

## 附件

# 煤矿安全生产先进适用技术推广目录（2016 年）

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                    | 推广理由                                                                                                                                                                                                                                | 适用领域          | 研发及应用单位                                                                                        | 备注            |
|----|-----------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1  | 矿井通风与瓦斯防治 | 基于“两个四位一体”的煤与瓦斯突出监控预警技术 | 研制了系列非传感监测数据采集终端和监测监控系统数据接口,建立基于动态数据更新的逐次逼近区域突出危险性判识预警方法,研制了自适应窄频带声发射(AE)信号接收及井下原位处理声发射监测系统,开发了瓦斯涌出动态特征分析系统、瓦斯抽采工程缺陷及达标状态评判分析系统、突出隐患排查动态分析系统以及突出事故报警系统,提升了预警系统的自动化水平,实现“两个四位一体”煤与瓦斯突出防治的全过程监测和“人、机、环”全方位预警以及突出灾变的联动控制,预警准确率达到85%以上。 | 煤与瓦斯突出灾害防治。   | 研发单位:中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位:河南能化焦煤集团演马庄矿、中国平煤神马集团十矿、中国平煤神马集团十三矿、贵州水矿集团大湾煤矿、山西晋煤集团赵庄矿等。       | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 2  |           | 煤矿井下深孔原位取样测定瓦斯含量技术      | 创建了直接测定煤层瓦斯含量的方法和模型,发明了深孔定点快速取样工艺及装置,研制了瓦斯含量测定成套装备,首次实现了煤层定点随钻取样深度大于120m、取样时间小于2min,瓦斯含量测定时间由24h以上缩短到8h以下,测定误差由20%—50%减小到7%以下,符合《煤层瓦斯含量井下直接测定方法》(GB/T23250)标准。                                                                      | 煤矿瓦斯治理、煤层气开发。 | 研发单位:中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位:安徽淮南矿业集团潘二煤矿、顾桥煤矿、山西阳煤集团五矿、山西阳煤集团寺家庄矿、山西潞安集团、重庆松藻煤电公司、中国平煤神马集团等。 | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                     | 推广理由                                                                                                                                                                                       | 适用领域                     | 研发及应用单位                                                                  | 备注            |
|----|-----------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 3  | 矿井通风与瓦斯防治 | 基于 GIS 的瓦斯地质及瓦斯动态预测可视化系统 | 针对西南地区复杂地质条件下近距离突出煤层群开采，以瓦斯地质及瓦斯涌出动态预测技术研究为基础，结合 GIS 空间分析技术，研发出具备煤矿瓦斯地质动态分析、瓦斯涌出量动态预测、超限预警等瓦斯治理业务的可视化系统，实现了西南地区复杂地质条件下煤矿瓦斯信息的动态化、智能化分析及预测，为煤矿瓦斯灾害的防治提供了有效手段，满足煤矿瓦斯治理信息化升级的政策导向。            | 煤矿瓦斯防治、瓦斯地质及瓦斯涌出预测、数字矿山。 | 研发单位：贵州省矿山安全科学研究院。<br>应用单位：贵州林华矿业有限公司林华煤矿等。                              | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 4  |           | 矿用分布式激光甲烷监测装置            | 装置采用高分辨率激光吸收光谱技术，消除了气体交叉干扰，减少了甲烷监测误报；采用波长调制光谱技术，提高了甲烷监测的灵敏度、精度和速度；采用分布式光纤传感技术，激光器和测量元件与采样气室分开，实现长距离（大于 5000m）无源瓦斯的准确监测；主机支持本地和远程配置，支持地面中心站发出的各种控制指令。                                       | 井下瓦斯监测。                  | 研发单位：郑州光力科技股份有限公司。<br>应用单位：中煤集团葫芦素矿、安徽淮南矿业集团顾北矿、河北开滦集团林南仓矿等。             | 河南省科技发展计划     |
| 5  |           | 煤层瓦斯突出参数测试仪              | 针对现有煤与瓦斯突出测定设备井下测定存在的准确性、有效性、便携性等系列问题，开发出煤层瓦斯突出参数测试仪。该设备通过分析钻屑解吸放散规律，明确突出临界瓦斯压力与突出临界瓦斯含量相关关系，创新性地提出定容变压条件下的 $\Delta h_2$ 算法，实现钻屑解吸指标 $K_1$ 值和 $\Delta h_2$ 值双指标双通道同时测定，提高了效率和精度，操作简单，便携性好。 | 突出矿井突出指标预测。              | 研发单位：煤炭科学技术研究院有限公司。<br>应用单位：山西西山煤电集团、太原华润煤业有限公司、阳煤集团、天地王坡煤业有限公司、吉林吉煤集团等。 | 企业自立项目        |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                   | 推广理由                                                                                                                                                                                                                   | 适用领域           | 研发及应用单位                                                                                  | 备注            |
