

晶闸管交流电子开关柜的应用与改进探讨

晁代坤 梁庆峰 郭国旗 孟红莉
(455004 安阳钢铁集团有限责任公司)

摘 要 简介了三种类型的电子开关柜在安阳钢铁集团有限责任公司无缝钢管厂的使用情况,并针对各类电子开关柜存在的问题,提出了具体的改进方案。改进后的电子开关柜运行可靠,提高了设备运转率。
关键词 晶闸管交流电子开关柜 应用 改进

APPLICATION OF THYRISTOR AC ELECTRONIC SWITCH
GEAR AND DISCUSSION ON ITS MODIFICATION

Chao Daikun Liang Qingfeng Guo Guoqi Meng Hongli
(Anyang I & S Group Co., Ltd.)

Abstract Described in the article is the operation of the three types of electronic switchgears used in Seamless Steel Tube Plant, Anyang I & S Group Co., Ltd. To solve the existing problems of different types of electronic switchgears, applicable actions for modification were proposed. The modified electronic switchgears were capable of consistent operation, which enhanced operation rate of the equipment.
Key words Thyristor AC electronic switchgear Application Modification

晶闸管交流电子开关柜是一种大功率交流电子开关设备。它主要适用于冶金、化工、纺织等工业电力拖动系统,与交流接触器相比,它具有操作频率高、通断电路无电弧、无磨损、节能、噪音小、维修方便等优点。用它代替接触器,具有明显的经济效益。
目前,国内晶闸管交流电子开关柜(以下简称电子开关柜)产品种类众多,但控制类型主要有三种:继电器控制式、光电控制式、PLC 控制式。安钢集团无缝钢管厂在Φ100mm 机组、Φ76mm 机组、冷拔机组要求高频启/制动、正/反转等关键设备处分别采用了这三种类型的电子开关柜,其性能指标

见表 1。实践证明,这些电子开关柜对提高设备运转率,建立优良生产秩序起到了明显促进作用,有其突出优点,但也不同程度地存在一些不足。为此,从实际出发,我厂对其分别进行了改进,收到了良好效果。
本文就我厂各类电子开关柜的应用与改进情况作一介绍。
1 继电器控制式电子开关柜
1.1 控制原理
1.1.1 控制回路组成
控制回路由主令开关、继电器回路、延时回路、控制插头座等组成。
1.1.2 继电器回路工作原理
如图 1 所示,当主令开关不论置于“正

表 1 三种类型电子开关柜的性能指标

项 目	类 型		
	继电器控制式	光电控制式	PLC 控制式
型 号	JDKIV-200A-N	DZK II-300/500A-N	KDK-200/400A-NZ/PC
组 成	主回路+控制回路		
主回路电源	三相四线制 AC380V, 50Hz		
控制回路电源	AC220A	DC24V	AC220A
主回路组成	自动空气开关, 快速熔断器, 5 只双向晶闸管, 主插头座, 若需能耗制动, 则需加续流二极管		
结构特点	分盘尺寸统一, 互换性强		
工作制	重复短时工作制		
保护功能	断相、过载、短路、监视		
额定电流	200A	300A, 500A	200A, 400A
使用环境	冷拔机组拔管机芯杆、拔管机小车、4 台半自动切管机主传动电机等	Φ6mm 机组穿孔机、电动翻钢、穿孔机小车、辊道等	Φ100mm 机组环形炉进出口小车; 穿孔机、均整机、轧管机电动翻钢; 穿孔机、均整机顶杆小车等

转”还是“反转”位置,继电器 1ZJ, 1FJ, 2ZJ, 2FJ 皆需经延时电路工作来触发正向或反向导通的 3 只双向晶闸管, 使电机获得正/反转。

主回路中共有 5 只双向晶闸管, 其中 4 只双向晶闸管起换向作用, 1 只双向晶闸管正反转回路共用。控制回路中 2ZJ, 2FJ 起联锁作用, 防止正反转继电器组瞬间同时工作, 造成相间短路。

