

变压器室建筑设计要素分析

王 谦

中国寰球工程公司, 北京 100012

摘 要:为了提高变压器室建筑设计工作效率,针对变压器的防火要求,分析不同类型变压器的优缺点,明确了变压器的选型与变压器室位置选择,结合变压器室涉及到的国家现行规范图集,对变压器室设计要素进行分析,从变压器室火灾危险性类别、耐火等级、防火间距、贮油和挡油设施、灭火设施、火灾自动报警、通风等各角度阐述了变压器室建筑设计的各种推荐意见和做法。对不同类型的变压器室设计具有借鉴意义。

关键词:变压器;设计要素;火灾危险性类别;耐火等级;防火间距

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2014.06.023

0 前言

随着国家工业化进程的加速,现代化工业企业广泛采用电力作为能源。电一般采用高压输送,为减少输电线路的电力损失,需要降压后供给工业企业的动力设备,因此工业企业需要大量采用变压器和建设变压器室。从防火设计的角度,分析相关规范的要求,就变压器室建筑设计要素提出了推荐意见和做法。

1 变压器室设计遵循原则

变压器根据冷却介质不同,分为干式和油浸式两种。干式变压器以空气或其他气体作为冷却介质;油浸式变压器以变压器油作为冷却及绝缘介质。干式变压器优点是阻燃、环保、抗冲击、拆开运输方便、易维护;缺点是容量和电压较低、大容量干式变压器需要风机增大通风量、需要在额定容量下运行、造价高。油浸式变压器优点是适用全容量、过载性能好、造价低;缺点是可燃、需要事故油池、对防火要求高、较难维护。干式变压器适合安装在大型建筑、高层建筑室内;油浸式变压器适合安装在室外,需要设事故油池。

变压器室是为保护变压器及周围人员、设备安全设置的,因为油浸式变压器的可燃等特性,总油量大于 100kg 的油浸式变压器按规定应设置单独的变压器室^[1]。容量特别大的变压器因通风散热原因应考虑露天设置变压器室。

2 火灾危险性类别和耐火等级

变压器室因变压器类型和位置不同,对建筑的要求也不同。在 GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 11 章的第 11.1.1 条中明确规定油浸式变压器火灾危险性类别定为丙类,耐火等级定为一级;气体或干式变压器火灾危险性类别定为丁类,耐火等级定为二级。

建(构)筑物构件的燃烧性能和耐火极限,应符合现行国家标准 GB 50016-2006《建筑设计防火规范》^[2]的有关规定。

3 防火间距的确定

变电站内建(构)筑物与站外建(构)筑物之间的防火间距应符合 GB 50016-2006《建筑设计防火规范》第 3.4.1 条的规定,室外变、配电站变压器按总油量分为 3 档:5~10 t,10~50 t,>50 t^[2]。这表示 GB 50016-2006《建筑设计防火规范》表 3.4.1 中室外变、配电站与其他类型建筑物的间距需要根据变压器总油量来确定。

变电站内建(构)筑物(设备)相互之间的防火间距应符合 GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 11.1.4 条的规定,油浸式变压器按单台设备油量,分为 3 档:5~10 t,10~50 t,>50 t,按此确定防火间距。

屋外油量小于 2 500 kg 的油浸式变压器之间的间距

可按 GB 50053-2013《20 kV 及以下变电所设计规范》^[3]第 4.2.2 条执行。油量 2 500 kg 及以上按照 GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 6.6.2 条规定的室外油浸式变压器之间的最小间距执行;在第 6.6.3 条规定了无法满足间距时应设置防火墙及设置范围,意味着当空间距离不足时可以采用防火墙的设置来隔绝生产危险。

GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 11.1.7 条规定“设置带油电气设备的建(构)筑物与贴邻或靠近建(构)筑物的其他建(构)筑物之间应设置防火墙”,明确了地下和户内变电站的带油电气设备与其他部位的隔墙是防火墙。GB 50016-2006《建筑设计防火规范》第 5.4.2.3 关于民用建筑内的油浸式变压器的楼板、隔墙规定,“锅炉房、变压器室等与其他部位之间应采用耐火极限不低于 2.00 h 的不燃烧体隔墙和不低于 1.50 h 的不燃烧体楼板隔开。在隔墙和楼板上不应开设洞口,当必须在隔墙上开设门窗时,应设置甲级防火门窗”。

4 贮油和挡油设施设计原则做法

变压器的渗漏油与变压器承载负荷有关,负荷越高,变压器油温越高,油黏度越小,容易产生渗漏油。几乎所有隔膜式储油柜均存在渗漏油情况^[4]。变压器渗漏油是各种烃、树脂、酸和其他物质的混合物,这些物质在一定条件下稳定性会发生变化,如在温度、电场及光合作用等影响下会不断氧化。正常情况下渗漏油的氧化过程很缓慢,但当渗漏油中混入了其他物质时(如金属、杂质、气体等),其氧化过程就会加速,使油的性质劣化,进一步使变压器整体绝缘性能下降,威胁变压器的安全运行^[5]。

在事故贮油池容量方面,GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 6.6.6 条规定“屋内单台总油量 100 kg 以上的电气设备,应设置贮油或挡油设施”;第 6.6.7 条规定“屋外单台总油量 1 000 kg 以上的电气设备,应设置贮油或挡油设施”,这两条还规定了容纳油量的设置以及在何种条件下可以减小贮油或挡油设施的容量。地下变电站的变压器则需要设置能贮存 1 台最大变压器油量的事故贮油池。设置容量不低于 20% 变压器油量的挡油池时,需有将油排到安全场所的设施。位于特殊场所的油浸式变压器室必须设置 100% 变压器油量的贮油池或挡油设施。特殊场所包括容易沉积可燃粉尘、可燃纤维的场所,附近有粮、棉及其他易燃物大量集中的露天场所,油浸式变压器室下面设有地下室^[3]。

贮油或挡油设施设计原则:根据国标图集 07J912-1《变配电所建筑构造》^[6]的详图,设计时需要先在地上部分做架空钢筋混凝土楼板,有设备基础放置油浸式变压器,在变压器基础四周是钢格板,使油可以向架空钢筋

混凝土楼板下方渗入。根据对容纳油量设计贮油池的大小,贮油池上覆钢筋盖板,盖板上是卵石层,厚度不小于 250 mm,卵石直径宜为 50~80 mm^[1]。漏油处理的方式有两种:一种是直接做排水沟在门口位置收集漏油,再通过地下管道向室外事故油池输送;另一种是定期通过抽油管将漏油抽走。需注意的是,整个变压器室的地面都需要做防油层,且四周坡向贮油池。

5 灭火设施及火灾自动报警

GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 7.3.2 条规定屋内高压配电装置(无油)、油浸式变压器检修间、油浸式变压器室等可不设室内防火栓。第 7.10.1 条对灭火器的配置进行了规定,其中室外变压器和油浸式变压器室的场所种类都是 B 类(液体火灾或可熔化固体物质火灾),危险等级都是中等。灭火器配置设计,遵照 GB 50140-2005《建筑灭火器配置设计规范》^[7]执行。因此,室外变压器和油浸式变压器室仅需要设置灭火器即满足规范要求。对于地下变电站的油浸式变压器,宜采用固定灭火系统。对于单台容量为 125 MV·A 及以上的主变压器应设置水喷雾灭火系统、合成型泡沫喷雾系统或其他固定式灭火装置^[1]。

地下变电站的油浸式变压器和采用固定灭火系统的油浸式变压器应设置火灾自动报警系统^[1]。GB 50016-2006《建筑设计防火规范》第 5.4.2.8 条对民用建筑内的油浸式变压器规定应设置火灾报警装置。综合考虑,除了单台容量为 125 MV·A 及以上的主变压器、地下变电站和民用建筑内的油浸式变压器外,其他的油浸式变压器可以不用设置固定灭火系统和火灾自动报警系统。

6 通风设计原则及做法

GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 8.1.4 条“暖管道不应穿过变压器、配电装置室等电气设备间”,第 8.3.3 条“变压器室的通风系统应与其他通风系统分开,变压器之间的通风系统不应合并。凡具有火灾探测器的变压器室,当发生火灾时,应能自动切断风机的电源”。禁止暖气管道在变压器室内穿越,且对变压器室内的通风和火灾探测器进行规定,尤其是对火灾发生时的风机断电有要求。GB 50059-2011《35~110 kV 变电所设计规范》^[8]第 4.5.3 条“变压器室宜采用自然通风,当自然通风不能满足排热要求时,可增设机械排风。当变压器为油浸式时,各变压器室的通风系数不应合并。”对变压器室的通风风量及门洞上下的百叶窗和钢丝网窗有要求,其中带钢板网的百叶窗通风面积计算是百叶窗的有效面积乘以钢板网的有效系数 0.77。钢板网采用 1.2 mm(厚)×9 mm×25 mm(网孔)。

