



# ЗНАКОМСТВО С КОМПАНИЕЙ И ПРОДУКЦИЕЙ

重庆市大正仪表股份有限公司  
Chongqing Duchin Instrument CO.,Ltd.



## БУДУЩЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВА В ИННОВАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

重庆市大正仪表股份有限公司  
Chongqing Duchin Instrument CO.,Ltd.

# 1995-2023

## Содержание

---

### КОМПАНИЯ

- Обращение руководителя ..... 01
- История компании ..... 02
- Детальный обзор ..... 03
- Сертификаты ..... 05
- Награды и достижения ..... 06
- Патенты ..... 07
- Клиенты ..... 09
- Отраслевые события ..... 10

### ПРОДУКЦИЯ

- Основы о термопарах ..... 12
- Основы о термосопротивлениях (RTD) ..... 17
- Таблица идентификации моделей термопар/RTD ..... 22
- Термопары и RTD сборной конструкции ..... 23
- Термопары/RTD в минеральной изоляции (MIMS) ..... 24
- Одножильная MIMS термопара ..... 25
- MIMS термопара большого диаметра с толстой стенкой ..... 26
- Вольфрам-рениевая термопара ..... 27
- Термопарные вводы (сквозные) ..... 28
- Термопары для фотоэлектрического оборудования ..... 29
- Температурный датчик для теплосчётчиков ..... 31
- Гибкий термопарный кабель (соотв. стандарту AMS2750) ..... 32
- Кабельные термопары/терморезисторы ..... 33
- Компенсационные провода ..... 34
- Промышленный цифровой термометр ..... 35
- Биметаллический термометр ..... 36
- Цифровой показывающий контроллер ..... 37
- Вакуумные калибраторы для термопар ..... 38
- Электронагревательные элементы ..... 39

# КОМПАНИЯ

# Обращение руководителя

Основание компании Chongqing Duchin Instrument CO., LTD состоялось 9 мая 2001 года. Предприятие расположено по адресу: район Бэйбэй, ул. Фэншисин, д. 290, и занимает площадь более 11 000 м<sup>2</sup>. Компания специализируется на исследованиях, разработке, производстве и продаже температурных датчиков и сопутствующего оборудования. Основная продукция включает термопары, термосопротивления (RTD), компенсационные провода, электронагреватели, вакуумные калибраторы для термопар, комбинированные металлические защитные гильзы. Мы также принимаем заказы на проекты по созданию систем приборного контроля. Компания прошла сертификацию следующих систем: ISO 9001 (Менеджмент качества), ISO 14001 (Экологический менеджмент), ISO 45001 (Охрана труда и безопасность), а также получила сертификаты на взрывозащищенную продукцию, сертификат системы управления интеллектуальной собственностью, сертификат предприятия кредитного рейтинга AAA, сертификаты соответствия EU CE (Потребительская электроника), RoHS (Ограничение использования опасных веществ) и SIL (Уровень полноты безопасности) по функциональной безопасности.

Компания является предприятием, котирующимся на площадке «Новая третья доска» (New Third Board), сертифицированным высокотехнологичным предприятием, организацией-исполнителем программ Национального факельного плана, сертифицированным корпоративным центром технологий Чунцина, предприятием категории «Специализированное, Рафинированное, Дифференцированное и Инновационное» (SRDI), предприятием, соблюдающим контракты и заслуживающим доверия, инновационным предприятием в области термической обработки, входит в топ-10 частных научно-технологических инновационных предприятий района Бэйбэй, является предприятием-плательщиком налогов класса А и честным предпринимателем района Бэйбэй. Наша торговая марка признана известным товарным знаком Чунцина.

Мы являемся одной из первых компаний, разработавших вольфрам-рениевые термопары. Мы первыми успешно разработали высокотемпературные высокого давления вольфрам-рениевые термопары для применения в средах до 2000°C и вакуумные калибраторы для термопар на 1600°C. Наша продукция в категории вольфрам-рениевых термопар занимает ведущую долю рынка и была признана «Выдающимся продуктом приборной промышленности Китая» и «Известным продуктом Чунцина».

Благодаря разработке запатентованных продуктов «Одножильная термопара в минеральной изоляции (MIMS)» и «Термопара MIMS большого диаметра с толстой стенкой» наша команда изобрела «Метод соответствия достоинств» (Merit Matching method) и внедрила технологию «Горячей прокатки» (Hot Rolling) для производства термопар MIMS. Это позволило усовершенствовать архитектурные системы и методы производства стандартных термопар и способствовало технологическому прогрессу в отрасли.

Наша неизменная цель — стать компанией-лидером в области производства температурных приборов. Мы посвятили себя отрасли температурных приборов уже 27 лет и на сегодняшний день обладаем более чем 30 ведущими в отрасли патентами и продуктами. Мы приняли участие в разработке около 20 национальных и отраслевых стандартов. Компания является членом правления Ассоциации приборной промышленности Китая, исполнительным директором Ассоциации термической обработки Китая, вице-председателем Ассоциации термической обработки Чунцина, председателем Ассоциации приборной промышленности Бэйбэй г. Чунцин, а также членом технических комитетов TC124/SC1 и TC419 Национального комитета по технической стандартизации. Ваши потребности — это наш стимул для технологических инноваций. Мы надеемся на взаимовыгодное сотрудничество и обмен опытом между различными отраслями для достижения большего успеха!

周 密 (Jony Zhou)

2023.2.20

# История компании

1995 — Основан Завод температурных приборов Бэйбэй (Temperature Instrument Factory of Beibei).

1996 — Стартовый год бизнеса: достигнут объем продаж в 270 000 юаней.

2000 — Впервые приобретено готовое фабричное здание площадью 330 м<sup>2</sup>.

2001 — Проведена реорганизация; компания переименована в «Chongqing Duchin Temperature Instrument Company Limited».

2002 — Впервые удостоена звания «Предприятие, соблюдающее контракты и заслуживающее доверия»; прошла сертификацию системы менеджмента качества ISO 9000.

2003 — Во второй раз приобретено готовое фабричное здание площадью 950 м<sup>2</sup>.

2005 — Патентованный продукт «Одножильная термопара MIMS» признан «Важнейшей новой продукцией Чунцина».

2006 — Приобретен земельный участок площадью более 11 000 м<sup>2</sup>; впервые получила статус «Высокотехнологичного предприятия Чунцина».

2008 — «Одножильная термопара MIMS» включена в Национальную факельную программу (National Torch Program).

2010 — Построено и введено в эксплуатацию первое собственное научно-исследовательское здание.

2012 — Выступила инициатором создания Промышленной ассоциации производителей приборов Бэйбэй г. Чунцин.

2016 — Продукт «Вольфрам-рениевая термопара» признан «Выдающимся продуктом приборной промышленности Китая».

2017 — Впервые получила статус «Национального высокотехнологичного предприятия».

2018 — Удостоена званий «Предприятие категории "Специализированное, Рафинированное, Дифференцированное и Инновационное" (SRDI)» и «Общеизвестный товарный знак Чунцина».

2019 — Чжоу Джони (Jony Zhou) удостоен звания «Выдающийся частный предприниматель района Бэйбэй».

2020 — Построено первое научно-исследовательское здание; компания признана «Корпоративным технологическим центром Чунцина».

2021 — Проведена реструктуризация и создана компания «Chengdu Duchin HVA Control Valve CO., LTD»; председатель компании признан «Талантом Чунцина и Передовым предпринимателем».

2022 — «Одножильная термопара MIMS» заняла второе место в премии за технологический прогресс в термической обработке Китая.

# Детальный обзор

Наша цель: Стать компанией-лидером в производстве температурных приборов.

Наша миссия: Способствовать прогрессу в технологиях отрасли.

Наше видение: Воплощать мечты и создавать уют.



## DUCHIN Our Look



Офис



Сборочный цех



Производство приборов



Слесарный цех



Соц. ответственность



Культурные мероприятия

## DUCHIN

# Сертификаты


**ISO 14001 Environmental Management System Certificate**



**National Explosion-proof Product Certificates**




**Credit Enterprise Of Grade AAA Certificate**




**SIL Functional Safety Certificate**



**ISO 9001 Quality Management System Certificate**




**ISO 45001 Occupational Health And Safety Management System Certificate**



**Intellectual Property Management System Certificates**



**CE & RoHS Certificates**



# Награды и достижения



国家火炬计划项目证书



热处理行业技术进步奖  
二等奖



高新技术企业证书



重庆市  
“专精特新”中小企业



重庆市认定  
企业技术中心



授予重庆大正仪表股份有限公司  
热处理科技创新企业



重庆大正仪表股份有限公司  
热处理行业产品质量创新企业



中国好仪表证书



授予：重庆大正仪表股份有限公司“大正”牌热电阻  
重庆名牌产品



中国税务  
在 2021 年度纳税信用等级评定中被评为  
A 级纳税企业



北碚区先进基层党组织



2020-2021年度  
北碚区十佳民营科技创新优质企业



授予：重庆大正仪表股份有限公司  
“诚信培育”称号



2016-2017年度  
守合同重信用企业



# Патенты

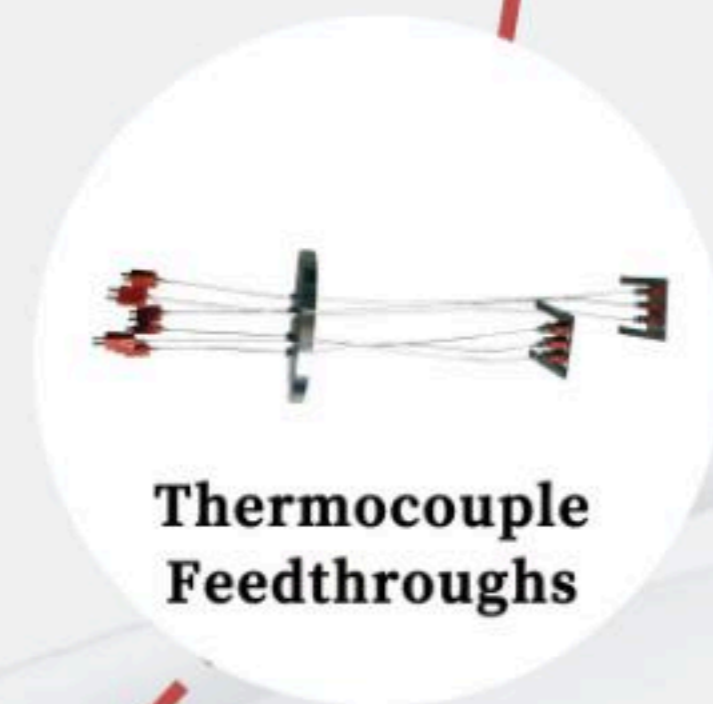
## OVERVIEW PATENTS



Tungsten-rhenium thermocouple



Single-core MIMS thermocouple



Thermocouple Feedthroughs



High-diameter Thick-wall MIMS Thermocouple

Independent  
Focus  
Growth  
Creative



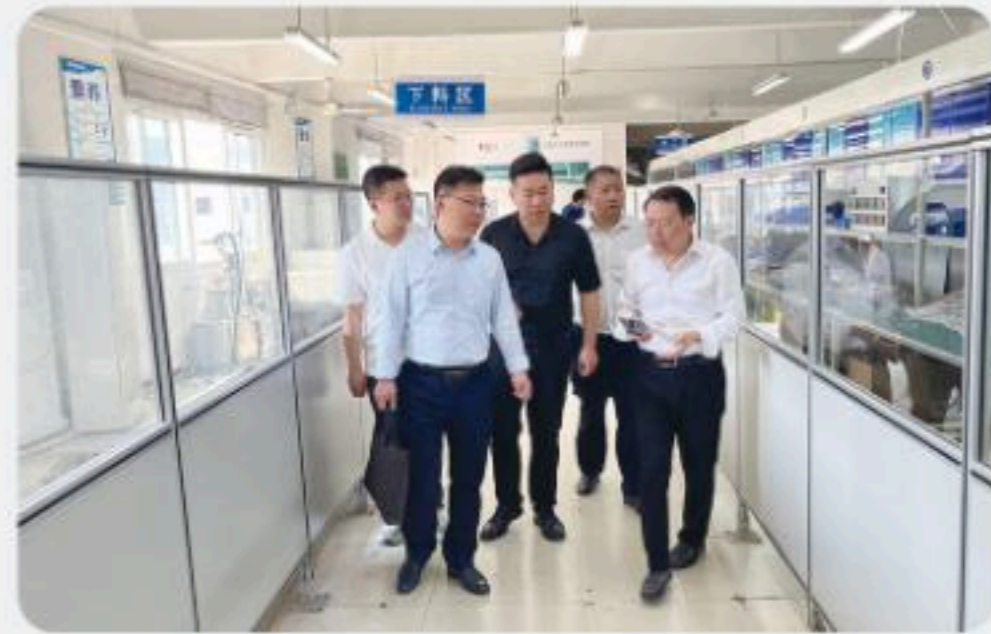
# Клиенты



Huang Zuying, Mayor of Beibei District Government, Came to Inspect (2022)



Chairman Yang Jianming of Jinhua Municipal Committee of CDNCA Came to Visit (2022)



Suining City Government Officials Came to Visit (2022)



Secretary Zhou Xu of Beibei District Committee of CCP Visited to Inspect Work (2018)



Secretary Wang Kuiwan of Beibei District Committee of CCP Visited to Inspect Work (2018)



Director Peng Ye, Member of The NPCSC of Beibei District, Came to Visit (2018)

# Отраслевые события

Г-н Дучин (Duchin), являясь исполнительным директором Ассоциации производителей приборов Китая (СИМА), исполнительным директором Ассоциации термической обработки Китая (СНТА), вице-председателем Ассоциации автоматизации и приборов Чунцина (САИА), а также президентом Ассоциации производителей приборов района Бэйбэй г. Чунцин (СВИМА), активно участвует в отраслевых мероприятиях и внес значительный вклад в развитие данной сферы.



