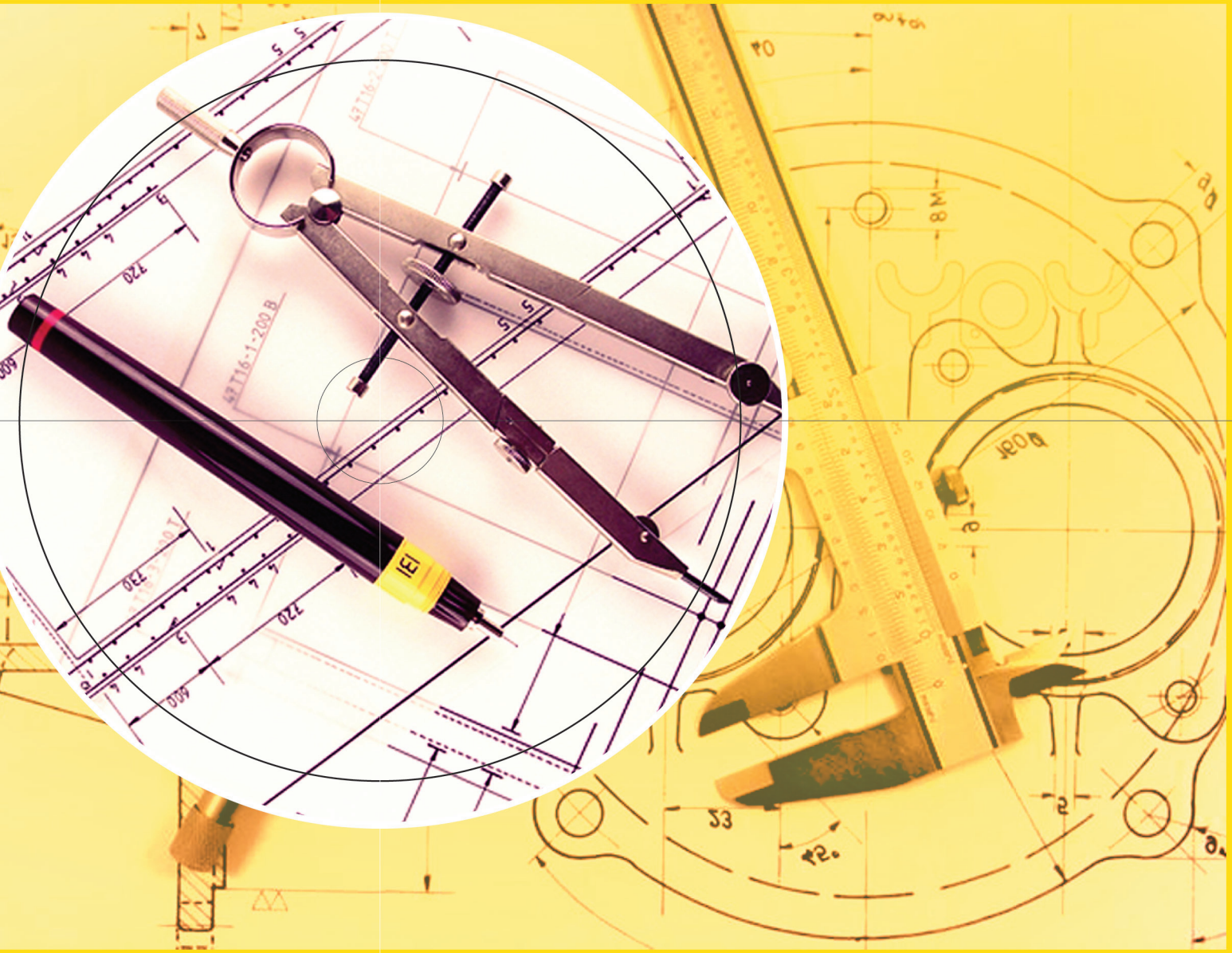
เขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น

Basic Technical Drawing

2 ภาษา (Bilingual Book)

รหัสวิชา 2100-1001

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556



ผศ. น.อ.รามจิตติ ฤทธิศร

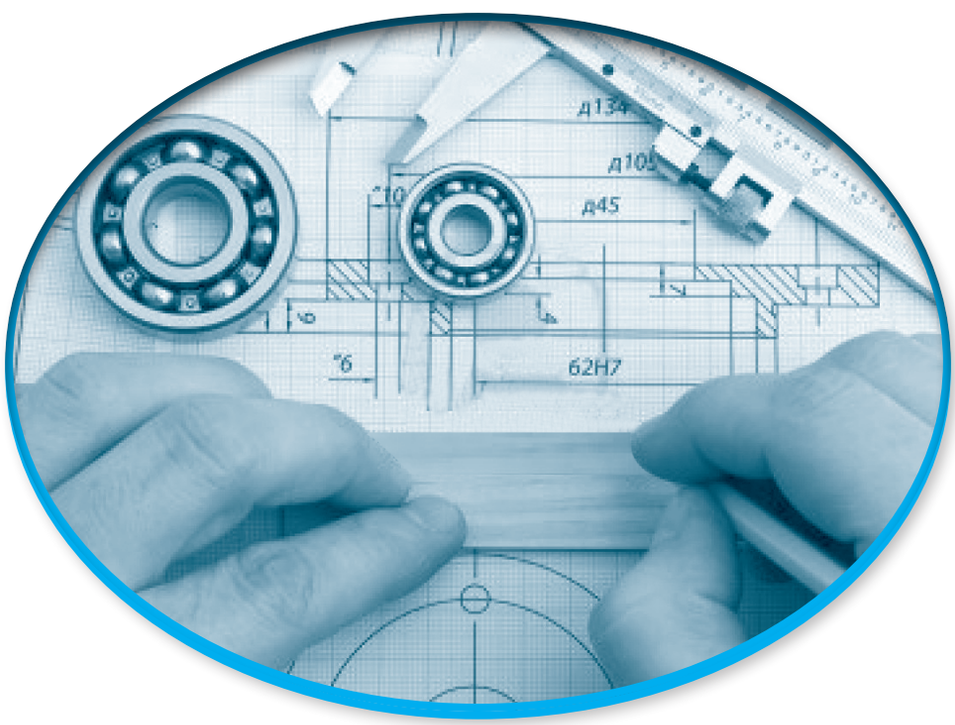
Asst. Prof. Gp. Capt.Ramjitti Ritthisorn

เขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น
Basic Technical Drawing

Bilingual Book : Thai & English

Technical Drawing Theory and Practice Text Book

First Edition : 2013



ผศ. น.ท. รามจิตติ ฤทธิศร

Asst. Prof. Wg. Cdr. Ramjitti Ritthisorn

M.SC. (Thermal Power), วท.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)

เขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น
Basic Technical Drawing

International Standard Book Number ISBN 978-616-211-596-7

Printing and Distribution by

Wang Aksorn Press Printing
69/3 Arun-amarin Rd., Kwang Wat Arun, Khet Bangkokyai,
Bangkok 10600
Tel. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742
http://www.wangaksorns.com
E-mail Address : wangaksorn9@gmail.com,
wangaksorn2000@yahoo.com

First Publishing : 2013
Copyright @ 2013 by Wang Aksorn Press Printing

All right reserved. No part of this publicing may by reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage or retrieval system without the prior written permission of Wang Aksorn Press Printing unless such copying is expressly permitted by federal copyright law.

PREFACE

Basic Technical Drawing bilingual book is the basic studying with skill practice courses for all industrial scholar. This is the best book for mechanic and engineering occupation who want to work in ASEAN career.

Basic Technical Drawing is also design following the Certificate of Vocational Curriculum BE 2556. Office of Vocational Education Commission, Ministry of Education, and useful textbook for any other mechanical and industrial educational courses. Whose can studying, reading or writing all any drawing paper in Thai and English. Also, this bilingual textbook can use as the manual for all kind of occupation. The author manages learning content is divided into 10 units. The lesson and practice drawing paper focus on a knowledge of the theoretical principles and the process as a learning experience. All sequence best on competencies industrial (Competency Based) and integration (Integrated) purpose.

ผศ. น.ท. รามจิตติ ฤทธิศร

Asst. Prof. Wg. Cdr. Ramjitti Ritthisorn

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 Introduction of Technical Drawing : แนะนำการเขียนแบบเทคนิค 1

INTRODUCTION : กล่าวนำ 1

SKETCHING : การร่างภาพ 6

MECHANICAL (MANUAL) DRAWING : การเขียนแบบด้วยมือ 7

DRAWING PAPERS - COPYING DRAWINGS : กระดาษเขียนแบบ - การลอกแบบ 7

MEASUREMENTS AND MEASURING SCALES : การวัดและสเกลในการวัด 9

COMPUTER DRAWING AND MODELING : การเขียนแบบและออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ 11

บทที่ 2 Typical Instrumental Drawing : เครื่องมือเขียนแบบ 15

TYPICAL DRAWING EQUIPMENT : อุปกรณ์เขียนแบบทั่วไป 15

OBJECTIVES IN DRAWING : จุดประสงค์ในการเขียนแบบ 17

DRAWING BOARDS : กระดานเขียน 18

T-SQUARES : ไม้ที 19

DRAWING PENCILS : ดินสอเขียนแบบ 20

DRAWING LEADS : ไส้ดินสอ 21

DRAWING HORIZONTAL AND VERTICAL LINES : การเขียนเส้นนอนและเส้นตั้ง 23

TRIANGLES : ไม้สามเหลี่ยม 24

DRAWING INCLINED LINES : การเขียนเส้นเอียง 25

PROTRACTORS : ไม้โปรแทรกเตอร์ 26

SCALES : ไม้บรรทัดสเกล 26

GIANT BOW SETS : ชุดไจแอนท์โบว์ 27

TEMPLATES : เทมเพลท 32

IRREGULAR CURVES : ไม้โค้ง 33

DRAFTING MACHINES : โต๊ะเครื่องมือเขียนแบบ 34

DRAWING PAPERS : กระดาษเขียนแบบ 36

บทที่ 3 Basic Freehand Sketching and Lettering :
พื้นฐานการร่างรูปด้วยมือเปล่าและการเขียนตัวอักษร 37

Basic Freehand Sketching : พื้นฐานการร่างรูป (สเกตช์) ด้วยมือเปล่า 37

SKETCHING MATERIALS : อุปกรณ์ในการเขียนภาพร่าง 38
TYPES OF SKETCHES : รูปแบบของการร่างภาพ 40
SCALE : มาตราส่วน 41
TECHNIQUE OF LINES : เทคนิคของลายเส้น 41
STYLES OF LINES : รูปแบบของลายเส้น 42
SKETCHING CIRCLES, ARCS, AND ELLIPSES : การร่างรูปวงกลม ส่วนโค้ง และวงรี 43
STYLES OF LINES : รูปแบบของลายเส้น 44
FREEHAND LETTERING : การเขียนตัวอักษรด้วยมือเปล่า 46
LETTERING STANDARDS : ตัวอักษรมาตรฐาน 47
COMPUTER LETTERING : ตัวอักษรคอมพิวเตอร์ 47
LETTERING TECHNIQUE : เทคนิคการเขียนตัวอักษร 48
VERTICAL LETTERS AND NUMERALS : ตัวอักษรแนวตั้งและตัวเลข 49
INCLINED LETTERS AND NUMERALS : ตัวอักษรและตัวเลขแนวเอียง 50
GUIDELINES : เส้นนำ 52
GUIDELINES FOR WHOLE NUMBERS AND FRACTIONS :
เส้นนำสำหรับตัวเลขจำนวนเต็มและเศษส่วน 53
SPACING OF LETTERS AND WORDS : ระยะห่างระหว่างตัวอักษรและคำ 54
TITLES : ชื่อภาพ 55
MAKE A FREEHAND LETTERING : แบบฝึกหัดการเขียนตัวอักษร 57

บทที่ 4 Geometric Constructions Part 1 : โครงสร้างเรขาคณิต ตอนที่ 1 60
Geometric Constructions : โครงสร้างเรขาคณิต 60
Points and Lines : จุดและเส้น 61
Angles : มุม 62
Triangles : รูปสามเหลี่ยม 63
Quadrilaterals : รูปสี่เหลี่ยม 64
Polygons : รูปหลายเหลี่ยม 64
Circles and Arce : วงกลมและส่วนของเส้นโค้ง 65
Solid : ทรงตัน 65
To Bisect a Line or a Circular Arc :
การแบ่งเส้นตรงหรือส่วนของเส้นโค้งออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน 66
To Bisect a Line with Triangle and T-square :
การแบ่งเส้นตรงออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กันโดยการใช้ไม้สามเหลี่ยมและไม้ที 66
To Bisect an Angle : การแบ่งมุมออกเป็นสองมุมเท่าๆ กัน 67
To Transfer an Angle : การย้ายมุม 68

สารบัญ

To Draw a Line Through a Point and Parallel to a Line : การเขียนเส้นตรงผ่านจุดและขนานกับเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง 68

To draw a Line Parallel to a Line and at a Given Distance : การเขียนเส้นขนานให้มีระยะห่างตามที่กำหนด 69

