

การศึกษาระดับปริญญา และแร่วิทยาของแหล่งแร่แคลไซต์-ซิลไฟด์

ที่เหมืองตะกั่วปิดทอง จังหวัดราชบุรี



นายอมฤต สุวรรณเคี้ยว

ศูนย์วิจัยทรัพยากรธรณีวิทยา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

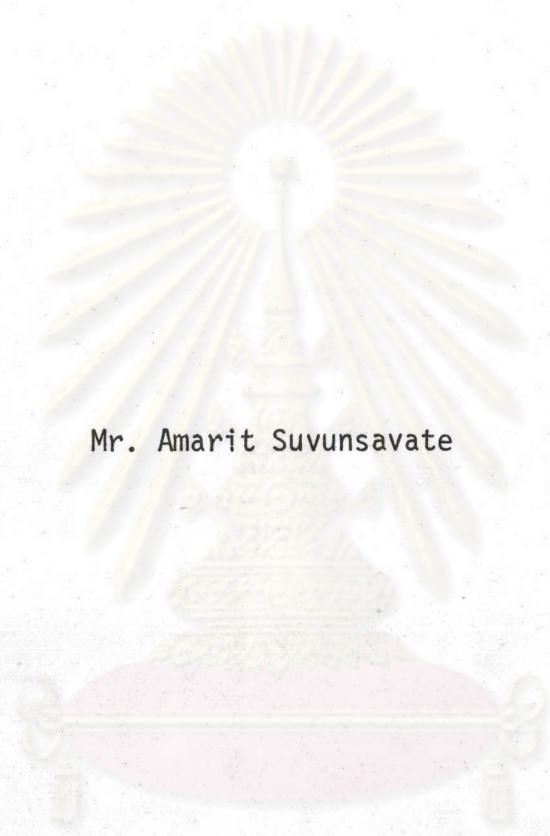
พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-705-6

012021

18220472

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL STUDIES OF THE
CASSITERITE-SULFIDE ORE DEPOSIT
AT THE TAKUA PIT THONG MINE, CHANGWAT RATCHABURI



Mr. Amarit Suvunsavate

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

Thesis Title Geological and Mineralogical Studies of the
Cassiterite-sulfide Ore Deposit at the Takua Pit
Thong Mine, Changwat Ratchaburi

By Mr. Amarit Suvunsavate

Department Geology

Thesis Advisors Assistant Professor Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.
Assistant Professor Sompop Vedchakanjana, M.Sc.



Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
partial fulfillment of the requirements for the Master's degree

S. Rhio II
.....

Associate Professor Sorachai Bhisalbutra, Ph.D.

Acting Associate Dean for Academic Affairs

for

Acting Dean of the Graduate School

Thesis Committee

Wasant Pongsapich
..... Chairman

(Wasant Pongsapich, Ph.D.)

S. Nakapadungrat
..... Member

(Somchai Nakapadungrat, Ph.D.)

Visut Pisutha-Arnond
..... Member

(Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.)

Sompop Vedchakanjana
..... Member

(Sompop Vedchakanjana, M.Sc.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษารรณวิทยา และแร่วิทยาของแหล่งแร่แคลไซต์เทอไรต์-ซิลไฟต์ ที่เหมืองตะกั่วปิดทอง จังหวัดราชบุรี
ชื่อนิสิต	นายอมฤต สุวรรณเควัต
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยคําสตราจารย์ วิสุทธิ์ พิสุทธิธอานนท์ ผู้ช่วยคําสตราจารย์สมภพ เวชกาญจนนา
ภาควิชา	ธรณวิทยา
ปีการศึกษา	2528



บทคัดย่อ

แหล่งแร่แคลไซต์เทอไรต์-ซิลไฟต์ (แมกนีไทต์) ที่เหมืองตะกั่วปิดทอง เป็นแหล่ง
 ปฐมภูมิของแร่ดีบุกชนิดที่ไม่ค่อยพบในประเทศไทยเท่าที่ได้มีการรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อน
 การเกิดของแร่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหินแกรนิตในปลายยุคครีเตเชียส โดยพบเกิดใน
 บริเวณสัมผัสกับหินอ่อนที่แทรกกลั้บอยู่กับหินแคลกซิลิกเกต ของหน่วยหินเขาน้อยเศรษฐี ในหิน
 ชุดทุ่งลิง

