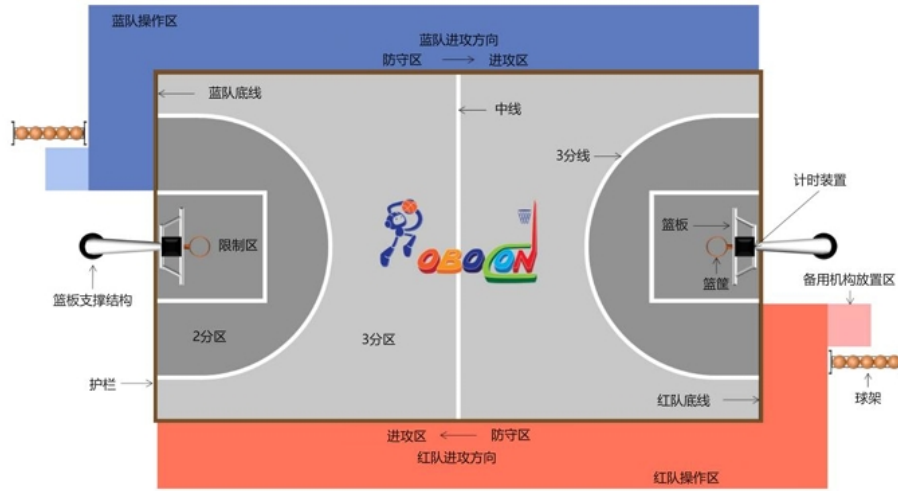


1 比赛规则相关分析

比赛场地如图所示(长15m宽8m):



由4.3: 如果开局为控球队, 控球的机器人应该接近底线, 以便装球, 另一个放置在防守区。如果开局为防守队, 两机器人均放置在防守区。

1.1 运球规则

运球定义为: 机器人与持有的球脱离后, 球落到比赛区地面并反弹被该机器人回收的过程。由6.4.1: 机器人在与球分离时与再接住球时, 球必须至少距离地面700mm。由robocup论坛中老师的解释(如图一)来看: 在球底部距离地面700mm的区间内, 球与机器人任何部件没有接触, 自由运动。而且收球意味着球处于被机器控制的状态, 仅仅与球接触一下是不行的(如图二)。



图一

图二

图三

图四

因此要满足在0-700mm的区间内与球不触碰和在700mm上完全收住球, 用传统的边运动边运球的思路是难以实现的, 一方面在松开球时必须给球一个向前的速度, 否则下落时会与机器人接触; 其次如果球做平抛运动, 虽然从数学上容易建模, 但是实际上运动轨迹相差较大, 机器人不容易收住球, 会导致运球失败, 被对方抢断。

结合6.2.1与6.6.1: 机器人在从防守区进入进攻区, 必须现在防守区内运球一次; 而且在投篮前必须至少运球一次, 或者说传球成功后该机器人成功控球后不改变位置直接投篮。由图三, **知道机器人是没有“走步”的, 因此在满足需要运球的条件后, 机器人是可以控着球走的。**但是也不能完全抱着球跑, 由6.4.2以及图四的解释, **不能完全覆盖住球, 起码在700mm上下350mm是可见的,**用一个类似网兜的设计托着球是跑允许的。

1.2 传球规则

由6.5.1与6.5.2: 对传球严格的定义为, 两机器人相距至少1000mm, 且球在脱离机器人的运动过程中最多与地面接触一次, 然后接球的机器人要稳稳接住。而且由6.2.2: **接球机器人必须在进攻区内。**

如果严格按照传球规则来的话, 比较难操作, 单是稳稳接住就很难了。因此, 我们可以不做严格的传球, 只将球向接球机器人的方向发射出去, 然后接球机器人去找, 虽然没能得到传球成功所加的分, 但是也实现了传球的功能与结果。

1.3 投篮规则

由6.6.1: 投篮前至少运球一次或者控球后不改变位置便可直接投篮, 后者一般是针对传球后接住, 有些困难, 遂用前者。而且**投篮只能在进攻区进行。**

投篮从数学建模上, 就是一个斜抛问题, 只要机器人投篮朝向正对着篮筐, 运用数学物理知识, 可以做出一条抛物线满足球进筐并以此来反求发球的角度与速度。但是这涉及两个问题, 一个是**怎么保持机器人朝向恰好正对篮筐;**另一个是**已知两个点可以做出的抛物线有无数条, 怎么确定哪一条可行。**

