



中华人民共和国国家标准

GB/T 43737—2024

量子测量术语

Terminology for quantum measurement

2024-03-15 发布

2024-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 前言 | I |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 通用基础 | 1 |
| 4 量子测量技术 | 3 |
| 5 典型量子测量材料、器件、系统与应用 | 6 |
| 参考文献 | 10 |
| 索引 | 11 |



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国量子计算与测量标准化技术委员会(SAC/TC 578)提出并归口。

本文件起草单位：中国计量科学研究院、中国科学技术大学、中国电子信息产业集团有限公司、科大国盾量子技术股份有限公司、之江实验室、山西大学、华中科技大学、中国信息通信研究院、航天二院北京无线电计量测试研究所、浪潮电子信息产业股份有限公司、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、中国计量大学、中国空间技术研究院、中国人民解放军国防科技大学、航天九院西安微电子技术研究所、济南量子技术研究院、深圳中国计量科学研究院技术创新研究院、中国航天科工集团第三研究院第三十三研究所、山东国耀量子雷达科技有限公司、国仪量子(合肥)技术有限公司。

本文件主要起草人：屈继峰、许金时、李文文、王增斌、赵梅生、张宁、叶文、戴汉宁、王军民、胡忠坤、张萌、薛潇博、胡慧珠、曾昱、冯芒、芮俊、王浩敏、赵春柳、张升康、宋洪婷、刘伟涛、程加明、于春霖、周飞、潘奕捷、宋振飞、万双爱、李颜若玥、申屠国樑、万传奇。





量子测量术语

1 范围

本文件界定了量子测量相关的基本术语和定义。

本文件适用于量子测量相关标准制定、技术文件编制、教材和书刊编写以及文献翻译等。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 通用基础

3.1

量子测量 quantum measurement

获取量子系统状态,以及利用量子的最小、离散、不可分割特性和量子自旋、量子相干、量子压缩、量子纠缠等特性的测量。

3.2

量子计量 quantum metrology

基于基本物理常数定义国际单位制基本单位,利用量子系统、量子特性或量子现象复现测量单位量值或实现直接溯源到基本物理常数的测量。

注:也用于其他高精度测量研究。

3.3

量子传感 quantum sensing

利用量子特性实现物理量的高精度测量并按照一定的规律转换成可用信号的过程。

3.4

量子态 quantum state

量子系统的状态。

[来源:GB/T 42565—2023,3.1]

