

第三届全国大学生油气储运工程数值仿真技能创新大赛

赛 题

基于国产自主可控的仿真软件、软件平台或自行编制的程序，针对我国油气储运行业领域真实工程问题，围绕结构、流体、热、电、磁单物理场或多物理场，开展工艺流程仿真、操作单元仿真、事故场景仿真、工艺流程优化、经济性分析、完整性分析等，评比遴选一批具有高复用性、高应用价值、高扩展性的专业仿真软件或者案例。大赛题目涵盖：集输管网工艺仿真，长输管道工艺仿真，线路穿跨越仿真，管道安全与防护仿真、管道相关装备仿真等方向，涉及油气储运行业的各个方面。

总体要求：

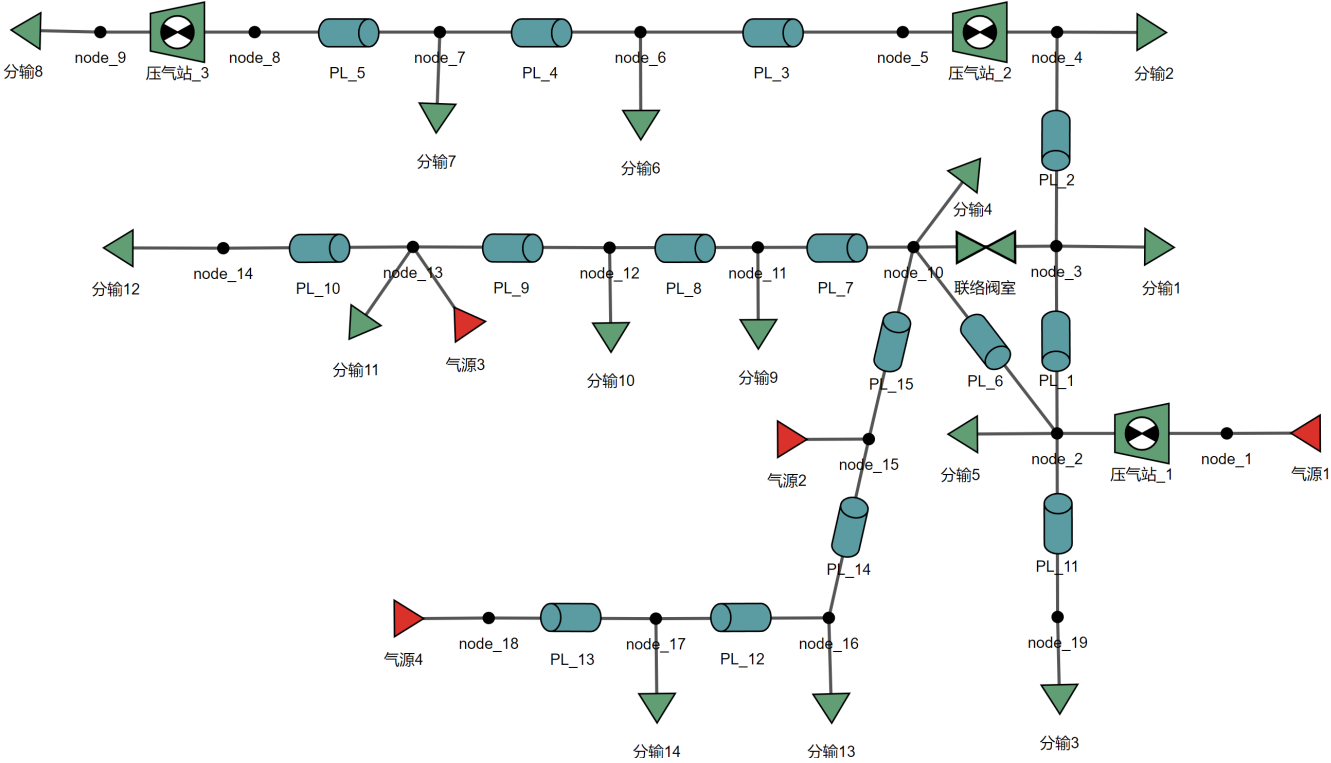
1. 参赛队任选一道赛题作答，须使用国产或自主开发的仿真软件完成相关工作。
2. 方案须给出分析报告和分析案例说明，并提交操作演示视频和验证报告。

(大赛组委会向参赛队伍提供仿真软件及相关培训与答疑)

目录

赛题一：输气管网稳态仿真.....	1
赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真.....	6
赛题三：多相管道稳态仿真.....	12
赛题四：纯氢管道泄漏仿真.....	17
赛题五：管道腐蚀防护仿真.....	18
赛题六：管道穿越河流结构安全仿真.....	20
赛题七：长输管道针孔及裂纹缺陷漏磁检测仿真.....	22
赛题八：外载荷作用下含缺陷管道适用性评价.....	23

赛题一：输气管网稳态仿真

题目类型	项目	内容
一维流体仿真	建模参数	<p>1. 模型描述</p> <p>图 1 所示为我国某长输干线管网，由 4 个气源（红色箭头标识）、14 个分输点（绿色箭头）、15 个管段（用 PL_序号标识）、17 个节点（用 node_序号标识）、三座压气站（用压气站_序号标识）和一座联络阀室组成。各管段具体信息如表 1 所示，气源、日指定分输量如表 2 所示，天然气组分信息如表 3、表 4 所示，压缩机特性曲线信息如表 5 所示。</p>  <p>图 1 管网拓扑示意图展示了该输气管网的详细结构。管网由 17 个节点（node_1 至 node_18）和 15 个管段（PL_1 至 PL_15）组成。气源 1、2、3、4 分别位于节点 1、15、13 和 18。分输点 1 至 14 分布在管网各处。压气站 1、2、3 分别位于节点 2、5 和 8。联络阀室位于节点 10 和 3 之间。管段 PL_1 至 PL_15 连接了各个节点，形成了复杂的管网拓扑。</p> <p style="text-align: center;">图 1 管网拓扑示意图</p>

