

矿井生产技术基础知识

張燕年編著

中国工业出版社

252

637

矿井生产技术基础知识

張熙年編著

中国工业出版社

255371

本书介绍煤矿生产技术的基础知识。它详细地叙述了比较适用的各种开采方法，并以开采方法为中心，一般地介绍了地质、开拓、运输、提升、通风、排水、安全和全矿生产系统等技术知识。在地质部分中，简要地叙述了阅读图纸的方法。

本书可供煤矿管理干部自学之用。

矿井生产技术基础知识

张熙年 编著

*

煤炭工业部书刊编辑室编辑（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本850×1168毫米，印张9⁵/₁₆·字数245,000

1963年10月北京第一版·1963年10月北京第一次印刷

印数0001—1,635·定价(10-6)1.45元

*

统一书号：15165·2505(煤炭-126)

序 言

这本书是专门为煤矿管理干部编写的技术基础知识读物。阅读这本书，并不是为了解决工程技术的问题，而是为了认识现代煤矿的生产过程和基本的技术知识，以便从生产出发，了解生产的关键问题，改进管理工作。因此，这本书在内容上着重阐述最基本的概念和最普遍适用的知识，在章节安排上照顾到前后的联系和理解的方便，在叙述上注意到由浅入深和文字插图的配合，力求通俗易懂、便于自学。

矿井生产技术的中心环节是开采方法。这本书详细地叙述了各种开采方法的具体内容(第二、三、四、五章)，一般地介绍与开拓采煤有关的地质(第一章)、提升运输(第六章)、通风排水(第七章)和安全救护(第八章)等问题。最后一章简单介绍水力采煤的一般技术。由于各矿的地质条件、生产规模和技术水平各不相同，自学时可以按照本书的章节顺序，循序渐近，但深浅详略，应该结合本矿的具体情况加以取舍，例如矿田开拓和采煤方法两章，可以着重学习本矿区采用的开拓方式和采煤方法。如果在学习过程中注意到与本矿区的实际情况相对照，就更容易理解和巩固。

编写这种书籍还是初次尝试，详略深浅不一定十分适宜，缺点也在所难免，希望读者不吝批评，以便再版时改进。

编者 1963.3.15

目 录

序言

第一章 煤矿地质知識及生产系統	1
第一节 煤田的生成	1
第二节 煤层的埋藏特征	3
第三节 煤矿地质資料	8
第四节 地下坑道	17
第五节 煤矿生产系統	21
第二章 矿田开拓	32
第一节 矿田范围和矿井生产能力的确定	32
第二节 矿田划分和开拓方式	37
第三节 斜井开拓系統	43
第四节 立井开拓系統	48
第五节 平峒开拓系統	57
第六节 煤层羣开拓	60
第三章 坑道掘进	66
第一节 掘进与回采的配合	66
第二节 坑道掘进的基本技术	69
第三节 水平巷道和傾斜巷道的掘进	85
第四节 立井掘进	92
第四章 采煤方法的基本概念	101
第一节 采煤方法的内容	101
第二节 回采順序和回采方向	105
第三节 回采工作面的长度和形状	114
第四节 頂板管理	117
第五章 采煤方法	132
第一节 回采工艺	132
第二节 緩斜和傾斜的薄煤层及中厚煤层采煤法	146
第三节 緩斜和傾斜的厚煤层采煤法	161

第四节	急斜煤层采煤法	181
第五节	采煤方法的比較和評價	202
第六章	矿井运输和提 升	210
第一节	矿井运输和矿井提升的任务及方式	210
第二节	軌道运输	214
第三节	运输机运输	227
第四节	井筒提升	232
第七章	矿井通风和排 水	240
第一节	矿内空气	240
第二节	矿井通风工作	245
第三节	风流控制和通风測量	253
第四节	矿井排水	259
第八章	矿井安全和救 护	264
第一节	矿井安全技术和安全設施	264
第二节	井下火灾的預防和扑灭	267
第三节	矿井救护工作	271
第九章	水 力 开 采	276
第一节	水力开采矿井的生产系統	276
第二节	水力开采矿井的开拓系統	280
第三节	水力采煤方法	284
第四节	水力开采技术評價	291

第一章 煤矿地质知識及生产系統

第一节 煤田的生成

煤是由古代的植物变成的。

煤在生成时期，一般都是形成层状的沉积，并且占有广大的面积，这种大面积的含煤地带，叫做**煤田**。

煤田的生成条件主要是：繁茂的植物、温暖的气候、平緩的地形、以及各种形式的地壳运动。

从植物变成煤的过程，可以分为两个阶段：第一阶段是死亡的植物受到細菌的腐解作用(腐烂和分解)而变成**泥煤**；第二阶段是泥煤受到地质的变质作用(内部变质)而逐渐变成**褐煤**、**烟煤**或**无烟煤**。

远在两亿多年以前，地球上的气候非常温暖、潤湿，陆生植物已经开始繁殖。当时地球上有許多低洼的沼泽地带，密布着无数的森林，长得极其茂盛。由于气温的变化，这些植物既易于生长，也容易死亡。死去的植物沉积在沼泽的底部，逐渐和空气隔绝。同时，在植物遺体的内部，受着細菌的作用，引起了物质的腐烂和分解。其中一部分形成气体和液体而散失，大部分被保留下来的物质就变成了**泥煤**。

經過了很长的时期，在泥煤的上面，常常会有被水带来的大量砂石沉积下来。在这些沉积下来的砂石里，又可能有新的植物生长和死亡而变成一层新的泥煤。泥煤上面的砂石沉积越厚，泥煤所受的压力就越大。泥煤受到压缩，开始变质。同时，由于地壳升降运动的影响，能使泥煤和砂石埋得很深，并受到地下深部高温和高压的作用，使得原来殘存在泥煤内部的水份和揮发物质漸漸地减少，而炭的含量却相对地增加。經過这种内部的变质作用，泥煤就逐步地变成**褐煤**、**烟煤**或**无烟煤**。

泥煤、褐煤、烟煤和无烟煤的形成，主要决定于成煤时间的长短和炭化作用的程度(腐解与变质)。炭化作用的程度越高，煤的水份和挥发物成份就越少，相对的炭的含量就越多，煤的发热量也就越高。各种煤的主要成份和发热量大致如表1所示。

表 1

煤 的 种 类	含炭量(%)	水 份(%)	挥发物(%)	发热量(卡/克)
泥 煤	50~60	30~40	60~70	5000
褐 煤	60~75	10~30	45~55	6000~7000
烟 煤	75~90	2~10	10~50	7000~8500
无 烟 煤	90~95	2~4	2~8	8000~8500

注：烟煤的用途很广，并可用来炼焦。适于炼焦的烟煤有气煤、气肥煤、肥煤、主焦煤、瘦煤等几种。这几种煤，按一定的比例配合，炼成焦炭。它是冶金工业所必需的燃料。

在煤田生成期间，泥煤和砂石是交替沉积的。经过长时期的变化以后，泥煤形成了煤层，砂石组成了岩层。因此，在一个煤田里，煤层和岩层总是交替出现的(图1)。组成这些岩层的砂石

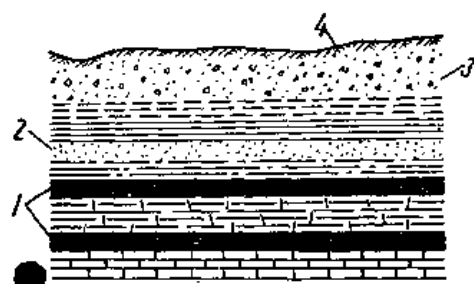


图 1 煤层和岩层

1—煤层；2—岩层；3—表土；4—地面。

通常有砂岩、页岩、砂质页岩、石灰岩和砾岩等数种。由于这些岩石是受到沉积作用而生成的，所以这些岩石统称为沉积岩^①，也可以把煤田里常见的这些岩石叫做煤系岩石。

煤田的生成，需要经过极长的时期。为了便于表明

^① 根据岩石的成因，地球上的各种岩石分为火成岩、沉积岩、变质岩三类。煤是一种可以燃烧的岩石，并且是沉积生成的，所以也列入沉积岩的一类。在特殊的地质条件下，煤矿里有时可能见到火成岩或变质岩。

