



RoboCup
Junior
China

2017 RoboCup 机器人世界杯中国赛

开发日志

队名：大连八中机器人

参赛单位名：大连八中

队员：郭琪 关正 戴子龙 邓少淳 彭骏涵 于佳冬 张开源 郭婧汝 李欣然 付郑语

指导教师：孙雨安

创建日期：3.1

日志编号：1.1

活动日期：3.1

参与队员：郭琪 关正 戴子龙 邓少淳 彭骏涵 于佳冬 张开源 郭婧汝 李欣然 付郑语

1 讨论过程

(说明：请详细记录每位小组成员的发言，并通过草图的形式，记录每位同学的意见；请附图片)

关正：今年的规则变动很大。据说今年的车要拆的很细。

戴子龙：我也仔细的阅读了今年的规则，今年的车不仅要拆的很细，而且障碍物也增加了一地小碎片。

郭琪：是啊，这就要求了我们需要仔细思考车的结构，简化结构，节省时间。

邓少淳：其实今年对程序的变动不是很大，还有一部分循线，一部分抓球。

彭骏涵：循线这部分我觉得没什么难的，关键是救援区，不仅要准确地检测出球的位置，还要防止被一地的障碍物干扰。

于佳冬：经过我的缜密思考，我发现今年的救援区没有太大的变化，所以在设计抓球设备时时，我们可以在去年的基础上进行提升。

关正：那大家就进行分工。

郭琪：我来负责机械和电子的部分，主要是设计抓球的装置。

关正：我和郭琪一组吧，抓球装置听起来很复杂。

戴子龙：既然你俩要抓球，那我、郭婧汝和于佳冬就来做储球装置吧。

于佳冬：可以

郭婧汝：行，正好我对储球装置有点想法

彭骏涵：一楼比较困难，我的程序能力还可以，我来想有关策略吧。

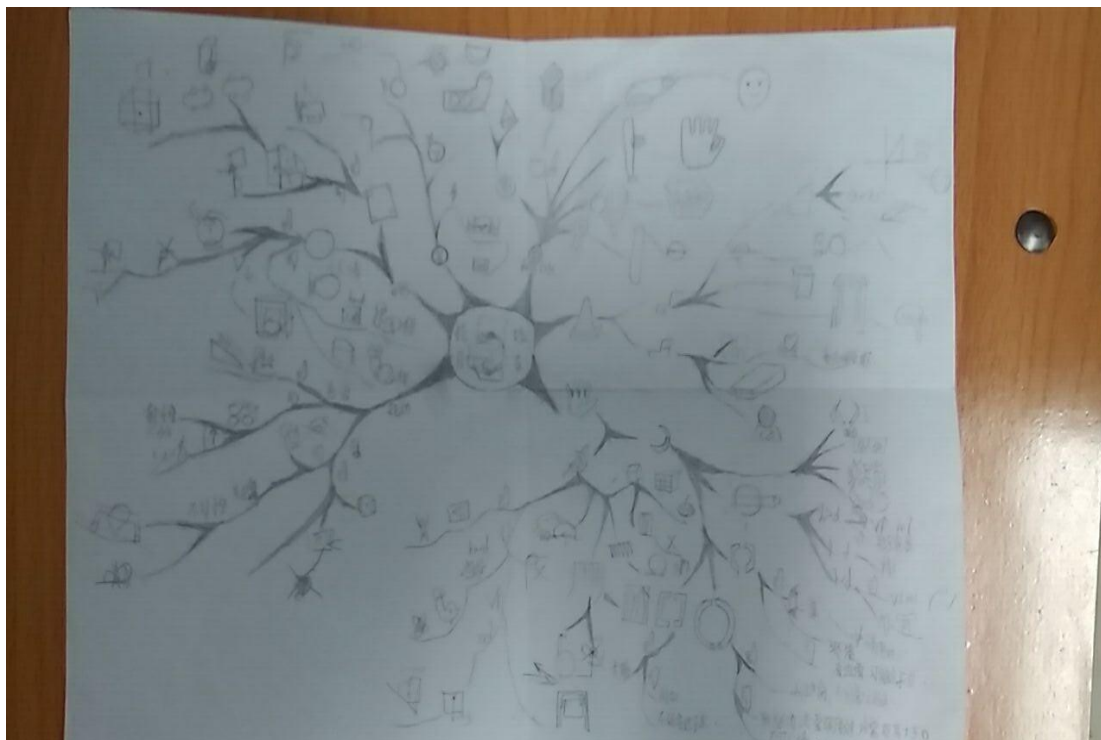
邓少淳：那我想撤离区

李欣然：传感器的选择就交给我吧。

2 开发过程

(说明：请详细记录每一位同学的开发工作；并把所有硬件的设计图纸附在本日志中。请附图片)

戴子龙、关正、于佳冬、郭靖汝、李欣然、郭琪：今天我和程序员们一起详细地研究了比赛规则，并绘制了一张思维导图，便于我们理清思路。（见图）



郭靖汝：我们的任务是在救援区主要完成搜救人质，并将人质送到安全撤离点，比赛划分两个场地：循迹区和撤离区。在循迹区我们主要完成的任务走线，判有活的人质（银色反光导电的球）和死人质（黑色不导电的球），同时活人质有重球轻球之分，接下来首要任务即为三边挡条高度的确定。在确定球的规格大小之后，并考虑到车的整体性，目前大致确定斗底部规格为 $120 \times 160\text{mm}$ 大小的矩形斗，并通过舵机让斗通过向后方倾倒实现将球倒出。对此我们进行了挡条高度的测验。首先尝试 30mm 的挡板，但倾斜角度要求很大，之后测试高度为 25mm ，虽比之前有所改善但仍非最优方案，于是预测大概在 $13\text{--}18\text{mm}$ 范围内有适合高度。接着之前的工作，继续考虑挡板高度，先尝试之前预测最低下限 10mm ，但因 10mm 为球直径的五分之一，因此，球在放入过程中球由于自身惯性易从后挡条滚出。可见挡条还需高些。经不断改变高度，在 $12\text{--}18\text{mm}$ 之间比较合适。且考虑到铜柱高度，于是选择为 15mm 。

开发日志

郭琪：为了设计一辆车，我们进行了分工：负责电子方面的有戴子龙、郭琪、李欣然，负责机械方面的是戴子龙、关正、于佳冬、郭琪、郭靖汝。在寻线区电子要判断在寻线区及撤离区中要用到的传感器，并选择合适的传感器。