|----|-----------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 6  | 矿井通风与瓦斯防治 | 煤与瓦斯突出声电瓦斯综合化监测预警技术与装备 | 通过研究煤与瓦斯突出演化过程的声发射、电磁辐射、瓦斯动态涌出规律及其对突出危险的前兆特征，研发了煤与瓦斯突出声—电—瓦斯综合实时监测预警系统，开发了临界值法和动态趋势法相结合的预警方法及软件，实现了煤与瓦斯突出的综合自动实时监测、数据自动处理和自动预警，提高了煤与瓦斯突出监测预警的时效性和准确性。煤与瓦斯突出危险的声电瓦斯综合预警准确率达到 86.1%。                                     | 煤与瓦斯突出危险监测预警。  | 研发单位：中国矿业大学。<br>应用单位：贵州永贵能源集团新田煤矿、吉林通化矿业集团道清煤矿、河南焦作煤业集团九里山矿、河北开滦矿业集团钱家营煤矿等。              | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 7  |           | 具有动态自修正功能的瓦斯抽采量在线计量装置  | 该装置具有差压动态自清零功能，可彻底免除现场流量计差压清零人工维护，流速测量下限低至 0.3m/s；具有激光检测自校正功能，无需人工校正；管道中紊流测量稳定性高。流量测量量程比不小于 10: 1，精度等级 1.5 级；浓度测量范围 0%—100%，精度为 $\pm 5\%$ ；压力测量范围 20—200kPa，精度为 $\pm 5\%$ ；温度测量范围 -10—60℃，误差 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。 | 煤矿瓦斯防治、瓦斯利用计量。 | 研发单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位：重庆能投集团、四川煤炭产业集团、山西晋煤集团、潞安矿业集团、安徽淮北矿业集团、云南东源煤业集团、贵州水城矿业集团等。 | 企业自立项目        |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                       | 推广理由                                                                                                                                                                                                 | 适用领域                     | 研发及应用单位                                                                                              | 备注            |
|----|-----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 8  | 矿井通风与瓦斯防治 | 电磁波无线随钻轨迹测量技术              | 通过研究小直径大扭矩绝缘天线模具、表面绝缘材料及工艺技术、多个 MEMS 传感器数据融合技术，研发出井下电磁波无线钻孔轨迹测量技术与装备，实现了井下测量探管小型化设计（直径 25mm），绝缘短节 73mm 的大扭矩设计。电磁波无线轨迹测量技术与装备采用普通钻杆测量近钻头位置的轨迹数据，可利用电磁波无线实时传输，并通过孔口接收机接收解码及实时显示，实时显示的钻孔轨迹三维图可任意角度旋转查看。 | 瓦斯抽采矿井钻孔轨迹无线监测。          | 研发单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位：黑龙江龙煤集团双鸭山分公司新安煤矿、集贤煤矿，鸡西分公司东山煤矿、双河煤矿，重庆松藻煤电公司石壕煤矿，山西晋城阳泰集团竹林山煤业有限公司等。 | “十二五”国家科技重大专项 |
| 9  |           | 高瓦斯突出煤层巷道快速卸压增透及瓦斯高效抽采关键技术 | 针对我国煤矿地质条件复杂、瓦斯含量高、突出危险性大及煤层赋存具有高度非稳定性等特点，从理论、技术、装备和现场应用等方面进行攻关，建立高压射流割缝强化瓦斯抽采及消突的微观模型，提出“点一线一面一体”耦合整体卸压方法，开发出基于普通孔与割缝孔耦合协同卸压增透技术，发明了基于高压射流割缝的“四位一体”卸压增透安全防护成套装备。                                    | 高瓦斯突出煤层巷道瓦斯抽采、本煤层局部瓦斯治理。 | 研发单位：中国矿业大学。<br>应用单位：中国平煤神马集团等。                                                                      | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 10 |           | 梳状钻孔井下抽采瓦斯技术               | 开发了适用于煤矿井下瓦斯抽采的梳状钻孔布孔、可降解冲洗液、轨迹预测与控制技术，形成了钻孔深度大于 500m 的梳状钻孔井下抽采瓦斯技术。与传统高位钻孔的有效孔段比例小于 35%相比，梳状钻孔有效孔段比例大于 80%。                                                                                         | 井下抽采瓦斯。                  | 研发单位：中煤科工集团西安研究院有限公司。<br>应用单位：安徽淮南矿业集团、中国平煤神马集团等。                                                    | “十一五”国家科技重大专项 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称           | 推广理由                                                                                                                                                                                                       | 适用领域             | 研发及应用单位                                                    | 备注              |
|----|-----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|
| 11 | 矿井通风与瓦斯防治 | 贵州中小煤矿瓦斯抽采技术体系 | 针对西南地区煤层瓦斯地质赋存特点,解决了中小煤矿瓦斯抽采浓度低、抽采量小、抽采效率不高、瓦斯抽采技术使用和搭配不合理、软煤层抽采钻孔钻进困难等技术难题,为贵州 46 个主要含煤构造单元提供了瓦斯抽采集成技术、底抽巷合理布置层位、松软煤层钻进工艺及钻杆、适合贵州中小煤矿的封孔技术、矿井瓦斯抽采人员及设备配备、瓦斯抽采等一系列成套的瓦斯抽采技术体系。                             | 中小煤矿瓦斯抽采。        | 研发单位: 贵州省矿山安全科学研究院。<br>应用单位: 贵州林华矿业有限责任公司、黔西金坡煤业有限责任公司等。   | “十 二 五”国家科技支撑计划 |
