

露天矿 设计理论分析

于汝绶 编



中国矿业大学出版社

TD216

2

3

高等学校教学用书

露天矿设计理论分析

于汝绶 编

中国矿业大学出版社



B

549091

内 容 提 要

本书就露天矿设计中的若干理论问题作了深入的解剖和分析。作者根据多年设计实践,结合我国露天矿山的开发经验,分析了关于井田划分、设计规模、工作线长度优化理论、陡帮开采、剥采比均衡理论以及建设项目的经济评价等方面的影响因素、适应范围及今后的发展趋势。

本书可作大专院校露天开采专业研究生教材,或供本科生作选修课教材,也可供从事露天开采的设计、生产、科研和教学人员参考。

责任编辑:周立吾

技术设计:周立钢

责任校对:杜锦芝

高等学校教学用书

露天矿设计理论分析

于汝绶 编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店 经销 中国科学院开封印刷厂 印刷

开本787×1092毫米1/16 印张:11.375 字数:276千字

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数1—3000册

ISBN 7-81021-020-3

TD·15(课) 定价:2.30 元



前 言

随着露天矿山的建设和生产的迅速发展,露天矿山设计的理论研究工作日显薄弱。有的露天矿山设计由于缺乏正确的理论指导,开发之后的经济效益受到严重的影响。建国以来露天矿山的实践本身也积累了丰富的经验,有待进行理论上的总结和升华。特别是八十年代以来,五大露天煤矿的开发,引进了国外的设计方案,打破了露天煤矿单一的单斗铁道工艺的局面,这样,就向人们提出了单斗汽车工艺和半连续工艺的设计理论研究的新课题。

近十年来,露天矿设计理论的研究工作也有了很大的进展。我国的设计优化理论、方案决策理论、计算机辅助设计等方面都有了一批新的研究成果,正在迅速转化为生产力。

为了实现决策民主化,建设项目的评估工作已正式引入基本建设程序,一批大中型项目的可行性研究报告,经过咨询专家的评估,提高了决策的可靠性,从而保证了建设项目的经济效益和社会效益。

形势的发展,要求人们对于露天矿山设计中的一些理论问题,如生产工艺选型、开采程序优化、剥采比均衡的利弊,进行分析和研究。而对一些过去讨论不多的问题,如井田划分原则、设计规模论证、分区分期问题、工作线长度优化、经济评价原理,等等,应该结合露天矿的建设和生产经验,展开讨论和探索。

矿山设计较之其他行业的设计要复杂得多。设计问题的真正解决还有赖于实践。但是,国内外的经验都证明了,矿山开发之前的研究分析工作对于开发的顺利与否是至关重要的。

在对露天矿设计中一些理论问题进行研究分析的基础上,为了满足露天采矿专业教学,尤其是研究生教学的急需,1984年编写了《露天矿设计理论分析》讲义,约二十五万字。在连续三届研究生和本科生试用的基础上,作者又结合几座大型露天煤矿开发中的经验,对教材作了较大的修改和补充。主要是删去了原讲义的“基础部分”,对“专题部分”的章节作了调整和改编,并根据我国对项目评估日益重视的情况,增补了“建设项目的经济评价”及市场等章节。为了使同学更好地掌握经济评价方法,援引了评价实例,并请沈阳煤矿设计院崔泽民工程师提供了一个完整的露天矿和选煤厂的经济评价实例,作为本书的附录。该例中对评价计算结果有深入的分析,充实了本书的内容。本书在编写过程中,还得到了骆中洲、范奇文等同志的指教和帮助。作者谨对他们表示由衷的感谢。

露天矿的设计理论研究工作,尚处于初级阶段,许多方面还有待进一步探索与完善。由于本人的水平和经验的局限性,本书中必然存在错误和不当之处,恳请读者指正。

编 者

1987年12月

目 录

前 言

第一章	设计思路	(1)
第一节	概述	(1)
第二节	分析资料	(1)
第三节	调查研究	(3)
第四节	明确目标	(4)
第五节	几个关系	(5)
第六节	方案酝酿	(14)
第二章	井田划分与境界	(16)
第一节	影响井田划分的因素	(16)
第二节	经济合理剥采比	(17)
第三节	井田划分原则	(22)
第四节	井田划分实例	(23)
第五节	分区原则	(27)
第三章	设计规模	(33)
第一节	影响设计规模的因素	(33)
第二节	设计规模的确定原则	(34)
第三节	规模的不确定性	(39)
第四章	工艺选型	(41)
第一节	影响工艺选型的因素	(41)
第二节	工艺选型的原则	(45)
第三节	实例分析	(54)
第五章	开采程序	(60)
第一节	概述	(60)
第二节	工作线长度的优化	(62)
第三节	陡帮开采	(75)
第四节	延深程序	(80)
第五节	采深与设备效率	(82)
第六章	生产剥采比	(86)
第一节	时间剥采比	(86)
第二节	几种均衡剥采比的观点	(88)
第三节	存在的问题	(101)
第七章	总体布置	(103)
第一节	露天矿总体布置的特点及原则	(103)
第二节	厂址要求	(103)
第三节	厂址的方案比较	(107)
第八章	市场	(114)
第一节	地理特点与 市场需求	(114)

