

本章要点:

- 伸缩车
- 四驱四轮转向车
- 万向车
- 方形履带车
- 双差速器履带车

2.1 伸缩车

2.1.1 概述

乐高伸缩车的外形大体上是一个大写的L形，如图2-1所示。

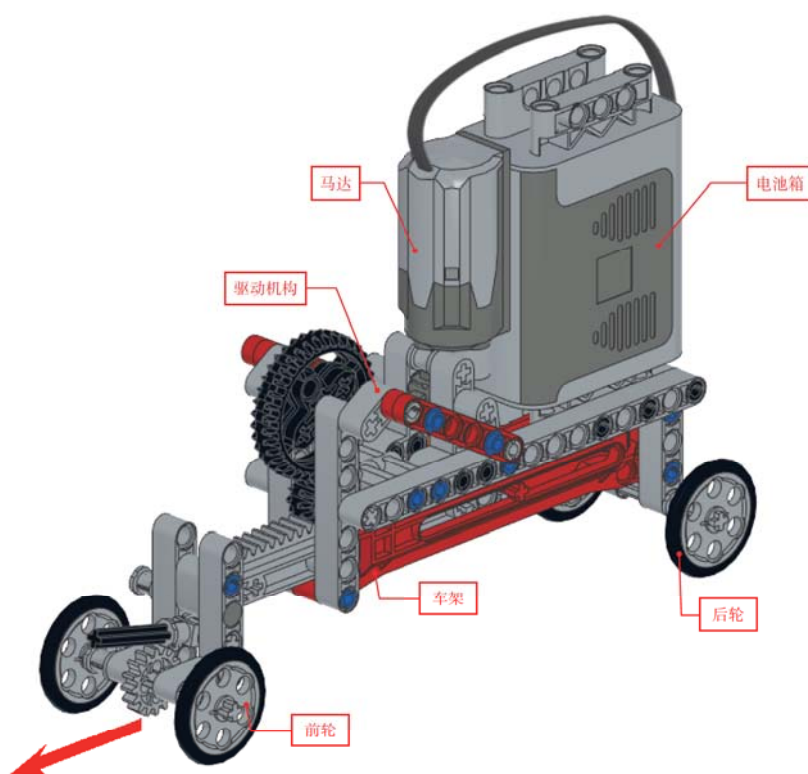


图 2-1 乐高伸缩车

伸缩车的结构模块包括车架、车轮、驱动结构、动力单元等几个部分。

这款伸缩车在结构分类上，属于尺蠖类机构。采用轮式行走机构，通过前轮的往复运动和棘轮机构的单向锁止，实现蠕动式的前进运动。

车架以齿条组合（18940+18942）为中心，采用直梁和角梁等零件搭建成一个稳固的框架。

伸缩车的行走机构为4个薄轮胎（轮毂4185+胎皮2815）。

动力单元为PF中马达，能量单元为5号电池箱（58119）。

作品概况：

零件数量：87

长度：24 单位

宽度：7 单位

高度：17 单位

动力单元：PF 中马达

能量单元：5 号电池箱

驱动方式：电动

2.1.2 动态效果

打开电池箱上的电源开关（务必将开关向电源接口方向拨动），伸缩车开始运行。伸缩车的齿条在驱动机构的驱动下往复伸缩。

当齿条收缩的时候，前轮锁止，后轮和车架将向前轮靠近，车子整体向前移动。

当齿条伸出的时候，由于后轮的摩擦力较大，保持不转。前轮向前移动，车子整体保持不动。

上述两种状态交替出现，车子就会以脉动的形式不断向前运动，如图2-2所示。

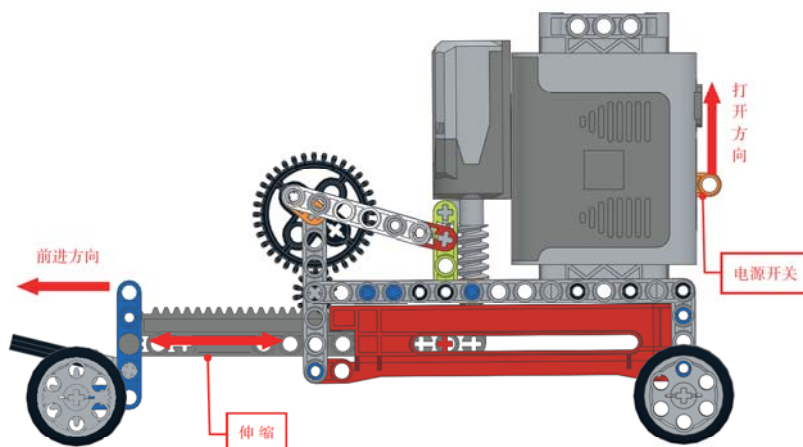


图 2-2 伸缩车动态示意图

手机扫码观看伸缩车视频演示。



2.1.3 结构解析

伸缩车的核心结构是驱动机构。这个机构的传动可分解为以下流程，动力传递过程的原理如图 2-3 所示。

(1) 马达输出的动力传递给蜗杆，蜗杆驱动作为涡轮的 8T 齿轮，该齿轮带动两端的曲柄（深蓝色）；

(2) 深蓝色曲柄做顺时针连续转动；

(3) 深蓝色曲柄将动力传递给与之相连的作为连杆的 6 孔薄壁梁；

(4) 6 孔薄壁梁带动与 36T 齿轮同轴的两个曲柄（橙色），橙色曲柄在 90° 范围内往复摆动；

(5) 橙色曲柄带动与之同轴的 36T 齿轮做同步的往复转动；

(6) 36T 齿轮将动力传递给与之啮合的 12T 齿轮，该齿轮做往复转动；

(7) 12T 齿轮将动力传递给齿条，齿条将齿轮的转动转换为直线上的往复伸缩。

通过上述流程的运行，将马达输出的转动，最终转换成了齿条的往复伸缩运动。

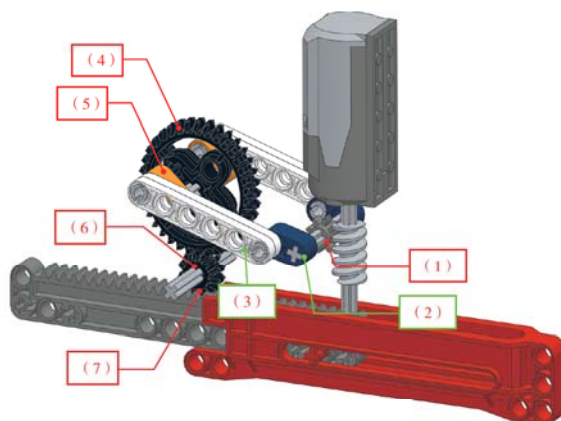


图 2-3 传动原理图

图 2-3 中橙色曲柄的两个极限摆动位置，大致在 11 点钟方向和 2 点钟方向之间，摆动范围约 100° 。曲柄带动 36T 齿轮，与之啮合的 12T 齿轮的摆动范围约为 300° 。换算成齿条的往复摆动，约为 10 个齿，如图 2-4 所示。

