# 风险评估流程计算示例

## 一 用户输入

### （界面1）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **工程编号** | **A101** | **工程所在地** | | **石家庄** |
| **工程名称** | **石家庄运河桥顶管隧道施工工程** |  | |  |
| **设计方** | **铁道建设** | **资质等级** | | **甲级、乙级、丙级** |
| **施工方** | **铁道建设** | **资质等级** | | **特级总承包、一级总承包、二级总承包、三级总承包、其他** |
| **检测方** | **铁道建设** | **资质等级** | | **甲级、乙级、丙级** |
| **监理方** | **铁道建设** | **资质等级** | | **甲级、乙级、丙级** |
| **隧道长度（m）** | **2300** |  | |  |
| **开挖顶管断面形式** | **圆形** | **顶管隧道埋深** | | **5.6m** |
| **顶管隧道长边长（m）** | **1.8** | **顶管隧道短边边长（m）** | | **1.8** |
| **新建工程土层性质** | **软黏土** |  | |  |
| **周围地下柔性管线情况** | **与开挖管线空间位置关系** | | **无(此处勾选）** | |
| **与开挖管线水平净距(m)** | | **无** | |
| **与开挖管线竖向净距(m)** | | **无** | |
| **既有柔性管线管径(m)** | | **无** | |
|  | |  | |
| **周围地下刚性管线情况** | **与开挖管线空间位置关系** | | **上下正交** | |
| **与开挖管线水平净距（m）** | | **0** | |
| **与开挖管线竖向净距(m)** | | **2.9m** | |
| **既有刚性管线材质** | | **钢管** | |
| **既有管线直径** | | **2.0m** | |
| **周围建筑物情况** | **建筑物基础形式** | | **条形基础（此处勾选）** | |
| **建筑物与开挖管线水平净距** | | **3.7m** | |
| **基础高度** | | **6m** | |

|  |  |
| --- | --- |
| 字段名 | 示例数据 |
| 工程编号 | A101 |
| 工程名称 | 石家庄运河桥顶管隧道施工工程 |
| 工程所在地 | 石家庄 |
| 设计方 | 铁道建设 |
| 设计方资质等级 | 甲级 |
| 施工方 | 铁道建设 |
| 施工方资质等级 | 特级总承包 |
| 检测方 | 铁道建设 |
| 检测方资质等级 | 甲级 |
| 监理方 | 铁道建设 |
| 监理方资质等级 | 甲级 |
| 隧道长度 | 2300 |
| 新建顶管埋深 | 5.6 |
| 开挖顶管断面形式 | 0 |
| 新建顶管尺寸 | {r=1.8} |
| 新建工程土层性质 | 软黏土 |
| 既有邻近地下柔性管线情况 | {} |
| 既有邻近地下刚性管线情况 | {U511:0,U512:2.9,U52:6,U53:1,U54:2.0} |
| 既有邻近基础情况 | {U61:1,U62:3.7,U63:6} |
| 特殊工程情况说明 | XXXXXX |

## 二 根据《一级风险因子两两判别表》导出一级风险因子登记表（5\*5）

### （界面2）用户可自定义修改

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级风险 | 新建顶管自身特性 | 新建顶管开挖情况 | 新建顶管施工管理 | 既有邻近地下刚性管线特性 | 既有邻近基础特性 |
| 新建顶管自身特性 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 新建顶管开挖情况 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 新建顶管施工管理 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 既有邻近地下刚性管线特性 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 既有邻近基础特性 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

计算该矩阵M的特征值，计算*C.R*，n为矩阵维数，此处n=5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 矩阵阶数n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| R.I | 0 | 0 | 0.52 | 0.89 | 1.12 | 1.24 | 1.36 | 1.41 | 1.46 |

如果C.R<0.1，则矩阵A符合一致性要求，继续下一步运算，取最大特征值对应的特征向量A，并进行归一化

特征向量A = {a, b, c, d, e}T  , x = a + b + c + d + e

归一化A’ = {a/x, b/x, c/x, d/x, e/x}

上述示例矩阵最大特征值为5，对应的特征向量为A’ = {0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2}

