



国家电网
STATE GRID

直流换流站运维技能培训教材

阀冷却系统

国家电网公司运维检修部 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

直流换流站运维技能培训教材

- 直流换流站设备状态检修管理标准及工作标准
- 换流站运行
- 直流控制保护
- 换流阀及阀控系统
- 阀冷却系统



ISBN 978-7-5123-3749-7



9 787512 337497 >

上架建议：电力工程

定价：100.00 元



国家电网
STATE GRID

直流换流站运维技能培训教材

阀冷却系统

国家电网公司运维检修部 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为提高直流换流站运维人员的操作技能，国家电网公司运维检修部组织编写了《直流换流站运维技能培训教材》，本套教材包括《直流换流站设备状态检修管理标准及工作标准》、《换流站运行》、《直流控制保护》、《换流阀及阀控系统》、《阀冷却系统》五个分册。

本书为《阀冷却系统》分册，介绍了 Sweden Water 技术阀冷却系统、高澜技术阀冷却系统和许继技术阀冷却系统的理论知识和技能实践。

本套教材面向生产一线，实用性强，可供直流换流站运维人员技能培训和 Learning 使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

阀冷却系统 / 国家电网公司运维检修部组编. —北京: 中国电力出版社, 2012.11

直流换流站运维技能培训教材

ISBN 978-7-5123-3749-7

I. ①阀… II. ①国… III. ①直流换流站-技术培训-教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 271158 号

中国电力出版社出版、发行

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

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 11 月第一版 2012 年 11 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 16.5 印张 280 千字

印数 0001—1500 册 定价 100.00 元

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

2003年以来，随着三峡电力外送，国家电网公司直流输电进入了快速发展时期，目前已投运直流输电工程14个、换流站25座，输送容量达4225万kW，国家电网公司已成为世界上运行直流输电规模最大的电网公司。随着公司“一特四大”战略的实施，直流输电将呈现广阔的发展前景。

直流输电承担着大型能源基地电力外送和跨大区联网重任，是实现资源优化配置的重要手段，事关大电网安全稳定运行，确保其长期安全可靠运行意义重大。

为加强直流换流站运维人员的技能培训，国家电网公司组织运维单位、设备厂家、科研院所编制了《直流换流站运维技能培训教材》，并邀请16位公司系统内专家、设备厂家和运维单位技术人员录制了60学时的《直流换流站运维技能培训讲座》，全面、系统地介绍了直流换流站运行、控制保护、换流阀及阀控系统、阀冷却系统的运维技术。相信该套教材的出版将进一步加快直流运维人才的培养，提高直流运维人员技能水平和驾驭直流输电系统安全运行的能力。



二〇一二年十一月

直流输电工程输送容量大、输电距离长、技术先进、设备复杂，引起直流闭锁的环节多，对现场运维工作要求高。直流输电在我国发展速度快，运维人才缺乏问题日益突出。由于缺乏系统的培训资源，在一定程度上限制了运维人员技术水平的提高，亟须编制一套系统的、贴合现场实际的直流换流站运维技能培训教材。

为此，国家电网公司运维检修部组织运维单位、设备厂家和科研院所编写了《直流换流站运维技能培训教材》，并邀请16位系统内著名专家、设备厂家和运维单位资深技术人员录制了60学时的配套教学光盘。教材涵盖了直流换流站运行、直流控制保护、换流阀及阀控系统、阀冷却系统的运维技术，特别对现场作业技能进行了详细的描述，编写力求准确、清晰，面向生产一线，突出现场实用性。

书本教材包括《直流换流站设备状态检修管理标准及工作标准》、《换流站运行》、《直流控制保护》、《换流阀及阀控系统》、《阀冷却系统》五个分册。教学光盘包括直流输电原理，端对端和背靠背直流系统运行，MACH2和SIMADYN D技术直流控制保护，ABB、SIEMENS和AREVA技术换流阀及阀冷却系统。

