



FLL 挑战任务技术思路

文_黎楚彬 / 广东省深圳市龙岗中等专业学校

作为一名有多年经验的青少年机器人竞赛教练员，我在此就 FLL 挑战任务具体技术思路方面分享一些经验，亦与各位教练员共勉。FLL 机器人工程挑战赛是一项青少年国际机器人比赛项目，整个竞赛分为现场竞技、技术问辩、课题研究几个部分，在培养青少年机器人兴趣和技能的同时鼓励他们关注社会，积极运用科学技术解决各种问题。每年竞赛组委会都会以一个世界热点话题为主题，现场竞赛部分在一块场地上围绕这个主题设计十余项任务，由机器人完成，并且要求参赛团队结合生活对这个主题开展课题研究，最后还要在技术问辩时进行课题介绍和展示团队风采，这也是对参加活动青少年的一次综合、全面的考查。

总体设计

不管是建造高楼大厦还是编写软件，都是从总体设计开始的，FLL 挑战任务方案也不例外。学生，尤其是低年级的学生，易倾向于卷起袖子就干，直接搭建机器人主体部分，然后根据不同任务添加不同策略物，一旦中途发现方案不可行极可能要放弃此方案重新再设计，造成不必要的时间浪费。一个好的方案第一步应该是先从整体考虑的，结合自身的条件综合分析各项任务，哪些任务要做，哪些不做，哪些一块儿做，用什么方法去实现，等等，这些都要在脑海中勾画出轮廓，某些关键的细节方面可能需要先做出雏形试验，然后估算其可行性。这一步非常重要，也是培养学生创新意识、锻炼学生综合思考能力的一环。直觉思维倾向的学生在这方面有相对优势，在学生组队的时候应尽量搭配好。

2012 年 FLL 主题是食品安全，挑战任务难度是历年最高的，以学生今年参赛方案总体设计举例：

① 自身条件：有足够的乐高器材；学生也比较有经验，结构较复杂集成度较高的方案应该能设计出来。

② 任务选择分析：理想的分时比 $452 \text{ 分} / 150 \text{ 秒} \approx 3 \text{ 分} / \text{秒}$ ，单个任务来看分时比最高的是细菌任务，远高于 $3 \text{ 分} / \text{秒}$ ，清除污染、收割机、比萨、冰淇淋等任务分时比较低，分时比高的任务应尽量优先。当然考虑到一次完成多个任务的情况，各任务的分时比是会变动的，是否需

要放弃哪些任务还得看最终的方案。

③ 任务分析设计：南面靠墙的几个任务在一条线上，可以一块儿完成；西面的一些任务亦是距离较近，可一块儿完成；东面的细菌、比萨、温度计等任务亦可以一块儿完成；北面的老鼠任务是竞争性的，要不要做还需根据最终方案来决定；送细菌到洗手池任务分时比最高，确保稳定再谋速度。

④ 结构分析设计：任务较多，难度较大，主体和策略物需分离才能更好地完成任务，而且更换策略物须方便快捷；可能的话，主体的马达数量应尽量少，以腾出第 3 个马达来完成更多的任务。

⑤ 比赛经验分析：比赛时难免有意外因素，需要预留足够的时间以防意外事情发生，如预留 15 秒时间。因此训练时不能把 150 秒全部用完，哪怕放弃一些任务。

能量与力

在设计具体结构之前，先分析能量与力，作为结构设计的依据。因为不管用什么方法去完成任务，总要有能量，总会在力这方面得到体现，所以从这个角度去看问题会更加清晰。

例如，学生在设计机器人去完成任务时一般首先想到的是直接使用马达。问题在于机器人行走就使用了 2 个马达，只剩下 1 个马达去做任务了，所做有限。其实从能量

这个角度看，行走马达已经提供了能量，主体部分在行走时已经带有动能，可以设计合理的结构，利用这个动能获得力去完成任务。再如，以今年 FLL 挑战任务为例，如果只是希望把东北方向的细菌清空出场地上的话，只要轻轻触碰开关即可，只需很少的能量即可完成，很容易想到弹射一个球出去碰撞开关的方法，因为这方法所需能量几乎是最少的。

