

THE VACUUM INTERRUPTER

Theory, Design, and Application

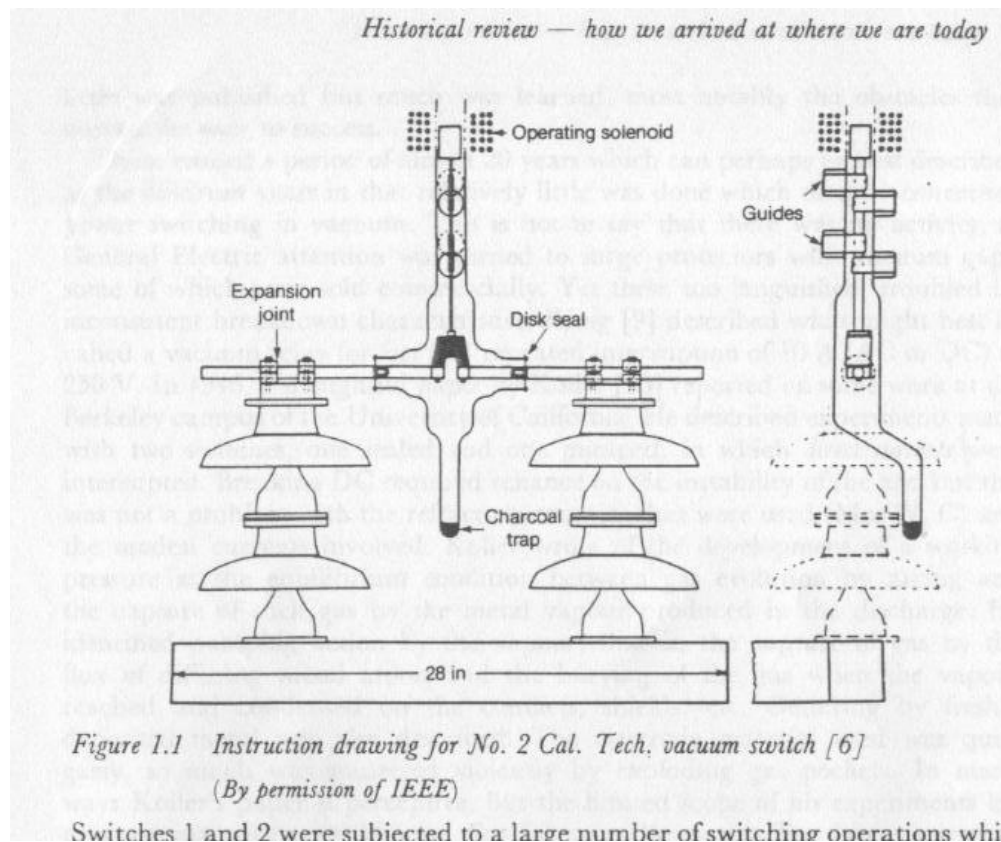
真空开关的诞生

主讲人：刘志远

西安交通大学电气工程学院



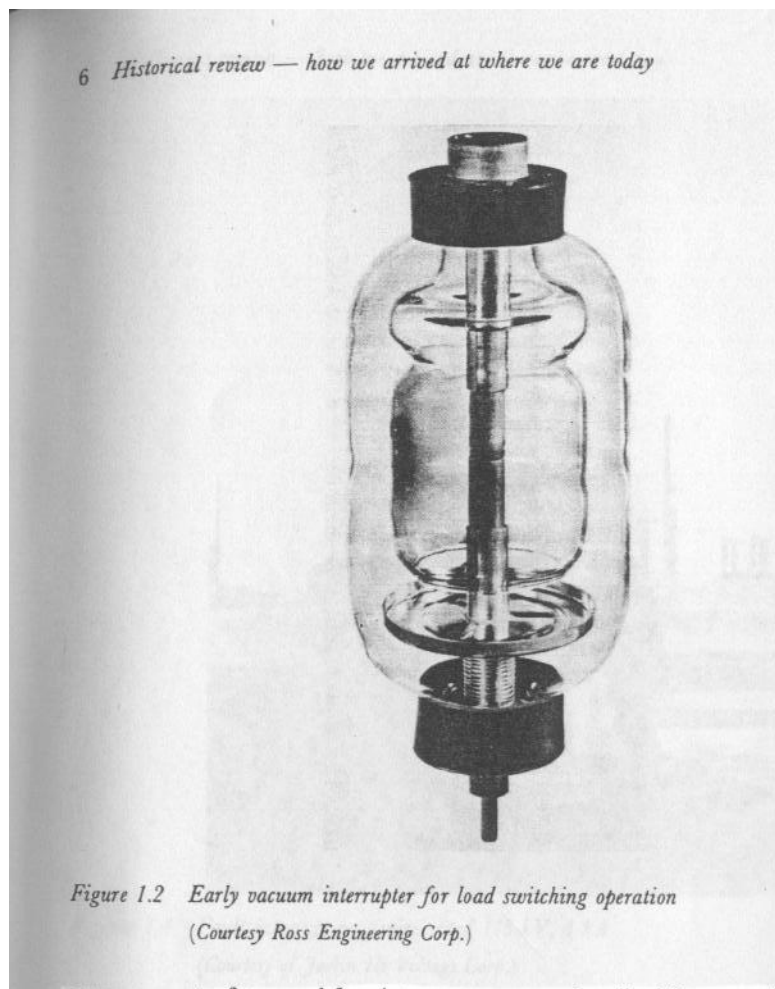
真空开关的诞生



第一台真空开关有一个玻璃外壳，一个动触头和两个静触头组成桥式串联断口。

- 触头上没有专门施加触头压力，只是依靠动触头外加一个活塞的重量使动静触头闭合在一起。
- 这个真空开关由螺线管线圈操动。
- 静触头与外部的电连接需要玻璃封接技术，采用的是当时最好的玻璃 - 金属封接技术 - Housekeeper封接技术。
- 真空开关的真空度依靠真空泵维持，保持真空度在 10^{-6} torr。

