

COMSOL Multiphysics®软件对医院病房不同送风模式的模拟

汪靖凯¹, 黄崇文², 谢昊岩¹, 赵蕾¹

1.环境与市政工程学院, 西安建筑科技大学, 陕西, 西安

2.能源与环境学院, 内蒙古科技大学, 内蒙古, 包头

简介:采用COMSOL Multiphysics®软件对病房内空调系统的气流组织进行模拟, 探究采用顶部卡式风机盘管送风和部分吊顶侧送风两种送风模式下房间内温度场、气流速度的差异。本模拟可作为房间气流组织设计的参考。

结果: 以下是房间速度场与温度场分布图:

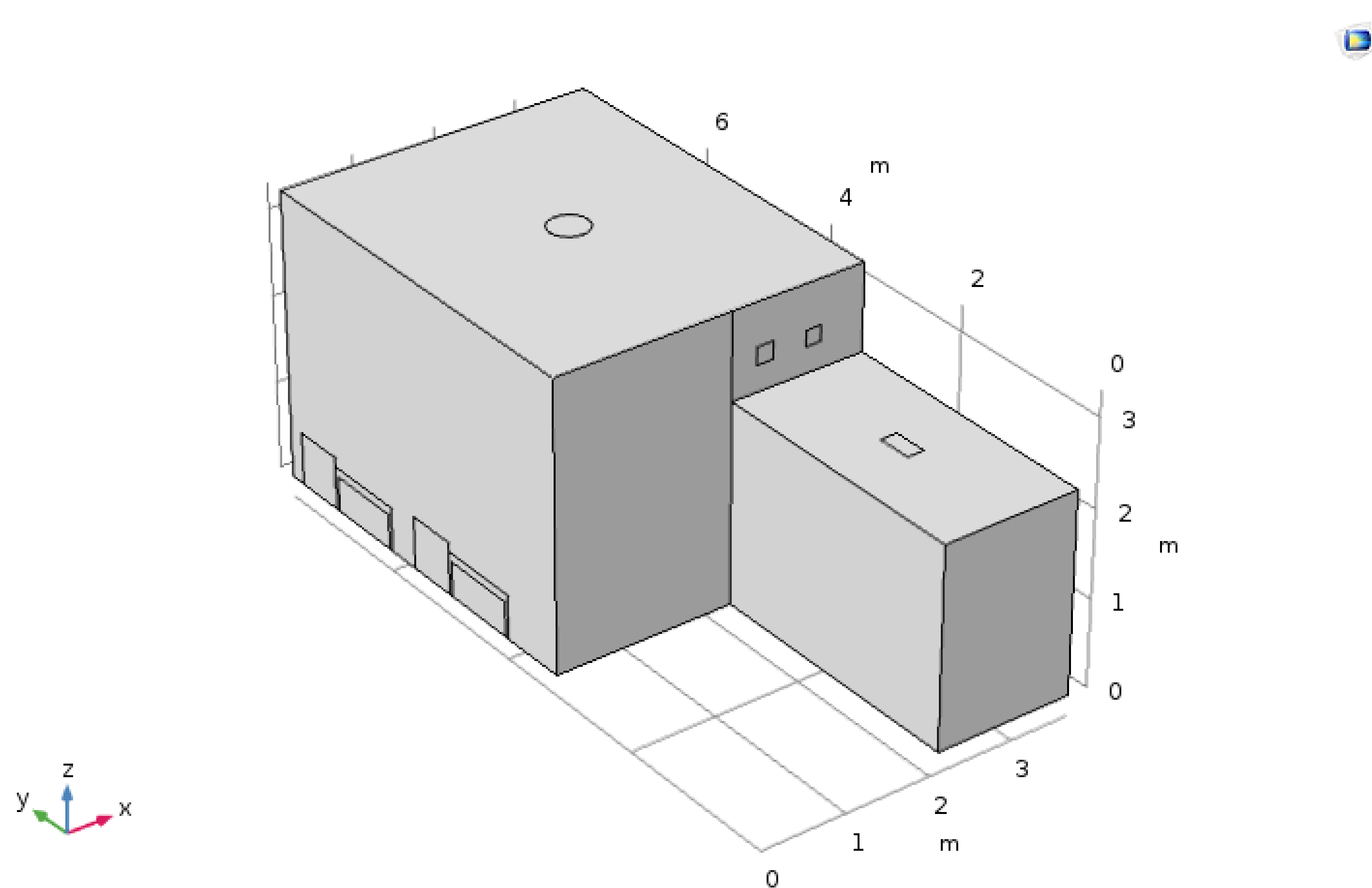


图 1. 病房模型图

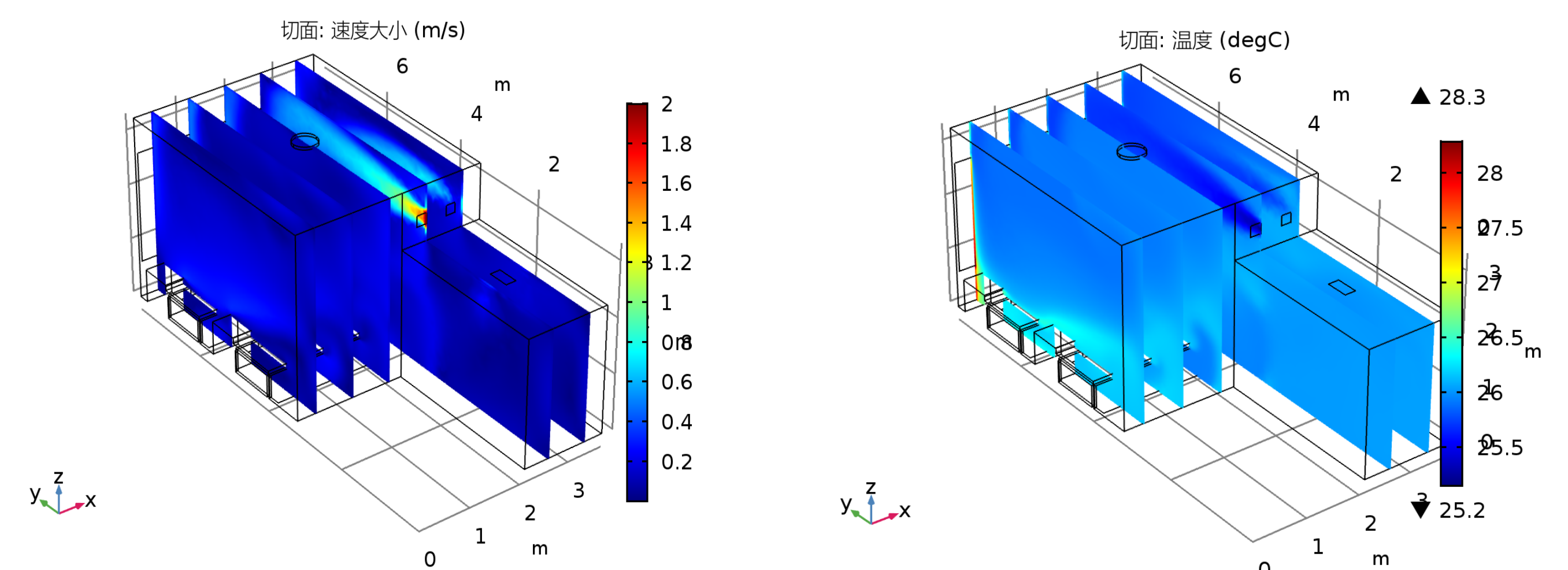


图 2. 侧送风速度场切面图

图 3 侧送风温度场切面图

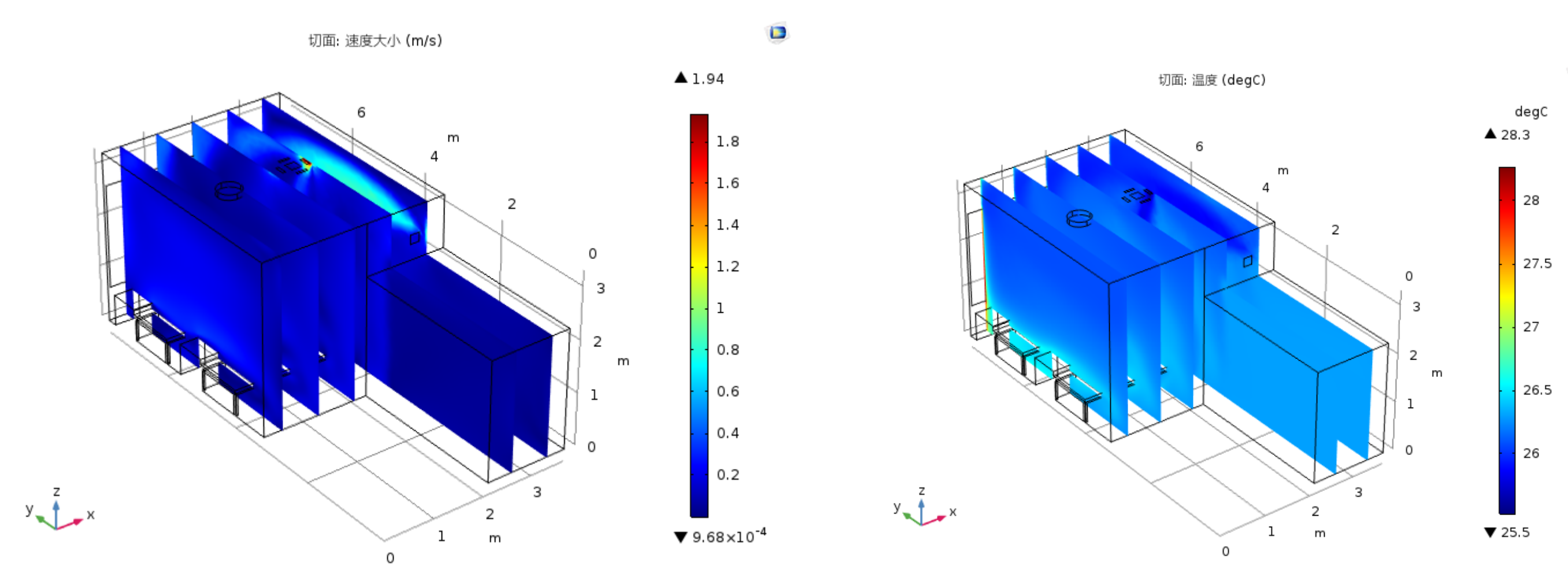


图 4. 顶部送风速度场切面图

图 5 顶部送风温度场切面图

计算方法: 在计算中使用到的物理场有湍流k-ε和流体传热两个, 并且使用非等温流动对两场进行耦合计算。用到的方程主要有:

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} = -\nabla p + (\mu + \mu_T)(\nabla^2\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T) + \mathbf{F}_b$$

$$\rho\nabla \cdot (\mathbf{u}) = 0$$

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)k = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_k} \right) \nabla k \right] + P_k - \rho\epsilon$$

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\epsilon = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_\epsilon} \right) \nabla \epsilon \right] + C_{\epsilon 1} \frac{\epsilon}{k} P_k - C_{\epsilon 2} \rho \frac{\epsilon^2}{k}, \quad \epsilon = \epsilon_p$$

$$\mu_T = \rho C_\mu \frac{k^2}{\epsilon}$$

$$P_k = \mu_T \left[\nabla \mathbf{u} : (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) \right]$$

$$\rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = \dot{Q} + Q_p + Q_{vd}$$

$$\mathbf{q} = -k \nabla T$$

结论:通过计算发现, 在采用相同的送风温度、送风口面积与送风速时, 部分吊顶侧送风模式下病床表面附近温度更低, 但顶部卡式风机盘管送风模式下温度场更均匀; 在部分吊顶侧送风模式下部分区域风速过大, 不符合舒适空调对房间气流速度的要求。

图1所示为房间示意图。病房长7.8米, 宽3.7米, 高3.3米。病房开有一窗, 有两张病床, 电视机、顶灯各一个。窗户传热系数4.2W(m²/K), 外墙传热系数0.74W(m²/K)。房间送风方式为独立风机盘管加新风。

参考文献:

1. 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 钱以明, 空气调节 (2009)
2. 建筑工程常用数据系列手册编写组, 暖通空调常用数据手册 (2004)
3. 陆亚俊, 暖通空调 (2005)