To Divided a Line into Equal Parts : การแบ่งเส้นออกเป็นส่วนเท่า ๆ กัน 70

To Divided a Line into Equal Parts : การแบ่งเส้นออกเป็นส่วนเท่า ๆ กัน 71

To divide a Line into Proportional Parts : การแบ่งเส้นตรงออกเป็นสัดส่วน 72

To Draw a Line Through a Point and Perpendicular to a Line : การเขียนเส้นตรงผ่านจุดและตั้งฉากกับเส้นตรง 73

USING DRAWING TOOLS : แบบฝึกหัดการใช้เครื่องมือในการวาด 75

บทที่ 5 Geometric Constructions Part 2 : โครงสร้างเรขาคณิต ตอนที่ 2 79

To Draw a Triangle with Sides Given : การเขียนรูปสามเหลี่ยมโดยกำหนดด้านทั้งสามมาให้ 79

To Draw a Right Triangle with Hypotenuse and One Side Given : การเขียนสามเหลี่ยมมุมฉากโดยกำหนดด้านตรงข้ามมุมฉากและด้านประกอบมุมฉากหนึ่งด้านมาให้ 80

To Lay Out an Angle : การวางมุม 81

To Draw an Equilateral Triangle : การเขียนสามเหลี่ยมด้านเท่า 82

To Draw a Square : การเขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 83

To Draw a Regular Pentagon : การเขียนรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า 84

To Draw a Hexagon : การเขียนรูปหกเหลี่ยม 85

To Draw a Hexagon (Alternated Method) : การเขียนรูปหกเหลี่ยม (วิธีทางเลือกอื่น) 86

To Draw an Octagon : การเขียนรูปแปดเหลี่ยม 87

To Transfer Plane Figures by Geometric Methods : การย้ายรูประนาบโดยวิธีทางเรขาคณิต 87

To Transfer Drawings by Tracing Paper Methods : การย้ายรูปโดยวิธีใช้กระดาษลอกลาย 89

To Enlarge or Reduce a Drawing : การขยายหรือลดขนาดของภาพ 90

To Draw a Circle Through Three Points : การเขียนรูปวงกลมผ่านจุดสามจุด 91

To Find the Center of a Circle : การหาจุดศูนย์กลางของวงกลม 92

To Draw a Circle Tangent to a Line at a Given Point : การเขียนวงกลมให้สัมผัสกับเส้นตรง ณ จุดที่กำหนด 92

To Draw a Tangent to a Circle Through a Point : การเขียนเส้นสัมผัสวงกลมผ่านจุด 93

To Draw Tangents to Two Circles : การเขียนเส้นสัมผัสไปยังวงกลมสองวง 94
To Draw an Arc Tangent to a Line or Arc and Through a Point :
การเขียนส่วนโค้งสัมผัสกับเส้นหรือส่วนโค้งและผ่านจุด 95
To Draw a Tangent Arc to Two Lines at Right Angles :
การเขียนเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นตรงสองเส้นซึ่งทำมุมฉากกัน 96
To Draw a Tangent Arc to Two Lines at Acute or Obtuse Angles :
การเขียนเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นสองเส้นที่ทำมุมแหลมหรือมุมป้าน 97
To Draw Tangent Arc to an Arc and straight Line :
การเขียนเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นโค้งและเส้นตรง 98
To Draw an Arc Tangent to Two Arcs : การเขียนเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นโค้งสองเส้น 99
To Draw an Arc Tangent to Two Arcs and Enclosing One or Both :
การเขียนเส้นโค้งสัมผัสเส้นโค้งสองเส้นโดยล้อมรอบเส้นโค้งเส้นเดียวหรือทั้งคู่ 100
To Draw a Series of Tangent Arcs Conforming to a Curve :
การเขียนชุดของเส้นโค้งต่อโค้งไปเรื่อย ๆ 101
To Draw a Reverse Curve : การเขียนเส้นโค้งบิดกลับ 101
To Draw a Curve Tangent to Three Intersecting Lines :
การเขียนเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นตรงที่ตัดกันสามเส้น 103
The Conic Sections : ภาคตัดกรวย 103
Ellipse Construction : โครงสร้างของวงรี 104
To Draw a Concentric-Circle Ellipse : การเขียนวงรีที่ใช้ศูนย์กลางร่วมกับวงกลม 105
To Draw a Parallelogram Ellipse : การเขียนวงรีภายในกรอบสี่เหลี่ยมด้านขนาน 106
To Draw a Parabola : การเขียนพาราโบลา 107
To Draw a Hyperbola : การเขียนเส้นโค้งไฮเพอร์โบลา 110
APPLIED GEOMETRY : แบบฝึกหัดการประยุกต์รูปทรงทางเรขาคณิต 112

บทที่ 6 Pictorial Sketching : การสเกตช์ภาพ **116**
OVERVIEW 116
FREEHAND SKETCHING FUNDAMENTALS : พื้นฐานของการร่างภาพด้วยมือเปล่า 118
BASIC FREEHAND SKETCHING : พื้นฐานการร่างภาพด้วยมือเปล่า 120
ADVANCED FREEHAND SKETCHING : การร่างภาพด้วยมือเปล่าขั้นต่อยอด 126
PICTORIAL SKETCHING : แบบฝึกหัดการร่างภาพวาด 136

บทที่ 7 Multiview Projection : ภาพฉายหลายมุม **144**
PROJECTION THEORY : ทฤษฎีภาพฉาย 144

สารบัญ

MULTIVIEW PROJECTION PLANES : ระนาบการฉายแบบหลายมุม 149
ADVANTAGES OF MULTIVIEW DRAWINGS : ข้อได้เปรียบของภาพวาดหลายมุม 151
THE SIX PRINCIPAL VIEWS : หลักการหกมุมมอง 154
VIEW SELECTION : การเลือกมุมมองภาพ 173
FUNDAMENTAL VIEWS OF EDGES AND PLANES : ขอบและระนาบของภาพพื้นฐาน 176
ORTHOGRAPHIC WRITING : แบบฝึกหัดการเขียนภาพฉาย 181

บทที่ 8 Sections and Sectional Views : การตัดขวางและภาพตัดขวาง 188
SECTIONS : การตัดขวาง 188
HALF SECTIONS : ภาพตัดครึ่ง 192
REVOLVED SECTIONS : ภาพตัดหมุน 192
REMOVED SECTIONS : ภาพตัดเคลื่อนย้าย 194
SECTIONS THROUGH THIN MATERIAL : การตัดภาพผ่านวัสดุบาง 194
LOCAL SECTIONS : การตัดภาพบางตำแหน่ง 195
COMPONENTS NOT DRAWN IN SECTION : ไม่เขียนส่วนประกอบลงในภาพตัดขวาง 195
SUCCESSIVE SECTIONS : ภาพตัดต่อเนื่อง 195
SECTIONS IN TWO PARALLEL PLANES : การตัดภาพแยกสองระนาบขนานกัน 197
SECTION VIEW : แบบฝึกหัดภาพตัด 198

บทที่ 9 Dimensioning Principles : หลักการระบุขนาด 209
DIMENSIONING : การระบุขนาด 209
DIMENSIONING OF FEATURES NOT DRAWN TO SCALE : การระบุขนาดเมื่อไม่มีการเปลี่ยนมิติ 214
CHAIN DIMENSIONING AND AUXILIARY DIMENSIONING : การระบุขนาดแบบแนวยาวและการระบุขนาดแบบเสริม 215
PARALLEL DIMENSIONING : การระบุขนาดในแบบขนาน 215
RUNNING DIMENSIONING : การระบุขนาดแบบทบจำนวน 216
STAGGERED DIMENSIONS : การระบุขนาดแบบวางซ้อน 217
DIMENSIONING CIRCLES : การระบุขนาดวงกลม 217
DIMENSIONING RADII : การระบุขนาดรัศมี 218
DIMENSIONING SPHERICAL RADII AND DIAMETERS : การระบุขนาดรัศมีรูปทรงกลมและเส้นผ่านศูนย์กลาง 218
DIMENSIONING CURVES : การระบุขนาดของเส้นโค้ง 219
DIMENSIONING IRREGULAR CURVES : การระบุขนาดของเส้นโค้งไม่ปกติ 219

UNIDIRECTIONAL AND ALIGNED DIMENSIONS :
การระบุขนาดไม่มีทิศทางและการระบุขนาดแนวปรับตั้ง 220
ANGULAR DIMENSIONS : การระบุขนาดมุม 221
TAPERS : ความเรียว 222
DIMENSIONING TAPERS : การระบุขนาดความเรียว 223
DIMENSIONING TWO MATCHING TAPERS :
การระบุขนาดของแท่งเรียวสองแท่งที่ประกอบกัน 224
DIMENSIONING CHAMFERS : การระบุขนาดชิ้นส่วนที่มีการเหลา 224
DIMENSIONING SQUARES OR FLATS : การระบุขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือความแบนราบ 225
DIMENSIONING HOLES : การระบุขนาดรู 225
DIMENSIONING COUNTERBORES : การระบุขนาดรูคว้าน 226
DIMENSIONING COUNTERSUNK HOLES : การระบุขนาดรูคว้านหัวบาน 228
DIMENSIONING SPOTFACES : การระบุขนาดตัวตอก 228
DIMENSIONING FOR MANUFACTURE : การระบุขนาดสำหรับงานผลิต 229
GRAPHICAL SYMBOLS TO INDICATE SURFACE TEXTURE :
สัญลักษณ์กราฟิกเพื่อแสดงสภาพผิวชิ้นงาน 231
EXPANDED GRAPHICAL SYMBOLS : สัญลักษณ์กราฟิกเพิ่มเติม 231
COMPLETE GRAPHICAL SYMBOLS : สัญลักษณ์กราฟิกที่สมบูรณ์ 232
‘ALL SURFACES AROUND A WORKPIECE’ GRAPHICAL SYMBOL :
สัญลักษณ์กราฟิกแสดงพื้นผิวที่อยู่รอบๆ ชิ้นงาน 232
COMPOSITION OF COMPLETE GRAPHICAL SYMBOLS FOR SURFACE TEXTURE :
ส่วนประกอบของสัญลักษณ์กราฟิกแสดงพื้นผิวที่สมบูรณ์ 233
MANDATORY POSITIONS FOR COMPLEMENTARY REQUIREMENTS :
ตำแหน่งที่ต้องมีผลบังคับใช้สำหรับส่วนเสริม 233
DIMENSIONING : แบบฝึกหัดการวาดภาพมีมิติ 238
บรรณานุกรม

Chapter 1
Introduction of Technical Drawing : แนะนำการเขียนแบบเทคนิค

INTRODUCTION : กล่าวนำ

Drawings have been used since the beginning of history for planning and producing art objects, architectural designs and engineering works. Since the Industrial Revolution a system for creating architectural and engineering drawings has evolved. While the pens, pencils, tools and papers for creating drawings have changed, the basic forms for presenting information have stayed the same (Fig. 1.1). People doing technical work need to be familiar with the standard ways of presenting design information.

มีการนำภาพเขียนแบบมาใช้ตั้งแต่เริ่มต้นประวัติศาสตร์ของการวางแผนและการผลิตชิ้นงาน รวมทั้งสถาปัตยกรรมการออกแบบและงานวิศวกรรม ตั้งแต่ยุคปฏิวัติระบบอุตสาหกรรมเป็นต้นมา การสร้างแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ปากกา ดินสอ เครื่องไม้เครื่องมือ และกระดาษสำหรับการสร้างงานเขียนแบบมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามเวลาที่ผ่านมา แต่พื้นฐานสำหรับการนำเสนอข้อมูลยังคงอยู่เหมือนเดิม ดังแผนผังในรูปที่ 1.1 คนที่ทำงานทางด้านเทคนิคจำเป็นต้องมีความคุ้นเคยกับวิธีการนำเสนอข้อมูลในการออกแบบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

Interpreting information from drawings is an important skill. Engineers and architects must be able to look at a set of plans and mentally picture the shapes of objects. Skilled workers must have the same abilities. Reading a drawing involves a highly developed ability to look at lines on the page and convert the shapes from several pictures to form a three-dimensional mental image (Fig.1.2).

