

ICS 25.040

P 72

备案号: 2578-2018

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3198—2018

石油化工空分装置自动化系统设计规范

Design specification for automation system of air separation unit in
petrochemical industry



2018-02-09 发布

2018-07-01 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、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 控制系统	2
4.1 控制系统设置	2
4.2 控制系统要求	2
4.3 自动变负荷控制 (ALC) (可选项)	5
5 现场仪表	5
5.1 一般规定	5
5.2 温度仪表	5
5.3 压力仪表	5
5.4 流量仪表	5
5.5 液位仪表	6
5.6 过程分析仪表	6
5.7 控制阀	6
6 控制室设置	6
6.1 一般规定	6
6.2 设置方式	6
6.3 机柜小屋 (可选项)	7
附录 A (资料性附录) 控制系统设置方式示意图	8
参考文献	11
本规范用词说明	12
附: 条文说明	13

Contents

Foreword	III
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions, abbreviations	1
3.1 Terms and definitions	1
3.2 Abbreviations	2
4 Control system	2
4.1 Control system settings	2
4.2 Control system requirement	2
4.3 Automatic load control (ALC) (Alternative)	5
5 Field instrument	5
5.1 General requirement	5
5.2 Temperature instruments	5
5.3 Pressure instruments	5
5.4 Flow instruments	5
5.5 Level instruments	6
5.6 Analyzer instruments	6
5.7 Control valves	6
6 Control room settings	6
6.1 General requirement	6
6.2 Setting mode	6
6.3 Cabinets house (Alternative)	7
Annex A (Informative) Control system setting diagram	8
Bibliography	11
Explanation of wording in this specification	12
Add: Explanation of article	13

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2014年第二批行业标准制修订计划》(工信厅科(2014)114号)文的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范共分6章和1个附录。

本规范的主要技术内容是:空分装置控制系统设置原则,空分装置现场仪表选型原则,空分装置控制室设置原则。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理,由中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站负责日常管理,由中石化宁波工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位:中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站

通讯地址:上海市徐汇区中山南二路1089号徐汇苑大厦12层

邮政编码:200030

电 话:021-64578936

传 真:021-64578936

本规范主编单位:中石化宁波工程有限公司

通讯地址:浙江省宁波市国家高新区院士路660号

邮政编码:315103

本规范参编单位:杭州杭氧股份有限公司

本规范主要起草人员:杨 晨 严春明 宋 燕 叶威威 王丽娜 郎智超 周芬芳 王 凯

本规范主要审查人员:林 融 裴炳安 徐伟清 叶向东 林洪俊 王发兵 李 明 高 欣

杨金城 伍锦荣 魏剑萍 宋志远 孙 旭 郭章顺

本规范为首次发布。

石油化工空分装置自动化系统设计规范

1 范围

本规范规定了石油化工空分装置自动化系统工程设计的原则和基本要求。

本规范适用于石油炼制、石油化工及以煤为原料制取燃料和化工产品的企业新建、扩建和改建工程中空分装置自动化系统的工程设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范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规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 4962 氢气使用安全技术规程

GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程

GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范

GB/T 50770—2013 石油化工安全仪表系统设计规范

SH/T 3005—2016 石油化工自动化仪表选型设计规范

SH/T 3006—2012 石油化工控制室设计规范

SH/T 3092—2013 石油化工分散控制系统设计规范

SH/T 3174—2013 石油化工在线分析仪系统设计规范

HG/T 20700—2014 可编程控制器系统工程设计规范

ISA S71.04 过程测量和控制系统的的环境条件：大气污染物（Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems: Airborne Contaminants）

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1.1

压缩机控制系统 **compressor control system**

专用于控制和保护由蒸汽、燃气或工艺气透平驱动的大型离心式或轴流式压缩机的控制系统。

3.1.2

自动变负荷控制 **automatic load control**

根据工艺负荷变化要求，通过工艺数学模型计算出相关控制回路的设定值，自动适应产品负荷变化的专用控制策略。

3.1.3

空压机组 **air compressor unit**

由空压机、增压机、汽轮机或电机及辅助设施组成的成套设备单元。

3.1.4

机柜小屋 **cabinet house**

采用压型钢板预制好的全封闭设施，用于现场放置控制系统机柜。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本规范：

- DCS：分散控制系统（Distributed Control System）
- SIS：安全仪表系统（Safety Instrumented System）
- CCS：压缩机控制系统（Compressor Control System）
- MMS：机组监测系统（Machinery Monitoring System）
- PLC：可编程序控制器（Programmable Logic Controller）
- GDS：可燃气体和有毒气体检测系统（Gas Detection System）
- ALC：自动变负荷控制（Automatic Load Control）
- CCR：中心控制室（Central Control Room）
- LCR：现场控制室（Local Control Room）
- FAR：现场机柜室（Field Auxiliary Room）
- CH：机柜小屋（Cabinet House）
- UPS：不间断电源（Uninterruptible Power System）
- GPS：普通电源（General Power Supply）
- SIL：安全完整性等级（Safety Integrity Level）

4 控制系统

4.1 控制系统设置

4.1.1 一般规定

4.1.1.1 控制系统应当是成熟的、经过实际应用检验的系统，应便于扩展，能够满足空分装置控制、安全联锁、操作和管理的需要。

4.1.1.2 当需要控制系统有安全完整性等级（SIL）时，控制系统应取得国家或国际授权机构颁发的 SIL 认证。

4.1.2 设置方式

4.1.2.1 空分装置工艺过程的检测、控制、操作、报警、数据和事件记录、数据存储等功能应通过 DCS 或 PLC 实现。

4.1.2.2 当空分装置有安全完整性等级（SIL）要求时，安全联锁功能应通过 SIS 或具有 SIL 认证的 CCS 实现。

4.1.2.3 空分装置机组的防喘振控制、负荷控制、其他过程控制、安全联锁等功能宜通过 CCS 完成。

4.1.2.4 空分装置机组的运行状态的机械保护、在线状态监测、分析诊断（可选项）等功能宜通过 MMS 完成。

4.1.2.5 空分装置透平驱动机组的超速保护功能应通过独立的超速保护系统完成。

4.1.2.6 空分装置机组的调速系统宜采用独立调速器，也可采用 CCS 实现。

4.1.2.7 空分装置可燃和有毒气体检测、监视和报警管理功能应符合 GB 50493 的规定要求。

4.1.2.8 空分装置自动变负荷控制功能应通过 ALC 完成。

4.1.2.9 空分装置的控制系统可参照附录 A 设置。

4.2 控制系统要求

4.2.1 分散控制系统（DCS）

4.2.1.1 DCS 的设计应符合 SH/T 3092—2013 的规定要求。

4.2.1.2 过程控制站

- a) 空分装置的空气分离系统、公用工程系统的过程控制站可合并配置，后备系统应单独配置；

- b) 过程控制站的电源模件、通信模件、CPU 模件应 1:1 冗余配置;
- c) 控制器的 CPU 负荷不应超过 60%;
- d) 控制网络的负荷不应超过负载的 50%;
- e) 过程控制站 I/O 模件插槽应预留不小于 20% 的余量。

4.2.1.3 过程接口

- a) 用于控制和联锁保护功能的多通道 I/O 模件应冗余配置;
- b) 通信模件应冗余配置, 宜采用 RS485 串行通信接口、MODBUS RTU 通信协议或采用 RJ45 接口、以太网 TCP/IP 通信协议;
- c) 每种备用 I/O 模件的通道数不应少于实际使用通道数的 15%;
- d) 每个机柜内部接线端子应留 20% 备用, 并预留 20% 空间用于未来扩充;
- e) 后备系统 I/O 模件应独立配置。

4.2.1.4 操作站

- a) 中心控制室或空分装置现场控制室应至少配置 2 台操作站;
- b) 现场机柜室可配置 1 台现场操作站。

4.2.1.5 工程师站

- a) 中心控制室或空分装置现场控制室应至少配置 1 台工程师站;
- b) 现场机柜室宜配置 1 台带操作站属性的工程师站。

4.2.1.6 历史记录站

- a) 空分装置可配置 1 台历史记录站, 也可与工程师站合并;
- b) 历史记录站硬盘应采用冗余配置;
- c) 数据存储能力应能满足历史记录功能的要求, 存储时间不宜少于半年。

4.2.2 可编程序控制器 (PLC)

4.2.2.1 PLC 的设计应符合 HG/T 20700—2014 的规定要求。

4.2.2.2 PLC 过程控制站、过程接口、操作站等的配置方式可参照 4.2.1 条执行。

4.2.3 安全仪表系统 (SIS)

4.2.3.1 SIS 的设计应符合 GB/T 50770—2013 的规定要求。

4.2.3.2 SIS 的内部时钟应与 DCS 同步。

4.2.3.3 逻辑控制器

- a) 单套空分装置 (含后备系统) 的逻辑控制器应设置 1 套;
- b) 多套空分装置的逻辑控制器应按每套空分装置分别设置, 后备系统应独立设置;
- c) 逻辑控制器应冗余容错配置;
- d) 逻辑控制器的中央处理单元负荷不应超过 50%;
- e) 逻辑控制器的内部通信负荷不应超过 50%。

4.2.3.4 过程接口

- a) I/O 模件应冗余配置;
- b) 通信模件应冗余配置, 带诊断功能, 宜采用 RS485 串行通信接口、MODBUS RTU 通信协议或采用 RJ45 接口、以太网 TCP/IP 通信协议;
- c) 每种备用 I/O 模件的通道数不应少于实际使用通道数的 15%;
- d) 每个机柜内部接线端子应留 20% 备用, 并预留 20% 空间用于未来扩充。