戴子龙、郭琪、李欣然：机器人想要到达撤离区，需要通过由白色拼块拼成的上面画有黑线的区域，想要到达撤离区，我们需要让机器人沿着黑线走，也就是进行循迹。今天，我们对寻线可能会用到的传感器进行了选择，通过在网上查找资料，我们了解到几种在寻线时可以用到的传感器，比如视觉传感器、反射式光电传感器。其中视觉传感器需要大量的运算也只能识别一些结构化环境简单的目标视觉传感器的核心器件是摄像管或 CCD, 但其价格、体积和使用方式并不占优势，而且非常重要的一种传感器对于编程上的难度很高，因此我们决定排除这种传感器。

邓少淳：现在由于新车没有做出来，我们打算用一辆校本课上用的模型车，给它装上最基本的传感器，像红外、超声这一类，好让我们熟悉程序框架，为日后的程序编写打好基础。在比赛过程中，我所负责的撤离区可分为几个部分，分别是进场，巡墙，抓球，障碍物，撤离台。考虑将舵机控制，左右转，障碍物处理，抓球分别设置为子程序。进场时分为两种情况，分别是门在中间及门在左边和门在右边，用右超声识别，抓球有三种情况，球在左边了车离前墙较远，球在左边了车离前墙较近，球在前墙边，同时分辨球。球的位置由超声确定，判断真假球用金属检测。巡墙用 pid 算法，撤离台时用爪子上右边触碰及前超声共同判断，再沿撤离台走，同时加时间保护。注意撤离台附近有无球。障碍物与球用前超声判断，遇到障碍物时四面清球。

3 调试过程

(说明：请详细记录每一位同学的工作；并记录发现的具体问题，以及改正问题的方法。请附图片)

彭骏涵：由于没有车，电子方面的传感器也没有定案，所以我只能先思考一下策略。其中，我们将巡线部分的任务分为：黑线循迹，白色断线，绿色块，路口，减速带，障碍物，上下坡七部分。

对于每一部分任务我们的策略如下：

黑线循迹：由于场地黑线与白线在颜色上有较大的差异，我们需要一种可以得到颜色值的传感器，然后根据传感器返回的数值确定一个阈值，比较黑线与白线返回值与阈值的大小差异，从而判断出传感器所处的位置。当左侧传感器在黑线上时，机器人左侧马达低速右侧马达高速，反之左高右低。利用差速改变机器人前进方向。

白色断线：由于白色断线部分普遍较短，我们选择当所有传感器返回的数值均高于阈值时，使马达定速正转，使机器人前冲一段距离。

绿色块：场地中的色块均为绿色。根据规则我们要在经过路口时根据色块的位置确定转弯的方向，这就要求我们能够判断出绿色。这里我们需要另外一种可以读取不同颜色的传感器。当我们检测到绿色时判断其位置，然后以固定方式转弯即可。当检测到两个色块时，我们需要让车原地掉头，我们考虑能否用九轴陀螺仪判断前进方向。

路口：场地中可能的路口有十字线丁字线。十字线我们决定当所有黑线循迹传感器返回值均低于阈值时，前冲。丁字线我们与机械商议，当两个固定位置的黑线循迹传感器返回值低于阈值时，判断处于丁字线上，再进行相应动作。

减速带（上下坡）：我们需要检测机器人的当前姿态，需要一种姿态传感器，判断机器人姿态并做出动作。

障碍物：障碍物会阻挡在黑线上，仅凭黑线循迹的方法明显无法处理。由于机器人正常运行会撞击在障碍物上，我们考虑能否加装可以检测撞击的传感器，当检测到撞击后按照设定的速度前进固定距离绕过障碍物。那么首先要解决的就是线前按照色块方向转弯的办法。直接利用颜色传感器检测，检测到绿色就转弯的方法是否可行？

然而其实际效果并不符合预期，按照该方法，车连基本的走线都无法完成，加上显屏功能后发现其在运行过程中随机误检测到绿块。经过与学长的沟通，了解到 RGB 色彩中，黑色往往会包含着绿色等色，导致颜色传感器的误检。于是在学长的指导下使用了一段时间内读取检测次数的方式确定是否处于色块上方。

经过了一番改动发现的确有很好的效果，然而又出现了新的问题——经常在同一色块上会连续触发多次色块检测，导致车辆偏离黑线，经过讨论决定采用保护程序——即在每一次色块程序运行后强制几秒的 PID 算法，使车辆离开色块范围。



此种方法的确解决了多次色块误检的问题。在不断的测试过程中，我们发现如果色块放置的位置不在直角弯前，而是在弧形弯前，转弯 90° 的方式会导致车辆转弯角度过大偏离航线，结合硬件情况，我们决定将定角度转弯改为持续自转至中间光电检测到黑色停止。

4 本次工作总结

今天主要进行了对规则的理解和人员的分工，大家对规则了解后努力的方向更加明确了。

开发日志

日志编号：1.2

活动日期：3.2

参与队员：郭琪 关正 戴子龙 邓少淳 彭骏涵 于佳冬 张开源 郭婧汝 李欣然 付郑语

1 讨论过程

(说明：请详细记录每位小组成员的发言，并通过草图的形式，记录每位同学的意见；请附图片)

关正：咱还是先别把工作分得那么细，防止每个人的想法不同，做出来的东西无法衔接

于佳冬：行。

郭琪：那咱就先从规则出发，研究车体。

戴子龙：我觉得履带车不错，可以更好的适应有减速带的场地。

邓少淳：可以！履带车只需要两个电机驱动，会给程序减轻很多负担！

彭骏涵：咱学校正好有一个履带车，咱拿来试验一下。

郭婧汝：看起来很好，但咱总不能拿这辆车去比赛吧？

关正：有道理，其实一个现有的车会是一个很好的教材，我们可以从中学到很多。

戴子龙：既然如此，我们来把它拆开研究一番，汲取经验吧



2 开发过程

(说明：请详细记录每一位同学的开发工作；并把所有硬件的设计图纸附在本日志中。请附图片)

戴子龙、关正、于佳冬、郭婧汝：今天我们研究过减速条这一障碍。减速条数据是“减速条直径不超过1cm，白色并固定在地板上。有可能斜放。”我们要选择合适的轮胎类型，轮胎类型分为万向轮、麦克