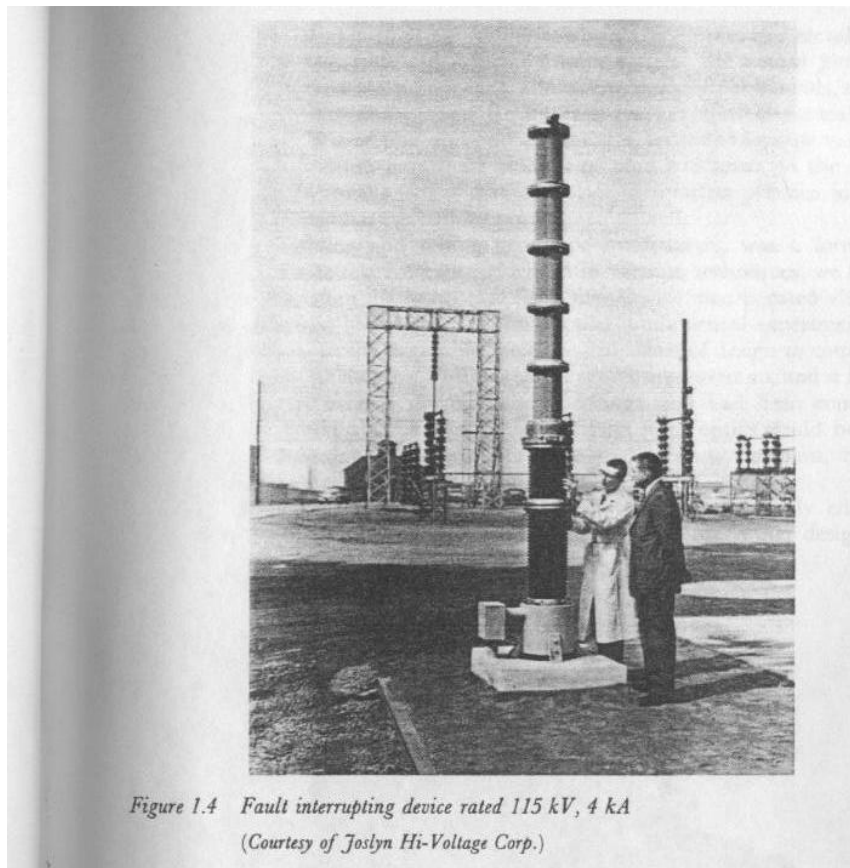
真空开关的诞生



开关用的真空灭弧室是Jenning's公司生产的

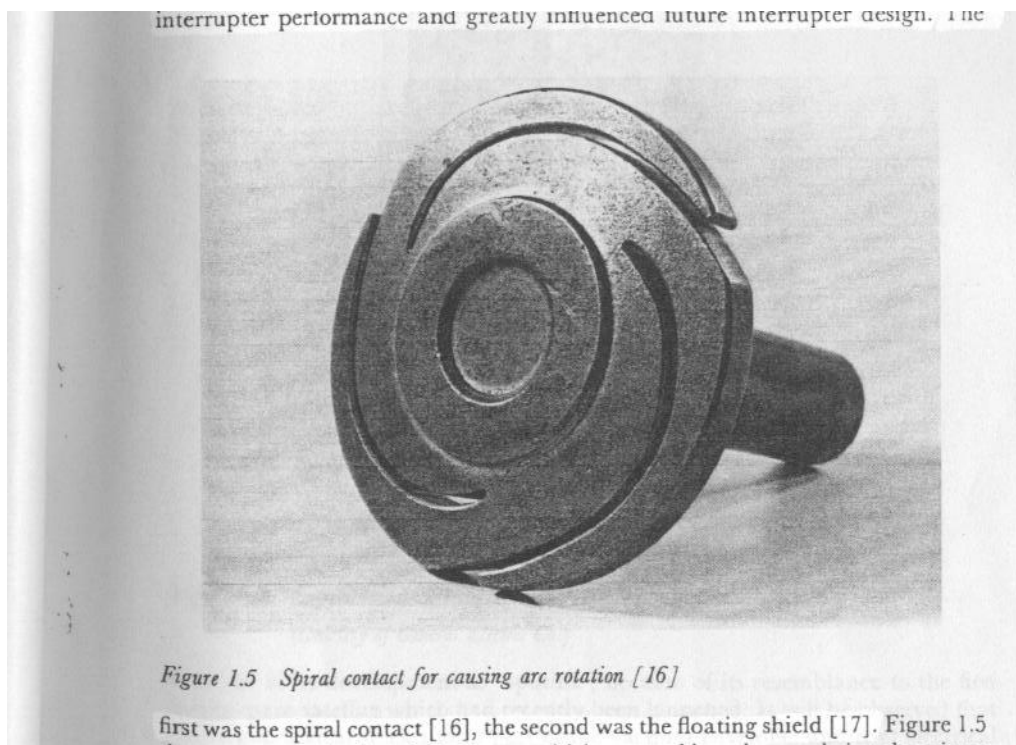
- 它有一个玻璃外壳，主屏蔽罩也是玻璃的
- 还有一个保护波纹管的金属屏蔽罩，触头是用钨制成的

真空开关的诞生



1959年出现了一个叫作故障切断器的真空开关装置，由螺线管操动，额定电压115kV，额定电流600A，额定短路开断电流4000A，由5个Jennings公司的真空灭弧室串联组成。这个装置被用于美国新奥尔良公用电网。

