

以科技创新破解全球铜资源紧缺格局

紫金矿业集团股份有限公司总地质师 王京彬

铜作为一种关键的工业金属，其资源储备规模和开采能力直接关系到国家能源转型和高端制造长期竞争力。相较于贸易环节对短期盈利的侧重，铜资源战略布局周期长、回报慢，但其战略意义远超短期市场波动所带来的影响，是决定产业链韧性的关键要素。

一、全球铜资源分布呈现鲜明的集中性和结构性特征

从全球铜矿项目与储量来看，截至 2023 年底，全球铜矿项目在录 10602 个，分布于 63 个国家。根据中国地质调查局数据，全球铜矿储量为 8.4 亿吨，美国地质调查局（USGS）评估结果为 9.7 亿吨。储量排名前五的国家分别为智利、秘鲁、俄罗斯、美国和刚果（金），储量合计占全球总量的 57%，中国储量为 4077 万吨，全球占比 4.86%。从全球铜资源量来看，目前已探获超万个不同规模的铜矿床，其中金属量超 300 万吨的有 193 个，累计探明铜金属量达 23.68 亿吨，主要集中于智利（25.4%）、美国（10%）、秘鲁（8.6%）、澳大利亚（5.3%）和刚果（金）（4.5%）。中国已查明的铜资源量为 1.24 亿吨，约占全球总量的 4.1%。

