



国家电网
STATE GRID

国家电网公司运行分公司

GRID OPERATION BRANCH OF
STATE GRID CORPORATION OF CHINA

特高压直流换流站检修标准化作业指导书

特高压直流换流站 设备检修 例行试验工艺和质量标准

国家电网公司运行分公司 组编

(一次设备)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国家电网公司运行分公司

GRID OPERATION BRANCH OF
STATE GRID CORPORATION OF CHINA

特高压直流换流站检修标准化作业指导书

特高压直流换流站 设备检修 例行试验工艺和质量标准

国家电网公司运行分公司 组编

(一次设备)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

特高压直流换流站检修标准化作业指导书. 特高压直流换流站设备检修、例行试验工艺和质量标准. 一次设备/国家电网公司运行分公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5123-6093-8

I. ①特… II. ①国… III. ①特高压输电—直流换流站—一次设备—设备检修—标准化管理—中国 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 137894 号

特高压直流换流站检修标准化作业指导书. 特高压直流换流站设备检修、例行试验工艺和质量标准. 一次设备

中国电力出版社出版、发行

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

2014 年 6 月第一版

2014 年 6 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 横 16 开本 19 印张

625 千字

定价 596.00 元 (1 套)

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 任 叶廷路

副 主 任 熊幼京 余克武

编写人员	陕华平	廖卉莲	胡锦涛	常 勇	张 豪	曹力潭	靳海路	李腾亮	何露芽	许 杨
	廖文锋	阮思烨	喻春雷	马永斌	张一坤	鲁 阳	朱云华	李锋锋	徐 兵	魏华兵
	杨世贵	吴 宁	刘之奎	郝跃东	欧阳震	张 勇	程 锦	焦晨骅	桂传林	李跃婷
审核人员	张 平	李建建	彭广才	殷俊新	汤晓峥	李继辉	仝培理	衣福全	张 民	孙 杨
	李 辉	程 炯	凌 云	郭 涛	张海滨	沈志刚	钟 义	曾喜闻	李华兵	屈万一



序

特高压直流输电工程具有输送容量大、送电距离远、功率损耗低等特点，在促进能源资源大规模、大范围优化配置，推进实施“一特四大”战略，推动能源发展方式转变，破解当前雾霾困局方面具有重要的基础性作用。作为特高压直流输电工程的核心组成部分，换流站的运维检修水平的高低在很大程度上决定了整个直流输电工程能否安全可靠运行。国家电网公司运行分公司是从事直流输电工程换流站运维检修业务的专业公司，主要负责±800kV及以上换流站的运维检修管理，并为属地化管理的换流站提供运维检修技术支持和运维检修技能培训等专业化服务。

特高压直流换流站设备检修是国家电网公司运行分公司核心业务之一，是发现设备隐患、消除设备缺陷、提高设备性能、提升直流输电系统可用率的有效方法。与常规换流站相比，特高压直流换流站检修有设备多、工作量大、技术复杂和创新点多等特点。为做好特高压直流换流站设备检修工作，国家电网公司运行分公司按照“标准统一、纵向贯通、横向协同、管控有力、运转高效”的原则，在充分总结多年换流站检修经验的基础上，组织多名长期从事换流站检修工作的专业技术人员，经过前后长达五年的时间编写完成了《特高压直流换流站检修标准化作业指导书》，用以指导特高压直流换流站现场检修标准化作业的开展，实现特高压直流换流站检修工作规范、高效、经济的目的。

期望这套指导书的出版发行，能对推动特高压直流换流站的检修标准化作业起到积极作用，为直流输电事业健康发展作出贡献。

叶廷路

2014年5月



前 言

检修标准化作业是将检修工作以安全、质量、效益为目标，对检修的安全、质量、技术、工艺和流程要求，以制度标准的形式发布，现场按标准的工艺、流程进行实施的作业。

为规范特高压换流站检修工作，国家电网公司运行分公司全面总结 20 年来直流换流站运维检修经验，组织公司系统多名长期从事直流换流站检修工作的专业技术人员编制了本套标准化作业指导书。本指导书是基于国家电网公司相关检修试验标准、设备结构原理、厂家运维说明及换流站故障抢修实际事例编制而成的，编制目的是为了进一步规范检修现场作业，实现检修流程、工艺、质量标准化。