การตีความข้อมูลจากภาพเขียนแบบเป็นทักษะที่สำคัญ วิศวกรและสถาปนิกจะต้องมองภาพรวมของงานและถ่ายทอดความคิดที่อยู่ในใจออกมาเป็นภาพรูปร่างของวัตถุ ผู้ที่ปฏิบัติงานต้องมีทักษะความสามารถเดียวกัน การอ่านภาพเขียนแบบจะต้องใช้ความสามารถอย่างสูงในการมองไปที่เส้นต่างๆ ที่ประกอบเป็นรูปภาพหลายๆ รูปบนกระดาษและแปลงให้ออกมาเป็นรูปร่างของวัตถุในลักษณะภาพสามมิติตามที่คิดเอาไว้

Chapter 1

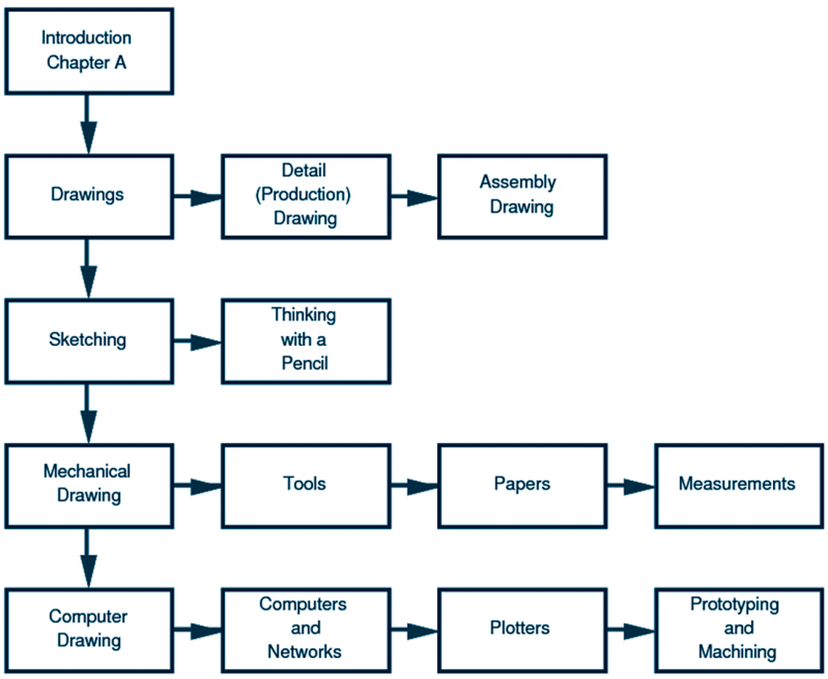


Figure 1.1 : The Basic Forms For Presenting Information
รูปแบบพื้นฐานในการนำเสนอข้อมูล

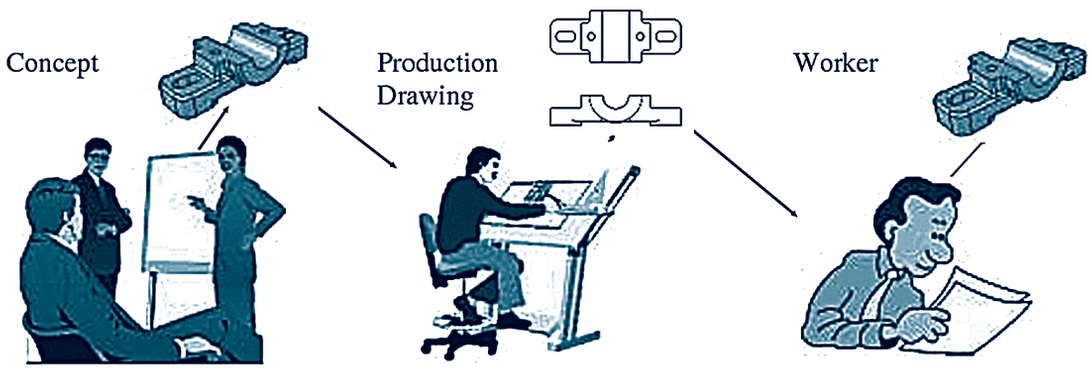


Figure 1.2 : Interpreting information from drawings
การตีความข้อมูลผ่านภาพเขียนแบบ

A detail part or working drawing is shown in Figure 1.3. Features of the drawing include different views of the part, dimensions, notes, materials and a title block. Drawings like this may be created by manually drawing lines on paper or by computer. The drawing must convey all information needed to produce the part.

รายละเอียดชิ้นงานหรือภาพเขียนแบบใช้งาน แสดงในรูปที่ 1.3 องค์ประกอบของภาพเขียนแบบจะรวมถึงภาพของชิ้นงานในมุมมองที่แตกต่างกัน การระบุขนาด บันทึกข้อความ รายละเอียดของวัสดุ และการกรอบระบุชื่อชิ้นงาน ภาพเขียนแบบเช่นนี้อาจถูกสร้างขึ้นโดยการวาดเส้นลงบนกระดาษหรือโดยการใช้คอมพิวเตอร์ ภาพเขียนแบบจะต้องสื่อความหมายของข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นในการผลิตชิ้นงานจริง

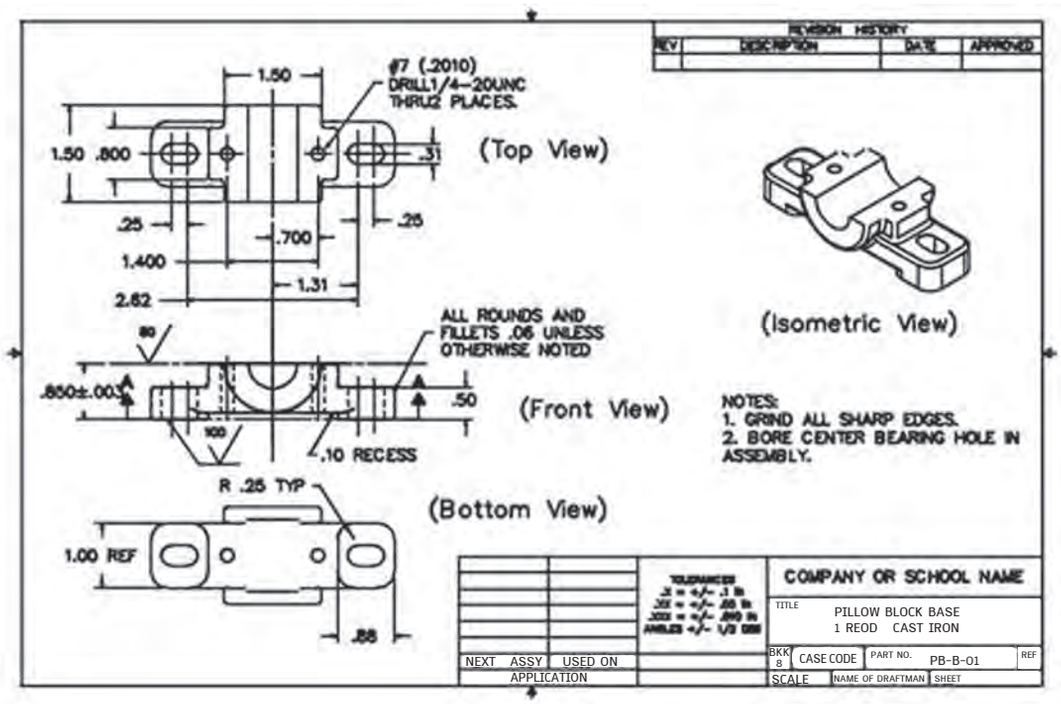


Figure 1.3 : Sample of Working Drawing
ตัวอย่างของภาพเขียนแบบใช้งาน

A pictorial view in figure 1.4 gives a quick idea of the shape of the part. Learning to produce drawings like this involves knowing the rules for drawing views of objects, correct dimension choice and placement, correct format for drawing presentation. Many standards exist which tell how to provide correct and consistent information to those who use the drawings. Multiple views (Top and Front in Figure 1.5) are used to show the true shape of the geometry of the part.

มุมมองของภาพรวมในรูปที่ 1.4 จะทำให้เกิดแนวคิดของรูปร่างชิ้นงานอย่างรวดเร็ว ในการเรียนรู้ที่จะสร้างภาพเขียนแบบให้ได้ลักษณะเช่นนี้จะต้องมีความรู้ในเรื่องของหลักการสำหรับเขียนภาพของวัตถุ การระบุขนาด การวางตำแหน่งภาพ และรูปแบบที่ถูกต้องสำหรับการนำเสนอภาพ มาตรฐานการเขียนแบบหลายๆ มาตรฐานที่มีปรากฏอยู่นั้นได้บอกวิธีการให้ข้อมูลที่สอดคล้องและถูกต้องกับผู้ที่ใช้งานภาพเขียนแบบเหล่านี้ ภาพหลายมุมมอง (ด้านบนและด้านหน้าในรูปที่ 1.5) ถูกใช้ในการแสดงรูปทรงเรขาคณิตของรูปร่างชิ้นงานที่แท้จริง

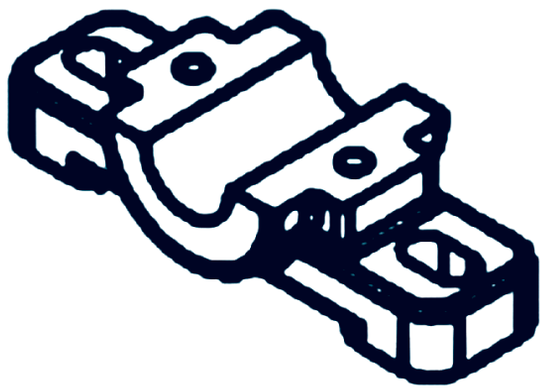


Figure 1.4 : Pictorial View of an Object
ภาพมุมมองของวัตถุ

Chapter 1

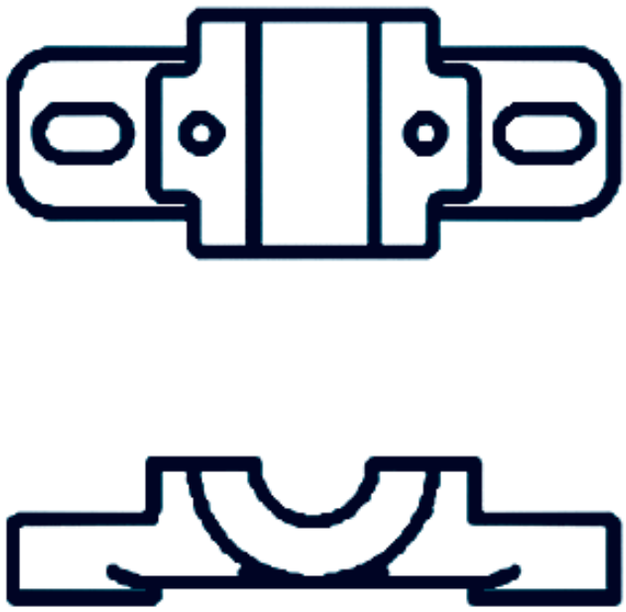


Figure 1.5 : Multiple Views of an Object
ภาพหลายมุมมองของวัตถุ

Reading drawings is the process of looking at the lines that represent the part shapes and mentally picturing the part. This is a very high level thinking process which requires practice to become proficient.

การอ่าน (ตีความ) ภาพเขียนแบบอย่างเป็นกระบวนการ คือ การมองไปที่เส้นทั้งหลายที่เป็นตัวแทนของรูปทรง ของชิ้นงานและแสดงสิ่งที่คิดไว้ในใจนี้ออกมาเป็นรูปภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดระดับที่สูงมาก ซึ่งจะต้องมีการฝึกฝนและปฏิบัติจนเกิดความเชี่ยวชาญขึ้น

Assembly Drawings show the parts used (Fig. 1.6), how the parts are assembled and part identifications. Item numbers from the drawing are referenced in the Parts List or Bill of Materials. This is the first drawing in a set of drawings. It gives an overview of the product and shows how the parts are used.

ภาพเขียนแบบรวมจะแสดงชิ้นส่วนทั้งหมดที่นำมาประกอบเป็นชิ้นงาน ดังตัวอย่างใน (รูปที่ 1.6) นั้นได้แสดงวิธีการประกอบและระบุรายละเอียดของชิ้นส่วน รายการตัวเลขจากภาพเขียนแบบจะถูกอ้างอิงในรายการชิ้นส่วนหรือค่าวัสดุ ภาพเขียนแบบรวมจะเป็นภาพแรกในชุดของภาพเขียนแบบทั้งหมด ซึ่งมันจะทำให้เห็นภาพรวมของชิ้นงานทั้งหมดและแสดงให้เห็นถึงการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วน

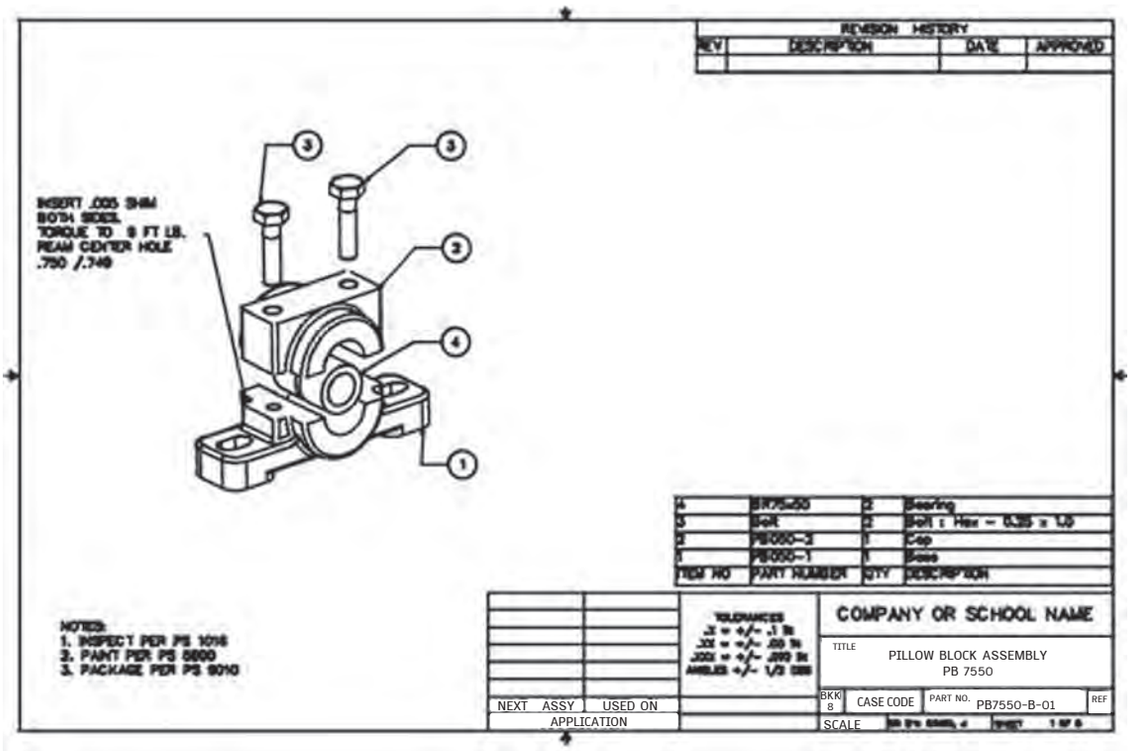


Figure 1.6 : Assembly Drawing
ภาพเขียนแบบรวม

Assembly drawings are often included with the product for reference (Fig 1.7). An exploded view may be used to identify parts for replacement and to show how to disassemble and re-assemble for servicing.