如果C.R>=0.1需要对判别矩阵进行相应修改。（弹出修改窗口）

## 三 根据《二级风险因子两两判别表》导出二级风险因子登记表（5个），计算5个特征向量作为权重

### （界面3）用户可自定义修改，下拉菜单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **新建顶管自身特性** | **新建顶管埋深** | **新建顶管尺寸** | **新建顶管土层性质** |
| **新建顶管埋深** | **1** | **1** | **1** |
| **新建顶管尺寸** | **1** | **1** | **1** |
| **新建顶管土层性质** | **1** | **1** | **1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **新建顶管开挖情况** | **土舱压力** | **注浆压力** | **开挖速度** |
| **土舱压力** | 1 | 1 | 1 |
| **注浆压力** | 1 | 1 | 1 |
| **开挖速度** | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **新建顶管施工管理** | **施工技术状况** | **施工质量** | **检测情况** | **监理情况** |
| **施工技术状况** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **施工质量** | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **检测情况** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **监理情况** | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **既有邻近地下刚性管线特性** | **新建顶管与邻近刚性管线净距** | **新建顶管与邻近刚性管线空间位置关系** | **邻近刚性管线材质** | **邻近刚性管线管径** |
| **新建顶管与邻近刚性管线净距** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **新建顶管与邻近刚性管线空间位置关系** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **邻近刚性管线材质** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **邻近刚性管线管径** | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **既有邻近基础特性** | **临近基础形式** | **新建顶管与建筑物水平净距** | **邻近基础高度** |
| **邻近基础形式** | 1 | 1 | 1 |
| **新建顶管与建筑物水平净距** | 1 | 1 | 1 |
| **邻近基础高度** | 1 | 1 | 1 |

计算每个矩阵最大特征值和特征向量，并进行归一化，操作和判别过程同上一步

5组特征向量如下：

示例A = {0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2}

B1 = {0.33，0.33，0.33}

B2 = {0.33，0.33，0.33}

B3 = {0.25，0.25，0.25，0.25}

B4 = {0.25，0.25，0.25，0.25}

B5 = {0.33，0.33，0.33}

计算二级风险因素在总风险所占比例，作为风险权重

Risk(B1) = B1\*A1 = {0.33，0.33，0.33}\*0.2 = {0.066, 0.066, 0.066}

Risk(B2) = B2\*A2 ={0.33，0.33，0.33}\*0.2 = {0.066, 0.066, 0.066}

Risk(B3) = B3\*A3 = {0.25，0.25，0.25，0.25}\*0.2 = {0.05, 0.05, 0.05, 0.05}

Risk(B4) = B4\*A4 = {0.25，0.25，0.25，0.25}\*0.2 = {0.05, 0.05, 0.05, 0.05}

Risk(B5) = B5\*A5 = {0.33，0.33，0.33}\*0.2 = {0.066, 0.066, 0.066}

## 三 根据《二级风险因子风险发生概率隶属度表》导出二级风险因素发生概率隶属度表，计算加权风险值，将风险类别归一化

### （界面4）用户可自定义修改，下拉菜单

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **风险指标** | | | **低风险** | **较低风险** | **中等风险** | **较高风险** | **高风险** |
| **一级风险** | **二级风险** | |
| 新建顶管自身特性  U1 | 新建顶管埋深 | U11 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 新建顶管尺寸 | U12 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 新建工程土层性质 | U13 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 新建顶管开挖情况  U2 | 土舱压力 | U21 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 注浆压力 | U22 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 开挖速度 | U23 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 新建顶管施工管理  U3 | 施工技术状况 | U31 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 施工质量 | U32 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 检测情况 | U33 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 监理情况 | U34 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 既有邻近地下刚性管线特性  U5 | 新建顶管与邻近刚性管线净距（斜边=sqrt(水平^2+竖向^2)） | U51 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 新建顶管与邻近刚性管线空间位置关系 | U52 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 邻近刚性管线材质 | U53 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 邻近刚性管线尺寸 | U54 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 既有邻近基础特性  U6 | 邻近基础形式 | U61 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 新建顶管与临近基础水平净距 | U62 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 临近基础高度 | U63 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

