训练 VAE，潜在维度 = 5 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 32.1600 (重构: 26.8015, KL: 41.5263, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 8.8053 (重构: 8.9361, KL: 24.6773, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.4633 (重构: 7.2149, KL: 19.2871, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.0530 (重构: 6.4133, KL: 17.2285, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8644 (重构: 5.6834, KL: 16.4481, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.7688 (重构: 5.9970, KL: 15.7562, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.7533 (重构: 6.0489, KL: 15.3504, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.7868 (重构: 6.1475, KL: 14.7703, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.8061 (重构: 5.6003, KL: 13.9349, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.8567 (重构: 5.3603, KL: 14.0011, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.9290 (重构: 5.5755, KL: 13.6847, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.8460 (重构: 5.4883, KL: 13.8605, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.7778 (重构: 5.6608, KL: 13.6628, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.7189 (重构: 5.1793, KL: 13.2848, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.6785 (重构: 5.2385, KL: 13.5692, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.6321 (重构: 5.0280, KL: 13.6052, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.5939 (重构: 5.1790, KL: 13.6203, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.5492 (重构: 5.0827, KL: 13.5715, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.5132 (重构: 5.0452, KL: 13.7155, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.4901 (重构: 5.4677, KL: 13.8016, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.4570 (重构: 5.2903, KL: 13.3032, 权重: 0.10)

潜在维度 5 的 VAF = 0.8604

训练 VAE，潜在维度 = 10 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.9026 (重构: 27.0052, KL: 55.7657, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 8.2791 (重构: 7.9234, KL: 36.5251, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.1002 (重构: 6.6799, KL: 30.2627, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 6.6574 (重构: 6.0095, KL: 27.1299, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.5291 (重构: 5.4326, KL: 25.1439, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.4973 (重构: 5.5021, KL: 23.8349, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.4319 (重构: 5.2871, KL: 19.9543, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.4136 (重构: 4.8483, KL: 18.7371, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.4919 (重构: 4.8385, KL: 18.2294, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.5735 (重构: 5.0433, KL: 17.6194, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6532 (重构: 4.8026, KL: 16.6784, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.5931 (重构: 4.8850, KL: 16.3625, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5392 (重构: 4.8763, KL: 16.4933, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4855 (重构: 4.8965, KL: 16.4654, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4395 (重构: 4.6833, KL: 16.6242, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4030 (重构: 4.8611, KL: 16.9125, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3675 (重构: 4.9154, KL: 16.9320, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3411 (重构: 4.6588, KL: 15.8590, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3080 (重构: 4.6849, KL: 17.1503, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2748 (重构: 4.4101, KL: 16.1125, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2576 (重构: 4.3924, KL: 16.4916, 权重: 0.10)

潜在维度 10 的 VAF = 0.8802

训练 VAE，潜在维度 = 15 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.5019 (重构: 24.1065, KL: 70.3125, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.2847 (重构: 8.4591, KL: 45.0053, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.5409 (重构: 6.4674, KL: 37.3851, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.0958 (重构: 6.0487, KL: 32.8644, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8899 (重构: 5.7332, KL: 28.7500, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6773 (重构: 5.3708, KL: 23.4982, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5295 (重构: 5.2603, KL: 20.9345, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.4794 (重构: 4.8863, KL: 19.2086, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5198 (重构: 5.2273, KL: 17.9685, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.5890 (重构: 5.0977, KL: 17.0379, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6892 (重构: 4.9837, KL: 15.9031, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.5944 (重构: 4.8497, KL: 16.1948, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5654 (重构: 5.1732, KL: 16.2077, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4828 (重构: 4.7093, KL: 16.1551, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4513 (重构: 5.1275, KL: 16.1047, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4115 (重构: 4.7222, KL: 16.2557, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3679 (重构: 5.0609, KL: 16.7868, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3276 (重构: 4.6472, KL: 16.2003, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3043 (重构: 4.5809, KL: 16.4942, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2891 (重构: 4.4906, KL: 16.2163, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2655 (重构: 4.3913, KL: 16.1230, 权重: 0.10)