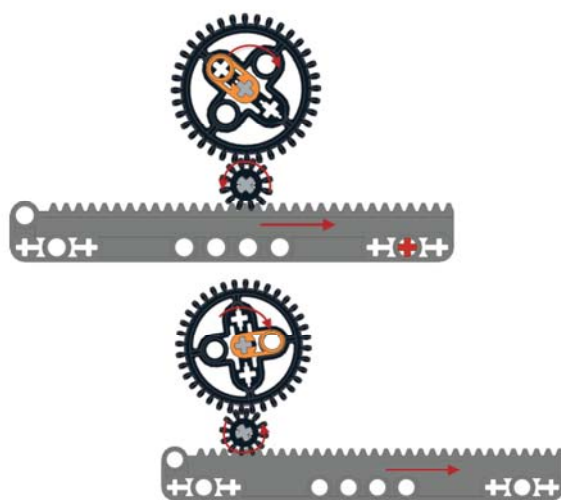


图 2-4 齿条的摆动幅度

伸缩车两个极限位置的状态对比，如图 2-5 所示。

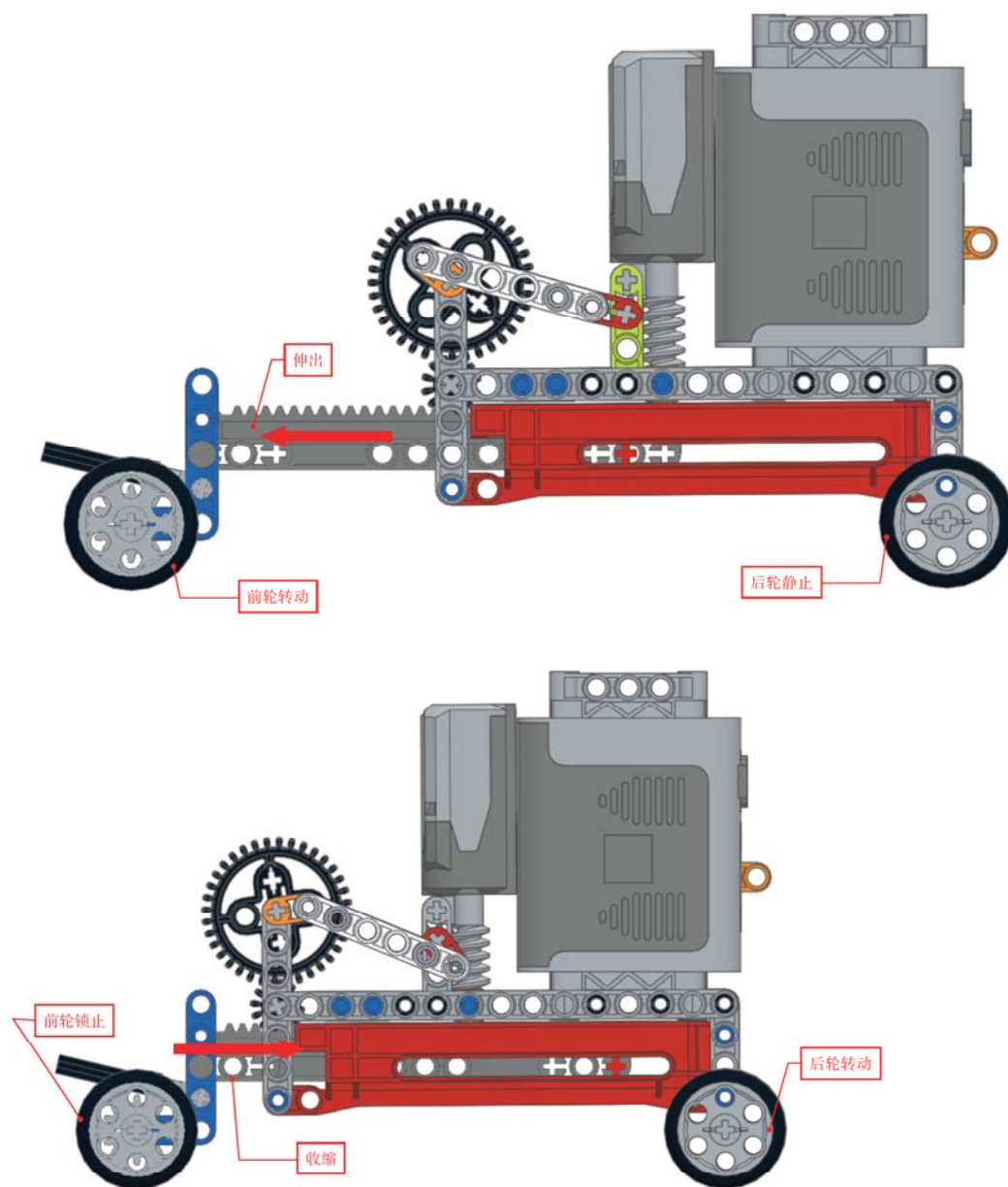


图 2-5 两个极限位置的状态对比

2.1.4 搭建指南

1. 零件指南

这个作品的核心零件是用于伸缩运动的齿条和与之相配套的外壳，两个零件的编号分别为 18940 和 18942，如图 2-6 所示。

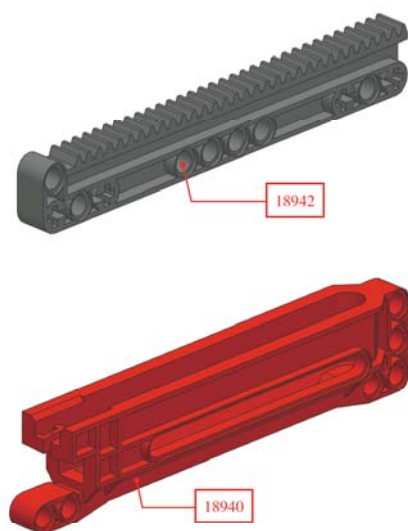


图 2-6 齿条组合

上述两个零件配套使用时，通常需要在 18942 一端的轴孔中安装一个 2M 轴，以保证其在外壳中滑动顺畅，如图 2-7 所示。

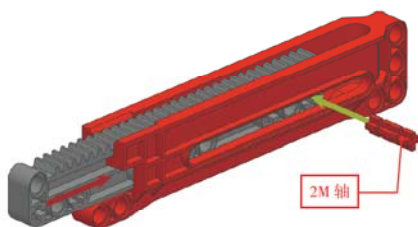


图 2-7 齿条的安装

前轮组件通过 3M 摩擦销和 4M 钉头轴与齿条相连接。其中带有一个棘轮机构，由 16T 齿轮与 4M 轴和交叉轴连接器 (32039) 等零件组成。其目的是单向锁止前轮的转动，使其只能向前转动，不能反转，如图 2-8 所示。

