

某 5000t/d 生产线新建窑尾烟气 SCR 脱硝系统的电气设计

童姗姗

中国新型建材设计研究院有限公司南京分公司，江苏南京，210000；

摘要：随着中国“双碳”战略的深入推进和生态环境保护要求的不断提高，水泥行业正面临前所未有的节能减排压力。选择性催化还原脱硝工艺作为氮氧化物治理的技术，其电气系统设计的可靠性直接影响脱硝效率与运行安全。本文基于某 5000t/d 生产线新建窑尾烟气 SCR 脱硝系统工程实例，介绍了 SCR 系统的电气设计要点，给今后同类型项目设计提供参考。

关键词：SCR；烟气脱硝；电气设计

DOI：10.69979/3060-8767.25.03.040

前言

水泥行业作为典型的高能耗资源型产业，其生产过程中的污染物排放量在我国工业领域占据显著比重。其中，氮氧化物（NO_x）排放是水泥企业主要的环境污染源之一。随着国家环保要求的不断提高，NO_x排放管控标准日趋严格。根据生态环境部办公厅的规定，水泥行业 A 级企业必须满足以下排放指标：水泥窑及窑尾余热利用系统的 NO_x 排放浓度不得超过 50mg/m³，同时氨逃逸浓度需控制在 5mg/m³ 以下。这一强制性标准促使水泥企业必须采取更先进的技术措施，以实现 NO_x 排放的有效控制。

目前水泥行业普遍采用的 SNCR 等脱硝技术，由于其脱硝效率有限，已难以满足日益严格的环保要求。国内外大量研究和实践表明，要实现氮氧化物排放稳定控制在 100mg/Nm³ 以下的目标，SCR 脱硝技术将成为必然选择。

本文主要介绍某水泥厂 5000t/d 生产线新建一套窑尾烟气 SCR 脱硝系统电气设计。

1 工艺方案

本项目工艺设备主要包括新增 1 套 SCR 反应器、供氨系统（氨区同 SNCR 共用）、AIG 喷氨系统、管道系统、清灰系统、电气、控制系统、新建土建等组成；烟气进入脱硝反应器，依次经过导流板、整流格栅、催化剂等，补喷入的氨水经过烟气蒸发为氨气后，格栅式喷氨进行喷射，经过烟道及导流板后烟气与氨气达到最好的混合，在主反应区催化剂的作用下，反应生成氮气和水，达到脱除氮氧化物的目的，最后随烟囱排放。

本项目保证吨料氨水耗<2.5kg/tcl 进行设计，采用

高温高尘 SCR 脱硝技术对窑尾烟气中 NO_x 进行深度治理。SCR 布置在高温风机入口烟道和 SP 出口烟道之间。

2 电气设计方案

2.1 用电负荷：根据工艺提资，本项目主要用电负荷如下：

	设备名称	设备功率	备注
烟道部分	进 SCR 烟道挡板门	1.5kW	
	出 SCR 烟道挡板门	1.5kW	
	旁通烟道挡板门	1.5kW	
反应器部分	电动葫芦	7.5kW	
	耙式吹灰器	1.5kW	每层 5 台，共 3 层
	声波吹灰器		每层 4 台，共 3 层
空压站部分	螺杆式空压机	3 台 132kW	3 台变频
	冷干机	2 台 6kW	
氨水蒸发部分	稀释风机	2 台 18.5kW	一用一备
	稀释风电加热器	60kW	
输灰部分	电动卸灰阀	3 kW	
	拉链机	7.5kW	

