

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1817—2017

代替 YD/T 1817—2008

通信设备用直流远供电源系统

DC remote feeding power system for telecommunication equipment
(IEC 60950-21: 2002, Information technology equipment Safety Part 21:
Remote power feeding, NEQ

2017-04-12 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 组成和分类.....	5
4.1 组成.....	5
4.2 分类.....	6
5 要求.....	6
5.1 环境条件.....	6
5.3 性能要求.....	7
5.4 监控要求.....	12
5.5 通信网络线路通断检测.....	12
5.6 过载保护.....	12
5.7 电力线搭接保护.....	12
5.8 漏电流保护.....	12
5.9 绝缘要求.....	13
5.10 雷击浪涌防护要求.....	13
5.11 EMC 要求（电磁兼容性）.....	14
5.12 工程安装中的安全要求.....	15
6 试验方法.....	14
6.1 试验环境条件.....	14
6.2 试验前准备.....	15
6.3 正常工作条件下的试验.....	15
6.4 在单一故障下的试验.....	16
6.5 一根导体线缆接地的试验.....	17
6.6 输入电压变动范围.....	19
6.7 稳压精度.....	19
6.8 负载效应和源效应.....	19
6.9 效率.....	20
6.10 负载效应恢复时间试验（动态响应）.....	20
6.11 局端输入反灌杂音电流试验.....	20
6.12 监控告警功能.....	20
6.13 通信网络线路通断试验（RFT-C、RFT-V 电路）.....	21
6.14 过载保护试验（包含短路）.....	21

6.15	输入过/欠压保护试验	21
6.16	电力线搭接保护试验	21
6.17	线-地漏电流试验	21
6.18	线-线稳态电流保护或限功率保护试验	22
6.19	绝缘电阻试验	22
6.20	抗电强度试验	22
6.21	雷击浪涌防护试验	22
6.22	EMC 试验.....	22
6.23	环境条件试验	22
7	检验规则	24
7.1	检验分类	24
7.2	出厂检验	24
7.3	型式检验	24
8	标志、包装、运输和贮存	25
8.1	标志	25
8.2	包装	25
8.3	运输	26
8.4	贮存	26
附录 A（资料性附录）本标准与 IEC60950-21-2002 的技术性差异及其原因.....		27

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替YD/T 1817—2008《通信设备用直流远供电系统》，与YD/T 1817—2008相比，主要技术变化如下：

- 增加了通过电力线缆供电的直流远供电系统（见5.3.3）；
- 增加了室内型与室外型的分类（见4.2.2）。

本标准使用重新起草法参考IEC 60950-21：2002《信息技术类设备安全要求 第21部分：远供电源》编制，与IEC 60950-21：2002的一致性程度为非等效。本标准与IEC 60950-21：2002的主要技术差异及原因见附录A。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中兴通讯股份有限公司、中国信息通信研究院、杭州中恒电气股份有限公司、武汉烽火科技集团有限公司、艾默生网络能源有限公司、杭州信控科技有限公司、中达电通股份有限公司、广东易事特电源股份有限公司、北京动力源科技股份有限公司、华为技术有限公司、广东志成冠军集团有限公司、深圳市金威源科技股份有限公司、厦门科华恒盛股份有限公司、深圳奥特迅电力设备股份有限公司、中讯邮电咨询设计院有限公司、中国电信集团公司、伊顿电源（上海）有限公司。

本标准主要起草人：田剑峰、于海滨、楼 涵、孙 昊、朱 莉、裘道林、潘哲毅、李红桥、田兰华、陈 杰、李民英、颜昔平、苏先进、王文东、王殿魁、杜 民、王 伟、李长雷。

本标准于2008年7月首次发布，本次为第一次修订。

通信设备用直流远供电电源系统

1 范围

本标准规定了通信设备用直流远供电电源系统（以下简称远供系统）的术语和定义、组成和分类、要求、试验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于通过电力电缆、通信电缆进行直流电能远距离传送和接收的供电系统。

本标准不适用于采用TNV电路供电的远供系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温（IEC 60068-2-1:2007, IDT）

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温（IEC 60068-2-2: 2007, IDT）

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc和导则：振动（正弦）（IEC 60068-2-6:1995, IDT）

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1:1999, IDT）

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 3873—1983 通信设备产品包装通用技术条件

GB/T 4797.1—2005 电工电子产品自然环境条件温度和湿度

GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求

GB 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法

GB/T 12706.1—2008 额定电压1kV（Um=1.2kV）到35kV（Um=40.5kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分：额定电压1kV（Um=1.2kV）和3kV（Um=3.6kV）电缆

GB/T 16895.15-2002 建筑物电气装置 第5部分：电气设备的选择和安装

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

YD/T 637—2006 通信用直流—直流变换设备

YD/T 950—2008 电信中心内通信设备的过电压过电流抗力要求及试验方法

YD/T 983—1998 通信电源设备电磁兼容性限值及测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通信网络电压电路 telecommunication network voltage circuit (TNV)

设备中可触及接触区域受到限制的电路，该电路作了适当的设计和保護，使得在正常工作条件下和单一故障条件下，它的电压均不会超过规定的限值，也称TNV电路。

3.2

总配线架 main distribution frame (MDF)

外线侧连接铜芯双绞线市话通信电缆，内线侧连接电信交换或接入设备的用户电路，可通过跳线进行线号分配接续。且具有过电压过电流防护、告警功能及测试端口的配线架。

3.3

安全特低电压 safety extra-low voltage (SELV)

用安全隔离变压器或具有独立绕组的变流器与供电干线隔离开的电路中，导体之间或任何一个导体与地之间有效值不超过50V的交流电压。

3.4

远供系统 remote power feeding system

通过电力电缆或通信电缆进行直流电能远距离传送和接收的供电系统。

3.5

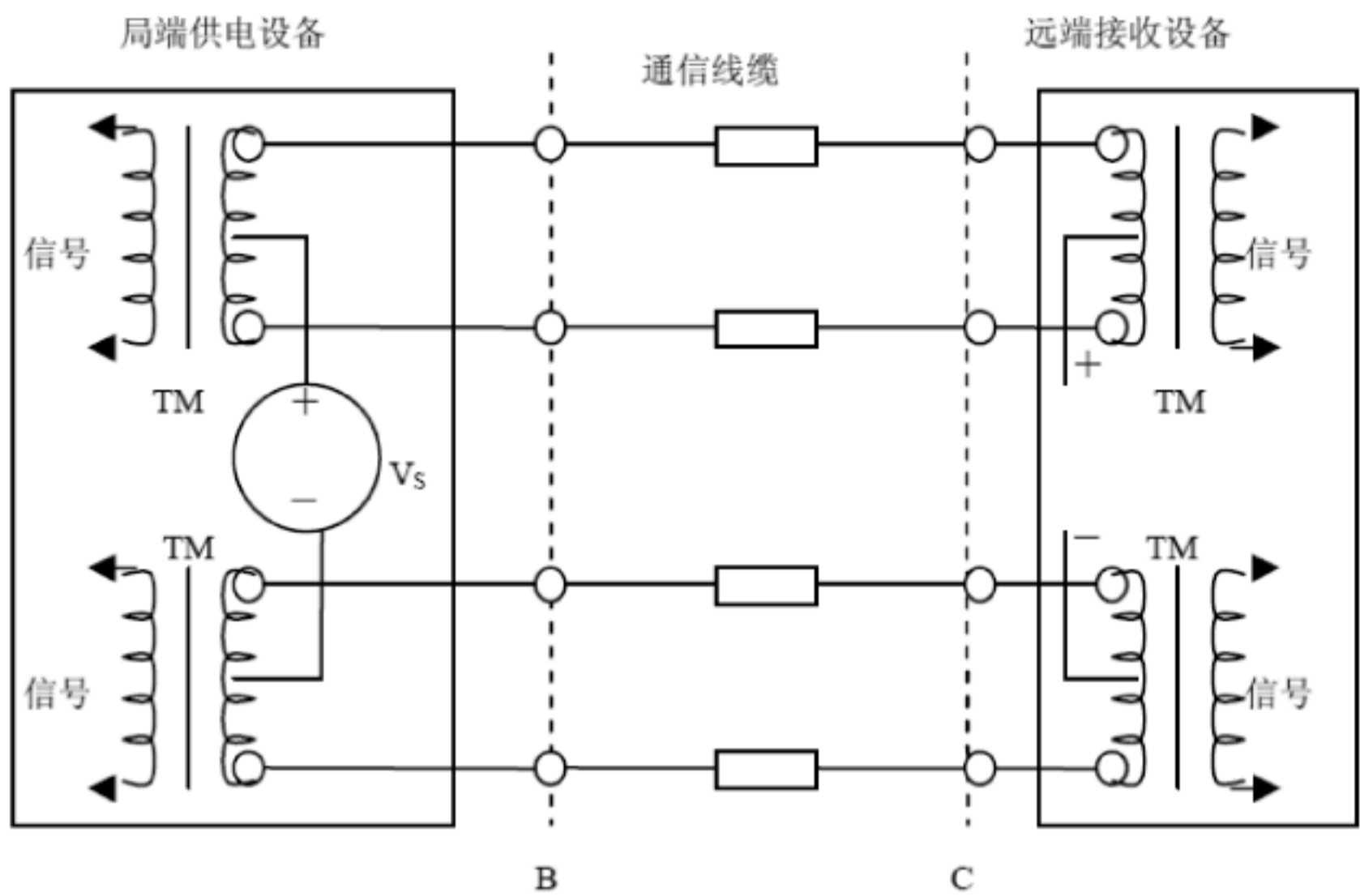
远供电路 remote feeding telecommunication circuit

通过通信电缆（通信电缆和复合光缆中的通信电缆）传送和接收直流电能的二次电路，包含信号耦合远供系统和独立通信电缆供电的远供系统，其电路电压超过TNV电路限值，且电路中可能存在从通信电缆上引入的过电压。也称RFT电路。

3.6

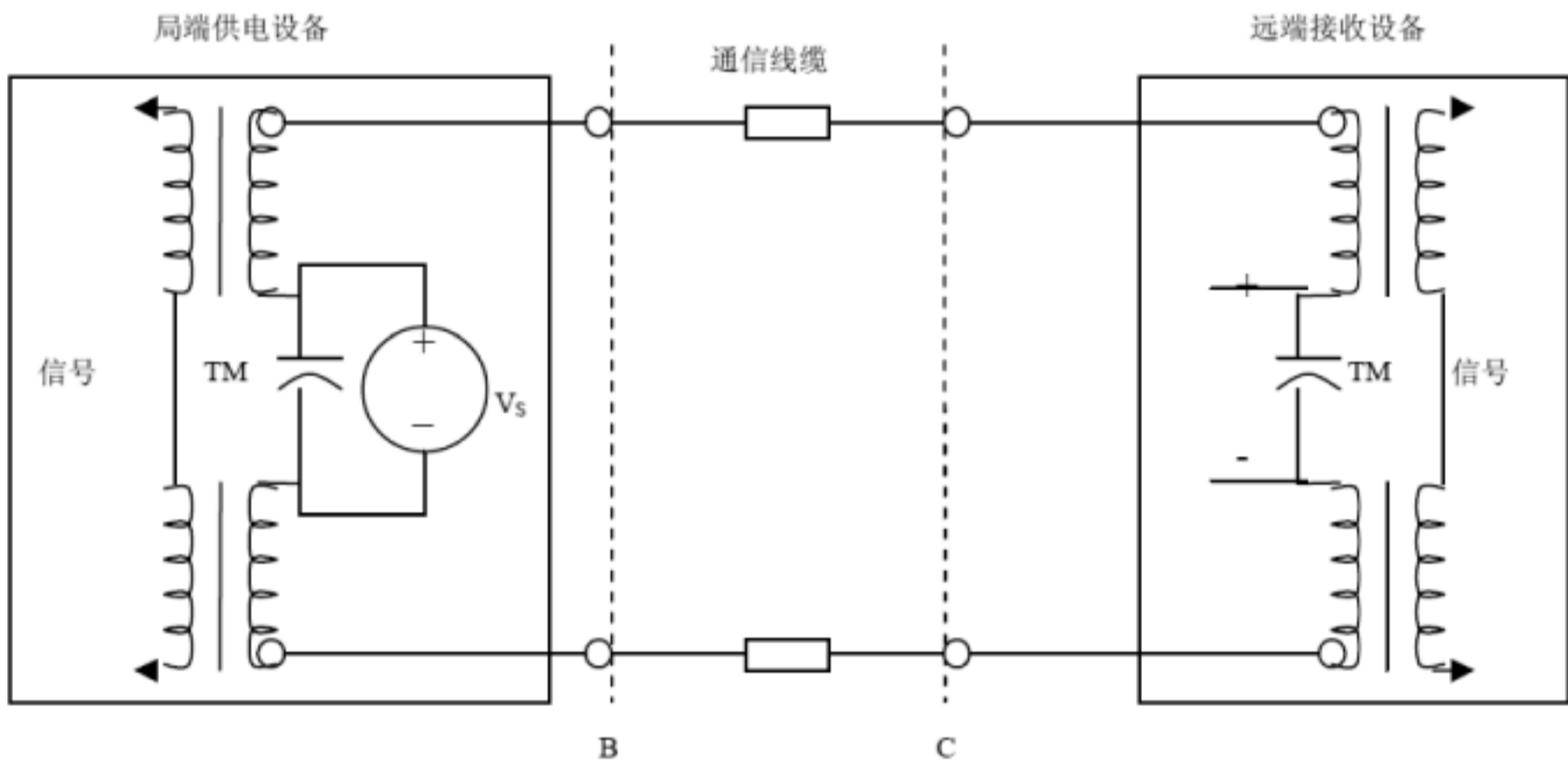
信号耦合远供系统 remote power feeding system via coupling signal transmission line