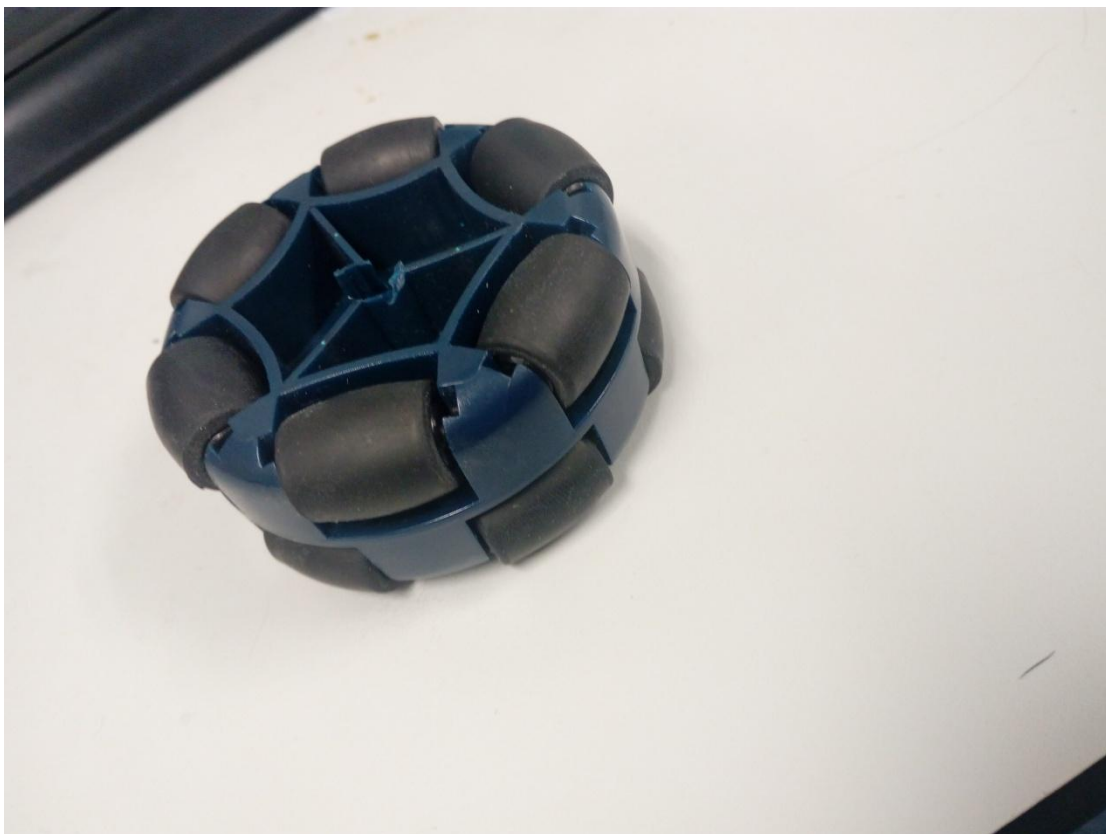
纳姆轮、全向轮、硅胶轮等，（所有轮图）



这是我们下一个研究方向。万向轮的优点是越障方便，缺点是当万向轮垂于行驶方向，就会卡住，所以我们不能用万向轮。

接下来是麦克纳姆轮，其优点是可以全向移动，在平面内做出任意方向平移同时自转动作；缺点是绕障能力有缺陷，这种全方位移动方式是基于一个有许多位于机轮周边的轮轴的中心轮的原理上，这些成角度的周边轮轴把一部分的机轮转向力转化到一个机轮法向力上面。依靠各自机轮的方向和速度，这些力的最终合成在任何要求的方向上产生一个合力矢量从而保证了这个平台在最终的合力矢量的方向上能自由地移动，而不改变机轮自身的方向。在它的轮缘上斜向分布着许多小棍子，故轮子可以横向滑移。

小滚子的母线很特殊，当轮子绕着固定的轮心轴转动时，各个小滚子的包络线为圆柱面，所以该轮能够连续地向前滚动。麦克纳姆轮结构紧凑，运动灵活，是很成功的一种全方位轮。有 4 个这种新型轮子进行组合，可以更灵活方便的实现全方位移动功能。在初步研究完麦克纳姆轮后，我们又查阅了一些有关



全向轮的资料（见图）

（全向轮顾名思义，就是可以在任意方向运动，任意角度，任意方向。）因此相对于传统差分驱动方式，全向轮可以在平移的同时完成旋转，但因为全向轮机器运行过程中可以任意方向移动，因而，其效率较低。并且这种轮有一个固有的问题是轮胎不能保证处于同一平面，所以假设其在场上运行时，可能某一时刻其中一个轮胎与地面并不接触。所以说，在一开始的越过减速条时难免会有某个轮子不与其他轮子在一个平面上的状况。因此全向轮对于比赛中的情况可能目前并不能很好运用。

郭琪:在设计车的时候，对于杜邦线的选择也是至关重要的。种类不同的杜邦线性能也有所不同。电压值不同，最高耐热温度不同，AWG 值(是杜邦线粗细的判定值，值越小线越粗；线越粗电流越小)不同等等都是选择杜邦线的要素。经过筛选，我们发现电压值 300V，25AWG，80 摄氏度的线最符合我们的要求。以下是我们今天研究的两种线。



3 调试过程

(说明：请详细记录每一位同学的工作；并记录发现的具体问题，以及改正问题的方法。请附图片)

戴子龙、郭琪、李欣然：我们需要选择一种传感器来辨别黑线和白色区域，经过查找资料，我们了解到红外反射式光电传感器的工作原理是：小车在赛道上行驶时，装在车下的红外发射管发射红外线，如果红外线碰到白色区域，经反射红外线被红外接收二极管接收，接收管导通，输出低电平，如果红外线碰到黑色循迹线，被线吸收，红外二极管接收不到红外线而截止，输出高电平，从而实现通过红外线检测信号功能。这种传感器的光源除了激光二极管，还有普通发光二极管及激光二极管，这两种反射式光电传感器的工作原理和红外发射光电传感器的原理是差不多的，红外发光二极管和普通发光二极管容易受到外界的干扰，而激光二极管的光源虽然不容易受到外界干扰但是价格较贵。反射式光电传感器非常适合我们的循线任务，我们打算选择其中一种用在我们将要制作的机器人上，至于具体选用哪种，我们决定将其买回来亲自做过测试后决定。

戴子龙、关正、于佳冬、郭婧汝：初步考虑了传感器，我们将研究重点转向车型。经过对规则的研究，我们清楚地发现这个项目的场地是崎岖不平的，有大量的减速带和撤离区的大量牙签，还有连续地倾斜角为最大 25 度的斜坡，于是我们认为履带车更适合这个比赛。因为它有更好地驱动性和场地适应性。为了能创造出一辆属于我们自己的车，我们需要一辆履带原型车，并对其进行修改，从中汲取经验并自己打造。

拿到原型车时，我们将原型车拆开，研究其内部的构造。原型车用的发动机是 TT 电机，它是一种直流减速电机，利用齿轮减速系统控制器转速。其齿轮箱和一般的电机不一样：他的齿轮箱是与电机垂直的。也就是说，他的齿轮箱中会有改变传动方向的齿轮如双面斜齿轮、星形齿轮、冠状齿轮等。其优点在于，打破了电机所有部件都在一条直线上的设计，他充分利用了空间，将电机长度缩短，使它的宽度缩短，减少了车的体积。



