

1500A/24V 硅整流电镀锌电气控制系统

●甘肃酒泉钢铁公司自动化公司(735100) 徐春阳●

0 前言

某厂原电镀锌电气控制系统采用2组并联直流发电机组供电,属20世纪50年代技术。该控制系统由于采用手动调节有载开关控制直流电流及采用手动调节可调电阻控制直流电压,很难适应电镀锌生产过程中电压、电流同步连续可调的需要,直接影响镀件质量。

2000年4月对该系统进行了技术改造,采用硅整流电镀锌电气控制系统。其方案是:380V供电经感应调压器调节,输出连续可调的0~450V交流电压,再经整流变压器和硅整流组合元件,得到电压0~24V、电流0~1500A的连续可调直流电源。

1 对控制系统的要求

(1)电镀锌生产是在低电压、大电流条件下进行,因此必须采用双反星形整流电路。

(2)由于电镀金属构件结构各异,生产过程中又要求输出的直流电压、电流稳定且连续可调。因此控制

系统采用调节交流侧的方法来控制直流电压、电流。感应调压器作为交流供电主设备,由常规电气控制电路手动调节其输出电压。通过控制感应调压器达到电压、电流同步连续可调。

(3)提供准确的工艺参数显示和可靠的电路保护。在控制系统中采用交流侧电压、电流和直流侧电压、电流检测显示供操作者对比进行操作。在硅元件的交流侧采用快熔保护和直流侧的均流电抗器保护。

2 控制系统的设计

硅整流电镀锌电气控制系统的原理如图1所示,它由主电路和控制电路及检测显示仪表3部分组成。主电路包括感应调压器、双反星形整流变压器及硅整流组合元件。控制电路包括交流供电控制回路、调压控制回路。检测仪表包括交、直流电压和电流指示器。

3 电路参数的计算和主要设备的选择

根据电镀锌工艺要求,此系统按输出直流电压

行保护。变频器在保护跳闸后故障复位前,将一直显示故障代码。根据故障指示代码确定故障原因,可缩小故障查找范围,大大减少故障查找时间。

(1)一台变频器在清扫后启动时,显示“OH2”故障指示跳停,OH2指变频器外部故障。出厂时连接外部故障信号的端子“THR”与“CM”之间用短接片短接,因这台变频器没有加装外保护,THR-CM仍应短接。经检查,由于“THR”与“CM”之间的短接片松动,在清扫时掉下。恢复短接片后变频器运行正常。

(2)变频器一启动就跳停,故障指示为“OC1”,OC1为加速时过电流,怀疑为电机故障,将变频器与电机连接线断开、检查电机绕组匝间短路。更换电机后变频器运行正常。

(3)夏季如果变频器操作室的制冷、通风效果不良,环境温度升高,则经常发生“OH1”、“OH3”过热保护跳停。这时应检查变频器内部的风扇是否损坏,操作室温度是否偏高,应采取措施进行强制冷却,保证变频器安全过夏。

(4)变频器在频率调到15Hz以上时,“LU”欠电压保护动作。“LU”保护信号指整流电压不足。我们从整流部分向变频器电源输入端检查,发现电源输入侧缺相,由于电压表从另外两相取信号,电压表指示正常,没有及时发现变频器输入侧电源缺相。输入端缺

相后,由于变频器整流输出电压下降,在低频区,因充电电容的作用还可调频,但在频率调至一定值后,整流电压下降较快,造成变频器“LU”跳闸。

5 维护

变频器运行过程中,可以从设备外部目视检查运行状况有无异常,专职点检员可以通过键盘面板转换键查阅变频器的运行参数,如输出电压、输出电流、输出转矩、电机转速等,掌握变频器日常运行值的范围,以便及时发现变频器及电机问题。此外,还要注意以下几点:

(1)设专人定期对变频器进行清扫、吹灰,保持变频器内部的清洁及风道的畅通。

(2)保持变频器周围环境清洁、干燥,严禁在变频器附近放置杂物。

(3)每次维护变频器后,要认真检查有无遗漏的螺丝及导线等,防止小金属物品造成变频器短路事故。

(4)测量变频器(含电机)绝缘时,应当使用500V兆欧表。如仅对变频器进行检测,要拆去所有与变频器端子连接的外部接线。清洁器件后,将主回路端子全部用导线短接起来,将其与地用兆欧表试验,如果兆欧表指示在5MΩ以上,说明是正常的,这样做的目的是减少摇测次数。