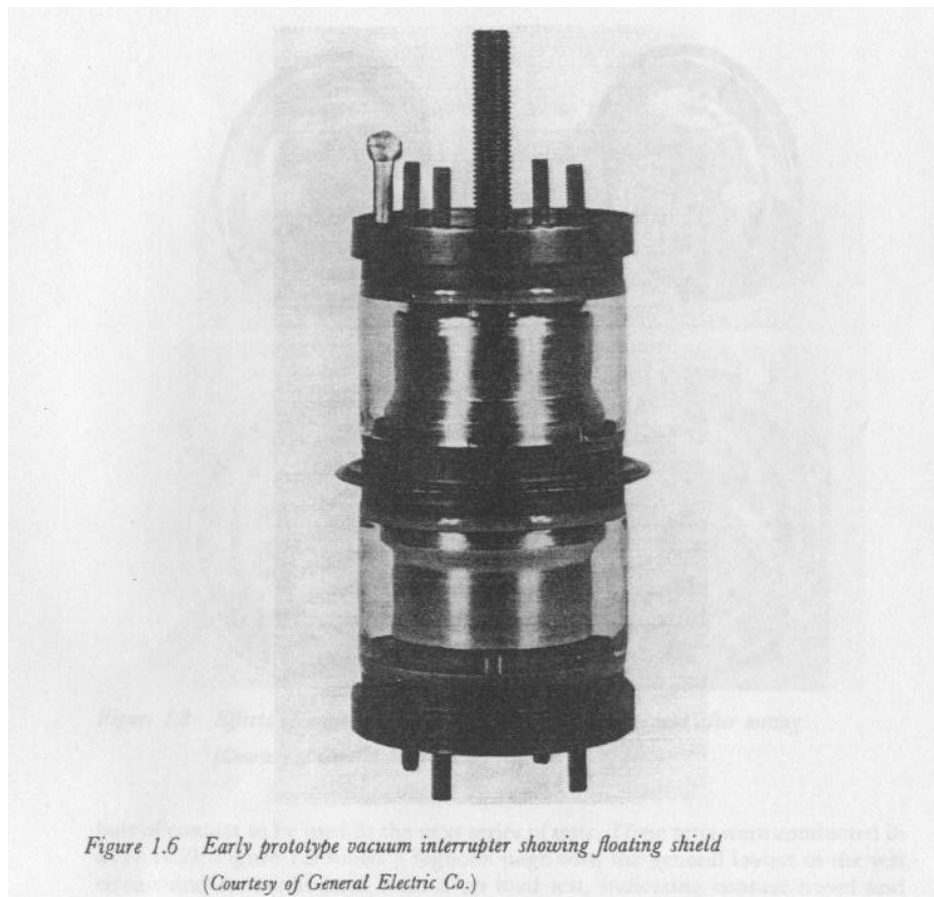
真空开关的诞生



通用电气公司专利——螺旋槽触头

- 第一电弧不会在一个地方停留太久
- 第二蒸气扩散时可凝结在更大的表面上

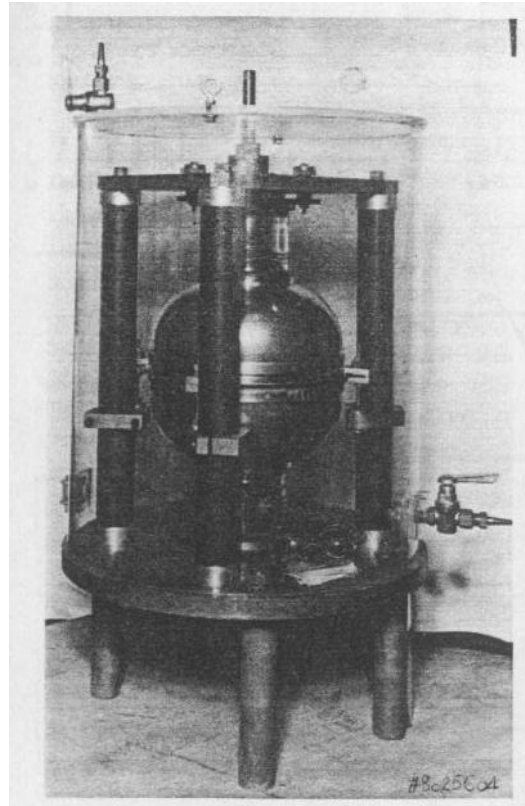
真空开关的诞生



