

吴美潮 张 鸣 谢迎孙 编著



SN10-10型断路器

61

SN10—10型断路器

吴美潮 张 鸣 谢迎孙 编著

西北大学出版社出版发行

(西安市太白路)

新华书店经销 空军电讯工程学院印刷厂印刷

※

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7.5 字数: 159千字

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数1→10,000

ISBN 7-5604-0090-6/TM·1

定价, 2.50元

简 介

SN10-10 型高压少油断路器是使用在 10kV 变电所量大面广的电力设备。本书主要内容有：SN10-10 概论、结构、设计与原理、检查与试验、制造工艺、安装和调整、运行和检修、常见故障的分析与处理等。本书的特点是内容丰富，实用性、系统性强，理论结合实际，融制造与使用于一体。力求使读者对 SN10-10 不但知其然，而且知其所以然，提高理论水平和处理生产及运行问题的能力。

本书可供高压开关制造厂、电业系统的工程技术人员、管理人员和技术工人阅读；可供高等学校、中等专业学校有关专业的师生参考；亦可作技工学校相关专业和技术培训班的培训教材。

前 言

在我国的10kV电力系统中，由于SN10-10型断路器的生产和使用技术已充分成熟，使它能以其优良的性能和低廉的价格受到大多数用户的欢迎，成为10kV系统的主导产品。20年来，我国电力系统已拥有100万台SN10-10，SN10-10成为技术性能可靠，量大面广的一种实用断路器。因为SN10-10对国民经济作出了重大的贡献，所以它在1985年获得了国家科技进步奖。众多的优点使得SN10-10具有顽强的生命力，预计它还有20年的生产期和40年的使用期。

为了总结这样一种重大的电力设备制造和运行的经验，普及和推广生产和使用知识，继续深入研究结构原理，我们编著了《SN10-10型断路器》。

《SN10-10型断路器》，是全面论述SN10-10型断路器的一本书。它的主要内容为：SN10-10概论、结构、设计与原理、检查与试验、制造工艺、安装与调整、运行和检修、常见故障的分析与处理等。

在编著本书时，作者力求作到内容丰富，实用性、系统性强，理论联系实际，融制造与使用于一书。全书将SN10-10之本体、传动件及操动机构作为一个完整的整体系统来阐述；并用部分篇幅简述了高压开关柜的问题。我们还希望，本书能够深入浅出、简明扼要、直观清晰、图文并茂，使读者对SN10-10不但知其然，而且知其所以然，从而提高理论水平和处理生产及运行问题的能力。

在编著本书时，作者参考、引用了40余篇公开发表的文献。除此之外，我们还参考了许多内部资料，有有关生产厂和运行部门的资料。许多关心本书的工程师们还提供了一些资料。本书蒙西安高压电器研究所李松乔、叶德隆、王仁甫高级工程师的支持。对于所有的帮益，我们均表示诚挚的感谢。

作者才疏学浅，本书难免有疵。对于本书的缺点错误，欢迎广大读者给予指正，我们尽量对所有赐教予以及时答复和鸣谢。

编著者

1988年11月

目 录

第一章 概论	(1)
一、用途	(1)
二、发展过程	(3)
三、型号规格	(12)
四、技术参数	(15)
第二章 结构	(21)
一、技术要求	(21)
二、基本组成部分	(22)
三、总体结构	(25)
四、本体	(27)
五、传动件	(39)
六、操动机构	(41)
第三章 设计与原理	(54)
一、绝缘设计	(54)
二、操作系统设计	(54)
三、导电系统设计	(72)
四、灭弧原理	(82)
第四章 检查与试验	(98)
一、检验项目	(98)
二、机械性检验	(99)
三、载流性试验	(102)
四、绝缘性试验	(104)
五、开断与关合能力试验	(105)
六、出厂检验	(106)

七、参考性试验	(107)
第五章 制造工艺	(109)
一、机械加工工艺	(109)
二、钣金加工工艺	(112)
三、焊接工艺	(115)
四、表面处理工艺	(117)
五、绝缘工艺	(124)
六、密封工艺	(127)
七、装配工艺	(129)
第六章 安装和调整	(132)
一、安装尺寸	(132)
二、高压开关柜	(136)
三、装在高压开关柜中的SN10-10	(137)
四、固定式开关柜的安装、检查和调整	(148)
五、手车式开关柜的安装、检查和调整	(151)
六、安装后试验	(161)
第七章 运行和检修	(163)
一、运行	(163)
二、检修周期	(164)
三、本体的检修	(167)
四、框架及传动件的检修	(177)
五、CD10型电磁机构的检修	(180)
六、CT8型弹簧机构的检修	(183)
七、整体组装	(187)
八、修后调整与试验	(192)
第八章 常见故障的分析与处理	(199)
一、回路电阻偏大	(199)
二、渗漏油	(203)

