

直流传动装置掉速的分析

0 引言

我公司高线厂采用双线布置，年设计产量 120 万吨。粗轧和中轧间采用脱头轧制。粗轧共 5 架，其中第 5 机架是粗轧的出口机架。投产以来，5 架电机偶尔出现突然掉速的情况，反应在生产过程中表现为 4, 5 架间轧件扭动，传动装置发出 A031 报警。这种情况发生后一般不会立即堆钢，如不能及时解决则有可能堆钢或损坏导卫。操作工即便降低了 5 架设定速度，但还是可能会出现掉速甚至堆钢的情况。粗轧堆钢处理起来很困难，费时很长，对生产造成较大影响。

1 原理分析

5 架掉速时表现为实际转速跟不上设定转速，如图 1 所示，两者有较大偏差，如果两者的偏差超过 3%并且时间大于 3 秒(可在传动装置中设置)，传动装置会发出 A031 报警。掉速时的电机输出力矩如图 2 所示，掉速时 5 架的出口秒流量减少，造成 4, 5 架之间秒流量不平衡，轧件扭动。这时候传动装置的速度闭环还是起作用的，不然的话，4, 5 架间会立即堆钢。

5 架电机参数：功率 850KW，额定电压 660V，额定电流 1285A，额定转速 750/1500r/min。

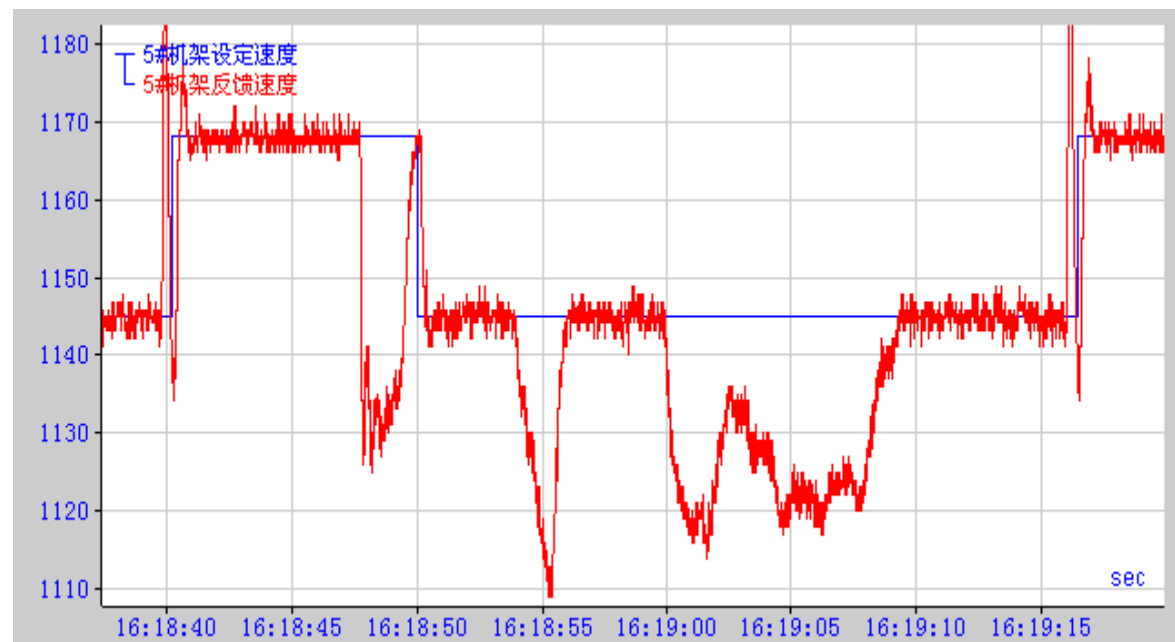


图 1 掉速时的波形

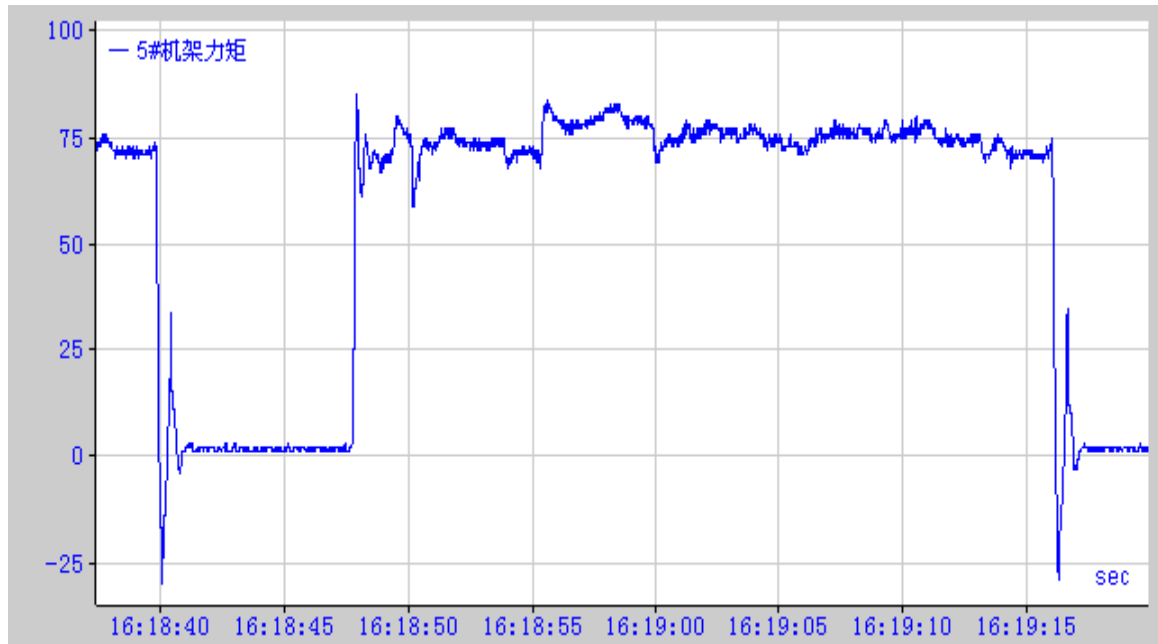


图2 掉速时的电机输出力矩

某次现场观察结果，单线过钢时装置进线电压 615-620V，电枢回路整流角 35° - 36° 。双线过钢时装置进线电压 600-605，电枢回路整流角 31° - 32° 。这时候的电机电流在额定值的 94%-98%之间变化。双线过钢时装置的进线电压变低是因为双线过钢时用电负荷加大，电网电压降低。5架传动装置的电枢回路整流角限幅值是 30° （4象限运行装置）。因此5架掉速的原因是由于电网电压偏低，电机负荷又比较大，造成电枢回路整流角达到了限幅值，电机电流不能再提高，电磁转矩小于负载转矩而引起速度下降。但这时候电机还是在以最大出力工作，转速下降还不太多（最大 50 转左右），造成 4,5 架间秒流量不平衡，但还不至于堆钢。