图 1：全球铜矿项目及主要国家储量分布

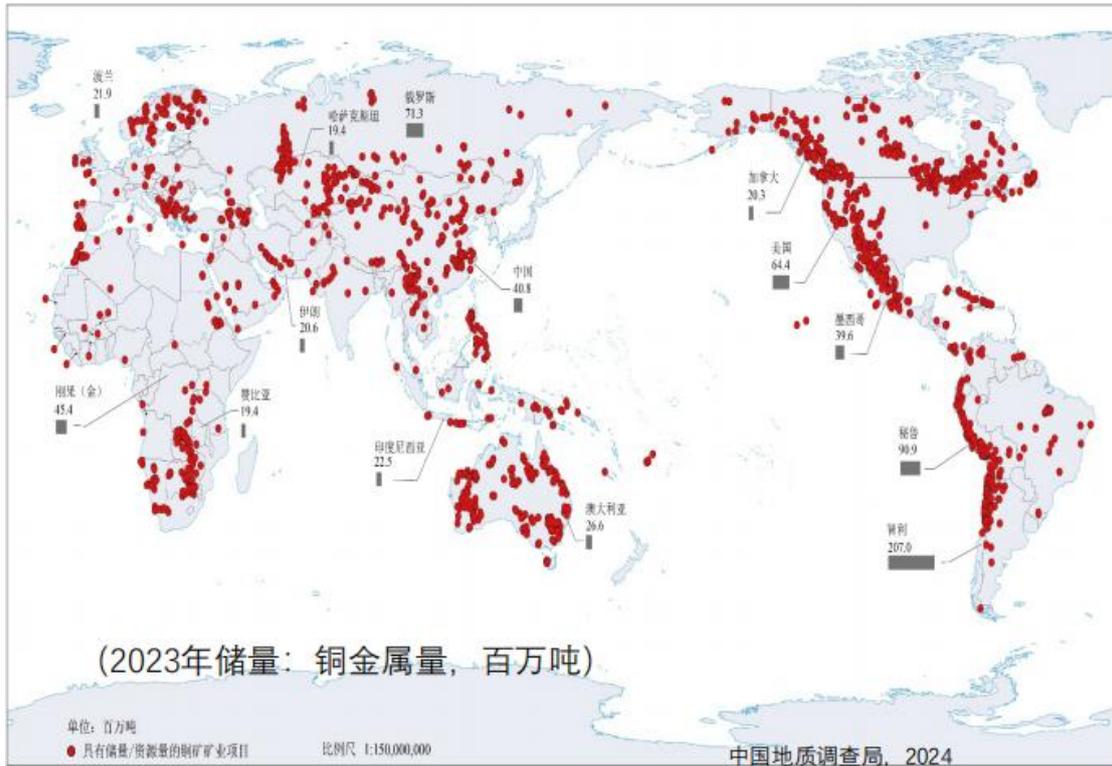


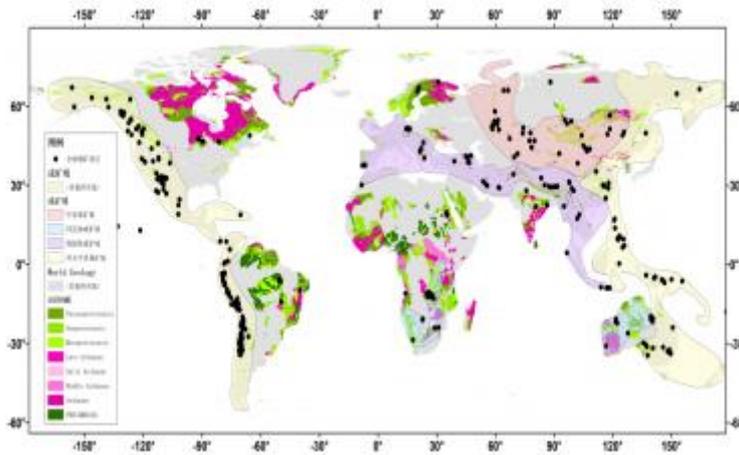
表 1：全球主要资源国铜矿资源量（截至 2024 年 12 月）

序号	国家	Cu资源量(含储量)/万t	全球占比
1	Chile	76653	25.4%
2	USA	30271	10.0%
3	Peru	26008	8.6%
4	Australia	15926	5.3%
5	Dem. Rep. Congo	13425	4.5%
6	Russia	13329	4.4%
7	Canada	12593	4.2%
8	China	12479	4.1%
9	Mexico	11483	3.8%
10	Argentina	8755	2.9%
11	Indonesia	8698	2.9%
12	Mongolia	6993	2.3%
13	Kazakhstan	6726	2.2%
14	Zambia	6607	2.2%
15	Ecuador	5481	1.8%
16	Poland	4823	1.6%
17	Philippines	4663	1.5%
18	Brazil	4544	1.5%
19	Papua New Guinea	3902	1.3%
20	Serbia	3583	1.2%

数据来源：S&P Capital IQ

从地理分布来看，全球铜资源主要分布在四大巨型铜成矿带：环太平洋成矿域、特提斯成矿域、中亚成矿域和非洲铜（钴）成矿带。其中，环太平洋成矿域的安第斯铜矿带和中非铜（钴）带构成了全球铜资源核心区，合计占全球铜储量约 60%、产量约一半，是国际勘探与并购活动的热点区域。

图 2：全球铜成矿带分布图



从矿床类型来看，全球铜矿可分为五大类，分别为斑岩型（斑岩系统型）、沉积岩容矿型、岩浆铜镍硫化物型、火山块状硫化物型以及铁氧化物铜-金型。其中，斑岩型和沉积岩容矿型铜矿占全球探明铜资源量的 90%，是国际勘查开发的主攻矿床类型。作为最主要的铜矿类型，斑岩型铜矿占全球资源量的 70%，同时供应全球近 75%的铜、50%的钼以及 20%的金，是钴、铋、钨、碲、镓、硒等多种关键矿产的重要来源，尤其是镓，几乎全部来源于斑岩型铜钼矿床。

表 2：全球五大重要铜矿床类型

重要铜矿床类型	全球铜资源储量占比	主要特点
斑岩型铜矿床	70%±	受斑岩体控制，超大吨位、低品位；共伴生 Au, Mo, Ag, Re, Os 等；易开发
沉积岩容矿型	20%±	受地层层位控制；大吨位、高品位；伴生 Co, Ag；围岩稳固性差，地采难度较大
岩浆铜镍硫化物型	3%±	受基性-超基性侵入杂岩控制，也是全球重要的镍矿床类型
火山块状硫化物 (VMS) 型	3%±	受海相火山岩控制，规模少、品位高，Cu, Zn, Pb, Au, Ag, S 等多元素组合
铁氧化物铜金 (IOCG) 型	4%±	与中性岩体有关，Fe, Cu, Au 组合