潜在维度 15 的 VAF = 0.8765

训练 VAE，潜在维度 = 20 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 32.0184 (重构: 27.2725, KL: 66.5125, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.1702 (重构: 8.6061, KL: 48.3435, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.7427 (重构: 7.6522, KL: 37.8925, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.2641 (重构: 6.6601, KL: 30.1329, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8885 (重构: 5.6544, KL: 25.0727, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6525 (重构: 5.3453, KL: 23.5245, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5283 (重构: 5.5510, KL: 20.9699, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5500 (重构: 5.4439, KL: 19.7778, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5902 (重构: 4.9742, KL: 19.0442, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6602 (重构: 4.9297, KL: 18.0428, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7799 (重构: 4.9740, KL: 18.0610, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6739 (重构: 4.8812, KL: 17.9551, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5880 (重构: 4.8776, KL: 17.4757, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5460 (重构: 4.8653, KL: 18.0508, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4932 (重构: 4.7055, KL: 17.4921, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4480 (重构: 4.6532, KL: 17.6281, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4100 (重构: 4.7323, KL: 17.4007, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3770 (重构: 4.6861, KL: 17.7558, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3512 (重构: 4.5654, KL: 17.0884, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3100 (重构: 4.5676, KL: 17.9384, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2959 (重构: 4.3509, KL: 17.8021, 权重: 0.10)

潜在维度 20 的 VAF = 0.8815

训练 VAE，潜在维度 = 25 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.4733 (重构: 26.4363, KL: 66.7452, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.2725 (重构: 8.4827, KL: 54.1283, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.7045 (重构: 7.1693, KL: 39.0447, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.1580 (重构: 6.5063, KL: 31.2856, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8578 (重构: 6.0701, KL: 25.0013, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6303 (重构: 5.2404, KL: 21.7797, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5145 (重构: 5.2359, KL: 20.0896, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.4782 (重构: 5.0457, KL: 19.0154, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5269 (重构: 5.2275, KL: 18.0884, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6017 (重构: 5.0310, KL: 17.0481, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6880 (重构: 5.0818, KL: 16.5439, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6173 (重构: 4.8326, KL: 17.1662, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5636 (重构: 4.7071, KL: 16.8674, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5262 (重构: 4.9266, KL: 16.3034, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4550 (重构: 4.8978, KL: 16.2760, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4172 (重构: 4.7837, KL: 16.9910, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3828 (重构: 4.7773, KL: 16.5962, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3605 (重构: 4.6329, KL: 17.0050, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3253 (重构: 4.8099, KL: 16.7120, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2983 (重构: 4.5491, KL: 16.1838, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2734 (重构: 4.4855, KL: 16.2776, 权重: 0.10)

潜在维度 25 的 VAF = 0.8791

训练 VAE，潜在维度 = 30 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 32.0495 (重构: 25.1125, KL: 66.5402, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 8.7858 (重构: 7.6777, KL: 64.6065, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.4899 (重构: 6.3263, KL: 46.1541, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 6.9958 (重构: 6.1214, KL: 35.3856, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.6025 (重构: 5.4481, KL: 26.6054, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.3802 (重构: 5.4526, KL: 22.9425, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.3147 (重构: 4.8579, KL: 20.0698, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.3701 (重构: 4.8861, KL: 19.6673, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.4620 (重构: 5.1147, KL: 20.1159, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.5606 (重构: 5.0410, KL: 18.8565, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6560 (重构: 4.7115, KL: 18.1929, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.5985 (重构: 4.5184, KL: 17.6371, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5519 (重构: 4.8654, KL: 17.7459, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4886 (重构: 4.9624, KL: 17.4690, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4297 (重构: 4.7749, KL: 17.3773, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4074 (重构: 4.9476, KL: 17.8678, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3508 (重构: 4.4030, KL: 17.2042, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3395 (重构: 4.4201, KL: 16.9713, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3032 (重构: 4.3026, KL: 16.8911, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2779 (重构: 4.5035, KL: 17.6735, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2654 (重构: 4.4044, KL: 17.1557, 权重: 0.10)

