

مدلسازی سه بعدی از یک معدن طلا با استفاده از اسکن لیزری

معدن دیجیتال

آخرین به روز رسانی: سوم دسامبر ۲۰۲۰

نویسندگان: خانم دکتر جیان ونگ، آقای لی لی، آقای دکتر یان جیانگ

مترجم: فاطمه عمادیان مهر - کارشناس همکاری های علمی بین المللی

معدن طلای استان شاندونگ چین اولین معدن زیرزمینی کشور است که در آن از اسکن لیزری سه بعدی استفاده می شود. در طی یک پروژه یک ساله حدود ۲۰ کیلومتر از تونل های اصلی و بزرگ اسکن شده و نقاط ابری مورد پردازش قرار گرفته اند. این "معدن دیجیتال" امکان طراحی و برنامه ریزی بهتر، بررسی کمی محصولات، نظارت بر ماشین های تونل و معدن سازی را به همراه بالابردن میزان



امنیت میسر می سازد. دست اندرکاران در مورد چگونگی بکارگیری اسکن لیزری برای مدل سازی سه بعدی معدن طلا توضیح می دهند. ذخایر اصلی طلای چین در معدن طلای واقع در استان شاندونگ قرار دارند که بزرگترین معدن مولد منطقه می باشد و توسط گروه طلای شاندونگ (SGG) اداره می شود که یک موسسه دولتی وابسته به استانداری شاندونگ است. استخراج معادن زیرزمینی در شرایط دشوار کاری، اغلب با مسیر یابی های دور از دسترس و عمیق و با سودخالص جزئی انجام می گردد.

نقشه برداری متداول

نقشه برداری در تمام مراحل چرخه کاری یک معدن نظیر طرح ریزی نقشه و اجرا، عملیات، تولید، نظارت و بازسازی و احیا کاربرد داشته و مورد استفاده قرار می گیرد. به هر حال معادن زیرزمینی نیاز مبرم به مکان هایی برای نقشه برداری و نقشه کشی دارند. فضاهای تنگ و باریک و شرایط محیطی خشک و سخت، نصب و نگهداری علائم نقشه برداری را دشوار می سازد. تونل های طویل و باریک و جریان های ناخواسته هوا و توده های موجود در این مجراها، مانع بکارگیری بهینه تکنولوژی روز، به منظور کنترل دقیق و کامل می گردد، درحالی که طرح اولیه معدن و هزینه های عملیاتی بالا، دقت بسیار و گرفتن داده های کارآمد را می طلبد.

محدودیت های عملیاتی دستگاه های توتال استیشن، ژيروسکوپ و تراز، از دیگر جنبه های نامحسوس مشکلات کاری هستند. این تجهیزات برای کاربازرسی و نظارت، طرح و بررسی تونل ها و جمع آوری نقاط انفرادی مناسب بوده و در کار ساخت شبکه های نامرتب مثلث بندی شده (TIN) برای ایجاد مدل های ساده سه بعدی مفید می باشند. به هر حال، تولید مدل های تفصیلی سه بعدی از تونل ها، مسیرهای انحرافی و بدنه های سنگی به طور مجازی، با استفاده از نقشه برداری معمولی و متداول امری غیرممکن می باشد. نیاز به جمع آوری داده های زیرزمینی بهبود یافته برای ساختن یک معدن دیجیتال، موضوعی بود که گروه طلای شاندونگ، به آن پی بردند. اسکن لیزری سه بعدی با کاهش زمان و انرژی مورد نیاز در گرفتن داده ها می تواند دقت مورد نیاز را هم فراهم کند.