电源和数据信号在同一路径中传输的远供方式，如图1和图2所示。



注：TM为变压器的代号。TM在局端供电设备内进行信号与电源耦合，在远端接收设备中进行信号与电源的解耦。

图 1 信号与电源耦合方式一



注：TM为变压器的代号。TM在局端供电设备内进行信号与电源的耦合，在远端接收设备中进行信号与电源的解耦。

图 2 信号与电源耦合方式二

3.7

独立通信电缆供电的远供系统 remote power feeding system via independent signal transmission line 电源和数据信号分别在不同信号电缆路径中传输的远供方式，如图3和图4所示。

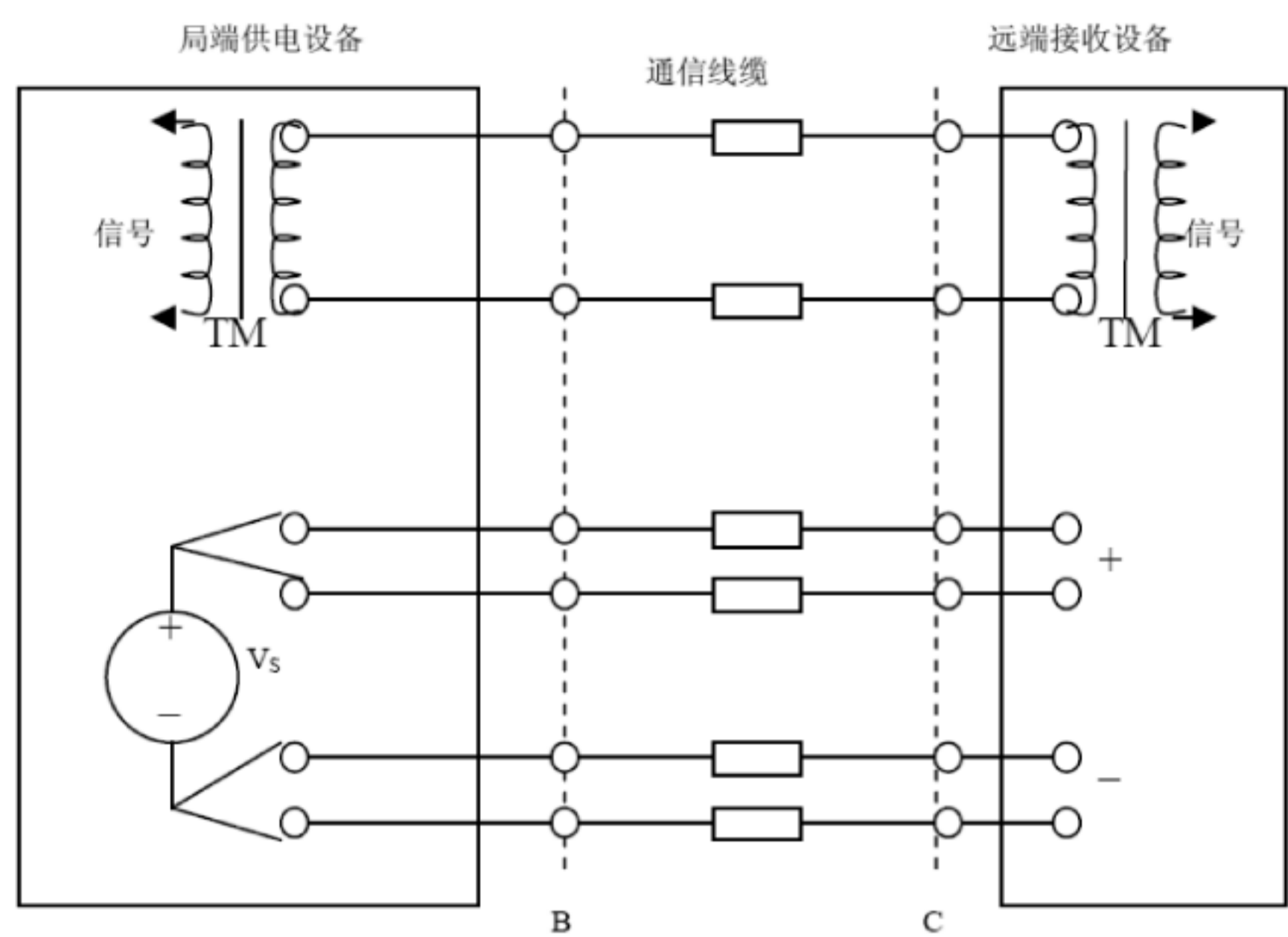


图 3 独立通信电缆供电的远供方式一

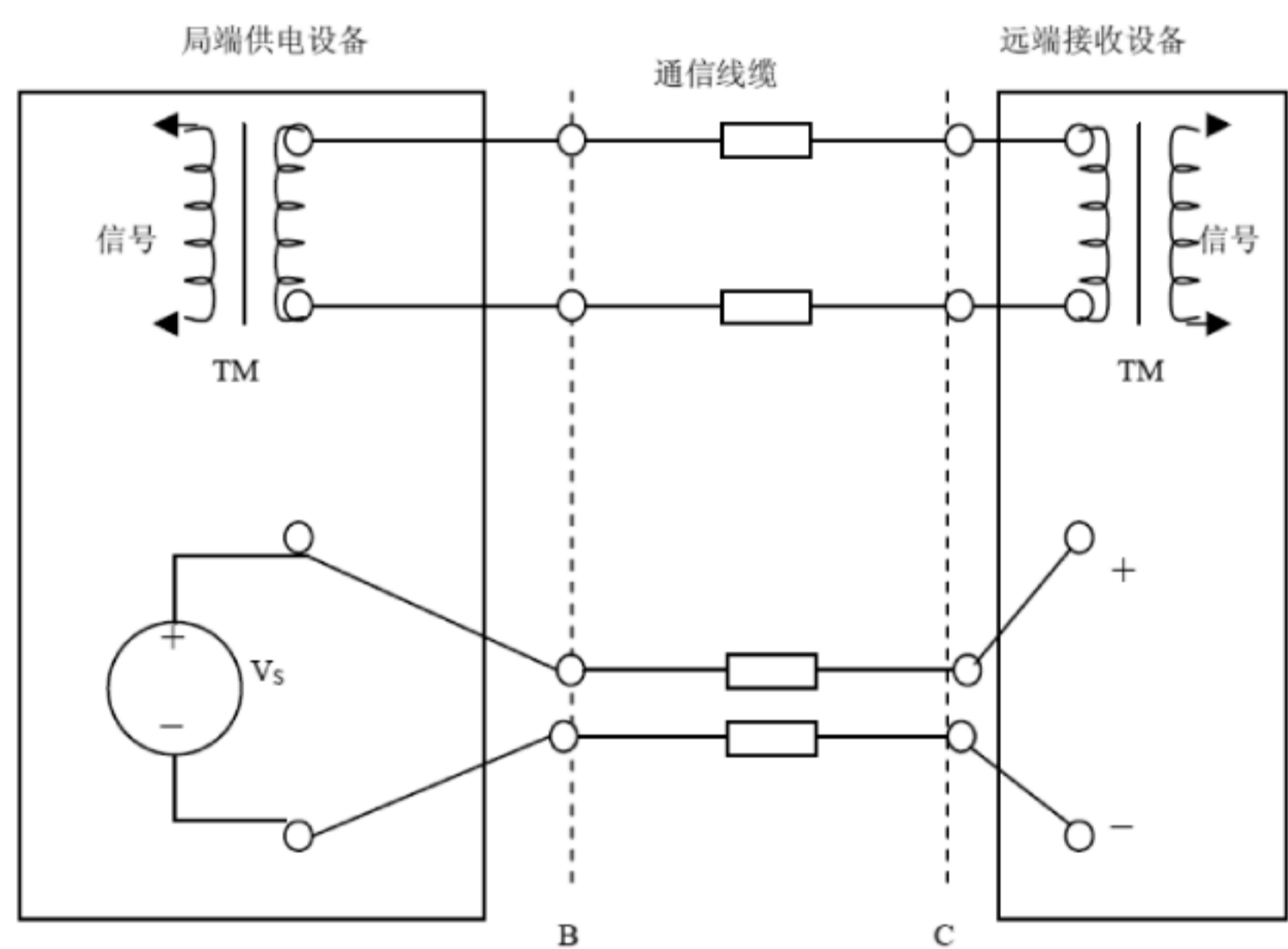


图 4 独立通信电缆供电的远供方式二

3.8

RFT-C 电路 RFT-C circuit

一种RFT电路，在正常情况和单一故障情况下，电流不超过规定限值，一般应用于小功率系统设备。

3.9

RFT-V 电路 RFT-V circuit

一种RFT电路，在正常情况和单一故障情况下，电压被限制，且可接触面积也受限，一般应用于大功率系统设备。

3.10

通过电力电缆供电的远供电源系统 remote feeding power system via electric power cable
电源和数据信号分别在不同路径中传输的远供方式，其中供电是通过电力电缆进行传输。

