

基于DEMATEL-ISM的校园网施工影响因素分析

陈骏君, 付中南, 郭强, 尚群, 公绪晓, 龙汀汀

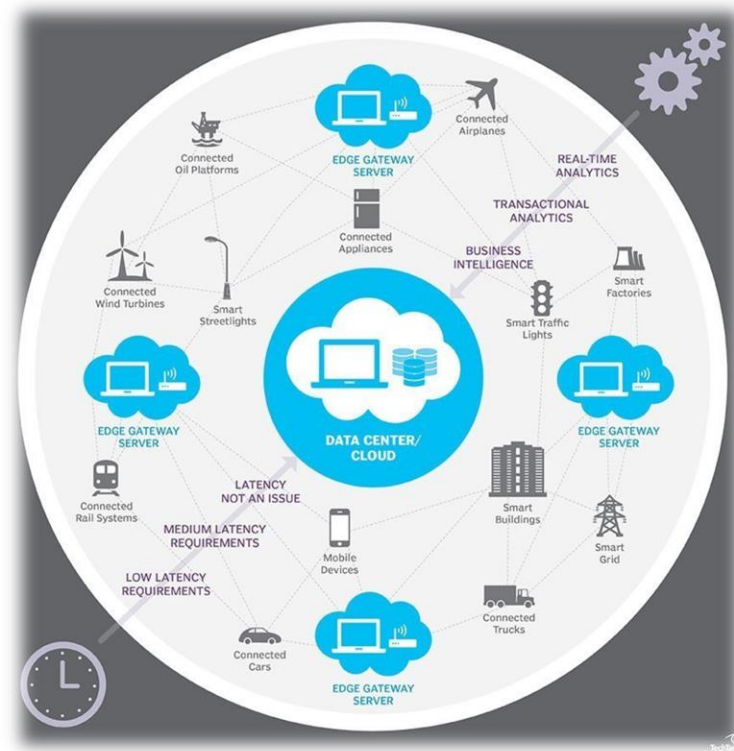
北京大学计算中心



“北大是常为新的” -- 鲁迅



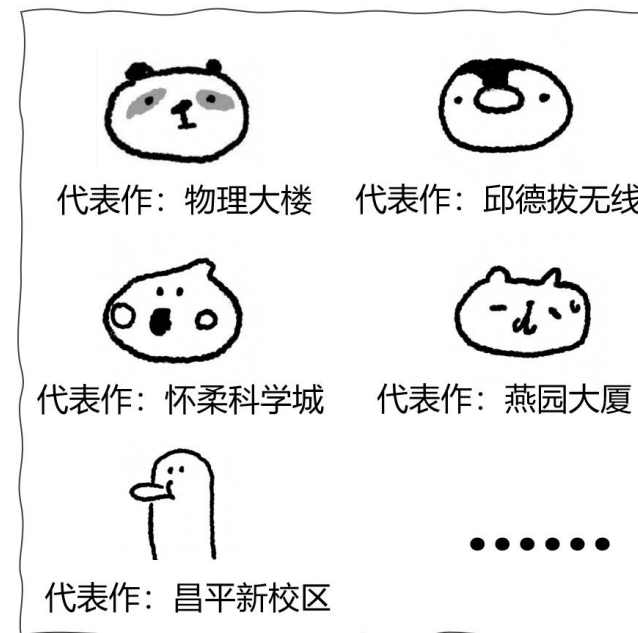
