### 分析步骤 1. 首先对样本进行频数统计，验证性因子分析要求总样本数据（行数）最少是全部题目（列数）的5倍以上，最好10倍以上，且一般情况下至少需要200个样本; 2. 因子载荷系数对因子内测量变量进行筛选，一般来说，测量变量通过显著性检验（𝑝 < 0.05或0.01），并且标准化载荷系数值大于0.7，可表明测量变量符合因子要求，条件差距太大可以考虑删除变量; 3. 根据平均公因子方差抽取量（AVE）与组合信度（CR）结果可以分析因子内的测量指标的提取度，一般来说AVE要求高于0.5，且越接近1代表测量指标提取程度越高，CR要求高于0.7; 4. 因子间利用Pearson相关系数和AVE平方根值，研究区分效度; 5. 根据模型拟合指标对模型的构建进行，可以适当选择一些指标进行评价，若所有指标均不满足，可以考虑根据2，3对因子的测量指标进行删除或者重构; 6. 根据因子之间两两配对的协方差分析表，可通过标准系数分析因子与因子之间的关联性; 7. 对分析进行总结。

### 验证性因子分析结果

**输出结果1：因子基本汇总表**

|  |  |
| --- | --- |
| Factor | 数量 |
| 因子1 | 3 |
| 因子2 | 2 |
| 因子3 | 3 |
| 因子4 | 1 |
| 汇总 | 9 |
| 分析样本量 | 47 |

**图表说明：**

上表展示了样本频数的统计情况，包括样本中各个因子的字段频数、总计、总样本频数。  
● CFA分析要求总样本数据最少要是因子内个别量表的5倍以上，且一般情况下至少需要200个样本。

**智能分析**

本数据集共有因子数量4个，变量数9个，样本数47不满足验证性因子分析基本数据要求

**输出结果2：因子载荷系数表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 因子 | 变量 | 非标准载荷系数 | 标准化载荷系数 | Z | S.E. | P |
| 因子1 | 氧化锡(SnO2) 氧化钾(K2O) 氧化铁(Fe2O3) | 1 0.19 0.175 | 1 0.91 0.505 | - 10.388 3.866 | - 0.018 0.045 | - 0.000\*\*\* 0.000\*\*\* |  |
| 因子2 | 五氧化二磷(P2O5) 氧化钙(CaO) | 1 0.718 | 0.671 1 | - 2.974 | - 0.241 | - 0.003\*\*\* |  |
| 因子3 | 二氧化硫(SO2) 氧化铜(CuO) 氧化钡(BaO) | 1 15.277 3.152 | 0.713 0.873 0.273 | - 4.214 1.7 | - 3.626 1.854 | - 0.000\*\*\* 0.089\* |  |
| 因子4 | 氧化铅(PbO) | 1 | 0.494 | - | - | - |  |
| 注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平 | | | | | | |

**图表说明：**

上表展为模型的因子载荷系数表格，包括潜变量、分析项、非标准载荷系数、𝑧检验结果等。测量关系时第一项会被作为参照项，因此不会呈现p 值等统计量。  
● 因子载荷系数对因子内测量变量进行筛选，一般来说，测量变量通过显著性检验（𝑝 < 0.05或0.01），且标准化载荷系数值大于0.6，可表明测量变量符合因子要求，条件差距太大可以考虑删除变量;  
● 如果测量关系良好，通常来说，标准化载荷系数值基本上均会大于0.6。

**智能分析**

由因子载荷系数表可知：  
因子（因子1）的测量项（F3（0.000\*\*\*））水平上呈现显著性，则拒绝原假设，同时其标准载荷系数均大于0.6，可以认为其有足够的方差解释率表现各变量能在同一因子上展现。  
因子（因子2）的测量项（F7（0.003\*\*\*））水平上呈现显著性，则拒绝原假设，同时其标准载荷系数均大于0.6，可以认为其有足够的方差解释率表现各变量能在同一因子上展现。  
因子（因子3）的测量项（F10（0.000\*\*\*））水平上呈现显著性，则拒绝原假设，同时其标准载荷系数均大于0.6，可以认为其有足够的方差解释率表现各变量能在同一因子上展现。  
因子（因子4）的验证性分析可以得到，该因子内变量组成的主成分解释层度较低，请重新检查题目设计或节点变量的组成。

**输出结果3：模型评价**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Factor | 平均方差萃取AVE值 | 组合信度CR值 |
| 因子1 | 0.917 | 0.95 |
| 因子2 | 0.553 | 0.707 |
| 因子3 | 0.552 | 0.656 |
| 因子4 | 0.244 | 0.244 |

**图表说明：**

上表展示了模型AVE和CR指标结果，根据平均公因子方差抽取量（AVE）与组合信度（CR）结果可以用于表示因子内对变量的聚合效度。  
● 一般来说AVE高于0.5或CR高于0.7表明聚合效度较高，只需要看其中一个即可;  
● AVE（平均提取方差值）：是统计学中检验结构变量内部一致性的统计量;  
● CR（Construct Reliability）：结构信度，反映了每个潜变量中所有题目是否一致性地解释该潜变量，当该值高于0.70时表示该潜变量具有较好的建构信度。

