



电车整流站

上海市公共交通公司 主编
沈阳市电车公司

中国建筑工业出版社

电 车 整 流 站

上海市公共交通公司 主编
沈阳市电车公司

中国建筑工程出版社

本书主要介绍电车整流站的设备及其运行、调度、保养和检修，以及运动化和整流站的设计原则。

本书可供电车整流站工人、技术人员和管理干部阅读。

电车整流站

上海市公共交通公司 主编
沈阳市电车公司

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：8 3/8 字数：225 千字

1979年2月第一版 1979年2月第一次印刷

印数：1—4,380册 定价：0.76元

统一书号：15040·3505

前 言

随着社会主义建设的迅速发展，我国城市客运电车也相应地发展起来。目前全国已有二十几个城市建成了电车交通，车辆不断增加，在城市客运交通中发挥了巨大的作用。

电车整流站，是城市电车交通的“心脏”。车、线、站是一个有机的整体，缺一不可。电车整流站是把直流电馈送到线网上，为电车提供直流电源，保证车辆在线路上正常行驶。

几年来，电车整流站不仅在数量上不断增加，而且在技术上也有很大的发展。电车企业的广大工人、技术人员和干部认真贯彻执行毛主席制定的鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线，坚持独立自主、自力更生的方针，采取三结合方式，大搞技术革新，通过不断实践，试制成功了硅整流器。到一九七三年，全国电车基本上排除了陈旧落后的水银整流器，改装成硅整流器，大大提高了变电质量，降低了变电损耗，减少了维修力量，解决了长期没有解决的变电工人工水银中毒的大问题，保证了职工身体健康。

经过几年的实践，硅整流器的冷却方式也不断地革新和改进，开始由风冷发展到油冷，又从油冷发展到自冷，这三种冷却方式在全国城市电车整流站中正因地制宜地广泛采用。

在控制方式方面，目前开始向自动化、远动化发展。上海公共交通公司有的电车整流站，已经初步实现了遥控、遥讯、遥测，为电车整流站实现自动化、远动化创造了条件。

为了给电车企业广大职工提供点学习参考资料，以不断提高变电质量和维修技术水平，我们编写了这本书。

本书是由上海市公共交通公司和沈阳市电车公司主编，有广

州市人民电车公司、杭州市人民交通公司和哈尔滨市电车公司参加集体编写。由于我们水平有限，书中所介绍的内容可能有很大
的局限性，甚至还会存在缺点和错误，请读者批评指正。

编 者

1978年2月

目 录

第一章 电车整流站的作用及其组成	1
第一节 电车整流站的作用和分类	1
第二节 电车整流站的组成	3
第三节 电车整流站的主回路	4
第二章 电车整流站的主要设备	8
第一节 交流高压设备	8
第二节 硅整流器组	37
第三节 直流馈电设备	81
第三章 电车整流站的保护和辅助用电	99
第一节 过电流保护	99
第二节 过电压保护	106
第三节 电容脱扣失压保护	115
第四节 辅助用电	125
第五节 综合信号线路	134
第四章 电车整流站的管理、操作与调度	138
第一节 电车整流站的管理	138
第二节 电车整流站的操作要点	140
第三节 电车整流站的安全技术	144
第四节 电车整流站值班人员进行巡回检查和交接班内容	153
第五节 电车整流站常见故障	154
第六节 电车整流站的调度	158
第五章 电车整流站的保养和检修	162
第一节 电车整流站的保养	162
第二节 电车整流站的检修	167
第三节 校验设备举例	191

第六章 电车整流站的自动化和远动化	198
第一节 电车整流站自动化和远动化的作用	198
第二节 电车整流站的自动化	198
第三节 电车整流站的远动化	221
第七章 电车整流站的设计原则	236
第一节 电车整流站的设计程序	236
第二节 电车整流站的位置及容量的确定	242
第三节 电车整流站的形式与面积	246
第四节 通风	252
附录	255
附录一 转换开关介绍	255
附录二 整流变压器技术数据	257
主要参考文献	262

第一章 电车整流站的作用及其组成

第一节 电车整流站的作用和分类

一、电车整流站的作用

电车整流站是城市电车动力的源泉，是保证电车运行不可缺少的重要环节。因此，整流站能否保持正常运行，对电车能否正常运行起着决定性的作用。

城市客运电车要安全正点地把广大旅客运送到目的地，这就必须使车、线、站始终处于完好状态。整流站的主要作用是保证不间断的把电供到网路上。在一般情况下，为了防止电业部门因维修或故障停电而影响车辆运行，整流站应采取两路进线电源（两个交流供电所），即一路是常用，另一路是备用。一旦常用电源因故停电时，备用电源可马上投入运行，不会中断供电，保证车辆正常运行。