شکل ۱- دستگاه لیزر اسکنر در حال کار در یک معدن دیجیتال

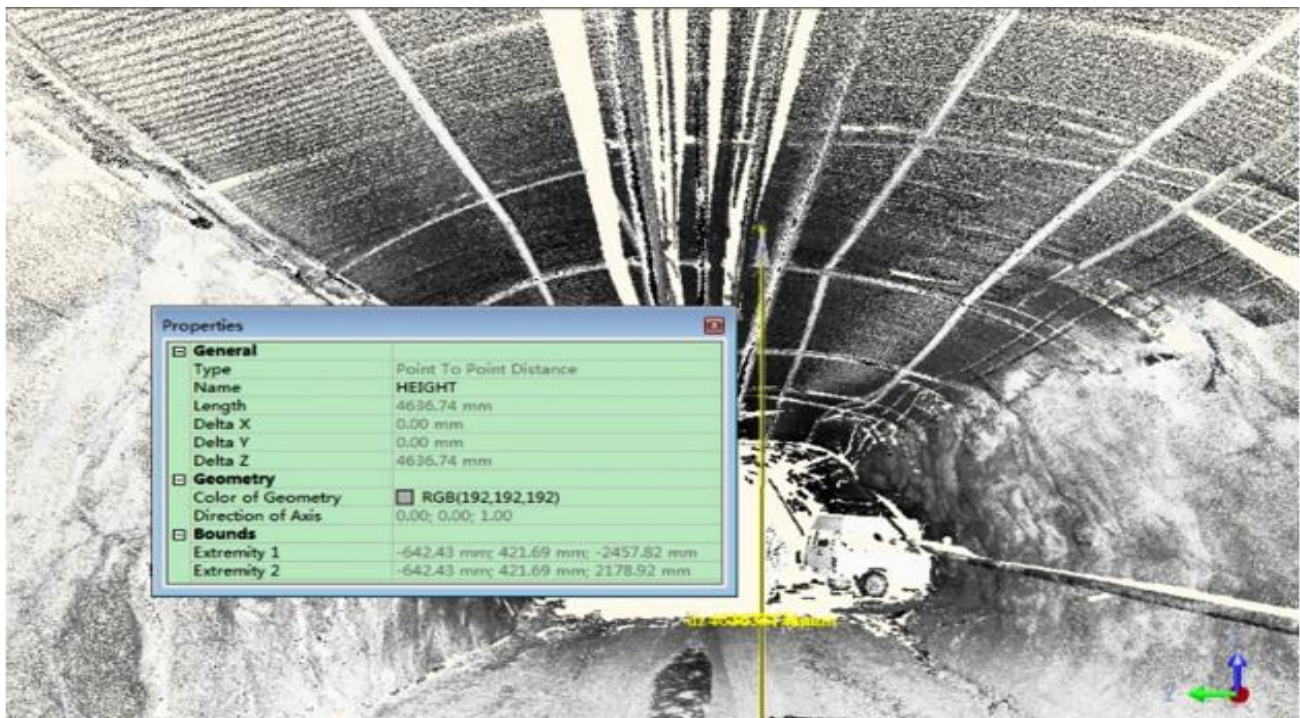
معدن دیجیتال

تفکراولیه در مورد معدن دیجیتال به سالهای ۱۹۹۰ برمی گردد، اما این تفکر هم اکنون به ایجاد مدل های دیجیتالی سه بعدی و عملیاتی از یک معدن تبدیل شده است. این تفکر، تجسم و مدیریت داده های فضایی از یک GIS را با توانایی های عملیاتی و تصمیم گیری سیستم برنامه ریزی منابع انسانی (ERP) تلفیق می نماید. هدف معدن دیجیتال افزایش امنیت و بالابردن راندمان کاری، تولید عملکرد بیشتر و بهبود مدیریت کارکنان، تجهیزات و منابع طبیعی است که این

شامل تجهیزات برای خودکار کردن ماشینها، تعمیرات و زمانبندی آنها و همچنین زمین شناسی، برنامه ریزی معدن و کاهش مخاطرات می باشد.

اسکن لیزری

در طی یک پروژه یکساله حدود ۲۰ کیلومتر از تونل ها که ۶۵۰ متر زیر سطح قرار داشتند، در شرایط داغ و مرطوب، توسط اسکنر سه بعدی Trimble FX اسکن شده و اطلاعات مربوط به آنها ضبط شد. (شکل ۱) این مرحله اسکن را به سطح متوسط عملکرد خود انتقال می دهد که البته (بستگی به بازتاب پذیری تا سطح بالای ۱۰۰ متر) و درجه حرارت متغیر بین ۵ تا ۴۵ درجه سانتیگراد دارد. اگر دقت میلیمتری مدنظر باشد. هنگامی که اسکن میدانی کامل یعنی ۳۶۰ در ۲۷۰ درجه مدنظر باشد هر پس اسکن pass scan حدود ۵ دقیقه بطول می انجامد که نتیجه آن ۶۵ میلیون نقطه اسکن شده می باشد. تونل ها باریک و با پهنای بین ۳ تا ۶ متر هستند. در حالی که فعالیتهای اندازه گیری نباید در تولید دخالت داشته باشند، اما سرعت بسیار مهم می باشد. با استفاده همزمان از سه پایه، براکت ها و ضمام آن ها، دستگاه اسکنر در مدت چند دقیقه سرهم و برپا می شود. هر اسکن کمتر از پنج دقیقه طول می کشد و نیازی به تراز کردن دستگاه نیست.



شکل ۲- اندازه گیری سه بعدی نقطه ابری با استفاده از Trimble RealWorks

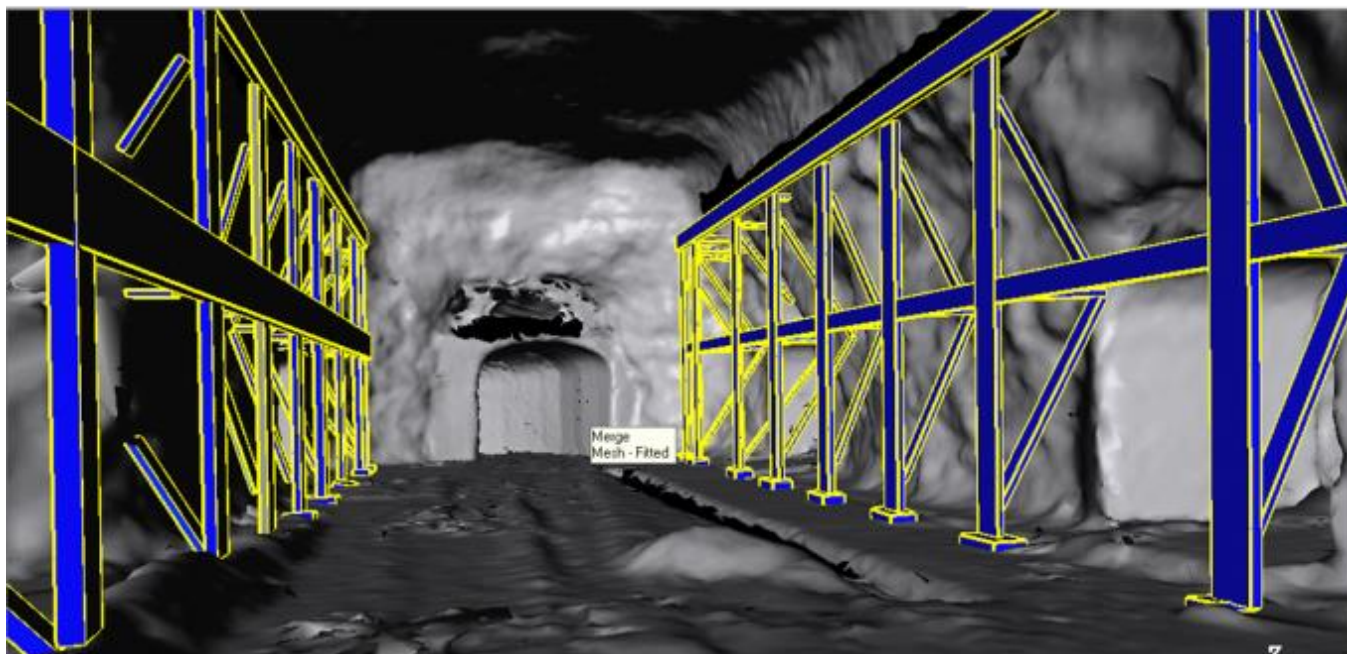
برای اطمینان از صدای متناسب بین اسکن های پی در پی، توپ های هدف در نقاط همپوشانی اسکن ها قرار داده شدند. آنها به عنوان نقاط گره و اتصال عمل کردند. برای اتصال اسکن ها به سیستم مختصات معدن، نقاط بر روی دیوارهای تونل علامت گذاری شدند به گونه ای که در اسکن ها قابل دیدن باشند. این علائم با استفاده از توتال استیشن فاقد

