

不同颅内植入材料对脑损伤修复的影响☆

熊杰¹, 姜岩²

Effect of different intracranial implant materials on brain injury repair

Xiong Jie¹, Jiang Yan²

Abstract

BACKGROUND: Choice of graft materials for brain injury repair is still controversial, and so far no single material can completely replace the skull in the physical and chemical nature.

OBJECTIVE: To conclude the effect and properties evaluation of different intracranial implant materials on brain injury repair.

METHODS: A computer based search of CNKI and PubMed (1993-01/2010-11) was performed for relevant articles. The keywords were "traumatic brain injury, compound material, biological material, damage repair" in Chinese and English, respectively. Repetitive articles and Meta analysis were excluded.

RESULTS AND CONCLUSION: Finally, 24 articles were included in result analysis. There are three kinds of repair materials for skull defects: autologous and allogeneic bone graft, non-metallic materials, metal-generation materials. Autologous and allogeneic bone graft is not good at shaping, and there is absorption of immune rejection and necrosis. Titanium mesh materials as an ideal material for cranioplasty can shorten surgical time and reduce the corresponding complications by using three-dimensional digital skull shaping technology, which realize individual configurations to achieve the repair of skull defects. Titanium alloy has good biocompatibility, high strength, not aging, low density, no influence on CT/MRI, electroencephalogram and other tests; after titanium alloy implantation, fibroblasts may grow into the porous titanium mesh to realize the integration of titanium mesh with surrounding tissues, which significantly reduces the complications.

Xiong J, Jiang Y. Effect of different intracranial implant materials on brain injury repair. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(42):7935-7938. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 有关脑损伤修复移植选择尚有争议, 迄今还没有一种材料能在理化性质方面完全替代颅骨。

目的: 归纳分析不同颅内植入材料对脑损伤修复的影响及其性能评价。

方法: 以“颅脑损伤、复合材料、生物材料、损伤修复”为中文关键词, 以“Traumatic brain injury, Compound material, Biological material, Damage repair”为英文关键词, 采用计算机检索中国期刊全文数据库、PubMed 数据库(1993-01/2010-11)相关文章。纳入颅脑损伤-损伤修复材料等相关的文章, 排除重复研究或 Meta 分析类文章。

结果与结论: 共入选 24 篇文章进入结果分析。常用的颅骨缺损的修补材料主要有 3 大类: 自体 and 异体骨移植、非金属材料、金属材料。自体 and 异体骨移植成形不很理想, 存在免疫排斥和坏死吸收。以钛网边作为修复材料, 应用三维重建技术的数字化颅骨塑形技术, 缩短了手术时间、减少了相应并发症, 实现了个体化配置修补颅骨缺损, 是一种较为理想的颅骨修补材料。钛合金具有良好的生物相容性, 强度高, 不老化, 密度轻, 置入后不影响 CT/MRI、脑电图等检查, 且置入后成纤维细胞可长入钛网的微孔, 使钛网与组织融为一体, 明显减少并发症的产生, 是目前较为理想的修补材料。

关键词: 颅脑损伤; 复合材料; 生物材料; 损伤修复; 钛网

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.42.034

熊杰, 姜岩. 不同颅内植入材料对脑损伤修复的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(42):7935-7938. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

颅骨修补是神经外科后期治疗中的常见手术, 涉及到解剖、生理、生物化学、心理、生物材料学和医学美容等诸多方面内容。颅骨缺损一般缺损直径超过 3 cm 即可产生临床症状, 颅骨成形术可以避免脑的再次损伤, 外观上达到整形效果, 治疗脑膨出、颅骨缺损综合征及部分局灶性神经功能障碍。

理想的颅骨修补材料应该是: 组织相容性好, 抗排斥或抗吸收, 无毒、无致癌性, 化学稳定性好, 耐腐蚀, 为电和热的不良导体, 可透过 X 射线, 对 CT、MRI、EEG 等检查影响小, 坚

固耐用, 抗冲击力强, 不易老化, 取材方便, 易于塑形, 消毒方便, 价格低廉等。目前颅骨修补材料很多, 常用的修补材料有高分子材料(有机玻璃、骨水泥、硅橡胶等)、金属材料(钛板、钛网等)、异体骨质材料、自体材料等。有关移植选择尚有争议, 迄今还没有一种材料能在理化性质方面完全替代颅骨。文章归纳分析不同颅内植入材料对脑损伤修复的影响及其性能评价。