4 组成和分类

4.1 组成

远供系统一般由局端设备、通信电缆或电力电缆和远端设备组成。各组成部分在网络中的位置如图5和图6所示。

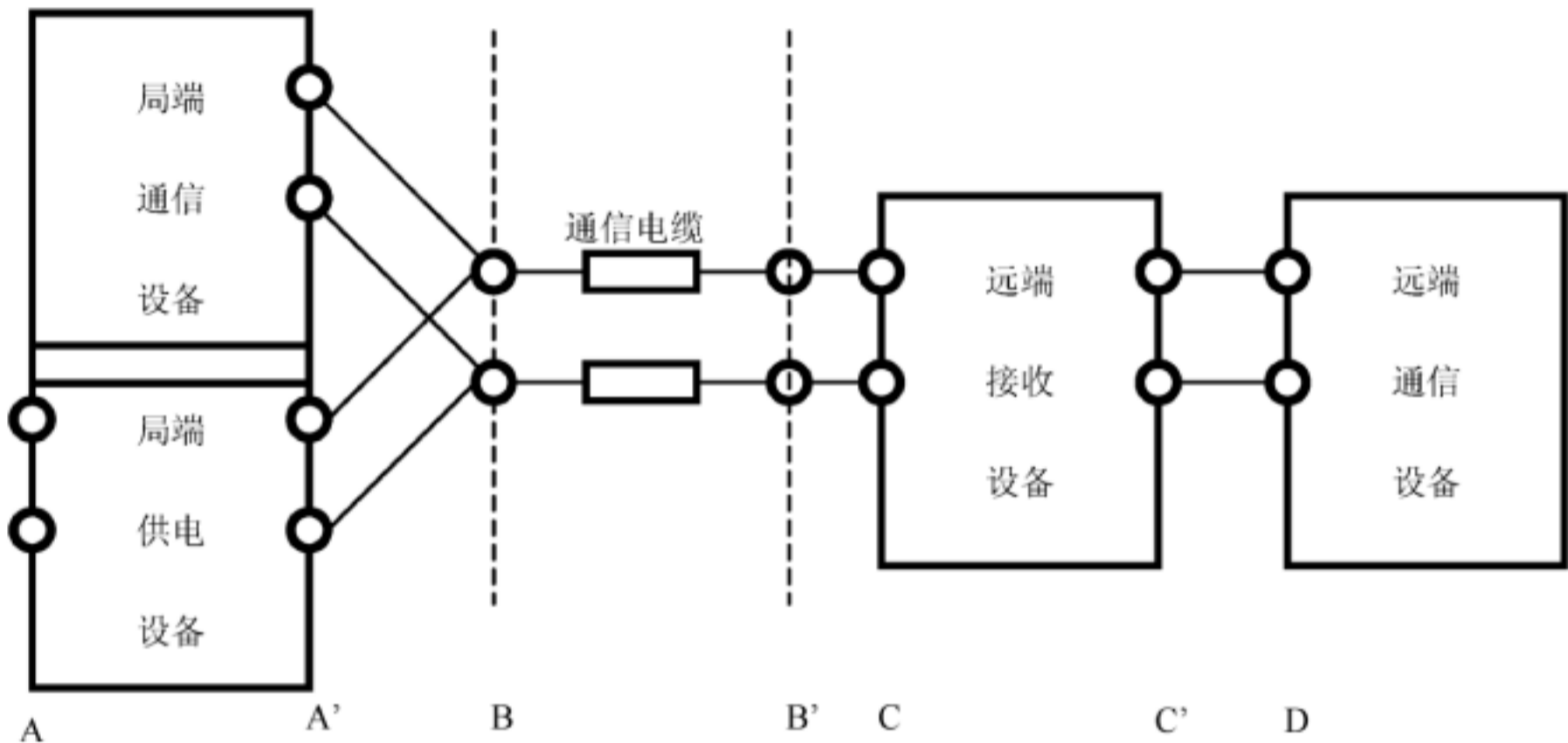


图 5 通过通信电缆供电组网方式

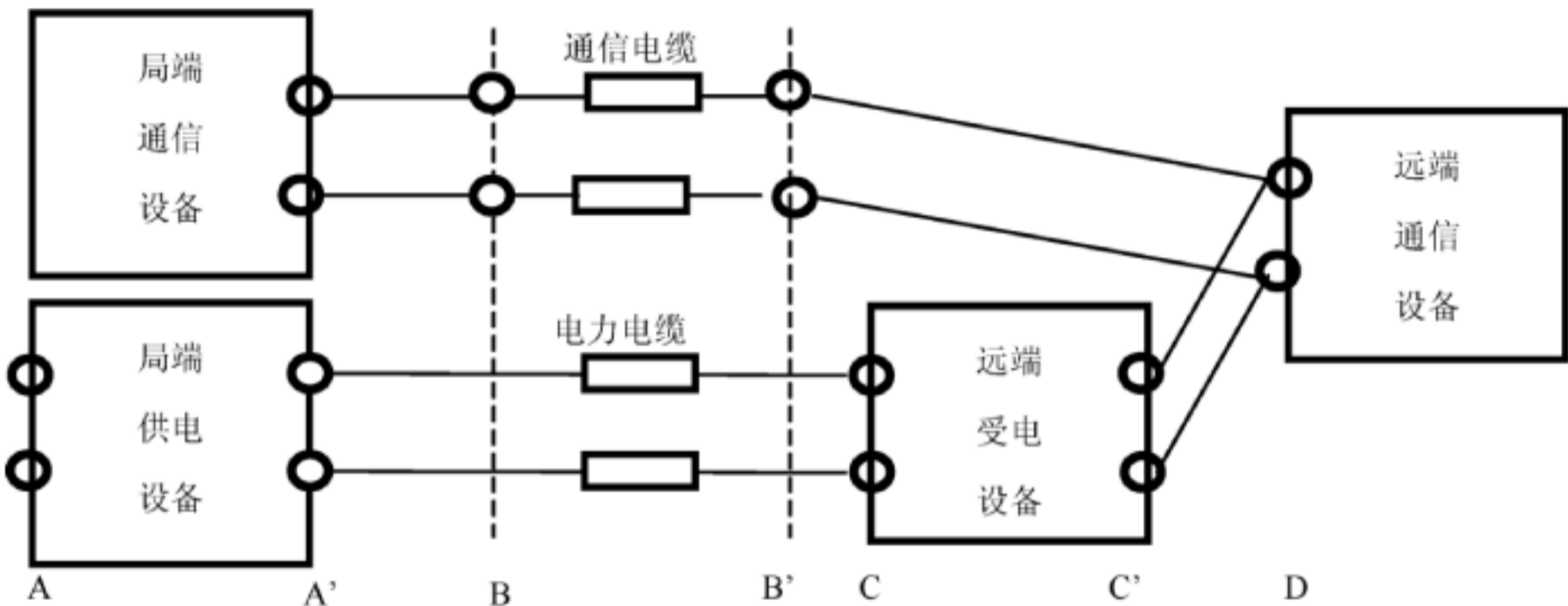


图 6 通过电力电缆供电组网方式

图中英文字母表示组成部分端口位置，其中：

- A为局端供电设备输入口；
- A'为局端供电设备输出口；
- B、 B'为MDF或者交接箱输入口和输出口；
- C、 C'分别为远端接收设备或受电设备输入口和输出口；
- D为远端通信设备输入口。

远端通信设备也可以和远端接收设备集成为一体，此时，远端通信设备与远端接收设备的对外端口就合一为C， C'和D端口就不存在了。

4.2 分类

4.2.1 按照供电传输情况

分为通信电缆和电力电缆供电两种类型。通信电缆供电的电路包括RFT-C电路和RFT-V电路，如图7所示。

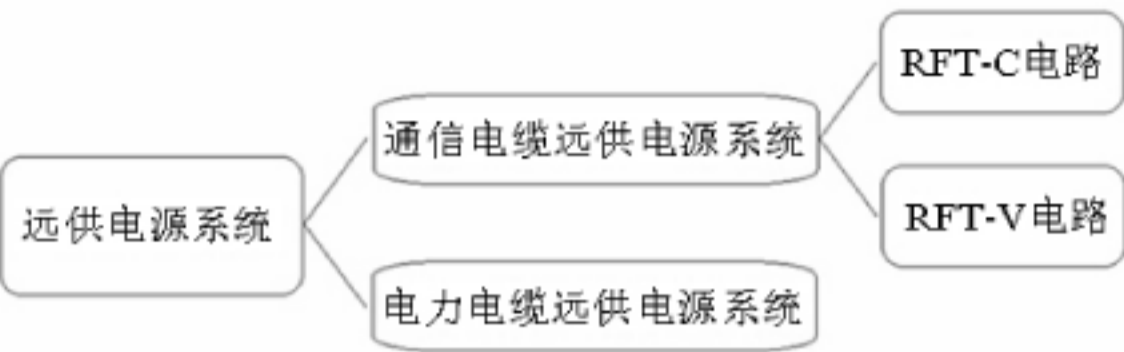


图 7 两种类型的远供系统

4.2.2 按设备环境适应性

按设备环境适应性可分为室内型、室外 I 型和室外 II 型。其中室外 I 型见 GB/T 4797.1—2005 的表 1 中寒冷、寒温 I 的规定，室外 II 型见 GB/T 4797.1—2005 的表 1 中暖温、干热、亚湿热、湿热的规定。

5 要求

5.1 环境条件

5.1.1 局端设备

当局端设备为室内型时，其环境条件要求如下：

- 工作温度：-5℃~40℃。
- 相对湿度：≤90%（40℃±2℃）。
- 气压：86kPa~106kPa。
- 储运温度：-40℃~70℃。

特殊使用条件要求遵循 YD/T 637-2006 中 4.1.2 的规定。

5.1.2 远端设备

远端设备包括储运和工作两个环境条件。

a) 储运

- 储运温度：-40℃~70℃。
- 相对湿度：≤95%（40℃±2℃）。

b) 工作

1) 室外 I 型：

- 工作温度：-40℃~45℃。
- 相对湿度：≤90%（40℃±2℃）。

2) 室外 II 型：

- 工作温度：-10℃~65℃。
- 相对湿度：≤95%（40℃±2℃）。

3) 室内型:

- 工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度: $\leq 95\%$ ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时)。

注1: 上述指标不考虑太阳辐射。当考虑太阳辐射情况时, 依据产品特殊需求, 还应符合户外设备的防水等要求。

注2: 室外II型 55°C 以上降额。

5.3 性能要求

5.3.1 RFT-C 电路要求

5.3.1.1 正常工作条件下的要求

RFT-C电路的组网如图8所示。

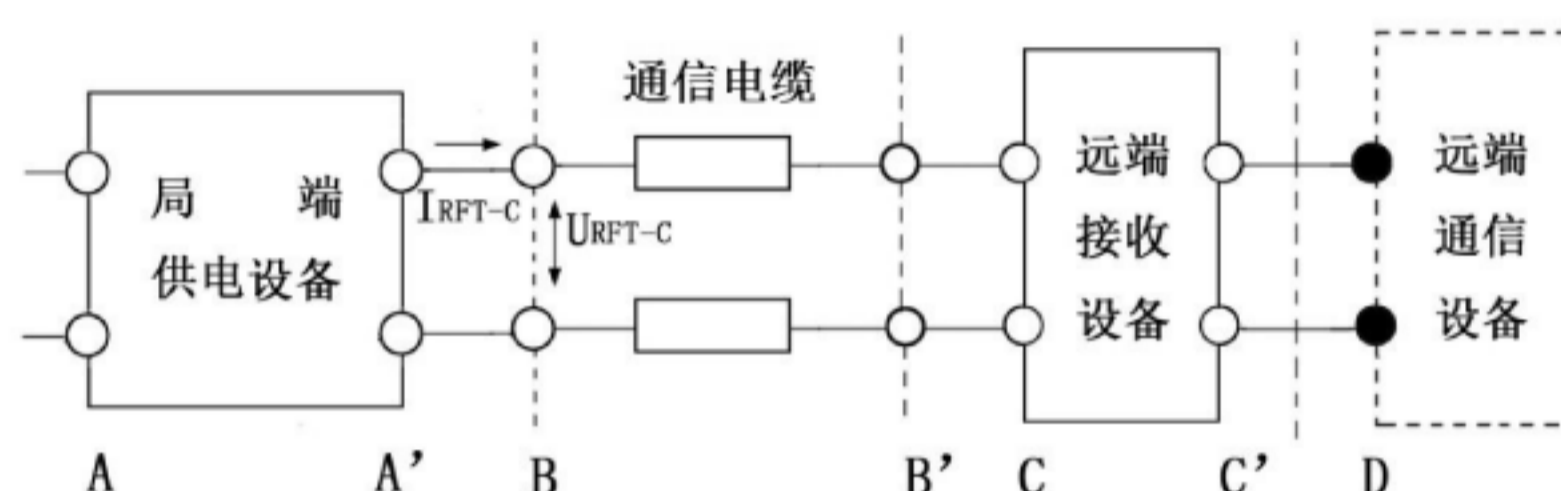


图8 RFT-C 电路的组网

图8中:

- A口输入直流额定电压应符合TNV及SELV电压要求;
- A'口输出为直流, 稳态时电流 $I_{\text{RFT}} \leq 60\text{mA}$ (单线对);
- A'口电压可以为悬浮电压、正极接地电压、负极接地电压、正负对地平衡电压中的任意一种;
- B口电压 $U_{\text{RFT-C}} \leq 1500\text{VDC}$;
- 如果远端接收设备位于用户家中或者人口密集区域, 则B'口电压 $\leq 120\text{VDC}$ 。

正常操作条件下, RFT-C电路应遵循以下限制:

- 通信网络供电的RFT-C电路中, 非接地端一极导体对地稳态电流不应超过直流 2mA 。
- RFT-C电路, 在线缆额定电压已知情况下, 供电电压应限制在线缆额定值以下。如果通信网络的配线规定了额定电压, 供电的电压应该符合该限值, 但最大不能超过 1500V ; 或者, 如果通信网络的配线没有规定额定电压, 通信网络的电缆之间的供电电压应该限制在 800VDC 以内。
- RFT-C电路, 在线缆额定电压已知情况下, 导体间以及导体与地间绝缘要求与RFT-C电路电压对应的要求一致。

注: 此绝缘要求同样适用于连接器。

5.3.1.2 单一故障下的要求

在RFT-C电路供电设备中的绝缘或者元器件 (使用双重绝缘或者加强绝缘的元器件除外) 失效, 或者通信网络中的一根电缆和地之间的绝缘失效时, RFT-C电路中的电流不能超过图9中相应的限值。同时, 故障发生 2s 后, 线一地电流不得超过 25mA , 线一线电流不超过 60mA 。

在模拟设备中元器件和绝缘可能失效以及通信网络的电缆和地之间绝缘可能失效时，应通过检查和测量来检验其是否合格。图9中，从电缆和地接触的时刻开始计时。

5.3.1.3 一根线缆接地的要求

如果RFT-C电路中连接通信网络的一根电缆接地，那么在任意外部负载的条件下，另外一根电缆对地的电流不能超过图9中的相应线对地的限值，且另外一根电缆的对地开路电压不能超过5.3.1.1中定义RFT-C电路的最大电压。上述测量至少在故障发生2s之后进行。

