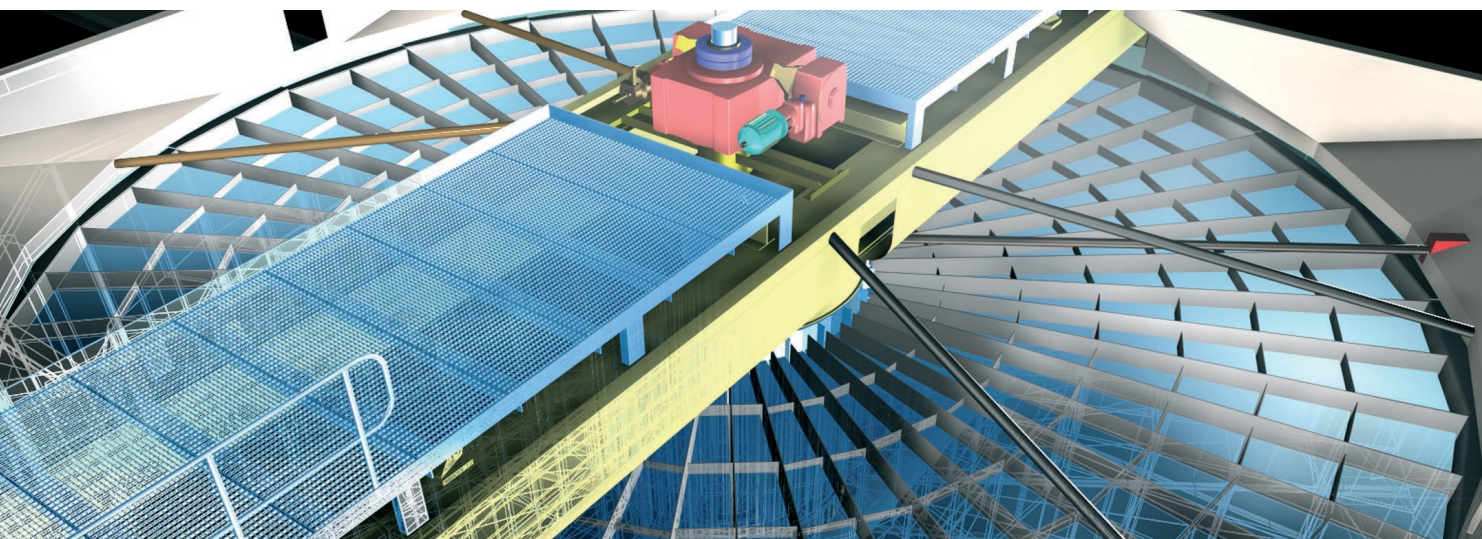


优化回转式空预器 换热元件选型

追求换热性能、压降和易清洗性的平衡



豪顿通过模拟计算，可以选择出最适合空预器目标工况的换热元件波形。

精确模拟，准确选择

电厂运行数年后，运行工况通常会发生改变。诸如燃料类型与成份、烟气和空气流量、烟气入口温度的变化以及随厂龄增加，锅炉“夹带气”变大等，均会产生一定影响。这些都会导致空预器不在设计范围内运行。

所幸的是，我们可以利用豪顿选型程序软件来模拟计算任一类型的回转式空预器工况变化后的性能。

凭借多年丰富的工程实践经验，和对选型软件熟练的使用，豪顿工程师对新旧换热元件波形进行评估和研究。

根据这个结果，可以为全球任何一台回转式空预器提供同等性能的替代品。也借此验证了新的换热元件波形选型方法给我们带来的优势。

最佳换热元件波形

这款选型软件让我们可以轻松地模拟计算出空预器动态或者多种静态工况，其中包括经全面风洞试验得出的元件性能数据。

这些性能数据涵盖了豪顿全部的换热元件波形，包括换热元件（DU、CU、NF、NU和类似型式）和优化系列元件（HS和HC换热元件™）。

换热元件波形的选择对整个电厂的设备利用率和发电效率非常关键，因此，我们不断投入对换热元件的研究与开发，并根据燃煤电厂实际运行需求的变化，向市场推出经过优化设计的最新系列换热元件。目前，我们已有45种波形可供选择，因此能够为客户提供在换热性能、压降和易清洗性之间取得最佳组合的元件。

波纹型式	烟气	空气
DU	314.4 315.6 317.2 318.6 319.9 321.2 322.3 323.5 324.6 325.6	325.6 324.4 323.1 321.9 320.6 319.4 318.1 316.9 315.6 314.4
	299.2 300.6 302.0 303.3 304.6 305.9 307.1 308.3 309.5 310.7	310.7 309.4 308.1 306.9 305.6 304.3 303.0 301.8 300.5 299.2
	288.8 285.5 286.5 287.8 289.1 290.4 291.7 293.0 294.2 295.4	295.4 294.1 292.8 291.5 290.2 288.9 287.7 286.4 285.1 283.8
	263.1 269.5 270.8 272.1 273.5 274.8 276.0 277.3 278.6 279.8	279.8 278.5 277.2 275.9 274.6 273.3 272.0 270.7 269.4 268.1
DU	252.2 253.6 254.9 256.2 257.6 258.9 260.2 261.5 262.8 264.1	264.1 262.7 261.4 260.1 258.8 257.5 256.1 254.8 253.5 252.2
	236.1 237.4 238.8 240.1 241.4 242.8 244.1 245.4 246.7 248.0	248.0 246.7 245.4 244.0 242.7 241.4 240.1 238.7 237.4 236.1
	219.8 221.1 222.5 223.8 225.2 226.5 227.8 229.2 230.5 231.8	231.8 230.5 229.1 227.8 226.4 225.1 223.8 222.4 221.1 219.8
	219.8 221.1 222.5 223.8 225.2 226.5 227.8 229.2 230.5 231.8	231.8 230.5 229.1 227.8 226.4 225.1 223.8 222.4 221.1 219.8
NF	203.3 204.6 206.0 207.3 208.7 210.0 211.4 212.7 214.1 215.4	215.4 214.1 212.7 211.3 210.0 208.6 207.3 205.9 204.6 203.3
	186.6 188.0 189.3 190.7 192.1 193.4 194.8 196.1 197.5 198.8	198.8 197.5 196.1 194.7 193.3 192.0 190.6 189.3 187.9 186.6
	169.8 171.2 172.6 173.9 175.3 176.7 178.0 179.4 180.8 182.1	182.1 180.7 179.3 177.9 176.5 175.2 173.8 172.5 171.1 169.8
	152.9 154.3 155.7 157.1 158.4 159.8 161.2 162.5 163.9 165.3	165.3 163.8 162.4 161.0 159.6 158.2 156.9 155.6 154.2 152.9
NF	136.0 137.3 138.7 140.0 141.4 142.8 144.2 145.6 147.0 148.3	148.3 146.8 145.4 144.0 142.6 141.2 139.8 138.5 137.2 136.0
	119.8 121.1 122.5 123.8 125.2 126.5 127.8 129.2 130.5 131.8	131.8 129.8 128.3 126.8 125.4 124.1 122.7 121.4 120.2 119.0
	103.2 104.5 105.9 107.3 108.6 110.0 111.4 112.8 114.2 115.5	115.5 114.2 112.8 111.4 110.0 108.6 107.3 105.9 104.5 103.2
	86.6 88.0 89.3 90.7 92.1 93.4 94.8 96.1 97.5 98.8	98.8 97.5 96.1 94.7 93.3 92.0 90.6 89.3 87.9 86.6
NF	69.8 71.2 72.6 73.9 75.3 76.7 78.0 79.4 80.8 82.1	82.1 80.7 79.3 77.9 76.5 75.2 73.8 72.5 71.1 69.8
	52.9 54.3 55.7 57.1 58.4 59.8 61.2 62.5 63.9 65.3	65.3 63.8 62.4 61.0 59.6 58.2 56.9 55.6 54.2 52.9
	36.0 37.3 38.7 40.0 41.4 42.8 44.2 45.6 47.0 48.3	48.3 46.8 45.4 44.0 42.6 41.2 39.8 38.5 37.2 36.0
	19.8 21.1 22.5 23.8 25.2 26.5 27.8 29.2 30.5 31.8	31.8 29.8 28.3 26.8 25.4 24.1 22.7 21.4 20.2 19.0
NF	3.2 4.5 5.9 7.3 8.6 10.0 11.4 12.8 14.2 15.5	15.5 14.2 12.8 11.4 10.0 8.6 7.3 5.9 4.5 3.2
	1.6 1.9 2.3 2.6 2.9 3.2 3.5 3.8 4.1 4.4	4.4 4.1 3.8 3.5 3.2 2.9 2.6 2.3 1.9 1.6
	0.0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2.1 2.4 2.7	2.7 2.4 2.1 1.8 1.5 1.2 0.9 0.6 0.3 0.0
	0.0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2.1 2.4 2.7	2.7 2.4 2.1 1.8 1.5 1.2 0.9 0.6 0.3 0.0

图1: 原波纹型式下的金属温度

详情请联系

有关豪顿向全球工业提供的其它空气动力学产品和服务, 请访问我们的网站:
www.howden.com

波纹型式	烟气	空气
HS7	318.4 319.8 321.2 322.5 323.8 324.9 326.1 327.2 328.2 329.2	329.2 328.0 326.8 325.6 324.4 323.2 322.0 320.8 319.6 318.4
	305.2 306.6 307.9 309.2 310.5 311.7 312.9 314.0 315.2 316.3	316.3 315.0 313.8 312.6 311.4 310.1 308.9 307.7 306.5 305.2
	291.9 293.2 294.5 295.8 297.0 298.3 299.5 300.7 301.9 303.0	303.0 301.8 300.6 299.3 298.1 296.8 295.6 294.4 293.1 291.9
	276.3 279.6 280.9 282.2 283.4 284.7 285.9 287.2 288.4 289.6	289.6 288.3 287.1 285.8 284.6 283.3 282.1 280.8 279.6 278.3
HS7	264.5 265.8 267.1 268.4 269.7 270.9 272.2 273.5 274.7 275.9	275.9 274.7 273.4 272.1 270.9 269.6 268.3 267.1 265.8 264.5
	250.6 251.9 253.2 254.5 255.7 257.0 258.3 259.6 260.8 262.1	262.1 260.8 259.6 258.2 257.0 255.7 254.4 253.1 251.9 250.6
	236.5 237.8 239.1 240.4 241.7 242.9 244.2 245.5 246.8 248.1	248.1 246.8 245.5 244.2 242.9 241.6 240.3 239.0 237.7 236.5
	222.5 223.8 225.1 226.4 227.7 228.9 230.2 231.5 232.8 234.1	234.1 232.8 231.5 230.2 228.9 227.7 226.4 225.1 223.8 222.5
HS7	207.8 209.1 210.4 211.7 213.0 214.3 215.7 217.0 218.3 219.6	219.6 218.3 217.0 215.6 214.3 213.0 211.7 210.4 209.1 207.8
	193.3 194.6 195.9 197.2 198.6 199.9 201.2 202.5 203.8 205.1	205.1 203.8 202.4 201.1 199.8 198.5 197.2 195.9 194.6 193.3
	178.7 180.0 181.3 182.6 184.0 185.3 186.6 187.9 189.2 190.6	190.6 189.2 187.9 186.5 185.1 183.8 182.5 181.2 179.9 178.7
	164.0 165.3 166.6 168.0 169.3 170.6 171.9 173.3 174.6 175.9	175.9 174.5 173.1 171.7 170.4 169.1 167.8 166.5 165.2 164.0
HC12	149.2 150.6 151.9 153.2 154.6 155.9 157.2 158.5 159.9 161.2	161.2 159.7 158.3 156.9 155.6 154.2 152.9 151.7 150.5 149.2
	151.9 153.2 154.6 155.9 157.2 158.5 159.9 161.2 162.5 163.9	163.9 162.5 161.2 159.9 158.5 157.2 155.9 154.6 153.2 151.9
	136.0 137.3 138.7 140.0 141.4 142.8 144.2 145.6 147.0 148.3	148.3 146.8 145.4 144.0 142.6 141.2 139.8 138.5 137.2 136.0
	119.8 121.1 122.5 123.8 125.2 126.5 127.8 129.2 130.5 131.8	131.8 129.8 128.3 126.8 125.4 124.1 122.7 121.4 120.2 119.0
HC12	103.2 104.5 105.9 107.3 108.6 110.0 111.4 112.8 114.2 115.5	115.5 114.2 112.8 111.4 110.0 108.6 107.3 105.9 104.5 103.2
	86.6 88.0 89.3 90.7 92.1 93.4 94.8 96.1 97.5 98.8	98.8 97.5 96.1 94.7 93.3 92.0 90.6 89.3 87.9 86.6
	69.8 71.2 72.6 73.9 75.3 76.7 78.0 79.4 80.8 82.1	82.1 80.7 79.3 77.9 76.5 75.2 73.8 72.5 71.1 69.8
	52.9 54.3 55.7 57.1 58.4 59.8 61.2 62.5 63.9 65.3	65.3 63.8 62.4 61.0 59.6 58.2 56.9 55.6 54.2 52.9
HC12	36.0 37.3 38.7 40.0 41.4 42.8 44.2 45.6 47.0 48.3	48.3 46.8 45.4 44.0 42.6 41.2 39.8 38.5 37.2 36.0
	19.8 21.1 22.5 23.8 25.2 26.5 27.8 29.2 30.5 31.8	31.8 29.8 28.3 26.8 25.4 24.1 22.7 21.4 20.2 19.0
	3.2 4.5 5.9 7.3 8.6 10.0 11.4 12.8 14.2 15.5	15.5 14.2 12.8 11.4 10.0 8.6 7.3 5.9 4.5 3.2
	1.6 1.9 2.3 2.6 2.9 3.2 3.5 3.8 4.1 4.4	4.4 4.1 3.8 3.5 3.2 2.9 2.6 2.3 1.9 1.6