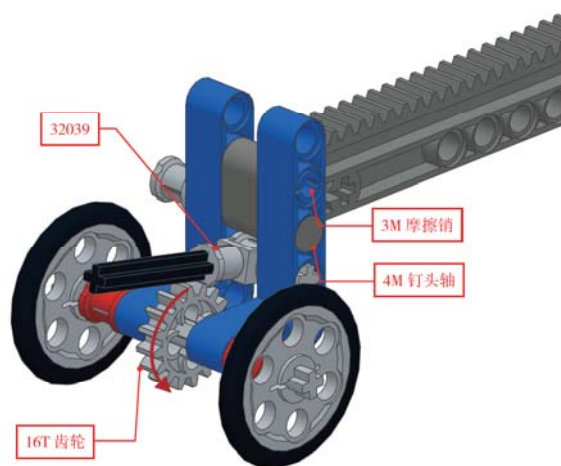


图 2-8 前轮组件和棘轮机构

2. 安装要点提示

由于伸缩车的结构和运行方式较为特殊，所以在安装驱动系统的时候，务必注意零件之间的相对位置和角度关系，可参考以下相对位置进行安装。

- 红色曲柄转动至 6 点钟方向；
- 橘色曲柄位于 2 点钟方向；
- 齿条（18942）在外壳（18940）内部一半左右的位置。

具体的位置和角度关系，如图 2-9 所示。

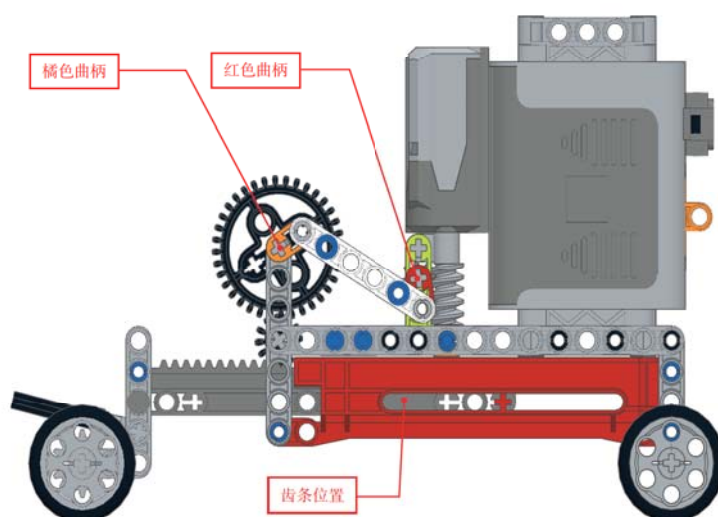


图 2-9 驱动机构的安装位置和角度

特别提醒：由于伸缩车的结构决定了它的红色曲柄必须顺时针旋转，所以其马达必须逆时针转动才能正常运动。在运行时，务必将电源开关向电源接口方向拨动，如图 2-10 所示，否则将会出现机构卡死、打齿等严重后果。