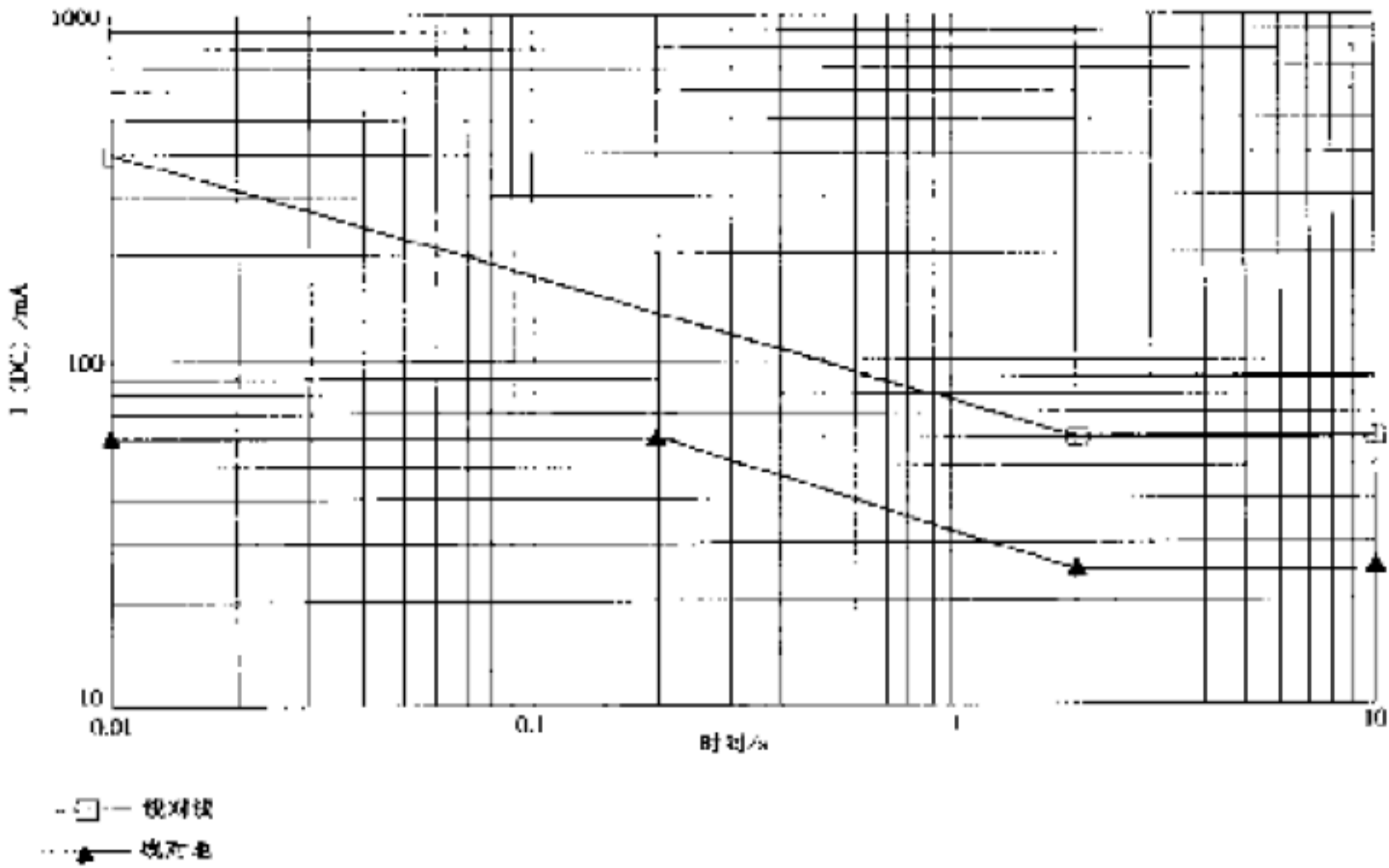


图 9 单一故障下最大电流

5.3.2 RFT-V电路要求

5.3.2.1 正常工作条件下的要求

RFT-V电路组网如图10所示。

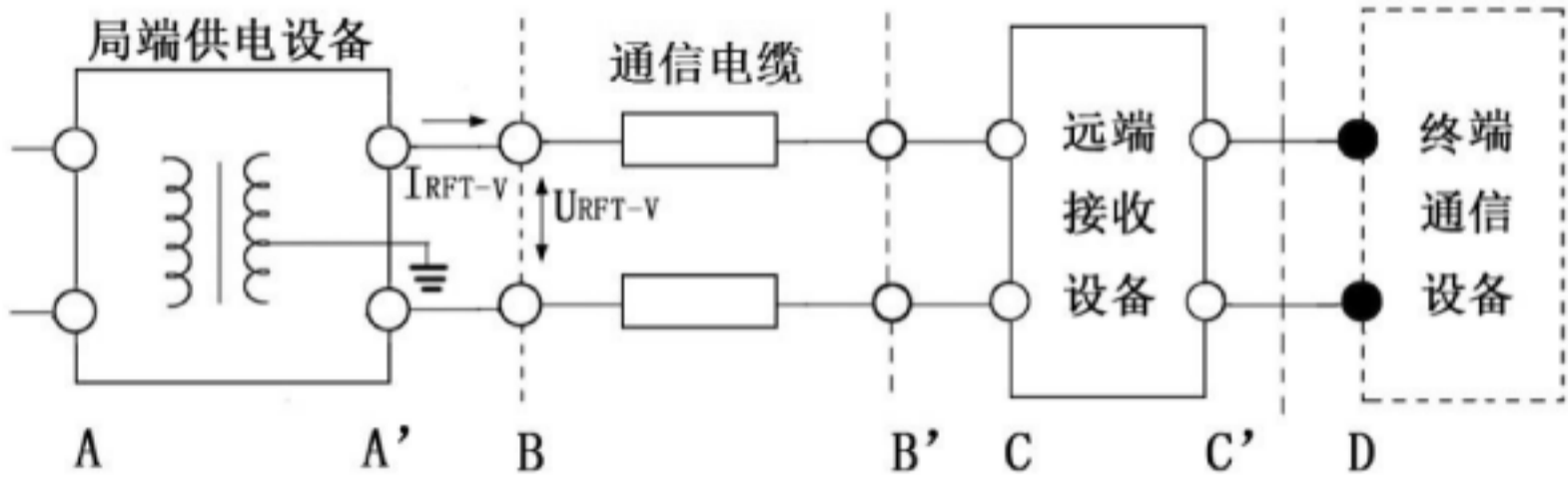


图 10 RFT-V 电路组网

RFT-V电路A'口输出电压可以为对地对称平衡电压或一极接地。

正常操作条件下，RFT-V电路应遵循以下限制：

- 整个通信网络中，地与每极导体之间正常稳态开路电压不超过140VDC；当超过140VDC时，必须提供监测和控制设备，用于限制对地电流和线对线电流，但最高电压不应超过200VDC。
- 给通信网络中的任意负载供电的最大功率超过100W（一般指每对线）时，应在1s内保护。

- 通信网络中RFT-V电路额定绝缘电压应满足400VDC线线电压和200VDC线地电压对应的绝缘要求。

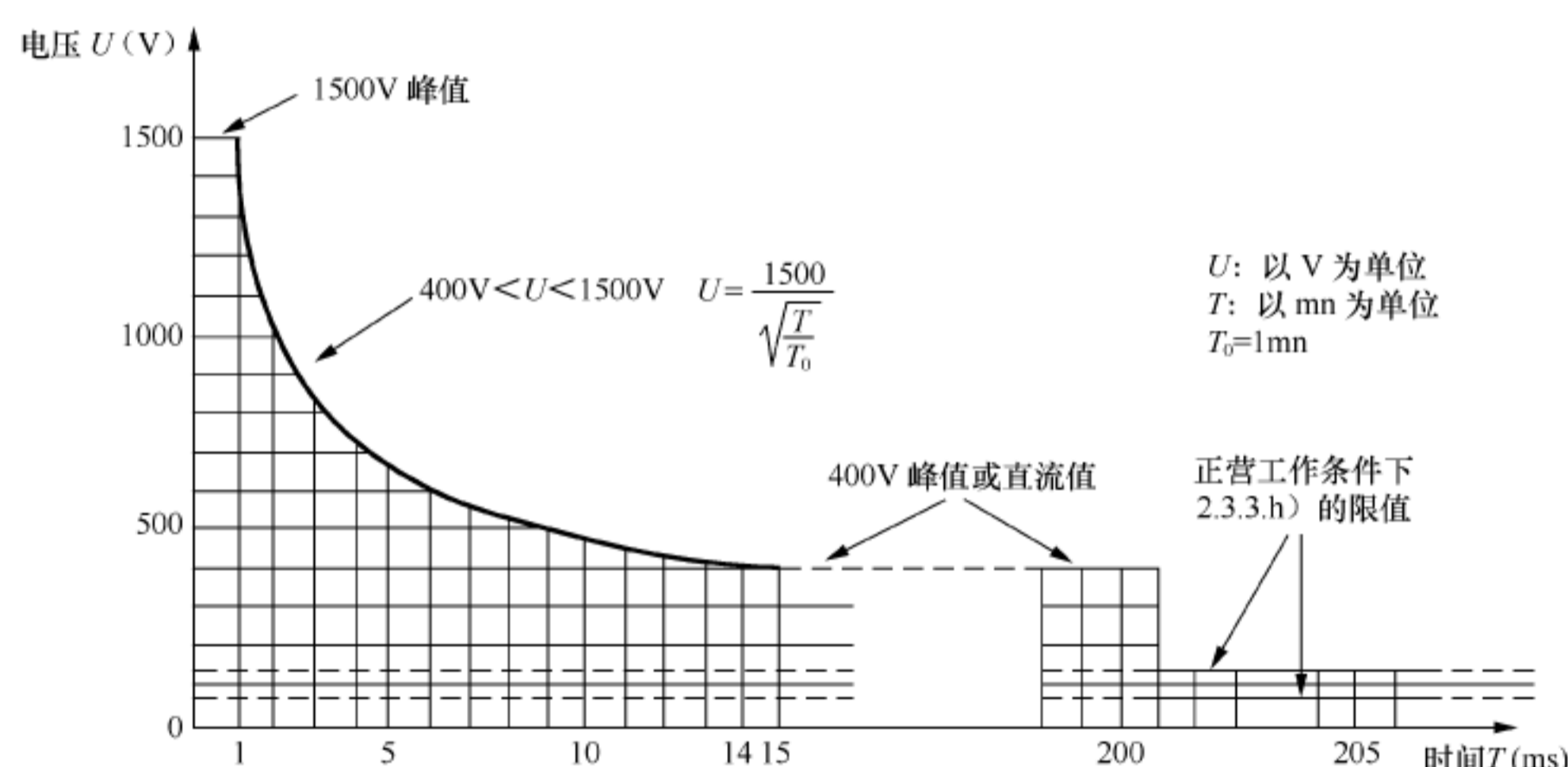
注：此绝缘电压要求同样适用于连接器。

- 稳定状态下流入通信网络的电流应符合GB 4943—2011 6.3的要求。通过通信配线系统为远端设备供电的设备，应限制输出电流使通信配线系统在任何外部负载条件下不会由于过热而受到损坏。设备给出的最大持续电流值不应超过设备安装说明书规定的最小线规能承载的电流值；如果没有规定，则电流限制值为1.3A。

5.3.2.2 单一故障下的要求

连接到RFT-V电路的设备，如果出现单一故障，无论有没有某一极正常接地，应遵循以下限制：

- 在开始的200ms内每根电缆的对地输出电压或者两根电缆之间的电压都不应超过图11的限制值；
- 200ms后，应遵循正常条件下的限制；
- 在模拟设备中元件和绝缘可能失效时，应通过检查和测量是否合格，通过使用一个 $5000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 的电阻进行检测。



注：图11出自GB 4943—2011的图2D。

图 11 单一故障条件下允许的最大电压

5.3.2.3 一极导体接地的要求

对于通信网络中一极导体接地正常的情况，应遵循以下限制：

- 在任何外部负载的条件下，在200ms后测量，另外一根电缆对地的开路电压不超过RFT-V电路最大电压；
- 对于正常开路电压超过140VDC的RFT-V电路，另一极导体与地电流，在任何负载情况下，挂接 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻，应不超过图11限定的线对地电流限制。同时，无论什么情况10s后，都不得超过25mA。

5.3.3 电力电缆供电的远供系统技术要求

5.3.3.1 组网要求

- 远供系统电路组网如图12所示；
- 远端通信设备用48V、24V等低压直流供电时，远供系统应加远端变换设备；
- 输出 A' 端口为对地悬浮式输出，不接地；
- 远端变换设备输入 C 端口，对地悬浮，不接地；
- 整个通信网络中，每极导体稳态电流应符合GB/T 16895.15—2002中铜芯电线电缆载流量的要求。

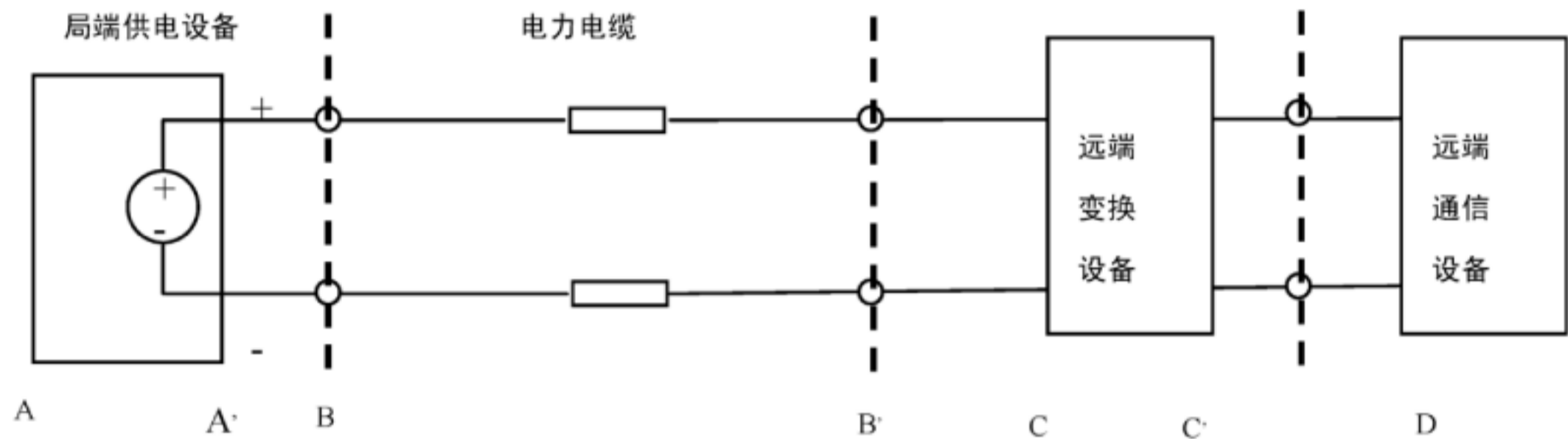


图 12 电力电缆传输下的远供系统

5.3.3.2 局端供电设备要求

- 局端供电设备应包括电压变换模块、监控模块、防雷、输入输出配电等；
- 局端供电设备宜采用19英寸插框式结构；
- 采用模块化结构。

5.3.3.3 局端供电设备变换模块要求

- 局端供电设备变换模块的功率等级推荐为600W和1000W；
- 局端供电设备变换模块应能并联工作，并且能按比例均分负载（负载为50%~100%额定输出电流时），其不平衡度应不大于输出额定电流的±5%；
- 模块应具备热插拔功能；
- 当单个变换模块出现异常时，在满足冗余的情况下应不影响系统正常工作。在系统不停止工作的状态下，应能更换异常的变换模块。

5.3.3.4 输入电压要求

5.3.3.4.1 局端设备输入电压额定值及变化范围

输入直流电压额定值及允许变化范围应满足YD/T 637—2006中4.2的规定，详见表1。

表 1 输入直流电压额定值及允许变化范围

额定值	允许变化范围
48V	43.0V~57.6V

5.3.3.4.2 局端输入过欠压保护

对于局端设备，当其输入电压低于输入电压下限值或高于输入电压上限值时应关闭输出；当输入电压高于输入电压下限值或低于输入电压上限值时（考虑回差），应自动恢复输出。输入电压上限值与下限值见表1。

保护点及回差：

- a) 输入欠压保护：DC 40V~46V可调，典型值：43V；
- b) 当保护设定值低于43V时，恢复点均为46V；保护点46V时，恢复点为47V；设定值在43~46V之间，恢复点在46~47V间线性增加；
- c) 输入过压保护：DC 56.5V~60V可调，典型值：60V；
- d) 输入过压恢复：DC 56.4V~58V，典型值：57V。

