

# TTA Standard

정보통신단체표준(국문표준)

TTAx.xx-xx.xxxx/R1

제정일: 20xx년 xx월 xx일

스마트온실을 위한 양액기 및  
이산화탄소 발생기의 운용 요구사항

Operational Requirements of Hydroponic  
System and Carbon Dioxide Generator  
for Smart Greenhouse

표준초안 검토 위원회 스마트농업 프로젝트그룹(PG426)

표준안 심의 위원회 정보기술 융합 기술위원회(TC4)

	성명	소 속	직위	위원회 및 직위	표준번호
표준(과제) 제안	여현	순천대학교	교수	스마트농업PG 위원	
	김상철	농촌진흥청 농업과학원	과장	-	
표준 초안 작성자	이명훈	순천대학교	교수	농식품ICT융합표준포럼	
	이재수	농촌진흥청 농업과학원	연구사		
	정희창	동의대학교	교수	스마트농업PG위원장	
	손정익	서울대학교	교수	농식품ICT융합표준포럼	
	여현	순천대학교	교수	스마트농업PG 위원	
	강신각	ETRI	책임연구원	스마트농업PG 위원	
	김세한	ETRI	책임연구원	농식품ICT융합표준포럼	
	사무국 담당	홍길동4	TTA	-	

본 문서에 대한 저작권은 TTA에 있으며, TTA와 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 표준 발간 이전에 접수된 지식재산권 확약서 정보는 본 표준의 '부록(지식재산권 확약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 확약서는 TTA 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.

본 표준과 관련하여 접수된 확약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 한국정보통신기술협회 회장

발행처 : 한국정보통신기술협회

13591, 경기도 성남시 분당구 분당로 47

Tel : 031-724-0114, Fax : 031-724-0109

발행일 : 20xx.xx

# 서 문

## 1 표준의 목적

이 표준의 목적은 스마트온실에서 사용되고 있는 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 요구사항을 정하는 것을 목적으로 한다. 특히, 스마트온실에서 사용되는 양액기 및 이산화탄소 발생기의 통신 및 데이터 항목 규격에 대한 세부 사항을 기술한다.

## 2 주요 내용 요약

본 표준에서는 스마트팜에서의 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 기술을 목적으로 하며, 자세히는 양액기 및 이산화탄소 발생기의 통신 방식, 전송 방법, 제어 방식 등 운용 규격에 대해 정의 및 세부사항에 대해 기술한다.

본 표준에서 정의하는 양액기 및 이산화탄소 발생기는 스마트온실의 내부 환경상태의 측정값을 이용하여 최적의 작물 성장환경을 유지하기 위해 동작되며, 양액기 및 이산화탄소 발생기의 구동 정보는 네트워크를 통해 데이터베이스에 저장되거나 분석되어, 최적의 작물 성장환경을 유지하기 위한 복합 환경제어 시스템을 제어하는 기초 자료로 사용된다.

## 3 인용 표준과의 비교

- 해당사항 없음.

## Preface

### 1 Purpose

The purpose of this standard is to define the operating requirements of hydroponic system and carbon dioxide generator being used at smart greenhouse. In particular, it will specify the communication & data item standard of the hydroponic system and the carbon dioxide generator used at smart greenhouse.

### 2 Summary

In this standard, the purpose is the operational description of hydroponic system and carbon dioxide generator at smart farm. In particular, it describes the definitions and specifics of operating standard such as the communication method, transmission method and control method of hydroponic system and carbon dioxide generator.

In regards to the hydroponic system and the carbon dioxide generator defined in this standard, it is operated to maintain the optimum crop growth environment by using the measurement values of inside environmental condition of smart greenhouse, and operational information of the hydroponic system and the carbon dioxide generator is stored in database via network or analyzed to be used as basic data for controlling complex environmental control system for maintaining optimum crop growth environment.

