时刻；

7.7——正向电压；

7.8——反向电压；

7.9——导通状态；

7.11——非导通状态；

7.11.1——正向阻断状态；

7.11.2——反向阻断状态；

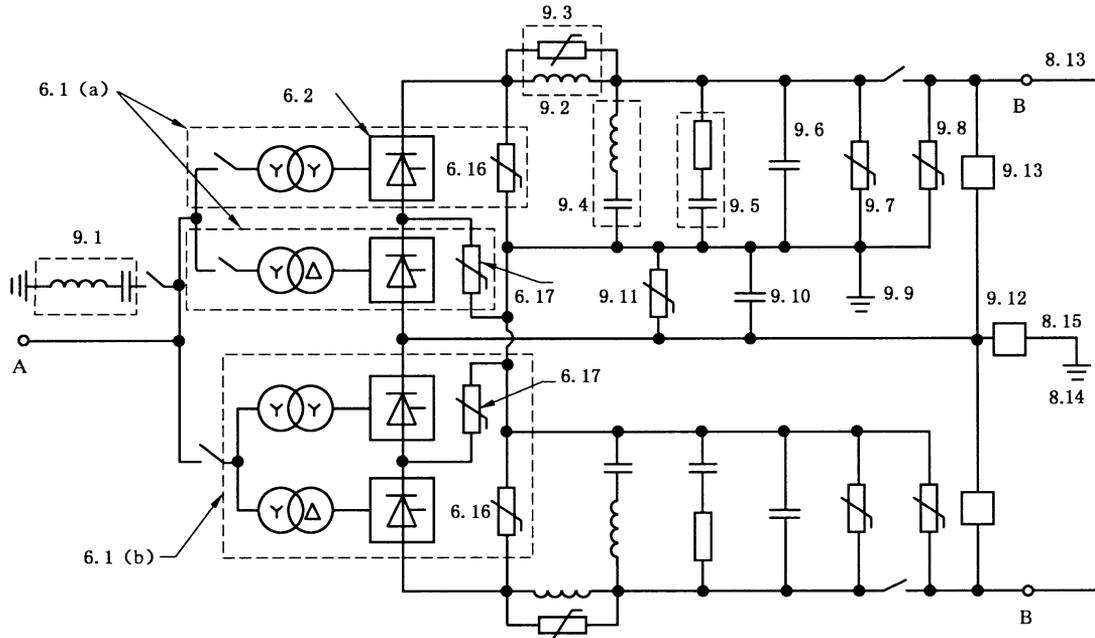
7.25——导通期；

7.26——阻断期；

7.27——正向阻断期；

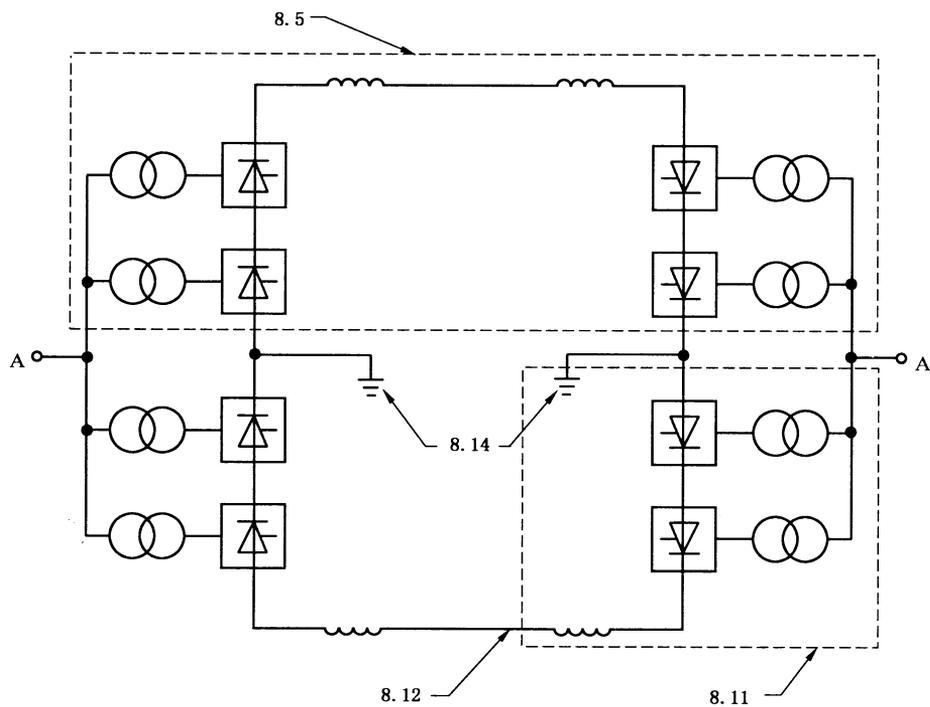
7.28——反向阻断期。

图 6 典型的阀电压波形



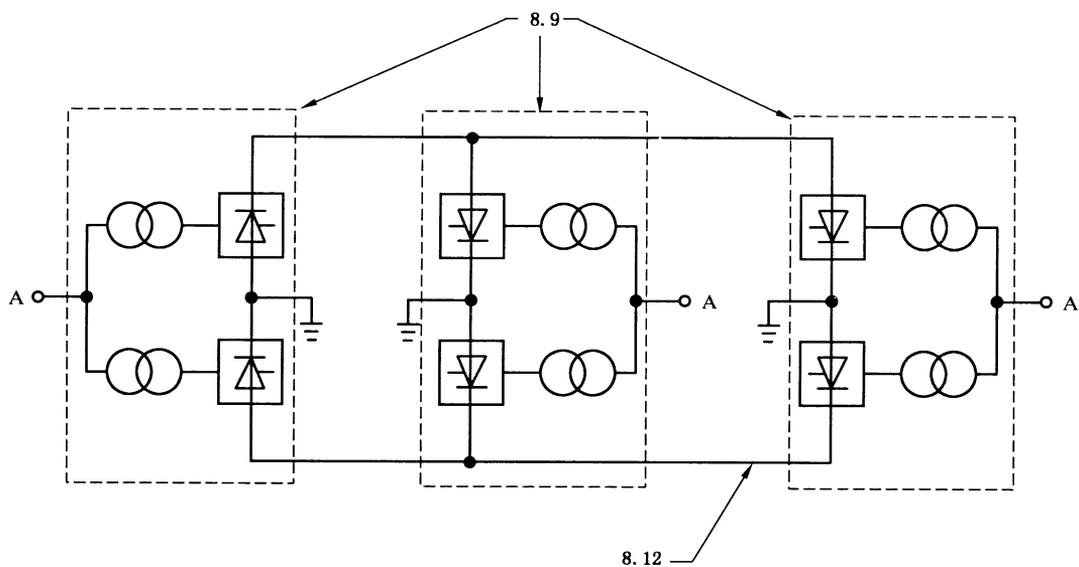
- A——交流系统；
- B——直流端子；
- 6.1(a)——换流器单元($p=6$)；
- 6.1(b)——换流器单元($p=12$)；
- 6.2——换流桥；
- 6.16——换流器直流母线避雷器；
- 6.17——中点直流母线避雷器；
- 8.13——高压直流输电极线；
- 8.14——接地极；
- 8.15——接地极线路；
- 9.1——交流滤波器；
- 9.2——平波电抗器；
- 9.3——平波电抗器避雷器；
- 9.4——直流滤波器；
- 9.5——直流阻尼电路；
- 9.6——直流冲击电容器；
- 9.7——直流母线避雷器；
- 9.8——直流线路避雷器；
- 9.9——换流站接地网；
- 9.10——直流中性母线冲击电容器；
- 9.11——直流中性母线避雷器；
- 9.12——金属回线转换开关(MRTB)；
- 9.13——大地回线转换开关(ERTB)。