صفحه منعکس کننده، اندازه گیری شدند. انتشارخطهای دقیق براساس تنظیم کمترین مربعات، نشان داد که یک علامت بین هر ۴ اسکن برای دستیابی به دقت لازم برای همه محاسبات کلی، کافی است (با قطعیت بیشتر از ۰.۵٪).

مدل های سه بعدی

از نقاط ابری مرجع جغرافیایی، با استفاده از دستگاه تریمبل ریل ور کس (Trimble Real Works)، مدل های سه - بعدی تونل ها ساخته شد. (شکل ۲) برای بدست آوردن یک مجموعه داده های قابل کنترل، فاصله گذاری نقاط ابری اصلی از ۱ سانتیمتر به ۵ سانتیمتر تغییر یافت. کاهش فاکتور ۲۵، نه تنها در دقت مدلها بلکه در محاسبات بعدی هم تاثیری نداشت. لازم ایجاد یک TIN از دیوارهای تونل و توده ها، حذف مثلث های غیرضروری و جبران فضاهای خالی در داده ها بود، که از موانع یا تداخل امواج در هنگام اسکن کردن ناشی می شدند. سپس لوله ها و کانال ها، مجراها، کانال های زهکشی و سایر موارد بصورت دستی خارج شدند (شکل ۳).

موارد دیگر که اشکال منظم داشتند و به صورت نماهای سه بعدی مدل سازی شدند، مجراها و دیگر عوارض بودند. معدن دیجیتال حاصله (کنونی) بسیار دقیق تر و کامل تر بود از معدنی که در اثر بکارگیری روشهای متداول و معمولی ممکن بود حاصل شود. تمام داده ها به نرم افزار CAD منتقل شدند. از آنجا که سیستم Trimble FX می تواند داده ها را برای استفاده در بسته معدنی SURPACK تولید نماید، داده ها به سرعت با نرم افزار موجود بصورت جامع و یکپارچه در می آیند.