三、合闸铁芯不动	(207)
四、合不上或合闸速度偏低	(208)
五、不分闸	(210)
附录	(212)
附录 1：备件明细表	(212)
附录 2：主要生产厂及行业简介	(222)
参考文献	(228)

第一章 概 论

一、 用 途

今天，电能在所有工业部门，在运输业以及在农业方面都有着最广泛的应用。我们甚至想不出有哪一个基于现代化水平的生产部门是不利用电能的。就是说，现代的工业、农业、交通、国防以及人类生活的许多方面，都离不开电。

电能来自电力系统。世界上电气工业的发展十分迅速。电力在整个动力中所占的比例不断地在增长，如，1960年占17.7%，1970年占21.1%，1980年占26.2%。近20年来，世界上电工产品增加了4倍。强电设备约占世界电工产品的33%。

高压断路器，是电力系统中最重要控制和保护设备。断路器在电力系统中有两种截然不同的运行状态，即静止状态和动作状态。它们在绝大部分运行时间中处于静止状态，在电网中接通电路使巨大的电力源源不断地输向用户；或者处于可靠地隔断电路的联系状态。它们有时在极其短暂的运行时间中处于动作状态，一旦电力系统发生故障或需要改变运行方式时，要求一触即发，在数十毫秒极短的时间内准确无误地动作。

高压断路器在电力工业上的应用，首先要求有高度的可

靠性，要求具有如下的具体功能：

(1) 在它运行寿命中的大部分时间，可靠地起绝缘子的作用；

(2) 在它运行寿命中的大部分时间，可靠地承载负荷电流；

(3) 可靠地经常开断和关合负荷电流；

(4) 可靠地不经常承载、开断和关合短路电流。

高压断路器的主要技术问题是如何熄灭触头分开瞬间所产生的电弧。也就是说，它们必须可靠地熄弧。为此，必须具有可靠的灭弧装置。一些高压断路器的分、合闸操作都是通过电弧过程来设计的。因此，断路器的分类主要按灭弧介质的不同来进行。一百多年来，断路器已发展有：水、多油、少油、压缩空气、SF₆、真空、固体产气和磁吹等多种类型。此外，还正在通过不同途径研究无电弧分断电流的固体断路器，例如晶体管（可控硅）断路器、超导体断路器等。所有这些形式的断路器，在我国中压领域的10kV电力系统中，少油断路器仍然继续发展并保持优越的支配地位。十余年来，由于少油断路器的生产和使用技术充分成熟，促使SN10-10型少油断路器以其优良的性能和低廉的价格受到相当多用户的欢迎，成为10kV系统的主导产品。

SN10-10型断路器系三相交流50Hz的户内电力设备。它的用途是能在工矿企业、发电厂、变电站以及其他类似场所作为保护与控制用的高压电气设备，使电力系统安全可靠地运行。由于电力在国民经济和人们生活中占有十分重要的地位，输电系统必须安全可靠运行，从而保护与控制电力的断路器显得十分重要，必须万分可靠和安全。

二、 发展过程

高压断路器的发展至今已有一百多年的历史了。从原理结构上看，它由大气中自然拉长电弧分断电流的开关；逐步发展成当代比较完美的断路器。这是一个不断演变、不断创新以满足电力系统要求的过程。

19世纪80年代，首先创制成多油断路器。1885年，美国费伦蒂(Ferranti)工厂研制成世界上第一台用油作灭弧介质的罐式断路器。1898年，布朗(Charles Brown)制成新型箱式断路器。由于箱式断路器结构合理，曾广为应用，致使罐式断路器的发展受到限制。但是，多油断路器中的油既是灭弧介质，又是保证导电部分与油箱绝缘的主要物质，所以用量多。油量一多，不仅使断路器体积庞大、材料消耗较多，而且增加了爆炸和火灾的危险性。同时，它还存在额定电流不大，开断电流小，燃弧时间长、动作速度慢以及需要一套油处理装置等缺点。最后，它渐渐地被少油断路器所取代^[1]。

