

西门子6RA70直流调速装置常见故障及处理

王仁波, 任青立

(烟台鲁宝钢管有限责任公司, 山东 烟台 264002)

摘要: 结合6RA70直流调速装置现场使用情况及故障处理经验, 详细阐述了6RA70直流调速装置各种故障的处理方法。针对调试运行中常见的简易故障, 介绍了如何根据设备外观、表计显示和现场经验进行判断和处理; 针对自动显示故障代码信息的一般故障, 介绍了如何对照故障代码及存储的故障信息进行判定和处理; 并对6RA70直流调速装置常见的几种典型故障原因进行了分析, 并给出了解决方案。

关键词: 6RA70系列全数字直流调速装置; 故障代码; 驱动故障; 晶闸管故障

Siemens 6RA70 DC speed control device's common troubleshooting

WANG Renbo, REN Qingli

(Yantai Lubao Pipe Co., Ltd., Yantai 264002, China)

Abstract: Combined with the field use and fault treatment experience of 6RA70 DC speed control device, the treatment methods of various faults of 6RA70 DC speed control device are described in detail. In view of the common simple faults in debugging operation, this paper introduces how to judge and deal with them according to the equipment appearance, meter display and field experience; in view of the general fault of automatically displaying fault code information, it introduces how to judge and deal with the fault code and stored fault information; and analyzes several typical fault causes of 6RA70 DC speed control device and gives the solution.

Key words: 6RA70 series full-digital DC speed control device; fault code; drive failure; thyristor failure

0 引言

直流调速具有良好的起动、制动性能, 易于平滑调速, 广泛应用于轧钢、纺织和石化等领域。随着计算机技术的发展, 过去的模拟直流控制系统正在被数字控制系统所代替。德国西门子公司近几年推出的6RA70系列直流全数字调速装置具有单台装置容量大、输入电压等级多、通信能力强、参数设置灵活和装置通用性强等突出特点, 自在中国市场推出以来, 得到了广大用户的认可。

西门子6RA70系列直流全数字调速装置结构

紧凑, 由可控的电枢、励磁晶闸管整流模块及全数字调节系统组成, 其外部电气连接图如图1所示。6RA70直流调速装置具有性能可靠、操作简单、运行平稳及故障率很低的特点, 装置自身具有完善的自诊断和故障锁定功能。但其在设备调试运行过程中不可避免地也会出现一些故障, 有些故障比较直观, 经过简单分析即可作出判断和处理; 但有些故障相对比较复杂, 原因分析及处理难度较大。这里结合现场使用情况, 重点介绍西门子6RA70系列全数字直流调速装置常见故障的原因分析及处理方法。