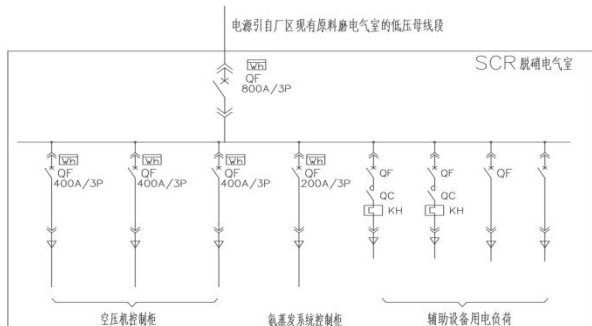
本条线 SCR 新增用电负荷大约 380kW，供电电源引自厂区现有原料磨电气室的低压母线段。现有原料磨 10/0.4kV 变压器供电能力能满足新建窑尾烟气 SCR 脱硝系统的用电需求，电源可靠。

本项目脱硝系统设一套 3kVA 交流不停电电源，UPS 电源为脱硝反应区的 DCS、火灾报警、烟气排放连续监测系统（CEMS）等应急设备供电提供可靠不间断的交流电源。UPS 设置在脱硝电气室内。

2.2 供配电系统

本项目新建 1 个脱硝电气室，设于 SCR 框架附近。

新建电气室内设低压配电室、PLC 室。脱硝电气室引 3 路电源给 3 台空压机供电,引 1 路电源给氨蒸发系统控制柜供电,引多路电源给辅助设备和仪表供电。根据 SCR 脱硝系统的用电负荷需求,需配置 3 台低压配电柜,低压配电示意图详见下图。



2.3 无功补偿

SCR 系统的主要用电负荷是空压机,空压机由变频器控制,功率因数在 0.93~0.98 之间,对配电系统的总功率因数不会产生不利的影响。故不需要另设功率因数补偿装置,利用现有低压无功补偿装置可以满足运行要求。

2.4 照明和检修系统

脱硝区域设有照明配电箱,照明配电箱电源引自新建脱硝电气室的照明配电柜。照明系统采用 380/220V、TN-S 接地系统。

SCR 区照明灯具选用效率高的节能型 LED 灯具,制氨区灯具利用原有灯具。

各主要场所的照明方式、灯具型式和照度均应符合 GB50295-2016《水泥工厂设计规范》一般照明标准值的规定。

普通区域:LED 工矿灯(防护等级 IP65,色温 4000-5000K)

防爆区:Ex d IIC T6 防爆 LED 灯

高空区域:150W 以上大功率投光灯

巡检通道:防眩光壁装灯

脱硝电气室、空压机房采用照明开关控制;工艺车间采用照明箱内集中控制。

检修电源箱内设微型断路器、漏电保护器。检修电源额定电压为 400V,设置三相插座或三相接线端子(其额定电流不小于 63A)。在氨区、SCR 脱硝区域每隔一层钢平台均设置检修电源箱。氨区的检修电源由就近的低压配电回路供电,脱硝区域检修电源引自新建脱硝电

气室低压配电回路。

2.5 防雷接地系统

脱硝区域内不单独设置接闪器。利用建筑物的接闪带和接闪引下线与余热锅炉或烟囱接地网可靠连接。对于 SCR 区的钢结构构筑物,采用加强接地分流的措施与主厂接地网相连。

电气设备以及其它建筑物的过电压保护与接地系统设计严格遵循以下规范标准:《交流电气装置的过电压和绝缘配合》、《交流电气装置的接地》。所有电气设备的外壳、开关类装置及其配套开关柜的接地母线,以及金属结构框架、电缆敷设桥架、金属材质箱罐等,凡存在可能因故障而带电的金属部件,均需开展接地系统设计。

在 SCR 区域,设备接地利用主接地网实现,不另行设立独立的接地网络。针对设备分布较为集中的情况,需增设接地干线,且该干线应确保从两个不同位置接入主接地网,以增强接地的可靠性和安全性;而对于单个设备,则可直接与主接地网相连。脱硝反应区的电气设备就近与锅炉钢结构做接地连接。DCS 控制系统单独接地,用 ZRC-YJV22 0.6/1kV 1x50 电缆引至接地装置。

