训练 VAE，潜在维度 = 5 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.4922 (重构: 19.7254, KL: 78.5450, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 12.5851 (重构: 11.6648, KL: 22.3306, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 11.7863 (重构: 11.1443, KL: 18.6085, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 11.5104 (重构: 11.2936, KL: 17.4250, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 11.3940 (重构: 10.2908, KL: 16.8469, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 11.3593 (重构: 10.2648, KL: 16.1391, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 11.3708 (重构: 10.6615, KL: 15.6255, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 11.4056 (重构: 10.4143, KL: 15.3093, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 11.4539 (重构: 10.1611, KL: 14.7459, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 11.5115 (重构: 10.2833, KL: 14.5816, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 11.5835 (重构: 10.2303, KL: 14.0734, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 11.5269 (重构: 10.3107, KL: 14.2157, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 11.4696 (重构: 10.2913, KL: 14.0960, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 11.4171 (重构: 10.3535, KL: 14.3408, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 11.3732 (重构: 10.4116, KL: 14.1534, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 11.3323 (重构: 9.6124, KL: 14.2293, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 11.3010 (重构: 10.0186, KL: 14.1557, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 11.2657 (重构: 9.7076, KL: 14.1136, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 11.2356 (重构: 10.4299, KL: 14.1729, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 11.2058 (重构: 9.7654, KL: 14.3105, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 11.1772 (重构: 9.9983, KL: 14.2342, 权重: 0.10)

潜在维度 5 的 VAF = 0.6996

训练 VAE，潜在维度 = 10 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 26.0747 (重构: 20.5223, KL: 81.0889, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.4528 (重构: 11.1590, KL: 35.8957, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 10.2637 (重构: 9.7203, KL: 31.1132, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.9913 (重构: 9.5009, KL: 28.3258, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.9759 (重构: 9.1139, KL: 26.7413, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 10.0282 (重构: 9.1200, KL: 25.1447, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 10.1043 (重构: 8.5731, KL: 23.2931, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 10.2076 (重构: 8.4508, KL: 22.2206, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 10.3276 (重构: 9.0246, KL: 21.7329, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.4571 (重构: 8.6683, KL: 20.8573, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.6005 (重构: 8.4613, KL: 20.1070, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.5392 (重构: 8.7312, KL: 19.8888, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.4890 (重构: 8.9211, KL: 20.1947, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.4528 (重构: 8.4513, KL: 19.8998, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.4154 (重构: 8.5430, KL: 19.6605, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.3841 (重构: 8.3575, KL: 19.7039, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.3533 (重构: 8.4613, KL: 20.0297, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.3333 (重构: 7.9637, KL: 19.5691, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.3111 (重构: 8.2045, KL: 19.6912, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.2912 (重构: 8.1641, KL: 20.0436, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.2698 (重构: 8.7077, KL: 20.3583, 权重: 0.10)

潜在维度 10 的 VAF = 0.7529

训练 VAE，潜在维度 = 15 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.5399 (重构: 20.4009, KL: 82.8973, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.5219 (重构: 10.1407, KL: 46.0936, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.6618 (重构: 8.9740, KL: 39.8588, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.3260 (重构: 8.0728, KL: 35.1604, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3203 (重构: 8.1740, KL: 32.0100, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4319 (重构: 7.5215, KL: 29.7931, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.5803 (重构: 8.3680, KL: 28.7462, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7562 (重构: 7.8109, KL: 26.4567, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9233 (重构: 8.0150, KL: 25.6433, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1107 (重构: 8.0309, KL: 24.4940, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.2905 (重构: 8.3090, KL: 24.2915, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2364 (重构: 8.0233, KL: 23.2287, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.1914 (重构: 8.1197, KL: 23.8130, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1613 (重构: 7.5707, KL: 23.0898, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1315 (重构: 8.0182, KL: 23.2337, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.0990 (重构: 7.9267, KL: 23.1935, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0740 (重构: 7.7275, KL: 23.0952, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0533 (重构: 7.8714, KL: 23.1767, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0242 (重构: 8.0075, KL: 23.8538, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0136 (重构: 7.6281, KL: 23.3406, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 9.9959 (重构: 7.8610, KL: 23.5707, 权重: 0.10)