我们将它拆下，打算测试其各项数据像堵转电流、额定电压、转速等。接上学生电源发现并没有转动，于是我们推测这个电机已经被烧坏。接下来我们试图找到合适的电机替代它。经过多次测试，我们找到一个电机，它的转速为 100 转每分钟，说明它的动力很强；堵转电流为 1.3A，额定电压为 6.9V，说明它的功率很大，适合爬坡。所以我们将这个电机换上，测试效果很不错。

唯一不足的是它的速度太快，不便于操作，上坡时动力也有可能不足。因此我们要将其减速比减小，比如原先为 40:1，现在要将其改为 120:1，使其在电机本体转速一定的情况下利用更小的减速比将其真实转速进一步减小。

4 本次工作总结

这次我们进行了轮子和杜邦线的相关研究及选择，对后续装车的工作打下了坚实的基础。

开发日志

日志编号：1.3

活动日期：3.3

参与队员：郭琪 关正 戴子龙 邓少淳 彭骏涵 于佳冬 张开源 郭婧汝 李欣然 付郑语

1 讨论过程

(说明：请详细记录每位小组成员的发言，并通过草图的形式，记录每位同学的意见；请附图片)

关正:既然换上了新电机，咱用手推着他跑一遍，看看到底能否应用在这种场地上。

戴子龙:实践是检验真理的唯一方法，我们应该进行实际操作。

郭婧汝:看起来不行，你看，他过门的时候履带会挂住门。

于佳冬:虽然很不错，但我们只能放弃这种想法

彭骏涵:我有个主意:要不咱把车设计成圆形的吧，这样的圆形绝对不会与场地发生任何刮蹭。

郭琪:好主意，圆形的优点有很多，咱做做试试，

李欣然:那我们从履带车上汲取到的电机知识就派上用场了。，这次咱选电机就有底了。



2 开发过程

(说明：请详细记录每一位同学的开发工作；并把所有硬件的设计图纸附在本日志中。请附图片)

戴子龙、关正、于佳冬、郭婧汝：我们利用昨天换上新电机的车进行实验，发现这种车确实能很轻松的通过减速带，但是其表面粗糙的履带却经常碰到场地上的障碍物。所以我们不得不否定了这种方案。但是这次失败给了我们很多经验，例如电机的参数，以及我们下一步设计所需要考虑的问题。考虑到循线场地上有许多障碍物以及复杂多变的地形和弯道，所以我们想使用圆形的车体，因为圆型车有以下优势：

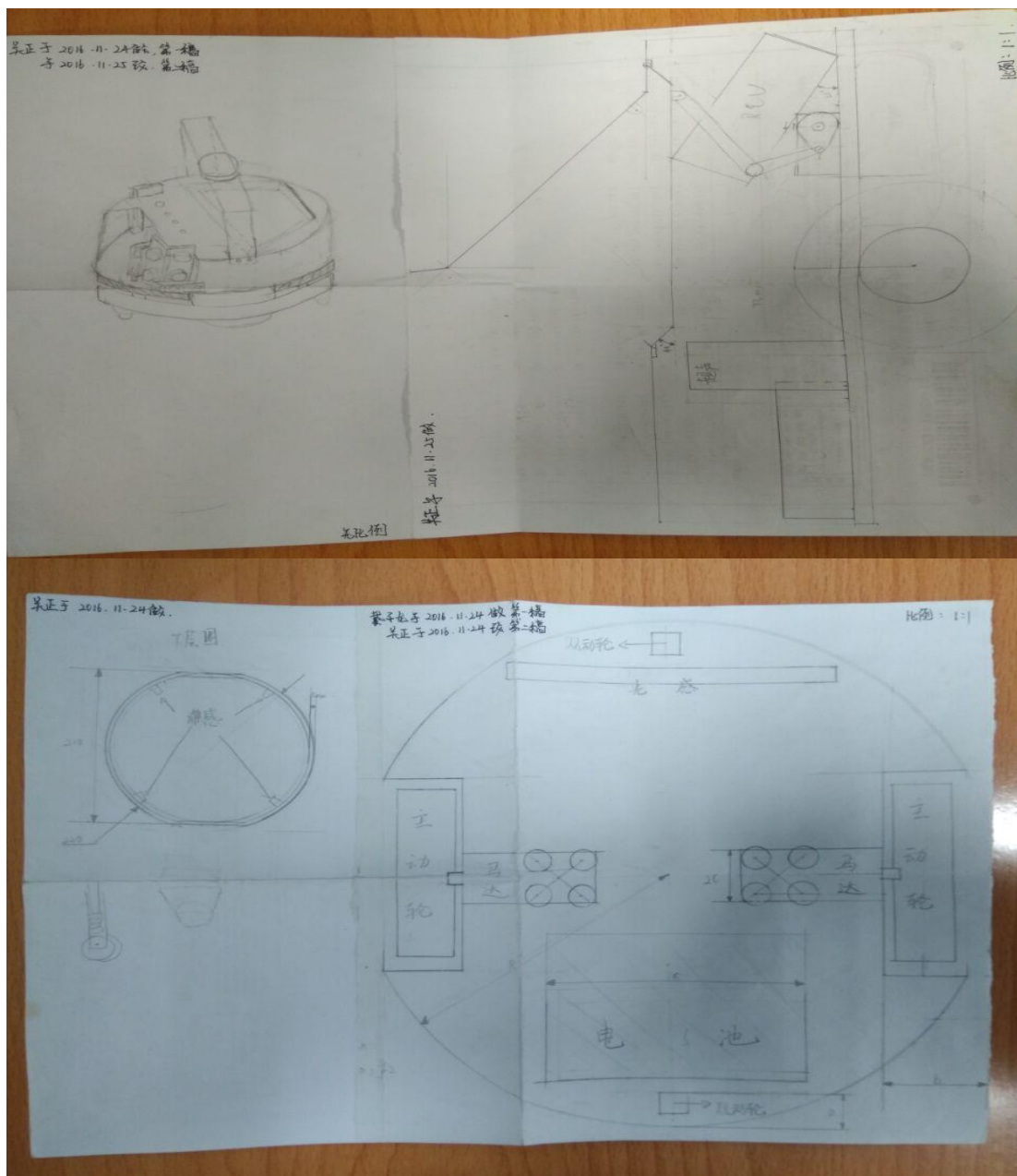
一：圆形是最和谐的图形，不会与任何障碍物发生刮蹭而使车无法前进；

其次：车的转轴可以轻松确定，一个轮不动的话转轴就在这个轮子中央；两个轮子一起转，其转轴就会在车的中央。由此一来，车就不会像长方形车一样反复调转轴了，车也只需要两个轮子就能驱动。