第二节	运煤与送电	(115)
第九章	项目的经济评价	(118)
第一节	基本概念	(118)
第二节	财务评价	(120)
第三节	国民经济评价	(131)
第四节	不确定性分析	(136)
第五节	方案比较方法	(140)
第六节	合资项目经济评价的特点	(142)
附 录		(147)
参考文献		(176)

第一章 设计思路

第一节 概 述

编制一部优秀的矿山设计,清晰的设计思路是极为重要的。然而,露天矿设计与工厂和建筑设计有着较大的差异。这是由于露天矿的设计,受到许多人为的和非人为的、主观的和客观的约束,因此,要比其它非矿山设计受着更大的限制。例如,矿石的外部运输是开采矿石必不可少的条件,人们都希望矿区地形平坦些,起伏小些,而实际上,矿体往往就埋藏在丛山峻岭之中,外部运输条件十分恶劣,有色金属露天矿就常遇到这种情形。如果是选厂址,完全可以避开这种恶劣的地形。可是,采矿正是以这些矿体为对象的,因而是避不开的,而是要针对复杂的地形,寻求最优的外运方案。又如,从市场需求来看,露天矿的规模应尽可能大一些,但由于矿层过于复杂而达不到这种要求。明智的办法是,考虑矿体的约束条件,把规模定到实际可能的最高水平。

所以,露天矿设计受到的限制要比非矿山设计多一些,设计优化的困难自然也就大一些,这是问题的一个方面。

另一方面,采矿设计的因素过多,以致设计人员在编制设计过程中全面而深入地对所有因素都加以分析研究是相当艰巨的,即使利用电子计算机也是如此。就是说,尽管每个设计人员都在尽最大的努力把问题考虑得周全一些,但还是会出现漏洞,这就给设计方案带来缺陷。不妨这样认为,目前还找不出一部露天矿的设计在所有方面都无懈可击。一部露天矿的设计,在主要问题上采用的技术决定经过生产和时间的检验是正确的,大家就认为它是一部优秀设计。对于次要问题的缺陷,则力求在生产过程中弥补或改善。人们的这种观点,并不是对矿山设计采取姑息态度,而是因为大家都认识到矿山设计的特殊复杂性。

然而,这并不意味着设计人员无所作为,相反,正是这种困难激励和诱发广大的采矿工作者去探索矿山设计的规律性,寻求矿山优化设计的途径。

正确的设计关键在于正确的决策,而正确的决策来源于正确的设计思想,这就是我们讨论设计思路的依据。虽然设计思路的分析归纳难度较大,但我们还是提出一些观点,而这些观点正是人们企求解决的问题。所以,读者不能把本书提出的观点作为必须遵循的准则,而应看作是供参考的一种观点,如果它能对露天矿设计的理论有所推动,那将是作者的莫大期望。

第二节 分析资料

资料是设计的主要根据,对各种资料进行细致的分析,是开拓设计思路的重要前提。这里所提出的问题,是如何正确地分析这些资料,哪些问题是分析的重点。我们先来讨论关于文件性的资料。

首先,要研究关于基本建设程序方面的文件。诸如地质报告是否经相应的储委批准,地质勘探的阶段是否与设计阶段的要求相对应,矿区总体设计或单项工程设计任务书是否经有关领导机关批准,最常见的违反上述基本建设程序要求的是以下几种:

1. 地质报告虽经批准，但缺水文地质报告；
2. 矿区未编制总体设计而草率批准单项工程的设计任务书；
3. 可行性研究报告尚未审批，要求立即着手编制初步设计。

凡发现有违反基本建设程序时，应积极反映意见据理力争，这是一个重大原则问题，否则将会造成巨大损失。

其次，要研究上级机关对于本设计的有关指示。无论什么指示，都要以文件为准，而且要完整地系统地进行研究。这就是说，务必把全部有关文件都集中起来。之所以要这样，不外两个目的：一是能比较全面地领会上级领导的意图和方针；二是防止片面性和顾此失彼，尤其是当文件相互有矛盾的时候，应以最近的文件为依据。

再有就是分析地质报告。研究地质报告，应以充分掌握设计对地质勘探的要求为基础。研究地质报告的目的，集中到一点就是检查地质报告是否满足本设计的要求。结合露天矿设计的特点，一般检查的重点是：

1. 地质报告的勘查阶段、勘探网密度和高级储量比例是否达到本设计阶段的要求标准。露天矿在勘探网密度和高级储量比例方面的要求，比矿井高，例如，地质报告在勘探初期是按矿井要求进行的，后来改为露天矿开采的井田，勘探网应及时加密。又如，井田就总体来讲，高级储量比例符合规定，但部分井田划归露天矿开采后，就应核算该部分的高级储量是否符合规定。

2. 首采区的勘探程度是否满足要求。露天矿设计对首采区的勘探程度要求是相当严格的，因为首采区勘探不足造成沟位不准确而引起的损失很大。造成这种情况的原因，除了审批不严格之外，一般是由于露天矿的设计单位在勘探期间可能尚未确定，因而无人提出首采区的位置与勘探的要求；也有随着对矿体赋存条件认识的深化，改变了原定的首采区，而勘探工作又未及时跟上去，造成了首采区高级储量不足，而非首采区中局部高级储量却又比例偏高的不合理状况，这在一定程度上是勘探工作的一种浪费。

