

2005—2020年我国职业健康风险评估文献计量学分析

冯玉超¹, 陈琳¹, 高原², 赵远¹, 张海¹, 范小猛¹, 刘移民^{1,3}

(1. 广州市第十二人民医院/广州市职业病防治院, 广东 广州 510620; 2. 南方医院白云分院; 3. 中山大学公共卫生学院)

关键词: 职业健康; 风险评估; 文献计量学

中图分类号: R135 **文献标识码:** C

文章编号: 1002-221X(2021)03-0270-05

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2021.03.026

职业健康风险评估(以下简称风险评估)是指通过全面、系统地识别和分析工作场所风险因素及防护措施,定性或定量地测评职业健康风险水平,从而采取相应控制措施的过程^[1]。随着我国职业卫生理论研究的深入,越来越多风险评估方法应用到不同行业领域或不同职业病危害因素中,相关文献层出不穷。本文拟通过对2005—2020年国内期刊公开发表的风险评估论文进行文献计量学分析,以期了解近年来我国风险评估研究的现状、趋势及存在的问题,并为今后风险评估实际应用起到一定参考和借鉴作用。

1 对象与方法

1.1 数据来源 以CNKI数据库为主、万方数据库为补充进行检索,检索方案见表1。

表1 我国职业健康文献计量学检索方案

数据库	检索方案	文献数量(条)
CNKI	职业卫生+职业健康+职业病+职业危害因素/风险评估+风险分析+风险评价+风险管理+评估方法	1 377
万方	职业健康+职业卫生+职业病+职业危害因素/风险评估+评估方法+风险分析+风险评价+风险管理	1 379

1.2 文献筛选 文献纳入标准:(1)风险评估相关的期刊文献;(2)发表于2005年1月1日—2020年

12月31日。排除标准:(1)学位论文、会议论文、稿约、报纸报道等无关文献;(2)重复题录、一稿多投等文献。

1.3 数据整理分析 下载筛选后的文献由2名专业技术人员阅读。提取(1)基础情况,如发表年份、文献名称、发表期刊、第一作者单位及所在省份或直辖市等;(2)评估应用情况,如所评估行业种类、行业数量及所评估职业病危害因素种类等;(3)风险评估方法使用情况,主要为所采用风险评估方法种类及数量。将提取的数据录入Excel电子表格,建立数据库,采用描述性统计方法对上述信息进行分析。

2 结果

2.1 文献基本情况 CNKI数据库及万方数据库共检索相关中文文献2 756篇,筛选后得到有效文献304篇。

2.1.1 时间分布 2005—2020年文献发表数量整体呈逐年上升趋势,最高峰为2018年,共发表相关文献50篇。2013年前文献发表数量较少,其中2005—2007年间仅2005年发表1篇;2015年文献数量出现短暂下降,次年又迅速升高。见图1。

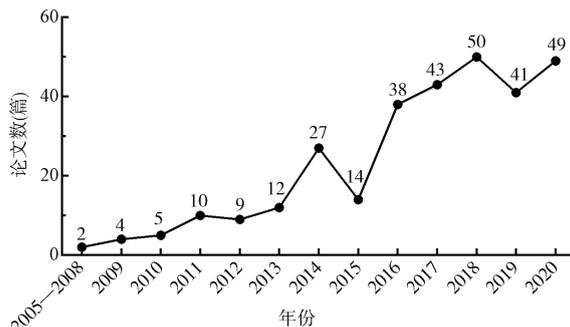


图1 职业健康风险评估文献年份分布

2.1.2 地区分布 全国24个省份及4个直辖市均有文献发表,但不同地区文献发表量差异巨大,排名前10位地区和前14位地区累计占比分别为78.29%和86.84%。文献发表量与GDP及第二产业水平大体呈正相关。其中广东、浙江、北京、江苏等经济大省(直辖市)文献发表量明显高于其他地区。详见表2。

基金项目: 国家自然科学基金(81470146);广州市民生科技重大项目(2014Y2-00067);广州市医学重点学科建设项目;广州市职业健康与环境与健康效应重点实验室建设项目(2014SY000020);广州市医学重点学科建设项目(穗卫科教[2016]27号);广州市“121人才梯队工程”后备人才项目(穗人社发[2011]167号);广州市卫生健康科技项目(20191A010037, 20201A011050)

