

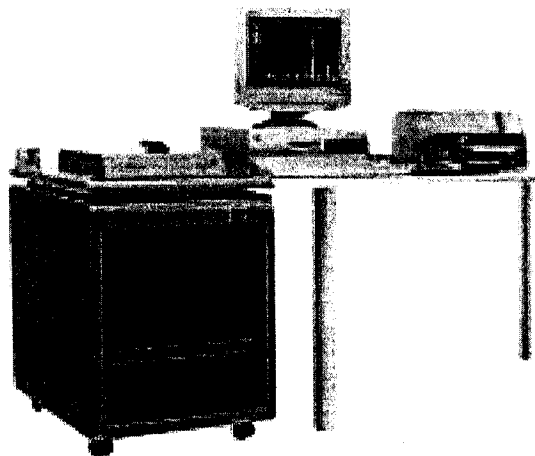
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

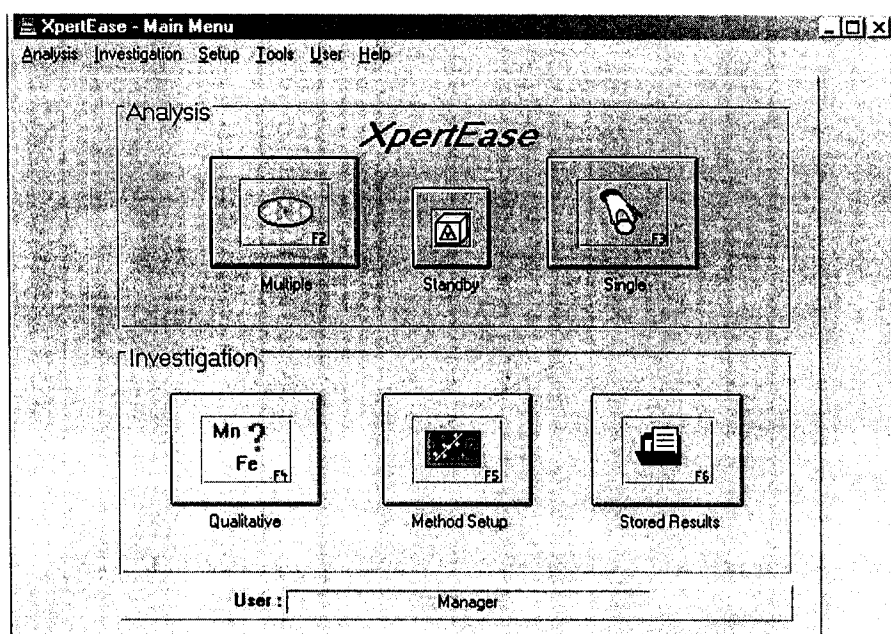
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในฝุ่นละอองในอากาศเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ เครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometry ในระบบ Energy Dispersive ของบริษัท Oxford รุ่น ED 2000 แสดงดังภาพที่ 9 สามารถทำงานในระบบอากาศ สุญญากาศ และ ก๊าซฮีเลียม พลังงาน X-ray ที่ใช้ในการกระตุ้นเพื่อการวิเคราะห์มีต้นกำเนิดมาจากหลอดรังสีเอกซ์ซึ่งมีช่วงพลังงาน 4-50 keV การทำงานของเครื่องมือสามารถทำงานวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative) กึ่งปริมาณ (Semi-quantitative) และเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยที่ตัวอย่างอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือเป็นผงอัดแน่น

ระบบการวัดรังสีเอกซ์ที่ออกมาจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยพลังงานจากหลอดต้นกำเนิดรังสีเอกซ์นั้นใช้หัววัดแบบ Si(Li) พร้อมระบบขยายสัญญาณส่วนหน้าแบบเพนตาเฟต (Pentafet) ซึ่งสามารถทำงานที่อุณหภูมิใน โครเจนเหลว ประมาณ -196 องศาเซลเซียส โดยความเข้มของรังสีเอกซ์ที่เรืองออกมาจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณและพลังงานรังสีเอกซ์ที่เรืองออกมาจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ และจะมีค่าพลังงานเฉพาะ ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณได้ เครื่อง EDXRF รุ่น ED 2000 มีระบบประมวลผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การปรับเทียบมาตรฐาน และสถิติของการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ และใน Software ของเครื่องมือประกอบด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบ multi-element และแบบ Single การสร้างวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 10 ซึ่งสามารถทำงานได้สะดวก รวดเร็ว



ภาพที่ 9 เครื่อง EDXRF Oxford รุ่น ED2000



ภาพที่ 10 แสดง main menu ของเครื่อง EDXRF

การเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์

1. อุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่างสารมาตรฐานดินและสารเคมี

- เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- Tweezer
- เครื่องอัดไฮดรอลิก
- เป้าอัด
- ถ้วยโลหะ
- ครกสำหรับบดตัวอย่าง
- ซ้อนตักสาร
- สารประกอบ บอริก แอซิด ชนิดเกรดเอ
- อะซิโตน

2. การเตรียมสารมาตรฐานดิน

ทำการชั่งสารมาตรฐานดินจำนวน 3 กรัม ที่บดละเอียดขนาด 500 ไมโครเมตร นำมาผสมกับบอริก แอซิด 2 กรัม แล้วบดให้ละเอียดจนมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน นำสารมาตรฐานที่บดเรียบร้อยแล้วมาทำการอัดโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิก จะได้สารมาตรฐานเป็นผงอัดในลักษณะวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.75 และหนา 0.4 เซนติเมตร ซึ่งสามารถวางตัวอย่างในเครื่อง EDXRF ED2000 ได้

3. การวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน

การวิเคราะห์คุณภาพนี้ได้เลือกสภาพแวดล้อมใน Chamber เป็นสูญญากาศ โดยสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

- Very light element
- Steel
- Medium
- Heavy Trace
- V. heavy element

ซึ่งรายละเอียดของสภาวะแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของสภาวะต่าง ๆ

Condition	Major	Trace	Tube voltage	Filter	Time (sec)	Pulse Rate	Energy range	Resolution
Very light	NA-K	Mg-K	5kV	no filter	300	10 kcps	10keV	160 eV
Steel Vac	Ca-Cu	Ca-Cu	15kV	Thick Al	300	16 kcps	20keV	175eV
Medium Vac	Ca-Mo,Ba-U	Fe-Zr,Hf-Bi	35kV	Thin Ag	300	16kcps	40keV	175eV
Heavy element Vac	n.a	Cu-Zn,Ta-Bi	45kV	Thick Ag	300	16kcps	40keV	175eV
V.heavy element	Nb-nd,Th,U	Nb-nd,Th,U	50 kV	Thick cu	300	33cps	40 keV	175eV

จากการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดินจะทำให้ทราบพิกของธาตุองค์ประกอบโดยรวมและนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของธาตุในตารางที่ 4 จะทำให้ทราบผลของการรบกวนกันระหว่างธาตุซึ่งจำเป็นต่อการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณสารมาตรฐานดิน

คุณลักษณะและองค์ประกอบของธาตุในสารมาตรฐานดิน

ชุดสารมาตรฐานดินที่ใช้ในการปรับเทียบสำหรับการวิเคราะห์มี 8 ชนิดซึ่งได้แก่

GBW07401 GBW07402 GBW07403 GBW07404 GBW07404 GBW07405 GBW07406

GBW07407 และ GBW07408 ซึ่งรายละเอียดปริมาณธาตุต่าง ๆ ในชุดสารมาตรฐานแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดปริมาณธาตุต่าง ๆ ของชุดสารมาตรฐานดินจำนวน 8 ชนิด