หินแกรนิตที่เหมืองตะกั่วปิดทองสามารถแบ่งได้อย่างน้อย 2 ชนิด คือ ไบโอไทต์-
 มัลโคไวด์ แกรนิต ชนิดเนื้อหยาบ และไบโอไทต์ (+ มัลโคไวด์, ทัวร์มาลีน) แกรนิตชนิด
 เนื้อละเอียด ถึงเนื้อหยาบบานกลาง ทั้งนี้หินแกรนิตชนิดหลังเกิดในช่วงของการดีฟเฟอเรน-
 ดิเอตที่ค่อนข้างสูง และอาจจะมีแหล่งของหินชนิดเดียวกันกับเขาแดนแกรนิต

แหล่งแร่แคลไซต์เทอไรต์-ซิลไฟต์ (แมกนีไทต์) พบเกิดอยู่ในบริเวณสัมผัสระหว่างหิน
 แกรนิตกับหินเดิมและอยู่ในแนวรอยแตกของหินแกรนิต มวลสินแร่ที่พบในบริเวณสัมผัสจะประกอบ
 ด้วยแร่ แคลไซต์เทอไรต์, ไพไรไรต์ โดยมีเฟือนแร่ที่เป็นแร่รอง และแร่ปริมาตรรองรอยอื่น ๆ
 คือ แร่คาลโคไพไรต์, ไพไรต์, อาร์เซโนไพไรต์, สฟาเลอไรต์, แมกนีไทต์ และ
 ฟลูออไรต์ ซึ่งการเกิดของมวลสินแร่ในบริเวณสัมผัสนี้พบว่าเกิดร่วมอยู่กับการเปลี่ยนแปลงแผ่
 กระจายของ กรีนไบโอไดไทเทเชียน และเฟนลิตาเชียน ในทางตรงกันข้าม มวลสินแร่ที่พบใน
 แนวรอยแตกของหินแกรนิต จะประกอบด้วยแร่แคลไซต์เทอไรต์ และแมกนีไทต์ ส่วนแร่พวก

ซิลิโคนอื่น ๆ และแร่ฟลูออไรด์จะพบน้อยมาก โดยกระบวนการเปลี่ยนสภาพที่พบเกิดร่วมกันนี้
จะเป็นกรณีไบโอไดไทเทเนียมเท่านั้น

จากการศึกษาสามารถสรุปรูปแบบการกำเนิดของแหล่งแร่ที่เหมืองตะกั่วปิดทองว่า
อาจเกิดจากสารละลายประกอบแร่ที่อยู่ระหว่างสภาวะของ แมกนีไทต์-ไพไรต์-พิร์โรไทต์
บัพเฟอร์ ภายในขอบเขตเสถียรภาพของแร่แคลซีเทอไรต์ การเกิดร่วมกันของแร่ต่าง ๆ ใน
มวลสินแร่เหล่านี้ เชื่อว่าเกิดจากการตกผลึกจากสารละลายร้อนชนิดเดียวกัน เนื่องจากการ
เปลี่ยนแปลงสภาวะด้านฟลิวอิดเคมีคอลที่ละเอียดน้อย เป็นลำดับในขณะที่เกิดกระบวนการแปรสภาพ
ของหินข้างเคียง มากกว่าที่จะเกิดจากการตกผลึกจากสารละลายต่างชนิดกัน



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Geological and Mineralogical Studies of the
Cassiterite-sulfide Ore Deposit at the Takua Pit
Thong Mine, Changwat Ratchaburi

Name Mr. Amarit Suvunsavate

Thesis Advisors Assistant Professor Visut Pisutha-Arnond, Ph.D.
Assistant Professor Sompop Vedchakanchana M.Sc.

Department Geology

Academic Year 1985



ABSTRACT

The Takua Pit Thong cassiterite-sulfide (magnetite) deposit is one of the rare occurrence of primary complex tin ores ever reported in Thailand. The mineralization was closely related to the Upper Cretaceous Takua Pit Thong granite and took place at or near the contact zone of the granite and marble intercalated with calcisilicate hornfels of presumably the Ordovician Khao Noi Sethi Formation in the Thung Song Group.