煤田生成的時間，通常用地質歷史的時代來表示。例如，有些煤田屬於石炭紀、二迭紀或石炭二迭紀（開灤、井陘、本溪、枣庄、淮南和焦作等煤田），這就是說，這些煤田的生成距今已有兩億年左右的歷史；屬於侏羅紀的煤田（阜新、大同、鶴崗、北票、新疆和萍鄉等煤田）表示該煤田的生成距今約有一億五千萬年的歷史；屬於比較年青的第三紀煤田（撫順、小龍潭、台灣新竹等煤田）表示該煤田的生成距今也有幾百萬年到幾千萬年的歷史。但是，煤田生成時代的劃分，對於煤礦開採技術來說，並沒有直接的聯繫。

煤田的範圍有大有小。小型煤田的面積不大，儲量只有幾百萬噸到幾千萬噸。大型煤田的範圍非常廣闊，面積可達數十到數千平方公里，儲量可達幾億噸到幾百億噸。在我国的各個地區，大型煤田是很多的。

煤田里的煤层數目，少的只有幾層，多的可有幾十層。兩個相鄰煤层之間的距離（相當於岩層厚度）從數分米到數百米不等。

由於煤田生成的具體環境和條件各不相同，因此，各個煤田範圍的大小、儲量多少、煤层數目、層間距離以及埋藏情況也都是不一樣的。

第二節 煤層的埋藏特征

開採煤层之前，必須詳細了解煤層的厚度和傾角，煤层頂板和底板岩石的性質，地質變動對煤層的破壞，以及煤层或岩層中所含的水份和瓦斯等情況。只有充分地掌握了煤層的埋藏情況，才有可能在技術上和經濟上作出正確的開採方案和切合實際的決定。

煤層的厚度和傾角是確定開採方法的最基本和最重要的因素。

煤層的厚度，薄的只有幾厘米，厚的可達數十米。開採很薄的和極厚的煤层，在技術上都比較困難和複雜。根據開採技術的

特点，可以把煤层厚度分为三类：

- (一)薄煤层——0.5米到1.3米；
- (二)中厚煤层——1.3米到3.5米；
- (三)厚煤层——3.5米以上。

厚度为0.3米—0.5米的极薄煤层，一般列为不可采层。但是在缺煤地区，或对焦煤来说，厚度在0.4米左右的煤层，也应当设法开采出来。

厚度在8米—10米以上的煤层，又叫做特厚煤层。对于这样厚的煤层，须要采用特殊的开采方法。

一般地说，一个煤层的厚度，大致是均匀的。但由于煤田生成时期的条件不同，特别是受到地质变动的影响，同一煤层的厚度常常可能发生变更、变薄或尖灭等情况(图2)。



(a)煤层变厚



(b)煤层变薄



(c)煤层尖灭

图2 煤层厚度的变化

煤层在空间的位置，一般是用走向和倾斜来表示。

煤层在生成初期，本来是水平的。经过地质变动之后，煤层就形成了倾斜的位置。这种倾斜的煤层层面与水平面相交的线叫做**走向线**。走向线的方向叫做**走向**(图3)。煤层走向的实际方向(又叫做煤层的方位角)是按走向线与子午线(地球的南北方向)相交的角度来确定的。例如，根据测量得知某一煤层的走向是北 25° 东，这就是说，该煤层走向的方向是从北向东偏 25° (参看图3)。

在煤层层面上与走向垂直的方向叫做**倾斜**(参看图3)。煤层的倾斜是按煤层层面倾向着某一方向来表示的，煤层层面与水平面相交的角叫做**倾角**。例如，某一煤层倾斜 50° 北西，这就是说，该煤层向西北方向倾斜，煤层的倾角为 50° 。



图3 煤层的走向和傾斜

A—B—走向綫；
 $\angle ABN$ —方位角(N 表示正北方向)；
 α —煤层傾角；
 E—东；
 S—南；
 W—西；
 N—北。

煤层的傾角变化在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之間。根据开采技术的特点，可以把煤层的傾角分为三类：

- (一)緩斜煤层—— $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ；
- (二)傾斜煤层—— $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；
- (三)急斜煤层—— $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

煤层傾角在 5° 以下时，又叫做近似水平煤层，或簡称为水平煤层。

一般地說，煤层傾角越大，开采工作越是困难。

由于地质变动的影响，在同一煤层的不同部分(上、下、左、右)，煤层的走向和傾角都可能不完全一样，甚至有很大的变化。

有些煤层含有一层或几层很薄的岩石，这种夹生在煤层里的岩石叫做夹石(图4)。夹石的层数、厚度以及在煤层中的位置是各种各样的。煤层里含有夹石，不但給开采工作造成困难，而且影响煤的质量。