1 资料和方法

1.1 资料提取策略

检索人: 第一作者。

检索时间范围: 1994-01/2010-11。

¹Department of Chinese Medicine Rehabilitation, Affiliated Hospital, Medical College of Chinese Armed Police Forces, Tianjin 300162, China; ²Department of Traditional Chinese Medicine, Tianjin General Hospital of CAPF, Tianjin 300162, China

Xiong Jie☆, Doctor, Professor, Chief physician, Department of Chinese Medicine Rehabilitation, Affiliated Hospital, Medical College of Chinese Armed Police Forces, Tianjin 300162, China
dxiongjie@yahoo.com.cn

Correspondence to: Jiang Yan, Attending physician, Department of Traditional Chinese Medicine, Tianjin General Hospital of CAPF, Tianjin 300162, China
zhujiangang@medmail.com.cn

Received: 2011-07-26
Accepted: 2011-08-19

¹ 武警后勤学院附属医院中医康复理疗科, 天津市 300162; ² 武警天津总队医院中医科, 天津市 300162

熊杰☆, 女, 1967 年生, 天津市人, 汉族, 1990 年天津中医药大学毕业, 博士, 教授, 主任医师, 主要从事脑血管疾病的临床与实验研究。
dxiongjie@yahoo.com.cn

通讯作者: 姜岩, 主治医师, 武警天津总队医院中医科, 天津市 300162
zhujiangang@medmail.com.cn

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2011)42-07935-04

收稿日期: 2011-07-26
修回日期: 2011-08-19
(20110819006/W · W)

关键词: 中文关键词: 颅脑损伤、复合材料、生物材料、损伤修复; 英文关键词: “Traumatic brain injury, Compound material, Biological material, Damage repair”。

检索数据库: Pubmed 数据库, 网址 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>; 维普数据库, 网址 <http://www.cqvip.com/>。

1.2 资料的纳入与排除标准

纳入标准: ①与颅脑损伤有关的损伤修复, 目前常用于修复颅脑损伤的材料研究, 替代材料的生物相容性、性能。②不同材料修复颅脑损伤的临床疗效。不限定患者的年龄、性别、术式。③同一领域选择近期发表或在权威杂志上发表的文章。

排除标准: 重复研究或 Meta 分析类文章。

1.3 对纳入文献的评价 经检索共查到相关文献 112 余篇。经阅读标题、摘要、全文后进行初筛, 排除因内容重复、普通综述、研究目的与此文无关的 88 篇后, 筛选纳入 24 篇文献进行评价。

2 结果

2.1 不同植入材料在颅脑损伤修复中的应用现状 不同修补材料的组织生物学特点不同, 根据患者颅骨缺损部位不同, 修补材料选择及设计上要求也不同^[1]。比较理想的修复材料要求: 无生物学活性, 无抗原性, 不被机体排斥; 坚固, 质地轻, 耐用, 耐冲撞, 抗腐蚀; 不被机体吸收, 不致癌; X 射线能穿透, 不受磁场影响, 导热和导电不良; 高温消毒不变形, 化学灭菌不变质; 价格便宜; 易塑形, 外观完美, 达到骨性愈合, 符合人体生理要求; 修复方法创伤小并发症少; 儿童修补还需要适应颅骨生长, 不变形, 不感染^[2]。