潜在维度 15 的 VAF = 0.7785

训练 VAE，潜在维度 = 20 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.6196 (重构: 20.4451, KL: 102.3534, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.1507 (重构: 10.1991, KL: 55.5705, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.9494 (重构: 9.1771, KL: 45.0397, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.6080 (重构: 8.6835, KL: 38.1008, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.5093 (重构: 8.4588, KL: 32.9927, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.6181 (重构: 8.0174, KL: 30.5051, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.7659 (重构: 7.9359, KL: 28.4925, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.9373 (重构: 8.1633, KL: 27.1065, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 10.1114 (重构: 7.8656, KL: 25.5019, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.2816 (重构: 8.0657, KL: 24.5483, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.4518 (重构: 8.3003, KL: 23.7765, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.3967 (重构: 8.4140, KL: 23.2378, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.3425 (重构: 7.9133, KL: 23.0784, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.3126 (重构: 8.0841, KL: 23.0027, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.2755 (重构: 7.7252, KL: 23.0144, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.2484 (重构: 7.8959, KL: 22.7570, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.2205 (重构: 7.9354, KL: 23.3082, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.1962 (重构: 8.0585, KL: 22.8681, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.1811 (重构: 8.0352, KL: 22.8306, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.1556 (重构: 7.9764, KL: 22.9207, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.1366 (重构: 8.0451, KL: 23.0042, 权重: 0.10)

潜在维度 20 的 VAF = 0.7721

训练 VAE，潜在维度 = 25 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.1044 (重构: 19.8618, KL: 120.2561, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.0453 (重构: 10.6163, KL: 61.7215, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.9499 (重构: 8.9156, KL: 48.4610, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.4982 (重构: 8.0462, KL: 40.0181, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3858 (重构: 7.6802, KL: 35.1488, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4280 (重构: 7.7727, KL: 31.9849, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.5693 (重构: 7.9137, KL: 30.3781, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7568 (重构: 7.6314, KL: 28.5702, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9420 (重构: 8.1340, KL: 27.4539, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1243 (重构: 7.5877, KL: 26.0028, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3098 (重构: 7.8913, KL: 25.0089, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2455 (重构: 8.0593, KL: 25.0678, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2011 (重构: 7.2064, KL: 23.9165, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1639 (重构: 7.7728, KL: 24.3151, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1362 (重构: 7.6883, KL: 24.7613, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1057 (重构: 7.3945, KL: 24.6497, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0807 (重构: 7.7941, KL: 24.7357, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0532 (重构: 7.5390, KL: 24.4698, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0309 (重构: 7.6809, KL: 24.4858, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0092 (重构: 7.3302, KL: 24.1166, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 9.9998 (重构: 7.6912, KL: 25.1053, 权重: 0.10)

潜在维度 25 的 VAF = 0.7853

训练 VAE，潜在维度 = 30 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.0995 (重构: 19.1026, KL: 136.4541, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.6556 (重构: 10.0247, KL: 67.9397, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.5804 (重构: 8.7185, KL: 48.8515, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.2576 (重构: 8.1472, KL: 38.4247, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.2727 (重构: 7.5449, KL: 34.3095, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4278 (重构: 7.9555, KL: 32.1592, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6083 (重构: 8.1545, KL: 30.2440, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7844 (重构: 7.7494, KL: 28.6293, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9766 (重构: 7.6241, KL: 26.6753, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1649 (重构: 7.7265, KL: 25.7228, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3289 (重构: 7.8929, KL: 24.2617, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2720 (重构: 7.8912, KL: 24.2429, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2290 (重构: 7.7549, KL: 23.9437, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1805 (重构: 7.9087, KL: 23.8728, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1501 (重构: 7.6361, KL: 23.9571, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1169 (重构: 8.0105, KL: 24.1511, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0864 (重构: 7.9724, KL: 24.1530, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0627 (重构: 7.8604, KL: 24.0296, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0398 (重构: 7.5435, KL: 24.0003, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0226 (重构: 7.5162, KL: 24.3659, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0059 (重构: 7.4438, KL: 24.2497, 权重: 0.10)