5.3.3.4.3 远端输入电压额定值及变化范围

输入电压范围：225V~350VDC可调，典型值：280VDC；

输入过压范围：不低于360VDC，典型值390VDC；

输入欠压范围：不高于220VDC，典型值200VDC。

5.3.3.5 局端供电设备输出电压要求

局端供电设备输出电压应连续可调，调节范围：240V DC~380V DC（250V~360V额定输出）。

输出过压保护： $U_o \geq 390V$ 时关断系统所有输出，并上报严重告警，重新工作需要人工干预； $390VDC > U_o \geq 380VDC$ ，告警。

输出欠压告警：可设置， $U_o \leq$ 欠压告警值，告警。

5.3.3.6 远供系统设备性能要求

远供系统设备的性能要求见表2。

表2 性能要求

序号	指标项目	技术要求	备注
1	局端/远端稳压精度	$\pm 1\%$	
2	局端/远端源效应	$\pm 0.1\%$	
3	局端/远端负载效应	$\pm 0.5\%$	
4	局端模块效率	90%	50%负载率以上
5	远端模块效率	92%	50%负载率以上
6	局端/远端动态响应	$\pm 5\%$ ， $<200\mu s$	
7	局端输入反灌杂音	不大于额定电流的 1%	参考 YD/T 637-2006

5.3.3.7 在单一故障下的要求

远供系统出现单一故障，应遵循以下限制：

——当出现线路或远端设备（含变换设备）故障时，局端设备应能及时检测，并采取相应地保护措施；

——当局端设备出现输入过欠压故障时，远供系统应能及时检测，并采取相应地保护措施；

——当局端设备出现输入反极性故障时，局端设备应具备相应地保护措施；

——故障现象为开路、过流（含短路）、电力线搭接、输出线缆接地等故障时，局端设备应具有关闭输出功能，同时给出报警信息；

——当局端设备出现输出过压、过热等故障时，局端设备应关闭输出，同时给出报警信息；

——输出过压及5min以上的短路故障应手动恢复；

——除输出过压及5min以上的短路故障外，其他故障消除后，局端设备应能自动恢复输出。

5.3.3.8 一根导体接地的要求

在远供系统线路出现任一根导体接地情况，应遵循以下限制：

——输出线路任一极接地时，应关闭输出；

——在任何外部负载条件下，另一根导体与地之间的电流，在A' 接 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻时，应不超过25mA的电流限制；

——任一极接地时，应给出告警信息。

5.4 监控要求

远供系统宜具有以下监控功能：

a) 局端监控功能电源过温保护检测/上报；输入/输出电压检测/上报；电源状态检测/上报；短路故障检测/上报、线路漏电检测/上报；交流电力线搭接检测/上报；风扇故障检测/上报、模块过温检测/上报。

b) 可通过上位机对局端设备进行开关机、调整输出电压的操作；

c) 局端和室内型远端均有各自的监控电路。

5.5 通信网络线路通断检测

为防止通信网络线路断开后被意外接触或影响通信业务，RFT-C和RFT-V电路应设计线路通断检测，并上报监控主机。

5.6 过载保护

远供系统应设计过载保护（包含短路），保证在A'、B，B'、C，C'、D等各端口短路的情况下都能可靠动作，且不损坏远供系统中的任何设备。

在过载和短路故障消除后，远供系统应能自动恢复。

各个分路应通过分路器分断保护。某个或部分分路故障时，远供系统应能继续为其他分路供电。

5.7 电力线搭接保护

远供系统应设计电力线搭接保护，当在端口B和B'之间发生电力线搭接故障时，远供系统应能立即停止输出，发出告警信号并上传。

在电力线搭接故障去除后，远供系统应能自动恢复。

5.8 漏电流保护

5.8.1 线-地漏电流保护

RFT-C和RFT-V电路都应设计对地漏电流检测和上报，以保证故障时线一地电流不应超过图8限定的数值，故障消除后可以延时自动恢复。

电力电缆传输下的远供系统应设计线路漏电流检测和上报，宜切断局端输出，故障消除后可以延时自动恢复。

5.8.2 线-线稳态电流保护或限功率保护

RFT-C电路局端应设计线-线电流检测，当线-线稳态电流超过60mA，且持续2s后，应切断局端输出，故障消除后可以延时自动恢复，采用送低电压方法检测重新启动恢复。

RFT-V电路局端应设计线-线限功率或限电流检测，当线对功率超过100W（单线对），且持续1s后，应切断局端输出，故障消除后可以延时自动恢复，采用送低电压方法检测重新启动恢复。

电力电缆传输下的远供系统每极导体稳态电流应符合GB/T 16895.15—2002铜芯电线电缆载流量的规定。

5.9 绝缘要求

远供系统电路（包括RFT电路和通过电力电缆供电的远供电源系统的电路）的电压超过了SELV电路和TNV电路的限值，属于危险的次级电压电路，它和其他电路的绝缘需要满足下面的要求：

- a) 和其他的远供系统电路之间需要功能绝缘。
- b) 和ELV电路之间需要满足附加绝缘的要求。
- c) 和接地的金属部分、接地的SELV电路、接地的TNV电路之间，需要满足基本绝缘的要求。
- d) 和未接地的金属部分、未接地的SELV电路、未接地的TNV电路、危险电压电路之间需要满足下面的要求之一：
 - 加强绝缘或双重绝缘；
 - 基本绝缘，同时接到保护地的金属屏蔽之间。
- e) 爬电距离和电气间隙应满足GB 4943.1—2011中2.10的要求；
- f) 上述绝缘等级满足GB 4943.1—2011的要求。

5.9.1 绝缘电阻

试验电压为直流500V直流时，局端设备和远端设备的主回路输入部分和输出部分对地、以及输入部分对输出部分的绝缘电阻不低于2MΩ。

5.9.2 抗电强度

局端设备和远端设备应满足GB 4943.1—2011中表5B的要求。

5.10 雷击浪涌防护要求

5.10.1 局端和远端防护和接地

电力电缆供电的直流远供系统，局端设备输出A口应装有浪涌保护装置，至少应能承受电压脉冲（10/700μs、4kV）和电流脉冲（8/20μs、20kA）的冲击；远端供电设备输入端应至少能承受电压脉冲（10/700μs、4kV）和电流脉冲（8/20μs、5kA）的冲击。

根据直流远供系统各通信站点的性质、所处雷电环境制订合理的保护方案，应确保人员安全和通信系统的正常运行。

局端供电设备应设计接地端子，实际使用中应可靠接地。

5.11 EMC 要求（电磁兼容性）

5.11.1 传导骚扰限值

传导骚扰限值应符合YD/T 983—1998中5.1的要求。

5.11.2 辐射骚扰限值

辐射骚扰限值应符合YD/T 983—1998中5.2要求。

5.11.3 静电放电抗扰性

系统机柜应能保护产品抵御静电的破坏，其保护能力应符合YD/T 983—1998表9中“静电放电”的要求，应能承受不低于8kV静电电压的冲击。

5.12 工程安装中的安全要求

5.12.1 基本要求

采用远供方式的通信网络应严格限制维护人员接触导体。对于RFT电路，安装指导中应标出下列技术规格、标签：

- RFT电路电压；
- 在安装期间，在考虑反射叠加情况下，也满足RFT电路电压；
- 在安装期间，连接在一起的电路应全部为RFT-C或都为RFT-V；
- 在端口A、A'、B、B'、C、C'、D等都应设置高压警示标签；
- 远供高压线缆应有明确标识，以区分普通通信线缆；
- 如果需要采用光电混合缆中的电缆作为远供传输导线，则应考虑选用线缆的绝缘强度，同时也应考虑线缆中因电流传导而引起的温升不能影响到光纤。

5.12.2 与带电部件相连的保护

在可接触区域，设备应提供指导，RFT电路裸露部分需要考虑保护以防止接触。在正常使用中，上述要求应在整个远供系统中实施。应该通过绝缘或者监控或两者互补方式提供保护措施。

5.12.3 可接触维护区域的保护

可接触维护区域的保护功能如下：

在可接触维护区域，RFT电路裸露部件应特别划分和检视，防止在维护人员进行测试等工作时，用探针或工具，使RFT电路与SELV或TNV电路短路；

RFT电路包含危险能量，裸露部件应当划分和检视，防止在维护操作过程中，意外与其他电路搭接把危险能量引入其他设备。无论有没有意外接触的可能性，维护人员进行操作时都必须有许可证。

6 试验方法

6.1 试验环境条件

试验应在标准大气条件下进行。标准大气条件为：

- 环境温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：45%～75%；

——大气压力：标准大气压力101.3kPa。

6.2 试验前准备

试验前应做好下列准备：

- 通电前被测系统应与环境温度平衡；
- 按产品规定预热时间，对被测系统进行预热；
- 系统的测试一般在输入、输出端，输出非测试端接负载。

6.3 正常工作条件下的试验

6.3.1 RFT-C 电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图13接好试验电路；
- 在100%负载范围内，电流表A1的稳态电流不应超过直流60mA；
- 通信网络供电的RFT-C电路中，非接地端一极导体对地稳态电流不应超过直流2mA；
- 在线缆额定电压已知情况下，V1电压不超过线缆的额定电压值，但最大不能超过1500VDC；或者通信网络的配线没有规定额定电压，V1电压不超过800VDC。

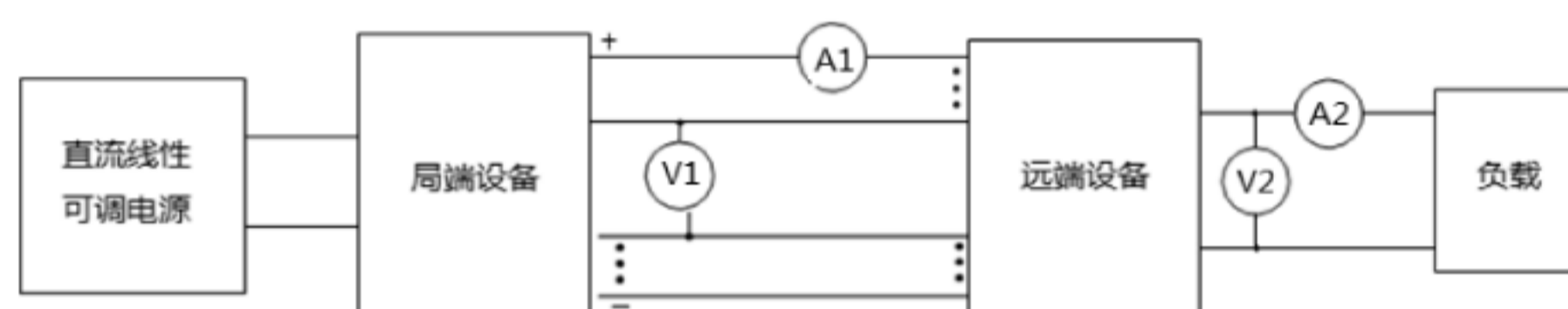


图 13 RFT-C 电路的试验框

6.3.2 RFT-V 电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图14接好试验电路。
- 100%负载情况下，整个通信网络中V1、V2不超过140VDC；当超过140VDC时必须提供监测和控制设备用于限制对地电流和线对线电流，但最高电压不应超过200VDC。
- 100%载情况下，每线对的最大功率不过100W，调节电子负载使线对功率超过100W，此时该线对应在1s内保护。
- 100%负载情况下，线对最大稳态电流不超过线对额定值。若采用线对没有规定额定电流，则最大稳态电流不超过1.3A。

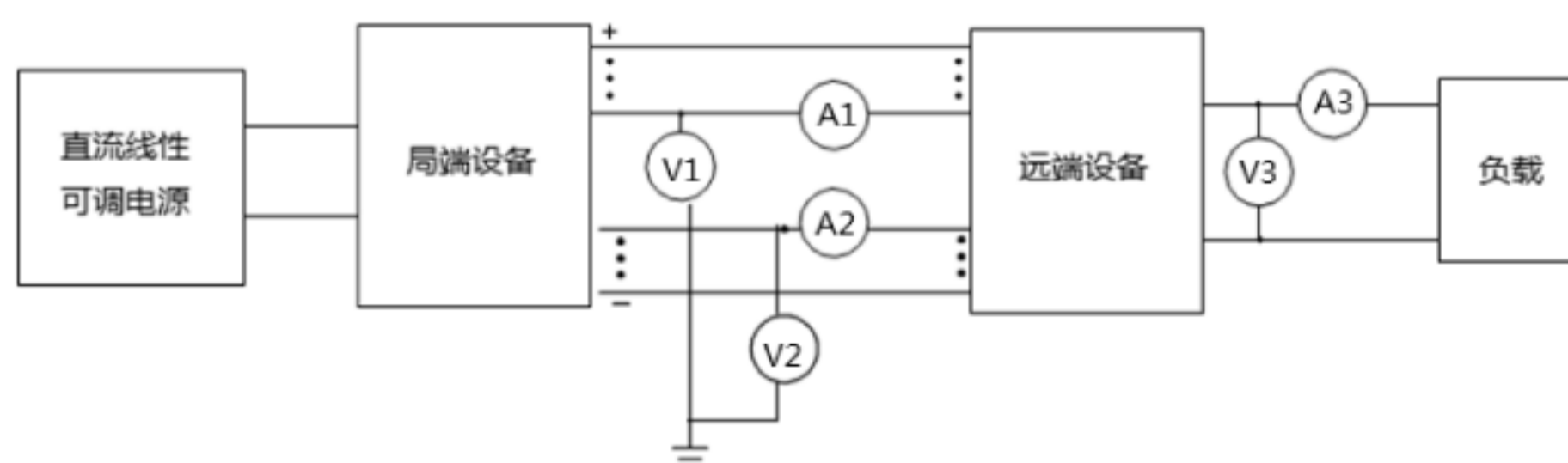


图 14 RFT-V 电路的试验框

6.3.3 电缆供电电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图15接好试验电路，局端和远端设备采用电力电缆连接；
- 局端供电设备输出额定电压在V1处测试，应符合5.3.3.1的要求；
- 在线缆额定电压已知情况下，V1电压不超过GB 12706.1—1991额定电压35kV及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆标准所规定的额定电压值；
- 每极导体稳态电流A1应附合GB/T 16895.15—2002铜芯电线电缆载流量的规定。