2.6 电缆敷设

(a) 厂区室外主要采用现有电缆沟敷设;脱硝 SCR 区电缆敷设采用电缆桥架、局部穿镀锌钢管直埋敷设相结合的方式。入口挡板门、出口挡板门、旁路挡板门的相关线路沿室外电缆沟引至预热器竖向桥架,具体路由根据现场情况确定。

(b) 脱硝系统低压电力电缆方面,选用型号为 ZC-YJV-0.6/1kV 的铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套阻燃 C 类电力电缆,以满足电力传输需求;控制电缆则采用 ZC-KVV-450/750V 与 ZC-KVVP-450/750V 两种型号的铜芯聚氯乙烯绝缘和护套编织阻燃 C 类屏蔽控制电缆,确保控制信号的稳定传输;对于 4~20mA 模拟信号电缆,选用 ZC-DJYP2V-300/500V 铜芯聚乙烯绝缘对绞铜带屏蔽聚氯乙烯护套阻燃 C 类电子计算机电缆,以保障模拟信号的精确传输与抗干扰能力。变频电机采用变频电缆供电。电缆截面的选择还要考虑到环境温度和敷设方法造成的降容系数。电机端的电压降,在正常操作时不应超过标称电压的 5%。控制和信号电缆至少考虑 15%的备用芯。

(c) 露天敷设的电缆应避免日光长时间直晒,无法避免时应加装遮阳罩。中压电缆和低压电缆、电力电缆和非电力电缆不应敷设在同一桥架上。电缆沿电缆沟敷设时,电力电缆应敷设在控制电缆的上层,两侧均有支架时,低压电缆及控制电缆宜与中压电缆分别敷设于不同侧支架上。

3 自动化控制方案

本项目采用工程现有 DCS 集散型控制系统,由中央控制室集中操作、监控、管理。操作控制利用现有操作站。脱硝系统新设控制站,脱硝 DCS 机柜布置在新建的脱硝电气室,脱硝控制站接入工厂 DCS 系统。

脱硝控制系统范围包括烟气系统、氨气喷射系统、耙式吹灰系统、压缩空气、氨水储存&供给系统以及脱硝设备的电气系统。根据各工艺设备厂家提供的资料,脱硝系统 I/O 点数初步估算为 350 点,不含 20%备用点。

脱硝的进出口各设置 1 套烟气排放连续监测装置(CEMS)。CEMS 各监测项目全部进入 DCS 进行监视、计算和控制。烟气排放检测设备的电源故障和系统故障,在 DCS 系统报警。入口 CEMS 主控喷氨量,出口 CEMS 形成负反馈,调整喷氨量。CEMS 监测参数包括如下: NO_x 、 O_2 、 SO_2 、烟气温度、压力。脱硝 CEMS 系统预留与地方环保平台通讯接口,满足生态环境部门对重点污染源在

线监控的联网要求,确保数据实时性、完整性与不可篡改性。

脱硝电气室设置火灾报警系统,区域火灾报警控制器设在脱硝电气室内,报警装置接入现有报警系统。

脱硝区现场仪表的选型基于可靠、先进、经济、适用的原则。烟气分析仪采用有优良业绩的产品,变送器采用两线制产品。为提升自动化系统的整体可利用率,仪表及控制设备均选用国内经过实践验证的成熟优质产品,此类产品具备更高的灵敏性与可靠性,能够为系统稳定运行提供坚实保障。

4 结语

脱硝系统的电气设计是确保 SCR 工艺稳定运行、满足超低排放要求的关键环节。通过合理的供配电规划、自动化控制策略、防爆安全设计及节能措施,可有效提升系统可靠性、安全性和经济性。

参考文献

- [1] 唐勇. 电气工程及其自动化无功补偿技术的应用[J]. 当代水电科技, 2024, 1 (4)
- [2] 龙文文. 高压电力施工中的项目进度管理与优化策略[J]. 当代水电科技, 2024, 1 (5)
- [3] 季清声. 电气工程自动化中高压电问题及其处理研究[J]. 当代水电科技, 2024, 1 (5)