

# 电厂干除灰管道泄漏修复

高德臻\*

天津市万全设备安装有限公司, 天津 300270

**摘要 :** 燃煤电厂干除灰管道是使用压缩空气输送干粉煤灰, 保持了粉煤灰的原有活性、有利于其综合利用, 减少对环境污染。干除灰管道长期运行后在弯头和直管段出现泄漏, 特别是多处直管段补焊后又发生重复泄漏, 从管道泄漏部位的使用状态、修理状况两方面加以分析, 针对局部修补和更换管段两种修理办法提出了相应的改进方案并制定了详细的实施步骤, 提高了修理质量、减少干除灰管道因磨损带来的频修。

**关键词 :** 干除灰管道; 泄漏; 修理

## Repair of the Leaking Parts of the Dry Ash Removal Pipeline in the Power Plant

Gao Dezhen\*

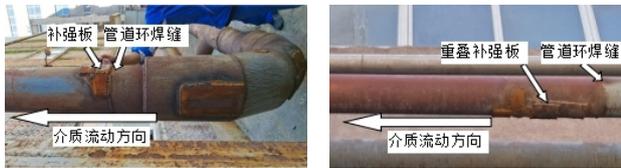
Tianjin Wanquan Equipment Installation Co., Ltd., Tianjin 300270

**Abstract :** The dry ash removal pipeline of coal-fired power plant uses compressed air to transport dry fly ash, which maintains the original activity of fly ash, is conducive to the fly ash's comprehensive utilization, and reduce environmental pollution. After long-term operation of dry ash removal pipeline, leakages occur in elbows and straight pipe sections, especially repeated leakages occur after repair welding of many straight pipe sections. Based on the analysis of the use status and repair status of the leaking parts of the pipeline, the corresponding improvement scheme and detailed implementation steps are proposed for the two repair methods of local repair and pipe section replacement, which improve the repairing quality and reduce the frequent repairs of the dry ash removal pipelines due to wear.

**Key words :** dry ash removal pipeline; leakage; repair

### 一、干除灰管道泄漏情况

某燃煤电厂 DN200mm 规格、20 材质干除灰管道长期运行后, 在弯头、直管段处出现减薄泄漏, 从现场泄漏部位可看到管道内部被灰粒冲刷的痕迹, 直管段处的减薄泄漏多出现在管道焊口的下游。直管段补焊后有多处出现了重复泄漏、进行了重叠补强。



>图1 干除灰管道泄漏情况

干除灰管道磨损造成泄漏的原因在文献资料中大多归结为物料输送颗粒的性质、物料输送速度、管道材料抗冲刷能力不足、管道布置不合理等。<sup>[1]</sup>

#### (一) 操作工艺的原因

管道中输送物料颗粒的性质、物料输送速度由生产系统的操作参数确定, 输送物料颗粒的硬度越高, 物料颗粒对管壁的切削力越大; 物料输送速度越快, 输送颗粒对管壁的切削力越大, 这两种情形都增加了管道磨损。

#### (二) 设计选材的原因

管道设计时选用的材料硬度越低, 抗切削能力越弱, 管道使用中的磨损也就越大。

#### (三) 结构的原因

干除灰管道的垂直管段、平直管段、弯头段的阻力系数依次增大, 物料颗粒对管壁的磨损也依次增大。

在其他条件相同时, 一般来说弯头转角半径与弯头内径比值越小, 物料颗粒对管壁的磨损越大, 所以弯头外侧设计图纸要求使用耐磨材料包裹以增强使用中的可靠性。从图1可见, 干除灰管道的弯头外侧虽然使用耐磨材料包裹, 但仍有泄漏。

### 二、干除灰管道泄漏原因分析

干除灰又称气力除灰, 是利用压缩空气的能量通过管道将煤灰输送到灰库, 煤灰在管道中输送时煤灰颗粒与管道内壁间发生撞击从而导致管道的磨损, 管道磨损严重时造成泄漏。

\* 作者简介: 高德臻, 男, 本科, 1994年11月出生, 2016年7月毕业于辽宁石油化工大学, 学士学位, 现工作于天津市万全设备安装有限公司, 助理工程师, 从事设备安装技术工作。

对照现场管道布置，漏点分布情况统计见表1。

表1 干除灰管道漏点位置统计

漏点位置	直管段			弯头
	距焊口下游 500mm	距焊口下游 500—1000mm	距焊口下游 > 1000mm	
漏点数量	32	2	0	10
漏点比例	72.7%	4.6%	0	22.7%