$V_d=24(\text{V})$, 直流电流 $I_d=1500(\text{A})$ 来进行电路参数的计算。

3.1 整流变压器电路参数计算

整流变压器选用双反星形绕组接线形式。双反星形整流电路参数计算公式^[1]见表1。

表1 六相双反星形整流电路参数计算公式表

| 计算参数名称 | 符号 | 表达式 | 单位 | 序号 |
|-----------|----------|----------------------------------|-----|-----|
| 变压器二次侧相电压 | V_{x2} | $0.855V_d + Ne$ | V | (1) |
| 变压器二次侧相电流 | I_{x2} | $0.289I_d$ | A | (2) |
| 变压器一次侧相电压 | V_{x1} | $0.407KV_d$ | A | (3) |
| 变压器一次侧功率 | S_{b1} | $3 \times 10^{-3} V_{x1} I_{x1}$ | kVA | (4) |
| 变压器二次侧功率 | S_{b2} | $6 \times 10^{-3} V_{x2} I_{x2}$ | kVA | (5) |
| 变压器额定功率 | S_b | $(S_{b1} + S_{b2})/2$ | kVA | (6) |

表1中: e ——硅元件正向压降(0.75V);

N ——硅元件的串联只数;

K ——变压器的二次侧相电压与一次侧相电压之比 $K = V_{x2}/V_{x1}$, 从电路的结构和电镀工艺要求已知: $V_{x1}=450(\text{V})$, $V_d=24(\text{V})$, $I_d=1500(\text{A})$ 。

将已知值代入公式(1)~(5)中得到: $V_{x2}=21.15(\text{V})$, $K=0.047$, $I_{x2}=433.5(\text{A})$, $I_{x1}=28.7(\text{A})$, $S_{b1}=38.74(\text{kVA})$, $S_{b2}=55(\text{kVA})$, $S_b=46.9(\text{kVA})$ 。

从上述计算结果可选择整流变压器的参数为: 额定容量 $S_b=60(\text{kVA})$, 一次额定电压 $V_{x1}=450\text{V}$, 二次额定相电压 $V_{x2}=22(\text{V})$, 一次额定相电流 $I_{x1}=30(\text{A})$, 二次额定相电流 $I_{x2}=450(\text{A})$ 。

3.2 硅整流元件参数计算

硅整流元件参数计算公式^[1]见表2。

表2 硅整流元件参数计算公式表

| 计算参数名称 | 符号 | 表达式 | 单位 | 序号 |
|-------------|-------|------------|----|-----|
| 流过单元件的电流平均值 | I_a | $0.167I_d$ | A | (7) |
| 流过单元件的电流有效值 | I_e | $0.289I_d$ | A | (8) |
| 单元件最高反向电压峰值 | V_e | $2.09V_d$ | V | (9) |

将已知值代入(7)~(9)式得到: $I_a=250.15(\text{A})$, $I_e=433.5(\text{A})$, $V_e=50.16(\text{V})$ 。依据计算值选择2CZ500型硅整流元件(共6只), 其额定正向平均电流500A, 额定反向峰值电压100V。