| 12 |           | 可控冲击波预裂增透煤层技术  | 针对煤矿瓦斯治理中的煤层增透问题,开发了幅值、冲量、作用区域、作用次数和作业区域可控的冲击波增透煤层技术;通过钻机将棒状结构的冲击波产生设备推送到煤层钻孔内,对孔口进行密封并注水,水作为媒介将冲击波耦合到煤层;以单点重复多次和分段连续作业的模式,实现对煤层钻孔的全程均衡增透,该技术既能保护煤层结构,又能实现煤层预裂增透。                                          | 煤矿瓦斯防治。          | 研发单位: 西安交通大学。<br>应用单位: 神华集团神东公司保德矿、四川兴文五星矿、贵州格目底矿业公司中井矿等。  | “十 二 五”国家科技支撑计划 |
| 13 |           | 导向槽定向水力压穿防突技术  | 随着开采深度的增大,低透气性煤层增透和突出煤层消突成为煤矿瓦斯治理的重点。该技术首次将水力压裂和水力割缝融为一体,降低了钻孔工程量,同时能够实现压裂方向可控,有效实现煤层卸压和增加煤层透气性。预置导向槽过程中每米出煤 0.3—0.5t,扩孔直径 400mm 以上,减少措施钻孔 50%以上,单孔有效影响范围提高 1 倍以上,瓦斯抽采浓度提高 127%,单孔瓦斯抽采量提高 267%,预抽时间缩短 22%。 | 低透气性煤层增透、突出煤层消突。 | 研发单位: 煤科集团沈阳研究院有限公司。<br>应用单位: 山西焦煤集团西山煤电屯兰煤矿、华能滇东矿业白龙山煤矿等。 | “十 二 五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                     | 推广理由                                                                                                                            | 适用领域       | 研发及应用单位                                                          | 备注              |
|----|-----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 14 | 矿井通风与瓦斯防治 | 低频高压脉动注水防治煤与瓦斯突出技术及装备    | 利用高压力水周期变化对煤层注水孔周围煤体产生累积损伤,最大限度地使水渗入到不同的裂隙、孔隙中,增加煤体的润湿性;脉动频率为 0.5—5 次/min,脉动压力可调,高压为 20—30MPa,低压为 5—10MPa,有效改变煤层的物理力学性质,达到增透效果。 | 突出矿井煤层增透。  | 研发单位:中国矿业大学(北京)。<br>应用单位:山西晋煤集团成庄矿、河北张家口矿业集团宣东矿、河北冀中能源峰峰集团大淑村矿等。 | “十五”国家科技支撑计划    |
| 15 |           | 松软突出厚煤层巷道沿顶布置安全高效掘进和回采技术 | 针对松软突出厚煤层传统沿底掘进时突出危险性高、顶煤易垮落、支护难度大、掘进速度低的缺点,提出了沿顶掘进技术和工艺,使工作面掘进速度达到沿底掘进的 2—3 倍;研制了三角煤卧底机、过渡支架、端头液压支架支护工艺及相关配套设备和技术,提高了工作面回采效率。  | 煤矿瓦斯防治。    | 研发单位:中国矿业大学(北京)、冀中能源峰峰集团有限公司。<br>应用单位:河北冀中能源峰峰集团大淑村矿、薛村矿等。       | 国家自然科学基金、高校自立项目 |
| 16 |           | 煤矿井下远距离自动控制钻机            | 集钻孔自适应、自动上下钻杆、钻孔数据采集、远程控制、故障诊断等多项先进技术于一体,实现了煤矿井下钻机的一键全自动钻孔施工和远距离控制功能,施工过程中一人远距离操控钻机,全程采用全自动钻孔模式,最大日进尺 228m。                     | 高瓦斯矿井钻孔施工。 | 研发单位:中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位:安徽淮南矿业集团、重庆松藻煤电公司逢春煤矿等。            | “十二五”国家科技重大专项   |

| 序号 | 专业类别          | 技术名称            | 推广理由                                                                                                                                                                                                    | 适用领域                   | 研发及应用单位                                                                      | 备注            |
|----|---------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 17 | 矿井通风与瓦斯防治     | 贵州中小煤矿防突技术管理体系  | 针对西南地区中小型煤矿煤层赋存条件复杂、煤与瓦斯突出灾害严重,通过贵州煤与瓦斯突出规律及主控因素研究,构建了煤层(群)突出危险性程度评价技术及合理开采程序优选方法,提出了贵州煤矿区主要含煤构造单元保护层选择和合理开采程序以及贵州各地区突出矿井工作面预测预报指标敏感性排序及管理值建议。并以两个“四位一体”的基本程序为框架,从技术、装备、人员管理等方面提出了适合贵州中小煤矿特点的防突技术与管理体系。 | 煤与瓦斯突出防治。              | 研发单位: 贵州省矿山安全科学研究院。<br>应用单位: 贵州林华矿业有限责任公司、黔西金坡煤业有限责任公司等。                     | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 18 |               | 矿井通风智能决策与远程控制系统 | 开发出全自动多点采样风量精测装置、抗变形通道式风量精控装置、通风实时监测与智能决策远程自动控制系统,能对矿井通风系统关键位置实时监测、分析和控制,在地面上实时监测显示井下巷道风流状态,动态分析通风系统的安全性,智能决策调节方案,远程控制井下的定量化风门,准确进行风量调节。                                                                | 井工矿井通风管理。              | 研发单位: 煤炭科学技术研究院有限公司。<br>应用单位: 山西天地王坡煤业有限公司、同煤集团白洞煤矿等。                        | 国际科技合作专项      |
| 19 | 地质保障与<br>水害防治 | 小窑采掘活动微震监测预警技术  | 研发了小窑巷道被动地震定位技术,研发出微震监测的节点式地震仪和数据处理软件,该技术与装备具备很强的适用性和可靠性,为我国煤矿(矿山)非法开采活动的动态监测预警和采掘活动边界精确定位提供了先进、成熟的技术装备支撑。                                                                                              | 小窑采掘活动监测,预防老空危害、非法越界等。 | 研发单位: 中煤科工集团西安研究院有限公司。<br>应用单位: 陕西陕煤集团红柳林煤矿、山西晋能集团王庄煤矿、神华集团神东公司活鸡兔煤矿、榆家梁煤矿等。 | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别          | 技术名称                       | 推广理由                                                                                                                                                   | 适用领域                   | 研发及应用单位                                                                       | 备注            |
