

**BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**  
Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa  
156A Quán Thánh, Ba Đình, Hà Nội



**Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật Đề tài:**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ  
SCADA PHỤC VỤ AN TOÀN LAO ĐỘNG  
TRONG NGÀNH KHAI THÁC HÀM LÒ**

*GS.TSKH. Nguyễn Xuân Quỳnh*

**Hà Nội, 05/2004**

**BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**

**Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa  
156A Quán Thánh, Ba Đình, Hà Nội**



**Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật Đề tài:**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ  
SCADA PHỤC VỤ AN TOÀN LAO ĐỘNG  
TRONG NGÀNH KHAI THÁC HÀM LÒ**

***GS.TSKH. Nguyễn Xuân Quỳnh***

**Hà Nội, 05/2004**

Bản thảo viết xong 05/2004  
Tài liệu này được chuẩn bị trên cơ sở kết quả thực hiện Đề tài cấp  
Nhà nước mã số KC.03.04

# DANH SÁCH CÁN BỘ KHOA HỌC CHÍNH THAM GIA THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

STT	Tên	Ghi chú
1	<i>GS.TSKH. Nguyễn Xuân Quỳnh</i>	Chủ nhiệm đề tài
2	<i>TS. Nguyễn Thế Truyền</i>	Chủ trì phân thiết kế các trạm đo
3	<i>ThS. Nguyễn Duy Hưng</i>	Chủ trì phân thiết kế hệ thống
4	<i>ThS. Trần Thanh Thủy</i>	
5	<i>ThS. Trịnh Hải Thái</i>	
6	<i>KS. Nguyễn Thị Hương Lan</i>	
7	<i>KS. Tạ Văn Nam</i>	
8	<i>KS. Nguyễn Nam Hải</i>	
9	<i>KS. Bùi Đức Trí</i>	
10	<i>KS. Nguyễn Đức Lương</i>	
11	<i>KS. Nguyễn Công Hiệu</i>	
12	<i>KS. Luyện Tuấn Anh</i>	
13	<i>KS. Kiều Mạnh Cường</i>	
14	<i>KS. Nguyễn Thế Vinh</i>	
15	<i>KS. Nguyễn Văn Cường</i>	

**\* CHUYÊN GIA CỐ VẤN CHUYÊN NGÀNH:**

*KS. Bàn Đức, Phó cục trưởng Cục Kỹ thuật An toàn - Bộ Công nghiệp*

*TS. Lê Văn Thao, Viện khoa học Công nghệ mở*

## BÀI TÓM TẮT

Đề tài Nghiên cứu Khoa học cấp Nhà nước KC.03.04 thuộc chương trình Khoa học Công nghệ quốc gia về Tự động hoá KC.03 có tên gọi : “*Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ SCADA phục vụ an toàn lao động trong ngành khai thác hầm lò*” là một trong những đề tài trọng điểm của chương trình KC.03. Những tai nạn do cháy nổ gây ra tại các mỏ than Việt nam và trên thế giới trước đó và gần đây đã gây ra nỗi bức xúc cho những người làm nghiên cứu Khoa học Công nghệ, đồng thời phản ánh tính thời sự cấp bách của đề tài.

Tuy thời gian thực hiện không dài nhưng đề tài đã đưa ra được nhiều kết quả nghiên cứu đáng kể cả về mặt khoa học, công nghệ và cả về mặt ứng dụng thực tiễn. Sau đây là một số kết quả nghiên cứu chính:

1. Đã khảo sát tương đối đầy đủ thực trạng khai thác than và kỹ thuật cảnh báo cháy nổ tại các mỏ than hầm lò của Việt Nam.
2. Nghiên cứu giải pháp tổng thể và thiết kế chi tiết cho hệ thống SCADA đặc thù phục vụ an toàn lao động trong ngành khai thác than hầm lò trong điều kiện khí hậu khắc nghiệt ở Việt Nam.
3. Xây dựng mô hình mô phỏng để phục vụ cho công tác nghiên cứu lý thuyết cũng như nghiên cứu thiết kế.
4. Chế tạo hoàn chỉnh hệ thống SCADA phục vụ an toàn lao động trong khai thác than hầm lò. Đồng thời đề tài cũng chế tạo thành công bộ cảnh báo cháy nổ cầm tay đưa vào ứng dụng được các công ty than hết sức hoan nghênh và hiện nay đang chuyển sang dự án sản xuất hàng loạt.
5. Hệ thống thiết bị SCADA của đề tài đã được đưa vào ứng dụng nhiều tháng nay tại khu mỏ và mang lại hiệu quả kinh tế rõ rệt. Hệ thống đã được Tổng công ty than Việt Nam đánh giá cao và hứa hẹn nhiều triển vọng.
6. Về mặt khoa học, đề tài đã công bố được 8 công trình khoa học trong và ngoài nước. Hai nghiên cứu sinh đang làm luận án Tiến sĩ theo hướng nghiên cứu của đề tài. Nội dung các luận án là những phát triển sâu hơn về mặt học thuật của nội dung nghiên cứu Đề tài.