At least two major types of the Takua Pit Thong granite are recognized, i.e., coarse-grained biotite-muscovite granite and fine-to-medium-grained biotite (\pm muscovite, tourmaline) granite, especially the latter one as a highly differentiated phase which might have had the same magmatic origin as the Khao Daen granite.

The cassiterite-sulfide (magnetite) mineralization occurred in the granite/country rocks contact and in the fracture (sheared)

zone within the granitic rocks close to the contact zone. The orebodies in the contact zone are characteristically composed of cassiterite, pyrrhotite with minor to trace amounts of chalcopyrite, pyrite, arsenopyrite, sphalerite, magnetite and fluorite. The important associated alteration is the so called pervasive green biotitization and phengitization. In contrast, the orebodies in the sheared zones are characteristically consisted of cassiterite and magnetite with only trace amounts of sulfide minerals and fluorite. The pervasive green biotitization is the only alteration process occurred in this type of orebodies.

Also a generalized model for the mineralization at the Takua Pit Thong mine is proposed. The overall depositional condition of the ore-forming fluid responsible for the mineralization at the Takua Pit Thong mine was likely to be very close to magnetite-pyrite-pyrrhotite buffer within the cassiterite stability field. The mineral assemblages observed in both types of orebodies were probably precipitated from the same hydrothermal fluid by slight change in their physicochemical conditions through the processes of wall rock alteration rather than from the two separate fluids.

ACKNOWLEDGEMENTS



The author is greatly indebted to his advisors, Dr. Visut Pisutha-Arnond and Assistant Professor Sompop Vedchakanjana for their encouragement, valuable time and effort in supervising the present research program and critical review of the manuscript.

The Department of Geology, Chulalongkorn University, is duly acknowledged for facilitating and making this work possible.

The author wishes to express his sincere gratitude to the Laem Pichai Mining Company Co. Ltd. for granting permission to carry out this study in the area, and for providing facilities as well as accommodation during the field works.

For the experimental work, the author is grateful to the staff members of Analytical Laboratory Section, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, particularly to Mrs. Theerani Chotigrai, Mrs. Moogda Charusriphan, Mrs. Nongnit Morakot, Mrs. Valairat Chantaravong, Miss Suchada Sripairojthikul and Miss Pornsawat Suwimonpreecha.

Dr. Prinya Natalaya is fully appreciated for his advice and giving the valuable geologic map of the study area. Dr. Wasant Pongsapich and Mr. Sirot Salayapongse are acknowledged for the helpful discussions.

The author also wishes to express thanks to Mr. Picharn Viriyabhun and the Viriya Industry Co. Ltd. for the leave of absence during the preparation of the thesis.

Special thanks are extended to Mrs. Prangmas Suriyachai for final draft of the illustrations, to Mr. Dhanupol Tunyopas, Mr. Mongkol Pornchunchoovong and Mr. Prasert Simchareon for assisting in field, laboratory and many final works.

Many persons who were not named above, but concerned and aided this research study, were also deeply appreciated by the author.

Financial support, partly provided by the Chulalongkorn-Amoco Geological Fund and the Graduate School Fund, is gratefully acknowledged.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	vi
ACKNOWLEDGEMENTS	viii
CHAPTER 1 INTRODUCTION	1
1.1 General	1
1.2 Location and Accessibility	3
1.3 Mining History	3
1.4 Previous Works	6
1.5 Purposes and Methods of study	7
CHAPTER 2 GENERAL GEOLOGIC SETTING	9
CHAPTER 3 GEOLOGY OF TAKUA PIT THONG AREA	15
3.1 Igneous Rocks	15
3.1.1 Granite	17
3.1.1.1 Coarse-grained Biotite- Muscovite Granite ...	17
3.1.1.2 Fine-to-Medium-grained Biotite (+ Muscovite, Tourmaline) Granite ..	19
3.1.2 Pegmatitic and Aplitic Veins ..	23
3.1.3 Quartz Veins	25