电机是否会掉速取决于进线电压的高低和当前的轧制负荷，当轧制负荷比较高，进线电压又偏低时，电枢回路整流角达到了限幅值，电机电流不能再提高，这时会出现电机掉速。降低一点轧制速度并不有效，因为它既不能有效降低轧制负荷更不能提高进线电压。如果出现了掉速的情况，直接而有效的方法是工艺人员迅速减少轧机压下量，从而减少电机负荷。

图3是2012年2月29日7点35分左右的5架速度波形。

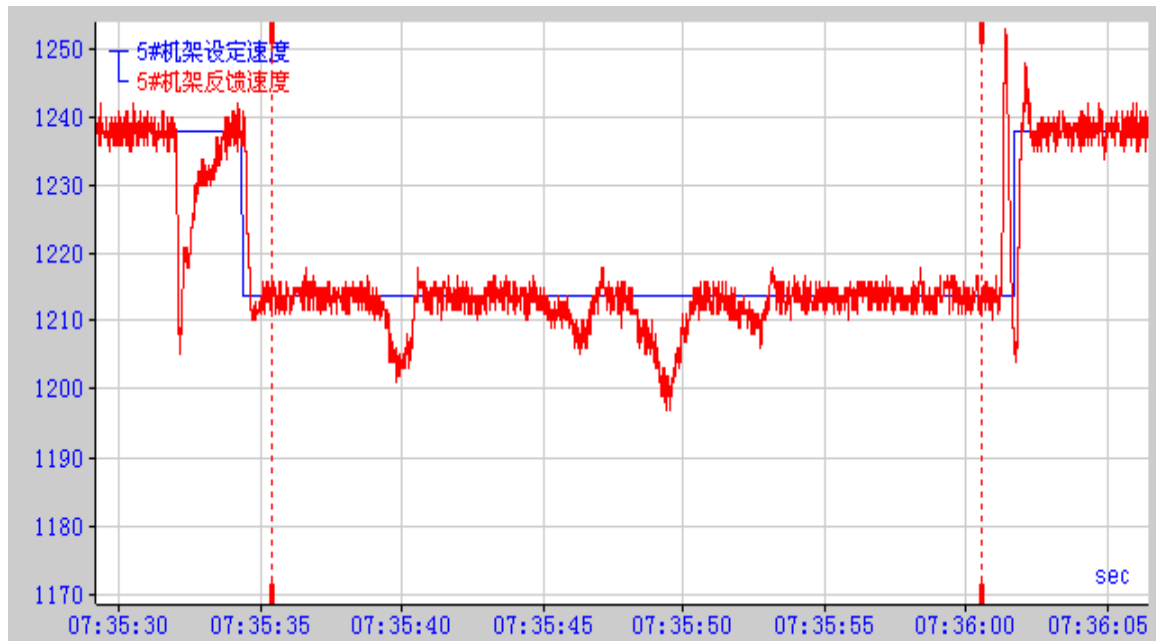


图3 小幅度掉速时速度波形

这时已经开始出现掉速了，只是幅度还不小（10-15 转），持续时间也不长，还没有在工艺上有明显表现。这时我们观察传动装置，对应于实际转速的波谷位置整流角已经限幅了，印证了前述分析。

有些细心的读者会注意到图 2 所显示的电机输出力矩，平均值在 75% 左右，可能会问电机输出力矩只有 75% 怎么会力矩不够呢？图上所示的力矩是指额定值的 75%，5 架电机工作在弱磁状态下，能够输出的力矩小于额定力矩，例如：电机的设定转速是 1145r/min，这时候电机的最大力矩是额定值的： $750/1145 = 0.655$ 。也就是说这时候电机的输出力矩只能达到额定值的 65.5%。图 2 表明这时的电机已经在超负荷工作了。

2 解决办法：

1. 工艺人员考虑调整粗轧各机架的负荷，减少 5 架负荷（基本工作在 95-110% 负载，4 架基本工作在 65-75% 负载）。这样即便电网电压偏低也不容易出现掉速情况。即便不存在掉速问题，电机和电子元器件长期工作在满负荷状态，也会缩短其使用寿命或产生其他问题。
2. 通过调整整流变压器的高压侧分接头，提高装置的进线电压。整流变高压侧上下各有 2 档可调，建议调整一档，提高进线电压 2.5%。也可以减小装置的电枢回路整流角限幅值。

3 结束语

通过提高进线电压及减小整流角限幅值后，5 架电机在满负荷时电枢回路整流角在 35-36°，有一定余量，未再出现掉速现象。