针对第一个问题, 有手动和自动的解决方法, 如果是手动, 顾名思义就是人为操控; 如果是自动, 那么需要实现无论机器人在哪个位置, 均能找到篮筐位置在哪。这个可以靠两种方法, 一个是视觉, 一个是定位; 如果用视觉, 它需要环顾一周识别出篮筐, 然后自动转向朝向篮筐, 这种首先识别然后转向的速度有些慢, 其次容易识别错篮筐, 因为两个篮筐是完全相同的; 第二个是定位, 因为球场是固定的, 如果能够将球场的平面图建立坐标系, 再实时计算小车的位置, 小车与球筐的连线可知, 这样便可以实时计算出需要转向的角度, 但是问题是对位置精度要求较高, 至少要分米级。关于怎么转向的问题, 可以是小车整体转向, 但是这样可能会与运动指令起冲突; 也可以将投篮的部分与运动底盘分开用两个轴, 单独用一个舵机进行转向, 但是这样的话, 需要多加一个对朝向角度的操作, 以便在传球的时候控制方向。

针对第二个问题, 以篮筐为圆心的同心圆弧上, 其投篮最佳的发球角度与速度是相同的, 只有投篮朝向不同。怎么得到这条抛物线呢, 只能进行实地实验, 从数学角度任何一条抛物线都是满足的, 但是在实际中一定会有误差, 因此, 只能通过实地不断调试算得, 而且不能是一个固定值, 而应该处在一个波动的区间内来满足误差要求。这样也无形中否定了坐标定位的想法, 如果实现坐标定位的话, 理想上想要实现在每个点位都可以实时计算出最佳的抛物线, 但是这是不现实的, 每个点位都需要大量的调试数据来作为支撑, 这样工作量太大, 因此可以只设定三个值, 对应距离篮筐的三种情况, 具体的位置把控交给操作员训练。

1.4 扣篮规则

由6.6.2得知扣篮需要满足的条件为: 在限制区, 独立跳起, 在空中放开球, 放开球时球没有向上的速度, 放开球前机器人不能钩住篮筐, 放开球后可以钩住篮筐。

扣篮比较有难度: 首先是独立跳起, 不仅要求独立, 而且还要求能够竖直起跳, 没有偏斜; 其次, 篮筐高2430mm, 且放开球时球不能有向上的速度, 那么必须先将球运到2430mm以上, **如果只靠跳, 基本无法实现, 而且容易损坏机器, 得不偿失, 可以引入收缩装置, 在机器人跳起的时间内弹出伸缩装置将球运到指定高度再放手, 这对精度要求极高, 对跳起高度、装置伸出的时机、球能否正对篮筐要求都很高, 都需要大量的实验数据, 因此此方法存疑。**

1.5 防守规则

守方只能在防守区进行防守，防守的手段有：抢断、盖帽，阻挡和拦截，目的是使攻方失去控球权，然后守方去捡球。或者攻方投篮失败，守方去抢篮板球。由8.3有一个非常重要的规则：守方只能在防守区防守，但是捡球不属于防守动作，因此可以在进攻区内捡球然后运球一次后投篮。**所以我们防守的大致思路可以设置为，一个机器人使攻方丢球，另一个机器人去捡球。**

抢断：守方的抢断动作只能在攻方持球机器人运球或传球时球与该机器人完全脱离的情况下实施，抢断时，攻守双方机器人的护身可以相互接触。如果守方机器人除护身外的任何部件与攻方机器人除护身外的其它部件接触，守方机器人犯规。**这个在传球时比较容易实现，因为传球距离远，操作空间大；如果对方以边运动边运球的策略来运球，也可以在其运球的途中抢球。**

拦截：主要通过精准判断球路来阻止传球且不与攻方机器人接触的一种防守方式，拦截时，如果守方机器人的任何部件（含护身）与攻方机器人接触，会被判定为拦截犯规。**如果守方机器人的拦截动作只是导致对方传出的球出界，不是犯规。这个只针对传球。**