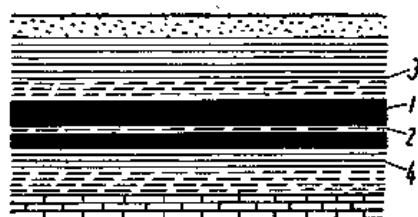


图4 煤层里的夹石

1—煤层；2—夹石；3—頂板；4—底板。

煤层頂部和底部的岩石叫做頂板和底板(參閱图4)，这些包圍着煤层的頂板岩石和底板岩石叫做圍岩。由于圍岩的沉积条件

不同，所以煤层頂板和底板岩石的种类、厚度与强度都有很大的差别。

頂板和底板的性质，对于开采技术有直接的影响。有些頂板非常坚硬，它能在煤层被采空以后，暴露很长的时间而不垮落；有些頂板却很脆弱，甚至是随采随垮。当底板特别软弱时，底板岩石常常由于岩石内部压力的作用而向上凸起，挤入巷道，有时竟使地下运输工作无法进行。

煤田里的岩层和煤层(从广义来说，可以统称为岩层或地层)，或多或少都受到过地质变动的影响。地质变动的结果，常

使岩层发生变形和变位，造成不同程度的破坏。

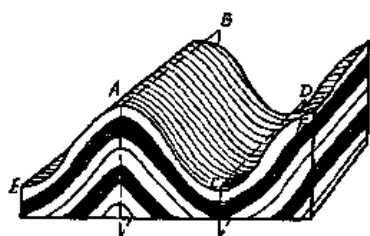


图5 褶曲

EAC—背斜；ACF—向斜；AB—背斜轴；CD—向斜轴。

岩层受到水平挤压运动而形成的波浪式弯曲(变形)，叫做褶曲(图5)。褶曲的向上弯曲部分叫做背斜，向下弯曲部分叫做向斜，向斜的底部有时叫做盆地。

岩层受到地壳升降运动的影响而造成沿某一面的断裂(变

位)，叫做断层(图6)。在断裂面(即断层面)的上下两个部分，分别叫做上盘和下盘。为了区别断层的特征，通常把上盘沿断面向下错动的断层叫做正断层；上盘沿断面向上错动的断层叫做逆断层(参阅图6)。因此，在开采工作中遇到断层时，只要能够辨别正断层或逆断层，就容易找到断裂煤层的方向和位置。

煤层遭受地质破坏的实际情况比这个还要复杂得多。由于有些煤层受到褶曲和断层的多次严重破坏，结果给开采工作造成了极大的困难(图7)。有些煤层被火成岩侵入体所隔断(图8)，煤层受到火成岩生成时的高温影响，往往变成了天然焦炭。

在煤层和圍岩里，常常含有水和瓦斯。在开采工作中，如果有大量的水和瓦斯涌出，不但影响生产，甚至可能危害生命。因此，在开采煤层之前，必须确切地了解水和瓦斯的来源与含量，