赛题一：输气管网稳态仿真

题目类型	项目	内容																																																																																																																																																																																																
		<p>表 1 管段基础参数</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>管段名称</th> <th>上游节点</th> <th>下游节点</th> <th>管长/km</th> <th>管道外径/mm</th> <th>管壁厚度/mm</th> <th>管壁粗糙度/mm</th> <th>总传热系数 W/(m²·℃)</th> <th>进口高程/m</th> <th>出口高程/m</th> <th>进口温度/℃</th> <th>出口温度/℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PL_1</td><td>node_2</td><td>node_3</td><td>100</td><td>1219</td><td>15</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>50</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_2</td><td>node_3</td><td>node_4</td><td>100</td><td>1219</td><td>15</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>0</td><td>50</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_3</td><td>node_5</td><td>node_6</td><td>220</td><td>1219</td><td>15</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>50</td><td>50</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_4</td><td>node_6</td><td>node_7</td><td>170</td><td>1219</td><td>15</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_5</td><td>node_7</td><td>node_8</td><td>200</td><td>1219</td><td>15</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>20</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_6</td><td>node_2</td><td>node_10</td><td>100</td><td>1016</td><td>17.5</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>50</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_7</td><td>node_10</td><td>node_11</td><td>100</td><td>1016</td><td>17.5</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>0</td><td>50</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_8</td><td>node_11</td><td>node_12</td><td>180</td><td>1016</td><td>17.5</td><td>0.012</td><td>2.15</td><td>50</td><td>55</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_9</td><td>node_12</td><td>node_13</td><td>144</td><td>1016</td><td>21</td><td>0.012</td><td>1.12</td><td>55</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_10</td><td>node_13</td><td>node_14</td><td>155</td><td>1016</td><td>21</td><td>0.012</td><td>1.12</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_11</td><td>node_2</td><td>node_19</td><td>50</td><td>711</td><td>10</td><td>0.02</td><td>2.15</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_12</td><td>node_17</td><td>node_16</td><td>270</td><td>711</td><td>10</td><td>0.02</td><td>2.15</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_13</td><td>node_18</td><td>node_17</td><td>40</td><td>711</td><td>10</td><td>0.02</td><td>2.15</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_14</td><td>node_15</td><td>node_16</td><td>80</td><td>711</td><td>12</td><td>0.02</td><td>2.15</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>PL_15</td><td>node_10</td><td>node_15</td><td>30</td><td>1016</td><td>17.5</td><td>0.02</td><td>2.15</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	管段名称	上游节点	下游节点	管长/km	管道外径/mm	管壁厚度/mm	管壁粗糙度/mm	总传热系数 W/(m ² ·℃)	进口高程/m	出口高程/m	进口温度/℃	出口温度/℃	PL_1	node_2	node_3	100	1219	15	0.012	2.15	50	0	10	10	PL_2	node_3	node_4	100	1219	15	0.012	2.15	0	50	10	10	PL_3	node_5	node_6	220	1219	15	0.012	2.15	50	50	10	10	PL_4	node_6	node_7	170	1219	15	0.012	2.15	50	20	10	10	PL_5	node_7	node_8	200	1219	15	0.012	2.15	20	5	10	10	PL_6	node_2	node_10	100	1016	17.5	0.012	2.15	50	0	10	10	PL_7	node_10	node_11	100	1016	17.5	0.012	2.15	0	50	10	10	PL_8	node_11	node_12	180	1016	17.5	0.012	2.15	50	55	10	10	PL_9	node_12	node_13	144	1016	21	0.012	1.12	55	20	10	10	PL_10	node_13	node_14	155	1016	21	0.012	1.12	20	10	10	10	PL_11	node_2	node_19	50	711	10	0.02	2.15	50	20	10	10	PL_12	node_17	node_16	270	711	10	0.02	2.15	0	0	10	10	PL_13	node_18	node_17	40	711	10	0.02	2.15	0	0	10	10	PL_14	node_15	node_16	80	711	12	0.02	2.15	0	0	10	10	PL_15	node_10	node_15	30	1016	17.5	0.02	2.15	0	0	10	10
管段名称	上游节点	下游节点	管长/km	管道外径/mm	管壁厚度/mm	管壁粗糙度/mm	总传热系数 W/(m ² ·℃)	进口高程/m	出口高程/m	进口温度/℃	出口温度/℃																																																																																																																																																																																							
PL_1	node_2	node_3	100	1219	15	0.012	2.15	50	0	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_2	node_3	node_4	100	1219	15	0.012	2.15	0	50	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_3	node_5	node_6	220	1219	15	0.012	2.15	50	50	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_4	node_6	node_7	170	1219	15	0.012	2.15	50	20	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_5	node_7	node_8	200	1219	15	0.012	2.15	20	5	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_6	node_2	node_10	100	1016	17.5	0.012	2.15	50	0	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_7	node_10	node_11	100	1016	17.5	0.012	2.15	0	50	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_8	node_11	node_12	180	1016	17.5	0.012	2.15	50	55	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_9	node_12	node_13	144	1016	21	0.012	1.12	55	20	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_10	node_13	node_14	155	1016	21	0.012	1.12	20	10	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_11	node_2	node_19	50	711	10	0.02	2.15	50	20	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_12	node_17	node_16	270	711	10	0.02	2.15	0	0	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_13	node_18	node_17	40	711	10	0.02	2.15	0	0	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_14	node_15	node_16	80	711	12	0.02	2.15	0	0	10	10																																																																																																																																																																																							
PL_15	node_10	node_15	30	1016	17.5	0.02	2.15	0	0	10	10																																																																																																																																																																																							
		<p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确建立该长输管网稳态计算模型。</p> <p>b) 单位制：长度 m，压力为绝对压力。</p> <p>c) 每座压气站均有 3 台压缩机，特性曲线如表 5 所示。</p>																																																																																																																																																																																																

赛题一：输气管网稳态仿真

题目类型	项目	内容																																																																																																																												
		<p>3. 工况条件</p> <p>气源、分输流量如下表所示，气源温度均为 20℃。</p> <p style="text-align: center;">表 2 管网气源、分输流量</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>气源 1</th> <th>气源 2</th> <th>气源 3</th> <th>气源 4</th> <th>分输 1</th> <th>分输 2</th> <th>分输 3</th> <th>分输 4</th> <th>分输 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流量(10⁴m³/d)</td> <td>5100</td> <td>0</td> <td>1500</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>120</td> </tr> <tr> <th>名称</th> <th>分输 6</th> <th>分输 7</th> <th>分输 8</th> <th>分输 9</th> <th>分输 10</th> <th>分输 11</th> <th>分输 12</th> <th>分输 13</th> <th>分输 14</th> </tr> <tr> <td>流量(10⁴m³/d)</td> <td>500</td> <td>480</td> <td>2600</td> <td>200</td> <td>600</td> <td>300</td> <td>1400</td> <td>150</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 3 管网气源 1、3 组分</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>组分名称</th> <th>甲烷(CH₄)</th> <th>乙烷(C₂H₆)</th> <th>丙烷(C₃H₈)</th> <th>异丁烷(i-C₄H₁₀)</th> <th>正丁烷(n-C₄H₁₀)</th> <th>异戊烷(i-C₅H₁₂)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>含量%</td> <td>97.3161</td> <td>1.721</td> <td>0.5122</td> <td>0.2049</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>组分名称</th> <th>正戊烷(n-C₅H₁₂)</th> <th>正己烷(C₆H₁₄)</th> <th>正庚烷(C₇H₁₆)</th> <th>正辛烷(C₈H₁₈)</th> <th>正壬烷(C₉H₂₀)</th> <th>异癸烷(C₁₀H₂₂)</th> </tr> <tr> <td>含量%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>组分名称</th> <th>乙烯(C₂H₄)</th> <th>丙烯(C₃H₆)</th> <th>氮气(N₂)</th> <th>二氧化碳(CO₂)</th> <th>硫化氢(H₂S)</th> <th>水(H₂O)</th> </tr> <tr> <td>含量%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.2459</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 4 管网气源 2、4 组分</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>组分名称</th> <th>甲烷(CH₄)</th> <th>乙烷(C₂H₆)</th> <th>丙烷(C₃H₈)</th> <th>异丁烷(i-C₄H₁₀)</th> <th>正丁烷(n-C₄H₁₀)</th> <th>异戊烷(i-C₅H₁₂)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>含量%</td> <td>95.915</td> <td>1.9023</td> <td>0.3004</td> <td>0.0601</td> <td>0.0801</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <th>组分名称</th> <th>正戊烷(n-C₅H₁₂)</th> <th>正己烷(C₆H₁₄)</th> <th>正庚烷(C₇H₁₆)</th> <th>正辛烷(C₈H₁₈)</th> <th>正壬烷(C₉H₂₀)</th> <th>异癸烷(C₁₀H₂₂)</th> </tr> <tr> <td>含量%</td> <td>0.02</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>组分名称</th> <th>乙烯(C₂H₄)</th> <th>丙烯(C₃H₆)</th> <th>氮气(N₂)</th> <th>二氧化碳(CO₂)</th> <th>硫化氢(H₂S)</th> <th>水(H₂O)</th> </tr> <tr> <td>含量%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1.4017</td> <td>0.3004</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	名称	气源 1	气源 2	气源 3	气源 4	分输 1	分输 2	分输 3	分输 4	分输 5	流量(10 ⁴ m ³ /d)	5100	0	1500	50	30	20	0	50	120	名称	分输 6	分输 7	分输 8	分输 9	分输 10	分输 11	分输 12	分输 13	分输 14	流量(10 ⁴ m ³ /d)	500	480	2600	200	600	300	1400	150	200	组分名称	甲烷(CH ₄)	乙烷(C ₂ H ₆)	丙烷(C ₃ H ₈)	异丁烷(i-C ₄ H ₁₀)	正丁烷(n-C ₄ H ₁₀)	异戊烷(i-C ₅ H ₁₂)	含量%	97.3161	1.721	0.5122	0.2049	0	0	组分名称	正戊烷(n-C ₅ H ₁₂)	正己烷(C ₆ H ₁₄)	正庚烷(C ₇ H ₁₆)	正辛烷(C ₈ H ₁₈)	正壬烷(C ₉ H ₂₀)	异癸烷(C ₁₀ H ₂₂)	含量%	0	0	0	0	0	0	组分名称	乙烯(C ₂ H ₄)	丙烯(C ₃ H ₆)	氮气(N ₂)	二氧化碳(CO ₂)	硫化氢(H ₂ S)	水(H ₂ O)	含量%	0	0	0.2459	0	0	0	组分名称	甲烷(CH ₄)	乙烷(C ₂ H ₆)	丙烷(C ₃ H ₈)	异丁烷(i-C ₄ H ₁₀)	正丁烷(n-C ₄ H ₁₀)	异戊烷(i-C ₅ H ₁₂)	含量%	95.915	1.9023	0.3004	0.0601	0.0801	0.02	组分名称	正戊烷(n-C ₅ H ₁₂)	正己烷(C ₆ H ₁₄)	正庚烷(C ₇ H ₁₆)	正辛烷(C ₈ H ₁₈)	正壬烷(C ₉ H ₂₀)	异癸烷(C ₁₀ H ₂₂)	含量%	0.02	0	0	0	0	0	组分名称	乙烯(C ₂ H ₄)	丙烯(C ₃ H ₆)	氮气(N ₂)	二氧化碳(CO ₂)	硫化氢(H ₂ S)	水(H ₂ O)	含量%	0	0	1.4017	0.3004	0	0
名称	气源 1	气源 2	气源 3	气源 4	分输 1	分输 2	分输 3	分输 4	分输 5																																																																																																																					
流量(10 ⁴ m ³ /d)	5100	0	1500	50	30	20	0	50	120																																																																																																																					
名称	分输 6	分输 7	分输 8	分输 9	分输 10	分输 11	分输 12	分输 13	分输 14																																																																																																																					
流量(10 ⁴ m ³ /d)	500	480	2600	200	600	300	1400	150	200																																																																																																																					
组分名称	甲烷(CH ₄)	乙烷(C ₂ H ₆)	丙烷(C ₃ H ₈)	异丁烷(i-C ₄ H ₁₀)	正丁烷(n-C ₄ H ₁₀)	异戊烷(i-C ₅ H ₁₂)																																																																																																																								
含量%	97.3161	1.721	0.5122	0.2049	0	0																																																																																																																								
组分名称	正戊烷(n-C ₅ H ₁₂)	正己烷(C ₆ H ₁₄)	正庚烷(C ₇ H ₁₆)	正辛烷(C ₈ H ₁₈)	正壬烷(C ₉ H ₂₀)	异癸烷(C ₁₀ H ₂₂)																																																																																																																								
含量%	0	0	0	0	0	0																																																																																																																								
组分名称	乙烯(C ₂ H ₄)	丙烯(C ₃ H ₆)	氮气(N ₂)	二氧化碳(CO ₂)	硫化氢(H ₂ S)	水(H ₂ O)																																																																																																																								
含量%	0	0	0.2459	0	0	0																																																																																																																								
组分名称	甲烷(CH ₄)	乙烷(C ₂ H ₆)	丙烷(C ₃ H ₈)	异丁烷(i-C ₄ H ₁₀)	正丁烷(n-C ₄ H ₁₀)	异戊烷(i-C ₅ H ₁₂)																																																																																																																								
含量%	95.915	1.9023	0.3004	0.0601	0.0801	0.02																																																																																																																								
组分名称	正戊烷(n-C ₅ H ₁₂)	正己烷(C ₆ H ₁₄)	正庚烷(C ₇ H ₁₆)	正辛烷(C ₈ H ₁₈)	正壬烷(C ₉ H ₂₀)	异癸烷(C ₁₀ H ₂₂)																																																																																																																								
含量%	0.02	0	0	0	0	0																																																																																																																								
组分名称	乙烯(C ₂ H ₄)	丙烯(C ₃ H ₆)	氮气(N ₂)	二氧化碳(CO ₂)	硫化氢(H ₂ S)	水(H ₂ O)																																																																																																																								
含量%	0	0	1.4017	0.3004	0	0																																																																																																																								

