

一种针对飞机冲出跑道的先进技术——

特性材料拦阻系统 (EMAS)

姚红宇 博士

航科院（北京）科技发展有限公司

电话/传真: 86-10-64473558, 电邮: yaohy@mail.castc.org.cn

2012年6月6日 中国 北京

目录

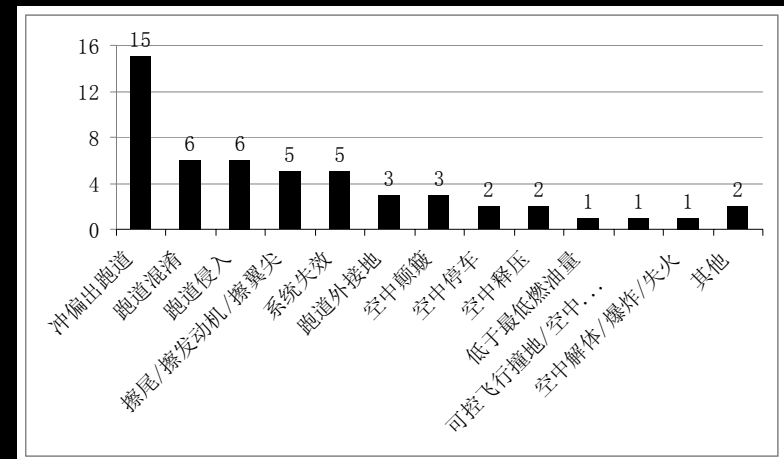
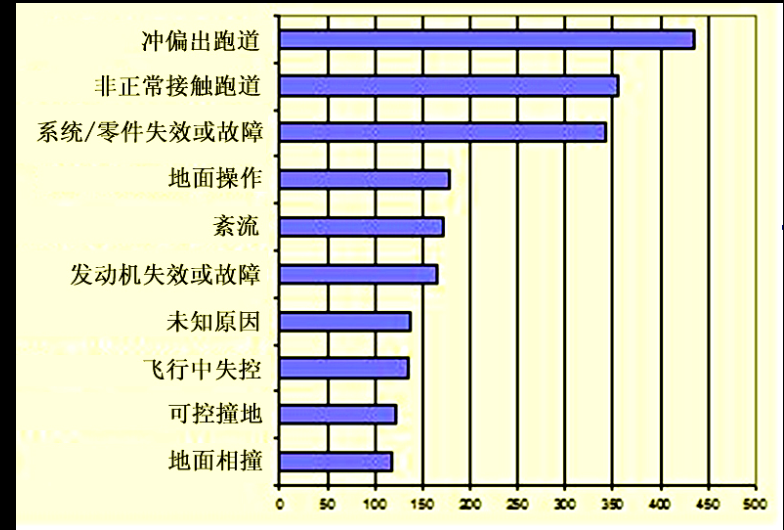
- 什么是 EMAS?
- 航科公司在EMAS方面的研发工作
- 应用展望

目录

- 什么是 EMAS?
- 航科公司在EMAS方面的研发工作
- 应用展望

冲偏出跑道——航空安全的主要威胁之一

- 按照 ICAO 的统计数据，1998~2007年间，全球因冲偏出跑道引起的事故数排名首位
- 在中国，在2005~2008年间，因冲偏出跑道引起的事故征候数亦排名首位



