

ROBOMASTER 2022
桂林理工大学 Stellaris 战队
高校单项赛-步兵竞速与智能射击
赛季规划

Stellaris 战队 编制
2021年12月

目录

1. 规则技术点分析	2
2. 技术方案分析	2
2.1 机械结构方案设计.....	3
2.2 硬件方案设计.....	4
2.2.1 硬件整体框图.....	5
2.2.2 单板硬件说明.....	5
2.2.3 重要传感器选型说明.....	6
2.3 软件方案设计.....	6
2.4 算法方案设计.....	7
2.5 测试方案设计.....	7
3. 项目进度计划	8
4. 赛季人力安排	10
4.1.1 总体人力需求:	10
4.1.2 人员分配:	10
4.2 团队架构设计.....	10
4.3 团队建设思路.....	12
5. 预算分析	12
5.1 预算估计.....	14
5.2 资金筹措计划.....	15
5.2.1 资金来源.....	15
5.2.2 财务预算.....	15
6. 技术方案分析参考文献	16

1. 规则技术点分析

新赛季中，新增了自动步兵和平衡车步兵选做项，作为创新项目，制作和调控均有一定的难度，综合考虑到战队现有的实力以及工作重心，新赛季将不考虑新型步兵机器人的选做方案。目前大部分高校的步兵机器人采用麦轮底盘，麦轮底盘能简单地实现全向移动，该方案设计简单，步兵机器人具有死亡后易被工程机器人拖动救援的优势，但同时也有缺点：麦轮底盘的自旋和横向平移需要轮组的速度分解与损耗来实现，能量的利用率低。

本赛季针对麦轮底盘的缺点，设计者将选用舵轮底盘。舵轮底盘每个轮子可以转到任意角度，不需要速度的分解和抵消就能实现全向移动，响应更快，自旋和平移的能量利用率更高，控制更加灵活。

步兵机器人在战场上仍然作为主要的火力输出点，其小巧灵活的特点需得到保留；场地新增起伏路段，对底盘悬挂的稳定性要求提高，并且公路飞坡仍然具有重要的战略意义，悬挂应具有良好的缓冲作用；超级电容能在前期功率较小时即可飞坡，同时大大增加步兵灵动性，达到出其不意的效果；性能加点机制的优化，使得步兵可以走不同风格的战略路线，为了使战略方案多样化，步兵应优化不同类型下的性能参数，其中包括底盘快速移动时稳定性、发射机构高射频、高射速下弹道散布小。

2. 技术方案分析

1. 增加攻击方式

为了使战术选择能够更加灵活，我们选择双枪步兵机器人和无人机发射并行进行。无人机由于在上赛季也做了发射机构，本赛季只需要对之前做好的发射机构进行优化，不需要进行太大改动；由于校际联盟赛中也具有一个机动的 17mm 发射机构，步兵机器人或者英雄机器人上一个双枪的对于校际联盟赛也会有较大帮助；但这样选择双枪的兵种就需要做两辆，多做一辆单枪管步兵机器人或者单枪管英雄机器人以应对赛季需求，考虑到普通步兵机器人结构成熟，成本较低，故本赛季计划制作双枪步兵。对于比赛最后将 17mm 机动发射机构安装到哪里，需要综合空中机器人的命中率，工程取矿是否顺利，地面输出火力是否充足等因素来进行临场判断。

2. 提高步兵机器人的机动性

机动性能是步兵机器人的一个重要指标。质量的控制可以大幅提高机动性能，但轻量化设计的同时要确保机器人整体结构的强度和稳定性。对材料的选取需结合实际的性能要求以及成本控制。普通步兵机器人和英雄机器人的底盘分为了血量优先以及功率优先，不管是步兵机器人还是英雄机器人，血量厚是一个优点，但是同时也伴随着一个问题，功率较低的时候爬坡，飞坡以及陀螺的速度相对处于劣势。想要在低功率的状态下实现更高速的爬坡，飞坡以及陀螺，就需要对超级电容进行相应的优化，本赛季对于超级电容的容量也限制了大小，故对超级电容的充放电控制策略提出了更高的要求。且超级电容不仅要设计更合理的充放电策略，还要满足在升级的时候变功率的情况。

