



吴琪, 自然资源部信息中心副研究员。研究方向为自然资源统计、形势分析及矿产资源战略和政策。

中国钼矿开发利用现状及资源形势分析

李政¹, 吴琪^{1*}, 张必欣¹, 陈从喜^{1,2}, 吴初国¹, 高宇¹, 仇巍巍¹, 王楠¹

1. 自然资源部信息中心, 北京 100036

2. 中南大学地方治理研究院, 长沙 410083

摘要 中国钼矿在世界居于优势地位, 但经过近十年的持续开采, 钼资源消耗速度较快。以近10年来的钼矿相关统计数据为基础, 分析了全球和中国钼矿资源储量变化、开发利用现状、采矿权设计生产规模、矿业权数量探采比、勘查投入等多方面情况, 得出: 中国钼矿资源静态保障能力约为53年, 高于世界平均水平; 开发利用形势总体保持平稳, 但产能利用率不足60%; 地勘投入持续降低; 矿业权数量探采比严重下降, 2022年仅为1.4。分析钼矿资源供需形势可知, 中国钼资源消费量占全球的40%, 消费量持续增加。展望未来, 中国经济高质量发展对钼资源的需求会持续提高, 远期资源安全保障存在隐患。为持续保障中国钼资源优势地位、提升参与全球资源治理能力, 中国钼矿行业应增加地勘投入, 提升产能利用率, 加强低品位伴生矿回收水平和尾矿综合利用, 加大技术研发, 促进行业高质量发展。

关键词 钼矿; 开发利用; 供需形势; 资源保障

收稿日期: 2023-07-25; 修回日期: 2023-08-30

基金项目: 自然资源部部门预算项目(121101000000190003, 121101000000180044); 国家重点研发计划项目(2021YFC2901801)

作者简介: 李政, 副研究员, 研究方向为自然资源统计、矿产资源形势分析及政策, 电子信箱: lizheng@infomail.mnr.gov.cn; 吴琪(通信作者),

副研究员, 研究方向为自然资源统计、矿产资源管理政策, 电子信箱: wuqi@infomail.mnr.gov.cn

引用格式: 李政, 吴琪, 张必欣, 等. 中国钼矿开发利用现状及资源形势分析[J]. 科技导报, 2024, 42(5): 47-52; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.05.004

钼是发展现代高科技不可或缺的关键金属之一,钼在地球上的蕴藏量较少,作为痕量元素,其含量仅占地壳重量的0.001%^[1],具有高强度、高熔点、高硬度、导热导电性能好、耐研磨、热膨胀系数小、抗腐蚀性能强等优良的物理和化学特性。钼及其合金被广泛应用于冶金、电子、化工、军事及航空航天等领域。许多国家将钼列为重要的战略性矿产或关键矿产,2019年中国自然资源部发布《自然资源部关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见》(自然资规[2019]7号文),将钼列入14种重要战略性矿产,由自然资源部负责统一管理。新一轮找矿突破战略行动又将其列入35种战略性矿产资源之一,英国、加拿大、日本、巴西将钼列入关键矿产清单^[2]。中国是钼资源大国,资源量排名世界第一,具有显著的优势地位,但钼资源消耗速度过快,占全球消费的40%,远期资源安全保障存在隐患,行业高端化、智能化、绿色化发展水平不高,产业结构前强后弱,存在不均衡、不合理等问题^[3]。受当今国际政治经济环境的影响,未来很长的时期内,国际钼矿资源贸易会受到影响,因此对中国钼矿资源开发利用现状及资源安全深入研究具有重要战略意义。

对中国钼矿资源分布和资源保障已有一些研究。如董延涛^[4]通过对中国钼矿资源开发利用及产业可持续发展进行研究,认为中国钼矿资源空间分布和生产较为集中,开发成本高,整体竞争力差,下游产业链条较短,附加值较低,综合利用程度不高。张照志等^[5]对中国钼矿资源供需形势进行了研究,认为中国钼产能严重过剩,限制单一钼矿找矿勘查开采活动,拓展钼矿资源应用领域,加大高附加值产品的研发力度。徐乐等^[6]对中国钼资源产业现状及可持续开发进行分析研究,认为钼矿产业发展中存在资源保证年限不足、选冶技术水平低、产业结构不合理、环境污染严重等问题,并建议实施合理开采策略,加强钼循环利用,提高选冶技术水平,优化钼矿资源产业结构。闫兴虎^[7]对中国钼矿资源开发问题进行了研究,提出要健全钼矿资源可供性分析、实行钼矿资源勘查差别化政策等建议。还有学者主要从中国钼矿资源的分布、产业发展等角度进行了分析^[8-10],本研究通过对钼矿资源的资源形势、