作者简介: 冯玉超(1989—),男,硕士,主管医师。

通信作者: 刘移民,教授,主任医师, E-mail: ymliu61@163.com

表2 职业健康风险评估文献地域分布

省份/直辖市	文献数 (%)	GDP ^a (万亿)	第二产业 ^{ab} (万亿)	工业增加值 ^{ac} (万亿)
广东	64 (21.05)	89.48	40.70	33.72
浙江	46 (15.13)	52.72	24.97	19.61
北京	36 (11.84)	28.28	5.83	4.26
江苏	24 (7.89)	82.74	39.86	31.19
山东	15 (4.93)	72.15	35.10	28.42
上海	14 (4.61)	32.15	11.25	9.30
天津	11 (3.62)	17.19	8.03	6.86
湖南	11 (3.62)	32.83	14.09	10.67
辽宁	9 (2.96)	30.15	14.22	11.48
四川	8 (2.63)	35.99	15.79	11.71
安徽	7 (2.30)	26.72	12.81	9.42
广西	7 (2.30)	18.83	7.99	6.02
山西	6 (1.97)	16.21	7.98	6.36
湖北	6 (1.97)	34.34	15.52	11.67

注: a, 数据来源于国家统计局官方网站 <http://data.stats.gov.cn/>;

b, 指采矿业 (不含开采辅助活动), 制造业 (不含金属制品、机械和设备修理业)、电力、热力、燃气及水生产和供应业, 建筑业; c, 指按市场价格计算的一个地区所有常住单位在一定时期内从事第二产业生产活动的最终成果。

2.1.3 单位类别分布 第一作者单位主要为疾病预防控制中心或职业病防治院所, 占发表文献的61.84%; 其次为高校和安全生产机构, 分别为16.45%和9.54%。不同级别疾病预防控制中心或职业病防治院所发表文献量差异较大, 其中国家级和省级单位明显高于地市、区县和镇街级单位。见表3。

表3 职业健康风险评估第一作者单位类别分布

单位类别	单位数	文献篇数 (%)	发表均数 (篇/单位)
疾病预防控制中心/ 职业病防治院所	81	188 (61.84)	2.32
国家级	1	21 (6.91)	21.00
省级	15	46 (15.13)	3.07
地市	47	91 (29.93)	1.94
区县	15	26 (8.55)	1.73
镇街	3	4 (1.32)	1.33
高校	39	50 (16.45)	1.28
公司企业	23	25 (8.22)	1.09
医院	6	8 (2.63)	1.33
政府监管机构	4	4 (1.32)	1.00
安全生产研究机构	16	29 (9.54)	1.81
合计	169	304 (100.00)	1.80

2.2 研究对象分析

2.2.1 行业分布 依据《建设项目职业病危害风险分类管理目录》(安监总安健〔2012〕73号)、《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2011)对304篇文献研究的行业进行分类, 其中制造业居类别首位(71.71%), 制造业中的化学原料和化学制品制造业(18.09%)、其他制造业(7.57%)、家具制造业(6.58%)、金属制品业(6.25%)和非金属矿物制品业(5.92%)位居33种行业的前五位。见表4。

表4 职业健康风险评估文献行业分布

行业分类	文献数 (%)
制造业	218 (71.71)
采矿业	19 (6.25)
电力、热力	19 (6.25)
交通运输、仓储业	9 (2.96)
居民服务、修理和其他服务业	9 (2.96)
水利、环境和公共设施管理业	3 (0.99)
其他行业 ^a	27 (8.88)
合计	304 (100.00)

注: a, 涉及多种行业或行业未知等文献。

2.2.2 选取对象数量分布 绝大多数文献所选取的研究对象为1家企业(74.34%), 其次为2~4家和>12家(分别为13.16%和6.91%)。

2.2.3 职业病危害因素分布 有22.04%文献对单一危害因素进行研究; 有77.96%文献对多种有害因素进行研究, 其中占比最多为化学毒物类。见表5。

表5 职业病危害因素识别情况

职业病危害因素种类	文献数 (%)
一种	67 (22.04)
粉尘	31 (10.20)
化学毒物	29 (9.54)
物理因素	7 (2.30)
多种	237 (77.96)
多种化学毒物	129 (42.43)
化学毒物+粉尘+物理因素	49 (16.12)
化学毒物+粉尘	39 (12.83)
化学毒物+物理因素	13 (4.28)
粉尘+物理因素	6 (1.97)
多种粉尘	1 (0.33)