可是我们将车的模型做出来之后却发现了很多问题：首先，车体是圆的不假，但传感器什么的都是方的，没法像长方形车那样将传感器紧贴在车边，只能将传感器放在车内部，但这样做车的内部可用体积就会减少。

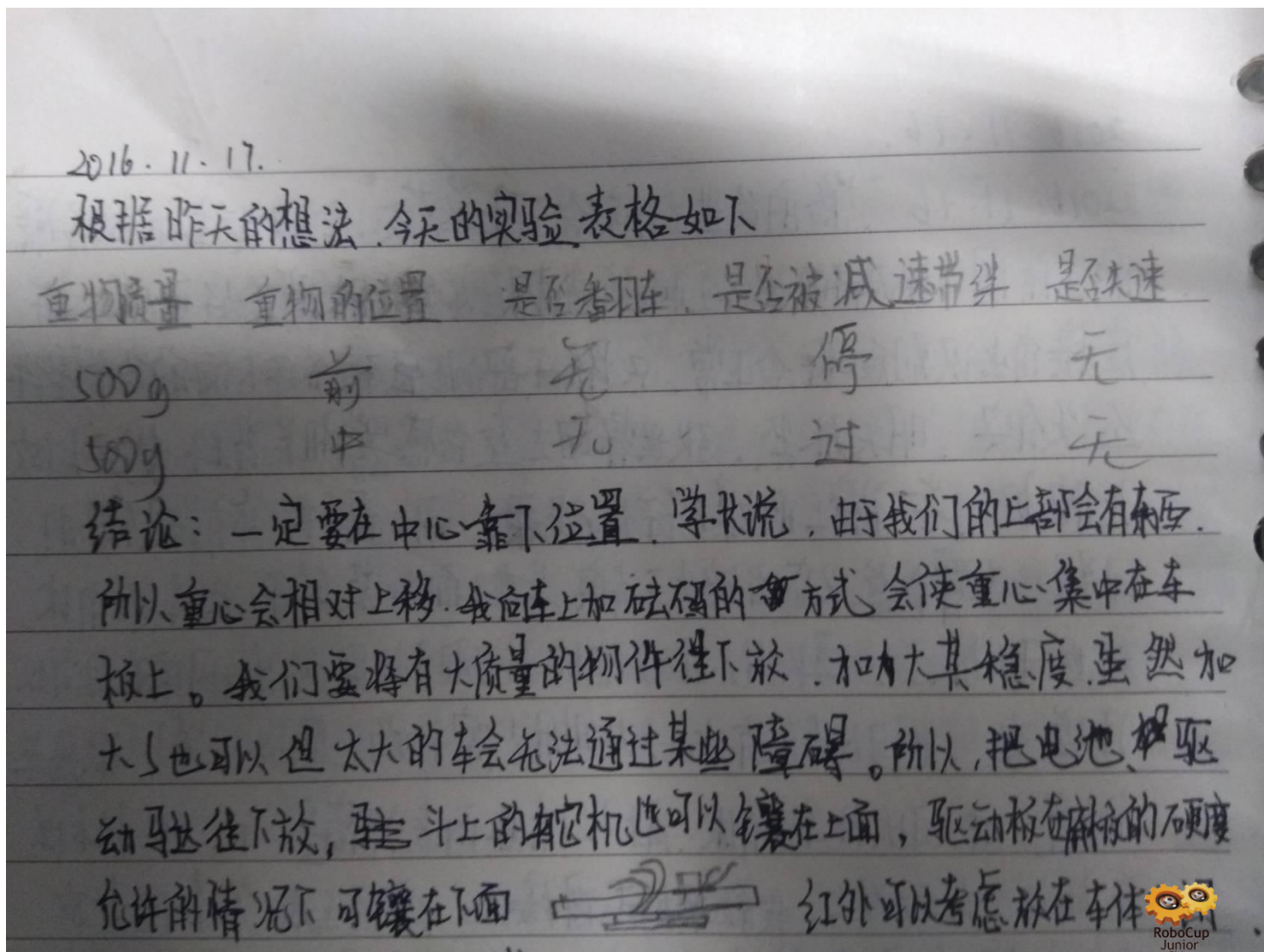
所以说，我们只能通过增大车的底盘面积来增大车底盘的可用体积。但是车的大小有限制，因为要过一个门，长和高都不能超过 250mm，因此我们最大化的缩小车的使用面积，将能减掉的都减掉，为此我们甚至花掉了一节课来画草图，广求机械电子的意见后，画出了两张关于车体硬件排布的设计图，将必须体积缩减到了最小。（见图）

开发日志



是时候该开始模型的制作了！我们用学校的激光切割机做了一个亚克力模型，并将必要的电机和主控板装在了车上。使用模型进行模拟移动，发现了一个全新的问题：在上坡的时候两个支持轮会使中间的主动轮离地。这是一个全新的问题。考虑到斜坡的最大度数是二十五度，一开始我们决定让车倾斜前进，为了防止倾斜的车在上坡时向后倾倒，我们又做了一个试验，就是用砝码给车配重，让车开启马达测试上坡，确认车的重心在什么地方时可以使其不倾倒。（见表格）