4.2.3.5 工程师站/事件顺序记录站

- a) 工程师站宜与事件顺序记录站共用;
- b) 中心控制室或空分装置现场控制室应至少配置 1 台工程师站/事件顺序记录站;

c) 现场机柜室宜配置 1 台工程师站/事件顺序记录站。

4.2.4 压缩机控制系统 (CCS)

4.2.4.1 基本要求

- a) CCS 应能完成空压机、增压机机组的负荷控制、防喘振控制及联锁保护等功能;
- b) 当机组采用蒸汽透平驱动时,汽轮机的调速控制及联锁保护功能也可由 CCS 系统完成,调速控制的响应时间应满足机组要求;
- c) CCS 应能完成机组辅助系统的控制及联锁功能;
- d) CCS 硬件设计应采用故障安全模式;
- e) CCS 的直流电源装置应冗余配置;
- f) 在 ISA S71.04 标准 G3 等级环境下,CCS 的输入输出模件、CPU 卡、通信卡、电源卡、机柜内的端子板等应能正常运行至少 5 年;
- g) CCS 和 DCS 之间应通过冗余方式进行通信,控制回路应采用硬接线完成;
- h) CCS 和 SIS, MMS 之间的联锁信号应采用硬接线完成;
- i) CCS 的内部时钟应与 DCS 同步;
- j) 具有机组安全联锁保护功能的 CCS 应符合 SIL 安全等级的要求。

4.2.4.2 控制器

- a) 控制器应为冗余容错型配置,满足机组的控制要求;
- b) 防喘振控制系统的响应时间(包括从输入信号的采集、运算和输出)不应大于 100 ms,信号采样时间应小于 40 ms;
- c) 控制器的处理器、内存储器、内部数据总线的负荷不应超过系统最大能力的 60%;
- d) 网络通信负荷不应超过系统最大能力的 40%。

4.2.4.3 过程接口

- a) 输入输出模件应冗余配置;
- b) 通信模件应冗余配置;
- c) 通信总线及网络应冗余配置;
- d) 通信模件宜采用 RS485 串行通信接口、MODBUS RTU 通信协议或采用 RJ45 接口、以太网 TCP/IP 通信协议;
- e) 每种备用 I/O 模件的通道数不应少于实际使用数量的 15%;
- f) 每个机柜内部接线端子应留 20% 备用,并预留 20% 空间用于未来扩充。

4.2.4.4 操作站

- a) 中心控制室或空分装置现场控制室应至少设置 2 台操作站;
- b) 操作站的机型宜与 DCS 操作站统一;
- c) 操作站的硬件配置应能满足操作的功能要求。

4.2.4.5 工程师站/事件顺序记录站

- a) 中心控制室或空分装置现场控制室应至少配置 1 台工程师站/事件顺序记录站;
- b) 现场机柜室宜配置 1 台工程师站/事件顺序记录站。

4.2.5 机组监测系统 (MMS)

4.2.5.1 基本要求

- a) MMS 应至少配置监测机架、电源模块、状态监测接口模块、过程接口模块及满足机组功能要求的相关监测器模块、继电器模块;
- b) MMS 模块应具有在线维护功能,其在线插拔不应影响到其他模块的监测或保护功能;
- c) 仪表机架内每种类型测量参数宜预留 10% 备用接线通道,全部仪表框架宜预留 10% 备用模块插槽;

d) MMS 的内部时钟应与 DCS 同步。

4.2.5.2 监测机架

a) 监测机架应符合 EIA 工业标准的尺寸, 宜选用机架式结构;

b) 监测机架系统及其所有组成部件都应具有 CE 认证标识。

4.2.5.3 电源模块

a) 电源模块应冗余设置, 具有自动切换功能;

b) 电源模块的拆卸和更换 (即热插拔), 不应影响系统的监测与保护功能。

4.2.5.4 通信模块应能够通过 MODBUS RS-232/422/485 RTU 通信协议或 TCP/IP 方式与 CCS/DCS 进行数据通信。

4.2.5.5 MMS 可选配高级应用软件, 用于机组的运行状态监测、智能诊断与分析 (可选项)。

4.2.6 超速保护系统

4.2.6.1 汽轮机组应配置独立的超速保护系统。

4.2.6.2 超速保护系统应为“三取二”冗余容错结构。

4.2.6.3 超速保护系统应配置冗余的电源。

4.2.6.4 超速保护系统应独立于 CCS 单独设置。

4.3 自动变负荷控制 (ALC) (可选项)

4.3.1 空分装置可选用自动变负荷控制系统。

4.3.2 自动变负荷控制系统应具备如下功能:

4.3.2.1 ALC 能自动完成空分装置负荷调整功能, 采用先进控制技术实现空分装置的自动负荷切换。

4.3.2.2 ALC 的自动负荷变化范围应符合空分装置的设备实际可调范围, 不造成产品放空。

4.3.2.3 当操作人员输入产品氧气产量设定值并确认后, ALC 可自动调整空分装置的运行状态。

4.3.2.4 ALC 在负荷切换过程中可同时自动控制空分装置的主要操作、控制回路, 无需人为给定或改变回路设定值等手动操作辅助。

4.3.2.5 ALC 应涵盖从空压机开始到产品氧气、氮气、氩气送出冷箱的全流程。

5 现场仪表

5.1 一般规定

5.1.1 空分装置常温场合、普通介质的现场仪表设计应符合 SH/T 3005—2016 的要求; 深冷场合、特殊介质的现场仪表设计除应符合 SH/T 3005—2016 的要求外, 还应满足本章 5.2~5.7 节的要求。

