



XIAMEN
EDDY CURRENT
TESTING INSTITUTE
厦门涡流检测技术研究所

地址：厦门市禾祥西路 68 号
光华大厦 29 层 J 座
E-mail: ndt@winmail.cn
电话：0592-2278815 2275709
邮编：361004
传真：0592-2275709

涡流探伤磁饱和装置

涡流检测适用于导电材料探伤，常见的金属材料可分为两大类：非铁磁性材料和铁磁性材料。前者为铜、铝、钛及其合金和奥氏体不锈钢；后者为钢、铁及其合金。它们的本质差别是材质磁导率 μ 约为 1 或远大于 1。在发电厂，除复水器等少量管道使用铜、钛、奥氏体不锈钢非铁磁性材料外，大量管道都采用钢管等铁磁性材料，典型的应用有省煤器、水冷壁等。

常规涡流探伤应用于非铁磁性管子，已是非常成熟的技术，它不仅能探测出缺陷，并可以利用阻抗平面技术分析出缺陷所在的位置与深度。然而，将它简单地应用于铁磁性材料的钢管，却得不到预期的结果，其原因何在？这是由于铁磁性材料 $\mu \gg 1$ ，根据涡流标准渗透公式：

$$\delta = 503.3 / \sqrt{f \mu r \sigma}$$

可知在这种情况下，涡流只能集中在表面，无法渗透到材料的内部。除此以外，铁磁性材料的磁畴结构，将对涡流检测信号产生极大的干扰，足以把缺陷信号完全淹没，而无法得到有用的信息。

克服铁磁性金属磁导率对探伤影响的方法有两种：其一，采用远场涡流检测方法；其二，对钢管进行饱和磁化后再探伤。前一种方法需要更新仪器，后一种方法只需在原有常规仪器的基础上增加磁饱和装置即可对钢管等进行探伤，具有投资少的优点。经过磁饱和处理后的铁磁性材料可以以非铁磁材料对待。

通常钢管涡流探伤采用通过式磁饱和器。它是由通有直流电的线圈来

产生稳恒强磁场，并借助于导套等高导磁部件将磁场疏导到被检测钢管的探伤部位，使之达到磁饱和状态。为了充分利用线圈产生的磁场，装置一般都有由铁磁性材料（如纯铁）制作的外壳。由于纯铁的 μ 值很大，磁阻很小，泄漏在空间中的磁力线会被铁壳收集，也被疏导到钢管的检测部位。

由于强大的磁化电流通过磁饱和器线圈，会使线圈发热，因此要有良好导热措施，以防线圈烧毁。

磁饱和装置除了用来产生强大的直流磁场外，检测线圈也常常用它来夹持，所以磁饱和装置的结构与检测线圈的外形有着密切关系。在穿过式涡流探伤中，磁饱和装置中的导套与检测线圈必须保持同心，否则会造成较大的周向灵敏度差，导致漏检和误检。

磁饱和涡流探伤方法应使检测线圈附近的磁通密度达到使钢管饱和磁化所需磁通密度的 80% 以上。为此，探伤前应根据钢管的材质和规格选择磁化电流。磁化电流的选择通常也是在通过对比试样的状态下进行。从理论上讲，选择前应首先计算出所检测钢管达到饱和磁化所需的磁通密度，然后按上述要求调整磁化电流，此种方法要进行繁琐的计算。在实际操作中，可采用简便的调整方法，即在往返通过对比试样中，随着逐步增大磁化电流的同时，观察仪器显示的噪声信号和人工缺陷信号的变化。当噪声信号最小，人工缺陷信号最大时，磁化电流即为基本合适。按一般规律，口径越大，壁厚越厚，材料磁特性越软，所需磁化电流就越大，反之则越小。



磁饱和稳压恒流电源



磁饱和器



导套

EM 系列磁饱和装置是专门设计用于流动场合的钢管涡流探伤。它由磁饱和器和磁化恒流电源构成。常规的磁饱和器由磁化线圈和铁构件组成，体积大且重量重，适合用在制造钢管的工厂固定场所使用，这种情况下，磁饱和装置无需移动，体积和重量均不必考虑，因此可采用普通材料制作，以降低成本。而对发电厂、石化厂等使用钢管的用户，钢管涡流探伤通常是在流动现场，而不是在车间，为便于使用和移动，装置必须轻便、高效。对此专门设计了 EM 系列磁饱和装置，采用了合理的紧凑设计，高导磁率材料和精心加工，大大提高了装置的磁化效率，使重量仅为一般装置的 40%，体积较少一半。除此之外，磁化电源选用稳压恒流电源，它能很好地避免电压变化或磁化线圈发热引起电阻变大而改变磁化电流的弊病。