

非金属壳体预装式变电站之GRC壳体应用

北京电力公司 李洪涛 陈士军 王鉴 阅读次数: 0

近十余年来,由于各地城网改造的普遍展开,预装式变电站大量出现在城市的市政道路旁与社区建筑中。传统的预装式变电站壳体常常采用钢板或复合板制造,结构形式和造型单一,耐腐蚀性差,隔热与通风散热效果也不佳,还常常成为街头涂鸦和粘贴小广告的汇集地,造成了视觉污染,更破坏了城市环境。怎样从总体上改变预装式变电站的结构设计已成为城市建设的重要问题。

本文就预装式变电站壳体的现状归纳了存在的主要问题,并针对问题提出了主要的解决方案。结合对非金属壳体预装式变电站和金属壳体预装式变电站进行对比分析和实验研究。指出壳体“底进顶出”的通风结构方式,是解决常规“侧进侧出”通风结构方式散热效果不佳问题的有效方法。分析了GRC壳体预装式变电站设计中遇到的问题和解决办法,并详细介绍了GRC壳体预装式变电站的特点和需要注意的主要问题。

预装式变电站壳体用材及通风结构方式的改变,不仅对该类产品性能的改进起到关键的作用,还将对相关产品的设计和制造产生较大的影响。

1 预装式变电站壳体现状

1.1 预装式变电站壳体分类

多年来,国内制造的紧凑型预装式变电站产品,其结构的原型是来自十几年前欧洲的同类产品。当时,该类产品结合中国厂家的加工能力,在很多方面进行了简化处理。这些产品在结构与用材上大致可分为以下几个类型。第一,壳体通常采用金属板材加工,有沉箱式紧凑型结构和全地面平置式结构,表面喷涂处理。第二,应用有水泥材料的箱体,全地面平置结构,其门体为复合材料,表面涂敷建筑涂料。第三,主要采用复合板材加工,全地面平置结构,框架表面涂漆处理,其余为材料自然表面。以上三类产品的通风结构基本上采用“侧进侧出”式。

1.2 预装式变电站壳体存在的问题

第一,对于金属材料制造的箱体,易发生因表面涂层质量不高造成的锈蚀。第二,对于普通水泥材料制造的箱体,其门体因多为复合板材加工而成,结构强度低且与整体外观不协调。第三,对于以复合板材为主制造的箱体,整体结构强度不高且外形美观性较差。第四,上述几种箱体因通风结构相同,均为“侧进侧出”,散热效果普遍不佳。第五,上述各种材料的箱体,因表面处理工艺等原因而无法避免因乱涂鸦和乱粘贴而造成的城市视觉污染。

1.3 解决方案

1.3.1 壳体材料选择

选择防腐性能好且具有一定加工性能和足够机械强度的材料。可供选择的材料诸如:GRC、SMC、金属板内衬外挂水泥预制装饰板等。

1.3.2 结构设计及工艺方案

针对所选定的材料,研究制定和组织实施相关结构设计及工艺方案。例如:针对GRC材料,需要解决预制件模具、构件的结构设计与制造工艺、构件的装配工艺和实现壳体构件功能化的方案。

1.3.3 通风散热方式的选择

改变“侧进侧出”的通风结构为“底进顶出”的通风结构。

1.3.4 表面形状及涂层

对于外表面需要装饰涂层的GRC构件，为了有效地扼制“两乱”现象造成的不良影响，壳体表面形状应制成凸凹不平状，在色彩涂层外再涂以防粘贴、防涂鸦涂料。

2 解决方案的理论推导与实践验证

2.1 解决方案所涉试品的实施内容

试品的结构类型为沉箱“目”字排列紧凑型预装式变电站，试品的沉箱部分由钢板及型钢焊接而成，地面部分构件为GRC结合耐火隔热材料以及预埋金属件构成。试品的沉箱部分涂敷底浆漆及外敷黑色沥青漆，GRC构件外表面涂敷彩色建筑涂料及JF系列防粘、防涂鸦涂料。

2.2 GRC及其应用

2.2.1 GRC

耐碱玻璃纤维是GRC的肋筋材料，是100%无机纤维。它的特点是质轻、能有效抵抗水泥中高碱物质的侵蚀，耐碱性好，握裹力强，弹性模量、抗冲击、抗拉、抗弯强度极高，不燃、抗冻、耐温度湿度变化能力强，抗裂、抗渗性能卓越，具有可设计性强、易成型等特点，是广泛应用在高性能增强混凝土中的新型建筑材料。在混凝土中加入玻璃纤维，可有效提高混凝土基体的抗拉强度、抗弯强度、抗裂抗渗性能，改善混凝土基体的韧性和抗冲击性。该构件材料与SMC等非金属材料相比，在制作箱站等大型设备壳体方面自主加工性强，构件不必拼接，整体性好，即便出现内部燃弧等火灾情况时也不可能有坍塌等风险。