Founding Meeting of CBIMA



Chairman Wu Peng of CIMA participate a group photo with some directors



Held a special training camp for the instrument industry in Beibei District



Host a CHTA industry standardization seminar



Host a board meeting of Chongqing branch of CHTA



CHTA officials and specialists came to visit

# ПРОДУКЦИЯ

## Основы термопар

### 1. Принцип работы

**Принцип:** Если два проводника из разнородных металлов соединить на обоих концах и между этими концами существует разность температур, в цепи возникает непрерывный электрический ток. Ученые называют это явление эффектом Зеебека или термоэлектрическим эффектом, а такую пару металлических проводников называют термопарой. Если подключить щупы амперметра к более холодным концам проводников, на приборе можно наблюдать отклонение стрелки. При правильном и надежном подключении положительного и отрицательного щупов показания прибора будут прямо отражать разность температур между двумя концами, образуя простейшую измерительную термопару.

**Разность термopotенциалов (Температурный потенциал):** Если один конец электрического проводника нагревать, в нем возникает непрерывный ток. Это явление описывается эффектом Томсона. Часто эту составляющую эффекта Томсона рассматривают как непрерывную версию эффекта Пельтье. Эффект Зеебека и эффект Пельтье были обобщены лордом Кельвином (Уильямом Томсоном) в виде уравнений.

**Контактная разность потенциалов:** Когда проводник А с более высокой плотностью свободных электронов входит в контакт с проводником В с более низкой их плотностью, количество электронов, переходящих от А к В, становится больше, чем от В к А. В результате проводник А, теряющий электроны, приобретает положительный заряд, а проводник В, получающий электроны — отрицательный. Между ними возникает разность потенциалов. Это явление описывается эффектом Пельтье, а возникающая разность потенциалов называется контактной.



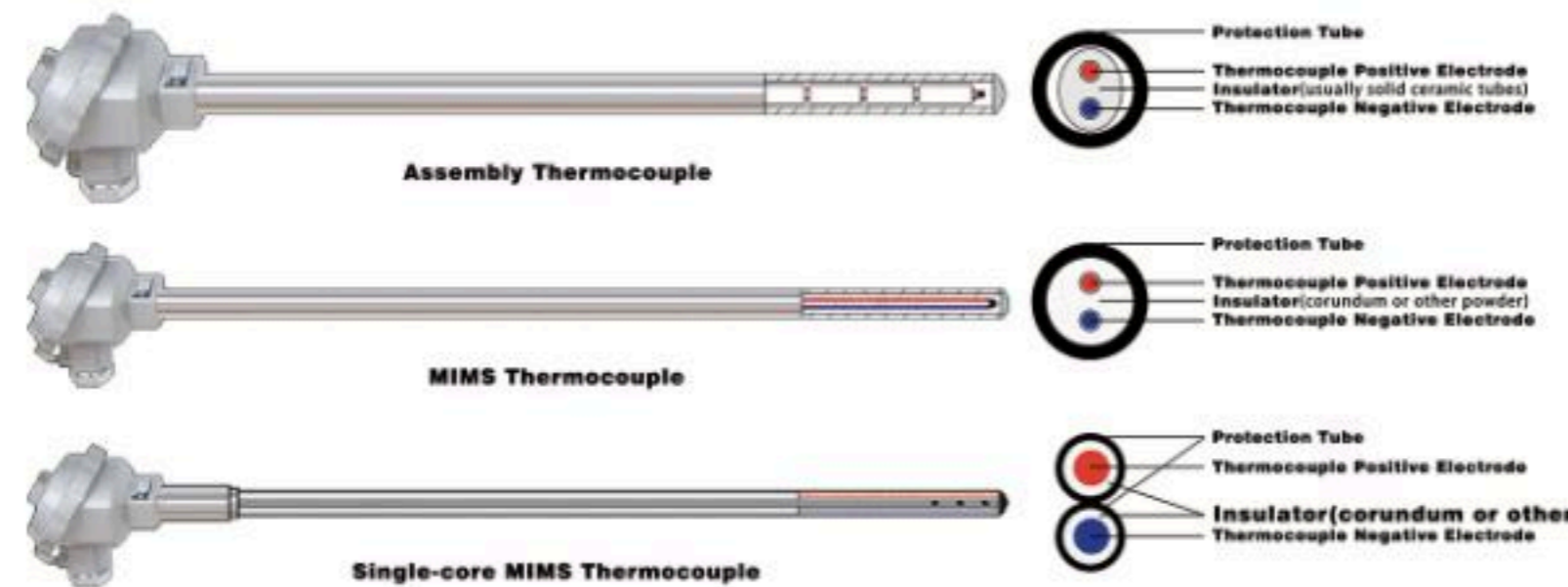
**Термоэлектрическая чувствительность (Коэффициент Зеебека):** Коэффициент Зеебека ( $\alpha$ ) материала — это величина, характеризующая величину возникающей термо-ЭДС в ответ на разность температур across этого материала. Он определяется следующим уравнением:

$$\alpha = \Delta V / \Delta T$$

Единицей измерения коэффициента Зеебека ( $\alpha$ ) в системе СИ являются микровольты на градус Кельвина (мкВ/К) или микровольты на градус Цельсия (мкВ/°С). При анализе работы термопары значения температуры и напряжения часто требуют преобразования, поэтому temperature нельзя directly использовать для прямого сложения или вычитания.

# Основы термопар

## 2. История термопар



### Происхождение

История термопары берет начало в 1821 году, когда г-н Томас Иоганн Зеебек открыл термоэлектрический эффект, также известный как эффект Зеебека. В 1826 году Антуан Сезар Беккерель создал первую простую работоспособную термопару. На сегодняшний день ее история насчитывает почти 200 лет. В зависимости от методов производства и конструкции термопары можно разделить на три поколения.

### Первое поколение

От простейшей термопары, где два металлических конца просто скручивались вместе для формирования горячего спая, а в качестве изолятора использовался самый простой изолятор, даже воздух, до термопар с использованием различных защитных гильз, сварным горячим спаем и керамическими изоляторами — Сборные термопары (Assembly Thermocouple) — все это мы относим к термопарам первого поколения.

### Второе поколение

Только в начале 1980-х годов появилась технология, при которой три основных компонента термопары (термоэлектродные провода, изоляционный материал, металлическая защитная оболочка) были объединены в единое целое с использованием мелкодисперсного порошка оксида магния в качестве изолятора. После повторных процессов обжарки и отжига они превращаются в тонкий нераздельный компактный проводник. Его нарезают на отрезки требуемой длины и приваривают горячий и холодный концы. Этот тип термопар называется Термопары в минеральной изоляции с металлической оболочкой (Mineral Insulated Metal Sheathed - MIMS) и определяется как термопара второго поколения.

### Третье поколение

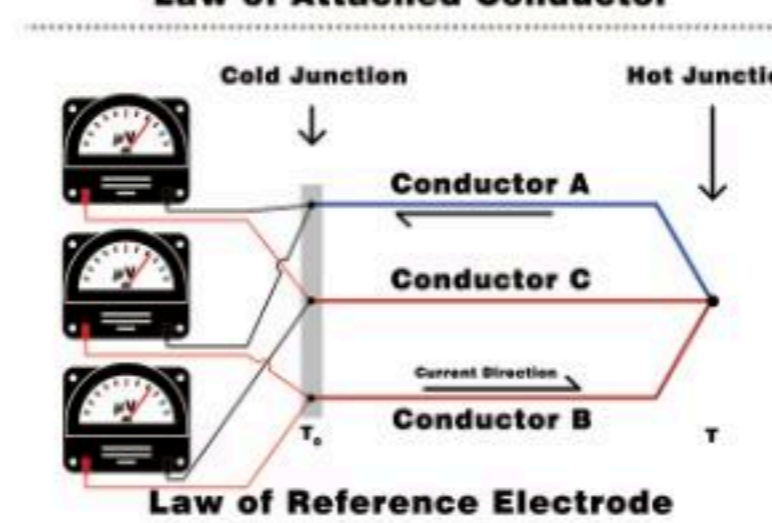
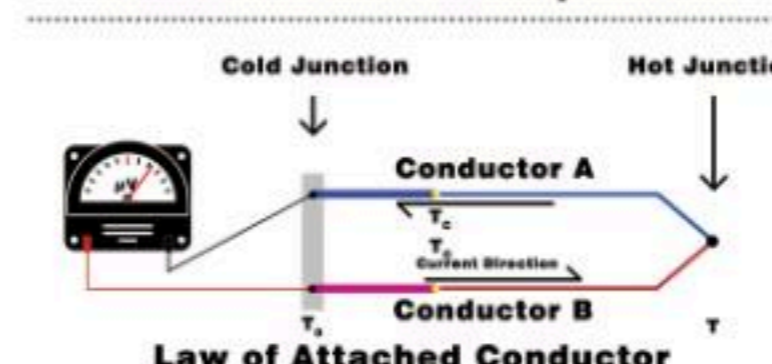
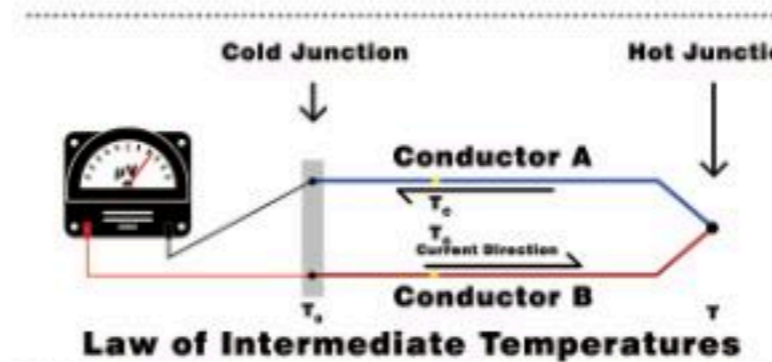
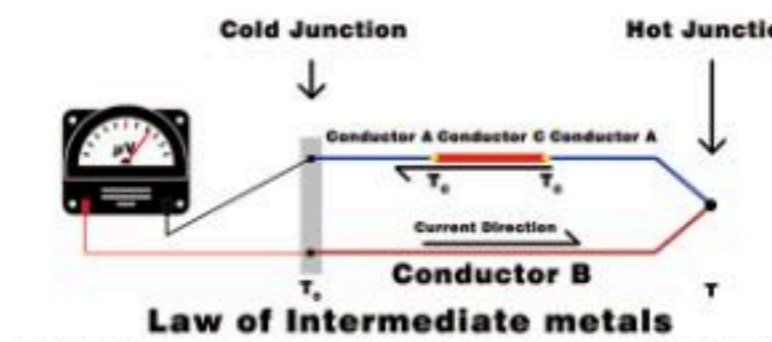
Компания Duchin вновь совершила прорыв, разработав в 2003 году Одножильную термопару в минеральной изоляции (Single-core MIMS Thermocouple). Положительный и отрицательный термоэлектроды термопары были отделены в индивидуальные металлические оболочки с минеральной изоляцией, forming одножильный кабель. Благодаря разделению электродов была достигнута возможность их свободной комбинации в любой паре, что позволило усовершенствовать производственную технологию и улучшить эксплуатационные характеристики термопар. Мы называем это термопарой третьего поколения.

## 3. Стандартизация термопар

Китай утвердил стандарты для 19 типов термопар. Национальный стандарт «Термопары. Часть 1» (GB16839.1 / IEC60584-1:2013) регламентирует 10 типов термопар с буквенными обозначениями (типы K, N, E, J, T, S, R, B, C, A). Национальный стандарт «Вольфрам-рениевые термопары и таблицы градуировки» (GB / 29822-2013) также устанавливает стандарт для типа D. Национальный стандарт «Таблицы градуировки термопар из чистых элементов» (GB / T30120-2013 / IEC62460:2008) определяет два типа термопар (Au-Pt, Pt-Pd). Национальный стандарт «Таблицы градуировки термопар без буквенных обозначений» (GB/T30090-2013) регламентирует 6 типов термопар (W-WRe26, NiCr10-AuFe, PtMo5-PtMo0.1, PtRh40-PtRh20, Ni-Mo18-NiCo0.8, IrRh40-Ir). Компания Duchin принимала участие в разработке и revision всех четырех вышеуказанных национальных стандартов.

## 4. Законы термоэлектрических цепей

(1) **Закон однородного проводника:** Если оба термоэлектрода являются однородными проводниками, то термо-ЭДС, возникающая в цепи, зависит только от температур горячего и холодного спаев. Распределение температуры вдоль проводников, а также их длина и площадь поперечного сечения не влияют на величину термо-ЭДС.



(2) **Закон промежуточного металла:** В электрическую цепь термопары может быть включен третий металл, и он не вызовет изменения результирующей термо-ЭДС, при условии, что места его соединения с термоэлектродами имеют одинаковую температуру.

(3) **Закон промежуточных температур:** Термо-ЭДС термопары со спаями при температурах  $T_1$  и  $T_3$  равна сумме термо-ЭДС этой же термопары со спаями при температурах  $T_1$  и  $T_2$  и термо-ЭДС со спаями при температурах  $T_2$  и  $T_3$ .

(4) **Закон составного контура (подключенного проводника):** Если соединить вместе положительные электроды двух термопар, а также соединить их отрицательные электроды, и при этом место соединения каждого электрода имеет одинаковую температуру, то результирующая термо-ЭДС всей цепи будет равна сумме термо-ЭДС каждой термопары.

(5) **Закон эталонного электрода:** Если в термоэлектрическую цепь, состоящую из проводников A и B, ввести третий, разнородный проводник C, то можно получить три различные термопары: AC, BC и AB. Если температуры спаев всех термопар A, B и C одинаковы, то термо-ЭДС термопары AB может быть рассчитана как сумма термо-ЭДС термопар AC и CB ( $E_{AB} = E_{AC} + E_{CB}$ ).

# Основы термопар

## 5. Точность измерений термопары (Класс допуска)

Тип (хим. символ)	Код	Допуск ( °C ) / Действительный температурный диапазон ( °C )		
		Класс 1	Класс 2	Класс 3
Ni-Cr/Ni-Si(Ni-Al)	K	1.5or 0.4%t (-40~1000)	2.5or 0.75%t (-40~1200)	2.5or 1.5%t(-40~-200)
Ni-Cr-Si/Ni-Si	N			
Ni-Cr/Cu-Ni	E	1.5or 0.4%t (-40~800)	2.5or 0.75%t (-40~900)	2.5or 1.5%t(-40~-200)
Fe/Cu-Ni	J	1.5or 0.4%t (-40~750)	2.5or 0.75%t (-40~750)	N/A
Cu/Cu-Ni	T	0.5or 0.4%t (-40~350)	1.0or 0.75%t (-40~350)	1.0or 1.5%t(-200~40)
Pt-Rh10/Pt	S	1.0(600~1100)1+0.003(t-1100)(1100~1600)	1.5or 0.25%t (0~1600)	N/A
Pt-Rh13/Pt	R			
Pt-Rh30/Pt-Rh6	B	N/A	1.5or 0.25%t(600~1700)	4.0or 0.5%t (600~1700)
W-Re5/W-Re20	A	4.0or 0.5%t	1.0%t (1000~2500)	N/A
W-Re5/W-Re26	C	4.0or 0.5%t	1.0%t (426~2315)	N/A
W-Re3/W-Re25	D	4.0or 0.5%t	1.0%t (426~2315)	N/A

## 6. Рекомендуемый температурный диапазон термопары

Структура	Диаметр	Материал защитной гильзы	Код & температурный диапазон ( °C )						
			K, N	E	J	T	S, R	B	C, D, A
Сборные	16	1Cr18Ni9Ti	-40~900	-40~900	-40~750	-40~350	—	—	—
		Cr25Ni20	-40~1000	—	—	—	—	—	—
	20	Superalloy	-40~1200	—	—	—	—	—	—
		High-alumina	0~1200	—	—	—	0~1300	—	—
			Corundum	0~1200	—	—	—	0~1600	0~1700
В минеральной изоляции	1~2	1Cr18Ni9Ti	-40~600	-40~600	-40~500	-40~350	—	—	—
			-40~800	-40~700	-40~600		—	—	—
			-40~900	-40~900	-40~750		—	—	—
	3~5	Superalloy	-40~900	—	—	—	—	—	—
			-40~1100	—	—	—	0~1100	—	0~1200
			-40~1200	—	—	—	0~1200	—	—
4~8	Ta/Mo/W	—	—	—	—	—	—	0~2000	

## 7. Как выбрать термопару



(1) **Коды типов:** Коды типов термопар должны соответствовать требуемым на месте температурам (в соответствии с разделом «Рекомендуемый температурный диапазон термопар» для определения типа), а также используемым компенсационным проводам и выходному прибору, используемому для отображения.

(2) **Конструкции горячего спая:** Горячие спаи большинства сборных термопар имеют изолированный тип, а некоторые из них — заземленный тип. Мы также можем удалить защитную гильзу для достижения максимальной тепловой чувствительности. Термопары MIMS также имеют эти два

типа: изолированный тип является наиболее распространенным, заземленные термопары имеют более чувствительный горячий спай, но更容易 подвержены влиянию ЭДС помех, если заземление недостаточно надежное.

(3) **Материалы защитных гильз:** 1Cr18Ni9Ti (нержавеющая сталь) является распространенным выбором. В условиях коррозии можно использовать SUS316L. Танталовые трубки, трубки из сплава Хартца, чехлы из PTFE (фторопласта) и некоторые другие рекомендуются для работы с серной, азотной, соляной кислотами и другими сильными окислительными атмосферами. Выше 900°C рекомендуется SUS310S. Выше 1000°C рекомендуются трубки из жаростойких сплавов, высокоглиноземистой керамики и корунда. Выше 1300°C следует использовать корунд. Молибденовые, танталовые и вольфрамовые трубки подходят для вакуума, инертного газа и восстановительной атмосферы. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (оксид алюминия) и корунд плохо работают в водяном паре и восстановительной атмосфере.

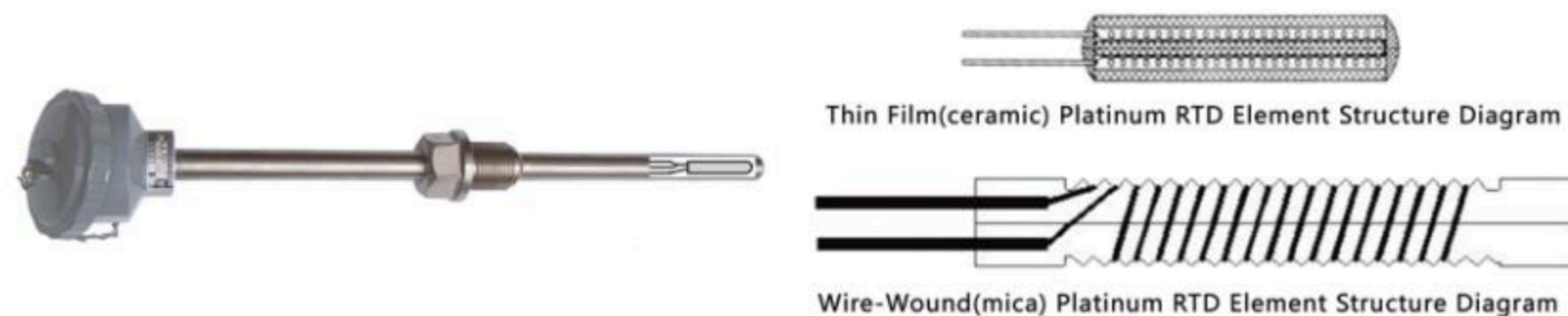
(4) **Диаметр и длина защитных гильз:** С увеличением диаметра защитной гильзы ее чувствительность снижается. Ниже 600°C и при отсутствии требований к механическим свойствам рекомендуются MIMS-термопары малого диаметра. Поскольку термопары используются для измерения температуры в точке сварного шва горячего спая, необходим анализ ее реального рабочего пространства для определения правильной длины погружения. Обычно общая длина равна сумме длины погружения плюс 150 мм для клеммной коробки. В печи необходимо обеспечить длину погружения 100 мм или более для корректного измерения температуры.

(5) **Монтажные крепления:** Когда уплотнение не требуется, рекомендуются термопары без монтажного кронштейна, с разъемным фланцем, разъемной обжимной резьбой и разъемным обжимным фланцем. В противном случае лучше выбрать неподвижный фланец и резьбу. Резьба M27×2, фланец Ø95 мм под трубку Ø16 мм или фланец Ø105 мм под трубку Ø20 мм являются стандартными для сборных термопар. Для MIMS-термопар при диаметре от 2 до 4 мм хорошим выбором являются резьба M12×1.5 и обжимной фланец Ø55 мм. При диаметре Ø5, 6 и 8 мм рекомендуются резьба M16×1.5 и обжимной фланец Ø65 мм. Их металлическая гильза обычно имеет резьбу M20×1.5.

(6) **Исполнение выводов:** Выбор исполнения выводов должен быть удобным и надежным. Для MIMS-термопар доступны керамические клеммные колодки, разъемы, защитные колпачки с компенсационными проводами, защитные колпачки с металлическими гильзами и компенсационные провода. Для сборных термопар доступны клеммные колодки и винтовые зажимы. Назначение различных клеммных коробок — соответствовать требованиям пыле-, влагозащиты, взрывобезопасности и другим. Доступны варианты: влагозащищенные корпуса, взрывобезопасные клеммные коробки, клеммные коробки со встроенным дисплеем и многоточечные корпуса.

# ОСНОВЫ ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЙ

## 1. Принцип работы термосопротивления



**Принцип:** Термосопротивление (RTD) измеряет температуру на основе изменения сопротивления объекта при изменении температуры. Изменение сопротивления на единицу температуры называется температурным коэффициентом сопротивления (ТКС), обозначается как  $\alpha$ , единица измерения  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

$$\alpha = (R_{100} - R_0) / (100 \times R_0),$$

где  $R_0$  и  $R_{100}$  представляют значения сопротивления при  $0^{\circ}\text{C}$  и  $100^{\circ}\text{C}$  соответственно, в Омах ( $\Omega$ ).

Национальный стандарт Китая (GB) и стандарт IEC устанавливают ТКС для платинового термосопротивления  $\alpha = 0.003851^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

Машиностроительный стандарт Китая (JB) устанавливает ТКС для медного термосопротивления  $\alpha = 0.004280^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

Обычно чем больше значение  $\alpha$ , тем выше чистота материала и стабильность его работы. В большинстве случаев значение  $\alpha$  материала можно считать постоянным, то есть зависимость сопротивления от температуры является линейной.

### Расчет температуры:

Формула расчета T-R для платинового термосопротивления:

Для диапазона  $-200 \sim 0^{\circ}\text{C}$ :

$$R_t = R_0 [1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100) \cdot t^3]$$

Для диапазона  $0 \sim 850^{\circ}\text{C}$ :

$$R_t = R_0 [1 + A \cdot t + B \cdot t^2]$$

где  $A = 3.9083 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $B = -5.775 \times 10^{-7}^{\circ}\text{C}^{-2}$ ,  $C = -4.183 \times 10^{-12}^{\circ}\text{C}^{-4}$ .

Формула расчета T-R для медного термосопротивления:

$$R_t = R_0 [1 + \alpha \cdot t + \beta \cdot t \cdot (t - 100) + \gamma \cdot (t - 100) \cdot t^2]$$

где  $\alpha = 4.28 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\beta = -9.31 \times 10^{-8}^{\circ}\text{C}^{-2}$ ,  $\gamma = 1.23 \times 10^{-9}^{\circ}\text{C}^{-3}$ .

