

某矿掘进进度与回采计划编制中外对比分析

刘国栋

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文介绍了某铜矿山基本情况,简述了中外双方各自编制的掘进进度、回采计划,中方按国内标准编制,外方采用西方通用标准,其编制的流程和形式是相似的。文中分析了双方设计思路、方式方法的不同之处,掘进及回采计划的编制结果与矿山生命周期的契合度也有差异。针对海外项目,建议将外方通用设计模式融合到国内设计中来。

[关键词] 掘进进度;采掘比;回采计划;矿山生命周期

[中图分类号] TD263.3

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2021)06-0091-05

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.06.020

0 前言

笔者从事矿山设计咨询的工作中,参与了多个国内国外的矿山项目设计咨询服务。对于矿山高阶设计,国内设计模式与国外尤其是西方国家的存在不同。本文仅从笔者参与的国外某矿山高阶设计为例,就矿山高阶设计咨询中,掘进进度、回采计划的两个方面,探讨国内外设计理念的差异,以达到取长补短,使设计咨询成果中的矿山掘进(包括基建与生产)进度、回采计划,不仅作为项目指向性的参考指标,还应更贴近矿山基建生产运营实际。

1 案例矿山掘进进度、回采计划编制分析

1.1 案例矿山概况

该铜矿按 cutoff3% 圈定工业矿体后,北西-南东向长 7 km,北东-西南向宽 1 ~ 1.2 km。埋深在 250 ~ 900 m 之间,倾角 5° ~ 20°,矿体受沉积地层控制,总体呈背斜产出,形态近似马鞍状。矿体形态俯视如图 1 所示、剖面如图 2 所示。矿体品位 3% ~ 11%,平均 6.09%,品位分布如图 3 所示。矿体真厚度 3 ~ 14 m,平均 5.3 m,真厚度如图 4 所示。该

铜矿厚度、品位变化稳定~较稳定,总体上中部矿体厚度较大,品位高;四周矿体厚度薄,品位低。资源量表如表 1 所示。

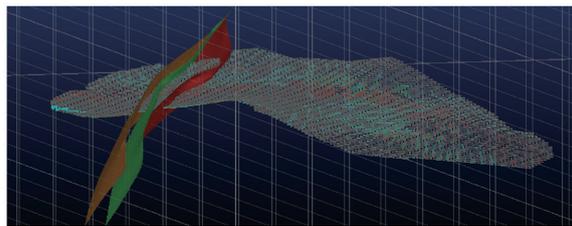


图 1 矿体俯视投影图

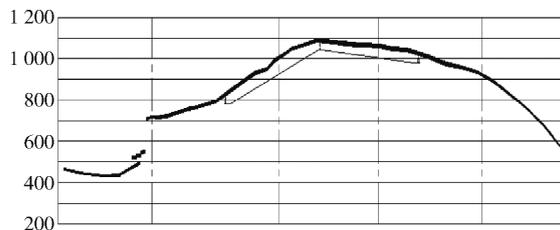


图 2 矿体沿走向剖面图

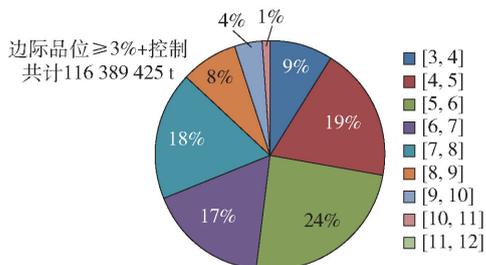


图 3 品位分布饼状图

[收稿日期] 2021-09-02

[作者简介] 刘国栋(1964-),男,河北沧州人,高级工程师,大学本科,主要从事矿山设计咨询工作。

[引用格式] 刘国栋.某矿掘进进度与回采计划编制中外对比分析[J].有色设备,2021,35(6):91-95.

