

泰尔认证中心技术委员会

工作简报

2019 年第 1 期（总第 12 期）

主办：泰尔认证中心技术委员会

二〇一九年八月

【鸣谢】（排名不分先后）	1
【工作组动态】	2
2019 年上半年技术工作组工作动态	2
【业务新闻速递】	3
泰尔认证中心颁发首批 VOOC 闪充系列产品认证证书	3
北邮后 EMBA 信息通信产业领袖项目正式招生	4
绿色制造体系评价介绍	6
社会责任相关工作及业务介绍	9
泰尔认证中心在杭举办“信息通信行业质量品牌培训”	13
【技术前沿资讯】	14
5G 基站供电系统需求及供电技术探讨	14
5G 通信后备电源用磷酸铁锂电池系统的研制	20
【学术研究广场】	28

通信基站用蓄电池组共用管理设备研究	28
同步整流直流电源系统供电可靠性研究	37
【质量管理园地】	42
影响光缆粘结护套剥离强度测试结果的因素分析	42
检测机构评价体系的构建与应用研究	52
【百家意见争鸣】	57
YD/T 1272.3-2015 标准存在问题探讨	57
三种移动终端 RF 测试模式的比较与分析	65

注：本简讯中文章的版权由原作者所有，仅供泰尔认证中心特定客户参阅。如需引用请注明出处,如需分发和转载请事先征得原作者同意。

【鸣谢】（排名不分先后）

中兴通讯股份有限公司

卧龙电气集团浙江灯塔电源有限公司

西安通和电信设备检测有限公司

西安创联超声技术有限责任公司

信息产业通信产品防护性能质量监督检验中心

成都泰瑞通信设备检测有限公司

中国泰尔实验室

泰尔认证中心

【工作组动态】

2019 年上半年技术工作组工作动态

新领域工作组根据 2019 年工作计划及组员单位的建议，2019 年上半年，发布了 4×25 Gb/s 并行传输有源光缆光模块、4×25Gb/s CLR4 光收发组件、4x25Gb/s LR4 QSFP28 光模块共 3 个光模块产品；新开发数据安全防护系统认证业务，已经发布，试点认证工作即将开展；eUICC 卡的试点认证也在有序推进中；此外，工作组组织成员对光模块检测中遇到的疑难技术问题进行了多次邮件讨论，效果良好。

线缆技术工作组依据第 7 届技术委员会的会议决议，依据本年度制定工作计划开展工作。上半年主要开展的工作有：1) 跟进产品技术发展动态，完成了获证产品通信用（层绞式、中心管式）室外光缆的标准变更工作，并发布了 B1.2e 单模光纤的实施规则，目前认证受理过程正在进行中，其中 B1.2e 单模光纤已颁发了首张认证证书。2) 继续为中心所承接 NQI 项目“支撑‘一带一路’贸易便利化的认证认可关键技术研究与应用”中的子课题做技术支撑，在上半年形成了选取了泰国、印尼为试点的通信用直埋、管道用室外光缆、通信用“8”字形自承式室外光缆、全介质自承式室外光缆的技术规范征求意见稿，并在前期调研的光缆企业进行了函审。随后，线缆技术工作组于 2019 年 6 月 28 日在北京召开了工作组会议，会上对函审修订后的光缆产品技术规范进行了重点审查，并汇报工作组成员变化情况、汇报 TLC 承担的科技部 NQI 项目进展情况、讨论成缆后光纤指标统一问题。会上参会代表充分发言，针对现阶段所编制的三份技术规范，基本认可了研究思路，并对技术细节问题进行了集中研讨。会议决定随后要根据跟单位所提意见，继续完成三个光缆技术规范的修订，送审稿发各成员单位函审；对于光缆产品中光纤指标统一性问题，确定了以认证依据为标准的原则。

电源工作组发布了快充协议芯片、快速充电适配器 2 个与快速充电相关的产品认证实施规则，目前正在有序推进；完成了通信用低压柴油发电机组英文版标准翻译工作；对微站电源技术规范做了多次讨论，目前已基本定稿。

此外，泰尔认证中心着力开展仪器仪表认证业务，在 2019 年上半年再次发布光学测量设备、光纤熔接机产品认证实施规则。

【业务新闻速递】

泰尔认证中心颁发首批 VOOC 闪充系列产品认证证书

泰尔认证中心 李杰强

随着智能手机等终端的快速迭代及用户使用频度的逐渐提高，智能终端的耗电量不断增大，续航时间成为消费者使用的痛点及智能终端发展的瓶颈之一，在此背景下快充技术应运而生。OPPO 广东移动通信有限公司的 VOOC 闪充技术作为主流的快充技术之一，自推出以来，为引领并推动快充技术在智能终端行业的发展和普及起到了巨大的作用，VOOC 闪充技术同时也是由中国信息通信研究院主持起草的中国首部快充标准《移动通信终端快速充电技术要求和测试方法》的推荐性快充技术之一。

为了让更多的消费者体验极致、高效、安全的 VOOC 闪充技术，OPPO 广东移动通信有限公司在公平、合理、无歧视的原则下授权了多家厂商使用 VOOC 闪充技术开发芯片及配件。与此同时，中国信息通信研究院泰尔认证中心、泰尔实验室与 OPPO 广东移动通信有限公司紧密合作，作为国内唯一一家授权认证机构、检测机构，全面保障 VOOC 闪充技术授权厂商设计、开发、生产的芯片、配件产品的质量。

泰尔认证中心在充分调研的基础上，依据 VOOC 专利的技术要求，开发了《快充协议芯片认证实施规则》，通过规范的认证程序控制、严格的芯片功能测试、充分的企业现场检查，确保使用 VOOC 闪充技术的产品质量持续稳定可靠。目前，深圳英集芯科技有限公司的 IP2191 芯片，珠海智融科技有限公司的 SW3518S 芯片已经通过泰尔认证中心 VOOC 闪充认证。上海南芯半导体科技有限公司的产品也已通过泰尔实验室检测，后续认证流程正在紧锣密鼓进行。

此外，泰尔认证中心已开发《快速充电适配器产品认证实施规则》，确保获 VOOC 闪充技术授权厂商设计、生产、销售的快充适配器安全可靠。下一步，泰尔认证中心还将围绕车载快充、快充移动电源、插线板快充等多种形态的快充产品，持续保障 OPPO 广东移动通信有限公司 VOOC 闪充技术的技术授权和产品生态建设。

北邮后 EMBA 信息通信产业领袖项目正式招生

北京邮电大学后 EMBA 信息通信产业领袖项目是由“信息黄埔”之称的北京邮电大学 and 具有“国家高端智库、产业创新平台”之称的中国信息通信研究院联合北邮 EMBA 产业联盟共同打造，从产学研用的视角，引领行业前沿趋势、各领域跨界学习、利用前沿科技赋能商业价值，推动科研转化和成果应用的信息通信生态链。双方整合各自优势汇聚优质专家和师资以及企业导师团队、为信息通信领域的企业家、中高层管理者、精英人才进行赋能。



智识升级 慧聚益友 北邮后EMBA中国信息通信产业领袖项目

师资为我国在信息通信行业领域拥有最高学术声誉和社会影响力的部委领导、著名学者、领军企业家以及部分著名国际导师等。

依托北京邮电大学、中国信通院资源优势，分层次开展龙头企业、骨干企业与特色企业培育工作，引导各类创新要素、市场资源要素等向企业集聚，增强企业自主创新能力、核心竞争力，助力成长为行业排头兵、行业领军者。整合各相关部委资源要素，协助企业申报国家级及省部级项目。

课程体系设置紧跟国家政策及科技创新趋势，聘请相关部委老领导或部分现任领导作为导师，从国家信息通信产业政策层面给予学员宣贯，能及时紧跟国家发展方向、时代步伐；信息通信产业最高学术、科研领域院士亲自担任导师，从核心技术着手、打造企业核心竞争力，引领行业发展。

10000+校友资源，拥有国内最高端、最有价值、最有影响力的信息通信产业的校友商圈，共创企业家资源生态圈。搭建信息通信产业论坛平台，协助企业打通产学研通道，共同探索创新驱动新路径，提升企业竞争力，助推我国信息通信产业创新发展。

课程涵盖北邮 EMBA 经典课程以及信通院研究领域涉及的政策法规解读、行业前瞻、通信、工业互联网、数字经济、智能制造、移动互联网、大数据、人工智能、云计算、信息

安全等内容。教学形式以课程授课、案例研讨、夜话沙龙、企业参访、行业论坛、专题讲座、移动课堂、海外游学、团队拓展等。

2019年1月12日，由我院和北京邮电大学联合打造的“信息通信产业领袖培养计划”启动仪式在北京邮电大学2019年第十七届工商管理新年论坛上盛大举行并进行全球直播。

2019年7月21日，“中国信息通信产业领袖计划”在2019贵阳5G产业发展论坛重磅发布。论坛在贵阳大数据安全产业示范区召开，以新时代5G技术发展为契机，聚焦5G，进行产业升级、商业模式、人才培育全方面探讨交流。

详情请见：<https://mp.weixin.qq.com/s/KdoWucHAWV3NVu0nbotcQw>

· 课程设计 ·
(部分)
Course Design

01

宏观经济与产业政策

- 《宏观经济形势分析与展望》
- 《信息通信产业趋势政策解读》

02

新产业 新经济

- 《问道网络体系的变革》
- 《5G新机遇下的产业应用和投资价值》
- 《数字经济转型下的产业政策》
- 《移动互联网新思维、新模式》

03

赋能组织转型

- 《全球领导力和组织行为》
- 《传统文化与管理创新》
- 《企业战略与兼并重组》
- 《企业家股权财富风险及应对策略》

04

科技创新与产融结合

- 《5G与产业互联网》
- 《未来网络与人工智能》
- 《区块链+赋能数字经济》
- 《数字经济时代的投资与财务决策》

在学习期间不定期组织企业参访、移动课堂、专题讲座、案例分析、行动学习、政策解读、行业论坛等丰富多彩的学习活动。
具体计划以实际教学通知为准。

绿色制造体系评价介绍

泰尔认证中心 凌大兵

绿色制造是“十三五”规划提出的战略性任务，是践行“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念，落实供给侧结构性改革要求的重要内容，也是促进全产业链和产品全生命周期绿色发展，助力中国制造向高端发展的必然选择。2016 年，工信部印发《绿色制造工程实施指南（2016 - 2020 年）》，提出到 2020 年“创建百家绿色工业园区、千家绿色示范工厂，推广万种绿色产品”的目标。同时，工信部要求各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团的工信主管部门根据本地区产业基础和特点、发展规划等实际情况制定出台本地区的绿色制造体系建设实施方案。目前，各省市基本均已落实该方案，并明确了相应的政策支持。

开展绿色制造体系建设及评价，一方面可以结合绿色制造领域的创新要求开展自我对标、评估诊断、找准定位，提升绿色制造水平及绩效；另一方面，工信部正利用工业转型升级资金、专项建设基金、绿色信贷等相关政策扶持绿色制造体系建设工作，推动政府优先采购，各地方也在积极协调地方配套资金，将绿色制造体系建设项目列入现有财政资金支持重点，并鼓励金融机构为绿色制造示范企业、园区提供便捷、优惠的担保服务和信贷支持。

1、绿色制造体系的构成

绿色制造体系建设以企业为建设主体，以公开透明的第三方评价机制和标准体系为基础，保障绿色制造体系建设的规范和统一，绿色工厂、绿色产品、绿色园区、绿色供应链是绿色制造体系的主要内容。

绿色工厂是制造业的生产单元，是绿色制造的实施主体，属于绿色制造体系的核心支撑单元，侧重于生产过程的绿色化。绿色工厂评价依据 GB/T 36132《绿色工厂评价通则》，从基本要求、基础设施、管理体系、能源资源投入、产品、环境排放、绩效等方面入手，按照“厂房集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化”的原则，建立了绿色工厂系统评价指标体系，提出了绿色工厂评价的通用要求。

绿色设计产品是以绿色制造实现供给侧结构性改革的最终体现，侧重于产品全生命周期的绿色化。绿色产品评价要求按照全生命周期的理念，在产品的设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响，致力于实现产

品对能源资源消耗最低化、生态环境影响最小化、可再生率最大化。目前，工信部组织各行业制定了近百项绿色设计产品评价技术规范，其中明确了对于生产企业基本要求、产品指标要求、生命周期评价报告编制等方面的要求，符合相应标准要求的产品方可评为绿色设计产品。

绿色园区是突出绿色理念和要求的生产企业和基础设施集聚的平台，侧重于园区内工厂之间的统筹管理和协同链接。推动园区绿色化，要在园区规划、空间布局、产业链设计、能源利用、资源利用、基础设施、生态环境、运行管理等方面贯彻资源节约和环境友好理念，从而实现具备布局集聚化、结构绿色化、链接生态化等特色的绿色园区。绿色园区评价工作主要依据工信部制定的《绿色园区评价要求》，从园区基本要求及能源利用绿色化指标、资源利用绿色化指标、基础设施绿色化指标、产业绿色化指标、生态环境绿色化指标、运行管理绿色化指标 6 大方面予以关注。

绿色供应链是绿色制造理论与供应链管理技术结合的产物，侧重于供应链节点上企业的协调与协作。打造绿色供应链，需要企业建立以资源节约、环境友好为导向的采购、生产、营销、回收及物流体系，推动上下游企业共同提升资源利用效率，改善环境绩效，达到资源利用高效化、环境影响最小化，链上企业绿色化的目标。绿色供应链评价主要依据工信部制定的《绿色供应链管理评价要求》或机械、电子、汽车等分行业要求，从企业基本要求以及绿色供应链管理战略、实施绿色供应商管理、绿色生产、绿色回收、绿色信息平台建设、绿色信息披露等供应链管理的关键环节予以评价。

2、绿色制造体系评价程序

对于绿色工厂、绿色供应链、绿色园区的评价采用自我评价和第三方评价相结合的形式。首先由企业或园区根据相关标准或文件的要求开展自我评价，形成自我评价报告；然后，由工信部指定的工业节能和绿色发展评价中心按照《绿色制造评价参考程序》的要求对企业或园区开展第三方评价，这包括文件评价、现场评价及相关问题整改等环节，最终出具第三方评价报告；之后，由企业或园区按工信部及地方经信委的相关要求，提交自我评价报告及第三方评价报告，由地方经信委进行确认后提交工信部进行推荐，工信部组织相关行业专家对各类绿色制造评价示范的企业或园区进行专家评审，并在推荐名单公示后最终确定国家级绿色工厂、绿色供应链或绿色园区。

对于绿色设计产品评价，采用企业自我评价的形式。绿色设计产品申报单位应积极落实绿色发展理念，具有一定的绿色制造基础，行业代表性强，在业内有较强的影响力，经营实

力雄厚，并根据所生产产品依据的绿色设计产品评价技术规范开展自评价，编制形成绿色设计产品自评价报告，其中也包括产品的全生命周期评价报告。绿色设计产品自评价报告编制完成后，交由地方经信主管部门确认后进一步推荐至工信部进行专家评审。最终确认为绿色设计产品的产品也可以按照 GB/T32162-2015《生态设计产品标识》标准的要求加贴生态设计产品标识。

3、小结

目前，工信部已组织开展了四批次绿色制造体系评价示范的申报工作，共评出千余家绿色工厂，百余家绿色供应链示范企业，百余个绿色园区和两千多种绿色设计产品。下一步，工信部仍将继续推动绿色工厂、绿色供应链、绿色园区及绿色设计产品的示范评价工作。多省市也正结合工信部相关要求，积极推进省级绿色示范评价工作。

中国信息通信研究院作为工信部工业节能与绿色发展评价中心，长期以来一直积极支撑和配合工信部节能司开展绿色制造等方面的工作，构建完善的绿色服务能力；泰尔认证中心作为中国信通院院属部门，积极参与绿色评价工作，推动企业实施节能与绿色化改造。目前，中心已开展通信、石化、电子、汽车、食品、建材等多个行业企业的绿色工厂、绿色供应链评价以及多家园区的绿色园区评价；在绿色设计产品方面，中心积极向相关方宣传推广绿色发展的理念，为企业开展绿色设计产品的全生命周期评价，助力企业绿色发展。下一步，中国信通院携泰尔认证中心仍将积极跟进并推动绿色制造体系评价相关工作，充分发挥在绿色制造相关领域的专业优势和服务优势，助力相关行业企业及园区加快构建绿色制造体系，促进互联网与绿色制造融合发展，提升工业和通信业绿色制造水平。

社会责任相关工作及业务介绍

泰尔认证中心 常琳

中国通信企业协会社会责任工作委员会（以下简称：社责委）于 2014 年 11 月正式成立。2014 年 11 月，工信部总工程师张峰出席启动会。2015 年，社责委将秘书处设立在工业和信息化部直属科研事业单位中国信息通信研究院下的泰尔认证中心（以下简称：泰尔认证）。

目前，社责委主要会员包括中国电信集团公司、中国移动集团公司、中国联合网络通信集团有限公司等基础电信运营商和华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、爱立信（中国）通信有限公司等通信设备解决方案提供商以及信息通信设备制造、施工建设企业、电子信息企业和互联网企业等。

社责委的工作主要在于贯彻执行政府的有关方针、政策，沟通政府和企业之间的联系，提升行业企业的社会责任管理能力，促进行业企业的社会责任信息披露，推动行业社会责任评价体系建设，引导、宣传和推广企业履行社会责任，更好地为我国信息通信行业发展服务。

1、以往社会责任工作介绍

（一）支撑政府相关工作：

1. 通信业企业社会责任标准起草及试点工作（2015 年）；
2. 深化工业、通信业领域企业社会责任建设试点工作专项项目（2016 年信息通信设备循环利用交易平台）；
3. 信息通信行业企业社会责任指标评价体系起草和管理体系试点工作专项（2017 年）；
4. 参与工信部企业社会责任建设指导意见编写和调研工作（2018 年）。

（二）行业平台相关工作：

1. 2016 年，面向全行业组织并开展了信息通信行业社会责任案例征集活动，共收到来自运营商、企业及各省市行业协会推荐的案例四百余个，并在年会上对优秀案例进行了颁奖和表彰；
2. 2016 年 8 月，制定并完成《中国信息通信行业社会责任报告（2015 年）》，该报告是首次对全行业企业的履责情况和行业责任建设推进水平的系统性研究；

3. 2016 年、2017 年，召开社会责任年会，2016 年年会主题为“责任 启航”，2017 年年会主题为“构建责任新生态，推进产业链协同发展”；
4. 2018 年 2 月，《中国信息通信行业企业社会责任管理体系》、《中国信息通信行业社会责任评价体系》经中国通信标准化协会立项，由中国信通院牵头制定；
5. 自 2014 年，社责委组织相关领导、专家及企业代表在近年分别赴华为、爱立信、大唐电信、科华恒盛、诺基亚、常州太平、通鼎互联、用友科技、中国普天、摩拜单车及数十家信息通信行业企业进行调研及考察；
6. 自 2014 年，社责委组织数次宣贯及培训活动，例如 2014 年 12 月召开 70 余人参加的宣贯培训会，以及多次社会责任标准的相关研讨及培训等。

（三）与国内外组织合作情况：

1. 2017 年，参与中国纺织工业联合会与国际可持续标准联盟(ISEAL Alliance)共同负责的《中国行业组织可持续标准制定实践与可信度研究》项目；
2. 2017 年，参与由工信部政法司指导，中国工业经济联合会社会责任促进中心负责的《互联网企业社会责任基本问题研究》项目；
3. 2018 年，参与联合国儿童基金会开展的“中国 ICT 行业企业运营中儿童权利保护和青年员工发展合作项目”；
4. 2018 年，在国家互联网信息办公室主管司局的指导下，作为主笔人协助中国互联网协会研究和起草互联网行业社会责任报告。

2、2019 年社会责任相关工作

2019 年，中国信通院泰尔认证中心将社会责任工作重新梳理并做了细分，共分为：信息通信行业方向，与中国通信企业协会合作，支撑工业和信息化部政策法规司；互联网软件行业方向，与中国互联网协会合作，支撑国家互联网信息办公室网络社会工作局。共同推动信息通信行业以及互联网软件行业的社会责任发展。

（一）在信息通信行业，2019 年共分为四项重点工作：

1. 信息通信行业两项社会责任行业标准的征求意见稿起草完成；根据前期工作部署，《信息通信行业企业社会责任管理体系》及《信息通信行业企业社会责任评价体系》两个行标的征求意见稿已经完稿，并于 5 月 23 日在北京召开了征求意见稿的专家评审会，工信部政法司、中国通信标准化协会、中国电子工业标准化技术协会等行业协会及企业代表参与了评审并对标准条款提出了具体的意见和建议。