赛题一：输气管网稳态仿真

题目类型	项目	内容							
		表 5 压缩机特性曲线表							
		能头 m	效率	入口体积流量(m ³ /h)	转速(r/min)	能头 m	效率	入口体积流量(m ³ /h)	转速(r/min)
		2023	0.80	5931	3120	3896	0.80	8700	4320
		1973	0.82	6645	3120	3871	0.82	9191	4320
		1898	0.84	7494	3120	3821	0.84	9816	4320
		1798	0.86	8164	3120	3771	0.86	10844	4320
		1723	0.88	9146	3120	3446	0.88	13300	4320
		1498	0.86	11022	3120	2972	0.86	15489	4320
		1299	0.84	12050	3120	2622	0.84	16963	4320
		1099	0.82	12630	3120	4820	0.80	9861	4800
		2348	0.80	6422	3360	4770	0.82	10799	4800
		2298	0.82	7002	3360	4670	0.84	11960	4800
		2248	0.84	7896	3360	4520	0.86	13122	4800
		2198	0.86	8521	3360	4171	0.88	15578	4800
		2073	0.88	9950	3360	3646	0.86	17588	4800
		1823	0.86	11558	3360	3147	0.84	19017	4800
		1598	0.84	12720	3360	5270	0.80	10665	5040
		1399	0.82	13568	3360	5245	0.82	11960	5040
		3072	0.80	7538	3840	5145	0.84	13211	5040
		3022	0.82	8164	3840	4945	0.86	14596	5040
		2997	0.84	8834	3840	4520	0.88	16739	5040
		2947	0.86	9548	3840	4046	0.86	18660	5040
		2711	0.88	11522	3840	3471	0.84	20000	5040
		2431	0.86	13130	3840				
		2172	0.84	14360	3840				
		1948	0.82	15266	3840				

赛题一：输气管网稳态仿真

题目类型	项目	内容
		<p>4. 说明</p> <p>a) 各压气站进站压力不得低于 6MPa;</p> <p>b) 气源、分输、压气站控制方式不限;</p> <p>c) 分输 8 的压力须在 9.0MPa~9.5MPa 之间。</p>
	任务 1	<p>1) 根据注入与分输流量对以上管网开展稳态仿真，制定合理的输气管道运行方案;</p> <p>2) 获得给定边界条件下各节点压力、各管段流量、进出口流速（传热模式，组分跟踪模式）。</p>
	任务 2	<p>1) 计算稳态工况下的分输 2 的天然气组分占比;</p> <p>2) 计算稳态工况下的管存量。</p>

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容																																																																																								
工艺流程 仿真	建模参 数	<p>1. 模型描述</p> <p>某大落差成品油管道系统，沿线有 6 个分输站，站场信息如表 1 所示，各站间管段信息如表 2 所示，泵站信息和油品物性信息如表 3、表 4 所示，管道初始时刻油品批次分布状态见表 5。本周期的批次输送安排见表 6，站场 S1、S4、S7、S10、S12 和 S14 需满足批次注入和分输总量要求，S17 为末站（分输量不作要求）。</p>																																																																																								
		<p>表 1 管段沿线站场分布信息</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>站场名称</th> <th>站场属性</th> <th>进站压力上限/MPa</th> <th>进站压力下限/MPa</th> <th>出站压力上限/MPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>S1</td><td>首站</td><td>/</td><td>0</td><td>9.7</td></tr> <tr><td>S2</td><td>泵站</td><td>6.7</td><td>0.2</td><td>9</td></tr> <tr><td>S3</td><td>泵站</td><td>7.8</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S4</td><td>分输站</td><td>/</td><td>/</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>S5</td><td>泵站</td><td>4.8</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S6</td><td>泵站</td><td>3.8</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S7</td><td>分输站</td><td>/</td><td>/</td><td>1</td></tr> <tr><td>S8</td><td>泵站</td><td>6.7</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S9</td><td>注入站</td><td>4.8</td><td>0.2</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>S10</td><td>分输站</td><td>/</td><td>/</td><td>1</td></tr> <tr><td>S11</td><td>泵站</td><td>6.7</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S12</td><td>分输站</td><td>/</td><td>/</td><td>1</td></tr> <tr><td>S13</td><td>泵站</td><td>3.8</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S14</td><td>分输站</td><td>/</td><td>/</td><td>1</td></tr> <tr><td>S15</td><td>泵站</td><td>8.8</td><td>0.2</td><td>9</td></tr> <tr><td>S16</td><td>泵站</td><td>4.8</td><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>S17</td><td>末站</td><td>4.8</td><td>/</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	站场名称	站场属性	进站压力上限/MPa	进站压力下限/MPa	出站压力上限/MPa	S1	首站	/	0	9.7	S2	泵站	6.7	0.2	9	S3	泵站	7.8	0.2	8	S4	分输站	/	/	0.6	S5	泵站	4.8	0.2	8	S6	泵站	3.8	0.2	8	S7	分输站	/	/	1	S8	泵站	6.7	0.2	8	S9	注入站	4.8	0.2	8.8	S10	分输站	/	/	1	S11	泵站	6.7	0.2	8	S12	分输站	/	/	1	S13	泵站	3.8	0.2	8	S14	分输站	/	/	1	S15	泵站	8.8	0.2	9	S16	泵站	4.8	0.2	8	S17	末站	4.8
站场名称	站场属性	进站压力上限/MPa	进站压力下限/MPa	出站压力上限/MPa																																																																																						
S1	首站	/	0	9.7																																																																																						
S2	泵站	6.7	0.2	9																																																																																						
S3	泵站	7.8	0.2	8																																																																																						
S4	分输站	/	/	0.6																																																																																						
S5	泵站	4.8	0.2	8																																																																																						
S6	泵站	3.8	0.2	8																																																																																						
S7	分输站	/	/	1																																																																																						
S8	泵站	6.7	0.2	8																																																																																						
S9	注入站	4.8	0.2	8.8																																																																																						
S10	分输站	/	/	1																																																																																						
S11	泵站	6.7	0.2	8																																																																																						
S12	分输站	/	/	1																																																																																						
S13	泵站	3.8	0.2	8																																																																																						
S14	分输站	/	/	1																																																																																						
S15	泵站	8.8	0.2	9																																																																																						
S16	泵站	4.8	0.2	8																																																																																						
S17	末站	4.8	/	1																																																																																						