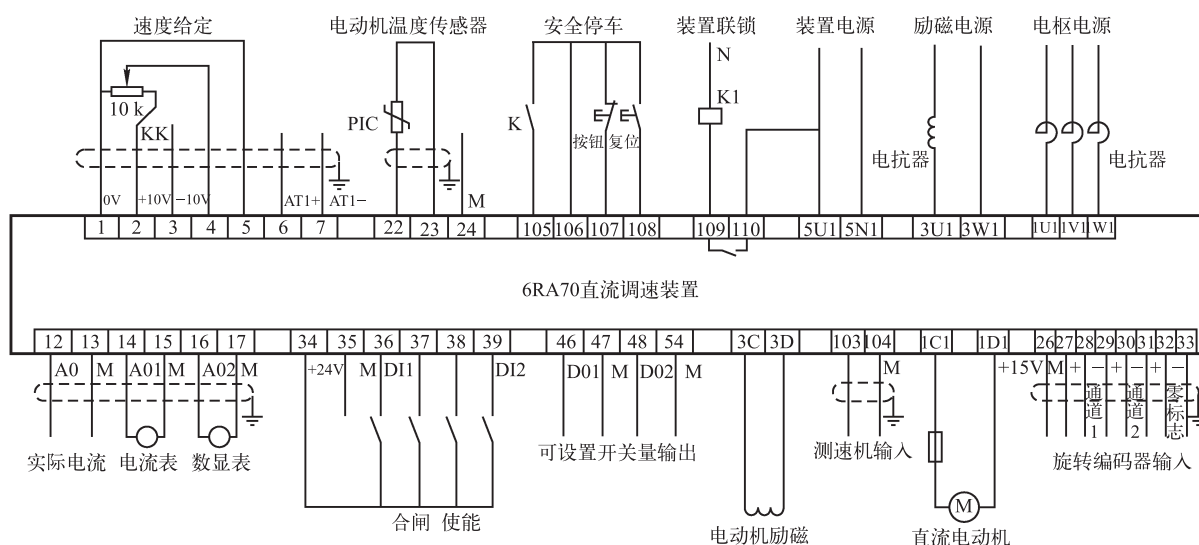


Fig. 1 External electrical connection diagram of 6RA70 DC speed regulating device

1 简易故障的判断处理

6RA70直流调速装置调试运行中出现了一些常见的简易故障,一般情况下根据故障现象,通过检查设备表现状况、表计显示及结合现场经验可以直接作出判断和处理,此类故障主要包括以下情况。

(1) 上电跳闸或装置电枢电源打火

处理方法：断开电源开关，检查整流装置电枢电源输入端子1U1、1V1和1W1接线是否良好，有无短路现象。

(2) 上电后装置无显示

处理方法：断开电源开关，检查装置电源5U1、5N1是否有缺相或断线情况，检查操作面板PMU与装置通信接口X108接触是否良好，如果上述检查正常，则判定整流装置电子板损坏。

(3) 整流装置欠电压、过电压

处理方法：检查电网电压是否出现欠电压、过电压，检查整流变压器、进线接触器和进线电抗有无问题；检查欠电压、过电压监控值设置是否合理。

(4) 超速造成整流裝置故障

处理方法：检查电动机励磁是否正常，是否存在失磁、欠磁问题；检查测速机或脉冲编码器

是否损坏，电缆连接有无问题；检查最大速度设置是否太低。

(5) 电动机转矩不够, 速度变慢

处理方法：检查电动机励磁是否正常，是否存在失磁、欠磁问题；检查电动机所带机械负载有无别劲；检查晶闸管有无不通现象，触发脉冲有无丢失问题；检查电流限幅设置是否过低。

(6) 整流装置快熔烧断

处理方法：快熔的作用是断开故障回路，阻止故障的进一步扩大。发生快熔烧断故障时，应该首先检查主回路是否有短路现象，晶闸管是否有击穿现象，以上故障排除后更换快熔；若无以上问题，再检查快熔是否劣化，是否存在规格型号选用错误、安装紧固不当问题。

(7) 整流装置运行过热保护

处理方法：视各型号的整流装置配置不同，可能是环境温度过高超过了整流装置允许限额；检查整流器的冷却风扇是否正常，冷却风扇过滤网是否堵塞，温度检测器是否正常，温度检测器信号接线是否脱落或接触不良等。

(8) 整流器运行停止, 无故障显示

处理方法：检查速度给定信号4/5有没有，合闸信号37条件是否满足，使能信号38是否加

上，各端子接线是否良好。

2 自诊断故障信息的判定处理

6RA70系列直流调速装置具有完善的自诊断和故障锁定功能，一般情况下，装置出现故障会自动地显示出故障代码，有关故障原因详细信息被存入参数r047中，并按照故障轻重程度以及先后次序排列。现场人员可以对照故障代码及存储的故障信息找出故障原因并进行处理，在分析处理故障时应重点考虑最先出现的或者重复出现的故障报警信息，6RA70系列整流装置故障信息主要分为下列几种类型。

2.1 电源故障

(1) 电子板电源故障F001

在“RUN”状态下，电子板电源(端子5U1、5N1)的故障时间长于在参数P086设置的“再启动”时间，或电子板工作在低电压。

可能的故障原因：在“RUN”状态下，进线接触器断开；短暂电源故障；电源电压过低。

(2) 电枢电源的相电压故障F004

可能的故障原因：参数P353（相电压故障监控的相应阈值）设置不正确；电枢相电压故障；运行中进线接触器断开；电枢回路交流侧熔断器熔断；功率部件的熔断器熔断；晶闸管触发脉冲电缆线断开。