常用的颅骨缺损的修补材料主要有 3 大类: ①自体

和异体骨移植: 自体骨常取自肋骨或髂骨, 小缺损也可用颅骨外板。其缺点是增加二次手术, 成形不很理想, 外观欠佳; 同种异体骨多经骨库长期保存, 因此感染或异物反应机会较多。多用于动物实验研究^[3]。②非金属材料: 骨水泥, 它是粉状聚甲基丙烯酸和液态丙烯酸类的混合聚合体, 现用现配, 易于成型。由于需预先高温成形, 术后存在变形延伸和感染脱落等问题, 目前已很少采用^[4]。陶瓷材料和硅橡胶是比较理想的新型颅骨修补材料, 工厂生产时已经制成颅骨形状, 根据缺损的部位和大小来裁剪, 目前已应用于临床。③金属代用品: 不锈钢板或不锈钢丝网, 其塑形方便, 组织反应轻, 外观佳, 是颅骨修补的较好材料, 但其具有导热性, 患者不适宜在太阳下工作, 同时不透 X 射线, 妨碍患者日后的检查, 限制了它的临床应用。钛金属是已知金属中对人体组织相容性最好、重量轻、耐腐蚀、导热性差的材料, 另外钛金属板/网材料薄、强度高、塑形方便、外形美观, 对今后作 CT 及 MRI 检查亦无影响, 近年在临床得到了广泛的应用^[3]。

2.2 不同植入材料修复脑损伤的性能评价

钛网作为修复材料: 自 20 世纪 90 年代末, 国内开始广泛使用钛网作为颅骨修补材料以来, 现已经有逐渐取代其他传统颅骨修补材料的趋势。有手工塑形和数字化三维预成型钛网在临床上推广^[5]。传统的钛网颅骨修补采用手工塑形, 破坏了钛网的完整性, 明显降低了钛网的强度, 且钛网与骨窗往往吻合欠佳。同时由于手工塑形时间较长, 增加了手术及麻醉时间, 术后感染几率也相应增加使修补数字化三维成形钛网修补颅骨缺损操作简便快捷, 手术时间短, 并发症少, 最大程度地符合生理解剖形态, 弥补了传统手工塑形费时费力、外形较差的缺点^[6]。解岗等^[7]运用数字化塑形钛网修补标准大骨瓣减压术后颅骨缺损患者术后患者对健侧与患侧头皮曲面弧度对比满意度及修复舒适满意度达 100%, 见表 1。

表 1 钛网作为修复材料的文献总结

作者及发表杂志	对象	修复材料	结果与结论
解岗等 ^[7] , 《齐齐哈尔医学院学报》	大骨瓣减压术后颅骨缺损患者 21 例。	数字化三维成像技术, 制作个性化钛网修补材料。	术后患者对健侧与患侧头皮曲面弧度对比满意度及修复舒适满意度达 100%。提示: 塑形效果好, 手术操作过程简洁, 术后并发症少, 显著提高了患者的生活质量, 具有推广及应用价值。
李欢松等 ^[8] , 《安徽中医学报》	颅骨缺损患者分为有机玻璃、硅橡胶修补组 (II 组) 和钛网修补组 (I 组), 每组 20 例。	I 组病例行二维成像数字化钛网成形, 并裁剪成超出骨缘 0.5~1.0 cm。II 组行手工裁剪塑形。使用材料为: 有机玻璃 5 例, 硅橡胶 15 例。	I 组手术时间明显少于 II 组 ($P < 0.01$), 钛网材料耗费显著高于 II 组 ($P < 0.01$), 并发症发生率显著低于 II 组; 但两组住院时间比较, 差异无显著性 ($P > 0.05$)。提示: 可减少手术时间及术后并发症发生。
王玉峰等 ^[9] , 《实用儿科临床杂志》	3~14 岁颅骨缺损患儿 100 例	采用推算颅骨缺损面积的方法利用扩大的钛网对缺损颅骨进行覆盖, 同时对两维钛网采用滑槽结构固定或利用三维钛网延伸变形的特性制成延伸结构对三维钛网进行固定。	扩大的钛网均达到始终覆盖颅骨缺损的目的, 同时通过滑槽结构或延伸结构达到钛网固定的目的; 恢复了颅腔的完整性及功能, 未发现明显并发症, 头颅外观基本满意。提示: 钛网固定扩大成型修补法基本上满足儿童颅骨缺损修补的特殊要求。

宋乐^[10]的研究结果表明: 金属材料(钛网)为修补物, 与有机玻璃、硅橡胶为修补物比较, 术后并发症低, 效

果最好。李邦安等^[11]应用数字化多点成型技术塑形钛网颅骨修补术, 使塑形工作量、麻醉时间及手术操作时间

均明显减少, 减少了手术创伤, 术后患者颅骨缺损处几乎达到了生理解剖形态上的成形, 值得临床推广应用。位振清等^[12]、袁进国等^[13]的研究也证明: 三维成像二维钛网颅骨修补避免了三维钛网的缺点, 减少了并发症, 具有临床推广及应用价值。付双林, 宰建国等^[14-15]研究也证明: 手工铁网的性能明显优于骨水泥, 钛网数字化多点成形技术修复颅骨缺损, 使塑形有了科学而又客观的依据(CT 三维图像), 减低了该项手术的风险, 效果优

