

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	巨轮机器人整体安装工作		
日期	2024.12.19	姓名	周伊乐、丁彦希、黄亨屹、汪天赐
工作内容			
<p>设计完后3D结构件开始打印，调整了一下打印参数，使其中的填充结构更加坚固。3D打印的结构件打印完成后，我们雕刻的结构板也做完了，我们开始对整个机器人的结构进行组装。首先我们发现3D打印件结构件在安装时中间的槽非常的细，这就使得结构板很难插入3D打印件里面，如果我们将3D打印件朝上打印，那么此时安装结构板的位置恰好处于3D打印件最脆弱的方向，其伸出的连接脚很容易断开。如果将3D打印件纵向打印，那么虽然中间的结构部份强度得到了增加，但是由于工轴在向上打印时，机器本身会有轻微的震动和重新定位的准确性问题，导致内壁不够光滑，结构板不容易插入。如果换一个方向纵向打印，则必须在内部的槽中增加支撑，而除去支撑非常困难，且支撑除去不完善时，结构板仍然插不上去。最后我们还是采用了加支撑的打印方式，同时用一块不用的结构板先插入沟槽内，再用锤子慢慢地敲，使得这块结构板可以将中间的支撑撑部份剥掉，而一旦敲击力度过大或结构板不够顺滑，那么整个的安装脚都会被敲断。</p> <p>除了这个困难之外，我们最担心的是3D打印件强度问题，于是我们修改了打印参数，将壁厚增加到了4毫米，且上一封顶层数增加到了8层，几乎是之前的三倍。在每一个机器人脚腿的3D打印件上也采用了相同的打印设置。这使得整个腿部的质量加重了。不过最后我们还是完成了这些结构的安装部分，当舵机转动指定角度后，这一部分已经可以形成一个相对完整的圆了。接下来我们又焊接了导电滑环，将两端的线引出后分别安装用于舵机驱动的信号引脚和电源引脚，并将另一端通过电源分配板。并联出每端的12个舵机，再将光轴和电机都连接到位。然后我们尝试为电机通电，此时整个腿部可以绕中间的电机轴转，舵机也能正常驱动。完全符合我们的设计目标，这次可行。</p> <p>于是依照这个结构方案，我们又将另一端的脚部结构安装好，同时将中间的结构板安装控制器、电机驱动器、舵机扩展板、电源开关板、电池等部分，不过在此之前我们还要对舵机进行设置，由于我们的舵机是总线舵机，所以要将舵机分别进行编址和波特率修改。我们降低了舵机的波特率为38400，虽然其控制速度没那么快，但相对稳定，尤其是在中间的信号经过导电滑环时，如果波特率太高，可能导致信号不良，然后我们将左前上方的舵机设为123编址，73为456，直至编到243。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	巨轮机器人整体安装工作2		
日期	2024.12.22	姓名	赵梓祥、汪天赐、周伊乐、彭楚寻
工作内容			
<p>调试好舵机后，我们把舵机装上去并检查结构以及电机驱动等。</p> <p>目前机器人基本安装完了，而且整个的前期设计工作也全部完成，那么接下来我们可以接入程序，让机器人尝试完整的工作。</p> <p>首先我们尝试写出机器人的腿部动作，我们将机器人放到较大的钳台上，先将中间的结构撑住，然后调试每个腿的角度。由于这个总线舵机没有设置零点，所以我们安装时没有单独调整其零点，而是打算安装后将它们的零点设为一个固定的位置，这样在替换或拆除舵机时也不必对其进行角度标记。不过这个设置结果似乎和我们想的不一样。本来我们认为在该角度为0度后，舵机可以朝0度前左旋转。但实际上其只能向比这个数值更大的位置旋转。这使我们的舵机必须预设用手转到某个运动位置的极限以及0度右才可以继续右面的动作。