ภาพเขียนแบบรวมมักจะถูกเก็บรวมเอาไว้กับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการอ้างอิง ภาพแยกชิ้นส่วนอาจจะใช้ในการระบุชิ้นส่วนสำหรับการเปลี่ยนชิ้นส่วน และจะแสดงวิธีการถอด-ประกอบสำหรับการให้บริการชิ้นส่วนนั้นๆ

Special instructions and notes are shown in figure 1.7. These pertain to the whole assembly. Many companies use PS or Process Specifications to specify how common jobs are to be performed. Inspection, painting, packaging, etc. may be done in many ways depending on the product. Referencing a PS-number is more efficient than writing a lengthy note on the drawing.

คำแนะนำพิเศษและบันทึกหมายเหตุข้อความต่างๆ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 1.7 เหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการรวมชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน หลายๆ บริษัทใช้ข้อมูลกระบวนการจำเพาะ (PS) ระบุการทำงานร่วมกัน ตรวจสอบ การลงสี บรรจุภัณฑ์ ฯลฯ อาจจะทำในหลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดประเภทของผลิตภัณฑ์ การอ้างอิงถึงเลข PS จะให้ประสิทธิภาพมากกว่าการเขียนบันทึกยาวๆ ไว้ในภาพเขียนแบบ

Chapter 1

ITEM NO	PART NUMBER	QTY	DESCRIPTION
4	BR75x50	2	Bearing
3	Bolt	2	Bolt : Hex - 0.25 x 1.0
2	PB050-2	1	Cap
1	PB050-1	1	Base

INSERT .005 SHIM BOTH SIDES
TORQUE TO 9 FT. LB.
REAM CENTER HOLE
.749/.750

NOTES:
1. INSPECT PER PS 1016
2. PAINT PER PS 5800
3. PACKAGE PER PS 9010

Figure 1.7 : Special Instructions and Notes
คำแนะนำพิเศษและบันทึกหมายเหตุข้อความ

SKETCHING : การร่างภาพ

Freehand sketches are used by designers to transfer mental images to paper. Ideas are constantly changing as new thoughts occur. Engineers and architects create many sketches to help define the objects or constructions they imagine. Meetings are held to exchange ideas, refine designs and get approvals to proceed with a design.

นักออกแบบจะใช้การร่างภาพด้วยมือเปล่าเพื่อถ่ายถอดภาพที่อยู่ในจิตใจลงสู่กระดาษ ความคิดสร้างสรรค์จะเปลี่ยนอย่างสม่ำเสมอทุกครั้งที่มีความคิดใหม่ๆ เกิดขึ้น วิศวกรและสถาปนิกสร้างสรรค์ภาพร่างขึ้นมาหลายๆ ภาพเพื่อช่วยในการสร้างคำจำกัดความของวัตถุหรือโครงสร้างตามที่จินตนาการขึ้นมา การประชุมจะเกิดขึ้นเพื่อใช้แลกเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์ การการออกแบบที่ได้รับการกลั่นกรองแล้วจะได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการต่อไปตามที่ได้ออกแบบไว้

Words cannot describe three dimensional technical design information accurately. Quick two dimensional or three dimensional sketches clearly represent the shapes of objects and the thoughts of the designers. The ability to sketch quickly and accurately to proportion is an important skill for all technical workers. Basic sketching are described in Chapter 3 and 6.

คำพูดไม่สามารถอธิบายข้อมูลการออกแบบสามมิติทางเทคนิคได้อย่างถูกต้อง รูปด่วนของภาพร่างสองมิติหรือสามมิติสามารถใช้เป็นสื่อแทนรูปร่างของวัตถุและความคิดของนักออกแบบ ความสามารถในการร่างภาพได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำสัดส่วนเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านเทคนิคทุกคน พื้นฐานการร่างภาพได้อธิบายในบทที่ 3 และ 6

MECHANICAL (MANUAL) DRAWING : การเขียนแบบด้วยมือ

Although the computer drawing has replaced most of the manual drawing work in present time. During 1985-1990 drawings were still made on paper or other media using tools which is describe in Chapter 2. Some of using tools show in figure 1.8.

แม้ว่าในปัจจุบันการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาใช้แทนที่การเขียนแบบด้วยมือ แต่ในระหว่างปี ค.ศ 1985 - 1990 ยังใช้การเขียนแบบด้วยมือบนกระดาษหรือสื่ออื่นๆ เครื่องมือเหล่านี้รวมทั้งวิธีการใช้ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 ตัวอย่างของเครื่องมือเหล่านี้แสดงไว้ในรูปที่ 1.8

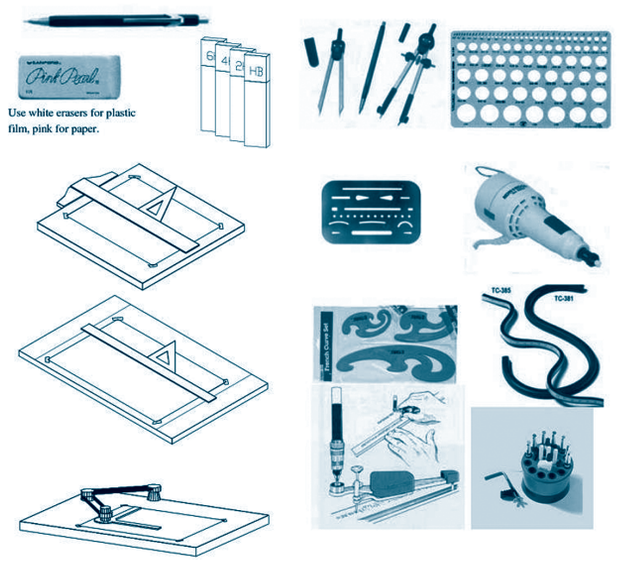


Figure 1.8 : Some Basic Tools for Manual Drawing
เครื่องมือพื้นฐานบางรายการสำหรับงานเขียนแบบด้วยมือ

DRAWING PAPERS - COPYING DRAWINGS : กระดาษเขียนแบบ - การลอกแบบ

Drawings may be created on paper or plastic film. Large drawings are duplicated by passing light through the material to a copy sheet below (Fig. 1.9). Drawing materials must pass light so translucent materials are used.

ภาพเขียนแบบอาจจะกระทำลงบนกระดาษหรือฟิล์มพลาสติก ภาพเขียนแบบที่มีขนาดใหญ่อาจจะทำสำเนาได้โดยการผ่านแสงทะลุวัสดุต้นแบบเพื่อคัดลอกลงไปยังแผ่นชี้ทด้านล่าง (รูปที่ 1.9) ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้เขียนแบบต้องยอมให้แสงทะลุผ่าน

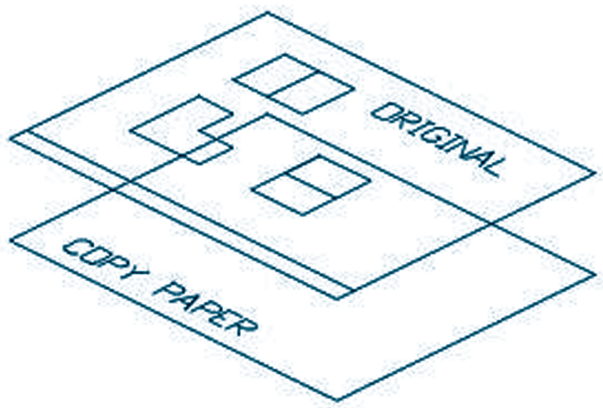


Figure 1.9 : Drawing Duplicating
การทำสำเนาภาพ

Chapter 1

Drawing paper is a high quality paper with plastic coating. Vellum is a naturally transparent paper which was used before plastic coatings came into use.

กระดาษเขียนแบบ เป็นกระดาษที่มีคุณภาพสูงโดยมีการเคลือบด้วยพลาสติก หนังลูกวัวเป็นกระดาษโปร่งใสตามธรรมชาติซึ่งถูกนำมาใช้ก่อนที่จะนำวิธีเคลือบพลาสติกเข้ามาแทน

Mylar film is a very stable, tough plastic film which has a etched or coated drawing surface. Mylar is more expensive than paper but the stability and long term storage properties make it useful.

ฟิล์มไมล่าร์เป็นฟิล์มพลาสติกที่เสถียรมากเหมาะต่อการนำไปทำรอยหรือเคลือบผิวภาพเขียนแบบ ไมล่าร์มีราคาแพงกว่ากระดาษ แต่มีคุณสมบัติที่ดีในเรื่องความเสถียรและสามารถเก็บข้อมูล (ภาพ) ได้นาน

Cloth drawings were used for many years. The material was a very high quality linen with starch coating. India ink was used to make the lines very dark. Many of these drawings are still in use.

ผ้า ถูกนำมาใช้ในการเขียนแบบเป็นเวลาหลายปี วัสดุที่ใช้เป็นผ้าลินินที่มีคุณภาพสูงนำไปเคลือบด้วยแป้งพิเศษ นิยมใช้หมึกอินเดียนอิ้งค์กับผ้าในการเขียนแบบเพราะให้เส้นที่เข้มมาก ปัจจุบันการเขียนแบบลงบนผ้ายังคงมีการใช้งานอยู่

Original drawings are carefully stored, often in fireproof vaults. Copies are created and used for production and other purposes. Blueprinting is an older process which required wet developers, washing and drying of the prints. Diazo is a newer process which creates dry prints right out of the machine (Fig. 1.10). Diazo uses a print paper with a special coating. Once exposed to light the image is developed using hot ammonia gas.

ภาพวาดต้นฉบับจะถูกเก็บไว้อย่างระมัดระวังโดยมักจะอยู่ในห้องป้องกันอัคคีภัยไฟ สำเนาจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการผลิตและวัตถุประสงค์อื่น ๆ แบบพิมพ์เขียวเป็นกระบวนการที่นิยมใช้ในอดีตซึ่งจำเป็นต้องใช้สารเดเวลลอปเปอร์ล้างและทำแบบภาพให้แห้ง ไดโซเป็นกระบวนการใหม่ที่สร้างงานพิมพ์แห้งออกจากเครื่องมือได้โดยตรง ไดโซใช้กระดาษพิมพ์ที่มีการเคลือบพิเศษ เมื่อสัมผัสกับแสงภาพจะปรากฏขึ้นโดยใช้ก๊าซแอมโมเนียร้อนเป่าผ่านลงไป

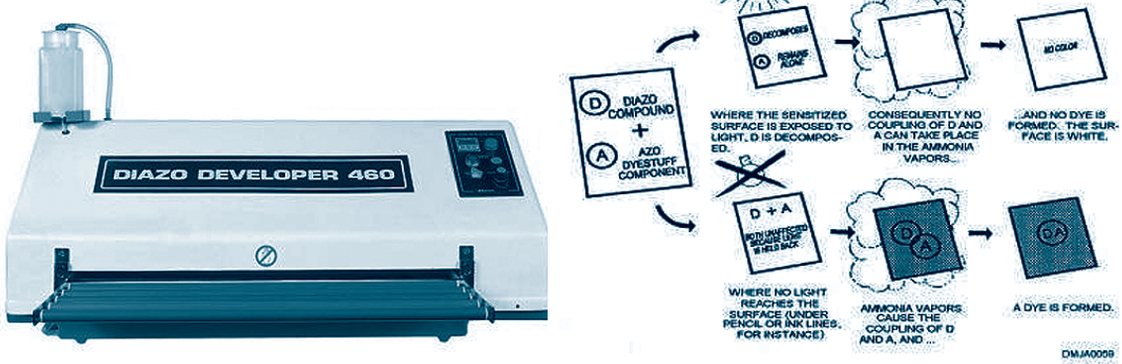


Figure 1.10 : Diazo Machine
เครื่องทำสำเนาไดโซ

Large format digital printers (Fig. 1.11) and copiers are replacing diazo process machines. Copies are more expensive but are sharper and longer lasting.