5.1.2 安装在振动场所的现场仪表应考虑仪表的抗振动要求。

5.2 温度仪表

5.2.1 低温介质温度测量仪表的量程应涵盖操作温度以及环境温度的范围。

5.2.2 冷箱内及超高压蒸汽的集中温度检测元件应采用双支测量元件, 并配带与工艺管道焊接型保护套管。

5.2.3 冷箱内温度热电阻 (Pt100) 检测元件精度宜选用 A 级。应通过低温液氮测试后使用。

5.2.4 用于低温介质测量的测温元件密封圈宜选用耐低温聚四氟乙烯材料。

5.2.5 工艺管道上温度计套管的插入管道内壁深度不小于 50mm 且不超过 150mm。

5.2.6 氧气、高压蒸汽管道温度仪表不应采用带支撑圈的温度计套管。

5.3 压力仪表

5.3.1 含氧量超过 30% 的介质应选用氧气压力表。

5.3.2 测量氧介质压力 (差压) 变送器的填充液应选择惰性介质, 且接液部件应做脱油脱脂处理。

5.3.3 安装在机组等振动场所的压力 (差压) 变送器宜选用膜片密封带毛细管远传式的变送器。

5.4 流量仪表

5.4.1 对于压力大于 3.0MPa(G)的氧气流量计, 应按照 GB 16912 执行。

5.4.2 冷箱内流量计的过程连接宜采用焊接形式。

5.4.3 氧介质测量差压变送器的填充液应选择惰性介质, 且接液部件应做脱油脱脂处理。

5.5 液位仪表

5.5.1 冷箱内低温液体的液位测量应选用差压变送器。

5.6 过程分析仪表

5.6.1 在线分析系统及分析小屋的设计应符合 SH/T 3174—2013 的要求。

5.6.2 分析仪配套氢气钢瓶的布置应满足 GB 4962 的要求。

5.6.3 分析仪表需要与 DCS 进行数据通信时, 宜采用 MODBUS RTU 通信协议。

5.6.4 取样配置

5.6.4.1 压力小于等于 0.3MPa(G)的取样点, 应在分析仪前增加抽气泵。

5.6.4.2 压力大于 0.5MPa(G)的分析取样点, 应在分析取样现场增加减压装置。

5.6.4.3 冷箱内取样管应采用 316 不锈钢 TUBE 盘管。

5.6.5 氧分析仪

5.6.5.1 微量氧分析宜选用电化学式分析仪。

5.6.5.2 常量氧、纯氧分析宜选用顺磁氧分析仪。

5.6.6 二氧化碳、氧化亚氮分析宜选用红外吸收式分析仪。

5.6.7 氩分析宜选用热导式分析仪。

5.6.8 微量氮分析宜选用等离子式分析仪。

5.6.9 露点分析宜选用电容式分析仪。

5.6.10 总烃分析宜选用工业气相色谱仪。

5.7 控制阀

5.7.1 控制阀型式选择

5.7.1.1 分子筛进出口切换阀宜选用三杆阀或蝶阀。

5.7.1.2 冷箱内低温场合的控制阀宜选用低温角阀、低温球形阀及低温蝶阀, 与工艺管道焊接连接。冷箱内低温角阀的阀座、阀芯应能在冷箱外部进行更换。

5.7.2 阀体材料选择

5.7.2.1 冷箱内低温场合的控制阀阀体材质宜选用铝或不锈钢材质。

5.7.2.2 氧气控制阀阀体材质的选择应遵循 GB 16912 中氧气阀门选用的相关要求。

5.7.3 阀内件材质选择

5.7.3.1 氧气控制阀内件材质的选择应遵循 GB 16912 的相关要求。

5.7.3.2 氧气控制阀的填料等有可能接触氧气介质的非金属材料, 宜选用经过氧兼容性测试的认证产品。

5.7.4 氧气阀室内调节阀的电气阀门定位器应选用分体式且安装在氧气阀室外侧。

5.7.5 空压机组等有振动场合的调节阀的电气阀门定位器宜选用分体式。

6 控制室设置

6.1 一般规定

6.1.1 中心控制室、空分装置的现场控制室、现场机柜室、机柜小屋(可选项)的设置应按照空分装置的规模和特点, 并结合管理和生产模式的要求设置。

6.1.2 中心控制室、空分装置的现场控制室、现场机柜室设计应符合 SH/T 3006—2012 的要求。

6.1.3 空分装置的现场控制室或现场机柜室与空压机厂房间的电缆敷设距离不宜大于 300m。

6.2 设置方式

6.2.1 全厂性项目中的空分装置宜采用中心控制室加现场机柜室的设置方式。

6.2.2 多套空分装置的现场机柜室宜联合设置，其总平面位置应满足 6.1.3 条的要求。

6.2.3 按照空分装置的布置及操作单元，可在装置内设置多个机柜小屋。

6.3 机柜小屋（可选项）

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 是否设置机柜小屋可根据项目的情况确定。

6.3.1.2 机柜小屋应设置在非爆炸危险区域。

6.3.1.3 机柜小屋应布置在混凝土基础平台上，平台标高应高于周边地坪 300mm 以上。

6.3.1.4 机柜小屋的总平面布置应避免连续性振源，持续电磁干扰源。

6.3.1.5 机柜小屋内应设置控制系统机柜及工程师站。

6.3.1.6 机柜宜布置在机柜小屋的中间，也可布置在小屋长边的两侧。

6.3.1.7 机柜小屋内设置的空调机应为恒温恒湿机组。当空调室内机与机柜布置在同一小屋内时，机柜小屋应设置排水设施。

6.3.2 机柜小屋结构

6.3.2.1 机柜小屋应密闭、防雨、防尘、隔热，具有良好的抗震性能。填充物应为环保阻燃材料。

6.3.2.2 机柜小屋尺寸宜为宽 4.5m，高 3m，屋内净高不应少于 2.8m，长度根据需要确定，当长度超过 6.5m 时，可采用组合式结构，分体制作，到现场后再组合成一体。

6.3.2.3 机柜小屋门尺寸宜为 0.9m×2m（宽×高）。长度超过 6m 的机柜小屋应设 2 个门，门上应设透视尺寸不小于 0.3m×0.3m 带丝网的安全视窗。

6.3.2.4 机柜小屋地板应采用 4mm~6mm 厚防滑花纹钢板。

6.3.2.5 机柜小屋应为型钢焊接框架式结构，材质应为不锈钢或碳钢喷塑，屋顶应为防水结构，强度应满足安装、运输和维修等要求，墙和屋顶填料应用阻燃、绝热和抗静电材料。

6.3.3 通风和空调系统

6.3.3.1 机柜小屋应进行温度和湿度控制。室温为：冬季 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，夏季 $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度变化率小于 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ；相对湿度为：40%~60%，湿度变化率小于 6%/h。

6.3.3.2 机柜小屋应设置换气扇，当小屋内检测器（氧气、可燃气体）报警时，换气扇具有自动启动功能。

6.3.3.3 机柜小屋设置新风系统时，在引风口处应设置遮雨棚和防虫网。

6.3.3.4 空调、通风设备的状态信号应进入空分装置控制系统。

6.3.4 电源

6.3.4.1 控制系统机柜应采用 UPS 供电，机柜小屋的照明及空调系统的用电采用 GPS 供电。

6.3.4.2 机柜小屋内应分别设置独立的 UPS 配电箱和 GPS 配电箱。配电箱应留有 20% 的备用回路。

6.3.4.3 总电源开关接线箱应安装在机柜小屋外墙上；电源分配箱宜安装在机柜小屋内。

6.3.4.4 电源开关、接线箱、配电箱应符合安装场所的防爆及防护等级要求。

6.3.5 安全措施

6.3.5.1 机柜小屋应设置感温、感烟、低氧及可燃气体检测探头，并将信号送入空分装置控制系统。

6.3.5.2 机柜小屋应设置防雷、防静电及保护接地。分析小屋本体应就近与电气接地网连接。

附录 A

(资料性附录)

控制系统设置方式示意图

A.1 主控制系统设置

空分装置的主控制系统通常有图 A.1、A.2 两种设置方式，两种方式的唯一区别在于装置的安全联锁保护功能是由 SIS 还是由 CCS 系统完成，图 A.1 为目前空分装置较多、较常见的设置方式。

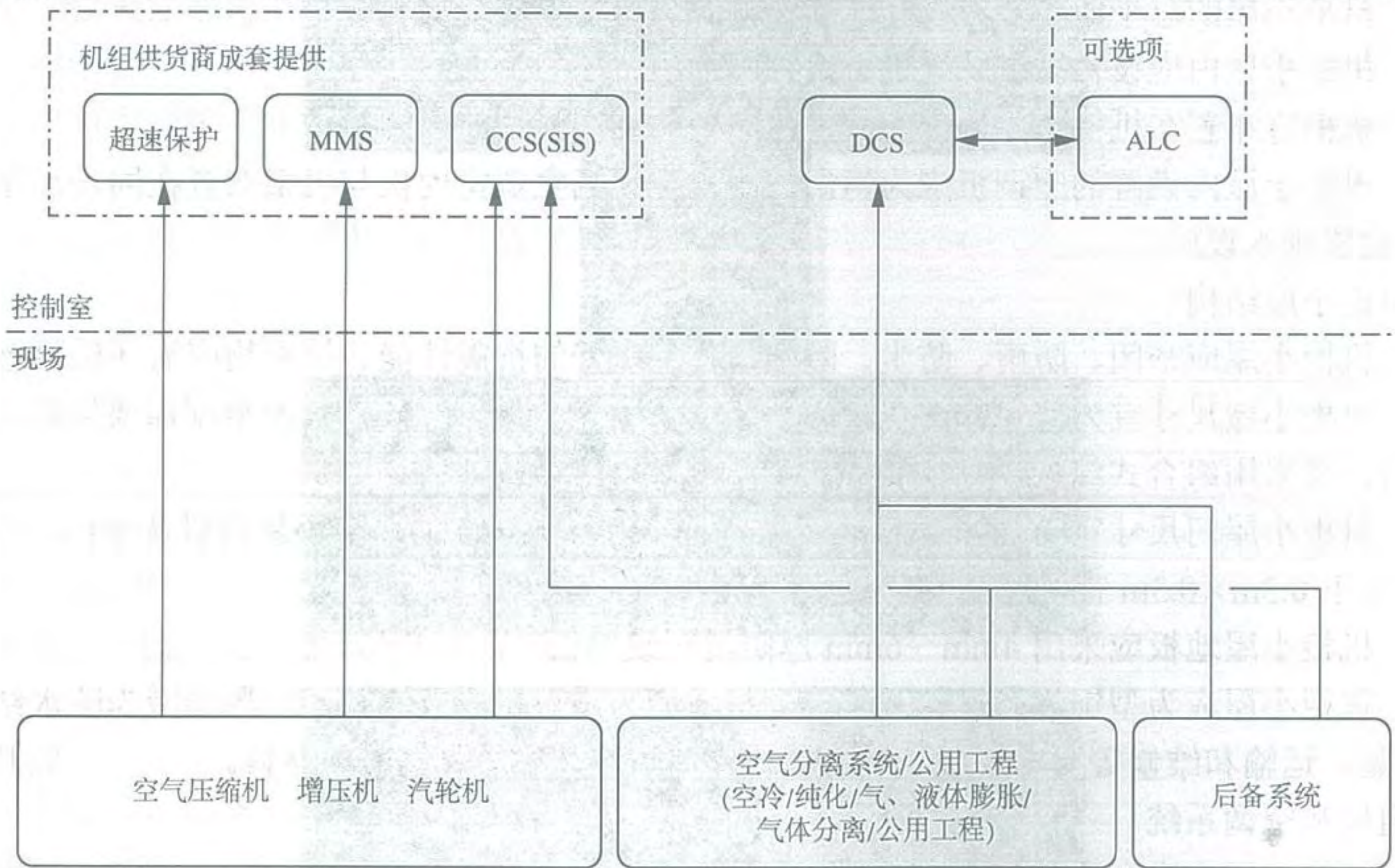


图 A.1 主控制系统设置示意图 (一)

