

高纯 Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 Nd_2O_3 , Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 产品中微量元素分析方法

(汇编)

中国核工业总公司稀土分析检测中心



原子能出版社

TL 2/39

高纯 Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3
 Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 产品中微量
元素分析方法
(汇编)

中国核工业总公司稀土分析检测中心

原子能出版社

(京)新登字077号

内 容 简 介

本书汇编了由中国核工业总公司稀土分析检测中心根据法国罗纳-普朗克公司高纯稀土产品指标建立的四五十种分析方法。这些方法能全面地满足 Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 7种高纯稀土(99.99%左右)中非稀土杂质和稀土杂质的测定。

本书对直接从事稀土产品分析测试的工作人员及其他分析工作者都是一本非常有益的参考书,对从事稀土工作的其他科研、教学和管理人员也有参考价值。

Synopsis

This book is a compilation of forty-three Analytical methods of high purity rare earth products. These analytical methods were developed by centre of rare earth analysis of China National Nuclear Corporation (CNNC). They can meet the requirement for analysing rare earth impurities and non rare earth impurities in Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 and Tb_4O_7 products (purity about 99.99%) from Rhone-Poulenc Corporation.

This book would be most useful as a reference for analytical chemists in rare earth samples and in other fields. It will also be valuable to scientists and educationists.

©

高纯 Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 ,
和 Tb_4O_7 产品中微量元素分析方法

(汇 编)

中国核工业总公司稀土分析检测中心

出版发行	原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号)
	通讯处:北京市2108信箱, 100037(邮编)
印 刷	北京安华印刷厂
经 销	新华书店总店北京科技发行所发行·新华书店经销
开 本	787×1092mm 1/16 印张 16.7 字数 416.5 千字
1993年10月北京第1版 1993年10月北京第1次印刷	
印数 1—2000	

ISBN 7-5022-0851-8/TL·549

定价: 17.00 元

序

随着科学技术的发展,稀土工业得到了长足的进步,稀土产品应用越来越广泛。我国的稀土工业自70年代以来蓬勃发展,已成为名符其实的“世界第一稀土生产大国”。稀土产品广泛应用在冶金、机械、电子、石油、永磁、轻纺、航空航天、核工业和其他高技术领域。对产品纯度的要求也由99%向99.99%、99.999%、99.9999%发展。为此产品的高质量和能及时供货已成为稀土产品打入国际市场的关键。

分析是工艺的眼睛,没有高水平的分析检测技术就不可能有高质量的产品。当前,我国众多的稀土生产厂、稀土应用研究单位及商检部门等迫切需要建立先进的分析检测方法。

我国核工业曾为“两弹”研制作出巨大贡献,同时也培养了一批具有高素质的分析检测人员。为加速我国稀土工业向前发展,跻身于竞争激烈的世界市场,中国核工业总公司稀土分析检测中心在总公司稀土应用开发办公室的领导下,根据世界市场的行情和我国厂、矿、研究院所的具体情况,有针对性地选择了7种高纯稀土产品氧化物,以法国罗纳-普朗克(Rhone-Poulanc)公司稀土产品的指标为准,业已建立了50种分析方法。所选的7种高纯稀土氧化物为:99.99%荧光级 Y_2O_3 , 99.99%荧光级 Eu_2O_3 , 99.99% Sc_2O_3 , 99.99%光学级 La_2O_3 , 99.95%激光级 Nd_2O_3 , 99.95% Dy_2O_3 和99.95% Tb_4O_7 。所建分析方法包括发射光谱,原子吸收光谱,火花源质谱,X射线荧光光谱,分光光度和荧光分光光度等分析技术。其中采用的主要分离和富集方法为色层分离、萃取和离子交换等。所建立的这50种分析方法已于1991年4月通过了核工业总公司组织的专家部级鉴定。在此,我们把这些分析方法按稀土氧化物产品分类,汇编成册。相信此书的出版将会给我国稀土产品的生产和分析检测带来益处。

在建立这50种分析方法的过程中,我们得到了中国原子能科学研究院、核工业北京化工冶金研究院、核工业北京地质研究院和核工业理化工程研究院的大力协同和热情支持,谨致谢忱。

书中汇编的报告经核工业总公司稀土分析检测中心领导小组于学仁、李炳林、陈文森、高良才、肖德明、李金英6位同志初审。此后,李炳林研究员对全书的编排进行了总体设计,并与核工业北京化工冶金研究院张锐研究员一起完成了稿件的终审工作。中国原子能科学研究院关景素副研究员也参与了部分稿件的终审。中国原子能科学院编辑出版室张家骏、李学良、江祖荫、苏友仁、崔云峰、陈柱英、李秀芳等同志对文稿的编排、标准化和文字修饰提出了许多宝贵意见,对此表示感谢。

限于我们的水平,书中难免会有疏漏和不妥之处,欢迎行业专家和广大读者给予指正。

中国核工业总公司稀土分析检测中心

1992年8月

目 录

第一部分 概 论

Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 7种高纯稀土 产品50种分析方法概况.....	李炳林 (2)
---	---------

第二部分 高纯 Y_2O_3

化学分离水平式ICP/AES法测定高纯 Y_2O_3 中14种稀土杂质和6种非稀土杂质	石有卿 刘英梅 关景素 许景芳 陈曦 (12)
Y_2O_3 中稀土和部分非稀土杂质含量同时直接测定的ICP/AES方法	秦凤洲 谢 淳 (20)
火花源质谱法定量测定高纯荧光级 Y_2O_3 中镧系元素及Pb, Cu, Co, Ni, Ca	李炳林 吴杰 王银妹 何年云 林汉新 (25)
原子吸收光谱法测定高纯 Y_2O_3 中微量非稀土杂质元素	陆惠宝 王维华 苏玉兰 徐志刚 (30)
P_{507} 萃淋树脂分离ICP/AES测定高纯 Y_2O_3 中13种稀土杂质的方法	吴锡凤 郑永凤 周子夏 (39)
螯合形成树脂分离ICP/AES测定高纯 Y_2O_3 中6种微量非稀土杂质	吴锡凤 郑永凤 周子夏 (44)

第三部分 高纯 Eu_2O_3

荧光级 Eu_2O_3 中14种稀土杂质的化学光谱测定.....	许修禄 张扬 (50)
ICP/AES法测定高纯 Eu_2O_3 中14种稀土元素	李金英 高炳华 关景素 杨钧 董正荣 (55)
火花源质谱法定量测定高纯 Eu_2O_3 中19种微量元素.....	叶肇云 李炳林 吴杰 (62)
高纯荧光级 Eu_2O_3 中Cu, Fe, Ni, Pb, Na和Ca的原子吸收光谱测定	孙素卿 宋新 康惟道 (65)
萃取-原子吸收光谱测定高纯 Eu_2O_3 中Fe, Pb, Cu和Ni.....	王玉清 唐良保 刘牧 (69)
原子吸收光谱法测定高纯 Eu_2O_3 中Na和Ca.....	唐良保 王玉清 刘牧 (74)
钼蓝光度法测定高纯荧光级 Eu_2O_3 中酸溶Si量.....	宋新 孙素卿 康惟道 (78)
碱溶-钼蓝光度法测定高纯 Eu_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 , Tb_4O_7 , Sc_2O_3 , Y_2O_3 中的全Si.....	宋新 孙素卿 康惟道 (82)
荧光分光光度法测定高纯 Eu_2O_3 和 Y_2O_3 中微量Ce.....	郑永凤 沈珠琴 吴锡凤 (87)

第四部分 高纯 Sc_2O_3

化学分离水平式ICP/AES法测定高纯 Sc_2O_3 中15种稀土元素.....	关景素 高炳华 (92)
化学光谱法测定高纯 Sc_2O_3 中27种杂质元素.....	张先禄 张凤华 (99)
火花源质谱法测定高纯 Sc_2O_3 中20种杂质元素.....	何年云 李炳林 吴杰 王银妹 (109)

原子吸收法测定高纯 Sc_2O_3 中10种非稀土元素.....	张天祥	杨俊卿	林素范 (113)
萃取色层分离水平式ICP/AES法测定高纯 Sc_2O_3 中微量杂质元素		杨晓进	关景素 (119)

第五部分 高纯 La_2O_3

ICP/AES法测定99.99% La_2O_3 中非稀土杂质元素.....	刘虎生	冯 斌 (130)
ICP/AES法测定99.99% La_2O_3 中Ce, Pr, Nd和Sm		刘虎生 冯 斌 (136)
萃取分离非水流动注射原子吸收法测定高纯 La_2O_3 中Fe, Co, Ni, Cu, Pb, Mn, Cr.....	李荣辉	郭冬发 刘怀梅 张秉义 (143)
萃取分离ICP/AES法测定高纯 La_2O_3 中微量V.....	李荣辉	郭冬发 (147)
火焰原子吸收光谱法直接测定高纯 La_2O_3 中Fe, Co, Cu, Pb, Cr, Ni, Mn		张秉义 杨爱荣 孙传敏 (151)