Cuối cùng đề tài đã xây dựng được mô hình đầy đủ tại phòng thí nghiệm phục vụ cho công tác nghiên cứu lâu dài, đồng thời đào tạo được một đội ngũ cán bộ chuyên sâu cho hướng nghiên cứu này.

# MỤC LỤC

<b>PHẦN I : MỞ ĐẦU</b> .....	<b>5</b>
I. GIỚI THIỆU CHUNG .....	5
II. MỤC TIÊU, NỘI DUNG NGHIÊN CỨU .....	6
<b>PHẦN II : NỘI DUNG CHÍNH BÁO CÁO</b> .....	<b>7</b>
III. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC .....	7
IV. CÁC KẾT QUẢ KHẢO SÁT VÀ NGHIÊN CỨU .....	9
1. Khảo sát tình hình tại các mỏ ([8], [9]) .....	9
2. Một số vấn đề về an toàn lao động trong khai thác hầm lò ([8], [9]) .....	11
2.1. Công tác an toàn ở các mỏ .....	11
2.2. Vấn đề về phòng chống cháy nổ .....	14
2.3. Vấn đề về môi trường độc hại .....	17
2.4. Vấn đề về thoát khí trong khai thác .....	18
2.5. Các thông số môi trường cần kiểm soát trong khai thác hầm lò .....	19
3. Thiết bị điện trong khai thác mỏ ([10],[11]) .....	20
3.1. Phân loại thiết bị điện trong hầm mỏ .....	20
3.2. Các yêu cầu đối với thiết bị điện trong hầm lò .....	21
4. Cơ sở lý thuyết và yêu cầu của các cảm biến khí .....	21
4.1. Cơ sở lý thuyết .....	21
4.2. Yêu cầu của các cảm biến .....	22
4.3. Các phương pháp cảm biến khí .....	22
4.4. Giới thiệu về các loại sensor lựa chọn .....	28
4.5. Hiện trạng về các thiết bị đo khí trong Tổng Công ty than Việt Nam .....	33
V. CƠ SỞ THIẾT KẾ HỆ THỐNG .....	36
1. Cơ sở, quan điểm thiết kế các thành phần trong hệ thống .....	36
1.1. Cơ sở chung thiết kế hệ thống .....	36
1.2. Quan điểm thiết kế hệ thống thiết bị đo phân tán .....	38
2. Cấu trúc các thành phần trong hệ thống .....	39
VI. THIẾT KẾ MÔ HÌNH HỆ THỐNG VÀ TT ĐIỀU HÀNH .....	43
1. Mô hình và các giao diện nối ghép trong hệ thống .....	43
1.1. Các nội dung chính thử nghiệm .....	43
1.2. Mô hình chung hệ thống thử nghiệm .....	43
1.3. Trạm thiết bị chủ VIAG-MCS05 và cấu hình PC-Server trong mô hình thử nghiệm .....	45
1.4. Thiết kế các khối nối ghép mạng .....	46
2. Thiết kế giao thức truyền thông .....	48
2.1. Giới thiệu chung về giao thức .....	48
2.2. Cấu hình và cấu trúc các thành phần trong hệ thống mạng .....	49
3. Thiết kế phần mềm quản lý, điều hành SLabS-Mining trên PC-Server .....	56
3.1. Xây dựng các chức năng phần mềm .....	56
3.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu .....	57
3.3. Hoạt động trao đổi dữ liệu giữa PC-Server với trạm thiết bị chủ VIAG-MCS05 .....	64