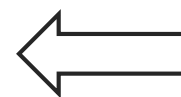
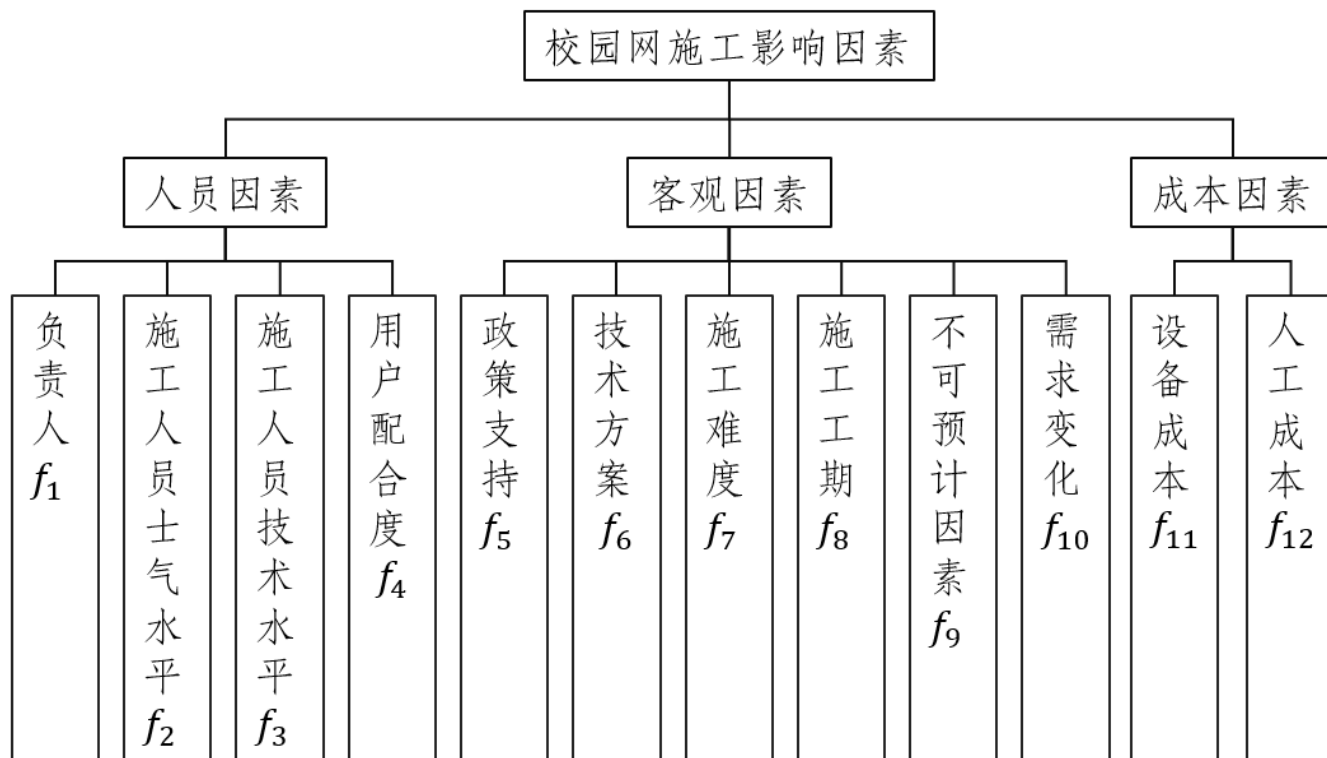
- 设备老化
 - 在网交换机约7200台
 - 在网AP约26000颗
- 新技术不断涌现
 - SDN
 - WiFi7
 - 边缘计算
- 以往的校园网升级改造中,没有对影响施工的因素进行量化分析
- 对网络改造工作的一个总结