第六部分 高纯 Nd_2O_3

化学分离X射线荧光光谱法测定高纯 Nd_2O_3 中14种稀土杂质元素		肖德明 唐梅香 王 鹤 (156)
化学分离ICP/AES法测定高纯 Nd_2O_3 中微量稀土杂质元素.....	杨秀宗	吴海燕 (160)
萃取分离火焰原子吸收光谱法测定高纯 Nd_2O_3 中Cu, Co, Ni, Cr, Fe		魏 澎 裴玲云 李振涛 (165)
萃取分离ICP/AES法测定高纯 Nd_2O_3 中的微量V.....	裴玲云	魏 澎 (169)
石墨炉原子吸收光谱法直接测定高纯 Nd_2O_3 中微量Cu, Cr, Co, Ni		梁春梅 罗爱华 (173)
火焰原子吸收法直接测定高纯 Nd_2O_3 中的Ca和Fe.....	罗爱华	梁春梅 (178)
钼蓝光度法测定高纯 Nd_2O_3 , Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 中Si.....	陈泉娣	林原芳 (181)
硫氰酸盐-邻菲罗啉萃取光度法测定 Nd_2O_3 , Dy_2O_3 及 Tb_4O_7 中微量Fe		林原芳 陈泉娣 (186)

第七部分 高纯 Dy_2O_3

萃取色层分离X射线荧光光谱法测定高纯 Dy_2O_3 中稀土杂质元素		赵汲平 周爱兰 (192)
P_{507} 萃取色层分离X射线荧光光谱法测定高纯 Dy_2O_3 中14种稀土杂质元素		唐梅香 肖德明 (196)
ICP/AES法测定高纯 Dy_2O_3 中Tb, Ho和Er.....	胡贤君	韩月明 (201)
原子吸收光谱标准加入法测定高纯 La_2O_3 和 Dy_2O_3 中Ca.....	唐良保	(205)

第八部分 高纯 Tb_4O_7

溶液干渣光谱法测定高纯 Tb_4O_7 中14种稀土杂质.....	张风华	张先禄 (210)
化学光谱法测定高纯 Tb_4O_7 中Fe.....	张先禄	张风华 (214)

原子吸收光谱法测定高纯 Tb_4O_7 中 Ca	孙素卿 宋新 康惟道 (218)
萃取色层分离 ICP/AES 法测定高纯 Tb_4O_7 中 14 种稀土杂质	胡贤君 韩月明 (220)
P_{507} 萃取色层 X 射线荧光光谱法测定高纯 Tb_4O_7 中 14 种稀土杂质	周爱兰 赵汲平 (225)
附录 英文摘要	(231)

第一部分 概论

Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Dy_2O_3 和 Tb_4O_7 7种高纯稀土产品50种分析方法概况

李 炳 林

(中国核工业总公司稀土分析检测中心, 北京275信箱88分箱, 102413)

“稀土”被称为工业的维生素, 它已在国民经济多方面得到了广泛的应用。有人称稀土是“21世纪工业的希望所在”, 人们正在进一步研究它的本征功能, 开拓新的应用天地。

1988年中国核工业总公司决定开发稀土产品和稀土应用产品, 目标是要使它成为继“核电”、“黄金”之后第三个支柱性转民项目。

分析是工艺的眼睛, 先进、可靠的分析检测技术能保证稀土产品的质量, 随着技术的发展, 还能促进稀土产品质量不断提高和进一步开拓国内外市场。为此1989年总公司决定成立中国核工业总公司稀土分析检测中心。

我国为单一高纯稀土产品规定的国家标准(国标)要求较低, 不能很好满足高技术领域的需要。例如, 作为彩电荧光粉用的99.99%荧光级 Y_2O_3 , 1990年前的指标仅控制其中的4个稀土杂质元素和6个非稀土杂质元素, 而占领欧洲和日本主要市场的法国罗纳-普朗克公司的99.99%荧光级 Y_2O_3 产品则要求分析所有其他14个稀土杂质元素和10个非稀土杂质元素。此外, 在某些重要杂质元素的控制指标上, 也有很大的差距。例如 CeO_2 , 国标要求低于 5×10^{-6} , 而罗纳-普朗克公司的则严到低于 1×10^{-6} 。单一高纯稀土产品在开拓国外市场时所遇到的另一个问题是分析值国内外不相符的情况时有发生, 能满足国家99.99%指标的产品有时国外并不认可。为此, 掌握准确、先进的分析方法对于开拓稀土产品的国内外市场是十分必要的。

