

2024 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	讨论演出内容，确定大致机器搭建方向		
日期	2024.11.9	姓名	刘雯萱、赵梓铎、唐斯耀、黄宇晓
工作内容			
<p>一年一度的RCI比赛如约而至，我们组展开表演方案的讨论。首先黄宇晓提出他在网络上看到的轮足机器人，想将此应用在前几次比赛中的平衡车上，对其进行改造，做出平衡轮足小车。然后赵梓铎给出了他看到的概念图：足、轮可转化的机器，并表示这种可以重头来做，将其当作本次比赛的大型机、技术机之一。在一番商讨下，我们还是决定先做轮足转换机器人，双形态的切换为表演提供更多的空间。如果在完成轮足转换机器人后，有时间就去改进平衡车并做成轮足。确定了其中一台大型机的思路后，我们才开始编表演内容，在经过夜晚实验室时，我们便有了灵感，将故事主线定为“逃出实验室”，便开始细化故事情节。将时间定为深夜，研究员在实验室的桌子上睡觉，被一只变异的“蜘蛛”即轮足转换机器人惊醒，慌忙逃出门外，“蜘蛛”紧追不舍，用激光切断门板，通过门，研究员此时召援帮手（另一台升降机器人），将过机器上侧一部分与手上部分结合，开始对抗“蜘蛛”，最后将其打败，顺利出逃。</p> <p>表演方案确定后，我们便开始着手研究轮足转换机器人。先是唐斯耀提议说用三个舵机做一个眼，这样转动空间大，连接处用3D打印出圆形轮廓，方便变成圆。把机器做成两层，一层放4条腿，一共为8条腿，四个角处每边两条腿，分别来实现上半圆和下半圆的拼接。我们便就此想法开使做，做着做着发现不对劲了。如果变成圆进行翻滚时，这个机器都会一起翻倒，免不了出现什么事情，并且电机无法使其转动。我们便想着把两边的圆和中间的主拉部分切开，再用轴承连接。这样中间主拉部分就不会在滚动过程中翻转，但又出现了一个问题，在转动时，两侧的线向中间的连接处会搅在一起，并且普通轴承并不是以支持电机带动圆转，将整个金属杆连接三个部分，需要舵机进行控制，并且中间穿轴的地方不能过信号，这个方案就被PASS掉了。后面我们又尝试将舵机更换为带线，只露出一条信号线到中间主拉部分，以为这样就可以解决线缠绕的问题，而电机部件的轴连接三个部分们在正中间，无论偏移，只要转动，都会被卡着线。我们在经过一番讨论后，决定在轴承连接处做出洞，让电机与其轴一同放进去。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	脚部结构设计，3D件优化强度。		
日期	2024.11.10	姓名	黄宇航、彭楚寻、赵梓祥
工作内容			

想要在轮腿结构中设计更大的轮子，势必增加关节最后一节的长度，进而带来全组长度的增加和驱动压力的增大，因此不应当简单的放大轮子作为解决方案。我们需要设计一个能够通过改变整个运动结构，实现足式运动和轮式运动组合的方案。

在目前的轮足设计中，使用足作为运动机构时轮的部件一般不起作用，而使用轮运动时足基本处于锁止状态，使得两个部分并不会产生互相配合作为对称使用时的需要。我们便设想能够让机器人的足部作为为轮式结构的一部分，在足式运动时可以正常行走，并且这个走步运动将多支腿相互结合后可以正常行走，并且可以形成一个大型轮子，在此状态下以轮式结构运动，即可以应对各种运动需求了。将足部变成轮就要构建合趾的足部运动结构，我们计划以接反支步的运动状态为主体两侧各设计4条腿，腿部结构共计8条，其中每边的两条在两侧呈上下对称布置，结构闭合成轮的过程中上下方的两条足以横过顶的方式组成两对半圆环，形成闭环。