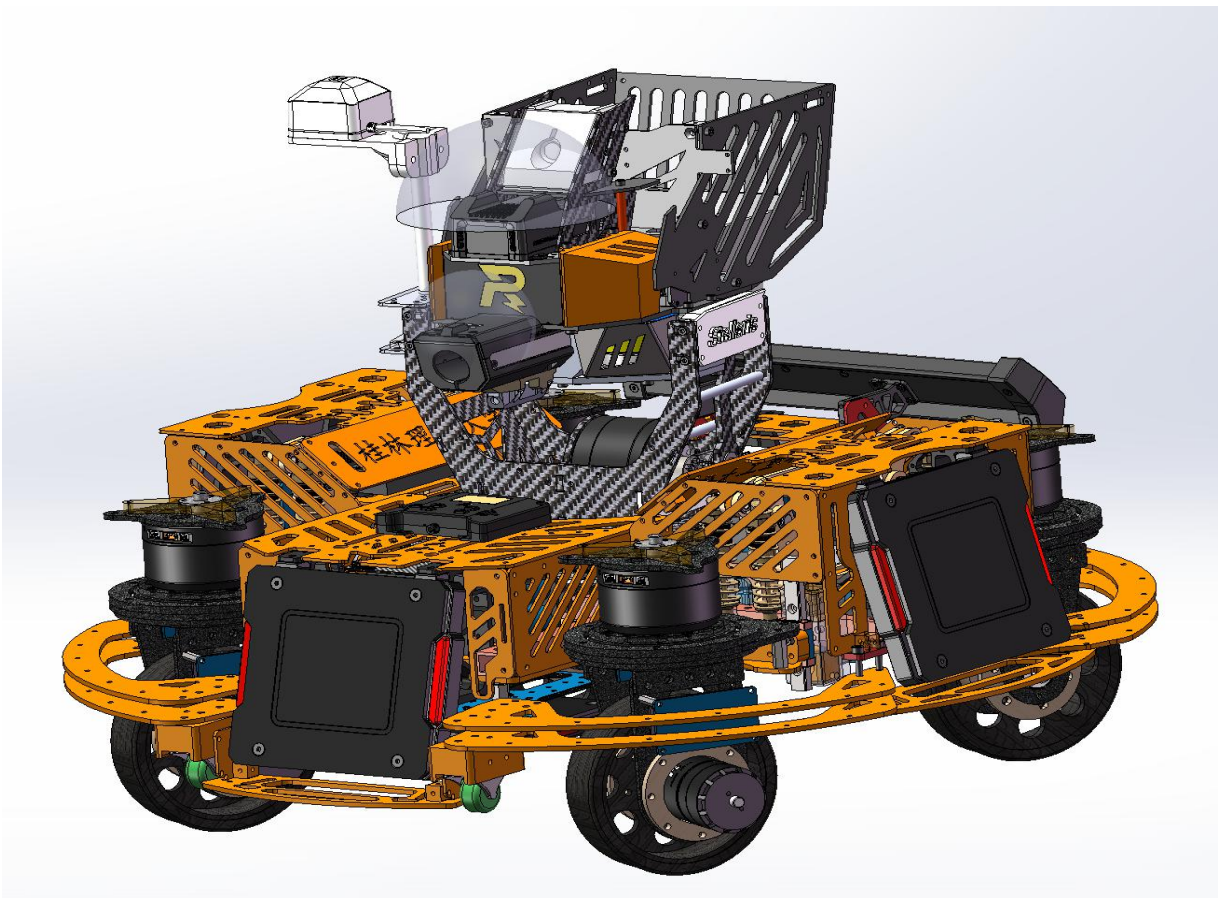
3. 提高步兵机器人攻击的准确率

如今绝大部分队伍都实现了“小陀螺”的功能。步兵机器人要想对敌方机器人进行有效打击必然需要更高的视觉识别能力。需要更快的云台响应速度、更精准的装甲板识别能力、更小的弹道散布。