Пример: Если измеренное на месте сопротивление платинового термосопротивления Pt100 составляет  $129.49 \Omega$ , тогда соответствующая температура равна:

$$t = (R_t - R_0) / (100 \times \alpha) = (129.49 - 100) / 0.3851 \approx 76.6^{\circ}\text{C}.$$

## 2. История термосопротивлений

**Происхождение:** Термосопротивления (RTD) представляют собой высокоточные промышленные термометры, обычно используемые для измерения температур ниже  $500^{\circ}\text{C}$ . Производство RTD в Китае началось с платиновых проволочных термоэлементов в стеклянной оболочке, которые в 1956 году выпустил Сианьский приборостроительный завод по технологии, заимствованной из бывшей Германской Демократической Республики.

**История развития:** Около 2000 года были успешно разработаны толстопленочные и тонкопленочные платиновые RTD, что снизило стоимость производства и эксплуатации платиновых термоэлементов и сделало возможным их массовое производство и применение. В настоящее время тонкопленочные платиновые RTD-элементы в большинстве случаев заменили стеклянные, слюдяные, керамические проволочные платиновые термосопротивления и медные RTD-элементы. Технология тонкопленочных платиновых RTD, наряду с изобретением технологии MIMS-термопар в 1980-х годах, стала одним из ключевых технологических достижений, способствовавших развитию промышленности температурных датчиков. Сегодня тонкопленочные платиновые RTD находят все большее применение в высокотемпературных областях, и их максимальная рабочая температура достигла  $850^{\circ}\text{C}$ . Однако в настоящее время тонкопленочные платиновые RTD-элементы в Китае все еще в основном импортируются, и их локализация является такой же насущной необходимостью, как и в случае с полупроводниковыми технологиями.

## 3. Стандартизация термосопротивлений

**Платиновые термосопротивления (RTD):** В промышленности в настоящее время применяется стандарт «Промышленные платиновые термометры сопротивления и платиновые датчики температуры» (GB/T 30121-2013 / IEC 60751:2008). Широко используются типы Pt25, Pt100, Pt500, Pt800 и Pt1000. На сегодняшний день это промышленные термометры с наивысшей точностью. Номинальное сопротивление  $R_0$  выпускается в двух вариантах: 25 Ом и 100 Ом.

**Медные термосопротивления (RTD):** В настоящее время общепризнанным является стандарт «Технические условия и таблицы градуировки промышленных медных термометров сопротивления» (JB/T 8623-2015), который определяет коды типов, включая медные термосопротивления Cu50 и Cu100.

# ОСНОВЫ ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЙ

## 4. Типы терморезисторов



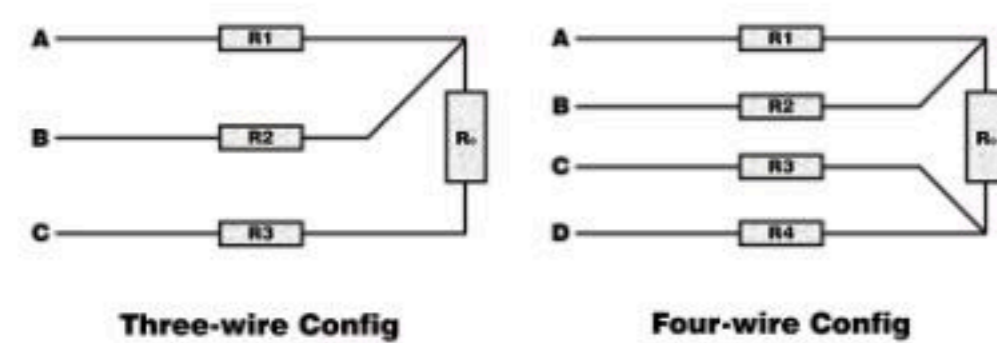
Pt100 является основной разновидностью промышленных термосопротивлений (RTD). Термосопротивления, изготовленные из платиновой проволоки намотки, могут использоваться при температурах до 660°C, а устройства с тонкопленочными элементами - до 600°C. Pt500, Pt800 и Pt1000 представляют собой тонкопленочные термосопротивления, разработанные в последние годы и в основном используемые в гражданской сфере, например, в качестве датчиков температуры для теплосчетчиков. Pt10 и Pt25 в основном используются для изготовления эталонных платиновых термосопротивлений, которые наматываются более толстой платиновой проволокой и могут использоваться при температурах до 850°C.



Элементы CRT (медные термосопротивления) обычно изготавливаются с пластиковым каркасом и наматываются эмалированной медной проволокой. Они используются в диапазоне от -50 до 150°C и, как правило, не имеют армированной конструкции.



## 5. Подключение терморезисторов



(1) **Сопротивление проводов:** При подключении обычно рассматриваются 3 типа схем: двухпроводная, трехпроводная и четырехпроводная конфигурация. Выбор схемы напрямую влияет на точность измерений RTD.

(2) **Двухпроводная конфигурация:** Данный метод подключения introduces некоторую погрешность и используется только когда длина линии не слишком велика или не требуется высокая точность измерений. Для подключения **仍然** требуется **使用** трехжильный кабель, как описано ранее.

(3) **Трехпроводная конфигурация:** Использование трехжильного кабеля в качестве внутренних и внешних проводов является наиболее распространенным методом на практике. Как показано на рисунке, если сопротивления трех проводов равны (т.е.  $R_1 = R_2 = R_3$ ), мы можем компенсировать сопротивление проводов, рассчитывая сопротивление элемента RTD по формуле:  $R_t = R_{AC} - R_{AB}$ .

(4) **Четырехпроводная конфигурация:** Для подключения элементов RTD используются четыре провода. Этот метод обеспечивает наиболее точные измерения, теоретически полностью устраняя влияние сопротивления проводов на результаты измерений, что делает его подходящим для прецизионных измерений. Как показано на рисунке, сопротивление элемента  $R_0$  рассчитывается по формуле:

$$R_0 = (R_{AD} + R_{BC} - R_{AB} - R_{CD})/2,$$

где независимо от значений сопротивлений выводных проводов R1, R2, R3 и R4, значение  $R_0$  остается совершенно незатронутым.

## 6. Основные характеристики термосопротивлений

### (1) Классы допуска и рабочий температурный диапазон RTD

Класс допуска	Намоточный элемент		Тонкопленочный элемент		Значение допуска /°C	
	Класс допуска	Рабочий температурный диапазон/°C	Класс допуска	Рабочий температурный диапазон/°C		
Pt RTD	AA	W0.1	-50~250	F0.1	0~150	$\pm(0.10+0.17\% \cdot  t )$
	A	W0.15	-100~450	F0.15	-30~300	$\pm(0.15+0.2\% \cdot  t )$
	B	W0.3	-196~600	F0.3	-50~500	$\pm(0.3+0.5\% \cdot  t )$
	C	W0.6	-196~600	F0.6	-50~600	$\pm(0.6+1.0\% \cdot  t )$
Cu RTD			-50~150			$\pm(0.3+0.6\% \cdot  t )$

### (2) Допустимый диапазон $\Delta\alpha$ для требований к допуску RTD по $R_0$ и $R_{100}$

Точка измерения/ Расчетный $\Delta\alpha$	Pt100 Номинальное значение и допуск/ $\Omega$				Cu100 Номинальное значение и допуск/ $\Omega$	
	AA	A	B	C		
$R_0$	100±0.039	100±0.059	100±0.117	100±0.234	100±0.129	
$R_{100}$	138.506±0.102	138.506±0.133	138.506±0.303	138.506±0.607	142.800±0.385	
$\Delta\alpha/10^{-6}$	$\Delta t_0=0.1$	4~ -10	3.6~ -10.4	8~ -20	19~ -45	20~ -48
	$\Delta t_0=0$	7~ -7	7~ -7	14~ -14	32~ -32	34~ -34
	$\Delta t_0=-0.1$	10~ -4	10.4~ -3.6	20~ -8	45~ -19	48~ -20

Примечание: Для других платиновых RTD, у которых  $R_0$  не равен 100 Ом, необходимо умножить значение сопротивления из приведенной выше таблицы на  $R_0/100$ , чтобы получить допустимый диапазон для  $R_0$  и  $R_{100}$ . Номинальные температурные коэффициенты сопротивления для платиновых и медных RTD составляют  $\alpha=3.851 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  и  $\alpha=4.280 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  соответственно. Если  $\Delta\alpha$  (отклонение  $\alpha$  от номинального значения) не соответствует требованиям таблицы выше (где  $\Delta t$  — разность между температурой, соответствующей измеренному  $R_0$ , и 0°C), максимальная рабочая температура RTD должна быть проверена и соответствовать требованиям допуска.

### (3) Сопротивление изоляции и время теплового отклика терморезистора при комнатной температуре

Типы	Диаметр защитной трубки	Время тепл. отклика $t_{0,5}/\text{с}$	Сопр. изоляции/ $M\Omega$
MIMS Pt терморезистор	Ф3~8	$\leq 20$	$\geq 100$
	Ф12	$\leq 90$	
	Ф16	$\leq 150$	
Сборный терморезистор	Толстостенная трубка, полученная сверлением заготовки	$\leq 270$	

# ОСНОВЫ ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЙ

## 7. Как выбрать термосопротивление?



**(1) Коды типов:** Коды типов термосопротивлений и типы чувствительных элементов должны соответствовать температурным требованиям на объекте.

**(2) Температурный диапазон и точность:** По сравнению с термопарами, термосопротивления обычно имеют преимущество в точности, но уступают по рабочему температурному диапазону и стойкости к механическим воздействиям. Температурный диапазон и

требования к точности на объекте оказывают решающее влияние на принятие обоснованного выбора.

**(3) Материалы защитных гильз:** 1Cr18Ni9Ti является распространенным выбором. Для коррозионных сред может быть выбрана сталь SUS316L. Для работы с серной, азотной кислотами и другими сильными окислительными атмосферами рекомендуются трубки из тантала, сплава Хартца и PTFE (фторопласта).

**(4) Диаметр и длина защитных гильз:** Термосопротивление измеряет среднюю температуру в области, охватываемой чувствительным элементом, поэтому длина погружения должна быть тщательно обоснована. Обычно общая длина равна сумме длины погружения плюс 150 мм для клеммной коробки. Для обеспечения корректного измерения температуры длина погружения должна составлять 100 мм или более.

**(5) Монтажные крепления:** Когда уплотнение не требуется, рекомендуются термопары без монтажного кронштейна, с разъемным фланцем, разъемной обжимной резьбой и разъемным обжимным фланцем. Для условий, требующих герметичности, лучшим выбором являются неподвижный фланец и резьбовое соединение.

**(6) Исполнение выводов:** Выбор исполнения выводов должен быть удобным и надежным. Для MIMS-термопар доступны керамические клеммные колодки, разъемы, защитные колпачки с компенсационными проводами, защитные колпачки с металлическими гильзами и компенсационные провода. Для сборных термопар доступны клеммные колодки и винтовые зажимы. Назначение различных клеммных коробок — соответствовать требованиям пыли-, влагозащиты, взрывобезопасности и другим.