城市电车均采用直流供电系统，因为直流牵引电动机具有调速方便，牵引特性好，运行可靠的优点。电车直流供电系统的额定电压一般为600伏。

电车整流站的任务主要是将交流电变为直流电。其过程是将10千伏或6千伏的高压交流电引入整流站内，经高压配电装置→变压器→硅整流器→直流600伏配电装置→输出并馈到电车触线上。

电车整流站的容量大小与触线网的长短以及车辆的多少有关。要保证车辆的正常运行必须使电车供电网的末端电压保持在一定的范围内，否则就会影响车辆的行驶速度，因而必须重视电车整流站的供电质量。

二、电车整流站的分类

电车整流站按照不同的需要，可分为许多类型。

1.按容量分类

电车整流站若按其容量可分为大、中、小三类。一般容量在2000千瓦以上的为大型整流站；在1000~2000千瓦的为中型整流站；在1000千瓦以下的为小型整流站。

2.按结构形式分类

电车整流站按其结构形式可分为双层结构和单层结构两种。

(1) 双层结构形式：整流站为两层建筑。在一般情况下，高压进线及配电装置设在二层楼上，而变压器、硅整流器和直流输出配电装置则设置在一层楼内。这种结构占地面积小，节约城市用地，因此目前有些城市已开始采用这种结构形式。

(2) 单层结构形式：整流站为一层建筑。所有设备均设在这一层楼内。其优点是便于巡视和管理。在用地面积允许的情况下，这是采用比较多的一种结构形式。

3.按设备安装方式分类

电车整流站按设备安装方式可分为户内式、半户内式和户外式三种。

(1) 户内式：整流站的设备全部安装在室内。这种安装方式适用于中型整流站。在周围环境复杂，人口稠密的住宅区采用这种形式的整流站比较适宜。

(2) 半户内式：整流站的一小部分设备安装在户外，大部分设备均设在室内。这种形式适用于大型整流站。如处于人口稠密地区，它必须加防护设施，以便保证安全供电。这种半户内式的大型整流站绝大多数建造在负荷集中的市中心。在允许的供电半径之内，它可供给多路电车用电。

(3) 户外式：整流站的全部设备安装在户外，实际上是露天式整流站。这种整流站容量小，可进行遥控操作，适用于单线延长或季节性线路供电。它随时可以停电送电，灵活性大，实用价值较高。为了安全，其变压器可安放在电杆上，硅整流器和其它设备可安放在铁柜内。

第二节 电车整流站的组成

一、电车整流站方框图

电车整流站的方框图(图1-1),是表示各组成部分的相互关系。

二、高压进线及配电装置

1. 进线

进线方式有两种: 架空式进线和电缆式进线。选择哪一种进线较为合适, 应根据电业部门的供电方式和整流站的周围环境来决定。

2. 高压配电装置

这种装置是将高压10千伏或6千伏的交流电引入, 经过进线高压开关柜

和整流器高压开关柜, 再把电能输送到整流变压器及辅助变压器。

高压开关柜装有隔离开关、油断路器、计量和保护用的电流互感器以及电压互感器等。

三、整流器组

1. 整流变压器

目前所采用的整流变压器有两种结线方式。第一种是一次侧接星形或三角形, 二次侧接双反星形, 中间加电抗器。第二种是三相全波接法。在一般情况下, 其一次侧接星形, 二次侧接三角形(详见第二章)。

2. 硅整流器

硅整流器按冷却方式可分为三种。

(1) 风冷: 这种硅整流器是利用强制通风方式, 一般的说, 它的冷却效果较好, 但投资较大, 有噪音, 而且为了给风机

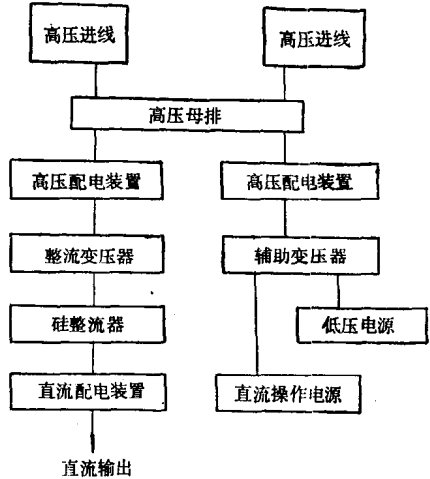


图 1-1 电车整流站方框示意

供电还需要附加电源。

(2) 油冷：这种硅整流器是把硅元件浸放在有变压器油的容器里，以使硅元件得到冷却。这种散热方式的散热效率高，投资少，绝缘强度好，无噪音。由于硅元件浸在油里，可以防止潮湿，但在检查换件时，需要将元件吊出，比较麻烦。

