

宝钢 60000m³/h 空分系统污氮管网分析

谢伟 毛央平

(杭州杭氧股份有限公司设计院 浙江省杭州市东新路 388 号 310004)

摘要: 应用可压缩流体管网分析软件 AFT ARROW 对宝钢 60000m³/h 空分设备的污氮管网进行了分析计算, 得出了该套装置污氮管网总的阻力损失及其分布情况, 并提出了改进措施, 为以后空分设备设计提供了依据。

关键词: 管网分析; 污氮; 阻力损失

随着化工、石油和冶金工业的迅速发展, 空分设备的需求也越来越大, 并且朝着大型化、复杂化方向发展。因此空分冷箱内管道越来越长, 管道附件也越来越多, 流程计算预设定的管道阻力也增大。对于每套空分设备, 配管设计时考虑温度应力补偿, 则增加弯管, 弯管越多, 管道曲折越多, 补偿效果越好。但这样一来, 所配的管道延程阻力也增大, 这两者成相互矛盾关系, 因此, 一套配管的最佳设计, 不仅是配管简洁, 冷箱和管件金属消耗最少, 满足温度应力补偿下, 延程流动阻力最小。本文应用可压缩流体管网分析软件 AFT Arrow 对宝钢 60000m³/h 空分污氮管网进行了分析计算, 得出了整个污氮管网的总的阻力损失及其分布情况, 为以后的空分设备设计提供可靠性依据。

1 计算模型

根据宝钢 60000m³/h 单线图, 从上塔引出两条 Dn900mm 的污氮管经三通汇集为一条 Dn1100mm。流量为 135117kg/h, 压力为 1.399ata, 温度为 80.254K 的污氮管经过冷器换热后分别引入 20 台主换热器进行换热。换热后每台换热器的污氮经两条 Dn300mm 的管子引出, 最终汇集成两条 Dn1100mm 的管子出冷箱。为简化计算, 将管网中 Dn12 的小管以及连通安全阀的旁管去掉, 只留下主要管路。

本文模型分为主换热器前段和主换热器后段, 对主换热器前段模型, 根据流程计算的流量, 设定每台换热器的进口流量一定, 也即流体进每台主换热器的冷端流量相同, 其分析模型见图 1-1。

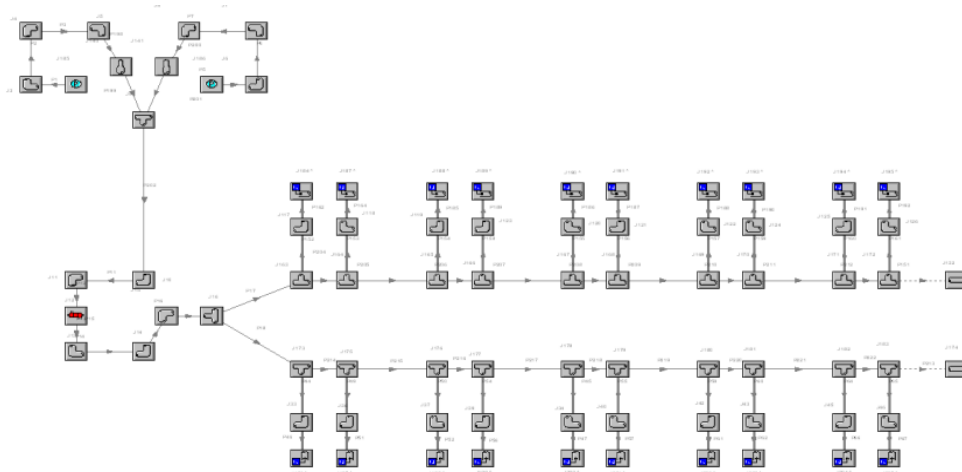


图 1-1 主换热器前管网 AFT 分析模型

主换热器后段，即从主换热器热端出口到管路汇集管出冷箱，其管网图 1-2 所示：

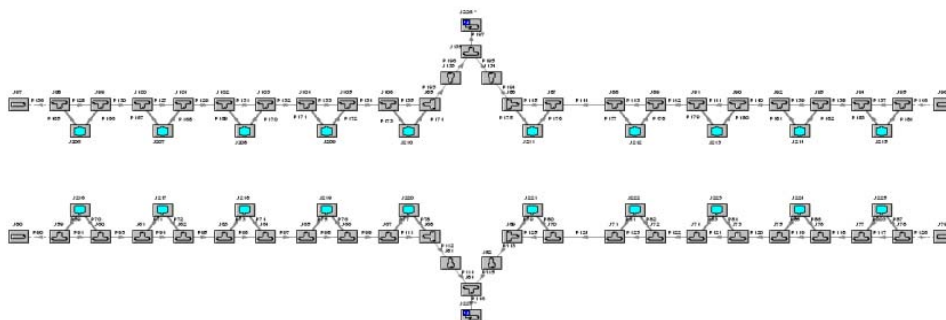


图 1-2 主换热器后管网 AFT 分析模型

2 分析结果

2.1 压力损失

从图 1-1 及图 1-2 可以看出，上塔污氮出口分两路，各经 2 个 Dn900 的 90° 弯管，然后两路污氮分别经 61.9° 弯管 63.1° 弯管再经两个缩节汇集后，经三通通过 2 个 Dn1100 的 44.3° 弯管进过冷器，过冷器出口连接 3 个 Dn1100 的 90° 弯管，然后由三通分两路，