(3) 励磁回路故障F005

可能的故障原因：励磁相电压故障；运行中进线接触器断开；励磁回路熔断器断开；励磁电流调节器和/或励磁电流预控制没有优化或性能较差；检查励磁电流监控阈值P396或励磁电流监控时间P397设置不正确。

(4) 欠电压故障F006和过电压故障F007

可能的故障原因：供电电源出现欠电压或过电压；欠电压阈值(P351)/过电压阈值(P352)设置太灵敏；整流器额定电源电压参数P078设置不正确。

(5) 进线电源频率低故障F008和进线电源频率高故障F009

可能的故障原因：电枢电源频率或励磁电源频率低于按参数P363设置的最小进线电源频率45 Hz；电枢电源频率或励磁电源频率高于按参数P364设置的最大进线电源频率65 Hz。

2.2 外部连接端子故障

对于这一类开关量接入故障，可以对照原理图及接线图逐一排除。

(1) 开关量输出短路或过载故障F018

可能的故障原因：在端子46、48、50或52和26或34有短路或过载。

(2) 主给定（端子4和5）的模拟可设置输入故障F046

当 $P700 = 2$ （电流输入4~20 mA）并且输入电流小于2 mA时故障信息被激活。

可能的故障原因：端子4和5电源电缆开路；主给定值模拟量输入的信号类型P700设置不正确。

(3) 模拟可设置输入1（端子6和7）故障F047

当 $P710 = 2$ （电流输入4~20 mA）并且输入电流小于2 mA时故障信息被激活。

可能的故障原因：端子6和7电源电缆开路；模拟可选输入1的信号类型P710设置不正确。

2.3 通信故障

(1) 基本装置接口故障F011~F015

可能的故障原因：连接电缆断开；USS主机故障；在连接电缆上有EMC干扰；电报故障时间参数P787、P797、P807、U741和U807设置太低。

(2) 带附加板的通信故障F070~F082

可能的故障原因：严重的初始化问题；通信电缆断开；出现了过大的与EMC相关的干扰；通信板CB/工艺板TB损坏或插入不正确。

2.4 起动过程故障

(1) 在优化运行过程中出现故障F050~F052

可能的故障原因：电枢回路断开或短路；电

枢回路阻抗太大；励磁电流检测回路故障；励磁电流调节器或励磁电流预控制没有优化或优化结果不好；飞轮惯量太大；驱动堵转，负载随速度上升增长太快或过大的负载转矩；相关参数设置不正确。

(2) 无励磁特性曲线的记录F055

可能的故障原因：励磁减弱的优化运行(P051 = 27)还没有执行。

2.5 驱动故障

(1) 换向故障或产生过电流F030

可能的故障原因：在再生反馈工作时产生主电源电压瞬时跌落；电流环没有优化；最大电流值大于装置额定电流的250%；并联的直流装置已检测出换向故障或过电流。

(2) 速度调节器监控F031

可能的故障原因：调节回路断开；调节器没有优化；给定值与实际值偏差信号P590或P591参数设置不正确。

(3) 驱动堵转F035

可能的故障原因：负载过重或电动机堵转；达到正或负的转矩限幅或电枢电流限幅；实际速度低于0.4%的最大速度。

(4) 无电枢电流流过F036

可能的故障原因：电枢回路开路，如直流熔断器熔断、直流接触器断开和电缆开路等；电枢整流器触发角的整流固定限幅 αG (P150)设置不正确；由于电源低电压等原因驱动装置运行在 αG 限幅；由于最大速度和励磁电流设置太高及弱磁转换速度设置太快等原因导致EMF过高。