阻挡：阻挡是指守方/攻方机器人以合法的防守位置和姿态防止攻方/守方机器人从自己身边通过的一种合法手段，发生阻挡时，双方机器人的护身可以相互接触。如果守方机器人将自己的部件伸入攻方机器人护身及其上方，无论是否与攻方机器人的部件接触，会被判定为阻挡犯规。

盖帽：攻方机器人投篮出“手”时，守方机器人设法在空中将球打掉的动作，如果守方机器人在空中击打攻方机器人投出的球时接触其除护身外的任何部件，守方机器人犯规。**有点难实现，这个需要跳起来或者用伸缩装置来挡下来。**

1.6 控球变更与犯规

由7.6，控球变更的触发条件有：①控球的攻方的两台机器人在规定的设置时间内均未完成设置，②攻方成功投篮，③攻方投篮失败且没有抢到篮板球或者没捡到球，④球出界，⑥投篮时间结束，⑦攻方犯规，⑧攻方丢球，⑨守方持球申请变更，⑩攻方进入进攻区或者投篮前没有进行至少一次运球。因此从守方到攻方的变更，只能通过抢断传球，或者抢篮板捡球。

控球变更不同于普通的抢断，控球变更可以暂停比赛时钟，重置投篮时钟并且将所有机器人重置回防守区，只要攻方脱离球的控制5秒，便可控球变更。

犯规主要都在11里，重点关注**投篮时守方推动攻方，攻方将获得一次罚球机会，罚球相当于获得一次不消耗时间的投篮机会**；其余重点强调防守时不要触碰攻方。

1.7 时间安排与计分规则

小组循环赛每场160s，淘汰赛每场240s。每次控球有20s的投篮时间，投篮时间是按控球的队伍区分的，比如红队控球，红队的R1将球权传给R2，投篮时间是不重置的，这是因为这期间控球的一直是红队，同样的，如果投篮失败红队抢篮板成功，投篮时间依然不重置，因为控球队没有变化(如图五)。赛前有一分钟设置机器人时间。**如果攻方失去控球5s，则控球变更，控球变更会暂停比赛时钟，重置投篮时钟，有10s的时间重新使机器人放回防守区。罚球时比赛时钟与投篮时钟也暂停。**

由6.11：投篮前中后都在三分线外得3分；(如图六)其余投篮情况2分，限制区也能投；扣篮7分；运球成功一次1分，传球成功一次1分，每个投篮时间内运球传球得到的总分不超过2分。投篮时机器人在地面上的投影与防守区有交集，不得分。



图五

图六

2 机器人设计思路与竞赛策略

2.1 设计思路

有时候完成基础的任务比挑战更难的任务更重要，扣篮成功一次7分固然诱人，但是成功率低、对机器损害大、而且在机器人上占空间以及重量，如果不能确保可以靠扣篮稳稳得分的话，花费大量空间设计单独的扣篮模块只会显得鸡肋。**扣篮模块不作为重点得分项，其设计是基于基础功能的附加产品，重点在于基础得分的实现。**

运球部分：静止运球。即机器人不动，将球在700mm以上抛出反弹一次后在700mm以上接住完成运球。由前面规则分析，这样满足规则要求，且避免了运球时候与机器人的触碰。边运动边运球不确定性太大：如果设计为运球后自动寻球，反应速度还不如手动，而且偏差大且容易与手动操控起冲突；如果只设计向前抛出球，然后再手动去接球，这个对技术要求太高了，而且这种运球容易丢球，被抢断。于是设计为静止运球。具体细节设计为：当球放在机器面前时，由机器正面前的可以从中间开合的、约三分之一球形状的容器，从地面铲起球，通过升降台升到一米多的位置自由落体(这里具体多高要根据实际反弹实验来确定)，使球能够反弹至少700mm，放开球后，容器马上移动到700mm处待命，通过计算大概时间，在球第一次弹起在容器上方时，容器合并，实现接球。

控球部分：由于从700mm处，向上有至少350mm的空间做自由落体，下面也有空间使球运动，因此满足规则的不得覆盖球的要求。由图三中老师的说明，机器人是没有走步的，只有在进入进攻区和投篮前要求至少运球一次，其余时间机器人是可以控着球跑的，因此可以将球运球后停在容器中，然后进行运动。

