

การออกแบบแผนและการควบคุมการผลิตในโรงงานไฟโรเทคนิค



นายเมืองแมน ม่วงท้วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2539

ISBN 974-634-095-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 16890589

A DESIGN OF PRODUCTION PLAN AND CONTROL IN A PYROTECHNIC PLANT



MR. MUANGMAN MUONGTUAM

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

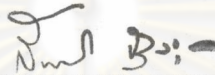
1996

ISBN 974-634-095-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบแผนและการควบคุมการผลิตในโรงงานไฟโรเทคนิค  
โดย นายเมืองแมน ม่วงท้วม  
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นาวาอากาศเอก หม่อมหลวงนวนเทวีญ เทวกุล



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการ ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

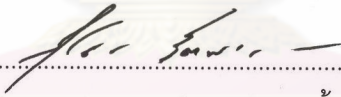


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)



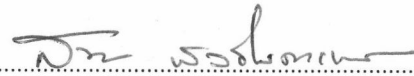
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(นาวาอากาศเอก หม่อมหลวงนวนเทวีญ เทวกุล)



..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชานูสง่าเวช)



..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

## พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

เมืองแมน ม่วงท้วม : การออกแบบแผนและการควบคุมการผลิตในโรงงานไพโรเทคนิค ( A DESIGN OF PRODUCTION PLAN AND CONTROL IN A PYROTECHNIC PLANT ) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นาวาอากาศเอก หม่อมหลวงเทวัญ เทวกุล, 273 หน้า. ISBN 974-634-095-6

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ออกแบบแผน และควบคุมการผลิตในโรงงานไพโรเทคนิคของกองทัพอากาศ ซึ่งตั้งอยู่ที่กองบิน 2 กองพลบินที่ 1 จังหวัดลพบุรี การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ไพโรเทคนิคทางพลเรือน 22 ชนิด และผลิตภัณฑ์ไพโรเทคนิคทางทหาร 8 ชนิด การวิเคราะห์ต้นทุนจะพิจารณาจาก วัตถุประสงค์ทางตรง แรงแงานทางตรง และสูญญการผลิต การออกแบบแผนการผลิต ได้ใช้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเป็นเกณฑ์เพื่อจัดลำดับแผนการผลิต โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ (1) การออกแบบแผนการประกอบชิ้นส่วน และการออกแบบแผนการเตรียมส่วนผสม และ (2) จัดกำลังคนและเครื่องจักรที่ต้องใช้ในการผลิต นอกจากนี้ยังได้ออกแบบเอกสารที่จำเป็นเพื่อช่วยให้ง่ายในการบันทึกจัดทำต้นทุนและควบคุมการผลิต



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหการ  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหการ  
ปีการศึกษา ..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C416023 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: PYROTECHNIC / PRODUCTION PLANING / PRODUCTION CONTROL

MUANGMAN MUONGTUAM : A DESIGN OF PRODUCTION PLAN AND CONTROL IN  
A PYROTECHNIC PLANT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.SUTHAS  
RATANAKUAKANGWAN THESIS COADVISOR : GROUP CAPTAIN M.L. NOVADEVAN  
DAVAKULA. 273 pp. ISBN 974-634-095-6

The purpose of this thesis is to analyse the cost, design of production plan and control in pyrotechnic plant of Royal Thai Air Force at Air Force 2 Lopburi. Twenty two items of civilian products and eight items of military products were studied. The components of cost are direct material, direct labour and overhead. The criterion for design of production plan is benefit-cost ratio in order to sequence production plan. The design of the production plan is divided into 2 parts, (1) assembly and composition and (2) preparing the workers and machines used for production. Moreover, the documents necessary to record and compute the cost for the purpose of control cost are designed.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*Romana Limka*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Wongk*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษารวม.....*Wongk*.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนาวาอากาศเอก หม่อมหลวงนวนเทวัญ เทวกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านอย่างสูง

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช และอาจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร คณะกรรมการสอบที่ได้กรุณาให้คำแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความเรียบร้อย สมบูรณ์

ขอขอบคุณบริษัท RUGGIERI ประเทศฝรั่งเศส และ MR.JACQUES TISSIER ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต

นอกเหนือจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามในที่นี้ ซึ่งให้ความร่วมมือและช่วยเหลือผู้เขียนอย่างดีมาตลอด

ท้ายนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดาและมารดา ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญรูป .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไฟโรเทคนิค .....	9
บทที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต .....	51
บทที่ 4 การออกแบบแผนการผลิต .....	156
บทที่ 5 ระบบเอกสารเพื่อการจัดทำและควบคุมต้นทุน .....	178
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	194
รายการอ้างอิง .....	196
ภาคผนวก ก. แผนผังการประกอบผลิตภัณฑ์ .....	199
ภาคผนวก ข. รายละเอียดของขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ .....	221
ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการผลิตส่วนผสม .....	242
ภาคผนวก ง. รูปภาพผลิตภัณฑ์ .....	245
ภาคผนวก จ. โปรแกรมช่วยคำนวณต้นทุนการผลิต .....	266
ประวัติผู้เขียน .....	273

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนผังการจัดกลุ่มสารระเบิด .....	11
2.2	แผนผังแสดงการเผาไหม้แบบต่างๆ .....	12
2.3	กลไกการจุดตัวของสารระเบิดชั้นที่ 2 .....	13
2.4	การเคลื่อนที่ของโมเลกุล .....	28
2.5	การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน .....	29
2.6	การทำงานของส่วนผสมที่มีสารทำให้เกิดควันอยู่แล้ว .....	31
2.7	การทำงานของส่วนผสมแบบที่จะมีสารทำให้เกิดควัน .....	31
2.8	บริเวณอันตราย .....	45
5.1	ใบรายงานการใช้วัตถุระเบิดทางตรงประเภทส่วนประกอบ .....	178
5.2	ใบรายงานการใช้วัตถุระเบิดทางตรงประเภทส่วนผสม .....	179
5.3	ใบรายงานการใช้แรงงานทางตรงแผนกประกอบขึ้นส่วน .....	179
5.4	ใบรายงานการใช้แรงงานทางตรงแผนกผลิตส่วนผสม .....	180
5.5	ใบรายงานประสิทธิภาพการทำงาน .....	180
5.6	ใบรายงานการใช้วัตถุระเบิดทางอ้อม .....	181
5.7	ใบรายงานการใช้สารอนุปโภค .....	181
5.8	การไหลของเอกสารการรายงานวัตถุระเบิดทางตรงของแผนกประกอบ .....	184
5.9	ใบเบิกวัตถุระเบิด .....	185
5.10	ใบรายงานการใช้วัตถุระเบิด .....	185
5.11	การไหลของเอกสารการรายงานวัตถุระเบิดทางตรงของแผนกผลิตส่วนผสม .....	186
5.12	ใบเบิกส่วนผสม .....	187
5.13	ใบเบิกสารเคมี .....	187
5.14	ใบรายงานการใช้สารเคมี .....	188
5.15	การไหลของเอกสารการรายงานชั่วโมงแรงงานของแผนกประกอบ .....	188
5.16	ใบรายงานชั่วโมงแรงงานแผนกประกอบ .....	189
5.17	การไหลของเอกสารการรายงานชั่วโมงแรงงานของแผนกผลิตส่วนผสม .....	189



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.18	190
5.19	190
5.20	192
5.21	193
ก.1	200
ก.2	201
ก.3	202
ก.4	203
ก.5	204
ก.6	205
ก.7	206
ก.8	207
ก.9	208
ก.10	209
ก.11	210
ก.12	211
ก.13	212
ก.14	214
ก.15	215
ก.16	216
ก.17	217
ก.18	218
ก.19	219
ก.20	220