(5) 制动运行的EMF过高F043

可能的故障原因：为了得到所需的最大速度，装置运行在弱磁调速范围内，依赖于EMF的励磁减弱P081没有参数化；励磁减弱运行的EMF给定太高，即电动机电枢额定电压P101参数设置太高；供电电压瞬时跌落；EMF调节器或励磁电流调节器没有优化，导致系统加速时EMF过高。

2.6 超速和测速机故障

(1) 超速F038

如果速度实际值的源（在P595中选择）超过正向最大速度(P380)或负向最大速度(P381)阈值0.5%，故障信息被激活。

可能的故障原因中正向最大速度P512或负向最大速度P513设置太低；在接近最大速度时，测速机故障或电缆线断开。

(2) 测速机故障F042

可能的故障原因：测速机或脉冲编码器性能不好，正反特性不一致或输出电压不稳；测速机或脉冲编码器损坏、电缆开路或连接不正确；脉冲编码器电源故障或电源电压(P142)设置不正确；速度实际值的极性(P743)设置不正确；电枢回路电阻和电感（P110和P111）设置不正确，需执行电流调节器优化运行；当励磁反向时，通过外部硬件励磁极性并未翻转。

(3) 脉冲编码器测量通道故障F048

可能的故障原因：在脉冲编码器信号(端子28~31)中与EMC有关的干扰；脉冲编码器损坏或电缆断开；一个编码器电缆与电源电压或另一个编码器电缆之间有短路；电枢回路电阻P110或电感P111设置不正确，导致EMF计算不正确。

2.7 晶闸管故障

晶闸管故障F061，故障信息只在晶闸管检查功能通过参数P830激活后才有效。

如果发出“晶闸管损坏”或“晶闸管不能关断”信号，则相关的晶闸管模块必须更换。晶闸管损坏的可能原因有：阻容吸收回路断开；电流调节器和预控制没有优化，过大的电流尖峰造成；不充分的冷却，如风机没运行、环境温度太高、风机旋转方向不正确和散热器太脏等；在进线电源系统中的过电压尖峰造成；外部短路或接地故障，需检查电枢回路。

如果发出“晶闸管不能触发”信号，一般是由触发线路引起，晶闸管并没损坏。可能的故障原因有：连接相关晶闸管的触发脉冲电缆断开；扁平电缆X101或X102插入不正确或断开；电子

板或触发板损坏；在晶闸管模块中的内部触发电缆断开。

2.8 电子板故障

(1) 故障激活状态下，电子板电源被切断 F040

可能的故障原因有：所有故障信息并没有全部复位。

(2) 参数存储器故障 F062

可能的故障原因有：EEPROM损坏；A7001电子板损坏；A7009底板配线损坏；插入式连接 X109有故障；“恢复到工厂值”在这个软件中从未执行过。

(3) 其他内部故障 F063 ~ F069

可能的故障原因有：A7001或A7006电子板损坏；A7009底板配线损坏；出现了过大的与 EMC相关的干扰，如由于不带保护的接触器、未屏蔽的电缆和屏蔽连接不牢等；检测回路过载（在端子4和5或6和7的输入电压过高）^[1]。

3 典型故障分析

西门子6RA70直流调速装置出现故障，一般情况下显示故障信息，对照故障信息可以针对性地找出故障原因并进行处理。但有些故障原因比较复杂，仅仅通过装置显示的故障信息很难作出判断，需结合装置的结构及工作原理进行综合分析，这里以现场实例分类介绍一些典型故障的产生原因及处理方法。

3.1 外部原因

1) 电动机自身故障。比如电动机对地绝缘差，电动机运行中出现异响或是异味，电动机换向器打火，电动机电流增大或是跳闸。

处理措施：①用绝缘电阻表测量电动机对地绝缘，若绝缘不符合要求，则对电动机绝缘进行处理或更换电动机；②电动机运行中出现异响，首先确认异响源自电动机什么部位，需重点检查电动机轴承是否损坏，电动机定子是否擦心，电动机轴和测速电动机轴是否同心，若是以上原因造成电动机过电流，则更换电动机或对相

