尊敬的各位评委老师，大家上午好。我们是来自北京科技大学的解魔方机器人团队。很荣幸，今天能由我来为大家讲解这款机器人。

今天的讲解将由以下5个部分组成。

我们的系统由主要采集图像、聚类、算法、算法转换、下位机以及机械结构六个部分组成。

我们的视觉系统由上、下、左、右四个摄像头组成，一次性可扫描50个色块。将魔方旋转90°后再次扫描，对两次扫描结果融合可得到完整的魔方信息。

由于四个摄像头与魔方距离远近的不同，以及光照条件等因素的影响，可明显看到图像颜色在RGB空间中成带状分布，难以区分。

提前用一个纯白色魔方对视觉系统进行亮度标定。右边图像中数字就是当前色块的光照强度。

光照标定后，明显消除了带状分布现象。同类聚集，异类远离。颜色识别采用k-mean聚类和k-临近聚类算法，双重保险，提高系统可靠性。视觉扫描与聚类总时间约1100ms。

算法采用二阶段算法，50ms内平均拧动步骤18.5步。

从拧动步骤到机械步骤的转换算法，我们经历了三个阶段。

第一个阶段采用贪心算法。对于任意一个拧动步骤，都找出将其实现的最短机械步骤将其实现。平均机械步骤约78步。

第二阶段采用深度优先搜索算法，由于任意一个拧动拧动步骤实现方法的选择，都对后续拧动方法实现方法的选择有影响，因此这是一个动态规划问题，用贪心算法不能保证找到全局最优解。实时上，对于每一步，除了贪心算法选择的最短步骤外，还有15种可供选择的实现方法，因此搜索空间中每个节点都有16个子节点。

第三阶段，以耗时最短为目标的深度优先搜索算法。考虑到，气缸开合、电机转动90°、180°耗时是不同的，因此步骤最短的不一定是用时最短的。我们将每种步骤的耗时加入程序中，最终求得全局耗时最少的解。

接下来介绍控制策略，我们的电机加速与减速采用Sin函数曲线。为节省积分运算时间，采取空间换时间的策略，提前将调试好的加减速曲线以数组形式存入程序中。

将电机的运动模式分为带动、拧动、空转，分别调试，右图为每一种模式运行所需要的时间。

时间复用是指，在保证手爪不相撞的基础上，一个步骤尚未执行完毕时，另一个步骤可以开始执行。

比如右边的动图，在爪子尚未完全打开时便开始旋转，当爪子完全打开，而电机旋转未完成时爪子开始关闭。大大缩短了执行时间。时间复用使得总用时突破8秒大关！

我们的程序界面，包含步骤列表、总步骤数、总时间以及各个阶段的时间。以及被打乱魔方的直观图和拧动步骤序列。

我的答辩到此结束，谢谢。