3.4. Giao diện và các chức năng phần mềm được xây dựng.....	66
<b>VII. THIẾT KẾ CÁC TRẠM THIẾT BỊ ĐO PHÂN TÁN .....</b>	<b>71</b>
1. Giới thiệu chung.....	71
2. Thiết kế chi tiết các trạm thiết bị đo .....	71
2.1. Thiết kế phần cứng trạm làm việc .....	71
2.2. Thiết kế phần cứng điểm đo .....	75
2.3. Thiết kế thiết bị đo khí mêtan cầm tay.....	77
3. Thiết kế phần mềm .....	80
3.1. Thiết kế phần mềm trạm làm việc.....	80
3.2. Thiết kế phần mềm cho điểm đo .....	91
3.3. Thiết kế phần mềm cho thiết bị đo khí mêtan cầm tay .....	93
3.4. Thiết kế phần mềm quản lý số liệu tại trạm làm việc.....	93
4. Các phương pháp truyền thông.....	97
4.1. Truyền dẫn vô tuyến (dùng cho trạm làm việc DCS02) .....	97
4.2. Truyền dẫn hữu tuyến.....	98
<b>VIII. THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM .....</b>	<b>101</b>
1. Mục tiêu, nội dung thử nghiệm .....	101
2. Cấu hình và bài toán phục vụ thử nghiệm tại phòng thí nghiệm.....	101
3. Kết quả thử nghiệm mô hình tại phòng thí nghiệm .....	105
<b>IX. THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG TẠI MỎ THAN NGÃ HAI.....</b>	<b>108</b>
1. Mục tiêu, nội dung thử nghiệm .....	108
1.1. Mục tiêu thử nghiệm.....	108
1.2. Nội dung thử nghiệm .....	108
2. Hệ thống thử nghiệm và bài toán giải quyết.....	109
2.1. Cấu hình phục vụ bài toán thử nghiệm tại mỏ than .....	109
2.2. Mô tả khai trường.....	110
2.3. Yêu cầu về ngưỡng báo động .....	112
2.4. Công tác đối sánh kết quả giám sát .....	112
3. Kết quả thử nghiệm và đánh giá.....	112
3.1. Phần hệ thống TT điều hành .....	112
3.2. Phần các thiết bị đo.....	116
<b>PHẦN III : KẾT LUẬN VÀ PHỤ LỤC BÁO CÁO.....</b>	<b>118</b>
<b>X. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>118</b>
<b>XI. PHỤ LỤC BÁO CÁO .....</b>	<b>122</b>
1. Đối chiếu kết quả thực hiện so với đăng ký ban đầu .....	122
2. Hồ sơ, văn bản pháp lý liên quan .....	124
3. Các sơ đồ thiết kế trạm thiết bị chủ VIAG-MCS05 .....	145
4. Sơ đồ thiết kế các trạm thiết bị đo DCS.xx.....	153
5. Các dịch vụ cơ bản và quy định chung trong giao thức KC.03.04-PB v1.0 .....	161
6. Một số số liệu thu được trong đợt thử nghiệm tại mỏ than Ngã Hai .....	166
7. Tổng hợp một số màn hình chức năng phần mềm Slabs-Mining .....	170
8. Diễn giải một số hàm người dùng UF (User Functions) sử dụng trong phần mềm SLabs Mining V1.02.....	172

# PHẦN I : MỞ ĐẦU

## I. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong những năm gần đây, sản lượng khai thác than của Tổng công ty Than Việt Nam (TVN) ngày càng tăng, cùng theo đó là việc tăng sản lượng than xuất khẩu nên lợi nhuận thu được từ ngành than ngày càng lớn. Đến ngày 21/11/2003 sản lượng khai thác than của TVN đạt 18 triệu tấn, về trước kế hoạch đặt ra là 2 năm. Theo Tổng công ty Than Việt Nam, tổng doanh thu năm 2003 của ngành dự kiến đạt gần 9.502 tỷ đồng, trong đó, doanh thu từ sản xuất than là 6.050 tỷ đồng, còn lại là các ngành nghề khác. Như vậy, tỷ trọng tính theo doanh thu của các ngành nghề khác so với than năm 2003 đạt 36/64%. Năm nay, Than Việt Nam nộp vào NSNN khoảng 375 tỷ đồng, lợi nhuận trước thuế đạt 352 tỷ đồng. Thu nhập bình quân của CBCNV đạt gần 2 triệu đồng/người/tháng. Tuy nhiên đi cùng với những con số trên thì về khai thác, hiện nay TVN đã phải đầu tư nhiều vào khai thác hầm lò, còn sản lượng khai thác than lộ thiên ngày càng giảm. Khi triển khai vào khai thác hầm lò thì luôn có nguy cơ xảy ra các hiểm họa như: cháy nổ khí mêtan, bụi nước, sập hầm lò,... Trong các hiểm họa trên thì hiểm họa cháy nổ khí mêtan là khủng khiếp nhất bởi vì nó xảy ra rất nhanh trong một diện rộng với nhiệt độ và áp suất ở mức rất cao (có thể lên tới 2650°C và 10at), do đó không có ai đang ở trong vùng xảy ra hiểm họa lại có thể sống sót được. Trên thế giới cũng như ở Việt Nam vẫn thường xảy ra hiểm họa cháy nổ khí mêtan. Vụ cháy nổ khí mêtan ngày 11/1/1999 tại lò thượng V9B đông Công ty Than Mạo Khê làm 19 người bị chết và 12 người bị thương là nghiêm trọng nhất. Sau vụ tai họa này TVN đã ra các quy định nghiêm ngặt về vấn đề an toàn lao động trong khai thác hầm lò.

