

脑自动计量砂石、水泥、矿物掺合料用量，配比误差控制在  $\pm 2\%$  以内，结合“低温入模 + 养护”工艺，确保 1190 立方米高性能混凝土浇筑质量，满足深基坑长期荷载需求。

#### 4.3 创新技术管理路径

以技术创新为核心抓手，结合行业前沿技术与深江高铁、重庆两江协同创新区创新工坊等典型项目实践，构建多元化技术管理路径。在数字化管理转型方面，推广 BIM 技术全周期应用，借鉴重庆两江协同创新区创新工坊项目经验，通过 BIM 数字孪生模型实现设计图纸碰撞检查，提前化解管线冲突、结构错漏等问题，减少设计变更损失；在施工阶段，将 BIM 模型与施工进度计划关联，形成 4D 施工模拟，精准把控高支模搭设、机电管线铺设等关键工序的时间节点，配合日纠偏机制将总工期细化至日计划节点，最终实现项目提前 88 天竣工的高效目标。在智能化施工技术应用上，借鉴深江高铁深莞隧道项目实践，引入数控钢筋弯箍机、混凝土运输 GPS 定位系统等智能设备，数控弯箍机将钢筋加工误差控制在 0.5 毫米内，GPS 定位系统实时追踪混凝土罐车位置与浇筑速度，确保浇筑连续性与施工精度；场地布置采用三维激光扫描建模，优化材料堆放与机械行走路径，提升场地利用效率。在技术研发与成果转化方面，参考深江高铁深莞隧道项目与科研单位的合作模式，联合研发智能基坑监测系统，该系统在 2 号基坑布设 120 余个自动化传感器，实时采集位移、应力、水位等 18 项数据，通过 5G 技术传输至控制中心，数据超出预警阈值时自动报警，保障超深基坑 6 个月内安全开挖无预警。在人才培养方面，推行“技术实操 + 数字化培训”双轨模式，如中冶建工针对重庆两江协同创新区创新工坊项目团队，开展 BIM 建模、智慧工地平台操作等实操培训，邀请行业专家开展智能建造技术讲座，提升团队技术应用能力，为项目“三精管理”体系落地提供人才支撑。

#### 4.4 注重施工安全管理

秉持“安全第一、预防为主、综合治理”原则，施工企业始终将人员生命财产安全置于项目进度、成本管控之上，坚决杜绝“重进度、轻安全”“重效益、轻防护”的短视行为，通过提前排查风险、完善防护措施、强化教育培训等手段，从源头规避安全隐患，整合企业管理、技术赋能、监督检查、应急处置等各类资源，形成全员参与、全过程管控、全方位覆盖的安全管理合力<sup>[5]</sup>。施工企业可以借鉴智能安全技术与深江高铁、重庆两江协同创新区创新工坊等项目实战经验，构建全方位安全管理体系。在安全意识提升方

面，采用“沉浸式教育 + 案例警示”模式，参考重庆两江协同创新区创新工坊项目实践，搭建安全培训体系，通过案例剖析强化施工人员安全敬畏心。同时，组织施工人员开展安全技能实操培训，确保安全培训覆盖率 100%。在安全制度落地与技术管控方面，针对危险作业环节制定专项方案并配套技术措施，如深江高铁深莞隧道项目在超深基坑开挖作业中，推行“智能监测 + 专人监护”制度，依托智能基坑监测系统实时掌控基坑变形状态，安排专职安全员全程监护开挖作业；在临时用电管理上，采用智能配电箱，具备过载保护、漏电报警等功能，有效降低临时用电安全隐患。在安全监督与应急管理方面，引入智慧安全管理平台，如重庆两江协同创新区创新工坊项目采用的智慧工地安全管理系统，集成环境监控、实名制管理、安全巡检等核心模块，巡检人员通过移动终端扫码即可完成巡检任务，发现隐患实时上传至平台，平台自动分配整改责任人并跟踪整改进度，实现隐患整改闭环管理。同时完善应急救援体系，参考深江高铁深莞隧道项目应急处置经验，组建专业应急救援队伍，配备专业应急设备，定期开展应急演练，提升队伍对突发安全事故的快速响应与处置能力，实现项目安全生产“零事故”目标。