矿山生产规模为 600 Mt/a,采用进路充填法、房

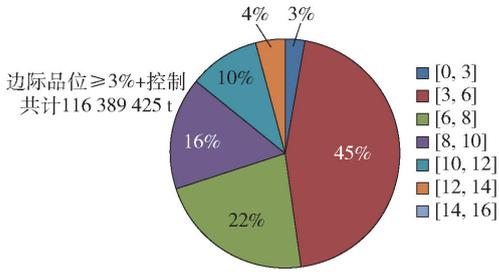


图4 厚度分布饼状图

柱控制放顶法回采工艺。

开拓系统为双斜井方案即主胶带斜井 + 无轨斜坡道,如图5所示。

表1 矿床铜边际品位 ≥ 3% 资源量

资源量级别	矿石量/Mt	Cu/%	真厚度/m	铜金属量/kt
控制的	116	6.09	5.3	7 086
推断的	12	4.45	3.1	515

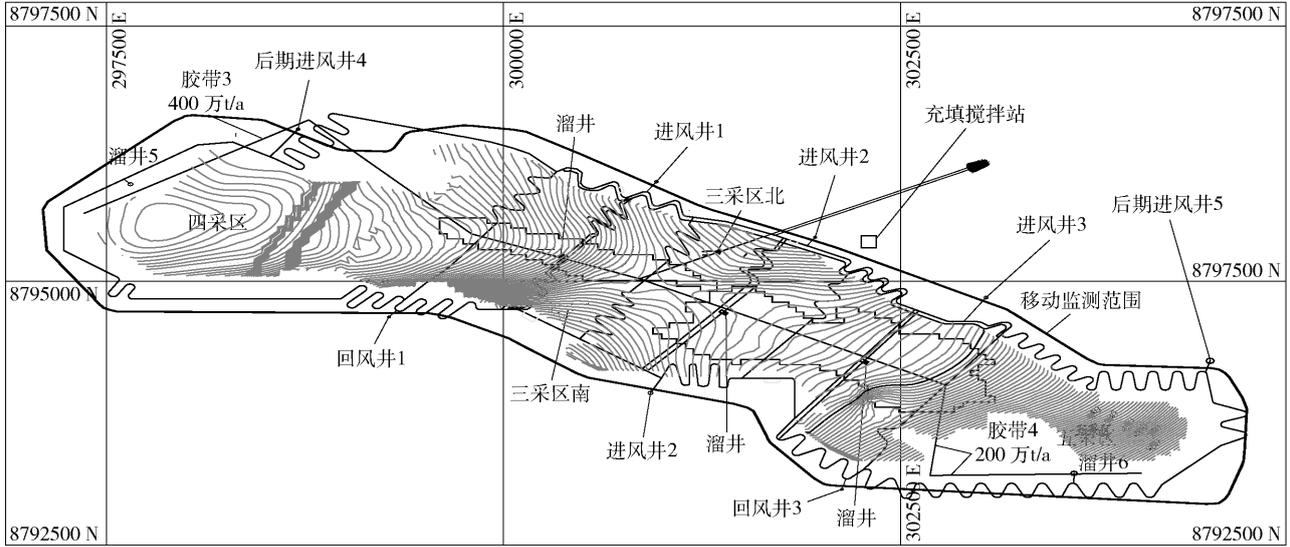


图5 开拓系统纵附视投影

1.2 矿山掘进计划编制

案例矿山前期由国外西方设计公司完成了PEA、PFS设计工作,因为某些原因需在国内进行融资,委托国内设计院完成符合中国要求的可行性研究融资报告。矿山设计工作人员熟悉国内矿山掘进计划编制的流程,国内主要编制矿山基建进度计划,矿山生产期间的掘进计划,并不要逐年编制,只是采用“掘采比”这一技术经济指标替代了,换言之,沿用国内设计习惯,投产、达产年的掘进工程量,按(掘采比 $m^3/kt \times$ 年产量 kt)计算得到,所以矿山达产年生产期间,每年的掘进工程量是一个不变的定值,这明显与矿山实际生产运营情况不是完全契合的,这个环节上尽管不完美,但国内矿山高阶设计,遵循国内设计标准,对矿山开发起到了指导性作用。案例矿山国内编制的掘进计划,把各单项工程基建和生产掘进总量转化成图表形式,如图6所示。

反观国外设计公司编制的案例矿山的掘进计划,本文省略掘进工程(主胶带斜井、主斜坡道、服务型硐室、风井、天井、联络巷道、采准采切等)各

具体单项的工程量,把矿山总掘进工程量转化成图7。从图中可以看出,矿山基建时间为3年(-3~-1),第-1年开始有了采准工程,第1年开始矿块内采切,矿山见矿即投产,继而边生产边掘进,逐渐完善满足6Mt/a所需的生产采场数量和矿山主体开拓工程,在图7中也可以根据各年掘进进尺,基本能判断出矿山是在生产第4年实现达产,结合回采计划图表11,达产年的年掘进工程量是不同的。