เครื่องพิมพ์รูปแบบดิจิตอลขนาดใหญ่ (รูปที่ 1.11) และเครื่องถ่ายเอกสารถูกนำมาใช้แทนที่เครื่องมือสำหรับกระบวนการไดโซ ภาพสำเนาจากเครื่องพิมพ์เหล่านี้แม้มีราคาแพงกว่าแต่ภาพมีความคมชัดและเก็บไว้ได้นาน

Figure 1.11 : Large Format Digital Printers
เครื่องพิมพ์รูปแบบดิจิตอลขนาดใหญ่

MEASUREMENTS AND MEASURING SCALES : การวัดและสเกลในการวัด

Metric measurements are the world standard. The United States has been slow to fully adopt the metric system. Most new automobiles designs are done in metric with a few of the older English measurement parts included.

การวัดมาตราเมตริกเป็นมาตรฐานโลกในปัจจุบัน ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้เวลานานกว่าจะยอมรับและใช้ระบบเมตริกเป็นมาตรฐาน การออกแบบรถยนต์สมัยใหม่ส่วนใหญ่จะทำในระบบเมตริกโดยมีชิ้นส่วนบางชิ้นที่ยังวัดด้วยระบบอังกฤษโบราณรวมอยู่ด้วย

Architectural construction is mostly English measurement based. Construction materials like 2 x 4's and 4" by 8" sheets of plywood do not have easy to work with metric equivalents. There is no great urgency to change.

การก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมส่วนใหญ่จะใช้มาตรวัดระบบอังกฤษแบบความยาวเป็นนิ้วฟุตเป็นพื้นฐาน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะไม่คุ้นเคยและไม่สะดวกในการใช้งาน เช่น การเปลี่ยนหน่วยวัดของวัสดุก่อสร้างขนาด 2 x 4 ฟุต และแผ่นไม้อัดขนาด 4 x 8 นิ้วให้ไปเทียบเท่ากับหน่วยความยาวซึ่งเป็นเมตรในระบบเมตริก อย่างไรก็ดี ยังไม่มีความจำเป็นเร่งด่วนใดๆ ที่จะเปลี่ยนการใช้หน่วยสำหรับงานทางด้านสถาปัตย์ในขณะนี้

Chapter 1

Fractional inch measurements are used for some types of work and may be the measurement system used on older drawings. Reading fractional inch measurements may be difficult for new users. Calculating with fractional measurements is a very complex process. Try dividing $7\frac{23}{32}$ by 9?

มาตรวัดแบบสัดส่วนนิ้วถูกนำมาใช้ในงานบางชนิด สำหรับภาพเขียนแบบเก่าๆ ยังคงใช้ระบบวัดนี้อยู่ การอ่านค่าการวัดของระบบสัดส่วนนิ้วนี้ บางทีอาจจะยากเกินไปสำหรับผู้เพิ่งเริ่มต้นใช้ การคำนวณการวัดแบบสัดส่วนนิ้วเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ลองหาร $7\frac{23}{32}$ ด้วย 9 ดูแล้วจะเข้าใจ

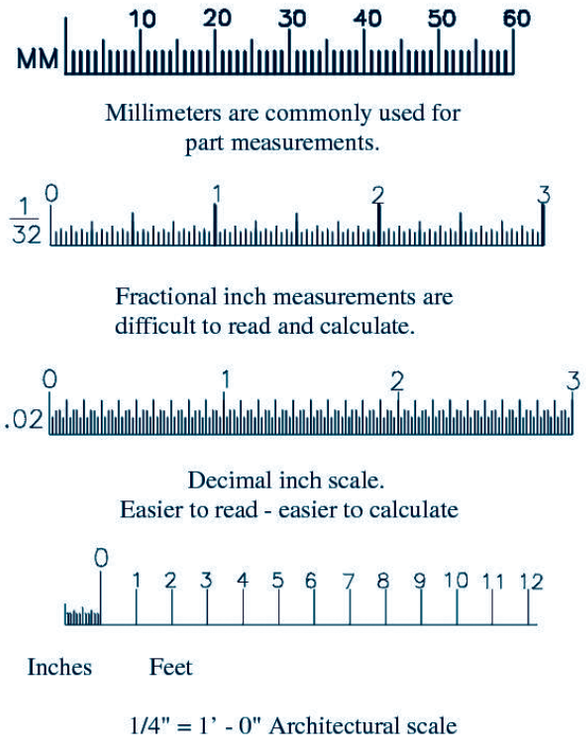


Figure 1.12 : Measuring Scales
มาตรในการวัดสเกลต่างๆ

Decimal inch measurements are easier to read on scales and much easier to calculate with. Metal decimal scales may have 100 divisions per inch. Plastic scales and scales printed in this book will show only the even hundredths.

ระบบวัดแบบทศนิยมของนิ้วจะอ่านได้ง่ายกว่าและนำมาคำนวณได้ง่ายเช่นกัน ไม้วัดโลหะสำหรับมาตรวัดระบบนี้จะแบ่งเป็น 100 ช่องต่อนิ้ว ไม้ที่ทำจากพลาสติกและที่พิมพ์ลงในรูปจะแสดงเพียงแค่สองส่วนในร้อยเท่านั้น

Architectural measurements are composed of feet (base 12 with 12 inches to a foot) and inches (base 8, 16, 32 or 64 fractions to an inch). Calculating with feet, inches and fractions is also a very complex process.

มาตรวัดทางสถาปัตย์จะประกอบด้วยหน่วยฟุต (จะมี 12 ช่อง ช่องละหนึ่งนิ้วรวมเป็น 12 นิ้วหรือ 1 ฟุต) และนิ้ว (ส่วน 8, 16, 32 หรือ 64 ต่อหนึ่งนิ้ว) การคำนวณเกี่ยวกับฟุต นิ้วและเศษส่วนยังคงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนอยู่ดี

Civil engineering units sometimes combine feet, inches and decimal inches which simplifies calculations.

หน่วยในวิศวกรรมโยธาในบางครั้งจะรวมเอาไว้ทั้งหน่วยฟุต นิ้ว หรือทศนิยมของนิ้วซึ่งช่วยให้ง่ายในการคำนวณ

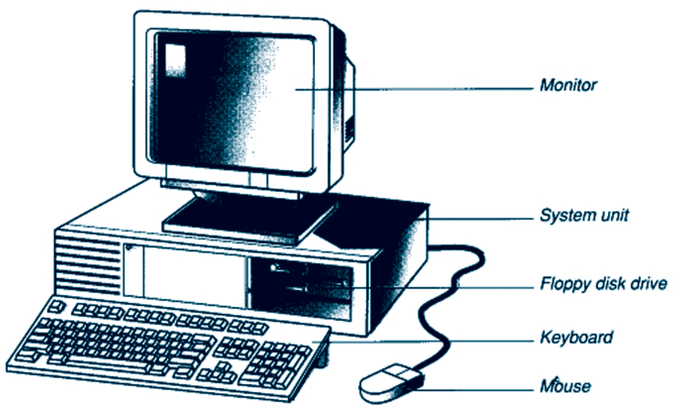
Drawings for large items on paper are created using reduced scales. A 1" = 1'-0" architectural scale is shown. Each $\frac{1}{4}$" is marked as a foot. Inches are shown to the left of "0". Large constructions may be placed on a small page using $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ or $\frac{1}{16}$ scales.

การวาดแบบภาพที่มีขนาดใหญ่ลงบนกระดาษสามารถกระทำได้โดยการลดสเกลลง แสดงการลดขนาด โดยการเทียบ $\frac{1}{4}$" = 1'-0" ของมาตรวัดสถาปัตย์ไว้ในรูปที่ 1.12 ทุกๆ $\frac{1}{4}$ นิ้วจะถูกกำหนดให้เท่ากับ 1 ฟุต หน่วยนิ้วจะแสดงไว้ทางด้านซ้ายของเลข "0" ดังนั้น โครงสร้างที่มีขนาดใหญ่จึงอาจจะสามารถวางไว้ในหน้ากระดาษที่เล็กกว่าได้โดยการลดมาใช้สเกล $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ หรือ $\frac{1}{16}$

COMPUTER DRAWING AND MODELING : การเขียนแบบและออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์

IBM introduced the powerful and relatively inexpensive IBM-PC around 1983 (Fig. 1.13). AutoCAD introduced a usable drafting software program in 1984. AutoCAD emulated the paper drawing process using constructions and drawing processes similar to the way work was done on paper. Early computers used black and white monitors. It would be several years before the mouse became popular as a pointing device.

IBM ได้เปิดตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว (Personal Computer, PC) ที่มีความสามารถสูงในราคาไม่แพง ราวปี ค.ศ. 1983 โดยโปรแกรม AutoCAD ถูกนำมาใช้งาน ในปี 1984 AutoCAD เป็นโปรแกรมที่เลียนแบบกระบวนการเขียนภาพลงบนกระดาษทั้งการใช้เส้นโครงสร้างและการเขียนเส้นต่างๆ และอื่นๆ ในช่วงแรกๆ คอมพิวเตอร์จะใช้หน้าจอที่มีเพียงแค่สีขาวกับดำ ซึ่งต้องใช้เวลาต่อจากนั้นอีกหลายปีกว่าจะมีเมาส์เป็นอุปกรณ์ชี้ตำแหน่งยอดนิยม



1984 IBM-PC 4.77 mhz processor, black and white monitor, 360k floppy drives, AutoCAD

Figure 1.13 : IBM-PC First Introduce
เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของ IBM ในการเปิดตัวครั้งแรก

Chapter 1

Quickly adopted computer drawing. The change from manual drafting to computer drafting was far faster than the change from typewriters to word processors in business. Computer drawings took about the same amount of time to create as manual drawings but the time savings in revising and updating drawings was a significant benefit.

อุตสาหกรรมการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์เติบโตอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงจากภาพต้นแบบที่เขียนด้วยมือไปเป็นภาพต้นแบบในคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นเร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงของการใช้เครื่องพิมพ์ดีดไปเป็นโปรแกรมประมวลผลคำเสียด้วยซ้ำ จริงๆ แล้วการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ใช้เวลาพอๆ กับการเขียนแบบด้วยมือ แต่จะประหยัดเวลากว่าในการแก้ไขหรือปรับปรุงงานเขียนแบบให้ทันสมัย

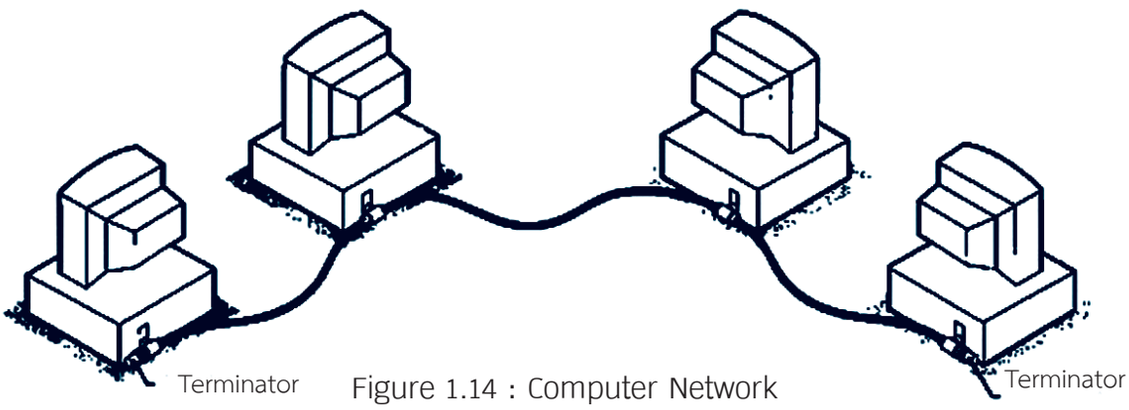


Figure 1.14 : Computer Network
เครือข่ายเครื่องคอมพิวเตอร์

Computer networks in figure 1.14 provided quick access to stored files and fast exchange of information between designers.

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในรูปที่ 1.14 ยังช่วยให้การเข้าถึงข้อมูลที่เก็บไว้ทำได้อย่างรวดเร็วและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนักออกแบบก็เร็วมากขึ้นเช่นกัน

Faster computers with better graphics and larger core memory have made possible the use of newer software which changes the drawing process. Three dimensional modeling allows the designer to work with solid images which are identical to the finished part. Once the 3D image is finished the process of creating the 2D working drawings requires only a few mouse clicks (Fig. 1.15). 2D drawings which once took hours or days to complete now only take minutes to complete. Modeling mating parts reduces the chance of error when parts do not line up or fit properly.

