

云南省地质局
四川省地质局 编
广东省地质局



岩心钻探定向钻进

地 质 出 版 社

岩心钻探定向钻进

云南省地质局
四川省地质局 编
广东省地质局

地质出版社

岩心钻探定向钻进

云南省地质局

四川省地质局 编

广东省地质局

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

张家口地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1979年2月北京第一版·1979年2月北京第一次印刷

印数 1—9,720 册·定价 0.85 元

统一书号: 15038·新330

前 言

岩心钻探定向钻进是利用在一定地质和技术条件下钻孔自然弯曲的规律或用人工造斜的方法使钻孔沿预定设计的方向和倾角弯曲，以达到地质勘探目的的一种钻进方法。

许多矿区，采用定向钻进，不仅解决了由于钻孔弯曲严重达不到按直孔或斜孔设计的见矿点的问题。而且节约了许多钻探工作量，减少了大量的拆、迁、安装及修路工程，加快了矿区勘探速度。

为了进一步推广这一钻进方法，我们收集和总结了地质系统一些地质队定向钻孔的施工经验，编写了此书。

本书不仅概述了定向钻孔施工的经济意义，而且对自然弯曲定向钻孔和人工弯曲定向钻孔的设计及施工工艺进行了全面介绍。此外，还将一些队使用过的十多种定向和导斜工具的制造图编入附录，供作选用。

参加编写此书的人员主要有刘国经、班金杰、邵广勤、刘忠贵等。

由于我们的水平有限，收集的资料又不全面，书中的缺点、错误，希读者批评、指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 定向钻孔的分类	3
一、定向钻孔的含义	3
二、定向钻孔的分类	3
第二节 定向钻孔的应用及其经济效果	6
第三节 推广定向钻进存在的问题与几点改进意见	10
第二章 自然弯曲定向钻孔的设计与施工	13
第一节 钻孔弯曲的一般规律	13
一、地质因素促使钻孔弯曲的一般规律	13
二、工艺技术因素促使钻孔弯曲的一般规律	14
第二节 自然弯曲定向钻孔的设计方法	17
一、一基单孔自然弯曲定向钻孔的设计方法	17
二、一基多孔自然弯曲定向钻孔的设计方法	22
三、设计自然弯曲定向钻孔应注意的事项	23
四、自然弯曲定向钻孔设计与施工实例	23
第三节 自然弯曲定向钻孔的施工	29
一、自然弯曲定向钻孔施工技术措施	29
二、增、减斜和纠斜方法	30
第三章 人工弯曲定向钻孔的设计	34
第一节 单孔定向钻孔的设计	34
第二节 分枝定向钻孔的设计	37
第三节 组合钻孔的设计	42
第四节 人工定向钻孔实例	44
第四章 施工人工定向钻孔的主要工具——导斜器	48
第一节 导斜器的种类	48

一、固定式导斜器	48
二、活动导斜器	50
三、取出式导斜器	50
四、定向连续导斜器	54
第二节 导斜器在孔内的固定方法	54
一、永久性固定	55
二、临时性固定	59
第三节 导斜器与定向装置的连接方法	66
一、螺纹连接	66
二、铆钉连接	68
三、焊接	69
四、销钉连接	69
五、螺钉连接	70
第五章 导斜器的定向方法	71
第一节 人工定向	71
一、孔口定向	71
二、定位桩定向	72
三、重锤找眼定向	81
四、钢球定向	82
五、钻孔定向仪 (ZDX-1 型) 定向	84
六、偏重打印定向	85
第二节 自动定向	85
一、偏重导斜器	86
二、偏重自动定向器	87
三、活动导斜器自动定向装置	89
四、连续导斜器自动定向机构	90
第六章 导斜器顶角和安装角的理论确定方法与修正	91
第一节 导斜器顶角和安装角的理论确定方法	91
一、计算法	93
二、作图法	100
三、工具计算法	105