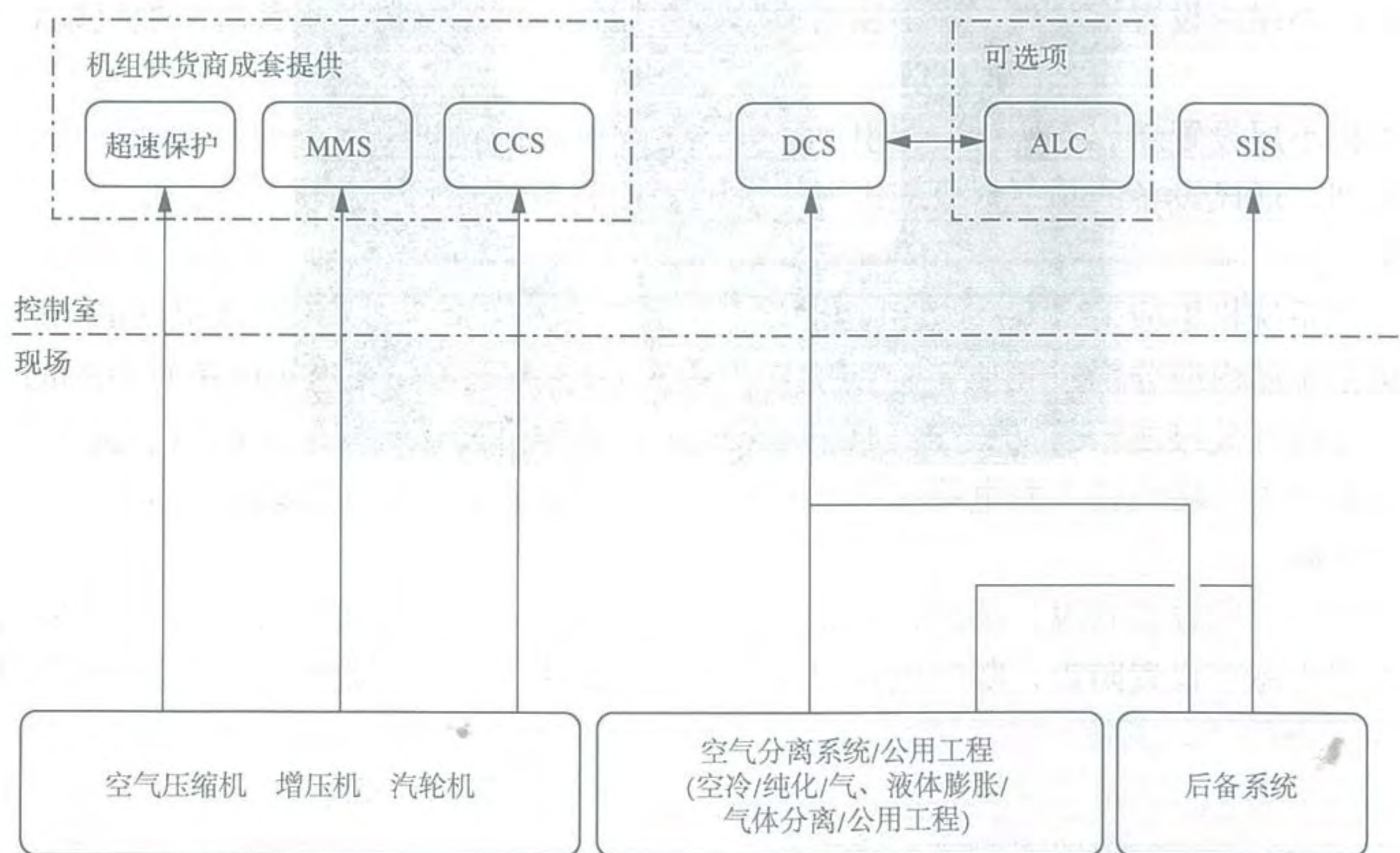


图 A.2 主控制系统设置示意图 (二)

A.2 机组控制系统设置

空分装置机组控制系统的设置方式种类较多，常见的几种设置方式见图 A.3，A.4，A.5。通常机组的控制系统按照图 A.3 的方式设置，对于规模较小的机组，其控制系统也可以按照图 A.4，A.5 这两种方式设置。