投篮部分：直连升降台，可由容器直接上升直到投篮器内，投篮器横截面为扇形，扇形一边竖直，安装用于加速的摩擦轮，传球器也可升降移动，用于找球送到投篮器中，球被送入投篮器时紧贴扇形竖直一边，最外圆弧有可以独立控制的引导器，可以控制伸出扇形的长度，用来引导其发射角度。最小发射角度为水平发射，用于平抛传球。投篮前，预先设定好摩擦轮的转速与引导器的伸出长度，便可控制投篮速度与角度。而投篮的设置，只设置三组速度与角度。依次以二分区内切圆、外接圆、三分线近似圆弧为参考，涵盖了限制区、二分区与三分区的投篮。这是因为对每个位置，对投篮的最佳抛物线的要求都

需要进行大量的实验，较为麻烦。因此只设定三个值，操作者目测将机器人移动到对应位置，调整朝向，按下对应的速度与角度组合，便可投篮。这样只是对操作者的熟练度要求较高，但是在瞬息万变的球场上，精确但是死板的自动化程序没有手动的自适应调整更适合。

传球部分：依靠投篮部分，只是将发球角度设置为水平，速度可控。需要操作者手动改变朝向和传球的高度。至于接球尽力而为，接球不是得分的点，毕竟接球与运球分数相同且还有上限，没必要在传球的成功率上大动干戈，只要接球机器人能够在5s内成功控球便可。

运动部分：三轮全向轮底盘，相比于四轮，转向更加灵活，且可以原地旋转，非常适合改变朝向。

防守部分：因为没有伸缩装置，所以不能盖帽。只能趁对方运球和传球的时候，找准时机顶开球，再让另一个机器人去迅速捡球，另一个机器人可以尝试阻挡。没有单独的防守装置，纯撞击球拦截。

扣篮部分：升降台的杆可以伸缩，最高2.4m，当伸出去时先将投球器上升到最高处，然后解锁最下方的弹簧腿，使机器人跳起，经过理论计算和实验测量，到最高点时，投球器出球，平抛运动进入篮筐，跳起不用太高，能够时投球器出球时球的下沿至少到2430mm即可，但是出球时机一定要把握准，至于出球速度，则需要大量现场实验来得到最佳速度。

2.2 竞赛策略

如果为攻方，控球机器人首先运球一次，否则不能进入进攻区，机器人进入进攻区后，可以选择是传球给队友然后投篮还是自己去投篮。如果自己去投篮，要先在进攻区内运球一次刷满2分上限，然后移动到适合位置投篮，这里一定要移动到适合位置(预先设定的位置)，因为如果被撞罚球，是要在原位置投篮的，这样才能保证罚球能投进，因为设置的投篮速度与角度只有三组；如果控球的受到了拦截，脱不开身，传球给队友，如果队友能接住，传球成功得到1分并且此时队友属于控球后没改变位置，可以直接投篮，但是这样第一难以实现，第二可能接球点不是预设的位置；如果队友接不住，队友要在5s内控球，不让球出界，然后运球一次刷满2分，移动到预设位置投篮。这样使精确度最大化的同时也导致了灵活性不足的缺点，如果控球机器人被拦截，无法到达预设位置，那么投篮就作废了。如果时机特别适合扣篮，可以尝试提前走到限制区的某一位置扣篮，预设好出球速度。

如果为守方，则要在对面运球或者传球的时候找准时机推走球，但是不要让球出界，因为球出界是按照球最后一次碰到的队伍算的；此外还要抢篮板球。这之中有两个策略，一个是在没出界的前提下，两个球分别拦截一辆对面的机器人，让其在5s内不能重新控球，从而控球变更；另一个是一个拦截一辆，另一个去抢控球，如果能够成功控球，那么会判定为攻方丢球，直接控球变更。

由于一次控球的投篮时间只有20s，那么运球的速度应该尽量快，由上至少要允许两次完整运球、一次投篮和运动的时间，因此一次运球时间控制在2.5s以内，运动速度要快，因为控球用的容器比较深，可以防止球因为惯性飞出，三轮全向轮也最小化了转向的时间。投篮时间也尽量快，因为投篮是根据球脱手的时间判断有效性的，可以留出大多时间给调整位置和朝向。