



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

俄TBM-160-2型发电机转子集电环刷架结构优化

河南洛阳热电厂 郭光武 邓启亚 黄成华

【摘要】 分析了TBM-160-2型发电机转子集电环刷架结构设计的不合理性，并提出具体改造方法，对此种类型转子集电环刷架的改造具有借鉴作用。

【关键词】 发电机 滑环 电刷

TBM-160-2型发电机额定功率为160MW，额定电压18kV，额定6030A，励磁电流3700A，励磁电压170V。

XG电厂9号机（TBM-160-2机组）从1998年10月以来频繁发生停机事故。几乎每次停机都是因

为电刷烧红、刷辫烧断和集电环冒火，降低励磁电流仔细检查发现个别电刷温度高达110℃以上，电流高达200A以上，集电环温度达100℃。在消除了集电环径跳、轴振等因素之后，环火发生有所减少，但过流过热现象依然存在。负荷仅能加到80MW左右，励磁电流则很少超过2000A，机组一直无法满负荷运行。

洛阳双源热电有限责任公司#2机（TBM-160-2机组），在运行中出现电刷刷辫抖动、磨损、过热现象，电刷出现与集电环接触面边缘碰伤现象，个别电刷温度高达130℃以上、电流高达150A以上，电刷电流分布十分不均。

1 刷架装置存在缺陷原因分析

1.1 容量不够

作为发电机的咽喉部件，刷架的设计应充分考虑所有电刷的电阻率波动范围，选取一个合理的平均电流密度，以使“滑动电联接”的作用能有效地承担机组满负荷运行时的励磁电流。满负荷运行的平均电流密度取值可由下式计算：

$$T_i = \frac{I_f}{n \times S} \times 10^2$$

其中： T_i — 满负荷运行的平均电流密度（A/cm²）

I_f — 发电机转子的额定励磁电流（A）

n — 每极的电刷个数

S —单个电刷的截面积 (mm²)

根据发电机运行经验，目前，国内大型发电机刷架装置的满负荷运行平均电流密度推荐值为7

—8A/cm²。表1为国产200MW、300MW、350MW汽轮发电机（均为东方电机股份有限公司定型产品）刷架电气性能的确切参数。

表1 国产几种机型刷架的电气性能指标

机型	I_f (A)	n	电刷型号	S (mm ²)	额定电密 (A/cm ²)	T_i (A/cm ²)
200MW	1749	28	D172	32×25	12	7.81
300MW	2143	36	D172	32×25	12	7.44
350MW	2538	40	NCC634	32×25	12	7.93

从现有刷架装置的技术指标（1. 电刷截面32×20mm²；2. 单极电刷个数50；3. 额定电流3700A）可知：TBM-160型发电机原配刷架满负荷运行的平均电流密度：

$$3700 / (50 \times 32 \times 20) \times 10^2 = 11.56 \text{ (A/cm}^2\text{)}$$

与表1相比较，这一关键指标高出近50%，如果考虑到电流分布的不平均因素，部分电刷将超过其额定电密12A/cm²而工作，造成电刷过流发热，其热量将远大于摩擦发热，进而恶化至刷体烧红、刷辫熔断，甚至破坏集电环金相，影响发电机安全运行。

1.2 结构不合理

（1）原配刷架结构的显著特点之一是“成组插装”，由于结构复杂且工艺粗糙，造成刷辫与导电环连接不可靠，通风排尘不畅，接触电阻增大等弊端，如果需要维护某一电刷，必须成组五个电刷同时拔出，这使原本过大的平均电流密度增大10%，使正在运行中的其余电刷电流大大超限，给调试和维修带来不便，对机组运行极不安全。

“成组插装”不失为一种先进的思路，但其实现条件是刷架应有较低的平均电流密度、较大的操作空间、很高的工艺水平，因此，对于TBM-160型机组紧凑的刷架装置是不适用的。

（2）导电环两瓣分离、不成整圆，环板厚度尺寸偏小（15mm），这种结构的刚性和抗振能力均较差，使刷盒与集电环表面距离（2.5-3mm）调整难度加大，因此，刷架在运行中抗振性能无法保证是造成发电机集电环发生环火的主要原因。