3.5

量子费希尔信息 quantum Fisher information

量子系统状态对待测参数的敏感性信息。

注:经典费希尔信息的扩展,用于确定参数测量的最高精度。

3.6

海森堡不确定性原理 Heisenberg uncertainty principle

两个非对易可观测量不可同时被确定,其中一个可观测量的不确定性越小,另一个可观测量的不确定性越大的物理学关系。

3.7

海森堡极限 Heisenberg limit

在特定量子态(3.4)下,量子系统的某个指定的可观测量受其非对易可观测量的测量不确定性的制约所能达到的测量精度极限。

3.8

散粒噪声 shot noise

遵从泊松过程的噪声。

注：对于电子或光子，其散粒噪声来源于电子或者光子离散的粒子本质。

3.9

量子真空涨落 quantum vacuum fluctuation

真空能量密度的随机扰动。

注：量子真空涨落是海森堡不确定性原理(3.6)导致的结果。

3.10

量子噪声 quantum noise

测量过程中由于量子系统的海森堡不确定性引发的噪声。

3.11

量子投影噪声 quantum projection noise

测量过程中由于量子投影测量结果的随机性所引发的噪声。

3.12

相干态 coherent states

具有完全相干特性，且满足海森堡不确定性原理(3.6)极限的正交分量涨落分布呈圆形特征的量子态(3.4)。

3.13

压缩态 squeezed state

满足海森堡不确定性原理(3.6)极限的正交分量涨落分布呈椭圆特征的量子态(3.4)。

3.14

量子干涉 quantum Interference

由于量子态(3.4)的叠加效应，量子态振幅发生的相干相长或相消现象。

3.15

量子相干 quantum coherence

量子系统其量子态(3.4)能够发生稳定的相位干涉的能力和特性。

注 1：量子系统处于叠加态时，其各个叠加成分的相对相位稳定，是其具备量子相干特性的充要条件。

注 2：多个全同粒子相互之间相对相位的稳定，是其具备量子相干特性的充要条件。

3.16

量子退相干 quantum decoherence

量子系统受外界扰动影响，失去量子相干性的过程。

3.17

量子态寿命 quantum state lifetime

量子态(3.4)上粒子占有数通过自发跃迁降为初始占有数的 $1/e$ 的时间。

3.18

量子跃迁 quantum transition

量子系统从一个量子态(3.4)跳跃式突变到另一个量子态(3.4)的过程。

3.19

双光子拉曼跃迁 two-photon Raman transition

Lambda 型三能级原子(离子)分子系统中，双色光场从基态至共同激发态的两个跃迁通道在单光子大失谐、双光子共振的条件下耦合，原子(离子)或分子的布居可在两个基态之间相干地转移。

注：是原子(离子)或分子自旋态的一种有效的操控过程。

3.20

自旋进动 spin procession

微观自旋系统(电子、原子核、原子等)的自旋磁矩在外磁场作用下,以一定的角频率绕外磁场方向的进动过程。

3.21

拉莫尔频率 Larmor frequency

自旋进动(3.20)的角频率。

3.22

自旋极化 spin polarization

微观自旋系统(电子、原子核、原子等)的自旋磁矩,在一定的物理过程中,其矢量和(即宏观磁矩)不等于零,且朝向某个特定的方向。

3.23

量子隧穿效应 quantum tunneling effect

微观粒子具有一定的概率穿透高于粒子能量的势垒的量子效应。

注:体现了微观粒子同时具有波动性。该过程中,粒子穿透势垒和被势垒反弹回的概率同时存在,反映出相干性的特征。

3.24

光动量效应 optical momentum effect

具有动量的光子在与物质的相互作用中存在动量交换,进而使物质的运动状态发生变化的现象。

注:此过程满足动量守恒定律。

4 量子测量技术

4.1

量子态制备 quantum state preparation

通过量子的操控方法使量子系统处于所需的量子态(3.4)。

4.2

量子态探测 quantum state detection

利用探测器件,借助光或者微波与量子系统的作用,测量得到量子系统的量子态(3.4)的技术。

4.3

量子操控 quantum control

通过控制系统哈密顿量改变量子系统量子态(3.4)的操控方法。

4.4

量子非破坏测量 quantum nondemolition measurement

对某个可观测量持续测量,但不增加其不确定性的量子测量方法。

注:使用该方法测量某可观测量,会导致其他可观测量的不确定性增加。

4.5

电子磁共振 electron paramagnetic resonance

物质的电子磁矩与外磁场相互作用,在垂直于外磁场方向入射电磁波且能量与塞曼分裂能匹配时,物质从电磁波吸收能量的现象。

4.6

核磁共振 nuclear magnetic resonance

磁矩不为零的原子核,在外磁场作用下自旋能级发生塞曼分裂,共振吸收某一定频率的射频辐射的

物理过程。

[来源:GB/T 42035—2022,3.5]