潜在维度 30 的 VAF = 0.8824

训练 VAE，潜在维度 = 35 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 32.1121 (重构: 26.5944, KL: 80.4399, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.0162 (重构: 7.8810, KL: 64.7600, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.6339 (重构: 6.6665, KL: 46.0076, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.1315 (重构: 6.5653, KL: 33.0388, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.7560 (重构: 6.0804, KL: 24.4205, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6093 (重构: 5.3021, KL: 21.6201, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5660 (重构: 5.2111, KL: 19.9944, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5554 (重构: 5.2431, KL: 18.7944, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.6039 (重构: 5.4644, KL: 17.9836, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6797 (重构: 5.0147, KL: 17.6417, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7361 (重构: 4.9925, KL: 16.4661, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6560 (重构: 5.1252, KL: 16.5795, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5895 (重构: 5.0026, KL: 15.5923, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5373 (重构: 4.8633, KL: 16.4519, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4836 (重构: 4.8737, KL: 16.1352, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4451 (重构: 4.4384, KL: 16.0872, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4088 (重构: 4.8816, KL: 16.5805, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3840 (重构: 4.7840, KL: 16.1733, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3621 (重构: 4.5823, KL: 15.9976, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3287 (重构: 4.5689, KL: 16.2658, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.3062 (重构: 4.5869, KL: 15.9251, 权重: 0.10)

潜在维度 35 的 VAF = 0.8768

训练 VAE，潜在维度 = 40 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.9414 (重构: 26.2238, KL: 73.8087, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.1002 (重构: 8.2773, KL: 62.6705, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.8646 (重构: 6.6635, KL: 41.6072, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.2413 (重构: 6.3692, KL: 32.5534, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.9532 (重构: 6.3162, KL: 26.2070, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.7196 (重构: 5.2711, KL: 22.5244, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.6383 (重构: 5.5579, KL: 19.6044, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5878 (重构: 5.2346, KL: 17.8460, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5645 (重构: 4.8250, KL: 16.5206, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6089 (重构: 4.6673, KL: 15.5347, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6957 (重构: 5.2132, KL: 15.1419, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6328 (重构: 5.0288, KL: 15.2961, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5782 (重构: 4.9657, KL: 15.6199, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5225 (重构: 4.8221, KL: 15.7256, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4900 (重构: 5.0417, KL: 15.6718, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4416 (重构: 4.8959, KL: 15.8232, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4096 (重构: 4.7934, KL: 15.6900, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3687 (重构: 4.9846, KL: 15.9183, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3378 (重构: 4.8543, KL: 15.9748, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3161 (重构: 4.7466, KL: 15.8786, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2884 (重构: 4.4221, KL: 14.7431, 权重: 0.10)

潜在维度 40 的 VAF = 0.8740

训练 VAE，潜在维度 = 45 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.8557 (重构: 26.8276, KL: 90.5091, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.3303 (重构: 8.5002, KL: 73.0753, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.8881 (重构: 7.2776, KL: 45.8247, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.3786 (重构: 6.7247, KL: 36.4107, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.9993 (重构: 5.9691, KL: 27.9945, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.8000 (重构: 6.2773, KL: 24.0231, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.6731 (重构: 5.2107, KL: 20.7598, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.6238 (重构: 4.9591, KL: 18.8079, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.6305 (重构: 5.0508, KL: 17.6928, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6698 (重构: 5.0872, KL: 16.8865, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6949 (重构: 5.2270, KL: 16.1057, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6075 (重构: 4.6501, KL: 16.0497, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5435 (重构: 5.2785, KL: 16.1228, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4800 (重构: 5.0586, KL: 16.1410, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4539 (重构: 5.1618, KL: 16.4733, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.3979 (重构: 4.5764, KL: 15.4608, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3644 (重构: 4.8924, KL: 15.6751, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3328 (重构: 4.8443, KL: 15.4714, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.2903 (重构: 4.7480, KL: 15.5469, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2697 (重构: 4.8171, KL: 16.3543, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2439 (重构: 4.7389, KL: 15.7849, 权重: 0.10)