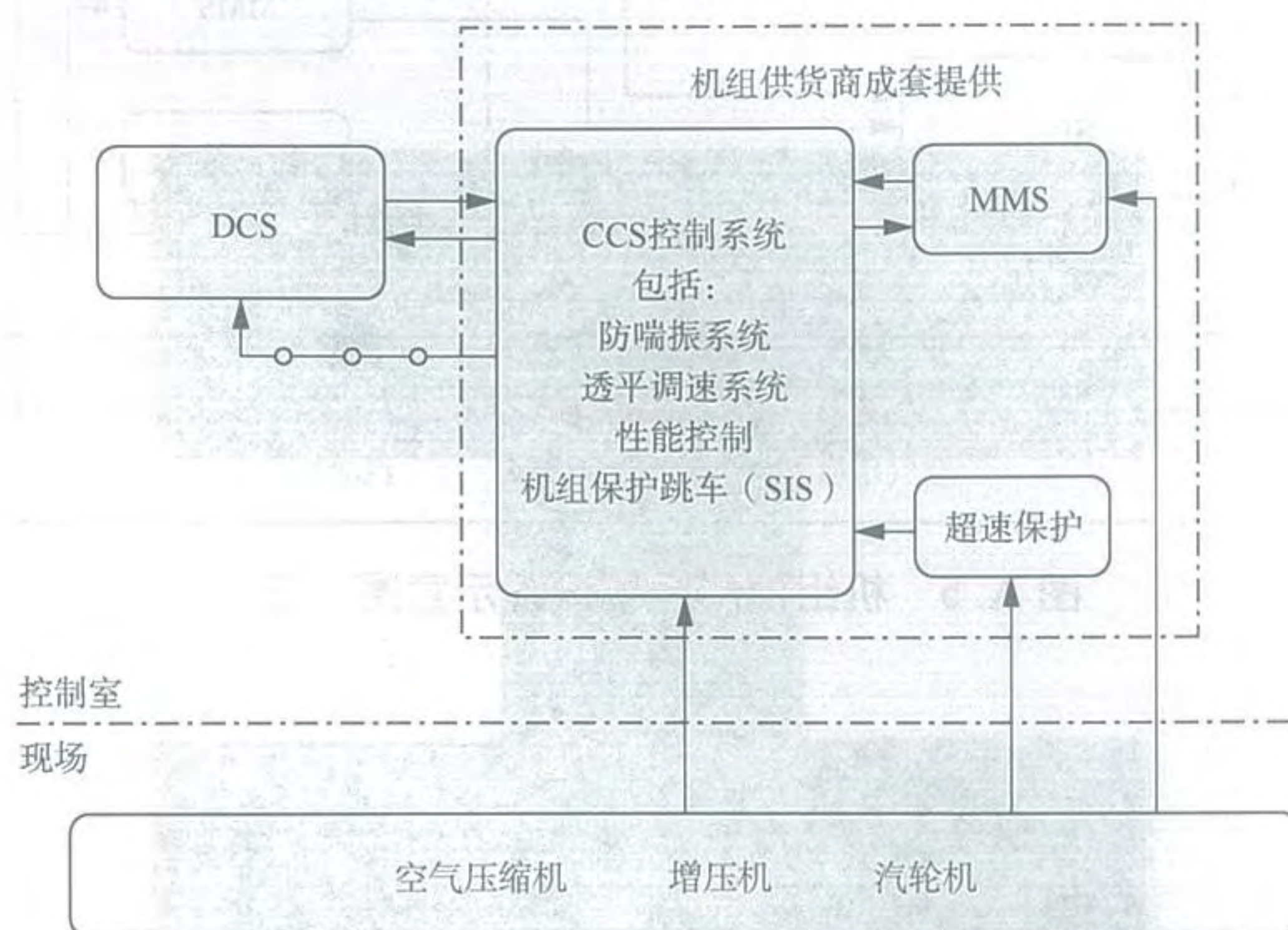


图 A.3 机组控制系统设置示意图（一）

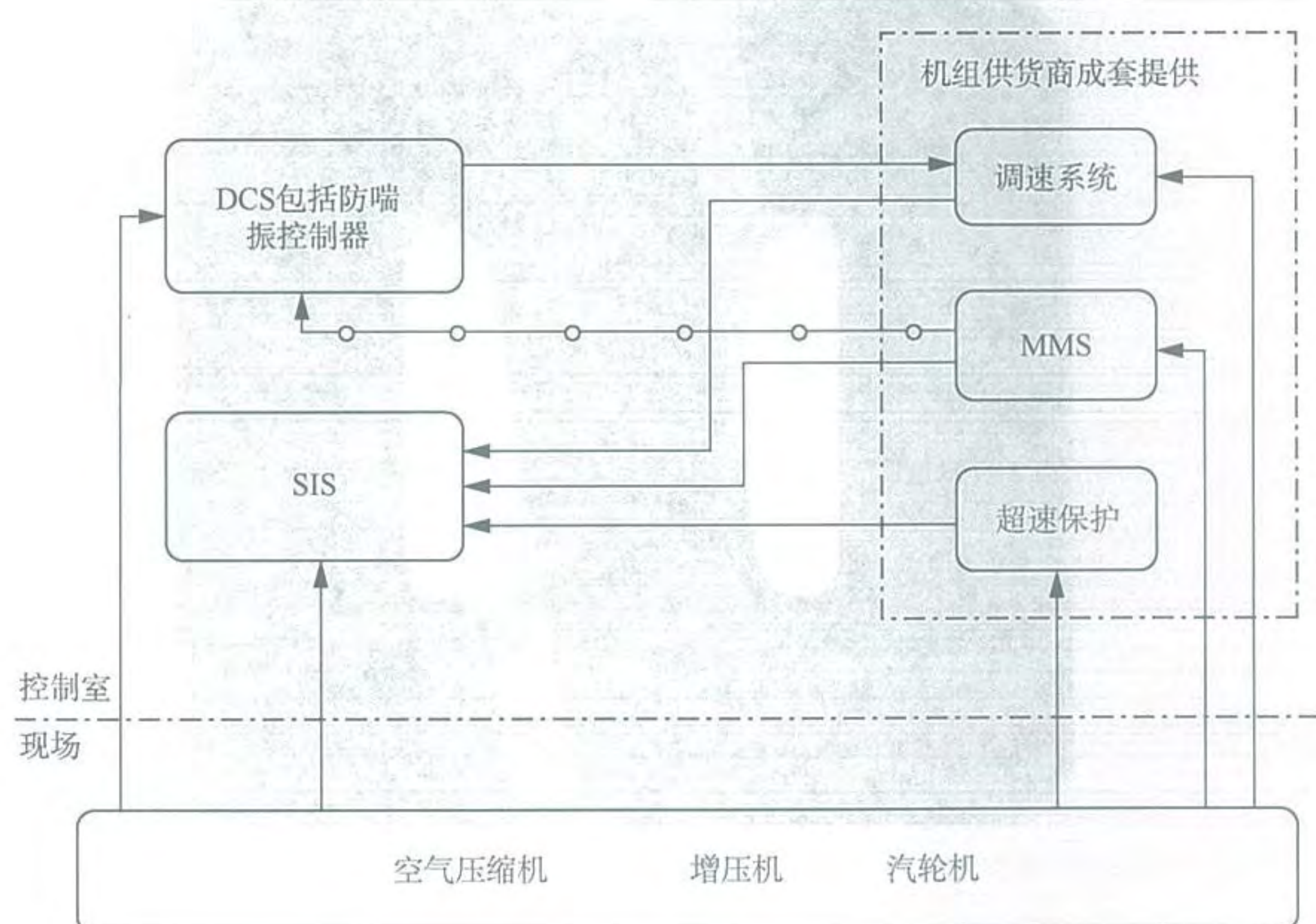


图 A.4 机组控制系统设置示意图（二）

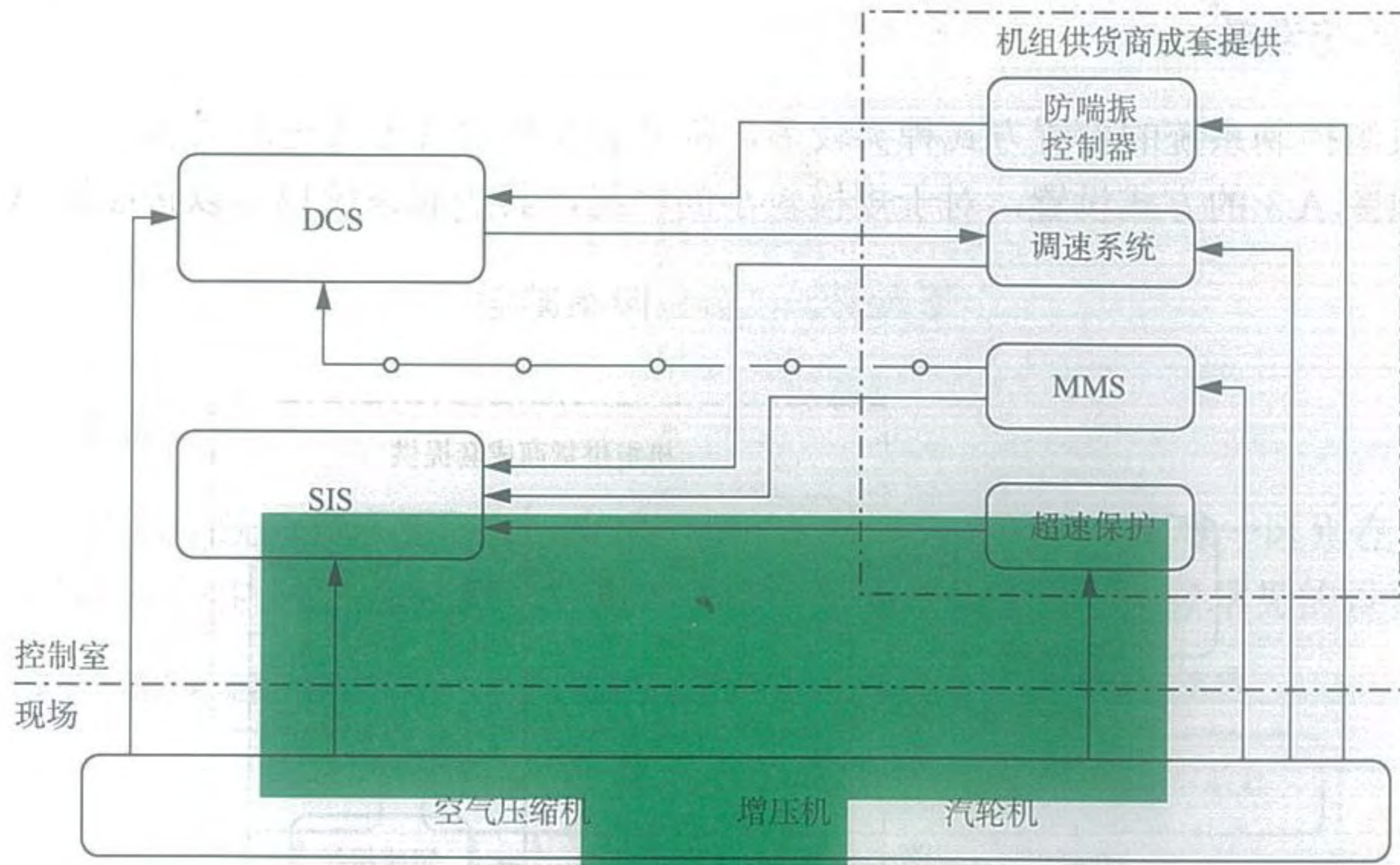


图 A.5 机组控制系统设置示意图 (三)

参 考 文 献

- [1] IGC Doc 13/12/E Oxygen Pipeline and Piping Systems
- [2] Machinery Protection Systems API STANDARD 670 FOURTH EDITION, DECEMBER 2000
- [3] GB 4208—2017 外壳防护等级 (IP 代码)
- [4] GB 29812—2013 工业过程控制分析小屋的安全
- [5] GB 50030—2013 氧气站设计规范



本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工空分装置自动化系统 设计规范

SH/T 3198—2018

条文说明

2018 北京

制定说明

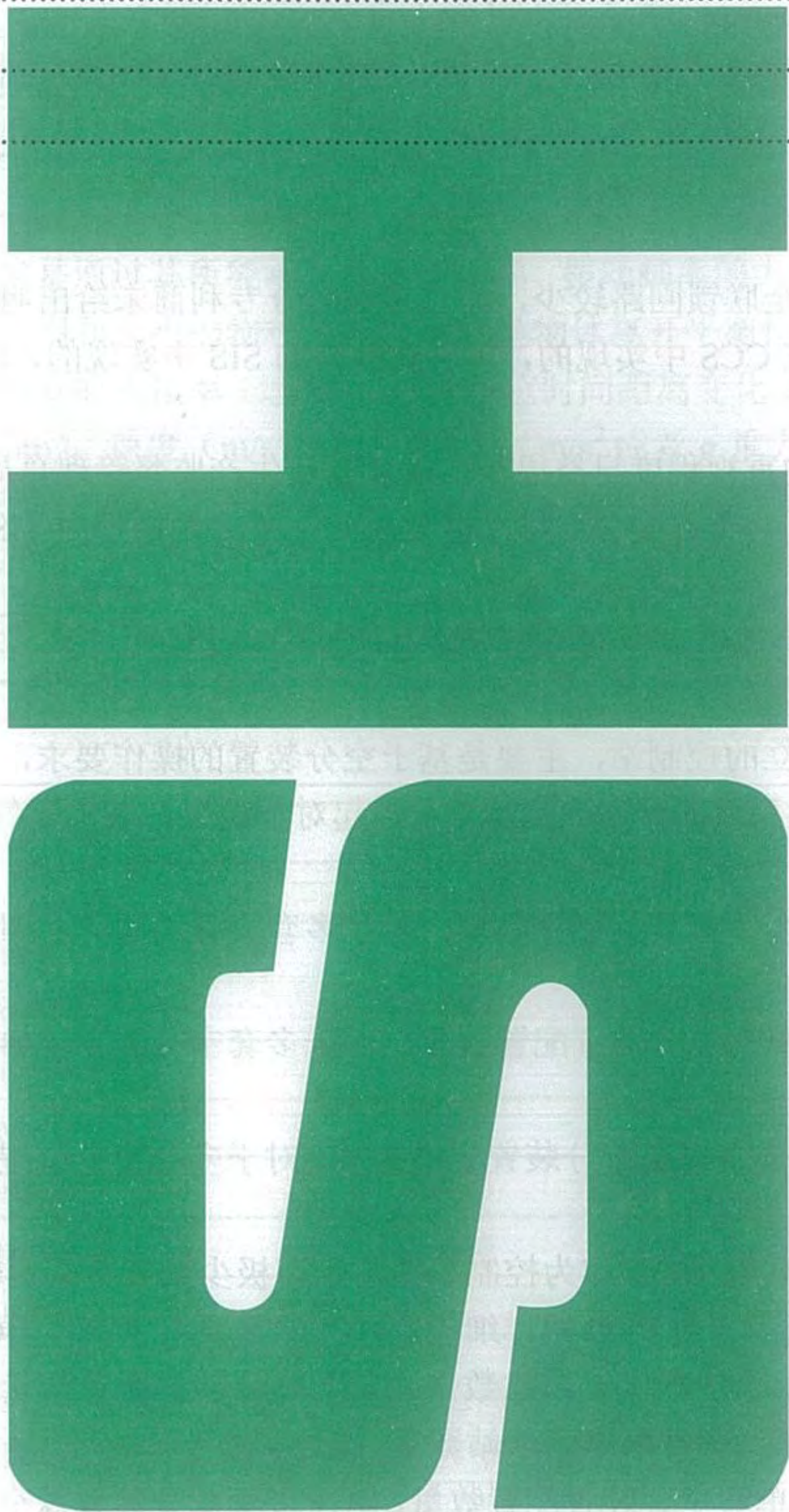
SH/T 3198—2018《石油化工空分装置自动化系统设计规范》，经工业和信息化部 2018 年 2 月 9 日以第 10 号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了近几年来石油化工配套空分装置工程建设方面的实践经验，同时参考了国外先进技术标准和技术法规。通过多次征求意见，认真讨论，最终经审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《石油化工空分装置自动化系统设计规范》编制组按章、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

3 术语和定义、缩略语.....	16
4 控制系统.....	16
5 现场仪表.....	17
6 控制室设置.....	20



石油化工空分装置自动化系统设计规范

3 术语和定义、缩略语

3.1.1 压缩机控制系统 **compressor control system**

本规范中的压缩机控制系统仅指用于空压机、增压机、汽轮机组的控制系统，气体、液体膨胀机、氮压机等机组的控制不通过 CCS 实现，而由 DCS 实现。

4 控制系统

4.1.2.2 目前空分装置安全连锁回路较少，而且多数空分专利商未给出明确的 SIL 等级，从而导致空分装置的安全连锁功能有在 CCS 中实现的，也有在独立的 SIS 中实现的，由 CCS 完成安全连锁功能的占了绝大多数。