2.3 应用方法分析 本次主要统计目前常用的风险评估方法, 包括新加坡半定量风险评估法(MOM法)、接触指数法、综合指数法、职业危害风险评估

指数法（指数法）、作业危害分级方法、美国环保署吸入风险评估模型（EPA法）、国际采矿和金属委员会职业健康风险评估模型（ICMM法）、作业条件危险性评价（LEC法）、澳大利亚职业安全健康风险评估方法（UQ法）、定性风险评估法、罗马尼亚职业事故和职业病风险评估法（MLSP法）、MES模型法、模糊数学风险评估模型。

2.3.1 方法使用频次 各种方法使用频率差异较大，位居前5位的依次为MOM法、综合指数法、ICMM法、其他或改良方法、EPA法；使用1种方法的文献数量最多，超过3种方法的较少。见表6。

表6 风险评估方法使用频次

评估方法	使用频次（篇数）				合计（%）
	1种	2种	3种	≥4种	
MOM法	39	28	21	8	96(31.58)
接触指数法	6	0	7	2	15(4.93)
综合指数法	30	12	16	4	62(20.39)
指数法	17	12	7	1	37(12.17)
作业危害分级方法	4	11	3	1	19(6.25)
EPA法	22	9	10	5	46(15.13)
ICMM法	13	19	13	9	54(17.76)
LEC法	2	3	0	1	6(1.97)
UQ法	4	1	8	6	19(6.25)
定性风险评估法	1	3	8	2	14(4.61)
MLSP法	3	6	9	6	24(7.89)
MES模型法	12	1	1	1	15(4.93)
模糊数学风险评估模型	7	2	0	0	9(2.96)
其他或改良方法	38	13	2	2	55(18.09)
合计（%）	198 (42.04)	120 (25.48)	105 (22.29)	48 (10.19)	471(100.00)

2.3.2 方法使用与时间关系 在使用频次位居前5位的风险评估方法中，MOM法在各个时段使用频率均较高；综合指数法在2017年前使用频率处于较低水平，从2018年起使用频率直线上升；ICMM法和EPA法从2015年起增长趋势明显，而其他或改良方法在2016年后显著下降。见图2。单篇文献所采用的方法数量随着时间推移逐渐增多，虽然使用1种方法在各个时间段中占比始终最高，但是从2013年开始，越来越多文献采用多种风险评估方法进行研究，从2016年起采用1种方法的文献数目有一定回落，但数量仍远超采用多种方法的文献，采用多种方法的文献始终呈上升趋势，2019年采用3种方法文献数目首次超过采用2种方法。见图3。

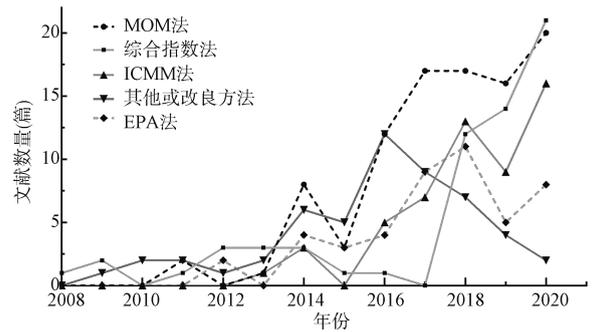


图2 使用方法类别的时间变化

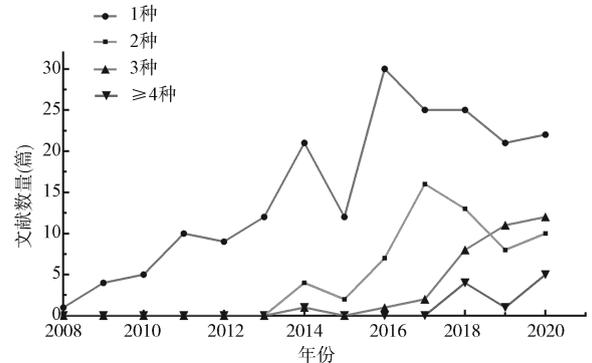


图3 使用方法数量的时间变化

3 讨论

我国风险评估研究相较于国外起步稍晚。2007年《建设项目职业病危害预评价技术导则》（GBZ/T 196—2007）首次明确提出将风险评估法应用于建设项目职业病危害评估，到《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》（GBZ/T 298—2017）的颁布实施，表明我国职业卫生理论体系在不断完善。本次对我国15年风险评估文献发表情况的分析，反映出我国风险评估研究实践应用水平显著提升。