2.1 机械结构方案设计

舵轮底盘本身有个致命缺点：无特殊装置时，舵轮底盘断电后不能像麦轮底盘一样随意拖动，工程机器人难以对其进行拖拽到基地进行复活。由于舵轮底盘的每个轮子是普通的胶轮，并不像麦轮和全向轮一样能直接进行拖拽，故需要设计救援机构实现工程机器人的对其救援。现实中胶轮能被拖动的案例，比如超市的购物车、四轮行李箱，它们被拖动时，各个轮子被迫转向被拖动的方向。而购物车四个轮和舵轮底盘结构上不同的是：购物车的轮子是个万向轮，轮子的触地点不在轮组 yaw 轴轴线上，存在一个偏心距，使得我们在拖动购物车时，购物车车体给轮组一个转矩，使得轮组朝向拖动的方向。而舵轮底盘的轮子触地点与轮组 yaw 轴重合，而无法产生使舵转向的转矩。设计者采取一种，在轮支架上加装一套连杆和一个舵机，使其能够控制轮支架的形状，在舵轮模式和有偏心距的购物车模式间切换。

进一步优化摩擦轮、预置等，以对远距离目标精准射击；改善拨弹盘与枪管连接部分的结构，以提供高速且稳定的射频。改进云台整体结构，并调整电控元件的安装位置，在保证俯仰角的情况下拉低云台的重心高度。设计优化拨弹盘的结构，以解决高频拨弹时空弹卡弹的情况。对现有枪管内径不做调整，改善预置结构以优化将子弹推入摩擦轮的位置。研究多摩擦轮，双枪管发射等不同的发射机构，以适应不同的赛场需要。



2.2 硬件方案设计

主要任务为对机器人需要的电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。对舵轮步兵的硬件新方案进行设计研发、更新和迭代，在前期与机械组对机器人的线路布局做好提前规划并负责后期对机器人进行走线。不断优化下位机和上位机的传输稳定性，并寻求新的、更稳定的传输方式。

其中的板间通信为 CAN 通信，底盘与云台的通信通过导电滑环完成连接。底盘硬件部分主要由底盘功率控制主控板和超级电容模块构成，主要功能为机器人底盘运动

控制与裁判系统相关功率控制。底盘部分负载为四个 M3508 电机和四个 M6020 电机，是功率消耗的主要来源。超级电容模块采用九个 2.7V 50F 法拉电容串联，通过电容储能公式 $E=1/2CU^2$ 粗略计算电容储存总能量为 1500J，设计工作电压区间为 12V~24V。以模块工作电压区间为 12V~24V 粗略计算，可使用能量约为 1300J。总体效率约为 85%，实际使用能量约为 1100J。考虑电容充电功率恒定且由裁判系统功率决定，输出功率按照 200W，在 80W 限制下需要超级电容额外提供 120W 的功率，则可以输出的时间约为 8s。

2.2.1 硬件整体框图

模块	设计需求	风险评估
电池前端升压板	解决电池低电量时电压较低导致性能下降的问题	电压控制不稳定
超级电容模块	满足特定需求下的功率需要	电流不稳定，易烧坏
电调前端升压板	升压恒压输出，保证负载有稳定的电压	不稳定的升压会造成步兵运动受限
底盘功率控制主控板	机器人底盘运动控制	功率控制不稳定
导电滑环	底盘与云台的通信连接	导电滑环转动不顺

表 2-1 步兵机器人硬件整体框图

2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
底盘控制器	具有较高的稳定性，	影响步兵的运动与底盘控制信号
电源管理模块	模块不会短路与松动	出现问题会导致整车瘫痪
云台控制器	具有较高的稳定性	影响步兵的云台运动与控制

单板	设计需求	风险评估
电池升压板	能够稳定升高电池传出电压	不稳定的升压会造成步兵运动受限
舵机控制板	能够稳定控制舵机使其同步运动	出现不同步会影响步兵行动

表 2-2 步兵机器人单板硬件说明

2.2.3 重要传感器选型说明

光电传感器：光的传播速度非常快，因此基于光速传播的光电传感器的响应时间肯定也是非常短的。而且光电传感器的电路都是由电子零件构成的，所以是不包含任何机械性的工作时间的。可用于云台 yaw 的快速定位模块，使操控者的视角能够较快的回到定义好的车体前方便于在比赛过程中实现更好的控制。

红点激光器：红点激光器是一款辅助瞄准设备。其固定孔位适配于安装孔尺寸为 16×30mm 的模块（例如机器人裁判系统测速模块）。成功安装后可发射出点状，出瞳光速为 5mm 的红色激光以辅助步兵机器人进行瞄准。