3. 是否缺乏同一勘探阶段的水文地质报告。水文对于确定露天矿的底盘位置与边坡角度，对于露天矿的工艺选择和疏干排水设计，都是非常重要的。然而在实际工作中，往往是水文勘探滞后于地质勘探。水文勘探力量较弱固然是一个因素，而对水文工作缺乏足够的重视，也是一个原因。这里包括地质和水文工作上不协调，例如，有的孔无论从孔位与质量来讲，都可以用作抽水孔。地质队有时在作了常规简易水文工作之后就把孔给封了，等到水文队来再重新打水文孔，延误了时间。

4. 勘探质量是否满足设计要求。例如，岩芯采取率过低而又缺乏充分的电测手段。再如，关键部位钻孔的孔斜超限，等等，这里影响面最广的则是“层位对比”，这方面的错误往往导致矿体产状面目全非。必须严格检查标志层的标志和重要钻孔对标志层的岩芯采取率，并对纵横剖面的“层位对比”进行核对检查。

5. 检查地质报告对储量审查储量文件中提出的问题是否已经解决。有时储量审批文件对储量是批准了，但也提出了一些问题。如某处应补孔检查，某层位对比要复查，甚至有的差错要改正等，这些问题应在地质报告中予以解决。

以上并未囊括所有的方面，而只是提出几项常见的问题供大家参考。这里，大多数问题都应该在设计以前、也就是说在勘探过程中就提出来加以解决，而不能等到地质队都撤离了矿区再提出来，因为这时要地质队重返矿区，有时是相当麻烦的。可见，在勘

探过程中加强设计部门与地质部门的联系,显得多么的重要。

第三节 调查研究

在分析了文件和地质报告的基础上,应立即着手进行调查研究。这里着重讨论调查研究的几项主要内容与设计思路的关系,从中引出这些调查研究的地位与应有的详尽性。

现场的自然地理、地形地貌对于露天矿开发的重要性是不言而喻的。最初的沟位应该选在剥采比较小,受地表水威胁较小,又利于运矿和排土的地段。在这方面,本来是有相应的地形图或地质地形图可资利用的,但往往由于测绘时间过早,以致时过境迁,地貌发生了变化,这就需要对照实地来核实。地形对沟位的影响是复杂的,例如在黄土高原地区,冲沟切割严重。在冲沟里的剥采比肯定是比较小的,然而受地表水的威胁较大,而且由于黄土冲沟沟壁直立,与沟外建立通路也比较困难,这就是矛盾。虽然如此,冲沟部位可以较快见矿这一点,仍然对人们有着相当大的诱惑力。村庄和土地分布也是自然地理的一个重要方面,村落密布和高产农田会增加建矿的困难和费用,如果不可避免地要占用的话,也应力求推迟,并为居民的生计作出安排。气象和地震在地质报告中均有阐述,但需要重点作一些核实工作,尤其是地质报告编制较早时,更要充实最新资料,务使资料切合实际。

矿区的经济状况。这里包括矿区工农业生产状况,各种人员的结构,水土条件等等。过去也作调查,可是面要窄得多。以水土为例,现在要求很细,土壤的结构、酸性、墒情、宜作品种、耕地总量等等,都应了解,以便设计出切实可行的土地恢复与重新利用的规划。矿区的经济状况,将为设计中的环境保护提供依据。通常经济愈发达。对环保的要求也愈严格,这方面的投资也就愈大。另外,矿山所在地区有哪些可供协作的方面也是调查的重点。例如,建筑材料的提供能力如何,附近企业有无机修力量可资利用或互通有无等等。矿区工农业的发展规划也很重要,这些对于露天矿设计都有很大的影响。

四通一平。四通是指水、电、道路、通讯;一平是指施工场地的平整。这些是建设矿区的前期准备工作,是建矿的必备条件,调查中应作出规划或安排。四通一平缺一不可,任何迁就凑合只能是拖延建设工期。在这方面的教训也是极为深刻的。

可供使用的设备。露天矿的设备很多,国内尚未配套生产,应先立足国内,把设备的生产情况了解清楚,包括定型情况、批量情况、使用情况。某些设备需要引进,也应调查清楚。例如,100t电动轮汽车是由我国湘潭电机厂生产的,经南芬等矿使用证明性能良好,但目前仅能小批量生产,轮胎等还要依赖进口,若拟大批采用,就要把湘潭厂扩建工程及轮胎进口问题妥善安排。又如霍林河露天矿在与国外谈判中碰到切割力问题,我方提出岩性较硬,要求轮斗切割力不低于 2.8 kN/cm^2 ,外商一口应承,可是经调查该外商为国外设计的最高切割力仅 2 kN/cm^2 ,达不到我方要求,说明他们夸大了自己的设备能力。调查能使我们做到胸中有数,是很重要的。

国内外的先进技术。要结合设计露天矿的具体条件有重点地调查,一项技术不过关就有影响全局的可能。例如,有的矿区冬季气温达零下 40°C ,如用胶带机,就会碰到胶带防冻的技术问题,不掌握防冻技术,胶带机就不宜采用。有的矿区煤质较差必须入洗,如何脱水往往又成为关键性的技术问题。至于国内尚未使用过的新工艺新技术,更有全