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容																																																																																																																													
		<p>表 2 各站间管段信息</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>管段起点</th> <th>里程/km</th> <th>高程/m</th> <th>外径/mm</th> <th>壁厚/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>S1</td><td>0.00</td><td>760.4</td><td>559</td><td>10</td></tr> <tr><td>N1</td><td>6.59</td><td>1019.5</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N2</td><td>116.62</td><td>1345.4</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N3</td><td>130.25</td><td>927.0</td><td>559</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>N4</td><td>145.02</td><td>712.2</td><td>559</td><td>10</td></tr> <tr><td>N5</td><td>178.42</td><td>511.0</td><td>559</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>S2</td><td>295.36</td><td>799.5</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N6</td><td>296.34</td><td>824.1</td><td>559</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>S3</td><td>535.62</td><td>703.0</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>S4</td><td>558.06</td><td>687.1</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N7</td><td>588.99</td><td>651.8</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N8</td><td>611.05</td><td>682.5</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>S5</td><td>663.28</td><td>952.4</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N9</td><td>675.62</td><td>1089.8</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N10</td><td>696.56</td><td>1332.5</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N11</td><td>718.68</td><td>1450.6</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>S6</td><td>730.67</td><td>1523.4</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N12</td><td>739.76</td><td>1579.2</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N13</td><td>750.78</td><td>1605.9</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N14</td><td>790.15</td><td>1742.3</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N15</td><td>811.10</td><td>1902.9</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>S7</td><td>822.85</td><td>1772.8</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N16</td><td>854.82</td><td>1650.0</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>N17</td><td>881.19</td><td>1562.8</td><td>559</td><td>7.1</td></tr> </tbody> </table>	管段起点	里程/km	高程/m	外径/mm	壁厚/mm	S1	0.00	760.4	559	10	N1	6.59	1019.5	559	7.1	N2	116.62	1345.4	559	7.1	N3	130.25	927.0	559	8.8	N4	145.02	712.2	559	10	N5	178.42	511.0	559	8.8	S2	295.36	799.5	559	7.1	N6	296.34	824.1	559	8.8	S3	535.62	703.0	559	7.1	S4	558.06	687.1	559	7.1	N7	588.99	651.8	559	7.1	N8	611.05	682.5	559	7.1	S5	663.28	952.4	559	7.1	N9	675.62	1089.8	559	7.1	N10	696.56	1332.5	559	7.1	N11	718.68	1450.6	559	7.1	S6	730.67	1523.4	559	7.1	N12	739.76	1579.2	559	7.1	N13	750.78	1605.9	559	7.1	N14	790.15	1742.3	559	7.1	N15	811.10	1902.9	559	7.1	S7	822.85	1772.8	559	7.1	N16	854.82	1650.0	559	7.1	N17	881.19	1562.8	559	7.1
管段起点	里程/km	高程/m	外径/mm	壁厚/mm																																																																																																																											
S1	0.00	760.4	559	10																																																																																																																											
N1	6.59	1019.5	559	7.1																																																																																																																											
N2	116.62	1345.4	559	7.1																																																																																																																											
N3	130.25	927.0	559	8.8																																																																																																																											
N4	145.02	712.2	559	10																																																																																																																											
N5	178.42	511.0	559	8.8																																																																																																																											
S2	295.36	799.5	559	7.1																																																																																																																											
N6	296.34	824.1	559	8.8																																																																																																																											
S3	535.62	703.0	559	7.1																																																																																																																											
S4	558.06	687.1	559	7.1																																																																																																																											
N7	588.99	651.8	559	7.1																																																																																																																											
N8	611.05	682.5	559	7.1																																																																																																																											
S5	663.28	952.4	559	7.1																																																																																																																											
N9	675.62	1089.8	559	7.1																																																																																																																											
N10	696.56	1332.5	559	7.1																																																																																																																											
N11	718.68	1450.6	559	7.1																																																																																																																											
S6	730.67	1523.4	559	7.1																																																																																																																											
N12	739.76	1579.2	559	7.1																																																																																																																											
N13	750.78	1605.9	559	7.1																																																																																																																											
N14	790.15	1742.3	559	7.1																																																																																																																											
N15	811.10	1902.9	559	7.1																																																																																																																											
S7	822.85	1772.8	559	7.1																																																																																																																											
N16	854.82	1650.0	559	7.1																																																																																																																											
N17	881.19	1562.8	559	7.1																																																																																																																											

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容				
		N18	910.75	1461.4	559	7.1
		S8	948.86	1371.3	559	7.1
		N19	1000.29	1548.0	559	7.1
		S9	1052.47	1734.1	559	7.1
		N20	1054.61	1731.1	559	8.8
		N21	1065.10	1804.3	559	7.1
		N22	1081.21	1915.8	559	7.1
		N23	1124.93	1591.9	559	8.8
		S10	1137.11	1585.5	559	8.8
		N24	1151.94	1509.5	559	7.1
		N25	1261.06	1453.0	559	7.1
		S11	1321.27	1457.5	559	7.1
		N26	1329.95	1448.0	559	7.1
		S12	1336.96	1460.5	559	7.1
		N27	1364.00	1608.8	559	7.1
		N28	1396.44	1779.3	559	7.1
		S13	1417.64	1919.4	559	7.1
		N29	1450.25	2589.0	559	7.1
		N30	1529.26	1790.0	559	8.8
		N31	1559.90	1599.2	559	10
		S14	1569.05	1624.9	559	10
		N32	1570.57	1629.3	559	8.8
		N33	1623.96	1716.6	559	8.8
		S15	1636.17	1796.2	559	8.8
		N34	1641.06	1849.6	559	7.1
		N35	1675.23	1920.4	559	7.1
		S16	1709.20	2290.0	559	7.1

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容																																																																												
		N36	1718.70	2827.8	508	6.3																																																																								
		N37	1755.41	2314.4	508	6.3																																																																								
		N38	1782.14	2037.1	508	8.8																																																																								
		N39	1841.06	1688.1	508	10																																																																								
		N40	1847.22	1691.0	508	11																																																																								
		S17	1858.25	1537.2	508	11																																																																								
<p>表 3 油品主要物性信息</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">项目</th> <th style="width: 30%;">92#汽油</th> <th style="width: 30%;">0#柴油</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">密度 (t/m³)</td> <td style="text-align: center;">0.74</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">粘度 (10⁻⁶m²/s)</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">6.02</td> </tr> </tbody> </table>							项目	92#汽油	0#柴油	密度 (t/m ³)	0.74	0.84	粘度 (10 ⁻⁶ m ² /s)	0.7	6.02																																																															
项目	92#汽油	0#柴油																																																																												
密度 (t/m ³)	0.74	0.84																																																																												
粘度 (10 ⁻⁶ m ² /s)	0.7	6.02																																																																												
<p>表 4 输油泵机组主要参数</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">泵站名称</th> <th style="width: 20%;">泵类型</th> <th style="width: 10%;">台数</th> <th style="width: 15%;">运行方式</th> <th style="width: 15%;">特性曲线参数 A</th> <th style="width: 25%;">特性曲线参数 B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S1</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">354.5</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">441.97</td> <td style="text-align: center;">0.00009</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S2</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">362.55</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (变频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">452</td> <td style="text-align: center;">0.00002</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S3</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">353.4</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (变频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">452</td> <td style="text-align: center;">0.00002</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S5</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">342.32</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">440.69</td> <td style="text-align: center;">0.00009</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S6</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">343.02</td> <td style="text-align: center;">0.0002</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">443.13</td> <td style="text-align: center;">0.00008</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">S8</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">340.57</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主输泵 (变频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">452</td> <td style="text-align: center;">0.00002</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S9</td> <td style="text-align: center;">主输泵 (定频)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">串联</td> <td style="text-align: center;">340.57</td> <td style="text-align: center;">0.0003</td> </tr> </tbody> </table>							泵站名称	泵类型	台数	运行方式	特性曲线参数 A	特性曲线参数 B	S1	主输泵 (定频)	1	串联	354.5	0.0003	主输泵 (定频)	3	441.97	0.00009	S2	主输泵 (定频)	2	串联	362.55	0.0003	主输泵 (变频)	2	452	0.00002	S3	主输泵 (定频)	2	串联	353.4	0.0003	主输泵 (变频)	2	452	0.00002	S5	主输泵 (定频)	2	串联	342.32	0.0003	主输泵 (定频)	2	440.69	0.00009	S6	主输泵 (定频)	2	串联	343.02	0.0002	主输泵 (定频)	2	443.13	0.00008	S8	主输泵 (定频)	2	串联	340.57	0.0003	主输泵 (变频)	2	452	0.00002	S9	主输泵 (定频)	2	串联	340.57	0.0003
泵站名称	泵类型	台数	运行方式	特性曲线参数 A	特性曲线参数 B																																																																									
S1	主输泵 (定频)	1	串联	354.5	0.0003																																																																									
	主输泵 (定频)	3		441.97	0.00009																																																																									
S2	主输泵 (定频)	2	串联	362.55	0.0003																																																																									
	主输泵 (变频)	2		452	0.00002																																																																									
S3	主输泵 (定频)	2	串联	353.4	0.0003																																																																									
	主输泵 (变频)	2		452	0.00002																																																																									
S5	主输泵 (定频)	2	串联	342.32	0.0003																																																																									
	主输泵 (定频)	2		440.69	0.00009																																																																									
S6	主输泵 (定频)	2	串联	343.02	0.0002																																																																									
	主输泵 (定频)	2		443.13	0.00008																																																																									
S8	主输泵 (定频)	2	串联	340.57	0.0003																																																																									
	主输泵 (变频)	2		452	0.00002																																																																									
S9	主输泵 (定频)	2	串联	340.57	0.0003																																																																									

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容					
			主输泵（定频）	2		487.48	0.0003
		S11	主输泵（定频）	2	串联	354.55	0.0003
			主输泵（变频）	2		452	0.00002
		S13	主输泵（定频）	2	串联	341.48	0.0002
			主输泵（定频）	2		470.04	0.0002
		S15	主输泵（定频）	2	串联	345.68	0.0003
			主输泵（变频）	2		452	0.00002
		S16	主输泵（定频）	1	串联	345.68	0.0003
			主输泵（定频）	2		454.86	0.0002

表 5 初始时刻管道内存油

序号	油品名称	批次编号	距离首站距离/km
1	0#柴油	D0022009	1858.25
2	92#汽油	G9222011	1100.18
3	0#柴油	D0022012	800.05

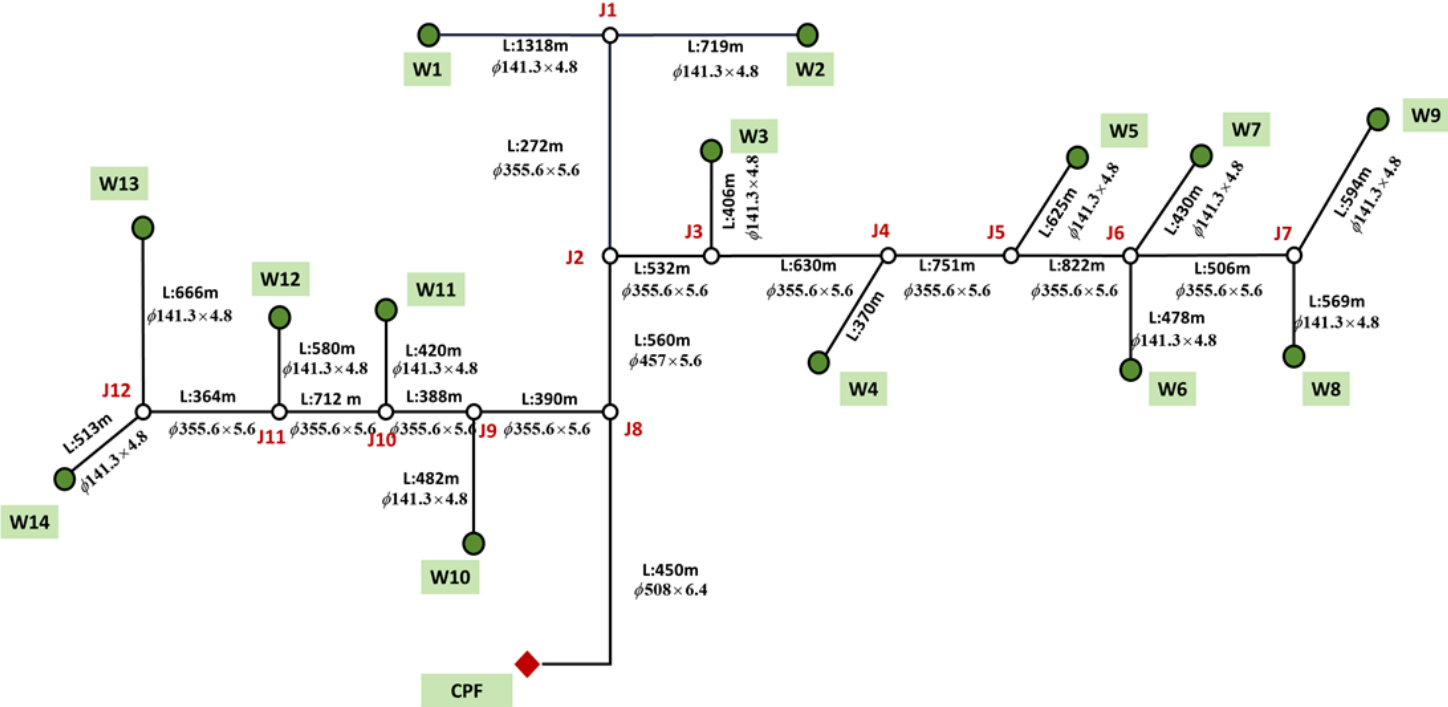
表 6 批次输送安排

站场名称	油品名称	批次编号	注入/分输流量 (m ³ /h)	注入/分输总量 (m ³)
S1	0#柴油	D0022012	950.0	20000
	92#汽油	G9222013	950.0	70000
	0#柴油	D0022014	950.0	185000
S4	0#柴油	D0022012	150.0	19200
S7	0#柴油	D0022012	150.0	3600
S10	0#柴油	D0022012	150.0	3600
S12	0#柴油	D0022009	150.0	9000
	92#汽油	G9222011	150.0	4050
S14	0#柴油	D0022009	150.0	9000

赛题二：大落差成品油管道顺序输送过程仿真

题目类型	项目	内容					
			92#汽油	G9222011	150.0	4050	
		S17	0#柴油	D0022009	650~950	无要求	
			92#汽油	G9222011			
			0#柴油	D0022012			
		<p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确模拟该大落差管道顺序输送过程。</p> <p>b) 输送期间的平均温度设定为 20℃。</p>					
	任务 1	<p>1) 根据给定的批次输送安排制定详细的批次计划，包括首站注入计划（注入时间、流量及油品）和沿线各分输站下载计划（分输时间、流量及油品），对批次顺序输送过程进行仿真；</p> <p>2) 获得油品批次运移信息。</p>					
	任务 2	<p>在任务 1 基础上研究：</p> <p>1) 综合考虑节能和操作平稳性，在给定压力限制下制定合理的开泵方案。</p> <p>2) 获得批次输送全过程的压力信息。</p>					

赛题三：多相管道稳态仿真

题目类型	项目	内容
多相管网仿真	模型参数	<p>1. 模型描述</p> <p>图 1 所示为某油气集输管网，由 14 个井口(绿色圆)，26 个管段(黑色线段)、12 个节点(红色标号)、1 个终点处理厂(红色菱形)组成。各管段具体信息如表 1 所示，各井口产量信息如表 2 所示，井口产物组分信息如表 3 所示，井口产量变化相关信息如表 4 所示。此集输管网仿真中不考虑阀门、泵等相关设备。</p>  <p style="text-align: center;">图 1 管网拓扑示意图</p> <p style="text-align: center;">表 1 管段基础参数</p>

