



CN9900377

CNIC-01280

IAE-0186

# 中国核科技报告

## CHINA NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY REPORT

光纤光导分光光度计

OPTICAL FIBER SPECTROPHOTOMETER

*(In Chinese)*



30 - 12

中国核情报中心  
原子能出版社



China Nuclear Information Centre  
Atomic Energy Press



庄维新：中国原子能科学研究所副研究员，1963年毕业于厦门大学化学系。

ZHUANG Weixin; Associate research fellow of China Institute of Atomic Energy. Graduated from Department of Chemistry, Xiamen University in 1963.

CNIC-01280

IAE-0186

# 光纤光导分光光度计

庄维新 田果成 叶国安 周志宏 程微微  
黄立峰 刘素英 唐延吉 胡景忻 赵永刚

(中国原子能科学研究院, 北京)

## 摘 要

介绍了用“双臂光出电回”的方法把UV-365紫外/可见/近红外分光光度计改装成光纤光导分光光度计, 光纤长5 m。还介绍了用“单臂光出光回”的方法把 $\lambda_{19}$ 紫外/可见/近红外分光光度计改装成光纤光导分光光度计, 光纤长10 m。改装后的光纤光导分光光度计能和本机一样正常工作, 所以, 特别适用于放射性工作。

# Optical Fiber Spectrophotometer

*(In Chinese)*

ZHUANG Weixin TIAN Guocheng YE Guoan ZHOU Zhihong

CHENG Weiwei HUANG Lifeng LIU Suying TANG Yanji

HU Jingxin ZHAO Yonggang

(China Institute of Atomic Energy, Beijing)

## ABSTRACT

A method called "Two Arm's Photo out & Electricity Send-back" is introduced. UV-365 UV/VIS/NIR spectrophotometer has been reequiped by this way with 5 meters long optical fiber. Another method called "One Arm's Photo out & Photo Send-back" is also introduced.  $\lambda_{19}$  UV/VIS/NIR spectrophotometer has been reequiped by this way with 10 meters long optical fiber. Optical fiber spectrophotometer can work as its main set. So it is particularly applicable to radio activity work.

# 引言

光纤光导分光光度计是利用光纤传输光信号，以实现分光光度计对测量样品远距离分析，尤其适合于强放射性的样品。利用光纤光导分光光度计测量超铀元素在水溶液中的价态和浓度，在生产和科研工作中是很有意义的。

在法、英、德、美等国的核燃料后处理厂生产线上，利用光纤传感器实现了部分在线分析，能快速地测出水相和有机相中超铀元素的价态和浓度。

本文利用日本岛津生产的 UV-365/紫外/可见/近红外分光光度计改装成具有 5 m 长光纤的光纤光导分光光度计。利用美国 PE 公司生产的  $\lambda_{19}$  紫外/可见/近红外分光光度计改装成具有 10 m 长光纤的光纤光导分光光度计。两套系统安装调试后，工作正常，能和本机一样，被用于定性和定量分析。