不止如此，如果这个0度出发前转动的位置超过了它本身设置的极限运动边界，那么舵机也不会继续转动，这和我们预想的完全不同，所以我们还是要在安装前手工调整舵机零点角度，由于整个结构已安装，所以我们只能先将舵盘和舵机输出轴的螺丝拧下，将舵机架摆行向外扳于一个角度，然后让舵机转到零度再在相应的位置将舵盘塞回去。</p> <p>然后我们通过程序编写机器人的腿部动作，但用程序一次次下载并修改多，机角度速度非常慢，所以我们原将机器人的驱动板接到电脑，用电脑读取总线相应舵机的编址后，手动调整运动角度，使它到我们需要的位置，记下其数值后，再在程序中把这个数值写进去，这过程非常花时间。所以我们只写了两个动作——机器人在主席台走位动作，和从主席位开始的动作，慢慢将机器人的腿转成圆形的动作。考虑到舵机通信时要同时驱动24个舵机，且总线舵机的每个运动参数要逐个发出，所以我们不让其产生高速以避免动作出现先后差异，故限制了舵机的速度上限，所以看起来几个腿像是同时开始运动的。总线舵机的精度很高，我们在调整完两个角度后进行测试，其动作和我们调试时完全一致，只是细节方面，需要避免几个舵机之间相互卡住，最后可能要增加一些中间位置的动作来让舵机的运动轨迹相互避开。我们讨论了一下有关行走的轨迹，在思考哪种行走方式和安置动作方式可以避免舵机间的卡住问题，赵梓祥自己想了一套行动方式，并进行演示，虽有一点复杂，但准备动作不会卡住。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	巨轮机器人整体安装工作3	
日期	2024.12.26	姓名 李梓绮、丁彦希、高航程、齐宇航
工作内容		
<p>机器人重启后复位的动作及复位后开始的动作基本完成。</p> <p>接下来我们还要做出机器人用腿移动时的动作。方案同样是先使用舵机扩展板连接电脑调整角度后记下数值，然后再导入驱动程序内完成动作。由于同一个位置的两条腿分别是向上和向下安装，因此在进行动作时，朝下的腿需大幅度向上折叠，而朝上的腿则需向下伸展，二者需相互避开，导致可移动的角度非常少，不过既然有可移动的角度，那么就可以慢慢的完成移动动作。</p> <p>将这两部分的动作程序都除好后，我们就要把机器人放在地上进行移动测试了，首先我们让机器人的腿环绕成圆形，启动电机发现机器人确实可以向前运动了，只是向前运动时，由于中间的结构板完全悬空，所以如果将中间的结构板完全悬空，所以如果将中间的结构板拿掉，两边的轮子确实可以没有问题的转动，但是放地上的是中间的结构板，会由于电机的驱动而产生翻滚，这需要在中心的结构板前后两部分做出额外向外支撑的腿，在去年的日志中也记录了这个问题，机器人单靠两轮在中间没有重量或重心调整的话会产生翻滚。初期用腿移动的部分，我们发现该部分速度慢且动作小，这是我们以前发现移动幅度范围小的问题，机器人确实很慢运动。除此之外，腿未部分打滑导致腿部不能很好相互通行，导致落地速度变慢。对比在腿末加入防滑材料，我们找了两根铝柱，临时定于结构边缘，使机器人保持稳定，该尝试也无大效果，因为铝柱位置经过轮子而降低摩擦，可仍然感觉摩擦不足，所以机器人运动呈随机左右扭动。</p> <p>觉得这只是摩擦太小的问题，关键是轮子并非绝对精确。因边缘各位置摩擦不同，所以不是腿部末端需加大摩擦力的问题，而是整个机器人着地的所有位置。所有3D打印件比较硬，摩擦小，所以外侧需加大摩擦，该问题在两年前制作大轮轮缘驱动时已解决，这就是使用双色双材料3D打印制作，只是该打印非常耗时，单独一条腿便要20多小时，在这之前还需3D打印设计，所以我们需等待这一部分设计并制作完成才能开始下一步工作。</p> <p>在制作过程中，我们对机器已安装部分都进行了复直，对有螺丝松动的地方进行拧紧和对电线进行整理，把一条条线固定，防止乱飞的线在运动中相互缠绕，导致出现问题。</p>		