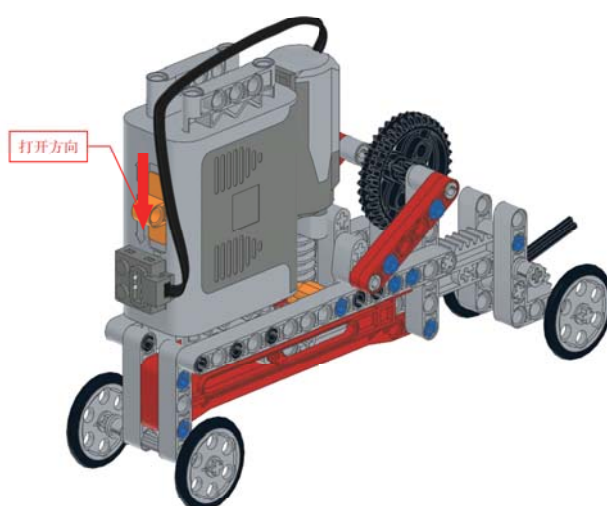


图 2-10 开关的打开方向

3. 零件表

乐高伸缩车使用了零件 35 种 87 个，零件表如图 2-11 所示。

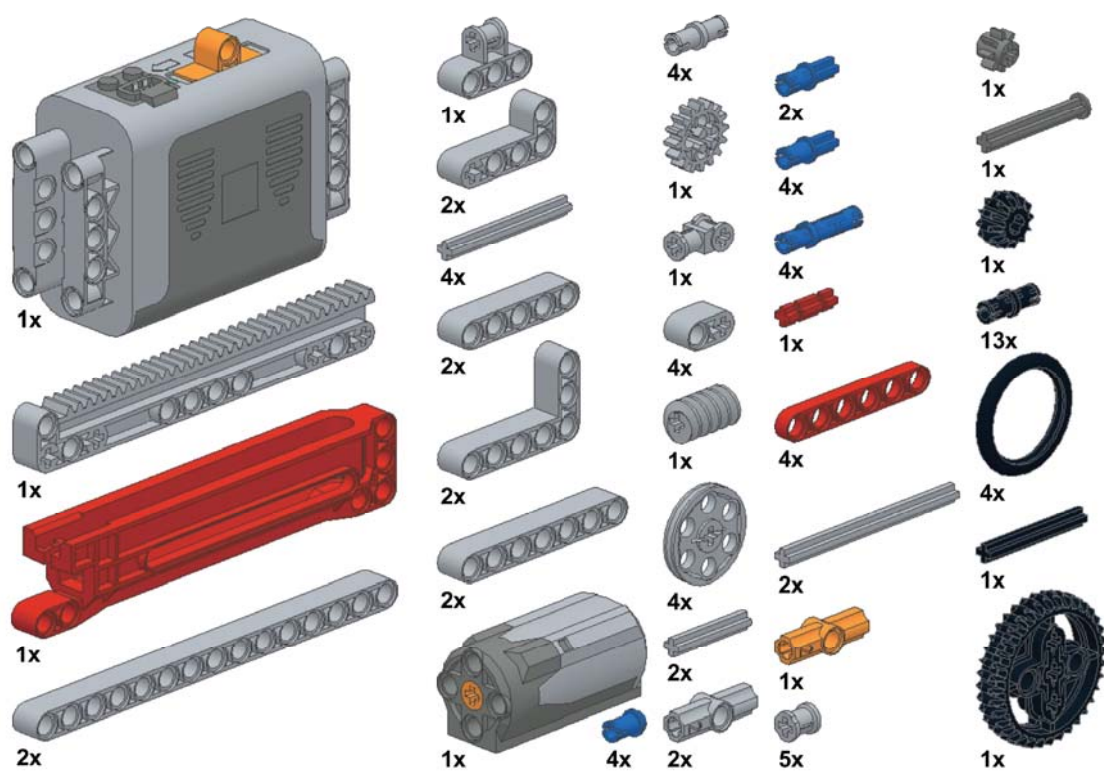


图 2-11 伸缩车零件表

4. 组装和成品图

组装和成品图见图 2-12。

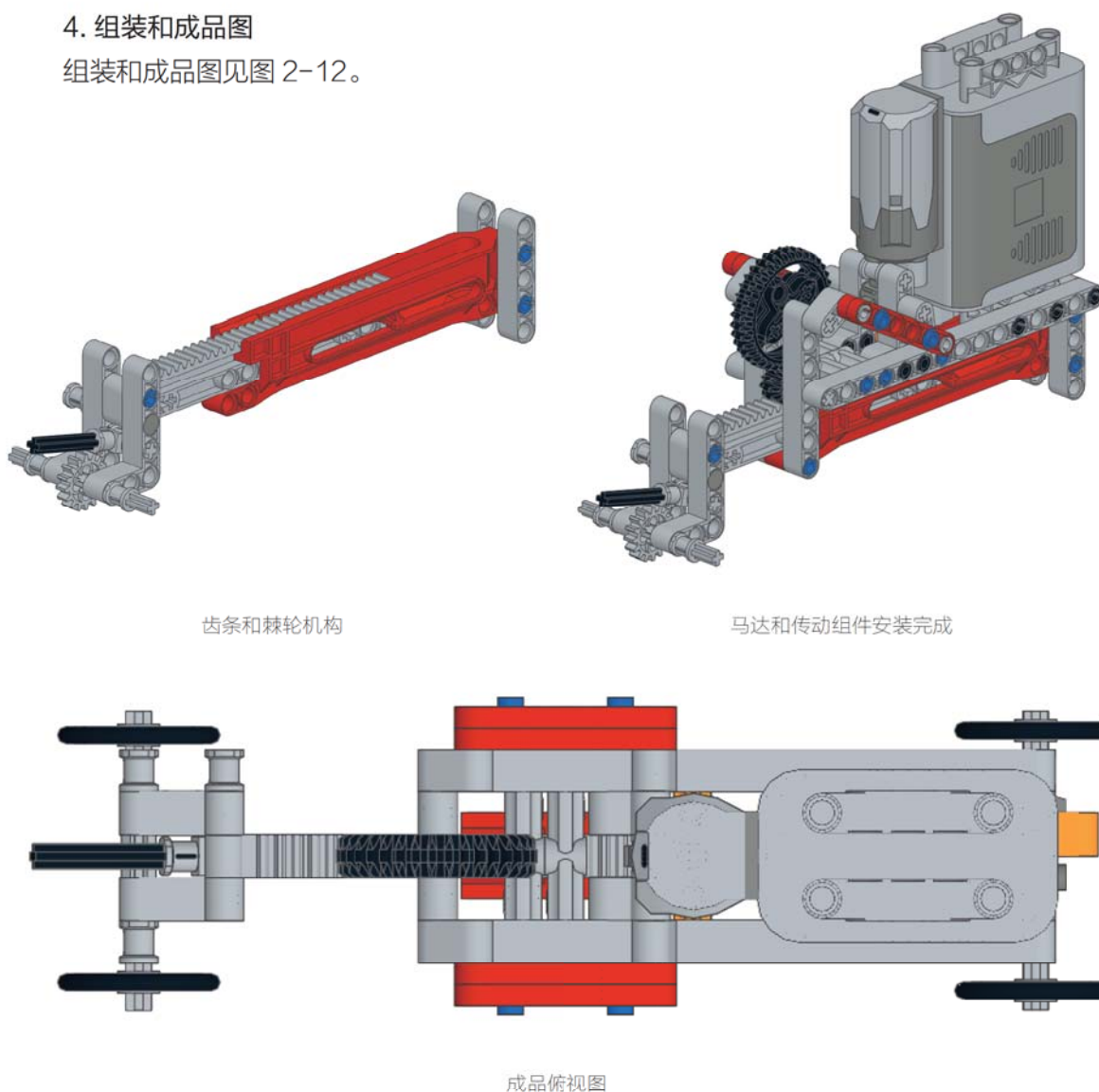


图 2-12 伸缩车组装和成品图

5. 搭建步骤图

搭建乐高伸缩车共 26 步，如图 2-13 所示。

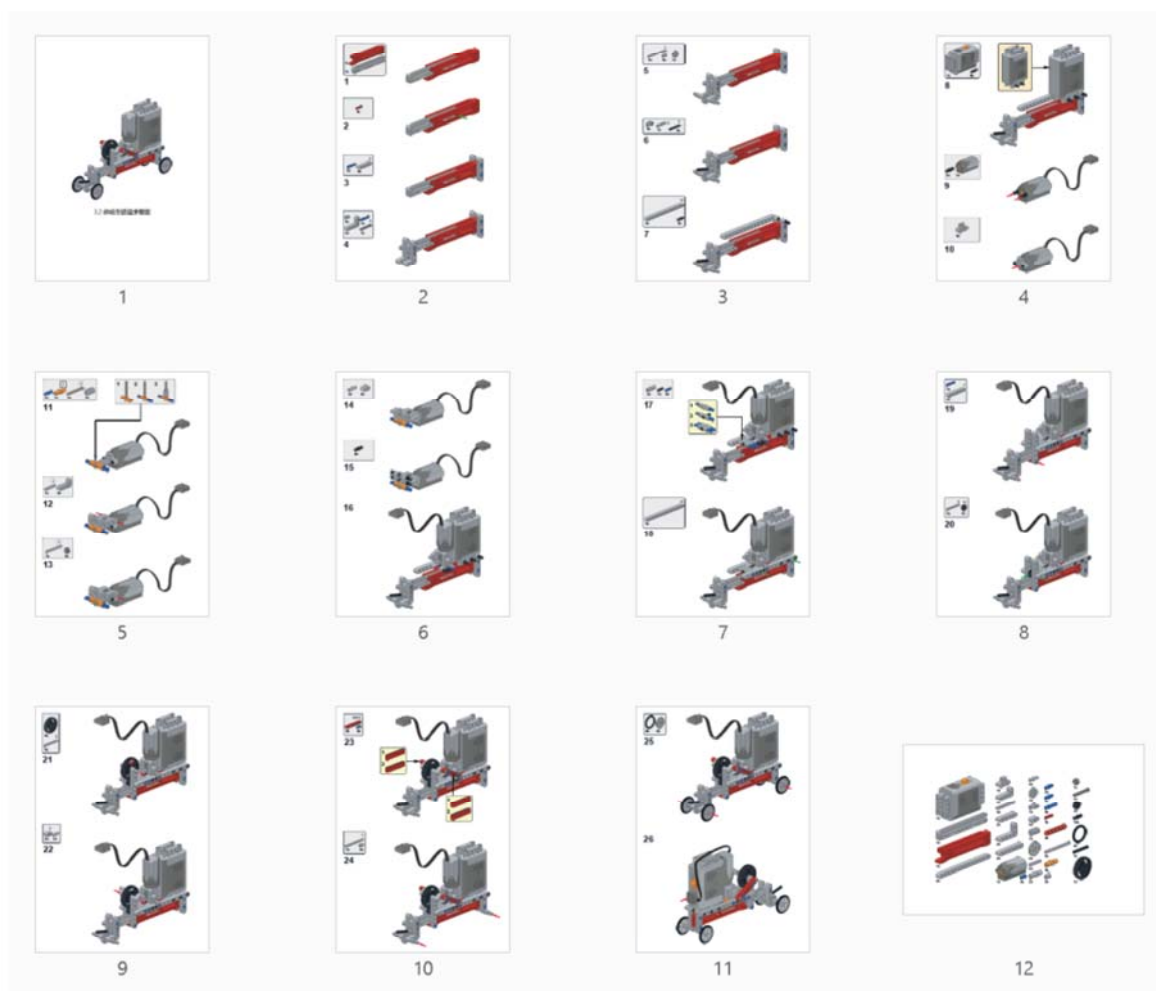


图 2-13 伸缩车搭建步骤图