总公司稀土应用开发办公室开发稀土产品的一个指导方针是起点要高, 目标瞄准国际先进水平。据此, 总公司稀土分析检测中心在安排7个高纯稀土产品分析方法研究时, 决定采纳罗纳-普朗克公司稀土产品指标来建立分析方法。过去出色地完成了高纯核燃料产品分析的核工业分析人员, 在技术上是有一定基础的。

国内原有的分析方法, 大多是针对稀土产品的国标要求而制定的, 其中也有一部分方法可分析全部14个稀土杂质元素和其他一些非稀土杂质元素, 但完全按照罗纳-普朗克公司产品指标要求而建立整套的分析方法在国内外资料中尚未见报道。总公司稀土分析检测中心在考虑建立分析方法时, 主要根据下面几个原则: (1) 尽量采用国内外比较先进的分离技术和分析技术。例如对于稀土杂质的测定, 较多采用ICP发射光谱和同位素稀释火花源质谱技术。在测定非稀土杂质时, 尽可能采用测定下限低的原子吸收分析方法。(2) 既考虑工厂要求的快速直接测定方法, 又研究测定下限低、准确度较高的化学分离后测定方法。(3) 为确保分析的可靠性, 按过去搞核燃料分析的传统, 对绝大多数待测元素均安排两个以上的方法, 并用一核样来检验所建方法的可靠性。为此, 当时对7种高纯稀土产品安排了30个

研究项目。由于许多项目均要求同时测定稀土杂质和非稀土杂质元素，它们与稀土产品主元素之间的分离很难用同一分离方法实现，因此一个研究项目要建立两个以上的分析方法。另外还有个别元素需要单独建立一种方法。故最后研究共建立了50种分析方法。众多分析方法的建立是核工业总公司4个研究院从事该项分析研究工作人员一年多来辛勤劳动、通力合作的结果。

1991年4月在“7种高纯稀土分析方法鉴定验收会”上共审查通过了50篇分析报告。这可以表明总公司稀土分析检测中心已掌握了 Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Sc_2O_3 , La_2O_3 ,

表1 对于99.99%荧光级 Y_2O_3 产品几种分析方法的测定下限($w/10^{-6}$)

元素 ¹⁾	化学分离 ICP/AES法 (原子能院)	火花源质谱法 (原子能院)	直接ICP/AES 法 (原子能院)	色层分离 AAS法 (原子能院)	直接AAS法 (原子能院)	化学荧光 (地研院)	法国罗纳- 普朗克公司 指标
La	0.25	1.0	1				<10
Ce	0.5	1.0	10			0.80	<1
Pr	0.5	1.0	10				<10
Nd	0.5	2.0	10				<10
Sm	0.5	2.0	10				<10
Eu	0.05	2.0	3				<5
Gd	0.25	2.0	3				<10
Tb	0.25	1.0	10				<10
Dy	0.25	2.0	3				<2
Ho	0.25	1.0	1				<10
Er	0.25	2.0	10				<5
Tm	0.25	2.0	10				<5
Yb	0.05	2.0	1				<5
Lu	0.25	2.0	1				<10
Fe	0.54			0.86	4.0		<5
Ca	5.6	3.0		5.0	3.5		<10
Cr	0.37		3	0.12			<5
Co	0.2	0.5		0.04			<1
Cu	0.2	0.5	3	0.04	3.5		<0.5
Ni	0.2	3.0	20	0.08	4.0		<5
Ti	0.95		1				<10
Na				6.75	4.0		<10
Pb	0.45	2.0		0.10	3.0		<4
Si	5 ²⁾						<25

1)表1至表7中测定下限和产品指标值均以各元素相应的氧化物量计。

2)分光光度法。

Nd_2O_3 , Tb_4O_7 和 Dy_2O_3 7种纯度为99.99%左右的高纯稀土产品中所有需要检测元素的分析方法。主要技术指标已满足国际上比较先进的罗纳-普朗克公司稀土产品指标的要求(数据列于表1—7中)。有些分析方法可测定纯度为99.999%至99.9999%的稀土产品的杂质。