|----|---------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 20 | 地质保障与<br>水害防治 | 地面抛袋堵巷快速截流技术及工艺            | 采用内藏高强度保浆袋组合钻具,快速钻进至欲封堵的突水通道,然后推出钻头和保浆袋,向保浆袋注入快速凝胶充填材料,形成可控制范围及固结质量的注浆固结体。相比传统水害封堵技术具备快速、有效、工程量少的特点。                                                   | 矿山透水事故的应急抢险与突水通道快速封堵。  | 研发单位:中煤科工集团西安研究院有限公司。<br>应用单位:四川华蓥山龙滩煤电公司、陕西榆林榆卜界煤矿等。                         | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 21 |               | 基于水平定向钻进工艺的灰岩含水层高效超前区域治理技术 | 采用定向钻进、孔中分支钻进及高压注浆技术,在煤层底板薄层灰岩含水层中形成“阻水层”,切断导水通道的上下联系,在奥灰含水层顶部充填隐伏导水构造和岩溶裂隙,形成相对隔水层,起到提高隔水层厚度的作用。                                                      | 下组煤底板高压、强富水含水层的区域超前治理。 | 研发单位:淮北矿业(集团)公司中煤科工集团西安研究院有限公司。<br>应用单位:安徽淮北矿业集团、陕西陕煤韩城矿业公司、河北冀中能源集团、山东能源集团等。 | “十二五”国家科技支撑计划 |
| 22 |               | 垂向导水通道井下三维电磁法探测技术与装备       | 将矿井孔一巷联合电透视和频率测深相结合,实现了煤矿井下多频点、高密度、立体数据的自动化采集,弱信号识别能力强,大大提高了对煤层底板下方垂向导水通道的探测准确率,可广泛应用于煤矿井下工作面内部及顶、底板岩层的富水性探测,以及陷落柱、断层等垂向导水通道的富水性探测,为奥灰水害的防治提供了有力的技术支撑。 | 煤矿奥灰水害防治、老空水害防治。       | 研发单位:中煤科工集团西安研究院有限公司。<br>应用单位:河北冀中能源集团葛泉矿、中煤平朔集团安家岭矿等。                        | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别          | 技术名称                  | 推广理由                                                                                                                                                                               | 适用领域                 | 研发及应用单位                                                                | 备注                             |
|----|---------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 23 | 地质保障与<br>水害防治 | 矿用高压软管<br>快速排水管路      | 管路具有 100、150、200、250 四种规格，环境温度范围为-50—80℃，工作压力 4.2MPa 以上，爆管压力达 10MPa 以上，拉断强度 150kN 以上，盘卷运输，配置有软质快速接头、软质排水止回阀及软管弯头等，适用于立井和斜井。具有耐磨、阻燃、抗静电、耐老化、使用寿命长等特点，有利于实现快速、安全、自动、可靠地解决矿山透水事故应急排水。 | 矿山透水<br>事故应急<br>抢险等。 | 研发单位：北京高安诺<br>技术开发有限公司。<br>应用单位：山西同煤集<br>团煤峪口煤矿、黑龙江<br>龙煤集团鹤岗分公司<br>等。 | 企业自<br>立项目                     |
| 24 | 防灭火<br>与降温    | 矿用光谱束管<br>监测系统        | 该系统有机融合了原位、直接监测的多种先进技术，同时基于大数据分析技术，综合考虑矿井的多种因素，有效提升了火灾防控效能。系统气体检测量程宽、误差小、检出限低，气体检测分析过程全部在井下完成，数据可井上下显示，预警系统功能完善，且按物联网要求设计，实现了 24h 不间断监测，适用于自燃火灾预警。                                 | 自燃火灾<br>监测。          | 研发单位：煤科集团沈<br>阳研究院有限公司。<br>应用单位：神华集团青<br>龙寺煤矿、郭家湾煤矿<br>等。              | 国家重<br>大科学<br>仪器设<br>备开发<br>专项 |
| 25 |               | 煤矿液态二氧<br>化碳防灭火技<br>术 | 采用自主创新的双层真空粉末绝热技术，液态二氧化碳有效保温存储时间可达 48d 以上，适用于火区惰化、阻爆灭火救灾等应急救援工作，灭火吸热降温效率高，实现了液体大流量远距离快速输送和高效联动，具备防碰撞装置、截止阀双配装置、氮气瓶串接输出压力固定式不锈钢减压装置等多重集成创新的安全保障技术措施。                                | 矿井灭火<br>救援。          | 研发单位：中煤科工集<br>团重庆研究院有限公<br>司。<br>应用单位：四川川煤集<br>团、安徽淮南张集煤矿<br>等。        | 重庆市<br>煤矿安<br>全生产<br>科技项<br>目  |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称             | 推广理由                                                                                                                                                                                                                                 | 适用领域      | 研发及应用单位                                                                          | 备注            |
|----|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 26 | 防灭火与降温    | 环保新型矿用钢丝绳阻燃输送带   | 以天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶等不含卤族元素的橡胶为主体材料，加大含氮、磷、硅酸盐等阻燃剂用量，最大限度减少含卤阻燃剂用量，该输送带在矿井发生火灾时，自身火焰可以迅速熄灭，有效减缓火灾的蔓延速度，有害气体和颗粒大大降低，一般不会对人员、设备、仪器、环境等造成二次伤害；同时输送带拉伸强度大于 18MPa，磨耗小于 140mm <sup>3</sup> ，扯断伸长率大于 500%，具有强力高、耐磨性好、伸长率好、弹性大等特点，使用寿命可以提高 30%以上。 | 阻燃皮带输送。   | 研发单位：山东威普斯橡胶股份有限公司。<br>应用单位：河南郑州煤电公司超化煤矿、黑龙江龙煤物流公司鹤岗分公司等。                        | 企业自立项目        |
