

YPQ2 × 100 kN 液压式清污机电气控制系统设计

王跃飞

华电郑州机械设计研究院有限公司 郑州 450015

摘要: 电站进水口 2 × 100 kN 倾斜式耙斗清污机为电站进水口清理水上排漂物和拦污栅上污物的清污启闭设备, 清污机配置 1 套液压耙斗。介绍该清污机电气自动控制系统的设计, 阐述其操作步骤。

关键词: 液压式清污机; 电气控制系统; 拦污栅

中图分类号: TV732.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0785 (2015) 10-0022-03

Abstract: The 2 × 100 kN tilting scraper cleaning machine at water inlet of the power station is the trash removal hoisting equipment used for removing plumes and discharging materials on the water and dirt on the trash rack. The machine is provided with one set of the hydraulic scraper. The paper introduces the design of the electrical automatic control system of the trash removal machine, and describes the operating procedures.

Keywords: hydraulic trash remover; electric control system; trash rack

0 概述

清污机安装在坝顶高程 44.7 m 大车轨道顶面上, 沿坝轴线方向运行, 大车运行距离约 92 m, 运行速度约 12 m/min, 最大扬程约 36.6 m, 坝面上扬程约 6.6 m, 坝面以下深度约 30 m, 耙斗空载启(闭)速度约 12 m/min。

该清污机主要由主起升、钢丝绳、液压耙斗、耙斗导轨、翻板机构、集污斗、门架、司机室、机房、大车运行机构、大车轨道、夹轨器、锚定装置及其载荷限制器、位置限制器、行程限制器、缓冲器、高度指示器、风速仪、避雷装置、接地装置、电力拖动和控制设备、大车电缆卷筒装置以及附属设备等组成。其工作原理是: 清污机的起升机构带动耙斗进行升降, 通过液压系统操作液压缸推动耙斗进行开闭。清污时耙斗的转耙张开并沿耙斗导轨及拦污栅栅条下降, 当清污耙斗到达拦污栅底部后, 液压系统工作使耙斗的转耙闭合后, 可抓取铲齿铲下的污物, 耙斗提升至坝面, 进入到翻板上的卡道内, 使耙斗与翻板锁定, 转动翻板到卸污工位(集污斗上方), 耙斗张开, 使污物直接卸到集污斗里, 等集污斗污物装满后, 将污物直接卸到 5 t 自卸车上。

起升出现过载时, 过载保护机构会发出过载信号, 电机停止起升, 以防止拉坏清污机或拦污

栅的构件。下降过程中如出现卡阻使钢丝绳松弛时, 松绳保护机构可使电机停止下降, 以防出现钢丝绳乱绳。该机还设有数字式深度指示仪, 操作人员可在司机室内方便地观察到耙斗的位置, 以便操作耙斗进行清污作业。清污机为全跨清污, 一次可清除一孔拦污栅宽度。

1 清污机的操作步骤

- 1) 操作清污机运行至清污工位;
- 2) 通过液压系统操作液压缸使耙斗张开;
- 3) 操作起升机构使耙斗下降至选定深度;
- 4) 通过液压系统操作液压缸使耙斗闭合;
- 5) 操作起升机构使耙斗提升至上极限位置;
- 6) 操作翻板机构使翻板及耙斗旋转到集污斗上方;
- 7) 操作液压系统使耙斗打开卸污;
- 8) 集污斗装满后, 操作液压缸使集污斗转动卸污。