由于编写时间仓促，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2012年11月

序
前言

第一篇 Sweden Water 技术阀冷却系统

第一章 理论知识	3
第一节 系统概述	3
第二节 系统组成及功能	4
第三节 系统控制及保护	23
第二章 技能实践	29
第一节 阀冷却系统操作	29
第二节 阀冷却系统维护	38

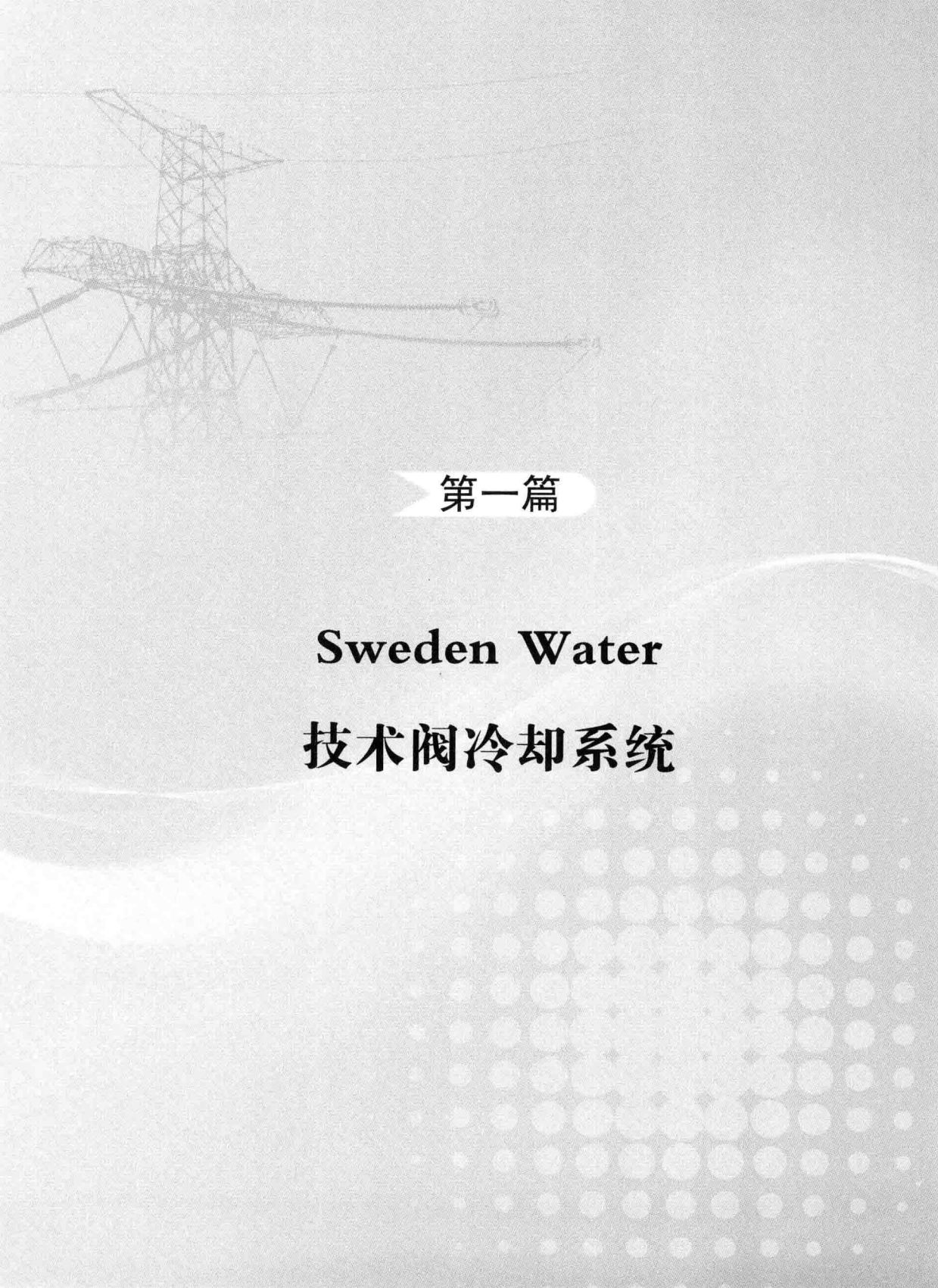
第二篇 高澜技术阀冷却系统

第一章 理论知识	57
第一节 系统概述	57
第二节 系统组成及功能	58
第三节 系统控制及保护	70
第二章 技能实践	86
第一节 阀冷却系统操作	86
第二节 阀冷却系统维护	101