开发利用现状、钼矿采矿权的产能储备、探矿权和采矿权的历年出让情况进行梳理,分析研判中国钼矿资源的资源形势和开发利用情况,为钼矿行业的健康发展提供参考。

1 钼矿资源形势

1.1 钼矿资源概述

在自然界中具有工业价值的含钼矿物主要是辉钼矿(MoS_2)。辉钼矿赋存的主要矿床类型有斑岩型、矽卡岩型和石英脉型3种,全球80%的钼矿资源产于斑岩型钼矿或斑岩型铜钼矿中。斑岩型钼矿床储量最大,矿石平均含Mo约0.12%,个别达0.3%;斑岩型铜钼矿床储量次之,矿石平均含Mo约0.01%。全球钼矿床主要集中在环太平洋(中-新生代)成矿带,特提斯(中-新生代)成矿带以及中亚-古成矿带上。中国的钼矿床主要分布在东秦岭-大别钼成矿带、兴-蒙钼成矿带、长江中下游钼成矿带、华南钼成矿带、青藏钼成矿带和天山-北山钼成矿带^[11-12]。

1.2 钼矿资源储量

2013—2022年10年间,全球钼矿资源储量总体呈平稳—上升—下降态势(图1)^[13],2020年全球储量达1800万t,为10年来最高,2022年全球钼矿资源储量为1200万t,比最高的2020年下降了33.3%,主要原因是:2021年秘鲁、俄罗斯、土耳其、蒙古4国的钼矿资源储量比2020年减少188万t;2022年中国的钼矿资源储量比2021年减少460万t。以2022年全球钼产量26.2万t计算,全球钼矿资源的静态保障能力约为45年,高于世界优势矿产判定的25年的标准。从空间分布上看,全球的钼矿资源储量主要分布在中国、美国、秘鲁、智利,4国储量占全球储量的85.0%,其中中国钼矿资源储量排名世界第一。

《2022年全国矿产资源储量统计表》显示(表1),中国钼资源储量为590.05万t,分布在26个省(自治区),储量排名前5的分别是河南省(126.14万t)、内蒙古自治区(109.23万t)、西藏自治区(103.22万t)、黑龙江省(65.85万t)、吉林省(58.32万t),共占

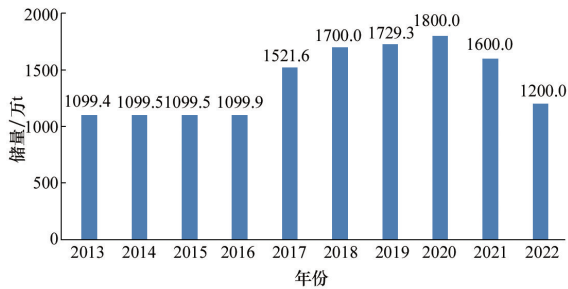


图1 2013—2022年全球钨矿资源储量变化

(数据来源: Mineral Commodity Summaries)

表1 2020—2022年全国钨矿储量分布情况(单位:万吨)

省/自治区	2020年	2021年	2022年
河北	3.14	10.96	10.23
山西	0	0.02	0.02
内蒙古	26.03	112.41	109.23
辽宁	2.11	4.63	4.67
吉林	87.14	86.76	58.32
黑龙江	0	67.74	65.85
江苏	0.11	0.01	0.01
浙江	0.53	0.64	0.60
安徽	0.04	1.35	1.32
福建	4.83	9.88	9.87
江西	30.91	29.85	29.93
山东	3.93	3.93	3.93
河南	112.05	120.74	126.14
湖北	0.22	0.38	0.40
湖南	7.28	7.39	9.19
广东	0.04	3.04	0.95
广西	0	1.35	1.35
海南	0	0.12	0.12
四川	0.31	0.38	0.36
贵州	11.56	12.60	12.60
云南	0.30	7.04	0.94
西藏	50.94	67.06	103.22
陕西	31.45	30.99	33.17
甘肃	0.01	2.89	3.06
青海	0	1.04	1.04
新疆	0.67	1.69	3.53
全国合计	373.61	584.89	590.05