随着国家对安全生产的重视程度日益提高，国家安全生产监督管理总局（2014）116 号文要求 SIS 独立于其他过程控制系统，对于有安全连锁功能要求的回路，无论是由 SIS 还是由 CCS 实现，都必须要有相应的安全认证。

CCS 多为机组厂家成套提供，为避免在项目执行过程中交接面过多，本规范推荐附录 A 中图 A.2 中的控制系统的设置方式。

4.2.1.2 后备系统设置独立的控制站，主要是基于空分装置的操作要求，一旦空分装置的分离系统、空气压缩系统等停车，后备系统能够独立运行，承担起对下游生产装置氮气、氧气的供给工作，以保证全厂的正常生产运转。

4.2.1.4 操作站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置可参照此条要求配置合适的操作站数量。

4.2.1.5 工程师站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置可参照此条要求配置合适的工程师站数量。

4.2.1.6 a) 历史记录站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置可参照此条要求配置合适的历史记录站数量。

4.2.2 大多数空分装置都采用 DCS 作为控制系统，仅有极少数装置规模较小的空分装置会采用 PLC 作为控制系统，因此本规范不再对 PLC 做详细规定，其配置要求可参考 DCS 设置要求执行。

4.2.3.5 b)、c) 工程师站/事件顺序记录站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置可参照此条要求配置合适的工程师站/事件顺序记录站数量。

4.2.4.4 a) 操作站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置及空分集群可参照此条要求配置合适的操作站数量。

4.2.4.5 工程师站/事件顺序记录站数量为单套空分装置配置数量，对于多套空分装置可参照此条要求配置合适的工程师站/事件顺序记录站数量。

4.2.5.5 可根据项目需求，设置机组瞬态数据采集系统，实现机械状态监测与管理系统功能，如本特利公司的 System 1 系统。

4.3.2.2 ALC 变负荷的范围受限于空分装置设备的实际情况，比如空压机自身所能调整的负荷范围，因此 ALC 的变负荷范围应依据设备实际运行的范围，在自动变负荷的同时还要能满足设备的负荷变化范围。

5 现场仪表

5.1.2 机组成套或安装在机组进出口管线上的仪表，常年在振动环境下工作，就会发生脱落、断裂等故障，严重的会引起机组的联锁跳车，仪表的选型需要考虑仪表的抗振性能。表 1 给出了某空分装置空压机一段出口压力变送器上各部位实测的振动检测参数。

表 1 变送器各部位振动检测值

检测部位	加速度/(mm/s ²)	速度/(mm/s)	振幅/mm
变送器导压管	197 (0.02g)	17.3	0.072
变送器两阀组	199.7 (0.02g)	16.9	0.068
变送器表头	47.8 (0.004 8g)	3.6	0.046
变送器支撑柱	95.2 (0.009 6g)	4.5	0.022

通常仪表抗震性能的优劣是通过其所能承受的振动振幅、振动频率的大小这两个指标来衡量的，振幅是以定量化方式表示振动范围和大小的物理量，它可以是物体离开平衡位置的距离（位移），也可以是单位时间内离开平衡位置距离的变化率（速度），或者单位时间距离变化率的快慢程度（加速度），因此振幅的工程单位有位移（mm）、速度（m/s）以及加速度（m/s²或者 g 重力加速度）。频率：单位时间内的振动次数，表示物体振动的快慢，工程单位为次/秒，又称赫兹（Hz）。表 2 为部分仪表正常工作时所能接受的振动频率或振幅。

表 2 部分仪表振动指标

仪表名称	频率/Hz	振幅
本特利加速度探头		5000g
3051 变送器	10~60	0.21mm
	60~2000	3g
TDIC 电气阀门定位器 (ABB)	80	10g
SRD991 电气阀门定位器 (Foxboro)	500	2g
SV II AP 电气阀门定位器 (Masoneilan)	2000	1g
ND9000 电气阀门定位器 (Metso)	2000	0.5g
3730 电气阀门定位器 (Samson)	2000	4g
SVP300 电气阀门定位器 (Yamatake)	2000	10g
PS2 电气阀门定位器 (Siemens)		<3g

5.2.6 对于一些振动频率超标的温度计套管，有的制造商采用如图 1 所示的带支撑圈型式的温度计套管，此种型式温度计套管上的支撑圈一旦脱落，随氧气、高压蒸汽介质在工艺管道中流动，有可能造成氧气管线爆炸和汽轮机损坏，存在安全隐患。



图 1 带支撑圈的温度计套管

5.3.2 压力（差压）变送器选用的惰性介质如氟油。

5.4.1 GB 16912—2008《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》及 IGC13/12 Oxygen Pipeline and Piping System（欧洲工业气体协会《氧气管道系统》）规范中对氧气在不同材质管道中的最高允许流速做出了明确限定要求，GB 16912—2008 的要求详见表 3。

表 3 管道中氧气最高允许流速

材质	工作压力 p /MPa					
	$p \leq 0.1$	$0.1 < p \leq 1.0$	$1.0 < p \leq 3.0$	$3.0 < p \leq 10.0$	$10.0 < p < 15.0$	$p \geq 15.0$
碳钢		20 m/s	15 m/s	不允许	不允许	不允许
奥氏体 不锈钢	根据管系 压降确定	30 m/s	25 m/s	$p \times v \leq 45 \text{MPa} \cdot \text{m/s}$ (撞击场合) $p \times v \leq 80 \text{MPa} \cdot \text{m/s}$ (非撞击场合)	4.5m/s (撞击场合) 8.0m/s (非撞击场合)	4.5m/s

注 1：最高允许流速是指管系最低工作压力、最高工作温度时的实际流速。
注 2：撞击场合和非撞击场合：使流体流动方向突然改变或产生漩涡的位置，从而引起流体中颗粒对管壁的撞击，这样的位置称作撞击场合，否则称为非撞击场合。
注 3：铜及铜合金（含铝铜合金除外）、镍及镍铜合金，在小于或等于 21.0MPa 条件下，流速在压力降允许时没有限制。

欧洲工业气体协会 IGC13/12 对用于氧气介质的各种不同材质规定了其豁免压力，即在豁免压力下使用此种材质不受氧气流速的影响。豁免压力和材质的选择见表 4。

表 4 豁免压力和最小厚度

ENGINEERING ALLOYS 工程合金	MINIMUM THICKNESS 最小厚度	EXEMPTION PRESSURE 豁免压力
黄铜合金 ¹⁾	None Specified	20.68MPa (3000psig)
钴合金 ²⁾		
Stellite 6	None Specified	3.44MPa (500psig)
Stellite 6B	None Specified	3.44MPa (500psig)
铜 ³⁾	None Specified	20.68MPa (3000psig)
铜-镍合金 ^{1), 3)}	None Specified	20.68MPa (3000psig)
铸铁件（非不锈钢）		
Gray Cast Iron	3.18mm (0.125")	0.17MPa (25psig)
Nodular Cast Iron	3.18mm (0.125")	0.34MPa (50psig)
Ni Resist Type D2	3.18mm (0.125")	2.07MPa (300psig)
铸铁件（不锈钢）		
CF-3/CF-8, CF-3M/CF-8M, CG-8M	3.18mm (0.125")	1.38MPa (200psig)
CF-3/CF-8, CF-3M/CF-8M, CG-8M	6.35mm (0.250")	2.6MPa (375psig)
CN-7M	3.18mm (0.125")	2.58MPa (375psig)
CN-7M	6.35mm (0.25")	3.44MPa (500psig)
镍合金		
Hastelloy C-276	3.18mm (0.125")	8.61MPa (1250psig)
Inconel 600	3.18mm (0.125")	8.61MPa (1250psig)

表4 (续)

ENGINEERING ALLOYS 工程合金	MINIMUM THICKNESS 最小厚度	EXEMPTION PRESSURE 豁免压力
Inconel 625	3.18mm (0.125")	6.90MPa (1000psig)
Inconel X-750	3.18mm (0.125")	6.90MPa (1000psig)
Monel 400	0.762mm (0.030")	20.68MPa (3000psig)
Monel K-500	0.762mm (0.030")	20.68MPa (3000psig)
Nickel 200	None Specified	20.68MPa (3000psig)
不锈钢, 型材		
304/304L, 316/316L, 321, 347	3.18mm (0.125")	1.38MPa (200psig)
304/304L, 316/316L, 321, 347	6.35mm (0.250")	2.58MPa (375psig)
Carpenter 20 Cb-3	3.18mm (0.125")	2.58MPa (375psig)
410	3.18mm (0.125")	1.72MPa (250psig)
430	3.18mm (0.125")	1.72MPa (250psig)
X3 NiCrMo 13-4	3.18mm (0.125")	1.72MPa (250psig)
17-4PH (aged)	3.18mm (0.125")	2.07MPa (300psig)
锡青铜	None Specified	20.68MPa (3000psig)
注: 1) 铸造与锻造的形式。 2) 钴合金通常用于耐磨场合的堆焊处理。豁免压力高于表4的要求时需要做风险评估及进一步的试验。 3) 使用在横截面较薄的情况时需做风险评估及进一步的实验。		

5.6.2 空分装置的总烃在线色谱分析仪需要使用氢气钢瓶, 通常空分装置分析小屋内除了总烃色谱仪还设置有其他在线分析仪表, 这些在线分析仪表及分析小屋成套的电气设备均为非防爆型。按照 GB 4962—2008《氢气使用安全技术规程》第 6.3.5 条 b) 的要求, 氢气钢瓶与明火或普通电气设备的间距不应小于 10m, 按此条要求氢气钢瓶需在分析小屋 10m 外布置。

项目实施过程中在分析小屋 10m 外很难找到布置氢气钢瓶的位置, 而且钢瓶离分析仪表过远也不利于在线分析仪的使用, 建议在线分析仪表及分析小屋内的电气设备可按防爆型式选型。