潜在维度 45 的 VAF = 0.8776

训练 VAE，潜在维度 = 50 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.5979 (重构: 25.9585, KL: 85.8179, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 8.9704 (重构: 8.5080, KL: 69.4182, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.8089 (重构: 7.1502, KL: 43.4480, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.1351 (重构: 6.1162, KL: 31.1344, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8416 (重构: 6.1548, KL: 27.1429, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6624 (重构: 5.5078, KL: 22.4303, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.4213 (重构: 5.2769, KL: 18.2689, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.3932 (重构: 5.2037, KL: 17.1140, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.4407 (重构: 4.9716, KL: 16.0568, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.5098 (重构: 4.7662, KL: 15.6920, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6165 (重构: 5.1314, KL: 15.5081, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.5478 (重构: 4.7856, KL: 15.2192, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5016 (重构: 5.0301, KL: 15.8350, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4627 (重构: 4.9587, KL: 15.7637, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4017 (重构: 4.9173, KL: 15.6930, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.3778 (重构: 4.6091, KL: 15.6892, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3340 (重构: 4.8387, KL: 15.8421, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3004 (重构: 4.9468, KL: 16.2497, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.2736 (重构: 4.6218, KL: 15.6015, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2383 (重构: 4.8432, KL: 15.2563, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2112 (重构: 4.5690, KL: 15.4614, 权重: 0.10)

潜在维度 50 的 VAF = 0.8779

训练 VAE，潜在维度 = 55 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.6318 (重构: 25.7357, KL: 90.0994, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.7096 (重构: 8.4643, KL: 72.2236, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 8.3226 (重构: 7.7324, KL: 39.4222, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.7130 (重构: 6.8410, KL: 29.0679, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 7.5088 (重构: 6.9464, KL: 25.3648, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 7.2816 (重构: 6.3491, KL: 21.3252, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 7.1100 (重构: 6.4756, KL: 19.0056, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.9919 (重构: 6.3068, KL: 17.5619, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.8682 (重构: 5.8178, KL: 15.7074, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.8885 (重构: 5.3150, KL: 15.2025, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.9322 (重构: 5.0077, KL: 14.8339, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.8471 (重构: 5.0618, KL: 14.6155, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.7610 (重构: 5.4043, KL: 14.2402, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.6910 (重构: 5.1985, KL: 14.4986, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.6388 (重构: 5.2476, KL: 14.7267, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.5801 (重构: 5.5441, KL: 14.3334, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.5242 (重构: 4.9939, KL: 14.5527, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.4871 (重构: 4.6665, KL: 14.7241, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.4496 (重构: 5.4911, KL: 14.6550, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.4056 (重构: 5.0378, KL: 14.5063, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.3939 (重构: 5.0915, KL: 14.4026, 权重: 0.10)

潜在维度 55 的 VAF = 0.8681

训练 VAE，潜在维度 = 60 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.5871 (重构: 25.1382, KL: 83.5919, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.6214 (重构: 9.2362, KL: 68.0755, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.8883 (重构: 7.6504, KL: 41.3173, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.2603 (重构: 6.5673, KL: 30.8242, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8775 (重构: 6.0909, KL: 23.1171, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6436 (重构: 5.6933, KL: 19.1022, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5940 (重构: 5.7425, KL: 18.2277, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5782 (重构: 5.8478, KL: 16.1981, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5924 (重构: 5.4644, KL: 15.7022, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6510 (重构: 5.4781, KL: 15.3658, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7223 (重构: 5.3425, KL: 15.0232, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6512 (重构: 5.1752, KL: 15.0110, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5740 (重构: 5.2018, KL: 15.0452, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5248 (重构: 5.2180, KL: 14.9360, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4830 (重构: 4.8244, KL: 14.1481, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4351 (重构: 4.9849, KL: 14.9540, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4048 (重构: 4.8383, KL: 14.6700, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3819 (重构: 4.8180, KL: 14.5712, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3479 (重构: 4.9690, KL: 14.5966, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3068 (重构: 4.8552, KL: 14.3849, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2713 (重构: 4.7848, KL: 15.0234, 权重: 0.10)