开发日志



实验证明只有重心在车中心偏下部位时车才不会倾倒。所以我们打算把车上部分的大部分重物靠下放置。

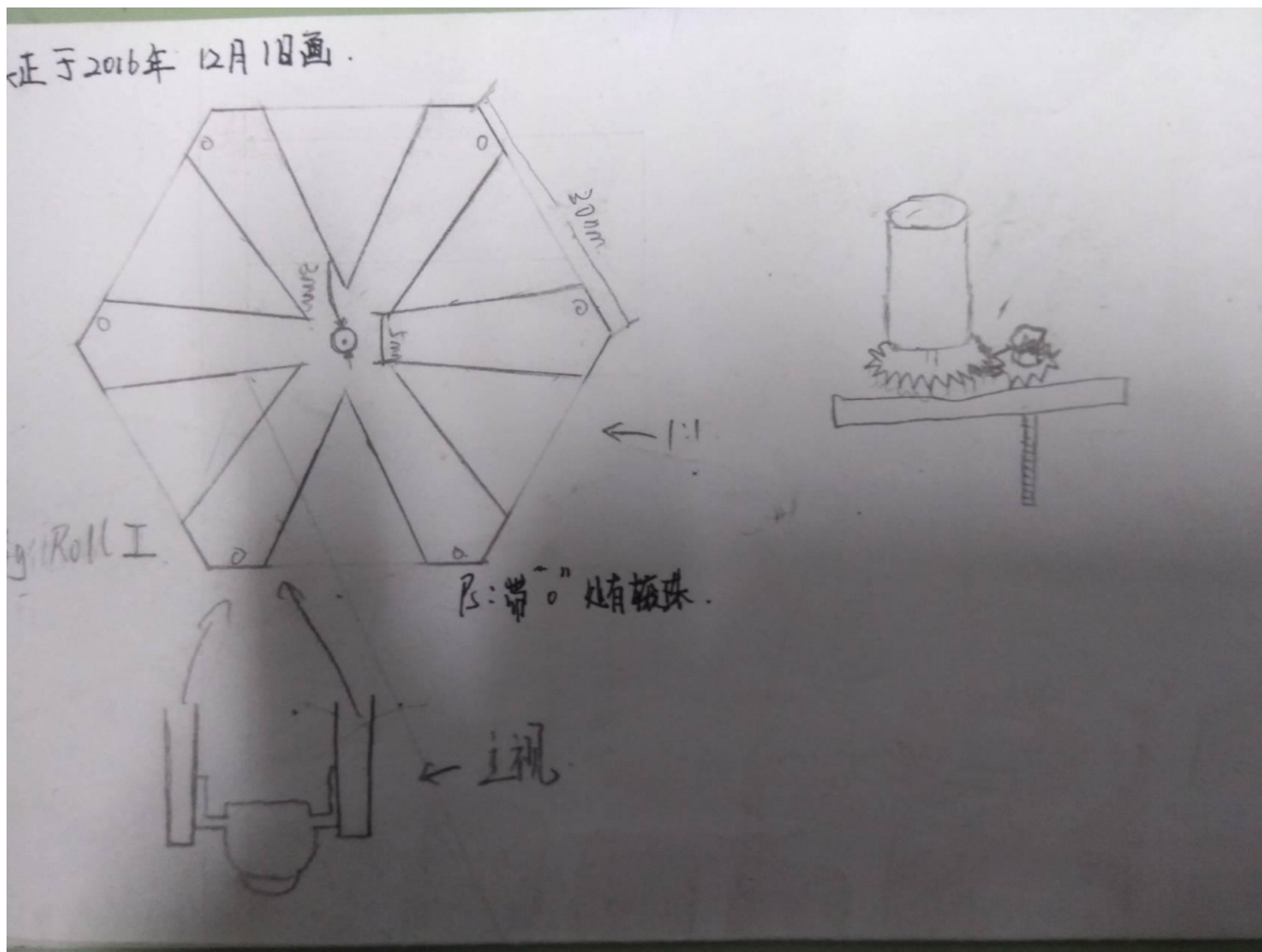
3 调试过程

(说明：请详细记录每一位同学的工作；并记录发现的具体问题，以及改正问题的方法。请附图片)

戴子龙、关正、于佳冬、郭婧汝：今天使用改造的模型进行试验，发现上坡时如果遇到减速带会带来不少麻烦：过减速带时主动轮好过，但后面的从动轮会被卡住。我们将轮子换成了滚珠，但是问题还没有得到解决。滚珠由于其可触地面积太小，没办法滚过减速带，换句话说，就是其裸露的滚珠根本不接触

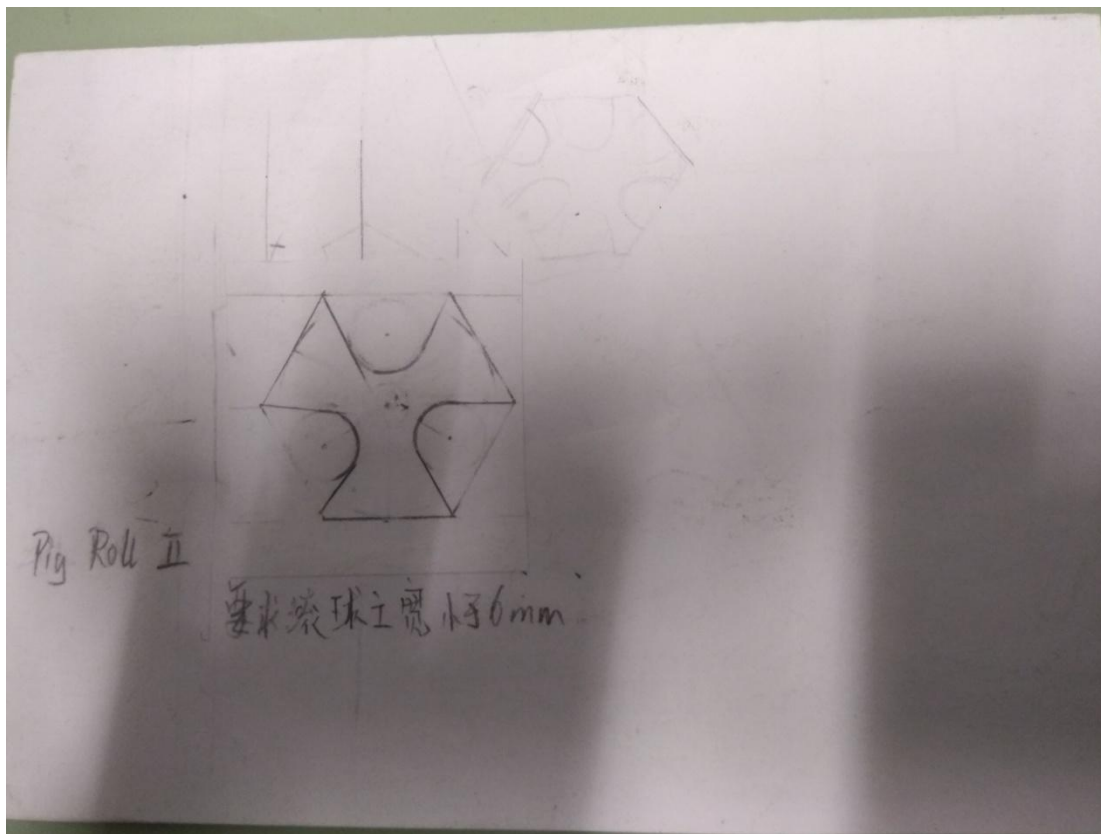
开发日志

减速带。为了解决这个难题，我们又一次召集了机械电子。但是在研讨过程中大家都没有好的意见，这个问题陷入了僵局。突然间，一个灵感闪过我的脑海：既然从动轮滚不过去，那就让他跨过去！做一个带有豁口的多边形，利用其豁口跨过减速带。我想到了一个装置，就是利用六边形将六边形的六个边挖出一部分，间距可以通过减速带。（见图）



