

# Q 系列假人与 P 系列假人在儿童约束系统评价中的伤害对比研究

李世成, 娄磊, 刘志新, 顾海明

中国汽车技术研究中心, 天津, 中国, 300300

Email: lishicheng@catarc.cn

**摘要:** 本文利用儿童约束系统评价测试平台及台车设备, 对 P 系列假人及 Q 系列假人在儿童约束系统评价动态性能表现进行对比, 研究儿童假人动态性能的差别, 分析 Q 系列与 P 系列相似年龄段儿童假人在儿童约束系统评价测试动态性能主要伤害指标之间的差别, 得出两种假人在儿童约束系统评价测试中动态性能表现差别的规律, 为今后 Q 系列儿童假人的应用提供数据支持。

**关键词:** 模板; 格式; 学术会议; 论文集

## 1 前言

据统计, 在欧洲, 每年有 700 儿童死于道路交通, 8000 个儿童受伤, 这对欧洲的社会及经济产生巨大的负担, 儿童乘员保护的研究在 ENCAP 中尤为重要, 我国相对欧洲在儿童乘员保护方面仍落后于欧洲, 目前在儿童乘员保护方面的评价测试主要为儿童约束系统评价测试。

目前, 儿童约束系统评价测试所使用的假人为 1970 年开发的 P 系列假人, 这种儿童假人主要关注于各部位重量及尺寸方面的设计, 但进行数据测量的部位有限。Q 系列儿童假人为最新一代儿童假人, 无论在生物力学、测量部位还是伤害风险评定方面较为先进, 与 P 系列儿童假人有着较大的差别。

中国 C-NCAP 于 2014 年开始对儿童约束系统进行评价, 评测涵盖使用方便性评价和碰撞安全性试验评价, 使用假人为 P 系列假人。本文依据《儿童约束系统评价规则 2014 版》, 分别进行 P 系列假人与 Q 系列假人碰撞试验, 对 P 系列假人及 Q 系列假人在儿童约束系统评价动态性能表现进行对比, 研究儿童假人动态性能的差别, 分析 Q 系列与 P 系列相似年龄段儿童假人在儿童约束系统评价测试动态性能指标之间的差别及新增测量部位指标的研究及数据积累, 得出两种假人在儿童约束系统评价测试中动态性能表现的差别。

## 2 P-Q 儿童假人的对比

儿童座椅 C-NCAP 评价于 2014 年开始实施, 至今已对数十款儿童座椅产品进行过评价。其中动态试验采用 P 系列儿童假人进行试验, 积累的试验数据达到百余次冲击试验。评价规则将于 2017 年进行改版修订, 从技术发展的角度, 考虑将试验用假人由 P 系列切换为 Q 系列, 因此有必要对比 P、Q 假人的差异。

对比方法分别选择了三个组别的最大假人, 即婴儿组 1.5 岁假人、幼儿组 3 岁假人、学童组 10 岁假人, 使用相同的儿童座椅, 将 P、Q 假人分别安装在 C-NCAP 正式评价用车身的左右两侧坐席(图 1), 按照《儿童约束系统评价规则 2014 版》试验方法进行台车试验, 对比两个系列假人的头部和颈部伤害数据。



Figure 1. Photo P、Q dummy contrast test

图 1. P、Q 假人对比试验照片

## 2.1 Q1.5 对比 P1.5

头部加速度曲线如图 2, 碰撞初始两假人差异较大, 特别是在 50ms 左右 P1.5 假人出现了异常的波峰, 忽略此峰值。当碰撞时刻至 70ms 左右时, 两假人主波峰附近波形基本相同, 头部 3ms 加速度和 HIC 伤害指标的变异系数 CV 均为 10% 左右。

颈部张力曲线如图 3, 需要特别说明的是, 由于 P 假人没有颈部载荷传感器, 因此国际上公认使用头部加速度 Z 向分量代替颈部张力  $F_z$  的水平, 曲线中 P1.5 假人的颈部张力曲线是采用头部加速度 Z 向分量乘以头部质量所得。从曲线中可以看出, 两假人的颈部张力曲线形状类似, 时间轴一致, 只是峰值大小区别较大, 变异系数达到 57%。究其原因, 除了假人本身不同, 其中还有一部分原因是由于婴儿组儿童座椅为反装, 正碰中头部与靠背之间存在较大的摩擦, 头部加速度 Z 乘以头部质量所计算出的惯性力实际上是颈部张力和头部摩擦力的总和, 因此大于实际的颈部张力  $F_z$ 。

