



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 370—2011

城市轨道交通直流牵引供电 整流机组技术条件

Technical requirements of D. C traction power supply
rectifier unit for urban rail transit

2011-07-13 发布

2012-02-01 实施



中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

5 牵引整流变压器 4

6 牵引整流器 4

7 试验 6

8 标志、包装、运输和储存 7

附录 A（规范性附录） 污染等级 8

附录 B（资料性附录） 二极管结温计算 9

附录 C（规范性附录） 三相整流机组空载电压计算 10

参考文献 11

前 言

本标准按照 GB 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部城市轨道交通标准技术归口单位归口。

本标准起草单位：南车株洲电力机车研究所有限公司、株洲变流技术国家工程研究中心有限公司、株洲南车时代电气股份有限公司、顺特阿海珐电气有限公司、昆明赛格迈电气有限公司、上海整流器厂有限公司。

本标准主要起草人：严树钢、文磊、易吉良、周屏、朱金龙。

城市轨道交通直流牵引供电 整流机组技术条件

1 范围

本标准规定了城市轨道交通直流牵引供电整流机组技术条件的一般要求,牵引整流变压器、牵引整流器、试验、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于城市轨道交通直流牵引供电以二极管器件为整流单元的整流机组的产品设计、制造、试验。

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 1094.11—2007 电力变压器 第11部分:干式变压器

GB/T 2900.1—1992 电工术语 基本术语

GB/T 2900.15—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器

GB/T 2900.33—2004 电工术语 电力电子

GB/T 2900.36—2003 电工术语 电力牵引

GB/T 3859.1 半导体变流器基本要求的规定

GB 4023—1997 半导体分立器件 第2部分:整流二极管

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容

GB 10236—2006 半导体电力变流器与供电系统的兼容及干扰防护导则

GB/T 10411—2005 城市轨道交通直流牵引供电系统

GB/T 12325—2008 电能质量 供电电压偏差

GB/T 13422—1992 半导体电力变流器 电气试验方法

GB/T 18494.1—2001 变流变压器 第1部分 工业用变流变压器

GB/T 24338.6—2009 轨道交通 电磁兼容 第5部分:地面供电装置和设备的发射与抗扰度

JB/T 10693—2007 城市轨道交通用干式牵引整流变压器

3 术语和定义

GB/T 2900.1—1992、GB/T 2900.15—1997界定的以及下列术语与定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了以上标准中的某些术语和定义。

3.1

牵引整流器 traction rectifier

将交流电流转换成牵引用直流电流的电能转换器。

3.2

牵引整流变压器 traction rectifier transformer

与牵引整流器组成牵引整流机组以便从交流电源取得直流电能的变压器。

[GB/T 2900.15—1997, 产品术语 3.2.3]

3.3

牵引整流机组 traction rectifier unit

由牵引整流变压器和牵引整流器及其附件组成,将交流电流转换成直流电流的电能转换器。

3.4

牵引整流机组联调试验 traction rectifier joint test units

检验由牵引整流变压器和牵引整流器构成的整流机组的系统试验。

3.5

空载直流电压 no-load direct voltage

伏安特性曲线顺延至零电流时所得的整流器直流电压。

3.6

换向电抗和感抗电压降 commutation reactance and inductive voltage drop

换向过程中,由于换向电抗和感抗的作用,引起直流输出电压的降低值。

3.7

固有电压调整率 inherent direct voltage regulation

设备在空载和满载时输出电压之差与空载输出电压之比的百分数。

3.8

脉波数(p) pulse number (p)

交流电网电压在一个周期内出现的非同时对称换相的次数(p)。

3.9

电气间隙 clearance

两个导电部分之间在空气中的直线最短距离。

[GB/T 2900.1—1992, 电和磁的器件 5.3.33]

3.10

爬电距离 creepage distance

在两个导电部分之间沿绝缘材料表面的最短距离。

[GB/T 2900.1—1992, 电和磁的器件 5.3.34]

3.11

自然冷却 natural cooling

利用导热、自然对流和辐射换热三种方式之一或其组合进行的冷却。

3.12

型材散热器 shape heat sink

用扩展表面为连续肋片的型材加工而成的散热器。

3.13

热管散热器 heat pipe heat sink

一种靠工质相变时吸收和释放汽化潜能,由真空密封管内蒸汽流动传输热量的高效散热器。

4 一般要求

4.1 牵引整流机组的使用条件

4.1.1 环境条件

a) 环境温度: $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- b) 海拔: $\leq 1\,000\text{ m}$;
- c) 相对湿度: 日均值不大于 95%; 月均值不大于 90% (20℃)。