通过两个以上不同方法的分析数据比对,表明总公司稀土分析检测中心所建立的分析方法是可靠的。其中一部分分析方法还有所创新。总体上讲,总公司稀土分析检测中心在高纯稀土产品分析方面已达到国内先进水平。当然,工作中不可避免地还存在某些缺陷。例如:

(1)有些分析方法本身具有多元素测定的能力,但由于任务的时间要求较紧,仅测定了一两个元素,有待今后进一步扩大应用范围。(2)少数研究项目中个别元素两种不同分析方法的测定值尚有较大差异,还未查明原因。

表2 对于99.99%荧光级 Eu_2O_3 产品几种分析方法的测定下限($\text{w}/10^{-6}$)

元素	化学光谱法 (化冶院)	直接AAS法 (化冶院)	化学分离 AAS法 (地研院)	火花源质谱法 (原子能院)	直接ICP/AES 法 (原子能院)	色层分离 ICP/AES法 (原子能院)	法国罗纳- 普朗克公司 产品指标
La	0.5			1	10	0.04	<50
Ce	2		0.8 ²⁾	1	10	0.2	<2
Pr	4			1	10	0.2	<20
Nd	2			2	5	0.2	<20
Sm	0.5			5	10	0.012	<20
Gd	1			5	10	1.0	<20
Tb	4			2	20	0.6	<100
Dy	0.5			2	5	0.2	<50
Ho	1			2	5	0.2	<50
Er	0.5			2	10	0.6	<50
Tm	0.5			2	5	0.2	<50
Yb	0.05			2	0.5	0.06	<50
Lu	4			2	20	0.6	<50
Y	0.2			2	1	0.06	<5
Fe		3.6	0.5				<5
Si		5 ¹⁾					<20
Ca			10 ³⁾	3			<10
Na			10 ³⁾	3			<20
Ni		3.2	0.5	2			<10
Cu		3.1	0.5	2			<6
Pb		2.9	1.1	2			<10

1)分光光度法。

2)化学荧光法。

3)标准加入法。

表3 99.99%Sc₂O₃产品几种分析方法测定下限 (w/10⁻⁴)

元素	色层分离水平ICP/AES法 (原子能院)	阳离子交换水平ICP/AES法 (原子能院)	火花源质谱法 (原子能院)	化学光谱法 (化冶院)	化学分离 AAS法 (化冶院)	化学分离 ICP/AES法 (原子能院)	法国罗纳-普朗克公司 产品指标
La	0.017	0.083	1.0	2.0			<10
Ce	0.05	0.25	1.0	0.2			<1
Pr	0.05	0.25	1.0	2.0			<10
Nd	0.05	0.25	2.0	2.0			<10
Sm	0.037	0.083	2.0	2.0			<10
Eu	0.0033	0.017	2.0	1.0			<5
Gd	0.017	0.083	2.0	2.0			<10
Tb	0.017	0.083	1.0	2.0			<10
Dy	0.0033	0.017	2.1	0.4			<2
Ho	0.017	0.083	1.0	2.0			<10
Er	0.017	0.083	2.0	1.0			<5
Tm	0.017	0.083	2.0	1.0			<5
Yb	0.0033	0.017	2.0	1.0			<5
Lu	0.017	0.083	2.0	2.0			<10
Y	0.017	0.083	1.0	1.0			
Fe				1.0	2.1	3	<5
Ca				2.0	5.6	4	<10
Cr				1.0	2.2	0.57	<5
Co			1.0	0.2	0.25	0.5	<1
Cu			0.5	0.1	0.25	0.1	<0.5
Ni				1.0	2.5	1	<5
Pb			2.0	0.8	1.7	1	<4
Mg				2.0	5.0	1.3	<10
Al				2.0	4.7	1.5	<10
Zr			5.0	1.0		0.45	<10
Hf			5.0	1.0		0.4	<10
Ti				1.0			<5
Si					5 ¹⁾		
Na					5.1		

1)分光光度法。

表4 对于99.99光学级La₂O₃产品几种分析方法的测定下限 (w/10⁻⁶)