## 1 系统安装及调试

### 1.1 UV-365 紫外/可见/近红外光纤光导分光光度计

光纤光导分光光度计由一台日本岛津产的 UV-365 紫外/可见/近红外分光光度计改装而成。它的光路图如图 1 所示。

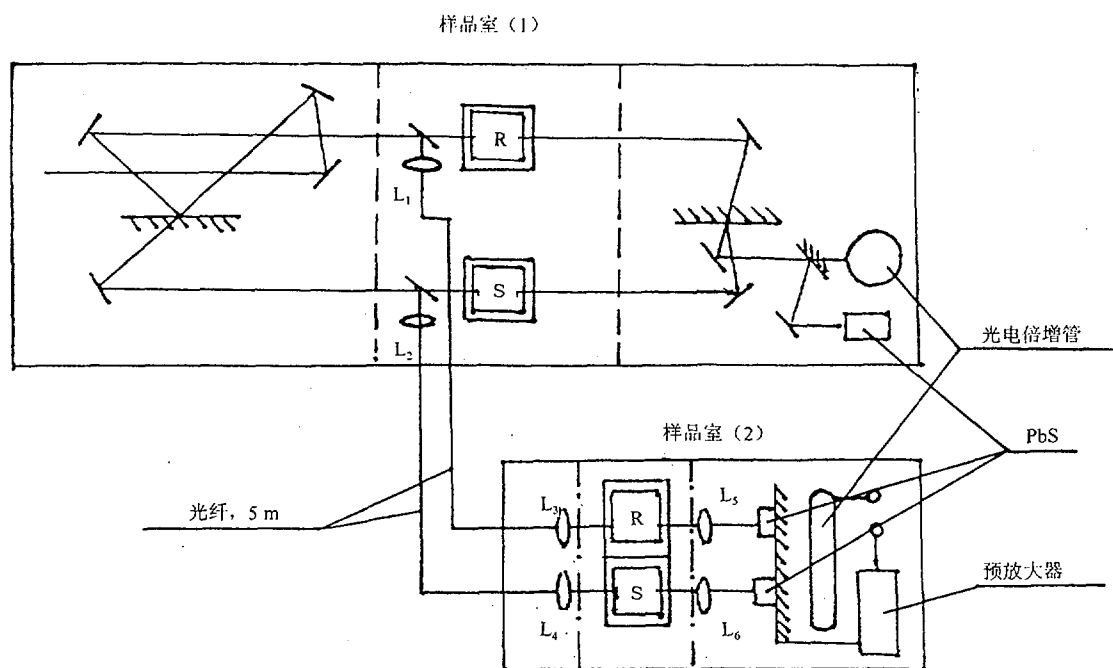


图 1 光纤光导分光光度计光路图

它的改装方法如下：样品室 1 为 UV-365 本机的样品室。进入样品室的二束光经反光镜分别投射到透镜  $L_1$  和  $L_2$  上，透镜将光聚焦在光纤束的端面上，光纤束固定在五维调整架上，如图 2 所示。聚光镜采用显微镜的 10 倍目镜。为了获得尽量大的光强，每一路光纤都是由 19 根纯石英光纤紧密排列的光纤束组成，其总直径约为 2 mm，单根石英光纤的直径为 0.4 mm，外有硅橡胶包层，厚 0.1 mm 在输入端光纤剥除包层。光沿光纤传输，经透镜

$L_3$  和  $L_4$  后, 成为二束平行光进入样品室 2 并分别穿透参比室和样品室, 再分别经  $L_5$  和  $L_6$  聚焦后, 投射到 PbS 或光电倍增管上。PbS 光电二级管的灵敏度较低, 信号须经预放大后, 送入主机放大。

系统的光谱范围在短波长方向取决于光纤的传输谱, 在长波长方向取决于光电转换器响应谱。光电倍增管响应谱范围为 830~330 nm, 光电二极管的响应谱范围为 1100~450 nm。整套光纤光导系统的实际工作范围为 1100~390 nm, 系统的光耦合效率约为 30%。