4.1.2 交流供电电压

- a) 电压等级: 10 kV, 20 kV, 35 kV;
- b) 电压偏差: 应符合 GB/T 12325 的规定。

4.1.3 直流输出电压

- a) 直流网压变化范围: 应符合 GB/T 10411—2005 中 4.4 的规定。

4.1.4 辅助电源

- a) 加热照明电源宜采用 AC220 V;
- b) 监控检测电源应采用 DC220 V 或 DC110 V;
- c) 干式整流变压器用温控器电源可采用 AC220 V。

4.2 整流机组的技术要求

- 4.2.1 整流方式: 12 脉波、24 脉波整流。
- 4.2.2 负载等级: 应符合 GB/T 3859.1 规定的 VI 负载等级。
- 4.2.3 在额定负载时, 功率因数应大于 0.95。
- 4.2.4 谐波含量应符合 GB 10236—2006 中 4.2.3 的规定。
- 4.2.5 电磁兼容抗扰度应符合 GB 24338.6 抗扰度试验及限值的规定。
- 4.2.6 固有电压调整率不应大于额定电压的 6%。
- 4.2.7 效率: 额定负载时不小于 96%。

4.3 整流机组的系列型谱及基本技术参数

整流机组的型谱及技术参数应符合表 1 的规定。

表 1 整流机组基本产品型谱及技术参数

序号	供电系统/ V	整流变压器功率/ kVA	整流器功率/ kW	阀侧电压/ V	直流电压/ V	直流电流/ A
1	1 500	1 100	1 000	1 180	1 500	667
2		1 650	1 500	1 180	1 500	1 000
3		2 000	1 800	1 180	1 500	1 200
4		2 500	2 250	1 180	1 500	1 500
5		2 750	2 500	1 180	1 500	1 667
6		3 000	2 700	1 180	1 500	1 800
7		3 300	3 000	1 180	1 500	2 000
8		4 000	3 600	1 180	1 500	2 400
9		4 500	4 000	1 180	1 500	2 667

表 1 (续)

序号	供电系统/ V	整流变压器功率/ kVA	整流器功率/ kW	阀侧电压/ V	直流电压/ V	直流电流/ A
10	750	1 250	1 150	590	750	1 533
11		1 500	1 350	590	750	1 800
12		1 600	1 500	590	750	2 000
13		1 800	1 650	590	750	2 200
14		2 000	1 875	590	750	2 500
15		2 500	2 250	590	750	3 000

5 牵引整流变压器

5.1 牵引整流变压器应采用无励磁调压干式变压器。

5.2 联接方法

联接方法应符合 JB/T 10693 的规定。

5.3 主要技术参数

牵引整流变压器次边电压(阀侧电压)应符合表 1 的规定,其他技术参数应符合 GB/T 1094.11 和 JB/T 10693 的规定。

6 牵引整流器

6.1 技术要求

6.1.1 整流方式:三相全波整流。

6.1.2 冷却方式:空气自然冷却。

6.1.3 牵引整流器的污染等级应根据附录 A 的规定确定。

6.1.4 安装方式:户内安装,防护等级应符合 GB 4208 中 IP20 的规定。

6.1.5 牵引整流器的耐受试验电压应符合表 2 规定。

表 2 整流器按电压等级的耐受试验电压

电压等级	额定工频耐受电压/ kV	额定冲击耐受电压 1.2 μ s\50 μ s / kV
1 500 V 系统	5.6	18
750 V 系统	3.8	12

6.1.6 牵引整流器二极管在规定负载等级的各种工况下工作,结温不应超过其允许值。二极管结温计算方法参见附录 B。

- 6.1.7 牵引整流器桥臂 1 个并联支路损坏后应仍可在规定的负载等级下正常工作。
- 6.1.8 牵引整流器桥臂二极管串联支路在最高阀侧电压和 2 倍最高工作电压的过电压下工作不应损坏。
- 6.1.9 桥臂串联支路中损坏 1 个二极管后应仍可在规定的阀侧电压下正常工作。
- 6.1.10 牵引整流器桥臂并联支路间电流均衡度不应小于 0.9。
- 6.1.11 牵引整流器桥臂串联支路二极管间电压均衡度不应小于 0.9。
- 6.1.12 主要技术参数应符合表 3 的规定。