通用电气公司专利——悬浮电位屏蔽罩

- 用来保护真空灭弧室的内绝缘不受电流开断时的电弧喷溅物的影响
- 使得真空灭弧室的电流开断能力大大提高

真空开关的诞生

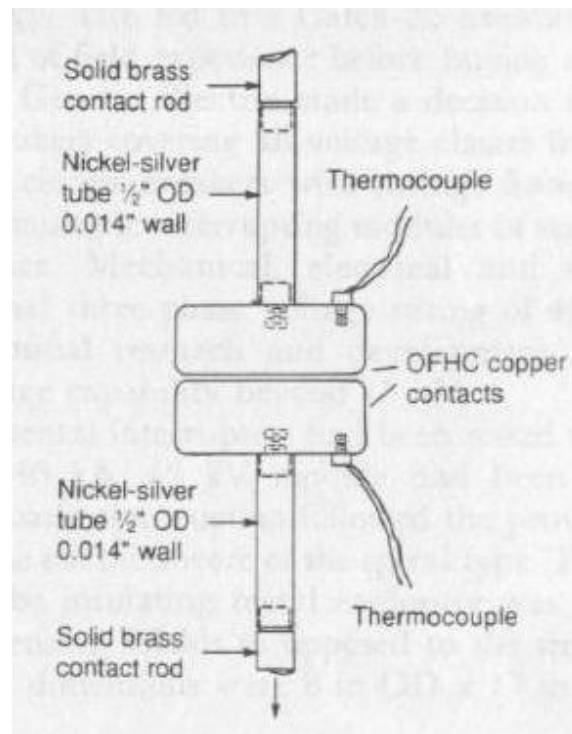
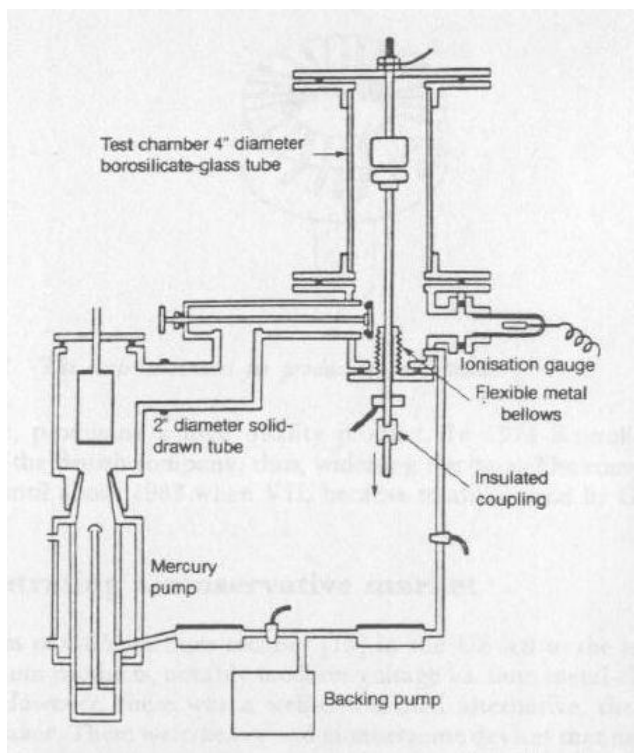