面调查的必要，以便为设计决策提供可靠的基础。

类似矿山的调查。采矿工业的复杂性使得类比法历久不衰，目前依然是论证方案的重要手段之一，尤其是设计特大型露天矿时，更是这样。所以，应该选定一二个类似的露天矿，对它的设计、建设、生产状况作比较全面的调查。这种调查不仅可以提供论证依据，发现可资参照的技术和经验，而且还可以获得露天矿设计时难以获得的某些重要的技术经济指标。

调查研究是搞好露天矿设计的重要一环，这是无疑的。但更重要的则是调查的可靠性，任何调查所得资料，都应加以核实，道听途说不足为凭，有些虽然众口一词，也应落实，并努力做到亲自动手。

第四节 明确目标

设计的目标是否明确，对于方案的比选与抉择至关重要。

也许有人会认为，设计一座露天矿，目标就是生产矿石，满足国民经济的需要，似乎是不成问题的。事实上并不如此简单，因为许多指标都可能作为设计的目标，而且有些相互间是矛盾的，这种情况给决策带来了意想不到的困难。在方案论证时，由于参与论证者对设计目标的认识不同，因而各执一词，相持不下，最后只好矛盾上交，由上级裁决。之所以出现这种局面，就是因为设计目标不明确所致。

哪些指标可能作为设计的目标呢？

1. 产量。产量是上级机关根据国民经济发展的需要，在设计任务书中规定的。设计应该以满足产量要求为目标，这是比较公认的准则之一。

2. 盈利。盈利最大当然是设计目标之一，它意味着在一定的投资条件下获得最大的收益。

3. 投资。在目前国家财政不太富裕的条件下，控制矿山的投资额是完全必要的。在这种情况下，超过投资限额的方案是难以采纳的。

4. 建设期。建矿的速度与时间，有时也起决定性的作用。为了在2000年煤产量翻一番，许多露天煤矿都必须陆续开工并在3~5年内投产。由于能源在国民经济中事关全局，这些露天煤矿的建设期长短就成为突出的问题。

5. 返本期。返本期即基本建设投资的回收期，它关系到国家扩大再生产的能力。露天矿的投资数额很大，动辄以亿元计，返本期的长短就更显得重要。

6. 质量。矿石的质量与用户的要求有关。当原矿质量处于边界品位边缘或有出口等特殊质量要求时，设计应以保证原矿质量为前提。这时，矿石质量就成为设计的目标。

7. 外汇。设计选用的设备是否立足于国内，是一个原则问题。一般说来，自力更生是必须贯彻的方针。然而，在目前引进部分国内还没有的先进技术装备，也是必要的。这就涉及到外汇问题。需用外汇的多少必然是方案的目标。花外汇较少的方案，肯定要得到更多的重视。

此外，还有一些指标，如三材消耗、征地面积等，也可以作为设计的目标。这些目标中，有的是相容的，可以并存；有的则是不相容的，必须从中抉择。例如，建设期与返本期就是相容的，二者可以并存，即建设期短，投产快，返本期往往也较短，但是，

产量与建设期就往往是不相容的，产量大，基建工程量也大，建设期就短不了，只能定一个为主，其余为辅。决策以主目标为准，这就是我们说的“明确目标”问题。

虽然上面对可能作为设计目标的指标作了简要的说明，实际工作却要复杂得多。有的设计目标已经明确，但到了方案论证时又会模糊起来。

例如，我国的一座金属露天矿委托国外设计，以盈利最大为设计目标，按市场价格预测，设计20年采完。但因所采矿石属国内稀缺品种，品位又较高，这样的矿床20年就采完，尽管出口换回了外汇，却是不符合社会主义的资源政策的。于是，这一设计文件也就只好暂时束之高阁了。

再如，有一座露天煤矿，委托国外设计年产2000万t，满足地区国民经济对能源的需要。显然“满足产量要求”是该设计的目标。可是，由于水电运等条件尚未具备，建设期较长，改由国内设计了一个年产300万t的过渡方案，提前出煤，这就是说，把设计目标由“产量”改为“建设期”了，设计方案也就随之作了改动。

那么，怎样来确定一部露天矿设计的目标呢？我们认为，不能一概而论，必须结合当前的国情和方针，必须依据矿区的具体条件，综合权衡利弊，才能确定设计的目标。目前，在我国设计目标实际上是由上级根据前期工作的成果来权衡和确定的，并载入设计任务书中。问题是，任务书中常常提出几项目标要求同时满足，当这些目标不相容时，设计者面前仍然摆着一个要明确设计主要目标的任务。那种把几项目标不分主次地并列，又要求同时达到是不切实际的。而且在实现这种多目标决策过程中，可能会出现牺牲主要目标来换取次要目标的问题，在总体上来看，是失策的。露天矿设计是一种多目标决策，就中必须分清主次，俾使各方案的论证能在比较一致的基础之上进行，从而获得综合最优的技术经济效益。

第五节 几个关系

在明确了设计目标，或者说分清了设计的主要和次要目标之后，在着手酝酿设计方案之前，还必须就酝酿设计方案中可能碰到的几种关系，或者叫做几对矛盾。提出正确处理的原则。这些关系是：

一、需要与可能

这是设计中最常见的问题。在设计的许多方面都存在着需要与可能的矛盾。例如：

1. 产量。需要的产量与可能的产量有时就不一致，当需要超越了可能，就达不到设计的目标。露天矿的产量（或采剥总量）在客观上受到许多限制，如储量、产状、工艺等等。矿床储量不大，产量定得太大，几年就采完了，又要另外一座矿山来接替，生产很不稳定，当然不合理。矿床较薄，倾角又较陡，延深一个水平所获得的矿量有限，这是金属露天矿常见的情形。这时，延深速度就限制着矿山的产量。有的露天煤矿，煤层结构比较复杂，选采比较困难，影响到设备效率与推进速度，也涉及到露天矿的产量。有的矿区，剥采比较大，势必也限制着矿石的产量，因为采剥总量是受到客观限制的。

2. 资金。这在相当一个长的时期内都存在这方面的矛盾。需要的资金超越了可能，设计方案就可能遭到否决。当设计需要用外汇引进设备时，国家的外汇支付能力就决定着设计方案的命运。由于资金总是有限的，所以国家对资金的使用总是有重点的。于

是，重点部门的资金较充足，因而较易满足投资需要，而非重点部门则受到较大的限制，需要资金与可能得到的资金的矛盾就比较突出。

3. 水电供应。这是比较容易忽视的矛盾，因为有人认为水和电似乎是无限的。事实上，这方面的需求矛盾经常是很尖锐的。我国有的露天矿长期缺水，居民生活用水很困难，生产也受限制。在缺电地区，电力供应对露天矿的生产就有较大的限制。有的露天煤矿，拟建坑口电站就地用煤发电，可是矿区缺水，不得不将电站分散，靠近水源建厂，煤需要长距离运输。过去的地质勘探对水源重视不够，建矿时经常出现严重水荒，再回头来找水，陷入很被动的局面。

4. 外运。外运能力也同样存在着需要与可能的矛盾。我国矿山目前的外运方式主要是铁路，而几条主要铁路干线的运输能力已经饱和或接近饱和。在这种情况下，仅仅修建矿区专用线是解决不了外运问题的，必须统筹解决。在兴建大型露天煤矿时，必须同时考虑兴建新的铁路运煤干线或其它外运方式（如管道等）。否则，露天矿建成了，煤却运不出来。所以，外运条件也对产量起约束作用。

5. 征地。征用土地正受到越来越大的限制。义马露天煤矿因征地问题解决不了，被迫收缩境界，产量也就受到影响。征地问题要做细致的工作，分类分期，有征有还。通常，采场的土地是势在必征的，因为矿体埋藏在下面，不可能迁移，这是一方面；另一方面，当露天矿采场较大时，应该考虑分期征用。除采场以外，必须力求减少征地，特别是良田。积极的态度应该是借田还田，应有在开采设计中土地恢复与再利用的设计，避免农民因开矿占地而丧失生计。

需要与可能的问题很多，以上仅择其要者。凡属需要与可能有矛盾的问题，原则上应服从于“可能”，而不是“需要”。设计应当老老实实，不能违背客观规律，不能超越现实可能。另一方面，又要力求满足需要，比如产量，采用铁道运输不能满足，就应当改用汽车或其它运输方式来满足，使需要与可能的矛盾得到解决。严格按照基本建设程序办事，使设计逐步深入，符合人们的认识规律，这样提出的“需要”就易于与“可能”统一。

二、可靠与风险

设计不是科学研究，它必须建立在可靠的基础上，这是多少年来的传统观点。在这种观点指导下，设计采用的工艺必须是成熟的，设备必须是定型的，等到矿山经过几年建成以后，工艺和设备早已显得陈旧了。这是因为过分强调可靠性导致了陈旧性。

近年来，学习国外的经验，提出了风险的问题和风险率的概念。就是说，设计不应当是绝对可靠的，而应当是基本可靠却担点风险；并把导致设计落空（失败）的概率称做是设计的风险率。将风险率控制在一定范围内的设计，被认为是可行的或成功的。这就打破了可靠性第一的观点。它为采用比较先进但还不是绝对可靠的工艺和设备，提供了理论基础，从而保证了建成后的露天矿的先进性，同时也加速了采矿理论的发展。

应该提倡“基本可靠、但有风险”的设计思想，摒弃陈旧的“可靠性第一”的观点。这不仅将在兴建的露天矿中体现相当程度的现代化工艺，而且将节省投资与成本。试从以下几方面来分析。

1. 投资。社会主义企业由国家投资，本来不存在“风险”。但是，许多企业实际上是亏损的。亏损就意味着投资无法回收，甚至还要国家持续地给予补贴，以维持企

业简单的再生产。从回收投资落空这一点来讲，这些企业的投资就存在着“风险”。许多煤矿多年来就是靠国家补贴过日子，这里除了煤的销售价格偏低这一普遍因素之外，与其它矿山一样，还存在着地质变化和市场波动所引起的风险。生产管理不善也会引起亏损。显然，我们不能因为存在着风险而不去投资开矿。也就是说，国家投资开矿并不是着眼于盈利，而是着眼于国民经济的发展。我们的任务，是降低风险率，包括加强勘探工作，搞好市场预测，改善经营管理等等，对不合理的煤价作出调整，使国家投资在大多数情况下能逐年回收。

