

# 基于人机工程的踏板电动车儿童安全座椅设计

金鑫<sup>1,2</sup>, 张绍兵<sup>1</sup>, 龚勇镇<sup>1</sup>, 韩惠子<sup>3</sup>

(1.广东石油化工学院, 茂名 525000; 2.庆星大学, 釜山 48434; 3.燕山大学, 秦皇岛 066000)

**摘要:** **目的** 针对近年来儿童乘坐电动自行车频发伤亡事故的现状, 研究现有电动车儿童安全座椅不合理的人机关系; 从安全性、易用性的角度出发, 为儿童安全座椅提供设计依据。**方法** 采用人机工程理论, 综合分析了儿童安全座椅的人机工程学因素; 运用产品设计中人体尺寸的应用原则, 对儿童安全座椅进行了安全、合理的人机尺寸设计; 使用调查法对儿童安全座椅的使用场景与使用方式进行了调研, 得出了儿童安全座椅须符合人机工程学的功能与结构设计要求; 依据儿童的生理和心理特征, 对造型要素进行了分析。**结果** 从可调节性、便携性、安全性等方面展开了研究, 得出了儿童安全座椅的合理尺寸与结构设计要求, 基于儿童的心理与生理特征, 得出了安全座椅的造型设计要求。**结论** 以踏板电动车为例, 进行儿童安全座椅的创新设计实践, 实现以人为中心, 安全、舒适、便携的人机关系。

**关键词:** 人机工程学; 儿童安全座椅; 电动车; 产品设计

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)20-0137-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.20.022

## Design of Children's Safety Seat on Electric Bike Based on Ergonomics

JIN Xin<sup>1,2</sup>, ZHANG Shao-bing<sup>1</sup>, GONG Yong-zhen<sup>1</sup>, HAN Hui-zi<sup>3</sup>

(1.Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming 525000, China;

2.Kyungsung University, Busan 48434, Korea; 3.Yanshan University, Qinhuangdao 066000, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the unreasonable man-machine relationship of the children's safety seat of the existing electric bike regarding the present situation of frequent injuries and death of children who take electric bikes in recent years, and provide design basis for the children's safety seat from the perspective of safety and usability. The ergonomics theory was used to comprehensively analyze the ergonomics factors of the children's safety seat. According to the application principle of human body size in product design, a safe and reasonable human-machine size design was carried out for the children's safety seat. The use scene and use mode of the children's safety seat were investigated in the investigation method, and it was concluded that the children's safety seat must meet the functional and structural design requirements of ergonomics. According to children's physiological and psychological characteristics, the form elements were analyzed. According to the study carried out from the perspective of adjustability, portability and safety, the reasonable size and structural design requirements of the children's safety seat were achieved. Based on psychological and physical features of the children, the form design requirements of safety seat were obtained. With electric bike as an example, the innovative design and practice of children's safety seat are conducted to achieve the man-machine relationship, which is considered as human-centered, safe, comfortable and portable.

**KEY WORDS:** ergonomics; children's safety seat; electric bike; product design

我国电动自行车保有量已突破2亿辆<sup>[1]</sup>。近年来, 儿童乘坐电动车的交通事故频发, 这与儿童安全座椅

的安全性设计缺陷紧密相关。以用户为中心, 安全、舒适、高效的人机关系是人机工程学研究的主要内

收稿日期: 2019-06-01

基金项目: 广东石油化工学院项目《基于产教融合的工业设计创新能力培养》(201728); 广东石油化工学院项目《工业设计专业双体系人才培养模式改革试点》(214412); 广东石油化工学院项目《广油工业设计专业-广东工业设计城-诗尼曼协同育人平台》

作者简介: 金鑫(1984—), 男, 河南人, 硕士, 广东石油化工学院讲师, 主要从事产品设计与开发方面的研究。

容<sup>[2]</sup>。运用人机工程学理论分析儿童安全座椅不合理的人机关系,并指导设计实践,可有效避免儿童遭受不必要的伤害。

## 1 电动自行车安全座椅现状

踏板式电动车是电动自行车的主要类型,俗称“电动车”或“电摩”。目前,全国各地的交管部门基本都允许一名儿童乘坐电动车。《广东省道路交通安全条例》第三十九条规定:电动自行车安装有固定安全座椅的,可以附载一名身高 1.2 m 以下的儿童<sup>[3]</sup>。然而对于电动车安全座椅的设计要求并没有统一标准。电动车普及所带来的交通事故发生率逐年增加,尤其是儿童乘坐电动车的事故死亡率高,电动车儿童座椅的安全性设计显得尤为重要。