通风的做法根据国标图集 07 J 912-1 《变配电所建筑构造》的详图,在大门下方设置钢丝网窗进风窗,当油浸式变压器室大门下方的贮油池通风量不足时,需要设置风坑来增加通风量。高温天气时自然通风难以满足油浸式变压器室的通风散热要求,使用轴流风机强制通风,可提高室内的换热效率,获得较均匀的温度场和空气分布,充分满足室内变压器的通风散热要求^[9]。变压器室大门根据国标图集 04 J 610-1《特种门窗》^[10]选用,变压器室钢门窗分为高式、低式、敞开式,其中敞开式使用钢板网门,高式又有门下进风窗、门上排风窗、门扇百叶排风窗的区分。变压器室钢门窗适用的门洞宽最大为 3 000 mm,门洞高最大为 3 600 mm。需注意的是有效的通风面积在窗的选用表里有明确规定,且门过梁和门樘号需要在图集中选择。门洞宽度大于 3 000 mm 可以选择配变电所钢大门,有平开、推拉、重叠上移门、折叠门,这些形式的大门都带有小门,且在门扇上都有百叶窗,百叶窗高度由通风面积计算确定。配变电所钢大门可以配置机电一体化电机驱制系统和智能感应系统,变压器室的大门采用不燃烧体材料(钢制)。

7 结语

通过对不同类型变压器优缺点的分析,阐述了变压器的选型与变压器室位置选择。结合变压器室防火设计涉及的国家现行规范,对变压器室设计各要素进行分析,明确了变压器室的火灾危险性类别、耐火等级、防火间距、贮油和挡油设施、灭火设施、火灾自动报警、通风等方面的规定,对不同类型的变压器室设计具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] GB 50229-2006,火力发电厂与变电站设计防火规范[S].
GB 50229-2006,Code for Design of Fire Protection for Fossil

Fuel Power Plants and Substations[S].

- [2] GB 50016-2006,建筑设计防火规范[S].
GB 50016-2006,Code of Design on Building Fire Protection and Prevention[S].
- [3] GB 50053-2013,20 kV 及以下变电所设计规范[S].
GB 50053-2013,Code for Design of 20 kV and Below Substation[S].
- [4] 王学俊. 变压器渗漏油的处理办法[J]. 黑龙江科技信息, 2011,83(31):48-49.
Wang Xuejun. Processing Methods of Transformer Oil Leakage [J]. Heilongjiang Science and Technology Information,2011, 83(31):48-49.
- [5] 陈爱国. 变压器常见故障及其在线检测技术[J]. 镇江高专学报,2009,22(2):37-39.
Chen Aiguo. Common Faults and Online Detection Technology of Transformer [J]. Journal of Zhenjiang College, 2009,22 (2):37-39.
- [6] 07 J 912-1,变配电所建筑构造[S].
07 J 912-1,Architecture Construction of Substation[S].
- [7] GB 50140-2005,建筑灭火器配置设计规范[S].
GB 50140-2005,Code for Design of Extinguisher Distribution in Buildings[S].
- [8] GB 50059-2011,35~110 kV 变电所设计规范[S].
GB 50059-2011,Code for Design of 35~110 kV Substation [S].
- [9] 高春艳,梁坤峰,李军号,等. 变压器室 3 种通风散热方案模拟研究[J]. 河南科技大学学报(自然科学版),2013,34(3): 63-67.
Gao Chunyan,Liang Kunfeng,Li Junhao,et al. Three Schemes of Simulation Study of Ventilation and Heat Dissipation in Transformer Room [J]. Journal of Henan University of Science and Technology(Natural Science), 2013,34(3):63-67.
- [10] 04 J 610-1,特种门窗[S].
04 J 610-1,Special Doors and Windows[S].

前三季度全国煤层气抽采量同比增长 9%

国家能源局近日发布数据,今年前三季度,全国煤层气(煤矿瓦斯)抽采量 $126\times 10^8\text{ m}^3$,利用量 $55\times 10^8\text{ m}^3$,同比分别增长 9%和 14%。

据统计,其中地面煤层气产量 $27\times 10^8\text{ m}^3$,利用量 $22\times 10^8\text{ m}^3$;井下煤矿瓦斯抽采量 $99\times 10^8\text{ m}^3$,利用量 $33\times 10^8\text{ m}^3$ 。国家能源局表示,随着煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用量的快速增长,全国煤矿瓦斯事故呈现大幅下降的趋势。

(曾 妍 摘自中国能源网)