2. 设备。过去规定必须选用定型产品。而我国的机电产品长期来很少更新换代，几十年一贯制，即使新产品试制成功也是定型迟缓，成批生产更慢，因而设计矿山建成投产时的陈旧性是可以想象的。现在借鉴于国外的经验，允许采用新产品，但要求经过工业鉴定或在到货时预计能定型，这比过去进了一大步。实际上，在国外很重视设备的先进性，除了产品改进速度较快外，有的国家如苏联规定采用的设备必须是先进的，必要时由矿山机械制造部门按工艺设计的要求试制，以确保设备在投入使用时的先进性。这样，设备是先进的，也存在着风险，因为试制的新设备不可能一定成功和十全十美。是用老设备确保可靠性呢？还是用先进设备甘冒一点风险？结论是易于作出的。

3. 余地。设计中无论计算设备数量、通过能力、矿石储量，都会用到各种各样的备用系数、不均衡系数，其目的都是增加可靠性。不能笼统地反对采用各种系数，因为有的系数是很必要的。例如不均衡系数，在运输上是客观存在的。问题不是要不要这些系数，而是系数合不合理，要不要过大的系数。例如，在设备计算中，我们已经按每班7h(甚至6.5h)计算，每天作业3个班，采矿则作业2个班，年作业300天(冶金330天)，还扣除了各种检修时间。这样，一台设备的年工作小时数已经少得惊人了，可是计算中还加上备用系数1.1或1.2。事实上，我国矿山年工作都在350天以上，除了大雪、台风、暴雨等少数几天停产外，都是连续生产。单在工作天数上就有了17%的余地，再加上采矿实际也是3班作业，余地大得惊人。这样大留余地的后果是设备多、人员多、效率低，其浪费是相当可观的。

4. 储量。设计露天矿要求一定的储量备用系数，其目的是保证露天矿的服务年限，也就是保证矿山的可靠性，以便在地质构造发生变化时，仍能保证足够的储量，以维持正常生产。由于这种观点造成大量的呆滞储量，而且限制了露天矿的规模，引起了采矿界的非议。可以认为，当储量偏大或露天矿服务年限达30年以上时，特别是在无限储量的矿区，储量备用系数是没有实际意义的。过去把储量备用系数定为1.2~1.3，现在有人建议把储量备用系数降为1.0~1.2，应该说是比较合理的。

5. 边坡。最终边坡和工作边坡角度的大小，直接影响到剥采比和露天矿的经济效果，可谓事关重大。对待边坡稳定性，同样也存在着两种对立的观点。一种认为必须确保露天矿边坡的稳定性，由于边坡滑动而影响生产是不能允许的。为了保证边坡的绝对稳定，边坡角度往往很小，使各项指标相对恶化。另一种观点则认为，边坡角应该在风险率不超过一定限度的前提下力求陡一些，对生产可能会有一些影响，但只要在工艺和程序开拓方面采取有力措施(比如改用移动坑线开拓或横沟开采程序)，可以把这种影响减到最小限度。这样，边坡角往往会大一些，露天矿的经济效益将明显改善。孰优孰劣是不言自明的。象边坡稳定这样一类涉及到地质构造的问题，限于人们认识的局限性，绝

对可靠性几乎是不存在的。从这个意义上讲，确保边坡的稳定性也只能是相对的。换句话说，总是存在一定风险的。我们的任务是把边坡滑动的危险控制在一定范围内，但不可能彻底消除这种危险。

总之，在可靠与风险的关系方面，不应从怕担风险的角度出发，一切都追求绝对稳妥可靠，而应该在提高露天矿经济效益的原则下，把风险率控制在尽量小的范围内，求得基本的可靠性。

三、近期与远期

这也是设计中常见的关系。近期与远期都能兼顾，自然是求之不得的，实际上二者总是处于矛盾状态中。于是，设计者就面临一种抉择，即以近期为主抑或以远期为主。其实，任何问题都不同程度地存在着近远期的关系。现仅从露天矿设计的几个主要问题来讨论。

1. 境界。是圈得大些，服务年限长些，还是圈得小些，灵活一些？从近期看，宁肯小而灵活；从远期看，大而长些要稳定得多。境界小，地面设施可以就近部署，运输便捷，但会造成压矿，将来要搬迁或重建；反之，境界大，地面设施一次固定，不必搬迁，但初期运距远，费用高。过去比较强调社会主义企业的计划性和长远性利益，而往往以牺牲近期利益作为代价。结果是时过境迁，原来认为长久稳定的境界又将随着变化了的情况而改变，稳定变成不稳定，近期利益受了损失，而远期利益也不一定都能到手。吸取了过去的教训，现在比较强调境界小而灵活，地面设施都力求就近布置，这样近期获得了好处，即使将来搬迁或重建，也常常是合理的。