四、查表法.....	107
第二节 导斜器顶角与安装角的修正.....	108
一、导斜器顶角的修正.....	108
二、导斜器安装角的修正.....	112
第七章 人工定向钻孔的施工工艺	114
第一节 导斜钻进前的准备	114
一、选择导斜部位.....	114
二、选择导斜器及其定向方法.....	115
三、下导斜器前的清理孔底与“架桥”	116
四、定向安装导斜器.....	121
第二节 导斜钻进	122
一、导斜钻具.....	123
二、导斜钻进方法.....	125
第三节 不同类型导斜器的导斜工艺特点.....	129
第四节 扩孔.....	134
一、扩孔钻具.....	134
二、扩孔方法.....	135
第五节 常见事故的预防与处理	138
一、导斜器脱落.....	138
二、钻坏导斜器.....	140
三、导斜器转向.....	141
四、导斜器移动.....	142
五、导斜器扑倒.....	144
六、导斜孔折回主孔.....	145
七、在导斜槽上掉钻头.....	146
八、掉岩心管.....	146
九、掉活动接头.....	147
十、掉锥形扩孔钻头.....	148
十一、扩孔钻具导向管脱落.....	148

附 录

附录一、钻孔空间位置的确定	150
附录二、打印定向仪 ——JXY-2 型测斜仪的改装	161
附录三、ZDX-1 型钻孔定向仪使用说明 (摘录)	165
附录四、钢球定向器制造图	173
附录五、偏重自动定向器制造图	177
附录六、键式单桩定位桩制造图	182
附录七、双桩式定位桩制造图	184
附录八、开口固定式导斜器制造图	187
附录九、闭口式导斜器制造图	190
附录十、活动导斜器制造图	190
附录十一、孔底取出式导斜器制造图	194
附录十二、 $\phi 75$ 孔段中取出式导斜器制造图	199
附录十三、 $\phi 110$ 孔段中取出式导斜器制造图	203
附录十四、十字轴式活动接头制造图	208
附录十五、球头式活动接头制造图	211

第一章 概 述

岩心钻探是矿产勘探的一种最重要、最普遍的手段。为了探明矿产的形态、空间位置和储量，一般均根据不同的矿种和矿床类型，按要求的储量级别，以规定的网度或勘探线来布置钻孔。这种钻孔一般是按直线设计的，即设计成直孔或斜孔。但是在勘探过程中，由于地质条件与施工技术、操作等方面的原因，钻孔往往会发生程度不同的弯曲，使钻孔实际见矿点与设计见矿点发生偏离。这种偏离如小，在勘探矿产产状水平或近似水平，且勘探网度较稀的矿种如煤田，对正确了解矿体形态和储量计算影响还不大；如果偏离较大，则钻孔的实际见矿点，有的块段稀，有的块段密，使储量级别高低不一。为了保证一定的储量级别，就必须增补钻孔，这不但增加了钻探工作量，而且延长了勘探时间。对于勘探有色、稀有、放射性、貴重金属，由于勘探网度密，这种偏离即使不大，也会对矿产赋存条件的了解和矿产储量计算产生很大影响。为了预防钻孔弯曲，广大钻探工人与工程技术人员，研究和采用了许多措施，虽取得了一定成绩，但都未能从根本上解决钻孔弯曲问题。

任何事物都是一分为二的。钻孔弯曲虽有它不利的一面，但只要掌握并利用它的弯曲规律或人为地采用一些导斜措施，使钻孔按设计的空间位置弯曲，将钻孔见矿点落在（或接近落在）设计见矿点上，就可化不利因素为有利因素。如有的矿区，在钻探施工中，为了防止钻孔弯曲，常采用许多预防措施，这不但给施工带来麻烦、影响钻进效率的提高，而且还达不到设计要求。在掌握了钻孔弯曲规律后，用改变钻孔孔口设计位置、设计方位、倾角等简单办法，使用一般钻进措施，就能在不影响钻进效率的前

