

四川威远西南水泥有限公司  
超低排放脱硫降氮改造工程竣工验收监测报告

建设单位：四川威远西南水泥有限公司

编制单位：四川创威环境检测有限公司

2019年11月

建设单位法人代表:

编制单位法人代表:李 顺

项 目 负 责 人:谭 宇

建设单位:四川威远西南水泥有限公司(盖章)

电 话:

传 真: ——

邮 编: 642450

地 址: 威远县铺子湾镇护林村 1 社

编制单位:四川创威环境检测有限公司(盖章)

电 话: 0832-8156966

传 真: ——

邮 编: 642450

地 址: 威远县严陵镇建业大道 464 号

# 目 录

一、项目背景.....	1
二、项目建设情况.....	2
三、项目脱硝原理及工艺流程.....	3
四、原有脱硝工程存在的问题.....	4
五、项目技术改造升级的措施.....	5
六、验收监测质量保证及质量控制.....	9
七、验收监测内容.....	11
八、验收监测结果.....	12
九、验收监测结论.....	13

**附：**

**附图**        相关环保设施图片

**附件**

附件一        四川省经济和信息化厅 四川省生态环保厅关于做好  
2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知

附件二        相关制度

附件三        验收监测报告

附件四        备案表



## 一、项目背景

四川威远西南水泥有限公司位于威远县铺子湾镇护林村 1 社，于 2012 年 04 月 16 日在威远县工商行政管理局注册成立，注册资本为 15000 万，主要经营水泥熟料及水泥的生产与销售。

为进一步落实企业环境治理主体责任，坚持绿水青山就是金山银山，根据 2019 年度主要大气污染物总量排放约束性指标计划，推动环境质量改善和水泥行业转型发展，四川威远西南水泥有限公司根据四川省生态环境厅办公室《关于印发 2019 年度主要大气污染物减排重点项目的通知》

（川环办函[2019]238 号）、四川省经济和信息化厅和四川省生态环境厅《关于做好 2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信冶建[2019]21 号）以及内江市生态环境局《关于转发四川省生态环境厅《关于印发 2019 年度主要大气污染物总量减排重点项目的通知》的通知》（内市环发[2019]113 号）文件精神，决定对其回转窑尾气进行超低排放脱硫降氮技术改造。

## 二、项目建设情况

2019年5月中旬，四川威远西南水泥有限公司委托绵阳九方环保节能科技有限公司对脱硝超低排放改造工程进行了现场勘探，并于5月下旬完成了该工程改造技术方案的编制工作。

本次超低排放治理项目共计三个内容：

1. 回转窑窑头窑尾除尘器整改（颗粒物治理）。
2. 氮氧化物深度治理项目。
3. 二氧化硫深度治理项目。

2019年9月，四川威远西南水泥有限公司开始实施超低排放脱硫降氮改造工程的施工，投资60万元。10月20日完成工程建设并进行了设备调试，调试工作于10月底基本完成。

2019年3月-10月四川威远西南水泥有限公司组织员工，对窑头窑尾除尘器滤袋进行了全部更换；共计更换滤袋( $10\text{mg}/\text{m}^3$ )5100根，投资189万元。

2019年11月，四川威远西南水泥有限公司委托四川创威环境检测有限公司对超低排放脱硫降氮改造工程（回转窑窑头、窑尾）进行了验收检测。

目前，该工程运行正常，效果良好。

回转窑窑头废气处理工艺流程：废气——→次降室——→布袋除尘——→排气筒（45m）——→排入大气。

回转窑窑尾废气处理工艺流程：废气——→次降室——→SNCR布袋除尘——→排气筒（90m）——→排入大气。

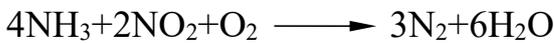
### 三、脱硫降氮原理及工艺流程

#### 3.1 工艺原理

##### 3.1.1 降氮原理

将还原剂氨水（浓度 20%）喷入到温度为 850~1100℃ 的烟气中，使其发生还原反应，脱除 NO<sub>x</sub>，生成氮气和水。由于在一定温度范围及有氧气的环境下，含氮还原剂对 NO<sub>x</sub> 的还原具有选择性，同时在反应中不需要催化剂，因此称之为选择性非催化还原。

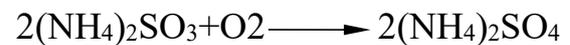
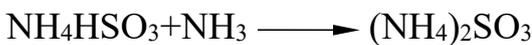
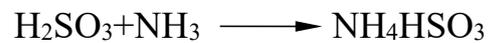
其反应的化学方程式主要为：