扫码观看伸缩车搭建视频指导。



2.2 四驱四轮转向车

2.2.1 概述

这是一款非常独特的轮式机械类作品，其外形是一个圆柱体，带有四组呈菱形分布

的车轮。每组车轮都有动力，同时还可以360°任意转向。这个作品可以在遥控器的控制下，朝任何方向转向和行驶，操控起来非常灵活、有趣。

四驱车的构成组件可分为十字框架、传动齿圈、车轮组和电控等几个部分，成品外形如图2-14所示。

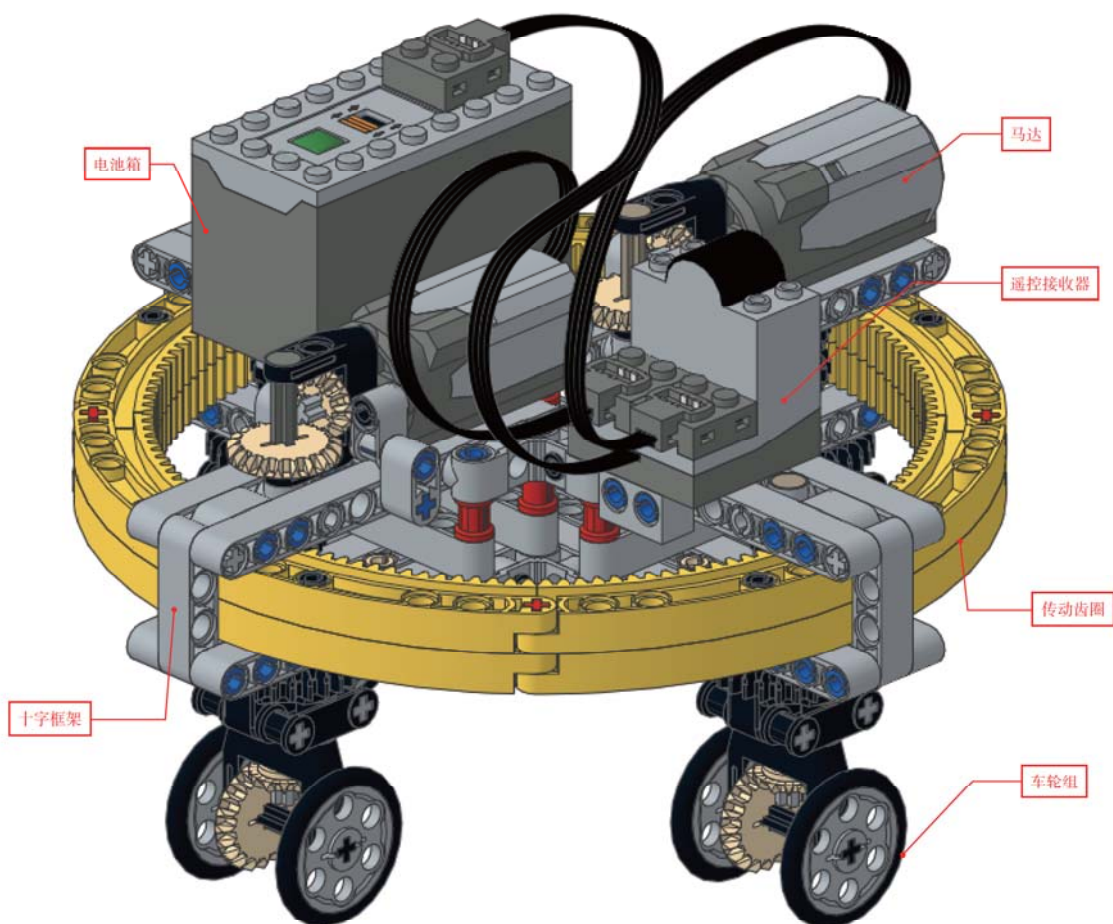


图 2-14 四驱四轮转向车

四驱车的主体，是两个叠放在一起的大齿圈构成的传动齿圈和一个十字形的框架。这里的大齿圈并不是装饰件，也不是结构件，而是用来将动力传递给四组轮子的，这个设计非常独特。