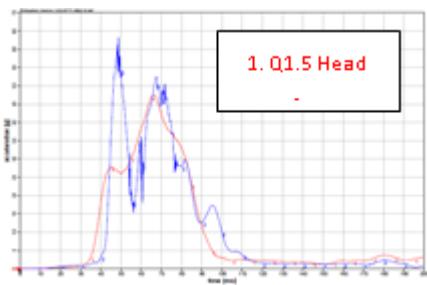


Figure 2.Q1.5 vs. P1.5 head acceleration curve

图 2. Q1.5 VS. P1.5 头部加速度曲线

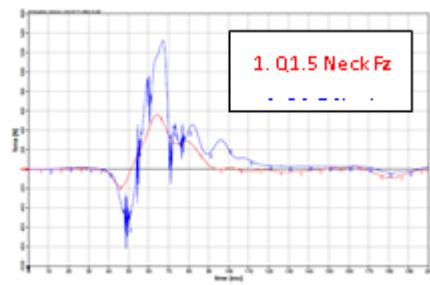


Figure 3. Q1.5 vs. P1.5 neck tension curves

图 3. Q1.5 VS. P1.5 颈部张力曲线

Table 1.Q1.5 vs. P1.5 damage performance  
表 1. Q1.5 VS. P1.5 伤害表现

	Q1.5	P1.5	CV
HIC15	177	193	6%
HIC36	278	340	14%
Head-Acc 3ms(g)	46.4	53.32	10%
$F_z(N)$	563.9	1328	57%

## 2.2 Q3 对比 P3

头部加速度曲线和颈部张力曲线如图 4 和图 5, 其中 P3 颈部力曲线同样为头部 Z 向加速度乘以头部质量计算而得。虽然 P 假人曲线毛刺较多、干扰较大, 但是总体而言与 Q 假人的一致性不错, 头、颈部相关伤害指标的变异系数均小于 10%。

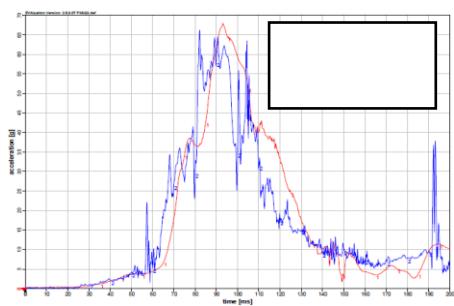


Figure 4.Q3 vs. P3 head acceleration curve

图 4. Q3 VS. P3 头部加速度曲线

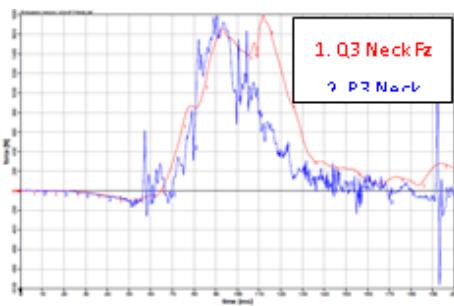


Figure 5. Q3 vs. P3 neck tension curves  
1. Q3 Neck Fz  
2. P3 Neck Fz

图 5. Q3 VS. P3 颈部张力曲线

Table 2.Q3 vs. P3 damage performance  
表 2. Q3 VS. P3 伤害表现

	Q3	P3	CV
HIC15	458	389	12%
HIC36	671	551	14%
Head-Acc3ms(g)	65.78	61.53	5%
Fz(N)	1793	1794	0%

### 2.3 Q10 对比 P10

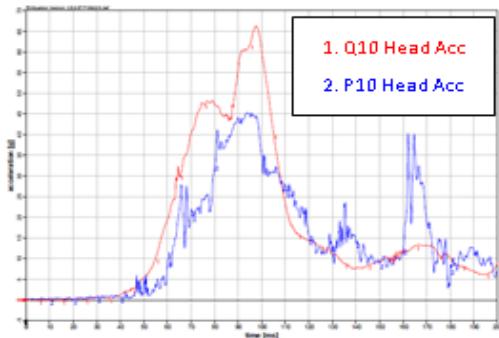


Figure 6.Q10 vs. P10 head acceleration curve  
图 6. Q10 VS. P10 头部加速度曲线

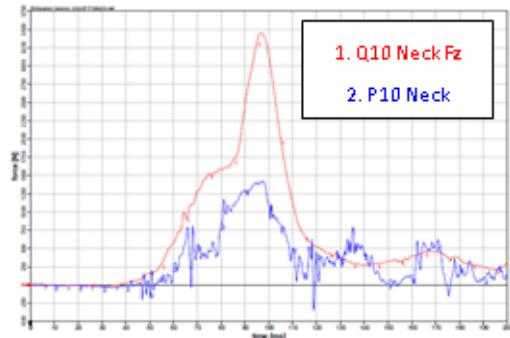


Figure 7. Q10 vs. P10 neck tension curves  
图 7. Q10 VS. P10 颈部张力曲线

图 6 和图 7 是头部加速度和颈部张力的对比曲线, P10 假人颈部曲线同样为加速度计算结果。直观可见, 两假人在头部加速度和颈部张力均存在明显差异, 变异系数分别为 25% 和 58%。