2.2.2 GRC构件的构成

水泥（混凝土）构件内置用不可燃隔热材料（可选用诸如：人造无机纤维岩棉或浮石泡沫玻璃保温材料或玻璃纤维水泥混合体等夹层填料）形成的隔热层、钢筋网和预埋金属件，且在水泥构件钢筋网间有尼龙编制密网。

2.3 两种预装式变电站壳体通风结构的比较

采用“侧进侧出”或“底进顶出”通风结构的两种预装式变电站壳体，在通风方式上同属于置换式通风，只是其通风结构不同。试品水泥壳体预装式变电站的通风结构为“底进顶出”式，而通常金属壳体预装式变电站的通风结构基本上为“侧进侧出”式。

“底进顶出”式预装式变电站的进、排风口有效面积虽然比同种规格的“侧进侧出”式预装式变电站的进、排风口有效面积还要小些，但是“底进顶出”式预装式变电站的换气量较“侧进侧出”式预装式变电站的换气量要大。因此，可以得出这样的结论：“底进顶出”式预装式变电站的通风效果好于“侧进侧出”式预装式变电站的通风效果。

3 GRC箱式变电站壳体设计中的问题及解决办法

3.1 GRC箱式变电站壳体设计中的问题

3.1.1 门体

门体作为壳体中重要的结构件，在实现采用GRC材料时，带来了一系列问题：其一，门体是一个可活动的运动功能件，要求开启轻便灵活，关闭锁位置准确。由于采用了GRC材料，其密度为2.7 kg/m³，尽管是紧凑型的小尺寸箱式变电站，每扇门的质量也有百余千克，实现上述运动要求和位置校正难度很大；其二，如此重的门体在遇到损坏需更换时，其连接件的拆装具有相当大的难度；其三，此种门体开启后的定位和其与壳体间的密封方式也需要解决。

3.1.2 顶部

顶部构件重量较大，安装时需要起吊，通常突出的固定吊具破坏了箱变壳体外观的整体效果。

3.2 GRC箱式变电站壳体设计中问题的解决方法

3.2.1 门体问题的解决办法

采用承载能力高的端轴方式，门轴与门框形成铰链链接；水泥门板上部端轴采用可轴向滑动式轴杆和固定式轴套方式，能有效地实现对轴杆的径向约束，为便捷地更换门体创造条件；水泥门板下部端轴采用可轴向滑动式轴杆和轴向止推轴承承载方式，下部端轴杆的端部有端键，下门框轴向止推轴承上有一个短轴，此轴下端部阶梯轴外轴面与轴向止推轴承上座圈内孔壁过盈配合，上部端部有与端键相配合的孔和键槽，可以使门下端轴杆有效的定位到轴承上；水泥门板下部端轴的轴向止推轴承座侧设有轴承径向调节螺钉，可用于调节门轴位置以端正门体。此外，在轴向止推轴承下座圈的托板上还设置了泄水孔。

3.2.2 顶部吊装挂接方式的改进措施

箱体顶盖沉重，安装与拆卸时需要起吊。为了实现顶盖的吊装，在顶盖上设置有吊装挂接构件。出于外观要求，吊装挂接构件需要隐蔽，所采用的方式有两种。

一是球头挂环结构。当顶盖安装完毕后，撤出弹簧销将球头挂环取下，取下球头挂环单独存放，使整个箱体外观更加协调美观。

二是吊装环结构。吊装完毕后，可将旋合在吊装挂接构件螺旋杆上的螺旋起吊环取下，单独存放。用一个呈圆弧顶且具有内螺纹的防腐外罩将其扣住，以此来保护螺栓不被腐蚀。

3.2.3 门边的密封和门开启角度的定位支撑

门体与门框体间装有定位支撑结构，开启部分与对应固定壳体接触边缘处装有密封件，门体铰链侧边部设计有倒角，避免了门开启始于门框边缘发生干涩。这些措施结合门体端轴的结构特点，使得门体获得了有效的密封和轻松开启后的准确定位效果。