以上步骤可重复操作, 直至完成或停止清污。

2 电气控制系统

2.1 电气传动系统

电气传动系统由起升机构电气传动系统、大车运行机构电气传动系统、翻板机构电气传动系统、集污斗电气传动系统、液压抓斗传动系统、

PLC 控制系统、开度载荷信号检测系统以及供电、照明等辅助控制系统组成。

1) 主起升机构由 1 台电机驱动, 根据起升机构位能性恒转矩负载和运行大惯量负载的特点, 起升机构调速方案采用能量回馈、矢量控制变频调速, 逆变器与电机通过测速编码器实现速度闭环控制, 50 Hz 以下恒转矩调速, 50 Hz 以上恒功率调速。电动机装有绕组温度传感器, 实现电机绕组过热保护和补偿电机参数变化, 并装有测速及角度检测装置和轻载、满载 2 个速度的离心超速保护开关。在下降和制动工况时, 电动机产生的多余能量回馈至电网, 使系统实现第四象限运行。可实现重载情况下平稳或快速的起制动, 闭环控制能使起升机构在零转速时输出额定转矩, 避免了溜钩现象。变频装置选用西门子 S120 系列产品, 整流/回馈单元, 逆变器功率元件为 IGBT。整流/回馈单元 (ALM) 为自换向结构形式, 将三相交流电整流成直流电, 并能将直流电回馈至电网, 且对直流母线电压进行闭环控制, 当电网电压波动较大时也能保证整流母线电压的稳定, 防止系统断电时烧坏逆变器和整流/回馈快熔。

2) 大车行走机构由 2 台电机驱动, 采用 1 台变频器分别 2 台电机, 采用 $M_{\max} = C$ 开环控制。

3) 起升机构配有液压自动抓斗, 抓斗工作时与回转起升机构互锁, 当抓斗连接或退出操作未完成时, 主起升机构自动自锁, 不能工作。液压抓斗作为门机操作系统的组成部分, 对自动抓斗的打开和闭合自动控制, 在司机室设置自动和手动控制操作开关。

供电电缆及屏蔽电缆的收放与抓斗的升降同步运行, 电缆选用内置钢丝的抗拉橡皮绝缘软电缆。

4) 翻板机构电气传动系统和集污斗电气传动系统, 均采用液压控制系统, 通过油泵电机和电磁阀的控制, 完成翻板和集污斗的打开或关闭。

2.2 电气控制系统

PLC 系统是本机的控制核心, 门式启闭机 (以下简称门机) 所有控制都是通过该系统完成的。为简化门机布线, 使电气性能更可靠, 系统采用了 SIEMENS 公司的 S7-300 系列 PLC。当联动台上主令开关控制手柄发出动作指令时, PLC

相应模块接收信号, 通过内部控制程序调用相应机构的运行参数, 使变频器或控制单元运行, 使该机构按操作者的意图以相应的速度工作。各机构的正常运行信号、故障信号、极限终端报警信号、起升机构的起升高度及载荷、门机的工作情况以及其他需要指示的信号均在司机室有显示。PLC 通过 PROBUS DP 总线通信与变频装置连接, 变频装置从 PLC 获得控制信号、给定频率, PLC 从逆变器得到运行状态信号, 系统响应及时、准确, 抗干扰能力强。

PLC 系统采用 STEP 7 V 5.4 编程, 采用梯形图结构化编程。程序包括组织块 (OB) 系统功能块 (SFB)、系统功能 (SFC)、功能块 (FB)、功能 (FC)、背景数据块、(背景 DB) 和数据块 (DB)。结构化的程序使编程思路清晰, 同时加上符号表的编辑更增加了程序的可读性。

2.3 信号检测及保护功能

1) 起升行程检测 起升机构装设高度指示器, 其传感器采用光电绝对值型优质编码器, 扬程指示在电控柜上以数字直接显示, 读数精度为 1 cm, 在断电情况下应能跟踪闸门位置。高度指示器除应具备对上、下极限位置控制进行保护外, 并应有至少 2 个位置开度预置和下滑报警的功能, 应具有至极限位置可自动切断电源和报警功能。

2) 起升机构承重检测 载荷限制器采用压式荷重传感器, 并在显示仪表上以数字显示吊具上的载荷, 综合误差不大于 2%。当吊具上的载荷达到额定值的 100% 时, 应给出预警信号, 达到额定值 110% 时, 应切断起升操作电源, 并报警。当超载时, 发出报警信号。

3) 大车运行机构极限位置检测 大车运行机构的合适位置装有行程限位开关, 并在其运行轨道的极限位置布置撞块, 当运行至极限位置时, 行程开关靠近撞块, 接点动作发出停车信号。同时, 大车运行装有接近开关, 当运行至清污孔口时自动停车。另外, 在大车两端各装有 2 台声响发生器, 在大车运行机构开动时, 发出声响以警示工作人员。