议；

2. 参与工信部企业社会责任建设指导意见编写和修改工作；全力支撑和参与了工信部政策法规司组织的企业社会责任建设指导意见的起草工作，该指导意见正在修改阶段，对后续信息通信行业开展社会责任建设工作提供有力的政策指导和工作依据；
3. 开展 2018 年度信息通信行业企业社会责任案例征集活动；经过年初对运营商的实地走访以及与信息通信企业的沟通交流，此次案例征集活动重点进行了优化和简化，现该活动已正式开启，初定于 10 月份完成评选工作，获奖单位将于年会上进行表彰；
4. 与联合国儿童基金会、法国电信、全球契约等相关组织建立并维护良好关系，分享经验，贡献企业需求和行业观点；

（二）在互联网软件行业，2019 年共分为六项重点工作：

1. 与中国互联网协会一同，定向邀请互联网软件企业，社会责任建设推广工作组，并 2019 年计划完成该工作组的组建，公布组织架构；
2. 策划 2019 年的社会责任培训活动，并已在 2019 年 8 月组织开展了第一期社会责任培训，中国信通院泰尔认证中心社会责任主管常琳与清华大学新闻学院教授沈阳、中国纺织工业联合会高级经济师和社会责任资深专家梁晓晖共同作为讲师，共有腾讯、百度、字节跳动、美团、爱奇艺、滴滴等 32 家企业 40 余位代表参与培训；
3. 8 月 16 日在杭州组织第一期“中国互联网企业社会责任中国行”活动，主要面向长三角的互联网企业，共有携程、苏宁、小红书、饿了么等共 7 家企业参与座谈，并组织相关政府领导和中国互联网协会的领导前往阿里巴巴调研；
4. 7-8 月，主要负责编制协会团体标准--《互联网企业社会责任报告指南标准》，目前已经经过团标委的开题评审，正在编制征求意见稿的阶段，该团体标准以期为互联网企业编制社会责任报告及信息披露提供指引和具体要求；
5. 6-7 月，编制行业责任指数初稿，目前正在进行中，主要是与中国互联网协会研究部一同起草、研讨并商量责任指数的具体指标；
6. 5-8 月，作为中国信息通信研究院和中国信息与电子工程科技发展战略研究中心联合申请了中国工程院高端智库项目--《网信企业社会责任标准研究》项目，组建专家组，对网信企业社会责任监管要求、正负面案例、法律法规等进行梳理，形成

了议题库。

3、小结

中国信息通信研究院泰尔认证中心将依托于中国通信企业协会以及中国互联网协会，以“支撑政府、立足行业、服务企业”为宗旨，积极响应政府、行业、企业的需求，提炼更好的企业责任管理工具，为企业宣传推广责任理念和故事搭建平台，从而更好推动行业健康可持续发展。

泰尔认证中心在杭举办“信息通信行业质量品牌培训”

泰尔认证中心 李俊宏

开展质量品牌建设工作，是工业和信息化部为贯彻党的十九大和中央经济工作会议精神，深入实施《中共中央 国务院关于开展质量提升行动的指导意见》，加快提高工业质量品牌水平，促进制造业高质量发展的重要举措。按照《工业和信息化部办公厅关于做好 2019 年工业质量品牌建设工作的通知》的要求，工信部科技司组织开展了“工业产品质量提升专项”活动，由泰尔认证中心承担在信息通信行业推进质量品牌建设工作任务。我中心牵头编写的质量品牌相关的两项行业标准，其中 YD/T 3313-2018《品牌培育管理体系实施指南 通信行业》已正式发布，YD/T 3549.1-2019《信息通信行业质量管理体系要求 第 1 部分：生产与服务组织 质量管理体系要求》也即将发布。

品牌培育是指组织为提升品牌价值而开展的旨在提高履行承诺能力、增强竞争优势，并使这一承诺和竞争优势被其顾客获知和信任的全部活动。《品牌培育管理体系实施指南 通信行业》主要围绕“质量、服务、技术创新、有形要素、无形要素”等品牌价值的五要素，指导企业提升品牌的价值。

《信息通信行业质量管理体系要求 第 1 部分：生产与服务组织 质量管理体系要求》主要是针对信息通信行业生产和服务企业的特点，引入新理念，转变决策层对质量管理的认识，解决“不想做”的问题；同时补充细化了应用难点，为执行层赋能，解决“不会做”的问题，激发企业内生动力，帮助企业提升质量管理水平。

为了推动两项行业标准在行业中的应用，提升企业的能力，泰尔认证中心于 2019 年 8 月 14 日在杭州组织召开了“信息通信行业质量品牌培训”。本次培训由泰尔认证中心承担所有费用，旨在为广大企业提供更好的服务。来自浙江、上海、江苏等地的众多企业参与了本次培训，培训的主要内容是两项标准的核心思想内容及质量品牌的基础知识。培训过程中学员与培训专家进行了深入互动，加深了对培训内容的理解。

通过培训，相关企业的质量品牌管理能力及意识有所提升。后续泰尔认证中心还将继续在行业中举办质量品牌的培训，相关通知将在泰尔认证中心网站及公众号及时发布，欢迎相关企业参加我们的培训会。

【技术前沿资讯】

5G 基站供电系统需求及供电技术探讨

贾骏 郭慧娟 李杰强

(中国信息通信研究院, 北京, 100191)

摘要: 近年来随着全球经济持续回暖, 以物联网、5G、人工智能等为代表的新一代信息通信技术发展不断加快, 基础电信业的发展建设呈现回升势头。全球 5G 网络商用进程加速, 我国基础电信业整体运行平稳。中国是 5G 技术、标准、产业和应用的引领者之一, 位于全球 5G 产业第一梯队, 根据工信部规划 2019 年启动 5G 网络建设, 力争 2020 年实现商用。5G 通信技术网络架构变化以及功耗成倍增长, 对基础设施的建设, 尤其是基站建设提出了全新的要求和挑战。基站中的电源系统是移动通信网中必不可少的重要组成部分, 供电质量直接关系到整个通信网的效率。本文在解读 5G 通信技术特征的基础上, 对 5G 基站供电需求、挑战和供电技术进行了分析和探讨。

关键词: 5G 基站 供电 电源系统

1 5G 发展概况

中国信息通信研究院 2019 年 1 月发布的《全球 5G 发展数据跟踪报告》显示全球 5G 已进入商用。全球共有 11 个国家和地区的 15 家运营商宣称开始提供 5G 业务或激活 5G 网络, 当前商用业务集中在固定无线接入和企业应用。AT&T 于 2018 年 12 月在 12 个城市推出基于 3GPP R15 标准的商用 5G 移动服务, 并计划于 2019 年上半年再扩展 7 个城市。65 个国家和地区推出了 5G 战略行动计划或者已经拍卖 5G 频谱的行动。韩国的三家移动网络运营商于 2019 年 4 月初推出了商用 5G 服务, 目前近 90% 的 5G 基站集中部署于首尔及其周边地区和韩国的五个大城市, 与此同时日本也已经开始进行 5G 网络的部署建设。

我国的 5G 网络部署和建设也在如火如荼地进行中。据了解, 中国移动 2019 年将建设 3 万-5 万个 5G 基站, 预计投入 100 亿元左右。中国电信 2018 年在 17 个城市建设了超过 1000 个 5G 基站, 2019 年拟在 5G 建设方面投入 90 亿元, 通过聚焦重点城市、扩大试验规模, 初期预计 5G 基站投入达到 2 万个。2018 年中国联通在 17 个城市开展了每城市 100 站左右规模的 5G 组网与行业应用试点, 2019 年预计投入 60 亿元-80 亿元建设 5G 网络。

2 5G 移动通信技术的特征

与 4G 网络相比，5G 网络的通过大规模天线阵列、新型多址、新型编码调制、灵活双工等关键技术实现了连续广域覆盖；通过 D2D 通信（5G 网络通信关键技术之一）、新型编码调制短帧设计、信号与网络优化实现了低时延与高可靠；通过超密集组网、大规模天线阵列、新型多址、高频段通信、灵活双工/全双工实现了热点高容量覆盖；通过新型多载波、新型编码调制实现低功耗大连接。

在网络关键能力指标方面，5G 网络较之前的移动通信技术有了大幅提升。5G 网络的关键性能特征主要包括具有更高传输速率的增强型移动宽带（eMBB）、具有更高接入能力的大规模机器通信（mMTC）、具有更高通信保障的高可靠低时延通信（uRLLC）。在增强型移动宽带性能方面，5G 网络可以达到 10Gbit/s 的传输速率；在大规模机器通信性能方面，5G 网络具有每平方公里 1 百万个接入的通信能力；在高可靠低时延性能方面，5G 网络的平均网络时延可以达到 1ms。与 4G 网络相比，5G 网络在传输速率、接入能力提高了 100 倍，而网络时延缩短为 1/100。可以看出 5G 移动通信技术在网络关键指标方面有了巨大的提升，而性能的提升将会进而带动网络业务的迅猛发展。虚拟现实、游戏、物联网、智慧城市、车联网、智能制造等新型业务，将依托于 5G 移动通信技术优异的高带宽、大连接、低时延等特征得到快速推动，进而使得通信网络与业务应用深度融合。

3 5G 对基站供电系统提出的需求及挑战

3.1 基站架构与形态的变化

与 4G 网络架构不同，5G RAN 架构从 4G/LTE 的 BBU、RRU 两级结构演进为 CU、DU 和 AAU 三级结构。CU 主要处理实时性较低的无线协议栈，DU 主要处理实时性较高的无线协议栈，AAU 为有源天线以及部分物理层处理功能合并而成。这样基站中的 CU 与 DU 两个单元可以分开部署，也可以合并部署。

可以将 5G 基站部署划分为 CU-DU 合并部署、CU 云化-DU 分布式部署、CU 云化-DU 集中部署三种方式。CU-DU 合并部署方式中，CU 与 DU 两个单元设置在同一局站内，DU 通过拉远方式连接 AAU。CU 云化-DU 分布式部署方式中，每个 DU 处在一个局站内，每个 DU 通过拉远方式连接 AAU，CU 集中设置在一个局站内。CU 云化-DU 集中部署方式中，DU 集中设置在一个局站内，CU 集中设置在一个局站内，DU 局站通过拉远方式连接多个 AAU。部署方式会根据业务需求呈现多样化，CU-DU 合并部署的方式会在 5G 建设初期广泛应用。

3.2 基站设备功耗的变化

随着 5G 移动通信技术性能指标的大幅提升，基站设备的用电功耗也增长迅猛。相比 4G 基站 8T/8R 天线，5G 基站 AAU 采用了 64T/64R 的天线阵列，通道数量大幅增加，使得 AAU 的整体电功耗大幅增加。单个 5G 基站系统的功耗（基站设备与天线功耗之和）约为 4G 基站系统功耗的 4~5 倍，因此基站原有的供电系统面临着极大的挑战。

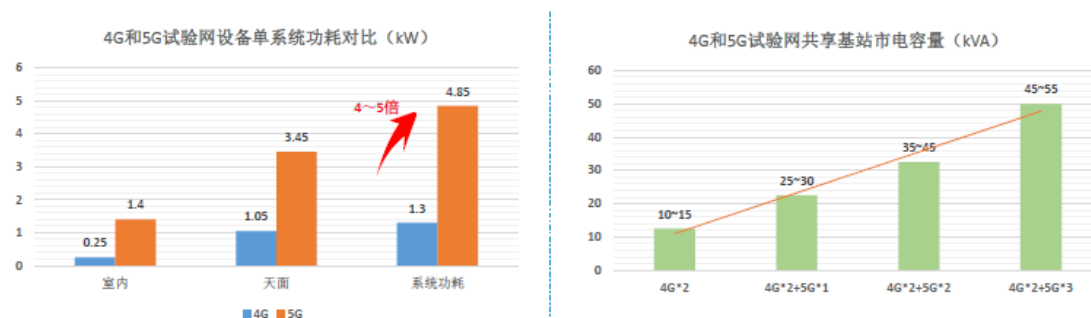


图 1 4G 和 5G 实验网设备系统功耗对比及共享基站市电容量图（来源：铁塔公司）

3.3 基站供电系统面临的挑战

伴随的 5G 网络的建设，基站供电系统主要面临市电容量、开关电源容量、后备电、散热、拉远供电几个方面的挑战。

当前 5G 建站主要是在 4G 系统上进行设备和天线的叠加，基站系统功率约为 6kW，加上制冷设备的制冷消耗功率 2kW、电池充电功率 2.5kW，基站总功率约为 10.5kW，而在共建共享基站中总功率将大于 20kW。基站功耗的提高使得大量的基站需要进行市电容量的增容，同时还要对基站配电系统进行扩容，进而使得基站建设成本大幅增加。

在部分局站会出现原有开关电源系统容量不足问题，需要对开关电源系统进行升级改造。在原有 4G 基站叠加 5G 设备，每增加 1 套 5G 设备同时需要增加 500Ah 后备电池容量（铅酸蓄电池）。后备电池的增加将导致基站内空间不足，尤其在共建共享基站空间问题更加突出。

5G 设备叠加进入原有基站的同时，每增加 1 套 5G 设备大约需要增加 1.5kW 制冷量，可以通过增加传统空调方式解决。但对于共建共享基站由于室内散热量较大，会产生局部热量积聚，可以采用封闭冷热通道、精确送风、近端制冷方式解决。

5G 基站中 AAU 功耗大幅增加，因此供电电缆上的电流增加，将导致从开关电源输出端到 AAU 之间的电压降大幅增加，从而限制了拉远距离。以蓄电池供电为例，按蓄电池一次下电电压 46V、主设备输入电压下限 40V 计算，允许电压降为 6V；当供电距离增加、电压降大于 6V 时，会导致电池还未到达下电电压时主设备已经进入低电压保护状态。随着供

电距离的增加，电池的放电容量降低，从表 1 的示例可以看到 4G 制式下供电距离可以达到 120m，而 5G 制式下只有 70m 左右。供电距离的缩短将会极大限制天线的部署，对 5G 网络建设产生较大影响。

表 1 蓄电池放电状态下不同供电距离压降（V）

电压等级	制式	AAU 功率(W)	30m	50m	70m	100m	120m	160m	200m
48V	4G	350	1.38	2.34	3.36	4.99	6.17	8.8	——
48V	5G	1500	2.26	3.91	5.72	8.86	——	——	——

注:4G 设备供电电缆按 6mm² 测算，5G 设备供电电缆按 16mm² 测算。

4 5G 基站供电系统解决方案

如何应对 5G 基站带来的挑战呢？本文从采用提高供电系统效率、提升远供电压、就近取电以及利用基站储能四种解决方案进行分析。

4.1 提高供电系统效率

当前，基站开关电源的电源转换效率已经较高，图 2 为高效整流模块的满载效率值。

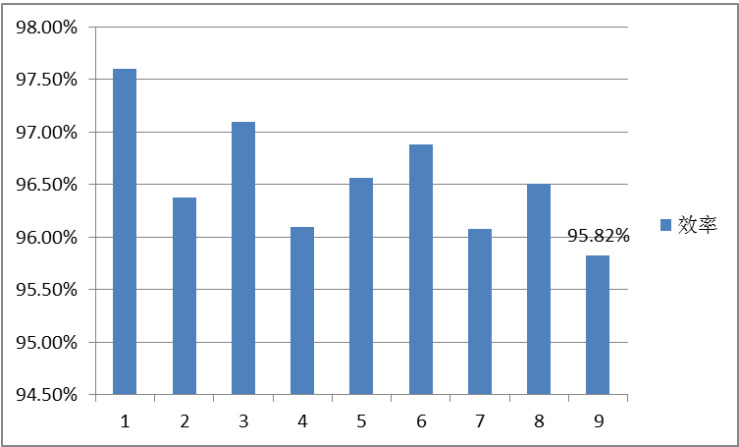


图 2 48V 高效整流模块 100%负载率下效率示例

在目前的电源转换效率下，再继续提高 1%~2%效率点势必会大幅增加电源采购成本。但可以通过考虑提升整个基站供电系统的效率，将关注点从单一电源的转换效率转移到整个供电链路的供电效率上去，以减少供电系统上的功率损耗。

4.2 提升远供电压

在 AAU 拉远供电场景下，采用 48V 电压制式会导致供电距离过短的问题，可以通过提升供电电压的方式解决这一问题。

可以采用 240V/336V 高压直流电源或直流远供电源供电，但这种高压电源大量的部署，

存在有潜在电击安全问题。

另一种供电方案是采用小幅度提升直流电压的供电方式，即在 48V 开关电源输出端增加一级 DC-DC 电源。表 2 是升压为 57V 的供电示例。从表 2 中可以看出，在 57V 供电电压下、将 5G 制式供电距离由 70m 延长至 200m。

表 2 蓄电池放电状态下不同供电距离压降 (V)

电压等级	制式	AAU 功率(W)	30m	50m	70m	100m	120m	160m	200m
48V	4G	350	1.38	2.34	3.36	4.99	6.17	8.8	——
48V	5G	1500	2.26	3.91	5.72	8.86	——	——	——
57V	5G	1500	1.79	3.05	4.38	6.52	8.07	11.59	16.08

注:4G 设备供电电缆按 6mm² 测算，5G 设备供电电缆按 16mm² 测算。

电压的小幅度提升可以增加拉远供电的距离、避免了高压电击的问题，但是该方案在蓄电池与主设备之间增加了一个 DC-DC 电源，引入了单一故障点，从而导致了供电系统可靠性数值的降低。

4.3 就近取电

在取电成本较低的情况下，不采用拉远供电、而采用就近取电的供电方式是最为经济的。但是由于运营商基站数量庞大、基站建设场景复杂，拉远供电与就近取电将会根据现实条件进行合理选择。

4.4 利用基站储能

可以通过在基站原有备电电池的基础上增加循环充放电电池（例如磷酸铁锂电池），对峰谷电价差进行合理利用，或者在基站用电峰值时由储能电池提供部分电量，以减少市电扩容带来的巨大投入。

5 本地分散供电与集中拉远供电方案的探讨

对 AAU 设备的供电方式主要包括本地分散供电以及集中拉远供电两种方式。这两种供电方式也各有利弊。采用本地分散供电方案时，电源转换效率高、安装灵活、便于故障点查找，但是引电费用高（需要在每个 AAU 处引电）、初期建设成本高、维护难度大。采用集中拉远供电方案时，引电费用低、便于电源系统统一管理，但是线路损耗大、存在供电安全隐患问题。

6 结语

随着 5G 网络建设工作的逐渐展开，基站供电系统中的市电容量、开关电源容量、后备电、散热、拉远供电几个方面都会面临越来越多的挑战。目前业内对于这些问题并未达成统一的共识，尚未找到完美解决方案，还需要运营商、铁塔公司、制造商、设计院、实验室多方共同努力，探寻出一条可靠、科学、经济的基站供电技术解决路线。

参考文献：

- [1] 阿菲夫 奥塞兰（等）. 5G 移动无线通信技术[M]. 中国工信出版集团，人民邮电出版社 2017.
- [2] 张虹琼 5G 移动通信技术现状与发展趋势[J].科学技术创新, 2018.35, 98-99.
- [3] 刘茂 5G 移动通信技术及发展研究[J].内蒙古科技与经济，2017，（18）： 64-65.
- [4] 李杰 5G 站点电源面临的挑战及解决方案研究[J].通信电源技术,2018,(8):245-247.
- [5] 黄庆秋 5G 移动通信技术发展探究及其对基站配套影响研究[J], 2018(7), 269-271.