电控部分包括两个马达，一个 7 号电池箱和一个遥控接收器（58123）。两个马达一个用来驱动轮组的转动；另一个则用来控制轮组的转向。

作品概况：

零件数量：265

长度：22 单位

宽度：22 单位

高度：15 单位

动力单元：PF 中马达 × 2

能量单元：7 号电池箱

驱动方式：遥控

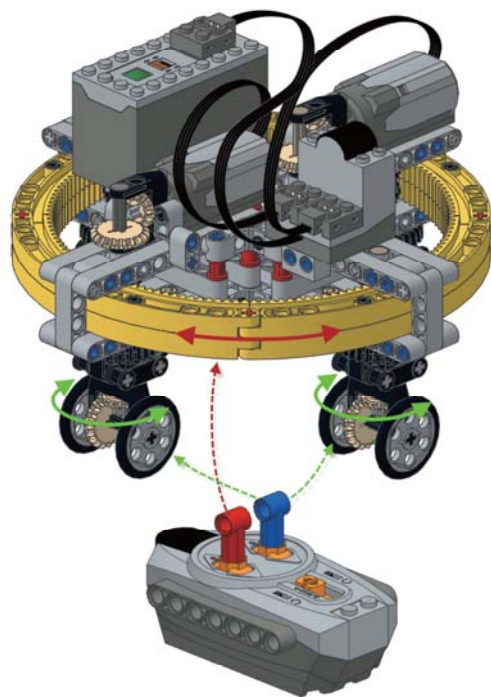


图 2-15 遥控示意图

手机扫码观看四驱四轮转向车视频演示。



2.2.2 动态效果

四驱车通过遥控器（编号 58122）控制运行，拨动遥控器上的两个拨杆，可以分别控制车子的前进、后退和四组轮子的转向。

向前或向后拨动红色拨杆，可以控制大齿圈的转动，将动力传递给四组车轮，驱动车子向前或向后运动。

拨动蓝色拨杆，可以控制四组车轮同时转向，改变车子的运动方向，如图 2-15 所示。

2.2.3 结构解析

这款四驱车拥有两套非常独特的传动系统。一套用于控制车轮的转动，另一套用于控制车轮的转向。

1. 车轮传动系统

车轮传动系统由中马达、变速箱、大齿圈和 18 个齿轮等零件构成。这里的大齿圈应用非常特别，是作为传动元件来使用的。

这套系统的传动可分解为以下流程，车轮传动系统示意图，如图 2-16 所示。

(1) 马达输出的转动，经过一级变速箱传递给大齿圈，并直接驱动与之相连的一组

车轮；

(2) 大齿圈转动，同时将动力传递给另外三组与之啮合的 12T 齿轮；

(3) 12T 齿轮通过轴传动，将动力传输给与之相连的三个二级变速箱；

(4) 三个二级变速箱将传动轴的转动转换角度，变为水平方向的转动，经过减速之后驱动车轮转动。

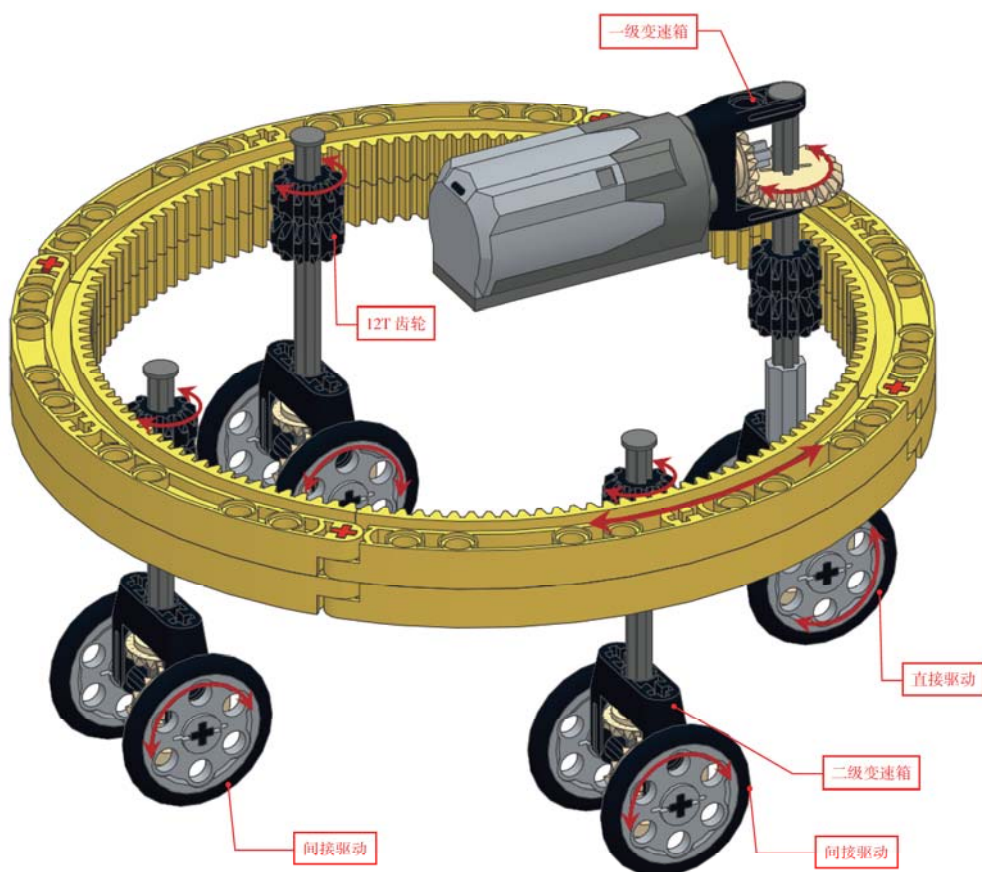


图 2-16 车轮传动系统示意图

单独一套车轮的传动系统如图 2-17 所示，其中两个变速箱中的 12T 锥齿轮为主动齿轮，两个 20T 锥齿轮为从动齿轮。

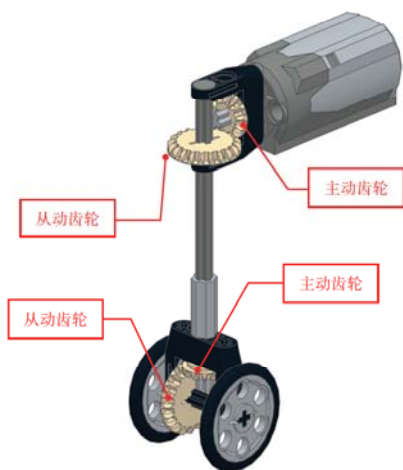


图 2-17 一套车轮的传动系统

这套传动系统的变速比，根据机械原理，其算式如下：

$$12 \times 12 (\text{主动齿轮齿数乘积}) / 20 \times 20 (\text{从动齿轮齿数乘积}) = 0.36$$

根据运算结果，这套传动系统将马达的初始转速降低到 36%，同时也将马达的扭矩增大了 2.78 倍（ $1 \div 0.36$ ）。

2. 车轮转向系统