第三篇 许继技术阀冷却系统

第一章 理论知识	115
第一节 系统概述	115

第二节	阀内冷系统	116
第三节	阀外水冷系统	141
第四节	阀外风冷系统	162
<hr/>		
第二章	技能实践	176
第一节	阀内冷系统	176
第二节	阀外水冷系统	209
第三节	阀外风冷系统	234



第一篇

Sweden Water
技术阀冷却系统

理 论 知 识

第一节 系 统 概 述

换流阀是换流站的核心设备，正常运行时，通过晶闸管的大电流产生大量热量，导致晶闸管、电抗器等元件温度急剧上升。为防止这些元件因温度过高而损坏，换流站配置有阀冷却系统对换流阀进行冷却。

换流站阀冷却系统包括阀内冷系统和阀外冷系统两部分。阀内冷系统均为水冷方式；阀外冷系统包括风冷及水冷两种方式，Sweden Water 技术阀外冷系统为水冷方式。阀内水冷系统是一个密闭的循环系统，它通过冷却介质的流动带走换流阀产生的热量，其冷却介质采用去离子水。其中一小部分经过水处理回路，在这个回路中冷却介质被持续进行去离子和过滤。阀外水冷系统是一个开放式的水循环系统，使用经过软化处理的水通过冷却塔持续对阀内水冷系统管道进行冷却，降低阀内冷水温度。

目前在运的龙泉换流站、政平换流站、江陵换流站、鹅城换流站、宜都换流站、华新换流站、复龙换流站、奉贤换流站和灵宝换流站等换流站的阀冷却系统均为 Sweden Water 公司提供的设备。该系统包括阀内水冷和阀外水冷两个部分，系统原理图如图 1-1-1 所示。

该技术阀冷却系统具有如下特点：阀内水冷系统关键设备均为双重化配置，提高了系统可靠性；设置水处理回路持续对阀内冷水进行净化处理；系统测量设备均为双重化配置，避免单个测量设备故障时保护误动作；控制保护系统冗余配置，具有较高稳定性；阀外水冷系统冷却容量设有充分冗余，允许单台冷却塔退出进行检修；阀外水冷系统设置两级净化处理设备，保证阀外水冷系统喷淋

水质，防止冷却塔里内水冷管道结垢。

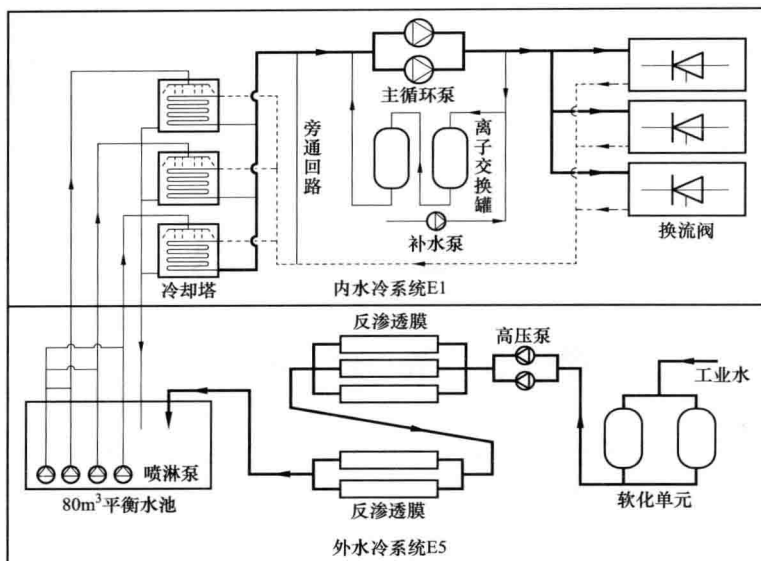


图 1-1-1 阀冷却系统原理图

本书以鹅城换流站阀冷却系统为为例对 Sweden Water 水冷系统进行介绍。

第二节 系统组成及功能

一、阀内水冷系统

Sweden Water 阀内水冷系统主要包括两个部分，主水回路和水处理回路，系统图如图 1-1-2 所示，元件图例详见表 1-1-1。

1. 主水回路

主水回路实现对换流阀的持续冷却，冷却水在主循环泵的驱动下流经换流阀塔将晶闸管产生的热量带走，经加热后的冷却水在冷却塔内被阀外冷水冷却。主水回路涉及的主要设备有主循环泵、换流阀、过滤器、冷却塔、除气罐和加热器。

(1) 主循环泵。主循环泵的作用是为阀内水冷系统的循环提供动力。阀内水冷系统有两台主循环泵，一台运行，另一台备用。用于主循环泵的电动机是两速型的，高速和低速。控制系统通过软启动器来启动主循环泵高速运行，当主循环