| 27 |           | 矿用全封闭螺杆双螺旋对流换热装备 | 采用全封闭螺杆制冷压缩机及双螺旋对流换热器，机组全封闭，换热效率高。采用大温差设计，冷却侧双螺旋对流换热器可以采用小流量、小管径的冷却水系统，解决了矿上用水及管路布置相关难题。                                                                                                                                             | 井下局部降温。   | 研发单位：煤科集团沈阳研究院有限公司。<br>应用单位：安徽淮南矿业集团潘三矿、国投新集刘庄矿等。                                | 企业自立项目        |
| 28 | 顶板与冲击地压防治 | 自震式微震监测系统        | 对矿井范围内发生的能量大于 100J、频率 0—150Hz、动态范围 110dB 的煤岩体破坏现象进行实时在线监测；系统软件实现监测结果的二维、三维可视化实时动态显示，通过对微震事件发生趋势的实时分析，可实现对矿井主要监测区域冲击地压危险的有效动态评价。系统配备了自激震源，可自动校对系统参数，大大提高系统整体监测精度。                                                                     | 冲击地压灾害防治。 | 研发单位：煤炭科学技术研究院有限公司。<br>应用单位：河南大有能源股份有限公司跃进煤矿、神华集团神东公司石圪台煤矿、新疆龟兹矿业有限公司、国投大同塔山煤矿等。 | “十二五”国家科技重大专项 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                     | 推广理由                                                                                                                                                                                                 | 适用领域      | 研发及应用单位                                                          | 备注            |
|----|-----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|---------------|
| 29 | 顶板与冲击地压防治 | 基于地震波 CT 探测的冲击危险性原位预评价技术 | 采用地震波 CT 探测获取煤岩层的波速，通过地震波波速、波速梯度、波速异常区最小临空距等与冲击危险性密切相关的特征参量，构建冲击危险性评价模型，最终获取工作面内煤岩层潜在的冲击危险区域，并以云图的形式加以展现。                                                                                            | 冲击地压灾害防治。 | 研发单位：天地科技股份有限公司。<br>应用单位：山东淄矿集团唐口煤矿、山东省郓城煤矿、新疆神新公司宽沟煤矿、吉林龙家堡煤矿等。 | 企业自立项目        |
| 30 |           | 煤矿冲击地压危险性综合评价及预警技术       | 以冲击地压发生载荷源为切入点，基于冲击启动载荷源时间、空间孕育特征，提出对冲击启动载荷源开展分源监测的理论。根据激发冲击启动的实际贡献大小，对不同监测方法各自的评价指标、结果进行权重综合，最终得到权重综合评价结果；基于冲击地压分源权重综合评价理论模型开发了煤矿冲击地压危险性综合评价及预警系统，实现了对微震、地音、应力、钻屑等多参量、多尺度预警信息的深度开发与融合，大幅提高了预警效率及效果。 | 冲击地压灾害防治。 | 研发单位：天地科技股份有限公司。<br>应用单位：甘肃华亭煤业集团华亭煤矿、砚北煤矿，河南大有能源股份有限公司千秋煤矿等。    | 企业自立项目        |
| 31 |           | 冲击地压灾害的微震远程在线监测预警平台及应用技术 | 针对目前微震监测信息获取滞后、传播速度慢、利用率低及难以有效挖掘冲击地压预警信息等问题，建立基于物联网技术的冲击地压微震远程在线监测平台，将不同矿井的微震监测信息进行联合分析，从全局角度对矿区冲击地压危险做出全面判断，同时开发基于实时微震信息的冲击危险专家诊断系统，实现对华亭、龙煤等矿区 26 个矿井进行冲击危险性远程诊断和决策，增强了冲击地压预警的时效性与准确性。             | 冲击地压灾害防治。 | 研发单位：中国矿业大学。<br>应用单位：甘肃华亭煤业集团、黑龙江龙煤集团鹤岗分公司、中煤集团大屯煤电公司、河南义马煤业集团等。 | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                    | 推广理由                                                                                                                                                                               | 适用领域                     | 研发及应用单位                                                                                      | 备注            |
|----|-----------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 32 | 顶板与冲击地压防治 | 微震监测三维切片数据处理分析及预测技术     | 对冲击地压矿井微地震数据进行处理、分析，实现了微震事件三维动态显示，基于时间、空间、强度概念对微震事件进行了动态分析，建立了微震事件与采矿活动的关系及危险区域判断方法；根据已有微震事件的统计，综合分析煤炮、冲击或矿震发生前后的微震事件规律及工作面扰动范围，为开展冲击地压的预测预报提供了依据。                                 | 冲击地压灾害防治。                | 研发单位：河南大有能源股份有限公司、河南省煤矿冲击地压防治工程技术研究中心、北京科技大学。<br>应用单位：河南大有能源股份有限公司千秋煤矿、跃进煤矿、耿村煤矿、常村煤矿、杨村煤矿等。 | 企业自立项目        |