于是我们先用几个舵机构建了一个腿，测量了其约半圆时的大致直径约为220mm，接下来我们手工切割了两块环氧树脂板，以安装在单侧的4组腿，之后简单设计了两个3D打印件，分别用来安装在腿部的舵机运动范围较为受限，上方的舵机需要整个向下翻折才能够在下方实现支撑，而且舵机需要支撑整个机体，而机体的重量明显比之前我们所涉及的要大，所以我们需要更大扭力的舵机，它可以提供20kg的扭矩和360度的运动范围，接下来我们需要花一些时间来完成3D打印件以及订购这一系列的电机。此外，考虑到3D打印件的受力很大，所以说我们需要进行多层的加固和相互支撑，用这样方式来满足我们对腿强度的需求。在尝试中优化3D件是目前我们的首要任务，打出一个件进行强度测试是很有必要的，所以在打印出后，黄宇航对其进行暴力测试，将其固定在架子上，使用锤子进行敲打，对发力部位进行此操作，发现承重能力还可以，也可以支撑一个人的重要。

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	八足双轮机器人结构搭建、优化		
日期	2024.11.16	姓名	黄宇屹, 唐斯耀, 彭楚寻
工作内容			
<p>目前环氧树脂板已经手工切割并打好了孔，舵机先购买了12个用于测试。如果可行的话，后续再进行加购。3D打印件由于个体较大，且打印机一部分正在维修，所以我们先打印了其中的一半也就是两套，来实现半圆的闭合结构。不过在安装时，我们发现在金属舵机架侧面的部分向外的延伸距离不够，且向前的部分长度不足，所以我们增加了侧面的延伸结构，由于延伸结构增长后容易断开，所以说我们将其设计为带有侧面加强筋的结构，另外经过运动测试也发现如果侧面的连接架包围一体并且覆盖整个外圈的，那么在转动过程中会撞击我们切割的环氧树脂板，使得动作无法进行，且在上方的舵机向后翻折时双方舵机连接的3D打印件也会与下方产生相互干涉。因此唐斯耀和黄宇屹商量之后，决定将金属舵机架侧面的3D打印件设计为在多舵机架外侧安装，而不是安装在中间，而且也发现舵机支架向前延伸的部分过长，向后延伸的部分过短，因此我们稍微修改了这一部分的位置和结构。</p> <p>在安装时我们又发现其实整个左侧和右侧的腿部结构并不适用同一套3D打印件，而是需要做成对称的。这个改动比较简单，只需要用对称工具处理一遍就行了。接下来我们将这些3D打印件进行3D打印工作。</p> <p>与此同时，我们还考虑到每一路的舵机数量都很多，需要的电流也很大。每侧的12个舵机单个舵机的堵转电流高达2.4A，如果12个舵机同时堵转，其需要的电流为25A。虽然实际使用中不会让所有舵机一起堵转，企业总线驱动器具备堵转卸载和过流保护功能，所以说我们计划在一般带载状态之下，其总电流约为5.5A，堵转的状态之下，大致10A左右。但这个电流也远远超出了舵机驱动板的带载能力，所以我们需要在每一个边上都额外安装一个舵机扩展板。我们分析了每一路舵机的信号特点，总线舵机虽然在厂家的设计中被设计成首尾相连的，但其信号完全是并联状态，因此一套舵机并联扩展板即可以解决我们的需求。我们将每一路的舵机扩展板设计为一路输入。这路输入的信号和地线与其他部分相通，而电源线则直接在这里中断，接下来要配置12个输出端，这些输出端的信号线与输入端信号线相连，地线也与输入信号线相连，接下来再设计一个电源输入端，不过为了调试我们的电源输入端其实是可以接受两种输入，分别可以直接接XH2.54和导线接线柱。这路电源输入的正极接所有舵机的电源正极，地线与所有部分的地线相连，这样在舵机驱动板对外供电的情况下，就可以给所有舵机提供电力了。</p>			