#### (四) 原始焊接质量的原因

除了文献资料 [1] 中提及的干除灰管道磨损泄漏的几个原因，原管道焊口坡口钝边大、间隙不均匀，原始焊缝大多存在未焊透，焊缝背面成型质量差加剧了物料对管壁的冲刷作用。当管道内侧焊缝表面存在咬边和未焊透、焊道表面有较大的余高和凸凹度，会造成焊接接头处结构不连续，物料在焊接接头下游形成紊流、物料对此处的冲刷作用加剧，造成干除灰管道直管段的泄漏部位大多位于直管段焊口下游500mm以内的管壁。

#### (五) 以往修理质量的原因

经过对泄漏管段频修部位进行解剖，发现以往修理过程只对管道泄漏部位管壁外侧加补强板，对应的管壁内侧冲刷部位未做处理，结构不连续不但未消除，补强板处角焊缝产生的焊接变形造成修理后物料对此处的冲刷更加严重、泄漏频率加大，造成频修。

### 三、干除灰管道冲刷治理和修复对策

#### (一) 冲刷治理对策

管道中输送物料的颗粒性质、物料输送速度的调整由生产运行系统进行改善。

与设计沟通，优化管道布置，减少干除灰管道中弯头的布置、在弯头内径规格不变的前提下加大弯头转角半径。

今后大修时对管道进行材质升级，更换为硬度高、抗切削能力强的16Mn钢管，减轻管壁磨损。

#### (二) 泄漏部位修复对策

##### 1. 保证管线直线度

从管道整体来看，干除灰管道补焊或者更换管段时必须控制焊接变形，保证整个管道的直线度、减小使用时管道内物料冲刷，这就需要焊补或者更换新管段时保证组装精度，焊接修理时保证点固焊接质量、提高点固后焊接接头处刚度，根据焊缝布置选用合适的焊接顺序以减小焊接变形。

##### 2. 保证焊接接头背面成型质量

###### (1) 优化焊接结构

1) 最理想的修复方案是在检修工期允许时更换泄漏部位管段，有足够的焊接修理空间，采取氩弧焊打底焊、焊条电弧焊盖面焊的对接焊接结构，保证全焊透、提高焊缝内表面的成形质量，保证修复后的使用效果。

2) 如果只对管段局部进行焊补修理，则采取在泄漏部位的相对一侧制备足够大尺寸的工艺孔，从管道内部将泄漏部位缺陷清除干净、制备坡口后在泄漏部位外侧设置垫板，在管道内部使用

焊条电弧焊将管道冲蚀部位补焊至原始母材平齐，并使用砂轮修整、清除结构不连续部位，无损检测合格后将外侧垫板去除，再将工艺口按照序号(1)的修复步骤复原。

###### (2) 优化焊接顺序

通过合理的点固焊工艺，保证整道焊缝打底层焊道施焊时都有足够的间隙、保证全焊透。焊接时采取合适的焊接顺序，避免局部热输入过大，减小焊接应力和焊接变形。

###### (3) 优化焊接工艺参数

针对焊缝背面成型质量差和焊接接头部位变形加剧冲刷的问题，注意提高焊接坡口制备质量、减小组对错边，保证全焊透的同时提高背面成型质量、减少咬边和未焊透、减小焊缝余高和凸凹度，减少使用中因焊接接头处结构不连续在管道内形成的紊流，继而减轻物料的冲刷作用。

### 四、焊接修理

干除灰管道焊接修理的原则是在保证焊接质量的前提下，提高背面成形质量，减小焊接变形、保证管道的直线度。

#### (一) 坡口制备

对更换的干除灰管道新直管段与旧管段间采取对接焊接结构，根据壁厚和焊接位置、考虑焊缝收缩后有足够的间隙保证整道焊缝全焊透，制备60°坡口，间隙2.5~3mm，钝边0.5mm。焊接坡口及两侧25mm范围的管段内、外表面砂轮修磨见金属光泽，除去影响焊接质量的油、锈、污物。

#### (二) 定位焊

##### 1. 定位焊缝的尺寸要求

对于定位焊缝，GB/T20801-2020《压力管道规范 工业管道》第4部分7.4.4.2节要求“定位焊缝应具有足够的长度、厚度和间距。”但没有规定定位焊缝的具体尺寸。GB50236-2011《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》8.2.4节中对定位焊缝尺寸给出推荐值，规格为DN200mm、壁厚8mm的干除灰管道，推荐的定位焊缝为圆周方向均布3点~4点，焊缝高度3~6mm，定位焊缝长度30~40mm，以保证该焊缝在焊接过程中有足够强度、不致开裂。对称点焊可以提高定位焊后的焊口刚度，对照GB50236-2011标准中定位焊缝的推荐值酌情提高规格，在工艺中确定干除灰管道对焊点焊四点，焊缝高度5~6mm，定位焊缝长度50~60mm。