元素	直接ICP / AES 法 (化冶院)	P507色层分离 ICP/AES法 (化冶院)	化学分离 AAS法 (地研院)	直接AAS法 (地研院)	分光光度法 (化冶院)	法国罗纳-普朗克公司 产品指标
Ce	3.7	0.74				<10
Pr	1.2	0.24				<10
Nd	1.2	0.23				<10
Sm	1.2	0.23				
Eu, Gd Tb, Dy Ho, Er Tm, Yb Lu, Y						(其它稀土余量)
Fe	1.4	0.4	0.20	1.3		<3
V	1.8	0.4	1.3 ¹⁾			<5
Cr		0.4	0.25	0.74		<1.5
Mn	0.8	0.2	0.12	0.77		<5
Co		0.4	0.15	0.32 ²⁾		<1.5
Ni		0.76	0.50	6.3		<1
Cu	1.3	0.4	0.10	1.5		<6
Ca				2.0 ¹⁾		<50
Pb	8	2.8	0.80	4.7		<20
Si					5	<50

1) ICP法。

2) 标准加入法。

表 5 对于99.95%Nd₂O₃产品几种分析方法的测定下限 (w/10⁻⁶)

元素	分光光度法 (化冶院)	直接AAS法 (地研院)	化学分离AAS法 (地研院)	化学分离 X射线荧光法 (地研院)	化学分离 ICP/AES法 (理化院)	法国罗纳-普朗 克公司产品指标
La				0.90	2.5	
Ce				1.1	5	<50
Pr				1.0	10	<150
Sm				1.0	5	<150
Eu				0.50	5	
Gd				0.60	5	<100
Tb				0.70	5	
Dy				1.4	2.5	<50
Ho				1.0	5	
Er				0.80	2.5	<50
Tm				1.0	5	
Yb				1.4	2.5	<500
Lu				0.90	2.5	(其它稀土余量)
Y				5.0	2.5	
Fe		5.0	1.0		0.5 ¹⁾	<5
Ca		10	20 ¹⁾			<100
Si	5				10 ²⁾	<50
Cr		2.0	1.0			<5
Co		2.0	1.0			<5
Cu		1.0	0.6			<2
Ni		2.0	1.0			<5
V			1.3 ²⁾			<10

1)标准加入法。

2)ICP法。

3)分光光度法。

表 6 对于99.95% Tb_2O_3 产品几种分析方法的测定下限 ($w/10^{-4}$)

元 素	直接发射光谱法 (化冶院)	分光光度法 (化冶院)	萃取色层分离 ICP/AES法 (理化院)	化学分离X射线 荧光光谱法 (理化院)	法国罗纳-普朗克 公司产品指标
La	20		1.25	3.6	<100
Ce	20		5	3.9	<30
Pr	20		5	3.0	<25
Nd	20		5	3.9	<25
Sm	20		1.25	4.5	<50
Eu	5		1.25	4.8	<20
Gd	40		1.25	4.5	<100
Dy	40		1.25	8.4	<100
Ho	20		1.25	5.4	<100
Er	20		1.25	6.0	<100
Tm	5		1.25	6.3	(其它稀土含量)
Yb	2		1.25	7.8	
Lu	20		0.25	6.9	
Y	10		0.25	1.1	
Fe	2			0.5 ¹⁾	<10
Ca		20 ¹⁾			<50
Si		5		10 ²⁾	<50

1)原子吸收法。

2)分光光度法。

表 7 对于99.95% Dy₂O₃产品几种分析方法的测定下限 (w/10⁻⁶)

元素	分光光度法 (化冶院)	化学分离X射 线荧光光谱法 (地研院)	标准加入 原子吸收法 (地研院)	ICP/AES法 (理化院)	化学分离X射 线荧光光谱法 (理化院)	法国罗纳-普朗 克公司产品指标 ¹⁾
La		0.90		(20) ¹⁾	3.6	
Ce		1.1		(75)	3.9	
Pr		1.0		(75)	3.0	
Nd		1.2		(75)	3.9	
Sm		1.0		(50)	4.5	
Eu		0.50		(20)	4.8	
Gd		0.60		(20)	4.5	
Tb		0.70		50	4.8	<100
Ho		1.0		50	5.4	<100
Er		0.80		50	6.0	<100
Tm		1.0		(20)	6.3	
Yb		1.4		(10)	7.8	
Lu		0.90		(20)	6.9	
Y		5.0		(5)	1.1	
Fe					0.5 ²⁾	<10
Ca			20			<200
Si	5				10 ²⁾	<100

1)括弧内为观察限。

2)分光光度法。

3)稀土氧化物杂质含量<0.05% (REO, imp<0.05%)。