解释结构模型是一类用于建立和分析因果关系网络的模型。这些模型描述了系统或问题中各个因素之间的相互关系，并帮助我们理解和预测这些因素之间的作用 and 影响。

- 决策实验室分析法(DEMATEL)
- 解释结构模型(ISM)
- 因子分析 (Factor Analysis)
- 贝叶斯网络 (Bayesian Networks)
- 共振对抗解释结构模型(RAISM)

影响校园网施工因素的认识

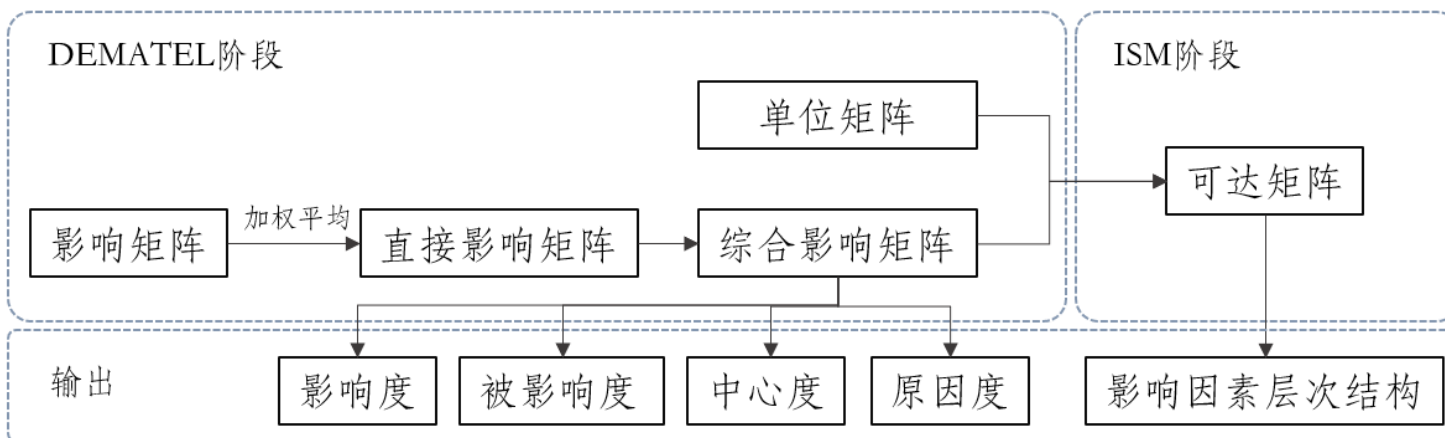


施工专家知识

整体流程

DEMATEL是一种用于分析复杂问题的决策支持方法，该方法通过计算不同因素的因果关系来评估各种因素之间的相互影响

ISM方法通过将影响因素进行层次划分来识别本质因素、中间因素和直接因素。本文利用DEMATEL和ISM方法构建了一个校园网施工影响因素的分析框架



DEMATEL 阶段主要分析各个因素之间的相互影响关系, 包括 7 个步骤.

1) 确定影响校园网施工的因素 $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}, f_{11}, f_{12}\}$.

2) 依据校园网施工专家 $k (k = 1, 2, \dots, m)$ 的知识, 获得每个专家的施工因素影响矩阵 $A^k = [a_{ij}^k]$. 其中 a_{ij}^k 表示第 k 位专家给出的因素 f_i 对因素 f_j 的影响程度, m 为专家人数.

3) 计算直接影响矩阵. 不同于传统 DEMATEL^[8-9] 采用平均方法对专家给出的影响矩阵进行汇总、定义权重向量 $\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$ 表示各个专家的权重, 专家经验越丰富其权重越大. 直接影响矩阵计算公式为

$$a_{ij} = \omega_k \sum_{k=1}^m a_{ij}^k \quad (1)$$

4) 通过最大值归一化的方式规范化直接影响矩阵, 即矩阵 A 中的每一个数值除以各行之和的最大值为

$$G = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n a_{ij}} \cdot A \quad (2)$$

其中 n 为矩阵维度.

5) 计算综合影响矩阵 T . 该矩阵表示各因素对校园网施工的综合作用大小, 并将各因素间的直接影响和间接影响可视化. 综合影响矩阵计算公式为

$$T = G^1 + G^2 + \dots + G^l \quad (3)$$

由于 G 中元素经过步骤 4) 处理后均小于 1, 因此当 $l \rightarrow \infty$ 时, $G^l \rightarrow 0$, 则可以通过下式近似计算. 即

$$T = G(I - G)^{-1} \quad (4)$$

6) 计算各因素的影响度 (D_i) 和被影响度 (C_i). 其计算公式为

$$D_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}; C_i = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (5)$$

其中: t_{ij} 是综合影响矩阵 T 中的元素. 影响度 D_i 表示第 i 个因素对其他因素综合作用的强度, 被影响度 C_i 表示第 i 个因素受其他因素综合作用的强度.

7) 计算中心度和原因度. 中心度 M_i 表示第 i 个因素对校园网施工的重要程度, 原因度 N_i 衡量了第 i 个因素对其他因素的直接影响程度. 当 $N_i > 0$ 时, 表示该因素为原因因素, 对其他因素影响较大; 当 $N_i < 0$ 时, 表示该因素为结果因素, 受其他因素影响较大. 中心度和原因度计算式为

$$M_i = D_i + C_i; N_i = D_i - C_i \quad (6)$$

ISM 阶段主要对影响校园网施工的因素进行层次划分. 本文利用 DEMATEL 阶段产生的综合影响矩阵构造可达矩阵, 步骤如下:

1) 计算可达矩阵. 将综合影响矩阵 T 和 n 阶单位矩阵相加得到整体影响矩阵 $Q = [q_{ij}]_{n \times n}$. 通过阈值 λ 过滤掉 Q 中影响度较小的因素. 即当 $q_{ij} < \lambda$ 时, $q_{ij} = 0$, 否则 $q_{ij} = 1$.

2) 计算可达集 $R(f_i)$, 即可达矩阵第 i 行中所有元素为 1 的列对应因素的集合.

3) 计算先行集 $S(f_i)$, 即可达矩阵第 i 列中所有元素为 1 的行对应因素的集合.

4) 划分层级结构. 对于因素 i , 若满足 $R(f_i) = R(f_i) \cap S(f_i)$, 则称因素 i 为高层因素. 找出当前可达矩阵中的全部高层因素, 则这些因素位于同一层级. 在可达矩阵中划出第 i 行和第 i 列.

5) 重复步骤 2~4, 直至将所有因素划分层级.