5G 通信后备电源用磷酸铁锂电池系统的研制

罗剑锋 马吉富

(卧龙电气集团浙江灯塔电源有限公司 浙江 绍兴 310000)

The Development of LiFePO₄ Battery for Low and Medium Speed Maglev Train

Jifu Ma Jiangfeng Ma

Wolong Electric Group Zhejiang Dengta Power Source Co., Ltd. Shaoxing,

Zhejiang 310000

摘要: 介绍了 5G 通信用磷酸铁锂电池集成系统, 本文包括使用叠片式磷酸铁锂电池制作工艺, 以及碳包覆的正极材料制备技术, 实现电芯的 3 倍率放电特性。以及 BMS 电池管理系统的应用, 集成的蓝牙通信云平台监控, -20℃低温环境下工作能力研究。

关键词: 磷酸铁锂 叠片 碳包覆 蓝牙, 云存储 均衡技术 -20℃低温工作 BMS 5G 通信

ABSTRACT: The integrated system of LiFePO₄ battery for 5G communication is introduced. This article includes the fabrication technology of laminated LiFePO₄ battery and the fabrication technology of carbon-coated cathode material. That will implement the 3-fold discharge characteristics of the cell. As well as the application of BMS (battery management system), integrated Bluetooth communication cloud platform monitoring, and the research of operational capability in the low temperature environment of -20 °C

Key words: LiFePO₄, carbon-coated, bluetooth, cloud storage, equalization technology, operation at the low temperature of 20℃, BMS, 5G communication

1 引言

5G 信息传输在通讯领域给人们带来了极大的期待, 将提供智慧城市、智慧生活和智慧交通, 赋予市民比 4G 时代更多的生活便利。信息不间断传输离不开 5G 基站的正常工作, 后备电源保障了市电中断情况下 5G 基站正常传输信息。与以往 2G、3G 和 4G 等基站不同, 5G 基站微小, 空间有限, 室外安装, 因而能量密度低、体积大的铅酸电池已不再适用, 这为能量密度高的锂离子电池提供了新的应用空间。目前, 锂离子电池被认为是 5G 微型站的最佳后备电源, 但是, 锂离子电池要在 5G 基站中大规模应用, 还必须解决以下两个关键问题。其一, 5G 基站空间受限, 锂离子电池必须直接面对自然条件, 如极寒和极热, 因此,

其性能的稳定发挥受到极大挑战；其二，5G 基站的数量将是目前 4G 基站数量的 1.5~2 倍，数量巨大，为此，还需要解决后备电源的工况巡查产生的人力、物力和财力大量耗费的问题。因此，研发一种智能电源系统，集成高性能锂离子电池、温度传感器、电量估算系统和信息传输等模块，提高后备电源的温度适应能力，并通过网络终端管理系统获知后备电源的运行状态，来解决现有依靠人工巡查来获知后备电源运行状态的低效能问题，对 5G 基站安全可靠运行具有重要意义。

理论上，铅酸电池、镍氢电池和锂离子电池等蓄电池都可用于 5G 通信后备电源上，但这些蓄电池在性能上存在明显差异，如表 1 所示，表中的锂离子电池以磷酸铁锂电池为例。与其它锂离子电池（钴酸锂电池、锰酸锂电池等）相比，磷酸铁锂电池安全性、环境友好性和低温循环稳定性更优。

对比项目	铅酸电池	镍氢电池	磷酸铁锂电池
重量	>30 Kg	>18 Kg	<15Kg
体积	>0.5 m ³	>0.5 m ³	<0.5 m ³
单体串数	24	51	16
环境友好	污染	不污染	不污染
输出能力	内阻大	内阻大、记忆效应	内阻小
循环寿命	< 300 次（最多 1 年）	< 1000 次(最多 1.5 年)	>2000 次(最少 5 年)
自放电(室温·月)	15%	20%	<5%
充电倍率	0.2~1C	0.2~4C	1~4C
维护性	需要定期维护	需要定期维护	几乎无需维护

表 1 不同蓄电池的性能比较（48V 20Ah）

蓄电池的重量、体积和性能是 5G 后备电源应用中需要考虑的关键因素。从表 1 中可以看出，与其它类型的蓄电池相比，磷酸铁锂电池在重量、体积和电化学性能方面优势明显。从载人载物重量的性能上看，小型化是 5G 后备电源的方向。磷酸铁锂电池符合 5G 通信后备电源小型化的发展方向，此外，磷酸铁锂电池已经在电动汽车上获得成功应用，完全可以胜任 5G 通信后备电源的应用要求。

2 方案介绍

围绕 5G 通信电源系统的体积小，重量轻，高比能量的发展需求，重点开展磷酸铁锂电

池及其管理系统等关键零部件的研究，技术解决方案：

2.1 3.2V20 Ah 磷酸铁锂电池模块的构建和性能优化

2.1.1 磷酸铁锂电池正极，负极极片的制备

电极片的制备按以下工艺路线进行：



图 1 工艺路线

2.1.1.1 混料工艺

将电极材料（磷酸铁锂或碳基负极材料）、粘结剂（对于磷酸铁锂采用水性 PVDF 粘结剂，对于碳基负极材料采用 SBR 水性粘结剂）、导电碳及分散剂通过高速剪切搅拌，分散上述物质，得到各组分均匀分散的浆料。考察温度、剪切速度、搅拌时间、物料量比及固含量等因素对浆料粘度的影响，得到适合涂布的合浆工艺参数。

我们还将探讨用 Si 代替部分碳基负极材料，获得相应的极片制备工艺，突破 Si 在锂离子电池中的应用瓶颈，以提高磷酸铁锂电池的能量密度，并进一步降低磷酸铁锂电池组的重量和体积，来使 5G 通信后备电源集成系统更加小型化，轻量化。

2) 涂布工艺

将得到浆料送入涂布设备，通过挤压，使浆料均匀涂覆在基底涂碳铝箔或涂碳铜箔上，考察涂布窗口、走带速度、烘烤程序等对极片平整度、粘合强度等的影响。并通过反馈，优化浆料性质及涂布工艺参数，得到获得正负极片的涂布工艺。

3) 干燥与滚压工艺

将得到的极片置于真空箱内进行干燥，然后在一定的压力下滚下极片，并经历剪切分拣，得到正负极极片。考察干燥滚压程序（如：干燥温度、真空度、干燥时间、滚压压力、走带速度等）对极片中含水量、极片的压实密度和面密度等的影响。并通过反馈，优化干燥滚压的工艺参数，得到一致好的正负极极片。

2.1.2 电芯的装配和成组

1) 电芯的装配

利用自动剪切机将得到的极片切成设计所需大小的极片，通过重量分拣的方式挑选电极片，满足极片的组合要求，并经历叠片、焊接、注液和封装的工艺，得到 20 Ah 的电芯。

在叠片工艺上，采用“Z”形的层叠制造工艺，如下图所示，使电流密度分布更均匀，阻更小，以利于大容量电池性能发挥；

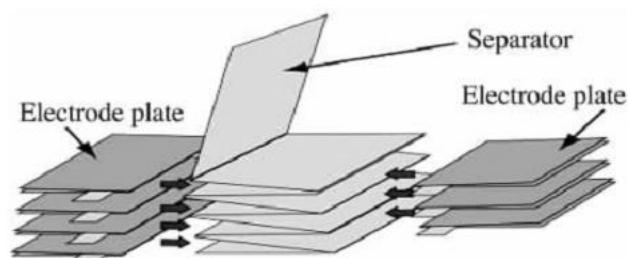


图 2 叠片工艺

在成组工艺上，采用本公司的专利技术（201020526753.3 及 201010279805.6），将 16 个 20AH 电芯通过串联组成 48V20AH 模块，如下图所示。这种结构在实现增压的同时，增加加热膜，提高了模块低温放电的容量的功能。

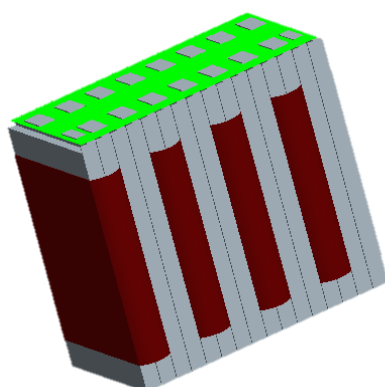


图 3 电芯串联

2) 电芯和成组电池的性能

采用控制电流恒电流充放电技术对不同的电芯进行预充放，评估电芯的容量。同时考察电池的循环性能，测试电芯阻抗，并进行反馈，优化正负极极片的组成、电解液组成以及优选隔膜。得到最佳的电芯制备工艺条件。然后，根据电芯预充的容量，采用串并联方式进行 pack，组装成符合 5G 通信后备电源应用要求的大容量锂离子电池，测试电池的循环性能和安全性能等，优化电池的成组工艺。

3) 电芯和电池安全性能

采用撞击、加压、针刺、高温、短路和强制放电等极端方式，分析电池的燃烧、爆炸等情况，反馈给电池的制造工艺，并从电解液、隔膜及电池架构的方面优化电池的工艺参数。

2.2 电池管理系统的设计与性能

电池管理系统原理图如下，主要包括：模拟量采集系统、驱动保护系统、通讯系统和主控制系统。

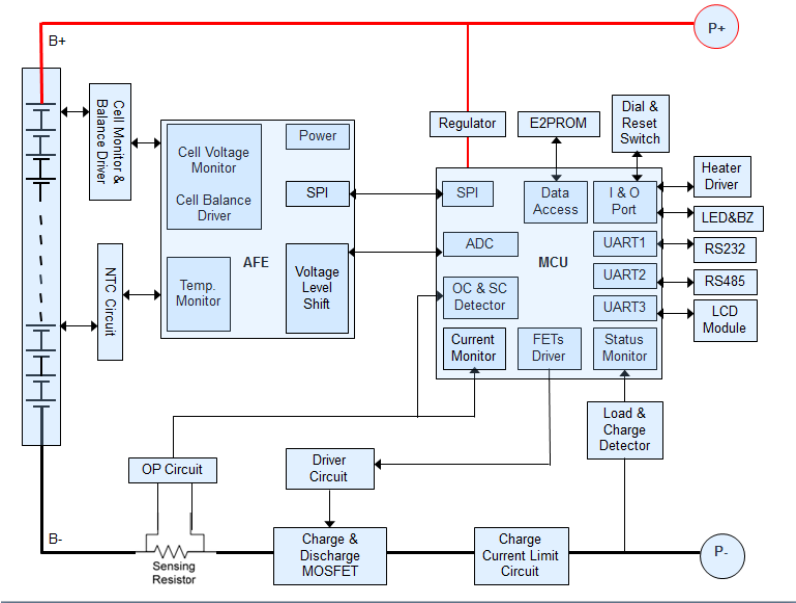


图 4 电池管理系统原理图

2.2.1 模拟量采集系统

采用数据采样芯片（MAXIM 5235）作为单体电压采集模块，实时监控电池电压，并进行数据传输给主控芯片，有利于实现电压精密测量；采用高精度 16 位 AD 采样芯片，实时跟踪电池组内部温度变化，避免电池温度失控，有利于电池安全运行；



图 5 模拟量采集系统

2.2.2 电池荷电状态（SOC）计算系统

将传统的 SOC 计算依据电流积分的方法进行升级，根据电芯的温度、充放电特性、倍率特性及电池健康状态（SOH）和内阻进行 SOC 估算，估算公式如下：

$$SOC(t) = SOC(t_0) + \int_{t_0}^t \frac{k k_i}{k Q_0} i(t) dt$$
，从而获得与实际状况吻合度更高的 SOC 值，准确预知电池的

实际荷电情况，更有利于使 5G 电源进行一次和二次下电保护控制。将这种算法用于此套系统中，并根据跟踪监测的实际情况，对此运算公式中相关系数进行优化，获得适合电池系统的估算算法。

2.2.3 告警与保护系统

本系统通过 MODBUS 通讯协议实现电池与 5G 电源间的数据交换，包括：单体电芯电压、电池组电压、电芯温度、电流及荷电状态，使列车控制器可以实时监控电池状态，并可以通过指令对电池进行充电，保证电池实时处于安全状态的同时，更有利于 5G 通信基站的安全运行。

2.2.4 APP 监控与云数据

本系统通过 MODBUS 通讯协议实现电池与 5G 电源间的数据交换，同时通过蓝牙与手机 APP 通信，将数据发送给云存储空间，包括：单体电芯电压、电池组电压、电芯温度、电流及荷电状态，使列车控制器可以实时监控电池状态，并可以通过指令对电池进行充电，保证电池实时处于安全状态的同时，更有利于 5G 通信基站的安全运行。

2.2.5 低温下工作的控制策略

本系统通过加热系统实现电池在低温环境下的工作，浮充时进行热管理，保证电池环境温度在 10℃ 以上，放电容量大于额定值的 85%，远高于行业标准的 60% 指标，更有利于 5G 通信基站的安全可靠运行。

3 磷酸铁锂电池集成系统的构建及其在 5G 通信基站上的应用

从系统轻量化和机械强度的角度出发，选择铝合金作为机箱和电芯串并联电缆的材料。在满足热有效传导的情况下，优化机箱的体积，使其尽可能小。

将 3.2V20Ah 的电芯模块通过串联的方式组合成 5G 通信后备电源的蓄电池集成系统(48V20Ah)，考察系统的充放电性能，倍率性能、循环性能和安全性能。

磷酸铁锂电池集成系统装配到 5G 通信后备电源上，模拟 5G 通信电源突然断电情况下，考察电池集成系统的实际工作能力，并通过反馈，优化电池集成系统的组成和结构，并建立相应的工况条件下的理论模型。



图 6 48V20Ah 电池集成系统样机

4 试验结果和结论

采用粘结能力更强的涂碳铝箔和涂碳铜箔作为集流体，解决磷酸铁锂或碳基负极材料与集流体接触牢固性问题，提高了电池的循环寿命。

采用我们提出的 $SOC(t) = SOC(t_0) + \int_{t_0}^t \frac{k_k i(t)}{k_i Q_0} dt$ 的算法模拟电池荷电状态，包括电芯的温度、充放电特性、倍率特性及电池健康状态（SOH）和内阻，解决电池电量估算问题；

通过在电极材料中加入电子传导能力优异的石墨烯，解决电池在大电流下的充放电性能问题，以及解决电子在大电流工作时的发热问题，提高了电池的充放电倍率，4C 放电时放电容量 98.97%；

本系统性能可靠，抗干扰能力强，电路结构简单，移植性强，应用前景广泛，适合大批量生产。

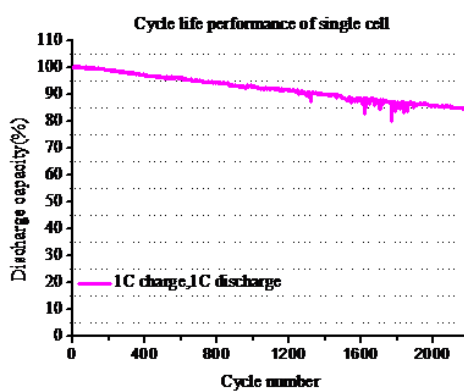


图 7 25℃ 电池循环寿命测试

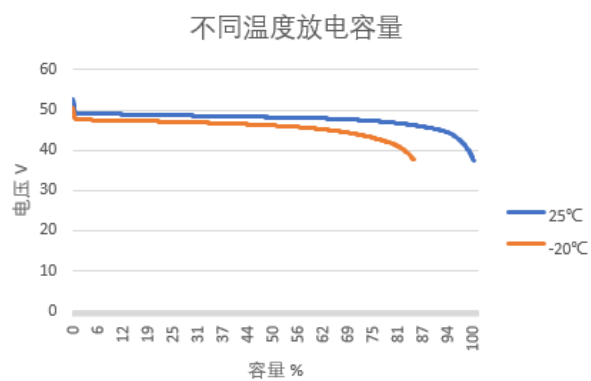


图 8 -20℃ 电池放电曲线

参考文献

- [1] 磷酸铁锂电池及其在通信行业中的应用 阮勇 中讯邮电咨询设计院有限公司 2011
- [2] 一种基于 DSP 的锂离子电池管理系统的设计与应用 张华辉 北京航空航天大学 2010

【学术研究广场】

通信基站用蓄电池组共用管理设备研究

中国泰尔实验室 李长雷，付培良

摘要：通信基站用蓄电池组共用管理设备（以下简称合路器），主要存在两种技术路线，一种为通过双向 DC 来控制各分路的电压、电流；一种为通过脉宽调制来控制各分路的电压、电流。本文主要是通过相关试验进行研究验证双向 DC 控制合路器的共充、共放等性能及对电池的影响。

关键字：合路器、双向 DC、共充、共放

Research on battery sharing management equipment for communication base station

LI chang lei, FU peiliang

China Academy of Information and Communications Technology

Abstract: The communication base station uses a battery pack sharing management device (hereinafter referred to as a combiner). There are mainly two technical routes, one is to control the voltage and current of each branch through bidirectional DC; the other is to control each branch by pulse width modulation. The voltage and current of the road. This paper mainly studies the co-charge, co-discharge and other effects of the bidirectional DC control combiner through the relevant experiments.

Key words: Combiner, bidirectional DC, co-charge, co-discharge

引言

合路器是指在一个机箱结构中，由直流输入部分、电池组接入部分、电池组分路充放电控制部分和监控部分构成的壁挂式、嵌入式电池共用管理装置。通常串联于电源与蓄电池之间，充电时，将电源设备输出的电流合理地分配给各组蓄电池；放电时，将各组蓄电池电量统一（受控/不受控）输出给用电设备。合路器可有效解决不同类型、不同容量、不同厂家等电池并联使用的问题，可有效降低库存率，提升旧电池利用率，同时提供更为多样化的基站备电方案。在中国铁塔公司大规模采用梯次磷酸铁锂电池的背景下，合路器的引用在解决在线铅酸电池及新进铁锂电池混用方面起到了积极的应用，电池合路器得到了极大的推广。本文以下主要针对 DC-DC 技术方案的合路器进行了相关应用验证。

一、工作原理

双向 DC 合路器的结构示意图如下图 1 所示，主要原理为通过每分路的电压、电流控制实现对不同类型、不同容量等常规无法并联使用的蓄电池进行管理，达到可以共充、共放、顺序放电等功能，同时兼具一定的通信功能，实现对基站备用蓄电池的智能管理：

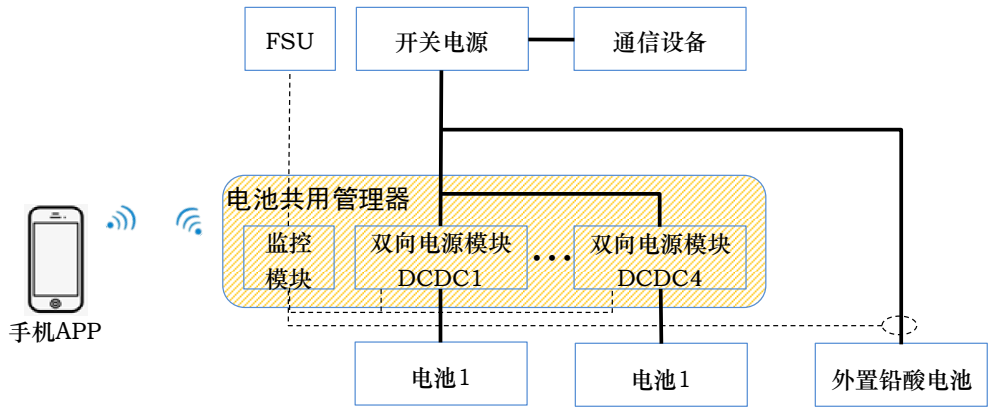


图 1：双向 DC 模式合路器结构示意图

铅酸外置主要基于中国铁塔公司放弃采用铅酸电池，在今后 3、4 年内随着铅酸电池的退役，基站内主要采用磷酸铁锂电池，在不改变现有安装配置的条件下，直接将铅酸外置，待失效后直接拆除，可大大减小机房的改造及提升安装效率。

二、验证计划及方案

为验证双向 DC 模式合路器是否达到了对电池组的精确管理，我们对 5 种工况进行了试验验证，具体如下：

1、共放限流放电

- A、按图 2 连接被测设备，用功率分析仪持续记录电池/负载的电压和电流；
- b、上位机软件设置锂电放电限流点为 0.3C，断开上位机软件跟锂电池的通信；
- c、连接上锂电池跟监控模块的通信，无异常告警；
- d、在插框监控上设置“锂电优先放电模式”
- e、带载 47.5A 负载电流；
- f、断交流，让锂电和铅酸按设定限流点同时放电，直到电压降低到 43.2V 自动下电；