国内与国外编制的矿山掘进计划,均是对矿山全生命周期的策划,但是又存在明显的不同。

国内掘进是按可实现的矿山规模600Mt/a,先建成完善的矿山开拓提升运输、供电供气、供排水、通风、充填系统及其满足投产需求的采切工程,如图8所示;矿山先基建后生产,基建工程量大,基建期投资多,基建期矿山一般没有生产,不产生现金流。而矿山生产期每年的掘进计划,按“掘采比”来预估,相当于用一个平均的年掘进工程量来替代生产期每年的掘进量,这与矿山实际年生产期掘进工程

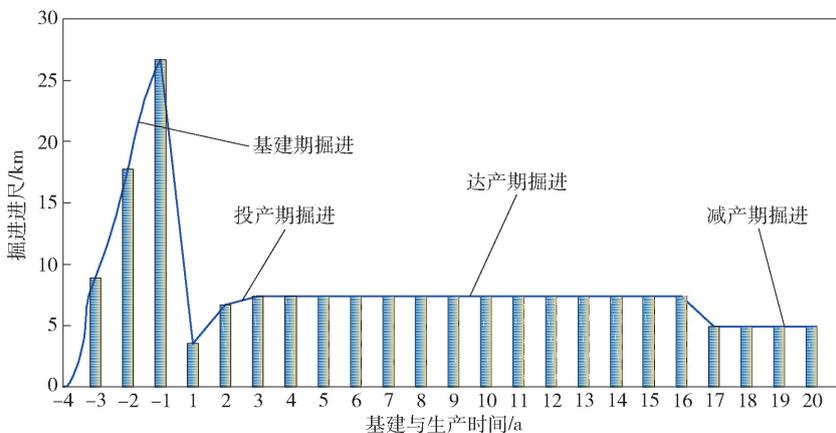


图6 矿山掘进计划

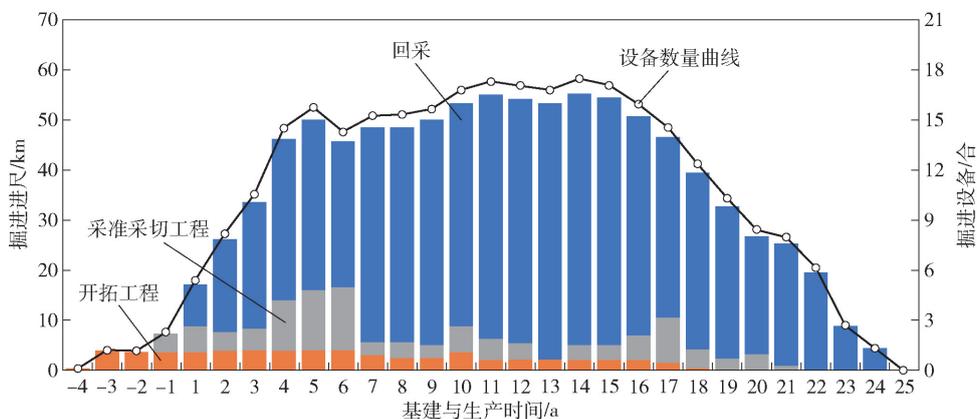


图7 矿山掘进计划

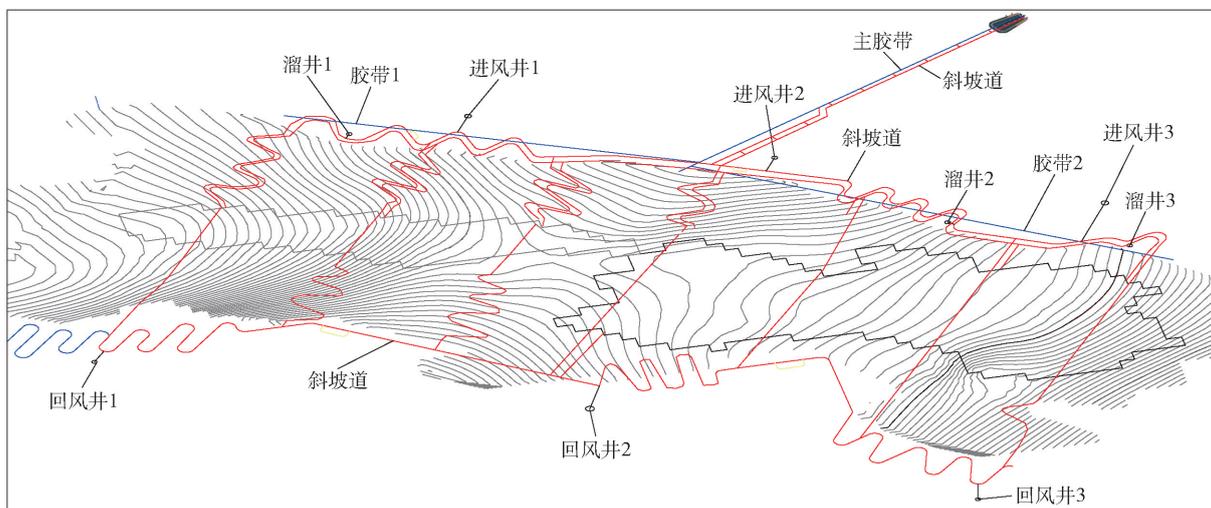


图8 国内矿山基建工程

量是有偏差的。在设计中要做到最大程度的反映矿山实际年生产掘进量，“掘采比”的确定是非常重要的，也是很难精准把握的。国内矿山高阶阶段设计中，

基建与生产掘进计划，两者比较起来，对基建的关注程度更高。

国外矿山掘进计划编制中，不明确划分基建掘

进与生产掘进,而是为实现矿山规模 600 Mt/a,采用贯穿整个矿山生命周期的掘进安排,不用“掘采比”预估年生产掘进量。若按国内设计模式去分析理解,即其基建工程主要是主胶带、斜坡道、服务型硐室工程,以及接近矿体的联络通道及采切工程,当建立起对应范围内的提升运输、供电供气、供排水、通风系统,遵循见矿即投产原则,如图 9 所示。投产时并不是像国内先构建其满足 600 Mt/a 的提升运输、供电供气、供排水、通风、充填的完整系统,而是边生产边掘进,随生产采场数不断增加,产能逐渐加大,通风线路也不断调整,直至满足设计产能,才构筑起矿山 600 Mt/a 的完整生产系统,这之后是达产时间。这套设计模式特点是先期投资小,投产快,能尽快产生现金流,利于尽早收回投资。

1.3 矿山回采计划编制

由于国内外在矿山掘进计划安排上有差异,故



