

省去冷干机，只配吸干机，真的省钱吗？切勿走入误区！

在用户现场用气的压力露点低于零摄氏度时，我们需要匹配吸附式干燥机，这已经是行业的通识。但是现在有一种声音，其中以某家外资企业的销售措词最为直白，即直接选择**吸附式干燥机**，这样系统最为简单，投资也比较省。

但是在市面上也极为流行的是**冷干和吸干组合式干燥机**，那么如何区分这两种解决方案的优劣，下面我们从技术和商务角度来详细阐述。

技术上主要考虑点为干燥机冷凝水的负载，由此结合用户现场条件推荐合适的产品型号。而后从产品全寿命周期内的综合费用来衡量和对比不同方案的优劣。

技术分析

● 设计输入条件

确定冷干机的输入性能参数时，可以参照国家标准 JB/T 10526-2017 一般用冷冻式压缩空气干燥器，表 1 规定工况 A2 满负荷。

表 1：设计输入参数表

进气温度： 38℃	进气压力： 0.7MPaG	进气相对湿度： 100%	冷却空气进气温度： 38℃
冷却水进水温度： 29℃	环境空气温度： 38℃	干燥机进口流量占额定流量的比例： 100%	

客户下游压力露点要求：-20℃

● 水蒸汽负载分析

表 2：干燥机水蒸汽负载

机型		组合干燥机		单吸干机
		前置冷干机	后置吸干机	
压缩空气流量	Nm ³ /min	1.0	1.0	1.0
干空气质量流量	kg/min	1.29	1.29	1.29
压缩空气进气压力	barG	7	7	7
干燥器进气温度	°C	38	26	38
干燥机进气湿度	%	100%	26%	100%
进气压力露点	°C	38	5	38
进气温度对应蒸汽压力	mbar	66.3	8.7	66.3
排气压力露点	°C	5	-20	-20
进气温度时压缩空气的含湿量	kg/kg	0.005199066	0.000680601	0.005199066
排气压力露点对应饱和蒸汽压力	mbar	8.724865924	1.256291902	1.256291902
排气压力露点对应压缩空气的含湿量	kg/kg	0.000679099	9.7692E-05	9.7692E-05
析水率	kg/kg	0.004519967	0.000582909	0.005101374
析出水量	kg/h	0.349845462	0.045117159	0.394846358

● 初步结论

组合干燥机的前置冷干机的冷凝水负载占总负载的 87.1%，后置吸干机占 12.9%。当吸气温度更高时，冷干机的负载比例会更高，如果扩大进气温度的范围使得这个负载比例更具有普遍的适应性，那么一般认为前置冷干机冷凝水负载占比 85-90%，后置吸干机占比 10-15%。

当然单吸干机占全部负载的 100%。

干燥机选型方案对比

在选择冷干和吸干组合机时，冷干机选型需特别注意，除了入口进气流量外，还应注意环境温度、进气温度、进气压力，通过这三个数值在修正系数表选取对应

修正系数，通过修正后选出对应的冷干机，这样选型出来的冷干机就能做到冷干机正常性能指标范围（压力露点 2-10℃）。吸干机选型就比较简单，只需注意进气压力即可，如果在标准 7 公斤范围内，只需根据流量对照产品样本即可选择合适的干燥机型号；如果压力不在此范围，只需通过压力修正就可选出。

选择冷干和吸干组合时还具备以下两个优势：其一是在压缩空气处理量相同，但是吸干机水蒸汽负载不同时，当前面有冷干机时的水蒸汽负载只有无冷干机的 10-15%；其二吸干机进气温度，当前面有冷干机时，得益于组合机的合理布置，通过管路连接可以实现吸干机低温吸附，高温再生，这个有利于组合机中吸干机的干燥效果。