(3) 自冷：这种硅整流器是利用自然通风方式进行冷却。这种冷却方式无噪音。它与风冷相比，可减少风机和辅助用电，与油冷相比，检修换件比较方便。同时，由于自冷硅整流器承受短路能力较强，可以采用较短的直流馈线，从而节省馈线投资费用。但整流器的硅元件并联数多。

四、直流馈电部分

硅整流器输出的 600 伏直流电，经过总快速开关和刀闸开关接到直流母排，再通过分支刀闸开关和快速开关把电能输出到网络上。

直流馈电方式有两种：第一种是架空馈电。它经过穿墙套管把直流电馈到出口杆上，然后由架空馈线再把电流馈到触线上。这种馈电方式投资少，发生故障容易排除。但往往与其它线路发生干扰，又和城市绿化有矛盾，对市容也有一定影响。第二种是电缆馈电。当城市规划有特殊要求时，必须采用电缆馈出。这种馈电方式不影响市容，与其它线路也无干扰。但发生故障不易排除。当长度与第一种方式相同时，一次投资较高。

五、辅助用电部分

辅助用电是由辅助变压器将高压 6 千伏或 10 千伏变为 380/220 伏的电源，供给整流站的辅助设备（如照明、信号、继电保护及一般维修用电），同时也供给油断路器的合闸电源、直流快速开关的吸持电源以及电容脱扣的电源等等。

第三节 电车整流站的主回路

整流站的主回路是指一次接线回路，它包括高压进线和配

电、整流器组、直流馈电和辅助用电变压器等主要设备。图 1-2 所示是一个中等容量整流站的主回路，下面分四部分概述。

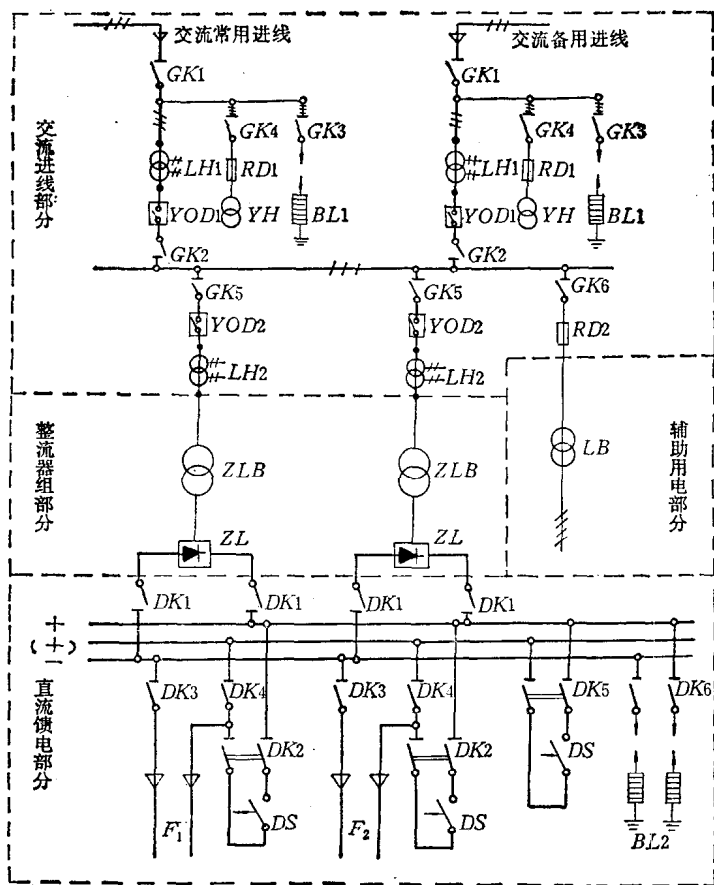


图 1-2 整流站的主回路

GK—高压隔离开关；LH—电流互感器；YH—电压互感器；RD—高压熔断器；BL—避雷器；YOD—油断路器；ZLB—整流变压器；ZL—硅整流器；LB—辅助变压器；DK—600伏直流刀闸；DS—直流快速开关；F—直流馈电线