注:数据来源于《2020—2022年全国矿产资源储量统计表》。

全国总储量的78.4%。2022年全国钨矿资源储量同比增长0.9%,但比2020年增长了57.9%,增长较多的是内蒙古自治区和西藏自治区。按照2022年中国钨产量11.28万t计算,全国钨矿资源的静态保障能力约为53年,高于世界平均水平。

1.3 全国重要钨矿企业

综合市场公开信息,中国钨矿资源产量相对稳定且高度集中。2022年,中国钨矿产量为11.28万t,同比增加12%。主要钨矿企业及生产矿山分别为金堆城钨业股份有限公司的金堆城钨矿和东沟钨矿,共生产2.63万t;洛阳栾川钨业集团股份有限公司的三道庄钨钼矿和上房沟钨矿,共生产1.51万t;中铁资源集团有限公司的鹿鸣钨矿,共生产1.50万t;江西铜业集团有限公司的德兴铜矿,共生产0.81万t;紫金矿业集团股份有限公司多宝山铜钨矿,共生产0.40万t;吉林大黑山钨业股份有限公司大黑山钨矿,共生产0.37万t,这5家公司合计产量7.22万t,占全国总产量的64.0%。

2 钨矿开发利用现状

2.1 全国钨矿矿石产量总体保持平稳

《中国自然资源统计年鉴》数据显示,近10年来,中国钨矿矿石产量总体保持平稳态势(图2)。从时间序列上分析,2013年全国共有钨矿企业215家,共产矿石5900.88万t。其中生产矿石最多的前5个省(自治区)是河南(2625.49万t)、陕西(1709.70万t)、吉林(476.26万t)、内蒙古(412.64万t)、河北(350.00万t),共生产矿石5574.09万t,占全国总矿石量的94.5%。到2022年,全国共有钨矿企业141家,比10年前减少了34.4%,共产矿石9310.13万t,比10年前增长了57.8%。其中生产矿石最多的前5个省(自治区)是河南(4524.25万t)、黑龙江(1494.62万t)、陕西(1355.47万t)、内蒙古

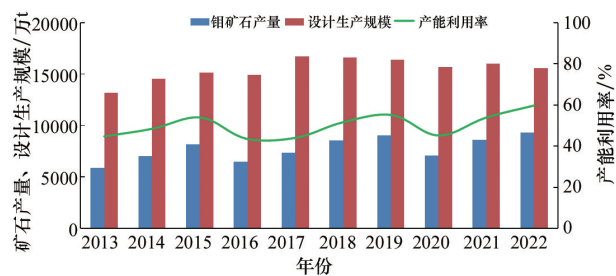


图2 2013—2022年中国钨矿石产量、

设计生产规模及产能利用率变化

(数据来源:《中国自然资源统计年鉴》)

(1019.29 万 t)、吉林(736.41 万 t),共生产矿石 9130.04 万 t,占全国总矿石量的 98.1%,呈高度集中态势,河南省连续 10 年为全国提供了将近一半的钼矿矿石产量。

2.2 全国钼矿采矿权设计生产规模总体保持平稳

近 10 年来,中国钼矿采矿权设计生产规模总体保持平稳,基本保持在 13000 万~17000 万 t/年(图 2)。2013 年为 13185.83 万 t/年,2017 年为 10 年来最高点 16742.76 万 t/年,2022 年为 15582.80 万 t/年。通过计算钼矿产能利用率,产能利用率=实际产能(实际矿石产量)/设计产能(采矿权设计生产规模),可以发现,10 年来中国钼矿矿山的产能利用率呈震荡上升态势,从 2013 年的 44.8% 震荡上升到 2022 年的接近 59.7%,但整体而言还未实现产能的充分利用。

2.3 全国钼矿矿业权探采比呈持续下降态势

近 10 年来,中国钼矿探矿权和采矿权数量呈下降态势,探矿权从 2013 年的 568 个下降到 2022 年的 111 个,下降了 80.5%。采矿权从 2013 年的 175 个下降到了 2022 年的 79 个,下降了 54.9%。探矿权与采矿权的比例从 2013 年的 3.2 下降到了 2022 年的 1.4(图 3)。采矿权数量的下降虽然从一定程度上反映了矿产资源开发利用的规模化和集约化,但矿业权探采比的快速下降对未来的资源保障程度提出了新的挑战。探矿权是地质勘查活动的成果体现,国际上矿产勘查专家普遍认为矿产勘查的成功率为 1%,平均 100 个探矿权项目中只有 1 个能转化为采矿权。2022 年中国钼矿矿业权探采比为 1.4,探矿权作为资源储备的保障作用下降明显,未来应加大钼矿找矿力度,以保障中国钼矿资源优势。

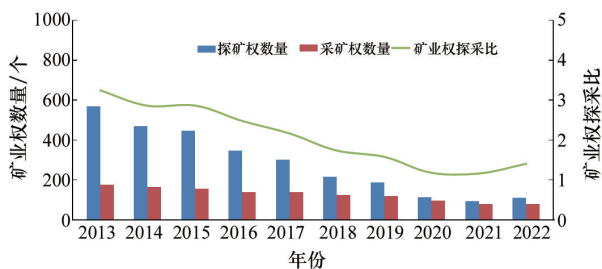


图3 2013—2022年中国钼矿探矿权、采矿权及探采比变化
(数据来源:《中国自然资源统计年鉴》)

3 钼矿供需格局

3.1 中国钼金属产量和消费量

10 年来,中国钼金属产量长期保持过剩态势(图 4)。据公开资料,2013—2022 年,中国钼金属产量呈震荡态势,从 2013 年的 12.20 万 t 增长到 2015 年的 13.60 万 t,随后下降到 2018 年的 9.90 万 t,2022 年为 11.28 万 t。消费量则呈持续上升态势,从 2013 年的 7.40 万 t,增长到了 2022 年的 12.19 万 t,增长了 64.9%,并首次出现了供小于求,这一现象需要行业重点关注^[14-15]。

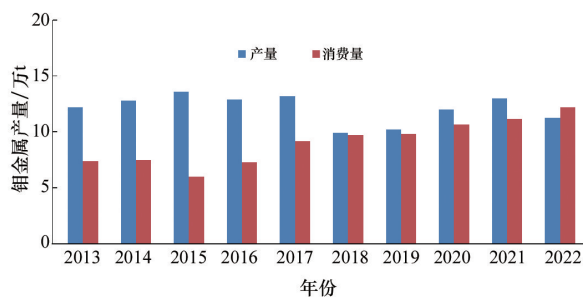


图4 2013—2022年中国钼金属产量和消费量变化
(根据公开数据整理)

2022 年中国钼矿矿石产量 9310.13 万 t,按平均品位 0.1% 计算(按矿石产量前 10 位的钼矿品位加权平均),钼金属产量为 12.1 万 t。根据国际铝业协会统计,2022 年中国钼产量为 11.3 万 t,二者较为一致,从侧面反映出中国钼行业整体比较稳定,上中下游产业链之间的联动比较一致。

3.2 全球供需形势

10 年来,中国为全球提供了约 50% 的钼金属,其中 2022 年为 43.0%。中国消费量占全球的比重在持续上升,从 2013 年的 30.0% 上升到了 2022 年的 42.6%(图 5)。主要原因是超过 80% 的钼用于制造合金钢、不锈钢及其他合金,而钢消费与国家工业化进程密切相关。与美国等发达国家相比,中国的特种钢水平还很低,有很大的发展空间,对钼资源的需求还有一定的增长潜力。随着未来中国粗钢需求特别是不锈钢、建筑用钢、机械行业用合金钢及大规模基础设施(例如管道建设和核电建设等领域)的高速发展,必然带动钼需求继续增长。

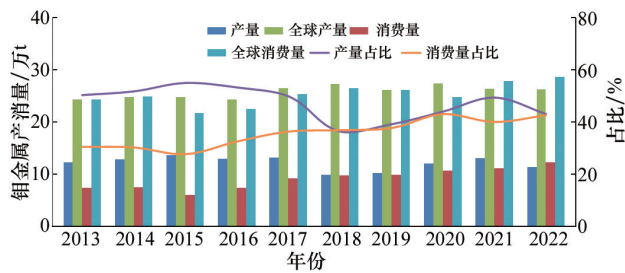


图5 2013—2022年中国钨金属产量和消费量在全球中的占比变化
(根据公开数据整理)

4 讨论

4.1 中国钨矿地勘投入持续降低,资源增长后继乏力

中国钨资源产量和储量虽然仍居世界首位,但近年来的优势地位在不断下降。前文数据已经表明,近10年来中国钨矿探矿权和采矿权数量呈持续下降态势,探采比从2013年的3.2下降到了2022年的1.4。同时,钨矿地勘投入也在呈数量级的下降,从2013年的6.01亿元下降到2022年的0.73亿元,下降了87.9%。其中,中央投入近5年来投入几乎为0,社会投入从2013年的4.19亿元下降到2022年的0.18亿元,下降了95.7%,多数年份都不及地方财政投入(图6)。稳定的矿产资源勘查投入是资源开发及产业健康发展的基本前提,对钨矿而言更是如此。与铜等其他有色金属不同的是,钨的可回收综合利用较差,以依赖原生资源消耗为主。10年来,中国钨矿新发现矿产地仅10个,新立探矿权仅38个,新立采矿权仅17个,长此以往,钨矿的资源保障形势不容乐观,未来中国需要合理加强钨矿地勘投入,着力提高资源保障能力。

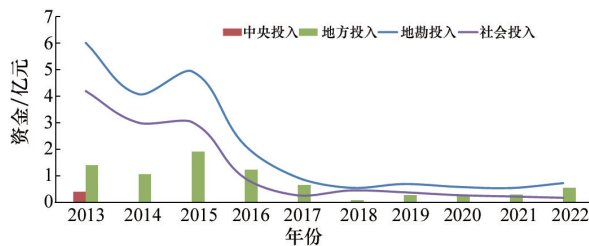


图6 2013—2022年中国钨矿地勘投入变化
(数据来源:《中国自然资源统计年鉴》)

4.2 中国钨矿产能利用率不高,可持续保供能力下降

近10年来,中国钨矿矿产的产能利用率呈震荡上升态势,从2013年的44.8%震荡上升到2022年的59.7%,但整体而言还未实现产能的充分利用。同时,中国钨矿开采行业还存在中小矿山比例较多问题。2022年,全国共有持证矿山141个,其中大型矿山35个,中型矿山32个,小型矿山67个,小矿7个,大型矿山占比24.8%,中小型矿山占绝大多数,这些中小型矿山普遍开采水平不高,盈利能力不够,很多资源都无法转化成有效产能,这一现象对中国资源保供能力的提高也存在较大的影响。

4.3 中国钨矿综合利用粗放,行业发展水平亟需加强

受中国钨矿资源禀赋的限制,在已探明的钨矿床中,贫矿多,富矿少,品位大多比较低,多为露天开采,开采工作量大、精度低,浪费较严重,而且中国主产钨矿山的原矿品位低、选矿回收率低,成本竞争明显处于弱势。钨精矿中伴生有用组分回收率很低,铼、硒等稀散元素未能有效回收,尾矿综合利用仍处于探索研究阶段,大量有价值元素仍赋存于尾矿中,开发方式粗放,技术含量低。虽然洛阳栾川钨业集团持续开展技术研发,对低品位白钨矿回收研究攻关取得突破,并开发了钨湿法冶炼新工艺,但国内大多数企业还未推广应用,这些现象的综合作用导致中国钨资源行业形势不容乐观,行业发展水平亟需加强。

5 结论

中国是钨资源大国,钨资源储量和产量均排名世界第一,经过近10年的高强度开发利用,钨资源形势已经有所变化,通过对钨矿储量产量变化、钨矿采矿权设计生产规模、矿山产能利用率、矿业权探采比及全球供需格局的分析,提出了中国钨资源行业未来发展的方向。

1) 基于钨资源禀赋特征,中国钨资源的优势地位会长期保持,但受到钨矿地勘投入的持续降低,资源保障能力有所减弱,未来应合理加强钨矿

地勘投入,着力提高资源保障能力。

2) 中国钼矿矿山的产能利用率呈持续上升趋势,并在 2022 年接近 60.0%,但整体来说钼矿行业并未达到产能的充分利用,存在大量中小型矿山产能未合理利用的现象,未来应持续提升行业集中度,促进资源规模化集约化开采。

3) 钼矿资源品位较低,开采利用技术落后、选矿回收率低是制约中国钼资源行业发展壮大的根本技术难度,未来应持续加强技术研发,加大对尾矿的综合利用以及低品位伴生矿回收研究,提升行业技术水平,促进行业高质量发展。

参考文献(References)

- [1] Rudnick R, Gao S. Composition of the continental crust [M]. Oxford: Oxford Press, 2003: 1-64.
- [2] 梅燕雄, 裴荣富, 魏然, 等. 关键矿产与能源资源安全 [J]. 中国矿业, 2022, 31(11): 1-8.
- [3] 葛红林. 融入国家发展战略 发挥钨钼战略作用[J]. 中国有色金属, 2023, 745(13): 26-27.
- [4] 董延涛. 我国钼矿开发利用及产业可持续发展研究[J]. 现代矿业, 2016, 32(7): 5-7.
- [5] 张照志, 王贤伟, 张剑锋, 等. 中国钼矿资源供需预测 [J]. 地球学报, 2017, 38(1): 69-76.
- [6] 徐乐, 王建平, 余德彪, 等. 我国钼资源产业现状及可持续发展建议[J]. 资源与产业, 2015, 17(3): 32-38.
- [7] 闫兴虎. 中国钼矿资源开发问题分析及对策[J]. 中国矿业, 2013, 22(10): 16-18.
- [8] 王蕾, 周明智. 国内外钼资源供需形势及未来发展趋势分析[J]. 中国钼业, 2019, 43(5): 57-60.
- [9] 王阳. 中国钼资源产业现状分析及应对建议[J]. 现代经济信息, 2019(2): 413.
- [10] 周园园, 王京, 唐萍芝, 等. 全球钼资源现状及供需形势分析[J]. 中国国土资源经济, 2018, 31(3): 32-37.
- [11] 王健菲. 全球钼资源分布与潜力分析研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2017.
- [12] 张亮, 杨卉芑, 冯安生, 等. 全球钼资源现状及市场分析[J]. 矿产综合利用, 2019(3): 11-16.
- [13] U. S. Geological survey, mineral commodity summaries [EB/OL]. (2022-11-30)[2023-08-29]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023>.
- [14] 朱欣然. 国内外钼资源供需形势分析[J]. 矿产保护与利用, 2020, 40(1): 172-178.
- [15] 蒋丽娟, 曹亮, 刘晓辉, 等. 2022 年钼业年评[J]. 中国钼业, 2023, 47(2): 1-7.

On the current situation and resource situation of molybdenum mining development and utilization in China

LI Zheng¹, WU Qi^{1*}, ZHANG Bixin¹, CHEN Congxi^{1,2}, WU Chuguo¹, GAO Yu¹, QIU Weiwei¹, WANG Nan¹

1. Information Center of Ministry of Natural Resources, Beijing 100036, China

2. Institute for Local Governance of Central South University, Changsha 410083, China

Abstract China's molybdenum mine occupies a dominant position in the world, but after nearly ten years of continuous mining, the molybdenum resource consumption rate is fast. Based on the statistical data of molybdenum ore in the past 10 years, this paper analyzes the changes of global and Chinese molybdenum reserves, development and utilization status, design production scale, exploration ratio of mining rights, and the static guarantee capacity of China's molybdenum resources is about 53 years, higher than the world average; the development and utilization situation remains stable, but the capacity utilization rate is less than 60%; the exploration ratio of mining right quantity decreases seriously, only 1.4 in 2022. By analyzing the supply and demand situation of molybdenum mineral resources, China's molybdenum resource consumption accounts for 40% of the world, and the consumption continues to increase. Looking to the future, China's economic development of high quality demand for more molybdenum resources. There will be hidden dangers in the long-term resources security guarantee. To continue to guarantee China molybdenum resource dominant position, improve ability to participate in global resource governance, China molybdenum mining industry should increase geological exploration investment, improve capacity utilization, strengthen the low grade associated ore recovery level and comprehensive utilization of tailings, increase technology research and development, promote the development of industry high quality.

Keywords molybdenum; development and utilization; supply and demand situation; resource guarantee ●



(责任编辑 王丽娜)