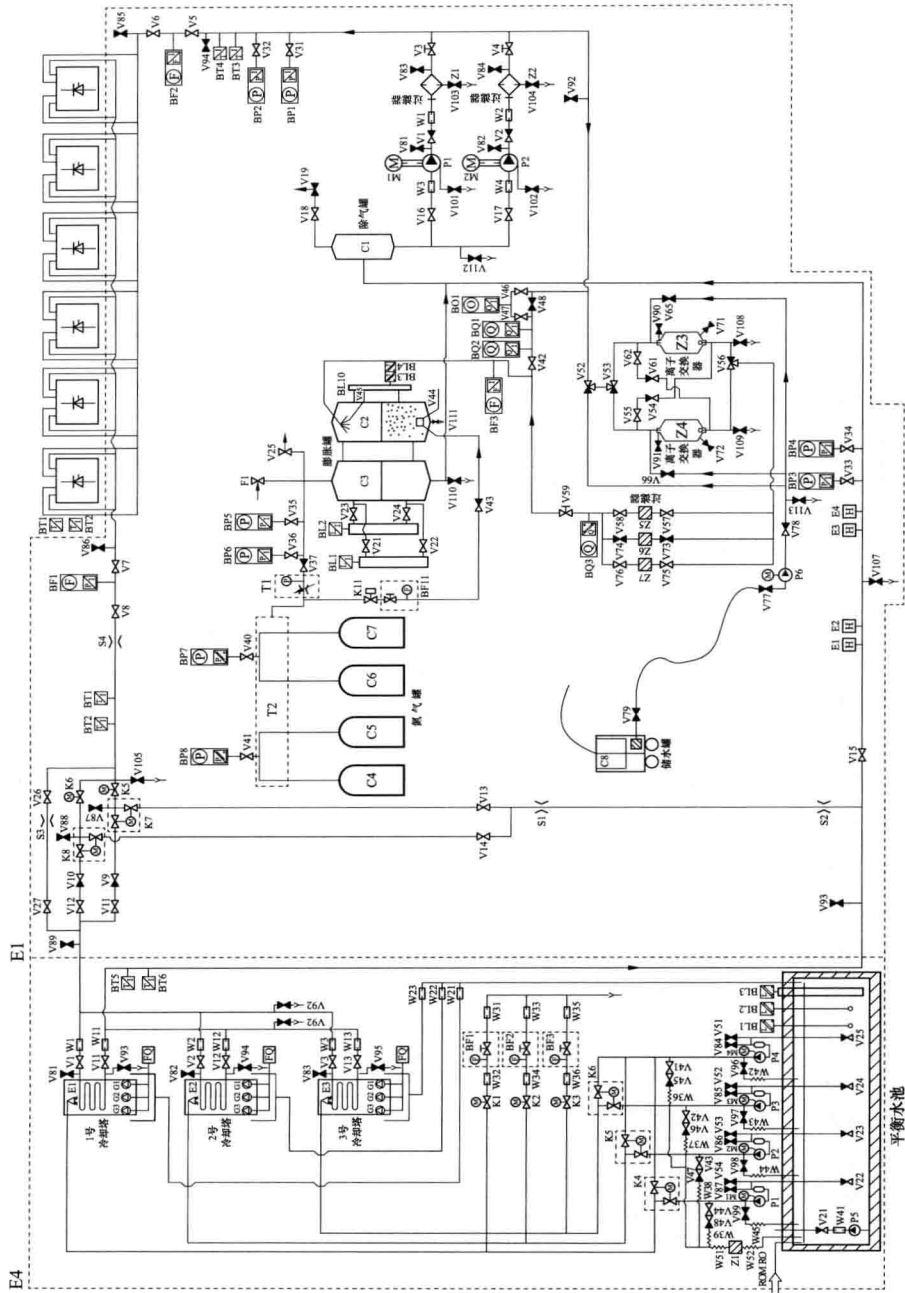


图 1-1-2 Sweden Water 阀门水冷系统图

表 1-1-1 Sweden Water 阀内水冷系统元件图例说明

设备编号	作 用
一、阀门	
E1.V1	逆止阀, 防止水倒流
E1.V2	逆止阀, 防止水倒流
E1.V3	电动阀门 (可以手动操作), 用于检修 Z1、P1
E1.V4	电动阀门 (可以手动操作), 用于检修 Z2、P2
E1.V5	截至阀, 用于检修流量表 BF2
E1.V6	截至阀, 用于检修阀冷却管道和流量表 BF2
E1.V7	截至阀, 用于检修阀冷却管道和流量表 BF1
E1.V8	截至阀, 用于检修流量表 BF1
E1.V9	逆止阀, 防止水倒流
E1.V10	逆止阀, 防止水倒流
E1.V11	截至阀, 用于检修 K7
E1.V12	截至阀, 用于检修 K8
E1.V13	截至阀, 用于连通旁通回路
E1.V14	截至阀, 用于连通旁通回路
E1.V15	截至阀, 用于断开冷却和旁通回路
E1.V16	截至阀 (正常情况下打开), 用于检修 Z1、P1
E1.V17	截至阀 (正常情况下打开), 用于检修 Z1、P1
E1.V18	截至阀 (正常情况下打开)
E1.V19	自动排气阀门
E1.V21	截至阀, 检修水位传感器 BL1 用的
E1.V22	截至阀, 检修水位传感器 BL1 用的
E1.V23	截至阀, 检修水位传感器 BL2 用的
E1.V24	截至阀, 检修水位传感器 BL2 用的
E1.V25	自动排气阀门, 当膨胀罐中气压高于 260kPa 时将会动作
E1.V26	截至阀, 用于保证冷却塔中有较小的流量
E1.V27	截至阀, 用于保证冷却塔中有较小的流量
E1.V31	截至阀, 用于检修压力表 BP1
E1.V32	截至阀, 用于检修压力表 BP2
E1.V33	截至阀, 用于检修压力表 BP3