应部位进行处理，即可故障排除；③电动机运行中本体温升过高并出现异味，检查电动机冷却风机存在故障，电动机励磁发热导致电动机温升过高，对电动机风机问题进行处理后，故障排除；④电刷和换向器之间换相打火，检查换向器表面是否光滑、电刷磨损是否严重、电刷的弹片是否弹性疲劳及电刷和换向器是否接触不良等，对换向器、电刷进行处理或是更换电动机后，故障排除。

2) 电动机堵转。设备在运行过程中出现停转，重新起动，电动机不转，装置报故障信息 F030或F040。

处理措施：①测量直流电动机温度异常，检查电动机定子绝缘正常；②检查连接的机械设备发现机械别劲，造成电动机起动负载过大，电动机无法起动，堵转、过电流；③出现故障报警信息 F040的原因是 F035故障信息未被全部复位，且该故障处于激活状态，因而电子板电源被切断。故障处理首先排除机械别劲故障，再同时按下装置 PMU 面板“P”键和“▼”键，将故障信息 F040复位后，F030故障同时解除。

3.2 检测元件原因

1) 旋转编码器接线故障。电动机起动装置跳闸，报超速故障 F038。

处理措施：①对旋转编码器航空插头进行重插，确保接触良好，试车故障没有消除；②检查整流装置旋转编码器接线端子，没有发现问题；③旋开旋转编码器航空插头检查，发现内部有的接线开焊，焊好后故障排除。

2) 电流互感器故障。空载或轻载运行正常，负载增大快开跳闸，用示波器观察电流波形有尖峰。

处理措施：①对晶闸管、电动机和调速装置等进行相关检查，没有发现异常，试车检查空载电流有波动，负载增大快开跳闸；②将电动机电缆短接做短路电流环试验，电流增加到 60 A，调速器及示波表显示电流不稳和缺波头，遂检查交流侧电流互感器，发现交流互感器本体一相有

放电现象（经检查，该互感器一相线圈匝间短路）；③更换互感器后试车，故障排除。

3.3 装置硬件原因

1) 触发脉冲丢失。“小触大”12脉冲整流，空载或轻载运行正常，负载增大， Δ 接调速器报F038后跳ME。

处理措施：①检查速度反馈没有发现问题，检查相关线路、熔断器等各处没有发现异常；②轻载情况下观察各装置的电流波形，先查看Y接调速器波形正常，再查看 Δ 接调速器波形不正常，缺少两个波头，检查调速器脉冲输出发现缺少一个脉冲，更换调速器后故障排除。

2) 晶闸管不能被触发。设备运行时整流变压器出现异常声音，直流电动机声音沉闷，生产设备抖动明显，电动机低速能够运行，随着电动机速度加快，装置跳闸，报故障信息F030。

处理措施：①查看故障存储器r47.001的值，其值为2，表明F030故障原因是电流峰值曲线向上拐，据此判断6RA70的晶闸管可能存在问题，需要进一步检测；②修改6RA70访问权限，将P51值改为40，获得参数值访问权；③将晶闸管诊断控制字参数P830更改为2，使得在每一个“合闸”或“点动”指令下，晶闸管被校验；④关闭电源，重新起停6RA70；⑤进行交流接触器合闸操作，或按住“点动”指令不动，PMU出现o3.0（等待晶闸管校验完成），晶闸管开始校验；⑥等待30 s后，若PMU又出现F061故障报警，表明晶闸管损坏或其脉冲线路有故障；⑦再进一步查看故障诊断存储器r47.001中故障值，对照F061故障信息表故障值的定义判定故障原因及故障部位；⑧查看r47.001存储的故障值为33，则VT₃组或VT₆组晶闸管不能被关断，更换VT₃组或VT₆组晶闸管。