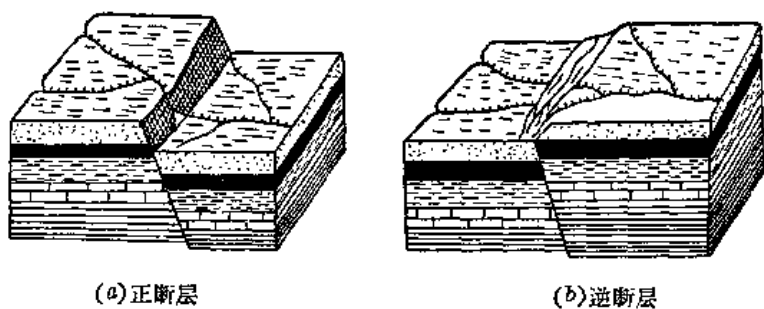


图6 断层

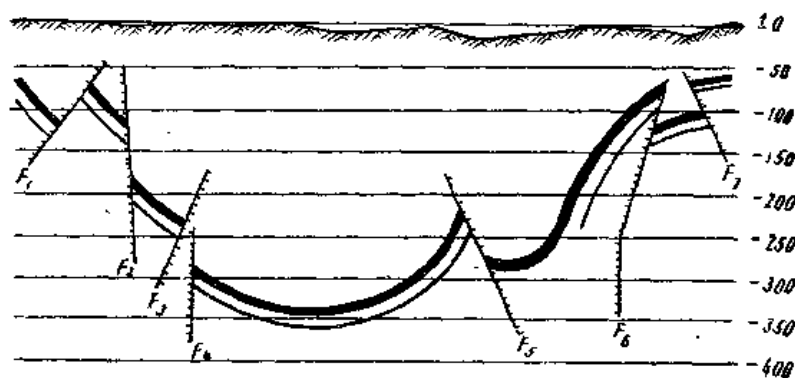


图7 煤层受到严重的地质破坏



图8 火成岩侵入煤层

以便事先采取預防和排除的措施。

煤炭在空气不暢通的情况下，常常会逐漸氧化生热。当煤的温度增高而热量不能散发时，就有可能发生煤的自燃，酿成井下火灾。一般說来，煤越松软，煤层越厚，煤的氧化就越快，而煤的自然发火可能性也就越大。因此，充分掌握煤的自燃性程度对于保証安全生产具有重要意义。

以上所述的各种复杂的煤层埋藏現象，并不是偶然产生的。这些复杂現象的产生，主要决定于成煤的环境和条件，尤其是地壳不断运动的影响；而在上述各种現象之間，还存在着相互有关的密切联系。例如，地壳运动造成褶曲，褶曲引起了煤层傾角的变化；在褶曲的向斜和背斜部分，煤层往往变厚；在褶曲的两翼部分，煤层却可能变薄；煤层越厚，煤的自燃可能性就越大；断层越多，造成地下水流动的有利条件，因而断层处含水的机会也越多；地下水的流动又可能使某些岩石溶解，形成含水层和溶洞；大量的地下水涌出往往伴随着瓦斯散发；剧烈的地质破坏常常使圍岩发生裂縫，或使頂板和底板岩石变得易于破碎。所有这些地质現象和它們之間的內在联系都将給开采工作造成很大的困难。

因此，采煤工作者的任务就在于充份掌握煤层埋藏的变化規律，同时针对煤层埋藏的具体特征，确定技术上可能和經濟上合理的生产措施。

第三节 煤矿地质資料

在煤矿設計和生产工作中，地质資料是确定开采方法最基本的依据。地质資料的內容，应具体地反映出煤田地质构造以及煤层与圍岩的实际情况。这些資料的內容是根据地质勘探工作的結果編制的。

地质勘探工作的方法很多，但最可靠的是利用钻孔勘探（钻探）。通常在发现一个煤田时，可以参考煤层露头①的位置和有

① 煤层是埋藏在地下的。由于地壳运动，使煤层的上部或煤层的断裂部分露出地面。这种露出地面的一部分煤层叫做煤层露头。

关的地质现象来初步估计煤田分布的大致范围，然后在这个范围内，利用钻孔机械向地下钻孔，穿透煤层，并取出岩芯。根据对各个钻孔的岩芯分析，以及初步勘探所收集的資料，就可以了解全部煤田的地质特征和埋藏情况。

勘探钻孔的数目和分布，决定于煤田范围的大小和地质构造的复杂程度。一般的钻孔间距(两个相邻钻孔之间的距离)是400米到500米。钻孔深度可达1000米。在地质构造简单、煤层埋藏稳定的地区，钻孔的间距可以较大。钻孔的分布越密，勘探工作所获得的資料就越可靠。

根据煤层露头和勘探钻孔得来的資料，必须进行仔细的对比、分析和鉴定，才能避免对原始資料作出错误的判断。

图9(a)表示在地面发现了煤层露头三处。我们可以初步假定这里有三个煤层存在。通过勘探钻孔证明了确有三个煤层(图9(b))。但是，仔细地对这三个煤层和顶底板岩石进行了对比分析以后，就会发现，所谓三个煤层实际上只是一个受到褶曲影响的煤层，背斜部分的煤和岩石由于风化作用和冲刷作用而散失(参阅图9(c)的虚线部分)。



图9 勘探有褶曲的煤层

勘探钻孔通过断层时，也可能把一个被切断的煤层误认为是两个煤层(图10)。显而易见，如果出现这种错误，就不可能正确地计算出煤田的实际储量。假如计算的储量大大的超过了实际的储量，必然会在重大的技术问题上造成错误，并使国家投资受到