于传统钛网人工塑形技术。

颅骨成形修补材料钛网, 造价昂贵, 其边角材料取材、使用方便, 消除了昂贵的费用, 避免了不必要的浪费^[16]。倪万成等^[16]利用钛网边角料作为骨片连接材料, 有节省费用, 钛网与骨片接触面积大固定牢固, 覆盖部分缺损或骨孔等优点。但是也存在一些问题, 如废物利用, 质量容易受到患者质疑, 如出现并发症很难解释, 所以术前要充分征得患者的理解和同意^[17], 见表 2。

表 2 钛网边角料作为修复材料的文献总结

作者及发表杂志	对象	材料与方法	实验结果与结论
倪万成等 ^[16] , 《宁夏医学杂志》	对142例颅骨凹陷粉碎性骨折。	根据骨折的大小, 选用纯钛之边角料, 修剪成两孔或四孔小钛板。	均恢复良好, 无术后伤口感染及骨髓炎发生, 无骨片移位和凹陷, 无排斥反应及头皮下积液等并发症发生。表明钛网边角料在颅骨凹陷粉碎性骨折中的应用是一项经济、实惠的手术方法。
郎福新等 ^[17] , 《基层医学论坛》	闭合性颅骨粉碎凹陷骨折25例。	利用适合的钛网边角料覆盖在骨折片上并钛钉固定处, 修复好的骨瓣同样用钛网边角料和钛钉固定于周围的颅骨上并可覆盖骨孔。	节省费用, 钛网与骨片接触面积大固定牢固。同时覆盖部分缺损或骨孔。
高晨等 ^[18] , 《生物工程与临床》	颅骨缺损患者20例。	应用人工智能成型技术, 设计补片几何形状, 与颅骨缺损前的形状信息对比制作出待修复的颅骨形状。计算机将虚拟数字化钛网转换为工业中可进行加工的IGES 格式。	手术时间明显减少, 术后无并发症。提示, 应用CAD/CAM 技术塑形颅骨修补材料实现了个体化配置修补颅骨缺损, 使患者颅骨修补后头颅形状最大限度恢复生理原貌。此方法重复性强, 具有一定的创新性和实用性。

灭活自体颅骨作为修复材料: 应用自体骨瓣行颅骨缺损修复, 取材方便, 操作简单, 费用低廉, 并发症少, 外观恢复原貌, 达到颅骨表面局部解剖重建要求, 是颅骨缺损有效可行的治疗方法之一^[19]。但从现有的文献报道来看, 自体骨修补颅骨缺损存在问题是植入的自体骨不管是死是活, 均有个别病例出现不同程度的自体骨吸收现象^[20]。

凌成明等^[21]采用灭活自体颅骨复位手术方法治疗颅骨缺损 44 例, 术后通过头颅 CT 或头颅 X 线检查, 骨瓣密度均匀, 骨缘无明显吸收, 骨瓣无变形、移位、塌陷, 外观满意。表明灭活自体颅骨复位治疗颅骨缺损, 术前颅骨保存方便, 条件简单, 术后并发症少, 疗效满意。

非金属材料作为修复材料: 马建华等^[22]采用经螺旋 CT(层厚 ≤ 5 mm)扫描、CAD 三维重建成像、快速成型技术预制的三维 EH 作为修复材料, 所有患者外形均满意。2 例有轻度的头皮下积液, 经穿刺抽吸加压包扎后消失, 未见其他颅骨修补术后常见的并发症。提示三维 EH 型复合人工颅骨板具有良好的生物相容性, 操作方便, 外形满意, 并发症少, 是一种理想的颅骨修补材料。