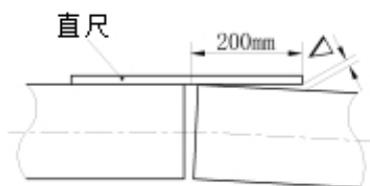
##### 2. 定位焊的工艺措施和质量要求

定位焊的工艺措施及对定位焊缝的质量要求与正式焊缝一致。定位焊时必须严格遵守焊接工艺对焊接接头的装配尺寸精度要求、保证间隙均匀，减少错边量，这样才能为保证焊接接头最终尺寸精度要求打下基础。

定位焊缝应高低平整，起弧和收尾处应圆滑过渡，便于与正式焊缝熔合。定位焊缝质量必须与正式焊缝相同，定位焊时如果发现质量问题，应将缺陷完全清除才可以继续焊接。

#### (三) 管道的直线度

管道组对时，距焊口中心200mm处测量直线度，控制偏差值



>图2 管道焊接直线度要求

Δ 不大于2mm，减小介质对管道的冲刷。直线度要求如图2所示。

#### (四) 焊接顺序

通过合理的点固焊点布置、点固焊缝尺寸，保证整道焊缝打底层焊道施焊时都有足够的间隙保证焊透。

每层焊道都采取对称施焊和分段退焊，控制焊道层温 ≤ 100℃，减小焊接应力和焊接变形。

各层焊道起弧和收弧部位错开30mm以上以减少焊接缺陷产生的概率。

#### (五) 焊工技能

由具有以下资质的焊工施焊，氩弧焊施焊打底层焊道，要求具有焊工持证项目 GTAW-Fe II -6G-12/108-Fefs-02/11/12；焊条电弧焊继续施焊填充层和盖面层焊道，要求具有焊工持证项目 SMAW-Fe II -6G-12/108-Fef3J。通过焊工入场考试，重点检查焊缝背面成型质量，由合格焊工进行焊接工作。定位焊也熔入最终焊缝，所以定位焊也由上述持证焊工按正式焊接规范施焊。

#### (六) 焊接方法和焊接规范

干除灰管道焊接接头的根部焊道相对比填充层焊道不容易保

证质量。采取氩弧焊打底焊，焊条电弧焊进行填充焊和盖面焊。由于氩弧焊热输入比焊条电弧焊小、热量集中，焊接应力和焊接变形相比焊条电弧焊都小，焊缝背面成形质量好、更利于提高干除灰管道修复部位的耐磨性。

氩弧焊焊丝选用大西洋焊材 CHG-S5R(型号 ER49-1)，Φ2mm，焊接电流 I=110-120A，焊接电压 U=12-14A，焊接速度 v=6-9cm/min，氩气流量 7-10L/min；

焊条电弧焊焊条选用大西洋焊材 CHE427R(型号 E4315)，Φ3.2mm，焊接电流 I=110-130A，焊接电压 U=22-24A，焊接速度 v=6-11cm/min。

#### (七) 焊接质量检查

焊接完成后外观检查，确保无成形不良缺陷、砂轮打磨去除未超标的轻微咬边以减小应力集中。外观检查合格后射线检测。

## 五、结论

从设计结构到原修理步骤各环节对干除灰管道泄漏原因进行了分析，从保证管道修理后的直线度、提高焊缝内表面的成形质量各方面采取了改进措施，提高了修理质量，修理后的干除灰管道泄漏明显减少。

焊接质量，特别是管道焊缝背面这种隐蔽部位的成形质量对设备长期可靠使用影响很大，由焊缝背面不良成形带来的失效不易修复，更直接影响生产装置正常运行，必须在建造过程中对焊接方法选择、焊接坡口制备及焊接工艺纪律执行各方面重视。

## 参考文献:

- [1] 张宏博. 干除灰系统堵灰漏灰防治研究. 决策探索(中). 2019,(01).
- [2] 王晓庆. 火力发电厂干除灰系统输灰性能优化策略[J]. 电力系统装备. 2018,(7).
- [3] 张成君. 陡电干除灰设备治理和改进[J]. 电力科技与环保. 2014,(3).
- [4] 朱加喜, 刘佳. 干除灰 PLC 控制系统故障分析及处理[J]. 仪器仪表用户. 2013,(4).
- [5] 金维勤. 气力除灰实际应用中应关注的事项[J]. 电力建设. 2008,(9).
- [6] 姜梅, 高世刚, 李炜. 电厂输灰系统调试期间堵管原因分析及应对措施[J]. 电力建设. 2011,(5).
- [7] 董舒. 浅析电厂锅炉气力除灰工艺改进对策[J]. 魅力中国. 2016,(25).
- [8] 邹文龙. 火力发电厂干除灰系统输灰性能优化策略[J]. 中国科技投资. 2021,(24).
- [9] 尹学刚. 火电厂气力除灰系统堵管的原因分析及对策[J]. 价值工程. 2017,(26).
- [10] 李洪, 李清. 珠海电厂除灰渣系统的设备与应用[J]. 电力建设. 2001,(2),46-48.