## Таблица сочетаний кодов идентификации моделей термопар/терморезисторов

Позиция	Тип	Код	Обозначение										
1	Тип сигнала	WR	Thermocouple	WB	T/C or THMS with Transmitter (All-in-one Temp Transmitter)								
		WZ	Thermistor										
2	Тип кода	K	Ni-Cr10/Ni-Si3 (Ni-Al)	S	Pt-Rh10/Pt	A	W-Re5/W-Re20						
		N	Ni-Cr-Si/Ni-Si	R	Pt-Rh13/Pt	P	Pt100						
		E	Ni-Cr/Cu-Ni	B	Pt-Rh30/Pt-Rh6	Z	Pt1000						
		J	Fe/Cu-Ni	C	W-Re5/W-Re26	V	Pt500						
		T	Cu/Cu-Ni	D	W-Re3/W-Re25	C	Cu50						
		O	Regular Assembly T/C or THMS	D	Single-core MIMS T/C	Z	T/C /w Refractory Tube / T/C Feedthroughs						
		K	Regular MIMS T/C or THMS	H	High-diameter Thick-wall T/C	C	Temp Sensor for Vehicle						
3	Конструкция	A	Assembly MIMS Core T/C or THMS	S	T/C or THMS /w Dual Layer Protective Tube	T	Temp Sensor for PV. Equipment						
		L	T/C or THMS w/ Metal Sleeve Part	W	T/C or THMS /w Thermowell	V	Assembly Type Tube						
		I	Reduce D T/C or THMS	J	Right Angle T/C or THMS	G	High Pressure T/C / Feedthroughs						
		F	T/C or THMS with PTFE Sleeve	M	Surface T/C or THMS	E	Detachable Sealed-Structure T/C						
		R	Flexible T/C or THMS	N	Wear-resis T/C or THMS	B	Reference Thermistor						
		Q	Spring Loaded T/C or THMS	Y	T/C for Salt-bath Furnace / Metal Forge	X	Other T/C or THMS						
		4	Точка	1	Single (omittable)	2	Dual	3...	From 3-12, Mark w/ Number				
5	Монтажное крепление	00	N/A	F1	Fixed M10x1	G0	Positioning Flange Piece	K1	Vacuum KF10				
		01	Sliding Flange 75	F2	Fixed M12x1.5	G1	Fixed Flange ф90	K2	Vacuum KF16				
		04	Ferrule Flange 60	F3	Fixed M12x1.75	G2	Fixed Flange ф95	K3	Vacuum KF25				
		A2	Ferrule M12x1.5	F4	Fixed M14x1	G3	Fixed Flange ф105	K4	Vacuum KF40				
		A5	Ferrule M16x1.5	F5	Fixed M16x1.5	G4	Fixed Flange ф115	K5	Vacuum KF50				
		A7	Ferrule M20x1.5	F6	Fixed M18x1.5(вн)	G5	Fixed Flange ф130	V1	Vacuum CF16				
		A8	Ferrule M27x2	F7	Fixed M20x1.5	G6	Fixed Flange ф140	V2	Vacuum CF25				
		A9	Ferrule M33x2	F8	Fixed M27x2	G7	Fixed Flange ф145	V3	Vacuum CF35				
		B2	Ferrule G1/4	F9	Fixed M33x2	G8	Fixed Flange ф150	V4	Vacuum CF50				
		B5	Ferrule G3/8	E2	Fixed NPT1/4	G9	Fixed Flange ф165	V5	Vacuum CF63				
		B7	Ferrule G1/2	E5	Fixed NPT3/8	H1	Fixed Flange ф175	V6	Vacuum CF80				
		B8	Ferrule G3/4	E7	Fixed NPT1/2	H2	Fixed Flange ф195	V7	Vacuum CF100				
		B9	Ferrule G1	E8	Fixed NPT3/4	H3	Fixed Flange ф200						
		C2	Ferrule NPT1/4	D2	Fixed G1/4	H4	Fixed Flange ф220	D9	Fixed G1				
		C5	Ferrule NPT3/8	D5	Fixed G3/8	H5	Fixed Flange ф225	T1	Fixed M6x1				
		C7	Ferrule NPT1/2	D7	Fixed G1/2	H6	Fixed Flange ф235	T2	Fixed M8x1.25				
C8	Ferrule NPT3/4	D8	Fixed G3/4	H8	Fixed Flange ф260	X0	Others						
6	Исполнение выводов	0	Protective +Lead Wire Cap	5	Flameproof Display Terminal Enclosure	9	Handle + Plug	A	Round Connector				
		1	Terminal Block	6	Punched Stainless Steel Terminal Enclosure	C	Small Locking Connector	B	Square Connector				
		2	Small Waterproof Terminal Enclosure	7	Multi-point Terminal	D	Large Locking Connector (180°C)	G	Large Ceramic Connector				
		3	Waterproof Terminal Enclosure	8	Plastic Terminal	E	Large Locking Connector (260°C)	Z	Simple Binding Post				
7	Диаметр защитной гильзы	A	ф0.5	G	ф4.5	R	ф1.2	0	ф16				
		B	ф1.0	H	ф5.0	S	ф2.5	4	ф18				
		C	ф1.5	J	ф6.0	T	ф3.2	2	ф20				
		D	ф2.0	K	ф8.0	U	ф6.35	6	ф22				
		E	ф3.0	L	ф10	V	ф9.5	3	ф25				
		F	ф4.0	M	ф12.7	1	ф12	X	Other Diameter				
		A	1Cr18Ni9Ti	G	SUS316L	M	Molybdenum	T	Tantalum				
		B	GH3030	H	Hartz Alloy	N	Wear-resistant Alloy	U	Silicon Nitride				
8	Материал защитной гильзы	C	GH3039	I	Titanium	O	Inconel600	V	Boron Nitride				
		D	3YC52	J	Ceramet	P	Quartz	W	Tungsten				
		E	Cr25Ni20	K	Zirconia	R	High Alumina / Corundum	Y	Graphite				
		F	PTFE	L	Iron-Chromium-Aluminum Alloy	S	Silicon Carbide	X	Other Material				
		A	A Class/0.2%	1	1st/Standard First Class	C	AA Class/0.1%	D	2750 Standard 1st Class				
9	Класс точности	B	B Class/0.5%	2	2nd/Standard Second Class	3	3rd Class						
		L	Length Value by Millimeter(mm)										
10	Общая длина	L											
11	Длина погружения	I	I=L - Exposed length of protective tube L <sub>0</sub> , omittable if without mounting bracket										
12	Тип и длина провода (Изолятор)	V	PVC	B	Glass Fiber	G	High Silica Fiber						
		F	PTFE	J	Silicon Rubber	P	PUR Plastic						
13	Конструкция горячего спая	0	Assembly Insulated			2	MIMS Grounded						
		X	Assembly Grounded			3	MIMS Insulated						
14	Дополнительное пояснение		Specific instructions, thread specs, flange code, flameproof class, special material, transmitter specs, etc.										

## Сборная термопара / термосопротивление

(Термопара / термосопротивление первого поколения)



Термопары и термосопротивления (RTD) широко используются в качестве промышленных термометров. Данный тип термопар/RTD изготавливается по сборно-разборной технологии и, как правило, состоит из защитной гильзы, изоляционных керамических трубок, монтажного крепления и клеммного соединения. Он называется сборной термопарой/RTD (согласно стандарту — Промышленная термопара/RTD), также известной как термопара/RTD первого поколения. Термопары и RTD отличаются только чувствительным элементом, остальные компоненты относятся к одинаковым типам.

**Коды типов:** K, N, E, J, T, S, R, B, C, D, A, Pt100, Pt500, Pt800, Cu50, Cu100.

**Конструкция:** Состоит из "двух концов и пяти частей". Два конца относятся к горячему концу и клеммной колодке, а пять частей относятся к чувствительному элементу, изолятору, защитной трубке, клеммному устройству и технологическому соединению.

**Диаметры защитных трубок:** 12, 16, 20, 22, 25.

**Длина защитной трубки:** Минимальная не менее 100 мм, максимальная не превышает 3000 мм.

**Материалы защитных трубок:** Нержавеющая сталь, жаропрочная сталь, высокотемпературный сплав, коррозионно-стойкий сплав, керамические защитные трубки.

**Способы подключения:** Простой тип, штекерный тип, водонепроницаемый тип, взрывозащищенный тип и т.д.

**Способы монтажа:** Без крепления, резьбовой монтаж, фланцевый монтаж и т.д.

**Точность:** Для термопар существуют классы I, II и III. Для RTD существуют классы AA, A, B и C.

**Действительный температурный диапазон:** Для термопар от -200 до 2500°C. Для термосопротивлений от -200 до 600°C.

**Время теплового отклика:** Чем больше диаметр трубки и толще толщина стенки, тем длиннее время теплового отклика.

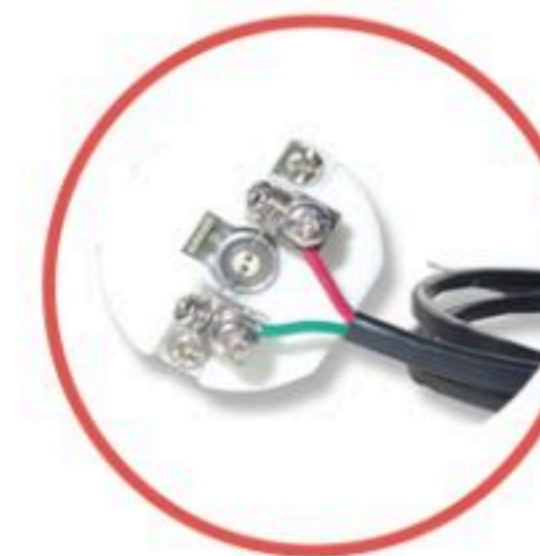
**Реализованные стандарты:** Промышленные термопарные узлы (GB/T 30429), Промышленные платиновые термометры сопротивления и платиновые датчики температуры (GB/T 30121).

## Термопара/термосопротивление в минеральной изоляции с металлической оболочкой (MIMS)

(Термопара/термосопротивление второго поколения)



Термопара/термосопротивление MIMS изготавливается путем нарезки кабеля MIMS на отрезки требуемой длины, создания горячего спая и клеммного вывода, а также установки необходимого монтажного крепления и элементов подключения. Продукция включает стандартное исполнение, тип с соединительной металлической гильзой и тип, используемый в качестве чувствительного элемента для сборных датчиков, и т.д.



**Коды типов:** K, N, E, J, T, S, R, B, C, D, Pt100.

**Конструкция:** Такая же, как у «Сборной термопары/термосопротивления».

**Материалы оболочки MIMS:** Нержавеющая сталь, жаропрочная сталь, высокотемпературный сплав, коррозионно-стойкий сплав и др.

**Диаметры кабеля MIMS:** Для термопары: Ø1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10. Для платинового термосопротивления: Ø3, 4, 5, 6, 8.

**Длина:** Минимальная не менее 50 мм.

**Способы подключения:** Простой тип, штекерный тип, водонепроницаемый тип, взрывозащищенный тип и т.д.

**Способы монтажа:** Без крепления, резьбовой монтаж, фланцевый монтаж и т.д.

**Точность:** Такая же, как у «Сборной термопары/термосопротивления».

**Действительный температурный диапазон:** Для термопары от -200 до 2000°C. Для термосопротивления от -200 до 600°C.

**Время теплового отклика:** Чем меньше диаметр оболочки, тем короче время теплового отклика.  $t_{0.5} < 30c$  является распространенным диапазоном.

**Реализованные стандарты:** Кабели и термопары в минеральной изоляции с металлической оболочкой (GB/T 18404), Технические условия на промышленные термопарные узлы в защитном кожухе (JB/T 5582-2014).



## Одножильная термопара в минеральной изоляции (MIMS) (Термопара третьего поколения)

С целью преодоления недостатков традиционных MIMS-термопар, позаимствовав некоторые идеи у сборных термопар, компания Duchin самостоятельно разработала одножильный MIMS-кабель и одножильную MIMS-термопару, которые по-прежнему следуют принципам и законам термопар.

В одножильной MIMS-термопаре кабель содержит только один провод, являющийся либо положительным, либо отрицательным электродом, что делает возможным предварительную подборку наилучших пар перед сваркой. После подбора наилучшей пары мы производим MIMS-кабель, чтобы превратить его в полностью работоспособную одножильную MIMS-термопару с высокой точностью.

Типы K, N, E и J в защитных трубках диаметром  $\phi 1-3$  являются распространенными. Данная разработка получила награды «Важнейшая новая продукция Чунцина» и «Высокотехнологичный продукт», была включена в Национальную программу стандартизации и Национальную факельную программу, а также заняла второе место в премии за технологический прогресс в термической обработке Китая.



### Технические преимущества:

**Высокая надежность:** каждый электрод одножильной MIMS-термопары имеет свой собственный изолятор и оболочку, провод толще и расположен по центру. Таким образом, обеспечивается более высокая надежность.

**Высокий процент выхода годной продукции:** термоэлектрические свойства между компонентами обычной термопары обычно изменяются в процессе производства, тогда как одножильная MIMS-термопара не имеет проблемы браковки из-за чрезмерного термоэлектрического потенциала.

**Высокая точность:** благодаря разделению электродов можно найти и составить наилучшую пару положительного и отрицательного электродов для соответствия различным требованиям к точности. Легче соответствовать более высоким стандартам, таким как стандарт AMS2750 ( $\pm 1.1^\circ\text{C}$ ).

**Простота в работе:** одножильные MIMS-термопары имеют оптимальный диаметр своего провода. Это значительно облегчает процесс сварки, а также позволяет пользователю легко самостоятельно изготавливать или повторно использовать термопару.

## MIMS-термопара большого диаметра с толстой стенкой (Термопара третьего поколения)



При использовании обычных методов, таких как увеличение диаметра и толщины стенки, улучшение физических свойств защитной трубки, срок службы термопары увеличивается. Однако метод холодного волочения ограничивает увеличение диаметра и толщины стенки защитной оболочки, а также ограничивает выбор материалов защитной оболочки.