采用的三维 EH 型复合人工颅骨板与其他修补材料相比有以下优点: ①无细胞毒性, 组织相容性好可任意塑形, 硬化后有足够的强度和韧性, 长期植入无吸收。②外形对称美观, 尤适用于外观要求较高的部位; 节省手术时间; 多孔的存在有利于补片内外两层肉芽组织的生长结合, 进一步加强固定力量。③长期骨内植入与

组织结合良好, 可与活体骨形成生物学结合。④导热系数低, 长时间暴露于阳光下时, 患者无不适感。

3 小结

目前, 颅骨缺损患者在病情平稳后早期手术修补已被医学界广泛认同。伤后 1~3 个月是神经功能恢复最快的时期, 对颅骨缺损直径 > 3 cm 的患者常常在 3~6 个月内, 甚至更早行颅骨修补, 可防止缺损区脑组织再次损伤, 恢复颅腔生理密闭性和原有面貌, 达到美观的要求, 既能改善局部脑组织的血流动力学, 又能解除大气压对缺损区脑组织的压迫, 有利于患者的预后^[23]。使用数字化三维成形钛网修补颅骨缺损操作简便快捷, 手术时间短, 手术并发症少, 尤其是对位于额颞等部位的不规则颅骨缺损, 塑形后可与颅骨达到完美适配, 能够最大程度恢复缺损部位的生理原貌, 是一种值得推广的颅骨修补材料^[24]。

4 参考文献

- [1] 朱庆华, 智华, 王红斌, 等. 颅骨缺损个性化颅骨修补术 80 例疗效分析[J]. 陕西医学杂志, 2010, (1): 65-66.
- [2] 王文学, 徐毓林, 李爱民. 颅骨成形术的历史及进展[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2004, 3(5): 479-480.
- [3] 顾应江, 刘亮, 李昊, 等. 计算机辅助设计颅骨缺损成型技术在修复治疗中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(35): 6983-6986.
- [4] 郑少钦. 颅骨缺损修复研究进展[J]. 中国临床神经外科杂志, 2001, 6(4): 255-256.
- [5] 程凯敏, 黄警锐, 肖虹. 钛网修补颅骨缺损 76 例经验[J]. 生物医学工程与临床, 2011, (3): 237-239.

- [6] 李先松, 陈治标. CT颅骨三维成像塑形钛网修补颅骨68例临床分析[J]. 实用医院临床杂志, 2011, 8(1): 94-95.
- [7] 解岗, 李永奇, 马修尧, 等. 数字化塑形钛网在标准大骨瓣减压术后颅骨缺损成形术中的应用体会[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2011, (6): 902-903.
- [8] 李欢松, 项高波, 江幸福, 等. 数字化成形钛网修补颅骨缺损20例临床分析[J]. 微中医学报, 2009, 28(4): 15-16.
- [9] 王玉峰, 赵家鹏, 张永森. 钛网固定扩大成型修补术治疗儿童颅骨缺损[J]. 实用儿科临床杂志, 2009, 26(15): 1208-1209.
- [10] 宋乐. 不同材料行颅骨缺损修补90例临床观察[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2006, 9(2): 39-41.
- [11] 李邦安, 刘鹏鹏. 数字化多点成型技术塑形钛网修补颅骨缺损16例[J]. 蚌埠医学院学报, 2010, 35(7): 707-709.
- [12] 位振清, 孙连军, 仇汉城, 等. 三维成像二维钛网成形修补颅骨缺损的临床体会[J]. 大连医科大学学报, 2008, 30(5): 444-445.
- [13] 袁进国, 王志明, 曹藏柱, 等. 64排容积CT三维成像技术在颅骨修补术中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2009, 45(7): 681-682.
- [14] 付双林, 陈儒, 王海峰, 等. 钛网数字化多点成型技术在颅骨缺损修补中的应用[J]. 吉林大学学报(医学版), 2006, 32(1): 119-121.
- [15] 宰建国, 何小其. CT三维重建技术在颅骨修补手术中的应用[J]. 中国医药导报, 2007, 4(12): 38-39.
- [16] 倪万成, 董玉萍, 张侃玺, 等. 钛网边角料在颅骨凹陷粉碎性骨折中的应用[J]. 宁夏医学杂志, 2011, 33(5): 446.
- [17] 郎福新, 牟静. 钛网边角料治疗粉碎凹陷骨折25例临床体会[J]. 基层医学论坛, 2011, 15(10): 377.
- [18] 高晨, 刘耀明, 贺云飞, 等. 计算机辅助设计数字化三维成形钛网修补颅骨缺损[J]. 生物医学工程与临床, 2009, 13(2): 116-119.
- [19] 陈俭, 魏凤, 朱晟, 等. 灭活自体骨瓣修补颅骨缺损的临床研究[J]. 广西医学, 2008, 30(5): 634-635.
- [20] 陈俭, 魏凤, 朱晟, 等. 灭活自体颅骨回植修补颅骨缺损15例[J]. 广西医科大学学报, 2008, 25(5): 809.
- [21] 凌成明, 刘业, 石强, 等. 灭活自体颅骨复位治疗颅骨缺损44例[J]. 甘肃医药, 2011, 30(1): 46-47.
- [22] 马建华, 印佳, 刘艺春, 等. 三维EH复合型人工颅骨板在颅骨修补中的应用[J]. 南医学, 2008, 19(3): 42-43.
- [23] 王其平, 那汉荣, 高恒, 等. 帽状腱膜下计算机三维塑形钛网修补颅骨缺损25例分析[J]. 泰山医学院学报, 2010, 31(12): 963-964.
- [24] 金铃江, 张月清, 林达, 等. 数字化三维成形钛网修补颅骨缺损33例临床分析[J]. 浙江创伤外科, 2010, 15(4): 528-529.