### 3 Relationship to Reference Standards

- None

## 목 차

1	적용 범위 .....	1
2	인용 표준 .....	1
3	용어 정의 .....	2
4	약어 .....	4
5	양액기 및 이산화탄소 발생기 공통 인터페이스 규격 .....	4
	5.1 통신방식 .....	4
	5.2 전송방법 .....	4
6	양액기 전송 정보 항목별 표준 .....	6
	6.1 배지 .....	6
	6.2 배액 .....	6
	6.3 양액 .....	6
	6.4 일사량 .....	7
	6.5 전자밸브 .....	7
	6.6 진단 .....	8
7	이산화탄소 발생기 전송 정보 항목별 표준 .....	9
	7.1 이산화탄소 발생기 제어 방식 .....	9
	7.2 CO <sub>2</sub> 공급 .....	11
	7.3 진단 .....	11
부록	I -1 지식재산권 요약서 정보 .....	12
	I -2 시험인증 관련 사항 .....	13
	I -3 본 표준의 연계(family) 표준 .....	14
	I -4 참고 문헌 .....	15
	I -5 영문표준 해설서 .....	16
	I -6 표준의 이력 .....	17

# 스마트온실을 위한 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 요구사항

## (Operational Requirements of Hydroponic System and Carbon Dioxide Generator for Smart Greenhouse)

### 1 적용 범위

스마트팜(Smart Farm)은 온실 내외의 환경과 작물의 생육을 자동으로 측정·분석하고, 빅 데이터를 토대로 최적환경을 제어하고 자료화해 생육을 원격 관리하는 과학기술과 정보 통신이 결합한 농장을 의미한다. 여기에서 스마트온실(Smart Greenhouse)은 환경정보 수집 센서를 활용하여 내외부 환경 상태를 측정하며, 수집된 정보를 분석하여 최적의 작물 성장환경을 조성하는 복합 환경제어 시스템을 구동하는 온실을 말한다.

본 표준에서는, 스마트온실의 구성요소 중 작물 생육환경 요인을 제어하는 구동기인 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 요구사항에 대해 규정하고, 통신 방식, 전송 방법, 데이터 항목 등의 규격에 대해 정의 및 세부사항에 대해 기술한다.

- 공통 인터페이스 규격 : 환경제어기간 통신방식, 전송방법
- 양액기 시스템 데이터 항목 세부사항 : 배지, 배액, 양액, 일사량, 전자밸브, 진단
- 이산화탄소 발생기 데이터 항목 세부사항 : 제어방식, CO<sub>2</sub> 공급 출력 정보, 진단

### 2 인용 표준

- 해당사항 없음

### 3 용어 정의

#### 3.1 스마트팜 (Smartfarm)

ICT를 온실, 과수원 등 농업 시설 및 노지에 접목하여 작물의 생육상태를 모니터링하고 원격·자동으로 작물의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장

#### 3.2 양액기 또는 양액 시스템 (Hydroponic system)

인공배지 또는 무배지 상태에서 식물에 필요한 영양분을 알맞은 농도의 영양액을 공급할 수 있도록 조절하여 주는 장치

#### 3.3 배지 (Culture medium)

무균 조건하에서 특정 생물의 순수배양을 위한 것 혹은 식물을 재배하는 양액 혹은 배

양토와 같은 것

### 3.4 배액 (Waste nutrient solution)

영양분을 공급한 후 배지에서 배출되는 폐양액

### 3.5 양액 (Nutrient solution)

식물의 성장에 필요한 무기양분을 용해시킨 것으로 배양액이라고도 하며 식물의 영양 재배(무토양 재배)시에 사용한다.

### 3.6 양액 저장용기 (Nutrient solution Tank)

양액 저장용기는 양액기에서 액비가 들어가 있는 탱크(Tank)를 의미한다. A~Z는 탱크의 확장에 대한 구분표현으로 국내에서는 보통 A, B, C 등 3개의 탱크를 사용하고 있다. 현재 작물 재배에서는 탱크 A, B를 물과 혼합하여 공급하며 탱크 C의 조절제를 통해 산도를 조절한다.

### 3.7 일사량 (Quantity of solar radiation)

단위시간당 단위면적당 입사되는 일사에너지(W/m<sup>2</sup>). 온실 내 온도 및 관수 제어 등에 참조된다.