但是这样过减速带会使从动轮的体积变得非常大，导致车的重心上移，使车更容易翻。所以我们开始了对从动轮的改进。我们打算将六边形的外形保持不变，改变其大小与外观让其变小。我们将那个失败作品拿到场地上实验，发现每一次过减速带时，六个缺口只会用到三个，也就是说，可以只将缺口设计在三个边上。这样一来，每一个边到中心的距离都得是一厘米的现状被打破，从而大大减少了需要挖洞的面积。为了使他过减速带时更加轻松自然，我们将缺口的图案也进行了改进：图案是由一个直径一厘米

的圆和他的两条互成六十度的切线组成，这个结构可以轻松越过任何一个减速带。（如图）



4 本次工作总结

今天我们主要针对过减速带问题的研究，讨论结果对比赛很有帮助。

开发日志

日志编号：1.4

活动日期：3.4

参与队员：郭琪 关正 戴子龙 邓少淳 彭骏涵 于佳冬 张开源 郭婧汝 李欣然 付郑语

1 讨论过程

(说明：请详细记录每位小组成员的发言，并通过草图的形式，记录每位同学的意见；请附图片)

关正:既然换上了新电机,咱用手推着他跑一遍,看看到底能否应用在这种场地上。

戴子龙:实践是检验真理的唯一方法,我们应该进行实际操作。

郭婧汝:看起来不行,你看,他过门的时候履带会挂住门。

于佳冬:虽然很不错,但我们只能放弃这种想法

彭骏涵:我有个主意:要不咱把车设计成圆形的吧,这样的圆形绝对不会与场地发生任何刮蹭。

郭琪:好主意,圆形的优点有很多,咱做做试试,

李欣然:那我们从履带车上汲取到的电机知识就派上用场了.,这次咱选电机就有底了。



2 开发过程

(说明：请详细记录每一位同学的开发工作；并把所有硬件的设计图纸附在本日志中。请附图片)

这几天我们将工作重点转向了抓球的用具。

郭婧汝:通过研究规则,明确在比赛中有走线和救援“人质”两部分。而对于如何救援“人质”即为将五个真球(可导电)运送到放球区,而对于如何把球送过去这是一个首要问题。经过与郭琪关正讨论,我们决定应该制作一个可以将球抓取的抓球装置。

但又考虑到每次抓完一个球就需要去运送一回过于麻烦，且会浪费许多不必要的时间，进而，我们考虑能否做出一个一次可以将多个球一起运送到放球区的装置，即这种装置可以具备将多球放到车中，并一起送入放球区的装置。

之后联系到一些生活实际中有关搬运物体的工具，我简单画了一个简单的装置设计图，即为两个半圆形的板，通过舵机带动它们合拢在一起，达到将球放入两个弧形板之间，且因为“人质”规格是 50mm 直径的球体，所以说当两个完全相同的半圆弧度板合拢时恰好就是一个侧面圆直径 50mm，长为 105mm 的圆柱体形态，这样正好满足了球可以恰好卡在两个板之间，且一次可以收集到两个球。

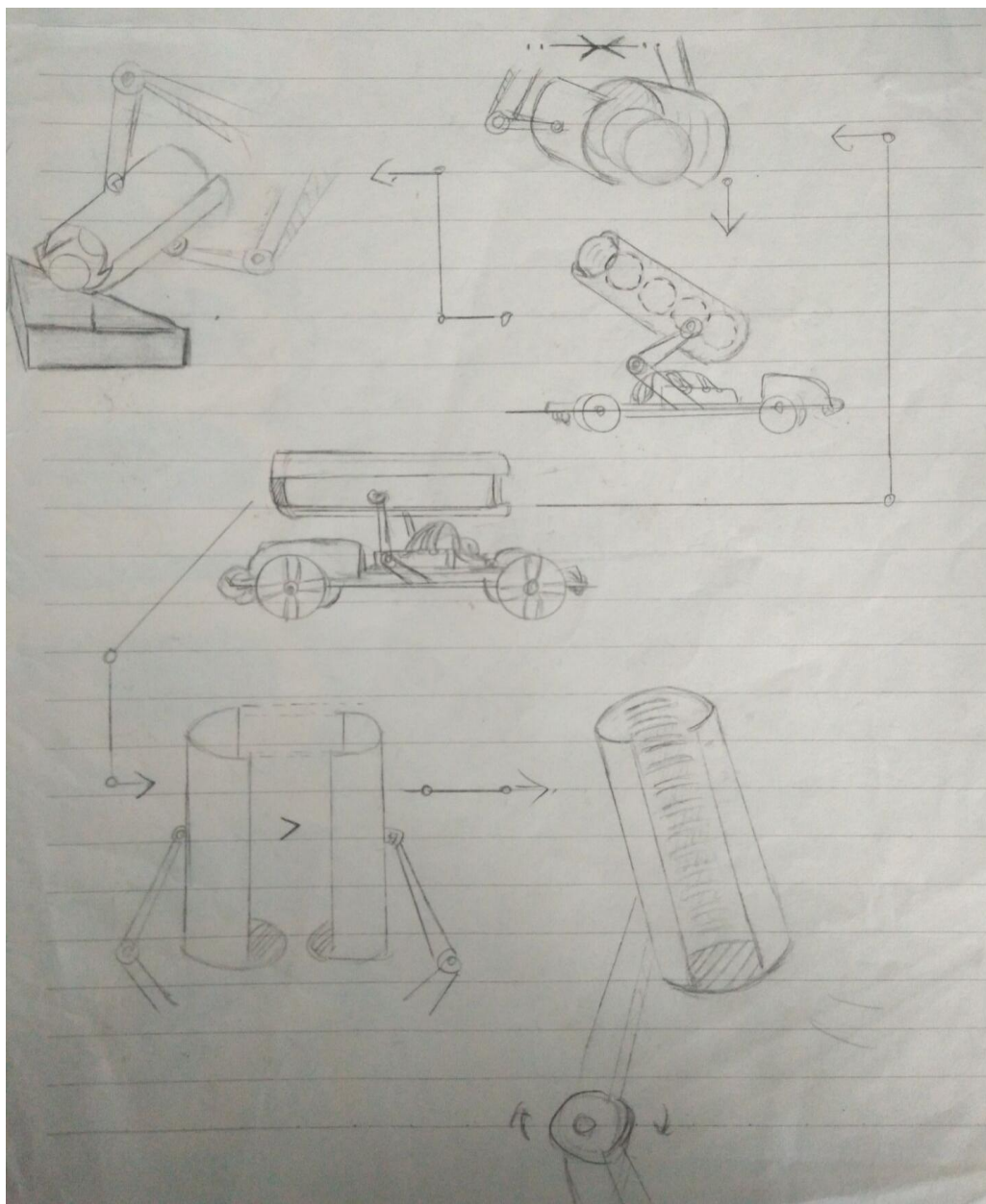
郭婧汝、郭琪、关正、戴子龙：有了上次的初步想法和草图之后，我将设计图和自己的想法跟老师以及组员讨论了一番，在不断辩证过程中，我发现这种想法或许还不错，但在用在实际行动中，难免会出现南辕北辙的现象，这种很大的装置虽然本意是一次可以收集储存两个球，但可能最后在实践中可能并不能很好的利用到这个设计的初衷，这样反而会因装置的过大而感到累赘。