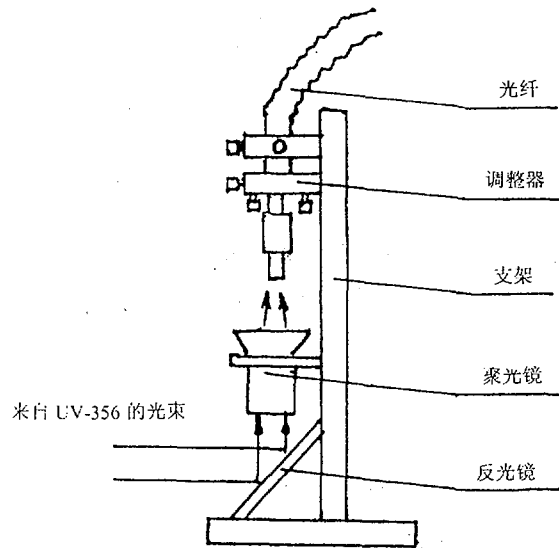


图 2 光纤与分光光度计的光耦合

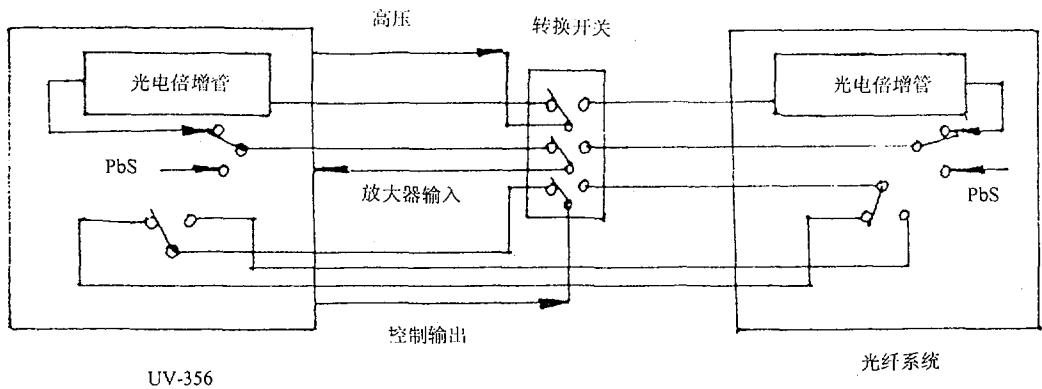


图 3 控制线路图

在 UV-365 本机样品室, 即样品室 1 内, 装有一个微动开关, 当样品室开盖时, 光电倍增管的高压电源和狭缝调节电路即自动切断, 保证了系统的安全。在样品室 2 内, 也装有一个微动开关, 整套系统通过转换开关连接, 如图 3 所示, 当开关接通 1 时, UV-365 本机

工作；当接通 2 时，光纤系统工作。改装后的分光光度计，既可以用样品室 1 作本机使用，又可以用样品室 2 作远距离操作。本装置光纤长 5 m，样品室 2 置于放化实验室的手套箱内，所以，它可以用来作放化研究工作。

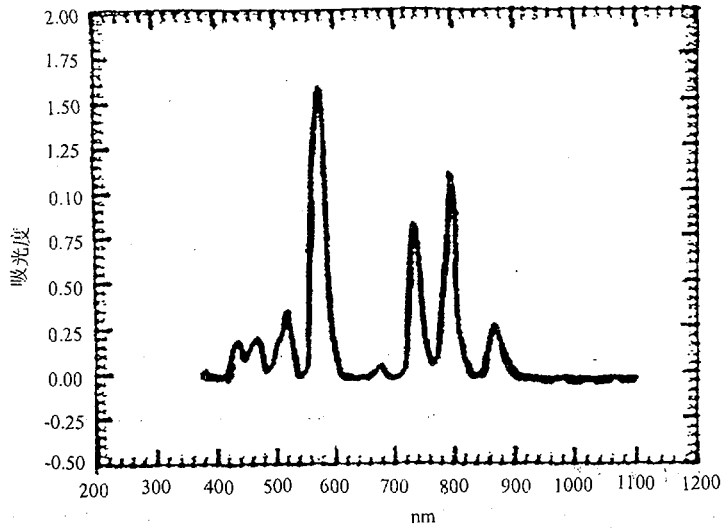


图 4 滤光片在本机和光纤系统中测量的结果  
(实线为本机结果，虚线为光纤系统结果)

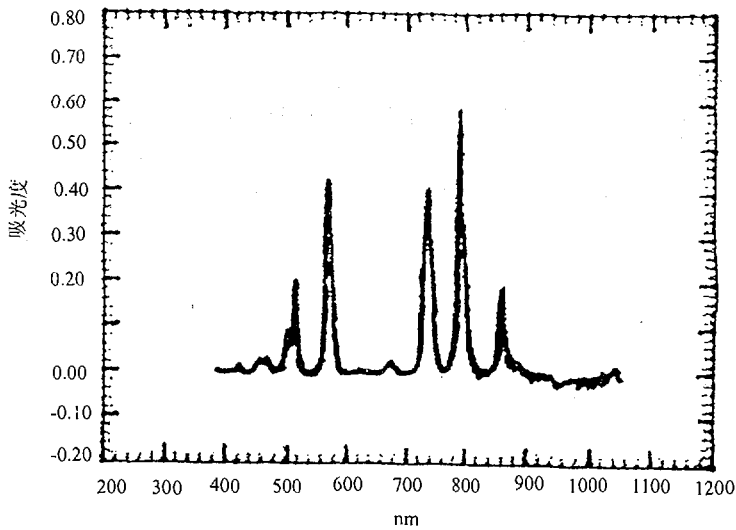


图 5 某稀土硫酸溶液在本机和光纤系统中测量的结果  
(实线为本机结果，虚线为光纤系统结果)