图 7 高压直流换流站示例



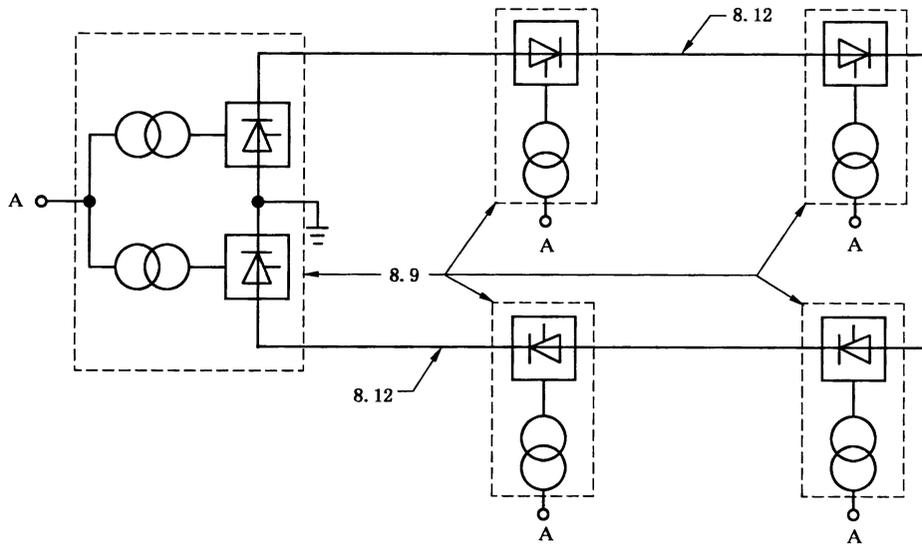
- A——交流系统；
- 8.5——高压直流系统极；
- 8.11——换流站极；
- 8.12——高压直流输电线；
- 8.14——接地极。

图 8 两端双极高压直流输电系统示例



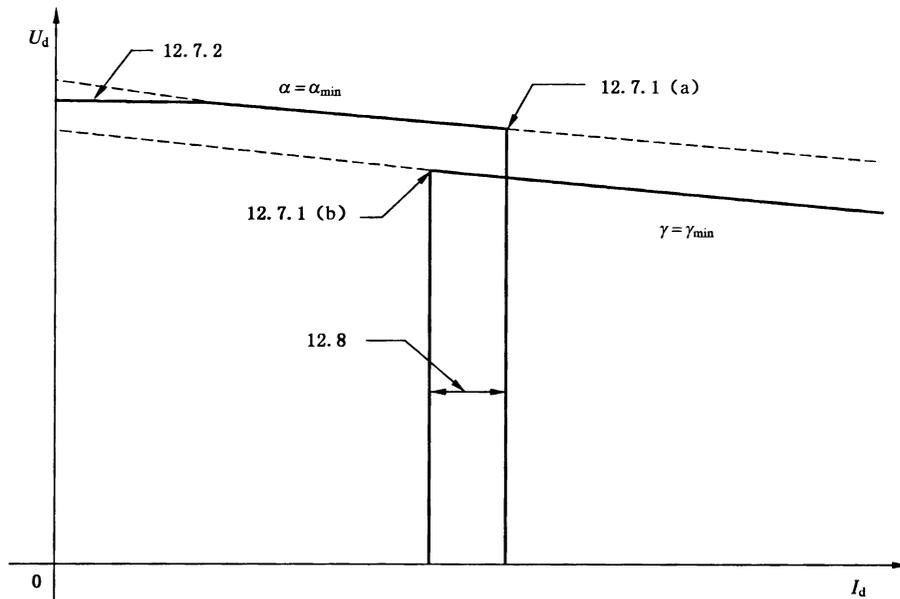
- A——交流系统；
- 8.9——高压直流换流站；
- 8.12——高压直流输电线。