主题	八足双轮轮廓状结构设计		
日期	2024.11.21	姓名	刘震哲、蒋宇航、江天赐、赵梓祥
工作内容			
<p>我们在舵机到位后，首先用舵机和金属架完成了一边全部4条腿的结构，并安装3D打印件，使腿部在上下环绕后实现了一个接近圆的形态。这样按照说做出另一面的腿部结构后，就可以实现让腿以轮子的方式运动了，但我们也发现此时使用电机驱动这个腿部结构，整个大轮转动才能实现轮式目标，因此，我们需要将整个12个舵机、舵机金属支架和3D打印结构、整个环氧树脂板安装架和附属电路进行统一转动才行。由于电路需要转动，因此不能在主体结构上直接引线来连接，不然转动多圈后引线会缠绕在电机轴的位置，使得电机把引线直接拉断，而且就算可以缠绕多圈，将限流的长一些，每一次运动后也需要手工将线复位。所以这种方式是不能与引线相连的。</p> <p>我们在网上找到了此种情况之下的一些结构建议，最开始我们打算在每一个转动结构上单独设置一套控制器使得两者之间不产生电气连接，但控制器和步进电机都需要供电，因此每个月上还需要额外增加一块电池，如果使用较小的电池如800毫安时，我们推测也可以勉强实现一次表演任务，但这个结构不仅使得两边过多的增重结构变得复杂，两边也需要单独的安装电源的控制板和开关，更关键的就是两边和中间相连，需要使用无线连接，而无限的延时情况下，在以前的测试当中，虽然能够轻松实现各个机器人的统一运动，但如果要实现一台机器人各个部分的动作配合，效果肯定是不行的，所以最终还是回到使用电路连接的方法上来。</p> <p>另一种好的方式是使用导电滑环，对于导电滑环需要明确电路的信号以及每一路的电流，这样才能匹配合适的道路和合适电流的型号。我们查阅资料，发现我们所使用的舵机在之前的计算当中规划了至少10A的电流需求，符合这个标准的导电滑环体积都太大了，但如果我们将稍微降低一些要求并使用两路合一的方案，比如我们找到体积较小的导电滑环Nt+33提供了六路每路5A通过电流的导电滑环，那么我们使用每两路为一组组合成10A的稳定供电结构，再留出最后两组作为信号。这样的话就每一组的信号通信效果变差，也能保证信号的稳定性，这样就完成了转动结构的供电设计。手工焊接一个舵机扩展板，通过导电滑环接入主控制板，为其提供电压和信号。可以只用三根线将电源、信号都通过舵机。这种方式很好地解决了线的问题，这是一个较好的选择。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	轮与中间结构的连接，轴承结构。		
日期	2024.11.24	姓名	彭楚寻、汪天赐、周伊乐、赵焯锦
工作内容			
<p>我们买到了这个导电滑环，这个导电滑环是中空的，这样我们就可以将电机轴穿过导电滑环直接到对面的转动结构中，实现转动式供电和信号连接的目标了。</p>			
<p>不过我们在简单的测试和讨论后，周伊乐发现，由于转动结构实在太重，每边超过了4kg 且重量集中在结构末端导致动力矩非常大，集中的结构重量直接施加在电机轴上，电机轴又通过L型电机架连接在主体结构板上，因此电机轴和电机架会产生弯曲，导致两边的支撑和中间结构的保持都出现了严重问题。甚至还发现原本用于连接末端的三角轴所采用的顶丝和粘胶完全的开裂且松动了。</p>			