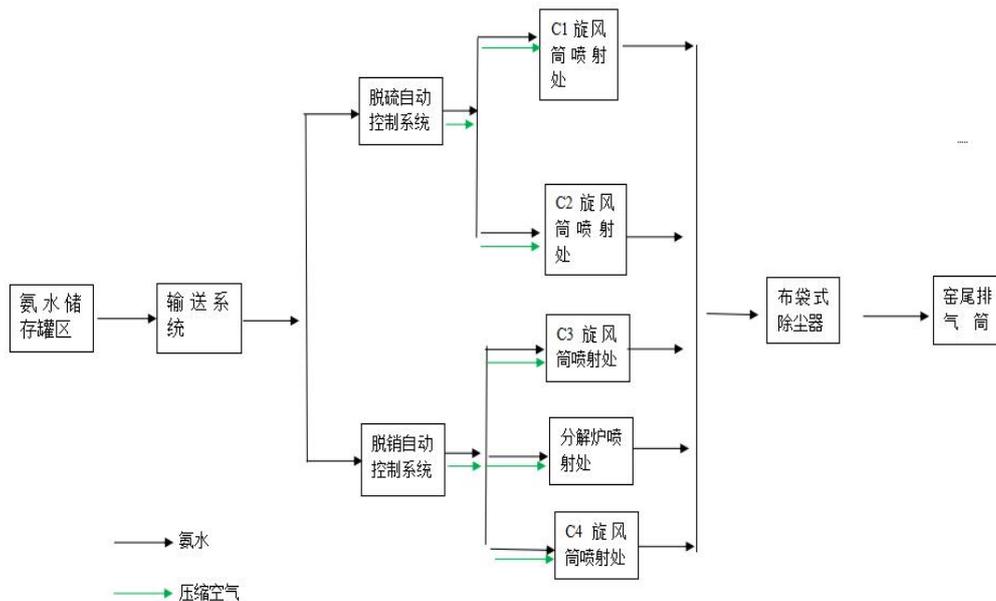
##### 3.1.2 脱硫原理

将还原剂氨水（浓度 20%）喷入到烟气中，使氨水雾化与废气中 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub> 等酸性气体全面接触，发生中和反应，形成硫化物固体，降低废气中 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub> 的含量。

其反应的化学方程式主要为：



#### 3.2 脱硫降氮工艺流程



脱硫降氮工艺流程图

## 四、原有脱硝工程存在的问题

4.1 巡检不及时，现场喷枪出现氨水大颗粒水珠现象、不喷射氨水现象，严重影响脱硝效果。



4.2 氨水压力与气压压力不匹配，影响雾化效果，需要人为不断调节控制。且现场安装管路凌乱，脱硫、脱硝共用一趟主管路供氨水，极易造成氨水压力不足。

4.3 使用的喷枪，出口横截面积大，同等压力下氨水需求量大，易造成氨水浪费。

4.4 安装在 C5 下料锥部位置的每支喷枪，都难以拔出，没办法正常巡检，日常流量在  $0.8\text{m}^3/\text{h}$  以上。问题根源在于该位置物料冲刷大，氨水作用在物料上会降低反应效果。

4.5 现场没有氨水、压缩气分配调整控制柜，对现场巡检、氨水分压调整、自动控制等情况造成很大的麻烦。

4.6 现场安装 2 台氨水泵，供脱硝和脱硫使用，其中一台为扬程  $110\text{m}$ ，流量  $2\text{m}^3/\text{h}$ ，另一台参数值更低。原建立有氨水回流系统，但现场实际电动阀未用，旁路打开。

4.7 中控脱硝控制系统老旧简易，需人为实时监控调节。且所需报表数据等功能未能实现自动生成。

4.8 系统配置电脑版本较低，运行较慢，不能实现高级别程序系统运行。

## 五、项目技术改造升级的措施

### 5.1 将喷枪全部更换为 JF 双流体喷枪

氨水喷枪的好坏，直接决定了氨水雾化的效果。良好的雾化可以加快氨和烟气快速均匀地混合，使氨水和  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3\text{NO}_x$  之间快速反应，提高脱硫降氮率。

喷枪的关键部件是喷嘴，不同型式的喷嘴会产生不同形状的氨水雾。本项目采用平面扇形喷嘴。平面扇形喷嘴喷雾液滴则可以保持在同一水平面上，平面充满度好。另外，平面扇形喷雾的液滴集中在与烟气流向上垂直的平面上，有利于液滴穿透到烟气流更深的地方，促进氨水液滴与烟气的混合、反应。