4) 保护功能

紧急开关: 紧急情况下能切断门机总电源, 此开关设在操作台和配电柜上。

零位保护：当机构开始运转和失压后恢复供电时，必须先将控制器置于零位后，机构的电动机才能启动。

机房门设有安全开关，与总电源联锁。

供电回路设有短路、过流、失压、欠压、缺相等可靠的电气保护措施。

电气传动系统具有故障检测、诊断、保护功能，瞬时过电流、过电压、瞬时断电失压、电动机过热、超速、失速、缺相、极限行程限位、超载。

各机构不同时工作，设有互锁保护功能。

2.4 电气元件

整流/回馈单元、逆变器、变频器及其配套电器元件选用西门子 S120 系列产品，PLC 选用西门子公司的 S7 - 300 系列产品。断路器、接触器、按钮、指示灯等选用施耐德产品，端子选用魏德米勒产品。

2.5 电气控制柜

清污机共设置三面控制柜，分别是电源/PLC 控制柜 A1、起升变频柜 A2 和大车变频柜 A3，控制柜放置在机房内，用于控制清污机的工作，操作控制台布置在司机室内。

2.6 照明设备布置

设有 2 个照明箱，分别为司机室照明箱 C1 和机房照明箱 C2，在清污机上布置 4 个投光灯作为

工作面照明，在司机室和机房内布置有照明灯用于设备照明。

2.7 接地防雷保护

在机房顶部设置有避雷针，通过接地线连接至接地网。在配电柜内电源进线侧设有电源浪涌保护器，作为间接雷电和直接雷电影响或瞬时过电压的浪涌进行保护。供电主电缆含地线，保证清污机可靠接地，在清污机螺栓连接和滚动连接部位均用地线跨接，所有电气设备外壳均用地线可靠接地。

水电站清污机使用频率较高，控制系统的稳定性对发电机组的正常运行有很大影响。本机采用“PLC + 触摸屏 + 变频器”的控制方案，并加以完善的保护装置，在满足运行工况的情况下，大大提高了清污机运行的可靠性以及清污效率。

参考文献

- [1] SL 41—2011 水利水电工程启闭机设计规范[S].
- [2] DL/T 5167—2002 水电水利工程启闭机设计规范[S].
- [3] GB/T 3811—2008 起重机设计规范[S].

作者地址：郑州市淮河东路 19 号华电郑州机械设计研究院有限公司

邮 编：450015

收稿日期：2014 - 12 - 16

高层力挺装备制造 智能制造再上风口

近期智能制造再获国家关注，高层屡次在重大会议提及，李克强在达沃斯会议上也对大连产业升级、创业创新进行考察，并听取辽宁省汇报装备制造和走出去的情况。工信部后期将出台智能制造后续政策，智能制造十三五规划也正在抓紧编制中。

总理辽宁调研力挺装备制造。李克强总理在夏季达沃斯期间，对大连产业升级做出考察。李克强表示，要把国有企业改革和“双创”结合起来，抓住国家实施“中国制造 2025”的机遇，瞄准市场需求，努力推动装备制造业智能转型，提高企业核心竞争力。当前世界经济复苏乏力，国际市场相对萎缩，中国企业要担负责任，敢于走向全球去打拼，不断彰显中国装备性价比的优势，在国际产能合作中努力闯出世界品牌。东北老工业基地制造业底蕴深厚，但需创新促智能升级，要把中国“智”造这场深刻变革进行到底。

工信部频频吹风智能制造。近日，工业和信息化部公布了 2015 年智能制造试点示范项目名单，全国范围内遴选出的 46 个智能制造试点示范项目进入该名单，涉及 38 个行业、21 个地区。工信部强调，专项行动虽已取得初步成效，但各方面仍要高度重视试点工作，一方面，做好智能制造十三五规划和智能制造工程实施方案的编制工作；另一方面，各地主管部门应加强统筹协调、经验交流、考察学习，加大对试点示范工作的政策扶持。除此之外，工信部正在研究制定智能制造发展战略，编制智能制造专项规划；推动传统装备智能化改造和升级，分行业制定传统装备智能化改造路线图，组织开展重点行业智能车间、智能工厂试点，培育一批样板企业并组织推广行业应用示范。未来行业应用的深度和广度以及内资企业集成能力将持续提升，优势明显。