系统安装调试之后，进行了本机系统和光纤系统的测定。图 4 给出滤光片在本机与光

纤系统中测量的结果,图 5 给出某稀土硫酸溶液在本机和光纤系统中测量的结果。由图 4 和图 5 可见,用光纤系统对样品的测量结果能与 UV-365 本机的测量结果吻合,说明光纤系统的工作是可靠的。

表 1 给出了分别用 UV-365 本机和光纤系统测得的  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  的摩尔消光系数。结果吻合。

表 1  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  的摩尔消光系数

体系	成分		摩尔消光系数	
	$[\text{HNO}_3] / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[\text{u}] / \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	UV-365 本机	光纤系统
水	0.5	1.00	8.2	8.4
	1.5	1.00	8.5	8.7
溶	3.0	1.00	9.3	9.4
	3.5	1.00	9.9	9.8
液	4.0	1.00	11.5	11.4
	5.0	1.00	12.3	12.3
30%	$\approx 0.2$	2.00	8.3	8.6
TBP	$\approx 0.2$	3.00	8.4	8.3

## 1.2 $\lambda_{19}$ 光纤光导分光光度计

美国 PE 公司生产的分光光度计编号为  $\lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_{19}$ , 编号越大, 仪器越高级, 光纤的搭配为: 低级主机配长光纤 (可长达 10 m), 高级主机配短光纤 (只 1.2 m 长)。从工作看, 我们要进口  $\lambda_{19}$  高级主机, 但配 1.2 m 长光纤, 对放射性工作意义不大, 为此, 我们认为参比臂可不必用光纤, 仍在主机上操作, 而把测量臂光纤延长到 10 m, 即把双臂短光纤改为单臂长光纤。改装后的  $\lambda_{19}$  光纤光导分光光度计光纤长度从 1.2 m 延长到 10 m。使核燃料后处理厂的在线分析成为可能。

现在我们实验室的这台改装后的  $\lambda_{19}$  光纤光导分光光度计, 由于采用“光出光回”结构, 其精度和稳定性远超过 UV-365 光纤光导分光光度计 (“光出电回”)。

图 6 给出两条钛滤光片的吸收谱线, 二条谱线完全重叠。其中一条是用  $\lambda_{19}$  紫外/可见/近红外分光光度计本机测得的, 另一条谱线是用样品臂联上 10 m 长光纤 (来回 20 m) 的该  $\lambda_{19}$  分光光度计测得的。二条谱线完全重叠, 说明带光纤光导的  $\lambda_{19}$  分光光度计能像本机一样正常工作。

图 7 给出了用  $\lambda_{19}$  光纤光导分光光度计测得的不同硝酸浓度溶液中硝酸铀酰的吸收光谱。样品中铀浓度为 41.4 g/L。

图 8 给出了用  $\lambda_{19}$  光纤光导分光光度计测得的异丁醛还原  $\text{Pu}(\text{IV})$  的全过程。 $\text{Pu}(\text{IV})$  的起始浓度为  $2.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ , 异丁醛浓度为 1.09 mol/L, 硝酸浓度为 0.30 mol/L, 反应温度为 18  $^\circ\text{C}$ , 扫描间隔为 2 min。

由图 7、图 8 可见, 光纤光导分光光度计可以和不带光纤的普通分光光度计一样用于热力学或动力学研究。由于使用光纤后可实现样品室和主机分体, 避免污染, 所以光纤光导分光光度计特别适用于放射性工作。