5.7.2.2 GB 16912—2008《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》对氧气用阀门材料的选用做出了明确要求, 详见表 5。

表5 氧气阀门材料选用要求

工作压力 p /MPa	材 料
$p \leq 0.6$	阀体、阀盖采用可锻铸铁、球墨铸铁或铸钢 阀杆采用不锈钢 阀瓣采用不锈钢
$0.6 < p \leq 10$	采用不锈钢、铜合金或不锈钢与铜合金组合 (优先选用铜合金)、镍及镍基合金
$p > 10$	采用铜合金、镍及镍基合金
注 1: 工作压力为 0.1MPa 以上的压力或流量调节阀的材料, 应采用不锈钢或铜合金或以上两种组合。	
注 2: 阀门的密封填料, 应采用聚四氟乙烯或柔性石墨材料。	

5.7.3.2 目前国内尚无标准要求氧气阀门的非金属材料应做氧兼容性测试, 但是国外空分专利商如林德提供的氧阀上的非金属材料均要求有德国BAM或美国WHA的氧兼容产品认证, 以增加控制阀的安全

可靠性能。

5.7.4 出于本质安全设计的考虑,选用分体式电气阀门定位器可以避免仪表维护人员进入氧气阀室内,确保一旦氧气泄漏发生火灾时对人身安全无危害或危害程度最小。

6 控制室设置

6.1.1 中心控制室、空分装置控制室、现场机柜室、机柜小屋的设置需结合空分装置实际的管理、运行模式灵活设置,其设置、组合方式见表6。

表6 控制室设置、组合方式

装置运行管理模式		中心控制室	空分装置现场控制室	现场机柜室	机柜小屋
全厂统一运行、管理模式		设置		设置	设置(可选)
独立运行、管理模式	单套空分		设置		设置(可选)
	多套空分		设置	设置	设置(可选)

6.1.3 MMS传感器的信号传输距离有限,当MMS机柜与现场传感器间的电缆长度大于300m,将对信号的正常传输产生影响,建议将现场控制室、现场机柜室与空压机厂房间电缆的敷设距离控制在300m以内。当电缆敷设距离大于300m时需请MMS厂家核算信号衰减,选择具有适合单位长度电容的电缆或按照本规范6.2.3条执行。

6.2.2 多套空分装置的现场机柜室不推荐每套空分设置1个现场机柜室的方式,可多套空分共用1个现场机柜室以节约用地和方便控制系统的维护和管理。多套空分装置典型的现场机柜室布置如图2、图3所示。

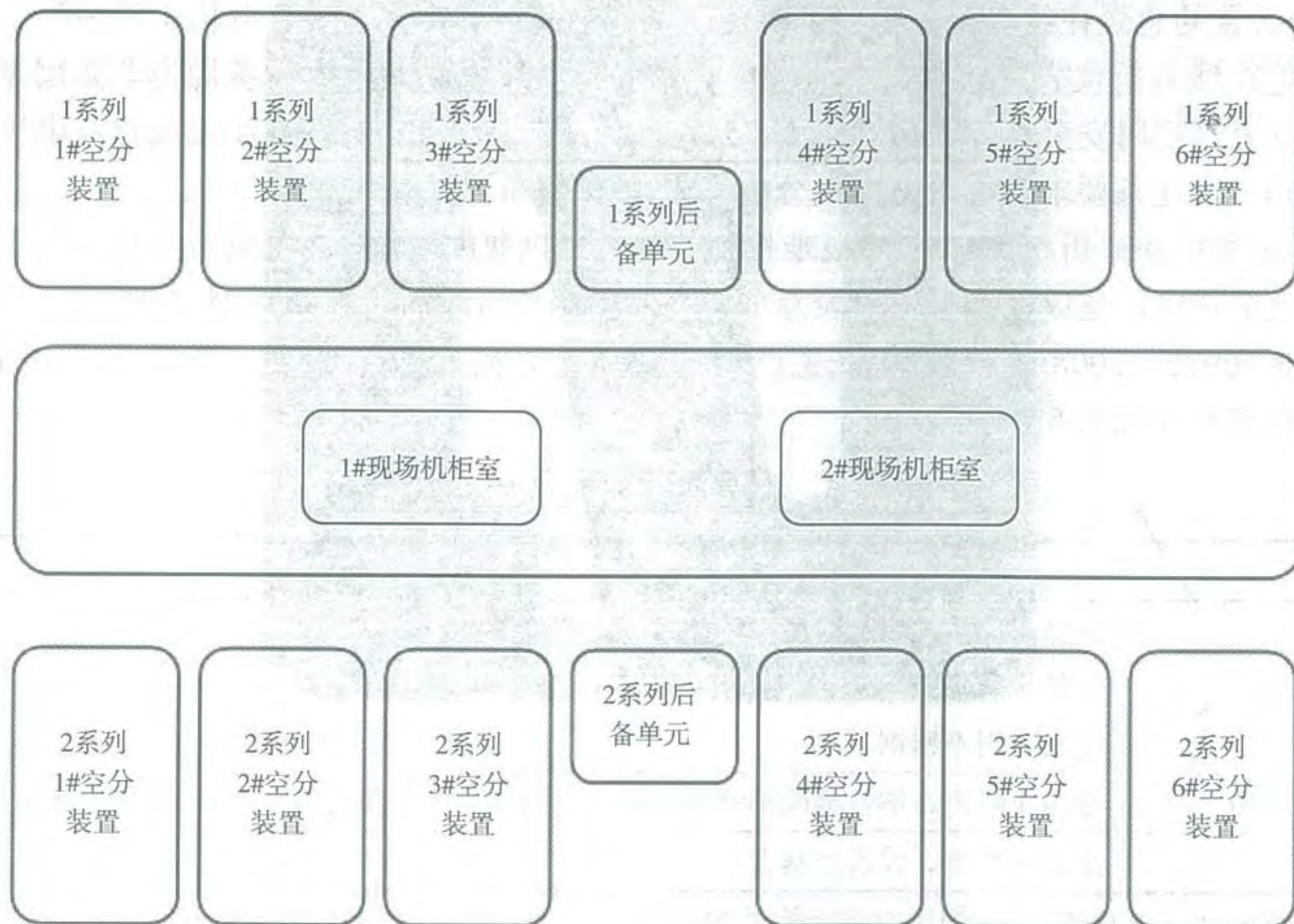


图2 多套空分装置典型的现场机柜室布置



图3 多套空分装置典型的现场机柜室布置

6.3 机柜小屋（可选项）

目前国内业主自己运行、管理的空分装置从未设置过机柜小屋，但近几年来，国外的一些空分专利商在国内独自或合资运营的空分装置，经常采用一些集装箱型式的机柜小屋设计，以节省电缆材料及方便空分装置的模块化设计工作，但国内的工程公司（设计院）几乎不采用此种方式布置空分装置的控制系統机柜，这方面的设计也没有现成的规范可以遵循，基于国内的实际情况及国外空分专利商的设计理念和机柜小屋的应用经验，将机柜小屋作为可选项引入到本规范中作为机柜小屋设计的一个探索与尝试，机柜小屋是否设置及设置数量，在项目执行过程中可根据具体情况酌情考虑。典型的机柜小屋布置图如图4、图5所示。