### 3.8 전자밸브 (Magnetic valve)

전자코일(coil)에 의하여 밸브를 개폐함으로써 유체의 유입량을 가감하는 장치

### 3.9 급수 (Water supply)

펌프를 통해 배지에 공급하는 물

### 3.10 관수 (Irrigation)

작물생육에 필요한 토양수분이 부족할 때에 인위적으로 물을 주는 것을 말한다.

### 3.11 유량 (Rate of discharge)

유량 관 속 또는 흐름 속에 생각한 하나의 면을 통해서 단위 시간에 흐르는 유체의 질량 또는 체적

### 3.12 온도 (Temperature)

덥고 찬 정도(온도, °C). 작물 생육과 밀접한 관계가 있으며 작물 생육이 최적이 되는 온도 범위가 존재한다.

### 3.13 함수율 (Percentage of moisture content)

재료가 함유하고 있는 수분의 비율을 중량비율과 용적비율로 표시한 것. 토양이 함유하고 있는 수분의 함량을 전체 토양에 대한 비율로 표시하는 것이다.

**3.14 전기전도도 (EC; Electric conductivity)**

수용액 중의 전기전도도(dS/m). 해리된 이온이 많을수록 전기전도도가 증가하며, 양분 농도의 간접적 지표로 사용한다.

**3.15 수소이온농도 (pH; Hydrogen exponent)**

pH는 물의 산성이나 알칼리성의 정도를 나타내는 수치로서 수소 이온 농도의 지수이다. 양분의 흡수에 밀접한 관계가 있으며, 작물 생육에 적합한 적정 범위가 존재한다.

**3.16 산도 (Acidity)**

염기의 화학식 속에 포함되어 있는 하이드록시기(-OH)의 몰수로 중화반응의 산의 필요량. 반대개념으로 염기도가 있으며 산성도와 혼용한다.

**3.17 RS232 통신 (RS232 Communication)**

시리얼통신 방식중의 하나로, 2가닥의 선을 사용하여 온실내 최대 10m 정도까지는 정상적으로 데이터를 통신할 수 있다.

**3.18 RS485 통신 (RS485 Communication)**

시리얼통신 방식중의 하나로, 2가닥의 선을 사용하여 온실내 최대 1.2km 까지 신호전송이 가능하며, 다수의 장치를 간단하게 2선으로 상호 연결하여 사용할 수 있다.

**3.19 MODBUS RTU**

MODBUS는 master/slave 기반 프로토콜이다. 시리얼 통신에서는 Master로 설정된 장비만이 slave로 정보를 요청할 수 있는 반면, 이더넷 통신에서는 네트워크상의 어떤 노드도 정보를 요청할 수 있다. 요청정보는 읽기와 쓰기 모두 가능하다. 하지만, 대부분의 경우 master는 하나만 존재한다. Modbus RTU는 시리얼 통신망을 이용하며, 프레임에서는 이진정보를 사용한다.

**3.20 CO<sub>2</sub> 센서 (CO<sub>2</sub> Sensor)**

공기 중의 CO<sub>2</sub> 농도(ppm, umol/mol)를 측정하는 센서. CO<sub>2</sub> 농도가 증가하면 광합성이 증가하지만 일정 농도 이상에서는 포화된다.

**3.21 천·측창 개폐기 (Opening & shutting device of skylights/side windows)**

온실의 천창, 측창 및 보온커튼의 개폐에 이용되는 동력개폐기로 형식, 감속방식 등에 따라 암식, 랙피니언, 권취식, 견인식 등으로 분류된다.

**3.22 농도(part per million, PPM)**

액체나 혼합기체와 같은 용액을 구성하는 성분의 양의 정도. 용액이 얼마나 진하고 묽은지를 수치적으로 나타내는 방법이다.