## 5 结语

为提升建筑施工管理效能，科学应对管理短板，施工企业需要转换思路，借助制度优化、技术创新等举措，稳步提升管理效能，依靠安全管理保障施工有序，进而实现施工质量、成本、周期的全方位管控，推动建筑施工行业向规范化、高效化、高质量方向转型。随着建筑行业发展与技术创新，施工企业应当持续优化升级管理工作，结合行业发展趋势与项目实际需求，不断探索个性化、智能化管理路径，为建筑行业高质量发展提供更坚实的保障。

### 参考文献

- [1] 张恒,周伟汉.土木工程建筑施工管理中存在的问题及解决措施[J].中国土木工程, 2025(4): 26-28.
- [2] 姜雪.建筑施工造价管理控制中存在的问题与应对之策[J].中国招标, 2025(8): 139-141.
- [3] 郭旭雄.建筑工程施工安全管理存在的问题及应对措施分析[J].城市建设理论研究(电子版), 2024(3): 57-59.
- [4] 康建明.建筑施工管理中存在的问题及解决对策[J].建筑与施工, 2025(6): 17-18.
- [5] 郝斌.协调管理在建筑施工管理中的影响分析[J].建材发展导向, 20.: 97-99

# Application of denitration cycle measurement CEMS system in 600MW thermal power unit

Zhigang Li

Qiandong power plants, Zhenyuan, Guizhou, 557702, China

## Abstract

The transformation of denitration solution from ammonia to urea and zone ammonia injection in thermal power plants has become the trend of the industry. To save cost, the transformation of denitration solution from ammonia to urea and zone ammonia injection in thermal power plants has become the trend of the industry. Some power plants choose one tow two or one tow four loop measurement CEMS system in denitration zone ammonia spraying transformation. In this paper, the use of denitration, tow and survey CEMS in "W" type 600MW thermal power unit is systematically analyzed. Including design, installation, operation, maintenance and many other aspects, through the transformation of the relevant technical indicators before the transformation, This paper evaluates the effect after transforming into a tow tow and two loop measurement CEMS, comments on the deficiencies and improvements of the system, and points out the influence on the automatic ammonia injection.

## Keywords

Coal-fired power plants; Denitration; CEMS; Loop measurement

# 脱硝巡测 CEMS 系统在 600MW 火电机组中的应用

李志刚

黔东电厂，中国·贵州镇远 557702

## 摘要

火电厂脱硝液氨改尿素和分区喷氨改造已成为行业趋势，为了节约成本，一些电厂在脱硝分区喷氨改造中选择一拖二或者一拖四的巡测 CEMS 系统，本文针对脱硝一拖二巡测 CEMS 在 "W" 型 600MW 火电机组中的使用情况进行系统分析，包括设计、安装、运行、维护等诸多方面，通过改造后与改造前的相关技术指标进行对比，对改造成一拖二巡测 CEMS 后的效果进行评估，同时对系统存在不足和可改进的地方提出点评，并指出对喷氨自动的影响。

## 关键词

火电厂；脱硝；CEMS；巡测

## 1 引言

贵州黔东电力有限公司成立于 2004 年，2008 年两台机组正式建成投产，地址位于贵州省黔东南州镇远县，该厂为 2×600MW 的 "W" 型对冲燃烧锅炉机组，于 2021 年 7 月完成两台锅炉的脱硝超低排放改造工作。在超低排放改造前，脱硝系统使用的是内蒙古航天益来 CYA-863A 型 CEMS 系统，改造后，脱硝出口选用北京雪迪龙 SCS-900 型一拖二的巡测 CEMS 系统，脱硝喷氨自动根据新改造的设备和系统重新制作。

