

纯液压调速系统 DEH 改造问题浅析

王利峰

和丰煤电有限公司, 新疆 塔城 834406

DOI:10.61369/WCEST.2026040022

摘 要 : 本文介绍了纯液压控制机组系统中存在的一些问题, 提出合理的改造方案, 并对改造中 DEH 系统中容易出现的问题进行了分析, 提出了解决方案。

关 键 词 : 调速系统; 电调; 改造

Brief Analysis on Retrofit of Pure Hydraulic Governing System to DEH

Wang Lifeng

Hefeng Coal and Power Co., Ltd.Tacheng,Xinjiang 834406

Abstract : This paper introduces existing problems of units equipped with full hydraulic governing systems, proposes reasonable retrofitting schemes, analyzes common faults occurring during the DEH transformation, and puts forward corresponding solutions.

Keywords : governing system; electro-hydraulic control; retrofit

前言

随着电力工业的发展, 我国陆续建设了 300MW 及以上大容量机组, 但有些 300MW 以下机组有的液压控制为纯液压调速系统, 由于设计水平及制造工艺的落后, 此液压系统中存在着许多设计不尽合理的地方, 只有进行彻底的纯液压调速系统改造, 才能解决设计中存在的问题, 从而提高机组的自动化水平, 满足现代化电网的要求^[1]。

一、液压控制系统问题

液压调节控制系统, 由于原设计的落后, 在实际运行中经常会出现这样或那样的问题, 主要有:

(一) 凸轮传动机构设计不完善, 凸轮传动机构不易调节, 容易造成系统迟缓率增加、卡涩等现象。

(二) 调门阀门重叠度大, 节流损失大, 造成机组经济性降低, 并且无法实现合理阀门管理功能。

(三) 调节控制系统容易卡涩, 原液压调节系统的工作介质和润滑油共用一个油源, 调节系统用油油质无法保证, 容易造成滑阀卡涩, 滑阀腐蚀, 引起调节系统摆动等异常现象。

(四) 保安系统安全性不可靠, 原设计转速信号取自调速器, 由调速器转化为位移信号, 传递给下一级放大机构, 而调速器附在主油泵上, 如果主油泵轴向突然有异常情况, 调速器就会将之反映到调速器滑阀上, 不能反映真正的机组转速, 会造成保安系统误动等现象, 引起机组跳闸, 造成事故。

(五) 纯液压调速系统是低压透平液压调节系统, 系统中传动放大机构多, 环节多, 由于设计和制造水平有限, 会造成系统迟缓率、系统特性曲线不合格及两侧油动机不同步等现象, 影响

机组稳定运行。

(六) 有的机组进行了电液并存改造, 上述现象也未完全消除, 电液并存改造的机组还存在着电调、液调切换时负荷波动大的问题, 也属原设计中不易克服的缺陷。

二、DEH 改造方案主要内容

(一) 取消同步器, 采用挂闸电磁阀挂闸, 取消超速限制滑阀。

(二) 取消调速器滑阀组、中间滑阀, 取消低压双侧油动机, 改为单侧高压油缸。

(三) 取消凸轮传动机构, 改为一个油动机带一个阀门, 直接传动方式, 阀门管理由计算机控制实现单阀、多阀控制两种方式。

(四) 增加 EH 油站, 采用独立高压供油系统。

(五) 取消超速附加保护, 保留机械危急遮断保护, 增加 OPC、AST 超速保护, 实现 OPC、AST 机械超速三重保护。

(六) 取消调压器, 调压器切换阀。

三、工作原理

由高速马达驱动高压柱塞泵，将油箱中抗燃油吸入，从油泵出口经过滤器向系统供油。

高压母管的压力油经截止阀和节流孔后进入油缸下腔，此时电磁阀处于关闭状态，油缸下腔油压逐渐升高，克服弹簧力，将汽阀逐渐打开，直至阀门处于全开位置^[2]。当电磁阀通电后，泄油通路导通，油缸下腔的压力油经过节流孔、电磁阀至压力回油。因为泄油节流孔大于进油节流孔，故油缸下腔油压逐渐关闭，直至阀门全关。

经过计算机运算处理后的欲开大或者关小汽阀的电气信号经伺服放大，自放大后，在电液转换器—伺服阀中将电气信号转换成液压信号，使伺服阀滑阀移动，并将液压信号放大后控制高压油的通道，使高压油进入油动机活塞下腔，推动活塞向上移动，经杠杆带动汽阀使之启动，或者是使压力油自活塞下腔泄出，借弹簧力使活塞下移，关闭汽阀^[3]。当油动机活塞移动时，同时带动两个线性位移传感器，将油动机活塞的机械位移信号转换成电气信号，作为负反馈与前两个计算机处理送来的信号相加，由于两者的极性相反，实际是相减，在原输入信号与反馈信号相加后，不再有高压油通向油动机下腔或使压力油自动机下腔泄出，此时汽阀便停止移动，停留在一个新的工作位置。