提下，达到地质目的。又如勘探急倾斜的矿体，按一般常规是用斜孔进行施工的，这种设计，如开孔顶角大，则给施工造成很大困难；开孔顶角小，则钻孔无法穿过矿体或歪曲了矿层厚度。在这种条件下，如设计成定向钻孔，则开孔倾角可为 90° 或只有几度的顶角，施工中采用人工定向导斜措施，使钻孔延深到接近矿层位置时，垂直（或接近垂直）穿过矿体，这样不但施工方便，而且可以真实地了解矿层厚度。如果在一个钻孔中，在不同孔深分枝打几个钻孔来控制矿体，这就比用单独打几个钻孔来控制矿体节约许多钻探工作量，同时也减少了平地基建、修路和设备拆迁、安装工作。

目前，在勘探网度密、矿产产状陡或产状复杂、矿样要求重量大（如铂矿）或用钻孔代替坑道取大样；修筑场地或道路困难；基岩以上施工条件复杂（如流砂乱石层）；岩层自然跑斜严重而又无规律可以利用的矿区，采用人工定向弯曲技术施工钻孔，已经越来越普遍地受到重视。

我国定向钻进技术是经过一条由简单到复杂，由初级到高级，也就是由自然王国向必然王国发展的道路。五十年代初期，就出现了用简单的导斜器偏斜补取矿芯或绕过事故钻具；五十年代末六十年代初，就有了利用钻孔自然弯曲规律施工自然弯曲定向钻孔；六十年代中、后期和进入七十年代，各种类型导斜器和定向装置不断出现，各种测斜仪器也相继问世，使定向钻进技术日臻完善。尤其是经过无产阶级文化大革命，解放了人们的思想，解放了生产力，更进一步推动了这一技术的发展。一些地质队在适宜采用定向钻进的矿区采用这种技术后，都用较少的钻探工作量，达到了地质设计目的，取得了很好的技术经济效果，加快了矿区勘探速度。

第一节 定向钻孔的分类

一、定向钻孔的含义

所谓定向钻孔，系指在钻探施工中，分别或综合采用人工导斜工具和利用钻孔自然弯曲规律达到地质及其它工程目的的钻孔。

未采用上述措施，而达到设计目的的钻孔，如直孔、斜孔、不叫做定向钻孔。

二、定向钻孔的分类

(一) 按钻孔轴心在空间的形态分类：可分为平面弯曲的、空间弯曲的和分枝弯曲定向钻孔三种。

1. 平面弯曲的定向钻孔：钻孔轴心仅在垂直平面内发生顶角变化而方位角不变的钻孔。如图1-1所示。

2. 空间弯曲的定向钻孔：钻孔轴心的顶角和方位角均有改变的钻孔。如图1-2所示。

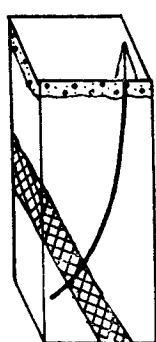


图 1-1 平面弯曲的
定向钻孔

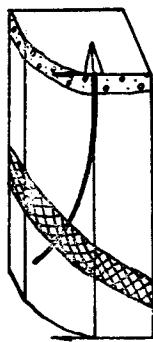


图 1-2 空间弯曲
的定向钻孔

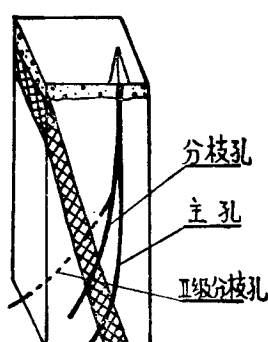


图 1-3 分枝定
向钻孔

3. 分枝定向钻孔：在一个主孔内，在不同孔深，按要求的方位分枝钻进一个或几个支孔，其主孔轴心和分枝孔轴心的顶角和方位变化，可以是平面弯曲的，也可以是空间弯曲的，在分枝孔中还可以分枝钻进支孔。如图1-3所示。