2、共充限流充电

上交流，给电池充电，直到电池充饱为止；

3、按顺序先后放电

- a、在监控上设置“锂电优先放电模式”；

b、带载 47.5A；

c、断交流，让锂电和铅酸放电，直到电压降低到 43.2V 自动下电；

4、不受控的共充

a、关闭充电限流模式，恢复不受控的同充功能；

b、上交流，给电池充电，直到充饱为止；

5、不受控条件下的共放

a、“关闭”锂电/铅酸“混搭模式”，恢复不受控的同放功能；

b、带载 47.5A；

c、断交流，让锂电和铅酸放电，直到电压降低到 43.2V 自动下电。

三、试验设备

1、某单位双向 DC 模式合路器一台；

2、日本 YOKOGAWA WT1800 功率分析仪；

3、数字示波器

4、选用 2 组 48V 蓄电池组，标称容量分别为 75Ah（磷酸铁锂）、100Ah（12V 铅酸）。

四、结果及分析

1、共放限流放电

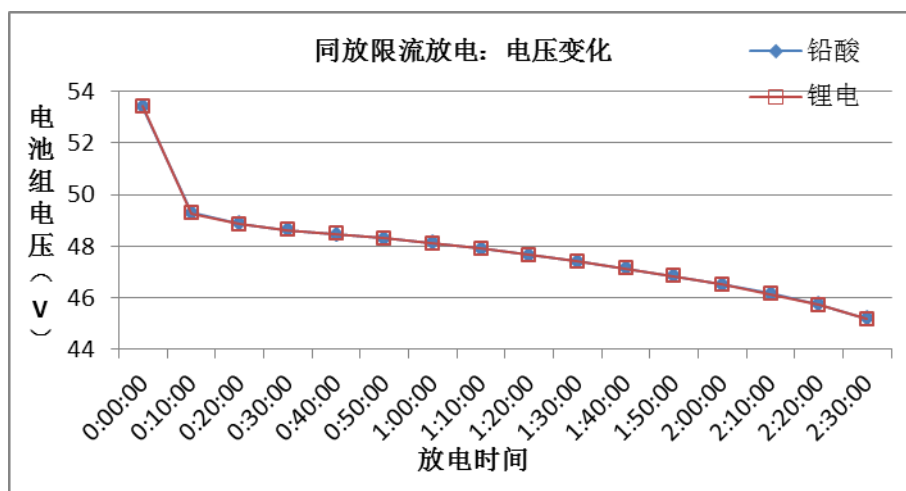


图 2：受控共放时铅酸与锂电电压变化

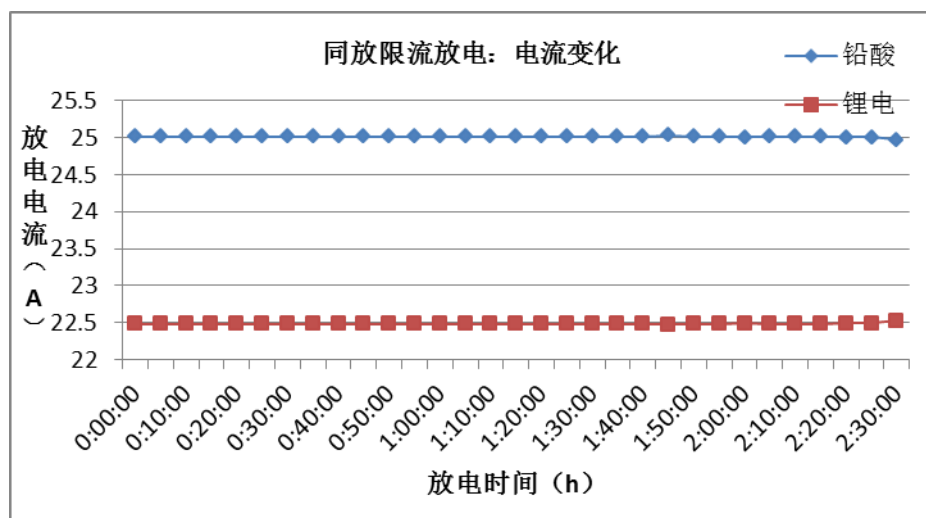


图 3：受控共放时铅酸与锂电电流变化

由上可以看出，在受控条件下，铅酸与锂电放电时电压处于同步状态，但放电电流保持相对稳定，无大的波动，基本与电池的容量系数对应，达到了对放电电流的精确控制，利于规避风险。

2、共充限流充电

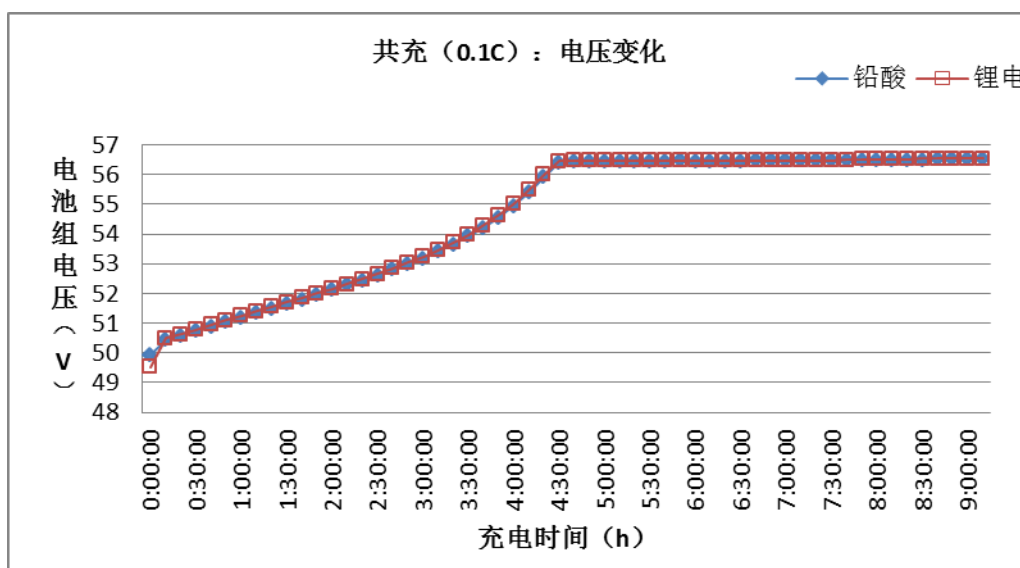


图 4：受控共充时铅酸与锂电电压变化

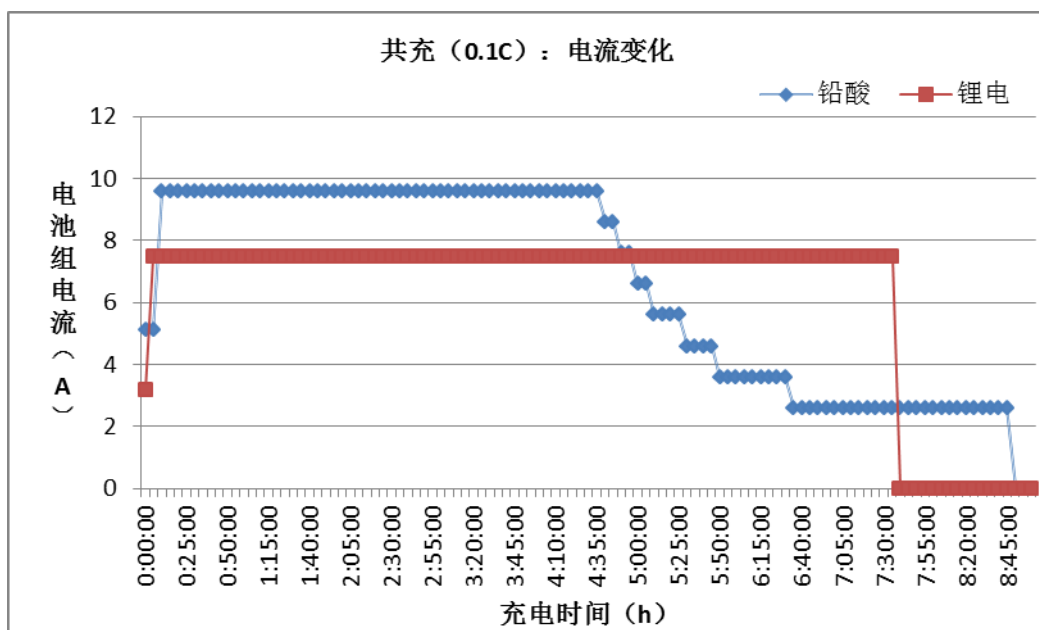


图 5：受控共充时铅酸与锂电电流变化

由上可以看出，在限流条件下共充，铅酸与锂电池电压处于同步状态，电流稳定在控制状态，基本保持恒定，待电压达到均衡充电值时稳步下降，达到了对电流的有效控制。起到了对电池的保护作用。

3、按顺序先后放电

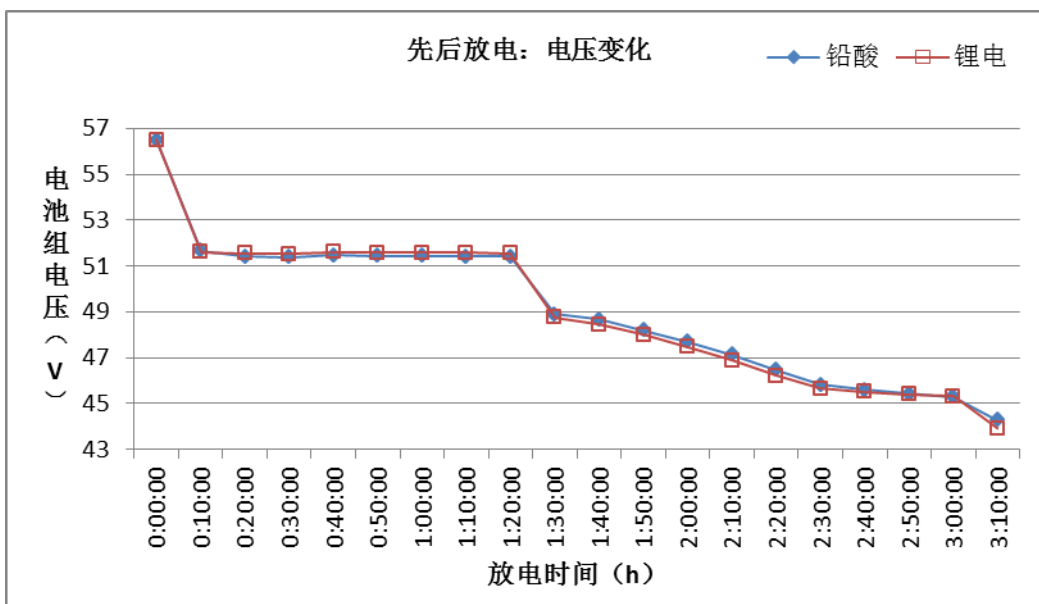


图 6：受控顺序放电时铅酸与锂电电压变化

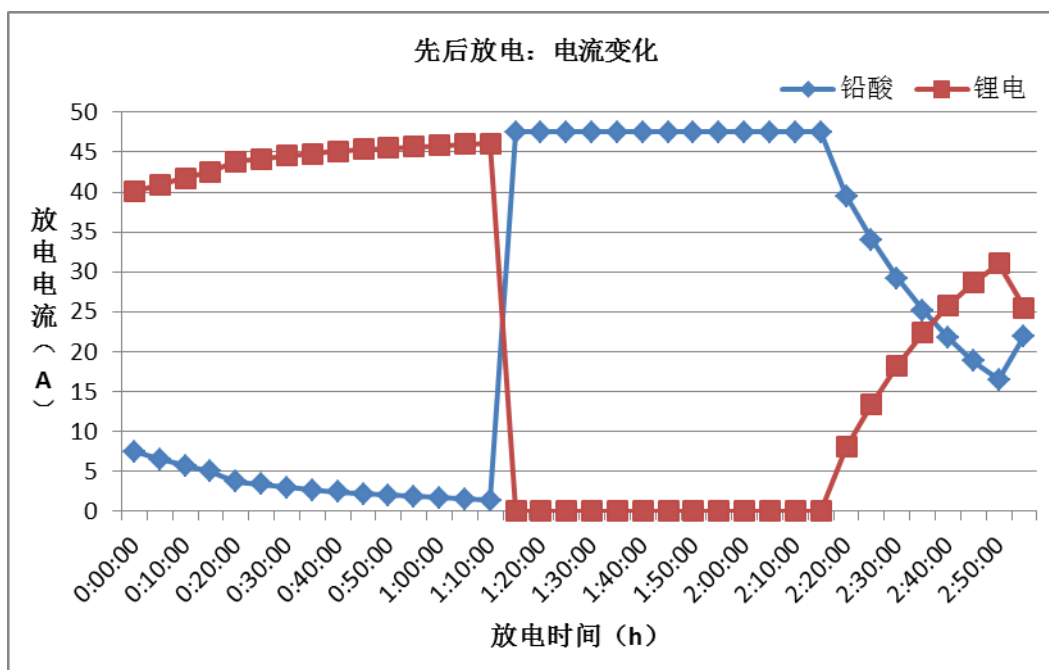


图 7：受控顺序放电时铅酸与锂电电流变化

由上图可以看出，顺序放电时，铅酸与锂电电压仍然保持同步状态，但可使某路电池优先放电，承载大部分电流，待其电压下降至一定阶段后由另一路放电，最后阶段同步放电，此举有利于铅酸与锂电混用时，优先时锂电放电，充分利用锂电循环寿命好的特点，延长铅酸电池寿命，在削峰填谷应用时可提供优质的供电方案。

4、不受控的共充

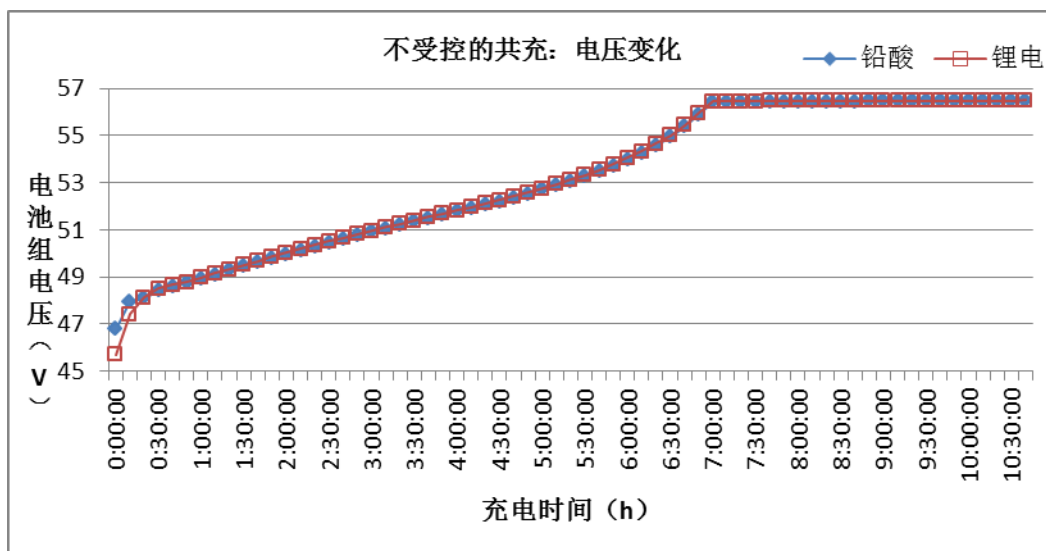


图 8：不受控的共充时铅酸与锂电电压变化

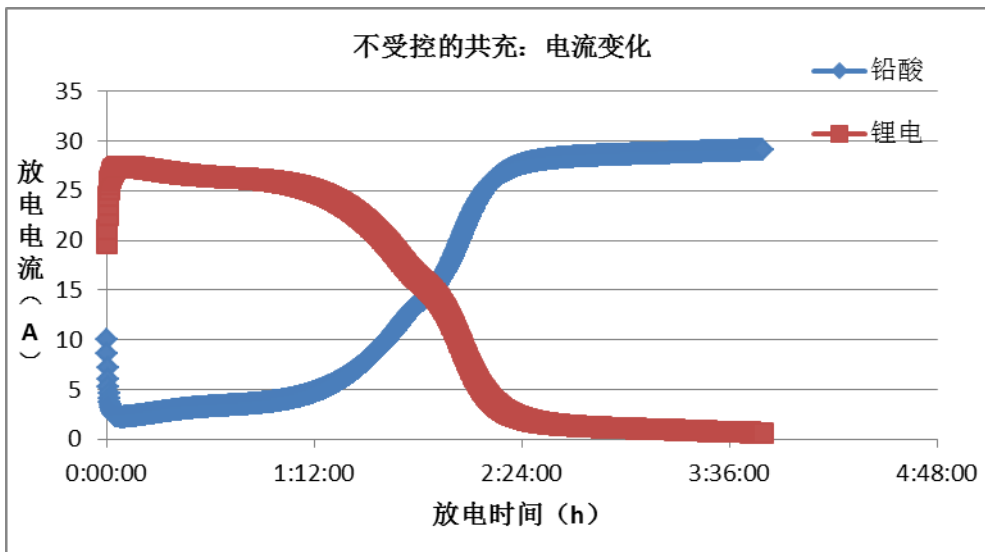


图 9：不受控的共充时铅酸与锂电电流变化

由上可以看出，在不受控共充条件下，铅酸与锂电的电压仍然处于同步状态，但充电电流仍然处于不受控状态，极易造成单只电池电流偏大出现保护或单路电池大电流放电造成循环性能下降。

5、不受控条件下的共放

锂电串入合路器，铅酸外置，其放电电压及放电电流情况如下：

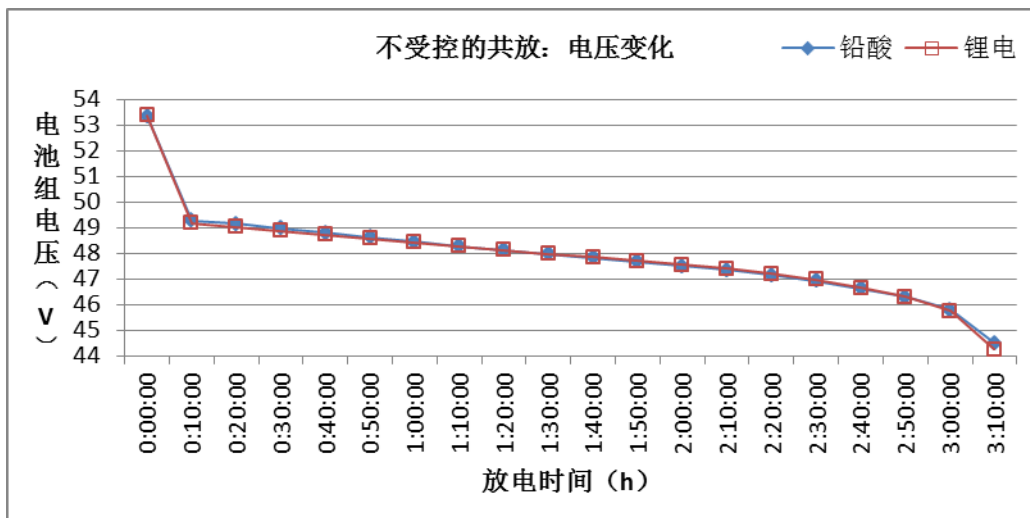


图 10：不受控的共放时铅酸与锂电电压变化

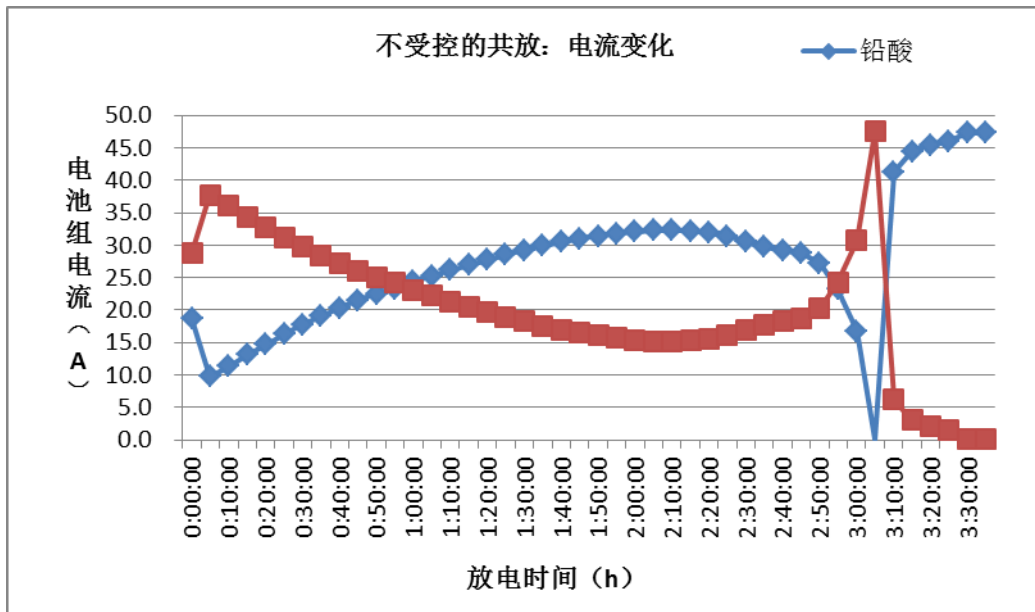


图 11：不受控的共放时铅酸与锂电电流变化

由上两图可以看出，铅酸和锂电电压基本为同步下降，但电流图显示锂电与铅酸电流交替变化，电流为不受控状态，极易造成单只电池电流偏大出现保护或单路电池大电流放电造成循环性能下降。

结论

通过对双向 DC 控制模式合路器装置的试验验证，几种模式下，不同路电池电压均处于同步状态，但通过受控与不受控的对比，双向 DC 控制模式合路器可达到对分路电流的有效控制，同时可设置优先放电功能，基本满足目前通信基站铅酸与锂电混用场景要求，同时还可用于部分削峰填谷场景。

参考文献：

- [1]唐蕾，神经网络与卡尔曼滤波算法的研究[D],哈尔滨：哈尔滨工业大学,2007
Tang Lei, The research of neural network and kalman filtering algorithm [D].Haerbin :Haerbin university.2007
- [2]侯焱华，付强。电导技术-蓄电池测试的新趋势[J].通信电源技术.2004.21（4）：49-50
HouYanhua, Fu Qiang. New trend of conductance technology - battery test [J]. Journal of communication power supply technology. 2004.21 (4) : 49- 50
- [3]吴东兴.电池管理系统的设计与实现[D].长沙：湖南大学.2006.
Wu Dongxing. The design and implementation of battery management system [D]. Changsha:

Hunan university, 2006.