| 33 |           | 松散承压含水层下采煤大面积冒顶压架灾害防治技术 | 基于岩层控制的关键层理论和地下水动力学原理，研究掌握了松散承压含水层下采煤大面积冒顶压架机理及发生条件，通过实施“危险预测—采前预防—采动预警—实时调控”的灾害防治技术对策，有效防范了采场大面积冒顶压架灾害发生。技术成果填补了我国松散承压含水层下采煤采场矿压和顶板突水防治理论的一项空白，为华东、华北松散承压含水层下采煤冒顶压架灾害防治提供了重要技术途径。 | 矿山开采岩层移动与控制、煤矿冒顶与地压灾害防治。 | 研发单位：中国矿业大学、皖北煤电集团有限公司。<br>应用单位：安徽皖北煤电集团祁东煤矿、任楼煤矿等。                                          | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                      | 推广理由                                                                                                                                                           | 适用领域           | 研发及应用单位                                                          | 备注             |
|----|-----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| 34 | 顶板与冲击地压防治 | 巨厚火成岩下采动应力演化规律及隔离注浆充填减灾技术 | 针对巨厚坚硬岩层下采煤导致的采动灾害问题,在研究掌握关键层结构对采动应力的影响规律的基础上,揭示了巨厚火成岩下采动应力演化规律与致灾机理,提出了巨厚火成岩下隔离注浆充填减灾技术并形成了对应的工艺参数设计方法。该技术适用于防止厚层坚硬顶板下采煤坚硬顶板破断诱发的地表突然塌陷、冲击地压等灾害,在淮北矿区得到了成功应用。 | 矿井冒顶与冲击地压灾害防治。 | 研发单位:中国矿业大学、淮北矿业(集团)有限责任公司。<br>应用单位:安徽淮北矿业集团海孜煤矿、杨柳煤矿等。          | “十二·五”国家科技支撑计划 |
| 35 |           | “采充留”无煤柱开采一体化技术           | 研发了悬挂式双伸缩捣实机构,实现体积比近100%充填,提高抗压强度,减弱工作面的矿压显现,更好地控制顶板下沉;研究充填双沿空留巷支护工艺,实现了无煤柱开采;研制的连体式充矸皮带卸载架,杜绝了漏矸现象,提高了充填自动化水平。                                                | 顶板灾害防治。        | 研发单位:新汶矿业集团有限责任公司翟镇煤矿。<br>应用单位:山东能源新矿集团翟镇煤矿、新汶矿业集团新巨龙公司等。        | 企业自立项目         |
| 36 |           | 动压失稳巷道网壳锚喷支护技术            | 网壳锚喷结构安装速度快,安装后立即对巷道表面提供较强的连续支撑,可有效地防止围岩松动,同时具有一定的让压性能,满足了软弱、动压破碎巷道支护的需要;实现了支架轻型化、立体化、连续化,使支架的整体稳定性大大增强,承受采动荷载的同时,降低了支架成本,简化了安装作业。                             | 顶板灾害防治。        | 研发单位:安徽理工大学。<br>应用单位:安徽淮南矿业集团谢桥煤矿、潘三煤矿、淮北矿业集团桃园煤矿、江西萍乡矿业集团安源煤矿等。 | 高校自立项目         |

| 序号 | 专业类别      | 技术名称                | 推广理由                                                                                                                                                       | 适用领域       | 研发及应用单位                                                                                                         | 备注       |
|----|-----------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 37 | 顶板与冲击地压防治 | 综采面中等稳定顶板运输顺槽超前支护技术 | 采用跨骑式龙门结构解决了支架与运输顺槽大型转载破碎设备的配套不合理问题;支架与破碎机互为支点相互拉移前进;采用多级铰接式顶梁结构,顶梁与掩护梁采用十字连接头连接形式,提高支架与巷道顶板支护的适应性以及较大范围的合理有效支护。                                           | 顶板灾害防治。    | 研发单位:中煤科工集团太原研究院有限公司。<br>应用单位:陕西银河煤业开发有限公司薛庙滩煤矿、华晋焦煤有限责任公司王家岭煤矿、山东兖矿煤业榆林能化公司榆树湾煤矿、陕西陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司、张家峁矿业有限公司等。 | 太原市科技项目  |
| 38 | 粉尘防治      | 掘进面控风稳压协同增效除尘技术     | 将控风和降尘相结合,一方面利用空气幕引射风流向工作面通风,在巷道内形成稳定的布满巷道的稳定风流并不断向掘进头推进;另一方面利用射流产生的负压,将综掘工作面的含尘风流吸入利用射流水制成的湿式除尘器净化处理后再排向巷道空间。设备风量可达 320—600m <sup>3</sup> /min,除尘效率为 93%。 | 矿井综掘工作面除尘。 | 研发单位:煤炭科学技术研究院有限公司。<br>应用单位:山西晋煤集团、陕西旬邑县中达燕家河煤矿等。                                                               | 国家国际合作专项 |

| 序号 | 专业类别 | 技术名称               | 推广理由                                                                                                                                                                                                  | 适用领域                        | 研发及应用单位                                                     | 备注            |
|----|------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| 39 | 粉尘防治 | 煤矿新型泡沫混凝土自动化湿喷成套技术 | 集自动上料、搅拌、制泡—混泡、远距离输送及喷射为一体，同时满足了煤矿井下煤巷快速封闭要求，施工方便，操作简单，自动化程度高，工人施工密闭墙效率提高 40%以上。湿喷较潮喷喷射混凝土抗剪强度提高 20%，同样强度要求下按潮喷 150mm 喷厚可降低喷层厚度 30%，机旁粉尘浓度小于 6mg/m <sup>3</sup> 。                                     | 各类矿山井巷与地下工程、建筑工程、隧道开挖等施工项目。 | 研发单位：兖州煤业股份有限公司、山东大学。<br>应用单位：山东兖矿集团东滩煤矿、鲍店煤矿等。             | 山东省技术创新计划重点项目 |