4. 组合钻孔：在主孔中的某一孔段，围绕主孔周围不太大的空间范围内，钻进一组（二个以上）钻孔，目的是增加矿心重量，在某些矿种可以代替坑探采取工业试验样。如图1-4所示。此类可看作是分枝定向钻孔的一个特例。

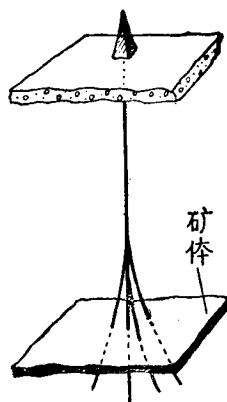


图1-4 组合钻孔

(二) 按在同一地基施工的主孔数分类：可分为一基单孔和一基多孔两种。

1. 一基单孔定向钻孔：同一地基上仅施工一个主孔的。如图1-5a、b、c所示。

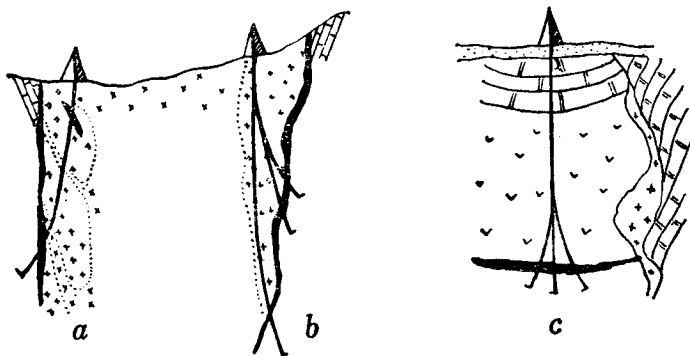


图1-5 一基单孔定向钻孔

a—单孔定向钻孔；b—单孔分枝定向钻孔；c—组合孔

2. 一基多孔定向钻孔：在同一地基上施工两个以上主孔的。

如图1-6a、b所示。

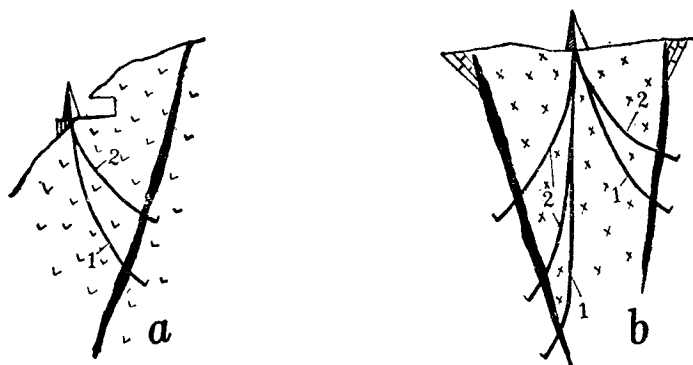


图 1-6 一基多孔定向钻孔

a——一基多孔定向钻孔；b——一基多孔分枝定向孔；1——主孔；2——分枝孔

(三) 按采用的施工技术方法分类：可分为自然弯曲定向钻孔、人工弯曲定向钻孔及综合定向钻孔三种。

1. 自然弯曲定向钻孔：即我们通常称的初级定向钻孔。它是利用钻孔自然弯曲规律，用改变钻孔孔口设计位置、开孔方位及顶角等方法，必要时，在钻进过程中辅以一般的增，减斜和纠斜措施，达到设计目的的钻孔。

2. 人工弯曲定向钻孔：它是靠采用人工导斜工具与技术措施，克服钻孔自然弯曲规律的影响，使钻孔按设计的空间位置偏斜，达到设计目的的钻孔。

3. 综合定向钻孔：根据设计要求，在不同孔段分别采用上述两种方法造斜，达到设计目的的钻孔。

利用钻孔自然弯曲规律，可施工平面弯曲（图1-1）、空间弯曲（图1-2）、一基单孔（图1-5a）、和一基多孔（图1-6a）、定向钻孔。

用人工导斜技术，除可施工以上这些定向钻孔外，还可以施工分枝定向钻孔（图1-3、1-5b、1-6b）及组合钻孔（图1-4）。

第二节 定向钻孔的应用及其经济效果

目前,我国岩心钻探定向钻进已在以下几个方面得到应用:

在详勘阶段的矿区,推测矿体形态或品位有变化的地段,施工分枝定向钻孔;

在详勘急倾斜矿体和埋藏较深的矿体,利用分枝孔代替加密钻孔;

在钻孔自然弯曲严重的矿区,利用钻孔弯曲规律,施工自然弯曲定向钻孔;

在因地形或其他原因,使平地基建困难,以及矿体产状、勘探网度对定向钻进有利时,在同一地基上施工两个以上定向钻孔,或在同一钻孔内施工数个分枝孔;

在不能利用钻孔自然弯曲规律的矿区,施工人工定向钻孔;

在矿区地表有较厚的流砂、卵石层;钻进困难;或岩石坚硬钻进效率极低,当矿体埋藏较深,勘探网度又密时,施工分枝定向钻孔避免多次钻穿地表复杂、坚硬岩层;

在某些矿床,工业试验样要求吨位小时,施工组合钻孔,可部分代替坑探取大样工程;

在矿化程度不均,或厚薄变化大的矿层,采用组合钻孔,可减少矿层品位和厚度误差;

在需补取矿心,纠正钻孔弯曲,绕过无法处理或处理复杂的孔内事故孔段,用人工导斜技术而达预期目的,等等。

在上述方面采用自然弯曲及人工弯曲定向钻孔后,取得了很好的技术经济效果,主要表现在:

一、确保了钻探工程质量及勘探工作顺利进行:如广东省七〇五地质队64年开始勘探某矿区时,采用一般钻进方法,由于钻孔弯曲严重,常常在施工过程中不得不中途停钻纠斜,同时在钻进中虽曾采用少投砂、小压力、慢转速等许多措施,取得了一些效果,

但是严重地限制了钻进效率的提高，影响了地质勘探任务的完成。66年，在认真总结分析了该矿区50多个完工钻孔的弯曲情况，并从中找出钻孔自然弯曲规律后，采用了自然弯曲定向钻进，至76年，已完工的1200多个钻孔，不仅钻进效率有所提高而且绝大多数达到了设计要求，得到了设计与开采部门的好评。

黑龙江省第四地质队于71~72年在某矿区施工时，由于钻孔弯曲严重，致使钻孔不能利用或根本无法继续钻进。该队总结分析了矿区126个完工钻孔，近35000米工作量的钻孔弯曲资料，找到了该矿区钻孔弯曲的原因，掌握了钻孔弯曲规律，并以此指导施工自然弯曲定向钻孔，在平均孔深较以往增加100余米的情况下，钻孔不仅能顺利钻到设计孔深，而且质量也满足了地质设计要求。

四川省二〇七、二〇二等地质队，在勘探薄煤层时，常因操作或设计原因，造成矿芯采取率达不到要求，但采用人工导斜补取矿

芯后，均满足了地质要求。

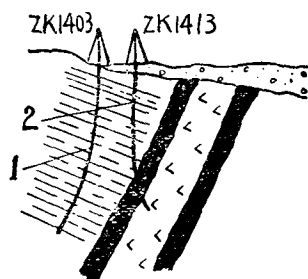


图 1-7

1—原施工的钻孔；2—后施工的人工定向钻孔

云南省第三地质队在某矿区施工时，由于岩层的影响，钻进中钻孔逐渐与矿体平行，无法穿过矿体而成废孔。采用人工定向钻进后，钻孔便可穿过矿体（图1-7），顺利地完成了该矿区