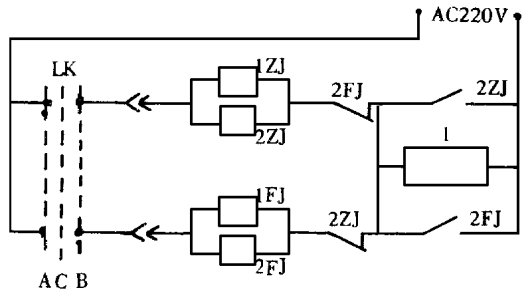


图 1 改进前 JDKIV-200A-N 继电器回路工作原理
A-正转 B-反转 C-停止 1-延时电路

1.1.3 延时回路工作原理

如图 2 所示, 当正反转继电器组与整流桥串联加上 AC 220V 电压时, Q 两端压降约为 132V, 继电器两端压降约为 90V (不能吸合), 此时 Q 输出的脉动直流电经 R₁ 向 C₁ 充电; 当 C₁ 两端建立一定电压后, 经 R₃ 向 C₂ 充电; 当 C₂ 电压升至约 2V 时, 开关三极管 BG 导通, 此时, C₁ 电压经 BG 加至普通晶闸管 SCR 门极上, SCR 导通、Q 短路。这时, AC 220V 电压加在继电器组两端, 继电器组立即吸合, 主回路工作。

R₁, C₁ 以及 R₃, R₄, C₂ 的充放电过程决定了继电器延时吸合时间, 以保证双向晶闸管由导通恢复阻断的可靠性。

1.2 存在问题及原因分析

(1) 主回路及控制回路插头座定位不当, 抽屉在更换时易出现困难, 并造成部分插头座损坏, 影响正常作业。

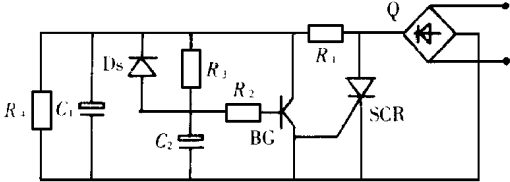


图 2 改进前 JDKIV-200A-N 延时回路工作原理图

(2) 拔管机芯杆、拔管小车正反转操作极其频繁，导致电子开关柜在使用中快速熔断器熔断和双向晶闸管击穿现象时常发生。造成这种局面的原因主要有两方面：①继电器回路中，控制正反转继电器组联锁不可靠。当 1ZJ，1FJ 触点粘连时，虽然 2ZJ，2FJ 触点互为联锁，但仍能使正反向双向晶闸管同时导通，造成相间短路，快速熔断器熔断，双向晶闸管击穿。②当双向晶闸管由导通转为阻断时，导通状态贮存的电荷不能即时复合，故需一定延时恢复阻断状态。该开关柜延时电路在出厂时整定时间为 200ms，但由于 C₁，C₂ 无瞬间放电电路，放电时间较长，当高频操作时，C₁，C₂ 贮存电荷未能及时放完即充电。这样，延时将不足 200ms，极易造成误触发，导致正反向双向晶闸管同时导通，造成相间短路，使快速熔断器熔断，双向晶闸管击穿。

1.3 改进方案

针对上述情况，我们决定对该电子开关柜进行如下技术改进。

(1) 将主回路插头座更换成无需定位、开合容易的 JC₃A (B) 型插头座；将控制回路插头座在原柜体基础上的硬插件连接改为软连接，无需定位，且能确保电路接触良好，开关分盘互换顺利可靠。

(2) 将控制回路改为 1 台 F₁-40MR 可编程控制器，控制 1 组电子开关柜 (5 个分盘)，如图 3 所示。利用可编程控制器 PLC 内部延时继电器，确保正反向操作时，双向晶闸管得到可靠延时，以免误触发事故发生，不但正反向控制继电器 ZJ，FJ 对外部线路进行了互锁，而且在 PLC 程序设计中 PLC 输出继电器之间也进行了互锁。由于有这种双重互锁，即使 ZJ，FJ 发生触点粘连也不致造成正反双向晶闸管同时导通，彻底杜绝了换