(Standard Reference Material) Soil GBW07401-GBW07408

Element	unit	GBW07401	GBW07402	GBW07403	GBW07404	GBW07405	GBW07406	GBW07407	GBW07408
Al ₂ O ₃	Wt%	14.18+/-0.08	10.31+/-0.05	12.24+/-0.05	23.45+/-0.11	21.58+/-0.09	21.23+/-0.09	29.26+/-0.20	11.92+/-0.08
SiO ₂	Wt%	62.60+/-0.09	73.35+/-0.11	74.72+/-0.11	50.95+/-0.08	52.57+/-0.10	56.93+/-0.11	32.69+/-0.11	58.61+/-0.08
P	ppm	735+/-13	446+/-11	320+/-9	695+/-13	390+/-17	303+/-15	1150+/-19	775+/-12
S	ppm	310+/-60	210+/-30	120+/-10	180+/-30	410+/-40	260+/-30	250+/-20	120+/-30
Cl	ppm	(78)	(63)	(57)	(36)	(78)	(98)	(100)	(68)
K ₂ O	Wt%	2.59+/-0.02	2.54+/-0.02	3.04+/-0.02	1.03+/-0.03	1.50+/-0.02	1.70+/-0.03	0.20+/-0.01	2.42+/-0.02
CaO	Wt%	1.72+/-0.03	2.36+/-0.02	1.27+/-0.02	0.26+/-0.02	(0.095)	0.22+/-0.01	0.16+/-0.016	8.27+/-0.06
Sc	ppm	11.2+/-0.3	10.7+/-0.3	5.0+/-0.2	20.2+/-0.7	17.2+/-0.6	15.5+/-0.5	28+/-1	11.7+/-0.4
Ti	ppm	0.483+/-0.007	0.271+/-0.003	0.224+/-0.004	1.080+/-0.014	0.629+/-0.009	0.439+/-0.005	2.020+/-0.023	0.380+/-0.005
V	ppm	86+/-2	62+/-2	36.5+/-1.1	247+/-6	166+/-4	130+/-3	245+/-8	81.4+/-1.8
Cr	ppm	62+/-2	47+/-2	32+/-2	370+/-6	118+/-3	75+/-2	410+/-9	68+/-2
Mn	ppm	1760+/-24	510+/-6	304+/-5	1420+/-30	1360+/-28	1450+/-32	1780+/-44	650+/-9
Fe ₂ O ₃	Wt%	5.19+/-0.01	3.52+/-0.03	2.00+/-0.02	10.30+/-0.05	12.62+/-0.08	8.09+/-0.06	18.76+/-0.16	4.48+/-0.02
Ni	ppm	20.4+/-0.6	19.4+/-0.5	12.2+/-0.4	64.2+/-1.7	40+/-1	53+/-1	276+/-6	31.5+/-0.7
Cu	ppm	21+/-0.6	16.3+/-0.4	11.4+/-0.4	40.5+/-0.1	144+/-3	390+/-6	97+/-2	24.3+/-0.5
Zn	ppm	680+/-11	42.3+/-1.2	31.4+/-1.1	210+/-5	494+/-11	96.6+/-2.4	142+/-5	68+/-2
As	ppm	33.5+/-1.7	13.7+/-0.6	4.4+/-0.3	58+/-3	412+/-8	220+/-7	4.8+/-0.6	12.7+/-0.5
Br	ppm	2.9+/-0.3	4.5+/-0.4	4.3+/-0.5	4.0+/-0.7	(1.8)	(7.2)	5.2+/-0.8	(2.6)
Sb	ppm	0.87+/-0.12	1.3+/-0.1	0.45+/-0.06	6.3+/-0.6	35.4+/-2.4	60+/-3	0.42+/-0.05	1.04+/-0.12
Cs	ppm	9.0+/-0.4	4.9+/-0.3	3.2+/-0.3	21.4+/-0.7	15.0+/-0.6	10.8+/-0.3	2.7+/-0.5	7.5+/-0.5
Ba	ppm	590+/-15	930+/-24	1210+/-30	213+/-10	296+/-12	118+/-6	180+/-12	480+/-11
La	ppm	34+/-1	164+/-5	21+/-1	53+/-2	35.7+/-1.8	30+/-1	46+/-3	35.5+/-1.4
Hg	ppb	32+/-3	15+/-2	60+/-3	590+/-34	294+/-19	72+/-5	61+/-4	16.6+/-1.7
Pb	ppm	98+/-3	20.2+/-1.0	26+/-2	58.5+/-2.1	552+/-14	314+/-6	13.6+/-1.2	21+/-1

Note Data in brackets show these individual values are propose * Prepaerd by Geochemical reference sample research group of MGMR Distributor Geochemica data quality monitoring center institute of geophysical and geochemical exploration langfang ,Herbel 102849,P.R.of China

การปรับเทียบมาตรฐานชุดสารมาตรฐาน

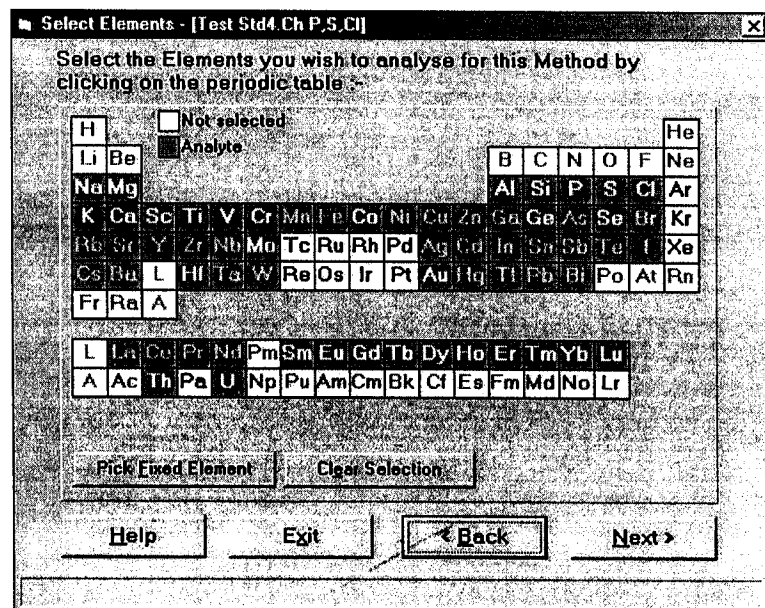
นำสารมาตรฐานที่เตรียมไว้มาทำการวิเคราะห์ปรับเทียบมาตรฐานโดยใช้สถานะต่าง ๆ ที่แสดงดังตารางที่ 3 เครื่องมือจะทำการประมวลผลวิเคราะห์มาทำการปรับเทียบ