	Page
3.2 Country Rocks	25
3.2.1 Marble and Calcsilicate Hornfels	25
3.2.2 Metamorphosed Sandstone	30
3.3 Structure	31
CHAPTER 4 GEOCHEMISTRY OF GRANITE	36
4.1 Major Oxide Variations	36
4.2 Trace Element Variations	44
CHAPTER 5 MINERALOGY AND PARAGENESIS.....	54
5.1 The Nos.1 and 2 Orebodies	55
5.1.1 Marble and Calcsilicate Hornfels Near the Nos.1 and 2 Orebodies.	60
5.1.2 Granitic Rocks Near the Nos.1 and 2 Orebodies	66
5.1.3 Mineralogy and Mineral Paragenesis at the Nos.1 and 2 Orebodies	73
5.2 The No.3 Orebody and No.4 Occurrence .	82
5.2.1 Granitic Rocks Near the No.3 Orebody and the No.4 Occurrence	82
5.2.2 Mineralogy and Mineral Para- genesis at the No.3 Orebody and the No.4 Occurrence	85

	Page
CHAPTER 6 INTERPRETATION AND DISCUSSION	90
CHAPTER 7 CONCLUSION	103
REFERENCES	105
APPENDIX Geochemical Techniques	112
BIOGRAPHY	116



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES



	Page
Figure 1	Topographic map showing the location of Takua Pit Thong area 4
Figure 2	Map showing the access to the Takua Pit Thong mine 5
Figure 3	Map showing general geologic setting covered the Takua Pit Thong mine 10
Figure 4	Geologic map of the Takua Pit Thong area .. 16
Figure 5	Hand specimens of coarse-grained biotite- muscovite granite 18
Figure 6	Hand specimens of fine-to-medium-grained biotite (\pm muscovite, tourmaline) granite . 18
Figure 7	Photomicrograph of fine-to-medium-grained biotite (\pm muscovite, tourmaline) granite showing poikilitic texture quartz, biotite and plagioclase in K-feldspar 21
Figure 8	Photomicrograph of fine-to-medium-grained biotite (\pm muscovite, tourmaline) granite showing bended or kinked biotite 22
Figure 9	Photomicrograph of fine-to-medium-grained biotite (\pm muscovite, tourmaline) granite showing patches of tourmaline 22

	Page
Figure 10	Contour pole diagram of quartz veins in granitic rocks at the Takua Pit Thong mine 26
Figure 11	An exposure of marble intercalated with calcsilicate hornfels unit outside the orebody at the Takua Pit Thong mine 28
Figure 12	Hand specimen of marble intercalated with layers of calcsilicate hornfels at the Takua Pit Thong mine 29
Figure 13	Hand specimen of calcsilicate hornfels at the Takua Pit Thong mine 29
Figure 14	Contour pole diagram of the open fractures filled with green biotite in granitic rocks nearby the cassiterite-sulfide orebodies at the Takua Pit Thong mine 33
Figure 15	Contour pole diagram of the joints in granitic rocks at the Takua Pit Thong mine 34
Figure 16	An exposure of marble intercalated with calcsilicate hornfels showing numerous minor drag folds at the Takua Pit Thong mine 35
Figure 17	Harker variation diagram of the major element-oxides against SiO ₂ content 39
Figure 18	AFM diagram for the Takua Pit Thong granite and Khao the Daen granite 41

	Page
Figure 19	42
K ₂ O-Na ₂ O-CaO diagram for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 20	43
Alkalinity ratio variation diagram for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 21	47
Variation of the Rb, Sr and Rb/Sr, Ca/Sr and K/Rb ratios against SiO ₂ for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 22	48
Variations of CaO versus Sr for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 23	48
Variations of K ₂ O versus Rb for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 24	49
Plots of Sr content against Rb content for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 25	49
Variations of K ₂ O/CaO versus Rb/Sr for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	
Figure 26	51
Rb-Ba-Sr variation diagram for the Takua Pit Thong granite	
Figure 27	52
Normative Q-Ab-Or diagram for the Takua Pit Thong granite and the Khao Daen granite	