图 9 高压直流换流站并联接线的多端双极高压直流输电系统示例



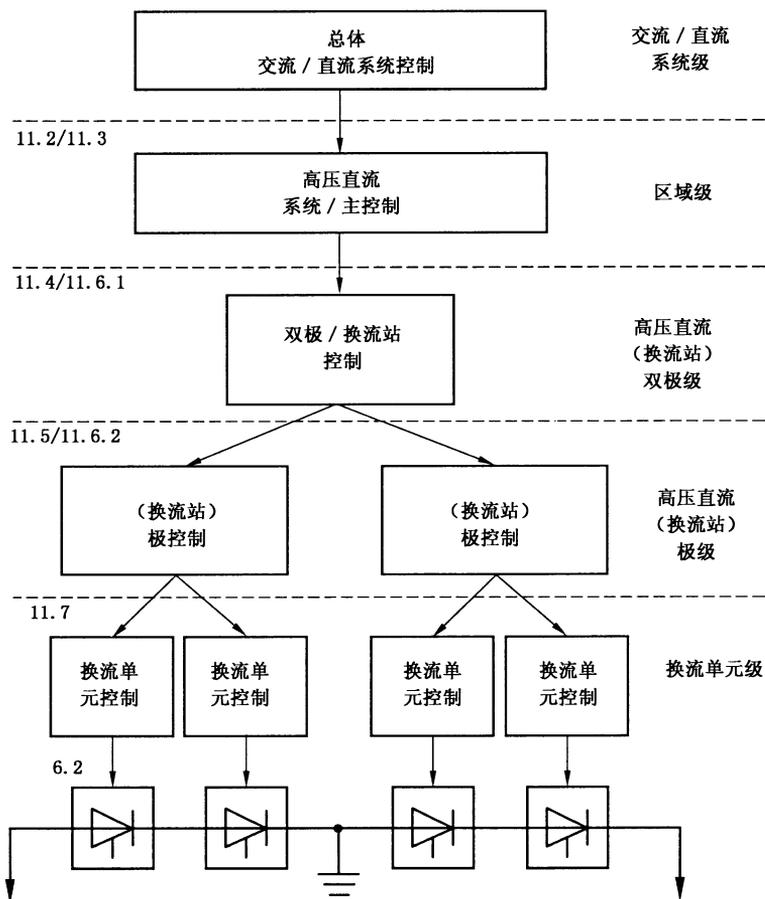
- A——交流系统；
- 8.9——高压直流换流站；
- 8.12——高压直流输电线。

图 10 高压直流换流站串联接线的多端双极高压直流输电系统示例



- U_d ——直流电压；
- I_d ——直流电流；
- 12.7.1(a)——电流指令(整流)；
- 12.7.1(b)——电流指令(逆变)；
- 12.7.2——电压指令(整流)；
- 12.8——电流裕度。

图 11 两端高压直流系统简化的稳态电压—电流特性



- 6.2——换流桥；
- 11.2——高压直流系统控制；
- 11.3——(高压直流)主控制；
- 11.4——(高压直流系统)双极控制；
- 11.5——(高压直流系统)极控制；
- 11.6.1——(高压直流)换流站双极控制；
- 11.6.2——(高压直流)换流站极控制；
- 11.7——换流单元控制。