การปรับเทียบนี้จะต้องอาศัยโปรแกรมของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างวิธีการวิเคราะห์ เป็นการสร้างวิธีการวิเคราะห์ซึ่งในวิธีการนี้ต้องมีการกำหนดธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ธาตุที่มีผลต่อการวิเคราะห์ หน่วยที่ใช้ และเงื่อนไขที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ เป็นต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวแสดงตามขั้นตอนดังนี้

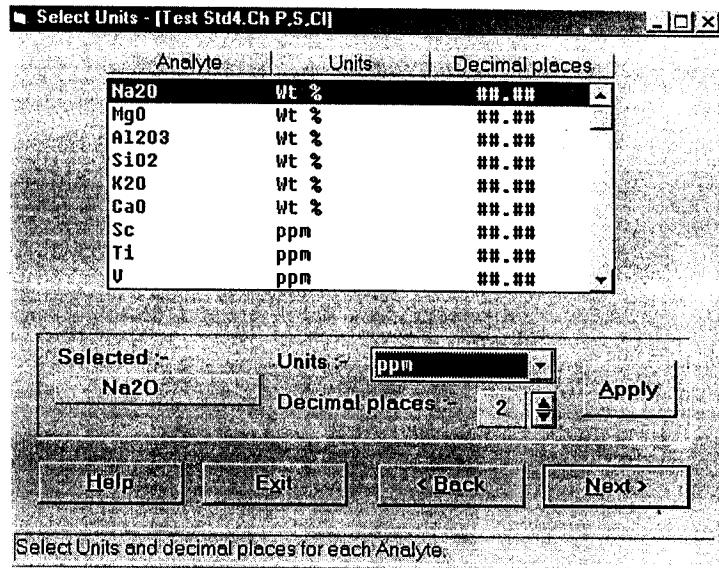
1.1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Method set up ให้เลือก Method ซึ่งจะเป็นการสร้างวิธีการวิเคราะห์ใหม่ขึ้นมา โปรแกรมจะให้ตั้งชื่อ Method

1.2 เริ่มการสร้างวิธีการวิเคราะห์โดยโปรแกรมจะให้กำหนดธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 11 ธาตุที่ต้องการวิเคราะห์จะเป็นสีแดงเมื่อทำการเลือก



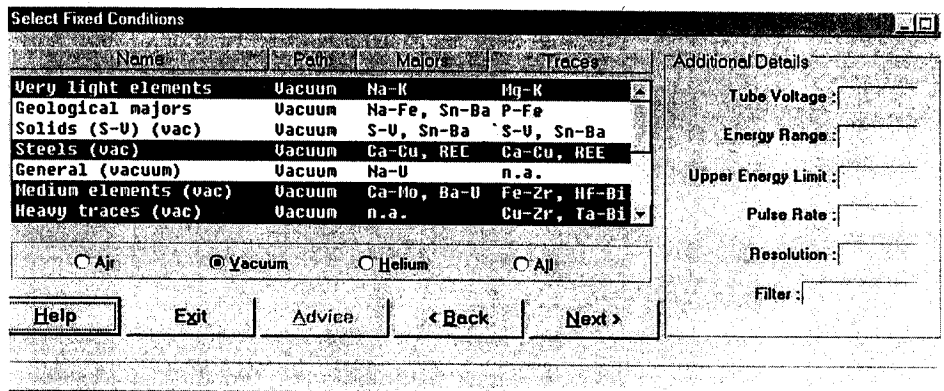
ภาพที่ 11 แสดงการเลือกธาตุที่ต้องการวิเคราะห์

1.3 กำหนดหน่วยให้กับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 12 ซึ่งจะกำหนดหน่วยเป็น ppm หรือ Wt%



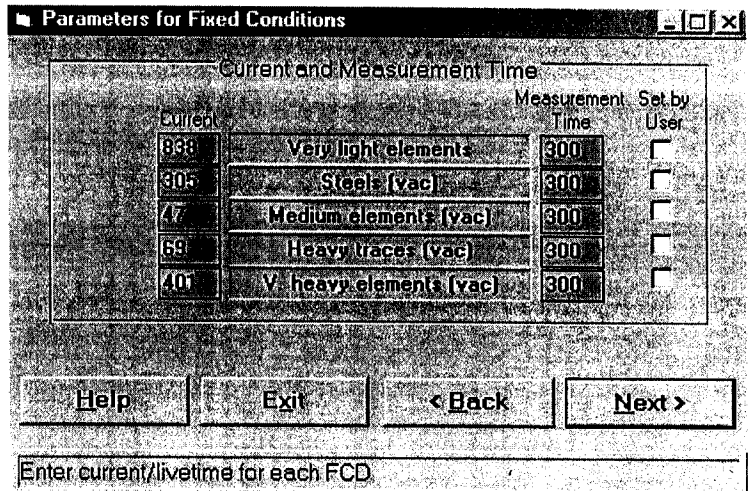
ภาพที่ 12 แสดงการกำหนดหน่วยให้กับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์

1.4 โปรแกรมจะให้การกำหนดสภาวะที่เหมาะสมกับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์โดยสามารถเลือกได้มากกว่า 1 สภาวะดังแสดงในภาพที่ 13 ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ Very light element, Steel, Medium, Heavy Trace และ V.heavy element



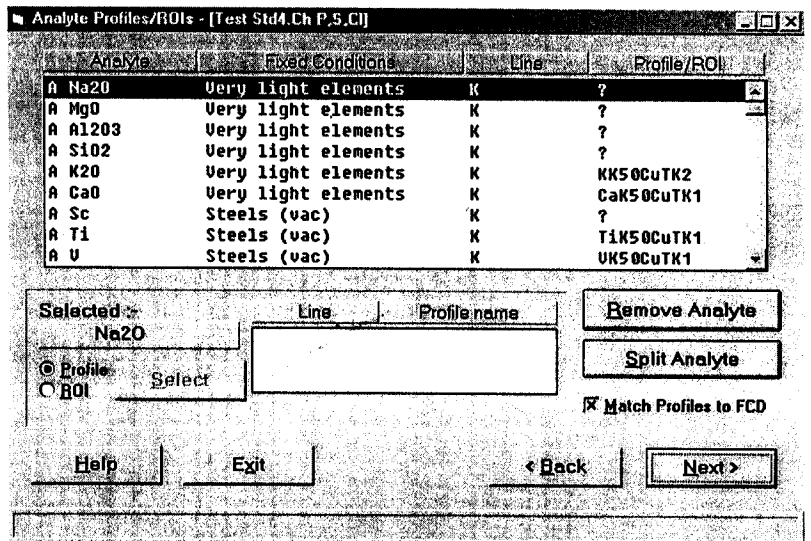
ภาพที่ 13 แสดงการกำหนดสภาวะที่เหมาะสม

1.5 กำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและเวลาที่ทำกรวิเคราะห์ ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าของแต่ละสภาวะซึ่งได้จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและเวลาในการวิเคราะห์

1.6 โปรแกรมจะให้กำหนด Profile ของแต่ละธาตุว่าจะใช้ Line K หรือ L เพื่อให้ได้สเปกตรัมของธาตุที่ดีที่สุด แสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แสดงการกำหนด Profile ให้กับธาตุ

1.7 ทำการ Save Method ที่สร้างขึ้น

2. การวัดสารมาตรฐาน

นำสารมาตรฐานทั้ง 8 ชนิดใส่ในที่ช่องวางสารในเครื่อง EDXRF และทำการวัดสารมาตรฐาน การวัดนั้นจะอาศัยโปรแกรม Measure standard ในเครื่องมือ

3. การสร้างกราฟมาตรฐาน

การสร้างกราฟมาตรฐานเครื่องมือจะประมวลผลโดยใช้ข้อมูลจากการวัดสารมาตรฐาน ซึ่งจะมีการประมวลผลทางด้านสถิติไว้อย่างครบถ้วน

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในฝุ่นละอองในอากาศ

เนื่องจากแผ่นกรองฝุ่นมีการเก็บตัวอย่างตามขนาดอนุภาค ดังนั้นตัวอย่างจึงเป็นลักษณะฝุ่นบนกระดาษกรองซึ่งสามารถนำเข้าเครื่อง EDXRF ได้โดยไม่ต้องเตรียมตัวอย่าง สำหรับสารมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานใช้แผ่นกรองมาตรฐานของบริษัท Micromatter Co. โดยแสดงชนิดและปริมาณแสดงดังตารางที่ 5

การกำหนดสถานะในการวิเคราะห์ปริมาณ

ในการวิเคราะห์ฝุ่นละอองได้เลือกสภาพแวดล้อมภายใน Chamber เป็นบรรยากาศของก๊าซฮีเลียมซึ่งเหมาะสมกับลักษณะของตัวอย่างและกำหนดสถานะการวิเคราะห์จากโปรแกรมของเครื่องซึ่งรายละเอียดของสถานะต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 แสดงชนิดและความเข้มข้นของธาตุที่อยู่บนแผ่นกรองมาตรฐาน (Micromatter Co.)

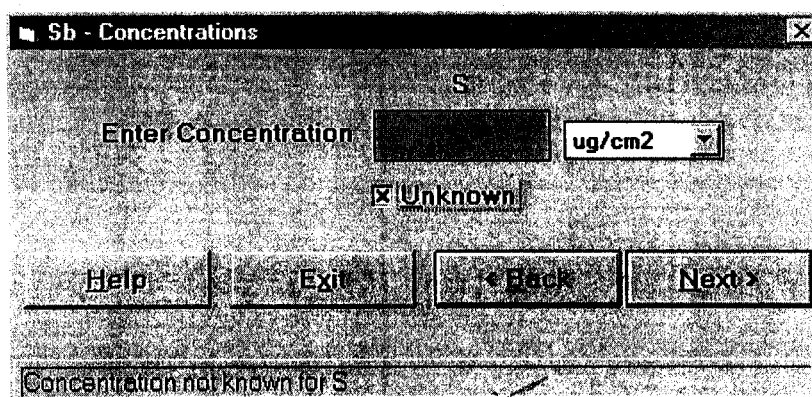
Element	Concentration($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Element	Concentration($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
Mg	40.8 \pm 2.40	Mn	53.50 \pm 2.67
Al	46.00 \pm 2.30	Fe	49.20 \pm 2.46
Si	30.01 \pm 1.50	Ni	53.40 \pm 2.67
P	13.47 \pm 0.67	Cu	53.10 \pm 2.65
S	13.00 \pm 0.65	Zn	17.41 \pm 0.87
Cl	22.54 \pm 1.13	As	29.47 \pm 1.47
Ca	25.36 \pm 1.27	Sb	46.6 \pm 2.33
K	24.86 \pm 1.24	Cs	29.10 \pm 1.45
Sc	24.82 \pm 1.24	Br	17.50 \pm 0.87
Ti	45.2 \pm 2.26	Ba	35.40 \pm 1.77
V	49.90 \pm 2.49	Pb	47.8 \pm 2.39
Cr	43.40 \pm 2.17		

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดสภาวะของการวิเคราะห์ธาตุในฝุ่นละออง

Condition	major	Trace	tube Voltage	Time(sec)	Filter	Pulse Rate	Energy range	resolution
Very Light	Na-K	Mg-K	5 kV	500	No filter	18 kcps	10 keV	160 eV
Liquid A	S-V,Sn-Ba	S-V,Sn-Ba	12 kV	500	Thin Al	18 kcps	10 keV	160 eV
Liquid B	Ca-Cu	Ca-Cu	15 kV	500	Thick Al	33 kcps	20keV	175 eV
General Liquid	S-U	-	25 kV	500	4.5mm Apert.	18 kcps	20 keV	160 eV

ในการกำหนดสภาวะที่เหมาะสมให้กับธาตุต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์เนื่องจากสารมาตรฐานฝุ่นละอองมีลักษณะเป็น Thin film ในการวิเคราะห์ไม่มีผลรบกวนจาก Matrix effect ดังนั้นการเลือกสภาวะที่เหมาะสมให้กับธาตุจะพิจารณาจากค่า L.L.D ที่ได้จากการปรับเทียบมาตรฐานโดยการประมวลผลของเครื่องมือ

ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีลักษณะเป็น Thin film นั้นความเข้มของรังสีเอกซ์เฉพาะจากธาตุนกกระดาษกรองจะแปรผัน โดยตรงกับปริมาณธาตุนั้น ๆ ที่อยู่บนแผ่นกรอง และเนื่องจากสารมาตรฐานบนแผ่นกรองมีความเข้มข้นค่าเดียวดังนั้น ในการใช้เครื่อง EDXRF ED2000 จำเป็นต้องจำลองกราฟมาตรฐานซึ่งจะเป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุด 2 จุดคือ จุดที่ 1 จุดบริเวณความเข้มข้นของสารมาตรฐานนั้นและจุดที่ 2 คือบริเวณจุดศูนย์ ซึ่งขั้นตอนในการสร้างวิธีการเพื่อจำลองกราฟมาตรฐานจะเหมือนกับขั้นตอนการปรับเทียบชุดสารมาตรฐาน ดิน คือประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือการสร้างวิธีการวิเคราะห์ การวัดสารมาตรฐาน และการสร้างกราฟมาตรฐาน แต่จะมีส่วนที่แตกต่างตรงวิธีการวัดสารมาตรฐาน ในการกำหนดความเข้มข้นให้กับสารมาตรฐานนั้นในวิธีการวิเคราะห์จะมีการวัดธาตุมากกว่า 1 ธาตุ ซึ่งต้องมีการใส่ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ให้ใส่ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ทำการวัดส่วนธาตุอื่นกำหนดให้เป็น Unknown ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงการกำหนดค่าความเข้มข้นของธาตุ