表 3 牵引整流器主要技术参数

直流供电系统/ V	额定阀侧电压/ V	额定直流 输出电压/ V	最高直流 输出电压/ V	12 脉波额定直流 空载电压/ V	24 脉波额定直流 空载电压/ V
1 500	1 180(1 200)	1 500	1 800	1 650(1 678)	1 664(1 692)
750	590(610)	750	900	825(853)	832(860)

注：牵引整流器额定直流空载电压按附录 C 计算，括号内数值不推荐。

6.2 牵引整流器用二极管

- 6.2.1 二极管应采用平板型，主要参数应符合表 4 的规定。

表 4 二极管主要参数

供电系统/ V	二极管额定正向平均电流/ A	二极管反向重复峰值电压/ V
1 500	$\geq 1\,800$	$\geq 4\,400$
750	$\geq 2\,500$	$\geq 3\,000$

- 6.2.2 二极管宜采用型材散热器或热管散热器。散热片表面应进行阳极氧化防腐处理。

6.3 牵引整流器的结构

牵引整流器为独立金属柜式，户内绝缘安装。柜正面和后面有门，下部预留冷风进口，上部有热风出口。柜体表面应采用喷塑防腐处理。

6.4 牵引整流器的保护

- 6.4.1 牵引整流器的过电流保护应采用桥臂支路串联快速熔断器。
- 6.4.2 牵引整流器的交、直流侧过电压保护应采用 RC 回路或氧化锌压敏电阻。对于二极管整流电路，交、直流侧过电压保护 RC 回路可兼作换相过电压保护。
- 6.4.3 在牵引整流器散热器的最热处应埋设热电偶或温度继电器作为超温保护，当温度超过设定值时应报警或跳闸。温度设定值应根据散热器热阻和选用二极管的参数确定。
- 6.4.4 整流器直流侧短路，在交流侧开关断开前熔断器及二极管不应损坏。
- 6.4.5 高、低压电源之间应有电隔离。

6.5 数据采集与通信要求

6.5.1 本地数据采集接口:采集熔断器熔断、熔断跳闸、超温、超温跳闸和控制电源失电信号。

6.5.2 输出通信信号:输出熔断器熔断报警、熔断跳闸报警、超温报警、超温跳闸和控制电源失电报警信号。

6.5.3 通信接口形式:采用波特率不应低于 19.2 kbps、光/电隔离的数字接口。

7 试验

7.1 概述

牵引整流变压器的试验分为型式试验、出厂(例行)试验;牵引整流器的试验分为型式试验、出厂(例行)试验;整流机组的试验为联调试验。

7.2 牵引整流变压器的试验

7.2.1 牵引整流变压器的试验

牵引整流变压器的试验应符合 JB/T 10693 的规定。

7.2.2 换向电抗测量和感抗电压降测定应按 GB/T 18494.1—2001 中 6.1 进行。

7.2.3 牵引整流变压器参数实测值与设计值或标准值之差应符合 JB/T 10693 的规定。

7.3 牵引整流器的试验

7.3.1 牵引整流器的一般试验可按 GB/T 13422—1992 中 4.1.1a)~m)进行。

7.3.2 牵引整流器的电磁兼容试验可按 GB/T 24338.6 进行。

7.3.3 牵引整流器用二极管每工程批次抽样试验 5 只,可按 GB 4023 进行。

7.3.4 牵引整流器的额定冲击耐受电压试验为型式试验项目。冲击电压试验紧接在绝缘耐压试验之后,试验前准备工作见 GB/T 13422—1992 中 5.1.2。试验在主电路与机壳之间各施加 3 次正负标准冲击波,每次最小间隔时间 1 s。如果在试验电压下不发生击穿,则可认为试验通过。

7.3.5 牵引整流器参数实测值与规定值之差不应超过 GB/T 13422—1992 中表 1 的规定。

7.4 整流机组的联调试验

7.4.1 对于新设计制造的产品、每一个工程批次不同容量等级的产品或产品材料结构有重大改变时应进行该试验。整流机组联调试验由通过型式试验(新品)或出厂试验后的牵引整流器和牵引整流变压器组成 12 脉波和 24 脉波整流电路进行试验。