的勘探任务。

陕西省八队、湖南省四六八等地质队，都曾因施工矿区地势陡峻，平基困难较大，他们采用一基单孔及一基多孔定向钻进，已完工的钻孔都达到了设计目的。

二、节约了工作量：如云南省第三地质队施工的某矿区，矿体一般厚几米至几十米，产于岩体边部和底部。矿区除少量钻孔需了解第四系砾石层厚度、岩性、岩体岩相分导情况外，大部份

钻孔目的在于了解深部的矿体。施工分枝定向钻孔后既可达此目的,又可节约不少钻探工作量,尤其减少了钻进施工困难的浅部砾石层的工作量。施工12个分枝定向钻孔的统计,所节约的钻探工作量即达1982米(见表1-1)。

表1-1 云南三队××矿区12个分枝定向孔节约工作量表

定向孔编号	主孔编号	定向孔孔深(米)	定向导斜孔处孔深(节约工作量)(米)	地质评价
ZK51	ZK45	354.64	73.69	基本满足地质设计要求
75	50	515.19	33.23	完全满足
81	74	278.40	116.00	"
71	69	110.05	60	"
68	69	373.77	240.00	"
107(主)	73	270.18	117.14	"
107(副)	107	238.64	182	"
62	63	461.99	310	"
100(副)	100(主)	224.48	195.60	"
104	100	254.03	58	满足地质设计要求
55-2	55-1	352.89	297	"
60	58	495.31	300	基本满足地质设计要求
总计节约钻探工作量(米)		1982.00		

采用定向钻进,节约的平地基建、修路、拆迁、安装设备的工作量也是相当大的。广东省七〇五地质队施工某矿区时,采用一基多孔定向钻进,据72~73年资料统计,在一个地基上打2个孔的有101个;一个地基上打3个孔的有16个;一个地基上打4个孔的有1个,使平地基建工作量减少了40%,仅平地基建费用一项,就为国家节约投资七万二千多元。

三、避免或减少了因各种原因造成的报废工作量,如云南三

队施工某矿区时，尽管矿体已用物探方法圈定，但有些地方出入较大或深部有较大变化，如图1-8所示系X勘探线西侧几个钻孔布置情况。施工结果表明，原来根据物探成果和施工ZK19孔后推测的岩体西界，当施工ZK63孔后证实其西移了，由于采用定

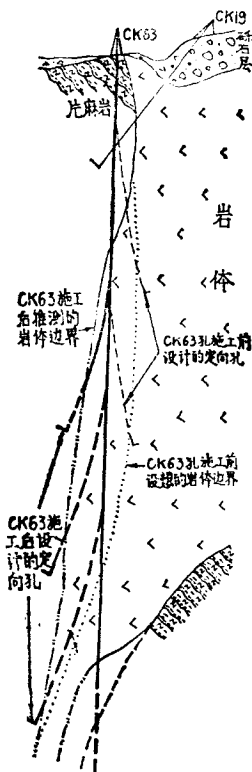


图1-8 X勘探线两侧ZK63孔施工前后定向孔设计变更情况示意图

现岩体西界东移，因而钻进到140米尚未将矿体完全穿透，于是采用了定向钻进，即在140米附近向东定向钻进了20米，揭穿了矿体顶板（图1-9），从而避免了因设计不准确而需要补打钻孔所造成的浪费。

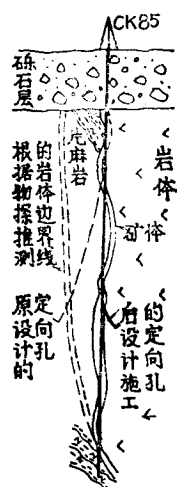


图1-9 ZK85孔利用定向钻进穿透矿层示意图

向钻进，原设计待施工的ZK62、ZK31孔，便根据新获得的资料变更见矿位置和钻进方向，保证了不移动孔位即能保持一定的网度揭穿矿体。又如ZK85孔原设计所需了解的岩体西界，是根据物探资料推测的，施工中，发现