我国风险评估文献发表量整体随着时间推进逐渐升高，2013年前升高趋势较为平稳，文献发表量为个位数，且多采用1种评估方法，方法种类繁多^[2-6]，表明我国风险评估起步阶段多为对国外诸多方法在国内应用的实践、探索，尚未形成统一定式。2013—2015年文献发表量提升明显，特别是2014年呈爆发式升高，在此期间MOM法、综合指数法、ICMM法、EPA法与其他或改良等方法在文献中均被广泛应用，且应用的频次不相上下，呈现出“百家争鸣”的现象^[7-13]；这一时期文献仍多采用1种评估方法，没有形成几种方法的对比。2015年后除其他或改良法呈现断崖式下降外，MOM法、ICMM法等使用频次继续升高，逐渐成为主流方法。其原因可能为在长期应

用过程中, MOM法、综合指数法、ICMM法等优点逐渐显现。如MOM法为半定量方法,同时使用定量和定性方法,当缺乏作业场所空气中有毒物质的检测资料时仍可利用暴露指数法^[14, 15]。ICMM法能够综合考虑可能发生的健康后果、接触概率和接触时间等因素,通过赋值定量法或矩阵法确定风险水平,具有适用范围广、应用行业种类多等优点^[16, 17]。值得注意的是,定量风险分析是风险评估发展的趋势,EPA法中参数“ Rfc —参考浓度 (mg/m^3)”和“ IUR —吸入单元风险 [$(\mu g/m^3)^{-1}$]”值均基于大量动物实验或职业人群化学暴露的吸入毒性研究数据,结果客观,并且考虑多种化学物联合毒性,因此广泛应用于多种化学物致癌和非致癌风险的评估^[18, 19]。但该方法仅适用于美国EPA的IRIS物质名单中有 Rfc 和 IUR 值化学品的吸入性风险评估,不适用于粉尘、噪声等职业病危害因素,具有一定的局限性。上述使用频率较高的方法逐渐为学界所认可,主要是GBZ/T 298—2017技术导则对其进行了详细介绍,对于进一步推广应用产生了正向作用。

本次分析显示,2015年后的文献多采用几种风险评估方法进行研究,因本次统计时间截点问题,导致2020年参考文献统计不全,但是从图3趋势可以预测,2020年采用3种风险评估方法的文献数量将首次超过采用1种方法的文献,反映出我国科研工作者对于风险评估方法的应用日益成熟,不满足仅采用1种方法,更愿意采用多种方法对危害因素进行综合评判,以期达到更好的风险评估效果。此外,在此期间也有学者不拘泥于现行的几种风险评估方法,而是根据我国实际情况在原有方法基础上进行改良,如近几年我国有学者采用改良的MOM法对印刷和冶金行业进行评估^[20, 21],采用改良的指数法对矿山企业进行评估^[22];还有学者探索新的方法应用,如采用贝叶斯决策分析法对输煤行业进行研究,取得了较好效果^[23]。

本次分析同时还发现一些问题:(1)风险评估文献发表量地区差异极为明显,属于第一梯队的省份广东、浙江、江苏、山东均是经济、工业大省,文献所研究行业中制造业占绝大多数,从侧面反映了工业发展水平对文献发表情况的巨大影响,工业发展水平较低可能会制约当地风险评估研究。(2)大部分文献所选取的研究对象为1家企业(74.34%),说明大部分风险评估研究还仅仅局限于项目的研究,缺乏对于整个行业的把握,这种评估方式可能导致片面的评估结果。(3)对于危害因素识别大部分以化学毒物为主,其原因可能与绝大多数风险评估方法对于