赛题三：多相管道稳态仿真

题目类型	项目	内容									
		管段名称	上游节点	下游节点	管长/m	管道外径 mm	管壁厚度 mm	管壁粗糙度 mm	总传热系数 W/(m ² ·°C)	入口高程 m	出口高程 m
		W1ToJ1	W1	J1	1318	141.3	4.8	0.0254	1.73	30	10
		W2ToJ1	W2	J1	719	141.3	4.8	0.0254	1.73	33	10
		W3ToJ3	W3	J3	406	141.3	4.8	0.0254	1.73	46	23
		W4ToJ4	W4	J4	370	141.3	4.8	0.0254	1.73	53	42
		W5ToJ5	W5	J5	625	141.3	4.8	0.0254	1.73	80	50
		W6ToJ6	W6	J6	478	141.3	4.8	0.0254	1.73	40	30
		W7ToJ6	W7	J6	430	141.3	4.8	0.0254	1.73	50	30
		W8ToJ7	W8	J7	569	141.3	4.8	0.0254	1.73	50	20
		W9ToJ7	W9	J7	594	141.3	4.8	0.0254	1.73	0	20
		W10ToJ9	W10	J9	482	141.3	4.8	0.0254	1.73	40	10
		W11ToJ10	W11	J10	420	141.3	4.8	0.0254	1.73	60	20
		W12ToJ11	W12	J11	580	141.3	4.8	0.0254	1.73	50	50
		W13ToJ12	W13	J12	666	141.3	4.8	0.0254	1.73	50	40
		W14ToJ12	W14	J12	513	141.3	4.8	0.0254	1.73	20	40
		J1ToJ2	J1	J2	272	355.6	5.6	0.0254	1.73	10	10
		J3ToJ2	J3	J2	532	355.6	5.6	0.0254	1.73	23	10
		J4ToJ3	J4	J3	630	355.6	5.6	0.0254	1.73	42	23
		J5ToJ4	J5	J4	751	355.6	5.6	0.0254	1.73	50	42
		J6ToJ5	J6	J5	822	355.6	5.6	0.0254	1.73	30	50
		J7ToJ6	J7	J6	506	355.6	5.6	0.0254	1.73	20	30
		J2ToJ8	J2	J8	560	457	5.6	0.0254	1.73	10	30
		J12ToJ11	J12	J11	364	355.6	5.6	0.0254	1.73	40	50
		J11ToJ10	J11	J10	712	355.6	5.6	0.0254	1.73	50	20
		J10ToJ9	J10	J9	388	355.6	5.6	0.0254	1.73	20	10
		J9ToJ8	J9	J8	390	355.6	5.6	0.0254	1.73	10	30

赛题三：多相管道稳态仿真

题目类型	项目	内容																																																													
		J8ToCPF	J8	CPF	450	508	6.4	0.0254	1.73	30	0																																																				
		<p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确建立组分模型下该集输管网的多相流模型。</p> <p>b) 单位制：长度 m，压力为绝对压力。</p> <p>3. 工况条件</p> <p>环境温度为 15°C，终点处理厂入口压力为 1.5MPa，各井口流出温度为 40°C。</p> <p style="text-align: center;">表 2 管网中井口处质量流量</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>井口名称</th> <th>井口产量(kg/s)</th> <th>井口名称</th> <th>井口产量(kg/s)</th> <th>井口名称</th> <th>井口产量(kg/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W1</td> <td>8.8</td> <td>W6</td> <td>6.4</td> <td>W11</td> <td>8.5</td> </tr> <tr> <td>W2</td> <td>8.3</td> <td>W7</td> <td>5.8</td> <td>W12</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>W3</td> <td>6.8</td> <td>W8</td> <td>8.8</td> <td>W13</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>W4</td> <td>9.8</td> <td>W9</td> <td>7.6</td> <td>W14</td> <td>6.7</td> </tr> <tr> <td>W5</td> <td>7.9</td> <td>W10</td> <td>9.4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 3 管网各井口流体信息</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>组分名称</th> <th>摩尔百分比</th> <th>组分名称</th> <th>摩尔百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H₂O</td> <td>4.762</td> <td>C₈</td> <td>2.59</td> </tr> <tr> <td>N₂</td> <td>0.515</td> <td>C₉</td> <td>1.602</td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td>2.665</td> <td>C₁₀</td> <td>1.183</td> </tr> </tbody> </table>										井口名称	井口产量(kg/s)	井口名称	井口产量(kg/s)	井口名称	井口产量(kg/s)	W1	8.8	W6	6.4	W11	8.5	W2	8.3	W7	5.8	W12	5.8	W3	6.8	W8	8.8	W13	8.6	W4	9.8	W9	7.6	W14	6.7	W5	7.9	W10	9.4			组分名称	摩尔百分比	组分名称	摩尔百分比	H ₂ O	4.762	C ₈	2.59	N ₂	0.515	C ₉	1.602	CO ₂	2.665	C ₁₀	1.183
井口名称	井口产量(kg/s)	井口名称	井口产量(kg/s)	井口名称	井口产量(kg/s)																																																										
W1	8.8	W6	6.4	W11	8.5																																																										
W2	8.3	W7	5.8	W12	5.8																																																										
W3	6.8	W8	8.8	W13	8.6																																																										
W4	9.8	W9	7.6	W14	6.7																																																										
W5	7.9	W10	9.4																																																												
组分名称	摩尔百分比	组分名称	摩尔百分比																																																												
H ₂ O	4.762	C ₈	2.59																																																												
N ₂	0.515	C ₉	1.602																																																												
CO ₂	2.665	C ₁₀	1.183																																																												

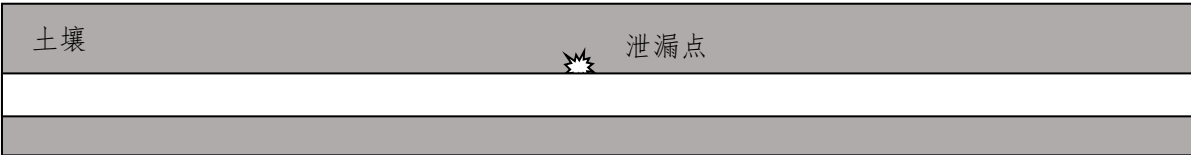
赛题三：多相管道稳态仿真

题目类型	项目	内容										
		H ₂ S	0.943	C ₁₁	1.052							
		C ₁	52.395	C ₁₂	0.876							
		C ₂	8.104	C ₁₃	0.995							
		C ₃	5.417	C ₁₄	0.842							
		iC ₄	0.951	C ₁₅	0.741							
		nC ₄	2.296	C ₁₆	0.562							
		iC ₅	0.844	C ₁₇	0.643							
		nC ₅	1.17	C ₁₈	0.529							
		C ₆	1.49	C ₁₉	0.504							
		C ₇	2.407	C ₂₀	3.922							
表4 井口产量相关信息表 (单位: kg/s)												
		井口名称	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
		W1	8.8	10.2	7.5	4.2	4.7	3.4	2.1	0	0	0
		W2	8.3	6.5	8.7	10.8	8.8	9.4	9.8	10.4	8.8	8.6
		W3	6.8	8.9	6.5	9.8	9.6	7.8	8.2	6.3	10.2	8.5
		W4	9.8	7.4	7.4	10.4	12.3	8.6	9.0	8.8	8.0	9.5
		W5	7.9	6.8	7.8	8.9	10.7	9.8	10.7	8.2	7.5	8.0
		W6	6.4	8.2	9.8	7.4	8.6	10.2	9.4	8.7	8.9	9.2
		W7	5.8	9.3	10.2	9.1	9.4	8.8	8.0	7.2	5.3	6.8
		W8	8.8	8.2	9.5	5.8	7.5	9.5	8.8	8.4	8.0	7.4
		W9	7.6	7.6	8.8	7.8	8.8	10.2	8.5	7.0	8.6	9.8
		W10	9.4	8.5	7.5	6.5	7.6	8.5	8.7	6.8	10.5	9.4
		W11	8.5	5.6	8.4	8.8	9.8	8.6	8.9	9.0	7.4	8.5
		W12	5.8	7.8	7.6	8.8	10.5	7.8	8.8	8.6	8.4	8.3

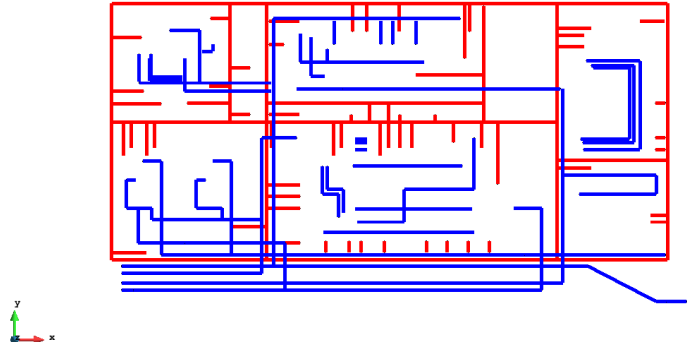
赛题三：多相管道稳态仿真

题目类型	项目	内容										
		W13	8.6	8.9	7.2	8.4	8.3	7.5	8.9	9.2	9.8	9.6
		W14	6.7	8.6	9.9	10.3	9.7	10.2	9.8	10.0	8.5	7.6
		<p>4. 说明</p> <p>a) 采用组分模型进行物性计算，可采用读物性表方式；</p> <p>b) 不考虑各井口流体组成不同带来的掺混情况；</p> <p>c) 油水乳状液黏度计算式自选。</p>										
	任务 1	<p>1) 根据给出的条件自行选取相关多相流计算方法，进行井口回压计算。</p> <p>2) 获得给定边界条件下各节点压力、温度、管道流速、持液率及进入 CPF 处理厂标况下油气水的产量信息。</p>										
	任务 2	<p>1) 基于井口处产量变化(如表 4 所示)，得出井口压力变化大致情况。</p> <p>2) 采用至少两种多相流压降计算式进行井口回压计算并得出结果。</p>										