คอมพิวเตอร์ที่ทำงานได้เร็ว มีภาพกราฟิกที่ดี และมีหน่วยความจำขนาดใหญ่จะสามารถปรับให้รองรับซอฟต์แวร์ใหม่ๆ ที่มีการเปลี่ยนขั้นตอนกระบวนการเขียนภาพได้ แบบจำลองสามมิติจะช่วยให้นักออกแบบทำงานกับภาพที่เป็นของแข็งทรงตันซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับชิ้นงานสำเร็จรูปได้ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการของการสร้างภาพ 3D (สามมิติ) นั้น ในการสร้างภาพวาดแบบ 2D (สองมิติ) สามารถทำได้เพียงการคลิกเมาส์ไม่กี่ครั้ง (รูปที่ 1.15) ภาพเขียนแบบ 2D ซึ่งครั้งหนึ่งเคยใช้เวลาหลายชั่วโมงหรือเป็นวันกว่าที่จะเขียนให้เสร็จสมบูรณ์นั้น ในขณะนี้ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีก็สามารถทำให้เสร็จได้ ส่วนการสร้างแบบจำลองชิ้นงานจะช่วยลดโอกาสของความผิดพลาดเมื่อชิ้นส่วนไม่เรียงลำดับหรือเข้ารูปพอดี

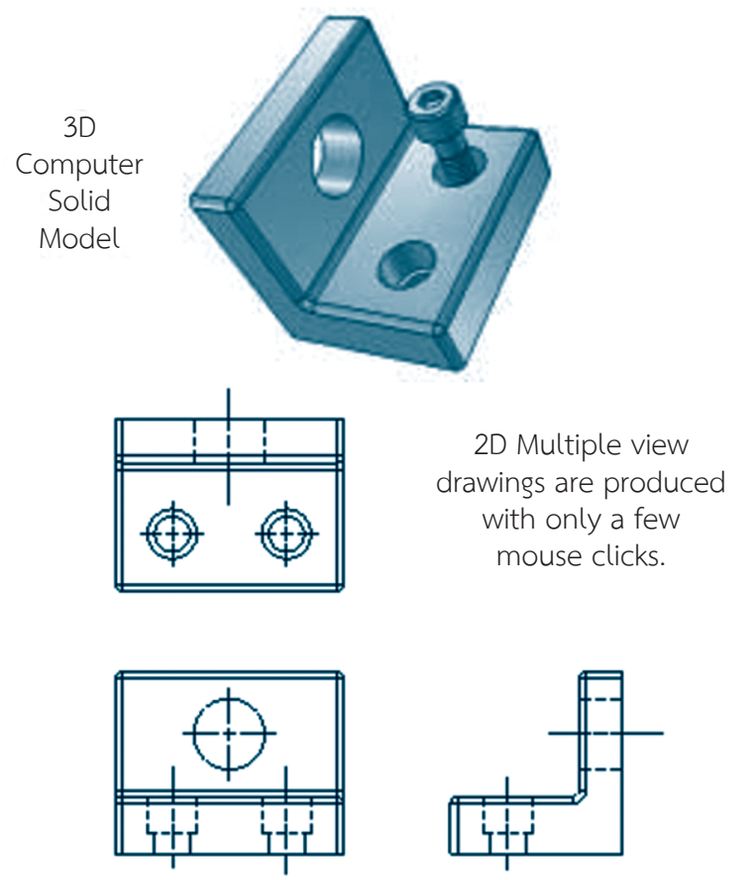


Figure 1.15 : Creating The 2D Drawings From 3D Image
การสร้างภาพ 2D จากรูป 3D

Engineers and architects are able to transfer 3D mental images quickly and accurately to the computer screen. View controls allow the rotation of parts to better analyze the shape and critical elements of each design.

วิศวกรและสถาปนิกสามารถที่จะถ่ายถอดภาพ 3D ที่อยู่ในความคิดออกมาได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โปรแกรมการควบคุมมุมมอง ทำให้สามารถหมุนชิ้นงานดูได้ในทุกส่วนเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบและรูปร่างที่สำคัญของการออกแบบได้ดีกว่า

Computer drawings are plotted to standard size title block sheets (Fig 1.16). Early plotters drew lines using ink pens. This process produced accurate drawings but the pens skipped or ran out of ink at times. Newer plotters use ink-jet or laser printing processes which have fewer mechanical problems.

Chapter 1

ภาพวาดคอมพิวเตอร์จะถูกพิมพ์ลงในแผ่นที่มีขนาดมาตรฐาน โดยมีกรอบของรูปและกรอบของชื่อภาพระบุไว้ (รูปที่ 1.16) เครื่องพิมพ์ในสมัยแรกๆ จะเขียนเส้นโดยใช้ปากกาหมึก กระบวนการนี้สามารถผลิตภาพได้ถูกต้อง แต่ปากกาอาจจะกระโดดข้ามหรือหมึกหมดได้ตลอดเวลา เครื่องพิมพ์ที่ทันสมัยในปัจจุบันใช้กระบวนการพิมพ์แบบอิงค์เจ็ทหรือเลเซอร์ซึ่งจะมีปัญหาทางกลจากเครื่องมือน้อยลง

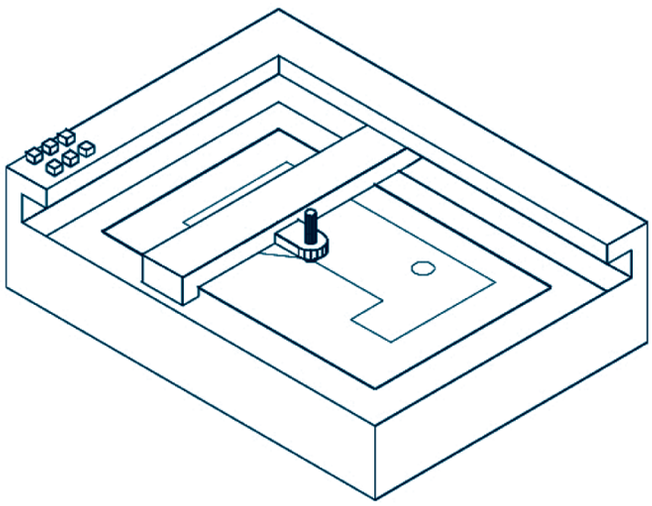


Figure 1.16 : Plotter
เครื่องพิมพ์ภาพ

CAD/CAM is a process of taking 3D modeling data from the computer and converting it directly into machine tool control statements (Fig. 1.17). It is possible to design a part and machine the part within a few minutes. Parts which used to take days to produce now take only minutes.

CAD/CAM เป็นกระบวนการที่สร้างแบบจำลอง 3D โดยการป้อนข้อมูลลงไปในคอมพิวเตอร์ซึ่งจะไปสั่งการโดยตรงลงในเครื่องจักรกลให้ทำงานตามคำสั่ง (รูปที่ 1.17) จึงเป็นไปได้ในการออกแบบชิ้นงานและสั่งการให้เครื่องจักรกลผลิตชิ้นงานนั้นภายในเวลาไม่กี่นาที ชิ้นงานที่เคยใช้เวลาในการผลิตเป็นวัน ขณะนี้ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีเท่านั้น

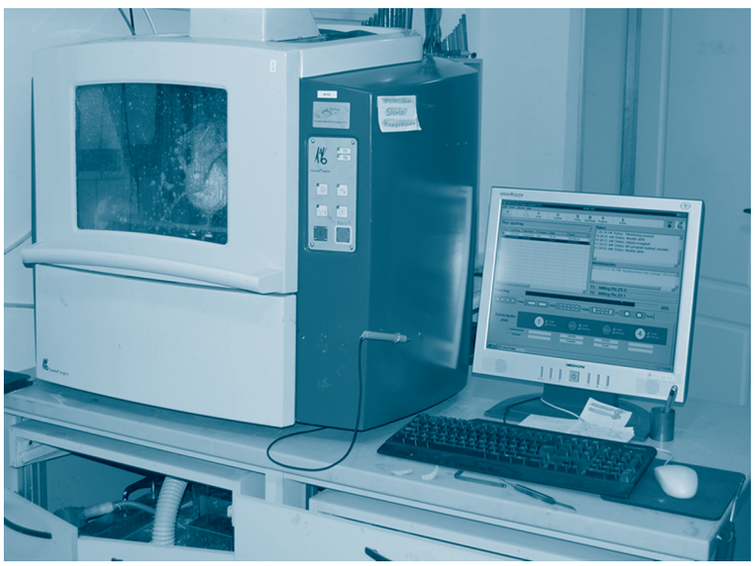
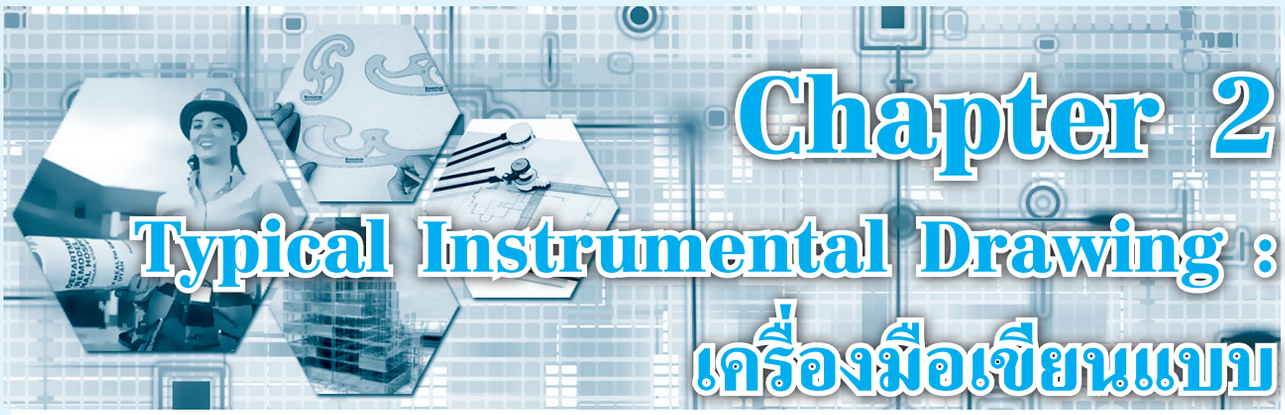


Figure 1.17 : CAD/CAM Machine
เครื่องจักรกล CAD/CAM



Chapter 2
Typical Instrumental Drawing : เครื่องมือเขียนแบบ

TYPICAL DRAWING EQUIPMENT : อุปกรณ์เขียนแบบทั่วไป

For many years the essential equipment for students in technical schools and for engineers and designers in professional practice remained unchanged. This equipment included a drawing board, T-square, triangles, an architects' or engineers' scale, and a professional-quality set of drawing instruments. Now, however, other equipment has come into general use, including the drafting machine, parallel-ruling straightedge, technical fountain pen, and, of course, the computer.

หลายปีที่ผ่านมา อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในโรงเรียนช่างเทคนิค หรือแม้แต่วิศวกรและนักออกแบบที่ทำงานเป็นอาชีพก็ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบด้วย โต๊ะเขียนแบบ ไม้ที ไม้สามเหลี่ยม ไม้บรรทัดมาตรวัดวิศวกร และเครื่องมือเขียนแบบคุณภาพสูงระดับมืออาชีพ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์อื่นๆ ได้ถูกนำมาใช้ร่วมด้วย ได้แก่ เครื่องมือลอกแบบ ไม้บรรทัดขอบขนาน ปากกาเทคนิคแบบหมึกซึม และแน่นอนที่สุดคือ คอมพิวเตอร์

The basic items of drawing equipment are shown in Figure 2.1. For best results, the drawing equipment you use should be of high grade. When you are ready to buy drawing instruments (item 3), you should talk to an experienced drafter or designer, or reliable dealer, about your purchase because it is difficult for beginners to distinguish high-grade instruments from inferior instruments.

รายการอุปกรณ์เขียนแบบเบื้องต้น ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 เพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุด ควรใช้อุปกรณ์เขียนแบบที่มีเกรดสูง เมื่อใดก็ตามที่พร้อมจะซื้ออุปกรณ์เขียนแบบที่มีรายละเอียดการใช้งานมาก (เช่น รายการที่ 3) ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ หรือตัวแทนจำหน่ายที่เชื่อถือได้ เพราะเป็นการยากที่ผู้เริ่มต้นหัดเขียนแบบจะจำแนกออกว่าอุปกรณ์เกรดสูงต่างจากอุปกรณ์ที่มีเกรดต่ำกว่าอย่างไร

1. Drawing board (approximately 22" x 24"), drafting table, or desk. : กระดานเขียนแบบ (ขนาดประมาณ 20" x 24") หรือโต๊ะร่างแบบ

Chapter 2

2. T-square (24" , transparent edge), drafting machine, or parallel-ruling edge : ไม้ที (24" , ขอบใส) โต๊ะเครื่องมือเขียนแบบหรือโต๊ะขอบขนาน

3. Set of instruments : ชุดเครื่องเขียน

4. 45° triangle (8" sides) : ไม้สามเหลี่ยม 45° (ด้านยาว 8")

5. 30° x 60° triangle (10" long side) : ไม้สามเหลี่ยม 30° x 60° (ด้านยาว 10")

6. Ames Lettering Guide or lettering triangle : ไม้สามเหลี่ยมเขียนตัวอักษร

7. Architects' triangular scale : ไม้สเกลสถาปนิก

8. Engineers' triangular scale : ไม้สเกลวิศวกร

9. Metric triangular scale : ไม้สเกลเมตริก

10. French curve : ไม้โค้ง (เฟรนเคริฟ)

11. Protractor : ไม้โปรแทรกเตอร์

12. Mechanical pencils and/or thin-lead mechanical pencils or drawing pencils : ดินสอกด หรือดินสอไส้บาง หรือดินสอเขียนแบบ