校园网施工影响因素分析



表 1 综合影响矩阵

Tab.1 Total relation matrix

因素	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}
f_1	0.029	0.171	0.057	0.101	0.025	0.204	0.078	0.145	0.039	0.034	0.062	0.106
f_2	0.024	0.060	0.153	0.049	0.013	0.023	0.051	0.248	0.037	0.023	0.019	0.090
f_3	0.026	0.126	0.027	0.114	0.014	0.033	0.053	0.242	0.033	0.026	0.021	0.091
f_4	0.056	0.194	0.044	0.033	0.020	0.055	0.135	0.202	0.033	0.080	0.034	0.108
f_5	0.048	0.080	0.038	0.054	0.010	0.192	0.071	0.111	0.035	0.029	0.062	0.093
f_6	0.088	0.221	0.082	0.167	0.035	0.061	0.231	0.339	0.055	0.053	0.209	0.305
f_7	0.133	0.228	0.066	0.062	0.030	0.081	0.056	0.299	0.044	0.108	0.044	0.239
f_8	0.075	0.150	0.047	0.077	0.023	0.055	0.058	0.080	0.030	0.032	0.030	0.190
f_9	0.080	0.214	0.069	0.107	0.034	0.151	0.179	0.260	0.038	0.204	0.151	0.229
f_{10}	0.058	0.133	0.048	0.052	0.026	0.064	0.139	0.198	0.037	0.027	0.084	0.179
f_{11}	0.037	0.065	0.041	0.035	0.017	0.060	0.053	0.085	0.103	0.036	0.026	0.069
f_{12}	0.030	0.057	0.046	0.022	0.018	0.039	0.036	0.069	0.022	0.015	0.022	0.031

表 2 DEMATEL 计算结果
Tab.2 Result of DEMATEL

特征	因素描述	影响度	被影响度	原因度	中心度	中心度权重
f_1	负责人	1.051	0.686	0.366	1.737	0.070
f_2	施工人员士气水平	0.790	1.699	-0.908	2.489	0.101
f_3	施工人员技术水平	0.806	0.718	0.087	1.524	0.062
f_4	用户配合程度	0.993	0.871	0.122	1.864	0.076
f_5	政策支持	0.824	0.264	0.560	1.088	0.044
f_6	技术方案	1.845	1.020	0.825	2.864	0.116
f_7	施工难度	1.392	1.140	0.251	2.532	0.103
f_8	施工工期	0.848	2.278	-1.430	3.126	0.127
f_9	不可预计因素	1.715	0.506	1.210	2.221	0.090
f_{10}	需求变化	1.046	0.668	0.378	1.714	0.069
f_{11}	设备成本	0.627	0.766	-0.139	1.392	0.056
f_{12}	人工成本	0.406	1.728	-1.322	2.135	0.086