潜在维度 30 的 VAF = 0.7820

训练 VAE，潜在维度 = 35 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.6056 (重构: 19.3152, KL: 149.5280, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.2155 (重构: 10.6565, KL: 65.9479, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.9344 (重构: 8.6159, KL: 45.6669, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.5518 (重构: 8.6606, KL: 36.1732, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.4850 (重构: 8.4572, KL: 32.4250, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.6067 (重构: 7.8547, KL: 30.2939, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.7656 (重构: 7.8853, KL: 27.9625, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.9267 (重构: 7.7893, KL: 26.6779, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 10.1018 (重构: 7.9570, KL: 25.6214, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.2835 (重构: 8.1586, KL: 24.5255, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.4507 (重构: 7.9737, KL: 23.2718, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.3945 (重构: 8.0060, KL: 23.1463, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.3465 (重构: 8.1973, KL: 23.2664, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.3107 (重构: 7.9526, KL: 23.2826, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.2782 (重构: 8.0390, KL: 22.7535, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.2410 (重构: 7.8355, KL: 22.7794, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.2204 (重构: 8.0766, KL: 22.7490, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.2029 (重构: 8.2746, KL: 23.6164, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.1782 (重构: 7.9317, KL: 22.6366, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.1621 (重构: 7.6798, KL: 22.7813, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.1420 (重构: 7.7905, KL: 23.0821, 权重: 0.10)

潜在维度 35 的 VAF = 0.7729

训练 VAE，潜在维度 = 40 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.1214 (重构: 18.4570, KL: 144.4252, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.2992 (重构: 10.4483, KL: 67.6254, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8189 (重构: 8.8433, KL: 42.8393, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.5177 (重构: 8.1118, KL: 36.0307, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.4008 (重构: 8.0736, KL: 31.8186, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4933 (重构: 7.8155, KL: 29.5278, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6444 (重构: 8.2241, KL: 28.3650, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7958 (重构: 8.0257, KL: 26.4824, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9659 (重构: 7.7024, KL: 25.2580, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1437 (重构: 8.0986, KL: 24.0152, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3223 (重构: 8.2391, KL: 23.3036, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2719 (重构: 8.1919, KL: 23.2232, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2355 (重构: 7.8834, KL: 23.2325, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1930 (重构: 7.7534, KL: 22.9732, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1625 (重构: 7.9770, KL: 23.8420, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1373 (重构: 7.9079, KL: 23.0124, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1135 (重构: 7.6953, KL: 22.9772, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0945 (重构: 7.5991, KL: 22.6156, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0691 (重构: 7.5849, KL: 23.0396, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0496 (重构: 8.1485, KL: 23.2180, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0358 (重构: 7.6808, KL: 22.9501, 权重: 0.10)

潜在维度 40 的 VAF = 0.7746

训练 VAE，潜在维度 = 45 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.3715 (重构: 19.4710, KL: 145.6598, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.9197 (重构: 10.0185, KL: 70.9697, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8127 (重构: 8.7993, KL: 43.8134, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.4742 (重构: 8.3120, KL: 32.9690, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3918 (重构: 8.1997, KL: 30.4583, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4866 (重构: 8.2891, KL: 28.3816, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6357 (重构: 8.1301, KL: 27.2319, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7941 (重构: 7.9346, KL: 25.8137, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9639 (重构: 7.9391, KL: 24.2756, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1320 (重构: 8.0305, KL: 23.2183, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3082 (重构: 8.0069, KL: 22.8051, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2561 (重构: 8.0886, KL: 22.5675, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2074 (重构: 7.8951, KL: 22.5502, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1785 (重构: 8.0474, KL: 22.2623, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1448 (重构: 8.0341, KL: 22.3503, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1177 (重构: 7.9224, KL: 22.4023, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0929 (重构: 8.0359, KL: 22.1288, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0640 (重构: 7.6708, KL: 22.1769, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0496 (重构: 8.0148, KL: 22.7116, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0352 (重构: 7.8475, KL: 22.1511, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0199 (重构: 7.7099, KL: 22.1159, 权重: 0.10)