图 9 国外矿山基建与投产

而矿山回采计划编制上也各有特点。案例矿山的国内回采计划,是按国内标准进行编制。矿山基建完毕即满足投产条件了,投产到达产按三年期过渡,达产期 600 Mt/a 是在矿山生产能力论证可行的基础上逐年安排,矿山后期减产按 3~4 年考虑。回采计划如表 2、图 10 所示。国内矿山回采计划,是矿山生产期间的指向性指标,主要用于矿山经济效益的测算,在矿山实际生产中,投产、达产及减产阶段

表 2 回采计划表

生产年/a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
采矿量/kt	2 700	4 500	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	5 000	4 000	4 000	4 082
Cu/%	7.21	8.15	8.02	7.73	7.45	7.14	6.25	5.58	5.40	5.27	5.13	5.13	4.84	4.81	5.10	4.89	4.84	4.00	4.34	4.41
金属量/kt	195	367	481	464	447	428	375	335	324	316	308	308	290	288	306	293	242	160	173	180

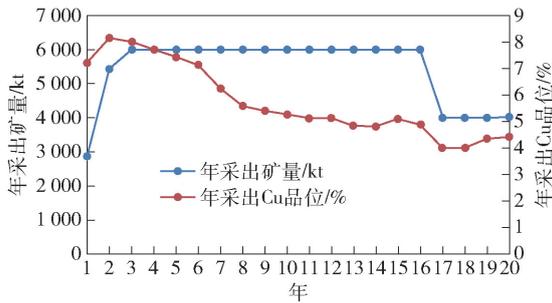


图 10 回采计划图

量化指标是有波动的。

国外设计咨询单位,在 PEA、PFS 阶段编制的该矿山回采进度计划,如表 3 及图 11 所示。表 3 中“-3~-1”是矿山的基建时间,对应的采出矿量为基建副产矿石,“1~4”是投产过渡年份,“5~15”是达产年份,“16~24”矿山减产年份;从表 3 中采出矿量一栏中的数字,也可反映出矿山从基建产生副产矿石,到投产年产量逐年爬升,直至实现达产、稳产、减产至闭坑的生产全过程。其排产计划是矿山生命周期内,在全部掘进工程及全部回采工艺完成的基础上编制的。