2. 基建工程量。最典型的近期与远期关系问题，莫过于如何确定基建工程量。大家知道，在通常条件下，基建工程量定得越小，投资也越小。而第一期的生产剥采比就越大；反之，基建工程量定得大些，投资加大了，而投产后的生产剥采比则较小。是尽量压缩基建工程量，以降低基建投资呢？还是照顾投产后的生产条件，适当增加基建投资也在所不惜？除了基建工程量之外，在均衡生产剥采比时，也有一个前后期如何结合的关系问题。传统的观点是，尽量压缩基建工程量以节约投资，后期剥采比不宜过大，以免高峰期生产矿山负担过重。这无疑代表了一种观点。就是说在确定基建工程量的时候，以前期（基建）为主，而在均衡多期生产剥采比的时候，要多照顾后期的困难，这是一先一后的综合观点。实践表明，这种传统观点虽居统治地位，却没有给露天矿的建设和生产带来什么利益。首先，基建工程量偏小，给初期生产提供的是一个严峻的局面，而露天矿的初期生产又恰恰是由于缺乏经验而难以协调，唯一的结局只能是露天矿迟迟达不到设计能力而陷于被动。其次，为了照顾后期生产，势必适当提高初期的生产剥采比，从而又降低了前期的经济效益。正确的观点应该恰恰相反，基建工程量不宜压得过小，应确保初期具备良好的生产条件，以便按期或提前达到设计能力；而在生产剥采比均衡时，则应强调前期的效益，而将后期效益置于从属地位。这样处理近远期的关系，就可以使矿山按时达产并获得较好的经济效益。随着生产的管理水平日益提高和矿山前期资金的积累，当然也给后期生产打下了比较有利的基础。

3. 排土场。就近排土的原则，在任何情况下都是适用的。但结合某个具体矿山，也会出现近期和远期的关系问题。例如，前期就近分散排土，后期再在远处建立新的排土场，就是一种以近期为主的排土原则。因为，建立一个排土场需要修建道路和平整最初排土工作线。所以，按上述排土原则，用于兴建排土场的费用将增大，虽然从近期

排土中便可获得一些补偿。反之，象某些铁道运输的露天煤矿一样，在一开始就建立一座永久性的排土场，虽然初期运距远一些，但这样，能省去了兴建多个排土场的费用。近年来，前一种观点受到越来越多的重视，特别是汽车运输应用日趋广泛的时候。除此之外，在排土场的近远期结合方面，还有外排土场与随后采用的内排土场如何结合，以及近期排土和远期土地的恢复与利用如何结合等问题。由于内排土场一般说来具有费用省和有利环境保护等优点，而土地的恢复与重新利用虽然是远期才能实现的目标，却具有重要的战略意义。所以在处理这一类关系时，应以照顾远期利益为主，必要时近期应作出让步。例如，当采用单台阶排土不利于土地恢复时，应改为多台阶排土，以利于将耕土层排弃在上部，岩块排弃在下部，即使这样会增加近期的排土费用，为了土地的重新利用也是必要的。

4. 总体布置。露天矿的总体布置经常遇到近远期结合的问题。地面设施是布置得远一点，不压矿，不用搬迁；还是先设得近一点，压在矿上，以后再搬。传统的观点是前者。以致总体布置总是显得分散而不利于近期使用，唯一的优点就是可以不搬迁，似乎一座矿山的地面设施竟然要在若干年后搬迁到新址重建，是不可理解的。实际上，一座露天矿服务年限较长时，地面设施的建构筑物和设备也许早已超过了服务年限，搬迁并不一定会引起很大的损失，何况如果初期就近设置，运输便利，可以节省许多费用。现在，越来越多的设计者认为，任何一项地面设施能够服务20~30年，即使以后要搬迁，也完全应该就近布置，以求近期获得较大的好处。此外，在地面设施和矿区城镇的发展规划方面，也都会碰到近远期结合的问题。不论是设施还是城镇，我们认为都应该以近期为主，适当为远期发展留有余地，但不宜过大。

5. 外运。矿石的外部运输能力，有时会成为限制露天矿产量的关键。当产量远期大量增长时，外部运输势必要进行扩建或改建，甚至要寻求新的外运方式以适应产量的增长。例如，采用铁路外运是我国绝大多数矿山的外运方式，铁路专用线要不要预留复线位置，接轨车站要不要预留编组车场，采用管道等新运输方式的必要性和可能性如何，都属于远期规划的范畴。这一类问题如何处理，与远期的时间有关。如果远期在20~30年之后，一般只要求指出提高外运能力的原则途径即可，不必过细地安排，因为20年后有许多情况是难以预料的。反之，则应全盘考虑以免被动。

6. 技术。在一座露天矿开采的几十年中，技术是在飞速发展的，不能设想建矿时期所设计的工艺设备和开拓系统等，都象现有的矿山一样，几十年一贯制。当出现一种适于本矿具体条件的新工艺时，如何对待这种工艺。是因循还是改造，这种决策往往是十分困难的。传统的观点肯定是因循的，既然原来的工艺行之有效，又积累了丰富的经验，为什么还要花一大笔钱去改造工艺呢？再说，新工艺缺乏实践，在本矿能不能获得预期效果呢？这种观点不是完全没有道理的。目前我国还不富裕，更新一座矿山的工艺设备要多花几千万元甚至上亿元的投资，不能不慎重对待。然而，慎重对待并非裹足不前。任何改革都会遇到困难，都可能要支付“学费”。无疑，因循是最省气力也是最可靠的。贪图省力、怕担风险的思想严重阻碍着采矿技术的发展。要紧的是，加强技术情报工作，及时掌握国内外有关工艺的发展动向，并为此尽可能快地培训人员，提高技术人员的工艺素养。具备了这些条件，再克服因循思想，就可以使采用新工艺减少盲目性并节省为改革所支付的学费。

四、技术与经济

“技术可靠，经济合理”是多年来贯彻的设计准则。前面已经对可靠性作了一些分析，阐明了不宜追求绝对的可靠性，而应在控制一定风险率的前提下保持基本可靠性的观点。但是，技术必须可靠，这一原则基本上还是应该遵循的。现在的问题是，技术上的可靠性与经济上的合理性之间应当是一种什么样的关系。