二、全球铜市场供需紧平衡将长期存在

（一）供需规模双增，呈现紧平衡态势

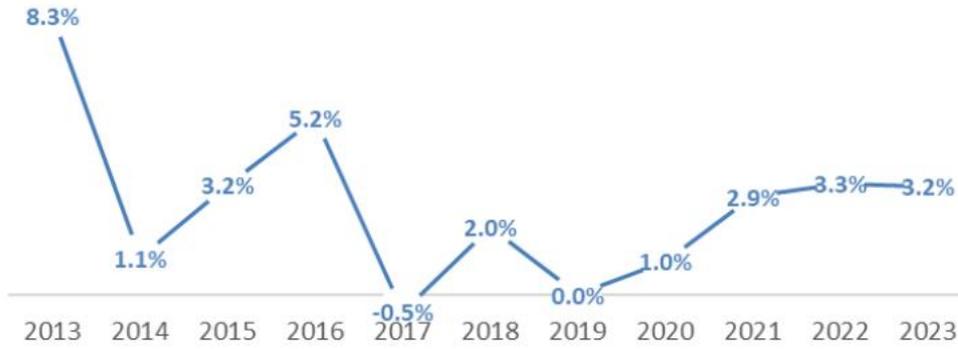
1. 全球铜矿产量和储量同步上升

2010年以来，全球铜矿产量和储量总体保持上升趋势，且二者增长基本同步，但产量增速波动较为明显：2013年达到峰值，同比增长8.3%，2017年下滑为负增长；自2019年开始稳步攀升，最近三年的年均增速稳定在3%左右。根据美国地质调查局数据，2024年全球矿产铜总产量达2300万吨，前五大产铜国合计占比59.5%：智利以530万吨位居首位，占全球产量的23%；刚果（金）产量330万吨，占比12.6%；秘鲁260万吨，占比11.3%；中国180万吨，占比7.8%；印度尼西亚110万吨，占比4.8%。

图 3：全球铜矿产量储量同步上升



图 4：全球铜矿产量增速波动明显



2. 精炼铜需求略大于供给

近年来，全球铜矿产量持续攀升，精炼铜供需规模也相应扩大。除 2023 年供需基本持平外，市场需求量始终略高于供给量。2024 年，全球精炼铜消费量达 2858 万吨，同比增长 3.2%，同期产量增至 2802 万吨，同比增长 1.4%，呈现供需紧平衡格局。伴随着电动汽车、清洁发电和 AI 算力的迅猛发展，未来二十年内全球铜需求总量有望突破 3500 万吨。

图 5：2020—2024 年全球精炼铜产量和消费量（单位：万吨）



数据来源：国际铜研究小组

一方面，精炼铜的需求增速快于供给；另一方面，矿山端却供应乏力。2024年，全球矿山铜产量下滑至1876万吨，同比大幅缩减16.3%，精炼铜的增量主要来自于回收铜的补充。

（二）未来十年全球铜供需仍处于紧平衡状态

1. 资源端

全球铜储量约为8.4亿吨，按2024年2300万吨产量估算，现有储量的静态保障年限约为30年；此外还有约23亿吨铜资源量，这将为未来较长一段时间的储量增长提供保障。

2. 矿山端

全球前十大铜矿静态储量保障年限均超过10年，表明其产量在未来10年内仍可保持稳定。十大矿山均保有较大规模的资源量，经过进一步勘探可以持续转化为储量，从而延长矿山服务年限。

表3：全球前十大铜矿静态储量保障年限表（截至2024年）

矿山名称	保有储量 (万吨)	保有资源量(不含 储量, 万吨)	储量保障年限 (年)	矿山关闭时间 (本次统计)	矿山关停时间 (标普)	2024年产量 (万吨)
Escondida	3,436	10,546	23	2048	2082	128
Grasberg	1,438	2,182	15	2040	2041	82
Collahuasi	3,300	4,800	50	2075	2079	56
Kamoa-Kakula	1,769	2,434	34	2059	2064	44
Buenavista	1,619	3,327	32	2057	NA	43
Cerro Verde	1,620	789	32	2057	2052	43
Antamina	484	1,470	10	2035	2036	43
El Teniente	880	3,050	21	2046	2070	36
Las Bambas	460	545	12	2037	2036	32
Los Pelambres	450	2,440	12	2037	2035	32