赛题四：纯氢管道泄漏仿真

题目类型	项目	内容
三维流体 仿真	建模参 数	<p>1. 模型描述</p> <p>纯氢管道输送被认为是未来实现氢能大规模输送、解决氢能供需错配问题的重要方向之一。然而，由于氢气自身的特点，在管道泄漏时可能会引发破坏性事故，故安全、经济的氢气运输对氢能产业的发展具有重要意义。研究埋地纯氢管道的泄漏扩散特性，将为埋地氢气管道的安全运营和维护提供支撑。</p> <p>仿真建模假设前提条件：土壤为各向同性的多孔介质，孔隙中全部充满空气，无水分；管输介质为标准的纯氢气体；泄漏气体与土壤只进行无化学反应的组分运输，泄漏为稳定连续泄漏，泄漏孔的压力等于管道的压力。</p> <p>如图 1 所示，假设纯氢管道为无限长直管段，管道输送压力为 4MPa，运行温度 300K，内径 $D=100\text{mm}$，埋地深度 1.5m，泄漏孔为标准圆孔，位于管顶中央位置，泄漏孔径分别为 1mm、2mm、4mm，且泄漏方向竖直向上。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">图 1 纯氢管道泄漏示意图</p> <p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确模拟纯氢管道泄漏过程。</p> <p>b) 单位制：长度 mm。</p>
	任务 1	<p>1) 分析在该工况下纯氢管道不同孔径泄漏点的温度变化情况。要求绘制温度变化曲线并解释原因。</p> <p>2) 利用仿真软件分别对距离泄漏点上方 5mm、10mm、100mm、200mm、500mm 温度场变化进行仿真模拟。</p>
	任务 2	<p>1) 分析泄漏点位置、管道埋深、土壤渗透特性等参数对纯氢管道泄漏过程的影响规律；</p> <p>2) 进行泄漏可燃区计算，开展埋地纯氢管道泄漏燃爆风险评价。</p>

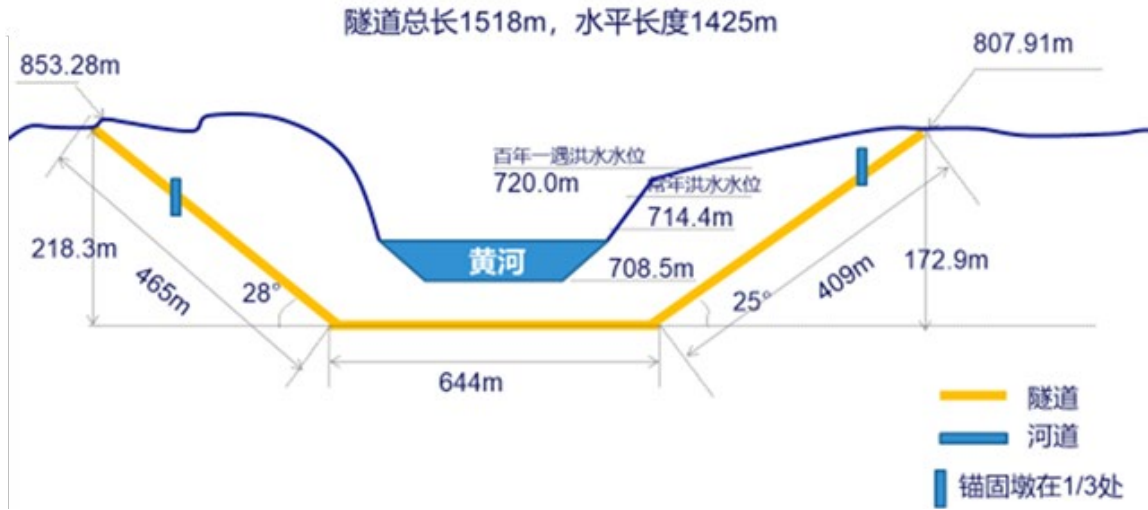
赛题五：管道腐蚀防护仿真

题目类型	项目	内容		
腐蚀电化学仿真	建模参数	<p>1. 模型描述</p> <p>某油气站场布局如图 1 所示（蓝色线为埋地钢质管道，红色线为站场裸露接地线），站场内管道与接地长度、管径、埋深及布置见附件 1 及图层。管道总表面积约为 3300 m²，接地的总表面积约为 240 m²。</p> <div style="text-align: center;">  <p>图 1 某站场埋地管道及接地示意图</p> </div> <p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确模拟油气站场管道及接地。</p> <p>b) 单位制：长度 m。</p> <p>3. 工况条件</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>表 1 土壤条件（均匀土壤）</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">土壤电阻率, Ω·m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">30.00</td> </tr> </table> </div>	土壤电阻率, Ω·m	30.00
土壤电阻率, Ω·m				
30.00				

赛题五：管道腐蚀防护仿真

题目类型	项目	内容																														
		<p>表 2 裸露管材极化边界条件</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">极化电位, mV</th> <th style="width: 50%;">极化电流密度, mA/m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">-745</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-850</td><td style="text-align: center;">55</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1000</td><td style="text-align: center;">90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1150</td><td style="text-align: center;">360</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1300</td><td style="text-align: center;">1180</td></tr> </tbody> </table> <p>表 3 接地极化边界条件</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">极化电位, mV</th> <th style="width: 50%;">极化电流密度, mA/m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">-72</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-400</td><td style="text-align: center;">67</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-550</td><td style="text-align: center;">118</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-700</td><td style="text-align: center;">164</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-850</td><td style="text-align: center;">246</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1000</td><td style="text-align: center;">380</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1150</td><td style="text-align: center;">484</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-1300</td><td style="text-align: center;">518</td></tr> </tbody> </table>	极化电位, mV	极化电流密度, mA/m ²	-745	0	-850	55	-1000	90	-1150	360	-1300	1180	极化电位, mV	极化电流密度, mA/m ²	-72	0	-400	67	-550	118	-700	164	-850	246	-1000	380	-1150	484	-1300	518
极化电位, mV	极化电流密度, mA/m ²																															
-745	0																															
-850	55																															
-1000	90																															
-1150	360																															
-1300	1180																															
极化电位, mV	极化电流密度, mA/m ²																															
-72	0																															
-400	67																															
-550	118																															
-700	164																															
-850	246																															
-1000	380																															
-1150	484																															
-1300	518																															
	任务 1	<p>在该条件下分别考虑初期（防腐层破损率为 0.1%）、中期（防腐层破损率为 0.5%）、末期（防腐层破损率为 2%）下管道电偶腐蚀状况并展示电流与电位分布云图。</p>																														
	任务 2	<p>对该区域性阴极保护系统进行设计优化，并进行优化思路说明及结果对比。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 优化目标：在现有模型基础上对油气站场进行区域性阴极保护优化设计，使得管道电位在[-850mV~-1200mV]范围内。 2) 优化变量：阳极数量、位置及埋深。 3) 优化约束：管道及接地位置、管径。 4) 评估依据：电位是否达标、电位均匀程度。 																														

赛题六：管道穿越河流结构安全仿真

题目类型	项目	内容
固体力学 仿真	建模参 数	<p>1. 模型描述</p> <p>某输气隧道穿越河流，设计压力 10MPa，管道钢级为 X70，管道规格 $\Phi 1016 \times 26.2\text{mm}$，管道转向采用 $\Phi 1016 \times 30.2\text{mm}$ 的热煨弯头。在隧道内，管道置于间距 20m 的钢筋混凝土支墩上，每个支墩设置 2 个不锈钢管卡，限制管道侧向位移，在东西斜巷 1/3 处设置锚固墩，内置锚固法兰截断隧道内外管道。</p> <p>如图 1 所示，隧道进口高程为 853.28m，出口高程为 807.91m，隧道进口以倾角 -28°、折算坡度为 53.2%、长度 465m 的斜巷进入河床基岩，河床下平巷长度为 644m，以倾角 25°、折算坡度为 46.7%，长度 409m 的斜巷出洞，隧道轴线水平长度约为 1452.45m，隧道长度为 1518m，水平长度为 1425m。</p>  <p style="text-align: center;">图 1 管道隧道穿越示意图</p> <p>2. 建模要求</p> <p>原则：自由使用各种建模工具，准确模拟隧道穿越管道力学响应。</p> <p>单位制：长度 m。</p>