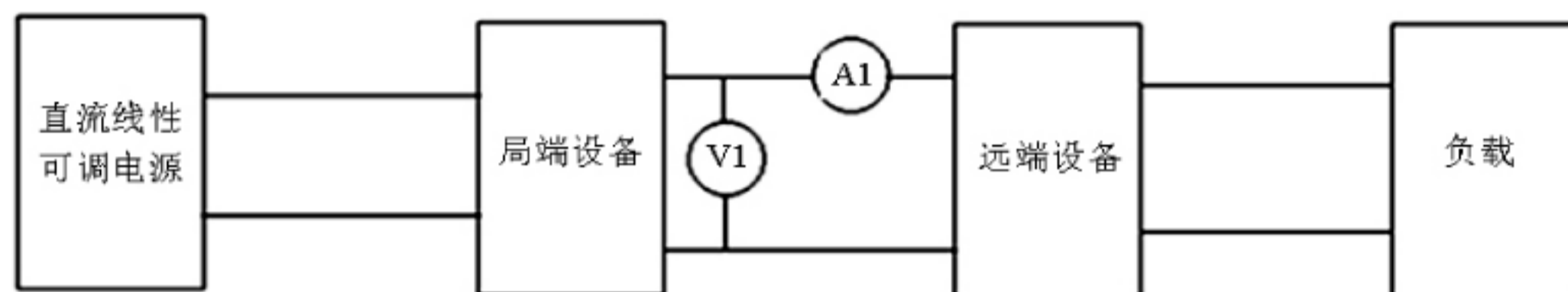


图 15 电力电缆供电电路的试验框

6.4 在单一故障下的试验

6.4.1 RFT-C 电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图16接好试验电路，局端和远端设备采用连接线连接，K1、K2为开关，R1为 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻，R2为 $350 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻；
- 在100%负载情况下，K1闭合K2开路，2s后流过R1的电流，不得超过25mA；
- 在100%负载情况下，K2闭合K1开路，2s后流过R2的电流，不得超过60mA；
- 以上两种情况下，A1的电流不得超过图9中相应的限值。

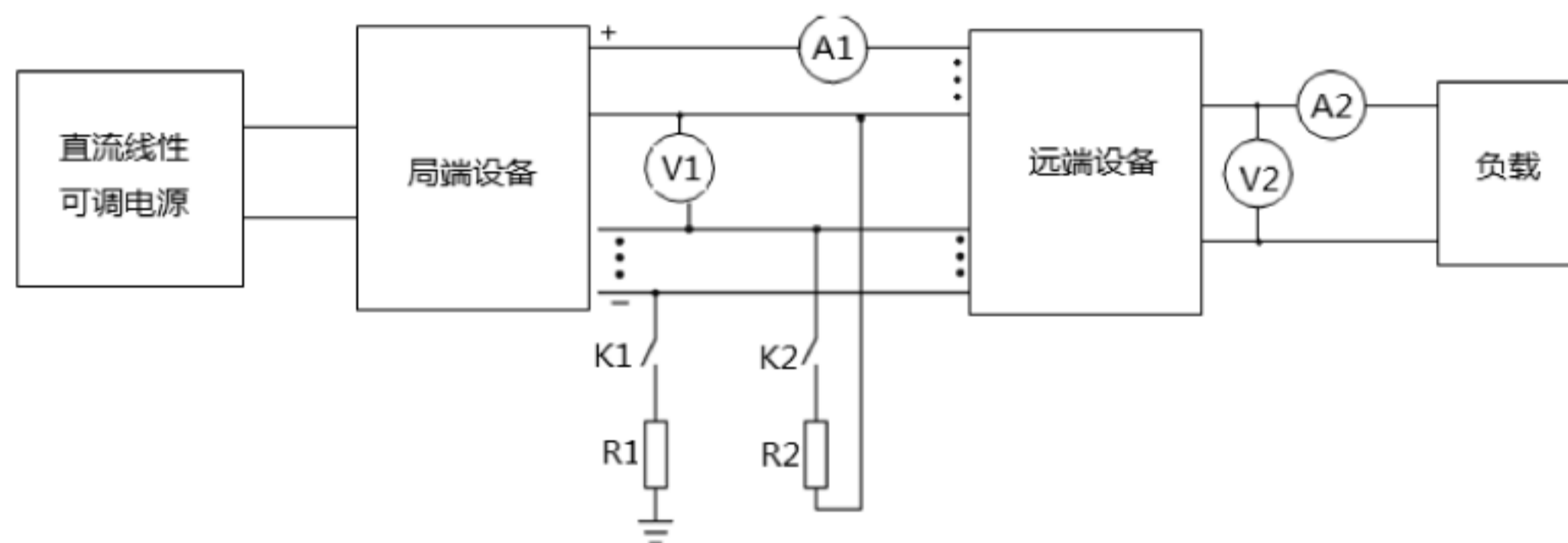


图 16 RFT-C 电路的试验框

6.4.2 RFT-V电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图17接好试验电路，局端和远端设备采用连接线连接，R3为 $5000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻；
- 任意一对线挂接R3进行测试，其他线对均为空载，测试所有线对上的电压；
- 在200ms内任意线对之间、线对地的电压，需满足图11的曲线；
- 在200ms后任意线对之间、线对地的电压，需满足5.3.2.1条的要求。

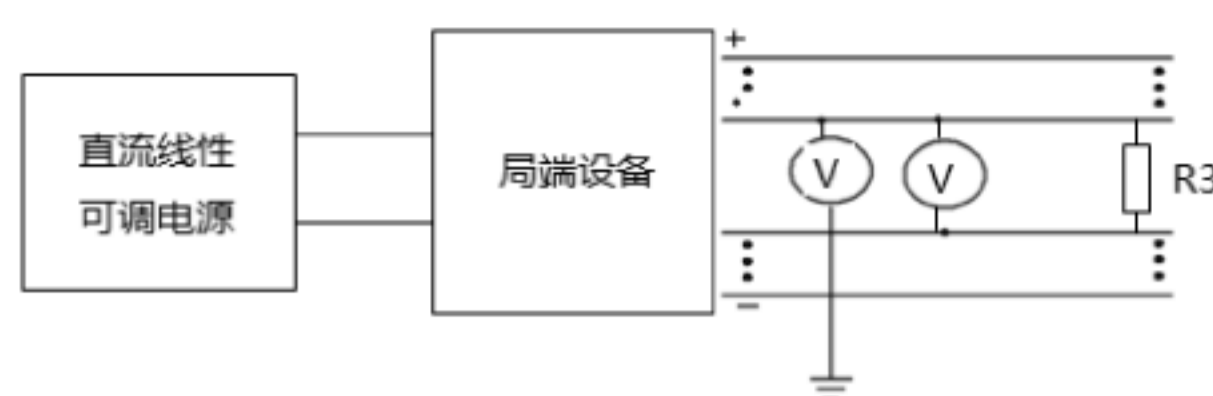


图 17 RFT-V 电路的试验框

6.4.3 电力电缆供电电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图18接好试验电路，局端和远端设备采用电缆连接，K1、K2为开关， $R4$ 、 $R5$ 为 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻；
- K1闭合K2断开，系统能进行接地检测和信息上报，局端输出应切断，故障消除后可以延时自动恢复；
- K2闭合K1断开，系统能进行接地检测和信息上报，局端输出应切断，故障消除后可以延时自动恢复。

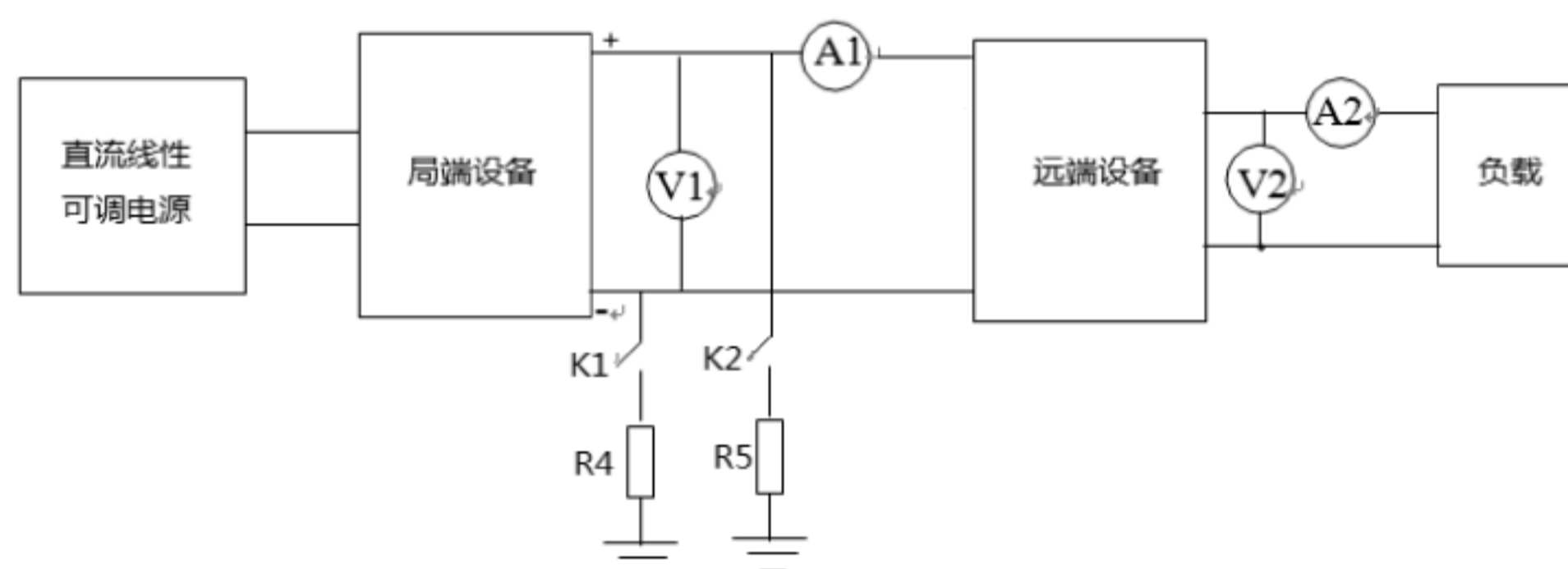


图 18 电力电缆供电电路的试验框

6.5 一根导体线缆接地的试验

6.5.1 RFT-C电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

- 按图19接好试验电路，局端和远端设备采用连接线连接，K5为开关， $R6$ 为 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻；
- 在100%负载情况下，K5闭合2s后测量V1的电压值不得超过5.3.1.1的要求；
- 10s后测量流过 $R6$ 的电流值不得超过25mA；
- 以上两种情况下，A1的电流不得超过图9中相应的限值。

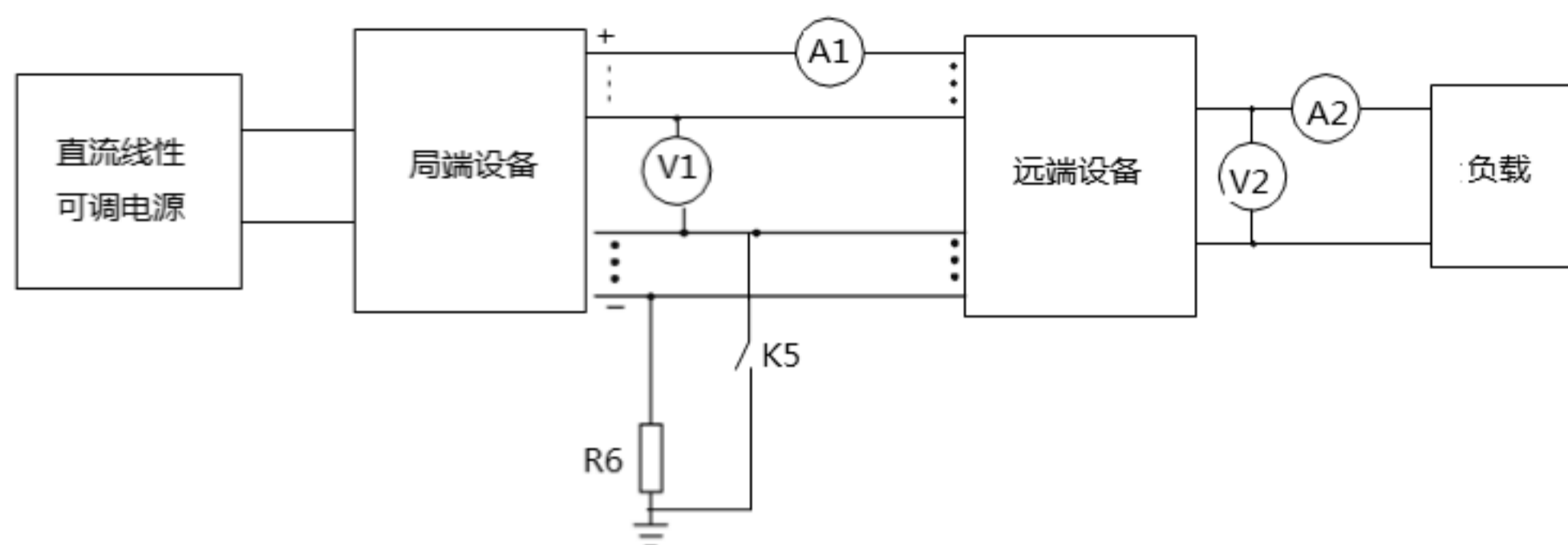


图 19 RFT-C 电路的试验框

6.5.2 RFT-V 电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

a) 当一极导体接地时另外一根导体的开路电压200ms后不得超过RFT-V电路最大电压，且满足5.3.2.1的要求；

b) 当RFT-V电压超过140V时，按图20接好试验电路， $R7$ 为 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻。在100%负载情况下电流表A3的电流不得超过图9中相应的限值，且10s后不得超过10mA。