注: 标为绿色的区域, 其温度低于酸露点。

图2: 新波纹型式下的金属温度

例1: 通过改变元件波形来提高效率、降低压降。

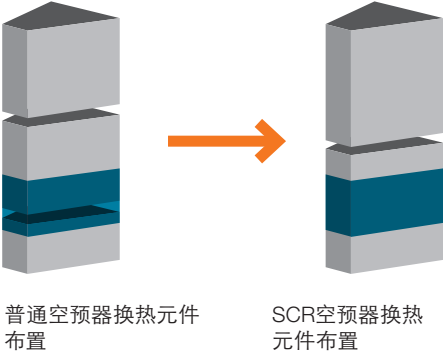
回转式再生空预器的一个典型问题就是, 随着运行工况的变化及设备老化, 空预器会出现效率下降和压降上升的情况。更换成新型的换热元件, 是改善空预器运行的最简单易行的方法。但提高空预器的热效率往往会导致空预器冷端温度低于酸露点, 容易产生堵灰和腐蚀 (见图1)。同时, 随着效率的提高, 会伴随着压降增大和堵灰加速的趋势。

为了避免堵灰和腐蚀, 通常将低于酸露点温度保持在空预器冷端, 这里吹灰器清洗效果最彻底 (图2)。如条件允许, 冷端采用低合金耐腐蚀不锈钢或搪瓷元件, 也有助于减少腐蚀。因此, 选择了正确的换热元件类型, 也就选择了效率、压降和易清洁性的完美结合。

例3: SCR脱硝空预器换热元件

SCR脱硝空预器对换热元件要求非常高, 以适应恶劣的运行环境的要求。可是, SCR催化剂上游需要注入一定比例的氨以促进NO_x还原, 而氨气可能会逸出SCR反应器, 与硫酸结合形成硫酸氢铵 (ABS), 硫酸氢铵的反应生成温度较高, 一般在150–200/230°C之间 (具体温度取决于工况), 其凝结物具有很大的粘性, 易附在换热元件表面, 从而加速堵灰和腐蚀、增加清洗难度。

这一问题最好的解决办法通常是, 提高冷端换热元件的高度, 并将换热元件由三层改为两层 (见图4), 同时采用能够改进换热效率并降低清洗难度的元件波型。提高冷端换热元件高度并采用专门设计的换热元件波形, 可大大提高吹灰器效率、有利于去除硫酸氢铵凝结物。



普通空预器换热元件布置

SCR空预器换热元件布置

硫酸氢铵生成带

图4: 将三层换热元件变为两层, 使硫酸氢铵生成温度区布置在冷端换热元件层, 方便用吹灰器有效进行清洗。

例2: 通过改变元件波形提高易清洗性

堵灰问题通常出现在传统燃煤或燃油电厂的回转式空预器上。酸露点或水露点的特性、使用高含硫燃料、上游SCR运行不佳、高结渣燃料产生的“爆米花状的灰”以及许多其他因素, 都会导致堵灰过多甚至堵塞, 从而造成压降上升到不可接受的数值。通过开展大量研究和实验室测试, 豪顿向市场推出了新型换热元件波纹型式: HC换热元件™ (图3), 并申请了专利。该元件具有独特的波纹通道设计, 提高了吹灰和冲

洗能力, 能够更好的阻止压降上升趋势。这些换热元件由直通道和鱼骨形的波纹构成, 提供卓越的耐污染和堵灰性能, 并且改善了吹灰和高压水洗的效果, 从而压制压降的上升。

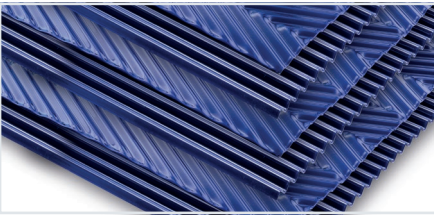


图3: HC换热元件™波形