数据来源：S&P Capital IQ

注：静态储量保障年限=保有储量÷2024年产量×系数(0.85)

3. 公司层面

基于全球前十大铜矿公司保有储量和2024年矿山产量测算，其储量静态保障年限均超过20年。各公司仍保有较大规模的铜资源量，可不断转化为储量，10年内保持矿山铜产量的稳定供给有坚实的资源基础。

表4：全球主要铜矿企业储量保障年限表（截至2024年）

序号	公司名称	产量 (万吨)	权益资源量 (不含储量, 万吨)	权益储量 (万吨)	储量保障年限
1	必和必拓 ²	148	17,113	4,218	24
2	智利国家铜业公司 ²	142	17,024	4,758	28
3	自由港麦克莫兰 ²	125	6,830	7,132	48
4	紫金矿业 ¹	107	5,994	5,043	40
5	嘉能可 ²	101	9,275	2,388	20
6	南方铜业 ²	98	7,961	5,083	44
7	力拓 ²	65	8,566	2,043	27
8	盎格鲁 ²	54	7,042	2,325	36
9	波兰铜业 ²	53	3,189	2,058	33
10	洛阳钼业 ²	47	2,055	663	12

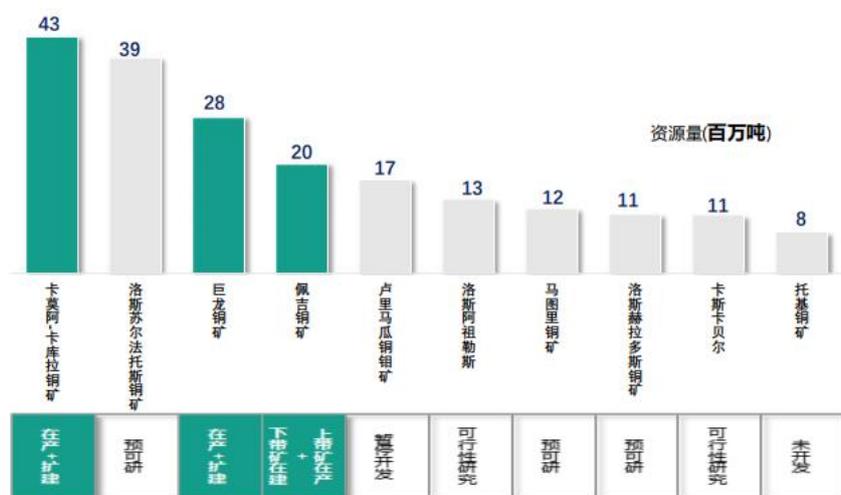
数据来源：1-2024 年各企业年报，2-S&P Capital IQ

注：静态储量保障年限=保有储量÷2024 年产量×系数(0.85)

4. 预期增量

目前，多个铜矿在产项目扩产或处于建设中。蒙古国 Oyu Tolgoi 铜矿矿山产能释放，俄罗斯新投产 Malmyz 铜矿，紫金矿业三座矿山扩建，规划 2028 年矿产铜产量 150 万-160 万吨，而其 2024 年产量 107 万吨，洛阳钼业刚果（金）TFM 矿山也正在扩建中。中国西藏多龙铜矿的采矿权即将获批，有望于 2028 年建成投产，预计年产铜 31 万吨；厄瓜多尔、伊朗、安哥拉、摩洛哥等国多个中小型新建矿山也将陆续投产。

图 6：部分新/扩建铜矿项目资源量（单位：百万吨）



此外，尚有一批超大型铜矿因生态环保等原因处于限制开发状态，若未来出现铜资源供应紧缺局面，部分矿床有解除限制转为开采的可能，如美国的 Resolution、Pebble 等矿床。综合来看，未来 10 年全球铜市场将维持供需紧平衡状态，现有资源储备和规划产能能够为供给提供有效支撑。