按照下表计算各个风险指标的加权平均值，输出概率值和风险类型

#### 文件

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 概率等级 | 概率区间 | 指标值V | 说明 |
| 1 | [0 - 0.2) | 0.1 | 低风险 |
| 2 | [0.2 - 0.4) | 0.3 | 较低风险 |
| 3 | [0.4 - 0.6) | 0.5 | 中等风险 |
| 4 | [0.6 - 0.8) | 0.7 | 较高风险 |
| 5 | [0.8 - 1) | 0.9 | 高风险 |

**计算示例**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **风险指标** | **低风险** | **较低风险** | **中等风险** | **较高风险** | **高风险** |
| 施工技术状况 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 |

归一化（除10即可）为{0.6，0.2，0.1，0.1，0}

施工技术状况的风险值=0.6\*0.1+0.2\*0.3+0.1\*0.5+0.1\*0.7+0\*0.9=0.24

0.24位于区间[0.2 - 0.4)，对应分类为“较低风险”

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **风险指标** | **风险值** | **风险分类** |
| 施工技术状况 | 0.24 | 较低风险 |

根据上面示例计算下表内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **工程编号** | **二级风险** | **风险权重** | **风险值** | **风险分类** |
| A101 | U11 | 0.066 | 0.6 | 较高风险 |
| A101 | U12 | 0.066 | 0.7 | 较高风险 |
| A101 | U13 | 0.066 | 0.6 | 较高风险 |
| A101 | U21 | 0.066 | 0.7 | 较高风险 |
| A101 | U22 | 0.066 | 0.32 | 较低风险 |
| A101 | U23 | 0.066 | 0.32 | 较低风险 |
| A101 | U31 | 0.05 | 0.24 | 较低风险 |
| A101 | U32 | 0.05 | 0.24 | 较低风险 |
| A101 | U33 | 0.05 | 0.24 | 较低风险 |
| A101 | U34 | 0.05 | 0.24 | 较低风险 |
| A101 | U51 | 0.05 | 0.7 | 较高风险 |
| A101 | U52 | 0.05 | 0.6 | 较高风险 |
| A101 | U53 | 0.05 | 0.54 | 中等风险 |
| A101 | U54 | 0.05 | 0.48 | 中等风险 |
| A101 | U61 | 0.066 | 0.6 | 较高风险 |
| A101 | U62 | 0.066 | 0.32 | 较低风险 |
| A101 | U63 | 0.066 | 0.3 | 较低风险 |

## 四 输出风险评估结果

### （界面5）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险因素重要度排序 | | | | | | | | | | 二级风险因子编号 | | U11 | |
| 一级风险编号 | 二级风险编号 | | 二级风险名称 | | | 影响权重 | | 风险等级 | | 二级风险因子名称 | | 注浆压力 | |
| U1 | U11 | | 注浆压力 | | | 由风险评估得到 | | 由风险评估得到 | | 影响权重 | | 由风险评估得到 | |
| U1 | U12 | | …… | | | …… | | …… | | 风险等级 | | 由风险评估得到 | |
| U1 | …… | | …… | | | …… | | …… | | 建议采取的措施 | | | |
| U2 | U21 | |  | | |  | |  | | 调用数据库预先存好的风险处理措施 | | | |
| U2 | U22 | |  | | |  | |  | |
| …… | …… | |  | | |  | |  | |
| …… | U31 | |  | | |  | |  | |
| …… | …… | | …… | | | …… | | …… | |
|  | | 低风险 | 较低风险 | | 中等风险 | | 较高风险 | | 高风险 | 提交 | 重置 | | 退出 |
| 综合评价结果 | | 对应权重之和 | 对应权重之和 | | 对应权重之和 | | 对应权重之和 | | …… |
| 根据最大隶属度原则 | | | | ……风险 | | | | | |

## 配置文件

1. 二级风险因子风险发生概率隶属度表
2. 一级风险因子两两判别表
3. 二级风险因子两两判别表
4. 风险等级指标判别表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 概率等级 | 概率区间 | 指标值V | 说明 |
| 1 | [0 - 0.2) | 0.1 | 低风险 |
| 2 | [0.2 - 0.4) | 0.3 | 较低风险 |
| 3 | [0.4 - 0.6) | 0.5 | 中等风险 |
| 4 | [0.6 - 0.8) | 0.7 | 较高风险 |
| 5 | [0.8 - 1) | 0.9 | 高风险 |