图 12 一个高压直流系统的层次结构

中文索引

A

按相控制 12.1

B

不可控换流臂 5.4.2

C

重叠角 7.22

触发角 7.20

[触发]超前角 7.21

[触发]延迟角 7.20

D

大地回线转换开关 9.13

单阀[单元] 6.3.1

单极大回线[高压直流]系统 8.8.1

单极[高压直流]系统 8.8

单极金属回线[高压直流]系统 8.8.2

单向高压直流系统 8.3

导通方向 7.3

导通期 7.25

导通状态 7.9

等延迟角控制 12.1

等距开通控制 12.2

电抗器组件 6.7

电流控制方式 10.3

电流裕度 12.8

电网换相 5.6.1

电压控制方式 10.2

短路比 7.32

断态 7.11.1

多重阀[单元] 6.3.2

多端控制 11.2.1

多端高压直流输电系统 8.2.2

F

阀 6.3

阀避雷器 6.14

阀闭锁 7.17

阀侧绕组	6. 19. 2
阀电压降	7. 10
阀电子电路	6. 13
阀结构	6. 11
阀接口(电子设备)[单元]	6. 12
阀解锁	7. 18
(阀)晶闸管级	6. 9
阀控制	11. 8
阀[控制]保护	11. 8. 3
阀[控制]开通	11. 8. 1
阀[控制]监测	11. 8. 2
阀支架	6. 10
阀组件	6. 8
阀[阳极][阴极]电抗器	6. 18
[阀]开通脉冲	7. 14
[阀]控制脉冲	7. 13
反向	7. 4
反向电流	7. 6
反向电压	7. 8
反向阻断期	7. 28
反向阻断状态	7. 11. 2
非导通方向	7. 4
非导通状态	7. 11
非均一换流桥	5. 3. 2

G

高压直流背靠背系统	8. 2. 3
[高压直流]抽能换流站	8. 9. 1
高压直流换流站	8. 9
[高压直流]换流站极	8. 11
[高压直流]换流站极控制	11. 6. 2
高压直流换流站接地网	9. 9
[高压直流]换流站控制	11. 6
[高压直流]换流站双极	8. 10
[高压直流]换流站双极控制	11. 6. 1
[高压直流]控制系统	11. 1
高压直流系统	8. 1
[高压直流][系统]极	8. 5
[高压直流系统]极控制	11. 5
高压直流系统控制	11. 2
[高压直流][系统]双极	8. 6
[高压直流系统]双极控制	11. 4
高压直流输电极线	8. 13

高压直流输电系统	8.2
高压直流输电线	8.12
[高压直流]主控制	11.3
功率控制方式	10.4
关断角	7.23
关断角控制	12.5
关断期	7.24
关断时间	7.24

H

换流	5.1
[换流]臂	5.4
换流变压器	6.19
换流器避雷器	6.15
换流器闭锁	7.15
换流器单元	6.1
换流器单元保护	11.7.5
换流器单元分接开关变换控制	11.7.3
换流器单元监测	11.7.4
换流器单元开通控制	11.7.2
换流器单元控制	11.7
换流器单元顺序控制	11.7.1
换流器解锁	7.16
换流器联结	5.2
换流器直流母线避雷器	6.16
[换流]桥	6.2
换相	5.6
换相电抗	5.8
换相角	7.22
换相失败	7.31
换相数	5.10
换相组	5.7

J

极[电流]平衡	12.10
交流滤波器	9.1
接地极	8.14
接地极线路	8.15
金属回线转换开关	9.12
晶闸管级	6.9
晶闸管组件	6.6
均—换流桥	5.3.1

K

开通	7.12
开通失败	7.30
可逆高压直流系统	8.4
可控换流臂	5.4.1
空闲期	7.26
控制方式	10.1
控制指令	12.7

L

两端高压直流输电系统	8.2.1
临界关断期	7.24.1

M

脉波数	5.9
脉动数	5.9

N

逆变运行	7.2
逆变	7.2

P

旁通臂	5.5.1
旁通对	5.5.2
旁通阀	6.5
旁通开关	6.20
旁通通路	5.5
频率控制方式	10.6
平波电抗器	9.2
平波电抗器避雷器	9.3

Q

桥(式)[换流器联结]	5.3
取决于电压的电流指令限制	12.9

S

双极大地回线[高压直流]系统	8.7.1
双极[高压直流]系统	8.7
双极金属回线[高压直流]系统	8.7.2

T

通态	7.9
----------	-----

W

网侧绕组	6. 19. 1
误开通	7. 29
无功功率控制方式	10. 5

X

相控	7. 19
----------	-------

Y

延迟角控制	12. 3
有效短路比	7. 33
阳极阀换相组	6. 2. 1
阴极阀换相组	6. 2. 2

Z

正向	7. 3
正向电流	7. 5
正向电压	7. 7
正向阻断期	7. 27
正向阻断状态	7. 11. 1
整流运行	7. 1
整流	7. 1
直流冲击电容器	9. 6
(直流)电流[控制]指令	12. 7. 1
(直流)电压[控制]指令	12. 7. 2
直流滤波器	9. 4
直流母线避雷器	9. 7
直流线路避雷器	9. 8
直流阻尼电路	9. 5
[直流]中性母线避雷器	9. 11
[直流]中性母线电容器	9. 10
中点直流母线避雷器	6. 17
主阀	6. 4
阻断期	7. 26
阻断状态	7. 11
阻尼控制方式	10. 7
最小延迟角控制	12. 4
最小关断角控制	12. 6