การตรวจสอบความถูกต้องของกราฟมาตรฐานฝุ่นละออง

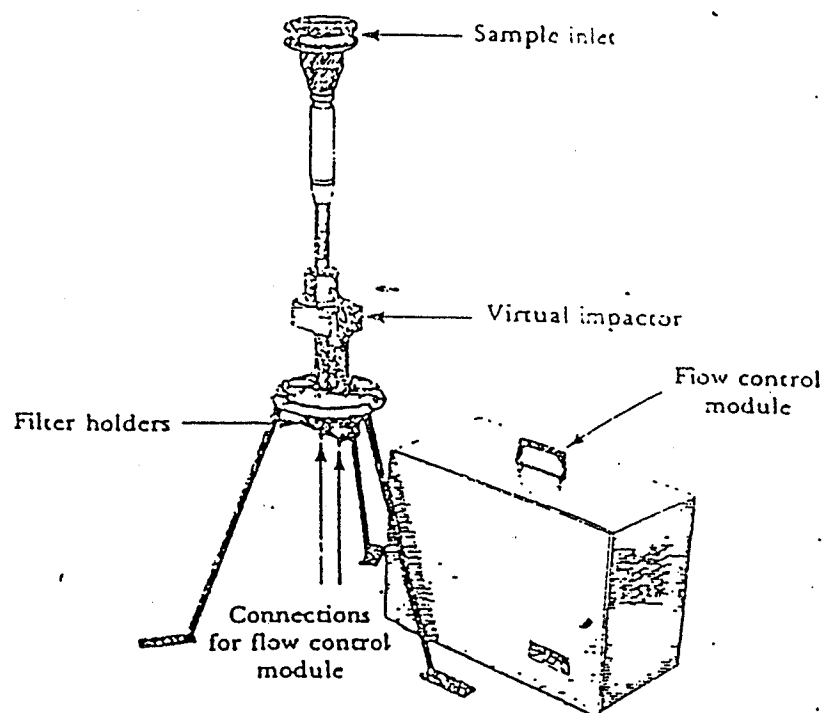
นำสารมาตรฐานฝุ่นละอองมาทำการวัดปริมาณธาตุต่าง ๆ และนำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของธาตุในตารางที่ 5 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน โดยหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \frac{(\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน}-\text{ความเข้มข้นที่วัดได้}) \times 100}{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน}}$$

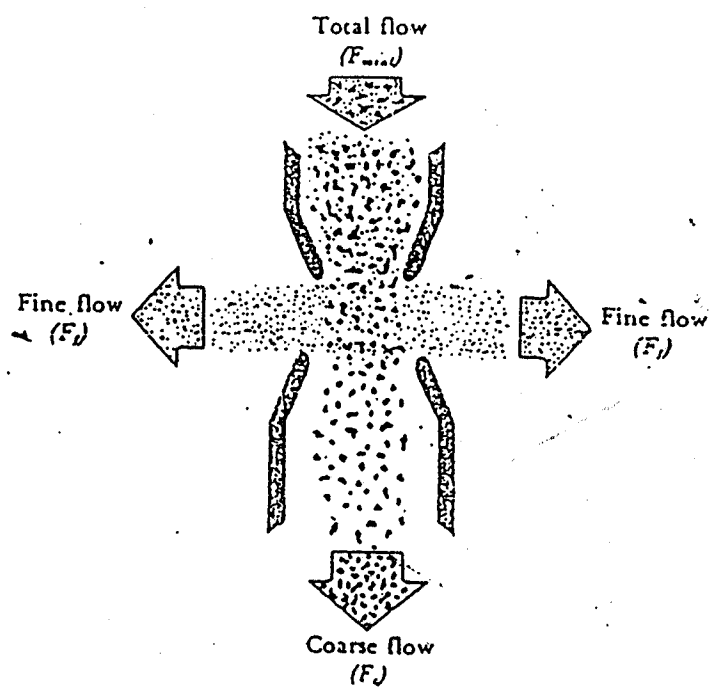
การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

เมื่อได้สถานะที่เหมาะสมในตารางที่ 6 แล้วทำการวัดปริมาณธาตุในฝุ่นละอองในอากาศซึ่งตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เก็บมาจากหมู่บ้านหัวฝาย จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับเหมืองถ่านหินแม่เมาะ ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน มกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 โดยตัวอย่างฝุ่นที่ได้มี 2 ขนาดคือ ขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตรและขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร โดยตัวอย่างเหล่านี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ อาภา หวังเกียรติ การเก็บตัวอย่างจะใช้เครื่องมือ Dichotomous Air Sampler ซึ่งแสดงดังรูปที่ 17