4 약어

- 해당사항 없음

5 양액기 및 이산화탄소 발생기 공통 인터페이스 규격

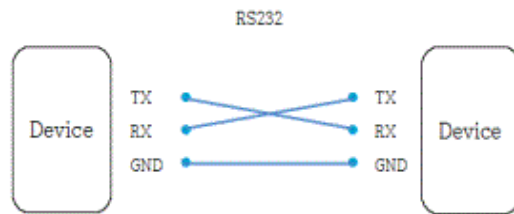
5.1 통신 방식

가. 환경제어기간 통신방법은 다음과 같은 방식중 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

- 단방향 : 출력 정보 모니터링(필수)
- 양방향 : 출력 정보 모니터링(필수) + 설정 변경(선택)

나. 직렬통신 방식은 다음과 같은 방식중 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

- RS232



(그림 5-1) RS232 통신 결선 방식

- RS485



(그림 5-2) RS485 통신 결선 방식

5.2 전송 방법

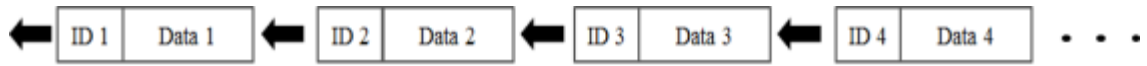
가. 양액기 또는 이산화탄소 발생기와 환경제어기간 데이터 전송방법은 다음과 같은 방식중 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

- 항목 순차적 데이터



(그림 5-3) 항목 순차적인 데이터 전송 방식

- 항목 식별자+데이터



(그림 5-4) 항목 식별자를 이용한 데이터 전송 방식

## 6. 양액기 전송 정보 항목별 표준

양액기는 원예시설에서 양액을 공급하여 작물의 광합성을 위한 목적으로 설치한 모터 및 시스템을 말한다. 본 표준에서는 양액기에서 배지, 배액, 양액, 일사량, 전자밸브, 고장진단의 모니터링을 위한 센싱 정보를 의미한다.

### 6.1 배지

배지는 양액재배를 위해 토양을 이용하지 않은 무토양 상태에서 작물을 여러 방법으로 지지 고정하는 것으로써 본 표준에서는 배지에서 센싱되어 출력되는 정보를 의미한다.

<표 6-1> 배지 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고
온도	℃	0~ )	90% 이상	실시간	-
함수율	%	0~ )	90% 이상	실시간	-
EC	dS/m	0~10		실시간	-
pH	-	2~ !		실시간	-

### 6.2 배액

배액은 영양분을 공급한 후 배지에서 배출되는 폐양액으로써 본 표준에서는 배액에서 센싱되어 출력되는 정보를 의미한다.

<표 6-2> 배액 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고
EC	dS/m	0~10	90% 이상	실시간	-
pH	아날로그 센서	2~ !	90% 이상	실시간	-
배액량	ℓ lay	0~50,000	90% 이상	1 !	-

### 6.3 양액

양액은 작물생육에 필요한 필수원소를 그 흡수비율에 따라 적당한 농도로 용해시킨 배양액을 말한다. 본 표준에서는 양액에서 센싱되어 출력되는 정보를 의미한다.

<표 6-3> 양액 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고	
양액 저장용기	일반 액비	ℓ	-	-	-	A-Z 영문표기
	산도 조절	ℓ	2~ !	-	-	A-Z 영문표기 단, 1 } 이상의 산도 조절 저장용기를 사용한다.
급액량	ℓ / day	0~50,000	90% 이상	실시간누적량	1 (00 ~ 24 )	
공급횟수	n/day	0~100	95% 이상	실시간누적량	-	
공급시간	s/n	-	-	-	-	
EC	dS/m	0~	90% 이상	실시간	소수점 1 자리	
pH	-	2~ !	90% 이상	실시간	소수점 1 자리	

#### 6.4 일사량

일사량은 태양으로부터 오는 태양 복사 에너지(일사)가 지표에 닿는 양을 말한다. 본 표준에서는 원예시설에서 양액기 제어에 사용되기 위해 센싱되어 출력되는 일사 정보를 의미한다.

<표 6-4> 일사량 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고
실시간	W/m <sup>2</sup>	0~ 000	90% 이상	실시간	-
누적	W/m <sup>2</sup>	-	90% 이상	1 !	-

#### 6.5 전자밸브

전자밸브는 전자코일(coil)에 의하여 밸브를 개폐함으로써 유체의 유입량을 가감하는 장치를 말한다. 본 표준에서는 시설 내 설치된 전자밸브의 상태 정보를 의미한다.