车轮转向系统由中马达、变速箱、11 个齿轮和 4 个小转盘等零件构成。

中马达输出的转动，通过一个变速箱传输到一组呈十字形排列的齿轮系统。最后将马达输出的动力同时传输给四组车轮上方的

小转盘，实现同步转向，如图 2-18 所示。

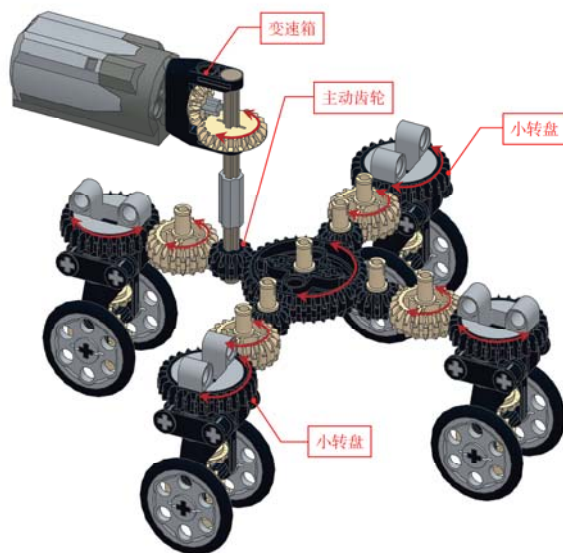


图 2-18 车轮转向系统

由于这套系统中使用的车轮转向元件是小转盘，所以每套车轮的转向角度没有限制，可以 360° 任意转动，因此整车的操控具有极大的灵活性。

2.2.4 搭建指南

1. 零件指南——乐高中的转盘

这个作品的转向系统用到了一个重要的零件——小转盘（编号 601948）。这个零件由两部分组合而成，黑色的部分为顶盖，带有 28 个齿的外齿圈；浅灰色部分为底盖，如图 2-19 所示。

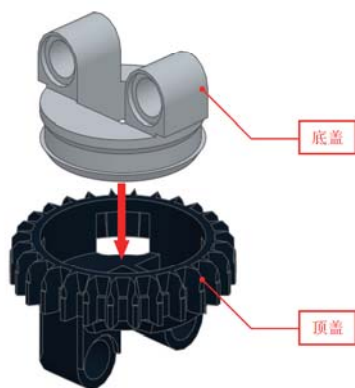


图 2-19 小转盘的组成

由于转盘的两个壳体直径较大，所以转动起来比使用轴或销设计的结构更加稳定和坚固。顶盖边缘还有齿圈，可以用齿轮驱动其转动，使用很方便，应用相当广泛。

乐高零件中还有两款直径更大的转盘 50163 和 18938，功能与小转盘相同，如图 2-20 所示。由于这两款转盘直径更大，所以一般用在负载较大的场合。

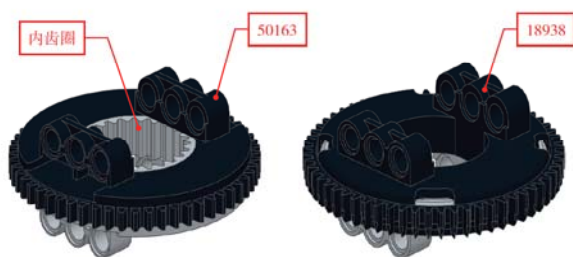


图 2-20 两款乐高大转盘

上述两款大转盘中，50163 的顶盖直径为 7 个乐高单位，边缘的齿圈有 56 个轮齿，

底盖中心还带有一个 24 齿的内齿圈。18938 的顶盖带有 60 个轮齿，内部则没有齿圈。

这两款大转盘的外齿圈的轮齿形状是有所区别的。50163 的外齿圈是直齿，而 18938 的外齿圈朝向底盖一侧的轮齿是倒角的，意味着在这一侧可以使用双面齿轮或锥齿轮进行传动，如图 2-21 所示。

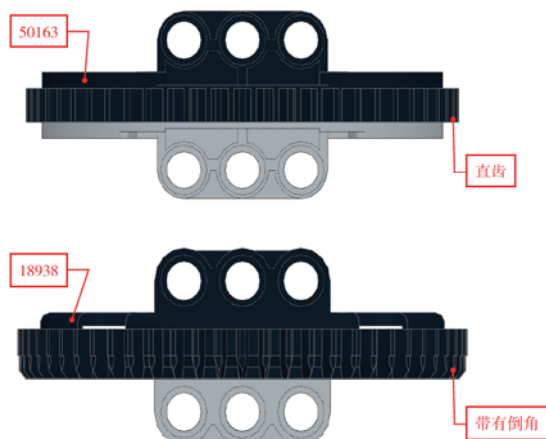


图 2-21 大转盘外齿圈齿形对比

根据齿轮啮合的“16T 原则”（两个正确啮合的齿轮的齿数之和是 16 的整数倍），50163 的外齿圈可以和 8T 或 24T 齿轮形成驱动组合。

18938 可以和 20T 或 36T 双面齿轮形成共面组合，也可以利用倒角齿形与 12T 双面或锥形齿轮形成直角驱动组合，如图 2-22 所示。



2. 安装要点提示

图 2-23 小转盘的安装方位

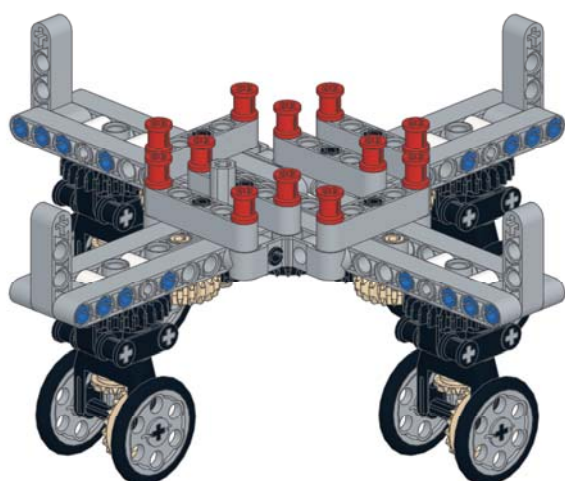
3. 零件表

[illegible]