一、高压进线及配电部分

这是指高压进线配电装置和所属的设备，即从6千伏或10千伏的高压电缆（或架空线）引入整流站内，经隔离开关GK1和电流互感器LH1、油断路器YOD1和隔离开关GK2接到高压母排上。高压母排再经过隔离开关GK5、油断路器YOD2及电流互感器LH2，接到整流变压器。

其它两个隔离开关GK3和GK4是分别引到避雷器BL1和电压互感器YH，作为防雷保护和电压测量之用。高压熔断器RD1是保护电压互感器的。电流互感器和电压互感器配合，接到用电计量和继电保护回路。油断路器是允许带负荷断、合电源的。

两路高压进线均配备两套配电装置，互为备用，保证不因某一进线失压而影响供电。两路进线是由电业部门两个不同系统的线路供电。由于相位和相序等原因，这两路进线是禁止并列运行的。所以均装置了机械或电气联锁，以保证在任何情况下，只准一路进线运行。

高压隔离开关是绝对禁止带负荷操作的，只有在油断路器切断负荷后才能操作，在停电状态下起到明显隔离作用。在不影响正常运行的情况下，可以对每组高压配电装置分别进行停电检修。

二、整流器组部分

该站设有两台整流器组。整流器组由整流变压器ZLB及硅整流器ZL组成。整流变压器一般采用油浸自冷式。硅整流器采用风冷式、油冷式或自冷式均可，要根据具体情况而定。

三、直流馈电部分

这主要包括整流器直流刀闸、直流母排和各馈电直流刀闸、直流快速开关和馈出电缆（或架空）等设备。

各正馈线均装有直流快速开关DS，经直流刀闸DK2接在正母排上。负线则经直流刀闸DK3接在负母排上。其中母排（十）是备用母排，经直流刀闸DK5和备用快速开关与正母排相连。各馈线直流刀闸DK4，在过载时作短期并列运行。同时也可以

单独代替各馈线快速开关供电。

直流避雷器 BL_2 是经刀闸 DK_6 分别接在正负母排上。避雷器下端接至接地网，以防600伏设备遭受雷击。

四、辅助用电部分

整流站的辅助用电是从高压6千伏或10千伏经辅助变压器 LB 变为380/220伏的电源。辅助变压器是一般的电力变压器，二次绕组均为三相四线方式供电。由于辅助变压器所需的功率不大（一般在20千伏安左右），故在一次侧经隔离开关 GK_6 下端装高压熔断器 RD_2 保护之。

第二章 电车整流站的主要设备

第一节 交流高压设备

一、高压油断路器

高压油断路器或称高压油开关，是使电压1000伏以上的高压电路在正常负荷下通路和断路，以及在短路时切断短路电流之用。选用油断路器要保证其有足够的断流容量。

高压油断路器按油量不同，可分为多油式与少油式两种。少油式断路器的主要特点是油只作为消弧介质而不作绝缘介质之用。载流部分的绝缘借空气和陶瓷绝缘材料构成。这样就使少油式断路器中油量大为减少，尺寸和重量也都大为缩减。由于油量较少，油箱也做得较小，因而其构造较坚固。按照安装的地方不同，可分为户内式与户外式。

电车整流站一般使用户内少油式高压油断路器。型号有SN1-10G，SN₅-10及SN8-10三种。其中SN1-10G，SN₅-10型系淘汰产品。

1. 高压油断路器的结构和工作原理

(1) SN₅-10型高压油断路器：断路器安装在一个坚固的铁架1上(图2-1)，在铁架上装有三对瓷座2，其上装油箱3。在铁架中间有一转轴4，其上焊有八根杠杆。转轴之任一端都可装拐臂10与操作机构连接。开断弹簧5的作用是使断路器加速分闸，并使断路器保持在“分”的位置。在铁架之二侧尚有弹簧缓冲器6，它在断路器合闸时缓和操作的振动，并使断路器在开始分闸时有必要的加速。油缓冲器7装在铁架的中间，它在断路器分闸时起缓冲作用。将杠杆的运动传送到导电杆8是利用拉杆9来完成的。