目前相关儿童安全座椅的人机工程学研究,主要集中在汽车安全座椅领域<sup>[4-5]</sup>;而运用人机工程学原理进行其他儿童相关产品的研究较多,文献[6-7]分别研究了公租房自行车儿童座椅、脑瘫儿助行车设计中的人机关系;文献[8]运用了力学分析方法,对自行车儿童座椅的安全系数、最大应力发生位置等进行了研究,文献[9]对踏板式电动车儿童安全座椅进行了改良设计。针对电动车儿童安全座椅人机问题的研究还不深入。随着我国二胎政策的放开,儿童乘坐电动车的安全问题会越来越突出,事关广大儿童的人身安全。基于此,亟需分析安全座椅的不合理人机关系,运用儿童人体尺寸数据,结合儿童的生理及心理特征,提

出合理的产品改良建议。

## 2 电动车儿童安全座椅的人机工程学分析

### 2.1 儿童的生理和心理特征

新生儿一般 7~8 个月可独自坐立,9~11 月可抓握东西,十二个月能够独自站稳,牵一只手可以行走<sup>[10]</sup>,由此,儿童安全座椅适合于十二个月以上的宝宝使用。六个月以后的幼儿视敏度达到成人水平,能区分物体的颜色、远近、高低<sup>[10]</sup>,因此儿童安全座椅应当采用鲜艳的色彩来促进幼儿的视觉发育。四岁以下的儿童没有危险意识,对新鲜事物充满好奇,好动,易哭闹<sup>[10]</sup>,安全座椅除了设计必要的护栏和安全带外,还应在行驶过程中考虑家长与儿童的亲子互动关系,可及时有效地调节儿童的不良情绪,增加儿童乘坐的安全感。儿童的身体发育迅速,适用于此年龄段的产品应该具有可调节性,以适合不同年龄的儿童乘坐。

### 2.2 现有安全座椅的人机要素分析

市场上的电动车儿童安全座椅总体结构比较简易,一般由底座、支架、靠背、扶手几个部分组成,通过螺丝进行组装。现有儿童安全座椅的样式繁多,运用分类法从安装位置、结构、材料、功能四个方面进行归类,得到图 1 的八种典型安全座椅,同时从易安装、舒适性、安全性、亲子互动、可调节、造型、成本七个人机要素进行对比评价,见表 1。



图 1 八种典型儿童安全座椅

Fig.1 Eight kinds of typical children's safety seats

表 1 电动车儿童安全座椅分类与人机要素评价

Tab.1 Classification and ergonomic factor evaluation of children's safety seat on electric bike

分类依据	类别	人机要素评价						
		易安装	安全性	舒适性	亲子互动	可调节	造型	成本
安装位置	前置	良	易倾倒	舒适	良	否	庞大	中
	后置	差	安全牢固	一般	差	部分	凌乱	中
结构	一体	良	安全	舒适	差	否	圆润	中
	分体	差	易倾倒	一般	良	否	机械	低
材质	单一	良	易倾倒	一般	良	否	陈旧	低
	混合	良	牢固	较舒适	优	部分	轻巧	高
功能	单一	优	非常易倾倒	不舒适	差	否	机械	低
	多种	良	易倾倒	舒适	良	部分	独特	高