冲出跑道可导致灾难性后果

2010年5月22日，印度，B737
飞机冲下山坡，158人丧生



2009年12月22日，牙买加，B737飞机冲出跑道，40人受伤

对中国航空安全的特有挑战

- 在中国西部，许多高原机场即便拥有标准的跑道端安全区（RESA），RESA之外常为陡坡，这是对中国航空安全的特有挑战
- 一些临近水域或临近居民区的机场亦如是



中国西部某机场跑道端外250米处

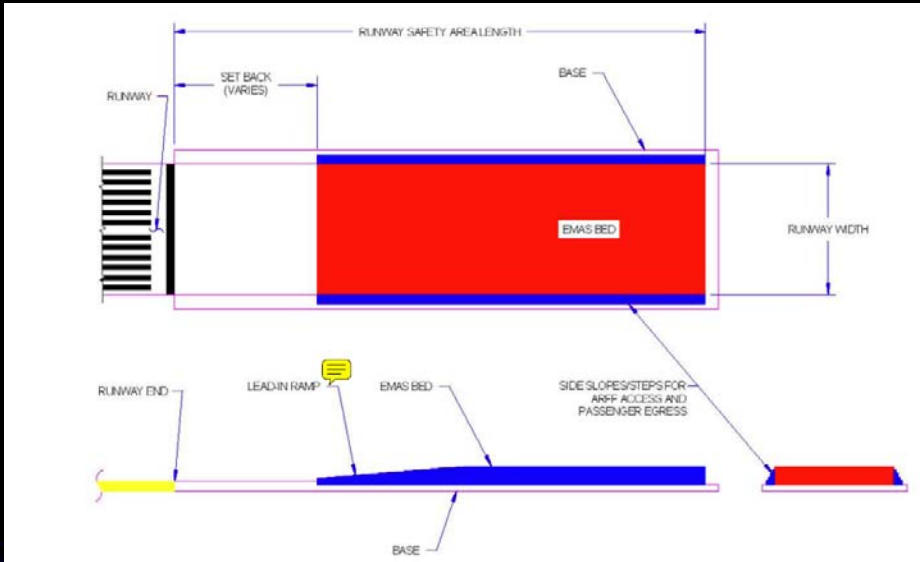
怎么办？

- 国际标准
 - 建立长度符合标准的 RESA
 - 长度标准一再提高
- 如果老机场不符合新标准，或者RESA之外地理条件太危险，怎么办？
 - 美国发明的技术：特性材料拦阻系统（EMAS），铺设在RESA内，是RESA标准的等效符合方法

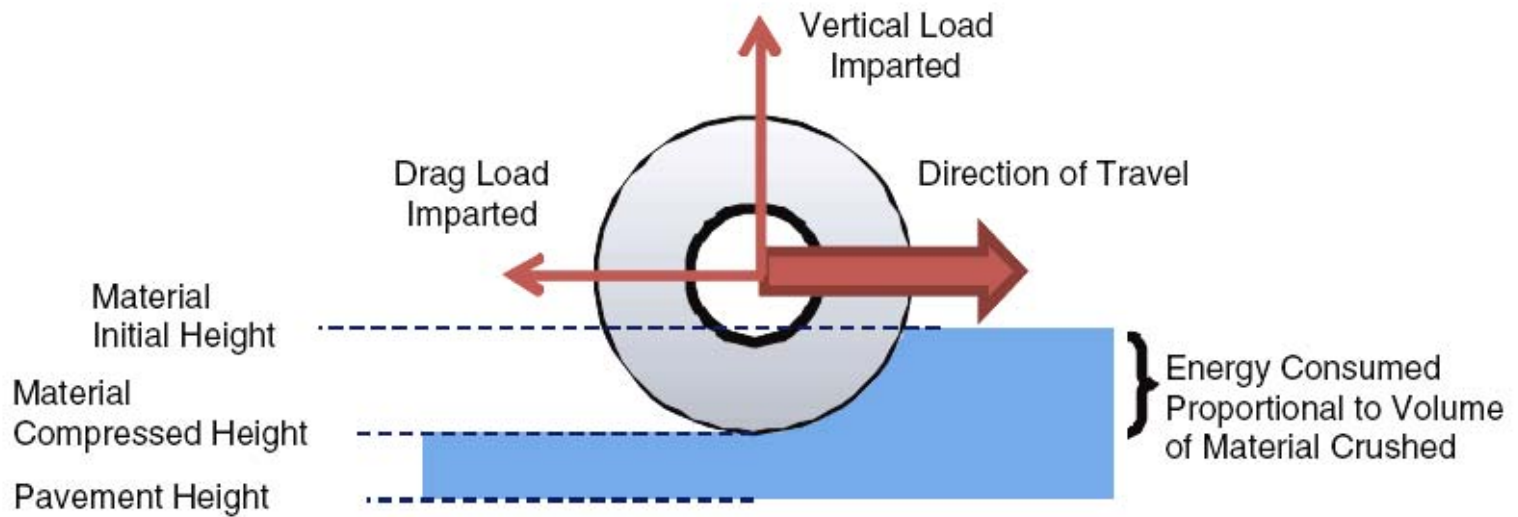
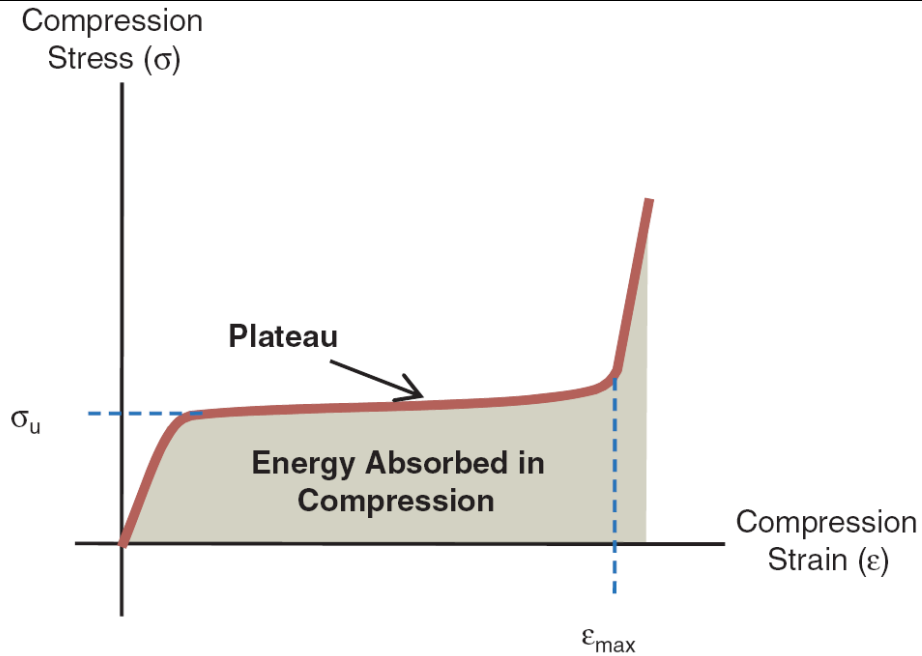
什么是EMAS