4.7

光致旋转 optical rotation

物质与携带角动量的光场或光子相互作用而发生角动量的传递,使物质在光致力矩的作用下产生自旋、旋进、扭转等角向运动。

4.8

原子干涉 atomic interference

利用原子的物质波或内禀量子态的相干特性,产生相关量子态(3.4)相位叠加引起的相长或相消现象。

4.9

超导量子干涉效应 superconducting quantum interference effect

闭合超导量子线路中的宏观量子干涉(3.14)现象。

注:通常量子线路中包含一个或多个约瑟夫森结,电流随穿过闭合环路的磁通周期性变化。

4.10

量子敏感介质 quantum sensitive medium

在量子精密测量系统中直接与待测量发生相互作用的成分。

注:包括单一组分的原子、分子,或系统形态的原子团、分子团、微小颗粒,亦或功能集成的芯片、气室等。

4.11

冷原子 cold atom

保持在接近绝对零度温度的原子,通常通过原子与激光场的相互作用制备。

注:通常情况下,温度在 10 nK 及以下的原子称为超冷原子。

4.12

悬浮谐振子 levitated harmonic oscillator

被光场、电场、磁场等方法形成的势阱俘获并悬浮后,与外界环境不存在直接的机械接触,具备谐振敏感特性的量子敏感介质。

4.13

激光冷却 laser cooling

利用激光降低粒子(如原子或离子或微纳颗粒)的随机运动速度从而降低粒子温度的技术。

4.14

质心运动等效温度 effective temperature of center-of-mass motion

以热力学温度为计量标准,描述微纳颗粒质心随机运动的平均能量。

4.15

多普勒冷却 Doppler cooling

原子(离子)仅从特定方向吸收光子能量进入激发态,并随机地向各个方向发射光子回到基态,使原子在吸收光子方向上的运动速度减小。

4.16

亚多普勒冷却 sub-Doppler cooling

超越多普勒冷却温度极限的激光冷却(4.13)技术。

4.17

光学黏团 optical molasses

由激光束交汇形成的光场,基于激光冷却(4.13)使身处其中的原子减速。

4.18

相干布居囚禁 coherent population trapping

当用两相位差恒定、频率差等于原子基态两超精细能级间频率差的相干激光将原子基态的两超精细能级耦合到一个共同的激发态时,原子被抽运到基态两超精细能级的一个相干叠加态,此时激发态上没有原子,原子被“囚禁”在基态的两超精细能级上的现象。

4.19

势阱 potential well

在给定势能的空间中,围绕着势能最小值形成的空间区域。

4.20

离子阱 ion trap

利用电场或磁场将离子囚禁在特定空间范围内的一个势阱(4.19)。

4.21

磁光阱 magneto-optical trap

由特定波长激光束和梯度磁场构成,用于囚禁原子的势阱(4.19)。

4.22

激光囚禁 laser trapping

利用激光陷阱对目标原子(团)、分子(团)或微纳颗粒进行束缚的过程。

4.23

光晶格 optical lattice

利用驻波激光场形成的周期性势阱。

4.24

量子基态冷却 quantum ground state cooling

将捕获的微纳颗粒的运动冷却到基态,使其等效声子数小于1的方法或过程。

4.25

腔冷却 cavity cooling

利用高精度谐振腔与被捕获物质(原子、分子或微纳颗粒)发生耦合,实现物质运动状态的冷却。

4.26

质心运动冷却 center of mass motion cooling

利用光动量效应(3.24)抑制量子敏感介质的质心热运动。

注:质心热运动的冷却会大幅提高其传感灵敏度,降低热噪声,并隔绝环境干扰。

4.27

量子光力系统 quantum optomechanical system

通过把光学或微波场与机械共振器(机械振子)相结合,获得的一种对机械运动进行量子控制或者对光或微波场进行机械控制的方法及系统。

4.28

腔光力系统 cavity optomechanical system

基于光学谐振腔的光力学方法及系统。

4.29

量子成像 quantum imaging

利用量子系统的相干叠加、量子纠缠等特性,借助量子操纵实现的成像。

4.30

原子光刻 atom lithography

经激光冷却(4.13)准直后的原子束,穿过光场并与光场发生作用,在光与物质相互作用产生的力的

作用下原子运动轨迹发生偏转,在光场后的基片上沉积形成图形的技术。

4.31

量子材料 quantum materials

具有量子态(3.4)或者量子能级结构的材料。

4.32

量子点 quantum dot

束缚电子或空穴的半导体器件。

[来源:GB/T 42565—2023,4.2]