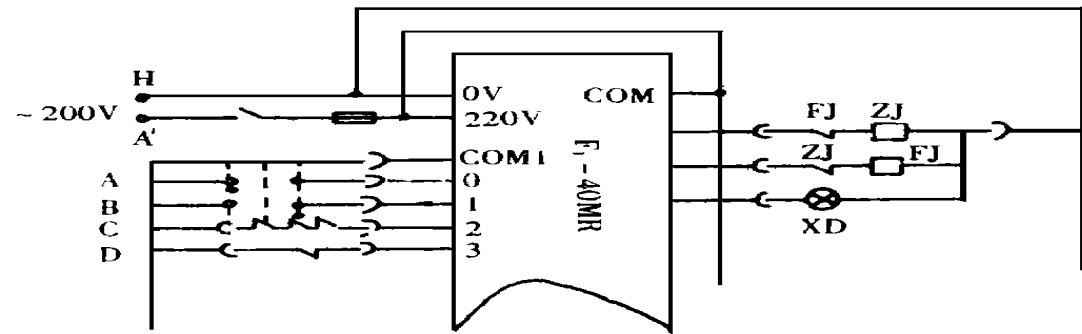


图 3 改进后 JDKIV-200A-N 控制回路工作原理图
A—正转 B—反转 C—熔断报警 D—过载

向失败。

2 光电控制式电子开关柜

2.1 控制原理

2.1.1 控制回路组成

控制回路由主令开关、多功能控制板 AKDZ-Ⅱ/02、控制插头座等组成。

2.1.2 原理分析

如图 4 所示，采用高可靠性固态光控过零触发器件，结合高抗扰逻辑大规模集成电路，以实现自动零位控制，主回路器件 (快速熔断器及双向晶闸管) 和线路 (从电源至电机内部接线) 的自动监视与诊断，电子过流和电机过负荷保护。运行之前，首先自动检查诊断

线路情况；运行中，自动监视主回路器件运行状态。如缺相则即刻保护封锁报警，电子过流保护用于线路及电机故障造成的过流，通过快速封锁控制以保护晶闸管；电子过载保护避免电机长期过载而烧坏电机。操作回路具有自动零位控制，送电时，控制开关无论在何位置，交流电子开关都不会导通，只有将控制开关先回零位，才可进入准备运行状态，把控制开关打至正转（反转），电机即启动运行。

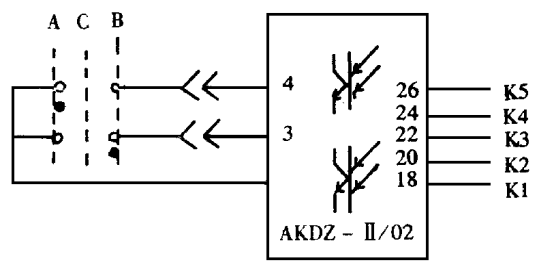


图 4 改进前 DZK II - 300/500A - N
控制回路工作原理图
A - 正转 B - 反转 C - 停止

2.2 存在问题及原因分析

(1) 在更换电子开关柜抽屉时，晶闸管阻容保护电路中裸露的电容器放电，有“打人”现象发生。

(2) 误触发、误报警多，影响了正常生产。

主要原因是：在控制回路中，采用的是固态光控触发器件及大规模集成电路，灵敏度较高，而我国目前冶金行业技术精度尚低。

2.3 改进方法

(1) 用全封闭阻容保护模块取代晶闸管阻容保护电路中裸露的电容器，这样既安全，更换又方便。

(2) 在不改动多功能控制板主体功能的前提下，采用灵敏度较低，可靠性较高的中间继电器来控制电机正反转，以减少误触发。

(3) 由于冶金行业中电机电流平衡度要

求不高，高灵敏系数的集成电路断电保护功能不适应现场实际情况，故暂时封锁此项功能。

(4) 采用电机保护器替代原电路中电子过载保护功能。

电机保护器对电流信号取样，除了有过载，堵转，过压，欠压等原因引起三相均衡过电流保护外，还有三相不对称短路、缺相、三相电压不均引起的三相不平衡过电流直接快速保护。

3 可编程序控制器 PLC 控制式电子开关柜

3.1 控制原理

3.1.1 控制回路构成

控制回路由主令开关、PLC（F1 - 60MR）、中间继电器、控制插头座等构成。

3.1.2 原理分析

如图 5 所示，正反转操作靠主令控制器 LK 控制，将输入端公共端 COM 1 与分盘所对应的 500 - 503 端子短接，实现能耗制动。控制功能由 PLC 内部程序对输出实现软逻辑控制，利用 PLC 内部延时继电器使双向晶闸管在实现正反转操作时得到可靠延时。