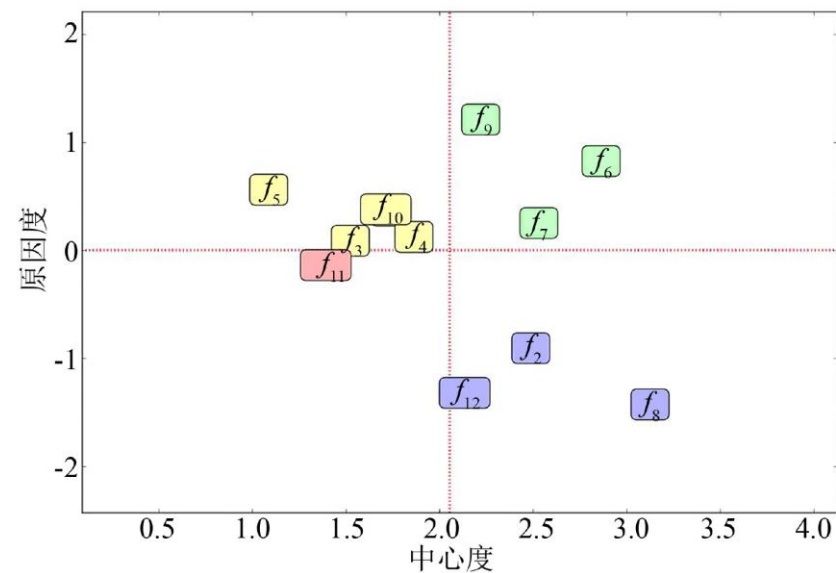
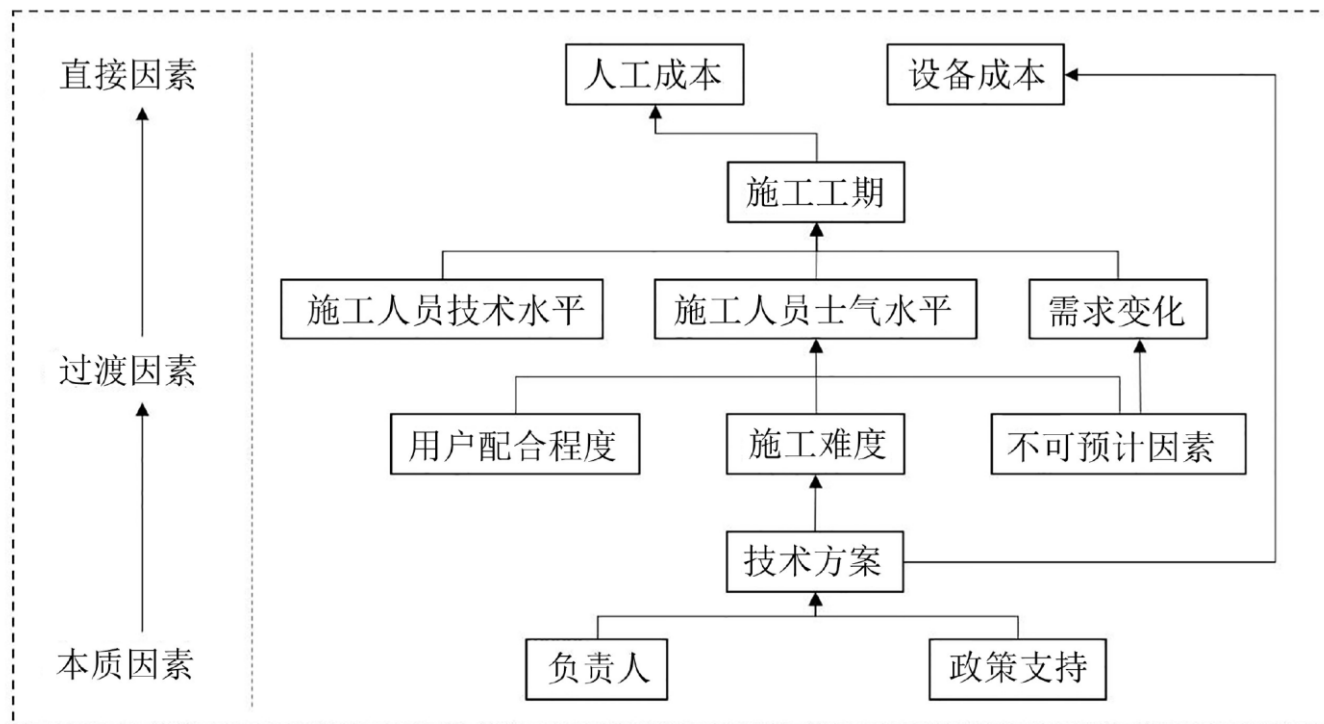


图 3 中心度-原因度象限图

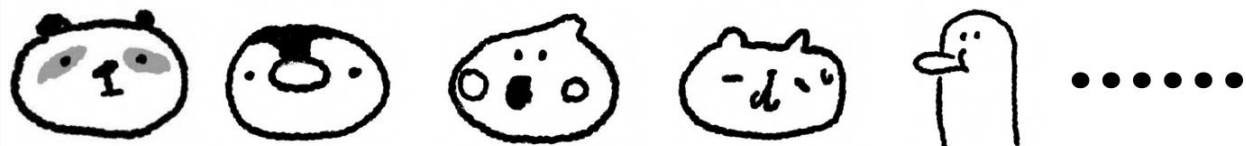
ISM阶段



- 通过DEMATEL分析可得到中心度和原因度的象限图，第一象限中的技术方案、施工难度、不可预计因素对校园网施工影响度较大，且为原因因素，因此需要对其着重关注。技术方案可以对施工难度和设备成本产生影响，在项目实施前应进行充分讨论，规划一套合理的施工技术方案。由于施工难度可以直接影响施工人员的士气，因此如果施工条件恶劣，项目负责人应多对施工人员进行鼓励，避免施工人员情绪波动。不可预计因素除了可以影响人员士气外，还会导致需求的变化，因此需要负责人具备灵活应变的能力，可以在施工过程中多积累相应经验，以保证项目的顺利完成。
- 通过ISM分析可以对影响校园网施工的因素进行层次划分。其中负责人和政策支持是本质因素，由于负责人可以制定整体的技术方案，进而逐层影响上层其他因素，因此选择合适的项目负责人对校园网施工尤为重要。政策支持也是项目成功不可或缺的因素，没有学校层次的政策支持，校园网建设难以取得实质性进展的。



谢谢



北京大学
PEKING UNIVERSITY