加速度传感器：通过测量由于重力引起的加速度，你可以计算出设备相对于水平面的倾斜角度。通过分析动态加速度，你可以分析出设备移动的方式。

压力传感器：作用于装甲板，在装甲板受击后电阻率变化输出电信号，判断步兵是否被击中。

红外测距传感器：发射管发射特定频率的红外信号，接收管接收这种频率的红外信号，红外的检测方向遇到障碍物时，红外信号反射回来被接收管接收，经过处理，通过数字传感器接口返回到机器人主机，以观察周围环境。

2.3 软件方案设计

步兵底盘由原本的麦克纳姆轮改进为舵轮底盘，舵轮是通过实现对舵向电机的控制再由 3508 电机驱动胶轮实现运动，舵轮可使机器人在原地转向时大幅减小横向摩擦力进一步提升步兵的机动性。在软件控制方面主要根据舵轮底盘的算法构造出基础的控制系统初步实现全向运动与旋转功能，在此基础上进一步优化其运动过程中的不足之处。主要需要解决的问题为四轮转向不能完全同时达到一致从而在运动过程中出现卡顿、在旋转过程中移动时不流畅

等。

针对舵向电机部分优化，增加串级PID控制即内外环控制，外环为角度环内环为速度环，以增强对舵向电机的控制使各轮达到同步减小角度偏差带来的影响。

云台的pitch轴、yaw轴电机采用双环+前馈控制的方式，加快云台相应速度并将输出值进行拟合得到前馈函数。

在优化过程中选取最合适的限功率解决方案，在电容组能量消耗与获得速度收益之间达到最佳平衡摩擦轮电机的控制算法，解决摩擦轮在发射间隔速度下降的问题，提高弹道的精准性。

2.4 算法方案设计

视觉方面使用神经网络代替部分传统视觉，可以更高效地识别出机器人的装甲板，同时还能减少环境光对识别的影响。配合传统视觉对画面中识别出来的装甲板进行精细化处理，机器人可以稳定地识别出灯条，并返回四个角点进行PNP解算。经过空间坐标的解算，算出云台pitch轴和yaw轴的旋转角度并传给电控组。

针对装甲板灯条的识别，准备使用关键点预测找出灯条的四个角点，对四个角点进行空间位置解算，对比使用传统方法的精度和速度是否有提升。而对于地面部队和哨兵的移动，视觉组使用卡尔曼滤波对它们装甲板下一时刻的位置进行追踪和预测，保证弹丸能准确打在装甲板上。

2.5 测试方案设计

测试种类	测试方法	测试目的
能量机关击打	赛场上击打能量机关	提升对战体验,发现机器人的问题
场地适应	对抗过程中测试	
补弹测试	对抗过程中, 补给弹丸	
用户接口测试	机器人发送数据给客户端或其他机器人	测试电源板用户接口通信链路是否正常

热量控制	对抗过程中发射弹丸	
功率控制	对抗过程中测试	
攻击哨兵测试	步兵在碉堡或其他合适的位置攻击哨兵	测试步兵的俯仰角是否利于攻击哨兵
吊射基地测试	步兵站在桥头吊射基地顶部装甲	测试吊射战术的价值,发现针对此战术机器人的问题
测试远距离遥控控制的稳定性	测试机器人到对面基地,控制的稳定性	
视觉辅助射击和手动射击性能测试	对抗过程中,测试两种攻击方式的效率	
机器人稳定性	演练测试结束,检查机器人损耗情况,测试出机器人结构薄弱的环节	
操作体验	测试机器人快捷键,控制、运动速度、射击速度等方面是否有优化空间	
快速排查问题	每个机器人是否有快速检查机器人的流程? 机器人故障诊断是否快速?	