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	协调器及蓝牙通信调整工		
日期	2024.12.29	姓名	赵梓纯、黄宇峻、彭楚等、丁彦希
工作内容			

在协调器与蓝牙的通信中，我们想到了 zigbee 组网通信。它拥有很强的功能，但也有问题。我们在前几年的表演项目中一直使用 zigbee 组网通信，这个模块可以实现一主多从的大范围组网，而且具备很强的自联网和路由功能，但是这个方案也有很大的问题，首先是在 2018 年的日志中，我们曾经记录过某个型号的 xbee 模块，其终端发送一条信息后，会经路由传到协调器。而且协调器端会将这条命令同步发给每个终端，但是在我们的设计当中，终端发送信息到协调器，协调器会根据发回的命令给不同的终端发送驱动信号，这就使得终端会连续收到两条不同的控制内容，这迫使我们在信号后要强行加入一个延迟过程，并在每个控制终端进行信息内容的识别，以确定这个信号究竟来自于其他控制终端还是协调器。更关键的是，zigbee 在空中速率不够快，使得我们每个命令必须要延迟 200 毫秒以上发送，才能使得整个通信过程较为稳定，而且在 2018~2022 年间，所有的测试工作都有由于通信信号没有收到而导致动作不一致的记录，所以在那时我们每条控制命令都会进行一个延时并反复发两遍，以确保小概率丢包事件的发生率变得更低，而且在某次测试中我们也曾记录过，由于空中速率的低下，较长一些的信号串需要很长时间的延时后接收，才能保证信号串需要很长时间的延时后接收，才能够保证信号前后内容的正确顺序，如果几个终端同时向控制器返回信息，会导致控制器收到的两个数据头相互重叠，从而触发我们对于信号来源的判断失败，这两个信号就全部被认为无效了。

所以我们在 2023 年的准备中，在国内赛阶段也确实使用了这个 zigbee 模块，同样在调试过程中也出现了信号丢失的记录，只是最终使用时我们根据以前的经验增加了很多重的信号重发和验证动作，并且严格设计了通信的信号时序表，以避免多个终端同时向协调器发送信号，但这种问题始终令人担忧。其实一个较为稳定且可靠的连接方式是用蓝牙，只是如果需要接多个控制终端，那么协调器上的蓝牙要接很多个，而我们的控制器中硬件串口数量最多的 mega2560 也只有 4 个串口，且其中一个需要下载程序，因此能稳定且互相通信的就只有三路，arduino 支持软串口，但是软串口只能用于发送消息，如果接收信息，则必须使用可中断的端口，才会使信号被遗漏，且其同时只能监听一路接收，剩下几路的信号完整性无法得到保证。

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	协调器及蓝牙通信调整 2		
日期	2025.1.5	姓名	李梓坤, 黄宇航, 彭楚寻, 丁彦希
工作内容			

所以在2023年的世界杯当中，我们认真的统计了所有通信的往返需求和控制需求，发现只有大轮车、平衡车和四足机器人需要进行往返通信，音乐机只需要发出信息，而并不需要接收其返回内容。至于可穿戴机器，由于其通信是直接面向四足机器人的，所以我们直接取消了其与协调器的通信部分，而是单独使用一对蓝牙来连接可穿戴机器和四足机器人。这样一来，我们也确实只需要三各硬件串口了，所以我们使用了当时较新的HC-04D蓝牙模块进行通信。最后的测试表明这个通信方式确实很稳定，在整个准备和表演期间没有出现通信丢失的情况。

另外在当时还尝试使用了一个很新颖的方式来检测每一路的蓝牙是否已经连接到位。其实无论是zigbee模块还是蓝牙模块，在完成连接后都有一个单独的指示灯，用于表示其连接状态。只是之前的测试当中，我们发现某些模块即使连接状态灯是亮着的，无线通信的信息道路也并没有很好的确保，而且即使蓝牙连好了如果后续的线路出了问题，那么也不能够及时发现。所以当时我们设计的协调器会在启动后每隔一段时间向所有的终端发出一条信息，终端在启动后如果检测到这个信息，就会亮起控制器上面的一颗led，这就说明从协调器到每个终端的信号都能够走通了。

但是在去年和今年，我们换了新的蓝牙模块，这个模块支持一主从的组网通信结构，其中主机向从机发送信息是群发的，而从机向主机发送信息时，只有主机能够收到。这符合我们的操作习惯，而且经过我们的测试，从机读取到信息的前后延迟不超过30ms，空中通信速度也很快，而且经我们的测试也没有出现丢包的情况。所以这个模块很快取代了之前的zigbee模块。如果需要连接较多数量的控制终端，那么3个串口，最多可以连接12个终端双向收发，这个数据对是足够的。

另外我们写了一套独特的协调器和终端的通信验证程序，与之前的设计一样，协调器在启动会循环向每个终端发送信息，但终端接收信息后布置在自己的机器人上，亮起信号灯，而是会反向向控制器端发出一个带有自己编号的回传数据，控制器上安装有LED显示模块，接收到则该数据后就会在显示模块上显示，回传了信息的机器人的编号，这样哪些机器人的通信已经建立好，程序能够运行并收到了信息且能够返回信息就可以在屏幕上看出了。经过这个信息发送和回传的部分可以充分验证整个蓝牙通信，线路连接和从机程序准备都处于正常状态，哪个机器人出了问题也能够被很快地发现。我们还顺便在屏幕上显示出协调器发送了什么信息，又读到了哪些信息，这样能够帮助我们更好地掌握机器人的相互通信和控制时序。