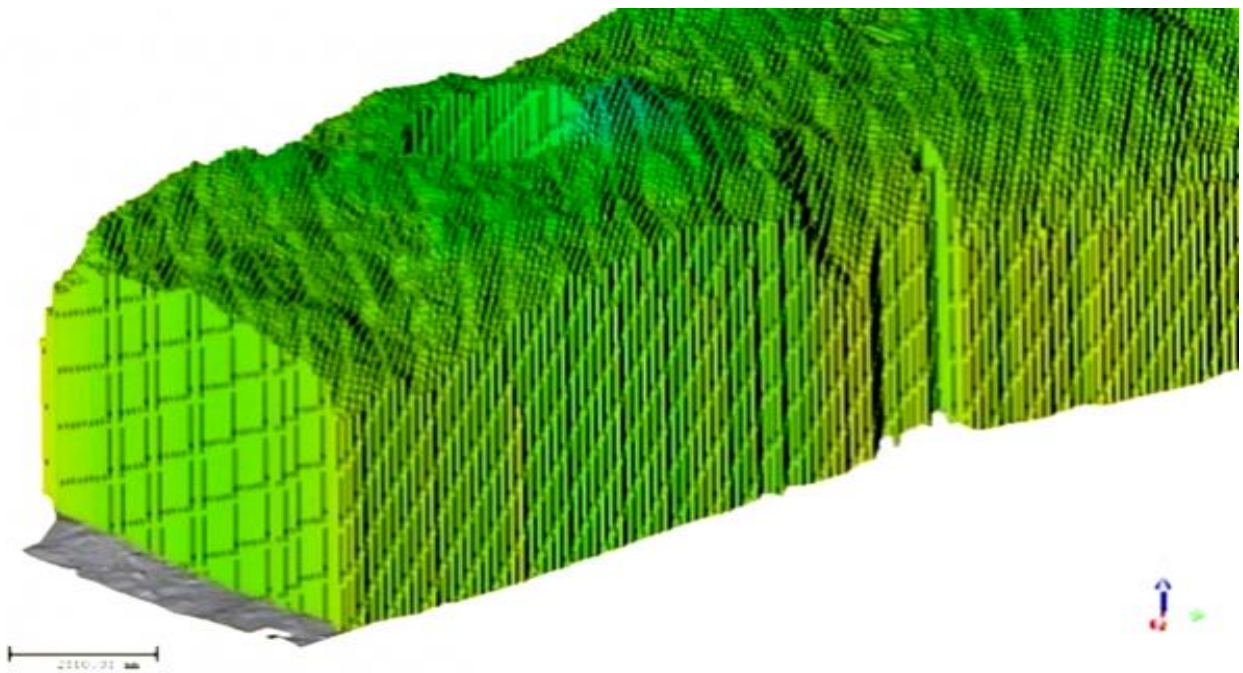


شکل ۳- مدل سه بعدی یک حفره معدنی که مدل TIN و استخراج دستی مواد ساختمانی را نشان می دهد.

برنامه های کاربردی

معدن دیجیتال اطلاعات به روزی در مورد شرایط، وضعیت و مقدار تولیدات در اختیار ما قرار می دهد. یکی از برنامه های کاربردی اصلی، محاسبه احجامی است که نیاز به تعریف و شناسایی یک سطح مرجع دارند و در کف تحتانی یک بخش از تونل واقع شده اند. سقف به صورت اشکال دوجوهی بنظر می رسد که بصورت مربع های کوچک شکل گرفته اند. هر مربع به صورت مکعب هایی به سمت سطح مرجع طرح ریزی شده و شکل گرفته است که این امر محاسبه احجام را امکان پذیر می سازد (شکل ۴). کاهش اندازه مربع ها مطابق با یک نمونه چگالی از سقف بوده و بنابراین دقت احجام را بالایی برد.

معدن دیجیتال همچنین، طی روند تغییر شکل و فرونشست خاک، امنیت بالقوه در تونل های جدید را با نمونه های طراحی اولیه مقایسه نموده و میزان امنیت را در هر دو مورد مشخص می سازد. به علاوه معدن دیجیتال، با ارائه مدل های تفصیلی از توده های سنگی و مدل های سه بعدی از تونل ها امکان به کارگیری ماشین های معدنی بدون ریل را فراهم می سازد. مقایسه معدن دیجیتال با نقشه پیش فرض آن، بررسی میزان پیشرفت این پروژه، در مواردی نظیر تشخیص نواحی بالای قوس ها یا پایین شکاف ها و بررسی حجم مواد جابجاشده، را ممکن می سازد.



شکل ۴- نمای مکعبی و عمودی ایجاد شده از نقطه ابری

نوامبر ۲۰۱۳ - نشریه بین المللی GIM

آخرین به روز رسانی: سوم دسامبر ۲۰۲۰

معرفی موءلفان:

خانم دکتريانگ ون،

- دانشيار دانشکده ژئوماتيک دانشگاه علوم و تکنولوژی شانگونگ،
- متخصص در تئوری پردازش داده های مدرن، تجزیه و تحلیل و بازرسی تغییر شکل زمین و
تکنولوژی لیدار



آقای دکتر یان جیانگ،

- استاد دانشکده ژئوماتيک دانشگاه علوم و تکنولوژی شانگونگ
- متخصص تجزیه و تحلیل و بازرسی تغییر شکل زمین



آقای لی لی،

- کارشناس ارشد و کمک معاون دانشکده ژئوماتيک دانشگاه علوم و تکنولوژی شانگونگ
- متخصص تکنولوژی لیدار



www.geomares-marketing.com