现有安全座椅按照安装位置可分为前置式和后置式,后置式座椅乘坐时驾驶员无法实时观察儿童的状态,安全性较差。前置式座椅是比较普遍的方式,优点是便于家长照看儿童,亲子互动性较好,缺点是安装空间有限,牺牲了家长的容腿空间,较大儿童的乘坐舒适性不高,刹车时容易磕碰头部造成严重伤害。按照结构可分为一体式和分体式,一体式座椅整体性比较强,但可调性较差,安装缺乏灵活性;分体式则是由多个零部件组装而成,有的产品可折叠使用,便携性得到了提高,缺点是稳定性差,且占用空间较大。按照材料可分为单一材质和混合材质,单一材质多以塑料为主,部分产品的支撑结构则用金属管材构成,混合材质则由软质发泡塑料、金属、布料等组成,减震和碰撞缓冲的保护性能较好,多种材料组成的产品造型和色彩比较丰富。按照功能来分,有单一功能和多种功能,单一功能座椅仅满足儿童乘坐的需要,多功能产品则考虑到减震、安全带、扶手的开启方式、可调节尺寸、儿童的玩耍、便捷拆卸等功能。

分析得出:安全座椅的设计应处理好“人(家长、儿童)—机—环境”之间的人机系统。“人一机”和谐,即儿童乘坐安全、舒适、稳定,家长拆装方便,不影响骑行;“人—人”和谐,家长与儿童共同使用产品时,能产生良好的亲子互动关系;“机—环境”和谐,座椅既要符合电动车安装空间的限制,又要对抗风吹、日晒、雨淋的外部环境;“人—环境”和谐,

家长与儿童在使用座椅时,应避免外部交通环境的不良干扰,以及天气环境的影响。

## 2.3 儿童安全座椅人机要素设计要求分析

### 2.3.1 儿童身体尺寸选择

人机工程学中把产品尺寸分为I型(双限值设计)、II型(单限值设计)和III型(平均值)<sup>[2]</sup>。查阅《中国未成年人人体尺寸—GB/T 26158》<sup>[11]</sup>,得出4~6岁儿童的平均身高为1113 mm,结合上文的儿童生理与心理特征,以及相关交通法规1.2 m的限制,电动车儿童安全座椅适用于12个月~6岁的婴幼儿。根据产品设计人体尺寸数据的应用方法及要求:产品最小功能尺寸=相应百分位数人体尺寸+功能修正量<sup>[2]</sup>,由于安全座椅的安装空间有限,建议以满足产品最小功能尺寸为基准进行设计。成年人穿衣修正量的坐高、肘高+6 mm,臀宽+13 mm,臀膝距+20 mm,穿鞋男+25 mm,穿鞋女+20 mm,考虑到对象为婴幼儿,尺寸修正取成人的1/2,因此坐高、肘高+3 mm,臀宽+6 mm,臀膝距+10 mm,穿鞋+10 mm。

据可查文献显示,0~3岁的儿童人体尺寸的各个百分位数数据测量难度较大,参考《设计中的男女尺寸》<sup>[10]</sup>一书中的婴童人体尺寸数据,该书中的数据以第50百分位尺寸为主,儿童安全座椅相关人机工程学尺寸见表2。按照人体尺寸的应用方法,儿童安全座椅的相关尺寸分析如下。

表2 儿童安全座椅相关人机工程学尺寸  
Tab.2 Relevant ergonomic sizes of children's safety seat

项目	6~8月	9~11月	12~15月	16~19月	20~23月	2.5~3岁	4岁	5岁	6岁
小腿加足高	118	126	136	148	158	203	229	254	279
坐高	300	320	324	326	343	372	398	427	449
臀宽	159	166	166	170	167	190	198	205	213
臀-腘距	117	138	145	157	166	222	249	271	288
臀-膝距	176	194	196	210	219	284	312	338	358
坐姿肘高	130	143	147	150	155	162	161	165	177

1) 座高即小腿加足高,在118~279 mm之间,加上穿衣修正量为121~282 mm。属于I型产品尺寸,可调节的范围为121~282 mm,可调节的高度约为160 mm,20 mm为一档的分段调节。

2) 座椅宽度参考臀宽尺寸,在159~213 mm之间,加上穿衣修正量为165~219 mm。属于II型产品尺寸,选较大人体尺寸数据,此外儿童在座椅上应当有一定的活动空间,约50 mm,因此座宽酌情取 $\geq 270$  mm。

3) 坐深(臀-腘距),在117~288 mm之间,加上穿衣修正量为120~301 mm。坐深应遵循“宁浅勿深”的原则,结合电动车空间有限的现实,因此坐深酌情取280 mm。