1950年代通用电气公司在真空灭弧室发展方面取得的成就体现在那篇著名的论文“电力用真空灭弧室的开发”上。

这一系列试验还揭示了

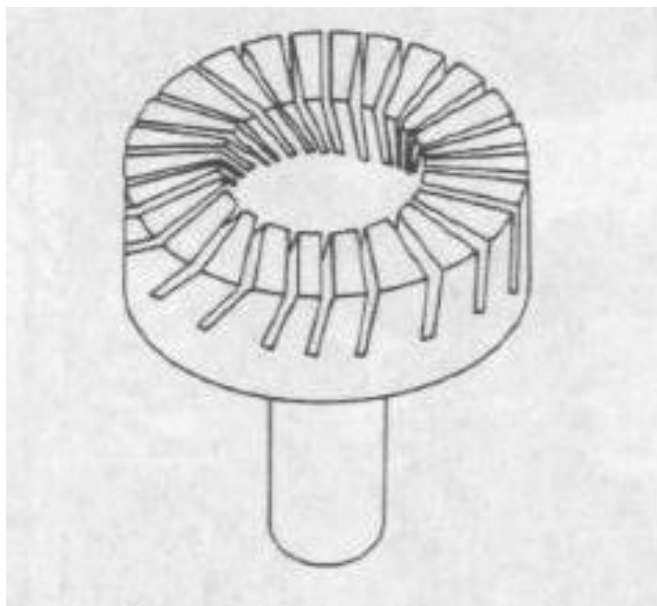
- 第一真空灭弧室在开断电流后能承受非常陡的恢复电压，可达 $6\text{kV}/\mu\text{s}$ ；
- 第二真空灭弧室的绝缘性能在大电流开断后还有可能保持；
- 第三真空灭弧室在开断方面具有卓越的性能，在超过极限分断失败后还能成功分断极限值以下的电流。

真空开关的诞生



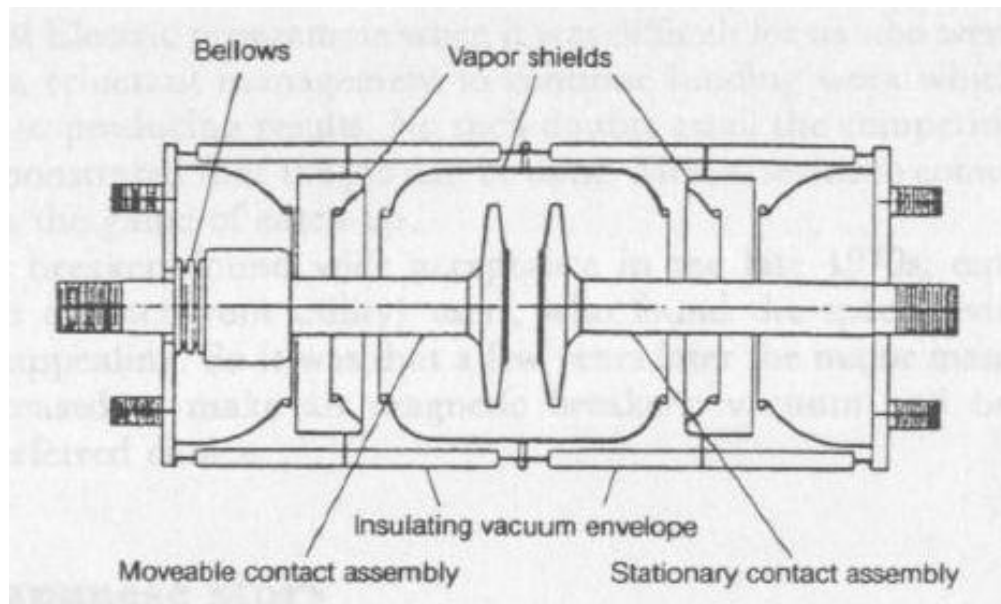
- 大约在美国通用电气公司重新启动真空断路器项目的同时，英国的大不列颠电气公司和联合工业研究协会也成功地开展了相应研究
- 他们的工作包括实验研究和理论研究