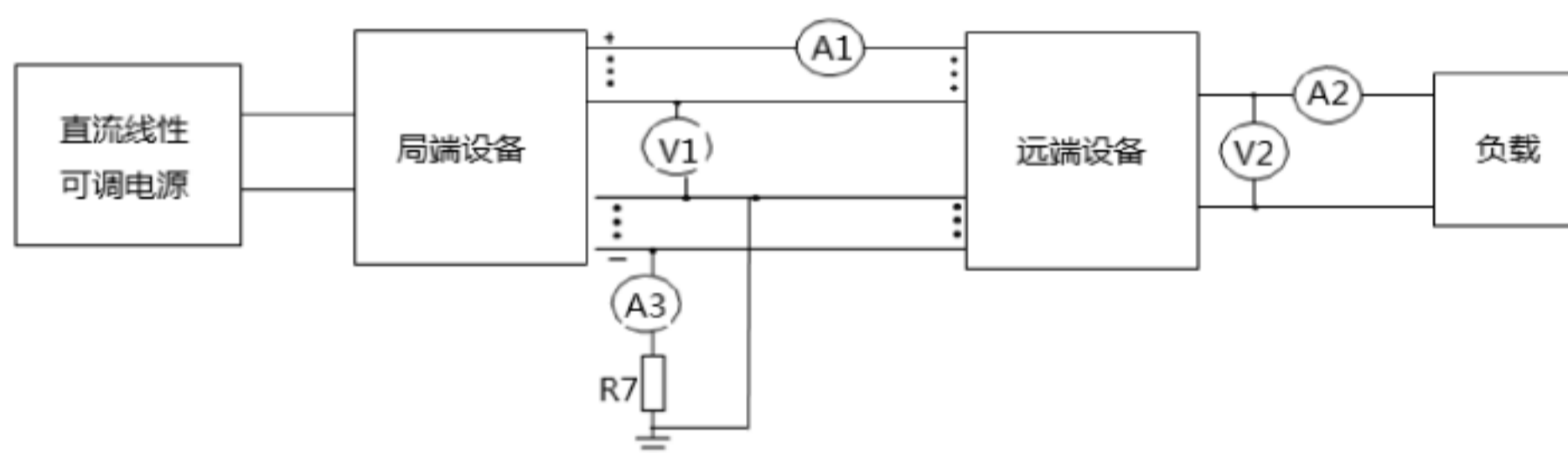


图 20 RFT-V 电路的试验框

6.5.3 电力电缆供电电路

试验在局端设备输出端按以下步骤进行：

a) 按图21接好试验电路，局端和远端设备采用连接线连接， $K6$ 为开关， $R7$ 为 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻；

b) 在100%负载情况下， $K6$ 闭合2s后测量V1的电压值不得超过5.3.3.8的要求；

c) 10s后测量流过 $R7$ 的电流值不得超过25mA。

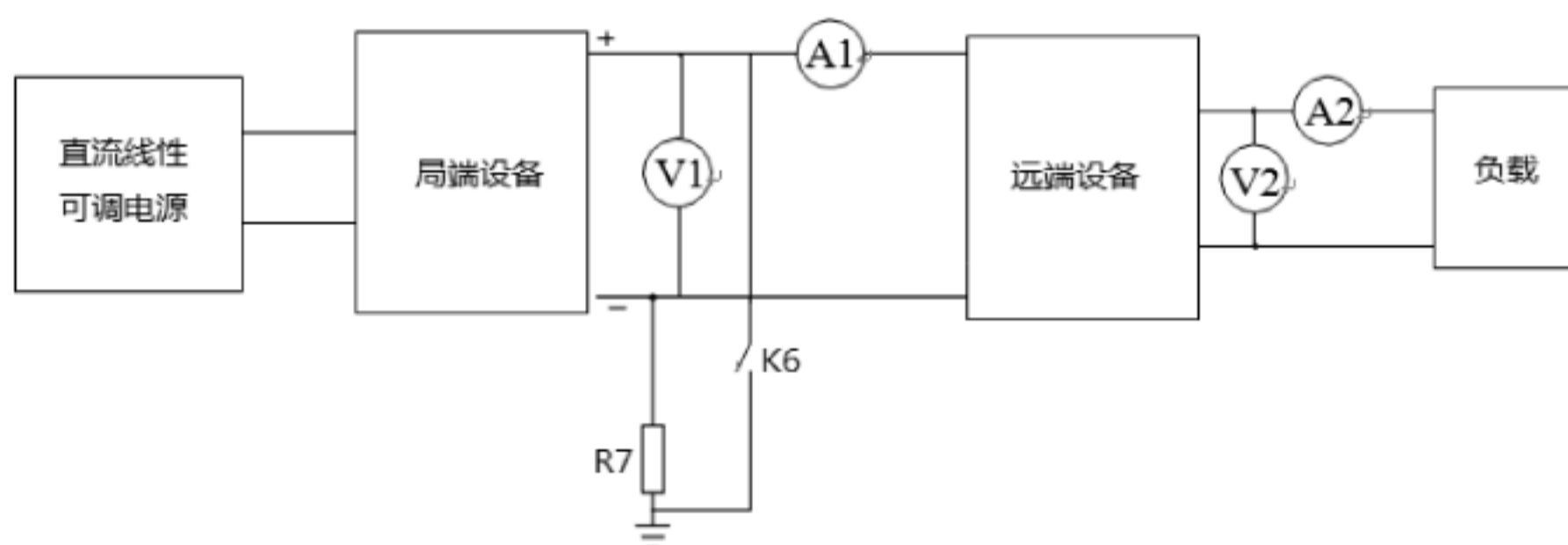


图 21 电力电缆供电电路的试验框

6.6 输入电压变动范围

输入电压允许变动范围试验按以下步骤进行：

- 按图15接好试验电路；
- 按5.3.3.4规定的范围调节输入直流电压值，系统应能正常工作；
- 按高于和低于5.3.3.4规定的范围调节输入直流电压值，系统应满足5.3.3.4的要求。

6.7 稳压精度

试验按以下步骤进行：

- 按图22接好试验电路；
- 设定输入直流电压为额定值，负载电流为50%的额定值，直流输出电压整定在额定值；
- 调节输入直流电压为允许变化的最小值和最大值，分别测量对应的输出电压值；

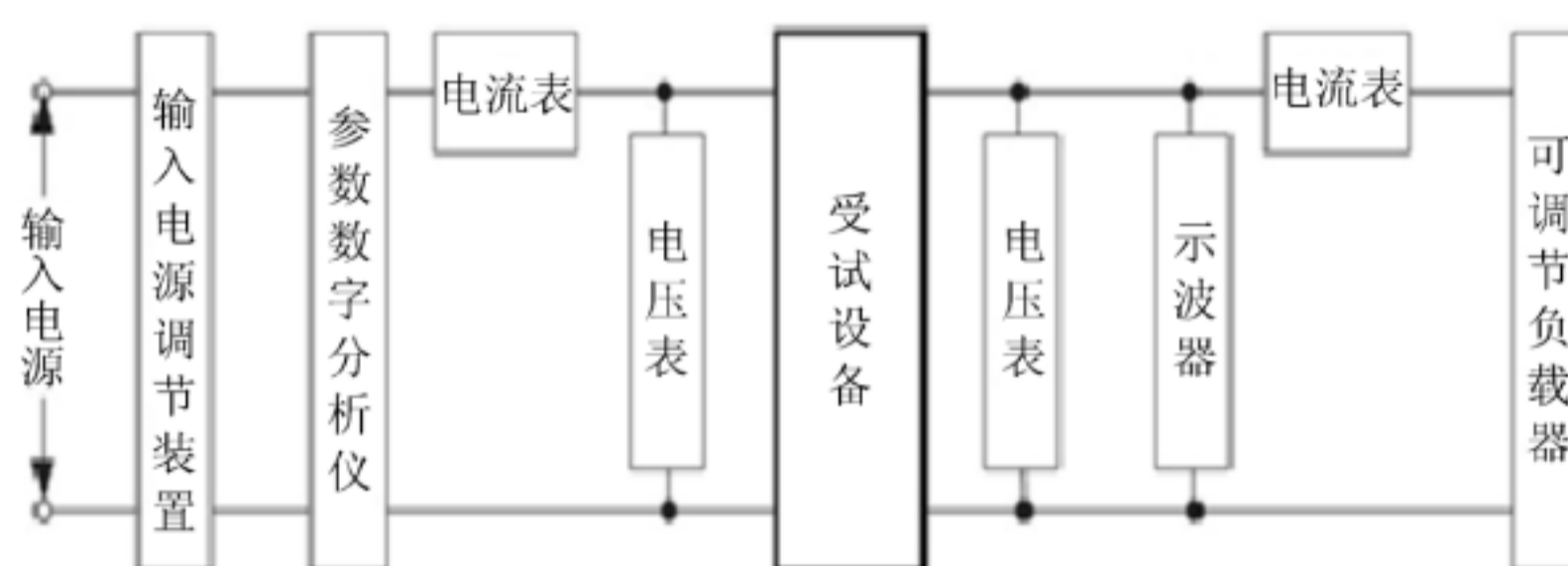


图 22 远供设备测试基本原理

- 调节负载电流值为系统输出电流额定值的5%、50%、100%，分别测量对应的输出电压值；
- 按公式（1）计算出系统的稳压精度应符合表2的要求。

$$\text{稳压精度} = \frac{V_{\max} - V_0}{V_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

V_0 ——直流输出电压整定值（V）；

V_{\max} ——所测出数据中与整定值偏差（正偏或负偏）最大的直流输出电压值（V）。

6.8 负载效应和源效应

按图15和图22接好试验电路，调节输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为50%额定值，测量直流输出电压并记录：

- 调节输入电压分别为90%、120%额定值，负载电流分别为5%、100% 额定值，对组合后的4种状态下的直流输出电压分别进行测量、记录；

- 根据记录数据按公式（2）计算出被测远供电源系统在以上各种条件下的负载效应，其中最差值应符合表2的要求。

$$\text{负载效应} = \frac{V_{a1}(V_{a2}) - V_{a0}}{V_{a0}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

V_{a0} ——直流输出电压整定值；

V_{a1} ——负载电流为5% 额定值时的直流输出电压值；

V_{a2} ——负载电流为100% 额定值时的直流输出电压值。

c) 根据记录数据按公式 (3) 计算出被测远供电源系统在以上各种条件下的源效应，其中最差值应符合表2的要求。

$$\text{源效应} = \frac{V_{b1}(V_{b2}) - V_{b0}}{V_{b0}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

V_{b0} ——直流输出电压整定值 (V)；

V_{b1} ——系统中输入为90%额定值时的直流输出电压 (V)；

V_{b2} ——系统输入电压为120%额定值时的直流输出电压值 (V)。

6.9 效率

按图15接好试验电路，设定输入直流电压、输出直流电压和输出电流为额定值。待系统稳定运行时分别测量局端设备和远端设备的输入功率值和输出功率值，按公式 (4) 计算局端和远端的效率，应符合表2的要求。

$$\text{效率} = \frac{\text{直流输出功率}}{\text{直流输入功率}} \times 100\% = \frac{U_o I_o}{U_i I_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

U_o ——输出电压值，单位为V；

I_o ——输出电流值，单位为A；

U_i ——输入电压值，单位为V；

I_i ——输入电流值，单位为A。

6.10 负载效应恢复时间试验（动态响应）

试验按以下步骤进行：

a) 按图 15 接好试验电路；

b) 启动被测远供电源系统，调节输入电压为额定值，输出电压为出厂整定值，负载电流为50% 额定值；

c) 突变负载电流，使负载电流从额定值的25 %→50 %→25 %和50 %→75 %→50 %进行阶跃式变化，用数字存储示波器的适当量程观察被测远供电源系统直流输出电压的时间变化波形，从中计算电压幅度变化量、超调量，计算结果应符合表2的要求。

6.11 局端输入反灌杂音电流试验

采用20MHz的电流探头和电流放大器组成测试仪器，直接测量局端设备的输入电流。其宽频杂音电流值（均方根值）应符合表2的规定。

6.12 监控告警功能

检查远供电源系统有无RS232或RS422/485或IP或USB等接口和各种告警信号输出端子，在遥控接口上分别送入相应信号时，系统应能进行相应的工作状态转换；检查系统的遥测、遥信功能和通信协议应符合5.4和5.5的规定。