雾化效果，是指压缩空气将氨液打散为细小颗粒，打撒后的液滴越小雾化效果越佳。因此输入到喷枪的压缩空气和氨水压力混合比，显得至关重要。由于目前企业使用的压缩空气都由压缩机站统一供气，现场设备用气点多，造成气压波动大，故对喷枪雾化效果产生很大影响；而氨水压力受氨水泵影响，因泵随  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_x$  变化自动调节，所以氨水压力也在不断波动。该喷枪的最大特点是对压力变化适应性强，不会产生氨水回流。

采用的 JF 双流体喷枪是本次氨水脱硫降氮系统优化改造的关键设备。该喷枪的主要性能参数包括：喷射角、喷射压力、雾化压力、喷枪流量、雾化粒径等。

其具体技术参数详见下表：

流量范围	10-200L/h	雾场形式	扇形、多空锥型
喷射距离	0.5-5m	雾场角度	60-120°
压缩空气压力	0.3-0.8MPa	雾化颗粒	70-120 $\mu\text{m}$
氨水压力	0.2-0.6MPa	连接方式	法兰、快装
喷枪材质	2520、耐磨合金	运行周期	8000 小时

5.2 在 C5 进口、出口及分解炉鹅颈处重新开口，均匀布置 14 支喷枪，

并重新布置管路。

SNCR 还原  $\text{NO}_x$  的反应对于温度条件非常敏感，温度窗口的选择是 SNCR 还原  $\text{NO}_x$  效率高低的關鍵。温度窗口取决于烟气组成、烟气速度梯度、窑炉结构等系统参数。温度窗口差别很大，理想的反应温度范围为  $850^\circ\text{C} \sim 950^\circ\text{C}$ 。温度高，还原剂被氧化成  $\text{NO}_x$ ，烟气中的  $\text{NO}_x$  含量不减少反而增加；温度低，反应不充分，造成还原剂流失，对下游设备造成腐蚀加重（如管道、收尘器壳体等）。由于窑炉内的温度分布受到负荷、煤种等多种因素的影响，温度窗口随着窑炉负荷的变化而变动。

通过自有先进检测设备，在窑系统正常运行的情况下检测各项数据，通过多种手段配合，找到最佳喷枪安装位置，以保证氨水充分反应。考虑到企业的窑况及配料不断变化，预热器系统的温度也随之变化，因此在实际喷枪布置时，选择在 C5 出口、进口、分解炉鹅颈处，同时布置，并加入智能控制手段，实时调节，以满足不同的温度变化带来的  $\text{NO}_x$  排放波动的难稳定控制问题。

此外，在单个喷枪性能满足设计要求的条件下，进行合理的喷枪布置设计，即喷枪分布形成的覆盖面及雾化分布均匀性也至关重要。根据炉径大小，采用不同数量的长短枪交叉配合，以达到氨水的雾场全覆盖。

### 5.3 增加一套稳压、调压控制站

5.3.1 为使氨水能达到更好的雾化效果，更换喷枪的同时采用对氨水、压缩空气加压、分流方式来进一步完成。在每支氨水喷枪氨水管和压缩空气管上分别装上压力表，以便于观察压力情况。调压、稳压站综合实现稳压目的，确保最佳雾化及反应效果，达到节约氨水用量的目的。



5.3.1.1 现有系统氨水加压泵基本都放置在预热器地平面，距离喷枪安装位置超过 50 米（甚至更远）。距离远、弯头多，造成到喷枪位置会出现压力较低或压力不稳定的情况，从喷枪喷出来的氨水不能达到更好的雾化效果。为使喷枪处氨水有足够的压力，采用降低二次控制站高度方式及喷射位置高度来实现增大氨水压力，同时考虑到氨水截面积问题，针对性的设计出管路氨水存储区，以解决稳压问题。

5.3.1.2 压缩空气经过喷枪起到雾化和降温作用，很多企业接入喷枪的压缩空气管径较小。多支喷枪同时使用时流量会不足，从而造成压力下降。

因此在喷枪较近位置设计新增一个储气罐，并加大储气罐与喷枪之间的中间连接管道管径并在末端变径，以保证喷枪达到最佳雾化效果所需的压缩空气压力。同时在气压管路上增加压力调控装置，以便随氨水压力变化而变化，从而保证实时雾化效果。