## 2 项目实施背景及存在的问题

### 2.1 项目实施背景

我厂原脱硝系统使用的是内蒙古航天益来 CYA-863A 型 CEMS 系统，该系统入口采用单点采样，出口采用三合一的多点采样方式，脱硝 A、B 侧的分析仪表分别安装在对应侧的 CEMS 间内。在脱硝 A、B 侧分别有一个气动喷氨调门，用于控制对应侧的喷氨量，脱硝喷氨自动以运行人员的设定值作为跟踪值，脱硝出口 NO<sub>x</sub> 作为喷氨自动计算的前馈值，脱硝入口 NO<sub>x</sub> 用作脱硝需氨量计算。该 CEMS 系统和喷氨自动控制系统已无法满足超低排放后的控制要求。

### 2.2 存在的问题

原 CEMS 系统存在以下问题：

脱硝采样探头设计不合理，该探头型号为 CP302 型，探头滤芯安装在探杆顶部，再使用石墨密封垫对滤芯进行密封，迎风侧安装防磨钢板。这种滤芯安装方式会导致探头经

【作者简介】李志刚（1995—），苗族，中国贵州剑河人，本科，工程师，从事热力发电厂热工自动化研究。

常性堵塞、开裂、泄露等问题，在滤芯和防磨钢板之间的间隙会大量积灰，探杆在使用久了后会磨损穿孔，因此这种探头使用不超过两周就必须拆开滤芯进行清理，维护工作量极大。

烟气分析仪测量精度低，无法满足超低排放改造后的测量要求，该分析仪为 ABB EL3020 型烟气分析仪，由于使用时间久，原件老化，灵敏度低。

烟气预处理系统差，经常有采样、吹扫气动三通电磁阀漏气、堵塞，分析仪气室经常进灰、进水导致测量异常。

脱硝出口由 1 台分析仪测量 3 个点，由一台采样泵直接抽取 3 个探头的烟气，这种工作模式会导致 3 个探头实际只有 1 到 2 个在抽取烟气，实际未达到多点取样的效果。

脱硝 A、B 两侧的喷氨自动分别由一个喷氨调门进行控制，这种控制模式无法实现精准喷氨，喷氨自动的跟踪效果差，响应速度极慢，在机组快速变负荷时，脱硝自动无法投入。

以上问题，在一些投产年限久或使用相同控制策略的火电机组普遍存在，这不仅是黔东电厂需要解决的问题，也是行业面临的问题。

### 3 项目设计方案及特点

#### 3.1 总体思路

本次改造将每台机组的每个反应器烟道分为 4 个区域，每台机组两个反应器共 8 个分区，每个反应器的 4 个分区共用新增的 2 套巡测 CEMS 系统。送本次改造每个反应器新增 4 套空氨混合气流量计和 4 套执行机构用于 4 个区域的空氨混合气流量测量和流量调节。每个分区的喷氨自动独立控制，喷氨调门直接控制氨空混合气的流量，脱硝入口 CEMS 利旧使用，其测量 NO<sub>x</sub> 值用作需氨量计算。

#### 3.2 设计安装方案

**CEMS 间布置：**脱硝区域新增 3 个 CEMS 间，其中新增脱硝入口 CEMS 间两个，每个 CEMS 间只安装一个分析仪控制柜，分别布置在靠近脱硝入口烟气取样探头的两侧，新增脱硝出口 CEMS 间 1 个，内部安装 A、B 侧 4 套一拖二的巡测 CEMS 系统，CEMS 间布置在脱硝 A、B 侧出口烟道的中间位置。

**电源：**新增的脱硝出口 CEMS 间内安装一个配电柜，用于 8 个喷氨调门的电源和 CEMS 系统的仪表和伴热电源，同时，仪表电源、伴热电源和喷氨调门电源分开，分别来自 UPS 电源、脱硝 MCC 段电源和锅炉 PC 段电源<sup>[1]</sup>。