4) 靠背高参考坐高,在300~449 mm之间,加

上穿衣修正量为303~452 mm,为防止婴幼儿从座椅上倾覆,靠背高度至少应当超过坐高的一半,即151.5~226 mm之间。若为一体式靠背,属于II型产品尺寸,选较大人体尺寸数据,因此靠背高至少 $\geq 230$  mm;若为可调节式靠背,属于I型产品尺寸,可调节的范围为180~280 mm。

5) 臀-膝距,在176~358 mm之间,加上穿衣修正量为186~368 mm。电动车踏板的空间要容得下儿童的臀-膝距,因此踏板位置的前后距离要 $>370$  mm。为适应更小型电动车,对于较大尺寸的儿童建议抬高座位高度,以缩短臀-膝水平距离,从而节省空间。

6) 肘高,在130~177 mm之间,在儿童坐姿情况下,为防止婴幼儿从座椅上倾覆,座椅安全扶手的

尺寸要以大尺寸的肘高为设计尺寸,酌情取>180 mm。

### 2.3.2 儿童安全座椅安装尺寸分析

安装的便携、牢固是安全座椅设计须主要解决的问题之一。现有安全座椅与电动车的安装方式有直接放置、捆绑固定、螺丝固定等几种方式。直接放置和捆绑固定两种方式最为流行,该安装方式稳定性差,发生交通事故时儿童被甩出座椅的概率较高;螺丝固定方式一般配合金属连接件进行紧固,不易脱落,若配合防护栏和安全带使用,安全系数较高。

踏板电动车外形与踏板摩托车相似,型号大小各异,但总体结构基本一致。经调查分析发现,利用电动车脚踏区域的保险杠固定点来安装安全座椅,安全系数较高。电动车儿童安全座椅的安装位置见图2, a 表示电动车座位的高度, b、c、d 表示车把与座位的水平宽度值, e 表示电动车踏板固定保险杠的四个螺丝连接点,儿童安全座椅的尺寸须在這些尺寸范围内才可以成功安装。为确保安装的通用性,采用抽样

调查法,一共抽取了一百台大小不同的电动车进行尺寸测量,归纳为十种样本,电动车相关设计尺寸统计见表3。经过数据比较分析发现:电动车坐高 a 的尺寸在 370~440 mm 之间; b、c、d 三个水平的宽度尺寸, c 值最大, b、c 值基本接近;保险杠固定螺钉所形成的矩形 e 的长宽值在 160 mm×360 mm 以内。

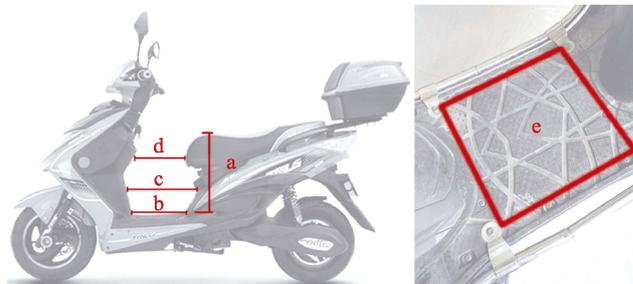


图2 电动车儿童安全座椅的安装位置  
Fig.2 Installation position of children's safety seat on electric bike

表3 电动车相关设计尺寸统计  
Tab.3 Statistics of relevant design sizes of electric bike

	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	样本 5	样本 6	样本 7	样本 8	样本 9	样本 10
a	440	370	390	390	420	420	400	440	400	400
b	340	360	300	230	250	270	270	270	340	250
c	380	440	380	340	330	330	360	410	460	310
d	340	360	280	270	230	270	270	350	340	240
e	300×350	280×300	270×310	230×280	160×210	280×300	260×300	280×360	290×320	160×220