少油断路器是在20世纪20年代开始发展起来的。到了30年代，由于它具有较大的断流能力，对电网固有的高频等干扰所引起的过电压影响较小，受气候影响也较小，且运行可靠，在发生故障时可以防止火灾等优点，故被广泛应用，几乎淘汰了多油断路器。少油断路器的发展初期主要流行于西欧各国，例如法国、瑞士和意大利等。

我国多油断路器的制造开始于20世纪30年代。1935年，上海华通电机厂生产了我国的第一台高压多油断路器，

型号为CL3, 13.2kV, 400A, 250MVA。同年, 上海益中瓷电公司生产了6.6kV多油断路器^[2]。我国少油断路器的制造始于20世纪50年代中期。1954年, 由沈阳高压开关厂试制成我国第一台SN1-10型(仿苏联BMΓ-133I型)少油断路器。接着试制成SN2-10型(仿苏联BMΓ-133II, III型)及SN3-10型(仿苏联BMΓ-10型)少油断路器。SN1-10、SN2-10和SN3-10曾在我国历史上起过应有的作用。先后生产此种断路器的工厂有沈阳高压开关厂、上海华通开关厂、西安开关整流器厂、北京开关厂等。这种断路器当时广泛地应用于电力部门。

SN1-10、SN2-10和SN3-10的主要技术参数如表1-1所示。

表1-1

型 号	额 定 电 压 (kV)	额 定 电 流 (A)	额 定 断 流 容量(MVA)	备 注
SN 1-10	10	400, 600	200	
SN 2-10		600, 1000	350	
SN 3-10		2000, 3000	500	

我国在制造SN1-10及SN2-10的同时, 又试制了SN1、2-10G(仿苏联BMΓ-133改型), SN5-10及NS6-10(仿苏联BMΓ-10型), SN5-10G及SN6-10G(仿苏联BMΓ-10改型)断路器。这些断路器的基本参数以及油箱和灭弧室结构均相同, 它们的传动部分存在着若干差别, 不利于使用, 在运行中都暴露出各自的缺点。为此, 以后又设计、试制了

SN1-10T及SN2-10T型（即统一设计产品）。这类产品的基本结构仍是沿用BMJ-133型。它的灭弧性能较差，燃弧时间长，开断临界小电流时触头开距长达165mm，体积大，材料消耗多，难以满足重合闸的要求。我国在1970年前后生产SN1-10G及SN2-10G的厂家有沈阳高压开关厂、重庆电器总厂、石家庄农电公司开关厂及河南信阳高压开关厂等，生产SN5-10及SN6-10的厂家有苏州开关厂、福州开关厂、济南开关厂、山东潍坊电器元件厂及开封市电器配件厂等。

差不多在同一个竞争的时代，我国还研制了SN8-10型断路器。它的主要生产厂有北京开关厂、上海开关厂、浙江江山电工器材厂及吉林惠德县电机修造厂等。此时，西安高压开关厂则生产SN9-10型断路器。沈阳高压开关厂和平顶山高压开关厂生产SN11-10型断路器。这些断路器的基本参数都和SN1-10及SN2-10相同，在竞争的行列中，西安高压开关厂还推出了DN3-10型多油断路器。

所有这些尝试与努力，都为我国发展10kV断路器的生产作出了积极贡献。但是它们最终都未能取代SN1-10、SN2-10及SN3-10。

1970年，一机部、水电部组织了西安高压电器研究所等26个科研、制造、使用单位共同设计、制造SN10-10型断路器。1974年开始又作了较大的改进，定型为SN10-10 I、II、III型，并最终取代了SN1-10、SN2-10及SN3-10，同时淘汰了SN5-10，SN6-10，SN8-10，SN9-10，SN11-10，DN3-10，从而雄踞我国10kV级断路器的主导地位。

SN10-10型断路器的基本技术参数如表1-2所列。

表 1—2

序 号	型 号 规 格	额定 电压 (kV)	额定电流 (A)	额定开断 电流 (kA)	鉴定时间 (年)	备注
1	SN10—10/600—100	10	600	6.3*	1972	CS2 机构
2	SN10—10/1000—100		1000			
3	SN10—10/600—300		600	17.3		1970
4	SN10—10/1000—300		1000			
5	SN10—10/1000—500			29.0		
6	SN10—10 I / 630—6.3		630	6.3*	1980	CS2 机构
7	SN10—10 I / 1000—6.3		1000			
8	SN10—10 I / 630—16		630	16		
9	SN10—10 I / 1000—16				1978	
10	SN10—10 I / 1000—31.5		1000	31.5		
11	SN10—10 II / 1250—40		1250	40*	1977	
12	SN10—10 II / 2000—40		2000			
13	SN10—10 II / 3000—40		3000			