3.4 软件原因

1) 程序问题。两台6RA70装置采用主从控制两台直流电动机同步运行，如轧机步进装置，负载突然变大，从装置即产生F030过电流报警。

处理措施：①使用两台6RA70装置主从控制

两台电动机，主电动机一般采用速度控制，从电动机采用转矩控制，由于两台电动机负载不同，要实现两台电动机同步运行，必须有效控制从电动机转矩，当从电动机负载较大、主电动机负载较小时，从电动机必须获得较大电流才能达到主电动机速度，导致上述故障的原因是负责平衡电动机负载的程序存在问题；②通过编写程序，对两台电动机转矩差进行比较后附加给从电动机，利用转矩附加来平衡电动机之间的负载；③通过监控软件，实时对电动机电流峰值进行有效监测，系统程序将根据电动机电流峰值的检测自动对电动机速度进行相应调整，以有效解决电动机过电流的问题。

2) 软、硬件不匹配。多台电动机、不同版本直流调速装置并联混用，6RA70装置偶尔出现一次F030故障报警，复位后可正常运行。

处理措施：①西门子直流调速装置软、硬件版本更新较快（尤其是软件版本），经常需要面临版本升级的问题，若各直流调速装置软、硬件版本不匹配，有时会发生数据传递有误，严重时出现F030故障报警；②将直流调速装置全部更换为同一版本的6RA70装置，并对数据的有效性进行准确判断后，再将数据传递给其他直流调速器。

3.5 参数优化与设置原因

1) 系统自动优化设置的参数不好用。6RA70直流装置控制切管机主轴等较大转动惯量负载，负载轻微波动便出现系统振荡，在电流不是太大的情况下出现过电流跳闸。

处理措施：①由于负载惯性较大，系统的动态反应速度太快，两者不匹配，瞬间产生了电流尖峰，即 $\Delta di/dt$ 太大，需在对装置进行自动优化的基础上，对电流调节器和速度调节器自动优化设置的参数采用人工方法进行模拟量修正；②将电枢电流调节器的增益参数P155的值和速度调节器的增益参数P225的值改小，按自动优化参数值一半设置；③将电枢电流调节器的积分时间参数P156的值和速度调节器的积分时间参数P226的值改大，按自动优化参数值增大1~1.5倍设置；

④可以提高系统抗扰性能，减少负载变化对系统的影响，使得系统的动态跟随速度变慢，保证了稳态准确度，限制了快速性，消除了静差，使问题得到彻底解决。

2) P159和P160参数值设置不当。装置恒速运行不报警，一旦电动机突然加速或减速，即出现过电流故障报警。

处理措施：①修改6RA70访问权限，将P51值改为40，获得参数值的访问权；②适当增加P159（电枢自动换向部分的转换阈值）参数值，保障其能够大于0，可以设置到0.5以上，该参数不能设置太大，最好不要超过1，参数修改过程中注意观察装置运行情况；③适当增加P160（附加的无转矩时间间隔）参数值，P160用于四象限运行整流器的转矩方向改变，对于整流器电枢给大电感供电的情况，该参数值大于0尤其重要。但该参数不能设置过大，一般在0.04~0.1之间，如果设置的参数值太大，会影响6RA70装置的电压输出，导致电压波动；④将P159设置为0.5，P160设置为0.05，故障排除^[2]。

4 结束语

西门子6RA70直流调速装置运行相对比较稳定，日常接触的故障案例不是太多。本文介绍的

仅仅是现场遇到的一些故障的处理经验与方法，其中有些故障的处理方案有待进一步优化，现场的情况千差万别，需要具体情况具体分析。针对现场6RA70直流调速装置具体故障，应仔细查找故障根源，从源头上找出故障的真正原因，从根本上解决问题，确保设备更加安全、可靠和稳定运行。

参考文献

- [1] 西门子电气传动有限公司. 6RA70系列全数字直流调速装置使用说明书[Z]. 2006(4).
- [2] 黄东强, 孙淑慧. 西门子6RA70直流调速装置F30故障原因和处理[J]. 设备管理与维修, 2008(12): 29-30.

作者简介



王仁波

王仁波（1967—），男，电气自动化专业。现为烟台鲁宝钢管有限责任公司三电技术首席工程师、正高级工程师，现主要从事工业电气自动化专业方面工作等。

（收稿日期：2019-09-26）**EA**