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	巨轮机器人整体测试安装工作4		
日期	2025.1.9	姓名	丁彦希 赵梓祥 黄宇屹
工作内容			
<p>在结束了前面的讨论之后，我们制作了新的3D打印结构，我们根据2023年的经验，使用双色双材料3D打印技术，同时打印硬质和柔韧性两种材料，其中抱括轮毂的部分为了增大摩擦力，特意设计了齿状结构。而这个柔韧性部分在延伸到腿部末端时，则包裹了整个腿部的突出位置，使得机器在足式运动时仍然能够产生稳定的摩擦力。除此之外，我们还在两种材料的结合位置设计了相互嵌套的加固结构，这使得两种材料可以相互锁住，而不会在反复的拉扯中脱开。</p> <p>打印设计完成后，我们在前一段时间开始了8条腿的部件打印工作。不过由于最近气温的变化，整个3D打印工作进行的不是特别顺利，有好几次由于气温降低导致3D打印材料底部翘起，整个打印机需要重新制作，另外，由于柔性3D打印材料的材料线比较软，所以3D打印机的断料检测会产生误报的情况，需要手工将其关闭，但关闭后，一旦材料用尽，3D打印机仍会继续工作，这也使得部分打印件打印失败，不过在两台打印机的不断工作下，最后我们还是在接近一周的时间内完成了所有的部件打印。</p> <p>然后我们还重新拆装了整个结构，安装了新的3D打印件。测试时发现，当机器人一轮式运动时，其摩擦力的均衡状况大改善，可以实现较好的滚动运动了，但在多次测试后，我们发现机器人动着动着，某个部位的舵机会突然断电，经过检查是线缆松动导致的，而且我们发现新的总线舵机使用了尺寸更小的连接器，这使整个线路可以做得更细小和便于连接。但原舵机带的线过短，所以我们用了其它来源外部的硅胶线，其也能通过较大的电流，且韧性很好，便于弯折。但是在大量采用中，我们在这次断线事故中发现这线的末端插头处的金属片易掉落，会导致某一根线的铜芯连接不稳定，甚至直接从连头处掉落，若掉下的是正极，且接到了其他的构件位置，还会产生打火。所以我们检查了一遍线缆，让舵机不断的进行动作的同时来回拉扯，一旦发现某舵机动作不对，就将相应线缆换掉，但后面反复测试时，舵机也偶尔出现不响应的情况，可能我们要找机会更换全部线路了，但现在我们还要接着测试其它动作。</p> <p>在之前测试动作舵机数据的时候，用的是FO总线舵机调试软件，但效率低下，于是我们写了一个程序，可以直接读取舵机数据。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	巨轮机器人整体测试安装工作 5		
日期	2025.1.12	姓名	唐崧耀,刘更莹,赵梓洋,黄宗晓
工作内容			
<p>接下来我们要测试的是利用舵机进行8条腿的行走动作。根据之前的方案，我们将每条腿通过舵机控制板连接到电脑，先读取相应位置的角度值，抄写下来之后写入的程序当中。目前在整个机器人被托起时，所有的舵机已经可以按照我们预先的动作进行往复的类似于行走的运动了，但一旦将机器人落地后，我们发现当4条腿抬起时，另外4条撑在地上的腿的舵机也会有概率出现其中一个到两个缺力的情况。由于这个缺力状况和之前呈圆周运动时的心理状况类似，所以我们考虑可能不只是线缆松脱带来的问题，而是有更深层次的更复杂的问题。</p> <p>我们的总线舵机其实是带有扭力和电流超标保护的，但如果出现这种保护情况，那么应该每次运动或转动到相同的位置都会保护才对，而现在的情况则是在某个位置或某个动作做出之后，明明着力最重的部分已经过去，舵机的也承受了这个动作所需的扭力，但却在过了几秒，力量已经明显逐渐减弱后才缺力卸。