<표 6-5> 전자밸브 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고
채널수	EA	1~8	-	-	32 채널까지 확장가능
개폐	0:off, 1:on	-	95% 이상	확정	-

## 6.6 진단

진단은 양액공급에 있어 발생하는 문제 상황들을 센싱하는 것을 의미한다. 본 표준에서는 관리자에게 전달되는 이상상태에 대한 경보메시지를 의미한다.

<표 6-6> 진단 출력 정보 표준

항목	옵션	출력정보	정밀도	측정주기	비고
혼합탱크 저수위	선택 사항	경보 메시지	95% 이상	관수 중	- 이상 경보 : 개별 경보 - 전송방식 : 비트 스트림 (bit map)
퍼포이사 ( , , )	선택 사항	경보 메세지	95% 이상	관수 중	
EC 일정값 이상	필수 사항	경보 메세지	95% 이상	실시간	
pH 일정값 이상	필수 사항	경보 메세지	95% 이상	실시간	
유량 설정값 이상	필수 사항	경보 메세지	95% 이상	실시간	

## 7 이산화탄소 발생기 전송 정보 항목별 표준

식물은 탄소동화작용(광합성)을 하는데 탄소포화점과 잎의 광포화점에 따라 생장이 달라진다. 광포화점에 대한 정보(일사량)에 따라 탄소포화점도 달라지기 때문에 CO<sub>2</sub>공급 조절이 필요하다.

### 7.1 이산화탄소 발생기 제어 방식

가. 환경제어기에 연결된 센서와 구동기 중 이산화탄소 발생기와 연동되는 장치는 다음과 같으며, 동작의 형태는 아래 해당하는 장치에 따라 선택하여 사용할 수 있다.

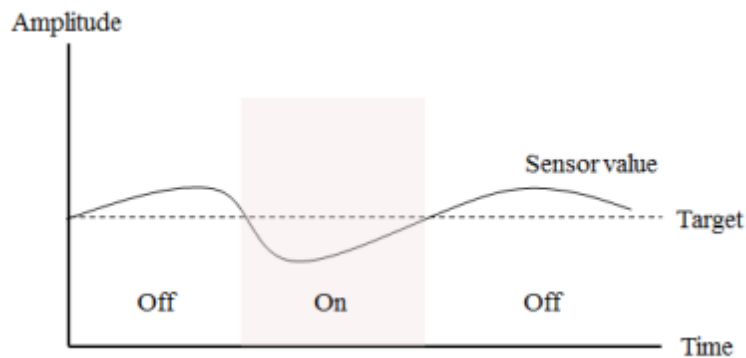
- 천·측창 개폐기 : CO<sub>2</sub> 공급 (on/off)
- 일사량 센서 : CO<sub>2</sub> 공급 조절

나. 이산화탄소 발생기 제어는 다음과 같은 전자밸브 중 하나를 선택하여 사용할 수 있으며, 개폐방식은 필수사항이다.

- 밸브종류 : DC전동 밸브, AC솔레노이드 밸브
- 개폐방식 : off (0) / on (1)

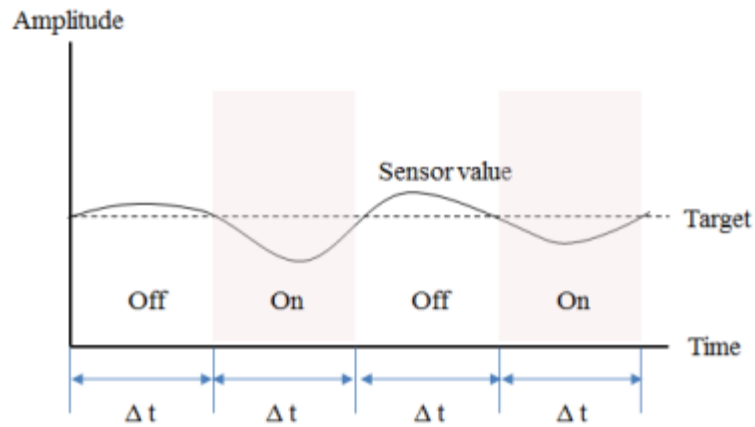
다. 이산화탄소 발생기 제어 방식은 다음과 같은 방식중 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