ERTB	9. 13
ESCR	7. 33
MRTB	9. 12

MTDC	8.2.2
MUV	6.3.2
p	5.9
q	5.10
SCR	7.32
α	7.20
β	7.21
γ	7.23
μ	7.22

英文索引

A

a. c. filter	9. 1
anode valve commutating group	6. 2. 1

B

bipolar earth return (HVDC) system	8. 7. 1
bipolar (HVDC) system	8. 7
bipolar metallic return (HVDC) system	8. 7. 2
blocking interval	7. 26
blocking state	7. 11
bridge(converter connection)	5. 3
by-pass arm	5. 5. 1
by-pass pair	5. 5. 2
by-pass path	5. 5
by-pass switch	6. 20
by-pass valve	6. 5

C

cathode valve commutating group	6. 2. 2
commutating group	5. 7
commutation	5. 6
commutation failure	7. 31
commutation inductance	5. 8
commutation number	5. 10
conducting direction	7. 3
conducting state	7. 9
conduction interval	7. 25
control mode	10. 1
control order	12. 7
controllable converter arm	5. 4. 1
conversion	5. 1
(converter) arm	5. 4
converter blocking	7. 15
(converter) bridge	6. 2
converter connection	5. 2
converter deblocking	7. 16
converter transformer	6. 19
converter unit	6. 1
converter unit arrester	6. 15

converter unit control	11.7
converter unit d. c. bus arrester	6.16
converter unit firing control	11.7.2
converter unit monitoring	11.7.4
converter unit protection	11.7.5
converter unit sequence control	11.7.1
converter unit tap changer control	11.7.4
critical hold-off interval	7.24.1
current control mode	10.3
current margin	12.8

D

damping control mode	10.7
d. c. bus arrester	9.7
d. c. damping circuit	9.5
d. c. filter	9.4
d. c. line arrester	9.8
(d. c.) current (control) order	12.7.1
(d. c.) voltage (control) order	12.7.2
(d. c.) neutral bus arrester	9.11
(d. c.) neutral bus capacitor	9.10
d. c. reactor arrester	9.3
d. c. (smoothing)reactor	9.2
d. c. surge capacitor	9.6

E

earth electrode	8.14
earth electrode line	8.15
earth return transfer breaker	9.13
effective short-circuit ratio	7.33
equal delay angle control	12.1
equidistant firing control	12.2
ERTB	9.13
ESCR	7.33
extinction angle	7.23

F

false firing	7.29
firing	7.12
firing failure	7.30
forward blocking interval	7.27
forward blocking state	7.11.1
forward current	7.5

forward direction	7.3
forward voltage	7.7
frequency control mode	10.6

H

hold-off interval	7.24
HVDC back-to-back system	8.2.3
(HVDC) control system	11.1
(HVDC) master control	11.3
HVDC substation	8.9
(HVDC) substation bipole	8.10
(HVDC) substation bipole control	11.6.1
(HVDC) substation control	11.6
HVDC substation earth	9.9
(HVDC) substation pole	8.11
(HVDC) substation pole control	11.6.2
HVDC system	8.1
HVDC system control	11.2
(HVDC) (system) bipole	8.6
(HVDC system) bipole control	11.4
(HVDC) (system) pole	8.5
(HVDC system) pole control	11.5
HVDC transmission line	8.12
HVDC transmission line pole	8.13
HVDC transmission system	8.2
(HVDC) tapping substation	8.9.1

I

idle interval	7.26
individual phase control	12.1
inverter operation	7.2
inversion	7.2

