

高光谱油液检测设备建模相关事宜

高光谱油液检测设备采用反射光路系统，通过光源固定角度的投射，获取被检测油液离子团反射光谱，以数学方法提取被检测元素谱线(多谱段)，简化了原子激发光源的结构设计、工艺和耗材。通过对被检测油液范围的建模和推断测量算法降低对光谱波段范围的要求，规避对近紫外和红外光谱范围的依赖，大大减少了光谱系统的复杂性。达到便携，低成本，实时和操作简便的效果。

针对特定应用场景（被检测油液分布）的建模是高光谱油液检测设备检测能力的关键。建模是根据目标检测油品的品牌和厂家的本底油（新油）为基础，独立于油品批次和使用油品设备（可由采集点区分以提高准确性）。同一本底油可根据不同设备类型建立模型，或称模型的细分，提高检测准确度。应用云平台提供建模模式，对应高光谱油液检测设备可在现场直接输入建模油样组建模，后台需要生成模型并植入到系统的操作（目前不是自动），虽然不是实时，但可在现场操作完成。建模油样组由本底油（0号油样）和在实际应用中通过获取实验室检测报告的油样样本组成。模型质量取决于建模油样组的分布。实际应用场景很难获取油品全生命周期分布，往往是在油品整个生命周期中的某几个阶段，所以采用稀释法¹建立分布油样组，结合标油和稀释法延伸建模油样组的涵盖分布，完成建模油样组的分布。使建模油样组分布需求切合实际。建模油样组一般由 16~30 个油样组成（取决于分布）。建好的模型在使用过程中仍然可以完善。比如，某检测油样的结果和其在实验室检测结果有差异（包括个别元素），可在平台首页检测结果区域选择“辅助学习”键，输入检测油样的“正确结果”。系统会强化学习完善模型（目前不是自动）。

模型可根据设备类型加以区分。比如，同一本底油在同一风场的风力发电机齿轮箱润滑油检测，可采用同一模型不同采集点（以风机齿轮箱为准）。假设同一本底油在不同风场不同功率风力发电机齿轮箱润滑油检测，如果建模油样分布覆盖，可以使用同一模型，但建议采用不同模型（绑定采集点）更有针对性。模型细分，有助检测准确性的提高。

一个实际应用场景获取油样建模步骤：

1. 确定被检测油品的品牌和厂家，获得本底油，又称新油。因为涉及到稀释操作（建立分布油样组），建议至少准备 100ml 新油。
2. 获得不同批次（不同采集时间）送检油样，并带有实验室检测结果。如果不同设备（同一品牌和厂家的本底油），根据设备同一采集批次多采集几个油样。也可以从送检实验室获得油样和检测报告。
3. 根据油样组的实验室检测报告，进行分布规划，稀释操作，建立分布油样组。其中可能需要标油参与建立建模油样组。建模油样组一般由 16~30 个油样组成。
4. 建模操作可通过后台配合现场执行。详细步骤，包括稀释方法，建模输入，通过简单的培训，和提供辅助设备（精密秤，试管，比色皿，移液器或吸管）完成。
5. 建模验证操作，可通过建模油样组的复测，偏差应在 $\pm 15\%$ （考虑不规范操作）。同批次未参加建模的油样（带实验室检测结果）盲测，参考国际标准 ASTM，吻合度应在 80%以上。

注意事项：

1. 建模测试，油样：以同一品牌、同一类型（炼化厂）、同一型号（可以不同批次），被检测设备：以同一类型设备、同一类型部件为基准，但不限于。
2. 由于温度有一定的影响因素，在开始检测前需要进行热机处理，开机 30 分钟，然后多次标定后，标定结果无变化后再开始。特别是在建模输入时。
3. 油样检测的比色皿表面要无污染，无漏油。选择的比色皿一致性好（透光误差率要低），减少比色皿的干扰。

1 建模油样稀释方法操作步骤

稀释油样操作步骤按照模板进行，平台系统提供“计算器”和操作使用说明。

原液指标		Fe	Al	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	
指标浓度 (ppm)		500	450	400	350	300	250	200	
目标稀释液质量 (g) 3.4ml		3.13335							
目标油液浓度 (Fe) ppm		原液质量 (g)	本底油质量 (g)	目标油液其余元素浓度					
				Al (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sn (ppm)
1	0	0.000	3.133	0	0	0	0	0	0
2	5	0.031	3.102	4.5	4	3.5	3	2.5	2
3	10	0.063	3.071	9	8	7	6	5	4
4	17	0.107	3.027	15.3	13.6	11.9	10.2	8.5	6.8
5	25	0.157	2.977	22.5	20	17.5	15	12.5	10
6	32	0.201	2.933	28.8	25.6	22.4	19.2	16	12.8
7	39	0.244	2.889	35.1	31.2	27.3	23.4	19.5	15.6
8	46	0.288	2.845	41.4	36.8	32.2	27.6	23	18.4
9	57	0.357	2.776	51.3	45.6	39.9	34.2	28.5	22.8
10	71	0.445	2.688	63.9	56.8	49.7	42.6	35.5	28.4
11	89	0.558	2.576	80.1	71.2	62.3	53.4	44.5	35.6
12	107	0.671	2.463	96.3	85.6	74.9	64.2	53.5	42.8
13	125	0.783	2.350	112.5	100	87.5	75	62.5	50
14	150	0.940	2.193	135	120	105	90	75	60
15	175	1.097	2.037	157.5	140	122.5	105	87.5	70
16	200	1.253	1.880	180	160	140	120	100	80
第1步		原液 (10ml)	本底油质量 (10ml)	输入测量数据 比色皿容量 3.3 ml 试管容量 20 ml 42.939 7.194					
目标稀释液质量换算操作		16.54	16.69						
输入加入10ml后		25.68	26.54						
		9.14	9.85						
第2步									
基础测试平台重量		53.53							
第3步									
第4步									
目标油液浓度 (Fe) ppm		原液质量 (g)	本底油质量 (g)						
0		53.530	56.663						
5		53.561	56.663						
10		53.593	56.663						
17		53.637	56.663						
25		53.687	56.663						
32		53.731	56.663						
39		53.774	56.663						
46		53.818	56.663						
57		53.887	56.663						
71		53.975	56.663						
89		54.088	56.663						
107		54.201	56.663						
125		54.313	56.663						
150		54.470	56.663						
175		54.627	56.663						
200		54.783	56.663						

图 1 采用固定模板稀释 16 个油样组操作步骤（黄色区域为输入内容）

稀释油样操作步骤采用比重法。单位重量通过“大容量”称重换算提高灵敏度。再根据比色皿容量(比如，3.4ml)为单位，分别换算目标稀释油样和 0 号油样（本底油）的重量。使用精度在 200g/0.001g 的电子秤配置完成。产生的油样直接植入比色皿。建议但并不必须：使用前，用振荡器振荡 20~30 分钟，确保油样混合均匀，然后静置 20-30 分钟消除振荡产生的气泡。