化学毒物适用性更强有关。有学者^[24]对2009—2018年职业病发病规律进行研究发现,我国近十年职业性耳鼻喉口腔疾病(大部分为噪声聋)和物理因素所致职业病的平均发展速度(以2009年各职业病发病数据为基数求10年内各职业病发病的定基比)分别为113.68%和111.55%,因此对物理因素引起的职业病特别是噪声危害的风险评估应引起重视,可以试图探究更科学高效的评估方法。

参考文献

- [1] 周莉芳,张美辨. 职业健康风险评估方法学研究进展[J]. 环境与职业医学, 2020, 37(2): 125-130.
- [2] 宋伟,张荣. 职业卫生风险评价在某化工企业建设项目职业病危害预评价中的应用[J]. 职业与健康, 2012, 28(2): 173-175.
- [3] 聂传丽,黎海红,段平宁,等. 风险评估指数法在1,2-二氯乙烷裂解制取氯乙烯工段职业病危害预评价中的应用[J]. 职业与健康, 2012, 28(17): 2107-2108.
- [4] 唐文娟,柯宗枝,魏陈军,等. 纺织印染中小企业主要职业病危害风险综合评估[J]. 海峡预防医学杂志, 2011, 17(4): 49-51.
- [5] 陈晓敏,刘林飞,姚海波. 半球扩散模型在建设项目职业病危害预评价中的应用[J]. 现代预防医学, 2010, 37(9): 1618-1619.
- [6] 袁宇. 运用风险指数对噪声作业场所的风险评价[J]. 职业与健康, 2010, 26(11): 1212-1214.
- [7] 唐睿,杨跃林,崔方方,等. 澳大利亚风险评估模式在职业病危害评价中的应用[J]. 现代预防医学, 2015, 42(24): 4424-4427.
- [8] 袁伟明,冷朋波,周莉芳,等. 应用国外两种风险模型评估职业危害的对比研究[J]. 环境与职业医学, 2015, 32(1): 51-55.
- [9] 周桂侠,宋小和,高青,等. ICMM职业健康风险评估模型在某金融机具工程项目职业病危害评价中的应用[J]. 职业与健康, 2014, 30(22): 3178-3180.
- [10] 冷朋波,边国林,王爱红,等. 美国EPA吸入风险模型在木质家具制造企业职业健康风险评估中的应用[J]. 环境与职业医学, 2014, 31(11): 858-862.
- [11] 周莉芳,张美辨,袁伟明,等. 应用美国国家环境保护署吸入风险模型评估职业危害的研究[J]. 浙江预防医学, 2014, 26(2): 109-113, 127.
- [12] 陈松根,谭强,梁恒健,等. LEC法在陶瓷企业职业健康风险评估中的应用[J]. 职业与健康, 2014, 30(9): 1157-1159.
- [13] 张岩,张茂东,武珊珊,等. 化学毒物职业病危害风险分级改进方法在石化企业工作场所的应用[J]. 中国职业医学, 2014, 41(1): 94-96.
- [14] 李欣,黄进,蒋凤,等. 新加坡化学毒物职业暴露半定量风险评估模型在汽车制造业中的应用[J]. 职业与健康, 2019, 35(18): 2469-2472.
- [15] 刘玟,张鹏,李辉,等. 小型家具制造企业风险评估中化学物质半定量风险评估法的应用[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2018, 36(10): 784-788.
- [16] 苗超,叶虹,胡向前. ICMM评估方法在某铸造企业职业健康风险评估中的应用[J]. 工业卫生与职业病, 2020, 46(2): 129-133.

- [17] 许冬玲. 定性评估矩阵法和定量评估法应用于制砖企业职业危害评价效果比较 [J]. 职业卫生与病伤, 2019, 34 (4): 210-213.
- [18] 王燕, 江媛媛, 刘志艳, 等. 济南市医院病理科工作人员甲醛和二甲苯暴露健康风险评估 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35 (7): 619-623.
- [19] 王艳艳, 田宏飞, 邵小翠. 美国 EPA 吸入风险评估模型在个体喷漆行业应用的探讨 [J]. 中国卫生工程学, 2018, 17 (5): 785-786.
- [20] 廖阳, 邓颖聪, 岑子博, 等. 改良半定量风险评估法在印刷企业化学毒物职业危害评价中的应用 [J]. 职业卫生与应急救援, 2017, 35 (3): 243-246.