L

line commutation	5.6.1
line side windings	6.19.1

M

main valve	6.4
metallic return transfer breaker	9.12
midpoint d. c. bus arrester	6.17
minimum α control	12.4
minimum γ control	12.6

monopolar earth return (HVDC) system	8.8.1
monopolar (HVDC) system	8.8
monopolar metallic return (HVDC) system	8.8.2
MRTB	9.12
MTDC	8.2.2
multiple valve(unit)	6.3.2
multiterminal control	11.2.1
multiterminal HVDC transmission system	8.2.2
MVU	6.3.2

N

non-conducting state	7.11
non-conducting direction	7.4
non-controllable converter arm	5.4.2
non-uniform bridge	5.3.2

O

off-state	7.11.1
on-state	7.9
overlap angle	7.22

P

<i>p</i>	5.9
phase control	7.19
pole (current) balancing	12.10
power control mode	10.4
pulse number	5.9

Q

<i>q</i>	5.10
----------------	------

R

rectifier operation	7.1
rectification	7.1
reactive power control mode	10.5
reactor module	6.7
reverse blocking interval	7.28
reverse blocking state	7.11.2
reverse current	7.6
reverse direction	7.4
reverse voltage	7.8

reversible HVDC system 8.4

S

SCR 7.32
 short-circuit 7.32
 single valve (unit) 6.3.1

T

thyristor module 6.6
 (trigger) advance angle 7.21
 trigger angle 7.20
 (trigger) delay angle 7.20
 two-terminal HVDC transmission system 8.2.1

U

uniform bridge 5.3.1
 unidirectional HVDC system 8.3

V

valve 6.3
 valve (anode) (cathode) reactor 6.18
 valve arrester 6.14
 valve blocking 7.17
 valve control 11.8
 valve (control) firing 11.8.1
 valve (control) monitoring 11.8.2
 valve deblocking 7.18
 valve electronics 6.13
 (valve) firing pulse 7.14
 valve interface (electronics) (unit) 6.12
 valve section 6.8
 valve side windings 6.19.2
 valve structure 6.11
 valve support 6.10
 (valve) thyristor level 6.9
 valve voltage drop 7.10
 VDCOL 12.9
 voltage control mode 10.2
 voltage dependent current order limit 12.9
 α 7.20

α control	12.3
β	7.21
γ	7.23
γ control	12.5
μ	7.22

参 考 文 献

- IEC 60050-421:1990 国际电工词汇(IEV) 第 421 章:电力变压器和电抗器
- IEC 60050-436:1990 国际电工词汇(IEV) 第 436 章:电力电容器
- IEC 60050-521:1984 国际电工词汇(IEV) 第 521 章:半导体器件和集成电路
- IEC 60050-601:1985 国际电工词汇(IEV) 第 601 章:发电、输电和配电 通用术语
- IEC 60050-604:1987 国际电工词汇(IEV) 第 604 章:发电、输电和配电 运行
- IEC 60050-605:1983 国际电工词汇(IEV) 第 605 章:发电、输电和配电 变电站
- IEC 60076(所有部分) 电力变压器
- IEC 60099(所有部分) 冲击避雷器
- IEC 60146-1-2:1991 一般要求和电网换相换流器 第 1-2 部分:应用导则
- IEC 60146-1-3:1991 一般要求和电网换相换流器 第 1-3 部分:变压器和电抗器
- IEC 60617-4:1996 电气简图用图形符号 第 4 部分:无源元件
- IEC 60617-7:1996 电气简图用图形符号 第 7 部分:开关、控制和保护器件
- IEC 60747-6:1983 半导体器件 分立元件 第 6 部分:晶闸管
修改 1(1991)
修改 2(1994)
- IEC 60919-1:1988 高压直流(HVDC)系统的性能 第 1 部分:稳态工况
- IEC 60919-2:1991 高压直流(HVDC)系统的性能 第 2 部分:故障与转换
- IEC 60919-3:1999 高压直流(HVDC)系统的性能 第 3 部分:动态工况
-