13. Sandpaper pad : แผ่นกระดาษทราย

14. Pencil eraser : ยางลบดินสอ

15. Plastic drafting eraser or Artgum cleaning eraser : ยางลบแบบห่อพลาสติก

16. Erasing shield : แผ่นร่องรองยางลบ

17. Dusting brush : แปรงปัดฝุ่น

18. Drawing paper : กระดาษเขียนแบบ

19. Drafting tape : เทปกระดาษ

20. Technical fountain pens : ปากกาหมึกซึม

21. Drawing ink : หมึกเขียนแบบ

22. Templates : เทมเพลท

23. Calculator : เครื่องคิดเลข

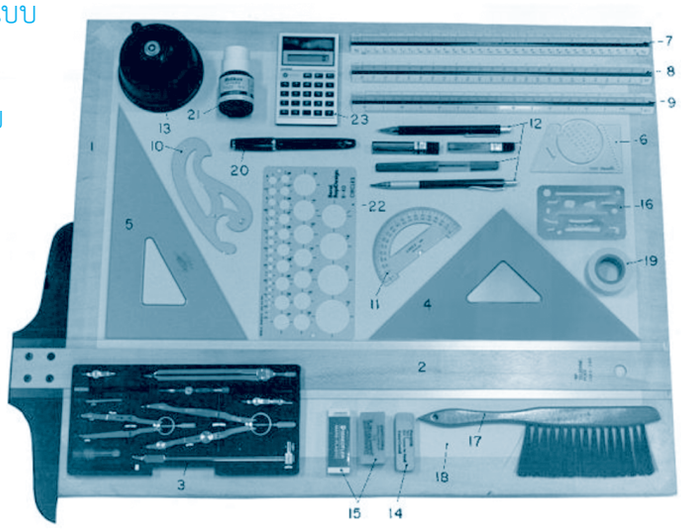


Figure 2.1 : Principal Items of Equipment
รายการเครื่องมือหลัก

OBJECTIVES IN DRAWING :
จุดประสงค์ในการเขียนแบบ

The following are the important objectives in drawing:

1. Accuracy. No drawing is of maximum usefulness if it is not accurate. The engineer or designer cannot achieve success in professional employment if the habit of accuracy is not acquired.

2. Speed. Time is money in industry, and there is no demand for a slow drafter, technician, or engineer. However, speed is not attained by hurrying; it is an unsought by product of intelligent and continuous work. It comes with study and practice.

3. Legibility. Drafters, technicians, and engineers must remember that a drawing is a means of communication to others, and that it must be clear and legible to serve its purpose well. Care should be given to details, especially to lettering.

4. Neatness. If a drawing is to be accurate and legible, it must also be clean. Untidy drawings are the result of sloppy and careless methods and will be unacceptable to an instructor or employer.

วัตถุประสงค์ที่สำคัญสำหรับการเขียนแบบ มีดังนี้

1. ความถูกต้อง ภาพเขียนแบบจะไม่เกิดประโยชน์สูงสุดถ้าไม่มีความถูกต้อง วิศวกรหรือนักออกแบบไม่สามารถบรรลุความสำเร็จในการเป็นมืออาชีพได้ ถ้าไม่ปลูกฝังนิสัยของความถูกต้องไว้

2. ความเร็ว ในงานอุตสาหกรรม เวลาคือเงิน และจะไม่มีการจ้างงานให้กับช่างเขียนแบบ ช่างเทคนิคหรือวิศวกรที่ทำงานช้า อย่างไรก็ตาม ความเร็วไม่ได้เกิดจากการทำงานที่รีบเร่งแบบลวกๆ แต่เกิดจากการทำงานที่ชาญฉลาดและอย่างต่อเนื่อง ความเร็วเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเรียนรู้และปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

3. ความชัดเจน ช่างเขียนแบบ ช่างเทคนิคและวิศวกรต้องระลึกไว้เสมอว่า ภาพเขียนแบบเป็นวิธีการสื่อสารกับคนอื่น ดังนั้นจะต้องมีความชัดเจนเพื่อรองรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้เป็นอย่างดี รอบคอบและระมัดระวังในการให้รายละเอียดข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวเลขตัวอักษรทั้งหลาย

4. ความปราณีต ภาพเขียนแบบนอกจากจะถูกต้องและชัดเจนแล้ว ยังต้องสะอาดเรียบร้อยด้วย ภาพวาดที่ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยเป็นผลมาจากความสะเพร่าและเลอะเทอะ ซึ่งจะไม่เป็นที่ยอมรับของอาจารย์ผู้สอนหรือนายจ้าง

Chapter 2

DRAWING BOARDS : กระดานเขียน

In most cases a drawing board (Fig. 2.2) will be needed. Boards vary from 9" x 12" (for sketching and field work) up to 48" x 72" or larger. The recommended size for students is 20" x 24", which will accommodate the largest sheet likely to be used.

For right-handed people, the left-hand edge of the board is the working edge because the T-square head slides against it. For left-handers place the head of the T-square on the right.) This edge must be straight, and you should test the edge with a T-square blade that has been tested and found straight. If the edge of the board is not true, it should be replaced.

ส่วนใหญ่งานเขียนแบบต้องการกระดานวาดภาพ (รูปที่ 2.2) กระดานจะมีขนาดแตกต่างกันไป ตั้งแต่ขนาด 9" x 12" (สำหรับการเขียนภาพร่างและงานภาคสนาม) ถึงขนาด 48" x 72" หรือใหญ่กว่า ขนาดที่แนะนำสำหรับนักศึกษาคือ 20" x 24" ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับกระดาษแผ่นที่ใหญ่ที่สุดที่จะถูกนำมาใช้ทำการเรียนการสอนได้

สำหรับคนถนัดขวา ขอบด้านซ้ายมือของกระดาน จะเรียกว่า ขอบการทำงาน เพราะเป็นบริเวณที่ยันกับส่วนหัวของไม้ทีที่เลื่อนขึ้นลง (สำหรับคนถนัดซ้าย จะวางหัวของไม้ทีไว้ด้านขวา สลับข้างกัน) ขอบของกระดานนี้จะต้องตรง และควรทดสอบกับขอบของไม้ทีก่อนโดยการสังเกตและทดลองสไลด์ไปมา ถ้าขอบของกระดานไม่ตรงต้องเปลี่ยนใหม่

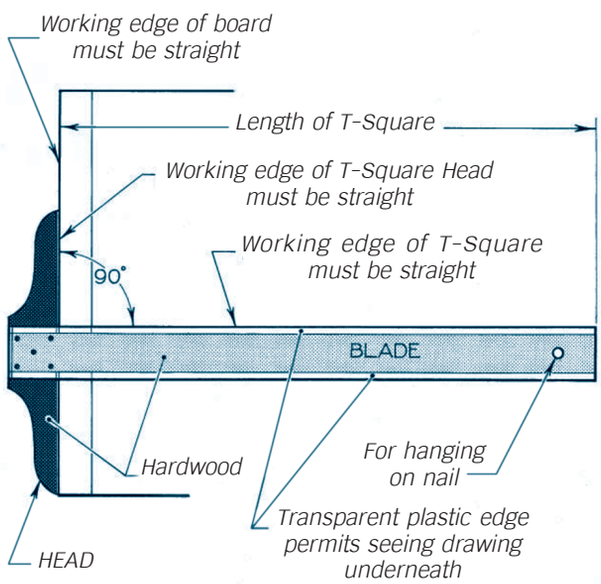


Figure 2.2 : Drawing Board with T-Square
กระดานเขียนแบบกับไม้ที

T-SQUARES : ไม้ที

The T-square is made of a long strip called the blade, fastened at right angles to a shorter piece called the head. The drawing paper should be placed close to the working edge of the board (Fig. 2.2) to reduce any error resulting from the bending of the blade of the T-square.

ไม้ทีเกิดจากชิ้นส่วนประกอบกันสองชิ้น ชิ้นที่เป็นแถบยาวที่เรียกว่า ตัวไม้ที ยึดติดไว้เป็นมุมฉากกับชิ้นส่วนที่สั้นกว่าที่เรียกว่า หัวไม้ที กระดาษวาดภาพควรจะวางอยู่ใกล้กับขอบการทำงานของกระดานเขียนแบบ (รูปที่ 2.2) เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากการบิดงอของตัวไม้ที

The paper should also be placed close enough to the upper edge of the board (Fig. 2.3) to permit space at the bottom of the sheet for using the T-square. Drafting tape is used to fasten the drawing paper to the drawing board.

กระดาษเขียนแบบก็ควรนำมาวางไว้ใกล้ๆ กับขอบด้านบนของกระดานเขียนแบบ (รูปที่ 2.3) เพื่อให้มีพื้นที่ด้านล่างของกระดาษมากขึ้นสำหรับการใช้ไม้ที และจะใช้เทปกระดาษยึดกระดาษวาดภาพไว้กับกระดานเขียนแบบ

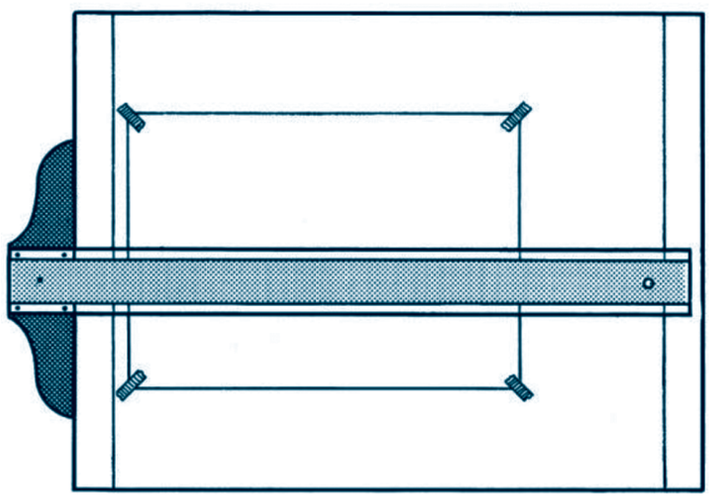


Figure 2.3 : Fasten the Drawing Paper to the Drawing Board
ใช้เทปกระดาษยึดกระดาษวาดภาพไว้กับกระดานเขียนแบบ

Chapter 2

DRAWING PENCILS : ดินสอเขียนแบบ

Three types high-quality drawing pencils (Fig. 2.4) should be used in technical drawing never ordinary writing pencils. Many makes of mechanical pencils are available together with refill leads in all grades. Choose a mechanical pencil that feels comfortable in your hand.

ดินสอเขียนแบบที่มีคุณภาพสูง 3 ประเภท (รูปที่ 2.4) เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเขียนแบบทางเทคนิค อย่าใช้ดินสอธรรมดาทั่วไปทำงานดังกล่าว ดินสอกดมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เราสามารถเปลี่ยนหรือเติมไส้ดินสอได้หลากหลายเกรด เลือกใช้ดินสอกดที่รู้สึกเขียนแล้วสบายมือ

Mechanical pencils have the advantages of maintaining a constant length of lead while permitting the use of a lead practically to the end, of being easily refilled with new leads, of affording a ready source for compass leads, of having no wood to be sharpened, and of easy sharpening of the lead by various mechanical pencil pointers. Thin-lead mechanical pencils are available with 0.3, 0.5, 0.7, or 0.9 mm. diameter drafting leads in several grades. These thin leads produce uniform width lines without sharpening, providing both a time savings and a cost benefit. Mechanical pencils are recommended as they are less expensive in the long run.

ข้อดีของดินสอกดซึ่งทำงานด้วยกลไก คือ การที่ไส้ดินสอมีความยาวคงที่ ในทางปฏิบัติสามารถใช้ไส้ดินสอได้จนหมดความยาว การเปลี่ยนไส้ใหม่ก็สามารถทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องเหลาไม้ แต่สามารถเหลาปลายให้แหลมโดยการใช้เครื่องมือเหลาปลายดินสอ ไส้ดินสอกดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้เลือกหลากหลาย เช่น 0.3 0.5 0.7 หรือ 0.9 มม. ในหลายๆ เกรด ไส้ดินสอที่บางและมีขนาดคงที่นี้จึงทำให้ความหนาของเส้นเวลาเขียนคงที่โดยไม่จำเป็นต้องเหลาปลาย ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม แนะนำให้ใช้ดินสอกดเพราะมีค่าใช้จ่ายในระยะยาวถูกกว่า

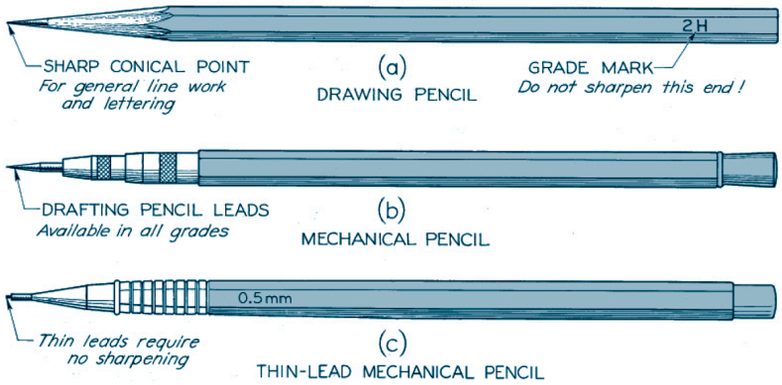


Figure 2.4 : Drawing Pencils
ดินสอเขียนแบบ

DRAWING LEADS : ไส้ดินสอ

The first consideration in the selection of a grade of lead is the type of line work required. For light construction lines and guide lines for lettering use a hard lead. For all other line work, the lines should be BLACK. The lead chosen should be soft enough to produce jet black lines but hard enough not to smudge.

ข้อพิจารณาแรกในการเลือกเกรดของไส้ดินสอคือ ประเภทของเส้นเขียนแบบสำหรับงานที่จะใช้ สำหรับเส้นโครงสร้างและเส้นร่างนำสำหรับตัวอักษรให้ใช้ไส้ดินสอแข็ง สำหรับเส้นงานอื่นๆ ทุกเส้นที่ควรจะเป็นสีดำ ไส้ดินสอที่เลือกใช้ควรจะนิ่มพอที่จะเขียนเส้นให้สีดำสนิทแต่แข็งพอที่ทำให้เกิดรอยเลอะเทอะได้ยาก

Table 2.1 Grade of Lead : เกรดของไส้ดินสอ

HARD (แข็ง)	MEDIUM (กลาง)	SOFT (นิ่ม)
9H 8H 7H 6H 5H 4H	3H 2H H F HB B	2B 3B 4B 5B 6B 7B
Hard leads are used where extreme accuracy is required. Generally these leads are used for construction lines. ไส้ดินสอแข็งใช้เมื่อต้องการเขียนเส้นที่เที่ยงตรงอย่างสูง โดยทั่วไป ไส้ดินสอแบบนี้จะใช้ในการเขียนเส้นโครงสร้าง	Medium leads are used for general purpose line work in technical drawing. ไส้ดินสอขนาดกลางใช้สำหรับงานเขียนเส้นทั่วไปในภาพเขียนแบบเทคนิค	Soft leads are used for various kinds of art work. These leads are too soft to be useful in mechanical drafting. ไส้ดินสอนิ่มใช้ในการทางศิลป์ที่หลากหลาย มีประโยชน์มากในการเขียนแบบทางกล

Table 2.2 Drawing Lead Applications

TASK	LEAD GRADE	LINE WEIGHT
CONSTRUCTION LINES	3H, 4H, 6H	THIN, LIGHT
VISIBLE OBJECT LINES	H, F, HB	THICK, DARK
HIDDEN LINES	2H, H	THIN, DARK
CENTER LINES	2H, H	THIN, DARK
DIMENSION LINES	2H, H	THIN, DARK
EXTENSION LINES	2H, H	THIN, DARK
LEADER LINES	2H, H	THIN, DARK
CUTTING PLANE LINES	H, F, HB	THICK, DARK
PHANTOM LINES	2H, H	THIN, DARK
LETTERING	H, F, HB	THIN, DARK

ตารางที่ 2.2 การประยุกต์ใช้เกรดของไส้ดินสอ

ลักษณะงาน	เกรดของไส้	น้ำหนักเส้น
เส้นโครงสร้าง	3H, 4H, 6H	บาง, สว่าง
เส้นรอบวัตถุที่มองเห็น	H, F, HB	หนา, มืด
เส้นซ่อน	2H, H	บาง, มืด
เส้นศูนย์กลาง	2H, H	บาง, มืด
เส้นระบุขนาด	2H, H	บาง, มืด
เส้นต่อขยาย	2H, H	บาง, มืด
เส้นนำ	2H, H	บาง, มืด
เส้นการตัดระนาบ	H, F, HB	หนา, มืด
แฟนทอมไลน์	2H, H	บาง, มืด
เส้นเขียนตัวอักษร	H, F, HB	บาง, มืด

DRAWING HORIZONTAL AND VERTICAL LINES :
การเขียนเส้นนอนและเส้นตั้ง

To draw a horizontal line (Fig. 2.5), press the head of the T-square against the working edge of the board with your left hand. Lean the pencil in the direction of the line at an angle of approximately 60° and draw the line from left to right. While drawing the line, rotate the pencil to distribute the wear uniformly on the lead to maintain a symmetrical point.

ให้การเขียนเส้นแนวนอน (รูปที่ 2.5) กดหัวของไม้ทีไว้กับขอบการทำงานของกระดานเขียนแบบด้วยมือซ้าย วางดินสอไปในทิศทางของเส้นที่มุมประมาณ 60 องศา และลากเส้นจากซ้ายไปขวา ในขณะที่ทำการลากเส้น ให้หมุนดินสอเพื่อให้น้ำหนักของเส้นที่เกิดจากการ “ปันเป็นฝุ่น” ของไส้ดินสอสม่ำเสมอ

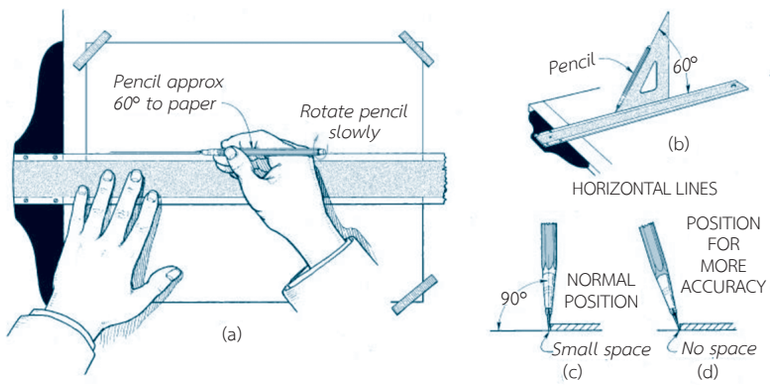


Figure 2.5 : Drawing Horizontal Line
การเขียนเส้นแนวนอน

To draw a vertical line (Fig. 2.6), press the head of the T-square against the working edge of the board with your left hand and place a triangle against the blade of the T-square. Lean the pencil in the direction of the line at an angle of approximately 60° and draw the line upward, rotating the pencil to distribute the wear uniformly on the lead to maintain a symmetrical point.

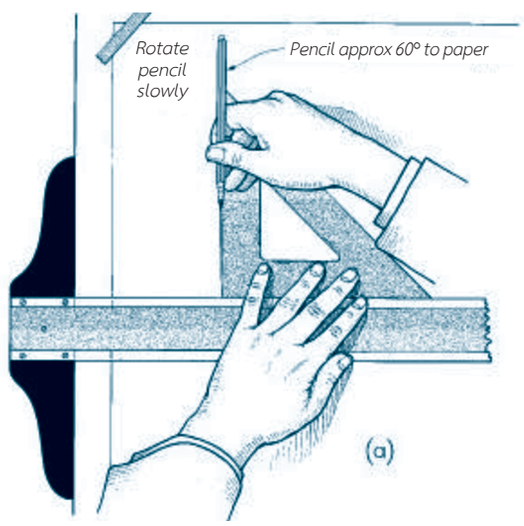


Figure 2.6 : Drawing Vertical Line
การเขียนเส้นแนวตั้ง

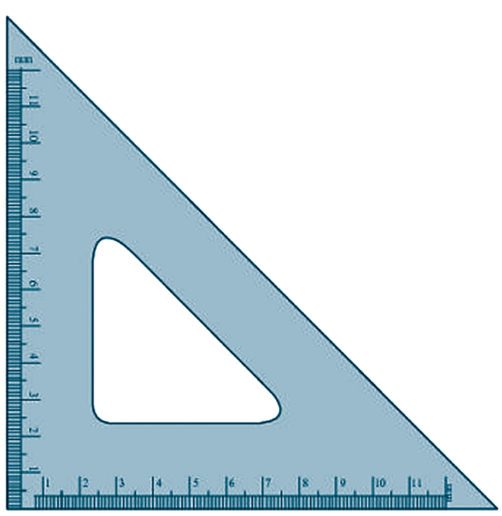
Chapter 2

ให้การเขียนเส้นแนวตั้ง (รูปที่ 2.6) กดหัวของไม้ทีไว้กับขอบการทำงานของกระดานเขียนแบบด้วยมือซ้ายและวางไม้สามเหลี่ยมไว้บนตัวของไม้ที วางดินสอไปในทิศทางของเส้นที่มุมประมาณ 60 องศา และลากเส้นขึ้นข้างบน ในขณะที่ทำการลากเส้น ให้หมุนดินสอเพื่อให้น้ำหนักของเส้นที่เกิดจากการ “ป่นเป็นฝุ่น” ของไส้ดินสอสม่ำเสมอ

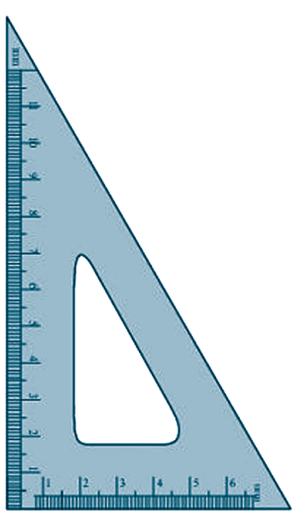
TRIANGLES : ไม้สามเหลี่ยม

Most inclined lines in mechanical drawing are drawn at standard angles with the 45° triangle and the 30° x 60° triangle (Fig. 2.7). The triangles are made of transparent plastic so that lines of the drawing can be seen through them. A good combination of triangles is the 30°x 60° triangle with a long side of 10" and a 45° triangle with each side 8" long.

เส้นเอียงส่วนใหญ่ในงานเขียนแบบเครื่องกลจะเขียนมุมมาตรฐานด้วยไม้สามเหลี่ยม 45° และ 30° x 60° (รูปที่ 2.7) ไม้สามเหลี่ยมทำจากพลาสติกใสเพื่อให้สามารถมองผ่านไปเห็นเส้นที่เขียนได้ ไม้สามเหลี่ยมนำมาทำงานร่วมกันได้ ที่เหมาะสมคือ ไม้สามเหลี่ยม 30° x 60° ที่มีด้านยาว 10" และไม้สามเหลี่ยม 45° ที่แต่ละด้านยาวเท่ากับ 8"



45°Set Square



30°- 60° Set Square

Figure 2.7 : Triangles
ไม้สามเหลี่ยม

DRAWING INCLINED LINES : การเขียนเส้นเอียง

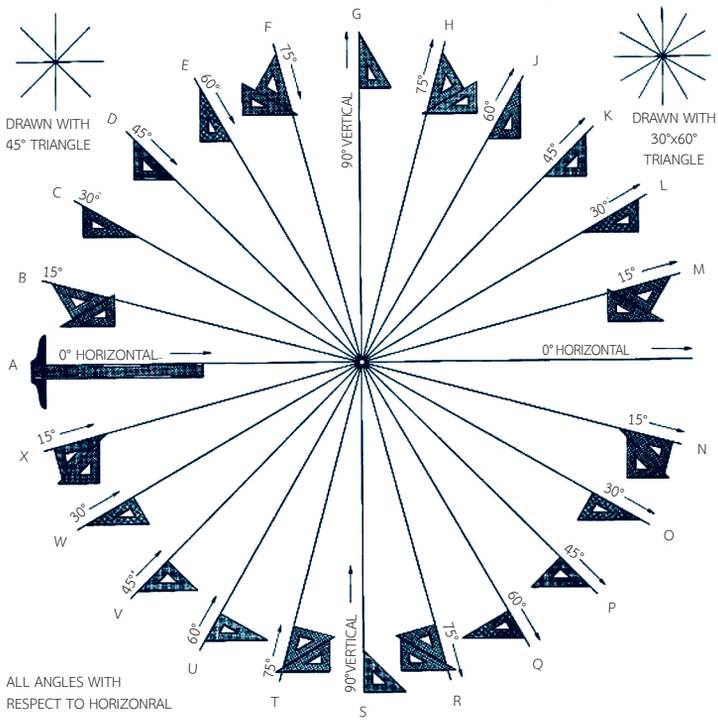


Figure 2.8 : Drawing Inclined Lines

การเขียนเส้นเอียง

The positions of the triangles for drawing lines at all of the possible angles are shown in Figure 2.8. In the figure it is understood that the triangles in each case are resting on the blade of the T-square. Thus, it is possible to divide 360° into twenty-four 15° sectors with the triangles used singly or in combination. Note carefully the directions for drawing the lines, as indicated by the arrows, and that all lines in the left half are drawn toward the center, while those in the right half are drawn away from the center.

การวางตำแหน่งของไม้สามเหลี่ยมสำหรับการเขียนเส้นของมุมที่เป็นไปได้ทั้งหมดแสดงในรูปที่ 2.8 ในรูปดังกล่าวสังเกตได้ว่าต้องวางไม้สามเหลี่ยมไว้บนตัวของไม้ที ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะแบ่งมุม 360° ออกเป็นมุม 15° ยี่สิบสี่ส่วนเท่าๆ กันโดยการใช้ไม้สามเหลี่ยมเพียงอันเดียวหรือใช้รวมกัน ทิศทางสำหรับการเขียนเส้นให้เป็นไปตามที่ระบุโดยลูกศร ทุกๆ เส้นที่อยู่ครึ่งซ้ายให้ลากเข้าไปยังศูนย์กลาง ในขณะที่เส้นที่อยู่ครึ่งขวาให้ลากออกจากศูนย์กลาง