

矿业新闻

机器人绘制 3 - D 矿井图

2002 年 7 月美国宾夕法尼亚 Queecreek 矿难暴露了 2 - D 矿井图的缺陷。9 名工人被困在淹水煤井中 77 小时,虽然他们的图指示他们距离废弃矿井有

几百英尺。今年 5 月,一个能制作 3 - D 图的自动机器人开始对 Queecreek 西北约 60 英里的 Matheies 煤矿进行探查。这个被它的发明者叫做“地猪”(Groundhog)的机器人车在 5 月 30 日上午 11 点左右进入一个 1067 m 深的矿井,试图在那里的地下空间进行首次自动导航和制图操作。

媒体成员从附近一条高架路上的铁丝网围栏后看到,地猪爬上矿井入口,停下来,通过上下倾斜它的激光传感器,四下张望一番,然后进入了矿井。以后几个小时,工程师们能接收地猪发送的无线电信号,告诉他们它仍在工作;不过,一旦地猪在竖井中遇到了问题,一切通讯都将终止。遇到这种情况,在接下去几个小时,工程师们只能等待,看地猪遇到了什么,它是否会作出正确决定。

“如果它在矿井另一端出现,那将是地下世界制图的一个新时代的到来,”Carnegie Mellon 机器人研究所的 Sebastian Thrun 在部署地猪前说。他是 William Whittake 和 Scott Thayer 所领导的与 LLC 耐用机械技术公司合作开发地猪的一个研发组的成员。“直到今天还没有一种好的三维立体制图技术。”Thrun 说。

3 - D 图是对 2 - D 图的一种巨大改进,除了位置数据外,还提供矿井整体结构的信息。了解地下矿井的结构是否健全可帮助矿主选用矿井。就 Mathies 矿而言,矿主在考虑在矿井中布置排水管线。地下矿井的结构信息也有助于废弃矿井上面的土地所有者作出土地利用的决策。

不过,地猪还提供另一种或许更重要的服务:使人避开废矿井。它可以通过探测矿井中威胁勘测人员安全的隐蔽坑洞绘制更完全的矿井图。如果矿井崩塌,损失机器人总比损失生命要好。

“这种技术将提高矿井的安全性,”宾夕法尼亚环境保护部的 Bill Plassio 说。这个部为开发地猪提供了资助。据 Plassio 估计,仅在西宾夕法尼亚就有 8000 到 9000 个废矿井,所以对可靠制图技术的需求是巨大的。

把这些技术和安全的考虑纳入一个工作原型(working prototype)要解决许多软、硬件问题。矿井中空间有限,地面凹凸不平,为了解决机器人在那里行走的问题,研究人员把地猪设计成一种坚固的四轮车:重约 1600 磅,高约 37 英寸,宽 39 英寸,长 60 英寸,由 6 个 8 伏的电池供电,可工作约 10 小时。电子元件是防爆密封安装的,以防止点燃矿井瓦斯;瓦斯传感器有在危险浓度时使地猪停止工作的功能,从而提供了额外的安全保障。一个陀螺仪可使地猪保持不变的方向;倾斜传感器可防止它翻倒;浮动传感器可告诉地猪在它进入太深的水时如何动作。在地猪的前后两面,内装 180 扫

描范围激光探测器的传感器单元、照明灯和低光照相机可在地猪遇到障碍时有可能作出应对。传感器单元可上下旋转,查看矿井的顶底板,核实可能阻碍地猪前进的地面障碍或顶板沉陷,同时还可对矿井壁进行连续扫描。激光的“回波”可提供到特定目标距离所需的数据。

虽然地猪去年勘察过其它矿井,但在 Mathies 矿是对它自动操作的第一次实地检测。工程师不能给它发出指令;地猪中的高级软件可对各种运动决定负责。利用激光传感器,地猪试图绘出前进的安全路线,避开路上的坑洞、水和其它障碍。“基本逻辑有如迷宫中的老鼠,”Whittake 说。“地猪一边前进,一边发现它周围的环境,作出决定。”同时在它的存储器中存储了关于矿井形态的 3 - D 数据。

当天下午 1 44, Thrun 宣布地猪在矿井中行进 308 m,在那里遇到一个不可逾越的障碍。“这时,它作出了绝对正确的决定——我无法前进,我将返回,”Thrun 说。在返回路上走了约 130 m 后,地猪开始出现故障。这时,工程师们从地猪的存储器中下载了一些数据。数据表明,地猪在 308 m 处遇到一根从顶板落下的横梁。