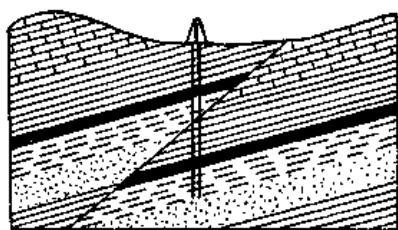


图 10 勘探有断层的煤层

煤层的厚度和分布情况作出完全错误的估计。

以上的举例说明了地质资料的精确程度和可靠性对于煤矿生产工作具有多么重要的意义。

无法挽回的损失。

有些煤层的沉积条件比较特殊，后来又受到非常剧烈而复杂的地质变动，形成不规则的煤层（图11）。这种不规则的煤层断断续续，形成块状而不是层状，通常叫做“鸡窝煤”。如果只按少量的钻孔资料来推测，往往对这种

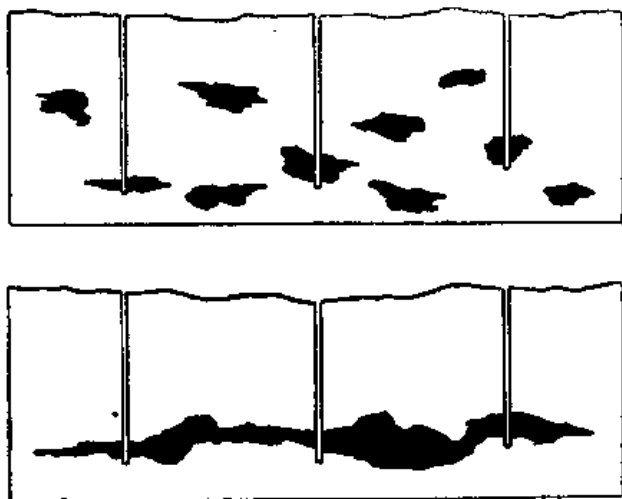


图 11 不规则煤层

根据勘探工作所得到的地质资料，还必须用文字和图表的方式表达出来。因此，每个煤田或矿区的地质资料应当包括地质报告书和地质图纸两个部分。

地质报告书的主要内容如下：（1）煤田的自然地理和经济状况；（2）煤田地质构造和煤层埋藏特征；（3）地质勘探工作；（4）煤质与加工技术鉴定；（5）矿区水文地质；（6）煤田开采的

矿山技术条件；(7)煤田储量计算。

地质图紙主要包括矿区地质地形图、钻孔柱状图、地质剖面图、煤层剖面图、煤层底板等高线图、储量计算图等。所有的图紙都是按照规定的方法和要求繪制的。为了能够看懂这些图紙，应当具备下列有关制图的一般知識。

(1)比例尺

地质图紙或工程图紙都是用来表示实物的(煤田、山峰、河流、房屋、铁路或机器等)。由于各种实物的尺寸很大，一般不可能按照实际的尺寸画在紙上，只能按实物的实际尺寸縮小若干倍来繪制。例如，矿区地质地形图的比例尺可用 $\frac{1}{25000}$ 或1:25000，这就是說，在这張图上所画的长度1米等于地面上的实际距离25000米或25公里。換句話說，如果地面上有一条铁路綫的长度为1公里，那么，把1公里的长度縮小25000倍，在这張图上只要用4厘米长度来表示就行了。

图紙所用的比例尺越大^①，图紙的内容越精确。

(2)經緯綫和坐标

在地形图和地质图上，一般都画着許多方格綫(图12)。这些方格綫叫做坐标方格綫或經緯綫。在每根綫(横綫和纵綫)的两端还注上間距相等的数字。这些方格綫是用来表示图上所繪实物在地面上的具体位置的(这和地图上的經緯綫相似，只是坐标系統不同)。

为了便于制图，通常在图紙的左下方选择一个点，叫做原点(图12的0点)。通过这一点画一根纵綫表示南北方向，再画一根横綫表示东西方向。这两根互相垂直的纵綫和横綫叫做坐标軸。然后沿两根坐标軸按相等的間距画許多直綫，分別和两根坐标軸

① 用分数值表示比例尺时，分数值大的就是比例尺大；例如 $\frac{1}{2000}$ 的比例尺比 $\frac{1}{25000}$ 的比例尺大；用比数表示比例尺时，比数大的就是比例尺小，例如1:25000的比例尺比1:5000的比例尺小。