Cũng từ sau tai họa này Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hoá (VIELINA) đã đầu tư nghiên cứu, chế tạo các thiết bị cũng như hệ thống đo khí mêtan trong mỏ than. Đặc biệt từ tháng 10 năm 2001 VIELINA đã được giao chủ trì thực hiện đề tài cấp nhà nước mã số KC.03.04: ***Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống SCADA phục vụ an toàn lao động trong khai thác hầm lò.*** Trong suốt quá trình thực hiện đề tài chúng tôi luôn phối hợp chặt chẽ với TVN và các Công ty thành viên để đảm bảo sản phẩm đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của người sử dụng cũng như các yêu cầu về an toàn, phòng chống cháy nổ. Mặc dù môi trường đặc thù trong hầm lò rất khắc nghiệt, nhưng được sự phối hợp giúp đỡ của TVN, các cơ quan chức năng VIELINA đã thiết kế chế tạo được hệ thống đảm bảo các yêu cầu khắc nghiệt đó và đảm bảo độ ổn định, tin cậy trong quá trình thử nghiệm. Sau đây, chúng tôi xin trình bày chi tiết về các kết quả đã đạt được trong quá trình thực hiện đề tài KC.03.04.

## II. MỤC TIÊU, NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### ❖ Mục tiêu đăng ký

Tự thiết kế chế tạo được hệ SCADA phức hợp đa thông số (như CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, t<sup>0</sup> ...) cho ngành khai thác hầm lò thay thế nhập ngoại, giá thành thấp, có thể nhân rộng cho nhiều đối tượng khai thác hầm lò, nâng cao độ chính xác, độ tin cậy và tính ổn định của hệ thống.

### ❖ Nội dung nghiên cứu

- Khảo sát tình hình thực tiễn tại một số mỏ hầm lò, ưu tiên mỏ than Hà Lâm
- Nghiên cứu nguyên lý làm việc của các loại Sensor đo các khí cần nghiên cứu và tiến hành thực nghiệm
- Tham khảo và hội thảo về khoa học liên quan đến Sensor
- Nghiên cứu thiết kế hệ thống SCADA
- Thiết kế chi tiết các phân hệ trong hệ thống SCADA (các hệ đo lường, điều khiển tự động, thông tin, xử lý tín hiệu v.v...)
- Thiết kế phần mềm hệ thống, phần mềm điều khiển, phần mềm xử lý tín hiệu v.v... Viết các bộ phần mềm tương ứng
- Trao đổi với Ấn Độ, Hàn Quốc, Nhật, Mỹ v.v... có thể chuyển giao công nghệ
- Hợp tác với 1 mỏ than để thử nghiệm và đưa vào ứng dụng
- Hoàn thiện và tổ chức tổng kết rút kinh nghiệm



## **PHẦN II : NỘI DUNG CHÍNH BÁO CÁO**

### **III. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC**

#### **❖ Tình hình nghiên cứu ngoài nước**

Do những vấn đề bức xúc trong việc khai thác trong các hầm lò như phải đảm bảo an toàn cho người lao động và bảo vệ các đường hầm, các nước trên thế giới hàng năm đã phải chi những khoản kinh phí lớn cho việc nghiên cứu, lắp đặt, đổi mới các thiết bị phục vụ an toàn trong khai thác hầm lò nhằm nâng cao độ an toàn, ngăn chặn kịp thời và giảm thiểu các vụ tai nạn do khí độc hay cháy nổ gây ra. Tuy nhiên do chi phí lớn, các nước đang phát triển luôn bị tụt hậu so với các nước có nền công nghiệp đã phát triển trong vấn đề đảm bảo an toàn, có thể thấy hầu hết các vụ tai nạn cháy nổ lớn đều xảy ra ở các nước có nền kinh tế chậm phát triển do sử dụng thiết bị công nghệ lạc hậu, độ tin cậy kém và hoạt động thiếu ổn định.

Đối với các nước phát triển, vấn đề an toàn trong khai thác hầm lò đã được đặc biệt chú trọng và được nghiên cứu từ rất sớm nhằm đưa ra các biện pháp giải quyết và hiện nay các nước này đã đạt được những kết quả khả quan. Nhờ sự phát triển nhanh của các ngành khoa học kỹ thuật trong những năm gần đây mà các hệ thống dạng SCADA phục vụ cho công tác bảo đảm an toàn lao động trong hầm lò đã được đưa vào sử dụng từ những năm đầu thập kỷ 90 và thực tế cho thấy số vụ tai nạn do cháy nổ đã giảm hẳn khi sử dụng các hệ thống này.