特高压直流换流站按照检修方式分为例行检修和特殊性检修；按照检修对象可分为换流阀、直流控保、阀水冷等核心设备检修及交直流一二次电气设备、辅助设备设施检修。本指导书分为六册，包括《特高压直流换流站设备检修、例行试验工艺和质量标准（一次设备、二次设备、例行试验共三册）》《特高压直流换流站换流变压器特殊性检修工艺》《特高压直流换流站大型设备更换标准化作业指导书》《特高压直流换流站自验收标准化作业指导书》，适用于直流输电工程运维检修和生产管理人员。

本书在编写过程中得到了国家电网公司、有关省公司、技术监督单位、检修施工单位以及设备制造厂家的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！限于编者水平和经验，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎批评指正。

编 者

2014 年 5 月



目 录

序 前言

第一章 换流阀	1	4 原始记录	90
1 修前准备	1	第四章 交、直流滤波器及并联电容器组、中性线母线电容器	92
2 检修工艺及质量标准	2	1 修前准备	92
3 验收记录	41	2 检修工艺及质量标准	93
4 原始记录	42	3 验收记录	98
第二章 换流变压器	50	4 原始记录	99
1 修前准备	50	第五章 载波装置、噪声滤波器及耦合电容器	102
2 检修工艺及质量标准	51	1 修前准备	102
3 验收记录	63	2 检修工艺及质量标准	103
4 原始记录	65	3 验收记录	105
第三章 平波电抗器	71	4 原始记录	106
第一节 油浸式平波电抗器	71	第六章 电压互感器	108
1 修前准备	71	第一节 直流分压器	108
2 检修工艺及质量标准	72	1 修前准备	108
3 验收记录	82	2 检修工艺及质量标准	109
4 原始记录	83	3 验收记录	111
第二节 干式平波电抗器	87	4 原始记录	112
1 修前准备	87	第二节 电容式电压互感器	114
2 检修工艺及质量标准	88	1 修前准备	114
3 验收记录	89	2 检修工艺及质量标准	115

3 验收记录	116
4 原始记录	117
第七章 电流互感器	119
第一节 直流电流互感器	119
1 修前准备	119
2 检修工艺及质量标准	120
3 验收记录	122
4 原始记录	123
第二节 交流电流互感器	124
1 修前准备	124
2 检修工艺及质量标准	125
3 验收记录	126
4 原始记录	127
第八章 交、直流氧化锌避雷器	129
1 修前准备	129
2 检修工艺及质量标准	130
3 验收记录	131
4 原始记录	132
第九章 防雷系统	134
第一节 避雷针及避雷线	134
1 修前准备	134
2 检修工艺及质量标准	135
3 验收记录	136
4 原始记录	137
第二节 站内接地网及接地装置	138
1 修前准备	138
2 检修工艺及质量标准	139
3 验收记录	141
4 原始记录	141

第十章 直流穿墙套管	143
1 修前准备	143
2 检修工艺及质量标准	144
3 验收记录	145
4 原始记录	146
第十一章 交、直流隔离开关及接地开关	148
1 修前准备	148
2 检修工艺及质量标准	149
3 验收记录	151
4 原始记录	152
第十二章 交流 SF ₆ 断路器	155
1 修前准备	155
2 检修工艺及质量标准	156
3 验收记录	158
4 原始记录	159
第十三章 GIS 组合电器	162
1 修前准备	162
2 检修工艺及质量标准	163
3 验收记录	170
4 原始记录	172
第十四章 直流 SF ₆ 断路器及成套装置	174
1 修前准备	174
2 检修工艺及质量标准	175
3 验收记录	178
4 原始记录	180
第十五章 电力变压器及高压电抗器	182
第一节 油浸式电力变压器	182
1 修前准备	182
2 检修工艺及质量标准	183