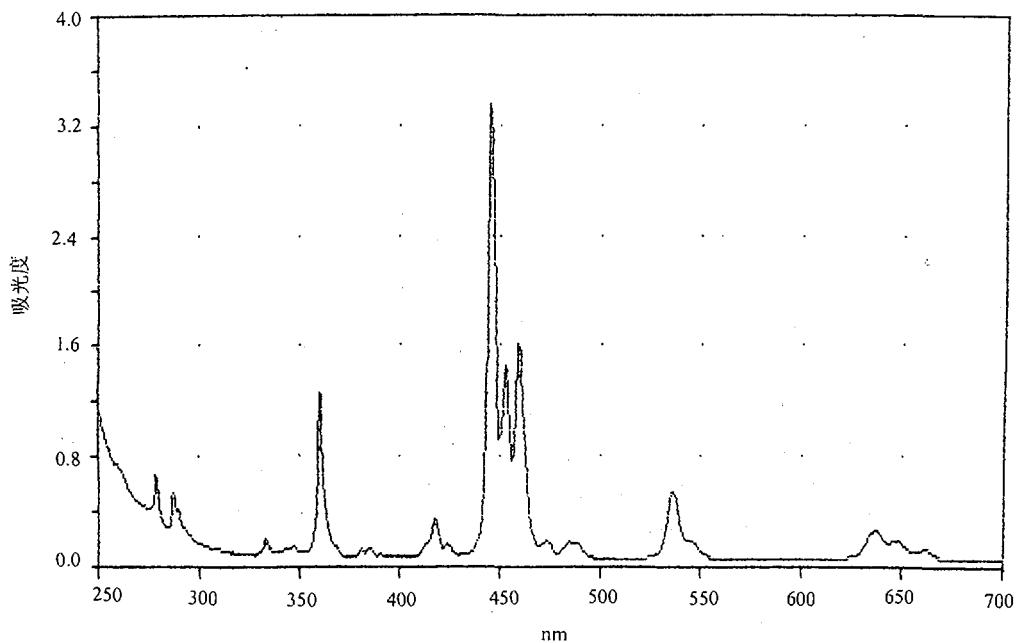


图 6 钛滤光片在  $\lambda_{10}$  本机上和在具有光纤光导的  $\lambda_{10}$  上的测量结果

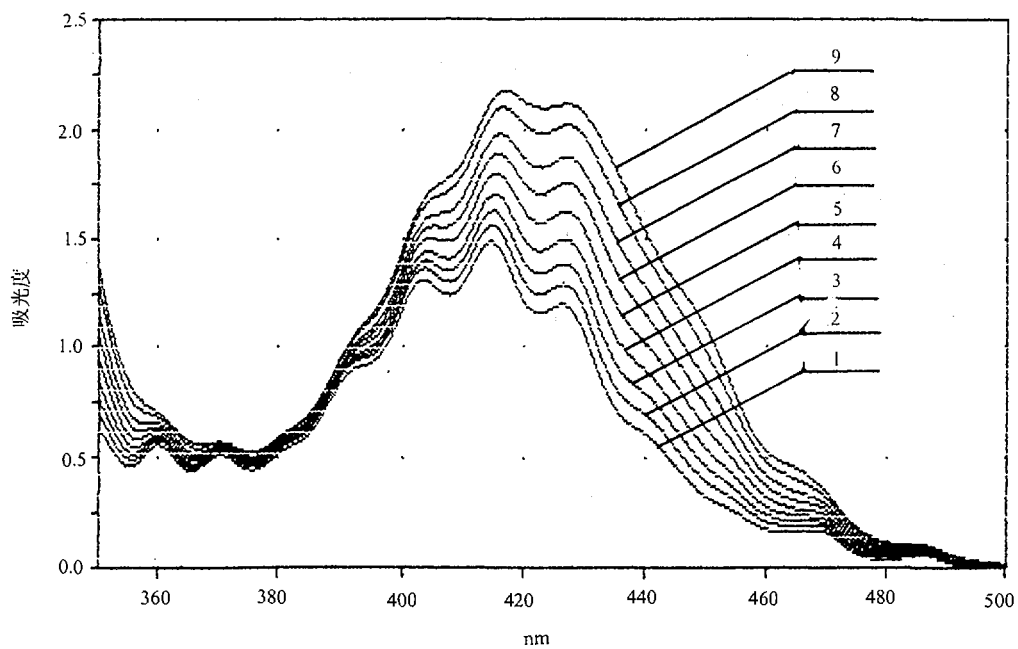


图 7 不同硝酸浓度溶液中硝酸铀酰的吸收光谱

图中标号与硝酸浓度的对应关系为：1—0.0 mol/L；2—0.7 mol/L；  
 3—1.5 mol/L；4—2.2 mol/L；5—3.0 mol/L；6—3.7 mol/L；  
 7—4.5 mol/L；8—5.2 mol/L；9—5.9 mol/L。