6.13 通信网络线路通断试验（RFT-C、RFT-V电路）

试验电路见图23，局端和远端设备采用连接线连接，K7为开关。断开K7，该线对不应输出高压，并且能上报监控主机。

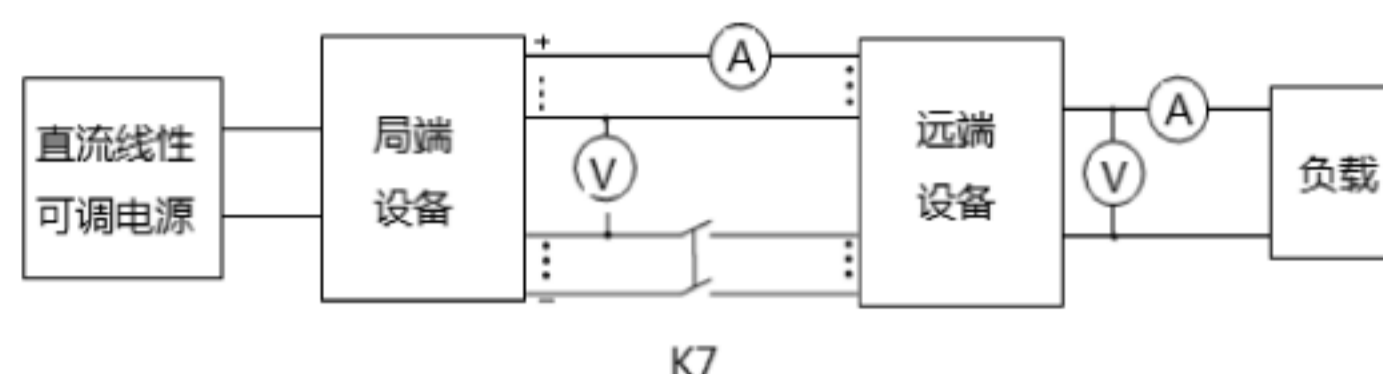


图 23 网络线路通断试验电路

6.14 过载保护试验（包含短路）

试验步骤如下：

- 按图 22 接好试验电路。设定输入直流电压、输出直流电压和输出电流为额定值，调节负载使系统负载率为 100%；
- 待系统稳定运行时，增量调节负载参数模拟过载工况，系统应按 5.6 的要求启动保护功能当故障消除后，系统应能自动恢复；
- 待系统稳定运行时，模拟短路工况，系统应满足 5.6 的要求。

6.15 输入过/欠压保护试验

试验步骤如下：

- 按图 22 接好试验电路，设定输入直流电压、输出直流电压和输出电流为额定值，调节负载使系统负载率为 100%。
- 待系统稳定运行时，按 5.3.3.4.2 的条件设置电源模块输入欠压保护值，欠压恢复值，慢慢调低输入电压，当输入电压降至设定保护值时，电源模块应能欠压保护；慢慢调高输入电压，当输入电压升至恢复值时，电源模块应能欠压恢复。
- 按 5.3.3.4.2 的条件设置电源模块输入过压保护值，过压恢复值，慢慢调高输入电压，当输入电压升至过压保护值时，电源模块应能过压保护；慢慢调低输入电压，当输入电压降至过压恢复值时，电源模块应能过压恢复。

6.16 电力线搭接保护试验

按 YD/T 950—2008 中 5.4 和 5.5 规定的方法进行试验，结果应符合本标准 5.7 的规定。

6.17 线-地漏电流试验

RFT-C 电路一极导体接地，另一极导体挂接 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻，分别在空载和满载情况下，测量其对地电流，线一地电流不超过 5.8.1 的要求；

RFT-V 电路一极导体接地，另一极导体挂接 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻，分别在空载和满载情况下，测量其对地电流，线一地电流不超过 5.8.1 的要求；

电力电缆传输下的远供系统电路一极导体接地，另一极导体挂接 $2000 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 电阻，分别在空载和满载情况下，测量其对地电流，线一地电流不超过 5.8.1 的要求。

6.18 线-线稳态电流保护或限功率保护试验

在线一线导体间挂接 $350 \times (1 \pm 2\%) \Omega$ 的电阻，测量流过电阻的电流，电流大小满足5.8.2条要求；或在RFT-V电路设备的线一线导体间挂接可调节阻性负载，调节负载使线对功率超过100W（单线对）时，设备的动作应符合5.8.2的要求

6.19 绝缘电阻试验

用绝缘电阻测试仪直流500V的测试电压，对被测系统的输入对地、输出对地进行测试，测试结果应符合5.9.1的要求。

6.20 抗电强度试验

抗电强度试验按以下步骤进行：

- a) 被测系统应是在进行完绝缘电阻试验并符合要求后才能进行抗电强度的试验；
- b) 对被测系统的输入对地、输出对地施加 GB 4943.1—2011 中 5.2 规定的试验电压；
- c) 试验电压从小于一半最高幅值处逐步升高，达到规定电压值时持续 1min，漏电流及抗电强度应符合 5.9.2 要求。

注：抗电强度试验前应断开跨接在测试点之间的所有防雷/防浪涌装置，且不安装任何局端模块、监控单元等。

6.21 雷击浪涌防护试验

雷击浪涌防护试验参照YD/T 944—2007中的试验方法，对电力电缆供电的直流远供系统的局端设备输出A口施加电压脉冲10/700 μ s、4kV和电流脉冲8/20 μ s、20kA的冲击；远端供电设备输入端施加电压脉冲10/700 μ s、4kV和电流脉冲8/20 μ s、5kA的冲击。试验后设备应能正常工作。

6.22 EMC试验

6.22.1 传导骚扰试验

按GB 9254—2008中第9章的规定进行。

6.22.2 辐射骚扰试验

按GB 9254—2008中第10章的规定进行。

6.22.3 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2—2006中第5章～第8章的规定进行。

6.23 环境条件试验

试验样品应是环境实验前检验合格的产品。

6.23.1 低温试验

6.23.1.1 低温储存试验

试验按GB/T 2423.1—2008中“试验Ab”进行：

- a) 将无包装、不通电、处于室温的试验样品，按正常位置放入处于室温的试验箱（室）内；
- b) 箱（室）内温度以不大于 1℃/min（不超过 5min 时间的平均值）的变化率降至（ -40 ± 3 ）℃，并使试验样品达到温度稳定后，开始计算低温储存时间，试验持续 2h；

- c) 试验样品应在标准大气条件下、试验箱（室）内进行恢复直至解冻；
- d) 试验样品的恢复时间要足以使其达到温度稳定，最少为 1h，一般不超过 2h；
- e) 恢复后的试验样品，开机应工作正常。

6.23.1.2 低温工作试验

试验按GB/T 2423.1—2008中“试验 Ae”进行：

- a) 将无包装，不通电处于室温的试验样品，按正常位置放入处于室温的试验箱（室）内；
- b) 箱（室）内温度以不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ （不超过 5min 时间的平均值）的变化率降至 $(-5\pm3)^{\circ}\text{C}$ ，并使试验样品达到温度稳定；
- c) 试验样品在满负载的条件下加电，同时开始计算低温工作时间；
- d) 低温持续时间 2h，系统应工作正常。

6.23.2 高温试验

6.23.2.1 高温储存试验

试验按GB/T 2423.2—2008中“试验 Bb”进行：

- a) 将无包装、不通电、处于室温的试验样品，按正常位置放入处于室温的试验箱（室）内；
- b) 箱（室）内温度以不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ （不超过 5min 时间的平均值）的变化率升至 $(70^{\circ}\text{C}\pm2)^{\circ}\text{C}$ ，并使试验样品达到温度稳定后，开始计算高温储存时间，试验持续 2h；
- c) 试验样品应在标准大气条件下、试验箱（室）内进行恢复至室温；
- d) 试验样品的恢复时间要足以使其达到温度稳定，最少为 1h，一般不超过 2h；
- e) 恢复后的试验样品，开机应工作正常。

6.23.2.2 高温工作试验

试验按GB/T 2423.2—2008中“试验 Be”进行：

- a) 将无包装，不通电处于室温的试验样品，按正常位置放入处于室温的试验箱（室）内；
- b) 箱（室）内温度以不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ （不超过 5min 时间的平均值）的变化率升至 $(40\pm2)^{\circ}\text{C}$ ，并使试验样品达到温度稳定；
- c) 试验样品在满负载的条件下加电，同时开始计算高温工作时间；
- d) 低温持续时间2h，系统应工作正常。

6.23.3 振动或运输试验

将无包装不通电的设备按GB/T 2423.10—2008中“试验 FC”进行试验：频率为10Hz～55Hz，振幅为0.35mm，X、Y、Z三个轴线各扫频循环20次。

或按GB/T 3873—1983中A10“公路运输试验”的规定进行试验。

振动或运输试验后检查外观结构，要求机壳不变形，机架平整，垂直度良好，面板间隙均匀，无掉漆、磕碰、划痕现象，无零部件松动、操作机械失灵、接插件松动等。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验分类

分100%检验和抽样检验，视情况任选一种。

7.2.2 100%检验

检验项目、要求及检验方法按表3的对应关系分别参见第5、6章的相关内容。检验中出现任何故障，应停止检验，待查出故障原因并排除后，做出标记并重新进行出厂检验。如仍出现故障，则判该产品为不合格。

7.2.3 抽样检验

抽样检验按逐批检查进行，其检查水平按GB/T 2828.1—2012中表1的一般水平Ⅱ，抽样方案按GB/T 2828.1—2012中表2-A，即正常检验一次抽样方案。产品的质量以不合格数表示。产品的不合格判定分B和C两类。合格质量水平（AQL）值分别为B类4.0和C类15。

根据产品批量及AQL值在GB/T 2828.1—2012的表2-A中查出抽样所需样本量及合格与不合格判定数，抽样检验项目的B、C类不合格、要求及检验方法按照表4对应关系分别参见5、6两章的相关内容。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验按周期检查进行，一般一年进行一次。具有下列情况之一的均需做型式检验：

- a) 用户进行设备选型需要时；
- b) 设备使用中发现重大安全问题时；
- c) 结构、工艺、材料、关键元器件有重大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品长期（超过6个月）停产后又恢复生产时；
- e) 交收检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

型式检验按GB/T 2829—2002中表3判别水平Ⅱ的一次抽样方案。产品质量以不合格数表示。产品的不合格判定分B和C两类。产品不合格质量水平（RQL）值见表3。

表 3 RQL 值

不合格类别	RQL 值及抽样方案
B 类	50 (3, 0, 1)
C 类	100 (3, 1, 2)

7.3.2 型式检验的项目为本标准规定的全部项目，检验项目的B类和C类不合格、要求及检验方法按表4的对应关系分别参见第5、6两章的相关内容。

表4 检验项目

序号	检 验 项 目		要求	试验方法	不合格判定		交收检验		型式检验
					B	C	100%	抽样	
1	RFT-C 电路	正常工作条件下的要求	5.3.1.1	6.3.1		√	√		√
		单一故障下的要求	5.3.1.2	6.4.1					
		一根线缆接地的要求	5.3.1.3	6.5.1					
2	RFT-V 电路	正常工作条件下的要求	5.3.2.1	6.3.2		√	√		√
		单一故障下的要求	5.3.2.2	6.4.2	√		√		√
		一极导体接地的要求	5.3.2.3	6.5.2	√		√		√
3	电力电 缆供电 的远供 系统技 术要求	局端供电设备要求	5.3.3.2	6.3.3	√		√		√
		局端设备输入电压额定 值及变化范围	5.3.3.4.1	6.6	√		√		√
		局端输入过欠压保护	5.3.3.4.2	6.15	√		√		√
		远端输入电压额定值及 变化范围	5.3.3.4.3	6.6	√		√		√
		局端供电设备输出电压 要求	5.3.3.5	6.6	√		√		√
		远供系统设备性能要求	5.3.3.6	6.7、6.8、 6.9、 6.10、6.11	√		√		√
		在单一故障下的要求	5.3.3.7	6.4.3	√		√		√
		一根导体接地的要求	5.3.3.8	6.5.3	√		√		√
4	监控要求		5.4	6.12	√		√		√
5	通信网络线路通断检测		5.5	6.13	√		√		√
6	过载保护		5.6	6.14	√		√		√
7	电力线搭接保护		5.7	6.16	√		√		√
8	漏电流保护		5.8	6.17、6.18	√		√		√
9	绝缘要求		5.9	6.19、6.20	√		√		√
10	雷击浪涌防护要求		5.10	6.21	√		√		√
11	EMC 要求 ^a		5.11	6.22	√		√		√
^a 每 3 年做一次									

7.3.3 型式检验应由具有检验资质的权威检验机构进行。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 设备上应有铭牌标志。铭牌应符合YD/T 122—1997的规定。

8.1.2 设备上装配的主要部件应有永久性标志，标志包括厂家和注册商标、型号、生产年、月。

8.2 包装

8.2.1 随机的技术文件

随同产品供应的技术文件包括：

- a) 产品合格证;
- b) 产品安装使用说明书;
- c) 产品随机附件及备件清单。

8.2.2 产品包装

产品包装应符合GB/T 3873—1983的规定，包装标志应符合GB/T 191—2008的规定。

8.3 运输

包装好的产品应能适应任何运输方式，应避免雨雪淋袭及强烈碰撞。

8.4 贮存

设备应贮存在周围环境不含腐蚀性气体的干燥、通风的库房里。

附录A
(资料性附录)
本标准与IEC60950-21-2002的技术性差异及其原因

本标准与IEC60950-21-2002的技术性差异及其原因见表A.1。

表 A.1 本标准与 IEC60950-21-2002 的技术性差异及其原因

本标准的章条编号	技术差异	原因
2	规范性引用文件全部改用国家标准和行业标准	以适合我国国情
5.2	增加了输入电压额定值及变化范围的要求	规范输入对输出的影响
5.4	增加了监控要求	提高管理水平
5.10	增加了雷击浪涌防护要求	提高安全可靠
5.11	增加了 EMC 的要求	提高可靠性
6	增加了试验方法	控制产品质量
7	增加了检验规则	控制产品质量
8	增加了标志、包装、运输和贮存的规定	符合我国国情，提高服务质量