于是唐崧耀猜测，是否是因为电池在大电流放电之下电压迅速下降，而在后面的一段时间电流虽然逐渐减少，但是电压却得不到有效回升，最后导致电压过低而触发低压保护，于是我们在电源的输入端增加了一个电压表，用来检测电池电压，发现做出这些动作时，电池的电压确实会下降，但是远没有降到特别低的水平，我们还更换了一次电池，发现这种情况也没有改善。唐崧耀还猜测是不是前面的供电电路和导电滑环的内阻过大，尽管电池的电压不会降得很低，但是传递到末端电机上的电压已经很低了，于是我将电压表接到舵机的电压分配板上去，测得发现舵机端电压比电池端确实要低一些，但应该也不会触发保护，唐崧耀还觉得，是不是舵机在动作的一瞬间会快速拉低电压，我们的电压表反应速度不够，因此没能检测到这个瞬间的低压，因此我们还用了万用表并开启了电压检测的min/max功能用于记录电压表检测过程中的极大值和极小值，但是也没有发现什么严重的问题。这让我们进入了困境，因为如果这个问题不解决，机器人做出的每个动作都随机会产生舵机缺力情况，那么除非机器人只做一两个动作来赌运气，不然表演就一定会失败，所以我们可能要单独拿出其中的一两个舵机连接舵机控制板，通过不断读取舵机在表演中的运动参数。看其缺力保护的原因究竟在那里。这对于完善和优化结构和动作有很大意义，缺力保护导致的动作无法表现，会导致我们机器的失败。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	舵机扭力问题及解决方案尝试		
日期	2025.1.16	姓名	刘曼莹、唐新颖、彭楚寻、黄宇航
工作内容			
<p>我们本来计划把舵机单独连接舵机控制板，并尝试监测舵机保护前一秒的数据变动，但在我们连接控制板并修改舵机的编号时，我们发现了舵机设置菜单下的一系列可调整的参数值，其中除了允许的最大扭力之外，还有一个持续输出保护参数，在舵机的基本设施当中，如果舵机产生的扭力超过其最大允许扭力的70%且持续4秒钟，那么也会进入保护状态。所以我们之前的各种扭力问题，除了我们找到的线缆故障之外，最有可能出问题的就是这个4秒钟的保护。尤其是对于轮式运动中不断转动的部分，如果转动速度稍慢或暂时停止，且这个停止的位置正好位于某个舵机轴肩最长处，那么此时这个舵机可能会输出超过70%极限扭力，在经过四秒后触发保护，而如果转子不断转动，那么这个位置超过时，舵机承受力的时间小于4秒或是电机转动时停止的位置并不在舵机轴肩的最远点，使得其产生的扭力没有大于最大扭力的70%，就不会触发保护。</p> <p>那么摆在我们面前的解决方案有几个，刘曼莹和唐新颖认为这个舵机的保护参数本身是可以调整的，只要将其保护扭力和保护时间改大，同时让运动的速度稍微快一点，不要超过保护时间，那么就能完成整套动作，但是黄宇航和彭楚寻则认为这不是很好的解决办法，因为机器上的其他功能部分还没有做完，在安装后机器人的重量会进一步加重，而目前的扭力保护已经是一种警报式的动作提醒我们舵机所受到的扭力即将超过其极限了，在后面的工作中如果修改了结构或动作，就有可能就会碰到舵机的扭力输出极限，那时候再进行修改不就来不及了还会损坏整个机构。舵机的各种参数厂家在出厂前应该进行过多处测试，既然要加入这一类保护也是为了延长舵机寿命，避免舵机损坏，如果我们修改了这个值，可能运行一两次舵机还能承受得了，但并不能代表寿命不会受到影响，如果恰好在比赛时出了问题，那就得不偿失了。</p> <p>所以最好的办法其实应该是想办法减轻整个机构的重量，重量轻了之后，舵机所受到的扭力就会减少，机器人做出任何动作都无法超过70%的保护值，这样就能使我们的机器安全而又稳定，不至于冒太大的风险，即使后续还需要进行改动，那时我们随时调整一下保护参数也能应付过去。因此接下来我们要研究如何减轻机构的重量了。</p>			