Figure 28	An overview of the Takua Pit Thong mine showing the locations of the No.1 orebody and the No.3 orebody	56
Figure 29	An exposure of the lower part of the No.1 orebody that has been blasted off into pieces and accumulated on the slope	57
Figure 30	An exposure of the upper part of the No.1 orebody (almost completely mined out and filled with water). The orebody is confined within a sheared zone of granitic body	58
Figure 31	An overview of the No.2 orebody showing outcrop of calcsilicate hornfels, granitic rocks and orebody	59
Figure 32	A hand specimen of marble near the No.1 orebody. The rock contains dark bands of mainly phlogopite and minor sulfide minerals	61
Figure 33	A marble sample showing the distorted patches of predominantly phlogopite near the No.1 orebody	61
Figure 34	Photomicrograph of marble near the No.1 orebody showing the large tabular flakes of brucite occurring among matrix of calcite ..	63
Figure 35	A sample of calcsilicate hornfels near the No.1 orebody showing the development coarse-grained brownish bands of mainly idocrase ..	64

	Page
Figure 36 Photomicrograph showing coarse-grained idocrase including the crystals of epidote and plagioclase in the brownish band of calcsilicate hornfels	64
Figure 37 Photomicrograph showing fine-grained metasomatic infilling minerals of predominantly plagioclase and brown biotite in original granitic rock near the No.1 orebody	67
Figure 38 Photomicrograph of granitic rock near the No.1 orebody showing the preexisting minerals as K-feldspar, biotite occurring as a coarser-grain islands among the infilling minerals of mainly plagioclase	67
Figure 39 Photomicrograph showing veinlets of greenish brown to green biotite associated with sulfide minerals crosscutting in granitic rock near the No.2 orebody	69
Figure 40 Photomicrograph of sulfide minerals mainly pyrite occurring as veinlets in granitic rock at the No.2 orebody	69
Figure 41 Photomicrograph of granitic rock near the No.1 orebody showing large prismatic crystals of green hornblende and sphene associated with infilling minerals mainly plagioclase	71

Figure 42	Photomicrograph of pervasive greisen alteration in granitic rock near the No.1 orebody showing development of fine-grained muscovite almost obliterates the original granitic texture	72
Figure 43	Mineral paragenesis at the Nos.1 and 2 orebodies	74
Figure 44	Photograph showing cassiterite occurring as the large crystals associated with predominantly phengite in the No.1 orebody	76
Figure 45	Photomicrographs of anhedral crystals of cassiterite replacing massive pale green phengite in the No.1 orebody	78
Figure 46	Photomicrograph of euhedral intergrowth between cassiterite and quartz with sulfide minerals of mainly pyrrhotite infilling or crosscutting along small veinlets	79
Figure 47	Photomicrograph showing pyrrhotite and chalcopyrite surrounding euhedral quartz crystal or as veinlets crosscutting quartz in the No.1 orebody	79
Figure 48	Photomicrograph showing rhythmical or colloform pyrite occurring in vugs at the No.1 orebody	80

	Page
Figure 49 Photomicrograph showing oval shape of pyrite surrounded by pyrrhotite filling vugs of marble near the No.1 orebody	80
Figure 50 An exposure of the No.3 orebody showing the mineralization in forms of parallel-vertical-green stringers confined within the fracture zone of granitic pluton	83
Figure 51 Stringers of mainly green biotite with cassiterite and magnetite at the No.3 orebody ...	84
Figure 52 The outcrop of the No.4 occurrence showing the open fractures filled with predominantly green biotite	84
Figure 53 Mineral paragenesis at the No.3 orebody	86
Figure 54 Photomicrographs showing euhedral cassiterite occurring in the open spaces and intimately intergrown with late infilling deep green biotite	88
Figure 55 Photomicrograph of magnetite commonly showing as euhedral crystals at the No.3 orebody ...	89
Figure 56 Superimposed phase relations in the system $\text{SnO-H}_2\text{S-H}_2\text{O-O}_2$ and $\text{FeO-H}_2\text{S-H}_2\text{O-O}_2$ as the function of the fugacities of O_2 and H_2S for unit activity of H_2O at 500 bars and 200° , 250° , 300° and 350°C	92

Figure 57 Schematic diagrams showing the sequences of events taken place at the Takua Pit Thong mine



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

		Page
Table 1	Major element-oxide, CIPW norms and Differentiation Index (D.I.) of the Takua Pit Thong granite	37
Table 2	Trace elements and elemental ratios of the Takua Pit Thong granite	45
Table 3	Summary of the minerals occurred during the various events at the Takua Pit Thong mine .	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย