

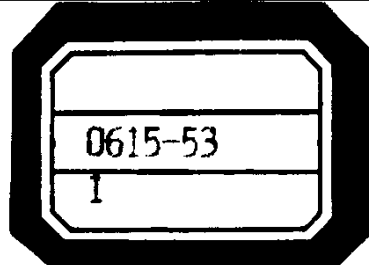
PEKING
UNIVERSITY

北京大学院士文库

刘元方文集



北京大学出版社



1772848

北京大学院士文库

刘元方文集

刘元方 著

JY1/261/06



北京大学出版社
北京



北师大图 B1490471

图书在版编目(CIP)数据

刘元方文集/刘元方著. —北京:北京大学出版社,1999.5
(北京大学院士文库)
ISBN 7-301-04088-1

I. 刘… I. 刘… III. ①核化学-文集 ②放射化学-文集 IV. 0615-53

书 名: 刘元方文集

著作责任者: 刘元方

责任编辑: 赵学范

标准书号: ISBN 7-301-04088-1/O·432

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn/cbs.htm>

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752038

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

排版者: 北京高新特公司照排中心

印刷者: 北京大学印刷厂印刷

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 22.625印张 400千字

1999年5月第一版 1999年5月第一次印刷

定 价: 45.00元

北京大学资源集团出版基金资助出版

谨以此书献给北京大学校庆 100 周年

《北京大学院士文库》编委会名单

主 任：陈佳洱

副主任：王义遒

委 员：（按姓氏笔画为序）

王 选 甘子钊 巩运明

侯仁之 赵亨利 姜伯驹

徐光宪 翟中和

序

最近,北京大学出版社告诉我,北京大学资源集团设立出版基金,资助出版一套《北京大学院士文库》,为北京大学的中科院院士和工程院院士每人出一本学术专著或学术论文集,以记载他们为祖国的科学技术事业所作出的贡献。北大出版社邀我为这套书写个序。

考虑到我较长时间在中国科学院工作,为科学家树碑立传,把他们的伟业记载下来并留传给后人,自然是我应该大力支持的事情。同时,我也曾在北大学习过,这些院士中有的就是我过去的老师,他们对我精心培育的情景,使我终生难忘;有的曾是我的同学或同事,我们之间有着非常深厚的友谊,他们为科学事业无私奉献的精神,给我留下了极为深刻的印象,至今历历在目。无论从工作上考虑还是从师生、同事情义出发,我都愿意为这本书写个序。

我认为,北京大学出版社出版《北京大学院士文库》这套书,是一件非常有意义的事。

首先,《北京大学院士文库》将为我国科学技术文献宝库增添新的内容。北京大学是我国一所著名的高等学府,也是世界上一所有影响的大学。它不仅为国家培养了大批栋梁之材,而且为国家提供了大批重要的科技成果,成为我国一个重要的科学中心。在这所大学里聚集了一批我国最著名的专家和学者,其中仅就自然科学而言,就有中科院院士和工程院院士 30 人。他们中既有学识渊博、造诣精深、蜚声中外的老专家、学者,也有一批成绩卓著,近年来为祖国科学技术事业作出过重大贡献的中年学者。他们在我国科学技术发展史上占有重要的地位,是我国科技大军中的中坚力量。现在,北大出版社把他们的科学技术著作收集起来,集中出版,无论是他们当年成名之作,还是新发表的学术专著和学术论文,都将为我国科学技术文献宝库增添重要的内容。

其次,《北京大学院士文库》还将为我国科学技术事业的发展提供宝贵的经验。这套学术文库不仅完整地记载了这些学术大师的发明和创造,而且还生动地描绘了他们在不同历史时期为科学事业奋斗的历程。他们以亲身的经历,丰富的史料,独特的见解,深奥的思想,总结了科学技术发展的规律。例如,科学家最需要什么样的支持,在什么样的条件下最容易出成果等。这里既有成功的经验,也有失败的教训;既有成功的喜悦,也有受挫的苦恼。有的院士还从他们的切身感受出发,对我国科技人才的培养,科技体制的改革提出了很好的建议。这些都为我们科技管理部门和科技管理者,特别是为我国制定有关的科技政策,提供了很好的经验和借鉴。

第三,《北京大学院士文库》不仅是一套科学技术著作,而且是一套富有教育意义的人生教科书。这套文库详细地记载了这30位科学家的学术成就,也如实地记载了他们的人生经历。他们不仅学问好,而且人品好。他们的一生是在爱国主义旗帜下,为科学事业奋斗的一生。他们通过自己的勤奋努力,走了一条成功之路。他们的成功经验无论对年轻人,还是对一切有志于献身科学事业的人,都有极好的教育意义。

最后,我向这30位院士为祖国科技事业作出的贡献表示衷心的感谢!对《北京大学院士文库》的出版表示热烈的祝贺!也希望能有更多的科学家的学术著作和传记问世,因为科学是推动我们社会发展的强大动力。

中国科学院院长

周光召

1996年10月

序

北京大学出版社决定编辑出版《北京大学院士文库》，这件事情很有意义，我非常赞成。

从世界高等教育的发展看，教师是大学的核心，他们构成学校的基调。世界一流大学都具有很强的教师阵容，拥有一批世界公认的学术权威和知名学者。正是他们能够培养出世界公认的优秀人才。其中一部分毕业生能够成为当代世界政治、经济、文化、科学领域里的杰出代表。同时，他们能够取得重大的科研成果，特别是在基础研究方面，能取得具有划时代意义的科研成果。

在中国科技、教育界，院士是最高学术水平的象征。他们对国家科学技术的发展起着相当重要的作用。北大是拥有院士最多的大学，北大人一直为此而自豪。北大的几十位院士可分为两部分，一部分是老院士，他们在中国科学院成立之初就因为各自取得的成就而成为最早的一批院士（当时称学部委员）。这些老院士德高望重、学风严谨、蜚声国内外，为北大乃至中国的科学技术和文化事业的发展作出了奠基性贡献。他们当中有理科的王竹溪、叶企孙、江泽涵、许宝騄、周培源、胡宁、段学复、饶毓泰、黄昆、张青莲、黄子卿、傅鹰、汤佩松、李继侗、张景钺、陈桢、乐森珥等教授。北大的盛名，在很大程度上是与这些堪称大师的第一代院士的名字联系在一起。这一长串院士名单，奠定了北大在中国学术界、科学界的地位。谈起他们，像我这样的后辈无不怀有敬仰之情。他们像一块块强力磁铁，吸引着一代代中华学子到燕园求学，在他们的教诲、指导、影响下，新中国急需的大批优秀人才源源不断地从北大培养出来，成为社会主义建设的栋梁之材。当院士文库推出的时候，这些老院士当中已有不少人离开了我们，但他们为北大、为国家建立的功勋，他们的英名将永远为人们铭记！

北大的学术生命是长青的，继第一批院士之后，80年代、90年代，北大又一批理科教师，其中许多是建国以后培养出来的，成为中

中国科学院院士和中国工程院院士，他们可以说是北大那些与新中国风雨同舟、不畏清贫、不怕艰险、为教育和科学事业执着奉献的中年教师的代表，是今日北大的骨干依靠力量、学术中坚。

人类就要进入 21 世纪，北大也即将迎来建校 100 周年，当此世纪交替之际，北大雄心勃勃地提出：到 21 世纪初叶建成世界一流的社会主义大学。这是一个需要为之付出极其艰苦努力的、振奋人心的目标。以院士为代表的一流教师队伍是我们实现这一目标在学术上的最重要依托。有这样一支老年、中年教师队伍，再加上我们正在迅速成长起来的生气蓬勃、富有想象力和创造力、奋发向上、成为北大未来希望所在的青年教师，我们的目标是一定能够达到的。

院士们的工作成就，有很多都是在相当困难的条件下取得的，他们的奋斗精神和他们的成果一样，都是我们建设世界一流大学的宝贵财富和源泉。为院士出版文集，将他们的代表性学术成果或成名之作结集出版，是对院士们成就的肯定，也将使人们从他们的奋斗足迹中，得到某种启迪和鼓舞。院士文库将为我校的学术宝库增添重要的内容，成为哺育青年学生成长的极好教材。

北大出版社的决定得到了北大资源集团的热情支持，他们出资建立北大资源集团出版基金，资助院士文库的出版。我作为北大校长和一个院士、一个教师，要向北大出版社和北大资源集团为学术专著出版和学校建设所作的努力表示敬意！

北京大学校长
中科院院士

陈佳洱

1997 年 1 月

内 容 简 介

本文集选收了刘元方院士自 1961~1996 年间在核化学及放射化学领域的 16 篇学术论文, 涉及热原子化学、同位素分离、超铀元素的重离子核反应、放射化学分离、微量元素与生物无机化学、核药物与单克隆抗体标记、放射性核素迁移、生物-加速器质谱等方面。

本文集反映了作者几十年来在核化学及放射化学领域所从事的开拓性和创造性工作, 同时也记述了作者对于创建我国第一个放射化学专业教育事业的贡献。

刘元方传略

刘元方,放射化学家,籍贯浙江镇海,生于1931年2月。1948~1949 在上海沪江大学化学系上学,1952年毕业于燕京大学化学系,曾任燕京大学学生会主席。毕业后一直在北京大学任教,现为北京大学技术物理系教授、博士生导师,中国科学院院士,兼任中国核学会和中国化学会的核化学与放射化学委员会主任委员(1990~1997),国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)的放射化学与核技术委员会主席(1993~1995),国际《放射化学学报》顾问编委(1992至今)。

40年来,他在核化学与放射化学领域作过许多开拓性和创造性的工作。在创立和建设我国第一个放射化学专业的教育事业中作出了贡献。1955年在我国最早开展了热原子化学研究;1960年领导建成了我国第一台5万转/分的浓集 ^{235}U 的气体离心机;利用超铀元素重离子核反应首次直接制得 ^{251}Bk ,解决了从几十种元素中快速分离纯Bk的难题,重制了 ^{251}Bk 的衰变纲图;建立了从核燃料废液中提取Rh,Pd和Tc的优于国外的先进流程;80年代起,系统地开展放射性核素标记抗癌单克隆抗体的研究,成绩优异,其中 ^{111}In 标记化学等成果具有国际先进水平;他负责的“从金川矿中提取铪和铱的新方法”获国家教委科技进步一等奖。还最先从生物体提取与稀土相结合的蛋白质,并测定了分子量与结合常数。

1994年以来,在生物-加速器质谱学研究尼古丁的基因毒性中作出了突出成果。在核化学与放射化学领域发表论文70多篇,在生物微量元素化学方面发表论文约30篇;著有“放射化学”(无机化学丛书16卷,科学出版社,1988)等书三种。

目 录

北大-Ⅱ号超速气体离心机	(1)
$^{19}\text{F}(\gamma, n)^{18}\text{F}$ 核反应的化学效应	(10)
Production of Heavy Actinides from Interactions of ^{16}O , ^{18}O , ^{20}Ne , and ^{22}Ne with ^{248}Cm	(24)
Chemical State of ^{208}Tl after α -Decay of ^{212}Bi in $\text{Bi}(\text{DDC})_3$, Diethyldithiocarbamate	(37)
Procedures for a Fast Separation of Berkelium from Complex Mixtures of Reaction Products	(49)
The Decay of ^{251}Bk	(56)
从核燃料后处理废液中提取贵金属铈和钚的研究	(69)
An Idea on Trace Elements as Nutrients of Organism	(82)
Stimulation of Cell Growth of <i>Tetrahymena pyriformis</i> and <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> by Trace Elements	(85)
Migration Chemistry and Behaviour of Iodine Relevant to Geological Disposal of Radioactive Wastes——A Literature Review with a Compilation of Sorption Data	(94)
放射性示踪法研究结合稀土的四膜虫膜蛋白(Ⅰ). 铈、镱、铥膜蛋白 提取与分子量测定	(177)
用 ^{111}In 标记单克隆抗体和动物分布与显像研究	(185)
Radioimmunolocalization of Human Malignant Tumors with In-111 Labeled Monoclonal Antibody	(193)
Radiolabeling of Monoclonal Antibodies with Metal Chelates	(203)

Applications of Accelerator Mass Spectrometry in Analysis of
Trace Isotopes and Elements (273)

Genotoxicity Study on Nicotine and Nicotine-Derived Nitrosamine
by Accelerator Mass Spectrometry (325)

已发表的学术论文目录 (336)

北大-Ⅱ号超速气体离心机^①

摘要 本文介绍了北大-Ⅱ号逆流式超速气体离心机的结构及其 76 小时连续高速运转试验的情况和结果. 并从消除振动和提高轴与轴承的性能等方面, 概括了初步成功运转的一些基本经验. 最后围绕着单个机器的“过关”任务, 就机器的寿命、高效率机器的转子和管轴的尺寸以及 UF₆ 分离实验等问题进行了讨论.

前 言

在浓缩铀的生产方面, 对气体离心法的前途虽然尚未定论, 但是一般公认它比气体扩散法具有两个优点:

(1) 电功率消耗少, 它的比电力消耗有可能比扩散法小 10 倍.

(2) 单元的分离系数很高, 达到一定浓缩度所需的级数就大为减少, 因而就可以将这种宽而短的级联分割成几个独立的平行部分, 也就是能够以若干个分散的工厂来代替过分集中的大型工厂.

近几年来, 许多国家^②都开展了气体离心法分离²³⁵U 的研究工作^[1-8]. 据我们所知, 现在一般的都处于单个超速离心机的试制和实验的阶段. 我们从 1958 年 10 月起, 开展了逆流式超速气体离心机的试制工作.

在离心法的整个研究过程中, 最先碰到的技术关键, 可以认为是符合分离 UF₆ 要求的单个气体离心机的稳定的长期运转问题, 也可以称之为寿命问题. 我们认为寿命的长短较为集中地反映了离心机的设计和制造工艺的水平. 西德的 W. Groth 和 K. Beyerle 等在 1958 年曾报道他们的离心机可以运转几百小时^[3].

① 本文合作者: 雅文厚, 袁荣尧, 金瑞鑫, 于茂林; 选自: 国家科委文献, 原 10010/同离 002(1961).

② 根据文献和资料, 已知有苏联、西德、美国、英国、荷兰、巴西和日本等国.

环绕着这一个技术关键,我们摸索了一个阶段,并有了一些初步的体会.

(一) 北大-Ⅱ号超速离心机的结构

1. 类型

从目前所搜集到的国外资料来看,机械结构基本上有两种类型.一种是在 J. W. Beams 结构^{[9],[10]}基础上发展起来的,像西德 K. Beyerle 和 W. Groth 等所设计和研究的 UZ 型^{[11],[12]}和 ZG 型^[3].另一种是由 M. Steenbeck 和 G. Zippe 等人,据称是早于 1954 年在苏联所设计和建造的类型^[1].这种类型的主要特点是采用了电磁轴承,以避免机器的转动部分和非转动部分的任何机械接触;并利用分子泵的原理来维持安全外套中的真空.

我们的Ⅱ号离心机是属于第一种类型的,图 1 是其结构的纵剖面图.整个离心机,全部是由我们自己设计和加工建造的,所用的材料和零件都是国产的.

2. 动力

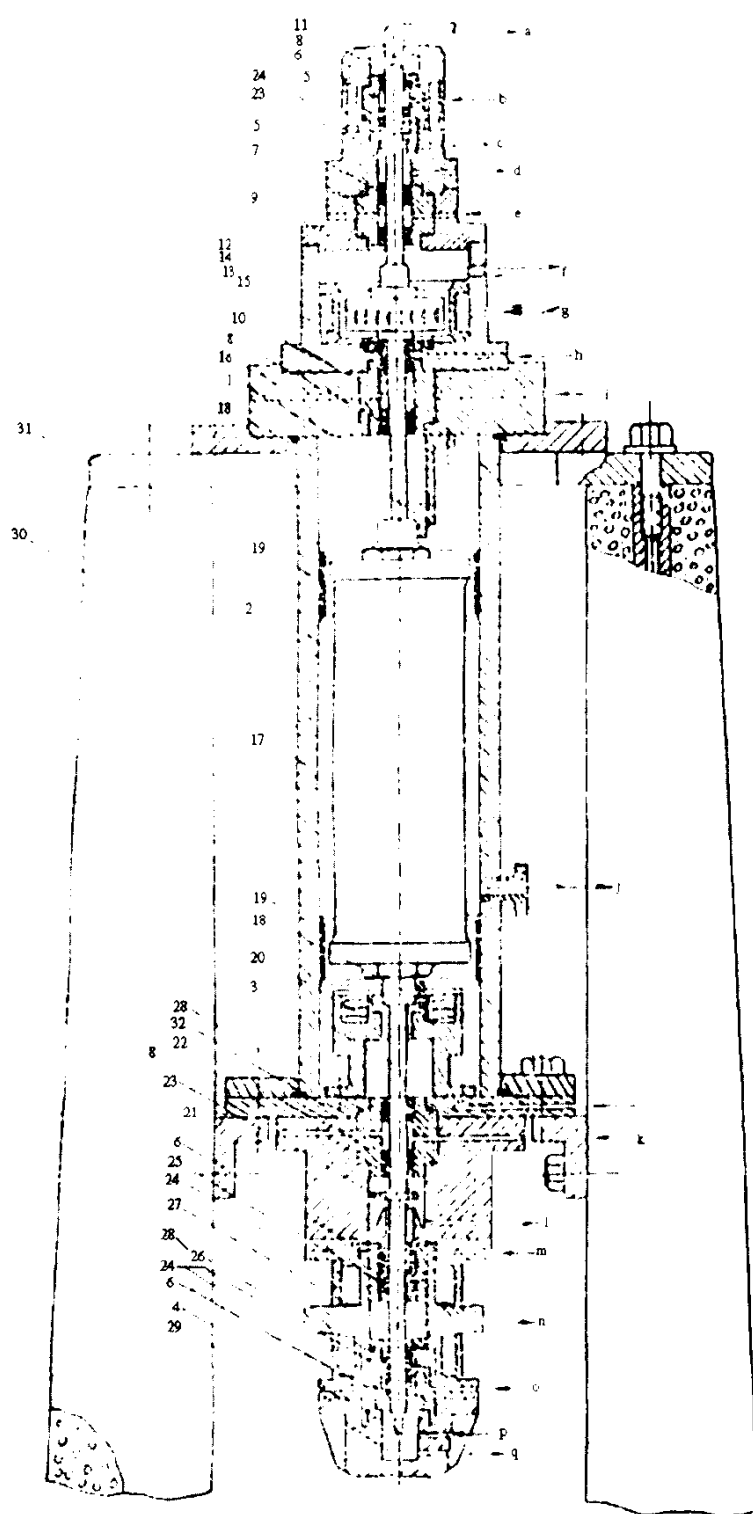
为了比较快地取得超速离心机建造和运转的基本经验,在Ⅱ号机上采用压缩空气驱动来代替比较复杂的中频电机驱动.

3. 轴和轴承

转动部分由上挠性管轴 1,转子 2,下挠性管轴 3 及输气管 4 组成.上管轴 1 通过真空密封轴承 5,7,10,下管轴通过 22,25,26.密封轴承 7 和 22 使安全套密封保持真空.26 把从 3 和 4 的间隙并经过 3 上的小孔而取出的六氟化铀剥淡部分,和从 4 送入转子的六氟化铀进料分开.其加浓部分则通过 1,经气室 11 引出 a 嘴.

管轴 1,3 由 18 XHBA 合金钢加工制成,其外径 $\varnothing 5.5$ mm,壁厚为 1.4 mm.输气管 4 由不锈钢针管制成,外径 $\varnothing 2$ mm,壁厚为 0.1 mm.

图 2 是密封轴承.它由黄铜棒车成,在两端压入 B-83 巴氏合金或紫铜-石墨,并沿轴线方向车孔.轴承孔经研磨后,以适当的间隙与轴配合.安装时将轴承置于支座内,其间垫有真空橡皮圈,以便更好地密封.橡皮圈同时还能起一定的减振作用.



(一) 转动部分

1—上管轴;2—转子;3—下管轴;4—输气管。

(二) 上密封部分

5—紫铜-石墨密封轴承;6—带有冷却装置的紫铜-石墨轴承支座;7—油密封轴承;8—轴承衬;9—油密封轴承支座;10—油密封轴承;11— UF_6 加浓部分取气室。

(三) 驱动部分

12—透平;13—压缩空气室;14—压缩空气喷射孔;15—支承滚珠轴承。

(四) 安全套部分

16—上盖板;17—安全外套筒;18—测振装置;19—塑料保护层;20—加热电炉;21—下盖板。

(五) 下密封部分

22—油密封轴承;23—带甩油片的密封隔离室;24—冷却水循环室;25,26—紫铜-石墨轴承;27— UF_6 剥淡部分取气室;28—真空橡皮圈;29— UF_6 原料送气室。

(六) 机器支持部分

30—混凝土支持墙;31—上金属托板;32—下金属托板。

a. UF_6 加浓部分取气嘴;b. 氟润滑输送口;c. 氟润滑油排出口;d. 润滑油排出口;e. 润滑油输送口;f. 排气口;g. 压缩空气入口;h. 滚珠轴承润滑油入口;i. 与e同;j. 真空泵接头;k. 与e同;l. 与c同;m. o. q. 与b同;n. UF_6 剥淡部分取气口;p. UF_6 送料口。

图1 北大-I号超速气体离心机纵剖面图

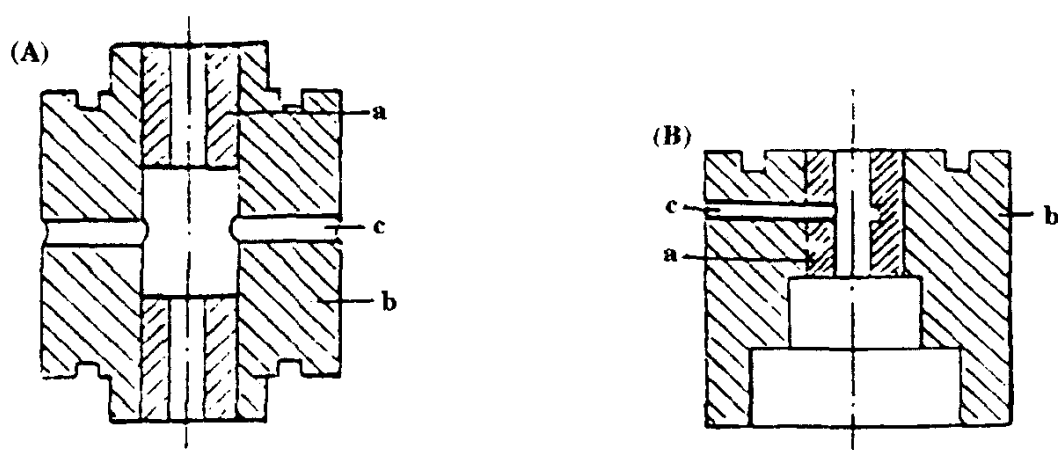


图 2 油密封轴承(A)和紫铜-石墨密封轴承(B)

A 中(a. 巴氏合金轴承衬,b. 轴承体,c. 输油孔);

B 中(a. 紫铜-石墨轴承衬,b. 轴承体,c. 输油孔).

我们选用国产 A 36201 滚珠轴承支承转子.

减振轴承在抵制由于转子的不平衡所引起的振动,以及减轻轴和轴承的磨损方面,起着特别明显的作用.而我们在Ⅱ号机上则尚未使用.

4. 氟油密封轴承

为了克服六氟化铀气体与普通润滑油起强烈的化学作用这一困难,我们专门设计了紫铜-石墨密封轴承.其结构与油密封轴承相似,只是将巴氏合金轴承衬换成紫铜-石墨,其中充满少量的氟润滑油.而通过 5 和 25,将 UF_6 气体与用 30[#]透平油润滑的密封轴承 7 和 22 隔开.

5. 转子

转子的有效长度为 611 mm,外长为 730 mm,内径 $\varnothing 100.5$ mm,壁厚 8 mm.转子连盖的重量是 6 kg.

转子由 B95^①合金铝棒首先车成圆筒形,进行热处理,使其材料强度 σ_s 提高到 45~60 kg/mm²,然后再精车制成.转子的两盖也是由热处理过的 B95 铝合金制成,并以正反螺纹与转子配合.挠性管轴通过锥形套和锁紧螺母与转子相连.

图 3 表明了转子、管轴和轴承的相对位置.

① B95 是由我国哈尔滨 101 厂生产的一种含 Zn 5.0%~7.0%,Mg 1.8%~2.8% 及 Cu 1.4%~2.0% 的高强铝合金.