下载后不久,与地猪的无线电通讯中断。2:50 左右,这次测试终止,地猪仍在矿井中。后来,负责矿井安全的人员得到了进入矿井的间隙时间,手工重新启动了这个机器人,使研发组得以回收地猪,并下载了数据。

尽管这次测试中断了,研发组仍对地猪的表现感到满意。“我们实现了在与机器人无通讯情况下的自动导航,”Thrun 说。研发组还能为矿主提供这个矿井整体结构的宝贵信息。

“我对我们能把这种技术开发成一种有用的工具满怀希望,”Plassio 说,“但我们还有很长的路要走。”

Whittaker 说:“今天仅仅是播下第一颗种子……我们现在在采矿、制图和救援方面有了一种新工具的雏形。”进一步的开发可能包括制造可进入钻孔的雪茄形机器人,进而发展到制造在矿井内巡逻的机器人。研究人员还看到了制造能部署在淹水矿井中对其制图的机器人“矿井鱼”的可能。与地猪一起,这些机器人将可为采矿人员提供防止另一次 Queecreek 矿难的必要信息(据 Tim Palucka, Geotimes, 8 2003)。

期刊集萃

《经济地质学与经济地质学家协会会刊》(Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologist)2003 年 6 ~ 7 月第 98 卷第 4 期为非硫化物锌矿床专刊,特约编辑为 D F Sangster,刊载论

文 10 篇。题目如下:非硫化物锌矿床:一个新视角——引言(D F Sangster);非硫化物锌矿床的分类、成因和勘探指南(Murray W Hitzman 等);欧洲的非硫化物锌矿床:概观(Maria Boni 和 Duncan Large);意大利撒丁西南部的“天然

硅酸锌”:表生锌矿化的地质学、矿物学和稳定同位素地球化学(Maria Boni 等);纳米比亚南部 Skorpion 表生锌矿床的地质学(Gregor Borg 等);泰国 Mae Sod 地区 Padaeng 表生锌矿床(Neal A Reynolds 等);哈萨克斯坦 Shaimerden 表生锌矿床(M B Boland 等);澳大利亚南部 Flinders 山脉 Beltana 硅锌矿床的地质学(Iain M Groves 等);热液环境中硅锌矿的形成(Joël Brugger 等);美国新泽西州富兰林 Furnace 磁铁矿层的地球化学以及新泽西高原层状铁氧化物矿与层状硅氧化物—硅酸盐矿的关系(Craig A Johnson 和 Brian J Skinner)。该刊 8 月第 98 卷第 5 期刊载论文 8 篇。题目如下:Zimbabwe 克拉通中晚太古代含镍科马提岩—岩浆体系、物理火山学和矿石成因(M D Prendergast);Kabompo 穹窿 Kalumbila 地区赋存在变质的元古代碳质页岩中的 Co - Ni - Cu 矿床:赞比亚西北部的铜带含矿页岩(Nick Steven 和 Richard Armstrong);波兰上西里西亚赋存在碳酸盐中的 Zn - Pb 矿床:矿化流体的成因和演化以及成因模式约束(Wouter Heijlen 等);西班牙东部 Maestrat 盆地与赋存在表成碳酸盐中的 Zn - Pb 矿床有关的流体的地球化学:流体包体和同位素(Cl, C, O, S, Sr)证据(Fidel Grandia 等);中国湖南柿竹园夕卡岩型 W - Sn - Bi - Mo - F 矿床的矿化和流体包体研究(Huan - Zhang Lu 等);澳大利亚东南部 Murray 盆地上新世海平面变化和重矿物海滩砂矿的形成(Peter S Roy and John Whitehouse);粗粒冲积网状河系中的沉积砂矿堆积(J P Burton 和 Philip Fralick);高空红外数据在探矿中的功效:在美国亚利桑那州北 Patagonia 山的应用(Byron R Berger)。另外还刊载了 3 篇科学通讯:用先进的空载热发射—反射探测仪—一种新的卫星影像系统—对美国内华达州 Cuprite 地区的热液蚀变岩石进行制图(Lawrence C Rowan 等);墨西哥浅成热液矿床的年龄:区域意义以及与第三纪火山活动的关系(Antoni Camprubí 等);根据铅同位素推测钨来源在太古宙到第三纪地壳矿化中的演化(Massimo Chiaradia)。

†f 俄罗斯英文版《岩性学与矿物资源》(Lithology and Mineral Resources) 2003 年第 38 卷第 4 期刊载了 7 篇论文, 题目如下:《岩性学与矿物资源》40 年:1963 ~ 2003 (V N Kholodov);海底埋藏砂矿的远矿晕:形成条件和远景含义(N G Patyk - Kara);沿岸碎屑流中重矿物的分异和沿海砂矿形成过程模拟(A V Lalomov);磷的地球化学和邻块岩的成因:通讯 1 - 陆源物质在表生磷地球化学中作用(V N Kholodov);表生作用基于同位素地球化学的某些特征(V I Vinogradov);白海东南沿海地区砾岩型岩石的可能内剩成因(A S Baluev 等);印度洋 Kerguelen 高原的火山活动:成分、演化和来源(A V Artamonov 和 B P Zolotarev)。

†f 俄罗斯英文版《矿床地质》(Geology of Ore deposits) 2003 年第 45 卷第 4 期刊载 7 篇文章, 题目如下:从俄罗斯国家战略利益看 PGM 矿床的潜在资源(N P Laverov 和 V V Distler);俄罗斯 Pokrovsk 矿田的贯入构造和金—银矿化(V

G Khomich 和 N G Boriskina);世界的金和金矿床:成因和成矿潜力(Yu G Safonov);复杂贵金属矿床选矿技术的进展(V A Chanturiya);俄罗斯科拉半岛 Monchegorsk 层状岩浆杂岩中的 PGE 矿化(T L Grokhovskaya 等);PGE 的矿物形成和乌拉尔 Syum - Keu 地块的结构(L I Gurskaya 和 L V Smelova);俄罗斯南 Sikhote Alin 地区 Pribrezhnaya 的金属成矿(Yu P Yushmanov)。

†f 《地球物理勘探》(Geophysical Prospecting) 2003 年第 51 卷第 3 期刊载了 7 篇文章, 目录如下:低频在次玄武岩成像中的应用(Anton Ziolkowski 等);变频波在次玄武岩成像中的应用的定量研究(Peter Hanssen 等);通过折射地震走时的 tau - p 转换进行速度成像(P Barton 和 N Barker);通过 tau - p 转换进行结构和速度的联合叠加处理(G D Jones 等);Faeroe - Shetland 盆地玄武岩流的成像和区域分布(Robert S White 等);从玄武岩模型的广角多元 OBC 数据分离 P 波场和 S 波场(Yanbin Wang 和 Satish C Singh);玄武岩流覆盖陆地区次玄武岩成象的案例研究(Moshe Reshef 等)。该刊同卷第 4 期也刊载了 7 篇文章, 目录如下:通过子波转换去除磁场的方向趋势:在考古地区的应用(Maurizio Fedi 和 Giovanni Florio);用 DC 电阻率层析技术检测山区永冻层及其特征(Christian Hauck 等);通过数值模拟对时间推移现象的特征进行非线性反演(A Abubakar 等);散射角/方位角域的地震速度分析(S Brandsberg - Dahl 等);倾斜横向各向同性(TTI)介质中的 CDP 制图(第一部分):通过 CDP 制图与成因算法的结合进行速度分析(Yilong Qin 等);倾斜横向各向同性(TTI)介质中的 CDP 制图(第二部分):方法和效果(Yilong Qin 等);交叉排列中的 3D F - K 和有限微分倾向时差(Andrey V Masjukov);海床记录的 P - SV 转换波的相为特征(Hengchang Dai)。

†f 《地球化学勘探杂志》(Journal of Geochemical Exploration) 2003 年 8 月 80 卷第 1 期刊载 11 篇文章, 目录如下:印度 Ganges 河沉积物中重金属的起因于地质因素的分布和基准浓度(Munendra Singh 等);超痕量金和铂族元素分析地质样品的无污染制备(Noreen J Evans 等);墨西哥 Mezcala 地区古新世含 Au - Fe 岩石:来自地球化学特征的证据(E Gonz ález - Partida 等);希腊北部 Ni - 红土中的磷灰石和富含 Mn, Zn, Co 的铬铁矿以及它们的成因意义(Maria Economou - Eliopoulos);一种适用于对铜硫化物矿山废料进行地球化学研究的连续提取程序中的最可溶相的形成(Bernhard Dold);西班牙 Salamanca 省土壤和水中的砷及其与地质和采矿活动的关系(A Garcia - Sanchez 和 E Alvarez - Ayuso);新西兰 Macraes 矿区向压力—氧化加工排料过渡期间尾矿的地球化学变化(D Craw);西班牙 Almadén 矿区土壤中汞的分布和形成:一种初步观察(P Higuera 等);含 Se - Cu - Mo - V 煤层对中国山西省 Pingli 县环境影响的地球化学研究(W X Fang 等);西土耳其金的地球化学勘探:成功与失败(Huseyin Yilmaz)。