| 40 |      | 矿用气动湿式孔口除尘技术       | 遵循抽尘净化思路，采用空气引射器作为动力装置，利用科恩达效应产生负压抽吸能力，将钻孔过程中产生的粉尘强力抽吸进除尘器，在惯性、碰撞、扩散、吸附等多种除尘机理作用下，将含尘气流进行净化并将干净空气排入巷道内。额定处理风量为 12m <sup>3</sup> /min，耗气量 0.75m <sup>3</sup> /min，除尘器总粉尘除尘效率达 97%，呼吸性粉尘除尘效率达 80%。      | 钻孔孔口除尘。                     | 研发单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位：山西阳煤集团、四川川煤集团、陕煤集团、中国平煤神马集团等。 | 企业自立项目        |
| 41 |      | 煤层注水监控系统           | 采用压力流量传感器，实现对注水过程中的流量、压力监测；程序可对总注水流量和总注水时间进行统计；同时可对注水过程中的异常情况（压力异常、流量异常）进行检测和处理，实现异常断水；同时接入安监系统，实时在线对注水系统的运行及注水过程进行监控；自动调整动静压注水时间，提高注水对煤层湿润效果。系统注水压力不高于 16MPa，流量检测范围 0—10m <sup>3</sup> /h，模拟量输出 2 路。 | 煤层注水防尘。                     | 研发单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位：山西阳煤集团、中国平煤神马集团、四川川煤集团芙蓉公司等。  | 企业自立项目        |

| 序号 | 专业类别  | 技术名称         | 推广理由                                                                                                                                                                                      | 适用领域                         | 研发及应用单位                                                                               | 备注     |
|----|-------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 42 | 粉尘防治  | 粉尘设限喷雾降尘技术   | 由粉尘浓度传感器、喷雾控制箱、光控传感器、防爆电磁阀、水幕等 5 部分组成,利用粉尘浓度传感器实时监测某尘源点处粉尘浓度;当监测值高于设定限值时,控制箱控制电磁阀打开,开始喷雾;当监测值小于设定限值时,停止喷雾;喷雾期间如果有人员经过,自动延时喷雾;超限设定范围为 0—500mg/m <sup>3</sup> ,光控传感器最大探测距离为 7m,可控制 1—4 道水幕。 | 煤矿井下巷道除尘。                    | 研发单位:中煤科工集团重庆研究院有限公司。<br>应用单位:安徽淮北矿业股份有限公司物资分公司、山西阳煤集团、贵州水城矿业股份有限公司、山东济宁市天固工矿科技有限公司等。 | 企业自立项目 |
| 43 | 煤矿机械化 | 小断面岩巷掘进机     | 对机架、装运机构进行创新设计,有效降低了整机高度;以计算机技术为平台,实现遥控操作、集中自动润滑、智能状态监控和故障诊断等功能;具有体积小、适应断面小(最小为 8m <sup>2</sup> )、破岩能力强(岩石硬度不超过 80MPa、局部不超过 100MPa)、整机稳定性好、自动化程度高、性价比高等特点,可降低施工费用,缩短巷道掘进时间,提高综掘工作面安全性。    | 适用于煤矿井下小断面岩巷或瓦斯抽放巷道的综合机械化掘进。 | 研发单位:中煤科工集团太原研究院有限公司。<br>应用单位:四川川煤集团代池坝煤矿、国投新集刘庄煤矿、山西阳煤集团新景煤矿等。                       | 企业自立项目 |
| 44 |       | 煤巷高效快速掘进成套装备 | 采用掘、支、运三位一体高效快速掘进技术,应用掘锚一体机组、锚杆转载机组、可弯曲胶带转载机、自移机尾等成套装备,代替功能单一的掘进机、单体锚杆机、皮带转载机等设备,实现掘、支、运平行连续作业,所有工序机械化一次完成,增强作业安全,减少工作面 30%的操作人员,大幅提高巷道掘进效率。                                              | 地质条件较简单、围岩较为完整稳定的煤巷掘进。       | 研发单位:中煤科工集团太原研究院有限公司。<br>应用单位:神东煤炭集团大柳塔煤矿、山西阳煤集团二矿等。                                  | 企业自立项目 |

| 序号 | 专业类别  | 技术名称            | 推广理由                                                                                                                      | 适用领域                | 研发及应用单位                                                          | 备注            |
|----|-------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|
| 45 | 煤矿机械化 | 煤矿用多功能巷道修复机     | 集履带行走、破碎扩巷、挖掘装载、转载运输及锚护等功能一体化，具有锚护时间短及护顶、护帮安全可靠等特点，与带式转载机和带式输送机配套，实现巷修机械化作业，减轻了工人的劳动强度，作业人员减少 50%，效率提高 3 倍。               | 煤矿巷道修复。             | 研发单位：中煤科工集团太原研究院有限公司。<br>应用单位：淮南矿业集团朱集东煤矿、陕西永陇能源开发建设有限责任公司崔木煤矿等。 | 企业自立项目        |
| 46 |       | 全液压锚杆锚索钻车       | 采用整体升降工作平台，钻机钻臂可进行 360° 旋转，可实现巷道内不同高度、不同角度锚杆锚索孔、炮眼孔、探测孔的机械化施工作业；钻车具有钻进功能全面、安全性好、工作效率高、工人劳动强度低等特点，能大大缩短支护作业时间，提高支护效率和支护质量。 | 煤巷及半煤岩巷道掘进工作面支护。    | 研发单位：淮南矿业（集团）有限责任公司。<br>应用单位：安徽淮南矿业集团顾桥矿、淮浙煤电公司顾北煤矿分公司等。         | 企业自立项目        |
| 47 |       | 急倾斜薄煤层无人化综采刨运机组 | 利用电液控制及变频控制技术，适用于煤层倾角 85° 以下的急倾斜薄煤层走向长壁正倾斜综采工作面的刨运机和液压支架。在顺槽实现了集中控制，开采过程中实现了工作面内无操作人员；刨运梁既作刨头承载体又作移架横梁，省略了输送机，实现了自溜落煤。    | 急倾斜薄及中厚煤层自动化、无人化开采。 | 研发单位：天地科技股份有限公司。<br>应用单位：四川煤炭产业集团等。                              | “十二五”国家科技支撑计划 |

| 序号 | 专业类别          | 技术名称             | 推广理由                                                                                                                  | 适用领域         | 研发及应用单位                                                                                                                        | 备注              |