表 3 回采计划表

基建、投产、达产年	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
目录/产量	Unit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
采出矿量	kt	-	73	324	1 549	3 016	4 095	5 611	6 007	6 010	6 013	6 018	6 012	6 002	6 009	6 004	6 007	6 009	6 000	5 326	4 482	4 184	3 718	3 048	3 020	2 350	1 045	492
出矿品位	%	-	3.3	5.6	5.52	6.54	7.48	7.3	6.46	6.44	6.34	6.30	6.10	5.57	5.46	5.19	5.05	4.97	4.76	4.54	4.28	4.21	4.14	4.05	4.02	4.01	3.92	3.81

案例矿山回采计划编制中,国内外双方咨询单位编制流程是一致的,但是在投产、达产及减产年的

产量表达上方式和方法不同,其实反映的是两种设计思维模式不一样。

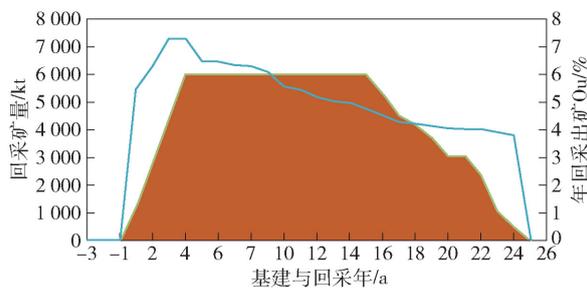


图 11 回采计划图

国内咨询单位编制的回采计划,是基于矿山生产规模为 600 Mt/a,并在构架起适配 600 Mt/a 产能的生产系统后,对矿山从投产到达产,按小型、中型、大型不同规模,借助于基建期的采切工程及矿山工程经验,安排几年达产;对于达产稳产年,是依据设计中,验证矿山 600 Mt/a 可行的结论进行排产;对于减产年也是根据矿山剩余矿体开采条件及工程经验确定的。

国外咨询单位编制的回采计划,是基于矿山规模 600 Mt/a 的可行性,其投产是在掘进主要开拓工程,揭露首采矿体后,做采准、采切工作,并完善其

局部回采所需的配套系统的背景下实现的。不同于国内矿山先行完成 600 Mt/a 齐备的坑内系统,目的是基建工程量及前期投入资金越少越好,尽早产生现金流。从投产到达产年产量的安排,由掘进工程进度及可以布置的有效采场数目确定。达产及稳产期、减产期同样如此。从图 11 可以看出,投达产是一个产能爬升的过程,达产及稳产见表 3 是在 600 Mt/a 线上浮动的,减产期是一个相对柔和的下降过程。

2 结语

中外双方对同一案例矿山的掘进进度与回采计划的编制存在着差异,源于不同的国家存在不同的法律、宗教、标准、地域文化带来的工程设计理念的不一样。案例矿山工程项目外方 PEA、PFS 阶段的设计,与国内可研比较,在掘进进度、排产计划编制上,深度有过之。对于参与国际矿山工程项目咨询,特别是与西方设计咨询机构沟通,了解其设计思维模式,将其设计语言融合到国内设计中是必要的。

A Comparison and Analysis Between the Chinese Version and Foreign Version on the Advancing Schedule and Stopping Schedule of the Same Mine

LIU Guo-dong

Abstract: In this paper, the basic situation of a copper mine is briefed, and the advancing schedule and stopping schedule prepared by Chinese and foreign parties are briefly described respectively. The Chinese version is prepared according to Chinese standards, while the foreign version adopts western standard. The process and format of the preparation are similar. In this paper, the differences of design ideas and methods between the two versions are analyzed. There are also differences in the consistence between the outcome of the advancing & stopping scheduling and the life cycle of the mine. For overseas projects, it is suggested to integrate foreign common design model into the Chinese design.

Key words: advancing schedule; ratio of excavations to ROM ore; stopping schedule; life cycle of the mine

▲