- 자동 : 센서 값에 의한 on/off



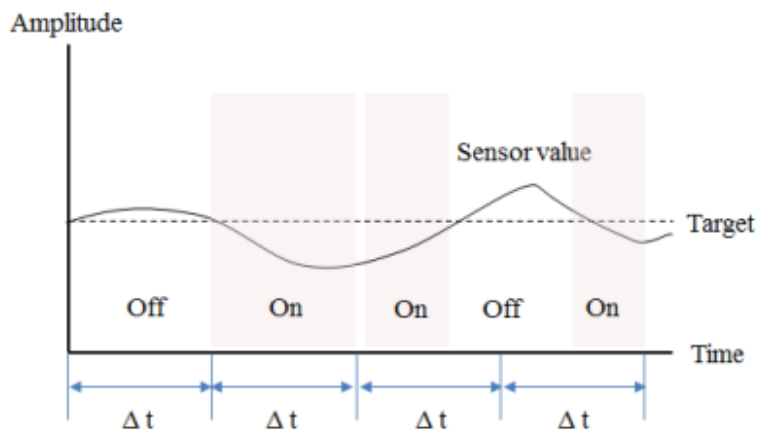
(그림 7-1) 센서값 피드백을 통한 on/off 제어

- Timer : 타이머에 의한 on/off



(그림 7-2) 일정주기 또는 시간 프로파일을 통한 on/off 제어

- 자동 + Timer : 센서 값과 타이머에 의한 on/off



(그림 7-3) 센서 값과 타이머에 의한 on/off 제어

- 각각의 제어는 균일한 CO<sub>2</sub> 공급을 위해 분단위 on/off 제어를 수행한다.

## 7.2 CO<sub>2</sub> 공급

CO<sub>2</sub> 공급은 시설내부에 이산화탄소 공급을 하는 일련의 프로세스를 말한다. 본 표준에서는 시설 내 설치된 이산화탄소 발생기의 공급 상태정보를 정의한다. 식물의 성장환경(빛, 온도, 습도, 시간)에 따라 CO<sub>2</sub> 호흡량이 다르기 때문에 조절시비가 중요하며, 식물의 광합성 조건에 맞게 CO<sub>2</sub> 공급량을 결정하는 공급에 대한 실시간 모니터링이 중요하다.

<표 7-1>CO<sub>2</sub> 공급 출력 정보 표준

항목	단위	측정범위	정밀도	측정주기	비고
밸브개폐	유,무 (1, 0)	-	-	실시간	-
농도	ppm	0~3,000	±5%(F.S)	실시간	-
공급시간	min (분단위)	-	-	CO <sub>2</sub> 공급 중 상시 측정	-

## 7.3 진단

진단은 CO<sub>2</sub> 공급 중에 있어 발생하는 문제 상황들을 알려주는 역할을 담당한다. 본 표준에서는 관리자에게 전달되는 이상상태에 대한 경보메시지를 의미한다.

<표 7-2> 진단 출력 정보

항목	옵션	출력정보	정밀도	측정주기	전송방식
농도 설정값 이상 (최고/최저)	필수 사항	경보 메세지	95% 이상	실시간	- 이상경보 : 개별 경보 - 전송방식 : 비트 스트림 (bitmap 정의)



부 록 1-1

지식재산권 협약서 정보

해당 사항 없음

## 부 록 1-2

### 시험인증 관련 사항

해당 사항 없음

부 록 1-3

본 표준의 연계(family) 표준

해당 사항 없음

## 부 록 1-4

### 참고 문헌

- [1] TTA.KO-10.0903, “스마트온실을 위한 센서 인터페이스”, 2016.
- [2] TTA.KO-10.0845, “스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스”, 2015.
- [3] 정보통신산업진흥원, “USN 기반 농작물 성장환경 관리 시스템 구축 및 운영 가이드라인”, 2010.
- [4] TTA.KO-06.0286, “온실 관제 시스템 요구 사항 프로파일”, 2012.

부 록 1-5

영문표준 해설서

해당 사항 없음

부 록 1-6

표준의 이력

판수	채택일	표준번호	내용	담당 위원회
제1판	2016.12.07	제정 TTAx.xx-xx.xxxx	-	(스마트농업 PG) PG426