|----|---------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 48 | 煤矿信息化、自动化、智能化 | 千万吨级综采工作面智能型输送系统 | 具有顺槽设备快速推进、链条自动张紧、状态监测及故障诊断、中部槽材料耐磨技术和高压大功率变频调速及集成控制等特点,形成了一套具有自主知识产权的千万吨级综采工作面的智能型输送系统,满足于大采高一次采全高工作面高产高效智能绿色开采装备需求。 | 煤炭综采技术与装备。   | 研发单位: 山西煤矿机械制造股份有限公司、太原理工大学、深圳市库马克新技术股份有限公司、西山煤电(集团)有限责任公司、西山晋兴能源有限责任公司。<br>应用单位: 陕西陕煤化集团红柳林煤矿、山西西山晋兴能源有限责任公司斜沟矿、阳煤集团、同煤集团等。   | “十二五”智能制造装备发展专项 |
| 49 |               | 薄及中厚煤层自动化开采技术    | 以实现综采工作面常态化无人作业为目标,以可视化远程干预为手段,自动完成工作面割煤、推溜、移架、运输、灭尘等过程,将采煤工人从环境恶劣、危险的综采工作面解放出来,达到工作面少人、无人开采的目的。                      | 煤矿薄及中厚煤层工作面。 | 研发单位: 淮南矿业(集团)有限责任公司、北京天地玛珂电液系统有限公司、西安煤矿机械有限公司、中煤张家口煤矿机械有限责任公司、郑州煤矿机械集团股份有限公司、沈阳天安科技股份有限公司。<br>应用单位: 安徽淮南矿业集团张集矿、陕西陕煤化集团黄陵一矿等。 | 企业自立项目          |

| 序号 | 专业类别           | 技术名称             | 推广理由                                                                                                                                             | 适用领域     | 研发及应用单位                                                        | 备注     |
|----|----------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------|--------|
| 50 | 煤矿信息化、自动化、智能化  | 基于物联网技术的井下交通管理系统 | 基于自适应信号灯光强度调节技术,利用暗通道先验知识,采用小波层次去噪图像处理技术,实现了红绿灯交通管理、巷道车辆定位与测速、闯红灯拍照及车辆运行实时监测,可以有效杜绝运输过程中的不安全行为,提高了运行效率,改善井下无轨胶轮车的运输秩序,提高交通运输的能力及车辆与人员的安全。        | 煤矿井下运输。  | 研发单位: 山西科达自控股份有限公司。<br>应用单位: 神华神东煤炭集团乌兰木伦煤矿、大柳塔煤矿等。            | 企业自立项目 |
| 51 |                | 一线式矿山监控定位广播信息系统  | 采用多主并发工业现场总线和全数字式传感器及全数字编码传输,提高矿山监控系统的实时性和抗干扰性;采用标准通信协议和标准的总线架构,实现了传感器、控制器、人员定位读卡器、广播终端等不同设备在同一总线上的混合挂接并互相感知,达到了现场层级的数据融合和系统联动;系统扩展性好、结构简单、维护方便。 | 矿山信息化。   | 研发单位: 重庆菲莫科技有限公司。<br>应用单位: 重庆巫山县兴营煤矿有限责任公司、陕西陕煤集团张家峁矿等。        | 企业自立项目 |
| 52 | 通信联络、紧急避险、人员定位 | 本质安全型多功能矿灯       | 作为井下作业必备的设备,不仅局限于井下照明,而且能与无线通信技术、定位技术、传感技术、智能控制技术相结合实现多种功能;主副 LED 光源,照度高,工作时间长,照明光束范围达到上下左右各 60°;灯光具有“亮一暗闪烁”报警、提示功能(短消息发送、报警信息)。                 | 煤矿及非煤矿山。 | 研发单位: 天地(常州)自动化股份有限公司。<br>应用单位: 国投新集刘庄煤矿、中国华能集团北方联合电力公司高头窑煤矿等。 | 企业自立项目 |

| 序号 | 专业类别                   | 技术名称                            | 推广理由                                                                                                                                                                  | 适用领域                                       | 研发及应用单位                                                        | 备注                             |
|----|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 53 | 通信联络、<br>紧急避险、<br>人员定位 | 长时自救器及<br>中继技术装备                | 长时自救器解决了瓶阀与减压及供氧的集成,具有独立的氧气补给装置,采用了高强度透明外壳及双密封技术,额定防护时间达到 100min。中继站具有一定的防冲击能力( >0.1MPa),可与矿井压风系统连接,内配置了 100min 压缩氧自救器、高压储气瓶、便携式甲烷氧气一氧化碳检测仪、应急矿灯、医疗急救包等,用于受灾人员的自救与逃生。 | 煤矿及非<br>煤矿山、<br>隧道等。                       | 研发单位: 煤科集团沈阳研究院有限公司。<br>应用单位: 黑龙江龙煤集团双鸭山分公司东荣二矿、双阳矿等。          | “十 二<br>五”国<br>家科技<br>支撑计<br>划 |
| 54 |                        | 煤矿重大事故<br>三维模拟与逃<br>生演练培训系<br>统 | 创建了逼真的虚拟现实世界,通过煤矿重大灾害模拟、自救逃生、应急救援演练、危险识别等功能模块使学员在体验各种真实场景同时,认识灾害的发生、发展过程及危害,通过交互学习,掌握煤矿重大事故的应急救援、逃生演练技术,从而提高救援演练的整体技术水平、思想素质及各种突发状况的应对能力。                             | 煤矿安全<br>培训、事<br>故模拟仿<br>真、应急<br>救援演练<br>等。 | 研发单位: 煤科集团沈阳研究院有限公司。<br>应用单位: 内蒙古扎赉诺尔煤业有限责任公司、平庄煤业(集团)有限责任公司等。 | “十 二<br>五”国<br>家科技<br>支撑计<br>划 |
| 55 |                        | 煤矿安全生<br>产三维可视化<br>综合平台系统       | 以真实的矿井为原型,将监测数据与实时渲染引擎集成,对三维场景进行实时编辑及动态更新,结合具有精确坐标和空间信息的交互式人机环境,建立了基于三维虚拟场景构建技术的煤矿安全生产三维可视化综合平台系统。该系统以它最显著的直观与交互性,能高效分析和解决问题,提高应急情况下的快速反应能力,为灾变指挥、应急救援及安防调度提供信息支撑。    | 煤矿及非<br>煤矿山<br>等。                          | 研发单位: 重庆大学。<br>应用单位: 山西阳煤集团新景矿、贵州盘江精煤股份有限公司金佳矿等。               | “十 二<br>五”国<br>家科技<br>支撑计<br>划 |