- [21] 方长松, 陈述平, 王玲, 等. 风险评估法在某金银冶炼项目职业病危害预评价中的应用 [J]. 中国卫生工程学, 2017, 16 (4): 432-434.
- [22] 付朝旭, 朱钰玲, 张文翠, 等. 金属矿山企业硅尘危害风险评估研究 [J]. 中国疗养医学, 2017, 26 (8): 794-797.
- [23] 宁勇, 唐颖, 杨思佳, 等. 贝叶斯决策分析法在某电厂输煤系统煤尘及噪声接触评估中的应用 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35 (2): 143-147.
- [24] 王海涛, 杨荔, 苏亚娇, 等. 2009—2018年中国职业病发病规律及特征 [J]. 职业卫生与应急救援, 2020, 38 (2): 178-182.

(收稿日期: 2020-11-30; 修回日期: 2021-03-09)

铅接触工人血铅水平与风险决策的关系探讨

宗莉, 康婧, 许苗苗, 王长增, 毛媛媛

(淄博市职业病防治院职业病二科, 山东 淄博 255022)

关键词: 血铅; 职业接触; 风险决策; 神经系统

中图分类号: R135.11 文献标识码: C

文章编号: 1002-221X(2021)03-0274-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2021.03.027

以往研究发现, 血铅水平与个体的运算速度、学习和记忆能力等测试的结果密切相关^[1,2], 职业性铅接触可能对个体的认知功能有很大影响。近年有研究表明, 血铅水平高的个体更容易出现危险行为——物质滥用或危险性行为(传染性病)^[3]。提示铅中毒可能会影响个体对危险的认知, 促使个体选择更为冒险的行为策略。本研究以某船厂职业性铅接触工人为对象, 旨在探讨血铅水平对个体风险决策能力的影响。

1 对象与方法

1.1 对象 采用病例对照研究的方法, 以2014年6月体检的某船厂32名职业性铅接触工人作为暴露组, 铅暴露工龄2~8年、平均(5.31±2.14)年; 以同期体检的40名非职业性铅接触工人作为对照组; 研究对象均为男性。两组人员一般情况比较见表1。

表1 研究对象一般情况

	暴露组	对照组	检验值	P值
例数	32	40		
年龄(岁)	30.09±7.13	32.62±7.61	$t=1.442$	0.154
婚姻			$\chi^2=0.030$	0.862
已婚	9	28		
未婚	23	12		
学历			$\chi^2=1.387$	0.500
初中及以下	5	8		
高中	13	11		
大专及以上	14	21		

作者简介: 宗莉(1981—), 女, 主治医师。

1.2 方法

1.2.1 血铅测量 由经验丰富、技术熟练的护士于体检日上午8—10时完成血样采集, 采用一次性采血针和美国BD公司血铅专用采血管, 选择头静脉、贵要静脉及肘正中静脉为进针位置。每名研究对象采静脉血约3 ml, 所有血样24 h内完成血铅检测, 血样检测前冰箱4℃保存。采用AA800石墨炉原子吸收光谱仪(美国PE公司)检测血铅含量。

1.2.2 风险决策特征评估 采用Lejuez等^[4]设计的模拟风险决策任务(balloon analog risk task, BART)范式对驾驶员风险决策特征进行评估。本实验程序使用MATLAB编写, 由电脑屏幕呈现。研究对象对电脑屏幕上的模拟气球通过点击鼠标给气球充气, 每按1次鼠标给气球充气可获得0.05元的收入, 收入被存入临时钱袋(电脑屏幕上呈现)。在气球吹爆前的任何时刻, 研究对象可随时选择停止充气, 点击屏幕上的“集钱”按钮, 将临时钱袋里的钱存入永久的钱袋(显示在屏幕上)。如果超过气球起爆点, 则气球会爆炸, 临时钱袋中的所有钱都将清零。每个气球的起爆点为1~30次之间随机, 平均起爆点15次。当气球爆炸时, 声音和图片会呈现在屏幕上。点击“集钱”按钮或气球爆炸, 则会弹出一个新气球。实验的目标是尽可能地多赚钱。整个任务共有60个气球, 研究对象实验结束可得到等额的钱作为报酬。任务结束统计研究对象的吹爆气球数、调整平均打气数(除去吹爆破气球的每个气球平均充气数)。BART任务见图1。