## 3 踏板电动车儿童安全座椅设计方案

### 3.1 设计思路

根据人机工程学的相关分析结论,设计团队将设计重点放在安全座椅的可调节性、安装方式、多功能的使用方式、新颖的造型三个方面,依据儿童人体尺

寸的分析结果进行创新设计,设计效果见图3<sup>[12]</sup>。设计结构主要由底座、支撑架、脚踏、座椅四个部分组成,尺寸与结构见图4。

### 3.2 方案的人机尺寸设计

为适应不同年龄段儿童的人体尺寸,该安全座椅的座高、脚踏高度、靠背高度、座位水平位置均可调



图3 设计效果  
Fig.3 Design effect

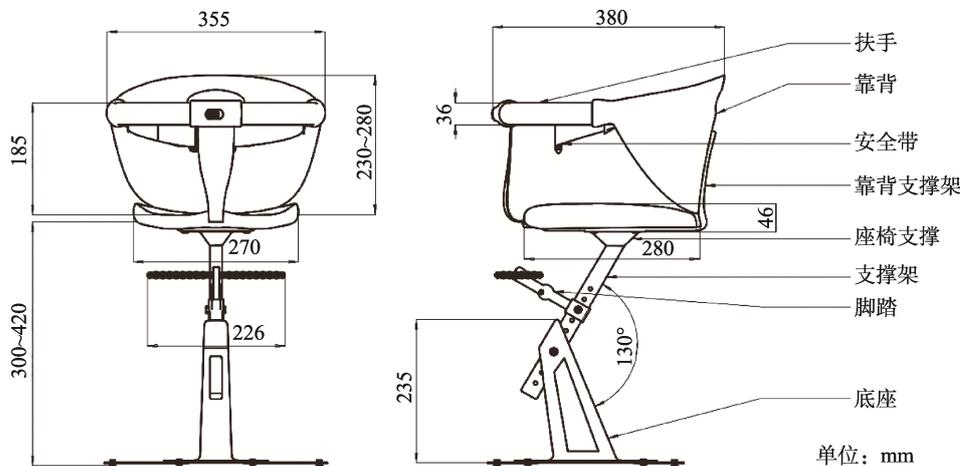


图4 尺寸与结构  
Fig.4 Size and structure

节, 细节结构见图 5, 使用情况与安装见图 6。座高通过 20 mm 的圆孔, 实现 300~420 mm 的高度调节, 支撑架与底座呈 130°插接, 保持座椅的重心接近其几何中心, 增加稳定性。脚踏可沿支撑架调节高度并固定, 脚踏支撑杆由两段组合, 连接处形成的圆盘造型可转动角度, 辅助调节脚踏的高度。靠背高度可沿靠背支撑架的垂直方向调节高度, 调整区间为 230~280 mm。当电动车前踏板空间不足 300 mm 时, 调节座椅高度至电动车座椅之上, 座位可沿座椅支撑水平方向调节位置, 解决小型电动车前踏板区域空间不足的问题, 如图 6c。为配合不同型号的电动车安装,



图 5 细节结构  
Fig.5 Structure in detail

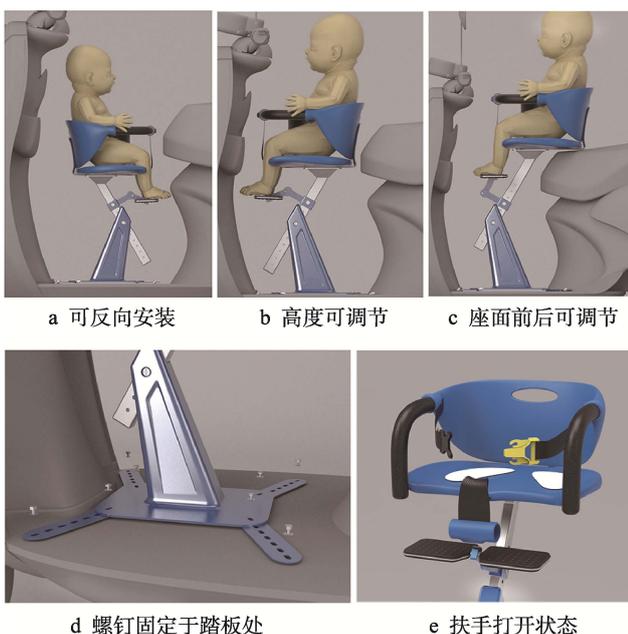


图 6 使用情况与安装  
Fig.6 Usage and installation

该座椅底座的四个角分别有四个圆孔与金属片连接, 金属片上分布均匀的圆孔, 可灵活调节长度以匹配电动车踏板的四个固定点, 如图 6d。安全护栏和安全带可快速打开并固定, 防止儿童倾覆, 如图 6e。椅面的曲线轮廓使得座面能很好地与儿童坐姿相契合, 提高舒适度。

