10 万方钢制储罐外保温及加强圈、抗风圈防腐隐患治理

刘大龙（宁波鼎实仓储有限公司，浙江　宁波　315800）

摘　要：随着石化行业的快速发展，10 万方钢制储罐作为重要的存储设备，其外保温及加强圈、抗风圈防腐状况直接关系到储罐的安全运行与使用寿命。本文针对 10 万方钢制储罐外保温性能下降、加强圈及抗风圈腐蚀等隐患问题，系统分析了外保温层破损、保温材料性能衰减，以及加强圈、抗风圈受环境介质侵蚀、应力腐蚀等产生隐患的成因；结合工程实际，提出采用高性能保温材料升级外保温系统、优化保温结构设计，运用新型防腐涂层技术、阴极保护联合防腐等治理措施；通过案例应用与效果评估，验证了所提治理方案可有效提升储罐外保温性能、显著减缓加强圈及抗风圈腐蚀速率，为同类大型钢制储罐的隐患治理提供了技术参考与实践经验。

关键词：10 万方钢制储罐；外保温；加强圈；抗风圈；防腐；隐患治理

中图分类号中：TE972　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674–5167（2025）026–0157–03

External Thermal Insulation and Corrosion Hidden Danger Treatment of Reinforcing Rings and Wind Rings for 100,000 m^3 Steel Storage Tanks

Liu Dalong(Ningbo Dingshi Warehousing Co., Ltd., Ningbo Zhejiang 315800, China)

Abstract: With the rapid development of the petrochemical industry, the external thermal insulation and corrosion status of reinforcing rings and wind rings for 100,000 m^3 steel storage tanks, as important storage equipment, are directly related to the safe operation and service life of the tanks. Aiming at the hidden dangers such as the decline of external thermal insulation performance and corrosion of reinforcing rings and wind rings in 100,000 m^3 steel storage tanks, this paper systematically analyzes the causes of hidden dangers, including damage to the external thermal insulation layer, performance degradation of thermal insulation materials, and corrosion of reinforcing rings and wind rings caused by environmental medium erosion and stress corrosion. Combined with engineering practice, it proposes treatment measures such as upgrading the external thermal insulation system with high-performance thermal insulation materials, optimizing the thermal insulation structure design, and applying new anti-corrosion coating technologies and cathodic protection combined anti-corrosion. Through case application and effect evaluation, it is verified that the proposed treatment scheme can effectively improve the external thermal insulation performance of the tank and significantly slow down the corrosion rate of reinforcing rings and wind rings, providing technical reference and practical experience for hidden danger treatment of similar large steel storage tanks.

Keywords:100,000 m^3 steel storage tank; external thermal insulation; reinforcing ring; wind ring; anti-corrosion; hidden danger treatment

1 腐蚀情况概述

随着石油化工行业的发展，储罐在全球已经有 100 多年的历史。储罐通常被用于储存各 种油品、化学品及水等介质。至今，储罐在设计及性能方面的发展在不断进步着。根据储存介质、储存条件不同及容量的差异，储罐的类型也不尽相同。按照不同需求、不同的设计，储罐可大致分为：固定顶罐、外浮顶罐、内浮顶罐、卧式储罐、球形储罐、立式筒仓、混凝土罐等等。储罐若无良好的防腐蚀措施，就会因腐蚀而很快使其强度下降，缩短使用寿命，甚至发 生崩罐事故，危及生命财产的安全。储罐一般都是位于石油化工区，空气中的酸性气体溶于雨水或夏季用于降温的喷淋水而引起钢铁表面液膜下的氧去极化反应。当气温周期性地下降时，容有电解质的水分就会凝结 于罐体外表面，形成连续的电解质溶液薄膜层，从而造成腐蚀。储罐外壁受到的大气腐蚀，主要是由于大气中水分、氧气、温差变化，沿海盐雾、化工大气等腐蚀性气体的腐蚀，以及紫外线引起的涂层老化破坏等。

在化工仓储油库的分布中，我们发现了一个不容忽视的问题。由于海上交通运输的便利，许多油库被建设在了沿海地区甚至海岛之上。这些区域的海洋环境对钢制保温储罐的外壁腐蚀作用尤为明显。储罐所处的大气环境中含有氧、水蒸气、二氧化碳等成分，这些物质能够导致储罐外壁发生严重的腐蚀。此外，储罐所在工业区的大气中还含有氮化物、二氧化硫、硫化氢等有害气体，这些气体的腐蚀作用进一步加剧了储罐外壁的腐蚀速度。

由于储罐自身的原因，比如温度和应力的影响，储罐会发生变形，导致加强圈表面不够平整，形成了一个约 2–5° 的向上倾斜角。这样的结构缺陷使得下

雨或打消防喷淋时，雨水、污水、消防水及杂质容易残留在加强圈表面并形成积水。长时间的积水和环境因素的共同作用下，彩钢板下端大约 20 公分的区域出现了严重的锈蚀现象（详见图 1）。目前，这一部分已经由原来的固定位置向外移动了 10 公分（如图 2 所示），并且导致了内侧固定扁钢的连带腐蚀。由于储罐保温彩钢板下端已经从固定扁钢上脱落，无法可靠地保证彩钢板的固定强度。