[4] 数值积分算法与 MATLAB 实现[D].重庆: 重庆邮电大学

The numerical integral algorithm and MATLAB implementation [D].Chongqing: Chongqing university of posts and telecommunications

[5]朱松然.铅蓄电池技术[M].(第 2 版).北京: 北京机械工业出版社,2002, 44~92

Zhu Songran. Lead battery technology [M]. (version 2). Beijing: mechanical industry press, 2002,44-92

同步整流直流电源系统供电可靠性研究

赵宁¹，阮景义²，杨运东²

(¹中国信息通信研究院，北京，100191；²中兴通讯股份有限公司，广东 深圳，518055)

摘要：本文通过参数计算、仿真分析和现场实验验证了 LLC+同步 MOS 整流方案在交流停电和整流单元输出短路故障下对新一代高效直流电源系统母排电压变化的影响，分析了引起主设备低压关机及电源系统过压关机保护的原因，得出了同步整流短路故障对直流电源系统供电可靠性的不利影响，给出了解决方案。

关键词：LLC，同步整流，直流电源系统，可靠性

Abstract: Through parameter calculation, simulation analysis and experiment, this paper verifies the BUS voltage change of the new generation high efficiency LLC + synchronous MOS rectification DC power supply system under AC power off and short circuit fault of rectifier unit, the causes of low voltage shutdown of main equipment and overvoltage shutdown protection of power supply system are analyzed, The disadvantageous reliability influence of DC power supply system because of synchronous rectification short circuit fault is obtained, and the corresponding solutions are given.

Key words: LLC, synchronous rectification, DC power supply system, reliability

引言

新一代高效直流电源系统中，基于效率提升要求，整流单元输出采用 LLC+同步 MOS 整流方案^[1]，该方案与移相全桥+二极管整流方案相比，整流单元输出没有差模电感，而且整流器件是 MOS 管，这种整流技术的优点是效率高，但需要引入外部逻辑控制，当逻辑错误或者控制信号受扰时，会发生整流回路直通，造成功率管损坏进而输出端副边短路。

根据安规要求，整流模块输出端设计有保险丝，该保险丝为慢熔型保险丝，熔断需要热累计时间。在功率管短路至输出熔丝未熔断之前，电池及其它正常工作模块就会通过短路回路倒灌，引发母排电压瞬间被拉低，电压拉低幅值及脉宽取决于电池内阻、各线路阻抗、模块短路阻抗及回路寄生参数大小。在电源系统输入交流停电情况下，采用同步 MOS 整流方案的模块发生内部输出整流 MOS 短路故障，系统母排电压瞬间被拉低至 32V 以下会使主设备关机重启，并且在内部故障切断（如熔丝熔断）后直流输出母排会产生高于 60V 反向电动势电压，有触发系统过压保护的风险，降低直流供电系统工作可靠性。

参数计算

按电源系统实际工程安装配置,当发生单模块内部短路时,系统等效电路如图 1 所示^[2]:

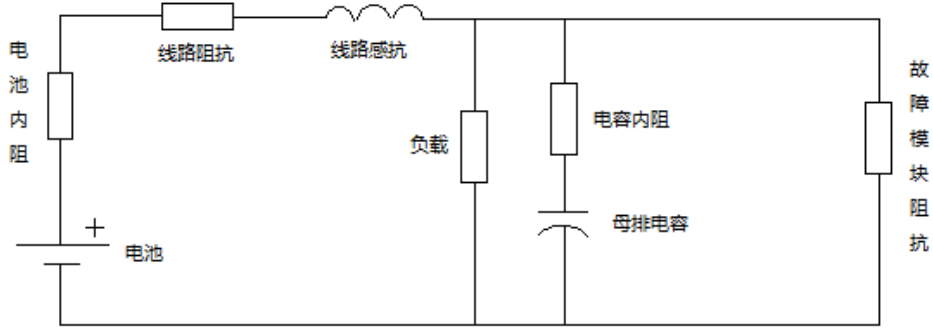


图 1 电源系统等效电路图

系统等效电路中各阻抗和感抗计算结果如下:

- a. 用电池内阻测试仪器对各组蓄电池内阻进行测量, 并联后蓄电池总内阻

$$R_{s_battery} = \frac{1}{\frac{1}{R_{s_battery_1}} + \frac{1}{R_{s_battery_2}} + \frac{1}{R_{s_battery_3}} + \frac{1}{R_{s_battery_4}}} = 3.3m\Omega$$

其中: $R_{s_battery_1}=13.13m\Omega$, $R_{s_battery_2}=12.92m\Omega$,

$R_{s_battery_3}=13.56m\Omega$, $R_{s_battery_4}=13.15m\Omega$ 。

- b. 电池至直流母排线缆阻抗

$$R_{s_copper} = \frac{\rho_{copper} * L_{wire}}{Area} = \frac{1.742 * [1 + 0.0042(temp - 20)] * 10^{-6} * L_{wire}}{Area} = 1.016 * 10^{-3} \Omega$$

其中: temp 取 $25^{\circ}C$, L_{wire} 取 8m, Area 取 $4*35mm^2$

- c. 电池至直流母排线缆感抗

$$L = 4 * L_{wire} \left(\ln \left(\frac{2a}{D_{wire}} \right) - \frac{a}{L_{wire}} \right) * 10^{-7} = 10.84 \mu H$$

其中: 线缆长度 L_{wire} 取 8m, 铜线直径 $D_{wire} = 2 * \sqrt{\frac{35}{\pi}} = 6.676mm$, 正负线缆间距 a

取 10cm

- d. 向故障模块灌入 $I=10A$ 直流电流, 测得模块输出两端直流电压 $V=220mV$, 故直流母排至故障模块回路的阻抗

$$R_{s_rectifier} = \frac{V}{I} = 22m\Omega$$

- e. 15 台整流模块输出电解电容总和

$$C_{rectifier} = (2200\mu f * 6) * 15 = 198mF$$

f. 根据电解电容电气参数，模块输出电解电容总内阻取 $4\text{m}\Omega$

仿真分析

根据整流单元电路原理建立仿真模型^[3]，如图 2 所示。仿真模型中回路各阻抗和感抗参数填入上述参数计算结果，并考虑回路中各寄生参数微调影响，同时用 Channel1 探针监控电池电流波形，用 Channel2 电表监控母排电压波形，用 Channel3 探针监控短路模块电流波形，用 Channel4 电表监控电池电压波形。

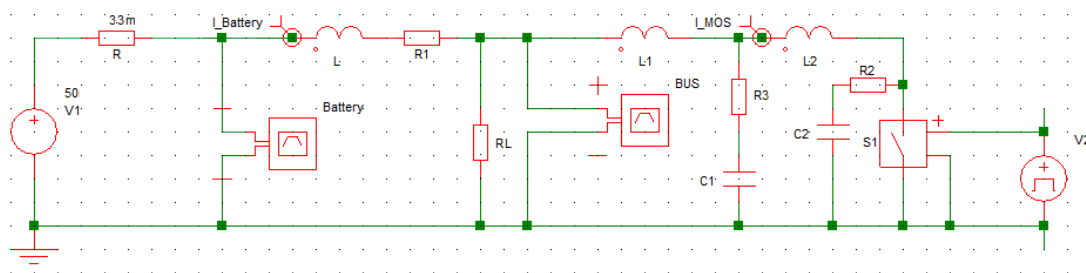


图 2 仿真模型

对仿真模型进行仿真，仿真结果如图 3 所示：

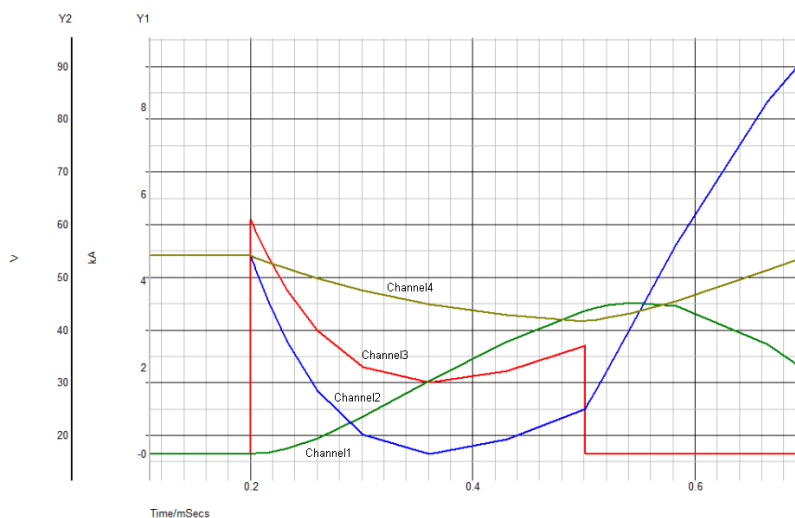


图 3 仿真结果

其中：Channel1 为电池电流波形

Channel2 为母排电压波形

Channel3 为短路模块电流波形

Channel4 为电池电压波形

从仿真结果上可以看到：母排电压在整流单元短路期间最小被拉低至 16V ，整流单元短路故障断开后母排电压最高电压达 90V 以上。

实验验证

实验配置：蓄电池 2000AH*4 组、电池开路电压 49V、电池连接线缆线径 35mm²、电池连接线缆长度 8m*4 根、整流模块单元数量 15 台。所有整流模块单元并联于直流电源系统中，正常接通 4 组蓄电池。

试验过程：制造输入交流停电场景，同时用示波器触发模式检测电池电压、母排电压和故障模块输出端电流波形变化。待监控启动完成后，持续给整流单元输出整流 MOS 功率管施加 15V 直流电压驱动，使模块输出回路发生直通，进而输出端副边短路，实验中捕获的瞬间检测量波形变化如图 4 所示。

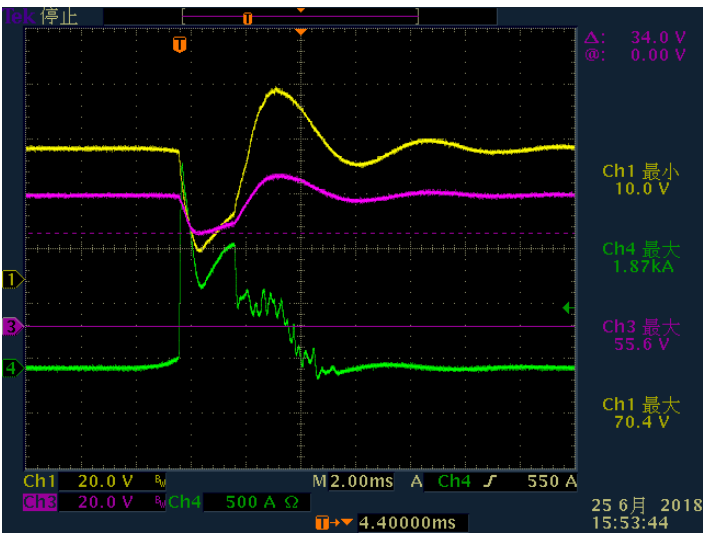


图 4 检测量波形变化实验结果

其中：通道 1 黄色为母排电压波形

通道 3 紫色为电池电压波形

通道 4 绿色为短路模块电流波形

从实验结果上可以看到，短路瞬间故障模块冲击电流最大 1.87kA，电池端电压被拉低至 34V，母排电压被拉低至最小 10V，连接母排的负载设备因此将关机重启。随后短路能量损坏整流 MOS 功率管，封装开裂呈开路模式。受导通回路寄生参数影响，回路断开电流变产生反向电动势，致使母排电压抬升，最大达 70.4V。实验结果和仿真结果基本一致，验证了仿真模型是正确的。

结论

在电源系统输入交流停电情况下，当采用同步 MOS 整流方案的整流模块单元发生内部 MOS 短路故障模式下，系统母排电压瞬间被拉低致使主设备关机重启，并且在内部故障切

断后直流电源系统输出母排会产生高于 60V 的电压，有触发输出过压保护风险，由于分立式通讯直流电源系统采用输出过压闭锁保护模式，即使交流输入恢复，整流单元也不能正常工作，给通讯系统可靠性运行带来隐患。

为提高直流电源系统工作可靠性，保障主设备安全运行：需提高同步整流控制电路工作可靠性，避免同步 MOS 整流功率管直通；优化电源系统过压保护设计，调整检测信号低通滤波参数，使保护触发不过于灵敏；或在整流模块单元输出端增加硬件 ORing 电路^[4]，及时隔离故障回路，避免母排电压拉低。但 ORing 电路会增加损耗，对模块整机效率有不利影响。此外，工程安装中尽量缩短电池组与通讯电源系统直流母排之间连接线缆长度；定期抽检电池内阻，对于老化严重的蓄电池要及时更换。

参考文献

- [1] Murakami N, Yamasaki M. Analysis of a Rasonant Condition for a Single-ended Forward Converter. IEEE, PESC, 1998: 1018~1023.
- [2] 张占松. 开关电源的原理与设计[M]. 北京：电子工业出版社, 1999, 2.
- [3] SIMetrix/SIMPLIS User Manual, Transim Technology Corporation, 2005.
- [4] D Morrison.Controller+MOSFET Equals Smaller ORing Solutions,Power Electronics Technology,2008(8).

【质量管理园地】

影响光缆粘结护套剥离强度测试结果的因素分析

成都泰瑞通信设备检测有限公司 孔超

摘要：光缆中铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套间的剥离强度是光缆的重要指标，本文分析了测试中影响其测试结果的因素，并结合实际提出了相应的建议及解决方法。

关键词：光缆；铝（钢）塑复合带；聚乙烯护套；剥离强度；测试

1 引言

光缆粘结护套是光缆的重要组成部分，在施工和运行过程中对光缆起着非常重要的保护作用。铝-聚乙烯粘结护套（简称 A 护套）和钢-聚乙烯粘结护套（简称 S 护套）是光缆常用的护套。A(S)护套是在光缆缆芯外施加的一层纵包搭接的铝（钢）塑复合带档潮层，并同时挤包一层黑色聚乙烯套，使聚乙烯套和复合带之间，以及复合带两边缘搭接处的带子之间相互粘结为一体。

粘结的强度不仅限制着护套的伸缩，而且影响着光缆的阻水和防潮效果，同时还能提升光缆的抗侧压能力。所以光缆粘结护套剥离强度的测试不论是在光缆产品标准中还是在运营商检验检测实施细则中都做出了明确的要求。准确测试光缆粘结护套的剥离强度对光缆质量把控有着十分重要的意义。本文主要对影响光缆铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套间剥离强度测试结果的因素进行分析和探讨，并结合实际提出了相应的建议及解决方法。

2 测试方法

目前测试方法采用 YD/T 837.3-1996 中的 4.9 粘结铝塑综合护套的剥离强度试验（也适用于钢塑复合带与聚乙烯护套间的剥离强度试验）。本方法在光缆产品标准中经常被引用。

2.1 测试设备

拉力试验机、游标卡尺（分度值 0.02mm）、锋利的冲刀。

2.2 测试条件

剥离角度：180°；剥离速度：（100±5）mm/min。

2.3 主要步骤

YD/T 837.3-1996 规定，利用锋利的冲刀或其他适当的方法从成品缆护套上纵向截取 3 个条形试样。试样长 150mm，宽 15mm。当缆周长不足 45mm 时（直径 14.3mm），试样宽度为周长的三分之一，由于光缆与电缆相比直径较小，实际操作时冲刀宽度通常使用 6mm 和 10mm 两种规格。将试样一端的铝（钢）带与护套分开 50mm 左右，把分离的铝（钢）带夹在拉力机的上夹具，护套夹在拉力机下夹具，按测试条件的规定，对试样进行逐个剥离。

2.4 测试结果及计算

进入正常剥离后，记录剥离曲线或者每隔 8 秒记录一个剥离力，精确到 0.1N，记录次数不少于 7 次。每个试样由剥离曲线求得平均剥离力（通常拉力设备可计算后给出），或者将每隔 8 秒记录的剥离力取算术平均值，由此求得该试样的平均剥离力，每个试样的剥离强度按公式（1）计算。最终测试结果取 3 个试样剥离强度的平均值。

$$F = \frac{F_0}{B_0} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

F——试样的剥离强度，N/mm；

F₀——试样的平均剥离力，N；

B₀——试样的实测宽度，mm。

3 影响测试结果的因素分析

3.1 试样制取

由于测试的试样是在成品光缆上制取，所以制取的试样可能存在图 1 所示的情况。特别是在光缆弯曲、芯径较小或光缆开剥偏斜等情况下更易出现，若采用了异常的试样进行测试，将会影响测试结果的准确性。

图 1 中 1 号试样外观虽然完整，但是复合带残缺，宽窄不一致；2 号试样复合带与聚乙烯护套等宽，但出现宽窄变化；3 号试样外观完整，但复合带宽度小于聚乙烯护套宽度；4 号试样为规范试样，外观完整，弧度较小，宽窄一致。

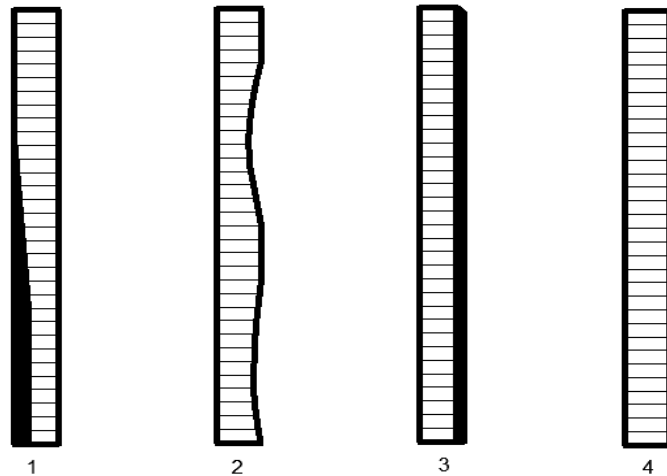


图 1 各种试样示意图

3.1.1 试样宽窄不一致

由于光缆护套出现弯曲或者制样时冲刀与护套轴线出现偏斜，则可能导致制取的一个试样出现宽窄不一致的情况，常见为一端变窄。一个试样宽度不一致会影响 B_0 测试结果的准确性，从而导致测试结果出现偏差。随机选取一个宽度不一致的试样进行测试，测试结果如图 2，图中横坐标为位移，单位为 mm；纵坐标为拉力值，单位为 N。