### 3.3 方案使用方式设计

所设计的座椅提供了多种使用方式, 如图 6a-c, 较小尺寸儿童乘坐时, 可降低座椅高度; 较大尺寸儿童乘坐时, 可提高座椅高度置于电动车座椅之上, 合理利用空间; 座椅可反向安装, 使儿童面向家长乘坐, 家长可及时掌控儿童的情绪变化, 增加亲子互动。座椅的单柱支撑结构, 最大限度地保留了驾驶者的容脚空间, 当不使用座椅时, 可快速拆除上半部分的支撑杆和座椅部件, 底座则保留在电动车踏板上, 作为放置购物袋、车锁的空间。

### 3.4 方案色彩与材料设计

通过研究儿童的视觉和心理特征, 有针对性地设计儿童安全座椅的主要色彩, 为可缓解烦躁情绪的蓝色, 点缀色为黄色和红色, 总体设计达到“舒适乘坐, 乐于乘坐”的使用目的。座椅部分主要采用价格低廉、耐腐蚀、坚固耐用的 PE 塑料, 底座和支撑部分选用坚固、质量轻盈的铝材来进行制作。

## 4 结语

电动车儿童安全座椅的人机工程学研究, 有助于构建合理的人机系统, 减少事故的发生率。通过分析儿童的生理与心理特性, 建议安全座椅适用于 1~6 岁儿童。结合人体尺寸的应用原则, 提出安全座椅的座高、座宽、坐深、靠背高的参考尺寸范围。通过对产品的使用方式和使用环境的调研, 改良安全座椅的结构, 提高稳固性; 设计灵活可调的安装方法, 节约空间, 以适应不同型号的电动车。功能方面同时考虑大人和儿童的实际需求, 提供多种使用方式, 改善亲子互动效果。不足之处在于, 能够引用的人体尺寸数据的准确性和时效性欠佳, 在设计过程中, 要注重实际的测量和产品的测试。

### 参考文献:

- [1] 许丰, 刘景华, 李小利. 电动自行车国家监督抽查结果分析[J]. 质量与认证, 2017(1): 95-96.  
XU Feng, LIU Jing-hua, LI Xiao-li. Analysis of the Results of National Sampling Investigation and Supervision of Electric Bicycles[J]. China Quality Certification, 2017(1): 95-96.

(下转第 158 页)

- per Filling Machine Based on QFD and TRIZ Theories[J]. *Storage and Process*, 2016, 16(5): 60-63.
- [19] 李小明, 赵武, 王晨, 曾杰. 基于 QFD 与 TRIZ 集成的复卷机创新设计[J]. *制造业自动化*, 2013, 35(18): 137-139.  
LI Xiao-ming, ZHAO Wu, WANG Chen, ZENG Jie. The Innovative Design of Rewinding Machine Based on QFD and TRIZ[J]. *Manufacturing Automation*, 2013, 35(18): 137-139.
- [20] 张付英, 刘卉, 沈浩. 基于 QFD/TRIZ 集成技术的纸带打孔机设计研究[J]. *机床与液压*, 2004(11): 46-48.  
ZHANG Fu-ying, LIU Hui, SHEN Hao. The Design Study of Boiling Hole Machine Based on the Integration of QFD/TRIZ[J]. *Machine Tool & Hydraulics*, 2004(11): 46-48.
- [21] 石海龙, 张明勤, 臧德江, 李敏, 苏谦. QFD 与 TRIZ 集成在立体车库概念设计中的应用[J]. *机械设计与制造*, 2010(2): 91-93.  
SHI Hai-long, ZHANG Ming-qin, ZANG De-jiang, LI Min, SU Qian. Application of QFD and TRIZ in Stereo Garage Concept Design[J]. *Machinery Design & Manufacture*, 2010(2): 91-93.
- [22] 刘金林, 曾凡明, 涂皓. QFD 和 TRIZ 集成理论在舰船动力装置概念设计中的应用[J]. *大连海事大学学报*, 2013, 39(4): 86-90.  
LIU Jin-lin, ZENG Fan-ming, TU Hao. Application of QFD and TRIZ Integrated Theory on the Conceptual Design of Marine Power Plant[J]. *Journal of Dalian Maritime University*, 2013, 39(4): 86-90.
- [23] 夏文涵, 王凯, 李彦, 熊艳. 基于 TRIZ 的管道机器人自适应检测模块创新设计[J]. *机械工程学报*, 2016, 52(5): 58-67.  
XIA Wen-han, WANG Kai, LI Yan, XIONG Yan. Innovative Design for Adaptive Detection Module of In-pipe Robot Based on TRIZ[J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2016, 52(5): 58-67.
- [24] 张济人. 多功能升降桌: 中国, ZL201520586952. 6[P]. 2016-05-11.  
ZHANG Ji-ren. Multi-function Lifting Table: China, ZL201520586952. 6[P]. 2016-05-11.