4.33

饱和吸收光谱 saturated absorption spectroscopy

消去多普勒展宽的原子(分子)吸收光谱。

5 典型量子测量材料、器件、系统与应用

5.1

量子传感器 quantum sensor

以量子或者量子系统为核心,利用量子态(3.4)或者量子系统的相干叠加、量子纠缠等特性,借助量子操纵实现的传感器件。

5.2

延迟线 delay line

对光或者微波等多种频段电磁波造成一定传输延迟的器件。

5.3

原子气室 vapor cell

使用高密封性封装工艺制成的用于储存原子的腔室。

5.4

金刚石色心 color center in diamond

金刚石中的一种点缺陷,一般指氮-空位色心,具有 C_{3v} 对称性,由沿 $[1\ 1\ 1]$ 晶向取向的置换氮-晶格空位对组成。

5.5

原子钟 atomic clock

原子时间频率标准 atomic time and frequency standard

原子频标 atomic frequency standard

以原子(分子、离子)稳定的量子跃迁辐射的频率为参考、对实用频率源进行频率或相位锁定、产生准确稳定时间(频率)信号的设备。

5.6

被动型原子钟 passive atomic clock

利用本地振荡器输出的激励信号激发原子跃迁,通过误差信号反馈控制本地振荡器输出频率实现的原子钟(5.5)。

5.7

主动型原子钟 active atomic clock

利用受激辐射方法直接得到原子跃迁谱线输出频率信号实现的原子钟(5.5)。

5.8

微波原子钟 microwave atomic clock

微波频率标准 microwave frequency standard

利用频率在微波波段的原子(分子、离子)能级跃迁作为稳定的频率参考而建立的原子钟(5.5)。

5.9

光频原子钟 **optical atomic clock**

光学频率标准 **optical frequency standard**

利用频率在光学波段的原子(分子、离子)能级跃迁作为稳定的频率参考而建立的原子钟(5.5)。

5.10

空间原子钟 **space atomic clock**

在空间环境运行的原子钟(5.5)。

注：包含空间氢原子钟、空间冷原子微波钟和空间光钟等。

5.11

芯片钟 **chip-scale atomic clock**

基于微机电系统(MEMS)技术,外形尺寸及功耗接近集成电路芯片级别的微型原子频率钟。

5.12

原子干涉仪 **atomic interferometer**

利用原子干涉(4.8)效应测量物理量的仪器。

5.13

超导量子干涉仪 **superconducting quantum interference device**

基于超导约瑟夫森效应的磁通量子干涉效应测量极微弱磁场强度的装置。

5.14

原子干涉倾斜仪 **atomic interference tiltmeter**

基于原子干涉(4.8)效应测量倾角的仪器。

5.15

原子干涉重力梯度仪 **atomic interference gravity gradiometer**

基于原子干涉(4.8)效应测量重力梯度的仪器。

5.16

原子重力仪 **atomic gravimeter**

基于原子的物质波干涉原理实现重力加速度绝对值测量的仪器。

5.17

原子陀螺仪 **atomic gyroscope**

基于原子的角速度测量仪器。

5.18

原子干涉陀螺仪 **atomic interferometer gyroscope**

基于原子的物质波干涉原理实现角速度测量的仪器。

5.19

原子自旋陀螺仪 **atomic spin gyroscope**

探测原子自旋在外磁场中拉莫尔进动的频率移动实现角速度测量的仪器。

5.20

量子涡旋陀螺仪 **quantum vortex gyroscope**

基于粒子-准粒子超流涡旋等量子效应的角速率测量仪器。

5.21

原子磁强计 **atomic magnetometer**

利用原子内部稳定能级的跃迁频率变化测量外部磁场的仪器。

注：典型的有使用氦原子为核心工作介质的氦原子磁强计。

5.22

金刚石色心磁强计 diamond magnetometer

基于金刚石氮空穴(NV)中心电子自旋共振光学检测的磁强计。

5.23

全光原子磁强计 all-optical atomic magnetometer

全部使用光场,不使用射频场的原子磁强计(5.21)。

5.24

核自旋磁强计 nuclear spin magnetometer

基于原子磁矩拉莫尔进动效应的磁强计。

5.25

量子压力计 quantum pressure gauge

基于量子力学第一性原理计算得到的气体物性参数、基本物理常数和已知物理关系定义和测量气体压强的装置。

5.26

热力学温度计 primary thermometer

基于量子力学原理、基本物理常数和已知物理关系测量热力学温度的装置。

5.27

量子微波场强仪 quantum field strength meter

通过量子系统的操控精密测量微波电场强度的装置。

5.28

单光子探测器 single-photon detector

能够以一定概率将单光子级别的光脉冲信号转化为宏观可探测信号的仪器、器件或设备。

[来源:GB/T 43692—2024,3.44]

5.29

汉伯里布朗-特维斯干涉仪 HBT interferometer

用于测量光源二阶相干度的装置。

5.30

量子定位导航系统 quantum positioning and navigation system

以原子钟、量子测距仪、量子陀螺仪、量子加速度计、量子重力仪、量子磁强计等量子器件和设备为主实现的有源、无源和辅助场定位导航系统。

5.31

量子守时授时系统 quantum timing keeping and time service system

以量子时间基准、量子时间分发技术或者器件实现的守时授时系统。

5.32

量子雷达 quantum radar

以量子测量(3.1)原理和技术为基础,利用量子系统的相干叠加、量子纠缠等特性实现的雷达。

5.33

金刚石色心扫描探针显微镜 NV scanning probe microscope

结合金刚石色心磁测量技术和原子力显微镜技术的磁成像设备。

5.34

光学频率梳 optical frequency comb

重复频率和载波包络相移频率精密可控的光学信号产生系统。

[来源:GB/T 43736—2024,3.3]