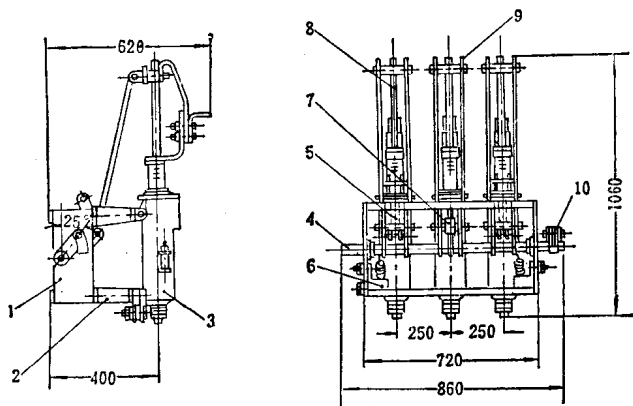


图 2-1 SN5-10型少油断路器外形

- 1—铁架；2—瓷座；3—油箱；4—转轴；5—开断弹簧；6—弹簧缓冲器；
7—油缓冲器；8—导电杆；9—拉杆；10—拐臂

油箱内部装置见图2-2。断路器分闸时所产生的气体，由圆筒上端的三个孔经过油分离室9溢出箱外。遗留在分离室之油沿室边流下回到筒内，中部装有油表8，以指示油面高度。圆筒下面有放油嘴4，上面有进油孔及塞子10，可增减油量。

每个油箱内部有二个绝缘筒1和3。绝缘筒1用以绝缘油箱与导电杆，并压紧消弧室。绝缘筒3用以固定消弧室7与静触头6间的距离。油箱

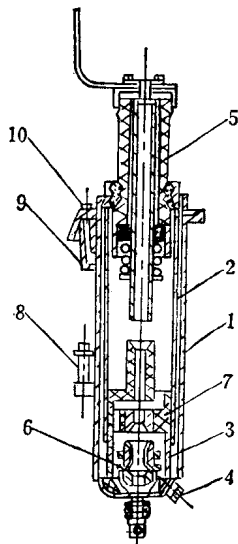


图 2-2 SN5-10型少油断路器油箱

- 1—绝缘筒；
2—油箱；
3—绝缘筒；
4—放油嘴；
5—瓷套管；
6—静触头；
7—消弧室；
8—油标；
9—分离室；
10—进油孔塞子

顶部有法兰盖住，瓷套管5贯穿其中。

断路器消弧室的结构见图2-3。

当断路器在合闸时，横沟被导电杆穿过而受到闭塞。断路器断开时，动触头向上移动，在触头分离的瞬间所产生的电弧，使

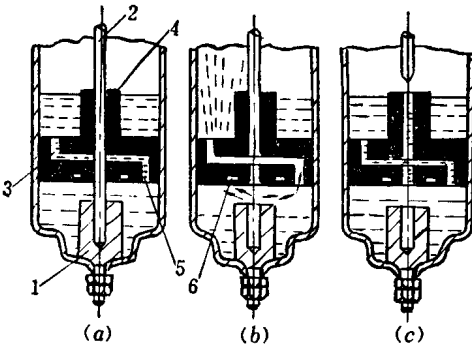


图 2-3 SN5-10型少油断路器消弧室内的消弧情形

(a)通路；(b)断路过程；(c)断路

1—插座式固定触头；2—可动柱触头；3—横向吹动消弧室；4—上口；5—横沟；6—空气室

油受电弧高温作用而产生气体。在起初因消弧室的横沟被闭塞，气体将油压入埋在消弧室中的空气室内，使其中空气压缩。当触头继续上升时，消弧室内横沟开放，空气室内受压缩的气体发生膨胀，使油通过横沟向上部冲出，就利用此股油流来冲断电弧，并使之熄灭。

(2) SN8-10型高压油断路器：这种断路器系由框架、传动部分及油箱等三个部分组成。其结构如图2-4所示。框架用角钢及铁板焊接而成。其上装有分闸定位及支承断路器主轴5的轴承4，主轴上焊有若干拐臂。其中拐臂3通过绝缘拉杆2与底罩上的拐臂12相连，组成四连杆机构。拐臂与分闸弹簧1相连。

油箱的下部是由高强度铸铁制成的底罩8。底罩下端装有可调的放油螺栓7，流量的大小可随螺栓松紧程度而变，放油时不需要全拧下。放油阀上部装有油缓冲器的塞杆9，当断路器分闸时，导电杆下端的孔正好插入其中，起缓冲作用。在底罩中间突起部分装有断路器的小轴10，用弹簧销11与主拐臂12相连。底罩的上部固定着中间触头。中间触头是采用滚动接触形式，它由触头架及两对紫铜滚轮16组成，滚轮借弹簧与导电杆、滚动触头架