(上接第 141 页)

- [2] 阮宝湘. 工业设计人机工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.  
RUAN Bao-xiang. *Ergonomics in Industrial Design*[M]. Beijing: China Machine Press, 2011.
- [3] 广东省道路交通安全条例[J]. *人民之声*, 2006(2): 44-49.  
Traffic Regulations of Guangdong[J]. *The Voice of the People*, 2006(2): 44-49.
- [4] 吴明, 张娟. 儿童安全座椅舒适度评价研究[J]. *包装工程*, 2017, 38(22): 60-65.  
WU Ming, ZHANG Juan. Evaluation Research on Comfort of Child Safety Seat[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(22): 60-65.
- [5] 白中浩, 卢静. 基于多目标优化的儿童座椅匹配方法[J]. *湖南大学学报(自然科学版)*, 2013, 40(3): 52-58.  
BAI Zhong-hao, LU Jing. Matching Method for Children Seat Based on Multi-objective Optimization[J]. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*, 2013, 40(3): 52-58.
- [6] 张芙宁, 杨梦迪, 刘二强. 公租房自行车便携式儿童座椅设计及有限元分析[J]. *轻工科技*, 2017, 33(9): 59-61.  
ZHANG Fu-ning, YANG Meng-di, LIU Er-qiang. Designation and Factor Analysis of Portable Children Seat on Public Rental Bicycle[J]. *Light Industry Science and Technology*, 2017, 33(9): 59-61.
- [7] 盛传新, 赵璧. 基于人机工程的脑瘫儿童助行车设计[J]. *机械设计*, 2017, 34(5): 119-123.  
SHENG Chuan-xin, ZHAO Bi. Design of Walker for Cerebral Palsy Children Based on Ergonomics[J]. *Journal of Machine Design*, 2017, 34(5): 119-123.
- [8] 汪飞鹏, 何隽, 杨乾慧, 等. 电动自行车儿童座椅结构安全性研究[J]. *轻工机械*, 2014, 32(2): 102-105.  
WANG Fei-peng, HE Jun, YANG Qian-hui, et al. Study on Structural Safety of Electric Bicycle Child Seat[J]. *Light Industry Machinery*, 2014, 32(2): 102-105.
- [9] 彭鹏, 韩建海, 罗珊. 给电动自行车加装一个儿童座椅[J]. *摩托车技术*, 2003(8): 24.  
PENG Peng, HAN Jian-hai, LUO Shan. Adding Children Seat to Electric Bicycle[J]. *Motorbike Technology*, 2003(8): 24.
- [10] 狄里. 设计中的男女尺度[M]. 天津: 天津大学出版社, 2008.  
ALVIN R T. *The Measure of Man & Woman: Human Factors in Design*[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 2008.
- [11] GB/T 26158-2010, 中国未成年人人体尺寸[S].  
GB/T 26158-2010, Human Dimensions of Chinese Minors[S].
- [12] 金鑫, 刘鸿源. 一种电动车儿童安全座椅: 中国, ZL201621067219.4[P].  
JIN Xin, LIU Hong-yuan. Children Safety Seat on Electric Scooter: China, ZL201621067219.4[P].