具体情况如下：

①罐壁彩钢板：储罐外壁的彩钢板总体上呈现出区域腐蚀较为严重的现象，外表可见明显的铁锈痕迹。

（图 1）

②储罐抗风圈、加强圈：储罐的抗风圈和加强圈的焊缝腐蚀情况十分严重，表面的防腐漆已经脱落，露出了焊缝。

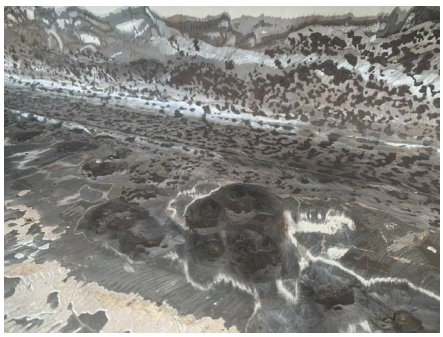
（图 2）

2 施工方案

方案一：延用传统防腐工艺（吊篮作业）

①针对储罐腐蚀，我们采取了以下防腐措施。首先，我们切除储罐抗风圈加强圈根部的保温铁皮，然后使用电动工具进行打磨，达到 St2.5 级的除锈标准。接着，我们涂刷两遍底漆（环氧富锌）、两遍中间漆（环氧云铁）、两遍面漆（聚氨酯），以确保储罐的防腐效果。这种施工方式是目前最为常见的防腐方法，其优点在于解决了抗风圈保温铁皮积水锈蚀的问题，并且切除了部分锈蚀的彩钢板，为后续的防腐施工提供了基础施工空间，无需再进行切割作业，使得储罐加强圈根部没有大面积的隐藏积水。然而，这种方法的缺点是周期性维修时间较为频繁，尤其是聚氨酯面漆的寿命较短。尽管针对近 14 年的周期性防腐工作已经解决了大面积的锈蚀问题，但短时间内仍然存在积水锈蚀的问题，无法根治和预防腐蚀的快速发展。

②针对彩钢板锈蚀严重的区域，我们采取了更换彩钢板的治理措施。由于储罐抗风圈、加强圈上表面 20 公分位置的彩钢板锈蚀情况十分严重，已经无法采取防护措施，因此我们决定更换彩钢板。我们将原有的彩钢板拆除，并更换为材质更优的铝镁锰彩钢板。同时，我们将固定扁钢拆除，并更换为镀锌材料的扁钢。为了防止积水无法排出，我们将抗风圈、加强圈上部 20cm 留出空间，并做好防腐刷漆。这种方式不仅保证了外观的整体性和可靠性，而且在很大程度上提高了储罐的防腐性能。



（图 3）

方案二：采用新材料防腐防水工艺（脚手架作业）

①针对储罐腐蚀，我们采取了新工艺防腐措施。由于储罐保温隐患治理工作中已经将原有的彩钢板切割完成，现阶段我们只需要进行打磨除锈后进行防腐作业。我们通过脚手架平台对腐蚀部位进行水喷砂作业（如果条件不允许，也可以使用手持电动工具进行除锈，达到 St2.5 级）。除锈等级达到 Sa3 后，我们采购了知名品牌油漆（目前使用的油漆为佐敦）进行涂刷底漆两遍，厚度达到 120μ。待油漆干透后，我们采用中核防腐新材料（BY-1 BY-02）水性防腐材料进行表面涂刷 4-5 遍（每层约 0.6mm）。在过去的两年中，我们在 4 台不同的储罐上进行了局部实验，效果明显优于普通油漆防腐。运用新材料后，我们将延长防腐维修周期至少 5-10 年。（原工艺防腐 2 年已经出现局部锈蚀）新工艺至少满足钢制储罐在两个大修周期内进行一次周期维护。

②针对彩钢板锈蚀严重区域，我们采取了全部更换措施。我们将储罐外保温彩钢板全部更换为新材料铝镁锰彩钢板，并在大修期间搭设满堂双排脚手架对大罐进行整体翻新作业，以保证整体翻新后可运行至下一个大修周期。

（图 4）

3 使用效果

通过近 14 年的储罐防腐实践，我们针对 10 万方钢制保温储罐抗风圈加强圈的实际使用情况进行了深入分析。在除锈等级满足的情况下，我们发现防腐涂料的使用寿命周期在 3 年左右，但仍然会出现局部锈蚀情况的发生。因此，我们决定试用新型防腐涂料（BY-01\BY-02），其耐盐雾效果可达 5 年以上。（由于产品实验时长已经超过同类产品最长时长所以实验不再继续）。相比之下，普通富锌底漆 70% 含量锌粉的耐盐雾效果仅有 600h。从理论数值上来看，新型防腐涂料远超过现有材料。我们计划进行整体或局部试用，以便进行对比。

由于 10 万方钢制储罐抗风圈、加强圈罐壁上表面 20 公分的彩钢板锈蚀问题隐患，已经成为同行业比较棘手的隐患问题。我经过近 15 年的不断治理，对这一问题进行了深入的剖析和探索，并最终完成了此次隐患治理的突破。通过这次治理，我们相信储罐的使用寿命和运维周期将得到显著延长。

储罐整体治理后效果图（图 4）

参考文献：

[1] 孙超超 . 超大型外浮顶油罐抗风特性研究 [D]. 中国石油大学（北京）,2021.

[2] 张靖 . 超大型外浮顶储罐设计及沉降特性研究 [D]. 中国石油大学（北京）,2021.

[3] 段若 . 低温储罐保温能力和承载能力的研究 [D]. 北京化工大学 ,2017.

[4] 张雪铭 , 赵鹏 , 陈宝锋 . 大型原油储罐全方位防腐设计及施工验收要求 [J]. 石油和化工设备 ,2015(010):71-73.

[5 方建平 , 盖永军 . 金属油罐的腐蚀与防护问题探讨 [C]// 山东石油学会第三届腐蚀与防护技术学术交流会 ,2005.

[6] 李宏斌 . 超大型油罐抗风结构的合理设计 [J]. 石油化工设备技术 ,2002,23(6):2.