因此如果真的使用了这样的设计，可能就和每收集一个球就运送到放球区没有太大差别，而且会因为装置的繁琐，加上装置上因合拢打开和高度上的太高降低需要多个舵机带动而带来许多不必要的麻烦，因此在众人的讨论决策之后，决定这种装置目前还是不能用于比赛中。

郭婧汝：但因为仍想运用和之前设计初衷一样的装置，我们吸取之前的弊端，感觉最好应该可以只用一趟将所有球收集齐然后一起送至放球区。因为在捡多个网球时有一种工具是利用网球可有弹性形变，通

开发日志

过，多个棱条的向下挤压，可将网球压入筐中。



虽然比赛中的“人质”所具备弹性远不如网球，但我们可以使用外界的弹性形变，运用异曲同工的方法来达到同样效果。而说到弹性，首先想到的便是皮筋，所以我们的初步想法是利用皮筋下压来使球压入一个可以容纳五个球的装置。但是如果装置是个平面的话五个球难免会都聚在一处，所以，经过和关正戴子龙讨论，我们想将装置一部分抬高，且抬高处放置皮筋，在抬高处与较低处之间为斜坡，这样在球被压上来之后可以直接从斜坡滚入装置后部较低处，这样不仅可以收集到球，还能将球一次性倒入放球区，而且也不会出现之前设计的弊端——很大规格的装置并没有完全利用好。

开发日志

郭婧汝、关正、郭琪：在有了初步想法之后，我们运用激光切割机和热熔胶连接简单制作了一个木质模型，并用螺丝将皮筋固定在装置前部抬高处，之后拿一些“人质”做实验，发现起初简单固定的斜坡角度 15 度并不能使球顺利滚下去，于是我们将斜坡处拆开，改用更大坡度，我们首先尝试了 20 度发现有所改善，但改善幅度并不够大，之后又尝试了 45 度，发现虽然时间有显著提高，但使抬高处离地太高，对于将“人质”压入装置中有些困难，于是我们试着去降低坡度，由 42 度到 40 度再到 35 度，最终决定使用 35 度的坡度可能会更好。于是我们确定了角度用热熔胶固定后又将改动后多余的部分磨掉。一个救援装置的雏形目前就完成了。

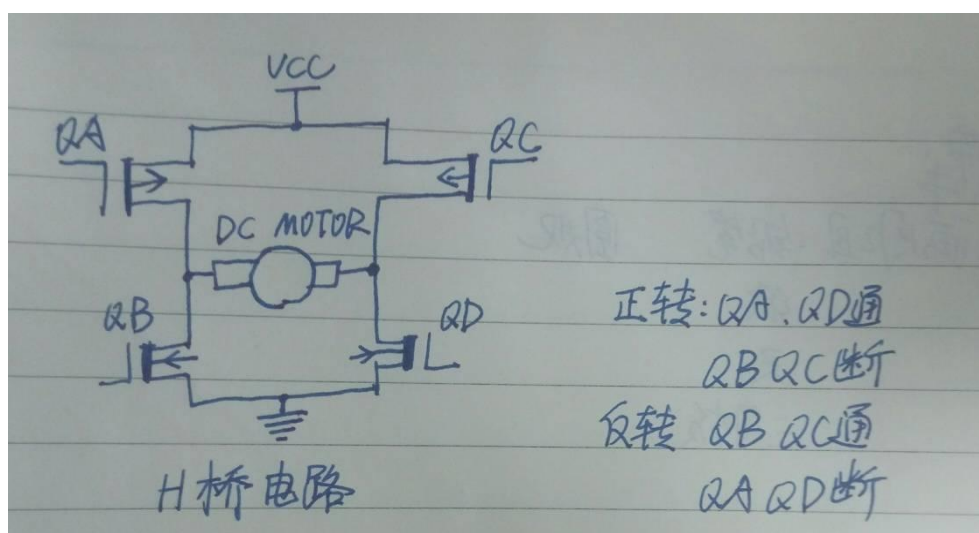


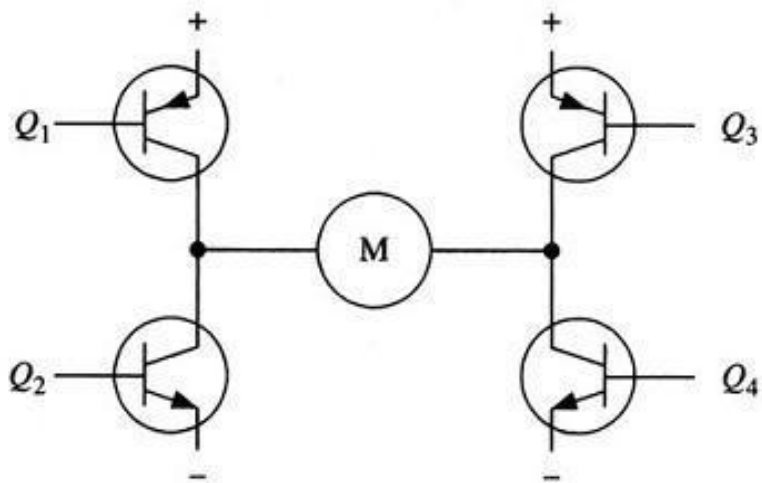
3 调试过程

(说明：请详细记录每一位同学的工作；并记录发现的具体问题，以及改正问题的方法。请附图片)

H 桥电路顾名思义，就是因为它的电路形状酷似字母 H，所以被称为 H 桥电路。H 桥是一个典型的直流电机控制电路，它的工作原理是如上图所示单相桥式逆变电路工作原理开关 T1、T4 闭合，T2、T3 断开：

$u_0 = U_d$ ；开关 T1、T4 断开，T2、T3 闭合： $u_0 = -U_d$ ；当以频率 f_s 交替切换开关 T1、T4 和 T2、T3 时，则在负载电阻 R 上获得交变电压波形（正负交替的方波），其周期 $T_s = 1/f_s$ ，这样，就将直流电压 E 变成了交流电压 u_0 。 u_0 含有各次谐波，如果想得到正弦波电压，则可通过滤波器滤波获得。





4 本次工作总结

本次我们学习了 H 桥有关方面的知识，并且设想了一个装置，目前还在试验中。