潜在维度 60 的 VAF = 0.8724

训练 VAE，潜在维度 = 65 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 32.2134 (重构: 27.1564, KL: 65.6948, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.1081 (重构: 8.5313, KL: 72.6500, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.8453 (重构: 6.7282, KL: 44.1992, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.2730 (重构: 6.2887, KL: 30.2660, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.8202 (重构: 6.0384, KL: 23.8500, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.6024 (重构: 5.8281, KL: 20.3654, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.5089 (重构: 5.7124, KL: 18.3735, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5346 (重构: 5.3897, KL: 17.5396, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.5817 (重构: 5.0339, KL: 16.0327, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6588 (重构: 5.2617, KL: 16.4508, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7302 (重构: 5.2711, KL: 15.8530, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6623 (重构: 4.9122, KL: 16.2866, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5983 (重构: 5.0010, KL: 15.5528, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5313 (重构: 5.0399, KL: 15.6857, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4826 (重构: 4.9787, KL: 15.9084, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4476 (重构: 4.8284, KL: 15.8493, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4094 (重构: 4.8866, KL: 15.9902, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3817 (重构: 4.4911, KL: 15.5443, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3468 (重构: 4.7403, KL: 15.7978, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3235 (重构: 4.6095, KL: 15.3564, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.3019 (重构: 4.7649, KL: 15.9128, 权重: 0.10)

潜在维度 65 的 VAF = 0.8757

训练 VAE，潜在维度 = 70 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.7551 (重构: 25.5112, KL: 84.6379, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.5010 (重构: 8.3908, KL: 75.4905, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 8.2358 (重构: 7.1958, KL: 44.2153, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.4973 (重构: 6.4152, KL: 29.7966, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 7.1105 (重构: 6.0447, KL: 24.0001, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.8468 (重构: 5.9545, KL: 19.0217, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.7003 (重构: 5.5307, KL: 17.3844, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.6466 (重构: 5.7737, KL: 16.1777, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.6262 (重构: 5.1308, KL: 15.3486, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6747 (重构: 5.3217, KL: 15.0979, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7460 (重构: 5.0233, KL: 14.2627, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6789 (重构: 5.3054, KL: 14.7259, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.6095 (重构: 5.0190, KL: 14.4470, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5426 (重构: 4.9918, KL: 14.5744, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.5148 (重构: 5.2059, KL: 14.2816, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4628 (重构: 5.2124, KL: 14.6834, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4152 (重构: 5.1364, KL: 15.1493, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3885 (重构: 5.0019, KL: 14.6642, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3695 (重构: 4.7016, KL: 14.6228, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3313 (重构: 4.9490, KL: 14.3398, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.3135 (重构: 4.9703, KL: 14.7855, 权重: 0.10)

潜在维度 70 的 VAF = 0.8703

训练 VAE，潜在维度 = 75 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.9263 (重构: 26.4492, KL: 88.9003, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 9.1342 (重构: 8.1106, KL: 79.3234, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 7.5645 (重构: 6.6927, KL: 46.5932, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.0508 (重构: 6.1605, KL: 34.3499, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 6.7446 (重构: 5.3478, KL: 26.2808, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.4884 (重构: 5.1701, KL: 21.7208, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.4065 (重构: 5.2989, KL: 19.4306, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.4265 (重构: 5.1035, KL: 19.1231, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.4937 (重构: 5.1622, KL: 17.4942, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.5420 (重构: 4.9029, KL: 16.6016, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.6276 (重构: 4.5458, KL: 15.8890, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.5584 (重构: 4.9857, KL: 16.6021, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5220 (重构: 4.7700, KL: 16.0065, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.4570 (重构: 4.7386, KL: 15.7336, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4088 (重构: 4.6406, KL: 15.9572, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.3878 (重构: 4.9622, KL: 16.1338, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.3470 (重构: 4.6791, KL: 16.3364, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3168 (重构: 4.6465, KL: 15.6220, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.2761 (重构: 4.7293, KL: 16.0758, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.2467 (重构: 4.9376, KL: 15.9150, 权重: 0.10)