Компания Duchin самостоятельно разработала MIMS-термопару большого диаметра с толстой стенкой и творчески применила в производстве процессы «Глубокого сверления» и «Горячей прокатки». Это позволило использовать в производстве оболочки MIMS-термопары материалы, которые, хотя и дешевле и работают лучше, как, например, сплавы FeCrAl, но не подходят для холодной металлообработки. Высокотемпературные металлы, хорошо поддающиеся холодной обработке, могут быть утолщены с помощью «Горячей прокатки», что улучшает их характеристики. Эти процессы усовершенствовали архитектуру и методы производства MIMS-термометров и подняли уровень технологий.

### Технические характеристики:

**Типы:** В зависимости от различий в производственном процессе может быть, как горячекатаный тип и холоднодеформированный тип. Защитная трубка может быть разделена на однослойную трубку и композитную трубку по структурным различиям.

**Область применения:** Основными вариантами выбора являются типы N и K, наилучший рабочий температурный диапазон составляет от 1000 до 1200°C.

**Материалы защитной трубки:** Используются две различные металлические трубки, обработанные в одну композитную трубку, чтобы раскрыть наилучший потенциал составляющих материалов. Выбор материала внешнего слоя обычно представляет собой какой-либо жаропрочный коррозионно-стойкий сплав.

**Диаметр и толщина защитной трубки:** MIMS-термопара большого диаметра с толстой стенкой обычно использует двухслойную трубку. Диаметр D часто превышает  $\phi 13$ , а трубки  $\phi 16$ ,  $\phi 18$  и  $\phi 20$  являются наиболее распространенными. Толщина должна быть более  $0.2 \cdot D$ .

**Характеристики:** MIMS-термопара большого диаметра с толстой стенкой обладает хорошей прочностью в высокотемпературных средах, длительным сроком службы в высокотемпературных коррозионных средах и может заменять использование термопар из благородных металлов типов S и R во многих случаях.

## Вольфрам-рениевая термопара

(Продукт марки Чунцина)

Вольфрам-рениевая термопара в настоящее время является термопарой с наивысшим температурным диапазоном измерений. Её основное применение — измерение температуры в вакууме, водороде и инертной атмосфере. Стандартизованы типы С, D и А. Наши вольфрам-рениевые термопары изготавливаются из специализированных молибденовых, танталовых, вольфрамовых и корундовых защитных трубок, которые заполняются изоляторами и собираются вместе в вакууме или защитной атмосфере с герметизацией. В реальных условиях длительного использования она может достигать максимальной измеряемой температуры 2000°C и выдерживать давление 10 МПа.



Duchin является одной из первых компаний в Китае, разработавших вольфрам-рениевые термопары. Мы обладаем примерно 10 ведущими в отрасли патентами и принимали участие в разработке стандартов: Вольфрам-рениевые термоэлектроды и таблицы зависимости ТЭДС от температуры (GB/T 29822-2013), Компенсационные провода для вольфрам-рениевых термопар (JB/T 9496-2014), Технические условия на промышленные вольфрам-рениевые термопары (JB/T 12529-2015) и других связанных стандартов.

**Область применения:** Доминирующим типом является тип С, который указан в международных и национальных стандартах. Тип А уже определен в международных и национальных стандартах, тип D пока не включен в международные стандарты.

**Точность:** Допуск 1-го класса: 4.0°C или 0.5%·t, допуск 2-го класса: 1.0%·t.

**Проверка и калибровка:** Может быть проверена или откалибрована только в вакууме или инертной атмосфере, установленная максимальная температура калибровки составляет 1700°C.

### Технические параметры:

Материал защитной трубки	Диаметр	Макс. темп.°C	Подходящая среда
Жаросплав	Ф4, 6, 8	1300	Вакуум, инертная, воздух
Корунд	Ф6, 8, 10, 12, 16	1600	Вакуум, инертная
Двухслойная (Корунд+Молибден)	Ф16, 20, 25	1600	Воздух
Тантал	Ф4, 6, 8	1700	Вакуум, инертная
Молибден	Ф4, 6, 8, 10, 12, 16	1900	Вакуум, инертная, водород
Вольфрам	Ф6, 8, 10, 12	2200	Вакуум, инертная

## Термопарные вводы (Сквозные)

Большие вакуумные печи нуждаются в частой проверке равномерности температуры, и для этого обычно необходимо проектировать на вакуумной печи оборудование вакуумного ввода для термопар (термопарные вводы). Компания Duchin разработала запатентованные продукты, такие как стыкуемая MIMS-термопара и съемные вакуумные вводы для термопар. Провода, используемые внутри оборудования ввода, должны быть того же типа и точности, что и подключаемая термопара, и должны калиброваться как обычная термопара, чтобы убедиться в отсутствии отклонений в результатах до и после установки термопарного ввода.

Каждая термопара на вакуумных вводах является съемной, готовой к калибровке и заменяемой, что создает точные условия для измерения температуры в вакуумной печной промышленности и снижает затраты пользователя.



### Эксплуатационные характеристики:

**Съемность, готовность к калибровке и заменяемость:** Каждая термопара на вводе может быть отсоединена от фланца и при необходимости заменена. Для калибровки каждого ввода нам нужно только отсоединить часть, находящуюся внутри печи, и сварить или скрутить два провода вместе, чтобы сформировать горячий спай для проведения калибровки.

**Тип конструкции:** Несъемный тип и съемный тип.

**Монтажное крепление:** Неподвижный фланец, неподвижная резьба, быстроразъемный фланец. При необходимости может устанавливаться коммутационная панель (включая кронштейн панели и розетку).

**Поддерживаемое количество термопар:** От 4 до 24 штук.

**Тип термопар:** К, N, E, J

**Допуск:** 1 класс, 2 класс

**Часть внутри печи:** MIMS-термопары, термопары с изоляцией из PTFE или стекловолокна

**Температурный класс штекеров термопар:** 200°C, 400°C, 600°C

## Специализированные термопары для фотоэлектрического оборудования

Технологические процессы производства фотоэлектрических элементов включают текстурирование, диффузию, окисление, фотолитографию, нанесение покрытий, спекание и некоторые другие процессы. Соответствующее оборудование включает печь окисления, установку для фотолитографии, диффузионную печь и другое оборудование. Процессы диффузии и окисления могут выполняться на одном и том же оборудовании. Печь окисления-диффузии является ключевым технологическим оборудованием для производства фотоэлектрических элементов. Она смешивает и диффундирует следовые количества бора, фосфора и других элементов на кремниевой пластине при высоких температурах для создания P-N переходов и формирования из них интегральных схем. Она также может использоваться для создания пленок SiO<sub>2</sub> на поверхности кремниевой пластины для защиты пластин. Диффузионная печь, способная выполнять процесс окисления, состоит из каркаса печи, нагревателя, устройства управления нагревом, устройства измерения температуры, кварцевой трубы печи, толкателя поддонов, газовых трактов и устройства обработки отходящих газов. Требования к контролю температуры для этого вида диффузионных печей следующие:

Диапазон температур нагрева	Окружающая среда - 1100°C		Точность контроля	±2°C
Макс. скорость нагрева	15°C/мин		Равномерность температуры	±0.5°C/760mm
Макс. скорость охлаждения	5°C/мин		Стабильность	±0.5°C/24ч



Обычно для контроля внутренней температуры диффузионной печи, способной выполнять процесс окисления, используются термопары, измеряющие как внутреннюю, так и внешнюю части печи. Каждая заданная температурная зона имеет внешнюю и внутреннюю термопары для обеспечения надежности результатов измерений. Внутренние термопары используются для измерения температуры пластин, они обычно имеют 3-9 точек измерения, точно отображая температуру пластин. Внешние термопары используются для измерения внешней поверхности трубы печи, каждая обычно имеет только одну пару проводов, обеспечивая косвенное измерение печи. Обычно температура процесса окисления ниже, чем процесса диффузии, поэтому могут применяться термопары типов K и N. Для этих целей мы разработали собственные технологии и продукты, такие как многоточечные термопары из благородных металлов для измерения температуры по всему сечению в диффузионной печи, калибратор для многоточечных термопар, конструкция холодного спая для многоточечных термопар, герметичная конструкция выводов для многоточечных термопар, композитная металлическая трубка многоточечной термопары для печи окисления и другие. Продукт обладает такими характеристиками, как надежность измерения температуры, высокая точность, хорошая стабильность, быстрый тепловой отклик, помехозащищенность, стойкость к высоким и низким температурным воздействиям, длительный срок службы и так далее. Технические параметры термопары, специализированной для фотоэлектрического оборудования, следующие:

Технические параметры	Термопара для диффузионной печи		Термопара для печи окисления	
	Внутренняя	Внешняя	Внутренняя	Внешняя
Тип	S, R	S, R	K, N	K, N
Диаметр провода или MIMS	φ0.35~0.5	φ0.35~0.5	φ2~4	φ1~2
Рабочая темп. (°C)	0~1100	0~1000	0~950	0~850
Точность (°C)	±1.0	±1.0	±1.5 или 0.4%·t	±1.5 или 0.4%·t
Длина защитной трубки (мм)	≤4000	150~250	≤4000	100~250
Диаметр защитной трубки (мм)	φ12~18	φ4~6	φ14~22	φ1~2
Материал защитной трубки	Кварц	Корунд	310S или 321	310S или 321
Конструкция горячего спая	Открытая	Открытая	Изолированная	Изолированная
Количество точек	3~6 точек	Одна точка	3~9 точек	Одна точка
Исполнение выводов	Малый разъем	Малый разъем	Малый разъем	U-образный разъем
Компенсационный провод	SC-2 × 0.5FPF	SC-2 × 0.5FPF	KX(KK)-2 × 0.5FPF	KX(KK)-2 × 0.5FPF

## Температурный датчик для теплосчетчика

Температурный датчик теплосчетчика является одним из ключевых компонентов теплосчетчика и используется для измерения отклонения температуры воды до и после прохождения через теплообменник. Это изменение температуры не является значительным, поэтому существуют очень строгие требования к точности измерений и времени теплового отклика. Два температурных датчика, установленные в начале и конце теплообменника, должны быть взаимно откалиброваны перед установкой, и их относительная погрешность должна составлять менее 0,1°C.



В 1996 году Китай начал эксперимент с оплатой за отопление и внедрил систему по одному теплосчетчику на домохозяйство. В 2000 году впервые был введен отраслевой стандарт «Теплосчетчики» (CJ 128-2000), который был пересмотрен в 2007 году. На его основе в 2015 году был разработан национальный стандарт «Теплосчетчики» (GB/T 32224-2015). Наша компания также участвовала в разработке отраслевого стандарта «Балансовые теплосчетчики» (JB/T 13753-2021).

Компания Duchin самостоятельно спроектировала и изготовила производственную линию температурных датчиков для теплосчетчиков в 2010 году с годовым объемом производства 500 000 пар. Температурный датчик теплосчетчика состоит из пяти компонентов: чувствительный элемент, теплопроводник, защитная оболочка, монтажная резьба и выводные провода. Обычно используется Pt1000, класс допуска В, точность спаривания менее 0,06°C.

**WZZDS-3** Температурный датчик для бытовых теплосчетчиков, напрямую вставляется в трубы с горячей водой. Для монтажа оснащается скользящей наружной резьбой (M10×1) и имеет фиксированные выводные провода для подключения. Подходит для труб малого диаметра с горячей водой, таких как DN15, DN20 и DN25. Стандартные длины: 27,5, 85 (105), 120 (140), 210 (230) мм и др.

**WZZDL-2** Предназначен для использования в магистральной трубе с горячей водой здания, напрямую вставляется в трубу с горячей водой. Для монтажа оснащается фиксированной резьбой G1/2 и имеет клеммную коробку или фиксированные выводные провода для подключения. Подходит для труб с горячей водой DN32-DN250.

**WZZPL-1** Предназначен для использования в магистральной трубе с горячей водой микрорайонов. Теплосчетчик поставляется с защитной гильзой, оснащенной фиксированной резьбой G1/2, поэтому при необходимости замены пользователю достаточно открепить внутренний температурный датчик и вынуть его для замены, нет необходимости сливать воду из магистральной трубы. Подходит для труб с горячей водой DN65-DN250.

## Гибкий термопарный кабель (Соответствует стандарту AMS2750)

Расходные термопары — это концепция, внедренная в Китае до 2000 года, когда авиационная промышленность начала субподрядное производство и внедрила стандарт AMS2750 "Пирометрия", выпущенный Обществом автомобильных инженеров США (SAE). Это относится к термопарному кабелю (также называемому одноразовой термопарой), который изолирован и имеет оболочку из стекловолокна или пластика. Свойства продукта и методы производства аналогичны компенсационным проводам для термопар, в основном используются в авиационной и смежных отраслях. В настоящее время в Китае не существует соответствующего стандарта на гибкие термопарные кабели.