5.35

光镊 optical tweezer

利用光与物质之间相互作用产生的力学效应(包含散射力和辐射压梯度力),并形成光学势阱,用于捕获微小物体(原子、细胞、介质颗粒等)并进行物体运动的精准操控和测量的仪器。

5.36

量子计量基准 quantum metrology standard

用特定的量子效应来复现物理量单位量值的计量基准装置。

参 考 文 献

- [1] GB/T 42035—2022 煤和岩石孔径分布的测定 核磁共振法
- [2] GB/T 42565—2023 量子计算 术语和定义
- [3] GB/T 43692—2024 量子通信术语和定义
- [4] GB/T 43736—2024 精密光频测量中光学频率梳性能参数测试方法
- [5] 郭光灿,周详发.量子光学[M].北京:科学出版社,2022.
- [6] 光学名词审定委员会.光学名词[M].北京:科学出版社,2021.
- [7] 克劳德·科恩·塔诺季.原子物理学进展通论[M].北京:北京大学出版社,2014.
- [8] 全国科学技术名词审定委员会.计算机科学技术名词[M].3版.北京:科学出版社,2018.
- [9] 物理学名词审定委员会.物理学名词[M].3版.北京:科学出版社,2019.



索引

汉语拼音索引

- | B | K |
|-------------------------|---------------------|
| 饱和吸收光谱 4.33 | 空间原子钟 5.10 |
| 被动型原子钟 5.6 | |
| C | L |
| 超导量子干涉效应 4.9 | 拉莫尔频率 3.21 |
| 超导量子干涉仪 5.13 | 冷原子 4.11 |
| 磁光阱 4.21 | 离子阱 4.20 |
| D | 量子材料 4.31 |
| 单光子探测器 5.28 | 量子操控 4.3 |
| 电子磁共振 4.5 | 量子测量 3.1 |
| 多普勒冷却 4.15 | 量子成像 4.29 |
| G | 量子传感 3.3 |
| 光动量效应 3.24 | 量子传感器 5.1 |
| 光晶格 4.23 | 量子点 4.32 |
| 光镊 5.35 | 量子定位导航系统 5.30 |
| 光频原子钟 5.9 | 量子非破坏测量 4.4 |
| 光学黏团 4.17 | 量子费希尔信息 3.5 |
| 光学频率标准 5.9 | 量子干涉 3.14 |
| 光学频率梳 5.34 | 量子光力系统 4.27 |
| 光致旋转 4.7 | 量子计量 3.2 |
| H | 量子计量基准 5.36 |
| 海森堡不确定性原理 3.6 | 量子基态冷却 4.24 |
| 海森堡极限 3.7 | 量子雷达 5.32 |
| 汉伯里布朗-特维斯干涉仪 5.29 | 量子敏感介质 4.10 |
| 核磁共振 4.6 | 量子守时授时系统 5.31 |
| 核自旋磁强计 5.24 | 量子隧穿效应 3.23 |
| J | 量子态 3.4 |
| 激光冷却 4.13 | 量子态寿命 3.17 |
| 激光囚禁 4.22 | 量子态探测 4.2 |
| 金刚石色心 5.4 | 量子态制备 4.1 |
| 金刚石色心磁强计 5.22 | 量子投影噪声 3.11 |
| 金刚石色心扫描探针显微镜 5.33 | 量子退相干 3.16 |
| | 量子微波场强仪 5.27 |
| | 量子涡旋陀螺仪 5.20 |
| | 量子相干 3.15 |
| | 量子压力计 5.25 |
| | 量子跃迁 3.18 |

量子噪声 3.10
量子真空涨落 3.9

Q

腔光力系统 4.28
腔冷却 4.25
全光原子磁强计 5.23

R

热力学温度计 5.26

S

散粒噪声 3.8
势阱 4.19
双光子拉曼跃迁 3.19

W

微波频率标准 5.8
微波原子钟 5.8

X

相干布居囚禁 4.18
相干态 3.12
芯片钟 5.11
悬浮谐振子 4.12

Y

亚多普勒冷却 4.16

英文对应词索引

压缩态 3.13
延迟线 5.2
原子磁强计 5.21
原子干涉 4.8
原子干涉倾斜仪 5.14
原子干涉陀螺仪 5.18
原子干涉仪 5.12
原子干涉重力梯度仪 5.15
原子光刻 4.30
原子频标 5.5
原子气室 5.3
原子时间频率标准 5.5
原子陀螺仪 5.17
原子钟 5.5
原子重力仪 5.16
原子自旋陀螺仪 5.19