（3）制造工艺粗糙。

从导电环、焊缝、环板与电刷盒座板的定位方式来看，就会发现刷架的制造工艺难以保证该装置的产品质量。

2 改造方案

合理的刷架结构至少应具备以下三方面的特点：① 集电环-电刷通风散热良好；

② 足够的刚性和抗振能力；③ 便于现场维护，为此，采取以下技术措施。

(1) 保留原有的钢质基架，维持通风路径和防尘方式不变。

通过测绘导电环与钢基架、导电环与励磁软联接的安装配合相关尺寸，重新设计制造导电环-刷握装配。

(2) 增大容量。

参照国产机组的设计经验，将平均电流密度降至 $8\text{A}/\text{cm}^2$ 以下，根据反向推算，选取电刷截面 $32\times 25\text{mm}^2$ ，单极电刷个数增至60个。这样平均电流密度降至 $3700/(60\times 32\times 25)\times 10^2=7.71(\text{A}/\text{cm}^2)$ 。这样，即使电流分布不均，单个电刷电流将在额定值之内，可以保证机组长期满负荷运行。

(3) 结构优化。

① 采取刷盒座板固定结构，每排6只HZ12- 32×25 刷握侧向固定，以增大通风空间，10排排间交错分布以使集电环表面受力均匀。恒压弹簧夹的公称压力取 $6.86\text{N}\times 2$ 。

② 两瓣导电环安装成整圆，环板和刷盒座板厚度增至20mm，以增加刚性，提高抗振能力。用先铣合缝面后车内外圆的工序达到设计要求。

③ 铜板表面提出加工精度要求，板间采用螺纹联接及银焊工艺。

④ 对地绝缘档板与导电环板间用尼龙螺栓联接。

3 改造效果

新装置投运后，在最初1h内，出现电刷因没磨合好而造成集电环温度过高现象（ 95°C ），以后运行中，电流升至3000A，功率150MW，集电环温度始终保持在 65°C — 75°C 之间，单个电刷最高温度不超过 80°C 。但电流分布仍存在不均现象，通过调整，电刷电流能保持在10—96A，单个电刷完全能够承受。电流分布不均是国产电刷目前尚未解决的普遍质量问题，彻底解决办法是选取电阻率离散度较小的进口电刷，如美国国民碳素公司的NCC634电刷。

洛阳双源热电有限责任公司#2机（TBM-160-2机组）在刷架装置改造中，吸取XG电厂经验。

(1) 适当增加平均电流密度，改善刷握间距。每极电刷数量维持原俄装置不变，仍为50个，电刷截面由 $32\times 20\text{mm}^2$ 增加至 $32\times 25\text{mm}^2$ ，平均电流密度为： $3700/(50\times 32\times 25)\times 10^2=9.25(\text{A}/\text{cm}^2)$ 。这样，就增大了刷握之间的间距，通风效果进一步改善，便于运行中维护电刷。

(2) 配套选用摩根NCC634进口电刷，解决电刷电流不均匀问题。

(3) 刷盒到集电环表面距离可调（通常2-3mm），弹簧夹也为双簧恒压式，压力由 $6.86\text{N}\times 2$ 改为 $5.9\text{N}\times 2$ 。

(4) #2机刷架改造后，消除了电刷刷辫抖动、磨损、过热现象；电刷不再出现与集电环接触面边缘碰伤现象；

(5) 发电机在功率140MW、励磁电流3100A情况下，单个电刷电流保持在30—70A，电刷温度不超过 70°C ，集电环温度不超过 70°C 。经过半年多运行，效果很好。

4 结论

TBM-160-2型发电机转子集电环刷架结构存在缺陷，是造成发电机运行不稳定的主要原因。发电机转子集电环刷架装置改造后，彻底消除电刷运行中温度高、电流分布不均匀、刷辫抖动等现象，发电机在各种工况下，电刷运行良好，实践证明，这次发电机转子集电环刷架装置改造是成功的。

5 参考文献

沈标正.《电机故障诊断技术》.机械工业.出版社, 1996.

文章作者: 郭光武 邓启亚 黄成华

发表时间: 2003-02-19 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)