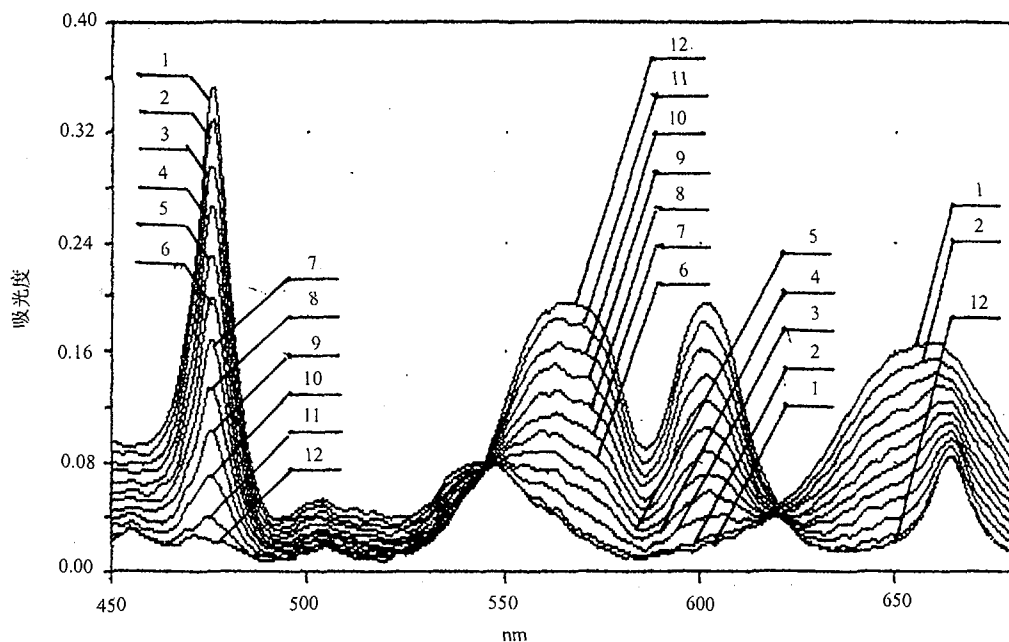


图 8 异丁醛还原 Pu(N) 的吸收光谱

## 2 结 论

(1) UV-365 紫外/可见/近红外分光光度计可以用两条 5 m 长的光纤把参比臂和样品臂的光源引出主机进入分开的样品室, 透过样品的光投射到光敏元件转变成电信号, 经过预放大后, 返回主机, 实现“光出电回”。改装后的 UV-365 光纤光导分光光度计能和本机一样工作, 特别适用于放射性样品的测量分析。

(2)  $\lambda_1$  紫外/可见/近红外分光光度计可以用 10 m 长的光纤把样品臂的光源引出主机进入分开的样品室, 透过样品的光投射到另一条 10 m 长光纤的端面, 经光纤送回主机, 实现“光出光回”。改装后的  $\lambda_1$  光纤光导分光光度计能和本机一样工作, 特别适用于放射性样品的测量分析。

## 参 考 文 献

- 1 罗庆尧, 邓延焯, 蔡汝秀, 曾云鹤. 分光光度分析. 北京: 科学出版社, 1992
- 2 罗文宗, 张文青. 铀的分析化学. 北京: 原子能出版社, 1991.6

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中国核科技报告 CNIC-01280 IAE-0186: 光纤光导分光光度计/庄维新等著. —北京: 原子能出版社, 1998. 12  
ISBN 7-5022-1872-6

I. 中… II. 庄… III. 核技术-中国-研究报告 IV. TL-  
2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 21500 号

光纤光导分光光度计

庄维新等著

©原子能出版社, 1998

原子能出版社出版发行

责任编辑: 郭向阳

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

中国核科技报告编辑部排版

核科学技术情报研究所印刷

开本 787×1092 1/16 · 印张 1/2 · 字数 12 千字

1998 年 12 月北京第一版 · 1998 年 12 月北京第一次印刷

定价: 5.00 元

# CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7-5022-1872-6



9 787502 218720 >