潜在维度 45 的 VAF = 0.7743

训练 VAE，潜在维度 = 50 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 24.8070 (重构: 18.2891, KL: 154.4455, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.2094 (重构: 10.2493, KL: 74.4366, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8482 (重构: 8.4605, KL: 48.6535, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.3980 (重构: 8.5272, KL: 37.9162, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3421 (重构: 8.3662, KL: 34.2063, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4562 (重构: 7.9848, KL: 31.5625, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6239 (重构: 7.8449, KL: 29.5801, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7977 (重构: 8.1280, KL: 27.9993, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9843 (重构: 8.0209, KL: 26.3952, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1778 (重构: 7.7113, KL: 25.2039, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3679 (重构: 8.1033, KL: 24.3377, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.3154 (重构: 8.2128, KL: 24.5284, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2730 (重构: 8.0788, KL: 24.0566, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.2437 (重构: 7.5853, KL: 23.4259, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.2053 (重构: 7.6486, KL: 23.9576, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1816 (重构: 7.8484, KL: 23.9788, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1540 (重构: 7.6574, KL: 23.6584, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.1310 (重构: 7.5338, KL: 23.6156, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.1145 (重构: 7.5832, KL: 23.5195, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0914 (重构: 7.6890, KL: 23.9264, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0722 (重构: 7.6626, KL: 23.8692, 权重: 0.10)

潜在维度 50 的 VAF = 0.7795

训练 VAE，潜在维度 = 55 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.4153 (重构: 19.0816, KL: 160.7993, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.1985 (重构: 10.2522, KL: 76.2764, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8910 (重构: 9.2258, KL: 44.4486, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.5628 (重构: 8.1910, KL: 35.7549, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.4801 (重构: 8.1624, KL: 31.0273, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.5717 (重构: 8.2600, KL: 28.6010, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.7087 (重构: 8.0517, KL: 26.9406, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.8675 (重构: 8.2439, KL: 25.9316, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 10.0308 (重构: 7.4817, KL: 24.1558, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1975 (重构: 8.3994, KL: 23.6654, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3677 (重构: 8.1485, KL: 22.7163, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.3201 (重构: 7.8415, KL: 22.3556, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2740 (重构: 8.3260, KL: 22.5805, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.2387 (重构: 8.1045, KL: 22.5306, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.2070 (重构: 7.8007, KL: 22.1813, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1760 (重构: 7.6993, KL: 22.2511, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1471 (重构: 7.6735, KL: 22.2345, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.1277 (重构: 7.6234, KL: 22.3206, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.1054 (重构: 8.0498, KL: 22.1873, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0791 (重构: 7.9384, KL: 22.0284, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0609 (重构: 7.9420, KL: 22.5856, 权重: 0.10)