Z

质心运动等效温度 4.14
质心运动冷却 4.26
主动型原子钟 5.7
自旋极化 3.22
自旋进动 3.20

A

active atomic clock 5.7
all-optical atomic magnetometer 5.23
atom lithography 4.30
atomic clock 5.5
atomic frequency standard 5.5
atomic gravimeter 5.16
atomic gyroscope 5.17
atomic interference 4.8
atomic interference gravity gradiometer 5.15
atomic interference tiltmeter 5.14

| | |
|--|------|
| atomic interferometer | 5.12 |
| atomic interferometer gyroscope | 5.18 |
| atomic magnetometer | 5.21 |
| atomic spin gyroscope | 5.19 |
| atomic time and frequency standard | 5.5 |

C

| | |
|-------------------------------------|------|
| cavity cooling | 4.25 |
| cavity optomechanical system | 4.28 |
| center of mass motion cooling | 4.26 |
| chip-scale atomic clock | 5.11 |
| coherent population trapping | 4.18 |
| coherent states | 3.12 |
| cold atom | 4.11 |
| color center in diamond | 5.4 |

D

| | |
|----------------------------|------|
| delay line | 5.2 |
| diamond magnetometer | 5.22 |
| Doppler cooling | 4.15 |

E

| | |
|--|------|
| effective temperature of center-of-mass motion | 4.14 |
| electron paramagnetic resonance | 4.5 |

H

| | |
|--|------|
| HBT interferometer | 5.29 |
| Heisenberg limit | 3.7 |
| Heisenberg uncertainty principle | 3.6 |

I

| | |
|----------------|------|
| ion trap | 4.20 |
|----------------|------|

L

| | |
|-------------------------------------|------|
| Larmor frequency | 3.21 |
| laser cooling | 4.13 |
| laser trapping | 4.22 |
| levitated harmonic oscillator | 4.12 |

M

| | |
|------------------------------------|------|
| magneto-optical trap | 4.21 |
| microwave atomic clock | 5.8 |
| microwave frequency standard | 5.8 |

N

nuclear magnetic resonance 4.6
 nuclear spin magnetometer 5.24
 NV scanning probe microscope 5.33

O

optical atomic clock 5.9
 optical frequency comb 5.34
 optical frequency standard 5.9
 optical lattice 4.23
 optical molasses 4.17
 optical momentum effect 3.24
 optical rotation 4.7
 optical tweezer 5.35

P

passive atomic clock 5.6
 potential well 4.19
 primary thermometer 5.26

Q

quantum coherence 3.15
 quantum control 4.3
 quantum decoherence 3.16
 quantum dot 4.32
 quantum field strength meter 5.27
 quantum Fisher information 3.5
 quantum ground state cooling 4.24
 quantum imaging 4.29
 quantum Interference 3.14
 quantum materials 4.31
 quantum measurement 3.1
 quantum metrology 3.2
 quantum metrology standard 5.36
 quantum noise 3.10
 quantum nondemolition measurement 4.4
 quantum optomechanical system 4.27
 quantum positioning and navigation system 5.30
 quantum pressure gauge 5.25
 quantum projection noise 3.11
 quantum radar 5.32
 quantum sensing 3.3

| | |
|--|------|
| quantum sensitive medium | 4.10 |
| quantum sensor | 5.1 |
| quantum state | 3.4 |
| quantum state detection | 4.2 |
| quantum state lifetime | 3.17 |
| quantum state preparation | 4.1 |
| quantum timing keeping and time service system | 5.31 |
| quantum transition | 3.18 |
| quantum tunneling effect | 3.23 |
| quantum vacuum fluctuation | 3.9 |
| quantum vortex gyroscope | 5.20 |

S

| | |
|---|------|
| saturated absorption spectroscopy | 4.33 |
| shot noise | 3.8 |
| single-photon detector | 5.28 |
| space atomic clock | 5.10 |
| spin polarization | 3.22 |
| spin procession | 3.20 |
| squeezed state | 3.13 |
| sub-Doppler cooling | 4.16 |
| superconducting quantum interference device | 5.13 |
| superconducting quantum interference effect | 4.9 |

T

| | |
|-----------------------------------|------|
| two-photon Raman transition | 3.19 |
|-----------------------------------|------|

V

| | |
|------------------|-----|
| vapor cell | 5.3 |
|------------------|-----|