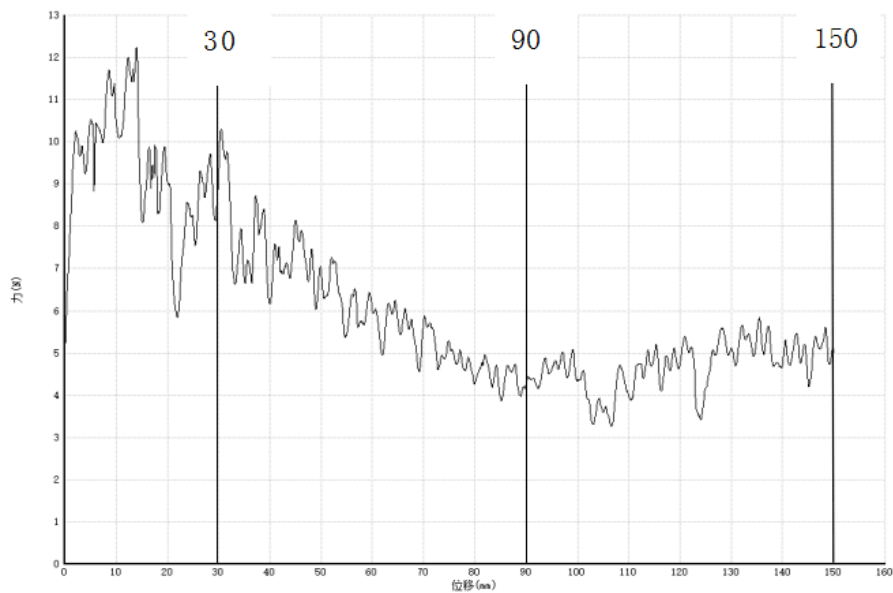


图 2 剥离力曲线图

图 2 中 0mm~30mm 段剥离力明显大于 90mm~150mm 段，并且 30mm~90mm 段剥离力逐渐减小。对应试样宽度分析，三段剥离力对应试样宽度不均，特别是 30mm~90mm 段剥离力是减小的过程，对应试样部分宽度则是逐渐变窄。这种情况由于 B_0 很难准确取值，导致测试结果有可能偏大或偏小，从而影响测试结果的准确性。

3.1.2 金属带粘结宽度和冲刀宽度不一致

当光缆缆径较小或者冲刀宽度和缆径不匹配时，试样容易出现金属带粘结宽度与冲刀宽度不一致的现象，如图 1 中 3 号试样。

随机从一段 GYTA 12B1.3 型光缆上用 6.0mm 宽的冲刀制取了 3 个试样进行测试，结果如表 1。

表 1 测试结果

试样	宽度 (mm)	平均剥离力 (N)	平均剥离强度 (N/mm)
1	6.0	7.9	1.3
2	6.0	7.2	1.2
3	6.0	7.6	1.3
测试结果			1.3

YD/T 901-2009 中规定剥离强度应不小于 1.4N/mm，则该结果不合格。观察试样发现，试样铝塑复合带宽度和外表面聚乙烯护套宽度不一致，且小于冲刀宽度，为了准确测量实际粘接宽度，笔者从测试后的 3 个试样上分别测量铝塑复合带宽度分别为：5.2mm、5.1mm、5.2mm。按铝塑复合带与聚乙烯护套之间粘结的实际宽度计算，结果见表 2，则测试结果合格。

表 2 宽度修订后测试结果

试样	宽度 (mm)	平均剥离力 (N)	平均剥离强度 (N/mm)
1	5.2	7.9	1.5
2	5.1	7.2	1.4
3	5.2	7.6	1.5
测试结果			1.5

若在测试过程中忽略了金属带粘结宽度和冲刀宽度不一致的情况会直接导致 B_0 偏大，引起最终的测试结果 F 偏小。

试样制取是测试的一个重要环节，如果制取的试样不规范，有瑕疵、残缺会严重影响测试结果的准确性。对于光缆剥离强度测试，制取试样尽量使用宽度适宜的冲刀，制取的试样应该尽量使得金属带粘结宽度与冲刀宽度一致，且均匀、无毛刺、无裂痕。

3.2 试样弧度

3.2.1 试样弧度与试样宽度 B_0 的关系

通常情况从成品光缆上制取的试样会存在一定的弧度，如图 3 所示。

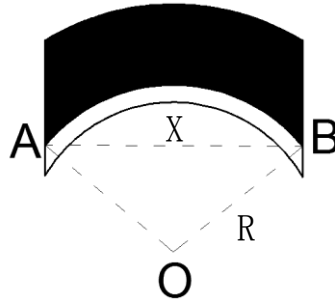


图 3 弧形试样截面图

AB 弧长实为试样的宽度 B_0 ， R 为缆径， X 为冲刀宽度。AB 弧长和缆径、冲刀宽度的关系如公式 (2)。

$$AB \text{弧长} = \arcsin \frac{X}{2R} \times 2R \quad \dots\dots\dots (2)$$

如果直接采用图 3 中的 X 作为试样的宽度 B_0 ，则会因测量原理的不正确而引入宽度测量误差 ΔB_0 ，计算方法见公式 (3)。因为 AB 弧长 $> X$ ，这会导致剥离强度的计算结果大于其真实值。

$$\Delta B_0 = AB \text{弧长} - X \quad \dots\dots\dots (3)$$

设 $y = \Delta B_0$ ，以 X 作为自变量对公式 (3) 进行求导，得公式 (4)。

$$y' = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{X}{2R})^2}} - 1 \quad (4)$$

由于 X 的范围为 $0 \sim 2R$ ，所以 $y' > 0$ ，说明在缆径不变的情况下，宽度测量误差 ΔB_0 会随着 X （制样宽度）的增加而增加，导致随着 X 的增加剥离强度的计算结果更加偏离真实值。

例如：某一 GYTA 144B1.3 型的光缆，护套内径为 13mm。若用 10mm 宽的冲刀制取剥离试样，根据 (2) 式计算铝带的粘接宽度应为 11.3mm，剥离力 F_0 不变，则剥离强度 F 的误差为 13%，使得测试结果明显偏大。

测试时应考虑试样弧度的影响。当弧度明显时建议在试样剥离开始处和剥离结束处做上标记，待测试结束后在标记范围内测量平整的铝（钢）塑复合带的宽度再计算结果。

3.2.2 试样弧度影响粘结护套剥离力

在以往测试中发现同一根光缆分别用 6mm 和 10mm 宽的冲刀制取的试样测试结果却不一样，后者大于前者，即试样的弧度越大剥离强度的测试结果越大。为此笔者做了以下试验：

从 GYTA 96B1.3 型光缆上用 10mm 宽的冲刀各连续取 6 个试样，分别编号为 1 至 6。再将编号为 2、4、6 的试样分别从中切开，一分为二，分别编号为 2-1、2-2、4-1、4-2、6-1、6-2。逐个进行测试，为了能准确测量 B_0 ，每次剥离测试结束后将铝塑复合带整理平整后进行计算，测试结果见表 3。

表 3 测试结果

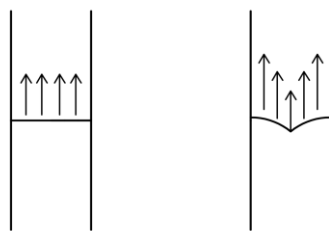
试样		宽度 (mm)	平均剥离力 (N)	剥离强度 (N/mm)	平均值 (N/mm)
宽试样	1	11.8	35.2	3.0	3.0
	3	12.4	37.1	3.0	
	5	11.9	35.7	3.0	
窄试样	2-1	5.4	8.4	2.1	2.1
	2-2	6.8	17.4		
	4-1	5.5	9.7	2.2	
	4-2	6.4	16.6		
	6-1	5.2	7.8	2.1	
	6-2	6.5	16.4		

从测试结果分析可以发现，同一根光缆上制取的试样，宽试样的剥离强度大于窄试样。为了进一步验证，笔者再随机选取不同型号、不同规格、不同生产厂商的光缆，按照同样方法各制取宽试样和窄试样进行了多次测试，测试结果见表 4。

表 4 多次测试结果统计

光缆编号	宽试样 剥离强度 (N/mm)	窄试样 剥离强度 (N/mm)	光缆编号	宽试样 剥离强度 (N/mm)	窄试样 剥离强度 (N/mm)
1	3.0	2.1	6	1.7	1.1
2	2.5	1.7	7	4.0	2.4
3	2.7	1.5	8	2.9	1.8
4	5.8	3.8	9	3.6	2.3
5	3.3	2.2	10	5.4	3.5

对剥离测试后的试样分析，发现剥离后的金属带在两侧边缘变形大，中间变形小的现象。说明金属带的剥离力在剥离分界处并非是如图 4（a）所示的均匀分布的理想模式，而是如图 4（b）所示的非均匀分布，即剥离时拉力先作用到试样两则再逐渐作用到中间位置。如果认为图 4（b）中心处的剥离力与图 4（a）分布均匀的力相当，两侧的剥离力大于中心处的剥离力，则可以对上述测试结果的差异做出合理分析解释。



(a)均匀分布 (b)非均匀分布

图 4 受力示意图

因此，制取试样时应选择与光缆缆径匹配的冲刀，使试样的弧度控制在一定范围内。建议冲刀宽度小于光缆芯径，且在冲样时最好从铝（钢）塑复合带侧冲向聚乙烯护套侧，使制取的试样弧度更小。但试样也不能太窄，因为铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套粘结并非绝对的处处均匀，过窄试样的测试数据易出现随机偶发的非真实结果。

3.3 金属带的宽度测量

宽度测量不准确是引起测试结果误差的主要因素。除了本文 3.1、3.2 中阐述的因素会直接引起宽度测量误差以外，测量时游标卡尺或者数显卡尺与试样的角度也会引起 B_0 的误差。准确测量试样宽度 B_0 是保障测试结果准确性的关键，用卡尺测量试样宽度时卡尺应与试样保持垂直，多次测量上中下各部宽度后取平均值。

3.4 试样夹持

测试过程中试样应该竖直夹持在拉力机上下夹具之间，与夹具应是垂直关系。在实际测试过程中可能由于测试人员粗心或操作不规范造成试样向左倾斜或向右倾斜的现象，从而造成剥离时铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套粘结宽度大于试样宽度，如图 5 所示。

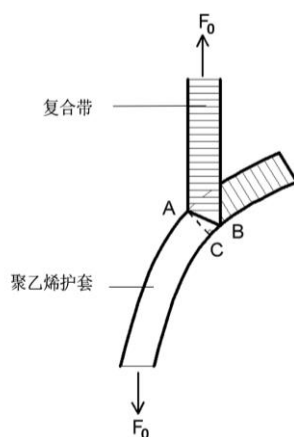


图 5 倾斜剥离示意图

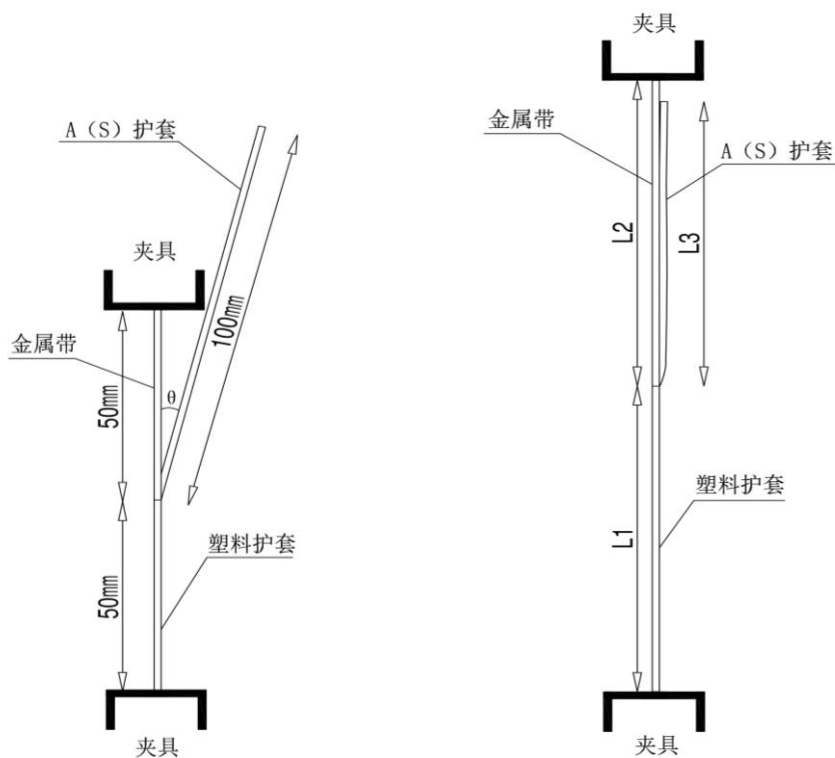
如图 5，试样向右倾斜与剥离力的方向形成一个夹角，测量试样宽度等于 AC 距离，但是由于试样夹持倾斜，导致剥离时粘结护套的实际宽度为 AB 距离，且 AB 距离大于 AC 距离。同一试样剥离强度 F 相同，根据公式 $F_0 = F \times B_0$ 则 $F_{AB} > F_{AC}$ 。测试中难以测量 AB 距离，若认为 $AB = AC = B_0$ 距离，则 $F_0 = F_{AB} / B_0$ 造成测试结果偏大。

3.5 剥离角度

常见光缆中铝（钢）塑复合带的厚度为 0.15mm 左右，由于材料硬度存在差异，当硬度超过一定界限时，在金属带与塑料护套分离处，剥离角度在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 之间变化，无法满足 180° 的剥离角度，导致测试条件不一而影响测试结果准确性（轧纹也是引起剥离角度变化的主要原因之一，但轧纹是光缆的工艺设计不作为影响测试结果的因素）。测试时应把铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套分开后成 180° ，将待分离的部分与铝（钢）塑复合带保持平行，确保剥离角度为 180° 。必要时可以采取恰当方式，维持正确的剥离角度。

YD/T 837.3-1996 中规定将试样一端的铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套先分开 50mm，再夹持在夹具上。由于试样长度为 150mm，分离 50mm 意味着还有 100mm 未分离的试样待拉伸剥离，而拉力机夹具有一定厚度，导致待剥离的 100mm 被夹具限制，使其不能与分离的金属带和塑料护套保持平行，出现了一个夹角 θ 。夹角 θ 的大小与夹具厚度有关，如图 6a) 所示，这样会导致剥离角度变小，测试结果偏小。因此，建议将铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套分开试样总长的 1/2 以上，这样即可避免出现 θ 角度，如图 6 (b) 所示，当 $L_1 = L_2 > L_3$ 时，可以避免试样因为夹具的厚度影响剥离角度。

根据 YD/T 837.3-1996 可以知 L_3 的长度不得小于 50mm，所以在不改变试样总长 150mm 的情况下，将铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套分开试样总长的 1/2 以上且不超过总长的 2/3，可消除 θ 角。



a) 分离 50mm 拉伸夹持状态 b) 分离 1/2 以上拉伸夹持状态

图 6 剥离侧视图

4 结束语

结合实际情况，建议在光缆剥离强度测试时注意以下几点。

- 1) 正确开剥光缆。光缆开剥前观察光缆是否笔直，如果是弯曲状态则应在不损伤光缆的前提下矫正光缆，光缆开剥应不偏斜，开口平整。
- 2) 选择合适的冲刀。冲刀应锋利无缺陷，宽度适宜，建议小于光缆芯径；冲样时冲刀长轴应与光缆轴线平行，且从铝（钢）塑复合带侧冲向聚乙烯护套侧。
- 3) 制取标准的试样。制取的试样应满足铝（钢）塑复合带与聚乙烯护套等宽、均匀、弧度小且无毛刺、无裂痕。
- 4) 准确测量试样 B_0 。若试样存在一定弧度等因素，则应在试样剥离开始处和剥离结束处做上标记，待测试结束后在标记范围内测量平整的铝（钢）塑复合带的宽度。
- 5) 规范操作、仔细测试。试样竖直夹持在上下夹具之间，且与夹具保持垂直。
- 6) 正确的剥离角度。将铝（钢）塑复合带与护套分开试样总长的 1/2 以上，且不超过总长的 2/3，确保剥离角度为 180° 。必要时可以采取恰当方式，维持正确的剥离角度。
- 7) 准确记录有效结果。出现拉伸位移不够、中途断裂、铝（钢）塑复合带撕裂等现象

的测试数据无效，不应作为测试结果。

YD/T 837.3-1996《铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法》是针对市内通信电缆制定的，在光缆产品标准中粘结护套剥离强度的测试引用了此标准，但由于通常光缆外径远小于电缆外径，所以在光缆测试中会有诸多不妥之处，对此应予以重视。

参考文献

[1] YD/T 837.3-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第3部分 机械物理性能试验方法

[2] YD/T 901-2009 层绞式通信用室外光缆

作者简介

孔超（1993—），男，通信工程专业。2016年就职于成都泰瑞通信设备检测有限公司（信息产业有线通信产品质量监督检验中心），从事光缆检测工作。

检测机构评价体系的构建与应用研究

泰尔认证中心 杨旭 徐莉娟 薛刚

1 引言

认证检测工作是质量认证体系的主要载体，是国际通行、社会通用的证明各类市场主体符合相关技术标准或规范的市场化评价工具。目前，认证检测活动蓬勃开展，在服务制造业、生态环境、战略新兴产业等方面发挥了重要作用。产品认证是一种国际通行的对产品质量的评价方法，通过企业自愿申请，由国家认可的产品认证机构按照程序对产品进行型式试验和工厂检查，符合认证条件后，颁发认证证书并允许产品上附有认证标志，以获得顾客信任和在市场竞争中处于有利地位。自国家开展认证工作以来，在产品质量提升、引导行业发展、保护消费者利益等方面均发挥了积极作用。

对申请产品实施检测是认证活动的一个重要环节，有部分认证机构不具备检测能力，需将产品检测任务分包给经中国合格评定国家认可委员会（以下简称“CNAS”）授权具备相应业务范围的检测机构进行检测。因检测机构的检测结果对认证机构做出认证决定有至关重要的作用，以及《认证机构管理办法》、《关于加强认证检测市场监管工作的通知》等一系列管理规定和要求的提出和修订，迫切要求认证机构有必要对其签约的检测机构进行有效管理，以避免“认证检测乱象”、程序不规范、有效性不高等问题的发生。然而，由于同一认证机构签约的各家检测机构的业务范围、检测任务量、检测质量存在很大差异，目前还没有一种方式可合理的反映检测机构的分包检测的真实水平。因此，亟需建立一套针对检测机构的评价体系并把指标细化、量化、具体化，以全面、真实、客观的反映检测机构分包检测情况。

2 运用层次分析法构建检测机构评价体系

层次分析法被广泛用于各种评价体系的构建，本研究运用层次分析法构建检测机构评价体系，通过对评价体系的层层分解给出目标值。

2.1 构建层次分析模型

构建结构层次模型是层次分析法的第一个步骤，要构建检测机构评价体系首先需要把评价指标具体化。为了确定相关指标，通过借鉴其他行业评价体系结合 CNAS、认证机构等对检测机构管理特色，得出以下层次结构模型，如下图所示。

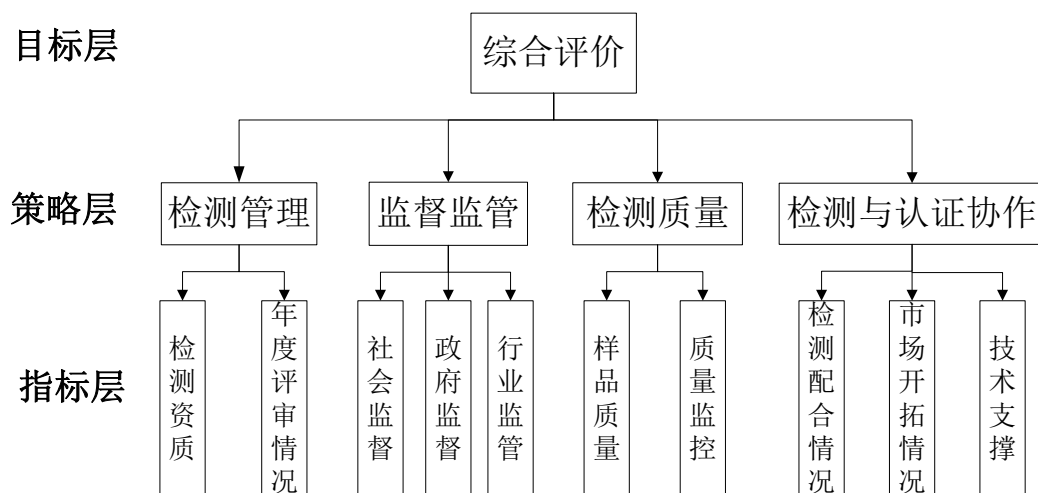


表 1 层次结构模型图

将目标层与策略层、策略层之间、策略层与指标层进行分解。目标层的综合评价分为检测管理、监督监管、检测质量、检测与认证协作。

1) 检测管理

CNAS 依据 ISO/IEC 17025 《检测和校准实验室认可能力准则》从人员、设施和环境条件、所用设备、检测和校准方法的确认、抽样、检测和校准物品的处置、检测和校准结果质量的保证、检测报告等方面对检测机构进行监管，并定期评审检测机构是否持续满足上述准则要求。对检测机构的最基本要求应为其满足 CNAS、认监委等相关规章制度的要求。因此，在本部分可考虑直接采信监管机构的监管结果，不再重新对检测机构的管理流程、机制等进行考核。因此，本指标在指标层可分为检测资质、年度评审情况。