潜在维度 55 的 VAF = 0.7709

训练 VAE，潜在维度 = 60 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.2070 (重构: 19.4200, KL: 162.8819, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.0773 (重构: 9.8142, KL: 76.7314, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8173 (重构: 9.2590, KL: 48.7803, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.3994 (重构: 8.3450, KL: 34.7636, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3976 (重构: 7.9620, KL: 30.5133, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.5146 (重构: 8.1650, KL: 29.1565, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6684 (重构: 7.9109, KL: 27.2148, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.8296 (重构: 7.6553, KL: 25.5762, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9989 (重构: 8.0403, KL: 24.7130, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1664 (重构: 7.7898, KL: 23.1467, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3389 (重构: 8.2863, KL: 22.7815, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2854 (重构: 7.6343, KL: 22.3569, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2396 (重构: 7.7176, KL: 22.5903, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.2030 (重构: 7.7845, KL: 22.4299, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1705 (重构: 7.6258, KL: 22.3469, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1394 (重构: 7.9692, KL: 22.1173, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1188 (重构: 7.9284, KL: 22.2803, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0864 (重构: 8.0126, KL: 22.6542, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0742 (重构: 7.8945, KL: 22.5752, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0552 (重构: 7.6217, KL: 22.4583, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0313 (重构: 7.8457, KL: 22.6097, 权重: 0.10)

潜在维度 60 的 VAF = 0.7722

训练 VAE，潜在维度 = 65 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.3463 (重构: 20.2866, KL: 153.1499, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.9239 (重构: 9.7784, KL: 76.8360, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.6339 (重构: 8.8005, KL: 45.0691, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.3955 (重构: 8.3428, KL: 36.0049, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3475 (重构: 7.7787, KL: 32.5284, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4353 (重构: 8.1444, KL: 30.6193, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.5912 (重构: 7.8877, KL: 28.4665, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.7625 (重构: 7.9238, KL: 27.0431, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9369 (重构: 7.8524, KL: 25.8364, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1050 (重构: 8.0974, KL: 24.8608, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.2886 (重构: 7.9795, KL: 23.2569, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2279 (重构: 7.9266, KL: 22.9871, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.1807 (重构: 7.9852, KL: 23.0321, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1353 (重构: 7.8486, KL: 22.9409, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.0994 (重构: 7.8365, KL: 23.1903, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.0695 (重构: 8.1351, KL: 23.1184, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0457 (重构: 7.8304, KL: 23.0190, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0307 (重构: 7.7393, KL: 23.1228, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0024 (重构: 7.8356, KL: 23.1354, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 9.9823 (重构: 7.5715, KL: 22.6317, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 9.9626 (重构: 7.6163, KL: 22.7971, 权重: 0.10)

潜在维度 65 的 VAF = 0.7796

训练 VAE，潜在维度 = 70 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.0356 (重构: 20.0771, KL: 159.4537, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.9451 (重构: 9.9453, KL: 74.5378, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.7735 (重构: 8.6026, KL: 44.6782, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.4951 (重构: 8.3128, KL: 36.1573, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3783 (重构: 8.2891, KL: 31.8985, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4986 (重构: 7.7216, KL: 29.5328, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6440 (重构: 7.9136, KL: 27.8637, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.8219 (重构: 7.9739, KL: 25.6548, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.9865 (重构: 8.1938, KL: 24.9649, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.1614 (重构: 7.9279, KL: 24.1200, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3307 (重构: 7.5602, KL: 22.3064, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.2885 (重构: 8.2726, KL: 23.1078, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2270 (重构: 8.3451, KL: 22.9009, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1890 (重构: 8.5442, KL: 22.8530, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.1623 (重构: 7.9536, KL: 22.4953, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.1303 (重构: 7.8127, KL: 21.8987, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1114 (重构: 7.5710, KL: 22.3466, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.0795 (重构: 7.8181, KL: 22.4235, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.0685 (重构: 7.8537, KL: 22.2352, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.0483 (重构: 7.8149, KL: 22.8227, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.0272 (重构: 7.6917, KL: 22.1982, 权重: 0.10)