3.3 感应调压器的电路参数计算

感应调压器电路参数计算公式^[1]见表3。

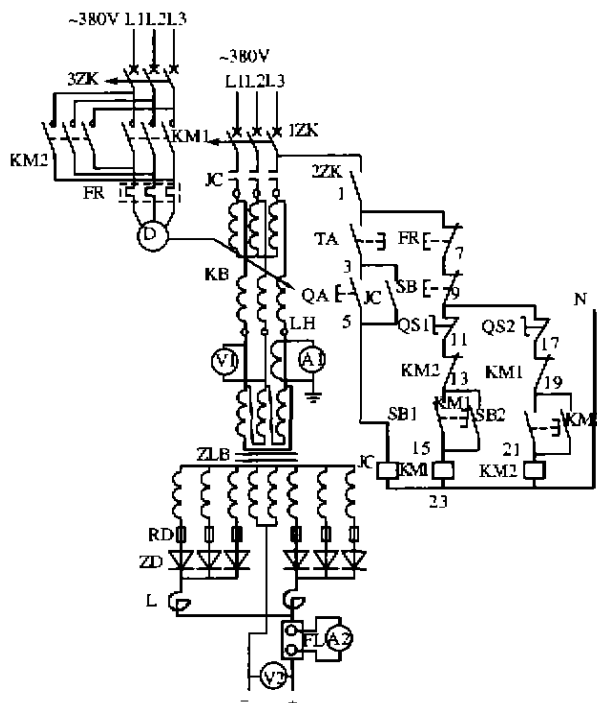
从图1知感应调压器的输出端与整流变压器输入端相连, 故调压器二次侧输出电压 $V_2=450(\text{V})$, 二次侧相电流 $I_2=28.7(\text{A})$, 调压器的一次侧电压 $V_1=380(\text{V})$ 。将已知值代入(10)~(15)式得: $P_{S2}=22.4(\text{kVA})$, $P_{S1}=7.46(\text{kVA})$ 。

表3 感应调压器电路参数计算公式表

| 计算参数名称 | 符号 | 表达式 | 单位 | 序号 |
|-----------|------------|-----------------------------------|-----|------|
| 调压器二次侧容量 | P_{S2} | $\sqrt{3} \times 10^{-3} V_2 I_2$ | kVA | (10) |
| 调压器每相容量 | $P_{S2/3}$ | $P_{S2}/3$ | kVA | (11) |
| 调压器一次侧相电压 | V_{x1} | $V_1/\sqrt{3}$ | V | (12) |
| 调压器二次侧相电压 | V_{x2} | $V_2/\sqrt{3}$ | V | (13) |
| 调压器一次侧相电流 | I_{x1} | P_{S2}/V_{x2} | A | (14) |
| 调压器二次侧相电流 | I_{x2} | P_{S2}/V_{x1} | A | (15) |

$V_{x1}=220(\text{V})$, $V_{x2}=259.8(\text{V})$, $I_{x1}=33.9(\text{A})$, $I_{x2}=28.7(\text{A})$ 。

依据上述计算结果可选择感应调压器的参数为: 额定容量 $P_{S2}=30(\text{kVA})$, 一次侧额定电压 $V_{1e}=380(\text{V})$, 一次



| | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|--------|----|-------|---------|---------|-----|------|
| 1ZK | 空气开关 | KB | 感应调压器 | L | 均流电抗器 | A2 | 直流电流表 | SB2 | 反转按钮 |
| 2ZK | 空气开关 | ZLB | 整流变压器 | FL | 分流器 | V2 | 直流电压表 | SB | 停止按钮 |
| JC | 接触器 | RD | 快速熔断器 | D | 调压电机 | TA QA | 启停按钮 | FR | 热继电器 |
| KM1 | 接触器 | ZD | 硅整流二极管 | A1 | 交流电流表 | QS1 QS2 | 调压器限位开关 | 3ZK | 空气开关 |
| KM2 | 接触器 | LH | 电流互感器 | V1 | 交流电压表 | SB1 | 正转按钮 | | |

图1 1500A/24V 硅整流电镀电气原理图

侧相电流 $I_e=35(\text{A})$, 二次侧额定电压 $V_{2e}=450(\text{V})$, 二次侧相电流 $I_{2e}=30(\text{A})$ 。

此次设计的电镀电镀锌器控制系统的生产能力远大于实际生产能力。

(上接第15页)

电感性负载), \bar{U}_c 增加到给定值时, 投入电容器, \bar{U}_c 小到给定值时, 可切除电容器; 当无功电流 $I \sin \phi$ 为负值 (\bar{U}_c 为负, 容性负载) 时, 无功过补偿, 应切除电容器。从而完成对电网中的无功从检测到补偿的过程。

2 结束语

采用上述电路研制的低压无功补偿控制装置, 具有体积小、重量轻、结构简单、投资少、使用安装方便、控制精度及可靠性高等特点。经在多个低压变电所投入运行, 实际运行结果好, 值得在低压变电所推广使用。

参考文献

- 王兆安, 杨君, 刘进军. 谐波抑制和无功功率补偿. 北京: 机械工业出版社, 1999. (4): 138~143
- 邱关源. 电路(上册). 北京: 高等教育出版社, 1985. (5): 313~332