• 其操作循环：分—180s—合分—180s—合分

SN10-10型断路器，在80年代得到了巩固和稳定。现在全国定点生产的厂家有40家，全国年产量约为七八万台。据不完全统计，在全国电力部门运行的SN10-10约有100万台，分布在全国东南西北的每个角落，还有不少产品远销国外。它们真正成为高压断路器中最为量大面广的产品。SN10-10，

不但自身随着岁月的推移而得到改进、提高，日臻完善，而且向上发展了新品种SN10-35型断路器。它的额定电压为35 kV，额定电流为1000A，额定开断电流为16kA。SN10-35为我国35kV级断路器增加了新产品，从而使SN10成了系列产品，诞生了SN10系列断路器。

在高压电器的分类学上，本书作者认为：SN10-10I/630-16、SN10-10I/1000-16等规格组成SN10-10品种；SN10-10、SN10-35等品种组成SN10系列；SN10、SW6等系列组成断路器类，断路器、隔离开关等类组成高压电器。所以，类是按高压电器的基本功能，使用范围等划分的；系列是基本结构相同、电压等级不同的同一类产品；品种是同一系列中各种不同电压等级的产品；规格是同一品种中由于基本参数（例如额定电流、额定开断电流等）的不同而划分的产品。

SN10系列断路器和国际上同类产品的基本参数比较如表1-3所列。从表1-3中可以看出，SN10系列具有国际水平。

由于SN10-10型断路器在我国国民经济中有重大作用，获得了先进的技术效果和巨大的经济效益。它推广后，每年为国家获得利润1200万元。为此，在1986年召开的全国科学技术大会上，SN10-10 I、II、III型断路器荣获国家科学技术进步三等奖，颁发了奖状（图1-1）。成果的主要工作人员有李松乔、谢迎孙、胡天畏、陈慧玲、杜锡南、张鸣等。

由于制造技术的成熟，SN10-10的产品质量得到全面保证。1985年，辽宁锦州开关厂生产的SN10-10荣获国家质量奖金质奖，浙江电工器材厂（今名浙江开关厂）、福州第一开关厂生产的SN10-10荣获国家质量奖银质奖。此外，1987

表 1-3

序号	国 别	制 造 者	型 号	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	额定开断电 流 (kA)	灭弧原理	备 注
1	中 国	高器所等	SN10	10—35	630—3000	16—40	纵横吹	
2	联邦德国	Calor Emag	OD		400—3000		机械油吹	
3	瑞 士	S&S	HP	12—36	630—4000	17—36	纵横吹	
4	日 本	富 士	T		400—4000	24—26	油环吹	
5	比利时	E. I. B	A	3—41.5	630—2500	20—43		
6	法 国	Delle	HG	6—38	400—4000	20—25		
7	南斯拉夫	Minel	PU		630—3200	18—29		
8	瑞 典	ASEA	HKK	3.6—24	800—3150	20—40	纵横吹	
9	瑞 士	BBC	SB	7.2—36	630—2500	12.5—25		
10	丹 麦	L, K	MIM等	6—20	1200—2000	17—30		
11	苏 联	Электро-72	ВМПП	10	1000	31.5		
12	联邦德国	AEG	DE	10—30	400—2500			

证 书

获 奖 项 目：SN10—10型户内高压少油断路器

获 奖 单 位：合肥高压电器研究所等

奖 励 等 级：三 等

奖 励 日 期：一九八二年

国家科学技术进步奖

评审委员会

89-22-3-012-1

图1—1 SN10—10荣获国家科学技术进步三等奖

年荣获国家机械工业委员会优质产品的有：北京开关厂生产的SN10-10 I，长春开关厂生产的CXK牌SN10-10 I及SN10-10 II，合肥高压开关总厂生产的合高牌SN10-10 II，山东潍坊开关厂生产的先行牌SN10-10 II，四川电器厂生产的川企牌SN10-10 II等。

70年代以来，世界上掀起中压开关无油化的浪潮。在这之前，少油断路器以它结构简单、制造和运行经验丰富及制造成本低而在全世界的中压领域占主导地位。可是有些人认为，由于油断路器在开断时存在着爆炸和火灾危险的隐患，检修周期短、检修费用大，不能适应更高可靠性的要求。然而，加拿大研究后给出了1978年1月1日至1983年6月30日期间输变电设备的故障率，其中包括各类高压断路器的故障