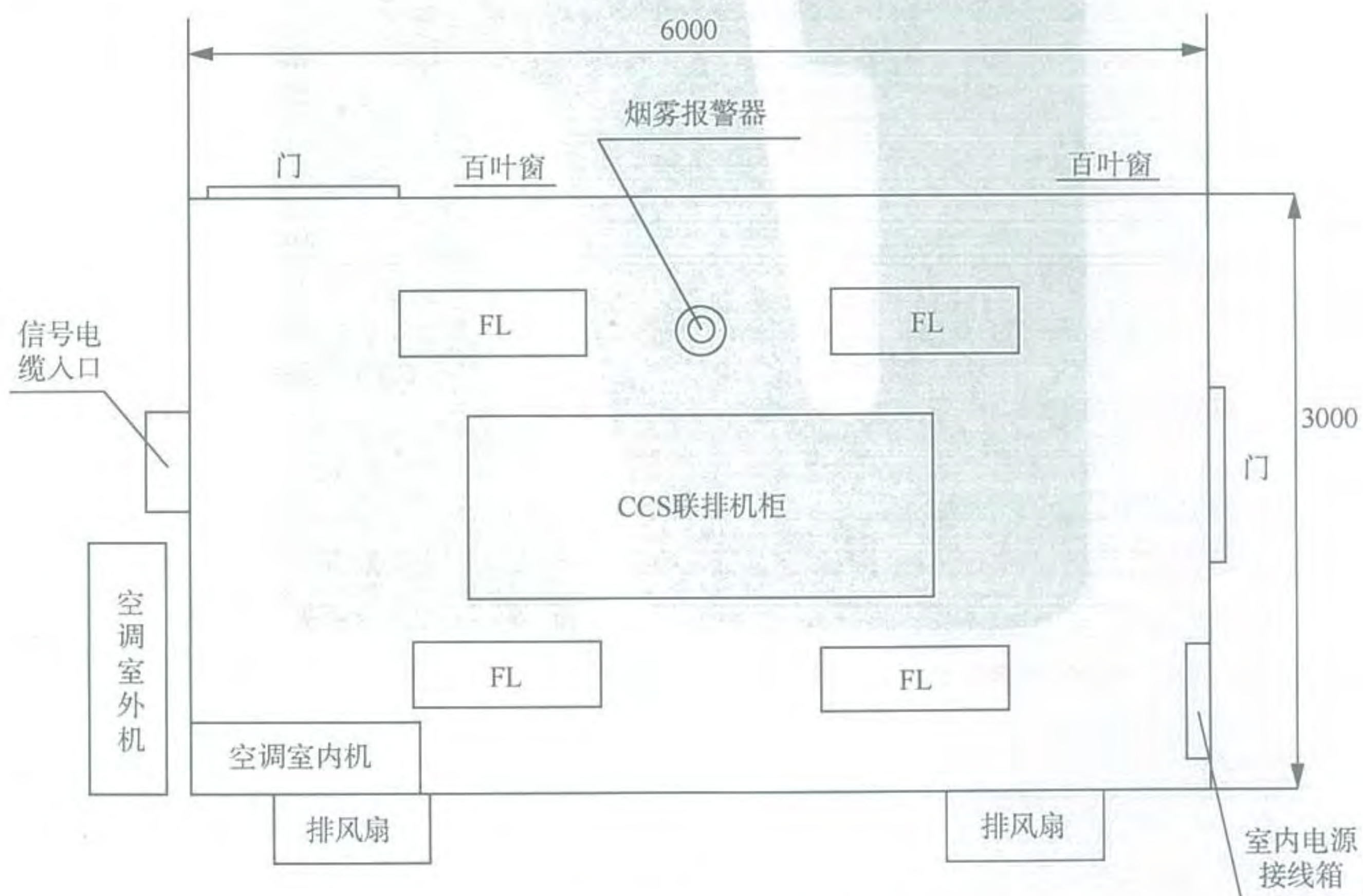


图4 典型的机柜小屋布置图（一）

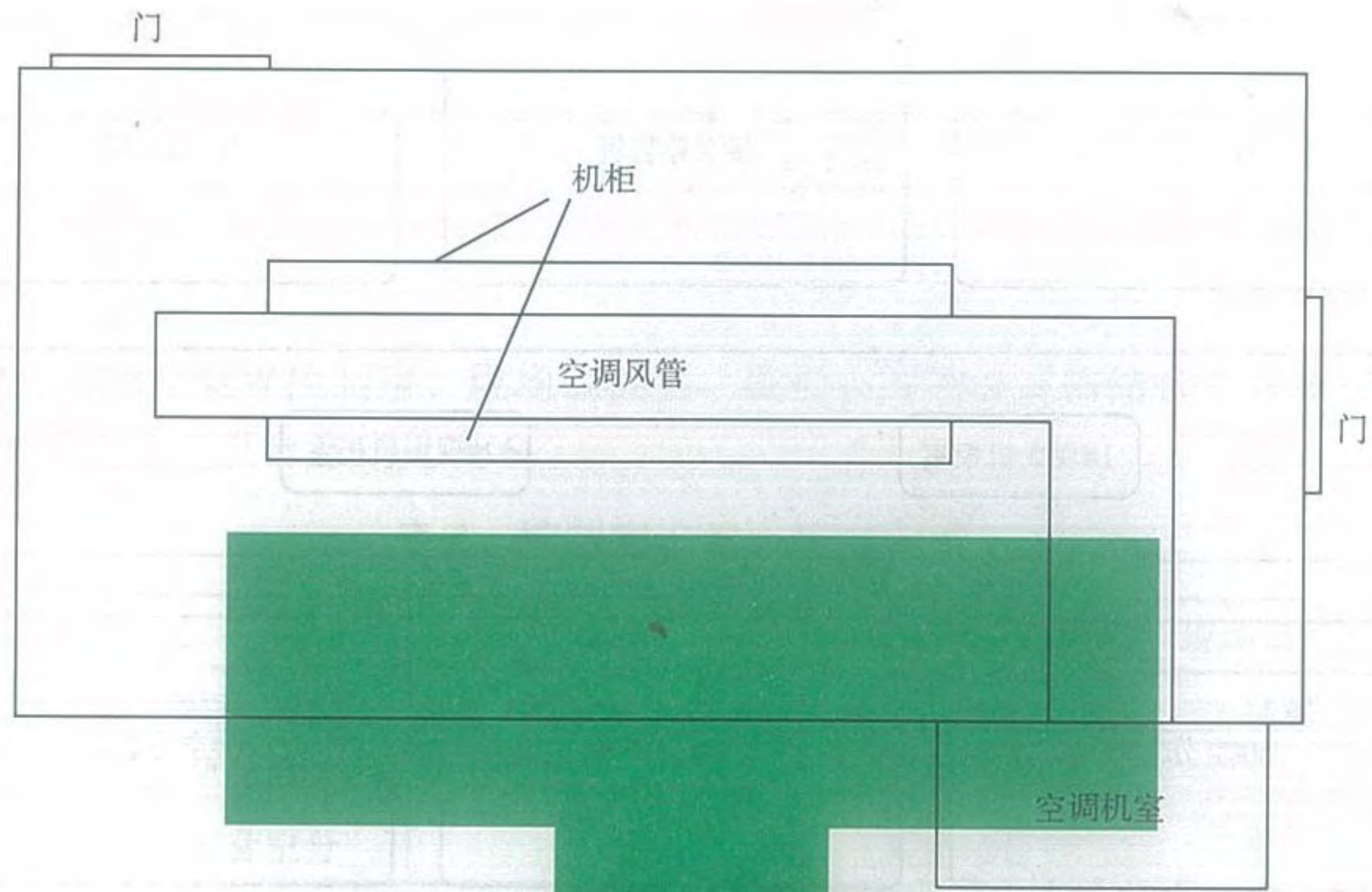
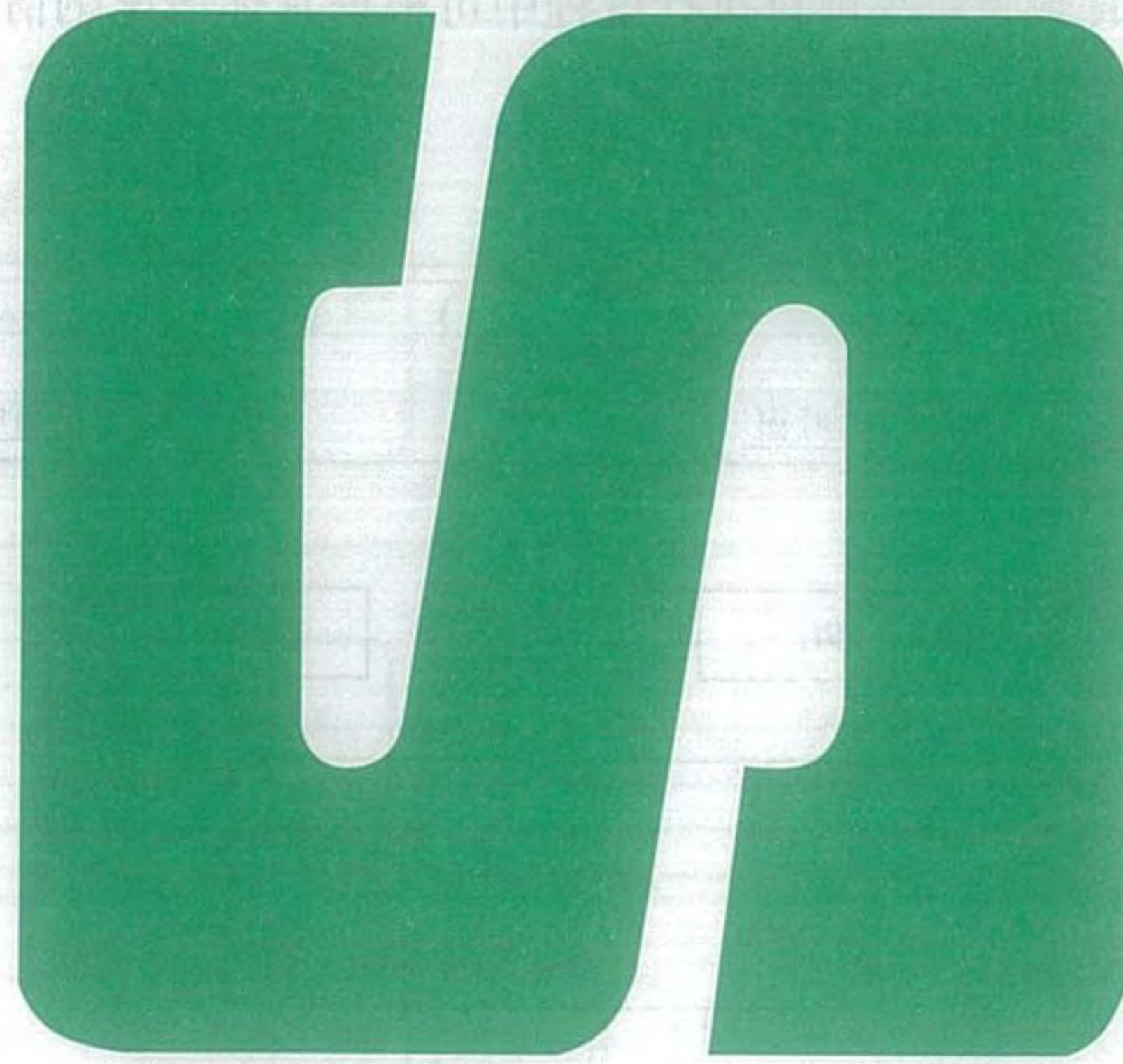


图 5 典型的机柜小屋布置图（二）

本规范推荐如图 5 所示的空调机室与机柜室分开布置的方式，以避免空调室内机发生供水管破损或阀门泄漏时，机柜小屋内无积水。



中华人民共和国石油化工
行业标准
石油化工空分装置自动化系统设计规范
SH/T 3198—2018

*

中国石化出版社出版发行
地址：北京市朝阳区吉市口路9号
邮编：100020 电话：(010) 59964500
石化标准编辑部电话：(010) 59964080
发行部电话：(010) 59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 44 千字
2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷

*

书号：155114·1533 定价：25.00 元
(购买时请认准封面防伪标识)