**CEMS 系统：**新增的巡测 CEMS 系统包含烟气分析仪、烟气预处理系统、伴热管线和采样探头的全套设备。CEMS 的采样探头安装在脱硝出口的水平烟道处，采样探头安装位置高于 CEMS 间，伴热管线从 CEMS 间侧面的电缆桥架进入 CEMS 间，并从分析仪机柜顶部进入分析仪。

**喷氨自动：**新增 8 台喷氨电动调节蝶阀，脱硝两侧每

侧 4 台，每台喷氨调门的自动根据对应分区出口的 NO<sub>x</sub> 值单独计算。喷氨自动逻辑参考机组参数进行辅助计算，如磨煤机、引风机运行参数等。

#### 3.3 一拖二巡测 CEMS 系统的设计安装

**采样探头：**采样探头使用北京雪迪龙 SD200 型多功能采样探头，具有自动探头温度控制和吹扫功能，滤芯安装在探头箱的位置，探杆长度 1500mm，探杆不带加热。采样探头共 8 个，分别安装在脱硝出口每个分区的烟道上。

**伴热管线：**伴热管线由电缆桥架敷设至采样探头处，伴热管线的敷设路径不能有“U”型弯，电缆不能与伴热管线混合敷设，所以电缆桥架应当分层或者单层隔开，将伴热管线和电缆分开。伴热管线从 CEMS 间侧面且高度高于烟气分析仪柜的位置进入，在 CEMS 间内顶部安装电缆桥架，伴热管线由烟气分析仪柜顶部进入。伴热管线共 8 根，统一敷设入 CEMS 间的对应 CEMS 机柜位置。

**CEMS 机柜：**烟气分析仪及配套系统为北京雪迪龙 SCS-900 型，一个分析仪柜内配备两台烟气分析仪、两套烟气预处理系统和两套一拖二巡测切换电磁阀组。烟气分析仪柜上安装一台触摸屏控制器，用于查看 CEMS 参数状态和操作巡测系统<sup>[2]</sup>。

#### 3.4 实现一拖二巡回测量的工作原理

一拖二的总体思路就是一台分析仪测量二个分区，两个分区的烟气通过电磁阀组切换，按照一定的时间规律将烟气送入烟气分析仪中测量，进而实现巡回测量。

一台分析仪测量的两根烟气伴热管线中，每根伴热管线的烟气管路经过一个三通接头后分别接入两个电磁阀中，其中一个为采样电磁阀，另一个为预抽取电磁阀，两个分区采样电磁阀后的烟气管线通过三通接头连接，再送入烟气采样泵；两个分区的预抽取电磁阀后的烟气同样通过三通接头连接，送入预抽取采样泵。当分析仪表测量一分区时，一分区的采样电磁阀打开，预抽取电磁阀关闭，二分区的采样电磁阀关闭，预抽取电磁阀定时打开，当分析仪切换到二分区测量时，两个分区的电磁阀组动作步骤不变。通过这样的电磁阀组设计，进而实现一台分析仪巡回测量两个分区。

为了能实时的测量烟道内的烟气，一分区在测量状态时，二分区必须进行烟气预抽取，保证切换至二分区测量时，测量的是最新抽取的烟气，所以一台分析仪配备一台烟气采样泵和一台预抽取采样泵，烟气采样泵将烟气送入分析仪，而预抽取泵直接将烟气排空。烟气采样泵 24 小时工作，而预抽取采样泵只在烟气预抽取的 45s 内工作。为了防止探头堵塞，分析仪在一分区切换至二分区测量后，一分区会进行一次吹扫，由此反复，所以在 45s 内，预抽取采样泵必须将吹扫的压缩空气排干净，并将烟气抽出。

为了方便查看系统状态和控制分区切换，在分析仪机柜上安装一台触摸屏控制器。控制器上能显示每个分区的工作状态和参数，并能手动切换或停运某个分区，同时可以设