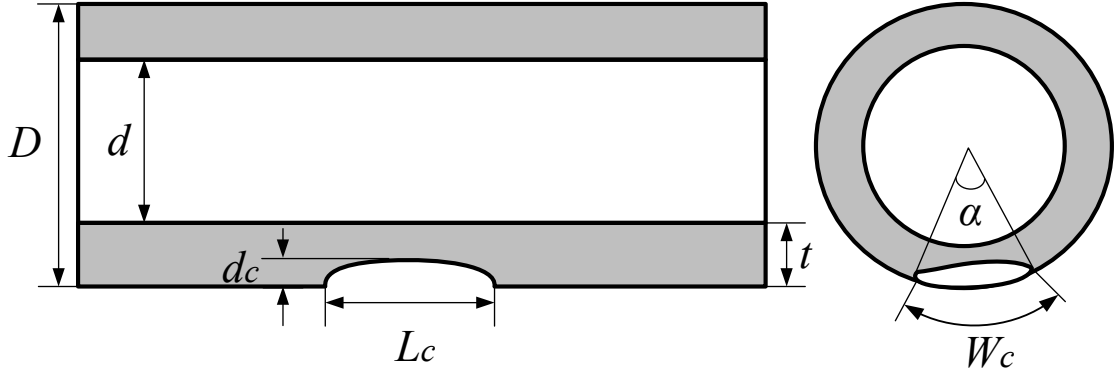
赛题六：管道穿越河流结构安全仿真

题目类型	项目	内容
	任务 1	1) 计算水灌满隧道后管道的受力状态，校核管道安全性； 2) 开展数值仿真计算，分析管道温压、隧道水位对管道应力应变的影响。
	任务 2	1) 求解可变载荷参数与全线管道应力应变的映射关系； 2) 开展管道数字孪生建设，实时求解隧道管道应力应变分布。

赛题七：长输管道针孔及裂纹缺陷漏磁检测仿真

题目类型	项目	内容
电磁场仿真	建模参数	<p>1. 模型描述</p> <p>大口径高钢级天然气管道漏磁检测如图所示，管道材质为 X52，管道本体存在不同尺寸、不同类型缺陷。传感器位于磁化器中部距离试件表面提高距离为 2mm，通过永磁体对管道进行磁化，利用漏磁原理对缺陷进行检测。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，准确模拟含缺陷管道漏磁检测模型。</p> <p>b) 饱和磁化条件。</p>
	任务 1	<p>在壁厚 8mm 条件下研究：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 传感器对内表面深度 4mm，开口 0.3mm、0.5mm、1mm 裂纹的检测信号； 2) 传感器对内表面深度 1mm、2mm、4mm、8mm，开口 0.5mm 裂纹（宽度）的检测信号； 3) 传感器对直径 3mm、5mm、7mm、10mm 针孔（深度贯穿试件）缺陷的检测信号。
	任务 2	<p>在任务 1 基础上研究：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 不同速度下（1, 3, 5, 7, 9m/s），对深度 4mm、直径 3mm 针孔缺陷的检测信号； 2) 5m/s 下，漏磁动态检测极限：最小可检开口裂纹及针孔大小。

赛题八：外载荷作用下含缺陷管道适用性评价

题目类型	项目	内容													
固体力学 与结构失 效仿真	建模参 数	<p>1. 模型描述</p> <p>当含缺陷管道受到复杂外载荷作用时，会对管道服役状态安全性造成影响。含缺陷管道示意图如图 1 所示。管道的外径 D 为 711mm，长度 L 为 6m，管道壁厚 t 为 8.8mm，设计系数 f_p 取 0.4，运行内压 P 为 6.30MPa，管材屈服强度 σ_y 取 450MPa，抗拉强度 σ_t 取 535MPa，屈强比 $R_{y/T}$ 取 0.84，泊松比 ν 取 0.3，弹性模量 E_1 取 205GPa，塑性模量 E_2^i 与 E_2^c 均取 6150MPa，管道安装与运行温差 ΔT 取 20°C。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">图 1 管道缺陷示意图</p> <p>2. 建模要求</p> <p>a) 原则：自由使用各种建模工具，模拟外载荷作用下含缺陷管道极限载荷状态。</p> <p>b) 单位制：长度 m。</p> <p>3. 工况条件</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>表 1 不同缺陷尺寸工况</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 15%;">工况</th> <th rowspan="2" style="width: 15%;">缺陷类型</th> <th colspan="3" style="border-bottom: 1px solid black;">缺陷尺寸</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">长 L_c/mm</th> <th style="width: 20%;">宽 W_c/mm</th> <th style="width: 20%;">深 d_c/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> </div>	工况	缺陷类型	缺陷尺寸			长 L_c /mm	宽 W_c /mm	深 d_c /mm					
工况	缺陷类型	缺陷尺寸													
		长 L_c /mm	宽 W_c /mm	深 d_c /mm											

赛题八：外载荷作用下含缺陷管道适用性评价

题目类型	项目	内容																																																												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 15%;">工况一</td> <td style="width: 25%;">一般金属损失</td> <td style="width: 15%;">50</td> <td style="width: 15%;">40</td> <td style="width: 30%;">4.4</td> </tr> <tr> <td>工况二</td> <td>轴向凹沟</td> <td>28</td> <td>14</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>工况三</td> <td>腐蚀</td> <td>150</td> <td>120</td> <td>4.4</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">表2 参数分布及取值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">参数</th> <th style="width: 10%;">单位</th> <th style="width: 20%;">分布规律</th> <th style="width: 15%;">均值 μ</th> <th style="width: 40%;">变异系数 COV (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D</td> <td>mm</td> <td>正态分布</td> <td>711</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>mm</td> <td>正态分布</td> <td>8.8</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>MPa</td> <td>正态分布</td> <td>6.3</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>屈服强度 σ_v</td> <td>MPa</td> <td>正态分布</td> <td>450</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>抗拉强度 σ_t</td> <td>MPa</td> <td>正态分布</td> <td>535</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>L_c</td> <td>mm</td> <td>正态分布</td> <td>150</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>W_c</td> <td>mm</td> <td>正态分布</td> <td>120</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>d_c</td> <td>mm</td> <td>正态分布</td> <td>4.4</td> <td>10%</td> </tr> </tbody> </table>	工况一	一般金属损失	50	40	4.4	工况二	轴向凹沟	28	14	3.3	工况三	腐蚀	150	120	4.4	参数	单位	分布规律	均值 μ	变异系数 COV (%)	D	mm	正态分布	711	1%	t	mm	正态分布	8.8	1%	p	MPa	正态分布	6.3	5%	屈服强度 σ_v	MPa	正态分布	450	4%	抗拉强度 σ_t	MPa	正态分布	535	4%	L_c	mm	正态分布	150	5%	W_c	mm	正态分布	120	5%	d_c	mm	正态分布	4.4	10%
工况一	一般金属损失	50	40	4.4																																																										
工况二	轴向凹沟	28	14	3.3																																																										
工况三	腐蚀	150	120	4.4																																																										
参数	单位	分布规律	均值 μ	变异系数 COV (%)																																																										
D	mm	正态分布	711	1%																																																										
t	mm	正态分布	8.8	1%																																																										
p	MPa	正态分布	6.3	5%																																																										
屈服强度 σ_v	MPa	正态分布	450	4%																																																										
抗拉强度 σ_t	MPa	正态分布	535	4%																																																										
L_c	mm	正态分布	150	5%																																																										
W_c	mm	正态分布	120	5%																																																										
d_c	mm	正态分布	4.4	10%																																																										
	任务 1	<p>建立参数化模型，考虑管径、壁厚、运行压力：</p> <p>1) 计算含不同类型缺陷管道受 0.125%与 0.3%弯曲应变作用下含腐蚀缺陷管道剩余强度，并分析计算外载荷一定时，径厚比（管径/壁厚）对管道剩余强度影响规律；</p> <p>2) 计算每种缺陷尺寸工况下管道极限弯曲应变，并分析含缺陷管道极限弯曲应变随缺陷深度、长度、宽度变化规律。</p>																																																												
	任务 2	<p>在任务 1 基础上：</p> <p>1) 参照表 1 参数分布及取值，使用蒙特卡罗方法计算弯曲载荷作用下含缺陷管道的失效概率；</p> <p>2) 分析缺陷不同尺寸参数（长、宽、深）参数对管道失效概率的影响，计算管道受 0.125%与 0.3%弯曲应变作用下给定任意两种缺陷参数时缺陷的临界尺寸。</p>																																																												

注:上述赛题的最终解释权归属大赛专家评审委员会。