5.3.2 由于喷枪安装位置高低不同，导致每处喷枪的使用压力不同，对此情况特增设调节分流装置，调节每处喷枪的压力，以保证喷枪的正常雾化使用。

5.4 更换中控电脑 1 台，写入九方智能控制系统程序。建立脱硝智能控制系统，安装智能控制软件及应用。根据实时采样数据，合理优化氨水的用量。

5.4.1 工作原理 根据从环保烟气在线监测系统中测得的氮氧化物含量数据，及各喷射点采集到温度数据，自动调整氨水添加量、自动调整喷枪数量、自动调节压力、自动分配流量，自动分析判断控制喷氨用量最佳，使烟气中氮氧化物的含量达到环保超低排放要求。

#### 5.4.2 控制系统

5.4.2.1 控制系统采用九方环保自主研发的喷氨系统智能控制系统。可随时设定控制参数，调整控制指标。

5.4.2.2 采用 PID 控制，并加入模糊控制功能，系统具备自学习和自整

定调整功能；根据系统采集的 NO<sub>x</sub> 历史数据记录不停的再平衡 NO<sub>x</sub> 目标值，同时调节氨水用量，达到最终控制目标值。保证小时、天、月平均值不超标，可控在设定值。

根据加装气压压力传感器的读数及 NO<sub>x</sub> 排放值，系统自动算出适用的气压压力，以达到最佳雾化效果，且该压力值自动算出后会根据泵的频率自动调节。

根据测得温度数据，自动调节加装在每处喷射位置的调节阀，按比例分配流量到各喷射处，并通过流量计反馈数据。

当测得的 NO<sub>x</sub> 数据和喷氨流量数据，两者同时达到设定值以下一段时间后，系统通过温度数据，选择最不理想喷射位置开始，自动逐一关闭喷枪。

当测得的 NO<sub>x</sub> 数据达到设定值以下，而喷氨流量超过设定最大值一段时间后，系统自动快速调节泵至流量设定值最小值，系统开始新的平衡计算运行。

5.4.2.3 根据监测到的 NO<sub>x</sub> 的动态值通过趋势判定。系统自动通过滤波功能过滤掉瞬间异常超标数据。

#### 5.5 增加一台氨水泵，同时恢复系统回流功能

改造后，脱硫、脱硝都由一台泵单独供氨水，再结合现场实际喷射点高度，为保证氨水压力稳定及系统基本可靠，将在现有两套泵路系统上再并一套泵路，可单独切换，实现备用一台泵。同时安装一台电动调节阀，让管路回流正常，避免停泵或高压时管路氨水带来的安全隐患。

## 六、验收监测质量保证及质量控制

### 6.1 监测分析方法

监测分析方法见表 6-1。

表 6-1 监测分析方法

项目	监测方法	方法来源
二氧化硫	固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ 57-2017
氮氧化物 (以 NO <sub>2</sub> 计)	固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693-2014
颗粒物	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法	HJ836-2017

### 6.2 监测仪器

监测仪器见表 6-2。

表 6-2 监测仪器一览表

监测项目	仪器名称	检出限
二氧化硫	自动烟尘气测试仪崂应 3012H A11081576	3mg/m <sup>3</sup>
氮氧化物 (以 NO <sub>2</sub> 计)		3mg/m <sup>3</sup>
颗粒物	EXPLORER® 准微量天平 EX125DZH B809494626	1.0mg/m <sup>3</sup>

### 6.3 人员能力

参与验收监测采样和分析人员均具有环境监测资质证书；所有监测仪器、量具均经过计量部门检定合格并在有效期间使用。

### 6.4 监测分析过程中的质量保证和质量控制

6.4.1 验收监测中使用的布点、采样、分析测试方法，选择目前适用的国家和行业标准分析方法、监测技术规范，其次是国家环保部推荐的统一分析方法或试行分析方法以及有关规定等。

6.4.2 监测质量保证按《环境监测技术规范》、《环境空气监测质量保证手册》等技术规范要求，进行全过程（包括布点、采样、样品贮运、实验室分析、数据处理等）质量控制。

6.4.3 气体监测分析过程中的质量保证和质量控制：采样器在进现场前对气体分析、采样器流量计等进行校核。

6.4.4 验收监测的采样记录及分析测试结果，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

## 七、验收监测内容

### 7.1 回转窑窑头

7.1.1 监测点位：回转窑窑头设置 1 个监测点位。

7.1.2 监测项目：颗粒物。

7.1.3 监测频次：3 次/天，连续监测 2 天。

7.1.4 评价依据：四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅《关于做好 2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信冶建[2019]21 号）文件附件中 B 类企业。