- 泡沫混凝土，铺设在RESA地面上，与跑道同宽，高70cm以内，长在百余米以内
- 当冲出跑道的飞机进入拦阻床后，飞机机轮会压碎泡沫混凝土，靠泡沫混凝土的破碎吸收飞机的动能，在保证飞机与乘员安全的前提下，让飞机逐渐减速并最终停止在拦阻床内
- 车辆进入拦阻床将损坏拦阻床，人进入不会损坏它

什么是EMAS



拦阻原理



关于EMAS的标准

- FAA AC 150/5220-22A, 2005, “针对飞机冲出跑道的特性材料拦阻系统”
 - 标准设计能够拦停出口速度70节以下的飞机，非标准设计能够拦停40节以下的飞机
 - 不造成飞机主结构的损坏，对乘员不造成过度的受力
 - 救援和消防车辆能够安全地出入拦阻床
 - 对接地过早落入拦阻床的飞机，不造成控制问题
 - 可用真实飞机驶入试验拦阻床或者等效的单轮负载驶入试验拦阻床的方式来验证

到目前为止的应用情况

- 美国产品是目前全球唯一产品
- 美国，在35家机场安装了55套，拦停了8架飞机
- 在西班牙、南美洲和中国四川的九寨—黄龙机场有安装

ICAO关于EMAS的政策

- 2011年9月，在“国际民航公约 附件14 第1卷 机场设计和运行”的修订草案中：
 - 3.5.5 尽管有条款3.5.3和3.5.4 a) 和 b)，**如果安装了拦阻系统**，且系统具有经证实的、能够提供至少与前述跑道端安全区等效的保护水平，则可以缩短跑道端安全区的长度
- 因此，2012年11月之后，EMAS将成为国际公认的安全措施