<p>所以我们不能让电机轴承担径向力，必须另外增加支撑结构。我们查阅到这种径向力一般可以用轴承座来承担，这样能够保护电机，但受力部分依旧是轴本身，而独立的支撑结构。我们之前倒是使用过大型云台转动装置，这个结构使用一个大型的环状轴承连接上下两个支撑主体，中间接装船舵机来使得上面的部分受控转动。但我们并不清楚这个结构承担径向力的受力能力。拿来了当时的轴承，发现如果径向的弯曲力太大时，轴和轴之间连接的轴承内支撑滚珠会明显外露，虽然没有损坏的迹象，但是我们想再找一找有没有更合适的连接装置，这时周伊乐发现在轮椅上有支撑转动的轴承结构，它用来连接轮椅的椅面和底座，实现自由的滑动，而且其中间部分还是中空的，可以让导电滑环和轴通过。而且既然这个轴承结构能让人坐上去，其承载能力肯定超过了10千克，这样坚实的结构承担我们的结构力，完全不会出现问题。于是我们计划使用轮椅转盘作为转动结构的支撑，电机轴作为转动驱动导电滑环座位电气连接制作一套三重转动机构。为了安装这套三轴转动机构，我们还要设计专门连接的3D打印结构件，用于连接结构板固定导电滑环。</p>			
<p>考虑到轴承的安装特点，我们设计3d打印件时设计了两个夹层，用于夹住中间横向的环氧树脂板，而在另一个方向则开了4个孔用于安装轴承。不过因为两面都需要这个结构，而螺丝拧进去的方向如果都朝向中间则会相互撞在一起，所以需要将轴承先转开45度，用螺丝向外拧进其中一侧的3d打印件，再转回去在另一侧从3d打印件方向向轴承内拧螺丝才能够避免相互干涉。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	3d打印件打印设置，增加强度		
日期	2024.11.28	姓名	利凌萱，赵梓祥，黄宇晓，汪天赐
工作内容			
<p>我们原以为设计3d打印的结构件将轴承转盘和结构板互相连接即可完成驱动目标，但实际上在3d打印件打出来之后我们发现，3d打印件的结构在这个重量之下强度明显不足，必须想办法对其进行加强。原本我们的3d打印机在切片时的默认设置在顶和底以及外缘分别有两层到三层的增强轮廓，而在内部使用蜂窝结构进行填充，保证结构既轻便又有一定的强度。不过我们在这个设置下打印件安装后，其外缘的增强层直接被破坏，而内部的蜂窝结构完全承担不了力量。于是我们先修改了打印设置，将内层和外层的层数增加到6层，而内部的蜂窝填充率提高到35%，这样增强后就有着相当的强度了，不过是打出一个零件测试后，发现这个结构还是有问题，它会在某个位置整层的彻底断开，而且和我们之前损坏的3d打印件比较，其断开的方向正好是层和层之间的结合部，在网上有关于3d打印件强度的讨论当中，层与层之间的结合始终是3d打印构件的痛点，这还是由于3d打印机在工作时，对于x轴和y轴是以一种交错编织的方式将3d打印材料挤出到平台上的，而这一原则是在打印完一层之后，在上面再打印另一层，利用上一层的余温加热下面层使这两层之间相互融汇，这样如果温度不够高，层与层之间的结合力就会相当的弱。赵梓祥提出能不能将打印机的温度升高，这样使的层与层之间的结合能力更强呢？我们修改了设置并测试了一下，但实际上打印机马上就出现了堵头的情况，我们还需要拆掉打印机的喷头进行清理，这是由于3d打印机对于每个材料的温度设置都不同，温度过低，材料不能很好地挤出和其他材料相融，但是温度过高时，材料在管中被挤出就已经融化，融化的部分堵塞管内使得上游的材料无法被顺利挤出，进而进一步加速，最后使得整个加热管道从下方的挤出头到上方的散热块中的材料全部融化，最终出现堵头问题，而这种问题还不同于其他形式的堵头必须把整个头拆除，用打火机慢慢烤热加热再一点点将里面的材料通出，若里面的材料无法完全被通出，那么整个加热头都需要换新的。这种打印方式耗材很严重，打印效率不高，但成本会很高，所以这种打印方式并不是我们的最优选择，我们还需要进行优化。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	3d 打印材料、方向设置、结构件优化
日期	2024.11.30 姓名 黄宇晓、唐菘耀、赵梓轩、刘雯萱
工作内容	

所以3d打印件三轴方向的强度弱几乎是无法解决的问题了，黄宇晓则主张我们看一看我们的结构中哪一个方向的受力要求是最低的，就将这个方向设置为Z轴，这样在3d打印时就可以把受力需求较强的XY轴，使其结构强度达到最大。

在查阅资料时，我们还发现网上有助于增强结构强度的碳纤维增强pla材料和韧性更好的petg材料，这两种材料我们共买了一两卷，于是我们也拿来进行测试，其中碳纤维增强pla材料在打印时出现了严重的堵塞，且打印之后的质量非常毛糙，我们发现由于碳纤维的硬度太高，在打印时喷头会被划伤，所以网上使用这种材料时都是配备钢丝或者特殊的金质喷头，而我们使用的是传统的铜喷头，所以会被直接划坏必须更换新的。petg材料的综合性能还可以，但是这个材料打印时所需要的参数和喷头温度过高，如果温度低则无法很好的融化和成形，粘接但温度一高会产生严重的拉丝，且这个材料虽然融合性好，韧性也很强，但是硬度明显不够，虽然不容易被拉断，但是非常易变形，所以也不适合作为我们需要的3d打印材料。

我们修改了用于夹住环氧树脂板和转动轴承的结构件的打印方向，但是对于连接电机轴方向的3d打印件一方面是它所受到各个方向的力都较为均匀，另一方面是在连接六角轴的位置尺寸实在是太小了，就算不出现断裂情况也会非常快的磨损，而且由于中间存在导电滑环，这个结构还需要伸出很长的一节，这就使得这个伸出的部分无论是强度还是耐磨性都无法达到要求，那么我们就需要想办法将这部分进行转换，我们在网上买到了用于电机轴驱动的光轴和连接两个轴的连接器，先将电机连接到联轴器上，然后用一个8毫米的光轴连接伸过导电滑环和转动轴承连接到另一边的副板上，在副板上使用另一个联轴器，把光轴和副板在结构上连在一起，只不过这个把光轴和副板在结构上连在一起的联轴器在网上没有相应的型号，它们转换方向只能将轴的朝向转化为垂直于轴的朝向，并不能转化为副板的上下方向，所以我们还需要一个3d打印件再次转换一遍安装方向才可以。

另外考虑到末端转动困难，所需的驱动力非常大，我们没有使用之前的442对电机系列，而是特意选择了25 rpm 385 行星齿轮减速电机，其极限负载扭力高达 80 kgf·cm，足以让末端结构开始转动。

2024 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	轮足转换机器结构初尝试		
日期	2024.12.1	姓名	唐栎耀、赵梓铎、汪天赐、黄宇城
工作内容			
<p>设计这种有大洞并且可以滑动的轴承结构实在是不简单，在黄宇城的几番尝试下，终是有了个大概。3D打印出部件后，按照设想进行组装可漏外发生了。3D材料的强度不足以支撑这部件间的扭力，发生了开裂，强度不够，且使中间与中间立柱部件的连接更加复杂。正当我们一筹莫展时，汪天赐发现我们坐的办公椅的连接可转处，就是一个轴承中间有一个大洞，我们便又了两个进行尝试，洞口恰好可以通过电机还能有一部分空隙。为了解决线缠在一起的问题，我们使用了导电滑环，可导电滑环不能受力，我们指导电滑环上的线分成三组，分别对应正负级和信号，将其连接好，但由于没带线缆机无可选用这个的扩展板，所以我们只能选择自己焊，焊出一个接口来输入数据。用导电滑环的信号线接上，另一端接在立柱上，导电滑环放在轴承中间洞，保持两边侧线不会因为转动而缠在一起。可导电滑环的高度不够需另外支撑，我们便又用导电滑环设计了支撑结构，使其可以正好在轴承中间。</p> <p>因坐椅的轴承是两个垂直的平面，中间用钢球来滚动的，我们的机器底座又是上下结构，所以只能设计出一个既可以锁住上下两层环氧树脂版又可以有垂直平面用来连接轴承的3D件。为了使航机成圆或更圆滑，我们将上下两层航机安装的较近，距离也是固定的，所以我们设计出上下两个卡槽加以固定上下两块板。在完成这部份安装后，我们发现中间立柱部分由于两侧24个舵机的重量，产生了弯曲，且连接的3D件有时也会产生裂痕，所以我们选择使用金属制作这个件，将尺寸发给外面的公司进行定制，在中间立柱部分弯曲处会有形变弯曲，故置同样的金属件加以固定，并调整各类树脂子的方向，避免遭受较大的形变力。在安装航机的两侧，因舵机的运动，导致会发抖动，我们便紧贴着航机安装螺栓进行支撑中间立柱部分又加强支持，为了使电机的轴可以很好地将两边的圆转动，我们在两层板之间加装一个平面垫片，用来固定可转动的轴，同时可以连接上下两层板起加固作用。这样的结构可以很好地满足我们的需求，所以我们最终决定使用这样的结构来连接机器并加固。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	双足八轮机器升降动作设计		
日期	2024.12.5	姓名	周伊凡、彭楚平、赵梓铎、黄彦成
工作内容			