（三）供应干扰因素依然存在

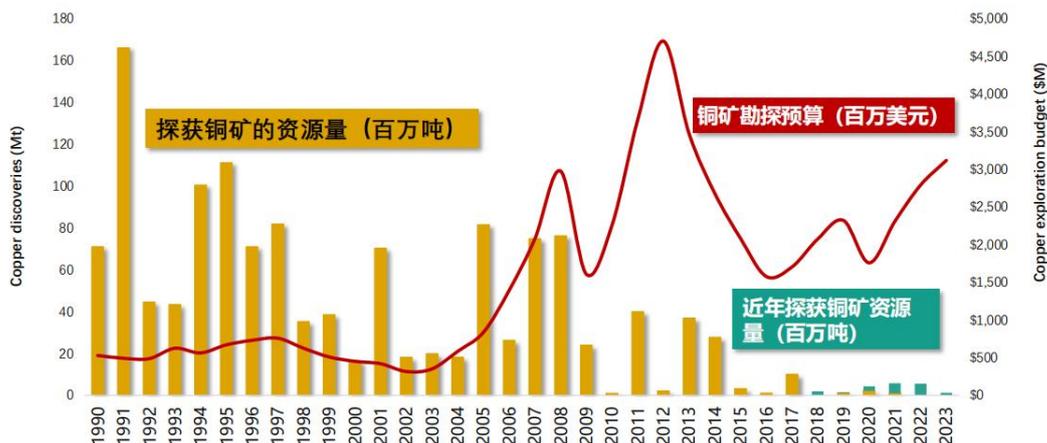
1. 突发性事件

在供需紧平衡格局下，突发性事件将显著强化供应端的紧张态势并放大铜价波动风险，其短期冲击效应尤为值得警惕。矿山停产是典型的风险因素，如印尼 Grasberg 铜矿泥石流事故预计造成 2025 年和 2026 年累计 49 万吨铜产量损失；智利 El Teniente、刚果（金）Kamoa-Kakula 等矿区矿震事件，以及第一量子巴拿马铜矿的关停限制了矿产铜的产量；社区、劳工等问题导致的矿山停产也将阶段性影响铜矿供给。随着资源民族主义在全球蔓延、更多矿山露采转地采以及环保标准日趋严格，未来此类不确定性事件或将呈常态化，充分暴露出紧平衡格局状态下铜矿供应链的脆弱性。

2. 新发现铜矿锐减

得益于全球斑岩型铜矿的成矿理论研究和勘探技术突破，1976 年至 2015 年是铜矿资源的重要发现期，占全球资源储量约 70% 的斑岩铜矿床大多是在这一时期被发现，奠定了当今铜矿开发的资源基础。然而自 2015 年以来，全球斑岩铜矿勘查缺乏重大发现。2015 年后探获铜矿数量和规模急剧下滑，呈现发现“断层”，铜矿勘察进入低发现期。尽管 2015 年后铜矿勘探投入仍维持在历史较高水平，并呈波动式上升趋势，但近 10 年全球缺乏重大找矿发现，新增铜资源量有限。

图 7：1990—2023 年全球铜矿勘探预算与各年度探获的铜资源量



数据来源: S&P Capital IQ

当前铜矿床勘探对象已从“浅表矿”转向“隐伏矿”，找矿难度加大、成本提高、发现周期拉长。以刚果（金）Kamoa 铜矿为例，从1998 年靶区优选到 2008 年找到第一个发现孔用时 10 年，再到一期矿山开发试车又用时 13 年，整个勘探开发周期长达 23 年。