Поэтому в качестве альтернативы используются американский стандарт ASTM E574 "Стандартные технические условия для дуплексного провода из неблагородных металлов для термопар со стекловолоконной или кварцевой изоляцией" и китайский стандарт GB/T 4989-2013 "Продлительные и компенсационные провода для термопар", которые используются для руководства по производству.

В 2019 году наша компания приняла поручение от COMAC (Коммерческая авиационная корпорация Китая, Ltd.) Шанхай и участвовала в "Специальном научном исследовании по гражданским самолетам — Исследование технологий калибровки и цифровой демонстрационной платформы обеспечения измерений ключевых параметров производительности термического оборудования" Министерства промышленности и информатизации (MIIT), по подпроекту "Разработка расходных термопар". Разработанный нами гибкий термопарный кабель изолирован высококремнеземным волокном и экранирован проволокой из жаропрочной стали. Он соответствует стандартам AMS2750 и ASTM E574. Имеет максимальную температуру измерения 1000°C, точность 1-го класса, и отклонение "начало-конец" не более 0.6°C. Не имеет запаха при первом использовании, может использоваться многократно при максимальной температуре.

### Классификация термопар по AMS2750:

**Термопара для испытаний:** Включает специализированные термопары для SAT (Проверки точности системы) и TUS (Исследования равномерности температуры).

**Термопара для мониторинга:** Термопара, которая соединяется с приборами мониторинга на печах. Включает термопары, специализированные для управления, мониторинга и записи.

**Термопара для контроля нагрузки:** Термопара, которая крепится к деталям или заглубляется в них для восприятия температуры.

**Одноразовая термопара:** Термопарный кабель, изолированный и заключенный в оболочку из волокна или пластика, также известный как гибкий термопарный кабель.

**Многоразовая термопара:** Термопара, которая может использоваться многократно, включает сборные термопары и MIMS-термопары.

Тип	K, N, E, J, T	R, S	B
Допуск	±1.1°C или 0.4%·t	±0.6°C или 0.1%·t	±0.6°C или 0.25%·t

## Кабельные термопары / терморезисторы

Конструктивные формы термопар развивались в двух направлениях. Одно направление — это сборные термопары и MIMS-термопары с защитными трубками, а другое — простые типы без защитных трубок, но использующие оплетку из волокна или изоляцию с пластиковым покрытием (также известные как одноразовые или гибкие термопарные кабели).

Поскольку термопарные и RTD-кабели удобны и имеют низкую стоимость, в сочетании с развитием авиационной промышленности Китая, широко распространенный спрос на гибкие термопарные провода поднялся на новый уровень, поэтому использование термопарных и RTD-кабелей увеличивается, и эта категория сформировала свою собственную нишу.



Существуют типы K, N, E, J и T для термопарного кабеля, в котором обычно используются PTFE (фторопласт), стекловолокно, алюмосиликатное волокно (также известное как керамическое волокно), поликристаллическое глиноземное волокно и так далее. Поскольку провода термопарного кабеля не требуют деформации или термической обработки в процессе производства, и термопарные кабели легко изготовить, а также они обладают высокой надежностью при разовом измерении температуры, они особенно подходят для ситуаций, требующих высокой точности или простых измерений.

### Рекомендуемая максимальная температура для различных изоляторов (°C)

Номер	Материал изолятора	Рекомендуемая макс. температура	Примечания
1	Политетрафторэтилен (PTFE)	200	
2	Бесщелочное стекловолокно	340	Размягчение при 730°C
3	Высокопрочное стекловолокно	400	Размягчение при 850°C
4	Алюмосиликатное керамическое волокно / Высококремнеземное волокно	980	
5	Поликристаллическое глиноземное волокно / Поликристаллическое кремнеземное волокно	1250	

### Рекомендуемая максимальная температура для различных изоляторов (°C)

Диаметр провода T/П	Размер термопарного кабеля	
	С изоляцией из PTFE	С изоляцией из стекловолокна / керамического волокна
0.25	0.6×1.0	0.9×1.3
0.5	1.4×2.4	2.9×4.4
0.8	1.7×3.0	3.4×4.8

## Компенсационные провода (для термопар)



Компенсационные провода делятся на продлительные и компенсационные по материалу жилы, на обычный тип (W) и теплостойкий тип (FF, VB) по рабочей температуре, а также на класс точности обычный и класс точности повышенный в зависимости от точностных характеристик, определяемых термоэлектрическими свойствами. Для обеспечения точности измерений между термопарой и показывающим прибором необходимо использовать компенсационные провода с одинаковым буквенным обозначением типа. Не допускается использование обычных медных проводов и кабелей или компенсационных проводов, не имеющих четкого обозначения соответствия.

Компания Duchin производит компенсационные провода с 2001 года. Это единственная компания на юго-западе Китая, производящая компенсационные провода для термопар, принимавшая участие в разработке стандартов «Продлительные и компенсационные провода для термопар» (GB/T 4989-2013) и «Компенсационные провода для вольфрам-ренийевых термопар» (JB/T 9496-2014).

### Таблица сочетаний кодов идентификации моделей:

К C - G B - 1 × 2 × 1.5 V V R P  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Поз.	Ссылка	Код	Обозначение							
1	Тип	K	Ni-Cr10/Ni-Si3 (Ni-Al)	J	Fe/Cu-Ni	B	Pt-Rh30/Pt-Rh6			
		N	Ni-Cr-Si/Ni-Si-Mg	T	Cu/Cu-Ni	C	W-Re5/W-Re26			
		E	Ni-Cr/Cu-Ni	S, R	Pt-Rh10/Pt, Pt-Rh13/Pt	D	W-Re3/W-Re25			
2	Тип	X	Продлительный тип	C	Компенсационный тип					
3	Температура		Обычный тип (0-100°C, опускается)	H	Теплостойкий тип (-20-200°C)					
4	Точность	B	Обычный класс (опускается)	S	Повышенный класс					
5	Кол-во групп проводов	1	Одна группа проводов (опускается)	2	Две группы проводов	n	n групп проводов			
6	Каждая группа	2	Два электродных провода «+» и «-»	3	Три электродных провода «+», «-» и заземляющий					
7	Площадь поперечного сечения жилы	0.2	0.2 мм²-φ0.52	0.5	0.5 мм²-φ0.80	1.0	1.0 мм²-φ1.13			
		1.5	1.5 мм²-φ1.37	02.май	2.5 мм²-φ1.76					
8	Изоляционный слой	V	Фторопласт	F	Политетрафторэтилен	B	Стекловолокно			
		G	Высококремнеземное волокно	P	Полиуретановая пластмасса	J	Кремнийорганическая резина			
9	Слой рукава	Тот же, что и в изоляционном слое								
10	Тип жилы	-	Однопроводочная	R	Многожильная скрученная					
11	Экранирующая оплетка	P	Медная проволока	P1	Луженая медная проволока	P2	Медная стальная проволока	P3	Нержавеющая стальная проволока	

## Промышленный цифровой термометр

Промышленный цифровой термометр — это прибор, который измеряет и отображает температуру на месте. Он имеет встроенный литиевый аккумулятор высокой емкости и не требует внешнего питания. Это новый продукт, разработанный нами на основе биметаллических термометров и интегрированных температурных преобразователей. Он является приемником и усовершенствованной версией биметаллического и манометрического термометров. Промышленный цифровой термометр DZWX использует высокоточные интегральные схемы с низким дрейфом показаний и сверхнизким энергопотреблением, а также широкоформатный ЖК-дисплей с семисегментными индикаторами. Он устойчив к различным условиям окружающей среды. Встроенный литиевый аккумулятор обеспечивает непрерывную работу в течение более 6 месяцев.



### Технические и эксплуатационные характеристики:

**Тип:** Pt100, K, S.

**Действительный диапазон измерений:** -40.0~1200°C.

**Точность:** ±0.5%·t°C.

**Дисплей:** 3.5-разрядный ЖК-дисплей с семисегментными индикаторами.

**Источник питания:** 3.6В литиевый аккумулятор высокой емкости, рабочий ток ≤10мкА.

**Рабочая температура холодного спая:** -40~60°C.

**Диаметр защитной трубки:** ф6-20

### Таблица сочетаний кодов идентификации моделей:

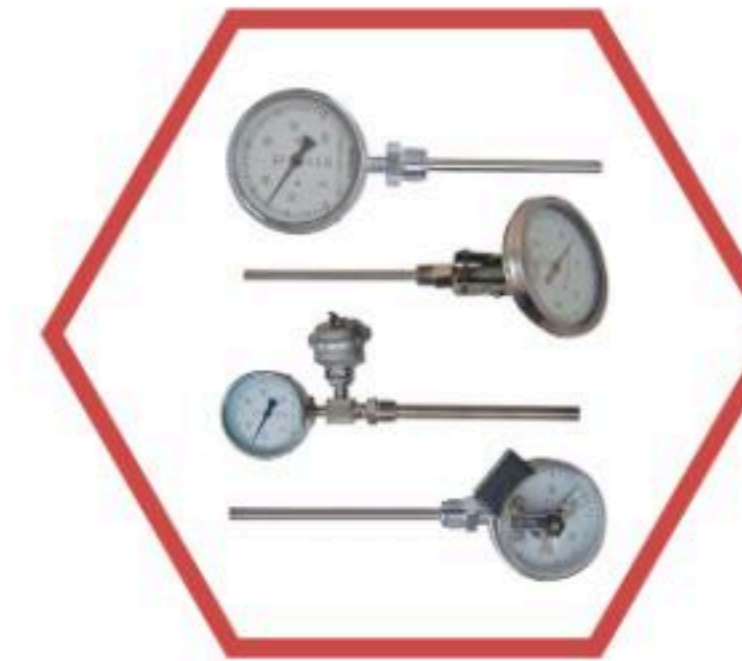
DZSX - 1 P 00 - 6 × 300 - Note

1 2 3 4 5 6

Поз.	Ссылка	Код	Обозначение
		DZSX	Цифровой промышленный термометр Duchin Smart
1	Конструктивные особенности	1	Клеммная коробка из нержавеющей стали для биметаллического термометра - Радиального типа (лицевая панель параллельна защитной)
		2	Клеммная коробка из нержавеющей стали для биметаллического термометра - Осевого типа (лицевая панель перпендикулярна защитной)
		3	Клеммная коробка из нержавеющей стали для биметаллического термометра - С регулируемым углом
		4	Корпус из литого алюминия для преобразователя
2	Входной сигнал	P	Платиновый терморезистор PT100
		K	Термопара Ni-Cr10/Ni-Si3
3	Монтажное крепление		См. соответствующую часть в ТАБЛИЦЕ СОЧЕТАНИЙ КОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ТЕРМОПАР/ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ
4	Диаметр защитной трубки		Диаметр защитной трубки в миллиметрах (мм)
5	Общая длина		Общая длина в миллиметрах. (Если нет примечаний о длине погружения I, по умолчанию I = общая длина - 100)
6	Дополнительная особенность		Указать особенность непосредственно

## Биметаллический термометр

Биметаллический термометр является идеальным термометром для измерения температуры на месте без какого-либо conventional источника питания и представляет собой альтернативу жидкостному термометру. В зависимости от функциональных различий он делится на нормальный тип, тип с электрическим контактом для сигнализации и тип с дистанционной передачей сигнала. В зависимости от взаимного направления между лицевой панелью корпуса и защитной трубкой он делится на осевой тип, радиальный тип и тип с регулируемым углом. В зависимости от условий эксплуатации он делится на нормальный тип, брызгозащищенный тип, судовой тип, взрывозащищенный тип и виброустойчивый тип. Действительный диапазон измерений составляет -80~500°C, пять классов точности: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 и 4.0. Время теплового отклика ≤40с. Стандарт на продукцию: Биметаллические термометры (JB/T 8803-2015).