2) 监督监管

认监委、CNAS 每年都会通过对检测机构进行定期和不定期抽查来加强对检测的市场监管工作，并且这些抽查结果可公开查询。其他社会群体如接受检测的企业、同行检测机构等也会对检测机构的检测活动进行监督。结合当前形势，监督监管的力度大，其结果尤其是负面结果将会对检测机构产生致命影响。因此本指标在指标层可包含社会监督、政府监督、行业监督。

3) 检测质量

产品认证检测作为产品认证的重要组成部分，其检测质量直接影响认证质量。因此，在构建指标体系架构时，可考虑将该部分作为重要指标。检测质量可包含的内容包括接受检测的样品与申请认证产品的一致性、认证机构对检测报告或检测档案的质量监控方式、检测报告正确率等。本部分可结合认证机构现有对检测质量监控方式、统计情况对指标进行量化、细化。

4) 检测与认证协作

从认证机构的角度考虑，也会关注检测机构与其的配合度。配合度主要体现在 1) 时效性：认证机构对产品认证的各个环节均有明确规定，检测机构对认证检测工作的配合程度直接影响产品认证工作的时效性；2) 契合度：各检测机构的检测业务范围与认证业务范围的匹配度、承担检测任务量的情况都对认证业务产生直接影响；3) 开拓性：指标具备可扩展性，认证业务不只局限于现有的稳定业务，还包括对未来相关业务的拓展，这就需要认证与检测机构相互配合来实现检测认证双赢；4) 支撑性：检测机构一般都会直接参与产品认证依据如行业标准、国家标准的制定工作，若检测机构协助认证机构编制实施规则等认证方案文件，可起到事半功倍的效果；此外，检测机构与认证相关的科研技术能力对推动认证与检测业务的共同发展有很好的助力作用。因此本部分指标层可包含检测配合情况、市场开拓情况、技术支撑情况。

2.2 计算权重

设定的判断值时两个元素之间的相对值，可将两个元素设为 i 、 j ，相对权重设为 a_{ij} ，元素的数量用 n 表示，由此可以得出判断矩阵。对 a_{ij} 数值的确定可根据根据各认证机构的管理导向与原则、调研等形式来确定。随后可采用 1-9 标度法，通过计算得出相关权重并运用层次分析法进行计算，得到各指标层的权重值。

3 检测机构评价体系应用

3.1 数据来源

因检测机构评价体系涉及的数据很多且范围很广，且有些数据需要实时统计，因此需要检测机构、认证机构各节点时时关注并定期汇总。上述指标体系架构涉及的主要数据可考虑如下途径收集：

- 检测管理主要通过检测机构根据自身管理情况每年定期上报数据，认证机构可考虑直接采信 CNAS、认监委的监管结果；
- 检测质量数据主要由认证机构通过收集检测机构的日常检测出现的问题、检测报告正确率以及认证机构对其进行抽查时发现的问题来确定；
- 监督监管主要通过认证机构收集的认监委、CNAS 以及其他社会群体对检测机构的检测活动的监督证据来确定。
- 检测与认证协作主要通过收集检测机构与认证机构相互配合的证据，可包括检测

机构对认证检测工作在主要环节时间上的配合程度、检测机构承担的检测任务比例、未来认证检测相关业务的拓展情况、检测机构对认证机构的检测技术支撑、科研支撑等。

3.2 评价方法介绍

检测机构评价体系的建立以希望对检测机构进行全局性、整体性的评价，应对所有检测机构都适用。本文构建的检测机构评价体系涉及 11 个子指标，涵盖了检测管理、监督监管、检测质量、检测与认证协作 4 个方面，后期还会根据需要进行对体系进行调整。为了尽可能减少人为评价的主观性，提高评价结果的严谨性，可采用最常见的百分制评价方式。在下一周期进行评价时，各机构的总分自动归为 100 分。

指标体系中涉及的指标应以 100 分为基准进行了相对化处理。相对化指标能表明该部分分值的权重。各指标均应是量化可测量的，可根据检测机构各部分实际得分情况加权汇总进行汇总排名。

这种评价方式简单，接受度较高，能直观的体现评价结果，还可以对检测机构运行的总体情况进行有效性评价，便于认证机构有针对性的对其采取相应的管理方式和管理措施。

3.3 结果应用建议

根据信息收集所得到的数据，利用三级指标的客观权重代入评价体系评价模型中，可得到各检测机构的综合得分与排序，根据得分情况对检测机构进行分级，实现分级管理。通过评价结果以及分析对结果产生影响的主要因素，可体现出认证机构对检测的管理导向，即重视检测质量，稳定现有认证检测业务，积极开拓新业务。为了更好的鼓励检测机构顺应认证机构的管理导向，更加正规的开展认证检测活动，对评价结果的应用有如下建议：

首先，认证机构应发挥指引功能，在条件允许的情况下对级别高的检测机构给予鼓励和引导，为其开通绿色通道，免于抽检等活动，为检测机构提供更多更好的具有针对性的检测平台，推动检测认证双赢发展。

其次，对级别最低或较上一年度降级的机构，考虑通过多样化监管来加强管理。将出现“踩线”行为的检测机构列为重点监管对象，必要时，加强证后监督抽查。考虑设立“黑名单”制度，列入黑名单的检测机构将报送认可机构，严重时联合相关机构永久取消其检测资格。

4 小结

认证机构若对产品认证检测分包给外部检测机构，需要对检测机构的选取、检测质量的好坏、检测与认证的协同配合情况等做一个综合的评价，目前还缺乏整体的评价机制来全面

的对分包检测机构进行评价，因此本文提出了如何建立检测机构评价体系。文中重点从建立该体系可建立的模型、权重计算方式、以及评价体系如何应用等方面做了介绍，希望可以给各机构在具体建立并应用该体系时提供参考。

【百家意见争鸣】

YD/T 1272.3-2015 标准存在问题探讨

中国电信集团有限公司广州艾特实验室 刘 健、陈少贤

摘要：分析探讨了 YD/T 1272.3-2015《光纤活动连接器第 3 部分：SC 型》标准在产品技术指标要求、测试方法以及图表中存在的问题，并逐项提出了修订建议。

关键词：标准；光纤活动连接器；插入损耗；回波损耗；检测

1 引言

光纤活动连接器是在光通信网络中大量使用的光无源产品，其行业标准主要是 1272 系列：第 1 部分 LC 型、第 2 部分 MT-RJ 型、第 3 部分 SC 型、第 4 部分 FC 型和第 5 部分 MPO 型。其中 SC 型光纤活动连接器历经了 YD/T 895-1997、YD/T 1272.3-2005 两个版本，目前的最新版本是 2015 年 7 月 14 日发布、同年 10 月 1 日实施的 YD/T 1272.3-2015 版本。

然而，到目前为止，离 SC 型光纤活动连接器 2015 版标准发布已经四年了，业界对该产品的认证仍然是采用 YD/T 1272.3-2005 版本，企业依然按 2005 版的标准要求进行生产，因此，2015 版的新标准实际上并未真正实施。2015 版标准与 2005 版标准相比较，其技术变化太大，环境试验和机械试验条件接近可靠性试验的要求，测试周期长，给企业研发、生产和型式检验都造成较大的成本压力，这是标准未能实施的原因之一。另外，2015 版标准本身的内容，比如产品技术指标要求、测试方法和图表描述中存在不完善、不明确的问题，也造成其可操作性不强，无法实施。

根据多年来实验室所承接的大量光无源器件产品的测试经验，本文主要对 YD/T 1272.3-2015《光纤活动连接器第 3 部分：SC 型》标准的存在问题进行探讨，并提出了改进建议。

2 YD/T 1272.3-2015 标准存在问题探讨

2.1 YD/T 1272.3-2015 标准中对各种类型的连接器在技术指标要求的规定上不够完善

YD/T 1272.3-2015《光纤活动连接器第 3 部分：SC 型》中涉及的连接器类型有插头、适配器（插座）、尾纤型样品组、跳线型样品组、尾纤和跳线共六种。这六种类型连接器的

指标要求在标准中均存在不完善之处，具体如下：

YD/T 1272.3-2015 标准 4.5.1 条款“光学性能指标”(YD/T 1272.3-2015 标准的表 10)中规定了插头和适配器（插座）的单模插入损耗和回波损耗指标、多模插入损耗指标，但未明确插头、适配器（插座）进行环境试验和机械试验后的指标要求，建议可在 YD/T 1272.3-2015 标准的表 10 或表 11 中补充。

YD/T 1272.3-2015 标准 4.5.3 条款“各种试验后插入损耗和回波损耗变化量”(YD/T 1272.3-2015 标准的表 11) 中规定了尾纤型样品组和跳线型样品组在常态及各种试验后的插入损耗、回波损耗及各自的变化量指标，但未明确在多模情况下不应考核回波损耗及变化量，建议在 YD/T 1272.3-2015 标准的表 11 备注中补充说明。而对于互换性试验来说，插入损耗是 10 个被测插头循环对接之后的测试值，试验前的初始值是每个被测插头与标准插头对接的测试值，由于对接插头的不同，试验前后的值并不具备可比性，因此考核其插入损耗变化量的必要性不大，建议在 YD/T 1272.3-2015 标准的表 11 中删除互换性试验之后插入损耗变化量 $\leq 0.3\text{dB}$ 的要求。

YD/T 1272.3-2015 标准附录 D 的表 D.1“光学指标参数”中规定了尾纤和跳线的单模插入损耗和回波损耗指标、多模插入损耗指标，但同样未明确尾纤、跳线进行环境试验和机械试验后的指标要求，建议在 YD/T 1272.3-2015 标准的表 D.1 中补充完善。

无论是插头、适配器（插座）、尾纤型样品组、跳线型样品组、尾纤还是跳线，在通信网的实际应用中均有大量需求。作为一份 SC 型的光纤活动连接器通用标准，将各种类型连接器的指标都考虑齐全，对生产厂家、使用单位、检测机构来说才有统一的检验和判定依据，才能保证产品和通信网络的传输质量。

2.2 YD/T 1272.3-2015 标准中对各种类型的连接器在回波损耗的测试方法上描述不够清晰和完整

YD/T 1272.3-2015 标准中关于各类型连接器插入损耗的测试均有详尽的测试方法描述和测试原理图，比如：标准 6.5.1 条款是关于插头的插入损耗测试，标准 6.5.2 条款是关于适配器（插座）的插入损耗测试，标准 6.5.3 条款是关于尾纤型/跳线型样品组的插入损耗测试，标准附录 D 中有关于尾纤和跳线的插入损耗测试。

但当涉及到回波损耗测试时，YD/T 1272.3-2015 标准正文的 6.6 条款就只有笼统的描述：6.6.1 条款仅提供了关于插头回损测试的定向耦合器法，而 6.6.2 条款的替代法只是简单地指向各种测量仪表的使用说明书。然而，我们可以看到，在 YD/T 1272.3-2015 标准附录 D 提供了详细的尾纤和跳线的回波损耗测试方法描述和测试原理图。也就是说，对于插头、适

配器（插座）、尾纤型样品组、跳线型样品组、尾纤和跳线这六种类型的连接器，除了适配器不涉及回波损耗指标外，目前 YD/T 1272.3-2015 标准中仍欠缺对于插头、尾纤型样品组和跳线型样品组这三种连接器回波损耗测试方法和测试原理的内容。下面对这三种类型连接器的回波损耗测试提出补充建议：

插头的回波损耗测试方法

用替代法进行插头回波损耗测试的方法和原理与 YD/T 1272.3-2015 标准附录 D.3 的 b) 尾纤的回波损耗测试类似（如图 1 所示）。但要特别注意的是，同样将回波损耗归零之后，测试尾纤的回波损耗时是对被测尾纤 T_1T_2 的 T_2 端进行端面处理，用匹配膏或缠绕的方法取消 T_2 端的端面反射；而测试插头的回波损耗时，应该在尽量靠近被测插头 T_1 的光缆处进行缠绕，这样的测试结果才能不受 T_1T_2 尾纤长度的影响，真正体现插头的回波损耗。

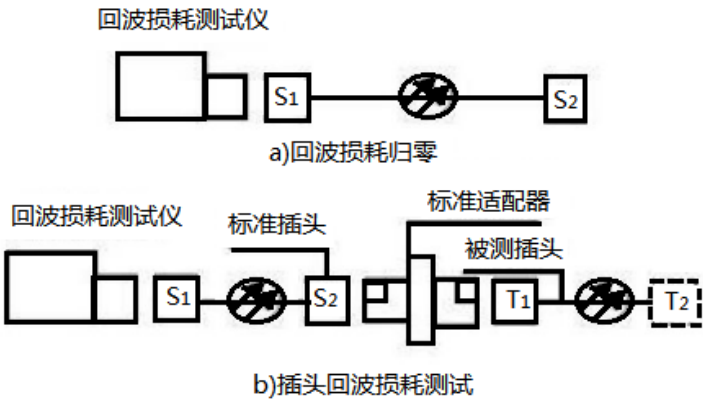


图 1 插头回波损耗测试原理图

尾纤型或跳线型样品组的回波损耗测试方法

正如 YD/T 1272.3-2015 标准条款 6.5.3 尾纤型或跳线型样品组的插入损耗测量采用熔接法，其回波损耗的测试也类似地可采用熔接法。

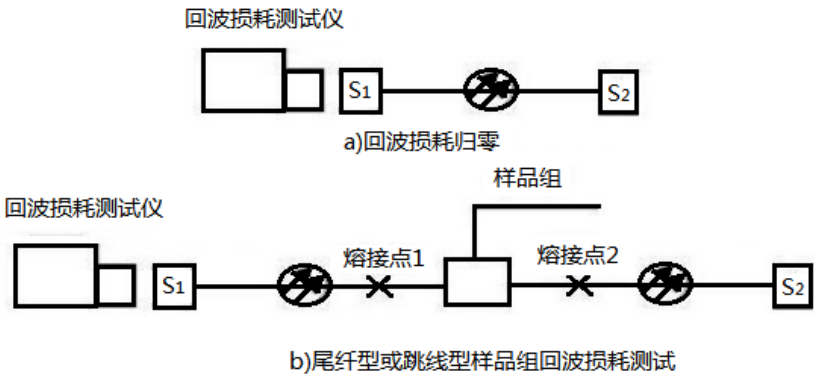


图 2 尾纤型或跳线型样品组回波损耗测试原理图

按图 2a) 所示将标准跳线的 S1 插头与回波损耗测试仪连接，对标准跳线的 S2 插头用

匹配膏或缠绕的方法进行端面处理，取消 S2 插头的端面反射，从而将回波损耗归零。

然后按图 2b) 所示，将标准跳线 S1S2 在中间位置断开，将样品组熔接于熔接点 1 和熔接点 2 之间（单个熔接点的损耗要求 $<0.03\text{dB}$ ）。待系统稳定后，对标准跳线的 S2 插头用匹配膏或缠绕的方法进行端面处理，取消 S2 插头的端面反射，从而测得尾纤型或跳线型样品组的回波损耗。

由于当前市面上通用的回波损耗测试仪一般都具备插入损耗的测试功能，因此在实际操作中，尾纤型或跳线型样品组的插入损耗和回波损耗测试可依次进行，即光功率归零→回波损耗归零→插入损耗测试→回波损耗测试，无需在插入损耗测试和回波损耗测试时进行重复熔接。

2.3 YD/T 1272.3-2015 标准中图表存在的问题

1)YD/T 1272.3-2015 标准第 4 页的“单芯连接器插头接口”图示和第 5 页表格“单芯连接器插头接口尺寸”的标记不对应，标准中表格“单芯连接器插头接口尺寸”的最后一个标记 BL 在“单芯连接器插头接口”图示中未体现。

如图 3（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 1）虚线圆圈所示部位缺漏了 BL 的标记，应补充如图 4 虚线圆圈对应部位所示的 BL 标记。

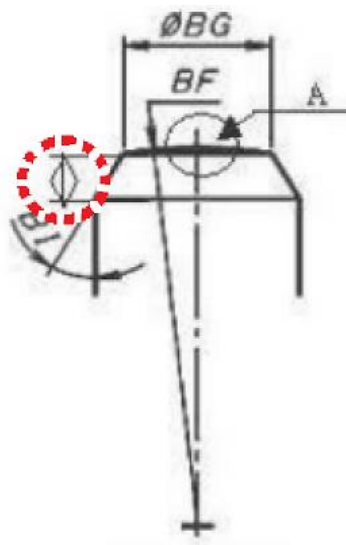


图 3 插针端面图 ((YD/T 1272.3-2015 标准中的图 1)

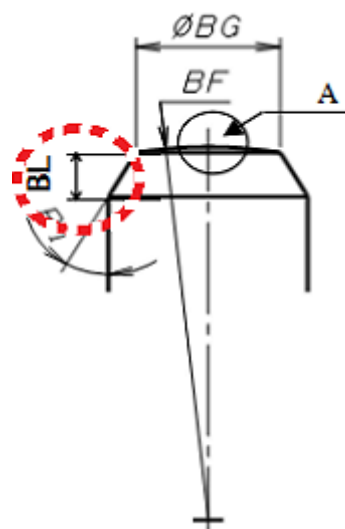


图 4 插针端面图

如下表 1(YD/T 1272.3-2015 标准中的表 14), YD/T 1272.3-2015 标准的第 18 页表格“周期质量检验程序”C3 组检验的尾部拉伸和机械耐久性试验之间多了一条分割线，样品数量和月单位周期的数值置中位置不正确。

C3组检验			
—低温储存	6.7.2		
—加湿温度循环	6.7.5	15	24
—扭曲	6.7.8		
—抗拉力	6.7.9		
—尾部拉伸	6.7.10		
—机械耐久性	6.7.12		
—重复性	6.7.13		
—互换性	6.7.14		
—插、拔力	6.7.15		

表 1 周期质量检验程序（YD/T 1272.3-2015 标准中的表 14）

3) YD/T 1272.3-2015 标准的第 21 页“尾纤型和跳线型样品组插入损耗测试原理”图（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 13）及相应测试步骤的描述中，用于光功率计归零的跳线不应该是普通的测试线，而应该是标准跳线，因此跳线的标记符号 T_1T_2 应修订为 S_1S_2 ，对应图示和描述中的 T_1 插头和 T_2 插头应分别修订为 S_1 插头和 S_2 插头。

4) 加湿温度循环试验的条件是：温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ ；湿度 90%~100%；试验周期为 14 次循环。如下图 5（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 19），YD/T 1272.3-2015 标准的第 25 页“加湿温度循环试验”图并未体现湿度应如何设置，折线图上横轴的时间也未明确每个温度平台的持续时间和温度突变时上升下降的时间要求，仅从折线上可以定性看出：从 -10°C 到 65°C 的斜线体现的时间坡度陡，从 65°C 到 -10°C 的斜线体现的时间坡度相对平缓。这样模糊的试验条件，在实际测试中并不具有可操作性的。