图 8: Kamoa 铜矿勘探开发周期



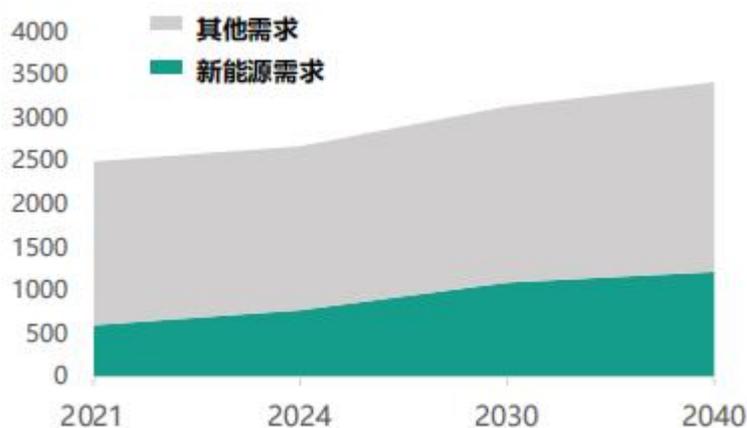
三、科技创新破解未来铜矿开发难题

（一）全球铜矿勘查开发的不确定性趋势

1. 未来需求持续增长

全球铜矿行业正经历深刻的结构性变革，供需格局正在发生历史性重构。从需求侧来看，从满足工业化为主转向“工业化+能源转型”双轮驱动格局。一方面，建筑、电力基础设施、机械制造等传统领域依然保持着稳定的铜消费需求；另一方面，以风电、光伏、电动汽车及 AI 数据中心为代表的新兴产业对铜的边际需求也持续增长。国际能源署最新报告显示，到 2040 年清洁能源技术用铜量占比将提升至 40% 以上。

图 9：全球铜需求预测（单位：万吨）



数据来源：紫金矿业战略信息研究

2. 资源并购竞争激烈

随着铜矿勘探进入以隐伏矿体为主要对象的深部找矿阶段，勘探成本和难度都在大幅攀升。目前矿山平均发现成本较 2010 年前上升了 3 倍，大型铜矿发现率则连续 8 年低于历史均值。资源禀赋结构性劣化将引发行业内对存量优质资源的激烈争夺。近年来，矿业巨头频繁发起的并购正是对这种“资源焦虑”的集中体现。

图 10：全球金属行业并购交易总额连续三年攀升



数据来源：S&P Capital IQ

3. 开采成本支撑铜价

铜矿开发从“浅大易富”转变为“深大难贫”，生产成本显著增加。新投产项目平均品位已从2000年0.8%大幅下降至0.4%，开采深度普遍增加300-500米，导致直接现金成本较10年前飙升65%。同时，ESG（环境、社会和治理）合规成本在总开发成本中的占比突破15%，包括社区关系维护、尾矿库安全和碳排放治理等刚性支出。这些结构性成本上涨因素共同构成了铜价长期上行的坚实基础，同时反映出行业正面临资源质量下降与开发成本攀升的双重挑战。

4. 长期后备资源不足

过去10年及今后较长一段时期内，全球铜矿勘查将持续处于低发现期，新发现矿床数量和质量持续下降。随着现有矿山逐渐进入开采后期，高品位资源日益枯竭，可开发的后备资源储备明显不足。虽然供需状况短期内仍可维持紧平衡状态，但2035年后，随着新能源产业、电气化转型等需求持续增长，全球铜市场很可能从结构性短缺演变为实质性的供应缺口。

（二）科技创新是解决全球铜矿供应紧缺的根本途径

科技创新是应对全球铜矿资源短缺的核心策略，未来低品位铜矿开发将成为行业主流发展方向。以紫金矿业收购巨龙铜矿为例，2020年并购时该矿体采用0.2%边界品位和0.4%工业品位标准，备案资源

量为 1027 万吨，平均品位为 0.39%。投入 1.5 亿元专项勘探资金实施补充勘探并下调边界品位至 0.17%后，总资源量跃升至 2588 万吨，平均品位降至 0.29%，新增铜资源量 1561 万吨。在实际开发中，采用 0.31%-0.32%的入选品位仍可取得显著经济效益，2024 年实现税后利润 70 亿元，预计 2025 年将突破百亿，充分验证了低品位矿规模化开发的商业可行性。

紫金矿业还在地勘、采矿、选矿、冶金和环保五个环节持续进行系统性的技术创新和成本控制，不断降低生产成本。在地勘环节，创新成矿系统理论研究，结合大深度高精度物探技术和 AI 智能找矿评价方法，大幅提升勘探效率，在采矿环节，推广应用大规模崩落法等采矿技术，破解低品位矿体开发难题；在选冶加工环节，重点突破硫化铜矿湿法短流程冶金工艺，为低品位资源高效利用开辟新途径。同时，在生态环保层面，通过实施废弃物资源化利用方案，全面提升节能减排效果，推动重要铜矿带有序退出生态保护区。一系列全产业链技术创新有效将大量岩石转化为可采资源，实现资源储量的跨越式增长，推动行业经济效益和可持续发展水平实现质的飞跃，为全球能源转型和低碳发展提供坚实的资源保障。

（根据 2025 年世界铜业会议（亚洲）现场演讲整理