从力的角度看，除马达外，有很多其他方法可以获得力以完成任务，如弹力、重力、摩擦力、压力等。

弹力：橡皮筋是最可以灵活实用的弹力装置，因为可以在基地拉紧橡皮筋，如此机器人则携带了弹性势能，出基地后可以用于完成任务。橡皮筋也不一定要在基地拉紧，从能量转换的角度来看，出基地后马达的能量也可以用来拉紧橡皮筋，或者其他形式的能量都可以相互转换。顺便一提，并非只有橡皮筋、弹簧等能提供弹力，可根据需要而定，不必拘泥，如一些软轴也多少具有一定的弹性。

重力：司空见惯了，大家反倒容易疏忽了重力，尽管下意识地会利用它。从能量角度来看，基地是个立体空间，意味着机器人在那里可以获得一些重力势能，出基地后就可以加以利用，一般可以去完成基地附近的任务。以今年 FLL 挑战任务为例：如果希望完成北面的黄色小球任务、收割机上的玉米掉场地上或者基地旁边的粉色细菌掉场地上，那么可以在基地竖起一个策略物，机器人离开基地时，此策略物整个倒下去（同时离开基地）完成以上任务。此方法的好处是利用了“免费的”重力势能去完成任务，让机器人腾出更多的时间去做其他任务。

摩擦力：摩擦力是把双刃剑，有利有弊。很多时候我们都在想办法避免摩擦，如机器人顶着围栏走的时候加个轮子以减小摩擦；有的时候摩擦力却可以加以利用帮助机器人去完成任务。

压力：气压就是典型的利用气体压力的装置，最常见的物体接触产生的力也属于压力范畴。

当然还有其他形式的力，如有需要，都可加以利用，不一而足，在此不再赘言。

具体结构

牢固稳定、灵活高效、速度快的结构是我们共同的追求，结构设计得好，事半功倍。除物理知识外，建议大家多了解一些基本的机械方面的知识，做起来才顺手，比如杠杆、



齿轮传动变速、单向装置、运动转变、连接方法、触发开关等。

机器人结构须牢固，重心位置合理，防止行走打滑，需要的话可以使用加重积木块去修正重心。如果结构牢固得像坦克一样，行走很稳定，就能省却一些不必要的麻烦，例如机器人从东走到西误差不超过 1 厘米，那有些地方就不用传感器去纠偏了。使用传感器去纠正机器人行走偏差来保证其稳定性是大家常用的方法，一般来说比较费时，能不用则尽量不用，还可以使用更稳定的物理定位来代替。比如机器人顶撞围栏来确保行走稳定；又如今年 FLL 洗手任务，通过顶扣水池确保精确稳定等。

说到灵活高效，最重要的是集成度，换句话说就是机器人一次出基地能把多个

任务一起完成，当然越多越好，对任务较多的挑战来说这点也许就是关键了。此前分析能量与力，在这里派上用场了。我们可以利用尽可能多的方法去完成任务，触发开关一般是在固定位置借力，应尽量轻巧实用，另外基地是个立体空间，尽量加以利用。例如：今年 FLL 任务，南面一条线上有不少任务，机器人或策略物只需靠墙直进直退即可，那么行走只需 1 个马达即可，可以利用诸如橡皮筋的弹力、重力、顶撞场上固定模型的反作用力等去完成任务。如此，可以设计机器人主体部分去完成西面任务的同时拥有第 3 个马达的策略物去完成南面的任务，中间 1 根电线相连即可。

速度在今年难度很大的挑战中显得尤为重要。结构上来说，大小齿轮传动能提高速度，但考虑到稳定性，建议别过多使用。程序上来说，尽量减少停顿也是能提高速度的。还有一点很重要却容易被忽略，切换任务的时候，选择程序、更换策略物要尽可能方便快捷。要在程序上省下 5 秒钟并不容易，但在任务切换时设计得好的话能轻易办到，这点可以节省不少时间，建议大家观看自己的录像去分析。速度与稳定有时难以兼得，只能具体情况具体分析。

程序

如果方案设计良好，其实程序并不复杂，甚至可以说很简单。有几点体会：尽量让学生先写流程图再写程序，多使用模块让程序变得简单明了；所有任务的程序编写在同一个程序文件里，通过开关（比如触感）来选择，减少按键次数以节省时间；程序中尽量减少停顿保证速度；程序尽可能高效，例如只驱动单个马达使用电机图标即可，不必使用移动图标。■