3.2 存在问题及原因分析

(1) 直接控制晶闸管正反转及能耗制动器 1KB 间无互锁，为避免继电器释放迟缓引起的相间短路，正反转之间延时只有整定在 3 ~ 4s 之间，致使反应迟钝，直接影响轧制节奏，继电器短路引起故障也不可避免，正、反转频繁的设备（如穿孔小车）故障率居高不下，备件消耗很大。

(2) 能耗制动电路不可靠，故障率高，维修困难。

3.3 改进方法

(1) 增加继电器反馈信息，实现可靠联锁。将原柜中继器改型，在正反转及能耗制动继电器上各增加一对触点，作为反馈信号返回 PLC，并修改 PLC 程序，使三者实现可靠互锁，这样就可避免继电器粘连及动作迟

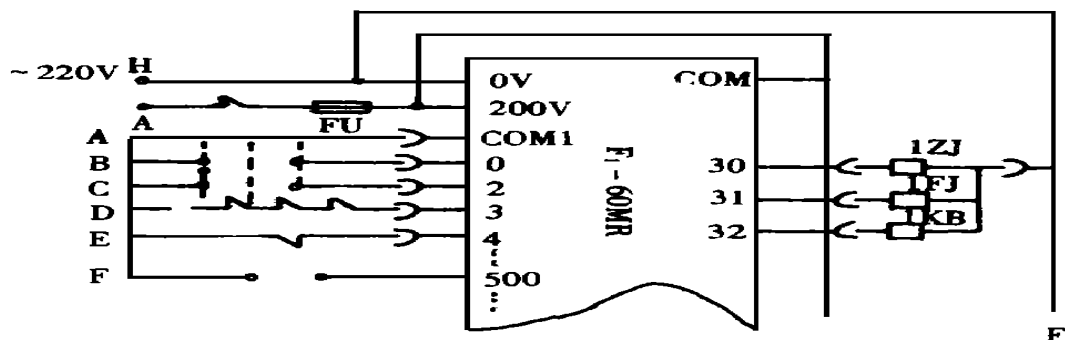


图 5 改进前 KDK-200/400A-NZ/PC 控制回路工作原理图

A—正转 B—反转 C—快熔 D—熔断报警 E—开关过流保护 F—能耗制动

缓带来的短路故障。

(2) 将能耗制动时间由 $1.2s$ 改为 $0.8 \sim 1.0s$, 正反转之间延时由 $3.7s$ 减到 $1.5s$ (含制动时间) 使操作更灵敏, 减少无为延时。

(3) 改进能耗制动回路。用集成插件结构代替原有分离元件式制动板, 增加了制动回路可靠性, 降低了故障率。

4 改进效果

(1) 改造后, 电子开关柜运行可靠, 故障率明显降低, 提高了设备运转率。

(2) 备件消耗大幅度降低。

(3) 减轻了维修人员的劳动强度。

(收稿日期: 1998-12-14)

● 信 息

北方八省市第四届钢管学术交流会议在河北承德召开

1999 年 7 月 7~9 日, 北方八省市第四届钢管学术交流会议在承德钢铁有限公司召开。

本次会议由河北省金属学会钢管学术委员会、国家冶金工业局《钢管》杂志编辑部、中国石油天然气集团公司《焊管》期刊社联合主办, 由承钢万利钢管有限责任公司承办。出席会议的既有来自全国各地的钢管生产、设备制造厂家, 又有大专院校、科研院所, 还有相关杂志媒体, 与会单位 68 个, 会议代表 108 人。会议共收到论文 32 篇。

本次会议以促进钢管生产技术进步和工艺创新, 实现钢管生产企业两个转变, 增强企业竞争力等方面为主题, 举办了专题讲座, 北京科技大学的朱景清教授、傅晨光副教授, 河北工业大学的曹晓明教授等先后在大会上作了专题发言; 与会代表进行了广泛的学术交流, 32 篇论文的作者分别在大会和分组会上进行了宣读(交流); 另外, 与会商家和厂家代表也各自就其优势产品在大会上作了宣传(交流), 如河北石家庄兴业轧辊厂的轧辊制造新技术, 江苏常熟市梅李机械厂的管材矫直机系列产品, 以及爱德森(厦门)电子有限公司的先进检测设备等。

(本 刊)