潜在维度 70 的 VAF = 0.7739

训练 VAE，潜在维度 = 75 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 25.2883 (重构: 20.3937, KL: 159.1140, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.2710 (重构: 10.4764, KL: 72.8109, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.8860 (重构: 8.7301, KL: 46.3378, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.4497 (重构: 8.2622, KL: 35.8910, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.3579 (重构: 8.3548, KL: 31.6507, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.4171 (重构: 7.8676, KL: 29.4780, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.5492 (重构: 7.7062, KL: 28.0648, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.6995 (重构: 7.7545, KL: 26.6489, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 9.8734 (重构: 8.4757, KL: 25.3119, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.0455 (重构: 8.0481, KL: 24.2964, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.2237 (重构: 8.0566, KL: 23.4310, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.1727 (重构: 8.1589, KL: 22.9167, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.1400 (重构: 7.8405, KL: 22.8390, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.1006 (重构: 7.7772, KL: 22.9067, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.0666 (重构: 7.5863, KL: 22.4878, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.0364 (重构: 7.6990, KL: 22.9521, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.0132 (重构: 7.7836, KL: 22.6748, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 9.9979 (重构: 7.5647, KL: 22.9168, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 9.9721 (重构: 7.7125, KL: 22.9312, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 9.9532 (重构: 7.8977, KL: 23.1328, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 9.9343 (重构: 7.7688, KL: 22.7236, 权重: 0.10)

潜在维度 75 的 VAF = 0.7798

训练 VAE，潜在维度 = 80 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 24.7750 (重构: 19.0657, KL: 169.8181, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 11.1747 (重构: 10.1660, KL: 72.2063, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 9.9174 (重构: 8.8244, KL: 46.3257, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 9.6463 (重构: 8.4177, KL: 38.1074, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 9.4490 (重构: 8.3036, KL: 32.9737, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 9.5322 (重构: 7.8848, KL: 29.9892, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 9.6905 (重构: 8.2023, KL: 28.5516, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 9.8568 (重构: 8.1056, KL: 27.0141, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 10.0360 (重构: 8.3256, KL: 25.9058, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 10.2105 (重构: 7.7496, KL: 24.1979, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 10.3870 (重构: 8.3110, KL: 23.1437, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 10.3396 (重构: 8.0620, KL: 23.3203, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 10.2957 (重构: 7.9488, KL: 22.9486, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 10.2585 (重构: 8.0206, KL: 23.0040, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 10.2301 (重构: 7.9652, KL: 23.1794, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 10.2006 (重构: 7.7714, KL: 23.0005, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 10.1779 (重构: 7.7558, KL: 23.3810, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 10.1617 (重构: 7.9080, KL: 22.9279, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 10.1342 (重构: 7.7616, KL: 23.0870, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 10.1183 (重构: 7.7054, KL: 22.7726, 权重: 0.10)

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

Epoch 200/200 - 平均损失: 10.1041 (重构: 7.8331, KL: 22.8419, 权重: 0.10)

潜在维度 80 的 VAF = 0.7746

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

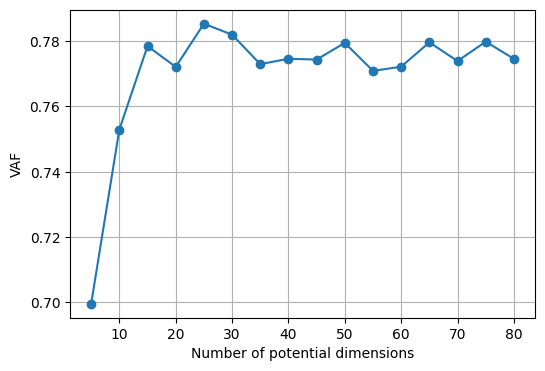
WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.

WARNING:matplotlib.font\_manager:findfont: Font family 'Latin Modern Roman' not found.



VAF by N synergies: {5: np.float32(0.69958615), 10: np.float32(0.7529255), 15: np.float32(0.7784629), 20: np.float32(0.7721025), 25: np.float32(0.7853225), 30: np.float32(0.7819768), 35: np.float32(0.7729398), 40: np.float32(0.7745987), 45: np.float32(0.7743377), 50: np.float32(0.779463), 55: np.float32(0.7708807), 60: np.float32(0.77216035), 65: np.float32(0.77962077), 70: np.float32(0.7738948), 75: np.float32(0.7798216), 80: np.float32(0.7745812)}