目录

- 什么是 EMAS?
- 航科公司在EMAS方面的研发工作
- 应用展望

航科公司的研发

- 从2010年起，航科公司开展了EMAS研发。
研发工作参照FAA AC的技术标准
- 用军机和民机进行了真机验证试验

CAAC的审定

- 2011年4月，CAAC成立了审定组，按照相关标准对理论、材料性能、仿真模型、单轮负载试验、真机试验、生产质量保证系统等方面开展了审定



关键技术

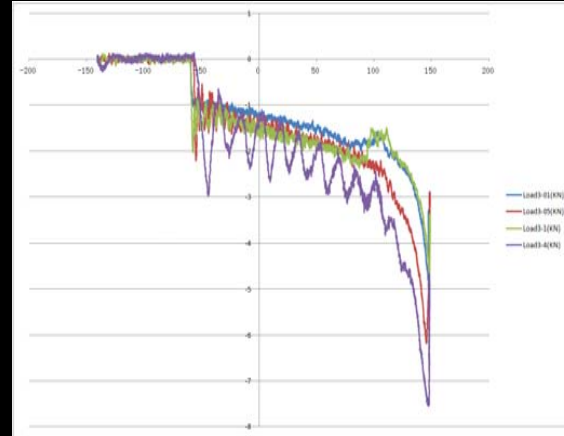
- EMAS有两项关键技术
 - 能生产出力学性能和耐久性满足要求的泡沫混凝土的制备工艺
 - 能计算停止距离、能评估乘员和飞机起落架安全性的仿真模型
 - 按照材料性能、拦阻床几何尺寸、飞机机型、出口速度、飞机重量等参数计算飞机速度衰减曲线、减速率曲线、停止距离、起落架所受载荷、起落架强度等
- 航科公司掌握了这两项技术

两项关键技术

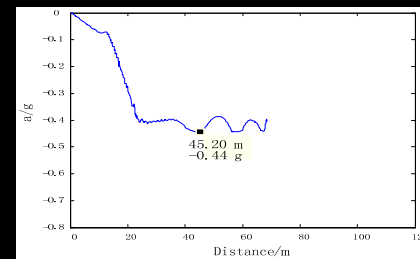
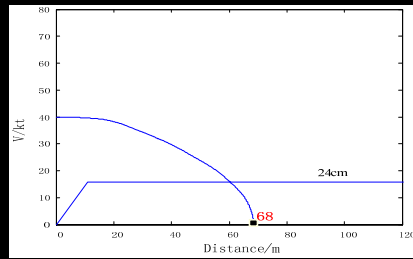
泡沫混凝土单元



力学性能

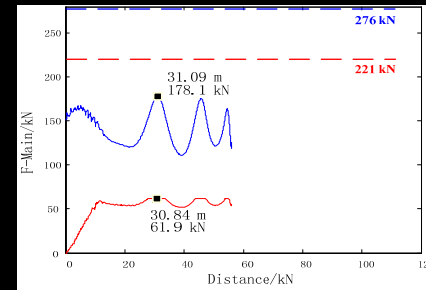
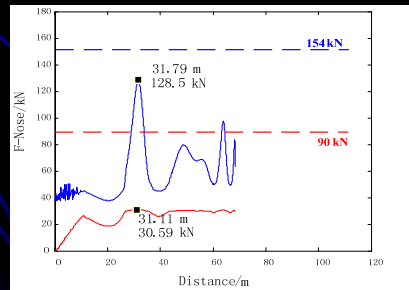