7.4.2 整流机组联调试验应包括以下内容:

- a) 负载试验;
- b) 轻载(功能)试验;
- c) 低压电流试验;
- d) 功率损耗(效率)测定试验;
- e) 功率因数测定试验;
- f) 过电压试验;
- g) 固有电压调整值测量试验;
- h) 交流侧谐波电流及直流侧纹波电压测量试验。

7.4.3 整流机组联调试验方法可按 GB/T 13422 进行。功率(损耗)试验、功率因数测定、固有电压调

整率测量可与负载试验同时进行。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 牵引整流变压器的标志、包装、运输和储存应符合 JB/T 10693—2007 的规定。

8.2 牵引整流器的标志、包装、运输和储存应符合 GB/T 3859.1 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
污染等级

表 A.1 污染等级的定义

代 号	积 尘	湿 度
PD1	无污染 不导电 保护良好	干燥 无凝露
PD2	不导电 有保护 由于凝露暂时导通	偶尔出现的、短时凝露
PD3	低导电性(凝露所引起)	经常出现凝露
PD3A	低导电性	潮湿 长时间出现凝露
PD4	周期性清洗引起的经常性导电	雨、雪、冰、雾
PD4Aa	重型污染引起的经常性导电	雨、雪、冰、雾
PD4Bb	超重型污染引起的经常性导电	雨、雪、冰、雾

附 录 B
(资料性附录)
二极管结温计算

B.1 二极管结温 t_j 用式(B.1)计算:

$$t_j = \Delta t_j + t_A + t_S \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

t_j ——二极管结温,℃;

t_A ——环境温度,℃;

t_S ——环境温度升高,℃;

Δt_j ——二极管在不同功率损耗下的结温升,℃。

B.2 结温升 Δt_j 由式(B.2)确定:

$$\Delta t_j = \int_0^t P(t) \cdot R_{ja}(t) dt \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$P(t)$ —— t 时刻二极管的功率损耗,W;

$R_{ja}(t)$ —— t 时刻二极管 P-N 结到空气的总热阻,℃/W。

从式(B.2),根据整流器负载曲线算出不同功率、桥臂不同并联数二极管的结温升,再从式(B.1)计算出最高结温。

B.3 计算条件为:

- a) 通过二极管的电流为整流器 1.5 倍额定电流和 3 倍额定电流的折算值;
- b) 桥臂并联均流系数 K_i 取 0.85;
- c) 环境温度 t_A 取 40℃;
- d) 屏柜内环境温度升高 t_S 取 10℃。

附 录 C
(规范性附录)

三相整流机组空载电压计算

C.1 假定不考虑换相重叠角, P 脉波二极管整流器输出空载平均电压按式(C.1)计算:

$$U_{d0} = \frac{PU_{\max}}{\pi} \sin \frac{\pi}{P} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

U_{d0} ——整流器输出空载平均电压;

P ——脉波数;

$U_{\max}$ ——阀侧线电压峰值。

C.2 利用式(C.1)计算直流输出空载平均电压 U_{d0} 与二极管整流器阀侧线电压 U_2 的比值 K 见表 C.1。

表 C.1 二极管整流器 U_{d0}/U_2

脉波数 P	2	6	12	24	48
$K=U_{d0}/U_2$	0.900	1.350	1.398	1.410	1.413

参 考 文 献

- [1] GB/T 1094.3—2008 电力变压器 第3部分 绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
 - [2] GB/T 3859.2 半导体变流器应用导则
 - [3] GB/T 3859.3 半导体变流器 变压器和电抗器
 - [4] GB/T 6553—2003 评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐电痕化和腐蚀的试验方法
 - [5] GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件与通用规则
 - [6] JB/T 501—2006 电力变压器试验导则
 - [7] JB/T 9689—1999 牵引变电站用整流器
-

中华人民共和国城镇建设
行 业 标 准
城市轨道交通直流牵引供电
整流机组技术条件

CJ/T 370—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

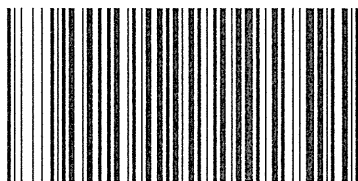
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2012年3月第一版 2012年3月第一次印刷

*

书号: 155066·2-23192

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



CJ/T 370-2011