2025 重庆八中机器人与互动艺术工作日志

主题	结构减重的讨论.		
日期	2025.1.19	姓名	唐崧耀 刁安哲 赵梓铎 黄宇屹
工作内容			

我们商量出的减重方案主要包括两方面，分别是中间结构板的减重和对末端3d打印结构的减重。舵机和金属架是必要的机械结构无法改动，其他电路和电子元件也没有减重的需要和改动的可能，而剩下的部分则是我们可以尝试减重的。

对于中间的结构板，我们之前是直接找了两块环氧树脂板，在上面切割处外形并打安装孔，而其它的部分并没有挖空。这两块板的总重超过了800克。如果适当的挖空，应该能减少接近一半的重量。而对于与舵机和腿的部分，其三片打印件原本为了增加强度，我们可以采用了较厚的打印外壁和较强的支撑，使得每一个腿的重量就超过了400g，而其实整个结构可以参考桥梁中箱梁的设计，在努力承受较为集中的位置使用较强的结构，而中间几乎不受力的部分也可以挖空。这样我们的目标在每个腿上可以减重约150g，所有的腿加起来可以减少约一公斤的重量。而原本的机器人重量接近8kg，通过这种减重形式，应该能大幅减少小腿末端的支撑需求。

由于我们已经计划要进行减重工作，而这涉及到中间结构板的更换，需要将所有的机械结构都拆下来重新安装，而在拆卸时我们又发现，原本用于连接中间结构板和两端面板的两个较大型的3d打印件已经出现了多处破损和开裂。这个部分我们在做3d打印件是已经特意选用了最强的材料、最厚的壁厚和结构支撑参数，就连打印件的放置方向和3d打印层间连接问题我们都已经考虑到了，如果想要继续增加强度，只能再继续增加3d打印件的各个位置的厚度，而且按理说就算增加了厚度，对整个材料的强度影响也较有限。说明这个部分已经到达了3d打印件强度的极限了，如果想要更加的坚固和安全，必须更换材料。不过我们这几个结构件形状特殊，不可能在市面上直接购买，必须要进行单独加工。而且还要赶上我们在商量对结构的减重问题，3d打印件打印这几个部分其实也不轻，但为了增强强度，几乎只能选择金属材料了，而使用金属材料之后，这个位置可能比原来还会重一点。但为了解决问题，我们别无选择。我们将原本的3d打印模型在网上寻找了进行cnc制造的厂家，不过由于其中的一个模型存在极其细长的狭缝，所以常规的平面铣雕无法对其进行加工，需要多轴数控机床才行，而这个加工的费用很高，加工时间也很长，不过为了解决问题，我们最后还是决定加工铝件代替3d打印件。

主题	手部阿穿戴结构的研究。	
日期	2025.2.20	姓名 丁彦希 赵梓舜 黄宇屹
工作内容		
<p>在等待新结构与连接件加工的时间中，我们要进行其他部分的研究工作。最初表演设计在演出者手部会安装一个可穿戴装置，这个装置感应手挥动情况，并在后面的表演中与另一结构合为一体变成更大装置，然后展现一系列表演效果。具体的手挥动与感应内容与后续步骤未确定，但这个可穿戴的结合部分我们现在就要确定结构了。</p> <p>在之前可穿戴设计中，我们遇到最大的问题是安装的稳定性。所以在前我们避免较大尺寸的可穿戴装置，而一般以手套和身上所背装置为主。不过这一次我们需要在手臂上安一个较大的结构，此结构在后续中又会以一个更大结构相结合，如果仅仅简单套在手上，那么在后续动作中，肯定会在手臂上来回转而无法固定，则表演当中不能呈现预定效果。但手臂是个接近圆柱的形状，加上外面的衣服，所以就算勒得紧，结构从小臂上一滑，绑臂直径就会变小，也很容易松脱。</p> <p>想到可以绑住手臂的同时向前伸着手柄直接握住，这样既不会下滑又不会回转，大家认为是不错的主意。</p> <p>还有一个问题是装在臂上的结构和更大结构的连接，周伊东觉得舵机是个很好的装置，只需让舵机打开合上就可以将某结构锁紧抱住，所以这次也直接用舵机卡住即可。不过丁彦希提出连接部分完全不需要用舵机，因为我们表演内容是让阿穿戴与外部卡紧并提起，既没要求二者间有电气方面连接，也不需提起后再放下该物，所以只用做一个一次性连接装置连接甚至魔术贴都行。不过使用其需额外将魔术贴两面进行按压，表演过程中效果极差。姜懿宸认为可以让阿穿戴装置安一个突出蘑菇头一样的结构。前大而末有槽，被连部分中间要开孔，会使膨胀部大一些方便插入，孔下是逐渐收拢的导槽，比蘑菇头末端沟槽宽，比蘑菇头又窄，从上方插入向下滑入槽中，就被锁于槽中。周伊东提出，穿戴部分划入高潮部分后可能从导轨口滑出，所以入口处必须加锁止装备，还需一个舵机，丁彦希则提出自己见过一个玩具上的弹簧卡扣结构，可不用舵机止锁，不过还需做出来自己看看。于是他设计出了3D件，购置了弹簧，进行验证。</p>		