表 2-3 步兵机器人测试方案设计

3. 项目进度计划

时间	任务		
	机械	电控	视觉

2020.10.1-2020.11.1	设计制作测试底盘,验证换向机构、快拆机构的可行性	根据机械组设计的方案编写代码,并在测试底盘制作完成后参与调试测试	步兵视觉自瞄方案确定
2021.11.02-2021.12.1	设计双枪口	利用测试底盘进行代码的测试、同时编写	测试新相机、运算平台
2021.12.2-2022.1.1	根据底盘的测试结果,设计新底盘,同时对设计结构进行有限元分析与运动学仿真	编写步兵控制代码	步兵视觉自瞄算法编写
2022.1.2-2022.1.16	采购物料、加工零件、组装、测试	参与步兵的组装,测试,组装完成后烧录代码测试、调试	视觉算法编写,与电控组做好联调准备
2022.3.1-3.10	根据上学期的测试结果,设计新的结构	与视觉组进行联调、测试	与电控组联调、测试、算法升级
2022.3.10-2022.3.20	新机构采购、加工、组装	调试、将步兵调整至最佳状态	调试、测试
2022.3.20-高校联盟赛	将步兵参与操作手训练、日常维护	根据操作手训练的结构,调整步兵运动	调试、维护代码
高校联盟赛-2022.6.1	根据联盟赛的规则设计、改进结构	根据机械组改进方案、编写新步兵控制代码	算法升级、调试、测试
2022.6.1-南部区域赛	将参与操作手训练、日常维护	与视觉组联调、测试	与电控组联调、测试

表 3-1 步兵机器人项目进度计划

4. 赛季人力安排

4.1.1 总体人力需求：

步兵机器人作为场上数量最多的机器人，在赛场上承担着重要的角色。本赛季尝试制作双枪舵轮步兵以及自适应结构，需要投入较多精力进行研发。因此负责的同学在整个设计调试阶段需要有责任心，遇到问题及时解决。由于步兵的模块化设计，底盘和云台可以分开同时调试，因此可以多人同时开展任务，使效率最大化。

4.1.2 人员分配：

机械组：黄星贵，罗鑫，陈国靖；

电控组：江豪，王子涵，吴耀鑫；

视觉组：方玺林，党尉铭，尚文卿。

4.2 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
指导老师	<ol style="list-style-type: none"> 负责为战队整合校内资源 负责在自己的专业领域内指导队内技术 负责团队的的人身财产安全 申请、管理、指导竞赛期间团队经费的使用 协助队长积极配合组委会工作 	战队所在的学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员。	1人
组员	<ol style="list-style-type: none"> 负责按时完成技术组组长发布的技术组任务 负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等 了解其它战队的技术走向，并作出 	<p>技术组组员由梯队成员完成项目合格后担任。技术组成员须具备该组核心技术知识，具有责任心和较强的学习能力。</p> <p>了解组内项目和技术</p>	2-4人

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	合理评估 4. 计划每周的学习计划，在组内例会上分享学习的内容以及提议技术走向	发展情况，对技术发展和传承有一定的见解。	
顾问	1. 根据自身的研发及比赛经验，研究规划战队技术的发展方向，从宏观层面指导研发。 2. 为战队提供技术支持，在调试、研发中为队员解答疑难问题。 3. 探索、发现前沿技术，为战队技术研发贡献思路和灵感。 4. 针对战队的管理、运营等方面所存在的问题或不足之处提出意见或建议。	顾问从队内招募，须具备两年以上的比赛经验，自身技术实力强劲或管理经验丰富，具有足够的时间完成顾问的工作，且在役期间无重大过错。	2人
组长	1. 负责协同其它技术组组长进行技术方案敲定 2. 负责本技术组的组员任务、考勤安排 3. 负责本技术组的对外交流 4. 负责本技术组文档、共享平台管理以及相关传承事项构建 5. 负责本技术组的组员定期考核，为本技术组的进度总负责协调人	技术组组长由队内具有一年以上比赛经验的技术组成员担任，对该技术组技术具有深刻认识和了解。组长须充分了解组内项目进度和战队整体情况，具有统筹文档资料，管理组内组员的能力。	1人
操作手	1、在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈 2、为自己制定科学的训练方案，并针	队内招募，通过操作手选拔即可成为操作手，操作手选拔包含战略战术考核、虚拟对抗考核、实车对抗考	2-3人

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	对每次的训练效果进行记录 3、向战术指导提供战术方案	核,要求操作手应具备良好的团队配合、敏捷战术思维、规则充分理解和机器人基本操作能力。	

表 4-1 步兵机器人团队构架设计

4.3 团队建设思路

在队伍新人培养方面,从培训的内容,时间节点到最终的培训效果三个方面出发,建立科学、严谨的培训制度,期望最终通过考核的同学能够具备扎实的技术基础、灵活的创新思维和强大的动手能力,为日后的技术研发奠定基础。