ISSN 1673-8225 CN 21-1539/R 2011 年版权归《中国组织工程研究与临床康复》杂志社所有



2nd International Neural Regeneration Symposium (INRS 2012)
中国·沈阳 2012年9月21-25日



《Science》
杂志主编
Dr. Bruce Alberts 教授
参加论坛
近距离接触参会者
并作精彩演讲



NRR杂志总编辑
苏国辉 教授
中国科学院院士
中国香港大学李嘉诚
医学院解剖学系
讲座教授、系主任



NRR杂志总编辑
徐晓明 教授
印第安纳大学医学院
Mari Hulman George
讲座教授解剖和
细胞生物学系教授

第二届国际神经再生高峰论坛

邀请函



会议网站: www.nrronline.org/conference

《Science》杂志主编Dr. Bruce Alberts参加论坛,
NRR总编辑苏国辉院士、徐晓明教授参加论坛,
国际神经再生领域20位顶级专家参加论坛,
一定有您喜欢的内容!
一定会收获到学以致用效果!

论坛时间及内容--

1. **论坛前技术讲座:**
报到: 2012年9月20日
技术讲座: 2012年9月21日
2. **论坛报到:** 2012年9月21日
3. **论坛时间:** 2012年9月22-23日
4. **论坛地点:** 中国, 辽宁, 沈阳。
5. **英文或中文分会场论文报告、科研对接小型研讨会:**
2012年9月23日下午
欲参加会后小型研讨会交流的专家, 应在6月末前和会务组联系, 提交讨论提纲, 我们将和讲座教授联系, 若系双方均有兴趣的问题, 请参加者提前准备15分钟的PPT讲稿。
青年科学家论坛:
2012年9月23日下午
会议组织的青年科学家论坛将由各学科45岁以下的青年博士组成。论坛将提供每人15分钟的个人临床科研课题报告, 5分钟的问题答辩, 将由国际著名专家和会议组织的国内专家对他们的科研思路和设计提出问题和建设。
自荐专题分会场论坛:
2012年9月23日下午 具体条件见会议网站。
6. **编委会及专家旅游:**
2012年9月24-25日
本溪水洞、温泉寺、关门山红叶欢迎您!



会议论文投稿--

- 全文投稿: 经同行评议优秀可在NRR杂志发表。
 - 摘要投稿: 录取后可发NRR杂志增刊。
 - **科研对接议题提交:** 截止日期2012年8月15日
 - **自荐专题分会场论坛:** 截止日期2012年8月15日
 - **会议海报提交:** 截止日期2012年8月15日
- 论文摘要限1000字(英文500 words)以内。需包括题目、作者及单位, 通讯地址及邮编, 电话及EMAIL地址, 摘要格式见会议网站(建议用英文)。
- **征文范围:** 详情:www.nrronline.org/conference