3.2.4 箱体外表面的防“两乱”处理

3.2.4.1 箱体外表面的形状设计

在箱体外表面设计上，除可设计为实验样品如金字塔形方锥凸起外，还可以做成许多有规则的外表面形状。此类表面，可以明显减小粘贴的面积，将使粘贴效果大打折扣。

3.2.4.2 箱体外表面涂料的选择

实验用样品为JF系列防“两乱”无色涂料，经实验检验效果较好。2007年初，部分街区试运行的箱体外壁表面虽有遭污损的情况，但均没有留下永久的痕迹。该涂料的基本原理为应用低表面能高分子树脂的合成技术；通过控制有机硅单体、丙烯酸类单体、三氟偏乙烯的比例，使树脂具有防粘、防写、耐候、耐摩擦的功能。从技术指标看，该涂料具有较低的表面张力，能够抵抗不干胶纸或其它胶粘剂的粘附；该涂料能够抵抗有机溶剂，使油性笔墨水无法侵入到涂层内部，又由于较低的表面张力，使之易于去除；该涂料不含醚类、苯、酮、甲醛类等有机溶剂，不排放有毒气体，具有良好的安全性和环保性；该涂料具有丙烯酸氟碳、有机硅树脂互补的特点，成膜硬度、耐热性、耐水性、耐紫外线、耐酸雨、耐盐雾性较好，使用寿命得到延长。据了解，该种涂料的有效作用期不低于2年。

4 采用GRC壳体需要注意的问题

在选用GRC作为壳体材料时，须注意下列三个方面的问题。

其一，用于制造箱体的GRC材料，其加工性能与金属板材尚有差距，对成型模具的依赖性较强，对于非标产品的适应性较差，加工周期长。

其二，壳体构件加工工艺较为复杂，定制模具、预埋钢结构加工、喷注用于制造箱体的GRC材料，其加工性能与金属板材尚有差距，对成型模具的依赖性较强，对于非标产品的适应性较差，加GRC材料、高温养护、修形、部件配装、调整等等，这些环节均对最终的产品外观和性能产生影响，不易控制。

其三，因为GRC本身属脆性材料，质量较大，对吊装、运输均有较高要求，容易造成表面磕碰伤。

5 结束语

5.1 GRC“底进顶出”通风结构预装式变电站壳体的特点

GRC预装式变电站壳体有以下特点：实现了该种成套设备地面主体部分的全非金属结构；通风降温采用“底进顶出”的方式，使风径通过热源，充分提高散热效率；水泥门板的铰链采用端轴方式，上端选用径向轴套约束，下端选用轴向止推轴承承载，转动灵活轻巧；为便捷地更换沉重地水泥门板，作为铰链的上下端轴被设计成可实现轴向伸缩的结构；使其满足了使用的牢固性与高效的更换性要求；门板铰链附加轴位调节装置，用以校正门位；顶部吊装采用球头挂环挂接原理，无吊装板；表面涂敷有长效防粘贴涂料，避免乱贴乱涂造成的城市视觉污染。

本文所探究的具备以上特点的GRC预装式变电站壳体，其相应专利申请已于2006年由国家知识产权局通知受理。

5.2 预装式变电站壳体结构研究结果的启示及影响

预装式变电站作为配电网设备，在今后相当的时间内还将是各个开关制造企业生产的对象。上述研究结果表明，预装式变电站壳体结构设计的优劣，对其使用和散热性能具有决定性作用。预装式变电站壳体的材料选择，与其使用的环境和用户的要求有直接的关系。金属材料较GRC材料，就加工性而言，金属的优势是毋庸置疑的。GRC预装式变电站壳体虽其加工过程中的工艺环节较为复杂，但其优异的隔热和防腐特性，在夏季燥热的环境中以及面对相对恶劣的户外环境会有更优的表现。本文所进行的壳体通风结构的比较，对于以往普遍采用的“侧进侧出”通风结构模式的效果提出了质疑。经过理论和实践的探究，得出了“底进顶出”的通风结构较之“侧进侧出”通风结构散热效果更佳的结论。那些围绕因材料产生变化而需要采用的结构措施，仅仅是为了满足使用功能和外观视觉效果要求的需要，因此解决的方案是多种多样的。作为一种散热的通风方式，“底进顶出”的通风结构不限于用在GRC预装式变电站壳体上，把这种结构应用在以金属为材料的壳体上仍会有同样的效果。

参考文献

- [1] 孙一坚. 简明通风设计手册. 北京：中国建筑工业出版社，2005：56~70.
- [2] 王汉青. 通风工程. 北京：机械工业出版社，2005：29~56.
- [3] 苏和梅. 箱式变电站的通风. 东北电力技术，1997（12）：38~42.
- [4] 彭金能. 变压器室通风探讨. 农村电气化. 2005（04）：14~15.
- [5] 唐玲洁. 户外10kV欧式箱变内变压器室通风若干问题的探讨. 广西电业，2006（7）：78~79.
- [6] 张金萍, 李安桂. 自然通风的研究应用现状与问题探讨. 暖通空调HV&AC, 2005. 35（8）：32~38.

来源：《农村电气化》

看后感：

指导部门：原国家经济贸易委员会电力司

主办单位：农村电气化期刊社(中国电力企业联合会农电分会、中国电机工程学会农村电气化分会)

北京天衡可再生能源有限责任公司

承办单位：北京天衡可再生能源有限责任公司



联系方式： 电话：010-87581178 传真：010-87581052