四、改造后的优点

（一）取消了液压传动放大机构，消除了滑阀传动放大机构的迟缓，消除了调节品质差的缺点。

（二）取消了凸轮传动机构，减少了阀门重叠度，消除进汽节流大的缺点，提高了经济效益。

（三）取消了低压油动机，代之代替的是高压油动机，该油动机关闭时间短，性能稳定，能有效的防止机组超速。

（四）原保护系统不完善，可靠性差，电调保护系统不仅保留原机械超速，还增加了 OPC、AST 电磁阀，提高了机组的安全性。

（五）调速油和主油箱润滑油同一油源，油质不能保证，易造成滑阀卡涩，油的清洁度无法保证，而 DEH 系统用独立油源，能有效避免上述现象。

（六）实现单阀控制，提高机组运行的可靠性，油动机阀门采用一对一控制，并能实现单阀及多阀控制，提高经济效益，优化了阀门管理。

（七）多回路、多参数调节器能满足各种运行工况的要求。

（八）转速、功率、调节级压力、主汽压、抽汽压力、油开关、挂闸信号一般为冗余结构，可靠性高。

（九）增加 OPC、AST 保护机构，提高了保护可靠性，实现 OPC—AST—机械三重保护。

（十）原同步器控制机组负荷难于实现 AGC 控制，改造后可以实现 CCS 协调，AGC 远方自动调整负荷。

五、DEH改造常见问题

（一）遥控挂闸问题

由于 DEH 改造后透平油保护系统大部分保留，控制部套全部拆除，就地挂闸和远方挂闸机理不同，即就地挂闸是缓慢摇动同步器手轮，排油口缓慢关闭，挂闸油压则缓慢建立^[4]。而改为遥控挂闸后，挂闸电磁阀失电是瞬间的，充压迅速建立，对危急遮断器滑阀形成冲击，使遥控挂闸难以实现。经多次做实验，将压力油至遥控挂闸的节流孔由 $\Phi 6$ 改为 $\Phi 4$ ，增加挂闸油管的充油时间，从而达到减少油压冲击的目的，经过这一改动，遥控挂闸实现正常。

（二）油质不合格引起的问题

数字电液调节系统（DEH），采用高压抗燃油，工作压力为 12~145MPa，该油系统特点是油动机提升力大，动作迅速，控制油动机的电磁阀、电液伺服阀、OPC 电磁阀、AST 电磁阀对油质要求非常高。在进行 DEH 改造安装后，要对 EH 供油系统进行彻底冲洗工作，尽可能在冲洗时采用金属滤网，防止滤芯破损。不仅要重视油质颗粒度合格，还要对油质中水份、氯含量、电阻率、酸值等指标进行监督控制。在改造中，需作到以下几点来保证油质：

1. 保持现场清洁，要作到现场无严重灰尘。

2. 对拆下的油口、管口及时封堵，不让灰尘及脏物进入系统中。

3. 整个系统采用不锈钢材料，以防止抗燃油的腐蚀。在安装中需内外充氩施焊，防止管道内出现氧化现象。

4. 对装在系统中的部件，回装前必须清理干净。在清洗及擦拭部件时需用绸布，不要用起毛的布。

5. 对含有氯离子的清洗剂，杜绝使用，应采用工业酒精或丙酮，清洗后的部件晾干后才能回装，不要将矿物油和抗燃油混合使用。

6. 加装合格的再生装置，硅藻土滤芯和纤维素滤芯广泛用于 EH 再生系统中，对于硅藻土滤芯应定期更换，以保证其使用有效性，建议周期为半年至一年，对于经过纤维素滤芯压差变大，也需及时进行更换。

7. 加大对抗燃油水份的监督工作，抗燃油中如果水分超标，将严重影响抗燃油的使用寿命，加速油的乳化。需加装专门滤水装置，据统计，现在各电厂采用的滤水芯效果不明显，每次更换滤芯只能使水份降低 20~40PPM，建议使用真空式滤油机。

8. 抗燃油具有很好的抗燃性及流动稳定性，自燃点为 560 度以上，但由于油质的变化，可能使抗燃油的燃点降低，有的电厂曾经发生过油滴到低于 560 度管道下造成火灾事故。因此，要在 DEH 改造时，要尽可能避免 EH 油管 and 高温蒸汽管道接触，如有漏油现象，及时处理。

