

核电站不锈钢管道贯穿孔原因分析

苏洪委

中国核工业二四建设有限公司

摘要: 随着绿色环保理念在人们生活中的普及, 国家对于打造清洁、高效的新能源的需求越来越明显。在此背景下, 核能作为我国重要的清洁能源之一, 能够为国家打造现代、清洁、高效的能源体系贡献重要力量。在核电站的建设中, 锅炉房冷却水系统是保证核电站发电安全、高效的重要系统之一, 但在冷却水系统的不锈钢管道内, 却经常由于铁素体污染、内壁腐蚀、水杂质多等问题出现贯穿孔问题, 对核电站的安全发电带来一定的安全隐患。对此, 本文将基于核电站不锈钢管道贯穿孔的原因, 分析相关解决办法。

关键词: 核电站; 核能; 贯穿孔; 晶间腐蚀

引言

核电以其高效、清洁等优点, 成为我国传统煤炭发电的重要替代品之一, 为我国打造绿色、安全、清洁的能源体系提供了重要支持。近年来, 我国的自主核电技术不断发展, 例如具有完全自主知识产权的“华龙一号”。其建设以及投入使用既保证了我国的核电安全, 又为社会公众提供了更加清洁、高效的电能。但在核电站建设中, 循环冷却水系统区域内却常常出现不锈钢贯穿孔问题, 不仅导致冷却效果差, 还有可能对核电设备造成永久损坏, 耗费企业的人力、物力。

一、核电站循环冷却水系统

目前, 在核电站建设以及使用中, 冷却水循环系统多以附属设备水冷却为主, 通过温度差以及水交换来降低核电站设备发电过程中的设备轴承、关键零部件的温度, 是核电站安全建设中极为重要的系统之一。从使用意义上来讲, 由于核电站发电设备需要在密闭的环境下高速运转, 因此设备中的填料与轴承在密封环境下会不断摩擦, 进而产生高热量, 导致轴承以及设备内部的温度过高, 如果不能合理冷却轴承以及设备温度, 将会导致起电机偏移, 打破原有的密封环境, 造成填料泄漏甚至设备无法正常运行、永久损坏等问题。在此背景下, 核电站以循环冷却水系统作为降低填料与轴承之间的摩擦热量、降低设备运行温度的重要系统, 对于保证核电站设备的正常运转有着十分重要的意义。

目前我国核电站循环冷却水系统的水源来自冷却塔水罐, 通过水系统中的水泵加压供给给水循环系统的各个设备, 在这之中水循环本身循环为闭环模式, 由水罐出的冷却水在经过设备后继续回到水罐。在整个循环水系统中, 系统的管道为不锈钢管道和碳钢管道, 本身质量符合国家使用标准。但在使用过程中, 却出现了不锈钢管道贯穿孔问题, 该问题多发生在冷却水泵的出口管线上, 因此本文以此为基础进行分析。

二、核电站不锈钢管道贯穿孔原因分析

根据相关调查研究, 本文以“华龙一号”的核电站建设中的冷却水循环系统为例, 分析出现不锈钢管道贯穿孔的原因, 并以此为基础分析应当如何解决不锈钢贯穿孔问题。

1. 由于铁锈体污染导致不锈钢管道出现贯穿孔问题。目前, 我国冷却水系统的管线主要是以不锈钢管道和碳钢管道为主形成的, 其中不锈钢管道和碳钢管道之间相互连接, 虽然在连接之间有垫片用来隔离, 但是在水的冲击下, 必然会有碳钢管道冲刷出来的铁素体流入不锈钢管道中。在铁素体的作用下, 不锈钢管道内出现了晶间腐蚀, 进而导致不锈钢管道产生贯穿孔问题。

2. 由于无法完全排空水循环系统管道内的污染源而导致不锈钢管道出现贯穿孔问题。在上文中, 本文根据研究发现部分不锈钢管道的贯穿孔问题出现在冷却水泵的出口管线上。根据分析, 本文发现该管道中并没有止回阀, 而此处管线又处于低