### 7.2 回转窑窑尾

7.1.1 监测点位：回转窑窑尾设置 1 个监测点位。

7.1.2 监测项目：二氧化硫、氮氧化物（以 NO<sub>2</sub> 计）、颗粒物。

7.1.3 监测频次：3 次/天，连续监测 2 天。

7.1.4 评价依据：四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅《关于做好 2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信冶建[2019]21 号）文件附件中 B 类企业。

## 八、验收监测结果

## 8.1 验收执行标准

项目验收执行标准见表8-1。

**表8-1 验收执行标准**

类型	验收标准					
废气	1、有组织废气：四川省经济和信息化厅 四川省生态环境厅《关于做好2019-2020年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信治建[2019]21号）文件附件中B类企业（mg/m <sup>3</sup> ）					
	项目	标准值	项目	标准值	项目	标准值
	二氧化硫	50	氮氧化物 (以NO <sub>2</sub> 计)	100	颗粒物	10

## 8.2 验收监测结果及评价

## 8.2.1 有组织废气监测结果

有组织废气监测结果见表8-2。

**表8-2 有组织监测结果表**

监测项目	监测日期 (2019年)		监测点位	监测结果				标准 限值
				一次	二次	三次	均值	
标干烟气流量 (Ndm <sup>3</sup> /h)				227773	230365	213750	223963	/
颗粒物	11月 14日	1#回 转窑 窑头	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.6	2.4	2.5	2.5	10
			排放速率 (kg/h)	0.59	0.55	0.53	0.56	/
标干烟气流量 (Ndm <sup>3</sup> /h)				282977	291304	287515	287265	/
含氧量 (%)				8.1	8.4	8.5	8.3	/
二氧化硫	11月 14日	2#回 转窑 窑尾	实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	20	12	13	15	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	17	10	11	13	50
排放速率 (kg/h)			5.86	3.53	3.92	4.44	/	
氮氧化物 (以NO <sub>2</sub> 计)			实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	84	81	86	84	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	71	71	75	72	100
			排放速率 (kg/h)	23.8	23.7	24.8	24.1	/

颗粒物			实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	9.9	10.6	9.3	9.9	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	8.5	9.3	8.2	8.7	10
			排放速率 (kg/h)	2.81	3.09	2.67	2.86	/
标干烟气流量 (Ndm <sup>3</sup> /h)				218986	223231	224159	222125	/
颗粒物	11 月 15 日	1#回 转窑 窑头	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.3	2.5	1.9	2.2	10
			排放速率 (kg/h)	0.50	0.56	0.43	0.50	/
标干烟气流量 (Ndm <sup>3</sup> /h)				275695	275489	271118	274101	/
含氧量 (%)				7.6	7.5	7.3	7.5	/
二氧化硫			实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	33	4	<3	13	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	27	3	/	10	50
			排放速率 (kg/h)	9.15	1.28	/	3.61	/
氮氧化物 (以NO <sub>2</sub> 计)	11 月 15 日	2#回 转窑 窑尾	实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	91	116	42	83	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	75	95	34	68	100
			排放速率 (kg/h)	25.3	32.2	11.7	23.1	/
颗粒物			实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	9.3	10.7	9.3	9.8	/
			折算浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	7.6	8.7	7.4	7.9	10
			排放速率 (kg/h)	2.56	2.95	2.52	2.68	/

### 8.2.2 监测结果评价

由表8-2可以看出,本项目有组织废气所监测的项目二氧化硫、氮氧化物(以NO<sub>2</sub>计)、颗粒物均符合四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅《关于做好2019-2020年水泥行业错峰生产工作的通知》(川经信治建[2019]21号)文件附件中B类企业标准限值。

## 九、验收监测结论

### 9.1 验收结论

通过对四川威远西南水泥有限公司的超低排放改造项目竣工环境保护验收监测，可以得出如下结论：

#### 9.1.2 废气监测

9.1.2.1 监测结果表明，窑头有组织废气中颗粒物的排放符合四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅《关于做好 2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信冶建[2019]21 号）文件附件中 B 类企业标准限值。

9.1.2.2 监测结果表明，窑尾有组织废气中二氧化硫、氮氧化物（以 NO<sub>2</sub> 计）、颗粒物的排放符合四川省经济和信息化厅、四川省生态环境厅《关于做好 2019-2020 年水泥行业错峰生产工作的通知》（川经信冶建[2019]21 号）文件附件中 B 类企业标准限值。

### 9.2 建议

9.2.1 加强环保设施的管理及维护，保证运行效率和处理效率的可靠性，确保各项污染物长期、稳定达标排放。

9.2.2 加强职工环保教育，培养职工环保意识。

9.2.3 严格落实各项环境监测计划，发现异常情况时采取相应措施。