真空开关的诞生



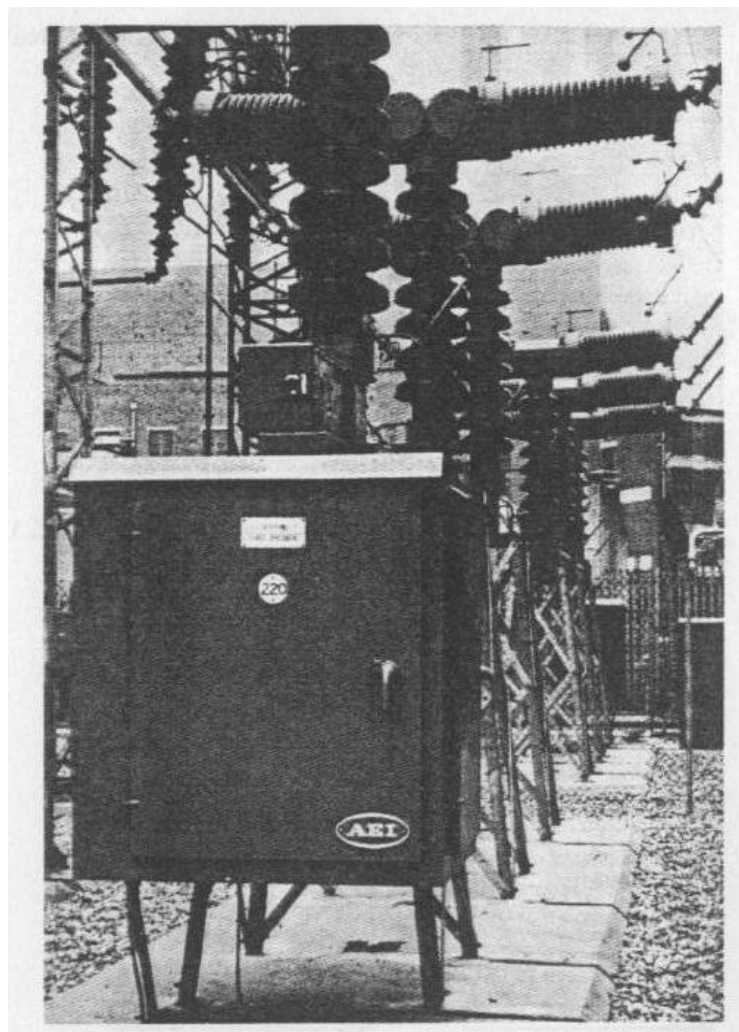
Reece于1961年加入英国联合电气工业公司，在那期间发明了杯状横磁触头，使得处于集聚态的电弧把热分散在整个触头上，减少了金属蒸气的产生。

真空开关的诞生



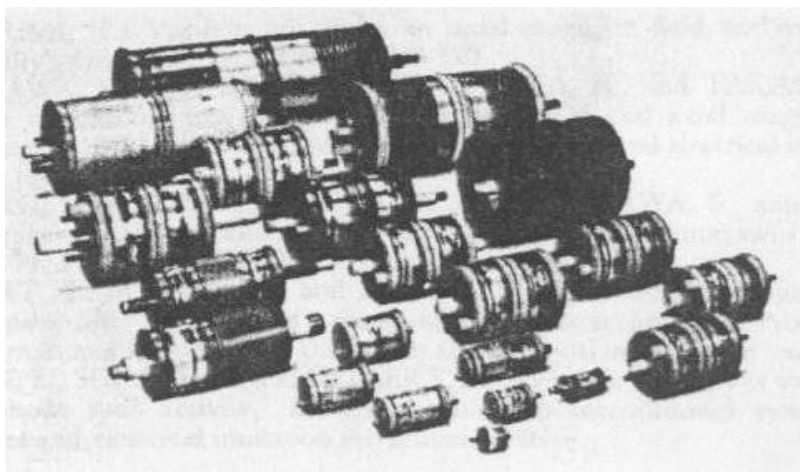
1969年真空灭弧室样品通过了45kV下开断20kA电流的实验，几年以后，45kV/40kA的产品也开发出来。采用螺旋槽触头，触头开距3/4英寸（合19mm）。

真空开关的诞生



英国联合电气工业公司也认为真空断路器的发展方向在高压和超高压等级。在1967/68年他们制造并出售了4台132kV额定短路开断电流16kA (3500MVA) 的真空断路器。

真空开关的诞生



日本的制造商在真空开关的技术进步过程中扮演了重要的角色

- 他们进入真空开关领域比美国和英国都晚，一开始依靠进口技术
- 不久日本的制造商自己开始生产真空灭弧室，涌现出大量的新产品

日本东芝公司的Yanabu博士首先将纵向磁场技术用于商业真空灭弧室中

- 一方面使得真空电弧的弧压大大降低，即降低了电弧能量
- 另一方面减少了电弧能量的集中，对触头表面的烧蚀减小