点, 因此当水循环系统停止使用时, 此段管线内的水及污染物不能形成有效的循环, 无法排出管线。特别是在不长时间连续运行的设备处, 此处的管线在设备停止运行时也不再继续运行, 因此出现污染源堆积现象较为严重, 进而导致贯穿孔问题。

3. 在不锈钢管道贯穿孔的原因分析中, 锈蚀也是导致贯穿孔的重要原因之一。首先, 在相关案例中, 出现贯穿孔的不锈钢管道内壁被铁锈腐蚀, 出现大片锈迹, 不锈钢材料也出现一定的腐蚀, 这些异常的锈迹正是导致不锈钢管道内壁出现贯穿孔的原因。其次, 本文发现不锈钢管道底部的焊接缝附近有明显的锈蚀迹象, 甚至出现凹坑。凹坑低点出现了贯穿性的穿孔泄漏问题。综上, 本文认为不锈钢管道内部的焊接缝是贯穿孔的多发区, 大部分贯穿孔问题都是由于锈蚀所导致的。

4. 由于水循环系统的水杂质过多所导致的对不锈钢管道腐蚀, 进而导致贯穿孔问题。在水循环系统中, 为了节约用水, 节省公司的财力, 水循环系统中的水源均为工业用水, 因此相比于居民用水, 工业用水中的氯离子含量更高, 对于不锈钢材质的管道的腐蚀也更加严重。除此之外, 位于外部的水罐多为露天装置, 会有雨水灌入, 雨水中的氯离子也会对不锈钢管道造成一定的腐蚀。

三、如何解决不锈钢管道的贯穿孔问题

1. 通过有针对性的在碳钢管道与不锈钢管道连接处增加过滤装置以及增加出水口的疏水阀来保证管道内的干净。过滤装置能够有效过滤铁素体, 减少由于碳钢管道铁素体导致的不锈钢管道贯穿孔问题。而疏水阀能够针对不长时间使用的设备处的管道出水口堆积污染源问题, 将管线及过滤器进行整体清理, 保证污染物能够有效排出管线。

2. 减少碳钢管道的使用, 以不锈钢材质管道代替原有的碳钢管道。在工业用水进入水循环前设置一到过滤装置, 将工业用水中过多的氯离子进行有效化学处理, 降低氯离子对于不锈钢管道的腐蚀。

3. 设置冷却水循环系统的定期清理, 定期清理冷却水循环系统管道内壁的杂质等, 及时更换出现严重锈蚀的管道内壁, 重点关注管道焊接处的锈蚀问题, 避免由于清理不及时导致的贯穿孔问题。

4. 在冷却塔水罐上方布置防雨装置, 或加盖挡圈, 避免雨水进入水循环系统。为了降低水循环系统中的氯离子, 本文认为将冷却塔加盖防雨装置是更加有效、直接的一种防护措施, 将原本露天的冷却塔改为半封闭状态, 能够有效降低不锈钢管道的贯穿孔概率。

四、结束语

综上所述, 在核电站建设中, 冷却水循环系统是整个核电设备运行的关键组成部分。但由于铁素体腐蚀、锈蚀以及氯离子等原因, 不锈钢管道出现贯穿孔问题十分严重。正是基于冷却水系统对于核电站建设的重要性以及目前出现的不锈钢管道贯穿孔问题, 本文对于导致不锈钢管道贯穿孔的原因以及如何解决进行分析, 希望能够提供一定的帮助。

参考文献

- [1] 刘仲民. 核电站核岛及工艺管道钢结构改造的焊接[J]. 焊接技术, 2018, 47(09): 154-157.
- [2] 李博闻. 解析核电站管道支吊架设计及施工[J]. 化工管理, 2017(23): 44.
- [3] 孟伟东, 吴金辉, 张岗, 刘先文. 核电站核级不锈钢管道焊接监理[J]. 焊接技术, 2018, 47(01): 78-83.
- [4] 王晓强, 杨振仁, 张吉胜. 核电站不锈钢管道贯穿孔原因分析[J]. 城市住宅, 2017, 24(09): 119-120.