3 验收记录	183	1 修前准备	215
4 原始记录	184	2 检修工艺及质量标准	216
第二节 油浸式高压并联电抗器	188	3 验收记录	218
1 修前准备	188	4 原始记录	219
2 检修工艺及质量标准	189	第三节 35kV、10kV 和 400V 开关柜	220
3 验收记录	189	1 修前准备	220
4 原始记录	191	2 检修工艺及质量标准	221
第三节 干式变压器及干式电抗器	195	3 验收记录	222
1 修前准备	195	4 原始记录	223
2 检修工艺及质量标准	196	第十九章 水冷系统	224
3 验收记录	197	第一节 内冷水系统	224
4 原始记录	199	1 修前准备	224
第十六章 35kV 无功补偿装置	200	2 检修工艺及质量标准	225
1 修前准备	200	3 验收记录	228
2 检修工艺及质量标准	201	4 原始记录	230
3 验收记录	203	第二节 外水冷系统	230
4 原始记录	205	1 修前准备	230
第十七章 母线、支柱绝缘子和悬式绝缘子	207	2 检修工艺及质量标准	232
1 修前准备	207	3 验收记录	238
2 检修工艺及质量标准	208	4 原始记录	241
3 验收记录	209	第三节 外风冷系统	241
4 原始记录	210	1 修前准备	241
第十八章 站用电系统	211	2 检修工艺及质量标准	243
第一节 35kV 和 10kV 架空线路	211	3 验收记录	245
1 修前准备	211	4 原始记录	246
2 检修工艺及质量标准	212	第二十章 工业生活给排水系统	248
3 验收记录	214	1 修前准备	248
4 原始记录	214	2 检修工艺及质量标准	249
第二节 35kV、10kV 和 400V 电力电缆	215	3 验收记录	251

4 原始记录.....	252
第二十一章 空调系统.....	253
1 修前准备.....	253
2 检修工艺及质量标准.....	254
3 验收记录.....	255
4 原始记录.....	256
第二十二章 消防系统.....	258
1 修前准备.....	258
2 检修工艺及质量标准.....	259

3 验收记录.....	263
4 原始记录.....	264
第二十三章 火灾报警系统.....	265
1 修前准备.....	265
2 检修工艺及质量标准.....	266
3 验收记录.....	267
4 原始记录.....	269
附录 一次设备力矩标准（鹅城换流站）.....	270

第一章

换 流 阀

1 修前准备

1.1 准备工作安排

序号	内 容	标 准	责任人	完成情况	存在问题
1	开工前 10 天, 向上级部门上报本次工作的材料计划	根据摸底时设备状况及需执行的反事故措施计划进行			
2	在工作前 7 天提交相关停役申请				
3	开工前 3 天, 准备好施工所需仪器仪表、工器具、特种作业车辆、相关材料、相关图纸及相关技术资料	仪器仪表、工器具、特种作业车辆应试验合格, 满足本次施工的要求, 材料应齐全, 图纸及资料应符合现场实际情况			
4	开工前确定现场工器具摆放位置	绘制现场工器具摆放位置定置图, 确保现场施工安全、可靠			
5	根据本次作业内容和性质确定好检修人员, 并组织学习本指导书	要求所有工作人员都明确本次工作的作业内容、进度要求、作业标准及安全注意事项			
6	填写第一种工作票, 在开工前一天交值班员	工作票应填写正确, 并按《国家电网公司电力安全工作规程 变电部分》(Q/GDW 1799.1—2013) 执行			

1.2 人员要求

序号	内 容	责任人	完成情况	存在问题
1	现场工作人员的身体状况、精神状态良好			
2	作业辅助人员 (外来) 必须经负责施教的人员, 对其进行安全措施、作业范围、安全注意事项等方面施教后方可参加工作			
3	特殊作业人员必须持有效证件上岗, 特种作业的工作应设置专责监护人			



续表

序号	内 容	责任人	完成情况	存在问题
4	所有作业人员必须具备必要的电气知识，基本掌握本专业作业技能及《国家电网公司电力安全工作规程 变电部分》（Q/GDW 1799.1—2013）的相关知识，并经《国家电网公司电力安全工作规程 变电部分》（Q/GDW 1799.1—2013）考试合格			
5	作业负责人必须经管理处书面批准			

1.3 设备缺陷统计分析

序号	项 目	责任人	备 注
1			
2			

2 检修工艺及质量标准

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
1	开工前的准备工作	检查并确认安全措施已布置到位	安全措施已布置到位，需要断引的部位已断开并已采取临时固定措施				
		检查并确认检修电源引接正确	1. 引接位置、方式正确。 2. 检修电源线 2.5mm ² 及以上	电源引入处配置有明显断开点的刀开关和剩余电流动作保护器			
		检查仪器仪表、工具材料和备品备件合格	仪器仪表、工具材料和备品备件合格				
		召开班前会	交代工作范围、工作内容、带电部位、人员分工、需要注意的事项				
		仪器仪表、工具材料及大型机具摆放到位，并与周围带电设备保持足够的安全距离	按照检修定制图摆放，作业车与阀塔保持一定距离				
		检查并确定平台车电量充足，功能正常	电量指示高，无报警灯，操作正常				
		检查确认换流变压器阀侧无高压试验项目进行		防止换流变压器反送电			
2	外观检查	检查设备有无烧灼、放电、氧化痕迹	均压罩、电抗器、电阻器、电容器、晶闸管、晶闸管控制单元（TCU/TFM/TVM/GU/TTM/TCE/TEU）、光纤盒内防火包（必要时）、光纤接头、避雷器、绝缘子等部位无烧灼、放电、氧化痕迹	1. 穿专用防护服进入阀塔。 2. 随身携带工具做好登记，不得携带与检修无关的其他物品进入阀塔			

续表

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
2	外观检查	检查电抗器、电阻器、晶闸管有无裂痕、变形	1. 外表无裂痕, 无变形, 安装牢固。 2. 所有晶闸管压装紧固				
		检查电容器有无变形, 检查渗漏 (对于充油电容器)、端子连接情况	阀塔上所有电容器无渗漏, 无变形, 接线可靠				
		检查光纤有无断裂、破损、脱胶	阀塔上光纤连接可靠、排布整齐, 无断裂, 无破损, 无脱胶				
		检查悬吊绝缘子、拉杆有无裂痕	1. 悬吊绝缘子、拉杆正常, 无裂痕、无破损。 2. 瓷绝缘子定期探伤。 3. 检查绝缘子伞裙是否完好				
		检查晶闸管控制单元 (TCU/TFM/TVM /GU/TTM/TCE/TEU) 外观有无异常、松动	外观无异常, 插紧到位, 插座端子连接完好				
		1. 检查水管有无漏水。 2. 检查水管接头处的限位标记。 3. 阀塔水冷 PVDF 水管有无热熔及热熔变形痕迹	1. 水管接头的紧固标识无移位。 2. 等电位电极处无漏水。 3. 阀塔上所有水管无裂纹、无渗水, 相关连接部位无锈蚀。 4. 阀塔水冷 PVDF 水管无热熔及热熔变形痕迹				
		换流阀冷却水管固定件检查	所有冷却水管固定件均应无损伤、老化现象, 对水管固定应可靠, 固定处水管无挠动现象	特别应注意阀塔顶部主水管的固定检查			
		检查阀塔上无遗留物	无遗留物				
3	设备清扫	清扫屏蔽罩及底盘金属外框, 元件、器具表面及固定框架, 悬吊绝缘子及冷却水管外表面	屏蔽罩及底盘金属外框明亮清洁, 元件、器具表面及固定框架应清洁无尘, 悬吊绝缘子及冷却水管应清洁无尘	采用无毛专用抹布			
4	通流回路及元器件连接情况检查及处理	1. 检查通流回路及元器件连接情况, 是否有松动、变形。 2. 按力矩要求紧固松动螺栓	各电气元件连接正常				
5	水管等电位电极抽查及处理	1. 拆下冷却水管内的等电位电极。 2. 清除电极上的沉积物。 3. 检查其有效体积减小的程度, 当水中部分体积减小超过 20% 时, 进行更换, 并同时更换 O 形密封圈	1. 西门子技术路线换流阀 800kV 换流阀每 3 年检查及处理一遍, 500kV 及以下换流阀每 4 年检查及处理一遍。 2. 其他技术路线换流阀每 4 年抽查, 视情况决定是否处理				