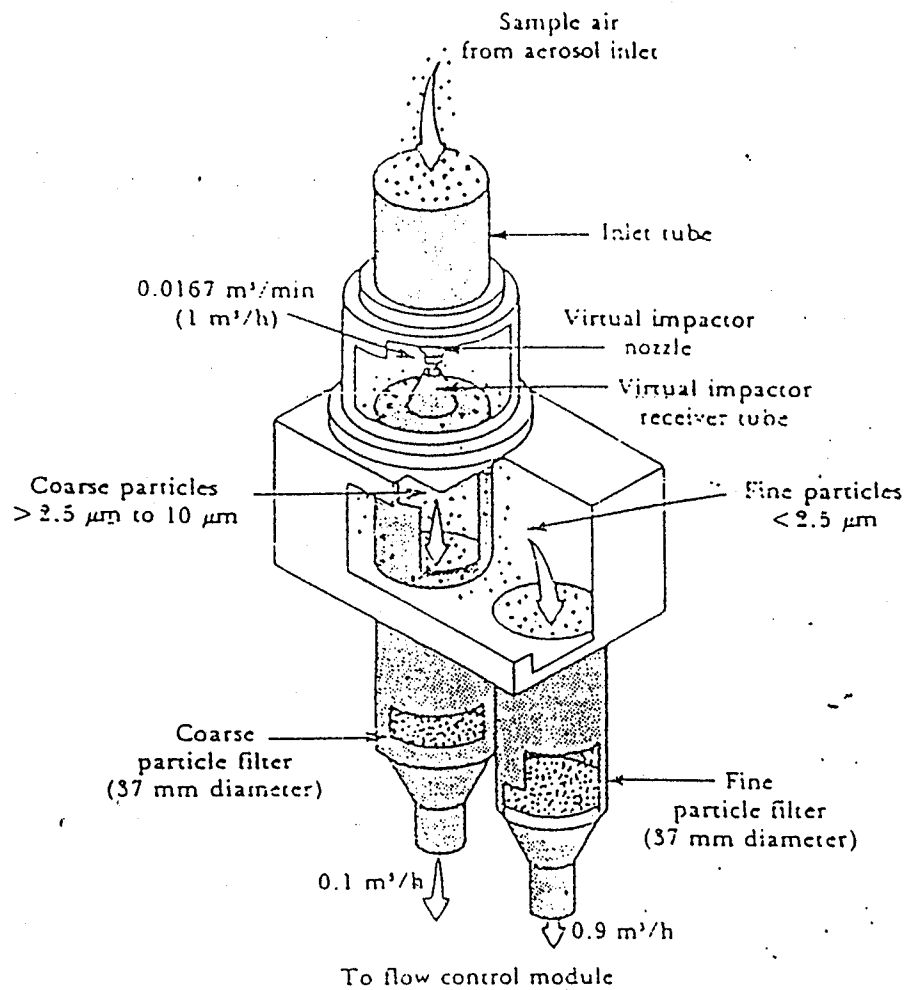
หลักการของเครื่องมือ Dichotomous Air Sampler คือ อัตราการไหลของอากาศที่เฉพาะเจาะจง กล่าวคือ เมื่ออากาศผ่านเข้ามาทาง Inlet และถูกอัดอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร่งที่บริเวณทางเข้า เป็นเหตุให้เกิดการตกลงของอนุภาคด้วยสาเหตุเนื่องมาจาก ข้อจำกัดในเรื่องมวล ขนาด และแรงเฉื่อยของอนุภาค เมื่ออนุภาคเข้าสู่ระบบจะเกิดการคัดกรองอนุภาค ดังรูปที่ 18 และ 19 อนุภาคที่เข้าสู่ Fine Filter (Total Filter) จะมีเฉพาะอนุภาคที่มีขนาด Aerodynamic Diameter ในช่วงเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร ขณะที่อนุภาคที่เข้าสู่ Coarse Filter จะมีเฉพาะอนุภาคที่มีขนาด Aerodynamic Diameter ในช่วง 2.5-10 ไมโครเมตร



ภาพที่ 17 แสดงเครื่องมือ Dichotomous Air Sampler (คู่มือการใช้งาน Dichotomous Air Sampler, 2541)



ภาพที่ 18 แสดงกระบวนการแยกขนาดของอนุภาคของ Dichotomous Air Sampler (คู่มือการใช้งาน Dichotomous Air Sampler, 2541)



ภาพที่ 19 แสดงการไหลของอากาศเข้าสู่ Dichotomous Air Sampler (คู่มือการใช้งาน Dichotomous Air Sampler, 2541)

การหาขีดจำกัดของการตรวจหา (Lower Limited of Dectection)

ขีดจำกัดในการตรวจหาของเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์แบบกระจายพลังงาน ยี่ห้อ Oxford ED 2000 หาได้โดย

$$L.L.D = 3 \sqrt{B/(QT)}$$

เมื่อ

- L.L.D = ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวัดได้
- B = ความเข้มข้นของสัญญาณพื้นหลัง
- Q = พื้นที่ใต้กราฟของธาตุที่ต้องการวัด
- T = เวลาที่ใช้ในการตรวจวัด

สถิติของเครื่อง EDXRF ED 2000

ในเครื่อง EDXRF ED 2000 จะใช้ Software Model ISIS 200 ซึ่งสามารถประมวลผลในทางสถิติได้ ซึ่งการประมวลผลทางสถิติแสดงในตารางที่ 10