**智能分析**

模型AVE和CR的检验结果显示：  
基于因子1，平均方差抽取量（AVE）的值为 0.917，大于 0.5，组合信度CR值为0.95，大于0.7，说明因子内的测量指标提取度优秀。  
基于因子2，平均方差抽取量（AVE）的值为 0.553，大于 0.5，组合信度CR值为0.707，大于0.7，说明因子内的测量指标提取度优秀。  
基于因子3，平均方差抽取量（AVE）的值为 0.552，大于 0.5，组合信度CR值为0.656，小于0.7，说明因子内的测量指标提取度较好。  
基于因子4，平均方差抽取量（AVE）的值为 0.244，小于 0.5，组合信度CR值为0.244，小于0.7，说明因子内的测量指标提取度较差。

**输出结果4：Pearson相关与AVE平方根值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 区分效度：Pearson相关与AVE根值 | | | | |
|  | 因子1 | 因子2 | 因子3 | 因子4 |
| 因子1 | 0.958 |  |  |  |
| 因子2 | -0.112 | 0.744 |  |  |
| 因子3 | 0.335 | -0.185 | 0.743 |  |
| 因子4 | -0.001 | 0.358 | -0.27 | 0.494 |
| 注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平 斜对角线数字为该因子AVE的根号值 | | | | |

**图表说明：**

上表展示了因子间Pearson相关分析与AVE平方根值的结果。  
● 上表是根据因子之间的均值做相关性检验，用于研究因子的区分效度是否表现较优秀;  
● 斜对角线是平均方差抽取量的平方根，用于表明因子内部的相关性强度;  
● 若因子的平均方差抽取量（AVE）的平方根大于其他因子的Pearson相关系数值，则说明其具有较为优秀的区分效度。

**输出结果5：模型拟合指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 常用指标 | x2 | df | p | 卡方自由度比 | GFI | RMSEA | RMR | CFI | NFI | NNFI |
| 判断标准 | - | - | >0.05 | <3 | >0.9 | <0.10 | <0.05 | >0.9 | >0.9 | >0.9 |
| 值 | 32.877 | 21 | 0.048 | 1.566 | 0.849 | 0.111 | 1.699 | 0.935 | 0.849 | 0.888 |
| 注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平 | | | | | | | | | | |

**图表说明：**

上表展示了模型的拟合指标，可以适当选择一些指标进行评价，若所有指标均不满足，可以考虑根据2，3对因子的测量指标进行删除或者重构。  
● 常用指标包括卡方自由度比，GFI、RMSEA、RMR、CFI、NFI和NNFI。其它的一些指标通常使用较少，可结合实际情况进行选择使用即可;  
● 卡方和自由df度主要用于比较多个模型，卡方值越小越好，自由度反映了模型的复杂程度，模型越简单，自由度越多，反之，模型越复杂，自由度越少;  
● GFI（拟合优度指数）：主要是运用判定系数和回归标准差，检验模型对样本观测值的拟合程度。其值在0-1之间，愈接近0表示拟合愈差。CFI≥0.9，认为模型拟合较好;  
● RMSEA（近似误差均方根）：一般情况下，RMSEA在0.1以下（越小越好）;  
● RMR（均方根残差）：该指标通过测量预测相关和实际观察相关的平均残差，衡量模型的拟合程度。如果RMR＜0.1，则认为模型拟合较好;  
● CFI（比较拟合指数）：该指数在对假设模型和独立模型比较时，其值在0-1之间，越接近0表示拟合越差，越接近1表示拟合越好。一般情况，CFI≥0.9，认为模型拟合较好;  
● NNFI（非规范拟合系数）和CFI(比较拟合指数) ：其值越大越好，所拟合的模型表现较好。

**输出结果6：因子协方差表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 因子A | 因子B | 非标准估计系数（Coef.） | 标准误（Std.Error） | z | p | 标准估计系数（Std.Estimate） |
| 因子1 | 因子2 | -1.657 | 1.208 | -1.372 | 0.170 | -0.232 |
| 因子1 | 因子3 | 1.101 | 0.39 | 2.826 | 0.005\*\*\* | 0.603 |
| 因子1 | 因子4 | 0.5 | 6.863 | 0.073 | 0.942 | 0.022 |
| 因子2 | 因子3 | -0.386 | 0.268 | -1.44 | 0.150 | -0.288 |
| 因子2 | 因子4 | 14.4 | 7.296 | 1.974 | 0.048\*\* | 0.844 |
| 因子3 | 因子4 | -2.596 | 1.547 | -1.679 | 0.093\* | -0.597 |
| 注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平 | | | | | | |

**图表说明：**

上表展示了因子协方差分析的结果，包括非标准系数、标准误、Z检验值、显著性P值、标准系数。  
● 根据因子之间两两配对的协方差分析表，可通过标准系数分析因子与因子之间的关联性;  
● 两两之间的标准系数值，一般情况下越接近1，说明因子之间具有较强的关联性。

**智能分析**

协方差分析的结果显示：  
因子1与因子2标准估计系数为-0.232，呈现不显著的关联性。  
因子1与因子3标准估计系数为0.603，呈现较强的关联性。  
因子1与因子4标准估计系数为0.022，呈现不显著的关联性。  
因子2与因子3标准估计系数为-0.288，呈现不显著的关联性。  
因子2与因子4标准估计系数为0.844，呈现较强的关联性。  
因子3与因子4标准估计系数为-0.597，呈现不显著的关联性。