拦阻床几何尺寸
和速度衰减曲线



减速率曲线

前起落架所受的
拦阻力、垂
向力及其限制
载荷

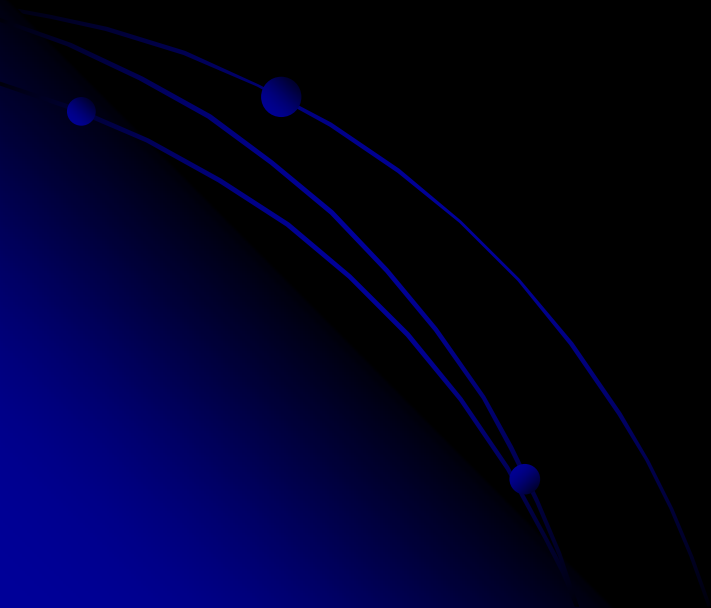


主起落架所受的
拦阻力、垂
向力及其限制
载荷

单轮负载验证试验

- 建造了试验台，采用真实的飞机机轮、真实的飞机重量、真实的拦阻床，以及载荷测试系统
- 开展了多次试验，试验结果改进了仿真模型

插入台架试验视频



试验后的照片



真机验证试验

- 地点：天津机场2跑道
- 飞机机型：B737-300
- 材料：24cm and 31cm 高



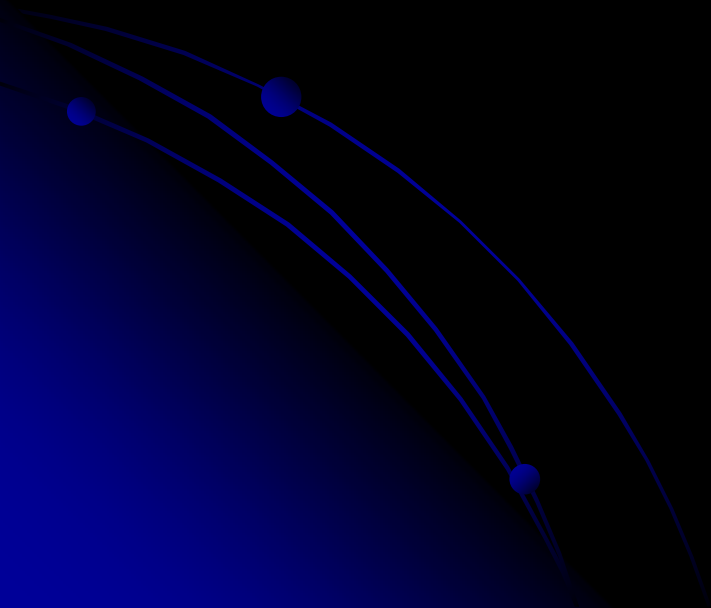
机上的测试装置



载荷测试系统标定



试验视频



拦停之后的照片



试验结果

- 进行了6次试验，2次短尺寸拦阻床，4次全尺寸拦阻床，最长达145米
- 入床速度范围：24 ~ 61节
- 试验后人、机安全，每次试验后的详细目视检查和无损探伤检查表明起落架无损伤
- 实测停止距离与计算值之间的差异在5%以内
- 最大减速率 $<2g$ ，人体安全极限是 $4g$
- 起落架收到的载荷峰值 $<$ 极限载荷
- 不阻碍消防车出入拦阻床
- 拦阻床经受住了飞机在机尾距床25米处发动机起飞推力下的尾流吹拂

按FAA AC的标准设计条件

- 验证后的仿真模型用于为具体机场设计EMAS
- FAA AC规定的标准设计条件
 - 飞机重量：最大起飞重量（MTOW）
 - 出口速度：70节
 - 发动机推力：无
 - 反推：无
 - 刹车：刹车系数为0.25的不良刹车

目录

- 什么是EMAS?
- 航科公司在EMAS方面的研发工作
- 应用展望

应用展望

- EASM能够以合理的费用提高机场的安全水平，特别是对于RESA短或者RESA之外地理条件危险的机场
- 中国民航局的审定组正在进行最后的审定环节
- 中国民航局2012年年度工作会议提出年内至少在两家进场安装EMAS，首次安装计划在云南省驼峰机场进行
- 粗略估计，中国大约有50家机场可能需要安装EMAS
- 航科公司愿意为有需求的国内外机场安装EMAS

谢谢大家

问题或评论?