两路污氮管又分别经 10 个三通和 10 个 Dn300 的 45° 弯管进主换热器。污氮出 20 台换热器后，分别经 21 个三通，2 个缩节，最终出冷箱。

污氮管网压力损失如表 1 所示。从表 1 中看出，经过三通的压力损失最大，占总损失的 51.46%，其次是直管的压力损失，占总损失的 38.60%。

表 1 管网压力损失

名称	压力损失 (kPa)	总压力损失 (kPa)	比率
直管	2.201	5.702	38.60%
弯管	0.552		9.68%
三通	2.934		51.46%
缩节	0.015		0.26%

而 64 个三通中，过冷器后 3 个弯管之后的三通阻力损失最大为 0.359kPa，占三通总阻力损失的 12.24%，其次是两条上塔污氮管汇集处的三通，其阻力损失为 0.167kPa，占三通总阻力损失的 5.69%。在直管阻力损失中，主热器前的直管阻力损失为 0.854kPa，占直管总阻力损失的 38.80%，主换热器后的直管阻力损失为 1.347kPa，占直管总阻力损失的 61.20%。对于弯管，过冷器后 3 个 Dn1100 的 90° 弯管阻力损失最大，共 0.115kPa，占弯管总阻力损失的 21.59%。

2.2 沿管路压力、温度、流速变化

从上塔出口两条污氮管汇集处到主换热器进口处，整个管路随着管总长的增加其压力、温度和流速变化如图 2-1~2-3 所示：

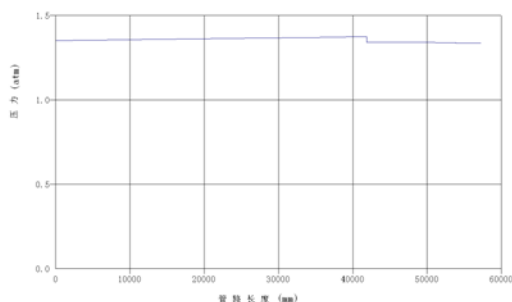


图 2-1 管路压力变化

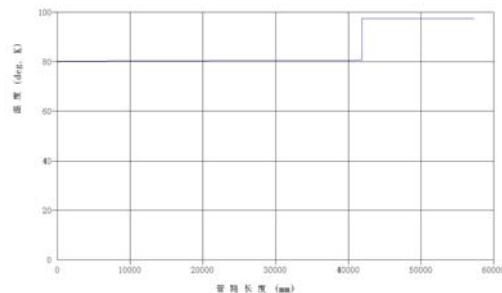


图 2-2 管路温度变化

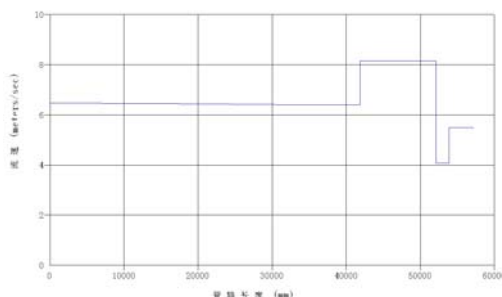


图 2-3 管路流速变化

3 改进措施

3.1 改进方案一

方案一通过改变主换热器组进出口 60 条分支管的管径来降低整个管网的阻力损失，将 Dn300 的支管改为 Dn400，则改进后污氮管网压力损失如表 2 所示。

表 2 改进方案一管网压力损失

名称	压力损失 (kPa)	总压力损失 (kPa)	比率
直管	1.955	3.984	49.07%
弯管	0.346		8.68%
三通	1.668		41.87%
缩节	0.015		0.38%

从表 2 比较表 1 中可以看出，改进后整个污氮管网的压力损失显著降低，降低率为 30.13%，尤其是三通的压力损失降低的更加明显，为 43.15%。

3.2 改进方案二

方案二在方案一的基础上再将上塔污氮出口汇集处到主换热组前 Dn1100 的主管改为 Dn1300，则改进后污氮管网压力损失如表 3 所示。

表 3 改进方案二管网压力损失

名称	压力损失 (kPa)	总压力损失 (kPa)	比率
直管	1.919	3.257	58.92%
弯管	0.261		8.01%
三通	1.062		32.61%
缩节	0.015		0.46%

从表中可以看出，将主管改为 Dn1300 后，由于阻力损失最大的两个三通流速下降，因此其阻力显著降低，因而使整个污氮管网的压力损失降低，降低率为 42.88%，其中三通的压力损失降低率为 63.80%。

4 结论

通过本文对宝钢 60000m³/h 污氮管网的分析可知，管网的压力损失主要是由于三通和直管所造成的，管径越小，流速越高，阻力损失就越大。而在本系统中弯管的压力损失较低，这是由于在主换热器进口采用了 45° 弯管代替以往的 90° 弯管，若原管网模型不变，仍采用 90° 弯管，则弯管的压力损失增加 24.5%。同时在流程计算时，对不同等级的空分其管路的压力损失应该给定不同的许用范围，在配管时考虑补偿的同时也应该考虑压力损失的许用范围并尽量较少。

作者简介：谢伟，(1982—)，女，2006 年毕业于郑州大学工学院化工机械专业，硕士研究生。现在杭州杭氧股份有限公司设计院工作。