续表

设备编号	作 用
E1.V34	截至阀, 用于检修压力表 BP4
E1.V35	截至阀, 用于检修压力表 BP5
E1.V36	截至阀, 用于检修压力表 BP6
E1.V42	截至阀, 用于隔离电导率计 BQ1 和 BQ2
E1.V43	逆止阀, 防止膨胀罐中的水倒流到氮气瓶
E1.V44	氮气发泡系统的接口
E1.V45	膨胀罐上的喷水口
E1.V46	截至阀, 用于隔离 BO1, 正常情况打开
E1.V47	截至阀, 用于隔离 BO1, 正常情况打开
E1.V55	截至阀, 用于倒换离子交换罐 Z3 的运行方式
E1.V57	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V58	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V59	流量调节阀门, 用于调节水处理回路中的流量, 通过 BF3 来控制
E1.V62	截至阀, 用于倒换离子交换罐 Z3 的运行方式
E1.V71	截至阀, 在清洗离子交换罐时与 C8 相连
E1.V72	截至阀, 在清洗离子交换罐时与 C8 相连
E1.V73	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V74	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V75	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V76	截至阀, 用于检修过滤器
E1.V77	截至阀, 补水管道上的连接阀门
E1.V78	逆止阀, 防止水倒流
E1.V79	截至阀, 补水管道上的连接阀门
E1.V81	排气阀
E1.V82	排气阀
E1.V83	排气阀
E1.V84	排气阀
E1.V85	排气阀
E1.V86	排气阀
E1.V87	排气阀

续表

设备编号	作 用
E1.V88	排气阀
E1.V89	排气阀
E1.V93	排气阀
E1.V94	排气阀
E1.V101	排放阀, 在检修泵时, 排干泵体
E1.V102	排放阀, 在检修泵时, 排干泵体
E1.V103	排放阀, 在检修过滤器时, 排干过滤器
E1.V104	排放阀, 在检修过滤器时, 排干过滤器
E1.V105	排放阀
E1.V107	排放阀
E1.V108	排放阀
E1.V109	排放阀
E1.V110	排放阀
E1.V111	排放阀
E1.V112	排放阀
E1.V113	排放阀
E1.K5	电动阀门, 调节通往冷却塔支路和旁通回路的流量比
E1.K6	电动阀门, 调节通往冷却塔支路和旁通回路的流量比
E1.K7	电动阀门, 其中一个阀门关闭, 一个打开, 该阀门可以根据所需冷却容量来确定打开的程度
E1.K8	电动阀门, 其中一个阀门关闭, 一个打开, 该阀门可以根据所需冷却容量来确定打开的程度
E1.K11	控制发泡系统的发泡时间
F1	安全阀, 当膨胀罐中压力超过设定值时, 该阀门将会自动打开
二、传感器	
E1.BF1	监视可控硅阀的进水流量
E1.BF2	监视可控硅阀的出水流量
E1.BF3	监视水处理回路中的流量
E1.BF11	控制除氧加压系统中氮气瓶的气流量

续表

设备编号	作 用
E1.BL1	监视膨胀罐中的水位
E1.BL2	监视膨胀罐中的水位
E1.BL3	监视膨胀罐中的水位
E1.BO1	检测水处理回路中水的含氧量, 运行期间, 只有需要测量氧气含量时氧气表才投运
E1.BP1	监视泵的出水压力, 与 BP2 互为备用
E1.BP2	监视泵的出水压力, 与 BP1 互为备用
E1.BP3	监视泵的进水压力, 与 BP4 互为备用
E1.BP4	监视泵的进水压力, 与 BP3 互为备用
E1.BP5	监视膨胀罐中的压力
E1.BP6	监视膨胀罐中的压力
E1.BP7	监视氮气瓶的压力
E1.BP8	监视氮气瓶的压力
E1.BQ1	检测可控硅阀的进水电导率, 与 BQ1 互为备用
E1.BQ2	检测可控硅阀的进水电导率, 与 BQ2 互为备用
E1.BQ3	检测水处理回路中的出水电导率
BT1	监视环境温度
BT2	监视环境温度
E1.BT1	监视换流阀的出水温度, 与 BT2 互为备用
E1.BT2	监视换流阀的出水温度, 与 BT1 互为备用
E1.BT3	监视换流阀的进水温度, 与 BT4 互为备用
E1.BT4	监视换流阀的进水温度, 与 BT3 互为备用
三、主要设备	
E1.C1	排气罐, 顶部带有一个自动排气阀
E1.C2	膨胀罐, 用于给系统加压
E1.C3	膨胀罐, 用于给系统加压
E1.C4	氮气瓶, 用于给膨胀罐加压