在知识传承制度方面,建立关键技术的文档记录制度,并对文档的内容、可读性等设定具体指标,安排各项技术的负责人仔细撰写相关技术文档、记录开发历程,做好技术的传承,以便新人更快地吸收前人的技术积累和开发经验,进而更好地成长以及技术创新。

5. 预算分析

所属模块	物资类别	工艺类别	市场参考价	物资单位	单个机器人所需数量	总价	备注
云台	6020 电机	官方成品模块	899	个	2	1798	
	银燕舵机	非官方成品模块	90	个	1	90	
	充能装置	官方成品模块	69	个	1	69	
	摄像头	官方成品模块	2000	个	1	2000	

	TX2 微型主机	官方成品模块	7000	个	1	7000	
	主控板	官方成品模块	429	个	1	429	
	红点激光器	官方成品模块	139	个	1	139	
	2006 电机	官方成品模块	259	个	1	259	
	摩擦轮及 M3508 电机	官方成品模块	584	套	2	1168	
	图传模块	官方成品模块	/	个	1	0	
	测速模块	官方成品模块	/	个	1	0	
底盘	聚氨酯包胶轮	包胶工艺	200	个	4	800	
	M3508 减速箱改装	其他机械定制件	100	个	4	400	
	M3508 电机	官方成品模块	499	个	4	1996	
	底板	2D 雕刻	1500	个	1	1500	
	云台安装板	2D 雕刻	1000	个	1	1000	
	电池架	官方成品模块	199	个	1	199	
	装甲板及灯条	官方成品模块	/	套	1	0	
	主控模块	官方成品模块	/	个	1	0	

	场地交互模块	官方成品模块	/	个	1	0	
	6020 电机	官方成品模块	899	个	4	3596	
	NSK 薄壁球轴承 6814ZZ	机械标准件	45	个	5	225	
	超级电容	非官方成品模块	1000	套	1	1000	
	铝方管	机械标准件	10	米	8	80	
	电源管理模块	官方成品模块	/	套	1	0	
整车	遥控器	官方成品模块	629	套	1	629	
	TB47D 电池	官方成品模块	1359	个	1	1359	
	3D 打印件	3D 打印	500	项	1	500	具体耗费由实际设计而定
	机加工零件	车&铣	500	项	1	500	
	各模块板材	2D 雕刻	1200	项	1	1200	
	装配用螺栓、螺母、垫片/轴承	机械标准件	600	项	1	600	

表 5-1 步兵机器人预算分析

5.1 预算估计

类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	6405	需购买或加工
	硬件相关	22131	15000 已有资源

类目	子类目	费用	说明
	工具相关	8530	已有资源
比赛差旅		5000	
其它		9000	

表 5-2 步兵机器人预算估计表格

5.2 资金筹措计划

5.2.1 资金来源

- 1) 学院学科竞赛资金
- 2) 指导老师科研经费
- 3) 队伍招商获取企业资金支持

5.2.2 财务预算

战队的物资主要来源于学校、学院的支持资金，指导老师的科研经费以及赞助商提供的物资。

- 1) 在符合要求范围内，充分利用上赛季剩余物资，上赛季遗留的机器人物资以及剩余的低值易耗品仍可以在本赛季继续使用，会在一定程度上降低本赛季成本。
- 2) 在整个战队的运营过程中，资金损耗较大的就是样机迭代的过程，所以整个研发方向的确定要经过层层审核，各兵种负责人确定好研发方案，以防止迭代过多造成的资金浪费。
- 3) 在购买物资之前要进行比价，预估性价比。决定前请示相对应技术组组长或队长再进行购买，金额过高的非官方物资需经队长和指导老师审核后才能决定，否则不予报销。

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
严济宽. 机械振动隔离技术[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1986.	摩擦轮机构的振动问题、摩擦轮之间的距离、摩擦轮的转动惯量、发射管的影响等。
谷腰欣司. 直流电动机实用技巧[M]. 北京: 科学出版社, 2006.	电机的运用以及各类电机的优缺点。
欧特尔等. 普朗特流体力学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2008.	高速流动下在摩擦轮周围会形成涡旋等问题。

表 6-1 步兵机器人技术方案分析参考文