### Диаметр защитной трубки и монтажная резьба (мм):

Диаметр циферблата	Диаметр защитной трубки	Монтажная резьба
25, 40, (50)	4	Н/Д
60, (80)	6	M16×1.5
100, (120), 150	8, 10, 12	M27×2, M20×1.5

### Таблица сочетаний кодов идентификации моделей:

DZWS X - 4 1 1 B / 0~100 / 10×150 / Note

1 2 3 4 5 6 7 8

Place	Code	Representation	
1	S	Normal Bimetallic Thermometer	P Thermocouple/Thermistor Add On, Use The Type Code Accordingly
	X	Bimetallic Thermometer /w Electrical Contact Point	B Bimetallic Thermometer With 4~20mA Signal Output
2	Dial Diameter	1 φ25	3 φ60
		2 φ25	4 φ100
3	Dial Direction	0 Axial Type	1 Radial Type
			8 Angle Adjustable Type (Rotary All-directional)
4	Mounting Bracket	0 No Mounting Bracket	2 Sliding Inner Thread M27×2
		1 Sliding Outer Thread M27×2	3 Fixed Thread M27×2
5	Proofing Type	- Ordinary	B Flameproof / With Electrical Contact Point
		Z Vibration-resistant	F Anti-corrosion
6	Valid Temp Range	According to the requirements to tag	
		7 Diameter & Length	Annotation: Diameter×Insertion Length in millimeter(mm)
8	Additional Note	Annotation: Protective Tube Material, Accuracy, External Mounting Tube / Dock, etc.	

## Цифровой показывающий регулирующий прибор

Цифровой показывающий регулирующий прибор серии XM представляет собой вторичный прибор, подключаемый к полевым измерительным приборам, таким как термопары, термосопротивления и датчики давления. Он используется для отображения измерительных сигналов полевых приборов, таких как температура, давление, уровень, расход, вес и другие параметры технологических процессов.

Прибор серии XM обладает функциями автоматической компенсации температуры холодных спаев, автоматической стабилизации нуля, универсального входа, конфигурируемости, электрической связи, индикации неисправностей, защиты от потери питания и другими функциями. Класс точности отображения:  $\pm 0,5\%$  от шкалы. Один прибор имеет максимум 24 входных канала и до четырех релейных выходов сигнализации.

Цифровые показывающие регулирующие приборы часто используются вместе с различными вспомогательными приборами (такими как преобразователи сигналов, изоляторы, усилители, задатчики и т.д.) для формирования систем автоматического контроля промышленных процессов.



## Вакуумный калибратор для термопар



В Китае национальными стандартами регламентированы 11 типов термопар. Они могут быть разделены на три категории по материалу чувствительного элемента: благородные металлы (типы K, N, E, J, T), благородные металлы (типы S, R, B) и вольфрам-рениевые термопары (типы C, D, A).

Вольфрам-рениевые термопары рекомендуются к применению только в вакууме, водороде и инертных газовых средах. Их процесс калибровки должен осуществляться под защитой вакуума или инертной газовой атмосферы, при этом максимальная температура калибровки должна превышать 1600°C.

Существующие установки для калибровки термопар работают только в воздушной среде и достигают максимальной температуры лишь до 1200°C.

Компания Duchin ведет разработку «системы и установки вакуумной калибровки термопар» с 2010 года. В 2012 году проект был включен в план проектов технологических инноваций Комитета по экономике и информационным технологиям муниципалитета Чунцина. В 2021 году Duchin совместно с AVIC Great Wall Metrology Tianjin Company модернизировали установку. В 2022 году проект был включен в план ключевой проектной поддержки Бюро науки и технологий района Бэйбэй г. Чунцин.

Система состоит из семи частей: корпус печи, вакуумная система, система нагрева, система охлаждения, силовой трансформатор, система управления и программное обеспечение для сбора и анализа данных. Трубка печи нагревается графитом и имеет защиту аргоном. Установка обеспечивает откачку воздуха и быстрый нагрев, обладает хорошей вакуумной и температурной стабильностью в рабочей зоне, незначительным нагревом внешней поверхности корпуса печи, что обеспечивает безопасную и надежную калибровку.

Данная установка соответствует требованиям «Методики калибровки вольфрам-рениевых термопар (0~1500°C)» (JJF 1176). Ее характеристики приведены ниже:

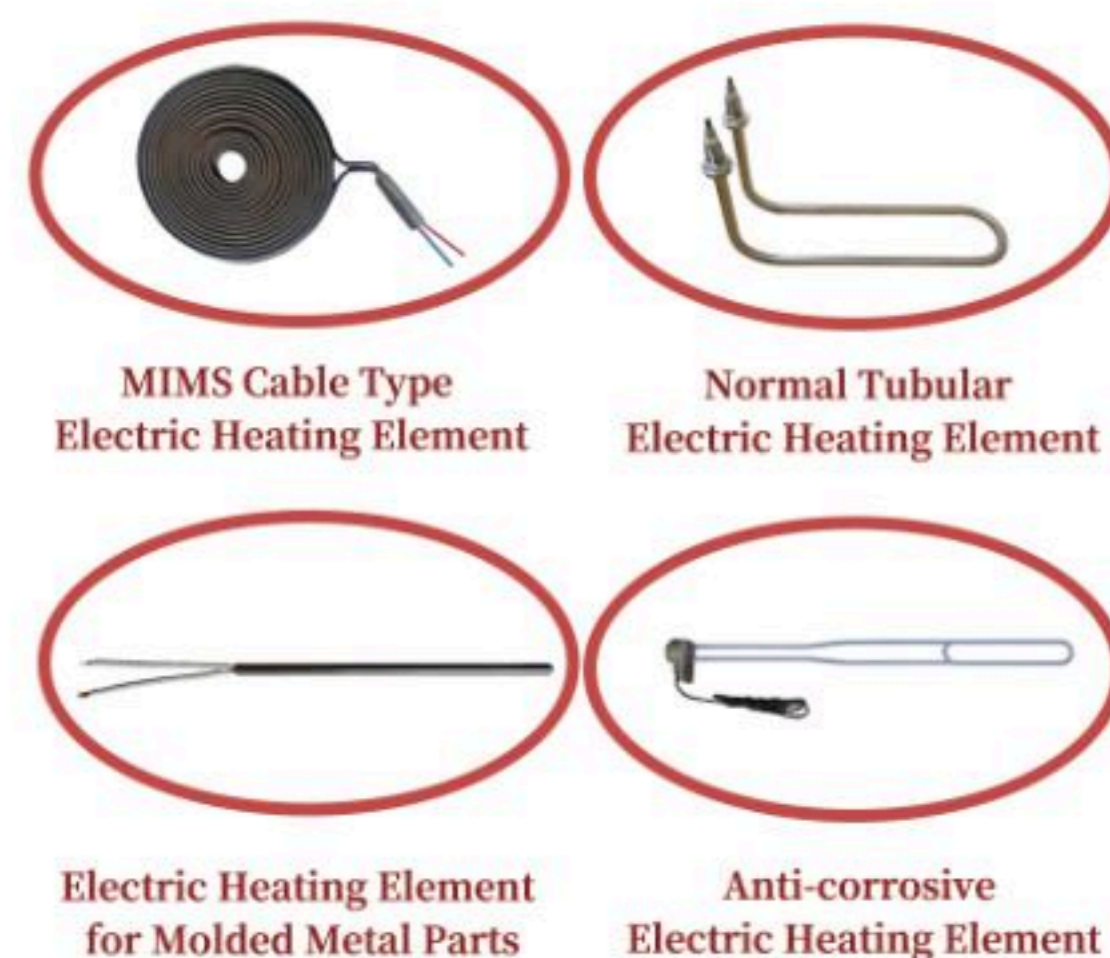
- Стабильность температурного поля печи:  $< 1,9^\circ\text{C}/\text{мин}$
- Размер рабочей зоны температурного поля:  $\geq 40 \times 40$  мм
- Предельный вакуум:  $10^{-1}$  Па
- Равномерность температурного поля:  $\leq 1,0^\circ\text{C}$
- Расширенная неопределенность:  $U = 1^\circ\text{C}$  или  $0,3\% \cdot t$  ( $k=2$ )
- Скорость нагрева:  $> 35^\circ\text{C}/\text{мин}$
- Нагрев внешней поверхности корпуса печи:  $< 15^\circ\text{C}$
- Использование электронных средств связи для отображения результатов измерений

Таблица сочетаний кодов идентификации моделей:

XM A 5 2 U O V P RS485  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

1	Product Code Name	XM Digital Display Control (or) (short as DDC) Instrument Series					
2	Function	Z	DDC ONLY	A	PID Controller	C	Universal Data Collector
		T	DDC with Alarm	GA	Advanced PID Controller	DI	Switch Signal Collector
		B	Multi-channel DDC with Transmitter	AF	PID Controller with Magnify Server	DO	Switch Output Instrument
		D	Scan DDC	GI	Liquid Level DDC with Electrical Contact	L	Flow Accumulate Calculator with Compensation Feature
		G	DDC with Segments Bar Graph	S	Speed DDC	RY	Paperless Recorder
3	Design Number	5	Switching Power Supply	6	Linear Power Supply		
		7	Dual-circuit Dual-display Dual-output	8	Multi-circuit with Advanced Output Control		
4	Control Type	1	Two Position Control / Time Ratio Relay	6	4~20mA Constant Current Output	8	1~5V Constant Voltage Output
		2	Three Position Control / Time Ratio Controllable Silicon	7	0~5V Constant Voltage Output	0	Does Not Come with Controllable Alarm
5	Input Signal	1	Thermocouple	3	Through-hole Current Transducer	8	1~5V
		2	Thermistor	6	4~20mA	U	Universal Input
6	Output Signal	The same as the Input Signal					
7	Panel Size	-	160×80	V	80×160	F	96×96
		SF	72×72	S	96×48	SV	48×96
8	Power	-	220V without 24V Output	P	24V Included	D	24V Power Supply
						VF	144×144
9	Interface					XF	288×288
		Label interface code directly, such as RS232, RS485, and more, or print interface PRN					

## Электронагревательный элемент



Электронагревательные элементы - это элементы, которые преобразуют электрическую энергию в тепло. В соответствии с их принципами нагрева они могут быть разделены на 4 типа: резистивный нагрев, индукционный нагрев, диэлектрический нагрев и дуговой нагрев. Металлический трубчатый электронагревательный элемент основан на принципе резистивного нагрева (закон Джоуля). Он использует металлическую трубку в качестве защиты и сплавную нагревательную проволоку в качестве нагревательного элемента. Металлическая трубка заполнена изоляцией из оксида магния. После сборки он подвергается ковке или волочению в неразборное гибкое плотное целое.

Основные технические параметры: Для продления срока службы электронагревательного элемента следует выбирать более низкую поверхностную нагрузку при условии удовлетворения тепловой мощности, как правило нагрузка должна быть  $< 10 \text{ Вт/см}^2$ . Максимальная рабочая температура электронагревательных элементов из нержавеющей стали  $< 600^\circ\text{C}$ , а максимальная рабочая температура электронагревательных элементов из суперсплава  $< 850^\circ\text{C}$ . Сопротивление изоляции в холодном состоянии  $\geq 50 \text{ МОм}$ , ток утечки  $< 0,5 \text{ мА}$ .

Реализованные стандарты: В соответствии с вариантами использования, электронагревательные элементы изготавливаются в соответствии со стандартами: Металлические трубчатые электронагревательные элементы (JB/T 2379), Повседневные металлические трубчатые электронагревательные элементы (JB/T 4088), Электронагреватели с минеральной изоляцией (JB/T12233).

### Таблица сочетаний кодов идентификации моделей:

DZJK 1 - 220 / 1.5 Z 3 × 6500 A G Y

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Place	Property	Code	Representation	
1	Product	DZJG	Daily-use Metallic Tube Electric Heating Element	
		DZJK	MIMS (Cable Type) Electric Heating Element	
2	Lead Wire Structure	1	Two Ends Lead Wires (single core, omittable)	2 One End Lead Wires (even core)
			2	
3	Rated Voltage	V	Directly note rated voltage (V)	
4	Rated Power	W	Directly note rated power (W)	
5	Heating Material	Q	Still Air	M Metal Embeding
			Moving Air	
		S	Water, Weak Acid, Weak Alkali	A Pressured Water
			Y Edible Oil, Hydraulic Oil	
6	Diameter	D	Directly note, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 22 in millimeter (mm) to choose from	
7	Length	L	Directly note the fully expanded length in millimeter (mm)	
8	Protective Tube	A	1Cr18Ni9Ti	B GH3030
			F PTFE	
9	Mounting	G	Metal Sleeve Part	M Thread
			F Flange	
10	Connector	L	Thread	Y Lead Wire

# INOVATION INDUSTRY

# CO-OP FUTURE



Official Site



Follow us

Addr. No.290 Feng Shixing Road, Beibei District, Chongqing, China

E-mail: server@ Duchin.cn

Emily-Duchin@hotmail.com

WhatsApp: +86-13883406577

Official site: www.duchin.cn

www.duchina.com