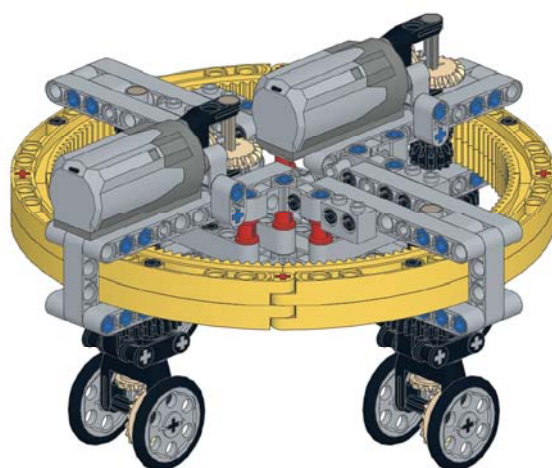
图 2-24 四驱四轮转向车零件表

4. 组装及成品图

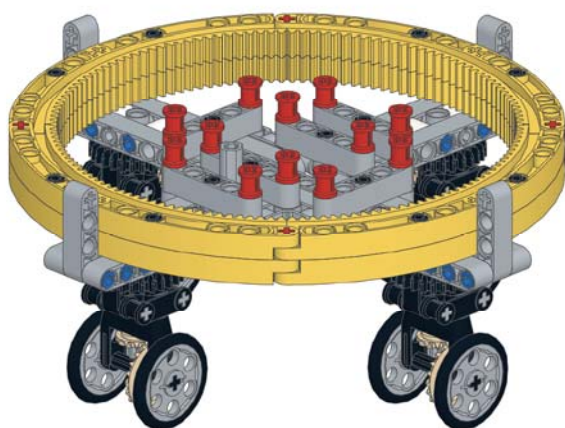
组装和成品图见图 2-25。



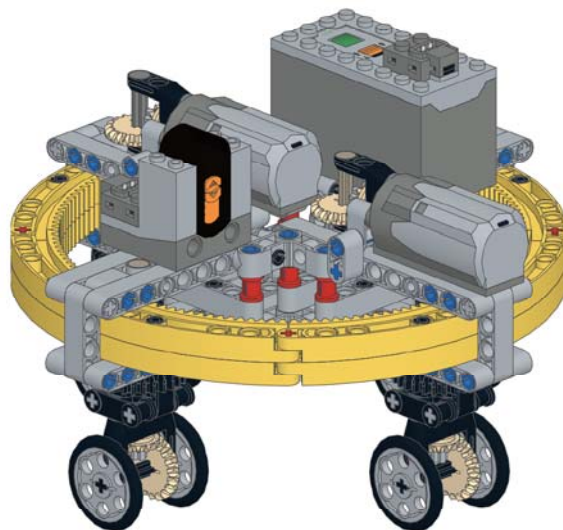
底盘完成图



马达安装完成



传动齿圈安装完成



成品图

图 2-25 四轮四驱车装配及成品图

5. 搭建步骤图

搭建四驱四轮转向车共 25 步，如图 2-26 所示。

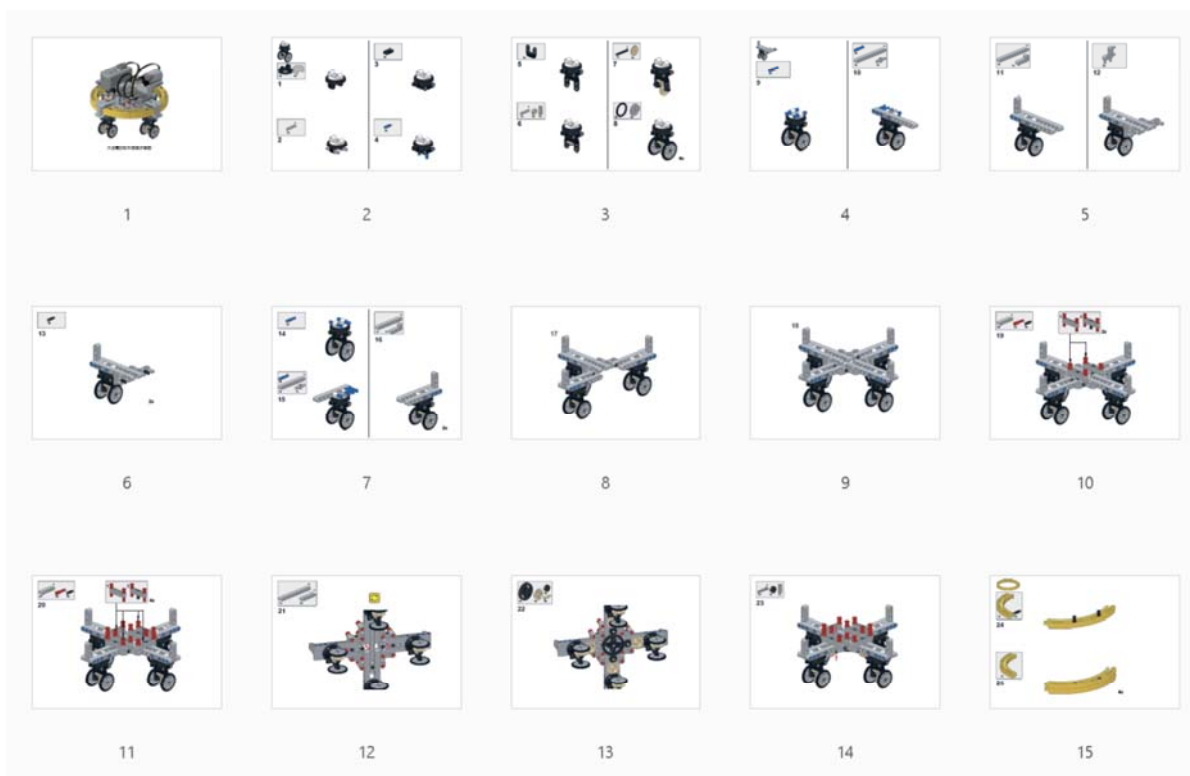


图 2-26 四驱四轮转向车搭建步骤图

手机扫码观看四驱四轮转向车搭建视频指导。