而选择单吸干机方案是不具备以上优势的，且选型时除了考虑进气压力的修正外，还要考虑进气温度的修正，当进气温度高于 50℃时，吸干机将无法正常工作。



另外，选择冷干和吸干组合机还有个优点，即在秋冬季天气寒冷和干燥时，可以选择关掉冷干机，让吸干机单独运行。

参照表 3，我们以 32Nm³/min 压缩空气处理量为例，列出选择不同机型时的机器运行参数和转化的功率消耗。可以看出采用组合干燥机的空压机系统的再生流气量和加热功率（仅限于微热吸干机）总消耗相差要低很多。

表 3：组合干燥机和单吸干机综合能耗对比表

压缩空气流量	32 Nm ³ /min 7 bar		32 Nm ³ /min 7 bar	
名称	冷干和无热吸干组合机	单无热吸干机	冷干和微热吸干组合机	单微热吸干机
冷干机进气露点	38℃		38℃	
冷干机输入功率	4.66 kw		4.66 kw	
冷干机排气露点	5℃	38℃	5℃	38℃

吸干机吸气温度	5℃	38℃	5℃	38℃
吸干机循环周期	10 min	10 min	4 h	4 h
吸干机排气露点	≤-20℃	≤-20℃	≤-20℃	≤-20℃
加热周期	/		128 min	128 min
加热功率	/		7	15
再生气温度	26℃	38℃	加热温度随吸 附剂选择而不 同	加热温度随吸附剂 选择而不同
平均再生气耗	5 %	15 %	2.5%	7%
加热能耗	/		3.73 kw	8 kw
平均气耗能耗	10.4 kw	31.2 kw	5.2kw	14.56 kw
控制电耗	0.25 kw	0.25 kw	0.25 kw	0.25 kw
总能耗	15.31 kw	31.45 kw	13.84 kw	22.81 kw
年总能耗	122480 kwh	251600 kwh	110720 kwh	182480 kwh
电费	12.25 万/年	25.16 万/年	11.07 万/年	18.25 万/年

注：

- 冷干机和吸干机以本公司产品性能参数为例，不同公司产品结果会略有差异。
- 空气压缩机比功率取 6.5kw/(m³/min) 对应 7barG 压力，这些数值随各家空压机的性能而少许变动。
- 平均气耗功率=压缩空气流量*平均再生气耗*比功率。
- 加热器电耗=周期加热时间*加热器功率。
- 以年 8000 小时，工业电费 1 元/度计算。

全寿命周期总投资对比

当我们将产品全寿命周期内的综合费用来衡量和对比不同方案的优劣时，以我司产品销售面价为参考，参照下面表 4 和表 5。可以得出 2 个结论：

- 冷干和吸干组合机是优于单吸干机的。
- 冷干和微热吸干组合机比冷干和无热吸干组合机稍好一些。推荐优先选择前者。

表 4：冷干和无热组合机和单无热吸干机对比 - 单位万元

方案	首次投资	1 年投资和电费	2 年投资+电费	3 年投资+电费
冷干和无热吸干组合机	10.5	22.75	35	47.25
单无热吸干机	5.55	30.71	55.87	81.03
差异	-4.95	+7.96	+20.87	+33.78

表 5：冷干和微热组合机和单微热吸干机对比 - 单位万元

方案	首次投资	1 年投资和电费	2 年投资+电费	3 年投资+电费
冷干和微热吸干组合机	11	22.07	33.14	44.21
单微热吸干机	6.1	24.35	42.6	60.85
差异	-4.9	+2.28	+9.46	+16.64

具体细节部分，表格清晰表明冷干和无热吸干组合机相比单无热吸干机或者冷干和微热组合机相比单微热吸干机，不到 1 年后即可持平。在持平之后，以后运行组合机节约更多。当然上述电费节约是基于每年 8000 小时运行全年无休计算，如果考虑到部分用户开机不足，即使每年运行时间最低只有 2000 小时计算，大约 1.2-1.3 年组合机与单吸干机总费用即可持平。有兴趣的读者可以自行计算求证下，这里不再累赘展示。



正确使用干燥机是获得所需的符合用气要求的压缩空气、节约再生能耗及延长设备使用寿命的重要前提。用户应根据具体条件，经过技术、经济比较后进行选择，方能得到理想的方案。