在等待购买部分材料时，我们还开始了其他机器人部分的设计。我们计划安装一个支架，让人跑出房门后，在支架上拿取一套特殊的控制器，而这个支架后面也会作为一个可运动的机器人参与表演。所以这个支架首先是可动的，但是由于其上方需要放置我们做好的控制器，所以可能需要一个升降结构，平时这个结构伸出，让控制器能够放在上面，控制器被拿走后，这个结构落下整个下方的支架作为一个新的机器人来行动，赵梓铎则有了不同的提议，他觉得可以让机器人的主体结构做成可升降的最开始主体结构下降着地。两侧的电机连接装置则保持不变，向上伸出并作为支架放置控制器，而当控制器被拿走后，机器人的主体结构则上升离地，此时两侧的车子则可以带着整个结构实现运动。这个结构应该很有趣，而且这个机器人的细节我们也确实没有详细设计过，所以我们打算试一试这个结构的可行性。

实现升降动作最经典的结构是平行四边形结构，因此我们打算在两侧也设计两个副板用于安装电机，两侧的副板各有一个舵机和一套平行四边形结构连接到中间主结构的上板和下板上，这样只要舵机上下运动，就可以将主板提升或降落了。为了让两边的部分伸出放置控制器，因此两侧的板子需要做到20厘米以上的高度，而中间的结构则需要压缩到10厘米以内的厚度。由于这个结构比较简单且方正，所以说我们就不使用CNC，而是直接用手切割环氧树脂板，切割出4块方块。电机就使用我们一直使用的GA25电机，毕竟这个结构不需要很大的驱动力和特殊的驱动速度，而且也没有全向运动之类的结构，使用两路或四路电机都可行。而负责主体结构上下移动的舵机则需要扭力较大的，不过由于做了主体结构，使用两路或四路电机的情况下，我们发现实际上主体结构的重量也并不是特别重，所以说两个15-20kg的舵机完全能够满足要求，并不需要购买特殊的型号。至于这个结构后面要参与表演时还需要哪些附加装置，我们先等到它的这个任务能够完成后，再考虑利用剩下的空间做后续的动作。

同时，我们也对门的部分进行了讨论。我们决定要使门能进行开合，不过应该不会太大，以便于安装、搬运。同时，我们也打算在门上画图，使其更像一个门。

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	表演门部件的安装和设计		
日期	2024.12.11	姓名	黄宇峽, 唐崧耀, 刁雯青, 赵梓祥
工作内容			
<p>对于表演计划中的部分，我们的设计中这个门需要用两个功能，一是受控之后主动关闭，二是遭受攻击后直接损坏倒下。主动关闭则需要门有水平方向的合页，而倒下则需要整个门从上往下转动。所以两套驱动结构在不同的方向是不可能做成一体的，只不过如果需要两套驱动结构，那么就必然有一套驱动结构要承担另一套驱动结构的全部重量，这样才能做成完整的一个部分。我们最开始打算让门在水平方向和底部各有一套合页，水平方向负责关门，底部合页转动时整个门枢都能倒下，唐崧耀试了试就发现，如果底部安装合页，那么门的底部就需要一个舵机来驱动。这个舵机需要承担整个门立起时的力量。这样一来，上方的关门驱动结构如果放的较高或门比较大，就需要舵机提供很大的力矩，而这也超出舵机的承受范围。因此，我们决定将整个舵机安装在上方，这样上方的舵机释放门就可以倒下了。不过觉得，如果舵机放在上方，舵机释放后门通过下方合页倒下，那么既可能向前倒又可能向后倒，甚至由于合页等部位的结构发生卡死等情况，导致门无法顺利倒下去。所以，自由倒下的方案是不可靠的。</p> <p>黄宇峽想设计一个将转动和释放化为一体的结构，在门枢上装有舵机，这个舵机负责门的打开与关闭，而门上则有另一套系统，利用舵机，抓住门枢上舵机伸出的金属结构，使门不会掉下去。而门在遭受攻击需要倒下时，则能释放这一结构，这样就没有固定装置而可以下落了。他利用现有的舵机等简单的制作了这样的一套结构，最终发现，若是一组舵机，则门无法直立。只有使用6个舵机，组成了组，才能实现开门、释放。但是，这样需要大量的附件，重量很大，稳定性也一般，不过按照这个方案，我们还是可以完成门的基本功能了。</p>			