有人认为，技术上的可靠性要服从经济上的合理性，其实质是以经济为主导的观点。另一种则认为，经济上的合理性要服从技术上的可靠性，其实质是以技术为主的观点。这两种观点固然不能绝对化，但分清主次仍是设计方案的比选所必需的。否则就会各执一词，莫衷一是。

为了分析方便，先把技术与经济的内涵研究一下。

露天矿设计中的技术性问题，重点包括：

设计能否满足产量要求，
设计工艺是否便于管理，
我国对设计方案是否拥有实践的经验，
设计采用的设备维修是否方便，
其备品备件是否易于供应，
设计方案对气候的敏感性如何，
设计方案是否有利于选采和提高矿石质量，
设计方案对前后期的过渡是否有利，
设计方案是否有利于边坡稳定等等。

这些问题的共同特点是难于定量，虽然在优化设计中力求定量，而迄今还存在着较大的困难。例如，对于设计方案是否拥有丰富经验的问题，就只能作一些定性的比较，说明某方案经验丰富，某方案尚缺乏经验等等。又如，对于设计方案中所采用的设备维修是否方便的问题，目前也仅限于定性比较，说明某方案设备维修方便，某方案设备维修不方便，等等。这些都很难用一种量度去表示它们的程度。

从这个意义上讲，技术性问题也是定性的问题。

露天矿设计中的经济性问题。重点包括：

设计方案的基建工程量大小，
前期生产剥采比大小，
基建投资的多少，
预计矿石成本的高低，
运输距离的远近，
通过能力（运输能力）的大小，
需要设备的多少，
建矿期的长短，
三材消耗量大小，

需要外汇的多少等等。

例如，关于通过能力，某方案较大，增产的地就较大，某方案较小，增产的可能性就较小。再如，基建投资和预计成本，都可以通过具体的度量来作出对比。从这个意义上说，经济性的问题也可以称之为定量问题。

这两类问题的指标一致时，例如某方案生产管理方便，需用的设备也较少；或是某方案在设备维修方面比较复杂，而预计的矿石成本又较高等等，作出抉择是不难的。然而，在大多数的情况下，二者是不一致的。例如，采用单斗-铁道工艺，国内拥有比较丰富的经验，但基建工程量较大，对气候敏感性较小，通过能力也较小等等。采用单斗-汽车工艺时，易于满足产量要求，但预计成本偏高，国内缺乏使用重型自卸汽车的经验，但通过能力较大等等。这时，设计者往往徘徊于技术与经济之间，难以决断。事实上，提出一种通用的准则供设计时参照，确实比较困难。问题是各个矿山各种工艺都具有各自的特色，上述指标一经与具体特色相结合，其轻重缓急都起了变化。举例来说，有的露天矿岩体破碎，边坡很不稳定，因此，凡不利于边坡稳定的设计方案，即使其它指标再好，也难以采纳。又如，有的工艺，如连续工艺，国内是缺乏经验的，但如果矿山岩性松软，适于连续工艺，再考虑到经验是可以摸索与积累的，仍然可以推荐连续工艺方案。

一般说来，我们认为定性是主要的，定量是辅助的，当定性指标相近时，应力求定量。但这并不意味着技术决定经济，因为技术性指标中存在着可靠性与风险率，只有风险率较高的方案才会遇到否决，而如果风险率在允许范围内，单凭技术指标是不能决断的，而必须依靠经济指标来决定。所以，我们认为，当设计方案在各项技术性指标上都基本可靠（有一定的风险率）时，经济指标就成为决定性的因素。

我们一方面要防止忽视技术可靠性，只顾经济合理性的倾向；另一方面，又要避免把技术可靠性绝对化，置经济效益于不顾的倾向。

五、投资与成本

预先估算基本建设投资概算和矿石成本这两项指标，在设计方案中都有举足轻重的作用，当这两项指标一致时，问题就变得十分简单了。一个设计方案投资省成本也低，除非在技术上有很大的风险率，一般情况下都会中选的。反之，一个投资大成本又高的设计方案，就很难站得住脚。可是，在露天矿设计中却往往是二者不一致，投资省的方案成本往往偏高，投资大的方案成本却又较低。本来，这是合乎逻辑的，而投资与成本一致倒是比较特殊的情况。因为，投资偏大的方案，为生产创造的条件通常要好一些，成本一般要低些；反之亦然。

为了在投资与成本不一致的条件下能作出正确的决断。过去引用了“投资效果系数”的概念。它是投资回收期的倒数。其原理是投资较大的方案，其追加投资可以在多少年内，通过每吨矿石的成本节约额来回收。回收期越短越好。我国各部都有不同的标准回收期：煤炭部是10年，石油部是5年，冶金部是7年，很不统一；而且这种部颁标准很难说是合理的，即使作为标准，也只能算是合法，不一定合理。另一方面，单纯用投资效果系数仅适用于两个方案对比，当进行多方案比较时，不仅复杂，甚至会造成错误。但是，它具有计算简便的特点，所以一直沿用。为了改善这种指标，引入了净现值的概念，把过去用的静态算帐法改进为动态算帐法。我们将在第九章中讨论。

以上这些，都没有完全解决我们面临的难题，因为回收期不是唯一的因素，首先，目前