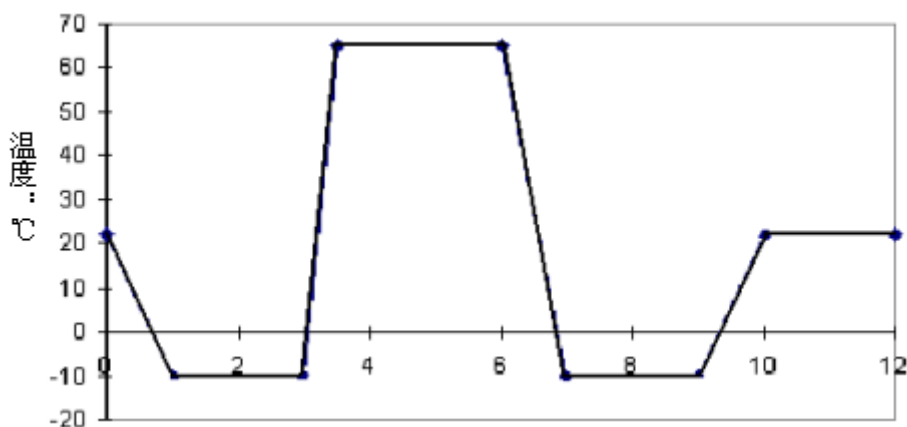


图 5 加湿温度循环试验（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 19）

实际上，YD/T 1272.3-2015 标准所参考的 Telcordia 标准 GR-326-CORE 中关于加湿温度循环试验的描述原本是清晰具体的：如下图 6（GR326 标准中的图 4-4），在 GR-326 温湿度控制图中除了体现温度控制，还明确了湿度控制的区域。GR326 标准中该图示下方还特

意备注了测试的细节和基本原理,明确了第 2 条斜线的时间间隔是在 15~20 分钟内使温度箱的温度从-10℃上升到 65℃,其它 3 条斜线的时间间隔是 1 小时。有了这些备注条件和说明,每个温度平台的持续时间和温度突变时上升下降的时间、需要加湿控制的时间也就都明确了。

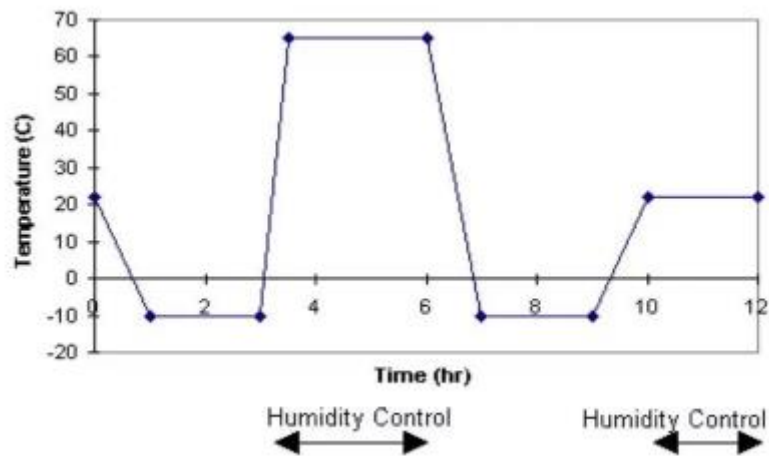


图 6 加湿温度循环试验温湿度控制（GR326 标准中的图 4-4）

5) 如下图 7（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 20），YD/T 1272.3-2015 标准的第 26 页“弯曲试验示意”的试验装置图中，测试臂绕纤的部位图示不明确：弯曲试验时，测试臂需 0°、90°、0°、-90° 旋转，如果只是单轮结构的话，光纤活动连接器尾部光缆依托在弯曲半径 2.5cm 的绕纤轮（图 7 中虚线圆圈部位）上从 0° 旋转到 90° 又回到 0° 位置之后，往 -90° 旋转时没有绕纤轮可依托，只能靠插头和光缆之间的自然弯曲进行试验。因此，建议该部位的图示由单轮结构修订为双轮结构，如图 8 所示。

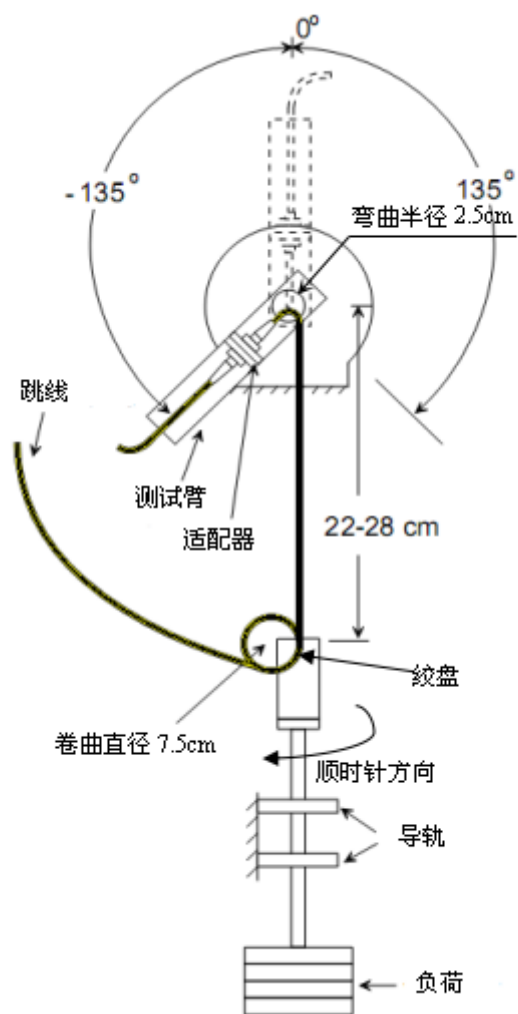


图 7 弯曲试验示意（YD/T 1272.3-2015 标准中的图 20）

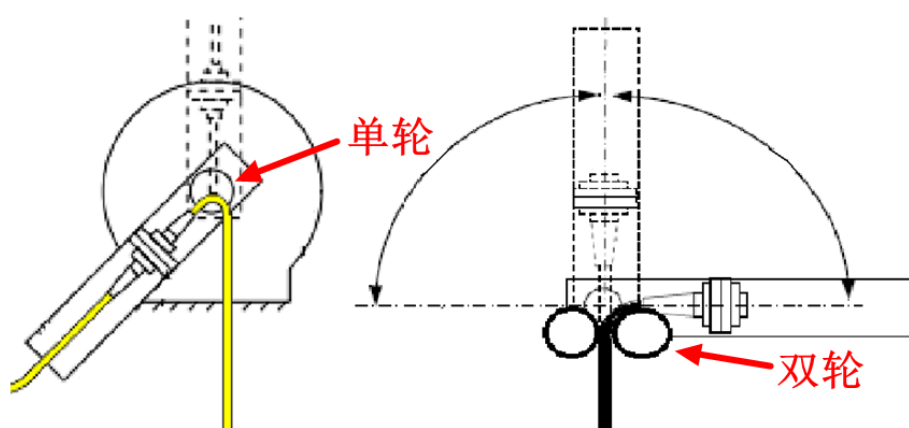


图 8 单轮/双轮结构

3 结束语

YD/T 1272.3-2015 标准中存在的这些问题，不但会使厂家技术人员在产品图纸设计阶段产生困惑、检验人员在质量检测阶段对样品数量产生误解，甚至因试验条件、试验装置的不明确，检验人员无法进行试验。

LC 型和 FC 型光纤活动连接器最新版本的标准也陆续于 2018 年进行了发布，这两份标准中涉及到产品的技术指标要求、测试方法、环境试验和机械试验条件也部分参考了 SC 型光纤活动连接器的 YD/T 1272.3-2015 标准，有的甚至是直接引用并指向 YD/T 1272.3-2015 标准中存在问题的条款。

因此，建议尽快对 YD/T 1272.3-2015《光纤活动连接器第 3 部分：SC 型》标准进行细化修订，使标准真正发挥作用。

三种移动终端 RF 测试模式的比较与分析

西安通和电信设备检测有限公司 西安创联超声技术有限责任公司

李云峰、张小亚

摘要：本文就当前移动终端常规使用三种 RF 测试模式信令、非信令、完全非信令进行了简单对比和分析，对其内部的支撑原理，从 AGC，AFC、以及信令流程做了深入的对比介绍和数据展示。

在各种无线移动终端研发和生产中，无论是当前占有量最大的高通芯片、还是 MTK、展讯等其他芯片，都需要各种测试和验证，心细一点的话，就会发现，研发调试、生产测试、以及 OTA 测试等，所用测试方法、工具、甚至仪器仪表都有一定的差异；就上述差异，本文就芯片自身的工作原理做一下简要介绍；

一、移动终端 MS 与 BS 通讯流程建立区别：

1、信令测试：

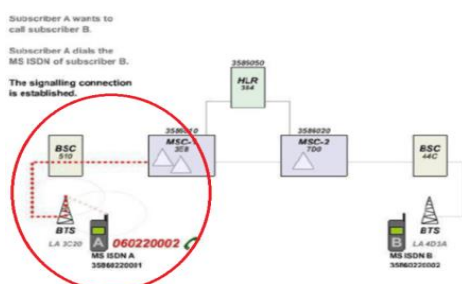


图 1：信令注册流程图

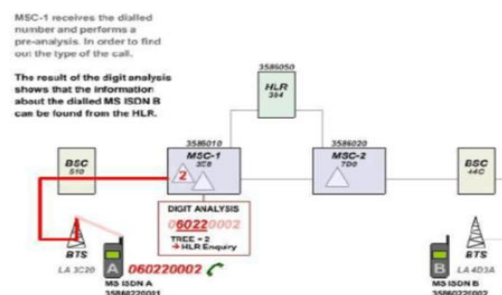


图 2：信令呼叫流程图

简述流程如下：移动终端开机→信号搜索→信号频率同步→信令呼叫→注册→鉴权，建立通讯连接；映射到通讯架构层和以及测试系统架构上，分别如下图

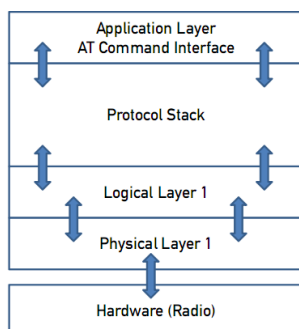


图 3：终端通讯系统架构图



图 4：终端信令测试系统图

2、非信令测试:

在有些芯片厂家，也将非信令测试称为简化信令测试，其关键技术点在于取消了信令扫频搜索以及信令呼叫、注册和鉴权等步骤，绕过协议栈，直接和逻辑层深圳物理层通信；如下图 5 所示；

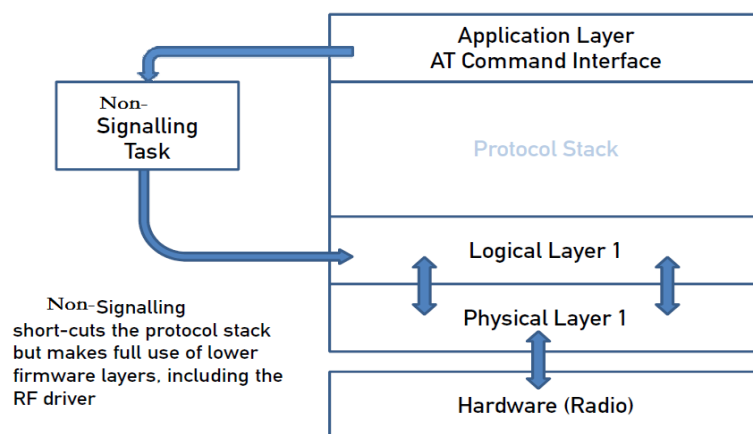


图 5：非信令测试协议交互架构图

信号的 RF 同步是借助于 PC 的设置进行，减少了扫频搜索的步骤，以及注册鉴权的步骤，这个时间也不固定，一般 30 秒左右；生产测试一般会采用这种模式测试，因为这样可以为生产测试节省很多时间，从而节省生产成本；

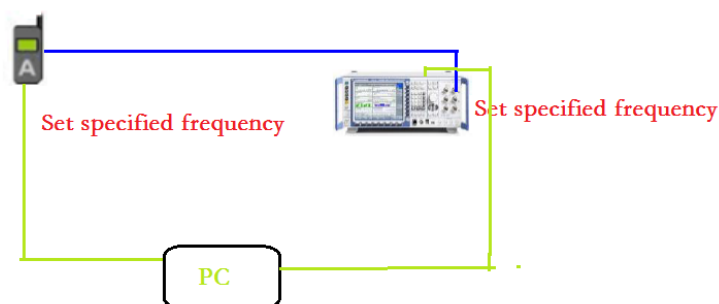


图 6：非信令测试系统连接图

3、完全非信令测试:

完全非信令测试，即研发调试模式（也有人称为校准模式），其技术特点在于物理层的开环和完全非信令，移动终端完全不受制于基站 BS 的控制，所以不存在注册和呼叫、鉴权等信令动作；

二、三种 RF 测试模式下，移动终端 MS 物理层控制 AFC、AGC、APC、以及温补上异同点

测试模式	AFC	APC	AGC	温补使能
------	-----	-----	-----	------

信令	闭环	闭环	闭环	闭环
非信令（简化信令）	闭环	闭环	闭环	闭环
完全非信令	开环	开环	开环	开环

表 1：信令、非信令、完全非信令模式下物理层控制机制对比列表

1、生产测试之所以采用非信令测模式，在于 AFC、APC、AGC 与信令测试一样，都是闭环控制的，即 MS 的相关物理层信息在基站 BS 端有信息同步和实时控制，其表现就是保证终 MS 在实际通话中频率、功率和增益在给定值目标值范围内；在实际测试中，因两种测试模式频率、功率和接收增益上有同样的物理特性，所以测试的数据也是一致的；

对信令和非信令测试的功率数据，采用双 T 对比方式，分析结论如下

信令 - 非信令 的配对 T				
	N	平均值	标准差	标准误
信令	101	29.2821	0.0790	0.0079
简化信令	101	29.3483	0.0990	0.0099
差分	101	-0.06624	0.07618	0.00758
平均差的 95% 置信区间: (-0.08128, -0.05120)				
平均差 = -0.066 (与 $\neq$ -0.066) 的 T 检验: T 值 = -0.03 P 值 = 0.975				

图 7：信令测试和非信令测试 double -T 对比分析数据

备注：上述结论是在同一个样本空间下，分别对 WCDMA Band1 频段 9750 信道，进行信令测试和非信令测试采集的最大发射功率数据；

对其测试数据进行过程统计分析，如下图，具有同等的可控制性；

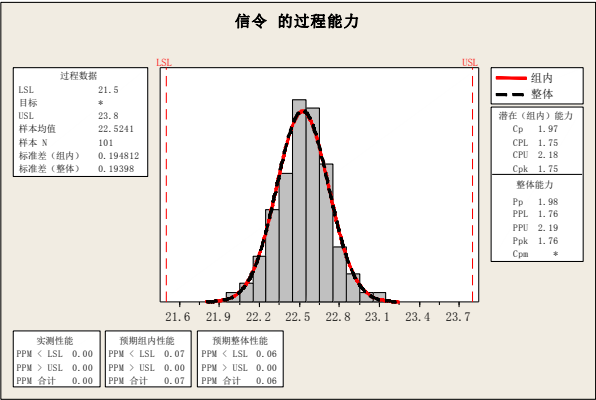


图 8：信令功率过程分析

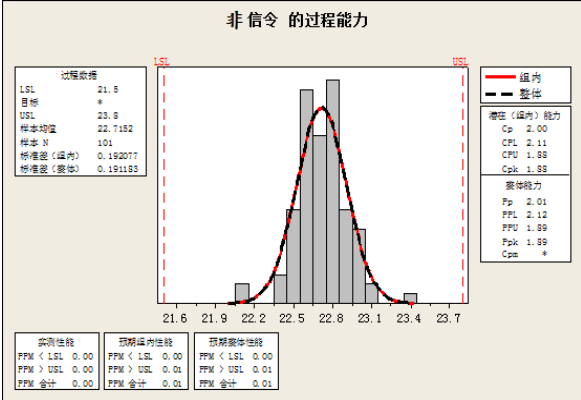


图 9：非信令功率过程分析

备注：从上图两个终端的在信令和非信令状态，针对 WCDMA Band1 频段 9750 信道

最大发射功率，进行 10 分钟，分别采集 101 组数据的分析结论；

2、信令模式，一般是可以小区跳频切换；非信令测试模式，一般 AFC 控制只是针对 PC 为终端设置的给定频率；原因是，在非信令测试模式下，MS 节省了注册和呼叫过程，BS 不能将周边蜂窝小区的频率等相关信息提前知会到 MS，因此 MS 无法完成对周边小区漫游等相关信令动作；在实际非信令测试模式下，信道切换，只能借助于 PC 对其强制设置完成；

3、非信令测试模式下，MS 与 BS 侧建立频率同步后，可以通过自动导频信道，锁定在一个固定的频点上，从而使得测量到的频率误差可以控制在一个很小的范围内，这与信令测试模式是一致的。在这一点上，与完全的非信令（如 Qualcomm 的 FTM 模式）校准中比较是明显的，能够看到 Frequency Error 在一个很大的 范围内波动，并且随时间有一定的漂移。在完全非信令测试模式下，PC 对终端设置什么样的频率就是什么样的频率，其频率的稳定性，也是自身 AFC 相关电路物理特性的体现；由于 AFC 是开环的，信令上完全脱离 BS 的控制，其频率的波动很大，如信令测试、和完全非信令测试的频率稳定性对比图：

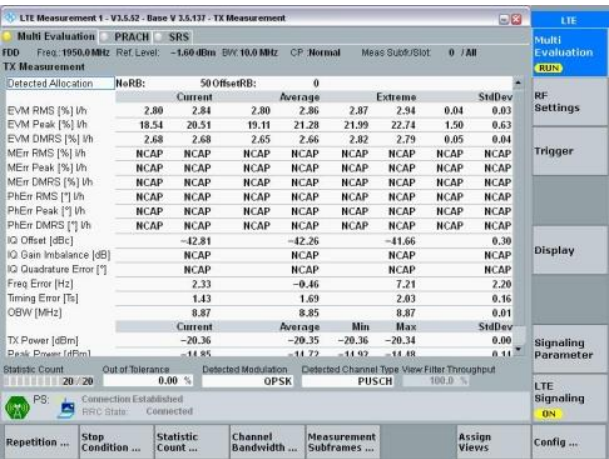


图 10：信令测试

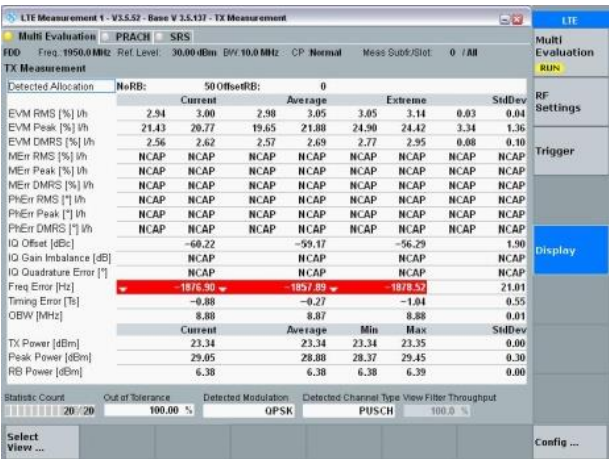


图 11：完全非信令测试

4、众所周知，在手机等移动终端 MS 使用过程中，会出现发热等现象，根据 PA 和晶振等相关物理特性，其稳定性，会出现较大的偏移和波动；通过测试数据，可以很明显的印证，信令模式下相比完全非信令具有更好的功率稳定度和频率稳定度；

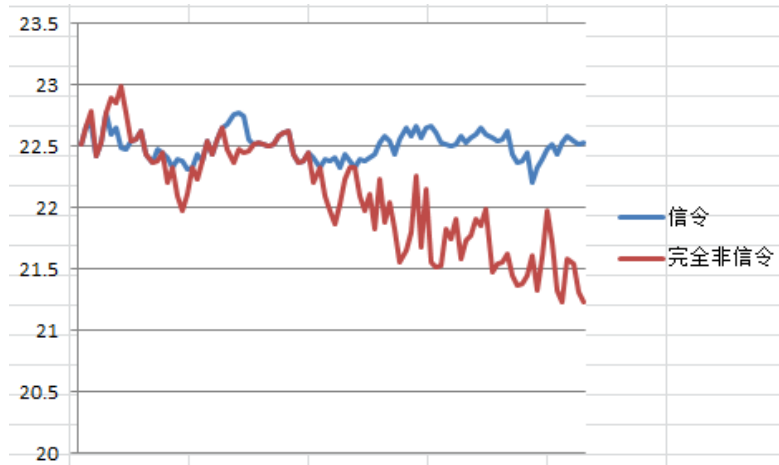


图 12：信令与完全非信令功率稳定性对比图

备注：上图为同一个终端的在信令和完全非信令状态，针对 WCDMA Band1 频段 9750 信道最大发射功率，进行 10 分钟，分别采集 101 组数据的曲线图对比结论；可以直观看出，完全非信令存在发热掉功率的情况，即没有温度补偿功能。