续表

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
6	阀避雷器动作监测装置的检查及处理	1. 依次记录阀、中性点、六脉动桥阀等避雷器动作次数。 2. 必要时检查阀避雷器动作监测装置功能	1. 按附录格式记录准确无误。 2. 阀避雷器动作后，监测装置动作正确				
7	阀塔水压检查	1. 对水冷系统施加 110%~120%额定运行压力 15min，对冷却系统进行检查。 2. 检查主水路、冷却水管路、水接头和各个通水元件有无渗漏	1. 根据厂家说明书执行。 2. 主水路、冷却水管路、水接头和各个通水元件无渗漏	加乙二醇的按厂家要求执行			
8	光缆槽盒开盖检查	打开光缆槽盒，检查光纤及防火包	无损坏，无灼伤	新投运换流站首次年检时，应开展一次阀塔光缆槽及光缆全面检查，以后每 5 年开展一次；对于投运 10 年以上的换流站，每年年检时应安排抽检；对于投运 20 年以上的换流站，应每 2 年开展一次全面检查			
ABB 技术换流阀（6in）							
9	更换晶闸管	拆下防火隔板	注意不要损坏隔板本体	1. 晶闸管组件中任何一个元件被更换，都应用晶闸管试验装置对整个组件重新进行电气检查。 2. 如果一块 PS906 板被更换，应用晶闸管试验装置对所有与其相连的晶闸管组件进行电气检查			
		将门极导线从 TCU 上拔出	注意不要损坏导线本体				
		用尼龙提升带缠绕晶闸管					
		将扩张工具放在需更换的晶闸管处					
		将液压泵连至上述工具加压力	升至 30kN~35kN				
		检查扩张工具是否牢固撑在晶闸管两端的冷却器上					
		将压缩工具连至晶闸管组件的右轭上					

续表

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
9	更换晶闸管	将液压泵连至压缩工具并加压	加压至 190kN				
		将箝位螺母松开	用记号笔做好标记, 松开约 3.75 圈				
		慢慢打开液压泵上的释压阀					
		检查故障晶闸管两侧冷却器间的距离	应在 38mm~40mm 之间, 但不能超过 40mm				
		检查该组件中的其他晶闸管是否支撑良好					
		检查扩张工具的压力	不应低于 35kN				
		取下故障晶闸管	提起尼龙提升带, 拔下销钉	如果一个晶闸管损坏, 需要被更换, 那么应将晶闸管和其相应的 TCU 一同检查, 同时还应检查分压电阻是否损坏			
		用酒精和脱脂棉清洁故障晶闸管两侧冷却器的表面	表面应光洁无灰尘、颗粒等杂质				
		记录故障晶闸管编号 (SN 号)		避免与备品混淆			
		用砂纸蘸酒精轻轻地打磨冷却器表面		使用 P600 以上砂纸			
		再用脱脂棉清洁冷却器表面					
		重复上述步骤直至冷却器表面干净为止					
		用脱脂棉将硅油均匀涂抹在冷却器表面	在冷却器表面滴 0.5mL 的硅油 (两个冷却器各 0.5mL)	专用硅油 (导电、防氧化)			
		将新的门极导线接在新的晶闸管上					
		用砂纸蘸酒精轻轻地在晶闸管两接触面上摩擦					
		用脱脂棉蘸酒精清洁晶闸管表面		使用 P600 以上砂纸			
		在每个接触面上滴 0.5mL 的硅油, 并用脱脂棉将其涂抹均匀	0.5mL 的硅油				
		将处理好的晶闸管放在两冷却器之间, 并使门极导线能很容易地与 TCU 连接	安装下放时应缓慢、垂直, 防止划伤晶闸管表面	检查晶闸管极性是否正确			
		在压缩工具上加压	加压至 190kN				



续表

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
9	更换晶闸管	将箝位螺母拧紧	恢复至原标记处				
		打开释压阀，拆下压缩工具					
		打开释压阀，拆下扩张工具					
		将门极导线连至 TCU					
		安装防火隔板					
		检查是否已将所有工具从晶闸管组件上取下					
		检查组件中所有的导线连接是否良好					
		用 LTTA15 阀测试仪检查安装正确	LVT（400V）及 HVT（10000V）顺序试验结果 显示正常				
		同一组件中其他晶闸管的触发及阻抗检查	LVT 顺序试验结果显示正常				
10	更换 TCU	拆下 TCU 的屏蔽罩					
		拔下光纤	小心插拔光纤，避免光纤弯曲过度				
		解开 TCU 与电阻、晶闸管连接的导线		保存好拆下来的螺栓，不要 乱放			
		松开固定 TCU 的螺栓，换装新的 TCU					
		固定 TCU，连接导线、光纤，安装屏蔽罩，工 作完成后清理现场，不要将工具遗留在现场	连接光纤前清洁光纤头	使用专用光纤清洁工具			
		用 LTTA15 阀测试仪检查安装正确	LVT（400V）及 HVT（10000V）顺序试验结 果显示正常				
11	更换电阻 （R41/R42/R3）	松开固定电阻的螺栓，取下电阻		如果 R41/R42 其中一个损 坏，为保证两电阻串联后误差 小于 2%，这两个电阻都需要 更换，所以更换时应检查这两 个电阻上是否有相同的编号			
		用脱脂棉蘸酒精清洁新电阻与冷却器的接触 面	表面应光洁，无灰尘、颗粒等杂质				
		在电阻表面均匀涂抹导热胶	专用滚轮涂抹	不可涂抹过厚			

续表

序号	检修项目	检 修 工 艺	质 量 标 准	注意事项	责任人 签字	完成 情况	存在 问题
11	更换电阻 (R41/R42/R3)	将处理好的电阻安装在冷却器上					
		检查导线	检查连接 R42 与 TCU 间连接的白色导线没有损坏				
		用 LTTA15 阀测试仪检查安装正确	LVT (400V) 及 HVT (10000V) 顺序试验结果显示正常				
12	更换管形电阻 (R11/R12/R13/R14)	解开与电阻相连的导线					
		松开固定电阻的螺丝, 取下电阻					
		检查新电阻的阻值	在 $\pm 2\%$ 的范围内				
		安装新的电阻, 将导线连接好	力矩为 $8\text{N} \cdot \text{m}$				
		用 LTTA15 阀测试仪检查安装正确	LVT (400V) 及 HVT (10000V) 顺序试验结果显示正常				
13	更换电容 (C1x/C3)	拆下防火隔板					
		解开 TCU 上的光纤	小心插拔光纤, 避免将光纤弯曲过度				
		解开电容上的导线, 松开固定电容的螺丝					
		检查新电容是否在误差范围内	$C_{11}=2.5\mu\text{F}(\pm 3\%)$ 或标称值 $\pm 3\%$ $C_{12}=3.75\mu\text{F}(\pm 3\%)$ 或标称值 $\pm 3\%$ $C_3=0.68\mu\text{F}(\pm 5\%)$ 或标称值 $\pm 5\%$	C_{12} , 在 1—2 套管柱间测量 C_3 , 在 1—3 套管柱间测量			
		安装新的电容, 用力矩扳手固定新电容	力矩为 $10\text{N} \cdot \text{m}$				
		连接所有的导线	力矩为 $8\text{N} \cdot \text{m}$				
		安装防火隔板, 并将光纤连至 TCU					
		用 LTTA15 阀测试仪检查安装正确	LVT (400V) 及 HVT (10000V) 顺序试验结果显示正常				
14	更换光纤	将 TCU 上的光纤拔出, 将拔出的光纤做好标记					
		将新的光纤插入 TCU, 将新的光纤插入 TCU 前, 用光纤清洁工具将光纤头清洗干净	光纤头清洁工具必须单方向移动, 且每段清洁布只允许用一次				
		在 VCU 上用拔出器将光纤拔出					