（三）MOOG 阀问题

现在，应用在 DEH 系统中的电液伺服阀多为 MOOG 公司生产的喷嘴挡板式伺服阀，它的特点是反应灵敏，动态响应性好，

线性好，静态流量小，内部滑阀精度高，但其耐污染性差，容易产生卡涩、堵塞现象，对油质清洁度要求高，对 MOOG 阀出现的问题的统计主要有：

1. 调门摆动，调门忽开忽关或汽门不能开启，引起这些现象的主要有伺服阀磁钢磁性变化，伺服阀卡涩、伺服阀节流孔堵塞和伺服阀内漏严重。

2. 汽门动作缓慢，调节响应速度下降，主要是油源污染，油质颗粒度超标，伺服阀节流孔不畅或伺服阀或油动机滤网局部堵塞造成的。

3. 汽门不能关闭，汽门在无信号时也处于全开位置，该原因主要是伺服阀零偏调整不当或伺服阀卡涩引起的。

针对以上现象，结合 MOOG 阀内部结构，需加强对油质及伺服阀的管理，控制抗燃油在合理范围内。抗燃油的油质控制在 MOOG 二级之内。对加入的新油，加入前先由化学人员检验合格后方可加入，并且在加油过程中要保证清洁，防止污染。定期对伺服阀进入检验，更换伺服阀滤芯，清洗伺服阀内各个零件，清洗伺服阀内节流孔，进行伺服阀性能定量分析，调整伺服阀零偏，使其处于最佳工作状态，采用合格密封件，应使用氟橡胶，杜绝使用丁晴橡胶等密封件，防止由于密封件使用不当造成抗燃油污染。

（四）挂闸后又跳闸

1. 隔膜阀故障

自 DEH 改造后，危急遮断滑阀、隔膜阀、挂闸电磁阀仍然使用低压透平油供油系统，低压透平油质仍然十分重要。

在 DEH 试运过程中，出现了挂闸挂不上的现象，经查原因，发现隔膜阀没有关闭至全关位置，造成 AST 油压建立不起来。经隔膜阀解体检查，发现隔膜阀内部比较脏，引起隔膜阀活塞卡涩，不能动作，经清理隔膜阀活塞后，系统正常

2. 蓄能器故障

蓄能器是为了维持系统的油压在卸载的两个动作油压之间的

相对稳定，以防止卸载阀或过压保护阀反复动作。在 DEH 改造试运过程中，出现挂闸挂上后，调节系统又跳闸，主汽门关闭^[9]。经查，蓄能器来油门处于关闭状态，经打开蓄能器来油门后正常，分析原因是 EH 油系统在挂闸时，EH 油系统需要大量压力油，蓄能器没有起到向系统补充压力油的作用，由此，使系统 EH 油压降低，系统保护动作，为此，不仅在启机前要保证 EH 油系统蓄能器压力正常，而且在运行中也要定期检查蓄能器压力，特别是高压蓄能器，以保持 EH 油系统稳定正常。

（五）汽门快关时实验不合格

机组大修及 DEH 改造后，调速系统要进行甩负荷试验，在做甩负荷前各项实验时，高中压调门关闭缓慢，动作时间为 0.5 秒。关闭时间过长，EH 系统中有两个 OPC 电磁阀，分别对两个 OPC 电磁阀做单独快关试验，在进行 1 号 OPC 电磁阀时，现象依旧，动作时间为 0.5 秒左右，在进行 2 号 OPC 电磁阀动作试验时，系统不动作，对 2 号电磁阀进行解体检查，无问题，联系热工对就地信号进行检查，发现信号正常，将 #1、#2 OPC 电磁阀线圈进行互换，发现是 2 号 OPC 电磁阀吸力不足引起 2 号 OPC 电磁阀拒动，更换电磁阀后正常。

六、结束语

经过纯液压调速系统 DEH 电调改造后的机组，具有快速、准确、灵敏度高的特点，能大大降低调节系统的迟缓率，具有较强的外界适应能力及抗内部干扰能力，经过 DEH 改造，使调节系统静态特性及动态特性大大提高，经实验，改造后的调节系统动态飞升值比原液压系统又降低了一个速度变动率值，实现了 CCS 协调，调门单、多阀切换，提高了机组发电经济性，能接受 AGC 控制，实现负荷自动调度功能。

参考文献

- [1] 尹大升. 关于汽轮机组振动控制技术及其设计优化的研究 [J]. 内燃机与配件, 2025(1): 121-123.
- [2] 安俊宁, 辛明瑞. 汽轮机调速系统中高低压性能油动机的比较 [J]. 自动化博览, 2022, 39(9): 68-72.
- [3] 李效雷. 谈电厂汽轮机数字电液调节系统 (DEH) 的调试 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(29): 3079.
- [4] 井金剑, 杨勇. 压缩机组中汽轮机部分的控制系统构成 [J]. 当代化工, 2020, 49(12): 2872-2875.
- [5] 董伟, 王鹏. 提高汽轮机高压调节阀油动机及 DEH 控制系统稳定性的技术措施 [J]. 水泥, 2023(4): 53-55.