Do những quy định nghiêm ngặt về an toàn trong khai thác hầm lò và do đặc thù của ngành khai thác này (như nằm sâu dưới lòng đất, địa hình trải dài và phức tạp, môi trường khắc nghiệt do nhiệt độ, độ ẩm cao và sự đe dọa luôn xuất hiện các loại khí độc và khí dễ gây cháy nổ) mà các hệ thống thiết bị phải có cấu trúc linh hoạt, độ bền cơ học cao, hoạt động trong điều kiện khắc nghiệt trên diện rộng nên giá thành cũng khá cao. Hiện nay các hệ thống bảo đảm an toàn thường có cấu trúc theo kiểu mạng SCADA bao gồm trung tâm giám sát, cảnh báo và điều phối kịp thời hoạt động của thợ mỏ dưới hầm lò khi có nguy cơ xảy ra cháy nổ nhằm ngăn chặn kịp thời tai nạn có thể xảy ra. Trung tâm này sẽ thu thập các số liệu đo truyền về từ các điểm đo cố định và/hoặc các điểm đo di động (như gắn trên xe, đeo bên người, ...) thông qua hệ thống mạng truyền tin hữu tuyến và/hoặc vô tuyến cho phép cảnh báo tại chỗ hoặc từ xa trước những nguy hiểm có thể xảy ra. Ngoài ra một số hệ thống còn cho phép liên lạc đàm thoại giữa trung tâm với các khu vực nhằm cảnh báo và trao đổi thông tin kịp thời với các thợ hầm lò ở trong vùng nguy hiểm. Đặc biệt ở Úc, Anh và Đức các hệ thống SCADA diện rộng phục vụ cho an toàn lao động trong ngành khai thác hầm lò rất phát triển. Chính vì vậy ít xảy ra tai nạn ở ngành này trong các nước kể trên.

#### **❖ Tình hình nghiên cứu trong nước**

Mặc dù vấn đề an toàn trong hầm lò tại Việt Nam đã được chú trọng từ lâu nhưng do nguồn kinh phí hạn hẹp và những giải pháp thực hiện còn gặp nhiều khó khăn trong điều kiện Việt Nam nên chưa có nhiều nghiên cứu tổng thể nhằm giải quyết

vấn đề này. Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa là cơ quan đã sớm phối hợp với các cơ sở trong Tổng công ty than triển khai những nghiên cứu nhằm giải quyết vấn đề trên và bước đầu đã đạt được những kết quả khả quan với sự ra đời của hệ SCADA đầu tiên do Việt nam chế tạo mang ký hiệu DCX-70-1. Tuy nhiên do vấn đề kinh phí và mục đích chính là phục vụ việc nghiên cứu, thử nghiệm ban đầu mà hệ SCADA này mới chỉ giới hạn ở việc đo khí mêtan trong hầm lò, việc đo và cảnh báo các khí độc hại khác (như CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, SH<sub>2</sub>, ...) còn chưa có điều kiện thực hiện được. Có thể nói ở trong nước đây là nghiên cứu đầu tiên tiếp cận đến lĩnh vực này.

❖ **Danh mục một số công trình nghiên cứu có liên quan**

- Các bài báo về an toàn mỏ đã được đăng trong tuyển tập các Hội nghị VICA 3 và VICA 4.
- Xây dựng hệ thống đo lường cảnh báo và xử lý khí cháy nổ ở mỏ than DCX 70-1 và DCX 70-2 (KH-CN - 04 - 04 - 01)
- Sensor khí mê tan SM1 và SM2 (KH-CN - 04 - 04 - 01)
- Thiết bị đo và cảnh báo khí metal đặt tại chỗ ký hiệu CMQX-10
- Robot đo khí độc hại Tocomfinder để kiểm tra khí metal ở cửa gió thải trước khi cho công nhân vào hầm lò (KH-CN - 04 - 04 - 01)
- Hệ thống chuẩn khí metal (KH-CN - 04 - 04 - 01)
- Các hệ SCADA phục vụ cho bảo đảm môi trường nuôi trồng thủy sản (KH-CN - 04 - 01)
- Các hệ SCADA phục vụ cho ngành năng lượng, hoá chất, dầu khí đã đưa vào ứng dụng có hiệu quả (KH-CN-04-07, KH-CN-04-11, KH-CN-04-14)