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2276 (重构: 4.4135, KL: 15.5398, 权重: 0.10)

潜在维度 75 的 VAF = 0.8752

训练 VAE，潜在维度 = 80 ...

Epoch 1/200 - 平均损失: 31.5586 (重构: 25.2712, KL: 86.6810, 权重: 0.00)

Epoch 10/200 - 平均损失: 10.1431 (重构: 9.1261, KL: 71.1714, 权重: 0.01)

Epoch 20/200 - 平均损失: 8.4669 (重构: 7.4102, KL: 42.9058, 权重: 0.02)

Epoch 30/200 - 平均损失: 7.6161 (重构: 6.9703, KL: 28.0949, 权重: 0.03)

Epoch 40/200 - 平均损失: 7.0223 (重构: 5.9031, KL: 20.6844, 权重: 0.04)

Epoch 50/200 - 平均损失: 6.7307 (重构: 6.0414, KL: 17.7429, 权重: 0.05)

Epoch 60/200 - 平均损失: 6.6358 (重构: 5.9428, KL: 16.4656, 权重: 0.06)

Epoch 70/200 - 平均损失: 6.5785 (重构: 5.3259, KL: 15.8112, 权重: 0.07)

Epoch 80/200 - 平均损失: 6.6137 (重构: 5.4708, KL: 14.8669, 权重: 0.08)

Epoch 90/200 - 平均损失: 6.6631 (重构: 5.6150, KL: 15.3707, 权重: 0.09)

Epoch 100/200 - 平均损失: 6.7449 (重构: 5.2351, KL: 14.5230, 权重: 0.10)

Epoch 110/200 - 平均损失: 6.6569 (重构: 5.5722, KL: 14.6681, 权重: 0.10)

Epoch 120/200 - 平均损失: 6.5930 (重构: 5.0038, KL: 14.6665, 权重: 0.10)

Epoch 130/200 - 平均损失: 6.5403 (重构: 5.2871, KL: 14.4105, 权重: 0.10)

Epoch 140/200 - 平均损失: 6.4943 (重构: 4.9329, KL: 14.5118, 权重: 0.10)

Epoch 150/200 - 平均损失: 6.4666 (重构: 5.1266, KL: 14.6482, 权重: 0.10)

Epoch 160/200 - 平均损失: 6.4138 (重构: 4.8724, KL: 14.3975, 权重: 0.10)

Epoch 170/200 - 平均损失: 6.3945 (重构: 5.0975, KL: 14.6936, 权重: 0.10)

Epoch 180/200 - 平均损失: 6.3344 (重构: 4.6604, KL: 14.9162, 权重: 0.10)

Epoch 190/200 - 平均损失: 6.3223 (重构: 5.0172, KL: 14.6229, 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.

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.

Epoch 200/200 - 平均损失: 6.2900 (重构: 4.8959, KL: 14.3234, 权重: 0.10)

潜在维度 80 的 VAF = 0.8704

图表, 折线图

AI 生成的内容可能不正确。

VAF by N synergies: {5: 0.8603589534759521, 10: 0.8801537454128265, 15: 0.8764914944767952, 20: 0.8814749717712402, 25: 0.8790751844644547, 30: 0.8824467584490776, 35: 0.8768026679754257, 40: 0.873988538980484, 45: 0.8776397407054901, 50: 0.8778641000390053, 55: 0.8680533170700073, 60: 0.8723976612091064, 65: 0.8757273778319359, 70: 0.8702714145183563, 75: 0.8752327561378479, 80: 0.8703748136758804}