结合试验高速摄像, 可以观察到两假人的运动姿态存在较大差异 (图 8), P10 假人由于整体刚度较低, 各关节阻尼更小, 因此假人前向移动量更大, 特别是头部前移量, 明显大于 Q10 假人, 更长的缓冲距离造成了头部加速度较低。

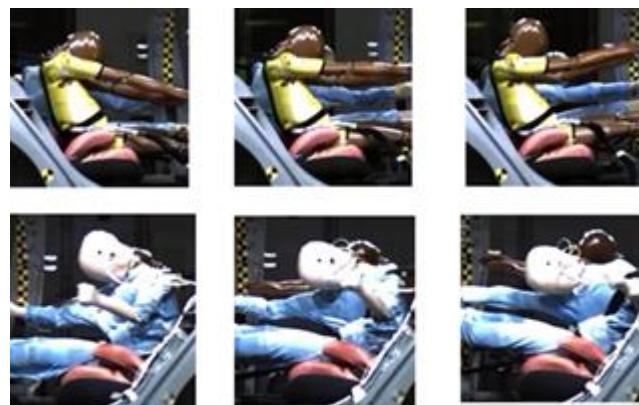


Figure 8.Q10 vs. P10 motion in the experiments  
图 8. Q10 VS. P10 试验中运动姿态

另外, 由于 P10 假人头部与颈部由螺栓铰接, 容易发生头部相对颈部的转动, 而转动后头部加速度 Z 向与颈部张力 Fz 不再一致, 因此头部 Z 向加速度计算所得的惯性力只是颈部张力 Fz 的一部分, 所以 P10 颈部曲线

低于 Q10。

**Table 3.Q10 vs. P10 damage performance**  
**表 3. Q10 VS. P10 伤害表现**

	Q10	P10	CV
HIC15	405	179	55%
HIC36	672	276	59%
Head-Acc 3ms(g)	63.98	44.7	25%
Fz(N)	3455	1437	58%

### 3 P-Q 假人对比小结

通过对比发现, P、Q 假人之间, Q 假人相对 P 假人在加速度曲线表现上的毛刺较少, 加速度波形更加趋于稳定; 1.5 岁的颈部、10 岁的头部和颈部存在明显差异, P 系列 1.5 岁假人的颈部伤害使用头部加速度 Z 向分量替代表征颈部张力 Fz, Q1.5 假人则有颈部张力传感器, 可直接测得伤害值, 相交 P1.5 的换算方法更加准确; P10 假人头部与颈部由螺栓铰接, 容易发生头部相对颈部的转动, 且头部前移动量较 Q10 变大, 头部加速度和颈部力低于 Q10 假人。

由于试验数量较少, 本文的研究有一定的局限性, 后续会进一步研究 P 系列与 Q 系列假人在台车碰撞中的表现及区别。

### 参考文献 (References)

- [1] Mertz and Weber “Interpretations of the impact responses of a 3 year old child dummy relative to child injury potential” SAE 826048, 1982
- [2] 《儿童约束系统评价规则 2014 版》.
- [3] 《GB27887-2011》
- [4] Newman and Dalmotas “Atlantico-occipital fracture dislocation in lap-belt restrained children” Child occupant protection, SAE933099, 1993.
- [5] Palisson et al. “Estimating Q3 Dummy Injury Criteria for Frontal Impact Using the CHILD Project Results and Scaling Reference Values”, IRCOBI Conference, September, 2007
- [6] Mertz et al “Injury risk curves for children and adults in frontal and rear collisions” 41st Stapp Car Crash Conference, SAE, 1997
- [7] Kallieris “Comparison between child cadavers and child dummy by using child restraint systems in simulated collisions” 20th Stapp Car Crash Conference, SAE 760815, 1976
- [8] Planath et al “Synthesis of data towards neck protection criteria for children, IRCOBI Conference meeting 1992