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.1 พลุ 50 มม. ....	246
ง.2 พลุ 75 มม. ....	247
ง.3 พลุ 100,125,150 มม. ....	248
ง.4 พลุ 200 มม. ....	249
ง.5 ดอกไม้ไฟพะเนียง 18,27 มม. ....	250
ง.6 ดอกไม้ไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน ....	251
ง.7 ดอกไม้ไฟน้ำตก 20,23 มม. ....	252
ง.8 ดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล "บอมบ์เล็ต" ....	253
ง.9 ดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล "พอดไฟร์" ....	254
ง.10 ดอกไม้ไฟแสงสว่างเพื่อประกอบเป็นข้อความหรือภาพ ....	255
ง.11 ดอกไม้ไฟแสงสว่างตกแต่งอาคาร 1,2,3,6,10 นาที ....	256
ง.12 ดอกไม้ไฟแสงสว่างตกแต่งอาคารแบบมีควันน้อย ....	257
ง.13 สัญญาณค้นหาและช่วยชีวิตแบบแสงสว่างและเรดาร์ ....	258
ง.14 ลูกระเบิดฝักขวางแบบผงชอล์ก ....	259
ง.15 ลูกระเบิดฝักขวางแบบใช้ซ้ำได้ ....	260
ง.16 เสียงเลียนแบบการระเบิด ....	261
ง.17 สัญญาณส่องแสงขอความช่วยเหลือกระทัดด้วยมือ ....	262
ง.18 สัญญาณส่องสว่างกระทัดด้วยมือ ....	263
ง.19 ลูกระเบิดขวางตวัน ....	264
ง.20 สัญญาณแสงและควันเพื่อการค้นหาและช่วยชีวิต ....	265

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	ผลิตภัณฑ์และโปรแกรมการผลิต ..... 4
2.1	ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายออกซิเจนของแบเรียม ..... 29
2.2	ปริมาณออกซิเจนของเกลือแบเรียม ..... 29
2.3	ความร้อนที่ได้ต่อหนึ่งโมลของออกไซด์ของธาตุต่างๆ ..... 30
2.4	ผลของความร้อนของสารเชื้อเพลิง ..... 30
2.5	สูตรส่วนผสมที่ให้สีต่างๆ ..... 33
2.6	ส่วนผสมของดินดำ..... 35
2.7	ส่วนผสมเสียงระเบิด ..... 37
2.8	การแบ่งประเภทของผู้รับผลการระเบิด ..... 44
2.9	คลาสและดิวิชั่นของสารไพโรเทคนิค ..... 44
2.10	ผลการระเบิดที่บริเวณต่างๆ ..... 45
2.11	การคำนวณรัศมีบริเวณอันตราย ..... 45
2.12	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ ..... 46
2.13	กฎการวางผัง ..... 47
3.1	ราคาชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ..... 53
3.2	ราคาและประเภทของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ..... 67
3.3	สรุปราคาวัตถุดิบทางตรง ..... 73
3.4	หน่วยเวลา DMH ของผลิตภัณฑ์ ..... 77
3.5	สรุปค่าแรงงานทางตรงของผลิตภัณฑ์ ..... 87
3.6	การหาค่าเสื่อมราคาต่อหน่วยกิโลกรัมของเครื่องจักรที่ใช้ผลิตส่วนผสม ..... 94
3.7	การหาค่าเสื่อมราคาต่อหน่วยเวลาของเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วน .. 109
3.8	การหาค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรของแต่ละผลิตภัณฑ์ ..... 120
3.9	สรุปค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรที่ใช้ของแต่ละผลิตภัณฑ์ ..... 133
3.10	ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ..... 135
3.11	ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ ..... 141

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.12	แรงงานทางอ้อม ..... 142
3.13	ค่าวัสดุดิบทางอ้อม ..... 143
3.14	ค่าแรงงานทางอ้อม ..... 144
3.15	อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ..... 145
3.16	ค่าเสื่อมราคาและสิ่งปลูกสร้าง ..... 146
3.17	ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร ..... 148
3.18	การปันส่วนค่าไฟฟ้า ..... 149
3.19	การปันส่วนค่าน้ำ ..... 153
3.20	สรุปต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ..... 155
4.1	อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ..... 157
4.2	จำนวนวันที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ..... 159
4.3	ลำดับการประกอบชิ้นส่วน ..... 161
4.4	จำนวนวันที่ใช้ในการผลิตส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ..... 173
4.5	ลำดับการผลิตส่วนผสม ..... 175

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย